

云南省 昆明市

东川区小清河流域规划报告

(征求意见稿)



云南玺程勘察设计有限公司

(证书编号: A/B253014774)

二〇二四年八月

项目名称： 云南省昆明市东川区小清河流域规划报告

主管单位： 东川区水务局

编制单位： 云南玺程勘察设计有限公司

责任表

批 准： 杨倩雯

审 定： 李波

审 核： 马连

校 核： 唐丽琴

编 写： 唐丽琴 吴正平 候文武 周 涛 杨占元



云南玺程勘察设计有限公司

(证书编号： A/B253014774)

二〇二四年八月

目 录

前 言	1
1 流域概况	4
1.1 小清河流域概况	4
1.1.1 自然地理	4
1.1.2 地形地质	5
1.1.3 水文气象	6
1.2 社会经济	6
1.3 水资源概况	8
1.4 水旱灾害	9
1.4.1 洪水灾害	9
1.4.2 干旱缺水状况	9
1.5 相关规划成果	10
1.6 水利建设现状	11
1.7 存在问题	13
2 水文	15
2.1 流域概况	15
2.1.1 自然地理	15
2.1.2 气候概况	16
2.1.3 水文概况	16
2.2 基本资料情况	17
2.2.1 实测资料	17
2.2.2 历史洪水调查资料	20
2.2.3 水文资料可靠性和一致性评价	20
2.2.4 地区综合资料	21
2.3 径流	22
2.3.1 径流系列代表性分析	22
2.3.2 依据站与参证站的选择	23
2.3.3 七星桥水文站天然径流还原	23
2.3.4 箐水地和中厂河站径流系列插补延长	25
2.3.5 各站径流系列统计参数的分析确定	27
2.3.6 各断面设计径流推求	28
2.4 洪水	31

2.4.1	暴雨洪水特性	31
2.4.2	暴雨洪水途径	31
2.4.3	水文比拟法	36
2.4.4	推理公式法	37
2.4.5	成果选用	39
2.4.6	成果合理性分析	40
2.5	雪岭水库蒸发量	41
2.5.1	多年平均水面蒸发量及蒸发系列	41
2.5.2	多年平均陆面蒸发量推求	42
2.5.3	多年平均蒸发增损	42
2.6	雪岭水库坝址多年平均来沙量	43
3	工程地质	44
3.1	区域地质	44
3.1.1	地形地貌	44
3.1.2	地层岩性	44
3.1.3	地质构造	48
3.1.4	水文地质	52
3.1.5	区域构造稳定性	52
3.2	雪岭水库工程地质条件	55
3.2.1	库区工程地质条件	55
3.2.2	雪岭水库工程地质条件	57
3.2.3	天然建筑材料	59
3.3	初步结论	61
3.3.1	区域稳定性	61
3.3.2	雪岭水库工程	61
4	流域治理开发保护现状与形势分析	64
4.1	水资源现状调查	64
4.1.1	水资源数量	64
4.1.2	水资源质量	64
4.2	治理开发保护现状	65
4.2.1	水资源开发利用	65
4.2.2	水资源开发利用程度	66
4.3	水资源开发利用存在问题	67

5	总体规划	69
5.1	规划指导思想	69
5.2	规划任务及水资源开发利用	69
5.3	规划原则	69
5.4	规划标准	70
5.5	规划编制依据	71
5.5.1	法律法规	71
5.5.2	规程、规范及技术标准	72
5.5.3	相关文件及技术报告	73
5.6	规划范围	74
5.7	总体规划方案	75
5.7.1	灌溉工程布局	75
5.7.2	城乡生活和工业供水布局	76
5.7.3	轿子山~坝塘水利系统总体布局	77
5.7.4	雪岭水库水利系统总体布局	77
6	水资源规划	80
6.1	社会经济发展预测	80
6.1.1	社会经济现状	80
6.1.2	社会经济发展布局	81
6.1.3	社会经济发展预测	83
6.2	水资源供需分析	84
6.2.1	水土平衡基本原则	84
6.2.2	小清河本区水土资源平衡	86
6.2.3	乌龙片区水土资源平衡	87
6.2.4	东川坝区水土资源平衡	87
6.2.5	乌龙、红土地镇梁子片区水土资源平衡	87
6.3	水土资源配置	108
6.3.1	小清河本区	108
6.3.2	乌龙片区	108
6.3.3	东川坝区	108
6.3.4	乌龙、红土地镇梁子片区	109
7	节约用水规划	111
7.1	现状用水水平分析	111
7.2	节水潜力分析	111

7.3	节水规划	112
7.3.1	总体目标	112
7.3.2	农业节水规划	113
7.3.3	工业节水规划	114
7.3.4	城市生活节水规划	115
8	城乡生活及工业供水规划	117
8.1	城乡生活需水预测	117
8.1.1	农村生活需水量预测	117
8.1.2	城镇生活需水预测	121
8.2	工业需水预测	127
8.2.1	一般工业需水预测	127
8.2.2	东川再就业工业特区需水量	128
8.2.3	工业需水量	129
8.3	城乡生活及工业供水规划	129
8.3.1	小清河本区	129
8.3.2	乌龙片区	130
8.3.3	东川坝区	130
8.3.4	乌龙、红土地镇梁子片区	131
9	灌溉规划	132
9.1	灌区概况	132
9.1.1	小清河本区	132
9.1.2	乌龙片区	132
9.1.3	东川坝区	132
9.1.4	乌龙、红土地镇梁子片区	132
9.2	灌区范围和面积	132
9.2.1	小清河本区	132
9.2.2	乌龙片区	133
9.2.3	东川坝区	133
9.2.4	乌龙、红土地镇梁子片区	133
9.3	灌溉制度设计	134
9.3.1	计算方法	134
9.3.2	作物组成及预测	134
9.3.3	作物灌溉制度	136
9.3.4	万亩综合过程线推求	146

9.3.5	灌水率的确定	147
9.3.6	灌溉定额合理性分析	149
9.3.7	灌溉节水及灌溉水利用系数	150
9.4	灌区需水预测	151
9.5	灌区工程规划	157
9.5.1	小清河本区	157
9.5.2	乌龙片区	157
9.5.3	东川坝区	158
9.5.4	乌龙、红土地镇梁子片区	158
10	水力发电规划	160
10.1	流域水能开发概况	160
10.2	干流梯级电站不同水平年计算	163
10.2.1	计算基本资料及基本参数	163
10.2.2	计算方法	164
10.2.3	计算结果	164
10.3	上游水资源开发利用对下游干流梯级电站的影响分析	165
10.4	结论及建议	165
10.4.1	结论	165
10.4.2	建议	166
11	水资源保护规划	167
11.1	水功能区划	167
11.1.1	云南省水功能区划	167
11.2	水质现状及主要问题	167
11.3	水资源保护规划目标与布局	169
11.4	入河排污口总量控制方案	169
11.5	水资源开发利用存在问题	170
11.6	水资源保护措施	170
11.7	水资源保护监测	171
12	水生态保护与修复规划	173
12.1	水生态环境现状	173
12.1.1	河道生态现状	173
12.1.2	重要生境情况	173
12.2	水生态与环境主要问题	173

12.3	水生态保护与修复任务	174
12.3.1	保障生态需水	174
12.3.2	河道及湖泊保护与修复	175
12.3.3	重要生境保护任务	175
12.3.4	建立生态补偿机制	176
12.4	水生态保护与修复措施	176
12.4.1	生态需水保障措施	176
12.4.2	河道及湖泊保护与修复措施	177
12.4.3	水生态监测措施	177
13	水土保持规划	178
13.1	规划原则	178
13.2	水土流失现状	178
13.2.1	水土流失现状	178
13.2.2	水土流失成因	179
13.3	面临的形势	179
13.4	存在的问题	180
13.5	规划范围及水平年	180
13.6	规划目标	180
13.7	综合防治规划	181
14	重大水工程规划	182
14.1	当地主要水源工程规划	182
14.2	雪岭水库	182
14.2.1	工程建设开发任务	182
14.2.2	工程规模	183
14.2.3	枢纽工程规划	197
14.2.4	输水线路布置	197
14.2.5	建设征地与移民安置	198
14.2.6	水土保持	200
14.2.7	环境影响评价	201
15	流域综合管理规划	202
15.1	管理现状及存在问题	202
15.1.1	管理现状	202
15.1.2	存在的主要问题	202

15.2	流域水利管理规划目标	203
15.3	体制与机制建设	204
15.3.1	管理体制建设与完善	204
15.3.2	管理机制建设与完善	204
15.4	水行政事务管理	205
15.4.1	规划管理	205
15.4.2	水资源综合利用管理	206
15.4.3	水资源保护管理	206
15.4.4	洪水管理	206
15.4.5	水土保持管理	206
15.4.6	河道管理	207
15.5	流域管理能力建设	207
15.5.1	管理决策信息化建设	207
15.5.2	科技支撑能力建设	207
15.5.3	人才队伍建设	208
15.6	水文站网规划	208
16	环境影响评价	210
16.1	规划概况	210
16.2	评价目的	212
16.3	评价依据及原则	212
16.3.1	评价依据	212
16.3.2	评价原则	214
16.4	环境现状调查与评价	215
16.4.1	环境现状调查	215
16.4.2	环境敏感区及环境保护目标	217
16.4.3	主要环境问题	218
16.5	环境影响预测与评价	219
16.5.1	水文情势及生态流量影响	219
16.5.2	大气环境	224
16.5.3	声环境	224
16.5.4	固体废弃物	225
16.5.5	土壤环境及土地资源影响分析	226
16.5.6	生态环境影响	227
16.5.7	人群健康	230

16.5.8 环境敏感区	231
16.5.9 生产安置及搬迁安置的环境影响分析	231
16.6 环境保护措施	231
16.6.1 水环境保护措施	232
16.6.2 空气环境保护措施	237
16.6.3 声环境保护措施	238
16.6.4 固体废弃物处置措施	239
16.6.5 生态环境保护措施	240
16.6.6 施工期人群健康保护措施设计	242
16.6.7 水土流失防治措施	242
16.6.8 移民安置区环境保护措施	243
16.6.9 环境敏感区保护措施	243
16.6.10 环境保护措施一览表	244
16.7 综合评价结论	245
16.7.1 结论	245
16.7.2 建议	245
17 实施意见与实施效果评价	246
17.1 近期工程实施意见及建议	246
17.2 近期工程实施效果分析	246
18 规划实施保障措施	247
18.1 政策保障	247
18.2 强化组织领导，明确工作职责	247
18.3 加大资金筹措方案	247
18.4 加强前期工作	248
18.5 加强监督管理	248
19 结论与建议	249
19.1 规划结论	249
19.2 建议	252

前 言

云南省水利水电勘测设计研究院于 1958 年编制完成的《云南省东川市小清河流域水电规划报告》为小清河流域水能的开发利用提供了重要的规划依据。该报告提出小清河流域的开发利用方式为以水能利用为主兼顾灌溉和人畜用水的跨流域综合利用开发，包括一个中型水库（即坝塘水库）和七个梯级水电站（即一级水电站——小龙潭电站、二级水电站——白抛湾电站、三级水电站——蚂蝗箐电站、四级水电站——岩头电站、五级水电站——钻天坡电站、六级水电站——麦地心电站和七级水电站——三江口电站，一～七级水电站总装机容量 42.51MW，多年平均发电量 2.03 亿 Kw.h），推荐近期开发的工程为坝塘水库、三江口电站、麦地心电站、钻天坡电站和蚂蝗箐电站。

从《云南省东川市小清河流域水电规划报告》编制完成至今的 20 余年里，东川的社会经济发展突飞猛进，社会经济发生了巨大转变。1998 年地级东川市被撤销，设立东川区划归昆明市管辖。2004 年云南省委、省政府建立了东川再就业特区；2009 年云南省委、省政府把东川区列为云南省第一批扩权强县试点县区；同年国务院将东川区列入国家第二批资源枯竭型试点城市。随着国家和云南省大力扶持，东川城市快速发展，人口快速增长，王业增长迅猛。

2009 年东川区人民政府从东川区社会经济长远发展考虑，提出对小清河流域的水资源开发利用规划进行重新修编，并委托云南省水利水电勘测设计研究院在《云南省东川市小清河流域水电规划报告》的基础上重新对小清河流域的水能和水资源开发利用方案进行修编，满足东川区社会经济的快速发展对水资源的需求。

云南省水利水电勘测设计研究院根据新的形势要求和实际情况，对小清河流域水能和水资源开发规划进行了修编，并编制完成《昆明东川区小清河流域规划报告》，提出工程开发实施方案。通过该规划修编，作为东川区唯一有条件开发利用条件的小清河，将形成“两库六站”的跨流域开发格局，为东川区社会经济可持续发展提供最为重要的水源保障。该规划从东川区社会经济发展对水资源的需求角度出发，对小清河流域的开发利用进行调整。原规划中的四、五、六、七级水电站和坝塘水库已经建成或正在建设，而一、二级水电站受工程建设条件的制约近期还不具备开发条件。从小

清河流域现状实际情况出发，本次规划对已经建成或正在建设的四、五、六、七级水电站和坝塘水利系统直接采用工程已有的设计成果；对近期不具备开发条件的一、二级水电站采用原有规划成果，作为远期方案，并进行电能指标复核；对近期具备开发条件的三级水电站，按照东川区社会经济发展对水资源的需求进行规划调整，将三级水电站调整为轿子山水库，供水任务为农田灌溉用水、城市用水和工业用水，通过技术经济比较、水库淹没损失、工程占地以及工程建设条件进行比较分析，确定轿子山水库的规模。

近年来随着东川区乌龙镇、红土地镇的快速发展，生活用水和灌溉用水需求大幅增加，供水压力日益增大，现有水利设施无法满足东川社会经济的快速发展。位于轿子山水库南干渠以下的乌龙片区由轿子山水库供水，南干渠以上部分现状仅有少量引水工程供农村人畜饮水和农田灌溉用水，供水保证率较低，缺水情况严峻。小清河左岸红土地镇农村人饮、轿子山水库库区右岸农村人饮、以及轿子山水库南干渠以上红土地镇各村委会人饮及灌溉、新坪大沟以上片区灌溉，现状仅有少量山箐供水，存在供水保证率低，枯期缺水严重等问题。原有的《云南省东川市小清河流域水电规划报告》提出的小清河流域开发利用方案，已不能满足东川区快速发展的社会经济对水资源的需求。

我公司项目组根据已有的《云南省东川市小清河流域水电规划报告》、《东川坝塘水利枢纽工程初步设计报告》、《东川轿子山水库工程初步设计报告》等资料，组织了各有关专业参与的联合野外查勘，为修编报告的完成奠定了坚实基础。

小清河流域为东川区唯一的、不可替代的水源。本次规划从东川区社会经济发展对水资源的需求角度出发，对小清河流域的开发利用进行调整。原规划中的四、五、六、七级水电站和轿子山水库、坝塘水库已经建成或正在建设，而一、二级水电站受工程建设条件的制约近期还不具备开发条件。从小清河流域现状实际情况出发，本次规划对已经建成或正在建设的四、五、六、七级水电站和轿子山水库、坝塘水利系统直接采用工程已有的设计成果；对近期不具备开发条件的一级水电站采用原有规划成果，作为远期方案，并进行电能指标复核；对近期不具备开发条件的一级水电站，按照东川区社会经济发展对水资源的需求进行规划调整，在一级电站和二级电站之间增加雪岭水库，供水任务为农田灌溉用水、集镇生活用水和农村生活用水，通过技术经

济比较、水库淹没损失、工程占地以及工程建设条件进行比较分析，确定雪岭水库的规模。

在工作过程中，得到了东川区委、东川区政府、东川区水务局等单位的帮助和大力支持，使该项工作能够顺利完成，在此一并表示衷心感谢。

1 流域概况

1.1 小清河流域概况

1.1.1 自然地理

东川素有“天南铜都”之称，境内铜矿储量丰富，铜文化历史悠久。东川是我国六大产铜基地之一，铜的地质储量占全国第二位，精矿含铜量占全国第三位，在我国有色金属及经济发展中东川铜业具有重要地位。

东川地处云贵高原北部边缘，属川滇经向构造带与华夏东北构造带结合过度部位。南北最大纵距 84.6km，东西最大横距 51.2km。境内山高谷深，地势陡峻，以小江为界，东侧乌蒙山系，最高峰“牯牛寨”海拔 4017.3m；西部为拱王山系，最高峰“雪岭”海拔 4344.1m，为“滇中第一峰”。东川境内金沙江与小江的交汇口，海拔仅为 695m，系昆明市海拔最低点。由于东川境内为世界深大断裂带，地质侵蚀强烈，形成典型的深切切割高山峡谷地貌，加之境内气流、降雨、土壤、植被等方面的差异，形成了典型的“一山分四、十里不同天”的立体气候。

小清河属金沙江水系，为小江左岸一级支流。位于东经 $102^{\circ} 52' \sim 103^{\circ} 06'$ 之间，北纬 $25^{\circ} 59' \sim 26^{\circ} 10'$ 之间。发源于流域西北部的拱王山脉，河源高程约 4020m。自河源起由西北向东南流经麻塘、新碳房、上岔河等村庄后在下岔河村到坝址，往下经土木村、李子树、晓光村、邹家村、箐水地和犀牛塘等地后转为东北向，流经干沟箐、中厂河、羊鼻子村后在洒海村下游附近汇入小江。总径流面积 349km^2 ，全河长 41.2km，河道平均比降 46%。小清河流域呈扇形，为羽状水系。流域形状系数 0.21，流域平均宽度约 9.1km。左岸水系较右岸更为发育，位于左岸的支流有上岔河、碳房沟、白抛湾、店房沟、晓光沟、四风口沟、小河、普岔河等 10 条；而右岸仅有猫猫箐、蚂蝗箐、畔河沟等 4 条。

流域内水系极为发育，有径流面积、河长大小不等的支流 18 条，左右岸各分布 9 条，水系发育基本对称。流域内水系呈树枝状发育，河网密度为：左岸密、右岸稀。左岸的主要支流有上岔河、碳房沟、白抛湾、店房沟、晓光沟、四风口沟、小河、普岔河等；右岸主要支流有猫猫箐、蚂蝗箐、畔得沟等。流域内的最大支流蚂蝗箐河位于右岸，发源于南部的干箐丫口，流向以南西北东向为主，先后流经毛坝子、下蚂蝗箐等村

后在轿子山水库坝址上游附近汇入小清河。

小清河流域内的植被多为针叶林，植被覆盖率在 30%~50%之间，但左右岸的植被覆盖差别很大。右岸晓光桥以上的植被覆盖率在 80%以上，而左岸的植被覆盖率还不足 5%，且为零星分布。总的来说小清河流域的植被较差，水土流失严重。特别是左岸由于受到强烈的侵蚀切割，切沟不断形成，冲沟发育甚至出现崩塌、滑坡、泥石流等现象。因此，左岸支流的雨洪汇流时间短，洪峰流量大，地下水补给量小；右岸支流的雨洪径流受到植被的有效调节，洪峰流量小，地下水补给量大。

1.1.2 地形地质

小清河流域地势西高东低呈梯级递降。流域北、西、南三面高山环抱，东南方向较为开阔低平，呈不对称的“撮箕”形，其中北部分水岭海拔高程在 3500~4300m 左右；西部分水岭最高海拔高程均在 4000m 以上，其中位于西部的马鬃岭、轿子山、大石梁子和白石岩等山顶的海拔高程都在 4223~4344m 之间；南部分水岭相对较低，海拔高程约 3000m 左右；而东部分水岭最低在 2600m 以下。每年雨季，来自东南和西南方向的暖湿气流，受到流域西北部高山的阻挡，被迫抬升，故小清河流域成雨条件好，是东川区降水量及降水强度最大的地区。

流域内左右岸的植被覆盖差别大。右岸晓光桥以上的植被覆盖率在 80%以上，而左岸的植被覆盖率还不足 5%，且为零星分布。总体来说，小清河流域的植被较差，水土流失严重，冲沟发育，多次发生崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害。

小清河流域位于小江活动性断裂带。地壳运动自中生代晚期以来长期上升；更新代至近代，是明显。地貌成因类型以构造侵蚀或侵蚀堆积为主，其形态特点为山高坡陡，河流湍急、瀑布、跌水屡见，山坡不稳定，冲沟、滑坡极为发育。河谷主要呈“V”形或“U”形，尤其是菁水地至犀牛塘一段，河床宽仅二十米左右，两壁陡峭，深切数十米，呈典型的障谷，仅大桥以下河谷渐宽，出现河漫滩、江心洲。中、上游菁水地、土木村、新发村、付家村等地，属小清河两岸不连续、不对称、微向河床倾斜的台地，宽 0.5~1.0km，高于河床 40~50m 至 100~200m 不等。

流域内主要出露的地层为上二迭统玄武岩和上三迭统至中侏罗统紫红色砂岩、泥岩，底部有一至二层砾岩，分布于上、中游，面积达 200km²，占流域总面积的三分之二。其次是震旦系、寒武系和二迭系下统为砂页岩、灰岩、白云岩等，在小清河下游，成带状分布。主要构造有小清河向斜、小兴山向斜、轴向北西或近南北，并受小江断裂

左旋扭动的影响，向斜轴南端均有向东弯转的趋势。向斜轴部为三迭、侏罗系红砂岩，两翼依次出露二迭系玄武岩、灰岩以及寒武系等地层。两翼不对称，并且小兴山向斜的西翼产生倒转。主要的含水层是二迭系下统灰岩及上统玄武岩。前者系裂隙——溶洞含水，最大的两个泉水燕子洞、白龙潭均出自该层，流量大于 $0.5\text{m}^3/\text{s}$ ；玄武岩为裂隙含水，由于构造裂隙发育，故含水较为丰富，如箐水地、犀牛塘一带，常见玄武岩中的裂隙下降泉高悬于小清河两岸的峭壁上，形成小瀑布。地下水由降雨及融雪补给，均向小清河排泄。三迭、侏罗系红色砂、泥岩和二迭系下统梁山组，寒武系中统西王庙组砂页岩为隔水层，如白龙潭就在栖霞茅口组灰岩与梁山组页岩的接触带，高于小清河约 1m 的山坡脚出露，为地下水补给河水的典型实例。

1.1.3 水文气象

小清河流域径流主要来源于降雨，春季有一定的融雪补给，流域降水量丰沛。径流量的大小分布与降水量的分布相一致。流域上游高程较高、降水量较大，降水量达 1600mm 左右，相应的径流量也较大。其产水模数在 $130\sim 140$ 万 m^3/km^2 之间，水库坝址以上的产水模数接近 135 万 m^3/km^2 。径流量的年际、年内变化情势及其空间分布与降雨量基本一致。经分析计算，水库本区多年平均产水量为 4841 万 m^3 ，多年平均径流深 1323mm 。流域内产水量的年际变化不大（年径流 $C_v=0.25$ ），但年内分配不均匀。汛期 $6\sim 10$ 月来水量约占全年来水量的 74% ，其中 7 、 8 、 9 三个月的径流即占年径流的 49% 左右。枯季（ $11\sim 5$ 月）来水量占全年来水量的 26% ，最枯为 4 月仅占 2.1% 。

洪水均由暴雨形成，发生时间与暴雨相应，主要发生在 $6\sim 10$ 月。根据箐水地站实测及调查的洪水资料分析，多年平均洪峰流量 $150\text{m}^3/\text{s}$ ，实测最大洪峰流量 $237\text{m}^3/\text{s}$ （ 1961 年），调查历史最大洪峰流量 $508\text{m}^3/\text{s}$ （ 1977 年）为实测最大值的 2.14 倍。雪岭水库流域面积不大，但河道平均比降达 185% ，属典型的山区性河流。故其洪水具有历时短、陡涨陡落等明显的山区性河流的一般洪水特性。故其洪水具有历时短、洪量相对集中、过程陡涨陡落等明显的山区性小流域洪水的一般特性，洪水历时一般在 24 小时以内。

1.2 社会经济

东川区是我国重要的有色金属工业基地，为国家经济发展、国防建设做出了重大贡献。东川区社会经济发展面临挑战与机遇并存的局面。挑战主要表现在：经济结构单一，转型困难，矿业经济仍占全区工业产值的 90% 、财政收入的 60% 以上；环境破坏严重，

滑坡、泥石流等多种地质灾害频繁，生态恶化的总体趋势尚未得到根本改变，可持续发展的任务十分艰巨；交通、市政、水利等基础设施薄弱，发展受到制约；城乡贫困面大，农村还有 7.8 万贫困人口，近 2 万城镇居民生活困难，地方财政收支矛盾突出，长期依靠上级补助；失业率居高不下，城市登记失业率高达 40.2%，就业和再就业任务十分艰巨等。

为解决东川的特殊困难和问题，支持东川发展，为我国资源型城市转型进行探索，2004 年省政府决定在东川建立再就业特区。在再就业特区实行优于国家西部大开发、省招商引资和发展非公有制经济等方面的政策，在税收、劳动就业、土地审批、产业扶持等方面给予特殊优惠，并在财政补助资金、基础设施建设、异地开发扶贫等方面给予特殊倾斜支持。

再就业特区产业发展将依托东川铜、铁、磷、河砂等资源和立体气候、干热河谷热区等优势资源，以及现有工业企业基础，积极发展有色金属冶炼及产品深加工、磷化工、新型建材、制药、食品加工、农产品加工和运输服务等劳动密集型产业，形成多元化产业发展格局。实施产业结构调整，加大老工业基地的改造升级，积极发展劳动密集型产业。规划布局分南北两片，南片区约 21km²，位于东川区碧谷镇西部；北片区位于东川区绿茂乡西部，南起大黑脑，北至大尖山，约 81km²。南片区主要以提升现有铜冶炼、磷化工，发展制药、农产品加工、轻工及新型建材、葡萄酒酿造等劳动密集型产业为主；北片区主要发展铝、铁冶炼及机械制造业。

全区 2020 年末户籍人口 316484 人，其中，城镇户籍人口 133382 人，乡村户籍人口 183102 人，户籍人口城镇化率为 42.14%。年末常住人口 28.5 万人，常住人口城镇化率为 42.96%；常住人口自然增长率 6.33‰。

2020 年，全区农林牧渔业总产值完成 211856 万元，同比增长 6.4%。其中：农业产值完成 105896 万元，增长 48%；林业产值完成 12078 万元，增长 5.4%；牧业产值完成 83134 万元，下降 30.1%；渔业产值完成 2065 万元，增长 6.2%；农林牧渔专业及辅助性活动产值完成 8683 万元，增长 3.1%。全区农林牧渔业增加值完成 116357 万元，同比增长 7.9%。第一产业增加值完成 113000 万元，同比增长 5.2%。

2020 年，全区地区生产总值完成 123.1 亿元，同比增长 5.5%，增速全市排名第二。其中：第一产业增加值完成 11.39 亿元，同比增长 6.4%；第二产业增加值完成 31.28 亿元，同比增长 11.1%；第三产业增加值完成 80.43 亿元，同比增长 3%。

乌龙镇位于东川城区西南部，东临铜都街道办事处，南临阿旺镇，西与红土地镇接壤，北与汤丹镇为邻，镇政府所在地距东川城区 24km，国土面积 134.39km²，镇内最高海拔 2676m，最低海拔 1089m。2020 年年末，全镇下辖碑棋、店房、跑马 3 个社区居民委员会，坪子、园子、土城、马店、半坡、水井、坝塘、包包、大村子、瓦房、大水井 11 个村民委员会，98 个村民小组，102 个自然村。2020 年末，全镇户籍人口 8664 户 26441 人，比去年增加 44 人，增长率 0.0378%。其中农业人口 18219 人，占总人口的 68.9%，非农业人口 8222 人，占总人口的 31.1%。少数民族 2161 人，占总人口的 8.17%，其中回族 1663 人，彝族 260 人，苗族 27 人，布依族 19 人，白族 33 人，哈尼族 41 人，壮族 31 人，傣族 28 人，傈僳族 13 人，其他少数民族 46 人。2020 年年末，全镇总耕地面积 68192 亩（土地确权），其中水田 6000 亩，旱地 62192 亩。2020 年末，大牲畜存栏 5671 头，牛存栏 5210 头，累计出栏 1928 头；猪存栏 9463 头，累计出栏 12822 头；羊存栏 8641 只，累计出栏 4442 只；家禽（鸡）存栏 10.5 万只，累计出栏 23.2 万只；累计肉类总产量 2115.7 吨。

红土地镇位于东川区西南部，距东川主城区 75km，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 322.93km²，境内山多谷深，多为河流峡谷地带。红土地镇下辖 15 个行政村，122 个村民小组，134 个自然村，农业人口 21166 人，城镇人口 1160 人，总人口 22326 人，少数民族 1800 人，水田 65.3 公顷，旱地 1200.2 公顷，农村经济总收入 7246 万元，农民人均纯收入 1860 元，粮食总产量 0.742 万吨，地方预算收入 121 万元，固定资产投资额 3500 万元，城镇居民可支配收入 3500 元，农民专业合作社 9 个，财政收入 121 万元，个体工商户 81 户，工业总产值 634 万元，招商引资完成 3500 万元，劳务输出 1834 人。

1.3 水资源概况

东川区的降雨主要受气流和地形影响，夏秋季节，孟加拉湾的暖湿气流从西南方向进入境内，带来大量水汽，降雨量较大，湿度大。由于雨量随高度增加，使河流产水量上游多余中游，中游多余下游，同一高度迎风坡大于背风坡。

东川区面积 1859km²，多年平均降雨量 1001.1mm，年径流深 493mm，东川区年径流量（水资源总量）9.318 亿 m³，外来入区水量 7.371 亿 m³，出区水量 16.2097 亿

m^3 ，本区净耗水量 0.4793 亿 m^3 ，仅占年径流量的 5.14%。东川境内各河流均属金沙江水系，主要有普渡河（与禄劝县界河）及其支流，小江及其支流，块河、乌龙河、小清河、黄水管等，均为山间性河流；其特点是流量小、变幅大、流程短、纵坡大、沿岸侵蚀能力强，河水暴涨暴落，造成大量地表水蓄水无条件，提水扬程高，引水亦困难，虽然全区水资源总量比较大，但高水无处蓄、低水无用处，大部分地区形成“山下江水哗哗流，山上滴水贵如油”的现象。

小清河全长 41.2km，河道平均比降 8.2‰，总径流面积 348 km^2 。流域产水模数在 130~140 万 m^3/km^2 左右，小清河源头段的产水模数接近 130 万 m^3/km^2 。往下至箐水地水文站区间为 110 万 m^3/km^2 ，再往下至与小江交汇口区间减至 80 万 m^3/km^2 左右。小清河流域水资源总量为 2.88 亿 m^3 。

1.4 水旱灾害

1.4.1 洪水灾害

东川以洪灾、泥石流灾较多，多发生在夏秋季，6~8 月出现次数最多，多发生在河谷、半山区。

1957 年 7 月雨水集中，营棚、乌龙、新乐、荒田等地受灾面积 1.68 万亩，粮食减产 187 万公斤。1977 年，全区普降大暴雨，团结渠被冲毁；乌龙一带降雨达 142mm，爆发泥石流，晓光桥被冲毁，附近农田被淤埋。1983 年 6 月，达德河、黑水河、小海河、里里落沟等地因单点暴雨爆发泥石流，冲毁公路、铁路和团结渠。1985 年 6 月，高山区降雨达 357.1mm，突破了有记录以来的历史最大值，全市夏季受灾面积 2.8 万亩，新村以南 12km 的老干沟爆发泥石流，淤埋了团结渠涵洞，公路断道 5 天，铁路明洞被埋。

1.4.2 干旱缺水状况

东川区属全省年降雨量较少的地区之一，干旱主要发生在冬春两季。冬春干旱与头年雨季结束早迟密切相关，雨季结束早，秋、冬少雨导致春旱严重。河谷区干旱情况比山区、半山区严重。

1960 年，全区大旱，农作物受旱面积达 60%以上，受灾面积 4.47 万亩，粮食减产 567 万公斤。1963 年全区大旱，河谷区自上年 11 月至当年 6 月上旬，连续干旱 220 天，总雨量仅 21mm，部分地区还有秋旱，受灾面积达 14.18 万亩，成灾面积 0.58 万亩。1972

年，夏季雨水偏少，干旱严重，受灾面积 5.82 万亩，成灾面积 3.22 万亩。1975 年，夏秋少雨，大春作物受旱面积达 9 万亩，粮食减产，500 万公斤。1985 年，河谷区冬旱严重，冬雨仅有常年平均值的 19%，全市受旱面积 2.78 万亩，成灾面积 2.03 万亩，小春粮食减产 1.18 万公斤。

1.5 相关规划成果

(1)《东川市小清河流域水电规划报告》(1984 年版)

小清河为小江左岸一级支流，发源于东川区与禄劝县交界的轿子雪山，1984 年云南省水利水电勘测设计院受东川市政府委托，开展了《东川市小清河流域水电规划报告》，报告中提出了沿河开发和跨流域开发两种方式，推荐开发方式为跨流域开发方式。

《东川市小清河流域水电规划报告》推荐的跨流域开发方式为：在流域本区规划四级水电站，均位于箐水地以上，在满足本区和河流生态用水的情况下，在箐水地筑低坝，从右岸取水，通过输水隧洞，在钻天坡穿过分水岭，到达乌龙河、大白河流域，在钻天坡和坝塘（麦地心）利用天然落差，拟建设小清河五级、六级水电站。五级水电站小部分尾水进入乌龙灌区作为灌溉用水，大部分尾水进入六级水电站。六级水电站尾水进入坝塘水利系统，通过坝塘水利系统调节后供给东川区城市生活用水和碧谷灌区灌溉用水，余水再利用 440m 的地形落差供七级水电站发电。

规划的梯级水电站为：小龙潭、白抛湾、蚂蝗箐、岩头、钻天坡、麦地心、三江口。其中小龙潭、白抛湾、蚂蝗箐、岩头位于小清河本区，钻天坡、麦地心、三江口位于箐水地以下 16km 引水线路上。小清河梯级水电站特征见表 1.5-1。

表 1.5-1 小清河流域规划和已建梯级水电站特征表

电站分级	站址	装机 (kW)	流量 (m ³ /s)	落差 (m)	建设情况
一	小龙潭	2×630	0.63	291.9	未建
二	白抛湾	2×800	1.87	125.7	已建
三	蚂蝗箐	2×3200	4.8	170	未建
四	岩头	3×3200	7.8	155.9	已建
五	钻天坡	2×3200	8.4	107	已建
六	麦地心	2×3200+1×2500	7	185	已建
七	三江口	24000	7	440	已建

目前，箐水地引水坝已建成，箐水地至钻天坡引水隧洞已基本建成，隧洞过流能力为 $9.0\text{m}^3/\text{s}$ 。二级电站、轿子山水库、坝塘水库、四级水电站（岩头）、五级水电站（钻天坡）、六级水电站（麦地心）、七级水电站（三江口）水电站已经建成。

（2）《昆明东川区小清河流域规划报告》（2009 年修编）

2009 年东川区人民政府从东川区社会经济长远发展考虑，提出对小清河流域的水资源开发利用规划进行重新修编，并委托云南省水利水电勘测设计研究院在《云南省东川市小清河流域水电规划报告》的基础上重新对小清河流域的水能和水资源开发利用方案进行修编，满足东川区社会经济的快速发展对水资源的需求。

云南省水利水电勘测设计研究院根据新的形势要求和实际情况，对小清河流域水能和水资源开发规划进行了修编，并编制完成《昆明东川区小清河流域规划报告》，提出工程开发实施方案。项目组根据已有的《云南省东川市小清河流域水电规划报告》、《东川坝塘水利枢纽工程初步设计报告》等资料，组织了各有关专业参与的联合野外查勘，为修编报告的完成奠定了坚实基础。

小清河流域为东川区唯一的、不可替代的水源。规划从东川区社会经济发展对水资源的需求角度出发，对小清河流域的开发利用进行调整。原规划中的四、五、六、七级水电站和坝塘水库已经建成或正在建设，从小清河流域现状实际情况出发，规划对已经建成的四、五、六、七级水电站和坝塘水利系统直接采用工程已有的设计成果；对近期不具备开发条件的一、二级水电站采用原有规划成果，作为远期方案，对近期具备开发条件的三级水电站，按照东川区社会经济发展对水资源的需求进行规划调整，将三级水电站调整为轿子山水库，供水任务为农田灌溉用水、城市用水和工业用水。通过规划修编，作为东川区唯一有条件开发利用条件的小清河，将形成“两库六站”的跨流域开发格局，为东川区社会经济可持续发展提供最为重要的水源保障。

1.6 水利建设现状

小清河本区现状农田灌溉供水设施包括新坪水沟、土木村沟、新建小河水库，农村居民及人畜用水依靠山箐水和五小水利工程解决。新坪位于小清河上游左岸，引小清河水，从白抛湾起，至小坪子，全长 25km ，设计引用流量 $0.6\text{m}^3/\text{s}$ ，灌溉银水箐、新乐、蚂蝗箐、大坪子、二坪子等村的 2290 亩农田。土木村等小引水沟控制小清河沿岸耕地 925 亩。现状小清河本区无实测用水资料，只能通过农村人畜和农田灌溉定额进行推算。

现状小清河本区农村人畜用水 135.5 万 m^3 ，农田灌溉用水 1571 万 m^3 。

乌龙片区现状农田灌溉供水设施为旱谷地水沟，农村居民及人畜用水依靠山间溪流和五小水利工程解决。旱谷地水沟位于乌龙镇西南侧，从老土城引乌龙河水，设计引水流量 $0.3\text{m}^3/\text{s}$ ，全长 9km，控制旱谷地、大荞地、三家村等地的 0.375 万亩耕地；由于沟渠大部分地段属于滑坡体，雨季经常出现滑坡垮塌，影响了工程的正常通水，供水保证率极低。现状乌龙片区农村人畜用水 43.1 万 m^3 ，农田灌溉用水量 483 万 m^3 。

东川坝区现有水利工程包括团结渠和已经建成的坝塘水利系统。团结渠始建于 1969 年，南起阿旺镇大石头村，终于铜都镇大寨村，引水水源为大白河，主干渠长 34.3km，设计引水流量 $4.0\text{m}^3/\text{s}$ ，灌溉铜都镇碧谷灌区约 2 万亩耕地。坝塘水利系统是一项跨流域引水、蓄水和供水的中型水利工程，水库位于乌龙镇坝塘村，距离东川城区 5km；工程取用水源为小江支流小清河，从小清河箐水地筑坝取水，经钻天破隧洞至五级水电站，再绕老和田、东水井、老村子一线的东面山坡顺小陡者山脊进入坝塘水库西北角；水库供水对象为东川城市及工业供水、碧谷灌区和乌龙灌区农田灌溉供水，水库总库容 1841.15 万 m^3 ，兴利库容 1477 万 m^3 ； $P=95\%$ 供水量为 4499.4 万 m^3 ；工程于 2003 年 2 月开工，2007 年 8 月云南省水利厅批复同意坝塘库区进行分阶段性试蓄水工作，即：2007 年度蓄水 16m，2008 年度蓄至正常水位。

南干渠以上乌龙片区和红土地片区根据调查，规划区灌区农业用水基本无法满足，规划区内，规划区内其他片区只能依靠天然降水解决，严重制约了当地的经济发展。规划灌区耕地总面积为 4.0 万亩，灌区现有拟建清水河水库、新坪大沟、零星渠道，供需平衡应根据现有供水工程实际情况，对现有供水工程充分、合理利用、发挥现有水利设施的作用为原则。雪岭水库修建完成后拦蓄小清河上游来水，规划年可通过灌区周边山箐供水，所以规划水平年灌区渠道保持不变，考虑渠道的可供水量，规划水平年继续承担所控制灌区供水任务。通过计算可知，灌区附近天然山箐较多，但是来水量年内分配不均，汛期来水量大，枯期来水量小，枯期基本只能保证生态河道的需水量，所以规划水平年清水河水库保灌面积为 0.428 万亩，零星渠道保灌面积为 0.09 万亩，花沟水库保灌面积为 0.12 万亩，龙潭水库保灌面积为 0.2148 万亩。

规划区现状水利工程主要分布在东川坝区，东川坝区水资源开发利用程度较高，解决缺水情况只能依靠外流域引水；乌龙灌区仅有少量引水工程，受地理位置限制，可以

开发的本区水利工程较少，只能依靠外流域引水满足本区用水需求；红土地镇片区及轿子山水库南干渠以上片区只能依靠外流域引水满足本区用水需求；小清河本区水利工程仅有少量引水沟渠，而本区水资源较为丰富，水资源开发利用程度较低，是解决东川坝区和乌龙片区、红土地片区缺水问题的最优水源。

1.7 存在问题

(1) 东川区水利工程已滞后于东川区社会经济的快速发展，现有水利设施已经不能满足东川区社会经济发展对供水的要求。东川区已经建设的水利工程，对促进东川国民经济发展起到了不可替代的重要，随着东川再就业特区的成立，被确定为国家资源枯竭型城市、云南省扩权强县试点县区，“543 倍增计划”的提出，可以预见东川区社会经济将继续呈现快速发展的态势，对水资源的需求将进一步增加，缺水情况将进一步加剧。

(2) 规划区内除坝塘水利系统、轿子山水库外，无控制性骨干水利工程。东川区特殊的地理特征，区内各条河流汛期和枯期来水量差别较大，汛期来水量占全年来水量的 75%~80%，来水量时间分布不均。而农业等用水较大的部门用水量都集中在枯期的 4~6 月，由于无具有调节性能的控制性骨干水利工程，造成汛期大量弃水，枯期需要大量用水时，无水可供。东川亟需新建控制性骨干水库工程，将汛期多余水量存蓄起来供枯期需要用水的时候使用。

(3) 规划区无专门的供水水源工程，农村人畜饮水主要由天然箐沟水供给，存在用水保障率低，水质不达标等问题。根据调查，规划区灌区农业用水基本无法满足，只有小清河左岸水稻灌区现状有新坪大沟，小清河右岸仓房、龙树灌片及其他旱作灌片有零星渠道，小清河与乌龙河之间的乌龙片区、红土地片区现状仅有规模较小的清水河水库、龙潭水库、花沟水库供水，工程规模有限，供水难以保证，规划区内其他片区只能依靠天然降水解决，严重制约了当地的经济的发展。

(4) 规划区内水资源空间分布不均，水资源较为丰富的小清河流域开发利用程度较低，规划水平年需水量增加不大，可以利用的水资源较多；红土地片区和乌龙片区由于地理位置限制，规划水平年已无新建水利工程的可能，缺水情况将进一步加剧。解决红土地镇片区和乌龙片区缺水问题的唯一途径是通过新建跨流域引水工程，在空间上重新分配水资源，将小清河的水量引入红土地镇片区和乌龙片区，解决该区域社会经济发展所需要的水资源问题。

2 水文

2.1 流域概况

2.1.1 自然地理

小清河属金沙江水系,为小江左岸一级支流。位于东经 $102^{\circ} 52' \sim 103^{\circ} 06'$ 之间,北纬 $25^{\circ} 59' \sim 26^{\circ} 10'$ 之间。发源于流域西北部的拱王山脉,河源高程约 4020m。自河源起由西北向东南流经麻塘、新碳房、上岔河等村庄后在下岔河村到坝址,往下经土木村、李子树、晓光村、邹家村、箐水地和犀牛塘等地后转为东北向,流经干沟箐、中厂河、羊鼻子村后在洒海村下游附近汇入小江。总径流面积 349km^2 , 全河长 41.2km,河道平均比降 46%。小清河流域呈扇形,为羽状水系。流域形状系数 0.21,流域平均宽度约 9.1km。左岸水系较右岸更为发育,位于左岸的支流有上岔河、碳房沟、白抛湾、店房沟、晓光沟、四风口沟、小河、普岔河等 10 条;而右岸仅有猫猫箐、蚂蝗箐、畔河沟等 4 条。

小清河流域属云贵高原滇东岩溶高原区,流域的地形地貌较复杂,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,河流湍急,瀑布、跌水屡见,山坡不稳定,冲沟、滑坡极为发育。河谷主要呈“V”形或“U”形,尤其是箐水地至犀牛塘一段,河床宽仅 20m 左右,两壁陡峭,深切数十米,呈典型的障谷。流域地势西高东低呈梯级递降。流域的北、西、南三面均被高山环抱,唯有东南方向较为开阔低平,呈不对称的“撮箕”形,其中北部分水岭海拔高程在 3500~4300m 左右;西部分水岭最高海拔高程均在 4000m 以上,其中位于西部的马鬃岭、轿子山、大石梁子和白石岩等山顶的海拔高程都在 4223~4344m 之间;南部分水岭相对较低,海拔高程约 3000m 左右;而东部分水岭最低在 2600m 以下。每年雨季,来自东南和西南方向的暖湿气流,受到流域西北部高山的阻挡,被迫抬升,故小清河流域成雨条件好,是东川区降水量及降水强度最大的地区。

小清河流域内的植被多为针叶林,植被覆盖率在 30%~50%之间,属中低复被。但左右岸的植被覆盖差别很大。右岸晓光桥以上的植被覆盖率在 80%以上,而左岸的植被覆盖率还不足 5%,且为零星分布。总的来说小清河流域的植被较差,水土流失严重。特别是左岸由于受到强烈的侵蚀切割,切沟不断形成,冲沟发育甚至出现崩塌、滑坡、

泥石流等现象。而雪岭水库坝址以上由于植被覆盖率较高，水土流失主要区域为沿河两岸耕地，但所占面积不大，约占水库流域面积的 20%。

本次规划的重点水源工程雪岭水库，位于小清河上游红土地镇。雪岭水库位于昆明市东川区红土地镇，小江左岸一级支流小清河上，水库坝址位于下岔河村，推荐的水库坝址地理坐标为东经 $102^{\circ} 54' 43''$ ，北纬 $26^{\circ} 06' 09''$ 。雪岭水库流域平均高程约为 3542m，坝址流域面积 36.6km^2 ，河长 7.4km，河道平均比降 185‰。

2.1.2 气候概况

小清河流域海拔高程相差大，自河谷最低的 1100m 到最高分水岭的 4344m，最高最低相差达 3244m。因此，小清河流域内立体气候极为显著，从最高到最低包括了高山苔原带、北温带、中温带、南温带、北亚热带和中亚热带六个气候带。而水库流域内高程一般在 2200~4344m 之间，平均高程在 3000m 以上。高程在 2200~2500m 的区域属中温带，2500~4000m 的区域属北温带，4000m 以上区域属高山苔原带， 145km^2 的流域内具有三个不同的气候带。

流域内降水随高程的变化极为明显，海拔高程每增高 100m 降水量约增大 19mm。降水量的年际变化不大，但年内分配极不均匀，雨季 6~10 月降水量占年降水量的 80% 以上，其中尤以 6、7、8 三个月的降水量最大，约占年降水量的 60%。小江流域内的新村、汤丹和落雪三个气象站的有关气象特征值基本可反映出小清河流域立体气候的特点。

2.1.3 水文概况

小清河流域径流主要来源于降雨，春季有一定的融雪补给。径流量的大小分布与降水量的分布相一致。流域上游高程较高、降水量较大，相应的径流量也较大。其产水模数在 $130\sim140$ 万 m^3/km^2 左右，水库坝址以上的产水模数接近 130 万 m^3/km^2 。往下至箐水地水文站区间为 110 万 m^3/km^2 ，再往下至与小江交汇口区间减至 80 万 m^3/km^2 左右。流域内产水量的年际变化不大（年径流 $C_v=0.26$ ），但年内分配不均匀。汛期 6~10 月来水量约占全年来水量的 86%，其中 7、8、9 三个月的径流即占年径流的 56% 左右。而枯季（11~5）月来水量不到全年来水量的 15%，最枯 4 月仅占全年径流量的 2.7%。

洪水均由暴雨形成，发生时间与暴雨相应，主要发生在 6~9 月。根据箐水地站实测及调查的洪水资料分析，多年平均洪峰流量 $150\text{m}^3/\text{s}$ ，实测最大洪峰流 $237\text{m}^3/\text{s}$ （1961

年), 调查历史最大洪峰流量 $508\text{m}^3/\text{s}$ (1977 年) 为实测最大值的 2.14 倍。小清河流域面积不大, 但流域内山高坡陡, 河道比降大, 属典型的山区性河流。故其洪水具有历时短、陡涨陡落等明显的山区性河流的一般洪水特性。

2.2 基本资料情况

2.2.1 实测资料

2.2.1.1 气象资料

小江流域内有新村、汤丹、落雪三个气象站, 其中汤丹气象站位于小清河下游出口附近。三站在观测期内均有降水、蒸发等气象要素观测资料 (资料情况见表 2.1)。

表 2.1 各气象站资料情况

站名	测站高程 (m)	观测年限	观测项目
东川	1254	1957.2~2021 年	降水、蒸发、气温等
汤丹	2252	1957.3~1990 年	降水、蒸发、气温等
落雪	3228	1957.5~1987 年	降水、蒸发、气温等

2.2.1.2 水文资料

小清河流域内曾建有中厂河、箐水地和犀牛塘 3 个水文站 (其中箐水地与下游犀牛塘站的径流面积仅相差 4.3%, 可将犀牛塘站的实测径流资料经面积比转换为箐水地站)。下游小江干流上建有小江站, 此外, 相邻流域还有小江支流块河上的块河站和大白河上的达德站以及普渡河支流洗马河上的大石房和清水河站。但除小江站外, 其余各站的实测系列均较短, 最长不超过 15 年 (大石房), 各水文站的资料情况见表 2.2。

各水文、气象站的测站位置见图 2.1。

表 2.2 水文资料情况

站名	流域	河名	F (km^2)	观测年限	观测项目
小江	小江	小江	2241	1957.04~1966.12 1973.01~1991.06	水位、流量、泥沙
达德	小江	大白河	743	1958.01~1964.12	水位、流量
块河	小江	块河	725	1958.01~1961.12	水位、流量

箐水地	小江	小清河	208	1958.03~1961.05	水位、流量
中厂河	小江	小清河	245	1958.03~1960.12	水位、流量
犀牛塘	小江	小清河	217	1963.01~1966.05	水位、流量
大石房	普渡河	洗马河	880	1953.07~1968.12	水位、流量
清水河	普渡河	洗马河	84.3	1958.05~1966.12	水位、流量
七星桥	牛栏江	牛栏江	2549	1954.01~2021.12	水位、流量

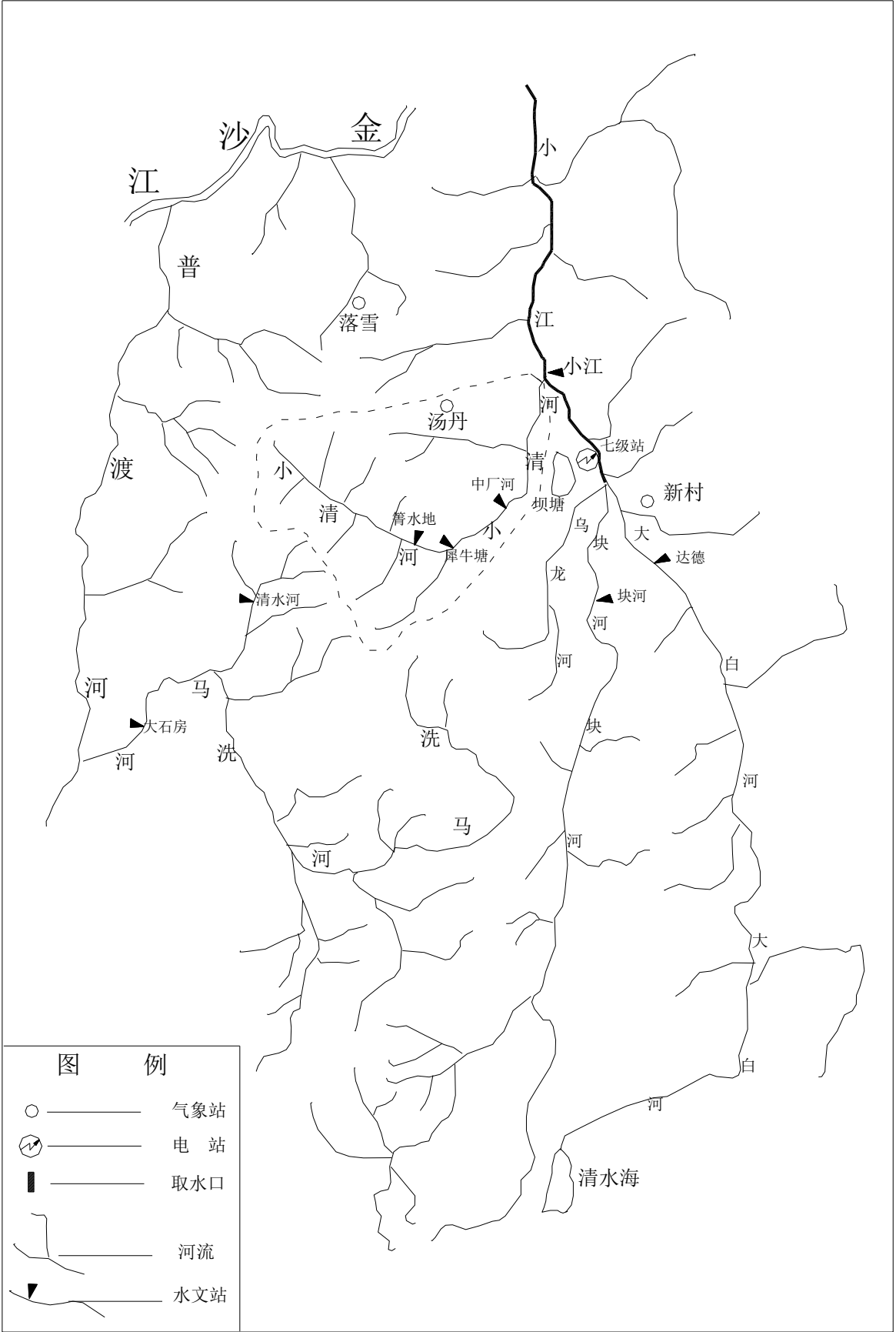


图 2.1 小江流域气象、水文测站位置示意图

2.2.2 历史洪水调查资料

1958 年昆明冶金设计院和东川矿务局水文队在小清河箐水地附近调查到了 1908 年的历史洪水，洪峰流量为 $240\text{m}^3/\text{s}$ ，重现期约为 50 年。1977 年 7 月 26 日，在小清河发生了一场历史上罕见的洪水，晓光桥被冲。洪水发生后的第三天，东川矿务局水文队对该场洪水进行了调查，该场洪水河床冲深约 2m，原埋在河床中多年的圆木整个露出，木质硬，已成“阴沉木”。同时晓光桥基础被掏，拱顶塌落。根据当时实际河床与洪痕，实测了五个断面，按比降法推求得到该年洪峰流量为 $508\text{m}^3/\text{s}$ 。鉴于该年洪水为 1908 年以来的第一大，而且河床“阴沉木”被冲出，估计该年洪水的重现期约为 80~150 年。

2.2.3 水文资料可靠性和一致性评价

2.2.3.1 可靠性分析

在坝塘水库可行性研究和初步设计阶段，已对小江流域小江站及小清河各站的水文资料均作了系统的分析复核，在云南省水利水电技术咨询管理中心“东川区坝塘水库水利枢纽工程可行性研究报告的评审意见”中，基本同意可行性研究报告对上述各站水文资料的复查意见。主要结论如下：

由于小江站测流以及整编均存在着无法控制的各种因素的共同影响，其大小存在不固定的误差，这种误差也属随机误差范畴。根据其特性分析，其正、负误差出现的概率相等，代数和趋近于零。因此小江站短历时的流量成果误差较大，但历时增长时，由于随机误差的抵偿性，流量精度相对要高。从小江的历年测验情况看，1966 年以前（10 年）测流次数大都超过了 160 次，200 次以上的有 5 年，最多达 275 次，该时期由于测流次数较多，其流量整编成果相对较高。而 1973 年以后虽然测次较 1966 年以前有所减少，但大多数年份的测次也在 100 次左右。因此对于长历时的径流资料小江站的测验成果还是具有一定精度的。在本次水文分析中小江站主要作为小清河流域其它站点径流资料插补延长的参证站，此时主要用到的是较长历时（月）的径流量。故其资料基本满足精度要求。

3、小清河流域的箐水地、中厂河、犀牛塘站的实测流量资料精度虽达不到正规测站的要求（各站的实测系列均较短，最长不超过 15 年），但经与具有一定精度的小江站长历时径流资料对比分析认为，三站实测的年、月经流资料基本合理。

小清河流域的箐水地、中场河、犀牛站各年的水位、流量测验、整编均按全国实行

的统一技术标准、技术规定及有关规范进行，各站历年观测水位资料符合规范要求，无漏测、缺测现象。过程线连续，年头年尾衔接，整编合理，资料可靠。流量测验均以流速仪测速为主，浮标测速次数很少，保证了测流精度。流量整编由云南省水文水资源局负责整编、审查和刊印。因此，水文实测、整编成果可靠。

2.2.3.2 一致性分析

小江站上游的水利工程，相对控制面积不大，对小江站径流年际变化及年内分配影响不大。箐水地、犀牛塘、中厂河站收集资料年限内上游无水利工程，基本处于原始状态，人类活动对径流的影响甚微。综上，上述各站的水文资料具有一致性，无需进行径流系列的还原计算。

相邻牛栏江流域七星桥水文站站址断面以上流域，人类活动影响较大，据 2005 年资料统计，七星桥水文站以上流域内水库塘坝就达数百件，有效灌溉面积超过 20 万亩，现有人口约 53 万人，工业及城市生活用水近 2000 万 m^3 。由于工程拦蓄、河道外用水等逐年来不断变化（增加），站点径流资料已远非天然径流，故在使用时需进行天然径流还原以使系列满足一致性要求。

2.2.3.3 代表性分析

汤丹、东川气象站的实测降水等水文要素系列均超过 30 年，根据《水利水电工程设计洪水计算规范》SL44—2006 中规定，基本满足分析计算要求，其系列明显有着一定的代表性。

2.2.4 地区综合资料

(1)《云南省水资源综合规划水资源调查评价专题报告》（以下简称《报告》）及配套降水、径流深等值线图。

2007 年版的《报告》，由云南省水利水电厅组织，云南省水文水资源局主编，是云南省水资源调查评价工作多年的重要结晶。本次水资源调查评价在全国 1980 年第一次水资源调查评价工作的基础上，根据近 20 年来云南省水资源条件的变化等新情况，对云南省水资源及水环境的基础资料进行了大量的资料收集、补充监测、统计、分析和评价等工作，并通过增补水文系列，对水资源数量、质量、可利用量的时空分布特点和演变趋势进行了全面系统的分析。

《报告》资料沿用至 2000 年，根据《报告》配套的降水、径流深等值线图，采用面积加权平均的方法计算平均降水量、径流深，对云南省内相关水文站实测径流系列进行分析对比，计算成果相差范围不大，精度较高，故认为《报告》的成果本阶段可以作为参考资料使用。

(2)《云南省暴雨洪水查算实用手册》

据 2006 年发布的《水利水电工程设计洪水计算规范》(SL44-2006)中的规定，“当流域面积小于 1000km^2 ，实测资料又短缺时，可采用经审批的暴雨径流查算图表作为计算设计洪水的一种依据”。1992 年出版的《云南省暴雨洪水查算实用手册》是云南省水利电力厅编制，并以云水规字(1992)92 号文要求全省集水面积在 1000km^2 以下的无资料地区使用。该《手册》于 2007 年由云南省水文水资源局对各短历时暴雨均值及 C_v 值进行了重新修订，并正式刊印出版了《云南省暴雨统计参数图集》，且已通过评审验收，可以使用。

2.3 径流

2.3.1 径流系列代表性分析

2.3.1.1 代表站选择

各站的实测水文资料系列长短不一，在径流分析中，需确定径流系列最短代表段。径流来源于降水，径流特性与降水特性基本一致，综合考虑分析范围内各站的实测资料情况，选择资料精度较高，系列较长的东川气象站作为代表性分析的依据站。以该站 1957~2021 年（水文年）共 65 年的径流系列近似作为总体，分析各段系列对其的代表性。

2.3.1.2 代表性分析及计算系列确定

将东川气象站 1957~2020 年（水文年）的降水系列近似视为总体，自 2020 年起用逆时序分析的方法作降水系列的累积平均、累积 C_v 及差积曲线分析，分析如下：

由差积曲线可看出，1957~2020 年是一个由枯到丰再到枯的变化周期，丰、枯水年交替出现具有一定周期性。由累积平均曲线可看出，降水量均值随系列的增长逐渐趋于稳定。当系列逆时序至 1992 年后，降水量均值基本稳定下来。1992~2020 年短系列与长系列 1957~2020 年的均值比为 0.999。由累积 C_v 曲线可看出， C_v 具有随系列增长逐

渐趋于稳定的变化趋势。当系列长至 1970 年时（1970～2020 年）降水量 C_v 基本稳定下来，其 C_v 在 0.174 左右，说明降水量系列增至 30 年左右基本稳定，具有一定代表性，基本能反映出总体的统计特性。

通过分析可看出，当降水量系列长度超过 30 年逆时序到 1970 年，系列的均值、 C_v 值均具有较好的代表性， C_v 值比长系列的 C_v 值偏大 0.6%，均值相差 0.3%，而且在该段 64 年的系列丰水年占 29.7%、平水年占 39.1%、枯水年占 31.2%，包含了完整的丰、平、枯水段，因此该段系列基本可反映出较长时期内降水年际变化特性，具有一定代表性。

径流来源于降水，因此径流系列 1970～2020 年（水文年）可作为径流分析的最短代表段，考虑到小清河流域站点资料最早从 1957 年起，为了充分利用实测资料，径流分析代表段系列为 1957～2020 年（水文年）。

2.3.2 依据站与参证站的选择

由表 2.3 可看出小清河流域箐水地和中厂河站的径流系列均较短，需作插补延长。而在与其相邻的各站中，除小江站实测径流系列相对较长外，其余各站的径流系列均较短，最长不超过 15 年，不能满足规范对径流分析系列（30 年）的要求。鉴于此，尽管箐水地、中厂河站的径流面积与小江站的相差较大，但由于其径流的来源基本相同，且为上下游关系，径流量具有包容性。因此选择小江站作为箐水地、中厂河站径流系列插补延长的参证站在现实条件下是可行的。

但由于受“文化大革命”的影响，小江站 1967～1972 年停测，致使径流系列中断，故该段系列也需作插补延长。在通过评审的《昆明市东川区轿子山水库工程可研及初步设计》阶段，已对小江箐水地和中厂河等站的径流系列作了插补延长。其中箐水地和中厂河站均以小江站为参证站，而小江站 1967～1972 年的缺测径流量则以相邻流域的牛栏江七星桥为参证站插补得到。轿子山水库初步设计阶段径流分析采用的系列为 1957～1990 年。本次径流计算成果，仍以相邻流域七星桥站作为小江站径流系列插补延长的参证站，插补延长 1991～2021 年，插补后系列为 1957～2021 年。

2.3.3 七星桥水文站天然径流还原

2.3.3.1 天然径流还原

由于工程拦蓄、河道外用水等人类活动的影响不断增加，七星桥水文站实测径流已不能完全代表天然径流，需将测站以上受人类开发利用影响而增减的水量进行还原计算，将实测径流系列还原为天然径流系列。还原方法在云南省水利水电勘测设计研究院编制完成并通过审查的《曲靖市车马碧水库工程初步设计报告》、《牛栏江-滇池引水工程初步设计报告》和《牛栏江-滇池引水工程蓄水安全鉴定报告》中都已经做了详细还原，并还原至 2021 年，本报告中将还原方法做简要介绍。

在计算时段内，采用分项调查法的水量平衡方程进行还原计算，其一般式为：

$$W_{\text{天然}} = W_{\text{实测}} + W_{\text{灌溉}} + W_{\text{工业}} + W_{\text{生活}} \pm W_{\text{库蓄}} \pm W_{\text{引水}} \pm W_{\text{分洪}} + W_{\text{蒸损}}$$

式中：

$W_{\text{天然}}$ —还原后的天然径流量；

$W_{\text{实测}}$ —水文站实测（或水库还原）径流量；

$W_{\text{灌溉}}$ —农业灌溉净耗水量；

$W_{\text{工业}}$ —工业净耗水量；

$W_{\text{生活}}$ —城镇生活净耗水量；

$W_{\text{库蓄}}$ —计算时段始末水库蓄水变量；

$W_{\text{引水}}$ —跨流域引水量(引出为“+”，引入为“-”)；

$W_{\text{分洪}}$ —测站上游河道分洪水量(分出为“+”，分入为“-”)；

$W_{\text{蒸损}}$ —水面蒸发增损量。

流域内无跨流域引水和分洪，同时由于水面占流域面积的比例不大折算成增损后数值比例也不大，若从影响资料一致性角度说其年际变化的数值增（减）量更小，故还原时只需考虑工农业及城镇生活耗水量和水库蓄水变量。根据分析，工农业及城镇生活耗水量很小，故结合资料的统计难度，还原时可忽略工业及城镇生活耗水量，最终七星桥站仅还原农业灌溉耗水量和蓄水变量两项。

农业灌溉耗水量按下式计算：

$$W_{\text{灌溉}} = W_{\text{总}} \cdot (1 - \alpha)$$

$$W_{\text{总}} = M \cdot F$$

式中：

$W_{\text{灌溉}}$ —各站控制径流区的灌溉耗水量；

α —回归系数;

$W_{\text{总}}$ —灌溉供水量;

M —万亩综合供水量;

F —实际灌溉面积。

根据以上公式还原出七星桥水文站历年各月径流系列成果。

2.3.3.2 合理性分析

经点绘七星桥站径流、雨量以及上下游站径流过程过程对照图进行检查, 各站径流量变化过程基本一致, 与降水过程对照, 主要的丰、枯变化趋势基本对应, 说明年径流还原成果基本合理。进一步对逐月径流量进行检查, 枯期少数月份有不合理现象, 在年总量不变的前提下按照降水趋势对少数不合理月份径流量进行了调整。

2.3.3.3 小江站径流系列插补延长

从小江流域各站的实测径流资料可看出, 在流域内无参证站可作为小江站 1967~1972 年、1991~2021 年径流量插补延长的参证站。而流域内虽有三个气象站的降水观测资料, 但由于流域内地形变化大, 此三站的降水量不能反映流域平均降水量的真实情况, 因而无法建立流域降水径流关系插补延长该段缺测的径流资料。因此, 经分析比较, 选择相邻的牛栏江七星桥站作为小江站该时期径流插补延长的参证站。

牛栏江与小江同为金沙江右岸的一级支流, 其源头仅一分水岭相隔, 小江站和七星桥站的径流面积分别为 2241km^2 和 2549km^2 相差不大。流域径流主要来源于降水, 而两流域均处于同一天气系统下, 降水成因基本一致, 长时段的降水量应有较好的对应关系, 其径流量也应如此。经点绘两站同期的年径流过程对照图分析, 其丰、枯变化基本对应, 说明两站的年径流量具有一定的相关关系。由两站的年径流相关图 2.4 可看出, 七星桥站与小江站的年径流量的相关点据呈带状分布, 两站的年径流量确有一定的相关关系, 经目估定线得相关分析成果见表 2.3, 根据该方程插补延长得到小江站缺测的年值, 再将七星桥站历年年内分配比值移用到小江站的年历年内分配。最终得到小江站 1957~2021 年历年各月系列。

2.3.4 箐水地和中厂河站径流系列插补延长

以箐水地、中厂河站 1958~1960 年的实测径流资料为依据, 分别点绘两站与小江

站同期的月平均流量相关图，由相关图可看出，两站与小江站的月平均流量相关关系较好，经目估定线得相关分析成果见表 2.3。

根据表 2.3 中相关方程即可将小江、箐水地、中厂河站所缺的径流系列插补延长至 2021 年，最终得到 1957~2020 年（水文年）历年各月径流系列。

表 2.3 径流相关分析成果表

插补站	参证站	相关时段	相关系数	相关方程
箐水地	小江	月	0.93	$Q_{\text{箐}}=0.247Q_{\text{小}}-0.624$
中厂河	小江	月	0.94	$Q_{\text{中}}=0.28Q_{\text{小}}-0.535$
小江	七星桥	年	0.89	$Q_{\text{小}}=0.606Q_{\text{七}}+17.5$

2.3.4.1 径流量系列插补延长成果的合理性分析

由于规范规定径流频率计算依据的径流系列应在 30 年以上，故箐水地、中厂河和小江站的径流系列都作了插补延长，而径流系列插补延长将带来一定的误差是客观存在的。因此应对径流系列插补延长成果作必要的合理性分析。

鉴于小江站实测系列较长，插补的年份较少，其插补的成果虽与实际有一定的误差，但其误差在一定的允许范围内，对径流系列的统计特性影响不大。因此小江站经插补延长后的径流系列是基本合理可靠的。小清河流域的箐水地和中厂河站由于外延系列较长，由此带来的误差也相对较大，故径流系列插补延长成果的合理性分析主要针对此二站。

（1）小清河流域的产水模数较高，是小江水系中产水模数最高的一条支流，相邻流域的达德站、块河站及小江站的产水模数分别为 49.6 万 m^3/km^2 、35.1 万 m^3/km^2 和 49.1 万 m^3/km^2 ，均小于箐水地站。其分布规律与各种有关的等值线图 and 综合图表所反映的规律基本一致。为了分析论证箐水地产水模数高达 120.2 万 m^3/km^2 是否合理，增加分析推求了小江站至上游达德、块河及中厂河站区间的产水模数（35.5 万 m^3/km^2 ），再用面积加权法推求得到小江站的产水模数为 49.3 万 m^3/km^2 与计算的 49.1 m^3/km^2 十分接近。根据对小清河上游的实际踏勘，从当地村民处了解到：小清河上游有地下水、高山融化雪水的补给。由此可见，在认定小江站产水模数基本合理的前提下，小清河箐水地站产水模数达 120.2 万 m^3/km^2 （三年实测径流量的平均产水模数为 113 万 m^3/km^2 ）是基本合理的。

(2) 箐水地、中厂河站 1958~1960 年三年实测的平均流量分别为 7.50 和 8.56m³/s 与小江站同期的比值分别为 0.22 和 0.25; 延长后的 1957~1990 年二站的多年平均流量分别为 7.90 和 9.27m³/s 与小江站的比值分别为 0.23 和 0.26。延长后的比值仅比实测期的比值大 0.01, 说明箐水地、中厂河站延长后的径流成果未出现较大的偏离。

(3) 箐水地与中厂河站为上下游关系, 其面积比约为 0.849。二站延长后的多年平均流量的比值为 0.852 与面积比十分接近, 其水量比略大于面积比是符合一般水文规律的。说明上下游水量是基本平衡的。

通过上述分析认为, 箐水地和中厂河站的径流系列插补延长在现有资料条件下, 要满足规范对径流系列的要求选择小江站为参证站是基本合理可行的, 同时也是唯一的选择。二站延长后的径流系列经合理性分析后也是基本合理的。可作为小清河流域径流分析的依据。

2.3.5 各站径流系列统计参数的分析确定

2.3.5.1 各时段径流量的频率分析

以小江、箐水地、中厂河站实测、插补的 1957~2020 年(水文年)的历年逐月平均流量系列为依据, 分别统计年及连续最枯五个月的径流系列, 并以其作为频率分析的样本系列, 进行年及连续最枯五个月径流量的频率分析计算。用数学期望公式计算经验频率, 矩法初估统计参数均值和 C_v 值, 取 $C_s=2C_v$, 以 P—III 型曲线为线型, 用适线法确定统计参数。频率分析成果见表 2.4。

表 2.4 各站径流统计参数成果表

站名	径流面积 (km ²)	时段	统计参数			产水模数 (万 m ³ /km ²)
			均值	C_v	C_s/C_v	
箐水地	208	年 (m ³ /s)	7.93	0.25	2	120.2
		最枯五个月 (m ³ /s 月)	2.78	0.23	2	
中厂河	245	年 (m ³ /s)	9.20	0.23	2	118.4
		最枯五个月 (m ³ /s 月)	3.23	0.22	2	
小江	2241	年 (m ³ /s)	34.9	0.20	2	49.1
		最枯五个月 (m ³ /s 月)	14.5	0.18	2	

2.3.6 各断面设计径流推求

按规划要求，需提供小清河雪岭水库、雪岭水库~轿子山水库坝址区间（简称雪~轿区间）、轿子山水库坝址、白抛湾和箐水地取水口、坝塘水库以及轿子山水库坝址至白抛湾区间（简称白~轿区间）和轿子山水库坝址至箐水地取水口区间（简称轿~箐区间）的设计径流成果，其中由于坝塘水库本区径流面积较小，主要由箐水地取水口引蓄，而箐水地取水口的设计径流成果可采用箐水地站的频率分析成果。因此，本规划主要分析提供雪岭水库坝址、雪~轿区间、小清河一级站、二级站、轿子山水库坝址、白抛湾及白~轿区间、轿~箐区间的设计径流成果。根据《昆明市东川区小清河流域规划报告》（2009年修编版）成果，各取水口径流量计算采用箐水地站水文比拟法，箐水地站均值为 $7.90\text{m}^3/\text{s}$ ，本次规划箐水地站新增资料至2021年，均值为 $7.93\text{m}^3/\text{s}$ ，相差很小，所以本次规划其他各取水口径流成果采用原规划报告成果，对于本次新增雪岭水库坝址处径流根据资料条件采用以下两种方法推求取水口断面多年平均流量。

2.3.6.1 各取水口断面多年平均流量推求

（1）年径流统计参数地区综合分析法

年径流统计参数地区综合分析的目的，是通过建立年径流量、 C_v 值的地区综合经验公式，计算无资料地区的设计年径流成果。本地区降水量在900~1600mm之间，降水量在面上的分布存在一定的差异，箐水地及中厂河站流域平均降水量在1500mm左右，而小江站降水量则相对较低，为903mm，故三站年径流量、 C_v 值的大、小与径流面积关系不明显。在整个面上来说，由于区域内降水量较大，且降水量年际变化小，年径流变差系数 C_v 仅为0.17左右，故年径流 C_v 值变化也较小，在0.20~0.25之间。从《云南省1956—2000年年径流 C_v 等值线图》也可以看出，箐水地、中厂河、小江片区径流 C_v 均为0.25。说明本区域年径流 C_v 值的差异较小，而且随面积、降水量的变化关系不明显。据此，年径流统计参数地区综合分析主要是建立年径流量均值地区综合经验公式。影响流域径流量的因素很多，但最直接和明显的因素首当流域面积大小和降水量的多少，经采用二元幂函数回归分析得到箐水地、中厂河、小江片区多年平均流量与面积及降水量的综合关系式为：

$$Q=0.242F^{0.966}P^{0.871}$$

式中：

Q —为多年平均流量，单位： m^3/s ；

F —为流域面积，单位： km^2 ；

P —流域多年平均降水量，单位： mm 。

由该关系式计算得到雪岭水库坝址断面的多年平均流量，成果见表 3.3-3。

（2）水文比拟法

设计流域内无任何水文资料，根据资料情况和流域降水量和下垫面条件，选取箐水地站作为参证站，采用面积比加径流深修正的水文比拟法推求得到雪岭水库坝址多年平均径流量，其中径流深由《云南省 1956 年~2000 年多年平均径流深等值线图》量算得到，成果见表 3.3-3。

水文比拟法推求的雪岭水库坝址断面的多年平均流量成果有偏大是客观存在的。水量平衡法中陆面蒸发量移用轿子山水库陆面蒸发成果，且流域多年平均降水量为查图值，该值在图上量算时精度有限，因而其计算成果精度相对较低，仅做参考。地区综合法是以小江、箐水地和中厂河站为依据建立的多年平均流量与径流面积及降水量的综合关系式，该方法既考虑了下垫面的因素，又加入了对径流大小影响最大的因子降水作控制。根据现有资料条件，结合本地区水文气候成因及下垫面情况综合考虑，地区综合法考虑更为全面，故利用该方法推求雪岭水库坝址断面的多年平均流量更为适宜。

通过上述分析，本阶段以地区综合法推求的成果为采用成果。

（3）多年平均流量成果的选用

由表 2.5 可看出，各断面地区综法计算成果与水文比拟法计算成果相差较大。因此，需经合理性分析后选用采用成果。

表 2.5 多年平均流量成果表

断面	径流面积 (km^2)	多年平均流量 (m^3/s)		
		地区综合法	水文比拟法	采用成果
小清河一级站	13.1	1.45	1.02	1.02
雪岭水库	36.6	1.54	1.56	1.54
小清河二级站	37.6	2.80	1.91	1.91
白抛湾取水口	76.5	4.37	3.27	3.27
轿子山水库	145	6.53	5.68	5.68

水文比拟法：考虑了面积和“云南省多年平均年径流深等值线图”量算成果的相对

差异。该方法既考虑了设计断面与参证站径流面积大小的差异，也考虑了设计流域与参证流域降水、径流深的相对差异。故利用该方法推求的小清河一级站、二级站、轿子山水库坝址及白抛湾取水口断面的多年平均流量基本合理。

2.3.6.2 各区间多年平均流量推求

在白抛湾取水口和轿子山水库坝址断面多年平均流量成果一定的前提下，白～轿区间以及轿～箐区间的多年平均流量，按水量平衡原理，由下断面与上断面多年平均流量相减得到。成果见表 2.3-4。

2.3.6.3 设计径流成果

(1) 设计年平均流量成果

由表 2.4 可看出，箐水地和中厂河站的年径流 C_v 分别为 0.26 和 0.25，基本反映了小清河流域年径流 C_v 差异较小的实际。因此，各设计断面或区间的年径流 C_v 均采用箐水地站的分析成果。取 C_s 为常规的 $2C_v$ ，得到各断面或区间的设计年平均流量。成果见表 2.6。

表 2.6 各断面、区间设计年平均流量成果表

单位: m^3/s

设计断面	径流面积 (km^2)	统计参数			设计年平均流量				
		均值	C_v	C_s	10%	25%	50%	75%	90%
小清河一级站	13.1	1.02	0.25	$2C_v$	1.37	1.18	1.00	0.83	0.70
雪岭水库	36.6	1.54			2.06	1.78	1.50	1.25	1.05
小清河二级站	37.6	1.91			2.57	2.21	1.87	1.55	1.31
白抛湾取水口	76.5	3.27			4.39	3.78	3.21	2.66	2.24
白～轿区间	37.5	2.41			3.24	2.79	2.36	1.96	1.65
轿子山水库	145	5.68			7.63	6.57	5.57	4.62	3.90
轿～箐区间	94	2.28			3.06	2.64	2.24	1.86	1.56
箐水地取水口	208	7.96			10.7	9.21	7.80	6.48	5.46

(2) 历年逐月径流系列成果

按规划要求，需提供小清河一级站、雪岭水库坝址、小清河二级站、白抛湾取水口、轿子山水库坝址、箐水地取水口以及白～轿区间和轿～箐区间历年逐月径流系列成果。根据资料条件，以箐水地站实测、插补得到的历年逐月径流系列为模型，用各断面及区

间推求得到的多年平均流量做控制，按多年平均流量比的方法得到历年逐月径流系列。

2.4 洪水

本次需推算雪岭水库坝址断面设计洪水。水库流域无任何水文、气象资料，根据相关规范无资料地区设计洪水分析方法，本次采用暴雨途径法、水文比拟法和推理公式法推求计算水库设计洪水。其中设计洪水计算的暴雨统计参数采用邻近流域内的东川、汤丹和落雪气象站的实测暴雨资料和地区综合资料中《云南省暴雨统计参数图集》比选后推求水库坝址断面设计洪水。

2.4.1 暴雨洪水特性

在云南省暴雨气候区划中，小清河流域属滇中少暴雨区。暴雨主要由低槽、冷锋低槽和冷锋切变等天气系统造成。根据小江流域内的东川、汤丹和落雪气象站的实测暴雨资料分析，流域暴雨开始于5月，结束于10月。年最大暴雨主要出现在6、7、8三个月，少数年份出现在9月，个别年份出现在5月或10月。一般情况下，1小时暴雨量约占6小时暴雨量的55%左右，6小时暴雨量约占24小时暴雨量的70%左右。三个气象站的各时段多年平均暴雨量基本反映了流域内暴雨具有随高程增高而增大的变化规律。

洪水均由暴雨形成，发生时间与暴雨相应，主要发生在6~10月。雪岭水库坝址以上流域面积为36.6km²，河道平均比降达185‰，属典型的山区性河流。河道比降大，易发生暴涨暴落的山区性洪水，洪水峰型尖瘦，过程变化较快，洪水历时短，一般历时约为24小时。

2.4.2 暴雨洪水途径

暴雨洪水途径首先分析暴雨统计参数，根据资料情况分析其暴雨统计参数采用两种方法。一是选择邻近流域内的东川、汤丹和落雪气象站的实测暴雨资料进行综合分析确定设计流域暴雨统计参数（地区综合法）；二是根据《云南省暴雨洪水查算图表实用手册》进行查算（查图法）。

2.4.2.1 暴雨统计参数推求

（一）地区综合法

（1）参证站各时段暴雨统计参数推求

以东川气象站 1957~2021 年、汤丹气象站 1957~1990 年、落雪气象 1957~1987 年的实测年最大 1、6、24 小时暴雨系列为频率分析计算的依据，用数学期望公式计算经验频率，以 P—III 型曲线为线型，适线法确定统计参数。统计参数成果见表 2.7。

表 2.7 各气象站各时段暴雨统计参数成果表

站名	最大 1 小时		最大 6 小时		最大 24 小时		Cs/Cv
	均值(mm)	Cv	均值(mm)	Cv	均值(mm)	Cv	
东川	23.0	0.42	45.0	0.40	60.0	0.38	3.5
汤丹	25.6	0.40	46.4	0.42	64.4	0.42	
落雪	27.5	0.42	46.5	0.40	70.9	0.38	

(2) 雪岭水库流域各时段点暴雨统计参数推求

由表 2.7 可看出，区域内各时段多年平均暴雨量随高程增高而增大的变化特性。故可建立区域各时段暴雨均值与高程的关系推求水库流域各时段多年平均暴雨量。但由于三个气象站系列长度不一致。导致三站的多年平均暴雨量不是同一系列长度的分析成果。为此，选择系列最长的东川站为参证，分别计算该站 1957~1990 年（与汤丹站同步）、1957~1987 年（与落雪站同步）的短系列各时段暴雨均值，用长（1957~2021 年）、短系列的均值比对汤丹和落雪站的各时段暴雨均值作订正。成果见表 2.8。

表 2.8 各时段多年平均暴雨量订正成果表

站名	测站高程 (m)	多年平均暴雨量 (mm)		
		最大 1 小时	最大 6 小时	最大 24 小时
东川	1254	23	45	60
汤丹	2251	25	46	65
落雪	3228	27	47	73

以表 2.8 中各站的测站高程与各时段多年平均暴雨量为依据，点绘多年平均各时段暴雨量与高程的关系图。由关系图可看出，各时段多年平均暴雨量随高程增高而增大变化关系明显。按关系点据分布，用经验定线法确定相关线，相关方程为：

$$\text{最大 1 小时: } P_{1h} = 0.0018H + 20.8$$

$$\text{最大 6 小时: } P_{6h} = 0.0008H + 43.9$$

$$\text{最大 24 小时: } P_{24h} = 0.0064H + 51.5$$

式中：

P—年最大 1、6、24 小时暴雨均值，(mm)；

H—高程，(m)。

根据上述相关方程，采用由五万分之一地形图量算的雪岭水库流域平均高程 3542m，得到水库流域各时段多年平均点暴雨量。成果见表 2.9。

由表 2.7 可判断各站间各时段暴雨 Cv 值存在明显的差异，且无规律可循。经分析，其差异不是系列长短不一造成的，但各站的各时段暴雨 Cv 值基本反映了各站暴雨年际变化的实际。区域内暴雨 Cv 值随高程变化无明显的规律，雪岭水库与汤丹站同为小清河流域、处于同一坡面，且距离较近。因此，在现有资料条件下，雪岭水库流域各时段点暴雨 Cv 值移用汤丹气象站的分析成果相对合理，见表 2.9。

（二）查图法

根据《云南暴雨统计参数等值线图集》可查算得到流域重心暴雨统计参数成果见表 2.9。

表 2.9 雪岭水库各时段点暴雨统计参数成果表

方法	项目	统计参数		
		均值(mm)	Cv	Cs/Cv
地区综合	最大 1 小时	28.3	0.40	3.5
	最大 6 小时	47.1	0.42	3.5
	最大 24 小时	72.2	0.42	3.5
查图法	最大 1 小时	30.0	0.40	3.5
	最大 6 小时	50.0	0.40	3.5
	最大 24 小时	70.0	0.35	3.5

2.4.2.2 设计洪水推求

（1）流域自然地理特征值

由五万分之一地形图量算得雪岭水库坝址以上径流面积为 36.6km²，河长为 6.0km，河道平均比降为 185‰。

（2）产汇流参数

由《云南省暴雨洪水查算图表实用手册》查得水库流域的暴雨分区为 11 区、产流

分区为 2 区、汇流分区为 4 区。产流有关参数：土壤包气带最大含水量 $W_m=100\text{mm}$ ，洪水前期土壤含水量 $W_t=78\text{mm}$ ，降水径流关系不平衡水量 $\Delta R=10\text{mm}$ ，后期土壤平均损失水量 $f_c=2.5\text{mm/h}$ 。汇流系数： $C_m=0.60$ ， $C_n=0.81$ 。

（3）设计洪水推求

通过上述分析的地区综合法及查图法暴雨统计参数及流域特征值、设计暴雨过程及产汇流参数，采用暴雨途径分别推求水库坝址流域的设计洪水过程。地面径流采用纳希瞬时单位线法计算；浅层地下径流概化为等腰三角形，峰值出现时间确定为地面洪水过程终止点，涨洪历时取用地面径流过程所经历的时间；基流查本区单位面积的数值用设计流域的面积修正后以常数计。将各时段地面径流、浅层地下径流及基流迭加后得其水库坝址的设计洪水过程，并统计出设计洪水的峰和量。以地区综合法暴雨统计参数推求水库洪水的方法为暴雨途径法 1，以查图法暴雨统计参数推求水库洪水的计算方法为暴雨途径法 2。由于暴雨洪水计算时未考虑到历史暴雨，而下游的箐水地水文站调查到历史洪水，虽然实测资料系列较短，但历史洪水资料较为可靠，因而暴雨洪水计算的洪峰流量校核标准下存在偏小的可能性，本次在暴雨洪水计算时考虑加入 10%安全修正。设计洪水峰、量成果见表 2.10~2.11。

表 2.10 暴雨途径法 1 推求雪岭水库设计洪水成果表

频率 时段 ($\Delta t=1h$)	P=0.1%	P=1%	P=2%	P=3.33%	P=5%	P=10%	P=20%
1	14.0	8.41	8.00	7.60	7.52	7.00	6.75
2	19.9	8.50	8.09	7.69	7.61	7.09	6.83
3	25.5	11.3	8.19	7.78	7.71	7.18	6.91
4	31.4	15.7	10.5	7.87	7.79	7.26	6.99
5	222	161	141	126	114	94.2	75.9
6	283	187	165	148	133	109	85.5
7	222	160	141	125	111	89.5	67.0
8	178	126	110	96.7	85.2	66.2	46.5
9	139	97.0	84.0	72.5	62.8	46.5	31.2
10	109	74.3	63.7	53.9	45.4	31.5	21.2
11	79.4	52.5	44.7	37.7	31.6	21.6	15.1
12	56.8	35.9	30.8	26.2	22.1	15.6	11.6
13	41.5	25.0	22.0	19.0	16.3	12.1	9.65

频率 时段 ($\Delta t=1h$)	P=0.1%	P=1%	P=2%	P=3.33%	P=5%	P=10%	P=20%
14	31.3	18.2	16.7	14.7	12.9	10.2	8.76
15	24.6	14.2	13.7	12.3	11.1	9.38	8.48
16	20.1	12.0	11.5	11.1	10.2	9.12	8.40
17	15.9	10.8	10.4	10.0	9.91	9.03	8.31
18	13.0	10.3	10.0	9.57	9.48	8.83	8.22
19	11.2	10.3	9.87	9.50	9.40	8.75	8.14
20	10.2	9.36	9.02	8.67	8.58	7.99	7.70
21	9.68	8.87	8.54	8.21	8.13	7.57	7.29
22	9.58	8.77	8.45	8.12	8.04	7.49	7.22
23	9.48	8.68	8.36	8.04	7.96	7.41	7.14
24	9.39	8.59	8.27	7.96	7.88	7.34	7.07
洪峰 (m ³ /s)	283	187	165	148	133	109	85.5
洪量 (万 m ³)	571	390	343	304	272	219	172

表 2.11 暴雨途径法 2 推求雪岭水库设计洪水成果表

频率 时段 ($\Delta t=1h$)	P=0.1%	P=1%	P=2%	P=3.33%	P=5%	P=10%	P=20%
1	207	155	137	122	110	89.6	67.7
2	247	182	160	143	129	104	78.0
3	211	153	133	118	106	84.7	62.3
4	166	118	100	88.4	78.7	61.7	43.7
5	127	87.1	72.7	63.1	55.4	42.0	29.3
6	96.5	63.5	51.3	43.7	37.5	27.9	19.7
7	66.4	43.2	34.5	29.2	25.0	18.8	13.8
8	43.8	28.7	23.1	19.7	17.0	13.2	10.3
9	29.2	19.6	16.0	13.9	12.2	10.0	8.4
10	20.3	14.1	11.9	10.5	9.45	8.26	7.40
11	15.0	10.9	9.49	8.66	7.98	7.41	7.03
12	12.1	9.23	8.27	7.73	7.29	7.10	7.02
13	10.5	8.42	7.74	7.37	7.06	6.88	6.80
14	9.86	8.13	7.61	7.34	6.99	6.81	6.74

频率 时段 ($\Delta t=1h$)	P=0.1%	P=1%	P=2%	P=3.33%	P=5%	P=10%	P=20%
15	9.69	8.05	7.53	7.27	6.92	6.74	6.67
16	9.60	7.97	7.45	7.19	6.84	6.66	6.59
17	9.50	7.88	7.37	7.11	6.76	6.58	6.51
18	9.39	7.79	7.28	7.02	6.68	6.50	6.43
19	9.28	7.70	7.20	6.94	6.60	6.42	6.35
20	9.17	7.61	7.11	6.85	6.51	6.34	6.28
21	9.05	7.53	7.03	6.77	6.43	6.26	6.20
22	8.92	7.44	6.95	6.69	6.35	6.19	6.12
23	8.78	7.36	6.87	6.61	6.28	6.11	6.05
24	8.65	7.27	6.79	6.53	6.20	6.03	5.97
洪峰 (m^3/s)	247	182	160	143	129	104	78.0
洪量 ($万 m^3$)	488	352	304	271	243	199	155

2.4.3 水文比拟法

雪岭水库流域内无任何水文资料，箐水地站位于水库流域下游，同属小江流域，故可以箐水地站的设计洪峰流量成果为参证依据，按照面积的 $2/3$ 次方加面暴雨修正乘以依据站设计洪峰流量计算得到。

2.4.3.1 箐水地站设计洪水计算

在《昆明市东川区轿子山水库工程》各阶段的设计中，根据雪岭水库下游箐水地站 1958~1965 年实测加插补的洪峰流量系列及 1908 年的历史调查洪水资料为依据，推求了箐水地站的设计年最大洪峰流量，成果见表 2.4-6。具体分析方法如下：

(1) 箐水地站洪峰流量系列推求

箐水地站实测洪峰流量资料较为短缺，其本站仅有 1958~1960 年（水文年）三年的实测洪峰流量资料，下游犀牛塘站也仅有 1963~1965 年（水文年）三年的实测洪峰流量资料。由于两站的径流面积仅相差 4.2%，故箐水地站 1963~1965 年的洪峰流量由犀牛塘站 1963~1965 年三年的实测洪峰流量经面积比的 $2/3$ 次方转换得到。1961、1962 和 1966 年则以相邻的清水河站为参证站推求得到。其方法是首先延长箐水地站的最大一日洪量，再用清水河站的同次峰量比值推求箐水地站的最大洪峰流量。由此组成了箐

水地站的洪峰流量系列（1958～1966 年）共计 9 年。

（2）特大值分析

1958 年调查的历史洪水最大洪峰流量为 $240\text{m}^3/\text{s}$ ，发生于 1908 年，其值略大于 1961 年的实测洪峰流量 $237\text{m}^3/\text{s}$ ，故频率分析时不宜采用。而 1977 年的调查洪峰流量为 $508\text{m}^3/\text{s}$ 是实测最大洪峰流量的 2.14 倍，根据访问调查该年洪水为 1908 年以来的第一大洪水，故频率分析计算应作为特大值加入。由于不能判定 1908 年以前是否还有超过该年的洪水发生，故其重现期定为 114 年。

（3）设计洪峰流量推求

以箐水地站实测及插补的 1958～1966 年的洪峰流量系列加入 1977 年调查洪峰流量组成的不连序洪峰流量系列为样本，作洪峰流量系列的频率分析计算。特大值 1977 年洪水的经验频率用数学期望公式计算，1958～1966 年洪水的经验频率采用有特大值加入的统一排位的经验频率公式计算。以 P—III 型曲线为线型，适线法确定统计参数。频率分析成果见表 2.12。

表 2.12 箐水地站设计洪峰流量成果表

统计参数			设计洪峰流量(m^3/s)						
均值(m^3/s)	Cv	Cs/Cv	0.10%	1%	2%	3.33%	5%	10%	20%
150	0.65	5	875	554	461	395	344	261	186

2.4.3.2 雪岭水库设计洪水推求

由于雪岭水库位于箐水地站上游，同属小江流域，故可以箐水地站的设计洪峰流量成果为参证依据，按面积比的 $2/3$ 次方加面暴雨修正乘以依据站设计洪峰流量推求得到雪岭水库各频率的设计洪峰流量成果，见表 2.13。

2.4.4 推理公式法

按照《水利水电工程设计洪水计算规范》SL/T 44-2006 推荐的推理公式来计算洪峰流量，基本公式如下：

$$Q = 0.278\alpha \frac{S_p}{\tau^n} F$$

$t_B > \tau$ 时：

$$\alpha = 1 - \frac{\bar{f}}{S_p} \tau^n$$

$$\tau = \frac{0.278L}{mQ^{1/4} J^{1/3}}$$

$$S_p = \frac{H_t}{t^{1-n}}$$

$$\theta = \frac{L}{J^{1/3}}$$

$$t_B = [(1-n) \frac{S_p}{\bar{f}}]^{\frac{1}{n}}$$

式中：

Q- 洪峰流量 (m³/s)；

F- 径流面积 (km²)；

τ- 流域汇流历时 (h)；

m- 汇流参数，依据水利水电工程设计洪水计算规范中的 θ 与 m 值关系表查算；

L- 沿主河从出口断面至分水岭的最长距离 (km)；

J- 沿流程 L 的平均比降；

T- 设计暴雨历时 (h)；

S_p- 设计暴雨的雨历 (mm/h)；

N- 暴雨递减指数，依据云南省暴雨径流查算图表中的有关公式计算；

$\bar{f}$ - 平均稳定入渗率 (mm/h)，依据云南省暴雨径流查算图表中的产流参数分区

图取值；

H_t- 24h 设计暴雨量 (采用表 2.4-3 中“查图法”暴雨量)；

α - 成峰径流系数；

t_B- 产流历时 (h)。

根据上述的公式原理，用试算法计算，便推得水库坝址的设计洪峰流量，成果见表 2.4-7。

表 2.13 雪岭水库不同方法推求的设计洪水成果表

项目 \ 频率	设计洪峰、洪量						
	0.10%	1%	2%	3.33%	5%	10%	20%

洪量 (万 m ³)	暴雨途径法 1	571	390	343	304	272	219	172
	暴雨途径法 2	488	352	304	271	243	199	155
洪峰 (m ³ /s)	暴雨途径法 1 (采用)	283	187	165	148	133	109	85.5
	暴雨途径法 2	247	182	160	143	129	104	78.0
	水文比拟法	275	174	145	124	108	82.0	58.4
	推理公式法	221	160	142	128	117	97.0	76.5

2.4.5 成果选用

从表 2.5 中看出, 地区综合法的均值和 C_v 值与查图法相比较, 成果相互之间无大小规律, 无法通过统计参数比较, 根据各时段统计参数计算出设计暴雨 1 小时和 6 小时值地区综合法比查图法仅小 1.4%~5.7%, 而 24 小时值地区综合法比查图法大 3.1%。将不同方法法计算成果列于表 2.4-7 中, 表中两种暴雨途径法分析计算的水库洪量成果相比较, 以地区综合法暴雨统计参数推求水库洪水的暴雨途径法 1 比以查图法暴雨统计参数推求水库洪水的暴雨途径法 2 大 2.5%~9.6%。根据四种不同方法推求的洪峰流量成果比较, 当 $P=0.1\%\sim 2\%$ 时, 以地区综合法暴雨统计参数推求水库洪水的暴雨途径法 1 成果最大, 以箐水地站为依据站的水文比拟法次之, 其次是以查图法暴雨统计参数推求水库洪水的暴雨途径法 2 成果, 推理公式法成果最小。当 $P=3.33\%\sim 20\%$ 时, 暴雨途径法 1 成果最大, 暴雨途径法 2 成果次之, 其次是推理公式法成果, 水文比拟法成果最小。其中, 暴雨途径法 1 比水文比拟法大 3.0%~46.4%, 比暴雨途径 2 大 9.6%~14.4%, 比推理公式法大 11.8%~28.3%。

经分析认为, 由于箐水地站用于洪峰频率分析的系列组成中, 虽有 1908 年历史调查洪水洪峰流量, 但实测及插补的洪峰系列不足 10 年, 设计洪水成果的精度有限, 且面积比指数为经验数值与实际有差异客观存在的, 因此以箐水地站为依据站的水文比拟法成果仅供参考不宜采用。推理公式法采用《水利水电工程设计洪水计算规范》(SL/T 278-2006) 中的公式, 推理公式中尚存在一些不确定性的因素, 如汇流参数 m 的取值有一定的任意性; 式中 $\tau = 0.278L/mJ^{1/3}Q^{1/4}$, $p_{1/4}$ 指数 $1/3$ 和 $1/4$ 属经验值, 也不一定符合本地区的实际情况, 本阶段推理公式法成果仅做参考不予采用。

在无资料地区暴雨洪水分析方法中, 暴雨途径方法为《水利水电工程设计洪水计算规范》推荐的首选方法。该方法使用资料全面、考虑影响因素主次重点明确、理论依据系统性完整, 设计洪水成果可靠性也相对较高。由上述分析可知, 暴雨途径法 1 与暴雨

途径法 2 成果相差不大。暴雨途径法 1 采用的各时段暴雨均值根据小江流域内的东川、汤丹和落雪气象站的实测暴雨资料综合分析得到,三站资料均具有可靠性且长度达到 30 年规范要求,分析方法合理,成果基本反映了小江流域暴雨均值随高程增高而增大的实际。而各时段暴雨 C_v 值,经分析,移用与雪岭水库相距最近,且同属小清河流域的汤丹气象站的分析成果也是相对合理的。且在洪水计算方法中地区综合法是一种计算结果较为精准的计算方法。暴雨途径法 2 的暴雨统计参数的依据是时段暴雨量等值线图,该图根据邻近水文气象站点资料结合地形条件绘制,充分利用邻近地区众多雨量站实测暴雨资料综合分析确定的成果,在区域面上的变化也相对合理。两种方法推求的洪水成果相差也不大,从水库的安全角度考虑,选择以地区综合法暴雨统计参数推求水库洪水的暴雨途径法 1 成果相对可靠。

综上所述,选择以地区综合法暴雨统计参数推求水库洪水的暴雨途径法成果更为适宜。

2.4.6 成果合理性分析

由表 2.14 可看出,水库坝址断面的设计洪峰模数和洪量模数具有随频率数值增大而逐渐减小的趋势,均符合一般水文规律,说明各频率设计成果之间无明显矛盾,是合理的。

表 2.14 各频率洪峰模数和洪量模数表

项目 \ 频率	设计洪水						
	0.1%	1%	2%	3.33%	5%	10%	20%
洪峰模数 ($\text{m}^3/\text{s} \cdot \text{km}^2$)	7.73	5.11	4.51	4.03	3.63	2.99	2.34
洪量 (万 m^3/km^2)	15.6	10.6	9.36	8.30	7.43	5.98	4.70

将雪岭水库坝址以及邻近流域已经通过审查的《昆明市东川区轿子山水库工程初步设计报告》、《东川坝塘水利枢纽工程初步设计报告》中 1000 年一遇设计洪峰流量及洪峰模数见表 2.15。

表 2.15 各水库 1000 年一遇面积与洪峰成果表

断面名称	面积 (km^2)	河长 (km)	比降 (‰)	P=0.1%	
				洪峰 (m^3/s)	洪峰模数 ($\text{m}^3/\text{s} \cdot \text{km}^2$)
雪岭水库	36.6	6.04	185	286	7.81

轿子山水库	145	145	63.5	638	4.40
坝塘水库	5.20	5.20	122	74.7	14.4

雪岭水库、轿子山水库和坝塘水库处于同一个暴雨分区，产汇流条件相似，由表 2.15 可看出，洪峰流量随着面积增大而增大，符合一般水文规律；雪岭水库与邻近地区工程水文成果相比较符合一般水文规律，水库坝址设计洪峰流量成果是基本可靠的。

综上所述，从雪岭水库设计暴雨成果的可靠性、设计洪水各频率之间的协调性以及邻近已建工程设计洪水成果面上对比分析后，基本可靠合理，说明以暴雨洪水途径推求的雪岭水库设计洪水成果基本合理。

2.5 雪岭水库蒸发量

雪岭水库无实测蒸发观测资料，其多年平均水面蒸发量依据相邻的东川和汤丹气象站的实测蒸发资料推求。

2.5.1 多年平均水面蒸发量及蒸发系列

2.5.1.1 蒸发系列的分析确定

汤丹气象站有 1957~1990 年（共 34 年）蒸发量资料，东川站有 1957~2021 年（共 65 年）资料，分析长短系列修正考虑用东川站长段系列（1957~2021 年）蒸发量作为汤丹站的修正值，但从东川站历年蒸发量系列过程看（图 2.17），1966 年后系列值出现系统偏小，且找不出原因，因此无法用东川站蒸发量系列长短修正值移用到汤丹站。根据水文相关规范蒸发量资料系列超过 15 年具有一定代表性，且汤丹气象站蒸发量系列长 34 年，系列长度满足要求，可将汤丹站 1957~1990 年 34 年蒸发量系列均值作为长系列多年平均均值。为了兴利调节计算系列长度一致，需要蒸发量系列长度与径流系列长度 1957~2021 年一致，即需要插补 1991~2021 年蒸发量系列。

东川站 1990 年~2021 年蒸发量系列虽出现系统偏小，但其依然为统一系统，各系列值均围绕在某一均值上下波动。点汇汤丹站和东川站历年降水过程对照图，汤丹站和东川站位于同一气候区，两站降水系列逐年演变趋势基本一致，均存在一定程度的波动性，并表现有相近的涨落过程和峰谷特征，说明蒸发量峰谷也应该对应。因此汤丹站 1991~2021 年蒸发量系列年内分配可移用东川站年内分配。

2.5.1.2 多年平均水面蒸发量

小清河域内蒸发量具有随高程增高而减小的规律。按理应建立区域蒸发量随高程的变化关系推求雪岭水库的蒸发量。但由于雪岭水库与汤丹气象站相距较近，且坝址高程2620m与汤丹气象站的站址高程相差不大。故水库多年平均水面蒸发量及蒸发系列直接移用该站的分析成果。

根据《水利水电工程水文计算规范》SL278-2020的规定，E-601型蒸发器和口径为20cm、80cm蒸发器观测资料，应折算至20m²蒸发池蒸发量后，再用于计算水面蒸发量。因此，首先将汤丹气象站20cm蒸发器观测资料折算至E-601型蒸发器蒸发量，然后按规范附录C云南省滇池E-601型蒸发器水面蒸发折算系数折算至20m²蒸发池蒸发量。其中20cm蒸发器与E-601蒸发皿的折算系数采用《云南省水资源综合规划水资源调查评价》中的成果0.7。经计算，雪岭水库坝址多年平均水面蒸发量为1067.4mm，蒸发量系列成果（略），历年各月平均成果见表2.16。

表 2.16 雪岭水库坝址历年各月水面蒸发量成果表

单位：mm

年份	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	水文年
多年平均	84.1	83.3	85.0	69.3	53.5	55.2	56.5	71.7	92.5	139.1	148.6	128.6	1067.4

2.5.2 多年平均陆面蒸发量推求

根据流域水量平衡原理，多年平均陆面蒸发量为流域多年平均降水量与多年平均径流深之差。

雪岭水库坝址流域多年平均降水量由《云南省1956—2000年多年平均降水量等值线图》量算得到为1600mm。为使降水量与径流深为同精度的成果，雪岭水库坝址多年平均径流深采用《云南省1956—2000年多年平均径流深等值线图》量算得到，其值为1350mm，再采用量算的流域平均降水量与多年平均径流深为依据计算多年平均陆面蒸发量。计算得到雪岭水库坝址多年平均陆面蒸发量为400mm。

2.5.3 多年平均蒸发增损

根据推求得到的多年平均水面蒸发量和多年平均陆面蒸发量按公式“ $\Delta E = E_{\text{水}} - E_{\text{陆}}$ ”即可得到雪岭水库坝址多年平均蒸发增损，其值为667.4mm。多年平均增发增损系列分

配比例与水面蒸发量系列分配一致，历年各月平均蒸发增损系列成果（略），多年平均蒸发增损成果见表 2.17。

表 2.17 雪岭水库坝址历年各月平均蒸发增损成果表

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	水文年
多年平均	52.6	52.1	53.1	43.3	33.4	34.5	35.3	44.8	57.8	87.0	92.9	80.4	667.4

2.6 雪岭水库坝址多年平均来沙量

影响流域产沙的主要因素有降水、地质、地貌、植被及人类活动等。雪岭水库坝址以上为高山地貌，以土石质为主。沿河两岸区域属中低复被，植被覆盖率在 30%~50% 之间，中度侵蚀区，其它区域属中覆被，植被覆盖率在 50%~70% 之间，为轻度侵蚀和微度侵蚀区。而沿河两岸大多为耕地，且植被覆盖率较低，是雪岭水库泥沙的主要来源地。

由于无实测泥沙资料，故雪岭水库坝址以上来沙量采用《云南省 2004 年土壤侵蚀现状遥感调查报告》推求。经量算，雪岭水库坝址以上，属中度侵蚀的面积约占 12%、轻度侵蚀的面积约占 32%、微度侵蚀的面积约占 56%。结合流域的植被现状、气候因素和下垫面因素等情况的综合考虑，中度侵蚀的模数取 3750t/km²，轻度侵蚀的模数取 1500t/km²，微度侵蚀的模数取 500t/km²。经计算得到坝址断面多年平均来沙量，其中推移质按悬移质的 20%估算，成果见表 2.18。

表 2.18 雪岭水库泥沙成果表

断面名称	悬移质(万 t)	推移质(万 t)	总输沙量 (万 t)	悬移质含沙量 (kg/m ³)
雪岭水库坝址	3.691	0.738	4.429	0.762

3 工程地质

3.1 区域地质

3.1.1 地形地貌

工程区地处云南高原中北部，地貌特征严格受地质构造控制，山川南北延伸，多呈东西排列，呈现出山原峡谷交替出现、逶迤连绵的宏伟地貌景观。

区域内地势西高东低，最高点为小清河流域西部与普渡河流域分水岭之火石梁子（也称雪岭），海拔高程 4344.10m，最低点为小清河与大白河交汇处（即小江起点），河床高程 1000m。

区域内为剥蚀构造、侵蚀构造之高山、中高山地貌，有 V 级夷平面存在，其中 I ~ IV 级夷平面清楚。I 级夷平面高程 4344.1~3900m，II 级夷平面高程 3400~3000m，III 级夷平面高程 2500~2230m，IV 级夷平面高程 2090~1800m，V 级夷平面高程 1600~1500m。

3.1.2 地层岩性

（1）第四系（Q）

1) 冰碛堆积层 (Q^{gl}): 为黄褐、红褐色冰碛砾质粉质粘土、块碎石土, 层厚 10~62.0m。

2) 全新统堆积层: 按成因可划分为冲洪积 (Q^{alp}) 杂色砂卵砾石夹漂石, 坡洪积 ($Q^{\text{pl+dl}}$) 黄褐色、灰褐色、杂色碎石土、砾质土夹砂卵砾石、漂石、孤石、块石等, 崩坡积 ($Q^{\text{col+dl}}$) 杂色碎石土夹块石、孤石, 残坡积 (Q^{eld}) 红褐色、黄褐色、灰褐色含碎石粘土、碎石土、砾质土、砂质粘土。零星分布在山坡、河谷中, 厚度小于 20m。

~~~~~角度不整合接触~~~~~

###### （2）侏罗系（J）

1) 中统 ( $J_2$ ) 上禄丰组 ( $J_{2l}$ ): 上部为紫色、灰黑色夹灰绿色厚层夹中厚层、薄层状粉砂质泥岩夹页岩、泥质粉砂岩、长石石英砂岩。下部为浅灰色、灰绿色厚层状中细粒长石石英砂岩、砂质页岩, 紫红色厚层状粉砂质泥岩。广布于水库流域内小清河河谷, 为库盆区最主要的出露地层, 厚度大于 150m。

—————整合接触—————

2) 下统 ( $J_1$ ) 下禄丰组 ( $J_{1l}$ ): 紫红色、褐红色厚层状长石石英砂岩、杂砂岩与粉砂质泥岩、泥质粉砂岩互层, 底部为巨厚层状石英砾岩、玄武质砾岩。分布在水库流域内小清河河谷两岸山坡上, 厚度 452m。

~~~~~角度不整合接触~~~~~

(3) 二叠系 (P)

1) 上统 (P_2) 峨眉山玄武岩 ($P_{2\beta}$): 暗绿色、深灰色杏仁状玄武岩、致密状玄武岩。顶部为灰紫色凝灰岩, 底部为紫灰色碱玄质火山角砾岩。分布在轿子山水库分水岭附近, 厚度 884~2044m。

~~~~~角度不整合接触~~~~~

#### 2) 下统 ( $P_1$ )

a. 茅口组 ( $P_{1m}$ ): 灰色、灰黑色厚层状灰岩、生物碎屑灰岩、白云质灰岩夹白云岩, 上部夹硅质结核或透镜体。分布在轿子山水库分水岭附近, 厚度 229~532m。

—————整合接触—————

b. 栖霞组 ( $P_{1q}$ ): 浅灰色、灰色厚层状生物碎屑灰岩、白云质灰岩、虎斑状白云质灰岩夹白云岩。分布在轿子山水库分水岭附近, 厚度 109~125m。

—————整合接触—————

c. 梁山组 ( $P_{1l}$ ): 灰黄色、褐黄色中厚层状细粒石英砂岩、泥质粉砂岩及灰黑色薄层状炭质页岩夹煤线、煤层。分布在轿子山水库分水岭附近, 厚度 12~53m。

~~~~~角度不整合接触~~~~~

(4) 寒武系 (C)

1) 上统 (C_3) 二道水组 (C_{3e}): 浅灰色、灰色薄层~厚层状白云岩、粉砂质白云岩。分布在水库流域以外地区, 厚度 21~76m。

—————整合接触—————

2) 中统 (C_2)

a. 西王庙组 (C_{2x}): 灰黄色、灰绿色、紫红色中厚层状长石石英砂岩、薄层状粉砂岩夹粉晶白云岩及石膏层。分布在水库流域分水岭附近, 厚度 78~105m。

—————整合接触—————

b. 陡坡寺组 (C_{2d}): 灰黄色、灰绿色中厚层~厚层状长石石英砂岩、粉砂岩夹白云岩、灰岩及粉砂质泥岩。分布在水库流域分水岭附近, 厚度 40~132m。

整合接触

3) 下统 (ϵ_1)

a.龙王庙组 (ϵ_{1l}): 浅灰色、深灰色厚层状白云岩、鲕状白云岩夹页岩、粉砂岩。分布在水库流域分水岭附近, 厚度 130~276m。

整合接触

b.沧浪铺组 (ϵ_{1c}): 乌龙箐段 (ϵ_{1c}^w): 灰黄色、灰绿色粉砂岩、页岩夹砂岩、白云岩, 底部为砾岩、含砂砾岩。厚度 74~86m; 红井哨段 (ϵ_{1c}^h): 灰色、灰绿色细砂岩夹页岩、粉砂岩。分布在水库流域分水岭附近及水库流域以外东部, 厚度 87~253m。

整合接触

c.箬竹寺组 (ϵ_{1q}): 上部深灰色、灰黑色页岩、泥岩夹粉砂岩、细砂岩及少量灰岩。下部灰黑色、黑色细砂岩、粉砂岩夹少量页岩。分布在水库流域分水岭附近及水库流域以外北部、南部, 厚度 323~405m。

整合接触

d.渔户村组 (ϵ_{1y}): 灰色、灰黑色白云岩、泥质白云岩、硅质岩、磷块岩及含磷白云岩。分布在水库流域以外北部、南部, 厚度 61~311m。

整合接触

(5) 震旦系 (Z)

1) 上统 (Z_2)

a.灯影组 (Z_{2dn}): 灰白色、浅灰色细晶白云岩夹藻白云岩, 局部具硅化现象。分布在水库流域以外北部、南部, 厚度 331~938m。

整合接触

b.陡山沱组 (Z_{2d}): 浅灰色薄层状泥质白云岩、灰黑色炭泥质白云岩, 底部为黄色含砾砂岩、粘土岩, 含铜。分布在水库流域以外北部、南部, 厚度 5~72m。

整合接触

c.南沱组 (Z_{2n}): 褐红色冰碛泥砾岩, 上部为紫红色泥质页岩。分布在水库流域以外北部、南部, 厚度 47m。

~~~~~角度不整合接触~~~~~

---

2) 下统 ( $Z_1$ ) 澄江组 ( $Z_{1c}$ ): 灰紫色、紫红色中~厚层状岩屑长石砂岩、含砾岩屑砂岩夹灰绿色页岩、杂色凝灰岩。分布在水库流域以外北部、南部, 厚度 1173m。

~~~~~角度不整合接触~~~~~

(6) 早古生界昆阳群 (Pt)

1) 鹅头山组 (Pte): 灰色、灰黑色绿泥绢云板岩, 部分具条纹构造, 夹灰黑色结晶灰岩、白云岩, 局部夹英安斑岩。分布在水库流域以外北部、南部, 厚度 950m。

—————整合接触—————

2) 落雪组 (Ptl): 上部为灰色硅化白云岩、含硅化粉晶白云岩条带夹灰色中粗晶白云岩, 下部为灰白色细晶~粉晶白云岩, 含铜矿。分布在水库流域以外北部、南部, 厚度 203~378m。

—————整合接触—————

3) 因民组 (Pty): 紫色、紫灰色石英绢云方解白云岩、石英绢云灰岩、绢云板岩、角砾岩, 含铜及镜铁矿, 斜层理发育。顶部为灰黄色、灰紫色绢云板岩与白云岩互层。底部局部夹赤铁矿层。分布在水库流域以外北部、南部, 厚度 106~521m。

—————整合接触—————

4) 美党组 (Ptm): 上部为灰色绢云板岩夹石英砂岩、粉砂岩; 下部为杂色绢云石英板岩, 底部夹空洞板岩。分布在水库流域以外北部、南部, 厚度 286~1450m。

—————整合接触—————

5) 大龙口组 (Ptd): 灰色、深灰色粉晶~细晶白云岩、粉晶灰岩夹少量石英绿泥绢云板岩、粉晶硅质粘土岩、绢云石英不等粒晶白云岩。分布在水库流域以外北部、南部, 厚度 640m。

—————整合接触—————

6) 黑头山组 (Pths): 上部为灰黑色粉砂质绿泥绢云千枚岩、灰色粉砂质绢云板岩夹浅褐色绢云石英砂岩、石英粉砂岩、灰色粉晶白云岩; 下部为灰黑色绿泥绢云石英粉砂岩、长石粉砂岩夹灰色石英岩。分布在水库流域以外北部、南部, 厚度 946m。

—————整合接触—————

⑦黄草岭组 (Pth): 灰色、深灰色薄~中厚层状板岩夹石英细砂岩、石英岩、粉砂岩及少量灰岩、白云岩。分布在水库流域以外北部、南部, 厚度 469~1390m。

(7) 侵入岩

①华力西期基性侵入岩 (v₄): 灰绿色、墨绿色细~中晶辉绿岩、辉长辉绿岩, 分布在水库流域北部、南部分水岭位置。

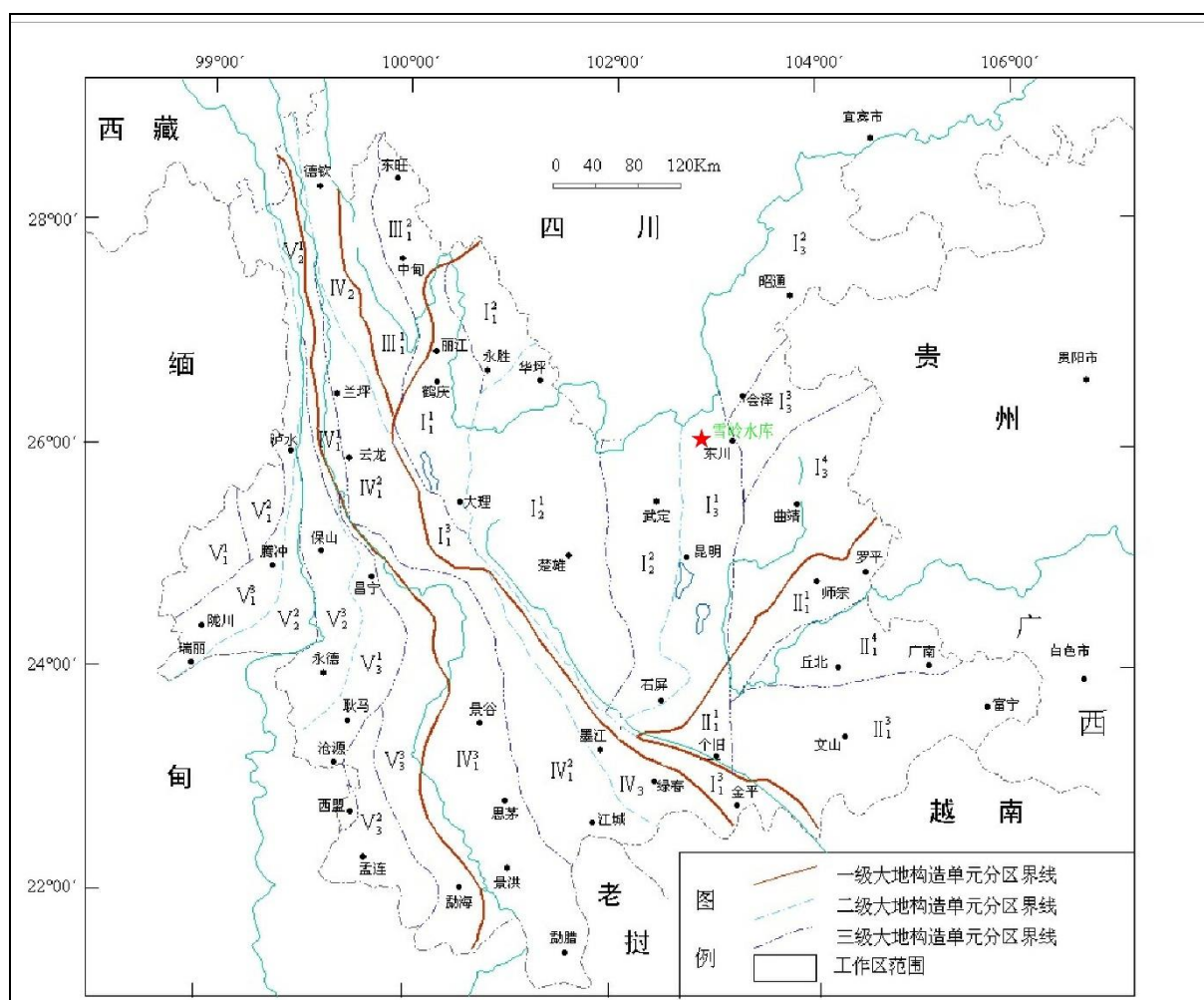
②加里东期酸性侵入岩 (γ_3): 灰白色、肉红色中晶斑状黑云二长花岗岩、细晶花岗岩, 分布在水库流域以外。

③晋宁期基性侵入岩 (v_2): 灰绿色、墨绿色细~中晶辉绿岩、辉长辉绿岩, 分布在水库流域以外。

3.1.3 地质构造

3.1.3.1 大地构造单元

云南省区域地质志(1990)根据槽台学观点, 将云南大地构造划分为5个一级构造单元, 11个二级构造单元和31个三级构造单元(图3.3-1)。工程区位于扬子准地台(一级)的滇中台褶带(二级)之昆明台褶束(I_3^1)的北部, 西与武定—石屏隆断束(I_2^2)的禄劝断凹东北部边缘相邻。



(1) I. 扬子准地台: I_1 丽江台缘褶皱带— I_1^1 点苍山—哀牢山断褶束; I_2 川滇台背斜— I_2^1 滇中台陷, I_2^2 武定—石屏隆断束; I_3 滇中台褶带— I_3^1 昆明台褶束, I_3^2 曲靖台褶束

(2) II 华南褶皱系: II_1 滇东南褶皱带— II_1^1 罗平—师宗褶断束; II_1^2 个旧褶断束; II_1^3 文山—富宁断褶束; II_1^4 丘北—广南褶皱束

- (3) III 唐古拉—昌都—兰坪—思茅褶皱系：III₁ 兰坪—思茅褶皱带—III₁¹ 云龙—江城褶皱束；III₁² 景谷—勐腊褶皱束；III₂ 墨江—绿春褶皱带—III₂¹ 安定—平和褶皱束
- (4) IV 冈底斯—念青唐古拉褶皱系：IV₁ 昌宁—孟连褶皱带—IV₁¹ 临沧—勐海褶皱束

图 3.1 区域大地构造单元划分图

3.1.3.2 区域断裂构造及活动性

区域地质构造背景十分复杂。断裂构造发育有近南北走向，此外还有北东、北西及东西走向，其中以南北向及近南北向为主，规模大，与区域构造线方向一致。该组断裂活动性强，且活动时代较新，是区域内主要孕震和发震构造，主要表现为左旋走滑性质，活动性质表现为既有继承性又有新生性（见图 3.2）。

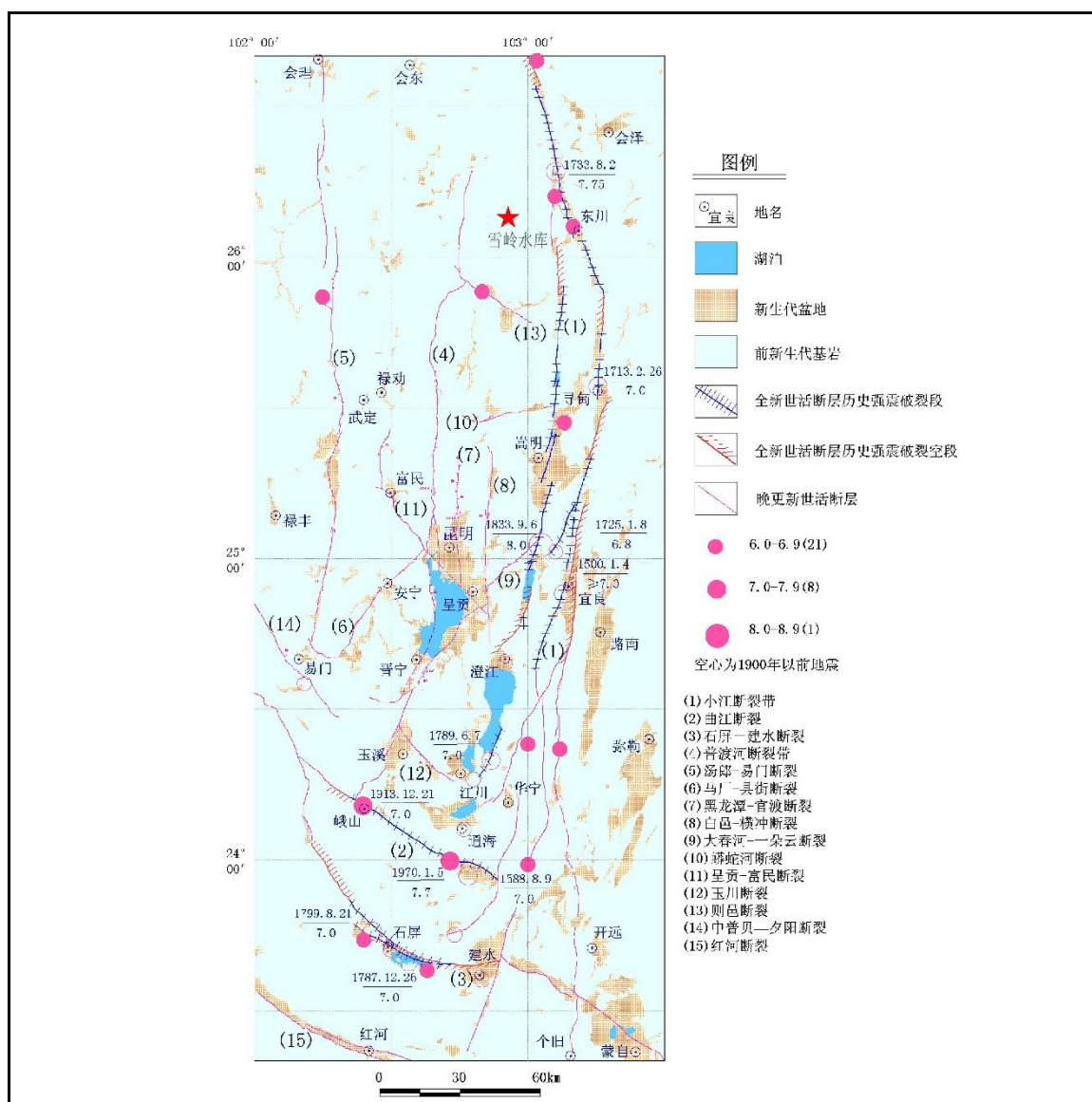


图 3.2 工程区主要活动断裂分布图

工程区周边及外围发育晚更新世以来有活动的且具有一定规模的 15 条活动断裂，

分别是小江断裂、曲江断裂、石屏—建水断裂、普渡河断裂、罗茨—易门断裂、马厂—县街断裂、黑龙潭—官渡断裂、白邑—横冲断裂、大春河—一朵云断裂、蟒蛇河断裂、呈贡—富民断裂、玉川断裂、则邑断裂、中埔贝—夕阳断裂、红河断裂等。其中以近 NS、NNE 向较发育，表现为区域性大规模断裂带，控制着区域地质构造发展演化以及山川、河流走向。

以上断裂按活动时代可分为两组：a.全新世断裂：小江断裂、曲江断裂、石屏—建水断裂、红河断裂；b.中～晚更新世断裂：普渡河断裂、罗茨—易门断裂、马厂—县街断裂、黑龙潭—官渡断裂、白邑—横冲断裂、大春河—一朵云断裂、蟒蛇河断裂、呈贡—富民断裂、玉川断裂、则邑断裂、中埔贝—夕阳断裂。

（1）断裂

从上表知：工程区 30km 范围内共分布 3 条活动断裂，分别为小江断裂、普渡河断裂及则邑断裂，各断层评述如下：

1) 小江断裂带 (F_1) 是一条形成时间早，活动时间长的断裂带，是云南大地构造单元划分的重要界线“八五”期间中国地震局地质研究所和云南省地震局对小江断裂带进行了 1:5 万活断层填图及其分段性研究（宋方敏等、1998），对断裂带进行了系统而详细的研究工作：小江断裂带在空间上由多条次级剪切断层和张剪切断层构成。在地表有多种表现形式：①宽几十至百米左右的断层岩带；②切割不同时代地层和岩浆岩；③由于近期断裂活动是以左旋位移为主，所以沿线的山脊、冲沟左旋错动比较明显；④断层地貌清楚，有谷地、槽地、陡崖、陡坎、闭塞塘、闸门山及位错山脊及位错沟等；⑤对上新世、尤其对中更新世以来发育的盆地有明显的控制作用。小江断裂划分为北、中、南段，工程区主要位于小江断裂带中段附近，中段又划分为东、西两支。

a、小江断裂东支—大白河断裂 (F_{1-1})

分布在区域东部，自北向南沿小江、大白河一线展布，全长近 400km。断裂总体走向 $N20^\circ W$ ，倾向 SW，倾角 87° ，为一规模巨大的、压扭性的左旋逆断层（冲断层）。断裂带宽度达 250～300m，带内为糜棱岩、压碎岩、构造透镜体等，距离水库直线距离 24.0km。

b、小江断裂西支—乌龙街断裂 (F_{1-2})

分布在区域东部，自北向南沿小江、小清河、钻天坡、乌龙街一线展布，全长近 400km。断裂走向 $N10^\circ W \sim N20^\circ E$ ，倾向 NE～SE，倾角 $55 \sim 60^\circ$ ，为一规模巨大的、压

扭性的右旋逆断层。断裂带宽度达 50~100m，带内为糜棱岩、断层角砾岩等，有华力西期辉绿岩侵入，距离水库直线距离 18.2km。

2) 普渡河断裂 (F_{II})

分布在区域西部，南起峨山小南街，向北经过昆明盆地，终止于金沙江北岸，全长近 300km。断层沿线形成有一系列第四纪槽谷和断陷盆地。主要活动时间在中~晚更新世，全新世以来活动不明显。更新世以来的垂直差异运动速率约为 0.5mm/a。普渡河断裂可分为南北两段，南段远离工程区；据历史资料的考证，自公元 1332 年以来沿普渡河断裂带及其附近记有 $M \geq 4^{3/4}$ 级地震共 18 次，且大都集中分布在断裂的中、南段，工程区主要位于地震活动较弱的北段。北段走向 N25°E，倾向 SE，倾角大于 50°，错断水系，断距多在 100~1000m 之间，呈左旋逆断层，总体力学性质为压扭性。

(2) 褶皱

1) 晓光河-老公地向斜

分布在枢纽区范围内，本工程水库流域既处在其上。核部为侏罗系中统上禄丰组 (J_{2l})、下统下禄丰组 (J_{2l}) 红层地层；SW 翼为二叠系上统峨眉山玄武岩、下统茅口组 (P_{1m})、栖霞组 (P_{1q}) 以及寒武系中统西王庙组 (C_{2x})、下统 (C₁) 等海相地层，有华力西期 (v₄) 辉绿岩岩墙穿插；NE 翼为二叠系上统峨眉山玄武岩 (P_{2β})、下统茅口组 (P_{1m})、栖霞组 (P_{1q})、梁山组 (P_{1l}) 以及寒武系中统陡坡寺组 (C_{2d})~震旦系上统陡山沱组 (Z_{2d})、下统澄江组 (Z_{1c}) 海相地层。

此向斜轴向 N25~35°W，两翼岩层倾角一般大于 40°，核部次级背斜、向斜褶曲极为发育，岩层倾角一般 10~20°。

2) 宏德村向斜

分布于枢纽区南西部，核部为二叠系上统峨眉山玄武岩地层；两翼分布岩层基本对称，主要分布二叠系上统峨眉山玄武岩、下统茅口组 (P_{1m})、栖霞组 (P_{1q}) 以及寒武系下统 (C₁) 及震旦系上统灯影组 (Z_{2dn}) 地层，该向斜轴向 N35~64°E，两翼岩层倾角一般 10~25°，为一宽缓向斜。

3) 红宽背斜

分布于晓光村-老公地向斜的南缘。东西长 12km，宽 8~9km。为一较平缓的短轴背斜，核部地层为震旦系上统灯影组 (Z_{2dn})，两翼部为寒武系下统 (C₁)、中统西王庙组 (C_{2x}) 及二叠系下统茅口组 (P_{1m})、栖霞组 (P_{1q}) 及上统峨眉山玄武岩。轴部附近

断裂发育，见断裂有华力西期（ v_4 ）辉绿岩侵入。

4) 石头地向斜

分布在区域东部，小江断裂带东支（大白河断裂）、西支（乌龙街断裂）所夹地块上。轴向近南北，该向斜向北扬起，长约 16km，核部为二叠系上统峨眉山玄武岩（ $P_2\beta$ ）地层，两翼为二叠系下统茅口组（ P_{1m} ）、栖霞组（ P_{1q} ）、梁山组（ P_{1l} ）以及寒武系中统西王庙组（ ϵ_{2x} ）～下统筇竹寺组（ ϵ_{1q} ）等海相地层。两翼岩层倾角一般 $20\sim 40^\circ$ ，局部地区达 70° 左右，为一个轴面近直立的对称向斜。

5) 白沙地向斜

分布在区域东部，小江断裂带东支（大白河断裂）、西支（乌龙街断裂）所夹地块上，处石头地向斜上。形如“牛轭状”，长约 8km，其弧定在小兴山附近。小兴山以东，轴向近东西；小兴山以北，轴向 15° 左右。向斜向两端扬起。向斜核部、两翼均由侏罗系下统下禄丰组地层构成。岩层在轴线以北及以东地区，产状大多正常，倾角一般 $65\sim 75^\circ$ ；轴线以西及以南地区，产状大多倒转，倒转倾角一般 $40\sim 50^\circ$ 。因此，此向斜为一个轴面倾向西及倾向南的倒转向斜。

3.1.4 水文地质

（1）地下水类型及含水透水层、相对隔水层

按区域地下水赋存条件划分，整个工程区孔隙水、裂隙水、岩溶水三类型均存在。孔隙水主要分布在河流冲洪积层、坡洪积层中，含水层砂卵砾石透水性极强。裂隙水广泛分布在基岩区内，含水层透水性极不均，其中，砂岩、玄武岩一般中等～强透水，为透水层；泥岩、页岩一般微弱透水，可视为相对隔水层。岩溶水仅分布在灰岩、白云岩出露区，含水层一般强～极强透水，其中以二叠系下统栖霞组（ P_{1q} ）、茅口组（ P_{1m} ）灰岩岩溶水极发育。

按地下水埋藏条件，区内存在潜水、承压水。

（2）地下水补给、径流、排泄

区内地下水接受大气降水、冰雪融水补给，沿含水层中孔隙、裂隙、溶隙、溶洞径流，向冲沟、河谷等低洼处排泄。小清河为工程区内最低排泄基准面。

3.1.5 区域构造稳定性

3.1.5.1 区域地震构造背景

小清河流域场地处新构造运动之滇中大面积上升区的昆明～建水带，以差异性升降运动为主。东侧为小江地震构造带，北侧为则木河地震构造带，西侧为普渡河地震构造带，南侧为楚雄～建水地震构造带。

其中则木河地震构造带、楚雄～建水地震构造带距离工程区 250km 以上，属远场地震构造带，对工程区影响甚微。

近场内有普渡河断裂带、小江断裂带两条岩石圈断裂具孕育 M6.5 级以上地震的条件。

3.1.5.2 区域控制性断裂活动性

区内控制性断裂主要为普渡河断裂带、小江断裂带两断块边界断裂。两断裂皆为岩石圈断裂，为云南中部最主要的第四系活动断裂，挽近期以来活动明显。

普渡河断裂带经断层泥取样，TL、ESR 方法测定年龄，断裂最近一次活动时间为 3～20 万年，既最新活动发生在晚更新世，具产生 M6.5 级地震的条件。

小江断裂带为中国西部著名的活动断裂，地震部门曾经对其进行过详细的研究，最新活动发生在全新世，现在仍有位移形变。属中强震、强震高发断裂带，其中，1833 年嵩明的 M8.0 级地震为此断裂带发生的有史料记载的最大震级地震。因此，小江断裂带在工程运行期间具备孕育 M7.0 级地震的条件。

3.1.5.3 历史地震

工程区受小江地震带及普渡河断裂带影响，普渡河地震带自公元 1600 年记录有 M5.0 以上地震 17 次，最大为 1985 年 4 月 18 日禄劝转龙的 M6.3 地震。小江地震带地震极为频繁，只 1900 年以来就发生了多次 M5.0 以上地震，历史最大地震为 1833 年 9 月 6 日嵩明的 M8.0 级地震。该区域地震活动较为强烈，空间分布不均。历史地震记录共有 $M_s \geq 5$ 级地震近 40 次，其中 6.0 级及以上地震 14 次，主要发生在工程区周围及外围区域，一般属于地壳中上层的浅源构造地震。近场区内共记录 $M \geq 4.7$ 的地震 10 次，均为小江次级地震带内地震，对工程场地影响最大的地震公元为 1733 年 8 月 2 日东川紫牛坡 $7\frac{3}{4}$ 级地震，最大影响烈度达 IX 度。

3.1.5.4 区域构造稳定性

从区域地震构造背景、区内控制性断裂活动性、历史地震来看，工程区处两大地震带之间地块上，地块边界之两大岩石圈断裂活动性明显，地震频发，皆为活动断裂。

工程区距离两大活动断裂皆较近，其中，区域西侧普渡河断裂距雪岭水库工程区 14.5km，为近场区活动断裂，历史上最大地震强度<M7.0，可能发生 M6.5 地震，对工程区内有Ⅶ度的影响。东侧小江断裂东、西支（F₁₋₁、F₁₋₂）在东川区境内对其活动性云南省工程地震研究院已有鉴定意见，西支活动性比东支活动性弱。小江断裂西支距水库 18.2km，为近场区活动断裂，工程运行期可能发生 M6.5 地震，对工程区的影响为Ⅷ度；东侧东支距工程区 24.0km，为近场区活动断裂，未来 50 年内具备发生 M7.0 地震的条件，对工程区的影响也为Ⅷ度。

因此，水库枢纽区附近无活动断裂，近场区发育强震活动断裂，依据《水力发电工程地质手册》中区域构造稳定性评价方法，按手册中的四分体系进行评价，见表 3.2-4。雪岭水库附近地震动峰值加速度为 0.20g，相应的地震基本烈度为Ⅷ度，距离水库较近的活动断裂—普渡河断裂为 14.5km 左右，近场区 1733 年 8 月 2 日东川紫牛坡发生 7³/₄ 级地震，最大影响烈度达Ⅸ度，根据区域资料，区内有较明显的复杂重磁异常（巧家—昆明复杂正磁异常带），因此工程区属于区域构造稳定性较差区。

2.1.1.1 地震动参数

按中华人民共和国国家标准《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015），雪岭水库枢纽区地震动峰值加速度 0.20g，地震动反应谱特征周期 0.45s，相应的地震基本烈度为Ⅷ度；灌区地震动峰值加速度 0.20~0.30g，地震动反应谱特征周期 0.45s，相应的地震基本烈度为Ⅷ度。

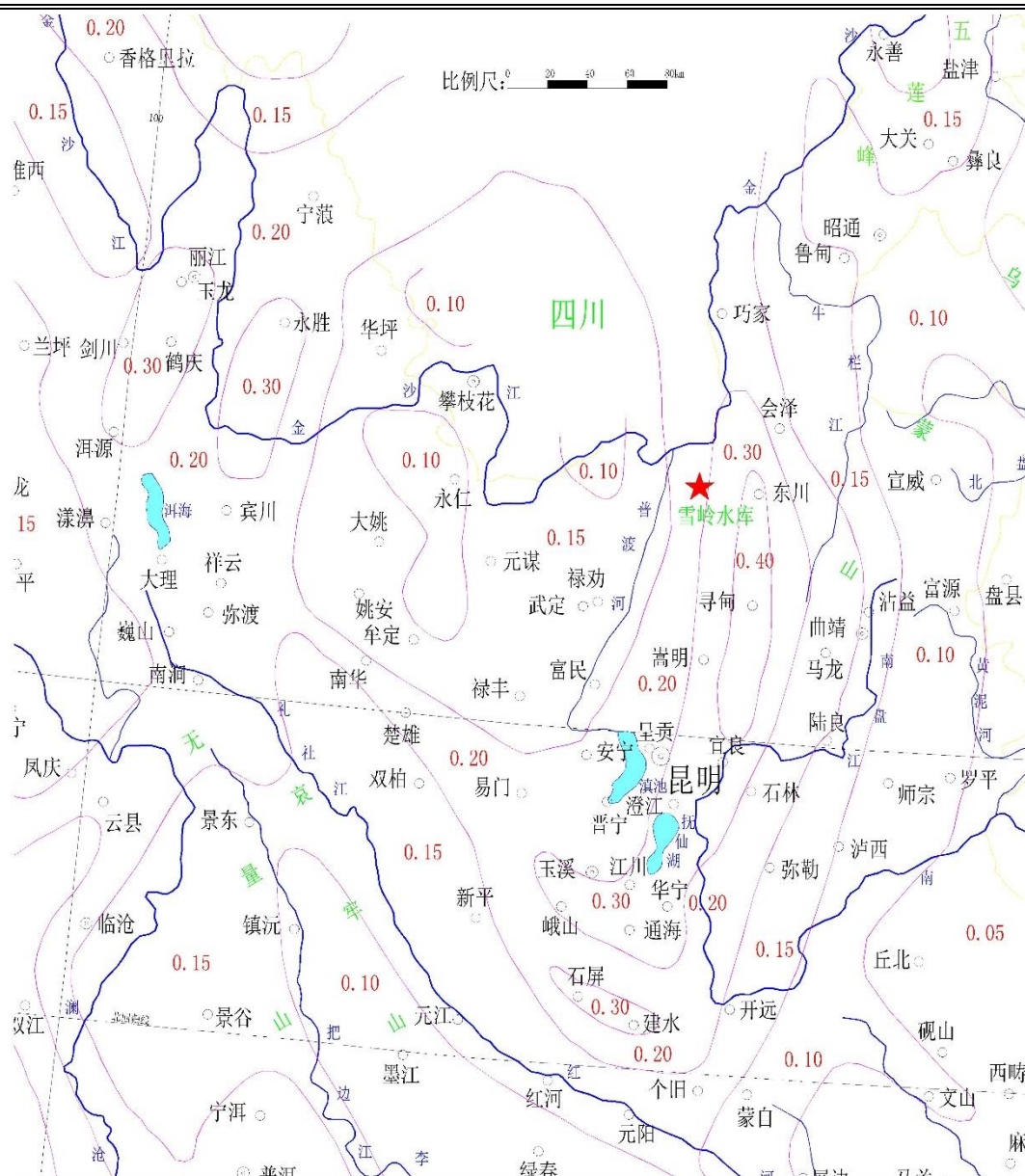


图 3.3 工程区及周边地区地震动峰值加速度区划图

3.2 雪岭水库工程地质条件

3.2.1 库区工程地质条件

3.2.1.1 地形地貌

雪岭水库流域地势总体为北西高，南东低。最高点为北西方分水岭之火石梁子（也称雪岭）主峰，海拔高程 4344.10m，次之为轿子山，海拔高程 4247.00m。最低点为水库坝址下游小清河河床，高程 2600.00。相对高差 1744.10m。

小清河河谷总体走向南东, 水库盆地主要处于 3000m 夷平面以下侵蚀构造河谷内,

两岸岸坡一般 $25^{\circ}\sim 50^{\circ}$ ，局部呈陡崖，大于 70° ，谷底宽度 $20\sim 40\text{m}$ ，断面呈不对称“U”型，河流纵比降约 18.5% ，两岸支流发育，其中左岸较右岸支流发育，较大支流位于坝前右岸—燕子洞河。河流阶地不发育，仅局部分布 I～II 级阶地。支流河（沟）口多有冲、洪积物堆积，堆积规模均较小，无陡峭迭坎或险滩等发育。

小清河总体流向为 $S41^{\circ}\sim 50^{\circ} E$ ，河谷形态、岸坡地形随岩性变化主要分为两类，分述如下：

（1）玄武岩段：主要分布于库区末端及两岸较高岸坡，河谷狭窄，两岸地形坡度较陡，冲沟较不发育，现状两岸多为自然山体，局部零星分布耕地，总体植被覆盖率低，无居民点分布。

（2）沉积岩段：岩性主要为泥质粉砂岩、砂岩及泥质岩，分布于库区大部分河段，其河谷一般较宽缓，小冲沟较发育，冲沟多呈“V”型，切割深度不深，深度一般 $2.0\sim 5.0\text{m}$ ，延伸长度一般小于 1.0km ；现状两岸多被开垦为耕地，植被覆盖以农田作物为主，靠近坝址区有居民点分布。

3.2.1.2 地层岩性

库区主要分布沉积岩、岩浆岩（详见水库库区地质图）。沉积岩主要为沉积碎屑岩；岩浆岩主要为印支早期喷出的玄武岩。在河床、河漫滩、阶地、冲沟及水库两岸坡地带，分布有第四系（Q）冰碛、冲洪积、残坡积层等。现将库区内及附近出露的地层岩性由老至新分述如下：

（1）二叠系（P）

1）下统梁山组（ P_{1l} ）：灰黄色、褐黄色中厚层状细粒石英砂岩、泥质粉砂岩及灰黑色薄层状炭质页岩夹煤线、煤层。主要呈条带状分布于水库流域两岸分水岭附近，区域厚度 $12.0\sim 53.0\text{m}$ 。

2）二叠系下统茅口组（ P_{1m} ）：灰色、灰黑色厚层状灰岩、生物碎屑灰岩、白云质灰岩夹白云岩，上部夹硅质结核或透镜体。主要呈条带状分布于水库流域两岸分水岭附近，区域厚度 $229.0\sim 532.0\text{m}$ 。

3）二叠系下统栖霞组（ P_{1q} ）：浅灰色、灰色厚层生物碎屑灰岩、白云质灰岩、虎斑状白云质灰岩夹白云岩。主要呈条带状分布于水库流域两岸分水岭附近，区域厚度 $109.0\sim 125.0\text{m}$ 。

4) 二叠系上统峨眉山玄武岩组 ($P_2\beta$): 暗绿色、深灰色杏仁状玄武岩、致密状玄武岩。顶部为灰紫色凝灰岩, 底部为紫灰色碱玄质火山角砾岩。分布于库尾及库区右岸支流燕子洞河两岸, 区域厚度 884.0~2044.0m。

(2) 侏罗系 (J)

1) 侏罗系下统下禄丰组 (J_1l): 紫红、褐红色厚层状长石石英砂岩、杂砂岩与粉砂质泥岩、泥质粉砂岩互层, 底部为巨厚层状石英砾岩、玄武质砾岩。为库区主要地层, 区域厚度 452.0m。

2) 侏罗系中统上禄丰组 (J_2l): 上部为紫红、灰黑色夹灰绿色厚层夹中厚层、薄层状粉砂质泥岩、泥质粉砂岩夹长石石英砂岩。下部为浅灰色、灰绿色厚层状中至细粒长石石英砂岩, 厚层状粉砂质泥岩。主要分布于库区左岸及近坝库盆, 区域厚度大于 150.0m。

(3) 第四系 (Q)

1) 第四系冰碛堆积层 (Q^gl): 褐黄、灰褐、杂色块碎石土、砂质粘土、块碎石等, 杂乱, 无层理, 块碎石具一定磨圆, 主要分布于库区左岸缓坡平台, 厚度 10.0~62.0m。

2) 第四系冲洪积层 (Q^{alp}): 杂色漂卵砾石夹孤石、含卵砾粘土、砾质土, 主要分布小清河河床及两岸阶地, 部分支流汇入口及冲沟口亦有分布, 钻孔揭露该层厚度 3.0~15.0m。

3) 崩坡积层 (Q^{col+dl}): 红色、紫红色、杂色碎石土夹块石, 主要分布于库区右岸崩塌堆积处, 厚度不一, 一般小于 5.0m。

4) 残坡积 (Q^{eld}) 红褐色、黄褐色、灰褐色碎石土、含碎石粉质粘土、粉质粘土、砂质粘土, 分布于库区两岸大部分山坡表层。厚度一般小于 10m。

3.2.2 雪岭水库工程地质条件

3.2.2.1 地形地貌

坝址左岸为河流冲刷凹岸, 临河侧高程 2710m 以下边坡陡峻, 地形坡度一般 37~48°, 平均约 42°, 沿线不良物理地质现象发育, 高程 2710m 以上, 地形较平缓, 为冰碛堆积台地, 地形坡度 10~20°, 地表分布旱地, 植被覆盖较差; 右岸为凸岸分布河床 I 级堆积阶地, 阶地长约 300m, 宽约 100m, 现状分布下岔河村村落、房屋, 高程 2720m 以下, 地形坡度 30~35°, 沿线边坡改造为台阶, 分布旱地; 高程 2720m 以上, 地形较

陡，坡度 $40\sim 55^\circ$ ，植被覆盖较好，较高部位弱风化玄武岩出露，上坝址呈不对称开阔“V”型河谷。总体枢纽区两岸属构造侵蚀中高山地貌、河床部位为侵蚀堆积地貌以及左岸分布的冰碛堆积台地地貌。

3.2.2.2 地层岩性

坝址区内主要分布第四系人工堆积 (Q^s)、崩坡积 (Q^{col+dl})、冲洪积 (Q^{alp})、地滑堆积 (Q^{del})、残坡积 (Q^{edl})、冰碛堆积 (Q^{gl}) 等，厚度 $0\sim 62\text{m}$ ，下伏基岩为中生界侏罗系中、下统禄丰组 (J_2l 、 J_1l) 以及二叠系上统峨眉山玄武岩组 ($P_2\beta$) 地层。由新到老分述如下：

(1) 第四系

1) 第四系人工堆积 (Q^s)：灰褐色、浅紫色、灰白色砂卵砾石、碎石土、杂填土夹块石，杂乱堆积，结构松散。分布于燕子洞河左岸驿站及停车区、沿线公路以下边坡，厚度不一，最大厚度约 5.0m 。

2) 第四系崩坡积 (Q^{col+dl})：灰褐、灰绿色、紫红、红色块、碎石土夹孤石，孤石岩性主要为长石石英砂岩、泥质砂岩、玄武岩，堆积杂乱，局部存在架空现象。孤石的含量 $10\sim 20\%$ ，孤石直径一般 $0.5\sim 2.5\text{m}$ ，棱角分明，分布于坝址岸坡脚及陡坡与缓坡交接部位，厚度一般 $2.0\sim 8.0\text{m}$ 。

3) 第四系冲洪积 (Q^{alp})：砂卵砾石夹漂石，分选性差、无胶结，磨圆度差，多为次棱角状~次圆状。其岩石成分与径流区地层岩性一致，主要为砂岩、砾岩、玄武岩、灰岩等，卵砾石粒径一般 $5\sim 20\text{cm}$ ，漂石粒径 $0.5\sim 5.0\text{m}$ ，分布于小清河、燕子洞河河床及漫滩内，小清河河床冲洪积厚度 $3.0\sim 15.5\text{m}$ ；燕子洞河冲洪积厚度 $1.5\sim 12.0\text{m}$ 。

4) 第四系地滑堆积 (Q^{del})：灰褐色、浅紫色、灰黄色含碎石粘土、粉质粘土夹块石，杂乱堆积，结构松散，局部存在有架空现象。其中块、碎石的含量 $10\sim 25\%$ ，块石直径大小不一，最大达 2.0m ，母岩岩性为砂岩、砾岩为主，分布于坝址区滑坡体，厚度一般 $1.0\sim 6.0\text{m}$ 。

5) 第四系残坡积 (Q^{edl})：浅紫红色、灰褐色、灰黄、褐黄色含碎石粉质粘土、砂质粘土，局部夹碎块石，碎块石含量 $5\sim 15\%$ ，土层物质结构松散~中密。广泛分布于坝址区两岸岸坡及山顶位置，厚度一般 $0\sim 5\text{m}$ 。

6) 第四系冰碛堆积 (Q^{gl})：为黄褐、红褐色冰碛砾质粉质粘土、碎石土夹块石，杂

乱堆积，块、碎石含量 20~35%，局部达 50%以上，结构中密~密实，块、碎石岩性以长石石英砂岩、泥质砂岩、砂砾岩、砾岩为主，呈棱角~次圆状，分布于上坝址左岸台地，厚度 10~62.0m。

~~~~~角度不整合~~~~~

## (2) 侏罗系中统上禄丰组 ( $J_2^1$ )

从上到下分为：

1) 第三层 ( $J_2^3$ )：以灰色、灰绿色薄至中层状粉砂质泥岩、砂质页岩夹泥质粉砂岩，局部夹灰、浅灰色长石石英砂岩，厚 66~118m，分布于坝址区左岸岸坡。

—————整合接触—————

2) 第二层 ( $J_2^2$ )：深灰、灰黑色薄~中层状泥质粉砂岩、砂岩夹粉砂质泥岩、砂质页岩，厚 30~55m，分布于坝址区左岸岸坡及部分河床。

—————整合接触—————

3) 第一层 ( $J_2^1$ )：灰、灰白、深灰色厚层状细粒长石石英砂岩、砂砾岩、砾岩，含多层薄煤线，厚度 0.5~3cm，夹深灰、灰黑色泥质粉砂岩，厚 50~70m，分布于坝址区河床及局部左岸岸坡。

—————断层接触（局部为整合接触）—————

## (3) 侏罗系下统下禄丰组 ( $J_1^1$ )

从上到下分二层：

1) 第二层 ( $J_1^2$ )：紫红色、褐红色厚层状长石石英砂岩、砂岩与同色粉砂质泥岩、泥质粉砂岩互层，厚度 110~175m，分布于坝址区右岸岸坡。

2) 第一层 ( $J_1^1$ )：深紫红、暗红色厚层状玄武质砾岩，层厚 14~38m，分布于坝址区右岸岸坡。

~~~~~平行不整合接触~~~~~

(4) 二叠系上统峨眉山玄武岩组 ($P_2\beta$)：暗绿色、深灰色杏仁状玄武岩、致密状玄武岩，顶部为灰紫色凝灰岩，厚度 884~2044m，分布于枢纽区右岸较高岸坡及支流燕子洞河两岸。

3.2.3 天然建筑材料

因坝址地质条件决定了本工程只宜做土石坝，可行性研究阶段天然建筑材料勘察工作，主要结合沥青混凝土心墙风化料坝、混凝土面板堆石坝展开，所勘察的天然建材包

括两坝型所需的土料、风化料、块石料，勘探精度均为初查。堆石料、人工粗细骨料、反滤料、过渡料，勘探精度为初查。

3.2.3.1 土料场

本阶段用的土料场为可研阶段所选择的 1 个土料场，土料场属砂泥岩地区，平缓山地均有粘性土分布，相对较分散，质量不均一，经过本阶段勘探工作，土料场上部细粒土粘粒含量较高，天然含水量与最优含水量相差较大，本阶段只作为大坝围堰料使用。

防渗土料场位于拟建雪岭水库推荐坝址下游左岸，为中山地形，构造侵蚀地貌，地形坡度 $10\sim 30^\circ$ ，以斜坡为主，料场分布高程 2601.00~2667.00m。料场面积较小，整体为倾向河谷的连续斜坡，地形起伏较小，有用层厚度较稳定，土层结构简单，则按地形地质条件划分为 II 类料场，其储量满足工程设计要求。

土料场表层为第四系全新统残坡积层 (Q^{eld})，上部 0.30~0.50m 为腐植土及耕作层，植物根系发育，结构松散；下部为棕红、褐红色粘土、粉质粘土、含砾粉质粘土、局部夹砂质粘土。下伏地层岩性为侏罗系中统上禄丰组 (J_2l) 紫红色粉砂质泥岩夹页岩、泥质粉砂岩。有用层主要为第四系全新统残坡积层之粘土、粉质粘土。

3.2.3.2 堆石料

堆石料为混凝土面板堆石料坝所需的坝壳料，根据工程区周边分布天然建筑材料情况，选择玄武岩及石英砂岩作为坝壳料料源，初选玄武岩堆石料场位于拟建雪岭水库燕子洞河支流汇入口左岸山体，石英砂岩堆石料场位于水库下游土木村后侧山体，该料场为已经轿子山水库堆石料料场。

(1) 玄武岩石料场

经本次地表地质测绘，料场大面积分布二叠系上统峨眉山玄武岩组 ($P_2\beta$) 之暗绿色、深灰色杏仁状玄武岩、致密状玄武岩。其弱风化岩层强度较高，可作为主堆石料采用。分布高程 2687.0~2880.0m，为高中山地形，构造侵蚀地貌，地形坡度 $45\sim 70^\circ$ 、局部 80° ，以陡坡为主。料场范围内植被稀疏，地表岩体裸露，局部地表为第四系全新统残坡积层 (Q^{edl}) 所覆盖，厚度 0.10~0.30m，组成物质为粉质粘土、含砾粉质粘土、粉质土砾。地表岩石多为强~弱风化岩层。近地表岩石节理裂隙发育，岩石破碎，岩体随深度加深，风化程度逐渐减弱，弱风化玄武岩为较好的堆石料。

(2) 杨桥沟石料场

料场为轿子山水库曾用杨桥沟石料场，料场南北长约 500m，东西宽约 700m，分布高程 2280.0~2350.0m，形坡度 30~40°。距雪岭水库坝址区约 10.7km，场地内植被较为发育，以灌木为主，沿冲沟两侧出露基岩，杨桥沟石料场现状见图 3.6-3。地表覆盖层厚度小于 5.0m，主要为残坡积碎石土。料场出露岩层为上禄丰组中统第一层分为五段其中 J_2^{1-1} 、 J_2^{1-2} 、 J_2^{1-5} 为层状泥质粉砂岩、粉砂质泥岩夹薄层状长石石英砂岩； J_2^{1-3} 、 J_2^{1-4} 为中层状长石石英砂岩夹薄层状泥质粉砂岩及粉砂质泥岩，根据本阶段对料场进行地质剖面测绘及储量计算看，长石石英砂岩与泥质粉砂岩、粉砂质泥岩所占比例约为 3：2，岩体强~弱风化，强风化岩层水平厚度 5~8.4m，岩质较坚硬，节理裂隙不发育。

3.3 初步结论

3.3.1 区域稳定性

工程区地处普渡河断裂与小江断裂西支之间地区，区域构造稳定性较差。

按中华人民共和国国家标准《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)，雪岭水库枢纽区地震动峰值加速度 0.20g，地震动反应谱特征周期 0.45s，相应的地震基本烈度为Ⅷ度；人饮管线地震动峰值加速度 0.20~0.30g，地震动反应谱特征周期 0.45s，相应的地震基本烈度为Ⅷ度。

3.3.2 雪岭水库工程

3.3.2.1 水库库区

雪岭水库岩性主要为碎屑沉积、火山喷发岩，库盆地段内无低矮垭口，不存在向低邻谷永久渗漏问题；库区两岸山坡稳定，不会产生大规模坍岸及库岸再造，库岸总体基本稳定；水库蓄水后浸没问题不严重；水库蓄水后诱发地震的可能性小，总体建库条件较好。

3.3.2.2 枢纽区

(1) 坝址比选：本阶段初选，上、下坝址，从地形地貌、坝基覆盖层厚度、防渗帷幕及岩基建坝条件等方面综合比较，推荐上坝址作为本工程推荐坝址。

(2) 坝型比选：通过上坝址工程地质条件及天然建筑材料分布情况，本阶段推荐沥青混凝土心墙堆石坝与钢筋混凝土面板堆石坝进行工程地质比选，从工程地质的角度

分析认为钢筋砼面板堆石坝与沥清砼心墙堆石坝各有优劣，通过经济技术综合分析初步推荐钢筋砼面板堆石坝作为本工程坝型。

（3）主要工程地质问题

1) 岸坡稳定性

左岸岸坡整体基本稳定，卸荷影响带内局部稳定性差，开挖边坡稳定性较差；右岸岸坡整体基本稳定，卸荷带较不稳定，开挖边坡稳定性差，需加强支护。

2) 坝基岩体强度

坝基岩体可满足土石坝坝基强度要求；左岸冰碛堆积层深厚，选择冰碛层作为坝基时，需对地基清除软弱层并加固处理。

3) 坝基抗滑稳定性

坝基岩体整体强度高于坝体强度，潜在的滑动破坏面不存在于基岩体中，坝基抗滑稳定性较好

4) 坝基渗透稳定性

坝基第四系冰碛堆积层允许水力比降小，存在渗透变形问题，渗流不稳定；坝基岩体允许水力比降大，不存在渗透变形问题。

5) 坝区渗漏

坝基及两岸山体分布有多层中等～强透水的层间裂隙含水透水层，存在坝基及绕坝渗漏条件。渗漏严重影响水库正常蓄水，必须进行防渗处理。

（4）附属建筑物工程地质问题

1) 溢洪道

溢洪道沿线地基为强至弱风化基岩，地基强度较好，泄槽段抗滑稳定性较差，建议布设锚杆，增强地基抗滑稳定性，沿线开挖边坡稳定性较差～差，需加强开挖边坡支护。

2) 导流、输水隧洞

a、输水隧洞主要以IV类围岩为主，局部夹III类、V类围岩。输水隧洞进出口洞脸开挖边坡基本稳定。

b、导流隧洞洞身段主要以IV类围岩为主，局部夹III类、V类围岩。隧洞后段（出口泄槽、消力池、出口明渠）地基稳定性较好，建议地基布置锚杆，增强地基抗滑稳定性，开挖边坡稳定性较差，需加强支护。

3.3.2.3 人饮管线

雪岭水库人饮输水工程由输水主管、2 段隧洞，输水路线总长 32.32km。

输水线路主要工程建筑物由管道及隧洞组成，输水路线分布于小清河两岸山麓缓坡、斜坡地段，地下水埋深较深，不存在基坑开挖涌水问题。其中输水路线途经小清河河床及山麓段山谷常流水冲沟时，开挖基坑主要位于第四系冲洪积堆积层之上，该层地下水出露较高，开挖基坑大多位于地下水位线之下，基坑开挖存在基坑涌水问题，需进行基坑排水，同时建议放缓基坑开挖边坡以保证基坑开挖边坡的稳定。

3.3.2.4 天然建筑材料

因坝址地质条件决定了本工程只宜做土石坝，推荐坝型为混凝土面板堆石坝，故天然建筑材料主要包括：防渗土料、坝壳料及人工砂石料，各类天然建筑材料的勘探储量、质量基本满足规范要求。各料场勘察情况如下：

（1）防渗土料

防渗土料场储量为 11.97 万 m^3 ，土料有用层相对较薄，且厚度不均匀，质量不均匀，多项指标不理想，料场分散。大坝所需围堰土料量为 2.15 万 m^3 ，储量满足要求。

（2）堆石料

本工程所需坝壳料、过渡料、垫层料块石料取自杨桥沟石料场及库区玄武岩料场，杨桥沟石料场为轿子山水库曾用坝壳料料场，距雪岭水库坝址区约 11.0km，料场储量 853.4 万 m^3 ，有用层为弱风化岩体，无用层为残破积碎石土及强风化岩体、泥岩，石料场储量、质量满足规范技术要求；库区玄武岩料场位于燕子洞河支流汇入口左岸山体，距雪岭水库坝址区约 1.0km，料场储量 187.65 万 m^3 ，有用层为弱风化及以下玄武岩岩体，无用层为残破积碎石土及强风化岩体，石料场储量、质量满足规范技术要求。

（3）粗细骨料

本工程所需粗细骨料取自白泥井石料场，该料场位于红土地镇～汤丹镇公路的小竹山～大竹山段公路旁，距坝址约 26.0km，料场储量 67.0 万 m^3 ，有用层为弱风化岩体，无用层为第四系及全强风化岩体，石料场储量、质量满足规范技术要求。

4 流域治理开发保护现状与形势分析

4.1 水资源现状调查

4.1.1 水资源数量

东川区年径流量（水资源总量）9.318 亿 m^3 ，外来入区水量 7.371 亿 m^3 ，出区水量 16.2097 亿 m^3 ，本区净耗水量 0.4793 亿 m^3 ，仅占年径流量的 5.14%。东川境内各河流均属金沙江水系，主要有普渡河（与禄劝县界河）及其支流，小江及其支流，块河、乌龙河、小清河、黄水箐等，均为山间性河流；其特点是流量小、变幅大、流程短、纵坡大、沿岸侵蚀能力强，河水暴涨暴落，造成大量地表水蓄水无条件，提水扬程高，引水亦困难，虽然全区水资源总量比较大，但高水无处蓄、低水无用处，大部分地区形成“山下江水哗哗流，山上滴水贵如油”的现象。

小清河：属金沙江水系，系小江左岸一级支流，发源于东川区与禄劝县交界处的轿子雪山，由北西向南东流，全长 41.2km，汇入小江，河道平均比降 46%，流域面积 349 km^2 。

小清河发源于我区拱王山燕子洞白龙潭，经晓光桥、中厂河至板壁岩汇入小江，全长 38.4 公里。汇水面积 348.7 km^2 ，河谷狭长，呈“V”型，纵坡 6.9%，两岸无河漫滩，植被较好，水流湍急。

表 4.1 小清河水资源量成果表

| 河名 | 面积 (km^2) | 年降雨量 (mm) | 年径流深 (mm) | 年径流 (亿 m^3) |
|-----|----------------------|-----------|-----------|-----------------------|
| 乌龙河 | 135.6 | 957 | 356.2 | 0.483 |
| 小清河 | 348.7 | 1330.5 | 1024 | 3.57 |

4.1.2 水资源质量

小清河作为东川区唯一的、不可替代的水源，对东川区今后一段时间社会经济的发展起到至关重要的推动作用。小清水系观测断面有新桥、小河及晓光河桥三个观测断面为矿区及城市工业生产及生活用水水源区，因水源环境较好，污染源少且无扩展规划，水质监测频率确定为每年 4 次。晓光河桥断面的水质监测与水文观测同步。坝塘水库水

质监测专用断面每年监测 6 次，隔月监测；因民大水沟断面每年监测两次，枯、丰各一次。

东川区环境监测站 2011 年 7 月 14 日在小清河干流的虎跳桥断面（轿子山水库坝址下游数百米）通常 39 项监测，与《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）的地表水环境质量的 24 项基本项目标准值，对比 21 项中仅氨氮、总氮两项属 II 类水标准，其它项均属 I 类水标准，说明小清河水质环境状况良好，满足工程开发功能要求，生活饮用前需进行必要的清洁处理。

4.2 治理开发保护现状

4.2.1 水资源开发利用

4.2.1.1 供水基础设施调查

坝塘水利枢纽工程：根据《东川坝塘水利枢纽工程初步设计报告》的成果，坝塘水利枢纽工程包括引水工程、蓄水工程和输水工程三部份，具体方案是：从发源于轿子山的小清河箐水地筑低坝引水（取水口高程 1947.35m），引水断面以上径流面积 208km²，多年平均产水量 2.49 亿 m³，引水工程设计引水流量 4m³/s（实际可过流量 9m³/s），引水线路总长 16.12km，其中隧洞四座总长 10.93km，跌水两座总长 1.27km，渠道长 3.898km；引水至坝塘天然洼地屯蓄，形成总库容 1841.2 万 m³ 的水库，水库无需筑坝，但库盆需作 22.3 万 m² 的防渗处理；经坝塘水库调蓄后，通过 978.91m 长的有压隧洞和 3810m 长的倒虹吸输水进入团结渠。

轿子山水库：轿子山水库与坝塘水利系统的总体布局为：轿子山水库的出库水量沿小清河至四级水电站(装机 3×3200kW)，经四级水电站发电后，流至箐水地取水口，从右岸取水，利用已建成的坝塘水库输水干渠（坝塘水库设计引水流量 4m³/s，实际可过流量 9m³/s），在钻天坡穿过分水岭，到达乌龙河、大白河流域的五级水电站(装机 2×3200kW)。从五级水电站前池取水，通过新建轿子山水库南干渠引水灌溉轿子山水库乌龙灌区 1.88 万亩农田。其余水量通过五级水电站发电后，部分尾水进入坝塘水库乌龙灌区，灌溉高程 1805m 以下野鸭塘沟附近 0.7072 亩农田，大部分尾水沿渠道穿绕老和田、东水井、老村子一线的东面山坡顺小陡者山脊至六级水电站。在六级水电站(装机 2×3200+1×2500kW)前池取水，通过新建轿子山水库北干渠，引水供四方地工业园

区和绿茂灌区 0.72 万亩农田。余水通过六级水电站发电后，进入坝塘水库。经坝塘水库调节后，通过坝塘水库输水隧洞，进入长 3810m 的城市和灌溉共用的倒虹吸，跨过大白河，进入团结渠，供城市用水和碧谷灌区用水。新建自来水厂从团结渠取水，经处理后供城市生活用水。团结渠设计流量 $4.0\text{m}^3/\text{s}$ ，碧谷灌区和绿茂灌区灌溉用水进入团结渠后分为两支：一支以闸门控制使水逆向上游，灌溉碧谷灌区 7974 亩农田；一支顺原团结渠流向下游，到达团结渠尾部，灌溉碧谷灌区 16530 亩农田；碧谷灌区团结渠段从 16 #闸到大寨村渠尾，全长 8862m。坝塘水库余水再利用 440m 的地形落差供七级水电站(装机 $2\times 12000\text{kW}$)发电。

新坪大沟：根据调查，规划区灌区农业用水基本无法满足，只有小清河左岸水稻灌区现状有新坪大沟，小清河右岸仓房、龙树灌片及其他旱作灌片有零星渠道，规划区内其他片区只能依靠天然降水解决，严重制约了当地的经济发展。新坪大沟及各山箐来水量采用雪岭水库径流计算成果通过面积比拟法计算，考虑扣除下游生态流量得到可供水量，各山箐来水量丰富，但是由于渠道的可引水量有限，根据现状渠道的覆盖情况，考虑渠道的可引水系数为汛期 0.50，枯期 0.70。新坪大沟控制径流面积为 7297 亩，年需水量为 303 万 m^3 ，新坪大沟以上径流面积为 60.1km^2 ，得到年可供水量为 2799 万 m^3 ，根据供需平衡分析，现状新坪大沟来水量能满足小清河左岸水稻灌片需水。

4.2.1.2 供用水调查

坝塘水利枢纽工程供给碧谷灌区农业灌溉用水 ($P=80\%$) 2286 万 m^3 ，新增灌溉面积 24504 亩，供给东川坝子城市用水，解决东川城市缺水问题，同时在引水线路钻天坡隧洞出口处作分水口，引水入乌龙灌区，改善灌溉面积 7072 亩。可供水量为 3234 万 m^3 。

轿子山水库的兴建一方面解决集镇 9.48 万人的供水，另一方面解决铜都和乌龙两个乡镇 2.6 万亩耕地的灌溉用水和四方工业园区的用水。可供水量为 2030 万 m^3 。

根据需水量计算，小清河流域现状用水量为 9149 万 m^3 ，其中城镇、农村生活供水 852 万 m^3 、工业供水 1092 万 m^3 、农业灌溉供水 7205 万 m^3 。

4.2.2 水资源开发利用程度

根据供、用水调查统计情况，小清河流域水资源总量为 3.57 亿 m^3 ，总供水量 0.5265 亿 m^3 ，人均水资源量 $8728\text{m}^3/\text{人}$ ，超过全省人均水资源量 ($4688\text{m}^3/\text{人}$) 的 46%，属于

水资源丰富地区。流域内现状水资源开发利用率 14.7%，高于云南省平均开发利用率。

表 4.2 流域水资源开发利用程度表

| 区域 | 水资源总量
(亿 m ³) | 现状供水量
(亿 m ³) | 水资源开发程度
(%) | 人均水资源量
(m ³ /人) |
|-------|------------------------------|------------------------------|----------------|-------------------------------|
| 小清河流域 | 3.57 | 0.5265 | 14.7 | 8728 |
| 云南省 | 2210 | 164.6 | 7.40 | 4688 |

4.3 水资源开发利用存在问题

(1) 流域水资源分布与人口、经济区的分布极不匹配

流域内人口较稀少、耕地分散和经济相对落后的小清河本区水资源量十分丰富，但是由于水利基础设施建设远远落后于经济发展的速度，东川坝子、乌龙河流域等经济发展相对较快的区域水资源相对匮乏，加之水利建设的历史欠帐太多，缺水形势也在逐渐加剧。

(2) 水资源开发利用率不高，存在工程性缺水问题

东川区地处云贵高原，全区坝区面积仅占国土面积的 3%，其余均为山地，绝大部分人口和耕地位于山区、半山区，分布较为分散。我区水资源总量虽然丰富，但由于特殊的地理位置和水资源时空分布不均衡，加之山高坡陡，高差悬殊，狭窄的“V”形深谷密布，地形起伏多变，难以寻找适宜修建水库的地形，水资源开发利用难度较大，导致水源工程等水利设施严重不足，水资源利用率极低，抵御旱情灾害能力弱，自然灾害频发，给当地人民群众的生产、生活带来严重影响。

(3) 用水相对粗放，用水效率不高

在水资源开发利用方面，重枢纽、轻配套，重“开源”、轻“节流”节水的战略地位还不够突出，节水意识淡薄，节水工作还停留在传统的行政推动层面上，加之节水投入不足。区域生产、生活用水浪费得不到遏制，尤其是农业灌溉用水，长期以来，生产方式落后，用水粗放，水的利用效率低，直接影响水资源的合理开发利用与管理。现状灌溉水利用系数为 0.50~0.55。流域用水方式相对粗放，用水效率不高。

(4) 水资源开发难度日渐加大

根据《西南五省(自治区、直辖市)重点水源工程建设规划》等提出的该地区新建水源工程，或多或少都存在工程投资大、地质条件复杂及处理困难、建设征地及水库移民

搬迁安置难度大、单方水投资大、增加供水量小等问题，高效利用水资源和节约用水尤为重要。根据云南省近年来在建及拟建的中型及小（1）水库工程投资情况，水资源开发利用成本逐渐增大，进一步开发利用本区水资源的难度和代价在逐渐加大。

5 总体规划

5.1 规划指导思想

全面贯彻党中央国务院新时期的治水方针和国家西部大开发战略部署，坚持兴利除害结合、开源节流治污并重，通过水资源全面节约、有效保护、优化配置、合理开发、高效利用、综合治理和科学管理，促进人口、资源、环境和经济的协调发展，以水资源的可持续利用，保障东川区经济社会可持续发展。

5.2 规划任务及水资源开发利用

本次小清河流域规划的任务是：根据最新的经济社会发展资料，对本流域及东川区经济社会发展进行预测，在巩固、配套、挖掘现有水利工程潜力和推行节约用水的前提下，进行供需分析，根据供需分析的结论、立足规划区域水资源现状，合理制定水资源开发方案，提出解决水资源供需矛盾的对策措施，通过新建的水源工程，来满足区域内社会经济各部门的需水要求，促进规划区的社会经济可持续发展，对因雪岭水库向乌龙片区、红土地片区供水后对下游二级电站电能指标的影响分析，复核原规划中的一级水电站的电能指标。

5.3 规划原则

在本次规划中需认真分析地方实际情况和各部门的要求，规划原则主要有以下几点：

（1）本次规划主要考虑原轿子山水库以上河段，对轿子山水库以下河段维持原有规划成果，不再进行调整。重点研究轿子山水库以上河段新建雪岭水库后，对东川区社会经济发展和下游已建梯级水电站的影响；

（2）在工程布局中应优先考虑自流灌溉及城乡重力输水要求，其次才考虑提水；

（3）优先开发地表水资源，通过优化配置本区水资源，提高水资源利用率；

（4）正确处理好各片区间的关系，从实际出发，从大局出发，统筹兼顾，综合利用，讲求效益；

（5）充分体现“高水高用、低水低用”的原则；

(6) 当需要跨流域调水时,充分考虑本区的需水要求,为本区的经济发展留有充分的余地;

(7) 根据工程技术、经济评价、地方财力、供需要求的迫切性,推荐近期工程,提出分期实施方案;

(8) 小清河流域水资源综合利用规划必须充分考虑对已建和在建的水利水电工程的影响。

5.4 规划标准

(1) 规划水平年

本次规划以 2022 年为基准年,根据国民经济发展及有关规划,以 2025 年为近期规划水平年。以 2035 年为近期远划水平年。

(2) 设计保证率

1) 农村生活供水设计保证率

根据《村镇供水工程技术规范》SL310-2019 3.1.2 条规定,干旱年枯水期设计取水量的保证率,严重缺水地区不低于 90%,其他地区不低于 95%。结合雪岭水库规划区实际缺水情况,农村生活的设计保证率取 95%。

2) 灌溉设计保证率

根据《灌溉与排水工程设计标准》GB50288-2018 3.1.2 条规定,地面灌溉,干旱地区以旱作物为主,保证率 $P=50\sim75\%$,以水稻为主, $P=70\sim80\%$,结合本灌区水文气象、水土资源、作物组成、灌区规模、灌水方法及经济效益等因素,选定灌溉设计保证率 $P=80\%$ 。

(3) 洪水标准

雪岭水库坝址坝体型式为混凝土面板堆石坝,根据《防洪标准》GB 50201-2014 及《水利水电工程等级划分及洪水标准》SL 252-2017 的规定,工程永久性建筑物的挡水高度高于 15.00m,且上下游水位差大于 10m。其防洪标准按山区、丘陵区的标准来确定。考虑下游防洪对象主要为沿河农田和村庄,防洪标准较低,因此水库工程设计洪水标准取规定的下限值。山区土石坝的洪水标准为:设计洪水重现期 100~50 年

($P=1\%\sim P=2\%$),校核洪水重现期 2000~1000 年($P=0.05\%\sim P=0.1\%$)。据此拟定雪岭水库的洪水标准为:设计洪水 50 年一遇($P=2\%$),校核洪水 1000 年一遇($P=0.1\%$),消

能防冲洪水设计标准 30 年一遇（ $P=3.33\%$ ）。

5.5 规划编制依据

5.5.1 法律法规

- (1) 《中华人民共和国水法》（2016 年 7 月修订）；
- (2) 《中华人民共和国环境保护法》（2014 年 4 月修订）；
- (3) 《中华人民共和国水污染防治法》（2017 年 6 月修订）；
- (4) 《中华人民共和国防洪法》（2015 年 4 月修订）；
- (5) 《中华人民共和国水土保持法》（主席令第 39 号，2011 年 3 月 1 日起施行）；
- (6) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年 12 月修订）；
- (7) 《中华人民共和国土地管理法》（2004 年 8 月修订）；
- (8) 《中华人民共和国河道管理条例》（2017 年 10 月修订）；
- (9) 《中华人民共和国渔业法》（2013 年 12 月修订）；
- (10) 《中华人民共和国环境噪声污染防治法》（2018 年 12 月 29 日修订）；
- (11) 《中华人民共和国大气污染防治法》（2018 年 10 月 26 日修订）；
- (12) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2016 年 11 月 7 日修订）；
- (13) 《中华人民共和国野生动物保护法》（2016 年 7 月 2 日修订）；
- (14) 《基本农田保护条例》（2011 年 1 月修订）；
- (15) 《中华人民共和国自然保护区条例》（2017 年 10 月 7 日修订）；
- (16) 《风景名胜区管理条例》（2006 年 12 月 1 日施行）；
- (17) 《云南省基本农田保护条例》（2000 年 5 月修订）；
- (18) 《云南省环境保护条例》（2004 年修订）；
- (19) 《云南省风景名胜区条例》（2012 年 1 月）；
- (20) 其他国家相关法律、法规。

5.5.2 规程、规范及技术标准

- (1) 《工程建设标准强制性条文》（水利工程部分，2020 年版）；
- (2) 《水资源规划规范》（GB/T51051-2014）；
- (3) 《城市给水工程规划规范》（GB 50282-2016）；
- (4) 《灌溉与排水工程设计标准》（GB50288-2018）；
- (5) 《节水灌溉工程技术规范》（GB/T 50363-2006）；
- (6) 《灌区规划规范》（GB/T50509-2009）；
- (7) 《防洪标准》（GB 50201-2014）；
- (8) 《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）；
- (9) 《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）；
- (10) 《生活饮用水卫生标准》（GB5749-2006）；
- (11) 《农田灌溉水质标准》（GB5048-2005）；
- (12) 《水土保持综合治理规划通则》（GB/T15772-2008）；
- (13) 《水土保持综合治理技术规范》（GB/T16453.1~6-2008）；
- (14) 《江河流域规划编制规范》（SL201-2015）；
- (15) 《江河流域规划环境影响评价规范》（SL45-2006）；
- (16) 《水利水电工程水文计算规范》（SL278-2002）；
- (17) 《水文调查规范》（SL196-2015）；
- (18) 《水资源评价导则》（SL/T238-1999）；
- (19) 《水利工程水利计算规范》（SL104-2015）；
- (20) 《水利水电工程设计洪水计算规范》（SL44-2006）；
- (21) 《水域纳污能力计算规程》（SL348-2006）；
- (22) 《水资源供需预测分析技术规范》（SL429-2008）；
- (23) 《河湖生态环境需水计算规范》（SL/Z 712-2014）；
- (24) 《河湖生态需水评估导则》（试行）（SL/Z479-2010）；
- (25) 《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2017）；
- (26) 《调水工程设计导则》（SL/Z430-2008）；
- (27) 《水利建设项目经济评价规范》（SL 72-2013）；
- (28) 《地表水资源质量标准》（SL63-94）；

- (29)《地表水资源质量评价技术规程》(SL395-2007);
- (30)《村镇供水工程技术规范》(SL310-2019);
- (31)《水土保持规划编制规范》(SL335-2014);
- (32)《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190-2007);
- (33)《生态清洁小流域建设技术导则》(SL534-2013);
- (34)《水土流失重点防治区划分导则》(SL717-2015)
- (35)《云南省用水定额》(2019 年版 经云水发〔2019〕122 号发布);
- (36)其他相关规程、规范和技术标准。

5.5.3 相关文件及技术报告

- (1)《中共中央、国务院关于加快水利改革发展的决定》(中发〔2011〕1 号);
- (2)《中共中央、国务院关于深入实施西部大开发战略的若干意见》(中发〔2010〕11 号);
- (3)《国务院关于实行最严格水资源管理制度的意见》(国发〔2012〕3 号);
- (4)《关于印发落实国务院关于实行最严格水资源管理制度的意见实施方案的通知》(水资源〔2012〕356 号);
- (5)《云南省人民政府关于进一步加快水利建设的决定》(云政发〔2010〕86 号);
- (6)《中共云南省委云南省人民政府关于加快实施“兴水强滇”战略的决定》(云发〔2011〕7 号);
- (7)《云南省人民政府关于实行最严格水资源管理制度的意见》(云政发〔2012〕126 号);
- (8)《中共云南省委云南省人民政府关于推进五大基础设施网络建设五年大会战的意见》(云发〔2015〕27 号);
- (9)《云南省水功能区划》(2014 年修订);
- (10)《云南省地下水水功能区划》;
- (12)《云南省生态功能区划》(2009 年 9 月);
- (13)《云南省水资源分区(2014 版)》;
- (14)《云南省统计年鉴》(2017 年);
- (15)《云南省水利统计年鉴》(2017 年);
- (16)《云南省水资源公报》(2017 年);

- (17)《云南省水利发展规划（2016—2020 年）》；
- (18)《云南省“十四五”兴水润滇工程规划》
- (19)《云南省水中长期供求规划》；
- (20)《西南五省（自治区、直辖市）重点水源工程建设规划》；
- (21)《云南省水资源综合规划》；
- (22)《云南省供水安全保障网规划》；
- (23)《云南省五大基础设施网络建设规划（2016~2020 年）》；
- (24)《云南省小型水库建设规划》；
- (25)《云南省水土保持规划（2016-2030）》；
- (26)《2015 年云南省土壤侵蚀现状调查成果》；
- (27)《昆明市和滇中产业新区水功能区划》（（2010~2030 年））；
- (28)《昆明市东川区水资源综合利用规划报告》；
- (29)《小江流域生态环境修复及综合治理规划——水利及水土保持生态工程专题》；
- (30)《东川区农村供水安全保障“十四五”规划》；
- (31)《东川区水务发展“十四五”（2020—2025 年）规划》；
- (32) 东川区统计年鉴、水利志、水利统计年鉴（年报）、国民经济和社会发展十三五规划、城市（乡）总体规划、农业发展规划、工业园区规划、土地利用总体规划、土地三调成果数据等资料；
- (33) 其他相关专业规划、水利工程前期勘测设计成果等资料。

5.6 规划范围

根据规划任务、水资源分布情况、地形、行政界线等各方面因素，将规划区分为小清河流域本区、受水区——小清河流域本区、东川坝区（包括四方地工业园区）和乌龙片区、轿子山水库南干渠以上乌龙片区和红土地片区进行水利布局研究。本次规划受水区规划面积 64.6km²，总计为 515km²。各片区的范围如下：

(1) 小清河流域本区：流域规划面积：349km²，行政区划涉及红土地镇、乌龙镇和汤丹镇，包括炭房、新乐、蚂蝗箐、蚌德、红土地、大坪子、新桥、中河、望厂等村委会。

(2) 乌龙片区：乌龙片区总面积 38km²，行政区涉及乌龙镇，包括乌龙、碑棋、瓦房、老土城等村委会。

(3) 东川坝区：东川坝区（包括四方地工业园区）总面积 63km²，行政区涉及东川区城区、铜都镇和四方地工业园区，包括东川区城区、四方地工业园区，以及碧谷、小心村、龙潭、大寨、老村、营盘、绿茂、白泥塘、新街等村委会。

(4) 轿子山水库南干渠以上乌龙片区、红土地片区，总面积 64.6km²，行政区涉及乌龙镇土城村、元子村、马店村、中村等，红土地镇，包括法者、蚌德、蚂蝗箐、花沟村等 11 个村委会。

表 5.1 规划涉及行政区域

| 片 区 | 镇 | 范 围 |
|-----------------|-------------------|--|
| 小清河本区 | 东川区红土地镇、乌龙镇、汤丹镇 | 炭房、新乐、蚂蝗箐、蚌德、红土地、大坪子、新桥、中河、望厂等村委会 |
| 乌龙片区 | 东川区乌龙镇 | 乌龙、碑棋、瓦房、老土城等村 |
| 东川坝区 | 东川区城区、铜都镇、四方地工业园区 | 东川城区、四方地工业园区、碧谷、小心村、龙潭、大寨、老村、营盘、绿茂、白泥塘、新街等村委会 |
| 南干渠以上乌龙片区、红土地片区 | 东川区乌龙镇、红土地镇 | 乌龙镇土城村、元子村、马店村、中村等，红土地镇新田、法者、蚌德、蚂蝗箐、大坪子、二坪子、新乐、银水箐、龙树、仓房、新田等 11 个村 |

5.7 总体规划方案

5.7.1 灌溉工程布局

(1) 小清河本区：该片区只有小清河沿岸有部分耕地，耕地面积 36071 亩，主要由从小清河引水的新平水沟、土木村水沟和区间支流引水灌溉及下游新建小河水库供水。

(2) 乌龙片区：该片耕地位于小清河和乌龙河之间的乌龙镇周边地区，耕地面积 27039 亩。现状依靠区间沟箐引水灌溉；规划从坝塘水利系统引水干渠分水灌溉解决地势较低的灌区共计 7072 亩，地势较高的 19967 亩由规划拟建的轿子山水库引水灌溉。

(3) 东川坝区：该片包括东川城区及周边的碧谷灌区、绿茂灌区，耕地面积 33064 亩。坝区现状主要由团结渠引水灌溉，但由于团结渠承担着较重的城市供水任务，农灌水量严重不足。规划水平年拟由坝塘水利系统和轿子山水库联合供水。

现状坝塘水利系统引水渠已经建成，设计引水流量 $9.0\text{m}^3/\text{s}$ ，可以满足坝塘水库及轿子山水库的供水要求，对坝塘水利系统的干渠维持现有布局；轿子山水库供水仅需要在五级水电站前池引水沿新乐水沟，灌溉乌龙灌区地势较高的 19967 亩农田；从团结渠尾端，延伸渠道灌溉绿茂灌区。团结渠设计流量 $4.0\text{m}^3/\text{s}$ ，可以满足碧谷、绿茂两灌区灌溉供水要求。该方案充分利用了已建的坝塘水利系统干渠，除修复新乐水沟、延伸团结渠外，不需要再新建干渠。

（4）轿子山水库南干渠以上乌龙片区：该片区位于轿子山水库南干渠以上乌龙片区，耕地面积 12203 亩，该片区耕地高程较高，现状基本没有灌溉工程，规划由拟建的雪岭水库灌溉。

（5）小清河与乌龙河之间的红土地镇片区：该片区位于小清河与乌龙河之间的红土地镇灌区，耕地面积 27832 亩，片区内水利工程有规划新建清水河水库、花沟水库、龙潭水库，规划水平年拟由雪岭水库输水系统供水。

5.7.2 城乡生活和工业供水布局

（1）小清河本区：小清河本区受地理条件限制，农村生活用水主要依靠引山管水供给。

（2）乌龙片区：乌龙片区现状为农业区，其农村生活用水主要依靠引山管水解决，规划水平年仍引山管水解决乌龙片区农村生活用水。

（3）东川坝区：东川坝区城乡生活用水和工业用水（除四方地工业园区外）使用同一管网，现状主要由团结渠引水供给。随着城市生活和工业用水总量的进一步加大，规划水平年由团结渠、已经建成的坝塘水利系统、拟建的轿子山水库联合供水。

轿子山水库城市和工业供水拟通过已建的坝塘水利系统干渠供水，除四方地工业园区由于位置较高，拟从六级水电站前池引水需要修建引水线路外，不需要再新建引水渠道。坝塘水库干渠设计引水流量 $9.0\text{m}^3/\text{s}$ ，可以满足坝塘水利系统及轿子山水库农田灌溉、城市供水和工业用水的过流要求。

（4）轿子山水库南干渠以上片区及红土地镇片区：红土地片区现状农村生活用水主要依靠山管水解决，灌溉依靠零星山管水，规划水平年农村人饮及灌溉由建成的雪岭水库供水。

5.7.3 轿子山~坝塘水利系统总体布局

轿子山水库工程属于综合利用水库，水库出库水量沿小清河至正在建设的四级水电站（装机 $3 \times 3200\text{kW}$ ），经四级水电站发电后，流至箐水地取水口，从右岸取水，通过已建成的坝塘水库输水干渠，在钻天坡穿过分水岭，到达乌龙河、大白河流域，设计引水流量达 $9.0\text{m}^3/\text{s}$ ，引水线路总长 16.12km ，从大白河流域的五级水电站（装机 $2 \times 3200\text{kW}$ ）前池引水灌溉轿子山水库乌龙灌区，沿已废弃的新乐水沟进行灌溉，取水流量 $0.87\text{m}^3/\text{s}$ 。由于新乐水沟年久失修，拟修复新乐水沟。沿新乐水沟从苏家坪子、马鞍山、麻栗平、菜子地、二土城至三家村附近，干渠总长 8.73km ，底坡 $1:1000$ ，控制高程 $1603.3 \sim 1903.3\text{m}$ 之间的灌溉面积 8047 亩。其余水量通过五级水电站后，部分尾水进入坝塘水库乌龙灌区，灌溉高程 1805m 以下野鸭塘沟附近 7072 亩农田，取水流量 $0.76\text{m}^3/\text{s}$ ，大部分尾水沿渠道穿绕老和田、东水井、老村子一线的东面山坡顺小陡者山脊至六级水电站。在六级水电站（装机 $2 \times 3200 + 1 \times 2500\text{kW}$ ）前池引水供四方地工业园区，取水流量 $0.37\text{m}^3/\text{s}$ 。余水通过六级水电站发电后，进入坝塘水库。城市用水和碧谷、绿茂灌溉用水通过坝塘水库输水隧洞，进入长 3810m 的城市和灌溉共用的倒虹吸，跨过大白洞，进入团结渠。坝塘水库余水再利用 440m 的地形落差供七级水电站（装机 $2 \times 12000\text{kW}$ ）发电。新建自来水厂从团结渠取水，经处理后供城市生活用水。团结渠设计流量 $4.0\text{m}^3/\text{s}$ ，碧谷灌区和绿茂灌区灌溉用水进入团结渠后分为两支：一支以闸门控制使水逆向上游，灌溉碧谷灌区 7974 亩农田；一支顺原团结渠流向下游，到达团结渠尾部，灌溉碧谷灌区 16530 亩农田；碧谷灌区团结渠段从 $16^\#$ 闸到大寨村渠尾，全长 8862m 。从团结渠尾部向北延伸渠道 5.0km ，灌溉绿茂灌区 8560 亩农田，渠道经老龙树、绿茂塘、老街至新街，灌溉引水流量 $0.71\text{m}^3/\text{s}$ 。

5.7.4 雪岭水库水利系统总体布局

雪岭水库枢纽工程主要由大坝、溢洪道和导流输水隧洞组成。规划溢洪道布置在大坝右岸岸坡，导流输水隧洞布置在大坝右岸山体内。

推荐大坝为混凝土面板堆石坝，布置于主河道，坝顶轴线总长 441.22m ，坝顶宽 10.0m ，坝顶高程 2705.0m ，河床趾板建基面高程 2605.50m ，最大坝高 99.0m 。大坝上游坝坡 $1:1.5$ ，下游坝坡在高程 2681.50m 、 2646.50m 及 2611.50m 均设置 3m 宽的马道， 2681.50m 高程以上坡比 $1:1.7$ ，以下为 $1:1.5$ 。坝顶上游侧设“L”型防浪墙，墙高 3.2m ，顶部高程 2705.70m ，高出坝顶 1.2m 。上游防渗面板采用 C30W12F200 钢筋混凝土，顶

部面板厚 0.4m，河床部位面板底部厚 0.75m。

溢洪道位于大坝右坝肩，为开敞式有闸控制溢洪道，主要由引渠段、控制段、泄槽段及消力池段组成，全长 451.85m。溢洪道进口底板高程 2696.43m，控制堰为驼峰堰，堰顶高程 2697.80m，堰宽 6.0m，控制段设置一道 $6.0 \times 4.0\text{m}$ (宽 $\times$ 高)弧形工作闸门。出口采用底流消能，消力池底板高程 2580.96m，消力池长 30m，池深 3.0m，边墙高 7.0m。

导流输水隧洞布置于大坝右岸山体内，根据地形布置，轴线设置 2 处转弯段。输水隧洞与导流隧洞前段进口在平面轴线不共线，立面布置采用“龙抬头”方式与导流洞结合。输水隧洞由进口明渠段、闸前有压段、闸室段、闸后有压段、堵头段、洞内明管段和出口放空管组成。输水隧洞进口底板高程为 2654.10m，全长 509.67m，洞身段长 503.34m，其中输水专用洞身长 129.72m，输水与导流洞结合段长 373.62m。输水专用洞为圆形断面，洞径为 2.0m；共用隧洞段为 $2.8 \times 3.2\text{m}$ 圆拱直墙型断面，隧洞施工期导流，导流结束后在导流与输水洞交叉处 D0+156.87m 封堵，并连接灌区输水钢管，洞内明铺引水至出口闸阀房，输水采用管径为 1.2m 有压引水至隧洞出口分水池，钢管总长 540.60m。

雪岭水库工程任务是生活供水和农业灌溉用水。灌区输水线路共分为两部分，第一部分是利用已建新坪大沟输水，在水库隧洞出口下放至原河道中，由小清河二级电站引水系统引至新坪大沟内，向小清河左、右岸灌区供水；第二部分为新建灌溉输水工程，全线采用自流引水，结合地形条件，灌区输水工程在右岸输水隧洞末端水池取水，沿途向水库下游的银水管、法者、龙树、乌龙及红土地镇灌片供水。新建灌溉输水工程由其他项目配套完成。本工程灌溉部分仅对新坪大沟渠道进行三面光防渗处理，全长 19.08km，控制灌区面积 7295 亩。

人饮供水工程供水范围和新建灌溉输水工程供水范围一致，其选线依托灌溉输水系统建设，可共用运输平台、节约占地、节约投资以及运行检修便利。本次新建人饮输水管道引水线路较长，沿途沟谷纵横、高差悬殊、地形复杂，受水区位于红土地镇、乌龙镇、阿旺镇及其周边，根据受水区分布高程及规划的分水口分布，人饮输水线路雪岭水库东南方向布置，输水线路终点位于红土地景区附近；为减小输水管线长度，在陆包庄处设置 1#隧洞，长 215m；红土地镇政府上方岔沟附近沿公路布置管线高程增加，水压无法满足明铺管道引水至主供水区，在高程约 2512m 处，设置 2#隧洞将水引至红土地仓房片区、乌龙片区，长 1912m，输水主管沿隧洞内壁布置。

人饮输水主管采用明管+埋管的布置方式，设计引用流量为 $0.0487\sim 0.0114\text{m}^3/\text{s}$ ，采用 $\Phi 325\sim 273$ 螺旋钢管和 DN200~150 热镀锌钢管输水，总长 30.20km。引水起点位于大坝下游导流输水隧洞出口分水池，跨过小清河之后沿着小清河左岸向下游布置，在小龙塘桥附近开始沿山坡上行，至付家村后高程约 2565m 处之后下行，沿途经过陆包桩、白泡湾、银水管、新发、新村、岳家包包等地至轿子山水库下游，在轿子山水库下游从小清河底穿至小清河右岸，沿着小清河右岸至梨树村附近开始上行，沿途经过小法者、红土地至岔沟，穿过隧洞后下行，经上四方山、下四方山、大海子、大地头、打马坎、晏家坪子、上则足等地至花石头，管线总长 30.20km。管线全程设置 7 个分水口。

乌龙分干管起始于 3#分水口，往大河沟方向下行至小水井梁子，长约 2190m。乌龙分干管采用明管+埋管的布置方式，设计引用流量为 $0.0146\text{m}^3/\text{s}$ ，采用 DN100 热镀锌钢管输水。

工程总体规划方案见附图《昆明市东川区小清河流域规划示意图》。

6 水资源规划

6.1 社会经济发展预测

6.1.1 社会经济现状

东川区位于云南省的东北部，东邻会泽，南接寻甸，西连禄劝，北与四川省会东县隔金沙江相望，总面积 1859km²，位于北纬 25°47'05"~26°32'40"，东经 102°47'40"~103°18'15"。区人民政府驻铜都镇古铜路，距昆明市区 157km。1998 年 12 月 6 日，国务院批准撤销地级东川市，设立昆明市东川区。

东川区素有“天南铜都”之称，境内铜矿储量丰富，铜文化历史悠久，是我国六大产铜基地之一，铜的地质储量占全国第二位，精矿含铜量占全国第三位，在我国有色金属中具有重要地位。

东川区是我国重要的有色金属工业基地，为国家经济发展、国防建设做出了重大贡献。东川区社会经济发展面临挑战与机遇并存的局面。挑战主要表现在：环境破坏严重，滑坡、泥石流等多种地质灾害频繁，生态恶化的总体趋势尚未得到根本改变，可持续发展的任务十分艰巨；交通、市政、水利等基础设施薄弱，发展受到制约；地方财政收支矛盾突出。

全区年末户籍人口 316484 人，其中，城镇户籍人口 133382 人，乡村户籍人口 183102 人，户籍人口城镇化率为 42.14%。年末常住人口 28.5 万人，常住人口城镇化率为 42.96%；常住人口自然增长率 6.33‰。

2020 年，全区农林牧渔业总产值完成 211856 万元，同比增长 6.4%。其中：农业产值完成 105896 万元，增长 48%；林业产值完成 12078 万元，增长 5.4%；牧业产值完成 83134 万元，下降 30.1%；渔业产值完成 2065 万元，增长 6.2%；农林牧渔专业及辅助性活动产值完成 8683 万元，增长 3.1%。全区农林牧渔业增加值完成 116357 万元，同比增长 7.9%。第一产业增加值完成 113000 万元，同比增长 5.2%。

2020 年，全区地区生产总值完成 123.1 亿元，同比增长 5.5%，增速全市排名第二。其中：第一产业增加值完成 11.39 亿元，同比增长 6.4%；第二产业增加值完成 31.28 亿元，同比增长 11.1%；第三产业增加值完成 80.43 亿元，同比增长 3%。

乌龙镇位于东川城区西南部，东临铜都街道办事处，南临阿旺镇，西与红土地镇接壤，北与汤丹镇为邻，镇政府所在地距东川城区 24km，国土面积 134.39km²，镇内最高海拔 2676m，最低海拔 1089m。2020 年年末，全镇下辖碑棋、店房、跑马 3 个社区居民委员会，坪子、园子、土城、马店、半坡、水井、坝塘、包包、大村子、瓦房、大水井 11 个村民委员会，98 个村民小组，102 个自然村。2020 年末，全镇户籍人口 8664 户 26441 人，比去年增加 44 人，增长率 0.0378%。其中农业人口 18219 人，占总人口的 68.9%，非农业人口 8222 人，占总人口的 31.1%。少数民族 2161 人，占总人口的 8.17%，其中回族 1663 人，彝族 260 人，苗族 27 人，布依族 19 人，白族 33 人，哈尼族 41 人，壮族 31 人，傣族 28 人，傈僳族 13 人，其他少数民族 46 人。2020 年年末，全镇总耕地面积 68192 亩（土地确权），其中水田 6000 亩，旱地 62192 亩。2020 年末，大牲畜存栏 5671 头，牛存栏 5210 头，累计出栏 1928 头；猪存栏 9463 头，累计出栏 12822 头；羊存栏 8641 只，累计出栏 4442 只；家禽（鸡）存栏 10.5 万只，累计出栏 23.2 万只；累计肉类总产量 2115.7 吨。

红土地镇位于东川区西南部，距东川主城区 75km，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 322.93km²，境内山多谷深，多为河流峡谷地带。红土地镇下辖 15 个行政村，122 个村民小组，134 个自然村，农业人口 21166 人，城镇人口 1160 人，总人口 22326 人，少数民族 1800 人，水田 65.3 公顷，旱地 1200.2 公顷，农村经济总收入 7246 万元，农民人均纯收入 1860 元，粮食总产量 0.742 万吨，地方预算收入 121 万元，固定资产投资额 3500 万元，城镇居民可支配收入 3500 元，农民专业合作社 9 个，财政收入 121 万元，个体工商户 81 户，工业总产值 634 万元，招商引资完成 3500 万元，劳务输出 1834 人。

6.1.2 社会经济发展布局

2004 年 4 月 13 日，省政府在昆明召开建设东川再就业特区工作会议，专题研究昆明市东川区加快发展的的问题。会议决定在东川建立再就业特区，在再就业特区实行优于国家西部大开发、省招商引资和发展非公有制经济等方面的政策，在税收、劳动就业、土地审批、产业扶持等方面给予特殊优惠，并在财政补助资金、基础设施建设、易地开发扶贫等方面给予特殊倾斜支持。通过这些优惠政策和项目支持，吸引各方面的资金、技术、人才和产业项目，促进东川经济结构调整和转型升级；协调发展农特产品加工业，

大力发展第三产业，培植新兴产业和经济增长点，最大限度地吸纳下岗失业人员就业和再就业，维护社会稳定，促进东川经济社会全面、协调、可持续发展。建设再就业特区是促进东川区经济发展和解决下岗失业人员就业问题的重要举措，是东川面临的重大发展机遇。会议要求，省市区各级政府和部门要创造条件，形成合力，共同为建设东川再就业特区，加快东川发展提供保障和支持。

再就业特区产业发展将依托东川铜、铁、磷、河砂等资源和立体气候、干热河谷热区等优势资源，以及现有工业企业基础，积极发展有色金属冶炼及产品深加工、磷化工、新型建材、制药、食品加工、农产品加工和运输服务等劳动密集型产业，形成多元化产业发展格局。实施产业结构调整，加大老工业基地的改造升级，积极发展劳动密集型产业。规划布局分南北两大板块，南部板块位于阿旺乡北部，东临东川铁路支线和龙东格公路，规划建设面积约 2km²；北部板块南以春晓路为界，西以建设中的龙东格公路为界，北抵绿茂四方地，东临环城路，规划建设面积约 10km²。南片区主要以提升现有铜冶炼、磷化工，发展制药、农产品加工、轻工及新型建材、葡萄酒酿造等劳动密集型产业为主；北片区主要发展铝、铁冶炼及机械制造业。

2009 年，东川区正式被国务院列入国家第二批资源枯竭型城市后，确定了“以铜矿传统产业为基础，一、二、三产业协调发展”的转型发展思路，重点实施“222 工程”，即一、二、三产业各实施两个项目，培育接续替代产业，拉动全区经济发展。东川资源型城市转型工作受到省市党委、政府的高度重视，白恩培书记、秦光荣省长、仇和书记、张祖林市长都对东川发展作过重要批示。昆明市成立了东川资源型城市经济转型和可持续发展领导小组，多次召开专题会议，形成几个重要的会议决定，明确提出解决东川交通、民生、生态等方面困难的措施和办法。

2009 年，东川区被列为云南省扩权强县试点县区，试点工作以增强县域经济发展活力为目标，以扩大经济管理权限、提高各级行政效率、理顺县级权责关系为重点，明确扩权事项，积极开展试点，为深化县域经济管理体制改革积累经验。坚持“依法合规、责权统一、增强活力、富民强县”的原则，在保持现有行政区划不变的前提下扩大试点县（区）经济管理权限。除国家法律、法规、规章有明确规定的以外，原需经市审批或管理的经济事项，原则上改为由试点县（区）自行审批、管理，报市备案；原需经市审核、报省审批的，采取市政府委托和授权办法放权。在试点县（区）初步建立起事权与

财权对等、权责利一致的县域经济管理体制和机制，促进试点县（区）经济发展实力不断增强。

2009年东川区根据昆明市委、市政府提出的昆明市“543倍增计划”（即县城建成区人口5年倍增，GDP总量4年倍增，地方一般预算收入3年倍增），认真研究，结合东川实际情况拟定东川区“543倍增计划”行动方案。方案提出：通过“543倍增计划”的实施，实现城乡统筹发展，把东川区建设成为云南出滇入川的便捷通道，有色金属矿产资源深加工基地，集生态农业、生态旅游、生态功能恢复于一体的矿产业与非矿产业并举的多元经济型城市。方案确定了到2012年东川区的发展目标：建成区人口5年实现倍增，到2012年建成区总人口达到12.2万人；GDP总量4年实现倍增，到2011年达到61亿元；地方一般预算收入3年实现倍增，到2010年达到15753万元。

2009年东川区委区政府提出对东川区农村危房和城区棚户区进行改造，其中农村危房改造工程计划搬迁进入东川城区的人数约7万人，规划搬迁至位于主城区北部新村附近的新建居住区。棚户区改造工程涉及主城区、汤丹片区和因民片区，其中主城区涉及到的人数达1.5万人。

6.1.3 社会经济发展预测

6.1.3.1 人口预测

本规划基准年人口统计由《2020年东川区社会经济统计年鉴》得到，统计人口规模为18.26万人（其中10.83万人为常住人口、3.21万人为易地扶贫搬迁人口、4.22万人为地质灾害隐患点搬迁人口）。规划水平年人口计算各项指标采用《昆明市城市总体规划（2018-2035）东川区发展大纲》确定成果。依据中心城区城镇开发边界内户籍人口及暂住人口规模预测结果，规划期内中心城区城镇开发边界内常住人口规模预测结果2025年为13.98万人；2035年为16.8万人。规划期内易地扶贫搬迁常住人口（迁往中心城区）规模预测结果2025年为3.39万人；2035年为3.68万人。规划期内，东川区地质灾害隐患点迁往中心城区安路人口综合增长率取值同区域人口综合增长率8%，地质灾害隐患点居民迁往中心城区安置人口规模2025年为4.46万人；2035年为4.83万人。

6.1.3.2 国民经济发展预测

2020 年，全区地区生产总值完成 123.1 亿元，同比增长 5.5%，增速全市排名第二。其中：第一产业增加值完成 11.39 亿元，同比增长 6.4%；第二产业增加值完成 31.28 亿元，同比增长 11.1%；第三产业增加值完成 80.43 亿元，同比增长 3%。

全区以特区建设为龙头，强力推进“工业强区”战略，重点推进四方地工业园区建设，工业园区集聚能力不断提升，有色金属、磷化工、黑色金属、机械加工“四大产业集群”已初具规模。根据对东川有关部门的调查了解，预计到规划水平年东川区 GDP 总量将达到 134 亿元，年均递增 13%。第一产业增加值 8.04 亿元，年均递增 8%；第二产业增加值 80.4 亿元，年均递增 12%；第三产业增加值 45.56 亿元，年均递增 16%。三次产业增加值比例分别为 6：60：34。

6.2 水资源供需分析

6.2.1 水土平衡基本原则

(1) 坚持以人为本，按可持续发展的科学发展观协调生活、生产和生态用水关系；水资源开发利用与经济社会发展的目标、规模、水平和速度相适应，并适当超前强化水资源节约与保护，提高用水效率，实现水资源可持续利用。

(2) 重视生态环境的需水要求，走可持续发展道路，调水工程要首先满足调出区需水要求，对调水工程可能影响的取水对象进行分析并提出处理措施。

(3) 水土平衡分析应根据社会经济发展需求和水资源开发利用现状，对水资源开发治理、节约保护、配置及管理调度等作出总体安排。坚持开源节流治污并重，除害兴利结合，妥善处理上下游、左右岸、干支流、城市与农村、流域与区域、开发与保护、近期与远期等关系。

(4) 强化水资源的统一管理，实行开发、利用、治理、配置、节约、保护相统一的原则。轿子山水库供水需要借助坝塘水利系统的干渠，两个水库水力联系紧密，需要进行统一调配和统一管理，且都作为城市的供水水源，应进行严格的保护和治理，以应对规划水平年城市供水的缺口。

(5) 小清河本区和乌龙片区农田灌溉根据 $P=80\%$ 典型年引水断面来水分析，最大引水量由渠道设计流量控制。乌龙灌区有耕地面积 2.7039 万亩，其中坝塘水利系统可灌

0.7072 万亩，其余由轿子山水库供水。对轿子山水库规模进行分析，轿子山水库推荐方案可灌溉 0.8047 万亩，剩余的 1.192 万亩需要延长灌溉渠道，工程量较大，投资增加较多，从增加的单位水量投资的角度考虑，增加的灌溉水量和投资较推荐方案不经济。因此，本阶段轿子山水库的供水量按推荐方案考虑。需要指出的是：轿子山水库由于来水量丰富，可以通过增加轿子山水库的规模，提高调蓄能力，灌溉乌龙灌区剩余的 1.192 万亩耕地。

(6) 东川坝区现状主要靠城区东部山间岩溶泉水供水，供水保证率低，供水不安全；规划水平年主要由坝塘水利系统和轿子山水库联合供水，提高城乡生活和工业的供水保证率；现有的山箐和岩溶泉水引水工程作为各用水源。

(7) 现状水平年坝塘水利系统已经建成，由于还没有正式供水，还处于分阶段蓄水阶段，因此现状水平年规划区供需平衡未考虑坝塘水利系统的供水量。规划水平年坝塘水利系统按已经批复的供水量参与供需平衡分析，并对坝塘水利系统的供水量进行复核。

(8) 东川坝区城市生活用水和工业用水均使用城市供水管网难以区分，在本次水土平衡中将其一同分析，坝区可用水源优先满足城乡生活和工业用水，然后配置农业灌溉用水，居民生活和工业用水保证率取 $P=95\%$ ，灌溉用水保证率取 $P=80\%$ 。

(9) 由于坝塘水利系统属于已经建成的水库，而轿子山水库属于规划水库，轿子山水库乌龙灌区、四方地工业园区供水量在进入坝塘水利系统之前被引走，使坝塘水库原入库径流减少。为避免坝塘水库达不到设计规模，在枯期需要轿子山水库供水补给坝塘水利系统这部分引走的水量。

(10) 轿子山水库入库径流考虑扣除上游新平水沟等用水户引走的水量。

(11) 根据规划区的实际情况，规划新建的轿子山水库及箐水地取水口应考虑取水口下游的生态下泄流量，最小生态下泄流量的确定，根据相关规定要求，按多年平均天然径流的 10% 预留。

(12) 目前规划区的渠道衬砌不全，水量损失大，经抽样调查，现状灌溉水利用系数为 0.50；规划水平年，随着灌区渠系全部配套完毕，干、支、斗、农渠全面衬砌，节水农业的推广，水土保持等措施的实施，规划水平年小清河本区灌溉水利用系数提高到 0.7，乌龙片区和东川坝区灌溉水利用系数提高到 0.65。

(13) 由于轿子山水库距离用水户较远, 因此, 轿子山水库至用水户的输水损失水量按引水量的 5% 计。

(14) 按照国家有关技术规程规范的要求, 各用水对象的设计供水保证率规定为: 规划区城镇生活、农村生活为 95%, 农田灌溉用水为 80%;

(15) 根据《建设项目水资源论证导则》SL 322-2013 的有关规定, 雪岭水库下游河道生态需水按坝址断面多年平均径流量的 10% 下泄。根据《河湖生态环境需水计算规范》, 开发利用程度较低的中小河流生态环境需水量为地表水资源量的 20%~30%, 本次规划地区现状水资源开发程度较低, 不足 1%, 本次规划雪岭水库坝址断面下放生态需水量汛期按断面多年平均来水量的 30% 进行下放。枯期按断面多年平均来水量的 10% 进行下放。其他水源点各取水断面下放生态需水量按断面多年平均来水量的 10% 进行下放。

6.2.2 小清河本区水土资源平衡

小清河本区水资源量丰富, 区内经济以农业为主, 无工业企业。受地理位置和高程限制, 农村人畜以引小清河及山箐水为主, 农田灌溉主要集中在小清河两岸, 通过从小清河引水灌溉。片区内耗水量小, 余水是今后一段时期内东川区社会经济发展唯一的水源。该片区现状村民从小清河通过新平水沟、土木村沟引水灌溉, 总设计引水流量 $0.6\text{m}^3/\text{s}$ 。从工程运行情况来看, 基本能满足小清河本区 0.3678 万亩农田的灌溉用水要求。该片耕地较少, 现有的从小清河引水的新平水沟和土木村沟等引水工程。规划水平年 2025 年小清河本区 $P=80\%$ 农田灌溉需水量 1317 万 m^3 , 规划仍由新平水沟、土木村水沟、新建小河水库灌溉, $P=80\%$ 农灌可供水量为 368.9 万 m^3 , 其中新平水沟、土木村水沟可供水量为 171 万 m^3 , 能满足本区 0.3678 万亩灌溉。小河水库可供水量为 197.9 万 m^3 , 可以保证右岸小河村灌片、新发、田坝村灌片、望厂村灌片灌溉面积 0.70 万亩。规划水平年 2035 年小清河本区 $P=80\%$ 农田灌溉需水量 1421 万 m^3 , 规划仍由新平水沟、土木村水沟、新建小河水库灌溉, 能满足本区 0.3678 万亩灌溉。小河水库可以保证右岸小河村灌片、新发、田坝村灌片、望厂村灌片灌溉面积 0.70 万亩, 小清河流域本区剩余 2.5393 万亩耕地由于高程较高, 现状没有水利工程灌溉, 规划新建雪岭水库灌溉供水。可以满足本区农村人畜需水和农田灌溉需水量。规划水平年小清河本区供需基本平衡。小清河本区水土资源平衡见表 6-1~表 6-3。

6.2.3 乌龙片区水土资源平衡

乌龙片区现状的农村人畜饮水主要靠引山箐水，耕地面积 2.7039 万亩。现状水平年引水工程可供水量仅 526.2 万 m^3 ，其中农村人畜需水量 43.1 万 m^3 ，基本可以满足，农田灌溉缺水达 1964.8 万 m^3 ，缺灌面积达 2.17 万亩。

结合实际情况分析，规划水平年乌龙片区耕地面积维持 2.7039 万亩。片区供水工程将新增坝塘水利系统和轿子山水库农田灌溉供水。规划水平年该片区农村人畜饮水基本可以得到满足。在加入了坝塘水利系统 664.4 万 m^3 和轿子山水库 756 万 m^3 的农田灌溉供水量后，该片区农田灌溉缺水量达到 1120.0 万 m^3 ，缺灌面积 1.19 万亩。需要指出的是：轿子山水库由于来水量丰富，可以通过增加轿子山水库的规模，提高调蓄能力，灌溉乌龙灌区剩余的 1.192 万亩耕地。规划水平年乌龙片区总供水量将达到 1481.7 万 m^3 ，其中坝塘水利系统供水 664.4 万 m^3 ，轿子山水库供水 756.0 万 m^3 ，区间山箐引水 61.3 万 m^3 。乌龙片区水土资源平衡见表 6-4~表 6-6。

6.2.4 东川坝区水土资源平衡

现状水平年东川城市及工业用水由自来水厂供水的总供水量 480 万 m^3 。此外，团结渠现状水平年除供原新村镇以南的农田灌溉用水外，还有 162 万 m^3 的工业供水量。东川坝区现状的农村人畜饮水主要靠引山箐水，耕地面积 3.3064 万亩。现状水平年坝区可供水量仅 1171.2 万 m^3 ，缺水量 4048.1 万 m^3 ，其中城乡生活缺水量 75.2 万 m^3 、工业缺水 805.4 万 m^3 、农田灌溉缺水 3167.5 万 m^3 ，缺灌面积 2.86 万亩。

结合实际情况分析，规划水平年东川坝区耕地面积维持 3.3064 万亩。片区供水工程将新增坝塘水利系统和轿子山水库的城市供水、工业供水和农田灌溉供水。在加入了坝塘水利系统 641 万 m^3 城市供水、1335 万 m^3 工业供水、2311.8 万 m^3 农田灌溉供水，轿子山水库 867.9 万 m^3 城市供水、1095 万 m^3 工业供水、808.4 万 m^3 农田灌溉供水后，片区域乡生活、工业及农田灌溉用水基本可以得到满足。规划水平年东川坝区总供水量将达到 7059.1 万 m^3 ，其中坝塘水利系统总供水 4287.8 万 m^3 ，轿子山水库总供水 2771.3 万 m^3 。东川坝区水土资源平衡见表 6-7~表 6-9。

6.2.5 乌龙、红土地镇梁子片区水土资源平衡

(1) 农村人饮供水现状

规划区无专门的供水水源工程,根据调查规划区现状农村人饮采用附近的天然箐沟水作为水源,经过现场调查,现状各村小组存在用水保障率低、水质不达标、管道老化等问题。各水源点水量采用雪岭水库坝址处水量进行水文比拟法计算,年内分配采用箐水地水文站为参证站,扣除多年平均来水量的 10%生态下泄流量并考虑引水的不均匀性,根据计算农村人饮总的可供水量为 46.0 万 m^3 。

(2) 农田灌溉供水现状

根据调查,规划区灌区农业用水基本无法满足,规划区内现状有拟建清水河水库、花沟水库、龙潭水库,局部片区有零星渠道,现状可供水量为 429 万 m^3 ,仅能解决规划区 0.736 万亩农田灌溉。规划区内其他片区只能依靠天然降水解决,严重制约了当地的经济发展。各山箐来水量采用雪岭水库径流计算成果通过面积比拟法计算,考虑扣除下游生态流量得到可供水量,各山箐来水量丰富,但是由于渠道的可引水量有限,根据现状渠道的覆盖情况,考虑渠道的可引水系数为汛期 0.50,枯期 0.70。根据供需平衡分析,各山箐总的可供水量为 213.8 万 m^3 ,仅能保证 0.09 万亩农田灌溉。

规划区现状年总的控制耕地面积为 4.0 万亩,规划区现状农村人口 33472 人,大牲畜 10637 头、小牲畜 14289 头、羊 32746 只、家禽 42292 只。根据计算得到现状年总的需水量为 2642 万 m^3 ,其中 $P=75\%$ 灌溉需水量 2479 万 m^3 ,农村生活需水量 162.6 万 m^3 。设计水平年时规划区总人口 36834 人,大牲畜 13498 头,小牲畜 19615 头、羊 44953 只、家禽 73333 只。规划年灌溉和农村生活总需水量为 2296 万 m^3 ,其中灌溉需水量 2066 万 m^3 ,农村生活需水量 230 万 m^3 。

规划区农村人畜饮水现状水源保障程度低、设施简易,农村人畜饮水安全难以保障、改造难度大。根据规划区现有生活供水设施实际、改造难度和保证情况,对规划区现有生活供水工程不进行改造利用,至规划水平年,规划区农村生活用水均由拟建水库承担供水。

规划灌区耕地总面积为 4.0 万亩,灌区现有拟建清水河水库、新坪大沟、零星渠道,供需平衡应根据现有供水工程实际情况,对现有供水工程充分、合理利用、发挥现有水利设施的作用为原则。雪岭水库修建完成后拦蓄小清河上游来水,规划年可通过灌区周边山箐供水,所以规划水平年灌区渠道保持不变,考虑渠道的可供水量,规划水平年继续承担所控制灌区供水任务。通过计算可知,灌区附近天然山箐较多,但是来水量年内

分配不均，汛期来水量大，枯期来水量小，枯期基本只能保证生态河道的需水量，所以规划水平年清水河水库保灌面积为 0.428 万亩，零星渠道保灌面积为 0.09 万亩，花沟水库保灌面积为 0.12 万亩，龙潭水库保灌面积为 0.2148 万亩，灌区有 3.15 万亩农灌缺口水量。

分现状年、设计水平年进行规划区水资源供需平衡分析。

表 6-1 小清河本区现状水平年（P=80%）水土平衡计算表

| 项目 | 单位 | 1 月 | 2 月 | 3 月 | 4 月 | 5 月 | 6 月 | 7 月 | 8 月 | 9 月 | 10 月 | 11 月 | 12 月 | 合计 |
|----------------|----------------------|-------|-------|------|-------|-------|-------|------|------|------|------|-------|-------|--------|
| 一、需水量分析 | | | | | | | | | | | | | | |
| 旱作片区万亩需水过程线（净） | 万 m ³ /万亩 | 19.4 | 15.2 | 10.5 | 23.6 | 47.2 | 22.4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 7.5 | 22.7 | 20.3 | 188.7 |
| 旱作农田灌溉需水量（毛） | 万 m ³ | 74.2 | 58.2 | 40.2 | 90.1 | 180.4 | 85.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 28.7 | 86.9 | 77.7 | 722.1 |
| 水稻片区万亩需水过程线（净） | 万 m ³ /万亩 | 22.3 | 16.3 | 11.6 | 31.6 | 57.3 | 27.5 | 5.8 | 2.2 | 0.0 | 7.5 | 23.8 | 22.3 | 228.0 |
| 水稻农田灌溉需水量（毛） | 万 m ³ | 66.9 | 48.8 | 34.9 | 95.0 | 172.2 | 82.7 | 17.4 | 6.5 | 0.0 | 22.5 | 71.4 | 66.9 | 685.2 |
| 农村生活需水 | 万 m ³ | 11.5 | 10.4 | 11.5 | 11.1 | 11.5 | 11.1 | 11.5 | 11.5 | 11.1 | 11.5 | 11.1 | 11.5 | 135.3 |
| 规划区总需水量 | 万 m ³ | 152.6 | 117.4 | 86.6 | 196.2 | 364.1 | 179.6 | 28.9 | 18.0 | 11.1 | 62.7 | 169.3 | 156.0 | 1542.6 |
| 二、可供水量分析 | | | | | | | | | | | | | | 0.0 |
| （一）区间山箐引水可供水量 | | | | | | | | | | | | | | 0.0 |
| 农村生活可供水量 | 万 m ³ | 11.5 | 10.4 | 11.5 | 11.1 | 11.5 | 11.1 | 11.5 | 11.5 | 11.1 | 11.5 | 11.1 | 11.5 | 135.3 |
| 农田灌溉可供水量 | 万 m ³ | 10.9 | 8.0 | 5.7 | 15.5 | 28.1 | 13.5 | 2.8 | 1.1 | 0.0 | 3.7 | 11.7 | 10.9 | 111.9 |
| （二）小河水库可供水量 | | | | | | | | | | | | | | 0.0 |
| 农灌可供水量 | 万 m ³ | 24.7 | 19.3 | 13.4 | 30.0 | 60.1 | 28.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 9.5 | 28.9 | 25.8 | 240.2 |
| （四）小计 | | | | | | | | | | | | | | 0.0 |
| 农村生活可供水量 | 万 m ³ | 11.5 | 10.4 | 11.5 | 11.1 | 11.5 | 11.1 | 11.5 | 11.5 | 11.1 | 11.5 | 11.1 | 11.5 | 135.3 |
| 农田灌溉可供水量 | 万 m ³ | 35.6 | 27.3 | 19.1 | 45.5 | 88.2 | 42.0 | 2.8 | 1.1 | 0.0 | 13.2 | 40.6 | 36.8 | 352.2 |
| 规划区总可供水量 | 万 m ³ | 47.1 | 37.7 | 30.6 | 56.6 | 99.7 | 53.1 | 14.3 | 12.6 | 11.1 | 24.7 | 51.7 | 48.3 | 487.5 |
| 三、供需平衡分析 | | | | | | | | | | | | | | 0.0 |
| 农村生活水量 | 万 m ³ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|--------|------------------|--------|-------|-------|--------|--------|--------|-------|------|-----|-------|--------|--------|---------|
| 农田灌溉水量 | 万 m ³ | -105.5 | -79.7 | -56.0 | -139.6 | -264.4 | -126.5 | -14.6 | -5.4 | 0.0 | -38.0 | -117.6 | -107.7 | -1055.1 |
| 缺灌面积 | 万亩 | 2.539 | | | | | | | | | | | | 2.539 |
| 缺水合计 | 万 m ³ | 105.5 | 79.7 | 56.0 | 139.6 | 264.4 | 126.5 | 14.6 | 5.4 | 0.0 | 38.0 | 117.6 | 107.7 | 1055.1 |

表 6-2 小清河本区规划水平年 2025 年 (P=80%) 水土平衡计算表

| 项目 | 单位 | 1 月 | 2 月 | 3 月 | 4 月 | 5 月 | 6 月 | 7 月 | 8 月 | 9 月 | 10 月 | 11 月 | 12 月 | 合计 |
|-----------------|----------------------|-------|-------|------|-------|-------|-------|------|------|------|------|-------|-------|--------|
| 一、需水量分析 | | | | | | | | | | | | | | |
| 旱作片区万亩需水过程线 (净) | 万 m ³ /万亩 | 21.8 | 18.3 | 13.1 | 19.0 | 66.1 | 26.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 8.0 | 26.3 | 24.5 | 222.9 |
| 旱作农田灌溉需水量 (毛) | 万 m ³ | 76.3 | 58.2 | 40.2 | 90.3 | 180.6 | 85.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 28.7 | 86.9 | 77.7 | 724.6 |
| 水稻片区万亩需水过程线 (净) | 万 m ³ /万亩 | 21.1 | 16.0 | 8.1 | 37.4 | 55.3 | 28.3 | 9.7 | 3.6 | 0.0 | 9.0 | 25.0 | 23.2 | 236.6 |
| 水稻片区农田灌溉需水量 (毛) | 万 m ³ | 52.8 | 40.1 | 20.2 | 93.6 | 138.3 | 70.9 | 24.2 | 9.0 | 0.0 | 22.5 | 62.6 | 58.1 | 592.4 |
| 农村生活需水 | 万 m ³ | 13.7 | 12.4 | 13.7 | 13.3 | 13.7 | 13.3 | 13.7 | 13.7 | 13.3 | 13.7 | 13.3 | 13.7 | 161.5 |
| 规划区总需水量 | 万 m ³ | 142.8 | 110.7 | 74.1 | 197.2 | 332.7 | 169.9 | 37.9 | 22.7 | 13.3 | 65.0 | 162.8 | 149.5 | 1478.5 |
| 二、可供水量分析 | | | | | | | | | | | | | | 0.0 |
| (一) 区间山箐引水可供水量 | | | | | | | | | | | | | | 0.0 |
| 农村生活可供水量 | 万 m ³ | 13.7 | 12.4 | 13.7 | 13.3 | 13.7 | 13.3 | 13.7 | 13.7 | 13.3 | 13.7 | 13.3 | 13.7 | 161.5 |
| 农田灌溉可供水量 | 万 m ³ | 17.1 | 11.5 | 8.6 | 29.7 | 33.2 | 16.0 | 10.4 | 3.9 | 0.0 | 6.1 | 17.7 | 16.8 | 171.0 |
| (二) 小河水库可供水量 | | | | | | | | | | | | | | 0.0 |
| 农灌可供水量 | 万 m ³ | 24.5 | 20.2 | 13.9 | 28.5 | 31.7 | 12.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 9.3 | 29.5 | 27.8 | 197.9 |
| (四) 小计 | | | | | | | | | | | | | | 0.0 |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|------------------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|-------|------|------|-------|--------|-------|--------|
| 农村生活可供水量 | 万 m ³ | 13.7 | 12.4 | 13.7 | 13.3 | 13.7 | 13.3 | 13.7 | 13.7 | 13.3 | 13.7 | 13.3 | 13.7 | 161.5 |
| 农田灌溉可供水量 | 万 m ³ | 41.6 | 31.7 | 22.5 | 58.2 | 64.9 | 28.5 | 10.4 | 3.9 | 0.0 | 15.4 | 47.2 | 44.6 | 368.9 |
| 规划区总可供水量 | 万 m ³ | 55.3 | 44.1 | 36.2 | 71.5 | 78.6 | 41.8 | 24.1 | 17.6 | 13.3 | 29.1 | 60.5 | 58.3 | 530.4 |
| 三、供需平衡分析 | | | | | | | | | | | | | | 0.0 |
| 农村生活水量 | 万 m ³ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 农田灌溉水量 | 万 m ³ | -87.5 | -66.6 | -37.9 | -125.7 | -254.0 | -128.1 | -13.8 | -5.1 | 0.0 | -35.8 | -102.3 | -91.2 | -948.1 |
| 缺灌面积 | 万亩 | 2.539 | | | | | | | | | | | | 2.539 |
| 缺水量合计 | 万 m ³ | 87.5 | 66.6 | 37.9 | 125.7 | 254.0 | 128.1 | 13.8 | 5.1 | 0.0 | 35.8 | 102.3 | 91.2 | 948.1 |

表 6-3 小清河本区规划水平年 2035 年 (P=80%) 水土平衡计算表

| 项目 | 单位 | 1 月 | 2 月 | 3 月 | 4 月 | 5 月 | 6 月 | 7 月 | 8 月 | 9 月 | 10 月 | 11 月 | 12 月 | 合计 |
|-----------------|----------------------|--------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|-------|------|-------|--------|--------|---------|
| 一、需水量分析 | | | | | | | | | | | | | | |
| 旱作片区万亩需水过程线 (净) | 万 m ³ /万亩 | 26.3 | 21.6 | 14.9 | 30.5 | 34.0 | 13.4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 10.0 | 31.6 | 29.8 | 211.9 |
| 旱作农田灌溉需水量 (毛) | 万 m ³ | 79.1 | 64.8 | 44.7 | 91.6 | 102.2 | 40.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 30.1 | 94.9 | 89.5 | 637.0 |
| 水稻片区万亩需水过程线 (净) | 万 m ³ /万亩 | 34.9 | 23.5 | 17.5 | 60.5 | 67.7 | 32.6 | 21.3 | 7.9 | 0.0 | 12.5 | 36.0 | 34.2 | 348.5 |
| 水稻农田灌溉需水量 (毛) | 万 m ³ | 74.9 | 50.4 | 37.5 | 129.8 | 145.2 | 70.0 | 45.7 | 17.0 | 0.0 | 26.8 | 77.3 | 73.4 | 747.9 |
| 农村生活需水 | 万 m ³ | 16.4 | 14.8 | 16.4 | 15.9 | 16.4 | 15.9 | 16.4 | 16.4 | 15.9 | 16.4 | 15.9 | 16.4 | 193.4 |
| 规划区总需水量 | 万 m ³ | 170.4 | 130.1 | 98.5 | 237.2 | 263.8 | 126.2 | 62.1 | 33.4 | 15.9 | 73.3 | 188.0 | 179.3 | 1578.3 |
| 二、可供水量分析 | | | | | | | | | | | | | | 0.0 |
| (一) 区间山管引水可供水量 | | | | | | | | | | | | | | 0.0 |
| 农村生活可供水量 | 万 m ³ | 16.4 | 14.8 | 16.4 | 15.9 | 16.4 | 15.9 | 16.4 | 16.4 | 15.9 | 16.4 | 15.9 | 16.4 | 193.4 |
| 农田灌溉可供水量 | 万 m ³ | 17.1 | 11.5 | 8.6 | 29.7 | 33.2 | 16.0 | 10.4 | 3.9 | 0.0 | 6.1 | 17.7 | 16.8 | 171.0 |
| (二) 小河水库可供水量 | | | | | | | | | | | | | | 0.0 |
| 农灌可供水量 | 万 m ³ | 24.5 | 20.2 | 13.9 | 28.5 | 31.7 | 12.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 9.3 | 29.5 | 27.8 | 197.9 |
| (四) 小计 | | | | | | | | | | | | | | 0.0 |
| 农村生活可供水量 | 万 m ³ | 16.4 | 14.8 | 16.4 | 15.9 | 16.4 | 15.9 | 16.4 | 16.4 | 15.9 | 16.4 | 15.9 | 16.4 | 193.4 |
| 农田灌溉可供水量 | 万 m ³ | 41.6 | 31.7 | 22.5 | 58.2 | 64.9 | 28.5 | 10.4 | 3.9 | 0.0 | 15.4 | 47.2 | 44.6 | 368.9 |
| 规划区总可供水量 | 万 m ³ | 58.0 | 46.5 | 38.9 | 74.1 | 81.3 | 44.4 | 26.8 | 20.3 | 15.9 | 31.8 | 63.1 | 61.0 | 562.3 |
| 三、供需平衡分析 | | | | | | | | | | | | | | 0.0 |
| 农村生活水量 | 万 m ³ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 农田灌溉水量 | 万 m ³ | -112.4 | -83.5 | -59.6 | -163.1 | -182.5 | -81.8 | -35.3 | -13.1 | 0.0 | -41.5 | -124.9 | -118.3 | -1016.0 |
| 缺灌面积 | 万亩 | 2.539 | | | | | | | | | | | | 2.539 |
| 缺水量合计 | 万 m ³ | 112.4 | 83.5 | 59.6 | 163.1 | 182.5 | 81.8 | 35.3 | 13.1 | 0.0 | 41.5 | 124.9 | 118.3 | 1016.0 |
| 规划新建雪岭水库供水 | 万 m ³ | 112.4 | 83.5 | 59.6 | 163.1 | 182.5 | 81.8 | 35.3 | 13.1 | 0.0 | 41.5 | 124.9 | 118.3 | 1016.0 |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 缺水量合计 | 万 m³ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
|-------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|

表 6-4 乌龙片区现状水平年（P=80%）水土平衡计算表

| 项目 | 单位 | 1 月 | 2 月 | 3 月 | 4 月 | 5 月 | 6 月 | 7 月 | 8 月 | 9 月 | 10 月 | 11 月 | 12 月 | 合计 |
|------------|----------------------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|--------|
| 一、需水量分析 | | | | | | | | | | | | | | |
| 万亩需水过程线（净） | 万 m ³ /万亩 | 32.9 | 6.5 | 9.4 | 56.0 | 85.5 | 59.7 | 50.3 | 31.5 | 1.0 | 27.7 | 32.9 | 32.4 | 425.7 |
| 农田灌溉需水量（毛） | 万 m ³ | 177.7 | 35.1 | 50.6 | 302.4 | 461.4 | 322.2 | 271.8 | 170.2 | 5.4 | 149.3 | 177.7 | 175.0 | 2298.8 |
| 农村生活需水 | 万 m ³ | 3.7 | 3.3 | 3.7 | 3.5 | 3.7 | 3.5 | 3.7 | 3.7 | 3.5 | 3.7 | 3.5 | 3.7 | 43.2 |
| 工业总需水量 | 万 m ³ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 规划区总需水量 | 万 m ³ | 181.4 | 38.4 | 54.3 | 305.9 | 465.1 | 325.7 | 275.5 | 173.9 | 8.9 | 153.0 | 181.2 | 178.7 | 2342.0 |
| 二、可供水量分析 | | | | | | | | | | | | | | |
| （一）中型水库 | | | | | | | | | | | | | | |
| （1）坝塘水库 | | | | | | | | | | | | | | |
| 农村生活可供水量 | 万 m ³ | | | | | | | | | | | | | |
| 农田灌溉可供水量 | 万 m ³ | 46.3 | 9.1 | 13.2 | 78.8 | 120.2 | 83.9 | 70.8 | 44.3 | 1.4 | 38.9 | 46.3 | 45.6 | 598.8 |
| （2）轿子山水库 | | | | | | | | | | | | | | |
| 农村生活可供水量 | 万 m ³ | | | | | | | | | | | | | |
| 农田灌溉可供水量 | 万 m ³ | 131.4 | 26.0 | 37.4 | 223.6 | 341.2 | 238.3 | 201.0 | 125.9 | 4.0 | 110.4 | 131.4 | 129.4 | 1700.0 |
| （二）区间引水工程 | | | | | | | | | | | | | | |
| 农村生活可供水量 | 万 m ³ | 3.7 | 3.3 | 3.7 | 3.5 | 3.7 | 3.5 | 3.7 | 3.7 | 3.5 | 3.7 | 3.5 | 3.7 | 43.2 |
| 农田灌溉可供水量 | 万 m ³ | 23.1 | 20.9 | 23.1 | 22.4 | 23.1 | 74.2 | 76.7 | 76.7 | 74.2 | 23.1 | 22.4 | 23.1 | 483.0 |
| （三）小计 | | | | | | | | | | | | | | 0.0 |
| 农村生活可供水量 | 万 m ³ | 3.7 | 3.3 | 3.7 | 3.5 | 3.7 | 3.5 | 3.7 | 3.7 | 3.5 | 3.7 | 3.5 | 3.7 | 43.2 |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|--------|
| 农田灌溉可供水量 | 万 m³ | 177.7 | 35.1 | 50.6 | 302.4 | 461.4 | 322.2 | 271.8 | 170.2 | 5.4 | 149.3 | 177.7 | 175.0 | 2298.8 |
| 规划区总可供水量 | 万 m³ | 26.8 | 24.2 | 26.8 | 25.9 | 26.8 | 77.8 | 80.4 | 80.4 | 77.8 | 26.8 | 25.9 | 26.8 | 526.4 |
| 三、供需平衡分析 | | | | | | | | | | | | | | 0.0 |
| 农村生活可供水量 | 万 m³ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 农田灌溉可供水量 | 万 m³ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 缺灌面积 | 万亩 | | | | | | | | | | | | | 0.0 |
| 缺水量合计 | 万 m³ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |

表 6-5 乌龙片区规划水平年 2025 年（P=80%）水土平衡计算表

| | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|---------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|--------|
| 项目 | 单位 | 1 月 | 2 月 | 3 月 | 4 月 | 5 月 | 6 月 | 7 月 | 8 月 | 9 月 | 10 月 | 11 月 | 12 月 | 合计 |
| 一、需水量分析 | | | | | | | | | | | | | | |
| 万亩需水过程线（净） | 万 m³/万亩 | 38.2 | 6.1 | 14.0 | 79.4 | 106.7 | 65.9 | 60.7 | 36.9 | 1.5 | 33.4 | 38.2 | 36.9 | 517.8 |
| 农田灌溉需水量（毛） | 万 m³ | 171.7 | 27.2 | 63.0 | 357.5 | 480.2 | 296.7 | 273.1 | 166.2 | 6.8 | 150.1 | 171.7 | 165.8 | 2330.0 |
| 农村生活需水 | 万 m³ | 4.4 | 4.0 | 4.4 | 4.2 | 4.4 | 4.2 | 4.4 | 4.4 | 4.2 | 4.4 | 4.2 | 4.4 | 51.6 |
| 工业总需水量 | 万 m³ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 规划区总需水量 | 万 m³ | 176.1 | 31.2 | 67.4 | 361.7 | 484.6 | 300.9 | 277.4 | 170.6 | 11.0 | 154.5 | 175.9 | 170.2 | 2381.6 |
| 二、可供水量分析 | | | | | | | | | | | | | | |
| （一）中型水库 | | | | | | | | | | | | | | |
| （1）坝塘水库 | | | | | | | | | | | | | | |
| 农村生活可供水量 | 万 m³ | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|------------------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|--------|
| 农田灌溉可供水量 | 万 m ³ | 44.7 | 7.1 | 16.4 | 93.1 | 125.1 | 77.3 | 71.1 | 43.3 | 1.8 | 39.1 | 44.7 | 43.2 | 606.9 |
| (2) 轿子山水库 | | | | | | | | | | | | | | |
| 农村生活可供水量 | 万 m ³ | | | | | | | | | | | | | |
| 农田灌溉可供水量 | 万 m ³ | 127.0 | 20.1 | 46.6 | 264.4 | 355.1 | 219.4 | 201.9 | 122.9 | 5.0 | 111.0 | 127.0 | 122.6 | 1723.1 |
| (二) 区间引水工程 | | | | | | | | | | | | | | |
| 农村生活可供水量 | 万 m ³ | 4.4 | 4.0 | 4.4 | 4.2 | 4.4 | 4.2 | 4.4 | 4.4 | 4.2 | 4.4 | 4.2 | 4.4 | 51.6 |
| 农田灌溉可供水量 | 万 m ³ | | | | | | | | | | | | | |
| (三) 小计 | | | | | | | | | | | | | | |
| 农村生活可供水量 | 万 m ³ | 4.4 | 4.0 | 4.4 | 4.2 | 4.4 | 4.2 | 4.4 | 4.4 | 4.2 | 4.4 | 4.2 | 4.4 | 51.6 |
| 农田灌溉可供水量 | 万 m ³ | 171.7 | 27.2 | 63.0 | 357.5 | 480.2 | 296.7 | 273.1 | 166.2 | 6.8 | 150.1 | 171.7 | 165.8 | 2330.0 |
| 规划区总可供水量 | 万 m ³ | 176.1 | 31.2 | 67.4 | 361.7 | 484.6 | 300.9 | 277.4 | 170.6 | 11.0 | 154.5 | 175.9 | 170.2 | 2381.6 |
| 三、供需平衡分析 | | | | | | | | | | | | | | |
| 农村生活可供水量 | 万 m ³ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 农田灌溉可供水量 | 万 m ³ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 缺灌面积 | 万亩 | | | | | | | | | | | | | 0.000 |
| 缺水量合计 | 万 m ³ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |

表 6-6 乌龙片区规划水平年 2035 年 (P=80%) 水土平衡计算表

| 项目 | 单位 | 1 月 | 2 月 | 3 月 | 4 月 | 5 月 | 6 月 | 7 月 | 8 月 | 9 月 | 10 月 | 11 月 | 12 月 | 合计 |
|---------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|----|
| 一、需水量分析 | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|----------------------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|--------|
| 万亩需水过程线（净） | 万 m ³ /万亩 | 47.0 | 11.9 | 18.0 | 97.4 | 123.7 | 71.3 | 69.7 | 40.2 | 1.8 | 36.5 | 47.0 | 45.7 | 610.2 |
| 农田灌溉需水量（毛） | 万 m ³ | 181.3 | 45.9 | 69.4 | 375.8 | 477.3 | 275.0 | 269.0 | 154.9 | 6.8 | 140.8 | 181.3 | 176.3 | 2353.6 |
| 农村生活需水 | 万 m ³ | 5.2 | 4.7 | 5.2 | 5.0 | 5.2 | 5.0 | 5.2 | 5.2 | 5.0 | 5.2 | 5.0 | 5.2 | 61.3 |
| 工业总需水量 | 万 m ³ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 规划区总需水量 | 万 m ³ | 186.5 | 50.6 | 74.6 | 380.8 | 482.5 | 280.0 | 274.2 | 160.2 | 11.8 | 146.0 | 186.3 | 181.5 | 2414.9 |
| 二、可供水量分析 | | | | | | | | | | | | | | |
| （一）中型水库 | | | | | | | | | | | | | | |
| （1）坝塘水库 | | | | | | | | | | | | | | |
| 农村生活可供水量 | 万 m ³ | | | | | | | | | | | | | |
| 农田灌溉可供水量 | 万 m ³ | 47.2 | 12.0 | 18.1 | 97.9 | 124.3 | 71.6 | 70.1 | 40.4 | 1.8 | 36.7 | 47.2 | 45.9 | 613.1 |
| （2）轿子山水库 | | | | | | | | | | | | | | |
| 农村生活可供水量 | 万 m ³ | | | | | | | | | | | | | |
| 农田灌溉可供水量 | 万 m ³ | 134.1 | 33.9 | 51.3 | 277.9 | 352.9 | 203.3 | 198.9 | 114.6 | 5.0 | 104.1 | 134.1 | 130.4 | 1740.5 |
| （二）区间引水工程 | | | | | | | | | | | | | | |
| 农村生活可供水量 | 万 m ³ | 5.2 | 4.7 | 5.2 | 5.0 | 5.2 | 5.0 | 5.2 | 5.2 | 5.0 | 5.2 | 5.0 | 5.2 | 61.3 |
| 农田灌溉可供水量 | 万 m ³ | | | | | | | | | | | | | |
| （三）小计 | | | | | | | | | | | | | | |
| 农村生活可供水量 | 万 m ³ | 5.2 | 4.7 | 5.2 | 5.0 | 5.2 | 5.0 | 5.2 | 5.2 | 5.0 | 5.2 | 5.0 | 5.2 | 61.3 |
| 农田灌溉可供水量 | 万 m ³ | 181.3 | 45.9 | 69.4 | 375.8 | 477.3 | 275.0 | 269.0 | 154.9 | 6.8 | 140.8 | 181.3 | 176.3 | 2353.6 |
| 规划区总可供水量 | 万 m ³ | 186.5 | 50.6 | 74.6 | 380.8 | 482.5 | 280.0 | 274.2 | 160.2 | 11.8 | 146.0 | 186.3 | 181.5 | 2414.9 |
| 三、供需平衡分析 | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| 农村生活可供水量 | 万 m ³ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 农田灌溉可供水量 | 万 m ³ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 缺灌面积 | 万亩 | | | | | | | | | | | | | 0.000 |
| 缺水量合计 | 万 m ³ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |

表 6-7 东川坝区现状水平年（P=80%）水土平衡计算表

| 项目 | 单位 | 1 月 | 2 月 | 3 月 | 4 月 | 5 月 | 6 月 | 7 月 | 8 月 | 9 月 | 10 月 | 11 月 | 12 月 | 合计 |
|------------|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 一、需水量分析 | | | | | | | | | | | | | | |
| 万亩需水过程线（净） | 万 m ³ /万亩 | 38.7 | 26.2 | 27.2 | 104.0 | 87.1 | 59.9 | 44.1 | 30.7 | 4.4 | 23.0 | 42.6 | 41.4 | 529.2 |
| 农田灌溉需水量（毛） | 万 m ³ | 255.9 | 173.3 | 179.7 | 687.7 | 576.2 | 396.0 | 291.8 | 202.7 | 29.1 | 152.1 | 281.4 | 273.4 | 3499.2 |
| 农村生活需水 | 万 m ³ | 7.3 | 6.6 | 7.3 | 7.1 | 7.3 | 7.1 | 7.3 | 7.3 | 7.1 | 7.3 | 7.1 | 7.3 | 86.3 |
| 城市生活需水 | 万 m ³ | 49.9 | 45.0 | 49.9 | 48.2 | 49.9 | 48.2 | 49.9 | 49.9 | 48.2 | 49.9 | 48.2 | 49.9 | 587.0 |
| 工业总需水量 | 万 m ³ | 92.7 | 83.8 | 92.7 | 89.8 | 92.7 | 89.8 | 92.7 | 92.7 | 89.8 | 92.7 | 89.8 | 92.7 | 1092.0 |
| 规划区总需水量 | 万 m ³ | 405.8 | 308.7 | 329.6 | 832.8 | 726.1 | 541.1 | 441.8 | 352.6 | 174.2 | 302.0 | 426.5 | 423.4 | 5264.5 |
| 二、可供水量分析 | | | | | | | | | | | | | | |
| （一）中型水库 | | | | | | | | | | | | | | |
| （1）坝塘水库 | | | | | | | | | | | | | | |
| 城乡生活可供水量 | 万 m ³ | 54.4 | 49.2 | 54.4 | 52.7 | 54.4 | 52.7 | 54.4 | 54.4 | 52.7 | 54.4 | 52.7 | 54.4 | 640.8 |
| 工业可供水量 | 万 m ³ | | | | | | | | | | | | | |
| 农田灌溉可供水量 | 万 m ³ | 189.7 | 128.4 | 133.2 | 509.6 | 427.0 | 293.5 | 216.3 | 150.2 | 21.6 | 112.7 | 208.5 | 202.6 | 2593.3 |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| (2) 轿子山水库 | | | | | | | | | | | | | | |
| 城乡生活可供水量 | 万 m ³ | 2.8 | 2.5 | 2.8 | 2.6 | 2.8 | 2.6 | 2.8 | 2.8 | 2.6 | 2.8 | 2.6 | 2.8 | 32.5 |
| 工业可供水量 | 万 m ³ | 92.7 | 83.8 | 92.7 | 89.8 | 92.7 | 89.8 | 92.7 | 92.7 | 89.8 | 92.7 | 89.8 | 92.7 | 1092.0 |
| 农田灌溉可供水量 | 万 m ³ | 66.3 | 44.9 | 46.5 | 178.0 | 149.2 | 102.5 | 75.6 | 52.5 | 7.5 | 39.4 | 72.8 | 70.8 | 905.9 |
| (二) 区间引水工程 | | | | | | | | | | | | | | |
| 城乡生活可供水量 | 万 m ³ | | | | | | | | | | | | | |
| 工业可供水量 | 万 m ³ | | | | | | | | | | | | | |
| 农田灌溉可供水量 | 万 m ³ | | | | | | | | | | | | | |
| (三) 小计 | | | | | | | | | | | | | | |
| 城乡生活可供水量 | 万 m ³ | 57.2 | 51.7 | 57.2 | 55.3 | 57.2 | 55.3 | 57.2 | 57.2 | 55.3 | 57.2 | 55.3 | 57.2 | 673.3 |
| 工业可供水量 | 万 m ³ | 92.7 | 83.8 | 92.7 | 89.8 | 92.7 | 89.8 | 92.7 | 92.7 | 89.8 | 92.7 | 89.8 | 92.7 | 1092.0 |
| 农田灌溉可供水量 | 万 m ³ | 255.9 | 173.3 | 179.7 | 687.7 | 576.2 | 396.0 | 291.8 | 202.7 | 29.1 | 152.1 | 281.4 | 273.4 | 3499.2 |
| 规划区总可供水量 | 万 m ³ | 405.8 | 308.7 | 329.6 | 832.8 | 726.1 | 541.1 | 441.8 | 352.6 | 174.2 | 302.0 | 426.5 | 423.4 | 5264.5 |
| 三、供需平衡分析 | | | | | | | | | | | | | | 0.0 |
| 城乡生活可供水量 | 万 m ³ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 工业可供水量 | 万 m ³ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 农田灌溉可供水量 | 万 m ³ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 缺灌面积 | 万亩 | | | | | | | | | | | | | 0.0 |
| 缺水量合计 | 万 m ³ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |

表 6-8 东川坝区规划水平年 2025 年 (P=80%) 水土平衡计算表

| 项目 | 单位 | 1 月 | 2 月 | 3 月 | 4 月 | 5 月 | 6 月 | 7 月 | 8 月 | 9 月 | 10 月 | 11 月 | 12 月 | 合计 |
|-------------|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 一、需水量分析 | | | | | | | | | | | | | | |
| 万亩需水过程线 (净) | 万 m ³ /万亩 | 36.8 | 25.8 | 34.1 | 116.6 | 92.4 | 59.5 | 45.5 | 30.0 | 4.5 | 29.1 | 44.3 | 43.4 | 562.0 |
| 农田灌溉需水量 (毛) | 万 m ³ | 202.8 | 142.2 | 187.9 | 642.3 | 509.4 | 328.0 | 250.8 | 165.3 | 24.8 | 160.4 | 244.1 | 239.2 | 3097.2 |
| 农村生活需水 | 万 m ³ | 8.7 | 7.9 | 8.7 | 8.5 | 8.7 | 8.5 | 8.7 | 8.7 | 8.5 | 8.7 | 8.5 | 8.7 | 103.0 |
| 城市生活需水 | 万 m ³ | 86.2 | 77.9 | 86.2 | 83.4 | 86.2 | 83.4 | 86.2 | 86.2 | 83.4 | 86.2 | 83.4 | 86.2 | 1015.0 |
| 工业总需水量 | 万 m ³ | 92.7 | 83.8 | 92.7 | 89.8 | 92.7 | 89.8 | 92.7 | 92.7 | 89.8 | 92.7 | 89.8 | 92.7 | 1092.0 |
| 规划区总需水量 | 万 m ³ | 390.5 | 311.7 | 375.6 | 824.0 | 697.1 | 509.6 | 438.5 | 353.0 | 206.4 | 348.1 | 425.8 | 426.9 | 5307.2 |
| 二、可供水量分析 | | | | | | | | | | | | | | |
| (一) 中型水库 | | | | | | | | | | | | | | |
| (1) 坝塘水库 | | | | | | | | | | | | | | |
| 城乡生活可供水量 | 万 m ³ | 54.4 | 49.2 | 54.4 | 52.7 | 54.4 | 52.7 | 54.4 | 54.4 | 52.7 | 54.4 | 52.7 | 54.4 | 640.8 |
| 工业可供水量 | 万 m ³ | | | | | | | | | | | | | |
| 农田灌溉可供水量 | 万 m ³ | 150.3 | 105.4 | 139.3 | 476.0 | 377.5 | 243.1 | 185.9 | 122.5 | 18.4 | 118.8 | 180.9 | 177.2 | 2295.4 |
| (2) 轿子山水库 | | | | | | | | | | | | | | |
| 城乡生活可供水量 | 万 m ³ | 40.6 | 36.6 | 40.6 | 39.2 | 40.6 | 39.2 | 40.6 | 40.6 | 39.2 | 40.6 | 39.2 | 40.6 | 477.2 |
| 工业可供水量 | 万 m ³ | 92.7 | 83.8 | 92.7 | 89.8 | 92.7 | 89.8 | 92.7 | 92.7 | 89.8 | 92.7 | 89.8 | 92.7 | 1092.0 |
| 农田灌溉可供水量 | 万 m ³ | 52.5 | 36.8 | 48.6 | 166.3 | 131.9 | 84.9 | 64.9 | 42.8 | 6.4 | 41.5 | 63.2 | 61.9 | 801.8 |
| (二) 区间引水工程 | | | | | | | | | | | | | | |
| 城乡生活可供水量 | 万 m ³ | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 工业可供水量 | 万 m ³ | | | | | | | | | | | | | |
| 农田灌溉可供水量 | 万 m ³ | | | | | | | | | | | | | |
| (三) 小计 | | | | | | | | | | | | | | |
| 城乡生活可供水量 | 万 m ³ | 95.0 | 85.8 | 95.0 | 91.9 | 95.0 | 91.9 | 95.0 | 95.0 | 91.9 | 95.0 | 91.9 | 95.0 | 1118.0 |
| 工业可供水量 | 万 m ³ | 92.7 | 83.8 | 92.7 | 89.8 | 92.7 | 89.8 | 92.7 | 92.7 | 89.8 | 92.7 | 89.8 | 92.7 | 1092.0 |
| 农田灌溉可供水量 | 万 m ³ | 202.8 | 142.2 | 187.9 | 642.3 | 509.4 | 328.0 | 250.8 | 165.3 | 24.8 | 160.4 | 244.1 | 239.2 | 3097.2 |
| 规划区总可供水量 | 万 m ³ | 390.5 | 311.7 | 375.6 | 824.0 | 697.1 | 509.6 | 438.5 | 353.0 | 206.4 | 348.1 | 425.8 | 426.9 | 5307.2 |
| 三、供需平衡分析 | | | | | | | | | | | | | | 0.0 |
| 城乡生活可供水量 | 万 m ³ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 工业可供水量 | 万 m ³ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 农田灌溉可供水量 | 万 m ³ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 缺灌面积 | 万亩 | | | | | | | | | | | | | 0.0 |
| 缺水量合计 | 万 m ³ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |

表 6-9 东川坝区规划水平年 2035 年 (P=80%) 水土平衡计算表

| 项目 | 单位 | 1 月 | 2 月 | 3 月 | 4 月 | 5 月 | 6 月 | 7 月 | 8 月 | 9 月 | 10 月 | 11 月 | 12 月 | 合计 |
|-------------|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|--------|
| 一、需水量分析 | | | | | | | | | | | | | | |
| 万亩需水过程线 (净) | 万 m ³ /万亩 | 40.6 | 30.7 | 41.2 | 128.1 | 97.7 | 61.0 | 48.0 | 29.8 | 4.5 | 33.3 | 49.6 | 48.7 | 613.2 |
| 农田灌溉需水量 (毛) | 万 m ³ | 191.8 | 145.0 | 194.7 | 605.2 | 461.7 | 287.9 | 226.5 | 140.5 | 21.3 | 157.3 | 234.3 | 230.0 | 2896.3 |
| 农村生活需水 | 万 m ³ | 10.4 | 9.4 | 10.4 | 10.0 | 10.4 | 10.0 | 10.4 | 10.4 | 10.0 | 10.4 | 10.0 | 10.4 | 122.2 |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 城市生活需水 | 万 m ³ | 103.2 | 93.2 | 103.2 | 99.9 | 103.2 | 99.9 | 103.2 | 103.2 | 99.9 | 103.2 | 99.9 | 103.2 | 1215.0 |
| 工业总需水量 | 万 m ³ | 206.4 | 186.4 | 206.4 | 199.7 | 206.4 | 199.7 | 206.4 | 206.4 | 199.7 | 206.4 | 199.7 | 206.4 | 2430.0 |
| 规划区总需水量 | 万 m ³ | 511.7 | 434.0 | 514.7 | 914.8 | 781.6 | 597.6 | 546.5 | 460.5 | 330.9 | 477.2 | 543.9 | 550.0 | 6663.5 |
| 二、可供水量分析 | | | | | | | | | | | | | | |
| （一）中型水库 | | | | | | | | | | | | | | |
| （1）坝塘水库 | | | | | | | | | | | | | | |
| 城乡生活可供水量 | 万 m ³ | 54.4 | 49.2 | 54.4 | 52.7 | 54.4 | 52.7 | 54.4 | 54.4 | 52.7 | 54.4 | 52.7 | 54.4 | 640.8 |
| 工业可供水量 | 万 m ³ | | | | | | | | | | | | | |
| 农田灌溉可供水量 | 万 m ³ | 142.1 | 107.5 | 144.3 | 448.5 | 342.2 | 213.4 | 167.9 | 104.1 | 15.8 | 116.6 | 173.6 | 170.5 | 2146.4 |
| （2）轿子山水库 | | | | | | | | | | | | | | |
| 城乡生活可供水量 | 万 m ³ | 59.2 | 53.4 | 59.2 | 57.2 | 59.2 | 57.2 | 59.2 | 59.2 | 57.2 | 59.2 | 57.2 | 59.2 | 696.4 |
| 工业可供水量 | 万 m ³ | 206.4 | 186.4 | 206.4 | 199.7 | 206.4 | 199.7 | 206.4 | 206.4 | 199.7 | 206.4 | 199.7 | 206.4 | 2430.0 |
| 农田灌溉可供水量 | 万 m ³ | 49.6 | 37.5 | 50.4 | 156.7 | 119.5 | 74.5 | 58.6 | 36.4 | 5.5 | 40.7 | 60.7 | 59.6 | 749.8 |
| （二）区间引水工程 | | | | | | | | | | | | | | |
| 城乡生活可供水量 | 万 m ³ | | | | | | | | | | | | | |
| 工业可供水量 | 万 m ³ | | | | | | | | | | | | | |
| 农田灌溉可供水量 | 万 m ³ | | | | | | | | | | | | | |
| （三）小计 | | | | | | | | | | | | | | |
| 城乡生活可供水量 | 万 m ³ | 113.6 | 102.6 | 113.6 | 109.9 | 113.6 | 109.9 | 113.6 | 113.6 | 109.9 | 113.6 | 109.9 | 113.6 | 1337.2 |
| 工业可供水量 | 万 m ³ | 206.4 | 186.4 | 206.4 | 199.7 | 206.4 | 199.7 | 206.4 | 206.4 | 199.7 | 206.4 | 199.7 | 206.4 | 2430.0 |
| 农田灌溉可供水量 | 万 m ³ | 191.8 | 145.0 | 194.7 | 605.2 | 461.7 | 287.9 | 226.5 | 140.5 | 21.3 | 157.3 | 234.3 | 230.0 | 2896.3 |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 规划区总可供水量 | 万 m ³ | 511.7 | 434.0 | 514.7 | 914.8 | 781.6 | 597.6 | 546.5 | 460.5 | 330.9 | 477.2 | 543.9 | 550.0 | 6663.5 |
| 三、供需平衡分析 | | | | | | | | | | | | | | 0.0 |
| 城乡生活可供水量 | 万 m ³ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 工业可供水量 | 万 m ³ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 农田灌溉可供水量 | 万 m ³ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 缺灌面积 | 万亩 | | | | | | | | | | | | | 0.0 |
| 缺水量合计 | 万 m ³ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |

表 6-10 现状水平年（2022 年）乌龙、红土地梁子规划区供需平衡表

单位：万 m³

| 项目 | 逐 月 过 程 线 | | | | | | | | | | | | 年总量 |
|-----------------------------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| | 6 月 | 7 月 | 8 月 | 9 月 | 10 月 | 11 月 | 12 月 | 1 月 | 2 月 | 3 月 | 4 月 | 5 月 | |
| 一、可供水量合计（万 m ³ ） | 47.3 | 41.4 | 40.9 | 28.2 | 43.7 | 41.3 | 43.6 | 36.5 | 29.1 | 22.6 | 35.3 | 54.6 | 465 |
| 1、清水河水库 | 7.65 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 5.71 | 18.02 | 16.99 | 15.02 | 12.31 | 8.48 | 17.39 | 19.42 | 121 |
| 2、零星灌溉渠道 | 25.95 | 37.53 | 37.04 | 24.49 | 30.73 | 9.38 | 13.71 | 8.95 | 6.55 | 5.55 | 3.61 | 10.31 | 214 |
| 3、花沟水库 | 3.58 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.20 | 3.63 | 3.25 | 3.10 | 2.43 | 1.68 | 3.77 | 7.54 | 30 |
| 4、龙潭水库 | 6.42 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.15 | 6.50 | 5.81 | 5.56 | 4.35 | 3.01 | 6.74 | 13.50 | 54 |
| 5、人饮管道 | 3.75 | 3.87 | 3.87 | 3.75 | 3.87 | 3.75 | 3.87 | 3.87 | 3.50 | 3.87 | 3.75 | 3.87 | 45.6 |
| 二、需水量分析 | | | | | | | | | | | | | |
| 灌片灌溉面积（万亩） | 4.002 | 4.002 | 4.002 | 4.002 | 4.002 | 4.002 | 4.002 | 4.002 | 4.002 | 4.002 | 4.002 | 4.002 | |
| 万亩综合用水过程（净） | 22.40 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 7.50 | 22.70 | 20.30 | 19.40 | 15.20 | 10.50 | 23.55 | 47.15 | 189 |
| 万亩用水过程（毛） | 40.73 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 13.64 | 41.27 | 36.91 | 35.27 | 27.64 | 19.09 | 42.82 | 85.73 | 343 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|---------|-------|-------|-------|--------|---------|---------|---------|--------|--------|---------|---------|--------|
| 农业需水量 (P=75%) | 162.99 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 54.57 | 165.17 | 147.71 | 141.16 | 110.60 | 76.40 | 171.36 | 343.08 | 1373 |
| 人畜饮水 (P=95%) | 13.37 | 13.37 | 13.81 | 13.37 | 13.81 | 13.37 | 13.81 | 13.81 | 13.37 | 13.37 | 13.37 | 13.81 | 162.6 |
| 总需水量 (万 m ³) | 176.36 | 13.37 | 13.81 | 13.37 | 68.39 | 178.54 | 161.52 | 154.97 | 123.97 | 89.77 | 184.73 | 356.89 | 1536 |
| 三、水量供需平衡 | | | | | | | | | | | | | |
| 水量盈余 (万 m ³) | -129.01 | 28.04 | 27.10 | 14.87 | -24.72 | -137.26 | -117.89 | -118.47 | -94.83 | -67.18 | -149.46 | -302.25 | -1170 |
| 人畜缺水 (万 m ³) | -9.62 | -9.49 | -9.94 | -9.62 | -9.94 | -9.62 | -9.94 | -9.94 | -9.87 | -9.49 | -9.62 | -9.94 | -117.0 |
| 灌片缺水 (万 m ³) | -119.39 | 37.53 | 37.04 | 24.49 | -14.78 | -127.64 | -107.95 | -108.53 | -84.96 | -57.68 | -139.84 | -292.30 | -1053 |
| 缺灌面积 (万亩) | 3.27 | | | | | | | | | | | | |

表 6-11 设计水平年 (2025 年) 乌龙、红土地梁子规划区供需平衡表

单位: 万 m³

| 项目 | 逐 月 过 程 线 | | | | | | | | | | | | 年总量 |
|------------------------------|-----------|-------|------|-------|-------|-------|------|------|------|------|-------|-------|--------|
| | 6 月 | 7 月 | 8 月 | 9 月 | 10 月 | 11 月 | 12 月 | 1 月 | 2 月 | 3 月 | 4 月 | 5 月 | |
| 一、可供水量合计 (万 m ³) | 47.3 | 41.4 | 40.9 | 28.2 | 43.7 | 41.3 | 43.6 | 36.5 | 29.1 | 22.6 | 35.3 | 54.6 | 465.0 |
| 1、清水河水库 | 7.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 5.7 | 18.0 | 17.0 | 15.0 | 12.3 | 8.5 | 17.4 | 19.4 | 121.0 |
| 2、零星灌溉渠道 | 26.0 | 37.5 | 37.0 | 24.5 | 30.7 | 9.4 | 13.7 | 9.0 | 6.6 | 5.6 | 3.6 | 10.3 | 214.0 |
| 3、花沟水库 | 2.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.6 | 5.1 | 4.8 | 4.2 | 3.5 | 2.4 | 4.9 | 5.4 | 34.0 |
| 4、龙潭水库 | 3.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.9 | 9.0 | 8.5 | 7.5 | 6.2 | 4.3 | 8.7 | 9.7 | 61.0 |
| 5、人饮管道 | 3.8 | 3.9 | 3.9 | 3.8 | 3.9 | 3.8 | 3.9 | 3.9 | 3.5 | 3.9 | 3.8 | 3.9 | 46.0 |
| 二、需水量分析 | | | | | | | | | | | | | |
| 灌片灌溉面积 (万亩) | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | |
| 万亩综合用水过程 (净) | 21.8 | 18.3 | 13.1 | 19.0 | 66.1 | 26.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 8.0 | 26.3 | 24.5 | 222.9 |
| 万亩用水过程 (毛) | 36.3 | 30.4 | 21.9 | 31.6 | 110.2 | 43.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 13.3 | 43.8 | 40.8 | 371.5 |
| 农业需水量 (P=80%) | 145.0 | 121.7 | 87.6 | 126.4 | 440.7 | 173.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 53.3 | 175.0 | 163.0 | 1486.0 |
| 人畜饮水 (P=95%) | 15.4 | 14.0 | 15.4 | 15.0 | 15.4 | 15.0 | 15.4 | 15.4 | 15.0 | 15.4 | 15.0 | 15.4 | 181.9 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|--------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|---------|
| 总需水量 (万 m ³) | 160.4 | 135.6 | 103.0 | 141.4 | 456.1 | 188.3 | 15.4 | 15.4 | 15.0 | 68.8 | 190.0 | 178.4 | 1667.9 |
| 三、水量供需平衡 | | | | | | | | | | | | | |
| 水量盈余 (万 m ³) | -47.1 | 22.5 | 21.4 | 9.3 | -28.1 | -142.1 | -130.5 | -120.3 | -102.0 | -73.6 | -143.1 | -152.2 | -885.8 |
| 人畜缺水 (万 m ³) | -11.7 | -10.1 | -11.6 | -11.2 | -11.6 | -11.2 | -11.6 | -11.6 | -11.5 | -11.6 | -11.2 | -11.6 | -136.3 |
| 灌片缺水 (万 m ³) | -105.4 | -84.1 | -50.6 | -101.9 | -399.8 | -131.8 | 44.0 | 35.7 | 28.5 | -32.7 | -140.4 | -118.1 | -1056.6 |
| 缺灌面积 (万亩) | 3.22 | | | | | | | | | | | | |

表 6-12 设计水平年 (2035 年) 乌龙、红土地梁子规划区供需平衡表

单位: 万 m³

| 项目 | 逐 月 过 程 线 | | | | | | | | | | | | 年总量 |
|------------------------------|-----------|-------|-------|-------|--------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|--------|
| | 6 月 | 7 月 | 8 月 | 9 月 | 10 月 | 11 月 | 12 月 | 1 月 | 2 月 | 3 月 | 4 月 | 5 月 | |
| 一、可供水量合计 (万 m ³) | 47.3 | 41.4 | 40.9 | 28.2 | 43.7 | 41.3 | 43.6 | 36.5 | 29.1 | 22.6 | 35.3 | 54.6 | 465 |
| 1、清水河水库 | 7.65 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 5.71 | 18.02 | 16.99 | 15.02 | 12.31 | 8.48 | 17.39 | 19.42 | 121 |
| 2、零星灌溉渠道 | 25.95 | 37.53 | 37.04 | 24.49 | 30.73 | 9.38 | 13.71 | 8.95 | 6.55 | 5.55 | 3.61 | 10.31 | 214 |
| 3、花沟水库 | 2.14 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.60 | 5.05 | 4.76 | 4.21 | 3.45 | 2.38 | 4.87 | 5.44 | 34 |
| 4、龙潭水库 | 3.84 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.86 | 9.04 | 8.52 | 7.53 | 6.17 | 4.25 | 8.72 | 9.74 | 61 |
| 5、人饮管道 | 3.75 | 3.87 | 3.87 | 3.75 | 3.87 | 3.75 | 3.87 | 3.87 | 3.50 | 3.87 | 3.75 | 3.87 | 46 |
| 二、需水量分析 | | | | | | | | | | | | | |
| 灌片灌溉面积 (万亩) | 4.002 | 4.002 | 4.002 | 4.002 | 4.002 | 4.002 | 4.002 | 4.002 | 4.002 | 4.002 | 4.002 | 4.002 | |
| 万亩综合用水过程 (净) | 13.40 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 10.00 | 31.55 | 29.75 | 26.30 | 21.55 | 14.85 | 30.45 | 34.00 | 212 |
| 万亩用水过程 (毛) | 17.87 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 13.33 | 42.07 | 39.67 | 35.07 | 28.73 | 19.80 | 40.60 | 45.33 | 282 |
| 农业需水量 (P=75%) | 71.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 53.36 | 168.35 | 158.75 | 140.34 | 114.99 | 79.24 | 162.48 | 181.42 | 1130 |
| 人畜饮水 (P=95%) | 18.93 | 18.93 | 19.56 | 18.93 | 19.56 | 18.93 | 19.56 | 19.56 | 18.93 | 18.93 | 18.93 | 19.56 | 230 |
| 总需水量 (万 m ³) | 90.43 | 18.93 | 19.56 | 18.93 | 72.92 | 187.28 | 178.31 | 159.90 | 133.92 | 98.17 | 181.41 | 200.98 | 1361 |
| 三、水量供需平衡 | | | | | | | | | | | | | |
| 水量盈余 (万 m ³) | -47.10 | 22.47 | 21.36 | 9.31 | -28.14 | -142.05 | -130.45 | -120.31 | -101.95 | -73.64 | -143.06 | -152.21 | -984.8 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|--------|--------|---------|---------|------|
| 人畜缺水（万 m³） | -15.18 | -15.06 | -15.69 | -15.18 | -15.69 | -15.18 | -15.69 | -15.69 | -15.43 | -15.06 | -15.18 | -15.69 | -185 |
| 灌片缺水（万 m³） | -31.92 | 37.53 | 37.04 | 24.49 | -12.45 | -126.86 | -114.76 | -104.63 | -86.52 | -58.58 | -127.88 | -136.52 | -800 |
| 缺灌面积（万亩） | 3.150 | | | | | | | | | | | | |

6.3 水土资源配置

6.3.1 小清河本区

小清河本区水资源量丰富，区内经济以农业为主，无工业企业。受地理位置和高程限制，农村人畜以引小清河及山管水为主，农田灌溉主要集中在小清河两岸，通过从小清河引水灌溉。片区内耗水量小，余水是今后一段时期内东川区社会经济发展唯一的水源。该片区现状村民从小清河通过新平水沟、土木村沟引水灌溉，总设计引水流量 $0.6\text{m}^3/\text{s}$ 。从工程运行情况来看，基本能满足小清河本区 0.3678 万亩农田的灌溉用水要求。该片耕地较少，现有的从小清河引水的新平水沟和土木村沟等引水工程。规划水平年 2025 年小清河本区 $P=80\%$ 农田灌溉需水量 1317 万 m^3 ，规划仍由新平水沟、土木村水沟、新建小河水库灌溉， $P=80\%$ 农灌可供水量为 368.9 万 m^3 ，其中新平水沟、土木村水沟可供水量为 171 万 m^3 ，能满足本区 0.3678 万亩灌溉。小河水库可供水量为 197.9 万 m^3 ，可以保证右岸小河村灌片、新发、田坝村灌片、望厂村灌片灌溉面积 0.70 万亩。规划水平年 2035 年小清河本区 $P=80\%$ 农田灌溉需水量 1421 万 m^3 ，规划仍由新平水沟、土木村水沟、新建小河水库灌溉，能满足本区 0.3678 万亩灌溉。小河水库可以保证右岸小河村灌片、新发、田坝村灌片、望厂村灌片灌溉面积 0.70 万亩，小清河流域本区剩余 2.5393 万亩耕地由于高程较高，现状没有水利工程灌溉，规划新建雪岭水库灌溉供水。可以满足本区农村人畜需水和农田灌溉需水量。规划水平年小清河本区供需基本平衡。

6.3.2 乌龙片区

乌龙片区灌溉面积较大，片区经济以农业为主，无工业企业。现状水平年乌龙片区农村生活需水量 43.2 万 m^3 ，农田灌溉需水 2298.8 万 m^3 ，总需水量 2342.0 万 m^3 ；近期规划水平年乌龙片区农村生活需水量 51.6 万 m^3 ，农田灌溉需水 2330.0 万 m^3 ，总需水量 2381.6 万 m^3 。远期规划水平年乌龙片区农村生活需水量 61.3 万 m^3 ，农田灌溉需水 2353.6 万 m^3 ，总需水量 2414.9 万 m^3 。现状及规划水平年主要依靠坝塘水利系统和轿子山水库农田灌溉供水，乌龙片区农村生活用水及农田灌溉用水达到平衡。

6.3.3 东川坝区

东川坝区是东川社会经济的中心，也是东川社会经济重点发展的地区。现状水平年东川城市及工业供水主要依靠城区东部山间岩溶泉水及团结渠、坝塘水库供水，坝区内

农田灌溉主要靠山箐引水、坝塘水利系统供水。现状水平年东川坝区城乡生活需水量 673.3 万 m^3 ，工业需水量 1092.4 万 m^3 ，农田灌溉需水 3499.2 万 m^3 ，总需水量 5264.5 万 m^3 。现状水平年坝塘水库可供水量 3234.1 万 m^3 ，其中城乡生活可供水量 640.8 万 m^3 ，农田灌溉可供水量 2593.3 万 m^3 ；轿子山水库可供水量 2030.4 万 m^3 ，其中城乡生活可供水量 32.5 万 m^3 ，工业可供水量 1092 万 m^3 ，农田灌溉可供水量 905.9 万 m^3 。现状水平年东川坝区城乡生活、工业和农田灌溉供需基本平衡。

近期规划水平年东川坝区城乡生活需水量 1118.0 万 m^3 ，工业需水量 1092 万 m^3 ，农田灌溉需水 3097.2 万 m^3 ，总需水量 5307.2 万 m^3 ；规划水平年可供水量 5307.2 万 m^3 ，其中城乡生活可供水量 1118 万 m^3 （坝塘水利系统供水 640.8 万 m^3 、轿子山水库供水 477.2 万 m^3 ），工业可供水量 1092 万 m^3 （轿子山水库供水 1092.0 万 m^3 ），农田灌溉可供水量 3097.2 万 m^3 （坝塘水利系统供水 2295.4 万 m^3 、轿子山水库供水 801.8 万 m^3 ）；近期规划水平年东川坝区城乡生活、工业和农田灌溉供需基本平衡。

规划水平年东川坝区城乡生活需水量 1337.2 万 m^3 ，工业需水量 2430.0 万 m^3 ，农田灌溉需水 2896.3 万 m^3 ，总需水量 6663.5 万 m^3 ；规划水平年可供水量 7059.1 万 m^3 ，其中城乡生活可供水量 1337.2 万 m^3 （坝塘水利系统供水 640.8 万 m^3 、轿子山水库供水 696.4 万 m^3 ），工业可供水量 2430.0 万 m^3 （坝塘水利系统供水 1335.0 万 m^3 、轿子山水库供水 1095.0 万 m^3 ），农田灌溉可供水量 2896.3 万 m^3 （坝塘水利系统供水 2146.4 万 m^3 、轿子山水库供水 749.8 万 m^3 ）；规划水平年东川坝区城乡生活、工业和农田灌溉供需基本平衡。

6.3.4 乌龙、红土地镇梁子片区

乌龙、红土地镇梁子片区现状年总可供水量为 465 万 m^3 ，保证率 $P=80\%$ 时灌溉和农村生活总需水量为 1536 万 m^3 ，其中灌溉需水量 1373 万 m^3 ，农村生活需水量 162.6 万 m^3 。通过表 8-8 计算可知，规划区现状水平年总缺水量 1170 万 m^3 ，其中农村生活缺水 117 万 m^3 ，农业灌溉缺水 1053 万 m^3 ，缺灌面积为 3.27 亩，规划区现状缺水状况十分严峻。

至近期规划水平年，保证率 $P=80\%$ 时灌溉和农村生活总需水量为 1667.9 万 m^3 ，其中灌溉需水量 1486 万 m^3 ，农村生活需水量 181.9 万 m^3 。通过表 8-9 计算可知，规划区设计水平年总缺水量 1056.6 万 m^3 ，其中农村生活缺水 136.3 万 m^3 ，农业灌溉缺水 800 万 m^3 ，缺灌面积为 3.22 亩。

规划区农村人畜饮水现状水源保障程度低、设施简易，农村人畜饮水安全难以保障、改造难度大。根据规划区现有生活供水设施实际、改造难度和保证情况，对规划区现有生活供水工程不进行改造利用，至规划水平年，规划区农村生活用水建议拟建水库承担供水。

至规划水平年，保证率 $P=80\%$ 时灌溉和农村生活总需水量为 1361 万 m^3 ，其中灌溉需水量 1130 万 m^3 ，农村生活需水量 230 万 m^3 。通过表 8-8 计算可知，规划区设计水平年总缺水量 985 万 m^3 ，其中农村生活缺水量 185 万 m^3 ，农业灌溉缺水量 800 万 m^3 ，缺灌面积为 3.15 亩。

规划区农村人畜饮水现状水源保障程度低、设施简易，农村人畜饮水安全难以保障、改造难度大。根据规划区现有生活供水设施实际、改造难度和保证情况，对规划区现有生活供水工程不进行改造利用，至规划水平年，规划区农村生活用水均由拟建水库承担供水。

规划灌区耕地总面积为 4.0 万亩，灌区现有拟建清水河水库、新坪大沟、零星渠道，供需平衡应根据现有供水工程实际情况，对现有供水工程充分、合理利用、发挥现有水利设施的作用为原则。雪岭水库修建完成后拦蓄小清河上游来水，规划年可通过灌区周边山箐供水，所以规划水平年灌区渠道保持不变，考虑渠道的可供水量，规划水平年继续承担所控制灌区供水任务。通过计算可知，灌区附近天然山箐较多，但是来水量年内分配不均，汛期来水量大，枯期来水量小，枯期基本只能保证生态河道的需水量，所以规划水平年清水河水库保灌面积为 0.428 万亩，零星渠道保灌面积为 0.09 万亩，花沟水库保灌面积为 0.12 万亩，龙潭水库保灌面积为 0.2148 万亩，灌区有 3.15 万亩农灌缺口水量由拟建的雪岭水库承担供水，保证规划区内全部灌溉面积得到灌溉，全部农村饮水得到保证。

7 节约用水规划

7.1 现状用水水平分析

在现状供用水量调查分析和现状社会经济发展指标分析的基础上，对小清河流域现状用水水平和用水效率进行分析评价。现状用水水平指标主要包括：农业用水指标、工业用水指标和生活用水指标。现状小清河流域主要用水指标见表 7.1 所示。

表 7.1 流域内现状用水水平指标

| 片 区 | 工业增加值
用水定额
($\text{m}^3/\text{万元}$) | 亩均灌溉用水量
($\text{m}^3/\text{亩}$) | 城镇生活
人均用水
量 (L/
人.d) | 灌溉水利
用系数 | 供水管网
损失率及
水厂自用
水量 |
|---------------------|---|--------------------------------------|-------------------------------|-------------|----------------------------|
| 小清河本区 | | 349 | 119 | 0.50 | 20% |
| 乌龙片区 | | 552 | 119 | 0.50 | 20% |
| 东川坝区 | 55 | 558 | 150 | 0.50 | 20% |
| 南干渠以上乌龙片区、红土地
片区 | | 212 | 119 | 0.55 | 20% |
| 全省 | 98 | 370 | 194 | 0.52 | 20% |

从表中可以看出，小清河流域的工业增加值用水定额为 55 $\text{m}^3/\text{万元}$ ，低于全省平均水平，这主要是由于流域内工业用水主要集中在东川坝区四方地工业园区。农田灌溉用水定额 558 $\text{m}^3/\text{亩}$ ，高出全省平均水平 188 $\text{m}^3/\text{亩}$ ，这主要由于流域内乌龙片区、东川坝区大部分灌区现状以水稻种植为主，水稻种植比例在 35~50%左右，因而农田灌溉用水定额高于全省平均水平。城镇生活人均用水量 150L/人.d，低于全省平均水平 44L/人.d。灌溉水利用系数 0.50~0.55，略高于全省平均水平，这主要由于流域内大部分片区已经建设坝塘水库、轿子山水库配套灌溉渠系系统，因此，农灌溉水利用系数高于全省平均水平。

7.2 节水潜力分析

(1) 农业

按照目前小清河流域的农业用水水平和效率，农业节水尚有较大潜力可挖。可通过以下几个方面的措施实现：作物结构调整，本着“农业增效、农民增收”的目标，切实

加大产业结构调整力度，以产业结构调整促进灌区节水改造事业发展；对现有灌区的续建配套和节水改造；有计划地发展高效节水灌溉面积；加强用水管理，水资源的合理利用和优化配置；建立多元化、多层次的灌区投入机制和补偿机制，广泛吸收社会各方面的资金投入灌区建设。农业节水是今后相当长一段时期内小清河流域节水型社会建设的重中之重。

（2）工业

小清河流域工业节水水平与国内、国外工业节水先进地区相比存在较大的差距，随着新技术、新工艺的应用，逐步淘汰老的生产工艺，加上新兴的节水、低能耗工业的加入，在规划水平年总体上是用水定额下降和重复利用率提高的趋势，工业节水也存在较大的潜力。可通过调整产业结构与产品结构，进行企业水平衡测试，采用新设备、新材料、新技术，改进工艺流程，推行清污工艺，降低工业产值耗水率，同时抓好工业用水的内部循环使用，逐步提高工业废污水的处理回用，有效地降低工业取水量。

（3）生活

城镇生活节水以限制不合理用水、杜绝浪费为原则，从加强用水管理管网改造、推广使用节水器具，加大城市污水处理及回用力度，加强水价杠杆的调节作用等方面挖掘节水潜力。按规划水平年节水目标考虑，包括居民家庭生活、建筑及第三产业的城镇生活的节水潜力巨大。农村生活用水因缺乏有效的集中式供水系统，用水水平较低，节水潜力不大。

7.3 节水规划

7.3.1 总体目标

《中华人民共和国水法》明确提出“国家厉行节约用水，大力推行节约用水措施，推广节约用水新技术、新工艺，发展节水型工业、农业和服务业，建立节水型社会”。节水型社会建设是我国社会主义建设的一项长期任务，是解决我国水资源问题的一项战略性和根本性举措。

2011年中共中央和国务院印发了《中共中央国务院关于加快水利改革发展的决定》（中发〔2011〕1号）指出了新形势下水利的战略地位，提出到2020年要基本建立最严格的水资源管理制度，要建立用水总量控制制度、用水效率控制制度、水功能区限制纳污制度、水资源管理责任和考核制度。要建立最严格的水资源管理制度，必须围绕水资

源的配置、节约和保护，明确水资源开发利用红线，严格实行用水总量控制；明确水功能区限制纳污红线，严格控制入河排污总量；明确用水效率控制红线，坚决遏制用水浪费。

小清河流域节水型社会建设以提高水资源的利用效率和效益为目标，通过开展用水制度改革，建立与用水指标控制相适应的水资源管理体系；通过调整经济结构与产业结构，建立与区域水资源和水环境承载能力相适应的经济结构体系；通过水资源配置和节水工程建设建立与水资源优化配置相适应的水利工程体系。通过上述体系的建立，切实转变全社会对水资源的粗放利用方式，提高水资源的利用效率和效益。促进人与水和谐相处，改善生态和环境，实现水资源可持续利用，保障国民经济和社会的可持续发展。

到 2025 年，全流域节水型社会建设取得显著进展，水资源利用效率和效益不断提高。万元增加值用水量下降到 $42\text{m}^3/\text{万元}$ 以下，城市供水管网损失率和自来水厂自用水量降低到 15% 以下，农业灌溉水有效利用系数提高到 0.63 以上。

到 2035 年，全流域节水型程度进一步加大，水资源利用效率和效益持续进一步提高。万元增加值用水量下降到 $34\text{m}^3/\text{万元}$ 以下，城市供水管网损失率和自来水厂自用水量降低到 10%；农业灌溉水有效利用系数提高到 0.70 以上。

7.3.2 农业节水规划

以提高灌溉水利用系数为核心，结合社会主义新农村建设，调整农业种植结构，优化配置水资源，加快建设高效输配水工程等农业节水基础设施，对灌区进行续建配套和节水改造，积极发展高效节水，进行农业节水示范项目建设。规划区现状灌溉水利用系数 0.50~0.55，主要通过加强节水管理，采取以渠道衬砌为主的防渗措施和大力发展高效节水灌溉来提高灌溉水利用系数，2035 年常规灌溉方式下灌溉水利用系数争取达到 0.7 以上，高效节水方式灌溉水利用系数达到 0.85。农业节水的主要措施有：

(1) 加强农业基础设施建设，实行严格的耕地保护制度。积极做好土地整治工作，进一步加强以水浇地、坡改梯和中低产田改造为主的高稳产农田建设，变“三跑”田为“三保”田，普遍提高粮食单产，加快优良品种、品系的繁育推广。

(2) 促进农业结构调整。在确保粮食安全的基础上，优化农业种植结构，扩大蔬菜、核桃、花卉、经济林果等经济作物种植面积，在水资源短缺地区积极发展旱作物节水农业，在山区和半山区积极发展畜牧业。

(3) 加快高效节水灌溉工程建设。结合现代农业发展，在流域内灌区发展管道输

水、喷灌、滴灌等先进的高效节水灌溉。

(5) 大力推广节水农业技术。积极推广抗旱品种、地膜覆盖、秸秆覆盖、少耕免耕、节水增产栽培等技术和措施。大力推广测土配方施肥，实施精准农业。

(6) 加强用水定额管理，根据已发布执行的《云南省用水定额》(2019 年版经云水发(2019)122 号发布)确定的各主要农作物的用水定额，结合理论分析计算和灌区丰产灌溉的用水管理经验，合理确定灌溉水量，实行总量控制，积极研究和推广节水灌溉制度。

(7) 进一步加强农业用水管理，在充分考虑农民承受能力的前提下加强水价改革力度，建立完善的价格形成机制，促进农业节水工作的顺利推进。

(8) 深化灌区水管单位改革，精简机构和人员，扩大农民用水户的参与管理，着力降低农业供水成本。积极组织和引导建立农民用水者协会，推进农民用水户参与配水渠道和田间工程的管理、用水监督、水费征收等，加强农业用水计量设施建设。结合社会主义新农村建设的规划思路，加强农村水环境保护与生态环境的建设。

7.3.3 工业节水规划

为贯彻落实《中华人民共和国水法》，在全流域内转变用水观念和用水方式，坚持开源节流并重，把节约用水放在突出位置，加大产业结构调整和技术改造力度，以强化用水管理为手段，强化和完善工业用水的管理体制和运行机制，推进清洁生产战略，促进废水处理回用。流域现状万元工业增加值用水量为 $46\sim 56\text{m}^3/\text{万元}$ ，主要通过用水计划管理，加强总量控制定额管理、技术水平升级以及产品更新换代、系统节水技术改造等措施，降低工业企业单位产品取水量，2035 年万元工业增加值用水量为 $34\text{m}^3/\text{万元}$ 以下。工业节水主要对策及措施有：

(1) 合理调整工业布局 and 产业结构。应根据本地区水资源条件和行业结构特点，通过区域用水总量控制、取水许可审批、用水节水计划考核等措施，引导工业布局 and 产业结构调整，优化水资源配置。将发展节水型工业（企业）与产业结构调整有机结合起来，发展符合国家产业政策、水资源消耗少、用水效率高的产业。严格限制新上高耗水项目，鼓励发展用水效率高的高新技术产业。淘汰高耗水工艺和设备。通过增加低耗水、高附加值的产品种类和数量，优化工业产品结构。

(2) 组织实施建立重大节水示范工程和创建节水型工业企业试点。按照国家“创建资源节约型和环境友好型社会的要求，以创建“资源节约型和环境友好型工业企业”为契机，组织实施重点节水技术、装备和工艺的推广工程为示范工程，节水示范工程应

优先安排在节水试点区、工业园区及重点企业。建设一批重点企业或工业园区节水示范工程，树立典型，示范推广。大力发展循环经济，实现工业经济与水资源和环境协调发展

(3) 加强废水综合处理，积极推广先进的节水型或无水型工艺和技术。采用高效、安全、可靠的水处理技术工艺，大力提高水循环利用率，降低单位产品取水量。加强废水综合处理，实现废水资源化，减少水循环系统的废水排放量。加快培育节水和废水处理回用专业技术服务支撑体系。鼓励专业节水和废水处理回用服务公司联合设备供应商、融资方和用水企业，实施节水和废水处理回用技术改造项目。

(4) 加强产业发展导向工作。根据国家产业政策发布云南省工业节水改造投资导向目录、限制高耗水项目目录、淘汰落后的高耗水工艺和高耗水设备（产品）目录以及国家鼓励发展和本省推荐使用的节水技术、节水设备（产品）目录。

(5) 夯实工业企业节水管理基础，切实加强重点行业取水定额管理强化工业用水源头监管，加快建立和实行工业节水设施“三同时”制度，推进工业企业节水设施与工业主体工程同时设计、同时施工、同时投入运行。

(6) 建立并实行新建、改扩建工业项目的“三同时、四到位”制度和环境影响评价制度。“三同时”即工业节水设施必须与工业主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用；“四到位”即工业企业要做到用水计划到位节水目标到位、节水措施到位、管水制度到位。

7.3.4 城市生活节水规划

城镇生活节水要与城市化发展和人民生活水平提高相适应，按城市生活节水标准规划发展，并由城市向市镇推进。通过强化管理，建设和推广节水设施，逐步使用水定额得到控制，提高城镇节水器具普及率，降低城市供水管网损失率和自来水厂自用水量。城镇生活节水主要对策及措施有：

(1) 实行计划用水和定额管理，按照《云南省用水定额》(2019年版经云水发(2019)122号发布)颁布的有关定额指标体系，分类分地区制定科学合理的用水定额，逐步扩大计划用水和定额管理制度的实施范围，对城市居民用水推行计划用水和定额管理制度。

(2) 加快城市供水管网技术改造，降低输配水管网损失率，严格限制城市自来水可供区域内的各种自备水源，对原有的自备水源要提高水资源费征收额度，逐步递减许

可取水量直至完全取消。

(3) 加大城镇生活污水处理和回用力度, 积极推广“中水道”技术, 新建大型宾馆、饭店、文化体育设施以及办公楼、住宅区, 应当按照有关配套建设中水设施的规定建设中水设施, 今后城市在新建供水设施的同时, 要规划建设相应的污水处理、污水回用设施; 城市大型公共建筑和公共供水管网覆盖范围外的自备水源单位, 都应当建立中水系统;

(4) 在城市工业产业布局逐步合理、产业结构逐步优化的前提下, 应实现城市及郊区水务统一管理、资源统一规划、综合利用, 做到上、中、下水设施统一建设、小区集中处理、大区之间连通协调、市区郊区合理串供, 努力建成蓄水、集水、节水、减排、清污、回用的城市节水清洁型供用水体系。

(5) 全面推行节水型用水器具, 禁止生产国家已明令淘汰的用水设备和器具, 提高生活用水节水效率。

8 城乡生活及工业供水规划

本次规划从东川区现有供水设施实际运行情况和用水户特性出发，需水预测的分类口径采用农业用水、生活用水和工业用水的“老口径”进行分析。农业用水包括农田灌溉和林牧渔业用水。生活用水分为城镇生活用水和农村生活用水；城镇生活用水包括居民用、公共用水（含服务业、商饮业、货运邮电业及建筑业用水）和环境用水（含绿化用水与河湖补水）；农村生活用水除居民生活用水外，还包括牲畜用水。工业用水按用水量（新鲜水量）计，不包括企业内部的重复利用水量。

8.1 城乡生活需水预测

本次规划城乡生活需水量从东川区实际情况出发，小清河本区和乌龙片区内的红土地镇和乌龙镇均以发展农业为主，城镇人口较少，用水水平不高，两片区城镇用水不再单独进行预测，在农村生活需水预测中一并考虑。本次规划城镇生活需水仅针对东川城区进行预测。

8.1.1 农村生活需水量预测

8.1.1.1 小清河本区

小清河本区农村居民主要分布于小清河干流及支流有水源的地方，主要包括红土地镇、乌龙镇和汤丹镇的炭房、银水菁、新乐、蚂蝗箐、蚌德、茅坝子、法者、龙树、大坪子、二坪子、石羊厖、包包村、新桥、石庄、小河、新发、小田坝、中河、海子、望厂等村。现状水平年总人口 3.16 万人，大牲畜 1.25 万头，小牲畜 6.69 万头。

根据对东川区相关部门的调查了解和小清河本区各村的实际情况，预计“十二五”期间小清河本区至规划水平年人口增长率为 6‰。大、小牲畜发展根据当地的畜牧业发展规划，预测至规划水平年大、小牲畜增长率分别为 1.5% 和 1%。用水定额参照《云南省地方标准（用水定额）》拟定，见表 8.1。

根据拟定的增长率和定额，预测现状水平年、近期规划水平年、远期规划水平年小清河本区的农村生活需水量分别为 135.5 万 m^3 、161.5 万 m^3 、193.4 万 m^3 。

表 8.1 小清河本区农村生活需水预测

| 水平年 | 数量 | | | 增长率 | | | 定额 | | | 需水量 | | | 合计 |
|---------------|------|------|------|-----|-----|-----|---------|---------|---------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | 人口 | 大牲畜 | 小牲畜 | 人口 | 大牲畜 | 小牲畜 | 居民生活 | 大牲畜 | 小牲畜 | 居民生活 | 大牲畜 | 小牲畜 | |
| 单位 | 万人 | 万头 | 万头 | % | % | % | L/(人·d) | L/(头·d) | L/(头·d) | 万 m ³ | 万 m ³ | 万 m ³ | 万 m ³ |
| 现状水平年 | 3.16 | 1.25 | 6.69 | | | | 65 | 36 | 18 | 75.1 | 16.5 | 44.0 | 135.5 |
| 近期水平年
2025 | 3.3 | 1.4 | 7.1 | 6 | 1.5 | 1 | 75 | 40 | 20 | 89.7 | 20.0 | 51.8 | 161.5 |
| 规划水平年
2035 | 3.40 | 1.50 | 7.54 | 6 | 1.5 | 1.0 | 85 | 45 | 23 | 105.5 | 24.6 | 63.3 | 193.4 |

8.1.1.2 乌龙片区

乌龙片区农村居民主要分布于乌龙河左岸的乌龙镇，主要包括乌龙镇的碑棋、店房、跑马、马店、土城、坪子、瓦房等村。现状水平年总人口 1.32 万人，大牲畜 0.3 万头，小牲畜 1.21 万头。

根据对东川区相关部门的调查了解和乌龙片区各村实际情况，预计“十二五”期间乌龙片区至规划水平年人口增长率为 6%。大、小牲畜发展根据当地的畜牧业发展规划，预测至规划水平年大、小牲畜增长率分别为 1.5% 和 1%。用水定额参照《云南省地方标准（用水定额）》拟定，见表 8.2。

根据拟定的增长率和定额，预测现状水平年、近期规划水平年、远期规划水平年乌龙片区的农村生活需水量分别为 43.1 万 m³、51.6 万 m³、61.3 万 m³。

表 8.2 乌龙片区农村生活需水预测

| 水平年 | 数量 | | | 增长率 | | | 定额 | | | 需水量 | | | 合计 |
|---------------|------|------|------|-----|-----|-----|---------|---------|---------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | 人口 | 大牲畜 | 小牲畜 | 人口 | 大牲畜 | 小牲畜 | 居民生活 | 大牲畜 | 小牲畜 | 居民生活 | 大牲畜 | 小牲畜 | |
| 单位 | 万人 | 万头 | 万头 | % | % | % | L/(人·d) | L/(头·d) | L/(头·d) | 万 m ³ | 万 m ³ | 万 m ³ | 万 m ³ |
| 现状水平年 | 1.32 | 0.30 | 1.21 | | | | 65 | 36 | 18 | 31.3 | 3.9 | 8.0 | 43.1 |
| 近期水平年
2025 | 1.4 | 0.3 | 1.3 | 6 | 1.5 | 1 | 75 | 40 | 20 | 37.5 | 4.8 | 9.4 | 51.6 |
| 规划水平年
2035 | 1.42 | 0.35 | 1.37 | 6 | 1.5 | 1.0 | 85 | 45 | 23 | 44.0 | 5.8 | 11.5 | 61.3 |

8.1.1.3 东川坝区

东川东川坝区农村居民主要分布于大白河——小江右岸的东川坝子，主要包括铜都镇的大寨、龙潭、小新街、洗尾嘎、糯谷田、起嘎、绿茂、紫牛、营盘、老村等村。现状水平年农村居民总人口 2.77 万人，大牲畜 0.24 万头，小牲畜 2.66 万头。

根据对东川区相关部门的调查了解和东川坝区各村实际情况，预计“十二五”期间东川坝区至规划水平年人口增长率为 6%。大、小牲畜发展根据当地的畜牧发展规划，预测至规划水平年大、小牲畜增长率分别为 1.5% 和 1%。用水定额参照《云南省地方标准（用水定额）》拟定，见表 8.3。

根据拟定的增长率和定额，预测现状水平年、近期规划水平年、远期规划水平年东川坝区的农村生活需水量分别为 86.3 万 m³、103 万 m³、122.2 万 m³。

表 8.3 东川坝区农村生活需水预测

| 水平年 | 数量 | | | 增长率 | | | 定额 | | | 需水量 | | | 合计 |
|---------------|------|------|------|-----|-----|-----|---------|---------|---------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | 人口 | 大牲畜 | 小牲畜 | 人口 | 大牲畜 | 小牲畜 | 居民生活 | 大牲畜 | 小牲畜 | 居民生活 | 大牲畜 | 小牲畜 | |
| 单位 | 万人 | 万头 | 万头 | % | % | % | L/(人·d) | L/(头·d) | L/(头·d) | 万 m ³ | 万 m ³ | 万 m ³ | 万 m ³ |
| 现状水平年 | 2.77 | 0.24 | 2.66 | | | | 65 | 36 | 18 | 65.7 | 3.2 | 17.4 | 86.3 |
| 近期水平年
2025 | 2.9 | 0.3 | 2.8 | 6 | 1.5 | 1 | 75 | 40 | 20 | 78.6 | 3.8 | 20.6 | 103.0 |
| 规划水平年
2035 | 2.97 | 0.29 | 3.00 | 6 | 1.5 | 1.0 | 85 | 45 | 23 | 92.3 | 4.7 | 25.2 | 122.2 |

8.1.1.4 南干渠以上乌龙片区、红土地片区

规划区主要涉及红土地 11 个村委会、乌龙 5 个村委会、阿旺镇 4 个村委会，共 20 个村（居）委会生活用水，根据乌龙镇、红土地镇、阿旺镇 2020 年经济统计年报，规划区现状农村人口 33472 人，大牲畜 10637 头、小牲畜 14289 头、羊 32746 只、家禽 42292 只。

根据《东川区国民经济“十四五”规划》，东川区人口自然增长率控制在 6‰以内，根据东川区计划生育部门统计和各乡镇统计资料，雪岭水库规划区人口自然增长率取 6‰，大小牲畜和家禽增长率根据近几年农村统计报表年末存栏数，综合确定大小牲畜、家禽递增率分别为 15%、20%和 35%，由此计算，设计水平年时规划区总人口 36834 人，大牲畜 13498 头，小牲畜 19615 头、羊 44953 只、家禽 73333 只。

根据项目区农村生活用水数量和拟定的用水定额，考虑管网漏失水量及未见水量、水厂自用水量 5%后，规划区现状水平年 2020 年农村生活需水量为 162.6 万 m³，设计水平年 2025 年农村生活需水量为 181.9 万 m³，设计水平年 2035 年农村生活需水量为 230.3 万 m³。

表 8.4 规划区 2035 年农村生活需水量计算表

| 水平年 | 乡镇 | 农村人口 | 牲畜 | | | | 管网漏失及未预见水量损失 | 农村生活毛需水量 |
|-----|----|------|--------|------|------|-------|--------------|---------------------|
| | | (人) | 大牲畜(头) | 猪(头) | 羊(只) | 家禽(只) | (%) | (万 m ³) |

| | | | | | | | | |
|--------|------|-------|--------|------|-------|-------|----|-------|
| 2020 年 | 红土地镇 | 17335 | 3105 | 4534 | 18923 | 18086 | 20 | 76.0 |
| | 乌龙镇 | 6831 | 5671 | 6963 | 8641 | 10247 | 20 | 46.7 |
| | 阿旺镇 | 9306 | 1861.2 | 2791 | 5182 | 13959 | 20 | 40.0 |
| 2025 年 | 红土地镇 | 17968 | 3395 | 5106 | 21310 | 22232 | 15 | 85.7 |
| | 乌龙镇 | 7081 | 6201 | 7841 | 9731 | 12596 | 15 | 53.1 |
| | 阿旺镇 | 9646 | 2035 | 3143 | 5836 | 17159 | 15 | 43.2 |
| 2035 年 | 红土地镇 | 19076 | 3940 | 6224 | 25977 | 31361 | 15 | 107.4 |
| | 乌龙镇 | 7517 | 7196 | 9559 | 11862 | 17767 | 15 | 69.1 |
| | 阿旺镇 | 10241 | 2362 | 3833 | 7114 | 24205 | 15 | 53.9 |

8.1.2 城镇生活需水预测

8.1.2.1 东川城市供水现状

目前，东川城区现状供给生活用水水源主要有 4 个，第一水源为深沟大菜园白龙洞和黑龙洞；第二水源为黄龙洞、得莫小海河泉水；第三水源为城南 7.0km 处姑海村报废的多牛铁路隧道处的浅层地下水；第四水源为城市备用水源野牛水库。

（1）第一水源

第 1 个水源取自深沟大菜园白龙洞和黑龙洞，位于东川区铜都镇岩脚村，该水源进入第一、二水厂处理，水源类型为地表可见水源，现状已全部截流专供城市生活供水；由于该水源无调蓄能力，汛期水量大，枯期水量小，来水不均导致水源保障程度较低。黑龙洞水源点丰水期多年平均流量为 $0.035\text{m}^3/\text{s}$ ($3024\text{m}^3/\text{d}$)，枯水期多年平均流量为 $0.02\text{m}^3/\text{s}$ ($1728\text{m}^3/\text{d}$)，多年平均流量为 $0.0275\text{m}^3/\text{s}$ ($2376\text{m}^3/\text{d}$)。白龙洞水源点丰水期多年平均流量为 $0.058\text{m}^3/\text{s}$ ($5011\text{m}^3/\text{d}$)，枯水期多年平均流量为 $0.04\text{m}^3/\text{s}$ ($3456\text{m}^3/\text{d}$)，多年平均流量为 $0.049\text{m}^3/\text{s}$ ($4233\text{m}^3/\text{d}$)。

（2）第二水源

第 2 个水源取自黄龙洞、得莫小海河泉水，位于小牛厂村元宝山，该水源进入第三水厂处理；该水源点已全部截流专供城市生活供水；由于该水源无调蓄能力，汛期水量大，枯期水量小，来水不均导致水源保障程度较低。实测丰水期多年平均流量为

0.0096m³/s (596.2m³/d)，枯水期多年平均流量为 0.005m³/s (432m³/d)，多年平均流量为 0.006m³/s (518.4m³/d)。

(3) 第三水源

第 3 个水源取自城南 7km 处姑海村报废的多牛铁路隧道处的裂隙水，该水源进入第四水厂处理。该水源点已全部截流专供城市生活供水。实测丰水期多年平均流量为 0.029m³/s (2505.6m³/d)，枯水期多年平均流量为 0.028m³/s (2419.2m³/d)，多年平均流量为 0.00285m³/s (2465.4m³/d)。水源点属浅层地下水，来水相对均匀。

(4) 第四水源

第四水源为东川区城区供水备用水源野牛水库，野牛水库位于东川区姑海乡东部的野牛村。野牛水库所在河流属长江流域金沙江水系以礼河的一级支流，野牛水库流域近似呈矩形，整个流域属深切切割低一高中山地形，其地势南高北低。野牛水库坝址处控制流域面积 $F=7.35\text{km}^2$ ，多年平均径流量 462 万 m³， $P=95\%$ 径流量 261.03 万 m³，工程任务为农业灌溉和生活供水为主的小（1）型水库。野牛水库总库容 255.9 万 m³，校核水位 2944.73m，正常库容 205.9 万 m³，对应水位为 2942.07m，死库容 22.9 万 m³，死水位 2923.20m，兴利库容 183 万 m³。

8.1.2.2 城市供水范围

根据《昆明市东川区城市总体规划续修编（2006-2020 年）人口及用地规模专题论证报告》的成果，现状东川区的城区发展范围位于中心城区（原新村镇镇区）和四方地工业园区；规划水平年东川城区范围确定为北至碧谷组团办河口，南至腊利河，西至龙东格二级公路，东临牯牛山麓，包括现状主城区，北面的碧谷片区，南面的腊利片区，西侧的对门山片区以及其余的建设控制区域。

本规划供水范围为东川区中心城区范围：包含铜都街道和碧谷街道。街道范围为围绕现状区政府所在建成区，南侧到癞痢沟，北侧至小水河南退约 200m，西侧至 101 省道，东侧至团结渠，总面积 32.79km²。东川区中心城区供水预测参考已评审通过的《昆明市东川区城市供水方案》（2020~2035）中成果。

8.1.2.3 城镇人口预测

(1) 供水人口

本规划基准年统计人口规模为 18.26 万人（其中 10.83 万人为常住人口、3.21 万人

为易地扶贫搬迁人口、4.22 万人为地质灾害隐患点搬迁人口)。规划水平年人口计算各项指标采用《昆明市城市总体规划(2018-2035)东川区发展大纲》确定成果。现将人口预测分析如下:

(2) 中心城区常住人口规模预测

本次东川城区人口采用综合增长率预测法确定规划期内人口规模, 计算公式如下

$$P_n = P_0 (1 + r + r')^n + C$$

式中:

P_n —规划期末人口

P_0 —基准年户籍人口

r —自然增长率

r' —人口机械增长率

n —规划年限

C —暂住人口

1) 人口自然增长率的确定

根据东川区人口增长的历史惯性, 2007~2016 年间人口自然增长率为 7.37%, 随着全面二孩政策的出台, 人口自然增长率将出现较大增长。基于以上数据及政策考虑, 规划人口自然增长率综合选取 8.0%。

2007~2016 年间东川主城区人口自然增长率为 5.31%, 随着全面二孩政策的放开, 中心城区城镇开发边界内乡村社区的纳入, 人口自然增长率将出现较大增涨。根据以上三方面因素的考虑, 本次中心城区城镇开发边界内的人口自然增长率取值同区域人口自然增长率保持一致, 即 8%。

2) 人口机械增长率的确定

2007~2016 年间东川主城区人口机械增长率为 1.70%, 随着户籍制度改革不断推进、国家战略的实施、滇中城市群的构建, 国家、省、市给予东川的特殊扶持政策, 东川中心城区将承接更多的人口和产业转移, 吸纳更多外来劳动力进入东川, 同时为旅游服务人口提供发展平台。近期人口机械增长主要为工业园区从业人员, 远期随着产业升级和旅游业发展, 将增加大量园区就业人员、旅游管理和服务人员。因此, 东川区中心城区城镇开发边界内的人口机械增长率将在保持原有数值基础上出现一定上浮。规划期人口机械增长率综合选取 2%。

3) 户籍人口预测

将基期年中心城区城镇开发边界内的户籍人口（10.83 万人）及相关参数代入综合增长法计算公式，2025 年户籍人口 11.61 万人；2035 年户籍人口 12.83 万人。

4) 暂住人口预测

根据近五年数据对比分析，东川主城区可统计暂住人口规模占全区暂住人口规模的 90%。随着东川区再就业特色产业园、格勒新区及全域旅游的发展建设，区域将逐步承担更多的暂住人口，中心城区城镇开发边界内暂住人口比例将会小幅下降。综上分析，中心城区暂住人口 2025 年为 2.37 万人；2035 年为 3.97 万人。

5) 常住人口预测结果

依据中心城区城镇开发边界内户籍人口及暂住人口规模预测结果，规划期内中心城区城镇开发边界内常住人口规模预测结果 2025 年为 13.98 万人；2035 年为 16.8 万人。

8.1.2.4 易地扶贫搬迁人口规模预测

东川区 2018 年易地扶贫搬迁人口（迁往中心城区）涵盖 7 个乡镇，总计 0.9 万户，3.21 万人。目前安置房处于建设当中，大部分已完工。规划年综合增长率取值同区域人口综合增长率保持一致为 8%，规划期内易地扶贫搬迁常住人口（迁往中心城区）规模预测结果 2025 年为 3.39 万人；2035 年为 3.68 万人。

8.1.2.5 全区地质灾害隐患点必须搬迁人口规模预测

2018 年全区地质灾害隐患点总计 399 个，涉及 8 个乡镇、4.78 万人（不含实施中的 3.2 万易地扶贫搬迁人口）。目前处于地质灾害隐患点的居民，生命财产安全时刻受到威胁，必须在规划期内实施避灾搬迁，逐步安路在地质条件良好的中心城区及格勒片区。按照全区人下山、树上山生态修复原则，实施城增村减的用地发展策略，中心城区至 2035 年将容纳来自铜都镇、乌龙镇、阿旺镇、舍块乡、红土地镇、因民镇、汤丹镇 7 个乡镇的地质灾害隐患点居民（2018 年总计 4.22 万人）。此外，拖布卡镇 0.66 万人拟迁往格勒片区进行安置。规划期内，东川区地质灾害隐患点迁往中心城区安路人口综合增长率取值同区域人口综合增长率 8%，地质灾害隐患点居民迁往中心城区安置人口规模 2025 年为 4.46 万人；2035 年为 4.83 万人。

8.1.2.6 中心城区人口规模预测

依据中心城区城镇开发边界内的人口规模、易地扶贫搬迁人口（迁往中心城区）、

全区地质灾害隐患点必须搬迁人口（迁往中心城区）规模预测结果，规划期内中心城区人口规模预测结果如下：

表 8.5 规划期内中心城区常住人口规模一览表单位：万人

| 年份 | 中心城区常住人口 | 异地扶贫搬迁人口 | 地质灾害避灾搬迁至城区人口 | 中心城区常住人口 |
|--------|----------|----------|---------------|----------|
| 基准年 | 10.83 | 3.21 | 4.22 | 18.26 |
| 2025 年 | 13.98 | 3.39 | 4.46 | 21.84 |
| 2035 年 | 16.8 | 3.68 | 4.83 | 25.31 |

本规划人口预测各项指标是遵循上位城市发展总体规划得到，符合城市发展要求，认为人口采用数据成果合理。

8.1.2.7 城镇生活需水预测

根据《室外给水设计标准》GB50013-2018 设计供水量由下列各项组成

- 1、综合生活用水（包括居民生活用水和公共建筑用水）；
- 2、工业企业用水；
- 3、浇洒道路和绿地用水；
- 4、管网漏损水量；
- 5、未预见水量；
- 6、消防用水。

（1）综合生活用水定额

根据《室外给水设计标准》GB50013-2018 的规定，云南省位于用水定额分区的第二区，东川区城区近期规划供水人口为 21.84 万人，远期规划供水人口为 25.31 万人，属于中、小城市。中、小城市最高日综合生活用水量定额取值范围为 150~240L/人·d。

综合生活用水量的大小与生活水平、生活习惯、卫生设备情况、水质、水压和气候条件等因素有关。东川城区“立体气候”非常显著，气候类型主要是干热河谷气候。

根据《室外给水设计标准》GB 50013-2018、《城市给水工程规划规范》GB50282-2016、《云南省用水定额》（云水发〔2019〕122 号文发布）以及各片区相关规划的规定，考虑东川城区气候特点及城区水资源较为紧张的实际情况，确定东川城区基准年、近期、远期最高日综合生活用水量指标分别取至 110 L/人·d、150L/人·d、155L/人·d。

（2）日变化系数

根据《室外给水设计标准》GB 50013-2018，城镇供水的时变化系数、日变化系数应根据城镇性质和规模、国民经济和社会发展、供水系统布局，结合现状供水曲线和日用水变化分析确定。在缺乏实际用水资料情况下，日变化系数宜采用 1.1~1.5，最高日城市综合用水的时变化系数宜采用 1.2~1.6。考虑东川区城市发展规模、国民经济和社会发展、供水系统布局。综合考虑确定东川区供水日变化系数为 1.4。

8.1.2.8 工业企业用水量

根据《东川再就业特色产业园总体规划修编（2018~2035）》，以下简称《园区规划》。规划形成“一轴一园三片区”的总体空间结构。四方地、碧谷片区位于东川城区北部，紧靠主城。

由于本规划供水范围为东川区中心城区，工业企业用水主要集中在四方地、碧谷工业园区，工业园区不在中心城区范围内，因此，本规划不包含工业企业用水量。

8.1.2.9 浇洒道路和绿地用水

浇洒道路及绿地用水考虑采用中水。因此，本规划水厂供水规模不包含浇洒道路及绿地用水量。

8.1.2.10 管网漏损水量

随着城镇供水工程的实施，通过实施管网改建扩建，管网漏失水量会有一定的下降。根据《室外给水设计标准》，城镇配水管网漏损水量宜按照上述三项之和的 10%~12% 计算。为了加强城市管网漏损控制，我国建设部指定了行业标准《城市供水管网漏损控制及评定标准》规定了城市供水管网基本漏损率不应大于 12%。因此，本规划管网漏损水量按综合生活用水量及工业企业用水量的 10% 计算。

8.1.2.11 未预见水量取值

根据《室外给水设计标准》，未预见用水量宜按 1~4 项用水量之和的 8%~12% 计算。综合考虑，本规划未预见水量按上述 1~4 项用水量的 8% 计算。

8.1.2.12 消防用水量取值

根据《消防给水及消火栓系统技术规范》(GB50974-2014)及东川城区的人口及性质,东川城区的消防用水量按同时着火次数为3次,火灾延时为2小时计,近期一次灭火用水量为90L/s,则消防用水量为972m³;远期一次灭火用水量为100L/s,则消防用水量为1080m³。消防水量作为清水池常备水量,不计入城市最高日用水量中。

根据上述选择各项指标,按照《室外给水设计标准》GB50013-2018 计算成果见下表8.6所示。

表 8.6 东川坝区城镇生活需水预测

| 序号 | 用水项目 | 用水指标（L/人.d） | | | 人口规模（万人） | | | 规划水平年用水（万 m³/d） | | |
|----|---------------|-------------|--------|--------|----------|--------|--------|-----------------|--------|--------|
| | | 基准年 | 2025 年 | 2035 年 | 基准年 | 2025 年 | 2035 年 | 基准年 | 2025 年 | 2035 年 |
| 1 | 城区用水 Q1 | 110 | 150 | 155 | 18.26 | 21.84 | 25.31 | 2.01 | 3.28 | 3.92 |
| 2 | 管网漏损水量 Q2 | (ΣQ1)*10% | | | | | | 0.24 | 0.33 | 0.39 |
| 3 | 未预见水量 Q3 | (ΣQ1+Q2)*8% | | | | | | | 0.29 | 0.35 |
| 4 | 最高日用水量 Q4 | ΣQ1+Q2+Q3 | | | | | | 2.25 | 3.89 | 4.66 |
| 5 | 平均日用水量 Q5 | Q4/1.4 | | | | | | 1.61 | 2.78 | 3.33 |
| 6 | 城镇生活需水量（万 m³） | | | | | | | 587 | 1015 | 1215 |

8.2 工业需水预测

2008 年东川区工业实现增加值 19 亿元。全区以特区建设为龙头,强力推进“工业强区”战略,重点推进四方地工业园区建设,工业园区集聚能力不断提升,有色金属、磷化工、黑色金属、机械加工“四大产业群”已初具规模。截止 2008 年底,特区共入驻企业 195 家,累计缴税总额 16.86 亿元。全区规模以上工业企业达 71 家,金沙、凯通、金水、滇北建材、泰隆商务酒店等一批骨干企业取得了良好的经济效益和社会效益。

本次规划工业需水预测按一般工业和再就业特区两块分别进行预测。

8.2.1 一般工业需水预测

2008 年东川区工业实现增加值 19 亿元,其中东川坝区一般工业(扣除四方地工业园区)现状水平年实现工业增加值 2.85 亿元,约占全区工业增加值的 15%。现状水平年东川坝区一般万元工业增加值需水定 51m³/万元,管网漏损率 12%,一般工业总需

水量 165 万 m^3 。

按照“543 倍增计划”，东川按照“工业向园区集中、商铺向市场集中、农村人口向城镇集中、居住向小区集中”的要求，充分发挥园区的集聚、带动、示范和环境功能。东川的工业发展主要在工业园区，而城区一般工业的发展速度将低于工业园区的发展速度。

根据对东川有关部门的调查了解，“十二五”期间东川工业发展增长率预计为 12%，至 2020 年东川全区工业增加值将达到 74 亿元，其中东川坝区一般工业增加值预计将达到 9.62 亿元。考虑到供水区工业结构的调整，节水技术和生产工艺的改进，水重复利用率的提高等诸多因素，并参考全国、云南省以及工业结构类似地区的工业用水水平，确定东川坝区 2020 年一般万元工业增加值需水定额 $36\text{m}^3 / \text{万元}$ ，管网漏损率降低至 10%，一般工业总需水量 386 万 m^3 。

8.2.2 东川再就业工业特区需水量

（1）再就业特区发展目标

2004 年，云南省政府在昆明召开建设东川再就业特区工作会议，会议要求省市区各级政府和部门要创造条件，形成合力，共同为加快建设东川提供保障支持，会议做出建设东川再就业特区的重要决议。2005 年，昆明市委、市政府召开东川再就业特区建设工作现场办公会，贯彻落实省政府东川再就业特区建设工作会议精神和《东川再就业特区优惠政策实施办法》，协调、解决再就业特区建设中遇到的困难和问题。

根据《东川再就业特区总体规划（2006-2020）》报告，再就业特区功能定位为：中国西部解决“四矿”问题和再就业问题示范特区，现代新昆明重要的工业改造和创新基地；以原材料工业为基础，新型工业化为导向的综合性工业园区。园区重点发展以铜为主的有色金属及稀贵金属产业、以磷矿石深加工为主体的磷化工产业、以铁矿石深加工为主体的黑色金属产业和以机械加工等行业为主的机械产业四大主导产业；同时相应发展生物及医药、建筑建材、食品加工等辅助产业。

再就业特区规划形成“一轴、一带、四片区”的带状组团空间布局结构。以龙东格公路为依托形成今后发展的主要轴线空间；以大白河为“蓝脉”，加强对大白河两侧、东川铁路和龙东格公路两侧绿化带的规划和对土地开发建设的控制，形成贯穿全区的“水脉绿网”；由北向南依次形成四方地工业区、碧谷工业区、对门山工业区和阿旺工业区四个产业区。

再就业特区近期（2006—2010 年）规划面积达 4km^2 ，工业增加值 16 亿元，完成工业总产值 80 亿元，增加就业岗位 1.5—2 万个，失业率控制在 9% 以内。远期（2011—2020 年）规划面积达 11km^2 ，工业增加值 50 亿元，完成工业总产值 250 亿元，增加就业岗位 3—4 万个，失业率控制在 5% 以内。

（2）再就业工业园区需水预测

根据调查了解，现状水平年再就业工业特区已入驻企业 195 家，工业增加值约 16 亿元，年需水约 927 万 m^3 ，实际供水量约 360 万 m^3 。

规划水平年由于尚未明确入驻企业，需水预测按照占地面积法进行。根据《东川再就业特区总体规划（2006—2020）》报告，再就业工业特区内包括管网漏失水量的单位用地用水量指标为 $0.7\text{万 m}^3/(\text{km}^2 \cdot \text{d})$ 。至 2020 年，再就业工业特区规划面积达 11km^2 ，其中工业用地面积约 8km^2 。因此，再就业工业特区日需水量为 $5.6\text{万 m}^3/\text{d}$ ，年需水量为 2044 万 m^3 ，其中四方地工业园区工业用地面积 4.2km^2 ，日需水量 3 万 m^3/d ，年需水量 1095 万 m^3 ；其余工业园区工业用地面积 3.8km^2 ，日需水量 2.6 万 m^3/d ，年需水量 949 万 m^3 。

8.2.3 工业需水量

根据东川坝区一般工业和工业园区需水预测，东川坝区现状水平年工业需水总量 1092 万 m^3 ，由于近期 2025 年工业园区没有规划其他大的企业进驻，所以近期 2025 年工业园区需水量与现状一致，即 1092 万 m^3 ，规划水平年 2035 年工业总需水 2430 万 m^3 。

8.3 城乡生活及工业供水规划

根据上述城镇及农村生活需水量计算，总需水量小于 2009 年预测成果，所以小清河本区、乌龙片区、东川坝区城乡生活供水规划及工业供水规划沿用 2009 年修编成果。本次规划仅对雪岭水库规划片区进行详细分析。

8.3.1 小清河本区

小清河本区受自然地理的限制，现状水平年无工业企业，规划水平年也没有规划的工矿企业。近期规划水平年生活需水量为 161.5 万 m^3 ，远期规划水平年居民生活需水量 193.4 万 m^3 ；近期生活需水量靠区间山箐解决，枯期存在缺少情况，远期规划水平年供

水依靠区间山管水、塘坝及新建雪岭水库解决，供水量 193.4 万 m^3 ，可以满足需求。

8.3.2 乌龙片区

乌龙片区受自然地理的限制，现状水平年无工业企业，规划水平年也没有规划的工矿企业，近期规划水平年居民生活需水量 51.6 万 m^3 ；远期规划水平年居民生活需水量 61.3 万 m^3 ；远期规划水平年供水依靠区间山管水及塘坝解决，供水量 61.3 万 m^3 ，可以满足需求。

8.3.3 东川坝区

东川坝区现状城市用水靠山间岩溶泉水，供水保证程度不高，供水不安全。且规划范围内的东川坝区现状无蓄水工程，规划水平年无合适的位置新修蓄水工程。随着东川坝区的快速发展，未来东川坝区的城乡及工业供水面临巨大的缺口。为保证东川社会经济的快速发展，只能通过新修蓄水工程，增加供水保证率，才能从根本上解决东川坝区城乡生活和工业缺水困境。

本次规划根据优水优用、高水高用的原则，对东川坝区供水水源的总体布置思路为：东川坝区的城乡生活和工业供水由坝塘水利系统、轿子山水库联合供水。具体规划方案为：四方地工业园区由于位置较高，由轿子山水库供水；碧谷、对门山、阿旺工业园区、东川坝区城乡生活和一般工业用水由坝塘水利系统、轿子山水库联合供水；在两水库参与供水后，仍然不能满足东川坝区城乡生活和工业需水时，再考虑现有区间引水工程的供水量。

虽然坝塘水利系统已经建成，但处于分阶段蓄水时期，还没有供水。因此，现状水平年东川坝区城乡生活和工业供水缺口较大。

远期规划水平年东川坝区城乡生活及工业总需水量 3938.9 万 m^3 ，其中农村生活需水量 122.2 万 m^3 ，城镇生活需水 1386.7 万 m^3 ，工业需水量 2430 万 m^3 。在加入了坝塘水库 641 万 m^3 城市及农村生活供水、1335 万 m^3 工业供水，轿子山水库 867.9 万 m^3 城市供水、1095 万 m^3 工业供水后，可以满足东川坝区城乡生活及工业需水量，东川坝区的城乡生活和工业的缺水困境将得到彻底解决。

轿子山水库城市和工业供水拟通过已建的坝塘水利系统干渠供水，其中四方地工业园区由于位置较高，拟从六级水电站前池引水；城市供水拟通过坝塘水利系统干渠引入坝塘水库后，通过倒虹吸进入团结渠后入自来水厂。坝塘水库干渠设计引水流量 9.0 m^3/s ，

可以满足坝塘水利系统及轿子山水库农田灌溉、城市供水和工业用水的过流要求。该方案除需要新建从六级站前池到四方地工业园区的引水管道外，不需要再新建引水渠道。

8.3.4 乌龙、红土地镇梁子片区

规划区现状农村人口 33472 人，大牲畜 10637 头、小牲畜 14289 头、羊 32746 只、家禽 42292 只。根据计算得到现状年总的需水量为 2642 万 m^3 ，其中 $P=75\%$ 灌溉需水量 2479 万 m^3 ，农村生活需水量 162.6 万 m^3 。设计水平年时规划区总人口 36834 人，大牲畜 13498 头，小牲畜 19615 头、羊 44953 只、家禽 73333 只。规划年灌溉和农村生活总需水量为 2296 万 m^3 ，其中灌溉需水量 2066 万 m^3 ，农村生活需水量 230 万 m^3 。

规划区农村人畜饮水现状水源保障程度低、设施简易，农村人畜饮水安全难以保障、改造难度大。根据规划区现有生活供水设施实际、改造难度和保证情况，对规划区现有生活供水工程不进行改造利用，至规划水平年，规划区农村生活用水均由拟建雪岭水库承担供水。

规划年（2035 年）考虑建成雪岭水库时供需平衡分析，至规划水平年，规划区农村生活用水均由拟建水库承担供水，供人饮的山箐水不考虑可供水量，农村生活需水量 230 万 m^3 ，农村人饮供水量全部由雪岭水库承担，全部农村饮水得到保证。

9 灌溉规划

9.1 灌区概况

9.1.1 小清河本区

小清河本区灌区主要分布在小清河沿河两岸，涉及新乐、土木、大坪子、二坪子、中河、法者、龙树、新发村等村，灌溉面积 3.6071 万亩。现状主要通过新平水沟和土木村水沟引水灌溉。灌区种植的作物主要包括水稻、包谷、薯类、杂粮、大豆、小麦、蚕豆等粮食作物，还有花生、烟叶、蔬菜、绿肥、甘蔗、葡萄等其它作物。

9.1.2 乌龙片区

乌龙片区灌溉面积 2.7 万亩，农村人口 1.32 万人，涉及碑棋、店房、跑马、马店、土城、坪子、瓦房等村。灌区种植的作物主要包括水稻、包谷、薯类、杂粮、大豆、小麦、蚕豆等粮食作物，还有花生、烟叶、蔬菜、绿肥、甘蔗、葡萄等其它作物。

9.1.3 东川坝区

东川坝区灌溉面积 3.3 万亩，农村人口 2.77 万人，涉及大寨、龙潭、小新街、洗尾嘎、糯谷田、起嘎、绿茂、紫牛、营盘、老村等村。灌区种植的作物主要包括水稻、包谷、薯类、杂粮、大豆、小麦、蚕豆等粮食作物，还有花生、烟叶、蔬菜、绿肥、甘蔗、葡萄等其它作物。

9.1.4 乌龙、红土地镇梁子片区

南干渠以上乌龙片区、红土地镇片区灌溉面积 4.00 万亩，主要涉及仓房村、新田村、外岔河等村。规划区灌片主要种植旱作物，现状各片区旱作物种植类型基本相同，轮作制度实行大春与小春一年两茬复种。灌片大春作物主要以玉米、土豆、大春杂粮、花生为主，小春主要以小麦、蚕豆、油菜为主，常年作物主要为蔬菜、花椒和果树。

9.2 灌区范围和面积

9.2.1 小清河本区

小清河本区灌区主要分布在小清河沿河两岸，涉及新乐、土木、大坪子、二坪子、

中河等村。经采用万分之一地形图量算复核，灌溉面积 3.6071 万亩。由于自然条件的限制，考虑规划水平年耕地面积基本不变。

9.2.2 乌龙片区

经采用万分之一地形图量算复核，乌龙片区灌溉面积 2.7 万亩。高程在 1730m 以下的 0.7072 万亩灌区属于坝塘水利系统工程的灌区；位置较高的 1.9967 万亩，海拔在 1603.3~1903.3m 之间，属于轿子山水库灌区。由于地理条件的限制，考虑规划水平年耕地面积基本不变。

由坝塘水利系统控制的 0.7072 万亩耕地位于乌龙小河上游左岸的河谷台地上，由坝塘水利系统的引水渠道灌溉，田间渠系已配套。位置较高的 1.9967 万亩耕地由轿子山水库供水，沿新乐水沟进行灌溉，从苏家坪子、马鞍山、麻栗平、菜子地、二土城、三家村、老土城至坪子地附近。

9.2.3 东川坝区

经采用万分之一地形图量算复核，东川坝区灌溉面积 3.3 万亩，从工程实施的时间可分为坝塘水利系统碧谷灌区和轿子山水库绿茂灌区，其中碧谷灌区灌溉面积 2.4504 万亩，绿茂灌区灌溉面积 0.856 万亩。两灌区均利用原有的团结渠进行灌溉，渠系较完善，充分利用原有渠系可以发挥原有工程的效益。

碧谷灌区位于东川城区以北、玉碑地以南。碧谷灌区为东川区高产稳产农田基地，大部分又是原团结渠灌区，田间渠系配套较好，可不再作田间渠系配套工程。

绿茂灌区耕地主要分布在碧谷灌区玉碑地以北，由轿子山水库供水，经过坝塘水利系统后，进入团结渠。拟将团结渠进行延伸，经老龙树、绿茂塘、老街至新街，灌溉绿茂灌区 0.8560 万亩农田，延伸段渠道总长 5.0km。

9.2.4 乌龙、红土地镇梁子片区

根据收集到的国土三调图，南干渠以上乌龙片区、红土地镇片区耕地主要集中在 1760~2580m 之间，灌区范围主要涉及乌龙、红土地镇，经实地踏勘并进行调查分析后，采用 2015 年 1:10000 土地利用现状图及 2019 年三调图对现状耕地进行量算复核，量得的耕地毛面积扣除村庄、道路、林地（含林地、疏林、未成林）、水域（含河流、沟渠）及其它用地等非耕作性占地后，乘以土地利用系数得到净耕地面积，土地利用系数通过查阅当地土壤普查资料以及参照邻近相似规划区资料拟定，经量算，所确定该灌区所涉

及的耕地面积为 4.00 万亩。

9.3 灌溉制度设计

9.3.1 计算方法

灌溉制度是农业需水预测的基础,为了合理预测规划区农业需水量,必须因地制宜,科学地制定灌溉制度。本次规划涉及东川区的红土地镇、乌龙镇和铜都镇的小清河本区、乌龙片区、东川坝区。乌龙片区和东川坝区同属东川区粮食、蔬菜、经济等作物主产区,交通方便,土壤肥力高,耕作技术先进,但根据东川区农业气候资源区划,两灌区分属两个不同的气候区。东川坝区气候炎热、降水少、蒸发大,年平均气温 19.8°C ,年降水量 $550\sim 700\text{mm}$,年蒸发量在 2000mm 以上,干旱指数大于 2.5,为南亚热带河谷干旱区;乌龙片区年平均气温 $17.0\sim 19.5^{\circ}\text{C}$,年降水量 $700\sim 800\text{mm}$,干旱指数 $1.6\sim 2.5$,属中亚热带山地半干旱区。故灌溉制度按两片灌区分别设计,小清河本区采用乌龙片区的灌溉制度。

由于云南省缺乏灌溉试验资料及相关成果,因此灌溉制度设计采用理论计算与实际灌溉经验相结合的办法。水稻是耗水量最大的作物,灌溉定额地区差异较大,其灌溉制度设计以理论计算为主,采用彭曼公式计算农作物蒸腾蒸发量、扣除有效降雨并考虑田间灌溉损失的方法计算水稻灌溉净需水量。

对旱作物用水则以典型调查为主,并与降水、蒸发等主要影响因素进行相关分析,确定其灌溉制度。两片区旱作物种类、品种和耕作制度基本相同,种植时间和需水量大致相同,而且灌溉用水相对稳定,故旱作物采用相同的灌溉制度。但水稻耗水量较大,且两片区种植时间不同,其灌溉用水的过程分配不同,所以采用时历年法分别计算确定。

9.3.2 作物组成及预测

(1) 小清河本区、乌龙片区和东川坝区

小清河本区、乌龙片区和东川坝区作物种植基本相同,只是种植结构有所差异。由于水利条件的限制,灌区种植的作物主要包括水稻、包谷、薯类、杂粮、大豆、小麦、蚕豆等粮食作物,还有花生、烟叶、蔬菜、绿肥、甘蔗、葡萄等其它作物。目前东川坝区粮经比为 62: 38,复种指数为 185.1%;小清河本区和乌龙片区粮经比为 89: 11,复种指数为 165.8%。

目前，东川区正大力调整农业产业结构，发展特色农业，推进农业产业化经营，并明确提出在稳定粮食生产的基础上，充分发挥小江河谷热区资源优势，重点发展经济作物，优先发展酿酒葡萄、冬春早熟蔬菜、水果等特色产品、出口创汇产品和优势产业。本阶段根据东川农业发展规划和灌区实际，考虑灌区灌溉条件的改善，确定灌区种植结构调整方向，到设计水平年 2025 年，东川坝区复种指数为 193.6%；小清河本区和乌龙复种指数为 179.0%。到设计水平年 2035 年，东川坝区粮经比为 50：50，复种指数为 199.2%；小清河本区和乌龙片区粮经比为 86：14，复种指数为 194.0%。

（2）雪岭水库片区

规划区光、热等自然条件优越，适合多种粮经作物生长。根据东川区国民经济和社会统计年鉴、规划区各乡镇农业综合统计报表等资料分析，红土地小清河左岸灌片主要种植水稻及早作物，规划区其他旱作灌片主要种植旱作物，现状各片区旱作物种植类型基本相同，轮作制度实行大春与小春一年两茬复种，现状水平年作物种植结构以 2018 年～2020 年作物种植数据为基础，采用 3 年作物种植结构平均值。根据统计分析，小清河左岸水稻灌片大春作物主要以水稻、玉米、土豆、大春杂粮、花生为主，小春主要以小麦、蚕豆、油菜为主，常年作物主要为蔬菜、花椒和果树。其他旱作灌片种植作物种类与水稻灌片一致。经分析，规划区现状水稻灌片复种指数为 165.0%，旱作灌片复种指数为 165.0%。

设计水平年根据红土地镇、乌龙镇农业发展规划目标，并结合灌区气候特点、水源工程规划，对各作物种植结构进行调整。根据红土地镇、乌龙镇 2 个乡镇“十四五”农业发展规划及“乡村振兴”战略规划，灌区农业发展总体目标为：稳定粮食产量，巩固提高花椒、洋芋、蔬菜特色产业的发展；设计水平年作物种植结构的拟定结合十四五农业发展规划及乡村振兴思路，同时考虑供水区社会经济发展实际，拟定思路如下：水稻灌片经调查水田居多，但是由于现状水源不充足，种植面积较少，所以雪岭水库建成后适度提高水稻种植比例，适当降低其余大春作物种植比例；着重加大土豆、小春作物油菜和常年作物花椒、蔬菜、果树等特色产业作物种植比例。通过调整，2035 年水稻灌片的复种指数由现状的 165.0%提高到 193.0%；旱作物灌片的复种指数由现状的 165.0%提高到 191.0%。

各片区作物种植结构见表 7.1、7.2。

9.3.3 作物灌溉制度

(1) 水稻灌溉制度

水稻是灌区内主要的粮食作物，种植面积大，历史悠久。灌区内水稻品种繁多，有籼稻和粳稻共 41 个品种，主要种植的品种为杂交稻 D 优 63 及籼优 63，其特点是矮秆抗倒、产量高。故本次水稻灌溉制度设计以杂交稻为代表，对绿茂灌区和乌龙灌区分别设计，采用彭曼法逐年计算水稻灌溉制度。

① 水稻灌溉制度设计方法

按时历年法逐年计算水稻灌溉制度。首先，根据联合国粮农组织推荐彭曼法及东川气象站资料计算水稻各生育期的潜在需水量；其次，根据水稻生育期的作物系数与潜在需水量，计算出水稻各生育期的实际需水量；根据调查确定的泡田时间、定额和泡田进度，水稻移栽时间、进度，考虑田间渗漏损失，扣除降雨的有效利用量，按水稻格田水量平衡法分别推求秧田期和本田期的灌溉用水量。然后将秧田期用水按比例分摊至本田，得出历年水稻的灌溉制度。

表 9.1 规划区作物种植结构表

| 作物种类 | 东川坝区 (%) | | | 乌龙片区 (%) | | |
|--------|----------|--------|--------|----------|--------|--------|
| | 现状 | 2025 年 | 2035 年 | 现状 | 2025 年 | 2035 年 |
| 复种指数 | 185.1 | 193.6 | 199.2 | 165.8 | 184.2 | 194.0 |
| 一、大春作物 | 87.5 | 80 | 78 | 99 | 99.5 | 98.5 |
| 1、粮食作物 | 76.5 | 67 | 65 | 88 | 87.5 | 86.5 |
| 水稻 | 35 | 42 | 45 | 25 | 45 | 52 |
| 包谷 | 21 | 13 | 10 | 33 | 23 | 18.5 |
| 薯类 | 17.5 | 10 | 8 | 23.7 | 15.5 | 13.5 |
| 杂粮 | 2 | 1 | 1 | 6.3 | 4 | 2.5 |
| 大豆 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 2、经济作物 | 2.2 | 4 | 4 | 9 | 8.5 | 8.5 |
| 花生 | 2.1 | 4 | 4 | 8 | 7.5 | 7.5 |
| 烟叶 | 0.1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 3、其它作物 | 8.8 | 9 | 9 | 2 | 3.5 | 3.5 |
| 蔬菜 | 8.8 | 9 | 9 | 2 | 3.5 | 3.5 |
| 二、小春作物 | 72.6 | 73.6 | 77.2 | 64.8 | 81.7 | 92.5 |
| 1、粮食作物 | 30.5 | 23.8 | 23.8 | 58.8 | 71.7 | 78 |

| | | | | | | |
|--------|------|------|------|-----|-----|------|
| 小麦 | 17.2 | 17 | 17 | 50 | 60 | 65 |
| 蚕豆 | 3.1 | 2.2 | 2.2 | 5 | 5.2 | 5.2 |
| 薯类 | 2.4 | 1.8 | 1.8 | 1 | 2 | 2.6 |
| 杂粮 | 7.8 | 2.8 | 2.8 | 2.8 | 4.5 | 5.2 |
| 2、经济作物 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3、其它作物 | 42.1 | 49.8 | 53.4 | 6 | 10 | 14.5 |
| 绿肥 | 25.8 | 25.8 | 25.8 | 1.7 | 5 | 8 |
| 蔬菜 | 16.3 | 24 | 27.6 | 4.3 | 5 | 6.5 |
| 三、全年作物 | 12.5 | 20 | 22 | 1 | 1.5 | 1.5 |
| 甘蔗 | 4.8 | 4 | 4 | 1 | 1.5 | 1.5 |
| 葡萄 | 7.7 | 16 | 18 | 0 | 0 | 0 |

表 9.2 规划区灌区各作物种植结构表

| 季节 | 作物名称 | 小清河本区、乌龙、红土地水稻灌片 | | | 乌龙、红土地旱作物灌片 | | |
|-------|-------|------------------|---------|---------|-------------|---------|---------|
| | | 种植比例 | | | 种植比例 | | |
| | | 2022 年 | 2025 年 | 2035 年 | 2022 年 | 2025 年 | 2035 年 |
| 大春 | 水稻 | 6.00% | 10.00% | 22.00% | | | |
| | 玉米 | 26.00% | 20.00% | 4.00% | 26.00% | 15.00% | 8.00% |
| | 土豆 | 30.00% | 30.00% | 30.00% | 34.00% | 34.00% | 34.00% |
| | 大春薯杂 | 1.00% | 1.00% | 1.00% | 1.00% | 1.00% | 1.00% |
| | 花生 | 2.00% | 1.00% | 1.00% | 2.00% | 2.00% | 2.00% |
| 小春 | 小麦、荞麦 | 15.00% | 18.00% | 25.00% | 15.00% | 16.00% | 20.00% |
| | 小春薯杂 | 5.00% | 6.00% | 6.00% | 8.00% | 6.00% | 6.00% |
| | 油菜 | 10.00% | 17.00% | 20.00% | 5.00% | 7.00% | 10.00% |
| 常年 | 花椒 | 10.00% | 11.00% | 12.00% | 12.00% | 15.00% | 18.00% |
| | 蔬菜 | 15.00% | 16.00% | 18.00% | 15.00% | 18.00% | 20.00% |
| | 果树 | 10.00% | 11.00% | 12.00% | 10.00% | 15.00% | 17.00% |
| 大春+常年 | | 100.00% | 100.00% | 100.00% | 100.00% | 100.00% | 100.00% |
| 小春+常年 | | 65.00% | 79.00% | 93.00% | 65.00% | 77.00% | 91.00% |
| 复种指数 | | 165.00% | 179.00% | 193.00% | 165.00% | 177.00% | 191.00% |

② 水稻生育期参数拟定

a、水稻生育期划分：东川坝区水稻全生育期 165 天，从 3 月 4 日至 8 月 15 日，其

中秧田期 35 天，本田期 130 天；乌龙片区水稻全生育期 162 天，从 3 月 18 日至 8 月 26 日，其中秧田期 35 天，本田期 127 天。两灌区水稻生育期均划分为 6 个阶段：返青、分蘖、拔节孕穗、抽穗扬花、灌浆结实、黄熟。根据《东川农业气候资源及农业气候区划》、《种植业区划》，以及本地区气候特点，水稻分蘖期一般在 5 月中旬至下旬，要求气温在 $20^{\circ}\text{C}\sim 25^{\circ}\text{C}$ 之间，因此最适宜的栽插期在 4 月上中旬。根据实地调查，东川坝区年均气温略高于乌龙片区，海拔略低落于乌龙片区，东川坝区最适宜栽插节令从 4 月 8 日开始，乌龙片区最适宜栽插节令从 4 月 22 日开始。

b、适宜水层深度：水稻生育期的淹灌水层深度包括适宜下限、适宜上限和降雨滞蓄深度，为充分利用降水，同时达到丰产节水的要求，各生育期水层深度按“浅水勤灌、浅灌深蓄”的灌水模式，并结合各生育阶段的不同要求拟定，生育初期和末期水层较浅，孕穗扬花期较深，收割前的黄熟期落干晒田。两灌区代表品种相同，故采用相同的水层深度。

c、渗漏强度与作物系数：水稻田间渗漏强度主要与土壤性质水文地质条件及管理水平有关。东川坝区和乌龙片区土壤均以沙壤土为主，透水性强，管理水平和耕作方式相近，故采用相同的田间渗漏强度。生育期各阶段渗漏特点是：初期土壤干燥，含水量小，渗漏强度大，达 3.0mm/d ，之后土壤含水量逐渐增大，地下水位升高，渗漏强度逐渐减弱至稳定，达 2.5mm/d ，生长末期落干时渗漏强度为 0。作物系数为潜在需水量与实际需水量之间的换算系数，生育初期和末期较小，取 $1.10\sim 1.00$ ，生育中期较大，取 1.15。

d、泡田定额及移栽进度：按两灌区的耕作方式，一般在移栽前 3 天开始泡田，根据东川区水务局的灌溉实测资料，泡田定额为 $180\text{m}^3/\text{亩}$ ，泡田进度为 60%、20%、20%。东川坝区移栽期需 20 天，进度为前 5 天 20%，中间 10 天 60%，后 5 天 20%；乌龙片区移栽期需 15 天，进度为前 3 天 12%，中间 10 天 80%，后 2 天 8%。

表 9.3 东川坝区水稻各生育阶段参数表

| 生育阶段 | 天数 | 起止日期 | 淹灌水层深度 (mm) | | | 渗漏强度 | 作物系数 |
|------|-----|-----------|-------------|------|--------|--------|------|
| | (天) | (日/月) | 适宜下限 | 适宜上限 | 降雨蓄水深度 | (mm/d) | |
| 秧田期 | 35 | 4/3-7/4 | | | | 3.0 | 1.10 |
| 移栽返青 | 15 | 8/4-22/4 | 10 | 30 | 50 | 3.0 | 1.10 |
| 分蘖 | 30 | 23/4-22/5 | 20 | 50 | 70 | 3.0 | 1.10 |
| 拔节孕穗 | 33 | 23/5-24/6 | 30 | 60 | 110 | 2.5 | 1.15 |

| | | | | | | | |
|--------|-----|-----------|----|----|-----|-----|------|
| 抽穗扬花 | 15 | 25/6-9/7 | 30 | 60 | 100 | 2.5 | 1.15 |
| 灌浆结实 | 20 | 10/7-29/7 | 10 | 20 | 60 | 2.5 | 1.00 |
| 黄熟 | 17 | 30/7-15/8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.00 |
| 本田期合计 | 130 | 8/4-15/8 | | | | | |
| 全生长期合计 | 165 | 4/3-15/8 | | | | | |

表 9.4 乌龙片区、红土地片区水稻各生育期阶段参数表

| 生育阶段 | 天数 | 起止日期 | 淹灌水层深度 (mm) | | | 渗漏强度 | 作物系数 |
|--------|-----|-----------|-------------|------|--------|--------|------|
| | (天) | (日/月) | 适宜下限 | 适宜上限 | 降雨蓄水深度 | (mm/d) | |
| 秧田期 | 35 | 18/3-21/4 | | | | 3.0 | 1.10 |
| 移栽返青 | 14 | 22/4-5/5 | 10 | 30 | 50 | 3.0 | 1.10 |
| 分蘖 | 30 | 6/5-4/6 | 20 | 50 | 70 | 3.0 | 1.10 |
| 拔节孕穗 | 32 | 5/6-6/7 | 30 | 60 | 110 | 2.5 | 1.15 |
| 抽穗扬花 | 14 | 7/7-20/7 | 30 | 60 | 100 | 2.5 | 1.15 |
| 灌浆结实 | 20 | 21/7-9/8 | 10 | 20 | 60 | 2.5 | 1.00 |
| 黄熟 | 17 | 10/8-26/8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.00 |
| 本田期合计 | 127 | 22/4-26/8 | | | | | |
| 全生长期合计 | 162 | 18/3-26/8 | | | | | |

③ 水稻灌溉制度计算结果

a、秧田期灌溉用水量

秧田耗水量为泡田用水量、秧苗期腾发量、秧田渗漏量之和，秧田耗水量扣除同期降雨的有效利用量即为秧田期灌溉用水量。经计算，保证率为 $P=80\%$ 时，东川坝区水稻秧田期灌水量为 $402.68\text{m}^3/\text{亩}$ ，乌龙片区水稻秧田期灌水量为 $406.25\text{m}^3/\text{亩}$ 。两灌区秧田与大田比例均为 1: 10，则秧田期灌水量按 1: 10:分摊至大田。

b、本田期灌溉用水量

经过时历年法逐年计算，得出 1957~1991 共 35 年的水稻本田期灌溉用水量。其中保证率 $P=80\%$ 时，东川坝区本田期灌溉定额为 $636.7\text{m}^3/\text{亩}$ ，乌龙片区本用期灌溉定额为 $606.1\text{m}^3/\text{亩}$ 。水稻本田期灌水量计算结果见表 9.5、表 9.6。

表 9.5 水稻本田期灌水量 ($P=80\%$)单位: $\text{m}^3/\text{亩}$

| 灌区 | 旬 | 4 月 | 5 月 | 6 月 | 7 月 | 8 月 | 合计 |
|------|----|------|------|------|------|------|----|
| 东川坝区 | 上旬 | 42.8 | 55.7 | 19.5 | 39.3 | 20.6 | |

| | | | | | | | |
|------|----|-------|-------|-------|-------|------|-------|
| | 中旬 | 121.2 | 60.2 | 40.9 | 34.3 | 15.6 | |
| | 下旬 | 73.2 | 40.5 | 48.6 | 15.4 | 9.0 | |
| | 合计 | 237.2 | 156.4 | 109.0 | 88.9 | 45.2 | 636.7 |
| 乌龙片区 | 上旬 | 0.0 | 85.6 | 41.7 | 30.8 | 14.9 | |
| | 中旬 | 10.1 | 66.9 | 41.6 | 42.7 | 10.5 | |
| | 下旬 | 144.8 | 39.3 | 13.4 | 33.2 | 30.7 | |
| | 合计 | 154.9 | 191.8 | 96.7 | 106.7 | 56.1 | 606.1 |

表 9.6 水稻本田期灌水量

单位: m³/亩

| 灌区 | 频率 | 4 月 | 5 月 | 6 月 | 7 月 | 8 月 | 合计 |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|
| 东川坝区 | P=5% | 234.7 | 127.2 | 48.9 | 16.9 | 34.4 | 462.1 |
| | P=20% | 262.7 | 97.4 | 22.4 | 39.3 | 54.9 | 476.7 |
| | P=50% | 275.7 | 86.0 | 32.0 | 95.8 | 47.0 | 536.3 |
| | P=80% | 237.2 | 156.4 | 109.0 | 88.9 | 45.2 | 636.7 |
| | P=95% | 288.4 | 152.6 | 71.9 | 123.1 | 50.7 | 686.6 |
| 乌龙片区 | P=5% | 152.1 | 96.1 | 45.4 | 77.8 | 57.7 | 429.0 |
| | P=20% | 151.5 | 128.2 | 20.3 | 53.9 | 80.5 | 434.3 |
| | P=50% | 149.9 | 170.4 | 39.2 | 102.5 | 52.5 | 514.5 |
| | P=80% | 154.9 | 191.8 | 96.7 | 106.7 | 56.1 | 606.1 |
| | P=95% | 165.2 | 184.5 | 80.1 | 134.4 | 60.6 | 624.8 |

c、全生育期灌溉制度

水稻全生育期灌溉用水包括秧田期和本田期两部分,将历年的秧田期灌溉用水和本田期灌溉用水叠加即得出历年水稻全生育期的灌溉制度。其中保证率 $P=80\%$ 时,东川坝区水稻全生育期灌溉定额为 $676.7\text{m}^3/\text{亩}$,乌龙片区为 $646.8\text{m}^3/\text{亩}$ 。东川坝区和乌龙片区水稻全生育期灌溉制度见表 9.7、表 9.8。

表 9.7 水稻全生育期灌溉制度 ($P=80\%$)单位: m³/亩

| 灌区 | 旬 | 3 月 | 4 月 | 5 月 | 6 月 | 7 月 | 8 月 | 合计 |
|------|----|------|-------|-------|-------|------|------|-------|
| 东川坝区 | 上旬 | 22.9 | 47.4 | 55.6 | 19.5 | 39.2 | 20.5 | |
| | 中旬 | 6.5 | 120.9 | 60.1 | 40.8 | 34.2 | 15.5 | |
| | 下旬 | 7.1 | 73.1 | 40.4 | 48.5 | 15.4 | 9.0 | |
| | 合计 | 36.5 | 241.4 | 156.1 | 108.8 | 88.8 | 45.1 | 676.7 |
| 乌龙片区 | 上旬 | 0.0 | 6.1 | 85.6 | 41.7 | 30.8 | 14.9 | |
| | 中旬 | 19.9 | 17.7 | 66.9 | 41.6 | 42.7 | 10.5 | |

| | | | | | | | | |
|--|----|------|-------|-------|------|-------|------|-------|
| | 下旬 | 7.0 | 144.8 | 39.3 | 13.4 | 33.2 | 30.7 | |
| | 合计 | 26.9 | 168.6 | 191.8 | 96.7 | 106.7 | 56.1 | 646.8 |

表 9.8 水稻全生育期灌溉制度

单位: $\text{m}^3/\text{亩}$

| 灌区 | 频率 | 3 月 | 4 月 | 5 月 | 6 月 | 7 月 | 8 月 | 合计 |
|------|-------|------|-------|-------|-------|-------|------|-------|
| 东川坝区 | P=5% | 32.9 | 238.6 | 127.2 | 48.9 | 16.9 | 34.4 | 498.9 |
| | P=20% | 34.7 | 268.1 | 97.4 | 22.4 | 39.3 | 54.9 | 516.9 |
| | P=50% | 36.1 | 280.4 | 86.0 | 32.0 | 95.8 | 47.0 | 577.2 |
| | P=80% | 36.5 | 241.4 | 156.1 | 108.8 | 88.8 | 45.1 | 676.7 |
| | P=95% | 36.4 | 292.5 | 152.6 | 71.9 | 123.1 | 50.7 | 727.1 |
| 乌龙片区 | P=5% | 26.8 | 162.6 | 96.1 | 45.4 | 77.8 | 57.7 | 466.3 |
| | P=20% | 26.3 | 167.4 | 128.2 | 20.3 | 53.9 | 80.5 | 476.6 |
| | P=50% | 26.6 | 164.6 | 170.4 | 39.2 | 102.5 | 52.5 | 555.8 |
| | P=80% | 26.9 | 168.6 | 191.8 | 96.7 | 106.7 | 56.1 | 646.8 |
| | P=95% | 27.2 | 178.5 | 184.5 | 80.1 | 134.4 | 60.6 | 665.3 |

(2) 旱作物

灌区干、湿季分明,降水集中在雨季,旱作物灌水主要在降水较少的季节,耗水量相对稳定,故通过调查旱作灌溉情况及历年气象资料,分析其相关关系,并参照省内相似地区旱作的灌溉经验,确定历年的旱作物灌溉制度。

①包谷:包谷是灌区种植面积相对较大的大春粮食作物。有马牙型、中间型等中早熟品种,全生育期 120 天左右,一般在 5 月上旬播种,8 月收获。根据其生理需水特点,拟定在 5、6、7、8 各月上旬分别灌水一次,灌水定额 $50\text{m}^3/\text{亩}$,灌溉定额 $200\text{m}^3/\text{亩}$ 。

②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 月至次年 4 月,拟在 10、11、12、1 月上旬各灌水一次,灌水定额 $50\text{m}^3/\text{亩}$,灌溉定额 $200\text{m}^3/\text{亩}$ 。

③蚕豆:蚕豆为小春粮食作物,生育期为 10 月至次年 4 月,10、11、12、1 月上旬各灌水一次,灌水定额 $50\text{m}^3/\text{亩}$,灌溉定额 $200\text{m}^3/\text{亩}$ 。

④薯类:主要在灌区坡地栽种,为马铃薯与红薯的合称。马铃薯品种多达 19 个,红薯以胜利百号为主要品种。大春薯类生育期为 4 至 8 月,4 月上旬播种,7 月底至 8 月初收,根据其需水定额特点,拟在 4、5、6 月上旬各灌水一次,灌水定额 $50\text{m}^3/\text{亩}$,灌溉 $150\text{m}^3/\text{亩}$ 。小春薯类生育期为 11 月至次年 4 月,拟在 11、1、2 月上旬各灌水一次,

灌水定额 $50\text{m}^3/\text{亩}$ ，灌溉定额 $150\text{m}^3/\text{亩}$ 。

⑤杂粮：杂粮是高粱、谷子、荞子或燕麦等粮食作物的统称，大小春均有种植。大春杂粮主生育期为5至9月，拟在5、6、7月上旬各灌水一次，灌水定额 $50\text{m}^3/\text{亩}$ ，灌溉定额 $150\text{m}^3/\text{亩}$ 。小春杂粮生育期为11月至次年4月，拟在11、1、2月上旬各灌水一次，灌水定额 $50\text{m}^3/\text{亩}$ ，灌溉定额 $150\text{m}^3/\text{亩}$ 。

⑥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立茎花生，近年主要为粤汕187号，主生育期5至8月。拟在5、6、7月上旬各灌水一次，灌水定额 $50\text{m}^3/\text{亩}$ ，灌溉定额 $150\text{m}^3/\text{亩}$ 。

⑦蔬菜：蔬菜是小江热区开发的重要经济作物，全年都有收有种，又以冬春早熟蔬菜为主，蔬菜需水量较大，且供水频繁大春蔬菜在除6、7月降水较多不需灌水外，其它各月上旬均需灌一次，灌水定额 $50\text{m}^3/\text{亩}$ ，灌溉定额 $200\text{m}^3/\text{亩}$ 。小春蔬菜各月上旬均需灌水一次，灌水定额 $50\text{m}^3/\text{亩}$ ，灌溉定额 $300\text{m}^3/\text{亩}$ 。

⑧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11月至次年3月。拟在11月至次年2月上旬各灌水一次，灌水定额 $50\text{m}^3/\text{亩}$ ，灌溉定额 $200\text{m}^3/\text{亩}$ 。

⑨甘蔗：甘蔗是灌区内重要的经济作物，其品种有台糖134、云糖71/388、闽糖70/611等。甘蔗为喜温湿性作物，以宿根甘蔗为主，需水量较大，生育期11月至次年12月，拟在10月至次年5月共八个月的上旬各灌水一次，灌水定额 $50\text{m}^3/\text{亩}$ ，灌溉定额 $400\text{m}^3/\text{亩}$ 。

⑩葡萄：葡萄是灌区产业化开发小江热区资源的重要作物是发展优质葡萄酒酿造业的基础。葡萄为全年生长作物，根据其需水特点，拟在2至5月和11、12月的中旬各灌水一次，灌水定额 $50\text{m}^3/\text{亩}$ ，灌溉定额 $300\text{m}^3/\text{亩}$ 。

⑪其它作物：其它作物种植面积较小，主要有大豆和烟叶。大豆生育期5至8月，拟在5、6、7月上旬各灌水一次，灌水定额 $50\text{m}^3/\text{亩}$ ，灌溉定额 $150\text{m}^3/\text{亩}$ 。烟叶生育期4至8月，拟在4月上、下旬和5月上旬各灌水一次，灌水定额 $50\text{m}^3/\text{亩}$ ，灌溉定额 $150\text{m}^3/\text{亩}$ 。

表 9.9 灌区旱作物设计灌溉制度表

| 种植时间 | 旱作种类 | 生长时间 | 灌溉定额 | 灌水次数 | 灌水时间（旬）及灌水定额（m³/亩） | | | | | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|--------------------|-----------------|-----------------|-------------------|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | | | | | 1月 | 2月 | 3月 | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 |
| 大春 | 包谷 | 5~9 | 200 | 4 | | | | | 50 ^上 | 50 ^上 | 50 ^上 | 50 ^上 | | | | |
| | 薯类 | 4~8 | 150 | 3 | | | | 50 ^上 | 50 ^上 | 50 ^上 | | | | | | |
| | 杂粮 | 5~9 | 150 | 3 | | | | | 50 ^上 | 50 ^上 | 50 ^上 | | | | | |
| | 大豆 | 5~8 | 150 | 3 | | | | | 50 ^上 | 50 ^上 | 50 ^上 | | | | | |
| | 花生 | 5~8 | 150 | 3 | | | | | 50 ^上 | 50 ^上 | 50 ^上 | | | | | |
| | 烟叶 | 4~8 | 150 | 3 | | | | 50 ^{上、下} | 50 ^{上、下} | | | | | | | |
| | 蔬菜 | 4~9 | 200 | 4 | | | | 50 ^{上、下} | 50 ^{上、下} | | | 50 ^上 | 50 ^上 | | | |
| 小春 | 小麦 | 10~3 | 200 | 4 | 50 ^上 | | | | | | | | | 50 ^上 | 50 ^上 | 50 ^上 |
| | 蚕豆 | 11~4 | 200 | 4 | 50 ^上 | 50 ^上 | | | | | | | | | 50 ^上 | 50 ^上 |
| | 薯类 | 11~4 | 150 | 3 | 50 ^上 | 50 ^上 | | | | | | | | | 50 ^上 | |
| | 杂粮 | 10~4 | 150 | 3 | 50 ^上 | | | | | | | | | | 50 ^上 | 50 ^上 |
| | 绿肥 | 11~3 | 200 | 4 | 50 ^上 | 50 ^上 | | | | | | | | | 50 ^上 | 50 ^上 |
| | 蔬菜 | 10~3 | 300 | 6 | 50 ^上 | 50 ^上 | 50 ^上 | | | | | | | 50 ^上 | 50 ^上 | 50 ^上 |
| 全年 | 甘蔗 | 1~12 | 400 | 8 | 50 ^上 | 50 ^上 | 50 ^上 | 50 ^上 | 50 ^上 | | | | | 50 ^上 | 50 ^上 | 50 ^上 |
| | 葡萄 | 1~12 | 300 | 6 | | 50 ^中 | 50 ^中 | 50 ^中 | 50 ^中 | | | | | 50 ^中 | 50 ^中 | 50 ^中 |

注：表中数值右边“上”、“中”、“下”表示每月灌水时间（旬）。

表 9.10 规划区水稻灌片作物灌溉制度表 (P=75%)

| 作物种类 | | 灌水次数 | 灌溉定额 | 1 月 | | | 2 月 | | | 3 月 | | | 4 月 | | | 5 月 | | | 6 月 | | |
|------|-------|------|---------------------|------|----|----|-----|----|----|-----|------|----|------|------|----|------|-------|----|------|------|----|
| | | | (m ³ /亩) | 上旬 | 中旬 | 下旬 | 上旬 | 中旬 | 下旬 | 上旬 | 中旬 | 下旬 | 上旬 | 中旬 | 下旬 | 上旬 | 中旬 | 下旬 | 上旬 | 中旬 | 下旬 |
| 大春 | 水稻 | 13 | 614 | | | | | | | | 23.7 | | 50 | 62.8 | 50 | 40 | 122.5 | 30 | 44.7 | 21.6 | 36 |
| | 玉米 | 3 | 150 | | | | | | | | | | | | | 50 | | 50 | | 50 | |
| | 土豆 | 3 | 75 | | | | | | | | | | 25 | | | 25 | | | 25 | | |
| | 大春杂粮 | 3 | 90 | | | | | | | | | | | 30 | | | 30 | | 30 | | |
| | 花生 | 3 | 90 | | | | | | | | | | | | | 30 | | 30 | | | 30 |
| 小春 | 小麦、荞麦 | 4 | 210 | 60 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 小春杂粮 | 3 | 90 | | 30 | | | 30 | | | | | | | | | | | | | |
| | 油菜 | 4 | 200 | 50 | | | 50 | | | | | | | | | | | | | | |
| 常年 | 花椒 | 7 | 115 | | | | | 15 | | | | 15 | 15 | 20 | | 20 | | | | | |
| | 蔬菜 | 21 | 320 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 15 | 15 | 15 | 15 | | | |
| | 果树 | 7 | 115 | | | | | | 15 | | 15 | | 15 | | 20 | 20 | | | | | |
| 作物种类 | | 灌水次数 | 灌溉定额 | 7 月 | | | 8 月 | | | 9 月 | | | 10 月 | | | 11 月 | | | 12 月 | | |
| | | | (m ³ /亩) | 上旬 | 中旬 | 下旬 | 上旬 | 中旬 | 下旬 | 上旬 | 中旬 | 下旬 | 上旬 | 中旬 | 下旬 | 上旬 | 中旬 | 下旬 | 上旬 | 中旬 | 下旬 |
| 大春 | 水稻 | 13 | 614 | 54.7 | | 42 | 36 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 玉米 | 3 | 150 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 土豆 | 3 | 75 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 大春杂粮 | 3 | 90 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 花生 | 3 | 90 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|-------|----|-----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|----|----|----|----|----|----|
| 小春 | 小麦、荞麦 | 4 | 210 | | | | | | | | | | 50 | | | 50 | | | 50 | | |
| | 小春杂粮 | 3 | 90 | | | | | | | | | | | | | 30 | | | | | |
| | 油菜 | 4 | 200 | | | | | | | | | | | | | 50 | | | 50 | | |
| 常年 | 花椒 | 7 | 115 | | | | | | | | | | | | | | 15 | | | 15 | |
| | 蔬菜 | 21 | 320 | | | | | | | | | | | | | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| | 果树 | 7 | 115 | | | | | | | | | | | | | | 15 | | | 15 | |

9.3.4 万亩综合过程线推求

(1) 万亩综合灌溉定额及供水过程

根据各灌区历年的作物灌溉制度、设计水平年的种植结构，确定各灌区长系列的万亩综合灌溉定额和供水过程。东川坝区设计保证率 $P=80\%$ 的万亩综合灌溉定额为 613.2 万 m^3 /万亩；乌龙片区设计保证率 $P=80\%$ 的万亩综合灌溉定额为 610.7 万 m^3 /万亩。各种保证率下的万亩综合灌溉定额及典型年见表 9.11。东川坝区和乌龙片区各典型年万亩综合灌溉过程见表 9.12、表 9.13。

表 9.11 东川坝区和乌龙片区万亩综合（净）灌溉定额

| 保证率 | 东川坝区 | 乌龙片区 |
|------|-------|-------|
| 5% | 456.0 | 448.3 |
| 20% | 510.4 | 494.7 |
| 50% | 568.4 | 549.6 |
| 80% | 613.2 | 610.7 |
| 95% | 651.3 | 634.0 |
| 多年平均 | 558.0 | 552.4 |

表 9.12 东川坝区万亩综合（净）灌溉过程线 单位：万 m^3 /万亩

| 保证率 | 1月 | 2月 | 3月 | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 | 合计 |
|------|------|------|------|-------|-------|------|------|------|-----|------|------|------|-------|
| 5% | 30.5 | 29.8 | 33.4 | 122.0 | 77.8 | 31.0 | 13.6 | 22.6 | 3.4 | 18.2 | 37.2 | 36.5 | 456.0 |
| 20% | 36.5 | 35.7 | 38.0 | 138.2 | 68.6 | 20.9 | 24.9 | 33.3 | 4.1 | 21.9 | 44.6 | 43.8 | 510.4 |
| 50% | 40.6 | 39.7 | 41.1 | 145.7 | 66.2 | 26.4 | 51.1 | 30.6 | 4.5 | 24.3 | 49.6 | 48.7 | 568.4 |
| 80% | 40.6 | 39.7 | 41.0 | 119.3 | 103.5 | 66.5 | 43.1 | 32.6 | 4.5 | 24.3 | 49.6 | 48.7 | 613.2 |
| 95% | 42.6 | 41.7 | 42.4 | 152.1 | 97.5 | 44.9 | 63.8 | 32.8 | 4.7 | 25.5 | 52.1 | 51.1 | 651.3 |
| 多年平均 | 37.2 | 36.4 | 38.1 | 133.4 | 95.6 | 41.0 | 31.0 | 28.6 | 4.1 | 22.3 | 45.5 | 44.7 | 558.0 |

表 9.13 乌龙片区万亩综合（净）灌溉过程线 单位：万 m^3 /万亩

| 保证率 | 1月 | 2月 | 3月 | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 | 合计 |
|------|------|------|------|-------|-------|------|------|------|-----|------|------|------|-------|
| 5% | 35.3 | 8.9 | 16.9 | 91.9 | 68.0 | 39.7 | 51.1 | 38.3 | 1.3 | 27.4 | 35.3 | 34.3 | 448.3 |
| 20% | 42.3 | 10.7 | 17.3 | 95.8 | 88.2 | 29.9 | 40.9 | 51.7 | 1.6 | 32.9 | 42.3 | 41.1 | 494.7 |
| 50% | 44.7 | 11.3 | 17.6 | 94.8 | 111.4 | 40.8 | 66.8 | 37.8 | 1.7 | 34.7 | 44.7 | 43.4 | 549.6 |
| 80% | 47.0 | 11.9 | 18.0 | 97.4 | 123.7 | 71.8 | 69.7 | 40.2 | 1.8 | 36.5 | 47.0 | 45.7 | 610.7 |
| 95% | 49.4 | 12.5 | 18.3 | 103.1 | 121.2 | 64.2 | 84.8 | 43.1 | 1.8 | 38.3 | 49.4 | 48.0 | 634.0 |
| 多年平均 | 43.1 | 10.9 | 17.3 | 97.2 | 120.1 | 57.9 | 45.6 | 40.2 | 1.6 | 33.5 | 43.1 | 41.9 | 552.4 |

表 9.14 小清河本区水稻灌片 P=80%万亩综合（净）过程线 单位：万 m³/万亩

| 灌片 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 合计 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|------|------|------|-------|
| 水稻灌片 | 34.9 | 23.5 | 17.5 | 60.5 | 67.7 | 32.6 | 21.3 | 7.9 | 0.0 | 12.5 | 36.0 | 34.2 | 348.5 |

表 9.15 乌龙、红土地镇梁子灌片 P=80%万亩综合（净）过程线 单位：万 m³/万亩

| 灌片 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 合计 |
|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|------|------|------|-------|
| 旱作灌片 | 26.3 | 21.6 | 14.9 | 30.5 | 34.0 | 13.4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 10.0 | 31.6 | 29.8 | 211.9 |

9.3.5 灌水率的确定

根据设计水平年的作物灌溉制度、种植比例，以及各种作物每次灌水延续时间(10天)，计算并绘制灌水率图，加以合理修正后选定设计准水率，用以分析灌区取水流量，推算灌溉渠道分段设计流量。规划水平年东川坝区设计灌水率为 0.54m³/s.万亩，乌龙片区设计灌水率为 0.7m³/s.万亩。小清河本区水稻灌片 2035 年灌区设计灌水率为 0.35m³/（s·万亩），其余旱作灌片 2035 年灌区设计灌水率为 0.21m³/（s·万亩）。

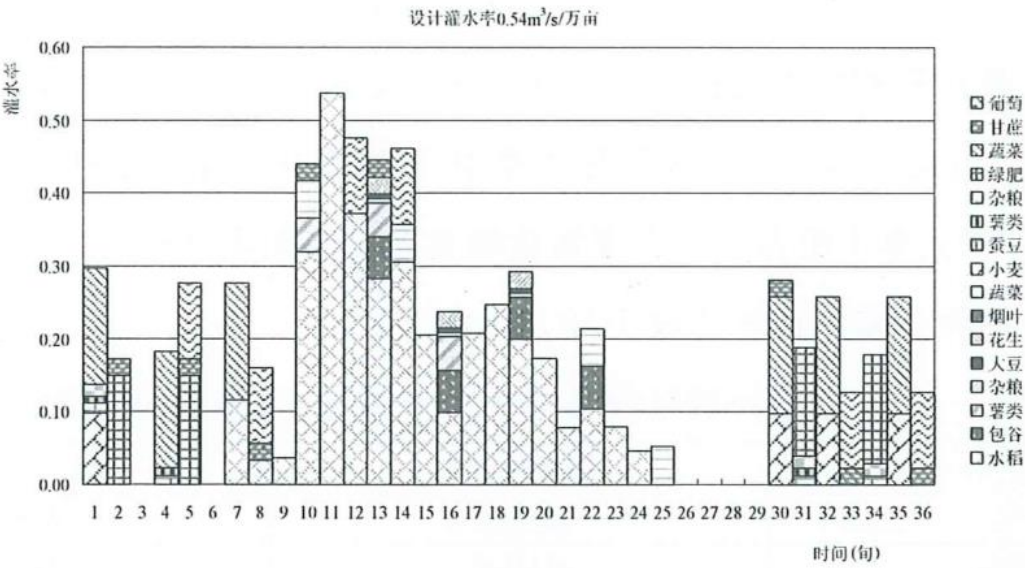


图 9.1 东川坝区规划水平年灌水率图

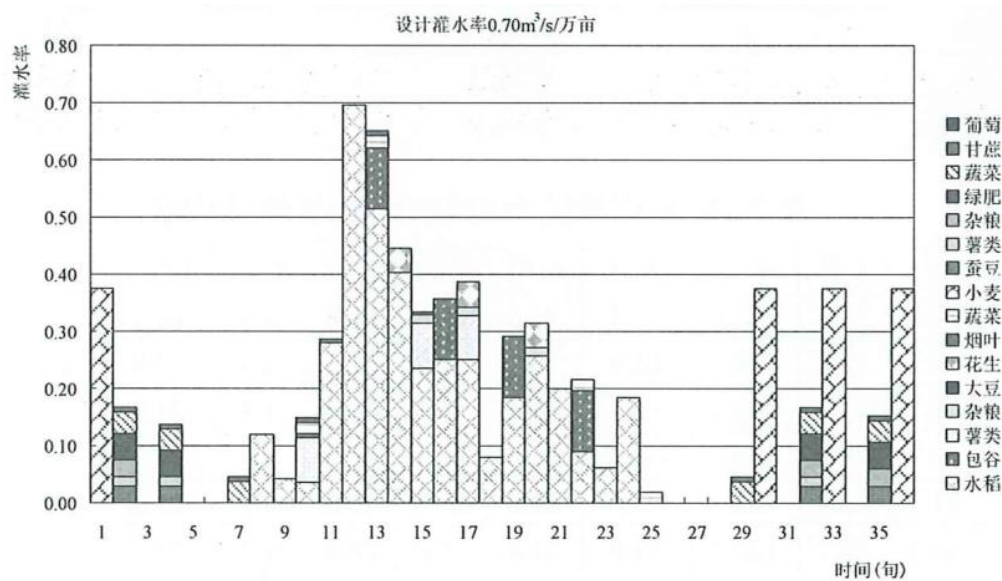


图 9.2 乌龙片区规划水平年灌水率图

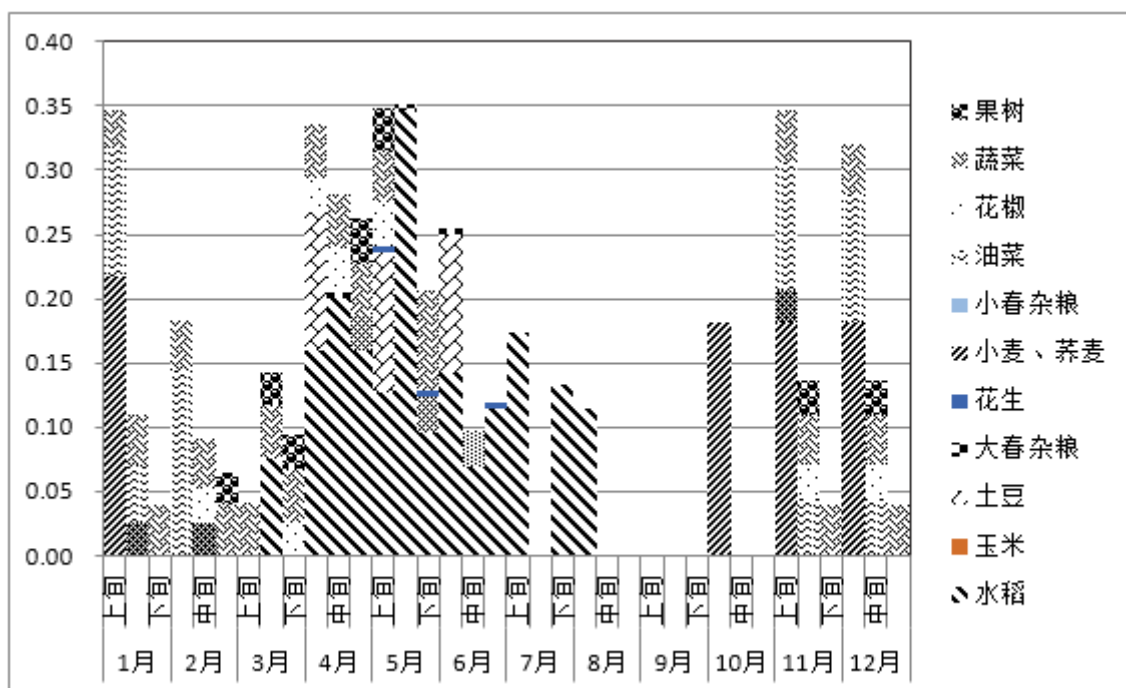


图 9.3 小清河本区水稻灌片灌水率计算成果图

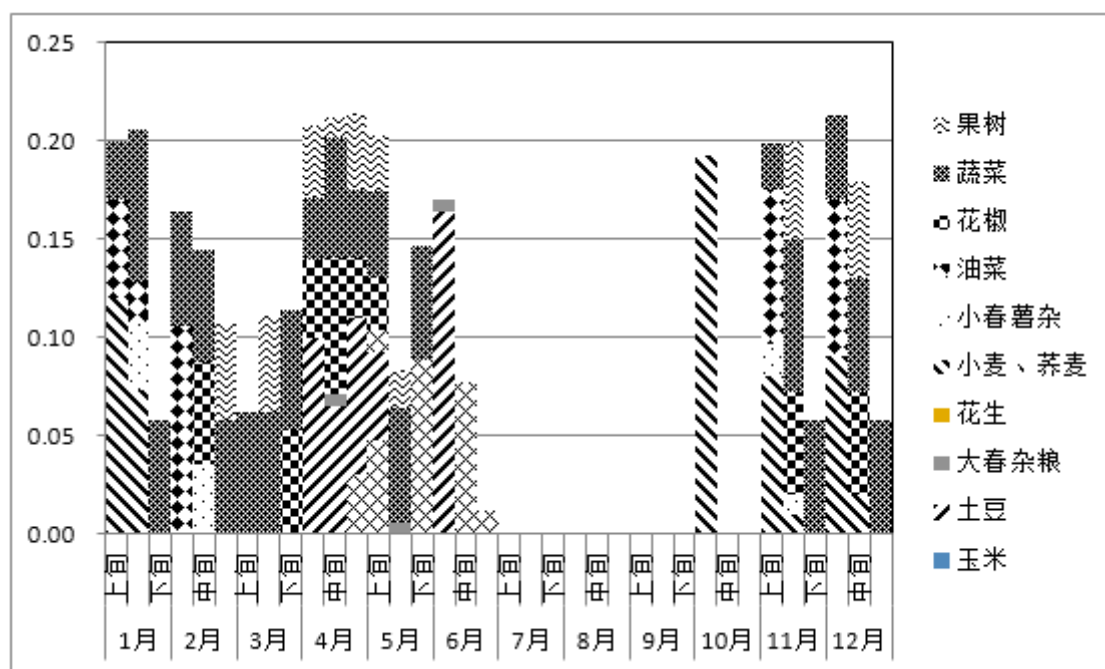


图 9.4 乌龙、红土地灌片旱作物灌片灌水率计算成果图

9.3.6 灌溉定额合理性分析

灌溉定额包括各单项作物灌溉定额和综合灌溉定额，由于规划区旱作物灌溉用水主要在枯季，其灌溉定额差异较小，而水稻灌溉定额和综合定额受影响因素较多，因此重点对水稻灌溉定额和综合定额进行合理性分析，以检查灌溉定额与影响因素之间关系是否符合基本规律。

水稻灌溉净定额的影响因素较多，不仅受生育期降水量、蒸发量影响，也与土壤土质条件有关。主要表现在水稻生育期降水量小、蒸发量大，则水稻灌溉净定额大，反之则小；地表渗漏量大，则水稻灌溉净定额较高，反之则较低。规划区水稻灌溉净定额符合这一基本规律。

综合灌溉净定额除受到上述因素的影响外，还受到作物种植比例及复种指数等因素的影响。基本的规律是，水稻种植比例、复种指数越高，综合灌溉净定额相应就较高。现状东川坝区水稻种植比例较乌龙片区高，因此，东川坝区灌溉定额较乌龙片区要大；规划水平年作物复种指数有了较大的提高，但种植结构中水稻的种植比例增加了。所以，东川坝区各水平年综合灌溉净定额变化不大；乌龙片区由于水稻种植比例提高，而复种指数提高较多，各水平年灌溉定额有所增加，但增加幅度较小。

总的来看，规划区各灌溉典型区的灌溉定额基本反映了灌溉需水在各类型地区之间

的差异，灌溉定额是合理的。

9.3.7 灌溉节水及灌溉水利用系数

1、灌溉节水

农业节水发展应与农业产业结构调整、农村地区小城镇建设以及生态建设相协调；依据水资源条件，按不同水平年分地区实行用水的总量控制。重点是灌区的节水改造，按节水目标规划发展，同时加强节水目标规划的管理和协调。

基本对策有：以节水增产为目标对灌区进行技术改造；因地制宜加快发展各种节水灌溉工程；建立健全各类灌区的管理机构和管理制度，加强用水定额管理，推广管灌、喷灌、微灌等农业灌溉节水技术，完善节水灌溉管理制度，建立节水管理信息系统；建立和完善以取水许可制度和水资源有偿使用制度为核心的，包括水资源论证、用水总量控制与定额管理、三同时四到位、节水产品认证等在内的水资源和节水管理制度体系；平田整地开展田间工程改造；大力推广节水农业技术；积极发展节水综合技术等。

应把减少渠道输水损失与减少田间灌水损失相结合，先进节水技术与常规节水技术相结合，工程节水措施与管理节水措施相结合，水利节水措施与农艺节水措施相结合，农民节水积极性与政府宏观扶持引导相结合。同时农业节水灌溉要与农村家庭联产承包责任制相适应，并注意改善生产条件与改善生态环境相结合，开展农业面源污染防治工作。开展有关农业、工程、管理节水新技术的专题研究。

2、灌溉水利用系数

农业用水效率以灌溉水利用系数表示，是衡量灌区水利用效率、管理水平、节水灌溉的一个重要指标，是进行灌溉需水预测的基础。根据灌区大小、现状用水效率和各规划水平年节水和供水的发展，通过分析输配水设施的节水措施、用水管理水平等因素进行预测。

根据小清河本区、乌龙片区和东川坝区的灌区规模和节水灌溉发展实际，各规划水平年按照节水要求，仍需逐步提高节水水平，在达到国家节水灌溉强制性规范要求的基础上进一步有所提高。规划区节水措施是在加强节水管理，结合调整作物结构及农艺措施节水的基础上，主要通过渠道防渗提高水利用系数，局部条件较好的地区推广先进的节水灌溉技术。规划区主要依靠渠道引水灌溉，渠道较短，水量损失较小，灌溉水利用系数较大。现状水平年灌溉水利用系数为 0.50；参考《节水灌溉技术规范》SL207-98，近期规划水平年小清河本区灌溉水利用系数提高到 0.60，乌龙片区和东川坝区灌溉水利

用系数提高到 0.60，乌龙、红土地镇梁子规划片区随着农业节水措施，规划区灌溉水利用系数提高到 0.65。远期规划水平年小清河本区灌溉水利用系数提高到 0.70，乌龙片区和东川坝区灌溉水利用系数提高到 0.65。乌龙、红土地镇梁子规划片区主要依靠管道供水，远期设计水平年随着区内渠道节水改造及田间工程配套，配合其它农业节水措施，规划区灌溉水利用系数提高到 0.75。规划区灌溉水利用系数见表 9.16。

表 9.16 规划区灌溉水利用系数表

| 计算单元 | 基准年 | 2025 年 | 2035 年 |
|------------|------|--------|--------|
| 小清河本区 | 0.55 | 0.60 | 0.70 |
| 乌龙片区 | 0.50 | 0.60 | 0.65 |
| 东川坝区 | 0.50 | 0.60 | 0.65 |
| 乌龙、红土地梁子片区 | 0.55 | 0.60 | 0.75 |

9.4 灌区需水预测

根据对小清河本区、乌龙片区和东川坝区灌溉制度设计、灌溉水利用系数的预测，得到各片区现状水平年和规划水平年农田灌溉毛需水过程，见表 9-17～表 9-21。

小清河本区现状水平年 $P=80\%$ 农田灌溉毛需水量为 1407 万 m^3 ；近期规划水平年 $P=80\%$ 农田灌溉毛需水量为 1374 万 m^3 。远期规划水平年 $P=80\%$ 农田灌溉毛需水量为 1385 万 m^3 。

乌龙片区现状水平年 $P=80\%$ 农田灌溉毛需水量为 2299 万 m^3 ；近期规划水平年 $P=80\%$ 农田灌溉毛需水量为 2330 万 m^3 。远期规划水平年 $P=80\%$ 农田灌溉毛需水量为 2354 万 m^3 。

东川坝区现状水平年 $P=80\%$ 农田灌溉毛需水量为 3492.5 万 m^3 ；近期规划水平年 $P=80\%$ 农田灌溉毛需水量为 3091.2 万 m^3 。远期规划水平年 $P=80\%$ 农田灌溉毛需水量为 2890.7 万 m^3 。

南干渠以上乌龙、红土地片区耕地面积为 4.00 万亩，灌溉需水量等于耕地面积乘以万亩综合毛灌溉定额，保证率为 $P=80\%$ 时，现状水平年 2022 年毛需水 1372.4 万 m^3 ；近期设计水平年 2025 年毛需水 1486 万 m^3 ；远期设计水平年 2035 年毛需水 1129.9 万 m^3 。

表 9.17 小清河本区旱作灌区灌溉需水过程

单位: 万 m³

| 水平年 | 项目 | 单位 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 合计 |
|--------|-------------|------------------------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|------|------|------|-------|-------|-------|--------|
| 2022 年 | 1.万亩综合净灌溉定额 | (万 m ³ /万亩) | 19.40 | 15.20 | 10.50 | 23.55 | 47.15 | 22.40 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 7.50 | 22.70 | 20.30 | 188.70 |
| | 2.灌溉水利用系数 | | | | | | | | | | | | | | 0.55 |
| | 3.万亩综合毛灌溉定额 | (万 m ³ /万亩) | 35.27 | 27.64 | 19.09 | 42.82 | 85.73 | 40.73 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 13.64 | 41.27 | 36.91 | 343.09 |
| | 4.灌溉面积 | 万亩 | | | | | | | | | | | | | 2.1048 |
| | 5.灌溉需水量 | 万 m ³ | 74.24 | 58.17 | 40.18 | 90.12 | 180.44 | 85.72 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 28.70 | 86.87 | 77.69 | 722.14 |
| 2025 年 | 1.万亩综合净灌溉定额 | (万 m ³ /万亩) | 21.75 | 18.25 | 13.14 | 18.96 | 66.10 | 26.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 8.00 | 26.25 | 24.45 | 222.90 |
| | 2.灌溉水利用系数 | | | | | | | | | | | | | | 0.60 |
| | 3.万亩综合毛灌溉定额 | (万 m ³ /万亩) | 36.25 | 30.42 | 21.90 | 31.60 | 110.17 | 43.33 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 13.33 | 43.75 | 40.75 | 371.50 |
| | 4.灌溉面积 | 万亩 | | | | | | | | | | | | | 2.10 |
| | 5.灌溉需水量 | 万 m ³ | 76.30 | 64.02 | 46.10 | 66.51 | 231.88 | 91.21 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 28.06 | 92.09 | 85.77 | 781.93 |
| 2035 年 | 1.万亩综合净灌溉定额 | (万 m ³ /万亩) | 26.30 | 21.55 | 14.85 | 30.45 | 34.00 | 13.40 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 10.00 | 31.55 | 29.75 | 211.85 |
| | 2.灌溉水利用系数 | | | | | | | | | | | | | | 0.70 |
| | 3.万亩综合毛灌溉定额 | (万 m ³ /万亩) | 37.57 | 30.79 | 21.21 | 43.50 | 48.57 | 19.14 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 14.29 | 45.07 | 42.50 | 302.64 |
| | 4.灌溉面积 | 万亩 | | | | | | | | | | | | | 2.1048 |
| | 5.灌溉需水量 | 万 m ³ | 79.08 | 64.80 | 44.65 | 91.56 | 102.23 | 40.29 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 30.07 | 94.87 | 89.45 | 637.0 |

表 7.18 小清河本区水稻灌区灌溉需水过程

单位: 万 m³

| 水平年 | 项目 | 单位 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 合计 |
|--------|-------------|------------------------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|--------|
| 2022 年 | 1.万亩综合净灌溉定额 | (万 m ³ /万亩) | 22.25 | 16.25 | 11.62 | 31.62 | 57.30 | 27.54 | 5.80 | 2.16 | 0.00 | 7.50 | 23.75 | 22.25 | 228.04 |
| | 2.灌溉水利用系数 | | | | | | | | | | | | | | 0.50 |
| | 3.万亩综合毛灌溉定额 | (万 m ³ /万亩) | 44.50 | 32.50 | 23.24 | 63.24 | 114.60 | 55.08 | 11.60 | 4.32 | 0.00 | 15.00 | 47.50 | 44.50 | 456.08 |
| | 4.灌溉面积 | 万亩 | | | | | | | | | | | | | 1.5023 |
| | 5.灌溉需水量 | 万 m ³ | 66.85 | 48.82 | 34.92 | 95.00 | 172.16 | 82.74 | 17.43 | 6.49 | 0.00 | 22.53 | 71.36 | 66.85 | 685.17 |
| 2025 年 | 1.万亩综合净灌溉定额 | (万 m ³ /万亩) | 21.10 | 16.00 | 8.07 | 37.38 | 55.25 | 28.33 | 9.67 | 3.60 | 0.00 | 9.00 | 25.00 | 23.20 | 236.60 |
| | 2.灌溉水利用系数 | | | | | | | | | | | | | | 0.60 |
| | 3.万亩综合毛灌溉定额 | (万 m ³ /万亩) | 35.17 | 26.67 | 13.45 | 62.30 | 92.08 | 47.22 | 16.12 | 6.00 | 0.00 | 15.00 | 41.67 | 38.67 | 394.33 |
| | 4.灌溉面积 | 万亩 | | | | | | | | | | | | | 1.5023 |
| | 5.灌溉需水量 | 万 m ³ | 52.83 | 40.06 | 20.21 | 93.59 | 138.34 | 70.93 | 24.21 | 9.01 | 0.00 | 22.53 | 62.60 | 58.09 | 592.41 |
| 2035 年 | 1.万亩综合净灌溉定额 | (万 m ³ /万亩) | 34.90 | 23.50 | 17.45 | 60.48 | 67.65 | 32.61 | 21.27 | 7.92 | 0.00 | 12.50 | 36.00 | 34.20 | 348.48 |
| | 2.灌溉水利用系数 | | | | | | | | | | | | | | 0.70 |
| | 3.万亩综合毛灌溉定额 | (万 m ³ /万亩) | 49.86 | 33.57 | 24.93 | 86.39 | 96.64 | 46.58 | 30.39 | 11.31 | 0.00 | 17.86 | 51.43 | 48.86 | 497.83 |
| | 4.灌溉面积 | 万亩 | | | | | | | | | | | | | 1.5023 |
| | 5.灌溉需水量 | 万 m ³ | 74.90 | 50.43 | 37.46 | 129.79 | 145.19 | 69.98 | 45.66 | 17.00 | 0.00 | 26.83 | 77.26 | 73.40 | 747.89 |

表 7.19 乌龙片区农田灌溉需水过程

单位: 万 m³

| 水平年 | 项目 | 单位 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 合计 |
|--------|-------------|------------------------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-------|-------|-------|--------|
| 2022 年 | 1.万亩综合净灌溉定额 | (万 m ³ /万亩) | 32.9 | 6.5 | 9.4 | 56.0 | 85.5 | 59.7 | 50.3 | 31.5 | 1.0 | 27.7 | 32.9 | 32.4 | 425.7 |
| | 2.灌溉水利用系数 | | | | | | | | | | | | | | 0.50 |
| | 3.万亩综合毛灌溉定额 | (万 m ³ /万亩) | 65.8 | 13.0 | 18.8 | 112.0 | 170.9 | 119.4 | 100.7 | 63.1 | 2.0 | 55.3 | 65.8 | 64.8 | 851.4 |
| | 4.灌溉面积 | 万亩 | | | | | | | | | | | | | 2.70 |
| | 5.灌溉需水量 | 万 m ³ | 177.7 | 35.1 | 50.6 | 302.4 | 461.4 | 322.2 | 271.8 | 170.2 | 5.4 | 149.3 | 177.7 | 175.0 | 2298.8 |
| 2025 年 | 1.万亩综合净灌溉定额 | (万 m ³ /万亩) | 38.2 | 6.1 | 14.0 | 79.4 | 106.7 | 65.9 | 60.7 | 36.9 | 1.5 | 33.4 | 38.2 | 36.9 | 517.8 |
| | 2.灌溉水利用系数 | | | | | | | | | | | | | | 0.60 |
| | 3.万亩综合毛灌溉定额 | (万 m ³ /万亩) | 63.6 | 10.1 | 23.4 | 132.4 | 177.9 | 109.9 | 101.1 | 61.6 | 2.5 | 55.6 | 63.6 | 61.4 | 863.0 |
| | 4.灌溉面积 | 万亩 | | | | | | | | | | | | | 2.70 |
| | 5.灌溉需水量 | 万 m ³ | 171.7 | 27.2 | 63.0 | 357.5 | 480.2 | 296.7 | 273.1 | 166.2 | 6.8 | 150.1 | 171.7 | 165.8 | 2330.0 |
| 2035 年 | 1.万亩综合净灌溉定额 | (万 m ³ /万亩) | 47.0 | 11.9 | 18.0 | 97.4 | 123.7 | 71.3 | 69.7 | 40.2 | 1.8 | 36.5 | 47.0 | 45.7 | 610.2 |
| | 2.灌溉水利用系数 | | | | | | | | | | | | | | 0.70 |
| | 3.万亩综合毛灌溉定额 | (万 m ³ /万亩) | 67.1 | 17.0 | 25.7 | 139.2 | 176.8 | 101.8 | 99.6 | 57.4 | 2.5 | 52.1 | 67.1 | 65.3 | 871.7 |
| | 4.灌溉面积 | 万亩 | | | | | | | | | | | | | 2.70 |
| | 5.灌溉需水量 | 万 m ³ | 181.3 | 45.9 | 69.4 | 375.8 | 477.3 | 275.0 | 269.0 | 154.9 | 6.8 | 140.8 | 181.3 | 176.3 | 2353.6 |

表 7.20 东川坝区农田灌溉需水过程

单位: 万 m³

| 水平年 | 项目 | 单位 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 合计 |
|--------|-------------|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|--------|
| 2022 年 | 1.万亩综合净灌溉定额 | (万 m ³ /万亩) | 38.7 | 26.2 | 27.2 | 104.0 | 87.1 | 59.9 | 44.1 | 30.7 | 4.4 | 23.0 | 42.6 | 41.4 | 529.2 |
| | 2.灌溉水利用系数 | | | | | | | | | | | | | | 0.50 |
| | 3.万亩综合毛灌溉定额 | (万 m ³ /万亩) | 77.4 | 52.4 | 54.4 | 208.0 | 174.3 | 119.8 | 88.3 | 61.3 | 8.8 | 46.0 | 85.1 | 82.7 | 1058.3 |
| | 4.灌溉面积 | 万亩 | | | | | | | | | | | | | 3.3 |
| | 5.灌溉需水量 | 万 m ³ | 255.4 | 172.9 | 179.4 | 686.3 | 575.1 | 395.2 | 291.3 | 202.3 | 29.0 | 151.8 | 280.8 | 272.9 | 3492.5 |
| 2025 年 | 1.万亩综合净灌溉定额 | (万 m ³ /万亩) | 36.8 | 25.8 | 34.1 | 116.6 | 92.4 | 59.5 | 45.5 | 30.0 | 4.5 | 29.1 | 44.3 | 43.4 | 562.0 |
| | 2.灌溉水利用系数 | | | | | | | | | | | | | | 0.60 |
| | 3.万亩综合毛灌溉定额 | (万 m ³ /万亩) | 61.3 | 43.0 | 56.8 | 194.3 | 154.1 | 99.2 | 75.9 | 50.0 | 7.5 | 48.5 | 73.8 | 72.3 | 936.7 |
| | 4.灌溉面积 | 万亩 | | | | | | | | | | | | | 3.3 |
| | 5.灌溉需水量 | 万 m ³ | 202.4 | 141.9 | 187.6 | 641.1 | 508.4 | 327.4 | 250.4 | 165.0 | 24.8 | 160.1 | 243.7 | 238.7 | 3091.2 |
| 2035 年 | 1.万亩综合净灌溉定额 | (万 m ³ /万亩) | 40.6 | 30.7 | 41.2 | 128.1 | 97.7 | 61.0 | 48.0 | 29.8 | 4.5 | 33.3 | 49.6 | 48.7 | 613.2 |
| | 2.灌溉水利用系数 | | | | | | | | | | | | | | 0.70 |
| | 3.万亩综合毛灌溉定额 | (万 m ³ /万亩) | 58.0 | 43.9 | 58.9 | 183.0 | 139.6 | 87.1 | 68.5 | 42.5 | 6.4 | 47.6 | 70.9 | 69.6 | 876.0 |
| | 4.灌溉面积 | 万亩 | | | | | | | | | | | | | 3.3 |
| | 5.灌溉需水量 | 万 m ³ | 191.4 | 144.7 | 194.3 | 604.0 | 460.8 | 287.4 | 226.1 | 140.3 | 21.2 | 157.0 | 233.8 | 229.6 | 2890.7 |

表 7.21 乌龙、红土地梁子灌片农业用水过程线

| 水平年 | 项目 | 单位 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 合计 |
|--------|-------------|------------------------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-----|-----|-----|------|-------|-------|--------|
| 2022 年 | 1.万亩综合净灌溉定额 | (万 m ³ /万亩) | 19.4 | 15.2 | 10.5 | 23.6 | 47.2 | 22.4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 7.5 | 22.7 | 20.3 | 188.7 |
| | 2.灌溉水利用系数 | | | | | | | | | | | | | | 0.6 |
| | 3.万亩综合毛灌溉定额 | (万 m ³ /万亩) | 35.3 | 27.6 | 19.1 | 42.8 | 85.7 | 40.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 13.6 | 41.3 | 36.9 | 343.1 |
| | 4.灌溉面积 | 万亩 | | | | | | | | | | | | | 4.0 |
| | 5.灌溉需水量 | 万 m ³ | 141.1 | 110.5 | 76.4 | 171.3 | 342.9 | 162.9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 54.5 | 165.1 | 147.6 | 1372.4 |
| 2025 年 | 1.万亩综合净灌溉定额 | (万 m ³ /万亩) | 21.8 | 18.3 | 13.1 | 19.0 | 66.1 | 26.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 8.0 | 26.3 | 24.5 | 222.9 |
| | 2.灌溉水利用系数 | | | | | | | | | | | | | | 0.6 |
| | 3.万亩综合毛灌溉定额 | (万 m ³ /万亩) | 36.3 | 30.4 | 21.9 | 31.6 | 110.2 | 43.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 13.3 | 43.8 | 40.8 | 371.5 |
| | 4.灌溉面积 | 万亩 | | | | | | | | | | | | | 4.0 |
| | 5.灌溉需水量 | 万 m ³ | 145.0 | 121.7 | 87.6 | 126.4 | 440.7 | 173.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 53.3 | 175.0 | 163.0 | 1486.0 |
| 2035 年 | 1.万亩综合净灌溉定额 | (万 m ³ /万亩) | 26.3 | 21.6 | 14.9 | 30.5 | 34.0 | 13.4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 10.0 | 31.6 | 29.8 | 211.9 |
| | 2.灌溉水利用系数 | | | | | | | | | | | | | | 0.75 |
| | 3.万亩综合毛灌溉定额 | (万 m ³ /万亩) | 35.1 | 28.7 | 19.8 | 40.6 | 45.3 | 17.9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 13.3 | 42.1 | 39.7 | 282.5 |
| | 4.灌溉面积 | 万亩 | | | | | | | | | | | | | 4.0 |
| | 5.灌溉需水量 | 万 m ³ | 140.3 | 114.9 | 79.2 | 162.4 | 181.3 | 71.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 53.3 | 168.3 | 158.7 | 1129.9 |

9.5 灌区工程规划

9.5.1 小清河本区

该片区现状村民从小清河通过新平水沟、土木村沟引水灌溉，总设计引水流量 $0.6\text{m}^3/\text{s}$ 。从工程运行情况来看，基本能满足小清河本区 0.3678 万亩农田的灌溉用水要求。该片耕地较少，现有的从小清河引水的新平水沟和土木村沟等引水工程，可满足小清河本区的农田灌溉用水。规划水平年小清河本区 $P=80\%$ 农田灌溉需水量 1385 万 m^3 ，规划仍由新平水沟、土木村水沟、新建小河水库灌溉， $P=80\%$ 供水量为 352.2 万 m^3 ，其中新平水沟、土木村水沟可供水量为 111.9 万 m^3 ，能满足本区 0.3678 万亩灌溉。小河水库可供水量为 240.3 万 m^3 ，可以保证右岸小河村灌片、新发、田坝村灌片、望厂村灌片灌溉面积 0.70 万亩，小清河流域本区剩余 2.5393 万亩耕地由于高程较高，现状没有水利工程灌溉，规划新建雪岭水库灌溉供水。

9.5.2 乌龙片区

乌龙片区灌溉面积 2.7 万亩。高程较低的 0.7072 万亩灌区属于坝塘水利系统工程的灌区，从钻天坡隧洞出口处取水，取水流量 $0.76\text{m}^3/\text{s}$ ，沿用原有输水渠道。取水后分为两支，一支流量 $0.32\text{m}^3/\text{s}$ ，进入已建成的长 140m 的陡槽，进口高程 1805m，陡槽进出口高差 75m，水经陡槽后放到野鸭塘沟，由野鸭塘沟控制灌溉 3000 亩耕地，田间渠系已配套；另一支流量 $0.44\text{m}^3/\text{s}$ ，在陡槽后 100m 处进入已建成的长 2700m 的倒虹吸，进口高程 1766m，出口在梁子边村，高程 1680m，水从倒虹吸出来后进入田间渠系，可灌溉耕地 4100 亩，田间渠系已配套。

乌龙灌区位置较高的耕地，海拔在 1603.3~1903.3m 之间，轿子山水库灌溉面积 0.8047 万亩。拟从钻天坡附近引水，进口高程 1932.3m，沿新乐水沟进行灌溉，总的取水流量 $0.87\text{m}^3/\text{s}$ 。由于新乐水沟年久失修，拟修复并延长新乐水沟，灌溉苏家坪子、马鞍山、麻栗平、菜子地、二土城等地。

规划水平年乌龙片区 $P=80\%$ 农田灌溉需水量 2540.4 万 m^3 ，规划由坝塘水利系统和轿子山水库灌溉， $P=80\%$ 供水量为 1420.4 万 m^3 ，缺水 1120 万 m^3 ，缺灌面积 1.192 万亩。本阶段轿子山水库的供水量是按照推荐方案进行计算。需要指出的是：经分析轿子山水

库由于来水量丰富，可以通过增加轿子山水库的规模，提高调蓄能力，保障乌龙灌区缺灌的 1.192 万亩农田需水。

9.5.3 东川坝区

东川坝区灌溉面积 3.3 万亩，从工程实施的时间可分为坝塘水利系统碧谷灌区和轿子山水库绿茂灌区，其中碧谷灌区灌溉面积 2.4504 万亩，绿茂灌区灌溉面积 0.856 万亩。两灌区均利用原有的团结渠进行灌溉，渠系较完善，满足灌溉水利用系数 0.65 的要求，充分利用原有渠系可以发挥原有工程的效益，节省工程投资，是经济合理的。

碧谷灌区由坝塘水利系统供水，通过水库输水隧洞取水，进入倒虹吸跨过大白河，在团结渠 20[#]闸前 520m 处进入团结渠，碧谷灌区团结渠段从 16[#]闸到大寨村渠尾，全长 8862m。坝塘水利系统输水隧洞全长 978.91m，正常运用的进口高程为 1561.40m，出口底板高程 1556.61m。倒虹吸全长 3810m，进口紧接输水隧洞出口，进口高程 1556.11m，出口高程 1373.00m。坝塘水利系统供水经倒虹吸进入团结渠后，灌溉用水分为两支。一支顺原团结渠流向下流，流量 1.37m³/s，到达团结渠尾部，可以控制 20[#]闸以下的耕地 10390 亩，同时在团结渠尾新建大桥河倒虹吸，流量 0.51m³/s，长 601m，跨过大桥洞到达光路脚，灌溉大桥洞右岸 6140 亩耕地；另一支以闸门控制使水逆向上游，从三江口倒虹吸出口至里程 0+500m 处，流量 0.66m³/s，灌溉倒虹吸出口至里程 0+500m 内的耕地 3400 亩，并在里程 0+500m 处新建支渠，流量 0.38m³/s，长 1500m，灌溉团结渠 20[#]闸以上至 16[#]闸之间的耕地 4574 亩。碧谷灌区为东川区高产稳产农田基地，大部分又是原团结渠灌区，田间渠系配套较好，可不再作田间渠系配套工程。

绿茂灌区耕地主要分布在碧谷灌区玉碑地以北，轿子山水库新增灌溉面积 8560 亩，高峰灌溉设计流量 0.71m³/s，由轿子山水库供水，经过坝塘水利系统后，进入团结渠。拟将团结渠进行延伸，经老龙树、绿茂塘、老街至新街，灌溉绿茂灌区 8560 亩农田，延伸段渠道总长 5.0km。经复核，团结渠设计流量 4.0m³/s，满足碧谷灌区和绿茂灌区高峰灌溉设计流量要求。

规划水平年东川坝区 P=80%农田灌溉需水量 3120.2 万 m³，规划由坝塘水利系统和轿子山水库灌溉，P=80%供水量为 3120.2 万 m³，可以满足本区农田灌溉用水需求。

9.5.4 乌龙、红土地镇梁子片区

乌龙、红土地镇梁子片区主要集中在小清河流域与乌龙河流域之间的区域，乌龙片区在南干渠以上区域，灌区耕地总面积为 4.00 万亩，灌区现有拟建清水河水库、零星渠道，供需平衡应根据现有供水工程实际情况，对现有供水工程充分、合理利用、发挥现有水利设施的作用为原则。规划水平年灌区渠道保持不变，考虑渠道的可供水量，规划水平年继续承担所控制灌区供水任务。通过计算可知，灌区附近天然山箐较多，但是来水量年内分配不均，汛期来水量大，枯期来水量小，枯期基本只能保证生态河道的需水量，所以规划水平年清水河水库保灌面积为 0.428 万亩，零星渠道保灌面积为 0.09 万亩，花沟水库保灌面积为 0.12 万亩，龙潭水库保灌面积为 0.2148 万亩。该片区有 3.15 万亩耕地处于缺灌状态，规划水平年拟建雪岭水库对该片区进行供水。

10 水力发电规划

10.1 流域水能开发概况

小清河为小江左岸一级支流，发源于东川区与禄劝县交界的轿子雪山，1984年云南省水利水电勘测设计院受东川市政府委托，开展了《东川市小清河流域水电规划报告》，报告中提出了沿河开发和跨流域开发两种方式，推荐开发方式为跨流域开发方式。

《东川市小清河流域水电规划报告》推荐的跨流域开发方式为：在流域本区规划四级水电站，均位于箐水地以上，在满足本区和河流生态用水的情况下，在箐水地筑低坝，从右岸取水，通过输水隧洞，在钻天坡穿过分水岭，到达乌龙河、大白河流域，在钻天坡和坝塘（麦地心）利用天然落差，拟建设小清河五级、六级水电站。五级水电站小部分尾水进入乌龙灌区作为灌溉用水，大部分尾水进入六级水电站。六级水电站尾水进入坝塘水库，通过坝塘水库调节后供给东川区城市生活用水和碧谷灌区灌溉用水，余水再利用440m的地形落差供七级水电站发电。

规划的梯级水电站为：小龙潭、白抛湾、蚂蝗箐、岩头、钻天坡、麦地心、三江口。其中小龙潭、白抛湾、蚂蝗箐、岩头位于小清河本区，钻天坡、麦地心、三江口位于箐水地以下16km引水线路上。

2009年东川区人民政府从东川区社会经济长远发展考虑，提出对小清河流域的水资源开发利用规划进行重新修编，云南省水利水电勘测设计研究院根据新的形势要求和实际情况，对小清河流域水能和水资源开发规划进行了修编，并编制完成《昆明东川区小清河流域规划报告》，提出工程开发实施方案。将形成“两库六站”的跨流域开发格局，为东川区社会经济可持续发展提供最为重要的水源保障。本次规划从东川区社会经济发展对水资源的需求角度出发，对小清河流域的开发利用进行调整。原规划中的四、五、六、七级水电站和坝塘水库已经建成或正在建设，而一、二级水电站受工程建设条件的制约近期还不具备开发条件。从小清河流域现状实际情况出发，对已经建成或正在建设的四、五、六、七级水电站和坝塘水利系统直接采用工程已有的设计成果；对近期不具备开发条件的一、二级水电站采用原有规划成果，作为远期方案，并进行电能指标复核；对近期具备开发条件的三级水电站，按照东川区社会经济发展对水资源的需求进行规划调整，将三级水电站调整为轿子山水库，供水任务为农田灌溉用水、城市用水和工业用

水。

小清河梯级水电站特征见表 10.1。

表 10.1 小清河规划梯级水电站特征表

| 电站分级 | 站址 | 装机 (kW) | 流量 (m ³ /s) | 落差 (m) | 建设情况 | 备注 |
|------|-----|---------------|------------------------|--------|------|----------|
| 一 | 小龙潭 | 2×630 | 0.63 | 291.9 | 未建 | |
| 二 | 白抛湾 | 2×800 | 1.87 | 125.7 | 已建 | |
| 三 | 蚂蝗箐 | 2×3200 | 4.8 | 170 | 未建 | 修编为轿子山水库 |
| 四 | 岩头 | 3×3200 | 7.8 | 155.9 | 在建 | |
| 五 | 钻天坡 | 2×3200 | 8.4 | 107 | 已建 | |
| 六 | 麦地心 | 2×3200+1×2500 | 7 | 185 | 已建 | |
| 七 | 三江口 | 24000 | 7 | 440 | 已建 | |

目前，箐水地引水坝已建成，箐水地至钻天坡引水隧洞已基本建成，隧洞过流能力为 9.0m³/s。轿子山水库、下游坝塘水库已经建成，四级水电站（岩头）、五级水电站（钻天坡）、六级水电站（麦地心）、七级水电站（三江口）水电站已建成。

轿子山水库即位于三级水电站位置，下游依次有四、五、六、七级水电站。

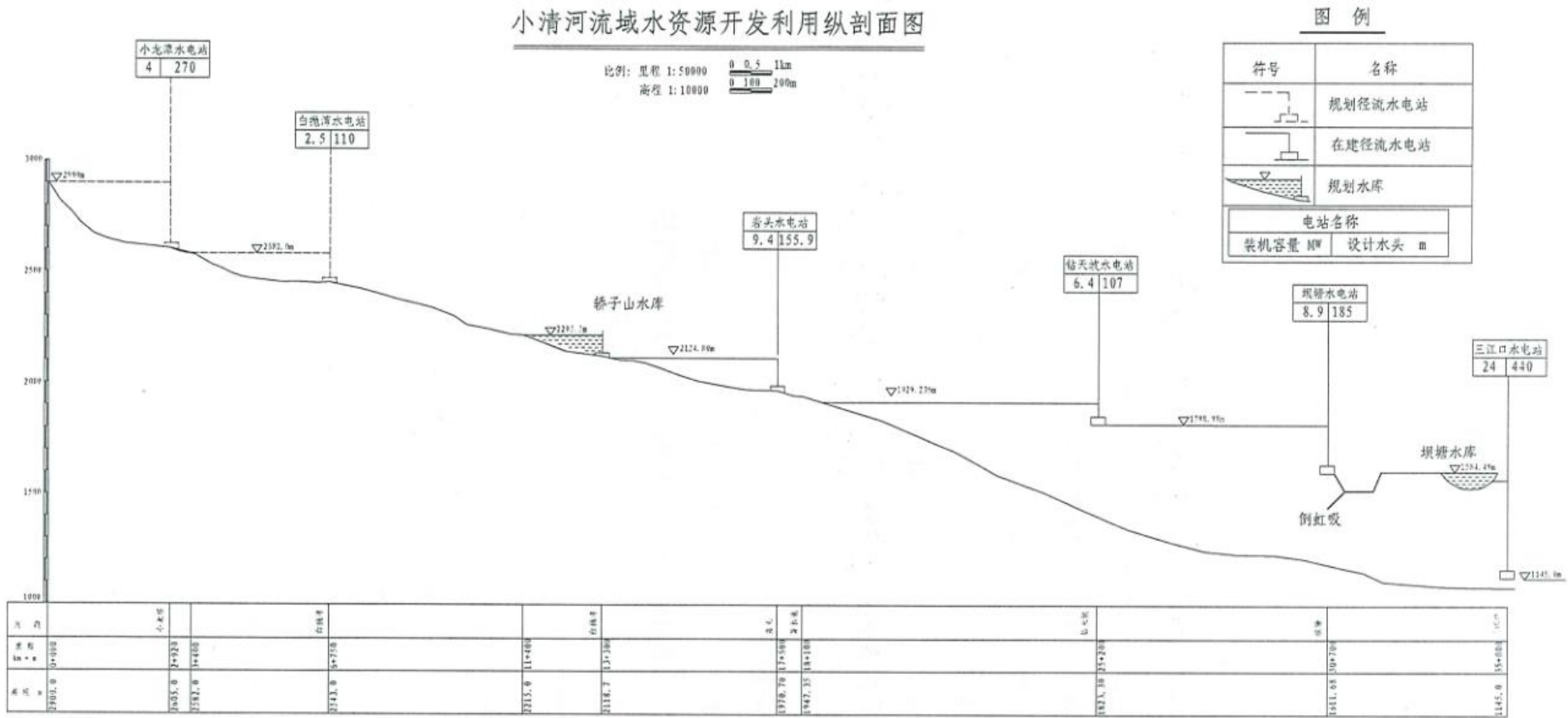


图 10.1 小清河流域水资源开发利用纵剖面图

10.2 干流梯级电站不同水平年计算

10.2.1 计算基本资料及基本参数

(1) 下游梯级电站特征值

雪岭水库上游规划有一级水电站，总装机容量 $2 \times 630 \text{ kW}$ ；下游梯级水电站共五级，总装机容量 48.9 MW ，利用总毛水头 887.9 m 。本次规划对轿子山水库上游的一、二级水电站采用原规划成果，三级轿子山水库特征值采用初步设计报告成果，下游四~七级水电站特征值采用各水电站已有的相关计报告的成果。

(2) 径流系列

本次规划径流过程采用 1957~2020 年共 64 年水文长系列资料，并按月过程进行分析计算。

(3) 上游耗水量分析

雪岭水库上游径流区内农村人口约 0.15 万人，0.2 万亩耕地，现状水平年雪岭水库上游耗水量约 63 万 m^3 ，仅占雪岭水库断面来水量的 1.31%。规划水平年雪岭水库上游人口增加不多；耕地面积受地理因素影响，不可能有大幅度的增加。因此，规划水平年轿子山水库上游新增耗水量不大，水库来水量不考虑上游新增耗水量因素。

(4) 生态流量

生态流量主要考虑一、二、四级水电站和箐水地取水口两个断面，其余梯级水电站均位于坝塘水库引水干渠上，均没有直接从天然河道取水，因此不考虑五、六、七级水电站的生态流量。

按照《建设项目水资源论证导则（试行）》（SL/Z322—2005）的要求，按多年平均流量的 10% 预留。一、二和四级水电站生态流量分别为 $0.1 \text{ m}^3/\text{s}$ 、 $0.19 \text{ m}^3/\text{s}$ 和 $0.57 \text{ m}^3/\text{s}$ 预留取水口下游生态流量。轿子山水库下游河道最小生态用水量 $1683.8 \text{ 万 m}^3/\text{a}$ 。由于本项目城市、工业、农业灌溉及坝塘水库枯期补水的供水量均放水至下游河道，从箐水地取水口引水供城市生活、工业及农田灌溉用水。经试算，轿子山水库总的出库水量满足轿子山水库至箐水地取水口河段的河道最小生态用水。在箐水地取水口，按箐水地取水口以上径流区多年平均天然来水量的 10%，扣除箐水地取水口下游河道最小生态用水 $0.79 \text{ m}^3/\text{s}$ ，合 $2491 \text{ 万 m}^3/\text{a}$ 。经轿子山水库调节后，箐水地取水口来水量在保证城市、工业、农田灌溉及坝塘水库枯期补水后如不满足下游河道最小生态用水，则由轿子山水库

下泄生态用水，满足箐水地取水口的生态用水，轿子山水库多年平均补给的生态水量为 134 万 m^3/a 。

根据《建设项目水资源论证导则》SL 322-2013 的有关规定，下游河道生态需水按坝址断面多年平均径流量的 10%下泄。根据《河湖生态环境需水计算规范》，开发利用程度较低的中小河流生态环境需水量为地表水资源量的 20%~30%，为维持生态保护区生物群落稳定和栖息地的可再生，本次规划地区现状水资源开发程度较低，不足 1%，按上述要求，本工程汛期（6 月~11 月）按取水断面多年平均天然径流量的 30%，枯期（12 月~次年 5 月）按取水断面多年平均天然径流量的 10%预留河道生态基流，当月来水不足时，按当月来水下放。根据水文计算成果，雪岭水库坝址断面年下泄生态流量为 969.5 万 m^3 ，汛期下泄生态流量为 $0.461\text{m}^3/\text{s}$ ，枯期下泄生态流量为 $0.154\text{m}^3/\text{s}$ 。

（5）设计保证率

由于供电方向主要是云南省电网，根据水能设计规范以及地方电力系统的实际情况，下游梯级水电站的设计保证率采用 $P=90\%$ 。

（6）水头损失

本次规划一、二级水电站水头损失按 5m 考虑，四~七级水电站按各工程设计报告取用，分别为 0.098、0.156、0.449 和 0.3495。

（7）坝塘水库干渠输水损失按 5%计。

10.2.2 计算方法

本次规划，对下游梯级水电站的影响主要是由于雪岭水库的兴建，将部分水量引走，供红土地镇、乌龙镇生活和农田灌溉所致。经过分析，规划水平年由于上游新增耗水量较小，因此不考虑上游新增耗水量因素。综合考虑，本次规划对下游梯级水电站的影响主要考虑兴建雪岭水库和未兴建雪岭水库两种方案对下游二级水电站的影响。雪岭水库上游水电站根据原规划的成果进行电能指标的复核。

10.2.3 计算结果

根据上述计算基本资料以及计算方案，小清河流域一、二级水电站电能指标见表 10.2。轿子山水库以下各梯级水电站电能指标计算成果见下表 10.3。

表 10.2 雪岭水库上游一级水电站、下游二级电站电能指标复核

| 序号 | 项目 | 单位 | 一级站 | 二级站 |
|----|------------------|----------|------|------|
| 1 | 多年平均年累计发电量 | 万 kW · h | 860 | 920 |
| 2 | 多年平均 11-5 月累计发电量 | 万 kW · h | 397 | 348 |
| 3 | 多年平均 6-10 月累计发电量 | 万 kW · h | 463 | 572 |
| 4 | 年利用小时数 | h | 6822 | 5751 |
| 5 | P=90%保证出力 | kW | 343 | 292 |

表 10.3 小清河二级电站发电量计算成果表

| 方案 | 多年平均来水量(万 m ³) | | | 多年平均发电量(万 kW · h) | | | 出力 |
|----------|----------------------------|--------|--------|-------------------|--------|--------|--------|
| | 全年 | 汛期 | 枯期 | 全年 | 汛期 | 枯期 | (kW) |
| | 来水量 | | | 发电量 | 发电量 | 发电量 | |
| 建库前 | 5889 | 4742 | 1148 | 2424 | 2023 | 401 | 3056 |
| 建库后 | 3809 | 3479 | 317 | 1754 | 1576 | 178 | 2002 |
| 减少量(前-后) | 2081 | 1263 | 831 | 671 | 448 | 223 | 1054 |
| 减少比重 | 35.33% | 26.63% | 72.37% | 27.66% | 22.13% | 55.56% | 34.48% |

10.3 上游水资源开发利用对下游干流梯级电站的影响分析

雪岭水库建成后,小清河二级电站取水口天然来水从 5889 万 m³ 减至 3809 万 m³,经计算,由于电站取水口径流减少,小清河二级电站的多年平均发电量从建库前的 2424 万 kW.h 减至 1754 万 kW.h,减少了 671 万 kW.h,减少幅度为 27.66%,汛期电量减少 448 万 kW.h,枯期电量减小 223 万 kW.h,这主要由于上游雪岭水库灌溉及用水主要集中在枯期。根据 2013 年~2020 年小清河二级电站实际发电量来看,电站主要集中在汛期发电,多年平均发电量为 1306 万 kW · h,雪岭水库建成后汛期发电量为 1576 万 kW · h,大于电站实际发电量,所以雪岭水库建设对小清河二级电站基本无影响。

10.4 结论及建议

10.4.1 结论

通过对雪岭水库建库前后下游梯级水电站发电效益的分析结果可以看出:雪岭水库

建成后汛期发电量为 1576 万 kW·h，大于电站实际发电量，所以雪岭水库建设对小清河二级电站基本无影响。综上所述，雪岭水库的兴建对下游二级水电站的发电效益将造成一定程度的影响，但影响较小。按照河道内、河道外用水统筹考虑，优先保证河道外生活、生产用水的水资源综合利用的基本原则以及东川区社会经济的长远发展考虑，以牺牲发电效益换来东川区社会经济发展所必须的宝贵水资源，雪岭水库的兴建是值得的。

10.4.2 建议

建议雪岭水库业主与下游梯级水电站进行协商，对由于雪岭水库的兴建对下游梯级水电站造成的不利影响通过东川区政府协调，参考其他地区类似工程的经验，采取相应措施，做好相关补偿工作，避免由于雪岭水库的修建产生社会矛盾，造成社会的不稳定。

11 水资源保护规划

11.1 水功能区划

11.1.1 云南省水功能区划

根据《昆明市滇中新区水功能区划》，小清河为小江右岸支流，发源于两区红土地镇马鬃岭，河流自西北向东南方向流经麻塘、窑山、土木村，然后穿轿子山水库（规划水库），至邹家村折向东北，在西牛塘以东川与两区的界河流经 4.8km 后进入东川境内，入境后转向北流，经纸厂、三沟水，在中厂河村纳左支中厂河，继续北流，于洒海汇入小江。河流总集水面积 341km²，总河长 37.2km，其中两区河长 26.1km，东川区河长 11.1km。小清河涉及水功能一级区划，分别为：

小清河两区保护区：源头至轿子山水库坝址，河长 14.1km。河流源头段处于国家级轿子山自然保护区范围内；中游段拟建的轿子山水库设计总库容 3692 万 m³，设计供水人口 10.2 万人，设计年供水量 6298 万 m³。现状水质为Ⅱ类，规划水平年水质保护目标为Ⅱ类。

小清河两区-东川保留区：轿子山水库坝址入小江汇口，河长 23.1km。该段河流流经地多高山峡谷，人烟稀少，受人类活动影响较少，水资源开发利用程度低。现状水质为Ⅱ类，规划水平年水质保护目标为Ⅱ～Ⅲ类。

坝塘水库东川开发利用区：全库，坝塘水库是一项跨流域引水的中型水利工程，于 2007 年 8 月 27 日开始试蓄水，工程从发源于轿子山的小清河箐水地筑低坝引水，设计总库容 1841 万 m³，设计灌溉面积 3.15 万亩，设计城市供水 1976 万 m³/年，现状水质为Ⅱ类，规划水平年水质保护目标按水功能二级区划执行。

11.2 水质现状及主要问题

根据小清河水体功能及开发利用规划，设观测断面三个、专用站一个，分别为新桥断面、小河断面、晓光桥断面及坝塘库区水质专用站、监测站。

新桥、小河两条水源均为汤丹矿区工农业生产及集镇用水的重要水源，供水人口众多、水质监测十分必要。

晓光河断面是坝塘水利枢纽工程取水区，主要观测水源区水质变化及乡镇企业污染

情况、为坝塘水库水源保护提供依据。

坝塘水质监测专用站设置于坝塘水库，因该水库承担着东川城市工生产生活用水及乡村农业、农村人畜饮水等重要供水任务，设置专用站便于掌握库区水质变化情况。

小清河流域水质总体较好，小清河属长江流域金沙江水系，为小江左岸一级支流。根据《云南省地表水环境功能区划》（2010年-2020年，云南省环境保护厅），根据《昆明市生态环境状况公报》（2020年），项目所在地监测断面有小江阿旺（姑海）断面，监测水质类别为Ⅱ类；小清河属金沙江水系，为小江左岸一级支流。因此，小清河水质保护满足Ⅲ类要求。

按《地表水环境质量标准》GB3838-2002进行水质检测。由《水质检测报告》显示，小清河源头段基本项目中各指标均达到了Ⅰ~Ⅱ类，补充项目均满足标准限值，根据《地表水环境质量标准》GB3838-2002，水质达到Ⅲ类及以上可以用于集中式生活用水及灌溉。

表 11-1 小清河源头处水质检测成果

| 检测项目 | 单位 | 检测结果 | 地表水环境标准 |
|----------------------------|-------|---------|---------|
| pH | 无量纲 | 7.63 | 符合 |
| 化学需氧量(COD) | mg/L | <4 | Ⅰ类 |
| 五日生化需氧量(BOD ₅) | mg/L | ND | Ⅰ类 |
| 石油类 | mg/L | <0.06 | Ⅱ类 |
| 阴离子表面活性剂 | mg/L | 0.007 | Ⅰ类 |
| 氟化物 | mg/L | 0.039 | Ⅰ类 |
| 氯化物 | mg/L | 0.599 | 符合 |
| 硝酸盐(以 N 计) | mg/L | 0.184 | 符合 |
| 硫酸盐 | mg/L | 1.75 | 符合 |
| 氰化物 | mg/L | <0.002 | Ⅰ类 |
| 硫化物 | mg/L | <0.005 | Ⅰ类 |
| 挥发酚 | mg/L | <0.002 | Ⅰ类 |
| 六价铬(Cr ⁶⁺) | mg/L | <0.004 | Ⅰ类 |
| 高锰酸盐指数/耗氧量(CODMn) | mg/L | 1.10 | Ⅰ类 |
| 氨氮（以 N 计） | mg/L | <0.025 | Ⅰ类 |
| 总磷 | mg/L | 0.012 | Ⅰ类 |
| 总氮 | mg/L | 0.156 | Ⅰ类 |
| 溶解氧 | mg/L | 5.89 | Ⅱ类 |
| 粪大肠菌群 | MPN/L | 20 | Ⅰ类 |
| 镉(Cd) | mg/L | 0.00007 | Ⅰ类 |
| 铜(Cu) | mg/L | 0.00076 | Ⅰ类 |
| 铁(Fe) | mg/L | 0.0169 | 符合 |

| | | | |
|-------|------|----------|-----|
| 锰(Mn) | mg/L | 0.00203 | 符合 |
| 铅(Pb) | mg/L | <0.00009 | I 类 |
| 锌(Zn) | mg/L | 0.00521 | I 类 |
| 砷(As) | mg/L | <0.0003 | I 类 |
| 汞(Hg) | mg/L | 0.00008 | I 类 |
| 硒(Se) | mg/L | <0.0004 | I 类 |

流域内广泛存在农村及农业面源污染，主要来源于农田施肥、农药、畜禽及水产养殖和农村居民污水。流域内部分区域水土流失现象比较明显，存在山体滑坡的潜在危险，同时，流失的土壤中携带一定量的可溶性物质，对河流水质也会产生一定的影响。

11.3 水资源保护规划目标与布局

(1) 规划目标

到 2025 年，主要城市的城镇生活污水达标排放；饮用水源及重要水功能区全部达标，流域水功能区达到规划功能目标。主要农村饮用水水源地水质保护体系基本建立；重要水源涵养区、江河源头区得到有效保护；基本建成水资源保护体系。

到 2035 年，污染物入河量全部控制在功能区纳污能力范围内，水环境呈良性发展；主要农村饮用水水源地水质基本达标；建立完善的水资源保护体系，保障水资源的良性循环，以水资源的可持续利用支撑经济社会的可持续发展。

(2) 规划布局

以水功能区划为基础，通过对流域现状水质、污染源调查和分析，制定入河排污总量控制方案，以入河控制量和河流生态需水为水资源保护的控制目标，重点区域重点保护，采用多种措施保护流域水资源质量。

11.4 入河排污口总量控制方案

水功能区纳污能力是指在满足水域功能要求的前提条件下，按照给定的水功能区水质目标值、设计水量及排污方式，功能区水体所能容纳的最大污染量。由于不同水功能区对水质的要求不同，功能区的水质现状和水质目标的要求不同，水域纳污能力按不同的水功能区分类确定计算方法。开发利用区采用数学模型计算法，保护区、保留区和缓冲区水域纳污能力主要根据全国综合规划成果、现状调查入河污染量来确定。

11.5 水资源开发利用存在问题

小清河流域绝大部分人口和耕地位于山区、半山区，分布较为分散。流域内水资源总量虽然丰富，但由于特殊的地理位置和水资源时空分布不均衡，加之山高坡陡，高差悬殊，狭窄的“V”形深谷密布，地形起伏多变，难以寻找适宜修建水库的地形，水资源开发利用难度较大，导致水源工程等水利设施严重不足，水资源利用率极低，抵御旱情灾害能力弱，自然灾害频发，给当地人民群众的生产、生活带来严重影响。

11.6 水资源保护措施

城镇集中式饮用水水源地保护工程规划坚持“全面保护、重点突出”和“饮用水水源地安全保障建设和污染综合治理并重”的原则，统筹规划，合理布局。饮用水水源地保护工程措施主要包括隔离防护与宣传警示工程、污染综合整治工程两大方面。

（1）隔离防护与宣传警示工程：

隔离防护工程是指通过在保护区边界设立隔离防护设施，防止人类活动等对水源地的干扰，拦截污染物直接进入水源保护区，主要包括物理隔离、生物隔离。物理隔离是采用护栏或围网对水源保护区进行机械围护，主要形式为简易围网、钢筋混凝土围网和铁栅栏；生物隔离工程类型为根据各地具体情况选择适宜的林草植被，营造防护林或树墙。隔离防护工程原则上应沿着水源保护区的边界建设，根据保护区大小、周边具体情况等因素，合理确定隔离工程范围和工程类型。此外，水源保护区边界应设立明确的地理界标和明显的警示标志，包括界碑、公告牌、警示牌等。

（2）污染综合整治工程：

水源地污染综合整治工程是针对城镇饮用水水源地存在的点源、面源、内源等污染源提出综合整治对策和措施。

1）面源污染整治工程

饮用水水源地面源污染整治工程主要包括农田径流污染控制、农村生活污水处理、农业与农村固体废弃物循环利用工程。对农田径流污染采取雨水集蓄利用工程、生态沟渠、水源涵养林、生态护坡等措施，以减少进入水源地的污染物负荷。对农村生活污水、固体废弃物污染采取建设小型农村生活垃圾收集池及转运站、沼气池、分散式污水处理装置、禽畜粪便收集及转运站等工程，重点对大中型水库水源地库周开展面源污染综合整治工程，通过“抓点、带线、促面”，减小废污水、固废等随意排放对水源地造成的

潜在风险。

城市集中式饮用水水源地的面源污染整治工程主要包括农村生活污染治理、生活垃圾整治;农村河道综合治理;农田径流、农村生活污水农业与农村固体废弃物污染防治工程。新建农村排污沟及污水处理厂,新建河岸护堤、河坎等,对农渠生态改造,推广测土配方施肥和缓释肥技术建立沤肥池,建设秸秆综合利用生产厂等;对分散式污水处理装置、生活垃圾、禽畜粪便收集及转运。

2) 内源污染治理工程

饮用水水源地内源污染治理工程主要包括底泥治理、水产养殖治理流动污染线源治理工程。对于现状水质不合格或存在底泥二次污染的水源地,在治理岸上点、面源污染的同时,对底泥进行疏。对饮用水水源地保护区内的水产养殖、旅游景区游船等进行综合整治。

此外,应推进水资源循环利用,加强工业节水技术改造,推进雨水资源化利用;加强节约用水管理,加强城镇节水宣传教育,推行工业节水。

11.7 水资源保护监测

在流域内开展水质监测,及时发现水功能区水质变化及发展趋势,掌握水质变化的时空规律,预测不良趋势并及时发布警报,为流域内水资源保护提供科学依据。

按照规划既定的原则,以满足水资源保护和管理需求为核心,根据小清河水资源分布状况和水资源开发利用、水污染发展趋势,以及经济社会发展对水资源、水环境的需求,有计划、有重点、分步骤推进水资源保护监测站网建设。

监测站网布设要与经济社会发展相适应,并满足水资源保护和管理要求。水资源保护监测站网布局、监测参数的设置、监测频次等应尽可能满足《水环境监测规范》SL219-2013 及其他相关规范、标准对水功能区行政区界、饮用水水源地、入河排污口监测提出的要求。只有当受水工程地理位置和交通条件等不利因素限制或除饮用水源区外的其他水质良好且常年稳定无变化的河流、湖泊、水库,可以酌情降低监测频次。

(1) 水功能区监测站点

原则上每个水功能区监测断面布设不得少于 1 个,并根据影响水质的主要因素与分布状况等,增设监测断面,应结合实际需求,健全水功能区监测站网。

此外,相邻水功能区界间水质变化较大或区间有争议的,按影响水质的主要因素增

设监测断面；水功能区内有较大支流汇入时，中汇入点支流的河口上游处级充分混合后的干流下游处分别布设监测断面。随着信息化发展，规划近期建设水功能区水质自动监测站 1 座，远期逐步实现全自动化。

（2）排污口监测站点

近期采取调查和普查结合、以人工巡测为辅，对现有入河排污口在枯水季节进行监测，每年 2 次；远期，在近期的基础上，对政府批准新增的规模以上排污口进行监测。

12 水生态保护与修复规划

12.1 水生态环境现状

12.1.1 河道生态现状

小清河属金沙江水系,为小江左岸一级支流。位于东经 $102^{\circ} 52' \sim 103^{\circ} 06'$ 之间,北纬 $25^{\circ} 59' \sim 26^{\circ} 10'$ 之间。发源于流域西北部的拱王山脉,河源高程约 4020m。自河源起由西北向东南流经麻塘、新碳房、上岔河等村庄后在下岔河村到坝址,往下经土木村、李子树、晓光村、邹家村、箐水地和犀牛塘等地后转为东北向,流经干沟箐、中厂河、羊鼻子村后在洒海村下游附近汇入小江。总径流面积 349km^2 , 全河长 41.2km,河道平均比降 46%。小清河流域呈扇形,为羽状水系。流域形状系数 0.21,流域平均宽度约 9.1km。左岸水系较右岸更为发育,位于左岸的支流有上岔河、碳房沟、白抛湾、店房沟、晓光沟、四风口沟、小河、普岔河等 10 条;而右岸仅有猫猫箐、蚂蝗箐、畔河沟等 4 条。

流域内河道主要为山区河道,山区河道水位变化幅度大,洪水期后大部分滩地及护岸裸露,再加上大部分河段没有堤防、防洪标准较低,保护范围和管理范围不明确,河滩地被侵占。整体河道安全性严重不足,水土流失较为严重,洪水陡涨陡落,对生态影响较大。由于小水电工程造成电站引水口至电站厂房之间的河段断流;河道生态需水得不到保障,河道生态功能丧失,水生动植物的生境受损,河岸的侵占也导致动植物生存空间丧失,河岸生态功能退化,水污染的加剧导致城镇区河道水生生物种群的生存环境遭到严重破坏。

12.1.2 重要生境情况

依据《云南省 2014 年自然保护区名录》及后续更新建设情况,截止目前,小清河流域内与水生态保护相关的自然保护区 1 个。涉及轿子山国家级自然保护区。

12.2 水生态与环境主要问题

(1) 水资源短缺,生态基流不足

河流生态基流不足,在枯季不同程度出现断流现象,小清河干流由于小水电的建设,

电站引水口至电站厂房之间的河段由于人为原因造成了断流，破坏了河段的水生生境。

(2) 流域现状人类活动较为频繁，人为干扰严重，生物群落退化区域植被退化，流域受人为活动影响较大，以毁林开荒等落后方式扩大耕地面积，使森林植被减少，生态环境具有明显的人为影响痕迹，主要集中在坝区河谷地带，生态系统单一，抗干扰能力低，生态系统脆弱，水生生物群落退化，水生态系统稳定性弱，如洱海夏季蓝藻优势较水生植物大，规模化水华发生风险仍然较高。近些年对洱海、茈碧湖、剑湖等护岸的恢复治理，水生及陆生植物有所恢复，但仍不足以对藻类造成竞争优势土著鱼类等水生动物的减少甚至消失，外来物种增加，导致原有水生态系统更加脆弱，在水质恶化及波动下，规模化水华等水生态问题仍有可能发生。

(3) 重点动物保护力度不足

流域内哺乳类主要为小型啮齿动物为主，大绒鼠和齐氏姬鼠为常见种，总体上讲种类贫乏；有 7 种国家 II 级保护鸟类（雀鹰、普通鵟、黑翅鸢、黑鸢、红隼、白腹锦鸡、斑头鸺鹠）；爬行类主要以蜥蜴目和蛇目为主，这些种类的活动和栖息生境以河流河边、乔、灌木林、荒山荒地为主，存在 1 种国家 II 级保护动物两栖爬行动物（红瘰疣螈）；评价区共有鱼类 13 种，没有国家级和省级重点保护鱼类，也没有长距离洄游性鱼类。13 种鱼类均为金沙江流域的土著种，其中分布于小清河上游的戴氏鳅和小江的短须裂腹鱼为长江上游特有种。

(4) 流域未建立生态保护补偿机制

流域内未真正建立生态保护补偿机制，未出台相关的政策文件。

12.3 水生态保护与修复任务

12.3.1 保障生态需水

保障河流生态环境需水是保护河流生态环境的关键。河流控制节点的生态基流和河流生态环境下泄水量，反映了河流水系生态环境需水的总体情况，应按照“三生用水兼顾”的原则合理配置。

结合各控制断面生态环境状况及工农业需水状况，按《河道内生态需水评估导则(试行)》等估算小清河流域主要控制断面生态基流和生态环境下泄水量。

流域开发过程中，应统筹防洪、发电等与生态的关系，协调上、下游水体生态环境需水量的关系，在不同时间尺度和不同空间尺度满足河流基本生态环境流量的要求，建

立满足坝下游生态保护和库区水环境保护要求的水库调度方式；加强水电梯级生态下泄水量研究，运用科学调度技术和手段，逐步满足梯级电站坝下生态环境需水要求；逐步建立河流生态环境需水监管措施和保障制度，建立蓄水工程生态下泄水量监控系统，使生态基流和生态环境需水保障纳入法制轨道。目前流域内正在开展雪岭水库工程前期工作。

12.3.2 河道及湖泊保护与修复

（1）水域岸线保护

建议编制小清河河道水域岸线规划及湖泊生态保护“三线”规划，划定河道管理范围和生态空间，落实规划岸线分区管理要求，强化岸线保护和节约集约利用。

（2）河道综合治理

加强河道清淤疏浚、生态护岸、水系连通等综合治理，推进河道综合整治，提高河道防洪标准及抗旱应急能力，提升河道整体生态环境质量。

（3）水质保障

强化流域污染防治工作力度，对化学需氧量、氨氮、总磷、重金属及其他影响人体健康的污染物采取针对性措施，加大整治力度。汇入富营养化湖库的河流应实施总氮排放控制。环境容量较小、生态环境脆弱，环境风险高的地区，应执行水污染物特别排放限值。对江河源头及现状水质达到或优于III类的江河湖库开展生态环境安全评估，制定实施生态环境保护方案，使水体水质保持稳定。对现状水质不满足水功能区划要求的河段开展污染影响源调查，制定实施生态环境恢复方案，逐步使水体水质满足要求。

12.3.3 重要生境保护任务

（1）加强推进特有鱼类保护区建设

对小清河流域干支流开展调查，以水量、水质、地形地貌、河床河势、水文情势、鱼类资源、河流的开发状况等为指标进行比选，结合流域规划、工程建设现状和水生态环境特点，建议将流域范围内开发程度小、天然河段保存较完整的河段作为鱼类栖息保护区，不再布设单项工程特别是拦河工程，为流域鱼类重要栖息地而加以严格保护，并进行长期的水质、鱼类和水生生物等生态环境监测。

（2）加强工程建设与生态保护相协调

加强水利水电工程建设和水生态与环境优先保护区域保护的协调，原则上在水生态

与环境优先保护区域内，不得开展水生态与环境系统不能承受的治理开发活动，影响不大的治理开发活动确有必要进行的，应充分论证，并采取必要的保护措施。

（3）加强政府主导

确保政府职能部门的监控和主导作用。鉴于目前流域内许多环境敏感区管理混乱的状况，各地政府应按照政企分开、政事分开、管理高效的原则，建立规范的、具有实际管理权威的环境敏感区管理机构，安排足够的编制和管理人员，并将管理经费列入财政预算。区内所有单位和个人都应服从总体规划的要求，服从当地政府管理机构的统一管理。

（4）建立定期或不定期的监督检查制度

采取重点检查、自查等多种形式，加强对环境敏感区的监管。及时发现和纠正环境敏感区管理中存在的问题，对于某些资源已遭到严重破坏的，或资源保护不力，或规模过小的与名称极不相符的环境敏感区，应清理整顿；对各项工作良好，资源较丰富的环境敏感区，应推荐提高其等级。

12.3.4 建立生态补偿机制

河道生态补偿指在可持续发展的理念下，综合利用政府、市场、法律等手段，对河道水资源开发利用与保护各利益主体间的外部性问题予以补偿或赔偿；促进河道一体化管理和水资源的可持续利用。

为保护流域水生态，加强一体化管理，结合“谁开发、谁保护，谁受益、谁补偿”事前保护和“谁破坏、谁恢复，谁排污、谁付费”事后治理的思路，突出保护优先、预防为主，增强公众参与能力，提高社会自觉保护意识，建立以政府补偿为主，保护地区与受益地区共同参与的生态补偿机制。

12.4 水生态保护与修复措施

12.4.1 生态需水保障措施

（1）减脱水河段调查

开展小清河流域减脱水河段调查，对减脱水河段水资源量、水文情势、水环境质量、生态质量等进行调查，包括减脱水河段上游的取水口情况、河道生态水量要求、涉及的生态敏感区等。分析流域减脱水河段的原因，针对原因制定相应的措施。

(2) 水电站增设生态流量下放设施

无专用生态流量下放设施的水电站，按照可行、实用、经济的原则选择生态流量下放方式和下放设施。有条件对引水渠道、泄水设施、冲砂设施等辅助工程进行改造的，可改建生态流量下放设施，如在引水渠道侧面设置生态放流孔、固定泄水闸或冲沙闸的闸门开度等措施；无改造条件的，可通过在引水渠道内适当位置布置管道、增加泵站抽水放流。

12.4.2 河道及湖泊保护与修复措施

结合水利部《河湖岸线保护与利用规划编制指南(试行)》，按照小清河流域实际情况，编制小清河流域河道水域岸线规划，划定河道的临水边界线及外缘边界线，明确河道管理保护范围。

在河道管理保护范围基础上，推进“三退三还”，采取“两违”整治行动，实施建筑“只拆不建、禁止拆旧建新”和餐饮客栈“总量控制、只减不增”，并逐步开展生态缓冲带修复及湿地建设工程。项目建设用地依法有偿征收，项目范围内土地房屋有序腾退，涉及的建筑物、构筑物及附属设施等依据相关规定补偿。征收的土地全部用于生态护岸、生态缓冲带、生态湿地和生态廊道建设，恢复湿地自然生态岸线，形成完整的陆地与河湖水体的过渡缓冲区域。

12.4.3 水生态监测措施

建设流域水生态监测平台，遵循统筹规划、资源共享原则，在主要河流设置水生态监测站点，定期对水质、水生生物进行采样检测，水质主要监测指标为总磷、总氮、氨氮及 COD 等，水生生物主要对水生植物、鱼类的种群及分布进行监测。其中水质每月监测一次，水生生物每年监测两次，汛枯期各一次。并建立流域水生态监测信息共享平台，实现数据实时传输和共享。

13 水土保持规划

13.1 规划原则

(1) 与流域综合规划相协调。本流域水土保持规划范围、水平年等应与本流域综合规划相协调一致。

(2) 坚持与相关规划衔接。本流域水土保持规划目标、规模应与《全国水土保持规划(2015-2030 年)》《云南省水土保持规划(2016-2030 年)》相互衔接,既要落实上位水土保持规划对流域所在县(市)提出的目标规模,还应指导各县(市)水土保持工作任务安排;同时,要立足当地实际和新形势,突出流域特色,根据需求制定切实可行的流域规划指标。

(3) 因地制宜,分区防治,合理布局。在水土保持区划的基础上,紧密结合流域水土流失特点和经济社会发展需求,因地制宜,分区布置水土流失防治方略,科学合理布局。

(4) 坚持突出重点,分步实施。充分考虑水土流失现状和防治需求在水土流失重点预防区和重点治理区划分的基础上,突出重点,分期分步实施。

(5) 坚持制度创新,加强监管。分析水土保持面临的机遇和挑战,创新体制,完善制度,强化监管,进一步提升水土保持社会管理和公共服务水平。

13.2 水土流失现状

13.2.1 水土流失现状

(1) 东川区水土流失现状

根据《云南省水土流失调查成果公告》(云南省水利厅 2020 年),东川区土地总面积 1674km²,微度侵蚀面积 690.51km²,占土地总面积的 41.25%。水土流失面积 983.49km²,占土地总面积的 58.75%。具体情况见下表。

表 13.2 东川区水土流失现状统计表

| 县(市、区) | 土地面积 | 微度流失 | | 水土流失 | |
|--------|------|--------|-------|--------|-------|
| | | 面积 | % | 面积 | % |
| 东川区 | 1674 | 690.51 | 41.25 | 983.49 | 58.75 |

（2）项目区水土流失现状

根据现场调查，项目区区域内占地类型主要为耕地、林地、草地、其他土地、住宅用地、交通运输用地、水域及水利设施用地，项目所在区域属以水力侵蚀为主的西南土石山区，土壤侵蚀模数允许值为 $500t/(km^2 \cdot a)$ 。原生平均土壤侵蚀模数土壤平均侵蚀模数 $1245.93t/km^2 \cdot a$ ，项目原生水土流失以轻度侵蚀为主。

13.2.2 水土流失成因

水土流失的成因有自然因素和人为因素两方面。

（1）自然因素。由于小清河流域地形地貌、地质构造、岩性和气候条件复杂，自然条件是造成水土流失的客观原因。自然因素包括：

1）流域因地形、地质条件，千沟万壑、沟谷两侧剥蚀滑坡、崩塌、泥石流及部分洪积扇切深下移等不良物理现象遍布，短历时雨强使滑坡和重力侵蚀频频发生，诱发严重水土流失。

2）降雨的强度大小以及年内分配均匀程度直接影响到侵蚀形式和侵蚀量的大小。

3）植被。流域原生植被面积逐年缩小，人工林因林种单一，植物盖度不高，在坡度较陡的地方仍会发生水土流失。

（2）人为因素。人为因素主要包括人口增长过快、落后的生产生活方式、基础设施建设过程中存在的土地开发利用不合理以及忽视水土保持工作、无序的矿产资源开发造成严重的水土流失等。

13.3 面临的形势

党的十九大将建设美丽中国作为全面建设社会主义现代化国家的重大目标，提出建设生态文明是中华民族永续发展的千年大计。习近平总书记在深入推动长江经济带发展座谈会和全国生态环境保护大会上要求始终把生态文明建设摆在全局工作的突出位置。习近平总书记高度重视生态文明建设，要求云南把生态环境保护放在更加突出的位置，成为生态文明建设的排头兵。云南省委、省政府坚定不移推进生态文明建设、坚定不移加大环境保护力度，保护好绿水青山、蓝天白云，建设“森林云南”，争当生态文明建设的排头兵。以“一带一路”建设、长江经济带、乡村振兴等重大发展战略为机遇，把云南省的区位优势、资源优势、环境优势转化为发展优势，把水土保持工作作为推动生态文明建设和把云南建设成为中国最美丽省份的重要内容，大力加强水土保持工作，也

为水土保持工作提出了新要求，水土保持工作面临新形势。

13.4 存在的问题

根据“水利工程补短板、水利行业强监管”总基调的要求，按照“把工作重心切实转变到监管上来，在监管上强手段，在治理上补短板”的水土保持工作总思路和“尊重自然、注重预防、强化治理，打造绿水青山，推进水土流失防治体系和防治能力现代化”的总体目标，分析当前流域水土保持工作中存在的短板和问题如下：

（1）水土流失面积较大，治理投入力度不足，治理任务任重而道远，多年来都没有专项水土保持治理经费，沟蚀后山洪灾害、泥石流隐患较大。

（2）流域人为水土流失点多面广，水土保持监测能力和信息化水平薄弱，水土保持综合监管有待加强。流域水土保持监测站及人员编制配备不健全，人员、经费、设备欠缺，水土保持综合监管工作开展难度大。

（3）流域农村人居环境整治、美丽乡村建设、河湖水系整治等缺少生态清洁小流域建设有力支持。

（4）水土保持目标责任考核工作还没落实，需进一步加强领导，精心组织，认真落实政府水土流失防治主体责任，积极开展和推进水土保持目标责任考核工作。

（5）各职能部门之间水土保持协调工作不够畅通，需建立各职能部门间的水土保持协调机制，加强协调配合和沟通联系，齐抓共管，形成合力，全面推进流域水土流失综合治理。

13.5 规划范围及水平年

本次规划范围、水平年与综合规划一致，规划范围为小清河流域。规划以 2022 年为现状基准年，规划近期水平年为 2025 年，远期为 2035 年。

13.6 规划目标

近期目标（2022 年-2025 年）：到 2025 年，流域水土流失治理率达到 30%；重点防治区水土流失得到有效治理，水土流失面积和强度持续下降，人为水土流失得到有效控制，水土流失治理质量和效益逐步呈现，水土流失防治体系、水土保持监测和信息化能力建设取得重大进展

总体目标（2022~2035年）：到2035年，流域水土流失治理率达到70%，宜治理水土流失面积得到治理，重点防治区水土流失得到全面治理，人为水土流失得到全面控制，水土流失面积和侵蚀强度大幅下降，水土流失治理质量和效益明显提升；水土流失防治体系、水土保持监测和信息化能力建设基本实现现代化。

13.7 综合防治规划

区域属于少数民族居住区，地广人稀，居住分散，坡地种植、挖修道路等会产生一定水土流失，总体上属轻中度流失区。区域特殊的地形地貌、复杂的气候环境，导致生态植被恢复和演替过程非常缓慢，一旦破坏，极难恢复，生态系统呈轻中度脆弱。本区水土流失防治主要以预防保护为主，防治途径如下：

（1）加强对自然保护区和天然林的保护，保护生物多样性，加强水土保持法律法规宣传。

（2）加强预防保护，实施封禁治理及生态修复措施，完善生态补偿机制。

（3）加大扶持力度，对生存条件恶劣等区域的群众进行生态移民

（4）加强生产建设活动监管，减小水电开发或矿产开采对生态环境造成的影响。

（5）加强农村能源建设，改善能源结构，更多推广省柴节煤炉灶，利用太阳能、电能等，提高生物质能的利用效率，减少对薪材的需求和对植被的破坏。

（6）加强山区生态修复工程，植树种草、疏林地补植补种，对现有林地、疏幼林地进行封山育林管护等措施来调节径流、改善水质，提升生态系统稳定性，增强区域水源涵养能力。

（7）加强坡耕地整治及其水土流失综合治理，巩固提高退耕还林还草成果

（8）加强生态环境保护，扩大林草覆盖面积，减轻土壤侵蚀。

14 重大水工程规划

14.1 当地主要水源工程规划

小清河本区受地理位置限制，除新修轿子山水库外，供水将依靠现有的引水工程。根据对现有引水工程供水量复核，小清河本区现有引水工程基本可以满足高程较低的农村人畜和农田灌溉用水需求。但是，小清河流域本区剩余 2.54 万亩耕地由于高程较高，现状没有水利工程灌溉，规划新建雪岭水库灌溉供水，可以满足本区农村人畜需水和农田灌溉需水量，规划水平年小清河本区供需基本平衡。

乌龙片区现有引水工程基本可以满足设计标准。但是，应该做好现有引水工程的管理及渠道的日常维护工作。

东川坝区由于现有山箐和岩溶泉水的供水保证程度不高，供水不安全。规划水平年东川坝区无新修蓄水工程和引水工程的可能，坝区主要由坝塘水利系统和轿子山水库供水。现有水利设施将作为辅助及后备水源，在坝塘水利系统和轿子山水库出现突发情况不能正常供水或特殊干旱年时对东川坝区供水。因此，对现有的供水工程应该做好日常的管理、检查和维护工作，保证在需要的时候能够及时供水。

乌龙、红土地镇梁子片区规划灌区耕地总面积为 4.0 万亩，灌区现有拟建清水河水库、新坪大沟、零星渠道，供需平衡应根据现有供水工程实际情况，规划水平年清水河水库保灌面积为 0.428 万亩，零星渠道保灌面积为 0.09 万亩，花沟水库保灌面积为 0.12 万亩，龙潭水库保灌面积为 0.2148 万亩，灌区有 3.15 万亩农灌缺口水量由拟建的雪岭水库承担供水，保证规划区内全部灌溉面积得到灌溉，全部农村饮水得到保证。

14.2 雪岭水库

14.2.1 工程建设开发任务

根据区域经济和水资源开发利用现状，结合工程的地理位置、建设条件，综合确定雪岭水库工程建设任务为集镇生活供水、农村人畜饮水和农业灌溉供水。

雪岭水库供水灌区范围主要为下游小清河左右两岸高程 2580m 以下，轿子山水库（在建）、坝塘水库（已建）和小河水库（拟建）、小清河水库（拟建）灌区范围以外涉及的红土地（涉及 11 个村委会 19076 人）、乌龙（涉及 5 个村委会 7517 人）、阿

旺镇（涉及 4 个村委会 10241 人）共 20 个村（居）委会生活用水，供水可解决红土地镇和农村人口约总人口 36834 人，大牲畜 13498 头，小牲畜 19615 头、羊 44953 只、家禽 73333 只的生活用水和解决 5.69 万亩农田灌溉供水，其中本区解决灌溉面积 2.54 万亩，乌龙镇、红土地镇梁子灌区 3.15 万亩。

14.2.2 工程规模

14.2.2.1 来水量及径流分配

雪岭水库位于小清河上游，根据本阶段水文径流系列代表性的分析结果，采用 1957~2020 年 64 年长系列水文资料，以月为时段进行兴利调节计算，多年平均径流量 4841 万 m^3 ，频率 $P=75\%$ 的径流量 3943 万 m^3 ，频率 $P=95\%$ 的径流量 2656 万 m^3 ，雪岭水库右岸燕子洞支流有金水公司取水工程，取水主要用于红土地景区供水，根据《两区红土地景区供水工程》设计报告，取水口设计流量为 $0.023\text{m}^3/\text{s}$ ，本次设计雪岭水库坝址处来水量按扣除该部分水量进行兴利调节计算。

14.2.2.2 库容曲线

根据 2021 年 2 月完成测绘的库区 1:1000 地形图，雪岭水库推荐坝址水位~面积~库容曲线成果见表 14-1 及图 14-1。

表 14-1 雪岭水库水位~面积~库容关系（推荐坝址）

| 序号 | 水位(m) | 面积(万 m^2) | 库容万(m^3) | 序号 | 水位(m) | 面积(万 m^2) | 库容万(m^3) |
|----|---------|---------------------|---------------------|----|---------|---------------------|---------------------|
| 1 | 2622.00 | 0.03 | 0.02 | 45 | 2666.00 | 14.16 | 222.12 |
| 2 | 2623.00 | 0.05 | 0.06 | 46 | 2667.00 | 14.70 | 236.55 |
| 3 | 2624.00 | 0.10 | 0.13 | 47 | 2668.00 | 15.21 | 251.50 |
| 4 | 2625.00 | 0.16 | 0.26 | 48 | 2669.00 | 15.71 | 266.96 |
| 5 | 2626.00 | 0.19 | 0.43 | 49 | 2670.00 | 16.27 | 282.95 |
| 6 | 2627.00 | 0.27 | 0.66 | 50 | 2671.00 | 16.83 | 299.51 |
| 7 | 2628.00 | 0.34 | 0.97 | 51 | 2672.00 | 17.45 | 316.65 |
| 8 | 2629.00 | 0.43 | 1.36 | 52 | 2673.00 | 18.07 | 334.41 |
| 9 | 2630.00 | 0.55 | 1.85 | 53 | 2674.00 | 18.72 | 352.80 |
| 10 | 2631.00 | 0.70 | 2.47 | 54 | 2675.00 | 19.36 | 371.84 |
| 11 | 2632.00 | 0.81 | 3.23 | 55 | 2676.00 | 20.00 | 391.52 |
| 12 | 2633.00 | 0.94 | 4.10 | 56 | 2677.00 | 20.67 | 411.86 |

| | | | | | | | |
|----|---------|-------|--------|----|---------|-------|---------|
| 13 | 2634.00 | 1.07 | 5.10 | 57 | 2678.00 | 21.58 | 432.98 |
| 14 | 2635.00 | 1.24 | 6.25 | 58 | 2679.00 | 22.48 | 455.01 |
| 15 | 2636.00 | 1.42 | 7.58 | 59 | 2680.00 | 23.24 | 477.87 |
| 16 | 2637.00 | 1.60 | 9.09 | 60 | 2681.00 | 23.91 | 501.45 |
| 17 | 2638.00 | 1.84 | 10.81 | 61 | 2682.00 | 24.53 | 525.67 |
| 18 | 2639.00 | 2.44 | 12.95 | 62 | 2683.00 | 25.16 | 550.51 |
| 19 | 2640.00 | 2.79 | 15.56 | 63 | 2684.00 | 25.81 | 576.00 |
| 20 | 2641.00 | 3.12 | 18.51 | 64 | 2685.00 | 26.69 | 602.24 |
| 21 | 2642.00 | 3.45 | 21.80 | 65 | 2686.00 | 27.32 | 629.25 |
| 22 | 2643.00 | 3.77 | 25.41 | 66 | 2687.00 | 27.95 | 656.88 |
| 23 | 2644.00 | 4.15 | 29.36 | 67 | 2688.00 | 28.58 | 685.15 |
| 24 | 2645.00 | 4.61 | 33.74 | 68 | 2689.00 | 29.20 | 714.04 |
| 25 | 2646.00 | 5.01 | 38.55 | 69 | 2690.00 | 29.87 | 743.57 |
| 26 | 2647.00 | 5.30 | 43.71 | 70 | 2691.00 | 30.61 | 773.81 |
| 27 | 2648.00 | 5.61 | 49.16 | 71 | 2692.00 | 31.25 | 804.74 |
| 28 | 2649.00 | 6.00 | 54.97 | 72 | 2693.00 | 31.99 | 836.36 |
| 29 | 2650.00 | 6.46 | 61.20 | 73 | 2694.00 | 32.78 | 868.74 |
| 30 | 2651.00 | 6.85 | 67.85 | 74 | 2695.00 | 33.53 | 901.90 |
| 31 | 2652.00 | 7.26 | 74.91 | 75 | 2696.00 | 34.28 | 935.80 |
| 32 | 2653.00 | 7.66 | 82.36 | 76 | 2697.00 | 34.96 | 970.42 |
| 33 | 2654.00 | 8.09 | 90.24 | 77 | 2698.00 | 35.69 | 1005.74 |
| 34 | 2655.00 | 8.50 | 98.53 | 78 | 2699.00 | 36.70 | 1041.94 |
| 35 | 2656.00 | 9.01 | 107.28 | 79 | 2700.00 | 37.56 | 1079.06 |
| 36 | 2657.00 | 9.49 | 116.53 | 80 | 2701.00 | 38.36 | 1117.02 |
| 37 | 2658.00 | 9.95 | 126.24 | 81 | 2702.00 | 39.17 | 1155.78 |
| 38 | 2659.00 | 10.41 | 136.42 | 82 | 2703.00 | 39.97 | 1195.35 |
| 39 | 2660.00 | 10.95 | 147.10 | 83 | 2704.00 | 40.76 | 1235.71 |
| 40 | 2661.00 | 11.48 | 158.31 | 84 | 2705.00 | 41.60 | 1276.89 |
| 41 | 2662.00 | 11.98 | 170.05 | 85 | 2706.00 | 42.42 | 1318.90 |
| 42 | 2663.00 | 12.48 | 182.28 | 86 | 2707.00 | 43.24 | 1361.73 |
| 43 | 2664.00 | 12.97 | 195.00 | 87 | 2708.00 | 44.15 | 1405.42 |
| 44 | 2665.00 | 13.56 | 208.26 | 88 | 2709.00 | 45.04 | 1450.02 |

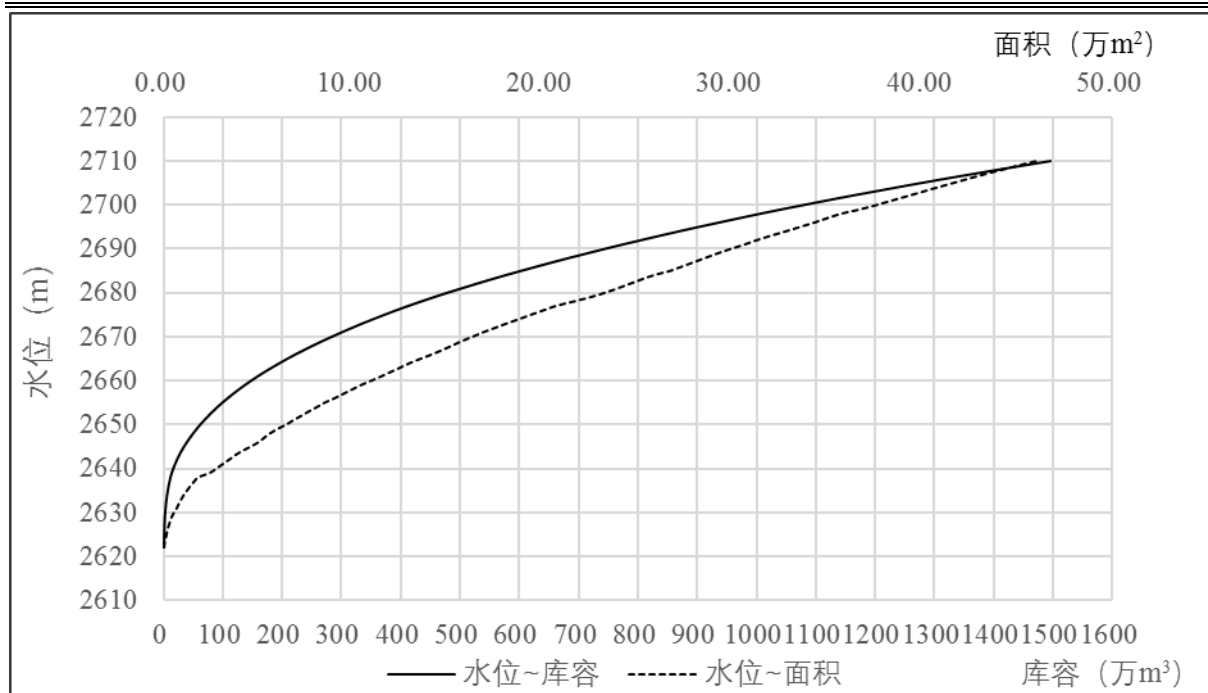


图 14-1 雪岭水库水位~面积~库容关系曲线图（推荐坝址）

14.2.2.3 下游河道生态流量

根据《建设项目水资源论证导则》SL 322-2013 的有关规定，下游河道生态需水按坝址断面多年平均径流量的 10%下泄。根据《河湖生态环境需水计算规范》，开发利用程度较低的中小河流生态环境需水量为地表水资源量的 20%~30%，为维持生态保护区生物群落稳定和栖息地的可再生，本次规划地区现状水资源开发程度较低，不足 1%，按上述要求，本工程汛期（6 月~11 月）按取水断面多年平均天然径流量的 30%，枯期（12 月~次年 5 月）按取水断面多年平均天然径流量的 10%预留河道生态基流，当月来水不足时，按当月来水下放。根据水文计算成果，雪岭水库坝址断面年下泄生态流量为 969.5 万 m^3 ，汛期下泄生态流量为 0.461 m^3/s ，枯期下泄生态流量为 0.154 m^3/s ，成果如下表 14-2 所列。

表 14-2 雪岭水库上、下坝址断面下游河道生态用水过程 单位：万 m^3

| 1 月 | 2 月 | 3 月 | 4 月 | 5 月 | 6 月 | 7 月 | 8 月 | 9 月 | 10 月 | 11 月 | 12 月 | 年 |
|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|
| 41.1 | 37.1 | 41.1 | 39.8 | 41.1 | 119.4 | 123.3 | 123.3 | 119.4 | 123.3 | 119.4 | 41.1 | 969.5 |

14.2.2.4 泥沙淤积分析

根据水文专业提供,雪岭水库坝址多年平均来沙量 4.429 万 t,其中悬移质 3.691 万 t,推移质 0.738 万 t,坝址水库库沙比为 310。水库的泥沙淤积平衡年限较长,属于泥沙淤积不严重水库。由于工程区无泥沙观测资料,本次泥沙分析计算采用经验法。主要任务为:对库区泥沙淤积形态进行分析,确定坝前淤积高程,为水库死水位的确定提供依据。雪岭水库上、下坝址泥沙特性表见 14-3。

表 14-3 雪岭水库泥沙特性表

| 项目 | 单位 | 上、下坝址 | 备注 |
|----------|-------------------|---------|----|
| 多年平均来沙量 | 万 t | 4.429 | |
| 其中:悬移质 | 万 t | 3.691 | |
| 推移质 | 万 t | 0.738 | |
| 多年平均含沙量 | kg/m ³ | 0.762 | |
| 多年平均入库沙量 | 万 m ³ | 3.300 | |
| 正常蓄水位 | m | 2071.30 | |
| 正常库容 | 万 m ³ | 1024 | |
| 总库容 | 万 m ³ | 1217 | |
| 库沙比 | | 310 | |

雪岭水库泥沙分析采用经验面积减小法,其计算方法及步骤为:(1)根据水库的运行调度方式推求水库拦沙效率。(2)由水库来沙量及拦沙效率推求水库淤积量。(3)由水库库容与坝前水深的关系推求水库所属类型,如湖泊型、山麓型、丘陵型、峡谷型水库,以分析淤积分布采用的计算类型。(4)根据经验面积减少法的基本关系式采用试算法,确定坝前淤积高程后,相应可推算淤积分布,并用经验公式复核淤积形态。

根据水库的调节系数查布龙曲线得水库运行不同年份拦沙效率。由于淤积平衡年限相对较长,按逐时段计算得水库运行不同年份库区泥沙累积淤积量。

表 14-4 雪岭水库坝址累积淤积量预测表

| 运行年份(年) | 10 | 20 | 30 | 50 |
|----------------------------|------|------|------|-------|
| 多年平均来沙量(万 m ³) | 3.30 | | | |
| 累积来沙量(万 m ³) | 33.0 | 66.0 | 99.0 | 165.0 |
| 累积淤积量(万 m ³) | 29.8 | 59.5 | 89.1 | 148.3 |

| | | | | |
|---------|------|------|------|------|
| 拦沙率 (%) | 90.3 | 90.1 | 90.0 | 89.9 |
|---------|------|------|------|------|

表 14-5 雪岭水库上坝址历年坝前淤高预测表

| 项目 | 运行年份 | | | | |
|------------|------|---------|---------|---------|---------|
| | 0 年 | 10 年 | 20 年 | 30 年 | 50 年 |
| 坝址淤积高程 (m) | 2622 | 2636.54 | 2642.66 | 2647.25 | 2654.10 |
| 坝址淤高 (m) | | 14.5 | 20.7 | 25.2 | 32.1 |

14.2.2.5 死水位的确定

雪岭水库灌溉用水自导流输水隧洞出口分水池取水，共分为两部分，第一部分是利用已建新坪大沟输水，在水库隧洞出口下放至原河道中，由小清河二级电站引水系统引至新坪大沟内，向小清河左、右岸灌区供水。灌溉用水自导流输水隧洞出口钢管取水。雪岭水库灌片灌溉高程在 1760~2580m 之间。考虑输水损失等情况，因此，雪岭水库死水位不宜低于 2580m。

本次输水隧洞取水方式选择隧洞直接取水，输水隧洞与导流隧洞前段进口在平面轴线不共线，立面布置采用“龙抬头”方式与导流洞结合。输水隧洞由进口明渠段、闸前有压段、闸室段、闸后有压段、堵头段、洞内明管段和出口放空管组成。输水隧洞进口底板高程为 2654.10m，全长 509.67m，洞身段长 503.34m，其中输水专用洞身长 129.72m，输水与导流洞结合段长 373.62m。输水专用洞为圆形断面，洞径为 2.0m；共用隧洞段为 2.8×3.2m 圆拱直墙型断面，隧洞施工期导流，导流结束后在导流与输水洞交叉处 D0+156.87m 封堵，并连接灌区输水钢管，洞内明铺引水至出口闸阀房，输水采用管径为 1.2m 有压引水至隧洞出口分水池。

雪岭水库采用有压隧洞输水，输水隧洞洞径为 2.0m，根据《水工隧洞设计规范》SL279-2016，“在最不利运行条件下，全线洞顶处最小压力水头不应小于 2.0m”，本次取 2.0m。故雪岭水库上坝址死水位不低于 2658.10m。

根据《水利工程水利计算规范》SL104-2015，径流调节可以采用不同淤积年限的库容曲线进行计算，雪岭水库为中型水库，规模较大，结合雪岭水库的实际情况并参考类似工程经验，水库泥沙淤积年限取 50 年。经泥沙分析计算，上坝址 50 年的坝前淤沙高

程为 2654.10m，库区输水隧洞取水口断面淤沙高程为 2654.10m，下坝址 50 年的坝前淤沙高程为 2624.56m，库区输水隧洞取水口断面淤沙高程为 2624.56m。根据水工布置，库区输水隧洞进口底板高程取库区输水隧洞取水口断面的泥沙淤积高程。上坝址为 2654.10m，输水隧洞洞径为 2.0m，洞顶以上淹没水深取 2.0m，则雪岭水库上坝址死水位为 2658.10m，死库容 127.3 万 m^3 。

14.2.2.6 兴利调节计算

雪岭水库是一座农村生活供水及农业灌溉供水的综合利用工程。根据水库系列年来水、用水过程，水位~面积~库容曲线等边界条件，按照 1957~2020 年 64 年长系列进行兴利调节计算。在调算过程中，水库应优先保证下游河道生态环境用水，农村生活供水按月统计，月最大破坏深不超过 20%，并满足保证率 $P=95\%$ 的要求，农田灌溉供水保证率按年进行统计，月最大破坏深不超过 50%，并满足达到 $P=75\%$ 的要求。

经系列年调节计算，在满足保证率和破坏深要求情况下，水库上坝址正常蓄水位为 2701.30m，正常库容 1129 万 m^3 ，兴利库容 1001 万 m^3 。水库设计总供水量 1818 万 m^3 ，其中生活供水 230.3 万 m^3 ，农业灌溉供水 1588 万 m^3 ，具体调算成果见表 14-6。

表 14-6 雪岭水库上坝址兴利调节成果表

| 序号 | 项目 | 单位 | 数值 |
|----|------------------------------|----------------|--------|
| 1 | 径流面积 | km^2 | 36.6 |
| 2 | 水库多年平均来水量 | 万 m^3 | 4841 |
| 3 | 正常蓄水位 | m | 2701.3 |
| 4 | 正常库容 | 万 m^3 | 1129 |
| 5 | 死水位 | m | 2658.1 |
| 6 | 死库容 | 万 m^3 | 127.3 |
| 7 | 兴利库容 | 万 m^3 | 1001 |
| 8 | 农业用水保证率 | % | 75% |
| 9 | 农村生活保证率 | % | 95% |
| 10 | 多年平均供水量 | 万 m^3 | 1818 |
| | 其中：农业灌溉供水量(多年平均) | 万 m^3 | 1588 |
| | 农村生活供水(多年平均) | 万 m^3 | 230.3 |
| 11 | 生态下泄水量（多年平均来水量枯期 10%，汛期 30%） | 万 m^3 | 969.5 |

14.2.2.7 洪水调节和防洪特征水位

(1) 工程等别及洪水标准

雪岭水库坝址坝体型式为混凝土面板堆石坝，根据《防洪标准》GB 50201-2014 及《水利水电工程等级划分及洪水标准》SL 252-2017 的规定，工程永久性建筑物的挡水高度高于 15.00m，且上下游水位差大于 10m。其防洪标准按山区、丘陵区的标准来确定。考虑下游防洪对象主要为沿河农田和村庄，防洪标准较低，因此水库工程设计洪水标准取规定的下限值。山区土石坝的洪水标准为：设计洪水重现期 100~50 年

($P=1\%\sim P=2\%$)，校核洪水重现期 2000~1000 年 ($P=0.05\%\sim P=0.1\%$)。据此拟定雪岭水库的洪水标准为：设计洪水 50 年一遇 ($P=2\%$)，校核洪水 1000 年一遇 ($P=0.1\%$)，消能防冲洪水设计标准 30 年一遇 ($P=3.33\%$)。

(2) 洪水过程

水库洪水过程线采用水文推求设计成果，坝址不同频率洪水过程线见表 14-7。

表 14-7 雪岭水库坝址设计洪水过程表

| 时段 | Q (m ³ /s) | | | | | | |
|-----|-----------------------|------|------|---------|------|-------|-------|
| (h) | P=0.1% | P=1% | P=2% | P=3.33% | P=5% | P=10% | P=20% |
| 1 | 14.0 | 8.41 | 8.00 | 7.60 | 7.52 | 7.00 | 6.75 |
| 2 | 19.9 | 8.50 | 8.09 | 7.69 | 7.61 | 7.09 | 6.83 |
| 3 | 25.5 | 11.3 | 8.19 | 7.78 | 7.71 | 7.18 | 6.91 |
| 4 | 31.4 | 15.7 | 10.5 | 7.87 | 7.79 | 7.26 | 6.99 |
| 5 | 222 | 161 | 141 | 126 | 114 | 94.2 | 75.9 |
| 6 | 283 | 187 | 165 | 148 | 133 | 109 | 85.5 |
| 7 | 222 | 160 | 141 | 125 | 111 | 89.5 | 67.0 |
| 8 | 178 | 126 | 110 | 96.7 | 85.2 | 66.2 | 46.5 |
| 9 | 139 | 97.0 | 84.0 | 72.5 | 62.8 | 46.5 | 31.2 |
| 10 | 109 | 74.3 | 63.7 | 53.9 | 45.4 | 31.5 | 21.2 |
| 11 | 79.4 | 52.5 | 44.7 | 37.7 | 31.6 | 21.6 | 15.1 |
| 12 | 56.8 | 35.9 | 30.8 | 26.2 | 22.1 | 15.6 | 11.6 |
| 13 | 41.5 | 25.0 | 22.0 | 19.0 | 16.3 | 12.1 | 9.65 |
| 14 | 31.3 | 18.2 | 16.7 | 14.7 | 12.9 | 10.2 | 8.76 |
| 15 | 24.6 | 14.2 | 13.7 | 12.3 | 11.1 | 9.38 | 8.48 |
| 16 | 20.1 | 12.0 | 11.5 | 11.1 | 10.2 | 9.12 | 8.40 |

| | | | | | | | |
|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| 17 | 15.9 | 10.8 | 10.4 | 10.0 | 9.91 | 9.03 | 8.31 |
| 18 | 13.0 | 10.3 | 10.0 | 9.57 | 9.48 | 8.83 | 8.22 |
| 19 | 11.2 | 10.3 | 9.87 | 9.50 | 9.40 | 8.75 | 8.14 |
| 20 | 10.2 | 9.36 | 9.02 | 8.67 | 8.58 | 7.99 | 7.70 |
| 21 | 9.68 | 8.87 | 8.54 | 8.21 | 8.13 | 7.57 | 7.29 |
| 22 | 9.58 | 8.77 | 8.45 | 8.12 | 8.04 | 7.49 | 7.22 |
| 23 | 9.48 | 8.68 | 8.36 | 8.04 | 7.96 | 7.41 | 7.14 |
| 24 | 9.39 | 8.59 | 8.27 | 7.96 | 7.88 | 7.34 | 7.07 |
| Qm(m ³ /s) | 283 | 187 | 165 | 148 | 133 | 109 | 85.5 |
| W(万 m ³) | 571 | 390 | 343 | 304 | 272 | 219 | 172 |

(3) 起调水位

由于本水库不承担下游防洪任务，水库调洪计算的目的是为了保证水库自身的防洪安全。因此，水库不设汛限水位，洪水调节主汛期 6~9 月从溢洪道底板高程开始起调，使水位维持在溢洪道底板高程水位，汛后期关闭闸门，汛后期水库起调水位为正常蓄水位 2701.30，当水库发生洪水时，实时开启溢洪道闸门，维持库水位为正常水位 2701.30m，若水位继续上升，逐步加大溢洪道闸门开度，直至闸门全开，当水位回落时，逐步关闭闸门。

(4) 泄洪设施

本阶段拟定了三种泄洪布置方案，方案一为隧洞不参与泄洪，有闸控制溢洪道方案，方案二为无闸控制溢洪道联合泄洪洞泄洪的方案，方案三为有闸控制溢洪道联合泄洪洞泄洪的方案，经对比分析，选择泄洪设施。

(5) 溢洪道布置方案比选

根据水工建筑物布置，雪岭水库采用溢洪道进行泄洪。为确定溢洪道尺寸，本阶段采用无闸门的堰宽为 12.0m 的驼峰堰、有闸门的堰宽为 5.0m、6.0m、7.0m 的驼峰堰、堰宽为 6.0m 的宽顶堰、堰宽为 6.0m 的实用堰、闸门尺寸为 6.0×3.5m、6.0×4.0m、6.0×4.5m、6.0×5.0m 的不同溢洪道方案进行蓄泄能力比选分析。

1) 有闸与无闸控制方案比较

以下着重对设闸和不设闸两种堰流控制方式从工程规模和投资角度作出比较。

由于雪岭水库不承担下游防洪任务，水库调洪计算的目的是为了保证水库自身的下

泄洪水安全。因此，水库不设汛限水位，不设闸门方案洪水调节计算从正常蓄水位起调。设闸方案，洪水来临时，从堰顶高程 2697.80m 开始起调，通过控制闸门开度进行洪水调节，若水位不断上涨，则增加闸门开度，直至闸门全开。

根据水库调度运行要求，综合水库规模和溢洪道开挖布置，拟定正常蓄水位 2701.30m、无闸控制方案堰顶高程为正常蓄水位，即 2701.30m，有闸控制方案堰顶高程为正常蓄水位以下 3.5m，即 2697.80m，堰宽选取了推荐的 6.0m，两个方案进行了对比。有闸及无闸两方案特性比较见表 14-8。

表 14-8 溢洪道有闸、无闸方案特性比较表

| 部位 | 主要特性 | 有闸方案 | 开敞式驼峰堰 |
|-----|-----------|----------------|---------|
| | | 6.0m×4.0m(宽×高) | |
| 溢洪道 | 溢洪道控制段宽度 | 6.0m | 12.0m |
| 大坝 | 正常蓄水位 (m) | 2701.30 | 2701.30 |
| | 设计洪水位 (m) | 2701.67 | 2704.13 |
| | 校核洪水位 (m) | 2703.52 | 2705.46 |
| | 坝顶高程 (m) | 2704.50 | 2706.60 |
| | 最大坝高 (m) | 99.0 | 101.1 |

从工程规模比较，根据大坝坝顶高程计算结果，两个方案坝顶高程均受校核洪水位运行工况控制。无闸控制方案与有闸控制相比，对坝顶高程影响较大，有 2.1m 的坝高差异。综合考虑水库运行、工程布置等因素，本工程选用有闸方案作为推荐方案。

2) 堰顶高程选择

溢洪道堰顶高程降低，水库泄流能力将增加，调洪库容减小，坝高降低，可降低大坝投资，但将会增加溢洪道开挖和闸门投资。

根据水库调度运行规划要求，在正常蓄水位 2701.30m 的条件下，拟定溢洪道堰顶高程分别为 2698.30m、2697.80m、2697.30m 和 2696.80m 四组比选方案，结合深度分别为 3.0m、3.5m、4.0m 和 4.5m，对应的堰宽为 6.00m。

根据大坝坝顶高程计算结果，当溢洪道堰宽和堰顶高程变化时，堰顶高程 2698.30m 和 2697.80m 方案坝顶高程为 2704.91m、2704.50m，堰顶高程 2697.30m 和 2696.80m 方案坝顶高程均为 2704.20m。可以看出堰顶高程高于 2697.80m 时，大坝坝高一样，堰顶高程低于 2697.80m 时，大坝坝高增加，大坝投资增加较大。

表 14-9 不同堰顶高程方案调洪成果表

| 方案 | | (1) | (2) | (3) | (4) |
|-------------------------|--------------------------|----------|---------|---------|---------|
| 堰型 | | 有闸控制+驼峰堰 | | | |
| 坝型 | | 面板堆石坝 | | | |
| 结合深度 (m) | | 3.0 | 3.5 | 4.0 | 4.5 |
| 闸门尺寸 (m) | | 6.0×3.5 | 6.0×4 | 6.0×4.5 | 6.0×5 |
| 堰顶高程 (m) | | 2698.3 | 2697.8 | 2697.3 | 2696.8 |
| 正常蓄水位 (m) | | 2701.3 | 2701.3 | 2701.3 | 2701.3 |
| 总库容 (万 m ³) | | 1236 | 1217 | 1197 | 1178 |
| 坝顶高程 (m) | | 2704.91 | 2704.50 | 2704.20 | 2704.20 |
| 最大坝高 (m) | | 99.41 | 99.0 | 98.7 | 98.7 |
| P=0.1% | 校核洪水位(m) | 2704 | 2703.52 | 2703.04 | 2702.56 |
| | 下泄流量 (m ³ /s) | 148.2 | 149.2 | 150 | 150.6 |
| P=2% | 设计洪水位(m) | 2702.14 | 2701.67 | 2701.18 | 2700.7 |
| | 下泄流量 (m ³ /s) | 82 | 83 | 83.3 | 83.9 |
| P=3.33% | 洪水位(m) | 2701.78 | 2701.3 | 2700.82 | 2700.33 |
| | 下泄流量 (m ³ /s) | 70.77 | 71.43 | 71.83 | 72.25 |

从计算成果来看, 溢洪道控制段设置 6.0×4.5m 与 6.0×5.0m 闸门对坝高无影响, 将增加溢洪道投资, 所以对结合深度≤4.0m, 进行堰顶高程比较。经比较, 闸门尺寸为 6.0×4.0m 时, 大坝与溢洪道投资最省。所以本次推荐堰顶高程为 2697.80m。

3) 堰型比较

对于中小型水库而言, 目前应用较多的主要堰型有宽顶堰、实用堰、驼峰堰三种形式, 本阶段对 3 种堰型进行了对比分析。从表中可以看出, 在控制段宽度相同情况下, 采用驼峰堰或实用堰时两者下泄流量相差很小, 枢纽总投资相差也较小, 其中采用驼峰堰方案较实用堰方案投资减小; 采用宽顶堰时, 溢洪道自身投资虽有减少, 但库前水位增加约 0.5m, 坝体填筑量及淹没范围投资额增加较为明显; 相对而言, 在保持控制段宽度相同前提下, 实用堰方案及驼峰堰方案相对较优, 宽顶堰方案投资效益最差, 从施工工艺等角度考虑, 采用驼峰堰方案最优。

表 14-10 溢洪道各堰型方案特性比较表

| 部位 | 主要特性 | 宽顶堰 | 实用堰 | 驼峰堰 |
|----|------|-----|-----|-----|
|----|------|-----|-----|-----|

| | | | | |
|-----|-------------|---------|---------|---------|
| 溢洪道 | 溢洪道宽度 (m) | 6.0m | 6.0m | 6.0m |
| 大坝 | 正常蓄水 (m) | 2701.30 | 2701.30 | 2701.30 |
| | 设计洪水位 (m) | 2701.92 | 2701.60 | 2701.67 |
| | 下泄流量 (m³/s) | 75.45 | 84.77 | 82.96 |
| | 校核洪水位 (m) | 2703.96 | 2703.41 | 2703.52 |
| | 下泄流量 (m³/s) | 138.12 | 151.75 | 149.18 |
| | 消能防冲水位 (m) | 2701.53 | 2701.24 | 2701.30 |
| | 下泄流量 (m³/s) | 65.02 | 72.98 | 71.43 |
| | 坝顶高程 (m) | 2704.90 | 2704.4 | 2704.5 |
| | 最大坝高 (m) | 99.4 | 98.9 | 99.0 |

4) 溢洪道宽度选择

拟定比选的三种溢洪道方案均布置于大坝右岸，轴线布置基本相同，消能方式均采用底流消能，经分析，考虑各方案溢洪道宽度变化对坝顶高程影响，比选主要从运行条件方面进行比较。根据水库调度运行要求，综合水库规模和溢洪道开挖布置，正常蓄水位为 2701.30m，有闸控制方案堰顶高程为正常蓄水位以下 3.50m，即 2697.80m，堰宽选取了 5.00m、6.00m、7.00m，三个方案进行了对比。

表 14-11 不同宽度溢洪道比较表

| 方案 | 方案一 | 方案二 | 方案三 |
|------------|-------------|---------|---------|
| 堰型 | 有闸控制+驼峰堰 | | |
| 坝型 | 面板堆石坝 | | |
| 结合深度 (m) | 3.5 | | |
| 堰宽 (m) | 5.00 | 6.00 | 7.00 |
| 堰顶高程 (m) | 2697.80 | 2697.80 | 2697.80 |
| 正常蓄水位 (m) | 2701.30 | 2701.30 | 2701.30 |
| 总库容 (万 m³) | 1234 | 1217 | 1201 |
| 坝顶高程 (m) | 2705.00 | 2704.50 | 2704.20 |
| 最大坝高 (m) | 99.5 | 99.0 | 98.7 |
| P=0.1% | 校核洪水位(m) | 2703.95 | 2703.52 |
| | 下泄流量 (m³/s) | 138.42 | 149.18 |
| P=2% | 设计洪水位(m) | 2701.91 | 2701.67 |
| | 下泄流量 (m³/s) | 75.65 | 82.96 |
| P=3.33% | 洪水位(m) | 2701.52 | 2701.3 |

| | | | | |
|--|--------------------------|-------|-------|-------|
| | 下泄流量 (m ³ /s) | 65.19 | 71.43 | 76.32 |
|--|--------------------------|-------|-------|-------|

有闸控制当溢洪道堰宽变化时，方案二比方案三坝顶高程高出 0.50m，方案三比方案四坝顶高程高出 0.30m，堰宽超过 6.0m 以后堰宽每增加一米对坝顶高程降低效应逐步减弱，而溢洪道的工程量将随着堰宽的增加而增加，工程投资在堰宽为 6.0m 是最小。结合大坝、溢洪道投资进行比较，设闸(堰宽 6.0m)方案优于无闸方案，优于其余设闸方案。

经综合比较：本工程的泄洪方式采用不设泄洪隧洞的有闸控制溢洪道泄洪，溢洪道宽度为 6.0m，堰顶高程低于正常蓄水位 3.5m。

14.2.2.8 调洪演算成果

雪岭水库采用溢洪道泄洪，溢洪道运行方式选择有闸控制。根据水库调度运行要求，综合水库规模和溢洪道开挖布置，拟定正常水位 2701.30m，有闸控制方案堰顶高程为正常蓄水位以下 3.50m，即 2697.80m，堰宽选取了 5.00m、6.00m、7.00m 三个方案进行了对比。经计算比较选择溢洪道 6.0m 方案。推荐坝址溢洪道堰顶高程 2697.80m，正常蓄水位为 2701.30m。根据拟定的溢洪道宽度，进行调洪演算。

表 14-12 雪岭水库推荐坝址调洪演算成果表

| 雪岭水库上坝址 | 特征水位 (m) | 下泄流量 (m ³ /s) | 对应库容 (万 m ³) |
|------------------|----------|--------------------------|--------------------------|
| 校核水位 (P=0.1%) | 2703.52 | 149.18 | 1217 |
| 设计水位 (P=2%) | 2701.67 | 82.96 | 1143 |
| 消能防冲水位 (P=3.33%) | 2701.30 | 71.43 | 1129 |
| 20 年一遇水位 (P=5%) | 2700.99 | 61.96 | 1117 |
| 10 年一遇水位 (P=10%) | 2700.48 | 47.85 | 1097 |
| 5 年一遇水位 (P=20%) | 2699.93 | 33.74 | 1076 |

14.2.2.9 工程规模

雪岭水库校核洪水位 2703.52m，设计洪水位 2701.67m，正常蓄水位 2701.30m，死水位 2658.10m，总库容 1217 万 m³，正常库容 1129 万 m³，兴利库容 1001 万 m³，死库容 127.3 万 m³；溢洪道宽 6.0m，最大下泄流量 149.18 万 m³；水库总供水量 1818 万 m³，其中农村人畜供水 230 万 m³，农业灌溉供水量 1601 万 m³；设计灌溉面积 5.69 万亩。

表 14-13 雪岭水库上坝址（推荐坝址）主要规模特征值表

| 项目 | 单位 | 特征值 | 备注 |
|------------------|-------------------|-------------------|---------|
| 一、 | 水文 | | |
| 坝址以上流域面积 | km ² | 36.6 | （推荐上坝址） |
| 多年平均径流量 | m ³ /s | 1.535 | |
| 多年平均径流量 | 万 m ³ | 4841 | |
| 校核洪峰流量 | m ³ /s | 283 | P=0.1% |
| 设计洪峰流量 | m ³ /s | 165 | P=5% |
| 施工导流洪峰流量（汛期） | m ³ /s | | P=5% |
| 施工导流洪峰流量（枯期） | m ³ /s | | P=20% |
| 24h 校核洪量 | 万 m ³ | 571 | |
| 24h 设计洪量 | 万 m ³ | 343 | |
| 多年平均悬移质年输沙量 | 万 t | 3.691 | |
| 多年平均推移质年输沙量 | 万 t | 0.7380 | |
| 二、 | 工程规模 | | |
| 设计洪水
（P=2%） | 洪水标准 | % | 2 |
| | 设计洪水位 | m | 2701.67 |
| | 对应库容 | 万 m ³ | 1143.05 |
| | 最大下泄流量 | m ³ /s | 82.96 |
| 校核洪水
（P=0.1%） | 洪水标准 | % | 0.1 |
| | 校核洪水位 | m | 2703.52 |
| | 对应库容 | 万 m ³ | 1216.54 |
| | 最大下泄流量 | m ³ /s | 149.18 |
| P=3.33%洪水 | 洪水标准 | % | 3.33 |
| | 最高洪水位 | m | 2701.30 |
| | 对应库容 | 万 m ³ | 1128.79 |
| | 最大下泄流量 | m ³ /s | 71.43 |
| 输水隧洞底板高程 | m | 2654.10 | |

| | | | |
|-----------------|------------------|---|---------------------|
| 死水位 | m | 2658.10 | |
| 正常蓄水位 | m | 2701.30 | |
| 死库容 | 万 m ³ | 127.3 | |
| 正常库容 | 万 m ³ | 1129 | 正常蓄水位以下 |
| 兴利库容 | 万 m ³ | 1002 | |
| 总库容 | 万 m ³ | 1217 | 校核洪水位以下 |
| 调洪库容 | 万 m ³ | 87.54 | |
| 水库调节特性 | | 多年调节 | |
| 回水长度 | km | 1.296 | 正常蓄水位 2701.30m 对应长度 |
| 溢洪道 | 型式 | | 驼峰堰 |
| | 控制段净宽 | m | 6.00 |
| | 堰顶高程 | m | 2697.80 |
| 水库总供水量 | 万 m ³ | 1818 | |
| 农业供水量 (p=75%) | 万 m ³ | 1588 | |
| 农村生活供水量 (p=95%) | 万 m ³ | 230 | |
| 下游河道生态用水量 | 万 m ³ | 969.5 | |
| 灌溉面积 | 亩 | 控制灌溉面积 5.69 亩 | |
| 解决农村人饮安全 | | 人口 36834 人、大牲畜 13498 头、小牲畜 19615 头、羊 44953 只、家禽 73333 只 | |

14.2.2.10 输水工程规模

雪岭水库人饮及灌溉采用两根干渠分别输水,根据灌区耕地平整情况、土壤类型及灌区农业种植结构,田间水利用系数取为 0.90,设计灌水率水稻灌片 $q=0.35\text{m}^3/(\text{s}\cdot\text{万亩})$ 、旱作灌片 $q=0.21\text{m}^3/(\text{s}\cdot\text{万亩})$,经计算,管道灌溉水利用系数为 0.75。雪岭水库项目区农村生活需水每年 230.3 万 m^3 ,一年按 365 天计,考虑每天平均供水,每天平均流量为 $0.0730\text{m}^3/\text{s}$ 。考虑日变化系数为 1.5,经计算为 $0.0487\text{m}^3/\text{s}$ 。雪岭水库供下游下放生态需水量汛期按断面多年平均来水量的 30%进行下放。枯期按断面多年平均来水量的 10%进行下放。根据水文计算成果,雪岭水库坝址断面年下泄生态流量为 969.5 万 m^3 ,汛期下泄生态流量为 $0.461\text{m}^3/\text{s}$,枯期下泄生态流量为 $0.154\text{m}^3/\text{s}$ 。

综上所述,灌溉渠道设计流量为 $1.805\text{m}^3/\text{s}$,人畜用水流量为 $0.0487\text{m}^3/\text{s}$,生态用水汛期流量为 $0.461\text{m}^3/\text{s}$,设计流量合计为 $2.314\text{m}^3/\text{s}$ 。

14.2.3 枢纽工程规划

雪岭水库枢纽工程主要由大坝、溢洪道和导流输水隧洞组成。本阶段初步确定溢洪道布置在大坝右岸岸坡，导流输水隧洞布置在大坝右岸山体内部。

推荐大坝为混凝土面板堆石坝，布置于主河道，坝顶轴线总长 441.22m，坝顶宽 10.0m，坝顶高程 2705.0m，河床趾板建基面高程 2605.50m，最大坝高 99.0m。大坝上游坝坡 1:1.5，下游坝坡在高程 2681.50m、2646.50m 及 2611.50m 均设置 3m 宽的马道，2681.50m 高程以上坡比 1:1.7，以下为 1:1.5。坝顶上游侧设“L”型防浪墙，墙高 3.2m，顶部高程 2705.70m，高出坝顶 1.2m。上游防渗面板采用 C30W12F200 钢筋混凝土，顶部面板厚 0.4m，河床部位面板底部厚 0.75m。

溢洪道位于大坝右坝肩，为开敞式有闸控制溢洪道，主要由引渠段、控制段、泄槽段及消力池段组成，全长 451.85m。溢洪道进口底板高程 2696.43m，控制堰为驼峰堰，堰顶高程 2697.80m，堰宽 6.0m，控制段设置一道 6.0×4.0m(宽×高)弧形工作闸门。出口采用底流消能，消力池底板高程 2580.96m，消力池长 30m，池深 3.0m，边墙高 7.0m。

导流输水隧洞布置于大坝右岸山体内部，根据地形布置，轴线设置 2 处转弯段。输水隧洞与导流隧洞前段进口在平面轴线不共线，立面布置采用“龙抬头”方式与导流洞结合。输水隧洞由进口明渠段、闸前有压段、闸室段、闸后有压段、堵头段、洞内明管段和出口放空管组成。输水隧洞进口底板高程为 2654.10m，全长 509.67m，洞身段长 503.34m，其中输水专用洞身长 129.72m，输水与导流洞结合段长 373.62m。输水专用洞为圆形断面，洞径为 2.0m；共用隧洞段为 2.8×3.2m 圆拱直墙型断面，隧洞施工期导流，导流结束后在导流与输水洞交叉处 D0+156.87m 封堵，并连接灌区输水钢管，洞内明铺引水至出口闸阀房，输水采用管径为 1.2m 有压引水至隧洞出口分水池，钢管总长 540.60m。

14.2.4 输水线路布置

雪岭水库工程任务是生活供水和农业灌溉用水。灌区输水线路共分为两部分，第一部分是利用已建新坪大沟输水，在水库隧洞出口下放至原河道中，由小清河二级电站引水系统引至新坪大沟内，向小清河左、右岸灌区供水；第二部分为新建灌溉输水工程，全线采用自流引水，结合地形条件，灌区输水工程在右岸输水隧洞末端水池取水，沿途向水库下游的银水箐、法者、龙树、乌龙及红土地镇灌片供水。新建灌溉输水工程由其他项目配套完成。本工程灌溉部分仅对新坪大沟渠道进行三面光防渗处理，全长

19.08km，控制灌区面积 7295 亩。

人饮供水工程供水范围和新建灌溉输水工程供水范围一致，其选线依托灌溉输水系统建设，可共用运输平台、节约占地、节约投资以及运行检修便利。本次新建人饮输水管道引水线路较长，沿途沟谷纵横、高差悬殊、地形复杂，受水区位于红土地镇、乌龙镇、阿旺镇及其周边，根据受水区分布高程及规划的分水口分布，人饮输水线路雪岭水库东南方向布置，输水线路终点位于红土地景区附近；为减小输水管线长度，在陆包庄处设置 1#隧洞，长 215m；红土地镇政府上方岔沟附近沿公路布置管线高程增加，水压无法满足明铺管道引水至主供水区，在高程约 2512m 处，设置 2#隧洞将水引至红土地仓房片区、乌龙片区，长 1912m，输水主管沿隧洞内壁布置。

人饮输水主管采用明管+埋管的布置方式，设计引用流量为 $0.0487\sim 0.0114\text{m}^3/\text{s}$ ，采用 $\Phi 325\sim 273$ 螺旋钢管和 DN200~150 热镀锌钢管输水，总长 30.20km。引水起点位于大坝下游导流输水隧洞出口分水池，跨过小清河之后沿着小清河左岸向下游布置，在小龙塘桥附近开始沿山坡上行，至付家村后高程约 2565m 处之后下行，沿途经过陆包桩、白泡湾、银水箐、新发、新村、岳家包包等地至轿子山水库下游，在轿子山水库下游从小清河底穿至小清河右岸，沿着小清河右岸至梨树村附近开始上行，沿途经过小法者、红土地至岔沟，穿过隧洞后下行，经上四方山、下四方山、大海子、大地头、打马坎、晏家坪子、上则足等地至花石头，管线总长 30.20km。管线全程设置 7 个分水口。

乌龙分干管起始于 3#分水口，往大河沟方向下行至小水井梁子，长约 2190m。乌龙分干管采用明管+埋管的布置方式，设计引用流量为 $0.0146\text{m}^3/\text{s}$ ，采用 DN100 热镀锌钢管输水。

14.2.5 建设征地与移民安置

14.2.5.1 建设征地

本工程建设推荐坝址及推荐坝型征占地总面积 2427.56 亩，其中永久征地面积 1440.66 亩，施工临时占地 986.90 亩。

1) 永久征地面积中，耕地（旱地）511.07 亩（一般耕地 89.07 亩、基本农田 422.0 亩）；林地 784.33 亩〔国家级一级公益林地 381.0 亩（乔木林地 285.91 亩、灌木林地 95.09 亩）、国家级二级公益林地 228.30 亩（乔木林地 159.81 亩、灌木林地 68.49 亩）、省级一级公益林地 22.88 亩（乔木林地 12.56 亩、灌木林地 10.32 亩）、省级二级公益林地 20.09

亩（乔木林地 12.21 亩、灌木林地 8.69 亩）、一般集体林地 131.25 亩（乔木林地 72.18 亩、灌木林地 59.07 亩）、工程建设占用的林地中涉及占用生态红线 86.19 亩]；草地（荒草地）26.40 亩，其他土地（空闲地）19.22 亩，住宅用地（农村宅基地）37.56 亩，交通运输用地（乡村道路）16.87 亩，水域及水利设施用地 45.22 亩（河流水面 19.71 亩，河滩地 25.51 亩）。

雪岭水库工程建涉及居民搬迁线范围内人口（规划水平年）为 98 户 327 人（均为农业人口）；淹没及工程建设占用房屋总面积 27026.52m²；其中砖混结构 14308.43m²，砖木结构 4088.13m²，土木结构 2044.06m²，钢架棚结构 3000.80m²，其他简易结构 3585.08m²；淹没附属设施包括：土砌围墙 2366.0m²、砖石砌围墙 1652.70m²、浆砌石挡墙 2770.80m³、混凝土挡墙 2894.80m³、砖砌水池 1428.0m³、混凝土水池 1305.60 m³；室外踏步 211.91m²；

雪岭水库工程建设淹没区涉及农村小型专项设施农村道路 2.34km（混凝土沥青路 1.59km、土路面 0.75km）；跨河小桥 2 座（1 座钢筋混凝土结构、1 座钢架结构），输电线路 54.70km（220V 输电线路 22.8km，380V 输电线路 20.4km，10KV 输电线路 11.5km）；通讯光缆 8.9km；农村坟墓 43 冢（土坟 40 冢、石坟 3 冢）。

2）工程建设临时征占地面积 986.90 亩。其中：耕地（旱地）207.32 亩（一般耕地 193.43 亩、基本农田 13.89 亩）；林地 623.76 亩[省级一级公益林地 22.42 亩（乔木林地 12.28 亩、灌木林地 10.14 亩）、省级二级公益林地 25.87 亩（乔木林地 14.86 亩、灌木林地 11.01 亩）、一般集体林地 575.47 亩（乔木林地 401.02 亩、灌木林地 174.45 亩）]；草地（荒草地）73.36 亩，其他土地（空闲地）82.46 亩。

14.2.5.2 农村移民安置规划

根据雪岭水库工程建设征地区的实际情况，经对涉及的村委会逐一计算，雪岭水库工程建设区基准年（2021 年）建设征地农业生产安置人口为 55 人（供水工程区）。按人口自然增长率 6.33‰推算至规划水平年生产安置人口 56 人。

雪岭水库工程建设搬迁安置人口为水库淹没区淹没线以下的上岔河村小组 44 户 154 人、枢纽工程区建设搬迁安置人口为下岔河村小组 54 户 163 人，淹没线以上零星住户不受水库蓄水后淹没倾塌的影响无搬迁必要，基准年 2021 年搬迁户数为 98 户 317 人，搬迁人口以户口册户籍为准，推算至规划水平年搬迁安置人口为 327 人。

(1) 生产安置方案

雪岭水库工程建设区推荐坝址及推荐坝型基准年(2021年)建设征地农业生产安置人口为55人(供水工程区)。按人口自然增长率6.33%推算至规划水平年生产安置人口56人(供水工程区)。由于工程建设征地为线性征地,且征地征地在供水工程区征地涉及的村委会内占地比例小(各村用耕地比例为0.15~5.35%,征地后人均耕地减少面积为0.005~0.343亩/人),影响较小,结合涉及征地村民意愿,对供水工程区建设征地涉及的生产安置人口采用一次性货币补偿的形式进行安置,由受影响的群众、集体以及单位利用补偿资金自行改善生产、生活条件。

(2) 搬迁安置方案

东川区国民经济和社会发展规划、土地利用总体规划、城市总体规划等地方规划以及东川区有关征地拆迁补偿安置办法和移民安置意愿,拟规划对雪岭水库淹没线以下规划水平年的98户327人搬迁移民实施商品房住房安置,根据东川区有商品房房源情况和移民意愿,规划将上岔河和下岔河村小组搬迁至东川县城集中购买商品房小区用于雪岭水库移民搬迁安置,东川区商品房小区各项基础设施配套齐全、房源充足,由移民自行选择适合的房源及户型用于搬迁安置。

14.2.6 水土保持

14.2.6.1 水土流失预测成果

本工程扰动、破坏原地表面积为 127.7hm^2 ,损毁植被面积 91.29hm^2 。水土流失预测分为建设期和自然恢复期,其中建设期按4.0年预测,自然恢复期按2年预测。工程建设影响区域在水土流失预测时段内流失总量为317512.4t,其中新增水土流失量约为312761.4t。其中弃渣场水土流失最严重。

14.2.6.2 防治措施工程量统计

(1) 枢纽工程

1) 工程措施

表土剥离 141000m^3 ,覆土 114200m^3 ,C20砼 933.43m^3 ,M7.5浆砌石 1540.71m^3 ,全面整地 44.7hm^2 ,土方开挖 162m^3 。

2) 植物措施

撒播灌草 44.7hm²，抚育管理 44.7hm²，水冬瓜 117339 株，火棘 117339 株，狗牙根 3754.8kg，穴状整地 223500 个。

3) 临时措施

土方开挖 825.95m³，无纺布 47071m²，M7.5 浆砌石挡墙 475m³，撒播狗牙根 117.6kg。

(2) 输水工程

1) 工程措施

表土剥离 39900m³，覆土 28000m³，C20 砼 468m³，M7.5 浆砌石 1755m³，全面整地 12.78hm²。

2) 植物措施

撒播灌草 12.78hm²，抚育管理 12.78hm²，水冬瓜 33548 株，火棘 33548 株，狗牙根 1073.52kg，穴状整地 63900 个。

3) 临时措施

土方开挖 1184.2m³，无纺布 18400m²，编织袋填筑及拆除 1600m³，撒播狗牙根 144.8kg。

14.2.7 环境影响评价

雪岭水库的建设虽会引起下游河道流量减少，产生粉尘、噪声、施工废水、生活废水、固体废弃物、土石方弃渣，导致水生生物生存环境变化、景观改变等不良影响。但通过下放生态流量、洒水除尘、污水净化、弃渣合理堆放、植被恢复、卫生防疫、饮水安全保障、景观保护等各种措施，可有效的保护生态环境。

工程建设的环境保护工作由工程管理局管理，管理工程中有关环保项目的招投标、监理等工作的管理，对工程的环境保护、环境监测等信息进行收集、整理及存档，监督工程环保措施的落实，负责对环保投资的使用进行检查和核实，协调工程建设与环境保护的关系。

本项目只要建设单位在实施过程中，要严格认真按照“三同时”和达标排放的原则进行设计和施工，落实中各项污染防治措施，做到污染物达标排放，项目的实施可以做到社会效益、经济效益和环境效益三者的和谐统一、协调发展。从环境保护的角度来看，该建设项目可行。

15 流域综合管理规划

15.1 管理现状及存在问题

15.1.1 管理现状

根据水法的规定，目前小清河流域的水利管理实行区域管理的管理体制，云南省水利厅和小清河流域范围涉及的行政区域的水行政主管部门在水资源权属管理、制度建设、水资源规划、取排水管理、水资源费征收、节水型社会建设等方面取得了初步的进展，在优化水资源配置、保护水资源、以水资源的可持续利用支撑流域经济社会可持续发展方面发挥了重要作用。环保、农业等其他涉水管理部门根据各自职责，分级分部门开展涉水事务管理。

现行管理职能部门为云南省水利厅及区水行政管理机构。地方县水务局行政受地方政府领导，技术上受云南省水利厅指导。

规划管理：流域内中型以上规划工程，需由省水利厅报水利部审核批准；中型以下规划工程，可由当地政府相关职能部门审批，并报省级相关职能部门备案。

防洪管理：防洪管理体系比较健全，主要管理体系为：国家防总、云南省防汛办、地方县防汛办。河道管理：现行的河道管理主要由水行政主管部门与航道管理部门共同管理，以水行政主管部门为主。

水工程管理：水工程管理范围主要为堤防工程、已建的水利水电工程堤防工程管理及维护主要由各级水行政主管部门负责。水利水电枢纽工程运行管理由各工程业主负责，汛期则要服从防汛主管部门的统一调度管理

水资源管理：流域内的取水许可、水资源论证、水功能区、入河排污口和水源地等方面的水资源管理工作，由云南省水利厅以及地方县水行政主管部门实行分级管理。

15.1.2 存在的主要问题

由于小清河流域部分区域经济较落后、受自然条件的限制，水利基础薄弱。随着流域经济社会的发展，需迫切解决水资源的需求、流域的生态平衡、水资源开发等问题，水利管理中存在的问题日趋突出。总体来看，水利管理存在的问题主要有以下几个方面：

（1）管理体制不健全

一是水资源统一管理体系尚未形成，处于水利、电力、农、林、环保及企业（集团）等多头管理状态，权责不明，关系不顺；二是重建轻管现象依然存在，管理经费不足，管理设施配套不完善，管理技术手段落后。

（2）管理的法制基础、体制机制亟待完善

一是流域管理与行政区管理相结合的水资源管理体制尚待进一步完善和落实；二是亟待建立高效的跨区域、跨部门协商协调机制、以有效协调区域间、行业间的关系；三是水资源管理的市场化调节机制、补偿机制、公众参与机制、执法监督机制等有待建立和完善。

（3）水行政事务管理有待进一步强化

流域规划、防洪抗旱减灾、水资源综合利用、水资源保护、水土保持河道岸线、水利工程建设与运行方面的水行政事务管理有待进一步强化。一是需要以规划方案为纲领和准绳，加强规划的实施管理，以更好地指导流域水资源保护与开发活动；二是水资源综合利用和水资源保护尚需落实最严格的水资源管理制度，以更好地协调开发与保护的关系，促进区域社会经济可持续发展和生态环境持续改善。

（4）管理能力尚需提升

一是管理基础设施与决策信息现代化水平尚需与时俱进地推进，以适应以水利信息化带动水利现代化的要求；二是水利科研的基础较薄弱，以水资源保护为主的流域如何开展流域治理、开发、保护与管理工作等有待进一步探索；三是管理人才队伍的组成结构、知识技能等与先进地区相比差距较大，尚待进一步提高。

15.2 流域水利管理规划目标

通过完善流域管理法律法规、健全体制机制、强化水行政事务管理、提升管理能力，逐步实现小清河流域的综合管理。

（1）近期初步实现流域综合管理

流域管理和行政区管理相结合的水资源管理体制更加完善和落实；建立跨区域跨部门联合执法机制；流域内各县级行政区实现水务一体化管理；规划、防汛抗旱、水资源综合利用、水资源与水生态环境保护、水土保持、水域与河道及岸线等方面的水行政事务管理工作更加完善；初步实现流域水量、水质、水生态等信息采集、传输、处理和决策系统现代化；流域水利科技发展和管理人才队伍能有效支撑流域综合管理；初步建立

公众参与机制及补偿机制。

（2）远期实现流域综合管理

跨部门协调机制更加成熟高效；流域范围内涉及的地级和县级行政区全面实现水务一体化管理；规划、防汛抗旱、水资源综合利用、水资源与水生态环境保护、水土保持、水域与河道及岸线等方面的水行政事务管理水平进一步提升；与时俱进地实现流域水量、水质、水生态等信息采集、传输、处理和决策系统现代化；流域水利科技发展和管理人才队伍建设等管理能力进一步提升；公众参与机制、补偿机制进一步完善。

15.3 体制与机制建设

15.3.1 管理体制建设与完善

（1）完善流域管理与区域管理相结合的水资源管理体制

合理划分流域与区域管理权责，建立流域与区域间信息通报机制、协商协调机制，逐步形成职责清晰、配合密切、权威高效的行政区域管理的水资源管理体制。根据法律法规的规定和国务院水行政主管部门授权，履行相关行政审批、水资源调配、执法监督和指导协调职能。

（2）推进城乡水务一体化建设

大力推行城乡水务一体化建设，实现城乡水务的统一管理、取排水的统一管理、水质与水量的统一管理。

（3）积极探索河长制

积极探索河长制，由党政领导担任河长，依法依规落实地方主体责任协调整合各方力量，积极促进水资源保护、水域岸线管理、水污染防治、水环境治理等工作。全面推行河长制是落实绿色发展理念、推进生态文明建设的内在要求，是解决小清河流域复杂水问题、维护河湖健康生命的有效举措，是完善水治理体系、保障国家水安全的制度创新。

15.3.2 管理机制建设与完善

（1）工程补偿机制

一是要建立基础设施建设的工程补偿机制，补偿建设流域内水利、交通、农业发展、灾害治理等方面的基础设施，改善流域人民生产生活条件；二是要建立资金补偿机制，

对生态保护做出贡献和受损的企业、个人进行补偿；三是形成产业结构调整补偿政策，扶持旅游，特色农业和其它生态产业发展，促进流域产业结构调整 and 生态环境可持续改善。

（2）执法监督机制

强化执法队伍建设，完善执法内部管理制度，加强执法基础设施建设和执法装备配置，不断提升执法监督能力。探索建立水利综合执法机制，将防汛、水资源、水环境、水土保持、河道、水工程、水文等方面涉水事务的监督执法和规费征收等职能进行精简整合，组建综合执法机构，相对集中行使行政处罚权。建立区域水行政执法的日常联动机制，及时通报信息、加强水事纠纷调处。

（3）公众参与机制

公众参与流域管理体现了流域管理中决策的科学化和民主性，在流域管理的过程中充分调动社会和公众的积极性，是一条成功的经验，也是一个发展趋势。

从保障公众知情权、参与权、监督权三个方面着手，逐步建立起成熟高效的公众参与机制。各级水行政主管部门应加大政务公开力度，加强政府部门网站建设，完善新闻发言人制度，对流域重要政策法规、重要水事活动和突发性涉水事件及时发布信息和提供权威解读，确保公众知情权。积极发展农民用水协会，鼓励企业与非政府组织及其代表参与咨询委员会，通过论坛和对话等多种形式参与流域管理，确保公众参与权。通过传统的、喜闻乐见的形式与方式，宣传水利政策法规、流域综合管理与生物多样性的重要性，提高公众参与流域管理的自觉性和能动性：建立群众意见信箱、邮箱、监督电话，同时建立公众监督意见处理责任制，确保公众监督权落在实处。

15.4 水行政事务管理

15.4.1 规划管理

小清河流域综合规划报告经东川区人民政府批准后，相关行业和部门应按照规划确定的目标和规划方案积极组织实施。在规划实施过程中，应严格执行规划同意书制度，对不符合规划的项目，不得批准。对违反规划方案，违规开建的项目和工程，要坚决予以制止，限期予以纠正，消除影响，发生费用由违规方全部承担。

流域涉水规划应相互衔接和协调一致，当规划方案发生冲突时，按照区域规划服从流域规划，专业规划服从综合规划的原则进行处理。

15.4.2 水资源综合利用管理

实行最严格的水资源管理制度，建立和完善用水定额管理与用水总量控制相结合的水资源管理制度，研究制定用水效率控制红线、断面控制指标，建设和完善断面监测设施，加强水资源监测和监控完善水资源有偿使用制度，加强水资源费征收管理。强化节水管理，积极推进节水型社会建设。完善取水许可和水资源论证管理制度，区域规划逐步推行水资源论证制度，建设项目水资源论证和取水许可审批，应兼顾上下游、左右岸影响，必要时编制建设项目影响专题报告，为行政审批协调提供技术支撑。

15.4.3 水资源保护管理

加强水功能区管理。根据城镇居民生活用水，鱼类保护等方面的要求科学计算和核定水域的纳污能力，及时向环境保护行政主管部门提出水域限制排污总量意见；适时调整水功能区及其管理目标，建立水功能区纳污控制红线，明确实现最严格水资源管理制度的纳污控制考核管理目标；依托水利部门现有的信息化管理系统，协调发改、环保、农业等部门，初步建立水资源与水生态保护综合信息共享平台，实时掌握流域重要水体水环境状况；建立水功能区巡查制度，加强执法监督，同时定期通报和发布水功能区管理目标达标情况，接受社会监督。强化入河排污口管理。进一步完善入河排污口审批和入河排污口验收管理，把好审批关；实行入河排污口调查、登记和建档制度；建立和完善排污口监测设施；加大执法监督检查力度，建立流域和区域联动的入河排污口监督管理机制。

15.4.4 洪水管理

坚持“以人为本，人与洪水协调共处”的原则，研究和制定流域防洪方案和规划近期建成重点防治区的防灾减灾体系；规划建立防洪水情信息系统、防洪通信预警系统、防洪预案及救灾措施、政策法规、超标准洪水的防御对策等流域防洪非工程措施；设置统一的防洪工程管理机构，完善管理设施，提高管理手段，健全管理制度；加强流域内各级防汛办洪水管理能力建设。

15.4.5 水土保持管理

加强开发建设项目水土保持方案管理，全面推行水土保持监理监测，加强水土保持设施竣工验收管理，积极开展后评估工作。建立覆盖全流域的水土保持监管体系，利用水土流失生态监测网络方面的先进技术，开展流域水土流失监测，强化流域的监督监测职能，定期公告其防治效果的动态，督促重点资源开发区的开发建设活动有序进行，控

制人为水土流失，缓解生态环境恶化，增强水土保持综合防治和国家生态建设的决策能力。多方筹措水土保持生态建设资金，完善水土保持生态修复相关补偿政策措施，形成生态修复良性发展的长效机制。

15.4.6 河道管理

加强河道范围内建设项目管理。流域内各级水行政主管部门应按照各自的权限，强化河道范围内建设项目防洪影响评价报告编制、技术审查和行政审批管理，避免越权管理；对州(市)界河段的建设项目，应充分论证上下游、左右岸影响，未达成一致意见前不得审批；加大执法监督力度，对未批先建和不按要求建设的违规项目依法予以查处，限期予以改正，消除影响。

15.5 流域管理能力建设

15.5.1 管理决策信息化建设

以水利信息化带动水利现代化，充分利用现代电子、通讯、计算机网络等先进信息技术，建设具有现代化水平的流域综合监测信息系统，数据传输、处理和共享网络，业务运用决策支持系统，提升流域管理效率及效益。

综合监测信息采集系统建设包括站网建设、巡测能力与应急能力建设等。通过建立综合监测信息采集系统，实现对水文、河道、水资源、水环境、水生态、水土保持、采砂等方面信息的实时、定期或不定期采集和监测，满足流域综合管理等各类业务需要。加强现有巡测基地建设，根据需要增设巡测基地，同时配备现代化的应急测验设备和交通工具，不断提升巡测能力与应急监测能力。积极推进信息数据传输、处理设施建设，与气象、农业、环保等部门建立信息交流与共享机制，将信息技术应用于日常业务工作中，建立防汛抗旱、水资源与水生态、水利工程建设与运行、水土保持监测、政务公开等业务运用与决策支持系统，提升水行政效率，提高决策水平。

15.5.2 科技支撑能力建设

基于流域治理、开发与保护的现状和发展要求，从生态环境保护、水资源综合利用、流域管理体制机制等方面积极开展科学研究工作，保障科研投入，加大科研成果转化和运用力度，不断提升流域管理技术支撑能力。

积极开展水生态保护与修复技术研究，为确实保护生态河流、维持流域良好生态环

境、促进流域生态环境持续改善提供技术支撑;积极开展流域水利工程补偿机制研究、产业结构调整过程中的水利保障能力与促进作用研究,为以水资源的可持续利用支持国民经济可持续发展提供技术支撑;积极开展跨区域、跨部门的流域综合管理体制机制研究,创新发展流域管理与行政区域管理相结合的水资源管理体制。

科研工作要积极争取国家投入的基础上,流域治理、开发与保护的受益企业和区域政府也应加强公益科研投入,逐步形成国家投入为主,社会投入为补充的长效科研投入机制。同时,加强研究成果的转化和应用,大胆探索和实践流域综合管理体制机制,促使早日形成流域多方团结治水管水、水利保障能力强、水生态环境优良、社会经济发展与民众脱贫致富的多赢局面。

15.5.3 人才队伍建设

为适应流域水利建设对人才的需要,保障流域水利事业快速发展,各级政府应在人员引进政策、编制、经费方面给予倾斜。一是在配置县水行政主管部门领导班子时,组织部门要尽量选择提拔懂业务的干部进班子;二是要增加县水务局及事业单位编制;三是建立高效的人才引进机制,简化办事程序,帮助和支持水务部门引进人才队伍;四是加强人才交流锻炼培训力度,提高水利执政能力和业务水平。

15.6 水文站网规划

根据防汛抗旱、水利工程建设与管理、水资源优化配置和统一管理以及社会经济发展和水环境保护对水文水资源信息的实际需求,同时考虑经济可达性,在现有站网的基础上,通过调整补充,形成布局较为合理、功能基本完善的各类水文监测站网,主要目标如下:

(1) 按照一站多能、量质同步的原则,提高测报能力,增强站网功能充实、完善、优化现有水文站网,逐步建立基本站、水情站、水质站等较为完整的水文站网体系。

(2) 按照重点掌握、兼顾一般的原则,对报汛站网进行调整、补充,使水情报汛站网更好地适应新时期防汛减灾的需要,从而提高水文预测预报水平,同时全面掌握各河流不同断面地表水资源状况。

(3) 完善水质监测体系。实现及时、全面、准确地掌握地表水水质状况,为水资源科学管理、有效保护、合理配置提供决策依据。加强应对突发性水污染事故和应急监测的能力建设,开展对饮用水源地、入河排污口的监督性监测,加强水资源保护管理决

策支持系统建设。

16 环境影响评价

16.1 规划概况

本次规划拟新建雪岭水库工程，雪岭水库工程总库容为 1217 万 m^3 ，拦河大坝为混凝土面板堆石坝，最大坝高 99.0m。根据《水利水电工程等级划分及洪水标准》SL252-2017 的规定，枢纽工程属 III 等中型工程，主要建筑物大坝坝高超过 70m，其建筑物级别提高一级，为 2 级建筑物，洪水标准不提高。其它主要建筑物溢洪道、导流输水隧洞等枢纽永久主要建筑物按 3 级设计，枢纽永久次要建筑物按 4 级设计，枢纽临时建筑物按 4 级设计。

雪岭水库由枢纽工程与灌区输水工程组成。

枢纽工程：推荐大坝为混凝土面板堆石坝，布置于主河道，坝顶轴线总长 441.22m，坝顶宽 10.0m，坝顶高程 2705.0m，河床趾板建基面高程 2605.50m，最大坝高 99.0m。大坝上游坝坡 1:1.5，下游坝坡在高程 2681.50m、2646.50m 及 2611.50m 均设置 3m 宽的马道，2681.50m 高程以上坡比 1:1.7，以下为 1:1.5。坝顶上游侧设“L”型防浪墙，墙高 3.2m，顶部高程 2705.70m，高出坝顶 1.2m。上游防渗面板采用 C30W12F200 钢筋混凝土，顶部面板厚 0.4m，河床部位面板底部厚 0.75m。

溢洪道位于大坝右坝肩，为开敞式有闸控制溢洪道，主要由引渠段、控制段、泄槽段及消力池段组成，全长 451.85m。溢洪道进口底板高程 2696.43m，控制堰为驼峰堰，堰顶高程 2697.80m，堰宽 6.0m，控制段设置一道 6.0×4.0m(宽×高)弧形工作闸门。出口采用底流消能，消力池底板高程 2580.96m，消力池长 30m，池深 3.0m，边墙高 7.0m。

导流输水隧洞布置于大坝右岸山体内，根据地形布置，轴线设置 2 处转弯段。输水隧洞与导流隧洞前段进口在平面轴线不共线，立面布置采用“龙抬头”方式与导流洞结合。输水隧洞由进口明渠段、闸前有压段、闸室段、闸后有压段、堵头段、洞内明管段和出口放空管组成。输水隧洞进口底板高程为 2654.10m，全长 509.67m，洞身段长 503.34m，其中输水专用洞身长 129.72m，输水与导流洞结合段长 373.62m。输水专用洞为圆形断面，洞径为 2.0m；共用隧洞段为 2.8×3.2m 圆拱直墙型断面，隧洞施工期导流，导流结束后在导流与输水洞交叉处 D0+156.87m 封堵，并连接灌区输水钢管，洞内明铺引水至出口闸阀房，输水采用管径为 1.2m 有压引水至隧洞出口分水池，钢管总长

540.60m。

输水工程：雪岭水库工程任务是生活供水和农业灌溉用水。灌区输水线路共分为两部分，第一部分是利用已建新坪大沟输水，在水库隧洞出口下放至原河道中，由小清河二级电站引水系统引至新坪大沟内，向小清河左、右岸灌区供水；第二部分为新建灌溉输水工程，全线采用自流引水，结合地形条件，灌区输水工程在右岸输水隧洞末端水池取水，沿途向水库下游的银水箐、法者、龙树、乌龙及红土地镇灌片供水。新建灌溉输水工程由其他项目配套完成。本工程灌溉部分仅对新坪大沟渠道进行三面光防渗处理，全长 19.08km，控制灌区面积 7295 亩。

人饮供水工程供水范围和新建灌溉输水工程供水范围一致，其选线依托灌溉输水系统建设，可共用运输平台、节约占地、节约投资以及运行检修便利。本次新建人饮输水管道引水线路较长，沿途沟谷纵横、高差悬殊、地形复杂，受水区位于红土地镇、乌龙镇、阿旺镇及其周边，根据受水区分布高程及规划的分水口分布，人饮输水线路雪岭水库东南方向布置，输水线路终点位于红土地景区附近；为减小输水管线长度，在陆包庄处设置 1#隧洞，长 215m；红土地镇政府上方岔沟附近沿公路布置管线高程增加，水压无法满足明铺管道引水至主供水区，在高程约 2512m 处，设置 2#隧洞将水引至红土地仓房片区、乌龙片区，长 1912m，输水主管沿隧洞内壁布置。

人饮输水主管采用明管+埋管的布置方式，设计引用流量为 $0.0487\sim 0.0114\text{m}^3/\text{s}$ ，采用 $\Phi 325\sim 273$ 螺旋钢管和 DN200~150 热镀锌钢管输水，总长 30.20km。引水起点位于大坝下游导流输水隧洞出口分水池，跨过小清河之后沿着小清河左岸向下游布置，在小龙塘桥附近开始沿山坡上行，至付家村后高程约 2565m 处之后下行，沿途经过陆包桩、白泡湾、银水箐、新发、新村、岳家包包等地至轿子山水库下游，在轿子山水库下游从小清河底穿至小清河右岸，沿着小清河右岸至梨树村附近开始上行，沿途经过小法者、红土地至岔沟，穿过隧洞后下行，经上四方山、下四方山、大海子、大地头、打马坎、晏家坪子、上则足等地至花石头，管线总长 30.20km。管线全程设置 7 个分水口。

乌龙分干管起始于 3#分水口，往大河沟方向下行至小水井梁子，长约 2190m。乌龙分干管采用明管+埋管的布置方式，设计引用流量为 $0.0146\text{m}^3/\text{s}$ ，采用 DN100 热镀锌钢管输水。

16.2 评价目的

开展小清河流域规划环境影响评价的目的是通过环境影响评价,识别制约规划方案实施的主要资源环境因素,分析预测规划对流域水资源、生态、社会经济的整体性累积性影响,评价规划方案的环境合理性,提出规划方案优化调整的建议,使环境因素与社会、经济因素在规划编制的早期阶段得到重视,使规划更加符合环境与可持续发展的要求;通过评价,预防规划方案的实施可能对生态和环境造成的不良影响,将环境保护纳入宏观的战略决策,促进流域水资源的合理利用。同时通过规划环境影响评价,可使规划内容与环境保护协调一致,为规划编制和环境管理,规划的工程建设与环境保护提供决策依据。

具体的研究目的如下:

(1) 通过系统的资料收集、现场调查工作,全面掌握河段环境本底情况,提出规划开发的环境保护目标和环保总体要求。

(2) 对典型性工程进行回顾性分析,通过对典型性工程开发所产生的实际影响和存在问题的系统梳理和识别,为整个河段综合利用开发环境影响及对策研究提供技术支。

(3) 对小清河流域规划开发产生的主要环境影响进行预测评价,以把握流域环境总体变化趋势,为各水利水电工程开发生态环境保护提供技术支撑。

(4) 通过环境影响研究,从环境保护角度对规划方案提出布局、规模和开发时序建议。

(5) 从流域宏观层面提出统筹的环境保护对策措施体系。

(6) 针对现有环境管理体系,从流域统筹角度提出环境管理要求。

16.3 评价依据及原则

16.3.1 评价依据

(1) 法律法规

- 1) 《中华人民共和国环境保护法》(2014年4月24日修订,2015年1月1日施行);
- 2) 《中华人民共和国环境影响评价法》(2018年12月29日第十三届全国人民代表

大会常务委员会第七次会议第二次修正)；

3)《中华人民共和国环境噪声污染防治法》(1996年10月29日第八届全国人民代表大会常务委员会第二十二次会议通过自1997年3月1日起施行,2018年12月29日,第十三届全国人民代表大会常务委员会第七次会议通过对其做出修改)；

4)《中华人民共和国大气污染防治法》(2018年10月26日第十三届全国人民代表大会常务委员会第六次会议第二次修正)；

5)《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》(2020年4月29日第五次修订)；

6)《中华人民共和国水污染防治法》(2017年6月27日修订,自2018年1月1日起施行)；

(2) 部门规章

1)《建设项目环境保护管理条例》2017年7月16日修订,2017年10月1日实施；

2)《云南省环境保护条例》(2014年4月24日修订)

3)《云南省建设项目环境保护管理规定》(云南省人民政府令第105号,2001年10月)；

4)《云南省地表水水环境功能区划(2010-2020)》(云环发[2014]34号文)；

5)《建设项目环境影响评价分类管理名录》(2021年版)；

6)《中华人民共和国自然保护区条例》2017年。

(3) 技术导则与规范

1)《地表水环境质量标准》GB3838-2002；

2)《环境空气质量标准》GB3095-2012；

3)《声环境质量标准》GB3096-2008；

4)《污水综合排放标准》GB8978-1996；

5)《大气污染物综合排放标准》GB16297-1996；

6)《建筑施工场界环境噪声限值》GB12523-2011；

7)《环境影响评价技术导则水利水电工程》HJ/T88-2003；

8)《水利水电工程环境保护设计规范》SL492-2011；

9)《污水监测技术规范》HJ91.1-2019；

10)《工业企业噪声控制设计规范》GB/T50087-2013；

11)《民用建筑隔声设计规范》GB 50118-2010；

12)《声屏障声学设计和测量规范》HJ/T90-2004;

13)《水利水电工程环境保护概算编制规程》SL359-2006。

(4) 其他资料

1) 项目区及周边地区自然环境和社会经济资料。

16.3.2 评价原则

按照《水利水电工程环境保护设计规范》SL492-2011 的要求,针对工程实施过程中对环境造成的主要不利影响,制定切实可行的环境保护措施,保证区域经济持续发展,生态环境良性循环,使工程建设与环境保护、生态平衡相协调,取得较好的环境、经济和社会综合效益。

根据这一指导思想,本设计以整体、优化、环保的观点,以保护环境质量为中心,以减免和防范工程不利影响为重点,做好环境保护设计,尽可能将项目建设造成的不利影响降低到最小程度。设计中遵循以下原则:

(1) 针对性原则:针对云南省东川区雪岭水库工程实施过程中可能产生的主要不利影响,结合工程及周围地区环境状况特点,以消除和减免不利影响为目的,合理布置和设计环境保护措施;

(2) 协调性原则:环境保护设计与主体工程设计紧密结合,与水土保持篇章等专业设计相协调,既要保障项目区治理工程功能的正常发挥,又要使工程设计篇章和建设满足工程区域总体环境质量目标的要求;

(3) 可操作性原则:环境保护措施要具有科学性、合理性及可操作性,重在环境保护措施的具体设计和具体防治措施的落实。为环境保护措施的实施、监理、验收提供科学依据;

(4) 达标排放原则:针对污染物排放特点及环境功能要求,设计环境保护对策措施,降低影响程度,做到达标排放。

16.4 环境现状调查与评价

16.4.1 环境现状调查

16.4.1.1 水质现状（地表水）

（1）地表水

工程涉及小清河属长江流域金沙江水系，为小江左岸一级支流。根据《云南省地表水环境功能区划》（2010年-2020年，云南省环境保护厅），小清河目前没有进行水功能区划，但对小江进行了水功能区划。据水功能区划小清河汇入小江河段（东川城区～四级电站河段）水体主要功能为工业用水、农业用水，水质保护类别为Ⅳ类，依据支流水功能不能低于干流的原则，综合考虑雪岭水库供水功能后，确定小清河执行地表水Ⅲ类标准要求。

根据《昆明市生态环境状况公报》（2020年），项目所在地监测断面有小江阿旺（姑海）断面，监测水质类别为Ⅱ类；小清河属金沙江水系，为小江左岸一级支流。因此，小清河水质保护满足Ⅲ类要求。

（2）地下水

根据《昆明市生态环境状况公报》（2020年），按照《地下水质量标准》GB/T14848-2017进行综合评价，根据地下水质量等级划分，项目区第四系松散层孔隙水，水质以较差级为主；基岩水水质相对较好，水质以优良级和良好级为主；地下热水化学成分较稳定，超标组分主要为锰、氟化物等。

16.4.1.2 声环境现状

项目区是一个半自然型乡村生态环境，周边没有噪声排放量大的工矿企业和生产区域，主要以农业活动为主，除白天有少量农业机械噪声外，基本不存在噪声污染现象。

根据《昆明市生态环境状况公报》（2020年），东川区区域环境（昼间）噪声平均等效声级为53.7分贝，根据区域环境噪声质量划分等级进行评价，东川区环境噪声质量为一类（好），项目区远离东川区，环境噪声质量相较于城区区域将更好。

16.4.1.3 生态现状

项目生态影响评价范围为水库和其他施工区外延200m的范围。调查工作的重点为

大坝工程区、施工生产生活区域等永久、临时占地区。

动物环境现状：施工区的哺乳类主要为小型啮齿动物为主，大绒鼠和齐氏姬鼠为常见种，总体上讲种类贫乏；受施工区狭窄范围所限，在施工区范围内分布的鸟类种类及数量均较少，评价内有 7 种国家Ⅱ级保护鸟类（雀鹰、普通鵟、黑翅鸢、黑鸢、红隼、白腹锦鸡、斑头鸺鹠）；评价区爬行类主要以蜥蜴目和蛇目为主，这些种类的活动和栖息生境以河流河边、乔、灌木林、荒山荒地为主，评价区存在 1 种国家Ⅱ级保护动物两栖爬行动物（红瘰疣螈）；评价区共有鱼类 13 种，没有国家级和省级重点保护鱼类，也没有长距离洄游性鱼类。13 种鱼类均为金沙江流域的土著种，但不属于评价区的特有种，其中分布于小清河上游的戴氏鳅和小江的短须裂腹鱼为长江上游特有种。

植物环境现状：项目评价区受人为耕作等扰动较大，地带性植被暖性林已被破坏，自然植被仅在项目评价区的山头或旱地边缘地区有分布。因受人为活动的影响，自然植被类型为常绿阔叶林、落叶阔叶林、暖温性针叶林、灌丛和灌草丛。人工植被在项目沿线均有大面积分布，主要包括农田植被（主要作物为玉米、小麦、经济林果等）。

16.4.1.4 空气环境现状

工程地处偏远山区，无集中的大气污染源分布，环境空气自净能力较强，工程区空气质量现状良好。

根据《昆明市生态环境状况公报》（2020 年），昆明市各县（市）区环境空气质量总体保持良好，全年环境空气质量均达到二级标准；因此，项目区环境空气质量达二级标准。

16.4.1.5 水土流失现状

根据现场踏勘，工程尚未开工建设，项目区内占地类型为耕地、林地、草地、其他土地、住宅用地、交通运输用地、水域及水利设施用地等，其中耕地属于中度侵蚀，林地属于微度侵蚀，草地属于轻度侵蚀，其他土地属于轻度侵蚀，住宅用地属于轻度侵蚀，交通运输用地为轻度侵蚀，水域及水利设施用地属于中度侵蚀。项目区平均土壤侵蚀强度属轻度水土流失区域。侵蚀类型以水力侵蚀为主，局部存在重力侵蚀，水土流失主要表现为溅蚀、面积、细沟侵蚀等。

根据“水利部办公厅印发《全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果》办水保[2013]188 号”和《云南省水利厅关于划分省级水土流失重

点预防区和重点治理区的公告》(云南省水利厅公告第 49 号)”,项目区属于“金沙江下游国家级水土流失重点治理区”。按照《生产建设项目水土流失防治标准》GB/T50434-2018,确定本篇章水土流失防治标准等级执行西南岩溶区一级标准。

根据全国土壤侵蚀类型区划标准,项目所在区域属以水力侵蚀为主的云贵高原区,土壤侵蚀模数允许值为 $500t/(km^2 \cdot a)$,枢纽工程原生平均土壤侵蚀模数土壤平均侵蚀模数 $838.81t/km^2 \cdot a$,输水工程原生平均土壤侵蚀模数土壤平均侵蚀模数 $1245.93t/km^2 \cdot a$,原生土壤侵蚀强度以轻度侵蚀为主。

16.4.2 环境敏感区及环境保护目标

16.4.2.1 环境敏感区

雪岭水库工程建设任务为集镇生活供水、农村人畜饮水和农业灌溉供水,工程本身不产生污染物在运行期对环境没有不利影响。项目区不涉及国家公园、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、饮用水水源保护区、重要湿地、重点保护野生动物栖息地、重点保护野生植物生长繁殖地、重要水生生物的自然产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道等敏感区域;项目占地涉及轿子山国家级自然保护区及生态保护红线(占用生态红线 86.19 亩)、基本农田(占用基本农田 422.0 亩)、生态公益林[国家级一级公益林地 381.0 亩(乔木林地 285.91 亩、灌木林地 95.09 亩)、国家级二级公益林地 228.30 亩(乔木林地 159.81 亩、灌木林地 68.49 亩)、省级一级公益林地 22.88 亩(乔木林地 12.56 亩、灌木林地 10.32 亩)、省级二级公益林地 20.09 亩(乔木林地 12.21 亩、灌木林地 8.69 亩)]等敏感区,且无法避让。

16.4.2.2 环境保护目标

工程建设对环境的不利影响主要为施工期产生的废水、废气、废渣对环境的影响。本工程的环境保护目标见表 16-1。

表 16-1 环境保护目标

| 环境要素 | 位置关系 | 保护目标 | 保护要求 |
|--------|-------------|--------------------------|------------------------------|
| 地表水水环境 | 水库工程水环境评价范围 | 库区回水河段、坝下减水河段、生活退水河段水量水质 | 《地表水环境质量标准》GB3838-2002 III类 |
| 地下水环 | 隧洞开挖、回 | 库区回水区域、坝下减 | 《地下水质量标准》GB/T14848-2017 III类 |

| 环境要素 | 位置关系 | 保护目标 | 保护要求 |
|----------|-----------------|--|---|
| 境 | 水区等涉及地下水补给区域 | 水河段区域、生活区等区域地下水 | |
| 大气环境及声环境 | 工程区及工程沿线村庄、集镇等 | 沿线村庄、集镇（东川区红土地镇炭房村、银水箐村、新乐村、蚂蟥箐村、蚌德村、法者村、仓房村 7 个村委会） | 《空气环境质量标准》二级《声环境质量标准》1 类 |
| 生态环境 | 水库工程区陆生、水生生态评价区 | 植物、陆生动物、鱼类； | 保护生态系统完整性、生物多样性 |
| 社会环境 | 工程区及工程沿线影响范围 | 人群健康、生活质量、社会经济、安置人口 | 生活水平不降低、不影响正常生产生活 |
| 环境敏感区 | 工程区 | 基本农田、生态公益林及生态红线保护范围 | 尽量避让、减少占用环境敏感区保护土地 |
| 水土保持 | 水土流失防治责任范围 | 土壤 | 水土流失治理度达 97%，土壤流失控制比达 1，渣土防护率达 92%（施工期 90%），表土保护率达 95%（施工期 95%），林草植被恢复率达 96%，林草覆盖率达 23% |

16.4.3 主要环境问题

（1）工程的布置涉及环境敏感区；雪岭水库评价范围内的工程布置涉及轿子山国家级自然保护区（试验区），基本农田、生态红线、生态公益林等；项目建设可能会对环境敏感区造成不同程度的影响。因此，工程布置与环境敏感区的位置关系将是本次工程能否实施的重要制约因素；

（2）下游小清河二级电站；雪岭水库建成后，小清河二级电站取水口天然来水从 5889 万 m^3 减至 3809 万 m^3 ，电站取水口径流减少，发电量减少，导致下泄流量减少；

（3）下游集镇和农村生活供水、农业缺水严重，严重制约了农业发展和农民生活水平提高，小清河水量利用率较低，工程性缺水严重；

（4）评价区内扰动严重，生态环境受破坏程度大，目前成为次生的植物群落类型，野生动物数量少、质量差，现状河道鱼类有限，水土流失严重等。

16.5 环境影响预测与评价

16.5.1 水文情势及生态流量影响

16.5.1.1 水文情势影响

该水库建成运行后对库区水文的影响主要表现为水位抬高和水流流速平稳等方面：在洪水期，库区开始补水，直至正常蓄水位 2701.3m，库区内水位至一定高程并将相对稳定。随着水位上升，库区水体流速明显减缓。

在平水期、枯水期，当来水流量小于需水量时，库区水位由正常蓄水位 2701.3m，慢慢的下降，库区水体流速则明显减缓。库区现状水资源主要用于农田灌溉和农村生活饮用水，库区的建设改变了现有的水流状态，通过闸门调节水流量，满足当地用水及灌溉的要求，但是枯水季节及干旱的季节，水库蓄水可能导致坝下游部分水体发生断流，对局部地区的用水和生态环境产生不利影响。项目运行过程中优先考虑下游生态用水，生态用水量按坝址处多年平均流量的 10%进行下放，年下泄生态流量为 969.5 万 m^3 ，汛期下泄生态流量为 $0.461\text{m}^3/\text{s}$ ，枯期下泄生态流量为 $0.154\text{m}^3/\text{s}$ ，在消能阀前面主管上接管径 DN200 支管作为生态放水管使用。在保证下游生态用水的情况下，水库运营对下游用水及河段水生态影响不大。具体分析如下：

(1) 水库建成后按 $P=75\%$ 保证率规划水平年取水，经计算，蓄水至第五年 5 月底时，水库上游水位可达到 2661.48m 高程，具备向下游供水的条件；水库取水增加了水资源的利用率，也增加了水量损耗。但鉴于雪岭水库坝址位于小江上游河段，其径流面积较小，对较大区域的金沙江流域乃至东川区的水资源量影响甚微。

(2) 水库蓄水量增加后，库区水面面积有了较大的增加，原库尾以上部分河道型水体转向湖泊型水体，水流的主体流动方向为单向，库尾及库表水体的流动较平均值大。另外，坝前水深增加，库区水体流速从库尾到坝前逐渐减小，水体流态由急流转为缓流，对较小范围内的水文情势产生一定影响。

(3) 水库形成后，水体流速较天然流速有所减缓，有利于泥沙在库内沉积。泥沙落淤，库水相对变清，出库水流含沙量减小，颗粒细化。在汛期泄洪过程中入库含沙量及推移质输沙率较大，且库内流速相对较大，泥沙随泄洪出库，水库沉沙效果相对较低，可采用停蓄避沙峰敞泄冲沙运行。总的来说，水库下泄水流的含沙量将随着水库形成有所降低，对下游河道泥沙情势带来一定影响。

(4) 水库的调蓄作用将改变水库下游的水文情势，将丰水季节的水量蓄积在水库中，到枯水季节再供给下游；水库的蓄水将造成下游河段水量的减少，为保证下游河道的基本生态功能，蓄水期预留了合理的生态流量下泄原河道中。

(5) 水温的影响

雪岭水库建成后将形成年调节型水库。采用《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，推荐的判别公式判断水库水体水温分布类型。根据计算，表明水库水温为稳定分层型。具体计算如下：

$$\alpha = \frac{\text{多年平均径流量}}{\text{水库总库容}}$$

当 $\alpha < 10$ 时，水库水温为稳定分层型；

当 $10 < \alpha < 20$ 时，水库水温为不稳定分层型；

当 $\alpha > 20$ 时，水库水温为混合型。

经计算： $\alpha = 4841/1217 = 3.98 < 10$ ；因此，水库水温为稳定分层型。

总的来看，水库蓄水有可能导致下泄水温变化，这将对下游的农灌和生态环境造成一定程度的影响。雪岭水库是以集镇生活供水、农村人畜饮水和农业灌溉供水为主要任务的水利工程。

输水管道灌溉用水自导流输水隧洞出口用钢管取水。灌区输水线路共分为两部分，第一部分是利用已建新坪大沟输水，在水库隧洞出口下放至原河道中，由小清河二级电站引水系统引至新坪大沟内，向小清河左、右岸灌区供水；第二部分为新建灌溉输水工程，全线采用自流引水，结合地形条件，灌区输水工程在右岸输水隧洞末端水池取水，沿途向水库下游的银水箐、法者、龙树、乌龙及红土地镇灌片供水。新建灌溉输水工程由其他项目配套完成。输水过程中，由于区域温度较高，输水经原河道及小清河二级电站引水系统引至新坪大沟取水过程中，水温可逐步恢复至当地正常水温，水温对灌溉影响较小。第二部分为新建灌溉输水工程，全线采用自流引水，结合地形条件，灌区输水工程在右岸输水隧洞末端水池取水，沿途向水库下游的银水箐、法者、龙树、乌龙及红土地镇灌片供水。输水过程中，经水池、自流引水，水温可逐步恢复至当地正常水温，满足灌溉水温要求。

因此，水温虽然与原来的天然河流相比发生了一定变化，在输水过程中水温完全可

以恢复，故对水环境影响不大。且水库出水将流经长距离的灌溉干、支管后才进入田间地头，用水高峰为每年的6、7月份，正为当地一年中最热的季节，因此可以预计，水库出水经长距离的干管和支管后，水温将逐渐得到恢复，低温水可能对作物生长及农村人畜饮水产生的不利影响可以得到减缓，低温水不会对生产生活用水和农村人畜饮水产生影响。

（6）退水影响

农业灌溉退水：灌区内普遍采用节水灌溉技术，减少灌溉用水量，可有效减轻农业面源污染对水体可能的影响；大力推广使用有机肥，高效低毒无残留农药并减少使用量，努力发展新型的无公害生态农业。灌溉回归水将改善区域内地下水涵养状况，以有利影响为主。

农村人畜退水：农村人畜回归水主要为粪便及少量生活污水，排放量相对较小，且污染物浓度低，排放十分分散。按照农村种植习惯，农村人畜粪便及生活污水基本被收集进行沼气化及农耕处理，或者发展循环农业，为养鱼和作物提供有机肥，对灌区环境状况基本不产生影响。

其他退水处理：本工程建成后生产管理人员污水排放量极少，可只做简易的沷渍、沉淀并作消毒处理，用于附近林灌。

总体来说，从较大区域来看，采取相应措施后水库的兴建对水文情势的影响较小。

16.5.1.2 生态流量

根据《建设项目水资源论证导则》SL322-2013的有关规定，下游河道生态需水按坝址断面多年平均径流量的10%下泄。根据《河湖生态环境需水计算规范》，开发利用程度较低的中小河流生态环境需水量为地表水资源量的20%~30%，为维持生态保护区生物群落稳定和栖息地的可再生，本次规划地区现状水资源开发程度较低，不足1%，按上述要求，本工程汛期（6月~11月）按取水断面多年平均天然径流量的30%，枯期（12月~次年5月）按取水断面多年平均天然径流量的10%预留河道生态基流，当月来水不足时，按当月来水下放。根据水文计算成果，雪岭水库坝址断面年下泄生态流量为969.5万 m^3 ，汛期下泄生态流量为0.461 m^3/s ，枯期下泄生态流量为0.154 m^3/s ，在消能阀前面主管上接管径DN200支管作为生态放水管使用。生态流量下放满足生态下泄流量要求。

16.5.1.3 地表水环境影响 (预测未来水质较好、富营养化、下游)

(1) 施工期

1) 水质影响

工程涉及小清河属长江流域金沙江水系，为小江左岸一级支流。根据《云南省地表水环境功能区划》(2010年-2020年，云南省环境保护厅)，小清河目前没有进行水功能区划，但对小江进行了水功能区划。据水功能区划小清河汇入小江河段(东川城区~四级电站河段)水体主要功能为工业用水、农业用水，水质保护类别为IV类，依据支流水功能不能低于干流的原则，综合考虑雪岭水库供水功能后，确定小清河执行地表水III类标准要求。

工程建设对地表水环境的影响主要表现为施工期生产废水、砂石料加工、生活污水的排放，生产废水主要来自于混凝土拌和、机械设备维修、清洗等。生活污水主要来自于施工人员。

工程建设对地表水环境的影响主要表现为施工期生产废水、生活污水的排放，生产废水主要来自于砂石料加工、混凝土拌和等。生活污水主要来自于施工人员。

生产废水主要来自混凝土拌和、养护用水。整个工程施工期废水排放主要来自混凝土拌和系统冲洗废水。工程区设35台 0.40m^3 、10台 0.5m^3 混凝土搅拌机，1套HL50-2 F1000型混凝土拌和楼，以每天两班次，每班冲洗46台拌合机1次计(冲洗水量考虑为搅拌机容量的二分之一)，冲洗一次废水约 $9.6\text{m}^3/\text{次}$ 计，则混凝土拌和冲洗废水日排放量为 19.2m^3 ，废水排放方式为间歇排放，整个施工期(48个月，1440天)排放总量约为 27648m^3 。混凝土养护废水悬物浓度 $500\sim 2000\text{mg/l}$ ，pH值 $9\sim 12$ ，浓度较高，超过国家规定的污水综合排放一级标准，应当进行收集处理不得排入河道。

生活污水主要来自于施工人员。枢纽工程共设置2个施工生活区，输水工程共设置8个施工生活区。施工期人员在施工生活区食宿，施工人员人均用水量为 50L/d ，平均施工人员1117人，生活污水排放系数取0.8，则生活污水排放量约 $44.68\text{m}^3/\text{d}$ 、 $64339.2\text{m}^3/\text{施工期}$ 。生活污水设置地埋式隔油池除油后进入沉淀池，简易沉淀处理后用于施工场地洒水降尘，不外排，生活污水可以统一运往城镇污水处理厂处理。施工区设置旱厕2个，粪便在旱厕内经沤制后，用于附近农田施肥。

生活污水中的主要污染物是有机质、悬浮物等，其主要污染物的浓度变化范围是悬浮物约 200mg/l 、氨氮 $<15\text{mg/l}$ 、总磷 $<0.8\text{mg/l}$ 、COD $<500\text{mg/l}$ ，污染物的排放浓度均

超过《污染物综合排放标准》一级标准，应当采取措施进行处理，不得排入河道。

蓄水初期调试水库浸没对水质有一定的影响，如清库不彻底时，残留杂草树枝较多，淹没浸出率比实验值可能有所增大，造成污染物浓度比预测值偏高，为减少蓄水初期对水库水质的影响，水库淹没区蓄水前必须按规范要求彻底清库。

在工程建成的水库蓄水初期，新增淹没范围内的土壤有机质以及一些库底清理残存的植被将释放部分氮、磷，对库区水质造成暂时性的，但由于这部分氮、磷释放的时间较短，且数量有限，因此不会对水库水质造成显著的不利影响。雪岭水库建成后将作为饮用水源保护区，在加强管理和规划情形下，库区水环境质量将得到较大改善，建库后其水体的水环境容量不会降低。总体来说，雪岭水库建成后，根据《饮用水水源保护区划分技术规范》进行管理，库区水环境质量能够满足水环境管理目标要求。

工程段目前的水资源利用现状主要为人畜生活供水和农业灌溉用水，施工废水若排入河道将会导致河道水质降低对水资源利用造成一定的不利影响，因此应采取必要的环境保护措施以减轻施工对河道水质的不利影响。

16.5.1.4 地下水环境影响

(1) 施工期

区内地下水以基岩裂隙水为主，埋藏于岸坡风化裂隙中，接受大气降水补给，以下降泉的形式排泄于地表。

工程施工过程中主要废弃物为废渣、废水（隧洞、开挖对地下水位）。生产废渣可通过转运至渣场堆积，或者筛选加工后作为建筑材料；生活废弃物可转运至垃圾处理厂进行处理，生产废水主要为含泥沙水，可通过沉淀系统处理后回用；生活废水可经初步处理后农灌，不会对地下水造成污染。

由于管线经过的位置较高，基岩含水不丰，因此，地下水较贫乏。地下水位大多位于沟谷地面高程附近，且地下水位季节变幅较大。

(2) 运行期

项目所在地地下水分水岭与地表水分水岭一致，也无外流域来水，地下水环境主要受大气降水及其补给区域影响。项目区域内无生产废水排放，对地下水环境造成影响的主要为生活废水和灌溉退水。

生活废水规划统一送入镇城污水处理厂进行处理，达标排放。少量退水渗透对地下

影响甚微。

工程运行期间，因大坝雍水及库水位涨落影响，造成库区范围内地下水水位抬升，受此影响，大坝下游地下水水位也会抬高，缩短地下水排泄路径。同时，水体自净能力降低，对水质造成一定影响。库水位的变化同时可能会造成库岸土地的沼泽化，由于库区位于山区，且基岩大面积出露，不会造成盐渍化。

雪岭水库工程建成后，地下水位将得到更多的补充。工程建成后对地下水位影响不大。

16.5.2 大气环境

本工程沿线主要为村镇地区，无工业污染源，空气环境质量良好。本工程建设对空气环境的不利影响主要表现在施工期扬尘、施工机械废气的排放对空气环境的污染。扬尘污染主要表现为 TSP 浓度增加。施工现场周围粉尘浓度与源强大小、源强距离有关。根据类似工程现场测定，在洒水情况下，扬尘量会小于土方量的 0.10%；在干燥情况下，可以达到土方量的 1.0%以上，影响距离不大于 50m；在洒水和避免大风施工情况下，下风向 50m 处 TSP 预测浓度会小于 $0.3\text{mg}/\text{m}^3$ 。为降低扬尘的影响，应当在施工期对易起尘的作业面及临时堆料场采取洒水降尘的措施。

施工机械会有燃油烟气产生，燃油烟气中含油少量的 CO 和 SO_2 ；交通运输的增加还将给沿路的村庄带来汽车尾气污染。

本工程在杨桥沟、白泥井石料场各布置 1 座人工砂石加工系统；砂石料加工系统对大气环境影响主要为爆破、二段破碎等施工产生的粉尘，主体工程考虑了湿法施工、洒水降尘等措施，可有效降低施工产生的粉尘，减少对大气环境的污染。

16.5.3 声环境

本工程的建设对声环境的不利影响主要表现为施工机械作业、爆破作业产生的噪声对环境敏感点的影响。施工机械运行时在距离声源 5m 处的噪声可高达 76~90dB(A)，爆破作业为间歇式，爆破区远离村民生活区。其中存在第一排房屋距离与河岸最近距离约 20m，施工噪声经过距离衰减之后到达第一排房屋噪声约为 70~80dB(A)。一般来说，施工机械噪声对工程区域边界外 200m 的范围内的村庄造成一定的不利影响。但施工期噪声的影响是短暂的，只要合理安排施工时段，避免在夜间施工，并加强施工机械的维修保养使其工作噪声在正常范围之内，施工期噪声不会对声环境及声环境敏感目标造成

较大影响。

16.5.4 固体废弃物

本工程在营运期产生固体废弃物较少，施工期产生的固体废弃物主要为弃渣及少量生活垃圾。

(1) 土石方

1) 枢纽工程整个施工期间共开挖土石方 231.89 万 m^3 ，其中土石方开挖 217.79 万 m^3 ，表土剥离 14.1 万 m^3 ；回填土石方 61.91 万 m^3 ，其中主体土石方回填 47.81 万 m^3 ，表土回覆 14.1 万 m^3 ，工程产生永久弃方 169.98 万 m^3 ，永久弃渣堆存于枢纽 1#、2#弃渣场内。

2) 输水工程整个施工期间共开挖土石方 25.82 万 m^3 ，其中土石方开挖 21.83 万 m^3 ，表土剥离 3.99 万 m^3 ；回填土石方 15.75 万 m^3 ，其中主体土石方回填 11.76 万 m^3 ，表土回覆 3.99 万 m^3 ，工程产生永久弃方 10.07 万 m^3 ，永久弃渣堆存于输水工程 1~9#弃渣场内。

(2) 生活垃圾

根据工程分析，项目生活垃圾成分以有机垃圾为主。生活垃圾若随地丢弃会污染环境，造成蚊蝇滋生传播疾病，因此应当采取生活垃圾集中收集，各个生活区生活垃圾运往附近村寨、集镇垃圾处理点，不得乱扔乱弃。

类比类似工程情况，施工人员生活垃圾产生量按定额 1.0kg/人 d，工程建设期平均人数为 1117 人，则生活垃圾产生量为 1117kg/d，项目总工期为 48 个月（1440 天），整个施工期生活垃圾产生量约为 1608.48t。这些生活垃圾如不妥善处置，会破坏环境景观，污染空气、土壤和水，加大疾病的传播机率。

枢纽工程生产生活区设置旱厕 2 个，输水工程区设置旱厕 8 个；施工期每人产生粪便量为 0.2kg/d，工程建设期平均施工人数为 1117 人，整个施工期间旱厕粪便产生量约为 321.70t，清掏后用于周边农户耕地肥料消耗。对于租用民房时产生的粪便可以委托村民进行处理。根据工程分析，项目生活垃圾产生量为 1117kg/d，共 1608.48t，生活垃圾集中收集，生产生活区生活垃圾运往附近乡镇及村寨垃圾处理点，不得乱扔乱弃。对外环境的影响不大。

(3) 危险废物

工程建设施工及运行过程中，项目上只进行常规的机械维修和保养，大修由东川区

的专业修理厂家承担。机械保养产生废机油收集交由具有处理能力的单位处理，机械维修产生的含油废水经吸油纸处理后，用于洒水降尘，吸油纸统一收集后交由具有处理能力的单位处理；运行期水泵机组故障产生含油废水经吸油纸处理达标后排放，吸油纸统一收集后交由具有处理能力的单位处理。工程建设产生危害废物均得到妥善处理，对环境的影响相对较小。

综上所述，施工期、运行期间所产生的各类固体废弃物均采取了相应的处置措施及污染防治措施，施工期固体废弃物处置方案较为合理，对外环境的影响不大。

16.5.5 土壤环境及土地资源影响分析

（1）土壤环境影响

工程区周边土壤主要土壤玄武岩、砂泥岩等。由于工程区土壤中有机质和氮、磷含量在水稻土中属于中等水平，耕作的作物类型以冲积土为主，灌溉回归水较多，因此对土壤质量影响相对不大。为减小对灌区土壤质量的影响，可从灌区灌溉方式、化肥、农药的科学使用等方面进行优化。

水库水位的变化同时可能会造成库岸土地的沼泽化，由于库区位于山区，且基岩大面积出露，不会造成盐渍化。

（2）工程占地

枢纽工程占地面积 133.19hm²，其中永久占地 83.15hm²，临时占地 50.04hm²。其中，水库淹没区占 34.13hm²，枢纽工程区占 49.01hm²，道路工程区占 3.01hm²，料场区占 35.50hm²，施工生产生活区占 1.54hm²，弃渣场占 10.00hm²。主要占地类型为耕地 37.69hm²、林地 80.51hm²、草地 4.90hm²、其他土地 3.7hm²、住宅用地 2.5hm²、交通运输用地 1.12hm²、水域及水利设施用地 2.77hm²。枢纽工程涉及东川区红土地镇中的炭房村委会。

输水工程占地面积 28.64hm²，其中永久占地 12.88hm²，临时占地 15.76hm²。其中，输水工程区占 12.88hm²，施工临时道路占 8.03hm²，施工生产生活区占 0.93hm²，弃渣场占 6.80hm²。主要占地类型为耕地 10.21hm²、林地 13.36hm²、草地 1.75hm²、其他土地 3.08hm²，水域及水利设施用地 0.24hm²。输水工程涉及东川区红土地镇中的炭房村、银水箐村、蚂蟥箐村、蚌德村、法者村仓房村等。

项目建设可能产生的水土流失量总为 317512.4t，其中原生土壤流失量为 4751.05t，新增水土流失量为 312761.4t。

雪岭水库淹没区面积 34.13hm²，主要涉及耕地、林地、草地、其他土地、住宅用地、交通运输用地、水域及水利设施用地；工程占用的耕地对部分村的农业生产造成较大影响，对农业经济发展产生了明显不利影响。

雪岭水库淹没影响的耕地指标总量较大，水库建成后，将促进当地种植业发展，调整产业结构，提高群众生活水平，促进社会和谐稳定等方面将发挥重要的促进作用。

16.5.6 生态环境影响

(1) 对陆生植物的影响

1) 建设期对植物的影响

雪岭水库建设施工影响区影响较集中的区域有水库淹没区及其影响区，水库枢纽工程区（雪岭水库）、输水工程、料场、渣场所在地段以及施工场地等。产生影响的因素主要有土方明挖、岩石明挖、土石方填筑、堆渣、渣场占地、工程施工各种生产、生活临时建筑物、永久占地等所带来的影响。其它如施工过程中产生的粉尘、有害气体、废水、固体废弃物、噪声等对自然生态和动植物都有直接的影响。期间外来施工人员所产生的影响在各施工区也不尽相同，主要集中在坝址枢纽地段、输水工程施工地段，其它施工区人员相对较少。

水库施工建设主要影响到栽培植被，常绿阔叶林、落叶阔叶林、暖性针叶林、灌丛和灌草丛及大田作物等。

建设施工会对这些植被造成一定程度的破坏，造成一部分植株的死亡；因施工段沿河两岸土层较厚，坡度较缓，施工不会导致表层土壤与浅层岩石剥离或者剥离不严重，而对这些地带的植被造成较小的破坏；施工中的道路及渠/管道建设开挖将使道路以下的植被遭到一定程度破坏。

2) 蓄水期对植物的影响

淹没区植被主要为常绿阔叶林、落叶阔叶林、暖性针叶林、灌丛和灌草丛及大田作物等。

水库对淹没区内的植物将造成较大的影响。水库淹没范围内的植株将被砍伐，一些原生植被将受淹没而死亡。

水库蓄水后，由于季节变化，库区必然形成水位涨落带。水位涨落带是一个十分特殊的生境，有着周期性的水涨水落，有着陆地的丰富的营养物质进入。相反，这里既无陆地的营养物质输入，又无水体的生物物种输入，是水库中生产力最低的区域。原有的

一年生或多年生植物的生活史的全部过程，根本就不可能在这短时间内完成。只有那些在长期进化过程中形成了对高频率干扰生境的适应对策的短寿命植物，才可能在这里定居。

水库蓄水后，局部小气候将发生变化，有利于库区周边一些喜湿植物的恢复。而一些不适宜该气候的植物将减少，群落向落叶阔叶林方向演替。

3) 营运期对植物的影响

在水库建成运行后，河流生态系统由于在坝址上游形成的库区的截流分割作用，其结构和功能将趋于退化，而新形成一个库区水域类似湖泊的生态系统。在新形成的外部环境条件下，生态系统中的各个群落处于演替的初级阶段，群落稳定性较差，外部环境的轻微干扰都可能对其造成较大的破坏。

另一方面，水库建成后，各施工点人员、机械设备均撤离现场。水库除淹没区、闸坝、输水管线等永久占地外，其它区域均将进行植被恢复，工程区域的植物能很快得到恢复，对自然生态系统不会造成不可逆的影响和破坏。

经调查分析得出：淹没区的形成并不破坏现有物种分布和降低物种多样性。相反，由于大面积人工湖泊的形成，局部水份和热量的变化，还可能导致偏湿性物种的生栖与繁衍，从而增加该区域物种的多样性。

(2) 对陆生动物影响

1) 施工期对陆生动物的影响

对两栖动物的影响：土地利用格局改变，环境污染，施工人员偷猎，这三个方面的因素都可能使两栖动物物种多样性下降。施工中新建的各种永久性建筑或临时性建筑，将使原有的两栖动物栖息地缩小。施工活动将产生大量废水、废渣和噪声，特别是燃油泄漏；施工人员将产生大量垃圾、粪便和生活废水。这些直接污染，会在周围土壤和水域（特别是溪流）中形成有毒物质，破坏两栖动物栖息地的质量，从而影响它们的生存和繁殖。此外，施工开始后，施工运输公路上的车辆将成倍的增加将会对穿越公路的两栖动物造成很大的影响，被车辆轧死的两栖动物概率将增加，尤其早晚时间段。因此，会对评价区内的两栖动物种群数量造成一些影响。

对兽类的影响：水库及输水管道施工区域活动的动物以小型兽类为主，常见的有松鼠、田鼠等，由于施工建设活动破坏了他们的栖息地，会较大改变他们的分布格局，使建设区域内的小型兽类急剧减少，建设区域外的小型兽类在短时间内会有所增加。如在

施工区域人多的地方，可能造成社鼠、小家鼠数量增加。植被破坏区域，社鼠等数量会上升，其他种类数量将下降。但总体上，施工区的各种活动对大多数哺乳动物没有太大的影响，因为哺乳动物有较强的迁徙能力，环境改变了，它们会迁移到适合它们生活的环境中继续生存、繁衍。

对鸟类的影响：水库施工区的建设活动对原在于此居留的鸟类有一定干扰，由于建设区域多山地草丛，居留于此的多为一些小型雀形目鸟类，植被的破坏可能对其筑巢、育雏有一定影响，施工的噪声、污染等对它们有一定威胁。但总体来看，枢纽工程的建设活动对鸟类影响不大，主要是由于鸟类具有强的迁移能力，无论对食物的寻觅，饮水的获得，枢纽工区的建设活动对它们都没有太大的影响。

对爬行类的影响：水库施工区爬行类动物较少且他们对环境改变有较好地预知能力，会迁徙到工程区以外的地方，建设活动对它们影响较小。

水库建设会造成对动物的干扰，会改变动物的分布格局。施工影响区内兽类活动会明显减少，使它们远离施工区域；由于破坏了一定面积的小型兽类、鸟类的栖息地，会较大改变建设影响区小型兽类和鸟类的分布格局，初期它们会迅速减少或有一定死亡，并向周边区域扩散，但它们大多适应环境变化能力较强，在环境稳定后会在新的栖息地内迅速繁殖生存，种群数量又会上升。所以水库施工建设对动物的影响是在可承受的范围内的，不会造成物种的灭绝和生态链的断裂。

2) 蓄水期对陆生动物的影响

在水库形成的过程中，一些小型鼠类、一些爬行类可能被直接淹死。两栖动物的栖息地会有一部分淹没，它们将从淹没区迁走或消失。淹没后形成的库区范围内，兽类、鸟类、两栖爬行类的觅食或繁殖的场所将被永久的侵占。这是水库蓄水主要的不利的影响。

此外，水库的形成对以水域为主要栖息地的鸟类有正面影响，它们的种群数量会增加，还可能会使一些原来不在此栖息的水鸟也会迁徙过来，从而使鸟类种类增加。

3) 运营期对陆生动物的影响

随着施工期的结束，人为干扰大为降低，部分动物会回到原来的区域，但由于该区以栽培植被为主，森林植被则以小面积带状分布，不属于最佳生存环境，动物数量较少，因此对动物数量影响不大。

由于库区的形成，对众多水鸟、游禽有利。水禽，尤其是大型水禽，如鸭科等鸟类

会从远处迁徙来栖居于此，游禽的数量和种类将会不断增加。本来生活于此处的水禽，它们的种群数量亦会增加。

随着水库建成运营，干扰程度降低，其它区域的两栖类会迁徙过来，通过繁殖，逐渐扩大种群数量，在较短的时间内它们又会恢复到建设前的水平。同时，由于河流被截去大部分水后，形成的水流较小、较静，比修建前更利于两栖类的繁殖，有利于两栖类种群的扩大。

（3）对水生生物的影响

评价区共有鱼类 13 种，没有国家级和省级重点保护鱼类，也没有长距离洄游性鱼类。13 种鱼类均为金沙江流域的土著种，但不属于评价区的特有种，其中分布于小清河上游的戴氏鳅和小江的短须裂腹鱼为长江上游特有种。

雪岭水库工程施工期间的生产废水、生活污水、固体废弃物、生活垃圾等均进行了必要的处理，不会对河流水质造成较大影响，不会威胁到鱼类的生存。

本次雪岭水库的建设仅增加了对鱼类的阻隔影响。施工期及水库初期蓄水，下游可能出现减脱水河段，影响到鱼类生存；水库运行期改变小清河原有水文情势，大面积静水域形成，不利于激流性鱼类的生长，河流水体变为湖泊水体，进而适宜静水鱼类的生长，对水生环境的人为改变，对评价区河段内的鱼类生物多样性及鱼类种类数量产生一定的影响；本篇章新增增殖放流措施，可有效提高项目区生态多样性。

因此，雪岭水库工程的规范施工，不会造成河流中鱼类种类的灭绝，对整个施工区河段中鱼类的多样性不会造成明显的影响，对水生生物影响较小。

16.5.7 人群健康

（1）施工期对人群健康的影响

工程施工时，外来的施工队伍进驻工地，人员流动频繁，可能会输入外源性疾病。如果施工人员来自传染病高发区，还可能将传染病带入，引起疟疾等急性传染病的流行；疫情期间工程的施工，导致大量人口聚集，流动人口增多，可能导致疫情感染风险增大。此外，工区内人口较密集，生活设施简陋，应注意加强医疗、饮食和环境卫生，以减少传染病的传播，降低传染病发病率。

（2）运行期对人群健康的影响

工程地区传染病种类不多，均为常见病。水库建成后，不会诱发新的疾病。工程地区人口稀少，发病率较高的肠道传染病。工程建成后，随着经济条件的改善和生活水平

的提高，其发病率将得到有效控制和减少。

16.5.8 环境敏感区

根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》(2021年版)，本工程不涉及国家公园、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、饮用水水资源保护区，不涉及基本草原、森林公园、地质公园、海洋公园、重要湿地、重点保护野生动物栖息地、重点野生植物生长繁殖地、重要水生生物的自然产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道等环境敏感区，项目占地涉及轿子山国家级自然保护区及生态保护红线(占用生态红线 86.19 亩)、基本农田(占用基本农田 422.0 亩)、生态公益林[国家级一级公益林地 381.0 亩(乔木林地 285.91 亩、灌木林地 95.09 亩)、国家级二级公益林地 228.30 亩(乔木林地 159.81 亩、灌木林地 68.49 亩)、省级一级公益林地 22.88 亩(乔木林地 12.56 亩、灌木林地 10.32 亩)、省级二级公益林地 20.09 亩(乔木林地 12.21 亩、灌木林地 8.69 亩)]等敏感区，且无法避让。

16.5.9 生产安置及搬迁安置的环境影响分析

雪岭水库建设征地规划水平年安置人口 383 人，其中搬迁安置人口 327 (水库淹没区上岔河村小组组 161 人，枢纽工程区下岔河村小组 166 人)进行二、三产业就业安置，其余 56 人(银水管村 2 人，新乐村 10 人、蚂蟥箐村 10 人、蚌德村 5 人、法者村 9 人、仓房村 21 人)进行货币补偿安置。

根据东川区国民经济和社会发展规划、土地利用总体规划、城市总体规划等地方规划以及东川区有关征地拆迁补偿安置办法和移民安置意愿，拟规划对雪岭水库搬迁移民实施商品房住房安置。雪岭水库移民安置规划水平年搬迁安置人口 327 人，根据东川区有商品房房源情况和移民意愿，规划将上岔河和下岔河村小组搬迁至东川县城集中购买商品房小区用于雪岭水库移民搬迁安置，东川区商品房小区各项基础设施配套齐全、房源充足，由移民自行选择适合的房源及户型用于搬迁安置。

项目搬迁集中安置及生产安置人口本身为当地人口，安置点搬迁至东川县城集中购买商品房小区，因此，搬迁安置不会对搬迁安置人口产生不利影响。

16.6 环境保护措施

项目区工程建设过程中生产废水、生活污水、废气、粉尘的排放、施工噪声、固体

废弃物以及因工程建设造成的新增水土流失都对工程区的环境造成不利影响，为减免和削弱不利影响使环境质量达标，从保护两岸居民、施工人员以及野生动物的角度出发，制定了以下环境保护措施。

16.6.1 水环境保护措施

16.6.1.1 施工期水环境保护措施

(1) 混凝土拌合系统废水处理措施

1) 方案设计

针对本工程混凝土搅拌机废水产生量小，排放不连续，且位置较为分散等特点，拟采用自然沉淀法进行处理。在每个混凝土搅拌机旁边设置两个废水收集桶，进行加酸中和沉淀处理后，上清液回用于生产。

2) 主要构筑物尺寸及相关参数

初沉桶、二沉桶容满足次冲洗水量（每台班 19.2m^3 ）即可，系统可由多个桶组成，可采用空置的大号汽油桶等，废水停留时间在 6~8h。

3) 运行管理与维护

简易混凝土拌和冲洗废水处理工艺简单，但在工程管理中应及时清理沉渣，适时按需添加酸性中和剂以保障废水处理达标。管理工作纳入混凝土拌和系统统一安排。

混凝土拌和系统废水处理工艺流程见图 16-1。

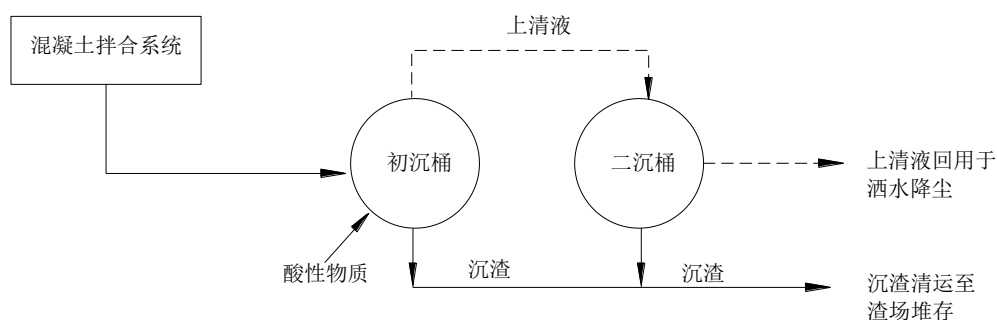


图 16-1 混凝土砂浆拌合废水处理工艺流程图

(2) 砂石料加工系统废水处理措施

本工程在杨桥沟、白泥井石料场各布置 1 座人工砂石加工系统；砂石料加工系统生

产废水主要来自各骨料的冲洗，主要污染物为悬浮物，工程拟通过截水沟收集废水，废水经沉砂池沉淀后，上清液回用于生产其余部分回用于洒水降尘，沉淀泥沙则定期清运至弃渣场堆存。详见下图。

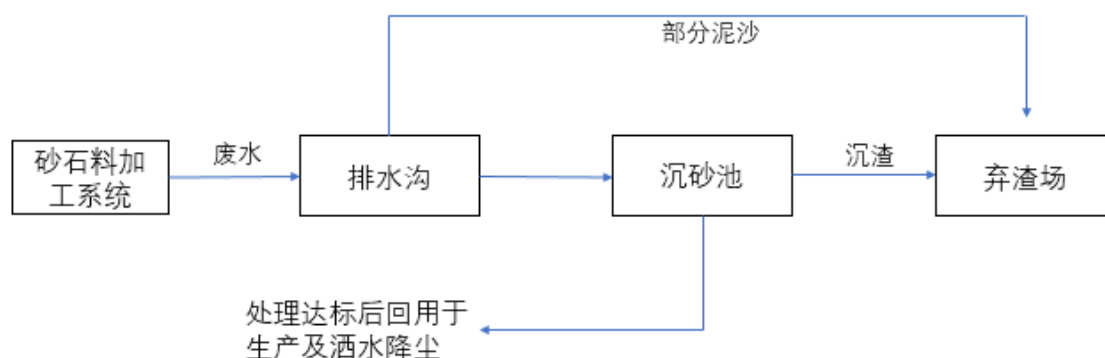


图 16-2 砂石料加工废水处理工艺流程图

（3）机修维修、保养及清洗含油废水处理措施

根据工程施组可知，机械修配厂只负责常规机械维修和保养，大修由东川区的专业修理厂家承担。机械保养废机油统一收集，机修及清洗产生含油废水经沉淀及吸油纸处理达标后回用于冲洗及洒水降尘。机械保养废机油及吸油纸收集后统一交由有相关处理能力的单位处理。具体详见下图。

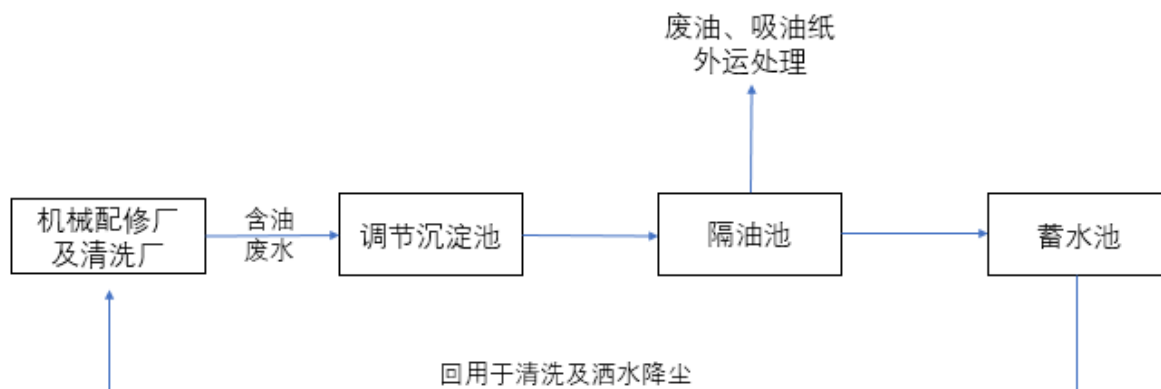


图 16-3 含油废水处理工艺流程图

（4）生活污水处理措施

生活污水主要来自于施工人员。施工人员生活用水可从沿线村庄拉水，烧开煮沸后饮用，以确保饮用水安全。枢纽工程共设置 2 个施工生活区，输水工程共设 8 个施工区。

施工期人员在施工区食宿，施工人员人均用水量为 50L/d，平均施工人员 1117 人，生活污水排放系数取 0.8，则生活污水排放量约 44.68m³/d、64339.2m³/施工期。生活污水统一运往城镇污水处理厂处理。枢纽工程区设置旱厕 2 个，输水工程区设置旱厕 8 个，粪便在旱厕内经沤制后，用于附近农田施肥。此外，在食堂设置专门泔水桶，泔水桶联系当地农户定期挑走用于饲养禽畜。

16.6.1.2 运行期水环境保护措施

（1）库底清理

1) 易漂浮物清理

清理范围内凡妨碍水库运行安全和开发利用的各种易漂浮物，如田间秸秆，柴堆，生活垃圾等。

2) 卫生防疫清理

卫生防疫清理应当在当地卫生防疫部门指导下，由东川区组织专业队伍实施。

水库蓄水后，库区各种鼠类将迁往库周，造成库周密度急增，可能形成鼠害，影响人畜健康和生态环境。因此，在园地、林地、灌木丛等老鼠经常出没地布点放药，进行一次彻底的灭鼠工作，规划在林园地按 100m²/处布点分别放置鼠药。

鼠药选择低残留、分解快、高效安全的颗粒状药物，如“大隆”、溴敌隆。每处施放 100g 进行布饵，一周后人工收集鼠尸，回收鼠药。鼠尸集中运至库外焚烧、灰烬深埋处理。

（2）水源地保护措施

鉴于水库具有社区农村人畜生活供水功能，水库应划定水源保护区，水质保护根据《饮用水水源保护区划分技术规范》HJ/T338-2018 和《云南省人民政府办公厅关于加强城镇集中式饮用水水源保护工作的通知》规定，建议雪岭水库划定饮用水水源地保护区。

1) 水源地管理和保护措施

a.对库周乡镇企业进行排查，针对其污水处理设施、处理效果及排放途径进行全面调查，违规超标排放者责令整改或关闭；

b.在库周 100m 水域内，严禁捕捞、游泳和从事可能污染水源的活动；取水点上游 1000m 至下游 100m 的水域，不得排入工业废水和生活废水以及堆放废渣等有可能污染该段水域水质的活动；

c.在库区周围设置 3 个水源地保护标识牌，每条管线沿线各设 1 个水源地保护标识牌；

d.不得新建扩建严重污染水域的建设项目，改建和技术改造项目必须削减污染物排放量；

e.枢纽、观测设施、专用通信及交通设施等建筑物从工程外轮廓线向外 20m 以及土地征用线以内的区域划定为工程管理区。

2) 水源地水质保护措施

雪岭水库修建后将兼顾城镇及农村人畜饮水的供水任务。根据集中式饮用水水源地保护要求，为保护库周环境及水库水质，保证供水区域的饮用水安全，建议地方政府加强库周污染源的治理，削减入库污染物总量。包括以下几个方面：

a.对于水库集水区划定为饮用水源保护区的范围，设立明显的警示牌；加强水库水质监测和管护，保护水库水质；

b.禁止在饮用水水源一级保护区内从事网箱养殖、旅游、游泳、垂钓或者其他可能污染饮用水水体的活动；

c.禁止在饮用水二级保护区内新建、改建、扩建排放污染物的建设项目；已建成的排放污染物的建设项目，由县级以上人民政府责令拆除或者关闭；

d.在饮用水水源二级保护区内从事网箱养殖、旅游等活动的，应当按照规定采取措施，防止污染饮用水水体；

e.大力推广生态农业，减少化肥农药的施用量，禁止使用剧毒农药，以减少面污染源对库区的污染；

f.切实加强畜禽养殖污染治理，积极推广集中养殖、集中治污。积极采用生产沼气、有机肥料等方式，加强畜禽粪便的资源化利用。大力推广秸秆还田、氨化、食用菌生产、生物质能利用等技术，提高秸秆的综合利用水平；

g.加大库周生态保护力度，保护库周植被，不得对库周灌木林地、林地随意砍伐；结合施工区植被恢复及乡镇生态环境建设，开展库周防护林建设，涵养水源；做好水土保持治理，对于大于 25° 坡耕地进行退耕还林，减少泥沙入库和面源污染；

h.禁止在饮用水水源准保护区内新建、扩建对水体污染严重的建设项目；改建建设项目，不得增加排污量；

i.雪岭水库建成后，对已污染的库区现状水体采取三次碱化措施，做好充水前的库

区水体净化工作。

（3）水库水质富营养化控制措施

随着雪岭水库工程的施工和运行，水库库区水面积增大，库区周围将淹没大量农田，使库区的有机质大量增加，若水质保护措施不当，库区有可能会发生富营养化。减水河段由于上游来水量的减小，发生富营养化的可能性更大，可通过在库区放养鲢、鳙的方法来有效的预防或减缓水体的富营养化程度。鲢、鳙的规格都为 15cm，比例 8：2，增殖放流 2 年。鲢、鳙是滤食性鱼类，以水体中的浮游生物为食，通过食物链作用，可利用鱼类来控制水体生态系统中浮游生物群落，达到改善水质、缓解水体富营养化的目的。应选择较大规格的鲢、鳙的放流，才有较强的滤食能力。

（4）运行退水处理

1）农业灌溉退水

灌区内普遍采用节水灌溉技术，减少灌溉用水量，可有效减轻农业面源污染对水体可能的影响；大力推广使用有机肥，高效低毒无残留农药并减少使用量，努力发展新型的无公害生态农业。灌溉回归水将改善区域内地下水涵养状况，以有利影响为主。

2）农村人畜退水

农村人畜回归水主要为粪便及少量生活污水，排放量相对较小，且污染物浓度低，排放十分分散。按照农村种植习惯，农村人畜粪便及生活污水基本被收集进行沼气化处理，或者发展循环农业，为养鱼和作物提供有机肥，对灌区环境状况基本不产生影响，可不作处理。

3）其他退水处理

本工程建成后生产管理人员污水排放量极少，可只做简易的沷渍、沉淀并作消毒处理，用于附近林灌。

在对水库运行期库区及灌区地表水的保护措施中，坚持“先节水后调水，先治污后通水，先环保后用水”的原则，做好库区及灌区地表水质保护。

16.6.1.3 地下水环境保护措施

工程地下水环境保护措施应坚持“源头控制、末端防治、污染监控、应急响应相结合”原则，针对工程特点，其地下水环境保护措施主要为以下几个方面：

（1）主动控制：即从源头控制措施。设置水源保护区，禁止工业废弃物排入保护

区范围内；对生活废弃物进行无害化处理或集中处理，防止对水体造成污染；

(2) 被动控制：即末端控制措施。对库岸边坡进行防护，降低沿岸土地沼泽化、盐渍化程度；改善地下水排泄途径；做好坝基（肩）防渗措施，降低因渗漏对坝下游地下水位的影响；

(3) 编制应急响应预案，一旦发现地下水污染事故，立即启动应急预案、采取应急措施控制地下水污染，并使污染得到治理；

(4) 隧洞开挖过程中应不改变地下水径流或渗流途径，采用保持地下水的原始循环与贮存状态的方法进行疏导。隧洞对开挖后洞壁渗涌水等涌出工作面的地下水，进行灌浆封堵；

(5) 加强库区群众环境保护教育，加大库区居民点环境保护设施的建设；

(6) 合理设置地下水监测点，将地下水监控体系纳入水源地水体监测系统中，充分利用完善的监测制度、先进的检测仪器和设备，及时发现污染、及时控制；

(7) 雪岭水库库区目前地表水质较好，影响水质安全的污染因素主要为流域面积内农田的农药化肥在雨季流失造成的面源污染。因此，应从全局出发，从长远着想，采取科学的方法和措施，控制库区周边的农药化肥使用量，大力发展生态农业，减少面源污染。

(8) 隧洞开挖期间做好排水措施，如发现地下涌水及时设置导排设施排入周围冲沟。施工过程应特别重视工程建设质量，尤其是隧洞的混凝土衬砌工程，混凝土衬砌可采用高标号水泥等材料提高防渗性能，并优化施工工艺，以保护项目区地下水环境。

16.6.2 空气环境保护措施

16.6.2.1 设计原则、依据与防治目标

(1) 设计原则、依据

针对施工区环境空气污染源分散、难以采取集中末端处理的特点，应多渠道减免对环境空气的影响。大气环境保护措施应结合工程实际，具备经济、可行性和有效性，对主要污染源重点治理。加强工程区施工管理和污染控制，使大气污染物排放强度满足《大气污染物综合排放标准》规定的排放要求。

(2) 防治目标

控制大气污染物排放强度，使之满足《大气污染物综合排放标准》GB16297-1996

中的无组织排放浓度限值。维护施工区及其周边区域的环境空气质量，使周边环境空气质量达到《环境空气质量标准》GB3095-2012 二级标准。

16.6.2.2 大气环境保护措施

(1) 选用低尘工艺

地基开挖、土料开采等工艺应优先选择粉尘产生量较少的工艺进行，在扬尘量较大的作业面适时采取湿法作业。

(2) 尽量不再大风天施工作业，尤其是引起地面扰动的作业。细骨料堆应设简易棚，骨料堆积的边坡角度应稳定，并适当加湿，防止细骨料被风吹散。

(3) 做好洒水降尘工作

本工程需新、改扩建施工道路 12.8km（其中枢纽工程 5.5km，输水工程 7.3km），施工道路采用泥结碎石路面，在运输过程中容易产生扬尘。因此，需重点做好路面洒水降尘工作。在开挖集中的场区采取洒水措施，非雨天每天 3~4 次定时对施工道路洒水，加速粉尘沉降。车辆运输物质经过邻近居民点的路段应增加洒水次数。运输石灰、中砂、水泥等粉状材料的车辆应覆盖篷布，以减少散落和飞灰对道路周边居民点的影响。

(4) 做好施工机械及运输车辆的养护工作

施工期间来往车辆多为燃烧柴油的大中型运输车辆，施工机械多位燃烧柴油的中型机械，其尾气排放量与污染物含量均比燃烧汽油的车辆高，施工期间应做好施工机械和运输车辆的保养维护工作，保证尾气达标排放。建议成立公路养护专业队伍，对路面状况、清洁状况等进行管理和维护。

(5) 加强施工人员的个人防护，合理安排工作人员轮流操作施工机械，减少接触时间并按要求按规范操作。对于粉尘产生量大的工序，应给施工人员配备专用防护用具。

16.6.3 声环境保护措施

从声源角度出发，进场施工机械应选择噪声排放符合国家环境保护标准的施工机械，采用低噪声工艺，并加强设备的维护和保养，如使用润滑油等，减免因机械故障而产生噪声。

从传播距离出发，在施工布置时，应做到“合理布局、闹静分”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。

选择低噪声设备和工艺：

合理安排施工时段，禁止在 22：00～6：00 时段内进行高噪声作业，禁止夜间进行爆破等强噪声作业施工。

优化施工工艺，控制单次爆破使用炸药量。

加强施工人员的个人防护，合理安排工作人员轮流操作施工机械，减少接触时间并按规定按规范操作。对于粉尘产生量大的工序，应给施工人员配备专用防护用具。

运输施工物资的过程中应注意合理安排施工物料的运输时间，经过居民点的路段夜间禁止运输、禁止鸣笛等。

制定噪声监测计划，加强施工期噪声监测结果，根据监测结果对环境敏感点采取相应的防噪措施。

在施工运输路线附近的村庄设置禁止鸣笛和减速慢行标识牌。

16.6.4 固体废弃物处置措施

16.6.4.1 处理原则

固体废物的处理遵循分类处理，废弃土石方需指定堆放原则，生活垃圾中的有机垃圾及无机垃圾分别处理，保证卫生与安全。处理措施应经济、有效、技术可行，达到减量化与无害化处理，废弃土石方运至弃渣场进行堆放。

16.6.4.2 固体废物处理措施

（1）生活垃圾处理措施

1）施工期

施工生产区垃圾成分以有机垃圾为主。

生活垃圾的基本成分为蔬菜、金属、废纸、塑料、玻璃等。考虑到本工程施工期长，运行期产生生活垃圾较少的特点，在施工生产生活区设置多个塑料垃圾桶用于垃圾分类收集。可回收垃圾：包括纸类、金属、塑料、玻璃等，通过综合处理回收利用，可以减少污染，节省资源；厨房垃圾：包括剩菜剩饭、骨头、菜根菜叶等食品类废物，采用生物堆肥方式处理；废旧织物、不可回收、不能堆肥的垃圾，如废旧衣物、尼龙织物、皮革废旧电池、塑料袋等垃圾运至城镇垃圾处理点处理。

施工人员生活垃圾产生量按定额 1.0kg/人 d，工程建设期平均人数为 1117 人，则生

生活垃圾产生量为 1117kg/d，项目施工总工期 48 个月（1440 天），整个施工期生活垃圾产生量约为 1608.48t。枢纽工程区共设置 6 个垃圾桶，输水工程区共设置 24 个垃圾桶，收集施工人员在施工作业过程中产生的生活垃圾，雇请专职人员负责营地内环境卫生的管理和卫生清扫，垃圾经收集后先进行分捡，能回收利用的尽量回收利用，有机类垃圾可用于堆肥，不能回收利用的定期收集，各个生活区生活垃圾运往附近乡镇及村寨垃圾处理点，不得乱扔乱弃。本工程共安置垃圾桶 30 个，对垃圾桶需定期进行消毒，喷洒药液消灭蚊蝇，防治疾病传播。

2) 运行期

运行期在水库管理所内设置垃圾桶对生活垃圾进行集中收集，聘请专职人员负责水库管理所的卫生工作，每日进行清扫。垃圾收集后进行分拣，不能回收利用的定期清运至红土地镇垃圾处理场处理。对垃圾桶需定期进行消毒，喷洒药液消灭蚊蝇，防治疾病传播。

(2) 施工弃渣处理措施

对施工废渣分别进行处理，施工废渣按建筑废料和弃土石进行分类处理，对淹没及占地拆除建筑废料等应尽量回收使用，减少资源浪费并避免其投入自然环境中对环境造成破坏。弃渣的处置应结合水土保持方案进行，渣场的后期管理应以植物措施为主。土石方开挖形成的弃渣将运往施工布置指定的弃渣场，从水土保持的角度出发，拟在渣体下方修筑拦渣墙等挡护坡脚，坡面采取必要的工程防护措施，并结合地形布置排水设施。堆渣结束，对渣体整治后，尽快进行植被恢复。

(3) 施工产生危害固废处理措施

施工产生危害固废主要为施工机械保养废弃机油、及处理废油吸油试纸等。危害固废收集统一交由有相关资质（具有处理能力）的单位进行处理。

16.6.5 生态环境保护措施

(1) 陆生植物保护措施

对施工人员进行生态环境保护的宣传教育工作，增强施工人员的环保意识，尽可能将工程施工对当地动植被的影响减小到最低程度，同时加强防火宣传教育及有关措施，建立施工区防火及火警警报系统，预防和避免施工区火灾的发生。

在工程施工区设置警示牌标明施工活动区，将施工活动限制在预先划定的区域内。严禁施工人员到非施工区域活动，避免对施工区域外植被造成破坏，禁止破坏可能出现

的古树名木和施工征地范围以外的植被。

工程施工设计中应尽量减少施工占地面积和扰动面积；加强对施工生活营地的管理，在指定位置搭建办公及生活福利设施，尽量减少对植被的侵占面积。

本次陆生生态调查过程中，雪岭水库评价区内尚未发现国家级重点保护野生植物，也未发现古树。如在施工过程中发现有古树，应立即设立标志牌进行保护，并通知东川区林业部门，施工活动尽量避开这些古树，如果施工线路不能避开的，应在东川区林业部门的指导下进行移栽。

（2）陆生动物保护措施

施工阶段是工程项目的关键阶段，也是对流域保护动物资源影响最为直接和敏感的阶段。工程施工以机械设备为主，同时需要大量人工参与。因此，人为活动干扰、施工机械设备、各种施工污染等是施工阶段对保护动物资源产生影响的主要因素。

雪岭水库工程建设完成后，水库的运行对保护动物的觅食及活动将不再造成影响，但由于交通条件的改善，人为活动的增加，潜在提高了偷猎发生的几率。因此，为降低本项目工程对流域环境及珍稀保护动物的影响，建议采取下列措施：加大改善和保护流域整体生境的力度；加大宣传教育和警示力度；减少库区和渠系沿途垃圾、散落物；配备必要的装备，提高执法能力；建立保护动物生态监测体系；建立水库对保护动物的影响生态监测体系（主要对野生动物的活动踪迹、种群数量、结构等进行监测），以科学评价该水库对野生动物的活动范围与种群状况的影响等。

（3）鱼类保护措施

1）优化工程施工工艺

运行期管理部门应合理调整施工进度和施工期，涉水工程避开鱼类繁殖期，减小工程施工对鱼类繁殖活动的影响，严格控制夜间施工时间。

对施工作业及水下工程建设施工工艺进行优化。通过选择低噪音机械降低施工噪音，选择最佳弃渣地点，以减少施工作业对水质及混浊度的影响。

在坝址导流隧洞出口处设置生态用水放流设施在线监控设备，确保生态水量的下放。增设过鱼设施、取水口设置拦与设施。

2）水库富营养化调控措施

随着雪岭水库工程的施工和运行，水库库区水面积增大，库区周围将淹没大量农田，使库区的有机质大量增加，加上水体流速较天然状况下变缓，这为水生生物带来良好的

生长条件，若水质保护措施不当，库区有可能会发生富营养化。减水河段由于上游来水量的减小，发生富营养化的可能性更大，可通过在库区放养鲢、鳙的方法来有效的预防或减缓水体的富营养化程度。鲢、鳙的规格都为 15cm，比例 8：2，增殖放流 2 年。鲢、鳙是滤食性鱼类，以水体中的浮游生物为食，通过食物链作用，可利用鱼类来控制水体生态系统中浮游生物群落，达到改善水质、缓解水体富营养化的目的。应选择较大规格的鲢、鳙增殖放流，才有较强的滤食能力。

16.6.6 施工期人群健康保护措施设计

工程建设期，施工区内人员密集且流动频繁，同时由于条件限制，无法达到最佳的卫生条件，因此可能发生各种传染病。

为了保障人员的健康，应对施工人员进行基本的传染病预防宣传，严格按照水环境保护和固体废弃物处理的要求处理好生活废水和垃圾。生活区用水应经过消毒，煮沸后方可饮用，并应定期对饮水池进行卫生消毒处理。加强施工人员的劳动保护，通过保证施工区通风，采取噪声防治措施、配发劳保用品，合理安排作业时间等，保障施工人员身体健康。具体如下：

（1）建设单位应在工程施工区域建立施工卫生所，配备必要的医疗器械和各种传染病的预防和治疗药品，建立、健全消毒隔离体系，完善消毒措施，防治医源性传播。

（2）工程人员进入施工区时，对生活区和部分作业区进行卫生处理，即采取消毒、杀虫、灭鼠等卫生措施，对饮用水进行消毒。普及传染病防治知识，动员群众进行经常性的灭蚊、灭蝇和灭鼠等爱卫活动，改善环境卫生，加强个人卫生防护。

（3）施工区应采取集中式供水，烧开煮沸后饮用；饮用水必须符合国家生活饮用水卫生标准，经检验合格后方可使用，确保饮用水安全。

（4）从事施工区的餐饮业应严格执行《中华人民共和国食品卫生法》相应条款。所有传染病病人、病原携带者和疑似病人一律不得从事易于使该传染病传播的职业或工种。

（5）在当地居民和施工人员中开展卫生知识宣传，普及常见传染病的相关知识，提高群众的保健和防病意识，出现相关症状要及早治疗。

16.6.7 水土流失防治措施

执行水土保持方案报告中的措施和要求，达到水土流失治理目标。

16.6.8 移民安置区环境保护措施

根据东川区国民经济和社会发展规划、土地利用总体规划、城市总体规划等地方规划以及东川区有关征地拆迁补偿安置办法和移民安置意愿，拟规划对雪岭水库搬迁移民实施商品房住房安置。雪岭水库移民安置规划水平年搬迁安置人口 327 人，根据东川区有商品房房源情况和移民意愿，规划将上岔河和下岔河村小组搬迁至东川县城集中购买商品房小区用于雪岭水库移民搬迁安置，东川区商品房小区各项基础设施配套齐全、房源充足，由移民自行选择适合的房源及户型用于搬迁安置。

移民安置生活质量保障措施：

（1）认真落实移民后期扶持基金

雪岭水库在移民安置后，应该充分利用补偿后的资金对移民进行后期生活扶持。

（2）制定并落实各项优惠政策

移民的生产生活恢复是一个长期的过程，需要有关各方共同关心、支持和帮助，建议考虑和制定一些对移民的优惠政策和措施。如：对招工和雇用临时工优先考虑移民，为移民及其子女上学、就医提供方便。

（3）加强对移民的技术服务

政府各级部门加强对移民生产技术的指导，引导移民发展高效优质农业生产，增加移民收入。充分利用当地资源优势，从多种渠道扶持移民发展种植业、养殖业、小商贸等。

16.6.9 环境敏感区保护措施

雪岭水库工程建设涉及自然保护区、基本农田、生态红线及生态公益林等环境敏感区。

施工期间，应加强对施工人员进行宣传教育，不得随意出入自然保护区、生态公益林等环境敏感区，不得破坏区内基础设施、植被资源。

施工过程中，禁止任意扩大施工迹地；施工结束后，尽快采取植物措施恢复施工迹地。

加强施工管理，文明施工，将施工过程中产生的生产生活垃圾、生产生活废污水妥善处置，不得乱扔乱弃、乱排污水。

16.6.10 环境保护措施一览表

本工程环境保护措施详见下表。

表 16-2 环境保护措施一览表

| 环境要素 | 保护措施 | 预期目标 |
|--------------|--|----------------------------------|
| 地表水环境（地下水） | 1) 设置混凝土拌合机械清洗废水处理系统，采用沉淀法处理
2) 生活污水统一运往城镇污水处理厂处理 | 生产废水和生活污水经收集统一处理，不外排。 |
| 空气环境 | 选用低尘工艺
尽量不再大风天施工
做好洒水降尘工作
做好施工机械及运输车辆的养护工作
加强施工人员的个人防护 | 将施工期扬尘和机械废气对环境的影响减至最低。 |
| 声环境 | 选择低噪声设备和工艺
合理安排施工时段
加强施工人员的个人防护
合理安排施工物料的运输时间
在施工运输路线附近的声环境敏感点设置禁止鸣笛和减速慢行标识牌 | 降低施工噪声对场界外声环境敏感点的影响，确保施工期噪声排放达标。 |
| 固体废物
生活垃圾 | 生活垃圾在施工区 30 个塑料垃圾桶，分类回收，不能回收的运至附近垃圾场或就近填埋，废弃土石方运至枢纽 1#、2#弃渣场及输水工程 1~9#弃渣场进行堆置 | 保护施工区域环境卫生。 |
| 生态环境 | 优化布置、减少施工占地
结合水土保持工程，加强植被保护和景观维持。
工程施工期间加强施工人员管理，减少不必要的植被破坏；
对施工区的高大乔木，应尽量避让；
渣场的植被恢复尽量选用当地土著物种； | 保护施工区生态环境质量，减轻水土流失的影响。 |
| 人群健康 | 配备必要的医疗设施和药品
对施工区进行消毒
在施工区采取集中式供水，保障饮水安全； | 保护施工人员人群健康，防治发生传染病疫情。 |
| 水土流失 | 参照水土保持方案报告相关措施 | 减少水土流失量 |
| 移民安置区 | 生活污水
生活垃圾统一收集、清运处理 | 统一处理、达标后排放
保护施工区生态环境质量 |
| 环境敏感区 | 禁止任意扩大施工迹地、不得破坏敏感区内基础设施、损毁植被资源 | 保护施工区生态环境质量，减少占用环境敏感区区域 |

16.7 综合评价结论

16.7.1 结论

雪玲水库工程建成后，可增加供水水量，其灌溉、供水、环境保护、水土保持等方面的综合效益十分显著。根据工程地区环境现状、区域生态环境演变趋势分析，工程区自然生态环境处于基本协调状态。工程建设对当地生态环境、社会环境影响的综合分析表明，工程建设是区域生态农业建设的基础，对促进和逐步提高区域的生态环境质量具有强大的支持功能，对建设区的资源利用、生态环境保护、区域生存环境改善、社会经济的持续发展均具有积极的作用。项目区不涉及国家公园、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、饮用水水源保护区、重要湿地、重点保护野生动物栖息地、重点保护野生植物生长繁殖地、重要水生生物的自然产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道等敏感区域，项目占地涉及自然保护区、生态红线、基本农田及生态公益林等敏感区，且无法避让。工程建设区域环境空气、声、水和社会环境的不利影响是局部的相对较小，主要不利环境影响是工程区的水文情势、生态环境和水土流失影响，这些不利影响均可通过采取相应的环境保护、水土保持措施予以减免或改善。

综上所述，从工程地区的环境背景和工程建设的环境影响角度评价，工程在贯彻了“先节水后调水、先治污后通水、先环保后用水”的三先三后原则的前提下，工程建设带来的有利影响是主要的，不利影响是局部的次要的。采取环保措施后，工程建设无制约性的环境因素，工程建设是可行的。

16.7.2 建议

（1）建议结合工程实际进度及时开展环保措施施工设计工作，对环保措施进行一步深入研究和细化设计，严格遵循“三同时”制度，并落实相应费用，减免不利影响，确保各项环保措施的实施；

（2）工程各项建设与开发活动需高度重视环境保护工作，加强施工期环境管理，落实环境监理和环境监测。

17 实施意见与实施效果评价

17.1 近期工程实施意见及建议

(1) 建议雪岭水库业主与下游梯级水电站进行协商,对由于雪岭水库的兴建对下游梯级水电站造成的不利影响通过东川区政府协调,参考其他地区类似工程的经验,采取相应措施,做好相关补偿工作,避免由于雪岭水库的修建产生社会矛盾,造成社会的不稳定。

(2) 本工程移民搬迁是工程的重点,需做好前期移民调查工作。

(3) 本工程输水工程建设内容未计列新建灌溉输水工程投资,建议将该部分内容作为配套工程另行立项考虑。做好供水、灌溉的配套工程,以便于工程效益的发挥。

(4) 请业主单位尽快与国土、林业及涉及乡镇等部门协调落实,确认工程建设涉及场地(枢纽、渠道、料场、弃渣场等)征用问题,以免影响工程后期进度推进。

(5) 工程总成本水价高于灌区现行农业用水水价,建议针对不同用户承受能力,制定相应的水价标准,维护工程的正常运行。

(6) 东川的缺水状况迫切需要建设雪岭水库工程,本工程技术可行,社会效益显著,建议尽早启动筹建工作,使其尽早发挥效益。

17.2 近期工程实施效果分析

通过近期供水与灌溉工程建设,配合流域现有的水利工程,流域内新增有效灌溉面积 5.69 万亩,保障下游小清河左右两岸高程 2600m 以下,轿子山水库(在建)、坝塘水库(已建)和小河水库(拟建)、小清河水库(拟建)灌区范围以外涉及的红土地(涉及 11 个村委会 19076 人)、乌龙(涉及 5 个村委会 7517 人)、阿旺镇(涉及 4 个村委会 10241 人)共 20 个村(居)委会生活用水,供水可解决红土地镇和农村人口约总人口 36834 人,大牲畜 13498 头,小牲畜 19615 头、羊 44953 只、家禽 73333 只的生活用水和解决 5.69 万亩农田灌溉供水。基本解决农村人口饮水安全问题;近期水土保持实施后,流域水土流失治理率达到 70%,宜治理水土流失面积得到治理,重点防治区水土流失得到全面治理,将有效地控制洪、涝、旱等自然灾害,改善生态环境,具有显著的生态、经济和社会效益。

18 规划实施保障措施

小清河流域规划涉及到供水、灌溉、防洪等诸多方面，水利建设任务重、投资强度大、管理要求高、改革难度大。为推动规划顺利实施，需要各级政府和有关部门高度重视、密切配合，保障规划目标任务完成。

18.1 政策保障

为实现流域开发利用和保护并重，应根据流域实际情况，制定有利于可持续发展的环境经济政策，建立健全流域开发协调保护机制，突出流域生态补偿机制，制定相应的健康发展定量考核指标，努力促进环境保护与经济发展的高度融合。

18.2 强化组织领导，明确工作职责

小清河流域内各县市、各部门要深刻理解流域综合规划对地区经济社会、生态环境健康、稳定、可持续发展的重大意义，适应新时期新形势下的发展要求，实行水资源管理、防汛抗旱、饮水安全保障、生态环境保护、水库安全管理行政首长负责制。在谋划思路、制定规划、工作布局上，要把可持续发展摆在突出位置，处理好开发与保护的关系。

流域内各县市、各部门要根据综合规划的要求，分解本地目标任务，明确责任分工，细化工作方案，把规划确定的目标、任务完成情况纳入各级政府任期目标，列入年度重点督查和责任考核事项。建立目标责任制和干部考核体系，逐级落实目标责任，将政策落实、资金筹措等情况作为主要考核内容，实行问责制。

18.3 加大资金筹措方案

资金筹措方案主要包括以下几点：

1) 加大财政预算对水利的投入。按照中央政策，积极争取中央财政预算对地区水利基础设施建设的支持，增加各级财政对水利的投入，切实加大地方债券用于水利建设的比例，进一步提高固定资产投资中水利基本建设的比重。

2) 足额提取征收水利资金。合理调整水资源费征收标准，扩大征收范围，各级财政分成的水资源费全部用于水资源节约、保护、管理和合理开发。进一步加强水土保持

补偿费等水利行政事业性收费管理，做到应收尽收。

3) 加强对水利建设的金融支持。建立健全水利融资担保机制，在风险可控的前提下，鼓励国有大中型企业为水利贷款提供担保。积极开展水利项目收益权质押贷款，鼓励银行业金融机构创新金融产品，增加农田水利建设信贷资金投入。

4) 广泛吸引社会资金投入水利。建立以政府投入为主导、企业投入和社会融资为补充的水利投融资体制。采取转让、承包、租赁、拍卖、股份合作等形式盘活变现国有水利资产，吸引社会资本，促进水利国有资本滚动发展。

18.4 加强前期工作

流域综合规划是流域开发、治理和保护的基本依据，项目前期工作是确保工程进度质量和保证投资效益的前提条件，是流域经济社会健康可持续发展的基础和保障，应提高水利规划项目前期工作重要性和紧迫性的认识。加强前期工作要做到以下几点:①应强化水利规划的指导地位。②按照统筹兼顾、突出重点、超前部署的原则，加快水利项目前期工作。③各级财政对加快水利规划和项目前期工作给予经费保障。④加强与当地土地利用总体规划的衔接，水利项目纳入土地利用总体规划，避让永久基本农田，少占耕地。

18.5 加强监督管理

严格执行建设项目法人责任制、招标投标制、建设监理制、合同管理制。加强对流域开发、保护与管理资金拨付使用全过程的稽察、审计和监督，严格资金管理，切实管好、用好，严禁挤占、挪用和滞留。强化建立资金落实责任和督查制度，对资金落实不到位的部门要予以追究问责，各级财政部门每年要向同级人民代表大会专项报告水利资金收支预算情况。

19 结论与建议

19.1 规划结论

(1) 1958 年编制完成的《云南省东川市小清河流域水电规划报告》已不能满足东川区社会经济快速发展对水资源的需求。

由云南省水利水电勘测设计研究院于 1985 年编制完成的《云南省东川市小清河流域水电规划报告》，以小清河水能开发为主，对东川坝区的水资源供需也做了相应的工作，通过规划的坝塘水库供东川城市、农田灌溉和工业用水。随着东川区 20 余年的发展，现状东川区社会经济发展已经超出了当初规划所作的预测。因此，根据东川区社会经济已经取得的成绩和面临的机遇，重新对规划区社会经济发展所需的水资源进行预测，对小清河水资源开发利用方案进行规划是十分必要的。

(2) 2009 年编制完成的《东川区小清河流域规划报告》已不能满足东川区快社会经济快速发展对水资源的需求

近年来随着东川区乌龙镇、红土地镇的快速发展，生活用水和灌溉用水需求大幅增加，供水压力日益增大，现有水利设施无法满足东川社会经济的快速发展。位于轿子山水库南干渠以下的乌龙片区由轿子山水库供水，南干渠以上部分现状仅有少量引水工程供农村人畜饮水和农田灌溉用水，供水保证率较低，缺水情况严峻。小清河左岸红土地镇农村人饮、轿子山水库库区右岸农村人饮、以及轿子山水库南干渠以上红土地镇各村委会人饮及灌溉、新坪大沟以上片区灌溉，现状仅有少量山箐供水，存在供水保证率低，枯期缺水严重等问题。原有的《云南省东川市小清河流域水电规划报告》提出的小清河流域开发利用方案，已不能满足东川区快速发展的社会经济对水资源的需求。

(3) 小清河流域水资源丰富，是保障今后一段时期东川区社会经济发展的唯一水源，水库的建设势在必行，应尽快开工建设。

近年来随着东川区乌龙镇、红土地镇的快速发展，生活用水和灌溉用水需求大幅增加，供水压力日益增大，现有水利设施无法满足东川社会经济的快速发展。位于轿子山水库南干渠以下的乌龙片区由轿子山水库供水，南干渠以上部分现状仅有少量引水工程供农村人畜饮水和农田灌溉用水，供水保证率较低，缺水情况严峻。小清河左岸红土地

镇农村人饮、轿子山水库库区右岸农村人饮、以及轿子山水库南干渠以上红土地镇各村委会人饮及灌溉、新坪大沟以上片区灌溉，现状仅有少量山管供水，存在供水保证率低，枯期缺水严重等问题。只能通过兴建雪岭水库，将小清河水资源调入红土地镇、乌龙镇高程较高地区，才能满足红土地镇、乌龙镇农村生活和农田灌溉需水。因此，小清河作为保障东川区社会经济发展的唯一水源，水库的建设势在必行，应该尽快开工建设，才能降低东川区红土地镇、乌龙镇社会经济发展由于缺水问题而受到的不利影响。

（4）各片区水资源供需平衡分析结果

小清河本区水资源量丰富，区内经济以农业为主，无工业企业。受地理位置和高程限制，农村人畜以引小清河及山管水为主，农田灌溉主要集中在小清河两岸，通过从小清河引水灌溉。片区内耗水量小，余水是今后一段时期内东川区社会经济发展唯一的水源。该片区现状村民从小清河通过新平水沟、土木村沟引水灌溉，总设计引水流量 $0.6\text{m}^3/\text{s}$ 。从工程运行情况来看，基本能满足小清河本区 0.3678 万亩农田的灌溉用水要求。该片耕地较少，现有的从小清河引水的新平水沟和土木村沟等引水工程，可满足小清河本区的农田灌溉用水。规划水平年小清河本区 $P=80\%$ 农田灌溉需水量 1421万 m^3 ，规划仍由新平水沟、土木村水沟、新建小河水库灌溉， $P=80\%$ 供水量为 352.2万 m^3 ，其中新平水沟、土木村水沟可供水量为 111.9万 m^3 ，能满足本区 0.3678 万亩灌溉。小河水库可供水量为 240.3万 m^3 ，可以保证右岸小河村灌片、新发、田坝村灌片、望厂村灌片灌溉面积 0.70 万亩，小清河流域本区剩余 2.5393 万亩耕地由于高程较高，现状没有水利工程灌溉。

乌龙片区现状和规划水平年总需水量分别为 2490.9万 m^3 、 2601.7万 m^3 。片区现状水平年、规划水平年可供水量分别为 526.2万 m^3 、 1481.7万 m^3 。现状水平年缺水 1964.8万 m^3 ，缺灌面积 2.17 万亩；规划水平年在加入了坝塘水利系统和轿子山水库的供水量后，可以满足本区农村人畜需水，农田灌溉仍然缺水 1120.0万 m^3 ，缺灌面积 1.19 万亩。将来可以通过扩建轿子山水库的规模，加大兴利库容，增加供水量，满足缺灌的 1.19 万亩耕地的灌溉需水。

东川坝区现状和规划水平年总需水量分别为 5219.1万 m^3 、 7059.1万 m^3 。片区现状水平年、规划水平年可供水量分别为 1171.2万 m^3 、 7059.1万 m^3 。现状水平年缺水 4048.1万 m^3 ，缺灌面积 2.86 万亩；规划水平年在加入了坝塘水利系统和轿子山水库的供水量

后，可以满足本区城市、工业和农田灌溉需水量。

乌龙、红土地梁子规划灌区耕地总面积为 4.0 万亩，灌区现有拟建清水河水库、新坪大沟、零星渠道，供需平衡应根据现有供水工程实际情况，对现有供水工程充分、合理利用、发挥现有水利设施的作用为原则。雪岭水库修建完成后拦蓄小清河上游来水，规划年可通过灌区周边山箐供水，所以规划水平年灌区渠道保持不变，考虑渠道的可供水量，规划水平年继续承担所控制灌区供水任务。通过计算可知，灌区附近天然山箐较多，但是来水量年内分配不均，汛期来水量大，枯期来水量小，枯期基本只能保证生态河道的需水量，所以规划水平年清水河水库保灌面积为 0.428 万亩，零星渠道保灌面积为 0.09 万亩，花沟水库保灌面积为 0.12 万亩，龙潭水库保灌面积为 0.2148 万亩，灌区有 3.15 万亩农灌缺口水量由拟建的雪岭水库承担供水，保证规划区内全部灌溉面积得到灌溉，全部农村饮水得到保证。

（5）雪岭水库的修建对下游梯级水电站的不利影响较小

通过对雪岭水库建库前后下游梯级水电站发电效益的分析结果可以看出：雪岭水库建成后汛期发电量为 1576 万 kW·h，大于电站实际发电量，所以雪岭水库建设对小清河二级电站基本无影响。综上所述，雪岭水库的兴建对下游二级水电站的发电效益将造成一定程度的影响，但影响较小。按照河道内、河道外用水统筹考虑，优先保证河道外生活、生产用水的水资源综合利用的基本原则以及东川区社会经济的长远发展考虑，以牺牲发电效益换来东川区社会经济发展所必须的宝贵水资源，雪岭水库的兴建是值得的。

（6）本阶段推荐雪岭水库工程规模为水库正常蓄水位 2701.30m，正常库容 1129 万 m³，总库容 1217 万 m³。

雪岭水库校核洪水位 2703.52m，设计洪水位 2701.67m，正常蓄水位 2701.30m，死水位 2658.10m，总库容 1217 万 m³，正常库容 1129 万 m³，兴利库容 1001 万 m³，死库容 127.3 万 m³；溢洪道宽 6.0m，最大下泄流量 149.18 万 m³；水库总供水量 1818 万 m³，其中农村人畜供水 230 万 m³，农业灌溉供水量 1601 万 m³；设计灌溉面积 5.69 万亩。

19.2 建议

（1）本次规划中提出的工程项目，应根据各有关部门的发展计划，有序地开展前期工作，抓紧落实兴建。对全面带动小清河流域经济发展，提高当地各族人民群众的生活水平将会带来积极的推动和促进作用。

（2）建议尽快推进雪岭水库工程前期设计工作，开展雪岭水库工程水污染防治规划、工程建设对下游电站的影响及补偿等专题研究。

（3）在经济社会发展指标达到政府预期目标、控制用水总量前提下，提出的用水效率较高，对全社会各行业节水要求较严，各级部门应高度重视，认真贯彻实行最严格水资源管理制度，加大各行业节约用水投入力度，加快推进水价改革和节水型社会建设。

（4）本次规划对区域内可开发的水资源量进行了全面调查，提出了较合理的供水方案，由于规划水源工程总投资较大，建议下阶段各县应进一步加强项目前期工作，积极进行水源方案比选。同时，积极申请国家和省级支持力度，以保障流域内经济社会发展需水要求。

（5）建议尽快完成流域综合规划环境影响评价专题，全面系统的对流域生态环境系统和规划工程进行环境影响评价。