

目 录

1 概述	- 1 -
1.1 项目特点及任务由来	- 1 -
1.2 环境影响评价的工作过程	- 3 -
1.3 分析判定相关情况	- 4 -
1.4 关注的主要环境问题	- 5 -
2 总则	- 6 -
2.1 编制依据	- 6 -
2.2 评价目的与评价原则	- 11 -
2.3 环境影响识别及评价因子筛选	- 12 -
2.4 环境功能区划	- 14 -
2.5 评价等级及评价范围	- 16 -
2.6 评价标准	- 25 -
2.7 环境保护目标	- 29 -
2.8 评价工作程序	- 33 -
2.9 产业政策符合性分析	- 34 -
2.10 相关符合性分析	- 34 -
3.1 流域概况及流域规划	- 56 -
3.2 工程建设的必要性	- 56 -
3.3 工程地理位置	- 59 -
3.4 工程规模及特性	- 59 -
3.5 工程项目组成	- 62 -
3.6 施工组织设计	- 77 -
3.7 工程占地	- 95 -
3.8 水资源供需平衡	- 95 -
3.9 移民安置	- 100 -
3.10 水库运行调度方式	- 101 -
3.11 水库工程管理	- 102 -
3.12 工程总投资	- 102 -
4 工程分析	- 103 -
4.1 工程方案比选及环境合理性分析	- 103 -
4.2 施工期污染源分析	- 111 -
4.3 运营期污染源分析	- 119 -
4.4 主要污染物产生及预计排放情况	- 124 -
5 环境质量现状调查与评价	- 126 -
5.1 自然环境	- 126 -
5.2 环境质量现状调查与评价	- 135 -
5.3 区域水资资源利用现状	- 210 -
5.4 区域水污染源调查	- 210 -
6 环境影响预测与分析	- 216 -
6.1 地表水环境影响评价	- 216 -
6.2 地下水环境影响评价	- 248 -

6.3 大气环境影响评价	- 251 -
6.4 声环境影响评价	- 254 -
6.5 固体废弃物影响评价	- 256 -
6.6 土壤环境影响评价	- 258 -
6.7 生态环境影响评价	- 261 -
6.8 环境风险影响评价	- 281 -
7 环境保护措施及可行性	- 286 -
7.1 水环境保护措施	- 286 -
7.2 大气环境保护措施	- 298 -
7.3 声环境保护措施	- 300 -
7.4 土壤环境保护措施	- 301 -
7.5 生态保护措施	- 302 -
7.6 固体废弃物防治措施	- 309 -
7.7 人群健康保护措施	- 310 -
7.8 生产安置环境保护措施	- 310 -
7.9 环境风险防范措施	- 311 -
8 环境管理、监理、监测计划	- 313 -
8.1 环境保护管理	- 313 -
8.2 环境监理	- 315 -
8.3 环境监测计划	- 316 -
8.4 环境保护竣工验收	- 317 -
9 环保投资概算及经济损益分析	- 319 -
9.1 环保投资概算及经济损益分析	- 319 -
9.2 环境影响经济损益分析	- 321 -
10 环境影响评价结论	- 326 -
10.1 工程概况	- 326 -
10.2 产业政策、规划符合性分析结论	- 326 -
10.3 环境质量现状评价结论	- 327 -
10.4 环境影响评价结论	- 329 -
10.5 公众参与结论	- 331 -
10.6 评价结论及建议	- 332 -

1 概述

1.1 项目特点及任务由来

东川区地处昆明市北部山区，自然条件差，基础设施较薄弱，农村经济发展相对滞后，全区脱贫较晚。位于红土地镇原新田乡的花沟村委会和松毛棚村委会地处红土地的山梁，生活用水主要靠引山箐水和山泉水，灌溉用水基本靠天吃饭，经常造成人畜饮水断水外运，耕地需水灌溉而无水，严重制约了当地社会经济的发展。实施建设清水河水库是十分必要的，主要体现在以下几个方面。

（1）区域国民经济发展的要求

红土地镇的花沟村委会和松毛棚村委会位于红土地山梁上，生活用水主要靠引用山箐水和山泉水，灌溉用水基本靠天吃饭，经常造成居民饮水断水外运，耕地需水灌溉时无水的局面。无法使土地高产稳产，其农业综合生产能力低下，严重制约着当地农村经济的发展。

（2）为巩固扶贫攻坚成果提供水安全保障

东川区红土地镇扶贫工作已经如期完成，为了巩固农村人口贫致富成果，为农村进行必要的供水设施规划和维护，是有效推进扶贫工作的重要举措。目前，红土地镇花沟村委会、松毛棚村委会已建人饮工程点多面广、但水源多以山箐水、山泉水为主，供水水量保证率和水质保障仍存在一定的隐患，这些都是建设社会主义新农村进程中急需解决的问题。

（3）区域农业生产发展的需要

灌区种植作物以旱作物为主，主要有玉米、薯类、大豆、小麦、水果等。灌区现状年 $P=75\%$ 的总需水量 222.1 万 m^3 ，其中农业灌溉需水量 214.2 万 m^3 ，生活需水量 7.9 万 m^3 ；现状年 $P=75\%$ 的总供水量 32.9 万 m^3 ，其中农业灌溉供水量 28.8 万 m^3 ，生活供水量 4.1 万 m^3 ；现状年总缺水量 189.2 万 m^3 ，其中农业灌溉缺水量 185.4 万 m^3 ，生活缺水量 3.8 万 m^3 ，缺水率达 85.2%。灌区范围所在位置较高，人在山上、水在山下而无法取用，用水矛盾日益凸显，尤其近年来连续干旱，对灌区人民生活生产造成了重大影响，解决灌溉用水问题十分迫切与必要。

（4）项目建设是落实乡村振兴战略的需要

党的十九大指出，农业农村农民问题是关系国计民生的根本性问题，必须始终把解决好“三农”问题作为全党工作的重中之重，实施乡村振兴战略。2018 年 9

月，中共中央国务院印发了《乡村振兴战略规划（2018-2022 年）》。2019 年 2 月，云南省委省政府印发了《云南省乡村振兴战略规划（2018-2022 年）》。水利不仅是农业的命脉，人民生活的保障，更是乡村振兴战略的命脉，本次新建清水河水库工程能够有效改善红土地镇花沟村委会农村居民生活供水质量，贯彻和落实了乡村振兴战略。

根据一次供需平衡分析结果可知，现状年供水能力无法满足灌区的用水需求，缺水率较高，到设计年后，在现有水利工程情况和发展规划要求下，存在很大的水资源缺口，区域内缺水情况主要为工程性缺水，因此为解决缺水问题，需寻找替代水源并更加有效的利用水资源。清水河水库建成后，可以对现有的水资源进行合理规划和配置，同时完善配套供水设施，这不仅可以保证人民生产生活稳步推进，还能加快灌区落实乡村振兴战略。

（5）项目建设符合规划要求

清水河水库已纳入《云南省“十四五”水安全保障规划》、《东川区“十四五”水安全保障规划》及《昆明市防汛抗旱水利提升工程实施方案》中，项目建设是符合规划要求的。

清水河水库工程是《云南省一十四五Ⅱ兴水润滇工程规划》和《昆明市防洪抗旱水利提升工程实施方案》中重点项目，是解决花沟村委会（锅底塘村、花沟村、大红地村、冬瓜湾村）、松毛棚村委会（松毛棚村、大坪子村、滥泥箐村、草海子村）和邓家沟村（寻甸县）4880 亩耕地的农田灌溉和现状（2018 年）至规划年（2035 年）1817~2012 人、1063~1258 头大牲畜、690~888 头小牲畜的人畜饮水问题，兴建清水河水库是必要的

国民经济行业分类地代码：N7630 天然水收集与分配。

根据《建设项目环境保护管理条例》（国务院令[2017]年第 682 号）以及《中华人民共和国环境影响评价法》中的有关规定，本项目需进行环境影响评价。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 版），本项目环境影响评价文件编制类型的判断依据如下：

水库：根据分类管理名录，水库库容 1000 万立方米及以上，涉及环境敏感区的编制环境影响报告书，其余编制环境影响报告表，本项目水库库容 154.4 万立方米，不涉及环境敏感区，故按照水库判断，编制环境影响报告表。

供水工程：供村庄居民用水，村庄供应工程按照《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 版）》判断村庄供水工程不用做环评；供灌区用水，属于灌区工程，根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 版）》判断，涉及环境敏感区的灌区工程需要编制环境影响报告书。本项目灌区工程管线涉及生态红线，属于涉及环境敏感区，需要编制环境影响报告书。

根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 版）》第四条规定：建设内容涉及本名录中两个及以上项目类别的建设项目，其环境影响评价类别按照其中单项等级最高的确定。综上判断，本项目建设内容涉及分类管理名录中三个类别的判断，分别判断后，本项目需要编制环境报告书。

东川区水务局于 2023 年 1 月委托云南江楚环保科技有限公司编制该项目环境影响报告表，在后续项目推进过程中，伴随资料逐渐完善，环评单位根据后续资料判断项目需要编制环境影响报告书后，又补签相关协议。按照环境影响评价技术导则及相关规范的要求，我单位组织专业技术人员对项目现场及周边进行了现场踏勘，收集了区域自然现状及规划等相关资料，编制了《昆明市东川区清水河水库工程环境影响报告书》，供建设单位上报审批。

1.2 环境影响评价的工作过程

2023 年 2 月 23 日，云南江楚环保科技有限公司项目组成员对东川清水河水库库区和灌区、管线走向进行详细现场踏勘。

云南江楚环保科技有限公司编制该项目环境影响报告表，在后续项目推进过程中，伴随资料逐渐完善，环评单位根据后续资料判断项目需要编制环境影响报告书后，2023 年 11 月 14 日，东川区水务局在东川区人民政府网站（<http://www.kmdc.gov.cn/c/2023-11-14/6765506.shtml>）进行了第一次环境影响评价信息公告。

2023 年 2 月和 7 月，云南江楚环保科技有限公司委托云南靓阳检测有限公司开展了本项目地表水、声质量现状监测。2024 年 1 月云南江楚环保科技有限公司委托云南清科检测服务有限公司开展了本项目地表水、地下水、土壤环境现状监测。

2023 年 8 月和 10 月，云南江楚环保科技有限公司项目组成员对东川清水河水库库区和灌区、管线走向再次进行详细现场踏勘。2024 年 2 月云南江楚环保

科技有限公司项目组成员对项目现场进行再次踏勘。

1.3 分析判定相关情况

1、产业政策符合性

本项目为综合利用水利枢纽工程项目。经查阅中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 29 号《产业结构调整指导目录（2019 年本）》，本项目属于鼓励类项目中第二项“水利”中第 11 条“综合利用水利枢纽工程”项目。因此，本项目符合国家产业政策。

项目已于 2023 年 4 月 6 日取得了由昆明市发展和改革委员会下发的《昆明市发展和改革委员会关于东川区清水水库工程可行性研究报告批复》（昆发改农经[2023]195）。

2、相关规划符合性分析

工程建设符合《昆明市“十四五”水安全保障规划》。昆明市东川区清水河水库工程建设项目已列入《云南省人民政府关于印发云南省“十四五”兴水润滇工程规划的通知》（云政发〔2021〕23 号）。该项目属于规划中“供水保障能力建设工程”中的“水源工程”中拟建小（1）型水库。本项目与《云南省生物多样性保护战略与行动计划（2012~2030 年）》不冲突。本项目建设符合《昆明市“三线一单”生态环境分区管控实施方案》的相关要求。本项目已经取得用地预审和选址意见书，用字第 530100202300001 号。为解决当地缺水问题，兴建清水河水库是必要的。本项目水库的建设，符合东川区城市总体规划。本项目库区范围不位于东川区红土地镇规划北发展片区、中心发展区、南发展片区。但是本项目管线位于红土地镇南发展片区内。本项目的建设就是为南片区大坪子农业灌溉和农村生活供水，符合南片区发展马铃薯、雪莲果、鸡枞等经济作物种植的规划。项目不属于《长江经济带发展负面清单指南（试行，2022 年版）》名类的负面清单建设项目，项目建设符合《长江经济带发展负面清单指南（试行，2022 年版）》的相关要求。项目不属于《云南省长江经济带发展负面清单指南实施细则（试行）》名类的负面清单建设项目，项目建设符合《云南省长江经济带发展负面清单指南实施细则（试行）》的相关要求。项目所在区域不涉及压占古树木、文物古迹及其保护范围。项目建设对林业发展的影响主要表现在林地面积总量和森林蓄积总量减少的直接影响。但是，做好林地“占补平衡”工作，可以解决林

地总量减少的问题；实施异地还林措施，可以逐渐弥补森林面积、蓄积量减少和森林覆盖率降低的影响。项目《使用林地报告》目前正委托编制中，下阶段务必按照报告提出的占补及赔偿措施落实到位。

1.4 关注的主要环境问题

本项目开展过程中关注的主要环境问题及环境影响是：

本项目开展过程中关注的主要环境问题及环境影响是：

- （1）工程水库规模及方案环境合理性分析论证；
- （2）供水管线选址选线环境合理性和供水水质保障性分析；
- （3）水库建设引起的水文情势变化、水生生态影响及陆生生态的影响；
- （4）灌区回归水及河段减水对水环境的影响；
- （5）施工期扬尘和废气、生产生活废水、噪声、固体废物、水土流失等影响；
- （6）项目建设与相关敏感区环境可行性分析。

2 总则

2.1 编制依据

2.1.1 环境保护法律

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》（2017 年 7 月 16 日修订）；
- (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年 12 月 29 日）；
- (3) 《中华人民共和国水污染防治法》（2018 年 1 月 1 日）；
- (4) 《中华人民共和国大气污染防治法》（2018 年 10 月 26 日）；
- (5) 《中华人民共和国环境噪声污染防治法》（2022 年 6 月 5 日）；
- (6) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020 年 4 月 29 日修订）；
- (7) 《中华人民共和国土壤污染防治法》（2019 年 1 月 1 日）；
- (8) 《中华人民共和国节约能源法》（2016 年 7 月 2 日）；
- (9) 《中华人民共和国土地管理法》（2020 年 01 月 01 日实施）；
- (10) 中华人民共和国《国务院关于修改<建设项目环境保护管理条例>的决定》（国务院令 682 号，2017 年 10 月 1 日）；
- (11) 《中华人民共和国循环经济促进法》（2018 年 10 月 26 日）；
- (12) 《国务院关于落实科学发展观加强环境保护的决定》（国发[2005]39 号，2005 年 6 月）；
- (13) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（2021 年 1 月 1 日实施）；
- (14) 《建设项目环境影响评价文件分级审批规定》（环境保护部令第 5 号，2009 年 3 月 1 日）；
- (15) 《环境影响评价公众参与办法》，2019 年 1 月 1 日起施行；
- (16) 环发[2012]77 号《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》；
- (17) 关于《加强西部地区环境影响评价工作的通知》（环发[2011]150 号）；
- (18) 《产业结构调整指导目录（2019 年本）》中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 29 号（2020 年 1 月 1 日）；
- (19) 关于印发《“十三五”环境影响评价改革实施方案》的通知（环评

[2016]95 号，2016 年 7 月 15 日）；

- (20) 《中华人民共和国渔业法》（2013 年 12 月修订）；
- (21) 《中华人民共和国长江保护法》（2021 年 3 月起施行）；
- (22) 《中华人民共和国河道管理条例》（2017 年 10 月修订）；
- (23) 《中华人民共和国野生植物保护条例》（2017 年 10 月）；
- (24) 《中华人民共和国森林法实施条例》（2018 年 3 月修订）；
- (25) 《中华人民共和国陆生野生动物保护实施条例》（2016 年 2 月）；
- (26) 《中华人民共和国水生野生动物保护实施条例》（2013 年 12 月）；
- (27) 《中华人民共和国自然保护区条例》（2017 年 10 月修正）；
- (28) 《基本农田保护条例》（2011 年 1 月修订）；
- (29) 《大中型水利水电工程建设征地补偿和移民安置条例》（2006 年 9 月）；
- (30) 《建设项目环境保护管理条例》（2017 年 6 月修订）；
- (31) 《云南省环境保护条例》（2004 年 6 月修正）
- (32) 《云南省陆生野生动物保护条例》（1997 年 1 月）
- (33) 《云南省水土保持条例》（2014 年 10 月 1 日起施行）；
- (34) 《云南省森林条例》（2018 年 11 月 29 日修订）；
- (35) 《云南省珍贵树种保护条例》（1995 年 12 月 1 日起施行）；
- (36) 《云南省生物多样性保护条例》（2019 年 1 月 1 日起施行）；
- (37) 《云南省土地管理条例》（2004 年修订）；
- (38) 《云南省农业环境保护条例》（1997 年 6 月 5 日）；
- (39) 《云南省土壤污染防治条例》（2022 年 5 月 1 日起施行）。

2.1.2 部门规章、规范性文件

- (1) 《关于加强自然资源开发建设项目的生态环境管理的通知》，国家环保局，1994 年 12 月；
- (2) 《关于西部大开发中加强建设项目环境保护管理的若干意见》（环发[2001]4 号）；
- (3) 《关于加强资源开发生态环境保护监管工作的意见》（环发[2004]24 号）；

(4) 《关于印发〈水电水利建设项目河道生态用水、低温水和过鱼设施环境影响评价技术指南（试行）〉的函》（环评函〔2006〕4号）；

(5) 《关于进一步加强水生生物资源保护严格环境影响评价管理的通知》（环发〔2013〕86号）；

(6) 《水生生物增殖放流管理规定》（农业部令第20号，2009.5.1）；

(7) 《森林和野生动物类型自然保护区管理办法》（1985年7月6日）；

(8) 《国家级公益林管理办法》（国家林业局、财政部，2017年4月修正）；

(9) 《国家重点保护野生动物名录》（2021.2.1）；

(10) 《国家重点保护野生植物名录（第一批）》（1999.9.9）；

(11) 《云南省第一批省级重点保护植物名录》1989年；

(12) 《云南省珍稀保护动物名录》1989年；

(13) 《云南省建设项目环境保护管理规定》2001年10月；

(14) 《云南省水土流失重点防治区公告》（云府发〔2007〕165号）；

(15) 《七彩云南生态文明建设规划纲要（2009-2020年）》；

(16) 《云南省地方公益林管理办法》2009年4月；

(17) 《关于印发云南省古树名木名录的通知》（云林保护字〔1996〕第65号）；

(18) 《云南省生物多样性保护战略与行动计划（2012-2030年）》（云环通〔2013〕23号）；

(19) 《产业结构调整指导目录（2019年本）》（国家发展和改革委员会令第29号，2020年1月1日起施行）；

(20) 《市场准入负面清单（2020年版）》（发改体改规〔2020〕1880号）；

(21) 《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评〔2017〕4号）；

(22) 《关于印发〈建设项目环境影响评价信息公开机制方案〉的通知》（环发〔2015〕162号）；

(23) 《企业事业单位环境信息公开办法》（环境保护部令第31号，2015年1月1日起施行）；

(24) 《环境影响评价公众参与办法》（生态环境部令第4号，2019年1月1日起施行）；

(25) 中共中央办公厅国务院办公厅印发《关于在国土空间规划中统筹划定落实三条控制线的指导意见》；

(26) 中共中央、国务院印发《关于加快推进生态文明建设的意见》(2015年4月25日)；

(27) 《昆明市“三线一单”生态环境分区管控实施方案》(2021年11月)。

2.1.3 规划及政策性文件

(1) 《长江经济带发展规划纲要》(2016.6)；

(2) 《长江经济带生态环境保护规划》(环规财〔2017〕88号)；

(3) 《长江经济带发展负面清单指南(试行)》(长江办[2022]7号)；

(4) 《云南省主体功能区规划》(云政发[2014]1号)；

(5) 《云南省生态功能区划》(2009.11.17)；

(6) 《云南省人民政府关于印发七彩云南保护行动的通知》(云政发[2007]8号)；

(7) 《云南省生物多样性保护战略与行动计划(2012-2030年)》云环通[2013]23号；

(8) 《云南省人民政府关于发布云南省生态保护红线的通知》(云政发〔2018〕32号)；

(9) 《云南省地方标准用水定额》(DBT168-2019)；

(10) 《云南省水功能区划》(2014年修订)；

(11) 《云南省人民政府关于印发云南省“十四五”兴水润滇工程规划的通知》(云政发[2021]23号)。

2.1.4 环境保护技术导则与规范

(1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ 2.1-2016)；

(2) 《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ 2.2-2018)；

(3) 《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ 2.3-2018)；

(4) 《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ 610-2016)；

(5) 《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ 2.4-2021)；

(6) 《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ19-2022)；

(7) 《环境影响评价技术导则 土壤环境(试行)》(HJ964-2018)；

- (8) 《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169-2018);
- (9) 《环境影响评价技术导则 水利水电工程》(HJ/T88-2003);
- (10) 《生产建设项目水土保持技术标准》(GB50433-2018);
- (11) 《水利水电工程环境保护设计规范》(SL492-2011);
- (12) 《水利水电工程水土保持技术规范》(SL575-2012);
- (13) 《环境监测技术规范》(1996 年);
- (14) 《水环境监测规范》(SL/Z219-2013);
- (15) 《污水监测技术规范》(HJ91.1-2019);
- (16) 《地表水和污水监测技术规范》(HJ/T91-2002);
- (17) 《地下水环境监测技术规范》(HJ164-2020);
- (18) 《土壤环境监测技术规范》(HJ/T166-2004);
- (19) 《地表水环境质量标准》(GB3838-2002);
- (20) 《环境空气质量标准》(GB3095-2012);
- (21) 《地下水质量标准》(GB/T14848-2017);
- (22) 《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB15618-2018);
- (23) 《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018);
- (24) 《水土保持监测技术规程》(SL277-2002)。

2.1.5 技术资料

- (1) 《市发改委关于东川区清水河水库工程可行性研究报告的批复》(昆发改农经〔2023〕195 号);
- (2) 《云南省昆明市东川区清水河水库工程报告(可研报批稿)》(昆明市水利水电勘测设计研究院有限责任公司, 2021 年 11 月);
- (3) 《云南省昆明市东川区清水河水库工程报告(初设审定稿)》(昆明市水利水电勘测设计研究院有限责任公司, 2023 年 11 月);
- (4) 《昆明市东川区清水河水库工程建设项目节约集约用地论证分析专章》(昆明迪奇特数字测绘技术有限公司, 2023 年 1 月);
- (5) 《昆明市东川区清水河水库工程预审与选址意见书》;

(6) 《昆明市东川区人民政府关于将昆明市东川区清水河水库工程建设项目纳入国土空间规划的承诺》；

(7) 项目委托书；

(8) 其他相关资料。

2.2 评价目的与评价原则

2.2.1 评价目的

根据清水河水库工程特性、工程所在区域和流域的环境特点，以及国家有关法律法规的要求，明确本次环境影响评价的目的为：

(1) 调查工程区域水环境、大气环境、声环境、生态环境、土壤环境和社会环境状况，存在的主要环境问题及其发展趋势。

(2) 预测、评价工程施工、运行、移民安置等活动对评价区环境造成的影响，分析评价工程兴建对工程所在区域产生的各种环境影响（包括对自然环境、生态环境、社会环境等的影响）。

(3) 针对工程施工、运行和移民安置对环境带来的不利影响，制定合理可行的环境保护对策和减免措施，使区域环境质量满足功能区划要求，使生物多样性得到有效保护，保证工程顺利施工和正常运行，充分发挥工程的经济效益、社会效益和环境效益，促进工程地区及西泽河流域生态环境的良性发展。

(4) 拟定工程施工及运行期的环境监测方案和计划，掌握工程环境影响状况，并及时作出反馈，对环境保护措施进行修正和改进，保证工程环境保护工作的实施效果达到相应环保要求。

(5) 制定环境监督、管理和环境监理计划，明确各方的任务和职责，为环境保护措施的实施提供制度保障。

(6) 从环境影响方面论证清水河水库建设的可行性，从而为工程的方案论证和项目决策提供科学依据。

2.2.2 评价原则

(1) 依法评价

在环评工作中贯彻执行国家和地方相关法律法规、标准规范、政策规划的要求，优化项目建设，服务环境管理。

(2) 科学评价

规范环境影响评价方法，科学分析项目建设对生态环境的影响。

(3) 突出重点

根据清水河水库工程建设内容及其特点，结合其所处的环境特征，重点分析、预测及评价工程建设对水源区、受退水区地表水环境（水文情势、水温、水质）、地下水、水生生态、陆生生态的影响，对珠江源省级自然保护区主要保护对象、生态系统结构和功能完整性的影响等。

2.2.3 评价时段和评价重点

1、评价时段

环境现状水平年为 2023 年。

环境影响预测水平年：施工期预测水平年为施工高峰年（预计 2024-2025 年），运行期水平年为 2035 年。

2、评价重点

根据工程建设、运行特点，地表水环境影响和水资源利用、地下水环境、水生生态环境影响、陆生生态环境影响及对环境敏感区的环境影响是本次评价中关注的主要环境问题和环境影响，具体包括：

(1) 项目选址、选线合理性分析；

(2) 工程拦坝蓄水对清水河水文情势及水资源利用的影响；水库建成后库区水文、水质、水温的影响及生态用水满足情况；工程向东川红土地灌区和寻甸灌区提供农村生活和灌溉用水的可行性，对退水区水质的影响。

(2) 库区防渗工程、输水隧洞建设对周边地下水流场、水质、水量的影响。

(3) 水库淹没、大坝阻隔及水文情势改变对鱼类及其生境的影响。

(4) 工程建设与水库淹没用地对植被、动植物及其生境的影响。

(5) 工程建设对生态保护红线等的影响。

2.3 环境影响识别及评价因子筛选

2.3.1 环境影响识别

根据工程的类型、性质、主要工程组成情况，以及评价区的环境现状，工程建设对评价区域环境的影响，对工程建设可能涉及的环境要素及影响进行初步判别。结果列于下表。根据项目性质、规模和初步规划及周围环境特征，环境影响因素识别见表 2.3-1。

表 2.3-1 环境影响因素识别

环境要素	主要环境因子	工程活动			累积性	重要性
		工程施工	移民安置	工程运行(水库淹没及对下游的影响)		
水环境	水文情势	-1L	/	±3L	●	III
	淤积与冲刷	/	/	±2L	●	II
	水质	-2R	/	±1R	●	II
	水温	/	/	±2L	●	III
土壤环境	土壤类型	/	/	/	○	I
	土壤 pH	/	/	-1L	●	II
	土壤盐度	/	/	-1L	●	II
生态环境	植被与陆生植物资源	-2L	-2L	-3L	●	III
	陆生动物资源	-1L	-1L	-2L	●	III
	水生生物	-1L	/	-3L	●	III
	水土流失	-3L	-3L	-2L	●	III
	土地利用	-1L	-1L	-3L	●	III
	生态完整性	-1L	-1L	-3L	●	III
大气环境	TSP 等施工废气	-1L		/	○	I
声环境	施工噪声等	-1L		/	○	I

注：表中 1、2、3 分别表示影响程度为小、中、大，+—有利；—不利；I、II、III 分别表示各环境要素在本规划环境影响预测评价中的重要性为不太重要、相对重要和非常重要；R、L 分别表示影响类型为可逆和不可逆影响；/—表示基本无影响；累积性一栏中的○表示本因子影响无累积性，●表示本因子影响具累积性。

2.3.2 评价因子筛选

根据项目的特点以及所在地区的环境特征，筛选确定环境影响评价因子，本项目评价因子具体内容见表 2.3-2 和表 2.3-3。

表 2.3-2 环境影响评价因子

环境要素		评价因子
大气环境		SO ₂ 、NO ₂ 、PM ₁₀ 、PM _{2.5} 、CO、O ₃ 、TSP
地表水环境	水质	pH、水温、溶解氧、COD、BOD ₅ 、氨氮、TP、TN、氟化物、氰化物、六价铬、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、硫化物、粪大肠杆菌、硫酸盐、硝酸盐、铁、锰、氯化物、铜、锌、铅、汞、镉
	水文情势	水位、流量、库区水域面积、减水河段、水库水温结构及出库水温
	水资源利用	水资源利用率、灌溉保障率、供水量
地下水环境		pH、氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐、挥发酚、氰化物、砷、汞、六价铬、总硬度、铅、氟化物、镉、铁、锰、溶解性总固体、高锰酸盐指数、硫酸盐、氯化物、总大肠菌群、细菌总数、K ⁺ 、Na ⁺ 、Ca ²⁺ 、Mg ²⁺ 、CO ₃ ²⁻ 、HCO ₃ ⁻ 、Cl ⁻ 、SO ₄ ²⁻
声环境		等效连续 A 声级
固废	施工期	施工期：弃渣、建筑垃圾、生活垃圾

环境	运营期	运营期：生活垃圾
土壤		水溶性盐、阳离子交换量、氧化还原电位、饱和导水率、土壤容重、孔隙度（%）、pH、砷、镉、汞、铅、铬、铜、镍、锌、含盐量

表 2.3-3 生态影响评价因子

受影响对象	评价因子	工程内容及影响方式	影响性质	影响程度
物种	分布范围、种群数量、种群结构、行为等	施工机械噪声、粉尘、间接生态影响	施工期短期、可逆的不利影响；运行期轻微长期不良影响	弱
生境	生境面积、质量、连通性等	大坝阻隔分割生境	运行期呈长期不利影响	中度影响
生物群落	物种组成、群落结构等	施工占地，施工噪声，下游河道水量	施工期短期、可逆的不利影响；运行期长期轻微不利影响	弱
生态系统	生产力、生物量、生态系统功能等	施工占地，施工噪声，间接生态影响，	施工期短期、可逆的不利影响；运行期影响轻微	弱
生物多样性	物种丰富度、均匀度、优势度等	施工占地，施工噪声，运行期大坝阻隔分割、间接生态影响	施工期短期、可逆的不利影响；运行期呈长期不利影响	弱
生态敏感区	生态红线面积、功能行使；自然保护区功能、保护对象、结构、连通性完整性	输水线路跨穿越生态红线	无直接不利影响	弱
自然景观	景观多样性、完整性等	施工占地、运行期阻隔分割	施工期短期、可逆的不利影响；运行期呈长期不利影响	弱

2.4 环境功能区划

2.4.1 地表水

1、水库汇水区

清水河水库所在的河道（小河）属于长江流域金沙江水系普渡河支流洗马河的支流，河道发源于坝址北侧山麓，主河道自源头由北向南流淌，在锅底塘村进入拟建清水河水库，河道过锅底塘村后汇入洗马河，之后于王家湾村进入王家湾水库，并于三江口汇入普渡河后，最终汇入金沙江。

根据《云南省水功能区划》（2014 年），清水河（小河）未进行水功能区划，属于洗马河支流，属于洗马河寻甸-禄劝保留区，起点为源头，终点为入普渡河河口，2030 年水质目标为Ⅲ类。

2、受、退水区

根据工程灌区布置，工程受水区分为锅底塘片区、邓家沟片区、花沟片区、

大红地片区、冬瓜湾片区、大坪子片区、松毛棚片区和草海子片区。锅底塘片区人畜用水、灌溉水退水进入清水河，涉及退水河段长度 1335.322m；邓家沟片区退水一部分通过片区内人工沟渠进入清水河，涉及清水河退水河段长度 512.203m，一部分进入洗马河，涉及洗马河（王家湾水库下游）退水长度 1218.435m；花沟片区退水进入花沟小河，涉及退水河段长度 1656.145m；大红地片区退水通过季节性沟箐进入龙潭箐，涉及退水河段长度 1099.176m；冬瓜湾片区退水进入蚂蝗箐，涉及退水长度 1340.085m；大坪子片区退水部分进入龙潭箐，涉及龙潭箐退水河段长度 2390.197m，部分进入块河，涉及块河退水河段长度 2466.324m；松毛棚片区退水部分进入块河，退水河段长度 1601.741m；草海子片区退水进入块河，涉及退水河段长度 1074.186m。小河、洗马河属于长江流域金沙江水系普渡河支流；花沟小河、龙潭箐、蚂蝗箐、块河属于长江流域金沙江水系小江支流，其中蚂蝗箐为龙潭箐季节性支流。

根据《云南省水功能区划》（2014 年修订），普渡河富民-禄劝保留区富民大桥—入金沙江口段 2030 年水质目标为 IV 类，按照 IV 水质进行保护，普渡河未进行二级功能区划分，按照支流不低于干流保护的原则，受、退水区小河按照 IV 类水质进行保护，评价区内洗马河一级功能区划属于洗马河寻甸-禄劝保留区，2030 年水质目标为 III 类水质，按照 III 类水质进行保护。根据《云南省水功能区划》（2014 年修订），评价区小江位于清水海出口以下河段，一级功能区划为小江寻甸-东川保留区，2030 年水质保护目标为 III 类水质，小江流域无二级功能区划，按照支流不低于干流保护的原则，花沟小河、龙潭箐、蚂蝗箐、块河按照 III 类水质进行保护。

3、管线区域

项目管线涉及花沟小河、坝小箐、王家湾水库、龙潭水库、祭山沟。花沟小河和坝小箐汇入块河；王家湾水库于三江口汇入普渡河后，最终汇入金沙江；祭山沟汇入龙潭水库，龙潭水库汇入乌龙河，然后汇入大白河，最终汇入小江。

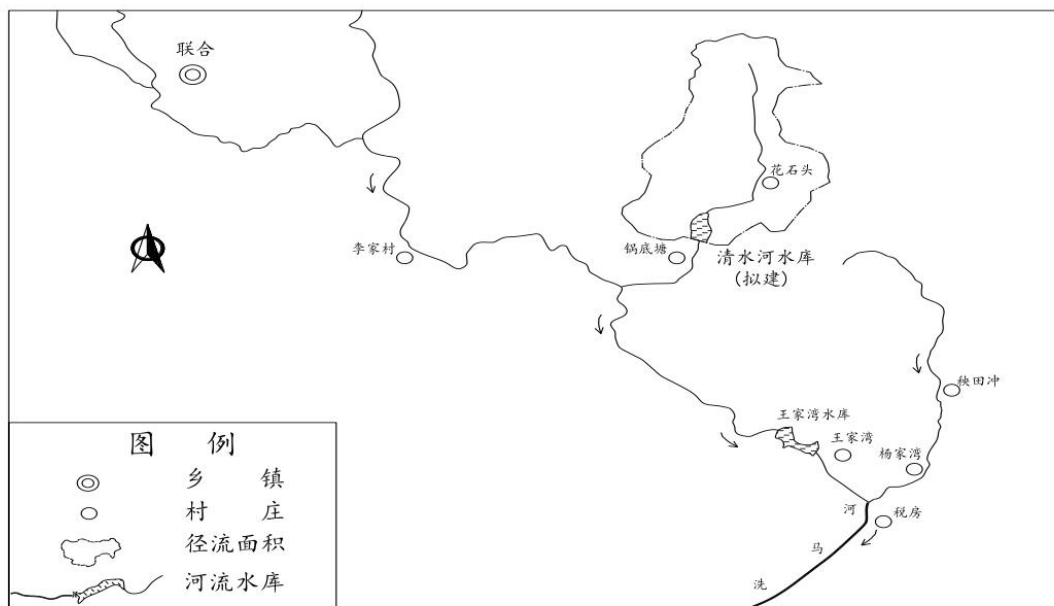


图 2-1 清水河水库流域水系图

2.4.2 环境空气

项目位于东川区红土地镇南面与寻甸回族彝族自治县联合乡交界处的锅底塘村附近，主要为农村居住区，经调查项目沿线均未划定具体的环境空气功能区。根据《环境空气质量标准》（GB3095-2012）对环境空气功能区的分类，本项目所在区域主要为环境空气二类区。

2.4.3 地下水

当地未对地下水进行功能区划分。根据地下水质量分类，本项目所在区域地下水主要为Ⅲ类集中式生活饮用水水源及农业用水。

2.4.4 声环境质量

当地未对声环境进行功能区划分，区域执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 1 类标准。

2.5 评价等级及评价范围

2.5.1 大气评价等级及评价范围

（1）大气环境评价等级划分依据

依据《环境影响评价技术导则大气环境》(HJ2.2-2018)评价工作等级的确定方法，通过计算项目污染源正常排放的主要大气污染物最大地面浓度占标率 P_i 来确定大气环境影响评价等级。本工程为水利工程，为非污染生态类建设工程，运行期无废气排放。大气环境影响产生于施工期，施工期废气主要来源于砂石料

加工、料场、堆场、开挖及运输扬尘（TSP），呈无组织排放。其排放量及排放浓度均具有不稳定性，且影响范围主要在施工场界内。经过覆盖、洒水降尘等措施后扬尘排放量较小。施工期大气环境影响评价等级设为三级。

（2）评价范围

根据《环境影响评价技术导则大气环境》(HJ2.2-2018)-5.4.3：三级评价项目不需设置大气环境影响评价范围，本评价不设置大气评价范围。本项目运行期无生产废气排放，本评价对施工期存在小范围内的扬尘影响进行简单分析。

2.5.2 地表水环境评价等级及评价范围

（1）评价等级判定

根据《环境影响评价技术导则地表水环境》（HJ 2.3-2018），地表水环境影响主要包括水污染影响与水文要素影响。本项目为具有水污染影响型和水文要素影响型两者兼有的复合影响型项目。

地表水环境影响评价按照影响类型、排放方式、排放量或影响情况、受纳水体环境质量现状、水环境保护目标等综合确定。本次评价分别针对两部分判定地表水环境影响评价等级。

①地表水水污染影响评价等级

地表水环境污染类评价等级判定分级见表 2.5-4。

表 2.5-4 水污染影响型建设项目评价等级判定

评价等级	判定依据	
	排放方式	废水排放量 $Q/(\text{m}^3/\text{d})$ 水污染物当量 $W/(\text{无量纲})$
一级	直接排放	$Q \geq 20000$ 或 $W \geq 600000$
二级	直接排放	其他
三级 A	直接排放	$Q < 200$ 且 $W < 6000$
三级 B	间接排放	——

本项目施工期、运行期产生的生产、生活废水处理综合利用，不外排。地表水环境评价等级为三级 B，根据地表水导则“7.1.2 水污染影响型三级 B 评价可不进行水环境影响预测”，主要评价内容包括：水污染控制和水环境影响减缓措施有效性评价；污水不外排可行性评价。

②地表水水文要素影响评价等级

水文要素影响型建设项目评价等级划分根据水温、径流与受影响地表水水域

等三类水文要素的影响程度进行判定。主要体现在径流影响及受影响地表水域要素方面，其评价等级判定情况见下表。

表 2.5-5 水文要素影响型建设项目评价等级判定表

评价等级	水温	径流		受影响地表水域		
	年径流量与总库容百分比 $\alpha\%$	兴利库容与年径流量百分比 $\beta\%$	取水量占多年平均径流量百分比 $\gamma\%$	工程垂直投影面积及外扩范围 A_1/km^2 ；工程扰动水底面积 A_2/km^2 ；过水断面宽度占用比例或占用水域面积比例 $R/\%$		工程垂直投影面积及外扩范围 A_1/km^2 ；工程扰动水底面积 A_2/km^2
				河流	湖库	
一级	$\alpha \leq 10$ ；或稳定分层	$\beta \geq 20$ ；或完全年调节与多年调节	$\gamma \geq 30$	$A_1 \geq 0.3$ ；或 $A_2 \geq 1.5$ ；或 $R \geq 10$	$A_1 \geq 0.3$ ；或 $A_2 \geq 1.5$ ；或 $R \geq 20$	$A_1 \geq 0.5$ ；或 $A_2 \geq 3$
二级	$20 > \alpha > 10$ ；或不稳定分层	$20 > \beta > 2$ ；或季调节与不完全年调节	$30 > \gamma > 10$	$0.3 > A_1 > 0.05$ ；或 $1.5 > A_2 > 0.2$ ；或 $10 > R > 5$	$0.3 > A_1 > 0.05$ ；或 $1.5 > A_2 > 0.2$ ；或 $20 > R > 5$	$0.5 > A_1 > 0.15$ ；或 $3 > A_2 > 0.5$
三级	$\alpha \geq 20$ ；或混合型	$\beta \leq 10$	$\gamma \leq 10$	$A_1 \leq 0.05$ ；或 $A_2 \leq 0.2$ ；或 $R \leq 5$	$A_1 \leq 0.05$ ；或 $A_2 \leq 0.2$ ；或 $R \leq 5$	$A_1 \leq 0.15$ ；或 $A_2 \leq 0.5$
注 1：影响范围涉及饮用水水源保护区、重点保护与珍稀水生生物的栖息地、重要水生生物的自然产卵场、自然保护区等保护目标，评价等级应不低于二级。 注 2：跨流域调水、引水式电站、可能受到河流感潮河段影响，评价等级不低于二级。 注 3：造成入海河口（湾口）宽度束窄（束窄尺度达到原宽度的 5% 以上），评价等级应不低于二级。 注 4：对不透水的单方向建筑尺度较长的水工建筑物（如防波堤、导流堤等），其与潮流或水流主流向切线垂直方向投影长度大于 2km 时，评价等级应不低于二级。 注 5：允许在一类海域建设的项目，评价等级为一级。 注 6：同时存在多个水文要素影响的建设项目，分别判定各水文要素影响评价等级，并取其中最高等级作为水文要素影响型建设项目评价等级。						

本项目为存在水温、径流等多个水文要素影响的建设项目，分别列出水温与径流要素确定地表水评价等级，并取其中最高等级作为水文要素影响型建设项目评价等级。经计算，本项目年径流量（240 万 m^3 ）与总库容（154.4 万 m^3 ）百分比 α 为 1.5544， $\alpha < 10$ ；兴利库容（125.2 万 m^3 ）与年径流量（240 万 m^3 ）百分比 β 为 52.17， $\beta > 20$ ，且本项目为完全年调节水库，按径流要素评价等级为一级。因此，本项目地表水水文要素影响评价等级取最高等级一级作为最终的评价等级。

（2）评价范围

①地表水水污染影响型评价范围：根据《环境影响评价技术导则地表水环境》（HJ2.3-2018），本项目地表水环境影响评价等级为三级 B，仅对废水处置可行性进行分析，不设评价范围。

②地表水水文要素影响型评价范围：

淹没区：小河淹没区 855.526m，海子沟回水约 263.984m，坝址右岸季节性山菁回水 98.490m，坝址左岸季节性山管回水 204.459m。

减水河段：受影响的小河干流 1516.954m 河段（坝址至汇入洗马河口），坝址下

游至入洗马河汇入口无常年性支流分布，减水河段位于王家湾水库坝址上游。

受水区:锅底塘片区、邓家沟片区、花沟片区、大红地片区、冬瓜湾片区大坪子片区、松毛棚片区和草海子片区。

退水区:锅底塘片区人畜用水、灌溉水退水进入小河，涉及退水河段长度 1335.322m;邓家沟片区退水一部分通过片区内人工沟渠进入小河，涉及小河退水河段长度 512.203m，一部分进入洗马河，涉及洗马河(王家湾水库坝址下游)退水长度 1218.435m;花沟片区退水进入花沟小河，涉及退水河段长度 1656.145m;大红地片区退水通过季节性沟进入龙潭箐，涉及退水河段长度 1099.176m;冬瓜湾片区退水进入蚂蝗箐等,涉及退水长度 13400.85m;大坪子片区退水部分进入龙潭箐，涉及龙潭箐等退水河段长度 2390.197m，部分进入块河，涉及块河退水河段长度 2466.324m;松毛棚片区退水进入块河，涉及退水河段长度 1601.741m;草海子片区退水进入块河，涉及退水河段长度 1074.186m。

表 2.5-6 评价范围和评价时段

环境要素		评价范围	评价时段
地表水环境	水文情势与泥沙淤积	淹没区：小河淹没区 855.526m，海子沟回水约 263.984m，坝址右岸季节性山箐回水 98.490m，坝址左岸季节性山箐回水 204.459m。 减水河段：受影响的小河干流 1516.954m 河段（坝址至汇入洗马河口），坝址下游至入洗马河汇入口无常年性支流分布，减水河段位于王家湾水库坝址上游； 退水区：锅底塘片区人畜用水、灌溉水退水进入清水河，涉及退水河段长度 1335.322m；邓家沟片区退水一部分通过片区内人工沟渠进入清水河，涉及清水河退水河段长度 512.203m，一部分进入洗马河，涉及洗马河（王家湾水库坝址下游）退水长度 1218.435m；花沟片区退水进入花沟小河，涉及退水河段长度 1656.145m；大红地片区退水通过季节性沟箐进入龙潭箐，涉及退水河段长度 1099.176m；冬瓜湾片区退水进入蚂蝗箐，涉及退水长度 1340.085m；大坪子片区退水部分进入龙潭箐，涉及龙潭箐退水河段长度 2390.197m，部分进入块河，涉及块河退水河段长度 2466.324m；松毛棚片区退水进入块河，涉及退水河段长度 1601.741m；草海子片区退水进入块河，涉及退水河段长度 1074.186m。	水库蓄水后

	水质、水温	淹没区：小河淹没区 855.526m，海子沟回水约 263.984m，坝址右岸季节性山箐回水 98.490m，坝址左岸季节性山箐回水 204.459m。 减水河段：受影响的小河干流 28.185km 河段（坝址至汇入普渡河口），其中受影响最大的河段为坝址至坝下第一条支流汇入口 1.457km。 受水区：锅底塘片区、邓家沟片区、花沟片区、大红地片区、冬瓜湾片区、大坪子片区、松毛棚片区和草海子片区； 退水区：锅底塘片区人畜用水、灌溉水退水进入清水河，涉及退水河段长度 1335.322m；邓家沟片区退水一部分通过片区内人工沟渠进入清水河，涉及清水河退水河段长度 512.203m，一部分进入洗马河，涉及洗马河（王家湾水库坝址下游）退水长度 1218.435m； 花沟片区退水进入花沟小河，涉及退水河段长度 1656.145m；大红地片区退水通过季节性沟箐进入龙潭箐，涉及退水河段长度 1099.176m；冬瓜湾片区退水进入蚂蝗箐，涉及退水长度 1340.085m；大坪子片区退水部分进入龙潭箐，涉及龙潭箐退水河段长度 2390.197m，部分进入块河，涉及块河退水河段长度 2466.324m；松毛棚片区退水进入块河，涉及退水河段长度 1601.741m；草海子片区退水进入块河，涉及退水河段长度 1074.186m。	施工期、运行期
--	-------	--	---------

2.5.3 地下水评价等级及评价范围

（1）建设项目类型

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）附录 A，本项目水库工程属于“A 水利 1、水库”，地下水环境影响评价项目类别属于 III 类；灌区工程为“A 水利 2、灌区”面积小于 5 万亩，地下水环境影响评价项目类别属于 IV 类（IV 类项目无需设置评价等级和评价范围）。

（2）地下水环境敏感程度

建设项目的地下水环境敏感程度可分为敏感、较敏感、不敏感三级，分级原则见表 2.5-6。

表 2.5-6 地下水环境敏感程度分级表

敏感程度	地下水环境敏感特征
敏感	集中式饮用水水源(包括已建成的在用、备用、应急水源，在建和规划的饮用水水源)准保护区；除集中式饮用水水源以外的国家或地方政府设定的与地下水环境相关的其它保护区，如热水、矿泉水、温泉等特殊地下水资源保护区。
较敏感	集中式饮用水水源(包括已建成的在用、备用、应急水源，在建和规划的饮用水

	水源)准保护区以外的补给径流区；未划定准保护区的集中式饮用水水源，其保护区以外的补给径流区；分散式饮用水水源地；特殊地下水资源(如矿泉水、温泉等)保护区以外的分布区等其他未列入上述敏感分级的环境敏感区 ^a 。
不敏感	上述地区以外的其它地区。
注：a“环境敏感区”是指《建设项目环境影响评价分类管理名录》中所界定的涉及地下水的 环境敏感区。	

本次评价对项目区进行实地调查，本项目水库周边村庄锅底塘、瓦房、花石头、花沟村、邓家沟等村庄生活用水，均是从山中沟管引水至村中，有一个村小组集体引水的，有几家几户共同引水的。综上所述，本项目周边村庄饮用水均为地表水。本项目调查评价区不涉及集中式饮用水水源（包括已建成的在用、备用、应急水源，在建和规划的水源地）及其以外的补给径流区、除集中式饮用水水源以外的国家或地方政府设定的与地下水环境相关的其它保护区（如热水、矿泉水、温泉等特殊地下水资源保护区），因此工程所在区域地下水环境敏感程度属于不敏感。

（3）地下水环境影响评价等级划分依据

综上，本项目水库建设区地下水环境影响评价等级为三级，灌区不设评价等级。

（4）评价范围

根据地下水环评导则，地下水环境三级评价范围为 $\leq 6\text{km}^2$ ，但应包括重要的地下水环境保护目标，必要时适当扩大范围。结合本工程特点及区域水文地质条件，本次水库工程地下水环境评价范围为清水河水库库区四周外扩 1km。灌区（包括输水管线）不设地下水评价范围，仅作简单分析。

2.5.4 声环境影响评价等级及评价范围

（1）评价等级

本项目所在区域属于 1 类功能区，执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）1 类标准，项目声环境影响主要是施工期设备运转噪声，为阶段性噪声，施工结束后随之消除，不设置评价等级；运行期除泵站外无其他噪声源。项目建设前后评价范围内敏感目标噪声级增高量 $< 3\text{dB}(\text{A})$ ，且受影响人口数量变化不大，根据《环境影响评价技术导则声环境》（HJ2.4-2021），本项目声环境影响评价工作等级为运营期二级。

（2）评价范围

本项目声环境评价范围为泵站边界外延 200m 范围。

2.5.5 风险评价等级及评价范围

(1) 风险评价等级

结合项目的特点, 根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018), 本项目对工程环境风险潜势进行初步判断, 并按照附录 B 中的要求对本项目的危险物质进行对比分析。经计算, 本项目风险源主要是施工使用的油类物质、三硝基甲苯 (TNT), 本工程不设炸药库、油库 (罐), 现场不储存炸药和油类物质, Q 值小于 1, 风险潜势为 I, 评价工作等级为简单分析。

(2) 评价范围

本项目环境风险仅做简单分析, 不设评价范围。

2.5.6 生态环境评价工作等级与评价范围

(1) 评价等级

根据《环境影响评价技术导则生态影响》(HJ19-2022), 依据建设项目影响区域的生态敏感性和影响程度划分生态评价等级, 建设项目同时涉及水生、陆生生态影响时分别判断等级, 线性工程可分段确定评价等级。

表 2.5-7 生态影响型敏感程度分级表

类别	分段	判定要求	本项目情况	评价等级
陆生生态	水库枢纽区	①涉及生态保护红线时, 评价等级不低于二级; ②根据 HJ2.3 判断属于水文要素影响型且地表水评价等级不低于二级的项目, 生态评价等级不低于二级。	本项目水库枢纽工程的征地范围距离周边生态保护红线的距离不足 300m, 属于环境影响范围内涉及生态保护红线, 评价等级不低于二级。同时本项目属于水文要素影响型且地表水评价等级为一级, 生态评价等级不低于二级。	二级
	输水路线 (穿越生态红线)	①涉及生态保护红线时, 评价等级不低于二级; ②线性工程地下穿越或地表跨越生态敏感区, 在生态敏感区内无永久、临时占地时, 评价等级下调一级。	本项目在东川段管线 C12+794 至 C13+069 采用埋地的方式穿越生态保护红线。本次项目在寻甸段主 A0+540 至主 A2+474, 主 A3+050 至主 A4+405, 采用埋地的方式穿越生态保护红线。	二级
	输水路线 (一	除本条 a)、b)、c)、d)、e)、f) 以外的情况, 评价等级为三级。	本项目输水管线穿越一般区域的, 陆生生态评价等	三级

	般区域)		级为三级。输水管线不涉及水生生态评价。	
水生生态	水库枢纽区及坝下减水河段	①根据 HJ2.3 判断属于水文要素影响型且地表水评价等级不低于二级的项目，生态评价等级不低于二级。 ②拦河闸坝建设可能明显改变水文情势，评价等级应上调一级。	本项目水生生态不涉及自然保护区、风景名胜区、自然公园、世界自然遗产地，不涉及重要物种重要生境，水生生态等级为三级，本项目属于拦河闸坝建设，对水文情势影响较大，评价等级应上调一级，综合判断水生生态等级为二级评价，满足水文要素影响型，且地表水评价等级为一级，水生生态评价等级不低于二级的要求	二级

综上所述，本项目水库枢纽区陆生生态评价等级为二级，水库枢纽区及坝下减水河段水生生态评价等级为二级。输水管线不涉及水生生态评价，陆生生态评价分段判断，其中涉及生态红线的管线段，陆生生态评价等级为二级，不涉及生态红线的管线段，陆生生态评价等级为三级。

(2) 评价范围

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ19-2022)，结合本项目特点、周边生态环境情况以及影响区的自然地形，本次陆生生态影响评价区范围为：坝址至库尾上游 300m 河段面山第一层山脊线以下区域、工程永久占地、临时占地外延 300m、涉及生态红线的干管外延 1000m 及受水区范围，评价区总面积 2510.217hm²。调查重点为工程占地区及周边邻近区域，评价区海拔 1173-2235m。水生生态影响评价区范围为：水库淹没区、减水河段和受退水区。其中淹没区：清水河淹没区 855.526m，海子沟回水约 263.984m，坝址右岸季节性山箐回水 98.490m，坝址左岸季节性山箐回水 204.459m。减水河段：受影响的清水河干流 1516.954m 河段（坝址至汇入洗马河口），坝址下游至入洗马河汇入口无常年性支流分布，减水河段位于王家湾水库坝址上游。受水区：锅底塘片区、邓家沟片区、花沟片区、大红地片区、冬瓜湾片区、大坪子片区、松毛棚片区和草海子片区；退水区：锅底塘片区人畜用水、灌溉水退水进入清水河，涉及退水河段长度 1335.322m；邓家沟片区退水一部分通过片区内人工沟渠进入清水河，涉及清水河退水河段长度 512.203m，一部分进入洗马河，涉及洗马河（王家湾水库坝址下游）退水长度 1218.435m；花沟片区退水进入花沟小河，涉及退水河段长度

1656.145m；大红地片区退水通过季节性沟箐进入龙潭箐，涉及退水河段长度 1099.176m；冬瓜湾片区退水进入蚂蝗箐，涉及退水长度 1340.085m；大坪子片区退水部分进入龙潭箐，涉及龙潭箐退水河段长度 2390.197m，部分进入块河，涉及块河退水河段长度 2466.324m；松毛棚片区退水进入块河，涉及退水河段长度 1601.741m；草海子片区退水进入块河，涉及退水河段长度 1074.186m。

2.5.7 土壤环境评价工作等级与评价范围

(1) 项目类别

根据《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018）本项目属于生态影响型项目，对照导则附录 A，本项目为水利、库容其他的水库，属于 III 类项目；灌区为其他，属于 IV 类项目。

(2) 周边土壤环境敏感程度

根据项目可研期间地质勘查，水库建设区地下水位埋深为 21.4-48.9m，地下水位 $>1.8\text{m}$ ；根据东川区气象站统计资料，东川区多年蒸发量与降水量比值为 1.86（年蒸发量 1856.4mm，年平均降水量约为 1000.5mm）；水库建设所在区域为山区，地势起伏大，不属于地势平坦区域，也不属于平原区。根据本项目土壤现状监测数据，项目区土壤 pH 值为 6.97-7.12，酸碱化为不敏感；土壤含盐量为 0.86-1.12g/kg，小于 2g/kg，盐化属于不敏感。综上，项目区土壤环境敏感程度为不敏感。

表 2.5-8 生态影响型敏感程度分级表

敏感程度	判别依据		
	盐化	酸化	碱化
敏感	建设项目所在地干燥度* >2.5 且常年地下水位平均埋深 $<1.5\text{m}$ 的地势平坦区域；或土壤含盐量 $>4\text{g/kg}$ 的区域	$\text{pH}\leq 4.5$	$\text{pH}\geq 9.0$
较敏感	建设项目所在地干燥度 >2.5 且常年地下水位平均埋深 $\geq 1.5\text{m}$ 的，或 $1.8<\text{干燥度}\leq 2.5$ 且常年地下水位平均埋深 $<1.8\text{m}$ 的地势平坦区域；建设项目所在地干燥度 >2.5 或常年地下水位平均埋深 $<1.5\text{m}$ 的平原区；或 $2\text{g/kg}<\text{土壤含盐量}\leq 4\text{g/kg}$ 的区域	$4.5<\text{pH}\leq 5.5$	$8.5\leq \text{pH}<9.0$
不敏感	其他	$5.5<\text{pH}<8.5$	
*是指采用 E601 观测的多年平均水面蒸发量与降水量的比值，即蒸降比值。			

(3) 评价等级判断

本项目水库工程土壤环境影响评价不设置评价等级；灌区工程为 IV 类项目，不设置评价等级。

表 2.5-9 土壤生态影响型评价工作等级划分表

评价工作等级 敏感程度	项目类别	I 类	II 类	III 类
敏感		一级	二级	三级
较敏感		二级	二级	三级
不敏感		二级	三级	-
注：“-”表示可不开展土壤环境影响评价工作。				

(4) 评价范围

灌区工程（包括输水管线）、水库库区土壤环境不设置评价范围，仅作土壤环境影响简单分析。

2.6 评价标准

2.6.1 环境质量标准

2.6.1.1 环境空气质量标准

项目位于昆明市东川区，管线穿越区域包括昆明市寻甸县，评价区域大气环境功能区划属二类区，评价区环境空气质量执行《环境空气质量标准》

（GB3095-2012）中二级标准。环境空气质量标准见表 2.6-1。

表 2.6-1 环境空气质量标准 单位：mg/m³

污染物	单位	小时平均	日平均	年平均	标准来源
SO ₂	μg/m ³	500	150	60	GB3095-2012《环境空气质量标准》
NO ₂	μg/m ³	200	80	40	
PM ₁₀	μg/m ³	—	150	70	
PM _{2.5}	μg/m ³	—	75	35	
CO	mg/m ³	10	4	—	
O ₃	μg/m ³	200	（日最大 8 小时） 160	—	
TSP	μg/m ³	—	300	200	

2.6.1.2 地表水环境质量标准

清水河水库所在的河道属于长江流域金沙江水系普渡河支流洗马河的支流，河道发源于坝址北侧山麓，主河道自源头由北向南流淌，在锅底塘村进入拟建清水河水库，河道过锅底塘村后汇入洗马河，之后于王家湾村进入王家湾水库，并于三江口汇入普渡河后，最终汇入金沙江。

根据《云南省水功能区划》（2014 年），清水河未进行水功能区划，属于洗马河支流，属于洗马河寻甸-禄劝保留区，起点为源头，终点为入普渡河河口，2030 年水质目标为 III 类。

灌溉区地表水为洗马河、龙潭箐、块河。其中龙潭箐、块河没有进行水功能区划，龙塘箐汇入块河，块河汇入小江，属于小江寻甸-东川保留区，起点为清水海出口，终点为入金沙江口。2030 年水质目标为Ⅲ类。

项目管线涉及花沟小河、坝小箐、王家湾水库、龙潭水库、祭山沟、大豆沟，花沟小河和坝小箐汇入块河，王家湾水库并于三江口汇入普渡河后，最终汇入金沙江。花沟小河、坝小箐、王家湾水库未进行水功能区划，花沟小河、坝小箐汇入块河进入小江，属于小江寻甸-东川保留区，起点为清水海出口，终点为入金沙江口，2030 年水质目标为Ⅲ类。王家湾水库属于洗马河支流，属于洗马河寻甸-禄劝保留区，起点为源头，终点为入普渡河河口，2030 年水质目标为Ⅲ类。大豆沟汇入洗马河，属于洗马河支流，属于洗马河寻甸-禄劝保留区，起点为源头，终点为入普渡河河口，2030 年水质目标为Ⅲ类。龙潭水库、祭山沟未进行水功能区划，祭山沟汇入龙潭水库，龙潭水库汇入乌龙河，然后汇入大白河，最终汇入小江，属于小江寻甸-东川保留区，起点为清水海出口，终点为入金沙江口，2030 年水质目标为Ⅲ类。

表 2.6-2 地表水环境质量标准 单位：mg/L

项目	pH	COD _{Cr}	BOD ₅	总磷	NH ₃ -N	总氮	石油类
Ⅲ类	6~9	20	4	0.2	1.0	1.0	0.05
项目	锌	铅	镉	砷	铜	汞	六价铬
Ⅲ类	1.0	0.05	0.005	0.05	1.0	0.0001	0.05
项目	氰化物	挥发酚	阴离子表面活性剂	硫化物	粪大肠杆菌	氟化物	溶解氧
Ⅲ类	0.2	0.005	0.2	0.2	10000个/L	1.0	5
项目	硫酸盐	硝酸盐	铁	锰	氯化物		
Ⅲ类	250	10	0.3	0.1	250		

2.6.1.3 地下水环境质量标准

根据拟建项目所在区域环境水文地质特征及地下水的功能和用途，项目地下水执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）Ⅲ类标准，见表 2.6-3。

表 2.6-3 地下水质量标准 （单位：mg/L，pH 无量纲）

项目	pH 值	总硬度	溶解性总固体	硫酸盐	氯化物	铁
Ⅲ类	6.5~8.5	≤450	≤1000	≤250	≤250	≤0.3
项目	挥发性酚类	耗氧量	氨氮	总大肠菌群	菌落总数	亚硝酸盐
Ⅲ类	≤0.002	≤3.0	≤0.50	≤3.0	≤100	≤1.00
项目	氰化物	氟化物	汞	砷	铬（六价）	镉
Ⅲ类	≤0.05	≤1.0	≤0.001	≤0.01	≤0.05	≤0.005
项目	钠	硫化物	铅	硝酸盐	锰	

III 类	≤200	≤0.02	≤0.01	≤20.0	≤0.10	
-------	------	-------	-------	-------	-------	--

2.6.1.4 土壤环境质量标准

项目所在区域现状为农用地，区域农用地土壤执行《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》(GB15618-2018)。

表 2.6-4 农用地土壤污染风险筛选值（基本项目） 单位：mg/kg

污染物项目		风险筛选值			
		pH≤5.5	5.5<pH≤6.5	6.5<pH≤7.5	pH>7.5
镉	水田	0.3	0.4	0.6	0.8
	其他	0.3	0.3	0.3	0.6
汞	水田	0.5	0.5	0.6	1.0
	其他	1.3	1.8	2.4	3.4
砷	水田	30	30	25	20
	其他	40	40	30	25
铅	水田	80	100	140	240
	其他	70	90	120	170
铬	水田	250	250	300	350
	其他	150	150	200	250
铜	水田	150	150	200	200
	其他	50	50	100	100
镍		60	70	100	190
锌		200	200	250	300

表 2.6-5 农用地土壤污染风险管制值（基本项目） 单位：mg/kg

污染物项目	风险管制值			
	pH≤5.5	5.5<pH≤6.5	6.5<pH≤7.5	pH>7.5
镉	1.5	2	3	4
汞	2	2.5	4	6
砷	200	150	120	100
铅	400	500	700	1000
铬	800	850	1000	1300

2.6.1.5 声环境质量标准

当地未对声环境进行功能区划分，区域执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 1 类标准。具体见表 2.6-4。

表 2.6-6 声环境质量标准值 单位 dB(A)

噪声标准	类别	昼间	夜间
GB3096-2008	1	55	45

2.6.2 污染物排放标准

2.6.2.1 废气排放标准

(1) 施工期废气

施工期废气颗粒物排放执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）

表 2 无组织排放监控浓度限值，详见下表。

表 2.6-7 大气污染物排放限值（无组织） 单位 dB(A)

污染物	无组织排放监控浓度限值（mg/m ³ ）
颗粒物	1.0

项目运行期无废气污染物排放，不设大气污染物排放标准。

2.6.2.2 废水排放标准

（1）施工期

本项目施工期间混凝土拌和系统废水经过三级沉淀后回用于混凝土拌和，机修废水经过混凝沉淀后，回用于施工场地的洒水降尘，施工营地生活废水经过污水处理设施处理后，回用于施工场地的洒水降尘。回用水执行《城市污水再生利用城市杂用水水质标准》（GB/T18920-2020）道路清扫、建筑施工标准。

（1）运营期

运行期管理站房办公、生活污水经化粪池收集由一体化污水处理站处理后达到《城市污水再生利用城市杂用水水质标准》（GB/T18920-2020）城市绿化、道路清扫标准后回用于办公区绿化、浇洒。

标准值见下表：

表 2.6-8 城市污水再生利用 城市杂用水水质 单位：mg/L

项目	pH	色度	嗅	溶解性总固体	BOD ₅	氨氮	溶解氧	阴离子表面活性剂	总氯	大肠埃希氏菌
绿化用水	6-9	≤30	无不快感	≤1000	≤10	≤8	≥2.0	≤0.5	不应超过 2.5	无

2.6.2.3 噪声排放标准

（1）施工期噪声

施工期间排放噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011），具体限值见下表。

表 2.6-9 建筑施工场界环境噪声排放标准（GB12523-2011）

时段	昼间 dB (A)	夜间 dB (A)
限值	70	55

（2）运营期噪声

本项目红土地镇花沟村委会和松毛棚村委会耕地位于高程 1600m~3000m 之间，耕地范围高差达 1000 多 m，高差比较大。清水河水库坝址高程 2300m，鉴于水库来水量有限，只能以供定需，同时考虑到泵站提水供水成本高，因此仅考虑自流灌溉，不考虑泵站提水。故本项目运营期不考虑噪声排放标准。

2.6.2.4 固废排放标准

一般固体废物执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）。

2.7 环境保护目标

由于项目施工期大气环境影响评价等级为三级评价，运营期不设大气环境影响评价等级，本项目不设置大气环境影响评价范围，故本项目大气环境保护目标仅列出项目水库场地周边以及输水管线周边 500m 范围内的居民住宅、医院、学校等保护目标。声环境按照 200m 范围列保护目标。

表 2.7-1 环境保护目标一览表

环境要素	保护目标	保护对象概况	位置关系	影响途径	保护目标要求
地表水	小河	河道发源于坝址北侧山麓，主河道自源头由北向南流淌，在锅底塘村进入拟建清水河水库，河道过锅底塘村后汇入洗马河，之后于王家湾村进入王家湾水库，并于三江口汇入普渡河后，最终汇入金沙江。	水库下坝址（推荐）位于清水河在锅底塘村附近	水库蓄水及工程运行改变水文情势，坝下减水；库区水温分层及坝下低温水；水体自净能力变化，生产生活污水影响水质等	《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准III类标准
	洗马河	洗马河于王家湾村进入王家湾水库，并于三江口汇入普渡河后，最终汇入金沙江	坝址西南侧，2390m	小河来水量减少，灌溉退水汇入	
	龙潭箐	龙潭箐汇入块河	大坪子管线西侧 288m	灌溉退水汇入	
	块河	块河汇入小江，属于小江寻甸-东川保留区，起点为清水海出口，终点为入金沙江口	大坪子管线东侧 913m	灌溉退水汇入	
	花沟小河	花沟小河汇入块河	主管线东侧 1800m	输水路线施工水质影响	
	坝小箐	汇入块河	主管线西北侧 145m	输水路线施工水质影响	
	王家湾水库	王家湾水库于三江口汇入普渡河后，最终汇入金沙江	主管线南侧 560m	输水路线施工水质影响	
	龙潭水库	汇入乌龙河，然后汇入大白河，最终汇入小江	主线西北侧 546m	输水路线施工水质影响	
	祭山沟	汇入龙潭水库	主线西北侧 952m	输水路线施工水质影响	
	大豆沟	汇入洗马河	主线西侧 637m	输水路线施工水质影响	
地下水	工程建设区地下水	工程区涉及的完整水文地质单元		地下工程施工引起的地下水疏干、水质影响，工程运行引起的地下水流场、水位变化	《地下水环境质量标准》（GB/T14848-2017）III类标准

环境空气	锅底塘村	280 人	枢纽区西南侧 126m	施工场地扬尘、施工交通运输扬尘	《环境空气质量标准》 (GB3095-2012)二级标准
	瓦房	120 人 (仅为在管线 500m 范围内人数)	管线东侧 295m		
	秧田冲	145 人 (仅为在管线 500m 范围内人数)	管线南侧 460m		
	花石头	415 人	淹没区域东北 462m		
	麻塘村	195 人 (仅为在管线 500m 范围内人数)	管线西侧紧邻		
	花沟村	220 人 (仅为在管线 500m 范围内人数)	管线西侧 112m		
	水冬瓜湾	520 人 (仅为在管线 500m 范围内人数)	管线两侧紧邻		
	丫口地	30 人 (仅为在管线 500m 范围内人数)	管线西侧 416m		
	陷塘地	110 人 (仅为在管线 500m 范围内人数)	管线东侧 134m		
	松毛棚	175 人 (仅为在管线 500m 范围内人数)	管线北侧和西北侧, 最近距离北侧 14m		
	草海子	210 人 (仅为在管线 500m 范围内人数)	管线东侧 324m		
	大坪子	640 人 (仅为在管线 500m 范围内人数)	管线东侧紧邻		
声环境	锅底塘村	280 人	枢纽区西南侧 126m	施工场地噪声、施工交通运输噪声	《声环境质量标准》 (GB3096-2008) 1 类标准
	麻塘村	195 人 (仅为在管线 500m 范围内人数)	管线西侧紧邻		
	花沟村	220 人 (仅为在管线 500m 范围内人数)	管线西侧 112m		
	水冬瓜湾	520 人 (仅为在管线 500m 范围内人数)	管线两侧紧邻		
	陷塘地	110 人 (仅为在管线 500m 范围内人数)	管线东侧 134m		
	松毛棚	175 人 (仅为在管线 500m 范围内人数)	管线北侧和西北侧, 最近距离北侧 14m		
	大坪子	640 人 (仅为在管线 500m 范围内人数)	管线东侧紧邻		
土壤环境	耕地、林地、草地、园地	工程占地区及周边受工程影响的耕地、林地、草地、园地等土壤环境	工程占地范围内及占地范围外 1km 范围	施工期土壤流失、少量污染物可能对浅层表土形成污染; 运行期水库蓄水导致土壤潜水位提高, 可能导致盐	维护土壤原有生态功能, 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

				渍化、酸碱化等	准》（GB15618-2018）
--	--	--	--	---------	------------------

项目生态保护目标为评价范围内的生态环境。

项目生态影响评价范围内有半湿润常绿阔叶林、硬叶常绿阔叶林、暖温性针叶林、暖温性稀树灌草丛等自然植被；国家重点保护野生动物普通鵲、黑鸢、红隼等。工程实施过程中须保护工程生态影响区的生态系统完整性，主要对受工程建设影响的植被及野生动植物进行保护，竣工后尽快恢复因工程建设受损的生态环境及生物减少量，尽量减少对野生动物生境及野生动物活动的影响。见表 1-3。

表 2.7-2 生态保护保护目标一览表

序号	环境保护目标		项目与环境保护目标关系	影响因素	保护要求
1	自然植被：暖温性针叶林、暖温性稀树灌木草丛、半湿润常绿阔叶林、硬叶常绿阔叶林、干热性稀树灌木草丛等		工程占地主要影响的自然植被类型为暖温性针叶林、暖热性稀树灌木草丛、半湿润常绿阔叶林等。	工程占地、施工活动干扰	保持评价区内生态系统稳定性和完整性
2	野生植物资源（495 种）		野生植物资源在评价区内广泛分布，不涉及工程区域及昆明市特有物种。	工程占地、施工活动干扰	保护评价区内野生植物资源不受较大影响
3	野生动物资源	野生动物：3 种国家二级重点保护野生动物普通鵲、黑鸢、红隼	项目生态影响评价区内	工程占地、施工活动干扰	保护评价区内野生动物资源不受工程建设和运行的较大影响。
4	生态保护红线	自然植被：云南松林、暖温性稀树灌木草丛。 野生动物资源：生态保护红线内的所有野生动物资源。	评价区总面积 2510.217hm ² ，评价区分布有寻甸县生态红线面积 153.876hm ² ，东川区生态红线 136.054hm ² ，占评价区总面积的 11.550%。本项目在东川段管线 C12+794 至 C13+069 采用埋地的方式穿越生态保护红线。本次项目在寻甸段主 A0+540 至主 A2+474，主 A3+050 至主 A4+405，采用埋地的方式穿越生态保护红线。评价区内分布的生态红线主要植被类型为云南松林、半湿润常绿阔叶林、硬叶常绿阔叶林、干热性稀树灌木草丛。	施工活动干扰	保护生态红线内野生植物和野生动物资源资源不受较大影响。
5	水生生物	5 种土著鱼类（横纹南鳅、麦穗鱼、红尾副鳅、四川华吸鳅、中华纹胸鮡）	库区、坝下减水河段、受、退水区鱼类资源	水文情势改变、水温影响、水质影响	保护评价区内土著鱼类资源不受较大影响

2.8 评价工作程序

本次环境影响评价工作程序见图 2.8-1。

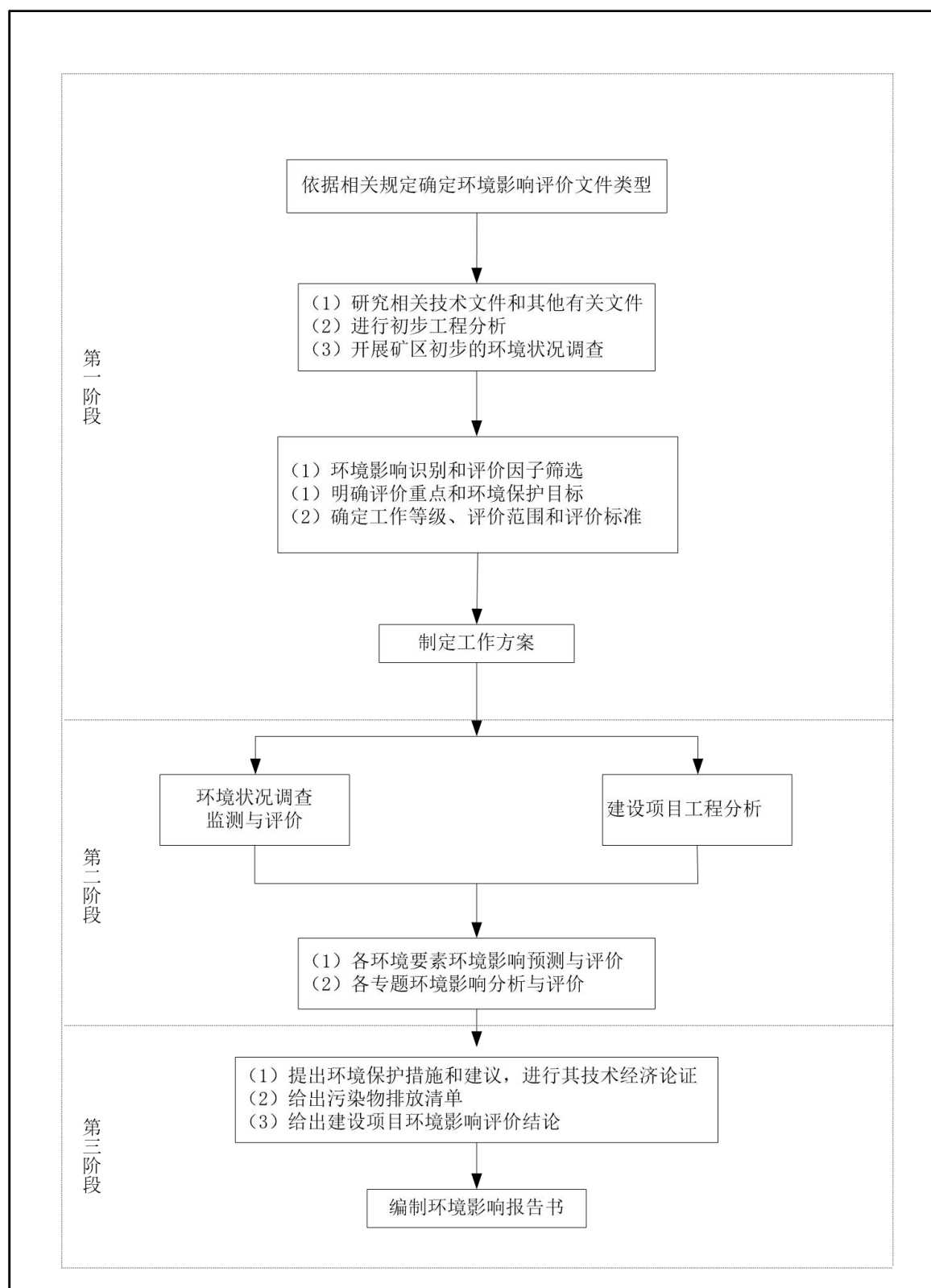


图 2.8-1 环境影响评价工作程序图

2.9 产业政策符合性分析

本项目为综合利用水利枢纽工程项目。经查阅中华人民共和国国家发展和改革委员会令第7号《产业结构调整指导目录（2024年本）》，本项目属于鼓励类项目中第二项“水利”中第1条“水资源利用和优化配置：跨流域调水工程，综合利用水利枢纽工程”项目。因此，本项目符合国家产业政策。

项目已于2023年4月6日取得了由昆明市发展和改革委员会下发的《昆明市发展和改革委员会关于东川区清水水库工程可行性研究报告批复》（昆发改农经[2023]195）。

综上所述，本项目符合国家及地方产业政策。

2.10 相关符合性分析

2.10.1 与《云南省“十四五”兴水润滇工程规划》符合性分析

2021年10月5日，省政府印发了《云南省“十四五”兴水润滇工程规划》；10月10日，省委、省政府印发了《关于加快兴水润滇工程建设的决定》，标志着我省全面启动兴水润滇工程建设。“十四五”期间，兴水润滇工程的重点任务主要包括供水安全、防洪安全、水生态安全、智慧水利、水利法治化、深化改革等6个方面。一是多措并举，保障供水安全。按照大中小微并举、蓄引提调结合的原则，加快构建以滇中引水为骨干、以大中小型水源为支撑、以大中型水电站水资源综合利用及水系连通为补充、以重大农业节水为先导的供水安全保障网。二是防治并重，保障防洪安全。以消除防洪工程安全隐患、江河防洪能力提升、山洪灾害防治和超标准洪水防御为重点，整体提升全省洪涝灾害综合防治能力。三是分类施策，维护水生态安全。坚持系统治理，以九大高原湖泊保护治理及六大水系保护修复为重点，大力推进水生态文明建设。四是统筹推进，健全智慧水利体系。充分运用大数据、人工智能、5G等信息技术，提高水利智慧化水平。五是依法治水，提升法治化监管能力。针对涉水事务监管薄弱环节，建立健全监管机制，强化全过程、全要素监管，全力提升涉水事务监管能力，实现依法治水。六是深化改革，激发水利发展内生动力。全面深化水利重点领域和关键环节改革，建立分级负责的水安全保障责任机制，深入落实河湖长制，全面深化水价改革，积极稳妥推进水权水市场改革，创新投融资体制改革，深化水利工程建设管理改革，着力构建充满活力、富有效率、创新引领、法治保障的水利体制机制。

昆明市东川区清水河水库工程建设项目已列入《云南省人民政府关于印发云南省“十四五”兴水润滇工程规划的通知》（云政发〔2021〕23号）。该项目属于规划中“供水保障能力建设工程”中的“水源工程”中拟建小（1）型水库。

州、市	主要建设内容	投资（亿元）	
		总投资	“十四五”投资
丽江市	续建2件：华坪县马鹿、宁蒗县宁利 拟建5件：华坪县腊么、兴隆；宁蒗县羊洞槽、战河；永胜县中所河	51.42	27.88
怒江州	拟建1件：兰坪县牌子沟	7.20	5.76
迪庆州	续建2件：香格里拉市三岔河、维西县拉多阁 拟建1件：维西县大桥河	22.97	20.39
临沧市	续建7件：耿马县团结、沧源县芒回、云县岔河、镇康县帮东河、临翔区大桥坡、凤庆县大摆田、永德县马鞍桥 拟建15件：耿马县翁结、允景；云县茂兰河、马街河、勐底河；沧源县公丁；镇康县中厂、绿水河；临翔区双河、南美；永德县忙东；凤庆县迎春；双江县香竹林、湾河扩建、户那河	161.11	113.29
（三）小（1）型水库（续建177件、拟建709件）		1423.57	1042.27
昆明市	续建9件：西山区牛鼻村；宜良县茶花箐、老青龙；晋宁区铁厂箐；富民县拖担；东川区小河；禄劝县本业、核桃箐；寻甸县大狼箐 拟建14件：盘龙区黄龙扩建；东川区岔河、清水河；晋宁区石门坎；富民县黄坡扩建；宜良县半山河、轿子山；石林县大密枝扩建；嵩明县干河扩建；禄劝县岔河、金兆；寻甸县十里箐扩建、龙泉、海尾	32.64	25.81

本项目建设与《云南省“十四五”兴水润滇规划》的相关要求符合性分析详见小表。

表 2.10-1 《云南省“十四五”兴水润滇规划》的相关要求符合性分析

规划的环境影响评价部分要求		本工程情况	相符性
一、坚持生态优先和绿色发展为导向。	项目实施过程中要充分贯彻落实生态优先和绿色发展理念，即讲人定胜天，也讲人水和谐，有水利工程运行发挥供水防洪等作用的同同时，兼顾项目区的良好生态环境质量，确保工程效益、生态效益和经济效益协调统一、平衡稳进。	施工过程中采取环评提出的各项环保措施的，对环境的影响为可接受，项目运营过程中工程自身不排放废水、废气，生活污水处理后综合利用，项目受水区退水对环境的影响较小。	符合
二、加强与国土空间规划的衔接和生态保护红线管控。	建设项目应符合国土空间规划的相关要求，相关指标与空间规划的资源开发利用、空间用途管制等衔接协调。项目实施优先避让法律、法规禁止开发的各类区域，严格执行生态保护红线、生态环境敏感区管控规定，尽量不占或少占永久基本农田。确实无法避让生态保护红	本项目已经纳入国土空间规划，严格执行生态保护红线管控规定，工程枢纽工程区、水库管理所、料场、弃渣场、施工营地、道路工程和临时堆存场不涉及生态保护红线和永久基本农田，输水管线涉及生态保护红线和基本农田，项目	符合

	线、生态环境敏感区、基本农田的项目，依法依规办理相关手续，认真落实基本农田“先补后占、占补平衡”制度。	输水管线属地下埋式工程，管道埋深在 1m 以下，不会对永久基本农田造成破坏。建设单位后期将依法依规办理相关手续。	
三、严守资源利用上限和环境质量底线。	将水资源开发利用上限作为约束条件，在足量预留河流生态、水环境保护、社会生态建设等生态水量的前提下，进行水利工程水资源的合理配置和高效利用，促进经济社会发展与资源承载力相适应。项目建设运营过程中应严守水环境质量底线，把生态环境质量保护贯穿到项目建设的全过程，认真做好环境影响评价、严格落实各项环保措施。	本项目设置了生态下泄流量措施，保证运营期下游生态流量满足相关要求，对水资源进行了合理配置，灌区将实施节水灌溉，保证了水资源的高效利用。建设单位积极做好环境影响评价工作，建设运营过程中，将全面落实环评提出的各项环保措施。	符合
四、加强环境影响评价和水土保持工作。	项目推进中要根据生态环境保护的要求完善方案设计，把生态环境措施放在同加强建设项目环境影响评价和水土保持工作。项目推进中要根据生态环境保护的要求完善方案设计，把生态环境措施放在同主体工程同等重要的位置，并根据项目实施对生态环境的响应及时优化调整。重点做好陆生和水生生态、地表水、地下水、社会环境等要素的保护工作。强化对工程设计、建设、管理全过程的监管，最大程度降低项目实施的不利环境影响。对项目建设新增的水土流失，应科学确定水土流失防治目标，制定防治措施方案并严格落实。	建设单位开展了水土保持评价和环境影响评价工作，项目推进中将根据生态环境保护的要求完善方案设计，把生态环境措施放在同主体工程同等重要的位置，并根据项目实施对生态环境的响应及时优化调整。重点做好陆生和水生生态、地表水、地下水、社会环境等要素的保护工作。强化对工程设计、建设、管理全过程的监管，最大程度降低项目实施的不利环境影响。对项目建设新增的水土流失，应科学确定水土流失防治目标，制定防治措施方案并严格落实。	符合
五、妥善做好移民安置工作。	充分征求移民意愿，依法移民，先移民后建设。科学合理编制移民安置规划，认真开展移民安置社会稳定风险评估。做好移民集中安置点的环境影响评价以及场地工程地质勘察工作，开展建设项目地质灾害危险性评估工程地质勘察工作，开展建设项目地质灾害危险性评估并落实地工程地质勘察工作，开展建设项目地质灾害危险性评估并落实地质灾害防治责任和措施等工作。切实做好水利工程移民征	项目初步设计中已经完成移民安置的基本方案，建设单位将按照要求先移民后建设，落实移民安置相关措施，做好补偿、安置等相关工作。要求建设单位尽快完成移民安置社会稳定风险评估。	符合

	地补偿、搬迁安置和后期扶持工作。加强监督管理，维护移民合法权益。重点保障移民的生产生活条件、安置区稳定发展，保护安置区生态环境。		
六、加强对项目实施的监测评估和管理。	加强项目实施后可能影响的生态环境敏感区的监测与保护，及时掌握环境变化，采用相应对策措施。加强项目实施的环境风险评价与管理，针对可能发生的重大环境风险问题，制定突发环境事件的风险应急管理措施。适时开展环境影响跟踪评价，对项目实施造成的生态环境问题提出解决方案，提出优化调整建议或减轻不良生态环境影响的题提出解决方案，提出优化调整建议或减轻不良生态环境影响的对策和措施。关注项目实施后对水资源、土地资源、生态系统和区域环境质量的长期性、累积性影响。	环评提出了跟踪监测计划，以便建设单位及时采取相应对策措施，环评开展了建设项目环境风险评价，提出了相关管理措施等。建设单位将在项目建成投运后，适时开展环境影响后评价工作，关注项目实施后对水资源、土地资源、生态系统和区域环境质量的长期性、累积性影响。	符合

2.10.2 与《昆明市“十四五”水安全保障规划》符合性分析

2023年1月昆明市水务局发布《昆明市“十四五”水安全保障规划》，规划中有增供水，区域水资源配置格局不断优化，“多源共济、互联互通”的城市供水网络体系初步建立。城乡供水一体化建设稳步推进，城乡供水保障能力显著提升。全市新增蓄水库容1.0亿 m^3 ，新增供水能力1.2亿 m^3 ，人均供水供水能力力争维持在237 m^3 /人以上。主城区水源互联互通能力进一步增强，县城基本实现双水源保障。农村自来水普及率达到90%以上。清水河水库建成后，可以对现有的水资源进行合理规划和配置，同时完善配套供水设施，这不仅可以保证人民生产生活稳步推进，还能加快灌区落实乡村振兴战略。

综上所述，工程建设符合《昆明市“十四五”水安全保障规划》

2.10.3 与《云南省生物多样性保护战略与行动计划》（2012-2030年）的相符性分析

为进一步加强云南生物多样性保护工作，积极推进生态文明建设，云南省生物多样性保护联席会议组织编制了《云南省生物多样性保护战略与行动计划（2012-2030年）》划定了生物多样性保护的6个优先区域，提出了9大保护优先

领域和34项行动。2013年2月5日云南省人民政府十二届第二次常务会议审议通过了《云南省生物多样性保护战略与行动计划（2012-2030年）》，作为我省未来20年生物多样性资源有效保护和可持续利用的指导性文件。

根据《云南省生物多样性保护战略与行动计划（2012~2030年）》，将云南的滇西北高山峡谷针叶林区域、云南南部边缘热带雨林区域、滇东南喀斯特东南季风阔叶林区域、滇东北乌蒙山湿润常绿阔叶林区域、澜沧江中游一哀牢山中山湿性常绿阔叶林区域、云南高原湿地区域等6个区域划分为一级生物多样性保护优先区域。在综合考量生态系统类型的代表性，生态系统的特有性及其特殊生态功能，物种的特有性、丰富度、珍稀濒危程度、区域代表性、科学研究价值和分布数据的可获得性等基础上，进一步划定了18个二级生物多样性保护优先区，涉及16个州市101个县（区），总面积9.5万km²，占云南国土面积的23.86%，并针对6个优先区域提出了9大保护优先领域和34项行动。

表2.10-2 6个一级优先区域和18个二级优先区域一览表

序号	一级优先区域	二级优先区域
1	滇西北高山峡谷针叶林区域	①高黎贡山北段温凉性针叶林区
		②梅里雪山—碧罗雪山寒温性针叶林区
		③云岭山脉寒温性—暖温性针叶林区
		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域	①高黎贡山南段中山湿性常绿阔叶林区
		②铜壁关热带雨林区
		③南汀河热带雨林区
		④西双版纳热带雨林区
		⑤红河湿润雨林区
3	滇东南喀斯特东南季风阔叶林区域	①滇东南喀斯特东南季风阔叶林区域
4	滇东北乌蒙山湿润常绿阔叶林区域	①乌蒙山湿润常绿阔叶林区
		②金沙江下游干热、干暖河谷区
5	澜沧江中游一哀牢山中山湿性常绿阔叶林区域	①澜沧江中山宽谷常绿阔叶林区
		②无量山中山湿性常绿阔叶林区
		③哀牢山中山湿性常绿阔叶林区
6	云南高原湿地区域	①滇中高原湖泊区
		②滇西北高原湖泊区
		③滇东北高山沼泽化草甸区

本项目位于东川区红土地镇南面与寻甸回族彝族自治县联合乡交界处的锅底塘村附近，经查询，项目所在地不属于《云南省生物多样性保护战略与行动计划（2012-2030年）》中划定的全省生物多样性保护优先区域范围，本项目与《云

南省生物多样性保护战略与行动计划（2012-2030）》相对位置详见附图。本项目与《云南省生物多样性保护战略与行动计划（2012~2030 年）》不冲突。

2.10.4 与用地规划符合性分析

（1）本项目永久用地已经取得用地预审和选址意见书，用字第 530100202300001 号。

（2）本项目已经取得《昆明市自然资源和规划局关于昆明市东川区清水河水库工程建设项目节约集约用地论证分析专章的意见》，同意通过项目节约集约用地论证。评审意见详见附件。

（3）为做好项目用地与当地国土空间规划的衔接，按照《云南省自然资源厅关于做好过渡期国土空间规划管理工作的通知》（云自然资〔2021〕44 号）要求，昆明市东川区人民政府承诺，将项目用地规模和布局（含空间矢量信息）纳入正在编制的规划有效期至 2035 年的国土空间规划。项目已精准确定空间位置，不涉及占用永久基本农田和生态保护红线。具体详见附件《昆明市东川区人民政府关于将昆明市东川区清水河水库工程建设项目纳入国土空间规划的承诺》。

2.10.5 项目与东川区城市总体规划符合性分析

云南省的空间发展结构中以昆明、曲靖、玉溪、楚雄四个城市构成“滇中发展极”，东川作为“滇中发展极”核心城市—昆明市的一部分，应主动接收昆明经济产业的辐射，积极融入滇中区域空间发展及产业分工体系，寻找自身合理定位。依据昆明市城市总体规划，在城镇职能中强调其在市域北部重要节点作用及其工业、旅游发展的重要性。本次规划将强调地质灾害的防护并注重生态环境承载力的考量；依托东川再就业特区的发展契机，构建东川新型工业经济体系。东川区城镇体系空间结构：“一心两轴三片”。

“一心”：

全区形成以铜都镇为核心的一个中心发展极；

“两轴”：

南北轴：以龙东格二级公路、沿金沙江公路为依托，将龙东格沿线的阿旺镇、铜都镇、汤丹镇的相关发展区域联系成带状发展空间；

东西轴：将北部矿产资源集中的舍块乡—因民镇—拖布卡镇和西部旅游资源

集中的红土地镇—乌龙镇—铜都镇发展形成两条横向经济发展轴线。

“三片”：三片分别为“北工、南居、西游”

北工——以北部矿产资源为依托，金沙江为纽带，结合四方地工业园区，将北部舍块乡、因民镇、拖布卡镇整合为北片区；

南居——以东川城区发展为核心，将铜都镇和阿旺镇共同发展成为综合功能片区；

西游——以西部旅游资源为依托，将红土地镇和乌龙镇整合为西部片区。

东川区地处昆明市北部山区，自然条件差，农业基础设施较薄弱，农村经济发展相对滞后，全区脱贫较晚。本项目位于红土地镇原新田乡的花沟村委会和松毛棚村委会地处红土地的山梁，生活用水主要靠引山管水和山泉水，灌溉用水基本靠天吃饭，经常造成人畜饮水断水外运，耕地需水灌溉而无水，严重制约了当地社会经济的发展。为解决当地缺水问题，兴建清水河水库是必要的。本项目水库的建设，符合东川区城市总体规划。

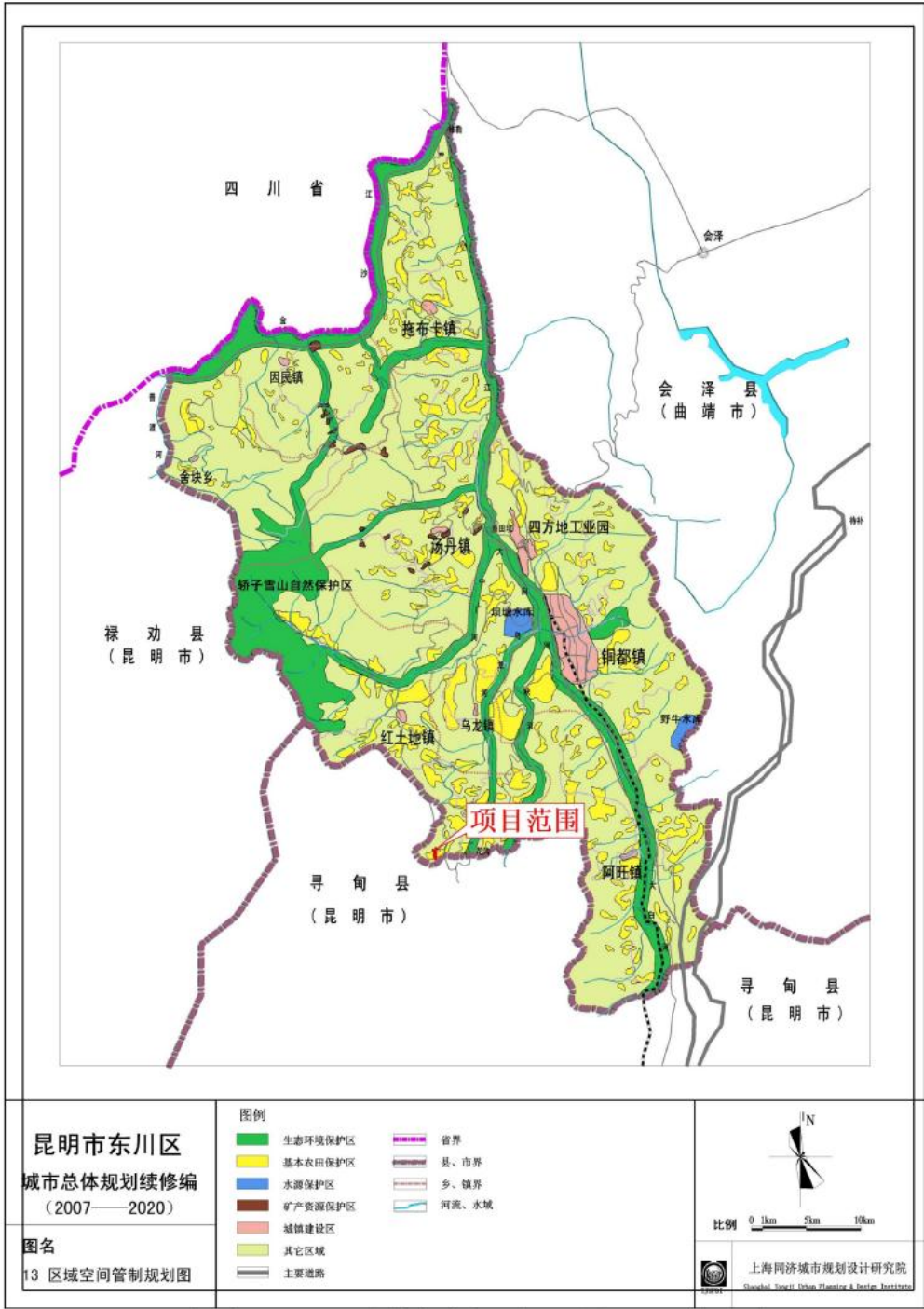


图 2.10-1 项目与东川区区域空间管制规划位置关系示意图

2.10.6 项目与东川区红土地镇规划符合性分析

红土地镇位于云南省东北部，隶属于云南省昆明市东川区，西沿轿子雪山山麓走向与禄劝县转龙镇、乌蒙乡、雪山乡接壤，南与寻甸县凤仪乡、联合乡、金源乡相接。全镇国土面积 322.93 平方千米，举例昆明主城约 200 公里，距东川主城区 75 公里。红土地镇红土景观被认为是全世界除巴西里约热内卢外最有气

势的红土地，而其景象比巴西红土地更为壮观。东川红土地镇规划分为一核两轴三片区。

“一核两轴三片”	
一核	镇区（法者村），形成整个镇域发展的核心
两轴	主要发展轴
	以法者为中心，依托纵贯全镇的倘红公路，北向连接轿子雪山旅游区，南向连接红土地地画公园景区，途经蚂蝗箐彝族风情园、轿子山水库、草海子产业园等，形成未来整个红土地镇域产业发展的重点轴线。
	次要发展轴
	以草海子产业园区和大坪子石材加工区形成的工业走廊是未来整个红土地镇域第二产业发展的主要轴线。
三片	中心区
	南片区
	北片区

本项目与东川区红土地镇规划叠图关系详见下图。由图可见，本项目库区范围不位于北发展片区、中心发展区、南发展片区。但是本项目管线位于红土地镇南发展片区内。本项目的建设就是为南片区大坪子农业灌溉和农村生活供水，符合南片区发展马铃薯、雪莲果、鸡枞等经济作物种植的规划。



图 2.10-2 项目与东川区区域空间管制规划位置关系示意图

2.10.7 “三线一单”符合性分析

拟建清水河水库坝址位于东川区红土地镇南面与寻甸回族彝族自治县联合乡交界处的锅底塘村附近。根据2021年11月23日昆明市人民政府关于昆明市

“三线一单”生态环境分区管控的实施意见（昆政发[2021]21号），其具体分析如下。根据昆明市生态环境局东川分局关于核查昆明市东川区清水河水库工程所在地涉及昆明市“三线一单”生态环境分区管控单元的复函，该项目位于东川区一般管控单元。

表2.10-3 项目与昆明市“三线一单”符合性分析

项目	昆政发〔2021〕21号	项目情况	相符性
生态保护红线	生态保护红线区严格执行云南省人民政府发布的《云南省生态保护红线》，生态保护红线区按照国家和云南省颁布的生态保护红线有关管控政策办法执行，原则上按禁止开发区域的要求进行管理，严禁不符合主体功能定位的各类开发活动，严禁任意改变用途，确保生态保护红线生态功能不降低、面积不减少、性质不改变。 立足已形成的生态保护红线划定工作成果，遵循生态优先原则，将未划入生态保护红线的自然保护区、饮用水水源保护区、重要湿地、基本草原、生态公益林、天然林等生态功能重要、生态环境敏感区域划为一般生态空间，一般生态空间参照主体功能区中重点生态功能区的开发和管制原则进行管控，以保护和修复生态环境、提供生态产品为首要任务，依法限制大规模高强度的工业化和城镇化开发建设活动。加强资源环境承载力控制，防止过度垦殖、放牧、采伐、取水、渔猎、旅游等对生态功能造成损害，确保自然生态系统的稳定。划入一般生态空间的各类自然保护区原则上按照原管控要求进行管理，其他一般生态空间根据用途分区，依法依规进行生态环境管控。	项目位于东川区红土地镇南面与寻甸回族彝族自治县联合乡交界处的锅底塘村。根据《昆明市自然资源和规划局关于昆明市东川区清水河水库工程建设项目节约集约用地论证分析专章的意见》：经昆明市自然资源和规划局套合“三区三线”划定成果，项目不涉及占用永久基本农田和生态保护红线，不涉及占用各级自然保护区。初设阶段结合东川区国土空间规划“三区三线”划定数据，通过对东川区国土空间规划“三区三线”划定数据叠图分析，工程枢纽工程区、水库管理所、料场、弃渣场、施工营地、道路工程和临时堆存场不涉及生态保护红线和永久基本农田，具体叠图详见下图分析。根据东川区自然资源局回函和寻甸县自然资源局回函，清水河水库输水管线在东川段管线 C12+794 至 C13+069 采用埋地的方式穿越生态保护红线，在寻甸段主 A0+540 至主 A2+474，主 A3+050 至主 A4+405，采用埋地的方	符合

		式穿越生态保护红线。其余输水管线不涉及穿越生态保护红线，输水管线全线不涉及城镇开发边界。	
环境质量底线	到 2025 年，全市生态环境质量持续改善，生态空间得到优化和有效保护，区域生态安全屏障更加牢固。全市环境空气质量总体保持优良，主城区建成区空气质量优良天数占比达 99%以上，二氧化硫（SO₂）和氮氧化物（NO_x）排放总量控制在省下达的目标以内，主城区空气中颗粒物（PM₁₀、PM_{2.5}）稳定达《环境空气质量标准》二级标准以上。纳入国家和省级考核的地表水监测断面水质优良率稳步提升，滇池流域、阳宗海流域水环境质量明显改善，水生态系统功能逐步恢复，滇池草海水质达Ⅳ类，滇池外海水质达Ⅳ类（化学需氧量≤40 毫克/升），阳宗海水质达Ⅲ类，集中式饮用水水源水质巩固改善。土壤环境风险防范体系进一步完善，受污染耕地安全利用率和污染地块安全利用率进一步提高，逐步改善全市土壤环境质量，遏制土壤污染恶化趋势，土壤环境风险得到基本管控。污染地块安全利用率、耕地土壤环境质量达到国家和云南省考核要求。 到 2035 年，全市生态环境质量实现根本好转，生态功能显著提升，区域生态安全得到全面保障。全市环境空气质量全面改善，各县（市）区、开发（度假）区环境空气质量稳定达到国家二级标准。地表水体水质优良率全面提升，各监测断面水质达到水环境功能要求，消除劣Ⅴ类水体，集中式饮用水水源水质稳定达标。土壤环境质量稳中向好，农用地和建设用地土壤环境安全得到有效保障，土壤环境风险得到全面管控。	根据昆明市生态环境局发布的根据《2022 年度昆明市生态环境状况公报》，2022 年全市生态环境质量总体保持稳定。金沙江、牛栏江、南盘江等主要河流出境断面水质达标，滇池全湖水质类别为Ⅳ类，阳宗海水质类别为Ⅱ类，县级以上集中式饮用水水源地年均水质全部达到或优于地表水Ⅱ类标准；全市环境空气质量达到国家二级标准，主城区空气质量优良率达 100%，连续两年优级天数突破 200 天，空气污染综合指数在全国省会城市排名第五；声环境质量总体达到国家声环境质量标准；自然生态环境状况良好。	符合
资源利用上限	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。	本项目的建设为解决当地缺水问题，水库项目运行中不涉及用水，项目不占用永久基本农田，水库项目不涉及能耗指标。	符合

昆明市环境管控单元生态环境总体准入要求	空间布局约束： （1）严格控制滇池、螳螂川等水污染严重地区高耗水、高污染行业发展，新建、改建、扩建重点行业建设项目实行主要水污染物排放减量置换。 （2）牛栏江流域内，严格按照《云南省牛栏江保护条例》相关要求对水环境区进行分区管控。	本项目属于水库建设，不属于高耗水、高污染项目。	符合
	污染物排放管控： （1）区域内 COD 允许排放量不得超过 1.44 万吨，氨氮允许排放量不得超过 0.50 万吨。（2）环境空气质量总体保持优良，区域内二氧化硫排放量控制在 10.06 万吨/年以下、氮氧化物排放量控制在 9.32 万吨/年以下。	本项目属于水库建设项目，正常运行中没有大气污染物和水污染物的排放，只有少量的生活污染物。	符合
	环境风险防控： （1）严格控制长江、珠江两大水系干流沿岸和滇池、阳宗海流域的石化、化工、有色金属冶炼等项目环境风险，合理布局生产装置及危险化学品仓储等设施。（2）强化与其他滇中城市的大气污染防治联防联控协作机制，加强区域内重污染天气应急联动。	本项目不属于石化、化工、有色金属冶炼等项目。本项目不属于排放大气污染物的项目	符合
	资源利用效率： 水资源利用效率要求：水资源利用效率持续提高，完成省级下达的水资源利用效率目标要求。能源利用效率要求：能源利用效率持续提高，完成省级下达的能源利用效率目标。碳排放强度控制要求：（1）全市绿色低碳产业结构基本形成，能源生产和消费结构进一步优化，实现单位地区生产总值二氧化碳排放量完成省下达任务。（2）非化石能源消费占能源消费总量比重达到 20%。	本项目属于水库项目，不涉及碳排放，项目运行中除了管理用房的用能，其余不涉及能源消耗。	符合
东川区一般管控单位	空间布局约束 1.禁止在林地、河湖管理范围内新建、改建、扩建房地产开发项目。禁止围湖造田和侵占江河滩地。 2.禁止破坏珍稀野生动植物的重要栖息地，不得阻碍野生动物的重要迁徙通道。 3.禁止猎捕国家重点保护陆生野生动物，因特殊需要捕猎的，按照国家有关法规办理。 4.禁止企业向滩涂、沼泽、荒地等未利用地非法排污、倾倒有毒有害物质。	1、本项目属于水库建设项目，不属于房地产，本项目没有围湖造田和侵占江河滩地，是取的相关手续论证后在清水河筑坝修建水库。2、本项目周边没有珍稀野生动植物的重要栖息地，项目运营和施工期严格按照报告提出的生态太保护措施。3、严令施工人员和水库管理人员进行捕猎。4、本项目施工废水回用，不得外排进行进入河道内。	

	污染物排放管控 1.严格控制“两高”行业新增产能，新、改、扩建项目要实行产能等量或减量置换。 2.严格用地准入，工业用地及物流仓储用地供地前，国土部门需对拟供地块进行土壤环境状况调查，评估环境污染风险后方可供地。 3.受重金属污染物或者其他有毒有害污染的农用地，达不到国家有关标准的，禁止种植使用农产品。 4.禁止在禁渔区、禁渔期进行捕捞。禁止使用小于最小网目尺寸的网具进行捕捞，未依法取得捕捞许可证擅自捕捞。	1、本项目属于水库项目，不属于两高项目。2、本项目已经取得用地预审和选址意见书。 3、本项目不属于种植农产品。4、本项目不涉及鱼类捕捞。	
	环境风险防控 1.严格限制《环境保护综合名录》（2017年版）中“高污染、高环境风险”产品与工艺装备。 2.禁止使用剧毒、高残留以及可能二次中毒的农药。 3.严格污染场地开发利用和流转审批，在影响健康地块修复达标之前，禁止建设居民区、学校、医疗和养老机构。	本项目为水库项目，不涉及高污染、高环境风险”产品与工艺装备，不涉及农药使用。不涉及污染场地。	
	资源开发效率要求 1.禁止新建、改扩建《高耗水工艺、技术和装备淘汰目录》中项目，现有企业应限期关停退出。禁止建设不符合《云南省用水定额》标准的项目。 2.新建、改建和扩建《产业结构调整指导目录（2019年本）》（发改委发〔2019〕29号）明令淘汰的落后工艺技术，装备或者生产明令淘汰产品的建设项目，国土资源管理部门和投资管理部门一律不得办理相关手续。 3.新建、扩建和改建《限制用地项目目录（2012年本）》（国土资发〔2012〕）中建设项目，必须符合目录规定条件，国土资源管理部门和投资管理部门方可办理相关手续。 4.新建、改建、扩建工业项目投资强度、容积率、建筑系数、行政办公及生活服务设施用地所占比重应符合《工业项目建设用地控制指标》（国土资发〔2008〕24号）。 5.禁止生产高耗能落后设备产品，现有工业企业应限期关停退出。	本项目属于水库项目，不涉及高耗能高耗水的项目，不涉及淘汰落后产品的生产。项目已经按照相关手续办理用地预审和选址意见书。	

因此，本项目建设符合《昆明市“三线一单”生态环境分区管控实施方案》的相关要求。

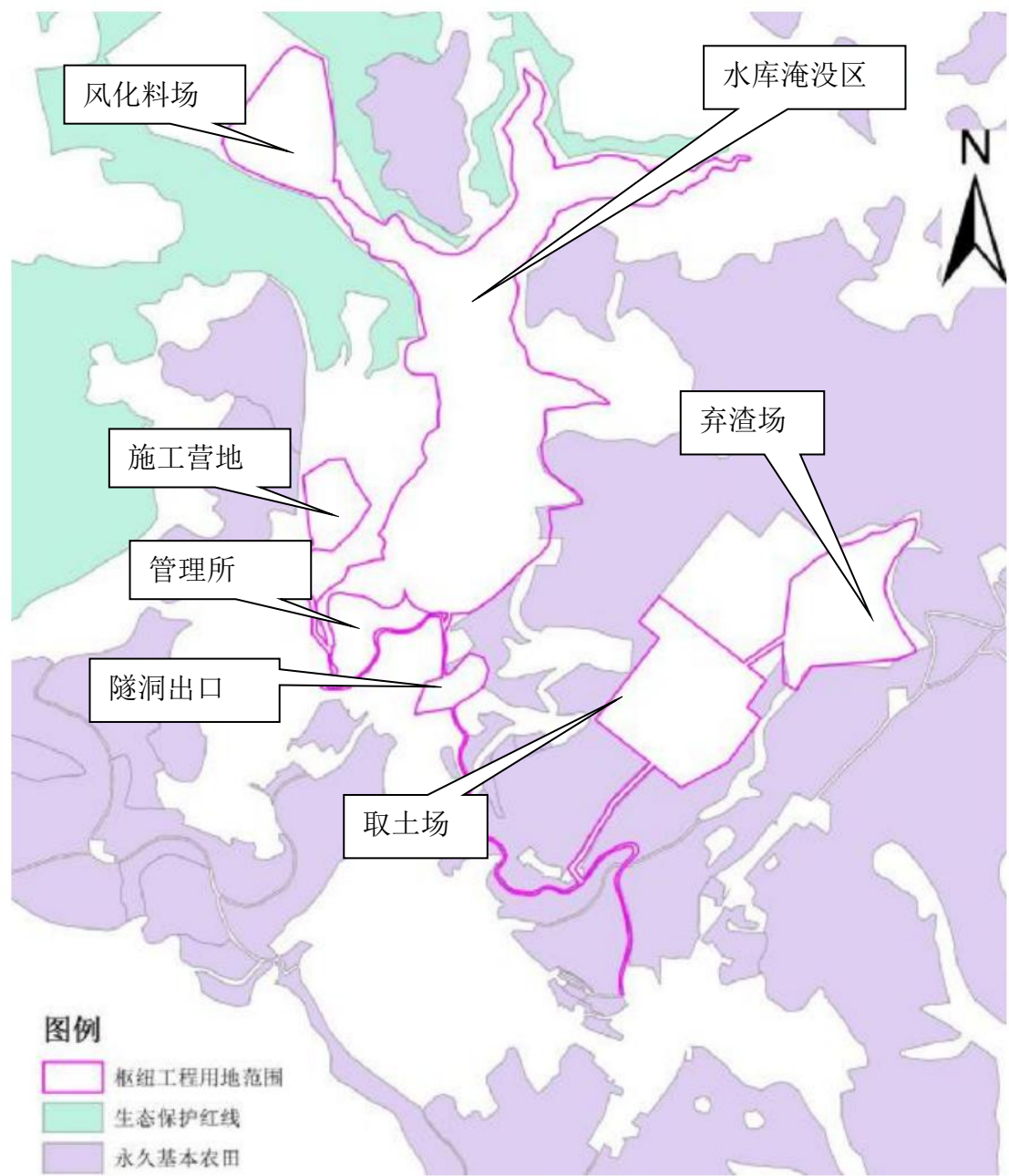


图 2.10-1 枢纽工程与生态保护红线和永久基本农田叠图

2.10.8 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

本项目与《长江经济带发展负面清单指南（试行，2022 年版）》的符合性见表 2.10-4。

表 2.10-4 项目与长江经济带发展负面清单符合性

具体要求	本项目	符合性
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。	本项目不属于码头及过长江通道项目	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。	本项目不涉及自然保护区及风景名胜区	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。	项目不涉及饮用水水源保护区	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、采矿，以及任何不符合主体功能定位的投资建设项目。	项目不涉及水产种质资源保护区及国家湿地公园	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。	本项目不涉及水生生物捕捞	不涉及
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。	本项目不属于新建、扩建化工园区和化工项目，不属于尾矿库、冶炼渣库和磷石膏库项目	不涉及
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。	本项目不属于铁、石化、化工、焦化、建材、有色等高污染项目。	不涉及
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。	项目不属于石化、现代煤化工行业。	不涉及
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。	本项目属于《产业结构调整指导目录》（2024 年本）中鼓励类，项目符合国家产业政策要求，本项目不属于严重过剩产能行业的项目，不属于高耗能高排放项目。	符合

综上分析，项目不属于《长江经济带发展负面清单指南（试行，2022 年版）》

名列的负面清单建设项目，项目建设符合《长江经济带发展负面清单指南（试行，2022年版）》的相关要求。

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

为切实保护和改善长江生态环境，国家环保部、发改委、水利部会同有关部门编制了《长江经济带生态环境保护规划》，长江经济带生态环境保护规划的基本原则为“生态优先，绿色发展；统筹协调，系统保护；空间管控，分区施策；强化底线，严格约束；改革引领，科技支撑。”云南省属于长江经济带上游地区，为深入贯彻党中央、国务院关于推动长江经济带发展重大战略部署，坚持“生态优先、绿色发展”的战略导向，根据国家长江办印发的《长江经济带发展负面清单指南（试行）》和相关法律法规要求，云南省推动长江经济带发展领导小组办公室出台了《云南省长江经济带发展负面清单指南实施细则（试行）》（云发改基础【2019】24号）。

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）》的符合性见表 2.10-5。

表 2.10-5 项目与云南省长江经济带发展负面清单符合性

功能区	具体要求	本项目	符合性
一、各类功能区	（一）禁止一切不符合主体功能定位的投资建设项目，严禁任意改变用途，因国家重大战略资源勘查需要，在不影响主体功能定位的前提下，经依法批准后予以安排勘查项目。	项目符合云南省主体功能区划要求。	符合
	（二）禁止在《长江岸线保护和开发利用总体规划》划定的岸线保护区内投资建设除保障防洪安全、河势稳定、供水安全以及保护生态环境、已建重要枢纽工程以外的项目，禁止在岸线保留区内投资建设除保障防洪安全、河势稳定、供水安全、航道稳定以及保护生态环境以外的项目。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。	项目位于东川区红土地镇南面与寻甸回族彝族自治县联合乡交界处的锅底塘村附近，不在《长江岸线保护和开发利用总体规划》划定的岸线保护区内，不在《全国重要江河湖泊水功能区划》划定的河段保护区、保留区内。	符合
	（三）禁止在生态保护红线范围内投资建设除国家重大战略资源勘查项目、生态保护修复和环境治理项目、重大基础设施项目、军事国防项目以	项目位于东川区红土地镇南面与寻甸回族彝族自治县联	符合

	及农牧民基本生产生活等必要的民生项目以外的项目。生态保护红线原则上按禁止开发区域的要求进行管理。	合乡交界处的锅底塘村附近,根据查询结果,项目不涉及生态保护红线范围。	
	(四) 禁止在永久基本农田范围内投资建设除国家重大战略资源勘查项目、生态保护修复和环境治理项目、重大基础设施项目、军事国防项目以及农牧民基本生产生活等必要的民生项目以外的项目,重大建设项目选址确实难以避让永久基本农田的,需依法依规办理农用地转用和土地征收,并按照“数量不减、质量不降、布局稳定”的要求进行补划和法定程序修改相应的土地利用总体规划。	项目不涉及基本农田	符合
	(五) 禁止擅自占用和调整已经划定的永久基本农田特别是城市周边永久基本农田,不得多预留永久基本农田为建设占用留有空间,严禁通过擅自调整县乡土地利用总体规划规避占用永久基本农田的审批,严禁未经审批违法违规占用。禁止在永久基本农田范围内建窑、建房、建坟、挖沙、采石、采矿、取土、堆放固体废弃物或者进行其他破坏永久基本农田的活动;禁止任何单位和个人破坏永久基本农田耕作层;禁止任何单位和个人闲置、荒芜永久基本农田。禁止以设施农用地为名违规占用永久基本农田建设休闲旅游、仓储厂房等设施,坚决防止永久基本农田“非农化”。	项目不涉及基本农田	符合
	(六) 禁止在金沙江、长江一级支流(详见附件1)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	本项目不属于过江基础设施项目	符合
二、各类保护区	项目不涉及相关保护区		符合
三、工业布局	1、禁止在金沙江、长江一级支流岸线边界1公里范围内新建、扩建化工园区和化工项目。新建化工园区充分留足与周边城镇未来扩张发展的安全距离,立足于生态工业园区建设方向,推广绿色化学和绿色化工发展模式。化工园区设立及园区产业发展规划由省级业务主管部门牵头组织专家论证后审定。	本项目不属于新建、扩建化工园区和化工项目	不涉及
	2、禁止新建不符合非煤矿山转型升级有关准入标准的非煤矿山。禁止在金沙江岸线3公里、长江一级支流岸线1公里范围内新建、改建、扩建尾矿库。	本项目不属于矿山、尾矿库项目	不涉及
	3、禁止在合规园区外新建、扩建钢铁、石化、化工、焦化、建材、有色等高污染项目。禁止新增钢铁、水泥、平板玻璃等行业建设产能,确有必	本项目不属于铁、石化、化工、焦化、建材、有色等高污染项	不涉及

要建设的，应按规定实施产能等量或减量置换。	目。	
4、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。	项目不属于石化、现代煤化工行业。	不涉及
5、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，依法依规淘汰不符合要求的电石炉及开放式电石炉、无化产回收的单一炼焦生产设施，依法依规淘汰不符合要求的硫铁矿制酸、硫磺制酸、黄磷生产、有钙焙烧铬化合物生产装置和有机一无机复混肥料、过磷酸钙和钙镁磷肥生产线。	本项目属于《产业结构调整指导目录》（2019年本）中鼓励类，项目符合国家产业政策要求。	符合
6、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，严格控制尿素、磷铈、电石、焦炭、黄磷、烧碱、纯碱、聚氯乙烯等行业新增产能。	不属于禁止生产装置及严格控制产能新增行业。	不涉及
7、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，加强搬迁入园、关闭退出企业腾退土地污染风险管控和治理修复，确保腾退土地符合规划用地土壤环境质量标准。	项目不属于危险化学品生产项目。	不涉及

综上所述，项目不属于《云南省长江经济带发展负面清单指南实施细则（试行）》名列的负面清单建设项目，项目建设符合《云南省长江经济带发展负面清单指南实施细则（试行）》的相关要求。

2.10.10 与东川区历史文化保护规划符合性分析

项目所在区域不涉及压占古树木、文物古迹及其保护范围。本项目与东川区历史文化保护规划位置关系详见下图。

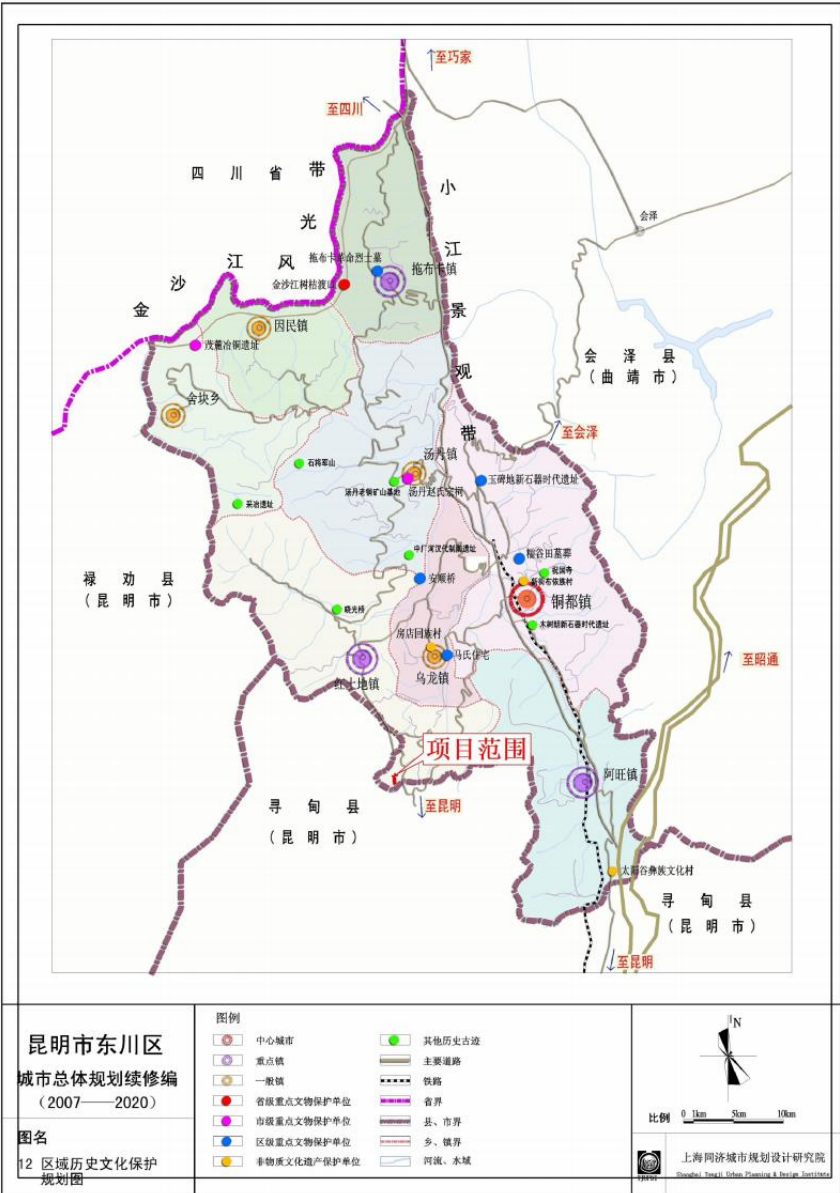


图 2.10-1 本项目与与东川区历史文化保护规划位置关系

2.10.11 与林业保护规划符合性分析

根据《建设项目使用林地审核审批管理办法》（国家林业局令第 42 号修改，2016 年 9 月 22 日），建设项目应当不占或者少占林地，必须使用林地的，应当符合林地保护利用规划，合理和节约集约利用林地。

第四条占用和临时占用林地的建设项目应当遵守林地分级管理的规定：

- (1) 各类建设项目不得使用 I 级保护林地。
- (2) 国务院批准、同意的建设项目，国务院有关部门和省级人民政府及其有关部门批准的基础设施、公共事业、民生建设项目，可以使用 II 级及其以下保护林地。

(3) 国防、外交建设项目，可以使用Ⅱ级及其以下保护林地。

(4) 县（市、区）和设区的市、自治州人民政府及其有关部门批准的基础设施、公共事业、民生建设项目，可以使用Ⅱ级及其以下保护林地。

(5) 战略性新兴产业项目、勘查项目、大中型矿山、符合相关旅游规划的生态旅游开发项目，可以使用Ⅱ级及其以下保护林地。其他工矿、仓储建设项目和符合规划的经营性项目，可以使用Ⅲ级及其以下保护林地。

(6) 符合城镇规划的建设项目和符合乡村规划的建设项目，可以使用Ⅱ级及其以下保护林地。

(7) 符合自然保护区、森林公园、湿地公园、风景名胜区等规划的建设项目，可以使用自然保护区、森林公园、湿地公园、风景名胜区范围内Ⅱ级及其以下保护林地。

(8) 公路、铁路、通讯、电力、油气管线等线性工程和水利水电、航道工程等建设项目配套的采石（沙）场、取土场使用林地按照主体建设项目使用林地范围执行，但不得使用Ⅱ级保护林地中的有林地。其中，在国务院确定的国家所有的重点林区（以下简称重点国有林区）内，不得使用Ⅲ级以上保护林地中的有林地。

(9) 上述建设项目以外的其他建设项目可以使用Ⅳ级保护林地。

本条第一款第二项、第三项、第七项以外的建设项目使用林地，不得使用一级国家级公益林地。国家林业局根据特殊情况对具体建设项目使用林地另有规定的，从其规定。

第五条建设项目占用林地的审核权限，按照《中华人民共和国森林法实施条例》的有关规定执行。建设项目占用林地，经林业主管部门审核同意后，建设单位和个人应当依照法律法规的规定办理建设用地审批手续。

林地部门的分类系统主要有两类，一类是林地分类系统，一类是林种分类系统，林地分类与土地分类基本一致，林种分类系统按主导功能不同分为生态公益（地）和商品林（地）两大类。清水河水库工程建设征（用）林地面积 220.48 亩（均为商品林地），永久征收林地 99.63 亩；临时征用林地 120.85 亩。东川区清水河水库建设征地涉及土地分类及面积对照详见下表。

2.10-6 东川区清水河水库建设征地涉及土地分类及面积对照表

土地管理法分类	土地利用现状分类			对应面积（亩）	
				永久	临时
农用地	耕地		旱地	98.48	158.57
	林地	公益林	公益林地	0	0
		一般商品林	有林地	99.63	120.85
	交通设施用地		机耕路	4.79	0
建设用地			宅基地	1.64	
未利用地	水域及水利设施用地		河流水面	4.16	0
			荒草地	2.28	
合计				210.98	279.42

项目建设对林业发展的影响主要表现在林地面积总量和森林蓄积总量减少的直接影响。但是，做好林地“占补平衡”工作，可以解决林地总量减少的问题；实施异地还林措施，可以逐渐弥补森林面积、蓄积量减少和森林覆盖率降低的影响。项目《使用林地报告》目前正委托编制中，下阶段务必按照报告提出的占补及赔偿措施落实到位。

2.10.12 与《云南省国家公园管理条例》规定相符性分析

按照“云南东川国家矿山公园规划”，本工程位于“红土地自然景观游览区”内，根据《云南省国家公园管理条例》第十三条国家公园按照功能和管理目标一般划分为严格保护区、生态保育区、游憩展示区和传统利用区。

严格保护区是国家公园内自然生态系统保存较为完整或者核心资源分布较为集中、自然环境较为脆弱的区域。

生态保育区是国家公园内维持较大面积的原生生态系统或者已遭到不同程度破坏而需要自然恢复的区域。

游憩展示区是国家公园内展示自然风光和人文景观的区域。

传统利用区是国家公园内原住民生产、生活集中的区域。

本工程位于“红土地自然景观游览区”内，属于“游憩展示区”，根据《云南省国家公园管理条例》第二十条中对游憩展示区禁止行为作出明确规定，现就本工程与条例中各条款进行逐条对照分析，通过对比分析，本工程建设符合《云南省国家公园管理条例》的相关规定，不存在制约性因素

表 2.10-7 本工程与《云南省国家公园管理条例》条款对照分析表

序号	《云南省国家公园管理条例的规定》	本工程情况	制约性
1	(一) 毁林、毁草、开荒、开矿、选矿等；	工程不属上述行为	不制约
2	(二) 经营性挖沙、采石、取土、取水等；	工程不属上述行为	不制约
3	(三) 规模化养殖；	工程不属上述行为	不制约
4	(四) 超标排放废水、废气和倾倒废弃物；	工程不属上述行为	不制约
5	(五) 擅自引入、投放、种植不符合生态要求的生物物种；	工程不属上述行为	不制约
6	(六) 擅自猎捕、采集列入保护名录的野生动植物；	工程不属上述行为	不制约
7	(七) 破坏公共设施；	工程不属上述行为	不制约
8	(八) 刻划涂污，随地便溺，乱扔垃圾等。	工程不属上述行为	不制约

3 建设项目概况

3.1 流域概况及流域规划

3.1.1 流域概况

拟建的清水河水库坝址位于东川区红土地镇南面与寻甸回族彝族自治县联合乡交界处的锅底塘村附近，水库流域范围为东经 $103^{\circ}03' \sim 103^{\circ}04'$ ，北纬 $25^{\circ}54' \sim 25^{\circ}57'$ 之间，水库拟建坝址与红土地镇距离约 23.0km，与联合乡距离约 29.1km，距东川区铜都街道办约 50.2km。

清水河水库所在的河道属于长江流域金沙江水系普渡河支流洗马河的支流，河道发源于坝址北侧山麓，主河道自源头由北向南流淌，在锅底塘村进入拟建清水河水库，河道过锅底塘村后汇入洗马河，之后于王家湾村进入王家湾水库，并于三江口汇入普渡河后，最终汇入金沙江。

清水河水库坝址以上流域近似呈椭圆形。其地势北高南低，三面环山，流域平均高程 2580m。整个流域属深切割地形，地形地貌较复杂，其地貌类型主要以构造地貌、构造侵蚀地貌、岩溶地貌和堆积地貌四种类型为主。其形态特点为山高坡陡。河谷主要呈“V”形或“U”形，两壁陡峭，深切数十米，呈典型的峡谷。流域地势北高南低呈梯级递降。流域的东、西、北三面均被高山环抱。流域北部的无名山为最高点，海拔高程 2715m，最低点在在坝址处，海拔高程 2293m。

清水河水库坝址以上控制流域面积通过万分之一地形图量算为 4.51km^2 ，主河道长 4.25km，河床平均比降 71.3‰。流域形状系数 0.250。

3.2 工程建设的必要性

东川区地处昆明市北部山区，自然条件差，农业基础设施较薄弱，农村经济发展相对滞后，全区脱贫较晚，位于红土地镇的花沟村委会和松毛棚地处红土地的山梁，生活用水主要靠山箐水和山泉水，灌溉用水基本靠天吃饭，经常造成人畜饮水缺水，耕地需水灌溉而无水，严重制约了当地社会经济的发展。为解决当地缺水问题，实施建设清水河水库是十分必要的，主要体现在以下几个方面。

(1) 区域国民经济发展的要求

红土地镇是一个新组建的镇。2005 年 11 月经省政府批准，撤销原法者乡、原新田乡，合并设立红土地镇，因境内拥有世界著名的红土地而得名。红土地镇

的花沟村委会和松毛棚村委会位于红土地山梁上，生活用水主要靠引用山箐水和山泉水，灌溉用水基本靠天吃饭，经常造成居民饮水断水外运，耕地需水灌溉时无水的局面。无法使土地高产稳产，其农业综合生产能力低下，严重制约着当地农村经济的发展。同时，项目区种植农作物主要以小麦、玉米、蔬菜及果林等为主，目前农产品单一，且又以粮食作物为主，当地农民群众很难依赖这样的种植结构走上小康之路。

“十四五”期间，东川区政府将继续坚持“生态富县、工业强县、农业稳县、科教兴县”的发展战略，始终把解决三农问题作为工作的重中之重，继续加大“三农”工作力度，千方百计增加农民收入，坚持从实际出发，尊重农民意愿抓好农村经济建设规划和试点示范，突出以农业增效、农民增收、农村繁荣为重点，积极并扎实推进社会主义新农村建设。继续加大农业产业结构调整，巩固提升畜牧、林果和热区特色农业等传统产业，培育扶持特色资源创新产业。规划区涉及行政区域红土地镇，农业和旅游业是当地的主导产业，“十四五”期间红土地镇政府将继续坚持以市场为导向，充分发挥资源优势，不断优化作物种植结构，大力推广优良品种，不断提高农业产值。在稳定粮食生产的同时，着力培育新的支柱产业，大力发展培育具有当地特色的新型产业。

东川区为边疆多民族区，农业是当地国民经济的基础产业，为保证实现上述规划目标，期间必须加强基础设施建设，为国民经济增长保驾护航，项目区农业基础设施薄弱，农业生产一直受自然因素限制，粮食产量低，农村经济发展缓慢。为此，在区域内修建蓄水工程，调蓄汛枯水量，保证区域内耕地按时播种，保证农业生产旱涝保收很有必要。

（2）为巩固脱贫攻坚成果提供水安全保障

东川区红土地镇扶贫工作已经如期完成，为了巩固农村人口贫致富成果，为农村进行必要的供水设施规划和维护，是有效推进扶贫工作的重要举措。目前，红土地镇 花沟村委会、松毛棚村委会已建人饮工程点多面广、但水源多以山箐水、山泉水为主，供水水量保证率 and 水质保障仍存在一定的隐患，这些都是建设社会主义新农村进程中急需解决的问题。综上所述，针对当地的经济特点、社会建设进程和人民生活需求，对现有的水资源进行合理规划和配置，完善配套

供水设施是十分重要的举措，这不仅可以保证人民生产生活稳步推进，还能有效助力经济发展和巩固脱贫致富工作。

（3）区域农业生产发展的需要

灌区种植作物以旱作物为主，主要有玉米、薯类、大豆、小麦、水果等。灌区现状年 $P=75\%$ 的总需水量 222.1 万 m^3 ，其中农业灌溉需水量 214.2 万 m^3 ，生活需水量 7.9 万 m^3 ；现状年 $P=75\%$ 的总供水量 32.9 万 m^3 ，其中农业灌溉供水量 28.8 万 m^3 ，生活供水量 4.1 万 m^3 ；现状年总缺水量 189.2 万 m^3 ，其中农业灌溉缺水量 185.4 万 m^3 ，生活缺水量 3.8 万 m^3 ，缺水率达 85.2%。灌区范围所在位置较高，人在山上、水在山下而无法取用，用水矛盾日益凸显，尤其近年来连续干旱，对灌区人民生活生产造成了重大影响，解决灌溉用水问题十分迫切与必要。

（4）项目建设是是落实乡村振兴战略的需要

党的二十大指出，农业农村农民问题是关系国计民生的根本性问题，必须始终把解决好“三农”问题作为全党工作的重中之重，实施乡村振兴战略。2018 年 9 月，中共中央国务院印发了《乡村振兴战略规划（2018—2022 年）》。2019 年 2 月，云南省委省政府印发了《云南省乡村振兴战略规划（2018—2022 年）》。水利不仅是农业的命脉，人民生活的保障，更是乡村振兴战略的命脉，本次新建清水河水库工程能够有效改善红土地镇花沟村委会农村居民生活供水质量，贯彻和落实了乡村振兴战略。

根据一次供需平衡分析结果可知，现状年供水能力无法满足灌区的用水需求，缺水率较高，到设计年后，在现有水利工程情况和发展规划要求下，存在很大的水资源缺口，区域内缺水情况主要为工程性缺水，因此为解决缺水问题，需寻找替代水源并更加有效的利用水资源。清水河水库建成后，可以对现有的水资源进行合理规划和配置，同时完善配套供水设施，这不仅可以保证人民生产生活稳步推进，还能加快灌区落实乡村振兴战略。

（5）项目建设符合规划要求

清水河水库已纳入《云南省“十四五”水安全保障规划》、《东川区“十四五”水安全保障规划》及《昆明市防汛抗旱水利提升工程实施方案》中，项目建设是符合规划要求的。

综上所述，为解决灌区设计水平年 2012 人及 4880 亩耕地的灌溉用水问题，

开发清水河水资源、修建清水河水库是十分必要的，亦是当地干部群众的迫切要求。

3.3 工程地理位置

拟建的清水河水库坝址位于东川区红土地镇南面与寻甸回族彝族自治县联合乡交界处的锅底塘村附近，水库流域范围为东经 $103^{\circ} 03' \sim 103^{\circ} 04'$ ，北纬 $25^{\circ} 54' \sim 25^{\circ} 57'$ 之间，水库拟建坝址与红土地镇距离约 23.0km，与联合乡距离约 29.1km，距东川区铜都街道办约 50.2km，现状有公路至坝址区约有 500m 的山间土路，交通条件较差。

3.4 工程规模及特性

工程名称：东川区清水河水库工程

建设地点：东川区红土地镇南面与寻甸回族彝族自治县联合乡交界处的锅底塘村附近

建设单位：东川区水务局

工程建设性质：新建

工程等别：清水河水库工程等别为IV等，工程规模为小（1）型

工程任务：拟建的清水河水库主要是自流向红土地镇花沟村委会（锅底塘村、花沟村、大红地村、冬瓜湾村）、松毛棚村委会（松毛棚村、大坪子村、滥泥箐村及草海子村）和寻甸县邓家沟村 4880 亩耕地提供灌溉用水（其中红土地镇 4680 亩，寻甸县邓家沟村 200 亩）；同时向红土地镇花沟村委会（大红地村、冬瓜湾村）、松毛棚村委会（松毛棚村、大坪子村、滥泥箐村及草海子村）和寻甸县邓家沟村 2012 人（其中红土地镇 1852 人，寻甸县邓家沟村 160 人）的生活用水进行供水。水库兴建后能够解决灌区 4880 亩（其中东川区红土地镇 4680 亩，寻甸县邓家沟村 200 亩）耕地的农灌用水及农村人口 2012 人（其中红土地镇 1852 人，寻甸县邓家沟村 160 人）的生活用水问题，因此水库的工程任务为农业灌溉及农村生活供水。

工程规模：清水河水库坝址以上径流面积 4.51km^2 ，水库总库容为 155.0万 m^3 ，设计年供水量 150.6万 m^3 。水库拦河坝为土石坝，设计坝顶高程 2340.60m，坝高 51.0m，兴利库容为 125.2万 m^3 ，正常库容为 133.7万 m^3 ，对应正常蓄水位为 2337.36m。

调节特性：完全年调节

表 3.4-1 清水河水库工程特性表

序 号 及 名 称	单 位	数 量	备 注
一、水文			
1.流域面积			
坝址以上	km ²	4.51	
2.利用的水文系列年限	年	65	
3.多年平均降雨量	mm	1120.1	
4.多年平均年径流量	万 m ³	240	
5.代表性流量			
正常运用(设计)洪水标准及流量	m ³ /s	230	P=3.33%
非常运用(校核)洪水标准及流量	m ³ /s	34.9	P=0.33%
枯期施工导流标准及流量(12~4 月)	m ³ /s	0.83	P=20%
6.洪量			
设计洪水洪量 W ₂₄	万 m ³	37.4	
校核洪水洪量 W ₂₄	万 m ³	54.8	
7.泥沙			
多年平均悬移质年输沙量	t	544	
多年平均推移质年输沙量	t	2721	
二、工程规模			
校核洪水位 (P=0.33%)	m	2339.53	
设计洪水位 (P=3.33%)	m	2338.95	
正常蓄水位	m	2337.36	
死水位	m	2312.00	
泥沙淤积高程	m	2311.00	
总库容(校核洪水位以下库容)	万 m ³	155	
正常蓄水位以下库容	万 m ³	133.7	
调洪库容	万 m ³	21.3	
调节库容 (正常蓄水位至死水位)	万 m ³	125.2	
死库容	万 m ³	8.5	
调节特性		完全年调节	
三、淹没及工程建设永久征地			
1.淹没征地	亩	132.04	
2.枢纽工程建设征地	亩	75.18	

序 号 及 名 称	单 位	数 量	备 注
3.供水工程建设征地	亩	118.3	
四、主要建筑物及设备			
1.拦河坝			
型式		粘土心墙风化料坝	
地基特性		粉质土砾、玄武岩	
地震动参数设计值	g	0.3g	
地震基本烈度及抗震设防烈度		VIII	
顶部高程	m	2340.60	
最大坝高	m	51.0	
顶部长度	m	169.50	
顶宽	m	6.0	
2.溢洪道			
型式		宽顶堰	
地基特性		粉质土砾、玄武岩	
堰顶高程	m	2337.36	
堰宽	m	3.0	
溢洪道全长	m	232.45	
消能防冲流量	m ³ /s	8.15	
设计泄洪流量	m ³ /s	9.07	
校核泄洪流量	m ³ /s	15.1	
消能方式		底流消能	
3.导流输水隧洞			
型式		无压隧洞	
地基特性		玄武岩	
进口高程（导流、输水）	m	2306.00、2311.00	
闸门竖井底板高程	m	2304.47	
导流输水放空隧洞全长	m	484.77	
导流输水共用段长	m	476.97	
有压洞断面/底坡	m	O=2m/0.01	城门洞型/圆形
无压洞断面/底坡	m	1.5×1.8/ 0.033	城门洞型
竖井闸门型式		平板钢闸门	
竖井闸孔口尺寸/数量	m/道	1.5×1.5m/2	

序 号 及 名 称	单 位	数 量	备 注
启闭机形式/数量		QPG-400-45/2 手电两用卷扬机	
导流最大过流量	m ³ /s	0.83	
度汛最大泄流量	m ³ /s	14.51	
1 号分层取水口高程	m	2335.00	常开，不设闸
2 号分层取水口高程	m	2327.00	
3 号分层取水口高程	m	2319.00	
4 号分层取水口高程	m	2311.00	
分水口控制闸门	套	0.6×0.6m/3	铸铁斜拉闸门
分水口控制闸门启闭机	台	OL-50-SD/3	
取水流量	m ³ /s	0.096	
4.供水工程			
设计年供水量	万 m ³	150.6	
设计供水流量	m ³ /s	0.1036	
生态供水流量	m ³ /s	0.0076	
总干管	m ³ /s	0.096~0.025	
大坪子支管	m ³ /s	0.016~0.008	
邓家村支管	m ³ /s	0.004	
供水线路长度	km	21.877	平面里程桩号
总干管	km	14.88	
大坪子支管	km	2.178	
邓家村支管	km	4.819	
五、施工			
总工期	月	30	
六、水库工程经济指标			
1.总投资	万元	13681.56	
(1) 枢纽工程	万元	9454.90	
(2) 供水工程	万元	2051.93	
(3) 综合利用经济指标	元/m ³	88.27	

3.5 工程项目组成

3.5.1 项目工程组成一览表

表 3.5-1 工程组成表

工程项目	工程组成
------	------

主体工程	拦河坝	水库大坝坝型为黏土心墙风化料坝，坝顶高程 2340.60m，坝顶宽 6.0m，长 169.5m，最大坝高 51.0m；上游坝坡分三级，从高程 2328.60m 坡比为 1:2.25，在 2328.60 处设 2.0m 宽的马道；2328.60m 至高程 2316.60m 坡比为 1:2.5，在 2316.60m 处设 2.0m 宽的马道；高程 2316.60m 至坝脚坡比为 1:2.75；在 2316.60m 处设 45.2m 宽的压脚平台与围堰相接。下游坝坡分三级，高程 2320.60m 坡比为 1:2.0，在 2320.60m 处设 2.0m 宽的马道；2320.60m~2294.00m 坡比为 1:2.0；在 2294.00m 下设置排水棱体，顶宽 3.0m，内坡比为 1:1，外坡比为 1:1.5，最大高度为 7.0m。
	溢洪道	溢洪道布置于大坝左坝肩，轴线呈转弯布置。控制段与坝轴线夹角为 85.22°。由进水渠、控制段、泄槽段、消力池段和出水渠段组成，全长 232.60m。控制段底板高程 2337.36m，设计泄流量 9.07m³/s，校核泄流量 15.1m³/s，消能防冲流量 8.15m³/s。
	导流输水放空隧洞	导流输水放空隧洞位于大坝左岸，导流输水放空隧洞由导流进口明渠段、输水竖井段、有压洞段、竖井闸室段、无压洞段、出口陡坡段、消力池段及出水渠段组成。洞身段设计底坡 i=0.01，隧洞全长 484.77m，进水竖井顶进水口高程为 2311.00m，隧洞出口底板高程 2296.91m。有压洞段采用圆形洞，直径 2m，无压段采用城门洞型断面，尺寸为 1.5×1.8m，其中直墙高 1.37m，拱高 0.43m，竖井内设置平面检修闸门和工作闸门各一套，闸门孔口尺寸为 1.5×1.5m，采 QP-400-40 卷扬式启闭机启闭。
	供水工程	总干管末端为草海子村西部，新建 400m³蓄水池（水池水面高程 2215m）；大坪子支管末端大坪子南部，新建 150m³蓄水池（水池水面高程 1863m）；邓家沟支管末端邓家沟南部，新建 100m³蓄水池（水池水面高程 2290m）；锅底塘支管末端锅底塘南部，新建 50m³蓄水池（水池水面高程 2301m）。供水工程管道布置由总干管、大坪子支管、邓家沟支管组成。管道里程总长 21.877km，其中总干管里程长 14.88km，大坪子支管里程长 2.178km，邓家沟支管里程长 4.819km。
	水库管理所	本工程拟建水库管理所 1 座，位于大坝右坝肩，管理所占地 0.23hm²，管理所布设生产及办公用房（砖砼结构）300m²。
辅助工程	风化料场	风化料料场位于拟建清水河水库坝址上游北西部斜—陡坡地带，属侵蚀、剥蚀性中低山地貌，地形坡度约 25~45°，局部达 60°，地面高程 2350~2470m，现为林地，距坝址约 0.5~0.7km，无现成道路，需新修道路，交通条件较差。风化料场满足勘察储量的规范要求
	土料场	防渗土料场位于枢纽区左岸地表分水岭东侧，为剥蚀侵蚀地貌，地形坡度约 20~30°，地面高程 2400~2350m。该料场距水库坝址直线距离约 0.3~0.6km，现状无道路直接通达，交通条件较差。该料场表层为第四系全新统残坡积层，上部 0.3~0.5m 为耕植土，植物根系发育，结构松散，为无用层。下部为褐红、灰黄色粉质粘土、含砾粉质粘土，为有用层。下伏地层岩性为二叠系上统峨眉山组玄武岩。料场地形较完整，但起伏较大，料层厚度不均匀，属 II 类土料场。料场储量、质量均可满足工程需求。
	临时转存场	为满足枢纽建筑物开挖回填土石方及上坝料转存需求，枢纽工程临时转存场位于大坝上游的主沟道内，临时堆土场面积 1.42hm²，施工组织设计考虑于转存场底部设置 DN1000 钢筋混凝土管对上游汇水进行导流，上下游设置 C20 埋石混凝土挡墙进行挡水。为满足风化料场剥离表土及

	大坝上游剥离表土的堆放于风化料场下游设置临时转存场，风化料场临时转存场占地面积 0.66hm ²
石料、砂料及砼骨料	寻甸县凤仪镇大箐石料场、寻甸县倘甸镇马街水泥厂采石场其质量储量均满足工程需要，其寻甸县凤仪镇大箐石料场距水库枢纽区约 30km，寻甸县倘甸镇马街水泥厂采石场距水库枢纽区约 42km，但由于大箐石料场开采许可已于 2023 年 5 月到期，正在申领中，目前处于半停工状态，建议优先至寻甸县倘甸镇马街水泥厂采石场购运工程所需石料、砂砾料。石料、砂料及砼骨料属于外购材料，寻甸县凤仪镇大箐石料场、寻甸县倘甸镇马街水泥厂采石场不包括正在本次项目建设内容中，也不包括在本次评价范围中。
弃渣场	弃渣场位于枢纽区左岸地表分水岭东侧的沟谷，距水库坝址距离 2.2km，属沟道型弃渣场，弃渣场占地 40.65 亩，堆渣高程 2347m~2379m，堆渣总高度 32m，弃渣场容积 13.64 万 m ³ ，弃渣场级别为 4 级。
枢纽工程施工营地	大坝下游右岸山坡，距右坝肩直线距离约 100m 处，有一相对平缓坡地，可进行枢纽工程生活、生产设施布置，区内设机械修配场、木材加工厂、钢筋加工厂、混凝土拌和站、混凝土预制场、水泥仓库、砂石料堆场、工具库、水池、油库、沉浆池、生活及办公区及水、电、通讯、照明系统和住宿生活设施等，总占地面积约 6.45 亩
混凝土拌和系统	施工营地附近集中布置 1 台 JS350 混凝土搅拌机（JS350 混凝土搅拌机出料斗容 0.35m ³ ，进料斗容 0.56m ³ ，生产能力 15m ³ /h，功率 19.55kw），根据使用地点不同，移至浇筑点
供水工程施工	供水线路基本沿现状道路进行布置，施工交通基本依托现状道路，管道征占地考虑除开挖面外沿线临时占 2.0m~3.0m 作为管道施工的临时堆土、施工伴行、活动板房等布置，考虑沿线布置材料堆放场地，材料堆放场 0.30hm ² ，占地类型为坡耕地。混凝土拌合系统：供水工程混凝土主要为管道沿线镇、支墩等混凝土，主要采用 0.4m ³ 移动式混凝土搅拌机拌制。生产生活区：由于供水工程战线长、点多、面广，生产生活区用房以活动板房为主。水、电供应：施工用水就近从河道或箐沟中抽取，经沉淀后供施工使用；施工用电采用 30kw 移动式柴油发电机供电。供水工程不再设置弃渣场。本工程大部分管道沿线交通发达，且管径不大，总干管最大管径为 DN400，施工平台足以满足材料堆放及施工交通要求，供水工程不再设置施工道路。
临时道路	新建临时施工道路 3430m，路面宽 7m，路基宽 8m。
施工供水	枢纽工程共设 4 个 100m ³ 水池，供施工生活和生产用水。生活用水：在营地附近布置 1 水池，生活用水取自下游河道，通过水泵抽入水池中，经净化后饮用。施工生产用水：在左右岸高地各设 1 个水池，通过水泵从围堰上游河道中将水抽入水池，经沉淀后，供枢纽建筑物灌浆、混凝土养护等用水；拌和站附近设 1 个水池，通过水泵将下游河道中水抽入水池，沉淀后供拌和站使用。
施工供电	水库枢纽将新建一条 1.8km 长 10kV 永临结合施工线路引至现场，考虑永临结合，所有水库坝区永久供电电源由 10kV 施工线路取得，同时考虑到大坝防洪度汛供电的可靠性，选用一台 100kW 柴油发电机作为备用电源，直接供给重要负荷。

	施工通讯	场外通讯以无线电话为主，场内通讯主要采用对讲机。
	施工机械修理	工程所在地距离东川城区约 53km，施工过程中主要修理工作在工地设置的机械修理场内进行，施工大修可由城区有关修配企业承担。
	永久道路	本工程永久道路共有 2 条，其中 1#永久道路为新建永久上坝道路，2#永久道路为重建道路。1#永久道路总长 324m，起点连接 2#永久道路，终点为右坝肩，最小圆曲线半径为 20m，最大纵坡为 9.54%，道路开挖边坡坡比为：基岩为 1:0.5，残坡积层为 1:1，每 10m 高差设一马道，马道宽 2.0m。1#永久道路路面宽 4.5m，路基宽 6.0m，路面混凝土厚为 20cm，靠山体一侧设尺寸为 0.5m×0.5m 的 C20 混凝土排水沟，衬砌厚度为 20cm。2#永久道路为现有道路，起点连接 1#永久道路，终点连接 11#临时施工道路。为满足弃渣、粘土料及其他建筑材料运输要求，主体工程施工完成后，需对 2#永久道路进行恢复重建，长度为 670m。
移民安置工程	建设征地	清水河水库工程建设征（用）土地总面积 490.40 亩，其中陆地面积 486.24 亩，水域面积 4.16 亩。工程永久征收土地 210.98 亩，其中陆地面积 206.82 亩，水域面积 4.16 亩；施工临时用地总面积 279.42 亩（均为陆地面积）。工程建设征地总面积中，永久征收耕地 98.48 亩（均为旱地），乔木林地 99.63 亩，河流水面 4.16 亩，交通运输用地 4.79 亩，建设用地 1.64 亩，荒草地 2.28 亩。影响零星林（果）木 417 棵；淹没影响机耕路 0.98km，引水管道 1.20km。
	移民安置	清水河水库工程建设征地基准年 2023 年农业生产安置人口 18 人，推算至规划设计水平年 2027 年生产安置人口 18 人，其中淹没区人口 9 人、枢纽工程区 9 人。清水河水库建设征地移民安置采取自行安置方式（即将建设征地补偿费用一次性支付到村民小组后，由村民小组内部自行流转、调剂土地）。本项目不设置移民安置点。本项目不涉及拆迁安置。
	专业项目处理规划	清水河水库淹没影响机耕路，淹没影响长度 0.98km，路面宽约 1.2m，土路路面。根据现场实际情况，水库建成后，该机耕路服务对象消失。采取一次性经济补偿方式处理。清水河水库影响的饮水管道，水库建成后直接从水库取水替代饮水管道服务对象。影响部分采取一次性经济补偿方式处理。
	库底清理	水清水河水库的功能是解决下游解决水库灌区农田灌溉用水和农村生活用水，库底清理按一般清理考虑，一般清理包括卫生清理、建（构）筑物清理、林木清理等三类。林地与迹地清理范围为水库正常蓄水位 2337.36m 以下范围。水库清理迹地清理工程量为迹地处理面积 0.088km ² ，林地清理 77.87 亩，灭鼠 48.88 亩，零星林（果）木清理 174 棵。
环境保护工程	生态流量下泄	工程取水坝设置生态用水下泄专门设施，项目在导流隧洞出口处设置 DN100 岔管下放生态用水，下放管中心高程 2311m，高于 30 年淤沙高程，低于死水位 2312m，管径为 100mm，生态放流管通过导流输水放空隧洞内放空管设置岔管下放生态流量至溢洪道。
	水库管理所生活污水及生活垃圾处理	管理所设置隔油池、化粪池、一体化污水处理站处理生活污水；设置分类生活垃圾收集桶收集生活垃圾。

	置措施	
--	-----	--

本次环境影响评价编制参考的设计依据为《昆明市东川区清水河水库工程初步设计报告》（审定稿），初步设计建设内容与可行性研究报告一致，只是一些数据上有所差别，本项目考虑环境影响评价的内容更加的接近项目的情况，故采用《昆明市东川区清水河水库工程初步设计报告》（审定稿）作为编制的设计依据。但是本报告附件中的部分文件是可行性研究阶段的，在部分数据上与本报告有所差距，本次报告中做出说明，具体情况详见下表。

表 3.5-2 可研批复与初步设计参数差别情况说明

项目	可研批复	初步设计	备注
大坝	工程推荐坝型为粘土心墙风化石坝，坝顶高程 2340.60m，坝顶宽 6.0m，长 169.5m，最大坝高 51.0m，路面为 C25 钢筋混凝土路面。坝顶上下游侧设路缘石，路缘石高出坝顶 0.2m，路缘石顶高程为 2340.80m，总高度 0.6m，采用 C25 混凝土浇筑；粘土心墙防渗体顶高程 2340.20m，高出校核洪水位 0.67m。顶宽 3.0m，上、下游坡均为 1:0.25，最大断面心墙底高程 2289.60m，底部宽 13.0m，坝基及两岸心墙底部设宽 4.0~6.0m，厚 0.6m 的 C25 混凝土灌浆盖板。	水库大坝坝型为黏土心墙风化石坝，坝顶高程 2340.60m，坝顶宽 6.0m，长 169.5m，最大坝高 51.0m；上游坝坡分三级，从高程 2328.60m 坡比为 1:2.25，在 2328.60 处设 2.0m 宽的马道；2328.60m 至高程 2316.60m 坡比为 1:2.5，在 2316.60m 处设 2.0m 宽的马道；高程 2316.60m 至坝脚坡比为 1:2.75；在 2316.60m 处设 45.2m 宽的压脚平台与围堰相接。下游坝坡分三级，高程 2320.60m 坡比为 1:2.0，在 2320.60m 处设 2.0 宽的马道；2320.60m~2294.00m 坡比为 1:2.0；在 2294.00m 下设置排水棱体，顶宽 3.0m，内坡比为 1:1，外坡比为 1:1.5，最大高度为 7.0m。	坝型、坝高、坝长、最大坝高均没有变化。初步设计细化了上游坝、下游坝的具体设计参数。
溢洪道	溢洪道布置于大坝左坝肩，轴线呈转弯布置。控制段与坝轴线夹角为 85.22°。由进水渠、控制段、泄槽段、挑流消能段和护坦段组成，全长 207.45m。	溢洪道布置于大坝左坝肩，轴线呈转弯布置。控制段与坝轴线夹角为 85.22°。由进水渠、控制段、泄槽段、消力池段和出水渠段组成，全长 232.60m。控制段底板高程 2337.36m，设计泄流量 9.07m³/s，校核泄流量 15.1m³/s，消能防冲流量 8.15m³/s。	布置位置、夹角未变化，组成和全长有所变化，同时增加了泄流量的参数
导流输水放空	导流输水放空隧洞位于大坝左岸，为竖井式无压洞，洞身段设计底坡 $i=0.01$ ，隧洞全长 471.47m，导流输水放空隧洞由导流进口明渠段、输水竖井段、有压洞段、竖井闸室段、无压洞段、	导流输水放空隧洞位于大坝左岸，导流输水放空隧洞由导流进口明渠段、输水竖井段、有压洞段、竖井闸室段、无压洞段、出口陡坡段、消力池段及出水渠段组成。洞身段设计底坡 $i=0.01$ ，隧洞全长 484.77m，进水竖井	设置位置没有发生变化，组成中的护坦段初步设计中变

隧洞	出口陡坡段、消力池段及护坦段组成。	顶进水口高程为 2311.00m, 隧洞出口底板高程 2296.91m。有压洞段采用圆形洞, 直径 2m, 无压段采用城门洞型断面, 尺寸为 1.5×1.8m, 其中直墙高 1.37m, 拱高 0.43m, 竖井内设置平面检修闸门和工作闸门各一套, 闸门孔口尺寸为 1.5×1.5m, 采用 QP-400-40 卷扬式启闭机启闭。	更为出水渠段, 隧洞全长增加了 13.3m。初步设计增加了具体的设计参数
供水工程	供水工程由总干管、大坪子支管、邓家沟支管组成。管道里程总长 19.97km, 其中总干管长 13.313km, 管径为 DN500mm, 支管长 6.657km (包括大坪子支管 2.307km, 管径 DN300mm~DN200mm、邓家沟支管 4.350km, 管径 DN200mm), 其中邓家沟支管从水库大坝导流输水放空隧洞出口工作闸阀取水, 走向与总干管总 0+000~总 4+350 一致, 与总干管同槽铺设。	供水工程管道布置由总干管、大坪子支管、邓家沟支管组成。管道里程总长 21.877km, 其中总干管里程长 14.88km, 管径为 DN400mm, 支管长 6.997km (包括大坪子支管 2.178km, 管径 DN150mm~DN100mm、邓家沟支管 4.819km, 管径 DN100mm)。其中邓家沟支管从水库大坝导流输水放空隧洞出口分流闸阀室取水, 走向与总干管总 0+000~总 4+819 一致, 与总干管同槽铺设。	供水工程组组成没有发生变化, 初步设计在管长和管径上进行了部分调整, 增加了管长, 减少了管径
工程组成	本工程由枢纽工程、水库管理所和供水工程组成, 其中枢纽工程由大坝、溢洪道、导流输水隧洞, 供水工程由总干管、大坪子支管、邓家沟支管组成	本工程由枢纽工程、水库管理所和供水工程组成, 其中枢纽工程由大坝、溢洪道、导流输水隧洞, 供水工程由总干管、大坪子支管、邓家沟支管组成	一致
工程等级	水库总库容 154.4 万 m ³ , 为小(1)型水库。工程等别 IV 等, 主要建筑物大坝、溢洪道、输水隧洞为 4 级, 配套供水工程和临时建筑物为 5 级。碾压式土石坝, 同意永久性建筑物的设计洪水标准为 30 年一遇(p=3.33%), 校核洪水标准为 300 年一遇(p=0.33%), 永久性泄水建筑物的消能防冲洪水标准为 20 年一遇(p=5%), 工程区地震基本烈度为 VIII 度, 同意地震设防烈度为 8°	水库总库容 155.0 万 m ³ , 为小(1)型水库。工程等别 IV 等, 主要建筑物大坝、溢洪道、输水隧洞为 4 级, 配套供水工程和临时建筑物为 5 级。碾压式土石坝, 同意永久性建筑物的设计洪水标准为 30 年一遇(p=3.33%), 校核洪水标准为 300 年一遇(p=0.33%), 永久性泄水建筑物的消能防冲洪水标准为 20 年一遇(p=5%), 工程区地震基本烈度为 VIII 度, 同意地震设防烈度 8°。	基本一致, 除了库容相比可研阶段增了 0.6 万 m ³
水库管理所	基本同意工程拟建水库管理所 1 座, 位于大坝左坝肩, 管理所占地 0.20hm ² , 管理所布设生产及办公用房(砖砼结构)200m ² ; 水库管理位于左坝肩山顶上, 需对场地	本工程拟建水库管理所 1 座, 位于大坝右坝肩, 管理所占地 0.23hm ² , 管理所布设生产及办公用房(砖砼结构)300m ² 。	避让基本农田, 改变了水库管理所的位置

	进行开挖放坡，开挖边坡标高为2344m~2369m,分3台放坡，2344m~2354m和2354m~2364m按1:0.5放坡，2364m~2369m按1:1放坡，台与台间设置2m的马道。		
建设征地	清水河水库工程建设征（用）土地总面积471.94亩，其中陆地面积469.46亩，水域面积2.48亩。工程永久征收土地面积221.54亩，其中陆地面积219.06亩，水域面积2.48亩；施工临时用地总面积250.40亩（均为陆地面积）。工程建设征地总面积中，永久征收耕地157.17亩（均为旱地）有林地54.86亩，河流水面2.48亩，交通运输用地7.03亩。淹没影响机耕路1.87km,饮水管道1.20km。施工临时占用耕地167.21亩（均为旱地），有林地81.69亩。	清水河水库工程建设征（用）土地总面积490.40亩，其中陆地面积486.24亩，水域面积4.16亩。工程永久征收土地210.98亩，其中陆地面积206.82亩，水域面积4.16亩；施工临时用地总面积279.42亩（均为陆地面积）。工程建设征地总面积中，永久征收耕地98.48亩（均为旱地），乔木林地99.63亩，河流水面4.16亩，交通运输用地4.79亩，建设用地1.64亩，荒草地2.28亩。影响零星林（果）木417棵；淹没影响机耕路0.98km，引水管道1.20km。施工临时占用耕地158.57亩（均为旱地），乔木林地120.85亩。	初步设计，减少了永久征地的面积，其中永久征收耕地的面积降低。
移民安置	清水河水库工程建设征地基准年基准年2020年农业生产安置人口32人，推算至规划设计水平年2024年生产安置人口34人,其中淹没区人口17人、枢纽工程区17人。	清水河水库工程建设征地不涉及移民搬迁人口，基准年2023年农业生产安置人口18人，推算至规划设计水平年2027年生产安置人口18人，其中淹没区人口9人、枢纽工程区9人。	初步设计安置人口减少
施工总工期	施工总工期为30个月	施工总工期为30个月	一致
投资	工程总投资估算为13360.44万元，其中：工程部分投资10651.61万元、建设征地移民补偿投资2030.39万元，环境保护工程投资114.43万元、水土保持工程投资564.01万元	工程总投资概算为13681.56万元，其中：工程部分投资11506.83万元、建设征地移民补偿投资1584.65万元，环境保护工程投资136.89万元、水土保持工程投资453.19万元	总投资增加，工程部分和环保工程部分均有所增加

综上所述，清水河水库初步设计阶段工程任务与规模、工程等级和可研阶段成果是一致的，建筑物内容与可研阶段有所调整，本次报告采用清水河水库初步设计阶段设计成果作为设计依据，更加符合实际情况。

3.5.2 工程布置

一、枢纽布置

拟建清水河水库为小（1）型蓄水工程，拟建坝高 51.0m，总库容 155.0 万 m^3 。拟定坝址区主河道（山谷出口处—库区左、右支管汇口）长约 500m，整个主河道两侧山体较厚，无大的滑坡、泥石流、坍塌等不良地质体分布，岸坡基本稳定；河道上段（山谷出口上游 200m 处至左、右支管汇口处）沟谷长约 300m，谷底宽度约为 20~60m，河床较宽缓，两岸自然坡度 25~40°，属斜坡~陡坡地形，为基本对称“U”型谷；河道下段（山谷出口至上游 200m 段）沟谷相对较狭窄，谷底宽度约为 5~20m，两岸自然坡度 30~45°，属斜坡~陡坡地形，为不对称“V”型谷。确定于主河道下段为所选坝址区修建清水河水库，坝址为唯一坝址。大坝轴线左岸为凸出山脊，适宜河岸式溢洪道的布置，因此将溢洪道布置于左岸。因大坝下游右侧山坡为基本农田，将隧洞布置于左岸，输水隧洞沿线物理地质现象不发育，山体基本稳定。沿线地层单一，地表为第四系全新统残坡积含砾粉质粘土、冲洪积层粉质土砾覆盖；下伏二叠系上统峨嵋山组玄武岩、凝灰质玄武岩，岩层产状 $294^\circ \angle 15^\circ$ ，有利于隧洞施工。

二、供水管线布置

根据灌区和供水对象的分布位置及占地类型，供水工程管道布置由总干管、大坪子支管、邓家沟支管组成。管道里程总长 22.077km，其中总干管里程长 14.88km，大坪子支管里程长 2.178km，邓家沟支管里程长 4.819km，锅底塘支管里程长 0.2km。具体布置如下：

（1）总干管

总干管从水库大坝导流输水放空隧洞出口工作闸阀取水，沿洗马河左岸向下游敷设；于锅底塘村南部（总 0+540.00）进入寻甸境内，沿洗马河左岸山坡高程 2285~2290m 之间向下游敷设；于花沟村东部（总 8+220.00）过花沟小河后进入东川境内。途经大红地、水冬瓜湾、陷塘地、松毛棚、草海子，末端止于草海子村西部。总干管总里程长 14.88km，设计流量 $0.096 \sim 0.025 \text{m}^3/\text{s}$ ，沿线共设 6 个分水口，控制灌溉面积 4560 亩，人饮供水人数 1852 人。管道首端中心高程为 2300.95m，末端中心高程为 2216.26m。

（2）大坪子支管

大坪子支管起于总干管总 13+333 处分水口后新建 150m^3 圆形蓄水池。沿松毛棚至大坪子乡村道路埋设，途经大坪子村，末端止于大坪子村南部。大坪子支

管里程长度为 2.178km，设计流量 $0.017\sim 0.008\text{m}^3/\text{s}$ ，沿线共设 1 个分水口，控制灌溉面积 797 亩，人饮供水人数 410 人。管道首端中心高程为 2056.70m，末端中心高程为 1864.13m。

（3）邓家沟支管（寻甸）

邓家沟支管从水库大坝导流输水放空隧洞出口工作闸阀取水，走向与总干管总 0+000～总 4+819 一致。邓家沟支管里程长度为 4.819km，设计流量 $0.004\text{m}^3/\text{s}$ ，控制灌溉面积 200 亩。管道中心高程首端为 2300.9m，末端为 2292.17m。

（4）锅底塘支管

锅底塘支管从总干管（桩号：总 0+506）处分水口取水。跨过道路后顺洗马河右岸道路至高程 2300m 处设置 50m^3 蓄水池，底板高程为 2298m，设计流量 $0.0024\text{m}^3/\text{s}$ ，里程长度为 0.2km，控制灌溉面积 120 亩。管道中心高程首端为 2271.96m，末端为 2300m。

3.5.3 主要建筑物

1、粘土心墙风化料坝

（1）坝顶构造

坝顶高程 2340.60m，坝顶宽 6.0m，长 169.5m，最大坝高 51.0m，路面为 C25 钢筋混凝土路面。坝顶上下游侧设路缘石，路缘石高出坝顶 0.3m，路缘石顶高程为 2340.90m，总高度 0.7m，采用 C25 凝土浇筑。

（2）粘土心墙防渗体

粘土心墙防渗体顶高程 2340.20m，高出校核洪水位 0.61m。顶宽 3.0m，上、下游坡均为 1:0.25，最大断面心墙底高程 2289.60m，底部宽 28.3m，坝基及两岸心墙底部设宽 3.0～28.3m，厚 0.6m 的 C25 混凝土灌浆盖板。

（3）反滤及排水

大坝高 51.0m，根据大坝运行工况、粘土心墙的渗透压力、渗透坡降以及与坝壳料之间的变形过渡等因素，在粘土心墙上游 2326.60m、2316.60m 高程设置两层厚度为均 2m 的水平排水带，粒径 $d=0.1\sim 40\text{mm}$ ，上游水平排水带连接心墙上游过渡层，水平厚度 2m，粒径 $d=0.1\sim 40\text{mm}$ 。心墙下游设置厚度各为 2.0m 的反滤层，第一层粒径 $d=0.1\sim 40\text{mm}$ ，第二层粒径 $d=0.3\sim 50\text{mm}$ ，大坝下游设水平排水带连接竖向排水带和排水棱体。为加强排水效果，并结合大坝稳定，在

下游坝坡脚处设置高 7m 的碾压排水棱体，顶高程为 2294.00m，顶宽 3m，内坡比为 1:1.0，外坡比为 1:2.0。

(4) 大坝上、下游坝坡

上游坝坡分四级，从高程 2340.60m~2328.60m 坡比为 1: 2.25，在 2328.60 处设 2.0m 宽的马道；2328.60m 至高程 2316.60m 坡比为 1: 2.5。在 2316.60m 处设压重平台连接上游围堰，平台宽 45.2m，2316.60m 至高程 2308.00m 坡比为 1: 3，2308.00m 以下为上游围堰，围堰顶宽 4m，外坡比 1:3。下游坝坡分三级，高程 2340.60m~2320.60m 坡比为 1: 2，在 2320.60m 处设 3.0m 宽的马道；2320.60m~2294.00m 坡比为 1: 2；在 2294.00m 下设置排水棱体，顶宽 3.0m，内坡比为 1: 1，外坡比为 1: 2，最大高度为 7.0m。

(5) 护坡及坝面排水

上游坝坡从高程 2340.60m 至围堰脚采用 C20 混凝土预制块护坡，厚度 0.15m，护坡下设一层厚度 0.2m 的混合垫层；下游坝坡从高程 2340.60m 至 2294.00m 采用混凝土框格草皮护坡，考虑到直接在风化料坝面上植草成活率低，所以需先在坝面铺设一层 0.2m 厚的耕作土，再进行植草护坡。高程 2294.00m 以下为排水棱体，排水棱体地面以上坡面采用 0.15m 厚 C20 砼预制块护坡。下游坝坡与岸坡连接处设置 0.3×0.3m 排水沟，截断山体地表水对坝坡冲刷；坝脚设置 0.6×0.8m 排水沟将水排至河道。在上、下游坝坡从坝顶至上、下游坝脚各设置一道 2.6m 宽的上坝踏步。

(6) 基础防渗灌浆设计

坝基、两坝肩采用帷幕灌浆防渗，灌浆孔布置于坝轴线上，并向两岸山体延伸布置。在心墙底部设厚 0.6m 的 C25 砼灌浆盖板，灌浆盖板与心墙底部同宽为 3.0~28.3m。为增加盖板抗滑稳定，在左右两岸坡盖板设置直径 $\phi 25$ mm 的锚杆，锚杆单长 3m，间距 1.5m，排距 1.5m，呈梅花形布置。为保证基础防渗效果，固结灌浆孔于整个灌浆盖板范围布置。

2、溢洪道

溢洪道布置于大坝左坝肩，轴线呈转弯布置。控制段与坝轴线夹角为 85.22°。由进水渠、控制段、泄槽段、消力池段和出水渠段组成，全长 232.60m。设计泄流量 9.07m³/s，校核泄流量 15.1m³/s，消能防冲流量 8.15m³/s。

(1) 进水渠段，长 30.0m（里程 0+030.00m~0+000.00m）：整段边墙和底板均采用 C25 钢筋混凝土衬砌，衬砌厚度为 0.5m，墙高 2.74m，底坡 $i=-0.01$ 。0+030.00m~0+010.00m 段长 20.0m，为直线收缩段，过水断面底宽由 9.0m 收缩为 3.0m；0+010.00m~0+000.00m 段长 10.0m，为直线段，底宽为 3.0m。进水渠整段开挖边坡墙顶以下坡比为 1:0.5，墙顶以上坡比为 1:1。永久开挖边坡采用 3×3mC25 混凝土框格挂网喷 C20 混凝土护坡，坡顶设置 C25 混凝土截水沟（底宽 0.3m，高 0.3m），基础为二叠系上统玄武岩组玄武岩。

(2) 控制段，长 6.0m（里程 0+000.00m~0+006.00m）：堰型为宽顶堰，堰顶高程为 2337.36m，堰宽 3.0m。采用 C25 钢筋混凝土衬砌，边墙和底板厚 0.5m，边墙高 2.74m。控制段边墙高度比校核洪水位高 0.51m，满足《溢洪道设计规范》（SL253-2018）强制性条文 3.3.9 条安全超高的要求。该段开挖边坡墙顶以下坡比为 1:0.5，墙顶以上坡比为 1:1。永久开挖边坡采用 3×3mC25 混凝土框格挂网喷 C20 混凝土护坡，坡顶设置 C25 混凝土截水沟（底宽 0.3m，高 0.3m）。基础为二叠系上统玄武岩组强风化玄武岩。

(3) 泄槽段，长 159.45m（里程 0+006.00m~0+165.45m）：边墙和底板均采用 C25 钢筋混凝土衬砌，衬砌厚度为 0.5m，边墙高度 2.74m。0+006.00m~0+029.45m 段长 23.45m，为缓坡段，底坡 $i=0.01$ ；其中 0+016.00~0+029.45m 长 13.45m，为转弯段，转角为 42.80° ，轴线转弯半径为 18.0m；0+010.00m~0+016.00m 顶部设置交通桥，连接大坝与左岸的交通，交通桥顶高程为 2340.60m，桥宽 6.0m，C20 钢筋混凝土结构；0+029.45m~0+137.45m 段长 108.0m，为陡坡段，底坡 $i=0.3125$ ；0+137.45m~0+165.45m 段长 28.0m，为抛物线段，陡槽段接抛物线段与消力池相接，抛物线公式为 $y=0.3125x+0.0149x^2$ ，该段开挖边坡墙顶以下坡比为 1:0.5，墙顶以上坡比为 1:1。永久开挖边坡采用 3×3mC25 混凝土框格挂网喷 C20 混凝土护坡，坡顶设置 C25 混凝土截水沟（底宽 0.3m，高 0.3m）。基础为二叠系上统玄武岩组玄武岩。

(4) 消力池段，长 15.5m（里程 0+165.45m~0+180.95m），矩形断面，消力池宽为 3m，池长 15.5m，池深 0.8m，边墙高 3.5m，底板高程 2284.84m。采用 C25 钢筋混凝土衬砌，边墙与底板衬砌厚度为 0.8m。消力池底板下设有 0.2m 厚碎石垫层、0.2m 厚砂垫层，为减少消力池底板的扬压力，在底板上设置排水

孔，孔、排距均为 1.0m，呈梅花型布置，排水孔用 $\phi 50\text{mm}$ PVC 管穿透底板 C25 钢筋混凝土、碎石垫层和砂垫层。该段底板置于强风化玄武岩上，永久开挖边坡 1:1.0，临时开挖边坡 1:0.50，永久开挖边坡采用 $3\times 3\text{m}$ C25 混凝土框格挂网喷 C20 混凝土护坡，坡顶设置 C25 混凝土截水沟（底宽 0.3m，高 0.3m）。

（5）出水渠段，长 21.65m（里程 0+180.95m~0+202.60m），其中 0+180.95~0+186.52m 长 5.57m，为转弯段，转角为 53.15° ，轴线转弯半径为 6.0m。出水渠为箱涵结构，矩形断面，宽 3.0m，墙高 2.5m，采用 C25 钢筋砼衬砌，衬砌厚 0.8m，采用 C25 钢筋砼衬砌。出口接入下游河道。基础为二叠系上统玄武岩组玄武岩。

3、导流输水隧洞

导流输水放空隧洞位于大坝左岸，为竖井式无压洞，洞身段设计底坡 $i=0.01$ ，隧洞全长 484.77m，导流输水放空隧洞由导流进口明渠段、输水竖井段、有压洞段、竖井闸室段、无压洞段、出口陡坡段、消力池段及出水渠段组成。

（1）导流进口明渠段（导 0+000.0~导 0+005.00）长 5.0m，为平坡，断面尺寸为 $2.0\times 1.8\text{m}$ （宽 $\times$ 高）。采用 C25 钢筋混凝土衬砌，衬砌厚度 0.4m。基础为第四系全新统冲洪积层砂卵砾石。基础采用 C25 埋石混凝土换填。

（2）进水竖井段长 2.8m（导 0+005.00m~导 0+007.80m），直井深 8.4m，井顶进水口高程为 2311.00m（泥沙淤积高程），井底高程为 2305.20m，直井下游设置断面尺寸为 $1.5\times 1.8\text{m}$ （宽 $\times$ 高）洞口与有压洞段连接，井身水道断面尺寸 $1.8\times 2.0\text{m}$ ，采用 C25 钢筋混凝土衬砌，衬砌厚度 0.5m，基础为二叠系上统玄武岩组玄武岩。

（3）有压洞段长 152.65m（隧 0+000.00m~隧 0+152.65m），底坡 $i=0.01$ ，始端底板高程 2306.00m，末端底板高程 2304.47m。其中里程 0+131.20~0+137.65m，长 6.45m，为转弯段，转弯半径为 0m，转弯角度 36.98° 。里程隧 0+147.65~隧 0+152.65m，长 5.0m，为渐变段，由洞径 2.0m 圆形断面渐变为 $1.5\times 1.5\text{m}$ 矩形断面。有压洞身段采用圆形断面，洞径为 2.0m。该段均采用厚 0.4m 的 C25 钢筋混凝土衬砌，混凝土抗渗等级为 W8。基础为二叠系上统玄武岩组玄武岩，围岩类别为 V~VI 类。

（4）竖井闸室段长 7.85m（里程里程 0+152.65m~0+160.50m），闸室底板

高程 2304.47m，竖井顶部检修平台高程为 2340.60m，竖井深 37.63m，井壁衬砌厚 0.6m，底板厚 1.5m，采用 C25 钢筋混凝土衬砌，混凝土抗渗等级为 W8。竖井内设置平面检修闸门和工作闸门各一套，闸门孔口尺寸为 1.5×1.5m，采用 QP-400-40 卷扬式启闭机启闭。竖井从地面至闸井底穿越的地层为全风化、强风化及弱风化玄武岩和凝灰质玄武岩，围岩类别为 V~IV 类。

(5) 无压洞段长 227.00m (0+151.80m~0+387.50m)，底坡 $i=0.01$ ，始端底板高程 2304.47m，末端(出口)底板高程 2296.91m。采用城门洞型断面，尺寸为 1.5×1.8m，其中直墙高 1.37m，拱高 0.43m。采用 C25 钢筋混凝土衬砌，衬砌厚度 0.4m。围岩为强风化和弱风化泥质粉砂岩夹粉砂岩、泥岩，围岩类别为 IV~V 类，其中 IV 类围岩长约 186.3m，V 类围岩长约 40.7m。为解决下游红土地镇花沟村委会和松毛棚村委会的人饮和灌溉供水，需在有压洞及无压洞下铺设 DN400mm 内外涂塑复合钢管 1 根，涂塑管道全长 635m，末端设 DN400 调流阀 2 套，伸缩节 1 套，在隧洞出口建盖 23m² 闸阀室一间，尺寸 4.6×5.0m。在 DN400 主管上设 DN100mm 岔管 1 根，为下游河道生态供水管道，长 30m，岔管上设 DN100 调流阀 1 套；在 DN400 主管上设 DN100mm 岔管 1 根，为寻甸邓家村灌溉供水管，长 20m，岔管上设 DN100 调流阀 1 套。

(6) 出口明渠陡坡段长 67.55m (里程 0+387.50m~0+455.05m)，底坡 $i=0.278$ ，采用 C25 钢筋混凝土衬砌。基础为二叠系上统玄武岩组玄武岩。里程 0+387.50~0+396.89m，长 9.38m，为明渠段，底宽 1.5m，边墙高 1.8m，衬砌厚 0.4m；里程 0+396.89~0+455.05m，长 58.16m，为箱涵段，衬砌厚 0.8m。其中里程 0+396.89~0+405.05m，长 8.17m，为转弯明渠段，转弯半径为 10m，转弯角度 46.79°，底宽 1.5m，边墙高 1.8m；里程 0+405.05~0+415.05m，长 10.0m，为渐变段，底宽由 1.5m 渐变为 3.0m，边墙高 1.8m。里程 0+420.05m 上部为改建乡村道路，路宽 4.5m，路面为水泥混凝土，厚 20cm。

(7) 消力池段长 18.5m (里程 0+455.05m~0+473.55m)，为箱涵结构，底宽 3.0m，池深 1.5m，边墙高 4.1m。采用 C25 钢筋混凝土衬砌，衬砌边墙厚度 0.8m。基础为二叠系上统玄武岩组玄武岩。

(8) 出水渠长 3.42m (里程 0+473.55m~0+476.97m)，为箱涵结构，设计底坡 $i=0.005$ ，末端接入下游河道。底宽 3.0m，边墙高 2.6m，采用 C25 钢筋混凝

土衬砌，衬砌厚 0.8m。基础为二叠系上统玄武岩组玄武岩。

(9) 管道取水：取水管布置 1 根 DN400 钢管，取水口采用分层取水，共设置 1 号、2 号、3 号、4 号四个取水口，根据水库特征水位，1 号、2 号、3 号、4 号取水口进口高程分别为 2335.00m、2327.00m、2319.00m、2311.00m，1 号取水口为常开，2~4 号取水口采用斜拉闸控制。DN400 钢管沿隧洞轴线布置。通至隧洞外接供水工程 DN400 供水主管及 DN100 生态供水管和 DN100 寻甸邓家村灌溉供水管。管道设计供水流量 $0.1036\text{m}^3/\text{s}$ ，其中，生态供水管设计流量 $0.0076\text{m}^3/\text{s}$ 。

4、水库管理所

本工程拟建水库管理所 1 座，位于大坝右坝肩，管理所占地 0.23hm^2 ，管理所布设生产及办公用房（砖砼结构） 300m^2 。

5、供水工程

(1) 供水方式：为减小供水成本，应尽可能形成自流供水，同时为满足供水饮水安全要求，供水方式采用管道重力输水。

(2) 总干管

总干管从水库大坝导流输水放空隧洞出口分流闸阀室 DN400 闸阀口取水，桩号总 0+000~总 0+540 段沿洗马河左岸向下游敷设，总干管与邓家塘支管并排布置，敷设形式采用沟埋敷设，总干管供水流量为 $0.096\text{m}^3/\text{s}$ ，采用 D426×6 内外涂塑复合钢管；于锅底塘村南部（总 0+540.00）进入寻甸境内，桩号总 0+540~总 4+819 段沿洗马河左岸山坡高程 2285~2290m 之间向下游敷设，总干管与邓家沟支管并排布置，敷设形式采用沟埋敷设，总干管供水流量为 $0.096\text{m}^3/\text{s}$ ，采用 D426×6 内外涂塑复合钢管，桩号总 3+068~总 3+082 段，长度 14m，跨越箐沟，总 4+285~总 4+405 段采用明管敷设；桩号总 4+819~总 8+220 段沿洗马河左岸山坡高程 2180~2290m 之间向下游敷设，总干管单独布置，敷设形式采用沟埋敷设，其中桩号总 6+580~总 6+679 段、总 7+474~总 7+492 段、总 7+575~总 7+587 段和总 7+753~总 7+780 段采用明管敷设。供水流量为 $0.096\text{m}^3/\text{s}$ ，采用 D426×6 内外涂塑复合钢管，于花沟村东部（总 8+220.00）过花沟小河后进入东川境内，其中桩号总 7+963~总 8+220 段，长度 257m，由于管道轴线经过部位管顶水头不满足规范要求，周边地势较陡，沟箐较深，管线绕行该部位投资较

大，故采用拖管的施工方式，管道中心线高程沿高程 2297.0m 通过该段；桩号总 8+220~总 9+700 段途经花沟村东南部、大红地村，敷设形式采用沟埋敷设，供水流量为 $0.096\sim 0.089\text{m}^3/\text{s}$ ，采用 D426×6 内外涂塑复合钢管，在桩号总 8+973 处设置花沟村分水口，分水口流量为 $0.007\text{m}^3/\text{s}$ ，分水口阀门尺寸为 DN100，分水口后接入 100m^3 蓄水池，蓄水池底板高程为 2297m，在桩号总 9+700 处设置大红地村分水口，分水口流量为 $0.012\text{m}^3/\text{s}$ ，分水口阀门尺寸为 DN125，分水口后接入 200m^3 蓄水池，蓄水池底板高程为 2269m；桩号总 9+700~总 11+642 段途经水冬瓜湾东南部，敷设形式采用沟埋敷设，其中桩号总 10+212~总 10+240 段采用明管敷设。供水流量为 $0.077\text{m}^3/\text{s}$ ，采用 D377×6 内外涂塑复合钢管，在桩号总 9+828 处设置 50m^3 减压水池，底板高程为 2261m。在桩号总 11+642 处设置水冬瓜湾村分水口，分水口流量为 $0.019\text{m}^3/\text{s}$ ，分水口阀门尺寸为 DN150，分水口后接入 300m^3 蓄水池，蓄水池底板高程为 2256m；桩号总 11+642~总 13+333 段途经松毛棚东南部，敷设形式采用沟埋敷设，其中桩号总 12+794~总 13+028 段和总 13+129~总 13+255 段采用明管敷设。供水流量为 $0.058\text{m}^3/\text{s}$ ，采用 D325×6 内外涂塑复合钢管，在桩号总 11+807 处设置 50m^3 减压水池，底板高程为 2225m。在桩号总 13+330 处设置松毛棚村 1#分水口，分水口流量为 $0.006\text{m}^3/\text{s}$ ，分水口阀门尺寸为 DN80，分水口后接入 100m^3 蓄水池，蓄水池底板高程为 2221m，在桩号总 13+333 处设置大坪子村分水口，分水口流量为 $0.017\text{m}^3/\text{s}$ ，分水口阀门尺寸为 DN125，分水口后接入 300m^3 蓄水池，蓄水池底板高程为 2057m；桩号总 13+333~总 14+088 段途经松毛棚东部，敷设形式采用沟埋敷设，其中桩号总 13+349~总 13+401 段采用明管敷设。供水流量为 $0.035\text{m}^3/\text{s}$ ，采用 D273×6 内外涂塑复合钢管，在桩号总 14+088 处设置松毛棚村 2#分水口，分水口流量为 $0.01\text{m}^3/\text{s}$ ，分水口阀门尺寸为 DN100，分水口后接入 150m^3 蓄水池，蓄水池底板高程为 2220m；桩号总 14+088~总 14+880 段途经草海子村西部，敷设形式采用沟埋敷设，供水流量为 $0.025\text{m}^3/\text{s}$ ，采用 D219×6 内外涂塑复合钢管，在管道末端桩号总 14+880 处设置 400m^3 蓄水池，蓄水池底板高程为 2215m。总干管总里程长 14.88km，设计流量 $0.096\sim 0.025\text{m}^3/\text{s}$ ，沿线共设 6 个分水口，控制灌溉面积 4560 亩，人饮供水人数 1852 人。管道首端中心高程为 2300.95m，末端中心高程为 2216.26m。

（2）大坪子支管

大坪子支管起于总干管总 13+333 处大坪子分水口后新建 300m³圆形蓄水池。桩号大支 0+000~大支 1+024 段沿松毛棚至大坪子乡村道路埋设，供水流量为 0.017m³/s，采用 D165×4.5 内外涂塑复合钢管，敷设形式采用沟埋敷设，在桩号大支 1+024 处设置 150m³减压蓄水池，蓄水池底板高程为 1967m；大坪子分水口从减压蓄水池分水，流量为 0.009m³/s，分水口阀门尺寸为 DN100；大支 1+024~大支 2+178 段沿松毛棚至大坪子乡村道路埋设，途经大坪子村，末端止于大坪子村南部，供水流量为 0.008m³/s，采用 D114×4 内外涂塑复合钢管，敷设形式采用沟埋敷设，在管道末端桩号大支 2+178 处设置 150m³蓄水池，蓄水池底板高程为 1863m，在桩号大支 1+881 处设置 20m³减压水池，底板高程为 1890m。大坪子支管里程长度为 2.178km，设计流量 0.017~0.008m³/s，沿线共设 1 个分水口，控制灌溉面积 797 亩，人饮供水人数 410 人。管道首端中心高程为 2056.70m，末端中心高程为 1864.13m。

（3）邓家沟支管（寻甸）

邓家沟支管从水库大坝导流输水放空隧洞出口分流闸阀室取水，走向与总干管 0+000~总 4+819 一致，敷设形式采用沟埋敷设。桩号邓支 3+068~邓支 3+082 段，长度 14m，跨越箐沟；邓家沟支管里程长度为 4.819km，设计流量 0.004m³/s，采用 D114×4 内外涂塑复合钢管，在管道末端桩号邓支 4+819 处设置 100m³蓄水池，蓄水池底板高程为 2290m。控制灌溉面积 200 亩。管道中心高程首端为 2300.9m，末端为 2292.17m。

（4）锅底塘支管

锅底塘支管从总干管（桩号：总 0+506）处分水口取水。跨过道路后顺洗马河右岸道路至高程 2300m 处设置 50m³蓄水池，底板高程为 2298m，设计流量 0.0024m³/s，里程长度为 0.2km，控制灌溉面积 120 亩。管道中心高程首端为 2271.96m，末端为 2300m。

3.6 施工组织设计

3.6.1 施工交通

一、外部交通

拟建清水河水库位于昆明市东川区红土地镇锅底塘村东部小河河谷，坝址区

距红土地镇约 23km，距乌龙镇约 37km，距东川区（铜都镇）约 53km，道路为县道，现有公路至坝址区为山间土路，交通条件较差。距昆明市区约 205km，道路为县道—高速公路。工程施工期间的对外交通运输方式主要为公路运输，主要运输工程所需风化料、防渗土料、砂石料、水泥、钢材、木材、火工材料、金属结构、物资、施工机械等

二、场内交通

1、枢纽区场内交通运输

（1）永久道路

本工程永久道路共有 2 条，其中 1#永久道路为新建永久上坝道路，2#永久道路为重建道路。

①1#永久道路

1#永久道路总长 324m，起点连接 2#永久道路，终点为右坝肩，最小圆曲线半径为 20m，最大纵坡为 9.54%，道路开挖边坡坡比为：基岩为 1:0.5，残坡积层为 1:1，每 10m 高差设一马道，马道宽 2.0m。1#永久道路路面宽 4.5m，路基宽 6.0m，路面混凝土厚为 20cm，靠山体一侧设尺寸为 0.5m×0.5m 的 C20 混凝土排水沟，衬砌厚度为 20cm。

②2#永久道路

2#永久道路为现有道路，起点连接 1#永久道路，终点连接 11#临时施工道路。为满足弃渣、粘土料及其他建筑材料运输要求，主体工程施工完成后，需对 2#永久道路进行恢复重建，长度为 670m。

（2）临时道路

为满足工程施工运输要求，枢纽工程需新建临时施工道路 3430m，路面宽 7m，路基宽 8m，路面为土路面。枢纽工程道路特性表详见下表。

表 3.6-1 枢纽工程道路特性表

序号	名称	起点	终点	长度 (m)	路面宽 (m)	路基宽 (m)	路面结构
1	1#永久道路	现有道路	左坝肩	324	4.5	6	混凝土路面
2	2#永久道路	3#临时道路	9#临时道路	670	4.5	6	混凝土路面
3	3#临时道路	2#永久道路	坝脚、风化石料场	800	7	8	土路面
4	4#临时道路	3#临时道路	右坝肩	430	7	8	土路面
5	5#临时道路	4#临时道路	大坝右岸中部	200	7	8	土路面
6	6#临时道路	3#临时道路	大坝右岸中部	150	7	8	土路面
7	7#临时道路	3#临时道路	隧洞进口	450	7	8	土路面
8	8#临时道路	3#临时道路	大坝左岸中部	350	7	8	土路面
9	9#临时道路	1#永久道路	大坝右岸中部	300	7	8	土路面
10	10#临时道路	1#永久道路	施工企业	250	7	8	土路面
11	11#临时道路	2#永久道路	土料场	500	7	8	土路面

2、供水工程场内交通运输

本工程大部分管道沿线交通发达，且管径不大，总干管最大管径为 DN400，施工平台足以满足材料堆放及施工交通要求，供水工程不再设置施工道路。

3.6.2 施工进度及计划

根据工程的规模和施工场地条件，施工总工期 30 个月安排。

第一年 1 月开始施工准备至第二年 3 月，完成场内临时施工道路、供电、供水设施、供风及施工工厂、房屋修建等工程。永久道路开挖安排在第二年 2 月进行，开挖无用料运至弃渣场弃置，有用料直接运至坝面填筑，路面混凝土浇筑在大坝填筑完成后进行。

一、导流输水放空隧洞

本工程为大坝施工创造干地施工条件，先进行导流输水放空隧洞施工，将原河道中的水流通过导流输水放空隧洞导向下游河道。

第一年 1 月下旬，完成导流输水放空隧洞进出口土石方开挖，为满足通行要求，隧 0+384.79~隧 0+402.96 段跨现有道路段，暂时不进行开挖。第一年 2 月完成隧 0+402.96 桩号以后的隧洞施工工作，3 月底前，隧 0+402.96~隧 0+432.96 段顶部道路改建完成后，4 月上旬完成其中隧 0+384.79~隧 0+402.96 段开挖。第一年 2 月至 5 月，完成导流输水放空隧洞身及竖井段开挖工作，6 月至 8 月，完成隧洞进出口及洞身段混凝土浇筑工作，9 月底前完成隧洞回填灌浆工作，10 月底前完成隧洞固结灌浆工作，具备过流条件，进行枯期导流。第一年 11 月至第二

年4月，完成启闭机房和闸门安装工作。第三年4月至5月，完成管道安装及分流闸室施工工作。

二、导流工程

第一年11月1日截流，11月上旬完成围堰清基及填筑工作，并完成DN800双壁波纹管的埋设工作，将围堰上游来水引入导流输水放空隧洞，排入下游河道。

三、大坝

1、大坝开挖

第一年3月至5月进行大坝两岸坡开挖，11月完成剩余大坝清基工作，其中有用料运至转存料场堆存，无用料运至弃渣场弃置。

2、基础灌浆

第一年9月至12月上旬进行灌浆盖板浇筑工作，先进行两岸坡灌浆盖板浇筑，河床部分待11月清基完成后进行。第一年10月至12月进行固结灌浆工作，11月进行帷幕灌浆试验工作，12月至第二年5月完成大坝帷幕灌浆工作。

3、大坝填筑

本工程大坝填筑工作分两期进行，其中第一期完成度汛坝体填筑工作，第二期完成剩余坝体填筑工作。第二年2月至4月完成度汛坝体填筑工作，总填筑量约20.36万 m^3 ，最大填筑强度6.99万 $\text{m}^3/\text{月}$ ；第二年11月至第三年1月完成剩余坝体填筑工作，总填筑量约19.92万 m^3 ，最大填筑强度6.86万 $\text{m}^3/\text{月}$ 。第三年2月至3月，完成大坝预制块护坡施工，3月至4月完成坝面混凝土施工，4月至5月进行坝顶混凝土施工，5月底完成大坝所有施工工作。

4、溢洪道

本工程溢洪道分两期开挖，第二年1月至3月，完成桩号溢0+000～溢0+124开挖，无用料运至弃渣场弃置，有用料直接运至坝面填筑；桩号溢0+124以后，因为临时施工道路穿越溢洪道，安排在第三年2月进行开挖，4月底完成溢洪道施工工作。供水工程施工安排在第二年10月至第三年5月进行。本工程施工期为30个月，施工期高峰人数为330人，平均施工人数为213人，施工总工日为19.42万工日。

3.6.3 施工材料供应及水电供应

一、主要建筑物材料来源及供应条件

(1) 施工外购主材来源

工程所需的钢材、钢筋、木材、柴油、汽油等材料均可从东川区采购，运距约 53km。

(2) 防渗土料

土料场位于枢纽区左岸地表分水岭东侧，运距约 2km。

(3) 风化料

风化料场位于拟建清水河水库坝址上游北西部斜—陡坡地带，运距约 1.5km。

(4) 石料与砂、砾料

经过地质调查，工程所需的石料可到位于寻甸县倘甸镇马街水泥厂采石场购运，距清水河水库坝址约 42km

二、水、电、通讯供应条件

(1) 供水

枢纽工程共设 4 个 100m³水池，供施工生活和生产用水。生活用水：在营地附近布置 1 水池，生活用水取自下游河道，通过水泵抽入水池中，经净化后饮用。施工生产用水：在左右岸高地各设 1 个水池，通过水泵从围堰上游河道中将水抽入水池，经沉淀后，供枢纽建筑物灌浆、混凝土养护等用水；拌和站附近设 1 个水池，通过水泵将下游河道中水抽入水池，沉淀后供拌和站使用。

(2) 供电

供电：水库枢纽将新建一条 1.8km 长 10kV 永临结合施工线路引至现场，考虑永临结合，所有水库坝区永久供电电源由 10kV 施工线路取得，同时考虑到大坝防洪度汛供电的可靠性，选用一台 100kW 柴油发电机作为备用电源，直接供给重要负荷。

(3) 通讯

通讯：场外通讯以无线电话为主，场内通讯主要采用对讲机。

(4) 当地修配加工条件

工程所在地距离东川城区约 53km，施工过程中主要修理工作在工地设置的机械修理场内进行，施工大修可由城区有关修配企业承担。

3.6.4 施工导流

一、导流标准

根据《水利水电工程施工导流设计规范》(SL623-2013)3.1.1 强制性条文要求, 由于导流隧洞与输水隧洞结合, 导流隧洞级别为 4 级, 根据《水利水电工程围堰设计规范》(SL645-2013)3.0.1 强制性条文要求, 导流围堰级别为 5 级。

二、洪水标准

根据《水利水电工程施工导流设计规范》(SL623-2013)3.2.1、3.3.1 条强制性条文要求, 枯期洪水标准采用枯期重现期 5 年一遇洪水, 汛期坝体挡水度汛设计标准采用全年重现期 20 年一遇洪水。

三、导流方式和导流程序

1、导流方式

根据枢纽区地形地质条件及水工建筑物布置特点, 大坝施工导流采用一次拦断河床围堰导流方式, 枯期采用土石围堰挡水, 导流输水隧洞泄流; 汛期则由度汛坝体挡水, 导流输水隧洞泄流。

2、导流程序

根据施工进度计划及导流建筑物布置, 本工程施工总工期为 30 个月, 经历 3 个枯水期和 3 个汛期, 导流程序如下:

第一个枯期(第一年 1 月至 4 月): 由原河床进行导流, 主要进行导流输水隧洞开挖及大坝岸坡开挖工作。

第一个汛期(第一年 5 月至 11 月): 由原河道进行导流, 主要完成导流输水隧洞洞身段施工工作, 具备过流条件, 11 月完成枯期导流工程施工和剩余大坝清基工作。

第二个枯期(第一年 12 月至第二年 4 月): 采用围堰上游进行挡水, 导流输水隧洞泄洪, 主要完成度汛坝体填筑工作和溢洪道、永久上坝道路开挖工作, 其中溢洪道和永久上坝道路开挖渣料中的有用料直接运至坝面进行填筑, 无用料运至弃渣场弃置。

第二个汛期(第二年 5 月至 11 月): 由度汛坝体挡水, 导流输水隧洞进行导流, 主要完成剩余溢洪道施工工作。

第三个枯期(第二年 12 月至第三年 4 月): 由导流输水隧洞进行导流, 完

成大坝填筑工作及坝面护坡施工。

第三个汛期（第三年 5 月至 6 月）：由导流输水隧洞进行导流，完成坝顶及其他施工工作，工程完工。

四、导流构筑物

1、枯期围堰

本工程枯期拦洪水位 2306.425m，设计围堰顶高程 2308.000m，围堰顶宽 4m，上游坡比 1:3，下游坡比 1:2.5。

2、度汛坝体

大坝施工汛期采用临时坝体挡水，导流输水隧洞泄流，度汛最高洪水位 2310.990m，度汛坝顶高程 2312.500m。度汛坝体高 22.9m，总填筑量 20.36 万 m^3 。

3.6.5 施工截流

施工截流安排在第二年 11 月 1 日，在雨季过后，月平均流量取平水年（ $P=50\%$ ）， $Q=0.026m^3/s$ 。由于截流落差不大，截流流量较小，采用单戗立堵法进行截流，根据本工程实际情况，此方法便于就地取材和机械化施工，且准备该工作量小，安全可靠。

3.6.6 主体工程施工工艺

一、导流输水放空隧洞

导流输水放空隧洞分进、出口和竖井三个工作面同时施工。

1、土石方明挖

土方采用人工配合挖掘机开挖，石方由 Y30 手风钻钻孔爆破开挖，开挖渣料采用 $1m^3$ 挖掘机装 8t 自卸汽车运输，有用料运至转存料场作为大坝填筑料堆存，无用料运至弃渣场弃置。

2、石方井挖

自上而下开挖，由 Y30 手风钻钻孔爆破，人工装吊斗，用卷扬机吊至井口出渣， $1m^3$ 挖掘机挖装 8t 自卸汽车运至转存料场堆存。

3、石方洞挖

采用 YT30 气腿式风钻钻孔爆破，通过扒渣机装渣，人工配合三轮车或用拖拉机运至洞口，建筑物回填部分就近堆存，其余弃渣用 $1m^3$ 反铲配合 8t 自卸车装

车，运至转存料场堆存。

4、初期支护

IV类围岩：采用带钢拱架的锚杆钢筋网喷射混凝土联合支护，直径 25mm 超前锚杆，锚杆长 $L=4.5\text{m}$ ，间距 40cm，排距 3.0m，超前锚杆上仰 5° ；16 号工字钢焊接成型钢拱架，间距 1.0m；挂网喷 C20 混凝土厚 10cm；系统锚杆长 2.2m，间距 1.0m，排距 1.5m。

V类围岩：洞身段：采用带钢拱架的锚杆钢筋网喷射混凝土联合支护，管径 40mm 超前锚杆，管长 $L=4.5\text{m}$ ，间距 40cm，排距 3.0m，超前锚杆上仰 5° ；16 号工字钢焊接成型钢拱架，间距 0.5m；挂网喷 C20 混凝土厚 10cm；系统锚杆长 2.2m，间距 1.0m，排距 1.5m。竖井段：：采用带钢格栅的锚杆钢筋网喷射混凝土联合支护，16 号工字钢焊接成型钢格栅，间距 0.5m；挂网喷 C20 混凝土厚 10cm；系统锚杆长 2.2m，间距 1.0m，排距 1.5m。

5、混凝土浇筑：

混凝土由 HZS35 混凝土拌合站拌制， 6m^3 混凝土搅拌运输车运至施工点，采用 HBT30 混凝土输送泵入仓，组合钢模施工，插入式振捣器振捣密实。

6、混凝土浇筑：

灌浆结束条件：在规定的压力下，灌浆孔停止吸浆，屏浆 10min，灌浆可结束。灌浆完成后，使用水泥砂浆将钻孔封填密实，孔口压抹齐平。

7、固结灌浆施工：

固结灌浆在该部位的回填灌浆结束 7d 后进行，终孔直径不小于 38mm，在钢筋混凝土衬砌中预埋灌浆管，埋管位置准确、固定牢靠，拆模后易于找到。灌浆采用单孔灌注的方法，灌浆压力为 0.3~2.0MPa，灌浆浆液的水灰比可采用 3、2、1、0.5 四级，开灌前水灰比选用 3。灌浆段在最大设计压力下，注入率不大于 $1\text{L}/\text{min}$ 后，屏浆 30min，屏浆期间平均注入率不大于 $1\text{L}/\text{min}$ 时，可结束灌浆。灌浆孔灌浆结束后，排出钻孔内的积水和污物，采用“全孔灌浆法”或“导管注浆法”封孔，孔口空余部分用干硬性砂浆填实抹平。

8、金属结构安装

预埋件与混凝土浇筑同时进行，人工埋设，门叶、门槽及启闭机采用人工配合 20t 汽车起重机或卷扬机进行安装。

9、开挖料回填：

采用堆放在附近的开挖料进行回填。机械配合人工回填，振动平板夯夯实。

10、通风散烟：

拟采用压入式的通风方式散烟，在隧洞进出口分别布置一套轴流风机，风管直径 $\phi 500$ ，风管末端距离作业面不小于 20m，向洞内输入新鲜风流，风袋随开挖的推进跟进延伸。除了采用机械通风外，还需采取辅助措施改善通风条件，即在距掌子面 20m 处设置水幕降尘器，实施水幕降尘，并安排专人配专用仪器加强洞内有害气体检测，严格通风管理。

11、排水：

隧洞进口段采用反坡排水方式，利用隧洞内的侧沟将水汇集到集水井，再由抽水机抽排。隧洞出口采用自然排水方式，为使洞内的水不长时间浸泡基础，破坏持力层，在隧洞两侧底板高程以下开挖排水沟。

12、照明措施

隧洞照明灯管应保持亮度充足、均匀，不闪烁，在潮湿及漏水隧洞中的电灯应使用防水灯口。

二、大坝

大坝工程主要包括基础土石方开挖、心墙粘土料填筑、反滤料填筑、风化料填筑、下游排水棱体、上游预制混凝土块护坡、混凝土灌浆盖板、坝基灌浆、坝顶路面及路缘石等项目施工。

1、坝基开挖

坝基开挖应自上而下分层分区进行，分层高度视坝基轮廓线、岩体完整情况确定。已开挖的设计边坡，必须及时检查、清除危岩，加固后方可进行其下相邻部位开挖。设计边坡采用预裂爆破的方式进行开挖，开挖后轮廓面上，残留炮孔痕迹应均匀分布；河床段坝基水平建基面，采用预留岩体保护层爆破开挖，保护层厚度不小于 0.5m。大坝开挖有料采用人工配合 2.0m^3 挖掘机挖装，15t 自卸汽车运输，其中有用料运至转存料场堆放，无用料运 2.2km 至弃渣场弃置。

2、基坑排水

大坝基坑排水主要为枯水期经常性排水，基坑水的来源主要有施工排水、基坑汇水、降雨汇水等，主要采用抽排的方式进行排水，在基坑左右岸分别设置集

水井进行抽排。

3、基础处理工程施工

(1) 混凝土灌浆盖板

灌浆盖板混凝土由 HZS35 混凝土拌合站拌制，6m³混凝土搅拌运输车运至使用点附近，人工配合手推车入仓，组合钢模施工，插入式振捣器或平板振动器捣器振捣密实。

(2) 固结灌浆

固结灌浆采用纯压式灌浆，选用适宜的钻机和钻头钻进，灌浆孔孔径不小于 56mm，质量检查孔孔径不小于 76mm，灌浆孔（段）钻进完成后，应使用大水流或压缩空气冲洗钻孔，清除孔内岩粉、渣屑，冲洗后孔底残留物厚度不大于 20cm。

(3) 帷幕灌浆

本工程应在固结灌浆完成并检查合格后，方可进行帷幕灌浆施工，帷幕灌浆按分序加密的原则进行，本工程为单排孔帷幕，分为三序灌浆。相邻两个灌浆孔施工，应待先序孔施工完成并封孔待凝 24h 后，后序孔方可开工。

帷幕灌浆方法的选择：地质条件较好时，采用自下而上分段灌浆法，地层变化大时采用自上而下和自下而上相结合的综合灌浆法。采用自上而下灌浆法时，采用回转式钻机和金刚石或硬质合金钻头钻进；采用自下而上灌浆法时，采用回转式钻机或冲击回转式钻机钻进，灌浆孔终孔孔径不小于 56mm，先导孔和质量检查孔孔径应满足获取岩芯和进行孔内测试的要求，钻孔孔底偏差满足《水工建筑物水泥灌浆施工技术规范》SL/T62—2020 中 5.2 的要求。

4、坝体填筑

(1) 风化料施工

风化料填筑包括铺料、碾压、取样检查三道主要工序，为提高施工效率，避免相互干扰，坝面各工序应按流水作业法连续施工。根据施工进度计划，大坝分为两期进行填筑，将同一期填筑坝面按主要工序数目划分为几个面积大致相等的填筑区段，在各区段内依次完成填筑的各道工序。为便于碾压机械操作，区段长度取 50~100m，风化料填筑始终应保证防渗体的上升。风化料采用进占法进行铺料，振动平碾进行碾压，碾压方向应沿坝轴线方向进行，采用进退错距法作业，

施工主要参数为铺料厚度、碾压遍数，要严格进行控制，还应控制振动碾的行驶速度，符合规定要求的振动频率、振幅等参数。分段碾压时，相邻两段交接带的碾压痕迹应彼此搭接，垂直碾压方向，搭接宽度不小于 0.3~0.5m，顺碾压方向，搭接宽度应不小于 1.0~1.5m。与岸坡结合部位的施工，在与岸坡结合处 2m 范围内，可沿岸坡方向碾压，不易压实的边角部位，应减薄铺料厚度，用轻型振动碾或平板振动器等压实机具压实。在结合部位铺料后出现的大块石集中、架空处，应予以处理。

（2）土料防渗体施工

本工程为心墙防渗体，填筑材料为粘土，坝面填筑分为铺料、压实、取样检查三道主要工序，还有洒水、刨毛、清理坝面、接缝处理等工作。

①坝面填筑作业规划

②铺料填筑

铺料分为卸料和平料两道工序，采用进占法进行铺料，铺筑方向应沿坝轴线方向进行，采用自卸车卸料，推土机平料。土料与岸坡、反滤料等交界处应辅以人工仔细平整。

③进入心墙临时道路布置

④土料压实

（3）反滤层施工

反滤料采用后退法卸料，填筑方法采用土砂松坡接触平起法（推荐其中的先沙后土法），保证反滤料与土料平起施工。反滤料填筑分为卸料、铺料、界面处理、压实几道工序。

①卸料。采用自卸车卸料，车型大小应与铺筑宽度相适应，卸料方式应尽量减少粗细骨料分离。

②铺料。采用 1m³ 小型反铲挖掘机铺料，推土机摊铺平整。

③界面处理。反滤层填筑必须保证其设计宽度，土料与反滤料的“犬牙交错”带宽度一般不得大于填土厚的 1.5 倍。为保证填料层间过渡，要避免界面上的超径石集中现象。

④压实。反滤料采用自行式振动平碾压实，当防渗土料与反滤料、反滤料与风化料填筑齐平时，必须用平碾骑缝碾压，跨过界面至少 0.5m，且反滤料填筑不应

侵占防渗土料有效断面。

(4) 下游排水棱体

毛块石从石料厂购买，自卸汽车运至回填地点卸料，人工平料，人工配合振动平碾静压压实；反滤料根据设计指标选用水库石料场人工砂，自卸汽车运至回填地点卸料，人工平料，人工配合振动平碾静压压实。

5、护坡施工

坝体上下游护坡施工包括坡面修整、垫层铺设、护坡施工三道主要工序，还有马道、排水沟等项目施工。

(1) 坡面修整

在铺设坝体上下游垫层前，应先对坡面填料进行修整，削去坡面超填的不合格石料，按设计线将坡面修整平顺。坡面修整采用人工配合反铲进行，坝壳料每填筑 2~4 层，在坝面用白灰放出坝坡设计线，反铲沿线行走，逐条削除设计线以外的富裕填料，将其放置在已压实的合格坝面上。

(2) 预制块护坡施工

预制块护坡在坡面上用卷扬机牵引平板车向下运输，人工自下而上砌筑，预制块下部用垫层调平，预制块之间留 1~2cm 的缝隙，用细石填塞。

(3) 草皮护坡施工

草皮护坡施工安排在坝体全部填筑且坝坡修整完成后进行，在坡面上先铺腐殖土，施肥后再撒种草籽或植草。

6、坝顶工程施工

为防止因混凝土路面刚度较大，可能不与坝体变形同步，使坝土与混凝土之间出现间隙，坝体沉降基本稳定后，再进行路面混凝土施工。由 JS350 混凝土搅拌机拌制混凝土，混凝土罐车运至施工点，人工配合混凝土罐车入仓，平板振动器振动密实。

8、坝顶路面

本工程坝顶路面为钢筋混凝土路面，钢筋在加工厂加工成形运至现场人工绑扎，混凝土搅拌机制备混凝土，混凝土输送泵输送入仓，平板振动器振动密实。

三、溢洪道

1、土石方明挖：

本工程溢洪道位于大坝左岸，在大坝填筑前一个月开始开挖，土方采用人工配合挖掘机开挖，石方由手风钻钻孔爆破开挖。其中部分开挖渣料就近弃置，用于溢洪道回填，有用料直接上坝填筑，无用料采用 2m³ 挖掘机装，15t 自卸汽车运至弃渣场弃置。

2、边坡支护：

为确保开挖后预留边坡稳定，溢洪道边坡处理按照“开挖一层，处理一层”的原则进行组织施工，开挖一层及时完成该层的边坡支护。注浆锚杆施工：锚杆采用专业注浆锚杆生产厂家制作的锚杆，人工装自卸汽车运至使用点附近。砂浆采用混凝土搅拌机制备砂浆，风动注浆器注浆，专用注浆锚杆施工设备钻孔安装锚杆。混凝土喷射：混凝土由临时拌合机制备，用混凝土罐车运至施工现场，利用锚杆支护施工时已搭设的脚手架平台，采用小型混凝土喷射机按湿喷工艺喷射混凝土，喷混凝土厚度由预先埋设的钢筋条控制，必要时采用钻孔法检查其厚度。

3、混凝土浇筑：

模板施工：溢洪道模板均采用普通组合钢模支护，模板之间的接缝必须平整严密，模板采用螺栓固定。模板加固采用φ12 钢筋对拉和斜拉，连接必须牢固。分层浇混凝土时，应逐层校正上下层偏差，模板下端不应有“错台”现象，模板及支架上严禁堆放超过其设计荷载的材料及设备。

钢筋制安：钢筋的表面应洁净无损伤，油漆污染和铁锈等在使用前清除干净。钢筋在加工厂加工成形运现场人工绑扎，钢筋的接头应尽量布置在结构物的低应力区，接头位置要错开，同一断面处的钢筋接头数不超过 50%。

混凝土浇筑：采用混凝土搅拌机制备混凝土，人工配合脚轮车输送入仓，组合钢模施工，插入式振捣器或平板振动器振捣密实，卸料时混凝土的最大自由落差控制在 1.5m 以内。

4、埋石混凝土施工，

混凝土和石料采用人工配合手推车入仓，施工时应先铺一层混凝土放一层块石，再振捣密实至块石沉入混凝土中，不得先摆块石，再灌混凝土。

5、开挖料回填：

采用堆置于附近的开挖料，机械辅助人工回填，蛙式打夯机夯实。

四、供水工程施工

1、沟槽开挖：

本工程土石方开挖采用人工配合小型反铲挖掘机进行开挖，沟槽底部开挖宽度应满足设计要求，开挖渣料沿线就近堆放，每侧临时堆渣不得影响各建筑物、管线和其他设施的安全，对渣距离沟槽边缘不小于 0.8m，且高度不应超过 1.5m。沟槽开挖采用挖掘机开挖时，槽底预留 200~300mm 土层，由人工开挖至设计高程，整平；槽底不得受水浸泡，当局部受水浸泡时，采用级配碎石回填。

2、管道连接：

本工程供水管道为内外涂塑复合钢管，采用焊接连接。在内外涂塑复合钢管内壁衬上宽度为 5~10cm，厚度 0.8mm 的不锈钢薄板；焊接时，先用 304 或 114 不锈钢焊条或氩弧焊不锈钢焊丝打底，进行内层不锈钢对接，然后用碳钢焊条外接外层钢管，焊接完成后，外面需要用修补剂进行修补，恢复外层涂塑原样。

3、系统试压

管道安装完成后，应根据下列要求进行水压试验。

- (1) 除管道接口外，管道两侧及管顶回填土不应小于 0.5m。
- (2) 管道试压应分段进行，分段长度不宜大于 1000m。
- (3) 试验段管道充水时，应将管道内的气体排除。充满水后，应在不大于工作压力条件下充分浸泡，浸泡时间不少于 24h。
- (4) 试验压力不应低于设计内水压力。当水压缓缓升到试验压力时，保持恒压 30min 后，检查接口有无渗漏现象，明显的渗漏问题处理后，再恒压 30min 实测渗水量，管道水压试验渗水量不大于《村镇供水工程技术规范》SL210-2019，表 12.4.4 的规定。

4、管沟回填：

管道水压试验前，除接口外，管道两侧及管顶以上回填高度不应小于 0.5m；水压试验合格后，应及时回填沟槽的其余部分。沟槽回填时，将沟槽内的石、木块、树根等杂物清除干净，同时沟槽内不得有积水。

本工程拟采用轻型压实设备对回填土进行压实，每层回填土的虚铺厚度 250mm，回填时不得损伤管道及其接口，管道两侧和管顶以上 500mm 范围内的回填材料，应由沟槽两侧对称运入槽内，不得直接回填在管道上，回填其他部位时，应均匀运入槽内，不得集中堆入。

5、混凝土浇筑：

供水工程混凝土主要为镇墩、阀井、水池等混凝土，采用 0.4m^3 混凝土搅拌机制备混凝土，人工配合胶轮车入仓，组合钢模施工，插入式振捣器或平板振动器振捣密实。

3.6.7 施工期下游用水

本工程计划施工总工期为 30 个月，第一年 1 月至第三年 6 月，其中第一年 11 月前，主要进行导流输水隧洞施工，原河道未曾断流，不影响下游用水；第一年 11 月后，由上游围堰或临时坝体挡水，原河道水流从导流输水隧洞导入下游河道，下游用水可从导流输水隧洞出口接入或从下游河道中取水。

3.6.8 施工“三场”布置

一、风化料场

1、风化料场位置

风化料场位于拟建清水河水库坝址上游北西部斜—陡坡地带，属侵蚀、剥蚀性中低山地貌，地形坡度约 $25\sim 45^\circ$ ，局部达 60° ，地面高程 $2340\sim 2470\text{m}$ ，现为林地，需新修道路，运距约 1.5km 。该料场现状植被较茂盛，多为松树林与杂木。

根据地勘钻孔揭露，料场地表为第四系全新统残坡积覆盖层，下伏地层以二叠系上统峨眉山组全—弱风化玄武岩为主。其中第四系全新统残坡积层，含砾粉质粘土、风化呈含砾粉质粘土状的全风化上部岩层为主，其多含植物根系，不可利用；全风化中下部岩层，根据工程地质勘探成果其可作为填筑均质土料使用。二叠系上统峨眉山组强—弱风化玄武岩为可用风化料。料场规划占地面积 39.75 亩，运距约 1.5km 。

2、料场开采

风化料场规划从高往低梯级开采，料场开采前，采用人工对树木进行砍伐，表层腐质层和根系层采用人工配合挖掘机进行剥离、堆集。覆盖层剥离后，风化料采用潜孔钻钻孔，梯段挤压微差爆破法开采，梯段高度 10m ，开挖坡比 $1:0.75$ ，每级留 2m 宽戗台。爆破后，由 2.0m^3 挖掘机挖装 15t 自卸汽车运至大坝填筑坝壳料设计用量 26.49 万 m^3 ，需开采 42.56 万 m^3 ，其中枢纽工程开挖可利用料 6.46 万 m^3 ，坝壳料场需开采 36.1 万 m^3 。根据地质报告，料场剥离系数为 24.23% ，

而剥离料中可利用料为 70%，综合剥离系数为 7.27%，开采 36.1 万 m^3 坝壳料，剥离料为 2.83 万 m^3 ，总开采量为 38.93 万 m^3 ，规划料场储量 40.3 万 m^3 ，满足设计设计要求。

二、土料场

1、土料场位置

经实地调查，防渗土料场位于枢纽区左岸地表分水岭东侧，为剥蚀侵蚀地貌，地形坡度约 $20\sim 30^\circ$ ，地面高程 2400~2350m。该料场距水库坝址直线距离约 0.3~0.6km，现状无道路直接通达，交通条件较差。

该料场表层为第四系全新统残坡积层，上部 0.3~0.5m 为耕植土，植物根系发育，结构松散，为无用层。下部为褐红、灰黄色粉质粘土、含砾粉质粘土，为有用层。下伏地层岩性为二叠系上统峨眉山组玄武岩。料场地形较完整，但起伏较大，料层厚度不均匀，属 II 类土料场。土料场平均无用层厚度 0.5m，有用层平均厚度 3.15m，设计用量约 5.1 万 m^3 ，规划开采面积 42 亩，运距约 2km。根据地质提供其物理力学指标建议值，满足工程防渗土料填筑要求。

2、料场开采

粘土料采用立面开采的方式进行开采，料场开采前，先用 2 m^3 反铲配合 59kw 推土机，将表层腐殖土自上而下剥离，人工配合挖掘机挖除树根、草根等有机物，剥离至合格的料层，清除一段开采一段，剥离出的腐殖土，先堆放在料场一侧，待有用料开采出一段后，再将腐殖土回填于开采过后的场地进行复耕。粘土料采用立面开采，开采过程中，对边坡进行修坡固坡，坡比大于 1:1，降雨时，应暂停粘土料开采，天晴后，对表层土料进行翻晒调整含水率后再行开采。粘土料 2 m^3 反铲挖装，自卸车运输至施工点，进行填筑施工。土料设计用量 5.1 万 m^3 ，经计算需开采 8.48 万 m^3 ，料场规划开采量为 8.51 万 m^3 ，满足设计设计要求。

三、石料、砂料场

石料、砂料主要作为反滤料、垫层料和大坝、输水隧洞、溢洪道混凝土骨料以及其它水工建筑物砌石体用料。

经过地质调查，寻甸县倘甸镇南部的寻甸县马街水泥厂采石场为现成石料场，可生产毛块石、各种级配骨料及人工砂（石粉），距坝址区较近，枢纽区与引水线路工程所需石料、砂料及砼骨料可直接购运。该石料场位于六哨乡一倘甸

镇的乡镇公路旁，开采运输方便，料场至坝址区有柏油、水泥道路相通，到达拟建清水河水库坝址运距约 42km。石料场地处碳酸盐岩分布区，地层为二迭系下统阳新组（P1y）之灰、浅灰色弱风化中厚层一块状隐晶灰岩、细晶灰岩、白云质灰岩，岩层产状： $130^{\circ} \angle 35^{\circ}$ 。料场现状面积 $250 \times 200\text{m} = 5 \text{ 万 m}^2$ ，可采厚度大于 20m，现状储量大于 100 万 m^3 ，可采厚度大，储量丰富，满足设计要求。

据取样与试验成果，石料质量较好，可满足工程对石料的要求。石料物理力学性质建议值为：岩石的密度为 $\rho = 2.65 \sim 2.70\text{g} / \text{cm}^3$ ，单轴湿抗压强度为 $R_s = 40 \sim 60\text{MPa}$ ，软化系数为 $\eta = 0.70 \sim 0.80$ 。工程所需砂、砾料为砼用粗、细骨料及反滤料可到上述寻甸县马街水泥厂采石场购运。

综上所述，本项目不单独设置石料、砂料厂，外购寻甸县马街水泥厂采石场，故石料、砂料厂不包括在本次评价范围内。

四、弃渣场

弃渣场位于枢纽区左岸地表分水岭东侧的沟谷，距水库坝址距离约 2.2km，属沟道型弃渣场，用地性质属于临时用地，占地类型为坡耕地（非基本农田）；规划弃渣场需要堆渣量为弃渣量 13.38 万 m^3 ，松方 16.73 万 m^3 ，弃渣场占地 2.90 hm^2 ，堆渣高程 2347m~2386m，堆渣总高度 39m，弃渣场容积 18.52 万 m^3 。供水工程不设置弃渣场。

五、临时转存场

（1）枢纽工程临时转存

为满足枢纽建筑物开挖回填土石方及上坝料转存需求，枢纽工程临时转存场位于大坝上游的主沟道内，临时堆土场面积 1.42 hm^2 ，施工组织设计考虑于转存场底部设置 DN1000 钢筋混凝土管对上游汇水进行导流，上下游设置 C20 埋石混凝土挡墙进行挡水。

（2）风化料场临时转存

为满足风化料场剥离表土及大坝上游剥离表土的堆放于风化料场下游设置临时转存场，风化料场临时转存场占地面积 0.66 hm^2 。

3.6.9 施工工厂布置

1、施工供水系统

枢纽工程共设 4 个 100 m^3 水池，供施工生活和生产用水。生活用水：在营地

附近布置 1 水池，生活用水取自下游河道，通过水泵抽入水池中，经净化后饮用。施工生产用水：在左右岸高地各设 1 个水池，通过水泵从围堰上游河道中将水抽入水池，经沉淀后，供枢纽建筑物灌浆、混凝土养护等用水；拌和站附近设 1 个水池，通过水泵将下游河道中水抽入水池，沉淀后供拌和站使用。供水工程施工用水就近从河道或箐沟中抽取，经沉淀后供施工使用；

2、施工供电系统

供电：水库枢纽将新建一条 1.8km 长 10kV 永临结合施工线路引至现场，考虑永临结合，所有水库坝区永久供电电源由 10kV 施工线路取得，同时考虑到大坝防洪度汛供电的可靠性，选用一台 100kW 柴油发电机作为备用电源，直接供给重要负荷。供水工程施工用电采用 30kw 移动式柴油发电机供电

3、施工供风系统

需要供风的工程部位主要有导流输水放空隧洞、大坝、溢洪道，布置 3 台 L2-12/7 型移动式空压机，供导流输水放空隧洞、大坝、溢洪道用风。

4、混凝土拌和系统

为满足枢纽工程混凝土浇筑，在施工营地附近集中布置 1 台 JS350 混凝土搅拌机（JS350 混凝土搅拌机出料斗容 0.35m³，进料斗容 0.56m³，生产能力 15m³/h，功率 19.55kw），根据使用地点不同，移至浇筑点。供水工程混凝土主要为管道沿线镇、支墩等混凝土，主要采用 0.4m³移动式混凝土搅拌机拌制。

5、施工营地

大坝下游右岸山坡，距右坝肩直线距离约 100m 处，有一相对平缓坡地，可进行枢纽工程生活、生产设施布置，区内设机械修配场、木材加工厂、钢筋加工厂、混凝土拌和站、混凝土预制场、水泥仓库、砂石料堆场、工具库、水池、油库、沉浆池、生活及办公区及水、电、通讯、照明系统和住宿生活设施等，总占地面积约 6.45 亩。由于供水工程战线长、点多、面广，生产生活区用房以活动板房为主。

3.6.10 下闸蓄水规划

下闸蓄水安排在第四年 6 月下旬，正值雨季来临，月平均流量取平水年（P=50%）， $Q=0.053\text{m}^3/\text{s}$ 。

3.7 工程占地

清水河水库永久占地 14.37hm²，临时占地 18.63hm²，总用地面积 33hm²。

表 3-7 工程占地 单位：hm²

序号	项目分区	合计	永久征地							临时用地		
			小计	坡耕地	林地	建设用地	交通运输用地	水域及水利设施用地	其他土地	小计	坡耕地	林地
1	枢纽工程区	4.15	4.15	2.43	1.21	0.11	0.14	0.11	0.15			
1.1	大坝	2.22	2.22	0.62	1.21		0.14	0.11	0.15			
1.2	溢洪道	0.35	0.35	0.35								
1.3	导流输水隧洞	0.15	0.15	0.12		0.03						
1.4	管理范围	1.43	1.43	1.35		0.08						
2	水库管理所区	0.23	0.23	0.23								
3	供水工程区	7.59	0.25	0.13	0.12					7.34	3.47	3.86
4	料场区	5.45								5.45	2.80	2.65
4.1	土料场区	2.80								2.80	2.80	
4.2	风化料场	2.65								2.65		2.65
5	弃渣场区	2.90								2.90	2.90	
6	施工营地区	0.73								0.73	0.73	
6.1	枢纽工程施工营地区	0.43								0.43	0.43	
6.2	供水工程施工营地区	0.30								0.30	0.30	
7	道路工程区	4.39	2.46	1.12	1.04		0.30			1.93	0.67	1.27
7.1	枢纽工程永久道路	0.82	0.82	0.52			0.30					
7.2	枢纽工程临时道路	3.58	1.64	0.60	1.04					1.93	0.67	1.27
8	临时转存场区	2.08	1.80	1.12	0.65			0.03		0.28		0.28
8.1	枢纽工程临时转存场	1.42	1.42	1.12	0.27			0.03				
8.2	风化料场临时转存场	0.66	0.38		0.38					0.28		0.28
9	水库淹没未扰动区	5.48	5.48	1.54	3.62		0.18	0.14				
	合计	33.00	14.37	6.57	6.64	0.11	0.62	0.28	0.15	18.63	10.57	8.06

3.8 水资源供需平衡

3.8.1 设计标准及规划设计水平年

一、保证率

1、灌溉设计保证率

清水河水库灌区主要种植玉米、薯类、小麦、蚕豆、绿肥及林果等旱作物。根据项目初步设计文稿，灌区保证率为 P=75%。

2、生活供水设计保证率

清水河水库生活供水对象为红土地镇花沟村委会（大红地村、冬瓜湾村）、松毛棚村委会（松毛棚村、大坪子村、滥泥箐村及草海子村）及寻甸县邓家沟村，

根据项目初步设计文稿确定生活供水保证率 $P=95\%$ 。

二、设计水平年

清水河水库工程设计以 2018 年为基准年，2035 年为设计水平年。

3.8.2 生活需水量

根据红土地镇农村统计报表资料，供水范围内现状年总人口为 1817 人，大牲畜 1063 头，小牲畜 690 头。根据东川区、寻甸县及红土地镇的人口发展规划，人口自然增长率为 6‰，大牲畜增长率为 10‰，小牲畜增长率为 15‰。计算得设计水平年总人口为 2012 人，大牲畜 1258 头，小牲畜 888 头。

表 3.8-1 设计供水人口及大、小牲畜数量预测成果表

村委会	村庄	2018 年			2035 年		
		人口 (人)	大牲畜 (头)	小牲畜 (头)	人口 (人)	大牲畜 (头)	小牲畜 (头)
花沟	冬瓜湾	346	177	106	383	210	136
	大红地	269	138	82	298	163	106
	松毛棚	382	232	135	423	275	175
松毛棚	大坪子	370	225	131	410	267	169
	滥泥箐	65	40	23	72	47	30
	草海子	241	157	133	267	186	171
杨家湾	邓家沟村	144	94	79	160	111	102
合计		1817	1063	690	2012	1258	888

采用最新颁布的《云南省用水定额》（2019 年版经云水发〔2019〕122 号发布）拟定农村居民和大、小牲畜生活用水定额，现状年农村居民需水定额为 70L/（人·d），2030 年为 75L/（人·d）；现状年大、小牲畜需水定额为 40L/（头·d）、15L/（头·d），设计水平年分别为 45L/（头·d）、25L/（头·d）。农村居民现状年生活毛需水量 7.9 万 m³，设计水平年生活毛需水量 10.1 万 m³，生活用水过程线表见下表

表 3.8-2 农村居民生活需水预测成果表

水平年	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	全年
现状年	0.67	0.60	0.67	0.65	0.67	0.65	0.67	0.67	0.65	0.67	0.65	0.67	7.9
设计年	0.85	0.77	0.85	0.83	0.85	0.83	0.85	0.85	0.83	0.85	0.83	0.85	10.1

3.8.3 农业灌溉需水量

一、灌区范围

红土地镇花沟村委会和松毛棚村委会耕地位于高程 1600m~3000m 之间，耕地范围高差达 1000 多 m，高差比较大。清水河水库坝址高程 2300m，鉴于水库来水量有限，只能以供定需，同时考虑到泵站提水供水成本高，因此仅考虑自流

灌溉，不考虑泵站提水。综合考虑后清水河水库灌区分布在海拔 1600m~2300m 之间，灌区范围涉及花沟村委会（锅底塘村、花沟村、大红地村及冬瓜湾村）、松毛棚委会（松毛棚村、大坪子村、滥泥箐村及草海子村）及寻甸县凤合镇杨家湾村委会（邓家沟村）。灌区面积为 4880m²。

二、作物种植结构

根据对水库灌区 2016 年~2019 年农村统计年报表中各种作物种植面积及实地调查情况进行分析，灌区粮食作物主要有玉米、薯类、大豆、小麦等，经济作物主要有蔬菜、林果等。结合灌区气候特点及种植区划，为增加农民的经济收入，在保证粮食自足有余的情况下，设计水平年应对种植结构进行调整。根据东川区“十四五”发展规划，并征询当地农业部门意见，拟定灌区设计水平年农村经济作物种植比例，见下表。

表 3.8-3 作物种植比例表

作物种植比例		现状年 (%)	设计年 (%)
大春	玉米	43.2	33.8
	薯类	25.6	25.8
	大豆	5.5	8.7
	花生	6.2	5.9
小春	小麦	8.6	15.8
	豌豆	2.5	14.2
	薯类	9.0	11.3
	绿肥	8.5	13.1
常年	蔬菜	8.6	8.8
	林果	10.9	17.0
大春+常年		100.0	100.0
小春+常年		48.1	80.2
合计		148.1	180.2

三、灌溉制度

灌区内主要旱作物灌溉制度基本情况如下：

（1）玉米

玉米是大春主要粮食作物，在灌区内种植面积较大，有马牙型、中间型等中早熟品种，生育期为 4 月~8 月，生育期中 6~8 月份可利用降水，灌水主要在 4~5 月份，该时期降水较少，为播种和保苗共需灌水 6 次，灌水时间为 4 月及 5 月的上、中、下旬，每次分别灌水为 25m³/亩，灌溉定额为 150m³/亩。

（2）薯类

薯类主要种植早熟马铃薯，根据调查和农业部门的意见，大春全生育期灌水 3 次，分别在 3 月中旬、4 月中旬、5 月中旬各灌水一次，灌溉定额 80m³/亩；小

春全生育期灌水 3 次，分别在 11 月中旬、1 月下旬、2 月下旬各灌水一次，灌溉定额 80m³/亩。

(3) 大豆

大豆是大春粮食作物，生育期为 4 月~9 月，生育期中 6~9 月份可利用降水，灌水主要在较为干旱的 4~5 月份，该时期降水较少，共需灌水 2 次，灌水时间为 4 月上旬、5 月上旬，每次灌水 45m³/亩，灌溉定额 90m³/亩。

(4) 花生

花生为灌区内主要的油料经济作物，品种达 25 个之多，种植较多的为珍珠豆型直力茎花生，近年主要为粤 187 号，主生育期为 4 月~8 月。拟定在 4 月下旬、5 月下旬各灌水一次，每次灌水 60m³/亩，灌溉定额 120m³/亩。

(5) 小麦

小麦为灌区主要的小春粮食作物，复种面积较大，种植较多的品种为南大 2419 等。生育期为 10 月~次年 3 月，整个生育期降水较少，共需灌水 4 次，灌水时间为 10 月中旬、11 月中旬、12 月中旬、1 月中旬，每次灌水 50~60m³/亩，灌溉定额为 210m³/亩。

(6) 蚕豆

蚕豆为小春粮食作物，生育期 10 月~次年 4 月，整个生育期降水较少，共需灌水 4 次，灌水时间为 11 月下旬、12 月下旬、1 月下旬、2 月下旬，每次灌水 45~50m³/亩，灌溉定额为 190m³/亩。

(7) 绿肥

绿肥可以改善土壤结构，增加土壤肥力，是发展绿色食品的需要，为灌区推广种植的作物。生育期为 10 月~次年 3 月，整个生育期降水较少，共需灌水 4 次，灌水时间为 11 月下旬、12 月下旬、1 月下旬、2 月下旬，每次灌水 50m³/亩，灌溉定额为 200m³/亩。

(8) 蔬菜

蔬菜为全年性多品种交替种植作物，主要品种有团葱、莲花白、胡椒、芋头花、等，其供水过程按旱季勤供水，雨季一般不供水的方式。全生育期灌水 24 次，分别在 1 月、2 月、3 月、4 月、5 月、10 月、11 月、12 月的上、中、下旬各灌水一次，灌溉定额 285m³/亩。

(9) 林果

林果为常年作物，主要种植的有水果，除进入汛期后的 6~9 月不需灌水外，其余月份间隔灌水，灌水次数 8 次，灌水时间为 10 月中旬、11 月中旬、12 月中旬、1 月中旬、2 月中旬、3 月上旬、4 月中旬、5 月上旬，前 3 次每次灌水 10m³/亩，后 5 次灌水 15m³/亩，灌溉定额 105m³/亩。

四、农业灌溉需水量

万亩综合供水过程线详见下表。

表 3.8-4 万亩综合供水过程线 (P=75%) 单位:万 m³/万亩

水平年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	全年
现状年	17.6	11.5	13.2	51.8	49.2	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	16.0	13.3	180.6
设计年	31.7	21.1	14.3	47.1	44.5	0.0	0.0	0.0	0.0	12.2	28.6	25.2	224.6

灌区现状灌溉水利用系数取 0.50，水库建成后经供水干管引水至灌区，下级渠系根据实际情况用渠道或管道供水，参照《灌区规划规范》(GB/T 50509—2009)，灌溉水利用系数取 0.78。计算得 P=75%现状年灌溉需水量为 212.4 万 m³，设计年为 169.3 万 m³。

表 3.8-5 灌区 P=75%农业需水量预测成果表

水平年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	全年
现状年	20.7	13.5	15.5	60.9	57.9	0	0	0	0	9.37	18.9	15.7	212.4
设计年	23.9	15.9	10.7	35.5	33.5	0	0	0	0	9.2	21.5	19.0	169.3

3.8.4 供需平衡分析

一、一次供需平衡

1、供水能力分析

灌区范围内现状年供水工程主要为花沟水库工程和零星的生活供水工程，零星生活供水工程主要引用山箐水和山泉水。花沟水库径流面积 2.8km²，水库兴利库容 48.0 万 m³，总库容 80.0 万 m³。花沟水库以灌溉为主，在考虑水库的渗漏后，水库现状年设计灌溉面积 1000 亩，设计供水量 28.8 万 m³。灌区范围内的生活供水主要靠零星的生活供水工程来进行供给，根据调查，零星生活供水工程供水量 4.1 万 m³。

2、平衡分析

灌区设计年 P=75%的总需水量 179.4 万 m³，其中农业灌溉需水量 169.3 万 m³，生活需水量 10.1 万 m³；考虑到各村小组的生活需水由清水河水库供给，零

星生活供水工程作为备用水源，一次供需平衡时不再考虑供水，则在清水河水库未建设完成时，设计年 $P=75\%$ 的总供水量 28.8 万 m^3 ，其中农业灌溉供水量 28.8 万 m^3 ，生活供水量 0 万 m^3 ；一次供需平衡时总缺水量 150.6 万 m^3 ，其中农业灌溉缺水量 140.5 万 m^3 ，生活缺水量 10.1 万 m^3 ，缺水率达 83.9%。可见灌区内缺少控制性蓄水工程，供水水源不足，导致灌区缺水十分严重。

根据一次供需平衡分析结果可知，现状年供水能力无法满足灌区的用水需求，缺水率较高，到设计年后，在现有水利工程情况和发展规划要求下，存在很大的水资源缺口，灌区主要为工程性缺水，仅依靠现有设施的供水能力无法满足设计年的需水要求，因此为解决缺水问题，需寻找替代水源并更加有效的利用水资源。

二、二次供需平衡

1、供水能力分析

到设计年，通过对灌区内灌溉输水渠系的续建配套与节水改造，灌溉水利用系数提高到 0.78，农业灌溉需水从现状的 214.2 万 m^3 减为 169.3 万 m^3 ，同时生活需水从现状的 7.2 万 m^3 增加至 10.1 万 m^3 。

设计年新增供水水源清水河水库，为方便生活供水的管理，同时考虑到供水安全和供水保证率，灌区生活用水尽量由清水河水库提供，各村小组的零星生活供水工程作为备用水源，生活供水由清水河水库统一供给。根据设计年的一次供需平衡成果，一次供需平衡时灌溉缺水量 140.5 万 m^3 ，农村生活需水量 10.1 万 m^3 ，因此需由水库提供水量 150.6 万 m^3 。

2、平衡分析

灌区设计年 $P=75\%$ 的总需水量 179.4 万 m^3 ，其中农业灌溉需水量 169.3 万 m^3 ，生活需水量 10.1 万 m^3 ；清水河水库建设完成后，设计年 $P=75\%$ 的总供水量 179.4 万 m^3 ，其中农业灌溉供水量 169.3 万 m^3 ，生活供水量 10.1 万 m^3 ，供水满足需水要求，缺水问题得到解决。

3.9 移民安置

清水河水库可研阶段实物调查于 2023 年 7 月完成，故移民安置规划以 2023 为基准年。根据主体工程施工进度，本工程施工总工期为 30 个月，跨 3 个年度。库区征地必须在水库蓄水前 3 个月完成，水库计划 2023 年开工建设，综合考虑

水库淹没及影响区以水库下闸蓄水年 2027 年作为规划设计水平年，工程建设区（枢纽工程区、供水管线工程区）以主体开工建设年 2023 年作为规划设计水平年。

清水河水库工程建设征地基准年 2023 年农业生产安置人口 18 人，推算至规划设计水平年 2027 年生产安置人口 18 人，其中淹没区人口 9 人、枢纽工程区 9 人。

通过征求地方人民政府和涉及农户意愿，依据实际情况清水河水库工程建设征地生产安置人口可在本村委会内安置在尊重移民意愿的前提下，为了便于移民安置工作的实施，清水河水库工程移民安置总体上采用自行安置（将建设征地补偿费用一次性支付到村民小组后，由村民小组内部自行流转、调剂土地）的方式。本项目不涉及搬迁安置。

3.10 水库运行调度方式

水库工程管理的目的是确保水库工程安全运行，充分发挥工程效益。清水河水库工程管理必须在保证水库工程安全运行的前提下。根据水库开发目的兴利主次关系，即以人饮供水及灌溉为主的原则，合理利用水资源，选用最优调度方案。

（1）防洪调度运用

水库泄洪建筑物为溢洪道，输水隧洞不参与泄洪。水库校核洪水位为 2339.59m，下泄流量为 $15.1\text{m}^3/\text{s}$ ；设计洪水位为 2338.95m，下泄流量为 $9.07\text{m}^3/\text{s}$ ；正常蓄水位为 2337.36m。水库泄洪方式：当库水位超过正常蓄水位时，溢洪道开始自由泄洪。汛期前水库水位降至死水位 2312.00m 时，进行水库枢纽各工程的安全检修工作，安排闸门年修或大修。

（2）供水调度运用

供水管道由导流输水放空隧洞内架设供水旁通管道供至分流闸阀室，再分流供至下游。设计供水最大流量为 $0.1036\text{m}^3/\text{s}$ 。

（3）经营管理

清水河水库管理所按昆明市有关文件的收费原则，向用水单位收费，对不照章交费的单位，水库管理所有权停止向其供水；对违章引水、用水或超计划用水的单位，管理所应向其提出警告甚至停止向其供水。为了管好、用好工程，确保工程安全运行，充分发挥工程的综合效益，逐步实现工程管理现代化，水库管理

所实行定员定岗责任制，采用专业管理办法进行管理。

3.11 水库工程管理

清水河水库工程管理机构设置水库管理所，单位性质为准公益性事业单位，隶属东川区水务局领导。对水库及灌区实行统一管理，编制定员 5 人，其中水库管理人员 3 人，生产人员 2 人。

水库管理范围：为大坝按开挖轮廓线向外延 30m；泄洪隧洞按开挖轮廓线外延 20m，输水隧洞闸室竖井及出口按开挖轮廓线外延 20m 作为枢纽工程永久征地范围。工程管理范围占地为 220.07 亩，地形类别为耕地、林地及河流水面。水库工程管理范围的土地应与工程占地和库区征地一并征用，并办理确权发证手续，待工程竣工时移交水库管理所。

工程保护范围：在工程管理范围边界线外延，大坝、输水隧洞及溢洪道为 200m。库区保护范围：由坝址以上，库区两岸土地征用线以上至第一道分水岭脊线之间的陆地。工程和水库保护范围内的土地不征用，但应工程管理要求和有关法规制定保护范围的管理办法。

水库设生产、管理及仓库用房面积为 300m²。管理所安装程控电话一部。配备交通兼防汛专用车一辆，机动船一艘。为科学规范地管理好大坝，必须设置系统的观测设施对大坝运行情况进行观测。大坝观测设计的内容包括坝体表面位移观测，浸润线观测、渗流观测等。

3.12 工程总投资

工程总投资概算为 13681.56 万元，其中：工程部分投资 11506.83 万元、建设征地移民补偿投资 1584.65 万元，环境保护工程投资 136.89 万元、水土保持工程投资 453.19 万元。

4 工程分析

4.1 工程方案比选及环境合理性分析

4.1.1 水库坝址比选及选址合理性分析

根据初步设计文件中，对河道上、下段分别作为 2 个坝线（上、下坝轴线相距约 130m）进行坝址的对比。坝址比选示意图详见下表。



图 4.1-1 水库上、下坝址位置示意图

表 4.1-1 上下坝址对比表

项目	上坝址	下坝址	结论
工 程 地 质 钻 探 成果	河道上段选取坝线左、右岸坡第四系松散堆积层及全风化带岩层组成的松散岩土体厚度较大，ZK1~ZK3 钻孔揭露厚度为 10~15m，河床段第四系冲洪积覆盖厚度 6.3m	河道下段局部强风化基岩出露，选取坝线位置处左、右岸坡第四系松散堆积层及全风化带岩层组成的松散岩土体 ZK6~ZK9 揭露厚度为 6.1~9.2m，河床段第四系冲洪积覆盖厚度 3.8m	下段坝线工程地质条件较河道上段较好。下坝址优。
开 挖 难 度	河道上段第四系松散层厚度较大且岩层风化程度较深，大坝开挖、清基工程量较大	第四系松散层厚度较小且岩层风化程度相对较浅，开挖工程量相比上段有所减少	下段坝线开挖量较上段少。下坝址优。
溢 洪 道 的 布 置	大坝轴线左岸为凸出山脊，适宜河岸式溢洪道的布置，因此将溢洪道布置于左岸。	大坝轴线左岸为凸出山脊，适宜河岸式溢洪道的布置，因此将溢洪道布置于左岸。	相当

从工程的角度分析，初步设计文稿根据下段坝线工程地质条件较河道上段较好，开挖量较上段少，选择下段作为推荐坝址的方案。

从环境保护的角度分析，上下坝址选址均不涉及自然保护区等环境敏感区，上下坝址淹没区基本重合，淹没区情况相似，淹没区对生态环境的影响无差别，运行期环境影响无差别；建库后，坝后水位升高，改变了库区及坝下水文情势，上下坝址对水文情势和水温的影响相当；上、下坝址上游污染源均较少，建库后水质均能满足水体水质要求；两个坝址方案占地类型基本相同，影响的植被类型也相同；大坝存在对鱼类的阻隔影响，种群的遗传多样性将有所降低，阻断鱼类的洄游线路，同时水库蓄水使得流动性河流变成静水型湖泊，土著鱼类的种类和数量在库区都会降——另外，水库下泄低温水及水文情势变化也对鱼类产生影响，上下坝址相当；下坝址距离砂石料场、土料场、弃渣场等距离更近，施工期物料运输的影响更小，且下坝址施工期扰动面积相对较小，大坝开挖土石方、填土量、弃渣量相对较小，施工期的环境影响相对较小。同时项目区道路条件较差，下坝址修建的施工道路工程量较上坝址少，施工期环境影响也相应较小。因此，从环境保护角度考虑，本环评推荐下段坝址方案，与初步设计阶段选址一致。

4.1.2 供水方式合理性分析

初步设计进行了渠道供水和管道供水的供水方案对比，推荐使用管道供水的供水方案。

表 4.1-2 供水方式比较

项目	渠道供水	管得供水	结论
地形地质条件	供水线路沿线地形起伏较大山高，沿线冲沟较发育，渠道方案需设置倒虹吸或渡槽通过，渠道主要存在渗漏、淤塞、边墙倒塌及边坡失稳等问题	供水线路沿线地形起伏较大山高，沿线冲沟较发育，管道供水可架空或深埋通过，方式比较灵活。管道供水除地形较陡的地段外，大部分管道埋设于地下，开挖为临时边坡，施工后基本可恢复	管道供水优于渠道供水
占地面积	需要永久占地	供水管道的埋管段均为临时占地	管道供水优于渠道供水
开挖量	渠道工程开挖量大于管道工程，弃渣量大	供水管道的开挖量大部分用于管槽回填，需要的天然建筑材料少，弃渣量少	管道供水优于渠道供水

渗漏及蒸发	渠道供水方式渗漏及蒸发损失远大，为满足供水量要求，必须加大提水流量，提水成本增加。，水质不如管道供水。	渗漏及蒸发损较渠道工程少很多	管道供水优于渠道供水
水质	同时渠道供水的水质易受地表洪水、人畜活动等影响	水质受影响的程度小	管道供水优于渠道供水
供水安全性	供水安全性较管道差	引水管道灌溉用水与生活用水并用一根管道，于出水口再进行分流，安全性高。	管道供水优于渠道供水
施工条件	管道供水大部分施工过程在工厂完成，现场主要完成安装，施工工艺简单，速度快，工期短，需要的人工较少	管道供水大部分施工过程在工厂完成，现场主要完成安装，施工工艺简单，速度快，工期短，需要的人工较少	管道供水优于渠道供水
运行维护	渠道受降雨产生的地表洪水和地质灾害影响较大，轻则产生淤积，影响过流能力，重则产生边坡垮塌堵塞渠道，造成洪水漫堤和基础塌方，往往需要大量的管理人员和维护资金，一旦管理不到位，长此以往，渠道将会逐渐缩减供水能力，甚至报废	运行期管道受地质灾害、降雨等外界条件的影响相对较小，运行管理需要的人力和资金较少	管道供水优于渠道供水

从工程的角度分析，管道供水方式更加的适合本项目供水线路沿线地形起伏较大山高，沿线冲沟较发育；管道供水方式相比渠道供水方式，占地面积、开挖量均较少；管道供水方式渗漏及蒸发损较渠道工程少很多，管道供水方式，施工简单，运行维护可靠，供水安全。推荐使用管道供水方式。

从环境保护的角度分析，管道供水方式占地少，开挖量少，施工期环境影响较小。根据本项目供水的实际情况，本项目供水是解决花沟村委会、松毛棚村委会和邓家沟村（寻甸县）4880 亩耕地的农田灌溉用水及农村人口 2012 人的生活用水问题，供水工程结合对应供水范围进行布线，布线不可避免需占用沿线的生态保护红线，采用管道工程供水，在生态保护红线内没有永久占地，管道埋入地下，符合“自然资发〔2022〕142 号）”和“自然资规〔2019〕1 号”相关规定。故本次环评也推荐采用管道供水的方式。

4.1.3 坝型选择合理性分析

本项目初步设计阶段对坝型，选用粘土心墙风化料坝和均质坝进行比对，对比结果如下表。

表 4.1-3 粘土心墙风化料坝和均质坝对比表

比较项目	均质坝	粘土心墙风化料坝
地质条件	满足要求	满足要求
枢纽布置条件	下游坝坡较缓，占地面积大。	下游坝坡较陡，占地面积较小，坝址河段满足布置要求。上游围堰可布置在河道较窄处。
工程量	因土料抗剪强度等主要力学指标较小，要求坝坡较缓，基础开挖和大坝回填工程量较大。坝基、坝肩防渗帷幕灌浆工程量与心墙坝相同。	上、下游为风化料，主要力学指标相对高，坝坡较陡，基础开挖和大坝回填工程量较小，坝基、坝肩防渗帷幕工程量与均质坝相同。
筑坝材料	土料勘察储量约 23.14 万 m ³ ，储量不满足要求，料场占地面积大；需开采风化料场全风化玄武岩。土料运距 2km。	土料和风化料用量居中，反滤过渡料用量较大，储量均满足要求。土料运距 2km，风化料运距 1.5km。
安全性评价	适应坝基变形能力强，但容易发生坝体浸润线高、排水失效、坝土软化、开裂甚至滑坡等问题。	适应坝基和坝体变形能力强，心墙发生开裂的可能性较小，且心墙前后有反滤料保护，自愈能力强。坝体透水、排水性好，不易出现坝体软化、排水失效、滑坡等问题，安全性较高。
投资	3724.03 万元	3900.21 万元

从工程角度分析，采用粘土心墙风化料坝投资比均质坝少 266.18 万元，粘土心墙风化料坝在安全性上要高于均质坝，均质坝的占地面积要大于粘土心墙风化料坝，更加适合本项目坝线选址处的情况。故初步设计推荐选用粘土心墙风化料坝。

从环境保护的角度分析，均质坝和粘土心墙风化料坝选址都不涉及自然保护区等环境敏感区，均质坝土料用量大，需要大量开土料，本项目土料场不涉及自然保护区等环境敏感区，但是加大开采的土方量，势必会加剧破坏土料场周边生态环境，从减少土料开采，减缓生态环境破坏的角度，本次环评也是推荐选用粘土心墙风化料坝。

4.1.4 施工“三场”选址合理性分析

一、风化料场

拟建清水河水库及其附近出露地层主要为二叠系上统峨嵋山组，侏罗系下统下禄丰组，受区域构造及风化作用影响，近地表岩层多为全风化，不能满足风化料的质量要求，而下部岩层为质量较好的风化料，但开采剥离量较大，意味着产生的废石量较多，需要占用较大面积的弃渣场，造成弃渣场生态破坏，占用土地等不利影响，故采用清水河水库及其附近出露地层作为风化料场不合适。

本项目拟选用的风化料料场位于拟建清水河水库坝址上游右岸北西部斜—

陡坡地带，属侵蚀、剥蚀性低中山地貌，地形坡度约 $25\sim 45^\circ$ ，局部达 60° ，地面高程 $2350\sim 2470\text{m}$ ，现为林地，距坝址约 $0.5\sim 0.7\text{km}$ ，无现成道路，需新修道路，交通条件较差。该料场现状植被较茂盛，多为松树林与杂木。料场地形较完整，但起伏较大，料层厚度不均匀，属II类土料场。

风化料场有用层储量约为 52.92万 m^3 ，无用层储量约为 16.79万 m^3 ，剥离系数为 32% ，勘察储量为设计用量的 1.78 倍。满足建设用量的需求。

风化料场占地为有林地，多为松树林与杂木，所占用的植被在评价区内及周边都有大量同类植被分布，且占地范围内无珍稀濒危保护植物分布；同时，风化料场不涉及自然保护区、风景名胜区、水源保护区、生态保护红线等敏感区；周边 200m 范围内无居民点分布，施工中产生的粉尘、噪声对周围环境敏感目标的影响较小。施工结束后可以通过植被恢复措施恢复原有的植被，环境影响不大，选址合理。本项目风化料场选址与生态保护红线、基本农田的叠图情况如下图。

二、土料场

防渗土料场位于枢纽区左岸地表分水岭东侧，为剥蚀侵蚀地貌，地形坡度约 $20\sim 30^\circ$ ，地面高程 $2400\sim 2350\text{m}$ 。该料场距水库坝址直线距离约 $0.3\sim 0.6\text{km}$ ，现状有约 600m 现成道路通至枢纽区下游，至枢纽区仍需新修 300m 道路，交通条件较差。该料场表层为第四系全新统残坡积层，上部 $0.3\sim 0.5\text{m}$ 为耕植土，植物根系发育，结构松散，为无用层。下部为褐红、灰黄色粉质黏土、含砾粉质黏土，为有用层。下伏地层岩性为二叠系上统峨嵋山组玄武岩。料场地形较完整，但起伏较大，料层岩性较复杂，厚度变化大，属II类土料场。

防渗土料有用层储量为 23.14万 m^3 ，平行断面法计算防渗土料有用层储量为 22.14万 m^3 。因此防渗土料场防渗土料勘察储量为 22.14万 m^3 。达到设计用量 5万 m^3 的 4.43 倍，勘察储量大于设计需用量的 1.5 倍，满足本项目取土的要求。土料场占地范围内分布有旱地，占地范围内无珍稀濒危保护植物分布；同时，土料场不涉及自然保护区、风景名胜区、水源保护区、生态保护红线等敏感区；距离最近的环境保护敏感目标南侧的瓦房约 186 米，位于主导风向的侧风向，采取环保治理措施后，对其影响可接受。施工结束后可以通过植被恢复措施恢复原有的植被，环境影响不大，且噪声和粉尘影响随之消除，从环境保护角度认为土料场的选址合理的。本项目土料场选址与生态保护红线、基本农田的叠图情况如下

图。

三、砂石料场

本项目所用的砂石料均为外购。初步设计阶段分别考虑从茅坝子石料场、寻甸县凤仪镇大箐石料场、寻甸县倘甸镇马街水泥厂采购砂石料。

但是初步设计单位的调查，茅坝子石料场未能能申领开采许可证，目前处于关停状态。寻甸县凤仪镇大箐石料场开采许可证已于 2023 年 5 月到期，正在申领中，目前正处于半停工状态。寻甸县倘甸镇马街水泥厂采石场目前正常生产运营，石料场距拟建清水河水库坝址区约 42km，其中水泥路 41.7km（路况较好），进水库土路 0.3km（道路需扩建），交通条件较好。优先至寻甸县倘甸镇马街水泥厂采石场购运工程所需石料、砂砾料。砂石料外购，砂石料场的环境影响不包括在本次评价范围中。

四、弃渣场

弃渣场位于枢纽区顺流左岸地表分水岭以外东侧沟道内，距水库坝址运输距离约 2.2km，属沟道型弃渣场，占地面积 2.90hm²，用地性质属于临时用地，占地类型为坡耕地；主体工程考虑新建 11#临时道路至弃渣场，满足运渣要求；弃渣场上游及周边为耕地，下游为耕地，无居民点及重要设施。

渣场选址评价具体如下：

（1）弃渣场周边及下游无公共设施、工业企业和居民点等重大影响的区域，且弃渣场也未侵占河道、湖泊和水库等重要设施，不会影响行洪；弃渣场设置不会对重要设施、人民群众生命财产安全及行洪造成影响；

（2）工程设置的弃渣场根据出渣的位置，选择在地形条件有利、稳定的沟谷地进行堆渣，减少了工程弃渣长距离的运输；

（3）弃渣场能满足对弃渣量的容纳，渣场地质条件较好，未见崩塌、滑坡、泥石流等次生灾害，并且只要在沟道口设置拦挡措施，并在场地外围设置截、排水措施，排除上游汇水避免对渣体的冲刷就能实现对弃渣的有效拦挡，因此弃渣场布设选址从安全性和易于防护角度来说说是可行的；

（4）弃渣场上游汇水 0.14km²，上游汇水较少；

（5）渣场占地不占国家公益林、基本农田范围和生态保护红线；

（6）弃渣场选址综合考虑弃渣结束后的土地利用，按照弃渣之前的原始地

形进行恢复，原地形为耕地恢复为耕地；

(7) 工程弃渣场选址分别征求了昆明市东川区自然资源局、昆明市生态环境局东川分局、昆明市区东川区林业和草原局、昆明市东川区水务局意见，具体如下：

昆明市东川区自然资源局：弃渣场选址范围意在生态保护红线评估优化调整中调出，请依法办理用地手续。

昆明市生态环境局东川分局：请依法办理环评手续。

昆明市区东川区林业和草原局：渣场选址不涉及林地，涉及云南东侧国家矿山公园范围，建议避让；如确需要使用，需严格遵守《云南省国家公园管理条例》及相关法律法规的规定。

昆明市东川区水务局：渣场选址不在水利规划项目范围内，不涉及河道管理保护范围，不涉及水库管理保护范围，不涉及水源地保护范围，对弃渣场无意见。

(8) 按照“云南东川国家矿山公园规划”，本工程位于“红土地自然景观游览区”内，属于“游憩展示区”，根据《云南省国家公园管理条例》第二十条中对游憩展示区禁止行为作出明确规定，通过对比分析，本工程建设符合《云南省国家公园管理条例》的相关规定。

(9) 本阶段结合昆明市“三线一单”生态环境分区管控单元和东川区国土空间规划“三区三线”划定数据，对工程选址进行复核，根据《昆明市“三线一单”生态环境分区管控的实施意见》（昆政发〔2021〕21），弃渣场位于东川区一般管控单元；通过对东川区国土空间规划“三区三线”划定数据叠图分析，弃渣场不涉及生态保护红线和永久基本农田。本项目弃渣场与基本农田、生态保护红线的叠图详见下图。

综上，从环境保护的角度出发，本工程弃渣场选址是合理的。

五、施工营地选址合理性分析

大坝下游右岸山坡，距右坝肩直线距离约 100m 处，有一相对平缓坡地，可进行枢纽工程生活、生产设施布置，区内设机械修配场、木材加工厂、钢筋加工厂、混凝土拌和站、混凝土预制场、水泥仓库、砂石料堆场、工具库、水池、油库、沉浆池、生活及办公区及水、电、通讯、照明系统和住宿生活设施等，总占地面积约 6.45 亩。

从环境保护的角度分析，施工营地布置均为临时占地范围内，不涉及环境敏感区域。施工完成后尽量恢复为原地类类型。施工生产生活区布置范围地势平坦，便于控制施工过程产生的水土流失。施工过程中需加强管理，严格控制扰动范围，尽量减小施工过程对周边环境的影响。施工区地形相对平缓，场平工程量相对较小，各施工场地布置紧凑，占地面积较小。工程开工前，可将区内表土剥离，施工完成后，拆除地表硬化层进行土地整治并覆土，满足植被恢复的要求。

综上所述，施工营地布置合理，可恢复性较高，环境影响较小，选址合理。



图 4.1-1 施工营地、弃渣场、土料场、风化石料场与生态保护红线、基本农田叠图

4.2 施工期污染源分析

4.2.1 工艺流程分析

水库建设过程中产生的废气、废水、废渣、粉尘、噪声、生活垃圾等对环境将产生一定影响。结合工程特点及施工组织设计进行分析，本工程施工期废水主要来源于施工生产废水和生活污水排放两大部分。生产废水排放主要来自混凝土拌合系统冲洗废水、灌浆废水和机械修理含油废水；生活污水排放主要来自施工人员的日常生活用水。与大多数建筑工程废水一样，工程施工生产废水不含有毒物质，主要是泥沙悬浮物含量较大，其次是混凝土工程废水 pH 值偏高。废气来源于施工开挖爆破产生的粉尘及扬尘、砂石料加工扬尘、施工机械运输车辆尾气排放，噪声来自于机动车辆行驶（流动声源）、砂石料加工、混凝土拌合（固定声源）等产生的噪声；固体废弃物来自于工程弃渣和生活垃圾。

施工工艺流程及产污节点见下图所示。

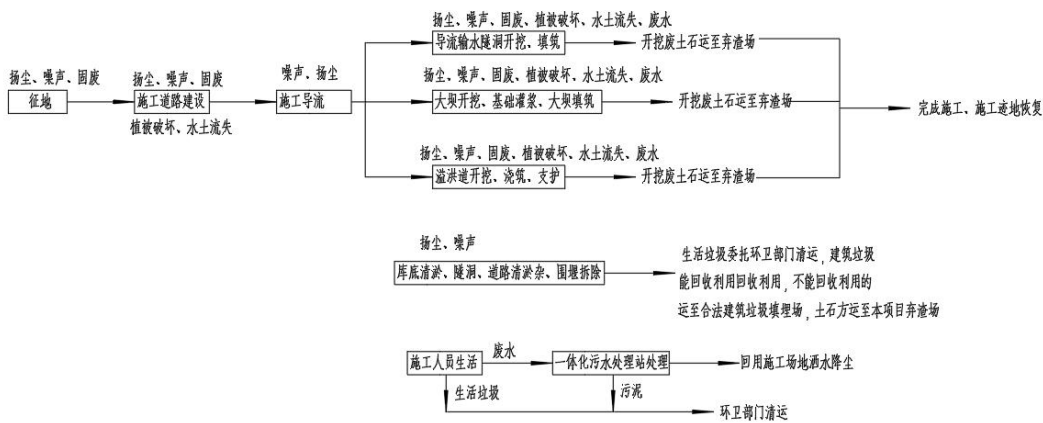


图 4.2-1 工程项目主要施工工艺流程及产污节点示意图

4.2.2 施工期污染源分析

一、施工扰动水体影响

施工期将会进行施工导流及围堰，施工导流、围堰及施工过程中将会对水体造成扰动。由于拦河坝施工河段河道被改变，该段水流形态完全发生变化，施工期坝址及下游河道水文会受到影响。项目围堰、施工时会造成水体悬浮物升高，对下游水质将造成一定影响。对水质的影响不涉及有毒有害物质，仅为水体悬浮

物质的升高。

二、施工期废水

1、混凝土拌和废水

(1) 枢纽区

本工程施工期砂石料外购，为满足枢纽工程混凝土浇筑，在施工营地附近集中布置 1 台 JS350 混凝土搅拌机（JS350 混凝土搅拌机出料斗容 0.35m^3 ，进料斗容 0.56m^3 ，生产能力 $15\text{m}^3/\text{h}$ ，功率 19.55kw ）。按每台搅拌机每天冲洗 2 次计算，每次冲洗用水 0.5m^3 ，施工期混凝土拌和系统使用期间废水产生量为 $1\text{m}^3/\text{d}$ 。

(2) 输水管线

供水工程混凝土主要为管道沿线镇、支墩等混凝土，主要采用 0.4m^3 移动式混凝土搅拌机拌制。按每台搅拌机每天冲洗 2 次计算，每次冲洗用水 0.5m^3 ，施工期混凝土拌和系统使用期间废水产生量为 $1\text{m}^3/\text{d}$ 。

混凝土拌合系统废水主要污染物为 SS、pH 呈碱性，类比同类工程实测值，SS 浓度大于 2000mg/L ，pH 值大于 9。

2、灌浆废水

灌浆废水主要来自帷幕钻孔灌浆废水废浆、固结灌浆废水废浆等。本工程灌浆废水主要发生在枢纽施工区。

枢纽区共布置 4 台浆液搅拌机，按每台搅拌机每天冲洗 1 次，每次冲洗用 0.5m^3 水计，工程施工期浆液拌和系统废水产生量为 $2\text{m}^3/\text{d}$ 。工程固结灌浆、帷幕灌浆及回填灌浆过程中将产生一定量的废水、废浆排放。灌浆废水的主要影响是 SS、pH 过高，类比同类工程实测值，其中的 SS 浓度大于 2000mg/L ，pH 值大于 9。

3、基坑排水

本项目施工导流采用围堰施工，施工过程中会产生基坑废水，基坑废水包括打桩过程中地下渗出水 and 雨水两部分，主要污染因子为 SS，一般浓度在 2000mg/L ，为了最小程度减少对河道的影响，使用水泵将基坑废水抽出，由于围堰堰身及基础均采用防渗，渗水量不大，经常性排水量与初期排水量相比较小。

4、隧洞排水

根据初步设计隧洞地质条件，隧洞进口明渠、进口竖井段地下水位低于底板，

地下水位受季节影响而变化,雨季施工需采取排水措施。隧洞进口段洞底板多位于地下水位以下,施工受地下水一定的影响,应采取适当的排水措施。隧洞洞身段该段洞底板位于地下水位以下,施工受地下水一定的影响,应采取适当的排水。隧洞出口段里程 0+346.80~0+372.53 段隧洞底板位于地下水位以下,施工受地下水一定的影响,应采取适当的排水措施。类比其他类似工程隧洞施工废水水质监测成果,隧洞施工废水在施工初期、中期和末期的水质差别较大,隧洞排水污染因子及其含量主要为 SS: 100~5000mg/L, pH=8~10。

5、车辆冲洗、机修废水

工程所在地距离东川城区 53km,施工过程中主要修理工作在工地设置的机械修理场内进行,施工大修可由城区有关修配企业承担。枢纽工程区于生产区内设简易修理车间,施工机械、运输车辆清洗、保养等活动会产生一定量的含油废水,主要集中在枢纽区的施工生产区内。本工程共配备各型机械共计 63 台(辆),平均每台机械设备每次冲洗水量按 0.6m³计,以每周冲洗 1 次,每次对一半机械设备进行冲洗进行计算,考虑 0.8 的排放系数,则单次冲洗废水排放源强约为 15.12m³/次,排放主要集中于施工营地内的机械修配点。这部分废水主要污染物石油类约 1000mg/L, COD_{Cr}25~200mg/L, SS300~4000mg/L。

6、施工人员生活污水

本工程施工期为 30 个月,施工期高峰人数为 330 人,平均施工人数为 213 人。生活用水量按每人每天平均 0.08m³计,污水产生量按用水量的 90%计。则高峰期污水产生量为 23.76m³/d,平均产生量为 15.34m³/d。此部分污水主要污染物及浓度为: COD200mg/L、SS300mg/L、磷酸盐 8mg/L、动植物油 25mg/L、氨氮 25mg/L。

三、施工废气

施工中对大气环境产生污染的环节主要为:运输车辆、施工机械排放的废气;石方爆破、交通运输、松散土料、弃渣等被风吹起的尘土及砂石料加工系统粉尘。受影响范围为施工区及附近区域、交通沿线地区。尾气排放会增加空气中悬浮颗粒、二氧化硫、二氧化氮和一氧化碳的含量;扬尘会增加空气中的总悬浮颗粒物的浓度。

1、燃油、爆破废气

施工期需用油料约 938.03t，施工燃油机械设备所排放的废气主要含 SO₂、NO₂、CO、CmHn 等污染物，其排放源为移动源。此外，施工期需用炸药 102.28t，炸药爆炸时也会产生有害气体，主要污染物为 CO、NO₂ 和 CmHn。根据机械燃油和吨炸药爆炸时产生的污染物定额估算有害气体产生量，见下表。

表 4.2-1 施工期燃油爆破废气排放量汇总表

材料	消耗量	排放方式	污染物产生量	SO ₂	CO	NO ₂	CmHn
油料	938.03	无组织排放	单位产生量 (kg/t)	3.5	29.4	48.3	4.8
			总量 (kg)	3283.105	27578.08	45306.85	4502.54
炸药	102.28	无组织排放	单位产生量 (kg/t)	/	44.7	3.5	0.04
			总量 (kg)	/	4571.92	357.98	4.09

2、交通运输扬尘

施工期施工车辆运输产生的污染物主要是扬尘，扬尘排放与车辆的行驶速度、载重量、路面形式、清洁程度等因素有关。

根据《矿山环境工程学》（冶金出版社）中有关露天矿山载重车辆扬尘排放的数据，在矿山每辆载重（载重量一般为 30t）汽车扬尘的排放系数为 620~3650mg/s。本项目施工区的路面为硬质碎石路面，运输条件好于矿山，路面的积尘远少于矿山，车辆载重量为 8~15t，均小于 30t，车速与矿山车速基本一致（不大于 60km/h），估算施工运输扬尘排放系数约 500mg/s。根据相关工程经验，在采取路面洒水降尘、道路清扫干净的情况下，运输扬尘的去除率可达 90%，即为 50mg/s。

3、其他作业面粉尘

石料开采、场地开挖、平整和填筑，物料堆存，水泥等建筑材料装卸、搬运、使用及弃渣堆存等过程中，均会产生一定的粉尘等污染，粉尘的排放方式均为无组织排放。扬尘量的大小与施工现场条件、管理水平、机械化程度及施工季节、土质及天气条件等诸多因素有关。

四、施工期噪声

工程施工过程中土石方开挖、混凝土拌和浇筑、爆破、机械设备和运输车辆的运行等都将产生较强的噪声，如多台同时作业，噪声可达 90~100dB（A），这些噪声为阵发性，音频高，主要对施工作业人员影响大，离开作业区一定距离衰减较快。

1、交通运输噪声

交通噪声源强与车辆载重类型、行车速度密切相关。本工程主要采用自卸汽车运输，交通噪声源强与运输车辆载重类型、汽车流量和行驶速度密切相关，交通噪声源强为 75~90dB（A）。

2、爆破作业

本工程需要进行大规模爆破作业的有枢纽施工区和料场，爆破噪声强度与爆破点岩性、爆破方法及单孔装药量密切相关，最高爆破噪声强度可达到 125~130dB（A）。类比同类工程，工程爆破噪声源强将达到 125dB（A）。

3、施工作业区

施工区产生噪声的主要机械有风钻、挖掘机、装载机、钻机、凿岩机、搅拌机、汽车吊、振捣器、轴流风机等。类比同类工程枢纽区噪声实测值，水库大坝主体施工区噪声源强为 100dB（A）左右。管道施工区噪声源强为 85dB（A）左右。

4、施工生产生活区

生产生活区产生噪声的主要机械为切割机、电焊机、卷板机等。施工生产生活区噪声源强为 80dB（A）左右。

五、施工固体废物

1、土石方

工程施工共开挖土石方 42.28 万 m³（其中土石方 33.23 万 m³、表土 9.04 万 m³），综合回填利用土石方 26.07 万 m³，内部调运土石方 5.16 万 m³，产生弃渣 16.21 万 m³，弃渣中未考虑表土收集利用，收集利用表土 2.83 万 m³，故工程最终弃渣 13.38 万 m³。工程初设阶段土石方平衡及弃渣流向详见下表。

表 4.2-2 工程初设阶段土石方平衡及弃渣流向表 单位: m³ (自然方)

序号	项目分区	开挖			回填	调入		调出		外借		废弃				
		土石方	表土	小计		数量	来源	数量	去向	数量	来源	土石方	去向	收集表土	去向	小计
1	枢纽工程区	117716	3826	121542	114736	51563		30391				24153		3826		27978
1.1	大坝	79297	3826	83123	101947	42092	溢洪道、隧洞、水库管理所永久上坝道路	9471	围堰工程			9972	弃渣场	3826	覆土利用	13797
1.2	溢洪道	17809		17809	1381			10055	大坝			6373	弃渣场			6373
1.3	导流输水隧洞	16452		16452	1937			10865	大坝			3650	弃渣场			3650
1.4	围堰工程	4158		4158	9471	9471	大坝					4158	弃渣场			4158
2	水库管理所	14809	690	15499				9780	大坝			5029	弃渣场	690	覆土利用	5719
3	供水工程区	26251	29966	56217	56217											
4	料场区	20348	21950	42298	14000							20348		7950		28298
4.1	土料场		14000	14000	14000											
4.2	风化料场	20348	7950	28298								20348	弃渣场	7950	覆土利用	28298
5	弃渣场		14500	14500	14500											
6	施工营地区	19912	3650	23562	23562											
6.1	枢纽工程施工营地区	17870	2150	20020	20020											
6.2	供水工程施工营地区	2042	1500	3542	3542											
7	道路工程区	133296	15843	149139	37630			11392				84274		15843		100117
7.1	枢纽工程永久道路	23087	2583	25670	2416			11392	大坝			9279	弃渣场	2583	覆土利用	11863
7.2	枢纽工程临时道路	110209	13260	123469	35214							74995	弃渣场	13260	覆土利用	88255
	合计	332332	90425	422757	260645	51563		51563				133803		28309		162112

2、建筑垃圾

工程中建筑垃圾的主要来源是施工区建筑物建设过程中产生的废弃建筑材料，房屋拆除及临时建筑物在施工结束后拆除过程产生的废弃物、水库蓄水前库区清理产生的建筑垃圾、施工围堰拆除产生的建筑垃圾等。建筑垃圾主要由废混凝土、废钢筋和木料等组成。

3、生活垃圾

施工期间产生的生活垃圾按每人每天排放垃圾 0.5kg 垃圾计算，工程施工期平人数为 213 人，每天将产生生活垃圾 106.5kg，施工期共产生生活垃圾 95.85t。

4、机械修理站损坏零部件

工程枢纽区施工过程设置机械修理站，为小型机械修配间，项目机械修理站对工地施工机械和车辆损坏的零部件进行小修及拆换，修理过程会产生少量损坏的零部件，项目损坏的零部件统一收集后外售废品收购站。

5、危险废物

工程枢纽区设置机械修理站，为小型机械修配间，机械修配过程会产生废机油，隔油池废油、含油棉、含油毡、废蓄电池等属于危险废物，但产生量较小。

六、生态环境

1、陆生生态

施工临时占地除暂时改变土地利用状态，地被物也将被破坏，待工程完工后，进行植被恢复，影响是暂时的。坝基开挖、施工道路修筑等施工活动，不可避免地使工程施工区范围内的土壤、植被受到严重破坏，大面积裸露地表，弃渣堆存，将增强区域土壤侵蚀强度，造成新增水土流失危害，影响工程区河流水质，破坏区域生态环境。

（1）对土地资源的影响

对土地资源而言，工程永久占地会将评价区内现有的有林地、耕地、村庄居民用地等永久的转化为水域及水利设施用地。施工临建设施占压和施工活动扰动区域等临时占地，在工程竣工后将转恢复原来的土地利用类型。水库淹没区不涉及基本农田和公益林、生态保护红线，但输水路线不可避免的穿越基本农田和生态保护红线，输水管线在生态红线和基本农田区域内不设永久占地，管线、水池采用埋地的方式，施工完成进行覆土恢复原样。

（2）对植被的影响

对地表植被而言，工程永久占地将对原地表植被造成一次性永久破坏，施工临时设施占压和施工活动扰动区域等临时占地在施工结束后，通过采取一定的整治恢复措施，地表植被可恢复。

（3）对野生动物的影响

工程施工对野生动物的影响表现为：工程施工活动可能干扰工程区内野生动物的正常栖息觅食，施工噪声会对其产生惊扰。

2、水生生态压力

在工程施工期，施工人员集中在施工区，可能会发生施工人员捕鱼等活动，使施工区局部河段鱼类资源受到人为影响。施工导流改变上下游局部河段水文情势，从而影响局部河段的水生生境。挡水建筑物施工作业干扰、废污水事故排放影响，对施工河段水生生物和水生生境产生一定影响。同时，施工截留期可能发生河流断流现象，因施工活动也可能对水体造成扰动，造成水质浑浊。

七、地下水环境

水库蓄水后库区水文地质条件不会产生显著变化，不会产生土地盐渍化、沼泽化等浸没问题。工程对地下水环境影响较大的是隧洞工程施工，即导流输水放空隧洞。隧洞工程施工会对地下水产生一定扰动，存在小涌水，发生突水、突泥的可能性，隧洞工程施工开挖涌水中悬浮物浓度较高，排水应收集后进行自然沉降，由于施工过程中不产生重金属和有机物，因此隧洞施工不会对地下水水质产生不利影响。

根据调查工程周边没有泉水出露，也无集中的地下水取水用户，周边村庄居民生活用水，采用管道引沟箐水，因此隧洞工程施工不会对周边居民生产生活用水产生影响。

八、土壤环境

施工活动对土壤环境最直接的影响是施工期各类施工机械的碾压和建筑物占压对土壤结构、肥力、物理性质破坏的影响。工程永久占地区的地表土壤在施工过程中彻底被占压覆盖，土壤性质永久改变不可恢复。施工临时设施占压及施工扰动区表层土壤结构、肥力、物理性质将被临时性破坏，需要较长时间才可恢复，若施工结束后配合恢复措施，则这一过程将被缩短。

九、施工人群健康

施工期间，人员流动性大，容易引起传染病的传播流行，对施工区人群健康产生不利影响。施工期大量施工人员进驻，施工区人口密度骤增，形成大量的易感人群，加之工作场所和居住地多在野外，受蚊虫叮咬机会多，如缺乏必要的防疟措施，存在疟疾传染爆发流行的危险。工程开工后，施工人员集体食宿，为肺结核病源的传播创造了条件，极有可能加重这种病在当地的流行趋势。卫生设施不完善，医疗卫生保健条件差，施工人员自我防护意识比较淡薄，加大肠道传染病病源传播的可能性，若不加强卫生管理，极易引起介水传染病的暴发和流行。

4.3 运营期污染源分析

4.3.1 运营期污染源分析

项目运营期主要为水库管理运行、管道的维护和检修，工程本身在运营期不会产生废水、废气，运营期仅管理人员日常生活会产生少量生活污水、生活垃圾和污水处理站污泥。水库运行对环境的影响主要为下游生态环境的影响及灌溉退水对灌区下游地表水环境的影响。

一、生态环境影响

1、水文情势影响分析

（1）水库库区水文情势

水库库区形成后，库区水位明显增高，库内流速将明显减缓，水域环境从急流河道型转为缓流型；当达到正常蓄水位时，库区水面面积相对于天然河道明显增加；水库调度运行时，水位在正常蓄水位与死水位之间变化，水位变幅为36.2m，水库水位、水体体积、水面面积均产生相应变化。

（2）坝址下游河段水文情势

东川区清水河水库建成后取水对下游河道年内水文情势影响不大，下游河道已经由清水河水库下放 $0.0076\text{m}^3/\text{s}$ ，满足下游生态用水要求，因此枯期不存在减水或断流的情况，对水生生态影响小。对区域水资源亦无不利影响。汛期减少了下游防洪压力，对区域水资源合理配置具有积极作用。

（3）灌区退水区水文情势影响

根据工程灌区布置，工程受水区分为锅底塘片区、邓家沟片区、花沟片区、大红地片区、冬瓜湾片区、大坪子片区、松毛棚片区和草海子片区。（1）锅底

塘片区灌溉面积 77 亩，人畜用水、灌溉水退水进入清水河，涉及退水河段长度 1335.322m；（2）邓家沟片区灌溉面积 200 亩，退水一部分通过片区内人工沟渠进入清水河，涉及清水河退水河段长度 512.203m（涉及小河灌溉面积 129.287 亩），一部分进入洗马河，涉及洗马河（王家湾水库下游）退水长度 1218.435m（涉及洗马河灌溉面积 70.713 亩）；（3）花沟片区灌溉面积 321 亩，退水进入花沟小河，涉及退水河段长度 1656.145m；（4）大红地片区灌溉面积 592 亩，退水通过季节性沟箐进入龙潭箐，涉及退水河段长度 1099.176m；（5）冬瓜湾片区灌溉面积 872 亩，退水进入龙潭箐季节性支流蚂蝗箐，涉及退水长度 1340.085m；（6）大坪子片区灌溉面积 1070 亩。退水部分进入龙潭箐，涉及龙潭箐退水河段长度 2390.197m（涉及龙潭箐灌溉面积 834.533 亩），部分进入块河，涉及块河退水河段长度 2466.324m（涉及块河灌溉面积 235.467 亩）；（7）松毛棚片区灌溉面积 1270 亩，退水进入块河，退水河段长度 1601.741m；（8）草海子片区灌溉面积 478 亩，退水进入块河，涉及退水河段长度 1074.186m。

退水涉及清水河 1847.525m，涉及洗马河（王家湾水库下游）1218.435m，涉及花沟小河 1656.145m，涉及蚂蝗箐 1340.085m，涉及龙潭箐 3489.373m，涉及块河 5142.251m。

清水河水库设计年供水量 150.6 万 m^3 ，其中灌溉总用水量为 140.5 万 m^3 ，退水量根据云南省一般经验按总用水量的 20% 计算，退水量为 28.1 万 m^3 。

（4）农村生活退水

工程主要向 2012 人（其中东川区红土地镇 1852 人，寻甸县邓家沟村 160 人）的生活用水进行供水。设计年生活供水量 10.1 万 m^3 ，退水量按照 0.57 计算，退水量为 5.757 万 m^3 。

工程退水将对受、退水区域河流水文情势产生一定影响，回归水的汇入将导致受、退水区涉及河流清水河、洗马河、块河、花沟小河、蚂蝗箐、龙潭箐水量增加。

2、水质影响

（1）库区水质

本水库运行期间随着河流夹带的冲积物和水生生物残骸在库区及库底的不断沉降淤积，将会导致库区氮、磷浓度增加。根据现场调查，水库周边没有工业

企业，无入河排污口。库区周边及上游生活污水及农田径流排入库区，水生生物特别是藻类将可能大量繁殖，使生物的种群种类数量发生改变，破坏水生生态平衡，同时大量死亡的水生生物沉积到库底，被微生物分解，消耗大量溶解氧。由于水库有一定的库容，水体的澄清作用有利于水质感官性状和净化作用，但若氮、磷等入库污染物超过库区水体自净能力产生富集则易引起库区水体富营养化。

（2）受水区、退水区水质影响

一、农田灌溉回归水

清水河水库设计年供水量 150.6 万 m^3 ，其中灌溉总用水量为 140.5 万 m^3 ，退水量根据云南省一般经验按总用水量的 20% 计算，退水量为 28.1 万 m^3 ，共涉及清水河 1847.525m，涉及洗马河（王家湾水库下游）1218.435m，涉及花沟小河 1656.145m，涉及蚂蝗箐 1340.085m，涉及龙潭箐 3489.373m，涉及块河 5142.251m。

灌溉用水经过作物吸收、田间损失之后，进入河道、箐沟等。使水中氮、磷含量会增高，由于灌溉回归水属无规律性的不连续排放，回归水量相对于流量很小，不会超出河流自净能力。另一方面，回归过程是个连续的，缓慢的过程，没有形成大的点源排放，属面源污染。但由于农灌退水过程中，农灌回归水中总磷、氨氮含量均较天然状况下河水更高。

二、农村生活退水

工程主要向 2012 人（其中东川区红土地镇 1852 人，寻甸县邓家沟村 160 人）的生活用水进行供水。设计年生活供水量 10.1 万 m^3 ，退水量按照 0.57 计算，退水量为 5.757 万 m^3 。退水涉及清水河、洗马河、花沟小河、龙潭箐、蚂蝗箐、块河。由于评价区内未设置集中式水处理设施，大部分生活污水均退水回归河道，造成河道水污染物增加。

3、水温影响

水库水温是水环境的一项重要指标。库内水温是否因滞留而分层，目前国内一般采用《水电水利工程水文计算规范》（DL/T5431-2009）中推荐的判别公式对水库水温结构进行判别，即：可依据下列指标大致判断水库水温分布类型：

①用 α - β 参数判别法

本工程建成后，库区总库容为 155.0 万 m^3 ，改变了天然河道形式。坝址多年

平均年径流量为 240 万 m^3 ，项目采用 α - β 参数判别法，对水库水温结构进行判别。

即： α =多年平均入库水量/总库容

当 $\alpha > 20$ 时，水库水温结构为混合型，水库上下层水温相差较小；

当 $\alpha < 10$ 时，为分层型，上下层水温相差较大；

$10 < \alpha < 20$ 时，水库水温为过渡型。

β = 一次洪水量/总库容

如遇 $\beta > 1$ 的洪水，则为临时性的混合型， $\beta < 0.5$ 的洪水对于水库水温的结构无多大影响。

项目取水坝断面多年平均流量为 $0.076\text{m}^3/\text{s}$ ，多年平均径流量为 240 万 m^3 ；水库总库容为 155 万 m^3 ，经计算， α 等于 1.548，水库水温结构为分层型。

选取设计洪水 $P=3.3\%$ 的1日一次洪量为 37.4万m^3 ，计算清水河水库的 β 值分别为0.24， β 值小于0.5，说明洪水对水库水温结构无大的影响。

综上所述，采用 α - β 指数法判别结果为分层型水温结构，水库会出现水温分层和下泄低温水现象。分层型水库库底水温在夏季将低于其库表水温，冬季将略高于或等于库表水温，通过经验预测公式，对水库垂向水温进行预测分析和计算

4、水库泥沙淤积

根据“初步设计”水库泥沙估算，清水河水库坝址多年平均输沙量为 0.3265 万 t，其中悬移质 0.2721 万 t，推移质 0.0544 万 t。小河（清水河水库所在河流）较天然状态下河道泥沙在空间和时间上分布将改变，由于水库拦截作用，回水区水深加大、流速减缓、挟沙能力减弱，上游来沙绝大部分被拦在上游水库内，泥沙淤积坝首回水区，坝下河段含沙量将明显减小。30 年坝址前泥沙淤积高程 2311m，泥沙淤积不会影响水库正常引水。

5、水生、陆生生态影响

由于水库的建设，也将不可避免地在下游出现水量减少，将对该河段水生生态系统产生一定不利影响。同时水库拦河坝的修建将会对坝址上下游的鱼类造成阻隔，不利于鱼类种群的基因交流。水库蓄水期间，河流两岸逐渐被淹没，直至正常蓄水位，原本栖息于该区域的动物活动范围减小，巢穴被淹没，这些动物不得不向河岸之处的区域迁移。由于库周植被情况基本相似，动物迁移后生活环境变化不大，对陆生动物影响不大。水库正常运行后，由于库区水域面积增大，

库区环境逐渐稳定，各类水生生物和两栖类的栖息地面积将会增加，下游由于河道的水量变小，原来的河岸会向河道内萎缩，这些区域植被会逐渐开始生长，原本被驱赶的陆生动物也部分回到这些区域栖息，这些区域的改变相较之前的环境只是其中的一小部分，因此水库的建设对陆生动物影响不大。

6、工程占地

工程占地除了改变土地利用类型，损坏植被和土壤外，永久占地将完全改变土地利用状态，地植物将被全部清除，影响是永久性的。蓄水后将改变淹没区土地的利用方式，淹没区对土地利用方式的改变是永久性的，其范围内生长的陆地植物将永久性的消失，其影响是长期的，不可逆的。

7、移民安置

清水河水库工程移民安置总体上采用自行安置（将建设征地补偿费用一次性支付到村民小组后，由村民小组内部自行流转、调剂土地）的方式。经初步设计阶段的现场调查核实，人均剩余耕园地资源充足，征地影响的各小组自行调剂（流转）剩余耕园地进行生产安置是可行的清水河水库工程移民在建设征地涉及村委会范围内安置的环境容量是充足的，在征收耕园地涉及的村组的生产安置人口均可以在本村组内进行安置，以此为基础制定的移民安置规划方案也符合移民意愿、涉及村组和地方政府意见。

二、污染影响

1、水库管理所

水库运行期间设置水库管理所，管理所拟设置管理人员 5 人，根据《云南省地方标准—用水定额》（DB53/T168-2019），城镇居民用水定额为 $0.1\text{m}^3/\text{人}\cdot\text{d}$ 。水库管理所人员用水按 $0.1\text{m}^3/\text{人}\cdot\text{d}$ 计，产污系数按 0.9 计，则生活污水产生量为 $0.45\text{m}^3/\text{d}$ ， $164.25\text{m}^3/\text{a}$ 。生活污水中 COD 浓度约为 120mg/L ， $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度约为 30mg/L ，BOD 浓度约为 35mg/L ，SS 浓度约为 90mg/L 。

本项目不涉及搬迁移民，不涉及移民安置区污染物排放。

2、生活垃圾

水库运行期间设置水库管理所，管理所拟设置管理人员 5 人，生活垃圾产生量按 $0.5\text{kg}/\text{人}\cdot\text{d}$ 计，生活垃圾产生量为 $2.5\text{kg}/\text{d}$ ， $0.91\text{t}/\text{a}$ 。

3、地下水环境

库周防渗工程实施对水文地质单元地下水补径排关系、地下水流场、水位可能存在一定影响。

4、土壤环境

水库建成蓄水后，库区地下水水位将上升，可能导致库岸周边土壤中 pH 值和含盐量的变化；另外，也可能因水库中水环境 pH 值和溶解性总固体的影响，而导致灌区土壤中 pH 值和含盐量的变化，从而造成库区周边及灌区土壤生态环境功能的退化。

4.4 主要污染物产生及预计排放情况

工程主要污染物产生及预计排放情况如下表。

表 4.4-1 清水河水库工程主要污染物产生及预计排放情况表

内容	排放源		污染物名称	处理前产生量、产生浓度	排放量、排放浓度	
大气污染物	施工期	燃油、爆破	SO ₂	3.283t	3.283t	施工厂界达标排放
			CO	32.15t	32.15t	
			NO ₂	45.66t	45.66t	
			CmHn	4.51t	4.51t	
		交通运输	扬尘	500mg/s	50mg/s	
		其他作业面	扬尘	一定量	一定量	
	运营期	/	/	/	/	/
水污染物	施工期	施工过程	混凝土拌和废水	2m ³ /d	0	
			灌浆废水	2m ³ /d	0	
			基坑排水	SS:2000mg/L	0	
			隧洞排水	SS: 100~5000mg/L	0	
			车辆冲洗、机修废水	单次冲洗废水排放源强约为 15.12m ³ /次	0	
	运营期	施工人员	生活废水	高峰期污水产生量为 23.76m ³ /d，平均产生量为 15.34m ³ /d	枢纽施工区生活区设置成套生活污水处理设施，处理后用于绿化用水，不外排。	
		管理人员	生活废水	生活污水产生量为 0.45m ³ /d，164.25m ³ /a	一体化生活污水处理装置处理，处理后的污水回用于周围绿化及道路浇洒	
固体废物	施工期	土方开挖	土石方	133803m ³	全部送弃渣场处置，不外排	

			表土	28309m ³	用作临时工程覆土，不排放
		施工建设	建筑垃圾	一定量	全部回收利用或处置，不排放
		机械修理站	损坏零部件	一定量	外售废品收购站，不排放
		施工人员	生活垃圾	每天将产生生活垃圾106.5kg，施工期共产生生活垃圾95.85t	按照当地要求，委托环卫部门清运
		机械修理站	危险废物	少量	按照危险废物处置要求委托有资质的单位进行清运
	运营期	管理人员	生活垃圾	2.5kg/d，0.91t/a	按照当地要求，委托环卫部门清运
噪声	施工期	施工机械施工活动	施工噪声	75~125dB（A）	昼间：70 dB(A) 夜间：50 dB(A)
	运营期	/	/	/	/

5 环境质量现状调查与评价

5.1 自然环境

5.1.1 地理位置

拟建的清水河水库坝址位于东川区红土地镇南面与寻甸回族彝族自治县联合乡交界处的锅底塘村附近，水库流域范围为东经 $103^{\circ} 03' \sim 103^{\circ} 04'$ ，北纬 $25^{\circ} 54' \sim 25^{\circ} 57'$ 之间，水库拟建坝址与红土地镇距离约 23.0km，与联合乡距离约 29.1km，距东川区铜都街道办约 50.2km。

项目地理位置详见附图，项目周边关系图详见附图。

5.1.2 地形、地貌

清水河水库坝址以上流域近似呈椭圆形。其地势北高南低，三面环山，流域平均高程 2580m。整个流域属深切割地形，地形地貌较复杂，其地貌类型主要以构造地貌、构造侵蚀地貌、岩溶地貌和堆积地貌四种类型为主。其形态特点为山高坡陡。河谷主要呈“V”形或“U”形，两壁陡峭，深切数十米，呈典型的峡谷。流域地势北高南低呈梯级递降。流域的东、西、北三面均被高山环抱。流域北部的无名山为最高点，海拔高程 2715m，最低点在在坝址处，海拔高程 2293m。

5.1.3 地质

一、地质构造及地震动参数

项目区位于扬子准地台西部，滇东台褶皱中部，昆明台褶皱束嵩明台凹，处于区域性南北向小江断裂带西支嵩明—仓溪断裂和普渡河断裂所挟持的地块上，距小江断裂带西支约 5km，距普渡河断裂带约 44km。上述两区域性断裂控制了本区构造格局，受其影响测区断裂构造较发育，主要构造形迹呈近南北向、北东向。

工程区处于我国南北地震带—滇东地震带—小江地震带的西部边缘。主要受小江断裂发震构造的影响与控制。根据 1/400 万《中国地震动参数区划图》（GB18306—2015），工程区地震动峰值加速度为 0.30g，地震动反应谱特征周期为 0.45s，对应地震基本烈度为Ⅷ度。根据《水电工程区域构造稳定性勘察规程》（NB/T35098-2017）分级，区域构造稳定性较差。

二、库区地质概况

库区地层出露简单，主要出露二叠系上统峨眉山组、侏罗系下统下禄丰组及第四系全新统松散层。水库区位于田尾巴向斜北东翼，根据地质测绘成果，库区

未发现断裂构造，库盆为由二叠系上统峨嵋山组（P2e）玄武岩组成的单斜构造（产状 $244\sim 294^{\circ}\angle 6\sim 17^{\circ}$ ），由于距区域性南北向小江断裂带西支约 6km，受其影响，近地表出露的岩体风化强烈，节理、裂隙较为发育，岩体较破碎，主要发育三组节理，即：J1 产状 $213\sim 227^{\circ}\angle 65\sim 87^{\circ}$ ，3~4 条/m，可见延伸 3~5m，微张—闭合状；J2 产状 $267\sim 275^{\circ}\angle 24\sim 36^{\circ}$ ，1 条/m，可见延伸 2~3m，微张，无充填；J3 产状 $52\sim 57^{\circ}\angle 29\sim 31^{\circ}$ ，1~2 条/m，可见延伸 3m，微张—闭合状，局部被泥质充填。

孔隙含水层：为水库所座落的小河及其支流河床分布的第四系冲洪积层砂（卵）砾石夹漂石、粉细砂与沿山体表层分布的第四系残坡积层之含角砾、岩块粉质粘土、粉质土砾等。其中，冲洪积层富水性与透水性较强—强，残坡积层富水性弱，透水性弱—中等。裂隙含水层：为二叠系上统峨嵋山组及侏罗系下统下禄丰组，岩性主要为强风化泥岩、泥质粉砂岩、粉砂岩、石英砾岩、玄武岩、玄武质火山角砾岩、凝灰岩，岩体节理、裂隙发育，富水性中等—较弱。

隔水层为二叠系上统峨嵋山组及侏罗系下统下禄丰组，岩性主要为强风化泥岩、泥质粉砂岩、粉砂岩、石英砾岩、玄武岩、玄武质火山角砾岩、凝灰岩等。岩层节理、裂隙少量发育或不发育，透水率小，富水性弱，为水库区的相对隔水层。

库区地下水受大气降水的补给，地下水以基岩裂隙水为主，孔隙水次之。地下水分水岭和地表水分水岭一致，裂隙水自高处向低处运移至相对隔水层后，呈泉水或散浸溢出地表，沿山坡迳流至库区最低侵蚀基准面——小河。

三、枢纽区工程地质

坝基：左、右岸坡为斜—陡坡，未发现规模较大的坍塌、滑坡等不良物理地质现象，自然边坡基本稳定。根据勘察成果，左、右岸表层分布的残坡积层、河床表层分布冲洪积层与全风化带岩层结构较松散，具中—高压缩性，强度低，压缩变形大，易产生不均匀变形，不能满足大坝基础的变形稳定与抗滑稳定要求，不宜直接作为坝基持力层；强风化带岩层节理裂隙发育，为碎裂结构或次块状结构，岩体完整性较差或较完整，力学强度较高，具一定压缩变形，可满足土石坝坝基的变形稳定与抗滑稳定要求；弱风化带岩层节理裂隙少量发育，多为闭合裂

隙，为次块状结构或块状结构，力学强度高，可满足坝基的变形稳定与抗滑稳定要求，可作为坝基持力层。

围堰工程地质条件：坝轴线上游约 135m 处布设上游围堰，其基本地质条件和枢纽区基本地质条件相同。根据围堰工程地质条件，围堰位置冲洪积层厚度较大，强风化基岩埋藏较深，强风化埋深为 6.0~7.5m。考虑施工围堰坝高较低，对地基强度要求不高，建议围堰两岸坝基清除残坡积层，河床段坝基清除冲洪积表层 1.0~2.0m 较松散土体即可。但由于冲洪积层透水性较大，为防止围堰坝基产生渗漏及渗流变形，建议对围堰坝基需进行防渗处理，并在围堰下游设置集水井进行集中排水，保证施工质量。开挖水上坡比 1:1~1:1.25，水下 1:1.25~1:1.5。开挖后边坡稳定性差，应及时支护。

输水隧洞总长 484.77m，其中进水渠及取水竖井段长 7.8m，沿线分布的第四系残坡积层与全风化岩层总体承载力低，变形量大，抗滑稳定性差。建议进水渠及取水竖井段底板基础置于强风化玄武岩之上；隧洞洞身长 387.51m；其中隧洞属 V 类围岩长 154.42m，占洞长 39.8%；IV 类围岩长 233.09m，占洞长 60.2%；出口泄槽段、箱涵段、出口明渠段长 89.46m，沿线全风化岩层总体承载力低，变形量大，抗滑稳定性差，强风化岩层强度相对较高，承载力相对较高，变形量较小，抗滑稳定性较好，建议该段基础置于强风化岩层内。

溢洪道布设于枢纽区左岸，长 232.60m，沿线物理地质现象不发育，地表为残坡积含砾粉质黏土、冲洪积层粉质土砾覆盖；下伏基岩为全一强风化玄武岩。沿线基岩风化强烈，全风化岩厚度较大，且岩体风化呈土状，其力学性质较差。强风化带岩层节理裂隙发育，力学强度相对较高，可满足上部荷载和变形要求。

二、输水管线工程地质

1、总干管

(1) 基本稳定段(II)类：里程总 4+961~总 6+140、总 9+110~总 9+813、总 10+585~总 11+452，长 2749m，占总干管全长 18.5%。管线沿公路铺设，该段地形坡多为 10~15° 为缓坡，局部为 15~30° 斜坡，多为土质边坡，自然边坡基本稳定；地表不连续分布第四系全新统残坡积层(Q4eld)之含砾粉质黏土、粉质土砾，根据所布置的探井(土钻)揭露厚度为 0.5~2.0m，干一稍湿，呈可塑状，松散一稍密；第四系松散层下伏二叠系上统峨眉山组玄武岩(P2e)、侏

罗系下统下禄丰组泥岩、砂岩、砾岩（J1L），岩石全一强风化。管道的基础持力层部分为残坡积层粉质土砾，部分段为全风化层，根据所作轻型动力触探试验成果，残坡积层粉质土砾及全风化岩层力学强度及承载力相对较好，可直接作为管道及镇墩基础持力层。该部分管线沿线地下水位藏深，对基础施工无影响；临时开挖边坡主要为岩土混合边坡，边坡高2~3m（上部土层厚0.5~1.5m，下部岩层厚1.5~2.0m），无滑坡、坍塌等不良物理地质现象，边坡稳定性较好。

（2）局部稳定性较差段（III）类：里程总 0+000~总 1+200、总 2+050~总 3+050、总 3+110~总 4+250、总 4+340~4+961、总 6+140~总 7+440、总 7+610~总 8+170、总 8+610~总 9+110、总 9+813~总 10+280、总 10+360~总 10+585、总 11+452~总 13+150、总 13+260~总 14+880，长 10331m，占总干管全长 69.4%。

管线沿岸坡布设，该段地形坡 20~30°为斜坡，局部陡坡，多为土质边坡，自然边坡基本稳定；地表分布第四系全新统残坡积层（Q4eld）之含砾粉质黏土、粉质土砾，根据所布置的探井（土钻）揭露厚度为 0.5~5.0m，干—稍湿，呈可塑状，松散—稍密；第四系松散层下伏二叠系上统峨眉山组玄武岩（P2e）、侏罗系下统下禄丰组泥岩、砂岩、砾岩（J1L），岩石全一强风化。

管道的基础持力层部分为残坡积层含砾粉质黏土、粉质土砾，部分段为全风化层，残坡积层含砾粉质黏土，孔隙比较大，多属中压缩性土，力学强度及承载力较差，但由于管道输水荷载较小，残坡积含砾粉质黏土层仍可作为管道基础持力层，但该层土不宜直接选作镇墩基础持力层，建议将表层的第四系松散层清除，将持力层置于下部土体内，并对及其进行换填压实处理；残坡积层粉质土砾及全风化岩层力学强度及承载力相对较好，可直接作为管道及镇墩基础持力层。该部分管线沿线地下水位埋藏深，对基础施工无影响，但由于临时开挖边坡为土质边坡，边坡稳定性较差，基坑开挖坑壁自稳性较差，施工时需采取必要的支护措施。

（3）不稳定段（IV）类：里程总 1+200~总 2+050、总 2+050~总 3+050、总 4+250~总 4+340、总 7+440~总 7+610、总 8+170~总 8+610、总 10+280~总 10+360、总 10+280~总 10+360、总 13+150~总 13+260，长 1800m，占总干管全长 12%。该部分管线多布置于冲沟发育处，沿线地形坡度多为 30~45°，为斜—陡坡，局部为峻坡，为土质边坡，受冲沟流水影响，自然边坡稳定性较差。

管线沿线地表残坡积层及冲洪积层含砾粉质黏土覆盖，厚度一般为 1.5~3.50m，湿—稍湿，可塑状，下伏全—强风化岩层。管道的基础持力层部分为残坡积层、冲洪积层含砾粉质黏土，根据勘探成果，含砾粉质黏土孔隙比较大，多属中压缩性土，力学强度及承载力较差，由于管道输水荷载较小，残坡积、冲洪积含砾粉质黏土层可作为管道基础持力层，但不宜直接选作镇墩基础持力层，建议将表层第四系松散层清除，将持力层置于下部土体之内，并对其采用换填压实处理；下伏全风化岩层力学强度及承载力相对较好，可直接作坡稳定性较差，且部分冲沟处地下水位较高，基坑开挖坑壁自稳性较差，施工时需采取必要的支护措施及作好排水措施。

2、大坪子支管

大坪子支管里程大支 0+000~大支 2+178，长度长 2.178km，设计流量 0.017~0.008m³/s，采用 D165×4.5、D114×4 内外涂塑复核钢管铺设。大坪子支管全段为局部稳定性较差段（III）类。

该段沿岸坡布设，该段地形坡 15~25°为缓—斜坡，边坡为土质边坡，边坡基本稳定。地表分布第四系全新统残坡积层（Q4eld）之含砾粉质黏土，厚度 3~5m，稍湿，呈可塑状；下伏二叠系上统峨嵋山（P2e）玄武岩，岩体全风化。

管道的基础持力层主要为残坡积层含砾粉质黏土，部分段为全风化层，力学强度及承载力较差，但由于管道输水荷载较小，残坡积含砾粉质黏土层仍可作为管道基础持力层，该段镇墩则不宜选土基作为基础持力层，建议将表层的第四系松散层清除，将持力层置于中下部土体之内，并对其进行换填压实处理；下伏全风化岩层力学强度及承载力相对较好，可直接作为管道及镇墩基础持力层。地下水位埋藏深，对基础施工无影响。

3、邓家沟支管

邓家沟支管里程邓支 0+000~邓支 4+819，长 4.819km，其从水库大坝导流输水隧洞出口工作闸阀取水，设计流量 0.004m³/s，采用 D114×4 内外涂塑复核钢管与总干管总 0+000~总 4+819 段并排铺设，其工程地质条件及分段评价为：里程邓支 0+000~邓支 1+200、邓支 2+050~邓支 3+050、邓支 3+110~邓支 4+250、邓支 4+340~邓支 4+819，为局部稳定性较差段（III）类，长 3.819km，占邓家沟支管长 79.2%；邓支 1+200~邓支 2050、里程总 3+050~3+110 段、里程总

4+250~4+340 段，为稳定性差段（IV）类，长 1.0km，占邓家沟支管长 20.8%。

5.1.4 气候、气象

清水河水库所在流域处于哀牢山以东的滇东北中山山原亚区，属北亚热带气候区，雨季主要受季风环流控制，水汽主要来源于西南孟加拉湾及东南海南暖湿气流，冬季受西伯利亚寒冷气流控制，具有明显季节性。夏季主要受西南及东南暖湿气流影响，每年 5 月下旬至 10 月期间湿热多雨，年降雨量集中程度高；枯季干燥少雨，光照少而寒冷，水面蒸发量大。

经统计与工程点相距最近的寻甸县气象站资料，多年平均气温为 14.4℃，极值最高为 33.3℃，极值最低为-6.9℃，多年平均日照时数 2161.9h，相对湿度为 72.6%，多年平均降雨量为 1027.6mm，多年平均蒸发量为 1998.6mm（20cm），多年平均风速为 2.5m/s。夏季的 5~10 月间降雨量较为集中，此间的降雨量占全年降雨量的 88.4%，其中 7~9 月占全年降雨量的 51.7%，此间也是暴雨多发季节，流域多年平均最大 24h 降雨量为 86.5mm，实测最大一日降雨量为 142.4mm（1964 年 7 月 1 日）；冬春季受寒冷气流影响，雨量少（仅占全年雨量的 11.6%），气温低，极值最低为-6.9℃（1974 年 1 月 6 日），风速加大，历年最大风速为 15.3m/s（相应风向为 W），蒸发量增大，因此，本地区具有降雨量丰富，年内分配不均，干湿季分明的季风气候特点，受气候和地形的综合影响，降雨量年际变化小（降雨量的变差系数为 0.20 左右），洗马河流域在一定高程范围内，存在年降雨量有随高程升高而加大的规律。

设计流域乃至整个普渡河流域的径流量均由大气降雨补给，径流情势与年降雨量的年际、年内变化规律基本一致，5~10 月径流量占全年水量的 76.4%，90% 的年最大洪水均在此间发生。

5.1.5 地表水系及水文特征

一、地表水系

清水河水库所在的河道属于长江流域金沙江水系普渡河支流洗马河的支流，河道发源于坝址北侧山麓，主河道自源头由北向南流淌，在锅底塘村进入拟建清水河水库，河道过锅底塘村后汇入洗马河，之后于王家湾村进入王家湾水库，并于三江口汇入普渡河后，最终汇入金沙江。

根据《云南省水功能区划》（2014 年），清水河（小河）未进行水功能区

划，属于洗马河支流，属于洗马河寻甸-禄劝保留区，起点为源头，终点为入普渡河河口，2030 年水质目标为Ⅲ类。

灌溉区地表水为洗马河、龙潭箐、块河。其中龙潭箐、块河没有进行水功能区划，龙塘箐汇入块河，块河汇入小江，属于小江寻甸-东川保留区，起点为清水海出口，终点为入金沙江口。2030 年水质目标为Ⅲ类。

项目管线涉及花沟小河、坝小箐、王家湾水库、龙潭水库、祭山沟。花沟小河和坝小箐汇入块河；王家湾水库于三江口汇入普渡河后，最终汇入金沙江；祭山沟汇入龙潭水库，龙潭水库汇入乌龙河，然后汇入大白河，最终汇入小江。

项目所在区域水系图见图 2-1。

二、水文

1、径流年内分配

初步设计选用恩泽河站代表年的月径流量分配比例进行清水河水库设计径流量的年内分配，经分析后分别选择 1964 年 6 月~1965 年 5 月、1958 年 6 月~1959 年 5 月、1959 年 6 月~1960 年 5 月作为丰水年（P=5%和 25%）、平水年（P=50%）、枯水年（P=75%和 95%）的典型代表年，成果见下表。

表 5.1-1 清水河水库坝址断面年径流月分配成果表 单位：万 m³

频率	6 月	7 月	8 月	9 月	10	11	12	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	年平
P=5%	53.9	65.3	86.4	65.9	44.3	19.3	12.0	8.69	6.99	6.55	5.45	3.99	378.7
P=25%	40.7	49.4	65.3	49.8	33.6	14.6	9.07	6.55	5.29	4.97	4.13	3.02	286.4
P=50%	15.9	45.5	98.3	29.0	16.9	7.88	4.50	2.81	1.90	3.52	2.99	2.67	231.9
P=75%	28.4	37.1	41.6	23.0	22.1	17.0	7.37	2.84	1.40	1.29	1.37	1.29	184.7
P=95%	19.8	25.9	29.1	16.1	15.4	11.9	5.15	1.98	0.98	0.90	0.96	0.90	129.1

2、洪水

初步设计报告根据《云南省暴雨洪水查算图表实用手册》对两个不同系列的暴雨统计参数进行入库洪水计算，成果见下表。

表 5.1-2 清水河水库(采用不同系列暴雨统计参数成果)入库洪水成果比较表

方法	项目	设计洪水				
		P=20%	P=10%	P=5%	P=3.3%	P=0.33%
移置法 (1966-2014)	Q _{max} (m ³ /s)	12.8	17.5	20.8	22.7	34.2
	W _{24h} (万 m ³)	22.7	29.1	34.1	37.1	53.8
移置法 (1966-2020)	Q _{max} (m ³ /s)	13.0	17.0	20.8	23.0	34.9
	W _{24h} (万 m ³)	22.7	28.6	34.3	37.4	54.8
相对误差 (%)	Q _{max} (m ³ /s)	1.3%	-2.9%	0%	1.3%	2.0%
	W _{24h} (万 m ³)	0%	-1.7%	0.5%	0.8%	1.8%

3、泥沙

由于清水河水库及邻近流域内无实测泥沙资料,在现有资料情况下,坝址以上来沙量主要采用云南省土壤侵蚀地图集 2020 年版本来估算。查土壤侵蚀地图集,清水河水库 4.51km²流域内 3.50km²为微度侵蚀,1.01km²为轻度侵蚀。综合考虑水库径流区下垫面等情况后,微度侵蚀的模数取 500t/km²,轻度侵蚀的模数取 1500t/km²。则清水河水库流域多年平均输沙量为 3265t,按推移质占悬移质的 20%计算得推移质多年平均输沙量为 2721t,悬移质多年平均输沙量为 544t。

4、蒸发

多年平均水面蒸发量和多年平均陆面蒸发量,按公式“ $\Delta E = E_{\text{水}} - E_{\text{陆}}$ ”即可得到清水河水库多年平均蒸发增损为 463.1mm。清水河水库蒸发增损年内分配采用邻近的甸尾站多年平均水面观测蒸发分配比计算,成果见下表。

表 5.1-3 清水河水库蒸发增损表 单位: mm

月份	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	全年
月蒸损 (mm)	36.6	38.6	35.8	30.8	25.5	28.7	26.2	30.5	33.7	55.1	65.6	56.2	463.1

5、水位流量关系

计算的清水河水库坝断面水位流量关系见下表。

表 5.1-4 清水河水库坝址水位流量关系曲线成果表

水位 (m)	流量 (m ³ /s)	水位 (m)	流量 (m ³ /s)
2294.0	0	2295.0	19.0
2294.1	0.42	2295.1	22.3
2294.2	1.30	2295.2	25.8
2294.3	2.55	2295.3	29.6
2294.4	4.12	2295.4	33.5
2294.5	5.95	2295.5	37.8
2294.6	8.09	2295.6	42.2
2294.7	10.4	2295.7	46.9
2294.8	13.1	2295.8	51.8
2294.9	15.9	2295.9	56.9

5.1.6 土壤

东川全区土壤共分 10 个土类，23 个亚类，45 个土属，62 个土种。10 个土类为：燥红土 160704 亩，占总土类面积 7.11%；水稻土 53436 亩，占 2.36%；冲积土 87303 亩，占 3.86%；红壤 1084041 亩，占 47.94%；石灰（岩）土 166213 亩，占 7.35%；紫色土 71568 亩，占 3.16%；黄棕壤 182883 亩，占 8.09%；棕壤 229137 亩，占 10.13%；暗棕壤 36785 亩，占 1.63%；亚高山草甸土 189192 亩，占 8.37%。

全区土壤受地势、气候、植被的影响，具有明显的垂直地带性，由下而上有燥红土、红壤、黄红壤、黄棕壤、棕壤、亚高山带草甸土等土类。也有主要受成土母质影响形成的土类，如石灰土、紫色土、冲积土等。其分布如下：

（1）干热河谷区的土壤：以燥红土为主，其次有水稻土、冲积土。集中分布于新村断陷盆地以及小江、金沙江等河谷沿岸海拔 1500m 以下的干热河谷地带。

（2）中山区的土壤：土壤类型以红壤为主，次为石灰（岩）土、紫色土等，分布于海拔 1500—2550m。红壤面积有 108.4 万亩，占全区土地总面积的 38.43%，是分布最广、面积最大的主要土壤类型。自然土壤包括褐红壤、红壤、黄红壤、粗骨性红壤四个亚类，共 91.2 万亩，耕作土壤有红砂土、红土、黄红砂土、大红土、香面土、石碓子土等，面积 17.2 万亩，占全区耕地面积的 53%（旱地的 72%）。东川区红壤除具有红壤一般的通性特点外，还具有成土母质复杂，土层厚薄变异大，分布上限一般比较高，特别缺磷等特点。

(3) 高寒山区的土壤：土壤类型有黄棕壤、棕壤、暗棕壤以及亚高山草甸土。分布于海拔 2550m 以上的中山、高山区。四个土类的总面积 63.8 万亩，占土地面积的 22.6%。

根据调查，水库拟建区域位于红土地镇，土壤类型主要为红壤。

5.2 环境质量现状调查与评价

5.2.1 环境空气质量现状评价

一、环境公报公布的达标情况

本项目水库枢纽所在区域为昆明市的东川区，管线穿越区域为昆明市的东川区和昆明市的寻甸回族彝族自治县。

根据《2022 年度昆明市生态环境状况公报》，各县(市)区环境空气质量总体保持良好。与 2021 年相比，安宁市、禄劝县、石林县、嵩明县、富民县、宜良县、寻甸县环境空气综合污染指数有所下降，东川区环境空气综合污染指数有所上升。说明东川区、寻甸回族彝族自治县空气质量良好。

二、项目所在区域达标情况

本评价收集了项目所在地五个区的数据：东川区、寻甸回族彝族自治县 2021 年逐日环境质量常规监测数据，具体见表 5.2-1。由表 5.2-1 可知，2021 年东川区、寻甸回族彝族自治县基本污染物均满足《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 二级标准要求。（注：数据来源为已经批复的昆明金水铜冶炼有限公司年产 20 万吨阴极铜技术提升改造资源综合利用项目环境影响报告书）

表 5.4-1 2021 年基本污染物年均浓度监测情况

区域	污 染 物	评价指标	质量浓度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	二类标准 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	占标率%	达 标 情 况
东 川 区	SO ₂	年平均质量浓度	28.72	60	47.87	达标
		98%百分位日平均	103	150	68.67	达标
	NO ₂	年平均质量浓度	9.73	40	24.33	达标
		98%百分位日平均	21	80	26.25	达标
	PM ₁₀	年平均质量浓度	38.1	70	54.43	达标
		95%百分位日平均	76	150	50.67	达标
	PM _{2.5}	年平均质量浓度	20.95	35	59.85	达标
		95%百分位日平均	41	75	54.67	达标
	CO	95%保证率日均质量浓度	1000	4000	25	达标
寻 甸	O ₃	90%保证率日均质量浓度	121	160	75.63	达标
		年平均质量浓度	7	60	11.67	达标

回 族 彝 族 自 治 县		98%百分位日平均	12	150	8	达标
	NO ₂	年平均质量浓度	12	40	30	达标
		98%百分位日平均	22	80	27.5	达标
	PM ₁₀	年平均质量浓度	43	70	61.43	达标
		95%百分位日平均	82	150	54.67	达标
	PM _{2.5}	年平均质量浓度	27	35	77.14	达标
		95%百分位日平均	54	75	72	达标
	CO	95%保证率日均质量浓度	1000	4000	25	达标
	O ₃	90%保证率日均质量浓度	67	160	41.88	达标

三、补充监测

本项目施工期大气污染物主要为 TSP，本次评价委托云南清科检测服务有限公司对项目区 TSP 进行了补充监测。

(1) 监测点位

1 个，锅底塘村。

(2) 监测频次、时间

连续监测 7 天，日均值。监测时间 2024 年 1 月 11 至 17 日。

(3) 监测方法

监测方法按《环境空气质量标准》（GB3095-2012）规定方法监测。

(4) 监测结果

检测点位 置	检测项 目	日均值检测结果（mg/m ³ ）							标准限 值 （mg/m ³ ）
		2024 年 01 月 11 日	2024 年 01 月 12 日	2024 年 01 月 13 日	2024 年 01 月 14 日	2024 年 01 月 15 日	2024 年 01 月 16 日	2024 年 01 月 17 日	
锅底塘村	TSP	0.124	0.131	0.112	0.116	0.121	0.105	0.108	0.3

注：执行《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）及其修改单中二级标准要求。

根据监测结果，项目区 TSP 浓度满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中的二级标准要求。

5.2.2 地表水环境质量现状评价

一、地表水环境质量标准

清水河水库所在的河道属于长江流域金沙江水系普渡河支流洗马河的支流，河道发源于坝址北侧山麓，主河道自源头由北向南流淌，在锅底塘村进入拟建清水河水库，河道过锅底塘村后汇入洗马河，之后于王家湾村进入王家湾水库，并于三江口汇入普渡河后，最终汇入金沙江。

根据《云南省水功能区划》（2014 年），清水河未进行水功能区划，属于洗马河支流，属于洗马河寻甸-禄劝保留区，起点为源头，终点为入普渡河河口，2030 年水质目标为Ⅲ类。

根据工程灌区布置，工程受水区分为锅底塘片区、邓家沟片区、花沟片区、大红地片区、冬瓜湾片区、大坪子片区、松毛棚片区和草海子片区。锅底塘片区人畜用水、灌溉水退水进入清水河，涉及退水河段长度 1335.322m；邓家沟片区退水一部分通过片区内人工沟渠进入清水河，涉及清水河退水河段长度 512.203m，一部分进入洗马河，涉及洗马河（王家湾水库下游）退水长度 1218.435m；花沟片区退水进入花沟小河，涉及退水河段长度 1656.145m；大红地片区退水通过季节性沟箐进入龙潭箐，涉及退水河段长度 1099.176m；冬瓜湾片区退水进入蚂蝗箐，涉及退水长度 1340.085m；大坪子片区退水部分进入龙潭箐，涉及龙潭箐退水河段长度 2390.197m，部分进入块河，涉及块河退水河段长度 2466.324m；松毛棚片区退水部分进入块河，退水河段长度 1601.741m；草海子片区退水进入块河，涉及退水河段长度 1074.186m。小河、洗马河属于长江流域金沙江水系普渡河支流；花沟小河、龙潭箐、蚂蝗箐、块河属于长江流域金沙江水系小江支流，其中蚂蝗箐为龙潭箐季节性支流。

根据《云南省水功能区划》（2014 年修订），普渡河富民-禄劝保留区富民大桥—入金沙江口段 2030 年水质目标为Ⅳ类，按照Ⅳ水质进行保护，普渡河未进行二级功能区划分，按照支流不低于干流保护的原则，受、退水区小河按照Ⅳ类水质进行保护，评价区内洗马河一级功能区划属于洗马河寻甸-禄劝保留区，2030 年水质目标为Ⅲ类水质，按照Ⅲ类水质进行保护。根据《云南省水功能区划》（2014 年修订），评价区小江位于清水海出口以下河段，一级功能区划为小江寻甸-东川保留区，2030 年水质保护目标为Ⅲ类水质，小江流域无二级功能区划，按照支流不低于干流保护的原则，花沟小河、龙潭箐、蚂蝗箐、块河按照Ⅲ类水质进行保护。

项目管线涉及花沟小河、坝小箐、王家湾水库、龙潭水库、祭山沟、大豆沟，花沟小河和坝小箐汇入块河，王家湾水库并于三江口汇入普渡河后，最终汇入金沙江。花沟小河、坝小箐、王家湾水库未进行水功能区划，花沟小河、坝小箐汇入块河进入小江，属于小江寻甸-东川保留区，起点为清水海出口，终点为入金

沙江口，2030 年水质目标为Ⅲ类。王家湾水库属于洗马河支流，属于洗马河寻甸-禄劝保留区，起点为源头，终点为入普渡河河口，2030 年水质目标为Ⅲ类。大豆沟汇入洗马河，属于洗马河支流，属于洗马河寻甸-禄劝保留区，起点为源头，终点为入普渡河河口，2030 年水质目标为Ⅲ类。龙潭水库、祭山沟未进行水功能区划，祭山沟汇入龙潭水库，龙潭水库汇入乌龙河，然后汇入大白河，最终汇入小江，属于小江寻甸-东川保留区，起点为清水海出口，终点为入金沙江口，2030 年水质目标为Ⅲ类。

二、达标区域判定

本项目为水库项目兼引水及灌溉工程，水库生态流量下泄流向为：水库生态流量下泄口→小河→洗马河→普渡河→金沙江，引水灌溉工程流向为：水库→洗马河，水库→块河→小江，水库→龙潭箐→小江。管线区域：花沟小河和坝小箐→块河→小江，祭山沟→龙潭水库→乌龙河→大白河→小江，大豆沟→王家湾水库→洗马河。根据《2022 年度昆明市生态环境状况公报》，长江水系中，小江与 2021 年相比，四级站断面、阿旺(姑海)断面水质类别保持 II 类，金沙江与 2021 年相比，蒙姑断面水质类别保持 II 类不变。

1、小江

引用已经批复的《昆明金水铜冶炼有限公司年产 20 万吨阴极铜技术提升改造资源综合利用项目环境影响报告书》中描述的板河口市控断面、小江桥市控断面和四级站国控断面 2019-2021 年的监测数据，监测因子为 COD、BOD₅、氨氮、总磷、砷、氟化物、挥发酚、氰化物、总汞、六价铬、铅、镉、石油类。板河口断面、小江桥断面和四级站断面水质保护目标为Ⅲ类。

表 5.2-3 小江板河口断面各因子历年监测数据汇总表（单位：mg/L）

污染物	2019	2020	2021	Ⅲ类标准	是否达标
COD	6	8	7	20	达标
BOD ₅	2	2	2	4	达标
氨氮	0.23	0.31	0.23	1.0	达标
总磷	0.16	0.11	0.12	0.2	达标
砷	0.035	0.0175	0.032	0.05	达标
氟化物	0.27	0.31	0.30	1.0	达标
挥发酚	0.0003L	0.0003L	0.0003L	0.005	达标
氰化物	0.004L	0.004L	0.004L	0.2	达标
总汞	0.00004L	0.00004L	0.00004L	0.0001	达标
六价铬	0.00225	0.004L	0.004L	0.05	达标

铅	0.00108	0.002L	0.002L	0.05	达标
镉	0.00023	0.0001L	0.0001L	0.005	达标
石油类	0.005	0.01L	0.01L	0.05	达标

表 5.2-4 小江小江桥断面各因子历年监测数据汇总表（单位：mg/L）

污染物	2019	2020	2021	III类标准	是否达标
COD	6	8	7	20	达标
BOD5	3	1.9	2	4	达标
氨氮	0.19	0.29	0.22	1.0	达标
总磷	0.15	0.11	0.12	0.2	达标
砷	0.035	0.0170	0.027	0.05	达标
氟化物	0.26	0.31	0.28	1.0	达标
挥发酚	0.0003L	0.0003L	0.0003L	0.005	达标
氰化物	0.004L	0.004L	0.004L	0.2	达标
总汞	0.00004L	0.00004L	0.00004L	0.0001	达标
六价铬	0.004L	0.004L	0.004L	0.05	达标
铅	0.00088	0.002L	0.002L	0.05	达标
镉	0.00029	0.0001L	0.0001L	0.005	达标
石油类	0.01L	0.01L	0.01L	0.05	达标

表 5.2-5 小江四级电站断面各因子历年监测数据汇总表（单位：mg/L）

污染物	2019	2020	2021	III类标准	是否达标
COD	5	8	9	20	达标
BOD5	1	0.89	2	4	达标
氨氮	0.17	0.10	0.06	1.0	达标
总磷	0.09	0.10	0.05	0.2	达标
砷	0.004	0.004	0.003	0.05	达标
氟化物	0.16	0.17	0.17	1.0	达标
挥发酚	0.00015	0.0003L	0.0004	0.005	达标
氰化物	0.00188	0.004L	0.004L	0.2	达标
总汞	0.00002	0.00004L	0.00004L	0.0001	达标
六价铬	0.00933	0.012	0.009	0.05	达标
铅	0.00092	0.002L	0.002L	0.05	达标
镉	0.00005	0.0001L	0.0001L	0.005	达标
石油类	0.01625	0.01L	0.013	0.05	达标

由上表可知，2019-2021 年东川区小江各断面水质状况基本稳定，均符合《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类水质标准。

2、洗马河

根据寻甸回族彝族自治县人民政府发布的《2022 年 1~12 月寻甸县水环境质量监测月报》统计，洗马河（虎街 2 号大桥）断面 2022 年 1~12 月的水质情况如下表。

表 5.2-6 2022 年洗马河水环境质量统计

测点名称	水环境质量标准	监测时间	监测结果	达标情况
洗马河（虎街 2 号大桥）断面	III类	2022 年 1 月	III类	达标
		2022 年 2 月	III类	达标
		2022 年 3 月	II 类	达标
		2022 年 4 月	IV类	化学需氧量(0.2) (IV类)，不达标
		2022 年 5 月	III类	达标
		2022 年 6 月	III类	达标
		2022 年 7 月	II 类	达标
		2022 年 8 月	IV类	总磷(0.2) (IV类)，不达标
		2022 年 9 月	IV类	化学需氧量(0.1) (IV类)，不达标
		2022 年 12 月	II 类	达标

根据寻甸回族彝族自治县人民政府发布《2022 年 1~12 月寻甸县水环境质量监测月报》统计，洗马河（虎街 2 号大桥）断面在 2022 年 4 月、8 月、9 月出现不达标的情况，由于化学需氧量和总磷超标。洗马河（虎街 2 号大桥）断面不满足地表水水质要求。

三、引用监测结果

2020 年 8 月昆明市水利水电勘测设计研究院有限责任公司委托云南浩辰环保科技有限公司对清水河水库坝址处的河水水样进行了水质检测，根据监测结果，清水河水库坝址断面水质现状可满足 II 类水质要求。数据来源为项目初步设计说明。

表 5.2-7 2020 年 8 月清水河水库坝址处的河水水质监测结果

常规项目									
项目	水温	pH 值	溶解氧	高锰酸盐	COD	BOD ₅	氨氮	总磷	总氮
单位	℃	-	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Ⅱ类标准	-	6-9	≥6	≤4	≤15	≤3	≤0.5	≤0.1	≤0.5
检测值		7.61	5.94	1.5	8	1.6	0.130	0.03	0.15
达标情况	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
常规项目									
项目	铜	锌	氟化物	硒	砷	铬（六价）		铅	
单位	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L		mg/L	
Ⅱ类标准	≤1	≤1	≤1	≤0.01	≤0.05	≤0.05		≤0.01	
监测值	0.05L	0.05L	0.11	<0.0004	<0.0003	0.017		<0.001	
达标情况	达标	达标	达标	达标	达标	达标		达标	
常规项目									
项目	汞	镉	硫化物	氰化物	挥发酚	石油类	阴离子	粪大肠菌群	
单位	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	个/L	
Ⅱ类标准	≤0.0005	≤0.005	≤0.1	≤0.05	≤0.002	≤0.05	≤0.2	≤2000	
监测值	<0.00004	<0.0001	<0.005	<0.04	<0.0003	<0.01	<0.05	6900	
达标情况	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	
集中式饮用水水源地补充项目									
项目	硫酸盐	氯化物		硝酸盐	铁		锰		
单位	mg/L	mg/L		mg/L	mg/L		mg/L		
限制	≤250	≤250		≤10	≤0.3		≤0.1		
监测值	14	0.2		0.14	0.18		0.08		
达标情况	达标	达标		达标	达标		达标		

四、补充监测

1、拟建水库库区地表水补充监测

（1）监测点位：1#坝址处、2#库尾断面、3#库区主要支流汇入断面、4#坝址下游 500 断面、5#清水河汇入洗马河断面。

（2）监测时间：2023 年 2 月 18 日，2023 年 7 月 9 日，2024 年 1 月 11-13 日。

（3）监测因子：pH、水温、溶解氧、COD、BOD₅、氨氮、TP、TN、氟化物、氰化物、六价铬、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、硫化物、粪大肠杆菌、硫酸盐、硝酸盐、铁、锰、氯化物、铜、锌、铅、汞、镉。

（4）监测方法：监测方法按《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）规定方法监测。

（5）评价方法

采用《环境影响评价技术导则-地表水环境》（HJ 2.3-2018）中推荐的单项水质参数评价法进行评价。计算公式如下：

①污染物的单项指数

$$S_{ij}=C_{ij}/C_{sj}$$

式中, S_{ij} : 第 i 种污染物在第 j 点的标准指数;

C_{ij} : 第 i 种污染物在第 j 点的监测平均浓度值, mg/L;

C_{sj} : 第 i 种污染物的地表水水质标准值, mg/L;

水质参数的标准指数 >1 , 表明该水质参数超过了规定的水质标准, 不能满足现状使用功能要求。

②pH

$$S_{pH,j} = \frac{7.0 - pH_j}{7.0 - pH_{sd}} \quad pH_j \leq 7.0$$

$$S_{pH,j} = \frac{pH_j - 7.0}{pH_{su} - 7.0} \quad pH_j > 7.0$$

式中, S_{pHj} : 为水质参数 pH 在 j 点的标准指数;

pH_j : 为 j 点的 pH 值;

pH_{su} : 为地表水水质标准中规定的 pH 值上限;

pH_{sd} : 为地表水水质标准中规定的 pH 值下限。

③溶解氧的标准指数

当 $DO_j \leq DO_f$ 时:

$$S_{DO,j} = DO_s / DO_j$$

当 $DO_j > DO_f$ 时:

$$S_{DO,f} = |DO_f - DO_j| / (DO_f - DO_s)$$

式中: $S_{DO,j}$ ——溶解氧的标准指数, 大于 1 表明该水质因子超标;

DO_j ——溶解氧在 j 点的实测统计代表值, mg/L;

DO_s ——溶解氧的水质评价标准限值, mg/L;

DO_f ——饱和溶解氧浓度, mg/L, 对于河流, $DO_f = 468 / (31.6 + T)$;

对于盐度比较高的湖泊、水库及入海河口、近岸海域, $DO_f = (491 - 2.71S) / (33.5 + T)$;

S ——实用盐度符号, 量纲一;

T ——水温, $^{\circ}C$ 。

(6) 监测及评价结果

①枯水期

表 5.2-8 清水河水库 2023 年 2 月监测结果

采样时间	2023 年 2 月 18 日					监测最大值	III类标准值	指标指数	达标情况
指标 mg/L	1#坝址处	2#库尾断面	3#库区主要支流汇入断面	4#坝址下游 500 断面	5#清水河汇入洗马河断面				
pH	7.47	7.4	7.29	7.08	7.53	7.53	$6 \leq \text{pH} \leq 9$	0.27	达标
水温℃	6.1	7.2	6.4	8.6	6.9	8.6	/	/	/
溶解氧	6.3	6.6	6.7	6.0	6.7	6.0	≥ 5	0.83	达标
COD	13	11	9	14	11	13	≤ 20	0.65	达标
BOD ₅	3.1	2.6	2.2	3.4	2.7	3.4	≤ 4	0.85	达标
氨氮	0.541	0.396	0.263	0.708	0.453	0.708	≤ 1.0	0.71	达标
总磷	<0.01	<0.01	<0.01	0.02	<0.01	0.02	≤ 0.2	0.1	达标
总氮	0.768	0.601	0.412	0.893	0.721	0.893	≤ 1.0	0.89	达标
氟化物	0.184	0.142	0.109	0.189	0.150	0.189	≤ 1.0	0.19	达标
氰化物	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	≤ 0.2	0.01	达标
六价铬	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	≤ 0.05	0.04	达标
挥发酚	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	≤ 0.05	0.003	达标
石油类	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	≤ 0.05	0.1	达标
阴离子表面活性剂	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	≤ 0.2	0.13	达标
硫化物	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	≤ 0.2	0.0075	达标
粪大肠杆菌	970	780	640	1200	790	1200	≤ 10000	0.12	达标
硫酸盐	36	34	32	38	33	38	≤ 250	0.15	达标
硝酸盐	4.27	3.85	2.77	4.90	3.46	4.90	≤ 10	0.49	达标

铁	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	≤0.3	0.02	达标
锰	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	≤0.1	0.05	达标
氯化物	22.7	20.1	18.8	24.3	18.3	24.3	≤250	0.1	达标
铜	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	≤1.0	0.03	达标
锌	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	≤1.0	0.03	达标
铅	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	≤0.05	0.01	达标
汞	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	≤0.0001	0.2	达标
镉	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	≤0.005	0.01	达标

表 5.2-9 清水河水库 2024 年 1 月监测结果

检测点位置	检测项目	检测结果(mg/L)			标准限值 (mg/L)	监测最大 值	指标指 数	达标情 况
		2024 年 01 月 11 日	2024 年 01 月 12 日	2024 年 01 月 13 日				
1#坝址处	pH 值	7.28	7.34	7.31	6-9（无量纲）	7.34	0.17	达标
	水温（℃）	8	7	7	--	8	/	/
	化学需氧量	11	12	10	20	12	0.6	达标
	五日生化需氧量	1.8	1.6	1.7	4	1.8	0.45	达标
	氨氮	0.19	0.21	0.18	1.0	0.21	0.21	达标
	总磷	0.01	0.01	0.02	0.2	0.02	0.1	达标
	总氮	0.56	0.62	0.57	1.0	0.62	0.62	达标
	氟化物	0.21	0.19	0.22	1.0	0.22	0.22	达标
	挥发酚	<0.0003	<0.0003	<0.0003	0.005	<0.0003	0.03	达标
	石油类	<0.01	<0.01	<0.01	0.05	<0.01	0.1	达标
	阴离子表面活性剂	<0.05	<0.05	<0.05	0.2	<0.05	0.13	达标
	硫化物	<0.005	<0.005	<0.005	0.2	<0.005	0.13	达标
	硫酸盐	37	42	39	250	42	0.17	达标

	硝酸盐	1.68	1.79	1.62	10	1.79	0.18	达标
	氯化物	19	21	23	250	23	0.09	达标
	氰化物	<0.004	<0.004	<0.004	0.2	<0.004	0.01	达标
	溶解氧	7.8	7.5	7.9	≥5	7.5	0.67	达标
	六价铬	<0.004	<0.004	<0.004	0.05	<0.004	0.04	达标
	粪大肠菌群	210	230	190	10000 个/L	230	0.023	达标
	铁	<0.03	<0.03	<0.03	0.3	<0.03	0.05	达标
	锰	<0.01	<0.01	<0.01	0.1	<0.01	0.05	达标
	铜	<0.05	<0.05	<0.05	1.0	<0.05	0.03	达标
	锌	<0.05	<0.05	<0.05	1.0	<0.05	0.03	达标
	铅	<0.01	<0.01	<0.01	0.05	<0.01	0.1	达标
	镉	<0.001	<0.001	<0.001	0.005	<0.001	0.2	达标
	汞	<0.00004	<0.00004	<0.00004	0.0001	<0.00004	0.2	达标
2#库尾 断面	pH 值	7.35	7.29	7.32	6-9（无量纲）	7.35		达标
	水温（℃）	7	6	7	--	7	/	/
	化学需氧量	11	10	12	20	12	0.6	达标
	五日生化需氧量	1.8	1.6	1.7	4	1.8	0.45	达标
	氨氮	0.24	0.19	0.21	1.0	0.24	0.24	达标
	总磷	0.02	0.01	0.02	0.2	0.02	0.1	达标
	总氮	0.53	0.58	0.56	1.0	0.58	0.58	达标
	氟化物	0.22	0.18	0.19	1.0	0.22	0.22	达标
	挥发酚	<0.0003	<0.0003	<0.0003	0.005	<0.0003	0.03	达标
	石油类	<0.01	<0.01	<0.01	0.05	<0.01	0.1	达标
	阴离子表面活性剂	<0.05	<0.05	<0.05	0.2	<0.05	0.13	达标
	硫化物	<0.005	<0.005	<0.005	0.2	<0.005	0.13	达标

	硫酸盐	39	42	37	250	42	0.17	达标
	硝酸盐	1.67	1.88	1.59	10	1.88	0.19	达标
	氯化物	19	17	18	250	19	0.08	达标
	氰化物	<0.004	<0.004	<0.004	0.2	<0.004	0.01	达标
	溶解氧	8.1	7.6	7.8	≥5	7.6	0.66	达标
	六价铬	<0.004	<0.004	<0.004	0.05	<0.004	0.04	达标
	粪大肠菌群	240	180	190	10000 个/L	240	0.024	达标
	铁	<0.03	<0.03	<0.03	0.3	<0.03	0.05	达标
	锰	<0.01	<0.01	<0.01	0.1	<0.01	0.05	达标
	铜	<0.05	<0.05	<0.05	1.0	<0.05	0.03	达标
	锌	<0.05	<0.05	<0.05	1.0	<0.05	0.03	达标
	铅	<0.01	<0.01	<0.01	0.05	<0.01	0.1	达标
	镉	<0.001	<0.001	<0.001	0.005	<0.001	0.2	达标
	汞	<0.00004	<0.00004	<0.00004	0.0001	<0.00004	0.2	达标
3#库区 主要支 流汇入 断面	pH 值	7.35	7.26	7.29	6-9（无量纲）	7.35	0.18	达标
	水温（℃）	8	7	8	--	8	/	/
	化学需氧量	12	10	11	20	12	0.6	达标
	五日生化需氧量	1.8	1.6	1.9	4	1.9	0.48	达标
	氨氮	0.21	0.17	0.18	1.0	0.21	0.21	达标
	总磷	0.02	0.02	0.01	0.2	0.02	0.1	达标
	总氮	0.63	0.54	0.58	1.0	0.63	0.63	达标
	氟化物	0.17	0.21	0.23	1.0	0.23	0.23	达标
	挥发酚	<0.0003	<0.0003	<0.0003	0.005	<0.0003	0.03	达标
	石油类	<0.01	<0.01	<0.01	0.05	<0.01	0.1	达标
	阴离子表面活性剂	<0.05	<0.05	<0.05	0.2	<0.05	0.13	达标

	硫化物	<0.005	<0.005	<0.005	0.2	<0.005	0.13	达标
	硫酸盐	45	42	41	250	45	0.18	达标
	硝酸盐	1.64	1.38	1.49	10	1.64	0.16	达标
	氯化物	24	23	22	250	24	0.1	达标
	氰化物	<0.004	<0.004	<0.004	0.2	<0.004	0.01	达标
	溶解氧	7.5	7.3	7.7	≥5	7.3	0.68	达标
	六价铬	<0.004	<0.004	<0.004	0.05	<0.004	0.04	达标
	粪大肠菌群	180	190	210	10000 个/L	210	0.021	达标
	铁	<0.03	<0.03	<0.03	0.3	<0.03	0.05	达标
	锰	<0.01	<0.01	<0.01	0.1	<0.01	0.05	达标
	铜	<0.05	<0.05	<0.05	1.0	<0.05	0.03	达标
	锌	<0.05	<0.05	<0.05	1.0	<0.05	0.03	达标
	铅	<0.01	<0.01	<0.01	0.05	<0.01	0.1	达标
	镉	<0.001	<0.001	<0.001	0.005	<0.001	0.2	达标
	汞	<0.00004	<0.00004	<0.00004	0.0001	<0.00004	0.2	达标
4#坝址 下游 500 断面	pH 值	7.34	7.26	7.37	6-9（无量纲）	7.37	0.19	达标
	水温（℃）	8	7	8	--	8	/	/
	化学需氧量	10	9	11	20	11	0.55	达标
	五日生化需氧量	1.7	1.9	2.1	4	2.1	0.53	达标
	氨氮	0.21	0.18	0.23	1.0	0.23	0.23	达标
	总磷	0.01	0.02	0.01	0.2	0.02	0.1	达标
	总氮	0.65	0.58	0.62	1.0	0.65	0.65	达标
	氟化物	0.24	0.21	0.23	1.0	0.24	0.24	达标
	挥发酚	<0.0003	<0.0003	<0.0003	0.005	<0.0003	0.03	达标
	石油类	<0.01	<0.01	<0.01	0.05	<0.01	0.1	达标

	阴离子表面活性剂	<0.05	<0.05	<0.05	0.2	<0.05	0.13	达标
	硫化物	<0.005	<0.005	<0.005	0.2	<0.005	0.13	达标
	硫酸盐	46	42	43	250	46	0.18	达标
	硝酸盐	1.24	1.53	1.46	10	1.53	0.15	达标
	氯化物	21	24	23	250	24	0.1	达标
	氰化物	<0.004	<0.004	<0.004	0.2	<0.004	0.01	达标
	溶解氧	8.1	7.6	7.9	≥5	7.6	0.66	达标
	六价铬	<0.004	<0.004	<0.004	0.05	<0.004	0.04	达标
	粪大肠菌群	180	190	170	10000 个/L	190	0.02	达标
	铁	<0.03	<0.03	<0.03	0.3	<0.03	0.05	达标
	锰	<0.01	<0.01	<0.01	0.1	<0.01	0.05	达标
	铜	<0.05	<0.05	<0.05	1.0	<0.05	0.03	达标
	锌	<0.05	<0.05	<0.05	1.0	<0.05	0.03	达标
	铅	<0.01	<0.01	<0.01	0.05	<0.01	0.1	达标
	镉	<0.001	<0.001	<0.001	0.005	<0.001	0.2	达标
	汞	<0.00004	<0.00004	<0.00004	0.0001	<0.00004	0.2	达标
5#清水 河汇入 洗马河 断面	pH 值	7.43	7.38	7.39	6-9（无量纲）	7.43	0.22	达标
	水温（℃）	8	7	7	--	8	/	/
	化学需氧量	10	12	11	20	12	0.6	达标
	五日生化需氧量	1.8	1.7	2.0	4	2.0	0.5	达标
	氨氮	0.24	0.19	0.23	1.0	0.24	0.24	达标
	总磷	0.02	0.01	0.01	0.2	0.02	0.1	达标
	总氮	0.59	0.62	0.64	1.0	0.64	0.64	达标
	氟化物	0.22	0.19	0.25	1.0	0.25	0.25	达标
	挥发酚	<0.0003	<0.0003	<0.0003	0.005	<0.0003	0.03	达标

	石油类	<0.01	<0.01	<0.01	0.05	<0.01	0.1	达标
	阴离子表面活性剂	<0.05	<0.05	<0.05	0.2	<0.05	0.13	达标
	硫化物	<0.005	<0.005	<0.005	0.2	<0.005	0.13	达标
	硫酸盐	42	39	41	250	42	0.17	达标
	硝酸盐	1.55	1.46	1.73	10	1.73	0.17	达标
	氯化物	23	21	19	250	23	0.09	达标
	氰化物	<0.004	<0.004	<0.004	0.2	<0.004	0.01	达标
	溶解氧	8.2	7.6	7.9	≥5	7.6	0.66	达标
	六价铬	<0.004	<0.004	<0.004	0.05	<0.004	0.04	达标
	粪大肠菌群	190	180	210	10000 个/L	210	0.02	达标
	铁	<0.03	<0.03	<0.03	0.3	<0.03	0.05	达标
	锰	<0.01	<0.01	<0.01	0.1	<0.01	0.05	达标
	铜	<0.05	<0.05	<0.05	1.0	<0.05	0.03	达标
	锌	<0.05	<0.05	<0.05	1.0	<0.05	0.03	达标
	铅	<0.01	<0.01	<0.01	0.05	<0.01	0.1	达标
	镉	<0.001	<0.001	<0.001	0.005	<0.001	0.2	达标
	汞	<0.00004	<0.00004	<0.00004	0.0001	<0.00004	0.2	达标

②丰水期

表 5.2-10 清水河水库 2023 年 7 月监测结果

采样时间	2023 年 7 月 9 日					监测最大 值	III类标准 值	指标指 数	达 标 情况
指标 mg/L	1#坝址处	2#库尾断面	3#库区主要支流汇 入断面	4#坝址下游 500 断面	5#清水河汇入洗马河 断面				
pH	7.32	7.56	7.53	7.54	7.72	7.72	6≤pH≤9	0.36	达标
水温℃	14.6	14.8	14.7	14.5	15.2	15.2	/	/	/

溶解氧	7.2	6.7	6.5	7.1	6.1	6.1	≥5	0.82	达标
COD	7	11	10	9	14	14	≤20	0.7	达标
BOD ₅	1.7	2.6	2.4	2.1	3.4	3.4	≤4	0.85	达标
氨氮	0.126	0.222	0.242	0.237	0.337	0.337	≤1.0	0.34	达标
总磷	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	≤0.2	0.03	达标
总氮	0.224	0.316	0.352	0.342	0.448	0.448	≤1.0	0.45	达标
氟化物	0.1509	0.269	0.254	0.262	0.368	0.368	≤1.0	0.37	达标
氰化物	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	≤0.2	0.01	达标
六价铬	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	≤0.05	0.04	达标
挥发酚	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	≤0.05	0.003	达标
石油类	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	≤0.05	0.1	达标
阴离子表面活性剂	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	≤0.2	0.13	达标
硫化物	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	≤0.2	0.0075	达标
粪大肠杆菌	660	850	890	840	1120	1120	≤10000	0.11	达标
硫酸盐	27	31	30	30	34	34	≤250	0.14	达标
硝酸盐	2.16	3.14	3.27	3.31	3.78	3.78	≤10	0.37	达标
铁	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	≤0.3	0.02	达标
锰	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	≤0.1	0.05	达标
氯化物	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	≤250	0.005	达标
铜	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	≤1.0	0.03	达标
锌	<0.009	<0.009	<0.009	<0.009	<0.009	<0.009	≤1.0	0.005	达标
铅	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	≤0.05	0.01	达标
汞	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	≤0.0001	0.2	达标
镉	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	≤0.005	0.1	达标

根据监测结果，清水河水库所在水域丰水期、枯水期水质监测指标浓度值均满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中III类标准值要求及集中式生活饮用水地表水源补充项目标准限值。

2、退水区地表水补充监测

- （1）监测点位：龙潭箐断面、块河断面（注：退水区域还包括洗马河，在上述库区地表水监测中已经监测）。
- （2）监测时间：2024 年 1 月 11-13 日。
- （3）监测因子：pH、COD、BOD₅、氨氮、TP、TN、氟化物、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、硫化物、硫酸盐、硝酸盐、氯化物。
- （4）监测方法：监测方法按《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）规定方法监测。

表 5.2-11 退水区 2024 年 1 月监测结果

检测点位置	检测项目	检测结果(mg/L)			标准限值 (mg/L)	监测最大 值	指标指数	达标情 况
		2024 年 01 月 11 日	2024 年 01 月 12 日	2024 年 01 月 13 日				
龙潭箐 断面	pH 值	7.31	7.35	7.29	6-9（无量纲）	7.35	0.18	达标
	化学需氧量	12	11	10	20	12	0.6	达标
	五日生化需氧量	1.4	1.7	1.6	4	1.7	0.43	达标
	氨氮	0.26	0.31	0.28	1.0	0.31	0.31	达标
	总磷	0.02	0.01	0.02	0.2	0.02	0.1	达标
	总氮	0.67	0.59	0.63	1.0	0.67	0.67	达标
	氟化物	0.22	0.24	0.25	1.0	0.25	0.25	达标
	挥发酚	<0.0003	<0.0003	<0.0003	0.005	<0.0003	0.003	达标
	石油类	<0.01	<0.01	<0.01	0.05	<0.01	0.1	达标

	阴离子表面活性剂	<0.05	<0.05	<0.05	0.2	<0.05	0.13	达标
	硫化物	<0.005	<0.005	<0.005	0.2	<0.005	0.0075	达标
	硫酸盐	38	42	37	250	42	0.17	达标
	硝酸盐	2.25	1.97	1.13	10	2.25	0.23	达标
	氯化物	24	23	25	250	25	0.1	达标
块河断面	pH 值	7.38	7.46	7.41	6-9 (无量纲)	7.46	0.23	达标
	化学需氧量	14	12	13	20	14	0.7	达标
	五日生化需氧量	1.8	1.6	1.7	4	1.8	0.45	达标
	氨氮	0.25	0.31	0.29	1.0	0.31	0.31	达标
	总磷	0.01	0.02	0.02	0.2	0.02	0.1	达标
	总氮	0.59	0.67	0.63	1.0	0.67	0.67	达标
	氟化物	0.31	0.26	0.28	1.0	0.31	0.31	达标
	挥发酚	<0.0003	<0.0003	<0.0003	0.005	<0.0003	0.003	达标
	石油类	<0.01	<0.01	<0.01	0.05	<0.01	0.1	达标
	阴离子表面活性剂	<0.05	<0.05	<0.05	0.2	<0.05	0.13	达标
	硫化物	<0.005	<0.005	<0.005	0.2	<0.005	0.0075	达标
	硫酸盐	45	42	41	250	45	0.18	达标
	硝酸盐	2.06	1.98	2.15	10	2.15	0.22	达标
	氯化物	19	23	24	250	24	0.1	达标

根据监测结果，项目退水区水域水质监测指标浓度值均满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中Ⅲ类标准值要求。

5.2.3 地下水环境质量现状评价

1、监测布点

本次评价地下水环境质量监测布点选取拟建清水河水库库区上游设置 1 个监测点位，下游设置 2 个监测点。其中上游监测点位坐标(103° 3′ 48.15370″ , 25° 55′ 6.44155″)，下游监测点位坐标(103° 3′ 18.89616″ , 25° 54′ 39.30833″)，(103° 3′ 19.40793″ , 25° 54′ 41.83819″)。

2、监测时间及频次

本次评价委托云南清科检测服务有限公司进行地下水质量现状监测，监测时间为 2024 年 1 月 11 日和 12 日，每天采样 1 次。

3、监测项目：K⁺、Na⁺、Ca²⁺、Mg²⁺、CO₃²⁻、HCO₃³⁻、Cl⁻、SO₄²⁻；pH、氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐、挥发性酚、氰化物、砷、汞、铬（六价）、总硬度、铅、氟、镉、铁、锰、溶解性总固体、高锰酸盐指数、硫酸盐、氯化物、总大肠菌群、细菌总数，同步测量水位。

4、监测方法

监测方法按《地下水环境质量标准》（GBT14848-2017）规定方法监测。

5、监测结果

表 5.2-12 地下水监测结果

监测位置	监测项目	检测结果(mg/L)		标准限值 (mg/L)	监测最大值	指标指数	达标情况
		2024 年 01 月 11 日	2024 年 01 月 12 日				
D1 上游	pH 值	7.21	7.18	6.5-8.5（无量纲）	7.21	0.14	达标
	氨氮	0.038	0.042	0.50	0.042	0.08	达标

	硝酸盐	1.03	0.86	20.0	1.03	0.05	达标
	亚硝酸盐	<0.003	<0.003	1.00	<0.003	0.0015	达标
	挥发性酚类	<0.0003	<0.0003	0.002	<0.0003	0.075	达标
	氰化物	<0.004	<0.004	0.05	<0.004	0.04	达标
	砷	<0.0003	<0.0003	0.01	<0.0003	0.015	达标
	汞	<0.00004	<0.00004	0.001	<0.00004	0.02	达标
	六价铬	<0.004	<0.004	0.05	<0.004	0.04	达标
	总硬度	257	239	450	257	0.57	达标
	铅	<0.0025	<0.0025	0.01	<0.0025	0.13	达标
	镉	<0.0005	<0.0005	0.005	<0.0005	0.05	达标
	氟化物	0.13	0.12	1.0	0.13	0.13	达标
	铁	<0.03	<0.03	0.3	<0.03	0.005	达标
	锰	<0.01	<0.01	0.10	<0.01	0.05	达标
	溶解性总固体	324	316	1000	324	0.32	达标
	高锰酸盐指数	1.1	1.2	--	1.2	/	/
	硫酸盐	34	32	250	34	0.14	达标
	氯化物	18	19	250	19	0.08	达标
	总大肠菌群	<2	<2	3.0CFU/100mL	<2	/	/
	细菌总数	10	11	100CFU/mL	11	0.11	达标
	K ⁺	2.48	2.56	--	/	/	/
	Na ⁺	12.1	11.2	--	/	/	/
	Ca ²⁺	61	63	--	/	/	/
	Mg ²⁺	1.27	1.34	--	/	/	/
	HCO ³⁻	162	158	--	/	/	/
	CO ₃ ²⁻	<5	<5	--	/	/	/

	Cl ⁻	16.9	17.2	--	/	/	/
	SO ₄ ²⁻	29.1	30.4	--	/	/	/
D2 中游	pH 值	7.25	7.19	6.5-8.5（无量纲）	7.25	0.17	达标
	氨氮	0.054	0.048	0.50	0.054	0.11	达标
	硝酸盐	1.24	1.16	20.0	1.24	0.06	达标
	亚硝酸盐	<0.003	<0.003	1.00	<0.003	0.0015	达标
	挥发性酚类	<0.0003	<0.0003	0.002	<0.0003	0.075	达标
	氰化物	<0.004	<0.004	0.05	<0.004	0.04	达标
	砷	<0.0003	<0.0003	0.01	<0.0003	0.015	达标
	汞	<0.00004	<0.00004	0.001	<0.00004	0.02	达标
	六价铬	<0.004	<0.004	0.05	<0.004	0.04	达标
	总硬度	235	244	450	235	0.52	达标
	铅	<0.0025	<0.0025	0.01	<0.0025	0.13	达标
	镉	<0.0005	<0.0005	0.005	<0.0005	0.05	达标
	氟化物	0.13	0.12	1.0	0.13	0.13	达标
	铁	<0.03	<0.03	0.3	<0.03	0.005	达标
	锰	<0.01	<0.01	0.10	<0.01	0.05	达标
	溶解性总固体	329	336	1000	336	0.34	达标
	高锰酸盐指数	1.3	1.2	--	/	/	/
	硫酸盐	32	34	250	34	0.14	达标
	氯化物	20	19	250	20	0.08	达标
	总大肠菌群	<2	<2	3.0CFU/100mL	<2	/	/
	细菌总数	12	13	100CFU/mL	13	0.13	达标
	K ⁺	2.37	2.37	--	/	/	/
	Na ⁺	11.5	11.5	--	/	/	/

	Ca ²⁺	59	65	--	/	/	/
	Mg ²⁺	1.34	1.39	--	/	/	/
	HCO ³⁻	161	159	--	/	/	/
	CO ₃ ²⁻	<5	<5	--	/	/	/
	Cl ⁻	17.6	18.1	--	/	/	/
	SO ₄ ²⁻	31.2	32.8	--	/	/	/
D3 下游	pH 值	7.16	7.18	6.5-8.5（无量纲）	7.18	0.27	达标
	氨氮	0.043	0.048	0.50	0.048	0.1	达标
	硝酸盐	1.16	1.27	20.0	1.27	0.06	达标
	亚硝酸盐	<0.003	<0.003	1.00	<0.003	0.0015	达标
	挥发性酚类	<0.0003	<0.0003	0.002	<0.0003	0.075	达标
	氰化物	<0.004	<0.004	0.05	<0.004	0.04	达标
	砷	<0.0003	<0.0003	0.01	<0.0003	0.015	达标
	汞	<0.00004	<0.00004	0.001	<0.00004	0.02	达标
	六价铬	<0.004	<0.004	0.05	<0.004	0.04	达标
	总硬度	251	238	450	251	0.56	达标
	铅	<0.0025	<0.0025	0.01	<0.0025	0.13	达标
	镉	<0.0005	<0.0005	0.005	<0.0005	0.05	达标
	氟化物	0.12	0.11	1.0	0.12	0.12	达标
	铁	<0.03	<0.03	0.3	<0.03	0.005	达标
	锰	<0.01	<0.01	0.10	<0.01	0.05	达标
	溶解性总固体	354	361	1000	354	0.35	达标
	高锰酸盐指数	1.4	1.2	--	/	/	/
	硫酸盐	35	32	250	35	0.14	达标
	氯化物	19	17	250	19	0.08	达标

	总大肠菌群	<2	<2	3.0CFU/100mL	<2	/	/
	细菌总数	13	12	100CFU/mL	13	0.13	达标
	K ⁺	2.51	2.46	--	/	/	/
	Na ⁺	12.7	10.8	--	/	/	/
	Ca ²⁺	63	57	--	/	/	/
	Mg ²⁺	1.52	1.48	--	/	/	/
	HCO ₃ ³⁻	165	159	--	/	/	/
	CO ₃ ²⁻	<5	<5	--	/	/	/
	Cl ⁻	18.1	19.5	--	/	/	/
	SO ₄ ²⁻	32.7	33.6	--	/	/	/

根据地下水监测结果，项目区地下水监测指标现状值满足《地下水环境质量标准》（GBT14848-2017）III类标准值。

5.2.4 声环境现状评价

本项目水库枢纽区以及供水管线区域，均属于农村地区，根据《声环境质量标准》（GB3096-2008），执行 1 类标准。

1、监测布点

为了解工程所在区域声环境质量现状，根据项目工程布置特点，共选取 6 个声环境监测点位，分别为工程枢纽区附近居民点 1#锅底塘、及输水管线旁代表点位 2#邓家 5#大坪子、6#瓦房。

2、监测时间及频次

本次评价委托云南靓阳检测有限公司进行声环境现状监测，监测时间为 2023 年 2 月 18-19，每天昼夜各 1 次。

3、监测方法

监测方法按《声环境质量标准》（GB3096-2008）规定方法监测。

4、监测结果

表 5.2-13 声环境现状监测结果

测点位置	时段	主要声源	结果 dB (A)		达标情况
			2023.2.18	2023.2.19	
1#锅底塘	昼间	环境噪声	52.1	52.7	达标
	夜间	环境噪声	42.0	41.3	达标
2#邓家沟	昼间	环境噪声	42.9	45.0	达标
	夜间	环境噪声	38.5	39.2	达标
3#花沟	昼间	环境噪声	39.4	40.3	达标
	夜间	环境噪声	38.0	37.7	达标
4#麻塘	昼间	环境噪声	52.3	53.4	达标
	夜间	环境噪声	41.8	41.2	达标
5#大坪子	昼间	环境噪声	43.5	41.8	达标
	夜间	环境噪声	40.4	39.9	达标
6#瓦房	昼间	环境噪声	49.1	47.4	达标
	夜间	环境噪声	40.3	40.6	达标
标准：昼间 55dB (A)，夜间 45dB (A)					

5.2.5 土壤环境质量现状

1、监测布点

本次评价选取库区占地范围内 1 个表层样点，库区占地范围外 2 个表层样点。

2、监测时间及频次

本次评价委托云南清科检测服务有限公司进行土壤环境质量现状监测，监测

时间为 2024 年 1 月 12 日，每个监测点位采集 0~20cm 表层土样。

3、监测方法

监测方法按《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）规定方法监测。

4、监测结果

表 5.2-14 土壤环境现状监测结果

检测项目	检测结果			标准 值	达标 情况
	2024 年 01 月 12 日				
	占地范围内	占地范围 外 1#	占地范围外 2#		
样品描述	黄色、少量砂 石、少量植物根	褐色、少量 砂石	黄色、少量砂石、 少量植物根系		
pH 值	7.12	7.06	6.97	/	/
阳离子交换量 (cmol ⁺ /kg)	18.6	18.1	17.9	/	/
氧化还原电位(mV)	607	654	593	/	/
土壤容重(g/cm³)	0.995	1.03	1.00	/	/
孔隙度(%)	54.9	53.0	58.2	/	/
土壤渗透率(mm/min)	0.080	0.077	0.081	/	/
总砷(mg/Kg)	14.5	13.7	15.2	30	达标
镉(mg/Kg)	0.17	0.18	0.21	0.3	达标
铜(mg/Kg)	19	21	20	100	达标
铅(mg/Kg)	87	79	82	120	达标
总汞(mg/Kg)	0.012	0.015	0.013	2.4	达标
镍(mg/Kg)	18	19	21	100	达标
锌(mg/Kg)	58	63	65	250	达标
含盐量(g/Kg)	1.12	0.98	0.86	/	/

5.2.6 生态环境现状评价

一、陆生生态环境质量现状

1、陆生植被现状

（1）调查方法、范围和内容

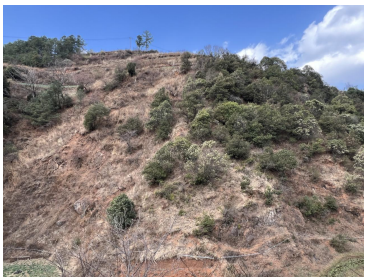
根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022）和《环境影响评价技术导则 水利水电工程》（HJ/T88-2003）的有关要求，我单位组织专业人员于 2023 年 8 月、2023 年 10 月、2024 年 2 月对清水河水库环境影响评价范围内的生态环境现状进行了野外调查工作。

①调查方法

野外调查中，主要采用线路调查法；对评价区域的植被和植物种类进行拍照，并采集部分疑难植物标本带回室内鉴定；对评价区域的植被类型和野生重点珍稀保护植物的空间分布进行 GPS 定位；考察并记录了评价区内的植被和植物资源及区系状况，同时收集了相关植物和植被调查资料，结合咨询当地林业部门，利用 3S 系统制图分析获得了陆生植被类型的现状分布及相关数据。调查共设置 18 个样地。

表 5.2-15 评价区陆生植被样地分布一览表

序号	样地号	植被类型	设置位置	样地左下角坐标经度 (°)	样地左下角坐标纬度 (°)	样地左下角海拔 (m)	调查时间	群落描述	样地照片
1	YD1	半湿润常绿阔叶林	坝址后 20m 左岸山坡	103.0549	25.9165	2354.03	2023.8.20	为高山栲萌生林，群落较为稀疏，下部为撂荒地形成的稀树灌木草丛	
2	YD2		风化料场旁	103.0531	25.9186	2423.90	2023.10.15	为高山栲萌生林，群落较为稀疏群落内可见放牧痕迹	

3	YD3		汇入洗马河口左岸山顶	103.0475	25.9056	2217.79	2024.2.25	为高山栲萌生林，群落较为稀疏	
4	YD4	硬叶常绿阔叶林	大坪子村后龙潭箐左岸山顶	103.1209	25.9352	2049.38	2024.2.25	为锥连栎林，群落内有火烧痕迹	
5	YD5		草海子村南部山顶	103.1196	25.9377	1835.65	2024.2.25	为锥连栎林	

6	YD6		花沟小河左岸山顶	103.1218	25.9419	1900.21	2024.2.25	为锥连栎林，远离周边村庄	
7	YD7	暖温性针叶林	风化料场后山顶	103.0518	25.9186	2448.6	2023.8.21	为次生云南松林，中龄林，林下大量分布紫茎泽兰	
8	YD8		锅底塘村后	103.0487	25.9135	2369.86	2023.8.21	为次生云南松林，中龄林	

9	YD9		邓家沟村西南	103.0638	25.8992	2226.84	2024.2.25	为次生云南松林，中龄林	
10	YD10	暖温性稀 树灌木草 丛	汇水区（尾水 末端上游约 120m）	103.0638	25.8992	2226.84	2023.8.20	乔木主要可见扁核木，扁核木分布于河道周边及机耕路边，样地内可见爆仗杜鹃、碎米花杜鹃和几种小檗	
11	YD11		淹没区	103.0641	25.9203	2402.1	2024.2.25	乔木主要可见扁核木，群落内可见2棵滇山茶（花期）	

12	YD12		坝址下游约 50m 河道边	103.0594	25.9177	2360.56	2024.2.25	乔木主要可见扁核木	
13	YD13		砂石梁子撂 荒地	103.0423	25.9105	2214.86	2023.8.20	乔木主要为少量云南松，群落内以 禾草为主	
14	YD14		锅底塘村对 岸进坝道路 区	103.0572	25.9109	2350.73	2023.10.25	乔木主要为少量云南松，群落内以 禾草为主	

15	YD15		长岭岗村北部撂荒地	103.0442	25.8968	2193.22	2023.10.25	乔木主要为少量云南松，群落内以禾草为主	
16	YD16	干热性稀树灌木草丛	大红地村南部	103.0966	25.9087	1742.45	2024.2.25	稀树可见少量锥连栎，群落内车桑子为建群种	
17	YD17		龙潭箐左岸	103.1172	25.9195	1722.84	2024.2.25	稀树可见少量锥连栎，群落内车桑子为建群种	

18	YD18		花沟小河汇入块河口上游约 200m 左岸	103.1224	25.9398	1729.89	2024.2.25	稀树可见少量锥连栎、清香木	
----	------	--	----------------------	----------	---------	---------	-----------	---------------	---

评价区总面积 2510.217hm²，海拔范围为 1712-2458m 左右，最低处为块河，最高处为库区左岸山顶区域，本次评价根据群落同质性、生境一致性、人为影响一致性选取 18 个样地，涵盖了评价区内识别出的暖温性针叶林、半湿润常绿阔叶林、硬叶常绿阔叶林、暖温性稀树灌木草丛和干热性稀树灌木草丛，同时包含了评价区内南坡、东坡、西坡等多个坡向，涵盖了评价区内不同海拔带，较能完整反应评价区内各植被类型结构、组成特征。

②调查范围

评价范围为坝址至库尾上游 300m 河段面山第一层山脊线以下区域、工程永久占地外延 300m、涉及生态红线的干管外延 1000m 及受水区范围，评价区总面积 2510.217hm²，调查工作重点为坝址、淹没区、输水管道等区域及周边影响区域，其次是与工程直接影响相邻的地区；调查的海拔范围在 1712~2458m 左右。

③调查内容

陆生植被和植物调查的主要内容是评价区植被类型及分布特征，评价区植物资源现状，国家重点保护野生植物数量及分布情况，云南省重点保护野生植物数量及分布情况，名木古树数量及分布情况等。

(2) 评价区陆生植被类型

依据《云南植被》专著中采用的分类系统，遵循群落学—生态学的分类原则，采用 3 个主级分类单位，即植被型(高级分类单位)、群系(中级分类单位)和群丛(低级分类单位)，各级再设亚级或辅助单位。

项目评价区位于东川区、寻甸县境内，所在地处于亚热带常绿阔叶林区域(II)，西部（半湿润）常绿阔叶林亚区域(IIA)；高原亚热带北部常绿阔叶林地带(II-Aii)，滇中、滇东、高原半湿润常绿阔叶林、云南松林区(IIAii-1)、滇中高原盆谷滇青冈林、元江栲林、云南松林亚区(IIAii-1a)。项目评价区地带性植被为半湿润常绿阔叶林，除此之外，受气候影响以及更多的人为活动干扰，大量种植耕地，评价区范围内镶嵌分布较广的稀树灌木草丛。

根据野外实地考察，清水河水库评价区的自然植被类型大致可划分为以下 3 个植被型、6 个群系和 6 个群落（具体分布情况见评价区植被图）。

表 5.2-16 评价区植被类型统计表

A. 自然植被

I. 常绿阔叶林

(I) 半湿润常绿阔叶林

(一) 高山栲林

1. 高山栲、珍珠花、紫茎泽兰群落

(II) 硬叶常绿阔叶林

(二) 锥连栎林

2. 锥连栎、毛叶黄杞、黄茅群落

II. 暖性针叶林

(III) 暖温性针叶林

(三) 云南松林

3.云南松、珍珠花、紫茎泽兰群落

III.稀树灌木草丛

(IV) 暖温性稀树灌木草丛

(四) 含云南松的中草草丛

4.云南松、白健秆、刺芒野古草群落

(五) 含扁核木的中草草丛

5.扁核木、白健秆、毛蕨菜群落

(V) 干热性稀树灌木草丛

(六) 含锥连栎、车桑子的中草草丛

6.锥连栎、车桑子、黄茅群落

B. 人工植被

人工林植被（人工云南松林、人工华山松林、人工柏木林、人工柳杉林）

耕地农作物植被（小麦、玉米）

注：I、II、III...植被型；（I）、（II）、（III）...植被亚型；（一）、（二）、（三）...群系；（1）、（2）、（3）...群丛。

①半湿润常绿阔叶林

➤ 高山栲、珍珠花、紫茎泽兰群落

评价区所在区域地带性植被为半湿润常绿阔叶林，评价区内在淹没区右岸山坡可见次生性半湿润常绿阔叶林，受人为干扰较为严重，该类植被在评价区内由于评价区内石灰岩不甚发育且生境偏干，建群种以高山栲为主，混交有少量云南松，但整个群落外貌仍以阔叶林为主，评价区内该植被类型主要表现为高山栲、珍珠花、紫茎泽兰群落，评价区内主要分布于淹没区右岸和少量受到的人为干扰没那么严重的山坡。群落高约 8m，总盖度可达 80%。该群落为次生性植被类型，从演化趋势来看，为原生半湿润常绿阔叶林被火烧或破坏后自然演化而来，群落内云南松的出现充分说明了该群落的次生性，为原生植被中壳斗科建群种（主要为高山栲）被火烧、砍伐破坏后，喜阳耐旱的云南松作为先锋树种替代分布的结果。

由于受到一定人为干扰，本群落林相较为凌乱，但乔木层阔叶树种比例仍然超过云南松等针叶树，林内透光良好，群落内还分布有少量落叶树种，这与群落内偏干生境和海拔偏高有关。

乔木层分布较为稀疏，盖度约 75%，层高约为 6-8m，主要可见高山栲 *Castanopsis delavayi*、云南松 *Pinus yunnanensis*、滇石栎 *Lithocarpus dealbatus*、滇青冈 *Quercus glaucoides*、栓皮栎 *Quercus variabilis*、麻栎 *Quercus acutissima*、槲栎 *Quercus aliena* 等，同时偶尔可见滇山茶 *Camellia reticulata* 分布；

灌木层高 1.5~2.5m, 层盖度 50%, 主要有珍珠花 *Lyonia ovalifolia*、炮仗杜鹃 *Rhododendron spinuliferum*、渐尖叶小檗 *Berberis acuminata*、滇含笑 *Michelia yunnanensis*、碎米花杜鹃 *Rhododendron spiciferum*、厚皮香 *Ternstroemia gymnanthera*、沙针 *Osyris lanceolata*、臭荚蒾 *Viburnum foetidum*、西南小檗 *Berberis zanzlanscianensis*、华山矾 *Symplocos chinensis*、川梨 *Pyrus pashia*、多花杭子梢 *Campylotropis polyantha*、野丁香 *Leptodermis potaninii*、连柱金丝桃 *Hypericum cohaerens*、长叶溲疏 *Deutzia longifolia* 等;

草本层高 0.5~1m, 盖度约为 40%, 由于受到人为干扰, 外来入侵物种紫茎泽兰 *Ageratina adenophora* 在草本层形成优势最为常见, 其余常见种类有四脉金茅 *Eulalia quadrinervis*、沿阶草 *Ophiopogon bodinieri*、白健秆 *Eulalia pallens*、鳞毛蕨 *Dryopteris spp.*、苔草 *Carex spp.*、云南香青 *Anaphalis yunnanensis*、旱茅 *Schizachyrium delavayi*、栗柄金粉蕨 *Onychium japonicum*、剪股颖 *Agrostis clavata*、荩草 *Arthraxon hispidus*、菅草 *Themeda caudata*、凤尾蕨 *Pteris cretica*、刺芒野古草 *Arundinella setosa*、穗序野古草 *Arundinella hookeri*、硬秆子草 *Capillipedium assimile*、知风草 *Eragrostis ferruginea* 等;

层间植物主要有土茯苓 *Smilax glabra*、千里光 *Senecio scandens*、宿苞豆 *Shuteria involucrata*、大菝葜 *Smilax megacarpa* 等。

②硬叶常绿阔叶林

➤ 椎连栎、毛叶黄杞、黄茅群落

硬叶常绿阔叶林主要为干热河谷两侧海拔较高的区域(1600m-2300m)原生植被类型, 分布地以干热为气候特征, 年降水量较少, 雨季旱季分明, 由于生境干旱, 植被群落内苔藓植物等附生植物几乎不可见, 多以耐旱喜阳的植物为主。评价区东北部整体属于金沙江支流小江上游干暖-干热河谷区域, 靠近块河及其支流花沟小河、龙潭箐的向阳山坡坡顶有残存的少量硬叶阔叶林分布, 评价区内石灰岩不发育, 因此评价区内干热河谷区域上部形成了以椎连栎为建群种的硬叶常绿阔叶林, 根据评价区内硬叶常绿阔叶林乔木层主要以萌生的椎连栎为主, 本次评价认为其为次生性植被。

乔木层层高约为 6m, 盖度约 40%, 主要可见椎连栎 *Quercus franchetii*, 其余伴生树种主要为毛叶黄杞 *Engelhardia colebrookiana*、清香木 *Pistacia*

weinmanniifolia、毛枝青冈 *Quercus helferiana* 等，乔木层树种多弯曲，生长较为稀疏且具有喜阳、耐旱、耐火烧的特点，显示出群落生境干热的特征；

灌木层高 1.5~2.5m，层盖度 30%，主要有可见余甘子 *Phyllanthus emblica*、毛叶柿 *Diospyros.KakiLinn*、车桑子 *Dodonaea viscosa*、毛叶算盘子 *Glochidion hirsutum*、细柄杭子梢 *Campylotropis capillipes* 等；

草本层高 0.5~1m，盖度约为 60%，主要以干热河谷区域常见的黄茅 *Heteropogon contortus*、两头毛 *Incarvillea arguta*、长柄山蚂蝗 *Hylodesmum podocarpum*、黄背草 *Themeda triandra*、小菅 *Themeda minor*、细柄草 *Capillipedium parviflorum*、大油芒 *Spodiopogon sibiricus* 等耐旱禾草为主。

层间植物多为细小的草质小藤，如五爪金龙 *Ipomoea cairica*、蛇葡萄 *Ampelopsis glandulosa*、鸡屎藤 *Paederia foetida* 等，大型藤本不可见。

③暖性针叶林

➤ 云南松、珍珠花、紫茎泽兰群落群落

该群落最高达 12m，建群种为云南松，群落位于评价区山坡上部。由于项目评价区内云南松林为次生林，受人工扰动明显，本群落结构较简单，乔木层和草本层较发达，灌木层不明显，藤本植物不发达，群落郁闭度较低，疏散透光，林相优良，为单层林，群落林冠较整齐，同时林下有明显的采伐和放牧痕迹。

群落可分为 3 层。乔木层高 8m，最高可达 12m，层盖度 55%，建群种为云南松 *Pinus yunnanensis*，乔木层还分布有高山栲 *Castanopsis delavayi*、滇油杉 *Keteleeria evelyniana* 等。

灌木层不发达，除乔木层幼树外仅分布少量珍珠花 *Lyonia ovalifolia*、矮杨梅 *Myrica nana*、金丝桃 *Hypericum forrestii*、小叶栒子 *Cotoneaster microphyllus*、马桑 *Coriaria nepalensis*、碎米花杜鹃 *Rhododendron spiciferum*、野坝子 *Elsholtzia rugulosa*、粉绿野丁香 *Leptodermis potanini* 等，灌木层层高 0.5m~2m，层盖度约为 30%。

群落草本层较发达，草本层高可达 1.5m，层盖度 30%，多分布紫茎泽兰 *Eupatorium adenophora*、刺芒野古草 *Arundinella setosa*、白花鬼针草 *Bidens alba*、穗序野古草 *Arundinella hookeri*、黄背草 *Themeda triandra*、黄茅 *Heteropogon contortus*、西南萎陵菜 *Potentilla fulgens*、飞蓬 *Erigeron acer*、三花兔儿风 *Ainsliaea*

latifolia、香茶菜 *Isodon.sp*、苣荬草 *Arthraxon hispidus*、滇紫草 *Onosma paniculatum*、青葙 *Celosia argentea*、蒿 *Artemisia annua*、猪殃殃 *Galium aparine*、苣荬草 *Arthraxon hispidus*、云南翻白草 *Potentilla griffithii*、旱茅 *Eramopogon delavayi*、扭黄茅 *Heteropogon contortus*、巴天酸模 *Rumex patientia*、珠光香青 *Anaphalis margaritacea*、香薷 *Elsholtzia sotillei*、毛蕨菜 *Pteridium revolutum* 等。

层间植物主要有土茯苓 *Smilax glabra*、贵州铁线莲 *Clematis kweichowensis* 等。

评价区内云南松林从演替角度来说,为原生半湿润常绿阔叶林受到破坏后自然更新形成的,与评价区内云南松林在演替关系上最为密切的植被类型为高山栲林。原有的高山栲林经过火烧、人为砍伐等干扰后,云南松这样的喜阳耐旱先锋树种天然更新,形成了现有的次生云南松林。

④暖温性稀树灌草丛

➤ 云南松、白健秆、刺芒野古草群落

本群落在评价区内主要分布在人为活动较为频繁的区域,在人口密集的村庄周边尤为常见,为半湿润常绿阔叶林、次生云南松林被反复砍烧破坏后演替形成的次生植被,在演替过程中联系最为密切的为云南松林。

本群落内有明显的樵采与放牧痕迹。群落最高 6m,郁闭度低,总盖度约为 60%,草本层发达。

群落乔木层不发达,仅分布有少量的云南松 *Pinus yunnanensis*、槲栎 *Quercus aliena* 等,乔木层层高 6m,层盖度约为 5%,乔木层有明显的樵采痕迹。群落灌木层稀少且不显著,层高 0.5~2.5m,层盖度 30%,主要分布金丝桃 *Hypericum forrestii*、珍珠花 *Lyonia ovalifolia*、矮杨梅 *Myrica nana*、芒种花 *Hypericum uralum*、马桑 *Coriaria nepalensis*、碎米花杜鹃 *Rhododendron spiciferum*、栽秧泡 *Rubus ellipticus*、多花杭子梢 *Campylotropis parviflora*、密蒙花 *Buddleja officinalis* 等。

草本层层高 0.5~1m,层盖度 40%,主要分布有刺芒野古草 *Arundinella setosa*、紫茎泽兰 *Ageratina adenophora*、白花鬼针草 *Bidens alba*、穗序野古草 *Arundinella hookeri*、白健秆 *Eulalia pallens*、西南萎陵菜 *Potentilla fulgens*、飞蓬 *Erigeron acer*、细柄草 *Capillipedium parviflorum*、牛至 *Origanum vulgare*、云南知风草 *Eragrostis ferruginea*、三花兔儿风 *Ainsliaea latifolia*、绣球防风

Leucas ciliata、小叶三点金 *Leptodesmia microphylla*、大萼 *Themeda caudata*、荩草 *Arthraxon hispidus*、鹅观草 *Roegneria kamoji*、囊颖草 *Sacciolepis indica*、滇丹参 *Salvia yunnanensis*、滇紫草 *Onosma paniculatum*、风轮菜 *Clinopodium chinense*、大油芒 *Spodiopogon sibiricus*、青葙 *Celosia argentea*、蒿 *Artemisia annua*、猪殃殃 *Galium aparine*、荩草 *Arthraxon hispidus*、云南翻白草 *Potentilla griffithii*、川续断 *Dipsacus asperoides*、旱茅 *Eramopogon delavayi*、扭黄茅 *Heteropogon contortus*、巴天酸模 *Rumex patientia*、珠光香青 *Anaphalis margaritacea*、香薷 *Elsholtzia sotillei*、毛蕨菜 *Pteridium revolutum*。

➤ 扁核木、白健秆、毛蕨菜群落

该群落在评价区内分布较为局限，主要分布在淹没区和小河（清水河）沿线，从演化角度来说，其主要为靠近水边的半湿润常绿阔叶林被破坏后又被开坑为耕地，耕地逐渐撂荒形成的以蕨、禾草为主的灌草丛。

群落总高约为 3.5m，乔木层主要可见扁核木 *Prinsepia utilis*、炮仗杜鹃 *Rhododendron spinuliferum*、滇山茶 *Camellia reticulata*，层盖度约为 5%。灌木层主要可见多种小檗 *Berberis.spp*、碎米花杜鹃 *Rhododendron spiciferum*、珍珠花 *Lyonia ovalifolia*，层高约为 1.8m，层盖度 25%。草本层发达，多以中草为主，层高 1.2m，主要分布有毛蕨菜 *Cyclosorus interruptus*、紫茎泽兰 *Ageratina adenophora*、白花鬼针草 *Bidens pilosa*、白健秆 *Eulalia pallens*、穗序野古草 *Arundinella Hookeri*、青蒿 *Artemisia caruifolia*、三花兔儿风 *Ainsliaea latifolia*、黄茅 *Heteropogon contortus*、珠光香青 *Anaphalis margaritacea* 等。

⑤干热性稀树灌草丛

➤ 椎连栎、车桑子、黄茅群落

评价区内该群落主要分布在块河及其支流花沟小河、龙潭箐周边向阳山坡中下部。在评价区分布面积狭窄。从演化的角度来说，主要是由于干热河谷、干暖河谷区域焚风盛行，生境干热，原有的椎连栎林被破坏后天然更新形成，由于生境干热，乔木树种恢复较慢，因此整个群落草本发达而乔木层稀少，形成了类似萨王纳植被的稀树灌木草丛。

群落乔木层层高约 3m，主要可见椎连栎 *Quercus franchetii*、清香木 *Pistacia weinmanniifolia*，层盖度约为 3%。

灌木层盖度约为 30%，主要由车桑子 *Dodonaea viscosa*、小马鞍叶 *Bauhinia*

yunnanensis、华西小石积 *Osteomeles schwerinae*、余甘子 *Phyllanthus emblica*、烟管荚蒾 *Viburnum utile* 等组成，层高约为 1.5-2m。

草本层层盖度约为 50%，层高约为 1m，主要可见黄茅 *Heteropogon contortus*、两头毛 *Incarvillea arguta*、旱茅 *Schizachyrium delavayi*、短柄草 *Brachypodium sylvaticum*、长叶山蚂蝗 *Hylodesmum podocarpum*、三花兔儿风 *Ainsliaea latifolia*、唐松草 *Thalictrum aquilegifolium* 等。

人工植被

①耕地

评价区内的耕地主要为旱地，分布广泛，是评价区内分布最广的人工植被类型，主要种植玉米 *Zea mays*、小麦 *Triticum aestivum* 等。

②人工林

评价区内分布有少量的人工林，包括云南松 *Pinus yunnanensis*、华山松 *Pinus armandii*、直干蓝桉 *Eucalyptus maideni*、柳杉 *Cryptomeria fortunei*、杉木 *Cunninghamia lanceolata* 等。

(3) 植被类型面积统计

评价区总面积为 2510.217hm²，其中有植被覆盖面积为 2408.912hm²，天然植被面积为 942.831hm²；人工植被面积为 1466.081m²；天然植被中面积最大的为云南松林，面积为 557.853hm²，其次为暖温性稀树灌木草丛，面积为 170.989m²。

表 5.2-17 评价区植被面积统计表

植被类型		面积 (hm ²)	占评价区植被面积百分比 (%)
有植被覆盖			
天然植被			
半湿润常绿阔叶林	高山栲林	42.299	1.685
硬叶常绿阔叶林	锥连栎林	23.098	0.920
暖温性针叶林	云南松林	557.853	22.223
稀树灌草丛	暖温性稀树灌草丛	170.989	6.812
	干热性稀树灌木草丛	148.592	5.919
小计		942.831	37.560
人工植被			
人工林植被		262.813	10.470
耕地农作物植被		1203.268	47.935
小计		1466.081	58.405

合计	2408.912	95.964
无植被覆盖类型		
村庄建设用地	65.235	2.599
工矿企业用地	1.178	0.047
道路	21.288	0.848
水域	13.604	0.542
小计	101.305	4.036
总计	2510.217	100

(4) 评价区植被分布特征

由于评价区整体呈狭窄的条带状分布,评价区植被类型不丰富,且没有明显的水平、垂直分布特征。评价区仅在靠近块河、龙潭箐、花沟小河的干热河谷区域存在一定的垂直分布特征,主要表现为向阳河谷区域山坡上部分布硬叶常绿阔叶林,中下部分布干热性稀树灌木草丛。

(5) 评价区植物群落调查结论

表 5.2-18 植物群落调查一览表 单位: hm^2

植被型组	植被型	植被亚型	群系	分布区域	工程占用情况	
					占用面积 (hm^2)	占用比例 (%)
A.天然植被	I.针叶林	(I) 暖温性针叶林	(一) .云南松林	海拔较高的山坡	1.926	0.345
	II.阔叶林	(II) 半湿润常绿阔叶林	(二) 高山栲林	淹没区右岸山坡	0.652	1.541
		(III) 硬叶常绿阔叶林	(三) 锥连栎林	靠近块河及其支流花沟小河、龙潭箐的向阳山坡坡顶有残存的少量硬叶阔叶林分布	/	/
	III.稀树灌木草丛	(IV) 暖温性灌草丛	(四) .含云南松的中草草丛	本群落在评价区内主要分布在人为活动较为频繁的区域,在人口密集的村庄周边尤为常见	0.087	0.089
			(五) 含扁核木的中草草丛	淹没区和小河(清水河)沿线	0.065	
		(V) 干热性稀树灌木草丛	(六) 含锥连栎、车桑子中草草丛	块河及其支流花沟小河、龙潭箐周边向阳山坡中下部	/	/
B.人工植	/	/	耕地农作	主要在评价区村庄	6.566	0.546

被			物植被	边界区域大量分布		
	/	/	人工林植 被	村落周边	4.064	0.015

2、评价区植物资源及保护物种现状

(1) 植物资源

①植物种类组成

根据实地调查和查阅资料，评价区的植物由 115 科，342 属，495 种维管束植物组成。其中，蕨类植物 13 科，25 属，29 种，种子植物 102 科，317 属，466 种。详见表 5.2-19。

表 5.2-19 评价区维管束植物组成

统计项目	科	属	种
植物类型			
蕨类植物	13	25	29
裸子植物	3	5	5
被子植物	99	312	461
合 计	115	342	495

②植物区系特征

项目所在区的植物资源都是区域内分布最为普遍的植物种类。在植物区系上，项目区所在地属于东亚植物区（Eastern Asia kingdom）的滇中地区（Centrue Yunnan region）。区系成分特点是以滇中地区的类群最常见。此外，植物区系成分中以世界分布、热带、亚热带成分所占比例最大，如芒萁属 *Dicranopteris*、肾蕨属 *Nephrolepis*、红果树属 *Lindera*、润楠属 *Machilus*、桫欏属 *Eurya*、叶下珠属 *Phyllanthus*、合欢属 *Albizia*、木荷属 *Schima* 等；温带成分比例不太高，如槲木属 *Alnus*、桦木属 *Betula*、栎属 *Quercus* 等。

(2) 评价区保护植物及特有植物现状

①保护植物

根据国家林业和草原局 农业农村部公告 2021 年第 15 号《国家重点保护野生植物名录》和 2023 年 12 月的《云南省重点保护野生植物名录》，评价区内分布无野生国家级保护植物分布；无云南省级保护植物分布。

根据“世界自然保护联盟（IUCN）”的濒危物种红色名录。评价区未发现濒危物种红色名录物种分布。

②评价区域特有植物现状

评价区未发现野生特有植物、未发现狭域分布物种。

③名木古树

评价区未发现名木古树分布。

3、陆生脊椎动物

(1) 调查方法、范围及内容

①调查方法

项目组于 2023 年 8 月、2023 年 10 月、2024 年 2 月对环境影响评价区及邻近地区的陆栖脊椎动物种类及资源现状进行了专业调查。野外调查中，主要观察记录了陆栖脊椎动物的生境状况，询问当地居民及工程相关人员有关野生脊椎动物的情况，收集并查阅了有关该地区的相关资料；鸟类调查主要使用双筒望远镜观察记录，对于一些大型、特征明显的种类向当地人员进行了访谈。

②调查范围

野外调查工作的重点为水库取水坝区、减水河段、引水坝、引水隧洞、灌区等受工程建设直接影响的区域，以及受近接影响的区域，其次是与评价区相邻的地区；主要调查区域海拔范围为 1712-2458m 左右。

③调查内容

主要调查评价区内的两栖类、爬行类、鸟类、兽类的种类，国家重点保护野生动物分布，云南省级重点保护野生动物分布情况。

(2) 陆生动物现状

工程区及其评价区受人类活动的影响很大。根据实地调查、访问当地村民及查阅有关资料，工程区内分布有野生动物 113 种（详见表 2-6），其中两栖类 14 种，爬行动物 16 种，鸟类 69 种，哺乳类 14 类。

表 5.2-20 陆栖脊椎动物各纲下分类阶元数量

动物类群	目	科	属	种
两栖纲	1	5	8	14
爬行纲	2	4	12	16
鸟纲	9	23	52	69
哺乳纲	4	6	10	14
总计	16	38	82	113

①区系分析

(a) 两栖类

评价区内分布的两栖动物有 14 种，隶属 1 目 5 科 8 属。

评价区两栖动物区系特点：(1)全部种类为东洋界种类，未发现古北界及古北东洋两界的种类分布；(2)在东洋界种类中，全部为西南区种类 11 种，占全部种类的 78.57%；华中华南区种类 1 种；东洋界广布种 2 种。

(b) 爬行类

评价区内分布的爬行动物有 16 种，隶属 2 目 4 科 12 属。区系特点：(1)评价区爬行动物东洋界成分有 15 种，占绝对优势，占全部爬行动物种数的 93.75%。有 1 种古北东洋两界种类，占全部爬行动物种数的 6.25%；迄今未发现有古北界成分分布。(2)在这些东洋界种类中，西南区种类有 10 种，华南区种类 1 种，东洋界广布种 4 种。

(c) 鸟类

调查表明评价区分布有鸟类 67 种，隶属于 8 目、23 科、51 属（云南鸟类志分类系统）。评价区主要地貌为石灰岩基质发育的中山地貌，散布灌草丛、针叶林，鸟类栖息环境良好。

表 5.2-21 评价区鸟类组成

目	科	种数
隼形目 FALCONIFORMES	鹰科 Accipitridae	2
	隼科 Flconidae	1
鸡形目 GALLIFORMES	雉科 Pheasianidae	3
鸽形目 COLUMBIFORMES	鸠鸽科 Columbidae	2
鹃形目 CUCULIFORMES	杜鹃科 Cuculidae	2
雨燕目 APODIFORMES	雨燕科 Apodidae	1
夜鹰目CAPRIMULGIFORMES	夜鹰科Caprimulgidae	1
佛法僧目 CORACIIFORMES	戴胜科 Upudidae	1
鸢形目 PICIFORMES	啄木鸟科 Picidae	2
雀形目 PASSERIFORMES	百灵科 Alaudidae	1
	燕科 Hirundinidae	2
	鹁鸽科 Motacillidae	4
	山椒鸟科 Campephagidae	1
	鹨科 Pycnontidae	3
	伯劳科 Laniidae	2
	卷尾科 Dicruridae	2
	棕鸟科 Sturnidae	1
	鸦科 Corvidae	5
	鹛科 Muscicapidae	21
	(1) 鹈亚科 Turdinae	(7)

目	科	种数
	(2) 画眉亚科 Timaliinae	(7)
	(3) 莺亚科 Sylviinae	(4)
	(4) 鹎亚科 Muscicapinae	(3)
	山雀科 Paridae	3
	绣眼鸟科 Zosteropidae	2
	文鸟科 Ploceidae	2
	雀科 Fringillidae	5
8目	23科	69

评价区记录的 69 种鸟类中，有留鸟 49 种，占全部鸟类的 72.06%；少量夏候鸟（7 种）；冬候鸟 12 种；旅鸟 1 种（见表 5.2-22）。

表 5.2-22 评价区鸟类居留状态

居留状态	留鸟	夏候鸟	冬候鸟	旅鸟	小计
种数	49	7	12	1	69
%	72.06	10.14	17.39	0.41	100

在所记录的 69 种鸟中，大部分为东洋界物种，共有 32 种，占全部鸟类的 46.38%；广布种有 20 种，占全部鸟类的 28.99%；其余 17 种为古北界种，占全部鸟类的 24.63%，详见表 5.2-23。

表 5.2-23 评价区鸟类区系成分

区系从属	东洋界	古北界	广布种	小计
种数	32	20	17	67
%	46.38	28.99	24.63	100

评价区内共有繁殖鸟 55 种，在繁殖鸟中，以东洋界种类占优势，为 31 种，占评价区内繁殖鸟类的 56.36%；两界广布种 19 种，占评价区繁殖鸟类的 34.55%；剩余 5 种为古北界种，占评价区繁殖鸟类的 9.09%。

表 5.2-24 评价区繁殖鸟类区系成分

区系从属	东洋界	古北界	广布种	小计
种数	31	5	19	55
%	56.36	9.09	34.55	100

(c) 哺乳类

评价区及附近地区分布有哺乳动物 14 种，分别隶属于 4 目 6 科 10 属。项目区域哺乳动物栖息环境较为单一，区内哺乳动物种类和种群数量较少，大多为偶见种，只有小型啮齿类部分种类常见。

表 5.2-25 评价区哺乳动物组成

目	科	种数
食肉目 CARNIVORA	鼬科 Mustelidae	1
偶蹄目 ARTIODACTYLA	猪科 Suidae	1
兔形目 LAGOMORPHA	兔科 Leporidae	1
啮齿目 RODENTIA	松鼠科 Sciuridae	3
	仓鼠科 Cricetidae	2
	鼠科 Muridae	6

评价区分布的 14 种哺乳动物大部分为东洋界成分，为 11 种，占全部种类的 78.57%，无古北界成分，有 3 种古北-东洋界广布种，占全部种类的 21.43%；在东洋界种类中，分布最多的是东洋界广布种，数量为 7 种，占全部东洋界种类的 63.64%；西南区种类为 4 种，占全部东洋界种类的 36.36%。

(3) 珍稀、濒危、特有及保护动物

①两栖类

在该地区分布的 14 种两栖动物中，无国家及云南省重点保护野生动物分布，未发现该地区特有种类，未发现被列入《中国濒危动物红皮书》的易危、濒危物种。

②爬行类

评价区内未发现国家重点保护野生爬行动物和云南省重点保护动物分布，未发现该地区特有种类。有 1 种，即紫灰锦蛇 *Elaphe porphyracea* 被“中国濒危动物红皮书”列为“易危”。本次评价样线调查时，经过咨询当地村民评价范围内有紫灰锦蛇分布。

紫灰锦蛇 *Elaphe porohyracea* 紫灰锦蛇生活于海拔 200~2400m 的山区的林缘、路旁、耕地、溪边及居民点。吃小型啮齿动物。卵生，7 月产卵，产卵 5~7 枚。近年来由于毁林开荒或从事建设，其栖息环境缩小，数量亦显著减少。主要以小型兽为食物，在人类居住区或耕作区活动的紫灰锦蛇则主要捕食啮齿动物如鼠类，对消灭有害动物起到重要作用；另一方面，锦蛇类大多数色彩艳丽，适于观赏，加以部分种类个体较大，往往大量被捕杀食用。已被我国列入“中国濒危动物红皮书”。

③鸟类

评价区内的重点保护动物种类贫乏，未发现 I 级国家重点保护鸟类的分布；有 3 种国家 II 级重点保护动物分布在评价区及其附近地区，详见表 5.2-26。

表 5.2-26 评价区保护鸟类名录

编号	中文名	学名	生境	保护等级*	备注
1	普通鵟	<i>Buteo buteo</i>	河谷、农田、山林	II	资, 访, 目, 高空
2	红隼	<i>Falco tinnunculus</i>	河谷、农田	II	资, 访, 目, 高空
3	[黑]鸢	<i>Milvus migrans</i>	河谷、农田, 高空	II	资, 访

*: 国家重点保护动物等级。备注: 访, 访问调查; 资, 资料; 目, 目击。

表 5.2-26 中所列的国家重点保护鸟类全为猛禽, 均为鹰隼类。均为常见种类, 分布相对较广, 对人类活动均有相当的适应性。该地区没有当地特有的鸟类物种分布, 未发现被列入《中国濒危动物红皮书》的易危、濒危物种。

普通鵟 *Buteo buteo*

俗 名: 饿老鹰。土豹, 奇哈 (藏语)

英文名: Common Buzzard

形态特征: 全长 480 - 530mm。羽色变化较大, 有黑色型、棕色型及中间型。上体暗褐色; 头顶、颈及颈侧具红棕色羽缘; 下体暗褐色或淡褐色, 具深棕色横斑; 尾羽通常灰褐色, 具 4 - 5 条不显著的黑褐色横斑, 跗蹠和趾为黄色。全身体色大致为暗褐或灰褐色。飞行时腹面淡色, 初级飞羽末端黑色、翼角黑色, 喉暗褐色、胸及腹部淡褐色, 腹部有黑褐色纵斑, 尾羽褐色呈扇形, 并有数条黑褐色横纹。

生活习性: 栖息于海拔 3700m 以下的各类生境中, 多停息在高大的乔木等突出部位, 也常见单独在稀疏林中和农田等多种生境的上空翱翔, 食物以鼠类为主, 也捕食野兔、小型鸟类、蜥蜴、蛙类和昆虫等。

资源状况为常见种。国家 II 级重点保护鸟类。评价区内约为 2-3 只分布。

[黑]鸢 *Milvus migrans*

俗 名 老鹰

英 名 Black Kite

形态特征: 体长约 600mm 左右, 上体包括两翅和尾羽表面主要呈暗褐色; 外侧初级飞羽几呈黑色, 内翮羽基白色, 形成翅下白色块斑, 飞翔时尤其显著; 尾呈叉状, 具波形黑褐色横斑, 尖端淡棕白; 眼先和颊部灰白; 颏、喉白, 羽干纹黑褐色; 胸腹和肋部暗棕褐; 尾下覆羽淡棕白。两性相似。成鸟与幼鸟羽色变异较大, 幼鸟头部和腹部满布纵纹。

生态习性: 栖息于森林、草甸、灌丛、田野和农田或城镇等各种生境中, 多

见单独栖息于高大的树木顶部突出处，或电杆顶端，或建筑物顶部。天气晴朗时，可见单独在高空中盘旋，历久不休，或滑翔于空中，两翅不很振动，好象高悬于空中。方向时常变更，多为圆圈状。飞翔时常发出尖锐的哨音；视觉敏锐，一旦发现猎物，俯冲冲直下，抓获猎物之后迅速腾空飞去，至隐蔽地点取食；当其静立在树上时，远望其几为黑色，故名黑鸢。多单独活动，但春、秋季节也可见其结群活动。黑鸢主要以鼠类为食，有时也取食蛇、昆虫及动物尸体及弃物。

多在高大的乔木上营巢，有时也营于山岩峭壁处，巢由粗树枝堆积而成，内垫有细枝、树叶、树皮、草和动物(羽)毛等，每产1—3枚卵，多为2枚。黑鸢食物以鼠类为主，对预防鼠害和预防鼠疫的发生有一定的益处。

资源状况为常见种。国家Ⅱ级重点保护鸟类。评价区内约为1-2只。

红隼 *Falco tinnunculus*

俗名 茶隼

英名 Eurasian Kestrel

形态特征 体长350mm左右，雄鸟头顶至后颈灰，并具黑色条纹，背羽砖红色，布有黑色粗斑，尾羽青灰色，具宽阔的黑色次端斑及棕白色端缘，外侧尾羽较中央尾羽短甚，呈凸尾型。雌鸟上体砖红色，头顶满布黑色纵纹，背具黑色横斑，爪黑色。雌雄鸟胸和腹均淡棕黄色，具黑色纵纹和点斑。

生态习性：栖息于林缘、灌丛、田野等开阔地及居民区。常单独活成对活动。飞行速度快，有时见在空中振翅定点停留，主要捕食地面上的食物，如昆虫、两栖类、小型爬行类、小型鸟类和小型兽类等，有时也取食少量植物性食物。

资源状况为常见种。国家Ⅱ级重点保护鸟类。评价区内约有1-2只。

④哺乳类

在评价区内分布的哺乳动物中，无国家级、云南省级保护动物分布，未发现被《中国濒危动物红皮书》列入易危、濒危物种。

(4) 陆栖脊椎动物现状评价小结

①种类少种群小无资源优势

由于受人为活动影响，评价区内陆栖动物活动痕迹不显著，实际分布动物种类少，种群小，根据调查评价区内陆栖脊椎动物113种，但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 *Streptopelia orientalis* 和云南兔 *Lepus comus* 等种类的特点是种群小。资源是以种群数量为基础的,没有一定的数量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。

②小型有害兽类种群数量大

在项目评价区内,小型兽类,尤其是啮齿类活动痕迹十分多,而且种类和数量均较丰富,这主要生境主要以农耕景观为主有关。

③缺乏重点保护种类、缺乏狭域分布的特有种类

两栖类、爬行类、鸟类和兽类等类群中均无局限分布于项目范围区的特有属、种。

(5) 保护动物适宜生境

评价区内分布有 3 种保护动物,本次评价采用 Maxent 最大熵值模型对 3 种保护动物在评价区内的适宜生境状况进行了分析。

保护动物分布点位采用本次评价野外调查结果,影响这 3 种保护动物的主要信息包括地形(坡度、坡向、海拔)、植被类型、植被覆盖度、距离居民点距离、气象因子、小型啮齿类动物分布范围等。本次评价使用 landsat8 高清影像提取地形数据、植被类型采用目视解译成果,植被覆盖度采用基于 NDVI 植被覆盖度运算成果、距离居民点距离选用数字地图识别结果、小型啮齿类动物分布范围采用本次评价调查结果,对 19 个气象因子进行相关性分析后选用年均降雨量、日均温变化值两个因子(来自世界气象数据库数据)。

本次评价使用 MaxEnt 对着 4 种保护动物生境适宜性进行了分析,使用取相等灵敏度和特异度阈值作为区分不同类型的生境适宜性标准,根据运行结果,模型 AUC 值为 0.904,效果较好,对这 3 种保护动物影响分布最大的环境要素主要为植被类型、植被覆盖度、海拔、距离居民点距离,贡献率分别为 18.97%、18.69%、14.75%、12.52%。

评价区内 3 种保护动物适宜生境情况见下表:

表 5.2-27 保护动物适宜生境分布一览表 (hm²)

物种	适宜生境面积	较适宜生境面积	基本适宜生境面积
黑鸢	101.872	124.331	144.746
红隼	124.589	156.746	188.653

普通鵟	193.254	217.896	224.597
-----	---------	---------	---------

评价区总面积 2510.217hm²，黑鸢适宜生境面积占评价区总面积的 9.011%，红隼适宜生境面积占评价区总面积的 11.208%，普通鵟适宜生境面积占评价区总面积的 16.379%。

(6) 评价区重要野生动物调查结论

表 5.2-28 重要野生动物调查结果统计表

序号	物种名称	保护级别	濒危等级	特有种	分布区域	资料来源	工程占用情况
1	黑 鸢 <i>Milvus migrans</i>	国家二级	LC	否	评价区内主要栖息于块河河谷区域，约分布有 1-2 只。	《云南鸟类志》	不占用
2	红 隼 <i>Falco tinnunculus</i>	国家二级	LC	否	主要分布林缘周边，约分布有 2-3 只。	现场踏勘	不占用
3	普通鵟 <i>Buteo japonicus</i>	国家二级	LC	否	评价区内可见在上空盘旋，约分布有 2-3 只，踪迹集中在山箐、河谷区域及农田针叶林交错地带可见。	现场踏勘	不占用

二、水生生态

1、水生生境

评价区水生生境主要涉及水库淹没区、减水河段和受退水区。

其中淹没区：清水河淹没区 855.526m，海子沟回水约 263.984m，坝址右岸季节性山箐回水 98.490m，坝址左岸季节性山箐回水 204.459m。

减水河段：受影响的清水河干流 1516.954m 河段（坝址至汇入洗马河口），坝址下游至入洗马河汇入口无常年性支流分布，减水河段位于王家湾水库坝址上游。

受水区：锅底塘片区、邓家沟片区、花沟片区、大红地片区、冬瓜湾片区、大坪子片区、松毛棚片区和草海子片区；

退水区：锅底塘片区人畜用水、灌溉水退水进入清水河，涉及退水河段长度

1335.322m；邓家沟片区退水一部分通过片区内人工沟渠进入清水河，涉及清水河退水河段长度 512.203m，一部分进入洗马河，涉及洗马河（王家湾水库坝址下游）退水长度 1218.435m；花沟片区退水进入花沟小河，涉及退水河段长度 1656.145m；大红地片区退水通过季节性沟箐进入龙潭箐，涉及退水河段长度 1099.176m；冬瓜湾片区退水进入蚂蝗箐，涉及退水长度 1340.085m；大坪子片区退水部分进入龙潭箐，涉及龙潭箐退水河段长度 2390.197m，部分进入块河，涉及块河退水河段长度 2466.324m；松毛棚片区退水进入块河，涉及退水河段长度 1601.741m；草海子片区退水进入块河，涉及退水河段长度 1074.186m。

所涉及水生环境均为山间河流，河流流速均较快，河道水质较为清澈，水体交换快，水体营养物质不丰富。

2、调查方法和范围

（1）浮游植物

1）样品的采集与固定

浮游植物的定性样品用 25 号浮游生物网（孔径 0.064mm）采集，并用 5% 甲醛溶液现场固定。

浮游植物的定量样品用有机玻璃采水器在距水面 0.5m 处采集水样 5 升，加鲁哥氏液固定（使水样中鲁哥氏液浓度为 1.5%）。着生生物的定量样品的采集，先准确测量被采样的天然基质的面积，用小刀刮取天然基质表面该面积范围内生长的全部着生藻类，装入标本瓶中，加鲁哥氏液固定。

2）实验室内样品的处理、鉴定与生物量的计算

采集和固定后的定性样品在实验室中用显微镜和解剖镜进行观察和鉴定。浮游植物的定量样品带回实验室，用沉淀器沉淀 48 小时后，弃上清液，使其浓缩至 20ml。

浮游植物细胞的计数是分别取摇匀后的各采样点浓缩样品 0.1ml，加入到浮游植物计数框中，在显微镜下计数，每片计数 300 个视野。每一样品计数 2 次，两次的计数结果误差小于 15%，则求出取平均值，（若误差大于 15%，则计数第 3 次）。再依公式换算成每升水中的数量，作为该采样点的浮游藻类的细胞数量。每升水中浮游植物的总数等于各类群细胞数之和。

每升水样中浮游植物数量的计算公式如下：

$$N = \frac{C_s}{F_s \times F_n} \times \frac{V}{v} \times P_n$$

式中：

N-----一升水中浮游植物的数量（ind. L⁻¹）；

Cs-----计数框的面积（mm²）；

Fs-----视野面积（mm²）；

Fn-----每片计数过的视野数；

V-----一升水样经浓缩后的体积（ml）；

v-----计数框的容积（ml）；

Pn-----计数所得个数（ind.）。

（2）水生植物

采用实地调查和历史数据资料收集相结合的方式。实地调查采用样方法进行定量调查，在野外踏查的基础上，选择代表水生植物状况的区域设置采样点开展调查，样方面积为 1m×1m 或 0.5m×0.5m。

（3）浮游动物

1) 采集、固定及沉淀

I 原生动物和轮虫

原生动物和轮虫的采集包括定性采集和定量采集。定性采集采用 25 号筛绢制成的浮游生物网在水中拖曳采集，将网头中的样品放入 50ml 样品瓶中，加福尔马林液 2.5ml 进行固定。定量采集则采用 2500ml 采水器不同水层中采集一定量的水样，经充分混合后，取 2000ml 的水样，然后加入鲁哥氏液固定，经过 48h 以上的静置沉淀浓缩为标准样。一般同断面的浮游植物与原生动物、轮虫共一份定性、定量样品。以下为定量采集的详细介绍：

A 采样层次

根据水体深度设置采样点，水深在 5m 以内、水团混和良好的水体，可只采 1 点（水面下 0.5m 处）水样；水深 6-10m 的水体，采 2 点，分别取表层（水面下 0.5m 处）和底层（河底以上 0.5m 处）两个水样；水深大于 10m，采 3 点，表层（水面下 0.5m 处）中层（1/2 水深处）和底层（河底以上 0.5m 处）。为了减少工作量，也可采取分层采样，各层等量混合成 1 个水样的方法。

B 水样固定

水样应立即用 20ml 鲁哥氏液加以固定（固定剂量为水样的 1%）。需长期保存样品，再在水样中加入 10ml 左右福尔马林液。

C 沉淀和浓缩

沉淀和浓缩与浮游植物沉淀和浓缩方法相同。

II 枝角类和桡足类

定性采集采用 13 号筛绢制成的浮游生物网在水中拖曳采集，将网头中的样品放入 50ml 样品瓶中，加福尔马林液 2.5ml 进行固定。定量采集则采用 2500ml 采水器不同水层中采集一定量的水样，经充分混合后，取 10L 的水样用 25 号筛绢制成的浮游生物网过滤后，将网头中的样品放入 50ml 样品瓶中，加福尔马林液 2.5ml 进行固定。以下为定量采集的详细介绍：

A 断面垂线及采样点的布设

根据水面宽度设置断面垂线，水面宽 $\leq 50\text{m}$ 时，设 1 条中泓垂线； $50\sim 100\text{m}$ 时，设 2 条垂线（中泓线左右流速较快处）； $>100\text{m}$ 时，设 3 条垂线（左、中、右）。采样点视水深而定，如水深在 5m 以内、水团混和良好的水体，可只采 1 点（水面下 0.5m 处）水样；水深 6-10m 的水体，采 2 点，分别取表层（水面下 0.5m 处）和底层（河底以上 0.5m 处）两个水样；水深大于 10m，采 3 点，表层（水面下 0.5m 处）中层（1/2 水深处）和底层（河底以上 0.5m 处）。为了减少工作量，也可采取分层采样，各层等量混合成 1 个水样的方法。

B 采样方法

枝角类和桡足类的定量采集，是将上述各采样点的混合水样 10L（若浮游动物很少，可加大采水量，如 20、40、50L。但必须在记录中注明），将所采水样倾到入漂净的 25 号浮游生物网中过滤，注入标本瓶。用 4-5% 福尔马林固定保存。对标本编号，注明采水量，并贴好标签。记录采集地点、采集时间以及周围环境等。枝角类和桡足类的定性采集，采用 13 号筛绢制成的浮游生物网在水体的表层来回拖曳采集，用 4-5% 福尔马林固定保存。

C 水样固定

水样应立即用福尔马林液加以固定（固定剂量为水样的 5%）。需长期保存样品，再在水样中加入 2ml 左右福尔马林液，并用石蜡封口。

2) 鉴定

I 原生动物

将采集的原生动物定量样品在室内继续浓缩到 30ml，摇匀后取 0.1ml 置于以 0.1ml 的计数柜中，盖上盖玻片后在 20×10 倍的显微镜下全片计数，每个样品计数 2 片；同一样品的计数结果与均值之差不得高 15%，否则增加计数次数。定性样品摇匀后取 2 滴于载玻片上，盖上盖玻片后用显微镜检测种类。

II 轮虫

将采集的轮虫定量样品在室内继续浓缩到 30ml，摇匀后取 1ml 置于以 1ml 的计数柜中，盖上盖玻片后在 10×10 倍的显微镜下全片计数，每个样品计数 2 片；同一样品的计数结果与均值之差不得高 15%，否则增加计数次数。定性样品摇匀后取 2 滴于载玻片上，盖上盖玻片后用显微镜检测种类。

III 枝角类

将采集的枝角类定量样品在室内继续浓缩到 10ml，摇匀后取 1ml 置于以 1ml 的计数柜中，盖上盖玻片后在 4×10 倍的显微镜下全片计数，每个样品计数 10 片。定性样品到入培养皿中，在解剖镜下将不同种类挑选出来置于载玻片上，盖上盖玻片后用压片法在显微镜检测种类。

IV 桡足类

将采集的桡足类定量样品在室内继续浓缩到 10ml，摇匀后取 1ml 置于以 1ml 的计数柜中，盖上盖玻片后在 4×10 倍的显微镜下全片计数，每个样品计数 10 片。定性样品到入培养皿中，在解剖镜下将不同种类挑选出来置于载玻片上，在显微镜下用解剖针解剖后检测种类。

3) 浮游动物的现存量计算

单位水体浮游动物数量的计算公式如下：

$$N = \frac{nV_1}{CV}$$

式中：N——每升水样中浮游动物的数量（ind./L）；

V₁——样品浓缩后的体积（ml）；

V——采样体积（L）；

C——计数样品体积（ml）；

n——计数所获得的个数（ind.）；

原生动物和轮虫生物量的计算采用体积换算法。根据不同种类的体形，按最近似的几何形测量其体积。枝角类和桡足类生物量的计算采用测量不同种类的体长，用回归方程式求体重进行。

（4）底栖动物

1）样品采集

底栖动物分三大类：软体动物、水栖寡毛类和水生昆虫幼虫。依据断面长度布设采样点，用底泥采集器采集定量样品，每个采样点采泥样 3 个。砾石底质无法用采泥器挖取的，则用手抄网进行采样，同时还结合洗水草及翻动石头等方法。

2）样品处理和保存

①洗涤和分拣：泥样倒入塑料盆中，对底泥中的砾石，要仔细刷下附着底栖动物，经 40 目分样筛筛选后拣出大型动物，剩余杂物全部装入塑料袋中，加少许清水带回室内，在白色解剖盘中用细吸管、尖嘴镊、解剖针分拣。

②保存：软体动物用 5% 甲醛或 75% 乙醇溶液；水生昆虫用 5% 甲醛固定数小时后再用 75% 乙醇保存；寡毛类先放入加清水的培养皿中，并缓缓滴数滴 75% 乙醇麻醉，待其身体完全舒展后再用 5% 甲醛固定，75% 乙醇保存。

5）计量和鉴定

①计量：按种类计数（损坏标本一般只统计头部），再换算成个/m²。软体动物用电子称称重，水生昆虫和寡毛类用扭力天平称重，再换算成 mg/m²。

②鉴定：软体动物鉴定到种，水生昆虫（除摇蚊幼虫）至少到科；寡毛类和摇蚊幼虫至少到属。

（5）鱼类

1）鱼类区系组成调查

根据鱼类区系研究方法，在不同河段设置站点，对调查范围内的鱼类资源进行全面调查。采取捕捞、市场调查和走访相结合的方法，采集鱼类标本、收集资料、做好记录，标本用福尔马林固定保存。通过对标本的分类鉴定，资料的分析整理，编制出鱼类种类组成名录。

2）鱼类资源现状调查

鱼类资源量的调查采取社会捕捞渔获物统计分析结合现场调查取样进行。采

用访问调查和统计表调查方法，调查资源量和渔获量。向渔业主管部门和渔政管理部门及渔民调查了解渔业资源现状以及鱼类资源管理中存在的问题。对渔获物资料进行整理分析，得出各工作站点主要捕捞对象及其在渔获物中所占比重，不同捕捞渔具渔获物的长度和重量组成，以判断鱼类资源状况。

3) 鱼类生物学调查

鱼类标本尽量现场鉴定，进行生物学基础数据测定，并取鳞片等作为鉴定年龄的材料。必要时检查性别，取性腺鉴别成熟度。部分标本用 5% 的甲醛溶液固定保存。现场解剖获取食性和性腺样品，食性样品用甲醛溶液固定，性腺样品用波恩氏液固定。剪取部分鱼类的鳍条放入 95% 酒精保存，为分子生物学研究保存 DNA 样本。

4) 鱼类“三场”

走访周边居民、主要捕捞人员，了解不同季节鱼类主要集中地和鱼类种群组成，结合鱼类生物学特性和水文学特征，分析鱼类“三场”分布情况，并通过有经验的捕捞人员进行验证。鱼类产卵场作为主要调查的对象，并根据项目区生态特点，采用合适调查方法，对该段鱼类产卵场位置、产卵江段、产卵场规模等进行详细调查。

3、水生生态调查点位

(1) 调查点位分布及简介

1) 调查点位分布

各调查点位分布如图 5.2-29 所示，各点位所在的坐标和性质如下表所示。

表 5.2-29 调查点位及坐标

序号	工程区域	断面名称	纬度	经度	海拔
1	淹没区	坝址处断面	25.9125	103.0557	2313
2		坝址上游 100m 断面	25.9145	103.0559	2317
3	减水河段	坝址下游 100m 清水河断面	25.9114	103.0554	2309

2) 调查断面生境现状

①坝址处断面

调查点位于拟建水库坝址处。调查点清水河水质较好，流速较快，河道清浅，

为矩形断面河道，河流底质为泥沙底质，河道宽度约为 1.2-1.5m，坝址下游约 80m 处可见一天然小型叠水。

5.2-30 坝址处断面

调查时间	纬度	经度	海拔	调查照片
2023.8; 2023.10; 2024.2	25.9125	103.05 57	2313	

②淹没区断面

调查点位于拟建水库坝址上游 100m 断面。调查点清水河水质较好，流速较快，河道清浅，为矩形断面河道，河流底质为泥沙底质，河道宽度约为 1.3m。

5.2-31 坝址处断面

调查时间	纬度	经度	海拔	调查照片
2023.8; 2023.10; 2024.2	103.0559	25.914 5	2317	

③减水河段断面

调查点位于拟建水库坝址下游 100m 断面。调查点清水河水质较好，流速较快，河道清浅，浮游植物较多，为矩形断面河道，河流底质为泥沙底质，河道宽度约为 1.2m。

5.2-32 坝址处断面

调查时间	纬度	经度	海拔	调查照片
------	----	----	----	------

2023.8; 2023.10; 2024.2	103.0554	25.911 4	2309	
-------------------------------	----------	-------------	------	--

4、浮游植物

根据实验室显微鉴定，结果表明：2 个样点共观察到浮游植物 5 门 22 科 42 种。在 42 种浮游植物中，硅藻门物种最多，共有 8 科 20 种，占总数的 47.61%；其次为绿藻门，共有 8 科 13 种，占总数的 30.95%；蓝藻门共有 4 科 7 种，占总数的 16.67%；甲藻门、隐藻门各有 1 种，均占总数的 2.38%。

表 5.2-33 评价区浮游植物名录及分布

编号	物种名	坝址处	坝址上游 100M	坝址下游 100M
P1	蓝藻门 Cyanophyta			
F1	平裂藻科 Merismopediaceae			
1	细小平裂藻 <i>Merismopedia tenuissima</i>	+	+	+
F2	色球藻科 Chroococcaceae			
2	不定微囊藻 <i>Microcystis incerta</i>	+		
3	水花微囊藻 <i>Microcystis flosaquae</i>	+	+	+
F3	颤藻科 Oscillatoraceae			
4	小颤藻 <i>Oscillatoria tenuis</i>	+	+	+
5	巨颤藻 <i>Oscillatoria princeps</i>	+	+	+
F4	念珠藻科 Nostocaceae			
6	念珠藻 <i>Nostoc</i> sp.	+	+	+
7	鱼腥藻 <i>Anabaena</i> sp.	+		
P2	隐藻门 Cryptophyta			
F5	隐鞭藻科 Cryptomonadaceae			
8	卵形隐藻 <i>Cryptomonas ovata</i>		+	
P3	甲藻门 Dinophyta			
F6	角甲藻科 Ceratiaceae			
9	角甲藻 <i>Ceratium hirundinella</i>	+	+	+
P4	硅藻门 Bacillariophyta			
F7	圆筛藻科 Coscinodiscaceae			
10	梅尼小环藻 <i>Cylotella</i>	+	+	+

	<i>meneghiniana</i>			
11	小环藻 <i>Cyclotella</i> sp.	+	+	+
12	颗粒直链藻 <i>Melosira granulata</i>	+	+	+
13	变异直链藻 <i>Melosira varians</i>			+
14	模糊直链藻 <i>Melosira ambigua</i>	+	+	+
F8	脆杆藻科 <i>Fragilariaceae</i>			
15	尖针杆藻 <i>Synedra acus</i>	+	+	+
16	针杆藻 <i>Synedra</i> sp.	+	+	
17	中型脆杆藻 <i>Fragilaria intermedia</i>	+	+	+
18	普通等片藻 <i>Diatoma vulgare</i>	+	+	
F9	舟形藻科 <i>Naviculaceae</i>			
19	双头辐节藻 <i>Stauroneis smithii</i>	+	+	
20	尖头舟形藻 <i>Navicula cuspidata</i>	+	+	+
21	羽纹藻 <i>Pinnularia</i> sp.		+	
F10	桥弯藻科 <i>Cymbellaceae</i>			
22	近缘桥弯藻 <i>Cymbella cymbiformis</i>	+	+	
23	箱形桥弯藻 <i>Cymbella cistula</i>	+	+	+
24	膨胀桥弯藻 <i>Cymbella pusilla</i>	+	+	
F11	异极藻科 <i>Gomphonemaceae</i>			
25	异极藻 <i>Gomphonema</i> sp.	+	+	
F12	曲壳藻科 <i>Achnanthaceae</i>			
26	短小曲壳藻 <i>Achnanthes exigua</i>			+
27	扁圆卵形藻 <i>Cocconeis placentula</i>			+
F13	窗纹藻科 <i>Epithemiaceae</i>			
28	窗纹藻 <i>Epithemia</i> sp.			+
F14	双菱藻科 <i>Surirellaceae</i>			
29	粗壮双菱藻 <i>Surirella robusta</i>			+
P5	绿藻门 <i>Chlorophyta</i>			
F15	团藻科 <i>Volvocaceae</i>			
30	实球藻 <i>Pandorina morum</i>	+	+	
F16	小球藻科 <i>Chlorellaceae</i>			
31	微小四角藻 <i>Tetraedron minimum</i>	+	+	
F17	卵囊藻科 <i>Oocystaceae</i>			
32	卵囊藻 <i>Oocystis</i> sp.	+	+	
F18	水网藻科 <i>Hydrodictyceae</i>			
33	双射盘星藻 <i>Pediastrum biradiatum</i>	+	+	+
34	二角盘星藻 <i>Pediastrum duplex</i>	+	+	+
35	二角盘星藻纤细变种 <i>Pediastrum duplex</i> var. <i>gracillimum</i>	+		
36	单角盘星藻 <i>Pediastrum simplex</i>			
F19	栅藻科 <i>Scenedesmaceae</i>			
37	四角十字藻 <i>Crucigenia quadrata</i>	+		

38	四尾栅藻 <i>Scenedesmus quadricauda</i>	+	+	+
F20	刚毛藻科 <i>Cladophoraceae</i>			
39	刚毛藻 <i>Cladophora</i> sp.	+		
F21	鼓藻科 <i>Desmidiaceae</i>			
40	新月藻 <i>Closterium</i> sp.	+	+	+
41	珍珠鼓藻 <i>Cosmarium margaritatum</i>	+		
F22	双星藻科 <i>Zygnemataceae</i>			
42	水绵 <i>Spirogyra</i> sp.	+	+	+

②数量组成与生物量

调查的 3 个样点浮游植物密度不大, 平均为 24750 个/L, 其中硅藻门植物最多, 为 10200 个/L, 其次为绿藻门、蓝藻门, 分别为 6350 个/L、5150 个/L, 其他门数量很少, 合计仅有 3050 个/L。

表 5.2-34 浮游植物密度 (个/L)

类群	坝址	坝址上游 100M	坝址下游 100M	平均
硅藻门	12000	8400	12200	10866
绿藻门	7600	5100	7700	6800
蓝藻门	5600	4700	5700	5333
其它门	4000	2100	4200	3433
合计	29200	20300	29800	26433

设置的 3 个监测点浮游植物平均生物量为 0.057mg/L, 其中硅藻门生物量为 0.033mg/L, 绿藻门生物量为 0.013mg/L, 蓝藻门生物量为 0.003 mg/L, 其他门的生物量有 0.008mg/L。

表 5.2-35 浮游植物生物量 (mg/L)

类群	坝址	坝址上游 100M	坝址下游 100M	平均
硅藻门	0.036	0.025	0.037	0.033
绿藻门	0.015	0.01	0.015	0.013
蓝藻门	0.003	0.003	0.003	0.003
其它门	0.009	0.005	0.009	0.008
合计	0.063	0.043	0.064	0.057

5、浮游动物

①种类组成

根据室内定性显微镜检, 共检出浮游动物 14 科 27 种, 详见表 5-28。其中原生动物种类 7 科 13 种, 种类最多, 占总种数的 48.15%; 轮虫 4 科 9 种, 占总种数的 33.33%; 枝角类 2 科 3 种, 占总种数的 11.11%; 桡足类 1 科 2 种, 占总种

数的 7.41%。

表 5.2-36 评价区浮游动物名录及分布

编号	物种	坝址处	坝址上游 100M	坝址下游 100M
	原生动物 Protozoa			
F1	表壳科 Arcellidae			
1	波纹半圆表壳虫 <i>Arcella hemisphaerica undulata</i>	+	+	+
2	普通表壳虫 <i>Arcella vulgaris</i>	+		+
3	大口表壳虫 <i>Arcella megastoma</i>	+	+	+
F2	砂壳科 Diffugiidae			
4	尖顶砂壳虫 <i>Diffugia acuminata</i>	+	+	+
5	梨形砂壳虫 <i>Diffugia pyriformis</i>		+	
6	长圆砂壳虫 <i>Diffugia oblonga</i>	+	+	+
7	针棘匣壳虫 <i>Centropyxis aculeata</i>		+	
F3	太阳科 Actinophryidae			
8	放射太阳虫 <i>Actinophrys sol</i>		+	
F4	裂口科 Amphileptidae			
9	片状漫游虫 <i>Litonotus fasciola</i>	+		+
F5	肾形科 Colpodidae			
10	肾形虫一种 <i>Colpoda</i> sp.	+	+	+
F6	钟形科 Vorticellidae			
11	沟钟虫 <i>Vorticella convallaria</i>	+	+	+
12	杯钟虫 <i>Vorticella cupifera</i>		+	
F7	筒壳科 Tintinnidae			
13	王氏似铃壳虫 <i>Tintinnopsis wangi</i>	+	+	+
	轮虫类 Rotifera			
F8	臂尾轮科 Brachionidae			
14	尖尾鞍甲轮虫 <i>Lepadella acuminata</i>	+	+	+
15	萼花臂尾轮虫 <i>Brachionus calyciflorus</i>	+		+
16	大肚须足轮虫 <i>Euchlanis dilatata</i>	+	+	+
17	螺形龟甲轮虫 <i>Keratella cochlearis</i>	+	+	+
18	曲腿龟甲轮虫 <i>Keratella valga</i>	+	+	+
19	矩形龟甲轮虫 <i>Keratella quadrata</i>	+	+	+
F9	腔轮科 Lecanidae			
20	月形腔轮虫 <i>Lecane luna</i>	+	+	+
F10	晶囊轮科 Asplanchnidae			
21	晶囊轮虫一种 <i>Asplanchna</i> sp.	+	+	+
F11	鼠轮科 Trichocercidae			
22	纵长异尾轮虫 <i>Trichocerca elongata</i>		+	
	枝角类 Cladocera			
F12	蚤科 Daphniidae			

23	透明溞 <i>Daphnia</i> (<i>Daphnia</i>) <i>hyaline</i>	+	+	+
24	老年低额溞 <i>Simocephalus</i> <i>vetulus</i>	+	+	+
F13	象鼻溞科 <i>Bosminidae</i>			
25	长额象鼻溞 <i>Bosmina longirostris</i>	+	+	+
	桡足类 <i>Copepoda</i>			
F14	剑水蚤科 <i>Cyclopidae</i>			
26	锯缘真剑水蚤 <i>Eucyclops</i> <i>serrulatus</i> <i>serrulatus</i>	+	+	+
27	无节幼体 <i>Nauplius</i> sp.	+	+	+

②密度和生物量

3 个样点浮游动物数量较少，平均密度仅有 565 个/L，其中原生动物为 295 个/L，轮虫为 225 个/L，枝角类为 28 个/L，桡足类为 18 个/L。

表 5.2-37 浮游动物密度 (个/L)

类群	坝址处	坝址上游 100M	坝址下游 100M	平均
原生动物	350	240	360	317
轮虫类	260	190	260	237
枝角类	30	25	35	30
桡足类	20	15	20	18
合计	660	470	675	602

3 个样点浮游动物平均生物量为 0.46mg/L，其中原生动物为 0.016 mg/L，轮虫为 0.189 mg/L，枝角类为 0.154 mg/L，桡足类为 0.1mg/L。

表 5.2-38 浮游动物生物量 (mg/L)

类群	坝址处	坝址上游 100M	坝址下游 100M	平均
原生动物	0.018	0.012	0.018	0.016
轮虫类	0.208	0.152	0.208	0.189
枝角类	0.163	0.136	0.163	0.154
桡足类	0.109	0.082	0.109	0.1
合计	0.498	0.382	0.498	0.46

6、底栖动物

①种类组成

本次总共观察到的底栖动物种类、数量都不多，只有 3 门 4 纲 14 种。其中种类最多的是水生昆虫，共有 9 种，占总种数的 64.29%，其次，是腹足类，有 3 种占 21.43%，环节动物、瓣鳃类分别采集到 1 种。

表 5.2-39 评价区底栖动物名录及分布

编号	物种名	坝址处	坝址上游 100M	坝址 下游 100 M
P1	环节动物门 Annelida			
C1	寡毛纲 Oligochaeta			
1	水丝蚓一种 <i>Limnodrilus</i> sp.	+	+	+
P2	软体动物门 Mollusca			
C2	腹足纲 Gastropoda			
2	环棱螺 <i>Bellamya</i> sp.			+
3	拟钉螺 <i>Tricula</i> sp.			+
4	云南萝卜螺 <i>Radix yunnanensis</i>	+	+	+
C3	瓣鳃纲 Lamellibranchia			
5	湖球蚬 <i>Sphaerium lacustre</i>			+
P3	节肢动物门 Arthropoda			
C4	昆虫纲 Insecta			
6	蚊石蛾科一种 <i>Hydropsychidae</i> sp.	+	+	+
7	蜉蝣科一种 <i>Prosopistomatidae</i> sp.	+	+	
8	黄翅蜻 <i>Brachythemis</i>	+	+	+
9	流扁蜉一种 <i>Epeorus</i> sp.	+	+	+
10	动扁蜉一种 <i>Cinygma</i> sp.			+
11	四节蜉一种 <i>Baetis</i> sp.	+	+	+
12	负子蝻一种 <i>Sphaerodema</i> sp.	+	+	+
13	双翅目幼虫 <i>Diptera</i> (larva)	+	+	+
14	摇蚊幼虫 <i>Chironomus</i> (larva)	+	+	+

②密度和生物量

评价区底栖动物平均密度为 312 个/m²，其中环节动物为 75 个/m²，腹足类为 43 个/m²，瓣鳃类为 16 个/m²，水生昆虫为 176 个/m²。

表 5.2-40 动物密度 (个/m²)

类群	坝址处	坝址上游 100M	坝址下游 100M	平均
环节动物	96	54	101	84
腹足类	53	32	55	47
瓣鳃类	10	21	12	14
水生昆虫	160	198	160	173
合计	319	305	328	317

该水域底栖动物平均生物量为 142.86g/m²，其中环节动物为 3.28 g/m²，腹足类为 69.05 g/m²，瓣鳃类为 30.93g/m²，水生昆虫为 39.61g/m²。

表 5.2-41 底栖动物生物量 (g/m²)

类群	坝址处	坝址上游 100M	坝址下游 100M	平均
环节动物	3.8	2.14	3.9	3.28
腹足类	79.53	48.02	79.6	69.05
瓣鳃类	22.63	47.52	22.63	30.93
水生昆虫	36.7	45.42	36.7	39.61
合计	142.66	143.09	142.83	142.86

7、鱼类

(1) 鱼类组成及特点

鱼类历史记录主要参考《云南鱼类志 上、下册》（1989，1990）、《云南鱼类名录》（陈小勇，2013）及洗马河、块河、小江历史文献资料；调查物种分类系统依据《云南鱼类名录》（陈小勇，2013）。

项目清水河共栖息有鱼类 6 种，隶属于 2 目 5 科 6 属（均为金沙江水系记录的土著种）。其中鲤形目 3 科、4 属、4 种：鲤科的麦穗鱼 *Pseudorasbora parva*、条鳅科的横纹南鳅 *Schistura fasciolata*、红尾副鳅 *Paracobitis variegatus*、平鳍鳅科的四川华西鳅 *Sinogastromyzon szechuanensis*；鲇形目 2 科、2 属、2 种：鲇科的中华纹胸鲃 *Glyptothorax sinensis*、鲿科的瓦氏黄颡鱼 *Pelteobagrus vachelli*。

表 5.2-42 鱼类分科统计表

	鲤科	条 鳅 科	平 鳍 鳅 科	鲃科	鲿科	合计
属数	1	2	1	1	1	5
种数	1	2	1	1	1	6
占总种 数的%	16.67	33.32	16.67	16.67	16.67	100

(2) 鱼类资源调查数据

2023 年-2024 年本次评价共组织进行 3 次野外调查，由于河道水质清浅，仅在 2023 年 8 月调查时在坝址下游 100m 断面捕捞到 2 尾麦穗鱼。



经过走访周边村民，得知清水河内偶尔可见红尾巴鱼（红尾副鳅）、麻石流（横纹南鳅）、石爬子（纹胸鮡类）、黄辣丁（瓦氏黄颡鱼）。

（3）渔获物组成

由于项目区河道十分清浅且水流相对较急，三次野外调查仅 2023 年 8 月调查获得了渔获物，调查采用网兜捕捞的方式，获得本次调查的渔获物数据，各渔获物数据统计见下表。本次调查一共获得鱼类 2 条，渔获物总重量为 2.95 克。

表 5.2-43 渔获物统计表

物种	尾数	体长范围 cm	体重范围 g	均重 g	生物量 g
麦穗鱼	2	4.2-5.4	2.4-3.5	2.95	11.4
总计	2			2.95	11.4

（4）鱼类重要生境

1) 产卵场

评价区鱼类中以产粘性卵种类居多，产出的鱼卵粘附在砾石或水草上孵化。其中有些鱼类产强粘性卵，如条鳅科种类等，这些鱼类占评价区鱼类种类数的大部分；另有产弱粘性卵的鱼类等可在近岸草滩或砾石浅滩中产卵孵化。

目前缺乏流域鱼类繁殖的基本调查资料和文献记载。

项目区河段水面狭窄、河床比降系数大、本身就具有高溶氧的特点，加之该水域的大多数鱼类是小型鱼类，游泳能力相对较弱，因而虽然集中在某一特定时间（雨季涨水）产卵，但并不形成集中的产卵场所，而是分散在各处礁石间产卵。对沿河居民及渔民的调查也验证了这种推测。

由以上结果分析，项目区流域鱼类繁殖季节约在 4 月中旬至 7 月之间。鱼类的繁殖季节与雨季基本一致。

2) 索饵场

索饵场，是指鱼类和虾类等群集摄食的水域。鱼类总是选择饵料相对丰富的水域进行索饵摄食，一般主要位于河流交汇口附近。评价区为山区小河，不存在集中式索饵场。

（3）越冬场

越冬场是鱼类冬季栖息的水域环境。评价区为山区小河，鱼类资源稀少，不存在集中式越冬场分布。

8、珍稀保护及特有鱼类

分布于评价区流域的鱼类中，没有发现国家级、省级重点保护鱼类及被列入《中国濒危动物红皮书》的种类。也没有发现流域中典型的长距离洄游性鱼类。

此外，评价区分布的鱼类中没有仅分布于清水河水域中的鱼类，也没有仅分布于洗马河、小江及其支流的特有鱼类。

三、土地利用现状

结合卫星遥感判读分析与野外调查的方法，对项目评价区进行土地覆被调查。评价区总面积 2510.217hm²，其中土地利用面积最大的为耕地，面积为 47.935hm²。

表 5.2-44 评价区各土地利用类型面积统计表单位：hm²

植被类型	面积 (hm ²)	百分比 (%)
乔木林地	886.063	35.298
草地	319.581	12.731
耕地	1203.268	47.935
农村宅基地	65.235	2.599
工矿企业用地	1.178	0.047
交通运输用地	21.288	0.848
水域及水利设施用地	13.604	0.542
合计	2510.217	100.000

四、景观系统现状

评价区内生态系统可分为森林生态系统、农田生态系统等。这些不同的景观系统按其内在的规律整合在一起，形成和评价区内统一的景观体系。景观质量的优劣取决于景观要素的性质与特征，以及景观的结构和时空格局的特征。景观生态系统的稳定性取决于景观生态系统稳定程度和系统干扰程度两大方面。若干扰程度大于稳定程度，景观生态系统趋于非稳定态，景观生态质量较低；若干扰程度小于稳定程度，景观生态系统趋于稳定态，景观生态质量较高。一般来说，森林比灌丛和灌草丛有更为复杂的群落结构、更高的生物生产力，同样其生态潜力也较高，对环境质量的影响也更大。农田及其他人工群落，具有结构简单、种类单一、靠人工施肥和管理维持等特点，因此相对于自然植被来说，自身的稳定性与对外界干扰的抵抗力都较弱。

在植被类型划分的基础上，根据遥感影像的色彩和色调的变化，确定满足评价要求的景观上图单元类型，根据评价区生态环境和植被组成的具体情况，评价区划分为 9 类基于遥感判读的景观生态类型。

表 5.2-45 评价区景观面积组成

景观类型	缀块数	缀块(%)	面积 (hm ²)	面积 (%)
针叶林景观	38	9.360	557.853	22.223
常绿阔叶林景观	19	4.680	65.397	2.605
稀树灌木草丛景观	114	28.079	319.581	12.731
人工林景观	45	11.084	262.813	10.470
耕地景观	105	25.862	1203.268	47.935
村庄景观	25	6.158	65.235	2.599
工业企业景观	1	0.246	1.178	0.047
道路景观	45	11.084	21.288	0.848
水域景观	14	3.448	13.604	0.542
合计	406	100.000	2510.217	100.000

1、景观类型面积

项目评价区总面积为 2516.217hm²，以耕地景观所占比重为最大，面积为 1203.268hm²，占评价区总面积的 47.935%，斑块类型面积 (CA) 为 47.935；其次为针叶林景观，面积为 557.853hm²，占评价区总面积的 22.223%，斑块类型面积 (CA) 为 22.223。

耕地景观与针叶林景观成为景观的地域背景，是景观结构单元中的主导类型，在很大程度上决定了评价区景观的性质，对景观的动态起着主导作用。

表 5.2-46 评价区斑块类型面积 (CA)

景观类型	缀块数	缀块(%)	面积 (hm ²)	CA
针叶林景观	38	9.360	557.853	22.223
常绿阔叶林景观	19	4.680	65.397	2.605
稀树灌木草丛景观	114	28.079	319.581	12.731
人工林景观	45	11.084	262.813	10.470
耕地景观	105	25.862	1203.268	47.935
村庄景观	25	6.158	65.235	2.599
工业企业景观	1	0.246	1.178	0.047
道路景观	45	11.084	21.288	0.848
水域景观	14	3.448	13.604	0.542
合计	406	100.000	2510.217	100.000

2、景观结构分析

运用景观生态学原理进行的景观空间结构的格局分析，可说明各种景观类型的空间分布和空间结构特征，了解人为活动与景观格局之间的关系。在景观的结构单元中，通常分为三种基本组分，即缀块 (patch)、廊道 (corridor) 和基底 (matrix)。缀块泛指与周围环境在外貌或性质上不同，并具有一定内部均质性的空间单元，缀块可是植物群落、居民点、农田等等。廊道是指景观中与相邻两

边环境不同的线性或条带结，如河流、道路、峡谷等。基底则是指景观中分布最广、连续性最大的背景结构，常见如森林基底、农田基底等。基底是景观的背景地域类型，是一种重要的景观结构单元类型，在很大程度上决定了景观的性质，对景观的动态起着主导作用。

景观结构单元中的缀块类型，采用植被制图中运用的无等级的植被上图单元，其中包括了农田、水体、居民区点等非自然植被或非植被的地面覆盖类型。基底的判定有 3 个标准，即相对面积大、连通程度高，动态变化中对景观的基本特征具有控制能力。采用植被生态学中确定植被重要值的方法来确定缀块在景观中的优势度。具体由 3 个参数计算而来，即密度（Rd）、频率（Rf）和景观比例（Lp）。前两个参数比较明确时，可认为相对面积较大、连通程度较高的缀块类型即控制着景观质量的基底。

景观优势度计算的数学表达式如下：

$$\text{密度 } R_d = \frac{\text{缀块 } i \text{ 的数目}}{\text{缀块总数}} \times 100\%$$

$$\text{频率 } R_f = \frac{\text{缀块 } i \text{ 出现的样方数}}{\text{总样方数}} \times 100\%$$

采用网格样方法，以 100m×100m 的样方对评价区进行全景观覆盖的取样，确定样方中出现的缀块类别，获得各类出现的频率。

$$\text{景观比例 } L_p = \frac{\text{缀块 } i \text{ 的面积}}{\text{样地总面积}} \times 100\%$$

$$\text{优势度 } D_o = \frac{(R_d + R_f) / 2 + L_p}{2} \times 100\%$$

同时，本次评价选用最大斑块指数（LPI）对各景观类型的受干扰程度进行评价。

评价区内各类缀块的密度（Rd）、频率（Rf）和景观比例（Lp），以及优势度、LPI 的计算值见表 5.2-47。

可以看出，在自然植被中，稀树灌木草丛景观的优势度值最高，为 22.310，LPI 为 12.685，表明其受人为干扰较大，缀块破碎度高，景观分布不集中；整个评价区看来，优势度最高的为耕地景观。评价区景观中，人工植被景观分布较为集中。从总体上来看，耕地景观和稀树灌木草丛景观优势度最高，耕地景观和针

叶林景观所占景观比例最大，因此耕地景观是评价区主要的景观背景。

表 5.2-47 评价区内各类景观优势度、LPI 指数值现状统计表

景观类型	密度 Rd	频率 Rf	景观比例 Lp	优势度 Do	LPI
针叶林景观	9.360	10.421	22.223	16.057	21.562
常绿阔叶林景观	4.680	4.507	2.605	3.599	21.184
稀树灌木草丛景观	28.079	35.698	12.731	22.310	12.685
人工林景观	11.084	10.087	10.470	10.528	34.237
耕地景观	25.862	35.339	47.935	39.268	16.179
村庄景观	6.158	3.024	2.599	3.595	17.547
工业企业景观	0.246	0.112	0.047	0.113	100
道路景观	11.084	15.486	0.848	7.067	4.824
水域景观	3.448	6.047	0.542	2.645	59.181

3、景观多样性指数

评价区是以农田生态系统、森林生态系统和河流生态系统等共同组成的复合系统，这些不同的景观系统按其内在的规律整合在一起，形成和评价区内统一的景观体系。景观生态系统的稳定性取决于景观生态系统稳定程度和系统干扰程度两大方面。

一般而言，稳定性包含抵抗力和恢复力两方面。景观的稳定性可从景观的多样性程度反映出来，单一均质的景观构成不能有效抵御多变干扰因素的作用，同时受干扰后易被彻底损毁。这里，采用景观多样性指数(Landscape diversity index)，来衡量景观体系的复杂程度。包括 4 种景观多样性指数，即：

①Shannon-Weaver 多样性指数

$$H = -\sum_{k=1}^n P_k \ln(P_k)$$

式中， P_k 是缀块类型 k 在景观中出现的概率， n 是景观中缀块类型的总数。

②Simpson 多样性指数

$$H' = 1 - \sum_{k=1}^n P_k^2$$

式中各项定义同前。多样性指数的大小取决于两方面的信息：一是缀块类型的多少(及丰富度)，二是各缀块类型在面积上分布的均匀程度。对于给定的 n ，

当各类缀块的面积比例相同时(即 $P_k=1/n$), H 达到最大值(Shannon-Weaver 多样性指数: $H_{\max}=\ln(n)$; Simpson 多样性指数: $H'_{\max}=1-(1/n)$)。通常, 随着 H 的增加, 景观结构组成的复杂性也趋于增加。

③均匀度指数

$E=H/\lg n$, 式中, H 为 Shannon-Weaver 多样性指数, n 为景观中缀块类型的总数。④景观优势度指数

$$LDI = H_{\max} + \sum_{i=1}^m (p_i) \ln(p_i)$$

表 5.2-48 评价区景观多样性现状

香农多样性指数	香农均匀度指数	辛普森多样性指数	优势度指数
SHDI	SHEI	SIDI	LSDI
1.376	0.254	0.461	0.246

从两个多样性指数及均匀度指数来看, 评价区景观多样性相对较高, 说明评价区由于植被类型较丰富, 形成了多样的景观生态体系, 景观异质性较高, 景观生态系统具有一定的稳定性和抗干扰的能力。

4、景观空间特征

总体来看, 评价区的聚集度指数和连通度指数相对较高, 分别为 61.225、71.392; 破碎度指数为 32.246。表明评价区的各类型景观呈现出较高的集群化趋势, 景观的破碎化程度相对较低, 景观连通性较好。

表 5.2-49 评价区景观空间格局指数

蔓延度	聚集度	连通度	分割度	破碎度
CONTAG	AI	COHESION	DIVISION	SPLIT
42.097	61.225	71.392	0.597	32.246

五、生态系统现状

1、生态系统结构

评价区是一个由多种生态系统系统组成的复合系统, 其中包括针叶林生态系统、灌丛生态系统、草丛生态系统、人工林生态系统、农田生态系统、居民点生态系统、水域生态系统、道路生态系统等。各生态系统类型相互交织, 按自有规律组合形成整个评价区的统一生态系统。生态系统质量的优劣取决于生态系统要素的性质与特征, 以及生态系统的结构和时空格局的特征。在各种生态系统类别中, 绿色植被构成了陆地生态系统的主体, 是环境质量好坏最明显的指示物。原生性植被往往覆盖度高, 群落结构完整, 物种组成丰富多样, 生物生物量高, 更

新潜力大，因此对环境质量的贡献也较大。一般来说，森林比灌丛有更为复杂的群落结构、更高的生物生物量，同样其生态潜力也较高，对环境质量的影响也更大。农田、城镇及其它人工配置群落，具有结构简单、种类单一、靠人工维持等特点，因此相对于自然植被来说，自身的稳定性与对外界干扰的抵抗力都较弱。

表 5.2-50 生态系统体系构成一览表

生态系统类型	缀块数	缀块(%)	面积 (hm ²)
针叶林生态系统	38	9.360	557.853
常绿阔叶林生态系统	19	4.680	65.397
稀树灌木草丛生态系统	114	28.079	319.581
人工林生态系统	45	11.084	262.813
耕地生态系统	105	25.862	1203.268
村庄生态系统	25	6.158	65.235
工业企业生态系统	1	0.246	1.178
道路生态系统	45	11.084	21.288
水域生态系统	14	3.448	13.604
合计	406	100.000	2510.217

2、生态系统生产力、生物量

区域生态系统生产力的评价指标主要是其植被生产力。植被生产力指各类土地上的植被生长量，单位用“吨/年 (t/a)”表示。

参照“我国森林植被的生物量和净生产量”（方精云、刘国华、徐嵩林，1996，生态学报，16（5）），“中国不同气候带各类型森林的生物量和净第一性生产力”（李高飞，任海，2004，热带地理，24（4）），以及《生物圈第一性生产力》（H.里思，R.H.惠特克，2001）的相关文献，对我国各地带主要植被类型生产量的计算方法，计算评价区各植被类型（生态系统）的生物生产力。

表 5.2-51 评价区生态系统生产力统计一览表

生态系统	平均生产力 (t/hm ² ·a)	平均生物量 (t/hm ²)	面积 (hm ²)	生产力 (t/a)	占总生产力的比例 (%)	生物量 (t)	占总生物量的比例 (%)
针叶林生态系统	10.47	81.16	557.853	5840.721	27.974	45275.349	36.894
常绿阔叶林生态系统	24.51	313.61	65.397	1602.880	7.677	20509.153	16.712
稀树草丛生态系统	9	52.17	319.581	2876.229	13.776	16672.541	13.586
人工林生态系统	10.21	71.83	262.813	2683.321	12.852	18877.858	15.383
耕地生态系统	6.5	17.58	1203.268	7821.242	37.460	21153.451	17.237
水域生态系统	4	16.88	13.604	54.416	0.261	229.636	0.187

合计	/		/	20878.809	100.000	122717.98 8	100.000
----	---	--	---	-----------	---------	----------------	---------

评价区总生产力约为 20878.809t/a。其中，自然植被的生产力约为 10319.830t/a，占评价区总生产力的 49.428%，年生物生产力最高的前三位依次是耕地生态系统、针叶林生产系统、稀树灌木草丛生态系统。

评价区总生物量约为 122717.988t。其中，自然植被的生物量约为 82457.043t，占评价区总生产力的 67.192%，年生物量最高的前三位依次是针叶林生态系统、耕地生产系统、常绿阔叶林生态系统。

3、植被覆盖度

项目评价区总面积 2510.217hm²。本次评价基于 NDVI 对植被覆盖度 (FVC) 进行了分析，根据计算结果，评价区 FVC 为 56.624%。评价区植被覆盖度较低。

六、生态保护红线

1、评价范围内生态红线生态环境现状

评价区总面积 2510.217hm²，评价区分布有寻甸县生态红线面积 153.876hm²，东川区生态红线 136.054hm²，占评价区总面积的 11.550%。本项目在东川段管线 C12+794 至 C13+069 采用埋地的方式穿越生态保护红线。本次项目在寻甸段主 A0+540 至主 A2+474，主 A3+050 至主 A4+405，采用埋地的方式穿越生态保护红线。评价区内分布的生态红线主要植被类型为云南松林、半湿润常绿阔叶林、硬叶常绿阔叶林、干热性稀树灌木草丛。

表 2-20 评价范围内生态红线区域植被类型、植物资源一览表

序号	植被类型	群落主要组成物种	分布面积 (hm ²)
1	云南松林	云南松 <i>Pinus yunnanensis</i> 、 <i>Castanopsis delavayi</i> 、滇油杉 <i>Keteleeria evelyniana</i> 、珍珠花 <i>Lyonia ovalifolia</i> 、矮杨梅 <i>Myrica nana</i> 、金丝桃 <i>Hypericum forrestii</i> 、小叶栒子 <i>Cotoneaster microphyllus</i> 、紫茎泽兰 <i>Eupatorium adenophora</i> 、刺芒野古草 <i>Arundinella setosa</i> 、白花鬼针草 <i>Bidens alba</i> 、穗序野古草 <i>Arundinella hookeri</i> 、黄背草 <i>Themeda triandra</i> 、黄茅 <i>Heteropogon contortus</i> 、西南萎陵菜 <i>Potentilla fulgens</i> 、飞蓬 <i>Erigeron acer</i> 、三花兔儿风 <i>Ainsliaea latifolia</i> 、香茶菜 <i>Isodon.sp</i> 、荩草 <i>Arthraxon hispidus</i> 、滇紫草 <i>Onosma paniculatum</i> 、青葙 <i>Celosia argentea</i> 、蒿 <i>Artemisia annua</i> 、猪殃殃 <i>Galium aparine</i> 、荩草 <i>Arthraxon hispidus</i> 、云南翻白草 <i>Potentilla griffithii</i> 、旱茅 <i>Eramopogon delavayi</i> 、扭黄茅 <i>Heteropogon contortus</i>	165.260

2	半湿润常绿阔叶林	高山栲 <i>Castanopsis delavayi</i> 、云南松 <i>Pinus yunnanensis</i> 、滇石栎 <i>Lithocarpus dealbatus</i> 、滇青冈 <i>Quercus glaucooides</i> 、栓皮栎 <i>Quercus variabilis</i> 、珍珠花 <i>Lyonia ovalifolia</i> 、炮仗杜鹃 <i>Rhododendron spinuliferum</i> 、渐尖叶小檗 <i>Berberis acuminata</i> 、滇含笑 <i>Michelia yunnanensis</i> 、碎米花杜鹃 <i>Rhododendron spiciferum</i> 、厚皮香 <i>Ternstroemia gymnanthera</i> 、沙针 <i>Osyris lanceolata</i> 、臭荚蒾 <i>Viburnum foetidum</i> 、西南小檗 <i>Berberis zanzlanscianensis</i> 、紫茎泽兰 <i>Ageratina adenophora</i> 、四脉金茅 <i>Eulalia quadrinervis</i> 、沿阶草 <i>Ophiopogon bodinieri</i> 、白健杆 <i>Eulalia pallens</i> 、鳞毛蕨 <i>Dryopteris</i> spp.、苔草 <i>Carex</i> spp.、云南香青 <i>Anaphalis yunnanensis</i> 、旱茅 <i>Schizachyrium delavayi</i> 、栗柄金粉蕨 <i>Onychium japonicum</i> 、剪股颖 <i>Agrostis clavata</i> 、荩草 <i>Arthraxon hispidus</i>	60.89
3	硬叶常绿阔叶林	椎连栎 <i>Quercus franchetii</i> 、清香木 <i>Pistacia weinmanniifolia</i> 、毛枝青冈 <i>Quercus helferiana</i> 、余甘子 <i>Phyllanthus emblica</i> 、毛叶柿 <i>Diospyros.KakiLinn</i> 、车桑子 <i>Dodonaea viscosa</i> 、黄茅 <i>Heteropogon contortus</i> 、两头毛 <i>Incarvillea arguta</i> 、长柄山蚂蝗 <i>Hylodesmum podocarpum</i> 、黄背草 <i>Themeda triandra</i> 、小菅 <i>Themeda minor</i> 、细柄草 <i>Capillipedium parviflorum</i> 、大油芒 <i>Spodiopogon sibiricus</i>	11.59
4	干热性稀树灌木草丛	椎连栎 <i>Quercus franchetii</i> 、清香木 <i>Pistacia weinmanniifolia</i> 、车桑子 <i>Dodonaea viscosa</i> 、小马鞍叶 <i>Bauhinia yunnanensis</i> 、华西小石积 <i>Osteomeles schwerinae</i> 、余甘子 <i>Phyllanthus emblica</i> 、黄茅 <i>Heteropogon contortus</i> 、两头毛 <i>Incarvillea arguta</i> 、旱茅 <i>Schizachyrium delavayi</i> 、短柄草 <i>Brachypodium sylvaticum</i> 、长叶山蚂蝗 <i>Hylodesmum podocarpum</i> 、三花兔儿风 <i>Ainsliaea latifolia</i> 、唐松草 <i>Thalictrum aquilegifolium</i>	52.19

七、评价区域生态环境存在问题

1、评价区域天然植被均为次生植被，区域植被受人为干扰较为明显。

2、现场调查表明，评价区列入环保部公布的第一批（2003）和第二批（2010）外来入侵物种名单有、紫茎泽兰、白花鬼针草 2 种。紫茎泽兰、白花鬼针草的分布海拔上限为 2500m，在评价区的数量多，特别是紫茎泽兰，在评价区内林下和灌草丛内大量分布，占据了草本层主要优势地位。

3、评价区受人为干扰较为明显，野生动物生境多为破碎化生境，野生动物生境异质化不高，且评价区呈狭窄条带状分布，野生动物的种类及数量均相对较

少。

5.3 区域水资源利用现状

拟建的清水河水库位于红土地镇花沟村委会锅底塘村。灌区范围内现状供水工程主要有花沟小（2）型水库和生活供水工程。

（1）花沟水库位于昆明市东川区红土地镇花沟村上游 2km 处，工程规模为小（2）型水库工程，水库始建于 1966 年 11 月，于 1971 年基本达到设计高度；水库于 2007 年进行了除险加固，现已完成除险加固（主要对坝体与坝基结合部、坝基及坝肩进行防渗处理）。水库径流 2.8km²，水库兴利库容 48.万 m³，总库容 80.0 万 m³。花沟水库以灌溉为主，水库设计灌溉面积 1000 亩，设计供水量 28.8 万 m³。

（2）“十三五”期间，为确保当地农村人口能够尽快脱贫致富，当地水务部门实施建设了农村饮水安全工程，大大缓解了当地的生活用水缺水情况。根据调查，现状年灌区生活供水量 4.1 万 m³。

本项目坝址上游约 1km 处，有一处自流引水管道，为邓家沟村生活用水取水口，取水量约为 4 万 m³/a，本项目建成后将其纳入本项目供水范围。区域灌溉用水主要取自周边山箐分散取水。

5.4 区域水污染源调查

根据现场调查，本项目水源区域位于东川红土地镇，当地一发展旅游业和种植为主，水源区域内没有工业污染源。清水河水库工程水源区范围内面源污染主要来自于农村散排生活污水、畜禽养殖、农田径流和灌溉回归水四方面。在拟建坝址下游 294m 有一个养殖基地，为红土地镇花沟村全生态土猪养殖基地。

由于输水线路运营期对地表水环境不产生影响，施工期工程建设对地表水的影响主要是施工工程扰动。该河流径流范围内无工业污染源，主要为生活污水、畜禽养殖、农田径流和灌溉回归水四方面。

5.4.1 现状污染源核算参数

流域现状污染源主要为居民生活污水、生活垃圾、人畜粪便产生的生活面源污染以及农田面源污染。本评价污染源核算参数根据《第一次全国污染源普查城镇生活源产排污系数手册》、《滇池生态安全调查及评估报告》、《滇池流域农村面源污染现状调查与评价报告》、《云南省陇川县麻栗坝灌区环境影响报告书（报批稿）》中实测的灌溉退水水质监测数据等相关研究成果及文献，并结合《云

南省地方标准（用水定额）》（DB53.T168-2019）确定。

农村生活污水产生量与排放量计算参数见表 5.4-1；农村生活垃圾产生量与排放量计算参数见表 5.4-2；农村人畜禽粪便产生量与排放量计算参数见表 5.4-3；农田灌溉回归水按用水量的 20%考虑，水质浓度见表 5.4-4。

表 5.4-1 农村人均生活污水及污染物产排系数

参数	污水量 (L/p·d)	COD (L/p·d)	TN (L/p·d)	TP (L/p·d)	排放系数
参数值	50	10	1.0	0.15	0.57

表 5.4-2 农村人均生活垃圾及污染物产排系数

参数	生活垃圾产生量 (kg/p·d)	总氮 (g/p·d)	总磷 (g/p·d)	排放系数
参数值	0.351	1.755	1.05	0.25

表 5.4-3 人畜禽粪便产排系数

项目	单位	人	牛	猪	羊	鸡	鸭	排放系数
粪便产量 (kg/p·d)	粪	0.7	15	2	1.23	0.12	0.13	
	尿	0.4	10	3.3	0.62	——	——	
平均折纯值 (g/p·d)	COD _{Cr}	30	665	90	12.0	2.0	2.0	0.57
	TN	3.5	42.6	5.7	3.1	0.3	0.3	0.24
	TP	0.6	15.5	2.0	1.1	0.1	0.1	0.18

表 5.4-4 农田灌溉回归水浓度

水质指标	COD	TN	TP	NH ₃ -N
浓度 (mg/L)	25.0	0.89	0.04	0.16

5.4.2 汇水区污染源现状

工程坝址以上汇水区域主要分布有三棵树、花石头上组、花石头下组等村庄。汇水区域常住人口约为 260 人，花石头上组平均旅游住宿人数约为 35 人/d，耕地总面积为 1020 亩。

1) 农村生活污染源

①农村生活污水产生量及排放量

表 5.4-5 农村生活污水产生量及排放量

项目	污水量		COD (300mg/L)		TN (34mg/L)		TP (8mg/L)	
	产生量	排放量	产生量	排放量	产生量	排放量	产生量	排放量
参数值 (L/p·d)	50		10		1.0		0.15	
本评价区农村人口 295 人 (m ³ /d)	14.750	8.408	2.950	1.682	0.295	0.168	0.044	0.025
产排量 (kg/d)	——		0.885	0.504	0.010	0.006	0.0004	0.0002

②农村生活垃圾产生量及排放量

表 5.4-6 农村生活垃圾产生量及排放量

项目	生活垃圾产生量	总氮		总磷	
	产生量	产生量	排放量	产生量	排放量
参数值 (kg/p·d)	0.351 (kg/p·d)	1.755 (g/p·d)		1.05 (g/p·d)	
本评价区农村人口 295 人 (kg/d)	28.08	0.518	0.129	0.310	0.077

③人畜禽粪便产生量及排放量

本评价区缺乏畜禽统计资料，因此，本评价主要以本评价区人口数计算粪便产生量及排放量。

表 5.4-7 人类便产生量及排放量

项目	粪	尿	COD		TN		TP	
	产生量	产生量	产生量	排放量	产生量	排放量	产生量	排放量
参数值	0.7 (kg/p·d)	0.4 (kg/p·d)	30 (g/p·d)		3.5 (g/p·d)		0.6 (g/p·d)	
本评价区农村人口 295 人 (kg/d)	206.500	118.000	8.850	5.045	1.033	0.248	0.177	0.032

综上所述，项目汇水区农村生活每日污水排放量为 8.408m³/d，生活垃圾产生量为 103.545kg/d，人粪尿产量为 324.5kg/d。其中，COD 排放量为 5.549kg/d、2.025t/a；TN 排放量为 0.383kg/d、0.140t/a；TP 排放量为 0.109kg/d、0.040t/a。

2) 农业面源污染

项目区农业面源污染主要来源于评价区内的耕地灌溉施肥，汇水区现状年耕地面积 1020 亩，由于缺乏灌溉用水量资料，参照现状年受退水区灌溉用水情况（212.4 万 m³/5880 亩），汇水区灌溉用水量为 36.845 万 m³。现状年农田面源污染负荷见表 5.4-8。

表 5.4-8 农田面源污染负荷

农业灌溉供水量 (万 m ³)	灌溉回归水量 (万 m ³)	COD	TP	TN	NH ₃ -N
36.845	7.369	1.842	0.461	0.115	0.029

3) 工业污染源

汇水区河段沿线无工业企业分布，故无工业污染源。

4) 小结

流域坝址以上汇水区域范围内农村生活每日污水排放量为 8.408m³/d，生活

垃圾产生量为 103.545kg/d，人粪尿产量为 324.5kg/d。其中，COD 排放量为 5.549kg/d、2.025t/a；TN 排放量为 0.383kg/d、0.140t/a；TP 排放量为 0.109kg/d、0.040t/a。农田面源污染负荷 COD 为 1.842t/a、TP 0.461t/a、TN0.115t/a、NH₃-N 0.029t/a。

5.4.3 受、退水区污染源现状

根据工程灌区布置，工程受水区分为锅底塘片区、邓家沟片区、花沟片区、大红地片区、冬瓜湾片区、大坪子片区、松毛棚片区和草海子片区。锅底塘片区人畜用水、灌溉水退水进入清水河，涉及退水河段长度 1335.322m；邓家沟片区退水一部分通过片区内人工沟渠进入清水河，涉及小河退水河段长度 512.203m，一部分进入洗马河，涉及洗马河（王家湾水库下游）退水长度 1218.435m；花沟片区退水进入花沟小河，涉及退水河段长度 1656.145m；大红地片区退水通过季节性沟箐进入龙潭箐，涉及退水河段长度 1099.176m；冬瓜湾片区退水进入龙潭箐季节性支流蚂蝗箐，涉及退水长度 1340.085m；大坪子片区退水部分进入龙潭箐，涉及龙潭箐退水河段长度 2390.197m，部分进入块河，涉及块河退水河段长度 2466.324m；松毛棚片区退水进入块河，退水河段长度 1601.741m；草海子片区退水进入块河，涉及退水河段长度 1074.186m。

受、退水区域涉及耕地 7350 亩（其中受水区现状年耕地面积 5880 亩），涉及农村居民 2267 人（其中受水区现状年 1187 人），牲畜 1753 头（大牲畜 1063 头、小牲畜 690 头）。

1) 农村生活污染源

①农村生活污水产生量及排放量

表 5.4-9 农村生活污水产生量及排放量

项目	污水量		COD (300mg/L)		TN (34mg/L)		TP (8mg/L)	
	产生量	排放量	产生量	排放量	产生量	排放量	产生量	排放量
参数值 (L/p·d)	50		10		1.0		0.15	
本评价区农村人口 2267 人 (m ³ /d)	113.350	64.610	22.670	12.922	2.267	1.292	0.340	0.194
产排量 (kg/d)	——		6.801	3.877	0.077	0.044	0.003	0.002

②农村生活垃圾产生量及排放量

表 5.4-10 农村生活垃圾产生量及排放量

项目	生活垃圾产生量	总氮	总磷
----	---------	----	----

	产生量	产生量	排放量	产生量	排放量
参数值 (kg/p·d)	0.351 (kg/p·d)	1.755 (g/p·d)		1.05 (g/p·d)	
本评价区农村人口 2267 人 (kg/d)	795.717	3.979	0.995	2.380	0.595

③人畜禽粪便产生量及排放量

受水区大牲畜以牛为主，核算参数类比猪产排系数；小牲畜主要为羊。

表 5.4-11 人粪便产生量及排放量

项目		粪	尿	COD		TN		TP	
		产生量	产生量	产生量	排放量	产生量	排放量	产生量	排放量
参数值	人	0.7 (kg/p·d)	0.4 (kg/p·d)	30 (g/p·d)		3.5 (g/p·d)		0.6 (g/p·d)	
	大牲畜	2 (kg/p·d)	3.3 (kg/p·d)	90 (g/p·d)		5.7 (g/p·d)		2.0 (g/p·d)	
	小牲畜	1.23 (kg/p·d)	0.62 (kg/p·d)	12.0 (g/p·d)		3.1 (g/p·d)		1.1 (g/p·d)	
受、退水区农村人口2267人 (kg/d)		1586.9	906.8	68.01	38.766	7.935	1.904	1.360	0.245
受、退水区大牲畜1063头 (kg/d)		2126	3507.9	95.67	54.532	6.059	1.454	21.26	3.827
受、退水区小牲畜690头 (kg/d)		848.7	427.8	8.28	4.720	2.139	0.513	0.759	0.137
合计		4561.6	4842.5	171.96	98.018	16.133	3.871	23.379	4.209

综上所述，本项目受、退水区农村生活每日污水排放量为 64.61m³/d，生活垃圾产生量为 795.717kg/d，人畜粪尿产生量为 9404.1kg/d。农村生活 COD 排放量为 101.894kg/d,37.191t/a；TN 排放量为 4.910kg/d，1.792t/a；TP 排放量为 4.805kg/d,1.754t/a。

2) 农业面源污染

项目区农业面源污染主要来源于受退水区内的耕地灌溉施肥，根据工程设计报告，现状年受水区农业灌溉供水量212.4万m³，计算退水区耕地灌溉供水量为53.1万m³，现状年农田面源污染负荷见表5.4-12。

表 5.4-12 农田面源污染负荷 (t/a)

农业灌溉供水量（万 m ³ ）	灌溉回归水量（万 m ³ ）	COD	TP	TN	NH ₃ -N
265.5	53.1	13.275	3.319	0.830	0.207

3) 工业污染源

受、退水区无工业企业分布，故无工业污染源。

4) 小结

项目受、退水区农村生活每日污水排放量为 64.61m³/d，生活垃圾产生量为 795.717kg/d，人畜粪尿产生量为 9404.1kg/d。农村生活 COD 排放量为 101.894kg/d,37.191t/a；TN 排放量为 4.910kg/d,1.792t/a；TP 排放量为 4.805kg/d,1.754t/a。农田面源污染负荷 COD 为 13.275t/a、TP 3.319t/a、TN0.830t/a、NH₃-N0.207t/a。

6 环境影响预测与分析

6.1 地表水环境影响评价

清水河水库工程对水环境的影响分析包括了施工期和运行期两个评价时段。在工程施工期，主要预测评价施工生产废水和生活污水对地表水环境的影响。水库运行期，对水库水质、水温的变化影响进行预测评价；分析水库运行后，坝址至灌区末端区间受影响河段水文情势的变化及水资源利用的影响。

6.1.1 施工期地表水环境影响评价

一、施工废水、生活污水

施工期废水主要包括生产废水和生活污水两个方面，其中生产废水主要包括混凝土拌和系统冲洗废水、灌浆废水、基坑废水、隧洞排水和机械保养含油废水，生活污水主要来自施工人员的日常生活。

1、混凝土拌和废水

本项目混凝土拌和采用移动式拌和机进行拌和，混凝土拌和机相对分散，每次冲洗废水产生量较小。项目设在混凝土拌和机旁设置废水收集池或废水收集桶，收集后加入中和剂，沉淀处理后回用于混凝土拌和系统或洒水降尘。混凝土拌和废水产生量较小，排放具有间断性和分散性的特点，废水中不含有毒物质，但悬浮物含量较高，pH 值较高。采用废水处理措施后回用于混凝土拌和系统或洒水降尘，不会直接入河，不会对水体水质产生不良影响。

2、灌浆废水

浆液机产生的清洗废水主要污染物为 SS，在浆液机旁设置沉淀池，清洗废水排入沉淀池；帷幕钻孔灌浆废水废浆、固结灌浆废水废浆通过作业断面附近设置排水沟收集后排入就近设置的沉淀处理设施进行收集处理。废水、废浆收集进入沉淀池后，根据情况添加适量中和药剂和絮凝剂，经沉淀处理后回用于浆液生产和施工区洒水降尘。沉渣运至弃渣场堆存。

3、基坑排水

基坑废水主要污染物为 SS，根据大量已建和在建水利水电工程对基坑废水的处理经验，对基坑废水无需采取特殊处理设施，只需向基坑（沉淀池）投加絮凝剂，静置沉淀一段时间后即可抽出回用。经沉淀处理后出水 SS 浓度可降至 70mg/L 以下，能满足施工回用水的要求。本项目施工过程中产生的基坑废水设

置沉淀池收集后加入絮凝剂沉淀处理后回用，不外排。

4、隧洞排水

本项目输水线路隧洞开挖时将会产生隧洞排水，类比其他类似工程隧洞施工废水水质监测成果，隧洞施工废水在施工初期、中期和末期的水质差别较大，隧洞排水污染因子及其含量主要为 SS：100~5000mg/L，pH=8~10。隧洞工程施工时在隧洞出口处设置沉淀池收集隧洞排水，收集后加入絮凝剂进行沉淀，沉淀后可回用于施工生产、施工场地洒水降尘。

5、车辆冲洗、机修废水

施工机械、运输车辆清洗、保养等活动会产生一定量的含油废水。单次冲洗废水排放源强约为 15.12m³/次。这部分废水主要污染物石油类约 1000mg/L，COD_{Cr}25~200mg/L，SS300~4000mg/L。本项目在维修保养场设置隔油池+沉淀池收集处理后回用于车辆冲洗及场地的洒水降尘。

6、施工人员生活污水

本工程施工期为 30 个月，施工期高峰人数为 330 人，平均施工人数为 213 人。生活用水量按每人每天平均 0.08m³计，污水产生量按用水量的 90%计。则高峰期污水产生量为 23.76m³/d，平均产生量为 15.34m³/d。此部分污水主要污染物及浓度为：COD200mg/L、SS300mg/L、磷酸盐 8mg/L、动植物油 25mg/L、氨氮 25mg/L。在施工生活区设置化粪池，厨房设置隔油池及泔水桶。生活污水排入化粪池处理后排入污水处理站，处理后回用于场地洒水降尘。施工生活污水不外排，对环境的影响较小。

二、施工扰动及水文情势影响

1、施工扰动

施工期将会进行施工导流及围堰，施工导流、围堰及施工过程中将会对水体造成扰动。项目围堰、施工时会造成水体悬浮物升高，对下游水质将造成一定影响。对水质的影响不涉及有毒有害物质，仅为水体悬浮物质的升高，一般影响范围在下游 200m 左右。本项目围堰、导流施工区域下游 200m 范围内无特殊的水环境敏感目标，围堰导流施工时间较短，且随之施工结束后影响消失。

2、水文情势影响

根据枢纽区地形地质条件及水工建筑物布置特点，大坝施工导流采用一次拦

断河床围堰导流方式，枯期采用土石围堰挡水，导流输水隧洞泄流；汛期则由度汛坝体挡水，导流输水隧洞泄流。

第一个枯期由原河床进行导流，先进行导流输水隧洞开挖及大坝岸坡开挖工作。小河主河道截流前，先将导流泄洪隧洞进口施工围堰拆除，再进行导流泄洪隧洞进口明渠及河道清理，确保水流平顺进入导流泄洪隧洞。因此，整个截流过程中，清水河水库枢纽区上下游一直有水流联通，不存在断流的情况。本环评要求：在实际施工导流过程中，设置临时用水泵，如果可能暂时发生下游断流情况，应及时启用水泵进行强制导流。

三、施工期对水资源利用的影响

施工期间河道用水需求主要有零星的农灌用水。

①大坝施工导流先利用河道过流，进行导流隧洞施工，此过程河道用水量均从原河道取水，对下游水资源利用无影响；

②河道截流时，围堰挡水，导流隧洞过流；此过程河道用水量通过导流洞下泄满足，河道水量较天然河道水量变化不大。河道生态用水通过导流洞下泄水量满足，对下游水资源利用无影响；

③具备下闸蓄水条件，坝体挡水，进行水库蓄水，农灌用水通过水库的输水建筑物供给满足，生态用水通过生态管下泄生态用水满足。

因此，从施工导流至水库下闸蓄水，河道水资源利用不受影响。

6.1.2 运营期地表水环境影响评价

一、对水文情势影响分析

1、水库初期蓄水

根据工程施工进度，第3年6月初，水库具备下闸蓄水条件时水库下闸蓄水。设计流量采用6月份 $P=10\%$ 月平均流量 $Q=0.196\text{m}^3/\text{s}$ 。项目在导流隧洞出口处设置DN100岔管下放生态用水，岔管高程为2311m。从输水隧洞进口底板高程（2311m）蓄水至死水位（2312m）所需时间为4.311天，蓄水至正常蓄水位2337.36m所需时间25.687天，水库下闸蓄水后，仅通过生态放流管下泄生态流量，下泄的量为6月生态基流量 $0.023\text{m}^3/\text{s}$ ，较天然河道相比，坝后河道的水量、水深、水位、流速、流量等将发生变化，形成1516.954m的减水河道。生态放流管布置于导流输水放空隧洞进口高程2311m设置岔管，流入溢洪道中，通过溢

洪道流向下游河床。生态放流管的设置高程低于导流隧洞进口底板高程，可以满足初期蓄水期间生态流量的下放。

2、库区水文情势变化

清水河水库为完全年调节水库，正常蓄水位 2337.36m 时，坝前回水约为 820m，水库面积 104106m²。库区水面面积相对于天然河道明显增加。水库库区形成后，库区水位明显增高，库内流速将明显减缓，水域环境从急流河道型转为缓流型。水库建成蓄水后，将根据清水河的水文状况及水库运行方式，届时库区水位将随水库调节运行变化，从而改变了天然状况。总体来讲，典型丰、平与枯水年库区水文情势变化趋势一致，工程建设使库区水深明显增加，流速减缓，变化幅度从坝址到库尾减小。

3、坝址断面水文情势影响

根据生态流量需水量计算结果，清水河水库坝址下游生态需水量为：枯期（11~5 月）为 0.0076m³/s、汛期（6~10 月）为 0.0228m³/s，分别占坝址断面多年平均流量的比例为 10.0%、30.0%。

表 6.1-1 考虑水库年调节后各典型年坝址下游径流量变化表（万 m³）

代 表 年	项目	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	全年
丰 水 年 P=25%	天然流量	40.7	49.4	65.3	49.8	33.6	14.6	9.07	6.55	5.29	4.97	4.13	3.02	286.4
	生态用水量	5.91	6.107	6.107	5.91	6.107	1.97	2.036	2.036	1.839	2.036	1.97	2.036	44.064
	农灌用水量	0	0	0	0	9.2	21.5	19	19.8	13.2	8.9	29.4	27.8	140.5
	人畜用水量	0.83	0.85	0.85	0.83	0.85	0.83	0.85	0.85	0.77	0.85	0.83	0.85	10.1
	弃水量	0	0	0	34.006	17.443	0	0	0	0	0	0	32.077	83.526
	坝下水量	5.91	6.107	6.107	39.916	23.55	1.97	2.036	2.036	1.839	2.036	1.97	34.113	127.59
	减水率（%）	85.479	87.638	90.648	19.847	29.911	86.507	77.552	68.916	65.236	59.034	52.300	0.000	55.45
平 水 年 P=50%	天然流量	15.9	45.5	98.3	29.0	16.9	7.88	4.50	2.81	1.90	3.52	2.99	2.67	231.9
	生态用水量	5.91	6.107	6.107	5.91	6.107	1.97	2.036	2.036	1.839	2.036	1.97	2.036	44.064
	农灌用水量	0	0	0	0	9.2	21.5	19	19.8	13.2	8.9	29.4	27.8	140.5
	人畜用水量	0.83	0.85	0.85	0.83	0.85	0.83	0.85	0.85	0.77	0.85	0.83	0.85	10.1
	弃水量	0	0	0	14.806	0.743	0	0	0	0	0	0	30.803	46.352
	坝下水量	5.91	6.107	6.107	20.716	6.85	1.97	2.036	2.036	1.839	2.036	1.97	32.839	90.416
	减水率（%）	62.830	86.578	93.787	28.566	59.467	75.000	54.756	27.544	3.211	42.159	34.114	0.000	61.011
枯 水 年 P=	天然流量	19.8	25.9	29.1	16.1	15.4	11.9	5.15	1.98	0.98	0.90	0.96	0.90	129.1
	生态用水量	5.91	6.107	6.107	5.91	6.107	1.97	2.036	2.036	1.839	2.036	1.97	2.036	44.064
	农灌用水量	0	0	0	0	4.9	11.44	10.08	12.7	8.45	5.71	11.8	9.886	74.966
	人畜用水量	0.83	0.85	0.85	0.83	0.85	0.83	0.85	0.85	0.77	0.85	0.83	0.85	10.04

95 %	弃水量	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	坝下水量	5.91	6.107	6.107	5.91	6.107	1.97	2.036	2.036	1.839	2.036	1.97	2.036	44.064
	减水率 (%)	70.152	76.421	79.014	63.292	60.344	83.44 5	60.466	/ (天然 来水流 量小于)	/ (天然来 水流量小 于生态流 量)	/ (天然来 水流量小 于生态流 量)	/ (天然来 水流量小 于生态流 量)	/ (天然来 水流量小 于生态流 量)	65.868

由上表可见，枯水年（ $p=95\%$ ）时，取水坝坝下全年无弃水，减水率为60.344%-83.445%，其中1-5月天然来水流量小于生态基流量；平水年（ $p=50\%$ ）时，取水坝5月、9月、10月坝下有弃水，其余月份坝下无弃水，减水率0%-93.787%；丰水年（ $P=25\%$ ）时5月、9月、10月坝下有弃水坝下有弃水，其余月份均无弃水下泄，减水率0-90.648%。无弃水下泄的月份，坝下至清水河入洗马河口1516.954m河段仅有生态流量，水量大幅度减少。

4、对泥沙情势变化的影响

水库拦河筑坝后，清水河的泥沙量较天然状态在空间和时间上将有所改变。在空间上，由于拦河坝拦截作用，回水淹没区水深加大、流速减缓、挟沙能力减弱，泥沙淤积于坝首回水区，坝下河水含沙量减小；在时间上，水库年内水沙分布不均，入库泥沙主要集中在汛期。水库运行初期拦沙量大，排沙比小，进入下游的泥沙量大幅度减少，出水含沙量小，一定程度上改变了坝下河段的冲淤过程。水库建成运行后，推移质和悬移质移动过程将发生变化，大量泥沙将沉积在库区，下泄水含沙量大大降低，且水库下放水量通过管道进入农田灌溉，仅有生态流量和多余弃水直接进入河道，因此，对下游河道的冲刷影响较小。

5、受、退水河流水文情势

（1）农田灌溉回归水对水文情势影响

根据工程灌区布置，工程受水区分为锅底塘片区、邓家沟片区、花沟片区、大红地片区、冬瓜湾片区、大坪子片区、松毛棚片区和草海子片区。（1）锅底塘片区灌溉面积77亩，人畜用水、灌溉水退水进入清水河，涉及退水河段长度1335.322m；（2）邓家沟片区灌溉面积200亩，退水一部分通过片区内人工沟渠进入清水河，涉及清水河退水河段长度512.203m（涉及小河灌溉面积129.287亩），一部分进入洗马河，涉及洗马河（王家湾水库下游）退水长度1218.435m（涉及洗马河灌溉面积70.713亩）；（3）花沟片区灌溉面积321亩，退水进入花沟小河，涉及退水河段长度1656.145m；（4）大红地片区灌溉面积592亩，退水通过季节性沟箐进入龙潭箐，涉及退水河段长度1099.176m；（5）冬瓜湾片区灌溉面积872亩，退水进入龙潭箐季节性支流蚂蝗箐，涉及退水长度1340.085m；（6）大坪子片区灌溉面积1070亩。退水部分进入龙潭箐，涉及龙潭箐退水河段长度2390.197m（涉及龙潭箐灌溉面积834.533亩），部分进入块

河，涉及块河退水河段长度 2466.324m（涉及块河灌溉面积 235.467 亩）；（7）松毛棚片区灌溉面积 1270 亩，退水进入块河，退水河段长度 1601.741m；（8）草海子片区灌溉面积 478 亩，退水进入块河，涉及退水河段长度 1074.186m。

退水涉及清水河 1847.525m，涉及洗马河（王家湾水库下游）1218.435m，涉及花沟小河 1656.145m，涉及蚂蝗箐 1340.085m，涉及龙潭箐 3489.373m，涉及块河 5142.251m。

清水河水库设计年供水量 150.6 万 m^3 ，其中灌溉总用水量为 140.5 万 m^3 ，退水量根据云南省一般经验按总用水量的 20%计算，退水量为 28.1 万 m^3 。

工程退水将对受、退水区域河流水文情势产生一定影响，农田回归水的汇入将导致受、退水区涉及河流水量增加。

表 6.1-2 按退水排放去向统计退水量一览表

灌片	耕地面积（亩）	灌溉用水量（万 m ³ /a）	退水量（万 m ³ /a）	退水去向	属于洗马河流域（万 m ³ /a）	属于块河流域（万 m ³ /a）
锅底塘片区	77	2.21	0.442	清水河 0.442 万 m ³ /a	0.442	/
邓家沟片区	200	5.75	1.150	清水河 0.72 万 m ³ /a	0.72	/
				洗马河 0.43 万 m ³ /a	0.43	/
花沟片区	321	9.24	1.848	花沟小河 1.848 万 m ³ /a	/	1.848
大红地片区	592	17.05	3.410	龙潭箐 3.410 万 m ³ /a	/	3.410
冬瓜湾片区	872	25.11	5.022	蚂蝗箐 5.022 万 m ³ /a	/	5.022
大坪子片区	1070	30.82	6.164	龙潭箐 4.670 万 m ³ /a	/	4.670
				块河 1.494 万 m ³ /a	/	1.494
松毛棚片区	1270	36.56	7.312	块河 7.312 万 m ³ /a	/	7.312
草海子片区	478	13.76	2.752	块河 2.752 万 m ³ /a	/	2.752
合计	4880	140.5	28.100	/	1.592	26.508

表 6.1-3 农田退水对退水河流多年平均流量影响一览表

退水河流			退水量（万 m³ /a）	多年平均流量（万 m³ /a）	退水量占多年平均流量比例（%）
洗马河流域	清水河	/	1.162	240	0.484
	直排洗马河	/	0.43	5600	0.008
	合计		1.592	5840	0.027
块河流域	龙潭箐	直排龙潭箐	8.080	788	1.025
		蚂蝗箐	5.022	164	3.062
		小计	13.102	952	1.376
	花沟小河	/	1.848	252	0.733
	直排块河	/	11.558	17345	0.067
	合计		26.508	18549	0.143
合计			28.100	24389	0.169

工程退水总量为 28.100 万 m^3 ，退水河流多年平均径流总量为 24389 万 m^3 ，退水量占退水河流径流量的 0.169%，其中退水进入洗马河流域水量占洗马河多年平均径流量的 0.027%，退水进入块河流域水量占块河流域多年平均净流量的 0.143%，占比均很小。

本项目灌溉回归量属无规律性的不连续排放，回归水量相对于流量很小，且回归过程是个连续的，缓慢的过程，工程灌溉回归水不会影响退水区河道功能，对其水文情势影响较小。

（2）生活用水退水对水文情势影响

工程主要向 2012 人（其中东川区红土地镇 1852 人，寻甸县邓家沟村 160 人）的生活用水进行供水。设计年生活供水量 10.1 万 m^3 ，退水量按照 0.57 计算，退水量为 5.757 万 m^3 。

表 6.1-4 按退水排放去向统计退水量一览表

供水片区	人口数量 (人)	牲口数量		生活用水量 (万 m ³ /a)	退水量 (万 m ³ /a)	退水去向	属于洗马河流域 (万 m ³ /a)	属于块河流域 (万 m ³ /a)
		大牲口(头)	小牲口(头)					
锅底塘片区	/	/	/	/	/	/	/	/
邓家沟片区	160	111	102	0.957	0.546	清水河 0.546 万 m ³ /a	0.72	/
花沟片区	72	47	30	0.546	0.311	花沟小河 0.311 万 m ³ /a	/	0.311
大红地片区	298	163	103	1.421	0.810	龙潭箐 0.810 万 m ³ /a	/	0.810
冬瓜湾片区	383	210	136	1.761	1.004	蚂蝗箐 1.004 万 m ³ /a	/	1.004
大坪子片区	410	267	169	1.959	1.117	龙潭箐 1.117 万 m ³ /a	/	1.117
松毛棚片区	423	275	175	2.018	1.150	块河 1.150 万 m ³ /a	/	1.150
草海子片区	267	186	171	1.436	0.819	块河 0.819 万 m ³ /a	/	0.819
合计	2012	1258	888	10.1	5.757	/	0.72	5.037

表 6.1-5 生活用水退水对退水河流多年平均流量影响一览表

退水河流			退水量 (万 m ³ /a)	多年平均流量 (万 m ³ /a)	退水量占多年平均流量比例 (%)
洗马河流域	清水河	/	0.72	240	0.300
	洗马河流域合计		0.72	5840	0.012
块河流域	龙潭箐	直排龙潭箐	1.927	788	0.245
		蚂蝗箐	1.004	164	0.612
		合计	2.931	952	0.308
	花沟小河	/	0.311	252	0.123

	直排块河	/	1.969	17345	0.011
	块河流域合计		5.037	18549	0.027
合计			5.757	24389	0.024

工程生活用水退水总量为 5.757 万 m^3 ，退水河流多年平均径流总量为 24389 万 m^3 ，退水量占退水河流径流量的 0.024%，其中退水进入洗马河流域水量占洗马河多年平均径流量的 0.012%，退水进入块河流域水量占块河流域多年平均净流量的 0.027%，占比均很小。工程生活用水退水不会影响退水区河道功能，对其水文情势影响较小。

二、对水质的影响分析

1、淹没区

水库建设后，淹没涉及库区周边耕地和林地，淹没土地若不妥善清理，蓄水后淹没区浸出物（主要为氮、磷、有机物）易造成库区水体污染，不利于库区水质保护。

（1）库区水质变化预测

水库工程建成后，由河流变为水库，总磷指标将发生变化，以现状总磷监测值作为建设前水质指标，与建设后总磷预测指标进行比较，作为运行期建设前后水库水质变化预测。

①模型选用

水库水质表征因子主要为 N、P 的浓度变化，采用迪隆模型对建库后的 T-P 浓度进行预测。

迪隆（dillo）模型方程： $P=L(1-R)/\beta H$

式中：R—滞留系数（ $R=k/k+q$ ）；

L—水库面积负荷总磷（氮）浓度， $\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{年}$ ；

H—水库平均水深，m；

β —水利冲刷系数（ $\beta=Q/V$ ，其中 Q 为年入湖水量 $\text{m}^3/\text{年}$ ）；

k—总磷（氮）沉降系数，1/年；

方程式中参与确定：

面积负荷总磷（氮）浓度 L：根据 $L=Q_i P_i/A$ 进行计算；

R—滞留系数： $R=0.426\exp(-0.271q_s)+0.574\exp(-0.00949q_s)$ ，其中 $q_s=Q_s/A$ ， Q_s 为出水量，A 为水库面积 m^2 ；

水库平均水深：根据水位～面积～库容曲线拟合线性回归模型进行计算。

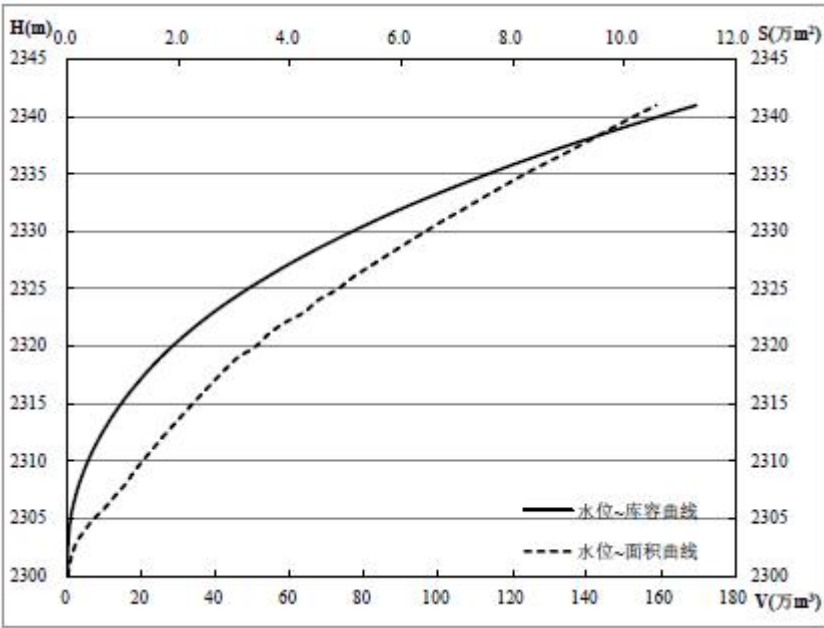


图 6.1-1 清水河水库位-库容-曲线图

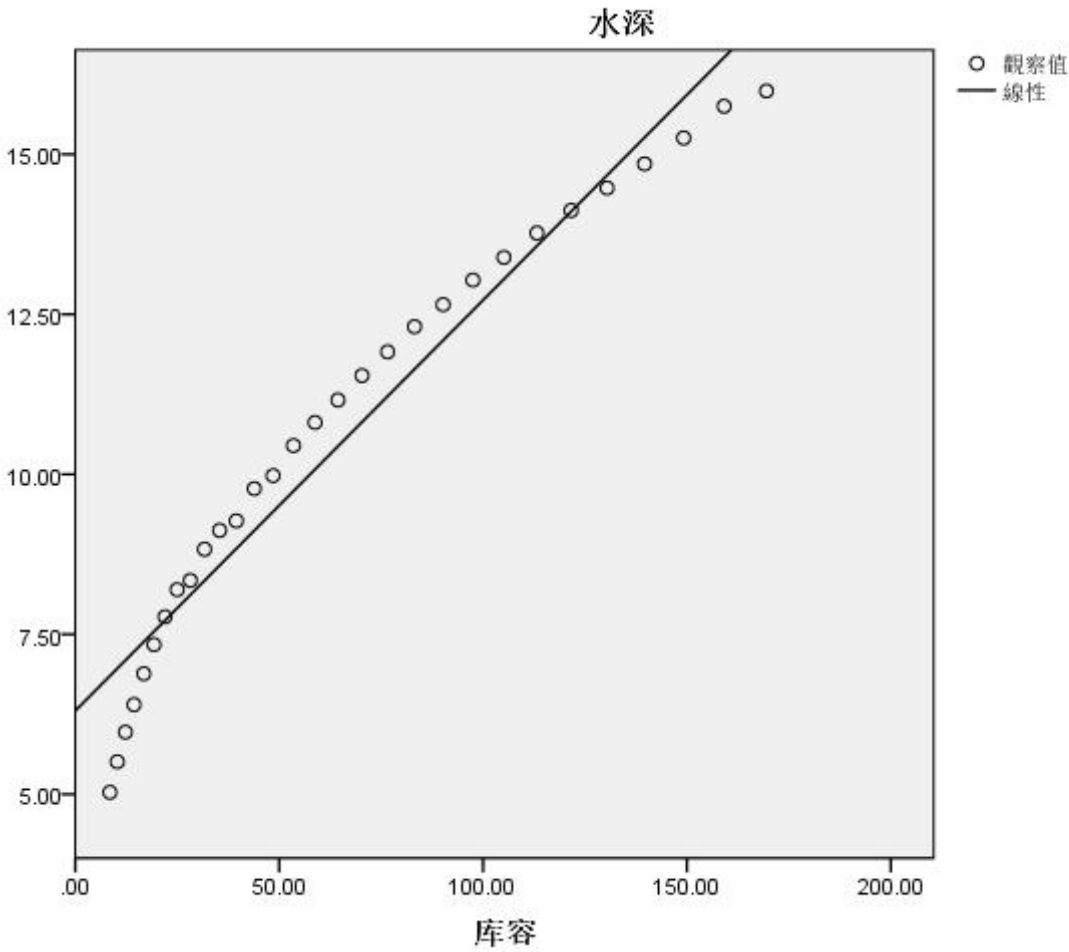


图 6.1-2 清水河水库库容-水深-曲线图

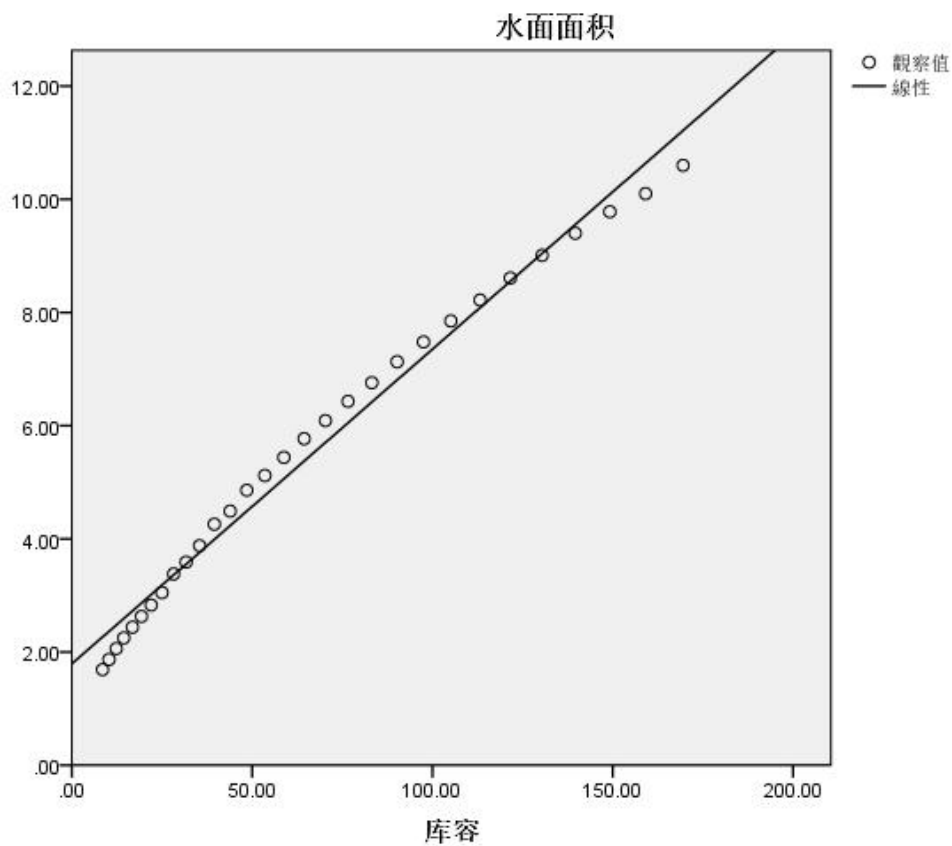


图 6.1-3 清水河水库库容-水面面积-曲线图

根据拟合结果， R^2 为 0.985，拟合优度较好。

水质本底值采用清水河水库的库区水质枯水期、丰水期监测成果，即枯水期总磷：0.01mg/L，总氮 0.768mg/L；丰水期总磷：0.01mg/L，总氮 0.224mg/L；

②计算成果

水库建设后总磷、总氮预测浓度见表 6.1-6。

表 6.1-6 水库总磷、总氮浓度预测值单位: mg/L

月份	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	平均
平均水深	4.729	7.024	11.644	14.813	14.889	14.889	14.780	14.622	14.353	14.132	13.998	4.729	13.631
水面面积	2.43	2.94	5.08	10.16	10.41	10.41	10.06	9.59	8.88	8.37	8.08	2.43	7.40
时段平均蓄水量	11.50	20.66	59.20	150.55	155.00	155.00	148.64	140.17	127.40	118.24	113.16	11.50	100.92
总磷	0.0152	0.0136	0.0123	0.0121	0.0146	0.0122	0.0113	0.0103	0.0103	0.0102	0.0115	0.0132	0.0122
总氮	0.2484	0.2345	0.2236	0.2219	0.2432	0.7664	0.7588	0.7483	0.7483	0.7497	0.761	0.7755	0.5400

清水河水库蓄水后,库区水质中的总磷最高浓度为 0.0152mg/L,总氮最高浓度为 0.7664mg/L,可达《地表水环境质量》(GB3838-2002)Ⅲ类水标准(湖库)说明水体水质基本不受有机物污染,水体较清洁。

综上所述分析,由于清水河水库具有完全年调节能力,运行后对库区整体水质的影响较小。但水库蓄水初期水库淹没土地、草本等释放到水体中的总氮和总磷营养盐量较大。考虑上述因素,需要保证彻底清库,采取有效措施控制有机物和氮磷营养盐等污染源进入库区水体,防止富营养化的发生。

由于拟建水库靠溢流道调节流量,在枯水期,关闸蓄水,进行年调节水库运行,形成了较之前更大的静水区域,水库流速减缓导致水体的稀释扩散能力和富氧能力减弱,但泥沙及其吸附的污染物沉降作用将有所加强。同时由于水库库容增大,巨大水体的澄清作用,有利于水质感官性状和净化作用,但若氮、磷等入库污染物超过库区水体自净能力产生富集则易引起库区水体富营养化。

尽管水库蓄水前将对淹没区进行库区清理,不存在大量有机物质在库内腐烂而导致水库水质恶化的可能。但在水库蓄水初期,可能有机营养物质将进入水体,短期内库区水质 N、P 等有机物含量将明显增高,随着水流流态结构的变化(流速变缓,水深加大)以及被淹没的植被和土壤逐渐释放出有机物和氮磷营养盐,为富营养化发生发展提供有利的水流结构和营养条件,库区水体诱发富营养化的可能性加大。

研究表明,水体富营养化的发生通常应具备以下三个条件:①总磷和总氮等营养盐相对充足;②缓慢的流动水体;③适宜的气候条件(包括阳光、水温等条件)。清水河现状水质可以满足III类水质标准,水质情况较好。总磷、总氮含量相对较小。另外,从对径流区内污染源调查结果来看,径流区内无工业企业污染源,只有少量农业污染,因此,径流区的污染源不会给水库的富营养化发生提供充足的营养源,从根本上可以防止水库整体的富营养化的发生。

(2) 富营养化分析

水库湖泊的富营养化发生的机制现在尚不清晰,但发生富营养化需具有三个必要条件:充足的氮、磷等营养物质,缓慢的水流流态和适宜的气候条件(水温、光照条件)。因此富营养化判别不能用单一指标来表示,应综合考虑各个影响因子才能真正表示富营养化的状态。与水质富营养化密切相关的指标很多,主要分为物理、化学和生物学指标。

目前,富营养化的评价标准很多。结合水质预测因子,本报告参考水利部《城市供水水库水质调查评价》针对水库提出的评价标准进行库区河段富营养化评价,其标准见表 6.1-7。

表 6.1-7 水利部水库富营养化评价标准

营养化状况	总氮(mg/L)	总磷(mg/L)
贫~中营养化	0.2~0.4	0.005~0.01
中营养化	0.3~0.55	0.01~0.03
中~富营养化	0.54~1.5	0.03~0.14
富营养化	>1.5	>0.14

根据预测结果,清水河水库总氮为中营养化,总磷为中营养化。清水河水库的调节性能较弱,按多年平均计算水库大约 25 天交换一次,根据现有的研究成果来看,在流速快的水域中藻类没有大量繁殖的水生生境,水库发生富营养化的流速通常在 0.05m/s 以下。水库海拔高程较高,坝址处年均气温约 11.8℃,水库发生富营养化的可能性较小。

2、受、退水区水质影响

(1) 灌溉退水水质

根据工程灌区布置,工程受水区分为锅底塘片区、邓家沟片区、花沟片区、大红地片区、冬瓜湾片区、大坪子片区、松毛棚片区和草海子片区。(1) 锅底

塘片区灌溉面积 77 亩，人畜用水、灌溉水退水进入清水河，涉及退水河段长度 1335.322m；（2）邓家沟片区灌溉面积 200 亩，退水一部分通过片区内人工沟渠进入清水河，涉及清水河退水河段长度 512.203m（涉及小河灌溉面积 129.287 亩），一部分进入洗马河，涉及洗马河（王家湾水库下游）退水长度 1218.435m（涉及洗马河灌溉面积 70.713 亩）；（3）花沟片区灌溉面积 321 亩，退水进入花沟小河，涉及退水河段长度 1656.145m；（4）大红地片区灌溉面积 592 亩，退水通过季节性沟箐进入龙潭箐，涉及退水河段长度 1099.176m；（5）冬瓜湾片区灌溉面积 872 亩，退水进入龙潭箐季节性支流蚂蝗箐，涉及退水长度 1340.085m；（6）大坪子片区灌溉面积 1070 亩。退水部分进入龙潭箐，涉及龙潭箐退水河段长度 2390.197m（涉及龙潭箐灌溉面积 834.533 亩），部分进入块河，涉及块河退水河段长度 2466.324m（涉及块河灌溉面积 235.467 亩）；（7）松毛棚片区灌溉面积 1270 亩，退水进入块河，退水河段长度 1601.741m；（8）草海子片区灌溉面积 478 亩，退水进入块河，涉及退水河段长度 1074.186m。

退水涉及清水河 1847.525m，涉及洗马河（王家湾水库下游）1218.435m，涉及花沟小河 1656.145m，涉及蚂蝗箐 1340.085m，涉及龙潭箐 3489.373m，涉及块河 5142.251m。

清水河水库设计年供水量 150.6 万 m^3 ，其中灌溉总用水量为 140.5 万 m^3 ，退水量根据云南省一般经验按总用水量的 20% 计算，退水量为 28.1 万 m^3 。

工程退水将对受、退水区域河流水文情势产生一定影响，农田回归水的汇入将导致受、退水区涉及河流水量增加。

表 6.1-8 按退水排放去向统计退水量一览表

灌片	耕地面积 (亩)	灌溉用水量 (万 m^3/a)	退水量(万 m^3/a)	退水去向	属于洗马河 流域(万 m^3 /a)	属于块河流 域(万 m^3/a)
锅底塘片区	77	2.21	0.442	清水河 0.442 万 m^3/a	0.442	/
邓家沟片区	200	5.75	1.150	清水河 0.72 万 m^3/a	0.72	/
				洗马河万 0.43 m^3/a	0.43	/
花沟片区	321	9.24	1.848	花沟小河 1.848 万 m^3/a	/	1.848
大红地片区	592	17.05	3.410	龙潭箐	/	3.410

				3.410 万 m ³ /a		
冬瓜湾片区	872	25.11	5.022	蚂蝗箐 5.022 万 m ³ /a	/	5.022
大坪子片区	1070	30.82	6.164	龙潭箐 4.670 万 m ³ /a	/	4.670
				块河 1.494 万 m ³ /a	/	1.494
松毛棚片区	1270	36.56	7.312	块河 7.312 万 m ³ /a	/	7.312
草海子片区	478	13.76	2.752	块河 2.752 万 m ³ /a	/	2.752
合计	4880	140.5	28.100	/	1.592	26.508

灌溉回归水沿途逐渐回归，属于面源污染排放，由于河段长度较短且水库下泄流量小，受纳水体水质变化可按零维模型进行预测；同时根据中国电建昆明院编写的《云南省陇川县麻栗坝灌区环境影响报告书（报批稿）》中实测的灌溉退水水质监测数据，考虑最不利情况，灌区灌溉退水水质计算浓度取：COD 浓度值为 25.0mg/l，TN 浓度值为 0.89mg/L，TP 浓度值为 0.04mg/L，NH₃-N 浓度值 0.16mg/L。

规划水平年，水库灌溉回归水对退水河流的污染负荷预测情况见下表。由表可知，规划水平年，水库灌溉回归水对退水区域地表水的水质影响不大。工程退水后，各代表年水质均满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中的Ⅲ类标准。

表 6.1-9 水库灌溉回归水对清水河的水质影响预测

受纳水体	项目		COD	TP	NH ₃ -N
清水河	现状年浓度（mg/L）		14	0.02	0.708
	下泄水污染负荷+ 退水污染负荷合计 （t/a）	丰水年	18.153	0.026	0.905
		平水年	12.949	0.019	0.642
		枯水年	6.459	0.009	0.314
	预测年浓度 （mg/L）	丰水年	14.228	0.020	0.709
		平水年	14.321	0.021	0.710
		枯水年	14.659	0.021	0.712
	河道浓度变化情况 （mg/L）	丰水年	0.228	0.000	0.001
		平水年	0.321	0.001	0.002
		枯水年	0.659	0.001	0.004

注：1、清水河水库建成后，清水河坝下年径流量为生态水量+弃水量，丰、平、枯水年分别为 127.59 万 m³、90.416 万 m³、44.064 万 m³；2、清水河作为河流，不对总氮进行预测和评价。

表 6.1-10 水库灌溉回归水对洗马河的水质影响预测

受纳水体	项目		COD	TP	NH ₃ -N
霍麻沟	现状年浓度 (mg/L)		11.4	0.11	0.3
	现状年来水水污染负荷+退水污染负荷合计 (t/a)	丰水年	939.074	9.058	24.705
		平水年	666.158	6.425	17.523
		枯水年	445.568	4.296	11.718
	预测年浓度 (mg/L)	丰水年	11.40483	0.11001	0.30003
		平水年	11.40682	0.11001	0.30004
		枯水年	11.41019	0.11002	0.30007
	河道浓度变化情况 (mg/L)	丰水年	0.00483	0.00001	0.00003
		平水年	0.00682	0.00001	0.00004
		枯水年	0.01019	0.00002	0.00007

注：1、洗马河径流量丰、平、枯水年分别为 8234 万 m³、5840 万 m³、3905 万 m³；2、洗马河作为河流，不对总氮进行预测和评价。

表 6.1-11 水库灌溉回归水对龙潭箐的水质影响预测

受纳水体	项目		COD	TP	NH ₃ -N
龙潭箐	现状年浓度 (mg/L)		12	0.02	0.31
	来水水污染负荷+退水污染负荷合计 (t/a)	丰水年	130.386	1.232	3.366
		平水年	93.108	0.872	2.385
		枯水年	47.736	0.434	1.191
	预测年浓度 (mg/L)	丰水年	11.6938	0.1105	0.3019
		平水年	11.8157	0.1107	0.3027
		枯水年	12.2399	0.1113	0.3054
	河道浓度变化情况 (mg/L)	丰水年	0.2938	0.0005	0.0019
		平水年	0.4157	0.0007	0.0027
		枯水年	0.8399	0.0013	0.0054

1、龙潭箐径流量丰、平、枯水年分别为 1115 万 m³、788 万 m³、390 万 m³；2、龙潭箐作为河流，不对总氮进行预测和评价。

表 6.1-12 水库灌溉回归水对花沟小河的水质影响预测

受纳水体	项目		COD	TP	NH ₃ -N
花沟小河	现状年浓度 (mg/L)		12	0.02	0.31
	来水水污染负荷+退水污染负荷合计 (t/a)	丰水年	41.160	0.393	1.074
		平水年	29.190	0.278	0.759
		枯水年	14.484	0.136	0.372
	预测年浓度 (mg/L)	丰水年	11.5294	0.1102	0.3008
		平水年	11.5833	0.1103	0.3012
		枯水年	11.7756	0.1106	0.3024
	河道浓度变化情况	丰水年	0.1294	0.0002	0.0008

	(mg/L)	平水年	0.1833	0.0003	0.0012
		枯水年	0.3756	0.0006	0.0024

1、花沟小河径流量丰、平、枯水年分别为 357 万 m³、252 万 m³、123 万 m³；2、花沟小河作为河流，不对总氮进行预测和评价。

表 6.1-13 水库灌溉回归水对块河的水质影响预测

受纳水体	项目		COD	TP	NH ₃ -N
块河	现状年浓度 (mg/L)		14	0.02	0.31
	来水水污染负荷+ 退水污染负荷合计 (t/a)	丰水年	2814.333	27.103	73.929
		平水年	1983.957	19.090	52.077
		枯水年	985.431	9.455	25.800
	预测年浓度 (mg/L)	丰水年	11.4269	0.1100	0.3002
		平水年	11.4382	0.1101	0.3002
		枯水年	11.4772	0.1101	0.3005
	河道浓度变化情况 (mg/L)	丰水年	0.0269	0.0000	0.0002
		平水年	0.0382	0.0001	0.0002
		枯水年	0.0772	0.0001	0.0005

1、块河径流量丰、平、枯水年分别为 24629 万 m³、17345 万 m³、8586 万 m³；2、块河作为河流，不对总氮进行预测和评价。

(2) 生活用水退水对水质影响

工程主要向 2012 人（其中东川区红土地镇 1852 人，寻甸县邓家沟村 160 人）的生活用水进行供水。设计年生活供水量 10.1 万 m³，退水量按照 0.57 计算，退水量为 5.757 万 m³。

表 6.1-14 按退水排放去向统计退水量一览表

供水片区	人口数量 (人)	牲口数量		生活用水量(万 m ³ /a)	退水量(万 m ³ /a)	退水去向	属于洗马河流域(万 m ³ /a)	属于块河流域(万 m ³ /a)
		大牲口 (头)	小牲口 (头)					
锅底塘片区	/	/	/	/	/	/	/	/
邓家沟片区	160	111	102	0.957	0.546	清水河 0.546 万 m ³ /a	0.72	/
花沟片区	72	47	30	0.546	0.311	花沟小河 0.311 万 m ³ /a	/	0.311
大红地片区	298	163	103	1.421	0.810	龙潭箐 0.810 万 m ³ /a	/	0.810
冬瓜湾片区	383	210	136	1.761	1.004	蚂蝗箐 1.004 万 m ³ /a	/	1.004
大坪子片区	410	267	169	1.959	1.117	龙潭箐 1.117 万 m ³ /a	/	1.117
松毛棚片区	423	275	175	2.018	1.150	块河 1.150 万 m ³ /a	/	1.150
草海子片区	267	186	171	1.436	0.819	块河 0.819 万 m ³ /a	/	0.819
合计	2012	1258	888	10.1	5.757	/	0.72	5.037

生活污水属于面源污染排放，由于河段长度较短且水库下泄流量小，受纳水体水质变化可按零维模型进行预测；生活污水退水水质计算浓度取：COD 浓度值为 350mg/l, TN 浓度值为 150mg/L, TP 浓度值为 8mg/L, NH₃-N 浓度值 10mg/L。

规划水平年，生活退水对退水河流的污染负荷预测情况见表 1-9~1-13。由表可知，规划水平年，生活退水对退水河流的水质影响不大。工程退水后，各代表年水质均满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中的Ⅲ类标准。

表 6.1-15 水库生活用水退水对清水河的水质影响预测

受纳水体	项目		COD	TP	NH ₃ -N
清水河	现状年浓度 (mg/L)		14	0.02	0.708
	下泄水污染负荷+退水污染负荷合计 (t/a)	丰水年	18.043	0.026	0.904
		平水年	12.838	0.018	0.641
		枯水年	6.349	0.009	0.313
	预测年浓度 (mg/L)	丰水年	14.1411	0.0202	0.7089
		平水年	14.1991	0.0203	0.7093
		枯水年	14.4085	0.0207	0.7106
	河道浓度变化情况 (mg/L)	丰水年	0.1411	0.0002	0.0009
		平水年	0.1991	0.0003	0.0013
		枯水年	0.4085	0.0007	0.0026

注：1、清水河水库建成后，清水河坝下年径流量为生态水量+弃水量，丰、平、枯水年分别为 127.59 万 m³、90.416 万 m³、44.064 万 m³；2、清水河作为河流，不对总氮进行预测和评价。

表 6.1-16 水库生活用水退水对洗马河的水质影响预测

受纳水体	项目		COD	TP	NH ₃ -N
霍麻沟	现状年浓度 (mg/L)		11.4	0.11	0.3
	现状年来水水污染负荷+退水污染负荷合计 (t/a)	丰水年	938.856	9.058	24.703
		平水年	665.940	6.424	17.521
		枯水年	445.350	4.296	11.716
	预测年浓度 (mg/L)	丰水年	11.4022	0.1100	0.3000
		平水年	11.4031	0.1100	0.3000
		枯水年	11.4046	0.1100	0.3000
	河道浓度变化情况 (mg/L)	丰水年	0.0022	0.000003	0.000014
		平水年	0.0031	0.000005	0.000020
		枯水年	0.0046	0.000007	0.000030

注：1、洗马河径流量丰、平、枯水年分别为 8234 万 m³、5840 万 m³、3905 万 m³；2、洗马河作为河流，不对总氮进行预测和评价。

表 6.1-17 水库生活用水退水对龙潭箐的水质影响预测

受纳水体	项目	COD	TP	NH ₃ -N
------	----	-----	----	--------------------

体					
龙潭箐	现状年浓度 (mg/L)		12	0.02	0.31
	来水水污染负荷+ 退水污染负荷合计 (t/a)	丰水年	134.533	0.224	3.461
		平水年	95.293	0.159	2.447
		枯水年	47.533	0.079	1.214
	预测年浓度 (mg/L)	丰水年	12.0657	0.0201	0.3104
		平水年	12.0930	0.0201	0.3106
		枯水年	12.1879	0.0203	0.3112
	河道浓度变化情况 (mg/L)	丰水年	0.0657	0.000105	0.000421
		平水年	0.0930	0.000149	0.000595
		枯水年	0.1879	0.000301	0.001202

1、龙潭箐径流量丰、平、枯水年分别为 1115 万 m³、788 万 m³、390 万 m³；2、龙潭箐作为河流，不对总氮进行预测和评价。

表 6.1-18 水库生活用水退水对花沟小河的水质影响预测

受纳水体	项目		COD	TP	NH ₃ -N
花沟小河	现状年浓度 (mg/L)		12	0.02	0.31
	来水水污染负荷+ 退水污染负荷合计 (t/a)	丰水年	42.918	0.072	1.107
		平水年	30.318	0.051	0.782
		枯水年	14.838	0.025	0.382
	预测年浓度 (mg/L)	丰水年	12.0218	0.0200	0.3101
		平水年	12.0309	0.0200	0.3102
		枯水年	12.0632	0.0201	0.3104
	河道浓度变化情况 (mg/L)	丰水年	0.0218	0.000035	0.000139
		平水年	0.0309	0.000049	0.000197
		枯水年	0.0632	0.000101	0.000405

1、花沟小河径流量丰、平、枯水年分别为 357 万 m³、252 万 m³、123 万 m³；2、花沟小河作为河流，不对总氮进行预测和评价。

表 6.1-19 水库生活用水退水对块河的水质影响预测

受纳水体	项目		COD	TP	NH ₃ -N
块河	现状年浓度 (mg/L)		14	0.02	0.31
	来水水污染负荷+ 退水污染负荷合计 (t/a)	丰水年	2956.739	4.928	76.358
		平水年	2082.659	3.471	53.778
		枯水年	1031.579	1.719	26.625
	预测年浓度 (mg/L)	丰水年	12.0051	0.0200	0.3100
		平水年	12.0073	0.0200	0.3100
		枯水年	12.0147	0.0200	0.3101
	河道浓度变化情况 (mg/L)	丰水年	0.0051	0.000008	0.000033
		平水年	0.0073	0.000012	0.000046
		枯水年	0.0147	0.000023	0.000094

1、块河径流量丰、平、枯水年分别为 24629 万 m³、17345 万 m³、8586 万 m³；2、块河作为河流，不对总氮进行预测和评价。

3、水库管理局生活污水

水库运行期间设置水库管理所，管理所拟设置管理人员 5 人，根据《云南省地方标准一用水定额》（DB53/T168-2019），城镇居民用水定额为 0.1m³/人*d。水库管理所人员用水按 0.1m³/人*d 计，产污系数按 0.9 计，则生活污水产生量为 0.45m³/d，164.25m³/a。生活污水中 COD 浓度约为 120mg/L，NH₃-N 浓度约为 30mg/L，BOD 浓度约为 35mg/L，SS 浓度约为 90mg/L。本工程拟在水库管理所生活区设置一个有效容积不低于 2m³的化粪池和一个处理能力为 2m³/d 的一体化污水处理设施对生活污水进行处理，处理后回用于水库管理区绿化，不外排。生活污水对环境影响较小

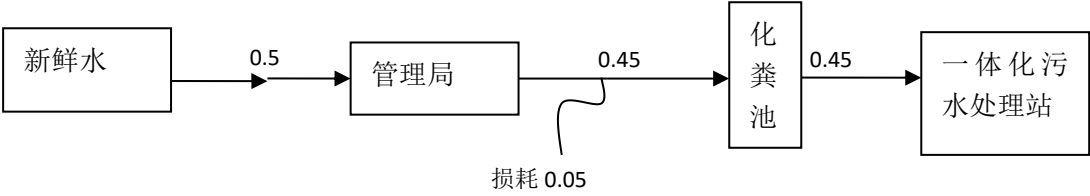


图 6.1-4 水库管理所水平衡图

三、对水温影响

1、水库水温分布类型判断

根据工程分析的分析，清水河水库的水温类型为分层型水温结构，水库会出现水温分层和下泄低温水现象。分层型水库库底水温在夏季将低于其库表水温，冬季将略高于或等于库表水温，本次评价通过经验预测公式，对水库垂向水温进行预测分析和计算。

2、建库前坝址天然水温计算

清水河水库位于昆明市东川区，水库坝址处无气温和水温实测资料，工程区气温采用临近寻甸气象站实测气温来推求。天然河道水温采用附近同一纬度同一气候区中和水文站实测水温、岸温资料建立相关来代表坝址处天然水温资料。工程区气温、水温值详见表6.1-20。

表 6.1-20 项目区多年平均气温 单位：℃

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平均
寻甸气象站气温	8.6	8.8	10.5	14.0	16.9	19.4	18.9	18.5	17.4	16.3	13.9	9.4	14.4

(1873m)														
坝址处气温 (2311m)	6.0	6.2	7.9	11.3	14.3	16.8	16.3	15.9	14.8	13.7	11.3	6.8	11.8	
中和水文站实测水温	5.5	7.2	10.3	12.6	15.2	17.6	18	17.9	15.9	12.7	8.5	6.1	12.2	
中和水文站实测气温	7.9	9.8	12.5	15.4	18.8	20.6	20.2	19.5	18	15.6	11.6	8.5	14.8	

鉴于研究成果表明河道水温与气温具有良好的关系，根据中和水文站的实测水温和气温，建立并拟合其两者的相关关系和公式如下图 6.1-5~图 6.13-6。

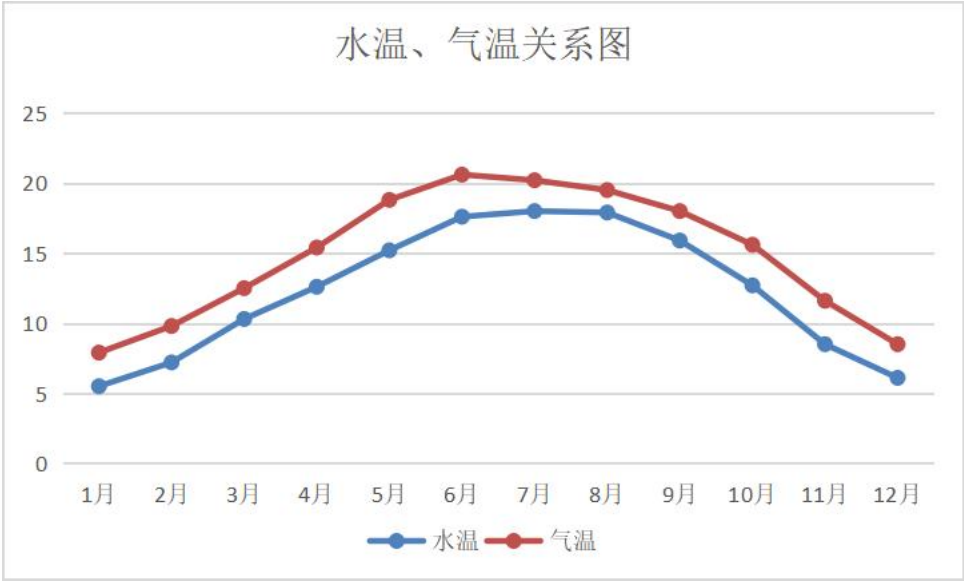


图 6.1-5 中和水文站逐月气温和水温图

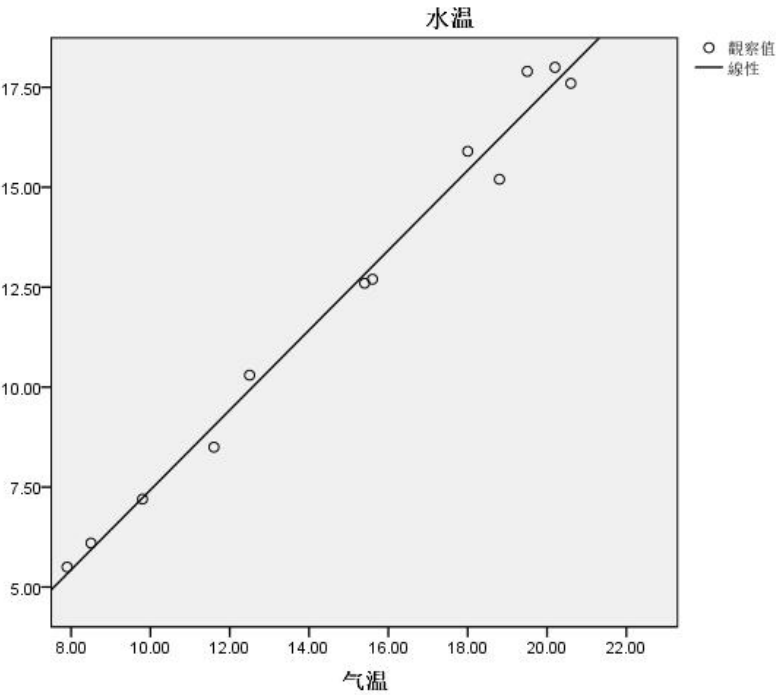


图 6.1-6 中和水文站逐月气温和水温拟合关系和公式

由上图3-2可看出，中和水文站的逐月气温和水温呈现良好的线性关系，据此拟合其两者的线性关系见图3-3。由图3-3可看出，中和关水文站的逐月气温及相应月份水温呈现良好的线性拟合关系，拟合的线性公式为水温 $y=0.999 \times \text{气温} - 2.563$ ，拟合公式的 R^2 为0.987，拟合公式的精确度高。

采用坝址处的逐月气温，根据拟合的公式直接退求建坝前的坝址处天然逐月水温，见下表6.1-21。

表 6.1-21 建坝前坝址处天然水温计算表 单位：℃

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平均
坝址处气温(2311m)	6.0	6.2	7.9	11.3	14.3	16.8	16.3	15.9	14.8	13.7	11.3	6.8	11.8
建坝前坝址天然水温	3.44	3.64	5.34	8.74	11.74	14.24	13.74	13.34	12.24	11.14	8.74	4.24	9.22

3、建库后库表水温计算

多年平均水库表面水温与多年平均气温之间具有良好的相关关系。根据导则推荐的朱伯芳公式法：在冬季水库表面不结冰的情况，表面年平均水温可按式(1)计算：

$$T_{\text{表}} = T_{\text{气}} + \Delta b \quad (1)$$

式中： $T_{\text{气}}$ —当地平均气温，℃； Δb —温度增量，在一般地区(年平均气温10~20℃) $\Delta b = 2 \sim 4$ ℃，炎热地区(年平均气温20℃以上) $\Delta b = 0 \sim 2$ ℃，本项目位于一般地区，类比同地区项目本项目 Δb 取2℃

采用纬度内插法计算得到的坝址处逐月平均气温，推求水库表面月平均水温，温度增量 Δb 取2，计算结果见表6.1-22。

表 6.1-22 库表逐月平均水温

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年均
$T_{\text{气}}$	6.0	6.2	7.9	11.3	14.3	16.8	16.3	15.9	14.8	13.7	11.3	6.8	11.8
$T_{\text{表}}$	8	8.2	9.9	13.3	16.3	18.8	18.3	17.9	16.8	15.7	13.3	8.8	13.8

4、建库后库底水温计算

根据导则推荐的计算库底水温经验公式计算。清水河水库为稳定分层型水库，对于分层型水库来说，其冬季上游来水温度为年内为最低，届时水库表层与底层水温相差较小。因此，库底水温可以认为近似等于建库前河道来水的最低月平均水温。以此为依据，可以采用12月、1月和2月份的上游来水月平均水温6.9℃，同时考虑误差为3℃，作为库底年平均水温。即：

$$T_{\text{底}} = 3 + (T_{12} + T_1 + T_2) / 3$$

结果见表6.1-23。

表 6.1-23 清水河水库库底各月月平均温度预测值

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
T_b	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8

5、水库垂向水温预测

水库水温分布包括横向水温分布和纵向水温分布。国内水库实测成果表明，瞬时水温等值线的走向基本上是水平的，只是在库岸、浅滩附近或有洪水入库扰动时各别情况例外，即使有波动，仅仅是局部的和临时的，且温差很小；年、月平均水温等值线几乎完全是水平的。故本次只预测水库水温的垂向分布情况，即水库坝前各深度逐月平均水温。预测公式采用导则推荐的水利部东北勘测设计研究院的经验公式：

$$T_y = (T_{\text{表}} - T_{\text{底}}) \times e^{-(y/c)^n} + T_{\text{底}}$$

在此经验公式中，因每个月的库表与库底水温的温差不同，造成水库温跃层的厚度也随之变化。水利部东北院根据国内许多水库的实测资料，拟合出经验公式各月的 n 、 c 计算公式：

$$n = \frac{15}{m^2} + \frac{m^2}{35} \quad c = \frac{40}{m} + \frac{m^2}{2.37(1+0.1m)}$$

式中： T_y ——水深 y 处的月平均水温（℃）；

$T_{\text{表}}$ ——水库表面月平均水温（℃）；

$T_{\text{底}}$ ——水库底部月平均水温（℃），对于分层型水库各月库底水温与其年平均温差差别很小，可用年平均值代替；

y ——水深（m）；

m ——月份，1，2，3，……12。

清水河水库建设运行后，逐月运行水位及运行水深详见表 6.1-24。

表 6.1-24 建设后清水河水库逐月运行水位 单位：m

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
运行水位	2311.709	2314.004	2318.624	2321.793	2321.869	2321.869	2321.76	2321.602	2321.333	2321.112	2320.978	2311.709
取水口进口底板高程	2311	2311	2311	2311	2311	2311	2311	2311	2311	2311	2311	2311

运行水深（进口 底板高程至运 行水位）	0.709	3.004	7.624	10.793	10.869	10.869	10.76	10.602	10.333	10.112	9.978	0.709
水库最大水深	4.729	7.024	11.644	14.813	14.889	14.889	14.78	14.622	14.353	14.132	13.998	4.729
注：1、本表中的运行水位采用 P=50%设计平水年数据；2、运行水深即为水库取水口取水水温层至库表的深度；3、 水库最大水深即为河底至库表的深度												

据以上条件分析计算，采用上述公式计算清水河水库建成后的水库不同水深情况下的坝前水温预测见表 6.1-25 和图 6.1-7。

表 3-25 清水河水库坝前各月水温预测表 单位：℃

水深（m）	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0	8.0	8.2	9.9	13.3	16.3	18.8	18.3	17.9	16.8	15.7	13.3	8.8
1	8.0	8.2	9.9	13.1	16.0	18.6	18.2	17.9	16.8	15.7	13.3	8.8
2	8.0	8.2	9.8	12.8	15.6	18.2	18.0	17.8	16.8	15.7	13.3	8.8
3	8.0	8.2	9.8	12.5	15.2	17.8	17.8	17.7	16.7	15.7	13.3	8.8
4	8.0	8.2	9.7	12.1	14.8	17.3	17.4	17.5	16.6	15.7	13.3	8.8
5	8.0	8.2	9.6	11.7	14.3	16.8	17.1	17.3	16.5	15.6	13.3	8.8
7	8.0	8.2	9.3	11.0	13.4	15.7	16.2	16.7	16.1	15.5	13.3	8.8
10	8.0	8.1	8.9	10.0	12.1	14.1	14.7	15.5	15.3	15.2	13.1	8.8
11	8.0	8.1	8.7	9.7	11.7	13.6	14.2	15.1	14.9	15.0	13.1	8.8
14	8.0	8.0	8.3	8.9	10.6	12.1	12.8	13.7	13.6	14.3	12.8	8.7
20	8.0	7.4	7.5	7.8	9.0	9.9	10.2	10.9	10.7	12.2	11.6	8.5
35	7.9	6.8	6.8	6.9	7.3	7.4	7.3	7.3	7.0	7.4	7.5	7.2
40	7.3	6.8	6.8	6.8	7.1	7.1	7.0	7.0	6.8	7.0	7.0	6.9
50	6.8	6.8	6.8	6.8	6.9	6.9	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8

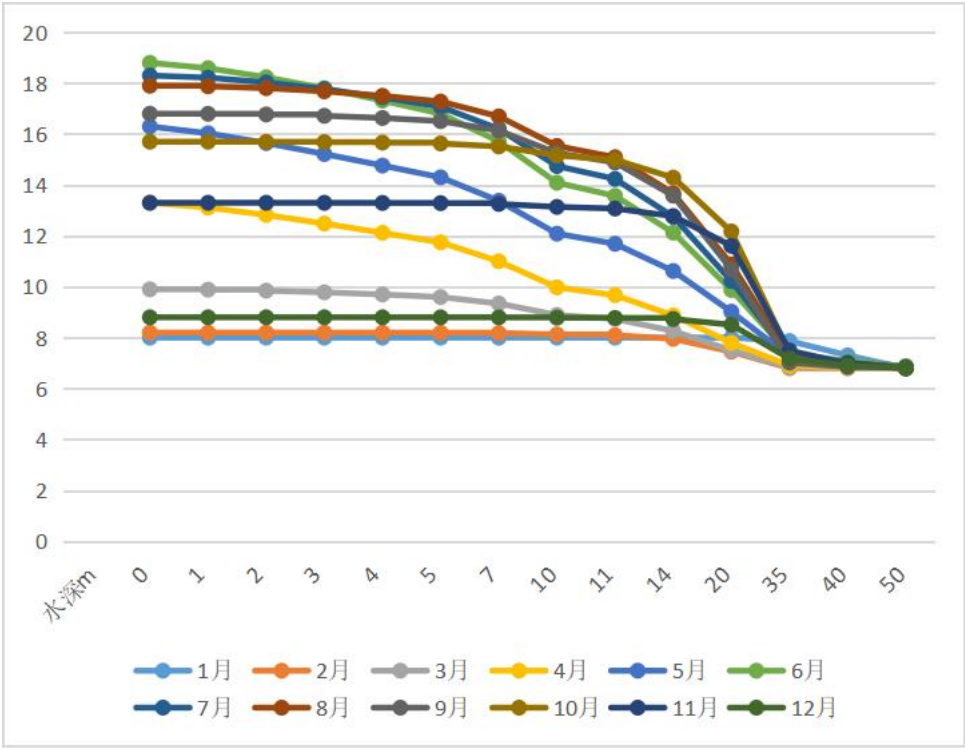


图 6.1-7 清水河水库平水年坝前垂向水温分布图

由上图 6.1-7 可见，库区水温呈季节性分层特征，除 1 月和 12 月呈弱分层、2 月不出现分层外，其他月份均具有明显的分层现象，特别是 4-10 月表层 20m 内存在较强烈的温跃层。夏季库表接受太阳辐射大，水面下接受辐射小，故表层水温大，水深越大水温月底。冬季则相反，库表散热大，水温低，而水面以下散热小水温较大或同温，故可能出现与夏季相反的水温结构或同温结构。

6、出库水温分析

(1) 坝址下泄水温

根据工程分析章节分析结果，水库建设运行后，水库水温结构变为稳定分层型水库，库内水温分层，水库从输水隧洞下泄水。根据东勘院经验公式水温预测结果（结合水库取水口所在的进口底板高程运行水深预测每月运行水深逐月的出库水温，得到水库表层和底层各月平均出库水温预测结果。由于缺乏基础资料，建库前的河道天然水温以水温和气温规律结合相关文献推算得出，建库前河道水温和建库后出库水温情况见下表。

表 6.1-26 清水河水库建设前后各月天然和出库水温预测对照表 单位：℃

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年均
取水水深	0.709	3.004	7.624	10.793	10.869	10.869	10.76	10.602	10.333	10.112	9.978	0.709	/

天然水温	3.44	3.64	5.34	8.74	11.74	14.24	13.74	13.34	12.24	11.14	8.74	4.24	9.22
出库水温	8.0	8.2	9.3	9.7	11.7	13.6	14.3	15.1	15.1	15.1	13.1	8.8	11.8
差值	4.56	4.56	3.96	0.96	-0.04	-0.64	0.56	1.76	2.86	3.96	4.36	4.56	2.58

由上表可知、工程建成后 5~6 月出库水温低于天然河道水温，其余月份出库水温高于天然水温。低温水最大降幅出现在 6 月为 13.6℃，高温水最大出现在 22 月为 8.8℃；出现高温水的原因是冬季库表散热大，水温低，而水面以下散热小水温较大；水库建成后，由于太阳辐射大，水库蓄热作用明显，年均水温较建库前增加 2.58℃。

(2) 坝下河道和渠道沿程水温变化

水库建成后，根据上述水库出库水温预测结果，水库放水口夏季多年平均水温为 13.6℃至 15.1℃，冬季最低 8.0℃。本工程供水管线长度 21.877km，其中干管长度 14.88km，大坪子支管长度 2.178km，邓家沟支管长度 4.819km，同时灌区供水均从分水口引水至田间灌沟，沿程渠道更长。渠道通水后，由于灌区太阳辐射大，渠道沿程增温明显。根据中国电建昆明院编写的《云南省陇川县麻栗坝灌区环境影响报告书（报批稿）》中实测的渠增温率约为 0.04~0.32℃/km，本灌区在冬季的太阳辐射值按低于热带考虑取 0.16℃/km，则管道至少会沿程会增温 0.6℃，则低温水最明显的 6 月份，较天然水温，管道末端水温偏低 0.04℃。

(3) 下泄低温水对农业灌溉影响分析

清水河水库为完全年调节型水库。按照《灌溉与排水工程设计规范》（GB50288-99）的规定，以旱作物为主的湿润地区，结合本区实际选择农业灌溉保证率为 P=75%。

灌区农业生产以种植玉米、蚕豆、小麦为主。

根据玉米灌溉制度，灌溉用水集中在为 3-6 月和 10-12 月，由表 6.1-26 可看出：评价区内主要作物玉米受低温水影响最大的月份为 5-6 月，其余月份均不受水库低温水影响。参考“于江海,周和平.农业灌溉水温研究[J]现代农业科技, 2008（8）：125-129”，旱作物灌溉水温最低应高于 2℃，适宜温度不低于 15℃。清水河水库在存在低温水下泄的 5-6 月出库水温 11.7-13.6℃，满足最低水温要求，且《农田灌溉水质标准》（GB20922-2007）水温要求为≤35℃，水库水温可满足要求。考虑管道沿程增温 0.6℃后，6 月管道末端水温与小麦适宜的最低温度 15℃

相差 0.8℃，相差较小，可以认为灌溉低温水影响很小。

6.2 地下水环境影响评价

6.2.1 施工期地下水环境影响评价

输水隧洞工程施工会对地下水产生一定扰动，存在涌水，发生突水、突泥的可能性，因此从隧洞工程安全可行性角度，建议在隧洞施工时采取超前探放水工作，并做好突发涌水的应急预案，确保工程的安全顺利施工。隧洞工程施工开挖涌水中悬浮物浓度较高，排水应收集后进行自然沉降，由于施工过程中不产生重金属和有机物，因此隧洞施工不会对地下水水质产生不利影响。根据现场踏勘隧洞工程周边没有泉水出露，也无集中的地下水取水用户，因此隧洞工程施工不会对周边居民生产生活用水产生影响。

隧洞施工采取截水、疏导、排泄、隧洞排水边沟和水泵抽排等措施，防止隧洞涌水、突泥，防止施工废水污染地下水水质。且隧洞施工排水对地下水环境影响属短期影响。施工结束后，施工废水不再产生，地下水水质水位随径流和交替将很快恢复。隧洞在施工过程中，在按照施工组织设计采取加强基坑排水和边坡支护，并及时衬砌的前提下，地下工程施工对地下水的影响不大。同时对于隧洞排水采取排水边沟和水泵抽排，在洞口进行絮凝沉淀后回用于场地洒水等，降低隧洞施工对地下水的污染。

6.2.2 运营期地下水环境影响评价

一、库区

1、区域水文地质条件

(1) 含水层、隔水层

1) 含水层

①孔隙含水层：主要为测区范围内沿小河、白河、四甲河及其支流河床分布的第四系冲洪积层之砂砾石、粉细砂及粉土与沿山体表层和溶蚀洼地分布的第四系残坡积层之含角砾、岩块粉质黏土、粉质土砾。其中，冲洪积层富水性与透水性较强—强，残坡积层富水性弱，透水性弱—中等。

②裂隙含水层：包括沉积碎屑岩及火成岩裂隙含水层。碎屑岩裂隙含水层为寒武系下统筇竹寺组、沧浪铺组、中统陡坡寺组、西王庙组，奥陶系下统汤池组、泥盆系中统海口组、二叠系下统梁山组，侏罗系下统下禄丰组、中统上禄丰组岩

性主要为强风化页岩、粉砂岩、长石岩屑石英砂岩、铝土岩、细中粒岩屑砂岩、泥岩、泥质粉砂岩、粉砂质泥岩、粉砂岩节理、裂隙发育，地下水径流模量 $M_0=0.78\sim 3.34\text{L/s}\cdot\text{km}^2$ ，富水性中等—较弱。火成岩裂隙含水层为二叠系上统峨嵋山组强风化玄武岩、玄武质火山角砾岩、凝灰岩，节理、裂隙发育，地下水径流模量 $M_0=8.96\text{L/s}\cdot\text{km}^2$ ，泉水流量 $Q=1.49\text{L/s}$ ，富水性中等—较弱。

③岩溶含水层：为寒武系下统龙王庙组、中统西王庙组，泥盆系上统宰格组，石炭系下统大塘组、中—上石炭统，二叠系下统阳新组强烈溶蚀—裂隙型溶蚀风化白云岩、含鲕屑泥晶灰岩、泥质灰岩、粉晶白云岩、骨屑灰岩、鲕状灰岩、白云质泥晶灰岩、生物骨屑灰岩、白云质斑块灰岩夹灰岩等碳酸盐岩。岩石节理、溶隙和岩溶发育，地下水径流模量 $M_0=6.09\sim 18.12\text{L/s}\cdot\text{km}^2$ 。富水性中等—较强。

2) 隔水层

为寒武系下统渔户村组、筇竹寺组、沧浪铺组、中统陡坡寺组，奥陶系中统汤池组、泥盆系中统海口组，二叠系下统梁山组、上统峨嵋山组，侏罗系下统下禄丰组、中统上禄丰组，岩性主要为泥岩、泥质粉砂岩、粉砂岩、砂岩、砂砾岩、页岩、粉砂岩、长石岩屑石英砂岩、铝土岩、细中粒岩屑砂岩、玄武岩、玄武质火山角砾岩、凝灰岩等，为微风化—新鲜，裂隙闭合，地下水径流模量 $M_0<1\text{L/s}\cdot\text{km}^2$ ，岩石隔水或微弱含水，构成测区内的相对隔水层。其次，地表分布的第四系全新统冲洪积层与残坡积层的黏土、粉质黏土等，透水性弱，富水性较弱，也为相对隔水层。

(2) 地下水补径排关系

测区地下水运动主要受地层岩性、构造及地形等因素制约。地下水主要接受大气降水的补给。碎屑岩及火成岩分布区之地下水分水岭和地表水分水岭一致。其运移方向与地形坡向基本一致，自高处向低处运移至隔水层后，于沟谷或低洼处沿薄弱部位呈泉水或散浸等形式溢出地表，经山坡、沟谷迳流向白河、四甲河汇集，最终向北汇入本区最低侵蚀基准面—金沙江。而碳酸盐岩分布区主要位于测区东部，其地下水运移较复杂，与岩溶的发育、构造关系密切。地下水分水岭和地表水分水岭往往不一致，据区域水文地质资料，测区内碳酸盐岩岩溶地下水由东向西方向径流运移，一般在断裂构造复合部位或地层不整合接触部位呈泉水形式溢出地表，向四甲河汇集，最终流入本区最低侵蚀基准面—金沙江。

2、水库区水文地质条件

(1) 含水层、隔水层

1) 含水层

①孔隙含水层：为水库所座落的小河及其支流河床分布的第四系冲洪积层砂（卵）砾石夹漂石、粉细砂与沿山体表层分布的第四系残坡积层之含角砾、岩块粉质黏土、粉质土砾等。其中，冲洪积层富水性与透水性较强—强，残坡积层富水性弱，透水性弱—中等。

②裂隙含水层：为二叠系上统峨嵋山组及侏罗系下统下禄丰组，岩性主要为强风化泥岩、泥质粉砂岩、粉砂岩、石英砾岩、玄武岩、玄武质火山角砾岩、凝灰岩，岩体节理、裂隙发育，富水性中等—较弱。

2) 隔水层

为二叠系上统峨嵋山组及侏罗系下统下禄丰组，岩性主要为强风化泥岩、泥质粉砂岩、粉砂岩、石英砾岩、玄武岩、玄武质火山角砾岩、凝灰岩等。岩层节理、裂隙少量发育或不发育，透水率小，富水性弱，为水库区的相对隔水层。

(2) 地下水的补排关系

库区地下水受大气降水的补给，地下水以基岩裂隙水为主，孔隙水次之。地下水分水岭和地表水分水岭一致，裂隙水自高处向低处运移至相对隔水层后，呈泉水或散浸溢出地表，沿山坡迳流至库区最低侵蚀基准面——小河。

3、水库蓄水对周边地下水的影响分析

库盆内均为二叠系上统峨嵋山组玄武岩分布，浅部岩层裂隙较发育，深部裂隙相对不发育，岩层透水性由浅部至深部逐渐减弱，深部岩层属相对隔层，库水不会通过库底岩层产生渗漏；库区未发现贯通库盆内外的透水断层；水库左岸南东部的小窑箐河床高度 2320~2200m，为低矮邻谷，其与水库库区河床相距约 900m，地表调查未发现有贯通两者构造发育，其分水岭山体较宽厚，分水岭处地下水位埋深 21.4m（高程 2353.04m），高于水库正常蓄水位 15.44m（高程 2337.36m），且两者之间的常流水沟谷地下水溢出口（高程 2350m）高于小窑箐河床高度，表明两邻谷之间地下分水岭较高，因此水库蓄水后库水向左岸低矮临谷渗漏可能性较小。

水库右岸南西部约 400m 处有一邻谷分布—大豆沟，两邻谷之间分水岭山体

宽约 300m，大豆沟河床高程为 2325~2275m，低于清水河水库正常蓄水位（2337.36m），根据枢纽区右岸坝肩地下水位埋深 39.4m（高程 2314.20m），分水岭地下水位埋深 48.9m（高程 2324.34m），分别低于水库正常蓄水位（高程 2337.36m）23.40m、12.96m，正常蓄水位高程（2337.36m）至高程 2312.9m 段岩石透水率 $q=14\sim 29Lu$ ，为中等透水层；正常蓄水位高程（2337.36m）以下岩石透水率 $q=9.0\sim 4.3Lu$ ，为弱透水层，因此正常蓄水位高程之下存在中等透水层，库水存在沿该部分中等透水层向邻谷渗漏的条件，需进行防渗处理。需要按照工程设计的要求进行防渗后。

综上所述，拟建水库属山区峡谷型，两岸地形为斜—陡坡地形，库区两岸地形高于正常蓄水位，地表多为第四系残坡积层覆盖，部份地段出露基岩。拟建水库蓄水后仍为地下水补给库区，库区水文地质条件不会产生显著变化。水库建成后，地表水和地下水排泄良好，水库蓄水后可能会导致淹没线附近地下水位稍微抬升，但水库两岸基本不会产生浸没问题。故水库蓄水后不会产生土地盐渍化、沼泽化等浸没问题。水库蓄水不会地下水水位造成影响。

二、灌区

灌溉对地下水有一定的补给作用，可能存在地下水水位抬升，项目灌区地形存在一定的地形高差，有利于排水，对灌区地下水水位影响不大。清水河水库水质现状满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中Ⅲ类水质要求，满足《农田灌溉水质标准》（GB5084-2021）要求。灌溉水下渗过程还有深层土壤相隔，由于土壤具有吸附能力，耕地灌溉水分会把耕地内的盐分带入下渗，但经过土壤的吸附后对深层地下水的含盐量影响较小。灌区采用高效节水灌溉方式，引水灌溉不会对灌区地下水现状造成不利影响。

6.3 大气环境影响评价

本项目运行期间无废气产生，不会对环境空气产生影响。项目对环境空气的影响仅限于施工期间。

施工期间爆破、开挖、混凝土拌和、各类车辆行驶均会产生大量的扬尘，主要污染物为 TSP。大型施工机械、运输车辆等燃油产生机械尾气排放，其污染物包括氮氧化物（ NO_x ）、一氧化碳（CO）、碳氢化合物（HC）等。这些污染物将会使施工作业区周围的环境空气质量受到一定影响。本工程各施工作业点主要

环境空气污染物为 TSP，而其他污染物含量相对较低，施工作业的影响范围主要为周边局部地区。

1、施工场地扬尘

本工程布置有 1 个风化料场、1 个土料场和 1 个弃渣场，施工期施工生产、土石方开挖、运输与填筑及施工结束后临时设施拆除均会造成粉尘、扬尘等环境空气污染；建筑材料若运输、装卸、储存方式不当，可能造成泄露，产生扬尘和粉尘污染。扬尘量的大小与施工现场条件、管理水平、机械化程度、施工土质及施工季节等诸多因素有关。根据同类施工现场及周边的 TSP 监测，空气中的 TSP 监测情况见下表。

表 6.3-1 施工近场空气中 TSP 日均浓度监测值

监测项目	监测点位距施工场界距离	场地不洒水	场地洒水
距场地不同距离处 TSP 的浓度值(mg/m ³)	10m	1.75	0.437
	20m	1.30	0.350
	30m	0.78	0.310
	40m	0.365	0.265
	50m	0.345	0.250
	100m	0.330	0.238

由监测数据可知，施工场地周边地区 TSP 浓度值在 40m 范围内呈明显下降趋势，40m 范围以外，TSP 浓度变化基本稳定。洒水后场地 40m 处的 TSP 日均浓度为 0.265mg/m³，满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中的二级标准（0.3mg/m³）。因此，施工期间可以通过采取洒水降尘（非雨天洒水降尘 3~5 次），避免大风天气进行土石方开挖等措施可以有效降低施工扬尘对工程建设对环境空气的影响。枢纽区西南侧 126m 处有环境空气敏感目标锅底塘村，有上表数据可知，枢纽工程在现场洒水后，场地 40m 处的 TSP 日均浓度为 0.265mg/m³，满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中的二级标准（0.3mg/m³），经过场地洒水降尘，距离枢纽区 126m 的锅底塘村环境空气质量可以满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中的二级标准。

2、施工交通运输扬尘

工程施工期的场内公路多为泥结碎石路面，在干燥天气情况下，车辆行驶容易产生扬尘。扬尘在道路两侧扩散，最大起尘浓度出现在道路两侧，随离散距离的增加浓度逐渐降低，最终可达背景值。根据交通运输扬尘相关研究，交通运输扬尘不会在大范围内平均分布，但在小空间内浓度较高，在道路局部地段积尘较多的地方，载重车辆经过时会掀起浓密的扬尘，根据同类工程经验，在同样路面

情况下，车速越快，扬尘量越大；在同样车速情况下，路面清洁度越差，则扬尘量越大。一般情况下，施工交通道路在自然风作用下产生的扬尘影响的范围在100m 以内。如果在施工期间对车辆行驶的路面实施洒水抑尘，可防止施工扬尘的污染。实施每天洒水4~5次进行抑尘，可有效地控制施工扬尘，可将TSP污染的影响范围缩小到20~50m。因此，通过限速行驶及保持路面清洁，同时适当洒水可有效减少汽车扬尘。

3、施工爆破及燃油废气

施工燃油及爆破过程中将产生含NO_x、CO、THC及SO₂的有害尾气，这些污染源排放具有流动性、间歇性特点，但日排放量不大。由于本工程工区范围较大，施工机械布置也较为分散，且全部机械并非同时使用，而是根据施工进度，分时段分区域的开展施工作业。施工区域周边大气扩散条件较好，有利于污染物的扩散。施工过程中，燃油废气均为近地表排放，排放强度较小，总体上燃油废气对大气环境的影响仅限于施工现场及临近区域，具有污染范围小、程度轻的特点，施工期使用符合环保标准机械设备，并加强对施工机械及车辆的维护保养，使之处于良好的工作状态，燃油废气对工程区空气环境质量总体影响不大。

4、对环境保护目标的影响

项目枢纽区施工区域周边200m范围内分布锅底塘村1个居民聚居地，局施工场地边缘最近距离为126m左右。根据类比监测结果，此距离下施工扬尘对敏感点的影响较小，施工中加强洒水降尘。

输水管线附近敏感点最近距离是紧邻输水管线，输水管线的开挖扬尘对周边村庄会产生一定的影响。但输水管线施工时大多为人工或小型机械开挖，且开挖面及开挖量不大，施工扬尘对敏感点的影响较小。施工中应注意防护，作业面洒水降尘，尽可能减少粉尘的产生。

项目风化料场距周边敏感点距离相对较远，产生的扬尘对敏感点影响很小。土料场距离最近的环境保护敏感目标南侧的瓦房约186米，弃渣场距离最近的花沟村小组40m，开挖和弃渣作业产生的扬尘会对周边敏感目标产生一定的影响，施工中应注意防护，作业面洒水降尘，设置施工围挡，尽可能减少粉尘的产生。

6.4 声环境影响评价

本项目为水库项目，运营期输水管线采取自流的方式输送，项目不设水泵，运行期没有声环境影响源。噪声影响主要集中在施工期。

施工期噪声主要来自爆破、钻孔、开挖、混凝土拌和系统等产生的固定噪声和交通运输产生的流动噪声，其中岩石爆破产生的是瞬时强噪声。在工程施工中，机械噪声具有分散、间断的特点，不同机械噪声源相互叠加的影响并不明显，因此，可以按点声源处理施工噪声，使用点声源的几何发散衰减模式进行噪声预测。公式如下：

$$LA(r)=LAW-20 \lg(r)-\Delta L$$

其中：LA(r)——距离声源 r 处的 A 声级，dB (A)；

LAW——声源的 A 声级，dB (A)；

r——测点与声源的距离，m；

ΔL ——其它因素引起的噪声衰减量，此处取 0dB。

1、枢纽区施工机械运行噪声影响

施工期间主要产噪机械为挖掘机、推土机、装载机、空压机、振捣器、破碎机等，此类机械造成的噪声影响范围较大。根据表 6.4-1 预测分析，在不考虑任何减噪措施的情况下，各施工机械单独运行时，昼间在距离 20m 可达到《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）排放标准限值（70dB(A)），夜间在约 100m 处可达到《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）排放标准限值（55dB(A)）。多台机械同时运转时，昼间在距离 50m 处可达到《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）排放标准限值（70dB(A)），夜间在距离约 250m 处可达到《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）排放标准限值（55dB(A)）。

表 6.4-1 主要施工机械噪声影响预测表

距离 (m)	机械噪声源强 dB (A)									
	挖掘 机	推土 机	自卸汽 车	钻机	振捣 器	地质 钻机	灌浆 泵	空压 机	混凝土 拌和	同时 运转
	93	96	90	84	85	96	87	96	88	/
5	79	82	76	70	71	82	73	82	74	88.21
10	73	76	70	64	65	76	67	76	68	82.21
20	67	70	64	58	59	70	61	70	62	76.21

40	61	64	58	52	53	64	55	64	56	70.21
50	59	62	56	50	51	62	53	62	54	68.21
100	53	56	50	44	45	56	47	56	48	62.21
126	51	54	48	42	43	54	45	54	46	60.21
200	47	50	44	38	39	50	41	50	42	56.21
250	45	48	42	36	37	48	39	48	40	54.21

2、枢纽施工区敏感点噪声影响分析

枢纽施工区 200m 范围内分布有锅底塘村 1 个声环境敏感点，距离施工场地最近距离为 126m。根据预测结果，施工高峰期多台施工机械噪声预测值在 126m 时为 60.21dB(A)，噪声值超过声环境质量标准，将对敏感点造成影响。

3、其他施工区噪声影响分析

项目其他区域（石料场、土料场、弃渣场等）施工现场机械使用数量及频率相比枢纽区要少（低），此部分施工区域的噪声影响范围相对来说要小，影响程度较低。且风化料场施工区周边 200m 范围内无声环境敏感点。土料场距离最近的环境保护敏感目标南侧的瓦房约 186 米，经过距离衰减，采取施工设备减震、避免中午夜间施工等措施，土料场取土对敏感目标的影响较小。弃渣场距离最近的花沟村小组 40m，对周边敏感目标会造成一定的影响，弃渣场现场机械使用数量及频率较小，在弃渣场靠近敏感目标一侧需要设置施工隔声屏障，不允许夜间和中午进行弃渣活动，经过采取上述措施，弃渣场弃渣噪声对敏感目标的影响可以接受。

4、爆破噪声影响分析

本工程需要进行大规模爆破作业的有枢纽施工区和料场，爆破噪声强度可达 125~132dB(A)，爆破噪声具有短时、定时、定点的特点。目前还没有针对爆破噪声影响预测的模式，根据已有对爆破噪声的监测数据，爆破噪声达标距离约为 500m，在此范围内的敏感点在爆破期间将受到一定影响（瞬时影响）。通过合理安排爆破时间（禁止夜间爆破），爆破前鸣警报，采取微差爆破等减少炸药用量等措施，可以减轻降低爆破施工对周围声环境的影响。

5、输水线路施工噪声影响

输水线路施工机械使用数量较少，使用频率较低且多为小型机械。部分输水管线施工距离声环境敏感点较近，有的是紧邻，施工期间通过合理安排施工时间及机械使用，避免多种机械同时使用，在距离敏感点距离较近且周边无其他障碍

物阻挡的情况下可考虑设置声屏障或者是施工围挡隔声，以减小对敏感点的影响。距离敏感点较近的区域施工，禁止夜间施工，需要使用高噪声设备时，提前通知周边村民。

6、施工营地噪声影响

本工程施工期间共设置 1 处生产生活区，产生噪声的主要机械为切割机、电焊机、卷板机等，噪声源强相对于施工现场来说较小。类比同类工程生产生活区噪声实测值，施工生产生活区噪声源强为 80dB（A）左右，根据公式预测，在距离噪声源强 10m 的地方噪声值约为 60dB（A）。施工营地距离锅底塘村为 180m，经过距离衰减，施工营地的噪声对锅底塘村影响较小。输水管线施工营地设置分散，目前没有确定具体的位置，输水管线施工营地属于活动板房，很少进行机械加工，主要为生活噪声，建议输水管线施工营地布置远离居民区，或者租用当地民房作为施工生活居住，活动板房作为材料堆放，减少输水管线施工营地对声环境敏感点的影响。

通过以上分析，施工过程中各种机械联合作业，对敏感点村民生活造成影响。施工过程中各种机械联合作业则会加大噪声影响，在实际施工过程中施工机械一般为分散、间歇性使用，例如挖掘机仅在前期土石方开挖时使用，因此不会出现以上所有施工机械持续性的运行而造成强烈的噪声影响的情况。预测中仅仅考虑了距离衰减，而实际传播过程中还会受到树木、地势、建筑物等对噪声的阻隔和衰减作用，因此实际当中施工机械噪声的影响程度及范围应比理论上的推算要低一些。主要受影响对象为距离工程最近的第一排房屋居民，背后其余居民由于前排房屋起到一定的阻隔作用受到的噪声影响将有很程度的降低。施工噪声仅伴随于施工活动，随工程结束而消失，所以施工机械对周围声环境质量不会产生明显影响。

6.5 固体废弃物影响评价

6.5.1 施工期固体废弃物环境影响评价

1、土石方

工程施工共开挖土石方 42.28 万 m^3 （其中土石方 33.23 万 m^3 、表土 9.04 万 m^3 ），综合回填利用土石方 26.07 万 m^3 ，内部调运土石方 5.16 万 m^3 ，产生弃渣 16.21 万 m^3 ，弃渣中未考虑表土收集利用，收集利用表土 2.83 万 m^3 ，故工程最

终弃渣 13.38 万 m³。本项目弃渣全部运输至项目设置的弃渣场堆存。

工程弃渣对环境的影响主要表现在占压土地、破坏植被，影响工程区域自然景观，弃渣在雨水冲蚀下容易造成水土流失、增加河流泥沙含量、影响河道行洪等方面。项目弃渣均堆放于规划的弃渣场内，工程水土保持措施将与工程同步实施，在做好渣场的护坡挡墙、排水和覆土绿化后，可有效减小弃渣对环境的影响。因此，开挖和弃渣对当地的环境和自然景观影响不大。

2、建筑垃圾

工程中建筑垃圾的主要来源是施工区建筑物建设过程中产生的废弃建筑材料，房屋拆除及临时建筑物在施工结束后拆除过程产生的废弃物、水库蓄水前库区清理产生的建筑垃圾、施工围堰拆除产生的建筑垃圾等。建筑垃圾主要由废混凝土、废钢筋和木料等组成。对于建筑垃圾中有用的下脚料，如金属、塑料等可回收物，由指定的物资回收部门定期回收利用。可回收废物包括废旧钢材、钢管、包装袋、木材等。剩余无回收价值的固体废弃物，统一运送弃渣场堆存。

3、机械修理站损坏零部件

工程枢纽区施工过程设置机械修理站，为小型机械修配间，项目机械修理站对工地施工机械和车辆损坏的零部件进行小修及拆换，修理过程会产生少量损坏的零部件，项目损坏的零部件统一收集后外售废品收购站。

4、废机油

机械设备维修过程中产生的废机油，隔油池废油、含油棉、含油毡、废蓄电池属于危险废物，考虑在枢纽区施工营地设置 1 处危险废物暂存间。危险废物暂存间的应满足《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）中的规定，做好防雨、防晒、防渗漏措施，设置危险废物识别标志，制定意外事故方案措施和应急预案。危险废物定期交由有资质的单位处置。危险废物的转移过程应按《危险废物转移联单管理办法》执行。

5、生活垃圾

施工期间产生的生活垃圾按每人每天排放垃圾 0.5kg 垃圾计算，工程施工期平人数为 213 人，每天将产生生活垃圾 106.5kg，施工期共产生生活垃圾 95.85t。生活垃圾设置垃圾桶统一收集后清运至附近居民生活垃圾集中收集点。

6.5.2 运营期固体废弃物环境影响评价

本项目运行期仅产生生活垃圾，无其他固体废物产生，水库运行期间设置水库管理所，管理所拟设置管理人员 5 人，生活垃圾产生量按 $0.5\text{kg}/\text{人}\cdot\text{d}$ 计，生活垃圾产生量为 $2.5\text{kg}/\text{d}$ ， $0.91\text{t}/\text{a}$ 。生活垃圾统一收集后清运至居民生活垃圾集中收集点。

6.6 土壤环境影响评价

6.6.1 施工期土壤环境影响评价

本工程建设对土壤环境的影响在施工期主要表现为土壤流失、少量污染物可能对浅层表土产生污染。

施工期对土壤环境的影响主要表现在两个方面，一是施工期工程开挖、剥离表土，引起表层土壤破坏和土壤物质的移动、流失。本工程占地区表土剥离将导致剥离区域表土损失。表土经过运输、机械翻动、堆存，土壤的结构、孔隙等均发生变化。但根据水利水电工程经验，施工期产生的临时表土仍可用作绿化覆土。施工结束后，采取土地平整、表土回填后可恢复临时占地区的土壤功能；二是施工期物料流失，生产生活区污水处理设施渗漏，机械设备跑冒滴漏等导致土壤污染，此部分影响主要发生在施工生产生活区局部区域，通过临时场地硬化、加强施工物料的防流失和污水处理区域的防渗，以及机械设备的检修和正确使用，可减免因施工导致的浅层土壤的污染。

6.6.2 运营期土壤环境影响评价

水库工程运行期对区域土壤环境的影响主要由于水库建成蓄水后，可能导致库岸周边土壤中 pH 值和含盐量的变化；另外，灌区引水灌溉，也可能因水库中水环境 pH 值和溶解性总固体的影响，而导致灌区土壤土壤中 pH 值和含盐量的变化，从而造成库区周边及灌区土壤环境生态功能的退化。

本项目运行期不涉及盐、酸、碱类等物质的排放或土壤环境输入，根据《环境影响评价技术导则土壤环境（试行）》（HJ964-2018），本项目酸化、碱化和盐化影响评价方法不适于用上述导则附录 E 中的方法进行定量评价，因此本评价对酸化和碱化的影响预测评价采取定性分析，对盐化的影响预测采用上述导则附录 F 综合评分预测方法进行评价。

1、土壤酸化和碱化影响评价

拟建水库属山区峡谷型，两岸地形为斜—陡坡地形，库区两岸地形高于正常蓄水位，地表多为第四系残坡积层覆盖，部份地段出露基岩。拟建水库蓄水后仍为地下水补给库区，库区水文地质条件不会产生显著变化。水库建成后，地表水和地下水排泄良好，水库蓄水后可能会导致淹没线附近地下水位稍微抬升，但水库两岸基本不会产生浸没问题。故水库蓄水后不会产生土地盐渍化、沼泽化等浸没问题。水库蓄水不会地下水水位造成影响。

根据库区土壤环境现状监测，库区土壤 pH 值在 6.97~7.12 之间，基本呈中性。根据环境质量现状监测，清水河水库坝址上游地表水 pH 值在 7.18~7.21 之间，基本呈中性，库区地下水井 pH 值为 7.16~7.25，水库库区水文地质单元地下水 pH 值基本呈中性。水库地表水、库区地下水、库区土壤现状 pH 值，总体呈中性。

库区正常蓄水后，库区淹没线周边地下水位将抬升，库岸周边受地下水土抬升影响的土壤中盐基将得到一定程度补充，土壤 pH 值与原土壤 pH 值基本无变化；同时随着库岸周边地下水位随水库运行调度而变化，库岸周边土壤盐基一定程度将趋于平衡，因此库岸周边土壤环境也不会因地下水位抬升而造成碱化。库岸周边土壤环境受地下水水位抬升影响，但该影响范围有限，主要集中在水库淹没线以上 1~3m 范围内，在此范围外的土壤环境仍将主要受上游地表径流土壤淋溶影响，土壤环境盐基成分不会发生明显改变，土壤 pH 值也将维持现状。

灌区土壤现状以雨水浇灌和沟渠水灌溉为主，本项目建成运营后，灌溉用水水质和灌溉方式未发生明显改变，灌区土壤中盐基不会发生明显变化，因此灌区土壤环境 pH 值不会因本项目建成运营而发生明显变化。清水河水库库岸周边耕地及灌区耕地受水库蓄水及灌溉用水影响，土壤环境 pH 值将不会发生明显改变，不会造成区域耕地土壤的酸化或碱化，不会造成耕地生态功能的退化。水库蓄水对周边土壤环境 pH 值的影响，仅局限与淹没线附近，且不会造成土壤 pH 值明显改变，不会改变土壤的酸碱程度，水库周边土壤环境自然生态功能不会因水库蓄水造成改变，对水库库区自然生态系统不会造成明显的不利影响。

2、土壤盐化影响评价

根据 HJ964-2018 附录 F 推荐的土壤盐化综合评分预测方法，对清水河水库建成后土壤环境盐化进行评价。按照土壤盐化影响因素赋值表对各影响因素进行

赋值，采用以下公式计算土壤盐化综合评分值（Sa），对照土壤盐化预测结果评分表进行土壤盐化预测综合评分。

$$Sa = \sum_{i=1}^n Wx_i \times Ix_i$$

式中：n——影响因素指标数目；
Ix_i——影响因素 i 指标评分；
Wx_i——影响因素 i 指标权重。

土壤盐化影响因素赋值表及权重详见下表。

表 6.6-1 土壤盐化影响因素赋值表

影响因素	分值				权重
	0 分	2 分	4 分	6 分	
地下水位埋深（GWD）/（m）	GWD≥2.5	1.5≤GWD<2.5	1.0≤GWD<1.5	GWD<1.0	0.35
干燥度（蒸降比值）（EPR）	EPR<1.2	1.2≤EPR<2.5	2.5≤EPR<6	EPR≥6	0.25
土壤本底含盐量（SSC）/（g/kg）	SSC<1	1≤SSC<2	2≤SSC<4	SSC≥4	0.15
地下水溶解性总固体（TDS）/（g/L）	TDS<1	1≤TDS<2	2≤TDS<5	TDS≥5	0.15
土壤质地	黏土	砂土	壤土	砂壤、粉土、砂粉土	0.10

土壤盐化预测结果评分表详见下表。

表 6.6-2 土壤盐化预测表

土壤盐化综合评分值（Sa）	Sa<1	1≤Sa<2	2≤Sa<3	3≤Sa<4.5	Sa≥4.5
土壤盐化综合评分预测结果	未盐化	轻度盐化	中度盐化	重度盐化	极重度盐化

地下水位埋深大于 2.5m，0 分；干燥度 1.86，2 分；土壤本底含盐量最大为 1.12，2 分；地下水溶解性总固体均小于 1g/L，0 分；土壤质地，粘土，0 分。
Sa=2×0.25+2×0.15=0.8<1。清水河水库建成运行后，不会对淹没线周边范围土壤造成盐化影响，水库对周边土壤的影响范围有限，在可接受程度范围。

3、引水灌溉对灌区土壤环境影响分析

灌区采用高效节水灌溉方式，灌区排水条件良好，不会造成灌区地下水位的抬升。清水河水库水质现状满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中Ⅲ类水质要求，满足《农田灌溉水质标准》（GB5084-2021）要求。灌区农业生产活动对土壤环境的影响方式及程度不会因本项目引水灌溉而发生改变或加剧。

6.7 生态环境影响评价

6.7.1 土地利用影响

工程永久占地及临时占地类型见下表。

表 6.7-1 工程对土地利用影响一览表 (hm²)

土地利用类型	评价区面积	占用面积				占评价区同类比例(%)			
		合计	永久占地	淹没	临时占地	合计	永久占地	淹没	临时占地
乔木林地	886.063	14.699	1.451	5.191	8.057	1.659	0.164	0.586	0.909
草地	319.581	0.152	0.152	0	0	0.048	0.048	0.000	0.000
耕地	1203.268	17.137	3.307	3.259	10.571	1.424	0.275	0.271	0.879
水域及水利设施用地	13.604	0.278	0.107	0.171	0	2.044	0.787	1.257	0.000
交通运输用地	21.288	0.319	0.137	0.182	0	1.498	0.644	0.855	0.000
宅基地	65.235	0.109	0.109	0	0	0.167	0.167	0.000	0.000
工矿企业用地	1.178	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000
合计	——	32.694	5.263	8.803	18.628	/	/	/	/

一、永久占地影响

由上表可知，工程永久占用乔木林地面积 1.451hm²，占评价区同类型土地利用面积的 0.164%；工程占用草地 0.152hm²，占评价区同类型土地利用面积的 0.048%；工程占用耕地 3.307hm²，占评价区同类型土地利用类型的 0.275%；工程占用水域及水利设施用地面积 0.107hm²，占评价区同类型土地利用类型的 0.787%；工程占用交通运输用地面积 0.137hm²，占评价区同类型土地利用类型的 0.644%；工程占用宅基地面积 0.109hm²，占评价区同类型土地利用类型的 0.167%；所占用的比例均相对较小，对土地利用的影响较小。工程占用的宅基地通过自行安置一次性补偿、耕地采用村内流转征地补偿的方式进行安置，进行安置后对土地利用影响很小。

二、淹没占地影响

工程淹没区占地面积 8.803hm²，主要涉及淹没乔木林地、耕地、交通运输用地等，分别占用 5.191hm²、3.259hm²、0.182hm²，分别占评价区同类型土地利用面积的 0.586%、0.271%和 0.855%，所占用房的比例均很小，通过淹没区征地安置后影响很小。

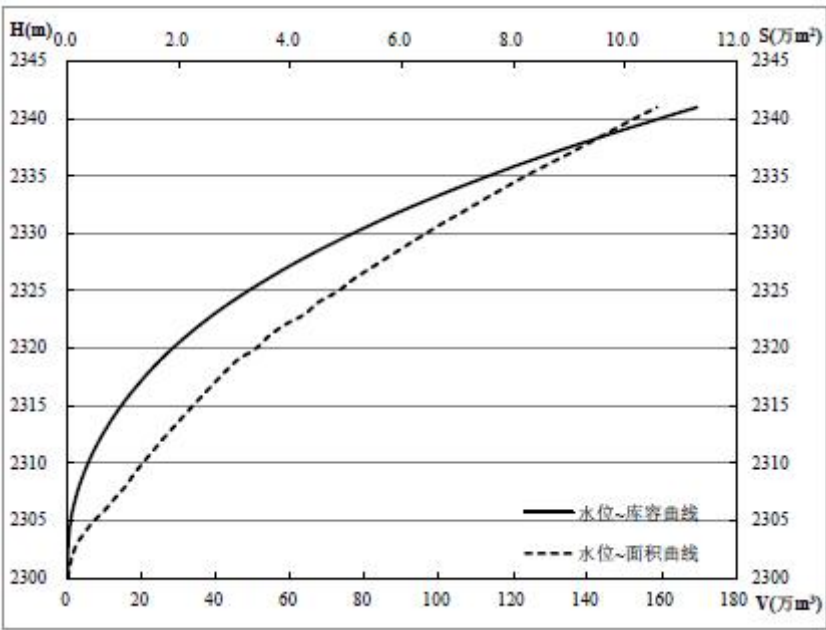


图 6.7-1 清水河水库位-库容-曲线图

工程为完全年调节水库，根据水库库位-库容-曲线图，清水河水库平均水深见下表：

表 6.7-2 水库水深

月份	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	平均
平均水深	4.729	7.024	11.644	14.813	14.889	14.889	14.780	14.622	14.353	14.132	13.998	4.729	13.631
水面面积	2.43	2.94	5.08	10.16	10.41	10.41	10.06	9.59	8.88	8.37	8.08	2.43	7.40
时段平均蓄水量	11.50	20.66	59.20	150.55	155.00	155.00	148.64	140.17	127.40	118.24	113.16	11.50	100.92

水库水深在 4.729m-14.889m 之间运行，变化相对较小，消落带涨落不明显，且评价区整体偏干热，库区消落带不易形成沼泽化。

三、临时占地影响

临时工程占地占地在施工结束后，及时进行绿化恢复和土地复垦，不会改变土地利用的类型。且工程临时占用的土地利用类型面积均很小，对土地利用影响也很小。

总的来说,工程建设对评价区的土地利用有一定影响,但并不会对评价区的土地利用格局产生大的改变。

6.7.2 对植被影响

一、施工期

项目对评价区域内植被的影响主要集中在施工期,运行期对周边植被影响很小。施工期对评价区域内植被的影响主要为占地减少植被面积与生物量,施工机械碾压、淹没、施工人员践踏等对周围地表植被的生长也会带来一定的影响。

由于受到人为活动的长期影响,主要是农业生产及生活的影响,评价区目前很多原生植被大量消失或改变为耕地,次生植被及人工植被面积增加;工程总共占地 32.694hm², 其中占用植被面积 31.988hm²。工程建设将对植被产生一定的负面影响,包括永久影响、淹没影响和临时影响。

表 6.7-3 工程对植被影响一览表 单位: hm²

植被类型	评价区面积	占用面积				占评价区内 同类型面积比例(%)			
		合计	永久	淹 没	临 时	合计	永久	淹 没	临 时
云南松林	557.853	3.779	0.732	1.1 94	1.85 3	0.67 7	0.131	0.21 4	0.33 2
常绿阔叶林	65.397	0.773	0.52	0.1 32	0.12 1	1.18 2	0.795	0.20 2	0.18 5
暖温性稀树灌草丛	170.989	0.152	0.152	0	0	0.08 9	0.089	0.00 0	0.00 0
干热性稀树灌木草丛	148.592	0	0	0	0	0.00 0	0.000	0.00 0	0.00 0
人工林	262.813	10.147	0.199	3.8 65	6.08 3	3.86 1	0.076	1.47 1	2.31 5
耕地	1203.268	17.137	3.307	3.2 59	10.5 71	1.42 4	0.275	0.27 1	0.87 9
合计	2408.912	31.988	4.91	8.4 5	18.6 28	/			

1、永久占地

①影响区域内的暖温性针叶林主要为云南松林,该植被类型在云南省分布极广,本工程建设不会造成该植被类型在云南省和寻甸县、东川区分布面积的明显减少。受影响的群落人为干扰较为明显,群落内部有明显的采伐、放牧痕迹,群落郁闭度较差,呈现出明显的次生性质。且项目仅占用评价区云南松林的 1.131%, 占用部分很小;本评价认为对工程暖温性针叶林的影响可接受。

②常绿阔叶林为滇中地区常见植被类型，本工程主要占用半湿润常绿阔叶林，该植被类型为次生性天然林，工程的建设不会造成该植被类型在云南省和周边区域分布面积的明显减少。受影响的群落人为干扰较为明显，群落内部有明显的采伐、放牧痕迹，群落郁闭度较差，呈现出明显的次生性质。且项目仅占用评价区常绿阔叶林的 0.795%，占用部分很小；本评价认为对工程常绿阔叶林的影响可接受。

③暖温性稀树灌木草丛植被类型广泛分布于云南的中部、北部、西北部、东北部以及东南部，为常绿阔叶林和云南松林受破坏后自然演替形成的次生植被。工程占用面积为 0.152hm²，占评价区该植被类型总面积的 0.089%，占用面积很小；本工程的建设不会造成暖温性稀树灌木草丛植被类型的消失，也不会造成面积上的明显减少。项目评价区范围内的暖温性稀树灌木草丛主要表现为云南松、白健秆、刺芒野古草群落及扁核木、白健秆、毛蕨菜群落，群落中均有明显的人工干扰痕迹，主要表现在放牧、采脂和采伐上，群落具有明显的次生性。本评价认为工程建设对该植被类型的影响可接受。

水库的建设将会对生物群落形态方面的结构造成影响，一方面将改变生物群落的水平结构，同时对局部地段的群落垂直结构(群落恢复后的种类组成和结构变化)造成影响。该建设项目将占用的生物群落面积和范围均较小，仅在极小范围改变了生物群落结构，但不会导致群落结构的简化，总体上看，对整个评价区域生物群落结构造成的影响较小。

总体来说，评价区内的植被类型在整个评价区内广泛分布，工程占用面积相对较小，对整个评价区的植被面积和分布格局影响较小。本项目的实施对周边的植被影响有限，不会造成评价区区域植被类型的消失和植被的格局发生大的改变。

2、淹没占地

工程淹没区主要占用植被类型为云南松林、半湿润常绿阔叶林、人工林和耕地，所占用的面积占评价区同类型植被面积的百分比分别为：0.214%、0.202%、1.471%和 0.271%，所占比例均很小，且所淹没的植被类型均不属于特有植被，均为次生植被和人工植被，工程淹没对区域植被影响较小。

3、临时占地

工程临时占地将临时清除地表植被，造成植被面积减少，但为临时影响，施工结束后进行植被恢复和绿化复垦，临时占地对植被影响较小，但临时占地进行植被恢复后植物群落会被部分简化。

二、运营期

水库水深在 4.729m-14.889m 之间运行，变化相对较小，消落带涨落不明显，且评价区整体偏干热，库区消落带不易形成沼泽化，运行期对周边植被影响很小。

6.7.3 对植物资源影响

一、施工期

1、对植物种类的影响

评价区的地带性植被为半湿润常绿阔叶林，由于人为干扰较严重，区域内原生植被已较为少见，现有常绿阔叶林多是原有常绿阔叶林遭人为砍伐破坏后萌发形成的，大部分地段形成了以人为活动为主导的次生性森林植被景观。根据野外考察、室内标本整理鉴定以及相关文献资料查阅，评价区的植物由 115 科，342 属，495 种维管束植物组成。其中，蕨类植物 13 科，25 属，29 种，种子植物 102 科，317 属，466 种。

工程建设期间对植物的影响主要来源于施工占地范围内清除地被物。

工程永久占地范围内地表植物将永久性消失，工程的建设会造成一部分植物数量的减少，但由于工程占地范围内无珍稀濒危及保护植物分布，且占用的植物在工程区周边大量分布，因此工程建设虽会造成一部分植物数量的减少，但并不会造成任何一种植物的大面积减少和消失。工程清除的植物主要为云南松 *Pinus yunnanensis*、槲栎 *Quercus aliena*、珍珠花 *Lyonia ovalifolia*、粉绿野丁香 *Leptodermis potanini*、野坝子 *Elsholtzia rugulosa*、黄背草 *Themeda triandra*、黄茅 *Heteropogon contortus*、云南兔儿风 *Ainsliaea yunnanensis*、西南委陵菜 *Argentina lineata*、矮杨梅 *Myrica nana*、芒种花 *Hypericum uralum*、马桑 *Coriaria nepalensis*、紫茎泽兰 *Ageratina adenophora*、白花鬼针草 *Bidens alba*、穗序野古草 *Arundinella hookeri* 等，均为当地大量分布的植物。

2、对珍稀濒危植物的影响

根据国家林业和草原局 农业农村部公告 2021 年第 15 号《国家重点保护野生植物名录》和 2023 年 12 月的《云南省重点保护野生植物名录》，评价区内分

布无野生国家级保护植物分布；无云南省级保护植物分布。

二、运营期

水库运营期对评价区植物资源的直接影响影响不大，可能造成的间接影响来自以下方面：

1、水库区域人员、车辆的进入，上坝道路的运行，使许多原先行人不能进入的地区变得易于进入。

2、现场调查表明，评价区列入环保部公布的第一批（2003）和第二批（2010）外来入侵物种名单有紫茎泽兰、白花鬼针草等2种。紫茎泽兰、白花鬼针草的分布海拔上限为2500m，在评价区的数量较多，特别是紫茎泽兰，在评价区内入侵较为严重。

项目施工中及建成后的廊道效应可能会引起沿线现有外来物种的分布范围扩大，工程建设形成裸地，若不及时进行采用本地物种绿化，可能会造成局部区域外来物种侵入并逐步形成单一优势植物群落，进而对本地物种造成不利影响。同时，项目沿线区域主导生态功能为水源涵养与生物多样性保护，外来物种入侵会降低群落物种多样性，减缓群落正常演替的速度，对群落生态功能的持续增强和发挥产生一定不利影响。

应采取针对性措施预防因项目建设引起外来物种明显扩大分布范围，进一步加重生物入侵

6.7.4 景观生态结构、质量和稳定性变化影响预测

一、受影响景观类型及其特有性

项目涉及占用景观类型为云南松林景观、常绿阔叶林景观、耕地景观、人工林景观和稀树灌木草丛景观等，这些景观和生态系统并不属于特有景观和特有生态系统类型。

二、对景观类型面积的影响

建设前后对评估区景观类型面积的影响统计表见下表。所占用的景观类型面积均较小，对景观类型面积的影响较小。

表 6.7-4 对景观类型面积的影响

景观类型	开发前 (hm ²) a	开发后 (hm ²) b	变化 (+/-) (hm ²)	变幅 (%) (b-a) /a	备注
针叶林景观	557.853	555.927	-1.926	-0.345	
常绿阔叶林景观	65.397	64.745	-0.652	-0.997	
稀树灌木草丛景	319.581	319.429	-0.152	-0.048	

观					
人工林景观	262.813	258.749	-4.064	-1.546	
耕地景观	1203.268	1196.702	-6.566	-0.546	
水域及水利设施景观	13.604	27.392	13.788	101.353	永久占地和淹没占地建成后归为水域及水利设施用地
交通运输用地景观	21.288	20.969	-0.319	-1.498	
村庄景观	65.235	65.126	-0.109	-0.167	
合计	——	——	-0.96	/	

工程影响这些景观类型的面积较小，对景观面积的影响较小。

三、对景观类型斑块数量的影响

通过叠图分析，工程建设之前，共有斑块数量为 406，建设之后减少了 5 个，为 401 个。

表 6.7-5 对评价区各景观类型的斑块数量的影响

景观类型	开发前（斑块数） a	开发后（斑块数） b	变化（+/-） b-a	变幅（%） (b-a)/a	备注
针叶林景观	38	36	-2	-5.263	项目建设对区域景观进行分割
常绿阔叶林景观	19	20	1	5.263	
稀树灌木草丛景观	114	116	2	1.754	
人工林景观	45	43	-2	-4.444	
耕地景观	105	99	-6	-5.714	
村庄景观	25	25	0	0.000	
工业企业景观	1	1	0	0.000	
道路景观	45	46	1	2.222	
水域景观	14	15	1	7.143	
合计	406	401	/	/	

四、对评价区斑块类型面积的影响

项目建成后评价区总面积为 2510.217hm²，仍然以耕地景观所占比重为最大，面积为 1196.702hm²，占评价区总面积的 47.673%，斑块类型面积（CA）为 47.673；其次为针叶林景观，面积为 555.927hm²，占评价区总面积的 22.147%，斑块类型面积（CA）为 22.147。

项目建成后，耕地景观与针叶林景观成为景观的地域背景，与建设前维持不变。

表 6.7-6 评价区建成后斑块类型面积 (CA)

景观类型	缀块数	缀块(%)	面积 (hm ²)	CA
针叶林景观	36	8.978	555.927	22.147
常绿阔叶林景观	20	4.988	64.745	2.579
稀树灌木草丛景观	116	28.928	319.429	12.725
人工林景观	43	10.723	258.749	10.308
耕地景观	99	24.688	1196.702	47.673
村庄景观	25	6.234	65.126	2.594
工业企业景观	1	0.249	1.178	0.047
道路景观	46	11.471	20.969	0.835
水域景观	15	3.741	27.392	1.091
合计	401	100.000	2510.217	100.000

五、对景观结构的影响

表 6.7-7 对评价区各景观类型优势度的影响

景观类型	开发前优势度 (Do)	开发后优势度 (Do)	变化 (+/-) b-a
针叶林景观	16.057	15.923	-0.134
常绿阔叶林景观	3.599	3.663	0.064
稀树灌木草丛景观	22.310	22.519	0.209
人工林景观	10.528	10.357	-0.171
耕地景观	39.268	38.843	-0.425
村庄景观	3.595	3.612	0.017
工业企业景观	0.113	0.114	0.001
道路景观	7.067	7.157	0.09
水域景观	2.645	3.613	0.968

由上表可知,工程建成后,自然植被中仍然以稀树灌木草丛景观优势度最高,整个评价区看来,优势度最高的仍然为耕地景观。

表 6.7-8 对评价区各景观类型 LPI 的影响

景观类型	开发前 LPI	开发后 LPI	变化 (+/-) b-a
针叶林景观	21.562	21.637	0.075
常绿阔叶林景观	21.184	21.398	0.214
稀树灌木草丛景观	12.685	12.691	0.006
人工林景观	34.237	34.775	0.538
耕地景观	16.179	16.269	0.09
村庄景观	17.547	17.577	0.03
工业企业景观	100	100	0
道路景观	4.824	4.898	0.074

水域景观	59.181	50.336	-8.845
------	--------	--------	--------

由上表可知，工程建成后，自然植被 LPI 变化均不大，可以说明项目建设对自然景观类型连通度的影响也较小。

六、对景观多样性的影响

表 6.7-9 对评价区多样性指数的影响

	开发前	开发后	备注
Shannon-Weaver 多样性指数	1.376	1.378	
香农均匀度指数	0.254	0.251	
Simpson 多样性指数	0.461	0.463	
优势度指数	0.246	0.247	

通过比较 Shannon-Weaver 多样性指数、Simpson 多样性指数、均匀度指数，评估区景观多样性与均匀性有变化，破碎化程度增加，工程建设使评价区景观边缘化、孤岛化加重，但整体来说变化并不大。因此可以认为项目建设对景观生态结构和多样性的影响较小。

七、对景观空间结构影响

总体来看，工程建成后，评价区的聚集度指数和连通度指数仍然相对较高，分别为 61.017、70.476，较建设前相比聚集度减少，连通度减少；破碎度指数为 33.178。表明建设后评价区的各类型景观呈现出较高的集群化趋势，景观的破碎化程度加重，景观连通性变差，但变化幅度均不大。

表 6.7-10 建成后评价区景观空间格局指数

蔓延度	聚集度	连通度	分割度	破碎度
CONTAG	AI	COHESION	DIVISION	SPLIT
41.965	61.017	70.476	0.603	33.178

6.7.5 对生态系统影响

一、对植被生产力、生物量影响

根据占地数据及各植被类型的平均生产力，计算拟建项目永久占地、淹没占地引起的植被生产力、生物量损失。见表 6.7-11。

表 6.7-11 评价区占用植被类型及生产力损失估算表

植被类型	占用面积 (hm ²)		平均生产力 (t/hm ² ·a)	平均生物量 (t/hm ²)	损失生产力 (t/a)		损失生物量 (t/a)	
	永久	淹没			永久	淹没	永久	淹没
针叶林生态系统	0.732	1.194	10.47	81.16	7.664	12.501	59.409	96.905
常绿阔叶林生态系统	0.52	0.132	24.51	313.61	12.745	3.235	163.077	41.397
稀树草丛生	0.152	0	9	52.17	1.368	0.000	7.930	0.000

态系统								
人工林生态系统	0.199	3.865	10.21	71.83	2.032	39.462	14.294	277.623
耕地生态系统	3.307	3.259	6.5	17.58	21.496	21.184	58.137	57.293
水域生态系统	0.107	0.171	4	16.88	0.428	0.684	1.806	2.886
合计	5.017	8.621			45.733	77.066	304.654	476.104

注：生物量来源于方精云等，1996。

临时用地区在施工结束后可以恢复，因而其生产力损失是暂时的。由上表可知，工程永久占用针叶林损失生产力 20.165t/a，占评价区针叶林生产力的 0.345%；工程永久占用常绿阔叶林损失生产力为 15.981t/a，占评价区常绿阔叶林生产力的 0.997%；占用稀树灌木草丛损失的生产力为 1.368t/a，占评价区稀树灌木草丛生产力的 0.048%；工程永久占用人工林损失的生产力为 42.679t/a，占评价区人工林生物量的 0.546%；损失的比例相对较小，对整个生态系统而言属于可以承受的范围。

二、对植被覆盖度影响

本次评价基于 NDVI 对项目施工期植被覆盖度（FVC）进行了分析，根据计算结果，项目施工期评价区 FVC 为 56.411%，与建设前相比植被覆盖度下降幅度很小，工程建设对植被覆盖度影响很小。

综上所述，工程对生态系统生产力、生物量和植被覆盖度影响均很小，因此对生态系统影响很小。

6.7.6 对陆生动物影响

水库建设对陆生脊椎动物的影响主要表现在对动物栖息环境的影响和对动物本身的影响两个方面。

一、施工期

（1）工程施工对动物资源的直接影响

工程兴建过程中，对陆生动物的影响具体表现为：

①主体工程基础开挖与排水，施工人群生活污水以及各类机械的含油污水等，对水质将会产生不利影响，影响沿河生活的一些种类，如两栖类和水生型爬行类、水域栖居型鸟类。

②基础开挖、交通运输、拌和机械的运行产生噪声污染；燃煤、燃油产生废气导致气体污染。施工区的噪声污染、粉尘污染和气体污染可能使一些中小型兽类暂时迁出施工区，由于施工区处于河谷缓坡，地势相对开阔，气体和噪声的扩

散条件较好，对区域环境空气质量影响不会太严重。

③开挖造成的水土流失、生产生活的垃圾等，均会对施工区的野生动物生存产生一定程度的影响，但都可以采取措施加以预防和减免。

(2) 减少或破坏陆生动物的栖息生境

从整体上说，清水河水库的建设将使动物的栖息和活动场所缩小，如小型穴居哺乳类和爬行类的洞穴、鸟类巢区的生境遭到破坏后，少数动物的繁殖将有可能受到一定影响。结果迫使原栖息在这一带的动物迁往其他生境适宜的地区，但不会导致任何物种的消失。两栖类动物也会受到一定影响，种群在一段时间内将会有大的波动，最后随着工程建设的结束，生态环境逐渐恢复，种群又会得以恢复或略有增长。

从现有资料来看，本次工程建设范围区域内中有 3 种国家 II 级重点保护鸟类，但它们已主要在评价范围外活动，均不属于当地特有的狭域分布种，其范围不局限于项目区，而是较广泛，也见于附近地区，甚至见于更广泛的范围。野外调查表明大部分物种的个体数量不多。仅有常见的小型鸟类，如文鸟类(*Lonchura sp.*)等种类的个体数量尚丰富。野外调查记录的几乎全为常见种类和小型物种，由于评价区植被简单和人类活动频繁，整体上说陆栖脊椎动物不仅种类贫乏，且个体数量不多；哺乳类中以小型哺乳类(尤其是啮齿类)为主，两栖爬行类和鸟类均主要为常见物种。且这些动物在影响区出现主要是因为其活动范围大，并未发现这些动物在评价区范围内筑巢繁殖。陆栖脊椎动物各类群均缺乏狭域分布的特有种类。所以，不会因为水库的修建影响这些种类的生存和繁衍。

在水库建设过程中，由于修筑道路、堤坝施工（噪声、粉尘、气体和水污染等）等活动，将影响哺乳类、鸟类、爬行类和两栖类原有的栖息环境、取食地和巢穴等。因此，在水库建设期对陆生脊椎动物有一定的影响。但大多数陆生脊椎动物具有趋避的本能，只要项目区以外的环境不遭破坏，且施工人员不对它们直接捕杀，对动物种群不会有太大的影响，它们会选择适宜的生境继续生存和生活。本区的动物区系属于亚热带森林-林灌、草地-农田动物群组成，它们既能适应于与人类一起生活，也能适应于农田、草地或林地生活。该类群的脊椎动物适应性强，随着植被的恢复和新的生态系统的建立，动物区系也将得到恢复和发展。所以，施工对陆生脊椎动物的影响在容忍范围之内，总体对陆生野生动物的影响不

大。

在水库建设过程中及水库建成初期,由于水库的施工和运行将破坏占地附近陆栖脊椎动物原有的栖息环境、取食地和巢穴等,水库及建设及运行初期对陆栖脊椎动物有一定的负面影响。大多数陆栖脊椎动物具有趋避的本能,只要项目区以外的环境不遭破坏,施工人员不对它们直接捕杀,水库施工及运行对当地陆栖脊椎动物的多样性及各类动物种群均不会有明显的影响。它们会选择适宜的生境继续生存和生活。本区域的陆栖脊椎动物的组成以灌木草丛、草地-农田动物群为主体,且多数动物表现对人类干扰有不同程度的适应。

(3) 对两栖动物的影响

主要表现在对其栖息繁殖生境的破坏和干扰,以及施工人员捕食的伤害。特别是对两栖动物的交配活动、产卵和卵的孵化以及蝌蚪的生长等的影响较大;施工机械噪声对两栖和爬行类动物的驱赶;在沿河挖方、填方对两栖动物溪流、水塘、水沟生境的破坏等,但这种影响为短期影响,随着施工活动的结束,其不利影响随之消失。

(4) 对爬行动物的影响

本工程河段低海拔区域的爬行类数量较少,且爬行类对环境改变有较好的预知能力,其迁徙能力较两栖动物强,会主动迁徙到远离人类活动干扰的地方生存。但是,施工过程中的开挖和填埋对于多数爬行动物个体是杀灭性的。因此建议尽量减少施工现场的开挖面积,这样可把影响减少到最低程度。

(5) 对鸟类影响

A、对一般鸟类的影响

施工活动将对鸟类栖息生境造成干扰和破坏,直接或间接破坏鸟类的栖息生境。在水库建设过程中人为活动增加,尤其是人为捕猎,对鸟类的干扰较大。在鸟类中受到影响较大的将是在灌丛中活动和筑巢的画眉亚科的鸟类,其次是鹧鸪科的其他种类。一般情况由于鸟类活动能力强,鸟类会通过飞翔和短距离的迁移来避免项目施工对其的伤害。且邻近地区相似生境又多有分布,鸟类可寻求新的栖息环境,但如果施工期正好在鸟类的繁殖季节对繁殖鸟类的影响将是较大的,如已经产卵的正在卵化的和出壳后还不能飞翔的鸟类都将受到毁灭性的打击。已经产卵的孵化由于受到施工的干扰不可能继续正常的孵化,等待出壳后还不能飞翔

的幼鸟的只有死亡。所以施工期，工程区附近的鸟类的种类和数量会有所减少，但不会导致任一物种的消失，工程对鸟类的影响不大。

另外一个重要的影响是施工人员的捕杀，容易遭到捕杀的鸟类如环颈雉等。

B、对重点保护鸟类的影响

评价区分布有国家Ⅱ级保护鸟类3种，项目建设范围内分布的保护鸟类主要为黑鸢、普通鵟、红隼。项目建设不会造成保护鸟类因栖息地的破坏而丧失生存环境，但工程施工的干扰和淹没对栖息觅食地减小的影响还是存在的。工程施工区域呈长带状和点状分布，保护鸟类除均为在高空中飞翔和盘旋为主要活动方式的猛禽，其生存空间（包括隐蔽空间、繁殖空间、采食空间、迁移空间）较大，评价区仅为它们觅食区域的一个极小的部分，且它们有较强的活动趋避能力。

总的说来，评价区分布的保护鸟类分布区域均不局限于项目影响区范围内，其分布较广，且具有良好的趋避性，适应性较强，施工将造成鸟类短时间内数量的小幅下降，但不会造成种群的消失。

C、对越冬鸟类的影响

本项目施工期为河道生境，施工对越冬鸟类影响较小。

（6）对兽类的影响

在施工建设区活动的动物以小型兽类为主，多是一些小型的啮齿类动物，数量较少。由于施工建设活动破坏了小型兽类的栖息地，会改变小型兽类的分布格局，使建设区域内的小型兽类急剧减少，小型兽类在短时间内迁徙到工程区外，其种群在短时间内会有所增加。而在施工人员居住区域，伴随人类生活的鼠类，如鼠类等，其种群数量会增加，主要以鼠类为食的种群数量会增加。总体上，施工活动对大多数哺乳动物没有太大的影响，因为施工对其生境的占用比例很小，而且哺乳动物有较强的迁徙能力，它们会迁移到适合它们生活的环境中继续生存、繁衍。

水库施工和运行对陆栖脊椎动物的影响十分有限，从总体上看对陆栖野生动物的多样性和种群数量均不产生明显的不利影响。

二、运营期

本项目建设完成后，水面面积及运行库区周边湿地面积增大，将吸引越冬鸟类到库区周边，对越冬鸟类呈正面影响。

三、对保护野生动物的影响分析

根据调查，项目评价区偶尔有黑鸢、普通鵟、红隼等国家二级重点保护野生动物活动。黑鸢、普通鵟、红隼均为日行性高空猛禽。

项目建设用地区以云南松林、半湿润常绿阔叶林、稀树灌木草丛、人工林和耕地为主，主要为黑鸢、普通鵟、红隼这 3 种重点保护高空猛禽的觅食活动区域，基本不涉及占用其栖息生境。根据 MaxEnt 适宜生境分析，工程施工占地不涉及这三种保护鸟类适宜生境，对其影响很小。

另外，工程施工建设期间，将有大量施工人员进驻，可能会因施工人员的非法捕猎，对项目区野生动物资源造成破坏，特别是国家重点保护野生动物。需采取严格的施工人员管理措施，严禁非法捕杀野生动物，加强施工过程中生态环境监督管理，发现受伤野生动物个体或幼崽需及时向地方野生动物保护主管部门报告。在采取措施后，工程施工人员活动对野生动物的不利影响，总体上是可控的。

表 6.7-12 重要野生动物调查结果统计表 单位：hm²

序号	物种名称	保护级别	濒危等级	特有种	分布区域	资料来源	工程占用情况
1	黑 鸢 <i>Milvus migrans</i>	国家二级	LC	否	评价区内主要栖息于黑惠江河谷区域，约分布有 1 只。	《云南鸟类志》	不占用
2	红 隼 <i>Falco tinnunculus</i>	国家二级	LC	否	主要分布于青华乡周边，约分布有 2-3 只。	现场踏勘	不占用
4	普通鵟 <i>Buteo japonicus</i>	国家二级	LC	否	评价区内可见在上空盘旋，约分布有 2-3 只，踪迹集中在山箐、河谷区域及农田针叶林交错地带可见。	现场踏勘	不占用

6.7.7 对鱼类影响

拟建工程对水生生物，特别是对鱼类的影响，一直是进行环境评估中十分关注的问题。

一、对水生生境的影响

清水河水库为完全年调节水库，正常蓄水位 2337.36m 时，坝前回水约为 820m，水库面积 104106m²。库区水面面积相对于天然河道明显增加。水库库区形成后，库区水位明显增高，库内流速将明显减缓，水域环境从急流河道型转为缓流型。水库建成蓄水后，将根据清水河的水文状况及水库运行方式，届时库区水位将随水库调节运行变化，从而改变了天然状况。总体来讲，典型丰、平与枯水年库区水文情势变化趋势一致，工程建设使库区水深明显增加，流速减缓，变化幅度从坝址到库尾减小。库区现状为河流生境，水流流速较快，河道基质为砂砾，项目建成后库区的形成将使库区水流流速减慢，河流生境转为湖库生境。库区水深增加，透明度增大，水体流速变缓，污染物扩散能力降低，适应急流水环境的生物种类将减少，适应缓流水环境的生物种类增多，初级生产力增高，土著鱼类的生存空间将减少。水库运行期全库总磷、总氮浓度均较低，营养状态为中营养，发生富营养化的可能性小，但在库区局部缓流和相对静水区域营养物质的积累，有利于藻类的繁殖生长。

由于水库成库后清水下泄，下游局部河段将受到冲刷影响。而大部分鱼类产卵均喜砂砾或砾石底质，因此对坝下河段鱼类生境的形态和底质影响甚微。根据坝下水文计算，枯水年（ $p=95\%$ ）时，取水坝坝下全年无弃水，减水率为 60.344%-83.445%，其中 1-5 月天然来水流量小于生态基流量；平水年（ $p=50\%$ ）时，取水坝 5 月、9 月、10 月坝下有弃水，其余月份坝下无弃水，减水率 0%-93.787%；丰水年（ $P=25\%$ ）时 5 月、9 月、10 月坝下有弃水坝下有弃水，其余月份均无弃水下泄，减水率 0-90.648%。无弃水下泄的月份，坝下至清水河入洗马河口 1516.954m 河段仅有生态流量，水量大幅度减少。水库的运行将改变坝下河段的水文情势，将使坝下鱼类生境变得更加不稳定。此外，大坝建成后形成阻隔，可能对生境连通性及物种交流产生不利影响。

同时，水库建成后 5~6 月出库水温低于天然河道水温，其余月份出库水温高于天然水温。低温水最大降幅出现在 6 月为 13.6℃，高温水最大出现在 22 月为 8.8℃；出现高温水的原因是冬季库表散热大，水温低，而水面以下散热小水温较大；水库建成后，由于太阳辐射大，水库蓄热作用明显，年均水温较建库前增加 2.58℃。

总的来说,随着生境条件的转变,预计整个库区水体初级生产力提高,饵料生物资源量较建库前会有较大的增加;水生生物、鱼类的群落组成结构将进一步发生变化;浮游生物、底栖生物和部分固着类生物将成为库区饵料生物的主要组成部分。

二、对水生生物的影响

(1) 对浮游植物的影响

水库施工期间所产生污水均不外排,生活垃圾集中收集后统一处理,对工程区河段水质影响较小,对浮游藻类的种类不会造成明显的影响。大坝工程导流、基础开挖等施工活动,将对涉及水体产生一定扰动,导致施工河段水体SS 短暂上升,扰动区域浮游藻类的生物量将有所下降,但随着施工结束而恢复。

水库蓄水后,库边土地及植物被淹没后,植物腐败、氧化分解所释放的营养物质及降水对地表的冲刷所携带的有机物进入库中。再加上大坝拦蓄作用,使外源性营养汇集于库内,在一定年限内库区尤其是周边及部分库湾的营养物质将会有所增加。加之库区内流速减缓,泥沙沉积,水体含砂量减少,透明度增大,将有利于浮游生物的生长和繁殖。一些喜流水性的种类将会减少或消失,静水性种类将会增加,特别是蓝藻门和绿藻门种类增加和生物量的增加会比较明显。在组成上,蓝藻门和绿藻门将占有更大的比例。对于坝下来讲,水体浊度下降,光照增强,硅藻的密度和生物量都将有所增加。但总体上而言,外源性营养汇入有限,库区水质的受影响程度较小,浮游植物基数原本较小,浮游植物的增加幅度应十分有限。

(2) 对浮游动物的影响

水库建成前,浮游动物的种类较少,数量和生物量也不大。水库蓄水后,浮游动物的区系组成和变化趋势是:浮游动物的种类和数量将逐渐增加,由于库边环境的多样性,周丛生物和轮虫有明显增加,真正浮游性的种类如原生动物中的砂壳虫,喜欢敞水区的象鼻溞等数量会逐渐增加,并成为优势种,为鱼类提供优质的天然饵料。近坝下河段因下泄水带来库区的浮游动物,从而造成其浮游动物的组成与库区极为相似的情况,并且其变化规律与库区基本保持一致。但总体上而言,外源性营养汇入有限,库区水质的受影响程度较小,浮游动物基数原本较小,浮游动物的增加幅度应十分有限。

（3）对底栖动物的影响

施工期间，各种机械设备可能对河滩上栖息底栖动物造成直接的伤害。施工导致的水体混浊和可能的水体污染，将使那些喜洁净水体的底栖动物逃离施工水域，其种群密度将大大降低。施工引起的水体扰动将可能使沿岸缓流水滩上的砾石被污泥覆盖，直接影响了水生底栖无脊椎动物的生存和繁衍。

水库运行后，经过一定时间的自然恢复，如果不出现新的致危因素，底栖动物的资源将逐步得到恢复，库区总体种类组成不会较现有天然状态产生明显变化。

（5）对水生植物的影响

对于库区来说，水库蓄水后，岸线大幅增加，水域大面积增加，透明度增加，水城植物数量会有相应增加，但是由于库区沿岸涨落频繁，水生植物增长受限，库区总体种类组成不会较现有状态有明显变化，对水生植物影响有限。

对于坝下河段来说，下泄水流较清，溶氧较高，有利于水生植物的生长，水生植物数量将有所增加，有利于鱼类摄食、栖息。

三、对鱼类的影响分析

1、大坝阻隔影响

水利水电工程大坝建成后，使河流生态系统被分割成坝上、下不连续的环境单元，使原有的河流生态的完整、连续性受到破坏，对鱼类造成的直接影响是阻隔了上下游鱼类补充及基因交流的通道。

根据实地调查，清水河水库工程影响区域内主要分布于坝下的鱼类有麦穗鱼、横纹南鳅、红尾副鳅、四川华吸鳅、中华纹胸鮡、瓦氏黄颡鱼等 6 种，除麦穗鱼、瓦氏黄颡鱼外，均为适应流水生境的鱼类。其中瓦氏黄颡鱼为外来物种，可能为周边鱼塘饲养逃逸种。麦穗鱼耐受力及繁殖力强，受大坝阻隔效应较小，大坝建设对其坝上、坝下种群数量影响较小，但仍然存在阻隔其基因交流影响。其余种类为适应流水环境鱼类，本身这些鱼类受天然状况河道清浅及坝址下游天然跌水的影响，在评价区内较为少见，加之大坝阻隔了其基因交流，数量可能会进一步减少。

2、库区及上游河段鱼类组成

水库建库后，库区河段水文条件的改变导致鱼类栖息条件、繁殖条件变化、

水体初级生产力的提高和饵料生物构成变化,将直接或间接地影响库区河段鱼类种类组成及其资源量。

适应于缓流或静水环境生活的鱼类如麦穗鱼、瓦氏黄颡鱼等,由于水域面积增加,库湾增多,适应生境面积相应增大,而且由于库区能够满足其繁殖条件,即便在繁殖季节有可能受到水库运行的影响,但由于其繁殖量大、饵料生物比较丰富,其资源量将上升,并成为库区的优势物种。

大坝的阻隔妨碍了鱼类的遗传交流,因此坝上河段的鱼类,无论是在局部水域内能完成生活史的种类,还是半洄游性鱼类,其种质将受到一定影响。

3、对坝下河段鱼类资源的影响

水库建设区径流主要来自于降水,洪水主要由暴雨形成。天然情况下,库区为峡谷急流河流生境。平均流速大,流量、水位变幅大。水库建成运行后,库区河段有急流水生境变为缓流水生境,汛期洪水基本按来量下泄,维持天然情况。径流的水位低于天然情况,坝下河段后出现裸露河床,水文情势发生较大变化,鱼类栖息地面积缩小,这将影响到坝下河段鱼类资源量。根据坝下水文计算,枯水年($p=95\%$)时,取水坝坝下全年无弃水,减水率为 $60.344\%-83.445\%$,其中1-5月天然来水流量小于生态基流量;平水年($p=50\%$)时,取水坝5月、9月、10月坝下有弃水,其余月份坝下无弃水,减水率 $0\%-93.787\%$;丰水年($P=25\%$)时5月、9月、10月坝下有弃水,其余月份均无弃水下泄,减水率 $0-90.648\%$ 。无弃水下泄的月份,坝下至清水河入洗马河口 1516.954m 河段仅有生态流量,水量大幅度减少。水库的运行将改变坝下河段的水文情势,将使坝下鱼类生境变得更加不稳定。

评价区内分布的6种鱼类均为小型鱼类,瓦氏黄颡鱼为养殖逃逸物种,其余小型鱼类体长一般均不超过 10cm ,对水流需水量要求较低,因此坝下生态用水和弃水量基本能满足这些小型鱼类的栖息、繁殖需要。

4、水质对鱼类影响

1) 施工期

施工期间所产生污水均不外排,生活垃圾集中收集后统一处理,对工程区河段水质影响较小,对鱼类影响不明显。

大坝工程导流、基础开挖等施工活动,将对涉及水体产生一定扰动,导致施

工河段水体 SS 短暂上升，鱼类由于规避能力较强，将主动规避或迁往下游，施工完毕后，将很快恢复。

2) 运行期

水库建成后库周旱地减少，同时加强库周农村面源污染防治，进一步削减了库周污染源。根据水质预测结果，TN 与 TP 全库均满足Ⅲ类水质要求。另外，由于库区水流变缓，泥沙沉积，透明度升高，有利于浮游藻类对光能的利用，浮游藻类现存量的升高，会提高水体生物生产力，相应库区的鱼类资源量会升高。对坝下河段来说，对比现状，氨氮水平可能会有少量升高，COD 及总磷变化不大，满足Ⅲ类水质要求，坝下水体较浅，透明度较高，对坝下鱼类的影响不明显。

5、饵料生物变化对鱼类的影响

1) 施工期

受施工废水影响，浮游动、植物，底栖动物等饵料生物会有降低的趋势，鱼类也会出现相应规避，影响区域内，饵料生物及鱼类生物量均会出现下降，施工期结束后，仍会慢慢恢复。

2) 运行期

对库区来说，水库蓄水运行后，随着水库生态系统的形成和发展，库区水生生物种类组成、群落结构也相应发生演变。库区水面变宽，水流变缓，营养物质滞留，透明度升高，有利于浮游生物的繁衍，浮游藻类、动物种类和现存量均会明显增加，水体生物生产力提高；库区深水区的底栖动物种类组成发生变化，多以适宜静水和耐低氧的寡毛类、摇蚊幼虫，虽然现存量会增高，但深水区的底栖动物鱼类利用率低。可见，库区鱼类的饵料生物基础从原河流生境的以底栖动物、着生藻类为主，演变为以浮游动、植物为主，库区饵料生物资源的群落结构，有利于仔幼鱼的育幼和以浮游生物食性的缓流或静水性鱼类的生长、繁衍。

水库形成后，水体生物生产力提高，鱼类资源量和渔获量均会升高。渔获物中，适应缓流或静水环境鱼类成为主要成分，原适应河流环境的鱼类比例下降。对坝下河段来说，水体透明度上升，着生藻类，水生植物及底栖动物数量会有所上升，这些饵料生物数量增加，鱼类数量也可能相应增加。

6、对珍稀保护鱼类的影响

水库河段没有国家和云南省保护鱼类分布，故没有证据表明水库建设会对国家和云南省重点保护鱼类产生不利影响。

依据 IUCN 红色名录、CITES 附录物种名录，水库工程评价区河段无珍稀濒危鱼类分布。

7、下泄水温变化对坝下鱼类的影响

对于大型水利水电工程水库下泄的低温水的研究显示：对鱼类直接影响是导致繁殖季节推迟、当年幼鱼的生长期缩短、生长速度减缓、个体变小等问题发生。水温年变幅缩小有利于鱼类的生长和越冬。鱼类生长期延长可导致性腺发育提前，而水温条件达不到产卵要求，有可能出现在第二年繁殖季节到来前部分鱼类性周期遭破坏，性腺被吸收的比率大大提高。

鱼类属于变温动物，其体温随水温的变化而变化，一般与周围水温相差不超过 $0.5^{\circ}\text{C}\sim 1.0^{\circ}\text{C}$ 。因此，水温直接或间接地影响鱼类生长代谢、消化酶活性、蛋白质合成以及基因表达等。

坝下河段麦穗鱼、横纹南鳅、红尾副鳅、中华纹胸鮡、四川华吸鳅等鱼类产卵期一般是 3 月至 5 月，集中产卵期在 4 月至 5 月，水库 4-5 月下泄水温 $9.7\sim 11.7^{\circ}\text{C}$ ，麦穗鱼、横纹南鳅、红尾副鳅、四川华吸鳅产卵适宜水温根据研究为 $5.0\sim 25.0^{\circ}\text{C}$ ，中华纹胸鮡产卵适宜温度为 $5.0\sim 23^{\circ}\text{C}$ ，因此水库下泄水温度基本基本满足鱼类产卵需求，对鱼类繁殖生长影响较小。

8、受退水区水生生态影响

本工程运行后受水区为：锅底塘片区、邓家沟片区、花沟片区、大红地片区、冬瓜湾片区、大坪子片区、松毛棚片区和草海子片区。退水区为：锅底塘片区人畜用水、灌溉水退水进入清水河，涉及退水河段长度 1335.322m；邓家沟片区退水一部分通过片区内人工沟渠进入清水河，涉及清水河退水河段长度 512.203m，一部分进入洗马河，涉及洗马河（王家湾水库坝址下游）退水长度 1218.435m；花沟片区退水进入花沟小河，涉及退水河段长度 1656.145m；大红地片区退水通过季节性沟箐进入龙潭箐，涉及退水河段长度 1099.176m；冬瓜湾片区退水进入蚂蝗箐，涉及退水长度 1340.085m；大坪子片区退水部分进入龙潭箐，涉及龙潭箐退水河段长度 2390.197m，部分进入块河，涉及块河退水河段长度 2466.324m；松毛棚片区退水进入块河，涉及退水河段长度 1601.741m；草海子片区退水进入

块河，涉及退水河段长度 1074.186m。

施工期影响主要表现在对输水线路区施工的影响，主要为施工废水的排放，工程施工期废水均不外排，因此对沿程水生生态影响很小。

运行期，工程退水对涉及退水河流的水文情势和水质影响均很小，因此，通过水质变化对鱼类种类及数量组成造成的影响也极其轻微，可以忽略。虽然退水不能完全杜绝细小浮游植物等进入周边地表水，但是，从水生生态角度来看，水源区及受退水区浮游植物区系总体相似，由细小浮游植物引入带来的生态影响的可能性基本不存在。

6.8 环境风险影响评价

水利工程建设对环境的影响主要为非污染生态影响，运行期基本无“三废”排放，相应的环境风险为外源风险，本工程的施工与运行主要是增加风险发生概率或加剧风险危害。根据本工程施工及运行特点，周围环境特点以及工程与周围环境之间的关系，可能存在的主要风险源包括施工期油料及炸药的储运、道路运输以及其他人为风险源等。

6.8.1 评价依据

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T169-2018），本项目施工及建成后运行过程中不涉及剧毒、一般性毒性等危险物质，项目环境风险主要为柴油储存运输、废污水环境风险及地质环境风险等环境风险。本工程整个施工期使用柴油 927.19t，汽油使用量 10.84t，柴油来源为工程区就近加油站加注，暂存于储油油桶内，工程区不设油库，炸药库和柴油储罐、汽油储罐。根据估算，施工高峰期油品使用量为 120t/月，施工区油品暂存量按 120t 计。根据导则油类临界量为 2500t，则项目 $Q < 1$ ，故根据导则风险评价等级划分本项目不设风险评价等级，仅需开展简单分析。

6.8.2 风险识别

清水河水库为水利工程，属于生态影响型建设项目。在工程建成运行后管理人员生活会排放一定量的生活污水及生活垃圾外，工程本身运行不会产生任何的污染物，也不会涉及有毒有害物质。本工程的环境风险主要为施工期油料、炸药储运，运行期水库径流区及库区附近危险品运输发生泄露、爆炸、燃烧等导致水体污染，威胁供水对象用水安全；施工期间高边坡、渣场等水土流失强烈区域受

降水影响诱发泥石流、滑坡等灾害；库区蓄水后边坡再造、失稳诱发的地质灾害。工程风险识别详见下表。

表 6.8-1 风险识别一览表

影响途径		风险程度
施工期	施工材料运输	●
	施工材料储存	●
	污染治理设施故障	○
	施工机械作业	○
	用火不当引发火灾	○
	施工爆破	○
	边坡稳定、水土流失	●
施工期	库区水质污染	●
	边坡再造、失稳	●
	输水管道破裂	●
	溃坝风险	○
○表示风险较小●表示风险较大		

6.8.3 施工期风险源分析

1、炸药、油料储运风险

工程炸药使用由建设单位委托民爆公司进行运输和作业，炸药运输过程中需要严格遵守危险货物运输的有关规定，工程不设炸药库，环境风险较小。

工程所需油料向当地加油站购买供应，其风险主要为运输过程中和施工区暂存过程中出现泄漏、火灾，因交通事故和违反危险品运输的有关规定在运输途中突发性发生泄露、燃烧等会污染该地区水质及居民安全。

2、污染治理设施故障

施工期施工废水、含油废水及生活污水处理设施故障，发生溢流、渗漏，危险废物暂存间渗漏等污染地表水体及地下水。

3、施工机械作业

施工机械作业过程中需要使用油料，作业过程中风险主要为施工机械燃油泄露导致污染土壤及地表水。

4、火灾风险

在工程施工期间由于施工人员大量进驻，燃油、电器大量使用，增加了火灾风险。若不加强对施工人员日常用火管理，由于电器使用不当或燃油引发火灾，将直接威胁施工人员及居民生命财产安全。

5、次生地质问题

工程施工过程中涉及大量土石方作业，受开挖影响工程区存在高边坡，若工程施工过程中未落实水土流失防治措施，存在渣土处置不规范、施工边坡不稳定，遇强降水天气，易诱发泥石流和滑坡灾害。

6.8.4 运营期风险源分析

1、水库蓄水污染风险

水库蓄水前，应制定周密详细的清库计划，库区残存有机物质不多，不会出现大量的有机物质浸出而导致局部库区水质富营养化的可能。为减少水库污染风险，水库工程建设管理局应加强库周污染治理与污染源管理，禁止在库区、库周规划建设污染类项目。

2、交通运输事故

库区周边及水库汇水范围内若发生交通运输事故，可能会导致污染物质进入水体污染库区水质。

3、蓄水后岸坡稳定

水库蓄水后可能会发生局部的小坍塌、滑坡现象，但不会产生大规模的库岸再造、岸坡失稳。

4、溃坝风险

水库大坝属重要的水工构筑物，若工程建设中未落实设计要求，导致建筑物自身存在问题，则遇自然灾害如洪水、地震或因为因为失误导致水域于非正常工况运行，则存在溃坝风险，溃坝后洪水将直接威胁下游居民生命财产安全。

6.8.5 施工期风险防范和防治措施

1、危险品运输防范措施

虽然发生危险品运输事故的概率很小，但一旦发生事故将对下游水质造成严重影响，因此必须加强对危险品运输的管理，运输过程中须做好密封和安全运输，运输车辆要定时保养，调整到最佳运行状态，避免发生交通事故而造成对清水河水体的污染。

2、污染治理设施维护

平时注意化粪池、隔油池、施工废水收集池、危险废物暂存间等处理设施的防渗（防雨）及维护，及时发现各设施的隐患，确保各设施正常运行。

3、施工机械施工防范措施

施工机械操作人员持证上岗，严格按照机械操作规程进行操作。定期对机械进行保养、检修，确保机械最佳运行状态，防止机械事故的发生。若发生机械漏油事件时，即刻停止相应作业，跑冒滴漏的油量较少时，用非化纤棉纱或拖布等不产生静电的物品对现场的油品进行清理；跑冒滴漏的油量较多时，应用砂土等对现场进行围挡，用空桶回收泄漏物；回收后，要用沙土覆盖残留油面，待充分吸取残油后，作为危废交至有资质的单位进行处理。必要时应将油浸地面砂土换掉，防止雨水冲刷污染周围水环境。

4、森林火灾防范措施

虽然发生森林火灾的概率较小，但若一旦引发火灾，将造成不可较大的损失，因此在工程施工过程中，必须采取有效的防范措施，警钟长鸣，防患于未然。

- (1) 严格执行野外用火和爆破的相关报批制度；
- (2) 严禁施工人员私自野外用火；
- (3) 严格控制易燃易爆器材的使用；
- (4) 制定和执行严格的爆破规程，爆破时采取有效隔离措施。

5、次生地质灾害防范措施

应加强枢纽工程区、渣场、移民安置区及施工道路高边坡的支护、稳定，做好渣场、施工道路等水土流失强度较高区域的截排水工作，开展应急处置培训和风险防范工作。

6.8.6 运营期风险防范和防治措施

1、水库富营养化风险防范措施

为防范库区水体富营养化，水库蓄水前，应制定周密详细的清库计划，对库区林地、园地植被进行清理，对库区进行卫生清理，减少蓄水淹没后浸出物对库区水质的影响；地方应结合新农村建设，农村环境综合提升改造工程加强水库径流区内村庄生活污水、生活垃圾的收集处置能力，逐步推广测土配方施肥工作，从源头削减农业面源入库污染污染负荷，保护库区水质。水库管理部门应定期对库区水域的管理巡视，发现违规的排污、倾倒垃圾活动应及时制止。

2、水质污染防范措施

应加强水库库区乡村道路运输管理，虽然发生危险品运输事故的概率很小，但本工程水库具有农村、集镇人畜供水功能，一旦发生事故将对居民供水造成影

响，因此必须加强对危险品运输的管理，运输过程中必须做好密封和安全运输，运输车辆要定时保养，调整到最佳运行状态，避免发生交通事故而造成水体的污染。防范危险化学品运输风险事故的最主要措施是要严格执行国家和行业部门颁布的危险货物运输相关法规。相关法规有：《危险化学品安全管理条例》、《道路危险货物运输管理规定》、《中华人民共和国民用爆炸物品安全管理条例》、《中华人民共和国放射性同位素与射线装置放射保护条例》、《公路交通突发事件应急预案》等。

3、溃坝风险防范措施

为防范溃坝风险，工程建设过程中应落实各项设计、施工要求，保证工程质量。工程应按安全监测要求设置安全监测系统，对坝体表面变形、坝体内部变形、绕坝渗流、坝基渗流量、渗透压力等监测项目进行监测记录，以保障客观掌握工程运行情况。工程完建后开展蓄水安全鉴定工作，保障蓄水安全。

综上所述，水库工程建设和运行过程中存在一定的环境风险，但在加强管理，建立健全的防范措施和应急措施，并予以认真落实和实施的基础上，本工程项目的风险是可以接受的。

7 环境保护措施及可行性

7.1 水环境保护措施

7.1.1 施工期水环境保护措施

1、水污染保护措施

(1) 混凝土拌和废水

本项目设置混凝土拌和机进行混凝土拌和，设备冲洗过程中会产生废水，废水中含有大量的悬浮物，pH 值也偏高。废水处理除了需要沉砂外还需添加中和药剂进行中和。

本工程枢纽区混凝土拌和机设置较为集中多，在枢纽工程区混凝土拌和设备旁设置沉淀池收集拌合机清洗废水，沉淀池设置位置根据施工工混凝土拌合机设置位置确定，设置位置需保证清洗废水有效收集。根据本项目初步设计，沉淀池容积为 10m³ 的 1#沉淀池（尺寸：2×1×5m），经过沉淀处理后的施工废水回用于混凝土拌和系统或洒水降尘，不外排。针对混凝土养护废水，项目拟设置一个 3m³ 的 2#沉淀池（尺寸：2×0.5×3m）对其处理后，回用于混凝土拌和系统或洒水降尘，不外排。

混凝土养护废水和零散废水排放量小，为减少其排放对水体水质的影响，在混凝土浇注量较大的工程部位进行养护时，应合理控制用水量，并通过排水土沟将混凝土养护废水和零散废水引入 2#沉淀池（尺寸：2×0.5×3m）对其处理后，回用于混凝土拌和系统或洒水降尘，不外排。

混凝土拌和机清洗废水、混凝土养护废水经沉淀池收集后，添加酸性中和药剂，经过沉淀处理后上清液回用于混凝土拌和或洒水降尘，不外排。沉淀泥沙清运至弃渣场堆存。

混凝土拌和用水对水质要求不高，拌合机清洗废水主要污染物为 SS、pH，经添加中和药剂、沉淀处理后能够满足混凝土拌和对水质的要求，可以回用于混凝土拌和。

混凝土拌和废水处理工艺流程见下图。

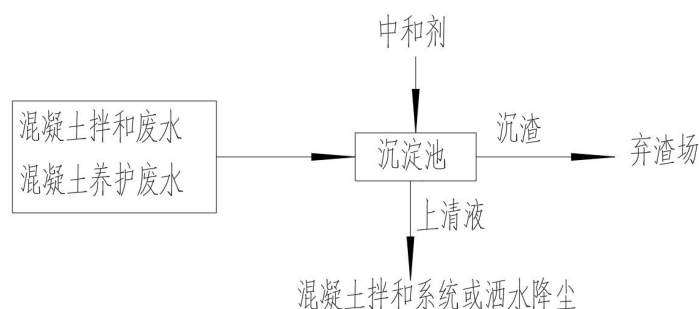


图 7.1-1 混凝土拌合废水处理工艺流程图

（2）灌浆废水

在浆液机旁设置沉淀池，清洗废水排入沉淀池；帷幕钻孔灌浆废水废浆、固结灌浆废水废浆通过作业断面附近设置排水沟收集后排入就近设置的沉淀处理设施进行收集处理。废水、废浆收集进入沉淀池后，根据情况向沉淀池投放一定量絮凝剂（聚合氯化铝 PAC）及中和药剂，根据其它水利项目灌浆废水处理经验，投加聚合氯化铝絮凝剂后，在沉淀池中静止沉淀 2h 后，废水悬浮物浓度一般能降到 100mg/L 以下。经沉淀处理后回用于浆液生产和施工区洒水降尘。沉渣运至弃渣场堆存。

（3）基坑排水

根据大量已建和在建水利水电工程对基坑废水的处理经验，对基坑废水无需采取特殊处理设施，只需沉淀池投加絮凝剂，静置沉淀一段时间后即可抽出回用。经沉淀处理后出水 SS 浓度可降至 70mg/L 以下，能满足施工回用水的要求。该处理方法技术合理，经济指标优越。

（4）隧洞排水

隧洞排水中主要污染物为 SS，在隧洞进出口处设置沉淀池，加入絮凝剂沉淀处理后可回用于施工用水或场地的洒水降尘。

（5）车辆冲洗、机修废水

施工机械、运输车辆清洗、保养等活动会产生一定量的含油废水。单次冲洗废水排放源强约为 15.12m³/次。在维修保养场设置隔油池+沉淀池（17m³）收集处理后回用于车辆冲洗及场地的洒水降尘。



图 7.1-2 车辆冲洗、机修废水处理工艺流程图

（6）施工人员生活污水

本工程施工高峰期污水产生量为 $23.76\text{m}^3/\text{d}$ ，平均产生量为 $15.34\text{m}^3/\text{d}$ 。在施工生活区设置化粪池、污水处理站，厨房设置隔油池及泔水桶。生活污水排入化粪池处理后排入污水处理站，处理后回用于场地洒水降尘。施工生活污水不外排，对环境影响较小。

2、水环境保护措施

（1）施工期选择在旱季期，避开雨季，既减小施工难度，又加快施工的进度，减少水土流失；

（2）采用开挖的施工方式穿越河流时，为防止对水生生态的影响，应选择枯水期进行施工，且河床底面应砌干砌片石，两岸陡坡设浆砌块石护岸，以防治水土流失，施工过程中应进行围堰并注意开挖土石方的合理堆弃，施工结束后对开挖断面进行土石方回填并压实，拆除围堰等临时建筑；

（3）严格地控制施工范围，尤其是河流穿越段，应尽量控制施工作业面，以免对河流造成大面积破坏，污染河流水质，施工结束后应及时清理施工材料和施工垃圾，并做好河岸的护坡防护，减少对水环境的污染；

（4）管道敷设及河道穿越作业过程中排放的废弃土石方应在指定地点堆放，禁止弃入河道或河滩，以免淤塞河道；

（5）施工时所产生的废油等物严禁倾倒或抛入水体，不得在水体附近清洗施工机具，施工过程中加强施工机械；

（6）规范施工人员的活动范围，合理选择堆料场所，严禁将施工材料乱堆乱放，随意扩大占用土地；

（7）禁止将污水、废料和施工机械的废油等污染物抛入水体，应集中收集后处理；

(8) 针对暴雨径流, 项目通过采取临时排水沟、沉淀池等措施对暴雨径流进行处理, 同时项目尽量避开雨天进行施工。

7.1.2 运营期地表水环境保护措施

一、运营期水库水质保护措施

(1) 项目运营期废水主要为生活污水, 项目拟在生活区设置一个有效容积不低于 2m^3 的化粪池和一个处理能力为 $2\text{m}^3/\text{d}$ 的一体化污水处理设施对生活污水进行处理, 厨房废水经过隔油池处理后再排入污水处理站, 处理后回用于水库管理区绿化, 不外排。

(2) 为防止淹没水库内的树木、杂物及人畜粪便等对水体的污染和对水库安全运行的影响, 在水库蓄水前须对库底进行彻底清理清库工作应在蓄水之前 3 个月前完成, 经过有关部门组织检查验收后才能下闸蓄水,

具体清理要求如下:

①库底清理的范围

库底清理的范围为正常蓄水位以下库区。清理对象包括林地、迹地、零星树木。

②库底清理技术要求

正常蓄水位以下的林木及耕地征用线以下的零星树木, 应尽可能齐地面砍伐并清理外运, 残留树桩不得高出地面 0.3m ; 林木砍伐残余的枝桠、枯木、灌木丛以及秸秆等易漂浮的物质, 在水库蓄水前, 应就地烧毁或采取防漂措施。

③库底清理进度安排

根据水库截流、下闸蓄水的要求, 库底清理分两个阶段: 第一阶段为保证上游导流导流输水放空隧洞以下的库区清理, 以保证导流; 第二阶段对水库蓄水前全库区彻底清理, 清理完成时间为水库下闸蓄水以前 3 个月。

(3) 在库区和减水河段放养鲢、鳙的方法来有效的减轻水体的富营养化程度。

(4) 水库管理单位配置打捞船一艘, 对库内漂浮物定期进行清理。

(5) 定期开展库区水质监测工作, 监测工作应纳入工程环境监测计划, 以便及时了解水库水质状况, 采取应对措施。

(6) 对水库汇水区域应严格管理, 凡是可能对水库水源涵养林、水库水质

等造成破坏和污染的行为，应严格禁止。

二、运营期水文环境保护措施

(1) 在工程建设运行中贯彻“三先三后”原则，即“先节水后调水，先治污后通水，先环保后用水”。

(2) 水库运行期间避免断流，在水库正常运行情况时，项目通过坝内埋管下泄生态用水，坝址下游不会出现脱水现象，但遇到极端情况，库区来流较小或库区下闸蓄水时期时，项目方应保证采用工程措施严格保证下泄生态流量，下放流量不低于坝址处多年平均流量的 10%，即 $0.0076\text{m}^3/\text{s}$ 。当库区来水量不足 $0.0076\text{m}^3/\text{s}$ 时，应使来流量等于下泄流量。

(3) 采取节水防污措施，科学管理控制灌区农业用水总量。

(4) 为尽量避免水库下泄低温水对农田灌溉产生影响，合理制定水库调度运行方案，通过运行方案减缓库体水温与天然水温的差异。尽量采用宽浅式过水断面的灌溉渠道，以利于灌溉水体水温上升。

7.1.3 生态流量下泄保障措施

(1) 施工期生态流量保障措施

工程施工总工期 30 个月，经历 3 个枯水期和 3 个汛期，生态流量保障具体如下：

第一个枯期（第一年 1 月至 4 月）和第一个汛期（第一年 5 月至 11 月）：主要进行导流输水隧洞开挖及大坝岸坡及开挖工作，由原河床下泄生态流量。

第二个枯期（第一年 12 月至第二年 4 月）：采用围堰上游进行挡水，导流输水隧洞泄洪，利用导流输水隧洞下泄生态流量。

第二个汛期（第二年 5 月至 11 月）、第三个枯期（第二年 12 月至第三年 4 月）和第三个汛期（第三年 5 月至 6 月）均利用导流输水隧洞下泄生态流量。

(2) 蓄水初期生态流量保障措施

导流输水隧洞位于大坝左岸，为竖井式无压洞，洞身段设计底坡 $i=0.01$ ，隧洞全长 484.77m，导流输水放空隧洞承担的主要任务是施工期的导流泄水、运行期供水，并兼有水库放空作用。为解决下游红土地镇花沟村委会和松毛棚村委会的人饮和灌溉供水，需在有压洞及无压洞下铺设 DN400mm 内外涂塑复合钢管 1 根，在隧洞出口建盖 23m^2 闸阀室一间，尺寸 $4.6\times 5.0\text{m}$ 。在 DN400 主管上设

DN100mm 岔管 1 根，为下游河道生态供水管道，长 30m，岔管上设 DN100 调流阀 1 套；水库运行初期，利用生态供水支管进行下游供水，保障生态流量。

(3) 运行期生态流量保障措施

水库运行期间，利用隧洞出口在 DN400 主管上设 DN100mm 岔管 1 根，为下游河道生态供水管道。工程取水坝设置生态用水下泄专门设施，项目在导流隧洞出口处设置 DN100 岔管下放生态用水，下放管中心高程 2311m，高于 30 年淤沙高程，低于死水位 2312m，管径为 100mm，生态放流管通过导流输水放空隧洞内放空管设置岔管下放生态流量至溢洪道。

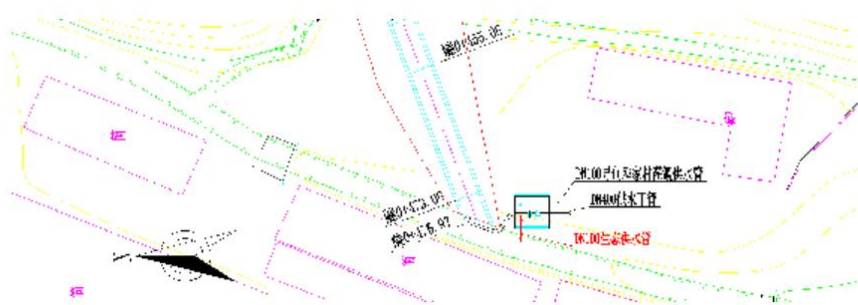


图 7.1-1 隧洞出口生态供水管布置示意图

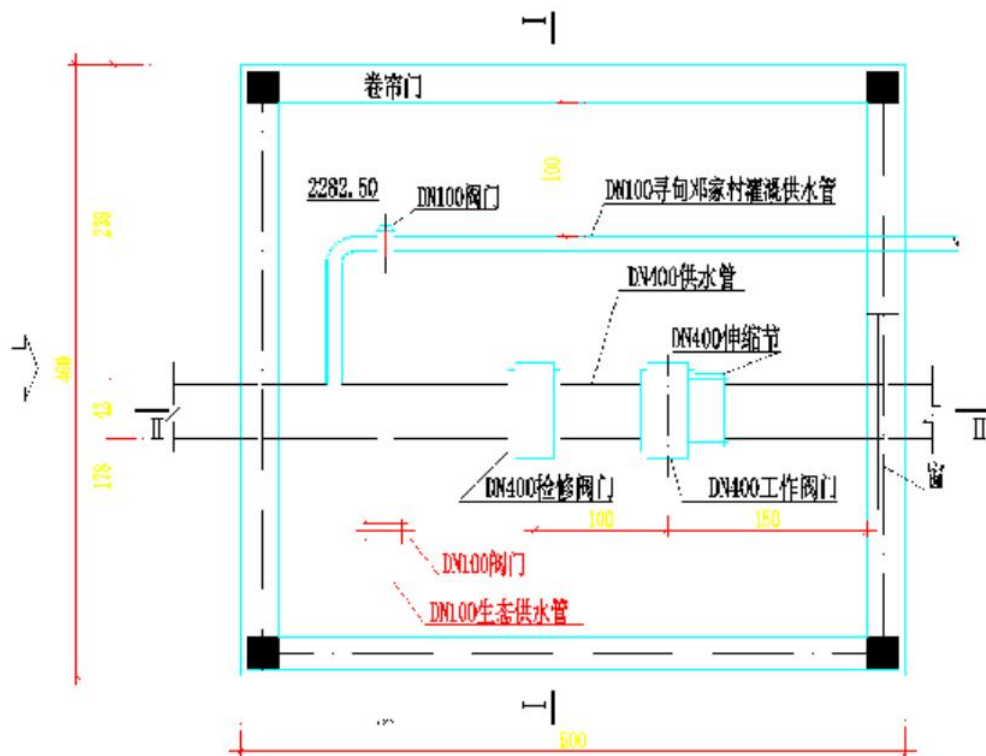


图 7.1-2 分流阀室生态供水管布置示意图

(4) 下泄生态需水量的确定

《河湖生态环境需水计算规范（SL/Z 712-2014）》以及《水电水利建设项目河道生态用水、低温水和过鱼设施环境影响评价技术指南（试行）（国家环境保护总局环境工程评估中心文件环评函〔2006〕4号）》中均提出了水文学法、水力学法等多种计算生态需水的方法。根据本工程的实际情况以及水生生态需求，本工程生态需水计算水文学法采用 Q_{90} 法（90%保证率最枯月平均流量法）和 Tennant 法，水力学法采用湿周法。

(一) Q_{90} 法计算生态需水量

本次计算收集的中和水文站 1954~2017（含小河水文站数据，1993 年小河水文站搬迁无数据）共计 62 年的流域内长系列逐月流量资料，通过流量还原修正推求出清水河长系列的逐月流量资料。

根据《河湖生态环境需水计算规范》（SL/Z712-2014）中 Q_{90} 法的计算程序，统计出 90%保证率下的 62 年最枯月平均流量作为河流的最小生态需水量。根据还原后的 1954~2017 年清水河共 62 年逐月流量数据，统计得出 90%保证率下的最枯月平均流量出现在 1962 年的 3 月，其当月径流量为 0.87 万 m^3 ，因此，采用 Q_{90} 法计算得出清水河取水坝最小生态需水量为 0.00325 m^3/s 。

(二) Tennant 法计算生态需水量

(1) 计算标准的确定

Tennant 法的计算标准起源于对美国东部、西部和中西部的 11 条河流的水生环境调查与分析。从水生境的外环境来看，本研究涉及的清水河与美国这 11 条河流的外环境相似，均为山区河流，河道呈“U”形。清水河多年平均流量为 0.076 m^3/s 。Tennant 法的评价标准如表 7.1-1 所示。

表 7.1-1 河流流量评价标准

流量状况描述	占平均流量百分比（%）	
	汛期推荐的基流(6~11 月)	汛期推荐的基流(6~11 月)
最佳范围	60~100	60~100
非常好	40	60
很好	30	50
好	20	40
一般	10	30
差或最小	10	10
严重退化	0~10	0~10

根据《河湖生态环境需水计算规范》（SL/Z 712-2014），河流生态基流量的推荐值分别为：枯水期（11~5月）取多年平均流量的10%即 $0.0076\text{m}^3/\text{s}$ ，丰水期（6~10月）取多年平均流量的30%即 $0.0228\text{m}^3/\text{s}$ 。参考Tennant河流流量评价标准，在该取值条件下，生境质量对应为一般，即能基本维持水生生态系统的稳定，基本满足栖息地多样性对河道内流量的需求。理论上该流量可作为清水河的生态基流量。

（三）湿周法计算生态需水量

湿周法是一种应用较为广泛的生态需水量确定方法，主要通过绘制临界栖息地湿周与流量的关系曲线，将湿周一流量关系曲线中的增长变化发生转折处所对应的流量作为推荐流量。该方法受到河道形状的影响较大，比较适用于宽浅型和抛物线型河道，同时要求河床形状稳定，否则没有稳定的湿周一流量关系曲线，也就没有固定的增长变化点。

湿周法以浅滩断面湿周一流量曲线上的拐点对应的流量作为生态需水量建议值，但由于河流实际断面的湿周流量一曲线往往很少只有一个拐点，多数是有多个拐点或者没有明显的拐点，人为确定拐点往往会有较大的偏差。根据目前研究成果，通常采用数学方法来确定流量拐点即设定斜率对应点（斜率法），一般情况下可选择斜率为1的点作为拐点。

①湿周-流量关系的建立

由于清水河无实测水文资料，根据中和水文站实测数据还原清水河断面水文数据，清水河河道为矩形断面，矩形断面湿周与流量呈现对数关系。经过拟合计算，清水河湿周-流量关系为 $P' = 0.068 \ln Q'$ 。

②斜率为1法转折点的确定

本次评价以斜率为1的点作为转折点，对应的流量为 0.0032m^3 ，湿周率为75.13%。

（四）清水河取水坝生态流量计算结果

综合上述 Q_{90} 法、Tennant法、湿周法的生态需水计算结果，并按外包线的原则确定清水河水库坝址以下河段生态需水量如表7.1-2。

表 7.1-2 清水河水库坝址下游生态流量计算结果

生态基流量计算值(m^3/s)			生态基流量推荐值(m^3/s)	
Tennant 法	Q_{90} 法	湿周法	生态基流量	占多年平均流量比例

11~5 月	6~10 月			11~5 月	6~10 月	11~5 月	6~10 月
0.0076	0.0228	0.00325	0.0032	0.0076	0.0228	10%	30%

由上表可知，在采用三种方法计算得出的清水河水库坝址下游生态需水量为：枯期（11~5 月）为 0.0076m³/s、汛期（6~10 月）为 0.0228m³/s，分别占坝址断面多年平均流量的比例为 10%、30.0%。

（5）下泄措施可靠性

工程取水坝设置生态用水下泄专门设施，项目在导流隧洞出口处设置 DN100 岔管下放生态用水，下放管中心高程 2311m，高于 30 年淤沙高程，低于死水位 2312m，管径为 100mm，生态放流管通过导流输水放空隧洞内放空管设置岔管下放生态流量至溢洪道。

管径计算《混凝土重力坝设计规范》（SL319-2005）附录（A.3.2）式计算：

$$Q = \mu A_k \sqrt{2gH_w}$$

式中： μ —孔口或管道流量系数，对短有压深孔，取 $\mu=0.83\sim0.93$ ；对长有压深孔， μ 必须计算沿程及局部水头损失后确定。本工程取 $\mu=0.6$ 。

A_k —出口处的面积，即下放钢管断面积；

H_w —自由出流时为孔口中心处的作用水头。

通过计算，死水位运行情况下取水坝设置的 100mm 钢管下放能力为 0.0834m³/s，正常蓄水位运行情况下取水坝设置的 100mm 钢管下放能力为 0.428m³/s。放流管设置均低于死水位高程高于冲砂闸底板高程。因此取水坝下放管设置符合要求。

7.1.4 水库水源地保护对策

为确保清水河水库水质达标，保护好水源地，保护库区和灌区的水生态环境，建议东川区政府及水务局尽快开展水库水资源保护规划研究工作，编制《清水河水库水源保护区水资源保护规划》。

本次评价根据现有资料，依据 HJ338-2018《饮用水水源保护区划分技术规范》，初步拟定清水河水库水源地保护区区划，未来建成后应委托有资质的单位，划定正式水源保护区。区划方案如下：

一、区划范围：清水河水库饮用水水源地保护区划范围为清水河水库径流范围。

二、一般技术原则

（1）确定饮用水水源保护区划定应考虑以下因素：水源地的地理位置、水

文、气象、地质特征、水动力特性、水域污染类型、污染特征、污染源分布、排水区分布、水源地规模、水量需求、航运资源和需求、社会经济发展规模和环境管理水平等。

地表水饮用水水源保护区范围：应按照不同水域特点进行水质定量预测，并考虑当地具体条件，保证在规划设计的水文条件、污染负荷以及供水量时，保护区的水质能满足相应的标准。

(2) 划定的饮用水水源一级保护区，应防止水源地附近人类活动对水源的直接污染；划定的饮用水水源二级保护区，应足以使所选定的主要污染物在向取水点（或开采井、井群）输移（或运移）过程中，衰减到所期望的浓度水平；在正常情况下可保证取水水质达到规定要求；一旦出现污染水源的突发事件，有采取紧急补救措施的时间和缓冲地带。

(3) 划定的水源保护区范围，应以确保饮用水水源水质不受污染为前提，以便于实施环境管理为原则。

三、划定依据及要求

根据《饮用水水源保护区划分技术规范》（HJ338-2018）和《集中式饮用水水源地规范化建设环境保护技术要求》（HJ773-2015）的要求，采用经验法进行水源地保护区划定，确定水源地安全约束条件，通过综合分析，最后确定一级保护区、二级保护区和准保护区的范围。

(1) 为贯彻《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国水污染防治法》和《中华人民共和国水法》，防治饮用水水源地污染，保证饮用水安全，饮用水水源地一般划分为一级保护区和二级保护区，必要时可增设准保护区。

(2) 以地表水为水源的水源地，必须控制其保护区水质符合《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类水质标准和《生活饮用水卫生标准》（GB5749-2006）的要求。

(3) 严格按照《饮用水水源保护区划分技术规范》（HJ338-2018）要求对水源地保护区进行区划。

水源地保护区划要尽可能做到经济发展与环境保护协调发展，统一安排，合理规划，实现水资源可持续利用。

四、技术方法

清水河水库饮用水水源地为水库型饮用水水源地，按照《饮用水水源保护区划分技术规范》（HJ338-2018）水源地分类，依据湖泊、水库型饮用水水源地所在水库、湖泊规模的大小，将湖泊、水库型饮用水水源地进行分级，分级结果见表7.1-3。

表 7.1-3 湖泊、水库型饮用水水源地分级表

水源地类型		水源地类型	
水库	小型 $V < 0.1 \text{ 亿 m}^3$	湖泊	小型 $S < 100 \text{ km}^2$
	中型 $0.1 \text{ 亿 m}^3 \leq V < 1 \text{ 亿 m}^3$		大中型 $S \geq 100 \text{ km}^2$
	大型 $V \geq 1 \text{ 亿 m}^3$		

注：V为水库总库容；S为湖泊水面面积。

根据表 7.1-3 湖库型饮用水水源地分级要求，清水河水库总库容为 155 万 m^3 ，总库容远小于 0.1 亿 m^3 ，为小型水库。按照小型水库水域功能和保护要求，对水库按照下表进行划定。

表 7.1-4 湖库型饮用水水源地保护区划定技术

保护级别	类别	划定依据（HJ 338-2018《饮用水水源保护区划分技术规范》中的经验法）
一级保护区	水域	采用类比经验法确定一级保护区。 小型水库和单一供水功能的湖泊、水库应将多年平均水位对应的高程线以下的全部水域划为一级保护区。
	陆域	（1）采用地形边界法、缓冲区法或类比经验法，确定湖泊、水库水源地一级保护区陆域范围。对于有防洪堤坝的，可以防洪堤坝为界；并要采取措施，防止污染物进入保护区内。 （2）小型和单一供水功能的湖泊、水库以及中小型水库为一级保护区水域外不小于 200m 范围内的陆域，或一定高程线以下的陆域，但不超过流域分水岭范围。
二级保护区	水域	小型湖泊、中小型水库一级保护区边界外的水域面积设定为二级保护区。
	陆域	（1）二级保护区陆域范围，应根据流域内主要环境问题，结合地形条件分析或缓冲区法确定。对于有防洪堤坝的，可以防洪堤坝为界；并要采取措施，防止污染物进入保护区内。 （2）小型水库可将上游整个流域（一级保护区陆域外区域）设定为二级保护区。
准保护区	参照二级保护区的划定方法划定准保护区。	

五、初步划定结果及分析

（2）一级保护区

水域：清水河水库正常水位线 2337.36m 以下的全部水域面积划为一级保护区，水域面积 0.104 km^2 。

陆域：以一级保护区陆域边界与水库正常水位线水平距离不小于 200 米为原

则，清水河水库水源保护区一级保护区陆域以库区第一层山脊线界，水库下游至水库坝脚。一级保护区陆域面积 0.8249 平方公里。

一级保护区总面积 0.9289 平方公里，其中水域面积 0.104 平方公里，陆域面积 0.8249 平方公里。

（3）二级保护区

陆域：坝址以上径流区除一级保护区外的整个流域划定为二级保护区陆域范围。二级保护区面积 2.4233 平方公里。

（3）准保护区

由于水库水源地径流区面积较小，在采用《饮用水水源保护区划分技术规范》（HJ338-2018）中经验法对一级保护区和二级保护区进行区划后，不再设立准保护区。

综上，本次评价初步划定清水河水库水源保护区总面积 3.3522 平方公里，其中，一级保护区总面积 0.9289 平方公里（水域面积 0.104 平方公里，陆域面积 0.8249 平方公里），二级保护区总面积 2.4233 平方公里。

其主要保护措施包括：

（1）根据规划要求划定保护区，并依照有关法规，分别制定各级保护区的水质要求和分级属地管理。

（2）设立水资源保护管理机构，依法对清水河水库的水源区进行管理，贯彻和监督执行有关保护环境和自然资源的法律、法规以及《清水河水库水资源保护规划》，负责协调和检查有关部门组织开展开发、保护与治理的科研工作，确保水资源规划的实施。

（3）加强水资源保护区的环境保护宣传，让水库周边群众自保护生态环境，控制污染，对在水资源及环境保护方面做得好的给予奖励，对破坏和污染者依法给予处罚。

（4）禁止在水源保护区内开垦种植、随意放牧和乱砍乱伐，破坏生态环境。

（5）抓紧展开清水河水库水源区的水土保持规划，列入当地国民经济发展计划，并尽快实施。

7.1.5 受退水区水污染防治措施

针对农田面源污染，首先从源头消减污染负荷，具体是联合农业农村局开展

测土配方施肥，推广配方肥料、缓释肥料，对农作物秸秆进行回收利用，加强环保宣传，规范农膜使用、回收。推广生物防治、物理防治、生态调控和精准施药技术，有效降低农药使用量。

7.1.6 地下环境保护措施

清水河水库工程为水库蓄水工程，施工期间和运行期间不产生污染源，不排放对地下水环境造成影响的污染物，水库大坝清基开挖过程中严格进行防渗处理，不会对上、下游地区地下水水位、水质造成影响。供水工程采取管线方式进行输配水，不会对地下水位、水质、水资源量造成影响。工程建设永久占地施工结束被建构筑物覆盖或进行植被恢复、园林绿化，临时占地施工结束进行土地整治复耕或植被恢复，工程施工扰动范围不会造成土地沙漠化、盐渍化、沼泽化等环境水文地质问题，具体保护措施如下：

（1）施工材料在区域内暂存均采取防雨淋、防流失、放渗漏的“三防”措施。

（2）临时表土堆场设有篷布遮盖，防止土石方因雨淋随地表径流渗入地下含水层。

（3）落实各施工废水处理，定期进行水质监测。

（4）施工期在隧洞周围、断裂带、地表出露泉点、沟流等处设监测点，对排水变化情况进行监督性监测，对隧洞及其支洞穿越地表水下方岩层的洞身，采取有效的封堵措施和支护措施。

（5）施工过程中，严格贯彻“以堵为主、控制排放”的原则，并加强施工监测预报，采用超前预报等措施，预防库区施工对地下水影响。

（6）制定地下水污染应急预案，防止对周边环境产生不利影响。

（7）定期检查污水处理设施，严重生活污水下渗污染地下水。

7.2 大气环境保护措施

针对施工期的扬尘对环境的影响，工程拟采取以下防治措施。

（1）工程爆破方式应优先选择小药量控制爆破、预裂爆破、光面爆破技术等，并提倡湿法作业，控制单次用药量，减少大气污染物产生量；对施工器械定期检修、养护，保证其正常运转，以减少废气排放量；工程土石方开挖作业施工避开大风天气，并对作业面进行洒水降尘，减少大气污染物产生量。

(2) 针对混凝土生产系统扬尘，施工期拟对堆场、配料仓采取三面围挡和顶棚设计，配料过程运输采取封闭式运输皮带，采取以上措施，混凝土生产系统扬尘抑制率约为 60%，在扬尘量较大的作业面适时采取湿法作业，避免大风天施工作业；

(3) 针对施工场地，项目采取设置洒水车洒水降尘措施为主，并辅助采取相应的管理措施，具体防治措施如下：

①爆破方式应优先选择凿裂爆破、预裂爆破、光面爆破和缓冲爆破等技术，以减少粉尘产生量，凿裂、钻孔、爆破提倡湿法作业，以降低粉尘；

②在开挖和爆破高度集中的大坝施工区、施工道路、料场设置高压水泵喷洒水；在枢纽区设自行式洒水车洒水，非雨日每日分时段洒水降尘，加速粉尘沉降，缩小粉尘影响时间与范围；

③施工过程中受大气污染影响严重的为施工人员，应着重对施工人员采取防护措施，如佩戴防尘口罩、防尘眼镜和防尘帽等；

④水泥运输采用封闭运输，且保证运输容器密闭良好，避免了运输过程中的扬尘。对于砂石料加工系统，进料口采用喷水雾降尘，降低粉尘浓度，同时加强施工人员的劳动保护；

⑤施工交通中车辆往来频繁，尤其是泥结石路面会有大量扬尘，非雨日需分时段采用洒水车沿公路沿线来回洒水降尘；在靠近施工营地等路段，应增加洒水频次；建议对运输公路进行经常性维护和清洁，保持道路运行状态良好；运输易散落物资时，应用篷布或其它材料遮盖；在公路两旁栽种滞尘效果好的树种，以降低运输扬尘的污染。

⑥针对管网工程沿线两侧 200m 范围内的居民点增加洒水降尘频次，必要时设置移动雾炮机进行降尘，同时做好施工车辆的养护工作，控制车辆运输频次机路线，尽量避免经过居民点，经过居民点时减速慢行，车辆运输的物料采用篷布遮盖。

⑦土料场、弃渣场施工中应注意防护，作业面洒水降尘，设置施工围挡，尽可能减少粉尘的产生

(5) 输水线路防尘措施

①定期对沿线施工场地洒水以减少扬尘量，洒水次数根据天气状况而定，临

近或穿过村庄进行施工的区段，加大洒水频次。

②材料堆放规整，容易产生尘的建筑用料做好覆盖防尘工作。

③运输渣土和水泥、沙石料的车辆，采用封闭式车厢或加盖篷布，减少泼洒造成的扬尘污染。

④管道管线开挖及回填在短时间内完成，及时覆土种草，恢复植被。

（6）取土场、石料场、弃渣场防尘措施

①采取临时覆盖措施，并做好洒水降尘工作。

②取土场及石料场采取边开采边恢复的开采方式。

③施工结束后及时恢复场地功能。

（7）施工机械燃油废气

加强施工设备的维护，使其保持良好的工作状态，严格执行《在用汽车报废标准》，推行强制更新报废制度，对于发动机耗油多、效率低、排放尾气严重超标的老、旧车辆，及时淘汰、更新。

本项目废气污染物主要为粉尘，且为无组织排放，通过以上防治措施后可有效减少施工产生的扬尘，减小了废气的影响时间及影响范围。通过影响分析，在通过以上措施后，施工扬尘对周边环境影响较小，措施可行。

7.3 声环境保护措施

（1）针对爆破振动、噪声采取的措施

①采用多段微差起爆或目前广泛使用的“逐孔爆破”技术。

②合理选取爆破参数和单位炸药消耗量。

③合理选取起爆方案和微差间隔时间；临近最终边坡时采用预裂或光面爆破，保证边坡的完整性和减少对山体的扰动。

④工程禁止采用裸露药包爆破。

⑤对于台阶中深孔爆破，通过合理确定炮孔位置，同时必须保证炮孔堵塞长度和堵塞质量，避免爆破产生的高压气体从岩石中的裂隙或孔口泄漏出来形成空气冲击波。

（2）针对设备噪声采取的措施

①施工场地界设置高度为 2.5m 遮挡围墙；

②产噪大的设备远离居民点。

③在施工机械设备与基础或连接部位之间采用弹簧减震、橡胶减震、管道减震、阻尼减震技术，可减少动量，降低噪声。

④建设方应严格按照施工规范加以控制。选用低噪声机械，产噪较大的设备必须安排在白天使用，并进行隔声及减振处理；

⑤科学合理地安排施工步骤，优化施工方式，如分段进行混凝土浇灌等措施，尽量减短噪声持续排放的时间；项目在进行物料运输时，应合理安排运输时间，选择最佳的进场道路，避免在夜间及交通拥挤时段进行，减缓交通噪声对保护目标的影响。

⑥弃渣场靠近敏感目标一侧需要设置施工隔声屏障，不允许夜间和中午进行弃渣活动。

（3）针对传播途径及保护对象采取的措施

从传播距离出发，在施工布置时，应做到“合理布局、闹静分开”将施工生活区布置在远离高噪声作业点，对部分强噪发声装置安装消声器，施工生活区远离施工现场，以保证安静的休息环境；从保护对象出发，应加强对施工人员的劳动保护，高噪声作业点强制佩戴耳塞或耳罩，控制作业时间，实行轮岗休息。

供水工程线路施工区在居民点附近施工作业时，应合理安排施工作业时间，以减免施工作业对临近居民正常生活的影响，涉及的居民点减速、禁鸣笛等。

7.4 土壤环境保护措施

（1）水库施工侵占了大片土地，永久占地将不能恢复。施工过程中的临时占地和施工场地应该进行植被恢复，保持原有土壤环境不被污染和恶化。土壤逐渐恢复并向良性方向发展。其次，主要是对施工工人日常生活产生的不可降解物质等废弃物进行集中处理，对施工人员进行宣传教育，避免随意丢弃。另外，要对临时施工场地的混凝土进行清除，恢复该地块土地性质。

（2）施工期间，对风化料场、土料场开挖采料后，弃渣场堆放土石方后进行覆土绿化；管道施工过程尽量减少土石方开挖。采取以上措施后可有效减少施工期对施工期扰动区域的土壤的影响。

（3）对拟建项目水库的淹没区进行清理，增加有效蓄水能力；同时对淹没线以上的现有耕地进行退耕还林，既能减少农业面源污染进入水库，同时减少耕地的地下水蒸发，防止土壤因过度的地下水蒸发，造成土壤盐分增加。

采取以上措施可以在最大可能避免水库淹没线以上土地和下游减水河段的土壤盐化，同时通过监测措施对土壤的盐分变化及时掌握，以便采取及时的治理措施。

7.5 生态保护措施

7.5.1 陆生生态保护措施

一、陆生生态保护拟定原则

根据水库工程的组成情况及特点，结合研究区环境特征，本次评价进行生态影响的保护与恢复的原则是：

（1）全面协调，生态优先的原则

在保障区域生态功能正常发挥的前提下，保障区域经济、社会和生态环境协调发展。

（2）自然资源损失的补偿原则

对由于工程建设而受损的自然资源可通过生态补偿而得到恢复，保证区域的生态服务功能得到正常发挥。

（3）恢复生态效益和生态功能原则

保障对由于引水工程建设而受损的生态环境，在生态修复措施的保障下，能正常发挥其生态效益。

（4）针对性、可操作性和先进性原则

对将要受到影响的生态环境提出的有针对性、可操作性和技术先进的恢复措施。

二、避让措施

1、植被、植物避让措施

评价区工程施工区无珍稀濒危植物和自然保护区等生态敏感目标，工程管线涉及生态红线。在施工工程中，应严格控制施工范围，禁止超范围超计划毁坏植物和植被，保护植物的生境条件，注意防止外来物种的入侵。

施工人员在施工过程中尽量避开长势良好的植物，要制定生态环境管理体系，通过管理规定和制度化，禁止施工人员砍伐树木，禁止到非施工区活动，施工区外严禁烟火，以杜绝施工人员对施工区和其它地区植物的破坏，减轻工程施工对野生生物的影响。

2、动物避让措施

在施工中尽量减少对动物栖息地生境的破坏，特别是对树木的砍伐；禁止捕杀野生动物，施工中尽可能地减少放炮，以减少对动物的惊吓；爆破等对动物干扰较大的施工活动尽可能安排在冬季，而减少在春夏动物繁殖季节的干扰，以免影响动物种群的稳定。

3、生态系统完整性避让措施

工程施工中减少对于自然植被的破坏，尽可能维持原有的森林生态系统。爆破等对动物干扰较大的施工活动尽可能安排在冬季，而减少在春夏动物繁殖季节的干扰，以免影响动物种群的稳定。尽可能增加动物生境的多样性，维持动物群落的结构。保护水质，避免水体污染，以保护两栖类等水体依赖性动物的栖息地。

三、减缓措施

1、对水源减缓措施

(1) 坚持“先防护，后施工”的原则，在弃渣场、料场、施工生产生活区修建挡墙，严格禁止废土方进入河流和溪流。

2、对植被、植物减缓措施

(1) 严格按照征地范围进行施工，划定最小施工范围，减小植被受影响面积。

(2) 优化施工临时道路选线，施工便道充分利用地方道路或乡村机耕道，尽量不要铺设新的施工道路，减少对植被植物的占用。

(3) 施工期和运行期，施工人员野外作业会带来野外火源管理的压力，必须把火的管理放在首要位置，常抓不懈，杜绝一切隐患。积极贯彻《森林防火条例》，加强防火宣传教育，时时敲响防火警钟，禁止在草坡、灌丛地、林区附近吸烟和生火，做好生活和生产用火火源管理，明确责任制最大程度避免发生火灾。一旦出现火情，立即向昆明市政府和当地林业主管部门进行报告，同时及时组织人员和当地群众积极灭火，以免造成对自然资源和野生动植物的影响。

三、对动物减缓措施

(1) 在水湿条件较好、植被盖度相对较高，物种相对丰富的沟和小支流，这些地区是动物赖以生存的重要生境，因此，在可能会受到影响的沟和小支流应采取相应措施尽量避免不利影响。杜绝施工及施工人员的生活用水对溪流水体的

污染，以保证两栖动物的栖息地不受或少受影响。

(2) 加强对施工器材的管理，杜绝让炸药、雷管等爆破器材流失于施工人员或当地群众中，用于私自制造狩猎工具和捕杀野生动物。

(3) 加强施工人员对野生动物和生态环境的保护意识教育，在施工中遇到的幼兽，应交给林业局的专业人员，不得擅自处理；对施工中遇到的鸟窝应移到非施工区的其他地区；在施工中遇到的幼鸟和鸟卵（蛋）应交林业局的专业人员妥善处置；在施工期和营运期，尽可能地防止燃油和污水泄漏，对工程废物进行快速、集中处理，减少对动物栖息环境的污染。

(4) 采用先进的施工工艺和优良设备，严格规范施工，特别注意减少工程施工爆破噪声对鸟类和兽类的惊扰，尽量采用无声爆破或深孔松动式等爆破震动小的爆破方式等先进技术；做好爆破方式、数量、时间的计划，并力求避免在晨昏开山放炮，尽量不在野生动物繁殖季节（4 月~7 月）进行大量的爆破工作，减轻施工噪声和震动对当地野生动物的影响；为将工程占地对动物的影响减少到最低限度，应在施工前对直接占地区内分布的动物进行中等干扰强度下的驱赶，如先进行地表植被提取等干扰较小的施工，使其在受到惊扰后能够迁出施工占地区，避免大量动物个体在施工、挖掘、爆破中受到伤害。

四、补偿措施

水库工程要永久性的和临时性占用一部分耕地、森林等，使这些资源受到损失，因此必须按照国家相关土地补偿标准予以补偿。

(1) 林地补偿

施工和水库淹没占用的有林地，包括部分生态公益林，应根据国家关于林地补偿相关规定，建设单位向地方缴纳森林植被恢复费，补偿占地和淹没造成的损失，专款用于异地造林和养护。

(2) 耕地补偿

工程占用的更低，应根据有关政策对占用的耕地和基本农田进行补偿，缴纳耕地开垦费，并根据“占数量多少，垦数量多少”的原则开垦与所占耕地数量质量相当的耕地；重新审核、调整拟议规划涉及各县的土地利用总体规划，将占用的基本农田纳入土地利用调整规划，确保基本农田的动态平衡。

五、修复措施

1、生态修复原则

(1) 保护原有生态系统的原则

工程区生态环境复杂，植被类型多样，在生态修复的过程中，必须尽量保护施工占地区原有的生态环境，生态修复的植被类型应尽量与工程区原有的植被类型相一致。

(2) 保护生物多样性的原则

植被修复措施不仅考虑植被覆盖率，而且需要在利用当地原有物种的情况下，尽量使物种多样化，避免单一。

(3) 保护耕地资源的原则

评价区耕地资源极为珍贵。可利用的土地范围十分狭小，因此，应尽量恢复原有耕地资源。

(4) 与当地经济发展一致原则

生态恢复措施以营造生态林和经济林为主，兼顾生态效益和经济效益，在提高生态环境质量的同时，增加农民的经济收入，促进评价区内经济发展，更好的保护当地生态环境。

2、施工迹地修复

施工迹地的修复主要指临时占地的生态修复。本工程临时占地面积18.628hm²，需要进行生态恢复。本工程生态修复的总体思路：

(1) 根据工程区的植被现状进行分析，确定工程区域现有的主要植物群落类型及其主要特征；

(2) 根据本工程施工迹地生境条件特征及各工程区域植被恢复、植物绿化及生态系统美化等多方面生态功能要求，拟定需要恢复的植被类型；

(3) 结合工程施工迹地等工程在空间上布设情况，从整体上把握本工程生态修复的总体目标，进而拟定生态修复区的划分。

①枢纽工程区

枢纽工程区占用的植被类型最多的是耕地，仅少量占用云南松林。

施工结束后，占用了旱地的施工迹地应尽快恢复为旱地，占用云南松林可恢复为云南松群落。

②输水工程区

输水工程区占用的植被类型较多的是耕地和云南松林、，可将施工迹地修复为云南松群临、旱地。

可采用人工种植和封育相结合的方法对施工场地进行生态恢复。要坚持因地制宜、优先选用乡土种等原则，并注重生态系统的整体性。可采取先草灌后林木的修复模式，一方面采用人工措施创造生境条件，另一方面发挥自然修复功能。

③生态修复群落配置

采用地表土壤收集后复土、让留存在土壤中的种子萌发，在种子萌发的先锋群落期要加强管理，待先锋群落形成后，让其自然演替形成与当地自然条件相吻合的稳定群落的方法进行生态修复，可采取先草灌后林木的修复模式，一方面采根据现场植物及植物群落调查记录结果，考虑物种种子易得性、苗木成活率、生境条件等方面进行，对修复区域树种进行配置。

1) 云南松林：云南松林可修复为乔、灌、草三层。乔木层盖度约 75%，灌木层盖度 30%，草本层盖度为 30%。恢复前期云南松的种植密度为株距 1.5m，行距 2.0m；灌木 0.75m，行距为 1.0m；草本植物密度为 3g/m²。后期植物群落主要是在前期先锋植物群落的基础上进行，在先锋植物群落中，群落空隙以补植为主，通过一定时间的积累，才可以达到一定的预期效果。还可采取疏伐林冠层等措施增强林下透光性，在透光范围内以种植后期目标树种苗木的方式来增加后期树种。因此，后期植物群落种植密度以稀植为主，乔木植物种植密度为 900 株/hm²。乔木层物种推荐云南松，旱冬瓜等；灌木层可采用矮杨梅、马桑等，草本层推荐黄茅、穗序野古草、珠光香青、青蒿、川续断、地石榴等。

2) 人工经济林：以云南松、华山松为主。按照当地的种植习惯。

3) 旱地；根据当地的种植习惯和施工前的耕作习惯，以种植玉米、马铃薯、小麦等农作物。

六、其他陆生生态保护措施

1、防范外来物种入侵

清水河水库的外来物种主要是紫茎泽兰和白花鬼针草。紫茎泽兰、鬼针草均是菊科植物，为风媒植物，种子小，生命力和传播力极强，很容易被施工机械和施工人员带入施工场地。在工程施工时，要严格对施工机械和施工人员的检疫，防止外来物种进入施工区；进行施工区土壤保持和生态修复时，应根据施工工地

的立地条件，选用当地物种，并以施工区的地带性植被为依据，构建当地的顶级植物群落结构，让土著物种优先占据生态位，杜绝外来物种的入侵；在运营期，慎引入农作物新品种，对确实需要引入的农作物品种，必须经过严格的检疫；若在建成区发现外来物种，可采用人工铲除（或机械）和喷洒农药的方法进行消灭。

加强对外来物种控制技术研究，研究外来物种入侵和危害的机制，加强生态环境恢复技术、生物防治、低污染化学防治、生态替代、早期预警技术和方法的研究，为外来入侵物种的防治和管理提供技术支持，使防治工作更加科学有效。

7.5.2 水生生态保护措施

一、生态流量下放措施

（1）初期蓄水下泄措施

大坝施工导流先利用河道过流，进行导流隧洞施工；河道截流时，围堰挡水，导流隧洞过流；一期汛期由坝体预留缺口泄流；二期、三期和四期坝体填筑施工，导流隧洞泄流；具备下闸蓄水条件，坝体挡水，通过生态管下泄生态用水。生态放流管的设置高程低于导流隧洞进口底板高程，可以满足初期蓄水期间生态流量的下放。

（2）运行期

在导流隧洞出口处设置 DN100 岔管下放生态用水，下放管中心高程 2311m，高于 30 年淤沙高程，低于死水位 2312m，管径为 100mm，生态放流管通过导流输水放空隧洞内放空管设置岔管下放生态流量至溢洪道。

根据计算，该放流管死水位运行情况下取水坝设置的 100mm 钢管下放能力为 $0.0834\text{m}^3/\text{s}$ ，正常蓄水位运行情况下取水坝设置的 100mm 钢管下放能力为 $0.428\text{m}^3/\text{s}$ 。放流管设置均低于死水位高程高于冲砂闸底板高程。

二、进水口拦鱼设施

为保护鱼类，同时在不影响正常取水的前提下，在取水口拦污栅前面分别设置拦鱼网，拦鱼网的最小孔径最好不大于 1cm。避免鱼类进入输水线路内造成个体死亡。

三、增殖放流

考虑到本工程水源区无珍稀濒危及保护鱼类，也没有长距离洄游性鱼类分布，本次评价建议不单独设置增殖放流，建议运行管理方与当地渔政部门加强合

作，由渔政部门统一对库区鱼类资源进行放流。

四、过鱼措施

根据实地采样及资料记载，坝址附近分布有四川华吸鳅、横纹南鳅和红尾副鳅 3 种跃迁能力较弱的鱼类因此过鱼对象初步设计上述几种鱼类。

目前大坝过鱼设施的类型主要有仿自然通道、鱼道、鱼闸、升鱼机、集运鱼系统、网捕过坝等。综合考虑工程区地形条件、工程特性以及该河段鱼类生物学特性，工程区不具备建设仿自然通道、鱼道、鱼闸、升鱼机及集运鱼系统等过鱼设施，而网捕过坝方式灵活，比较容易达到坝址上下游鱼类之间基因交流的目的，因此，推荐使用网捕过坝作为本工程的过鱼措施。网捕过坝措施应聘请专业机构开展，于每年 3-5 月份、8-10 月份两季根据具体情况在坝下坝上同时开展鱼类网捕后进行放流（即坝上渔获物运往运往坝下放流、坝下渔获物运往坝上放流），建议每个时段，至少 5 次，以实现坝上坝下鱼类资源基因交流。并建议采用地笼等对鱼类伤害较小的鱼网，尽可能提高网捕过坝措施的有效性。

五、栖息地保护

由于项目坝址所在地为山区小河，不具备划定其支流作为栖息地保护的条

件，本次评价建议在坝址回水以上河段，开展河道综合整治，清淤后使用砂石、砾石、块石等，构建浅滩与深潭交错的适合土著小型鱼类生存的生境。

六、管理措施

1、宣传教育

管理方应联合当地渔政部门，加强对水生生物保护的宣传和教

育，在库区设置警示标牌和宣传牌，发放宣传资料。

2、渔政能力建设

鱼类是水生生态系统中的主体，具的流动性和共有性的特点，对资源养护是一项社会公益事业，要发挥政府保护公共资源的主导作用，水库建设方、管理方应积极支持和配合当地渔政部门。做好资源保护宣传，禁止在禁渔区内任何渔业生产活动，特别是要禁止电鱼、炸鱼、毒鱼等违法行为。同时应加强水污染防治工作，杜绝水污染事件的发生，保证鱼类良好的生活环境，水库的渔业管理尤须加强。

3、严格执行禁渔期制度

为了自然资源的稳定发展和可持续利用，须对相关水域制度禁渔期和禁渔区，在鱼类集群产卵容易捕捞的时段和河段禁止捕鱼，以维护库区正常的渔业秩序，结合长江流域十年禁渔，整个库区划定为禁渔区。

4、加强工作人员管理

加强宣传，制定规章制度，增强施工人员、管理人员的环保意识，严禁施工人员、管理人员下河捕捞鱼类。

7.6 固体废弃物防治措施

7.6.1 施工期固体废物污染防治措施

(1) 施工期弃渣处理措施

工程土石方开挖形成的弃渣将运往施工布置指定的 1 个弃渣场，弃渣场的排水设施已在施工组织设计中得到了充分考虑，从水土保持的角度出发，拟在弃渣场下游修筑挡渣墙、挡护坡脚，坡面采取覆土后进行植被恢复，并结合地形布置截排水措施。堆渣结束，对渣体整治后，尽快进行土地复垦恢复。

(2) 施工期生活垃圾处理措施

施工期间产生的生活垃圾按每人每天排放垃圾 0.5kg 垃圾计算，工程施工期平人数为 213 人，每天将产生生活垃圾 106.5kg，施工期共产生生活垃圾 95.85t。生活垃圾设置垃圾桶统一收集后清运至附近居民生活垃圾集中收集点。

(3) 施工期废机油

机械设备维修过程中产生的废机油，隔油池废油、含油棉、含油毡、废蓄电池属于危险废物，考虑在枢纽区施工营地设置 1 处危险废物暂存间。危险废物暂存间的应满足《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）中的规定，做好防雨、防晒、防渗漏措施，设置危险废物识别标志，制定意外事故方案和应急预案。危险废物定期交由有资质的单位处置。危险废物的转移过程应按《危险废物转移联单管理办法》执行。工程拟设置一个 10m² 的危废暂存间进行暂存，委托有资质的单位处置。

(4) 建筑垃圾

对于建筑垃圾中有用的下脚料，如金属、塑料等可回收物，由指定的物资回收部门定期回收利用。可回收废物包括废旧钢材、钢管、包装袋、木材等。剩余无回收价值的固体废弃物，统一运送弃渣场堆存。

(5) 机械修理站损坏零部件

项目损坏的零部件统一收集后外售废品收购站。

7.6.2 运营期固体废物污染防治措施

(1) 运行期生活垃圾处理措施

在管理用房设置 4 个垃圾桶收集垃圾，同时设置垃圾收集池 1 个，严禁随意堆放垃圾，将垃圾堆置于河道边或直接倒入河中，生活垃圾设置垃圾桶、垃圾池统一收集后清运至附近居民生活垃圾集中收集点。

7.7 人群健康保护措施

(1) 对库区传染病情况进行调查，有重点和针对性地采取库区传染病防治措施。

(2) 认真做好库区清理工作，进行消毒处理。

(3) 保证施工人员的居住和饮食卫生条件。施工饮用水要取用上游洁净水体，并需经卫生防疫部门分析，符合饮用水卫生标准方能饮用。按公共卫生设施的标准修建公共厕所、垃圾集中堆放点等公共卫生设施。

(4) 加强工地餐饮的卫生管理，严格执行《中华人民共和国食品卫生法》相应条款。

(5) 要尽量避免施工人员与传染源接触，一旦在施工人员当中发现疫情，要及时诊治，控制施工区与工程建设有关的传染病发病率，采取必要的措施（隔离、迅速脱离现场等），避免施工人员当中流行病和传染病的暴发。

(6) 加强卫生宣传，增强施工人员自我防护意识，加强流动人口管理，进行预防服药及免疫接种。密切监督、监测各种传染病的疫情动态，一旦发生疫情，立即向卫生防疫部门报告，以便组织有关人员，迅速、彻底扑灭疫情。

(7) 消除水库施工期间可能出现的交通、爆破等各种意外事故对人生安全的威胁隐患。

(8) 施工期间及时打扫清理生活垃圾，保持生活营地环境卫生，永久性生活营地和办公区按公共卫生设施的标准修建公厕、垃圾坑等公共卫生设施。定期进行生活垃圾和公厕的清运处理。

7.8 生产安置环境保护措施

对被占用了部分耕地的这部分人口，结合工程区周围自然经济条件和社会发

展规划进行占地后的生产开发,采取在本村范围内兴修农田水利设施和水土保持设施、改造中低产田地、实施劳动力转移方式安置等措施。通过前期补偿补助,后期生产扶持,使工程建设所涉及村社的生产、生活恢复到工程建设前的水平,且可持续发展。临时占用的耕地在施工结束后进行复垦,还耕于民。

7.9 环境风险防范措施

7.9.1 施工期环境风险防范措施

1、危险品运输防范措施

虽然发生危险品运输事故的概率很小,但一旦发生事故将对下游水质造成严重影响,因此必须加强对危险品运输的管理,运输过程中须做好密封和安全运输,运输车辆要定时保养,调整到最佳运行状态,避免发生交通事故而造成对清水河水体的污染。

2、污染治理设施维护

平时注意化粪池、隔油池、施工废水收集池、危险废物暂存间等处理设施的防渗(防雨)及维护,及时发现各设施的隐患,确保各设施正常运行。

3、施工机械施工防范措施

施工机械操作人员持证上岗,严格按照机械操作规程进行操作。定期对机械进行保养、检修,确保机械最佳运行状态,防止机械事故的发生。若发生机械漏油事件时,即刻停止相应作业,跑冒滴漏的油量较少时,用非化纤棉纱或拖布等不产生静电的物品对现场的油品进行清理;跑冒滴漏的油量较多时,应用砂土等对现场进行围挡,用空桶回收泄漏物;回收后,要用沙土覆盖残留油面,待充分吸取残油后,作为危废交至有资质的单位进行处理。必要时应将油浸地面砂土换掉,防止雨水冲刷污染周围水环境。

4、森林火灾防范措施

虽然发生森林火灾的概率较小,但若一旦引发火灾,将造成不可较大的损失,因此在工程施工过程中,必须采取有效的防范措施,警钟长鸣,防患于未然。

- (1) 严格执行野外用火和爆破的相关报批制度;
- (2) 严禁施工人员私自野外用火;
- (3) 严格控制易燃易爆器材的使用;
- (4) 制定和执行严格的爆破规程,爆破时采取有效隔离措施。

5、次生地质灾害防范措施

应加强枢纽工程区、渣场、移民安置区及施工道路高边坡的支护、稳定，做好渣场、施工道路等水土流失强度较高区域的截排水工作，开展应急处置培训和风险防范工作

7.9.2 运营期环境风险防范措施

1、水库富营养化风险防范措施

为防范库区水体富营养化，水库蓄水前，应制定周密详细的清库计划，对库区耕地、园地植被进行清理，对库区化粪池、垃圾池进行卫生清理，减少蓄水淹没后浸出物对库区水质的影响；地方应结合新农村建设，农村环境综合提升改造工程加强水库径流区内村庄生活污水、生活垃圾的收集处置能力，逐步推广测土配方施肥工作，从源头削减农业面源入库污染负荷，保护库区水质。水库管理部门应定期对库区水域的管理巡视，发现违规的排污、倾倒垃圾活动应及时制止。

2、水质污染防范措施

应加强水库库区乡村道路运输管理，虽然发生危险品运输事故的概率很小，但本工程水库具有农村、集镇人畜供水功能，一旦发生事故将对居民供水造成影响，因此必须加强对危险品运输的管理，运输过程中必须做好密封和安全运输，运输车辆要定时保养，调整到最佳运行状态，避免发生交通事故而造成水体的污染。防范危险化学品运输风险事故的最主要措施是要严格执行国家和行业部门颁布的危险货物运输相关法规。相关法规有：《危险化学品安全管理条例》、《道路危险货物运输管理规定》、《中华人民共和国民用爆炸物品安全管理条例》、《中华人民共和国放射性同位素与射线装置放射保护条例》、《公路交通突发事件应急预案》等。

3、溃坝风险防范措施

为防范溃坝风险，工程建设过程中应落实各项设计、施工要求，保证工程质量。工程应按安全监测要求设置安全监测系统，对坝体表面变形、坝体内部变形、绕坝渗流、坝基渗流量、渗透压力等监测项目进行监测记录，以保障客观掌握工程运行情况。工程完建后开展蓄水安全鉴定工作，保障蓄水安全。

8 环境管理、监理、监测计划

8.1 环境保护管理

8.1.1 环境管理的内容

建立环境保护管理机构,根据工程环境影响评价中提出的施工期和运行期环境保护措施,落实环境保护经费,实施保护对策措施;协调政府环境管理与工程环境管理间的关系。用技术手段对工程建设所影响的主要环境因子进行系统的监测。通过定量化的分析比较,掌握环境质量的变化过程,为具体实施环境保护措施和采取某些补救措施提供依据和基本资料。

8.1.2 环境管理控制目标

(1) 严格按照施工征地范围施工,禁止扩大施工迹地范围对植被造成扰动,保护陆生动物栖息地,对施工占地范围内的保护植物必需移栽,对工程区周边保护植物进行挂牌保护,保护现有植被和植物资源,保护生态功能的完整和物种的多样性。避免对鱼类资源产生明显不利影响。

(2) 维护评价区河段现有水域功能,工程施工期和运行期,保护水质满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III类标准及地表水源地补充项目标准。施工期间对施工期产生的生产生活污水采取措施,应对施工期废污水进行收集,处理后回用于施工活动、洒水降尘或绿化;保证初期蓄水及水库运行期下游河道的生态用水。

(3) 通过合理布置施工场地,加强施工管理即禁鸣、限速、禁止夜间及中午施工来减免施工噪声对敏感点人员的影响。

(4) 加强施工人员劳动保护,做好场区、施工道路的除尘降尘工作,维护区域环境空气质量,减免工程施工对工程区内敏感目标的影响。

(5) 入驻前对施工区进行消毒、灭蚊、灭鼠,及时清除垃圾,维持区域环境卫生,做好施工区生活饮用水的保护,定期体检,杜绝传染病携带者从事餐饮服务,防治疾病的疾病的暴发和流行。

8.1.3 环境保护管理机构的设置

为完成工程环境管理任务,根据有关法律法规要求和规定,本工程应设置环境管理机构。结合工程环境特点,建设期的工程指挥部下设环境保护办公室,运行期环境管理机构为水库环境保护办公室。根据工程环境管理任务的阶段性,工

程建设期和运行期环境保护办公室分别由 1 名办公室主任和卫生防疫、环境监测、水土保持、生物等专业的人员专职或兼职组成，人员费用列入本工程环境保护投资。运行期环境保护办公室应分别由 1 名办公室主任和 1 名上岗培训后的专职人员组成，人员及费用列入管理机构总编制及运行费用中。

8.1.4 环境管理任务

1、建设单位任务

由专职环境保护机构具体负责从水库施工至运行后的一系列有关环保管理工作，落实环境保护工作经费，对施工期和运行期环保工作进行管理和监督，并负责与政府环境主管部门联系和协调落实环境管理事宜，接受环保主管部门的指导和监督。具体工作内容如下：

（1）施工期

工程环保设计内容和招标内容的审核；委托工程设计单位编制《工程施工环保手册》，对工程监理单位有关监理工程师进行环境保护工程监理培训；制定年度环境保护工作计划；环境保护工作经费的审核和安排；监督承包商的环境保护对策措施执行情况；安排环境监测工作；其他事务。

（2）运行期

制定年度环境保护工作计划；落实环境保护工作经费；同其它部门协调工作关系，安排环境监测工作，履行水源保护区管理职责。

2、施工单位任务

在工程施工单位内部设置环保兼职机构，具体负责实施招标文件中规定的环境保护对策和措施，接受工程建设单位和工程监理单位的监督和管理。主要工作内容如下：

制定年度环境保护工作计划；实施工程环保措施，处理实施过程中的有关问题；核算年度环保费用使用情况；检查环保设施的建设进度、质量运行状况；处理日常事务。

3、设计单位任务

负责解释该水库工程可行性研究设计报告中有关环评和环境保护措施规划设计文件。在工程施工阶段和运行阶段，工程设计单位可为建设单位和施工单位提供技术咨询。

4、监理单位任务

受工程业主单位委托，在水库施工期间对工程施工质量进行现场监理。其中应有专职或兼职监理工程师负责对施工单位环境保护、水土保持工程措施实施情况进行现场监理，配合建设单位做好工程的环境保护管理工作。

8.2 环境监理

8.2.1 环境监理目的

在施工期间应根据环境保护设计要求，开展施工期环境监理，根据要求，委托专业的环境监理单位进行现场监理。全面监督和检查施工单位环境保护措施的实施和效果，及时处理和解决临时出现的环境污染事件。

8.2.2 环境监理方式

环境监理人员常驻工地，对工程涉及区环境保护工作进行动态管理，以巡视为主，并辅助必要的仪器，随时关注各项环境监测数据。发现问题后，监理人员应立即要求承包商限期处理，并以公文函件确认，对于处理完毕的环境问题，应按期进行检验查收，将检查结果形成纪要下发承包商。

8.2.3 环境监理任务

依照国家环境保护法律、法规及标准要求，以经过审批的工程环境影响报告书、环境保护设计及施工合同中环境保护相关条款为依据，监督承包商或环保措施实施单位依照进度、资金、效果要求，完成环境保护工作。

8.2.4 环境监理工作制度

环境监理工程师每天对施工期环保措施的落实进行监督记录，检查内容包括环保设备是否正常运行、施工行为是否符合要求等；每月向环境保护办公室提交环境月报，并组织会议对监理结果进行讨论，对本月环境监理工作进行全面总结；每半年编制一份环境保护工作进度报告，进行阶段性总结。

8.2.5 环境监理内容

本工程环境监理的工作内容主要包括生态环境保护、水环境、声环境、大气环境和社会环境等方面。环境监理具体内容见下表。

表 8.2-1 清水河水库工程环境监理内容一览表

项目	分项	监理内容
地表水环境	施工生产废水	工程施工期是否执行生产废水处理措施，检查处理效果及回用情况，施工废水禁止外排；地表水环境质量满足标准要求。

	生活污水	施工期是否执行生活污水处理措施，检查处理效果及回用情况，施工期生活污水禁止外排。
	生态流量	是否按要求设计并实施工程措施，保障坝址截流初期、初期蓄水、运行期间下放足够生态流量，满足下游生态用水。
声环境	施工区、施工道路及运输	施工噪声符合相应的环境噪声标准；是否规范施工行为和控制施工时段；施工机械及车辆是否采取防治措施。
	施工人员	是否按环保措施要求采取个人防护措施。
大气环境	施工区	施工机械是否采取防治措施，施工区是否采取洒水降尘措施。
	运输道路	是否有防尘措施，防尘措施执行情况如何。
	施工人员	是否按环保措施要求采取个人防护措施。
生态影响	料场	表土保存措施及后期恢复治理措施是否落实，植物措施是否与其生境协调。
	弃渣场	是否按选定的渣场堆放弃渣，是否按水土保持方案执行水土保持措施，检查弃渣场表土保存措施及堆渣要求、治理措施是否落实
	施工迹地	工程弃渣是否进入弃渣场，工程治理与迹地恢复措施是否落实。
	植被恢复措施	物种选择是否符合相应的生境，工程进度是否严格符合时令，措施是否严格按设计要求，绿化数量和成活率应符合要求，是否执行抚育和管理。
	植物保护	严禁超计划占地，尽量减少对工程施工区及周边区域植被的破坏，是否存在滥砍乱伐现象。
	野生动物保护	加强野生动物保护宣传教育，严禁狩猎和电鱼、炸鱼。
	水质保护	加强野生动物保护宣传教育，严禁狩猎和电鱼、炸鱼。
固废处理	工程弃渣	工程开挖弃渣是否完全进入弃渣场。
	施工生活区	生活垃圾是否妥善处置。
人群健康	预防传染病	配备防治传染病的药品。定期按措施要求组织工作人员开展身体检查，预防和监控传染病。

8.3 环境监测计划

8.3.1 施工期环境监测

1、地表水监测

监测断面：坝址上游 500m，坝址下游 1000m 各设 1 个监测断面。

监测项目：水温、pH、溶解氧、SS、CODCr、BOD₅、NH₃-N、TP、石油类、粪大肠菌群。

监测时段及频率：施工高峰期间丰水期和枯水期各 1 次，每次连续采样 3 天。

2、大气环境和声环境

大气环境监测：监测因子 TSP；监测时间为施工高峰期监测 1 次，每次 3 天

连续有效数据。

声环境监测：监测因子为等效连续声级；监测时间为施工高峰期监测 1 次，每次 2 天连续有效数据。

监测点位：锅底塘村 1 个监测点。

8.3.2 运营期环境监测

1、地表水监测

监测点位：水库库中、取水口 2 个监测点位。

监测项目：《地表水环境质量标准》（GB3838）表 1 基本项目和表 2 补充项目。

监测时期及频率：工程运行期长期监测，每年丰、枯水期各 1 次，每次连续监测 3 天。

2、土壤监测

监测点位：库岸 3 个点。

监测项目：pH、含盐量。

监测时段及频率：水库运行后每 5 年监测 1 次。

8.4 环境保护竣工验收

根据《国务院关于修改〈建设项目环境保护管理条例〉的决定》（中华人民共和国国务院令 第 682 号）第十七条：编制环境影响报告书、环境影响报告表的建设项目竣工后，建设单位应当按照国务院环境保护行政主管部门规定的标准和程序，对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告。

验收办法参照《关于发布〈建设项目竣工环境保护验收暂行办法〉的公告》（国环规环评[2017]4 号）。建设项目竣工后，建设单位应根据环评文件及审批意见进行自主验收，向社会公开并向环保部门备案。

表 8.4-1 竣工环境保护验收一览表

项目	验收内容	措施	验收标准
废水	水库管理所生活污水	生活区设置一个有效容积不低于 2m ³ 的化粪池和一个处理能力为 2m ³ /d 的一体化污水处理设施对生活污水进行处理，厨房废水经过隔油池处理后再排入污水处理站	废水不外排
生活垃圾	生活垃圾	在管理用房设置 4 个垃圾桶收集垃圾，同时设置垃圾收集池 1 个	生活垃圾设置垃圾桶、垃圾池统一收集后清运

			至附近居民生活垃圾集中收集点。
生态环境	生态恢复	施工区、工程沿线临时占地范围内植被恢复、水土保持措施、土石方妥善处置	
	生态流量	生态流量下泄措施，生态流量在线监测系统	

9 环保投资概算及经济损益分析

9.1 环保投资概算及经济损益分析

9.1.1 编制原则

(1) 以水利水电工程设计概算编制的有关规定为基础，结合工程实际情况和环境保护工作的特点，采用单价法和指标法来计算工程环境保护投资；

(2) 对于有环境保护效益，但已列入工程专项投资的项目，不计入环境保护投资中；

(3) 水土保持工程措施采用水土保持方案的投资；

(4) 对于难以概算工程量的项目，参照同类工程单价，采用综合指标法进行计算或实际需要估列；

(5) 对于未明确的保护措施在概算中预留。

9.1.2 编制依据

(1) 《中华人民共和国环境保护法》2015 年 1 月实施；

(2) 国务院令 第 253 号《建设项目环境保护管理条例》（2017 年 10 月 1 日施行）；

(3) 国家环保局（87）国环字第 002 号《建设项目环境保护设计规定》；

(4) 水利部水总[2002]116 号文办法的《水利建筑工程概算定额》、《施工机械台时费定额》；

(5) 《水利水电工程环境保护概估算编制规程》（SL359-2006）；

(6) 云南省水利厅云南省发展和改革委员会关于下发《云南省水利工程设计概（估）算编制规定》（试行）的通知（云水规计[2005]116 号，2005 年 12 月 27 日）；

(7) 云南省政府令 第 105 号《云南省建设项目环境保护管理规定》。

9.1.3 环保投资估算

根据《水利水电工程环境保护概估算编制规程》（SL359-2006），本工程环境保护投资分为四个部分，分别为环境保护措施、环境监测措施、环境保护独立费用和基本预备费。工程环境保护总投资 136.89 万元，其中环境保护措施费 90.71 万元，环境监测措施费 3.50 万元，环境保护独立费用 33.72 万元，基本预备费 8.96 万元。工程总投资概算为 13681.56 万元，环保投资占总投资的比例为

1%。

表 9.1-1 环保对策措施及投资估算一览表

序号	项目	单位	投资（万元）
第一部分环境保护措施			90.71
一	生态保护措施		15
1	宣传、教育、挂牌、警示牌等	项	5
2	生态用水下放措施：生态用水下放管	处	10
二	水环境保护工程		27.3
1	混凝土拌和废水沉淀池 1#	座	1.5
2	混凝土养护废水沉淀池 2#	座	1
3	暴雨径流临时排水沟、沉淀池	座	6
4	施工期环保厕所	座	2
5	灌浆废水沉淀池	座	1
6	机修废水沉淀池和隔油池	座	2
7	基坑排水和隧洞排水沉淀池	座	2
8	运营期化粪池、隔油池	座	0.8
9	运营期一体化污水处理设施	座	5
10	生产废水处理设施运行费	项	6
三	大气环境保护		30
1	施工期堆场、配料仓设置三面围挡和顶棚	项	20
2	配料过程运输采取封闭式运输皮带	项	3
3	防尘口罩、防尘帽配备费	项	1
4	洒水降尘及洒水车运行费	项	6
四	固体废弃物处理		8.41
1	危废暂存间	座	2
2	施工期垃圾收集桶	个	0.08
3	运营期垃圾收集桶	个	0.03
4	运营期垃圾收集池	个	0.3
5	施工期垃圾清运、处理费	项	6
五	声环境保护费		3
1	防噪声用耳塞、耳罩配备费	项	1
2	施工隔声围挡	项	2
六	人群健康保护费	项	7
1	施工区的清理与消毒	项	6
2	预防药品购置	项	1
第二部分环境监测			3.5
一	施工期环境监测	项	1.5
二	运营期水环境监测声监测	项	2
第三部分 环境保护独立费用			33.72
一	建设管理费	项	12.71
1	建设管理经常费	项	2.83

2	环境保护设施竣工验收费	项	8
3	环境保护宣传及技术培训费	项	1.88
二	环境监理费	项	5
三	科研勘测设计咨询费	项	15.77
1	环境影响评价费	项	8
2	技术咨询费	项	2.83
3	环境保护设计费	项	4.71
4	工程质量监督费	项	0.24
一~三部分合计			127.93
第四部分 基本预备费用			8.96
环境保护总投资			136.89

9.2 环境影响经济损益分析

9.2.1 环境影响损益分析

清水河水库工程因淹没及工程占地、施工“三废”及噪声污染等对工程区域环境资源、环境质量带来一定程度的损失和影响。

分析认为：水库在施工过程中如不采取环境保护措施，各环境要素都将受到不同程度的影响，生态受影响程度较为严重。环境保护措施的实施，可以大限度地减免工程兴建对环境产生的不利影响，工程施工对地表水、大气、固体废弃物、环境噪声、人群健康等环境要素产生的不利影响较小，生态环境、社会经济均得到恢复或提高。可见环保措施的落实具有明显的环境保护效果，避免了因环境损失而造成的潜在经济损失。因此，本工程的环境保护措施在经济上具有合理性和可行性。水库将投入相当数量的资金，用于环境减免措施的实施，其中包括环境保护工程措施、环境监测、水土流失治理等。这些措施的实施，将会使水库工程建设对环境带来的不利影响得到减免。

当然，按照国家政策，淹没和工程占地补偿投资，仅是对损失的资源进行货币补偿，并非环境资源受损的真实价值，环境保护投资措施也不能完全消除项目对环境产生的不利影响。但是，清水河水库的建设没有重大的环境损失，大部分不利环境影响可通过环境保护措施得到减免，因此，本工程的环境效益大于环境资源损失。环保措施费用-效益分析内容详见下表。

表 8.2-1 环保措施费用-效益分析表

环境要素	采取措施前的环境影响				采取措施后的环境影响	
	影响分析	环境效果	措施内容	费用(万元)	效果分析	环境效果
地表	施工期生产废水对	-2S	建生产废	27.3	废水不外排，	O

水	地表水产生影响		水处理设施		对环境水质基本无影响	
	运行期生活污水对地表水产生影响	-2S	建生活污水处理设施		生活污水不排放，对环境水质基本无影响	O
大气	大气污染物对大气环境及施工人员产生不利影响	-2S	洒水降尘、覆盖、个人防护等	30	对环境和施工人员的影响减小	-1S
噪声	噪声对周围居民及施工人员产生不利影响	-2S	设备保养、个人防护等	3	对周围居民及施工人员的影响减小	-1S
生活垃圾	生活垃圾污染水、土壤和空气，可能传播疾病	-2S	收集、委托当地、环卫部门清运处理	8.41	满足环境卫生要求，不产生污染	O
人群健康	施工人口增多，增加地方病和染病的发病率	-2S	加强卫生管理和生防疫等	7	减少对人群健康的不利影响，控制疾病流行	-1S
生态环境	破坏地表植被	-3R	对施工迹地进行植被恢复、绿化	136.89	可恢复施工区植被，改善生态环境	-1S
	产生新增水土流失	-3R	水土保持工程措施及植物措施	453.19	水土流失基本恢复到工前水平	-1S
社会经济	移民安置、土地利用改变、水土流失	-2R	水库淹没和工程占地补偿	453.19	保持并超过影响人口的原有生活水平	O
其他	弃渣及生活垃圾随意倾倒、施工废水及生活污水的随意排放等。	-2R	施工期环境监测、环境监理	/	掌握污染物排放情况，及时处理污染事件，保证施工区环境质量达标	+2R

注：一、+、O 分别表示环境影响性质为：不利、有利、中性；S、R 分别表示影响类别为：不可逆、可逆；0、1、2、3 分别表示影响程度为：无影响、弱、中、强。

1、环境正效益

(1) 水库建成之后，通过营造水源涵养林、水土保持林，可有效改善库区周边区域的生态环境，提高森林覆盖率，有效涵养水土。

(2) 清水完河水库为完全年调节水库，即使在枯水期内，也能保证下泄生

态流量；而雨季可对洪水起到调蓄作用，可以更科学的调配水资源的利用。

(3) 国内外的众多研究结果表明，中小水库在不同的程度上对减少污染，降低噪声、改善土壤水系，改善居住环境等方面都起到积极的作用。

2、环境负效益

拟建项目因工程施工占地、蓄水淹没、施工“三废”排放等，对环境资源、环境质量带来一定程度的损失和不利影响。主要影响有以下几点：

(1) 水库淹没对农田的占用改变了土地的利用方式。永久占地将完全改变土地利用状态，地植被将全部消失，其影响是永久的；施工临时占地暂时的改变了土地利用状态，地植被被破坏，待工程完成后，进行植被恢复，因此其影响是暂时的；林地的占用造成了生态的局部破坏，降低了该地区的植被覆盖率。

(2) 因工程建设、表土开挖、林木砍伐，地表植被遭到破坏，使土壤抗蚀能力降低，固土保水能力减弱，产生新的水土流失。需要采取工程措施、植被措施等进行综合治理。

3、污水、废气的排放和噪声污染对环境造成一定的影响。

拟建项目设置专项环保投资用于环境的施工期及运行期所带来环境问题的治理。根据类比工程的参照，拟建项目所采取的环境保护措施较为可行有效，可较大程度的减少工程建设所带来的生态环境及空气环境等损失，同时工程建设后，将带来巨大的社会效益和环境效益。

9.2.2 社会效益分析

1、社会效益

清水河水库主要是自流向红土地镇花沟村委会（锅底塘村、花沟村、大红地村、冬瓜湾村）、松毛棚村委会（松毛棚村、大坪子村、滥泥箐村及草海子村）和寻甸县邓家沟村4880亩耕地提供灌溉用水（其中红土地镇4680亩，寻甸县邓家沟村200亩）；同时向红土地镇花沟村委会（大红地村、冬瓜湾村）、松毛棚村委会（松毛棚村、大坪子村、滥泥箐村及草海子村）和寻甸县邓家沟村2012人（其中红土地镇1852人，寻甸县邓家沟村160人）的生活用水进行供水。水库兴建后能够解决灌区4880亩（其中东川区红土地镇4680亩，寻甸县邓家沟村200亩）耕地的农灌用水及农村人口2012人（其中红土地镇1852人，寻甸县邓家沟村160人）的生活用水问题，因此水库的工程任务为农业灌溉及农村生活供水。

2、供水效益

(1) 农灌供水效益估算

本灌区改善灌溉面积4880亩，灌区内作物主要由玉米、薯类、小麦、蚕豆、绿肥及林果等旱作物，现状灌区复种指数为148.1%。结合灌区气候特点及种植区划，为增加农民的经济收入，在保证粮食自足有余的情况下，规划水平年对种植结构进行调整，拟定了灌区规划水平年农经作物种植比例，2035年灌区复种指数为180.2%，灌区复种指数由现状的1.481提高到为1.802。

在当前生产水平条件下作物现状单产是根据当地近几年的多年平均单产作为现状单产，工程建成后的单产预测是以当地近几年水利条件较好地区的作物单产作为依据预测工程建成后的单产，灌溉效益分摊系数按扣除农业生产成本法确定，按照费用计算与效益计算口径相统一的原则，考虑作物种植比例的变化，灌区田间工程的配套建设，其它效益分摊因素，初步按0.45确定，本项目的灌溉效益为1244.30万元

(2) 农村生活供水效益

根据当地的供水和用水情况，清水河水库新建后，可解决下游红土地镇花沟村委会（大红地村、冬瓜湾村）、松毛棚村委会（松毛棚村、大坪子村、滥泥箐村及草海子村）和寻甸县邓家沟村2012人（其中红土地镇1852人，寻甸县邓家沟村160人）的生活用水问题。目前，农村生活供水收费标准为2.5元/m³，由此估算农村生活供水效益为25.25万元

国民经济评价效益计算本工程国民经济效益主要是农业灌溉效益、农村生活供水效益，因此国民经济评价总效益为1269.55万元。

3、经济效益分析

根据项目费用及效益在计算期内的各年数值，计算出国民经济评价指标如下：本工程项目主要是具有农灌溉效益和农村生活供水效益的社会公益性质水利工程，据《水利建设项目经济评价规范》(SL72—2013)规定，国民经济评价采用6%的社会折现率进行。

经济内部收益率EIRR=7.21%>6%；经济效益净现值(i=6%)ENPV=642.13万元>0；经济效益费用比(i=6%)EBCR=1.19>1，三项指标基本满足国民经济评价规范要求，说明该工程在经济上可行。

清水河水库建设后是以人畜供给、农业灌溉为目的的小型水库工程，可承担灌溉用水、规划区域生活用水及下游河道生态用水。清水河水库工程一旦建成，将彻底改变灌区干旱面貌，解决农村、城镇饮水问题，大大提高水库灌区水资源利用率，改善各行业的用水状况，解决农村饮水安全供水困难。工程建设过程中，由于大量资金、物质和劳动力输入，将带动当地建材、餐饮等第三产业的发展，增加当地居民的就业机会和收入，提高当地群众的物质和文化生活水平。可以使水资源得到充分合理利用。而只要加强管理，水库建设中对环境所产生的负面影响均能够降到最低程度，工程建设的效益就能远大于环境经济损失。综上所述，清水河水库工程的建设，将会带来明显的社会、经济和环境效益，为当地经济的发展提供有力的保障。

10 环境影响评价结论

10.1 工程概况

拟建的清水河水库主要是自流向红土地镇花沟村委会（锅底塘村、花沟村、大红地村、冬瓜湾村）、松毛棚村委会（松毛棚村、大坪子村、滥泥箐村及草海子村）和寻甸县邓家沟村 4880 亩耕地提供灌溉用水（其中红土地镇 4680 亩，寻甸县邓家沟村 200 亩）；同时向红土地镇花沟村委会（大红地村、冬瓜湾村）、松毛棚村委会（松毛棚村、大坪子村、滥泥箐村及草海子村）和寻甸县邓家沟村 2012 人（其中红土地镇 1852 人，寻甸县邓家沟村 160 人）的生活用水进行供水。水库兴建后能够解决灌区 4880 亩（其中东川区红土地镇 4680 亩，寻甸县邓家沟村 200 亩）耕地的农灌用水及农村人口 2012 人（其中红土地镇 1852 人，寻甸县邓家沟村 160 人）的生活用水问题，因此水库的工程任务为农业灌溉及农村生活供水。

清水河水库坝址以上径流面积 4.51km²，水库总库容为 155.0 万 m³，设计年供水量 150.6 万 m³。水库拦河坝为土石坝，设计坝顶高程 2340.60m，坝高 51.0m，兴利库容为 125.2 万 m³，正常库容为 133.7 万 m³，对应正常蓄水位为 2337.36m。

10.2 产业政策、规划符合性分析结论

工程建设符合《昆明市“十四五”水安全保障规划》。昆明市东川区清水河水库工程建设项目已列入《云南省人民政府关于印发云南省“十四五”兴水润滇工程规划的通知》（云政发〔2021〕23 号）。该项目属于规划中“供水保障能力建设工程”中的“水源工程”中拟建小（1）型水库。本项目与《云南省生物多样性保护战略与行动计划（2012~2030 年）》不冲突。本项目建设符合《昆明市“三线一单”生态环境分区管控实施方案》的相关要求。本项目已经取得用地预审和选址意见书，用字第 530100202300001 号。为解决当地缺水问题，兴建清水河水库是必要的。本项目水库的建设，符合东川区城市总体规划。本项目库区范围不位于东川区红土地镇规划北发展片区、中心发展区、南发展片区。但是本项目管线位于红土地镇南发展片区内。本项目的建设就是为南片区大坪子农业灌溉和农村生活供水，符合南片区发展马铃薯、雪莲果、鸡枞等经济作物种植的规划。项目不属于《长江经济带发展负面清单指南（试行，2022 年版）》名列的

负面清单建设项目，项目建设符合《长江经济带发展负面清单指南（试行，2022年版）》的相关要求。项目不属于《云南省长江经济带发展负面清单指南实施细则（试行）》名类的负面清单建设项目，项目建设符合《云南省长江经济带发展负面清单指南实施细则（试行）》的相关要求。项目所在区域不涉及压占古树木、文物古迹及其保护范围。项目建设对林业发展的影响主要表现在林地面积总量和森林蓄积总量减少的直接影响。但是，做好林地“占补平衡”工作，可以解决林地总量减少的问题；实施异地还林措施，可以逐渐弥补森林面积、蓄积量减少和森林覆盖率降低的影响。项目《使用林地报告》目前正委托编制中，下阶段务必按照报告提出的占补及赔偿措施落实到位。

10.3 环境质量现状评价结论

1、地表水环境质量现状评价结论

根据《云南省水功能区划》（2014年修订），普渡河富民-禄劝保留区富民大桥一入金沙江口段2030年水质目标为IV类，按照IV水质进行保护，普渡河未进行二级功能区划分，按照支流不低于干流保护的原则，受、退水区小河按照IV类水质进行保护，评价区内洗马河一级功能区划属于洗马河寻甸-禄劝保留区，2030年水质目标为III类水质，按照III类水质进行保护。根据《云南省水功能区划》（2014年修订），评价区小江位于清水海出口以下河段，一级功能区划为小江寻甸-东川保留区，2030年水质保护目标为III类水质，小江流域无二级功能区划，按照支流不低于干流保护的原则，花沟小河、龙潭箐、蚂蝗箐、块河按照III类水质进行保护。

根据监测结果，清水河水库所在水域丰水期、枯水期水质监测指标浓度值均满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中III类标准值要求及集中式生活饮用水地表水源补充项目标准限值。根据监测结果，项目退水区水域水质监测指标浓度值均满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中III类标准值要求。

2、地下水环境质量现状评价结论

项目区地下水执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类标准，根据环评期间的监测结果，水库建设，建设区域上下游地下水各指标均能达到《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中的III类标准要求。

3、环境空气质量现状评价结论

项目位于东川区红土地镇,属于环境空气二类区,执行《环境空气质量标准》(GB3095-2012)二级标准要求,项目区为环境空气质量达标区域。根据环评期间对项目区锅底塘村环境空气质量现状进行了补充监测,经监测,项目区域 TSP 日均浓度均能达到《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中的二级标准限值。

4、声环境质量现状评价结论

本项目水库枢纽区以及供水管线区域,均属于农村地区,根据《声环境质量标准》(GB3096-2008),执行 1 类标准。根据项目工程布置特点,共选取 6 个声环境监测点位,分别为工程枢纽区附近居民点 1#锅底塘、及输水管线旁代表点位 2#邓家 5#大坪子、6#瓦房。根据监测结果,各监测点昼间、夜间噪声值均达到《声环境质量标准》(GB3096-2008)1 类区标准。

5、土壤环境质量现状评价结论

本次评价选取库区占地范围内 1 个表层样点,库区占地范围外 2 个表层样点。根据监测结果,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(试行)》(GB15618-2018)农用地筛选值标准。

6、生态现状评价结论

项目评价区位于东川区、寻甸县境内,所在地处于亚热带常绿阔叶林区域(II),西部(半湿润)常绿阔叶林亚区域(IIA);高原亚热带北部常绿阔叶林地带(II-Aii),滇中、滇东、高原半湿润常绿阔叶林、云南松林区(IIAii-1)、滇中高原盆谷滇青冈林、元江栲林、云南松林亚区(IIAii-1a)。项目评价区地带性植被为半湿润常绿阔叶林,除此之外,受气候影响以及更多的人为活动干扰,大量种植耕地,评价区范围内镶嵌分布较广的稀树灌木草丛。由于评价区整体呈狭窄的条带状分布,评价区植被类型不丰富,且没有明显的水平、垂直分布特征。评价区仅在靠近块河、龙潭箐、花沟小河的干热河谷区域存在一定的垂直分布特征,主要表现为向阳河谷区域山坡上部分布硬叶常绿阔叶林,中下部分布干热性稀树灌木草丛。

评价区的植物由 115 科, 342 属, 495 种维管束植物组成。其中,蕨类植物 13 科, 25 属, 29 种, 种子植物 102 科, 317 属, 466 种。目所在区的植物资源都是区域内分布最为普遍的植物种类。在植物区系上,项目区所在地属于东亚植物区(Eastern Asia kingdom)的滇中地区(Centruue Yunnan region)。区系成分特

点是以滇中地区的类群最常见。此外，植物区系成分中以世界分布、热带、亚热带成分所占比例最大，如芒萁属 *Dicranopteris*、肾蕨属 *Nephrolepis*、红果树属 *Lindera*、润楠属 *Machilus*、桉木属 *Eurya*、叶下珠属 *Phyllanthus*、合欢属 *Albizia*、木荷属 *Schima* 等；温带成分比例不太高，如桤木属 *Alnus*、桦木属 *Betula*、栎属 *Quercus* 等。

陆栖脊椎动物现状评价小结：种类少种群小无资源优势，小型有害兽类种群数量大，缺乏重点保护种类、缺乏狭域分布的特有种类

项目清水河共栖息有鱼类 6 种，隶属于 2 目 5 科 6 属（均为金沙江水系记录的土著种）。分布于评价区流域的鱼类中，没有发现国家级、省级重点保护鱼类及被列入《中国濒危动物红皮书》的种类。也没有发现流域中典型的长距离洄游性鱼类。此外，评价区分布的鱼类中没有仅分布于清水河水域中的鱼类，也没有仅分布于洗马河、小江及其支流的特有鱼类。

结合卫星遥感判读分析与野外调查的方法，对项目评价区进行土地覆被调查。评价区总面积 2510.217hm²，其中土地利用面积最大的为耕地，面积为 47.935hm²。

项目评价区总面积为 2516.217hm²，以耕地景观所占比重为最大，面积为 1203.268hm²，占评价区总面积的 47.935%，斑块类型面积（CA）为 47.935；其次为针叶林景观，面积为 557.853hm²，占评价区总面积的 22.223%，斑块类型面积（CA）为 22.223。

评价区是一个由多种生态系统系统组成的复合系统，其中包括针叶林生态系统、灌丛生态系统、草丛生态系统、人工林生态系统、农田生态系统、居民点生态系统、水域生态系统、道路生态系统等。

10.4 环境影响评价结论

10.4.1 地表水

水库在建设和运营过程中不可避免的会对周边地表水环境产生一定的不利影响。施工期项目施工产生的废水均可以得到合理处置，生活污水由一体化处理设施处理后回用，不外排，影响很小。运行期水库蓄水和引水灌溉、引用不可避免的会对建设涉及的地表水水文情势产生影响，会对受、退水区水质、水温产生一定的影响。本次评价提出取水坝在输水放空管设置生态流量下放岔管，管径为

DN100，下放管中心高程 2311m，通过下放管下放生态流量；生态流量下放设施的设置可以有效减缓项目建设运行对水文情势的影响；同时应注意科学制定水库调度运行方案、联合农业农村局开展测土配方施肥等，可以有效减缓低温水影响及受退水区水质影响。建设单位应在项目建成后尽快开展水库水资源保护规划研究工作，编制《清水河水库水源保护区水资源保护规划》，划定水源保护区。通过采取环保措施，清水河水库建设对区域地表水环境影响较小。

10.4.2 地下水

拟建水库属山区峡谷型，两岸地形为斜—陡坡地形，库区两岸地形高于正常蓄水位，地表多为第四系残坡积层覆盖，部份地段出露基岩。拟建水库蓄水后仍为地下水补给库区，库区水文地质条件不会产生显著变化。水库建成后，地表水和地下水排泄良好，水库蓄水后可能会导致淹没线附近地下水位稍微抬升，但水库两岸基本不会产生浸没问题。故水库蓄水后不会产生土地盐渍化、沼泽化等浸没问题。水库蓄水不会地下水水位造成影响。

灌溉对地下水有一定的补给作用，可能存在地下水水位抬升，项目灌区地形存在一定的地形高差，有利于排水，对灌区地下水水位影响不大。清水河水库水质现状满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中Ⅲ类水质要求，满足《农田灌溉水质标准》（GB5084-2021）要求。灌溉水下渗过程还有深层土壤相隔，由于土壤具有吸附能力，耕地灌溉水分会把耕地内的盐分带入下渗，但经过土壤的吸附后对深层地下水的含盐量影响较小。灌区采用高效节水灌溉方式，引水灌溉不会对灌区地下水现状造成不利影响。

10.4.3 生态环境

工程施工占地及水库淹没会造成占地范围内原有植被的破坏，但不会造成当地任何一种植被类型的消失；施工临时占地范围的植被在施工结束后，通过复垦、植树将逐渐得到恢复。水库的建设对野生动物、鱼类及其它水生生物产生短期不利影响，随着施工的结束而结束，水生生态环境将恢复。工程影响范围内无国家珍稀保护物种。工程结束后，施工人员撤离，水库库区及周边生态环境恢复，其影响也会逐渐消除。

工程建设破坏原有地表形态，增加水土流失强度，对工程区水质造成影响，在采取相应的工程和生物防治措施后，产生的水土流失影响可降至最低程度。

水库蓄水对坝下河段水量减少及对水生生态系统会造成一定的不利影响,可通过采取相应的防治、保护、补救措施,使其影响的范围及程度尽量降低和避免。

10.4.4 环境空气和声环境

项目对环境空气和声环境的影响主要在施工期,运行期无废气污染源。根据预测评价,施工期采取各种施工环保措施后,施工产生的扬尘和噪声对周边环境保护目标的影响可接受。

10.4.5 固体废物

施工期和运行期产生的固体废物经妥善收集和处置后,不会对生态环境产生影响。

10.4.6 土壤环境

本工程建设对土壤环境的影响在施工期主要表现为土壤流失、少量污染物可能对浅层表土产生污染。采取环评提出的措施后对土壤环境的影响可接受。

水库建成运行后,不会对淹没线周边范围土壤造成盐化影响,水库对周边土壤环境的影响范围有限,在可接受程度范围。水库蓄水对周边土壤环境 pH 值的影响,仅局限与淹没线附近,且不会造成土壤 pH 值明显改变,不会改变土壤的酸碱程度,水库周边土壤环境自然生态功能不会因水库蓄水造成改变,对水库库区自然生态系统不会造成明显的不利影响。灌区采用高效节水灌溉方式,灌区排水条件良好,不会造成灌区地下水位的抬升。清水河水库水质现状满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中Ⅲ类水质要求,满足《农田灌溉水质标准》(GB5084-2021)要求。灌区农业生产活动对土壤环境的影响方式及程度不会因本项目引水灌溉而发生改变或加剧。

10.4.7 环境风险

水库工程建设和运行过程中存在一定的环境风险,但在加强管理,建立健全的防范措施和应急措施,并予以认真落实和实施的基础上,本工程项目的风险是可以接受的。

10.5 公众参与结论

2023 年 11 月 14 日,东川区水务局在东川区人民政府网站(<http://www.kmdc.gov.cn/c/2023-11-14/6765506.shtml>)进行了第一次环境影响评价信息公告。

10.6 评价结论及建议

10.6.1 评价结论

项目建设符合区域、流域规划、产业政策。工程建设对环境的不利影响主要表现在：施工“三废”对区域环境质量的影响，工程施工过程中对土地利用现状的改变，地表扰动、植被破坏造成水土流失，水库蓄水淹没及调度运行对水文情势、水温、水质变化及对河段鱼类的影响等方面。通过工程建设过程中落实各项环保措施，工程建设、运行期不利环境影响可得到减免和控制，达到可接受水平。在工程建设单位严格按照本报告提出的环境保护措施进行实施的情况下，本项目的建设具备环境可行性。

10.6.2 建议

（1）水库建成后应按要求编制突发环境事件应急预案，建议相关部门尽快制定清水河水库水源地保护规划方案，保护库区水质。

（2）为保护库区水质，水库建成后建议由当地政府牵头协调水务、生态环保、农业、林业等部门，结合地方新农村建设、农村环境综合整治、农业面源防治工作，削减水库径流区农村面源排放量。建议水库蓄水前针对坝址上游人口较为集中的农村面源进行治理，提升农村环境卫生质量，减免农村生活污水、生活垃圾以及农业面源排放对河流水质的可能产生的不利影响。