

目 录

一、建设项目基本况.....1

二、建设内容.....29

三、生态环境现状、保护目标及评价标准.....73

四、生态环境影响分析.....130

五、主要生态环境保护措施.....197

六、生态环境保护措施监督检查清单.....215

七、结论.....223

附图：

附图1 项目地理位置图

附图2 项目所在区域水系图

附图3 项目与东川修复分区叠图

附图4 项目与云南主体功能区划关系图

附图5 项目与云南生态功能区位置关系图

附图6 项目区评价范围和周边关系图

附图7 昆明市东川区拖布卡镇红岩铁矿磷石膏回填利用生态修复项目区域水文地质图

附图8 昆明市东川拖布卡镇红岩铁矿磷石膏回填利用生态修复项目场地水文地质图

附图9 矿坑生态修复总平面布置图

附图10 矿坑不良地质隐患整治平面布置图

附图11 矿坑修复防渗平面布置图

附图12 矿坑修复堆排平面布置图

附图13 拦挡体清基平面布置图

附图14 地下水导排盲沟、膜上淋滤水导排盲沟平面布置图

附图15 截排洪设施平面布置图

附图16 矿坑生态修复植被复垦平面布置图

附图17 矿坑堆填监测设施平面布置图

**附件：**

附件1 环评委托书

附件2 环评报告确认函

附件3 项目投资备案证

附件4 建设单位营业执照

附件5 项目涉及生态环境管控单元查询报告

附件6 项目环境风险本底调查及风险评估报告专家评审意见

附件7 矿山生态修复项目委托协议书

附件8 红富化肥未改性磷石膏浸出液检测报告

附件9 红富化肥改性磷石膏浸出液检测报告

附件10 川金诺未改性磷石膏浸出液检测报告

附件11 川金诺改性磷石膏浸出液检测报告

附件12 昆明市东川区拖布卡镇红岩铁矿磷石膏回填利用生态修复项目可行性初审专题会议纪要

附件13 生态环境部关于磷石膏生态修复的回函

附件14 昆明市东川区拖布卡镇红岩铁矿磷石膏回填利用生态修复项目环境本底调查检测报告

附件15 水文地质勘查报告评审会议纪要

附件16 项目可行性研究报告相关结论及专家意见

附件17 初设相关结论及意见

附件18 项目环评合同、技术审核及工作管理进度表

一、建设项目基本情况

|                   |                                                                                                                                           |                                                                                                              |                                                                                                                                                                 |      |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 建设项目名称            | 昆明市东川区拖布卡镇红岩铁矿磷石膏回填利用生态修复项目                                                                                                               |                                                                                                              |                                                                                                                                                                 |      |
| 项目代码              | 2605-*****-04-01-*****                                                                                                                    |                                                                                                              |                                                                                                                                                                 |      |
| 建设单位联系人           | 李*                                                                                                                                        | 联系方式                                                                                                         | 181*****                                                                                                                                                        |      |
| 建设地点              | 东川区拖布卡镇播卡村                                                                                                                                |                                                                                                              |                                                                                                                                                                 |      |
| 地理坐标              | (经度：102度02分53.873秒，纬度：26度25分30.234秒)                                                                                                      |                                                                                                              |                                                                                                                                                                 |      |
| 建设项目行业类别          | 六、黑色金属矿采选业08—铁矿采选081—矿区修复治理工程                                                                                                             | 用地（用海）面积（m2）/长度（m）                                                                                           | 44400m2                                                                                                                                                         |      |
| 建设性质              | <input checked="" type="checkbox"/> 新建（迁建）<br><input type="checkbox"/> 改建<br><input type="checkbox"/> 扩建<br><input type="checkbox"/> 技术改造 | 建设项目申报情形                                                                                                     | <input checked="" type="checkbox"/> 首次申报项目<br><input type="checkbox"/> 不予批准后再次申报项目<br><input type="checkbox"/> 超五年重新审核项目<br><input type="checkbox"/> 重大变动重新报批项目 |      |
| 项目审批（核准/备案）部门（选填） | /                                                                                                                                         | 项目审批（核准/备案）文号（选填）                                                                                            | 昆明市东川区发展和改革局                                                                                                                                                    |      |
| 总投资（万元）           | 10425.24                                                                                                                                  | 环保投资（万元）                                                                                                     | 938.3                                                                                                                                                           |      |
| 环保投资占比（%）         | 9                                                                                                                                         | 施工工期                                                                                                         | 1年（基建期）                                                                                                                                                         |      |
| 是否开工建设            | <input checked="" type="checkbox"/> 否<br><input type="checkbox"/> 是：_____                                                                 |                                                                                                              |                                                                                                                                                                 |      |
| 专项评价设置情况          | 表1 专项评价设置情况表                                                                                                                              |                                                                                                              |                                                                                                                                                                 |      |
|                   | 专项评价类别                                                                                                                                    | 涉及项目类别                                                                                                       | 本项目情况                                                                                                                                                           | 是否设置 |
|                   | 地表水                                                                                                                                       | 水力发电：引水式发电、涉及调峰发电的项目；人工湖、人工湿地：全部；<br>水库：全部；<br>引水工程：全部（配套的管线工程等除外）；防洪除涝工程：包含水库的项目；<br>河湖整治：涉及清淤且底泥存在重金属污染的项目 | 本项目为矿山生态修复项目，不涉及水力发电、人工湖及湿地、引水工程、防洪除涝工程、河湖整治。因此，无需设置地表水专项评价。                                                                                                    | 否    |
|                   | 地下水                                                                                                                                       | 陆地石油和天然气开采：全部；地下水（含矿泉水）开采：全部；水利、水电、交通等：含穿越可溶岩地层隧道的工程                                                         | 本项目为矿山生态修复项目，不涉及石油或天然气开采、地下水开采、水利、水电、交通。因此，无需设置地下水专项评价。                                                                                                         | 否    |

|  |      |                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                           |   |
|--|------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
|  | 生态   | 涉及环境敏感区（不包括饮用水水源保护区，以居住、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公为主要功能的区域，以及文物保护单位）的项目                 | 针对该类项目所列的敏感区。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021年版），本项目所属类别中环境敏感区指：<br>第三条（一）中的全部区域；第三条（二）中的除（一）外的生态保护红线管控范围，基本草原，重要水生生物的自然产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道，沙化土地封禁保护区。<br>本项目为矿山生态修复项目，项目不涉及名录中该行业中环境敏感区（国家公园、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、海洋特别保护区、饮用水水源保护区、生态保护红线、永久基本农田等），因此，无需设置生态影响专项 | 否 |
|  | 大气   | 油气、液体化工码头：全部；干散货（含煤炭、矿石）、件杂、多用途、通用码头：涉及粉尘、挥发性有机物排放的项                           | 本项目不涉及码头，因此，无<br>需设置大气专项评价。                                                                                                                                                                                                                               | 否 |
|  | 噪声   | 公路、铁路、机场等交通运输业涉及环境敏感区（以居住、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公为主要功能的区域）的项目；城市道路（不含维护，不含支路、人行天桥、人  | 本项目不涉及公路、铁路、机场等交通运输业，不涉及城市道路，因此，无需设置噪声专项评价。                                                                                                                                                                                                               | 否 |
|  | 环境风险 | 石油和天然气开采：全部；油气、液体化工码头：全部；原油、成品油、天然气管线（不含城镇天然气管线、企业厂区内管线），危险化学品输送管线（不含企业厂区内管线）： | 本项目为矿山生态修复项目，不涉及石油和天然气开采、油气、液体化工码头、原油、成品油、天然气管线、危险化学品输送管线，因此，无需设置环境风险专                                                                                                                                                                                    | 否 |

根据《建设项目环境影响报告表编制技术指南(生态影响类)(试行)》，项目为生态修复工程，不需设置专项评价。根据《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T 1269—2024）要求，根据生态修复后土地利用性质、规划用途及生态环境和环境质量控制目标等要求，结合待回填矿山废弃地的本底调查结果分析，按照 HJ 25.3 等相关标准进行环境风险评估，重点评估对地下水、地表

|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                  | 水及周边土壤的环境污染风险，根据风险评估结果，判断改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填的可行性，经风险评估确定环境风险可接受的，可以开展后续回填工作。本项目使用无害化处理后的改性磷石膏基质填料作为该矿山生态修复的填充料，需进行环境风险评估。本项目已参照《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T1269—2024）及HJ25.3等相关标准的要求开展了环境风险评估，目前报告已通过专家审查，根据项目环境风险评估报告结论，项目建设的环境风险可以接受，本项目可以开展后续                                                                                                                                                                                                                          |
| 规划情况             | 无                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 规划环境影响评价情况       | 无                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 规划及规划环境影响评价符合性分析 | 无                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 其他符合性分析          | <p><b>1.1产业政策符合性分析</b></p> <p>根据国家发展改革委2023年12月修订发布的《产业结构调整指导目录（2024年本）》，本项目属于“四十二、环境保护与资源节约综合利用-2. 生态环境修复和资源利用：矿山生态环境恢复工程”，为鼓励类。项目已于2026年7月取得东川区发展和改革局行政审批的《云南省固定资产投资项目备案证》（项目代码：2605-530113-04-01-753767）（详见附件3）。</p> <p>本项目以无害化处理后的改性磷石膏作为矿山遗留采坑生态修复回填料，根据生态环境部办公厅《关于磷石膏无害化后用于矿坑生态修复项目有关事宜的复函》（环办环评函〔2022〕273号），无害化处理后的改性磷石膏用于矿坑回填不属于《关于做好“三磷”建设项目环境影响评价与排污许可管理工作的通知》中“不得新建、扩建磷石膏库（暂存场除外）”的情形，鼓励地方因地制宜制定磷石膏无害化处理方案，拓展多领域、多途径、多方式资源化利用。</p> <p>因此，本项目的建设符合国家现行产业政策要求。</p> |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p><b>1.2与《昆明市生态环境分区管控动态更新方案（2023年）》的符合性分析</b></p> <p>2024年11月12日，昆明市生态环境局关于印发《昆明市生态环境分区管控动态更新方案（2023年）》的通知，总体要求及其相符性分析如下：</p> <p>1、生态保护红线及一般生态空间</p> <p>文件要点：更新后，生态保护红线全面与《昆明市国土空间总体规划（2021—2035年）》衔接，全市生态保护红线面积4274.70平方公里，占全市国土面积的20.34%，较原有面积占比减少1.85%。全市一般生态空间面积5151.56平方公里，占国土空间面积的24.37%，较原有面积占比增加2.45%。</p> <p>相符性分析：</p> <p>根据《自然资源部生态环境部国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理通知（试行）》（自然资发〔2022〕142号）中相关管理规定，本项目属于第一条（加强人为活动管控）第八项中的情形，即：</p> <p>依据县级以上国土空间规划和生态保护修复专项开展的生态修复。</p> <p>本项目为关停矿山生态修复项目，不涉及新设采矿权，不涉及自然保护地、重要湿地、基本草原等生态功能重要、生态环境敏感区，不会降低生态功能、不会减少生态红线面积、不会改变区域性质。因此，本项目的建设符合生态保护红线管控要求。</p> <p>2、环境质量底线及资源利用上线</p> <p>文件要点：到2025年，昆明市地表水国控断面达到或好于Ⅲ类水体比例应达到81.5%，45个省控断面达到或好于Ⅲ类水体比例应达到80%，劣Ⅴ类水体全面消除，县级及以上集中式饮用水水源地水质达标率100%；空气质量优良天数比率达99.1%，细颗粒物（PM2.5）</p> |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>点建设用地安全利用得到有效保障。</p> <p>到2025年，按照国家、省、市有关要求和规划，按时完成全市用水总量、用水效率、限制纳污“三条红线”水资源上限控制指标；按时完成耕地保有量、基本农田保护面积、建设用地总规模等土地资源利用上限控制指标；按时完成单位GDP能耗下降率、能源消费总量等能源控制指标；矿产资源开采与保护达到预期目标；河湖岸线资源管控达到相关要求。</p> <p>相符性分析：</p> <p>（1）根据《2024年度昆明市生态环境状况公报》，小江与2023年相比，四级站断面、姑海断面水质类别保持Ⅱ类不变。2024年昆明市主城区外所辖的8个县（市）、区环境空气质量总体保持良好，各项污染物平均浓度均达到《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准；空气优良天数比例范围为97.50%~100%，与2023年相比，石林县、富民县、宜良县、东川区、寻甸县、嵩明县、禄劝县空气优良天数比例均有提高。</p> <p>（2）本项目属于矿山生态修复项目，施工期用水量较少，施工废水回用于施工洒水降尘，运营期进行抚育管理。项目实施后能提高区域生态环境质量，增加耕地、林地、草地和园地等面积，提高土地利用价值。</p> <p>（3）在项目严格工程环保管理、落实各项环保措施、按要求开展环境监测的前提下，项目施工对周边环境的影响是短期的、有限的，从环保角度可接受，项目建设完成后区域土壤条件及植被条件将得到一定程度改善，对区域生态环境总体有正向影响。</p> <p>3、生态环境准入清单</p> <p>本项目位于东川区拖布卡镇播卡村，本次评价结合云南省生态环境分区管控公共服务查询平台（<a href="http://183.224.17.39:19272/sxydyn">http://183.224.17.39:19272/sxydyn</a>），项目去范围属于东川区建设用地污染风险重点管控单元，查询结果（详见附件5）及下图1.2-1。</p> |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

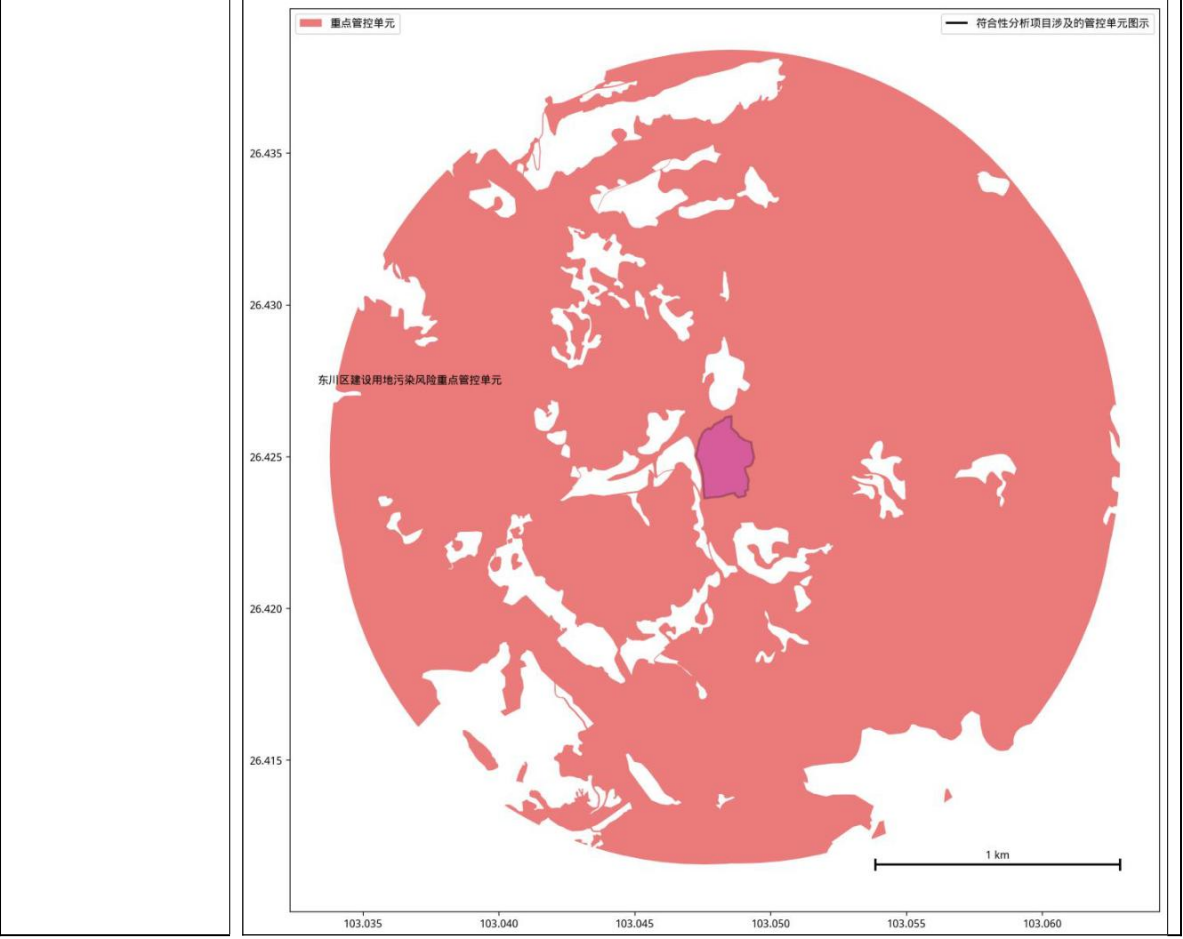
| 本项目涉及生态环境准入清单相符性分析详见下表：           |                   |                                                                                                                         |                                                              |     |
|-----------------------------------|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-----|
| <b>表1.2-1 项目与生态环境准入清单符合性分析一览表</b> |                   |                                                                                                                         |                                                              |     |
| 管控单元编码                            | 管控单元名称            | 准入要求                                                                                                                    | 项目情况                                                         | 相符性 |
| ZH53011320001                     | 东川区建设用地污染风险重点管控单元 | （一）空间布局约束<br>1.禁止在崩塌、滑坡危险区和泥石流易发区从事取土、挖砂、采石等可能造成水土流失的活动。                                                                | 本项目为东川区关停矿山生态修复项目，不涉及在崩塌、滑坡危险区和泥石流易发区从事取土、挖砂、采石等可能造成水土流失的活动。 | 符合  |
|                                   |                   | 2.限制新建、改扩建各类畜禽养殖场，已建的应配套建设粪便污水贮存、处理、利用设施实现粪污综合利用。                                                                       | 本项目不涉及新建、改扩建各类畜禽养殖场；不涉及已建的应配套建设粪便污水贮存、处理、利用设施实现粪污综合利用。       | 符合  |
|                                   |                   | 3.现有散、小规模养殖场（户）应限期实现退养或标准化改造。                                                                                           | 本项目不涉及现有散、小规模养殖场（户）应限期实现退养或标准化改造。                            | 符合  |
|                                   |                   | 4.禁止超标排放，污水收集管网范围内除相关法律法规和标准规定必须设置排污口的情况外，应全部纳入污水管网集中处理，现有的入河排污口应限期纳入污水管网。                                              | 本项目为矿山生态修复项目，不涉及超标排放。                                        | 符合  |
|                                   |                   | （二）污染物排放管控<br>1.按《云南省水功能区划（2014年修订）》要求，保持水质类别为饮用水一级A，水质Ⅲ类及以上。该区域属于大气气体敏感区，现有排放大气污染物的工业企业持续开展节能减排，大气污染严重的工业企业应责令关停或逐步迁出。 | 本项目所产生废水经沉淀后用于散水降尘、植被灌溉等，没有废水产生，项目不属于污染严重的工业企业，本项目符合此条规定。    | 符合  |

|  |  |  |                                                                                    |                                                           |    |
|--|--|--|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|----|
|  |  |  | 2.禁止焚烧生活垃圾、建筑垃圾等废弃物。禁止使用国务院环境保护行政主管部门规定的高污染燃料，加强餐饮业燃料烟气及餐饮油烟防治，鼓励餐饮业及居民生活能源使用清洁能源。 | 本项目不涉及焚烧生活垃圾、建筑垃圾等废弃物。不涉及高污染燃料。                           | 符合 |
|  |  |  | 3.加强农业面源污染治理。控制城镇扩张速度，节约用水，减少污水产生。                                                 | 本项目项目所产生废水经沉淀后用于散水降尘、植被灌溉等，没有废水产生，不涉及在水岸线建设餐饮、娱乐、酒店等旅游设施。 | 符合 |
|  |  |  | （三）环境风险防控<br>1.禁止生活污水未经处理排放。严禁在水库岸线建设餐饮、娱乐、酒店等旅游设施。                                | 本项目不涉及在水库岸线建设餐饮、娱乐、酒店等旅游设施。                               | 符合 |
|  |  |  | 2.禁止在河流附近修建餐饮等娱乐设施。建立环境风险预测预警体系，完善突发环境事件应急预案，提高预警能力。                               | 本项目不涉及在河流附件修建餐饮等娱乐设施。                                     | 符合 |
|  |  |  | （四）资源开发效率要求<br>工业污水处理达标率达到100%。                                                    | 本项目不涉及新增工业生产场地，无工业污水产生。                                   | 符合 |

综上，本项目的建设符合《昆明市生态环境分区管控动态更新方案（2023 年）》中的相关要求。

1.3 “三区三线”符合性分析

根据《云南省自然资源厅关于向社会提供三条控制线查询服务的公告》（云南省自然资源厅，2025 年 12 月 29 日），结合“云南省国土空间规划“一张图”信息系统（公众版）”查询，项目区范围内不涉及永久基本农田、生态保护红线、城镇开发边界，查询结果详见下图 1.3-1。



|  | <h3>1.4 《昆明市国土空间生态修复规划（2021-2035年）》的符合性分析</h3> <p>本次评价参考《昆明市国土空间生态修复规划（2021-2035年）》（昆明市自然资源和规划局，2024年8月）进行分析，相应符合性分析见下表：</p> <p><b>表1.4-1 项目与《昆明市国土空间生态修复规划（2021-2035年）》</b></p> <p style="text-align: center;"><b>的符合性分析一览表</b></p> <table><tr><th>项目</th><th>相关内容</th><th>本项目情况</th><th>符合性</th></tr><tr><td rowspan="2">4.7加快历史遗留矿山生态修复</td><td>遵循生态系统内在演替机理，统筹开展历史遗留矿山生态修复工作，因地制宜布局修复工程，全面落实矿山生态修复的责任，差异化推进具体修复工作。昆明市待修复治理的历史遗留废弃矿山面积为1287.25公顷，预计到2025年，昆明市完成历史遗留矿山修复任务的90%以上，确保露天矿山的生态修复工作全面完成。到2035年，全面完成昆明市历史遗留</td><td>本项目为历史遗留矿山生态修复项目，已纳入本次修复的历史遗留矿山包含无法确认治理恢复责任主体的无主废弃矿山和由政府承担治理恢复责任的政策性关闭矿山，符合本条历史遗留矿山生态修复规划。</td><td>符合</td></tr><tr><td>因地制宜部署修复工程。充分把握山体生态系统相关问题，统筹开展历史遗留矿山生态修复和综合利用，因地制宜采取“自然恢复、辅助再生、生态重建、转型利用”等4种修复方式，针对历史遗留矿山、泥石流地质环境等重点山体部署一体化生态修复工程，解决历史遗留矿山受损土地、水土流失等生态问题，修复受损土地，优化区域生态系统结构。</td><td>本项目按照“宜林则林、宜耕则耕、宜建则建”原则，根据矿山停产废弃后自然修复阶段及特征分区域进行差异化修复，对历史遗留矿山区域地质环境、地形地貌进行整修，并进行覆土复植，符合本条相关要求。</td><td>符合</td></tr></table> <p>综上，项目符合《昆明市国土空间生态修复规划（2021-2035年）》相关规划、要求。</p> <h3>1.5与《东川区国土空间生态修复规划（2021—2035）年文本》的符合性分析</h3> <p>相关要求：</p> | 项目                                                                                                                                                                   | 相关内容                                                                                          | 本项目情况 | 符合性 | 4.7加快历史遗留矿山生态修复 | 遵循生态系统内在演替机理，统筹开展历史遗留矿山生态修复工作，因地制宜布局修复工程，全面落实矿山生态修复的责任，差异化推进具体修复工作。昆明市待修复治理的历史遗留废弃矿山面积为1287.25公顷，预计到2025年，昆明市完成历史遗留矿山修复任务的90%以上，确保露天矿山的生态修复工作全面完成。到2035年，全面完成昆明市历史遗留 | 本项目为历史遗留矿山生态修复项目，已纳入本次修复的历史遗留矿山包含无法确认治理恢复责任主体的无主废弃矿山和由政府承担治理恢复责任的政策性关闭矿山，符合本条历史遗留矿山生态修复规划。 | 符合 | 因地制宜部署修复工程。充分把握山体生态系统相关问题，统筹开展历史遗留矿山生态修复和综合利用，因地制宜采取“自然恢复、辅助再生、生态重建、转型利用”等4种修复方式，针对历史遗留矿山、泥石流地质环境等重点山体部署一体化生态修复工程，解决历史遗留矿山受损土地、水土流失等生态问题，修复受损土地，优化区域生态系统结构。 | 本项目按照“宜林则林、宜耕则耕、宜建则建”原则，根据矿山停产废弃后自然修复阶段及特征分区域进行差异化修复，对历史遗留矿山区域地质环境、地形地貌进行整修，并进行覆土复植，符合本条相关要求。 | 符合 |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-----|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
|  | 项目                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 相关内容                                                                                                                                                                 | 本项目情况                                                                                         | 符合性   |     |                 |                                                                                                                                                                      |                                                                                            |    |                                                                                                                                                             |                                                                                               |    |
|  | 4.7加快历史遗留矿山生态修复                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 遵循生态系统内在演替机理，统筹开展历史遗留矿山生态修复工作，因地制宜布局修复工程，全面落实矿山生态修复的责任，差异化推进具体修复工作。昆明市待修复治理的历史遗留废弃矿山面积为1287.25公顷，预计到2025年，昆明市完成历史遗留矿山修复任务的90%以上，确保露天矿山的生态修复工作全面完成。到2035年，全面完成昆明市历史遗留 | 本项目为历史遗留矿山生态修复项目，已纳入本次修复的历史遗留矿山包含无法确认治理恢复责任主体的无主废弃矿山和由政府承担治理恢复责任的政策性关闭矿山，符合本条历史遗留矿山生态修复规划。    | 符合    |     |                 |                                                                                                                                                                      |                                                                                            |    |                                                                                                                                                             |                                                                                               |    |
|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 因地制宜部署修复工程。充分把握山体生态系统相关问题，统筹开展历史遗留矿山生态修复和综合利用，因地制宜采取“自然恢复、辅助再生、生态重建、转型利用”等4种修复方式，针对历史遗留矿山、泥石流地质环境等重点山体部署一体化生态修复工程，解决历史遗留矿山受损土地、水土流失等生态问题，修复受损土地，优化区域生态系统结构。          | 本项目按照“宜林则林、宜耕则耕、宜建则建”原则，根据矿山停产废弃后自然修复阶段及特征分区域进行差异化修复，对历史遗留矿山区域地质环境、地形地貌进行整修，并进行覆土复植，符合本条相关要求。 | 符合    |     |                 |                                                                                                                                                                      |                                                                                            |    |                                                                                                                                                             |                                                                                               |    |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>间生态修复规划（2021—2035）年文本》，其规定：小江流域土地退化与水环境综合整治修复分区主要位于小江流域左岸，涉及阿旺镇、汤丹镇、拖布卡镇、乌龙镇、铜都街道、碧谷街道，总面积568.2211平方公里，占东川区总面积的30.45%。</p> <p>该分区受小江及其支流侵蚀切割的影响，水土流失较为严重，局部石漠化、沙化问题突出，且地质灾害易发，威胁金沙江上游保持生态功能。</p> <p>该区域主攻方向：以小江流域为重点，加强林地生态系统、草地生态系统的保护修复。大力推进水土流失、石漠化、沙化、土壤污染综合治理。持续提升水环境生态功能和历史遗留矿山治理工作，提高生态系统质量和稳定性。</p> <p><b>符合性分析：</b></p> <p>昆明市东川区拖布卡镇红岩铁矿磷石膏回填利用生态修复项目，位于《东川区国土空间生态修复规划（2021-2035年）》划定的小江流域土地退化与水环境综合整治修复分区内，针对区域水土流失严重、矿坑地质灾害隐患突出、生态系统脆弱等问题，通过无害化磷石膏回填消除矿坑高陡边坡风险，配套三重防渗、截排洪、淋滤水收集回用系统避免土壤及小江流域污染，回填后覆土100cm种植适生植被，在消纳本地磷化工企业固废、提升磷石膏综合利用水平的同时，实现历史遗留矿山治理与生态功能提升，完全契合分区“宜林则林、宜草则草”的修复方向与“山水林田湖草一体化治理”的规划要求。</p> <p>结合2026年4月23日昆明市东川区人民政府办公室发布的《昆明市东川区国土空间总体规划（2021-2035年）》2026年度动态维护方案【草案公示】，项目所在地与“小江流域土地退化与水环境综合整治修复分区”叠图具体位置详见附图2.3-1。</p> <p><b>1.6与《中华人民共和国长江保护法》的符合性分析</b></p> |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>根据《中华人民共和国长江保护法》第二章规划与管控中第二十六条：禁止在长江干流岸线三公里范围内和重要支流岸线一公里范围内新建、改建、扩建尾矿库。</p> <p>根据《中华人民共和国长江保护法》第五章生态环境修复中第五十二条：国家对长江流域生态系统实行自然恢复为主，自然恢复与人工修复相结合的系统治理。第六十二条：长江流域县级以上地方人民政府应当因地制宜采取消除地质灾害隐患、土地复垦、恢复植被、防治污染等措施，加快历史遗留矿山生态环境修复工作，并加强对在建和运行中矿山的监督管理，督促采矿权人切实履行矿山污染防治和生态环境修复责任。</p> <p><b>符合性分析：</b></p> <p>项目属于生态修复项目，根据《中华人民共和国生态环境部办公厅关于磷石膏无害化后用于矿坑生态修复项目有关事宜的复函》（环办环评函〔2022〕273号），磷石膏用于矿坑回填不属于《关于做好“三磷”建设项目环境影响评价与排污许可管理工作的通知》中“不得新建、扩建磷石膏库（暂存场）除外”的情形。</p> <p>项目为矿山生态修复治理项目，首先消除地质灾害隐患，同时采取人工修复与植被恢复相结合的方式对矿区进行生态修复，恢复矿区破坏植被，重构矿区生态环境，修复治理过程采取相应的污染防治措施减少原有矿区污染排放，项目符合《中华人民共和国长江保护法》相关要求。</p> <p><b>1.7与《长江经济带生态环境保护规划》的符合性分析</b></p> <p><b>相关要求：</b></p> <p>根据《长江经济带生态环境保护规划》，主要目标为建设和谐长江、健康长江、清洁长江、优美长江、安全长江。其中长江上游区重点保护区域含云南省。其“专栏10水环境保护与治理03重污染水体治理”中提出推进府河、釜溪河、京山河、南淝河、派河、螳螂</p> |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

劣V类河流综合治理项目。

符合性分析：

项目为矿山生态修复工程，矿区生态修复后，重构土壤环境及植被，提高土壤肥力，可减少露天矿坑产生的雨季采场淋滤水对地表水、地下水体的污染；减少扬尘排放；并种植林木和撒播草籽，减少水土流失。项目的实施，能够改善恢复该区域生态环境质量，提高土地利用价值，促进该区域土壤环境质量改善，对矿山生态环境恢复具有积极的意义，项目符合《长江经济带生态环境保护规划》。

1.8与《云南省长江经济带发展负面清单指南实施细则（试行，2022年版）》的符合性分析

项目为矿山生态修复项目，不属于生产性项目，修复区不涉及环境敏感区，项目与《云南省长江经济带发展负面清单指南实施细则（试行，2022年版）》中涉及内容的符合性分析如下：

表1.8-1 项目与《云南省长江经济带发展负面清单指南实施细则（试

行，2022年版）》的符合性分析一览表

| 序号 | 实施细则要求                                                                                                               | 本项目情况                           | 符合性 |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-----|
| 1  | 禁止新建、改建和扩建不符合《全国内河航道与港口布局规划》等全国港口规划和《昭通市港口码头岸线规划（金沙江段2019年-2035年）》、《景洪港总体规划（2019-2035年）》等州（市）级以上港口布局规划以及港口总体规划的码头项目。 | 项目为矿山生态修复项目，不属于码头项目。            | 符合  |
| 2  | 禁止在自然保护区核心区、缓冲区的岸线和河段范围内投资建设旅游和生产经营项目。禁止建设与自然保护区保护方向不一致的旅游项目。禁止在自然保护区内进行开矿、采石、挖沙等活动。禁止在自然保护区的核心区和缓冲区内建设任何生产设施，禁止     | 项目为矿山生态修复项目，不属于生产经营项目及设施，项目选址不涉 | 符合  |

|  |   |                                                                                                                                                                              |                                                                               |    |
|--|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|----|
|  | 3 | 禁止在风景名胜区核心景区的岸线和河段范围内投资建设与风景名胜资源保护无关的项目。禁止在风景名胜区内进行开山、采石、开矿、开荒、修坟立碑等破坏景观、植被和地形地貌的活动以及修建储存爆炸性、易燃性、放射性、毒害性、腐蚀性物品的设施；禁止在风景名胜区内设立开发区和在核心景区内建设宾馆、会所、培训中心、疗养院以及与风景名胜资源保护无关的投资建设项目。 | 项目为矿山生态修复项目，不属于投资建设项目，项目选址不涉及风景名胜区。                                           | 符合 |
|  | 4 | 禁止在饮用水水源一级保护区的岸线和河段范围内新建、改建、扩建与供水设施和保护水源无关的投资建设项目，以及网箱养殖、畜禽养殖、旅游等可能污染饮用水水体的投资建设项目。禁止在饮用水水源二级保护区的岸线和河段范围内新建、改建、扩建排放污染物的投资建设项目。                                                | 项目为矿山生态修复项目，不属于投资建设项目，项目选址不涉及饮用水水源保护区。                                        | 符合 |
|  | 5 | 禁止在水产种质资源保护区的岸线和河段范围内新建围湖造田、围湖造地或围填海等投资建设项目。禁止擅自征收、占用国家湿地公园的土地；禁止在国家湿地公园内挖沙、采矿，以及建设度假村、高尔夫球场等任何不符合主体功能定位的投资建设项目。                                                             | 项目为矿山生态修复项目，不属于投资建设项目，项目选址不涉及水产种质资源保护区，不涉及国家湿地公园。                             | 符合 |
|  | 6 | 禁止违法利用、占用长江流域河湖岸线。禁止在金沙江岸线保护区和保留区内投资建设除事关公共安全及公众利益的防洪护岸、河道治理、供水、生态环境保护、航道整治、国家重要基础设施以外的项目。禁止在金沙江干流、九大高原湖泊保护区、保留区内投资建设不利于水资源及自然生态保护的项目。                                       | 项目为矿山生态修复项目，有利于区域生态环境质量改善；项目不占用长江流域河湖岸线。                                      | 符合 |
|  | 7 | 禁止在金沙江干流、长江一级支流建设除党中央、国务院、国家投资主管部门、省级有关部门批复同意以外的过江基础设施项目；禁止未经许可在金沙江干流、长江一级支流、九大高原湖泊流域新设、改设或扩大排污口。                                                                            | 项目为矿山生态修复项目，生态修复点不在长江干支流位置，项目修复完成后无废水污染物产生；项目施工期产生的回填体淋滤水经收集后回用，不外排，不设置废水排放口。 | 符合 |
|  | 8 | 禁止在金沙江干流、长江一级支流、水生生物保护区和长江流域禁捕水域开展天然渔业资源生产性捕捞。                                                                                                                               | 项目为矿山生态修复项目，不涉及开展天然渔业资源生产性捕捞。                                                 | 符合 |

|  |    |                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                             |    |
|--|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
|  | 9  | 禁止在金沙江干流，长江一级支流和九大高原湖泊岸线一公里范围内新建、扩建化工园区和化工项目。禁止在金沙江干流岸线三公里范围内和长江一级支流岸线一公里范围内新建、改建、扩建尾矿库、冶炼渣库和磷石膏库，以提升安全、生态环境保护水平为目的的改建除外。                                                                       | 根据生态环境部办公厅《关于磷石膏无害化后用于矿坑生态修复项目有关事宜的复函》（环办环评函〔2022〕273号），利用无害化处理后磷石膏用于矿山生态修复不属于《关于做好“三磷”建设项目环境影响评价与排污许可管理工作的通知》中“不得新建、扩建磷石膏库（暂存场除外）”的情形。项目属于矿生态修复项目，不属于化工项目及尾矿库、冶炼渣库和磷石膏库项目。 | 符合 |
|  | 10 | 禁止在合规园区外新建、扩建钢铁、石化、化工、焦化、建材、有色、制浆造纸行业中的高污染项目。                                                                                                                                                   | 项目属于矿山生态修复项目，不属于禁止建设的高污染项目。                                                                                                                                                 | 符合 |
|  | 11 | 禁止新建、扩建不符合国家石化、现代煤化工等产业布局规划的项目。禁止列入《云南省城镇人口密集区危险化学品生产企业搬迁改造名单》的搬迁改造企业在原址新建、扩建危险化学品生产项目。                                                                                                         | 项目属于矿山生态修复项目，不属于禁止的不符合国家石化、现代煤化工等产业布局规划的项目。不属于危险化学品生产项目。                                                                                                                    | 符合 |
|  | 12 | 禁止新建、扩建法律法规和相关政策明令禁止的落后产能项目，依法依规关停退出能耗、环保、质量、安全不达标产能和技术落后产能。禁止新建、扩建不符合国家产能置换要求的过剩产能行业的项目。禁止新建、扩建不符合要求的高耗能、高排放项目，推动退出重点高耗能行业“限制类”产能。禁止建设高毒高残留以及对环境影响大的农药原药生产装置，严控尿素、磷铵、电石、焦炭、黄磷、烧碱、纯碱、聚氯乙烯等行业新增产 | 项目属于矿山生态修复项目，不属于产能过剩、耗能高排放项目，不属于高毒高残留以及对环境影响大的农药原药生产项目。                                                                                                                     | 符合 |

根据上表分析，本项目与《云南省长江经济带发展负面清单指南实施细则（试行，2022年版）》中要求相符。

|                                                                                                                              |                                                              |            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|------------|
| <b>1.9与《长江经济带发展负面清单指南（试行，2022年版）》的符合性分析</b>                                                                                  |                                                              |            |
| <p>项目为矿山生态修复项目，不属于生产建设项目。根据《长江经济带发展负面清单指南试行，2022年版）》（长江办〔2022〕7号）》，项目不在负面清单之中。项目与《长江经济带发展负面清单指南（试行，2022版）》符合性分析详见下表：</p>     |                                                              |            |
| <b>表1.9-1 项目与《长江经济带发展负面清单指南（试行，2022年版）》</b>                                                                                  |                                                              |            |
| <b>的符合性分析一览表</b>                                                                                                             |                                                              |            |
| <b>负面清单指南相关要求</b>                                                                                                            | <b>本项目情况</b>                                                 | <b>符合性</b> |
| 1.禁止建设不符合全国和省级港口布局规划以及港口总体规划的码头项目，禁止建设不符合《长江干线过江通道布局规划》的过长江通道项目。                                                             | 本项目为矿山生态修复项目，不属于码头建设项目，也不属于过长江通道项目。                          | 符合         |
| 2. 禁止在自然保护区核心区、缓冲区的岸线和河段范围内投资建设旅游和生产经营项目。禁止在风景名胜区核心景区的岸线和河段范围内投资建设与风景名胜资源保护无关的项目。                                            | 本项目为矿山生态修复项目，不在自然保护区核心区、缓冲区的岸线和河段范围内，不在风景名胜区范围内。             | 符合         |
| 3. 禁止在饮用水水源一级保护区的岸线和河段范围内新建、改建、扩建与供水设施和保护水源无关的项目，以及网箱养殖、畜禽养殖、旅游等可能污染饮用水水体的投资建设项目。禁止在饮用水水源二级保护区的岸线和河段范围内新建、改建、扩建排放污染物的投资建设项目。 | 本项目为矿山生态修复项目，不属于投资建设项目，根据调查，项目所在区域不涉及饮用水水源一级保护区和二级保护区的岸线和河段。 | 符合         |
| 4. 禁止在水产种质资源保护区的岸线和河段范围内新建围湖造田、围海造地或围填海等投资建设项目。禁止在国家湿地公园的岸线和河段范围内挖沙、采砂、以及任何                                                  | 本项目为矿山生态修复项目，不属于投资建设项目，不涉及水产种质资源保护区的岸线和河段范围，也不涉及国家湿地公园的岸线和河  | 符合         |

|  |                                                                                                                                                                       |                                                                                                                   |    |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
|  | 5. 禁止违法利用、占用长江流域河湖岸线。禁止在《长江岸线保护和开发利用总体规划》划定的岸线保护区和保留区内投资建设除事关公共安全及公众利益的防洪护岸、河道治理、供水、生态环境保护、航道整治、国家重要基础设施以外的项目。禁止在《全国重要江河湖泊水功能区划》划定的河段及湖泊保护区、保留区内投资建设不利于水资源及自然生态保护的项目。 | 本项目不占用长江流域河湖岸线。不在《长江岸线保护和开发利用总体规划》划定的岸线保护区和保留区内；不在《全国重要江河湖泊水功能区划》划定的河段及湖泊保护区、保留区内。                                | 符合 |
|  | 6. 禁止未经许可在长江干支流及湖泊新设、改设或扩大排污口。                                                                                                                                        | 本项目为矿山生态修复项目，未在长江干支流及湖泊新设、改设或扩大排污口。                                                                               | 符合 |
|  | 7.禁止在“一江一口两湖七河”和332个水生生物保护区开展生产性捕捞。                                                                                                                                   | 本项目不涉及捕捞活动。                                                                                                       | 符合 |
|  | 8. 禁止在长江干支流、重要湖泊岸线一公里范围内新建、扩建化工园区和化工项目。禁止在长江干流岸线三公里范围内和重要支流岸线一公里范围内新建、改建、扩建尾矿库、冶炼渣库和磷石膏库，以提升安全、生态环境保护水平为目的的改建除外。                                                      | 项目不在长江干支流、重要湖泊岸线一公里范围内。项目以改性磷石膏作为矿坑生态修复回填料，不属于磷石膏库的建设。项目不在长江干流岸线三公里范围内和重要支流岸线一公里范围内。此外项目不涉及新建、改建、扩建尾矿库、冶炼渣库和磷石膏库。 | 符合 |
|  | 9.禁止在合规园区外新建、扩建钢铁、石化、化工、焦化、建材、有色、制浆造纸等高污染项目。                                                                                                                          | 项目属于矿山生态修复项目，不属于禁止建设的高污染项目。                                                                                       | 符合 |
|  | 10. 禁止新建、扩建不符合国家石化、现代煤化工等产业布局规划的项目。                                                                                                                                   | 项目属于矿山生态修复项目，不属于禁止的不符合国家石化、现代煤化工等产业布局规划的项目。不属于危险化学品生产项目。                                                          | 符合 |
|  | 11. 禁止新建、扩建法律法规和相关政策明令禁止的落后产能项目。禁止新建、扩建不符合国家产能置换要求的严重过剩产能行业的项目。禁止新建、扩建不符合要求的高耗能高排放项目。                                                                                 | 项目属于矿山生态修复项目，不属于产能过剩、耗能高排放项目，符合国家产业政策要求。                                                                          | 符合 |
|  | 12.法律法规及相关政策文件有更加严格规定的从其规定。                                                                                                                                           | 已按照其他相关法律法规执行。                                                                                                    | 符合 |

由上表分析可知，项目与《长江经济带发展负面清单指南（试行，

| <p><b>1.10与生物多样性保护及相关法规符合性分析</b></p> <p>一、文件要点</p> <p>1、《云南省生物多样性保护条例》（2018年）</p> <p>《云南省生物多样性保护条例》（2018年）第二十九条第二款规定：在生物多样性保护优先区域的建设项目以及自然资源开发，应当评价对生物多样性的影响，并作为环境影响评价的重要组成部分。</p> <p>2、《云南省生物多样性保护战略与行动计划（2012—2030年）》</p> <p>《云南省生物多样性保护战略与行动计划（2012—2030年）》中在全国生物多样性战略计划的基础上，提出云南省生物多样性保护战略战略目标：到2020年，使生物多样性的丧失与流失得到基本控制；到2030年，使全省的生物多样性得到切实保护。制定了建立生物多样性保护长效机制，完善生物多样性保护地体系，构建生物多样性保护与利用科技支撑体系，加强生物多样性保护调查评估与监测研究，促进生物多样性保护与资源开发利用相协调，弘扬民族传统生态文化等全省8大生物多样性保护战略任务。在目标和任务的基础上划定了云南省生物多样性保护优先区域、提出了优先领域及优先行动计划方案。其中，云南省生物多样性优先保护区划分为6个一级优先区域和18个二级优先区域，涉及16个州、市101个县、市、区，总面积约9.5万km<sup>2</sup>，占云南国土面积的23.8%。</p> <p>具体的优先保护区如下表所示：</p> <p><b>表1.10-1 云南省生物多样性优先保护区情况一览表</b></p> <table> <tr> <th>一级区划</th><th>二级区划</th></tr> <tr> <td>1、滇西北高山峡谷针叶林区</td><td>1.1高黎贡山北段温凉性针叶林区<br/>1.2梅里雪山-碧罗雪山寒温性针叶林区<br/>1.3云岭山脉寒温性-暖温性针叶林区<br/>1.4香格里拉山原寒温性针叶林区</td></tr> <tr> <td>2、云南南部边缘热带雨林区</td><td>2.1高黎贡山南段中山湿性常绿阔叶林区<br/>2.2铜壁关热带雨林区<br/>2.3南汀河热带雨林区<br/>2.4西盟热带雨林区</td></tr> </table> |                                                                                   | 一级区划 | 二级区划 | 1、滇西北高山峡谷针叶林区 | 1.1高黎贡山北段温凉性针叶林区<br>1.2梅里雪山-碧罗雪山寒温性针叶林区<br>1.3云岭山脉寒温性-暖温性针叶林区<br>1.4香格里拉山原寒温性针叶林区 | 2、云南南部边缘热带雨林区 | 2.1高黎贡山南段中山湿性常绿阔叶林区<br>2.2铜壁关热带雨林区<br>2.3南汀河热带雨林区<br>2.4西盟热带雨林区 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------|------|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------------------------------------------------------|
| 一级区划                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 二级区划                                                                              |      |      |               |                                                                                   |               |                                                                 |
| 1、滇西北高山峡谷针叶林区                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 1.1高黎贡山北段温凉性针叶林区<br>1.2梅里雪山-碧罗雪山寒温性针叶林区<br>1.3云岭山脉寒温性-暖温性针叶林区<br>1.4香格里拉山原寒温性针叶林区 |      |      |               |                                                                                   |               |                                                                 |
| 2、云南南部边缘热带雨林区                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 2.1高黎贡山南段中山湿性常绿阔叶林区<br>2.2铜壁关热带雨林区<br>2.3南汀河热带雨林区<br>2.4西盟热带雨林区                   |      |      |               |                                                                                   |               |                                                                 |

|  |                                  |
|--|----------------------------------|
|  | 3、滇东南喀斯特东南季风阔叶林区                 |
|  | 3滇东南喀斯东南季风阔叶林区域                  |
|  | 4、滇东北乌蒙山湿润常绿阔叶林区                 |
|  | 4.1乌蒙山湿润常绿阔叶林区                   |
|  | 4.2金沙江下游干热河谷区                    |
|  | 5、澜沧江中游-哀牢山中山湿性常绿阔叶林区            |
|  | 5.1澜沧江中山宽谷常绿阔叶林区5.2无量山中山湿性常绿阔叶林区 |
|  | 5.3哀牢山中山湿性常绿阔叶林区                 |
|  | 6、云南高原湿地区                        |
|  | 6.1滇中高原湖泊区                       |
|  | 6.2滇西北高原湖泊区                      |
|  | 6.3滇东北高山沼泽化草甸区                   |

图 1.10-1 云南省生物多样性保护优先区域划分图（摘自《云南省生

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>益共享，绿色发展、惠益共享；战略定位：生物多样性保护的国际典范，生物多样性可持续利用的排头兵，生物多样性治理体系建设的先行区；战略目标：到2030年生物多样性丧失趋势得到有效缓解，生物多样性保护空间格局基本形成、生物多样性综合效益显著增强，生物多样性治理水平显著提升；战略任务：完善生物多样性保护空间网络，构建生物多样性现代化治理体系，推进生物生态资源可持续利用与绿色发展，强化生物安全管理与风险防控，增强生物多样性治理能力保障。对比两版《行动计划》，二者在多个优先领域和优先行动上脉相承。</p> <p><b>4、《云南省干热河谷生态带建设实施方案》</b></p> <p>2026年5月11日，云南省人民政府办公厅印发《云南省干热河谷生态带建设实施方案》（以下简称《干热河谷方案》），明确云南省干热河谷生态带涉及13个州（市）53个县（市、区），其中昆明市包括东川区、禄劝县；按照“试点破题—重点攻坚—稳步发展”思路梯次推进。根据该方案附件2《云南省干热河谷生态带范围涉及乡镇（街道）名录》，拖布卡镇属金沙江流域干热河谷生态带“分布乡镇”（而非“辐射乡镇”），本项目区位于干热河谷生态带核心分布范围。</p> <p>《干热河谷方案》明确工作目标：到2030年，干热河谷地区退化生态系统逐步恢复，林草覆盖率明显提升，水土保持功能不断提高，基本建成干热河谷生态带；展望2035年，实现生态美、产业兴、百姓富有机统一。重点任务包括：加强山水林田湖草沙一体化保护修复，实施森林质量精准提升、国家储备林建设和国土绿化项目；金沙江流域重点推进干热河谷植被恢复；持续开展石漠化、水土流失及小流域综合治理；加强干热河谷生态状况变化监测，强化珍稀濒危野生动植物及其栖息地保护恢复；实施生物多样性保护重大工程，开展干热河谷地区生物资源本底调查，加强干热河谷特色种质资源保护利用等。本项目矿坑回填生态修复与植被重建，与上述重点任务直接契合，是</p> |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

干热河谷生态带建设的具体支撑项目。

附件2

| 云南省干热河谷生态带范围涉及乡镇（街道）名录 |      |        |                                                            |                                                                                         |
|------------------------|------|--------|------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| 所属流域                   | 州（市） | 县（市、区） | 干热河谷分布乡镇（街道）                                               | 干热河谷辐射乡镇（街道）                                                                            |
| 金沙江流域                  | 昆明市  | 东川区    | 7个：铜都街道、 <b>拖布卡镇</b> 、汤丹镇、乌龙镇、田民镇、阿旺镇、 <b>红土坡镇</b>         | 2个：碧谷街道、集义街道                                                                            |
|                        |      | 禄劝县    | 10个：则黑乡、乌东德镇、博郎乡、乌蒙乡、九龙镇、中屏镇、马鹿塘乡、较平渡镇、雪山乡、翠华镇             | 7个：屏山街道、崇德街道、撒营盘镇、茂山镇、田街镇、特龙镇、云龙乡                                                       |
|                        | 昭通市  | 巧家县    | 10个：白鹤滩街道、玉屏街道、金塘镇、蒙姑镇、大寨镇、崇溪镇、中寨乡、包谷塘乡、炉房乡、茂租镇            | 7个：马树镇、药山镇、小河镇、老店镇、新店镇、东坪镇、红山乡                                                          |
|                        |      | 永善县    | 12个：黄华镇、溪洛渡街道、永兴街道、大兴镇、务基镇、河口镇、松溪镇、莲峰镇、青胜乡、田坝乡、细沙乡、马塘回族彝族乡 | 4个：茂林镇、水竹乡、茶棚乡、伍寨彝族苗族乡                                                                  |
|                        |      | 鲁甸县    | 3个：大德红镇、龙头山镇、江底镇                                           | 10个：文屏街道、砚池街道、水磨镇、小寨镇、龙树镇、新街镇、乐红镇、梭山镇、桃源回族乡、茨院回族乡                                       |
|                        |      | 昭阳区    | 3个：茨山镇、大寨子乡、田坝乡                                            | 16个：凤凰街道、龙泉街道、太平街道、北闸街道、田坝镇、永丰镇、大山包镇、苏家院镇、酒渔镇、乐居镇、盘河镇、苏甲乡、夸嘎回族乡、守望回族乡、小龙洞回族彝族乡、青岗岭回族彝族乡 |

图1.10-2 云南省干热河谷生态带范围涉及乡镇（街道）名录（节）

二、符合性分析

项目区因长期采矿活动和干热河谷恶劣自然条件双重影响，生态系统退化严重，生物多样性本底水平低，评价范围内无重点保护野生动植物、无自然保护区等生态敏感目标、无珍稀濒危物种栖息地分布，未发现需要专项迁移保护的物种。

本项目为生态修复类项目，施工活动全部位于已损毁采矿用地范围内，不新增占地、不破坏天然植被和农田；施工期影响主要为扬尘、噪声和人为活动对周边植被及常见野生动物（均为广布种）的短期、局部、可逆的轻度干扰，在严格落实各项生态保护措施后影响可接受。

项目建成后，植被覆盖率提高，退化采矿迹地转变为林草生态系统，区域生态系统稳定性、完整性和生物多样性水平显著提升，水土保持、水源涵养、固碳释氧等生态系统服务功能明显增强，对小江流域乃至金沙江下游干热河谷生态带的生态修复具有显著正效应。

综上，项目建设与《云南省生物多样性保护条例》（2018年）、《云南省生物多样性保护战略与行动计划（2012—2030年）》、《云南省生物多样性保护战略与行动计划（2024-2030年）》、《云南省干热河谷生态带建设实施方案》不冲突。

1.11与《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标

| <p>根据对回填料的属性鉴别报告，回填的改性磷石膏为第I类一般工业固体废物，根据《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）中对第I类一般工业固体废物回填的规定，对本项目建设与《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）中相关内容的符合性分析如下：</p> <p><b>表1.11-1 项目与《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）的符合性分析一览表</b></p> |                                                                                                                                    |                                                                               |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 序号                                                                                                                                                                                                                               | GB18599要求                                                                                                                          | 本项目情况                                                                         | 符合性 |
| 4                                                                                                                                                                                                                                | <b>贮存场和填埋场选址要求</b>                                                                                                                 |                                                                               |     |
| 4.1                                                                                                                                                                                                                              | 一般工业固体废物贮存场、填埋场的选址应符合环境保护法律法规及相关法定规划要求。                                                                                            | 本项目为矿山生态修复项目，对原有矿山进行修复，不涉及环境敏感区，符合环境保护法律法规要求。                                 | 符合  |
| 4.2                                                                                                                                                                                                                              | 贮存场、填埋场的位置与周围居民区的距离应依据环境影响评价文件及审批意见确定。                                                                                             | 项目为生态修复项目，不属于单纯的贮存场、填埋场，所在地区属农村，周边无密集居民区。                                     | 符合  |
| 4.3                                                                                                                                                                                                                              | 贮存场、填埋场不得选在生态保护红线区域、永久基本农田集中区域和其他需要特别保护的区域内。                                                                                       | 项目为矿山生态修复项目，占地范围不占用生态保护红线、永久基本农田和其他需要特别保护的区域。                                 | 符合  |
| 4.4                                                                                                                                                                                                                              | 贮存场、填埋场应避开活动断层、溶洞区、天然滑坡或泥石流影响区以及湿地等区域。                                                                                             | 项目区无活动断层，不涉及溶洞区、天然滑坡或泥石流影响区以及湿地等。                                             | 符合  |
| 4.5                                                                                                                                                                                                                              | 贮存场、填埋场不得选在江河、湖泊、运河、渠道、水库最高水位线以下的滩地和岸坡，以及国家和地方长远规划中的水库等人工蓄水设施的淹没区和保护区之内。                                                           | 项目为矿山生态修复项目，不涉及江河、湖泊、运河、渠道、水库最高水位线以下的滩地和岸坡，不属于国家和地方长远规划中的水库等人工蓄水设施的淹没区和保护区之内。 | 符合  |
| 8                                                                                                                                                                                                                                | <b>充填及回填利用污染控制要求</b>                                                                                                               |                                                                               |     |
| 8.1                                                                                                                                                                                                                              | <p>第I类一般工业固体废物可按下列途径进行充填或回填作业：</p> <p>a) 粉煤灰可在煤炭开采矿区的采空区中充填或回填；b) 煤矸石可在煤炭开采矿井、矿坑等采空区中充填或回填；c) 尾矿、矿山废石等可在原矿开采区的矿井、矿坑等采空区中充填或回填。</p> | <p>本项目采用无害化处理后的改性磷石膏作为对矿坑进行回填作业，不属于直接回填的粉煤灰、煤矸石和尾矿、矿山废石。</p>                  | 不涉及 |

|  |     |                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |    |
|--|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
|  | 8.2 | 第II类一般工业固体废物以及不符合8.1条充填或回填途径的第I类一般工业固体废物，其充填或回填活动前应开展环境本底调查，并按照HJ25.3等相关标准进行环境风险评估，重点评估对地下水、地表水及周边土壤的环境污染风险，确保环境风险可以接受。充填或回填活动结束后，应根据风险评估结果对可能受到影响的土壤、地表水及地下水开展长期监测，监测频次至少每年1次。 | <p>本项目使用的磷石膏基生态修复材料经检测为第I类一般工业固体废物，但不属于8.1条中的第I类一般工业固体废物（粉煤灰、煤矸石、尾矿、矿山废石）。因此本项目已根据生态环境部办公厅《关于磷石膏无害化后用于矿坑生态修复项目有关事宜的复函》（环办环评函〔2022〕273号），开展地表水环境、地下水环境、土壤环境本地调查，并按照HJ25.3等相关规范的要求开展了环境风险评估工作，编制了风险评估报告，评估报告已通过专家评审（见附件），根据专家评审意见和风险评估结论，项目环境风险可接受。</p> <p>修复活动结束后，将对可能受到影响的土壤、地表水及地下水开展长期监测，监测频次不少于每年1次。</p> | 符合 |
|  | 8.3 | 不应在充填物料中掺加除充填作业所需要的添加剂之外的其他固体废物。                                                                                                                                                | 项目填充物为无害化处理后的改性磷石膏，不掺杂其他固体废物，修复作业过程中不回填其他固体废物。                                                                                                                                                                                                                                                              | 符合 |
|  | 8.4 | 一般工业固体废物回填作业结束后应立即实施土地复垦（回填地下的除外），土地复垦应符合本标准9.9条的规定。                                                                                                                            | 项目已制定生态修复方案，在回填结束后立即进行覆土绿化，种植植物，并按照9.9条对覆土、土地复垦提出了要求。                                                                                                                                                                                                                                                       | 符合 |
|  | 8.5 | 食品制造业、纺织服装和服饰业、造纸和纸制品业、农副食品加工业等为日常生活提供服务的活动中产生的与生活垃圾性质相近的一般工业固体废物以及其他有机物含量超过5%的一般工业固体废物（煤矸石除外）不得进行充填、回填作业。                                                                      | 本项目使用无害化处理的改性磷石膏作为矿坑回填材料，不使用食品制造业、纺织服装和服饰业、造纸和纸制品业、农副食品加工业等为日常生活提供服务的活动中产生的与生活垃圾性质相近的一般工业固体废物以及其他有机物含量超过5%的一般工业固体废物。                                                                                                                                                                                        | 符合 |
|  | 9   | <b>封场及土地复垦要求</b>                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |    |
|  | 9.1 | 当贮存场、填埋场服务期满或不再承担新的贮存、填埋任务时，应在2年内启动封场作业，并采取相应的污染                                                                                                                                | 本项目生态修复项目，不属于尾矿库项目，采用无害化处理的改性磷石膏作为生态修复矿坑回填材料，项目也                                                                                                                                                                                                                                                            | 符合 |

|  |     |                                                                   |                                                                                                      |    |
|--|-----|-------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
|  |     | 防治措施，防止造成环境污染和生态破坏。封场计划可分期实施。尾矿库的封场时间和封场过程还应执行闭库的相关行政法规和管理规定。     | 不属于固体废物贮存场和填埋场。根据生态修复方案，矿坑回填至设计终了标高后，随即进行覆土绿化。                                                       |    |
|  | 9.2 | 贮存场、填埋场封场时应控制封场坡度，防止雨水侵蚀。                                         | 本项目为矿山生态修复项目，不属于尾矿库项目，采用改性磷石膏作为生态修复矿坑回填材料，项目也不属于固体废物贮存场和填埋场。项目设计对修复区周边设置截洪沟，并对修复区顶部进行平整，控制坡度，防止雨水侵蚀。 | 符合 |
|  | 9.3 | I类场封场一般应覆盖土层，其厚度视固体废物的颗粒度大小和拟种植物种类确定。                             | 不涉及                                                                                                  | /  |
|  | 9.4 | II类场的封场结构应包括阻隔层、雨水导排层、覆盖土层。覆盖土层的厚度视拟种植物种类及其对阻隔层可能产生的损坏确定。         | 本项目按II类场对修复矿坑回填区进行覆土绿化设计，矿坑回填致设计终了标高后，敷设防渗膜进行阻隔，设置雨水导排系统，覆盖土层并进行绿化。                                  | 符合 |
|  | 9.5 | 封场后，仍需对覆盖层进行维护管理，防止覆盖层不均匀沉降、开裂。                                   | 本项目为矿山生态修复，后期对修复区进行覆土绿化后，会继续进行维护管理。                                                                  | 符合 |
|  | 9.6 | 封场后的贮存场、填埋场应设置标志物，注明封场时间以及使用该土地时应注意的事项。                           | 按照标准要求，在修复区设置标识牌，注明封场时间以及使用该土地时应注意的事项。                                                               | 符合 |
|  | 9.7 | 封场后淋滤水处理系统、废水排放监测系统应继续正常运行，直到连续2年内没有淋滤水产生或产生的淋滤水未经处理即可稳定达标排放。     | 项目封场后，淋滤水作为场地洒水降尘，不外排。                                                                               | /  |
|  | 9.8 | 封场后如需对一般工业固体废物进行开采再利用，应进行环境影响评价。                                  | 本项目为矿山生态修复项目，修复工作结束后，不再对矿坑回填材料进行开采再利用，再次进行开采利用时将按要求重新开展环境影响评价工作。                                     | 符合 |
|  | 9.9 | 土地复垦实施过程应满足TD/T1036规定的相关土地复垦质量控制要求。土地复垦后用作建设用地的，还应满足GB36600的要求；用作 | 本项目按照《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036）规定开展土地复垦，主要复垦方向为草地、灌木林地、旱地、乔木林地，覆土质量将                                     | 符合 |

|           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                    |    |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
|           | 农用地的，还应满足GB15618的要求。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 按照GB15618的要求执行。                                                                                                                                                                    |    |
| <b>10</b> | <b>污染物监测要求</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                    |    |
| 10.2      | 淋滤水及其处理后排放废水污染物的监测频次，应根据废物特性、覆盖层和降水等条件加以确定，至少每月1次。废水污染物的监测分析方法按照GB8978的规定执行。                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 淋滤水回用于场地洒水降尘，不外排。                                                                                                                                                                  | /  |
| 10.3      | <p>在地下水水流场上游应布置1个监测井，在下游至少应布置1个监测井，在可能出现污染扩散区域至少应布置1个监测井。设置有地下水导排系统的，应在地下水主管出口处至少布置1个监测井，用以监测地下水导排系统排水的水质；当地下水含水层埋藏较深或地下水监测井较难布置的基岩山区，经环境影响评价确认地下水不会受到污染时，可减少地下水监测井的数量；</p> <p>a) 运行期间，企业自行监测频次至少每季度1次，每两次监测之间间隔不少于1个月，国家另有规定的除外；如周边有环境敏感区应增加监测频次，具体监测点位和频次依据环境影响评价结论确定。当发现地下水水质有被污染的迹象时，应及时查找原因并采取补救措施，防止污染进一步扩散；</p> <p>b) 封场后，地下水监测系统应继续正常运行，监测频次至少每半年1次，直到地下水水质连续2年不超出地下水本底水平。</p> | <p>本项目设置地下水监测井4个，在修复区上游设置1个对照井，在地下水导排系统出水口设置1个监测井，在修复区下游设置1个监测井，在修复区侧游设置1个监测井，对地下水水质进行监测。</p> <p>运行期间，企业自行监测频次至少每季度1次，每两次监测之间间隔不少于1个月；封场后，地下水监测频次为1次/半年，直到地下水水质连续3年不超出地下水本底水平。</p> | 符合 |
| 10.6      | <p>①贮存场、填埋场投入使用之前，企业应监测土壤本底水平；</p> <p>②依据地形特征、主导风向和地表径流方向，在可能产生影响的土壤环境敏感目标处布设土壤监测点。</p> <p>③运行期间，土壤监测点的</p>                                                                                                                                                                                                                                                                            | <p>①项目为生态修复项目，非贮存场和填埋场，该项目正在开展环境风险评估，对项目区土壤进行了监测；</p> <p>②本项目运行期间，将对土壤进行跟踪监测，监测频次每3年1次，土壤监测因子的分析方法按照GB36600的</p>                                                                   | 符合 |

|  |                 |                                                                                                                       |                                         |                                                                                                                                                                                                               |
|--|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |                 | 自行监测频次一般每3年1次，采样深度根据可能影响的深度适当调整，以表层土壤为重点采样层。<br>④土壤监测因子由企业根据贮存及填埋废物的特性提出，必须具有代表性且能表征固体废物特性。土壤监测因子的分析方法按照GB36600的规定执行。 | 规定执行。                                   |                                                                                                                                                                                                               |
|  | 序号              | 条例规定                                                                                                                  | 本项目情况                                   | 符合性                                                                                                                                                                                                           |
|  | 一、《地下水管理条例》第四十条 |                                                                                                                       |                                         |                                                                                                                                                                                                               |
|  |                 | 无害化处理后的改性磷石膏做为矿坑回填材料，项目开展地表水环境、地下水以及私设暗管等逃避监管的方式排放水污染物。                                                               | 项目不涉及利用渗井、渗坑、裂隙、溶洞以及私设暗管等逃避监管的方式排放水污染物。 | 本项目属于矿山环境污染综合治理及生态修复项目，本项目使用无害化处理后的改性磷石膏做为矿坑回填材料，项目开展地表水环境、地下水以及私设暗管等逃避监管的方式排放水污染物。符合《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ 25.3-2019）、《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T 1269—2024）及《磷石膏利用和无害化贮存污染控制技术规范》（HJ 1415—2025）等相关规范的要求。 |

接受。

此外项目对回填区底部、边坡、回填至标高后顶部、淋滤水收集池等均设计了防渗措施，防渗技术参数满足《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB 18599-2020）Ⅰ类场防渗要求。

根据以上分析，本项目符合《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB 18599-2020）的要求。

1.12 与《地下水管理条例》的符合性分析

本项目不进行地下水开采，为矿山生态修复项目。根据《地下水管理条例》，第五章中第四十条、第四十一条、第四十二，禁止下列污染或者可能污染地下水的行为，并采取以下地下水污染防治措施。

|  |                         |                                                                             |                                                                                                                                                                          |    |
|--|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
|  | 2                       | 利用岩层孔隙、裂隙、溶洞、废弃矿坑等贮存石化原料及产品、农药、危险废物、城镇污水处理设施产生的污泥和处理后的污泥或者其他有毒有害物质。         | 项目不涉及利用岩层孔隙、裂隙、溶洞、废弃矿坑等贮存石化原料及产品、农药、危险废物、城镇污水处理设施产生的污泥等有害物质处置。<br>项目采用稳定合格的生态修复材料进行采矿充填，生态修复材料底部、边坡进行防渗处理，充填修复材料顶部<br>进行防渗处理，回填物料底部布置淋滤水导排设施，阻断淋滤水下渗，采用以上措施后可以有效避免地下水污染。 | 符合 |
|  | 3                       | 利用无防渗漏措施的沟渠、坑塘等输送或者贮存含有毒污染物的废水、含病原体的污水和其他废弃物。                               | 项目不涉及贮存含有毒污染物的废水、含病原体的污水和其他废弃物                                                                                                                                           | 符合 |
|  | 4                       | 法律、法规禁止的其他污染或者可能污染地下水的行为。                                                   | 项目不涉及法律、法规禁止的其他污染或者可能污染地下水的行为。                                                                                                                                           | 符合 |
|  | <b>二、《地下水管理条例》第四十一条</b> |                                                                             |                                                                                                                                                                          |    |
|  | 1                       | 兴建地下工程设施或者进行地下勘探、采矿等活动，依法编制的环境影响评价文件中，应当包括地下水污染防治的内容，并采取防护性措施。              | 项目为矿山生态修复项目，不属于兴建地下工程设施、地下勘探、采矿等活动，项目对回填区底部、边坡、回填至标高后顶部采取了防渗措施，制定了相应的地下水污染防治措施。                                                                                          | 符合 |
|  | 2                       | 化学品生产企业以及工业集聚区、矿山开采区、尾矿库、危险废物处置场、垃圾填埋场等的运营、管理单位，应当采取防渗漏等措施，并建设地下水水质监测井进行监测。 | 项目为矿山生态修复项目，且项目已制定了源头防控、过程控制、污染监控等多种地下水污染防治措施。                                                                                                                           | 符合 |
|  | 3                       | 加油站等的地下油罐应当使用双层罐或者采取建造防渗池等其他有效措施，并进行防渗漏监测。                                  | 本项目不涉及地下油罐。                                                                                                                                                              | 符合 |
|  | 4                       | 存放可溶性剧毒废渣的场所，应当采取防水、防渗漏、防流失的措施。                                             | 项目不涉及可溶性剧毒废渣的存放。                                                                                                                                                         | 符合 |
|  | 5                       | 法律、法规规定应当采取的其他防止地下水污染的措施。                                                   | 项目已制定了相应的地下水污染防治措施。                                                                                                                                                      | 符合 |

|                  |   |                                                           |                                                                                                                                                                                                                                    |    |
|------------------|---|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 二、《地下水管理条例》第四十二条 |   |                                                           |                                                                                                                                                                                                                                    |    |
|                  | 1 | 在泉域保护范围以及岩溶强发育、存在较多落水洞和岩溶漏斗的区域内，不得新建、改建、扩建可能造成地下水污染的建设项目。 | 根据《昆明市东川区拖布卡镇红岩铁矿磷石膏回填利用生态修复项目水文地质勘察报告》（云南省曲靖市设计研究院有限责任公司，2026年3月），本项目不在泉域保护范围，场地岩溶发育等级为微发育一中等发育，项目场地内未发现落水洞和岩溶漏斗区域。<br>项目为矿山生态修复项目，通过矿坑生态修复后，重构土壤环境及植被，提高土壤肥力，可减少露天矿坑产生的雨季采场淋滤水对地表水、地下水体的污染。且项目已制定了相应的地下水污染防治措施，通过采取措施后，对地下水影响很小。 | 符合 |

根据分析，项目满足《地下水管理条例》，第五章中第四十条、第四十一条、第四十二条中的要求。

1.13 与《关于“十四五”大宗固体废弃物综合利用的指导意见》的符合性分析

《关于“十四五”大宗固体废弃物综合利用的指导意见》提出，拓宽磷石膏利用途径，继续推广磷石膏在生产水泥和新型建筑材料等领域的利用，在确保环境安全的前提下，探索磷石膏在土壤改良、井下充填、路基材料等领域的应用。支持利用脱硫石膏、柠檬酸石膏制备绿色建材、石膏晶须等新产品新材料，扩大工业副产石膏高值化利用规模。积极探索铁石膏、磷石膏等复杂难用工业副产石膏的资源化利用途径。

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>项目利用改性后的磷石膏用于生态修复，生态修复材料符合由云天化环保科技有限公司提出、昆明市环境保护联合会发布的团体标准《磷石膏无害化处理用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（T/KMSHJBHLHH001-2022）表2重金属指标限值要求；特征污染物均低于《土壤环境质量建设用土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）二类用地筛选值；按照HJ557规定方法获得的浸出液中特征污染物浓度未超过《污水综合排放标准》（GB8978-1996）最高允许排放浓度（第二类污染物最高允许排放浓度按照一级标准执行）pH在6-9之间，满足《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）充填及回填利用污染控制要求。</p> <p>项目加强了磷石膏的综合利用，符合《关于“十四五”大宗固体废弃物综合利用的指导意见》中的要求。</p> <p><b>1.14与《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T1269—2024）的符合性分析</b></p> <p>本项目已按照《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T1269—2024）的要求编制《昆明市东川区拖布卡镇红岩铁矿磷石膏回填利用生态修复项目环境本底调查及风险评估报告》，并于2026年4月10日通过专家评审（详见附件6），根据“环境本底调查及风险评估报告”结论，项目符合（DB53/T1269—2024）中选址要求。</p> |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

二、建设内容

|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 地理位置    | <p><b>2.1地理位置</b></p> <p>东川隶属云南省昆明市，位于云南省东北部和昆明市最北端，距离昆明150km，地处东经102°47′~103°18′，北纬25°57′~26°32′，东与云南省曲靖市会泽县相邻，南与昆明市寻甸县相接，西与昆明市东川县相靠，北与云南省昭通市巧家县相连，并与四川省凉山州会理和会东2县隔金沙江相望。境内最高海拔4344.1m，最低海拔695m，高差3649.1m，东川区的总面积为1858.79km<sup>2</sup>。</p> <p>“昆明市东川区拖布卡镇红岩铁矿磷石膏回填利用生态修复项目”选址位于东川区拖布卡镇播卡村村红岩小组附近，中心地理坐标为东经103°02′53.873″，北纬26°25′30.234″，距离拖布卡镇直线距离约5.4km，场地有小红岩公路通过，交通较方便。</p> <p>项目地理位置详见附图1。</p>                                      |
| 项目组成及规模 | <p><b>2.2项目组成及规模</b></p> <p><b>2.2.1项目由来</b></p> <p>近年来，在“以废治废、变废为宝”的政策导向与改性技术进步的共同推动下，改性磷石膏作为一种新兴的绿色修复材料，其在矿山生态修复领域的规模化应用正迅速兴起，并逐步确立为一种具有广阔前景的重要发展方向，这不仅为解决磷石膏堆存难题开辟了新路径，也为矿山生态修复提供了经济高效的解决方案。</p> <p>2019年9月23日，《云南省自然资源厅云南省生态环境厅关于印发&lt;云南省加快推进露天矿山综合整治工作实施方案&gt;的通知》（云自然资〔2019〕142号）正式印发执行，文件中提出“全面查明全省露天矿山开采现状，加快推进露天矿山生态修复，促进全省露天矿山绿色发展、安全发展、高质量发展”的目标任务，开展“依法开展露天矿山综合整治、加强露天矿山生态修复”等内容。</p> <p>2019年12月24日，自然资源部印发《关于探索利用市场化方式推进</p> |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>矿山生态修复的意见》，文件中提出：为解决矿山生态修复历史欠账多、现实矛盾多、投入不足等冲突问题，提出“谁破坏、谁治理”“谁修复、谁受益”的原则，鼓励各方投资，推行市场化运作、科学化治理的模式，推进矿山生态修复工作。</p> <p>2022年7月5日，《中华人民共和国生态环境部办公厅关于磷石膏无害化后用于矿坑生态修复项目有关事宜的复函》（环办环评函〔2022〕273号）中关于磷石膏回填矿坑相关规定提到：《关于“十四五”大宗固体废弃物综合利用的指导意见》《加快推动工业资源综合利用实施方案》提出，在确保安全环保前提下，探索将磷石膏应用于井下充填、地下采空区充填等。磷石膏用于矿坑回填不属于《关于做好“三磷”建设项目环境影响评价与排污许可管理工作的通知》中“不得新建、扩建磷石膏库（暂存场除外）”的情形。我部鼓励地方因地制宜制定磷石膏无害化处理方案，拓展多领域、多途径、多方式资源化利用。</p> <p>2022年12月23日，昆明市人民政府办公室印发《昆明市人民政府办公室关于印发昆明市加快推动磷石膏综合利用二十条措施的通知》（昆政办〔2022〕84号），文件提出：鼓励生态修复利用。在确保环境安全的前提下，支持企业对磷石膏进行无害化处理，鼓励企业优先采用生态修复等方式对磷石膏加以利用，对无法利用的，指导企业按照国家环境保护标准进行分类贮存或处置。在具备条件的县（市）区，组织开展矿坑生态修复项目利用无害化磷石膏的工程试点，严格落实生态保护、环境污染防治及安全生产等方面的规定和措施，加强全过程的服务指导、监督管理，及时总结有关经验做法并组织推广。</p> <p>2023年10月8日，昆明市人民政府办公室印发《昆明市全面加强磷石膏综合利用三年攻坚行动方案（2023—2025年）》，文件提出：组织开展生态修复利用。在确保安全环保的前提下，支持龙头企业加大资金投入、技术研发力度，采用生态修复、矿洞填充等方式对无害化磷石膏加以利用，切实加强生态修复项目全过程的监督管理。</p> <p>2024年7月31日，自然资源部办公厅印发《自然资源部办公厅关于严守土石料利用政策底线进一步完善矿山生态修复激励措施的通知》（自然</p> |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>资办发〔2024〕39号），文件提出：加强矿区资源综合利用。推动废石、煤矸石、尾矿等采选活动产生的一般矿业固体废弃物在生态修复工程中的生态化利用，在严格污染风险管控、符合土壤环境质量要求、确保环境安全前提下，鼓励用于土壤改良、采坑及塌陷区回填等，鼓励矿区内优质表土和乡土植物等就地利用。</p> <p>2026年3月2日，昆明市东川区人民政府办公室发布—东川区人民政府2026年《政府工作报告》，文件提出：推进发展绿色转型。积极探索生态产品价值实现机制，谋划碳汇项目，同步推进生态保护修复与生态容量扩容。启动“无废城市”创建。持续开展磷石膏综合治理，确保川金诺磷石膏无害化处理等项目年内建成投用，磷石膏综合利用率达到省市目标要求。</p> <p>磷石膏作为以磷矿石为原料湿法制取磷酸的副产物，其大规模堆存已成为制约磷化工行业可持续发展的突出环境问题。昆明市磷石膏产生量巨大，约占全国总产生量的23%；累计堆存量高达2亿吨，占全市工业固体废物总量的60%，相当于全市年生活垃圾总量的10倍。如此巨量的磷石膏长期堆存，给当地生态环境带来了沉重压力，其安全处置与资源化利用迫在眉睫。</p> <p>与此同时，东川区也面临着亟待解决的矿山生态修复难题，位于拖布卡镇红岩村的拖布卡红岩铁矿，自2010年关停后遗留一处面积约4.44公顷、深度达110米的露天矿坑。东川区地处小江断裂带，地质构造复杂，岩体破碎，素有“泥石流的天然博物馆”之称，是地质灾害高发区，该矿坑在雨季极易诱发滑坡、泥石流等次生灾害，严重威胁周边群众生命财产安全和区域生态稳定，其生态修复工作刻不容缓。</p> <p>在此背景下，一方面，东川区是昆明市磷化工产业重要聚集地，磷石膏主要来自昆明川金诺化工股份有限公司和云南红富化肥有限公司等磷化工企业。昆明川金诺化工股份有限公司是东川区磷化工龙头企业，其生产过程中产生的磷石膏是企业磷石膏的主要来源之一；云南红富化肥有限公司作为东川区另一家重要磷化工企业，其磷石膏产生量也占一定比例，都面临巨大的磷石膏处置压力，亟需拓展新型综合利用途径。另一方面，红</p> |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>岩铁矿露天矿坑的生态修复亦迫在眉睫。因此，探索将改性磷石膏应用于此类矿山生态修复，不仅能有效消纳磷石膏、缓解环境压力，更能同步解决矿坑安全隐患、恢复区域生态功能，是实现“以废治废、变废为宝”的双赢之举，项目建设具有显著的必要性与紧迫性。</p> <p>根据《矿山生态修复项目委托协议书》（详见附件7），该露天矿坑原矿业权人为甲方昆明德钢工贸有限公司，系项目生态修复的法定责任主体；因原矿业权废止，其将全部生态修复法定责任委托给乙方北京建工环境修复股份有限公司具体实施，丙方昆明市东川区自然资源局作为监管单位，对本项目生态修复工作履行全程监督管理职责。</p> <p>受北京建工环境修复股份有限公司的委托，云南国琨环保科技有限公司承担了本项目的环境影响评价工作。接受委托后，我公司项目组在项目选址评估、环境现状调查的基础上，系统梳理项目实施过程中可能引发的环境风险因素，开展科学预测与量化分析，编制完成《昆明市东川区拖布卡镇红岩铁矿磷石膏回填利用生态修复项目环境影响报告表》，旨在为建设单位决策提供专业技术参考与支撑。</p> |
|  | <p><b>2.2.2项目概况</b></p> <p><b>2.2.2.1基本情况</b></p> <p>（1）项目名称：昆明市东川区拖布卡镇红岩铁矿磷石膏回填利用生态修复项目</p> <p>（2）建设性质：新建</p> <p>（3）责任主体单位：昆明德钢工贸有限公司</p> <p>（4）工程实施单位：北京建工环境修复股份有限公司</p> <p>（5）建设地点：云南省昆明市东川区拖布卡镇播卡村红岩小组附近</p> <p>（6）生态修复面积：总修复面积4.44公顷（66.6亩），矿坑回填改性磷石膏材料约133.6万m<sup>3</sup>；</p> <p>（7）工程主要实施年限：项目基建期1年，无害化改性磷石膏回填期3年。</p> <p>（8）回填料来源：回填料来源于云南红富化肥有限公司及云南川金诺</p>                                                                                                            |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>化工股份有限公司经改性生产线改性后的磷石膏，改性生产线距离本项目矿坑运距约50km，不在本次评价范围内，其另行环评。</p> <p>（9）投资：项目总投资为10425.24万元，其中环保投资938.3万元，占总投资的9%。</p> <p>（10）劳动定员及工作制度：本项目劳动定员25人，负责改性磷石膏的运输、回填修复区及植被种植，不在现场食宿；年工作时间300天，每天2班，每班8小时，夜间不作业。</p> <p><b>2.2.2.2矿山现状</b></p> <p>矿坑由（原昆明德钢工贸有限公司）红岩铁矿采矿凹陷采坑及运矿便道内侧边坡构成，包括四个边坡及一个采场底面，场地矿坑曾主要开采褐铁矿，于2010年关停。</p> <p>矿区现状遗留露天采坑南北长约300m，东西宽约220m，深约110m。采坑四周岩体结构破碎，岩层产状近乎直立；东侧岸坡曾发生滑坡，坑底现存大量滑坡堆积体。矿坑范围北至采坑坑口、运宽便道外侧；南至采坑南侧边坡坡头；东至采坑东侧边坡坡头运宽便道内侧边坡东侧；西至采坑西侧边坡坡头。具体为矿坑南、西及东侧为采场边坡，北侧为坑口运矿便道，采坑南北长约283m，东西宽约204m，“肚大口小”，北侧坑口运矿便道宽约6~7m。采场西、南侧边坡整体高约54m~79m，已分台削坡，分台高5.6m-12.8m，坡度40°~52°，平台宽约2.2m~5.2m；东侧为一级边坡，坡高104m，坡度39°~64°；采场底面南北长约200m，东西宽约39m，底面北高南低，最南端低于北侧坑口约15m。</p> <p>通过1：500现状地形实测，矿坑投影面积4.44万平方米，其中矿坑底部投影面积约0.64万平方米，边坡区域投影面积约3.8万平方米。</p> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|



图2.2-1 矿坑现状图

2.2.2.3生态修复方案

1、修复思路

通过工程措施+绿化措施，因地制宜采取“宜林则林、宜耕则耕、宜建则建”等治理措施，进行生态修复，实现矿山生态修复目标的过程。

2、修复目标

通过生态修复治理工程实施，对拖布卡镇红岩铁矿矿坑生态修复治理点土地资源的占用破坏、地形地貌景观破坏、植被损毁、水土流失等环境问题有效解决，有效提高土地资源利用价值，使空间生态环境得到有效修复，实现毁损土地资源得到有效利用，以发挥土地资源的最大社会效益、经济效益、环境效益、生态效益，减少或消除生态修复治理区存在的各种地质环境问题和隐患，保护生态修复治理区地下水资源和周围水环境，使当地人民群众的生产生活环境得到明显改善。

项目生态修复目标见下表：

表2.2-1 项目生态修复绩效目标表

| 绩效指标 | 一级指标 | 二级指标 | 三级指标             |                  | 指标值  |
|------|------|------|------------------|------------------|------|
|      | 产出指标 | 数量指标 | 复垦面积             | 完成废弃矿山环境修理面积（公顷） | 4.44 |
|      |      |      |                  | 地质安全隐患点治理数量      | 1    |
|      |      | 质量指标 | 修复后的地质环境稳定程度     |                  | 提升   |
|      |      |      | 项目竣工验收合格率        |                  | 100% |
|      |      |      | 修复后土地利用与国土空间规划的符 |                  | 100% |

|  |       |             |           |                  |       |             |            |
|--|-------|-------------|-----------|------------------|-------|-------------|------------|
|  |       |             |           |                  | 合度    |             |            |
|  |       | 效益指标        | 经济效益指标    | 实施区域工矿废弃地复垦利用率   |       | 100%        |            |
|  |       |             | 社会效益指标    | 实施区域矿山地质灾害隐患     |       | 下降          |            |
|  |       |             |           | 实施区域群众生命财产安全保障   |       | 上升          |            |
|  |       |             | 生态环境效益指标  | 区域地貌             |       | 改善          |            |
|  |       |             |           | 实施区域植被覆盖         |       | 提升          |            |
|  |       |             |           | 植树造林成活率          |       | 90%         |            |
|  |       |             |           | 区域生态系统与周边生态系统协调性 |       | 提升          |            |
|  |       |             |           | 生物多样性            |       | 改善          |            |
|  |       | 满意度指标       | 服务对象满意度指标 | 实施区域受益人群满意度      |       | ≥80%        |            |
|  | 序号    | X           |           | Y                | 序号    | X           | Y          |
|  | 1     | 34604585.29 |           | 2924208.16       | ..... | .....       | .....      |
|  | 2     | 34604583.62 |           | 2924207.57       | 95    | 34604654.74 | 2924208.35 |
|  | 3     | 34604573.33 |           | 2924203.94       | 96    | 34604653.53 | 2924206.00 |
|  | 4     | 34604558.43 |           | 2924200.21       | 97    | 34604651.24 | 2924204.04 |
|  | 5     | 34604541.65 |           | 2924199.28       | 98    | 34604647.88 | 2924202.90 |
|  | 6     | 34604529.54 |           | 2924197.41       | 99    | 34604642.59 | 2924202.99 |
|  | 7     | 34604504.10 |           | 2924193.87       | 100   | 34604641.37 | 2924202.72 |
|  | 8     | 34604503.29 |           | 2924193.75       | 101   | 34604639.43 | 2924202.28 |
|  | 9     | 34604500.75 |           | 2924219.58       | 102   | 34604637.77 | 2924200.97 |
|  | 10    | 34604498.31 |           | 2924257.54       | 103   | 34604631.06 | 2924198.28 |
|  | 11    | 34604498.05 |           | 2924261.56       | 104   | 34604627.25 | 2924198.40 |
|  | 12    | 34604495.61 |           | 2924282.64       | 105   | 34604625.74 | 2924199.21 |
|  | 13    | 34604492.14 |           | 2924298.41       | 106   | 34604624.63 | 2924201.51 |
|  | 14    | 34604489.99 |           | 2924304.61       | 107   | 34604622.89 | 2924203.59 |
|  | 15    | 34604489.28 |           | 2924307.71       | 108   | 34604620.10 | 2924205.22 |
|  | 16    | 34604481.93 |           | 2924327.35       | 109   | 34604616.49 | 2924206.86 |
|  | 17    | 34604478.49 |           | 2924334.10       | 110   | 34604614.31 | 2924214.88 |
|  | 18    | 34604476.72 |           | 2924337.53       | 111   | 34604592.23 | 2924209.78 |
|  | 19    | 34604473.39 |           | 2924342.45       | 112   | 34604590.51 | 2924209.38 |
|  | ..... | .....       |           | .....            | 115   | 34604585.29 | 2924208.16 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

|  |      |                                                                                                                                                                                                                                                                          |         |      |     |       |        |                                                       |
|--|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|------|-----|-------|--------|-------------------------------------------------------|
|  |      | 1725.0                                                                                                                                                                                                                                                                   | 23170.0 | 2.36 | 5.0 | 11.79 | 73.89  |                                                       |
|  |      | 1730.0                                                                                                                                                                                                                                                                   | 21716.0 | 2.24 | 5.0 | 11.22 | 85.11  |                                                       |
|  |      | 1735.0                                                                                                                                                                                                                                                                   | 20105.0 | 2.09 | 5.0 | 10.46 | 95.56  |                                                       |
|  |      | 1740.0                                                                                                                                                                                                                                                                   | 18525.0 | 1.93 | 5.0 | 9.66  | 105.22 |                                                       |
|  |      | 1745.0                                                                                                                                                                                                                                                                   | 17746.0 | 1.81 | 5.0 | 9.07  | 114.29 |                                                       |
|  |      | 1750.0                                                                                                                                                                                                                                                                   | 13594.0 | 1.57 | 5.0 | 7.84  | 122.12 |                                                       |
|  |      | 1755.0                                                                                                                                                                                                                                                                   | 10700.0 | 1.21 | 5.0 | 6.07  | 128.20 |                                                       |
|  |      | 1760.0                                                                                                                                                                                                                                                                   | 6721.0  | 0.87 | 5.0 | 4.36  | 132.55 |                                                       |
|  |      | 矿坑坡顶及平台找坡                                                                                                                                                                                                                                                                |         |      |     |       | 1.0    |                                                       |
|  |      | 合计                                                                                                                                                                                                                                                                       |         |      |     |       | 133.6  |                                                       |
|  | 类别   | 2.2.3 项目组成及规模 工程内容及规模                                                                                                                                                                                                                                                    |         |      |     |       |        | 备注                                                    |
|  | 主体工程 | 矿坑东南侧有一处不稳定斜坡BW1，坡面形态呈扇形，为矿坑开挖后坑壁垮塌形成的碎石土斜坡，斜坡坡顶较平缓，后缘高程1755~1766m，前缘高程1679~1681m，斜坡高75~90m，宽80~90m，坡度30°~35°，局部较陡。对不稳定边坡BW1区域1710m标高以上垮塌堆积于板岩层上碎石土斜坡体全部开挖，区域开挖清理量约15000m³，用于回填坑底及拦挡体填筑使坑底部整平及边坡清理、地下水导排收集系统、拦挡体填筑、回填区底部全防渗、回填区顶部全防渗、回填区底部平整（GB 18599-2020）中I类场址进行全防渗设计。 |         |      |     |       |        | 根据恢复区内的现状地质、水文地质、环境条件结合土地利用规划等综合考虑，生态修复区修复后恢复为旱地。设计提出 |
|  | 拦挡工程 | 矿坑场地底坡回填平整至1680m标高，周边坡体平整开挖削坡约0.8万m³，矿坑底部回填夯实土石料总量约1.5万m³。根据矿坑现状，设计在矿坑东南侧1690.0m标高                                                                                                                                                                                       |         |      |     |       |        | 设计                                                    |

|  |  |  |                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |      |
|--|--|--|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
|  |  |  | 设施                | <p>处修建一道护脚拦挡体拦挡矿坑充填无害化磷石膏。</p> <p>拦挡体为风化料填筑，拦挡体底标高1690.0m，顶标高1705.0m，拦挡体高15m（不含清基）；拦挡体顶宽3.0m，内外坡均为1：2.0，填筑土石料约0.74万m³。拦挡体上游坑内侧坡面铺设防渗膜，下游沉淀池防渗膜以上坡面采用格网植草护坡。拦挡体坝脚C20混凝土挡墙：设计在拦挡体坝脚1689.0m标高处设置一C20混凝土挡墙，挡墙底标高1689.0m，顶标高1693.0m，高4m（不含清基），坝轴线长10m；挡墙顶宽1.0m；外坡为1：1.0，内坡铅直，C20混凝土工程量约150m³。</p>                                                                                          | 提出   |
|  |  |  | 修复区内部排洪设施         | <p>充填堆填外坡平台修建一条B×H=0.3m×0.3m的平台排水沟及两岸坡各修建一条B×H=0.5m×0.5m的岸坡排水沟，汛期滩面土沟收集场内雨水排至两岸坡排水沟、排入下游雨水沉淀收集池。平台排水沟及岸坡排水沟均为M5砌MU10砖砌结构，最小底坡1%。</p>                                                                                                                                                                                                                                                  | 设计提出 |
|  |  |  | 排洪系统<br>修复区外部排洪设施 | <p>设计在矿坑修复区西北侧天然沟谷底部新建排洪沟将修复区西侧、西北侧上游汇水（0.8139km²）排至沉淀池下游天然沟渠。新建排洪沟组成由进口溢洪道、排水明渠组成。进口溢洪道为喇叭口，溢洪道高1.2m，溢洪道长10m、进水口宽8m、末端宽1.5m，溢洪道底坡5.0%，结构为C20素混凝土结构（坐标点PS01~PS02）；溢洪道下接排水明渠（坐标点PS02~PS010），长约120m，该最小底坡1.5%，断面尺寸为B×H=1.5m×1.2m，结构为C20素混凝土结构。为汛期不排水冲刷矿坑外弃渣堆积体，排水明渠延伸至坑外弃渣堆积体坡脚外自然冲沟内。排水明渠延伸段（坐标点PS10~PS023）长约613m，底坡&gt;6%，断面尺寸为B×H=1.2m×1.0m，结构为C25素混凝土结构，排水明渠延伸陡坡段明渠沟底设置为台阶跌坎消能。</p> | 设计提出 |
|  |  |  | 矿坑底部防渗            | <p>矿坑底部防渗采用土工膜防渗系统，矿坑底部先进行场地清基平整压实好后依次铺设300g/m²土工布、1.5mm的HDPE防渗膜（双光面形式、渗透系数≤1.0×10<sup>-10</sup>cm/s）、300g/m²土工布防渗层。矿坑底部防渗面积约7500m²，相应300g/m²土工布15000m²、1.5mm厚HDPE双光面防渗膜7500m²。</p>                                                                                                                                                                                                   | 设计提出 |
|  |  |  | 防渗系统<br>岸坡防渗      | <p>对矿坑岸坡坡面清理平整好后依次铺设400g/m²土工布、1.5mm的HDPE防渗膜（单毛面形式、渗透系数≤1.0×10<sup>-10</sup>cm/s）、400g/m²土工布防渗层。对矿坑山体岸坡较陡、无法修坡地带直接土工布及土工膜并采用锚固钉、链固定，并在最终充填堆高利用后期排水沟为压护锚固沟防止防渗膜下滑。对修建锚固沟，个别点位坡面平整度差、陡坡岩体棱角分明带采用增加一层300g/m²土工布后再铺上防渗土工布和土工膜防渗层膜。</p>                                                                                                                                                    | 设计提出 |

|  |  |            |            |                                                                                                                                                                                                                                                                        |      |
|--|--|------------|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
|  |  |            |            | 矿坑岸坡防渗面积约45600m <sup>2</sup> ，相应400g/m <sup>2</sup> 土工布91200m <sup>2</sup> 、300g/m <sup>2</sup> 土工布2000m <sup>2</sup> 、1.5mm厚HDPE单毛面防渗膜45600m <sup>2</sup> 。                                                                                                           |      |
|  |  |            | 拦挡体内坡防渗    | 矿坑由于防渗层下修建拦挡体，拦挡体内坡面碾压平整压实好后自下而上铺设300g/m <sup>2</sup> 土工布、1.5mm的HDPE单毛面防渗土工膜、300g/m <sup>2</sup> 土工布防渗层，并与场底防渗膜相连。拦挡体内坡防渗面积约1100m <sup>2</sup> ，相应300g/m <sup>2</sup> 土工布2200m <sup>2</sup> 、1.5mm厚HDPE单毛面防渗膜1100m <sup>2</sup> 。                                      | 设计提出 |
|  |  |            | 顶部防渗       | 顶部设置人工防渗层，其由下至上依次铺设200g/m <sup>2</sup> 土工布、1.0mm的HDPE防渗膜（双光面形式、渗透系数≤1.0×10 <sup>-10</sup> cm/s）、200g/m <sup>2</sup> 土工布防渗层。修复区表面覆土100cm后即可进行植被恢复工作。<br>矿坑顶部防渗面积约49200m <sup>2</sup> ，200g/m <sup>2</sup> 土工布98400m <sup>2</sup> 、1.0mm厚HDPE双光面防渗膜49200m <sup>2</sup> 。 | 设计提出 |
|  |  |            | 沉淀池防渗      | 矿坑沉淀池防渗选择采用人工防渗层进行防渗，先进行沉淀池场地平整清基压实好后依次铺设400g/m <sup>2</sup> 土工布、1.5mm的HDPE防渗膜（双光面型式、渗透系数≤1.0×10 <sup>-10</sup> cm/s）、400g/m <sup>2</sup> 土工布防渗层。                                                                                                                      | 设计提出 |
|  |  | 排渗系统       | 地下水导排盲沟系统  | 根据矿坑地形现状设计沿坑底防渗层下1680m~1688m布设一条集水盲沟，盲沟采用天然反滤料作为地下导水层，内埋设一根DN300HDPE排渗管（上半圆开孔），通过盲沟收集坑底的雨水季节渗水并排向沉淀池下游。地下水导排盲沟长约265m。<br>膜下地下水导排盲沟出口接一BxLxH=1.0m×1.5m×1.5m水池。水池为M5砌                                                                                                    | 设计提出 |
|  |  | 淋滤水导排及收集系统 | 膜上淋滤水收集收集  | 根据工勘资料，虽然项目区多年平均降水量为782.0mm、属于相对缺水干旱地区。为防治汛期雨水下渗至矿坑底部因矿坑铺设防渗层而无法排走，设计沿坑底防渗层上1690m~1700m布设三条淋滤水收集盲沟，盲沟采用天然反滤料作为地下导水层，内埋设一根DN300HDPE排渗管（上半圆开孔），通过盲沟收集矿坑雨水季节淋滤水并排向沉淀池收集使用。膜上淋滤水收集盲沟长约510m。                                                                                | 设计提出 |
|  |  |            | 淋滤水收集池及挡水墙 | 设计在拦挡体下游设置沉淀收集池，设计沉淀收集池池底设计标高1688.0m，沉淀收集池挡水体顶标高1693.0m，最高蓄水位1692.5m，安全超高0.5m，总容积约为760m <sup>3</sup> 、相应蓄水容积680m <sup>3</sup> 。                                                                                                                                        | 设计提出 |
|  |  |            |            | 沉淀池挡水体为C20混凝土结构，挡水体基础地面标高1687.5m，顶标高1693.0m，最大高5.5m（含清基深），坝顶宽1m，上游坡铅直、下游坡比为1: 1.0。                                                                                                                                                                                     | 设计提出 |
|  |  | 观测设施       | 位移监测       | 在拦挡体顶1705m标高及后期充填堆体外坡面1720.0m，1735.0m、1750.0m共布设四个断面，各设不少于3个水平位移和垂直位移观测点，共                                                                                                                                                                                             | 设计提出 |

|  |      |            |             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |      |
|--|------|------------|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
|  |      |            |             | 12个点；在拦挡体两岸共布设位移工作基点1个，校核基点1个。                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |      |
|  |      | 改性磷石膏回填    |             | 矿坑底部平整回填完毕、并完成防渗层施工后即可开展矿坑无害化磷石膏填充堆排压实作业。根据无害化处理后磷石膏充填材料特性、矿坑地形条件、降雨和设计总体布局等因数影响，设计先从矿坑风化料土石拦挡体上游坡脚1690m标高开始向矿坑尾部分层运送无害化磷石膏入坑按5m的堆排厚度、以1%的坡度向矿坑北侧尾部方向逐层堆排压实。当无害化磷石膏充填料堆排至风化料拦挡体顶标高1705.0m后，改由矿坑尾部分层运送无害化磷石膏入坑按5m的堆排厚度、以2%的坡度向风化料拦挡体方向逐层堆排压实。风化料拦挡体顶标高1705.0m以上按1：2.0的外坡、每堆高5m留一宽5m的平台逐层堆排压实至最终充填堆积标高1760.0m标高，无害化磷石膏最终堆积平均外边坡为1：3.0。 | 设计提出 |
|  |      | 生态修复覆土恢复植被 |             | 充填完毕并顶部防渗后，覆100cm耕植土。草种：黑麦草、狗牙根、车桑子、沟叶结缕草、蔗茅等，人工播撒（80kg/hm <sup>2</sup> ，品字形），雨季种植。基肥普钙200g+复合肥50g，次年追尿素，抚育补植；管护期第3年拆沉淀池恢复植被。                                                                                                                                                                                                        | 设计提出 |
|  | 辅助工程 | 运输工程       |             | 磷石膏无害化处理依托“昆明市东川区200万t/a磷石膏综合利用项目”，磷石膏原料主要来自昆明川金诺化工股份有限公司和云南红富化肥有限公司等当地磷化工企业，与改性药剂混配后制成磷石膏回填利用材料用于矿坑生态修复。生产的改性磷石膏经汽车运输至本项目矿坑进行回填，运距约50km。                                                                                                                                                                                            | 可研提出 |
|  |      | 值班房        |             | 项目区内不设食宿，值班房布置于矿坑西侧山体鞍部。                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 设计提出 |
|  | 公用工程 | 供水         |             | 从附近村民取水点取水使用。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 设计提出 |
|  |      | 供电         |             | 从附村庄拉线接电或使用太阳能电池板供电。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 设计提出 |
|  | 环保工程 | 废气         | 施工扬尘        | 施工场地配置洒水车2辆，对修复区施工面进行洒水降尘。                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 设计提出 |
|  |      |            | 运输扬尘        | 运输车辆采用篷布覆盖或密闭式运输。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 设计提出 |
|  |      |            | 施工机械及运输车辆废气 | 无组织排放                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 设计提出 |
|  |      | 废水         | 回填修复区淋滤水    | 产生的淋滤水经淋滤水收集池收集后，回用于施工场地洒水降尘；项目建设总容积约为760m <sup>3</sup> 、相应蓄水容积680m <sup>3</sup> 的淋滤液收集池。                                                                                                                                                                                                                                            | 设计提出 |
|  |      |            | 施工车辆清洗废水    | 临时沉淀池1个，6m <sup>3</sup> ，清洗废水经收集沉淀后循环使用，不外排；施工完成后进行拆除并恢复植被。                                                                                                                                                                                                                                                                          | 环评提出 |
|  |      |            | 生活污水        | 临时沉淀池1个，2m <sup>3</sup> ，少量生活污水经收集沉淀                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 环评   |

|  |  |       |      |                                                                         |      |  |
|--|--|-------|------|-------------------------------------------------------------------------|------|--|
|  |  |       |      | 回用于施工场地洒水降尘，不外排；施工完成后进行拆除并恢复植被。                                         | 提出   |  |
|  |  | 噪声    | 施工期  | 选用低噪设备、合理布局、合理施工、加强设备维护。                                                | 设计提出 |  |
|  |  |       | 运营期  | 无噪声排放。                                                                  | 设计提出 |  |
|  |  | 固体废物  | 废土石  | 项目施工期开挖及危岩清理产生的一般废土石等全部用于项目区凹坑回填。                                       | 设计设计 |  |
|  |  |       | 生活垃圾 | 集中收集后清运至就近的生活垃圾收集点堆存，定期清运处置。                                            | 设计设计 |  |
|  |  |       | 沉淀污泥 | 沉淀池底部产生沉淀污泥，定期清理，运送至本项目填埋区处置。                                           | 环评提出 |  |
|  |  | 地下水监测 |      | 共设3口地下水跟踪监测井，背景参照点ZK03（上游）、污染监控点ZK04（侧面）、ZK01污染监控点（下游）定期监测，及时掌握地下水变化情况。 | 设计提出 |  |

2.2.4 详细工程内容介绍

41

2.4.4.1 主体工程

等不良地质作用，有一处不稳定斜坡（编号 BW1），位于矿坑东南侧，斜坡坡面形态呈扇形，详见下图：

BW1 为矿坑开挖后，坑壁垮塌形成的碎石土斜坡，斜坡坡顶较平缓，后缘高程 1755~1766 米，前缘高程 1679~1681 米，斜坡高 75~90 米，宽 80~90 米，坡度 30° ~35° ，局部较陡。表层分布第四系坡洪积碎石，滑面为碎石土与强风化岩的交接面，滑动面以上碎石厚度 0.5~7.6 米，滑坡体体积 1.0~1.2 万立方米，下部为板岩，节理裂隙发育，表面岩体风化强

烈，岩石强度不高，干湿气候交替作用下，岩体风化程度将会加剧，也将加深风化带深度，易沿风化面产生崩塌、掉块等，根据现场调查，该边坡结构处于欠稳定状态，坡脚处局部见有坍塌土体，规模约300～500立方米。

设计对不稳定边坡BW1区域1710m标高以上垮塌堆积于板岩层上碎石土斜坡体全部开挖清除回填坑底及用于拦挡体填筑使用，通过对上部垮塌堆积的开挖清理将该不稳定边坡BW1斜坡体高度由64m降至30m，经稳定分析后整治后该不稳定边坡BW1满足安全稳定要求，不稳定边坡BW1区域开挖清理量约1.5万立方米，整治断面详见下图：

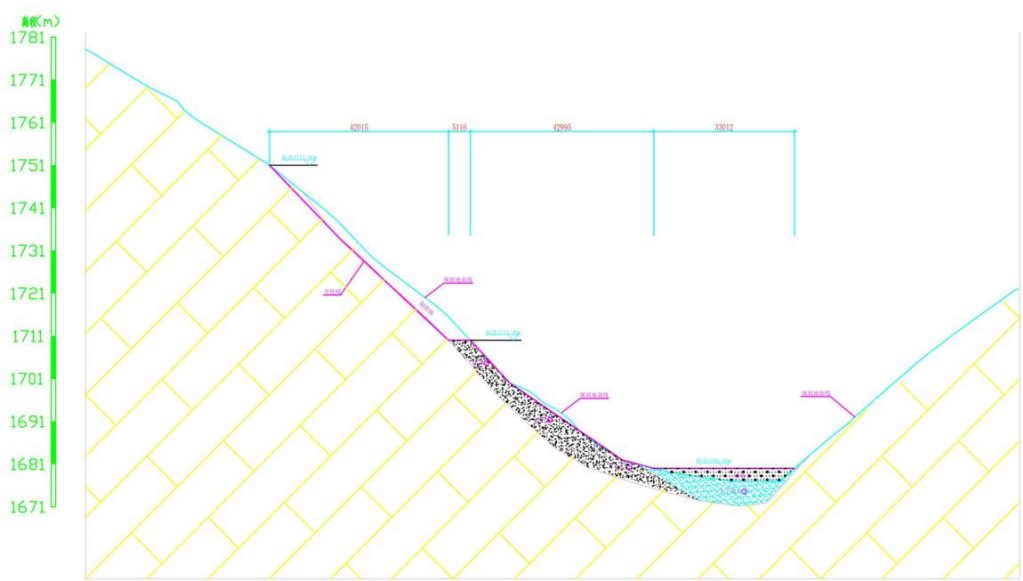


图2.2-4 矿坑边坡不良地质隐患整治断面图 1: 500

二、回填区底部平整

为便于场底防渗膜铺设需要，设计对矿坑底部进行清理回填平整，四周形成的陡峻坑壁不在进行工程扰动，仅对坡体上危石进行表层清理，降低地质灾害发生的可能性。

矿坑场地底坡回填平整至1680米标高，周边坡体平整开挖削坡约0.8万立方米，矿坑底部回填夯实土石料总量约1.5万立方米。

三、拦挡设施

根据矿坑现状，设计在矿坑东南侧1690米标高处修建一道护脚拦挡体拦挡矿坑充填无害化磷石膏。

1、拦挡体填筑材料选择

灰，灰色、灰黄色，呈土夹石状，由粘土、角砾组成，夹碎石。矿坑内的风化料可作为筑坝材料，设计按照经济、合理、安全可靠，就近取料的原则，选择护脚拦挡体矿坑内风化料填筑而成的土石坝。

2、拦挡体填筑尺寸的确定及构造

(1) 拦挡体为风化料填筑，拦挡体底标高1690.0m，顶标高1705.0m，拦挡体高15m（不含清基）；拦挡体顶宽3.0m，内外坡均为1：2.0，填筑土石料约0.74万m³。拦挡体上游坑内侧坡面铺设防渗膜，下游沉淀池防渗膜以上坡面采用格网植草护坡。

(2) 拦挡体坝脚C20混凝土挡墙：设计在拦挡体坝脚1689.0m标高处设置一C20混凝土挡墙，挡墙底标高1689.0m，顶标高1693.0m，高4m（不含清基），坝轴线长10m；挡墙顶宽1.0m；外坡为1：1.0，内坡铅直，C20混凝土工程量约150m³。

3、拦挡体清基及填筑施工

根据工程地质勘察报告，拦挡体基础土层从上至下依次为②碎石、④③强风化板岩，其两层土层均满足拦挡体基础承载力要求，设计选择清除表层表层松散的土体后，以②碎石为拦挡体基础承载力层。

拦挡体填筑施工必须在底部及岸坡清基完毕及隐蔽工程验收合格，并经监理工程师批准后，方可填筑。填筑前应进行现场碾压试验，根据实际拥有的碾压设备，即在确定碾压条件下选择填筑厚度，碾压遍数，控制填筑密实度，拦挡体填筑最大干密度2.17g/m³，最优含水量平均7.3%。填筑时，每层按有关规范规定取样，进行测试，达到设计标准，经监理工程师验收后，再进行下一层填筑。

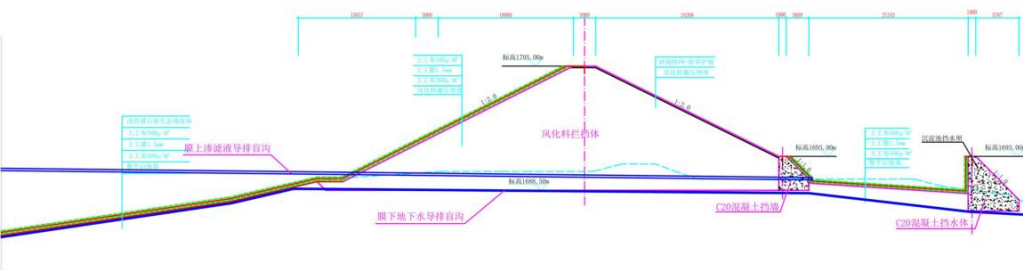


图2.2-5 拦挡体纵面图 1：200

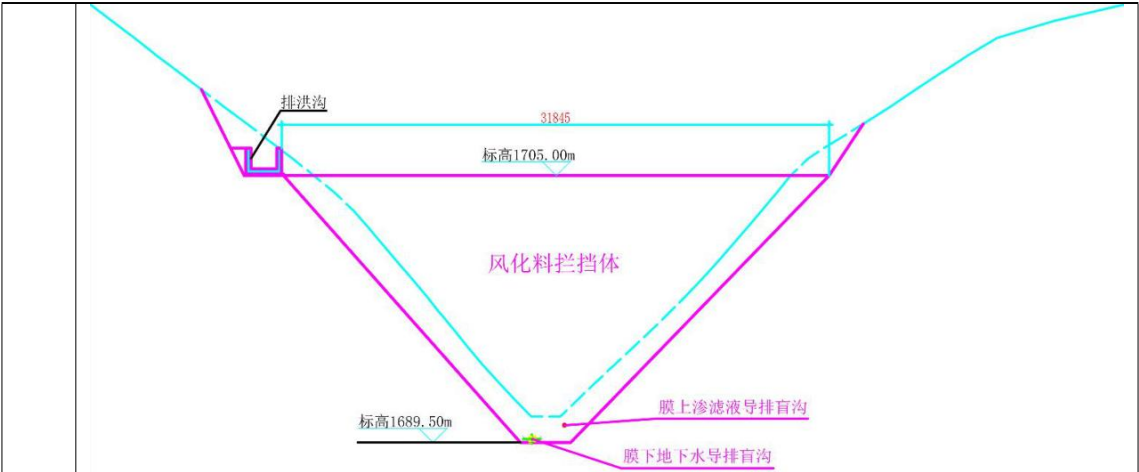


图2.2-6 拦挡体坝轴线横断面图 1: 200

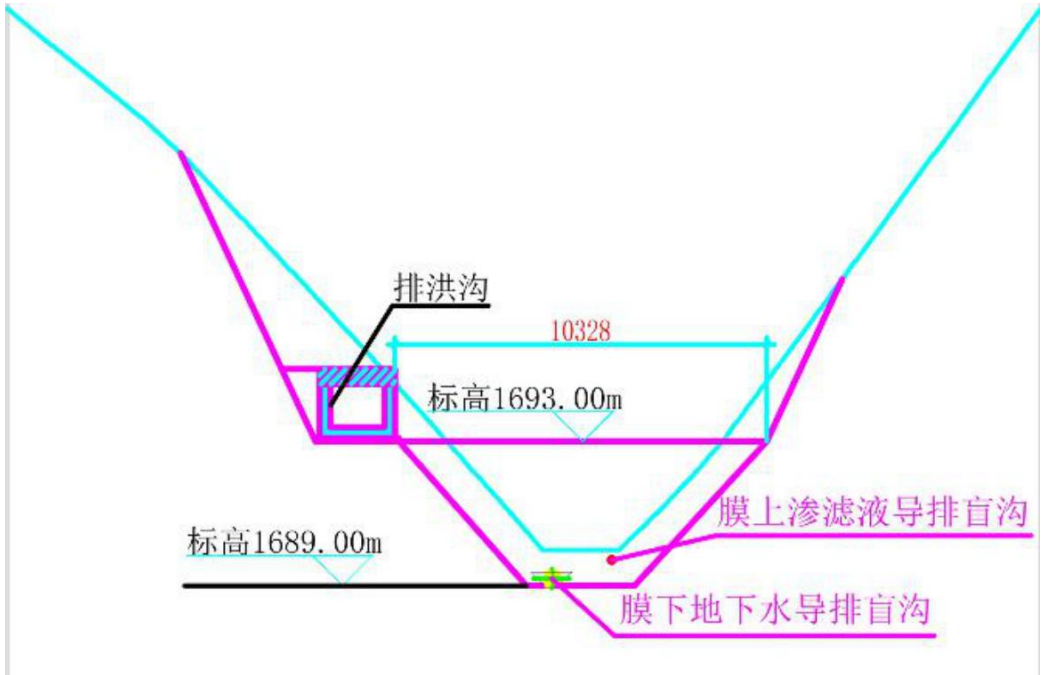


图2.2-7 C20混凝土挡墙轴线横断面图 1: 200

三、排洪系统

1、矿坑防设计洪水标准

拖布卡红岩矿坑（磷石膏回填）生态修复区域汇水面积0.88km<sup>2</sup>，参照《一般工业固废贮存和填埋场污染控制标准》（GB18599-2020）：贮存场、填埋场的防洪标准应按重现期不小于50年一遇的洪水位设计。结合《磷石膏利用与贮存污染控制技术规范》（HZK01415-2025）及《磷石膏库安全技术规程》（AQ2059-2016），考虑本项目为生态修复项目，本次设计防洪标准：洪水重现期为100年。

为实现清污分流，坑内汛期淋溶液不外排，结合拖布卡红岩矿坑（磷石膏回填）生态修复区域地形，该矿坑基本位于山顶部，项目修复区外部

汇水（0.8139km<sup>2</sup>）由北侧排洪排至沉淀池下游；项目修复区内汇水根据修复实施堆高逐渐在两侧设置坝肩排水沟（0.0661km<sup>2</sup>）将修复区内汇水排入下游沉淀池。

矿坑生态修复区域汇水面积如下图所示：

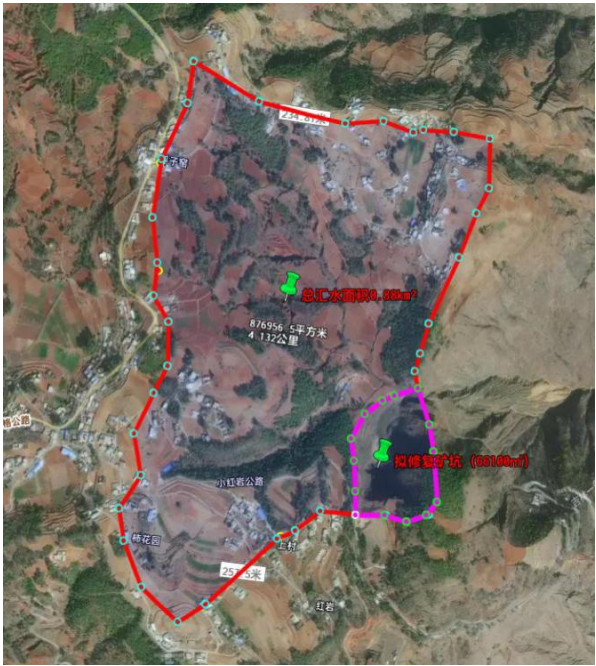


图2.2-8 矿坑生态修复区域汇水面积图

## 2、修复区内部排洪设施

设计根据生态修复材料堆填工艺，设计在充填堆填外坡平台修建一条 $B \times H = 0.3\text{m} \times 0.3\text{m}$ 的平台排水沟及两岸坡各修建一条 $B \times H = 0.5\text{m} \times 0.5\text{m}$ 的岸坡排水沟，汛期滩面土沟收集场内雨水排至两岸坡排水沟、排入下游雨水沉淀收集池。平台排水沟及岸坡排水沟均为M5砌MU10砖砌结构，最小底坡1%。

## 3、修复区外部排洪设施

设计在矿坑修复区西北侧天然沟谷底部新建排洪沟将修复区西侧、西北侧上游汇水（0.8139km<sup>2</sup>）排至沉淀池下游天然沟渠。新建排洪沟组成由进口溢洪道、排水明渠组成。进口溢洪道为喇叭口，溢洪道高1.2m，溢洪道长10m、进水口宽8m、末端宽1.5m，溢洪道底坡5.0%，结构为C20素混凝土结构（坐标点PS01~PS02）；溢洪道下接排水明渠（坐标点PS02~PS010），长约120m，该最小底坡1.5%，断面尺寸为 $B \times H = 1.5\text{m} \times 1.2\text{m}$ ，结构为C20素混凝土结构。为汛期不排水冲刷矿坑外弃

排水明渠延伸至坑外弃渣堆积体坡脚外自然冲沟内。排水明渠延伸段（坐标点PS10~PS023）长约613m，底坡 $>6\%$ ，断面尺寸为 $B\times H=1.2\text{m}\times 1.0\text{m}$ ，结构为C25素混凝土结构，排水明渠延伸陡坡段明渠沟底设置为台阶跌坎消能。

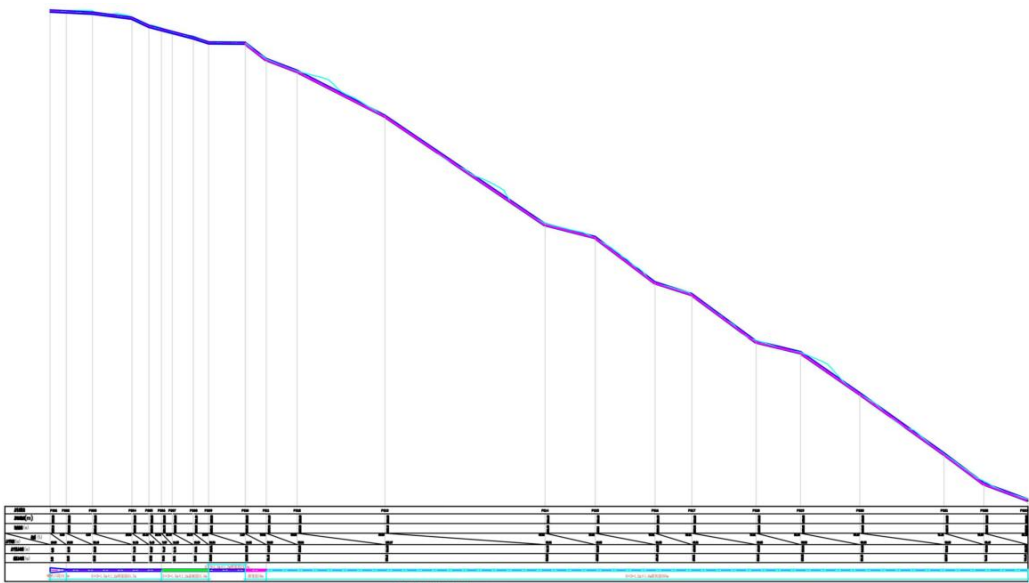


图2.2-9 主排洪沟纵断面图 1: 1000

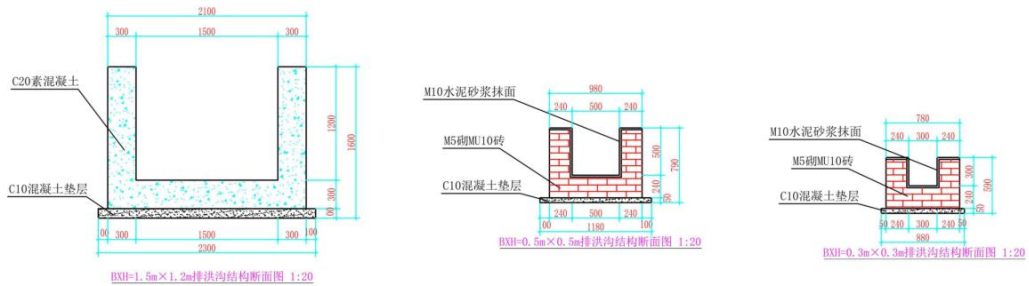


图2.2-10 排洪沟结构断面图 1: 1000

四、防渗系统

项目生态修复为经无害化处理后的磷石膏修复材料产品属于第I类一般工业固体废物，根据《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》GB 18599-2020中5.2条I类场技术要求中5.2.1条：“当天然基础层饱和渗透系数不大于 $1.0\times 10^{-5}\text{cm/s}$ ，且厚度不小于0.75m时，可以采用天然基础层作为防渗衬层”及5.2.2条：“当天然基础层不能满足5.2.1条防渗要求时，可采用改性压实粘土类衬层或具有同等以上隔水效力的其他材料防渗衬层，其防渗性能应至少相当于渗透系数为 $1.0\times 10^{-5}\text{cm/s}$ 且厚度为0.75m的天然基础层”。

根据工勘资料场地内②碎石透水性不均，渗透系数为 $K=6.13 \times 10^{-4} \text{cm/s} \sim 7.24 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ ，平均渗透系数为 $6.70 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ ，总体属中等透水地层；③层强风化板岩受裂隙连通性及风化差异等影响，透水性不均，渗透系数为 $K=1.44 \times 10^{-4} \text{cm/s} \sim 5.53 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ ，平均渗透系数为 $3.49 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ ，总体属中等透水地层。

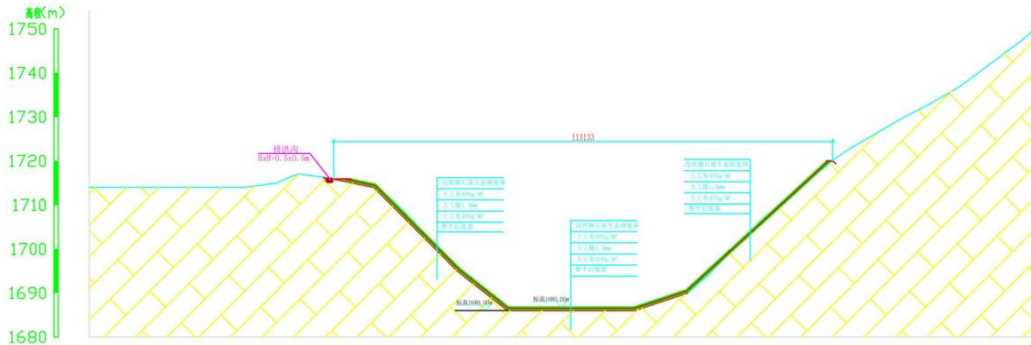
整个工程场地内分布的土层渗透系数不满足一般工业固体废物 I 类场防渗要求，设计参照其他利用磷石膏无害化处置后的充填料进行矿坑生态修复项目的防渗设置，采取人工防渗措施进行防渗处置。

矿坑场地底部采用人工柔性结构防渗系统进行防渗处置，矿坑周边岸坡采用人工柔性结构防渗系统进行防渗处置。人工防渗材料选择具有化学兼容性、耐久性、耐热性、高强度、低渗透率、易维护、无二次污染、适应地基不均匀沉降、具有较好的抗微生物侵蚀和抗化学腐蚀性能的高密度聚乙烯膜（HDPE）渗透系数 $\leq 1.0 \times 10^{-12} \text{cm/s}$ ，与土工布在组合使用。高密度聚乙烯膜（HDPE）膜厚为1.5mm规格，坑底为双光面形式、矿坑周边岸坡为单毛面形式和，土工布为长丝土工布，规格为400g/m<sup>2</sup>及300g/m<sup>2</sup>。通过设置人工防渗系统将矿坑基底及岸坡与无害化磷石膏充填体完全隔离，以达到防渗要求。

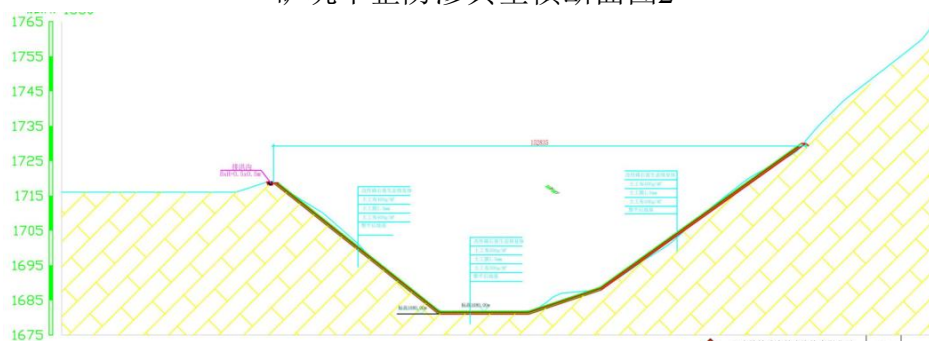


图2.2-11 矿坑修复平整防渗纵断面图 1: 500

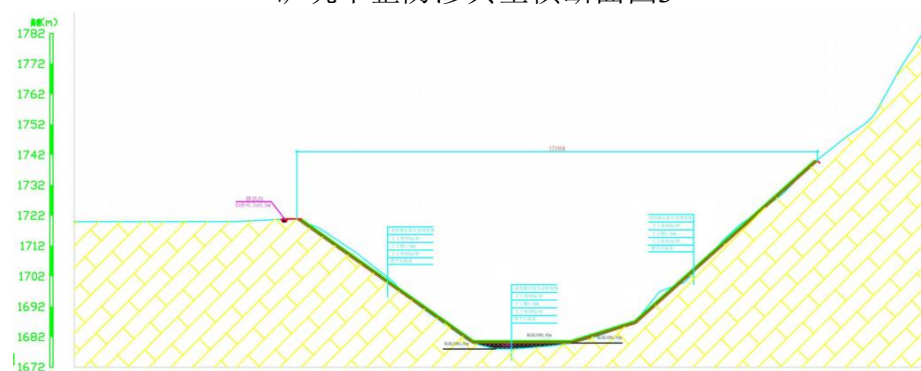
矿坑平整防渗典型横断面图1



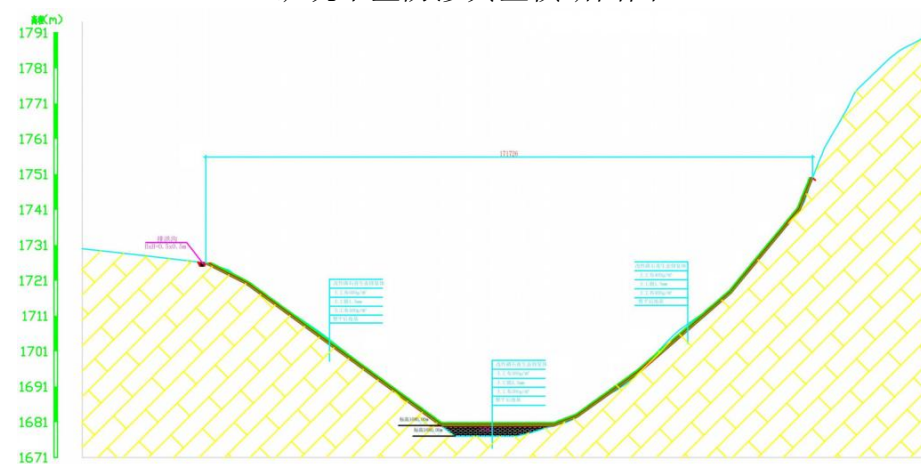
矿坑平整防渗典型横断面图2



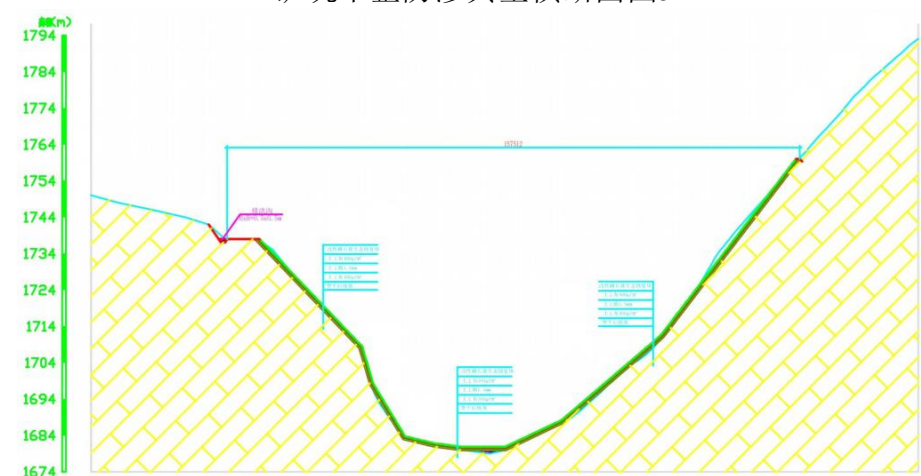
矿坑平整防渗典型横断面图3



矿坑平整防渗典型横断面图4



矿坑平整防渗典型横断面图5



矿坑平整防渗典型横断面图6

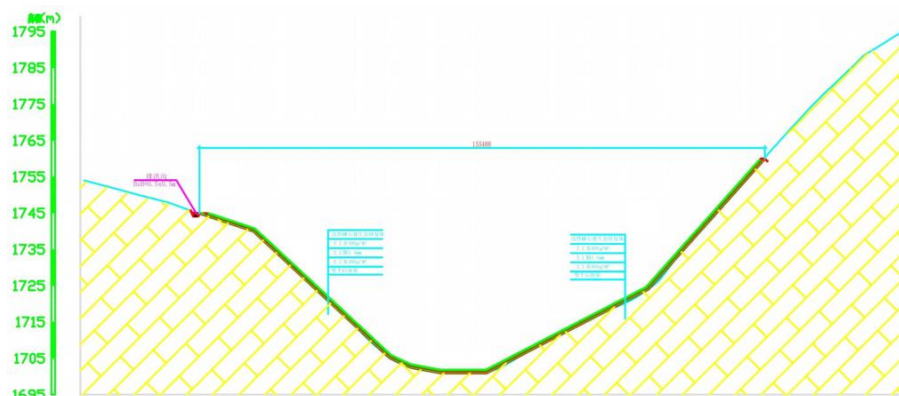


图2.2-12 矿坑平整防渗典型横断面图 1: 500

### 1、底部防渗

矿坑底部防渗采用土工膜防渗系统，矿坑底部先进行场地清基平整压实好后依次铺设300g/m<sup>2</sup>土工布、1.5mm的HDPE防渗膜（双光面形式、渗透系数 $\leq 1.0 \times 10^{-10}$ cm/s）、300g/m<sup>2</sup>土工布防渗层。矿坑底部防渗面积约7500m<sup>2</sup>，相应300g/m<sup>2</sup>土工布15000m<sup>2</sup>、1.5mm厚HDPE双光面防渗膜7500m<sup>2</sup>。

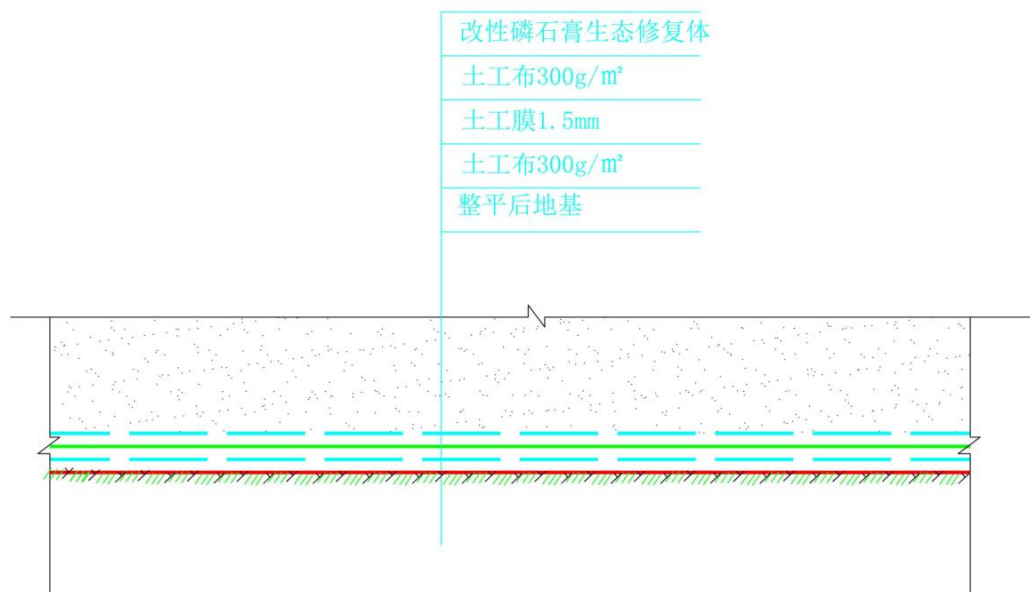


图2.2-13 底部防渗结构大样图 1: 100

### 2、岸坡防渗层结构

对矿坑岸坡坡面清理平整好后依次铺设400g/m<sup>2</sup>土工布、1.5mm的HDPE防渗膜（单毛面形式、渗透系数 $\leq 1.0 \times 10^{-10}$ cm/s）、400g/m<sup>2</sup>土工布防渗层。对矿坑山体岸坡较陡、无法修坡地带直接土工布及土工膜并采用

锚固钉、链固定，并在最终充填堆高利用后期排水沟为压护锚固沟防止防渗膜下滑。对修建锚固沟，个别点位坡面平整度差、陡坡岩体棱角分明带采用增加一层300g/m<sup>2</sup>土工布后再铺上防渗土工布和土工膜防渗层膜。

矿坑岸坡防渗面积约45600m<sup>2</sup>，相应400g/m<sup>2</sup>土工布91200m<sup>2</sup>、300g/m<sup>2</sup>土工布2000m<sup>2</sup>、1.5mm厚HDPE单毛面防渗膜45600m<sup>2</sup>。

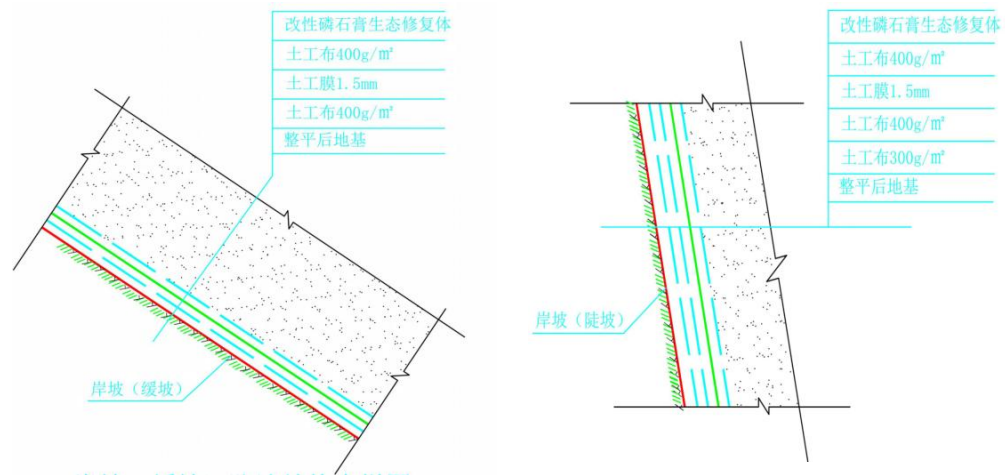


图2.2-14 岸坡（缓坡、陡坡）防渗结构大样图 1: 100

3、拦挡体内坡防渗结构

矿坑由于防渗层下修建拦挡体，拦挡体内坡面碾压平整压实好后自下而上铺设300g/m<sup>2</sup>土工布、1.5mm的HDPE单毛面防渗土工膜、300g/m<sup>2</sup>土工布防渗层，并与场底防渗膜相连。拦挡体内坡防渗面积约1100m<sup>2</sup>，相应300g/m<sup>2</sup>土工布2200m<sup>2</sup>、1.5mm厚HDPE单毛面防渗膜1100m<sup>2</sup>。

采用上述防渗措施后，坑内充填堆积的无害化磷石膏与四周土壤及地下水可完全隔绝，从而阻止无害化磷石膏对环境的污染。场区防渗可根据入坑充填量进行分期实施。防渗膜施工搭接宽度100±20mm必须双轨热熔焊接。

4、顶部防渗结构

矿坑无害化磷石膏充填完毕实施覆土绿化植被前，无害化磷石膏充填顶部设置人工防渗层，其由下至上依次铺设200g/m<sup>2</sup>土工布、1.0mm的HDPE防渗膜（双光面形式、渗透系数≤1.0×10<sup>-10</sup>cm/s）、200g/m<sup>2</sup>土工布防渗层。修复区表面覆土100cm后即可进行植被恢复工作。

矿坑顶部防渗面积约49200m<sup>2</sup>，200g/m<sup>2</sup>土工布98400m<sup>2</sup>、1.0mm厚HDPE双光面防渗膜49200m<sup>2</sup>。

通过采用上述防渗措施后，矿坑内充填的无害化磷石膏充填材料与四周土壤及地下水可完全隔绝，从而阻止无害化磷石膏充填材料对环境的不利影响。防渗膜施工搭接宽度 $100\pm 20\text{mm}$ 必须双轨热熔焊接。防渗系统施工时施工人员不得穿带钉鞋上膜，不准在膜上扔烟头和拉运物体。

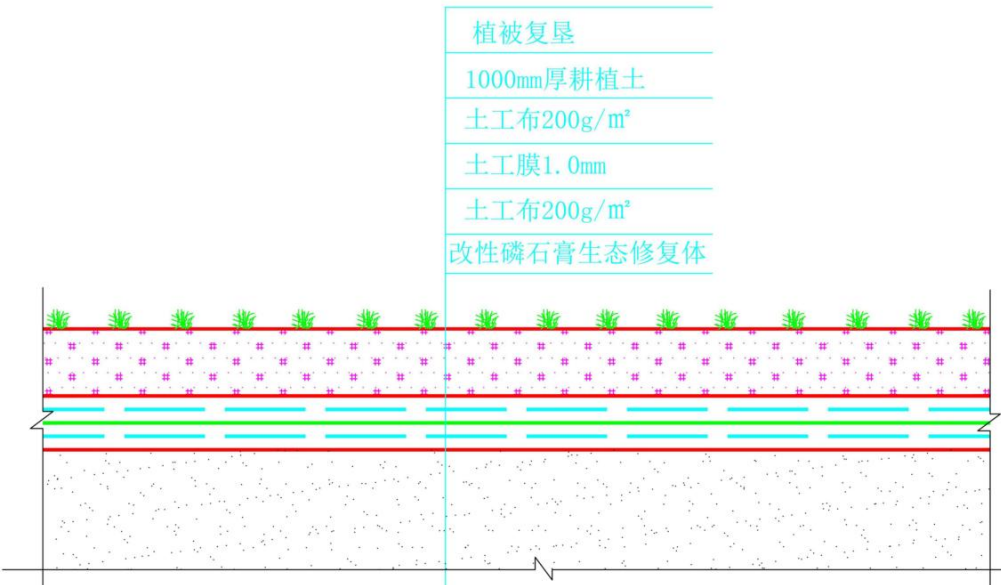


图2.2-15 顶部封场防渗结构大样图 1: 100

5、沉淀池（淋滤水收集池）防渗

为防止汛期雨水冲刷无害化磷石膏充填材料外流下游，影响下游水体，设计在拦挡体下游设置沉淀收集池。项目区多年平均降水量为782.0mm、属于相对缺水干旱地区，汛期降水量总体较少。设计沉淀收集池池底设计标高1688.0m，沉淀收集池挡水体顶标高1693.0m，最高蓄水位1692.5m，安全超高0.5m，总容积约为760m<sup>3</sup>、相应蓄水容积680m<sup>3</sup>。沉淀池挡水体为C20混凝土结构，挡水体基础地面标高1687.5m，顶标高1693.0m，最大高5.5m（含清基深），坝顶宽1m，上游坡铅直、下游坡比为1: 1.0。矿坑沉淀池防渗选择采用人工防渗层进行防渗，先进行沉淀池场地平整清基压实好后依次铺设400g/m<sup>2</sup>土工布、1.5mm的HDPE防渗膜（双光面型式、渗透系数 $\leq 1.0\times 10^{-10}\text{cm/s}$ ）、400g/m<sup>2</sup>土工布防渗层。采用上述防渗措施后，沉淀池内收集的场内雨水与四周土壤及地下水可完全隔绝，从而阻止该水体对环境的污染。防渗膜施工搭接宽度 $100\pm 20\text{mm}$ 必须双轨热熔焊接。

五、地下水导排盲沟系统

根据工勘资料，项目区多年平均降水量为782.0mm、属于相对缺水干旱地区。场区地下水的类型主要有上层滞水及基岩裂隙水二种类型，场地地下水位埋深较深，勘察场区内未揭露较强的含（富）水地层。因此设计在矿坑坑底防渗层下设置简易的集水盲沟即可排走雨水季节的下渗至底底渗水。根据矿坑地形现状设计沿坑底防渗层下1680m~1688m布设一条集水盲沟，盲沟采用天然反滤料作为地下导水层，内埋设一根DN300HDPE排渗管（上半圆开孔），通过盲沟收集坑底的雨水季节渗水并排向沉淀池下游。地下水导排盲沟长约265m。

膜下地下水导排盲沟出口接一BxLxH=1.0m×1.5m×1.5m水池，水池为M5砌MU10砖结构。

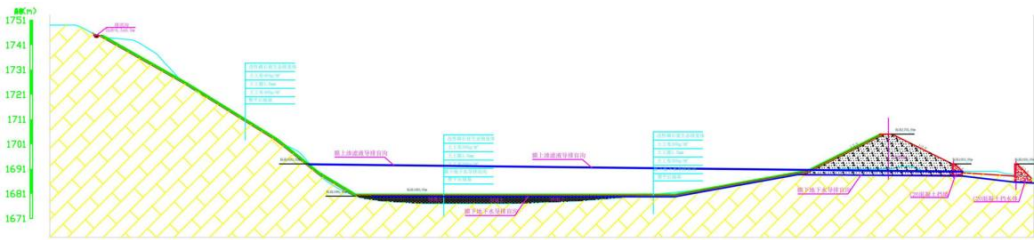


图2.2-16 地下水导排盲沟、膜上淋滤水导排盲沟纵断面图

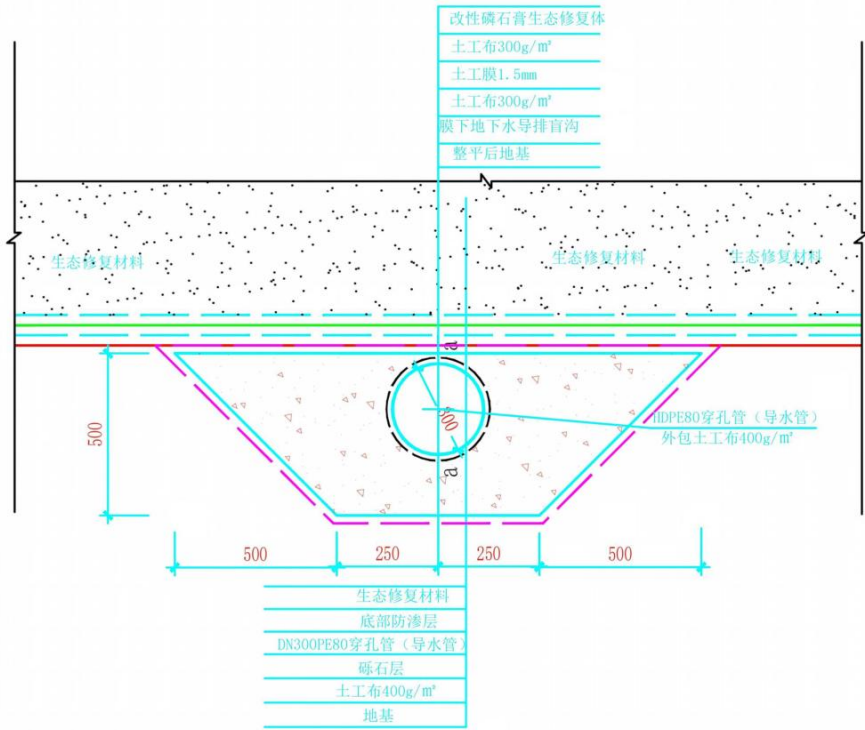


图2.2-17 膜下地下水导排盲沟结构大样图

六、淋滤水导排及收集系统

1、膜上淋滤水收集

根据工勘资料，虽然项目区多年平均降水量为782.0mm、属于相对缺水干旱地区。为防治汛期雨水下渗至矿坑底部因矿坑铺设有防渗层而无法排走，设计沿坑底防渗层上1690m~1700m布设三条淋滤水收集盲沟，盲沟采用天然反滤料作为地下导水层，内埋设一根DN300HDPE排渗管（上半圆开孔），通过盲沟收集矿坑雨水季节淋滤水并排向沉淀池收集使用。膜上淋滤水收集盲沟长约510m。

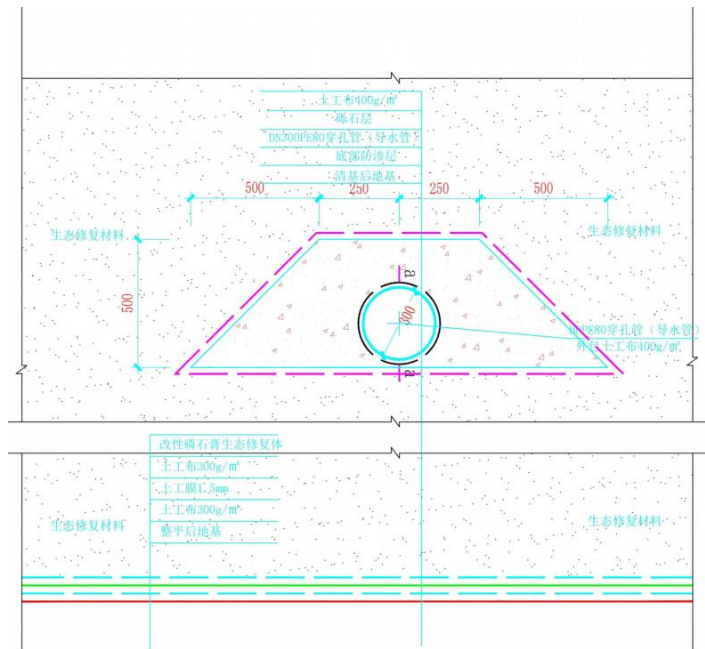


图2.2-18 膜上淋滤水导排盲沟结构大样图 1: 100

2、沉淀池（淋滤水收集池）收集池及挡水墙

由于库区多年平均降水量782mm、多年平均蒸发量1958.8mm，年蒸发量远大于降水量属于相对缺水干旱地区，项目区运输道路降尘及植被用水需求量大。因矿坑堆填的充填料经无害化处置后均达Ⅰ类充填标准，其场内雨水中各有害元素含量均在Ⅰ类标准范围内，沉淀池收集的场内雨水经沉淀池沉淀后考虑主要用于道路降尘、植被用水使用，但在实施道路降尘、植被用水取水前先进行水质检测，满足要求后方可实施。道路降尘、植被用水采用洒水车取水，项目区考虑设置两台洒水车。

矿坑修建的沉淀池在堆填无害化磷石膏期间做收集汛期滩面雨水收集沉淀池使用，待矿坑无害化磷石膏充填完毕实施顶部铺膜覆土恢复植被时

做植被恢复期间的蓄水池使用，收集汛期雨水供植被恢复保苗用水。待植被恢复管护期的第三年拆除C20混凝土挡水体和池内防渗膜，对沉淀池区域进行覆土植草恢复植被，沉淀池区域进行覆土植草恢复植被用水从外运至矿坑使用。

图2.2-19 沉淀池纵断面图

图2.2-20 沉淀池典型横断面图

图2.2-21 C20混凝土挡水体轴线断面图

图2.2-19 沉淀池纵断面图

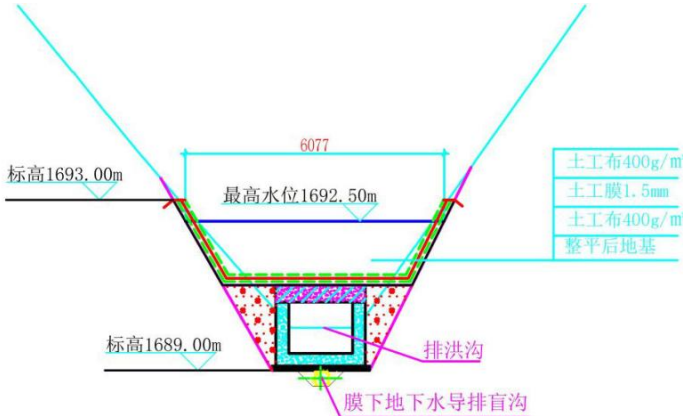


图2.2-20 沉淀池典型横断面图

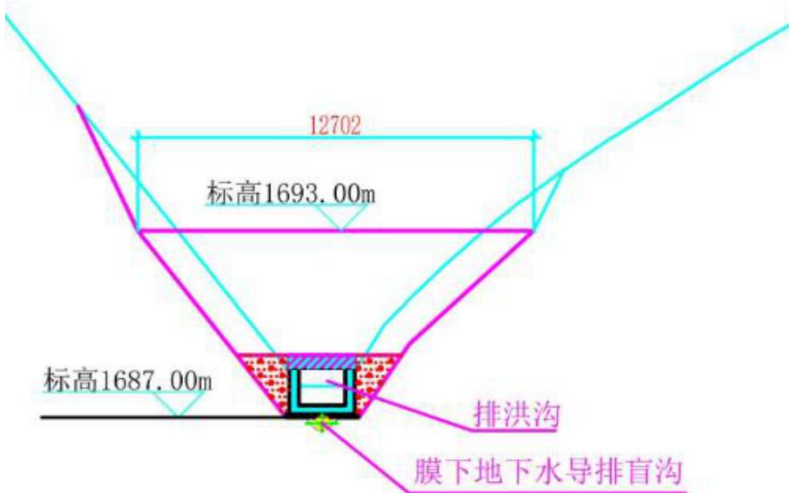


图2.2-21 C20混凝土挡水体轴线断面图

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p><b>七、观测设施</b></p> <p>矿坑充填堆排结束在拦挡体顶1705m标高及后期充填堆体外坡面1720.0m、1735.0m、1750.0m共布设四个断面，各设不少于3个水平位移和垂直位移观测点，共12个点；在拦挡体两岸共布设位移工作基点1个，校核基点1个。</p> <p><b>八、改性磷石膏回填</b></p> <p>矿坑底部平整回填完毕、并完成防渗层施工后即可开展矿坑无害化磷石膏填充堆排压实作业。根据无害化处理后磷石膏充填材料特性、矿坑地形条件、降雨和设计总体布局等因数影响，设计先从矿坑风化料土石拦挡体上游坡脚1690m标高开始向矿坑尾部分层运送无害化磷石膏入坑按5m的堆排厚度、以1%的坡度向矿坑北侧尾部方向逐层堆排压实。当无害化磷石膏充填料堆排至风化料拦挡体顶标高1705.0m后，改由矿坑尾部分层运送无害化磷石膏入坑按5m的堆排厚度、以2%的坡度向风化料拦挡体方向逐层堆排压实。风化料拦挡体顶标高1705.0m以上按1：2.0的外坡、每堆高5m留一宽5m的平台逐层堆排压实至最终充填堆积标高1760.0m标高，无害化磷石膏最终堆积平均外边坡为1：3.0。无害化磷石膏矿坑充填堆排作业时采用一台2m<sup>3</sup>的履带式挖掘机、2台T-180型履带式推土机配合作业进行推平压实。具体堆排工艺详细如下：</p> <p>1、风化料拦挡体顶标高1705.0m以下区域</p> <p>（1）北部向南部前50m区域（拦挡体前）：平面划分以约40m为一操作平台，由矿坑北部向南部风化料拦挡体前50m区域，按1m堆排厚度、1%坡度，压实度≥0.92，推土机压实6个来回以上，逐层堆排压实至下一个5m高平台。</p> <p>（2）其他区域（非前50m）：按1m堆排厚度、1%坡度，压实度≥0.85，推土机压实，满足推土机、挖机、倒运汽车作业基础密实度。</p> <p>逐层堆排，场区雨水坡面流经滩面，汇集至矿坑尾部收集后抽排至沉淀池。</p> <p>2、风化料拦挡体顶标高1705.0m以上区域</p> <p>（3）北部向南部拦挡体区域：平面划分约40m为一操作平台，按5m</p> |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

堆排厚度、2%坡度，压实度 $\geq 0.85$ ，推土机压实，满足设备作业基础密实度，逐层堆排。

(4) 拦挡体前50m区域：按1m堆排厚度（未提坡度，沿用前述组织导排语境），压实度 $\geq 0.92$ ，推土机压实6个来回以上，逐层堆排压实至下一个5m高平台。

雨水坡面流经滩面，汇集至坡面前排水沟，有组织导排至岸坡排水沟排入沉淀池。

### 3、无害化磷石膏充填堆积收坡边界（矿坑北侧、西侧）

(5) 边界收坡区域：堆填至矿坑北侧、西侧边界需收坡堆填时，按1m堆排厚度。压实度 $\geq 0.92$ ，推土机压实6个来回以上，逐层堆排压实至下一个5m高平台，外坡体坡度1: 2.0，每10~15m高留一5m宽平台。

### 4、排水沟系统设计

(6) 永久/半永久排水构造：外坡平台修 $B \times H = 0.3\text{m} \times 0.3\text{m}$ 平台排水沟，岸坡沟两岸坡各修 $B \times H = 0.5\text{m} \times 0.5\text{m}$ 岸坡排水沟。

(7) 坝前滩面临时排水

坝前50m长滩面从1710m标高开始，每间隔15m~20m开挖下底宽0.5m、上底宽1m、高0.5m、坡度2%的滩面临时排水沟，连接坝前坝面排水沟，将汛期库区雨水有组织导排至下游沉淀池。

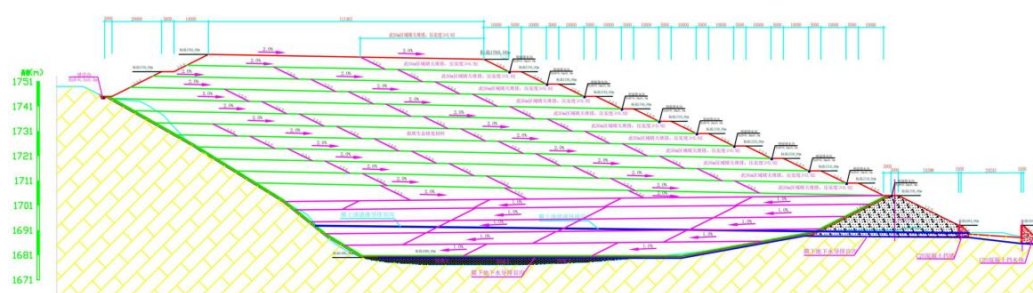


图2.2-22 矿坑修复堆排工艺图 1: 500

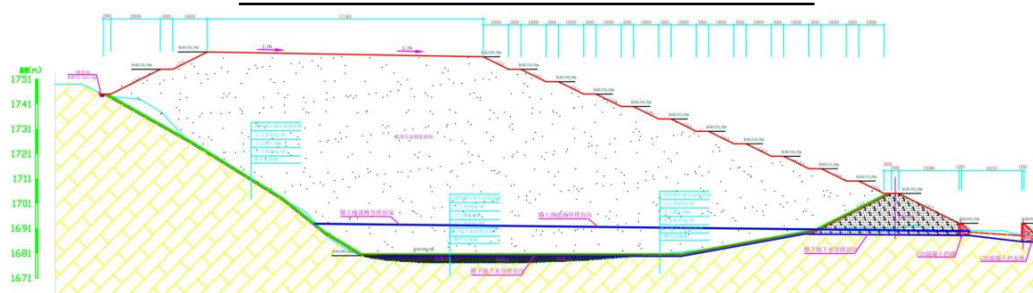
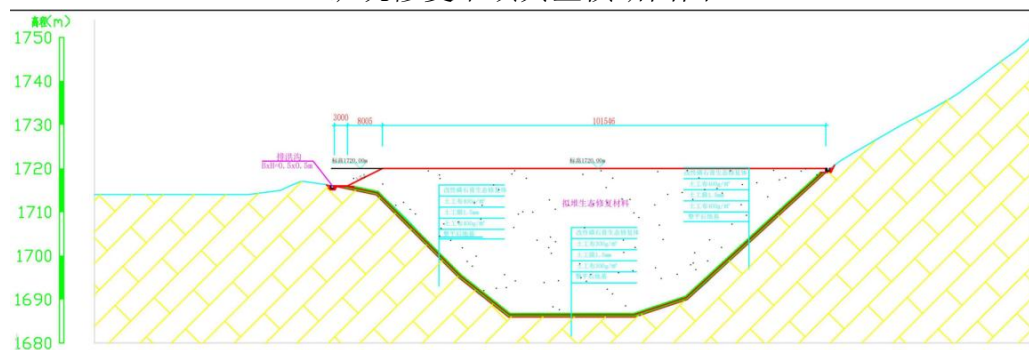
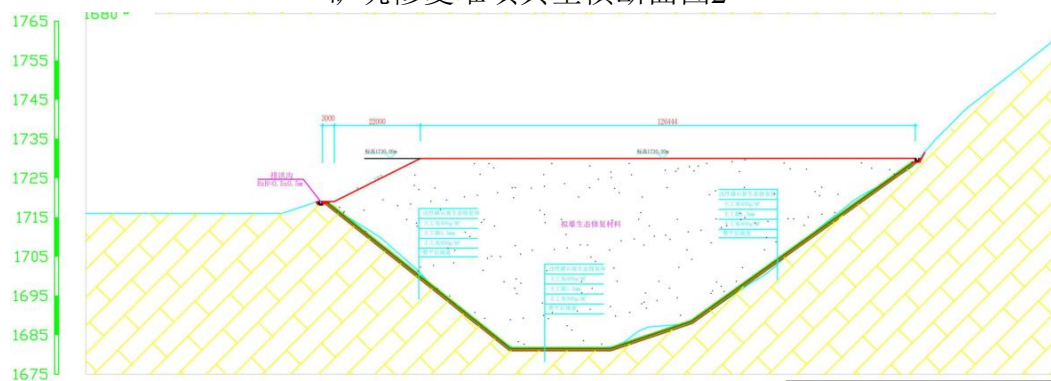


图2.2-23 矿坑修复堆填纵断面图 1: 500

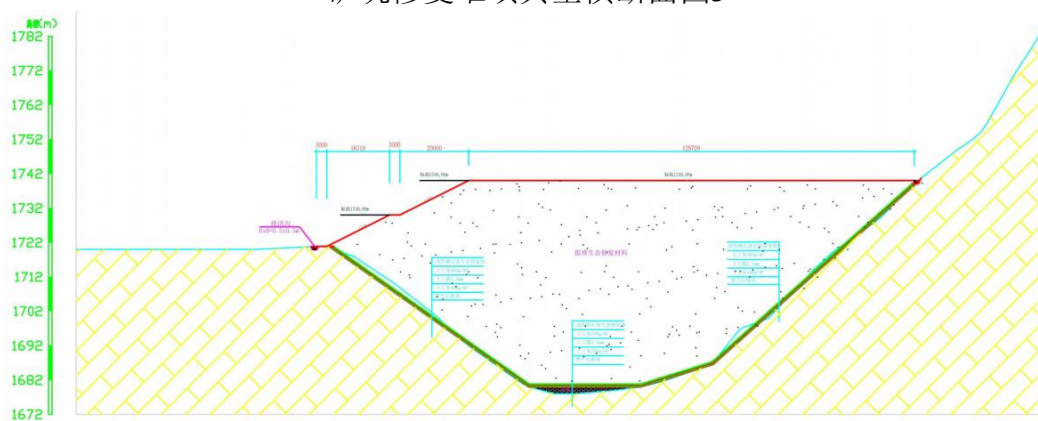
矿坑修复堆填典型横断面图1



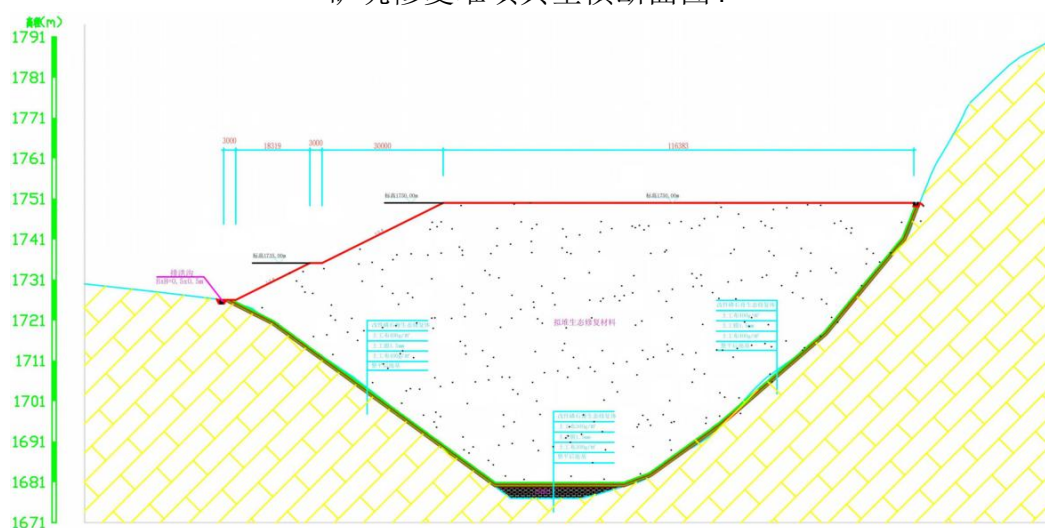
矿坑修复堆填典型横断面图2



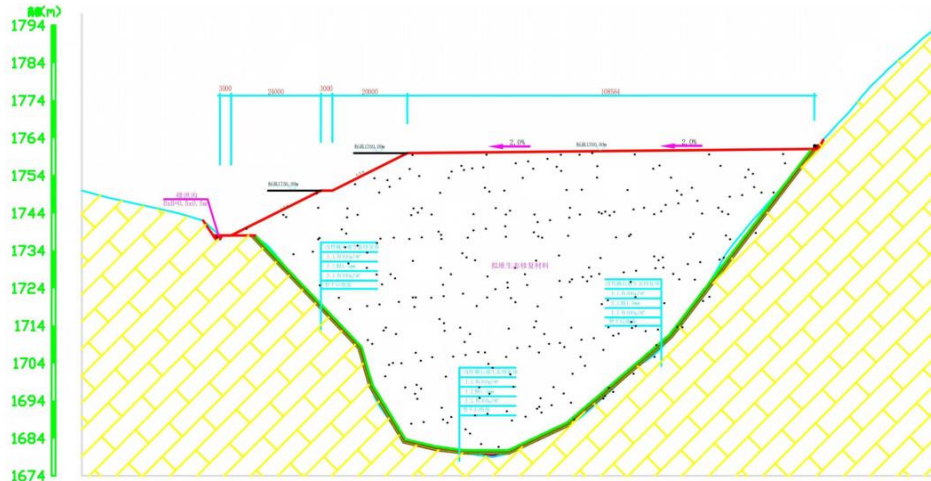
矿坑修复堆填典型横断面图3



矿坑修复堆填典型横断面图4



矿坑修复堆填典型横断面图5



矿坑修复堆填典型横断面图6

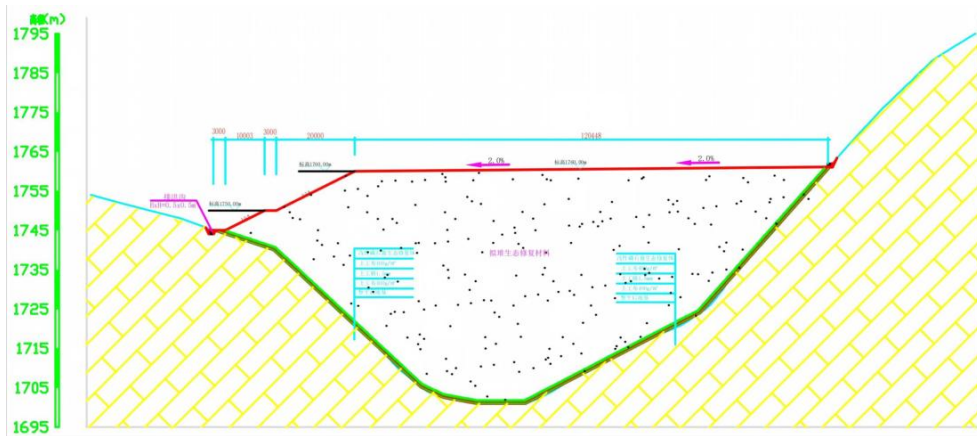


图2.2-24 矿坑修复堆填典型横断面图 1: 500

### 九、生态修复覆土恢复植被

1、复垦前污染控制工程防渗完成后，表面覆盖100cm耕植土后即可进行植被恢复工作。按照划分林草地条件的主导因子进行立地类型表的编制，共编制了1个立地类型，详见下表：

表2.2-5 立地类型

| 立地类型号  |      |      | I              |
|--------|------|------|----------------|
| 立地类型名称 |      |      | 半阴坡薄层、粉质黏土立地类型 |
| 立地因子   | 地形条件 | 海拔   | 1980-2160米     |
|        |      | 坡位   | 东北             |
|        |      | 坡向   | 半阴坡            |
|        |      | 坡度级  | III            |
|        | 小区气候 |      | 温暖             |
|        | 土壤条件 | 土壤名称 | 粉质黏土           |
|        |      | 土壤厚度 | 瘠薄             |
|        |      | 母岩   | 板岩             |
|        |      | 质地   | 黏土             |
|        |      | 湿度   | 干-潮            |
|        |      | 石砾含量 | 60-50%         |

|  |  |
|--|--|
|  |  |
|--|--|

充填区：为保护充填区顶部防渗层，在顶部防渗层铺设后，铺设耕植土后种植浅根系草本植物。

其他区域：项目废弃矿坑属于水土严重流失地区，土壤干旱瘠薄，立地条件差。通过客土等方法，在干旱瘠薄的立地条件，结合植物种类的生物学和生态学特性，本着因地制宜、适地适树、生态优的原则以及当地种植经验进行种植树种的筛选。选择以生长迅速、种植成活率高、种源丰富、抗病虫害能力强所形成的林分生长期稳定，经受得住极端气候灾害因子考验与毁灭性虫害的侵袭以及当地群众喜爱的优良乡土植被类型作为主要种植植被。草种选择：黑麦草、狗牙根、车桑子、沟叶结缕草、蔗茅等。

种植方式采取人工播撒草籽。绿化前需进行平台整理、铺设防渗层、表面覆土 100cm 后即可进行植被种植工作，复垦为林草。根据立地类型、种植树种的生物学特性、种植方式及当地种植经验、可能达到的经营水平。

种植时间根据当地的气候特点和实施单位的种植经验，结合种植树种生物学特性确定种植时间，种植时间均在雨季完成。

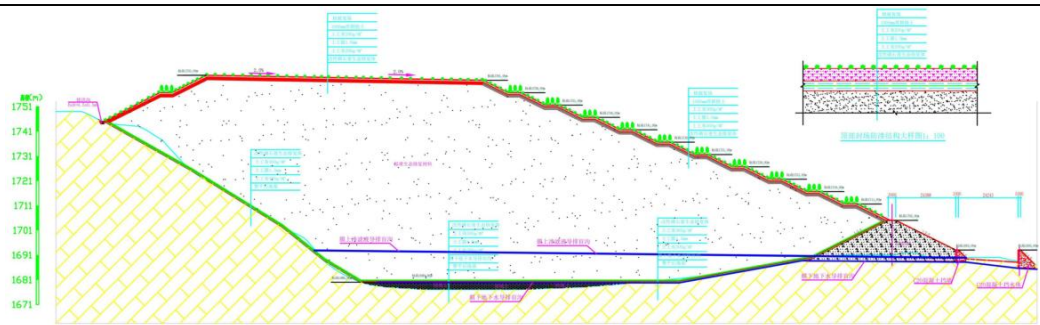
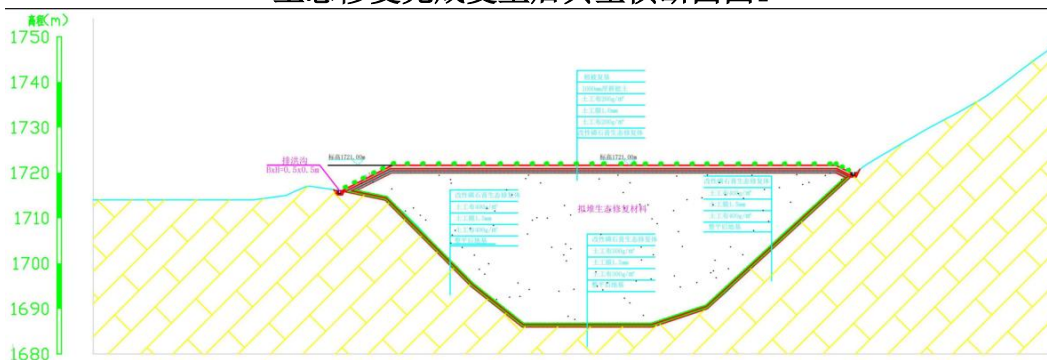
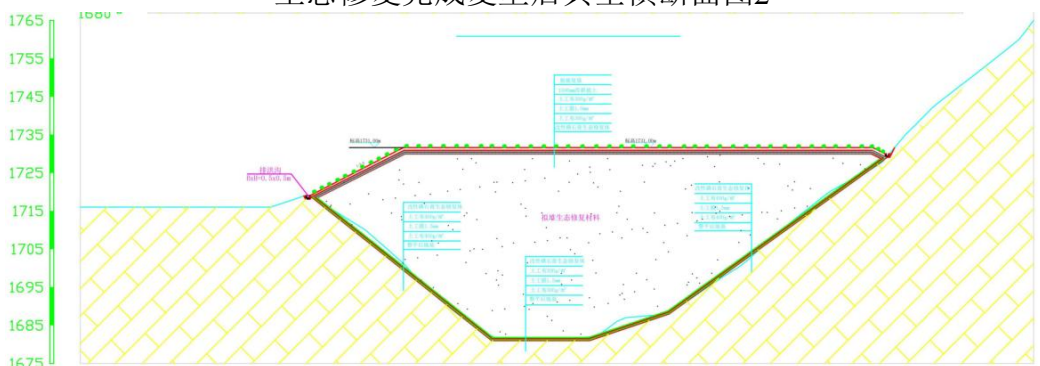


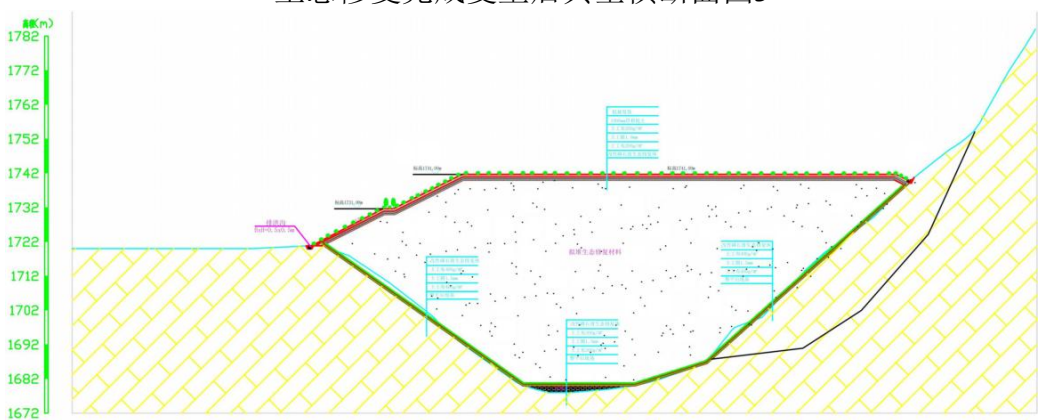
图2.2-25 矿坑生态修复植被复垦后纵断面图 1: 500  
生态修复完成复垦后典型横断面图1



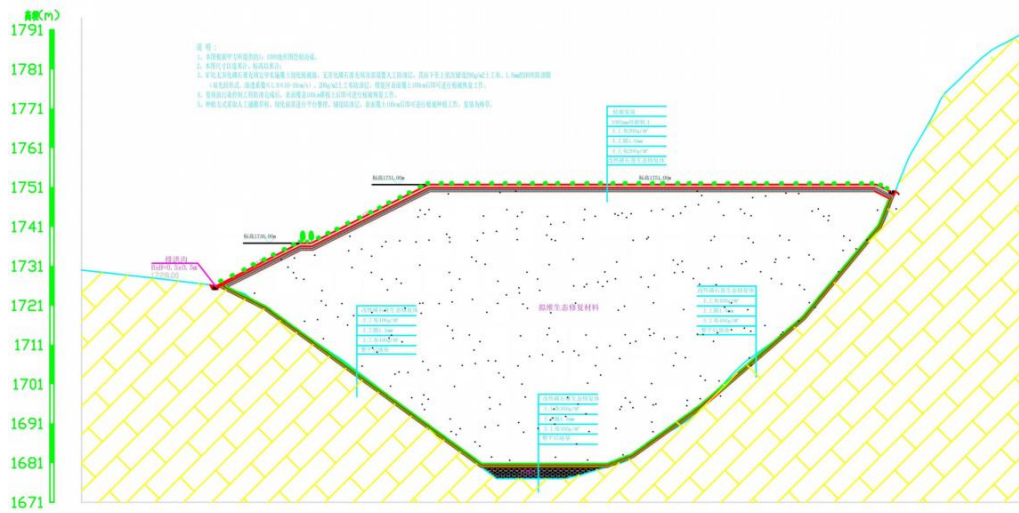
生态修复完成复垦后典型横断面图2



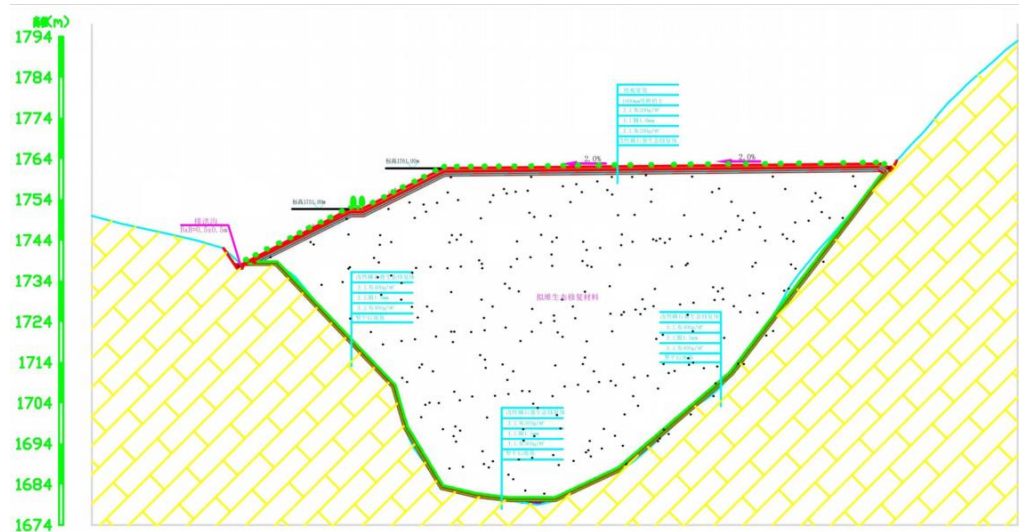
生态修复完成复垦后典型横断面图3



生态修复完成复垦后典型横断面图4



生态修复完成复垦后典型横断面图5



生态修复完成复垦后典型横断面图6

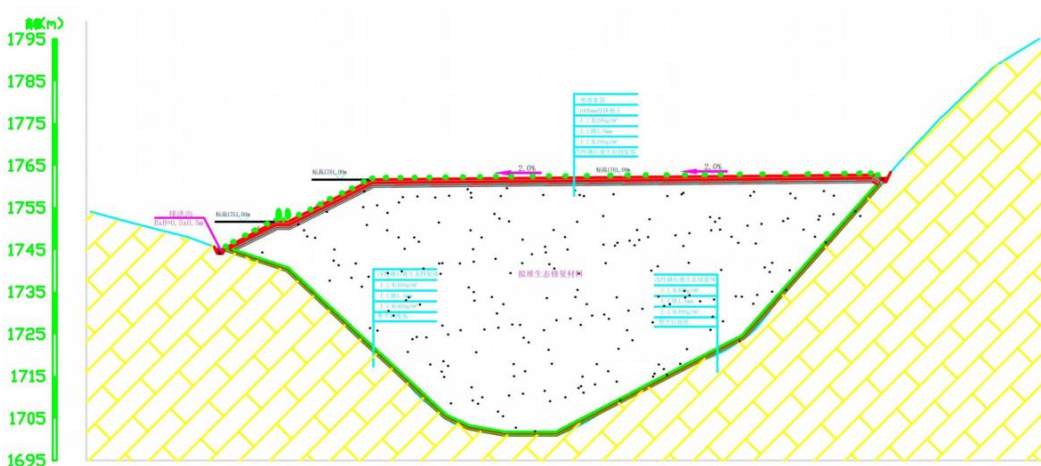


图2.2-26 生态修复完成复垦后典型横断面图 1: 500

#### 2.2.4.2 辅助工程

### 1、运输方式及运输路线

磷石膏无害化处理依托“昆明市东川区200万t/a磷石膏综合利用项目”，磷石膏原料主要来自昆明川金诺化工股份有限公司和云南红富化肥有限公司等当地磷化工企业，与改性药剂混配后制成磷石膏回填利用材料用于矿坑生态修复。

生产的改性磷石膏经汽车运输至本项目矿坑进行回填，运距约50km。

本项目运输路线选取时，要综合考虑路途最短或用时最少，道路畅通的路段；尽量避免横穿村庄、学校、工厂等人口密集区 and 环境敏感区；尽量避免横穿河流、沟渠等；尽量选择快速路；夜间大型车辆可通行；场外转运路线规划。

本项目需将磷石膏原料运至生产区进行改性生产，改性磷石膏由生产车间运输至拖布卡红岩铁矿矿坑，运输路线详见下图：

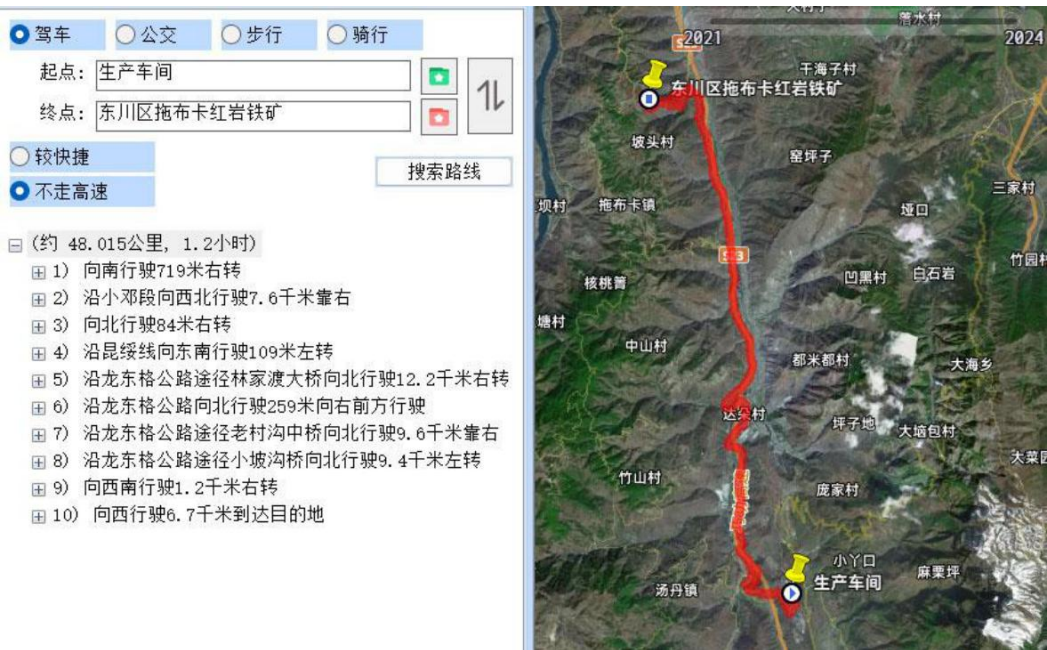


图2.2-27 改性磷石膏运输路线

2、值班房

项目区内不设食宿，值班房布置于矿坑西侧山体鞍部。

2.2.4.3公用工程

1、供水

本项目用水为项目实施期间生活用水及后期植被恢复期绿化用水。项目实施期间生活用水直接从附近村民取水点取水使用，项目后期植被恢复期绿化用水使用汛期沉淀池收集雨水，不足部分从附近村民取水点采

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>用洒水车运至矿坑供植被恢复期绿化使用。</p> <p><b>2、供电</b></p> <p>本项目供电主要为项目实施期间相关工人生活及夜晚堆排作业照明用电、沉淀池抽水用电。其用电量及用电负荷均比较小（10kw以内），无需单独配置变压器，同时项目点进来附近存在较近，可直接从附近村庄拉线接电或使用太阳能电池板供电。</p> <p><b>2.2.4.4环保工程</b></p> <p><b>1、废气治理</b></p> <p>项目实施期间，产生的废气主要为施工产生的无组织扬尘、施工机械设备和运输车辆尾气。项目配套洒水车2辆，对施工区等进行洒水降尘；运输车辆须以篷布遮盖，密闭运输，并注意控制车速，降低产尘量；定期对运输车辆及设备进行维修保养，确保正常使用。</p> <p><b>2、废水治理</b></p> <p>项目实施产生的废水主要为：施工人员生活污水、施工废水、磷石膏回填区雨季淋滤水。</p> <p>回填修复区淋滤水：项目建设总容积约为760m<sup>3</sup>、相应蓄水容积680m<sup>3</sup>的淋滤液收集池；产生的淋滤水经淋滤水收集池收集后，回用于施工场地洒水降尘。</p> <p>施工车辆清洗废水：临时沉淀池1个，6m<sup>3</sup>，清洗废水经收集沉淀后循环使用，不外排；施工完成后进行拆除并恢复植被。</p> <p>生活污水：临时沉淀池1个，2m<sup>3</sup>，少量生活污水经收集沉淀回用于施工场地洒水降尘，不外排；施工完成后进行拆除并恢复植被。</p> <p><b>3、噪声</b></p> <p>选用低噪设备、合理布局、合理施工、加强设备维护。</p> <p><b>4、固体废物</b></p> <p>废土石：项目施工期开挖及危岩清理产生的一般废土石等全部用于项目区凹坑回填。</p> <p>生活垃圾：集中收集后清运至就近的生活垃圾收集点堆存，定期清运处置。</p> |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

沉淀污泥：集液池底部产生沉淀污泥，定期清理，运送至本项目回填区处置。

**5、地下水监测**

共设4口地下水跟踪监测井，背景参照点ZK01（上游）、污染监控点ZK02（侧面）、污染监控点ZK04（侧面）、ZK03污染监控点（下游）定期监测，及时掌握地下水变化情况。

**2.2.5主要设备**

矿坑生态修复主要设备设备见下表：

| 设备名称   | 规格     | 单位 | 数量 | 备注      |
|--------|--------|----|----|---------|
| 履带式挖掘机 | 2m³    | 1  | 台  | 修复区回填   |
| 履带式推土机 | T-180型 | 2  | 台  |         |
| 运输车辆   | 20~30t | 15 | 辆  | 回填料运输   |
| 洒水车    | 20m³   | 2  | 辆  | 修复区洒水降尘 |

**2.2.6磷石膏及改性磷石膏属性**

本项目生态修复使用无害化改性磷石膏，其无害化磷石膏产品质量是整个项目实施可行性的根本所在，必须严格控制入坑无害化磷石膏产品质量。入坑无害化磷石膏产品其生产及使用过程中还应参照《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）标准进行管理要求，控制产品相关指标满足要求。

本项目拟利用云南红富化肥有限公司和昆明川金诺化工股份有限公司两家企业生产排放的磷石膏主要是磷、氟含量高，同时PH<6，为Ⅱ类固废，不能直接用于矿坑充填。根据《磷石膏利用和无害化贮存污染控制技术规范》（HJ1415-2025）、《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准（GB18599-2020）》和《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T1269-2024）要求。矿坑生态修复充填磷石膏需进行无害化处置达一般工业固体废物Ⅰ类充填材料要求。

根据《磷石膏利用和无害化贮存污染控制技术规范》（HJ1415-2025），磷石膏经预处理后进行回填利用场景，磷石膏回填材料按照HJ557制备的浸出液中pH、氟化物、磷酸盐（以P计）、氨氮、化学需氧量、总铅、总

| <p>镉、总砷、总汞和总铬浓度应满足GB18599中界定的第Ⅰ类一般工业固体废物的要求。根据可研对比分析确定本项目新建一套300t/h的磷石膏改性生产线，配套设施包括生产车间及供药系统。主要工作内容包括原料暂存及进料车间租赁改造、磷石膏改性生产车间租赁改造、磷石膏改性生产设备采购、运输、安装及调试、办公室及实验室等租赁改造、磷石膏原料转运、磷石膏无害化生产等。</p> <p>2026年4月，由北京建工环境修复股份有限公司委托安徽实朴检测技术服务有限公司和四川实朴检测技术服务有限公司对项目磷石膏改性生产线，即《云南红富化肥有限公司磷石膏无害化处理及综合利用服务项目》中来自川金诺和红富化肥未改性磷石膏和改性磷石膏分别进行了属性检测（详见附件8～附件11），分析检测结果如下：</p> <p><b>2.2.6.1磷石膏属性</b></p> <p>未改性磷石膏主要有灰黑色和灰白色两种，颗粒直径一般为5-50 μm，结晶水含量20%-25%。其主要成分是二水硫酸钙（CaSO<sub>4</sub>•2H<sub>2</sub>O）。除CaSO<sub>4</sub>•2H<sub>2</sub>O以外，磷石膏中还含有其它杂质，主要有未完全分解的磷矿、残余的磷酸、氟化物、酸不溶物、有机质等。</p> <p>磷石膏检测结果详见下表：</p> <p><b>表2.2-8 磷石膏浸出液检测结果一览表 单位：mg/L</b></p> <table><tr><th rowspan="2">污染物项目</th><th colspan="2">检测结果</th><th rowspan="2">标准值</th><th rowspan="2">评价结果</th></tr><tr><th>川金诺</th><th>红富化肥</th></tr><tr><td>pH</td><td>3.41</td><td>3.13</td><td>6~9</td><td>超标</td></tr><tr><td>烷基汞</td><td>ND</td><td>ND</td><td>不得检出</td><td>达标</td></tr><tr><td>硒</td><td>0.00138</td><td>0.00172</td><td>≤0.1</td><td>达标</td></tr><tr><td>钡</td><td>0.0681</td><td>0.117</td><td>--</td><td>--</td></tr><tr><td>镉</td><td>0.0071</td><td>0.123</td><td>≤0.1</td><td>超标</td></tr><tr><td>铬</td><td>0.002L</td><td>0.0842</td><td>≤1.5</td><td>达标</td></tr><tr><td>汞</td><td>0.234</td><td>0.00041</td><td>≤0.05</td><td>超标</td></tr><tr><td>镍</td><td>0.0194</td><td>0.523</td><td>≤1.0</td><td>达标</td></tr><tr><td>铍</td><td>0.0042</td><td>0.0342</td><td>≤0.005</td><td>超标</td></tr><tr><td>铅</td><td>0.037</td><td>0.011</td><td>≤1.0</td><td>达标</td></tr><tr><td>砷</td><td>0.0607</td><td>2.77</td><td>≤0.5</td><td>超标</td></tr><tr><td>铜</td><td>0.0039</td><td>6.37</td><td>--</td><td>--</td></tr><tr><td>锌</td><td>0.0886</td><td>4.48</td><td>≤2.0</td><td>超标</td></tr><tr><td>银</td><td>0.007</td><td>0.0029L</td><td>≤0.5</td><td>达标</td></tr><tr><td>六价铬</td><td>0.004L</td><td>0.004L</td><td>≤0.5</td><td>达标</td></tr><tr><td>氟化物</td><td>72.8</td><td>245</td><td>≤10</td><td>超标</td></tr></table> |         |         |        |      | 污染物项目 | 检测结果 |  | 标准值 | 评价结果 | 川金诺 | 红富化肥 | pH | 3.41 | 3.13 | 6~9 | 超标 | 烷基汞 | ND | ND | 不得检出 | 达标 | 硒 | 0.00138 | 0.00172 | ≤0.1 | 达标 | 钡 | 0.0681 | 0.117 | -- | -- | 镉 | 0.0071 | 0.123 | ≤0.1 | 超标 | 铬 | 0.002L | 0.0842 | ≤1.5 | 达标 | 汞 | 0.234 | 0.00041 | ≤0.05 | 超标 | 镍 | 0.0194 | 0.523 | ≤1.0 | 达标 | 铍 | 0.0042 | 0.0342 | ≤0.005 | 超标 | 铅 | 0.037 | 0.011 | ≤1.0 | 达标 | 砷 | 0.0607 | 2.77 | ≤0.5 | 超标 | 铜 | 0.0039 | 6.37 | -- | -- | 锌 | 0.0886 | 4.48 | ≤2.0 | 超标 | 银 | 0.007 | 0.0029L | ≤0.5 | 达标 | 六价铬 | 0.004L | 0.004L | ≤0.5 | 达标 | 氟化物 | 72.8 | 245 | ≤10 | 超标 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------|--------|------|-------|------|--|-----|------|-----|------|----|------|------|-----|----|-----|----|----|------|----|---|---------|---------|------|----|---|--------|-------|----|----|---|--------|-------|------|----|---|--------|--------|------|----|---|-------|---------|-------|----|---|--------|-------|------|----|---|--------|--------|--------|----|---|-------|-------|------|----|---|--------|------|------|----|---|--------|------|----|----|---|--------|------|------|----|---|-------|---------|------|----|-----|--------|--------|------|----|-----|------|-----|-----|----|
| 污染物项目                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 检测结果    |         | 标准值    | 评价结果 |       |      |  |     |      |     |      |    |      |      |     |    |     |    |    |      |    |   |         |         |      |    |   |        |       |    |    |   |        |       |      |    |   |        |        |      |    |   |       |         |       |    |   |        |       |      |    |   |        |        |        |    |   |       |       |      |    |   |        |      |      |    |   |        |      |    |    |   |        |      |      |    |   |       |         |      |    |     |        |        |      |    |     |      |     |     |    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 川金诺     | 红富化肥    |        |      |       |      |  |     |      |     |      |    |      |      |     |    |     |    |    |      |    |   |         |         |      |    |   |        |       |    |    |   |        |       |      |    |   |        |        |      |    |   |       |         |       |    |   |        |       |      |    |   |        |        |        |    |   |       |       |      |    |   |        |      |      |    |   |        |      |    |    |   |        |      |      |    |   |       |         |      |    |     |        |        |      |    |     |      |     |     |    |
| pH                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 3.41    | 3.13    | 6~9    | 超标   |       |      |  |     |      |     |      |    |      |      |     |    |     |    |    |      |    |   |         |         |      |    |   |        |       |    |    |   |        |       |      |    |   |        |        |      |    |   |       |         |       |    |   |        |       |      |    |   |        |        |        |    |   |       |       |      |    |   |        |      |      |    |   |        |      |    |    |   |        |      |      |    |   |       |         |      |    |     |        |        |      |    |     |      |     |     |    |
| 烷基汞                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | ND      | ND      | 不得检出   | 达标   |       |      |  |     |      |     |      |    |      |      |     |    |     |    |    |      |    |   |         |         |      |    |   |        |       |    |    |   |        |       |      |    |   |        |        |      |    |   |       |         |       |    |   |        |       |      |    |   |        |        |        |    |   |       |       |      |    |   |        |      |      |    |   |        |      |    |    |   |        |      |      |    |   |       |         |      |    |     |        |        |      |    |     |      |     |     |    |
| 硒                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 0.00138 | 0.00172 | ≤0.1   | 达标   |       |      |  |     |      |     |      |    |      |      |     |    |     |    |    |      |    |   |         |         |      |    |   |        |       |    |    |   |        |       |      |    |   |        |        |      |    |   |       |         |       |    |   |        |       |      |    |   |        |        |        |    |   |       |       |      |    |   |        |      |      |    |   |        |      |    |    |   |        |      |      |    |   |       |         |      |    |     |        |        |      |    |     |      |     |     |    |
| 钡                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 0.0681  | 0.117   | --     | --   |       |      |  |     |      |     |      |    |      |      |     |    |     |    |    |      |    |   |         |         |      |    |   |        |       |    |    |   |        |       |      |    |   |        |        |      |    |   |       |         |       |    |   |        |       |      |    |   |        |        |        |    |   |       |       |      |    |   |        |      |      |    |   |        |      |    |    |   |        |      |      |    |   |       |         |      |    |     |        |        |      |    |     |      |     |     |    |
| 镉                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 0.0071  | 0.123   | ≤0.1   | 超标   |       |      |  |     |      |     |      |    |      |      |     |    |     |    |    |      |    |   |         |         |      |    |   |        |       |    |    |   |        |       |      |    |   |        |        |      |    |   |       |         |       |    |   |        |       |      |    |   |        |        |        |    |   |       |       |      |    |   |        |      |      |    |   |        |      |    |    |   |        |      |      |    |   |       |         |      |    |     |        |        |      |    |     |      |     |     |    |
| 铬                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 0.002L  | 0.0842  | ≤1.5   | 达标   |       |      |  |     |      |     |      |    |      |      |     |    |     |    |    |      |    |   |         |         |      |    |   |        |       |    |    |   |        |       |      |    |   |        |        |      |    |   |       |         |       |    |   |        |       |      |    |   |        |        |        |    |   |       |       |      |    |   |        |      |      |    |   |        |      |    |    |   |        |      |      |    |   |       |         |      |    |     |        |        |      |    |     |      |     |     |    |
| 汞                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 0.234   | 0.00041 | ≤0.05  | 超标   |       |      |  |     |      |     |      |    |      |      |     |    |     |    |    |      |    |   |         |         |      |    |   |        |       |    |    |   |        |       |      |    |   |        |        |      |    |   |       |         |       |    |   |        |       |      |    |   |        |        |        |    |   |       |       |      |    |   |        |      |      |    |   |        |      |    |    |   |        |      |      |    |   |       |         |      |    |     |        |        |      |    |     |      |     |     |    |
| 镍                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 0.0194  | 0.523   | ≤1.0   | 达标   |       |      |  |     |      |     |      |    |      |      |     |    |     |    |    |      |    |   |         |         |      |    |   |        |       |    |    |   |        |       |      |    |   |        |        |      |    |   |       |         |       |    |   |        |       |      |    |   |        |        |        |    |   |       |       |      |    |   |        |      |      |    |   |        |      |    |    |   |        |      |      |    |   |       |         |      |    |     |        |        |      |    |     |      |     |     |    |
| 铍                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 0.0042  | 0.0342  | ≤0.005 | 超标   |       |      |  |     |      |     |      |    |      |      |     |    |     |    |    |      |    |   |         |         |      |    |   |        |       |    |    |   |        |       |      |    |   |        |        |      |    |   |       |         |       |    |   |        |       |      |    |   |        |        |        |    |   |       |       |      |    |   |        |      |      |    |   |        |      |    |    |   |        |      |      |    |   |       |         |      |    |     |        |        |      |    |     |      |     |     |    |
| 铅                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 0.037   | 0.011   | ≤1.0   | 达标   |       |      |  |     |      |     |      |    |      |      |     |    |     |    |    |      |    |   |         |         |      |    |   |        |       |    |    |   |        |       |      |    |   |        |        |      |    |   |       |         |       |    |   |        |       |      |    |   |        |        |        |    |   |       |       |      |    |   |        |      |      |    |   |        |      |    |    |   |        |      |      |    |   |       |         |      |    |     |        |        |      |    |     |      |     |     |    |
| 砷                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 0.0607  | 2.77    | ≤0.5   | 超标   |       |      |  |     |      |     |      |    |      |      |     |    |     |    |    |      |    |   |         |         |      |    |   |        |       |    |    |   |        |       |      |    |   |        |        |      |    |   |       |         |       |    |   |        |       |      |    |   |        |        |        |    |   |       |       |      |    |   |        |      |      |    |   |        |      |    |    |   |        |      |      |    |   |       |         |      |    |     |        |        |      |    |     |      |     |     |    |
| 铜                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 0.0039  | 6.37    | --     | --   |       |      |  |     |      |     |      |    |      |      |     |    |     |    |    |      |    |   |         |         |      |    |   |        |       |    |    |   |        |       |      |    |   |        |        |      |    |   |       |         |       |    |   |        |       |      |    |   |        |        |        |    |   |       |       |      |    |   |        |      |      |    |   |        |      |    |    |   |        |      |      |    |   |       |         |      |    |     |        |        |      |    |     |      |     |     |    |
| 锌                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 0.0886  | 4.48    | ≤2.0   | 超标   |       |      |  |     |      |     |      |    |      |      |     |    |     |    |    |      |    |   |         |         |      |    |   |        |       |    |    |   |        |       |      |    |   |        |        |      |    |   |       |         |       |    |   |        |       |      |    |   |        |        |        |    |   |       |       |      |    |   |        |      |      |    |   |        |      |    |    |   |        |      |      |    |   |       |         |      |    |     |        |        |      |    |     |      |     |     |    |
| 银                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 0.007   | 0.0029L | ≤0.5   | 达标   |       |      |  |     |      |     |      |    |      |      |     |    |     |    |    |      |    |   |         |         |      |    |   |        |       |    |    |   |        |       |      |    |   |        |        |      |    |   |       |         |       |    |   |        |       |      |    |   |        |        |        |    |   |       |       |      |    |   |        |      |      |    |   |        |      |    |    |   |        |      |      |    |   |       |         |      |    |     |        |        |      |    |     |      |     |     |    |
| 六价铬                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 0.004L  | 0.004L  | ≤0.5   | 达标   |       |      |  |     |      |     |      |    |      |      |     |    |     |    |    |      |    |   |         |         |      |    |   |        |       |    |    |   |        |       |      |    |   |        |        |      |    |   |       |         |       |    |   |        |       |      |    |   |        |        |        |    |   |       |       |      |    |   |        |      |      |    |   |        |      |    |    |   |        |      |      |    |   |       |         |      |    |     |        |        |      |    |     |      |     |     |    |
| 氟化物                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 72.8    | 245     | ≤10    | 超标   |       |      |  |     |      |     |      |    |      |      |     |    |     |    |    |      |    |   |         |         |      |    |   |        |       |    |    |   |        |       |      |    |   |        |        |      |    |   |       |         |       |    |   |        |       |      |    |   |        |        |        |    |   |       |       |      |    |   |        |      |      |    |   |        |      |    |    |   |        |      |      |    |   |       |         |      |    |     |        |        |      |    |     |      |     |     |    |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |

|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 总<br>平<br>面<br>及<br>现<br>场<br>布<br>置 | <div data-bbox="316 213 767 259"><b>2.3总平面布置及现场布置</b></div> <div data-bbox="316 305 727 351"><b>2.3.1修复范围总平面布置</b></div> <div data-bbox="316 385 1345 546"><p>根据项目组成内容，矿坑地形现状及周边交通情况，遵循总体布置原则，风化料拦挡体布置于矿坑东南侧原入坑道路处、沉淀池布置于拦渣体下游，主排洪沟布置于矿坑东侧，值班房布置于矿坑西侧山体鞍部。</p><p>工程布置主要有以下设施：矿坑风化料拦挡体、矿坑无害化磷石膏堆体、沉淀收集池、截排洪设施、值班房工业场地及其附属设施。项目修复治理范围平面布置详见附图2.3-1。</p></div> <div data-bbox="316 580 616 626"><b>2.3.2 “三场” 设置</b></div> <div data-bbox="316 661 1345 1269"><p>（1）项目施工过程中，回填修复区清理、截排水沟开挖过程中产生部分土石方用于场地平整回填，临时放置于拦挡坝下游区域；</p><p>（2）矿坑回填结束后，在进行覆土植被绿化时，覆土外购并置于矿区范围内，不另设取土场。</p><p>（3）施工人员均为附近村民，施工高峰期人员25人，不设施工营地。项目外购商品混凝土，现场不设混凝土拌合站，不设置施工场地。</p><p>综上，项目施工不设置三场，不涉及临时占地。</p></div> <div data-bbox="316 1315 727 1361"><b>2.3.2建筑材料及运输条件</b></div> <div data-bbox="316 1395 1345 2004"><p>1、施工交通运输</p><p>项目区进场道路主要依托现有村道，村道连通修复矿区，矿坑有对外简易道路已修至矿坑北侧1720m标高处，只需新修建约200m即可到底风化料拦挡体部位。</p><p>2、材料供应</p><p>项目施工恢复区表土覆土均外购，不设置取土场；施工期开挖及危岩清理产生的一般废土石等全部用于项目区凹坑回填，不外排，项目不设置弃渣场；所需的水泥及砂石料等均从当地合法料场购买。</p><p>3、施工水电及通讯系统布置</p><p>（1）施工用水</p></div> |
|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|      |                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | <p>项目用水主要为生活用水及后期植被恢复期绿化用水。项目实施期间生活用水直接从附近村民取水点取水使用，项目后期植被恢复期绿化用水使用汛期沉淀池收集雨水，不足部分从附近村民取水点采用洒水车运至矿坑供植被恢复期绿化使用。</p> <p>(2) 施工用电</p> <p>本项目供电主要为项目实施期间相关工人生活及夜晚堆排作业照明用电、沉淀池抽水用电。其用电量及用电负荷均比较小（10kw以内），无需单独配置变压器，同时项目点进来附近存在较近，可直接从附近村庄拉线接电或使用太阳能电池板供电。</p> |
| 施工方案 | <h2>2.4施工方案</h2> <h3>2.4.1施工顺序</h3> <p>项目施工顺序如下：露天采坑清基、削坡及拦渣坝建设→防渗工程及导排工程建设→改性磷石膏回填及顶部防渗→修复区覆土复绿工程。详见下图：</p> <p><b>图2.4-1 生态修复工程施工期顺序及产污节点图</b></p> <p>具体施工内容如下：</p>                                                                                    |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p><b>1、场地勘察与不良地质整治</b></p> <p>调查场区地质，识别不稳定斜坡BW1（矿坑东南侧，高75~90m，体积1.0~1.2万m<sup>3</sup>，欠稳定）。对BW1区域1710m标高以上垮塌堆积碎石土全部开挖清除（约1.5万m<sup>3</sup>），回填坑底及用于拦挡体填筑，使斜坡高度降至30m满足稳定要求。坑底清理回填平整至1680m标高：周边坡体削坡约0.8万m<sup>3</sup>，底部回填夯实土石料约1.5万m<sup>3</sup>；仅清理坑壁危石，不扰动陡峻坑壁。</p> <p><b>2、拦挡体及挡墙修筑（1690~1705m）</b></p> <p>清基：清除表层松散土体，以②碎石层为基础承载力层，验收合格后方可填筑。</p> <p>风化料拦挡体：底标1690m、顶标1705m、高15m，顶宽3m，内外坡1：2.0，填筑风化料约0.74万m<sup>3</sup>；填筑前做碾压试验（最大干密度2.17g/m<sup>3</sup>，最优含水量7.3%），分层压实，每层取样验收。</p> <p>C20混凝土挡墙：坝脚1689m标高处，底1689m、顶1693m、高4m，顶宽1m，外坡1：1.0、内坡铅直，轴线长10m，混凝土约150m<sup>3</sup>。</p> <p>拦挡体内坡面防渗：铺设300g/m<sup>2</sup>土工布+1.5mm单毛面HDPE膜+300g/m<sup>2</sup>土工布，面积1100m<sup>2</sup>，与场底防渗膜相连。</p> <p><b>3、矿坑防渗系统施工</b></p> <p>坑底防渗（约7500m<sup>2</sup>）：清基压实后铺300g/m<sup>2</sup>土工布+1.5mm双光面HDPE膜（渗透系数<math>\leq 1.0 \times 10^{-10}</math>cm/s）+300g/m<sup>2</sup>土工布。</p> <p>岸坡防渗（约45600m<sup>2</sup>）：坡面清理后铺400g/m<sup>2</sup>土工布+1.5mm单毛面HDPE膜+400g/m<sup>2</sup>土工布；陡坡用锚固钉固定，差地段加300g/m<sup>2</sup>土工布；最终用排水沟压护锚固。</p> <p>顶部封场防渗（充填完毕后，约49200m<sup>2</sup>）：铺200g/m<sup>2</sup>土工布+1.0mm双光面HDPE膜+200g/m<sup>2</sup>土工布。</p> <p>防渗膜搭接宽度100±20mm，双轨热熔焊接。</p> <p><b>4、地下水与淋滤水导排盲沟</b></p> <p>膜下地下水盲沟：坑底防渗层下1680~1688m布设一条（长约265m），天然反滤料+DN300HDPE穿孔管，排至沉淀池下游水池（1.0×1.5×1.5m砖</p> |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>砌)。</p> <p>膜上淋滤水盲沟：防渗层上1690~1700m布设三条（长约510m），结构同地下水盲沟，收集雨水淋滤液排至沉淀池。</p> <p><b>5、排水与防洪设施</b></p> <p>西北侧排洪沟：进口溢洪道（C20砼，长10m，宽8→1.5m，高1.2m）+明渠（C20砼120m，1.5×1.2m）+延伸陡坡段（C25砼613m，1.2×1.0m，跌坎消能），排0.8139km²外部汇水至下游。</p> <p>岸坡与平台排水沟：充填外坡平台修0.3×0.3m砖砌沟，两岸坡各修0.5×0.5m砖砌沟（最小底坡1%）。</p> <p>坝前临时滩面沟：1710m标高处起，每15~20m挖0.5×1×0.5m（底×顶×高）、坡2%临时沟，连坝面沟排至沉淀池。</p> <p>沉淀收集池：池底1688m、挡体顶1693m、蓄水680m³，C20砼挡水体+400g/m²土工布+1.5mm膜+400g/m²土工布防渗；用于汛期集水，后期作植被蓄水池，管护第3年拆除覆土。</p> <p><b>6、无害化磷石膏充填堆排</b></p> <p>1705m以下：从拦挡体上游坡脚1690m向尾部按5m厚、1%坡堆排；前50m区域按1m厚、1%坡、压实≥0.92、压6遍以上至5m平台；其他区1m厚、1%坡、压实≥0.85。</p> <p>1705m以上：改由尾部向拦挡体按5m厚、2%坡、压实≥0.85；前50m仍1m厚、≥0.92、压6遍以上。</p> <p>收坡边界（北、西侧）：按1m厚、≥0.92、压6遍以上，外坡1：2.0，每10~15m留5m宽平台，终填至1760m（平均外坡1：3.0）。</p> <p><b>7、监测与观测点布设</b></p> <p>拦挡体顶1705m及外坡1720、1735、1750m共4断面，各≥3点（水平+垂直位移，共12点）；两岸设工作基点1、校核基点1。</p> <p><b>8、覆土植被恢复</b></p> <p>充填完毕并顶部防渗后，覆100cm耕植土。</p> <p>草种：黑麦草、狗牙根、车桑子、沟叶结缕草、蔗茅等，人工播撒（80kg/hm²，品字形），雨季种植。</p> |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

基肥普钙200g+复合肥50g，次年追尿素，抚育补植；管护期第3年拆沉淀池恢复植被。

## 2.4.2生态修复工程量

根据矿坑回填利用生态修复设计方案及各设施设计情况，本项目矿坑生态修复工程量清单如下表：

**表2.4-1 矿坑回填利用生态修复工程量清单表**

| 项目                                              | 材料名称                | 单位     | 数量    |      |
|-------------------------------------------------|---------------------|--------|-------|------|
| 1、滑坡                                            | 清理开挖                | m3     | 1.5万  |      |
| 2、场地整平                                          | 四周边坡清理              | m3     | 0.8万  |      |
|                                                 | 底部填平至1680m标高        | m3     | 1.5万  |      |
| 3、膜下地下水导排盲沟（265m）                               | 砾石                  | m3     | 135   |      |
|                                                 | DN300PE80穿孔管（导水管）   | m      | 265   |      |
|                                                 | 聚酯长丝土工布300g/m2      | m2     | 1060  |      |
| 4、风化石拦挡体                                        | 清基开挖                | m3     | 1400  |      |
|                                                 | 风化石坝体填筑             | m3     | 7400  |      |
|                                                 | C20混凝土挡墙            | m3     | 150   |      |
|                                                 | 土工布300g/m2          | m2     | 2200  |      |
|                                                 | 土工膜1.5mm            | m2     | 1100  |      |
|                                                 | 方格网植草护坡             | m2     | 650   |      |
| 5、膜上淋滤水导排盲沟（坑内共510m）                            | 砾石                  | m3     | 260   |      |
|                                                 | DN300PE80穿孔管（渗水收集管） | m      | 510   |      |
|                                                 | 聚酯长丝土工布300g/m2      | m2     | 2100  |      |
|                                                 | DN300PE80导水管（不打孔）   | m      | 70    |      |
| 6、底部防渗层（7500m2）                                 | 土工布300g/m2          | m2     | 15000 |      |
|                                                 | 土工膜1.5mm            | m2     | 7500  |      |
| 7、岸坡（缓坡）防渗层（45600m2）                            | 岸坡清理                | m2     | 30000 |      |
|                                                 | 土工布400g/m2          | m2     | 91200 |      |
|                                                 | 土工布300g/m2          | m2     | 2000  |      |
|                                                 | 土工膜1.5mm            | m2     | 45600 |      |
|                                                 | 岸坡锚固钉、链             | m      | 2100  |      |
| 8、顶部封场防渗层+覆土（49200m2）                           | 土工布200g/m2          | m2     | 98400 |      |
|                                                 | 土工膜1.0mm            | m2     | 49200 |      |
|                                                 | 1000mm厚耕植土          | m3     | 49200 |      |
|                                                 | 复垦面积                | m2     | 49200 |      |
| 9、排洪沟（BxH=1.5x1.2m，L=132m）（BxH=1.2x1.1m，L=606m） | 沟身                  | 开挖     | m3    | 6800 |
|                                                 |                     | 回填     | m3    | 3400 |
|                                                 |                     | C20混凝土 | m3    | 185  |
|                                                 |                     | C20混凝土 | m3    | 871  |
|                                                 | 盖板                  | C10垫层  | m3    | 155  |
|                                                 |                     | C25混凝土 | m3    | 24   |
|                                                 | 钢筋                  | kg     | 4500  |      |
| 10、周边排洪沟（BxH=0.6x0.6m，L=900m）                   | 开挖                  |        | m3    | 1500 |
|                                                 | 回填                  |        | m3    | 700  |
|                                                 | M5砌MU10砖            |        | m3    | 500  |
|                                                 | C10垫层               |        | m3    | 60   |
| 11、坝面排水沟                                        | 开挖                  |        | m3    | 5700 |

|                        |                                                             |
|------------------------|-------------------------------------------------------------|
|                        | (B×H=0.3×0.3m<br>， L=1700m)<br>回填<br>m <sup>3</sup><br>2200 |
| <b>2.4.2 施工时序及建设周期</b> |                                                             |

工期、养护期。其中：进场准备工作 1 各月，项目基建期 12 个月，无害化工作 2 个月，养护期 36 个月，各年度项目施工、磷石膏充填、生态修复计划安排如下：

场底地下水倒排盲沟施工、铺设场底防渗膜、雨水收集沉淀池、矿坑截排洪沟，风化料拦挡体等。

2027 年 10 月～2030 年 10 月，矿坑内充填无害化磷石膏共约 133.6 万 m<sup>3</sup>。

2030 年 10 月~2031 年 10 月对矿坑无害化磷石膏充填堆排至 1760m 标高顶部及平台和坡面范围内铺设防渗膜、并进行 1.0m 厚覆土、随后进行植草植被恢复绿化。

三、生态环境现状、保护目标及评价标准

|        |                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                        |                                                                                                                                             |     |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 生态环境现状 | <h3>3.1生态环境现状</h3>                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                        |                                                                                                                                             |     |
|        | <h4>3.1.1主体功能区规划</h4>                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                        |                                                                                                                                             |     |
|        | <p>2014年1月6日，云南省人民政府以“云政发〔2014〕1号”文发布了《云南省主体功能区规划》，该规划将全省国土空间开发按照开发方式分为重点开发区域、限制开发区域和禁止开发区域3类主体功能区。</p>                                                                                           |                                                                                                                                        |                                                                                                                                             |     |
|        | <p>限制开发区主要指关系全省农产品供给安全、生态安全，不应该或不适宜进行大规模、高强度工业化和城镇化开发的农产品主产区和重点生态功能区，限制开发区也可发展符合主体功能定位、当地资源环境可承载的产业。</p>                                                                                          |                                                                                                                                        |                                                                                                                                             |     |
|        | <p>禁止开发区域指依法设立的各级各类自然文化资源保护区域，以及其他禁止进行工业化和城镇化开发、需要特殊保护的重点生态功能区。规划中禁止开发区域包括国家级、省级、州市级和县级的自然保护区、世界自然和文化遗产地，国家级、省级风景名胜区，国家级、省级森林公园，国家级地质公园，城市集中饮用水源保护区，国家湿地公园，国家级水产种质资源保护区，以及牛栏江流域上游保护区水源保护核心区等。</p> |                                                                                                                                        |                                                                                                                                             |     |
|        | <p>本项目位于东川区拖布卡镇播卡村，项目不位于自然保护区、风景名胜区、饮用水源保护区、风景名胜区、湿地公园等环境敏感区内，根据《云南省主体功能区规划》及叠图分析（详见附图4），项目位于《云南主体功能区规划》划定的限制开发区中省级重点生态功能区，该区的功能定位及符合性分析详见下表：</p>                                                 |                                                                                                                                        |                                                                                                                                             |     |
|        | <p><b>表3.1-1 与《云南省主体功能区规划》的符合性分析</b></p>                                                                                                                                                          |                                                                                                                                        |                                                                                                                                             |     |
|        | 项目                                                                                                                                                                                                | 功能定位相关要求                                                                                                                               | 本项目                                                                                                                                         | 符合性 |
|        | 功能定位和发展方向                                                                                                                                                                                         | 重点生态功能区在涵养水源、保持水土、调蓄洪水、防风固沙、维系生物多样性等方面具有重要作用，是关系全省、全国或更大区域生态安全的重要区域。重点生态功能区要以保护和修复生态环境、提供生态产品为首要任务，因地制宜地发展不影响主体功能定位的适宜产业，引导超载人口逐步有序转移。 | 项目属于矿山生态修复项目，项目实施生态修复消纳提高东川地区磷石膏综合利用率，同时对东川地区磷化工企业绿色发展有积极意义，项目实施过程会产生少量的废气、废水、噪声、固废，采取相应措施后，项目建设产生的环境影响较小，项目完成后，项目区生态环境得以恢复，有利于改善区域的生态环境条件。 | 符合  |
|        | <p>综上，项目建设符合《云南省主体功能区规划》的要求。</p>                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                        |                                                                                                                                             |     |

3.1.2生态功能区划

根据《云南省生态功能区划》，云南省生态功能区共分一级区（生态区）5个，二级区（生态亚区）19个，三级区（生态功能区）65个。

本项目位于东川区拖布卡镇播卡村，根据云南省生态功能区划位置关系图（详见附图5）可知，项目所在区域涉及III2-5金沙江、小江高山峡谷水土保持功能区，其所在地生态功能区单元及其生态服务功能、主要生态问题及产业发展方向见下表：

表3.1-2 项目所在地区的生态功能区划

| 项目                   |       | 主要内容                                                                                               |
|----------------------|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 生态<br>功能<br>分区<br>单元 | 生态区   | III高原亚热带北部常绿阔叶林生态区                                                                                 |
|                      | 生态亚区  | III2滇中、北中山峡谷暖性针叶林生态亚区                                                                              |
|                      | 生态功能区 | III2-5金沙江、小江高山峡谷水土保持功能区                                                                            |
| 所在区域与面积              |       | 武定县东北，禄劝县北部，东川区大部分地区，巧家、会泽县西部地区，面积6214.85平方公里                                                      |
| 主要生态特征               |       | 以高山峡谷地貌为主。年降雨量河谷地带700-900毫米，山地和高原面上可达到1200毫米。低海拔河谷地带植被以稀树灌木草丛为主，高原面上主要是云南松林，河谷土壤以燥红壤为主，山地上的土壤以红壤为主 |
| 主要生态环境问题             |       | 森林覆盖率极低、水土流失和泥石流严重                                                                                 |
| 主要生态环境敏感性            |       | 土壤侵蚀高度敏感、泥石流隐患严重                                                                                   |
| 主要生态系统服务功能           |       | 金沙江中段峡谷地带的水土保持和生态灾害的综合治理                                                                           |
| 主要生态保护措施与发展方向        |       | 水土流失和泥石流的生物治理和工程治理，提高森林的数量和质量，防止生态灾害的进一步恶化                                                         |

项目属于矿山生态修复项目，项目实施过程有少量废气、废水、噪声、固废产生，采取相应防治措施后，环境影响较小；且生态修复完成后，项目区生态环境将得以恢复，工程建设有利于改善区域的生态环境条件；因此，项目建设符合《云南省生态功能区划》的要求。

3.1.3生态环境现状

根据项目区实地踏勘所掌握的现状实际情况，同时参照同区域《拖布卡镇象鼻村产业发展光伏提水项目环境影响报告表》（2023年）调查成果予以相互印证，区域生态环境现状如下：

3.1.3.1植物现状

1、植被类型及分布特征

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>项目区位于云南省东川拖布卡镇，依据《中国植被》《云南植被》等专著中确定的植被分类依据与原则，项目所在区域植被属：</p> <p>II 亚热带常绿阔叶林区域</p> <p>IIA 西部半湿润常绿阔叶林亚区域</p> <p>IIAi 高原亚热带北部常绿阔叶林地带</p> <p>IIAi-1 滇中、滇东高原半湿润常绿阔叶林、云南松林区</p> <p>调查区域内村落分布较多，人为活动频繁，植被分布主要受人为活动影响，评价区植被大部分为栽培植被，主要有玉米烤烟等农作物，部分地段有芒果、枇杷等，少部分自然植被主要为灌木草丛（龙舌兰<i>Agave Americana</i>、车桑子<i>Dodonaea viscosa</i> (L.)、假杜鹃<i>Barleria cristata</i> L），乔木类植物多为人工种植的银合欢<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit，桉树<i>Eucalyptus robusta</i> Smith，麻疯树<i>Jatropha curcas</i> L (Gagnep.) Chew。高山栲<i>Castanopsis delavayi</i>，元江栲林<i>Castanopsis orthacantha</i>，滇石栎<i>Lithocarpus dealbatus</i>、滇青冈<i>Cyclobalanopsis glaucoides</i>、黄毛青冈<i>Cyclobalanopsis delavayi</i>等为主。</p> <p><b>2、评价区植被类型分布现状</b></p> <p>根据现场调查，评价区域植被主要是灌草丛，这是因为评价区域受到较大的人为因素的影响，植被次生化严重，多退化成灌丛和稀树灌木丛。评价区大部分原生植被遭反复破坏——火烧、砍伐、放牧、耕作等人为干扰的情况下形成片段化的次生群落。根据优势种结构，评价区的灌木植被主要是车桑子灌丛、银合欢灌丛、假杜鹃灌丛为主。</p> <p>根据现场调查，项目区植被受到较大的人为因素的影响，周边植被主要为暖性针叶林、干热灌丛和人工植被等。项目区及周边200m范围内，无国家级或省级重点保护的野生植物、地区特有物种、名木古树分布。</p> <p><b>3、评价区植被类型</b></p> <p>评价区人工植被分布广泛，是以人工植被为主的区域，占评价区总面积的47.25%，自然植被占评价区总面积的39.26%，非植被类型占13.49%。</p> <p>（1）车桑子灌丛</p> <p>车桑子是极端耐旱的中小型灌木，因此各地多用于荒山绿化，因而形成</p> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

车桑子灌丛。车桑子灌丛广泛分布于云南、四川的干热河谷区域。金沙江流域的河谷及其山地，间断或连片分布，面积较大，其起源均为人工造林，但是由于不进行抚育管理，任其自然生长，其间伴生大量本地物种。

项目区的车桑子灌丛系当地山地主要水土保持恢复灌木，群落灌木丛中有灌木层盖度为65%左右，高度1~5m，种类较单一，灌木层中有较少的乔木树种的幼树，主要灌木种类有车桑子 *Dodonaea viscosa*、野拔子 *Elsholtzia rugulosa*、假杜鹃 *Barleria cristata*、苦刺花 *Sophora davidii* 等。

草本层相对茂密，层盖度可达到40%，种类相对较多，高度0.1~0.6m，主要种类有扭黄茅 *Heteropogon contortus*、三芒草 *Aristida adscensionis*、黄背草 *Themeda triandra*、滇芒 *Miscanthus yunnanensis* 等。由于受人为破坏强度大，群落中层间植物较少，主要有云南羊蹄甲 *Bauhinia yunnanensis* 等。

(2) 银合欢灌丛

银合欢作为金沙江干热河谷区植被恢复主要物种之一，作为该区域干热退化山地植被的恢复的先锋树种，因其目前处于自然生长状态，人为干扰少，在此计入自然植被。

根据现场调查，区域银合欢林的林相单一、层次结构简单、物种组成稀少。其中优势种仅银合欢一种单优势种，因群落高度普遍低于6m，尚未成乔木。该群落灌木层盖度为70%左右，高度1~5m，主要灌木种类有银合欢 *Leucaena leucocephala*、车桑子 *Dodonaea viscosa*、云南黄花稔 *Sida yunnanensis* 等。草本植物主要种类有拟金茅 *Eulaliopsis binata*、扭黄茅 *Heteropogon contortus*、黄背草 *Themeda triandra*、鬼草 *Bidens pilosa*、蜈蚣 *Eremochloa ciliaris*、紫茎泽兰 *Eupatorium adenophora* Spreng 等。

(3) 假杜鹃灌丛

假杜鹃灌丛系当地干热气候退化和人为干扰形成的及次生群落类型。群落中没有乔木，灌丛中有灌木层盖度为30%左右，高度1~5m，主要灌木种类有野拔子 *Elsholtzia rugulosa*、假杜鹃 *Barleria cristata*、车桑子 *Dodonaea viscosa*、苦刺花 *Solanum deflexicarpum* 等。草本层盖度可达到60%，主要种类有三芒草 *Aristida adscensionis*、扭黄茅 *Heteropogon contortus*、丛毛羊胡子草 *Eriophorum comosum*、矛叶草 *Arthraxon prionodes*、拟金茅 *Eulaliopsis*

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><i>binata</i>、戟叶酸模<i>Rumexhastatus</i>等。</p> <p>（4）草丛</p> <p>根据现场调查，项目评价范围内草丛植物主要以有扭黄茅<i>Heteropogon contortus</i>、黄背草<i>Themeda triandra</i>、戟叶酸模<i>Rumexhastatus</i>等，盖度为40%左右，高度0.6m左右。</p> <p>（5）人工植被</p> <p>评价区的人工植被可以分为人工用材林、耕地等类型。人工用材主要为赤桉；而耕地则种植有玉米、烤烟等。</p> <p>人工林由其生产目标的所确定，首先，人工林是单优的人工群落，通常其培育树种的密度还比较大，林下物种和数量较少；其次，由于每年一次或多次不断的进行人为管理活动，包括砍灌、除草、施肥等，使本来不多的物种和及数量，变得更少了。因此上述各种人工林下的生物多样性都是十分贫乏的。</p> <p>（6）非植被类型</p> <p>评价区除了自然植被和人工植被外，还有其他一些土地利用类型，如裸岩、道路、居民点等。</p> <p><b>4、评价区保护植物</b></p> <p>根据现场调查，按照《我国重点保护野生植物名录》（2021），项目评价区内未发现国家重点保护植物；按照云南省政府1989年发布的《云南省第一批省级重点保护野生植物名录》（1989）统计，评价区未见云南省级保护植物分布；按照全国绿化委员会、国家林业局文件（全绿字〔2001〕15号）对名木古树的界定，名木指在历史上或社会上有重大影响的中外历代名人、领袖人物所植或者具有极其重要的历史、文化价值、具有纪念意义的树木；古树指树龄在100年以上的树木。按照这个界定，本评价区内未见名木古树分布。</p> <p><b>3.1.3.2陆栖脊椎动物现状</b></p> <p>评价区为农村地区，人类活动较频繁，人工开发痕迹明显，陆域野生动物以栖息于农田、草丛的两栖类、爬行类、鸟类、小型兽类为主。在调查区域共记录陆生脊椎动物11目26科48种。其中两栖类1目3科6种，爬行</p> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>类1目3科5种，鸟类7目15科28种，兽类2目5科9种。评价区人为活动影响显著，且属于干热河谷区，植被多为干热灌丛和耕地，评价区的动物资源相对较少。</p> <p><b>1、两栖类</b></p> <p>调查区域共记录两栖动物6种，隶属1目3科。两栖类主要分布工程周边水域。由于这些区域人为活动频繁，加上农业生产影响，评价区的两栖动物种类和数量都较少。评价区的两栖类中，以蛙科为主，有滇蛙<i>Rana pleuraden</i>、泽蛙<i>Fejervarya multistriata</i>等4种；蟾蜍科仅华西蟾蜍<i>Bufo andrewsi</i> 1种；雨蛙科仅华西雨蛙<i>Hyla arenctans</i> 1种。</p> <p><b>2、爬行类</b></p> <p>调查区域共录爬行动物5种，隶属1目3科。爬行动物主要分布于沿线的水田和灌丛中。由于受到人为干扰和气候干扰等原因，工程沿线的爬行动物数里并不多，其中以粗壁虎<i>Gekko cabridus</i>以及铜蜥<i>Sphenomorphus indicus</i>活动相对较多，而蛇类相对较少，在该区域属偶见。</p> <p><b>3、鸟类</b></p> <p>调查区域共记录鸟类28种，隶属于7目15科。其中雀形目最多，有8科15属18种，占评价区鸟类总数的64.3%；其次为佛法僧目、鹤形目、隼形目和鸽形目，均有2种；其余均有1种。28种鸟类中有留鸟有21种，夏候鸟（包括栗喉蜂虎）有2种，冬候鸟有5种，繁殖鸟占总数的82.14%，非繁殖鸟占17.86%。在记录的28种鸟中，以农耕地、村落栖息的鸠鸽科、燕科、文鸟科和雀科鸟类较常见，其次是在灌丛、林地栖息的杜鹃科、鸦科、鹁鹑科和文鸟科鸟类，而在水边栖息的鹭科和翠鸟科鸟类较少见。。</p> <p><b>4、哺乳类</b></p> <p>评价区记录了9种哺乳类动物，分隶于11目5科。工程沿线村寨较多，人为活动频繁，干热河谷地带植被发育程度较低，多为干热性灌丛和农地，因此评价区的兽类不仅种类少，数里也少。较为常见的种类属啮齿目的伴人型鼠类如小家鼠<i>Mus musculus</i>、锡金小鼠<i>Mus pahari</i>、针毛鼠<i>Niviventer fulvescens</i>，村寨周边的四旁树则偶见松鼠类。</p> <p><b>5、重点保护野生动物</b></p> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

根据《国家重点保护野生动物名录》(2021), 评价区域内分布有国家II级重点保护动物2种, 分别为黑鸢和松雀鹰, 均为猛禽类。黑鸢和松雀鹰主要在高大森林树冠上营巢繁殖, 评价区森林减少, 沿线缺乏高大的树木, 因此项目区不属于这两种国家保护鸟类的栖息地和筑巢地, 仅是其觅食区域。

**3.1.3.3动物资源现状结论**

1、项目所处地理位置在中国动物地理二级区划中属于东洋界、中印亚界、西南区、西南山地亚区, 在云南陆栖脊椎动物地理三级区划中属于西南山地亚区, 滇中高原小区。拟建区域暖温性针叶林植被发达, 暖温性稀树灌丛丰富, 沿线长期人为活动干扰影响, 评价区不是大型哺乳动物活动区域, 区域内种群数里相对较多的是较适应人类的物种。

2、项目占地范围内未发现国家和省级重点保护野生动物分布, 根据现场踏勘及调查, 项目占地区域人类活动较为频繁, 未见大型野生动物分布, 野生动物的原始生境已不存在, 区域动物多为适应人类活动的啮齿目动物和小型鸟类, 常见动物种类有老鼠、麻雀、野兔、蛇及各种常见昆虫等。项目所在区域地带性植被基本不见, 人为干扰严重, 因此, 野生动物的适宜生境较少, 动物资源受到限制, 种类不多, 且种群数量较小。项目评价区的野生动物主要分布在人为干扰较少的灌丛中, 部分动物在农田中觅食。

3、种类少种群小无资源优势: 工程评价区内可供直接经济利用的动物资源如人们所熟悉的食用、观赏用和药用等种类少, 而少数可供直接经济利用的种类, 如山斑鸠、环颈雉、树鼩和云南兔等种类的特点是种群小。资源是以种群数里为基础的, 没有一定的数里规模就难以开发供应市场。由于陆生脊椎动物各个类群均存在种群小数量少, 难以形成一定的资源规模。所以一旦种群遭到人为的过度捕猎等破坏往往难以恢复, 而一些种类对环境有严格的最适要求, 环境一旦稍微变化, 均会导致数量急剧下降, 以致处于濒危状态, 甚至灭绝。

4、小型哺乳类种群数量: 在项目环境影响评价区周围, 小型哺乳类, 尤其是啮齿类活动痕迹十分多, 而且种类和数量均较丰富, 这主要与工程的生境主要以农耕景观为主有关。该类群有家鼠*Mus musculus*、锡金小鼠*Mus*

| <p><i>pahani</i>、毛鼠<i>Niviventerfulvescens</i>等种类。</p> <p>5、缺乏狭域分布的特有种类：两栖类、爬行类、鸟类和哺乳类等类群中均无局限分布于项目范围区的特有属、种。</p> <h3>3.1.4环境空气质量现状</h3> <h4>3.1.4.1达标区判定</h4> <p>本项目位于东川区拖布卡镇播卡村，属于环境空气功能二类区，项目所在区域环境空气质量执行《环境空气质量标准》（GB3095-2026）过渡阶段二级标准。</p> <p>根据《2024年度昆明市生态环境状况公报》中的内容说明，2024年昆明市主城区外所辖的8个县（市）、区环境空气质量总体保持良好，各项污染物平均浓度均达到《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准；空气优良天数比例范围为97.50%~100%，与2023年相比，石林县、富民县、宜良县、东川区、寻甸县、嵩明县、禄劝县空气优良天数比例均有提高。</p> <p>本次引用的环境质量状况公报在2026年3月即《环境空气质量标准》（GB3095-2026）实施之前，达到《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准，判定项目所在区域属环境空气质量达标区。</p> <h4>3.1.4.2补充现状监测</h4> <p>本次评价由建设单位委托云南环绿环境检测技术有限公司于2026年1月21日~2026年1月27日对项目厂址及下风向5km范围内的TSP、氟化物及砷进行了现状监测，具体监测情况如下：</p> <h5>1、环境空气监测布点及监测内容</h5> <p>根据项目所在地主导风向的影响和周边环境敏感目标的分布情况，本次在监测项目厂址及下风向5km范围内共设置2个监测点位，具体监测内容详见下表：</p> <p style="text-align: center;"><b>表3.1-3 环境空气质量现状监测点位基本情况一览表</b></p> <table><tr><th rowspan="2">监测点名称</th><th colspan="2">监测点坐标/m</th><th rowspan="2">监测因子</th><th rowspan="2">监测时段</th><th rowspan="2">相对厂址方位</th><th rowspan="2">相对厂界距离/m</th></tr><tr><th>X</th><th>Y</th></tr><tr><td>场址A1</td><td>205569</td><td>2926157</td><td rowspan="2">TSP、氟化物、砷</td><td>2026年1月21日</td><td>/</td><td>/</td></tr><tr><td>坪子窑A2</td><td>205633</td><td>2926546</td><td>~<br/>2026年1月27日</td><td>N</td><td>280</td></tr></table> |         |         |           |                 |        |          | 监测点名称 | 监测点坐标/m |  | 监测因子 | 监测时段 | 相对厂址方位 | 相对厂界距离/m | X | Y | 场址A1 | 205569 | 2926157 | TSP、氟化物、砷 | 2026年1月21日 | / | / | 坪子窑A2 | 205633 | 2926546 | ~<br>2026年1月27日 | N | 280 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------|-----------|-----------------|--------|----------|-------|---------|--|------|------|--------|----------|---|---|------|--------|---------|-----------|------------|---|---|-------|--------|---------|-----------------|---|-----|
| 监测点名称                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 监测点坐标/m |         | 监测因子      | 监测时段            | 相对厂址方位 | 相对厂界距离/m |       |         |  |      |      |        |          |   |   |      |        |         |           |            |   |   |       |        |         |                 |   |     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | X       | Y       |           |                 |        |          |       |         |  |      |      |        |          |   |   |      |        |         |           |            |   |   |       |        |         |                 |   |     |
| 场址A1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 205569  | 2926157 | TSP、氟化物、砷 | 2026年1月21日      | /      | /        |       |         |  |      |      |        |          |   |   |      |        |         |           |            |   |   |       |        |         |                 |   |     |
| 坪子窑A2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 205633  | 2926546 |           | ~<br>2026年1月27日 | N      | 280      |       |         |  |      |      |        |          |   |   |      |        |         |           |            |   |   |       |        |         |                 |   |     |

环境空气现状监测点位详见下图：

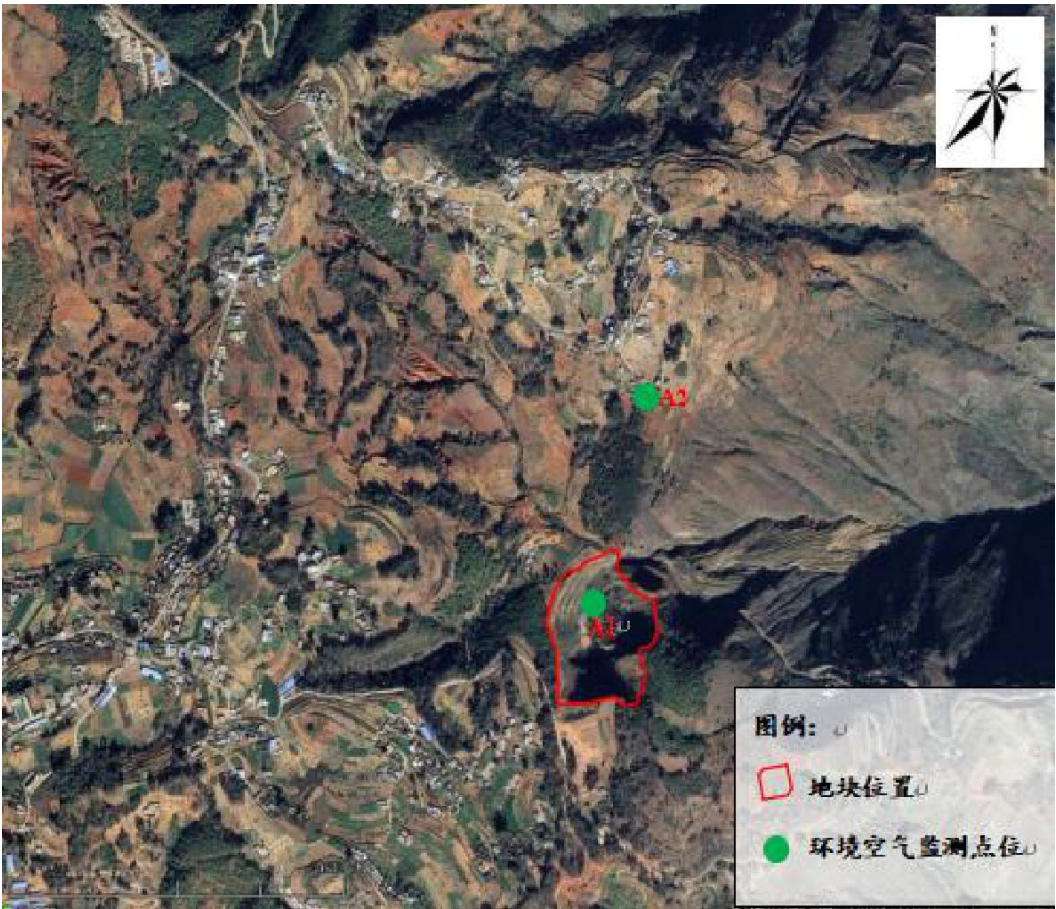


图3.1-1 环境空气监测点位示意图

2、环境空气监测时间和频次

本项目大气监测因子监测时间为2026年1月21日至2026年1月27日，具体监测频次详见下表：

表3.1-4 环境空气监测时间频次和要求

| 监测因子      | 采样频率 | 采样时段   | 采样时间      |
|-----------|------|--------|-----------|
| TSP、氟化物、砷 | 1次/天 | 24小时平均 | 24小时，连续7天 |
| 氟化物       | 1次/天 | 小时值    | 1小时，连续7天  |

监测期间，同步记录气象条件，参数详见下表：

表3.1-5 环境空气气象参数

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |



|  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |

限值进行评价。

参照《环境空气质量评价技术规范（试行）》（HJ 663-2026）中现状评价方法，本次评价采用单项目评价单点环境空气质量评价方法：以 GB 3095-2026 中污染物的浓度限值为依据，对各评价项目的评价指标进行达标情况判断，超标的评价项目计算其超标率和超标倍数。

6、环境空气评价结果

环境空气质量现状统计及评价结果见下表：

表3.1-9 环境空气质量现状统计及评价结果一览表

| 点<br>位 | 监测点坐标/m |         | 污<br>染<br>物 | 平<br>均<br>时<br>间 | 评<br>价<br>标<br>准<br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | 监<br>测<br>浓<br>度<br>范<br>围 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | 最<br>大<br>浓<br>度<br>占<br>标<br>率% | 超<br>标<br>率<br>% | 达<br>标<br>情<br>况 |
|--------|---------|---------|-------------|------------------|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|----------------------------------|------------------|------------------|
|        | X       | Y       |             |                  |                                                  |                                                         |                                  |                  |                  |
| A1     | 205569  | 2926157 | TSP         | 24h              | 300                                              | 51~63                                                   | 21                               | 0                | 达标               |
|        |         |         | 氟化物         | 1h               | 20                                               | 1.6~1.9                                                 | 9.5                              | 0                | 达标               |
|        |         |         |             | 24h              | 7                                                | 1.66~1.77                                               | 25.29                            | 0                | 达标               |
|        |         |         | 砷           | 24h              | /                                                | 0.0023~0.0024                                           | /                                | /                | /                |
| A2     | 205633  | 2926546 | TSP         | 24h              | 300                                              | 67~79                                                   | 26                               | 0                | 达标               |
|        |         |         | 氟化物         | 1h               | 20                                               | 3.4~4.5                                                 | 7.5                              | 0                | 达标               |
|        |         |         |             | 24h              | 7                                                | 3.6~4.05                                                | 57.86                            | 0                | 达标               |
|        |         |         | 砷           | 24h              | /                                                | 0.0054~0.0056                                           | /                                | /                | /                |

由上表可知，本次评价调查的2个监测点位TSP和氟化物监测浓度满足《环境空气质量标准》（GB3095-2026）中二级标准限值，本项目所在区域环境空气质量良好。

3.1.5地表水环境质量现状

1、地表水监测断面

基于现场踏勘与地理信息数据的综合分析，本项目拟回填的拖布卡矿坑，其空间位置关系为：距东侧小江直线距离约3.2km，距西侧金沙江直线距离约5.6km，通过对区域地形地貌与水文地质条件的研判，受限于当地地势，该矿坑仅与小江构成水力联系通道，与金沙江并无直接水力关联。

项目场地北侧铁头沟自西向东汇入龙潭沟，龙潭沟距离项目最近距离为东侧1900m，最终向北侧汇入下游约3200m处的小江。铁头沟与龙潭沟为干枯冲沟，雨季有季节性流水，调查时无水。

根据现场踏勘，监测期间项目场地北侧铁头沟及为龙潭沟无水，本次评价在小江上游500m（W1），下游1000m（W2）分别设置监测断面。

监测断面示意图如下：

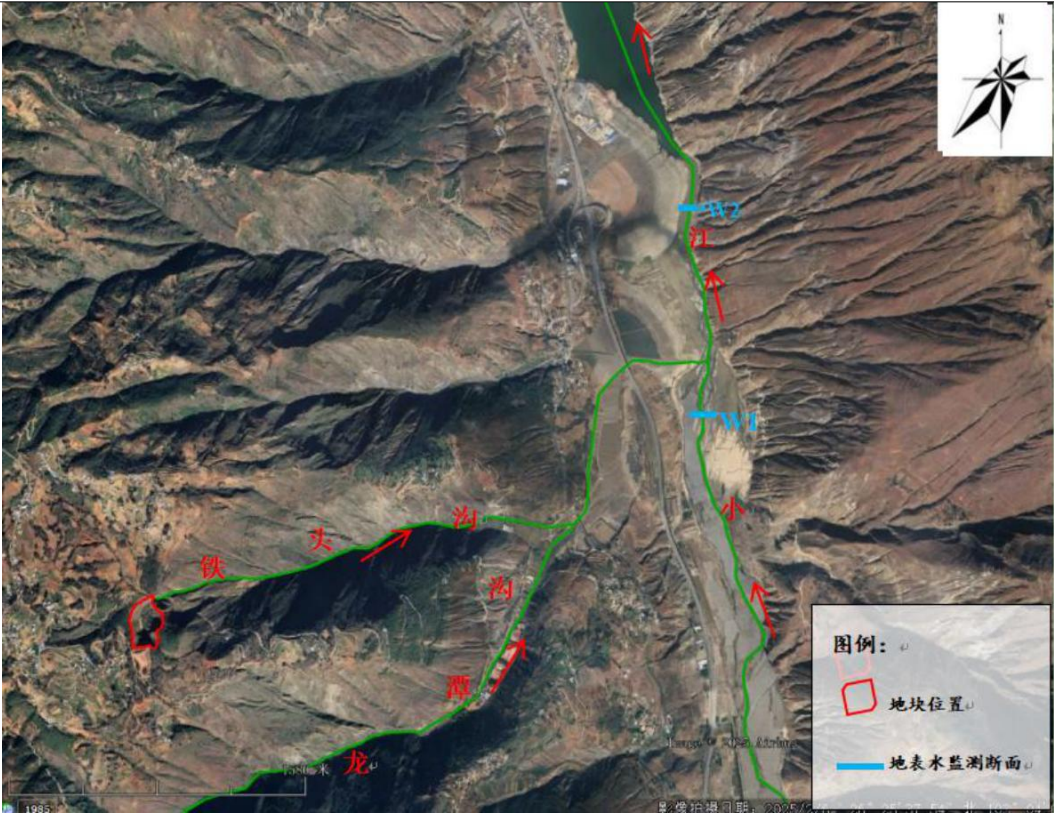


图3.1-2 地表水监测断面示意图

2、地表水监测项目

地表水监测项目详见下表：

表3.1-10 地表水监测项目一览表

| 类别                  | 检测指标                                                                                          |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| GB3838-2002表1中基本24项 | 水温、pH、溶解氧、高锰酸盐指数、CODcr、BOD5、氨氮、总磷*、总氮、铜*、锌*、氟化物*、硒、砷*、汞*、镉*、六价铬*、铅*、氰化物、挥发酚、石油类、LAS、硫化物、粪大肠菌群 |
| GB3838-2002表2中5项    | 硫酸盐、氯化物、硝酸盐、铁、锰                                                                               |
| 特征污染物               | 总铬、铍、镍、总银                                                                                     |

注：必测项中\*为本项目识别的特征污染物。

3、地表水监测时间和频次

2026年1月21日至23日，每个断面连续监测3天，每天采样一次。

4、地表水监测分析方法

地表水监测分析方法详见下表：

表3.1-11 地表水环境质量监测分析方法一览表

|  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |

|  |         |                                        |                            |          |             |
|--|---------|----------------------------------------|----------------------------|----------|-------------|
|  | pH值     | 水质pH值的测定电极法<br>HJ1147-2020             | ST300<br>便携式pH计            | HLXC-011 | /           |
|  | 溶解氧     | 水质溶解氧的测定电化学探头法<br>HJ506-2009           | JPB-607A<br>便携式溶解氧测定仪      | HLXC-270 | /           |
|  | 高锰酸盐指数  | 水质高锰酸盐指数的测定<br>GB11892-89              | 25mL酸式滴定管                  | HLFX-064 | 0.5mg/L     |
|  | 化学需氧量   | 水质化学需氧量的测定<br>重铬酸盐法HJ828-2017          | 50mL酸式滴定管                  | HLFX-058 | 4mg/L       |
|  | 五日生化需氧量 | 水质五日生化需氧量（BOD5）的测定稀释与接种法<br>HJ505-2009 | SPX-250<br>生化培养箱           | HLFX-010 | 0.5mg/L     |
|  | 氨氮      | 水质 氨氮的测定纳氏试剂分光光度法<br>HJ535-2009        | UV1901PC<br>双光束紫外可见分光光度计   | HLFX-017 | 0.025mg/L   |
|  | 总磷      | 水质总磷的测定钼酸铵分光光度法<br>GB11893-89          | UV1901PC<br>双光束紫外可见分光光度计   | HLFX-017 | 0.01mg/L    |
|  | 总氮      | 水质总氮的测定碱性过硫酸钾消解紫外分光光度法<br>HJ636-2012   | UV1901PC<br>双光束紫外可见分光光度计   | HLFX-017 | 0.05mg/L    |
|  | 铜       | 水质32种元素的测定电感耦合等离子体发射光谱法<br>HJ776-2015  | ICAP-7200<br>电感耦合等离子体发射光谱仪 | HLFX-043 | 0.04mg/L    |
|  | 锌       |                                        |                            |          | 0.009mg/L   |
|  | 铁       |                                        |                            |          | 0.01mg/L    |
|  | 锰       |                                        |                            |          | 0.01mg/L    |
|  | 铬       |                                        |                            |          | 0.03mg/L    |
|  | 镍       |                                        |                            |          | 0.007mg/L   |
|  | 氟化物     | 水质氟化物的测定<br>离子选择电极法<br>GB7484-87       | PXSJ-216F<br>数显离子活度计       | HLFX-007 | 0.05mg/L    |
|  | 硒       | 水质汞、砷、硒、铋和锑的测定原子荧光法<br>HJ694-2014      | AFS-11B<br>原子荧光光度计         | HLFX-045 | 0.0004mg/L  |
|  | 砷       |                                        |                            |          | 0.0003mg/L  |
|  | 汞       |                                        | AFS-933<br>原子荧光光度计         | HLFX-044 | 0.00004mg/L |
|  | 镉       | 水质铜、锌、铅、镉的测定原子吸收分光光度法<br>GB 7475-87    | TAS-990<br>原子吸收分光光度计       | HLFX-022 | 0.001mg/L   |
|  | 铅       |                                        |                            |          | 0.01mg/L    |
|  | 六价铬     | 水质六价铬的测定<br>二苯碳酰二肼分光光度法<br>GB7467-87   | L6S<br>紫外可见分光光度计           | HLFX-019 | 0.004mg/L   |
|  | 氰化物     | 水质氰化物的测定容量法和分光光度法<br>HJ484-2009        | L6S<br>紫外可见分光光度计           | HLFX-019 | 0.004mg/L   |
|  | 挥发酚     | 水质挥发酚的测定4-氨基安替比林分光光度法<br>HJ503-2009    | UV1901PC<br>双光束紫外可见分光光度计   | HLFX-017 | 0.0003mg/L  |

|              |                                                          |                                         |                      |           |
|--------------|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------|-----------|
| 石油类          | 水质石油类的测定紫外分光光度法（试行）<br>HJ970-2018                        | UV1901PC<br>双光束紫外可见分光光度计                | HLFX-017             | 0.01mg/L  |
| 阴离子表面活性剂     | 水质阴离子表面活性剂的测定<br>亚甲蓝分光光度法<br>GB7494-87                   | UV8000<br>紫外可见分光光度计                     | HLFX-018             | 0.05mg/L  |
| 硫化物          | 水质 硫化物的测定<br>亚甲基蓝分光光度法<br>HJ1226-2021                    | UV1901PC<br>双光束紫外可见分光光度计                | HLFX-017             | 0.01mg/L； |
| 粪大肠菌群        | 水质粪大肠菌群的测定多管发酵法<br>HJ347.2-2018                          | HPX-II-250<br>生化培养箱<br>SHP-150<br>生化培养箱 | HLFX-009<br>HLFX-011 | 20MPN/L   |
| 硫酸盐          | 水质硫酸盐的测定<br>铬酸钡分光光度法<br>（试行）HJ/T342-2007                 | UV8000<br>紫外可见分光光度计                     | HLFX-018             | 8mg/L     |
| 氯化物          | 水质氯化物的测定硝酸银滴定法GB11896-89                                 | 50mL酸式滴定管                               | HLFX-061             | 10mg/L    |
| 高锰酸盐指数（以O2计） | 生活饮用水标准检验方法第7部分：有机物综合指标（4.1酸性高锰酸钾滴定法）<br>GB/T5750.7-2023 | 25mL酸式滴定管                               | HLFX-064             | 0.05mg/L  |

5、地表水环境监测结果统计

地表水监测结果统计详见下表：

表3.1-12 地表水质量现状监测结果一览表 单位：mg/L

| <div> <div>监测点位</div> <div>采样时间</div> <div>监测项目</div> </div> | W1       |          |          | W2       |          |          |
|--------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|                                                              | 260121   | 260122   | 260123   | 260121   | 260122   | 260123   |
| 水温（℃）                                                        | 13.7     | 13.6     | 13.4     | 15.5     | 14.8     | 14.2     |
| pH值（无量纲）                                                     | 8.2      | 8.3      | 8.3      | 8.4      | 8.3      | 8.4      |
| 溶解氧                                                          | 7.3      | 6.9      | 6.8      | 7.9      | 7.5      | 7.3      |
| 高锰酸盐指数                                                       | 2.7      | 2.6      | 2.7      | 3.1      | 3.0      | 3.1      |
| 化学需氧量                                                        | 10       | 11       | 12       | 14       | 13       | 14       |
| 五日生化需氧量                                                      | 2.0      | 2.1      | 2.3      | 2.9      | 2.7      | 2.8      |
| 氨氮                                                           | 0.192    | 0.187    | 0.197    | 0.255    | 0.264    | 0.260    |
| 总磷                                                           | 0.03     | 0.03     | 0.03     | 0.08     | 0.09     | 0.08     |
| 总氮                                                           | 0.92     | 0.87     | 0.94     | 1.69     | 1.74     | 1.62     |
| 铜                                                            | 0.04L    | 0.04L    | 0.04L    | 0.04L    | 0.04L    | 0.04L    |
| 锌                                                            | 0.009L   | 0.009L   | 0.009L   | 0.009L   | 0.009L   | 0.009L   |
| 氟化物                                                          | 0.29     | 0.30     | 0.28     | 0.34     | 0.36     | 0.37     |
| 硒                                                            | 0.0004L  | 0.0004L  | 0.0004L  | 0.0004L  | 0.0004L  | 0.0004L  |
| 砷                                                            | 0.0016   | 0.0016   | 0.0022   | 0.0096   | 0.0094   | 0.0095   |
| 汞                                                            | 0.00004L | 0.00004L | 0.00004L | 0.00004L | 0.00004L | 0.00004L |
| 镉                                                            | 0.001L   | 0.001L   | 0.001L   | 0.001L   | 0.001L   | 0.001L   |
| 六价铬                                                          | 0.004L   | 0.004L   | 0.004L   | 0.004L   | 0.004L   | 0.004L   |
| 铅                                                            | 0.01L    | 0.01L    | 0.01L    | 0.01L    | 0.01L    | 0.01L    |

|  |                                                                  |                     |                     |          |                     |                     |                     |
|--|------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------|----------|---------------------|---------------------|---------------------|
|  | 氰化物                                                              | 0.004L              | 0.004L              | 0.004L   | 0.004L              | 0.004L              | 0.004L              |
|  | 挥发酚                                                              | 0.0003L             | 0.0003L             | 0.0003L  | 0.0003L             | 0.0003L             | 0.0003L             |
|  | 石油类                                                              | 0.01                | 0.01                | 0.01     | 0.01                | 0.01                | 0.01                |
|  | 阴离子表面活性剂                                                         | 0.05L               | 0.05L               | 0.05L    | 0.092               | 0.098               | 0.089               |
|  | 硫化物                                                              | 0.01L               | 0.01L               | 0.01L    | 0.01L               | 0.01L               | 0.01L               |
|  | 粪大肠菌群<br>(MPN/L)                                                 | 1.1×10 <sub>2</sub> | 1.7×10 <sub>2</sub> | 90       | 2.4×10 <sub>2</sub> | 3.2×10 <sub>2</sub> | 1.9×10 <sub>2</sub> |
|  | 硫酸盐                                                              | 54                  | 55                  | 56       | 182                 | 188                 | 189                 |
|  | 氯化物                                                              | 60                  | 66                  | 54       | 195                 | 170                 | 155                 |
|  | 硝酸盐氮                                                             | 0.18                | 0.30                | 0.25     | 1.08                | 1.20                | 1.33                |
|  | 铁                                                                | 0.01L               | 0.01L               | 0.01L    | 0.01L               | 0.01L               | 0.01L               |
|  | 锰                                                                | 0.01L               | 0.01L               | 0.01L    | 0.01                | 0.01                | 0.01                |
|  | 铬                                                                | 0.03L               | 0.03L               | 0.03L    | 0.03L               | 0.03L               | 0.03L               |
|  | 铍                                                                | 0.00002L            | 0.00002L            | 0.00002L | 0.00002L            | 0.00002L            | 0.00002L            |
|  | 镍                                                                | 0.007L              | 0.007L              | 0.007L   | 0.007L              | 0.007L              | 0.007L              |
|  | 银                                                                | 0.03L               | 0.03L               | 0.03L    | 0.03L               | 0.03L               | 0.03L               |
|  | <b>6、地表水环境质量评价标准和方法</b>                                          |                     |                     |          |                     |                     |                     |
|  | (1) 评价标准                                                         |                     |                     |          |                     |                     |                     |
|  | 《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) 中的III类标准。                               |                     |                     |          |                     |                     |                     |
|  | (2) 评价方法                                                         |                     |                     |          |                     |                     |                     |
|  | 采用水质指数法对各评价因子单项水质参数评价，计算方法如下：                                    |                     |                     |          |                     |                     |                     |
|  | 一般因子标准指数计算公式：                                                    |                     |                     |          |                     |                     |                     |
|  | $S_{ij} = \frac{C_{ij}}{C_{si}}$                                 |                     |                     |          |                     |                     |                     |
|  | 式中：S <sub>ij</sub> ——评价因子 <i>i</i> 的水质指数，大于1表明该水质因子超标；           |                     |                     |          |                     |                     |                     |
|  | C <sub>ij</sub> ——评价因子 <i>i</i> 在 <i>j</i> 点的实测统计代表值，mg/L；       |                     |                     |          |                     |                     |                     |
|  | C <sub>si</sub> ——评价因子 <i>i</i> 的水质评价标准限值，mg/L。                  |                     |                     |          |                     |                     |                     |
|  | pH值的指数计算公式：                                                      |                     |                     |          |                     |                     |                     |
|  | $S_{pHj} = \frac{7.0 - pH_j}{7.0 - pH_{sd}} \quad pH_j \leq 7.0$ |                     |                     |          |                     |                     |                     |
|  | $S_{pHj} = \frac{pH_j - 7.0}{pH_{su} - 7.0} \quad pH_j > 7.0$    |                     |                     |          |                     |                     |                     |
|  | 式中：S <sub>pH</sub> ， <i>j</i> ——pH值的指数，大于1表明改水质因子超标；             |                     |                     |          |                     |                     |                     |
|  | pH <sub>j</sub> ——pH值实测统计代表值；                                    |                     |                     |          |                     |                     |                     |
|  | pH <sub>sd</sub> ——评价标准中pH值的下限值；                                 |                     |                     |          |                     |                     |                     |
|  | pH <sub>su</sub> ——评价标准中pH值的上限值。                                 |                     |                     |          |                     |                     |                     |

溶解氧（DO）的标准指数计算公式：

$$S_{DO,j} = \frac{DO_s}{DO_j} \quad DO_j \leq DO_s$$
$$S_{DO,j} = \frac{DO_f - DO_j}{DO_f - DO_s} \quad DO_j > DO_s$$

式中：SDO，j——溶解氧的标准指数，大于1表明该水质因子超标；  
DOj——溶解氧在j点的实测统计代表值，mg/L；  
DOs——溶解氧的水质评价标准限值，mg/L；  
DOf——饱和溶解氧浓度，mg/L，对于河流，DOf=468/  
(31.6+T)，

T为水温，℃。

7、地表水环境质量评价结果

根据监测结果统计分析，小江上游、下游监测断面水质均满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中III类标准限值的要求，地表水环境质量现状评价结果详见下表：

| 序号 | 监测项目     | 监测断面      | 浓度范围        | 标准限值 | 标准指数范围      | 达标情况 |
|----|----------|-----------|-------------|------|-------------|------|
| 1  | 水温（℃）    | W1：小江上游断面 | 13.4～13.7   | /    | /           | /    |
|    |          | W2：小江下游断面 | 14.2～15.5   |      | /           | /    |
| 2  | pH值（无量纲） | W1：小江上游断面 | 8.2～8.3     | 6～9  | 0.6～0.65    | 达标   |
|    |          | W2：小江下游断面 | 8.3～8.4     |      | 0.65～0.7    | 达标   |
| 3  | 溶解氧      | W1：小江上游断面 | 6.8～7.3     | ≥5   | 0.68～0.74   | 达标   |
|    |          | W2：小江下游断面 | 7.3～7.9     |      | 0.63～0.68   | 达标   |
| 4  | 高锰酸盐指数   | W1：小江上游断面 | 2.6～2.7     | ≤6   | 0.43～0.45   | 达标   |
|    |          | W2：小江下游断面 | 3～3.1       |      | 0.5～0.52    | 达标   |
| 5  | 化学需氧量    | W1：小江上游断面 | 10～12       | ≤20  | 0.5～0.6     | 达标   |
|    |          | W2：小江下游断面 | 13～14       |      | 0.65～0.7    | 达标   |
| 6  | 五日生化需氧量  | W1：小江上游断面 | 2～2.3       | ≤4   | 0.5～0.58    | 达标   |
|    |          | W2：小江下游断面 | 2.7～2.9     |      | 0.68～0.73   | 达标   |
| 7  | 氨氮       | W1：小江上游断面 | 0.187～0.197 | ≤1.0 | 0.187～0.197 | 达标   |
|    |          | W2：小江下游断面 | 0.255～0.264 |      | 0.255～0.264 | 达标   |
| 8  | 总磷       | W1：小江上游断面 | 0.03        | ≤0.2 | 0.15        | 达标   |
|    |          | W2：小江下游断面 | 0.08～0.09   |      | 0.4～0.45    | 达标   |
| 9  | 总氮       | W1：小江上游断面 | 0.87～0.94   | /    | /           | /    |
|    |          | W2：小江下游断面 | 1.62～1.74   |      | /           | /    |
| 10 | 铜        | W1：小江上游断面 | 0.02        | ≤1.0 | 0.02        | 达标   |

|     |              |            |               |         |             |    |
|-----|--------------|------------|---------------|---------|-------------|----|
|     |              | W2: 小江下游断面 | 0.02          |         | 0.02        | 达标 |
| 11  | 锌            | W1: 小江上游断面 | 0.0045        | ≤1.0    | 0.0045      | 达标 |
|     |              | W2: 小江下游断面 | 0.0045        |         | 0.0045      | 达标 |
| 12  | 氟化物          | W1: 小江上游断面 | 0.28~0.3      | ≤1.0    | 0.28~0.3    | 达标 |
|     |              | W2: 小江下游断面 | 0.34~0.37     |         | 0.34~0.37   | 达标 |
| 13  | 硒            | W1: 小江上游断面 | 0.0002        | ≤0.01   | 0.02        | 达标 |
|     |              | W2: 小江下游断面 | 0.0002        |         | 0.02        | 达标 |
| 14  | 砷            | W1: 小江上游断面 | 0.0016~0.0022 | ≤0.05   | 0.032~0.044 | 达标 |
|     |              | W2: 小江下游断面 | 0.0094~0.0096 |         | 0.188~0.192 | 达标 |
| 15  | 汞            | W1: 小江上游断面 | 0.00002       | ≤0.0001 | 0.2         | 达标 |
|     |              | W2: 小江下游断面 | 0.00002       |         | 0.2         | 达标 |
| 16  | 镉            | W1: 小江上游断面 | 0.0005        | ≤0.005  | 0.1         | 达标 |
|     |              | W2: 小江下游断面 | 0.0005        |         | 0.1         | 达标 |
| 17  | 六价铬          | W1: 小江上游断面 | 0.002         | ≤0.05   | 0.04        | 达标 |
|     |              | W2: 小江下游断面 | 0.002         |         | 0.04        | 达标 |
| 18  | 铅            | W1: 小江上游断面 | 0.005         | ≤0.05   | 0.1         | 达标 |
|     |              | W2: 小江下游断面 | 0.005         |         | 0.1         | 达标 |
| 19  | 氰化物          | W1: 小江上游断面 | 0.002         | ≤0.2    | 0.1         | 达标 |
|     |              | W2: 小江下游断面 | 0.002         |         | 0.1         | 达标 |
| 20  | 挥发酚          | W1: 小江上游断面 | 0.00015       | ≤0.005  | 0.03        | 达标 |
|     |              | W2: 小江下游断面 | 0.00015       |         | 0.03        | 达标 |
| 21  | 石油类          | W1: 小江上游断面 | 0.01          | ≤0.05   | 0.2         | 达标 |
|     |              | W2: 小江下游断面 | 0.01          |         | 0.2         | 达标 |
| 22  | 阴离子表面活性剂     | W1: 小江上游断面 | 0.025         | ≤0.2    | 0.125       | 达标 |
|     |              | W2: 小江下游断面 | 0.089~0.098   |         | 0.445~0.49  | 达标 |
| 23  | 硫化物          | W1: 小江上游断面 | 0.005         | ≤0.2    | 0.025       | 达标 |
|     |              | W2: 小江下游断面 | 0.005         |         | 0.025       | 达标 |
| 24  | 粪大肠菌群(MPN/L) | W1: 小江上游断面 | 90~170        | ≤10000  | 0.009~0.017 | 达标 |
|     |              | W2: 小江下游断面 | 190~320       |         | 0.019~0.032 | 达标 |
| 252 | 硫酸盐          | W1: 小江上游断面 | 54~56         | 250     | 0.216~0.224 | 达标 |
|     |              | W2: 小江下游断面 | 182~189       |         | 0.728~0.756 | 达标 |
| 26  | 氯化物          | W1: 小江上游断面 | 54~66         | 250     | 0.216~0.264 | 达标 |
|     |              | W2: 小江下游断面 | 155~195       |         | 0.62~0.78   | 达标 |
| 27  | 硝酸盐氮         | W1: 小江上游断面 | 0.18~0.3      | 10      | 0.018~0.03  | 达标 |

|                                                               |    |   |            |           |       |        |    |
|---------------------------------------------------------------|----|---|------------|-----------|-------|--------|----|
|                                                               |    |   | W2: 小江下游断面 | 1.08~1.33 |       | 0.108~ | 达标 |
|                                                               | 28 | 铁 |            |           | 0.3   |        |    |
|                                                               | 29 | 锰 |            |           | 0.1   |        |    |
|                                                               | 30 | 铬 |            |           | /     |        |    |
|                                                               | 31 | 铍 |            |           | 0.002 |        |    |
|                                                               | 32 | 镍 |            |           | 0.02  |        |    |
|                                                               | 33 | 银 |            |           | /     |        |    |
| 备注：《水环境监测规范》（SL219—2018）中规定：年平均值以算术平均法计算，小于检出限的按1/2方法检出限参加计算。 |    |   |            |           |       |        |    |

3.1.6 地下水环境现状

潜水含水层水质监测点应 3 个，可能受项目影响且具有饮用水开发利用价值的含水层 1 个~2 个。矿山修复区上游及下游影响区的地下水水质监测点各不得少于 1 个；每个监测点至少取一组水质样品。已有的地下水取水井、观测井和勘测井，可作为地下水监测井使用。在包气带厚度超过 100m 的地区或监测井较难布置的基岩山区，当地下水质监测点数无法满足上述要求时，可视情况调整数量不少于 1 个。

基于以上原则，结合现场及水文地质调查的需要，本次评价在评价区范围内共布设 4 个地下水监测井。

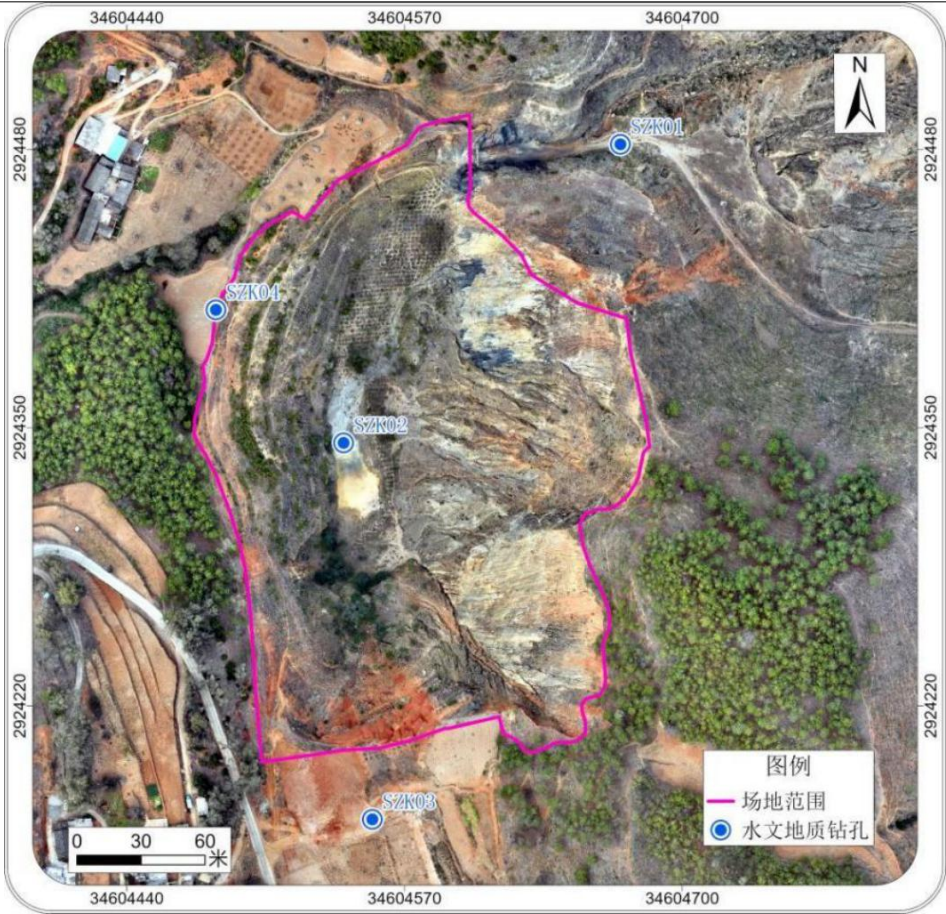


图3.1-3 地下水监测点位示意图（与水文地质钻孔合建）

2、地下水监测项目

地下水监测项目详见下表：

表3.1-15 地下水监测项目一览表

| 类别                          |             | 检测指标                                                                                                                                                                              |
|-----------------------------|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 八大离子                        |             | K <sup>+</sup> 、Na <sup>+</sup> 、Ca <sup>2+</sup> 、Mg <sup>2+</sup> 、CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> 、HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> 、Cl <sup>-</sup> 、SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> |
| (GB/T 14848-2017)<br>表1中39项 | 感官性状及一般化学指标 | pH、色、嗅和味、浑浊度、肉眼可见物、总硬度、溶解性总固体、硫酸盐、氯化物、铁、锰、铜*、锌*、铝、挥发性酚类、阴离子表面活性剂、耗氧量、氨氮、                                                                                                          |
|                             | 微生物指标       | 总大肠菌群、菌落总数                                                                                                                                                                        |
|                             | 毒理学指标       | 亚硝酸盐、硝酸盐、氰化物、氟化物*、碘化物、汞*、砷*、硒、镉*、铬（六价铬）*、铅*、三氯甲烷、四氯甲烷、苯、甲苯                                                                                                                        |
|                             | 放射性指标       | 总α放射性、总β放射性                                                                                                                                                                       |
| 增测项/特征污染物                   |             | 总铬、铍、镍、总银、总磷（以P计）                                                                                                                                                                 |

注：必测项中\*为本项目识别的特征污染物。

3、地下水监测时间和频次

2026年1月30日至1月31日，连续监测2天，每天采样一次。

4、地下水监测分析方法

地下水监测分析方法详见下表：

**表3.1-16 地表水环境质量监测分析方法一览表**

| 检测项目     | 检测依据/标准名称                                  | 检测仪器设备名称/型号                | 设备编号     | 最低检出限       |
|----------|--------------------------------------------|----------------------------|----------|-------------|
| pH值      | 水质pH值的测定电极法<br>HJ1147-2020                 | ST300<br>便携式pH计            | HLXC-011 | /           |
| 氨氮       | 水质 氨氮的测定纳氏试剂分光光度法<br>HJ535-2009            | UV1901PC<br>双光束紫外可见分光光度计   | HLFX-017 | 0.025mg/L   |
| 铜        | 水质32种元素的测定电感耦合等离子体发射光谱法<br>HJ776-2015      | ICAP-7200<br>电感耦合等离子体发射光谱仪 | HLFX-043 | 0.04mg/L    |
| 锌        |                                            |                            |          | 0.009mg/L   |
| 铁        |                                            |                            |          | 0.01mg/L    |
| 锰        |                                            |                            |          | 0.01mg/L    |
| 镍        |                                            |                            |          | 0.007mg/L   |
| 铝        |                                            |                            |          | 0.009mg/L   |
| 氟化物      | 水质氟化物的测定<br>离子选择电极法<br>GB7484-87           | PXSJ-216F<br>数显离子活度计       | HLFX-007 | 0.05mg/L    |
| 硒        | 水质 汞、砷、硒、铋和锑的测定<br><br>原子荧光法<br>HJ694-2014 | AFS-11B<br>原子荧光光度计         | HLFX-045 | 0.0004mg/L  |
| 砷        |                                            |                            |          | 0.0003mg/L  |
| 汞        |                                            | AFS-933<br>原子荧光光度计         | HLFX-044 | 0.00004mg/L |
| 镉        | 水质铜、锌、铅、镉的测定原子吸收分光光度法<br>GB 7475-87        | TAS-990<br>原子吸收分光光度计       | HLFX-022 | 0.001mg/L   |
| 铅        |                                            |                            |          | 0.01mg/L    |
| 六价铬      | 水质六价铬的测定<br>二苯碳酰二肼分光光度法<br>GB7467-87       | L6S<br>紫外可见分光光度计           | HLFX-019 | 0.004mg/L   |
| 氰化物      | 水质氰化物的测定容量法和分光光度法<br>HJ484-2009            | L6S<br>紫外可见分光光度计           | HLFX-019 | 0.004mg/L   |
| 挥发酚      | 水质挥发酚的测定4-氨基安替比林分光光度法<br>HJ503-2009        | UV1901PC<br>双光束紫外可见分光光度计   | HLFX-017 | 0.0003mg/L  |
| 阴离子表面活性剂 | 水质阴离子表面活性剂的测定<br>亚甲基蓝分光光度法<br>GB7494-87    | UV8000<br>紫外可见分光光度计        | HLFX-018 | 0.05mg/L    |
| 硫化物      | 水质 硫化物的测定<br>亚甲基蓝分光光度法<br>HJ1226-2021      | UV1901PC<br>双光束紫外可见分光光度计   | HLFX-017 | 0.003mg/L   |
| 硫酸盐      | 水质硫酸盐的测定<br>铬酸钡分光光度法<br>(试行) HJ/T342-2007  | UV8000<br>紫外可见分光光度计        | HLFX-018 | 8mg/L       |

|  |                                     |                                                                                                                                                                                                                             |                  |          |              |
|--|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|----------|--------------|
|  | 氯化物                                 | 水质氯化物的测定硝酸银滴定法GB11896-89                                                                                                                                                                                                    | 50mL酸式滴定管        | HLFX-061 | 10mg/L       |
|  | 硝酸盐氮                                | 水质硝酸盐氮的测定酚二磺酸分光光度法GB7480-87                                                                                                                                                                                                 | L6S紫外可见分光光度计     | HLFX-019 | 0.02mg/L     |
|  | 铍                                   | 水质铍的测定石墨炉原子吸收分光光度法HJ/T 59-2000                                                                                                                                                                                              | TAS-990原子吸收分光光度计 | HLFX-022 | 2.0×10-5mg/L |
|  | 银                                   | 水质银的测定火焰原子吸收分光光度法GB11907-89                                                                                                                                                                                                 | TAS-990原子吸收分光光度计 | HLFX-022 | 0.03mg/L     |
|  | 钾离子(K <sup>+</sup> )                | 水质可溶性阳离子(Li <sup>+</sup> 、Na <sup>+</sup> 、NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> 、K <sup>+</sup> 、Ca <sup>2+</sup> 、Mg <sup>2+</sup> )的测定离子色谱法HJ812-2016                                                                             | CIC-D120离子色谱仪    | HLFX-042 | 0.02mg/L     |
|  | 钠离子(Na <sup>+</sup> )               |                                                                                                                                                                                                                             |                  |          | 0.02mg/L     |
|  | 钙离子(Ca <sup>2+</sup> )              |                                                                                                                                                                                                                             |                  |          | 0.03mg/L     |
|  | 镁离子(Mg <sup>2+</sup> )              |                                                                                                                                                                                                                             |                  |          | 0.02mg/L     |
|  | 氯离子(Cl <sup>-</sup> )               | 水质无机阴离子(F <sup>-</sup> 、Cl <sup>-</sup> 、NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> 、Br <sup>-</sup> 、NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> 、PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> 、SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> 、SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )的测定离子色谱法 | CIC-D120离子色谱仪    | HLFX-041 | 0.007mg/L    |
|  | 硫酸根(SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) |                                                                                                                                                                                                                             |                  |          | 0.018mg/L    |
|  | 碳酸根                                 | 地下水水质分析方法第49部分：碳酸根、重碳酸根和氢氧根离子的测定滴定法DZ/T0064.49-2021                                                                                                                                                                         | 25mL酸式滴定管        | HLFX-066 | /            |
|  | 重碳酸根                                |                                                                                                                                                                                                                             |                  |          | /            |
|  | 色度                                  | 水质色度的测定铂钴比色法GB11903-89                                                                                                                                                                                                      | /                | /        | 5度           |
|  | 嗅和味                                 | 生活饮用水标准检验方法第4部分：感官性状和物理指标（6.1嗅气和尝味法）                                                                                                                                                                                        | /                | /        | /            |
|  | 浑浊度                                 | 生活饮用水标准检验方法第4部分：感官性状和物理指标（5.1散射法）GB/T5750.4-2023                                                                                                                                                                            | WZB-175便携式浊度计    | HLXC-039 | 0.5NTU       |
|  | 肉眼可见物                               | 生活饮用水标准检验方法第4部分：感官性状和物理指标（7.1直接观察法）                                                                                                                                                                                         | /                | /        | /            |
|  | 总硬度                                 | 水质钙和镁总量的测定EDTA滴定法GB7477-87                                                                                                                                                                                                  | 50mL酸式滴定管        | HLFX-057 | 5mg/L        |
|  | 溶解性总固体                              | 生活饮用水标准检验方法第4部分：感官性状和物理指标（11.1称量法）GB/T5750.4-2023                                                                                                                                                                           | AUX220电子天平       | HLFX-027 | /            |

|                           |                                                               |                                     |          |                        |
|---------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------|----------|------------------------|
| 高锰酸盐指数（以O <sub>2</sub> 计） | 生活饮用水标准检验方法第7部分：有机物综合指标（4.1酸性高酸钾滴定法）<br>GB/T5750.7-2023       | 25mL酸式滴定管                           | HLFX-064 | 0.05mg/L               |
| 钠                         | 水质钾和钠的测定火焰原子吸收分光光度法<br>GB11904-89                             | TAS-990<br>原子吸收分光光度计                | HLFX-022 | 0.01mg/L               |
| 总大肠菌群                     | 生活饮用水标准检验方法第12部分：微生物指标（5.1多管发酵法）<br>GB/T5750.12-2023          | HPX-II-250<br>生化培养箱                 | HLFX-009 | /                      |
| 菌落总数                      | 生活饮用水标准检验方法第12部分：微生物指标（4.1平皿计数法）<br>GB/T5750.12-2023          | HPX-II-250<br>生化培养箱                 | HLFX-009 | /                      |
| 亚硝酸盐氮                     | 水质亚硝酸盐氮的测定分光光度法<br>GB7493-87                                  | L6S<br>紫外可见分光光度计                    | HLFX-019 | 0.003mg/L              |
| 碘化物                       | 水质碘化物的测定离子色谱法<br>HJ778-2015                                   | CIC-D120<br>离子色谱仪                   | HLFX-041 | 0.002mg/L              |
| 四氯化碳                      | 生活饮用水标准检验方法第8部分：有机物指标<br>4.1毛细管柱气相色谱法<br>GB/T5750.8-2023      | TRACE1600<br>气相色谱仪                  | SYS-104  | 最低检测质量浓度：<br>0.1μg/L   |
| 三氯甲烷                      | 生活饮用水标准检验方法第10部分：消毒副产物指标<br>4.1毛细管柱气相色谱法<br>GB/T5750.10-2023  | TRACE1600<br>气相色谱仪                  | SYS-104  | 最低检测质量浓度：<br>0.2μg/L   |
| 苯                         | 生活饮用水标准检验方法第8部分：有机物指标<br>21.1液液萃取毛细管柱气相色谱法<br>GB/T5750.8-2023 | TRACE1600<br>气相色谱仪                  | SYS-104  | 最低检测质量浓度：<br>0.005mg/L |
| 甲苯                        | 生活饮用水标准检验方法第8部分：有机物指标<br>22.2液液萃取毛细管柱气相色谱法<br>GB/T5750.8-2023 | TRACE1600<br>气相色谱仪                  | SYS-104  | 最低检测质量浓度：<br>0.006mg/L |
| 总α放射性                     | 水质总α放射性的测定厚源法<br>HJ898-2017                                   | FYFS-400X<br>（四通道）<br>低本底α/β<br>测量仪 | SYS-051  | 0.043Bq/L<br>（探测下限）    |
| 总β放射性                     | 水质总β放射性的测定厚源法<br>HJ899-2017                                   |                                     |          | 0.015Bq/L<br>（探测下限）    |

5、地下水环境质量监测结果统计

地下水环境质量现状监测结果详见下表3.1-17至表3.1-18。

表3.1-17 地下水环境质量现状监测结果（ZK01～ZK02） 单位：mg/L

| 序号 | 检测点位                 | ZK01      |           | ZK02      |           |
|----|----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|    | 检测日期                 | 2026/1/30 | 2026/1/31 | 2026/1/30 | 2026/1/31 |
| 1  | 检测项目                 |           |           |           |           |
|    | 钾离子（K <sup>+</sup> ） | 3.65      | 3.68      | 1.78      | 1.81      |

|    |                                      |          |          |          |          |
|----|--------------------------------------|----------|----------|----------|----------|
| 2  | 钠离子 (Na <sup>+</sup> )               | 48.6     | 48.8     | 6.10     | 6.13     |
| 3  | 钙离子 (Ca <sup>2+</sup> )              | 16.5     | 17.0     | 56.0     | 50.2     |
| 4  | 镁离子 (Mg <sup>2+</sup> )              | 7.75     | 7.90     | 29.5     | 29.4     |
| 5  | 碳酸根                                  | 0        | 0        | 0        | 0        |
| 6  | 重碳酸根                                 | 125      | 122      | 345      | 329      |
| 7  | 氯离子 (Cl <sup>-</sup> )               | 9.25     | 9.16     | 1.84     | 1.83     |
| 8  | 硫酸根 (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) | 59.2     | 58.7     | 11.2     | 11.2     |
| 9  | pH值 (无量纲)                            | 7.4      | 7.4      | 7.5      | 7.5      |
| 10 | 色度 (度)                               | 10       | 10       | 10       | 10       |
| 11 | 臭和味 (无量纲)                            | 无        | 无        | 无        | 无        |
| 12 | 浑浊度 (NTU)                            | 2.7      | 2.8      | 2.9      | 2.8      |
| 13 | 肉眼可见物 (无量)                           | 无        | 无        | 无        | 无        |
| 14 | 总硬度                                  | 120      | 96       | 286      | 244      |
| 15 | 溶解性总固体                               | 414      | 425      | 382      | 394      |
| 16 | 硫酸盐                                  | 70       | 74       | 14       | 15       |
| 17 | 氯化物                                  | 11       | 16       | 10L      | 10L      |
| 18 | 铁                                    | 0.12     | 0.10     | 0.01     | 0.01     |
| 19 | 锰                                    | 0.01     | 0.01     | 0.04     | 0.04     |
| 20 | 铜                                    | 0.04L    | 0.04L    | 0.04L    | 0.04L    |
| 21 | 锌                                    | 0.012    | 0.011    | 0.009L   | 0.009L   |
| 22 | 铝                                    | 0.130    | 0.128    | 0.009L   | 0.009L   |
| 23 | 挥发酚                                  | 0.0003L  | 0.0003L  | 0.0003L  | 0.0003L  |
| 24 | 阴离子表面活性剂                             | 0.05L    | 0.05L    | 0.058    | 0.063    |
| 25 | 高锰酸盐指数 (以O <sub>2</sub> 计)           | 2.86     | 2.82     | 0.44     | 0.51     |
| 26 | 氨氮                                   | 0.484    | 0.473    | 0.041    | 0.067    |
| 27 | 硫化物                                  | 0.003L   | 0.003L   | 0.003L   | 0.003L   |
| 28 | 钠                                    | 49.6     | 49.2     | 6.76     | 6.43     |
| 29 | 总大肠菌群 (MPN/100mL)                    | 2        | 2        | 2        | 2        |
| 30 | 菌落总数                                 | 88       | 78       | 94       | 84       |
| 31 | 亚硝酸盐氮                                | 0.004    | 0.005    | 0.005    | 0.005    |
| 32 | 硝酸盐氮                                 | 0.96     | 1.10     | 0.74     | 0.94     |
| 33 | 氰化物                                  | 0.004L   | 0.004L   | 0.004L   | 0.004L   |
| 34 | 氟化物                                  | 0.32     | 0.30     | 0.22     | 0.24     |
| 35 | 碘化物                                  | 0.002L   | 0.002L   | 0.002L   | 0.002L   |
| 36 | 汞                                    | 0.00004L | 0.00004L | 0.00004L | 0.00004L |
| 37 | 砷                                    | 0.0005   | 0.0006   | 0.0005   | 0.0004   |
| 38 | 硒                                    | 0.0004L  | 0.0004L  | 0.0004L  | 0.0004L  |
| 39 | 镉                                    | 0.001L   | 0.001L   | 0.001L   | 0.001L   |
| 40 | 六价铬                                  | 0.004L   | 0.004L   | 0.004L   | 0.004L   |
| 41 | 铅                                    | 0.01L    | 0.01L    | 0.01L    | 0.01L    |
| 42 | 三氯甲烷 (μg/L)                          | <0.2     | <0.2     | <0.2     | <0.2     |
| 43 | 四氯化碳 (μg/L)                          | <0.1     | <0.1     | <0.1     | <0.1     |
| 44 | 苯                                    | <0.005   | <0.005   | <0.005   | <0.005   |
| 45 | 甲苯                                   | <0.006   | <0.006   | <0.006   | <0.006   |
| 46 | 总α放射性 (Bq/L)                         | 0.043L   | 0.043L   | 0.043L   | 0.043L   |
| 47 | 总β放射性 (Bq/L)                         | 0.027    | 0.057    | 0.021    | 0.015L   |
| 48 | 铬                                    | 0.03L    | 0.03L    | 0.03L    | 0.03L    |
| 49 | 铍                                    | 0.00002L | 0.00002L | 0.00002L | 0.00002L |
| 50 | 镍                                    | 0.007L   | 0.007L   | 0.007L   | 0.007L   |

|                                          |                           |           |           |           |           |
|------------------------------------------|---------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 51                                       | 银                         | 0.03L     | 0.03L     | 0.03L     | 0.03L     |
| 52                                       | 总磷                        | 0.05      | 0.04      | 0.01      | 0.01      |
| 表3.1-18 地下水环境质量现状监测结果（ZK03~ZK04） 单位：mg/L |                           |           |           |           |           |
| 序号                                       | 检测点位<br>检测日期              | ZK03      |           | ZK04      |           |
|                                          | 检测项目                      | 2026/1/30 | 2026/1/31 | 2026/1/30 | 2026/1/31 |
| 1                                        | 钾离子（K <sup>+</sup> ）      | 1.41      | 1.41      | 2.23      | 2.21      |
| 2                                        | 钠离子（Na <sup>+</sup> ）     | 7.59      | 7.63      | 8.06      | 8.04      |
| 3                                        | 钙离子（Ca <sup>2+</sup> ）    | 36.0      | 36.4      | 54.2      | 55.1      |
| 4                                        | 镁离子（Mg <sup>2+</sup> ）    | 17.0      | 17.8      | 29.0      | 30.2      |
| 5                                        | 碳酸根                       | 0         | 0         | 0         | 0         |
| 6                                        | 重碳酸根                      | 114       | 116       | 342       | 354       |
| 7                                        | 氯离子（Cl <sup>-</sup> ）     | 1.49      | 1.48      | 2.00      | 1.99      |
| 8                                        | 硫酸根（SO <sub>42-</sub> ）   | 88.9      | 88.3      | 11.4      | 11.4      |
| 9                                        | pH值（无量纲）                  | 7.5       | 7.6       | 7.4       | 7.4       |
| 10                                       | 色度（度）                     | 10        | 10        | 5         | 5         |
| 11                                       | 臭和味（无量纲）                  | 无         | 无         | 无         | 无         |
| 12                                       | 浑浊度（NTU）                  | 2.6       | 2.7       | 2.8       | 2.7       |
| 13                                       | 肉眼可见物（无量纲）                | 无         | 无         | 无         | 无         |
| 14                                       | 总硬度                       | 168       | 123       | 278       | 267       |
| 15                                       | 溶解性总固体                    | 360       | 368       | 386       | 397       |
| 16                                       | 硫酸盐                       | 105       | 103       | 40        | 41        |
| 17                                       | 氯化物                       | 10L       | 10L       | 10L       | 10L       |
| 18                                       | 铁                         | 0.01      | 0.01      | 0.01      | 0.02      |
| 19                                       | 锰                         | 0.08      | 0.08      | 0.06      | 0.06      |
| 20                                       | 铜                         | 0.04L     | 0.04L     | 0.04L     | 0.04L     |
| 21                                       | 锌                         | 0.010     | 0.010     | 0.014     | 0.014     |
| 22                                       | 铝                         | 0.009L    | 0.009L    | 0.017     | 0.012     |
| 23                                       | 挥发酚                       | 0.0003L   | 0.0003L   | 0.0003L   | 0.0003L   |
| 24                                       | 阴离子表面活性剂                  | 0.05L     | 0.05L     | 0.05L     | 0.05L     |
| 25                                       | 高锰酸盐指数（以O <sub>2</sub> 计） | 0.48      | 0.53      | 1.20      | 1.31      |
| 26                                       | 氨氮                        | 0.075     | 0.057     | 0.098     | 0.123     |
| 27                                       | 硫化物                       | 0.003L    | 0.003L    | 0.003L    | 0.003L    |
| 28                                       | 钠                         | 10.4      | 10.5      | 11.0      | 11.2      |
| 29                                       | 总大肠菌群（MPN/100mL）          | 未检出       | 未检出       | 未检出       | 未检出       |
| 30                                       | 菌落总数（CFU/mL）              | 76        | 79        | 69        | 81        |
| 31                                       | 亚硝酸盐氮                     | 0.007     | 0.008     | 0.007     | 0.008     |
| 32                                       | 硝酸盐氮                      | 1.34      | 1.42      | 1.61      | 1.63      |
| 33                                       | 氰化物                       | 0.004L    | 0.004L    | 0.004L    | 0.004L    |
| 34                                       | 氟化物                       | 0.37      | 0.39      | 0.36      | 0.34      |
| 35                                       | 碘化物                       | 0.002L    | 0.002L    | 0.002L    | 0.002L    |
| 36                                       | 汞                         | 0.00004L  | 0.00004L  | 0.00004L  | 0.00004L  |
| 37                                       | 砷                         | 0.0003L   | 0.0003L   | 0.0004    | 0.0004    |
| 38                                       | 硒                         | 0.0004L   | 0.0004L   | 0.0004L   | 0.0004L   |
| 39                                       | 镉                         | 0.001L    | 0.001L    | 0.001L    | 0.001L    |
| 40                                       | 六价铬                       | 0.004L    | 0.004L    | 0.004L    | 0.004L    |
| 41                                       | 铅                         | 0.01L     | 0.01L     | 0.01L     | 0.01L     |
| 42                                       | 三氯甲烷（μg/L）                | <0.2      | <0.2      | <0.2      | <0.2      |
| 43                                       | 四氯化碳（μg/L）                | <0.1      | <0.1      | <0.1      | <0.1      |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |

本项目所在区域地下水执行《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中Ⅲ类水质标准。

按照离子毫克当量浓度进行平衡发现，其相对误差≤±5%，总体检验效果较

好，故监测数据有效。

地下水监测评价结果详见下表：

表3.1-20 地下水现状监测评价结果一览表

| 项目                        | 监测值         |             |             |             | Ⅲ类标准    | 达标<br>评述 |
|---------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------|----------|
|                           | ZK01        | ZK02        | ZK03        | ZK04        |         |          |
| pH                        | 7.4         | 7.5         | 7.5~7.6     | 7.4         | 6.5~8.5 | 达标       |
| 色度（度）                     | 10          | 10          | 5           | 5           | ≤15     | 达标       |
| 嗅和味（无量纲）                  | 无           | 无           | 无           | 无           | 无       | 达标       |
| 浑浊度（NTU）                  | 2.7~2.8     | 2.8~2.9     | 2.6~2.7     | 2.75~2.8    | ≤3      | 达标       |
| 肉眼可见物（无量纲）                | 无           | 无           | 无           | 无           | 无       | 达标       |
| 总硬度                       | 96~120      | 244~286     | 123~168     | 267~278     | ≤450    | 达标       |
| 溶解性总固体                    | 414~425     | 382~394     | 360~368     | 386~397     | ≤1000   | 达标       |
| 硫酸盐                       | 70~74       | 14~15       | 103~105     | 40~41       | ≤250    | 达标       |
| 氯化物                       | 11~16       | 10L         | 10L         | 10L         | ≤250    | 达标       |
| 铁                         | 0.1~0.12    | 0.01        | 0.01        | 0.01~0.12   | ≤0.3    | 达标       |
| 锰                         | 0.01        | 0.04        | 0.08        | 0.06        | ≤0.10   | 达标       |
| 铜                         | 0.04L       | 0.04L       | 0.04L       | 0.04L       | ≤1.00   | 达标       |
| 锌                         | 0.011~0.012 | 0.009L      | 0.01        | 0.014       | ≤1.00   | 达标       |
| 铝                         | 0.128~0.130 | 0.009L      | 0.009L      | 0.012~0.017 | ≤0.20   | 达标       |
| 挥发酚                       | 0.0003L     | 0.0003L     | 0.0003L     | 0.0003L     | ≤0.002  | 达标       |
| 阴离子表面活性剂                  | 0.05L       | 0.058~0.063 | 0.05L       | 0.05L       | ≤0.3    | 达标       |
| 高锰酸盐指数（以O <sub>2</sub> 计） | 2.82~2.86   | 0.44~0.51   | 0.48~0.53   | 1.20~1.31   | ≤3.0    | 达标       |
| 氨氮                        | 0.473~0.484 | 0.041~0.067 | 0.057~0.075 | 0.098~0.123 | ≤0.50   | 达标       |
| 硫化物                       | 0.003L      | 0.003L      | 0.003L      | 0.003L      | ≤0.02   | 达标       |
| 钠                         | 49.2~49.6   | 6.43~6.76   | 10.4~10.5   | 11.0~11.2   | ≤200    | 达标       |
| 总大肠菌群（MPN/100mL）          | 2           | 2           | 未检出         | 未检出         | ≤3.0    | 达标       |
| 菌落总数（CFU/mL）              | 78~88       | 84~94       | 76~79       | 69~81       | ≤100    | 达标       |
| 亚硝酸盐氮                     | 0.004~0.005 | 0.005       | 0.007~0.008 | 0.007~0.008 | ≤1.00   | 达标       |
| 硝酸盐氮                      | 0.96~1.10   | 0.74~0.94   | 1.34~1.42   | 1.61~1.63   | ≤20.0   | 达标       |
| 氰化物                       | 0.004L      | 0.004L      | 0.004L      | 0.004L      | ≤0.05   | 达标       |

|  |                 |                   |                   |                  |               |        |    |
|--|-----------------|-------------------|-------------------|------------------|---------------|--------|----|
|  | 氟化物             | 0.30~<br>0.32     | 0.22~<br>0.24     | 0.37~<br>0.39    | 0.36~<br>0.39 | ≤1.0   | 达标 |
|  | 碘化物             | 0.002L            | 0.002L            | 0.002L           | 0.002L        | ≤0.08  | 达标 |
|  | 汞               | 0.00004L          | 0.00004L          | 0.00004L         | 0.00004L      | ≤0.001 | 达标 |
|  | 砷               | 0.0005~<br>0.0006 | 0.0004~<br>0.0005 | 0.0003L          | 0.0004        | ≤0.01  | 达标 |
|  | 硒               | 0.0004L           | 0.0004L           | 0.0004L          | 0.0004L       | ≤0.01  | 达标 |
|  | 镉               | 0.001L            | 0.001L            | 0.001L           | 0.001L        | ≤0.005 | 达标 |
|  | 六价铬             | 0.004L            | 0.004L            | 0.004L           | 0.004L        | ≤0.05  | 达标 |
|  | 铅               | 0.01L             | 0.01L             | 0.01L            | 0.01L         | ≤0.01  | 达标 |
|  | 三氯甲烷（μg/L）      | 0.2L              | 0.2L              | 0.2L             | 0.2L          | ≤60    | 达标 |
|  | 四氯化碳（μg/L）      | 0.1L              | 0.1L              | 0.1L             | 0.1L          | ≤2.0   | 达标 |
|  | 苯               | 0.005L            | 0.005L            | 0.005L           | 0.005L        | ≤10.0  | 达标 |
|  | 甲苯              | 0.006L            | 0.006L            | 0.006L           | 0.006L        | ≤700   | 达标 |
|  | 总α放射性           | 0.043L            | 0.043L            | 0.043L           | 0.043L        | ≤0.5   | 达标 |
|  | 总β放射性<br>(Bq/L) | 0.027~<br>0.057   | 0.015L~<br>0.021  | 0.015L~<br>0.057 | 0.015L        | ≤1.0   | 达标 |
|  | 铬               | 0.03L             | 0.03L             | 0.03L            | 0.03L         | /      | /  |
|  | 铍               | 0.00002L          | 0.00002L          | 0.00002L         | 0.00002L      | ≤0.002 | 达标 |
|  | 镍               | 0.007L            | 0.007L            | 0.007L           | 0.007L        | ≤0.02  | 达标 |
|  | 银               | 0.03L             | 0.03L             | 0.03L            | 0.03L         | ≤0.05  | 达标 |
|  | 总磷              | 0.04~<br>0.05     | 0.01              | 0.02             | 0.01L         | /      | /  |

3.1.7 声环境现状

本项目东川区拖布卡镇播卡村，区域属于农村地区的非集镇区域，根据《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 7.2 “工业活动较多的村庄以及有交通干线经过的村庄（指执行 4 类声环境功能区要求以外的地区）可局部或全部执行 2 类声环境功能区要求”，因此项目区域执行《声环境质量标准》（GB

根据声源的位置和周围情况，本次声环境质量现状监测对项目厂界、西北侧 55m 处散户及西南侧 55m 处上村进行了现状监测，噪声现状监测布点情况详细如下：

| 表3.1-21 声环境质量现状监测点位 |             |                    |
|---------------------|-------------|--------------------|
| 编号                  | 监测点位        | 监测点功能区             |
| N1                  | 项目区厂界西侧外1m处 | GB3096—2008<br>2类区 |
| N2                  | 项目区厂界北侧外1m处 |                    |
| N3                  | 项目区厂界东侧外1m处 |                    |
| N4                  | 项目区厂界南侧外1m处 |                    |
| N5                  | 西北侧55m处散户   |                    |
| N6                  | 西南侧55m处上村   |                    |

声环境质量现状监测点位详见下图：



**图3.1-4 声环境质量现状监测点位示意图**

**2、声环境监测因子**

等效连续A声级。

**3、声环境监测时间和频次**

2026年1月21日～1月22日；

由云南环绿环境检测技术有限公司连续监测2天，分昼、夜两个时段进行。

**4、声环境监测方法**

监测方法按《声环境质量标准》（GB3096-2008）执行。

**5、声环境质量现状监测结果与评价**

声环境质量现状监测结果见下表：

| 表3.1-22 声环境质量现状监测结果一览表 单位：dB（A） |           |    |           |    |
|---------------------------------|-----------|----|-----------|----|
| 检测点位                            | 2026/1/21 |    | 2026/1/22 |    |
|                                 | 昼间        | 夜间 | 昼间        | 夜间 |
| 厂界东外1米处N1                       | 45        | 40 | 44        | 39 |
| 厂界南外1米处N2                       | 47        | 41 | 45        | 41 |
| 厂界西外1米处N3                       | 44        | 39 | 44        | 39 |
| 厂界北外1米处N4                       | 44        | 39 | 45        | 38 |
| 西北侧55m处散户N5                     | 45        | 40 | 46        | 39 |
| 西南侧55m处上村N6                     | 46        | 40 | 47        | 41 |
| 标准值（2类）                         | 60        | 50 | 60        | 50 |

由上表可知，项目区域昼间、夜间声环境现状值均能满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2类标准要求。

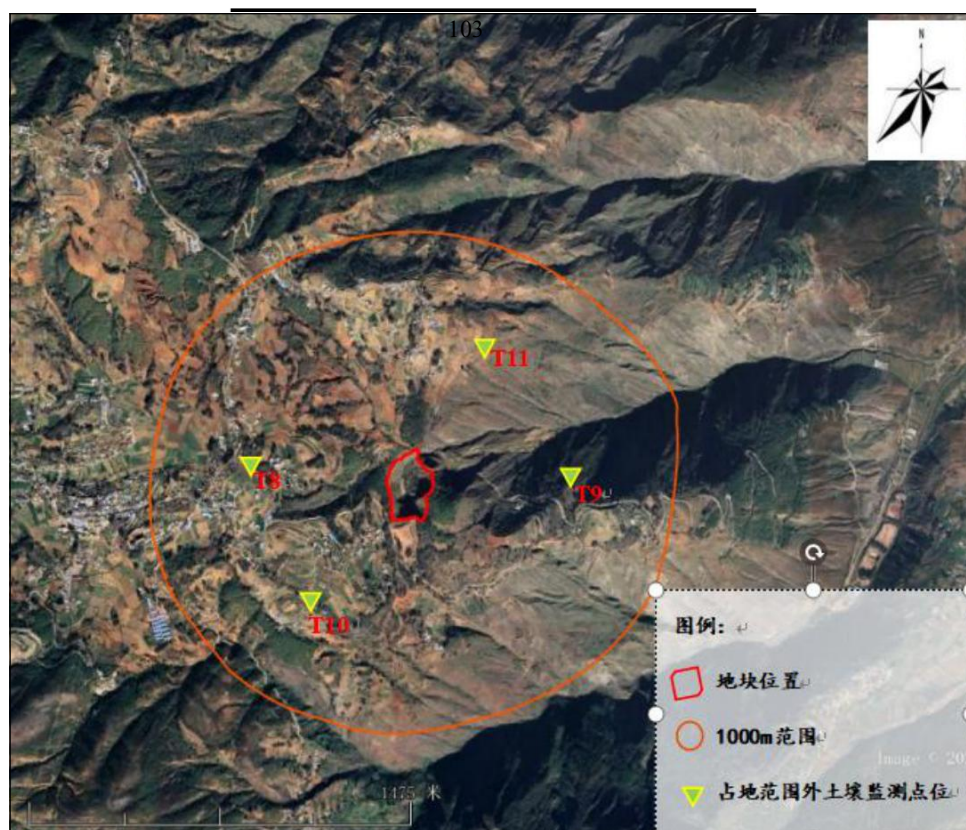
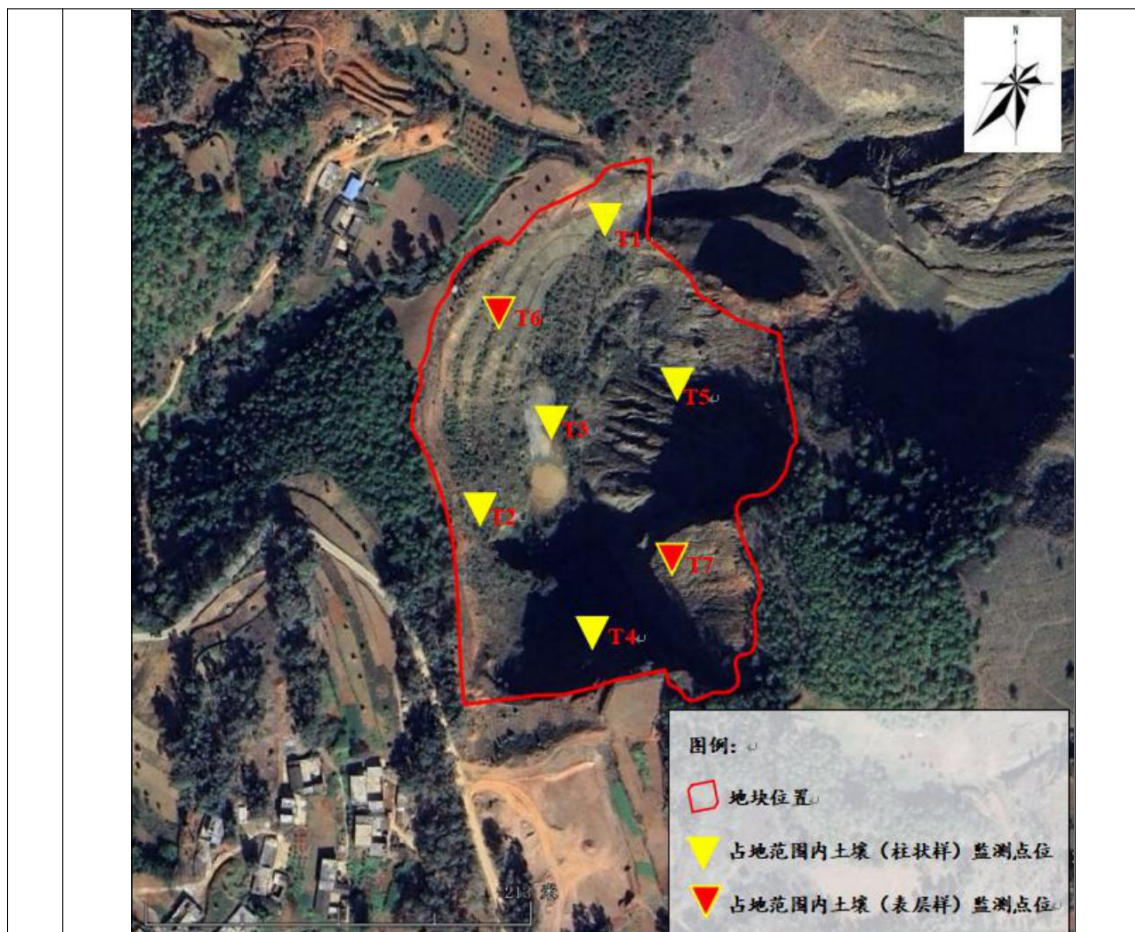
### 3.1.8土壤环境现状

#### 1、土壤监测点位及因子

项目区历史为红岩铁矿矿坑，现状修复采用改性磷石膏回填，属于《环境影响评价技术导则土壤环境（试行）》（HJ964—2018）中“采矿业—金属矿”范畴（Ⅰ类项目）和“环境和公共设施管理业—一般工业固体废物处置及综合利用（除采取填埋和焚烧方式以外的）”范畴（Ⅲ类项目），项目周边存在居民区、耕地等土壤环境敏感目标分布，土壤取样布点兼顾大气沉降影响上风向及下风向，兼顾漫流影响上游及下游。因此，在项目占地范围内设置5个柱状样点，2个表层样点；占地范围外设置4个表层样点，详见下表：

| 表3.1-23 项目土壤监测点位一览表 |               |                              |
|---------------------|---------------|------------------------------|
| 位置                  | 编号            | 取样深度                         |
| 项目占地范围内             | T1            | 柱状样点（0-0.5m、0.5-1.5m、1.5-3m） |
|                     | T2            | 柱状样点（0-0.5m、0.5-1.5m、1.5-3m） |
|                     | T3            | 柱状样点（0-0.5m、0.5-1.5m、1.5-3m） |
|                     | T4            | 柱状样点（0-0.5m、0.5-1.5m、1.5-3m） |
|                     | T5            | 柱状样点（0-0.5m、0.5-1.5m、1.5-3m） |
|                     | T6            | 表层样点（0-0.2m）                 |
|                     | T7            | 表层样点（0-0.2m）                 |
| 项目占地范围外             | T8（厂界外上风向耕地土  | 表层样点（0-0.2m）                 |
|                     | T9（厂界外下风向耕地土  | 表层样点（0-0.2m）                 |
|                     | T10（厂界上游耕地土壤） | 表层样点（0-0.2m）                 |
|                     | T11（厂界下游耕地土壤） | 表层样点（0-0.2m）                 |

具体监测点位详见下图3.2-1和图3.2-2：



本项目现状为待回填的矿坑用地，回填后将规划转为旱地，鉴于其用地性质的转变，本次评价占地范围内分别依据《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准》（GB36600-2018）与《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）及相关特征因子进行监测，占地范围外按照耕地现状依据《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）及相关特征因子进行监测，以全面评估其环境质量状况。具体监测项目详见下表：

表3.1-24 项目土壤监测项目一览表

| 位置                                                                                       | 编号                                           | 类别                             |                                                 | 检测指标                                                                                                                                                                                              |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 项目占地<br>范围内                                                                              | T1、T2、<br>T3、T4、T5<br>为柱状样；<br>T6、T7为表<br>层样 | 必测项（GB<br>36600-2018）<br>基本45项 | 重金属                                             | 砷*、镉*、铬（六价）*、铜*、铅*、汞*、镍                                                                                                                                                                           |
|                                                                                          |                                              |                                | 挥发性有机物                                          | 四氯化碳、氯仿、氯甲烷、1，1-二氯乙烷、1，2-二氯乙烷、1，1-二氯乙烯、顺-1，2-二氯乙烯、反-1，2-二氯乙烯、二氯甲烷、1，2-二氯丙烷、1，1，1，2-四氯乙烷、1，1，2，2-四氯乙烷、四氯乙烯、1，1，1-三氯乙烷、1，1，2-三氯乙烷、三氯乙烯、1，2，3-三氯丙烷、氯乙烯、苯、氯苯、1，2-二氯苯、1，4-二氯苯、乙苯、苯乙烯、甲苯、间二甲苯+对二甲苯、邻二甲苯 |
|                                                                                          |                                              |                                | 半挥发性有机物                                         | 硝基苯、苯胺、2-氯酚、苯并（a）蒽、苯并（a）芘、苯并（b）荧蒽、苯并（k）荧蒽、蒽、二苯并（a，h）蒽、茚并（1，2，3-c，d）芘、萘                                                                                                                            |
|                                                                                          |                                              | 必测项（GB<br>15618-2018）<br>基本8项  | 砷*、镉*、铬、铜*、铅*、汞*、镍、锌                            |                                                                                                                                                                                                   |
|                                                                                          |                                              | 增测项/特征<br>污染物                  | 石油烃（C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> ）、氟化物、铍、pH |                                                                                                                                                                                                   |
| 项目占地<br>范围外                                                                              | T8、T9、<br>T10、T11，<br>均为表层样                  | 必测项（GB<br>15618-2018）<br>基本8项  | 砷、镉、铬、铜、铅、汞、镍、锌                                 |                                                                                                                                                                                                   |
|                                                                                          |                                              | 增测项/特征<br>污染物                  | 氟化物、pH                                          |                                                                                                                                                                                                   |
| 注：（1）必测项中*为本项目识别的特征污染物。<br>（2）若GB36600-2018与GB15618-2018中重金属按照监测规范的要求，其采样、监测方法等一致，可合并监测。 |                                              |                                |                                                 |                                                                                                                                                                                                   |

2、土壤监测时间和频次

2026年1月21日，一次采样分析。

### 3、土壤监测分析方法

按国家现行取样、监测分析方法进行，详见下表：

**表3.1-25 土壤检测分析方法、使用仪器及检出限**

| 检测项目   | 检测依据/标准名称                                     | 检测仪器设备名称/型号          | 设备编号     | 最低检出限       |
|--------|-----------------------------------------------|----------------------|----------|-------------|
| pH值    | 土壤pH值的测定电位法<br>HJ962-2018                     | PHSJ-3F<br>pH计       | HLFX-001 | /           |
| 水溶性盐总量 | 土壤检测第16部分：<br>土壤水溶性盐总量的测定<br>NY/T1121.16-2006 | AUX220<br>电子天平       | HLFX-027 | /           |
| 孔隙度    | 森林土壤水分物理性质的测定LY/T<br>1215-1999                | AUW220（CHN）<br>电子天平  | HLFX-028 | /           |
| 渗滤率    | 森林土壤渗滤率的测定环刀法 LY/T<br>1218-1999               | /                    | /        | /           |
| 阳离子交换量 | 土壤阳离子交换量的测定三氯化六氨合钴浸提-分光光度法HJ<br>889-2017      | L6S<br>紫外可见分光光度计     | HLFX-020 | 0.8cmol+/kg |
| 氧化还原电位 | 土壤氧化还原电位的测定电位法HJ<br>746-2015                  | TR-901<br>土壤ORP测定仪   | HLXC-183 | /           |
|        |                                               |                      | HLXC-184 |             |
| 砷      | 土壤和沉积物汞、砷、硒、铋、锑的测定微波消解/原子荧光法                  | AFS-11B<br>原子荧光光度计   | HLFX-045 | 0.01mg/kg   |
| 汞      |                                               | AFS-933<br>原子荧光光度计   | HLFX-044 | 0.002mg/kg  |
| 镉      | 土壤质量铅、镉的测定石墨炉原子吸收分光光度法<br>GB/T17141-1997      | TAS-990<br>原子吸收分光光度计 | HLFX-022 | 0.01mg/kg   |
| 六价铬    | 土壤和沉积物六价铬的测定碱溶液提取-火焰原子吸收分光光度法HJ1082-2019      | TAS-990<br>原子吸收分光光度计 | HLFX-022 | 0.5mg/kg    |
| 铅      | 土壤和沉积物铜、锌、铅、镍、铬的测定火焰原子吸收分光光度法<br>HJ491—2019   | TAS-990<br>原子吸收分光光度计 | HLFX-022 | 10mg/kg     |
| 铜      |                                               |                      |          | 1mg/kg      |
| 镍      |                                               |                      |          | 3mg/kg      |
| 铬      |                                               |                      |          | 4mg/kg      |
| 锌      |                                               |                      |          | 1mg/kg      |
| 铍      |                                               | TAS-990<br>原子吸收分光光度计 | HLFX-022 | 0.03mg/kg   |

|  |               |                                                |                                                                    |          |           |
|--|---------------|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|----------|-----------|
|  | 氟化物           | 土壤水溶性氟化物和总氟化物的测定离子选择电极法<br>HJ873-2017          | PXSJ-216F<br>数显离子活度计                                               | HLFX-007 | 63mg/kg   |
|  | 硝基苯           | 土壤和沉积物<br>半挥发性有机物的测定<br>气相色谱-质谱法<br>HJ834-2017 | GC-MS气质联用仪<br>Agilent<br>6890N-5973<br>自动进样器<br>Agilent7683        | HLFX-036 | 0.09mg/kg |
|  | 2-氯苯酚         |                                                |                                                                    |          | 0.06mg/kg |
|  | 苯并（a）蒽        |                                                |                                                                    |          | 0.1mg/kg  |
|  | 苯并（a）芘        |                                                |                                                                    |          | 0.1mg/kg  |
|  | 苯并（b）荧蒽       |                                                |                                                                    |          | 0.2mg/kg  |
|  | 苯并（k）荧蒽       |                                                |                                                                    |          | 0.1mg/kg  |
|  | 蒎             |                                                |                                                                    |          | 0.1mg/kg  |
|  | 二苯并（a，h）蒽     |                                                |                                                                    |          | 0.1mg/kg  |
|  | 茚并（1，2，3-cd）芘 |                                                |                                                                    |          | 0.1mg/kg  |
|  | 萘             |                                                |                                                                    |          | 0.09mg/kg |
|  | 四氯化碳          | 土壤和沉积物 挥发性有机物的测定吹扫捕集/气相色谱-质谱法<br>HJ605-2011    | GC-MS气质联用仪<br>Agilent<br>6890N-5973N<br>吹扫捕集<br>TekmarAtomx<br>XYZ | HLFX-035 | 1.3μg/kg  |
|  | 氯仿            |                                                |                                                                    |          | 1.1μg/kg  |
|  | 氯甲烷           |                                                |                                                                    |          | 1.0μg/kg  |
|  | 1，1-二氯乙烷      |                                                |                                                                    |          | 1.2μg/kg  |
|  | 1，2-二氯乙烷      |                                                |                                                                    |          | 1.3μg/kg  |
|  | 1，1-二氯乙烯      |                                                |                                                                    |          | 1.0μg/kg  |
|  | 顺式-1，2-二氯乙烯   |                                                |                                                                    |          | 1.3μg/kg  |
|  | 反式-1，2-二氯乙烯   |                                                |                                                                    |          | 1.4μg/kg  |
|  | 二氯甲烷          |                                                |                                                                    |          | 1.5μg/kg  |
|  | 1，2-二氯丙烷      |                                                |                                                                    |          | 1.1μg/kg  |
|  | 1，1，1，2-四氯乙   |                                                |                                                                    |          | 1.2μg/kg  |
|  | 1，1，2，2-四氯乙   |                                                |                                                                    |          | 1.2μg/kg  |
|  | 四氯乙烯烷         |                                                |                                                                    |          | 1.4μg/kg  |
|  | 1，1，1-三氯乙烷    |                                                |                                                                    |          | 1.3μg/kg  |
|  | 1，1，2-三氯乙烷    |                                                |                                                                    |          | 1.2μg/kg  |
|  | 三氯乙烯          |                                                |                                                                    |          | 1.2μg/kg  |
|  | 1，2，3-三氯丙烷    |                                                |                                                                    |          | 1.2μg/kg  |
|  | 氯乙烯           |                                                |                                                                    |          | 1.0μg/kg  |
|  | 苯             |                                                |                                                                    |          | 1.9μg/kg  |
|  | 氯苯            |                                                |                                                                    |          | 1.2μg/kg  |
|  | 1，2-二氯苯       |                                                |                                                                    |          | 1.5μg/kg  |
|  | 1，4-二氯苯       |                                                |                                                                    |          | 1.5μg/kg  |
|  | 乙苯            |                                                |                                                                    |          | 1.2μg/kg  |
|  | 苯乙烯           |                                                |                                                                    |          | 1.1μg/kg  |
|  | 甲苯            |                                                |                                                                    |          | 1.3μg/kg  |
|  | 间，对-二甲苯       |                                                |                                                                    |          | 1.2μg/kg  |
|  | 邻-二甲苯         |                                                |                                                                    |          | 1.2μg/kg  |

|  |  |                            |                       |       |  |
|--|--|----------------------------|-----------------------|-------|--|
|  |  | 气相色谱法/质谱分析法（气质联用仪）测        | 8860-5977B气相色谱-质谱联用仪  | 12014 |  |
|  |  | 土壤和沉积物石油烃（C10-C40）的测定气相色谱法 | Agilent6890N气相色谱（FID） | 11814 |  |

本项目土壤理化性质详见表 3.1-26 至表 3.1-27，土壤环境质量现状首次监测结果详见表 3.1-28 至表 3.1-31。

表3.1-27 项目占地范围内（T1~T3）土壤理化性质调查汇总表

| 点号    |                        | T1           |         |         | T2           |         |         | T3           |         |         |
|-------|------------------------|--------------|---------|---------|--------------|---------|---------|--------------|---------|---------|
| 时间    |                        | 2026/1/21    |         |         | 2026/1/21    |         |         | 2026/1/21    |         |         |
| 经度    |                        | 103.05020392 |         |         | 103.04945591 |         |         | 103.04982722 |         |         |
| 纬度    |                        | 26.42275894  |         |         | 26.42108137  |         |         | 26.42176408  |         |         |
| 层次（m） |                        | 0-0.5        | 0.5-1.5 | 1.5-3.0 | 0-0.5        | 0.5-1.5 | 1.5-3.0 | 0-0.5        | 0.5-1.5 | 1.5-3.0 |
| 现场记录  | 颜色                     | 红棕           | 红棕      | 黄棕      | 棕褐           | 棕       | 棕       | 黄棕           | 黄棕      | 黄棕      |
|       | 结构                     | 团粒           | 团粒      | 团粒      | 团粒           | 团粒      | 团粒      | 团粒           | 团粒      | 团粒      |
|       | 质地                     | 壤土           | 砂土      | 砂土      | 壤土           | 壤土      | 壤土      | 壤土           | 壤土      | 壤土      |
|       | 砂砾含量                   | 20%-25%      | 29%-33% | 40%-45% | 25%-30%      | 19%-22% | 15%-21% | 14%-20%      | 15%-18% | 20%-24% |
|       | 其他异物                   | 无            | 无       | 无       | 无            | 无       | 无       | 无            | 无       | 无       |
|       | 氧化还原电位（mV）             | 552          | /       | /       | 560          | /       | /       | 572          | /       | /       |
| 实验室测定 | pH值（无量纲）               | 6.44         | 6.28    | 6.00    | 5.60         | 5.58    | 5.59    | 5.30         | 5.53    | 5.55    |
|       | 孔隙度（%）                 | 49.6         | 50.7    | 48.9    | 49.3         | 49.9    | 49.1    | 50.1         | 50.5    | 50.7    |
|       | 渗滤率（饱和导水率）             | 2.06         | 2.11    | 2.13    | 2.09         | 1.83    | 1.89    | 1.86         | 1.93    | 1.95    |
|       | 阳离子交换量（cmol+/kg）       | 8.2          | 8.0     | 7.9     | 7.4          | 8.2     | 8.7     | 8.1          | 7.8     | 7.6     |
|       | 容重（g/cm <sup>3</sup> ） | 1.43         | 1.34    | 1.48    | 1.50         | 1.53    | 1.57    | 1.37         | 1.48    | 1.42    |

表3.1-28 项目占地范围内（T4~T7）土壤理化性质调查汇总表

| 点号    |                        | T4           |         |         | T5           |         |         | T6           | T7           |
|-------|------------------------|--------------|---------|---------|--------------|---------|---------|--------------|--------------|
| 时间    |                        | 2026/1/21    |         |         | 2026/1/21    |         |         | 2026/1/21    | 2026/1/21    |
| 经度    |                        | 103.04996708 |         |         | 103.05093568 |         |         | 103.04931605 | 103.05083879 |
| 纬度    |                        | 26.42041974  |         |         | 26.42209297  |         |         | 26.42234406  | 26.42100266  |
| 层次（m） |                        | 0-0.5        | 0.5-1.5 | 1.5-3.0 | 0-0.5        | 0.5-1.5 | 1.5-3.0 | 0-0.2        | 0-0.2        |
| 现场记录  | 颜色                     | 红            | 红       | 红       | 棕黑           | 黄棕      | 黄棕      | 红棕           | 红棕           |
|       | 结构                     | 团粒           | 团粒      | 团粒      | 团粒           | 团粒      | 团粒      | 团粒           | 团粒           |
|       | 质地                     | 壤土           | 壤土      | 壤土      | 壤土           | 壤土      | 壤土      | 壤土           | 壤土           |
|       | 砂砾含量                   | 10%-13%      | 7%-12%  | 9%-14%  | 21%-27%      | 24%-30% | 28%-35% | 19%-24%      | 22%-26%      |
|       | 其他异物                   | 无            | 无       | 无       | 无            | 无       | 无       | 无            | 无            |
|       | 氧化还原电位（mV）             | 606          | /       | /       | 561          | /       | /       | 586          | 587          |
| 实验室测定 | pH值（无量纲）               | 6.04         | 6.17    | 6.25    | 4.89         | 5.34    | 5.52    | 5.50         | 5.71         |
|       | 孔隙度（%）                 | 49.9         | 50.6    | 51.1    | 49.6         | 49.3    | 50.2    | 50.6         | 51.3         |
|       | 渗滤率（饱和导水率）             | 1.91         | 1.97    | 1.87    | 2.06         | 1.91    | 2.01    | 2.03         | 2.04         |
|       | 阳离子交换量（cmol+/kg）       | 8.2          | 7.7     | 7.8     | 6.8          | 7.2     | 7.5     | 7.9          | 7.7          |
|       | 容重（g/cm <sup>3</sup> ） | 1.45         | 1.56    | 1.54    | 1.60         | 1.38    | 1.39    | 1.44         | 1.57         |

3.1-29 项目占地范围内（T1～T3）土壤环境质量现状监测结果统计表

| 序号 | 检测项目                                   | 单位    | 检出限                  | T1                     |                        |                        | T2                     |                        |                        | T3                     |                        |                        | 建设用地  |    | 农用地 |    |
|----|----------------------------------------|-------|----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-------|----|-----|----|
|    |                                        |       |                      | 0-0.5m                 | 0.5-1.5m               | 1.5-3m                 | 0-0.5m                 | 0.5-1.5m               | 1.5-3m                 | 0-0.5m                 | 0.5-1.5m               | 1.5-3m                 | 筛选值   | 评价 | 筛选值 | 评价 |
| 1  | pH值                                    | 无量纲   | /                    | 6.44                   | 6.28                   | 6.00                   | 5.60                   | 5.58                   | 5.59                   | 5.30                   | 5.53                   | 5.55                   | /     | /  | /   | /  |
| 2  | 砷                                      | mg/kg | 0.01                 | 14.0                   | 13.5                   | 57.0                   | 59.6                   | 37.0                   | 25.4                   | 29.4                   | 29.1                   | 37.3                   | 60    | 达标 | 40  | 超标 |
| 3  | 镉                                      | mg/kg | 0.01                 | 0.16                   | 0.17                   | 0.18                   | 0.23                   | 0.24                   | 0.28                   | 0.24                   | 0.29                   | 0.30                   | 65    | 达标 | 0.3 | 达标 |
| 4  | 六价铬                                    | mg/kg | 0.5                  | 0.5L                   | 0.5L                   | 0.5L                   | 0.5L                   | 0.5L                   | 0.5L                   | 0.5L                   | 0.5L                   | 0.5L                   | 5.7   | 达标 | /   | /  |
| 5  | 铜                                      | mg/kg | 1                    | 62                     | 49                     | 234                    | 166                    | 122                    | 132                    | 92                     | 83                     | 108                    | 18000 | 达标 | 50  | 超标 |
| 6  | 铅                                      | mg/kg | 10                   | 27                     | 24                     | 21                     | 21                     | 22                     | 19                     | 20                     | 26                     | 23                     | 800   | 达标 | 90  | 达标 |
| 7  | 汞                                      | mg/kg | 0.002                | 0.256                  | 0.331                  | 0.391                  | 0.327                  | 0.556                  | 0.342                  | 0.169                  | 0.177                  | 0.244                  | 38    | 达标 | 1.8 | 达标 |
| 8  | 镍                                      | mg/kg | 3                    | 98                     | 93                     | 94                     | 85                     | 110                    | 86                     | 85                     | 82                     | 90                     | 900   | 达标 | 70  | 超标 |
| 9  | 铬                                      | mg/kg | 4                    | 42                     | 46                     | 63                     | 58                     | 68                     | 69                     | 84                     | 92                     | 91                     | /     | /  | 150 | 达标 |
| 10 | 锌                                      | mg/kg | 1                    | 50                     | 56                     | 56                     | 46                     | 58                     | 44                     | 36                     | 35                     | 38                     | /     | /  | 200 | 达标 |
| 11 | 氟化物                                    | mg/kg | 63                   | 924                    | 806                    | 1199                   | 1189                   | 1349                   | 1205                   | 1185                   | 1365                   | 1327                   | /     | /  | /   | /  |
| 12 | 铍                                      | mg/kg | 0.03                 | 0.68                   | 0.81                   | 0.77                   | 1.10                   | 1.01                   | 1.00                   | 0.85                   | 1.20                   | 1.23                   | 29    | 达标 | /   | /  |
| 13 | 石油烃（C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> ） | mg/kg | 6                    | 13                     | 26                     | 46                     | 48                     | 17                     | 35                     | 48                     | 26                     | 32                     | 4500  | 达标 | /   | /  |
| 14 | 硝基苯                                    | mg/kg | 0.09                 | 0.09L                  | 0.09L                  | 0.09L                  | 0.09L                  | 0.09L                  | 0.09L                  | 0.09L                  | 0.09L                  | 0.09L                  | 76    | 达标 | /   | /  |
| 15 | 2-氯苯酚                                  | mg/kg | 0.06                 | 0.06L                  | 0.06L                  | 0.06L                  | 0.06L                  | 0.06L                  | 0.06L                  | 0.06L                  | 0.06L                  | 0.06L                  | 250   | 达标 | /   | /  |
| 16 | 苯并（a）蒽                                 | mg/kg | 0.1                  | 0.1L                   | 0.1L                   | 0.1L                   | 0.1L                   | 0.1L                   | 0.1L                   | 0.1L                   | 0.1L                   | 0.1L                   | 15    | 达标 | /   | /  |
| 17 | 苯并（a）芘                                 | mg/kg | 0.1                  | 0.1L                   | 0.1L                   | 0.1L                   | 0.1L                   | 0.1L                   | 0.1L                   | 0.1L                   | 0.1L                   | 0.1L                   | 1.5   | 达标 | /   | /  |
| 18 | 苯并（b）荧蒽                                | mg/kg | 0.2                  | 0.2L                   | 0.2L                   | 0.2L                   | 0.2L                   | 0.2L                   | 0.2L                   | 0.2L                   | 0.2L                   | 0.2L                   | 15    | 达标 | /   | /  |
| 19 | 苯并（k）荧蒽                                | mg/kg | 0.1                  | 0.1L                   | 0.1L                   | 0.1L                   | 0.1L                   | 0.1L                   | 0.1L                   | 0.1L                   | 0.1L                   | 0.1L                   | 151   | 达标 | /   | /  |
| 20 | 蒽                                      | mg/kg | 0.1                  | 0.1L                   | 0.1L                   | 0.1L                   | 0.1L                   | 0.1L                   | 0.1L                   | 0.1L                   | 0.1L                   | 0.1L                   | 1293  | 达标 | /   | /  |
| 21 | 二苯并（a，h）蒽                              | mg/kg | 0.1                  | 0.1L                   | 0.1L                   | 0.1L                   | 0.1L                   | 0.1L                   | 0.1L                   | 0.1L                   | 0.1L                   | 0.1L                   | 1.5   | 达标 | /   | /  |
| 22 | 茚并（1，2，3-cd）芘                          | mg/kg | 0.1                  | 0.1L                   | 0.1L                   | 0.1L                   | 0.1L                   | 0.1L                   | 0.1L                   | 0.1L                   | 0.1L                   | 0.1L                   | 15    | 达标 | /   | /  |
| 23 | 蔡                                      | mg/kg | 0.09                 | 0.09L                  | 0.09L                  | 0.09L                  | 0.09L                  | 0.09L                  | 0.09L                  | 0.09L                  | 0.09L                  | 0.09L                  | 70    | 达标 | /   | /  |
| 24 | 苯胺                                     | mg/kg | 0.03                 | 0.03L                  | 0.03L                  | 0.03L                  | 0.03L                  | 0.03L                  | 0.03L                  | 0.03L                  | 0.03L                  | 0.03L                  | 260   | 达标 | /   | /  |
| 25 | 四氯化碳                                   | mg/kg | 1.3×10 <sup>-3</sup> | 1.3×10 <sup>-3</sup> L | 1.3×10 <sup>-3</sup> L | 1.3×10 <sup>-3</sup> L | 1.3×10 <sup>-3</sup> L | 1.3×10 <sup>-3</sup> L | 1.3×10 <sup>-3</sup> L | 1.3×10 <sup>-3</sup> L | 1.3×10 <sup>-3</sup> L | 1.3×10 <sup>-3</sup> L | 2.8   | 达标 | /   | /  |
| 26 | 氯仿                                     | mg/kg | 1.1×10 <sup>-3</sup> | 1.1×10 <sup>-3</sup> L | 1.1×10 <sup>-3</sup> L | 1.1×10 <sup>-3</sup> L | 1.1×10 <sup>-3</sup> L | 1.1×10 <sup>-3</sup> L | 1.1×10 <sup>-3</sup> L | 1.1×10 <sup>-3</sup> L | 1.1×10 <sup>-3</sup> L | 1.1×10 <sup>-3</sup> L | 0.9   | 达标 | /   | /  |
| 27 | 氯甲烷                                    | mg/kg | 1.0×10 <sup>-3</sup> | 1.0×10 <sup>-3</sup> L | 1.0×10 <sup>-3</sup> L | 1.0×10 <sup>-3</sup> L | 1.0×10 <sup>-3</sup> L | 1.0×10 <sup>-3</sup> L | 1.0×10 <sup>-3</sup> L | 1.0×10 <sup>-3</sup> L | 1.0×10 <sup>-3</sup> L | 1.0×10 <sup>-3</sup> L | 37    | 达标 | /   | /  |
| 28 | 1，1-二氯乙烷                               | mg/kg | 1.2×10 <sup>-3</sup> | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 9     | 达标 | /   | /  |
| 29 | 1，2-二氯乙烷                               | mg/kg | 1.3×10 <sup>-3</sup> | 1.3×10 <sup>-3</sup> L | 1.3×10 <sup>-3</sup> L | 1.3×10 <sup>-3</sup> L | 1.3×10 <sup>-3</sup> L | 1.3×10 <sup>-3</sup> L | 1.3×10 <sup>-3</sup> L | 1.3×10 <sup>-3</sup> L | 1.3×10 <sup>-3</sup> L | 1.3×10 <sup>-3</sup> L | 5     | 达标 | /   | /  |
| 30 | 1，1-二氯乙烯                               | mg/kg | 1.0×10 <sup>-3</sup> | 1.0×10 <sup>-3</sup> L | 1.0×10 <sup>-3</sup> L | 1.0×10 <sup>-3</sup> L | 1.0×10 <sup>-3</sup> L | 1.0×10 <sup>-3</sup> L | 1.0×10 <sup>-3</sup> L | 1.0×10 <sup>-3</sup> L | 1.0×10 <sup>-3</sup> L | 1.0×10 <sup>-3</sup> L | 66    | 达标 | /   | /  |
| 31 | 顺式-1，2-二氯乙烯                            | mg/kg | 1.3×10 <sup>-3</sup> | 1.3×10 <sup>-3</sup> L | 1.3×10 <sup>-3</sup> L | 1.3×10 <sup>-3</sup> L | 1.3×10 <sup>-3</sup> L | 1.3×10 <sup>-3</sup> L | 1.3×10 <sup>-3</sup> L | 1.3×10 <sup>-3</sup> L | 1.3×10 <sup>-3</sup> L | 1.3×10 <sup>-3</sup> L | 596   | 达标 | /   | /  |
| 32 | 反式-1，2-二氯乙烯                            | mg/kg | 1.4×10 <sup>-3</sup> | 1.4×10 <sup>-3</sup> L | 1.4×10 <sup>-3</sup> L | 1.4×10 <sup>-3</sup> L | 1.4×10 <sup>-3</sup> L | 1.4×10 <sup>-3</sup> L | 1.4×10 <sup>-3</sup> L | 1.4×10 <sup>-3</sup> L | 1.4×10 <sup>-3</sup> L | 1.4×10 <sup>-3</sup> L | 54    | 达标 | /   | /  |
| 33 | 二氯甲烷                                   | mg/kg | 1.5×10 <sup>-3</sup> | 1.5×10 <sup>-3</sup> L | 1.5×10 <sup>-3</sup> L | 1.5×10 <sup>-3</sup> L | 1.5×10 <sup>-3</sup> L | 1.5×10 <sup>-3</sup> L | 1.5×10 <sup>-3</sup> L | 1.5×10 <sup>-3</sup> L | 1.5×10 <sup>-3</sup> L | 1.5×10 <sup>-3</sup> L | 616   | 达标 | /   | /  |
| 34 | 1，2-二氯丙烷                               | mg/kg | 1.1×10 <sup>-3</sup> | 1.1×10 <sup>-3</sup> L | 1.1×10 <sup>-3</sup> L | 1.1×10 <sup>-3</sup> L | 1.1×10 <sup>-3</sup> L | 1.1×10 <sup>-3</sup> L | 1.1×10 <sup>-3</sup> L | 1.1×10 <sup>-3</sup> L | 1.1×10 <sup>-3</sup> L | 1.1×10 <sup>-3</sup> L | 5     | 达标 | /   | /  |
| 35 | 1，1，1，2-四氯乙烷                           | mg/kg | 1.2×10 <sup>-3</sup> | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 10    | 达标 | /   | /  |
| 36 | 1，1，2，2-四氯乙烷                           | mg/kg | 1.2×10 <sup>-3</sup> | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 6.8   | 达标 | /   | /  |
| 37 | 四氯乙烯                                   | mg/kg | 1.4×10 <sup>-3</sup> | 1.4×10 <sup>-3</sup> L | 1.4×10 <sup>-3</sup> L | 1.4×10 <sup>-3</sup> L | 1.4×10 <sup>-3</sup> L | 1.4×10 <sup>-3</sup> L | 1.4×10 <sup>-3</sup> L | 1.4×10 <sup>-3</sup> L | 1.4×10 <sup>-3</sup> L | 1.4×10 <sup>-3</sup> L | 53    | 达标 | /   | /  |
| 38 | 1，1，1-三氯乙烷                             | mg/kg | 1.3×10 <sup>-3</sup> | 1.3×10 <sup>-3</sup> L | 1.3×10 <sup>-3</sup> L | 1.3×10 <sup>-3</sup> L | 1.3×10 <sup>-3</sup> L | 1.3×10 <sup>-3</sup> L | 1.3×10 <sup>-3</sup> L | 1.3×10 <sup>-3</sup> L | 1.3×10 <sup>-3</sup> L | 1.3×10 <sup>-3</sup> L | 840   | 达标 | /   | /  |
| 39 | 1，1，2-三氯乙烷                             | mg/kg | 1.2×10 <sup>-3</sup> | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 2.8   | 达标 | /   | /  |
| 40 | 三氯乙烯                                   | mg/kg | 1.2×10 <sup>-3</sup> | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 2.8   | 达标 | /   | /  |

| 序号 | 检测项目         | 单位    | 检出限                  | T1                     |                        |                        | T2                     |                        |                        | T3                     |                        |                        | 建设用地 |    | 农用地 |    |
|----|--------------|-------|----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------|----|-----|----|
|    |              |       |                      | 0-0.5m                 | 0.5-1.5m               | 1.5-3m                 | 0-0.5m                 | 0.5-1.5m               | 1.5-3m                 | 0-0.5m                 | 0.5-1.5m               | 1.5-3m                 | 筛选值  | 评价 | 筛选值 | 评价 |
| 41 | 1, 2, 3-三氯丙烷 | mg/kg | 1.2×10 <sup>-3</sup> | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 0.5  | 达标 | /   | /  |
| 42 | 氯乙烯          | mg/kg | 1.0×10 <sup>-3</sup> | 1.0×10 <sup>-3</sup> L | 1.0×10 <sup>-3</sup> L | 1.0×10 <sup>-3</sup> L | 1.0×10 <sup>-3</sup> L | 1.0×10 <sup>-3</sup> L | 1.0×10 <sup>-3</sup> L | 1.0×10 <sup>-3</sup> L | 1.0×10 <sup>-3</sup> L | 1.0×10 <sup>-3</sup> L | 0.43 | 达标 | /   | /  |
| 43 | 苯            | mg/kg | 1.9×10 <sup>-3</sup> | 1.9×10 <sup>-3</sup> L | 1.9×10 <sup>-3</sup> L | 1.9×10 <sup>-3</sup> L | 1.9×10 <sup>-3</sup> L | 1.9×10 <sup>-3</sup> L | 1.9×10 <sup>-3</sup> L | 1.9×10 <sup>-3</sup> L | 1.9×10 <sup>-3</sup> L | 1.9×10 <sup>-3</sup> L | 4    | 达标 | /   | /  |
| 44 | 氯苯           | mg/kg | 1.2×10 <sup>-3</sup> | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 270  | 达标 | /   | /  |
| 45 | 1, 2-二氯苯     | mg/kg | 1.5×10 <sup>-3</sup> | 1.5×10 <sup>-3</sup> L | 1.5×10 <sup>-3</sup> L | 1.5×10 <sup>-3</sup> L | 1.5×10 <sup>-3</sup> L | 1.5×10 <sup>-3</sup> L | 1.5×10 <sup>-3</sup> L | 1.5×10 <sup>-3</sup> L | 1.5×10 <sup>-3</sup> L | 1.5×10 <sup>-3</sup> L | 560  | 达标 | /   | /  |
| 46 | 1, 4-二氯苯     | mg/kg | 1.5×10 <sup>-3</sup> | 1.5×10 <sup>-3</sup> L | 1.5×10 <sup>-3</sup> L | 1.5×10 <sup>-3</sup> L | 1.5×10 <sup>-3</sup> L | 1.5×10 <sup>-3</sup> L | 1.5×10 <sup>-3</sup> L | 1.5×10 <sup>-3</sup> L | 1.5×10 <sup>-3</sup> L | 1.5×10 <sup>-3</sup> L | 20   | 达标 | /   | /  |
| 47 | 乙苯           | mg/kg | 1.2×10 <sup>-3</sup> | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 28   | 达标 | /   | /  |
| 48 | 苯乙烯          | mg/kg | 1.1×10 <sup>-3</sup> | 1.1×10 <sup>-3</sup> L | 1.1×10 <sup>-3</sup> L | 1.1×10 <sup>-3</sup> L | 1.1×10 <sup>-3</sup> L | 1.1×10 <sup>-3</sup> L | 1.1×10 <sup>-3</sup> L | 1.1×10 <sup>-3</sup> L | 1.1×10 <sup>-3</sup> L | 1.1×10 <sup>-3</sup> L | 1290 | 达标 | /   | /  |
| 49 | 甲苯           | mg/kg | 1.3×10 <sup>-3</sup> | 1.3×10 <sup>-3</sup> L | 1.3×10 <sup>-3</sup> L | 1.3×10 <sup>-3</sup> L | 1.3×10 <sup>-3</sup> L | 1.3×10 <sup>-3</sup> L | 1.3×10 <sup>-3</sup> L | 1.3×10 <sup>-3</sup> L | 1.3×10 <sup>-3</sup> L | 1.3×10 <sup>-3</sup> L | 1200 | 达标 | /   | /  |
| 50 | 间, 对-二甲苯     | mg/kg | 1.2×10 <sup>-3</sup> | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 570  | 达标 | /   | /  |
| 51 | 邻-二甲苯        | mg/kg | 1.2×10 <sup>-3</sup> | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 640  | 达标 | /   | /  |

表3.1-30 项目占地范围内（T4～T7）土壤环境质量现状监测结果统计表

| 序号 | 检测项目                                   | 单位    | 检出限                  | T4                     |                        |                        | T5                     |                        |                        | T6                     | T7                     | 建设用地  |    | 农用地 |    |
|----|----------------------------------------|-------|----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-------|----|-----|----|
|    |                                        |       |                      | 0-0.5m                 | 0.5-1.5m               | 1.5-3m                 | 0-0.5m                 | 0.5-1.5m               | 1.5-3m                 | 0-0.2m                 | 0-0.2m                 | 筛选值   | 评价 | 筛选值 | 评价 |
| 1  | pH值                                    | 无量纲   | /                    | 6.04                   | 6.17                   | 6.25                   | 4.89                   | 5.34                   | 5.52                   | 5.50                   | 5.71                   | /     | /  | /   | /  |
| 2  | 砷                                      | mg/kg | 0.01                 | 12.1                   | 11.3                   | 11.3                   | 129                    | 185                    | 230                    | 29.7                   | 10.4                   | 60    | 达标 | 40  | 超标 |
| 3  | 镉                                      | mg/kg | 0.01                 | 0.14                   | 0.12                   | 0.12                   | 0.22                   | 0.27                   | 0.30                   | 0.28                   | 0.16                   | 65    | 达标 | 0.3 | 达标 |
| 4  | 六价铬                                    | mg/kg | 0.5                  | 0.5L                   | 0.5L                   | 0.5L                   | 0.5L                   | 0.5L                   | 0.5L                   | 0.5L                   | 0.5L                   | 5.7   | 达标 | /   | /  |
| 5  | 铜                                      | mg/kg | 1                    | 532                    | 448                    | 407                    | 297                    | 330                    | 566                    | 275                    | 134                    | 18000 | 达标 | 50  | 超标 |
| 6  | 铅                                      | mg/kg | 10                   | 26                     | 28                     | 22                     | 28                     | 28                     | 34                     | 32                     | 26                     | 800   | 达标 | 90  | 达标 |
| 7  | 汞                                      | mg/kg | 0.002                | 0.205                  | 0.212                  | 0.281                  | 0.391                  | 0.387                  | 0.366                  | 0.222                  | 0.173                  | 38    | 达标 | 1.8 | 达标 |
| 8  | 镍                                      | mg/kg | 3                    | 158                    | 146                    | 142                    | 84                     | 100                    | 158                    | 80                     | 102                    | 900   | 达标 | 70  | 超标 |
| 9  | 铬                                      | mg/kg | 4                    | 92                     | 75                     | 74                     | 82                     | 78                     | 95                     | 66                     | 64                     | /     | /  | 150 | 达标 |
| 10 | 锌                                      | mg/kg | 1                    | 79                     | 78                     | 76                     | 44                     | 50                     | 69                     | 64                     | 65                     | /     | /  | 200 | 达标 |
| 11 | 氟化物                                    | mg/kg | 63                   | 552                    | 549                    | 558                    | 1423                   | 1660                   | 1530                   | 1198                   | 700                    | /     | /  | /   | /  |
| 12 | 铍                                      | mg/kg | 0.03                 | 0.63                   | 0.65                   | 0.70                   | 1.14                   | 1.63                   | 1.38                   | 0.92                   | 1.43                   | 29    | 达标 | /   | /  |
| 13 | 石油烃（C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> ） | mg/kg | 6                    | 24                     | 15                     | 78                     | 51                     | 41                     | 39                     | 31                     | 41                     | 4500  | 达标 | /   | /  |
| 14 | 硝基苯                                    | mg/kg | 0.09                 | 0.09L                  | 0.09L                  | 0.09L                  | 0.09L                  | 0.09L                  | 0.09L                  | 0.09L                  | 0.09L                  | 76    | 达标 | /   | /  |
| 15 | 2-氯苯酚                                  | mg/kg | 0.06                 | 0.06L                  | 0.06L                  | 0.06L                  | 0.06L                  | 0.06L                  | 0.06L                  | 0.06L                  | 0.06L                  | 250   | 达标 | /   | /  |
| 16 | 苯并（a）蒽                                 | mg/kg | 0.1                  | 0.1L                   | 0.1L                   | 0.1L                   | 0.1L                   | 0.1L                   | 0.1L                   | 0.1L                   | 0.1L                   | 15    | 达标 | /   | /  |
| 17 | 苯并（a）芘                                 | mg/kg | 0.1                  | 0.1L                   | 0.1L                   | 0.1L                   | 0.1L                   | 0.1L                   | 0.1L                   | 0.1L                   | 0.1L                   | 1.5   | 达标 | /   | /  |
| 18 | 苯并（b）荧蒽                                | mg/kg | 0.2                  | 0.2L                   | 0.2L                   | 0.2L                   | 0.2L                   | 0.2L                   | 0.2L                   | 0.2L                   | 0.2L                   | 15    | 达标 | /   | /  |
| 19 | 苯并（k）荧蒽                                | mg/kg | 0.1                  | 0.1L                   | 0.1L                   | 0.1L                   | 0.1L                   | 0.1L                   | 0.1L                   | 0.1L                   | 0.1L                   | 151   | 达标 | /   | /  |
| 20 | 蒽                                      | mg/kg | 0.1                  | 0.1L                   | 0.1L                   | 0.1L                   | 0.1L                   | 0.1L                   | 0.1L                   | 0.1L                   | 0.1L                   | 1293  | 达标 | /   | /  |
| 21 | 二苯并（a, h）蒽                             | mg/kg | 0.1                  | 0.1L                   | 0.1L                   | 0.1L                   | 0.1L                   | 0.1L                   | 0.1L                   | 0.1L                   | 0.1L                   | 1.5   | 达标 | /   | /  |
| 22 | 茚并（1, 2, 3-cd）芘                        | mg/kg | 0.1                  | 0.1L                   | 0.1L                   | 0.1L                   | 0.1L                   | 0.1L                   | 0.1L                   | 0.1L                   | 0.1L                   | 15    | 达标 | /   | /  |
| 23 | 萘                                      | mg/kg | 0.09                 | 0.09L                  | 0.09L                  | 0.09L                  | 0.09L                  | 0.09L                  | 0.09L                  | 0.09L                  | 0.09L                  | 70    | 达标 | /   | /  |
| 24 | 苯胺*                                    | mg/kg | 0.03                 | 0.03L                  | 0.03L                  | 0.03L                  | 0.03L                  | 0.03L                  | 0.03L                  | 0.03L                  | 0.03L                  | 260   | 达标 | /   | /  |
| 25 | 四氯化碳                                   | mg/kg | 1.3×10 <sup>-3</sup> | 1.3×10 <sup>-3</sup> L | 1.3×10 <sup>-3</sup> L | 1.3×10 <sup>-3</sup> L | 1.3×10 <sup>-3</sup> L | 1.3×10 <sup>-3</sup> L | 1.3×10 <sup>-3</sup> L | 1.3×10 <sup>-3</sup> L | 1.3×10 <sup>-3</sup> L | 2.8   | 达标 | /   | /  |
| 26 | 氯仿                                     | mg/kg | 1.1×10 <sup>-3</sup> | 1.1×10 <sup>-3</sup> L | 1.1×10 <sup>-3</sup> L | 1.1×10 <sup>-3</sup> L | 1.1×10 <sup>-3</sup> L | 1.1×10 <sup>-3</sup> L | 1.1×10 <sup>-3</sup> L | 1.1×10 <sup>-3</sup> L | 1.1×10 <sup>-3</sup> L | 0.9   | 达标 | /   | /  |

| 序号 | 检测项目            | 单位    | 检出限                  | T4                     |                        |                        | T5                     |                        |                        | T6                     | T7                     | 建设用地 |    | 农用地 |    |
|----|-----------------|-------|----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------|----|-----|----|
|    |                 |       |                      | 0-0.5m                 | 0.5-1.5m               | 1.5-3m                 | 0-0.5m                 | 0.5-1.5m               | 1.5-3m                 | 0-0.2m                 | 0-0.2m                 | 筛选值  | 评价 | 筛选值 | 评价 |
| 27 | 氯甲烷             | mg/kg | 1.0×10 <sup>-3</sup> | 1.0×10 <sup>-3</sup> L | 1.0×10 <sup>-3</sup> L | 1.0×10 <sup>-3</sup> L | 1.0×10 <sup>-3</sup> L | 1.0×10 <sup>-3</sup> L | 1.0×10 <sup>-3</sup> L | 1.0×10 <sup>-3</sup> L | 1.0×10 <sup>-3</sup> L | 37   | 达标 | /   | /  |
| 28 | 1, 1-二氯乙烷       | mg/kg | 1.2×10 <sup>-3</sup> | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 9    | 达标 | /   | /  |
| 29 | 1, 2-二氯乙烷       | mg/kg | 1.3×10 <sup>-3</sup> | 1.3×10 <sup>-3</sup> L | 1.3×10 <sup>-3</sup> L | 1.3×10 <sup>-3</sup> L | 1.3×10 <sup>-3</sup> L | 1.3×10 <sup>-3</sup> L | 1.3×10 <sup>-3</sup> L | 1.3×10 <sup>-3</sup> L | 1.3×10 <sup>-3</sup> L | 5    | 达标 | /   | /  |
| 30 | 1, 1-二氯乙烯       | mg/kg | 1.0×10 <sup>-3</sup> | 1.0×10 <sup>-3</sup> L | 1.0×10 <sup>-3</sup> L | 1.0×10 <sup>-3</sup> L | 1.0×10 <sup>-3</sup> L | 1.0×10 <sup>-3</sup> L | 1.0×10 <sup>-3</sup> L | 1.0×10 <sup>-3</sup> L | 1.0×10 <sup>-3</sup> L | 66   | 达标 | /   | /  |
| 31 | 顺式-1, 2-二氯乙烯    | mg/kg | 1.3×10 <sup>-3</sup> | 1.3×10 <sup>-3</sup> L | 1.3×10 <sup>-3</sup> L | 1.3×10 <sup>-3</sup> L | 1.3×10 <sup>-3</sup> L | 1.3×10 <sup>-3</sup> L | 1.3×10 <sup>-3</sup> L | 1.3×10 <sup>-3</sup> L | 1.3×10 <sup>-3</sup> L | 596  | 达标 | /   | /  |
| 32 | 反式-1, 2-二氯乙烯    | mg/kg | 1.4×10 <sup>-3</sup> | 1.4×10 <sup>-3</sup> L | 1.4×10 <sup>-3</sup> L | 1.4×10 <sup>-3</sup> L | 1.4×10 <sup>-3</sup> L | 1.4×10 <sup>-3</sup> L | 1.4×10 <sup>-3</sup> L | 1.4×10 <sup>-3</sup> L | 1.4×10 <sup>-3</sup> L | 54   | 达标 | /   | /  |
| 33 | 二氯甲烷            | mg/kg | 1.5×10 <sup>-3</sup> | 1.5×10 <sup>-3</sup> L | 1.5×10 <sup>-3</sup> L | 1.5×10 <sup>-3</sup> L | 1.5×10 <sup>-3</sup> L | 1.5×10 <sup>-3</sup> L | 1.5×10 <sup>-3</sup> L | 1.5×10 <sup>-3</sup> L | 1.5×10 <sup>-3</sup> L | 616  | 达标 | /   | /  |
| 34 | 1, 2-二氯丙烷       | mg/kg | 1.1×10 <sup>-3</sup> | 1.1×10 <sup>-3</sup> L | 1.1×10 <sup>-3</sup> L | 1.1×10 <sup>-3</sup> L | 1.1×10 <sup>-3</sup> L | 1.1×10 <sup>-3</sup> L | 1.1×10 <sup>-3</sup> L | 1.1×10 <sup>-3</sup> L | 1.1×10 <sup>-3</sup> L | 5    | 达标 | /   | /  |
| 35 | 1, 1, 1, 2-四氯乙烷 | mg/kg | 1.2×10 <sup>-3</sup> | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 10   | 达标 | /   | /  |
| 36 | 1, 1, 2, 2-四氯乙烷 | mg/kg | 1.2×10 <sup>-3</sup> | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 6.8  | 达标 | /   | /  |
| 37 | 四氯乙烯            | mg/kg | 1.4×10 <sup>-3</sup> | 1.4×10 <sup>-3</sup> L | 1.4×10 <sup>-3</sup> L | 1.4×10 <sup>-3</sup> L | 1.4×10 <sup>-3</sup> L | 1.4×10 <sup>-3</sup> L | 1.4×10 <sup>-3</sup> L | 1.4×10 <sup>-3</sup> L | 1.4×10 <sup>-3</sup> L | 53   | 达标 | /   | /  |
| 38 | 1, 1, 1-三氯乙烷    | mg/kg | 1.3×10 <sup>-3</sup> | 1.3×10 <sup>-3</sup> L | 1.3×10 <sup>-3</sup> L | 1.3×10 <sup>-3</sup> L | 1.3×10 <sup>-3</sup> L | 1.3×10 <sup>-3</sup> L | 1.3×10 <sup>-3</sup> L | 1.3×10 <sup>-3</sup> L | 1.3×10 <sup>-3</sup> L | 840  | 达标 | /   | /  |
| 39 | 1, 1, 2-三氯乙烷    | mg/kg | 1.2×10 <sup>-3</sup> | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 2.8  | 达标 | /   | /  |
| 40 | 三氯乙烯            | mg/kg | 1.2×10 <sup>-3</sup> | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 2.8  | 达标 | /   | /  |
| 41 | 1, 2, 3-三氯丙烷    | mg/kg | 1.2×10 <sup>-3</sup> | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 0.5  | 达标 | /   | /  |
| 42 | 氯乙烯             | mg/kg | 1.0×10 <sup>-3</sup> | 1.0×10 <sup>-3</sup> L | 1.0×10 <sup>-3</sup> L | 1.0×10 <sup>-3</sup> L | 1.0×10 <sup>-3</sup> L | 1.0×10 <sup>-3</sup> L | 1.0×10 <sup>-3</sup> L | 1.0×10 <sup>-3</sup> L | 1.0×10 <sup>-3</sup> L | 0.43 | 达标 | /   | /  |
| 43 | 苯               | mg/kg | 1.9×10 <sup>-3</sup> | 1.9×10 <sup>-3</sup> L | 1.9×10 <sup>-3</sup> L | 1.9×10 <sup>-3</sup> L | 1.9×10 <sup>-3</sup> L | 1.9×10 <sup>-3</sup> L | 1.9×10 <sup>-3</sup> L | 1.9×10 <sup>-3</sup> L | 1.9×10 <sup>-3</sup> L | 4    | 达标 | /   | /  |
| 44 | 氯苯              | mg/kg | 1.2×10 <sup>-3</sup> | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 270  | 达标 | /   | /  |
| 45 | 1, 2-二氯苯        | mg/kg | 1.5×10 <sup>-3</sup> | 1.5×10 <sup>-3</sup> L | 1.5×10 <sup>-3</sup> L | 1.5×10 <sup>-3</sup> L | 1.5×10 <sup>-3</sup> L | 1.5×10 <sup>-3</sup> L | 1.5×10 <sup>-3</sup> L | 1.5×10 <sup>-3</sup> L | 1.5×10 <sup>-3</sup> L | 560  | 达标 | /   | /  |
| 46 | 1, 4-二氯苯        | mg/kg | 1.5×10 <sup>-3</sup> | 1.5×10 <sup>-3</sup> L | 1.5×10 <sup>-3</sup> L | 1.5×10 <sup>-3</sup> L | 1.5×10 <sup>-3</sup> L | 1.5×10 <sup>-3</sup> L | 1.5×10 <sup>-3</sup> L | 1.5×10 <sup>-3</sup> L | 1.5×10 <sup>-3</sup> L | 20   | 达标 | /   | /  |
| 47 | 乙苯              | mg/kg | 1.2×10 <sup>-3</sup> | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 28   | 达标 | /   | /  |
| 48 | 苯乙烯             | mg/kg | 1.1×10 <sup>-3</sup> | 1.1×10 <sup>-3</sup> L | 1.1×10 <sup>-3</sup> L | 1.1×10 <sup>-3</sup> L | 1.1×10 <sup>-3</sup> L | 1.1×10 <sup>-3</sup> L | 1.1×10 <sup>-3</sup> L | 1.1×10 <sup>-3</sup> L | 1.1×10 <sup>-3</sup> L | 1290 | 达标 | /   | /  |
| 49 | 甲苯              | mg/kg | 1.3×10 <sup>-3</sup> | 1.3×10 <sup>-3</sup> L | 1.3×10 <sup>-3</sup> L | 1.3×10 <sup>-3</sup> L | 1.3×10 <sup>-3</sup> L | 1.3×10 <sup>-3</sup> L | 1.3×10 <sup>-3</sup> L | 1.3×10 <sup>-3</sup> L | 1.3×10 <sup>-3</sup> L | 1200 | 达标 | /   | /  |
| 50 | 间, 对-二甲苯        | mg/kg | 1.2×10 <sup>-3</sup> | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 570  | 达标 | /   | /  |
| 51 | 邻-二甲苯           | mg/kg | 1.2×10 <sup>-3</sup> | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 1.2×10 <sup>-3</sup> L | 640  | 达标 | /   | /  |

表3.1-31 项目占地范围外（T8～T11）土壤环境质量现状监测结果统计表

| 序号 | 检测项目 | 单位    | 检出限   | T8     | T11    | 筛选值 | 评价 | T9     | 筛选值 | 评价 | T10    | 筛选值 | 评价 |
|----|------|-------|-------|--------|--------|-----|----|--------|-----|----|--------|-----|----|
|    |      |       |       | 0-0.2m | 0-0.2m |     |    | 0-0.2m |     |    | 0-0.2m |     |    |
| 1  | pH值  | 无量纲   | /     | 4.99   | 4.97   | /   | /  | 5.72   | /   | /  | 7.80   | /   | /  |
| 2  | 砷    | mg/kg | 0.01  | 18.7   | 67.7   | 40  | 超标 | 138    | 40  | 超标 | 12.4   | 25  | 达标 |
| 3  | 镉    | mg/kg | 0.01  | 0.20   | 0.15   | 0.3 | 达标 | 0.29   | 0.3 | 达标 | 0.11   | 0.6 | 达标 |
| 4  | 铜    | mg/kg | 1     | 126    | 56     | 50  | 超标 | 136    | 50  | 超标 | 48     | 100 | 达标 |
| 5  | 铅    | mg/kg | 10    | 32     | 36     | 70  | 达标 | 34     | 90  | 达标 | 31     | 170 | 达标 |
| 6  | 汞    | mg/kg | 0.002 | 0.097  | 0.095  | 1.3 | 达标 | 0.131  | 1.8 | 达标 | 0.142  | 3.4 | 达标 |
| 7  | 镍    | mg/kg | 3     | 60     | 28     | 60  | 达标 | 53     | 70  | 达标 | 34     | 190 | 达标 |
| 8  | 铬    | mg/kg | 4     | 67     | 54     | 150 | 达标 | 64     | 150 | 达标 | 48     | 200 | 达标 |
| 9  | 锌    | mg/kg | 1     | 59     | 68     | 200 | 达标 | 166    | 200 | 达标 | 67     | 300 | 达标 |
| 10 | 氟化物  | mg/kg | 63    | 1060   | 778    | /   | /  | 958    | /   | /  | 575    | /   | /  |

生态

环境

5、土壤环境质量现状监测结果分析

(1) 矿山修复区范围内现状评价结果分析

1) 基本理化性质

本次评价在矿山修复区范围内共检测分析了17个土壤样品的pH，根据《环境影响评价技术导则土壤环境（试行）》（HJ964-2018）附录D中表D.2土壤酸化、碱化分级标准进行判定，pH值范围在4.89~6.44之间，其中4.5≤pH<5.5（轻度酸化）的土壤样品有4个，占比24%；5.5≤pH<8.5（无酸化或碱化）的土壤样品有13个，占比76%；

土壤基本理化性质汇总详见下表：

表3.1-32 土壤基本理化性质统计表

| 评价指标 | 样品总个数 | 样品检出个数 | 检出率（%） | 最大值  | 最小值  | 平均值  |
|------|-------|--------|--------|------|------|------|
| pH   | 17    | 17     | 100    | 6.44 | 4.89 | 7.72 |

土壤pH酸化、碱化分级标准及统计统计见下表：

表3.1-33 土壤酸化、碱化分级标准及统计表

| 土壤pH值       | 土壤酸化、碱化强度 | 样品数量（个） | 占比（%） |
|-------------|-----------|---------|-------|
| pH<3.5      | 极重度酸化     | 0       | 0     |
| 3.5≤pH<4.0  | 重度酸化      | 0       | 0     |
| 4.0≤pH<4.5  | 中度酸化      | 0       | 0     |
| 4.5≤pH<5.5  | 轻度酸化      | 4       | 24    |
| 5.5≤pH<8.5  | 无酸化或碱化    | 13      | 76    |
| 8.5≤pH<9.0  | 轻度碱化      | 0       | 0     |
| 9.0≤pH<9.5  | 中度碱化      | 0       | 0     |
| 9.5≤pH<10.0 | 重度碱化      | 0       | 0     |
| pH≥10.0     | 极重度碱化     | 0       | 0     |
| 总计          |           | 17      | 100   |

2) 重金属和无机物

①建设用地（GB36600-2018）评价

项目现状按照建设用地（GB36600-2018）的评价标准，矿山修复区范围内的17个土壤样品的重金属和无机物的检测结果显示，六价铬未检出，其余指标均有检出。其中：

砷的含量范围在10.4~230mg/kg之间，平均值为54.18；镉的含量范围在0.12~0.31mg/kg之间，平均值为0.22mg/kg；铜的含量范围在49~566mg/kg之间，平均值为237.47mg/kg；铅的含量范围在19~34mg/kg，平均值为25.12；汞的含量范围在0.169~0.556mg/kg之间，平均值为

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |       |       |        |        |       |       |         |      |      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|---------|------|------|
| <p>0.3mg/kg；镍的含量范围在80~158mg/kg之间，平均值为105.47mg/kg；铬的含量范围在42~95mg/kg之间，平均值为72.88mg/kg；锌的含量范围在35~79mg/kg之间，平均值为55.53mg/kg；氟化物的含量范围在549~1660mg/kg之间，平均值为1101.12mg/kg；铍的含量范围在0.63~1.63mg/kg之间，平均值为1.0076mg/kg；</p> <p>以上所有检出的重金属中超标因子为砷，最大超标倍数为0.74，其余各指标均满足《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）第二类用地标准风险筛选值的标准，详见下表：</p>                                                                                                                 |       |       |        |        |       |       |         |      |      |
| <p><b>表3.1-34 重金属和无机物评价结果统计表 单位：mg/kg</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |       |       |        |        |       |       |         |      |      |
| 评价指标                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 筛选值   | 样品总个数 | 样品检出个数 | 检出率（%） | 最大值   | 最小值   | 平均值     | 超标个数 | 超标倍数 |
| 砷                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 60    | 17    | 17     | 100    | 230   | 10.4  | 54.18   | 5    | 0.74 |
| 镉                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 65    | 17    | 17     | 100    | 0.31  | 0.12  | 0.22    | 0    | /    |
| 六价铬                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 5.7   | 17    | 0      | 0      | 0.25  | 0.25  | 0.25    | 0    | /    |
| 铜                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 18000 | 17    | 17     | 100    | 566   | 49    | 237.47  | 0    | /    |
| 铅                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 800   | 17    | 17     | 100    | 34    | 19    | 25.12   | 0    | /    |
| 汞                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 38    | 17    | 17     | 100    | 0.556 | 0.169 | 0.30    | 0    | /    |
| 镍                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 900   | 17    | 17     | 100    | 158   | 80    | 105.47  | 0    | /    |
| 铬                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | /     | 17    | 17     | 100    | 95    | 42    | 72.88   | /    | /    |
| 锌                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | /     | 17    | 17     | 100    | 79    | 35    | 55.53   | /    | /    |
| 氟化物                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | /     | 17    | 17     | 100    | 1660  | 549   | 1101.12 | /    | /    |
| 铍                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 29    | 17    | 17     | 100    | 1.63  | 0.63  | 1.0076  | 0    | /    |
| <p>②农用地（GB15618-2018）评价</p> <p>项目规划按照建设用地（GB15618-2018）的评价标准，矿山修复区范围内的17个土壤样品的重金属和无机物的检测结果显示，六价铬未检出，其余指标均有检出。其中：</p> <p>砷的含量范围在10.4~230mg/kg之间，平均值为54.18；镉的含量范围在0.12~0.31mg/kg之间，平均值为0.22mg/kg；铜的含量范围在49~566mg/kg之间，平均值为237.47mg/kg；铅的含量范围在19~34mg/kg，平均值为25.12mg/kg；汞的含量范围在0.169~0.556mg/kg之间，平均值为0.3mg/kg；镍的含量范围在80~158mg/kg之间，平均值为105.47mg/kg；铬的含量范围在42~95mg/kg之间，平均值为72.88mg/kg；锌的含量范围在35~79mg/kg之间，平均值为55.53mg/kg；氟化物的含量范围在549~</p> |       |       |        |        |       |       |         |      |      |

|                                                                                                                                                                                                                                   |      |     |       |        |        |       |       |         |      |      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-----|-------|--------|--------|-------|-------|---------|------|------|
| <div>1660mg/kg之间，平均值为1101.12mg/kg；铍的含量范围在0.63～1.63mg/kg之间，平均值为1.0076mg/kg；<br/>以上所有检出的重金属中超标因子为砷、铜和镍，最大超标倍数为4.75，其余各指标均满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）中风险筛选值的标准，详见下表：<br/><b>表3.1-35 重金属和无机物评价结果统计表 单位：mg/kg</b></div> | 评价指标 | 筛选值 | 样品总个数 | 样品检出个数 | 检出率(%) | 最大值   | 最小值   | 平均值     | 超标个数 | 超标倍数 |
|                                                                                                                                                                                                                                   | 砷    | 40  | 17    | 17     | 100    | 230   | 10.4  | 54.18   | 5    | 4.75 |
|                                                                                                                                                                                                                                   | 镉    | 0.3 | 17    | 17     | 100    | 0.3   | 0.12  | 0.22    | 0    | /    |
|                                                                                                                                                                                                                                   | 六价铬  | /   | 17    | 0      | 0      | 0.25  | 0.25  | 0.25    | 0    | /    |
|                                                                                                                                                                                                                                   | 铜    | 50  | 17    | 17     | 100    | 566   | 49    | 237.47  | 16   | 0.91 |
|                                                                                                                                                                                                                                   | 铅    | 90  | 17    | 17     | 100    | 34    | 19    | 25.12   | 0    | /    |
|                                                                                                                                                                                                                                   | 汞    | 1.8 | 17    | 17     | 100    | 0.556 | 0.169 | 0.30    | 0    | /    |
|                                                                                                                                                                                                                                   | 镍    | 70  | 17    | 17     | 100    | 158   | 80    | 105.47  | 17   | 1.23 |
|                                                                                                                                                                                                                                   | 铬    | 150 | 17    | 17     | 100    | 95    | 42    | 72.88   | 0    | /    |
|                                                                                                                                                                                                                                   | 锌    | 200 | 17    | 17     | 100    | 79    | 35    | 55.53   | 0    | /    |
| <div>3) 有机物<br/>根据检测结果显示，在调查检测的17个土壤样品中，所有土壤样品挥发性有机物均未检出，各有机污染物含量均未超出土壤风险筛选值，详见下表：</div>                                                                                                                                          | 氟化物  | /   | 17    | 17     | 100    | 1660  | 549   | 1101.12 | /    | /    |
|                                                                                                                                                                                                                                   | 铍    | /   | 17    | 17     | 100    | 1.63  | 0.63  | 1.0076  | /    | /    |
|                                                                                                                                                                                                                                   |      |     |       |        |        |       |       |         |      |      |
|                                                                                                                                                                                                                                   |      |     |       |        |        |       |       |         |      |      |
|                                                                                                                                                                                                                                   |      |     |       |        |        |       |       |         |      |      |
|                                                                                                                                                                                                                                   |      |     |       |        |        |       |       |         |      |      |
|                                                                                                                                                                                                                                   |      |     |       |        |        |       |       |         |      |      |
|                                                                                                                                                                                                                                   |      |     |       |        |        |       |       |         |      |      |
|                                                                                                                                                                                                                                   |      |     |       |        |        |       |       |         |      |      |
|                                                                                                                                                                                                                                   |      |     |       |        |        |       |       |         |      |      |
|                                                                                                                                                                                                                                   |      |     |       |        |        |       |       |         |      |      |

|  |                                        |      |       |        |        |         |         |         |      |
|--|----------------------------------------|------|-------|--------|--------|---------|---------|---------|------|
|  | 苯胺                                     | 260  | 17    | 0      | 0      | 0.015   | 0.015   | 0.015   | 0    |
|  | 四氯化碳                                   | 2.8  | 17    | 0      | 0      | 0.00065 | 0.00065 | 0.00065 | 0    |
|  | 氯仿                                     | 0.9  | 17    | 0      | 0      | 0.00055 | 0.00055 | 0.00055 | 0    |
|  | 氯甲烷                                    | 37   | 17    | 0      | 0      | 0.0005  | 0.0005  | 0.0005  | 0    |
|  | 1, 1-二氯乙烷                              | 9    | 17    | 0      | 0      | 0.0006  | 0.0006  | 0.0006  | 0    |
|  | 1, 2-二氯乙烷                              | 5    | 17    | 0      | 0      | 0.00065 | 0.00065 | 0.00065 | 0    |
|  | 1, 1-二氯乙烯                              | 66   | 17    | 0      | 0      | 0.0005  | 0.0005  | 0.0005  | 0    |
|  | 顺式-1, 2-二氯乙烯                           | 596  | 17    | 0      | 0      | 0.00065 | 0.00065 | 0.00065 | 0    |
|  | 反式-1, 2-二氯乙烯                           | 54   | 17    | 0      | 0      | 0.0007  | 0.0007  | 0.0007  | 0    |
|  | 二氯甲烷                                   | 616  | 17    | 0      | 0      | 0.00075 | 0.00075 | 0.00075 | 0    |
|  | 1, 2-二氯丙烷                              | 5    | 17    | 0      | 0      | 0.00055 | 0.00055 | 0.00055 | 0    |
|  | 1, 1, 1, 2-四氯乙烷                        | 10   | 17    | 0      | 0      | 0.0006  | 0.0006  | 0.0006  | 0    |
|  | 1, 1, 2, 2-四氯乙烷                        | 6.8  | 17    | 0      | 0      | 0.0006  | 0.0006  | 0.0006  | 0    |
|  | 四氯乙烯                                   | 53   | 17    | 0      | 0      | 0.0007  | 0.0007  | 0.0007  | 0    |
|  | 1, 1, 1-三氯乙烷                           | 840  | 17    | 0      | 0      | 0.00065 | 0.00065 | 0.00065 | 0    |
|  | 1, 1, 2-三氯乙烷                           | 2.8  | 17    | 0      | 0      | 0.0006  | 0.0006  | 0.0006  | 0    |
|  | 三氯乙烯                                   | 2.8  | 17    | 0      | 0      | 0.0006  | 0.0006  | 0.0006  | 0    |
|  | 1, 2, 3-三氯丙烷                           | 0.5  | 17    | 0      | 0      | 0.0006  | 0.0006  | 0.0006  | 0    |
|  | 氯乙烯                                    | 0.43 | 17    | 0      | 0      | 0.0005  | 0.0005  | 0.0005  | 0    |
|  | 苯                                      | 4    | 17    | 0      | 0      | 0.00095 | 0.00095 | 0.00095 | 0    |
|  | 氯苯                                     | 270  | 17    | 0      | 0      | 0.0006  | 0.0006  | 0.0006  | 0    |
|  | 1, 2-二氯苯                               | 560  | 17    | 0      | 0      | 0.00075 | 0.00075 | 0.00075 | 0    |
|  | 1, 4-二氯苯                               | 20   | 17    | 0      | 0      | 0.00075 | 0.00075 | 0.00075 | 0    |
|  | 乙苯                                     | 28   | 17    | 0      | 0      | 0.0006  | 0.0006  | 0.0006  | 0    |
|  | 苯乙烯                                    | 1290 | 17    | 0      | 0      | 0.00055 | 0.00055 | 0.00055 | 0    |
|  | 甲苯                                     | 1200 | 17    | 0      | 0      | 0.00065 | 0.00065 | 0.00065 | 0    |
|  | 间, 对-二甲苯                               | 570  | 17    | 0      | 0      | 0.0006  | 0.0006  | 0.0006  | 0    |
|  | 邻-二甲苯                                  | 640  | 17    | 0      | 0      | 0.0006  | 0.0006  | 0.0006  | 0    |
|  | 评价指标                                   | 筛选值  | 样品总个数 | 样品检出个数 | 检出率(%) | 最大值     | 最小值     | 平均值     | 超标个数 |
|  | 石油烃(C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> ) | 4500 | 17    | 17     | 100    | 78      | 13      | 35.94   | 0    |

### 1) 基本理化性质

土壤基本理化性质统计详见下表:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |

[illegible]

|  |     |     |   |   |     |       |       |       |   |   |
|--|-----|-----|---|---|-----|-------|-------|-------|---|---|
|  |     | 90  | 1 | 1 | 100 | 34    | 34    | 34    | 0 | / |
|  |     | 170 | 1 | 1 | 100 | 31    | 31    | 31    | 0 | / |
|  | 汞   | 1.3 | 2 | 2 | 100 | 0.097 | 0.095 | 0.096 | 0 | / |
|  |     | 1.8 | 1 | 1 | 100 | 0.131 | 0.131 | 0.131 | 0 | / |
|  |     | 3.4 | 1 | 1 | 100 | 0.142 | 0.142 | 0.142 | 0 | / |
|  | 镍   | 60  | 2 | 2 | 100 | 60    | 28    | 44    | 0 | / |
|  |     | 70  | 1 | 1 | 100 | 53    | 53    | 53    | 0 | / |
|  |     | 190 | 1 | 1 | 100 | 34    | 34    | 34    | 0 | / |
|  | 铬   | 150 | 3 | 3 | 100 | 67    | 54    | 62    | 0 | / |
|  |     | 200 | 1 | 1 | 100 | 48    | 48    | 48    | 0 | / |
|  | 锌   | 200 | 3 | 3 | 100 | 166   | 68    | 98    | 0 | / |
|  |     | 300 | 1 | 1 | 100 | 67    | 67    | 67    | 0 | / |
|  | 氟化物 | /   | 4 | 4 | 100 | 1060  | 575   | 843   | / | / |

造极为复杂。区域内广泛分布的某些岩石中本身富含砷、铜等金属矿物。

指出，"昆明地区 Cd、Cu、As、Hg 等重金属对土壤均存在不同程度污染"（陈建军等.昆明地区土壤重金属与农药残留分析 J.农村生态环境，2004，

|                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 与项目有关的原有环境污染和生态破坏问题 | <p><b>3.2与项目有关的原有环境污染和生态破坏问题</b></p> <p>据现场调查及区域资料，项目区内与项目有关的原有环境污染和生态破坏问题如下：</p> <p>1、矿坑因采矿开挖形成高陡边坡，边坡最大深度达110m，面积约4.44公顷，呈“U”形；坑内及两侧地形坡度约30°~50°，矿坑边坡大面积裸露，仅坑底有少量植树恢复植被，难以靠自然修复。</p> <p>2、场地内分布一处不稳定斜坡（编号BW1），位于矿坑东南侧，为矿坑开挖后坑壁垮塌形成的碎石土斜坡，斜坡高75~90m、宽80~90m、坡度30°~35°，滑坡体体积1.0~1.2万m<sup>3</sup>，现状处于欠稳定状态（天然工况稳定系数0.995），坡脚见有坍塌土体约300~500m<sup>3</sup>，易在降雨及风化作用下发生崩塌、掉块。</p> <p>3、矿坑停止开采至今8年未扰动，但高陡边坡在降雨、自然风化等条件下易发生土体坍塌及坡面掉块，存在地质灾害隐患。</p> <p>4、项目区土地损毁严重，原有地表植被遭大面积破坏，仅零星分布灌木草丛及狗牙根、车前草、鬼针草、青蒿、紫茎泽兰等杂草，原生生态系统已完全破坏，野生动物生境恶化，仅存少量小型鸟类及啮齿类动物（如社鼠、家鼠、松鼠）。</p> <p>5、区域水土流失现状为中度侵蚀（土壤侵蚀类型以水力侵蚀为主），矿坑大面积地表裸露，遇降雨产生径流及水土流失，泥沙汇集于坑内，未外溢但加剧生态退化；旱季风速较大，易产生尘土飞扬。</p> |
| 生态环境保护目标            | <p><b>3.3生态环境保护目标</b></p> <p>根据《建设项目环境影响报告表编制技术指南（生态影响类）（试行）》规定：按照环境影响评价相关技术导则要求确定评价范围并识别环境保护目标。</p> <p><b>3.3.1大气环境保护目标</b></p> <p>本项目无需设置大气专项评价，参照《建设项目环境影响报告表编制</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>围内大气环境保护目标主要为坪子窑、中村、柿花园、上村、红岩等居民区，具体详见下表3.3-1。</p> <p><b>3.3.2地表水环境保护目标</b></p> <p>基于现场踏勘与地理信息数据的综合分析，本项目拟回填的拖布卡矿坑，其空间位置关系为：距东侧小江直线距离约3.2km，距西侧金沙江直线距离约5.6km，通过对区域地形地貌与水文地质条件的研判，受限于当地地势，该矿坑仅与小江构成水力联系通道，与金沙江并无直接水力关联。</p> <p>项目场地北侧铁头沟自西向东汇入龙潭沟，龙潭沟距离项目最近距离为东侧1900m，最终向北侧汇入下游约3200m处的小江。根据《昆明市和滇中产业新区水功能区划（2011-2030年）》，小江：发源于寻甸县鱼尾后山，向北流入东川区，这一段称为大白河，大白河与块河、乌龙河汇合后称小江，再继续向北于东川拖布卡镇格勒坪流入金沙江。小江流域总集水面积3039km<sup>2</sup>，河长142.5km，有天然湖泊清水海镶嵌其中。小江干流在寻甸县内河长43.2km，寻甸县与东川区界河5.5km，东川区内64.0km，东川区与曲靖市会泽县界河长29.8km。小江流域是云南省乃至全国生态环境最脆弱的泥石流多发区，堪称“泥石流的天然博物馆”，河流泥沙含量很大。</p> <p>小江寻甸-东川保留区：属省级区划。清水海坝址至入金沙江口，河长133.2km，该河下游段多处于泥石流多发区，河流泥沙含量大，沿岸分布多家矿场，对水体有一定污染，下游水体浑浊，由于地质条件限制，水资源开发利用程度不高。河段现状水质为Ⅲ~Ⅴ类，规划水平年水质保护目标Ⅲ类，因此执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类标准。</p> <p><b>3.3.3地下水环境保护目标</b></p> <p>根据《环境影响评价技术导则地下水环境》（HJ610-2016），地下水环境保护目标指潜水含水层和可能受建设项目影响且具有饮用水开发利用价值的含水层，集中式饮用水水源和分散式饮用水水源地，以及《建设</p> |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>源和热水、矿泉水、温泉等特殊地下水资源，故项目地下水环境保护目标主要为潜水含水层和可能受建设项目影响且具有饮用水开发利用价值的含水层。</p> <p><b>3.3.4声环境保护目标</b></p> <p>项目位于2类声环境功能区，根据《建设项目环境影响报告表编制指南》（生态影响类），本项目无需做噪声专项评价，需给出生态环境保护目标名称、与建设项目位置关系、规模、保护对象、功能分区。参照《建设项目环境影响报告表编制技术指南（污染影响类）（试行）》，明确为厂界外50米范围内声环境保护目标，根据现场调查，距离项目最近的声环境保护目标为西北侧50米处的散户及西南侧50米处的上村，具体详见下表3.3-1。</p> <p><b>3.3.5土壤环境保护目标</b></p> <p>本项目为开采裸露采坑，前期未采取其他治理措施的矿坑生态修复项目，根据《环境影响评价技术导则土壤环境（试行）》（HJ964—2018）附录A.1，行业项目属于“采矿业—金属矿”范畴，为Ⅰ类项目，项目周边有耕地、居民区等土壤敏感目标，占地规模为小型（<math>4.44\text{hm}^2 &lt; 5\text{hm}^2</math>），故评价等级为一级，评价范围为项目占地及占地范围外1km范围内。根据现场踏勘，项目占地及周边1km范围内包括耕地、居民区等。</p> <p><b>3.3.6生态环境保护目标</b></p> <p>本项目不涉及生态环境敏感区，无需设置生态专项评价，本项目为矿区修复治理工程，项目占地面积<math>44400\text{m}^2</math>，占地范围内及周围不涉及特殊生态敏感区和重要生态敏感区，本项目施工及修复过程对周边生态环境主要为扬尘影响，通过采取洒水降尘后，主要影响范围在修复区内，结合项目周边环境现状及现场踏勘，不涉及生态保护红线，不涉及HZK019-2022规定的受影响的重要物种、生态敏感区以及其他需要保护的物种、种群、生物群落及生态空间等生态保护目标，故生态环境保护目标主要为项目占地范围内的植被、动物资源。</p> |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

| 综上，评价范围内保护目标详见下表3.3-1，项目区周边关系详见附图6。 |                                                                             |                           |      |         |                                                             |                              |
|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------|------|---------|-------------------------------------------------------------|------------------------------|
| 表3.3-1 环境保护目标一览表                    |                                                                             |                           |      |         |                                                             |                              |
| 环境要素                                | 保护对象                                                                        | 坐标                        | 保护对象 | 与项目相对方位 | 距离关系/m                                                      | 保护级别                         |
|                                     |                                                                             | 经度/纬度                     | 居民   |         |                                                             |                              |
| 环境空气                                | 坪子窑                                                                         | 103.041480E<br>26.430921N | 120人 | N、NS    | 280                                                         | 《环境空气质量标准》（GB 3095-2026）二级标准 |
|                                     | 中村                                                                          | 103.040535E<br>26.426184N | 175人 | W       | 320                                                         |                              |
|                                     | 散户                                                                          | 103.047072E<br>26.426064N | 15人  | NS      | 50                                                          |                              |
|                                     | 柿花园                                                                         | 103.042102E<br>26.422197N | 70人  | SW      | 510                                                         |                              |
|                                     | 上村                                                                          | 103.045835E<br>26.422456N | 80人  | SW      | 50                                                          |                              |
|                                     | 红岩                                                                          | 103.047059E<br>26.421150N | 60人  | S       | 200                                                         |                              |
| 噪声                                  | 散户                                                                          | 103.047072E<br>26.426064N | 15人  | 西北      | 49                                                          | 《声环境质量标准》（GB 3096-2008）      |
| 地表水环境                               | 铁头沟                                                                         | /                         | /    | N       | 733                                                         | 《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）Ⅲ类  |
|                                     | 龙潭河                                                                         | /                         | /    | S       | 1900                                                        |                              |
|                                     | 小江                                                                          | /                         | /    | E       | 3200                                                        |                              |
| 土壤环境                                | 项目占地及其周边1km范围内的耕地、居民区等                                                      |                           |      |         | 维护土壤原有生态功能，周边耕地土壤环境质量满足《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准》（GB 15618-2018） |                              |
| 地下水环境                               | 潜水含水层和可能受建设项目影响且具有饮用水开发利用价值的含水层                                             |                           |      |         | 《地下水质量标准》（GB 14848-2017）Ⅲ类                                  |                              |
| 陆生生态                                | 项目占地区范围内的植被、动物资源                                                            |                           |      |         | 工程所在区域生态系统的完整性、生物多样性，尽量降低对区域动植物的影响                          |                              |
| 评价标准                                | 3.4评价标准                                                                     |                           |      |         |                                                             |                              |
|                                     | 3.4.1环境质量标准                                                                 |                           |      |         |                                                             |                              |
|                                     | 一、环境空气质量标准                                                                  |                           |      |         |                                                             |                              |
|                                     | 本项目位于东川区拖布卡镇播卡村，环境空气功能为二类区，基本六                                              |                           |      |         |                                                             |                              |
|                                     | 项执行《环境空气质量标准》（GB3095-2026）表1二级浓度限值要求，TSP执行（GB3095-2026）表2二级浓度限值要求，砷及氟化物参照执行 |                           |      |         |                                                             |                              |

《环境空气质量标准》（GB3095-2026）附录A中表A.1浓度限值要求，执行标准值详见下表：

表3.4-1 环境空气质量标准一览表

| 污染物项目                               | 平均时段       | 二级过渡阶段浓度限值 | 二级浓度限值 | 单位                | 标准来源                              |
|-------------------------------------|------------|------------|--------|-------------------|-----------------------------------|
| 二氧化硫（SO <sub>2</sub> ）              | 年平均        | 60         | 20     | μg/m <sup>3</sup> | 《环境空气质量标准》<br>（GB3095-2026）表1基本项目 |
|                                     | 24小时平均     | 150        | 50     |                   |                                   |
|                                     | 1小时平均      | 500        | 150    |                   |                                   |
| 二氧化氮（NO <sub>2</sub> ）              | 年平均        | 40         | 30     |                   |                                   |
|                                     | 24小时平均     | 80         | 50     |                   |                                   |
|                                     | 1小时平均      | 200        | 200    |                   |                                   |
| 一氧化碳（CO）                            | 24小时平均     | 4          | 4      | mg/m <sub>3</sub> |                                   |
|                                     | 1小时平均      | 10         | 10     |                   |                                   |
| 臭氧（O <sub>3</sub> ）                 | 日平均（最大8小时） | 160        | 160    | μg/m <sup>3</sup> |                                   |
|                                     | 1小时平均      | 200        | 200    |                   |                                   |
| 颗粒物（粒径小于等于10μm，PM <sub>10</sub> ）   | 年平均        | 60         | 50     |                   |                                   |
|                                     | 24小时平均     | 120        | 100    |                   |                                   |
| 颗粒物（粒径小于等于2.5μm，PM <sub>2.5</sub> ） | 年平均        | 30         | 25     |                   |                                   |
|                                     | 24小时平均     | 60         | 50     |                   |                                   |
| 总悬浮颗粒物（TSP）                         | 年平均        | /          | 200    | μg/m <sup>3</sup> | 《环境空气质量标准》<br>（GB3095-2026）表2其他项目 |
|                                     | 日平均        | /          | 300    |                   |                                   |
| 砷                                   | 年平均        |            | 0.006  |                   | 《环境空气质量标准》（GB3095-2026）表A.1       |
| 氟化物                                 | 1小时平均      | /          | 20     |                   |                                   |
|                                     | 24小时平均     | /          | 7      |                   |                                   |

备注：根据GB3095—2026，自本标准实施之日起至2030年12月31日止，环境空气污染物基本项目实施过渡阶段浓度限值；自2031年1月1日起，在全国范围内实施基本项目浓度限值。

二、地表水环境质量标准

基于现场踏勘与地理信息数据的综合分析，本项目拟回填的拖布卡矿坑，其空间位置关系为：距东侧小江直线距离约3.2km，距西侧金沙江直线距离约5.6km，通过对区域地形地貌与水文地质条件的研判，受限于当地地势，该矿坑仅与小江构成水力联系通道，与金沙江并无直接水力关联。

项目场地北侧沟谷箐沟自西向东汇入龙潭沟，龙潭沟距离项目最近距离为东侧1900m，最终向北侧汇入下游约3200m处的小江。

发源于寻甸县鱼尾后山，向北流入东川区，这一段称为大白河，大白河与块河、乌龙河汇合后称小江，再继续向北于东川拖布卡镇格勒坪流入金沙江。小江流域总集水面积3039km<sup>2</sup>，河长142.5km，有天然湖泊清水海镶嵌其中。小江干流在寻甸县内河长43.2km，寻甸县与东川区界河5.5km，东川区内64.0km，东川区与曲靖市会泽县界河长29.8km。小江流域是云南省乃至全国生态环境最脆弱的泥石流多发区，堪称“泥石流的天然博物馆”，河流泥沙含量很大。

小江寻甸-东川保留区：属省级区划。清水海坝址至入金沙江口，河长133.2km，该河下游段多处于泥石流多发区，河流泥沙含量大，沿岸分布多家矿场，对水体有一定污染，下游水体浑浊，由于地质条件限制，水资源开发利用程度不高。河段现状水质为Ⅲ～Ⅴ类，规划水平年水质保护目标Ⅲ类。

综上，小江执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中Ⅲ类标准限值要求，标准值详见下表：

表3.4-2 地表水环境质量标准 单位：mg/L

| 序号 | 监测因子             | 标准值     | 序号 | 监测因子  | 标准值    |
|----|------------------|---------|----|-------|--------|
| 1  | 水温               | /       | 18 | 铅     | ≤0.05  |
| 2  | pH               | 6~9     | 19 | 氰化物   | ≤0.2   |
| 3  | 溶解氧              | ≥5      | 20 | 挥发酚   | ≤0.005 |
| 4  | 高锰酸盐指数           | ≤6      | 21 | 石油类   | ≤0.05  |
| 5  | COD              | ≤20     | 22 | LAS   | ≤0.2   |
| 6  | BOD <sub>5</sub> | ≤4      | 23 | 硫化物   | ≤0.2   |
| 7  | 氨氮               | ≤1.0    | 24 | 粪大肠菌群 | ≤10000 |
| 8  | 总磷               | ≤0.2    | 25 | 硫酸盐   | 250    |
| 9  | 总氮               | /       | 26 | 氯化物   | 250    |
| 10 | 铜                | ≤1.0    | 27 | 硝酸盐   | 10     |
| 11 | 锌                | ≤1.0    | 28 | 铁     | 0.3    |
| 12 | 氟化物              | ≤1.0    | 29 | 锰     | 0.1    |
| 13 | 硒                | ≤0.01   | 30 | 总铬    | /      |
| 14 | 砷                | ≤0.05   | 31 | 铍     | 0.002  |
| 15 | 汞                | ≤0.0001 | 32 | 镍     | 0.02   |
| 16 | 镉                | ≤0.005  | 33 | 总银    | /      |
| 17 | 六价铬              | ≤0.05   | /  | /     | /      |

三、地下水质量标准

本项目所在地无地下水功能区划，根据评价区水文地质及地下水功能和用途，地下水执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）Ⅲ类标

石油类参照执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中Ⅲ类水质标准限值要求。标准限值见下表：

表3.4-3 地下水质量标准 单位：mg/L

| 序号 | 监测因子   | 筛选值        | 序号 | 监测因子  | 筛选值    |
|----|--------|------------|----|-------|--------|
| 1  | 色      | ≤15        | 23 | 亚硝酸盐  | ≤1.00  |
| 2  | 嗅和味    | 无          | 24 | 硝酸盐   | ≤20.0  |
| 3  | 浑浊度    | ≤3         | 25 | 氰化物   | ≤0.05  |
| 4  | 肉眼可见物  | 无          | 26 | 氟化物   | ≤1.0   |
| 5  | pH     | 6.5≤pH≤8.5 | 27 | 碘化物   | ≤0.08  |
| 6  | 总硬度    | ≤450       | 28 | 汞     | ≤0.001 |
| 7  | 溶解性总固体 | ≤1000      | 29 | 砷     | ≤0.01  |
| 8  | 硫酸盐    | ≤250       | 30 | 硒     | ≤0.01  |
| 9  | 氯化物    | ≤250       | 31 | 镉     | ≤0.005 |
| 10 | 铁      | ≤0.3       | 32 | 铬（六价） | ≤0.05  |
| 11 | 锰      | ≤0.10      | 33 | 铅     | ≤0.01  |
| 12 | 铜      | ≤1.00      | 34 | 三氯甲烷  | ≤60    |
| 13 | 锌      | ≤1.00      | 35 | 四氯甲烷  | ≤2.0   |
| 14 | 铝      | ≤0.20      | 36 | 苯     | ≤10.0  |
| 15 | 挥发性酚类  | ≤0.002     | 37 | 甲苯    | ≤700   |
| 16 | LAS    | ≤0.3       | 38 | 总α放射性 | ≤0.5   |
| 17 | 耗氧量    | ≤3.0       | 39 | 总β放射性 | ≤1.0   |
| 18 | 氨氮     | ≤0.50      | 40 | 总铬    | /      |
| 19 | 硫化物    | ≤0.02      | 41 | 铍     | ≤0.002 |
| 20 | 钠      | ≤200       | 42 | 镍     | ≤0.02  |
| 21 | 总大肠菌群  | ≤3.0       | 43 | 总银    | ≤0.05  |
| 22 | 菌落总数   | ≤100       | 44 | 总磷（以P | /      |

四、土壤环境质量标准

建设用土壤环境执行《土壤环境质量 建设用土壤污染风险管控标准（试行）（GB36600-2018）中第二类用地筛选值标准，具体标准值见表3.4-4；占地范围外耕地土壤环境执行《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准》（GB15618-208）表1中农用地土壤污染风险筛选值，详见表3.4-5。

表3.4-4 建设用土壤污染风险筛选值和管制值 单位：mg/kg

|  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |

|  |         |                 |      |       |      |       |
|--|---------|-----------------|------|-------|------|-------|
|  | 2       | 镉               | 20   | 65    | 47   | 172   |
|  | 3       | 铬（六价）           | 3.0  | 5.7   | 30   | 78    |
|  | 4       | 铜               | 2000 | 18000 | 8000 | 36000 |
|  | 5       | 铅               | 400  | 800   | 800  | 2500  |
|  | 6       | 汞               | 8    | 38    | 33   | 82    |
|  | 7       | 镍               | 150  | 900   | 600  | 2000  |
|  | 8       | 铍               | 15   | 29    | 98   | 290   |
|  | 9       | 铊               | /    | /     | /    | /     |
|  | 挥发性有机物  |                 |      |       |      |       |
|  | 1       | 氯甲烷             | 12   | 37    | 21   | 120   |
|  | 2       | 氯乙烯             | 0.12 | 0.43  | 1.2  | 4.3   |
|  | 3       | 反-1, 2-二氯乙烯     | 10   | 54    | 31   | 163   |
|  | 4       | 二氯甲烷            | 94   | 616   | 300  | 2000  |
|  | 5       | 1, 1-二氯乙烷       | 3    | 9     | 20   | 100   |
|  | 6       | 顺-1, 2-二氯乙烯     | 66   | 596   | 200  | 2000  |
|  | 7       | 氯仿              | 0.3  | 0.9   | 5    | 10    |
|  | 8       | 1, 1, 1-三氯乙烷    | 701  | 840   | 840  | 840   |
|  | 9       | 四氯化碳            | 0.9  | 2.8   | 9    | 36    |
|  | 10      | 1, 2-二氯乙烷       | 0.52 | 5     | 6    | 21    |
|  | 11      | 苯               | 1    | 4     | 10   | 10    |
|  | 12      | 三氯乙烯            | 0.7  | 2.8   | 7    | 20    |
|  | 13      | 1, 2-二氯丙烷       | 1    | 5     | 5    | 47    |
|  | 14      | 甲苯              | 1200 | 1200  | 1200 | 1200  |
|  | 15      | 1, 1, 2-三氯乙烷    | 0.6  | 2.8   | 5    | 15    |
|  | 16      | 四氯乙烯            | 11   | 53    | 34   | 183   |
|  | 17      | 氯苯              | 68   | 270   | 200  | 1000  |
|  | 18      | 1, 1, 1, 2-四氯乙烷 | 2.6  | 10    | 26   | 100   |
|  | 19      | 乙苯              | 7.2  | 28    | 72   | 280   |
|  | 20      | 间+对-二甲苯         | 163  | 570   | 500  | 570   |
|  | 21      | 邻-二甲苯           | 222  | 640   | 640  | 640   |
|  | 22      | 苯乙烯             | 1290 | 1290  | 1290 | 1290  |
|  | 23      | 1, 1, 2, 2-四氯乙烷 | 1.6  | 6.8   | 14   | 50    |
|  | 24      | 1, 2, 3-三氯丙烷    | 0.05 | 0.5   | 0.5  | 5     |
|  | 25      | 1, 4-二氯苯        | 5.6  | 20    | 56   | 200   |
|  | 26      | 1, 2-二氯苯        | 560  | 560   | 560  | 560   |
|  | 27      | 1, 1-二氯乙烯       | 12   | 66    | 40   | 200   |
|  | 半挥发性有机物 |                 |      |       |      |       |
|  | 1       | 2-氯酚            | 250  | 2256  | 500  | 4500  |

|  |  |              |  |  |  |  |  |
|--|--|--------------|--|--|--|--|--|
|  |  |              |  |  |  |  |  |
|  |  |              |  |  |  |  |  |
|  |  |              |  |  |  |  |  |
|  |  |              |  |  |  |  |  |
|  |  |              |  |  |  |  |  |
|  |  |              |  |  |  |  |  |
|  |  |              |  |  |  |  |  |
|  |  |              |  |  |  |  |  |
|  |  | 茆并（1，2，3-cd） |  |  |  |  |  |
|  |  |              |  |  |  |  |  |
|  |  |              |  |  |  |  |  |
|  |  |              |  |  |  |  |  |

3.4.2 污染物排放标准

项目矿山生态修复施工产生的大气污染物主要为无组织颗粒物，执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）表 2 中无组织排放监控浓度限值，详见下表：

**表3.4-6 大气污染物综合排放标准一览表** 单位: mg/m<sup>3</sup>

|     |              |     |
|-----|--------------|-----|
| 污染物 | 无组织排放监控点浓度限值 |     |
| 颗粒物 | 周界外浓度最高点     | 1.0 |

项目为矿山生态修复，为非生产性项目，运营期无废气污染物排放，不设排放标准。

## 二、废水排放标准

项目施工期废水包括施工人员生活污水、运输车清洗废水，经临时沉淀池收集沉淀后循环使用，不外排；淋滤水回填期用于施工区域洒水降尘，不外排；故不设置废水排放标准。

### 三、噪声排放标准

施工期执行《建筑施工噪声排放标准》(GB12523—2025), 标准限值详见下表:

**表3.4-7 噪声排放限值 单位: dB (A)**

| 标准                         | 昼间 | 夜间 |
|----------------------------|----|----|
| 《建筑施工噪声排放标准》(GB12523—2025) | 70 | 55 |

项目运营期无噪声排放，不设排放标准。

#### 四、固体废物

### 1、改性磷石膏回填料

(1) 项目回填工程回填料来源于云南红富化肥有限公司及云南川金诺化工股份有限公司经改性生产线改性后的磷石膏，改性磷石膏浸出液须满足《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》(DB53/T 1269-2024) 表2中的要求，详见下表：

**表3.4-8 改性磷石膏质量指标一览表**

[illegible]

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | <p>同时按照《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB 18599-2020）中相关要求，回填料中不得混入城市生活垃圾、河流清淤底泥、II类一般工业固体废物、农业垃圾以及危险废物等其他废物、废料，进入I类场的第I类一般工业固体废物有机质含量小于2%，水溶性盐总量小于2%。</p> <p>（2）《磷石膏利用和无害化贮存污染控制技术规范》（HJ1415—2025）5.3.2规定：磷石膏经预处理后进行充填利用时，经养护后的充填物料按照HJ557制备的浸出液中氟化物、磷酸盐（以P计）、氨氮、化学需氧量、总铅、总镉、总砷、总汞和总铬的浓度应满足GB18599中界定的第I类一般工业固体废物的要求。</p> <p><b>2、生活垃圾</b></p> <p>按照《生活垃圾处理技术指南》，遵循无害化、减量化、资源化的原则，在项目区内设置带盖垃圾桶收集垃圾，后清运至就近的垃圾集中收集点由当地环卫部门统一清运处置。</p> <p><b>五、地下水防渗控制标准</b></p> <p>项目改性磷石膏回填区、淋滤水收集沉淀池参照《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）I类场进行防渗，须符合以下技术要求：</p> <p>1、当天然基础层饱和渗透系数不大于<math>1.0\times 10^{-5}\text{cm/s}</math>，且厚度不小于0.75m时，可以采用天然基础层作为防渗衬层。</p> <p>2、当天然基础层不能满足上述防渗要求时，可采用改性压实粘土类衬层或具有同等以上隔水效力的其他材料防渗衬层，其防渗性能应至少相当于渗透系数为<math>1.0\times 10^{-5}\text{cm/s}</math>且厚度为0.75m的天然基础层。</p> <p>3、设置4口地下水监测井，及时掌握地下水变化情况。</p> |
| 其他 | 无                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

四、生态环境影响分析

4.1施工期生态环境影响分析

4.1.1施工期大气环境影响分析

根据前文施工期产污环节，项目大气环境影响主要体现为地表扰动扬尘、  
回填及覆土作业扬尘、运输扬尘、表土运输扬尘、改性磷石膏运输扬尘等。

1、基础施工扬尘

在施工环境基本一致的情况下，基础施工扬尘与扰动面积密切相关，本项目需对整个修复区的地面进行扰动，即44400平方米，地面扰动扬尘采用经验公式计算，计算公式如下：

Q = 0.009U<sup>4.1</sup>e<sup>-0.55w</sup>

式中：Q一起尘量，kg/（a•m<sup>2</sup>）；

U—气象平均风速，2.2m/s；

W—含水率，取18%。

经计算，本项目开挖扬尘量为：Q=0.228kg/a.m<sup>2</sup>，则施工产尘量为10.13t/a，施工作业时间以每天8小时，每年300天计，每小时扬尘产生量约4.22kg/h。采用洒水车洒水降尘，非雨天每天洒水三次，经过洒水降尘效率为75%，产排情况详见下表：

表4.1-1 基础施工扬尘产排情况表

| 排放方式 | 污染源 | 产生速率（kg/h） | 产生量（t/a） | 处理方式         | 排放速率（kg/h） | 排放量（t/a） |
|------|-----|------------|----------|--------------|------------|----------|
| 无组织  | 颗粒物 | 4.22       | 10.13    | 合理安排工时间、洒水降尘 | 1.06       | 2.53     |

2、回填及覆土作业扬尘

项目每年回填改性磷石膏量约46万立方米（69万t/a），最大作业面积约2000m<sup>2</sup>，堆场起尘量按照西安冶金建筑学院起尘量推荐公式计算：

Q<sub>p</sub> = 4.23 × 10<sup>-4</sup> × U<sup>4.9</sup> × A<sub>p</sub>

式中：Q<sub>p</sub>——堆场起尘量（mg/s）；

U——平均风速，取1.54；

A<sub>p</sub>一起尘面积（m<sup>2</sup>），取2000。

根据经验公式计算可知，堆填过程中扬尘产生量7.02mg/s（0.025kg/h）。

施  
工  
期  
生  
态  
环  
境  
影  
响  
分  
析

| <p>项目回填作业年工作时间为300d，每天工作16h，则回填过程中扬尘产生量为0.12t/a。</p> <p>为减少改性磷石膏过程中风蚀扬尘对周边环境的影响，评价要求项目在回填过程中应采取以下大气污染防治措施：</p> <p>①定期对作业面堆填料洒水，提高物料的湿度；</p> <p>②严格控制填埋作业面，对已完成回填的工作面要及时实施覆盖；</p> <p>③合理安排作业时间，大风天气禁止填埋作业。</p> <p>在采取上述措施后预计可降低回填过程中粉尘排放量约70%，产排情况详见下表：</p> <p style="text-align: center;"><b>表4.1-2 回填作业扬尘产排情况表</b></p> <table><tr><th>排放方式</th><th>污染源</th><th>产生速率(kg/h)</th><th>产生量(t/a)</th><th>处理方式</th><th>排放速率(kg/h)</th><th>排放量(t/a)</th></tr><tr><td>无组织</td><td>颗粒物</td><td>0.025</td><td>0.12</td><td>合理安排工时间、洒水降尘、分区回填</td><td>0.008</td><td>0.036</td></tr></table> <p><b>3、车辆运输扬尘</b></p> <p>项目改性磷石膏运输、表土运输扬尘采用秦皇岛码头汽车道路扬尘经验公式进行计算，公式如下：</p> $Q_i = 0.0079 V W^{0.85} P^{0.72}$ <p>式中：Q<sub>i</sub>——每辆汽车行驶扬尘量（kg/km·辆）；</p> <p>V——汽车速度（km/h），项目取15km/h；</p> <p>W——汽车重量（t），项目汽车空载为10t，载重时总重为30t；</p> <p>P——道路表面粉尘量，按0.2kg/m<sup>2</sup>计算。</p> <p>经计算，Q<sub>i</sub>载重=0.764kg/km·辆，Q<sub>i</sub>空载=0.263kg/km·辆。</p> <p>项目进场连接道路运输距离按5000米计，运输量为69万t/a，载重量为20t/车，年运输300d，则载重交通次数为115车次/d，空载交通次数为115车次/d，载重运输扬尘为439.3kg/d，131.79t/a，空载运输扬尘为151.2kg/d，45.37t/a，项目固废运输道路扬尘总产生量为590.5kg/d，177.15t/a。</p> <p>本项目运输车辆为密闭货车，场区路面遗漏的物料可及时清扫；在驶入填埋区时降低车速；配备洒水车辆及时对运输道路洒水降尘，在采取上述措施后粉尘去除效率为70%，产排情况详见下表。</p> |     |            |          |                   |            |          | 排放方式 | 污染源 | 产生速率(kg/h) | 产生量(t/a) | 处理方式 | 排放速率(kg/h) | 排放量(t/a) | 无组织 | 颗粒物 | 0.025 | 0.12 | 合理安排工时间、洒水降尘、分区回填 | 0.008 | 0.036 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|------------|----------|-------------------|------------|----------|------|-----|------------|----------|------|------------|----------|-----|-----|-------|------|-------------------|-------|-------|
| 排放方式                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 污染源 | 产生速率(kg/h) | 产生量(t/a) | 处理方式              | 排放速率(kg/h) | 排放量(t/a) |      |     |            |          |      |            |          |     |     |       |      |                   |       |       |
| 无组织                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 颗粒物 | 0.025      | 0.12     | 合理安排工时间、洒水降尘、分区回填 | 0.008      | 0.036    |      |     |            |          |      |            |          |     |     |       |      |                   |       |       |

| 表4.1-3 车辆运输扬尘产排情况表 |     |                |              |      |                |              |
|--------------------|-----|----------------|--------------|------|----------------|--------------|
| 排放方式               | 污染源 | 产生速率<br>(kg/h) | 产生量<br>(t/a) | 处理方式 | 排放速率<br>(kg/h) | 排放量<br>(t/a) |
| 无组织                | 颗粒物 | 590.5          | 177.15       | 洒水降尘 | 177.15         | 53.15        |

**4、运输车辆和施工机械尾气**

运输车辆与机械设备尾气排放属无组织排放，污染物排放量的大小与车辆和机械设备数量成比例，与车辆和机械设备的类型以及运行的工况有关。项目在运营过程中，随着运输车辆和机械设备进入矿坑修复区，必然造成车辆、机械设备尾气排放量的相应增加，释放出一定量的NO<sub>x</sub>、CO、HC等大气污染物，对区域环境空气造成污染。运营期应加强机械设备和车辆的定期检查维护保养、及时维修。由于项目场区机械设备和运输车辆较少，排放的废气产生量较小，同时项目在矿坑修复区进行，地形高差较大，可降低尾气扩散，减少对外环境影响。

**5、影响分析**

项目施工期间废气呈无组织排放，主要污染物为颗粒物，通过洒水车对运输道路、场内临时道路、充填作业面区域进行洒水降尘，非雨天每天洒水三次，对边坡等区域进行降尘，采取以上洒水降尘等抑尘措施后对周围大气环境影响较小。

**4.1.2施工期地表水环境影响分析**

项目施工期废水主要为改性磷石膏回填区淋滤水、施工废水、施工人员生活污水。

**1、改性磷石膏回填修复区淋滤水**

回填作业过程中，降雨时，雨水进入回填区会产生一定量的淋滤水。项目水量平衡与磷石膏带入水量、回填区降水带入量、蒸发带出水量、磷石膏残留水量、回填区入渗量以及水的盈余量等因素有关，其水量关系较为复杂，为了便于水量平衡分析，将修复区概化为一个水文单元系统，在这个系统中来分析系统的输入和输出及系统的变化，输入和输出影响因子尽量利用已有资料。其数学表达式为：

$$\Delta W = (W_j + W_w) - (W_y + W_s + W_k + W_h)$$

式中：Δw—回填区盈亏水量（m<sup>3</sup>）；

|                                             |
|---------------------------------------------|
| W <sub>j</sub> —回填区降雨量（m <sub>3</sub> ）；    |
| W <sub>w</sub> —回填区带入水量（m <sub>3</sub> ）；   |
| W <sub>y</sub> —回填区蒸发量（m <sub>3</sub> ）；    |
| W <sub>s</sub> —回填区渗漏量（m <sub>3</sub> ）；    |
| W <sub>k</sub> —磷石膏中的截留水量（m <sub>3</sub> ）； |
| W <sub>h</sub> —回填区回水量（m <sub>3</sub> ）。    |

水量平衡计算参数分析如下：

（设计降雨量和蒸发量：根据收集的气象资料，东川区多年平均降雨量和蒸发量详见表3.3-1，参考《水利水电工程水文计算规范》（SL/T278-2020）中6.2节水面蒸发分析计算中折算系数表，云南地区计算水面蒸发折算系数为0.93，得出项目区多年平均水面蒸发量2237.8mm。同时考虑项目磷石膏为干堆，堆体表面不能达到完全供水状态，本次评价取土壤表面蒸发量与水面蒸发量的比例系数0.9作为评价核算量，经校核后的蒸发量详见下表：

| 表4.1-4 东川区多年平均降雨量和蒸发量 单位：mm |       |       |       |       |        |       |       |       |       |       |       |       |        |  |
|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--|
| 月份                          | 1     | 2     | 3     | 4     | 5      | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    | 全年     |  |
| 降雨量                         | 13.6  | 11.4  | 17.5  | 24.6  | 78.4   | 153.4 | 140.4 | 103.1 | 94.2  | 71.7  | 25.0  | 8.0   | 741.3  |  |
| 蒸发量                         | 年平均   | 132   | 154   | 245   | 336.2  | 300   | 220   | 160   | 155   | 172   | 230   | 173   | 2416.2 |  |
|                             | 水面蒸发量 | 122.8 | 143.2 | 227.9 | 312.7  | 279   | 204.6 | 148.8 | 144.2 | 160   | 213.9 | 160.9 | 2237.8 |  |
|                             | 设计蒸发量 | 118.8 | 138.6 | 220.5 | 302.58 | 270   | 198   | 144   | 139.5 | 154.8 | 207   | 155.7 | 2165.6 |  |

降雨汇流面积和蒸发面积：根据《初设》，项目工程控制汇水面积0.88km<sup>2</sup>，项目修复区外部汇水0.8139km<sup>2</sup>，项目修复区内汇水0.0661km<sup>2</sup>，回填区周边设截排水沟，周边雨水经截排水沟截流后不易进入堆填区域，故本次评价取0.0661km<sup>2</sup>为项目降雨汇流面积及蒸发面积的取值。

各环节水量计算如下：

（1）回填区降雨量（W<sub>j</sub>）

回填区各月降雨产生水量计算公式为：

$$W_r=1000H（F_1\alpha+F_2）$$

式中：W<sub>r</sub>—月迳流总量，m<sub>3</sub>；

H—月降雨量，mm；

F<sub>1</sub>—汇水面积内的陆面面积，km<sup>2</sup>；取值为0.0661km<sup>2</sup>；

| <p>F<sub>2</sub>—回填区水面面积，km<sup>2</sup>；取值为0；</p> <p>α—年迳流系数。参考《资源环境承载能力和国土空间开发适宜性评价技术指南（试行）》中建设用地或裸地平均地表径流系数，取值为1；</p> <p>综上，各月径流量计算结果详见下表：</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |         |         |         |           |         |          |         |         |         |         |         |         |            |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |             |       |       |       |        |      |       |       |       |       |      |       |       |         |                    |         |         |         |           |         |          |         |         |         |         |         |         |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------|---------|-----------|---------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|------------|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|-------------|-------|-------|-------|--------|------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|---------|--------------------|---------|---------|---------|-----------|---------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|------------|
| <p style="text-align: center;"><b>表4.1-5 逐月汇入水量统计表</b></p> <table> <tr> <th>月份</th><th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th><th>10</th><th>11</th><th>12</th><th>全年</th></tr> <tr> <td>降雨量<br/>mm</td><td>13.6</td><td>11.4</td><td>17.5</td><td>24.6</td><td>78.4</td><td>153.4</td><td>140.4</td><td>103.1</td><td>94.2</td><td>71.7</td><td>25.0</td><td>8.0</td><td>741.3</td></tr> <tr> <td>水量m<sup>3</sup></td><td>898.96</td><td>753.54</td><td>1156.75</td><td>1626.06</td><td>5182.24</td><td>10139.74</td><td>9280.44</td><td>6814.91</td><td>6226.62</td><td>4739.37</td><td>1652.5</td><td>528.8</td><td>48999.93</td></tr> </table>                 |         |         |         |           |         |          |         |         |         |         |         |         |            | 月份 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 全年 | 降雨量<br>mm   | 13.6  | 11.4  | 17.5  | 24.6   | 78.4 | 153.4 | 140.4 | 103.1 | 94.2  | 71.7 | 25.0  | 8.0   | 741.3   | 水量m <sup>3</sup>   | 898.96  | 753.54  | 1156.75 | 1626.06   | 5182.24 | 10139.74 | 9280.44 | 6814.91 | 6226.62 | 4739.37 | 1652.5  | 528.8   | 48999.93   |
| 月份                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1       | 2       | 3       | 4         | 5       | 6        | 7       | 8       | 9       | 10      | 11      | 12      | 全年         |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |             |       |       |       |        |      |       |       |       |       |      |       |       |         |                    |         |         |         |           |         |          |         |         |         |         |         |         |            |
| 降雨量<br>mm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 13.6    | 11.4    | 17.5    | 24.6      | 78.4    | 153.4    | 140.4   | 103.1   | 94.2    | 71.7    | 25.0    | 8.0     | 741.3      |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |             |       |       |       |        |      |       |       |       |       |      |       |       |         |                    |         |         |         |           |         |          |         |         |         |         |         |         |            |
| 水量m <sup>3</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 898.96  | 753.54  | 1156.75 | 1626.06   | 5182.24 | 10139.74 | 9280.44 | 6814.91 | 6226.62 | 4739.37 | 1652.5  | 528.8   | 48999.93   |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |             |       |       |       |        |      |       |       |       |       |      |       |       |         |                    |         |         |         |           |         |          |         |         |         |         |         |         |            |
| <p>（2）磷石膏带入水量（W<sub>w</sub>）</p> <p>根据项目生态修复方案，淋滤水主要在回填施工阶段产生，回填工作结束后，对顶部及边坡进行防渗再进行覆土植被，正常情况下无淋滤水产生。因改性磷石膏回填量越多，饱和吸水量越多，根据初设，改性磷石膏饱和含水率标准值为30.77%，平均每月回填磷石膏约37111.1m<sup>3</sup>，经计算，改性磷石膏饱和吸水量为11419.09m<sup>3</sup>/月。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |         |         |         |           |         |          |         |         |         |         |         |         |            |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |             |       |       |       |        |      |       |       |       |       |      |       |       |         |                    |         |         |         |           |         |          |         |         |         |         |         |         |            |
| <p>（3）回填区蒸发量（W<sub>y</sub>）</p> <p>本项目回填改性磷石膏旱季基本不形成水面，则本次评价采用陆面面积进行项目蒸发量进行核算，计算公式如下：</p> $W_y = E \times A_1 / 1000$ <p>式中：W<sub>y</sub>—蒸发量（m<sup>3</sup>）；</p> <p>E—蒸发量（mm）；</p> <p>A<sub>1</sub>—蒸发面积（m<sup>2</sup>），取值为0.0661km<sup>2</sup>；计</p> <p>算得到处置场逐月蒸发损失水量如下表所示：</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |         |         |         |           |         |          |         |         |         |         |         |         |            |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |             |       |       |       |        |      |       |       |       |       |      |       |       |         |                    |         |         |         |           |         |          |         |         |         |         |         |         |            |
| <p style="text-align: center;"><b>表4.1-6 逐月蒸发损失水量统计表</b></p> <table> <tr> <th>月份</th><th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th><th>10</th><th>11</th><th>12</th><th>全年</th></tr> <tr> <td>设计蒸发量<br/>mm</td><td>118.8</td><td>138.6</td><td>220.5</td><td>302.58</td><td>270</td><td>198</td><td>144</td><td>139.5</td><td>154.8</td><td>207</td><td>155.7</td><td>116.1</td><td>2165.58</td></tr> <tr> <td>蒸发水量m<sup>3</sup></td><td>7852.68</td><td>9161.46</td><td>14557.5</td><td>20000.538</td><td>17847</td><td>13087.8</td><td>9518.4</td><td>9220.95</td><td>10232.2</td><td>13682.7</td><td>10291.7</td><td>7674.21</td><td>143144.838</td></tr> </table> |         |         |         |           |         |          |         |         |         |         |         |         |            | 月份 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 全年 | 设计蒸发量<br>mm | 118.8 | 138.6 | 220.5 | 302.58 | 270  | 198   | 144   | 139.5 | 154.8 | 207  | 155.7 | 116.1 | 2165.58 | 蒸发水量m <sup>3</sup> | 7852.68 | 9161.46 | 14557.5 | 20000.538 | 17847   | 13087.8  | 9518.4  | 9220.95 | 10232.2 | 13682.7 | 10291.7 | 7674.21 | 143144.838 |
| 月份                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1       | 2       | 3       | 4         | 5       | 6        | 7       | 8       | 9       | 10      | 11      | 12      | 全年         |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |             |       |       |       |        |      |       |       |       |       |      |       |       |         |                    |         |         |         |           |         |          |         |         |         |         |         |         |            |
| 设计蒸发量<br>mm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 118.8   | 138.6   | 220.5   | 302.58    | 270     | 198      | 144     | 139.5   | 154.8   | 207     | 155.7   | 116.1   | 2165.58    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |             |       |       |       |        |      |       |       |       |       |      |       |       |         |                    |         |         |         |           |         |          |         |         |         |         |         |         |            |
| 蒸发水量m <sup>3</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 7852.68 | 9161.46 | 14557.5 | 20000.538 | 17847   | 13087.8  | 9518.4  | 9220.95 | 10232.2 | 13682.7 | 10291.7 | 7674.21 | 143144.838 |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |             |       |       |       |        |      |       |       |       |       |      |       |       |         |                    |         |         |         |           |         |          |         |         |         |         |         |         |            |
| <p>（4）回填区渗漏水（W<sub>s</sub>）</p> <p>根据《初设》，矿坑底部先进行场地清基平整压实好后依次铺设300g/m<sup>2</sup>土工布、1.5mm的HDPE防渗膜（双光面形式、渗透系数≤1.0×10<sup>-10</sup>cm/s）、300g/m<sup>2</sup>土工布防渗层。因此，自回填作业区底部渗漏的水量可忽略不计。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |         |         |         |           |         |          |         |         |         |         |         |         |            |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |             |       |       |       |        |      |       |       |       |       |      |       |       |         |                    |         |         |         |           |         |          |         |         |         |         |         |         |            |
| <p>（5）磷石膏滞留水量（W<sub>k</sub>）</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |         |         |         |           |         |          |         |         |         |         |         |         |            |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |             |       |       |       |        |      |       |       |       |       |      |       |       |         |                    |         |         |         |           |         |          |         |         |         |         |         |         |            |

| <p>磷石膏在堆存期间受蒸发、下渗的影响，其含水率随堆存时间的推移逐渐降低，并最终达到一个稳定水平，此时，磷石膏内的水主要以孔隙含水为主，孔隙水量按入场改性磷石膏的含水率不大于25%计，平均每月堆存磷石膏约37111.1m<sup>3</sup>，则磷石膏截留水量为9277.78m<sup>3</sup>/月。</p> <p>（6）项目区回水量（Wh）</p> <p>项目回填磷石膏含水率控制在25%以内，经碾压后除需在大风及干燥天气下对堆体表面洒水降尘外，无其它用水需求。</p> <p>参照《云南省地方标准用水定额》（DB53/T168-2026）中的场地浇洒指标进行核算，即2L/m<sup>2</sup>·次计，于晴天每天洒水降尘两次，本次评价项目占地面积为44400m<sup>2</sup>，则洒水降尘用水为88.8m<sup>3</sup>/d，根据项目地区的气候情况，项目区每年的晴天天数为227天，因此，在多年平均气象条件下全年洒水降尘用水量20157.6m<sup>3</sup>/a，1679.8m<sup>3</sup>/月。</p> <p>项目干堆多年平均逐月水量平衡计算结果见下表：</p> |           |           |                      |               |                       |              |              |                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|----------------------|---------------|-----------------------|--------------|--------------|---------------------|
| <p><b>表4.1-7 项目区多年平均逐月水量平衡核算表</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |           |           |                      |               |                       |              |              |                     |
| 月份                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 降雨量<br>mm | 蒸发量<br>mm | 来水量（m <sup>3</sup> ） |               | 损失水量（m <sup>3</sup> ） |              |              | ΔW（m <sup>3</sup> ） |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |           |           | 磷石膏带入<br>（Ww）        | 降雨带入水<br>（Wr） | 回喷水量<br>（Wh）          | 总蒸发量<br>（Wz） | 滞留水量<br>（Wk） |                     |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 13.6      | 118.8     | 11419.09             | 898.96        | 1679.8                | 7852.68      | 9277.78      | -6492.21            |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 11.4      | 138.6     | 11419.09             | 753.54        | 1679.8                | 9161.46      | 9277.78      | -7946.41            |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 17.5      | 220.5     | 11419.09             | 1156.75       | 1679.8                | 14575.05     | 9277.78      | -12956.79           |
| 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 24.6      | 302.58    | 11419.09             | 1626.06       | 1679.8                | 20000.538    | 9277.78      | -17912.968          |
| 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 78.4      | 270       | 11419.09             | 5182.24       | 1679.8                | 17847        | 9277.78      | -12203.25           |
| 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 153.4     | 198       | 11419.09             | 10139.74      | 1679.8                | 13087.8      | 9277.78      | -2486.55            |
| 7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 140.4     | 144       | 11419.09             | 9280.44       | 1679.8                | 9518.4       | 9277.78      | 223.55              |
| 8                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 103.1     | 139.5     | 11419.09             | 6814.91       | 1679.8                | 9220.95      | 9277.78      | -1944.53            |
| 9                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 94.2      | 154.8     | 11419.09             | 6226.62       | 1679.8                | 10232.28     | 9277.78      | -3544.15            |
| 10                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 71.7      | 207       | 11419.09             | 4739.97       | 1679.8                | 13682.7      | 9277.78      | -8481.22            |
| 11                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 25.0      | 155.7     | 11419.09             | 1652.5        | 1679.8                | 10291.77     | 9277.78      | -8177.76            |
| 12                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 8.0       | 116.1     | 11419.09             | 528.8         | 1679.8                | 7674.21      | 9277.78      | -6683.9             |
| 合计                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 741.3     | 2165.58   | 137029.08            | 48999.93      | 20157.6               | 143144.838   | 111333.36    | -88606.788          |
| <p>根据相关资料，东川区地处云贵高原北部边缘，海拔高差悬殊（695米～4344.1米），蒸发量显著大于降雨量，属于典型的干热河谷气候特征。通过计算多年平均降雨量情况下场内水平衡表分析，在按照设计采取周边截水及场内回水措施后，全年入场水量小于出场水量，全年亏水量为88606.788m<sup>3</sup>，仅</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |           |           |                      |               |                       |              |              |                     |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>月份为盈余水状态，盈余水223.55m<sup>3</sup>，根据设计，在拦挡体下游设置沉淀收集池总容积约为760m<sup>3</sup>、相应蓄水容积680m<sup>3</sup>。盈余水可收集在沉淀池内，待旱季亏水时段作为场内回水补水，正常工况下全年无废水外排。</p> <p>（2）施工废水</p> <p>项目施工废水主要为施工车辆进出冲洗废水、施工设备清洗废水，废水中主要污染物为SS，产生量约3m<sup>3</sup>/d，施工废水经1座6m<sup>3</sup>收集沉淀池处理后回用于场地洒水降尘，不外排，对地表水环境影响较小。</p> <p>（3）施工生活污水</p> <p>项目施工期高峰施工人员约25人，项目不设施工营地，施工人员均不在施工场地内进行食宿。施工人员每天生活用水以80L/人计，总用水量为2m<sup>3</sup>/d，生活污水产生量按80%计，则项目施工期施工人员生活污水产生量为1.6m<sup>3</sup>/d。生活污水所含的污染物主要为SS、BOD<sub>5</sub>、COD等，经2m<sup>3</sup>收集沉淀池处理后回用于场地洒水降尘，不外排，对地表水环境影响较小。</p> <p>（4）淋滤水回用的可行性</p> <p>①淋滤水水质及回用量</p> <p>本项目产生的淋滤水经收集沉淀处理后，优先回用于施工作业洒水降尘。施工区域洒水降尘用水量为88.8m<sup>3</sup>/d，降尘用水均自然蒸发损耗。从水质方面分析，淋滤水中的主要污染物为SS、氟化物和总磷，可用于修复回填区改性磷石膏作业面洒水降尘。</p> <p>②淋滤水不外排可行性分析</p> <p>项目区洒水降尘用水量88.8m<sup>3</sup>/d，大于日淋滤水产生量，淋滤水可完全回用于洒水降尘，不外排。按连续降雨7日计算，淋滤水产生为4.29m<sup>3</sup>，项目设置的规模为650m<sup>3</sup>的淋滤水收集池可满足日常降雨天气下对淋滤水的收集，确保连续降雨7日的情况下对淋滤水收集，不外排。根据淋滤水池建设规模，在日最大降雨情况下，项目淋滤水收集池规模同样满足对淋滤水的收集。</p> <p>综上分析，项目淋滤水满足日最大降雨量情况下对淋滤水的收集,下雨时，及时尽量将不堆填区域采用花油布或塑料膜进行临时覆盖，减少雨水下渗。</p> <p>在日常降雨天气下，项目淋滤水收集池可满足连续降雨7天对淋滤水的收集。淋滤水经收集后可全部用于项目施工期洒水降尘，无淋滤水外排的情况</p> |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

4.1.3施工期地下水环境影响分析

4.1.3.1区域水文地质条件

根据《昆明市东川区拖布卡镇红岩铁矿磷石膏回填利用生态修复项目水文地质勘查报告》（云南省曲靖市设计研究院有限责任公司，2026年3月），项目所在地水文地质情况调查如下：

一、区域概况与地质背景

红岩铁矿位于金沙江与小江流域分水岭以东的小江西岸山顶夷平带，属构造侵蚀地貌区，原始微地貌为冰斗，区域地势西高东低，构造剥蚀强烈、箐沟发育。受拖布卡复式向斜、拖布卡断裂束（F<sub>1</sub>-F<sub>5</sub>）构造影响，区内含水层富水性空间不均一性显著：地层以中元古界昆阳群板岩、砂岩、白云岩为主，其中板岩致密透水性弱，常作为相对隔水体；白云岩、白云质板岩夹层构成主要储水空间，形成“白云岩储水、板岩隔水”的特殊赋存模式，地下水空间分布不均、迁移缓慢。

二、地下水类型与富水性特征

根据含水层岩性和赋水介质，区内地下水划分为3大类4亚类，富水性按径流模量、泉流量等指标分为较强-强、中等、较弱、弱4个等级：

表4.1-8 地下水类型划分一览表

| 地下水类型             | 含水层组                     | 分布范围                                      | 富水性                                    | 水化学特征                                |
|-------------------|--------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------------|
| 松散岩类孔隙水           | Qal、Qz <sup>3</sup>      | 小江沿岸河谷左岸、支沟沟口                             | 河床漫滩带较强，高阶地老洪积扇区较弱 <sup>1</sup>        | 低矿化度重碳酸盐型水                           |
| 基岩裂隙水-变质岩夹碳酸盐岩裂隙水 | Ptze、Ptzy、Ptzm           | 基岩山区广泛分布                                  | Ptzy地层（白云岩含量高）富水性中等，Ptze、Ptzm以板岩为主富水性弱 | HCO <sub>3</sub> -Ca-Mg型水，矿化度低       |
| 基岩裂隙水-岩浆岩风化裂隙水    | V <sub>2</sub> （辉绿岩、细碧岩） | 构造破碎带、断裂交汇处呈条带状零星分布                       | 强风化带/张性裂隙密集区中等偏强，完整岩体弱                 | HCO <sub>3</sub> -Ca-Mg型水，矿化度<0.5g/L |
| 碳酸盐岩岩溶水           | Ptzl、E <sub>3e</sub>     | Ptzl分布于场地南西侧龙潭沟上游，E <sub>3e</sub> 分布于小江左岸 | 总体较强                                   | HCO <sub>3</sub> -Ca-Mg型水            |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>形态，仅白云岩夹层及风化带见少量溶蚀裂隙，线岩溶率1.2%，无大规模岩溶塌陷风险。</p> <p><b>三、水文地质单元分区</b></p> <p>调查区整体属于坪子窑—小江水文地质单元（I），面积约8.37km<sup>2</sup>，边界清晰：西侧以坪子窑-柿花园-大陷塘一线山脊为分水岭（零流量边界），东侧以小江断裂及小江为阻水/排泄边界，南侧以大陷塘-汤家箐山脊及龙潭沟为界，北侧以老岔沟沟谷为排泄边界。按含水介质、赋存条件及径流特征，进一步划分为2个二级浅层地下水系统：</p> <p>1、铁头沟—龙潭沟浅层地下水系统（I<sub>1</sub>）</p> <p>三级子系统I<sub>1-1</sub>（铁头沟—小江地下水系统）：补给区为西部山顶夷平带，大气降水入渗后向东径流，于铁头沟谷底以S1~S5下降泉、K1矿硐涌水（0.5L/s）排泄，剩余潜流汇入小江；含水介质为Pt<sub>2e</sub>、Pt<sub>2y</sub>、Pt<sub>2m</sub>变质岩夹碳酸盐岩裂隙水。</p> <p>三级子系统I<sub>1-2</sub>（龙潭沟左岸地下水系统）：北侧以缩头梁子-红岩-柿花园山脊与I<sub>1-1</sub>分水，大气降水入渗后向南侧龙潭沟径流，以S6、S8下降泉排泄，东侧大树脚缓坡带潜流与I<sub>1-1</sub>终端水力耦合；含水介质为Pt<sub>2e</sub>、Pt<sub>2y</sub>、Pt<sub>2l</sub>，含少量岩溶水。</p> <p>2、老岔沟右岸浅层地下水系统（I<sub>2</sub>）：位于I<sub>1</sub>北侧，受老溜口-坪子窑山脊约束，大气降水入渗后向老岔沟径流，以S12下降泉排泄，下游于三家村汇入铁头沟，与I<sub>1-1</sub>终端耦合；含水介质为Pt<sub>2e</sub>、Pt<sub>2y</sub>、Pt<sub>2m</sub>变质岩夹碳酸盐岩裂隙水。</p> <p><b>四、地下水补径排条件</b></p> <p>1、补给条件</p> <p>大气降水为唯一主要补给源，补给区位于坪子窑—后山—大陷塘一线（标高1900m~2050m）夷平面及斜坡地带。受向斜构造拉张作用影响，浅表层张性节理、风化裂隙发育，降水沿裂隙垂直入渗；暴雨期沟谷短暂地表径流通过松散层，构造破碎带形成季节性脉冲补给。西部山脊深部受压性构造</p> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

隙闭合，构成零流量隔水边界。

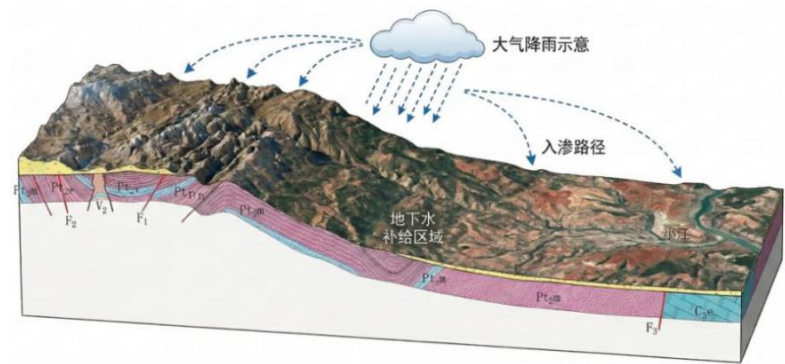


图4.1-1 区域地下水补给示意图

2、径流条件

受“西高东低”地形控制，补给区与东部排泄基准面高差逾1000m，重力势能驱动地下水总体由西向东径流；铁头沟、龙潭沟、老岔沟的深切作用形成次级控制，地下水自两侧谷坡向沟谷轴线汇聚，呈汇流状径流。含水层非均

质性强：因民组（Pt2y）白云岩夹层、褶皱核部张性裂隙发育段为优势径流通道，完整板岩段为相对隔水层，深部裂隙水局部具承压性（钻孔水位回升约10m验证）。

3、排泄条件

以分散泉点+隐蔽潜流为主要排泄形式，东侧小江及支流铁头沟、龙潭沟、老岔沟为排泄基准：

天然排泄：共查明12处泉点（S1~S12），流量差异显著：Pt2m、Pt2y浅部裂隙泉流量极小（0.00013~0.11L/s），Pt2l白云岩区及岩性接触带泉流量显著增大（S9达0.82L/s）；部分泉点出露后再次下渗转为河谷潜流，最终汇入小江，实际地下排泄通量远大于地表可见流量。

人工排泄：铁头沟左岸历史遗留矿硐K1切穿含水层，持续涌水约0.5L/s；现状无集中地下水开采，仅零散利用泉点供水。

五、地下水开发利用现状

受含水层富水性不均、水量受微地貌和构造控制影响，区内地下水开发程度总体偏低，利用形式单一：

生活供水：仅1处集中供水工程，位于龙潭沟上游大树脚村，截引龙潭沟

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>后管网入户，服务当地村民。</p> <p>农业灌溉：早期依托S1~S5泉点、K1矿硐涌水引流灌溉，近年因种植规模扩大、泉流量不足，已全面改用机械泵站抽取小江河水灌溉，原有泉点供水系统转为辅助水源。</p> <p>整体特征：地下水开发规模小，以分散式、低强度利用为主，未形成规模化开采，水资源开发受地形和局部含水层分布严格制约。</p> <p><b>4.1.3.2重点调查区水文地质勘察</b></p> <p>本次工作于场地周边共计布设4口水文地质钻孔，点位布设涵盖了场地南侧（SZK03）、北西侧（SZK04）、内部（SZK02）和北东侧（SZK01），在直观揭露场地内外的地层与含水层分布差异的同时，还能利用这4个钻孔的实测水位计算水力坡度，从而精准锁定地下水的真实流向，为分析场地水文地质特征提供扎实的数据支撑；同时基于后续工作水质现状监测的需要，本次工作依托4口水文地质钻孔，完成了4眼地下水水质监测井建设工作。</p> |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

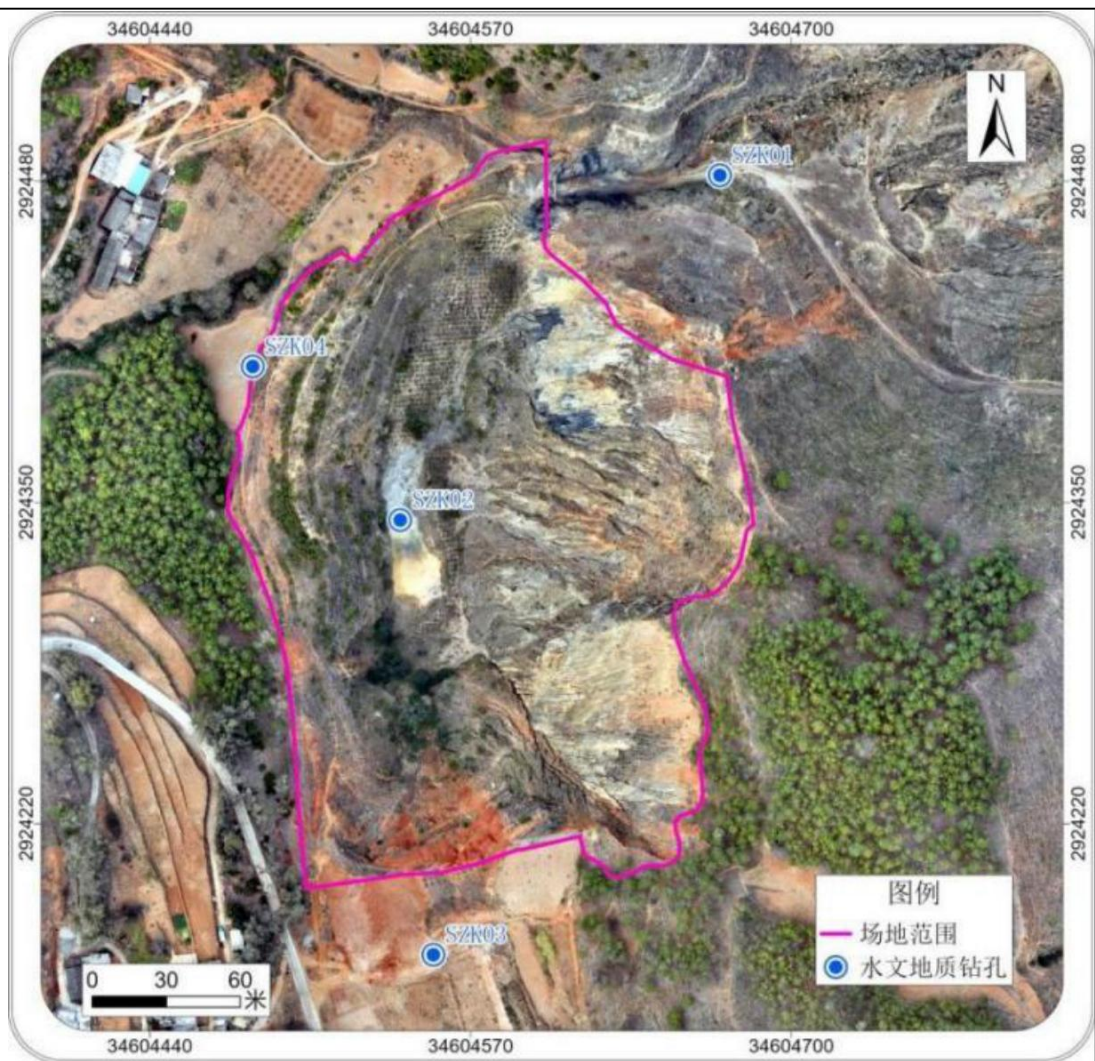


图4.1-2 水文地质钻孔点位分布图

项目场地水文地质图详见附图7与附图8。

#### 一、水文地质钻探与地层揭露

本次共布设4口水文地质钻孔（SZK01~SZK04），覆盖场地南侧、北西侧、内部及北东侧，孔口标高1676.3m~1749.87m，终孔深度65m~100m，施工参照《水文地质钻探规程》（DZ/T0017-2015）执行，采用可降解植物胶护壁，全程开展简易水文观测与岩芯编录，并依托钻孔建成4眼PVC-U材质地下水监测井，用于后期水质长期监测。

钻孔揭露场地自上而下发育4套地层：①第四系人工填土层（ $Q_4^{ml}$ ），厚1.3m~2.4m，为粉质粘土夹碎石，结构松散；②第四系中更新统杉木箐亚冰期冰碛层（ $Q_2^3$ ），厚0~32.2m，呈固结~半固结砾石夹粘土，磨圆度差；③下伏中元古界昆阳群因民组（ $Pt_{2y}$ ），主要岩性为绢云母板岩、白云质板岩、白云

|                                                                                                                                                                               |                    |                                                      |                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|------------------------------------------------------|---------------------------------|
| 岩、炭质板岩，受构造转换带影响节理裂隙发育，局部呈碎块状；④中元古界昆阳群美党组（Pt <sub>2</sub> m），主要岩性为炭质板岩、白云质板岩、变质砂岩，岩溶发育等级为微发育~中等发育，线岩溶率仅1.2%，无溶洞分布。                                                             |                    |                                                      |                                 |
| 地下水水位呈显著空间差异：SZK01（美党组分布区）水位埋深最大，初见水位90m，稳定水位90.17m；SZK03（南侧边界）初见水位81.2m，稳定水位79.92m；SZK04（北西侧）初见水位52.1m，稳定水位42.6m，停泵后水位回升近10m，具局部承压性；SZK02（采坑底部）初见水位8.5m，稳定水位5.2m，同样存在水位回升特征。 |                    |                                                      |                                 |
| 二、地球物理勘探与成果解译                                                                                                                                                                 |                    |                                                      |                                 |
| 为圈定深部构造破碎带空间分布，本次布设4条高密度电法剖面（G1~G5），总测线长度1088.8m，采集数据点220个，采用WDJD-3型高密度电法系统，选用温纳（Wenner）装置开展探测，设备各项指标均符合规范要求。物探成果结合钻孔验证解译如下：                                                  |                    |                                                      |                                 |
| 表4.1-9 物理勘探结果一览表                                                                                                                                                              |                    |                                                      |                                 |
| 剖面编号                                                                                                                                                                          | 位置与走向              | 电性与地层结构特征                                            | 水文地质特征                          |
| G1                                                                                                                                                                            | 场地南侧边界外围，近东西走向     | 浅中低阻（<126Ωm），两侧深部高阻（>694Ω·m）；低阻区为32.2m厚冰碛层+Ptzy构造裂隙带 | 探测深度位于包气带，水位埋深79.92m，低阻非饱和含水层反映 |
| G2                                                                                                                                                                            | 西北侧边界至采坑中心，近北西南东走向 | 西侧高阻（>411Ωm，Ptzy基岩完整）坑底极低阻（<32.7Ωm，填土+构造破碎带）         | 具承压裂隙含水层特征，SZK04水位回升显著          |
| G4                                                                                                                                                                            | 纵贯场地中部核心区，近南北走向    | 陡坡高阻（>277Ωm，基岩完整透水）坑底贯通型低阻（<24.2Ωm，风化砂状岩层）           | 印证“边坡基岩阻水、坑底裂隙带富水且具承压性”特征       |
| G5                                                                                                                                                                            | 场地中东部至东北边界，近北东南西走向 | 浅中高阻（>201Ωm，Ptzm地层完整），中深部极低阻（<7.710m，风化泥化层+炭质岩性）     | 水位埋深极大（90.17m）无承压现象，探测深度属包气带    |
| 三、水文地质试验与参数获取                                                                                                                                                                 |                    |                                                      |                                 |
| 针对场地不同地层富水性差异，本次采用差异化试验方法获取水文地质参数：①浅表第四系人工填土层开展3组双环渗水试验；②富水性较好的SZK02、SZK03、SZK04钻孔开展单孔抽水试验；③富水性弱的SZK01钻孔（抽水2~3分钟即抽干）调整为单孔定流量注水试验。                                             |                    |                                                      |                                 |
| (1) 包气带渗透系数                                                                                                                                                                   |                    |                                                      |                                 |

3组双环渗水试验均针对坑底人工填土层，计算得到渗透系数为 $5.64\times10^{-4}\text{cm/s}\sim8.75\times10^{-4}\text{cm/s}$ ，平均渗透系数 $6.7\times10^{-4}\text{cm/s}$ ，天然防污性能为“弱”。

(2) 含水层水文地质参数

各钻孔试验成果汇总如下：

表4.1-10 水文地质参数结果一览表

|  |
|--|
|  |
|--|

试验结果表明：场地西北侧SZK04区域含水层富水性中等（单位涌水量 $0.556\text{L}/(\text{s}\cdot\text{m})$ ），渗透性最强；采坑底部SZK02区域次之；南侧SZK03区域富水性弱（单位涌水量 $0.017\text{L}/(\text{s}\cdot\text{m})$ ）；东北侧SZK01区域富水性极弱，整体为受构造-岩性控制的非均质裂隙含水系统，水力联系弱。

4.1.3.3重点调查区水文地质特征

一、地形地貌背景

场地周边原始地形总体表现为中间低，四周高，平面上呈现为一“马蹄形”凹地，仅靠近东侧存在一小型出口“铁头沟”，原始地貌为一因冰川作用形成的“冰斗”。项目场地地处“冰斗”东侧出口附近，受长期露天采矿活动强烈切割与重塑，原始自然斜坡已被彻底改变，现已演变为典型的“三面环山、北东敞开”的半封闭箕状负地形，但是总体上来看，场地周边仍保留了“冰斗”的轮廓形态，斗内分布大面积Q23冰碛物，呈固结~半固结状态，岩性以黄色、浅黄色、灰白色砾石、粘土为主，砾石多呈次棱角状至棱角状，磨圆度极差。

二、地质构造特征

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>项目场地位于背斜与向斜的构造转换带（公共翼）。受局部构造应力转换影响，地层产生明显的挠曲变形，岩层整体呈陡倾产出，倾向向西，倾角约75°。结合地面调查与钻孔揭露情况综合分析，场地范围内未见断裂构造直接穿过，距场地最近的构造线为位于西侧平距约280m处的F1断裂。受邻近断裂错动挤压、褶皱扭曲应变以及软硬相间的岩性差异综合控制，场地基岩（Pt2y）内部节理裂隙发育程度不一，岩体结构的完整性表现出较大的空间不均匀性。</p> <p>三、地层岩性结构特征</p> <p>根据现状调查，红岩露天采坑及周边主要出露三套地层，分别为第四系松散堆积物（Q）、远古界昆阳群落雪组（Pt2y）和美党组（Pt2m）地层，其中第四系松散堆积体根据成因不同可划分为3套地层，分别为第四系全新统人工填土层（Q4ml）、第四系全新统滑坡堆积体（Q4del）和第四系中更新统冰碛泥砾（Q23），详述如下：</p> <p>1、第四系松散堆积体</p> <p>场地第四系地层发育齐全且成因类型多样。人工填土（Q4ml）主要分布于红岩露天采坑底部及西北侧岸坡台地，系早期生态修复回填形成，岩性以杂色、结构松散的粉质粘土（含量约65%）为主，局部夹板岩碎石，揭露厚度为2.1~9.2m；滑坡堆积体（Q4del）分布于矿坑底面及东部边坡区域，受2010年滑坡及坡面侵蚀淤积影响，以褐色碎石夹少量粘土为主，揭露厚度6.2~9.4m；中更新统冰碛泥砾（Q23），在采坑南侧、北西侧及以西区域大面积出露，含是粘土，呈固结~半固结状态，岩性以黄色、浅黄色、灰白色砾石、粘土为主，砾石多呈次棱角状至棱角状，磨圆度极差，局部已红土化。</p> <p>（1）第四系人工填土Q4ml</p> <p>主要分布于红岩露天采坑底部及北西侧岸坡台地上，系早年采坑生态修复回填，主要岩性为粉质粘土，杂色、土黄色，稍湿，结构松散，局部夹碎石、砾石。粉质粘土含量约为65%。母岩成分主要为板岩、砂质板岩等，场地岩土工程勘察期间ZK02、ZK03、ZK05、ZK06钻孔均有揭露，揭露厚度为2.1~9.2m；</p> <p>（2）第四系滑坡堆积体Q4del</p> |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

根据走访调查可知，2010年左右，红岩铁矿露天采坑东侧岸坡发生过滑坡，现场调查期间，于南侧岸坡坡脚处可见滑坡堆积体，成分以碎石为主，含少量粘土，呈褐色、灰褐色。主要分布于矿坑底面以及东部边坡区域，主要由于采坑东侧边坡失稳滑坡及坡面汇水侵蚀淤积形成。场地岩土工程勘察期间ZK07、ZK08、ZK09钻孔均有揭露，揭露厚度为6.2~9.4m；



**坑底第四系填土**



**采坑东侧滑坡堆积体**

**(3) 第四系中更新统冰碛泥砾 (Q23)**

采坑南侧、北西侧大面积出露，系杉木箐亚冰期沉积，呈浅黄色，呈固结~半固结态，本次水文地质勘察工作，于SZK03、SZK04钻孔均有揭露，岩性以黄色、浅黄色、灰白色砾石、粘土为主，砾石多呈次棱角状至棱角状，磨圆度极差，局部已红土化。



**场地外围北西侧黄色砂质粘土**



**SZK03钻孔揭露红土化**

**2、昆阳群变质岩地层**

场地下伏基岩可划分为2套，分别为中元古界昆阳群因民组 (Pt2y) 和美党组 (Pt2m)，其中Pt2y岩性黄色绢云母板岩、灰白色白云质板岩、白云岩和潭质板岩为主，地表可见露头多为黄色板岩和炭质板岩，岩体结构完整，呈

薄层状，本次勘察工作SZK02钻孔、SZK03和SZK04钻孔均有揭露该地层，Pt2m地层岩性以炭质板岩、白云质板岩、变质砂，本次工作SZK01钻孔揭露该地层。

受区域构造挤压、节理切割以及风化作用的综合影响，场地下伏基岩呈现出显著的软硬相间与局部破碎的结构特征。中元古界昆阳群因民组（Pt2y）的绢云母板岩、白云质板岩、炭质板岩以及美党组（Pt2m）的深灰色炭板岩等原岩具变余泥质结构或板状构造，抗风化与抗机械扰动能力极差。实地钻

孔揭露，此类岩层受强烈破坏，岩芯多呈较破碎的砂砾状。特别是大厚度的板岩类地层，受钻机机械扰动影响，岩芯几乎呈松散的砂砾状提取，部分甚至松散且不粘结（如SZK02孔35.4~73.6m段的灰白色白云质板岩、SZK03孔32.2~53.8m段的绢云母板岩及炭质板岩）。此外，SZK01孔揭露的浅黄、黄褐色白云质板岩（59.5m~92.3m段）受施工用水软化作用，局部可见直径3~4mm的溶孔发育，部分白云质成分被溶解甚至形成“大脑皮层”状的溶蚀裂隙。该类高度砂化、碎裂化以及存在局部溶蚀的岩组构成了场地软弱构造带的主体，可形成有效储水空间。相对而言，因民组（Pt2y）深部的白云岩（如SZK03、SZK04孔揭露）及美党组（Pt2m）底部的变质砂岩（如SZK01孔92.3m~100m段揭露）则表现出不同的特征。此类岩石体结构相对完整，中风化，锤击声清脆，岩芯多呈短柱状或块状。其中SZK03孔的白云岩表面未见溶蚀裂隙发育，SZK01孔的变质砂岩断面可见铁质浸染。仅在局部段受应力或构造影响发育一定规模的碎块状破裂带（如SZK04孔的51.5~54.5m段呈碎块状，推测原岩结构较为破碎），或者在深部出现岩心结构破碎带（如SZK03孔80m左右施工用水出现短暂漏失，且80m以下岩心结构破碎，取心率极低），这些破裂破碎及漏水带



|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
|  | <p><b>SZK01</b>钻孔底部揭露本质砂岩</p>  <p><b>SZK04</b>钻孔揭露白云岩</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <p><b>SZK01</b>钻孔揭露白云质板岩</p> <p>/</p> <p>/</p> |
|  | <p>四、含水层结构特征</p> <p>根据现状调查，红岩露天采坑地下水运移与赋存，严格受控于基岩的岩性</p> <p>差异与构造裂隙，原生的板岩、变质砂岩地层富水性相对弱，构成了相对隔水层。而脆性较大的砂质板岩与砂质白云岩，在构造转换带剪切扩容的作用下，演化为场地优势的“中等富水”储水空间，形成受“岩性-构造”双重控制的“多层叠置裂隙含水系统”。</p> <p>1、相对隔水层分布特征</p> <p>根据现状调查，场地下伏的美党组（Pt2m）与因民组（Pt2y）地层中相对完整的、构造影响较弱的绢云板岩、炭质板岩构成了区内地下水系统的相对隔水层。钻探揭露此类岩层具变余泥质结构，原岩富含泥质及云母矿物，遭受风化与构造揉皱后极易软化、泥化（如SZK01孔中部分板岩风化呈泥岩、土柱状）。这一特征在物探剖面上得到了较好印证：SZK01孔所在的板岩分布区（G5剖面）中深部虽表现为连片低阻异常，但这实为含泥含炭软弱岩层的电性反映，并非富水异常；采坑西侧（如SZK04孔所在区域）及G4剖面单侧陡坡区，浅部因民组（Pt2y）板岩及白云岩岩体致密、透水性差，呈干燥状态，在物探上表现为大范围的高阻异常（如G2剖面视电阻率多在411~18366 Ω·m及以上）。这套完整岩体起到了相对隔水的作用。</p> <p>结合水文地质试验来看，美党组（Pt2m）地层整体富水性极弱。SZK01孔单孔注水试验表明，渗透系数仅为<math>2.65\times 10^{-5}\text{cm/s}</math>，单位注水量仅<math>0.014\text{L/s}\cdot\text{m}</math>，属弱透水-极弱透水系。值得注意的是，G5剖面在中深部虽然</p> |                                                |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>性强)及风化泥化作用引起,实测SZK01稳定水位深达90.17m,证明该极低阻区实为软弱岩层而非饱和含水层。</p> <p>综合多源数据可知,场区内大厚度层状分布的板岩(如SZK02孔上部、SZK04孔上部均揭露的绢云板岩),相较于构造裂隙发育段,可作为相对隔水层。</p> <p>2、主要含水层分布及其富水性空间分异特征</p> <p>埋藏于隔水板岩之下或呈夹层状分布的白云质板岩与白云岩,是采坑下伏基裂隙水的主要富集与径流空间,受构造控制,其富水性与透水性呈现明显的空间分异。在场地采坑低洼区及西北侧,高密度电法揭露了向下贯通的深陷型极低阻异常带(视电阻率<math>&lt;24.2\sim32.7\Omega\cdot m</math>)。结合区域资料分析,该区域正处于向斜与背斜的构造转换带,SZK02孔(白云质砂岩)与SZK04孔(白云岩)受层间剪切影响发生大规模脆性破裂,岩芯多呈松散砂状或碎块状。</p> <p>结合抽水试验数据分析:SZK04孔渗透系数达<math>K=5.2m/d</math>,单位涌水量<math>q=0.56L/(s\cdot m)</math>;SZK02孔<math>K=0.48m/d</math>,<math>q=0.349L/(s\cdot m)</math>,两者均达到中等富水级别,进一步证实了“低阻带对应中等富水含水层”的物探解译结论。</p> <p>3、地下水赋存条件与水动力特征</p> <p>受地形地貌、地层岩性和地质构造的3重控制,场区地下水赋存状态与水动力特征呈现出极强的空间分异性。在场地外围地势较高或岩体相对完整的区域(如SZK01、SZK03孔),地下水埋深极大,稳定水位多在79~90m以下,揭露地层主体仍处于包气带中。然而,在地形低洼的露天采坑底部(如SZK02孔及G4剖面中段),由于构造转换带与层间剪切裂隙的叠加破坏,岩体破碎形成良好的地表水入渗及径流通道,导致局部稳定水位极浅(仅5.2m左右)。值得注意的是,深部剪切裂隙带在相对完整的上覆板岩或白云岩遮挡下,表现出局部承压水特征;以SZK04孔为例,其在52.1m处揭露初见水位后,静止水位迅速回升近10m至42.6m附近。此外,SZK03孔钻进至80m左右时出现的施工用水短暂漏失,也直接证实了深部局部隐伏着开启性好、连通性强的强径流渗漏通道。整体而言,场地水动力剖面构成了典型的“陡坡完整基岩相对阻水、坑底构造交汇区富水且局部承压”的复杂格局。</p> <p>结合钻孔揭露的水位动态与地层叠置关系,场地的承压含水层并非大面积</p> |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>连续展布，而是表现出显著的局部承压及半承压特征，形成典型的局部构造-岩性控水型地下水赋存架构。从SZK01和SZK03没有水头回升，而SZK02和SZK04有明显水头回升来看，场地的承压水绝非大面积连续分布的“盆地式”承压水，而是被节理或岩性相变切割出来的局部承压（或半承压）水囊。</p> <p>五、地下水补径排特征</p> <p>根据场地含水层结构特征、水动力特征以及地下水赋存特征分析，红岩露天采坑地下水类型潜水、承压水混合状态，受构造特征、岩性条件控制局部承压，潜水，结合地层岩性及空间构造特征，场地水文地质特征表现为：西侧北西侧补给、破碎带局部汇聚、隐伏微弱排泄。</p> <p>1、补给特征</p> <p>根据现状调查场地地下水主要接受大气降雨补给，补给区位于地势较高的西侧及北侧上游区域，就场地包气带及浅部含水介质而言，广泛分布的因民组（Pt2y）绢云母板岩等基岩本身致密，确实具备相对隔水的物理特征，但在长期的地表风化卸荷及构造应力作用下，浅表部岩体节理裂隙发育，破坏了原生岩体的完整性。因此，该层板岩的“隔水性”具有相对性，并非绝对的阻水边界，大气降雨仍可通过浅表发育的风化网状微裂隙发生缓慢的垂向入渗。</p> <p>这一缓慢入渗过程在红岩露天采坑具有直观的宏观表征：实地调查与走访问询发现，采坑底部在雨季常汇集地表径流形成明显积水，而至旱季则逐渐干涸。这种受降雨节律严格控制的季节性干湿交替现象，表明汇聚于坑底的水体并未完全滞留或仅靠蒸发排泄，而是能够切实克服板岩的相对阻水作用，沿微裂隙通道发生持续且缓慢的下渗，进而对深部构造裂隙含水层形成有效补给。</p> <p>2、径流特征</p> <p>从本次勘察工作4个水文地质钻孔揭露的稳定水位特征来看，场地地下水顺应由高到低的水力梯度（（SZK04）1678.29m→1671.34（SZK02）→<b>【（SZK03）1669.95m/（SZK01）1599.72m】</b>，即地下水接受补给后存在2条径流路径，第一：往东侧SZK01（小江方向）汇流，第二：往南侧SZK03（龙潭沟方向）汇流。但是，通过仔细分析研究钻孔稳定水位分布特征可知，Pt2y地</p> |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>在地质构造、地层岩性的影响下场地下伏含水层在空间分布和水动力特征上表现出极强的非均质性与局部承压的不均匀性，含水层结构极为复杂，而SZK02钻孔揭露水位具备明显的承压性，但是这种局部承压特征并非呈连续层状稳定分布，而是严格受控于特定构造裂隙的连通性与埋深，在垂向上表现出显著的差异性水头变化。本次工作收集了场地岩土工程勘察期间，在采坑底部低洼区，距SZK02钻孔仅5m的ZK10钻孔水位数据，ZK10钻孔（孔深30.5m）揭露稳定水位埋深为7.2m；而相邻孔深达100m的SZK02孔，终孔静止水位却稳定在5.2m。此外，SZK04孔在52.1m处初见水位后，静止水位迅速回升近10m至42.6m。这种“钻孔揭露深度越大、穿透深部构造裂隙越多、揭露含水层富水性越强，揭露的压力水头越高”的典型现象，揭示了各孔段实测水位受局部构造裂隙水压控制的本质。</p> <p>即，场地地下水系统并非一个均一连通的等大孔隙连续介质。各钻孔所测得的静止水位，实际上是不同埋深、不同（或半独立）裂隙系统以及不均匀承压带内水头压力的综合反映，而非同一标准潜水面的统一标高。因此，在含水层结构如此复杂、承压性极不均匀的背景下，若单纯依赖有限钻孔的实测混合水位标高来判定场地地下水的宏观统一流向，存在极大的局限性与误导性，无法完全客观、真实地反映地下水在复杂裂隙网络中的实际运移路径。</p> <p>基于场地含水层结构特征、水文地质钻孔水动力变化特征、含水层水文地质参数结合区域地下水补径排条件分析。本次工作认为，受区内“西高东低”地形和小江侵蚀基准的控制，场地地下水径流方向由西侧、北西侧往场地富集，富集后总体呈由南向北径流，流出场地后受“铁头沟”袭夺转为由西向东往小江方向径流，受下游铁头沟的沟谷深切作用对局部径流方向形成次级控制。地下水受沟谷低势能牵引，自两侧谷坡向沟谷轴线汇聚。但是受场地含水结构特征控制，地下水径流相对缓慢。</p> <p>渗透试验数据证实：北西侧SZK04孔<math>K=5.1\text{m/d}</math>至采坑中部SZK02孔<math>K=0.47\text{m/d}</math>段，岩体受构造影响破碎，属于场地内渗透性相对较好的发育区，构成了地下水自北西向南东汇聚的径流破碎带。至采坑中部及周边，南侧SZK03孔<math>K=0.12\text{ m/d}</math>，水位1669.95m渗透性显著下降；北东侧SZK01孔</p> |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |       |     |         |       |         |             |             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-----|---------|-------|---------|-------------|-------------|
| <p>局部承压状态。</p> <p>3、排泄特征</p> <p>综合前述含水层结构与透水性差异分析，受场地原生完整板岩的阻隔，本区地下水整体处于半封闭状态，宏观上，受西高东低的地形势能驱动及东侧小江深切侵蚀基准面的控制，场地地下水具备自西向东隐伏排泄的总体趋势。场地内部的构造破碎带宛如一个地下“水窖”，蓄积的水体通过构造裂隙、风化裂隙向下游小江方向缓慢输移。在向东运移的过程中，受局部“铁头沟”次级侵蚀基准面的控制，部分地下水流在地形切割较深的沟底部位排泄出地表（下降泉排泄），剩余部分则继续向东径流，排泄于小江。</p> <p>从场地地下水化学特征分析来看，场地地下水水动力交替较为活跃，未发生明显的深部滞留或蒸发浓缩作用。</p> <p>4、不确定性分析</p> <p>本场地地处拖布卡复式向斜次级褶皱构造转换部位，基岩受多期次构造应力叠加破坏，深部含水层结构极其复杂。受限于本次勘察工作深度，现有水动力数据主要反映浅、中部含水系统特征。考虑到深部地下水径流受控于地层走向及构造裂隙连通性，并不完全服从地表地形起伏，场地地下水宏观排泄去向的研判存在一定不确定性。综合分析认为，不能排除场地深部赋存的裂隙承压水，在特定构造通道导水作用下，越过南侧浅层地下水分水岭，隐伏向南侧邻谷龙潭沟方向发生深部径流排泄的可能。</p> <p>六、场地地下水动态变化趋势分析</p> <p>1、地下水流场</p> <p>在场地水文地质勘查期间，场地同步进行了岩土工程勘查工作共计完成8个岩土工程勘查钻孔（详见附图2），其中采坑底部的ZK10、ZK09揭露稳定地下水水位，其余均为干孔。本次工作根据水文地质勘查钻孔揭露水位信息，结合场地岩土工程勘查钻孔揭露的地下水水位埋藏特征，初步绘制场地地下水流场。</p> |       |     |         |       |         |             |             |
| <p><b>表4.1-11 场地地下水水位一览表</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |       |     |         |       |         |             |             |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 编号    | 孔深  | 孔口标高    | 水位埋深  | 水位标高    | 坐标          |             |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |       |     |         |       |         | X           | Y           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | SZK01 | 100 | 1689.89 | 90.17 | 1599.72 | 34604671.06 | 2924482.338 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | SZK03 | 100 | 1749.87 | 79.92 | 1669.95 | 34604554.89 | 2924166.931 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | SZK04 | 65  | 1718.6  | 42.26 | 1676.34 | 34604481.73 | 2924404.972 |

|  |  |      |      |        |     |        |             |             |  |
|--|--|------|------|--------|-----|--------|-------------|-------------|--|
|  |  | ZK09 | 28   | 1676.4 | 8.8 | 1667.6 | 34604559.48 | 2924310.984 |  |
|  |  | ZK10 | 30.5 | 1675.3 | 7.2 | 1668.1 | 34604538.91 | 2924308.657 |  |

\_\_\_\_\_

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>从整体来看，场地地下水动态主要受其相对封闭的补径排机制影响，倾向于表现出一定的迟滞性与季节性微幅波动特征。由于广泛分布的板岩渗透性偏低（如SZK03孔<math>K=0.12\text{m/d}</math>，SZK01孔<math>K=0.0229\text{m/d}</math>），坑底积水多通过风化网状微裂隙向下越流，这种低渗介质对降雨入渗起到了一定的“削峰”效果，使得深部主含水层水位不易随单次降雨发生大幅波动。同时，地下水向中部构造破碎带汇聚后，受周边低渗岩体影响，容易产生一定的局部蓄水效应，采坑中部（如SZK02孔）揭露的局部承压现象，推测也与上覆坑底积水持续缓慢下渗提供的静水压力存在关联。加之场地目前多依靠东侧小江及“铁头沟”方向的隐伏裂隙进行微弱排泄，相对受限的排泄通道可能使得丰水期蓄积的水量在枯水期得以缓慢释放，从而使得旱季水位下降相对平稳。</p> <p>综合这些补给、径流与排泄条件分析，天然状态下场地地下水收支倾向于维持相对的动态平衡，预计其季节性水位变幅整体相对有限。</p> <p>（2）项目实施后水位变化趋势分析</p> <p>未来采坑完成磷石膏堆填后，现有的地下水补径排平衡预计将受影响，水文动态也将呈现出相应的趋势性演化。</p> <p>防渗处理将有效阻隔大气降雨及坑底汇水的垂直入渗途径，在西北侧基岩侧向径流补给相对微弱、东侧隐伏排泄持续存在的背景下，地下水流场因补给源的减少，可能进而引导场地内部整体地下水位呈现出下降趋势。与此同时，垂向水力联系的有效阻断使得坑底周边深部构造裂隙带难以获取上覆静水压力的持续补给，随着原有储水沿构造破碎带向外围缓慢排泄，该区域的局部承压特征预计将有所衰减。</p> <p>经过一定时期的演化，场地地下水系统或将主要依托侧向补排关系逐步建立新的低位动态平衡，届时水位预计将稳定在相对较低的标高。</p> <p>七、场地岩溶发育特征</p> <p>1、基本情况</p> <p>根据现状调查，红岩铁矿露天采坑下伏基岩属Pt2y炭质板岩、绢云母板岩、白云质板岩及白云岩夹层组成。场地地表出露基岩以绢云母板岩和炭质板岩为主，未见可溶岩（白云岩）出露，地表亦未见岩溶形态发育。</p> <p>结合本次施工的4个水文地质钻孔揭露情况，区内岩溶按埋藏条件属深埋</p> |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                             |                                  |              |              |                  |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------|--------------|------------------|--|
| <p>型岩溶，具体钻探揭露特征如下：</p> <p>白云岩层段：SZK03、SZK04孔均揭露白云岩夹层，其顶板最浅埋深为37.2m（见于SZK04孔）。整体而言，白云岩段岩芯溶蚀痕迹微弱，未见明显的规模性溶洞及溶隙发育；仅局部受岩性接触或构造节理影响，岩体结构较破碎，如SZK04孔51.5m～54.5m段，岩芯多呈碎块状，表面见轻微溶蚀痕迹。</p> <p>白云质板岩层段：SZK01孔59.5m～92.3m段揭露白云质板岩，局部表现出明显的差异性溶蚀特征。其中，63.3m～64.6m段岩芯见溶蚀孔洞发育；79.5m～80.6m段岩芯表面发育典型的“大脑皮层”状溶蚀沟槽；该孔其余进尺进段均较完整，未见明显溶蚀迹象。</p> <p>2、岩溶发育强度分析</p> <p>岩溶发育程度受可溶岩的层组类型、气候、地质构造、地貌和新构造运动等因素的综合影响，其中岩溶层组类型是其基本的物质条件。因此岩溶发育程度的划分以岩溶层组类型为基础，结合考虑其出露条件和地表地下的岩溶现象，并参考有关的特征性指标，进行定性的分析和评价。</p> <p>根据《工程地质手册》（第五版）中“表6.2-1和表6.2-2”中所述，岩溶发育具有较强的不均匀性，一般可总体划分为三个等级，即岩溶强烈发育、岩溶中等发育和岩溶微发育，在进行岩溶发育等级判定时可通过计算地表岩溶发育密度、线岩溶率、洞隙率和单位涌水量进行划分。</p> |                                                                                                             |                                  |              |              |                  |  |
| <b>表4.1-12 场地岩溶发育等级计算指标</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                             |                                  |              |              |                  |  |
| 岩溶发育等级                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 岩溶发育条件                                                                                                      | 地表岩溶发育密度<br>(个/km <sup>2</sup> ) | 钻孔岩溶率<br>(%) | 钻孔遇洞率<br>(%) | 单位涌水量<br>(L/s·m) |  |
| 岩溶强发育                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 地表有较多岩溶塌陷、漏斗、洼地、泉眼溶沟、溶槽、石芽密布，相邻钻孔间存在临空面且基岩面高差大于5m地下有暗河、伏流、岩溶场地条件、钻孔见洞隙率大于30%或线岩溶率大于20%溶槽或串珠状竖向溶洞发育深度达20m以上。 | >5                               | >10          | >60          | >1               |  |
| 岩溶中等发育                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 介于强发育和微发育之间                                                                                                 | 5～1                              | 10～3         | 60～30        | 0.1～1            |  |
| 岩溶微发育                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 地表无岩溶塌陷、漏斗、溶沟、溶槽较发育、相邻钻孔间存在临空面且基岩面相对高差小于2m钻孔见洞隙率小于10%或线岩溶率小于5%                                              | <1                               | <3           | <30          | <0.1             |  |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>即本次工作，通过计算地表岩溶发育密度、线岩溶率、洞隙率和单位涌水量进行场地岩溶发育等级判定。</p> <p>各指标计算公式如下：</p> <p>地表岩溶发育密度：<math display="block">M = \frac{m}{S} \times 100\% \quad (\text{式4.3-1})</math></p> <p>式中：N—地表岩溶发育密度个/km<sup>2</sup>；<br/>m—岩溶洼地、落水洞、漏斗个数；<br/>S—场地面积。</p> <p>钻孔岩溶率：<math display="block">Y = \frac{l_1 + l_2}{L} \times 100\% \quad (\text{式4.3-2})</math></p> <p>式中：Y—线岩溶率；<br/><math>l_1</math>—溶隙长度m；<br/><math>l_2</math>—溶洞长度m；<br/>L—可溶岩长度m。</p> <p>钻孔遇洞率：<math display="block">D = \frac{n}{N} \times 100\% \quad (\text{式4.3-3})</math></p> <p>式中：D—钻孔遇洞率；<br/>n—钻探揭露溶洞个数m；<br/>N—水文地质钻孔个数。</p> <p>单位涌水量：<math display="block">q = \frac{Q}{L} \times 100\% \quad (\text{式4.3-4})</math></p> <p>式中：q—钻孔单位涌水量<br/><math>Q</math>—钻孔单孔涌水量；<br/>L—试验段长度。</p> <p>根据现状调查以可知，本次工作项目场地表无溶塌陷、漏斗、溶沟、溶槽发育，因此场地比表岩溶发育密度M=0。</p> <p>本次工作共计完成4个水文地质勘查钻孔，总进尺为365m，钻进过程中，未揭露溶洞，因此钻孔遇洞率D=0。</p> <p>本次工作过程中，仅SZK01钻孔揭露岩心溶蚀长度为1.3m，SZK04钻孔</p> |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

揭岩心溶蚀长度为3m，从而计算场地下伏地层线岩溶率 $Y=4.3/365=1.2\%$ 。根据本次钻孔抽水试验数据分析，可知场地下伏含水层单孔涌水量为0.017~0.556l/s.m。平均涌水量为0.2l/s.m。

根据以上计算成果，结合表4.1-12分析可知，场地岩溶发育等级为微发育—中等发育，详见下表：

表4.1-13 场地岩溶发育强度判定一览表

| 岩溶发育等级/场地评定 | 岩溶发育条件                                                                                                      | 地表岩溶发育密度（个/km <sup>2</sup> ）/M | 钻孔岩溶率/线岩溶率Y（%） | 钻孔遇洞率/遇洞隙率D（%） | 单位涌水量（L/s·m）/q <sup>-</sup> |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|----------------|----------------|-----------------------------|
| 岩溶强发育       | 地表有较多岩溶塌陷、漏斗、洼地、泉眼溶沟、溶槽、石芽密布，相邻钻孔间存在临空面且基岩面高差大于5m地下有暗河、伏流、岩溶场地条件、钻孔见洞隙率大于30%或线岩溶率大于20%溶槽或串珠状竖向溶洞发育深度达20m以上。 | >5                             | >10            | >60            | >1                          |
| 岩溶中等发育      | 介于强发育和微发育之间                                                                                                 | 5~1                            | 10~3           | 60~30          | 0.1~1                       |
| 岩溶微发育       | 地表无岩溶塌陷、漏斗、溶沟、溶槽较发育、相邻钻孔间存在临空面且基岩面相对高差小于2m钻孔见洞隙率小于10%或线岩溶率小于5%                                              | <1                             | <3             | <30            | <0.1                        |
| 场地判定指标      | /                                                                                                           | 0                              | 1.2            | 0              | 0.2                         |
| 场地单项强度等级    | /                                                                                                           | 微                              | 微              | 微              | 中                           |

八、包气带防污性能评价

根据钻孔揭露可知，场地包气带地层主要有3套地层组成，分别为第四系人工填土层（Q4ml）、因民组地层（Pt2y）和美党组地层。

现场双环渗水试验结果表明，采坑底部Q4ml渗透系数介于 $5.64\times10^{-4}$ cm/s~ $8.75\times10^{-4}$ cm/s之间场地内该层连续分布厚度为2.1~9.2m。按照《环境影响评价技术导则地下水环境》（HJ610-2016）中关于天然包气带防污性能的分级界定，该填土层单层厚度虽已达到大于1.0m的条件，但其渗透系数明显高于中等防污性能所要求的上限阈值（ $1.0\times10^{-4}$ cm/s），因此综合评定该采

|    | <p>坑底部包气带土壤层的天然防污性能等级为“弱”。</p> <p>场地下伏基岩Pt2y地层渗透系数为<math>1.44\times 10^{-4}\sim 5.91\times 10^{-3}\text{cm/s}</math>，尽管包气带Pt2y地层厚度亦大于1.0m污性能弱，但是与Q4ml同理，但其渗透系数明显高于中等防污性能所要求的上限阈值（<math>1.0\times 10^{-4}\text{cm/s}</math>），因此综合评定包气带Pt2y地层天然防污性能等级为“弱”。</p> <p>Pt2m含水层渗透系数为<math>2.65\times 10^{-5}\text{cm/s}</math>，根据SZK01钻孔其厚度为90.17m，综合评价天然防污性能等级为“中等”</p> <p style="text-align: center;"><b>表4.1-14 天然包气带防污性能分级参照表</b></p> <table><tr><th>分级</th><th>主要特征</th></tr><tr><td>强</td><td>岩（土）层单层厚度<math>M_b\geq 1.0\text{m}</math>，渗透系数<math>K\leq 1\times 10^{-6}\text{cm/s}</math>，且分布连续稳定。</td></tr><tr><td>中</td><td>岩土层单层厚度<math>0.5\text{m}\leq M_b&lt; 1.0\text{m}</math>，渗透系数<math>K\leq 1\times 10^{-6}\text{cm/s}</math>，且分布连续稳定。岩土层单层厚度<math>M_b\geq 1.0\text{m}</math>，渗透系数<math>1\times 10^{-6}\text{cm/s}&lt; K\leq 1\times 10^{-4}\text{cm/s}</math>，且分布连续稳定。</td></tr><tr><td>弱</td><td>岩（土）层不满足上述“强”和“中”条件</td></tr></table> <p>九、场地与周边地下水饮用水源水力联系分析</p> <p>本次工作项目场地地处“铁头沟一小江地下水系统”，地下水径流的上游方向。根据现状调查，系统内地下水开发利用主要以农业灌溉为主，不存在生活饮用水源。</p> <p>距离场地最近的生活饮用水为，南侧邻谷龙潭沟上游“Y”字型支沟交汇处下游约600m处，核实了一处生活饮用水取水点。该取水点直接提取龙潭沟地表水，属地表水型饮用水源。但从水动力转化关系分析，该段沟谷的地表径流实质上是由上游的下降泉（S09、S10）及两侧山间地下水渗溢排泄汇集而成。经现场走访调查，该取水点主要服务于龙潭沟右岸山坡处的大树脚村。</p> <p>基于场地含水层结构特征、水文地质钻孔揭露的水动力变化规律以及含水层水文地质参数，结合区域地下水补径排条件进行综合研判，场地地下水径流主要受区内“西高东低”宏观地形及小江侵蚀基准面控制。场地地下水径流方向由西侧、北西侧往场地富集，富集后总体呈由南向北径流，在局部流场中，受下游铁头沟沟谷深切作用的次级控制，地下水受沟谷低势能牵引，自两侧谷坡向铁头沟轴线汇聚。</p> <p>综合上述场地地下水径流特征与空间分布格局可知，大树脚村饮用水源</p> | 分级 | 主要特征 | 强 | 岩（土）层单层厚度 $M_b\geq 1.0\text{m}$ ，渗透系数 $K\leq 1\times 10^{-6}\text{cm/s}$ ，且分布连续稳定。 | 中 | 岩土层单层厚度 $0.5\text{m}\leq M_b< 1.0\text{m}$ ，渗透系数 $K\leq 1\times 10^{-6}\text{cm/s}$ ，且分布连续稳定。岩土层单层厚度 $M_b\geq 1.0\text{m}$ ，渗透系数 $1\times 10^{-6}\text{cm/s}< K\leq 1\times 10^{-4}\text{cm/s}$ ，且分布连续稳定。 | 弱 | 岩（土）层不满足上述“强”和“中”条件 |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|------|---|------------------------------------------------------------------------------------|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---------------------|
| 分级 | 主要特征                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |    |      |   |                                                                                    |   |                                                                                                                                                                                                           |   |                     |
| 强  | 岩（土）层单层厚度 $M_b\geq 1.0\text{m}$ ，渗透系数 $K\leq 1\times 10^{-6}\text{cm/s}$ ，且分布连续稳定。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |    |      |   |                                                                                    |   |                                                                                                                                                                                                           |   |                     |
| 中  | 岩土层单层厚度 $0.5\text{m}\leq M_b< 1.0\text{m}$ ，渗透系数 $K\leq 1\times 10^{-6}\text{cm/s}$ ，且分布连续稳定。岩土层单层厚度 $M_b\geq 1.0\text{m}$ ，渗透系数 $1\times 10^{-6}\text{cm/s}< K\leq 1\times 10^{-4}\text{cm/s}$ ，且分布连续稳定。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |    |      |   |                                                                                    |   |                                                                                                                                                                                                           |   |                     |
| 弱  | 岩（土）层不满足上述“强”和“中”条件                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |    |      |   |                                                                                    |   |                                                                                                                                                                                                           |   |                     |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>方向) 径流排泄。两者不仅处于完全不同的地下水系统中, 且在地质结构上受到大面积致密板岩隔水层的天然物理阻隔。因此, 场地浅层地下水与大树脚村生活饮用水源之间不存在直接的水力联系。</p> <p><b>4.1.3.4地下水环境影响分析</b></p> <p>考虑到项目需要预测的潜水含水层(水质预测), 为了说明建设项目对地下水环境的影响, 通过不同情境对可能产生的地下水污染进行预测分析评价。本次评价从建设项目污染源源强的设定、泄漏点的选择均是在考虑到区域环境水文地质条件上进行的。</p> <p>1、污染源及污染途径</p> <p>地下水中大部分污染物都是随着补给地下水的水源一起进入地下水中的。因此地下水的污染途径与其补给来源有密切的联系。地下水污染途径一般分为: 通过包气带渗入; 由基岩裸露带的风化裂隙、人工裂隙等直接注入; 通过地表水体向岩层越流补给等几种。</p> <p>根据本项目水文地质条件及项目建成后污染物排放特征, 本项目库区无碳酸盐岩分布, 遂不存在岩溶通道, 场区内无地表水体穿越, 因此项目建成后地下水污染途径主要为污染物随淋滤水通过包气带入渗。</p> <p>项目防渗层能有效的阻隔污染物与包气带的联系, 污染物一般不可能渗入地下进入含水层。因此, 本次模拟预测情景主要针对事故工况进行设定, 预测时考虑污染物在地下水中的运动以弥散与对流方式为主, 地下水污染模拟过程中未考虑污染物在含水层的吸附、挥发、生物化学反应, 模型中各项参数予以保守性考虑, 参照导则附录B水文地质参数经验值表加以确定。</p> <p>2、预测方法</p> <p>根据野外勘查与室内资料分析结果, 按照《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ610-2016) 要求, 本次评价采用解析法对地下水环境影响进行预测。</p> <p>3、预测时段</p> <p>本项目根据地下水污染的时段情况, 确定污染发生后100d、1000d和3350d, 合计3个时间点作为预测时段分别进行预测。</p> <p>4、预测情景</p> |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

根据项目情况分析可知，改性磷石膏回填量随着时间逐步增大，对地下水环境的影响会逐渐增大，地下水的环境风险会逐渐增大。考虑到回填方量最大时是地下水环境风险最高的时段，遂将改性磷石膏回填方量最大时为地下水预测情景，预测分析项目建成时对地下水水质的影响。预测评价设置了两个情景： 情景一：正常工况下，回填区先进行场地平整清基、铺设30cm垫层并压实好后依次铺设300g/m2土工布、1.5mm的HDPE防渗膜、300g/m2土工布防渗层。对岸坡坡度较缓地段，坡面平整清理压实好后依次铺设300g/m2土工布、1.5mm的HDPE防渗膜、300g/m2土工布防渗层。对岸坡坡度较陡地段，无法修建锚固沟，在最终堆高处利用周边截洪沟为锚固沟防止防渗膜下滑。对岸坡较陡地段陡壁需采用锚固钉、链固定。靠近防渗层下为堆石拦挡体，为有效保护防渗层的安全，拦挡体内坡面碾压平整压实好后自下而上先一层0.35m厚碎石、0.25m厚砾石层及0.2m厚中沙过度层后，再铺设300g/m2土工布、1.5mm厚的HDPE防渗土工膜、300g/m2土工布防渗层，并与场底防渗膜相连。改性磷石膏回填完成后，在回填区顶部依次设置300g/m2土工布、1.5mm的HDPE防渗膜、300g/m2土工布防渗层，并与场周防渗膜相连。本项目在正常情况下运营，不会对地下水影响造成影响，不对其进行预测分析。

情景二：因坝前集液池出现破损，如果破损面积较大，出现大量渗水，且破损位置位较隐蔽，运营单位难以发现，坝前集液池淋滤水持续渗漏，分析对地下水的影响。

5、预测因子及源强

本项目改性磷石膏基生态修复材料渗滤液污染物排放浓度类比参照《寻甸化香箐改性磷石膏（生态修复材料）检测》（报告编号：XTW20231231，检测时间：2023.10.13-12.07）、《寻甸化香箐改性磷石膏委托检测》（报告编号：H20240617-43号，检测时间：2024年6月17-28日）中污染物浸出液检测的最大数据值。

**表4.1-15 渗滤液特征污染物检测结果 单位：mg/L**

| 铍     | 镍    | 砷      | 氟化物  | 镉    | 铅    |
|-------|------|--------|------|------|------|
| 0.004 | 0.02 | 0.0104 | 3.84 | 0.01 | 0.07 |

根据收集的寻甸化香箐历次改性磷石膏生态修复材料类比检测结果可知，改性磷石膏生态修复材料中镉、铅、铍、镍、总砷、氟化物污染物浓度

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>于《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类标准限值，因此，非正常情况下，项目渗滤液废水中的污染物下渗进入地下水环境中以后，影响区域的地下水水质浓度除镉、铅、铍、镍、总砷、氟化物外其余指标不会高于《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类标准要求，因此本次评估预测选择镉、铅、铍、镍、总砷、氟化物。</p> <p>6、预测方法及模型概化</p> <p>1、水文地质条件概化</p> <p>根据区域水文地质资料，地下水划分为松散岩类孔隙水、碳酸盐岩岩溶水和基岩裂隙水3大类，松散岩类孔隙水主要分布于调查区下游小江沿岸河谷左岸、支沟沟口，Q4al为主要含水岩层，本次工作Q23地层中未揭露稳定地下水；碳酸盐岩岩溶水，该类型地下水广泛分布于调查区内的基岩山区，主要赋存于昆阳群鹅头厂组（Pt2e）、因民组（Pt2y）及美党组（Pt2m）地层中；基岩裂隙水，该类型地下水呈条带状或脉状零星分布于构造破碎带及断裂交汇部位，主要赋存于沿小江断裂及拖布卡断裂束侵入的酸性至基性岩脉（如辉绿岩、细碧岩中。其中松散岩类孔隙水主要赋存于第四系耕植土（Q4pd）和第四系坡洪积层（Q4dl+pl）中，主要分布调查区冲沟底部，富水性中等；基岩裂隙水主要赋存于中生界侏罗系中统上禄丰群（ZK02）和三叠系上统-侏罗系下统下禄丰群（T3-ZK01）中，富水性中等，受调查区X01向斜影响，向斜核部富水性较好。</p> <p>计算时不考虑水流的源汇项目，且对污染物在含水层中的吸附、挥发、生物化学反应等不做考虑，当作保守性污染物考虑，从而可简化地下水水流及水质模型。</p> <p>2、污染源概化</p> <p>从场地水文地质条件上概化，项目场地地下水受地形条件控制，绝大部分场地地下水总体呈东—西向径流，过程建设运行过程中发生跑冒滴漏等事故污染总体上顺地下水流向发生运移呈线状污染，因此，本项目建设污染源可以概化为点状污染源。</p> <p>水动力弥散以平行地下水流动的方位为x轴正方向（纵向），垂直地下水流向为y轴，而y轴流动速率远小于x轴方向，因此只预测沿地下水水流方向</p> |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>污染物运移情况。</p> <p>当发生渗漏时，不考虑包气带防污性能，取污染物原始浓度沿垂直方向直接进入含水层进行预测，因此污染物运移可概化为：一维半无限长多孔介质柱体一端为定浓度边界的一位稳定流动一维水动力弥散问题。</p> <p>3、数学模型的建立</p> <p>本项目地下水评价等级为三级评价，水文地质条件相对简单，且满足解析法模型预测的条件，结合本项目场地水文地质条件和潜在污染源特征，非正常情况下地下水环境影响预测采用地下水溶质运移解析法中的一维半无限长多孔介质柱体，一端为定浓度边界模型进行预测及评价，预测污染物在100d、365d、1000d和3350d（服务年限）后运移规律。预测模型如下：</p> $\frac{C}{C_0} = \frac{1}{2} \operatorname{erfc} \left( \frac{x - ut}{2 \sqrt{D_L t}} \right) + \frac{1}{2} e^{\frac{ux}{D_L}} \operatorname{erfc} \left( \frac{x + ut}{2 \sqrt{D_L t}} \right)$ <p>式中：x—预测点距污染源强的距离，m；</p> <p>t—预测时间，d；</p> <p>C—t时刻x处的污染物浓度，mg/L；</p> <p>C0—地下水污染源强浓度，mg/L；</p> <p>u—水流速度，m/d；</p> <p>DL—纵向弥散系数，m<sup>2</sup>/d；</p> <p>erfc（）—余误差函数。</p> <p>水文地质参数确定</p> <p>本项目渗透系数、水力梯度、地下水流速依照前文水文地质参数进行取值；</p> <p>地下水弥散系数的确定按下列方法取得：</p> <p>DL=aL×u</p> <p>式中：DL—纵向弥散系数，m<sup>2</sup>/d；</p> <p>aL—纵向弥散度；</p> <p>u—地下水实际流速，m/d。</p> <p>根据成建梅（2002年）收集了大量国内外在不同试验尺度下和实验条件下分别运用解析方法和数值方法所得的纵向弥散度资料，Zech等（2015年）</p> |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

弥散度与区域尺度关系图详见下图4.2-18。根据本次污染场地的研究尺度，模型计算中评价区纵向弥散度选用10.0m。

根据纵向弥散度及地下水流速，可计算出纵向弥散系数DL为0.0075m2/d。

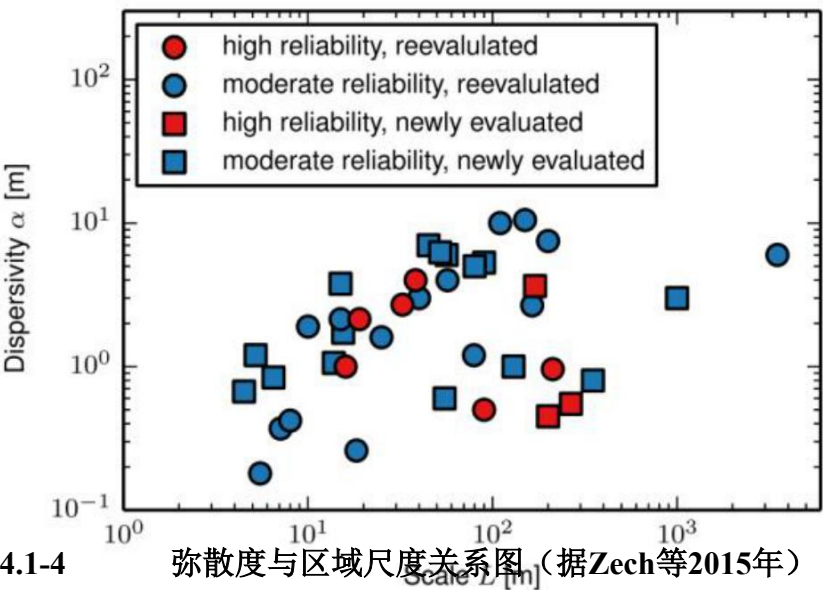


图4.1-4 弥散度与区域尺度关系图（据Zech等2015年）

7、预测结果

根据选取的预测因子，将水文地质参数及污染源的源强，代入相应公式进行模型计算，本次模型计算分别对100d、1000d和3350d进行模拟计算。

（1）渗滤液持续渗漏下渗铍影响预测结果见下表：

表4.1-16 渗滤液持续渗漏下渗影响预测结果

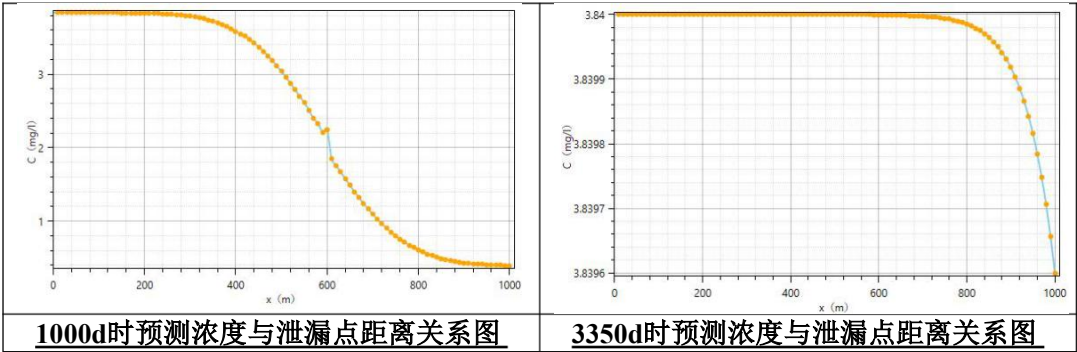
| 时间  |  | 100d     | 1000d | 3350d |
|-----|--|----------|-------|-------|
| 距离  |  |          |       |       |
| 0   |  | 0.004    | 0.004 | 0.004 |
| 10  |  | 0.004    | 0.004 | 0.004 |
| 20  |  | 0.004    | 0.004 | 0.004 |
| 30  |  | 0.004    | 0.004 | 0.004 |
| 50  |  | 0.003    | 0.004 | 0.004 |
| 100 |  | 0.0009   | 0.004 | 0.004 |
| 150 |  | 0.0001   | 0.004 | 0.004 |
| 200 |  | 1.48E-05 | 0.004 | 0.004 |
| 250 |  | 1.00E-05 | 0.004 | 0.004 |
| 300 |  | 1.00E-05 | 0.004 | 0.004 |
| 350 |  | 1.00E-05 | 0.004 | 0.004 |
| 400 |  | 1.00E-05 | 0.004 | 0.004 |
| 450 |  | 1.00E-05 | 0.003 | 0.004 |
| 500 |  | 1.00E-05 | 0.002 | 0.004 |
| 550 |  | 1.00E-05 | 0.002 | 0.004 |
| 600 |  | 1.00E-05 | 0.002 | 0.004 |
|     |  |          |       |       |
|     |  |          |       |       |





| 时间<br>距离 | 100d  | 1000d | 3350d |
|----------|-------|-------|-------|
| 0        | 3.840 | 3.840 | 3.840 |
| 10       | 3.748 | 3.840 | 3.840 |
| 20       | 3.607 | 3.840 | 3.840 |
| 30       | 3.410 | 3.840 | 3.840 |
| 50       | 2.860 | 3.840 | 3.840 |
| 100      | 1.231 | 3.840 | 3.840 |
| 150      | 0.494 | 3.840 | 3.840 |
| 200      | 0.394 | 3.835 | 3.840 |
| 250      | 0.390 | 3.822 | 3.840 |
| 300      | 0.390 | 3.791 | 3.840 |
| 350      | 0.390 | 3.721 | 3.840 |
| 400      | 0.390 | 3.587 | 3.840 |
| 450      | 0.390 | 3.370 | 3.840 |
| 500      | 0.390 | 3.034 | 3.840 |
| 550      | 0.390 | 2.611 | 3.840 |
| 600      | 0.390 | 2.248 | 3.840 |
| 650      | 0.390 | 2.247 | 3.840 |
| 700      | 0.390 | 1.487 | 3.840 |
| 750      | 0.390 | 1.094 | 3.840 |
| 800      | 0.390 | 0.800 | 3.840 |
| 850      | 0.390 | 0.605 | 3.840 |
| 900      | 0.390 | 0.492 | 3.840 |
| 950      | 0.390 | 0.433 | 3.840 |
| 1000     | 0.390 | 0.396 | 3.840 |

渗滤液渗漏下渗污染扩散预测结果如下：



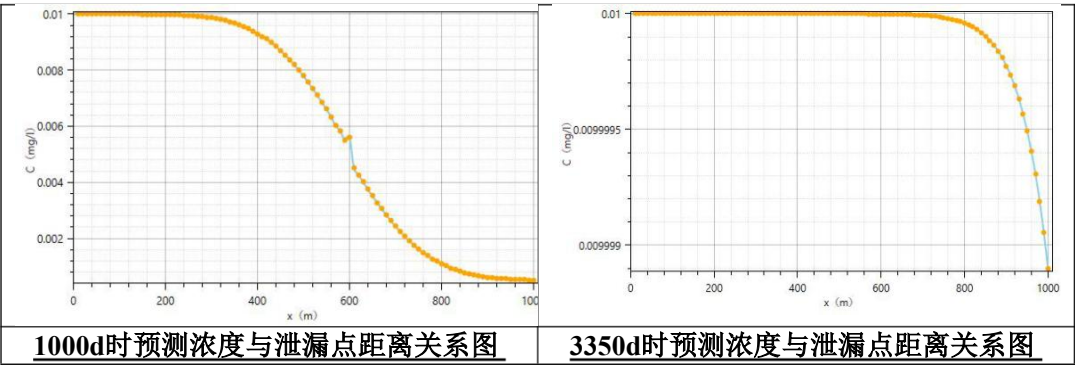
（5）渗滤液持续渗漏下渗影响预测结果见下表：

表4.1-20 渗滤液持续渗漏下渗影响预测结果

| 时间<br>距离 | 100d   | 1000d | 3350d |
|----------|--------|-------|-------|
| 0        | 0.010  | 0.010 | 0.010 |
| 10       | 0.009  | 0.010 | 0.010 |
| 20       | 0.009  | 0.010 | 0.010 |
| 30       | 0.009  | 0.010 | 0.010 |
| 50       | 0.007  | 0.010 | 0.010 |
| 100      | 0.003  | 0.010 | 0.010 |
| 150      | 0.0007 | 0.010 | 0.010 |
| 200      | 0.0005 | 0.010 | 0.010 |
| 250      | 0.0005 | 0.010 | 0.010 |
| 300      | 0.0005 | 0.010 | 0.010 |
| 350      | 0.0005 | 0.010 | 0.010 |

|      |        |        |       |
|------|--------|--------|-------|
| 400  | 0.0005 | 0.010  | 0.010 |
| 450  | 0.0005 | 0.009  | 0.010 |
| 500  | 0.0005 | 0.008  | 0.010 |
| 550  | 0.0005 | 0.007  | 0.010 |
| 600  | 0.0005 | 0.006  | 0.010 |
| 650  | 0.0005 | 0.004  | 0.010 |
| 700  | 0.0005 | 0.002  | 0.010 |
| 750  | 0.0005 | 0.002  | 0.010 |
| 800  | 0.0005 | 0.001  | 0.010 |
| 850  | 0.0005 | 0.001  | 0.010 |
| 900  | 0.0005 | 0.0007 | 0.010 |
| 950  | 0.0005 | 0.0006 | 0.010 |
| 1000 | 0.0005 | 0.0005 | 0.010 |

渗滤液渗漏下渗污染扩散预测结果如下：



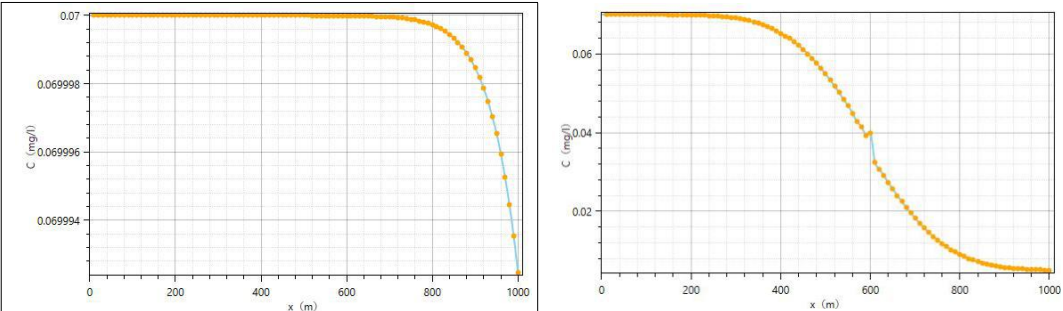
（6）渗滤液持续渗漏下渗铅影响预测结果见下表：

表4.1-21 渗滤液持续渗漏下渗影响预测结果

| 时间<br>距离 | 100d  | 1000d | 3350d |
|----------|-------|-------|-------|
| 0        | 0.070 | 0.070 | 0.070 |
| 10       | 0.068 | 0.069 | 0.070 |
| 20       | 0.065 | 0.069 | 0.070 |
| 30       | 0.062 | 0.069 | 0.070 |
| 50       | 0.052 | 0.069 | 0.070 |
| 100      | 0.021 | 0.069 | 0.070 |
| 150      | 0.007 | 0.069 | 0.070 |
| 200      | 0.005 | 0.069 | 0.070 |
| 250      | 0.005 | 0.069 | 0.070 |
| 300      | 0.005 | 0.069 | 0.070 |
| 350      | 0.005 | 0.068 | 0.070 |
| 400      | 0.005 | 0.065 | 0.070 |
| 450      | 0.005 | 0.061 | 0.070 |
| 500      | 0.005 | 0.055 | 0.070 |
| 550      | 0.005 | 0.047 | 0.069 |
| 600      | 0.005 | 0.040 | 0.069 |
| 650      | 0.005 | 0.027 | 0.069 |
| 700      | 0.005 | 0.018 | 0.069 |
| 750      | 0.005 | 0.013 | 0.069 |
| 800      | 0.005 | 0.009 | 0.069 |
| 850      | 0.005 | 0.007 | 0.069 |
| 900      | 0.005 | 0.006 | 0.069 |

|      |       |       |       |
|------|-------|-------|-------|
| 950  | 0.005 | 0.005 | 0.069 |
| 1000 | 0.005 | 0.005 | 0.069 |

渗滤液渗漏下渗污染扩散预测结果如下：



1000d时预测浓度与泄漏点距离关系图

3350d时预测浓度与泄漏点距离关系图

综上，根据预测结果分析得出，镉、铅、铍、镍、总砷、氟化物**6种污染物**中，预测因子铍在预测100d、1000d、3350d时均出现超标，100d在200m后与标准浓度持平，1000d在950m后与标准浓度持平；预测因子镍在预测100d、1000d、3350d时均出现超标，100d在10m后与标准浓度持平，1000d在350m后与标准浓度持平；预测因子砷在预测100d、1000d、3350d时均出现超标，100d在50m后与标准浓度持平，1000d在400m后与标准浓度持平；预测因子氟化物在预测100d、1000d、3350d时均出现超标，100d在150m后与标准浓度持平，1000d在800m后与标准浓度持平；预测因子镉在预测100d、1000d、3350d时均出现超标，100d在100m后与标准浓度持平，1000d在650m后与标准浓度持平；预测因子铅在预测100d、1000d、3350d时均出现超标，100d在150m后与标准浓度持平，1000d在800m后与标准浓度持平。

综合以上模拟预测可以看出，确保防渗措施和渗漏检测有效对于防止地下水遭受污染具有非常重要的意义。本项目监控并合理布设和设置适当的监控周期是控制非正常状况影响范围的重要手段，要通过各种措施避免跑冒滴漏、非正常工沉时的泄露等事故工沉的发生，从源头入手保护地下水。

#### 4.1.3.5地下水污染监控措施

防止地下水污染应遵循源头控制、防止渗漏、污染监测及事故应急处理的主动及被动防渗相结合，以及地上污染地上防治、地下污染地下防治的设计原则。

本项目地下水污染防治措施按照“源头控制、分区防治、污染监控、应急响应相结合的原则，从污染物的产生、入渗、扩散、应急响应全方位进行控制，

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>以及地上污染地上防治、地下污染地下防治的设置要求进行。</p> <p>（1）源头控制</p> <p>①处置场堆排区清表后对原粘土层进行压实处理，并提供隐蔽工程环境监理报告：要求粘土压实厚度不小于0.75m且渗透系数不大于<math>1.0 \times 10^{-5} \text{cm/s}</math>；</p> <p>②对渗滤液收集管道、渗滤液收集池等应采用优质、稳定、成熟的产品，做好质量检查、验收工作，有质量问题的及时更换，阀门采用优质产品，防止设备破损和“跑、冒、滴、漏”现象；</p> <p>③严格固体废物管理，尽量不接触外界降水，使其不产生淋滤液，严防污染物泄漏到地下水中。</p> <p>（2）场区防渗</p> <p>根据可研，在回填区下游设置680m<sup>3</sup>的渗滤液收集池，正常情况、暴雨情况下淋滤水通过收集至应急收集池内，保证淋滤水不外排。应急收集池池底拟设置防渗设施。池底防渗层：膜下保护层（300mm粘土层，土工布：规格不宜小于300g/m<sup>2</sup>）、膜防渗层（HDPE土工膜，厚度不应小于1.5mm）、膜上保护层（非织造土工布，规格不宜小于300g/m<sup>2</sup>），池体采用防渗混凝土结构或铺设两布一膜防渗材料，满足防渗要求。当池体发生破损或垮塌时，收集的渗滤液会发生地面漫流事故，对土壤产生地面漫流影响。</p> <p>回填区先进行场地平整清基、铺设30cm垫层并压实好后依次铺设300g/m<sup>2</sup>土工布、1.5mm的HDPE防渗膜、300g/m<sup>2</sup>土工布防渗层。对岸坡坡度较缓地段，坡面平整清理压实好后依次铺设300g/m<sup>2</sup>土工布、1.5mm的HDPE防渗膜、300g/m<sup>2</sup>土工布防渗层。对岸坡坡度较陡地段，无法修建锚固沟，在最终堆高处利用周边截洪沟为锚固沟防止防渗膜下滑。对岸坡较陡地段陡壁需采用锚固钉、链固定。靠近防渗层下为堆石拦挡体，为有效保护防渗层的安全，拦挡体内坡面碾压平整压实好后自下而上先一层0.35m厚碎石、0.25m厚砾石层及0.2m厚中沙过度层后，再铺设300g/m<sup>2</sup>土工布、1.5mm厚的HDPE防渗土工膜、300g/m<sup>2</sup>土工布防渗层，并与场底防渗膜相连。改性磷石膏回填完成后，在回填区顶部依次设置300g/m<sup>2</sup>土工布、1.5mm的HDPE防渗膜、300g/m<sup>2</sup>土工布防渗层，并与场周防渗膜相连。</p> <p>（3）跟踪监测</p> |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>建立场区地下水环境监控体系，包括建立地下水污染监控制度和环境管理体系，制定监测计划、配备先进的检测仪器和设备，以便及时发现问题，及时采取预防措施。根据《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020），本项目布置地下水监控井3个，分别是对照井1口、污染扩散井1口、地下水导排系统出口监测井1口。</p> <p>项目建设过程中通过采取水平防渗和垂直阻隔的方式，将项目范围内堆填的改性磷石膏形成包围式防渗（防渗系数满足《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》要求），阻断固废与地下水接触途径，在采取本次评估提出的地下水防治措施基础上，本项目建设不会导致区域地下水继续恶化。运行期地下水污染监控结果应与地下水背景值进行比较，若地下水监控结果出现明显恶化，建设单位应立即启动地下水污染情况调查，从防渗施工措施、填埋作业方式、突发环境事件等方面展开调查，查明污染原因和污染范围，开展环境调查，制定治理方案。</p> <p>（4）应急响应</p> <p>项目应按国家、地方及行业相关规范要求，制定应急预案，并在发现地下水受到污染时立刻启动应急预案，采取应急措施阻止污染扩散，防止周边居民人体健康及生态环境受到影响。地下水污染应急预案应包括下列要点：</p> <p>（1）如发现地下水污染事故，应立即向公司环保部门及行政管理部门报告，调查并确认污染源位置；</p> <p>（2）采取有效措施及时阻断确认的污染源，防止污染物继续渗漏到地下，导致土壤和地下水污染范围扩大。</p> <p>（3）对厂区及周边区域的地下水敏感点进行取样监测，确定水质是否受到影响。如果水质受到影响，应及时通知相关方并立即停用受影响的地下水。</p> <p><b>4.1.3.6结论</b></p> <p>（1）区域地下水以变质岩夹碳酸盐岩裂隙水为主，白云质板岩、白云岩为主要富水岩层，褶皱轴部张拉裂隙、断层破碎带为主要富水空间。大气降雨是主要补给来源，“西高东低”地势与深切沟谷使浅层水由西部山顶向东侧河谷运移，排泄以“分散性泉点”与“隐蔽性潜流”为主。本次工作将一</p> |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>划分为3个浅层地下水系统，即①铁头沟—小江地下水系统（I-1）、②龙潭沟左岸地下水系统（I-2）和③老岔沟右岸地下水系统（I-3）。本次工作项目场地地处铁头沟—小江地下水系统（I-1）上游补给区。</p> <p>（2）场地位于拖布卡复式向斜次级褶皱背斜、斜构造转换带，受岩性与构造裂隙控制，原生板岩、变质砂岩地层富水性弱，为相对隔水层，砂质板岩、砂质白云岩是优势储水空间。场区地下水赋存与水动力特征空间分异性强，含水层呈“陡坡完整基岩相对阻水、坑底构造交汇区富水且局部承压”格局，大气降雨是主要补给源。受“西高东低”地形和小江控制，地下水先从西侧、北西侧往坑底富集，再由南向北径流，流出场地后被“铁头沟”袭夺，转为由西向东往小江径流，下游铁头沟深切对局部径流方向有次级控制，从两侧谷坡向沟谷轴线汇聚，部分在沟底排出地表，其余继续向东径流，排泄于小江。</p> <p>（3）根据水文地质试验数据和地层结构特征分析，场地浅部包气带（Q4ml及Pt2y地层）虽具备一定厚度，但受高渗透性制约，天然防污性能弱；深部的Pt2m地层厚度巨大且渗透性极低，天然防污性能中等。</p> <p>（4）场地地处“铁头沟—小江地下水系统”上游，系统内地下水开发利用主要以农业灌溉为主，不存在生活饮用水源。</p> <p>（5）基于本次水文地质勘查成果分析，红岩铁矿露天采坑不属于岩溶强发育区，未见落水洞溶洞发育，场地内无断裂直接穿过，场地底部地下水水位埋深大于1.5m。</p> <p>（6）项目回填区使用采用无害化处理后的改性磷石膏作为回填料，堆填的磷石膏基中可能含有有毒有害成份的渗滤液，在非正常工况条件下发生泄漏后，污染物进入地下水中随着地下水向下游方向发生运动，项目区地下水流受地形影响较大，整体由西向东流动。据预测结果可知，当污染物泄漏后地下水中污染物在短时间内浓度增加，在地下水水流作用下污染不断向周边扩散，污染物主要向地下水下游方向运移。随着时间的增加，污染的范围不断扩大，会对项目区地下水及下游方向部分地下水敏感点造成一定的影响。</p> <p>（7）在严格落实防渗施工建设的情况下，项目拟采取的防渗结构不易发生破损，在上层部土工布及防渗膜破损的极端情况下，通过工程措施可将渗</p> |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

入渗导致地下水环境受到污染，同时，通过采取日常监测手段及应急工程措施，可有效控制渗滤液污染迁移范围，因此，项目地下水环境风险可控。

4.1.4施工期声环境影响分析

(1) 主要噪声源强

项目施工期间噪声主要是施工现场的各类机械设备噪声、施工作业噪声以及物料运输造成的交通噪声。不同的施工阶段会使用不同的机械设备，所以施工现场会产生强度较高、无规则、不连续的施工噪声。其强度与施工机械的类型、功率、工作状态等因素都有关。

经查阅相关工程监测资料可知，施工阶段主要噪声源及其声级值见下表：

表4.1-22 主要施工设备源强

| 主要噪声源 | 数量  | 1m处噪声源强dB（A） |
|-------|-----|--------------|
| 装载机   | 1台  | 85~90        |
| 挖掘机   | 1台  | 85~90        |
| 运输车辆  | 15辆 | 86           |
| 洒水车   | 1辆  | 75           |

(2) 声环境影响预测与评价

设备噪声预测：施工期噪声主要来自施工车辆和施工机械作业，施工期间主要噪声及振动来源于挖掘机、推土机、装载机、洒水车、雾炮及水泵等设备。

考虑到项目作业机械的种类、台数、具体分布情况随着建设内容变化而变化，因此只能在假设的典型情况进行，即所有施工设备噪声源均看作固定点声源。

采用点源衰减模式，预测声源至受声点的几何发散衰减，不考虑声屏障、空气吸收的衰减。预测公式如下：

$$L_r = L_{r0} - 20lg(r/r_0)$$

式中：Lr—声源r处的A声压级，dB（A）；

Lr0—距声源ro处的A声压级，dB（A）；

r—预测点与声源的距离，m；

r0—监测设备噪声时的距离，m。

施工阶段所涉及设备同时运用，根据上述预测模型，项目施工阶段厂界

噪声预测值见下表

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
|  |  |  |  |
|--|--|--|--|

|  |       |    | 10m   | 30m   | 50m   | 70m   | 100m  | 200m  |
|--|-------|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|  | 装载机   | 90 | 70    | 60    | 56    | 53    | 50    | 44    |
|  | 挖掘机   | 90 | 70    | 60    | 56    | 53    | 50    | 44    |
|  | 运输车辆  | 86 | 66    | 56    | 52    | 49    | 46    | 40    |
|  | 洒水车   | 75 | 55    | 45    | 41    | 38    | 35    | 29    |
|  | 噪声贡献值 |    | 73.86 | 63.86 | 59.86 | 56.86 | 53.86 | 56.86 |

由上表可知，项目施工过程中，在距离产噪设备 30m 以外的区域可以达到《建筑施工噪声排放标准》（GB12523-2025）昼间排放限值要求；距离产噪设备 100m 以外的区域可以达到《建筑施工噪声排放标准》（GB12523-2025）夜间排放限值要求。根据项目施工特点，各产噪设备具有分散布置且间歇产噪的特点，在实际当中，考虑各产噪设备之间距离衰减、地形影响、地面吸收等因素后，项目施工区场界噪声可做到达标排放。

项目施工过程中产生的噪声对声环境保护目标影响较小；项目施工结束进入生态恢复管控期，各项施工期噪声影响都将消失，不会对双石山散户及周边居民造成影响。环评要求施工过程中严格控制施工时间，做好沟通。施工期间由于项目施工材料采用汽车运输，为避免车辆运输噪声对沿途村民点的影响，要求在经过沿线村庄时，运输车辆应减缓车速、禁止鸣笛，减少车辆运输产生的噪声对周边环境的影响。经采取以上措施后，项目运输噪声对沿途村庄的影响是可以接受的。

①在符合施工需要的前提下，尽可能选取噪声低、振动小、能耗小的先进设备。加强对施工机械的维护保养，避免由于设备性能差而使机械噪声增大的现象发生，避免偶发噪声发生；

③加强对施工人员的环境宣传和教育，使他们认真落实各项降噪措施，做到文明施工；

通过采取上述措施，将项目施工期施工机械噪声对周围环境的影响降至最低。随着项目施工结束，施工噪声污染将随之消失，在严格执行上述措施的前提下，项目施工噪声对周边环境产生的影响是可以接受的。

4.1.5 施工期固体废物影响分析

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>施工期机械维修委外处理，不在回填区进行维修。项目施工期固体废物主要为土石方、施工人员生活垃圾、沉淀池及渗沥液调节池沉渣。</p> <p>1、土石方</p> <p>本项目土石方开挖包括BW1治理工程坡面清理开挖量15000立方米，用于拦挡体的筑坝材料使用。</p> <p>2、生活垃圾</p> <p>项目回填区施工人员为当地居民，施工高峰期人员约25人，不在施工现场食宿，施工人员生活垃圾产生量以每人每天0.5kg计，施工人员产生的生活垃圾约40kg/d。施工期施工人员生活垃圾经集中收集后清运至就近垃圾收集点交由环卫部门定期清运处置。</p> <p>3、淋滤水收集池底泥</p> <p>项目渗滤液带有少量的储存物进入集液池，经过长时间沉淀，池底会产生一定量的污泥。参照《排污许可证申请与核发技术规范水处理（试行）》（HJ 987-2018）中的估算公式计算，计算式如下：</p> $E_{\text{产生量}} = 1.7 \times Q \times W_{\text{深}} \times 10^{-4}$ <p>式中：E产生量——污水处理过程中产生的污泥量，以干泥计，t；</p> <p>Q——核算时段内排污单位废水排放量，m<sup>3</sup>，评价取值为项目盈余水量，即223.55m<sup>3</sup>/a；</p> <p>W深——有深度处理工艺（添加化学药剂）时按2计，无深度处理工艺时按1计，量纲一，评价取值1。</p> <p>经计算，污泥产生量约0.038t/a，主要为雨水经渗滤后流入沉淀池，池底定期清理，本项目回填改性磷石膏属于一般工业固废，因此，清理后的污泥与回填物质属性类似，属于一般工业固体废物，定期送至项目矿坑进行回填。</p> <p><b>4.1.6施工期土壤环境影响分析</b></p> <p><b>4.1.6.1土壤环境影响识别</b></p> <p>根据设计，在回填区下游设置680m<sup>3</sup>的淋滤水收集池，正常情况、暴雨情况下淋滤水通过导排至收集池内，保证淋滤水不外排。收集池池底拟设置</p> |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

光面型式、渗透系数 $\leq 1.0 \times 10^{-10} \text{cm/s}$ ）、400g/m<sup>2</sup>土工布防渗层，满足防渗要求。当池体发生破损或垮塌时，收集的淋滤水会发生地面漫流事故，对土壤产生地面漫流影响。

项目土壤环境风险影响途径详见下表：

表4.1-24 土壤环境影响影响途径一览表

| 施工阶段    | 影响途径 |      |      |    |
|---------|------|------|------|----|
|         | 大气沉降 | 地面漫流 | 垂直入渗 | 其他 |
| 改性磷石膏回填 | /    | √    | √    | /  |

根据改性磷石膏浸出液成分及项目特征，结合项目区背景土壤超标因子，具体的影响因子详见下表：

表4.1-25 土壤环境影响源与影响因子一览表

| 污染源     | 环境风险类型  | 污染途径      | 影响因子      | 排放方式 |
|---------|---------|-----------|-----------|------|
| 改性磷石膏堆体 | 收集池防渗破损 | 垂直入渗、地面漫流 | 砷、铜、镍、氟化物 | 连续排放 |

4.6.1.2土壤环境影响分析

1、垂直入渗

(1) 预测情景及源强设定

正常情况下，回填区域淋滤水泄露的几率很低。环评要求回填的改性磷石膏需达到回填要求后方可运至回填区回填，不得回填不合格的生态修复材料，确保所有批次改性磷石膏属于第Ⅰ类一般工业固体废物且满足《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）和对氟化物的管控要求。在施工过程中严格按照回填方案进行施工，淋滤水收导排至收集池内。在采取以上措施后，区域淋滤水泄露的几率很低，对引起土壤酸化的可能性不大，对土壤的影响不大。

正常工况下废水不会发生泄漏，不会对土壤产生污染风险，因此主要预测非正常工况，假设收集池防渗层由于老化、腐蚀等原因出现失效后，导致废水持续泄露进入土壤包气带，对土壤质量造成影响。

本项目垂直入渗土壤污染源强参考地下水污染源强，在正常工况下，假设收集池防渗层由于老化、腐蚀等原因出现失效后，导致废水持续泄露进入土壤包气带，对土壤质量造成影响。

表4.1-26 土壤污染源强设计

|  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |   |  |     |         |  |
|--|--|--|---|--|-----|---------|--|
|  |  |  | 池 |  | 铜   | 0.00125 |  |
|  |  |  |   |  | 镍   | 0.0019  |  |
|  |  |  |   |  | 氟化物 | 5.35    |  |

气相作用很小，忽略温度梯度的影响，取地表为零基准面，坐标轴方向与主渗流系数方向一致，坐标（Z轴）向上为正，则土壤水分运移控制方程用Richards方程的修改形式表示：

$$\begin{cases} \frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left[ K(h) \left( \frac{\partial h}{\partial z} + 1 \right) \right] \\ \theta(z, 0) = \theta_i(z); -Z \leq z \leq 0 \\ -k(h) \left( \frac{\partial h}{\partial z} + 1 \right) = q_s; z = 0 \\ h(Z, t) = h_b(t); \end{cases}$$

其中： $\theta$ —体积含水率；

$h$ —压力水头（L），饱和带大于零，包气带小于零；

$z$ 、 $t$ —分别为垂直方向坐标变量（L）、时间变量（T）；

$K$ —垂直方向的水力传导度（LT<sup>-1</sup>）；

$\theta_i(z)$ —初始剖面含水率分布函数；上边界为变流量边界； $q_s$ 为单位面积补给量；下边界为变压力水头边界；

$h_b(t) = H_g(t) - Z$ ， $H_g(t)$ 为t时刻潜水位，浅层水位埋深取负值。

## （2）土壤溶质运移模型

忽略污染物在气相中的扩散，不考虑在液相中通过对流和弥散作用进行质

量运输时的化学反应，在固液相间的吸附作用采用线性平衡方程。

a) 一维非饱和溶质垂向运移控制方程：

$$\frac{\partial(\theta c)}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left( \theta D \frac{\partial c}{\partial z} \right) - \frac{\partial}{\partial z} (qc)$$

式中： $c$ ---污染物介质中的浓度，mg/L；

$D$ ---弥散系数，m<sup>2</sup>/d；

$q$ ---渗流速率，m/d；

$z$ ---沿 $z$ 轴的距离，m；

$t$ ---时间变量，d；

$\theta$ ---土壤含水率，%。

$$c(z,t=0)=c_0, \quad z \leq 0$$

c) 边界条件

第一类Dirichlet边界条件:

连续点源:

$$c(z,t)=c_0 \quad t>0, \quad z=0$$

非连续点源:

$$c(z,t)=\begin{cases} c_0 & 0<t\leq t_0 \\ 0 & t>t_0 \end{cases}$$

第二类Neumann零梯度边界条件:

$$-\theta D \frac{\partial c}{\partial z}=0 \quad t>0, \quad z=L$$

(5) 土壤剖分及参数设定

①时间参数的选取

模拟时间共为3650天，分别在100d、365d、1000d、1500d、3650d等5个时段输出结果。

②土壤水力参数设置

结合本项目工程勘察及水文地质勘查成果，确定调查评价区内包气带主要岩性为粉质黏土，在Hydrus-1DSoilProfile-GraphicalEditor模块中剖分包气带结构，本次预测总土层设置为2.4m，以压力水头值作为水分的初始条件，由于缺少研究区各层位的土壤水分资料，同时模拟为长时间连续泄露下渗过程，故可以忽略土壤初始含水率对模拟结果的影响。

水分迁移模型需要确定的水文地质参数包括：残余含水率 $\theta_r$ 、饱和含水率 $\theta_s$ 、垂直饱和渗透系数 $K_s$ 以及曲线形状参数 $\alpha$ 、 $n$ ，均采用HYDRUS-1D软件中提供各土壤经验参数库中的数值。模型中采用的水文地质参数见下表：

| 土壤类别 | 预测厚度<br>m | 饱和含水率 $\theta_s$ | 残留含水率 $\theta_r$ | 土壤保水性函数 $\alpha$ (cm <sup>-1</sup> ) | 水土保持功能参数 $n$ | 饱和导水率 $K_s$ (cm/day) |
|------|-----------|------------------|------------------|--------------------------------------|--------------|----------------------|
| 素填土  | 2.4       | 0.3              | 0.07             | 0.005                                | 1.09         | 0.48                 |

由于模型仅考虑土壤包气带污染运移，因此剖面预测深度选择2.4m，对于溶质运移，其模型参数按照经验值选择。

③观测孔设置

预测深度为240cm，在土层50cm、100m、160cm、1240m处分别设置1个观测孔（N1、N2、N3、N4），用于观察污染物浓度变化情况。

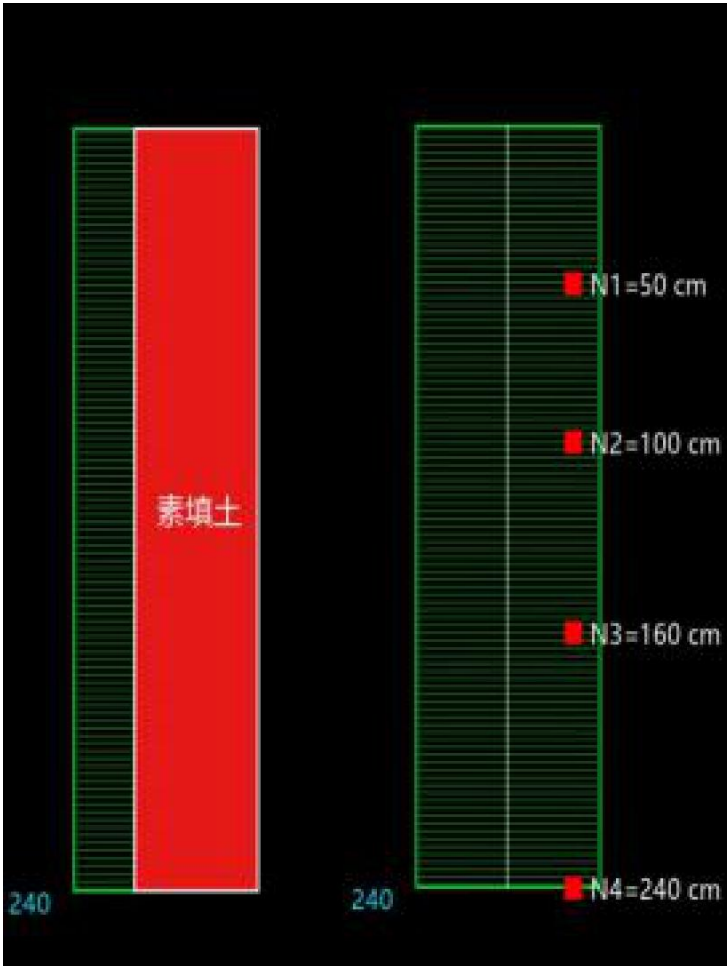
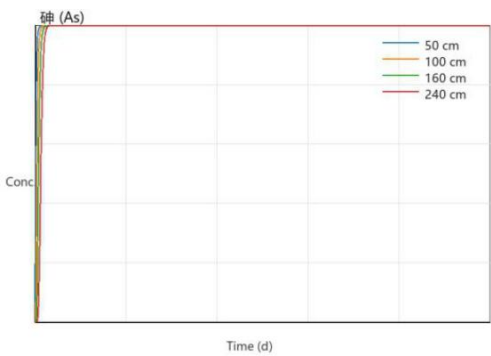


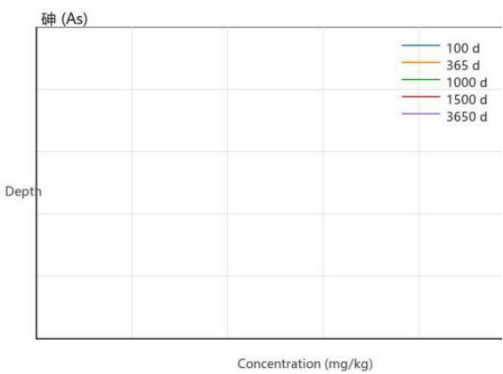
图4.1-5 土壤预测模型概化（单位：cm）

（6）预测结果

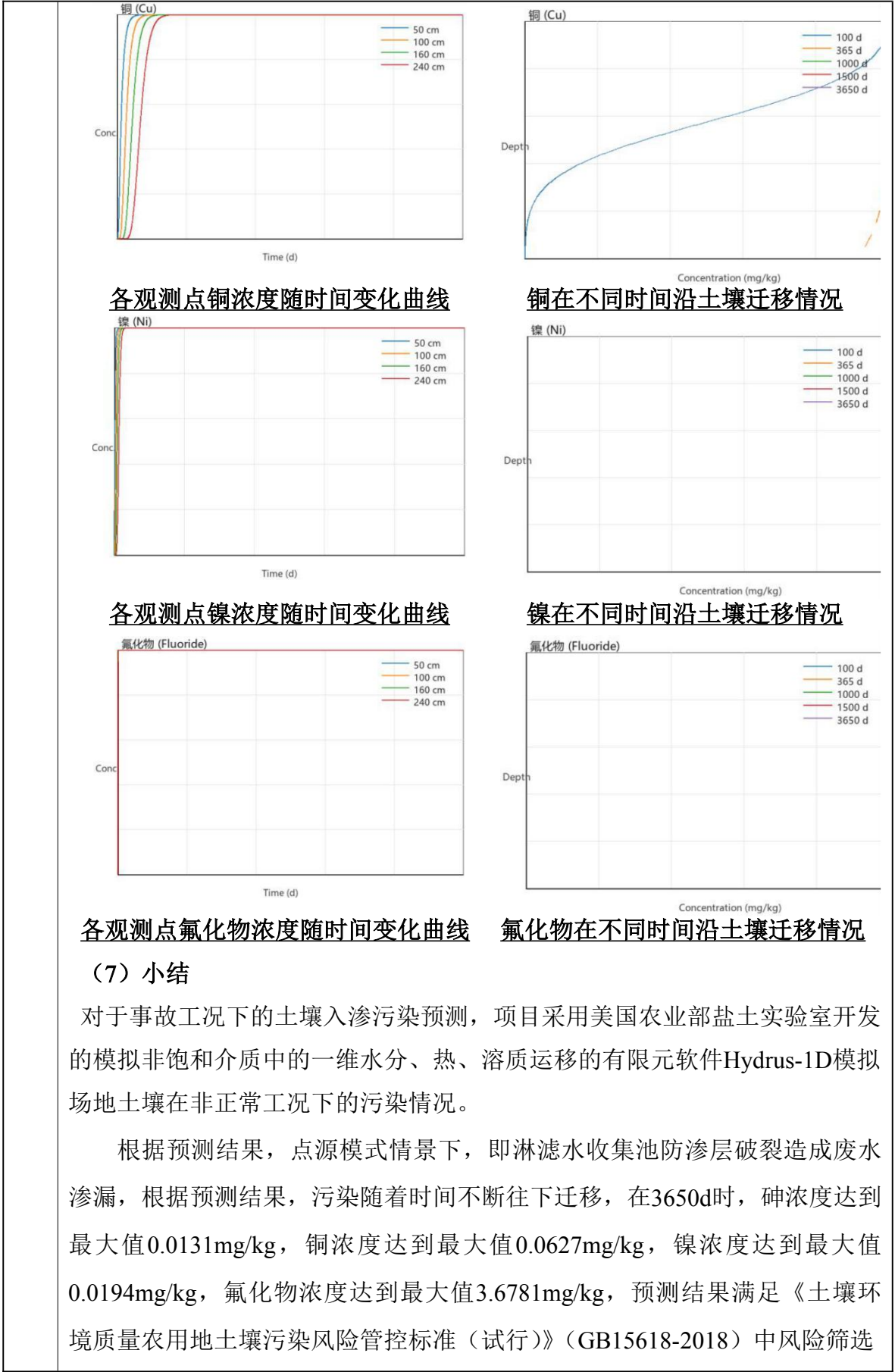
利用Hydrus-1D运行溶质运移模型，将相关土壤参数、污染源参数和防渗层参数代入模型中，模型运行3350天。预测结果如下：



各观测点砷浓度随时间变化曲线



砷在不同时间沿土壤迁移情况



(7) 小结

对于事故工况下的土壤入渗污染预测，项目采用美国农业部盐土实验室开发的模拟非饱和介质中的一维水分、热、溶质运移的有限元软件Hydrus-1D模拟场地土壤在非正常工况下的污染情况。

根据预测结果，点源模式情景下，即淋滤水收集池防渗层破裂造成废水渗漏，根据预测结果，污染随着时间不断往下迁移，在3650d时，砷浓度达到最大值0.0131mg/kg，铜浓度达到最大值0.0627mg/kg，镍浓度达到最大值0.0194mg/kg，氟化物浓度达到最大值3.6781mg/kg，预测结果满足《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）中风险筛选

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>值的要求，项目需严格按照设计要求进行防渗处理。</p> <p>由于项目运营期收集池有专人监管，泄漏不会持续发生，因此在非正常状况发生后，在设定的检漏周期内，及时采取应急措施，对污染源防渗进行修复截断污染源，并设置有效的地下水和土壤监控措施，能使此状况下项目对土壤的影响降至最小，项目废水泄漏污染物对土壤的影响可接受。</p> <p><b>2、地面漫流</b></p> <p>项目事故状态的废水污染物会通过漫流形式进入土壤中，因此必须保证在未经处理满足要求的前提下不得流出厂界。项目须贯彻“围、追、堵、截”的原则，采取多级防护措施，确保事故废水未经处理不得出场界。改性磷石膏淋滤水由1座680m<sup>3</sup>淋滤水池收集后，收集后回用于施工场地洒水降尘，不外排。</p> <p><b>4.1.6.3土壤环境保护措施</b></p> <p>（1）回填修复区采用按照设计规范进行防渗，避免淋滤水泄漏下渗对土壤环境产生影响。</p> <p>（2）矿山修复材料应满足回填要求后方可运至回填区回填，不得回填不合格的改性磷石膏。按照固废属性鉴别规范，对每批次改性磷石膏进行属性鉴别，确保所有批次改性磷石膏属于第Ⅰ类一般工业固体废物且《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T1269-2024）表2中及《磷石膏利用和无害化贮存污染控制技术规范》（HJ1415—2025）5.3.2规定。</p> <p>3）在施工过程中严格按照回填方案进行施工，淋滤水导排至收集池内，回用于场地洒水降尘，不外排。</p> <p>4）对每批次覆土成分进行监测，确保覆土满足《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）的要求。</p> <p><b>4.1.7施工期生态影响分析</b></p> <p>本项目为生态修复工程，不涉及生态保护红线、基本农田。生态修复区范围内原生植被较少，破坏的植被资源有限，随着植被恢复措施的实施，项目区域内植被将得到逐渐恢复，项目施工对生态环境影响不大。施工过程中</p> |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>因噪声干扰而向远离矿区的方向迁移，从而使项目区四周动物种类和数量减少，但项目区周边类似的生境分布较广，动物迁移后能很快适应新的环境，随着施工期的结束，生态的恢复，动物逐渐回迁，项目区域动物种类将得到逐渐恢复。施工期对区域生物多样性的影响仅为施工工程短暂的影响，属于可逆过程，不会造成区域动植物的生境产生重大变化，不会影响到动植物间的组成结构协调性。</p> <p>通过项目的实施，可控制项目区环境污染风险，明显增加修复区地表植被覆盖率及空间植被多样性，有利于保护和逐步恢复矿区及周围的自然生态环境，有效地防止水土流失，将基本消除矿山开采带来的各类环境问题，并有效提高土地资源综合利用效率。</p> <p><b>4.1.8生物多样性影响分析</b></p> <p><b>4.1.8.1东川区生物多样性特点</b></p> <p><b>1、生态系统多样性</b></p> <p>东川区地处云贵高原北部边缘、金沙江下游，境内最高海拔4344.1米（雪岭火峰，为昆明市最高点），最低海拔695米（金沙江与小江交汇处，为昆明市最低点，白鹤滩水库蓄水后已淹没），高差达3649.1米，是昆明市海拔高差最大的县区。巨大的垂直高差和“一山分四季、十里不同天”的立体气候，使东川区自下而上形成了从干热河谷稀树灌木草丛、半湿润常绿阔叶林、云南松林、中山湿性常绿阔叶林到亚高山针叶林、高山灌丛草甸的完整植被垂直带谱，土壤自下而上分布着燥红土、红壤、黄红壤、棕壤、亚高山草甸土等5大类型，生态系统类型多样、垂直分带明显。</p> <p>东川区生态系统类型以陆生生态系统为主，涵盖干热河谷灌草丛、暖温性针叶林（云南松林）、半湿润常绿阔叶林、中山湿性常绿阔叶林、寒温性针叶林（急尖长苞冷杉林、高山柏林）、高山灌丛和高山草甸等植被类型。其中，位于东川区与禄劝县交界处的云南轿子山国家级自然保护区（东川辖区面积9241.4公顷，占保护区总面积16456公顷的56%），保存了滇中高原最为完整的原生植被和生境垂直带谱，具有干热河谷硬叶常绿栎林、半湿润常绿阔叶林、山顶苔藓矮林、寒温山地硬叶常绿栎林、温凉性针叶林、寒温性针叶</p> |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>寒温灌丛、寒温草甸等7个植被型、11个植被亚型、17个群系组和28个群系，是滇中山地植被生态系统自然性最完整的地区；保护区内的长苞冷杉林是我国长苞冷杉林中分布纬度最低、经度最东、海拔最低的类型，在云南植被地理分布中极为特殊。</p> <p>东川区水系属金沙江水系，金沙江沿区境西北边界流过，小江穿境而过并在区内注入金沙江，普渡河沿西部边界流过。小江流域为世界著名的雨洪型泥石流区，素有“泥石流天然博物馆”之称，泥石流沟道与堆积扇地貌广泛发育，形成了独特的泥石流滩地生态系统；小江河谷光热资源丰富，素有“天然温室”“20℃的暖冬”之誉，干热河谷生态系统特征典型。区内有轿子山高山湿地、冰蚀湖泊、沼泽、溪流、泉水等水生态系统，水源涵养功能显著，是金沙江一级支流普渡河、小江的重要水源地。</p> <p><b>2、物种多样性</b></p> <p>东川区物种多样性丰富，据云南省林业调查规划院、中国科学院昆明动物研究所等2004—2008年野外综合科学考察，东川境内记录有国家“三有”（有益、有重要经济价值、有科研价值）鸟类90种、国家重点保护鸟类15种。以轿子山国家级自然保护区为代表的东川辖区山地，共记载有野生维管植物154科507属1611种，记录有哺乳动物79种、鸟类167种、两栖爬行动物47种。</p> <p>在植物方面，东川区分布有国家Ⅰ级重点保护野生植物攀枝花苏铁、须弥红豆杉2种，国家Ⅱ级重点保护野生植物金铁锁、西康玉兰等7种，毛脉杜鹃等16种植物为轿子山特有种；保护区建有高山杜鹃种质资源展示基地，已种植128个品种2万余株杜鹃，是滇中地区重要的高山杜鹃种质资源库。干热河谷区植被以车桑子灌丛、银合欢灌丛、假杜鹃灌丛、扭黄茅草丛等为主，伴生有野拔子、苦刺花、黄背草等干热河谷常见种；受人为活动和生态退化影响，局部区域分布有紫茎泽兰、银胶菊等外来入侵植物。</p> <p>在动物方面，东川区分布有国家Ⅰ级重点保护野生动物林麝、金雕、穿山甲3种，国家Ⅱ级重点保护野生动物中国豺、黄喉貂、水獭、大灵猫、小灵猫、斑灵狸、中华鬣羚、川西斑羚等，以及黑鸢、松雀鹰、红隼等猛禽类。以拖布卡镇为代表的干热河谷区，据环评现场调查记录陆生脊椎动物11目26科48种，其中两栖类6种、爬行类5种、鸟类28种、哺乳类9种，分布有国家Ⅱ</p> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>级保护鸟类黑鸢和松雀鹰（觅食活动区）；小江及金沙江段分布有多种土著鱼类，小江干热河谷区以啮齿类、小型鸟类等伴人种和广布种为主，缺乏狭域分布的特有属种。</p> <p><b>3、遗传多样性</b></p> <p>东川区拥有较为丰富的农作物地方品种和特色种质资源。最负盛名的是“东川大洋芋”（马铃薯），2020年4月获农业农村部农产品地理标志登记，主要包括“开花薯1号”（红皮深黄肉，蒸煮表皮开裂“开花”，风味浓香、口感酥沙）和“开花薯2号（绿树洋芋）”（黄皮黄肉，口感沙面）等品种，干物质含量高、品质独特，是干热河谷特殊气候条件下形成的优良地方品种，在乌蒙山区高海拔冷凉环境中形成了独特的种质特性。</p> <p>东川区小江河谷光热资源充沛，已建立干热河谷粮食轮作示范基地，开展“春马铃薯—夏玉米—秋冬蔬菜”等三季轮作模式，配套选育适应干热河谷气候的耐旱、耐瘠薄作物品种。区内干热河谷经济林种质资源丰富，已实施核桃提质增效7.3万亩，并建设高产高效核桃示范基地，花椒、银合欢、车桑子、铜剑麻等耐旱树种和灌木是干热河谷生态修复和产业发展的重要种质基础。林下中药材种质利用成效显著，已探索板蓝根、赤芍、附子等林下套种模式。此外，轿子山高山杜鹃（128个品种）、急尖长苞冷杉等珍稀植物种质资源，以及攀枝花苏铁等“植物活化石”，是东川区乃至云南省重要的植物遗传资源基础。</p> <p><b>4、生物多样性</b></p> <p>东川区地处青藏高原东缘向滇中高原过渡地带，处于泛北极植物区与古热带植物区的交汇区域，以及中国动物地理区系中华南区与西南区的过渡地带，动植物区系的过渡性和交汇性特征明显；同时，东川区位于云南省生物多样性保护优先区域“4.2金沙江下游干热河谷区”（隶属一级优先区域“4、滇东北乌蒙山湿润常绿阔叶林区”）和金沙江流域干热河谷生态带分布乡镇范围，是金沙江水土保持生态功能区的重要组成部分，属长江上游重要的生态安全屏障，生物多样性保护区位十分重要。</p> <p>东川区生物多样性的突出特点，一是垂直梯度大：从海拔695米的金沙江干热河谷到4344.1米的滇中第一峰雪岭，高差3649.1米，集干热河谷生态系</p> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>统与高山寒温生态系统于一体，形成从攀枝花苏铁、须弥红豆杉到林麝、金雕等珍稀物种同域分布的独特格局；二是生态脆弱性与修复潜力并存：东川历史上因长期炼铜和泥石流灾害，森林植被一度严重退化，经多年综合治理，创新“稳拦排改”泥石流治理模式和干热河谷植被恢复技术，森林覆盖率由2005年的20.77%提高到2019年的38%、2023年达41.3%，历史遗留矿山地质环境恢复治理率达45%、历史遗留损毁土地复垦率达65%，区域生态系统正向演替明显，生物多样性逐步恢复提升；三是干热河谷特色突出：小江干热河谷光热资源丰富，干热性稀树灌木草丛生态系统特征典型，孕育了车桑子、银合欢、扭黄茅等一批耐旱耐瘠薄物种和地方特色农作物种质资源，是云南省干热河谷生态带建设的重要区域。</p> <p>综上，东川区生物多样性具有“垂直梯度大、区系过渡性强、干热河谷特色鲜明、珍稀物种丰富、生态修复成效显著”的特点，是昆明市乃至金沙江下游重要的生物多样性宝库和生态安全屏障。</p> <p><b>4.1.8.2项目区生物多样性区位特征分析</b></p> <p><b>1、云南省生物多样性保护优先区域划定概况</b></p> <p>云南是我国17个生物多样性关键地区和全球34个物种最丰富的热点地区之一，生物多样性居全国之首。《云南省生物多样性保护战略与行动计划（2012—2030年）》划定了全省生物多样性保护的6个一级优先区域和18个二级优先区域，涉及16个州（市）、101个县（市、区），总面积约9.5万km<sup>2</sup>，占云南国土面积的23.8%。6个一级优先区域为：①滇西北高山峡谷针叶林区；②云南南部边缘热带雨林区；③滇东南喀斯特东南季风阔叶林区；④滇东北乌蒙山湿润常绿阔叶林区；⑤澜沧江中游—哀牢山中山湿性常绿阔叶林区；⑥云南高原湿地区。</p> <p><b>2、项目区所属优先区域判定</b></p> <p>对照《云南省生物多样性保护战略与行动计划（2012—2030年）》生物多样性保护优先区域划分图（1：400万），本项目区位于一级优先区域“④滇东北乌蒙山湿润常绿阔叶林区”所辖二级优先区域“4.2金沙江下游干热河谷区”范围内。</p> <p>金沙江下游干热河谷区以金沙江下游深切河谷为核心，涉及东川、巧家、</p> |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>永善、会泽、禄劝等县（市、区），属典型干热河谷气候，光热资源丰富、降水稀少、蒸发强烈，植被以干热河谷稀树灌木草丛和灌丛为主，分布有攀枝花苏铁（<i>Cycaspanzhihuaensis</i>）等干热河谷标志性珍稀植物及多种干热河谷特有昆虫，是长江上游生态屏障和我国西南水土流失防治的重点区域。</p> <p>根据《云南省生物多样性保护条例》第二十八条，生物多样性保护优先区域经省人民政府划定并公布。在优先区域内开展建设活动，应当依法评价对生物多样性的影响。</p> <p><b>3、干热河谷生态带范围界定</b></p> <p>2026年5月11日，云南省人民政府办公厅印发《云南省干热河谷生态带建设实施方案》，明确云南省干热河谷生态带涉及13个州（市）53个县（市、区），昆明市包括东川区、禄劝县。根据该方案附件2《云南省干热河谷生态带范围涉及乡镇（街道）名录》，拖布卡镇属金沙江流域干热河谷生态带“分布乡镇”（而非“辐射乡镇”），本项目区位于干热河谷生态带核心分布范围。</p> <p><b>4、生态功能区划定位</b></p> <p>根据《云南省生态功能区划》及可研报告，项目区属金沙江流域水土保持生态功能区，区域主导生态功能为水土保持与泥石流、滑坡等地质灾害防治。项目区地处小江断裂带核心区，岩体破碎，是全区泥石流物源的重要来源区，生态区位敏感，生态修复需求迫切。</p> <p><b>5、与生态保护红线及其他生态敏感区的关系</b></p> <p>项目区不涉及生态保护红线、自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区、水产种质资源保护区等生态敏感区；评价范围内未发现国家级、省级重点保护野生动植物及其集中分布区；项目区东距小江约3.2km（Ⅲ类水体），西距金沙江约5.6km，不涉及重要水生生物栖息地。</p> <p><b>4.1.8.3项目区生物多样性现状</b></p> <p><b>1、项目区概况：</b>项目位于昆明市东川区拖布卡镇播卡村，为历史遗留红岩铁矿露天采坑用地，现状为采矿损毁土地，植被退化严重。项目区属金沙江水系小江流域，处于金沙江下游干热河谷区，属亚热带高原季风气候，干湿季分明，干旱少雨，植被以干热性灌草丛为主。</p> |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>地、灌草丛及裸岩等非植被类型为主。评价区自然植被因长期采矿活动和人为干扰已严重次生化，地带性植被基本消失。</p> <p>3、物种多样性现状：评价区维管植物以干热河谷常见种、广布种和外来种为主，未发现国家重点保护野生植物、云南省级重点保护野生植物及古树名木分布，未发现狭域分布的特有植物种类。</p> <p>4、重点保护物种与特有物种：项目区范围内未发现国家重点保护野生植物、云南省级保护植物、古树名木及珍稀濒危物种栖息地，未发现需要专项迁移保护的物种。</p> <p>5、外来入侵物种现状：项目区人为活动频繁，外来入侵植物在旱地及撂荒地带较为常见。根据本次现场调查，参照同区域《拖布卡镇象鼻村产业发展光伏提水项目环境影响报告表》（2023年）调查成果，区域旱地常见杂草含紫茎泽兰、空心莲子草（<i>Alternantheraphiloxeroides</i>）、银胶菊（<i>Parthenium hysterophorus</i>）、飞机草（<i>Chromolaenaodorata</i>）、北美紫菀（<i>Symphyotrichum novae-angliae</i>）等外来入侵植物。项目区外来入侵物种呈点状、零星分布，尚未形成大面积入侵态势，但施工扰动和表土转运可能加剧其扩散，需在施工及植被恢复过程中予以防控。</p> <p><b>6、区域生物多样性保护重要性</b></p> <p>（1）项目区位于《云南省生物多样性保护战略与行动计划（2012—2030年）》划定的云南省生物多样性保护优先区域——一级区“4、滇东北乌蒙山湿润常绿阔叶林区”所辖二级优先区域“4.2金沙江下游干热河谷区”范围内，属《云南省生物多样性保护条例》第二十九条规定的生物多样性保护优先区域，依法应开展生物多样性影响评价；</p> <p>（2）项目区位于《云南省干热河谷生态带建设实施方案》明确的金沙江流域干热河谷生态带“分布乡镇”（拖布卡镇）范围，属干热河谷生态带核心分布区，是云南省退化生态系统恢复和国土绿化重点区域；</p> <p>（3）项目区属金沙江水土保持生态功能区，生态区位重要，但现状因历史采矿活动生态系统退化严重，生物多样性本底水平低，生态修复需求迫切。</p> <p><b>4.1.8.4项目建设对生物多样性的影响</b></p> |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>项目生物多样性影响源主要集中于施工期，包括：①边坡危岩清理、矿坑清基、拦挡坝筑坝等土石方工程造成的占地扰动；②改性磷石膏回填、碾压作业产生的扬尘和噪声；③施工人员活动、施工车辆运输对野生动物的惊扰；④外购表土转运、覆土作业可能带来的外来物种扩散风险。管护期影响主要为植被管护、补植等作业活动，影响轻微。</p> <p><b>2、对生态系统多样性的影响预测</b></p> <p>项目施工范围全部位于已损毁的采矿用地（矿坑及配套工业场地）内，不新增占地，不占用天然植被、耕地和基本农田。施工期场地清理将清除矿坑及周边少量次生灌草丛植被，造成局部生物量减少，但该部分植被为干热河谷常见次生植被，面积有限、物种均为广布种，不涉及重点保护植物，对评价区生态系统多样性影响轻微。项目建成后，矿坑及周边44400m<sup>2</sup>退化土地将恢复为旱地，植被覆盖率由现状不足5%提高至90%以上，生态系统类型由采矿迹地转变为稳定的林草生态系统，生态系统多样性和结构完整性显著提升。</p> <p><b>3、对物种多样性的影响预测</b></p> <p>（1）对植物的影响：施工期场地清理、表土剥离和回填作业将清除部分地表植物，但项目区原生植被稀少、无重点保护植物，影响物种均为干热河谷常见种和广布种，种群在周边区域广泛分布，不会造成物种灭绝或种群显著衰退。施工结束后通过覆土复绿，采用当地适生乡土物种重建植被，植物物种多样性将逐步恢复并超过现状水平。</p> <p>（2）对野生动物的影响：施工噪声和人为活动将使矿坑周边部分野生动物（以鸟类和小型兽类为主）暂时向远离施工区方向迁移，评价区周边存在大面积相似生境，动物迁移后可较快适应新环境；施工期不夜间作业，减少对夜行性动物的惊扰。黑鸢、松雀鹰为评价区觅食活动的猛禽，施工活动对其觅食范围造成短期、局部干扰，但项目区非其栖息地和筑巢地，周边觅食替代生境充足，且随施工结束植被恢复，其觅食生境质量将逐步改善，影响可逆、可控。评价区无两栖类、爬行类等重要繁殖水域受项目直接影响，两栖类主要栖息于周边水域，不受项目施工影响。</p> <p>（3）对遗传多样性的影响：项目不涉及种质资源采集和外引物种（除乡</p> |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>无不利影响。</p> <p><b>4、外来物种入侵风险分析</b></p> <p>项目施工扰动和表土转运是外来入侵物种扩散的潜在途径：①外购表土若来源地存在外来入侵物种种子库，转运至项目区可能造成紫茎泽兰、银胶菊等入侵植物随覆土扩散；②施工车辆、机械跨区域作业可能携带入侵植物种子；③覆土复绿初期地表裸露，为外来入侵植物侵入提供窗口期。本项目已从源头控制：外购表土须满足GB15618-2018筛选值及绿化种植土壤要求并逐批检测；覆土后立即种植乡土灌草植物快速覆盖地表，压缩外来物种入侵空间；修复物种选用火棘、车桑子、狗牙根、三叶草、黑麦草等当地适生物种，严禁使用和引入外来入侵物种。在严格落实上述措施的前提下，项目外来物种入侵风险总体可控。</p> <p><b>5、施工期与管护期影响小结</b></p> <p>施工期对生物多样性的影响主要为占地扰动、扬尘噪声惊扰和人为活动干扰，影响范围限于施工区及周边200m范围，影响程度为轻度、短期、局部、可逆，不会造成评价区动植物种类减少和群落结构根本改变；管护期随植被恢复和生态系统重建，生物多样性呈恢复上升趋势。综合判定，项目施工期生物多样性影响等级为轻度影响，采取相应保护措施后影响可接受。</p> <p><b>6、生态修复正效应分析</b></p> <p>项目属生态修复类工程，建成后对区域生物多样性具有显著正效应：①矿坑回填及覆土复绿后，44400m<sup>2</sup>退化采矿迹地转变为旱地，植被覆盖率由不足5%提升至90%以上，新增稳定生态系统面积约4.4万m<sup>2</sup>；②植被恢复为鸟类、小型兽类和昆虫等提供新的栖息和觅食生境，区域动物多样性将逐步增加；③参照同区域象鼻村光伏提水项目生态恢复经验（旱冬瓜+狗牙根、白车轴草配置，植被恢复率96%、水土流失治理度97%），本项目通过科学配置乡土灌草树种，可有效控制水土流失、改善土壤理化性质，促进干热河谷退化生态系统正向演替；④项目对金沙江流域干热河谷生态带建设和小江流域生态保护具有支撑作用，符合云南省生物多样性保护战略目标。</p> <p><b>4.1.8.5生物多样性保护措施</b></p> <p>根据项目所在区域生物多样性保护要求及项目建设特点，环评提出如下生</p> |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>物多样性保护建议：</p> <p>（1）严格划定施工作业范围，施工期限界施工，禁止越界占用土地、破坏施工范围外植被，禁止随意踩踏、砍伐周边野生植物；</p> <p>（2）施工便道尽量利用既有道路，减少新开辟便道对植被的切割和破坏；（3）合理安排施工时序，分片区施工，缩短裸露地表暴露时间；对临时堆土、堆料采取苫盖措施，减少扬尘对周边植被的影响；</p> <p>（4）施工期间加强烟火管理，防止林草火灾；规范施工机械和车辆运行路线，减少对动物活动通道的阻隔。</p> <p>（5）合理安排施工时间，禁止夜间施工和夜间运输，减少对野生动物（尤其是夜行性动物）的惊扰；</p> <p>（6）控制施工噪声，高噪声设备远离动物活动相对集中区域布置；施工期避开鸟类繁殖高峰季节（3—6月）的高噪声作业；</p> <p>（7）施工中发现受伤、受困野生动物时，及时报告当地林业主管部门妥善处置，不得擅自处理。</p> <p><b>4.1.8.5小结</b></p> <p>（1）本项目位于云南省生物多样性保护优先区域“4.2金沙江下游干热河谷区”及金沙江流域干热河谷生态带分布乡镇范围，评价区因历史采矿活动生态系统退化严重，生物多样性本底水平低，无重点保护野生植物和珍稀濒危物种栖息地分布。</p> <p>（2）项目施工活动全部位于已损毁采矿用地内，不新增占地，施工期对生态系统和物种的影响为轻度、短期、局部、可逆，在严格落实分区施工、噪声控制、物种选择、外来物种防控等保护措施后，生物多样性影响可接受。</p> <p>（3）项目建成后，44400m<sup>2</sup>退化采矿迹地将恢复为林草生态系统，植被覆盖率由不足5%提高至90%以上，生态系统多样性、物种多样性和生态系统服务功能显著提升，对金沙江流域干热河谷生态带建设和云南省生物多样性</p> |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 运营期生态环境影响分析 | <h2>4.2运营期生态环境影响分析</h2> <p>施工期场地清理会清除部分地表植物，造成生物量减少，但是项目区内原生植被较少，破坏的植被资源有限，随着植被恢复措施的实施，项目区域内植被将得到逐渐恢复。施工过程中产生的各种噪声，对生活在周边的野生动物也会产生不利影响，导致附近的部分动物因不能忍受噪声干扰而向远离矿区的方向迁移，从而使项目区四周动物种类和数量减少，但项目区周边类似的生境分布较广，动物迁移后能很快适应新的环境，随着施工期的结束，生态的恢复，动物逐渐回迁，项目区域动物种类将得到逐渐恢复。施工期对区域生物多样性的影响仅为施工工程短暂的影响，属于可逆过程，不会造成区域动植物的生境产生重大变化，不会影响到动植物间的组成结构协调性。</p> <p>项目运营期为恢复区域覆土、绿化工作结束后，主要工作内容为后期绿化的养护和补植等内容。通过采取相应的生态修复措施，矿山生态修复总面积44400平方米。目为矿山生态修复，运营期无废气、噪声、固废产生；回填区底部、边坡、顶部均进行防渗，回填完成后覆土进行土地复垦，运营期回填体淋滤水产生量逐渐减少。</p> <p>项目实施后，通过矿坑清理、矿坑回填、土地整治、植被恢复等各项措施的实施，产生以下正效益：</p> <ul style="list-style-type: none"><li>（1）使矿坑林草植被覆盖、恢复，能改善土壤物理、化学性状，提高土壤肥力、减少水土流失；</li><li>（2）消除矿坑地质灾害、安全、环保等各类隐患，改善生态环境；</li><li>（3）削弱矿坑扬尘对周边空气的影响、对小江及地下水环境的影响；</li><li>（4）增加项目区内动植物种类，并且随着项目区植被的大面积恢复，使得项目区的生态功能得到提高，动、植物的生存环境得到改善，生物多样性得到丰富；</li><li>（5）改善项目区周边小气候，调节周边温度、湿度和风力，还能消减洪峰，增加常流水，进化空气，有效的改善因前期采矿活动对生态环境带来的负面影响，改变项目区景观；</li><li>（6）项目使用改性磷石膏作为生态修复材料回填，不仅减少了土石方的开挖、大量资金的投入、生态环境的破坏。</li></ul> |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|             | <p>（7）作为一般工业固体废物，经过无害化处理并达到相关标准要求，作为矿山生态恢复中矿坑回填料，既可实现磷石膏的资源化利用，又可解决矿山生态恢复所需充填料。</p> <p>综上，项目实施对区域生态环境提升有积极意义。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 选址选线环境合理性分析 | <p><b>4.3选址选线环境合理性分析</b></p> <p><b>4.3.1与《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T1269—2024）选址要求的符合性分析</b></p> <p>项目与《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T1269—2024）中“4.3选址要求”的符合性分析如下：</p> <p>一、文件要点1规定：</p> <p>4.3.1使用改性磷石膏进行生态修复回填的矿山废弃地应符合环境保护法律法规及相关法定规划要求，应与当地城市总体规划和国土空间规划协调一致，应与当地的生态环境保护、水土资源保护要求相一致。</p> <p>文件要点1相符性分析：</p> <p>（1）项目属于历史遗留矿山生态修复工程，已纳入《昆明市国土空间生态修复规划（2021-2035年）》中“加快历史遗留矿山生态修复”任务范畴，符合《云南省主体功能区规划》中省级重点生态功能区“保护和修复生态环境、提供生态产品”的功能定位。经“三区三线”查询，项目用地范围不涉及生态保护红线、永久基本农田、城镇开发边界，符合国土空间规划要求。</p> <p>（2）项目符合《昆明市生态环境分区管控动态更新方案（2023年）》要求，位于东川区建设用地污染风险重点管控单元，空间布局约束、污染物排放管控、环境风险防控等要求均满足该单元管控规定，与生态环境保护、水土资源保护目标完全一致。</p> <p>（3）项目符合《中华人民共和国长江保护法》《长江经济带生态环境保护规划》《云南省长江经济带发展负面清单指南实施细则（试行，2022年版）》等要求，不属于负面清单内的禁止类项目，属于政策鼓励的“矿山生态</p> |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>4.3.2使用改性磷石膏进行生态修复回填的矿山废弃地应位于地质条件安全区域，矿山废弃地地质条件应满足回填后的承载力要求，避免地基下沉（特别是不均匀或局部下沉）的影响。</p> <p>文件要点2相符性分析：</p> <p>地质条件安全性：</p> <p>1）场地位于低中山构造侵蚀剥蚀沟谷地貌，整体处于基本稳定状态。根据岩土工程勘察结果，场地内除东南侧不稳定斜坡BW1外，未发现滑坡、崩塌、泥石流、地下暗滨等不良地质作用；BW1已纳入整治范围，清除的滑坡体将作为风化料用于拦挡体筑坝，剩余部分全部清除，整治后边坡稳定系数满足安全要求。</p> <p>2）场地抗震设防烈度为8度，第三组，设计基本地震加速度0.30g，属于建筑抗震不利地段，但勘察明确场地不会发生地震液化，等效剪切波速<math>V_{se}</math>为387-419m/s，场地土类型为中硬土，建筑场地类别为Ⅱ类，按规范设防后可满足抗震要求；同时磷石膏回填体、风化料筑坝体均采用非液化材料，不存在震陷风险。</p> <p>（2）承载力与沉降控制：</p> <p>1）地基土层：②层碎石承载力特征值<math>f_{ak}=200\text{kPa}</math>，③层强风化板岩承载力特征值<math>f_{ak}=350\text{kPa}</math>，均可作为建构筑物基础持力层；①层人工填土结构松散，已明确要求清除表层松散土体后作为持力层。</p> <p>2）回填体设计：改性磷石膏回填按分层压实控制，压实度<math>\geq 0.92</math>，入坑料（磷石膏）天然密度<math>1.87\text{g/cm}^3</math>，压缩系数<math>a_{1-2}=0.30\text{MPa}^{-1}</math>，压缩模量<math>E_s=5.70\text{MPa}</math>，具中等压缩性，结合分层压实工艺可有效避免不均匀沉降；风化料拦挡体筑坝按《碾压式土石坝设计规范》要求施工，分层碾压、压实度达标，坝体稳定性经验算满足要求。</p> <p>文件要点3规定：</p> <p>使用改性磷石膏进行生态修复回填的矿山废弃地不应位于饮用水源地、天然滑坡泥石流地区、生态保护红线区、永久基本农田集中区域、岩溶强发育区域、存在较多落水洞和岩溶漏斗的区域与其他需要特别保护的区域内。</p> <p>文件要点3相符性分析：</p> |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>(1) 项目区属于“铁头沟—小江地下水系统”上游，系统内地下水开发利用以农业灌溉为主，无生活饮用水源分布；距离最近的大树脚村饮用水取水点位于南侧龙潭沟上游600m处，与项目场地分属不同水文地质单元，中间有大面积致密板岩相对隔水层阻隔，不存在水力联系。</p> <p>(2) 场地内仅存在不稳定斜坡BW1，不属于天然滑坡、泥石流多发区；东川区虽为泥石流高发区，但项目场地位于山顶夷平带，沟谷深切，汇水面积仅0.88km<sup>2</sup>，周边无大型泥石流沟道分布，且项目配套建设截洪沟、排洪系统，防洪标准按100年一遇设计，可有效防控泥石流风险。</p> <p>(3) 经“三区三线”查询，项目用地范围不涉及生态保护红线、永久基本农田集中区域、城镇开发边界，不属于需要特别保护的区域。</p> <p>(4) 场地岩溶发育等级为微发育-中等发育：地表无岩溶塌陷、漏斗、落水洞分布；钻探仅局部白云岩段见轻微溶蚀孔洞，线岩溶率仅1.2%，钻孔遇洞率0%，远低于强发育区标准（线岩溶率&gt;20%、遇洞率&gt;30%），不存在较多落水洞和岩溶漏斗的情况。</p> <p>(5) 其他特别保护区：项目周边3000m范围内无自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区等特别保护区域，无国家和省级重点保护野生动植物、古树名木分布。</p> <p>综上，项目选址符合《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T1269—2024）的要求。</p> <p><b>4.3.2与《磷石膏利用和无害化贮存污染控制技术规范》（HJ1415—2025）选址要求的符合性分析</b></p> <p>项目与《磷石膏利用和无害化贮存污染控制技术规范》（HJ1415—2025）中“4总体要求”的符合性分析如下：</p> <p>一、文件要点1规定：</p> <p>磷石膏产生单位应实施清洁生产，提高资源利用率，降低磷石膏的产生量，减少磷石膏中污染物含量。</p> <p>文件要点1相符性分析：</p> <p>项目选用的磷石膏来源于昆明川金诺化工股份有限公司、云南红富化肥</p> |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>限公司两家东川区本地磷化工企业，两家企业作为磷石膏产生单位，属于东川区磷化工龙头企业，项目已纳入区域磷石膏综合治理体系，符合《昆明市全面加强磷石膏综合利用三年攻坚行动方案（2023—2025年）》中“支持龙头企业加大资金投入、技术研发力度”的要求，企业将持续推进清洁生产，从源头降低磷石膏产生量及污染物含量。</p> <p>本项目采用的磷石膏改性生产线产能为300t/h，配套原料检测、改性药剂精准添加等工艺，生产前对磷石膏原料采样检测，根据结果优化改性参数，进一步降低改性后充填材料的污染物含量，确保满足Ⅰ类一般工业固体废物要求。</p> <p><b>二、文件要点2规定：</b></p> <p>磷石膏利用单位应尽可能对磷石膏进行利用，最大限度降低磷石膏的贮存量，控制环境风险。</p> <p>文件要点2相符性分析：</p> <p>项目改性后的磷石膏满足《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）Ⅰ类充填材料要求，同时符合《土壤环境质量建设用土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）第二类用地、《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）相关标准，从原料端控制环境风险；</p> <p>项目配套底部+边坡+顶部三重防渗系统、地下水监控体系、淋滤水全收集回用等措施，全过程防控利用过程中的环境风险。</p> <p><b>三、文件要点3规定：</b></p> <p>磷石膏用于符合本标准规定的筑路、回填、充填和土地利用时，应避开饮用水水源和其他特殊水体保护区；用于筑路和回填利用时，还应避开活动断层，泉域保护范围以及岩溶强发育、存在较多落水洞和岩溶漏斗的区域，湿地，江河、湖泊、运河、渠道、最高水位线以下的滩地和岸坡，以及国家和地方规划中的水库等人工蓄水设施的淹没区和保护区等。</p> <p><b>文件要点3相符性分析：</b></p> <p>根据水文地质调查结果，项目区地下水系统为“铁头沟—小江地下水系统”，地下水以农业灌溉为主要利用方式，无生活饮用水源；地表水敏感目</p> |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>为东侧3.2km的小江，项目区与金沙江直线距离5.6km，无直接水力联系，且项目淋滤水全部收集回用，最不利情景下（收集池破损）淋滤水入小江后污染物浓度仍满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准，未占用饮用水水源及特殊水体保护区。</p> <p>项目区域位于小江断裂带，但根据场地岩土工程评价，场地内无活动断层分布，不属于活动断层区域；根据水文地质勘查结果，项目场地岩溶发育等级为微发育—中等发育，未发现落水洞和岩溶漏斗，不在泉域保护范围内；项目为历史遗留露天矿坑，不属于湿地、江河湖泊运河渠道最高水位线以下滩地和岸坡，也不在国家 and 地方规划的水库等人工蓄水设施淹没区和保护区内。</p> <p>项目选址经“三区三线”查询，不占用生态保护红线、永久基本农田、城镇开发边界。</p> <p><b>三、文件要点4规定：</b></p> <p>磷石膏利用和贮存过程涉及的国家安全生产、职业健康、交通运输、消防等，应符合国家和地方相关法律法规及标准的规定。</p> <p><b>文件要点4相符性分析：</b></p> <p>（1）项目改性磷石膏生产线配套定制自动化控制系统，包含原料输送、破碎、拌和、药剂添加等单元的管控；矿坑回填设置不稳定斜坡BW1整治、风化料拦挡体、截排洪系统等，场地抗震设防烈度8度，按规范设防，回填体边坡稳定分析满足安全要求，同时建立汛期、极端天气应急监测机制，配套完善的安全生产管理制度。改性生产车间设置实验室、办公生活区，配备相应的职业危害防护设施；施工现场按规范设置警示标志，为作业人员配备防尘、防噪等劳动防护用品，定期开展工作场所职业病危害因素监测。项目进场道路改造200m，磷石膏运输路线结合现场情况合理规划，运输车辆按规范管理，避免运输过程洒落、扬尘等影响。沉淀池挡墙体、生产车间等配套消防设施，按消防规范设计建设，满足消防相关要求。</p> <p>（2）项目全流程按照《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）《磷石膏利用和无害化贮存污染控制技术规范》（HJ1415-2025）等国家和地方相关法律法规</p> |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>综上，项目选址符合《磷石膏利用和无害化贮存污染控制技术规范》（HJ 1415—2025）选址要求。</p> <p><b>4.3.3小结</b></p> <p>项目生态修复范围不涉及生态保护红线、永久基本农田，不在东川区城镇开发边界内。项目选址区主要涉及东川区建设用地污染风险重点管控单元，项目开展生态修复建设活动不违反《昆明市生态环境分区管控动态更新方案（2023年）》中的相关要求。</p> <p>项目选址符合《地下水管理条例》、《中华人民共和国长江保护法》、《长江经济带生态环境保护规划》、《长江经济带发展负面清单指南（试行，2022年）》、《云南省长江经济带发展负面清单指南实施细则（试行，2022年版）》有关规定。</p> <p>项目选址符合《关于“十四五”大宗固体废弃物综合利用的指导意见》、《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）、《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T1269—2024）、《磷石膏利用和无害化贮存污染控制技术规范》（HJ1415—2025）等有关规定。</p> |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

五、主要生态环境保护措施

|                                                     |                                                                                |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| 施<br>工<br>期<br>生<br>态<br>环<br>境<br>保<br>护<br>措<br>施 | <p><b>5.1施工期生态环境保护措施</b></p>                                                   |
|                                                     | <p><b>5.1.1施工期大气环境保护措施</b></p>                                                 |
|                                                     | <p>（1）基础施工大气环境保护措施</p>                                                         |
|                                                     | <p>基础施工包括边坡削坡、采坑底部处理、拦渣坝建设、底部及边坡防渗施工、其他区域地表清理工作，针对上述工程施工内容，环评提出以下大气环境保护措施：</p> |
|                                                     | <p>①地表清理、整平等过程中采取洒水降尘措施，保持工作面湿度，减少因施工机械对工作面扰动产生的扬尘；</p>                        |
|                                                     | <p>②削坡过程中采取喷雾降尘措施，尤其在采取静态爆破时应增加喷雾频次。</p>                                       |
|                                                     | <p>③临时使用的砂石料、清基产生的土石在堆放过程中采取覆盖、遮蔽措施；</p>                                       |
|                                                     | <p>④施工材料场内运输道路采取洒水降尘措施，非雨天每日洒水次数不少于3次；若遇到大风或干燥天气应增加洒水喷雾次数；</p>                 |
|                                                     | <p>⑤尽可能缩短施工时间，尽量避免大风天气下大规模作业，并对裸露区域增加洒水频次。</p>                                 |
|                                                     | <p>（2）运输扬尘</p>                                                                 |
|                                                     | <p>针对运输扬尘要求：</p>                                                               |
|                                                     | <p>①对回填料及耕植土的运输须密闭运输，施工场地运输车辆的车厢应当确保牢固、严密，严禁在装运过程中沿途抛、洒、滴、漏；</p>               |
|                                                     | <p>②减速慢行，严禁超载、超速，并规划好运输车辆的运行路线与时间； ③运输道路合理安排洒水降尘，出场车辆进行冲洗，严禁带泥上路。</p>          |
|                                                     | <p>（3）改性磷石膏回填大气环境保护措施</p>                                                      |
|                                                     | <p>改性磷石膏回填采用分层碾压回填，环评提出以下措施：</p>                                               |
|                                                     | <p>①回填过程中工作面采取洒水降尘，减少铲车、压路机施工作业时颗粒物排放；</p>                                     |
|                                                     | <p>②避免大风天气下进行回填作业，同时在回填区域增加洒水频次。</p>                                           |

(4) 覆土复绿施工大气环境保护措施

①合理安排表土运输量，避免表土在项目区大量堆存，表土需临时堆存时采取覆盖、遮蔽措施。

②覆土施工过程采取洒水降尘；

③对运输道路进行洒水降尘，要求运输车辆应采取密闭运输、限速行驶；

④尽可能缩短施工时间，尽量避免大风天气下大规模作业，并对裸露区域增加洒水频次。

(5) 施工机械废气排放大气环境保护措施

①设备定期维护保养，严禁带病作业；

②加强操作人员环保意识培训，规范使用施工机械。

**5.1.2 施工期地表水环境保护措施**

项目施工期废水主要为回填修复区淋滤水、施工废水、施工人员生活污水。

(1) 回填修复区淋滤水

本项目为矿山生态修复，回填修复区雨季淋滤水经场底淋滤水收集沟收集至下游淋滤水收集池后，回用于施工场地洒水降尘，不外排。

(2) 施工废水

项目施工废水主要为车辆冲洗废水。废水主要为SS。根据类比调查，施工生产废水中SS浓度为3000mg/L，废水经收集沉淀处理后回用于场地洒水降尘，不外排。

(3) 生活污水

项目施工期生活污水主要为施工人员施工区内洗手废水，经收集沉淀处理后回用于施工场地洒水降尘，不外排。

**5.1.3 施工期地下水环境保护措施**

(1) 源头控制

改性磷石膏回填修复区绿化植被覆土前，回填体为裸露堆放，降雨时，回填场产生淋滤水，淋滤水含有一定量污染物。项目使用的回填物料

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>采取防渗措施，淋滤水将会随雨水渗入地下，污染地下水。为防止回填场渗水渗漏对地下水造成污染，对回填区的底部和内边坡进行防渗。</p> <p>①落实回填区防渗和淋滤水导排措施，防渗要求为渗透系数小于<math>1\times 10^{-5}\text{cm/s}</math>。</p> <p>②对每批次回填材料参照《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53T/1269—2024）要求进行采样，按照HJ557制备浸出液进行浸出毒性分析，有机质按HJ761方法进行分析。</p> <p>改性磷石膏采样方法如下：</p> <p>将回填规模等重量划分后采集样品。<math>300000\text{t}&lt;\text{回填规模}&lt;1000000\text{t}</math>的，以<math>15000\text{t}</math>改性磷石膏为一批次，每批次采样点位不少于3个，每批次份样数不少于6个，将上述份样制成一个混合样进行分析。</p> <p>改性磷石膏必须满足《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）中第I类一般工业固体废物的要求，同时满足《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T1269—2024）及《磷石膏利用和无害化贮存污染控制技术规范》（HJ1415—2025）的要求。</p> <p>③做好改性磷石膏回填台账记录，包括记录回填量、成分分析结果等。</p> <p>（2）防渗措施</p> <p>严格按照设计要求对采坑底部、边坡、回填体顶部、淋滤水收集池等区域进行防渗，渗透系数<math>\leq 1.0\times 10^{-5}\text{cm/s}</math>。</p> <p>（3）过程控制</p> <p>①严格按设计要求建设地下水及淋滤水导排工程。</p> <p>②日常情况下，改性磷石膏淋滤水由1座<math>680\text{m}^3</math>淋滤水池收集后，收集后回用于施工场地洒水降尘，不外排；</p> <p>③开展隐蔽工程施工监理，重点对防渗工程、导排工程、收集池建设情况等进行监理，保留施工影像记录，作为项目竣工验收依据。</p> <p>④严格管理施工场地，对场地内施工机械、车辆等划分活动区域，防止施工设备破坏防渗层。</p> <p>（4）跟踪监测</p> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

井位于地下水上游、ZK04井位于地下水侧向。

②参照《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T 1269—2024），地下水监测井布点要求：回填区所在的地质单元潜水含水层水质监测点位应不少于3个，可能受建设项目影响的含水层1-2个，回填区上游及下游区的地下水水质监测点不少于一个，根据水文地质调查场地富水性弱，项目设置3口地下水监测井，布点满足《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T1269—2024）要求。

表5.1-1 监测井与项目的位置关系

| 钻孔编号 | 坐标          |             | 孔口标高<br>m | 终孔深度<br>m |
|------|-------------|-------------|-----------|-----------|
|      | X           | Y           |           |           |
| ZK01 | 34604671.06 | 2924482.338 | 1689.89   | 100       |
| ZK03 | 34604554.89 | 2924166.931 | 1749.87   | 100       |
| ZK04 | 34604481.73 | 2924404.972 | 1718.6    | 65        |

监测井严格按照《地下水环境监测技术规范》（HJ164-2020）要求进行建设，并按要求设置标识标牌。地下水跟踪监测井建设要求见下表：

表5.1-2 地下水跟踪监测井建设要求

| 建井要求                                                                                                                                                                                                                                                     | 监测井设置情况                                                                              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>①监测井井管使用PVC管材（纯PVC无其他添加成分，厚度为4~6mm）。</p> <p>②监测井管应采用螺纹接口，不得使用任何粘接剂。滤水管段应使用120目钢丝网包缠，采用封口条固定。</p> <p>③井口保护套管应为不锈钢材质。</p> <p>④监测井过滤材料采用分级（均匀系数在1.5~2.0之间）石英砂作为过滤层滤料。过滤材料使用前应进行冲洗，在钻井场地存储时应确保不与污染物接触并防止外部杂质混入。</p> <p>⑤过滤层上下部环状间隙应用止水材料进行封隔，为膨润土和水泥。</p> |  |

（5）应急响应

按照本环评要求，落实开展地下水跟踪监测。当防渗层监测发生异常情况或跟踪监测结果显示污染物浓度呈上升趋势时，及时停止回填工作，并将情况上报至生态环境管理部门，同时增加监测频次，及时查明原因。

5.1.4施工期声环境保护措施

施工期间噪声主要是施工现场的各类机械设备噪声、施工作业噪声以

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>及物料运输造成的交通噪声。</p> <p>1、施工噪声</p> <p>项目周边50m范围内有声环境保护目标。为减轻施工期对周围环境影<br/>响，项目施工期需注意采取以下措施：</p> <p>①在符合施工需要的前提下，尽可能选取噪声低、振动小、能耗小的<br/>先进设备。加强对施工机械的维护保养，避免由于设备性能差而使机械噪<br/>声增大的现象发生，避免偶发噪声发生；</p> <p>②加快施工进度，合理安排施工时间；</p> <p>③加强对施工人员的环境宣传和教育，使他们认真落实各项降噪措<br/>施，做到文明施工；</p> <p>④运输施工物资应注意合理安排施工物料运输时间。</p> <p>⑤加强对施工场地的噪声管理，文明施工，做好区内交通组织，施工<br/>场地车辆出入现场时应低速、禁鸣，设立专人负责。</p> <p>2、运输噪声</p> <p>为避免车辆运输噪声对沿途村民的影响，要求运输车辆经过此处时减<br/>速慢行，同时加强途经村庄道路维护；在经过沿线村庄时，应减缓车速、<br/>禁止鸣笛；合理安排运输时间，运输尽量安排在昼间；路过村庄点，应避<br/>开在12：00~14：00，夜间22：00~次日6：00。</p> <p>通过采取上述措施，将项目施工期施工机械噪声对周围环境的影响降<br/>至最低，施工场界噪声符合《建筑施工噪声排放标准》（GB12523-2025），<br/>即：昼间≤70dB（A），夜间≤55BdB（A）。</p> <p>随着项目施工结束，施工噪声污染将随之消失，在严格执行上述措施<br/>的前提下，项目施工噪声对周边环境产生的影响是可以接受的。</p> <p><b>5.1.5施工期固体废物处置措施</b></p> <p>项目施工期固体废物主要为废土石、废建筑材料等。施工设备维修保<br/>养全部外委，不涉及废矿物油及机修废物。</p> <p>（1）废土石</p> <p>危岩清理产生约15000立方米石方，产生的土石方一部分用于填筑拦<br/>挡坝，拦挡坝分层碾压筑坝，土石方处置率100%。</p> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

(2) 生活垃圾

项目区不设施工营地，施工期间施工人员产生的少量生活垃圾由垃圾桶收集后委托环卫部门清运处置。

(3) 沉淀池及淋滤水收集沉淀池沉渣

沉淀池及淋滤水收集沉淀池的沉渣，定期进行清理，清理出来的污泥装袋沥水晾干后用于回填区。

**5.1.6施工期土壤环境保护措施**

除落实本环评提出的地下水污染防治措施外，还应采取以下土壤污染防治措施：

①外购表土来源必须为合法途径购买。

②外购表土应满足《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）风险筛选值的要求。要求必须对同一批次的外购土壤进行采样分析，满足要求后方可进入项目区施工。

③做好覆土资料管理工作，包括回填台账、土壤监测报告等。

④按照本环评提出的土壤监测计划开展土壤跟踪监测。

**5.1.7施工期环境风险防范措施**

项目为矿山生态修复项目，施工期机械设备燃油依托周边加油站，不涉及汽柴油贮存，机械设备维护保养全部外委，不设置机修区域、不产生废矿物油类。根据项目特点，项目存在的环境风险主要体现为改性磷石膏淋滤水发生入渗、漫流等情况，对周边地表水、地下水、土壤造成影响。

(1) 土壤环境风险防范措施

①严格控制入场磷石膏各污染物指标，要求必须满足《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T1269-2024）表2及《磷石膏利用和无害化贮存污染控制技术规范》（HJ1415—2025）5.3.2规定中的要求。

②对外购土壤按批次进行检测，土壤质量应满足《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）风险筛选值的要求；耕作土土壤容重 $\leq 1.5\text{g/cm}^3$ ，土壤有机质 $\geq 2.50\%$ ；同时要求绿化种植土壤

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>表土pH、有机质、含盐量还应满足需满足《中华人民共和国城镇行业建设标准》CJ/340-2016绿化种植土壤表1表2的要求。</p> <p>③严格按照堆填设计、生态修复设计的要求进行防渗层施工，防渗施工材料应选用合格产品，并如实记录相关采购台账、材料质量合格信息等。</p> <p>施工后应对各接口、接缝等部位进行检查。防渗层施工结束后应组织防渗验收，确保防渗层无破损。</p> <p>④严格管理施工场地，对场地内施工机械、车辆等划分活动区域，防止施工设备破坏防渗层。</p> <p>⑤建立健全应急响应措施，设立环境监测小组，负责环境监测和管理，或者委托专业的机构完成。建立有关规章制度和岗位责任制，制定风险预警方案。</p> <p>⑥按本环评制定的跟踪监测计划落实土壤环境跟踪监测。</p> <p>（2）地表水环境风险防范措施</p> <p>①建设1座规模为680m<sup>3</sup>淋滤水收集池。</p> <p>②严格按照设计建设淋滤水导排系统，导排工程建设完成后进行单项工程验收。</p> <p>③加强施工管理，回填施工作业时加强对导排系统的保护，避免造成淋滤水导排管沟破损、阻塞。日常对项目区外围截排水沟进行巡查，及时清理杂物、污泥等，确保截排水沟通畅，避免项目外围雨水进入回填区域。</p> <p>④施工期间应密切关注降雨天气预报，如有暴雨情况下，应提前启动应急预案。对于突发暴雨情况下，应急预案内容应包括淋滤水的转运与应急处理，确保不受暴雨影响而导致淋滤水收集池发生满溢的情况。</p> <p>⑤施工作业区在确保洒水降尘不产生地表径流的情况下，可适度增加降尘用水量。</p> <p>（3）地下水环境风险防范措施</p> <p>①严格控制入场磷石膏各污染物指标，对每批次入场磷石膏进行检验分析，要求改性磷石膏须《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术</p> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>②严格落实回填区内堆体地表径流导排工程建设，减少降雨入渗量。</p> <p>③做好周边地表水和地下水导排工作，尤其是后期减少上游浅层地下水侧向补给，在完成闭坑后，尽可能减少地下水通过四周基岩侧向补给改性磷石膏渣填埋区，从而有效减少对改性磷石膏渣特征污染物的浸出及迁移。</p> <p>④严格按照堆填设计、生态修复设计的要求进行防渗层施工，防渗施工材料应选用合格产品，并如实记录相关采购台账、材料质量合格信息等。</p> <p>施工后应对各接口、接缝等部位进行检查。防渗层施工结束后应组织防渗验收，确保防渗层无破损。</p> <p>⑤严格管理施工场地，对场地内施工机械、车辆等划分活动区域，防止施工设备破坏防渗层。</p> <p>⑥按照本次环评制定的跟踪监测计划开展地下水环境跟踪监测。</p> <p>⑦建立健全应急响应措施，设立环境监测小组，负责环境监测和管理，或者委托专业的机构完成。建立有关规章制度和岗位责任制，制定风险预警方案。</p> <p><b>5.1.8施工期生态环境保护措施</b></p> <p>（1）植物保护和影响减缓措施</p> <p>①运输道路及场内道路尽量利用既有道路，对局部不满足运输要求的进行简单改造，减少对植被的破坏和土石方开挖。</p> <p>②施工期限界划定施工作业范围，加强施工人员管理，禁止施工现场人员随意破坏周边野生植物。</p> <p>③加强施工管理和环境宣传，对施工人员进行环境教育及有关法律法规的宣传教育及培训，增强施工人员的环保意识。将环境保护要求纳入工程招标中，严格按设计施工，禁止超计划占用土地和破坏植被。</p> <p>④施工结束覆土后采取当地适生植物进行植被恢复，采用灌、草结合的方式进行植被重建工程，灌木设计采用火棘、车桑子，灌木间抛撒狗牙根、三叶草、黑麦草混合草籽，禁止引入外来物种。</p> <p>⑤严格施工期项目场区烟火管理，防止林草火灾的发生。</p> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>①在施工中控制施工活动范围和人员活动范围，尽量减少对动物栖息地环境的破坏。</p> <p>②加强施工人员对野生动物和生态环境的保护意识教育，施工期间要求文明施工，严禁非法猎捕鸟类、兽类等野生动物。</p> <p>③合理安排，科学组织施工，减少工程施工噪声对野生动物的惊扰，应做好施工方式和时间的计划，禁止夜间施工。</p> <p>(3) 水土保持措施</p> <p>《昆明市东川区拖布卡镇红岩铁矿磷石膏回填利用生态修复项目水土保持方案报告书》已在同步开展审批工作，要求项目在施工过程中，严格落实报告书中的水土保持措施，减少水土流失。</p> <p>项目施工期环境保护措施详见下表：</p> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <p align="center"><b>表5.1-3 施工期环境保护措施一览表</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 类别                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 污染防治措施                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 废气                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <p><b>(1) 基础施工大气环境保护措施</b></p> <p>①地表清理、整平等过程中采取洒水降尘措施，保持工作面湿度，减少因施工机械对工作面扰动产生的扬尘；</p> <p>②削坡过程中采取喷雾降尘措施，尤其在采取静态爆破时应增加喷雾频次。</p> <p>③临时使用的砂石料、清基产生的土石在堆放过程中采取覆盖、遮蔽措施；</p> <p>④施工材料场内运输道路采取洒水降尘措施；</p> <p>⑤尽可能缩短施工时间，尽量避免大风天气下大规模作业，并对裸露区域增加洒水频次。</p> <p><b>(2) 改性磷石膏回填大气环境保护措施</b></p> <p>①回填过程中工作面采取洒水降尘，减少铲车、压路机施工作业时颗粒物排放；</p> <p>②避免大风天气下进行回填作业，并在回填区域增加洒水频次。</p> <p><b>(3) 覆土复绿施工大气环境保护措施</b></p> <p>①合理安排表土运输量，避免表土在项目区大量堆存，表土需临时堆存时采取覆盖、遮蔽措施。</p> <p>②覆土施工过程采取洒水降尘；</p> <p>③对运输道路进行洒水降尘，要求运输车辆应采取密闭运输、限速行驶； ④尽可能缩短施工时间，尽量避免大风天气下大规模作业，并对裸露区域增加洒水频次。</p> <p><b>(4) 施工机械废气排放大气环境保护措施</b></p> <p>①设备定期维护保养，严禁带病作业；</p> <p>②加强操作人员环保意识培训，规范使用施工机械。</p> |
| 废水                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <p><b>(1) 生态修复区地表水环境保护措施</b></p> <p>①严格按照设计建设回填区外围雨水导排系统；</p> <p>②严格按照设计方案建设回填区内截排水系统，包括底部排渗系统、回填工作面排水系统。淋滤水收集后回用于改性生产，不外排；</p> <p>③淋滤水收集池有效容积680m<sup>3</sup>，回用于施工场地洒水降尘，不外排；</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

|  |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |      | <p>④施工车辆清洗废水由1座6m³沉淀池收集后循环使用，不外排；⑤做好淋滤水输送管线日常巡查及检修，防止泄漏事故发生；</p> <p>⑥改性磷石膏回填体顶部防渗施工结束后，若产生的少量淋滤水，回用于项目区洒水降尘，不外排。</p> <p><b>(2) 施工人员生活污水</b></p> <p>施工人员生活污水由1座2m³沉淀池收集处理后回用于施工场地洒水降尘，不外排。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|  | 地下水  | <p><b>(1) 源头控制</b></p> <p>①改性磷石膏浸出液必须满足《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》(DB53/T1269-2024)表2及《磷石膏利用和无害化贮存污染控制技术规范》(HJ1415—2025)5.3.2中的要求。</p> <p>②改性磷石膏必须取得检测报告以明确各项指标满足要求后方可进行回填。回填过程中不得混入其他固体废物。</p> <p>④做好改性磷石膏回填资料管理工作，包括回填台账、每批次改性磷石膏成分检测报告等。</p> <p><b>(2) 防渗措施</b></p> <p>严格按照设计要求对采坑底部、边坡、拦渣坝上游、淋滤水收集井、淋滤水收集池等区域进行防渗，渗透系数不应大于<math>1.0 \times 10^{-7} \text{cm/s}</math>。</p> <p><b>(3) 过程控制</b></p> <p>①严格按设计要求建设地下水及淋滤水导排工程。</p> <p>②日常情况下，改性磷石膏淋滤水由1座680m³淋滤水池收集后，回用场地洒水降尘，不外排；</p> <p>③严格管理施工场地，对场地内施工机械、车辆等划分活动区域，防止施工设备破坏防渗层。</p> <p><b>(4) 跟踪监测</b></p> <p>①建设4口地下水跟踪监测井，背景参照点ZK01（上游）、污染监控点ZK02（侧面）、污染监控点ZK04（侧面）、ZK03污染监控点（下游）。</p> <p>③将拦渣坝下游地下水检查井纳入日常监测计划。</p> |
|  | 土壤   | <p>①外购表土来源必须为合法途径购买。</p> <p>②外购表土应满足《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》(GB15618-2018)风险筛选值的要求，绿化种植土壤表土pH、有机质、含盐量还应满足需满足《中华人民共和国城镇行业建设标准》CJ/340-2016绿化种植土壤表1表2的要求。要求必须对同一批次的外购土壤进行采样分析，满足要求后方可进入项目区施工。</p> <p>③做好覆土资料管理工作，包括回填台账、土壤监测报告等。</p> <p>④按本环评提出的检测计划落实土壤环境跟踪监测。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|  | 噪声   | <p>①在符合施工需要的前提下，尽可能选取噪声低、振动小、能耗小的先进设备。加强对施工机械的维护保养，避免由于设备性能差而使机械噪声增大的现象发生，避免偶发噪声发生；</p> <p>②合理安排施工计划，缩短施工时间；</p> <p>③加强对施工人员的环境宣传和教育，使他们认真落实各项降噪措施，做到文明施工；</p> <p>④运输施工物资应注意合理安排施工物料运输时间；</p> <p>⑤加强对施工场地的噪声管理，文明施工，做好区内交通组织，施工场地车辆出入现场时应低速、禁鸣，设立专人负责；</p> <p>⑥定期开展厂界声环境质量监测；</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|  | 固体废物 | <p>①废土石</p> <p>产生的土石方一部分用于填筑拦挡坝，拦挡坝分层碾压筑坝，土石方处置率100%。</p> <p>②生活垃圾</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

|  |          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|--|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |          | 项目区设置垃圾桶，生活垃圾桶收集后委托环卫部门清运处置。③沉淀池及淋滤水收集沉淀池的沉渣，定期进行清理，清理出来的污泥装袋沥水晾干后用于回填区。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|  | 生态       | ①施工过程中须严格控制施工作业面，按照分片区施工原则进行施工，减少水土流失；<br>②施工期间要求文明施工，严禁非法猎捕鸟类等野生动物；<br>③及时进行覆土、植被恢复。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|  | 环境<br>风险 | <p><b>(1) 土壤环境风险防范措施</b></p> <p>①严格控制入场磷石膏各污染物指标，对每批次入场磷石膏进行检验分析，要求改性磷石膏须满足《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》(DB53/T1269-2024)表2及《磷石膏利用和无害化贮存污染控制技术规范》(HJ1415—2025) 5.3.2的要求。</p> <p>②对外购土壤按批次进行检测，土壤质量应满足《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》(GB15618-2018)风险筛选值的要求，耕作土土壤容重<math>\leq 1.5\text{g/cm}^3</math>，土壤有机质<math>\geq 2.50\%</math>；绿化种植土壤表土pH、有机质、含盐量还应满足需满足《中华人民共和国城镇行业建设标准》CJ/340-2016绿化种植土壤表1表2的要求。</p> <p>③严格按照堆填设计、生态修复设计的要求进行防渗层施工，防渗施工材料应选用合格产品，并如实记录相关采购台账、材料质量合格信息等。施工后应对各接口、接缝等部位进行检查。防渗层施工结束后应组织防渗验收，确保防渗层无破损。</p> <p>④严格管理施工场地，对场地内施工机械、车辆等划分活动区域，防止施工设备破坏防渗层。</p> <p>⑤建立健全应急响应措施，设立环境监测小组，负责环境监测和管理，或者委托专业的机构完成。建立有关规章制度和岗位责任制，制定风险预警方案。</p> <p>⑥按本环评制定的跟踪监测计划落实土壤环境跟踪监测。</p> <p><b>(2) 地表水环境风险防范措施</b></p> <p>①建设1座规模为680m<sup>3</sup>淋滤水收集池。</p> <p>②严格按照设计建设淋滤水导排系统，导排工程建设完成后进行单项工程验收。</p> <p>③加强施工管理，回填施工作业时加强对导排系统的保护，避免造成淋滤水导排管沟破损、阻塞。日常对项目区外围截排水沟进行巡查，及时清理杂物、污泥等，确保截排水沟通畅，避免项目外围雨水进入回填区域。</p> <p>④施工期间应密切关注降雨天气预报，如有暴雨情况下，应提前启动应急预案。对于突发暴雨情况下，应急预案内容应包括淋滤水的转运与应急处理，确保不受暴雨影响而导致淋滤水收集池发生满溢的情况。</p> <p>⑤施工作业区在确保洒水降尘不产生地表径流的情况下，可适度增加降尘用水量。</p> <p><b>(3) 地下水环境风险防范措施</b></p> <p>①严格控制入场磷石膏各污染物指标，对每批次入场磷石膏进行检验分析，要求改性磷石膏须满足《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》(DB53/T1269-2024)表2及《磷石膏利用和无害化贮存污染控制技术规范》(HJ1415—2025) 5.3.2的要求。</p> <p>②严格落实回填区内堆体地表径流导排工程建设，减少降雨入渗量。</p> <p>③做好周边地表水和地下水导排工作，尤其是后期减少上游浅层地下水侧向补给，在完成闭坑后，尽可能减少地下水通过四周基岩侧向补给改性磷石膏渣填埋区，从而有效减少对改性磷石膏渣特征污染物的浸出及迁移。</p> |

|  |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                          |      |
|--|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
|  |        | <p>工后应对各接口、接缝等部位进行检查。防渗层施工结束后应组织防渗验收，确保防渗层无破损。</p> <p>⑤严格管理施工场地，对场地内施工机械、车辆等划分活动区域，防止施工设备破坏防渗层。</p> <p>⑥按照本次环评制定的跟踪监测计划开展地下水环境跟踪监测。</p> <p>⑦建立健全应急响应措施，设立环境监测小组，负责环境监测和管理，或者委托专业的机构完成。建立有关规章制度和岗位责任制，制定风险预警方案。</p> <p>⑧建当发现污染扩散井中污染物超标时，应及时查找超标原因，并及时开展修复工作。</p> <p>⑨根据《企业事业单位突发环境事件应急预案备案管理办法（试行）》等相关规定编制突发环境事件应急预案并提交当地生态环境部门备案。</p> |                                                                                                                          |      |
|  | 5.1 类别 | 施工期环境处理措施                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 监理标准                                                                                                                     | 执行单位 |
|  | 废气     | <p>①施工场地、运输道路采取洒水降尘、喷雾降尘；</p> <p>②运输车辆须以篷布遮盖，密闭运输，并控制车速；③每年度开展场界无组织颗粒物监测；</p>                                                                                                                                                                                                                                                          | <p>①记录洒水喷雾降尘设施设备、洒水降尘频次、降尘影像记录；</p> <p>②运输车辆密闭或篷布遮盖运输的影像记录</p> <p>④做好监测报告查验和管理工作。</p>                                    | 建设单位 |
|  | 废水     | <p>①固填修复区外围设置截排水沟；</p> <p>②严格按照设计方案建设回填区作业面截排水系统③容积为6m³临时沉淀池1个，用于收集施工废水。</p>                                                                                                                                                                                                                                                           | <p>①截排水沟竣工验收检测；</p> <p>②截排水沟日常巡查及排水畅通，水沟无破损；</p> <p>③车辆清洗废水循环使用，不外排；</p>                                                 | 建设单位 |
|  |        | <p>①地下水、淋滤水导排系统；</p> <p>②1座有效容积680m³淋滤水收集池；</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <p>①地下水、淋滤水导排系统竣工验收检测；</p> <p>②记录导排系统、各池体及防渗施工等影像记录；</p> <p>③日常巡查记录，确保池内无污泥、异物堆存。</p> <p>④记录改性磷石膏淋滤水外运台账，包括时间、数量、去向等</p> |      |
|  |        | 开展淋滤水水质监测                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 做好监测报告查验和管理工作。                                                                                                           |      |

|  |         |                                                                                                                                                                                                      |                                                                             |
|--|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
|  | 噪声      | ①使用低噪声设备、分时段、夜间禁止施工、施工现场周围加围护、地形阻隔、距离衰减等；<br>②对施工场界周边及敏感目标进行监测；                                                                                                                                      | ①做好监测报告查验和管理工作。<br>②监督落实施工设备定期维护保养。                                         |
|  | 土壤      | ①外购表土满足《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）风险筛选值的要求；耕作土土壤容重 $\leq 1.5\text{g/cm}^3$ ，土壤有机质 $\geq 2.50\%$ ；绿化种植土壤表土pH、有机质、含盐量还应满足需满足《中华人民共和国城镇行业建设标准》CJ/340-2016绿化种植土壤表1表2的要求。<br>②回填期间对周边土壤环境质量监测 | ①做好每批外购土监测报告查验和管理工作；<br>②落实土壤环境质量监测及检测报告查验、管理工作；<br>③建立覆土台账，记录回填数量。         |
|  | 地下水     | ①对磷石膏回填区、淋滤水池、淋滤水应急池等区域进行防渗，渗透系数 $\leq 10^{-5}\text{cm/s}$ 。<br>②建设3口地下水跟踪监测井，并开展跟踪监测。                                                                                                               | ①查验防渗材料合格证、购销合同等资料。<br>②开展防渗工程验收工作，保留防渗系数检测报告。<br>③开展地下水跟踪监测计划。做好监测报告查验、管理。 |
|  | 固体废物    | 废土石方                                                                                                                                                                                                 | 无弃方，做好弃土回填记录，回填量。                                                           |
|  |         | 生活垃圾                                                                                                                                                                                                 | 委托环卫部门清运处置。                                                                 |
|  |         | 沉淀池沉渣                                                                                                                                                                                                | 用于矿坑回填。                                                                     |
|  | 改性磷石膏质量 | 改性磷石膏满足《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T1269-2024）表2及《磷石膏利用和无害化贮存污染控制技术规范》（HJ 1415—2025）5.3.2中的要求。                                                                                                     | ①做好每批改性磷石膏浸出毒性检测报告查验和管理工作；②落实进场磷石膏检查，确保无异物或其他废物混入；<br>③建立回填台账，记录回填数量。       |

5.1.10 施工期监测计划209

土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）风险筛选值的要求，耕作土土壤容重 $\leq 1.5\text{g/cm}^3$ ，土壤有机质 $\geq 2.50\%$ ；耕作土土壤容重 $\leq 1.5\text{g/cm}^3$ ，土壤有机质 $\geq 2.50\%$ ；绿化种植土壤表土 pH、有机质、含盐量还

[illegible]

|             |                                                                                                               |                |                           |       |                                         |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|---------------------------|-------|-----------------------------------------|
|             | 表层土壤                                                                                                          | 修复区范围内布设土壤监测点位 | pH、镉、汞、砷、铅、铬、铜、镍、锌、六价铬、氟化 | 1次/年  | 《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018） |
|             | 噪声                                                                                                            | 施工场界四周         | Leq（A）                    | 1次/季度 | 《建筑施工噪声排放标准》（GB12523-2025）              |
| 运营期生态环境保护措施 | <b>5.2管护期生态环境保护措施</b>                                                                                         |                |                           |       |                                         |
|             | 项目为矿山生态修复，运营期无废气、噪声、固废产生，运营期环境保护措施如下：                                                                         |                |                           |       |                                         |
|             | <b>5.2.1管护期生态环境保护措施</b>                                                                                       |                |                           |       |                                         |
|             | ①制定植被保护管理工作，防止人畜破坏。                                                                                           |                |                           |       |                                         |
|             | ②树木每月、灌木每旬查验一次，并应做查验记录。                                                                                       |                |                           |       |                                         |
|             | ③根据一年植物生长规律及气候特点制定绿化管养全年养护计划。包括浇灌、补植、施肥、病虫害预防等工作内容及计划。                                                        |                |                           |       |                                         |
|             | ④完工检验时发现不符合规定者，应立即换植。查验时发现梢端枯萎，有严重病虫害、折害等无复原希望者应立即换掉，发现枯死、半枯无养活希望者，应换植。                                       |                |                           |       |                                         |
|             | ⑤乔木花草保养保护期，自全部种植工程完工检验合格起算36个月。而补植部分自复检合格日起算12个月。                                                             |                |                           |       |                                         |
|             | <b>5.2.2管护期水环境保护措施</b>                                                                                        |                |                           |       |                                         |
|             | ①对周边截排水沟加强巡查，防止异物阻塞。                                                                                          |                |                           |       |                                         |
|             | ②改性磷石膏堆体顶部进行防渗后，对淋滤水的产生形成阻隔条件，受堆体重力条件，可能产生少量的淋滤水，回用于项目区洒水降尘，不外排。                                              |                |                           |       |                                         |
|             | <b>5.2.3管护期环境质量监测计划</b>                                                                                       |                |                           |       |                                         |
|             | 管护期内土壤、地下水、地表水跟踪监测参考《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T1269-2024）制定，环评提出对淋滤水按照《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020） |                |                           |       |                                         |

的要求持续开展监测。项目建设的地下水检查井具有最直接反映防渗层是否破损的功能，本次环评提出将地下水检查井纳入监测计划，至少每月开展1次监测。

管护期环境质量监测计划详见下表：

**表5.2-1 管护期环境质量监测计划一览表**

| 监测对象  | 监测点位                                                                   | 监测因子                                                                | 监测频率                                 | 执行标准                                    |
|-------|------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------|
| 地下水   | 背景参照点<br>ZK03（上游）、<br>污染监控点<br>ZK04（侧面）、<br>污染监控点<br>ZK01污染监控点<br>（下游） | pH、氨氮、磷酸盐（以P计）、氟化物、氯化物、硫酸盐、硝酸盐、亚硝酸盐、铜、锌、砷、硒、镉、铬、六价铬、铅、汞、总镍、总铍、总银、总锰 | 封场后，地下水每半年监测1次，直到地下水水质连续2年不超出地下水本底水平 | 《地下水质量标准》（GB14848-2017）III类             |
|       |                                                                        |                                                                     |                                      | 《地下水质量标准》（GB14848-2017）III类             |
| 地表水   | 小江上游、下游监测断面                                                            | pH、COD、BOD <sub>5</sub> 、氨氮、磷酸盐（以P计）、氟化物、硫化物、锌、硒、砷、汞、镉、六价铬、         | 每6个月1次                               | 《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类            |
| 淋滤水   | 淋滤水收集池                                                                 | pH、磷酸盐（以P计）、氟化物、总汞、总镉、总铬、六价铬、总砷、总铅、总镍、总锌、总铍、总银、烷基汞、总锰               | 1次/月，无淋滤水时可不开展监测                     | 《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级标准             |
| 表层土壤  | 修复区内布设土壤监测点位                                                           | pH、镉、汞、砷、铅、铬、铜、镍、锌、六价铬、氟化物                                          | 1次/年                                 | 《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018） |
| 农作物监测 | 旱地                                                                     | 砷、镉、铬                                                               | 根据农作物生长期，每一期开展监测                     | 《食品安全国家标准食品中污染物限量》（GB2762-2017）         |

管护期环境质量跟踪监测过程中，发现水质类别降低，或土壤污染程度上升，应当立即开展排查，并增加监测频次。由本项目引起的恶化，应立即采取措施，消除环境影响。当各监测因子连续3年可稳定达到控制要求的、无标准值的因子连续3年不超出本底水平的，可停止监测。

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 其他 | <p><b>1、档案管理</b></p> <p>建立全过程档案管理制度，实施“一点一档”管理要求，台账满足整个生态修复全过程和全生命周期的监管要求，并按照国家档案管理等法律法规进行整理与归档，永久保存。</p> <p>档案资料包括但不限于以下内容：</p> <ul style="list-style-type: none"><li>（1）场址选择、勘察、设计、施工、监理工程验收资料；</li><li>（2）磷石膏改性后入场检测分析报告，改性磷石膏入场台账和回填位置等资料；</li><li>（3）施工期环境监测资料；</li><li>（4）淋滤水产生情况、处理方式记录资料；</li><li>（5）生态修复及后期环境监测、应急处置等管理资料；</li><li>（6）施工报告、全套竣工图、所有材料的现场及实验室检测报告等；</li><li>（7）回填施工方案；</li><li>（8）改性磷石膏回填实施计划；</li><li>（9）环境风险管控报告。</li></ul> <p><b>2、后期管理</b></p> <p>（1）完成生态修复后，需建立长期维护管理制度并保存相关工作记录。长期维护管理制度中应包括环境应急预案，防止对周边大气、地下水、地表水和土壤造成污染。防止顶部阻隔层和覆盖土层开裂，确保植被恢复。</p> <p>（2）应在修复后场区边界外设置明显标识牌，注明施工完成时间、进入和使用该土地时应注意的事项，以及长期运行设施运行管理责任主体和联系方式。</p> <p>（3）完成生态修复后，按照要求实施日常管理，将修复区地下水、土壤等环境质量监测纳入当地环境质量监测管理。</p> <p>（4）项目管护期届满后，仍需持续监测和维护的，按照本环评制定的管护期监测方案执行，监测计划以及防渗漏设施设备维护等事宜由建设单位、土地责任管理单位或使用单位共同协商确定，要求须明确相应责任主体。</p> |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                  |                                                                                        |            |                                |              |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|------------|--------------------------------|--------------|
|                  | 坡)、坝体（特别是坝体的稳定性、透水性）、截排水沟的检查，并落实责任主体，建设单位应对工程的质量负责，若建设单位因股权变更、公司并购成立新的公司，则责任自动转移至新的单位。 |            |                                |              |
| 环<br>保<br>投<br>资 | <b>5.4环保投资</b>                                                                         |            |                                |              |
|                  | 项目总投资10425.24万元，其中环保投资938.3万元，占总投资的9%，环保投资明细见下表：                                       |            |                                |              |
|                  | <b>表5.4-1 环保设施（措施）及投资估算一览表</b>                                                         |            |                                |              |
|                  | 时段                                                                                     | 项目         | 环保建设内容                         | 投资估算<br>(万元) |
|                  | 施<br>工<br>期                                                                            | 废气         | 产尘区域苫布遮盖                       | 2            |
|                  |                                                                                        |            | 洒水车辆1辆、雾炮2台                    | 15           |
|                  |                                                                                        |            | 喷雾降尘设备                         | 20           |
|                  |                                                                                        |            | 废气监测                           | 5            |
|                  |                                                                                        | 废水         | 6m³车辆清洗废水沉淀池1个、2m³生活污水收集沉淀池1个  | 5.5          |
|                  |                                                                                        |            | 淋滤水导排、地下水导排                    | 50           |
|                  |                                                                                        |            | 库底防渗、边坡防渗、顶部防渗、拦挡坝防渗，雨天覆盖塑料膜   | 600          |
|                  |                                                                                        |            | 截排水沟                           | 30           |
|                  |                                                                                        |            | 680m³淋滤水收集池1座                  | 50           |
|                  |                                                                                        |            | 地下水跟踪监测井                       | 30           |
|                  |                                                                                        |            | 淋滤水水质监测、地下水水质监测                | 4            |
|                  |                                                                                        | 噪声         | 减震隔声                           | 5            |
|                  |                                                                                        |            | 噪声监测                           | 1.5          |
|                  |                                                                                        | 固废         | 生活垃圾桶若干                        | 0.3          |
|                  |                                                                                        | 其他         | 磷石膏检测、外购表土质量检测、土壤环境质量跟踪监测      | 8            |
|                  |                                                                                        | 生态         | 表层覆土                           | 75           |
|                  |                                                                                        |            | 复垦植被苗木                         |              |
|                  | 运<br>营<br>期                                                                            | 环境管理<br>监测 | 淋滤水跟踪监测、土壤跟踪监测、地下水跟踪监测、农作物跟踪监测 | 20           |
|                  |                                                                                        |            | 标识标牌、围栏                        | 2            |
|                  |                                                                                        | 管理措施       | 植被管护                           | 15           |
|                  | 合计                                                                                     |            |                                | 938.3        |

## 六、生态环境保护措施监督检查清单

| 要素 \ 内容 | 施工期                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                 | 运营期                                                                                                                |                                                  |
|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
|         | 环境保护措施                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 验收要求                                                                                                                            | 环境保护措施                                                                                                             | 验收要求                                             |
| 陆生生态    | 完成废弃矿山环境修理面积4.44公顷                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 回填完毕并顶部防渗后，覆100cm耕植土。<br>草种：黑麦草、狗牙根、车桑子、沟叶结缕草、蔗茅等，人工播撒（80kg/hm <sup>2</sup> ，品字形），雨季种植。                                         | 监测种植植被生长情况，包括植被成活率、覆盖度、保存率等指标。                                                                                     | 植物工程治理合格率达100%，其中植树造林成活达95%以上。                   |
| 水生生态    | /                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | /                                                                                                                               | /                                                                                                                  | /                                                |
| 地表水环境   | <p><b>（1）生态修复区地表水环境保护措施</b></p> <p>①严格按照设计建设回填区外围雨水导排系统；</p> <p>②严格按照设计方案建设回填区内截排水系统，包括底部排渗系统、回填工作面排水系统。淋滤水收集后回用于改性生产，不外排；</p> <p>③淋滤水收集池有效容积680m<sup>3</sup>；</p> <p>③施工车辆清洗废水由1座6m<sup>3</sup>沉淀池收集后循环使用，不外排；</p> <p>④做好淋滤水输送管线日常巡查及检修，防止泄漏事故发生；</p> <p>⑤改性磷石膏回填体顶部防渗施工结束后，若产生的少量淋滤水，用于项目洒水降尘。</p> <p><b>（2）施工人员生活污水</b></p> <p>施工人员生活污水依托项目区原有的化粪池收集处理，不外排。</p> <p><b>（3）跟踪监测</b></p> | <p>①现场查看截排水沟、淋滤水池建设情况；属临时工程的查看监理报告。</p> <p>②查阅施工监理报告，施工废水有效收集，不外排。</p> <p>③施工人员生活污水无外排情况。</p> <p>④查看地表水环境跟踪监测报告，切实落实跟踪监测计划。</p> | <p>①淋滤水经1座有效容积680m<sup>3</sup>淋滤水池收集后，用于项目区洒水降尘，不外排；</p> <p>②对周边截排水沟加强巡查，防止异物阻塞。</p> <p>③按照环评制定的监测计划对小江开展跟踪监测。</p> | <p>①废水不外排；</p> <p>②查看地表水环境跟踪监测报告，切实落实跟踪监测计划。</p> |

| 要素    | 内容                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 施工期                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                             | 运营期                  |      |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------|------|
|       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 环境保护措施                                                                                                                                                                                                                                                                  | 验收要求                                                        | 环境保护措施               | 验收要求 |
|       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 按环评制定的跟踪监测计划对小江开展跟踪监测。                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                             |                      |      |
| 地下水环境 | <p>（1）源头控制</p> <p>①改性磷石膏浸出液必须满足《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T1269-2024）表2及《磷石膏利用和无害化贮存污染控制技术规范》（HJ1415—2025）5.3.2规定。②要做好改性磷石膏回填资料管理工作，包括回填台账、每批次改性磷石膏成分检测报告等。</p> <p>（2）防渗措施</p> <p>严格按照设计要求对采坑底部、边坡、拦渣坝上游、淋滤水收集池等区域进行防渗，渗透系数不应大于1.0×10-5cm/s。</p> <p>（3）过程控制</p> <p>①严格按设计要求建设地下水及淋滤水导排工程。</p> <p>②日常情况下，改性磷石膏淋滤水由1座680m³淋滤水池收集后，收集后回用于施工场地洒水降尘；</p> <p>③严格管理施工场地，对场地内施工机械、车辆等划分活动区域，防止施工设备破坏防渗层。</p> <p>（4）跟踪监测</p> <p>①对地下水检查井进行跟踪监测。</p> <p>②建设4口地下水跟踪监测井，背景参</p> | <p>①查阅防渗工程竣工验收报告，满足《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T1269-2024）防渗要求。</p> <p>②查阅改性磷石膏检测报告，检测指标满足《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T1269-2024）表2中及《磷石膏利用和无害化贮存污染控制技术规范》（HJ1415—2025）5.3.2规定。</p> <p>③现场查看地下水跟踪监测井。</p> <p>④查阅地下水跟踪监测报告，监测指标应满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）Ⅲ类标准。</p> | <p>①地下水跟踪监测井设置规范，标识标牌齐全，运行正常；</p> <p>②按环评制定的监测计划开展跟踪监测。</p> | 地下水水质满足《地表水环境质量标准》Ⅲ类 |      |

| 要素   | 内容 | 施工期                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                     | 运营期    |                                                 |
|------|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------------------------------------|
|      |    | 环境保护措施                                                                                                                                                                                                                                        | 验收要求                                                                                                                                                                                                                                                | 环境保护措施 | 验收要求                                            |
|      |    | 照点ZK01（上游）、污染监控点ZK02（侧面）、污染监控点ZK04（侧面）、ZK03污染监控点（下游）。<br>③将拦渣坝下游地下水检查井纳入日常监测计划。                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                     |        |                                                 |
| 土壤环境 |    | ①外购表土来源必须为合法途径购买。<br>②外购表土应满足《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）风险筛选值的要求，绿化种植土壤表土pH、有机质、含盐量还应满足需满足《中华人民共和国城镇行业建设标准》CJ/340-2016绿化种植土壤表1表2的要求。要求必须对同一批次的外购土壤进行采样分析，满足要求后方可进入项目区施工。<br>③做好覆土资料管理工作，包括回填台账、土壤监测报告等。<br>④按环评提出的监测计划落实土壤环境跟踪监测。 | ①查阅外购表土检测报告，检测指标满足《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）风险筛选值的要求，耕作土土壤容重 $\leq 1.5\text{g/cm}^3$ ，土壤有机质 $\geq 2.50\%$ ；绿化种植土壤表土pH、有机质、含盐量还应满足需满足《中华人民共和国城镇行业建设标准》CJ/340-2016绿化种植土壤表1表2的要求<br>②土壤环境跟踪监测指标满足《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）； | 开展跟踪监测 | 跟踪监测指标满足《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018） |
| 声环境  |    | ①在符合施工需要的前提下，尽可能选取噪声低、振动小、能耗小的先进设备。加强对施工机械的维护保养，避免由于设备性能差而使机械噪声增大的现象发生，避免偶发噪声发生；<br>②合理安排施工计划，缩短施工时间；<br>③加强对施工人员的环境宣传和教育，使他们认真落实各项降噪措施，做到文                                                                                                   | 场界噪声应满足《建筑施工噪声排放标准》（GB12523—2025）标准限值要求。                                                                                                                                                                                                            | /      | /                                               |

| 要素 | 内容   | 施工期                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                   | 运营期    |      |
|----|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|--------|------|
|    |      | 环境保护措施                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 验收要求                              | 环境保护措施 | 验收要求 |
|    |      | 明施工；<br>④运输施工物资应注意合理安排施工物料运输时间；<br>⑤加强对施工场地的噪声管理，文明施工，做好区内交通组织，施工场地车辆出入现场时应低速、禁鸣，设立专人负责。<br>⑥定期开展厂界声环境质量监测；                                                                                                                                                                                                         |                                   |        |      |
|    | 振动   | /                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | /                                 | /      | /    |
|    | 大气环境 | <b>（1）基础施工大气环境保护措施</b><br>①地表清理、整平等过程中采取洒水降尘措施，保持工作面湿度，减少因施工机械对工作面扰动产生的扬尘；<br>②削坡过程中采取喷雾降尘措施，尤其在采取静态爆破时应增加喷雾频次。<br>③临时使用的砂石料、清基产生的土石在堆放过程中采取覆盖、遮蔽措施；<br>④施工材料场内运输道路采取洒水降尘措施；<br>⑤尽可能缩短施工时间，尽量避免大风天气下大规模作业，并对裸露区域增加洒水频次。<br><b>（2）覆土复绿施工大气环境保护措施</b><br>①合理安排表土运输量，避免表土在项目区大量堆存，表土需临时堆存时采取覆盖、遮蔽措施。<br>②覆土施工过程采取洒水降尘； | ①查阅环境监理报告；<br>②查阅施工期场界无组织颗粒物检测报告。 | /      | /    |

| 要素 | 内容   | 施工期                                                                                                                                                                                             |                              | 运营期    |      |
|----|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|--------|------|
|    |      | 环境保护措施                                                                                                                                                                                          | 验收要求                         | 环境保护措施 | 验收要求 |
|    |      | ③对运输道路进行洒水降尘，要求运输车辆应采取密闭运输、限速行驶；<br>④尽可能缩短施工时间，尽量避免大风天气下大规模作业，并对裸露区域增加洒水频次。<br><b>（3）施工机械废气排放大气环境保护措施</b><br>①设备定期维护保养，严禁带病作业；<br>②加强操作人员环保意识培训，规范使用施工机械                                        |                              |        |      |
|    | 固体废物 | ①废土石<br>产生的土石方一部分用于填筑拦挡坝，拦挡坝分层碾压筑坝，土石方处置率100%。<br>②生活垃圾<br>项目区设置垃圾桶，生活垃圾桶收集后委托环卫部门清运处置。<br>④沉淀池及淋滤水收集沉淀池的沉渣，定期进行清理，清理出来的污泥装袋沥水晾干后用于回填区。                                                         | ①现场查看是否存在固废堆存；<br>②固废处置率100% | /      | /    |
|    | 电磁环境 | /                                                                                                                                                                                               | /                            | /      | /    |
|    | 环境风险 | <b>（1）土壤环境风险防范措施</b><br>①严格控制入场磷石膏各污染物指标，对每批次入场磷石膏进行检验分析，要求改性磷石膏须满足《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T1269-2024）表2及《磷石膏利用和无害化贮存污染控制技术规范》（HJ1415—2025）5.3.2的要求。<br>②对外购土壤按批次进行检测，土壤质量应满足《土壤环境质量农用地土壤 |                              | /      |      |

| 要素 \ 内容 | 施工期                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |      | 运营期    |      |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|--------|------|
|         | 环境保护措施                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 验收要求 | 环境保护措施 | 验收要求 |
|         | <p>污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）风险筛选值的要求，绿化种植土壤表土pH、有机质、含盐量还应满足需满足《中华人民共和国城镇行业建设标准》CJ/340-2016绿化种植土壤表1表2的要求。</p> <p>③严格按照堆填设计、生态修复设计的要求进行防渗层施工，防渗施工材料应选用合格产品，并如实记录相关采购台账、材料质量合格信息等。施工后应对各接口、接缝等部位进行检查。防渗层施工结束后应组织防渗验收，确保防渗层无破损。</p> <p>④严格管理施工场地，对场地内施工机械、车辆等划分活动区域，防止施工设备破坏防渗层。</p> <p>⑤建立健全应急响应措施，设立环境监测小组，负责环境监测和管理，或者委托专业的机构完成。建立有关规章制度和岗位责任制，制定风险预警方案。</p> <p>⑥按本环评制定的跟踪监测计划落实土壤环境跟踪监测。</p> <p><b>（2）地表水环境风险防范措施</b></p> <p>①建设1座规模为680m<sup>3</sup>淋滤水收集池。</p> <p>②严格按照设计建设淋滤水导排系统，导排工程建设完成后进行单项工程验收。</p> <p>③加强施工管理，回填施工作业时加强对导排系统的保护，避免造成淋滤水导排管沟破损、阻塞。日常对项目区外围截排水沟进行巡查，及时清理杂物、污泥等，确保截排水沟通畅，避免项目外围雨水进入回填区域。</p> <p>④施工期间应密切关注降雨天气预报，如有暴雨情况下，应提前启动应急预案。对于突发暴雨情况下，应急预案内容应包括淋滤水的转运与应急处理，确保不受暴雨影响而导致淋滤水收集池发生满溢的情况。</p> <p>⑤施工作业区在确保洒水降尘不产生地表径流的情况下，可适度增加降尘用水量。</p> <p><b>（3）地下水环境风险防范措施</b></p> <p>①严格控制入场磷石膏各污染物指标，对每批次入场磷石膏进行检验分析，要求改性磷石膏须满足《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T1269-2024）表2中的要求以及《磷石膏利用和无害化贮存污染控制</p> |      |        |      |

| 要素   | 内容                       | 施工期                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                        | 运营期                            |                                            |
|------|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------------|
|      |                          | 环境保护措施                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 验收要求                                                   | 环境保护措施                         | 验收要求                                       |
|      |                          | 技术规范》(HJ1415—2025) 5.3.2规定。<br>②严格落实回填区内堆体地表径流导排工程建设，减少降雨入渗量。<br>③做好周边地表水和地下水导排工作，从而有效减少对改性磷石膏渣特征污染物的浸出及迁移。<br>④严格按照堆填设计、生态修复设计的要求进行防渗层施工，防渗施工材料应选用合格产品，并如实记录相关采购台账、材料质量合格信息等。施工后应对各接口、接缝等部位进行检查。防渗层施工结束后应组织防渗验收，确保防渗层无破损。<br>⑤严格管理施工场地，对场地内施工机械、车辆等划分活动区域，防止施工设备破坏防渗层。<br>⑥按照本次环评制定的跟踪监测计划开展地下水环境跟踪监测。<br>⑦建立健全应急响应措施，制定风险预警方案，当发现污染扩散井中污染物超标时，应及时查找超标原因，并及时开展修复工作。<br>⑧根据《企业事业单位突发环境事件应急预案备案管理办法（试行）》等相关规定编制突发环境事件应急预案并提交当地生态环境主管部门备案。<br>⑨建立健全应急响应措施，设立环境监测小组，负责环境监测和管理，或者委托专业的机构完成。建立有关规章制度和岗位责任制，制定风险预警方案。 |                                                        |                                |                                            |
| 环境监测 | 每季度对施工场界开展1次无组织颗粒物排放监测。  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）无组织排放监控浓度限值标准             | /                              | /                                          |
|      | 每季度对施工场界开展1次噪声监测。        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 《建筑施工噪声排放标准》（GB12523-2025）                             | /                              | /                                          |
|      | 对小江2个断面每季度开展1次监测         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类                         | 对小江上下游2个断面每6个月开展1次监测           | 执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类             |
|      | 对4口地下水监测井每季度开展1次地下水跟踪监测。 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）III类标准，总磷参考《地表水环境质量标准》III类标准 | 封场后，地下水每半年监测1次，直到地下水水质连续2年不超出地 | 《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类标准，总磷参考《地表水环境 |

| 要素\内容   | 施工期                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                              | 运营期                  |                                                              |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|--------------------------------------------------------------|
|         | 环境保护措施                                                                                                                                                               | 验收要求                                                                                                                                                                                         | 环境保护措施               | 验收要求                                                         |
|         |                                                                                                                                                                      | 执行。                                                                                                                                                                                          | 下水本底水平。              | 质量标准》III类标准执行。                                               |
|         | 产生淋滤水时，每月开展1次水质监测                                                                                                                                                    | 《污水综合排放标准》<br>(GB8978-1996) 一级标准                                                                                                                                                             | 产生淋滤水时，每月<br>展1次水质监测 | 《污水综合排放标准》<br>(GB8978-1996) 一级标准                             |
|         | 对周边土壤环境每年开展1次监测                                                                                                                                                      | 《土壤环境质量农用地土壤污染<br>风险管控标准（试行）》<br>(GB15618-2018) 风险筛选值的要<br>求                                                                                                                                 | 对周边土壤环境每年<br>开展1次监测  | 《土壤环境质量农用地土<br>壤污染风险管控标准（试<br>行）》(GB15618-2018) 风<br>险筛选值的要求 |
| 改性磷石膏检测 | 对每批次入场改性磷石膏进行采样分析                                                                                                                                                    | 各指标满足《改性磷石膏用于矿山<br>废弃地生态修复回填技术规范》<br>(DB53/T1269-2024) 表2及《磷<br>石膏利用和无害化贮存污染控制技<br>术规范》(HJ1415—2025) 5.3.2<br>中指标                                                                            | /                    | /                                                            |
| 外购土质量检测 | 对每批次外购土进行采样分析                                                                                                                                                        | 各指标均满足《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》<br>(GB15618-2018) 风险筛选值；<br>耕作土土壤容重 $\leq 1.5\text{g/cm}^3$ ，土壤有机质 $\geq 2.50\%$ ；<br>绿化种植土壤表土pH、有机质、含盐量还应满足需满足《中华人民共和国城镇行业建设标准》<br>CJ/340-2016绿化种植土壤表1表2的要求 | /                    | /                                                            |
| 其他      | 竣工环境保护验收要求：根据《建设项目环境保护管理条例》《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》，本工程所有环保设施均应与主体工程“三同时”，工程完工后建设单位应当如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的建设情况，可自行编制或委托有能力<br>调试或者整改的，验收期限可以适当延期，但最长不超过12个月，验收合格后方可正式移交管理。 |                                                                                                                                                                                              |                      |                                                              |

## 七、结论

昆明市东川区拖布卡镇红岩铁矿磷石膏回填利用生态修复项目是将改性磷石膏回填至废弃矿坑进行生态修复的环境治理工程，符合《云南省主体功能区划》、《云南省生态功能区划》、《昆明市国土空间生态修复规划（2021-2035年）》等相关区划、规划功能定位，不涉及相关的禁止行为；符合《昆明市生态环境分区管控动态更新方案（2023年）》管控要求，不涉及相关管控单元要求所列禁止行为；不涉及《云南省长江经济带发展负面清单指南实施细则（试行）》、《云南省生物多样性保护条例》等相关法律法规、政策所列禁止行为；项目建设与《云南省生物多样性保护条例》（2018年）、《云南省生物多样性保护战略与行动计划（2012—2030年）》、《云南省生物多样性保护战略与行动计划（2024-2030年）》、《云南省干热河谷生态带建设实施方案》不冲突；项目选址不涉及环境敏感区、生态保护红线区域，不涉及饮用水源保护地、自然保护区、风景名胜区、基本农田保护区和文物保护单位等特殊需要保护的环境敏感目标。

项目实施期间，将对区域生态环境产生一定影响，并伴随废气、废水、噪声及固体废物的产生。在建设单位严格遵照本报告规定的各项要求、切实落实污染防治措施的前提下，项目对周边环境的影响可控制在国家相关标准与要求允许范围内，其对区域大气、水、声及生态环境的影响从环保角度而言是可接受的。

在后续施工中，若能持续落实各项污染防治措施，并依据《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T1269-2024）、《磷石膏利用和无害化贮存污染控制技术规范》（HJ1415—2025）等标准开展全过程监管与跟踪评估，则从环境影响维度分析，项目建设具备可行性。