目　　录

1 综合说明.....- 1 -
1.1 项目及项目区概况.....- 1 -
1.2 主体工程水土保持分析评价结论.....- 5 -
1.3 水土流失防治责任范围及防治分区.....- 6 -
1.4 水土流失预测结果.....- 6 -
1.5 水土流失防治目标及总体布设.....- 7 -
1.6 弃渣场设计.....- 9 -
1.7 表土保护与利用设计.....- 10 -
1.8 水土保持工程设计.....- 11 -
1.9 水土保持监测.....- 12 -
1.10 水土保持投资估算及效益分析.....- 12 -
1.11 结论与建议.....- 13 -
2 项目概况及项目区概况.....- 16 -
2.1 项目概况.....- 16 -
2.2 项目区概况.....- 67 -
3 主体工程水土保持分析与评价.....- 82 -
3.1 主体工程制约性因素分析与评价.....- 83 -
3.2 主体工程方案比选分析与评价.....- 88 -
3.3 工程占地分析与评价.....- 101 -
3.4 主体工程施工组织设计分析评价.....- 105 -
3.5 主体工程设计中具有水土保持功能的项目分析评价.....- 111 -
3.6 工程建设对水土流失的影响因素分析.....- 115 -
3.7 结论性意见、要求及建议.....- 116 -
4 水土流失防治责任范围与防治分区.....- 119 -

4.1 水土流失防治责任范围 - 119 -
4.2 水土流失防治分区 - 123 -
5 水土流失分析与预测 - 125 -
5.1 水土流失预测的依据和内容 - 125 -
5.2 水土流失预测目的 - 125 -
5.3 水土流失预测范围 - 125 -
5.4 预测时段 - 126 -
5.5 水土流失影响因素分析 - 127 -
5.6 土壤流失量预测 - 127 -
5.7 水土流失危害预测分析 - 132 -
5.8 预测结论及指导性意见 - 133 -
6 防治目标及总体布设 - 135 -
6.1 防治目标及标准 - 135 -
6.2 设计依据 - 136 -
6.3 设计理念与原则 - 137 -
6.4 设计深度及设计水平年 - 139 -
6.5 总体布局及分区防治措施体系 - 139 -
7 弃渣场设计 - 145 -
7.1 弃渣场来源及流向 - 145 -
7.2 弃渣场选址与类型 - 147 -
7.3 弃渣场堆置方案及安全防护距离 - 169 -
7.4 弃渣场级别与稳定性分析 - 172 -
8 表土保护与利用设计 - 188 -
8.1 表土分布与可利用量分析 - 188 -
8.2 表土需求与用量分析 - 189 -

8.3 表土剥离与堆存 - 194 -
9 水土保持工程设计 - 197 -
9.1 水土保持工程级别、设计标准及原则 - 197 -
9.2 枢纽工程防治区 - 206 -
9.3 输水工程防治区 - 236 -
9.4 专项设施复建防治区 - 278 -
9.5 水土保持管理措施及要求 - 278 -
9.6 分区措施数量 - 281 -
10 水土保持施工组织设计 - 282 -
10.1 工程量汇总 - 282 -
10.2 施工条件及布置 - 285 -
10.3 施工工艺与方法 - 286 -
10.4 施工进度安排 - 290 -
11 水土保持监测 - 294 -
11.1 监测范围及单元划分 - 294 -
11.2 监测时段与内容 - 294 -
11.3 监测点布置、方法和频次 - 296 -
11.4 监测设施典型设计 - 300 -
11.5 监测设备 - 302 -
11.6 弃渣场安全监测 - 303 -
11.7 监测成果 - 306 -
12 水土保持工程管理 - 308 -
12.1 工程建设期管理 - 308 -
12.2 工程运行期管理 - 311 -
12.3 工程保护范围和管理 - 312 -

1 3 投资估算与效益分析 ..... - 314 -
13.1 投资估算编制说明 ..... - 314 -
13.2 水土保持投资概述 ..... - 319 -
13.3 设计水平年防治效益分析 ..... - 334 -
13.4 水土保持损益分析 ..... - 337 -
1 4 结论与建议 ..... - 340 -
14.1 总体结论 ..... - 340 -
14.2 建议 ..... - 340 -

附件:

附件 1: 云南省楚雄州小石门水库工程弃渣场选址意见;

附件 2: 水土保持投资估算附表;

附件 3:《云南省人民政府关于楚雄州小石门水库工程建设项目占用生态保护红线不可避让性论证意见的函》;

附件 4:《云南省林业和草原局关于楚雄州小石门水库工程建设项目涉及自然保护区意见的函》。

1 综合说明

1.1 项目及项目区概况

1.1.1 项目建设背景

小石门水库是《楚雄北部片区水资源综合利用规划》(楚政复〔2010〕108 号)及《楚雄州龙川江流域水资源综合利用规划》中推荐的近期建设项目。工程已列入《长江经济带发展水利专项规划》、《全国水利发展规划(2016～2020 年)》、部省联批的《云南省供水安全保障网规划》和《云南省水利发展规划(2016～2020 年)》、《楚雄州水利发展“十三五”规划》等国家、省、州重要规划，符合国家和云南省相关水利发展规划的要求。

云南省和楚雄州政府非常重视小石门水库工程的建设，云南省政府、水利厅的领导多次到现场考察并就有关问题进行了研究和指导，楚雄州政府成立了小石门水库工程前期工作领导小组办公室，安排专人专职负责，积极开展小石门水库工程建设的前期工作，积极配合进行有关移民安置等工作，促进项目早日立项开工建设。

1.1.2 项目建设的必要性

元谋坝区作为全县的经济核心区，虽然现有水利设施较多，原大型灌区经多年建设可供水量基本满足需求，但由于本区土地资源丰富，可开发利用的荒地较多，制约县域社会经济发展的两个重要因素，一是土地，二是水资源；据《楚雄州元谋禄丰干热河谷片区土地利用整治专项规划》，元谋灌区可新增耕(园)地 17.84 万亩，改善现有灌区 9.46 万亩，现状为大面积荒草地，由于干旱缺水，土地荒芜，水土流失严重，随着热区土地开发整理的推进，寻找新的水源已迫在眉睫，缺水问题严重制约着元谋坝区乃至元谋全县的社会经济发展。

小石门水库灌区主要位于元谋灌区西部片区，土地资源丰富，加之优越的光热条件，使其成为元谋县热区农业开发的主要区域，而工程性缺水严重制约了元谋西部片区的土地开发与保护，小石门水库工程能解决该区域 20.23 万亩耕(园)地的灌溉用水问题，是元谋灌区西部热区土地开发与保护的核心工程。

总之，小石门水库的建设解决了元谋西部热区土地保护与开发的缺水问题，同时作为滇中引水工程元谋西片区供水的末端调节水库，直接或间接地对农田灌溉、工业供水、城市供水和生态环境改善都起到了较大的作用，是一项重要的基础设施工程，该工程建设对促进元谋县的经济发展具有重要意义，因此兴建小石门水库是非常必要的。

1.1.3 项目简介

小石门水库位于楚雄州大姚县龙街乡和牟定县戌街乡交界处的龙川江支流勐岗河上，工程区位于东经 101°36′40″～101°49′08″、北纬 25°35′58″～25°57′40″之间。工程包括水库枢纽工程和输水工程，其中枢纽工程位于牟定县西北部与大姚县交界处，龙街乡白土坡村以东约 1km 处；输水线路自水库枢纽取水后向东北布置，途经老厂村、水桥寺等地后跨过勐岗河，在勐岗河北岸洒芷村分为东干线和北干线；东干线自洒芷村分水后，从猛林沟水库北侧向东布置到达小己保后山附近，东干线布置有 4 条支管；北干线自分水口向北布置，途经拌果村、虎溪村等地，在物茂乡绕过元谋土林后转向东北，管道末端位于芝麻村附近，北干线布置有 17 条支管；提水泵站和坝后消能电站布置于坝后，并排布置于勐岗河原河道右岸，泵站布置两条提水管将来水分别提至大坝左岸的大姚县龙街乡高位水池和右岸牟定县戌街乡高位水池。坝址距元谋县城公路里程约为 40km，坝址经元谋至昆明市公路里程约为 210km。连通元谋县和楚雄市的 S214 省道从水库右岸的戌街乡经过，输水工程周边有道路沿线分布，对外交通方便。

小石门水库工程任务以农业灌溉为主，结合乡镇供水，兼顾发电，并为巩固区域脱贫攻坚成果创造条件。水库工程由枢纽工程和输水线路工程组成。水库枢纽工程建筑物主要包括拦河大坝、溢洪道、泄洪隧洞、输水放空洞、提水泵站和坝后消能电站等；输水工程由总干线、东干线及支管、北干线及支管、泵站提水线路组成，主要建筑物包括隧洞、明钢管、埋钢管、交叉建筑物等。水库总库容为 11102.00 万 m^3，兴利库容为 8911.10 万 m^3，水库多年平均供水量 6718 万 m^3，水库控制灌区设计灌溉面积 27.30 万亩，其中新增灌溉面积 17.84 万亩，改善现有灌区 9.46 万亩，解决 8.24 万人城乡生活供水。泵站设计流量 0.58m^3/s，总装机为 2310kW，坝后消能电站装机两台，总装机容量 15MW。工程规模为大（2）型，工程等别为Ⅱ等。根据工程等别及建筑物重要性，大坝建筑物级别为 1 级，溢洪道、泄洪隧洞、输水隧洞为 2 级建筑物，水泵站和坝后消能电站建筑物为级别为 3 级。

输水线路总长 137.032km，控制灌溉面积 25.64 万亩，总干线管首设计流量 8.27m^3/s，管尾分东、北干线；东干线全长 4.216km，管首设计流量 0.82m^3/s，管尾设计流量 0.39m^3/s；北干线全长 42.569km，管首设计流量 7.20m^3/s，管尾流量 0.41m^3/s；东干线支管全长 18.974km，分 4 条支管，管首设计流量 0.11~0.26m^3/s；北干线支管全长 48.933km，分 17 条支管，管首设计流量 0.13~1.09m^3/s；泵站提水管道全长 6.092km，设计流量 0.58m^3/s；左线（龙街片）设计提水流量 0.17m^3/s；右线（戌街片）设计提水流量 0.41m^3/s。输水

工程总干线、北干线中压力较高的管道建筑物级别为 3 级，引水渠、总干线及北干线的箱涵、无压隧洞为 4 级，东干线建筑物级别为 5 级，支管中北 6#支管、北 17#支管建筑物级别为 4 级，其余支管级别为 5 级。

小石门水库工程总征占地总面积 862.47hm^2，按占地性质分，永久征地 328.40hm^2（包括淹没占地 204.04hm^2），临时占地 534.07hm^2。主体设计工程建设期土石方开挖总量 2060.91 万 m^3，回填利用 1209.10 万 m^3，弃渣 851.81 万 m^3（全部为永久弃渣）。

工程不涉及移民搬迁，不产生搬迁安置人口。工程现状年生产安置人口为 174 人，规划水平年生产安置人口 180 人。

工程共布设 1 个土料场（有用料开采量 9.17 万 m^3），1 个石料场（有用料开采量 820.77 万 m^3），提供枢纽工程和总干线（Z0+000～Z12+590）段建筑物用料，输水工程区所需其他砂石料采取外购。工程共布置 30 处弃渣场，其中枢纽工程区布置 5 处，输水工程区布置 25 处。

工程总投资 466248.05 万元，其中土建投资 284838.72 万元；工程施工总工期初拟为 72 个月，跨 7 个年度，从第 1 年 7 月至第 7 年 6 月。

1.1.4 工程区概况

小石门水库工程所处勐岗河为龙川江一级支流普登河中游段，流域上游河谷宽缓、河曲蜿蜒，下游谷窄坡陡、水流湍急。枢纽工程区地处侵蚀构造地形与构造剥蚀地形叠加区，河床高程 1509～1529m，河谷宽 10～35m。两岸地形坡度 40～60°，局部呈近直立峻坡或陡崖，两岸坡顶为台地、缓丘或垄状山脊等Ⅲ级剥夷面地貌，高程 1740～1790m，山坡坡度 10～25。输水工程区受金沙江及龙川江及其支流勐岗河切割，整体地势南部高，北部低。工程区地貌类型主要为中低山地貌、山间河谷地貌。

工程区位于扬子准地台（Ⅰ）川滇台背斜（Ⅰ2）的滇中中台陷（Ⅰ3）。区域广泛分布变质岩、沉积岩，岩浆岩零星分布。坝址区、输水线路（总干线 Z0+000～Z10+372.802）地震动峰值加速度为 0.10g，地震动反应谱特征周期为 0.45s；输水线路（总干线 Z10+372.802～Z16+248.340）、北干线、东干线地震动峰值加速度为 0.15g，地震动反应谱特征周期为 0.45s。工程区地震烈度为Ⅶ度。

工程位于金沙江水系龙川江支流普登河上游勐岗河上，普登河全河长 95km，河道平均比降 15.5‰，径流面积 1138km^2，占龙川江流域径流面积的 12.3%。小石门水库坝址以上径流面积 739km^2，河长 57.6km，河道平均比降 14.5‰，占普登河流域面积的 64.9%。工程区属亚热带高原季风气候，气候温暖干燥，立体气候较为明显，多年平均气温 17.5℃，

多年平均蒸发量 1267.4mm，多年平均降水量为 849mm，多年平均风速 2.6m/s。

工程区沿线土壤类型主要为黄棕壤、棕壤、红壤和紫色土。植被类型包括自然植被和人工植被两大类，自然植被包括常绿阔叶林、暖性针叶林、灌丛、稀树灌草丛。森林覆盖率约为 46.6%。工程区土壤背景侵蚀模数为 732t/(km^2.a)，侵蚀强度属于轻度侵蚀。

小石门水库工程淹没区涉及生态保护红线面积 16.5814hm^2，淹没区 1673m 高程涉及牟定白马山州级自然保护区实验区约 10.95hm^2。工程占地及淹没范围涉及国家级二级公益林 52.67hm^2，省级公益林 54.21hm^2，基本农田 7.09hm^2。工程布置的 30 处弃渣场均不涉及以上环境敏感区。

1.1.5 项目前期工作

2010 年楚雄州人民政府批复《楚雄北部片区水资源综合利用规划》(楚政复〔2010〕108 号)，推荐近期开发小石门水库工程；小石门水库工程同时也是 2015 年编制的《楚雄州龙川江流域水资源利用规划》中的重点水利工程。

2014 年 1 月，云南省水利水电勘测设计研究院与楚雄州水务局签订了《楚雄州小石门水库工程项目建议书阶段勘测设计合同》，委托云南省水利水电勘测设计研究院完成小石门水库项目建议书编制工作，并于 2016 年 12 月编制完成项目建议书。后因政策性调整，建议书未进行有关咨询和评审。

2015 年小石门水库列入了《长江经济带发展水利专项规划》、《全国水利发展规划（2016～2020 年）》、部省联批的《云南省供水安全保障网规划》和《云南省水利发展规划（2016～2020 年）》。根据《滇中引水工程可行性研究报告》，小石门水库列为滇中引水向元谋西片区供水的末端调节水库。

2020 年 11 月，云南省水利水电勘测设计研究院编制完成了《云南省楚雄州小石门水库工程可行性研究报告书》。

1.1.6 任务由来及方案编制情况

为贯彻执行《中华人民共和国水土保持法》及有关法律法规的要求，做好小石门水库工程建设的水土保持工作，受楚雄州小石门水库工程建设管理局委托，云南省水利水电勘测设计研究院和云南秀川环境工程技术有限公司开展了《云南省楚雄州小石门水库工程水土保持方案报告书》的编制工作。

接受委托后，云南省水利水电勘测设计研究院和云南秀川环境工程技术有限公司立即开展该项目的野外查勘和资料收集工作，对项目建设区的自然条件、水土流失现状进行了调查，并针对项目涉及地收集了相关自然环境现状和社会经济资料；通过调查，了

解当地水土流失治理经验、营林种草经验，调查当地适生种苗的价格，进行了资料整理和项目分析工作。

2020 年 8 月 6~8 日，水利部水利水电规划设计总院在北京组织召开《云南省楚雄州小石门水库工程可行性研究报告》（以下简称“可研报告”）审查会议。2020 年 11 月 5~7 日，水利部水利水电规划设计总院在北京召开会议，对修改后的《可研报告》进行了复核，云南省水利水电勘测设计研究院对《可研报告》进一步修改和完善。经审查，基本同意修改后的《可研报告》。

云南省水利水电勘测设计研究院和云南秀川环境工程技术有限公司成立的《云南省楚雄州小石门水库工程水土保持方案报告书》编制工作项目组根据《可研报告》成果，按照《水利水电工程水土保持技术规范》（SL575-2012）和《生产建设项目水土保持技术标准》GB 50433-2018）等相关规范标准的要求，于 2021 年 9月编制完成《云南省楚雄州小石门水库工程水土保持方案报告书》。

1.2 主体工程水土保持分析评价结论

小石门水库工程选址避开了泥石流易发区、崩塌滑坡危险区以及易引起严重水土流失和生态恶化的地区，工程区元谋县属于金沙江下游国家级水土流失重点治理区，牟定县和大姚县属于云南省滇中北省级水土流失重点治理区，但通过优化工程方案，优化隧洞、管道等施工工艺，尽量减少工程占地和土石方量，提高林草覆盖率，采取有效的水土流失防治措施，可消除或减轻对水土流失重点防治区的影响。

工程淹没区范围涉及自然保护区试验区和生态保护红线，根据相关主管部门的意见，对淹没区占用自然保护区试验区业主单位应依法依规办理行政许可手续；对占用生态保护红线的地段，采取多种管控和补偿措施，尽可能降低生态环境影响。工程占地及淹没范围涉及公益林和基本农田，根据环评专业的分析评价结果，工程建设对生态环境造成一定不利影响，但影响较为有限，工程建设前业主应依法办理用地审核、林地征占审批手续，做好“占补平衡”和补偿等工作。

综合分析，主体工程选址不与《中华人民共和国水土保持法》、《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）、《水利水电工程水土保持技术规范》（SL575-2012）、《云南省水土保持条例》和《中华人民共和国长江保护法》约束性规定冲突。工程选址无水土保持制约性因素。

主体工程设计对上、下坝址，混凝土面板堆石坝、沥青混凝土心墙堆石坝和重力坝

3 种坝型，库内提水、坝后提水方案，总干线前段左、右岸方案，北干线 4 个方案，进行了工程方案综合比选。从水土保持角度来分析，主体工程推荐的上坝址与下坝址水土保持指标相当，推荐的总干线前段右岸方案、北干线跨蜻蛉河段西移方案和跨永定河段西移方案较比较方案水土保持指标优，推荐的坝后提水方案、混凝土面板堆石坝、北干线五哨村至土林段方案和北干线土林至新河水库段方案水土保持指标较比较方案无优势。主体工程推荐方案均无水土保持制约性因素，本方案基本同意主体推荐的方案。

主体工程总体布局紧凑，节约占地，有利于水土保持。此外，从料场选择、施工组织及施工工艺等方面来看，主体工程施工组织设计、施工工艺基本符合水土保持要求。

本工程建设扰动的地表面积大，土石方开挖量、弃渣量大，造成的水土流失影响较为明显，但工程建设不存在水土保持制约性因素。

主体工程在设计中考虑了水库枢纽工程区边坡防护及截、排水措施，鱼类增殖放流站景观绿化，各个分区临时占用耕地进行复耕，具有较好的水土保持功能，在一定程度上能够减少水土流失。本方案就主体工程中的水土保持薄弱环节进行补充，制定了可行的水土保持措施，使项目建设引起的水土流失危害降低到最小。

通过对主体工程的水土保持分析评价，工程建设不存在制约性因素，本工程的建设是可行的。

1.3 水土流失防治责任范围及防治分区

云南省楚雄州小石门水库工程水土流失防治责任范围总面积为 863.37hm^2，其中永久征地面积为 329.00hm^2(包括淹没占地面积为 204.04hm^2),临时占地面积为 534.37hm^2。按照行政区划分，楚雄州大姚县 169.99hm^2，牟定县 329.76hm^2，元谋县 363.62hm^2。

根据分区原则，将本工程水土流失防治分区划分为枢纽工程区、输水工程区和专项设施复建区 3 个一级防治分区，各分区根据实际情况有枢纽区、工程永久办公生活区、输水线路区、弃渣场区、料场区、交通道路区、施工生产生活区、水库淹没区、专项设施复建区等二级防治分区。

1.4 水土流失预测结果

本工程建设过程中因施工活动造成地表扰动面积 659.33hm^2，损毁植被面积为 533.76hm^2，工程建设产生弃渣量为 851.81 万 m^3（松方 1178.44 万 m^3），预测时段内可能产生的土壤流失总量 29.91 万 t，新增土壤流失总量 26.81 万 t。

施工期是水土流失最严重的时间段。其中弃渣场区、输水线路区、交通道路区是造成水土流失最为严重的区域，是采取水土保持措施的重点区域。

1.5 水土流失防治目标及总体布设

（一）水土流失防治标准等级及目标

小石门水库工程项目所在地涉及楚雄州元谋县、牟定县和大姚县。根据《全国水土保持规划（2015-2030 年）》（国函〔2015〕160 号），项目区属西南岩溶区。根据《水利部办公厅关于印发<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>的通知》（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》（第 49 号），工程所在的元谋县属于金沙江下游国家级水土流失重点治理区，牟定县和大姚县不属于国家级水土流失重点防治区；牟定县和大姚县属于云南省滇中北省级水土流失重点治理区。依据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）和《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T50434-2018）相关规定，工程水土流失防治标准按西南岩溶区一级标准执行。工程区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.a，土壤侵蚀类型以水力侵蚀为主。

根据本工程所在区域干旱程度、土壤侵蚀现状和地貌类型等情况的分析，依据相应标准对防治目标进行修正。修正后的设计水平年的防治目标值为：水土流失治理度为 97%、土壤流失控制比为 1.00、渣土防护率为 92%、表土保护率为 95%，林草植被恢复率为 96%、林草覆盖率为 23%。

（二）水土流失防治措施总体布局

根据本工程的水土流失预测结果和划定的防治责任范围，以及水土流失防治分区和防治内容，确定不同的防治区采用不同的防治措施及布局，形成本方案的水土流失防治措施体系。本工程以二级分区进行水土流失防治措施布设。

（1）枢纽区

主体设计已经考虑对各开挖边坡采用喷锚支护，对大坝下游边坡布设岸坡排水沟，对由坝肩、溢洪道、导流泄洪隧洞、泵站和电站开挖边坡上方布设边坡截水沟，对溢洪道和导流泄洪隧洞的引渠段、控制段及泄洪洞竖井采开挖边坡顶层采取网格植生袋护坡，对鱼类增殖站进行了景观绿化设计；主体工程布设的这些措施可满足工程安全运行和排水要求，出于绿化美化的考虑，本方案考虑在喷混凝土护坡区域增加喷播植草，在马道及开挖边坡下侧（排水沟）布设载土槽，对开挖边坡施工影响区进行植被恢复。施工前，

对区域可利用的表土进行收集，临时堆放期间做好防护措施，后期表土回复用于绿化覆土；施工中存在开挖边坡和土石方堆积，需要布设临时排水沟和编织袋装土临时拦挡。

（2）输水线路区

施工前收集表土，并沿线分段集中堆放，施工期间布设临时苫盖和编织袋装土临时拦挡，后期表土回覆用于复耕和绿化覆土。施工后期对隧洞段洞脸进行绿化，对埋管段、施工作业带、明管段及施工迹地进行土地整治，占用耕地区域实施复耕（主体已设计），其他区域采取植被恢复。

（3）工程永久办公生活区

施工前，对区域可利用的表土进行收集，临时堆放期间做好防护措施，后期表土回覆用于绿化覆土；施工过程中对场地和临时堆料布设临时排水沟和编织袋装土临时拦挡，施工结束后进行景观绿化。

（4）料场区

施工前对区域可利用的无用层剥离料进行收集，临时堆放期间做好防护措施，后期表土回覆用于复耕和绿化覆土；在料场区上游坡面布设排水沟，并在排水沟顺接下游天然沟道处设置沉沙池。料场开采期间，为防治开采料滚坡，布设编织袋装土临时拦挡，同时对开挖形成的临时松散坡面和开采临时堆料，进行临时苫盖。主体设计石料场开挖边坡采用喷混凝土护坡，本方案新增喷播植草，同时在马道布设载土槽。施工结束后对石料场终了开采平台进行土地整治，实施植被恢复；对土料场采空区进行土地整治，占用耕地区域实施复耕（主体已设计），其他区域采取植被恢复。

（5）弃渣场区

堆渣前，对弃渣场进行表土剥离，临时堆存于弃渣场上游规划的表土堆场，并采取临时排水沟、编织袋装土临时拦挡和临时绿化，后期表土回覆用于复耕和绿化覆土；在渣场低处布设拦渣工程，针对渣场汇水情况合理布设排水设施，包括渣场周边的截、排水沟，排水出口处的消力池，渣场底部排水盲沟，若渣场上游来水量较大时可在渣场尾部布设挡水墙；堆渣结束后，根据边坡防护要求，对部分弃渣场设计网格植草护坡，同时根据原土地利用类型、地形和立地条件情况，进行土地整治，堆渣平台占用耕地区域实施复耕（主体已设计），其他区域采取植被恢复。

（6）交通道路区

施工前，对区域可利用的表土进行收集，分段集中堆存于就近弃渣场上游规划的表土堆场，临时堆放期间做好防护措施，后期表土回覆用于复耕和绿化覆土；主体已设计

道路排水沟措施，本方案在排水沟出口布设沉沙池措施，对永久道路种植行道树，对道路边坡设计喷播植草、网格植草护坡、网格植生袋护坡措施，施工期间在回填边坡坡脚布设竹栅围栏拦挡措施，防止顺坡溜渣；针对临时道路，设计临时排水沟措施，对边坡采取临时绿化，在回填边坡坡脚布设竹栅围栏拦挡措施，施工结束后根据其原土地利用类型，进行土地整治，占用耕地区域实施复耕（主体已设计），其他区域采取植被恢复。

（7）施工生产生活区

施工前，对区域可利用的表土进行收集，集中堆存于就近弃渣场上游规划的表土堆场，临时堆放期间做好防护措施，后期表土回覆用于复耕和绿化覆土；施工期间做好施工场地临时排水沟措施；施工结束后，根据原土地利用类型和立地条件，进行土地整治，占用耕地区域实施复耕（主体已设计），其他区域采取植被恢复。

（8）专项设施复建区

本区主要为电力设施和通讯设施复建，施工前对施工场地进行表土剥离，集中堆放并对表土采取编织袋装土临时拦挡和临时苫盖，后期表土回覆用于绿化覆土。施工过程中对施工场地设计临时排水沟，对施工材料进行临时苫盖，施工结束后对施工迹地进行土地整治，实施植被恢复。

（9）水库淹没区

加强库区的后期管理，进行封山育林，严禁滥砍滥伐和滥挖滥采，特别要加强水库汇水区的植被保护，不再进行具体的治理措施设计。

1.6 弃渣场设计

（1）弃土来源及流向

工程弃渣总量 851.81 万 m^3，折合松方 1178.44 万 m^3（松方系数 1.38）。其中枢纽工程区弃渣量为 829.98 万 m^3（松方），主要为大坝、溢洪道、输水隧洞、导流泄洪隧洞、电站、泵站及提水管、料场、交通道路等工程产生的弃渣，分别堆放至碗厂 1#弃渣场、2#弃渣场、白土坡 1#弃渣场、白土坡 2#弃渣场和白土坡 3#弃渣场；输水工程区弃渣量为万 348.46m^3（松方），主要为总干线、东干线及支管、北干线及支管、交通道路等工程产生的弃渣，分别堆放至总干线、东干线及支管、北干线及支管沿线布置的 25 处弃渣场。

（2）弃土场选址及类型

工程共设置 30 个弃渣场，渣场类型均为沟道型。弃渣场选址均避开了基本农田、

公益林、自然保护区、水源保护区、风景名胜区、生态红线等环境敏感区域。本工程设置的弃渣场均位于地质构造稳定区，地质条件总体较好，承载力满足上覆荷载要求，场区内无不良地质现象发育，不存在滑坡隐患，弃渣场整体场地适宜性为适宜~较适宜。

（3）弃土场堆置方案及安全防护距离

本工程弃渣场容量为 1368.53 万 m^3，堆渣量为 1178.44 万 m^3（松方），弃渣场容量充足，弃渣场占地面积 192.29hm^2，最大堆高 21～80m，边坡坡比为 1:4.0~1:3.0，每隔 10m 高差设置一道 3~10m 宽的马道，其安全防护距离均满足规范要求。

（4）弃土场级别及稳定分析

本工程共设置 30 个弃渣场，其中 4 个 3 级弃渣场，26 个 4 级弃渣场。在正常运行工况及非常运行工况下，各弃渣场安全系数计算值均大于规范值，弃渣场整体及边坡稳定。

1.7 表土保护与利用设计

（1）表土分布与可利用量

本工程建设区内的耕地、园地和有林地为主要的表土资源分布区，其面积为 646.39 hm^2，可剥离表土量为 148.34 万 m^3。

（2）表土需求与用量

通过分析工程各区域施工布置及土地类型，本工程后期复耕、绿化等区域需求表土量为 148.34 万 m^3，其中复耕覆土需求量为 47.96 万 m^3，绿化覆土需求量为 100.38 万 m^3。表土利用时优先考虑本区回覆，不足部分相邻区域调配，有余方加大复耕覆土厚度。

（3）表土剥离与堆存

本工程占用耕地区域表土剥离厚度为 20~40cm，园地和林地为 10~40cm，共计剥离、堆存表土 148.34 万 m^3。考虑到工程区大部分区域地形较陡，项目建设区周边区域涉及公益林和基本农田，同时为了尽量减少扰动土地面积，除输水工程区主体工程区表土需沿线分段集中堆放和专项设施复建区在场区内堆放外，其他区域表土就近运至附近弃渣场内一角或平缓高处临时堆放。经计算，表土堆场占地 33.20hm^2。

（4）表土利用与保护

本工程剥离、收集的 148.34 万 m^3 表土均用于工程区绿化和复耕覆土。施工期间，在表土堆场周围布设临时土质排水沟排导区域集水，同时对表土堆场进行袋装土临时挡护和临时撒草绿化（或临时苫盖）防治表土流失。

1.8 水土保持工程设计

1.8.1 工程级别和设计标准

弃渣场防护工程建筑物级别：本工程 3 级弃渣场拦渣工程级别为 3 级，4 级弃渣场拦渣工程级别为 5 级；3 级弃渣场排洪工程级别为 3 级，4 级弃渣场排洪工程级别为 4 级；弃渣场拦渣坝防洪标准为 3 级；截排水沟设计标准采用 5 年一遇 10min 短历时设计暴雨；弃渣场斜坡防护工程级别分 4 级和 5 级；枢纽工程区枢纽区和工程永久办公生活区植被恢复与建设工程级别为 1 级，永久道路区和输水管线区永久征地区植被恢复与建设工程级别为 2 级，其余分区植被恢复与建设工程级别均为 3 级。

1.8.2 水土保持工程措施量

工程措施：挡水墙 67m，截水沟 35306m，排水沟 440m，排水盲沟 15637，马道及渣顶排水沟 20240m，挡渣墙 495m，拦渣坝 126m，消力池 30 个，沉沙池 20 座，载土槽 6483m，表土剥离 192.59hm^2，土地整治 374.99hm^2。

植物措施：景观绿化 5150m^2，喷播植草 122259m^2，网格植草护坡 12.99hm^2，网格植生袋护坡 0.19hm^2，植被恢复 411.39hm^2。

临时措施：临时排水沟 79894m，临时苫盖 153525m^2，临时绿化 34.22hm^2，竹栅围栏拦挡 56455m，编织袋装土临时拦挡 17405m。

1.8.3 水土保持措施工程量

工程措施量：土方开挖 168942m^3，石方开挖 16784m^3，土方回填 9343m^3，M7.5 浆砌石 26411m^3，M10 砂浆抹面 42458m^2，沥青木板分缝 4833m^2，块石抛填 68545m^3，铺土工布 61667m^2，钢筋混凝土承插管 256m，石方填筑 17879m^3，干砌石 2011m^3，碎石垫层 1283m^3，林木清除 169.73hm^2，表土剥离 192.59hm^2，表土收集 400124m^3，机械整地 374.99hm^2，表土回覆 1003760m^3，清基 5494m^3，浆砌砖 996m^3，Φ80 风钻钻浆孔 770m，C20 砼浇筑 24506m^3，C25 砼浇筑 22277m^3，Φ75PVC 管（3m）38224 根，锚杆 φ28（4.5m）163 根，植生袋 5713 个，钢筋制安 1669.48t。

植物措施量：草坪 5150m^2，喷播植草 122259m^2，挂网 122259m^2，天竺桂 50 株，云南樟 2780 株，小叶榕 5709 株，清香木 60 株，紫薇 133 株，苏铁 35 株，黄槐 227 株，五色梅 506 株，小叶女贞 3741 株，旱冬瓜 511403 株，车桑子 3338kg，羽脉山黄麻 3325kg，葛藤 177047 株，狗牙根 35624kg，木豆 27kg，戟叶酸模 17kg，抚育管理 437.30hm^2。

临时措施量：土方开挖 13528m^3，撒播狗牙根 37.65hm^2，狗牙根 3121kg，铺彩条布

160511m^2，编织袋填装 21537m^3，编织袋拆除 21537m^3，栅栏 62101m^2。

1.8.4 施工进度安排

本工程施工总工期为 72 个月，其中施工准备期 17 个月，主体工程施工期 54 个月，收尾工期 1 个月。

根据工程总进度安排，按照“三同时”制度的要求，合理安排方案新增水土保持措施实施进度。即：水土保持措施实施进度与主体工程施工进度相适应；措施实施体现预防为主的方针，以尽量减少工程施工期和完建期后的水土流失为原则：渣场的挡护、排水工程措施必须在渣场堆渣前完成；水土保持挡护、排水工程未完工，不能堆渣或开采；植物措施在工程完工或渣场堆满、施工场地结束使用后必须立即进行，以尽快恢复植被；水保工程措施施工应尽量避开雨季；植物措施实施计划应充分考虑植物对季节的要求。

1.9 水土保持监测

本工程水土保持监测范围为工程的水土流失防治责任范围。采取地面定位监测、查调监测、巡查监测、遥感监测等相结合的方法进行水土保持监测。根据项目布局情况和水土流失特点，确定本工程水土保持监测时段为 7.0 年，包括施工准备期和施工期共计 6.0 年，试运行期 1.0 年。监测分区与水土流失防治分区一致，共布设 22 个监测点。根据预测，施工期的弃渣场区、输水线路区和交通道路区是水土流失重点治理区域，是水土保持重点监测区域。

根据工程进展情况和水土流失特点，监测工作分为工程准备期、建设期和试运行期三个时段。监测内容主要包括扰动土地情况、水土流失状况、水土流失防治成效、水土流失危害等。工程准备期对项目区进行全线调查，主要是对工程区的各监测点背景进行 1 次监测；建设期重点进行基本扰动类型侵蚀强度监测，同时进行各种防治措施调查等监测。弃渣场的弃渣量、表土堆存场的堆土量、实施的水土保持措施建设情况等至少每 10d 监测记录 1 次；扰动地表面积、水土保持工程措施拦挡效果等至少每 1 个月监测记录 1 次；主体工程建设进度、水土流失影响因子、水土保持植物措施生长情况等至少每 3 个月监测记录 1 次。若遇 24 小时降水量≥50mm、大风等情况及时加测，水土流失灾害事件发生后 l 周内完成监测。

1.10 水土保持投资估算及效益分析

（1）水土保持投资

石门水库工程水土保持总投资为 16612.33 万元，其中工程措施费 7858.70 万元，植物措施费为 2860.77 万元，监测措施费投资 625.22 万元，施工临时工程投资 847.42 万元，独立费用 2491.01 万元，基本预备费 1468.31 万元，水土保持补偿费 460.90 万元。

（2）效益分析

方案实施后至设计水平年，可建设林草植被面积 438.10hm^2。六项指标均达到了目标值，其中水土流失治理度达到 99%，土壤流失控制比为 1.05，渣土防护率达到 97%，表土保护率达到 98%，林草植被恢复率达到 99%，林草覆盖率为 50.74%，且在施工期可减少土壤流失量 25.47 万 t，改善了工程区内生态环境。

1.11 结论与建议

本方案实施后，工程区水土流失及其危害可以得到有效的防治。水土保持方案的实施具有显著的生态、社会效益。工程建设不存在制约性的水土保持问题，从水土保持角度分析，工程建设是可行的。

根据本工程特点及水土保持措施实施过程中可能发生的问题，对建设单位、监理单位、监测单位、设计单位及监督管理机构提出以下建议:

（1）对于建设单位，在项目建设中应加强管理和水土保持执法宣传，提高相关参建单位的水土保持意识；建议开展水土保持专项招标及施工图专项设计；应尽快落实水土保持监测、监理单位，及时开展工程监理、监测工作。

（2）对于主体工程设计单位，在后续设计中，提高开挖土石渣利用率，减少工程弃渣量和石料开采量，从而减少工程投资，提高效益。

（3）对于施工单位，水土保持措施实施过程中，充分利用主体工程已规划施工条件，避免施工设施的重复设置，以减少防护工程量和工程投资；在雨季施工期间，必须采取临时性水土保持措施，以减少施工期间的水土流失。

（4）对于监测、监理单位，建议按照相关法律法规、技术规范要求，本着“为业主服务，为社会负责”态度积极搞好本职工作，为本工程水土流失防治工作做出应有贡献。

（5）对于监督管理部门，应及时指导和监督督促建设单位和监理监测单位，按相关规定及时提交相关报告或技术文件。

在方案编制过程中，编制单位得到了云南省水利厅、楚雄州水务局、元谋县水务局、大姚县水务局、牟定县水务局以及相关林业、国土、环境等部门的大力支持和协助，在此一并表示衷心感谢！

云南省楚雄州小石门水库工程水土保持方案特性表

项目名称		云南省楚雄州小石门水库工程			流域管理机构	长江水利委员会	
涉及省		云南省	涉及地市		楚雄州	涉及县	元谋县、大姚县、牟定县
项目规模		大（2）型	总投资（亿元）		46.62	土建投资（亿元）	28.48
动工时间		第 1 年 7 月	完工时间		第 7 年 6 月完工	设计水平年	施工后第 8 年
工程占地（hm^2）		862.47	永久占地（hm^2）		328.40	临时占地	534.07
土石方量	分区	挖方量（万 m^3）	填方量（万 m^3）			借方量（万 m^3）	弃方量（万 m^3）
	枢纽工程区	1560.93	975.93				585.00
	输水工程区	499.98	233.17				266.81
	合计	2060.91	1209.10				851.81
重点防治区类型		金沙江下游国家级水土流失重点治理区、云南省滇中北省级水土流失重点治理区					
地貌类型		中低山地貌、山间河谷地貌			水土保持区划	西南岩溶区	
土壤侵蚀类型		水力侵蚀			土壤侵蚀强度	轻度侵蚀	
防治责任范围（hm^2）		863.37			容许土壤流失量 [t/(km²•a)]	500	
水土流失预测总量（万 t）		29.91			新增土壤流失量（万 t）	26.81	
水土流失防治标准执行等级					西南岩溶区水土流失防治一级标准		
防治目标	水土流失治理度（%）	97			土壤流失控制比	1.00	
	渣土防护率（%）	92			表土保护率（%）	95	
	林草植被恢复率（%）	96			林草覆盖率（%）	23	
防治措施	分区		工程措施		植物措施	临时措施	
	枢纽工程区	枢纽区	载土槽 1583m，表土回覆 2964m^3		喷播植草 27134m^2，景观绿化 350m^2，植被恢复 0.85hm^2	临时排水沟 1200m，编织袋装土临时拦挡 450m	
		工程永久办公生活区	表土回覆 1272m^3		景观绿化 4800m^2	临时排水沟 130m，编织袋装土临时拦挡 45m	
		弃渣场区	截水沟 12969m，排水盲沟 5971m，马道及渣顶排水沟 8680m，挡渣墙 20m，拦渣坝 126m，消力池 5 口，表土剥离 99.36hm^2，土地整治 70.16hm^2，表土回覆 185924m^3，		网格植草护坡 9.60hm^2，植被恢复 60.56hm^2	临时排水沟 3706m，编织袋装土临时拦挡 117m，临时绿化 9.53hm^2	
		交通道路区	沉沙池 4 座，土地整治 43.50hm^2，表土回覆 114578m^3		喷播植草 17010m^2，网格植草护坡 0.14hm^2，网格植生袋护坡 0.19hm^2，植被恢复 45.71hm^2	临时排水沟 21210m，竹栅围栏拦挡 12150m，临时绿化 2.25hm^2	
		料场区	载土槽 4900m，排水沟 440m，沉沙池 3 座，土地整治 15.39hm^2，表土回覆 42861m^3		喷播植草 78115m^2，植被恢复 16.08hm^2	临时排水沟 495m，编织袋装土临时拦挡 3740m，临时苫盖 38900m^2	
		施工生产生活区	沉沙池 1 座，土地整治 3.72hm^2，表土回覆 9860m^3		植被恢复 3.72hm^2	临时排水沟 360m	
	输水工程区	输水线路区	土地整治 90.27hm^2，表土回覆 225683m^3		植被恢复 125.12hm^2	临时苫盖 113645m^2，编织袋装土临时拦挡 12540m	
		弃渣场区	挡水墙 67m，截水沟 22337m，排水盲沟 9666m，马道及渣顶排水沟 11560m，挡渣墙 475m，消力池 25 口，表土剥离 92.93hm^2，土地整治 80.53hm^2，表土回覆		网格植草护坡 3.25hm^2，植被恢复 77.28hm^2	临时排水沟 4608m，编织袋装土临时拦挡 398m，临时绿化 12.25hm^2	

			213405m^3		
		交通道路区	沉沙池 12 座，土地整治 64.60hm^2，表土回覆 189166m^3	植被恢复 75.26hm^2	临时排水沟 45855m，竹栅围栏拦挡 44305m，临时绿化 10.19hm^2
		施工生产生活区	土地整治 6.51hm^2，表土回覆 17252m^3	植被恢复 6.51hm^2	临时排水沟 2140m
	专项设施复建区	专项设施复建区	表土剥离 0.30hm^2，土地整治 0.30hm^2，表土回覆 795m^3	植被恢复 0.30hm^2	临时排水沟 190m，编织袋装土临时拦挡 115m，临时苫盖 980m^2
	设计措施投资(万元)		7858.70	2860.77	847.42
新增水土保持总投资（万元）			16612.33	独立费用（万元）	2491.01
监理费(万元)		231.43	监测费(万元)	625.22	补偿费(万元) 460.90
分省措施费（万元）		云南省：16612.33 万元		分县补偿费（万元）	云南省楚雄州 460.90 万元，其中大姚县 89.51 万元，牟定县 117.01 万元，元谋县 254.38 万元
方案编制单位		云南省水利水电勘测设计研究院 云南秀川环境工程技术有限公司		建设单位	楚雄州小石门水库工程建设管理局
法定代表人及电话		梅伟		法定代表人及电话	王志成/13529500515
地址		云南省昆明市青年路 376 号		地址	楚雄市鹿城镇鹿城西路 225 号
邮编		650021		邮编	675000
联系人及电话		杨寿荣/13888375914		联系人及电话	王志成/08783135232
传真		0871-65103473		传真	0878-3123451
电子邮箱		1378560861@qq.com		电子邮箱	cxzxsm@126.com

2 项目概况及项目区概况

2.1 项目概况

2.1.1 项目基本情况

（1）项目名称：云南省楚雄州小石门水库工程（以下简称“小石门水库工程”）

（2）建设单位：楚雄州小石门水库工程建设管理局

（3）建设地点：云南省楚雄州元谋县、大姚县、牟定县

（4）建设性质：新建建设类项目

（5）建设规模：大（2）型

（6）工程投资：466248.05 万元，其中土建投资 284838.72 万元。

（7）建设工期：计划于第 1 年 7 月开工，于第 7 年 6 月完工，总工期 72 个月

2.1.2 工程地理位置及交通情况

小石门水库位于楚雄州大姚县龙街乡和牟定县戌街乡交界处的龙川江支流勐岗河上，工程区位于东经 101°36′40″~101°49′08″、北纬 25°35′58″~25°57′40″之间。工程包括水库枢纽工程和输水工程，其中枢纽工程位于牟定县西北部与大姚县交界处。输水线路自水库枢纽取水后向东北布置总干渠，在勐岗河北岸洒芷村分为东干线和北干线，东干线自洒芷村分水后，从猛林沟水库北侧向东布置到达小已保后山附近，东干线布置有 4 条支管；北干线自分水口向北布置，途经拌果村、虎溪村等地，在物茂乡绕过元谋土林后转向东北，管道末端位于芝麻村附近，北干线布置有 17 条支管。

工程区现昆明—元谋县为 G5 高速公路，元谋县—戌街乡—牟定—楚雄市为 S214 省道，楚雄市—昆明为 G56 高速公路，从戌街乡至水库坝址为 8.0km 乡村道路，乡村公路需进行新建和改扩建才能满足本工程交通要求。坝址距元谋县城公路里程约为 40km，坝址经元谋至昆明市公路里程约为 210km。坝址至牟定县 48km，至楚雄市 83km，坝址经牟定及楚雄至昆明市的公路里程约为 237km。

本工程附近可利用的铁路有成昆线，铁路运输可由成昆铁路运至元谋县火车站，再通过公路运输至施工区，其中昆明至元谋县铁路里程 249km。

2.1.3 工程建设背景

2.1.3.1 项目区水资源开发利用状况

元谋灌区的水利化程度相对较高。截止 2017 年，元谋干热河谷区共建成蓄、引、

提各类水利工程 1101 件，地下水井 131 件，集雨工程 5442 件，设计供水量 26288 万 m^3，2015 年实际供水量 19063 万 m^3。

根据元谋县及干热河谷区的供、用水调查统计情况，元谋县本区水资源总量为 1.62 亿 m^3，现状总供水量为 2.06 亿 m^3（干热河谷区 1.96 亿 m^3，区外主要涉及羊街、凉山和姜驿乡，现状供水量较少按 5%考虑），扣除青山嘴、大海波、麻栗树等大中型水库和龙川江干、支流引水工程供给元谋干热河谷区的水量约 1.1 亿 m^3 后，现状全县水资源开发利用程度为 53%，超过了本区合理的水资源开发利用上限；元谋灌区耕地面积大，用水量大，但地处龙川江下游，过境水量大，本区产水量相对较小，元谋干热河谷区的水资源开发利用率约 66%，远高于云南省同期平均水平，本区人均水资源量仅为 261m^3/人，还不到全省平均水平的 6%，属水资源匮乏地区，该区域的缺水问题只能从规划区外更大范围内的水资源调配来解决。

2.1.3.2 工程建设必要性及意义

（1）元谋县经济社会发展对水资源需求十分紧迫，元谋干热河谷区土地资源丰富，光热条件优越，是云南省最大的冬早蔬菜主产区，区内土地开发潜力大，但区域内工程性缺水严重，供需矛盾突出，严重制约当地社会经济的发展。根据区域现有水利工程分布及耕地开发利用情况，新建小石门水库是区域供水保障的最佳选择。

（2）小石门水库位置较高，库容较大，属河谷型水库，淹没损失小，具备作为滇中引水工程元谋片区供水末端调节水库的条件。滇中引水工程对小石门水库多年平均补水量 1708.00 万 m^3，最大年补水量 7170.00 万 m^3，水库多年平均可供水量 6718 万 m^3，水库建成后可新增灌溉面积 17.84 万亩，改善现有灌区 9.46 万亩。小石门水库的兴建，为提高滇中引水工程元谋片区供水效益，优化调度方案创造了条件。

（3）为巩固提升脱贫攻坚成果，贫困村出列后，政府要继续实施贫困村提升工程，进一步完善基础设施和公共服务建设，全面改善人居环境和生产生活条件。小石门水库特色灌区项目的实施，将改善项目区贫困群众的生产生活条件，夯实农业发展基础，培植支柱产业，提高贫困群众科技文化素质，促进农村经济和社会各项事业的发展，为全县脱贫成效的巩固奠定坚实基础。

（4）小石门水库是《楚雄北部片区水资源综合利用规划》（楚政复〔2010〕108 号）及《楚雄州龙川江流域水资源综合利用规划》中推荐的近期建设项目。工程已列入《长江经济带发展水利专项规划》、《全国水利发展规划（2016～2020 年）》、部省联批的《云南省供水安全保障网规划》和《云南省水利发展规划（2016～2020 年）》、《楚雄州水利

发展“十三五”规划》等国家、省、州重要规划，符合国家和云南省相关水利发展规划的要求。

（5）小石门水库是元谋西片热区土地开发的核心基础设施工程之一，水库工程任务以农业灌溉为主，结合乡镇供水，兼顾发电，并为巩固区域脱贫攻坚成果创造条件。根据小石门水库枢纽布置，为安全泄放生态和灌溉、生活水量，布置坝后消能电站，同时可提高水库经济效益并充分利用其水能资源。

2.1.3.3 工程相关前期工作概况

为合理开发龙川江流域水资源，促进龙川江流域和相关地区国民经济可持续发展，楚雄州水务局先后委托云南省水利水电勘测设计研究院编制了《楚雄北部片区水资源综合利用规划》及《楚雄州龙川江流域水资源综合利用规划》。

2010 年楚雄州人民政府批复《楚雄北部片区水资源综合利用规划》（楚政复〔2010〕108 号），推荐近期开发小石门水库工程；小石门水库工程同时也是 2019 年楚雄州人民政府批复的《楚雄州龙川江流域水资源利用规划》中的重点水利工程。

2014 年 1 月，云南省水利水电勘测设计研究院与楚雄州水务局签订了《楚雄州小石门水库工程项目建议书阶段勘测设计合同》，委托云南省水利水电勘测设计研究院完成小石门水库项目建议书编制工作，并于 2016 年 12 月编制完成项目建议书。后因政策性调整，建议书未进行有关咨询和评审。

2015 年小石门水库列入了《长江经济带发展水利专项规划》、《全国水利发展规划（2016～2020 年）》、部省联批的《云南省供水安全保障网规划》和《云南省水利发展规划（2016～2020 年）》。根据《滇中引水工程初步设计报告》及《滇中引水工程初步设计报告书准予行政许可决定书》（水许可决〔2018〕20 号），小石门水库列为滇中引水向元谋西片区供水的末端调节水库。

2019 年 6 月 17 日，楚雄州人民政府以《关于同意楚雄州元谋禄丰干热河谷片区土地利用整治专项规划等 6 个规划的批复（楚政复[2019]18 号）》对小石门水库受水区土地整治项目规划予以审批通过。

2.1.4 工程任务与规模

2.1.4.1 工程任务

小石门水库工程任务以农业灌溉为主，结合乡镇供水，兼顾发电，并为巩固区域脱贫攻坚成果创造条件。

2.1.4.2 工程规模

（1）枢纽工程规模

水库总库容为 11102.00 万 m^3，兴利库容为 8911.10 万 m^3，水库多年平均供水量 6718 万 m^3，新增灌溉面积 17.84 万亩，改善现有灌区 9.46 万亩，解决 8.24 万人城乡生活供水。泵站设计流量 0.58m^3/s，总装机为 2310kW，坝后消能电站装机两台，总装机容量 15MW。

（2）输水工程规模

输水线路由总干线、东干线、北干线及北干线支管、泵站提水管线组成，输水线路总长 137.032km，其中总干线全长 16.248km，控制灌溉面积 25.64 万亩，管径 2.2m，管首设计流量 8.27m^3/s，管尾分北、东干线；东干线全长 4.216km，控制灌溉面积 2.51 万亩，管径 0.50m、0.80m，管首设计流量 0.82m^3/s，管尾设计流量 0.39m^3/s；北干线全长 42.569km，控制灌溉面积 23.14 万亩，管径 0.70～2.20m，管首设计流量 7.20m^3/s，管尾流量 0.41m^3/s；东干线支管全长 18.974km，分 4 条支管，管径 0.35～0.50m，最大分水流量 0.26m^3/s；北干线支管全长 48.933km，分 17 条支管，管径 0.45～1.00m，最大分水流量 1.09m^3/s；泵站提水管道全长 6.092km，左线（龙街片）提水扬程 258.40m，管道全长 3.760km，控制灌溉面积 0.49 万亩，管径 0.45m，设计提水流量 0.17m^3/s；右线（戌街片）提水扬程 265.40m，管道全长 2.332km，控制灌溉面积 1.17 万亩，管径 0.30m，设计提水流量 0.41m^3/s。小石门水库工程特性表见表 2.1-1。

2.1.4.3 工程等别和设计标准

（1）工程等别及建筑物级别

小石门水库为综合利用的水利工程，水库总库容 11102.00 万 m^3，设计灌溉面积 27.30 万亩，水库工程等别为Ⅱ等，工程规模为大（2）型。

水库枢纽大坝建筑物级别为 1 级，溢洪道、泄洪隧洞、输水隧洞为 2 级建筑物，提水泵站和坝后消能电站建筑物为级别为 3 级，次要建筑物 3 级，临时建筑物为 4 级。总干线、北干线中压力较高的管道建筑物级别为 3 级，引水渠、总干线及北干线的箱涵、无压隧洞为 4 级，东干线建筑物级别为 5 级，支管中北 6#支管、北 17#支管建筑物级别为 4 级，其余支管级别为 5 级。

大坝边坡级别为 1 级；溢洪道和泄洪隧洞边坡级别为 2 级；输水放空隧洞进、出口边坡级别为 2 级；提水泵站和坝后消能电站边坡级别为 3 级，输水线路建筑物开挖边坡级别与建筑物级别一致，分别为 3、4 级；场区交通道路设计标准为公路四级。

（2）洪水标准

拦河坝设计洪水标准采用 100 年一遇（P=1%），校核洪水标准采用 2000 年一遇（P=0.05%）；溢洪道、泄洪隧洞设计洪水标准采用 100 年一遇（P=1%），校核洪水标准采用 2000 年一遇（P=0.05%），消能防冲设计洪水标准采用 50 年一遇（P=2%）；提水泵站和坝后消能电站设计洪水标准采用 50 年一遇（P=2%），校核洪水标准采用 200 年一遇（P=0.5%）；输水线路建筑物级别为 3～5 级，设计洪水标准分别采用 30 年一遇（P=3.33%）、20 年一遇（P=5%）、10 年一遇（P=10%），校核洪水标准分别采用 50 年一遇（P=2%）、20 年一遇（P=5%）。

表 2.1-1　小石门水库工程特性表

名 称	单 位	数量及型式	备 注
一、水文			
1. 坝址以上流域面积	km^2	739	
2. 利用水文系列年限	年	58	
3. 多年平均年径流量	亿 m^3	1.548	
4. 多年平均入库径流量	亿 m^3	1.42	
5. 多年平均滇中补水量	万 m^3	1708	最大年补水量 7170 万 m^3
6. 代表性流量			
多年平均天然流量	m^3/s	4.909	
多年平均入库流量	m^3/s	4.503	
设计洪水标准及洪峰流量		P=1%	
	m^3/s	916	
校核洪水标准及洪峰流量		P=0.05%	
	m^3/s	1687	
7. 洪量			
实测最大洪量（1d）	亿 m^3	0.229	
设计洪水洪量（1d）	亿 m^3	0.508	
校核洪水洪量（1d）	亿 m^3	0.959	
8. 泥沙			
多年平均悬移质输沙量	万 t	45.5	
多年平均悬移质含沙量	kg/ m^3	2.94	
多年平均推移质输沙量	万 t	9	
二、水库			
1. 水库水位			
校核洪水位	m	1676.3	P=0.05%
设计洪水位	m	1673	P=1%
正常蓄水位	m	1673	
死水位	m	1601.4	
2. 水库容积			
总库容（校核洪水位）	万 m^3	11102	
正常蓄水位以下库容		10368	
兴利库容	万 m^3	8911.1	
调洪库容	万 m^3	734	
死库容	万 m^3	1456.9	
3. 库容系数	%	0.56	
4. 调节特性		多年调节	
三、下泄流量及相应水位			
1. 设计洪水位时最大泄量相应	m^3/s	916	
相应下游水位	m	1513.18	
2. 校核洪水位时最大泄量相应	m^3/s	1356.6	
相应下游水位	m	1514.4	
四、工程效益指标			
1. 灌溉效益			
新增灌区多年平均农业灌溉供水量	万 m^3	5779	
城乡生活及现有灌区供水量	万 m^3	939.6	

名 称	单 位	数量及型式	备 注
新增灌溉面积	万亩	17.84	
改善灌溉面积	万亩	9.46	
城乡生活供水人口	万人	8.24	
2. 下游河道生态用水量	万 m^3	3295.6	
3. 本区水量利用系数		39.80%	
五、淹没损失及工程永久占地			
1. 淹没土地（P=20%）	亩	3060.6	
其中：耕地	亩	321.65	
水田	亩	244.69	
旱地	亩	76.96	
林地	亩	2601.05	
园地	亩	137.9	
2. 迁移人口（P=5%）	人	无	
3.生产安置人口	人	190	
4. 淹没区房屋	m^2	640	白铜厂村外迁后遗留旧址
5. 影响公路长度	km	3.93	二级路 3.03km，农村道路 0.90km
6. 影响输电线路	km	5.20km(10kV)	
7. 永久工程占地	亩	1865.33	
其中：旱地	亩	55.15	
水田	亩	9.24	
园地	亩	12.19	
水域	亩	19.13	
林地	亩	1763.69	
交通	亩	5.93	
六、主要建筑物及设备			
1. 枢纽拦河坝型式		混凝土面板堆石坝	
地基特性		角闪片麻岩、黑云斜长片麻岩、云母片岩及白色石英条带	
地震基本烈度	度	Ⅶ	动峰值加速度 0.1g
大坝设防烈度	度	8	动峰值加速度 0.229g
坝顶高程	m	1677.5	
最大坝高	m	163.5	
坝顶长度	m	458	
主要工程量			
其中：坝基开挖土石方	万 m^3	118.3	
坝体总填筑量	万 m^3	713	
坝壳堆石料	万 m^3	657.4	
垫层、过渡料	万 m^3	42	
混凝土	m^3	102769	
帷幕灌浆	m	82668	其中非灌段 2340m
2. 溢洪道			
型式		岸边开敞式正槽溢洪道	设闸挡水
堰顶高程	m	1665	
实用堰净宽	m	12	
闸门孔口尺寸	m×m	12×8.5	
设计下泄流量（P=1%）	m^3/s	528.93	
校核下泄流量(P=0.05%)	m^3/s	887.93	
消能型式		泄槽阶梯+出口底流	

名 称	单 位	数量及型式	备 注
长度	m	609	
3. 泄洪隧洞			
型式		竖井旋流消能无压洞	泄洪隧洞与导流洞结合
洞身断面尺寸	m×m	6.0×6.5	圆拱直墙形
导流洞进口底板高程	m	1539	
泄洪洞进口底板高程	m	1635	
检修门尺寸	m×m	4.5×6.0	平板闸门
工作门尺寸	m×m	4.5×5.0	弧形闸门
设计下泄流量（P=1%）	m^3/s	387.07	
校核下泄流量(P=0.05%)	m^3/s	468.67	
消能型式		竖井旋流+出口底流	
长度	m	725.8	导流洞全长
	m	777	泄洪洞全长
4. 输水放空隧洞			
型式		圆型有压洞	
洞身断面尺寸	m	2.8	
分层取水口数量	层	5	
底层放空进水口底板高程	m	1588	平 40 年淤沙高程
底层输水进水口	m	1596.5	自上而下第四层，平 50 年淤沙高程
隔水门尺寸	m×m	2.8×2.8	5 套
事故检修门尺寸	m×m	2.8×2.8	1 套
设计流量	m^3/s	12.3	
长度	m	720.755	
5. 坝后提水泵站			
型式		地面式泵站	
水泵台数	台	2	龙街灌片
水泵型式		卧式中开多级离心泵	
额定转数	转/分	1480	
额定功率（单泵）	kW	355	
设计扬程	m	252.8	
最小扬程	m	207.7	
设计提水流量	m^3/s	0.17	
提水管管径/管长	m/km	0.45/2.85	
水泵台数	台	2	戍街灌片
水泵型式		卧式中开多级离心泵	
额定转数	转/分	1480	
额定功率（单泵）	kW	800	
设计扬程	m	259.7	
最小扬程	m	217.5	
设计提水流量	m^3/s	0.41	
提水管管径/管长	m/km	0.60/1.76	
6. 坝后消能电站			
装机容量	kW	2×7500	
保证出力	kW	3479	
多年平均年发电量	万 kW·h	4526.1	
年利用小时数	h	3017	

名 称	单 位	数量及型式	备 注
发电引水流量	m^3/s	12.3	
7. 输水线路			
总长	km	63.3	
（1）总干线			
长度	km	16.248	
输水方式		无压输水为主，压力输水结合	上村隧洞、大坝箐隧洞无压，其余有压输水
起点设计流量	m^3/s	8.27	
隧洞断面形式		圆拱直墙形	
隧洞断面尺寸		2.5m×3.0m	
管道段型式/管径		钢管/2.2m	
（2）北干线			
长度	km	42.569	
输水方式		有压输水为主，局部无压	级密山隧洞无压，其余有压
起点设计流量	m^3/s	7.2	
隧洞断面形式		圆拱直墙形无压洞	
隧洞断面尺寸		1.8m×2.1m	
管道段型式/管径		钢管/2.2m～0.7m	
（3）东干线			
长度	km	4.216	
输水方式		有压输水	
起点设计流量	m^3/s	0.83	
管道型式/管径		钢管/0.8m～0.5m	
（4）北干线支管			
支管数量	条	17	
总长度	km	41.07	
输水方式		有压输水	
设计流量	m^3/s	0.09～1.09	
管道型式/管径		钢管/0.45m～1.0m	
（5）东干线支管			
支管数量	条	4	
长度	km	15.57	
输水方式		有压输水	
管首设计流量	m^3/s	0.05～0.19	
管道型式/管径		钢管/0.25m～0.45m	
七、施工			
1. 主体工程数量			
明挖土石方	万 m^3	519.80	
填筑土石方	万 m^3	846.89	
洞（井）挖石方	万 m^3	30.85	
干（浆）砌石方	万 m^3	9.56	
砼和钢筋混凝土	万 m^3	58.17	
帷幕灌浆	m	80328	
固结灌浆	m	55283	
钢管制安	万 t	5.32	
2. 主要建筑材料			

名 称	单 位	数量及型式	备 注
木材	m^3	4434	
水泥	万 t	22.46	
钢材(钢筋)	万 t	2.98	
3. 所需劳动力			
总工日	万工日	510.1	
平均施工人数	人	2625	
高峰工人数	人	3938	
4. 施工动力及来源供电	万 kVA	3.5	由戌街 35kV 变电站引接
5. 对外交通			
公路运距	km	210	坝址至昆明里程
运量	万 t	51.5	
6. 施工导流型式		全年围堰挡水、导流隧洞泄流	
7. 施工占地	亩	6610.05	含水下淹没 150.15
8. 施工总工期	月	72	
八、经济指标			
1.工程总投资	万元	466248.05	
静态总投资	万元	466248.05	
其中静态投资包含：			
（1）枢纽总投资	万元		
其中：建筑工程	万元	134535.14	
机电设备及安装工程	万元	8145.48	
金属结构设备及安装工程	万元	2194.62	
施工临时工程	万元	26526.63	
独立费用	万元	27557.57	
基本预备费	万元	23875.13	
静态总投资	万元	222834.57	
（2）输水线路工程投资	万元		
其中：建筑工程	万元	109550.04	
机电设备及安装工程	万元	359.47	
金属结构设备及安装工程	万元	7153.86	
施工临时工程	万元	14226.91	
独立费用	万元	15319.32	
基本预备费	万元	17593.15	
静态总投资	万元	164202.75	
（3）建设征地移民补偿			
静态总投资	万元	46222.30	
基本预备费	万元	4476.40	
（4）环境保护工程			
静态总投资	万元	16376.10	
基本预备费	万元	1754.58	
（5）水土保持工程			
静态总投资	万元	16612.33	
基本预备费	万元	1468.31	
2. 综合利用经济指标			
水库单位库容投资	元/m^3	42.00	静态
农业灌溉成本水价	元/m^3	1.33	运行水价，不含末级渠系

名 称		单 位	数量及型式	备 注
农业灌溉	常规经作	元/m^3	0.14	
可承受水价	高效经作	元/m^3	1.21	
生活供水成本水价		元/m^3	1.43	运行水价，不含末级渠系
生活供水可承受水价		元/m^3	2.14	运行水价，不含末级渠系
经济内部收益率		%	6.83	经济内部收益率

2.1.5 项目组成

根据《云南省楚雄州小石门水库工程可行性研究报告》，小石门水库工程由枢纽工程和输水线路工程组成。水库枢纽工程建筑物由拦河大坝、溢洪道、泄洪隧洞、输水放空洞、提水泵站和坝后消能电站等组成，主要涉及大姚县和牟定县；输水工程由总干线、东干线及支管、北干线及支管、泵站提水线路组成，输水线路全长 137.032km，其中总干线全长 16.248km，东干线全长 4.216km，北干线全长 42.569km，东干线支管 18.974km，北干线支管 48.933km，泵站提水管全长 6.092km，输水工程主要涉及牟定县和元谋县。

表 2.1-2　小石门水库工程项目组成情况表

序号	项目组成	工程情况及主要建设内容
一	水库枢纽工程	
1	拦河大坝	最大坝高 163.50m，坝顶宽 12.0m，坝顶轴线长 458.00m，混凝土面板 0.4~1.0m。
2	溢洪道	为开敞式有闸控制正槽溢洪道，由引渠段、控制段、泄槽Ⅰ段、抛物线段、泄槽Ⅱ段、扩散段、消力池段、护坦段组成，总长 609.00m。
3	泄洪隧洞	由进口引渠段、矩形有压洞身段、闸门竖井段、无压渐变段、旋流涡室、旋流竖井、无压退水洞段、出口泄槽段、消力池段及护坦段组成，全长 777.00m。
4	输水放空隧洞	为压力隧洞，由引渠段、进口喇叭段、方形洞身段、闸室段、圆形洞身段组成，全长 720.755m。
5	提水泵站和坝后消能电站	坝后消能电站与龙街、戌街提水泵站联合布置于勐岗河原河道右岸，溢洪道消力池右侧。由主厂房、副厂房、进出水管、主变场、尾水建筑物及泄水放空阀组成。
二	输水工程	
1	总干线	全长 16.248km。包括 2 条隧洞，总长 12.741km；管道长 3.507km，其中明管段长 1.638km，埋管段长 1.869km。总干线垮勐岗河之前涉及牟定县，垮勐岗河之后涉及元谋县。
2	东干线	全长 4.216km。包括 1 条隧洞，长 0.252km；管道长 3.964km，其中明管段长 0.598km，埋管段长 3.366km。东干线涉及元谋县。
3	北干线	全长 42.569km。包括 1 条隧洞，长 1.499km；管道长 41.070km，其中明管段长 4.340km，埋管段长 36.730km。北干线涉及元谋县。
4	东干线支管	全长 18.974km。其中明管段长 3.347km，埋管段长 15.627km。东干线支管涉及元谋县。
5	北干线支管	全长 48.933km。其中明管段长 13.777km，埋管段长 35.156km。北干线支管涉及元谋县。
6	泵站提水管	全长 6.092km。包括右线（戌街片）提水管 2.332km，左线（龙街片）提水管 3.760km。其中明管段长 0.458km，埋管段长 5.634km。左线涉及大姚县，右线涉及牟定县。

2.1.6 工程布置及主要建筑物

小石门水库位于大姚县龙街乡和牟定县戌街乡交界处的龙川江支流勐岗河上。工程由枢纽工程和输水线路工程组成。水库枢纽位于龙街乡白土坡村以东约 1km 处。输水线路自水库枢纽取水后向东北布置，途经老厂村、水桥寺等地后跨过勐岗河，在勐岗河北岸洒芷村分为东干线和北干线；东干线自洒芷村分水后，从猛林沟水库北侧向东布置到

达小已保后山附近，东干线布置有 4 条支管；北干线自分水口向北布置，途经拌果村、虎溪村等地，在物茂乡绕过元谋土林后转向东北，管道末端位于芝麻村附近，北干线布置有 17 条支管，输水线路全长 137.032km，以压力输水管道为主，部分线路采用压力隧洞。提水泵站和坝后消能电站布置于坝后，并排布置于勐岗河原河道右岸，泵站布置两条提水管将来水分别提至大坝左岸的大姚县龙街乡高位水池和右岸牟定县戌街乡高位水池，两条提水管道全长 6.092km。工程建成后将满足元谋、大姚、牟定三县共 27.30 万亩耕地的灌溉用水需求。

2.1.6.1 枢纽工程

（一）工程布置

小石门水库枢纽工程由拦河坝、溢洪道、导流泄洪隧洞、输水隧洞、提水泵站和坝后消能电站组成。拦河坝为混凝土面板堆石坝，溢洪道、导流泄洪隧洞布置于大坝左岸，输水放空隧洞为便于与下游输水线路连接，布置于大坝右岸山体内。为保证最大水头 160 余米的河道生态水安全下放，同在坝下设置坝后消能电站，在确保下游用水高水头安全下放的同时，还利用水头差发电，回收了能源增加了水库综合效益。坝后消能电站自输水放空隧洞出口处取水，与龙街、戌街提水泵站联合布置于坝后，溢洪道消力池右侧。

（二）主要建筑物

（1）拦河大坝

大坝坝址共有上坝址和下坝址两个比选方案，方案比选结合地形、地质、工程布置、施工条件、工程量等综合分析后，主体设计推荐上坝址。主体设计共有三个坝型比较，分别为混凝土面板堆石坝、沥青混凝土心墙堆石坝和重力坝。经坝址区地形、地质条件及建筑材料等综合分析后，主体设计推荐选用混凝土面板堆石坝。

大坝坝顶高程 1677.50m，河床段趾板建基面高程 1514.00m，最大坝高 163.50m，坝顶宽 12.00m，坝顶轴线长 458.00m，上游坝坡坡比为 1:1.4，下游坡坡比自上而下为 1:1.6、1: 1.5。

大坝右坝肩开挖边坡最大高度为 63m，设计开挖坡比 1:0.75、1:1，采用挂网喷锚支护。大坝左岸布置溢洪道和泄洪隧洞，溢洪道引渠段、控制段及泄洪隧洞竖井开挖边坡最大高度 53m，采用分级开挖，在高程 1693.00m、1705.00m 设置 2 级宽马道，开挖坡比自上而下分别采用 1:0.75、1:0.5，开挖边坡采用挂网喷锚支护。

混凝土面板采用顶部向底部增厚的形式，顶部厚度取 0.4m，渐变至面板底部，底部最大厚度为 1.0m。面板堆石坝防渗系统由混凝土面板及其止水系统、垫层料及上游粘土

铺盖 3 部分组成。对趾板基础进行固结灌浆处理，坝基、大坝左右两岸进行帷幕灌浆防渗处理。

（2）溢洪道

溢洪道进口布置于大坝左坝肩，利用地形将溢洪道穿过大坝左坝肩上游薄山脊，进口置于山脊南侧正对库区，出口置于大坝下坝脚北侧勐岗河处，溢洪道轴线整体呈一直线布置。

溢洪道为开敞式有闸控制正槽溢洪道。控制段堰型为 WES 实用堰，堰顶高程 1665.00m，低于正常蓄水位 8m，堰宽 12m，控制段设置弧形工作闸门控制，闸门尺寸为 12m×8.0m（宽×高）。溢洪道由引渠段、控制段、泄槽Ⅰ段、抛物线段、泄槽Ⅱ段、扩散段、消力池段、护坦段组成，总长 609.00m。溢洪道最大下泄流量 887.93m^3/s。

（3）泄洪隧洞

泄洪隧洞布置在溢洪道左侧山体内，设置旋流竖井与导流洞结合。泄洪洞进口布置于大坝左坝肩上游薄山脊南侧正对库区，旋流井置于山脊处，隧洞在旋流井处折转至大坝下坝脚北侧勐岗河溢洪道出口处，泄洪洞整体位于溢洪道顺流向左侧山体内。

泄洪隧洞在旋流井前段在平面上与导流洞呈 12.3°夹角，在立面上与导流洞采用旋流竖井连接，XH0+096.750 里程后为结合段，泄洪隧洞全长 777.0m，导流洞专用段长 207.818m，结合段长 425.516m。泄洪隧洞由进口引渠段、矩形有压洞身段、闸门竖井段、无压渐变段、旋流涡室、旋流竖井、无压退水洞段、出口泄槽段、消力池段及护坦段组成。

（4）输水放空隧洞及压力管道

输水放空隧洞布置于大坝右岸山体内，进口位于大坝上游约 300m 处山脊，隧洞自进口向北直线布置，在坝轴线下游约 200m 处向勐岗河方向弯转，在隧洞出口设置压力钢管，通过压力管道上的四通岔管分别接入坝后消能电站、龙街戌街提水泵站、生态放水阀和放空阀。

输水隧洞为压力输水隧洞，由引渠段、进口喇叭段、方形洞身段、闸室段、圆形洞身段组成，全长 720.755m。隧洞进水口采用分层取水型式，结构型式为半井半塔型式，共设置 5 层取水口，取水口断面尺寸为 2.8m×2.8m。

输 0+297.454m~输 0+738.988m 位于大坝防渗帷幕轴线下游，压力管道起始于输 0+297.454m，压力管道分岔管布置在输 0+844.737m 处，为四通月牙肋钢岔管，岔管公切球半径为 1.5m，1#支管接放空阀，支管直径为 2m；2#支管接 1#水轮发电机组，直径

为 1.1m；3#支管接 2#水轮发电机组、泵站（戌街及龙街共用一条进水管）进水管及生态放水管，3#支管首端直径为 2m，泵站进水管直径为 0.8m，各泵组进水管直径为 0.4m。

（5）提水泵站和坝后消能电站

提水泵站和坝后消能电站并排布置于勐岗河原河道右岸，距大坝坝轴线下游约 400m，位于大坝下游坝脚处。由主厂房、副厂房、进出水管、主变场、尾水建筑物及泄水放空阀组成。主厂房平行于勐岗河布置于右岸，消能电站尾水建筑物也紧靠主厂房布置于主厂房的出水侧，副厂房紧靠主厂房布置于主厂房的上游侧，主变场布置于厂房上游外侧，距副厂房边墙 10.0m，泄水放空阀布置于安装间右侧靠山体侧，距厂房边墙 13.0m。厂区平台为开挖料回填平台，厂区室外地坪高程为 1516.0m。

1）厂房

消能电站主机段长 36.740m，宽 12.4m，高 21.82m，下部采用钢筋混凝土剪力墙结构，上部采用钢筋混凝土框架结构，现浇砼屋面。布置 1 台 32t/5t 电动桥式起重机（LK=10.0m）（与泵站共用），吊车梁采用现浇钢筋混凝土 T 型梁截面；2 台 SFW7500-8/2150 型发电机，2 台 HLA936-WJ-102 型水轮机。

安装间紧靠消能电站主机段顺水流方向(引水)右侧，长 11.24m，宽 12.4m，高 17.12m，二层布置，布置集水井及水机设备。下部采用钢筋混凝土剪力墙结构，上部采用钢筋混凝土框架结构，屋顶为现浇混凝土屋面。

副厂房位于进水侧，紧接主厂房、安装间布置，副厂房与主厂房同长，宽 9.60m，分别由 35kV 高压室、变频器室、10kV 高压室、无功补偿室、400V 低压室及中控室组成。电气副厂房采用钢筋混凝土板式基础，屋顶为现浇砼屋面。

2）主变场

主变场布置于泵站顺水流方向（引水）左侧，与厂区地坪高程同高。布置有 1 台消能电站主变压器，主变压器右侧布置场内运输和巡视通道，采用 C20 混凝土路面。站内设有电缆沟，采用砖砌结构，预制混凝土盖板。设备基础采用 C20 混凝土结构，变压器位于回填基础上。

3）尾水建筑物

二台机组尾水通过尾水管、尾水箱涵通过尾水闸门进入汇合尾水渠再流入引水渠至上村输水隧洞、勐岗河。尾水箱涵底板高程 1513.20m，正常尾水位 1514.41m，最低尾水位 1513.56m。

2.1.6.2 输水工程

（一）工程布置

小石门水库输水线路由总干线、东干线及支管、北干线及支管、泵站提水管组成，除引水渠、总干线上村隧洞和大坝箐隧洞、东干线猛林沟隧洞及北干线级密山隧洞为无压输水外，主要采用有压方式输水。输水线路全长 137.032km，其中总干线全长 16.248km，东干线全长 4.216km，北干线全长 42.569km，东干线支管 18.974km，北干线支管 48.933km，泵站提水管全长 6.092km。

1）总干线

引水渠从坝后消能电站尾水取水，起点底板高程 1511.75m，引水渠顺河道右岸下行 224m 到达河道转弯处接总干线起点隧洞，引水渠为箱涵结构，箱涵前段断面 4m×3.2m，经过 46m 连续弯道段后宽度缩窄为 2.5m，再经直线段侧堰溢流箱涵高度降为 3m。

总干线顺勐岗河右岸布置隧洞，经老厂村、老纳上村、水桥村至净石村东北接倒虹吸管道跨越勐岗河至左岸，再向东北布线，采用隧洞到达大坝箐下游，出洞后接管道到洒芷村北侧，末端分为东干线、北干线两支，沿线布置无压隧洞 2 条、有压管道 2 段。无压隧洞采用 2.5m×3m 城门洞型断面，底坡 1/1500。跨勐岗河倒虹吸及后段管道直径为 2.2m，管道与河沟交叉处采用钢筋混凝土支墩架空穿越或下埋穿越，地形坡度大于 20 度时采用明管铺设，其余管段采用钢管埋地敷设。总干线布置 2 条隧洞，总长 12.741km；管道长 3.507km，其中明管段长 1.638km，埋管段长 1.869km。

2）东干线

东干线自洒芷村分水后，从猛林沟水库北侧向东布置到达小已保后山附近，沿线共设 4 个分水口，主要布置为埋地管道，其中猛林沟水库东北山脊地形较高，采用隧洞穿越，隧洞段布置为洞内明管形式，隧洞为 2m×2.3m 城门洞型断面，管径有 0.8m、0.5m 两种。东干线布置 1 条隧洞，长 0.252km；管道长 3.964km，其中明管段长 0.598km，埋管段长 3.366km。

3）北干线

北干线自分水口向北沿元谋盆地西侧山坡及山脊布置，经那地、五哨村于班果村西侧跨越元大公路，再经腊古后山、雷那应，从虎溪村西侧跨越蜻蛉河转向东北，经塘郭、雷老大村、多竹，在小多乐北侧京昆高速桥下穿过永定河，芝麻河口穿过 G108 国道，于高速公路东侧顺乡村道路经大雷宰、新河水库至芝麻村东侧，沿线共设 19 个分水口，除级密山隧洞为无压输水，其他均为有压输水。管道在局部地形较陡段及跨河沟段布置为明管，其他大部分布置为埋管。级密山无压隧洞采用 1.8m×2.1m 城门洞型断面；管道

直径 2.2～0.7m，直径 2.2m、2m、1.8m、1.6m、1.4m、1.2m、1.0m、0.7m 管道长度分别为 9.023km、6.18km、2.163km、5.166km、5.655km、7.298km、2.653km、2.932km。北干线布置 1 条隧洞，长 1.499km；管道长 41.070km，其中明管段长 4.340km，埋管段长 36.730km。

4）东干线支管

东干线 1#～4#分水口共引出控制灌片面积超过 3000 亩的支管 4 条，4 条支管总长 18.974km，支管管径 0.35m~0.5m，单根支管长度 2321~6674m，最大分水流量 0.26m^3/s；其余从干线分水口引出的 2 条规模较小的干斗管由后续地方配套工程建设。东干线 4 条支管全长 18.974km，其中明管段长 3.347km，埋管段长 15.627km。

5）北干线支管

北干线 1#～19#分水口共引出控制灌片面积超过 3000 亩以及向弯腰树水库、新河水库补水的支管 17 条，17 条支管总长 48.933km，支管管径 0.45m~1m，单根支管长度 92~7849m，最大分水流量 1.09m^3/s；其余从干线分水口引出的 6 条规模较小的干斗管由后续地方配套工程建设。北干线 17 条支管全长 48.933km，其中明管段长 13.777km，埋管段长 35.156km。

6）泵站提水管

右线（戌街片）布置于河床右岸，全线采用沟埋管为主、明管布置为辅的布置方案，前段布置于河床右岸高陡边坡，管线沿东南方向至碗厂，最后沿山脊爬升至高程 1890m 左右的出水池，在管道穿越沿线道路时，采取混凝土包管保护措施。明管段管道槽开挖平均深度约 2.5m，槽底宽 2.2m，开挖坡比为 1: 0.75；埋管段钢管平均开挖深度约 2.0m，槽底宽 1.6m，开挖坡比均采用 1:0.5，顶部采用原状土回填。提水管设计流量 2×0.205m^3/s，管径 600mm。戌街提水管长 2.332km，其中明管段长 0.075km，埋管段长 2.257km。

左线（龙街片）提水管布置于河床左岸，全线采用沟埋管为主、明管布置为辅的布置方案，前段布置于厂区室外地坪下，然后跨过水库溢洪道消力池及泄洪隧洞至河道左岸，桩号 L0+051.573～L0+287.573 沿左岸山脊布置上行至高程 1737m 的山顶平台的出水池。明管段管道槽开挖平均深度 2m，槽底宽 2.6m，开挖坡比为 1: 0.75；埋管段钢管平均开挖深度约 1.5m，槽底宽 1.45m，开挖坡比均采用 1:0.5，顶部采用原状土回填；钢筋混凝土包管段平均开挖深度约 1.8m，底宽 1.05m，两侧坡比 1:0.5，管外包砼宽度为 0.3m，钢管及外包砼施工完后采用土石回填。提水管设计流量 2×0.085m^3/s，管径 450mm。戌街提水管长 3.760km，其中明管段长 0.383km，埋管段长 3.377km。

（二）主要建筑物

（1）隧洞

输水工程布置 4 条隧洞，总长 14.492km。4 条隧洞均为无压输水，其中总干线上村隧洞和大坝箐隧洞采用 2.5m×3m 城门洞型断面，C25 钢筋混凝土衬砌厚度 30~40cm；东干线猛林沟隧洞采用 2m×2.3m 城门洞型断面，C25 钢筋混凝土衬砌厚度 40cm；北干线级密山隧洞采用 1.8m×2.1m 城门洞型断面，C25 钢筋混凝土衬砌厚度 40cm。

（2）明钢管

本工程地形较陡的管段及跨沟谷处布置为明钢管，明钢管长 24.158km。根据压力情况采用 Q355C 钢材。管道直径大于 1.0m 时，根据管径选用摩擦力较小的滚动支座支承，支墩间距采用 10m，管道内径 0.8m 以内时，选用鞍式支座支承，支墩间距采用 7m。镇墩设置于管道转弯处，间距在 80～100m 以内。

（3）钢管埋管

钢管埋管长 98.382km，钢管埋管下部采用砂砾石垫层弧形基础，垫层底部厚度 0.1～0.25m。管基砂砾石垫层相对密度不低于 0.7，管侧、管顶回填料压实度不低于 0.92。管道在转弯处设置镇墩，间距在 100～200m 以内，在与公路交叉处采用下穿形式，除对管材提出加强要求外，再在其外部浇筑钢筋混凝土形成混凝土包管。

（4）交叉建筑物

北干线里程 B10+300.000 附近与元谋—大姚公路交叉，公路路面宽度约 7m。在穿路段局部一侧设置临时道路保通，穿路段进行开挖、埋管等施工作业后恢复路面结构。

北干线在里程 B17+365 段与成昆铁路隧洞段立体交叉，交叉段隧洞埋深 50～100m，埋深较大，北干线管道开挖深度在 4m 左右，主要为覆盖层开挖，对铁路隧洞影响较小，管道结构按一般管段设计。

北干线在里程 B33+480.000～B33+921.065 穿 G5 京昆高速和 108 国道，G5 京昆高速路面宽度约 30m，G108 国道公路路面宽度约 8m。设计管道拟从 G5 京昆高速跨永定河桥墩空隙间下穿高速路，再采用顶管穿越 G108 国道。G108 国道顶管段长度约 10m，顶管管顶距离路面深度 3m。

总干线与勐岗河交叉采用一般明管架空管结构跨越河道，两岸岸坡段顺地面线开挖管槽布置管道，至河床处采用高支墩架空管道跨河，单跨跨度 10m。北干线与蜻蛉河交叉、北干线与永定河交叉采用混凝土包管下埋穿越，埋深 2m，并对管道上下游 20m 范围河床进行浆砌石护面防护。

（5）管道附件

为便于管理运行，主管每 5km 左右设置检修阀门，各分水口设支管控制阀门，各段较低处设置放空阀（井），在管道凸起较高处以及 1 公里左右间距处设置补排气阀，并在交通便利的合适部位设置进人孔（检修井）。

输水管道总干线共设置检修阀 1 套，补排气阀 6 套，放空阀 7 套；东干线共设置检修阀 2 套，调流消能阀 1 套，补排气阀 12 套，放空阀 6 套，分水口阀门 6 套，超压泄压阀 1 套；北干线共设检修阀 7 套，调流消能阀 2 套，放空阀 43 套，补排气阀 52 套，分水口阀门 23 套，超压泄压阀 7 套。东干线支管设置检修阀 2 套，调流消能阀 1 套，放空阀 7 套，补排气阀 29 套；北干线支管共设调流消能阀 2 套，放空阀 36 套，补排气阀 78 套，水锤消除阀 3 套。

输水工程主要建筑物结构形式及尺寸详见表 2.1-3。

表 2.1-3　输水工程主要建筑物结构形式及尺寸统计表

建筑物	建筑物	里程		平面投影长度	结构尺寸	结构形式
		km+m		m	m	
引水渠	引水渠起点		Y00+000.000			
	引水渠	Y00+000.000	Y00+223.624	224	4×3.2/ 2.5×3.2/ 2.5×3.0	箱涵
总干线	总干线起点		Z00+000.000			
	上村隧洞	Z00+000.000	Z11+754.791	11755	2.5×3.0	圆拱直墙无压洞
	勐岗河倒虹吸	Z11+754.791	Z12+915.314	1161	2.2	管道
	大坝箐隧洞	Z12+915.314	Z13+901.287	986	2.5×3.0	圆拱直墙无压洞
	洒芷段管道	Z13+901.287	Z16+248.342	2347	2.2	管道
东干线	东干线起点		D00+000.000		0.8	管道
	东干线起点-1#分水口段	D00+000.000	D02+033.259	2033	0.8	管道
	东干线 1-2#分水口段	D02+033.259	D02+840.225	807	0.8	管道
	东干线 2-3#分水口第 1 段	D02+840.225	D03+452.671	612	0.8	管道
	东干线 2-3#分水口第 2 段	D03+452.671	D03+705.011	252	0.8	管道
	东干线 2-3#分水口第 3 段	D03+705.011	D03+863.992	159	0.8	管道
	东干线 3-4#分水口段	D03+863.992	D04+215.851	352	0.5	管道
	东 2#调节水池	D04+215.851				
北干线	北干线起点		B00+000.000		2.2	管道
	北干线起点-1#分水口段	B00+000.000	B01+796.986	1797	2.2	管道
	北干线 1-2#分水口段	B01+796.986	B03+744.520	1948	2.2	管道
	北干线 2-3#分水口段	B03+744.520	B04+664.808	920	2.2	管道
	北干线 3-4#分水口段	B04+664.808	B06+051.889	1387	2.2	管道
	北干线 4-5#分水口段	B06+051.889	B07+538.545	1487	2.2	管道
	北干线 5-6#分水口第 1 段	B07+538.545	B09+023.035	1484	2.2	管道
	北干线 5-6#分水口第 2 段	B09+023.035	B09+903.488	880	1.8	管道

建筑物	建筑物	里程		平面投影长度	结构尺寸	结构形式
		km+m		m	m	
	北干线 6-7#分水口段	B09+903.488	B11+185.639	1282	1.8	管道
	北干线 7-8#分水口段	B11+185.639	B15+081.452	3896	2	管道
	腊古村调节水池	B15+081.452				
	北干线 8-9#分水口段	B15+081.452	B17+365.191	2284	2	管道
	北干线 9-10#分水口段	B17+365.191	B21+336.515	3971	1.6	管道
	北干线 10-11#分水口段	B21+336.515	B22+531.308	1195	1.6	管道
	北干线 11-12#分水口段	B22+531.308	B24+770.671	2239	1.4	管道
	北干线 12-13#分水口第 1 段	B24+770.671	B26+841.570	2071	1.4	管道
	级密山调节水池	B26+841.570				
	级密山隧洞	B26+841.570	B28+340.941	1499	1.8×2.1	圆拱直墙无压洞
	北干线 12-13#分水口第 3 段	B28+340.941	B29+685.382	1343	1.4	管道
	北干线 13-14#分水口段	B29+685.382	B32+224.608	2539	1.2	管道
	北干线 14-15#分水口段	B32+224.608	B34+593.491	2369	1.2	管道
	北干线 15-16#分水口段	B34+593.491	B36+983.858	2390	1.2	管道
	北干线 16-17#分水口段	B36+983.858	B39+637.012	2653	1	管道
	北干线 17-18#分水口段	B39+637.012	B40+390.553	754	0.7	管道
	北干线 18-19#分水口段	B40+390.553	B42+569.085	2179	0.7	管道
东干线支管	东 1#支管		D1-00+000.000		0.45	管道
		D1-00+000.000	D1-01+150.000	1150	0.45	管道
		D1-01+150.000	D1-02+824.010	1674	0.45	管道
		D1-02+824.010	D1-03+793.244	969	0.4	管道
	东 2#支管		D2-00+000.000		0.35	管道
		D2-00+000.000	D2-01+560.270	1560	0.35	管道
		D2-01+560.270	D2-02+320.614	760	0.3	管道
	东 3#支管		D3-00+000.000		0.5	管道
		D3-00+000.000	D3-01+612.788	1613	0.5	管道
		D3-01+612.788	D3-06+185.452	4573	0.5	管道
	东 4#支管		D4-00+000.000		0.4	管道
		D4-00+000.000	D4-00+579.113	579	0.4	管道
		D4-00+579.113（东 3#调节水池）				
		D4-00+579.113	D4-01+849.577	1270	0.4	管道
		D4-01+849.577	D4-04+434.577	2585	0.4	管道
		D4-04+434.577	D4-06+674.192	2240	0.4	管道
北干线支管	北 1#支管		B1-00+000.000		0.6	管道
		B1-00+000.000	B1-01+266.339	1266	0.6	管道
	北 2#支管		B2-00+000.000		0.45	管道
		B2-00+000.000	B2-02+165.221	2165	0.45	管道
	北 3#支管		B3-00+000.000		1	管道
		B3-00+000.000	B3-04+697.575	4698	1	管道
		B3-04+697.575	B3-07+849.086	3152	0.6	管道
	北 4#支管		B4-00+000.000		0.6	管道
		B4-00+000.000	B4-04+824.698	4825	0.6	管道
	北 5#支管		B5-00+000.000		0.45	管道
		B5-00+000.000	B5-01+334.432	1334	0.45	管道

建筑物	建筑物	里程		平面投影长度	结构尺寸	结构形式
		km+m		m	m	
	北 6#支管		B6-00+000.000		0.6	管道
		B6-00+000.000	B6-03+194.151	3194	0.6	管道
	北 7#支管		B7-00+000.000		0.6	管道
		B7-00+000.000	B7-00+693.462	693	0.6	管道
	北 8#支管		B8-00+000.000		0.35	管道
		B8-00+000.000	B8-01+582.942	1583	0.35	管道
	北 9#支管		B9-00+000.000		0.45	管道
		B9-00+000.000	B9-02+370.826	2371	0.45	管道
	北 10#支管		B10-00+000.000		0.6	管道
		B10-00+000.000	B10-04+144.535	4145	0.6	管道
	北 11#支管		B11-00+000.000		0.7	管道
		B11-00+000.000	B11-04+735.161	4735	0.7	管道
	北 12#支管		B12-00+000.000		0.45	管道
		B12-00+000.000	B12-02+569.517	2570	0.45	管道
	北 13#支管		B13-00+000.000		0.6	管道
		B13-00+000.000	B13-04+439.727	4440	0.6	管道
	北 14#支管		B14-00+000.000		0.8	管道
		B14-00+000.000	B14-00+091.593	92	0.8	管道
	北 15#支管		B15-00+000.000		0.5	管道
		B15-00+000.000	B15-02+495.133	2495	0.5	管道
	北 16#支管		B16-00+000.000		0.55	管道
		B16-00+000.000	B16-02+152.995	2153	0.55	管道
		B16-02+152.995	B16-03+423.844	1271	0.55	管道
	北 17#支管		B17-00+000.000		0.45	管道
		B17-00+000.000	B17-01+752.591	1753	0.45	管道
泵站提水管	戌街片提水管	X00+000.000	X02+332.000	2332	0.6	管道
	龙街片提水管	L00+000.000	L03+760.000	3760	0.45	管道

2.1.7 施工组织概述

2.1.7.1 施工交通

（一）枢纽工程

（1）对外交通

工程施工期间的对外交通运输方式主要为公路运输为主，铁路为辅的运输方式。工程外来物资主要有水泥、钢材、木材、火工材料、生活物资、施工机械等。对外交通运输道路走向为：坝址→戌街乡→元谋县→昆明或坝址→戌街乡→牟定县→楚雄市→昆明。戌街至元谋县（楚雄）为 S214 省道，元谋县至昆明为 G5 高速，戌街至牟定县再至楚雄为二级公路 S214 省道，楚雄至昆明为 G65 高速，对外交通较为便利。

枢纽工程对外公路新建 10.5km，改扩建 5.5km，其中永久道路双车道新建 4.5km，改扩建 4.0km，沥青混凝土路面；单车道新建 4.5km，沥青混凝土路面。临时进场道路单车道新建 1.5km，改扩建 1.5km，泥结石路面。永久跨河桥 1 座，宽 7m，长 10m，荷

载等级为公路—Ⅱ级。

（2）场内交通

场内交通主要为上坝运输公路、料场公路、渣场公路及至生产生活区道路。

枢纽工程共需修建场内临时道路 19.5km，泥结石路面。其中单车道新建道路 3.5km，路面宽 3.5m，路基宽 4.5m，场内三等。双车道新建 4.0km，路面宽 6.5m，路基宽 7.0m，场内三等；新建 12.0km 道路为路面宽 9m，路基宽 9.5m，场内二等。临时桥 2 座。

枢纽工程区具体交通道路情况见枢纽工程施工道路特性表 2.1-4。

表 2.1-4　枢纽工程施工道路特性表

项目	编号	起止位置	性质	道路长度（km）		道路主要指标			
				新建	改扩建	道路等级	路面（m）	路基(m)	路面形式
进场道路	进 1#	甘海子至大坝右岸坝肩再至大坝下游坝脚	永久	3.4	3.2	公路四级	6	6.5	沥青混凝土
	进 2#	进 1#至管理所	永久	0.9	0.8	公路四级	6	6.5	沥青混凝土
	进 3#	乡村道路至右岸泵站出水池	永久	0.9	/	公路四级	3.5	4.5	沥青混凝土
	进 4#	乡村道路至左岸泵站出水池	永久	2.9	/	公路四级	3.5	4.5	沥青混凝土
	进 5#	白坡子至泄洪隧洞通气平台	临时	1.5	1.5	公路四级	3.5	4.5	泥结石路面
	进 6#	泄洪隧洞通气平台至泄洪隧洞闸室平台	永久	0.8	/	公路四级	3.5	4.5	沥青混凝土
		合　计		10.5	5.5				
场内道路	临 1#	永 1#至上游河床	临时	2.8	/	场内三等	6.5	7	泥结石路面
	临 2#	临 1#至输水隧洞三层取水平台	临时	0.8	/	场内三等	3.5	4.5	泥结石路面
	临 3#	导流隧洞进出口	临时	1.6	/	场内三等	3.5	4.5	泥结石路面
	临 4#	围堰顶至 1B 石渣料顶	临时	0.4	/	场内三等	6.5	7	泥结石路面
	临 5#	泄洪洞竖井平台至泄洪洞进口	临时	0.6	/	场内三等	3.5	4.5	泥结石路面
	临 6#	至碗厂 1#，2#弃渣场	临时	0.8	/	场内三等	6.5	7	泥结石路面
	临 7#	右岸坝顶至下游坝脚（1514m）	临时	2.2	/	场内二等	9	9.5	泥结石路面
	临 8#	临 7#至大坝 1615m 高程	临时	0.7	/	场内二等	9	9.5	泥结石路面
	临 9#	临 7#至输水隧洞出口	临时	0.5	/	场内三等	3.5	4.5	泥结石路面
	临 10#	临 7#至大坝 1550m 高程	临时	0.5	/	场内二等	9	9.5	泥结石路面
	临 11#	临 7#过桥到左岸至大坝左岸坝顶	临时	2.7	/	场内二等	9	9.5	泥结石路面
	临 12#	石料场至经加工系统至白土坡 2#渣场	临时	4.1	/	场内二等	9	9.5	泥结石路面
	临 13#	临 11#至大坝 1580m 高程	临时	1	/	场内二等	9	9.5	泥结石路面
	临 14#	坝后道路	临时	0.8	/	场内二等	9	9.5	泥结石路面
		合　计		19.5					

（二）输水工程

（1）对外交通

输水管道线路附近有连接村庄的乡村公路经过，从乡村公路新修道路至主要工作面及各洞口。输水工程对外进场公路利用现有乡村道路 87.0km，新建道路共 36.9km，改扩建 25.1km，标准均为公路四级单车道，路面宽 3.5m，路基宽 4.5m。其中永久道路 10 条，新建 26.2km，改扩建 0.7km；临时道路 16 条，新建 10.7km，改扩建 24.4km。永久道路中有 2 条采用混凝土路面，其余进场道路采用泥结石路面，每隔 200～300m 设一错车道。临时钢架桥 1 座。

（2）场内交通

场内交通主要为通往施工生产区、工作点及渣场公路。

输水管道施工需修建场内道路 64 条，其中新建场内临时公路长约 51.8km，改扩建 15.0km，标准均为场内三等单车道，泥结石路面，路面宽 3.5m，路基宽 4.5m，每隔 200～300m 设一错车道。临时钢架桥 1 座。

输水工程区具体交通道路情况见输水工程施工道路特性表 2.1-5。

表 2.1-5　输水工程施工道路特性表

项目	序号	编号	起止位置	性质	道路长度 km		道路主要指标				利用道路	
					新建	改扩建	道路等级	路面（m）	路基(m)	路面形式	长度（km）	道路现状
进场道路	1	总 4#	上村 2#施工支洞进场道路	永久	2.3	0.7	公路四级	3.5	4.5	混凝土路面	2.8	单车道混凝土路面
	2	总 6#	上村隧洞出口进场道路	永久	5.1	/	公路四级	3.5	4.5	混凝土路面	4	单车道混凝土路面
	3	总 13#	总干线连接道路	永久	2	/	公路四级	3.5	4.5	泥结石路面		
	4	北 6#	现状道路至腊古村调节水池	永久	4.2	/	公路四级	3.5	4.5	泥结石路面		
	5	北 7#	现状道路至级密山调节水池	永久	4.5	/	公路四级	3.5	4.5	泥结石路面		
	6	北 8#	英户大箐现状道路至管道平台	永久	1.5	/	公路四级	3.5	4.5	泥结石路面		
	7	北 9#	四房箐道路至二台坡管道平台	永久	1.9	/	公路四级	3.5	4.5	泥结石路面		
	8	北 10#	现状道路至管道平台	永久	1.3	/	公路四级	3.5	4.5	泥结石路面		
	9	北 11#	元大公路至管道平台	永久	0.9	/	公路四级	3.5	4.5	泥结石路面	5.7	单车道混凝土路面
	10	北 12#	三道箐梁子至级密山隧洞出口	永久	2.5	/	公路四级	3.5	4.5	泥结石路面		
		小　计			26.2	0.7					12.5	
	1	总 7#	上村 3#施工支洞进场道路	临时	0.8	/	公路四级	3.5	4.5	泥结石路面		
	2	总 10#	大坝箐隧洞进口进场道路	临时	2.2		公路四级	3.5	4.5	泥结石路面	4	单车道混凝土路面
	3	总 11#	大坝箐隧洞出口进场道路	临时	0.6	/	公路四级	3.5	4.5	泥结石路面		
	4	东 1#	洒芷村至东干线 0+000.00	临时	0.7	/	公路四级	3.5	4.5	泥结石路面		
	5	东 3#	猛林沟进场道路	临时	0.6	2.2	公路四级	3.5	4.5	泥结石路面	11.6	单车道碎石路面
	6	东 5#	东 1 支管进场道路	临时	2.1	1.1	公路四级	3.5	4.5	泥结石路面		
	7	东 6#	猛林沟隧洞进口进场道路	临时	0.9	/	公路四级	3.5	4.5	泥结石路面		
	8	东 7#	猛林沟隧洞出口进场道路	临时	0.4	/	公路四级	3.5	4.5	泥结石路面		
	9	东 8#	东 3-1#支管进场道路	临时	0.9	/	公路四级	3.5	4.5	泥结石路面		
	10	东 10#	东 4-1#支管进场道路	临时	0.6	/	公路四级	3.5	4.5	泥结石路面	3.4	
	11	东 13#	东 4-2#支管终点进场道路	临时	0.9	/	公路四级	3.5	4.5	泥结石路面		
	12	北 1#	平场山至那地小村	临时	/	3.5	公路四级	3.5	4.5	泥结石路面	15	单车道混凝土路面
	13	北 2#	进场 6#至英户大箐	临时	/	6.6	公路四级	3.5	4.5	泥结石路面	1.5	单车道混凝土路面
	14	北 3#	二台坡管道平台至海岱村	临时	/	5.2	公路四级	3.5	4.5	泥结石路面	12	单车道混凝土路面
	15	北 4#	四房箐至海岱村	临时	/	1.8	公路四级	3.5	4.5	泥结石路面	14	单车道混凝土路面
	16	北 5#	三道箐梁子至大多乐	临时	/	4	公路四级	3.5	4.5	泥结石路面	13	单车道混凝土路面
		小　计			10.7	24.4					74.5	
	合　计				36.9	25.1					87	
场内道路	1	总 2#	老纳上村弃渣场道路	临时	2	/	场内三等	3.5	4.5	泥结石路面		
	2	总 5#	海田村弃渣场道路	临时	0.2		场内三等	3.5	4.5	泥结石路面		

项目	序号	编号	起止位置	性质	道路长度 km		道路主要指标				利用道路	
					新建	改扩建	道路等级	路面（m）	路基(m)	路面形式	长度（km）	道路现状
	3	总 8#	水桥村 1#、2#弃渣场道路	临时	0.9	/	场内三等	3.5	4.5	泥结石路面		
	4	总 9#	勐岗河倒虹吸底部道路	临时	4.2	/	场内三等	3.5	4.5	泥结石路面		
	5	总 12#	大坝箐弃渣场底部道路	临时	0.6	/	场内三等	3.5	4.5	泥结石路面		
	6	东 2#	D0+263 至猛林沟底部	临时	3.4	/	场内三等	3.5	4.5	泥结石路面		
	7	东 2-1#	洒芷弃渣场 1#、2#道路	临时	0.3	/	场内三等	3.5	4.5	泥结石路面		
	8	东 4#	东 1 支管起点道路		0.9	/	场内三等	3.5	4.5	泥结石路面		
	9	东 9#	东 3-1#支管连接道路	临时	2	/	场内三等	3.5	4.5	泥结石路面		
	10	东 11#	东 4-1#支管勐岗河底部道路	临时	0.4	/	场内三等	3.5	4.5	泥结石路面		
	11	东 12#	大沙箐弃渣场道路		0.6	/	场内三等	3.5	4.5	泥结石路面		
	12	北 1#	洒芷村北面至河床	临时		1.9	场内三等	3.5	4.5	泥结石路面		
	13	北 2#	平场山至莱茵箐	临时		2.1	场内三等	3.5	4.5	泥结石路面		
	14	北 3#	现状道路至管道平台	临时	0.2		场内三等	3.5	4.5	泥结石路面		
	15	北 4#	管道平台连接道路	临时	0.4		场内三等	3.5	4.5	泥结石路面		
	16	北 5#	现状道路至平场山弃渣场底部	临时	0.4		场内三等	3.5	4.5	泥结石路面		
	17	北 6#	现状道路至平场山弃渣场	临时	0.3		场内三等	3.5	4.5	泥结石路面		
	18	北 7#	平场山现状道路至管道平台	临时	0.3		场内三等	3.5	4.5	泥结石路面		
	19	北 8#	管道平台连接道路	临时	0.8		场内三等	3.5	4.5	泥结石路面		
	20	北 9#	管道平台连接道路	临时	0.2		场内三等	3.5	4.5	泥结石路面		
	21	北 10#	管道平台连接道路	临时	0.3		场内三等	3.5	4.5	泥结石路面		
	22	北 11#	管道平台连接道路	临时	0.2		场内三等	3.5	4.5	泥结石路面		
	23	北 12#	管道平台连接道路	临时	0.2		场内三等	3.5	4.5	泥结石路面		
	24	北 13#	现状道路至管道平台	临时	0.3		场内三等	3.5	4.5	泥结石路面		
	25	北 14#	二台坡现状道路至管道工作面	临时	1.1		场内三等	3.5	4.5	泥结石路面		
	26	北 15#	二台坡现状道路至管道工作面	临时	1.3		场内三等	3.5	4.5	泥结石路面		
	27	北 16#	管道平台连接道路	临时	0.7		场内三等	3.5	4.5	泥结石路面		
	28	北 17#	管道平台连接道路	临时	0.2		场内三等	3.5	4.5	泥结石路面		
	29	北 18#	临 21#至四方箐弃渣场顶部	临时	0.2		场内三等	3.5	4.5	泥结石路面		
	30	北 19#	临 24#至四方箐弃渣场底部	临时	0.4		场内三等	3.5	4.5	泥结石路面		
	31	北 20#	管道平台连接道路	临时	4.5		场内三等	3.5	4.5	泥结石路面		
	32	北 21#	临 26#至大石箐弃渣场	临时	0.1		场内三等	3.5	4.5	泥结石路面		
	33	北 22#	白台子管道平台至白台子弃渣场	临时	0.2		场内三等	3.5	4.5	泥结石路面		
	34	北 23#	管道平台连接道路	临时			场内三等	3.5	4.5	泥结石路面		

项目	序号	编号	起止位置	性质	道路长度 km		道路主要指标				利用道路	
					新建	改扩建	道路等级	路面（m）	路基(m)	路面形式	长度（km）	道路现状
	35	北 24#	牛角箐管道平台至牛角箐弃渣场	临时	1.3		场内三等	3.5	4.5	泥结石路面		
	36	北 25#	现状道路至领莱村管道道路	临时		2.1	场内三等	3.5	4.5	泥结石路面		
	37	北 26#	现状道路至塘郭弃渣场	临时	0.5		场内三等	3.5	4.5	泥结石路面		
	38	北 27#	至班者糯弃渣场道路	临时		1.4	场内三等	3.5	4.5	泥结石路面		
	39	北 28#	现状道路至雷老村生产生活区	临时		0.4	场内三等	3.5	4.5	泥结石路面		
	40	北 29#	级密山隧洞进口至渣场	临时	0.4		场内三等	3.5	4.5	泥结石路面		
	41	北 30#	现状道路至多竹箐弃渣场顶部	临时	1.4		场内三等	3.5	4.5	泥结石路面		
	42	北 31#	现状道路至多竹箐弃渣场底部	临时	0.7		场内三等	3.5	4.5	泥结石路面		
	43	北 32#	多竹箐至三道箐梁子	临时		4.5	场内三等	3.5	4.5	泥结石路面		
	44	北 33#	多竹箐段管道平台连接道路	临时	2.5		场内三等	3.5	4.5	泥结石路面		
	45	北 34#	临 40#至多竹箐弃渣场底部	临时	0.2		场内三等	3.5	4.5	泥结石路面		
	46	北 35#	管道平台连接道路	临时	1.5		场内三等	3.5	4.5	泥结石路面		
	47	北 36#	G108 国道至小多乐管道平台	临时	0.3		场内三等	3.5	4.5	泥结石路面		
	48	北 37#	G108 国道至物茂大沟	临时	0.6		场内三等	3.5	4.5	泥结石路面		
	49	北 38#	大雷宰管道平台至大雷宰弃渣场	临时		2.1	场内三等	3.5	4.5	泥结石路面		
	50	北 6#支 1#	现状道路至管道平台	临时		0.5	场内三等	3.5	4.5	泥结石路面		
	51	北 8#支 1#	现状道路至管道平台	临时	0.7		场内三等	3.5	4.5	泥结石路面		
	52	北 9#支 1#	现状道路至管道平台	临时	0.2		场内三等	3.5	4.5	泥结石路面		
	53	北 9#支 2#	现状道路至管道平台	临时	0.3		场内三等	3.5	4.5	泥结石路面		
	54	北 9#支 3#	现状道路至管道平台	临时	0.5		场内三等	3.5	4.5	泥结石路面		
	55	北 9#支 4#	现状道路至管道平台	临时	0.6		场内三等	3.5	4.5	泥结石路面		
	56	北 9#支 5#	现状道路至管道平台	临时	1.3		场内三等	3.5	4.5	泥结石路面		
	57	北 9#支 6#	现状道路至管道平台	临时	0.8		场内三等	3.5	4.5	泥结石路面		
	58	北 12#支 1#	现状道路至管道平台	临时	1.5		场内三等	3.5	4.5	泥结石路面		
	59	北 14#支 1#	现状道路至管道平台	临时	0.6		场内三等	3.5	4.5	泥结石路面		
	60	北 14#支 2#	现状道路至管道平台	临时	4.4		场内三等	3.5	4.5	泥结石路面		
	61	北 14#支 3#	现状道路至管道平台	临时	0.8		场内三等	3.5	4.5	泥结石路面		
	62	北 14#支 4#	现状道路至管道平台	临时	2.1		场内三等	3.5	4.5	泥结石路面		
	63	北 19#支 1#	现状道路至管道平台	临时	0.5		场内三等	3.5	4.5	泥结石路面		
	64	北 19#支 2#	现状道路至管道平台	临时	0.3		场内三等	3.5	4.5	泥结石路面		
	合计				**51.8**	**15.0**						

2.1.7.2 料场规划

（一）枢纽工程

（1）各物料种类及来源

枢纽工程永久建筑物主要有大坝、导流泄洪隧洞、溢洪道、输水放空隧洞、泵站及电站，临时建筑物有围堰，所需的石料为坝壳堆石料、块石料以及加工反滤料、垫层料、砂石骨料的石料等，于薄刀岭石料场开采。所需土料为围堰防渗料及大坝上游面板覆盖区土料，于碗厂土料场开采。

（2）料源概况

小石门水库枢纽区所需的天然建筑材料主要有坝壳料、块石料、过渡料、混凝土粗细骨料、粘土料。本阶段地质在枢纽区勘察了 2 个土料场（碗厂土料场和新房子土料场）及 1 个石料场（薄刀岭石料场）。

碗厂土料场有用层储量 41.85 万 m^3，无用料 7.39 万 m^3；新房子土料场有用层储量 91.36 万 m^3，无用料 23.23 万 m^3。薄刀岭石料场有用层储量 2270.69 万 m^3，无用层剥离 272.58 万 m^3。

（3）料场规划及开采

本阶段初拟选择碗厂土料场作为本工程的粘土开采料场，新房子土料场为备用料场。选择薄刀岭石料场作为工程开采的石料场。

1）土料场

枢纽工程主要粘土料用于大坝前的 1A 料填筑及围堰的防渗土料，土料设计需用量为 9.17 万 m^3（自然方），剥离量为 2.11 万 m^3（自然方），规划开采量为 10.08 万 m^3（自然方），规划全部土料从碗厂土料场开采。

2）石料场

石料设计需用量为 820.77 万 m^3（自然方，其中包括总干线 Z0+000～Z12+590 段需用量 3.81 万 m^3），剥离量为 205.19 万 m^3（自然方），规划开采量为 902.85 万 m^3（自然方），全部从薄刀岭石料场开采。

表 2.1-6　枢纽工程料场开采规划一览表　　单位：万 m^3

料场名称	规划开采量	设计用量	储 量	剥离量	剥采比
碗厂土料场	10.08	9.17	41.85	2.11	0.23
薄刀岭石料场	902.85	820.77	2270.69	205.19	0.25

（二）输水工程

（1）各物料种类及来源

输水工程永久建筑物主要有隧洞、倒虹吸、管道，临时建筑物有施工支洞及围堰，所需的石料为块石料、垫层料、加工砂石料的石料等，于输水工程沿线合法石料场购买。

（2）料源概况

枢纽区薄刀岭石料场兼顾供应总干线前段和泵站提水管，其中泵站提水管用料很少。北干线及支管、东干线及支管可以在线路沿线采购商品石料。本阶段选取元谋鑫磊石业采石场和元谋鑫坤采石场作为外购料场。

（3）料场规划及开采

总干线 Z0+000～Z12+590 段的料源规划及开采见枢纽工程的料源规划及开采。

总干线 Z12+590～Z16+248 段所需的粗细骨料从鑫坤采石场外购供给。东干线及支管所需的粗细骨料从鑫坤采石场外购供给。北干线 B0+000.00～B15+081.500 段所需的粗细骨料从鑫坤采石场外购供给，北干线 B15+081.500～B42+569.085 段及支管段所需的粗细骨料从鑫磊采石场外购供给。输水工程所需的块石料及混凝土粗细骨料由 5~10t 自卸汽车运输至使用点使用。

2.1.7.3 材料来源及水、电、通信等供应条件

工程所需水泥可采用楚雄奕标水泥有限公司生产的水泥；钢材可由昆明钢铁集团有限责任公司供给；木材、柴油、汽油可从当地石油企业购买；炸药等爆破器材可从当地民爆公司购买。

勐岗河河水可作为施工用水水源，生活用水可从附近村庄引接自来水使用。

枢纽区施工用电电源由戌街 35kv 变电站引接。

工程区移动通信全覆盖，附近村庄有程控电话线路，满足施工通信要求。

2.1.7.4 施工总布置

（一）枢纽工程

枢纽工程施工比较集中，根据施工要求分大坝施工区和石料场施工区两个施工场地布置。

大坝施工区：大坝上游右岸台地土料场位置布置 1 个生产生活区，负责枢纽区的施工。生产生活区的东北面。

石料场施工区：薄刀岭石料场位于大坝下游左岸，直线距离约 1.5km。薄刀岭石料场上游的台地上布置砂石料加工系统，混凝土拌和站布置与砂石加工系统紧靠。

（1）施工工厂设施

1）砂石加工系统

大坝左岸薄刀岭石料场的上游台地地势平缓带，布置人工砂石料加工厂，制备工程所需的混凝土粗细骨料及垫层料。薄刀岭砂石加工系统负责加工枢纽区所使用的全部混凝土粗细骨料及垫层料及输水工程总干线 Z0+000～Z12+590 段的混凝土粗细骨料及垫层料。

2）混凝土生产系统

混凝土采用集中生产，布置在砂石料加工厂的东侧。枢纽区零星用量部位采用 4 台 0.35m^3 的移动式搅拌机生产砂浆或混凝土。

3）机械修配厂

充分利用周边城镇的地方企业，现场不布置机械加工及修理厂，只布置保养维护车间。

（2）风、水、电系统及通讯

1）施工供风

枢纽工程用风主要在大坝施工区、石料场开采区，根据不同施工时段供风量要求，采用就近布置供风系统。

2）施工供水

大坝左岸设 30m^3 水池一座，右岸设 50m^3 水池一座，各配置 D80-30×7 型水泵抽水。砂石料加工系统布置 100m^3 水池一座，加工系统北面冲沟内布置一台 D80-30×5 型水泵提水。

生活用水可从附近村庄引接自来水使用或抽取河水，河水需经过处理满足引水水标准后使用。

3）施工供电

水库枢纽区～上村隧洞出口：拟由 35kV 戌街变电站备用间隔新出一回 10kV 专线供电，采用架空线方式供至戌街乡北侧后 T 接分支，一回供至上村隧洞 1#施工支洞施工区，再沿输水线路向东北方向延伸上村隧洞出口；另一回沿西北方向水库枢纽施工区架设。各施工区沿途“T”接分支回路供电。待施工结束后，拟保留 35kV 戌街变电站至水库枢纽区的 10kV 施工供电线路，作为枢纽区及坝后泵站的永久供电线路。

根据施工需求，大坝左岸、右岸、薄刀岭石料场、砂石加工系统及拌和站、生产生活区、输水隧洞进出口各配置 10kV 施工变压器一座，均布置于相应场区内，无新增占地。

4）施工通讯

工程区移动通讯全覆盖，附近村庄也有程控电话线路，本阶段初拟施工通讯采用移动通讯。

水库枢纽工程施工占地详见表 2.1-7。

表 2.1-7　水库枢纽工程施工占地面积一览表

序号	类型	永久占地（hm^2）	临时占地（hm^2）	小计（hm^2）	备注
1	永久道路	13.28		13.28	13.0km
2	临时道路		46.19	46.19	22.5km
3	生产生活区		4.13	4.13	2 处
4	弃渣场		99.36	99.36	5 处
5	土料场		4.91	4.91	1 处
6	石料场		23.60	23.60	1 处
合计		13.28	178.19	191.47	

（二）输水工程

由于输水工程线路长，施工布置较为分散，施工区点多面广，根据施工需要，采取在隧洞进、出口、各施工支洞口及干管沿线分别布置施工设施的分区布置规划形式。各施工点根据施工需要布置相应的道路、施工工厂设施、渣场及生活营地等。

本阶段初拟输水工程不设置专门的石料场，除总干线进口至勐岗河倒虹吸底部（Z0+000～Z12+590）段的砂石骨料由枢纽区的薄刀岭石料场加工系统供给外，其余干管段采用外购供给。渣场根据地形条件和建筑物布置，采取分区和就近原则选取。共设置 18 个生产生活区（总干线 6 个、东干线及支管 2 个、北干线及支管 10 个）、25 个弃渣场（总干线 5 个、东干线 4 个、北干线及支管 16 个）。

（1）施工工厂设施

1）砂石加工系统

输水工程不专门设置砂石加工系统，总干线进口至勐岗河倒虹吸底部（Z0+000～Z12+590）段的砂石骨料由枢纽区的薄刀岭石料场加工系统供给，其它段采用外购供应。

2）混凝土生产系统

输水线路拟设置混凝土生产系统 38 座，其中总干线 5 台 J50 及 2 台 J350 的移动式搅拌机，东干线 1 台 J50 及 2 台 J350 的移动式搅拌机，东支管布置 4 台 J350 的移动式搅拌机，北干线 3 台 J50 及 14 台 J350 的移动式搅拌机，北支管布置 7 台 J350 的移动式搅拌机。

3）机械修配厂

充分利用沿线城镇地方企业，现场不布置机械加工及修理厂，只布置保养维护车间。

（2）风、水、电系统及通讯

1）施工供风

压缩空气系统采用分散设置的施工供风方案，在各支洞口及隧洞出口各布置一供风站，固定式空压机供风，输水干管约 2～3km 布置一台移动式空压机。

2）施工供水

采用箐沟自流引水或抽水的供水方式。总干线段配 4 台水泵，东干线配 2 台水泵，东支管配 3 台水泵，北干线配 10 台水泵，其它采用箐沟自流引水。

3）施工供电

输水工程配电电压等级均为 10kV，输电线路以架空线为主，局部不具备架设架空线的地方用电缆过渡。输水工程共需架设 10KV 输电线路 46.0km、电缆 16.5km、10kV 施工变电所 39 座，占地均计入相应场区内，不单独计列。

4）施工通讯

工程区移动通讯全覆盖，附近村庄也有程控电话线路，本阶段初拟施工通讯采用移动通讯。

输水工程施工占地详见表 2.1-8。

表 2.1-8　输水工程施工占地面积一览表

序号	类型	永久占地（hm^2）	临时占地（hm^2）	小计（hm^2）	备注
1	永久道路	16.06		16.06	26.9km
2	临时道路		102.25	102.25	101.9km
3	生产生活区		12.34	12.34	18 处
4	弃渣场		92.93	92.93	25 处
合计		16.06	207.52	223.58	

2.1.7.5 施工导截流

（一）枢纽工程

（1）导流建筑物级别

小石门水库工程等别为Ⅱ等，工程规模为大（2）型，大坝级别为 1 级建筑物，溢洪道、泄洪隧洞、输水隧洞为 2 级建筑物，临时建筑物为 4 级。临时性导流建筑物为 4 级。提水泵站和坝后消能电站建筑物级别为 3 级，施工时临时性挡水、泄水等水工建筑物的级别为 5 级。

（2）导流标准

大坝导流建筑物为 4 级，大坝施工时段围堰挡水导流设计洪水重现期为 10～20 年；导流泄洪隧洞为 2 级建筑物，导流建筑物级别定为 4 级，施工导流标准采用 10 年一遇

洪水标准；溢洪道为 2 级建筑物，导流建筑物级别定为 4 级，导流标准采用枯期 10 年一遇洪水标准；输水放空隧洞为 2 级建筑物，由于隧洞进口及出口高程均远高于相应位置河道高程，不涉及施工导流；泵站建筑物级别为 3 级，施工时临时性挡水、泄水等水工建筑物的级别为 5 级；围堰为土石结构，采用枯期 5 年一遇洪水标准。

（3）导流方式

大坝采用全年围堰挡水，导流泄洪隧洞泄流的施工导流方案；导流泄洪隧洞进口采用全年浆砌石围堰挡水，原河道过流的导流方式；导流泄洪隧洞出口消力池与溢洪道出口消力池、护坦段均安排在枯期施工，施工采用基坑上下游围堰挡水，右岸明渠过流的导流方式；泵站及坝后电站安排在枯期施工，泵站及坝后电站施工平台及尾水出口高于枯期洪水位，不存在导流问题。

（4）导流建筑物设计

1）导流泄洪隧洞

导流隧洞布置在大坝上游左岸的勐岗河转弯位置，与泄洪隧洞在立面上采用旋流竖井形式结合，隧洞总长 879.50m，其中导流专用段长 216.54m，结合段长 663.06m。导流隧洞由进口引渠段、闸室段、洞身段组成，其中引渠段 10.72m，闸室段长 7.50m，洞身段长 198.32m；导流隧洞进口底板高程为 1539.00m，底坡 0.04，断面形式为圆拱直墙型，断面尺寸为 6.0m×6.5m，采用 C30 钢筋混凝土衬砌，衬砌厚 60cm。

2）大坝上下游围堰

①截流戗堤

大坝施工的截流戗堤布置在上游围堰前，戗堤截流水位为 1539.69m，顶高程 1540.70m，最大高度 15.07m，顶长 54.19m，顶宽 4.5m，迎水坡为 1:2.5，背水坡为 1:2.0，采用开挖石渣料填筑，并在迎水面采用粘土斜墙防渗。

②上游围堰

上游围堰采用土石围堰，为 4 级建筑物。上游围堰拦洪水位为 1551.56m，堰顶超高取 1.04m，堰顶高程 1552.60m，最大堰高 32.93m，堰顶长 79.96m，顶宽为 10.0m，迎水坡为 1:2.5，背水坡为 1:2.0。堰体采用开挖石渣料填筑，并采用粘土心墙防渗，为了防止水流对上游表面的冲刷，在上游面采用厚 30cm 的干砌石护坡；围堰基础砂卵砾石覆盖层厚 3～5m，为了减少基础渗漏量，在粘土心墙底部截穿砂卵石层。

③下游围堰

导流泄洪隧洞最大下泄流量为 503.13m^3/s，泄洪隧洞消力池下游护坦段（与溢洪道

共用）水位为 1512.82m。在大坝施工导流期间，溢洪道消力池已修建完成，消力池右侧边墙顶高程为 1520.00m，高于河道水位，因此下游回水不影响大坝基坑施工，所以不需修建下游围堰。

3）导流隧洞进口围堰

10 年一遇洪水水位 1539.82m，临时围堰顶高程为 1540.50m，最大堰高 3.5m。围堰为浆砌石重力式结构，顶宽 0.5m，背坡坡比为 1:0.4。

4）导流泄洪隧洞及溢洪道出口围堰、明渠

上下游围堰均采用开挖土料填筑，迎水面及背水面坡比均为 1:2.0，上游围堰高度为 3.8m，下游围堰高度为 2.5m；导流明渠全长 189.34m，进口底板高程 1512.0m，出口底板高程 1510.11m，底坡 i=0.01，明渠底宽 2.0m，边坡系数为 1.0，渠内水深 0.94m。

（5）截流

工程截流安排在第二年 12 月初进行，截流流量选用 12 月的 10 年一遇月平均流量 Q=4.93m^3/s。截流方式采用单戗立堵单向进占，截流戗堤位于围堰上游；在截流前开始两岸戗堤的填筑，采用 15t 自御车运输渣料直接向水中抛填。戗堤合龙后，采用自御汽车进行斜墙粘土料的抛填闭气。

2.1.7.6 输水工程

（1）导流标准

本工程引水流量为 8.27m^3/s，根据所属工程等别及建筑物的重要性，确定灌区输水线路建筑物分为 3、4、5 级建筑物。输水管道工程施工导流建筑物的级别为 5 级；围堰为土石结构，采用枯期 5 年洪水重现期作为输水工程的导流标准。

（2）导流方式

根据输水管道通过河道（沟箐）方式、管槽开挖深度、河床宽度、洪水情况及工期进行分析，各通过河道（沟箐）段的管道均安排在枯期（12 月～翌年 4 月），施工时各需要导流的河道（沟箐）的导流方式见表 2.1-9。

表 2.1-9　输水工程主要河道施工期导流方式

位置	河道（沟箐名称）	施工时段	导流方式
东干线	勐岗河	枯期 12 月～翌年 4 月	分期围堰挡水，束窄河床过流
北干线	班果河		枯期围堰挡水，导流明渠过流
	蜻蛉河		分期围堰挡水，束窄河床过流
	小雷衣河		一次断流，枯期围堰挡水，涵管泄流
	永定河		分期围堰挡水，束窄河床过流
	芝麻河		枯期围堰挡水，导流明渠过流

（3）导流建筑物设计

1）东干线施工导流

东干线勐岗河埋管段导流采用分期围堰挡水，束窄河床过流，导流最大流量 Q=13.40m³/s（p=20%），主要导流建筑物为围堰。

2）北干线施工导流

①班果河埋管段施工导流

班果河埋管段导流采用围堰挡水，导流明渠过流，导流最大流量 Q=4.43m³/s（p=20%），主要导流建筑物为围堰及导流明渠。

②蜻蛉河埋管段施工导流

蜻蛉河埋管段导流采用分期围堰挡水，束窄河床过流，导流最大流量 Q=28.60m^3/s（p=20%），主要导流建筑物为围堰。

③雷依小河埋管段施工导流

雷依小河埋管段导流采用一次断流，枯期围堰挡水，涵管泄流，导流最大流量 Q=3.49m^3/s（p=20%），主要导流建筑物为围堰及涵管。

④永定河埋管段施工导流

永定河埋管段导流采用分期围堰挡水，束窄河床过流，导流最大流量 Q=9.46m^3/s（p=20%），主要导流建筑物为围堰。

⑤芝麻河埋管段施工导流

芝麻河埋管段采用围堰挡水，导流明渠过流，导流最大流量 Q=3.01m^3/s（p=20%），主要导流建筑物为围堰及导流明渠。

2.1.7.7 施工工艺和方法

（一）枢纽工程

（1）导流泄洪隧洞

土石方明挖：自上而下分层开挖，土方由人工配合 2m^3 挖掘机开挖，石方由 Y30 型风钻钻孔爆破。部分开挖料就近堆放作为土方回填用料，剩余部分采用 2m^3 挖掘机装 15t 自卸汽车运至碗厂 1#弃渣场弃置。

石方洞挖：从隧洞进出口工作面开挖，石方采用 YT28 型风钻钻孔，全断面开挖，周边光面爆破，人工配合 0.5m^3 装载机装 10t 自卸汽车运至碗厂 1#弃渣场弃置。

石方井挖：竖井采用自上而下先导井再全断面开挖，导井采用反井钻机开挖，1.4m 的导井灌通后石方由 Y30 型风钻钻孔爆破，周边光面爆破，渣料落入平洞后，由人工配

合 0.5 m^3 装载机装 10t 自卸汽车运至碗厂 1#弃渣场弃置。

洞身混凝土：洞身混凝土衬砌采用先底板后边顶拱的浇筑方式，采用 DW120 拌合站集中生产混凝土，6m^3 混凝搅拌运输车运输，HT60 型混凝土泵输送入仓，标准段钢模台车施工，变形段组合钢模施工，附着式振捣器和 ZN35 插入式振捣器振捣密实。

竖井混凝土：竖井混凝土衬砌采用自下而上全断面浇筑，混凝土由混凝土搅拌站集中拌和，6m^3 混凝搅拌运输车运输，竖井下部（80m 范围）采用 HBT60 型混凝土泵输送入仓，上部（25m 范围）采用溜槽经溜管输送混凝土至下部浇筑平台，然后经缓降筒入仓，组合钢模施工，ZN35 插入式振捣器振捣密实。

明渠混凝土浇筑：混凝土搅拌站集中制备混凝土，6m^3 混凝搅拌运输车运输，HB30 型混凝土泵输送入仓，组合钢模施工，ZN35 插入式振捣器振捣密实。

回填灌浆：回填灌浆在衬砌混凝土达到 70％设计强度后进行。从预埋灌浆管内用 YT24 型风钻扫孔，200L 立式双层浆液搅拌机制备浆液，BW-200 型灌浆泵灌浆。

固结灌浆：在该部位的回填灌浆结束 7d 后进行。灌浆方法采用全孔一次灌浆法、单孔灌浆。从预埋灌浆管内用 YT24 型风钻钻孔，200L 立式双层浆液搅拌机制备浆液，BW-200 型灌浆泵灌浆。

土石方回填：采用堆置于附近的开挖料，人工配合 1m^3 挖机回填，蛙式打夯机夯实。

（2）大坝

基础土石方开挖：开挖自上而下分台阶进行，土方采用 3.0m^3 挖掘机开挖，石方开挖采用 Y30 手风钻配合液压阿特拉斯凿岩机钻孔爆破，岩质边坡采用预裂爆破。渣料用 3.0m^3 挖掘机装 25t 自卸汽车运至碗厂 1#弃渣场弃置。

趾板施工：趾板开挖时趾板底板预留 60cm 的保护层，采用 Y30 手风钻钻孔，控制爆破；锚筋施工采用气腿式风钻钻孔，砂浆采用混凝土搅拌机制备砂浆，风动注浆器注浆，人工安设锚杆；混凝土浇筑采用混凝土拌合站制备混凝土，混凝土搅拌运输车运输至使用点附近，溜槽入仓，钢木混合型模板施工，插入式振捣器振捣密实。

固结灌浆：YQ-100 型潜孔钻机钻孔，卧式浆液搅拌机制备浆液，柱塞式灌浆泵灌浆，封孔机封孔。

帷幕灌浆：采用自上而下分段循环式灌浆法施工。回转型地质钻机钻孔，卧式浆液搅拌机制备浆液，柱塞式灌浆泵灌浆。

堆石料填筑：石料场采用液压钻配合履带钻机钻孔，深孔梯段微差挤压爆破开采，梯段高度 10～15m。3.0m^3 挖掘机装 25t 自卸汽车运至大坝，进占法卸料，100kW 推土

机平料，主堆区上游侧采用 LSS220 型 20t 振动平碾碾压，下游堆石区采用 20t 振动平碾配合三边（25t-25KJ）冲击碾碾压。边角处薄层铺筑，辅以蛙式 HY120 型打夯机夯实。

过渡料填筑：石料场控制爆破开采，经处理满足级配要求后，由 3.0m^3 装载机装 25t 自卸汽车运输上坝，后退法卸料，100kW 推土机平料，LSS220 型 20t 振动平碾碾压。边角处薄层铺筑，辅以蛙式 HY120 型打夯机夯实。

垫层填筑：成品料由 3.0m^3 装载机装 20t 自卸汽车从砂石料加工系统运输上坝，后退法卸料，100kW 推土机平料，LSS220 型 20t 振动平碾碾压。边角处薄层铺筑，辅以蛙式 HY120 型打夯机夯实。

挤压边墙混凝土施工：混凝土搅拌站集中制备混凝土，6m^3 混凝搅拌运输车运输，至坝面浇筑平台，再由挖掘机挖料入仓。混凝土挤压机械施工，两端不能与混凝土趾板连接处，采用人工立模浇筑混凝土（使用的混凝土材料与边墙混凝土相同），人工用打夯机夯实。

面板混凝土浇筑：混凝土搅拌站集中制备混凝土，6m^3 混凝搅拌运输车运输，人工配合半圆型溜槽入仓（下部浇筑时溜槽接缓降筒入仓），无轨滑动模板施工，插入式振捣器振捣密实。

1A 料（粘土料）：2.0m^3 挖掘机挖土，装 15t 自卸汽车运输上坝，进占法卸料，100kW 推土机平料，推土机多遍行走碾压，边角地带用蛙式打夯机夯实。

1B 料填筑（石碴料）：利用溢洪道及输水隧洞开挖的弃渣，2.0m^3 挖掘机挖渣，装 15t 自卸汽车运输上坝。100kW 推土机平料，推土机多遍行走碾压。边角处薄层铺筑，辅以蛙式 HY120 型打夯机夯实。

干砌块石护坡：人工配合挖掘机选料，3m^3 挖掘机装 25t 自卸汽车运至施工场地附近，人工挑台 50m，人工砌筑。

M7.5 浆砌石施工：块石料在石料场由人工配合挖掘机选料，由 3.0m^3 挖掘机装 25t 自卸汽车运至使用点附近，人工挑抬至使用点，0.35m^3 砂浆搅拌机制备砂浆，人工挑抬至使用点，人工砌筑。

回填土石碴：利用就近堆放的开挖料进行填筑。人工配合 1.0m^3 挖掘机装回填，推土机平料，振动平碾压实，压实度满足设计即可。

（3）溢洪道

土石方明挖：土方采用人工配合 2.0m^3 挖掘机开挖，石方开挖采用 Y30 手风钻配合液压阿特拉斯凿岩机钻孔爆破开挖，岩质边坡采用预裂爆破，底板预留 60cm 的保护层，

手风钻钻孔爆破。除利用料外，其余渣料采用 2.0m^3 挖掘机装 15t 自卸汽车运至大坝上游作为 1B 料利用及堆弃在围堰和大坝之间和白土坡 1#弃渣场弃置。

混凝土: 混凝土衬砌采用先底板后边墙的浇筑方式，混凝土搅拌站集中制备混凝土，6m^3 混凝搅拌运输车运输，溜槽配合 HB30 型混凝土泵输送入仓（局部采用人工配合溜槽入仓），组合钢模施工，附着式振捣器和 ZN35 插入式振捣器振捣密实。

土石方回填: 采用堆置于附近的开挖料，人工配合 1.0m^3 挖掘机装回填,，HY120 型蛙式打夯机夯实。

（4）输水放空隧洞

土石方明挖: 自上而下分层开挖，土方由人工配合 2m^3 挖掘机开挖，石方由 Y30 型风钻钻孔爆破，岩质边坡采用预裂爆破。部分开挖料就近堆放作为土方回填用料，剩余部分采用 2m^3 挖掘机装 15t 自卸汽车运至围堰及大坝之间弃置。

石方洞挖: 从隧洞进出口工作面开挖，石方采用 YT28 型风钻钻孔，全断面开挖，周边光面爆破，渣料采用扒渣机（型号 STB-50L）装 6m^3 梭式矿车、BD3 电瓶机车牵引出渣; 洞外采用 1m^3 挖掘机装 10t 自卸汽车运至围堰及大坝之间弃置。

石方井挖: 竖井采用自上而下全断面开挖，由 Y30 风钻钻孔爆破，周边光面爆破，弃渣由人工装吊斗，10t 卷扬机吊至井口，再由 1.0m^3 挖掘机转装 10t 自卸汽车运至围堰及大坝之间弃置。

洞身混凝土浇筑: 洞身混凝土浇筑采用先底板后边顶拱的浇筑方式，混凝土由拌合站集中拌和，6m 3混凝搅拌运输车运输，HB30 混凝土输送泵入仓，针梁台车施工，ZN35 插入式振捣器及附着式振捣器振捣密实。

竖井混凝土: 竖井衬砌采用自下而上全断面浇筑，混凝土由拌合站集中拌和，6m^3 混凝搅拌运输车运输，采用 HB30 型混凝土泵输送入仓，组合钢模施工，ZN35 插入式振捣器振捣密实。

洞外混凝土浇筑: 混凝土搅拌站集中制备混凝土，6m^3 混凝搅拌运输车运输，溜槽入仓配合 HB30 型混凝土泵输送入仓，组合钢模施工，ZN35 插入式振捣器振捣密实。

回填灌浆: 回填灌浆在衬砌混凝土达到 70％设计强度后进行。从预埋灌浆管内用 YT24 型风钻扫孔，200L 立式双层浆液搅拌机制备浆液，BW-200 型灌浆泵灌浆。

固结灌浆: 在该部位的回填灌浆结束 7d 后进行。灌浆方法采用全孔一次灌浆法、单孔灌浆。从预埋灌浆管内用 YT24 型风钻钻孔，200L 立式双层浆液搅拌机制备浆液，BW-200 型灌浆泵灌浆。

钢管安装：钢管在加工厂制成 3m 长的管节，10t 载货汽车运至施工现场，采用人工配合 5～10t 卷扬机牵引逐节安装，并进行钢管防腐处理。

（5）泵站及电站

土石方开挖：土方由人工配合 0.5m^3 挖掘机开挖，石方由 Y30 型风钻钻孔爆破。除就近堆放作为土方回填料外，其余渣料由 1.0m^3 挖掘机装 5t 自卸汽车运至碗厂 1#弃渣场。

混凝土浇筑：采用拌合站集中生产混凝土，6m^3 混凝搅拌运输车运输，地面以下混凝土采用人工配合溜槽入仓，地面以上的采用 HB30 混凝土输送泵入仓，组合钢模施工，ZN35 插入式振捣器及附着式振捣器振捣密实。

机组安装：机组由厂家购买，15t 载重汽车运输至施工区，人工配合厂房的吊车就位，人工安装。

M7.5 浆砌石施工：块石料在石料场用 3.0m^3 挖掘机装 25t 自卸汽车运至使用点附近，人工挑抬至使用点，0.35m^3 砂浆搅拌机制备砂浆，人工挑抬至使用点，人工砌筑。

土石方回填：采用堆置于附近的开挖料，人工回填，HY120 型蛙式打夯机夯实。

（6）导流建筑物施工

土方明挖：土方采用人工配合 2.0m^3 挖掘机开挖，2.0m^3 挖掘机装 15t 自卸汽车运至弃渣场弃置。

石渣料填筑：利用大坝开挖料，用 2.0m^3 挖掘机装 15t 自卸汽车运至围堰，进占法卸料，100kW 推土机平料，20t 振动平碾进行碾压，靠近岸坡范围内用蛙式打夯机夯实。

混合反滤料填筑：利用大坝开挖料中的细颗粒料，用 2.0m^3 挖掘机装 15t 自卸汽车运至围堰，进占法卸料，100kW 推土机平料，蛙式打夯机夯实。

粘土料填筑：2.0m^3 挖掘机挖土，装 15t 自卸汽车运至围堰，进占法卸料，100kW 推土机平料，20t 振动凸块碾压实，边角地带用蛙式打夯机夯实。

干砌块石护坡：在大坝开挖料中捡集，用 2.0m^3 挖掘机装 15t 自卸汽车运至围堰，人工进行铺砌。

（7）料场开采

土料场有用层采用立面开采，2m^3 挖掘机装 15t 自卸汽车运输 5.0km 至各使用点。无用层采用人工配合 100kW 推土机进行剥离，就近堆放，后期作为采空区覆土料。

石料场采用自上而下分层开挖，料场边坡采用预裂爆破开挖。料场无用料的第四系及全风化上部采用 3.0m^3 挖掘机开挖，强风化下带及强风化上部采用 Y30 型风钻钻孔爆

破开挖，渣料采用 3.0m^3 挖掘机装 25t 自卸汽车运至弃渣场。填筑料采用 3.0m^3 挖掘机装 25t 自卸汽车从石料场运 3.5km 至各使用点。砂石料加工系统加工的母岩采用 2.0m^3 挖掘机装 20t 自卸汽车运 3.0km 至砂石料加工厂加工生产。

（8）施工道路

土石方开挖：对于土石质边坡，若高度小于 8m，按坡度 1：1 进行开挖；若高度大于 8m，分台阶分级开挖，自路基以上每 8m 预留一开挖平台，平台宽 2m。岩质边坡开挖时，当高度小于 15m 时，可采用光面爆破，并根据岩性性质的不同采用不同的开挖坡比（1：0.25～1：1.0）；当高度大于 15m，要求采用预裂爆破，每隔 15m 设一道宽 2m 的马道。开挖采用人工爆破，推土机集运，5～10t 自卸汽车装运，开挖的土石方不能用于工程填筑或其他工程利用的，需及时运至工程规划的弃渣场。

土石方回填：路堤填筑施工时，对于地形坡度小于 20 度的内、外侧路堤，一般采用放坡填筑，并根据填筑高度及筑路材料确定坡比。填筑高度在 8m 以内，若采用土石混填时，坡比为 1: 1.5，采用新鲜块石填筑时坡比为 1: 1.25；对于填筑高度超过 8m 时，则第一级坡高 8m 时设一道宽 1.5m 的马道，从第二级边坡起坡比均采用 1：1.75，坡高为 12m。土石方填筑采用水平分层填筑法施工，按照横断面全宽逐层向上填筑。填石路堤应使用重型振动压路机分层洒水压实。地形较陡而不能按正常路基边坡放坡时，使用路堤挡墙或路肩墙对路基进行拦挡填筑处理。

路面施工：泥结碎石料由 5～10t 自卸汽车运至现场，74kW 推土机铺料，8～12t 压路机顺堤轴线向碾压密实。

（9）施工生产生活设施场平

场地开挖采用机械开挖和爆破施工，挖掘机配合自卸汽车运输，推土机推平场地方式施工，开挖土石方用于周边各施工附企设施填筑。

防护设施基础开挖与砌筑主要指拦挡和排水设施基础开挖、砌石施工等，采用人工配合机械方式施工，开挖土石方用于填筑。

建筑物基础开挖包括钻孔灌注桩基础和扩大基础两种类型，桩基础采用专用机械施工，扩大基础采用人工配合小型机械施工，桩基础施工产生的钻渣设置沉淀池固化处理，扩大基础开挖土石方除用于填筑外，多余部分由自卸汽车运输至弃渣场。

（10）表土剥离

表土剥离方式以人工作业为主，局部平缓地块采用推土机。剥离表土厚度一般为 20～40cm，采用 5～10t 自卸汽车运输。剥离后的耕植土运至工程设置的表土堆存场堆

放。

（二）输水工程

（1）隧洞

土石方明挖：土方由人工配合 1m^3 挖掘机开挖，石方由 Y30 型风钻钻孔爆破。渣料由 1m^3 挖掘机装 10t 自卸汽车运至弃渣场。

石方洞挖：支洞采用 YT28 气腿钻钻孔，全断面开挖，周边光面爆破，开挖渣料采用 2m^3 侧卸装载机装 10t 自卸汽车运至弃渣场堆放。主洞采用全断面开挖，由 YT28 气腿钻钻孔，周边光面爆破，Ⅱ类围岩开挖采用 2.0～3.0m 一个循环，Ⅲ类围岩开挖采用 1.5～2.5m 一个循环，Ⅳ类围岩开挖采用 1.0～2.0m 一个循环，Ⅴ类围岩开挖采用 0.5～1.0m 一个循环。主洞内的开挖渣料采用扒渣机（型号 STB-50L）装 6m^3 梭式矿车、BD3 电瓶机车牵引运输至主洞进出口、水桥村 1#支洞口及主洞与支洞（碗厂支洞及水桥村 2#支洞）交叉口，由 2m^3 装载机装 10t 自卸汽车运输至弃渣场。

输水隧洞初期支护：隧洞初期支护以喷锚支护为主，支护参数根据围岩稳定性不同确定。

喷混凝土：采用混凝土搅拌机制备混凝土，混凝土喷射机施工。

砂浆锚杆施工：采用风钻钻孔，风动注浆器注浆，人工安设锚杆。

钢支撑：钢支撑在洞外加工制作，由斗车运至施工点，人工安装。

混凝土浇筑：0.5m^3 混凝土搅拌机在洞口附近制备混凝土，主洞进出口控制段及水桥村 1#支洞主洞控制段混凝土采用 GHS30-Ⅰ型 4m^3 有轨式混凝土运输罐车运输；支洞（碗厂支洞及水桥村 2#支洞）控制段主洞混凝土采用机动翻斗车运输。混凝土均采用 HB30 混凝土泵输送入仓，标准段采用钢模台车，渐变段采用组合钢模浇筑，ZN35 型插入式振捣器振捣密实。

回填灌浆：回填灌浆在衬砌混凝土达到 70％设计强度后进行。从预埋灌浆管内用 YT24 型风钻扫孔，200L 立式双层浆液搅拌机制备浆液，BW-200 型灌浆泵灌浆。

固结灌浆：在该部位的回填灌浆结束 7d 后进行。灌浆方法采用全孔一次灌浆法、单孔灌浆。从预埋灌浆管内用 YT24 型风钻钻孔，200L 立式双层浆液搅拌机制备浆液，BW-200 型灌浆泵灌浆。

施工排水：反坡洞段在工作面设置临时集水坑，每隔 300m 设置集水井采用潜水泵分段进行抽排，主洞进口段直接抽排出洞，支洞段将水抽至支洞与主洞交汇口集水井后，通过水泵抽排出洞外。隧洞出口正坡洞段在隧洞一侧设置排水沟，采取自流排水。

（2）管道

土石方开挖：土方由人工配合 0.5m^3 挖掘机开挖，石方由 Y30 型风钻钻孔爆破。除就近堆放作为土方回填料外，其余渣料由 0.5m^3 挖掘机装 5t 自卸汽车运至弃渣场。

混凝土施工：混凝土由 0.35m^3 移动强制式搅拌机就近拌和，人工推胶轮车运输溜槽入仓，组合钢模浇筑，ZN35 型插入式振捣器振捣密实。

管道安装：管道在厂家制作生产，制成 3m～6 m 长的管节，外购供应，5t 载重汽车运至施工现场，自下而上进行，斜坡段采用 10～15t 卷扬机牵引，轨道滑车运输，人工利用三角爬杆就位，逐节安装，平段采用人工配合 8～12t 汽车吊就位安装，管道进行防腐处理。

M7.5 浆砌石施工：块石料由 5t 自卸汽车运至使用点附近，人工挑抬至使用点，0.35m^3 砂浆搅拌机制备砂浆，人工挑抬至使用点，人工砌筑。

土石方回填：采用堆置于附近的开挖料，人工配合 0.5m^3 挖掘机就近回填，蛙式 HY120 型打夯机夯实。

2.1.7.8 施工进度

本工程施工总工期为 72 个月，施工关键线路为导流泄洪隧洞施工→大坝施工。工程施工准备期 17 个月，主体工程施工期 54 个月，收尾工期 1 个月。

（一）工程准备期

工程准备期安排于第一年 7~第二年 11 月底，计划工期为 17 个月。

准备期施工项目有：场内道路施工、场地平整、空气压缩系统、供水、场内供电系统及施工通讯，砂石加工系统及混凝土拌和系统的建设、主要施工工厂设施、临时房建、导流泄洪隧洞及围堰截流闭气前的施工等。

（二）主体工程施工期

（1）枢纽工程

主体工程施工期共 54 个月。计划于第二年 12 月初截流，截流后即进入主体工程施工工期。

大坝枢纽工程安排在第二年 1 月～第七年 5 月施工。

大坝基础开挖分两期，第一期安排在截流前对两岸坡及部分河床台地开挖，于第二年 1 月～11 月中旬施工。第二期安排在截流后对部分河床坝基及趾板基础开挖，计划于第二年 12 月～翌年 1 月施工。

大坝填筑分三期完成：第一期安排于第三年 2 月～第四年 4 月底施工，坝体填筑高

程为 1592.00m; 第二期安排于第四年 5 月 ~ 第五年 4 月施工, 坝体填筑高程为 1625.00m; 第三期安排于第五年 5 月 ~ 第六年 6 月施工，坝体填筑到坝顶高程 1674.50m。

大坝趾板混凝土安排于第三年 2 月 ~9 月施工。固结灌浆安排在第三年 3 月 ~ 第五年 4 月施工，帷幕灌浆第三年 4 月 ~ 第六年 4 月施工。

大坝面板分二期施工。一期安排于第四年 12 ~ 第五年 3 月施工，面板浇筑到高程 1590.00m；二期安排于第七年 1 ~ 4 月施工，面板浇筑到高程 1674.50m。

防浪墙、坝顶及坝顶路面安排在在第七年 4 ~ 5 月施工。

输水放空隧洞洞身长 720.76m，计划安排在第四年的 11 月 ~ 第五年的 12 月施工，工期为 14 个月。

溢洪道工程: 左坝肩与大坝施工干扰段及与导流泄洪隧洞消力池段施工干扰段的溢洪道消力池及护坦, 开挖安排在第一年的 12 ~ 第二年 1 月与大坝坝肩开挖同时进行, 溢洪道消力池与导流泄洪道消力池一同浇筑，安排于第二年 2 ~ 4 月施工,溢洪道剩余的工作安排在第五年 1 月 ~ 第六年 2 月期间施工。

泵站提水工程及电站工程：计划安排在第五年 6 月 ~ 第六年 6 月施工。

（2）输水工程

输水工程的控制性线路为上村隧洞 3#施工支洞上游工作面，上村 3#施工支洞长 489m，支洞上游工作面控制段主洞长 1753m，该工作面支洞计划安排在第二年 12 月 ~ 第六年 9 月施工，工期为 46 个月。输水工程其它建筑物在该施工时段内进行施工。

总干线管道段计划安排在第四年 11 月 ~ 第五年 5 月施工；东干线及东支管计划安排在第三年 11 月 ~ 第四年 2 月施工; 北干线计划安排在第三年 11 月 ~ 第六年 3 月施工，其中北干线的级密山隧洞计划安排在第四年 12 月 ~ 第六年 5 月施工。

（三）收尾工期

第 7 年 5 ~ 6 月, 进入收尾工程, 占直线工期 1 个月, 完成各工程项目的收尾工作。

主体工程施工进度详见附图 08。

2.1.8 工程土石方平衡

工程在土石方开挖过程中，移挖作填，尽量做到挖填平衡，有效利用开挖料中可利用石方作为砂石加工原料，部分作为建筑物的土石回填用料，其余作为弃渣料处理。

根据主体工程设计, 工程总开挖量 2060.91 万 m^3(自然方, 下同), 回填利用料 1209.10 万 m^3，弃渣量 851.81 万 m^3。

表 2.1-10　工程土石方汇总表　单位：万 m^3

工程分区	开挖	回填	调入	调出	弃方
枢纽工程	1560.93	975.93	919.92	919.92	585.00
输水工程	499.98	233.17	0.00	0.00	266.81
合计	2060.91	1209.10	919.92	919.92	851.81

（1）枢纽工程

枢纽工程总开挖量 1560.93 万 m^3，回填利用料 975.93 万 m^3，调入土石方 919.92 万 m^3，调出土石方 919.92 万 m^3，弃渣量 585.00 万 m^3。工程区土石方开挖利用情况详见表 2.1-11。

（2）输水工程

输水工程总开挖量 499.98 万 m^3，回填利用料 233.17 万 m^3，弃渣量 266.81 万 m^3。工程区土石方开挖利用情况详见表 2.1-12。

表 2.1-11　枢纽工程土石方平衡表　单位：m^3

分区		开挖方			回填方				调入		调出		弃渣流向	
		土方开挖	石方明挖、洞（井）挖	小计	土石方回填	永久建筑物填筑	围堰填筑	小计	数量	来源	数量	去向	数量	枢纽工程弃渣场
枢纽区	大坝	236548	952287	1188835	49519	9199183	102505	9351207	9091200 107983	石料场 土料场			1036811	1036811
	溢洪道	50252	457005	507257	275861			275861					231396	231396
	导流泄洪隧洞	21980	252091	274071	11579			11579					262492	262492
	输水隧洞	7510	34994	42504	42504			42504						
	泵站和电站	38626	23788	62414	9515			9515					52899	52899
	大坝围堰	8365		8365									8365	8365
	小计	363281	1720166	2083447	388978	9199183	102505	9690666	9199183				1591964	1591964
料场区	石料场	1866079	9091200	10957279							9091200	大坝填筑	1866079	1866079
	土料场	132820		132820	24837			24837			107983	大坝填筑		
	小计	1998899	9091200	11090099	24837			24837			9199183		1866079	1866079
交通道路区	永久公路	293736	180032	473768	8528			8528					465240	465240
	临时道路	1216460	745572	1962032	35317			35317					1926715	1926715
	小计	1510196	925604	2435800	43844			43844					2391956	2391956
合计		3872376	11736970	15609346	457659	9199183	102505	9759347	9199183		9199183		5849998	5849998

注：表中土石方均为自然方。

表 2.1-12　输水工程土石方平衡表　单位：m^3

分区		开挖方			回填方		调入		调出		弃渣流向		
		土方开挖	石方明挖、洞（井）挖	小计	土石方回填	小计	数量	来源	数量	去向	数量	枢纽工程弃渣场	输水工程弃渣场
输水线路区	总干线	121946	384470	506416	108190	108190					398225	18232	379993
	东干线	82985	57888	140873	64606	64606					76267		76267
	北干线	986127	997016	1983143	774407	774407					1208735		1208735
	东干线支管	101884	67922	169806	77259	77259					92547		92547
	北干线支管	305633	305633	611265	367159	367159					244106		244106
	泵站提水管	14146	24744	38890	26328	26328					12562	12562	
	小计	1612720	1837672	3450392	1417951	1417951					2032442	30794	2001647
交通道路区	永久公路	106720	74560	181280	96708	96708					84572		84572
	临时道路	746275	621849	1368124	817071	817071					551053		551053
	小计	852995	696409	1549404	913779	913779					635625		635625
合计		2465715	2534081	4999796	2331730	2331730					2668067	30794	2637272

注：表中土石方均为自然方。

2.1.9 工程建设征地与移民安置

2.1.9.1 工程建设区用地项目和征地范围

工程建设征地范围包括水库淹没区及影响区、枢纽工程区、泵站区、干线区、支管区等 5 部分，包含永久征地和临时征地。

（一）水库淹没区及影响区

1）泥沙及回水影响

耕园地、居民点回水采用洪水回水线与同频率天然水面线差值为 0.30m 断面作为回水尖灭点、专业项目设施采用正常蓄水位+1.0m，水平延伸至天然河道多年平均流量的水面线相交作为水库末端封闭点和水库淹没处理终点。

2）水库淹没区

耕地、园地、机耕路：坝前回水不明显段按正常水位+0.50m 接库区 5 年一遇洪水回水外包线为处理范围，以 5 年一遇洪水回水线与同频率天然水面线差值为 0.30m 断面作为回水尖灭点，水平延伸至天然河道多年平均流量水面线相交作为水库耕、园地末端封闭点和淹没处理线终点。

村庄、农村公路：坝前回水不明显段按正常水位+1.0m 接库区 20 年一遇洪水回水外包线为处理范围，以 20 年一遇洪水回水线与同频率天然水面线差值为 0.30m 断面作为回水尖灭点，水平延伸至天然河道多年平均流量水面线相交作为村庄、农村公路淹没处理线终点。

林地淹没线为水库正常蓄水位 1673.0m。

10kV 线路、通讯光缆、二级公路及桥梁：坝前回水不明显段按正常水位+1.0m，末端按正常蓄水位+1.0m 即 1674.0m 水平延伸至天然河道多年平均流量水面线相交作为水库专业项目设施淹没处理线终点。

3）库周影响区

将勐岗河左岸蓄水后淹没线以上确权到户的旱地 45.60 亩列入小石门水库蓄水影响区一并征收补偿处理，未确权到户的开荒地和林地 2882.80 亩，由于管理频率不高，收益低，不予处理。

（二）枢纽工程区

（1）永久征地

枢纽工程区永久用地项目包括水工建筑物占地、管理所及鱼类增殖站、管理范围、永久公路。永久征地范围根据水工布置开挖轮廓线外延 50m，并根据实际地形局部调整

确定，管理所的征地范围由工程管理占地面积确定，公路用地根据实际开挖边坡线外延 1.0m 确定。

（2）临时征地

枢纽区施工临时占地包括场内临时道路、石料场、石料加工场、土料场、生产生活区、弃渣场等。施工临时用地范围根据施工占地范围图成果确定。

（三）泵站区

泵站及水池，按开挖线外延 5m 确定征地范围；永久道路按开挖线外延 1m 确定征地范围；临时道路根据施工用地范围确定，不再外延。

（四）干线区、支管区

（1）永久征地

明渠、外露管道、埋深小于 1.0m 的管道：按永久征地处理，永久征地按开挖外边坡线左右各向外水平延伸 1.0m 确定；隧洞进出口：按进出口开挖外边坡线向四周外水平延伸 5.0m 确定。

（2）临时征地

埋深大于和等于 1.0m 的埋管、地下掩埋倒虹吸、临时施工道路、施工平台、弃渣场、生产生活区按临时用地确定，征地范围根据施工布置图用地范围确定，不再外延。

2.1.9.2 工程实物调查成果

（一）农村移民部分

（1）土地

小石门水库建设征地总面积为 12937.10 亩（862.47hm^2），其中耕地 1781.23 亩，园地 220.65 亩，林地 10602.93 亩，住宅用地 26.14 亩，交通运输用地 158.93 亩，水域及水利用地 147.22 亩；以林地为主，涉及少量耕地、园地。

永久征地 4925.93 亩（328.40 hm^2），其中耕地 386.04 亩，园地 12.19 亩，林地 4364.74 亩，住宅用地 26.14 亩，交通运输用地 9.24 亩，水域及水利用地 127.58 亩；以林地为主，耕地、园地涉及不多。

临时占地 8011.17 亩（534.07hm^2），其中耕地 1395.19 亩，园地 208.46 亩，林地 6238.19 亩，交通用地 149.69 亩，水域 19.64 亩，不涉及其它土地；

（2）人口

工程不涉及移民搬迁，不产生搬迁安置人口。

（3）房屋及附属设施

牟定县戌街乡碗厂村委会白铜厂村民小组原址上的房屋，为白铜厂小组整村外迁后，遗留下部分房屋在库区供村民耕种库底耕地季节性使用。剩余土木结构住房 3477.14m2，厩房 312.66m^2，烤烟房 47.25m^2，土晒场 4726.58m^2，土围墙 933.62m^2。除白铜厂旧址外，小石门水库还影响零星的主房 120m^2，厩房 335m^2，柴杂房 132m^2，烤烟房 53m^2，水泥晒场 60m^2，统建标准水池 24 个。

（4）各类零星果木 1921 株（棚），坟墓 143 堆。

（二）专业项目设施

（1）交通设施

影响了库尾二级公路 214 省道 3.03km，包含 5 座大桥；影响机耕路 2 条 0.90km。

（2）水利设施

抽水泵站 4 个，取水坝 2 座。

（3）通讯设施

库尾影响了 1 条移动通讯光缆，1 条联通光缆，1 条电信光缆，影响长度均为 2.60km。

（4）送变电设施

共影响了 5 条 10kV 输电线路，总长 6.10km。

（5）文物古迹

工程目前没有需要进一步处理的文物，在施工中如有其它文物发现，应及时报告当地文物部门。

（6）矿产资源

工程建设项目用地压覆矿产资源评估范围内涉及探矿权有 6 个，无已经探明、备案的矿产资源。

小石门水库建设征地实物汇总详见表 2.1-13。

表 2.1-13　小石门水库工程建设征地实物汇总表

序号	项目	单位	永久征地																	临时占地										总计
			淹没区					枢纽区				泵站区			干线区			支管区	合计	枢纽区			泵站区			干线区			支管区	合计	
			大姚	牟定	争议	国有	合计	大姚	牟定	国有	合计	大姚	牟定	合计	牟定	元谋	合计	元谋		大姚	牟定	合计	大姚	牟定	合计	牟定	元谋	合计	元谋		
	行政区域																														
	1.县	个	1	1	2		2	1	1		2	1	1	2	1	1	2	1	3	1	1	2	1	1	2	1	1	2	1	3	3
	2.乡镇	个	1	2	2		2	1	1		2	1	1	2	1	4	5	3	7	1	1	2	1	1	2	1	4	5	3	7	7
	3.村委会	个	1	3	2		3	1	1		2	1	1	2	2	10	12	8	16	1	1	2	1	1	2	2	10	12	8	16	16
一	农村移民																														
（一）	土地	亩	546.48	2350.26	52.1	111.76	3060.6	323.61	578.04	17.2	918.85	56.02	18.04	74.06	204.27	536.21	740.48	131.94	4925.93	1503.93	1168.84	2672.77	34.49	21.2	55.69	499.86	3234.71	3734.57	1548.14	8011.17	12937.1
1	耕地	亩	13.92	307.73			321.65		29.29		29.29					28.4	28.4	6.7	386.04	29.83	301.41	331.24	1.72	6.36	8.08	45.15	640.88	686.03	369.84	1395.19	1781.23
1.1	水田	亩	12.83	231.86			244.69		1.13		1.13					7.99	7.99	0.12	253.93		188.31	188.31				17.34	93.97	111.31	22.98	322.6	576.53
1.2	旱地	亩	1.09	75.87			76.96		28.16		28.16					20.41	20.41	6.58	132.11	29.83	113.1	142.93	1.72	6.36	8.08	27.81	546.91	574.72	346.86	1072.59	1204.7
1.3	其中基本农田	亩		46.14			46.14		21.02		21.02	6.69		6.69		0.37	0.37	1.46	75.68	22.8	2.84	25.64	3.7	1.36	5.06					30.7	106.38
2	园地	亩										6.69		6.69	3.77	0.61	4.38	1.12	12.19				5.17		5.17	51.29	99.3	150.59	52.7	208.46	220.65
2.3	果园	亩										6.69		6.69	3.77	0.61	4.38	1.12	12.19				5.17		5.17	51.29	99.3	150.59	52.7	208.46	220.65
3	林地	亩	532.56	2016.39	52.1	0	2601.05	323.61	548.75	0	872.36	49.33	18.04	67.37	200.5	500.38	700.88	123.08	4364.74	1474.1	867.43	2341.53	27.6	14.84	42.44	403.42	2348.46	2751.88	1102.34	6238.19	10602.93
3.1	经济林	亩		12.05			12.05												12.05											12.05
3.2	乔木林	亩	532.56	1724.27	44.89		2301.72	323.61	96.55		420.16	49.33	0.7	50.03	63.46	432.71	496.17	64.24	3332.32	1474.1	790.13	2264.23	27.6	7.65	35.25	282.23	2226.35	2508.58	847.28	5655.34	8987.66
3.3	省级公益林			171.25	7.21		178.46		119.77		119.77		17.34	17.34	30.71	65.75	96.46	48.05	460.08		5.53	5.53	0	2.47	2.47	26.53	106.64	133.17	211.93	353.1	813.18
3.4	国家二级公益林	亩		108.82			108.82		332.43		332.43				106.33	1.92	108.25	10.79	560.29		71.77	71.77	0	4.72	4.72	94.66	15.47	110.13	43.13	229.75	790.04
4	住宅用地	亩		26.14			26.14												26.14												26.14
5	交通用地	亩				3.31	3.31									4.96	4.96	0.97	9.24								128.91	128.91	20.78	149.69	158.93
5.1	公路用地	亩				3.31	3.31									0.17	0.17		3.48								9.15	9.15	2.9	12.05	15.53
5.2	农村道路	亩														4.79	4.79	0.97	5.76								119.76	119.76	17.88	137.64	143.4
6	水域	亩				108.45	108.45			17.2	17.2					1.86	1.86	0.07	127.58								17.16	17.16	2.48	19.64	147.22
	水面					108.45	108.45			17.2	17.2					1.86	1.86	0.07	127.58								17.16	17.16	2.48	19.64	147.22
（二）	房屋及附属设施			640			640												640												640
1	主房	m^2		120			120												120												120
	土木结构	m^2		120			120												120												120
2	厩房	m^2		335			335												335												335
	土木结构	m^2		335			335												335												335
3	柴杂房	m^2		132			132												132												132
	土木结构	m^2		132			132												132												132
4	烤烟房	m^2		53			53												53												53
	土木结构	m^2		53			53												53												53
5	附属设施	m^3																													
	晒场-水泥	m^2		60			60												60												60
	晒场-土场	m^2																	0												
	围墙-土墙	m^2																	0												
	水池	个		24			24												24												24
（三）	零星果木及坟墓		11	2053	0	0	2064												2064												2064
	1.核桃		11	2			13												13												13
	8cm	株	6	2			8												8												8
	6cm	株	4	0			4												4												4
	2cm	株	1	0			1												1												1

序号	项目	单位	永久征地																临时占地										总计
			淹没区					枢纽区				泵站区			干线区			支管区	合计	枢纽区			泵站区			干线区			支管区	合计	
			大姚	牟定	争议	国有	合计	大姚	牟定	国有	合计	大姚	牟定	合计	牟定	元谋	合计	元谋		大姚	牟定	合计	大姚	牟定	合计	牟定	元谋	合计	元谋		
	2.果木树			369			369												369												369
	盛果	株		84			84												84												84
	初挂	株		89			89												89												89
	幼苗	株		196			196												196												196
	3.经济树			1379			1379												1379												1379
	大	株		28			28												28												28
	中	株		52			52												52												52
	小	株		1299			1299												1299												1299
	4.用材树	株		152			152												152												152
	大	株		28			28												28												28
	中	株		3			3												3												3
	小	株		121			121												121												121
	5.竹子	棚		8			8												8												8
	大	棚		1			1												1												1
	中	棚		3			3												3												3
	小	棚		4			4												4												4
	6.坟墓	冢	0	143			143												143												143
	花碑坟	冢		5			5												5												5
	条石坟	冢		7			7												7												7
	石堆坟	冢		131			131												131												131
二	专业项目																														
1	交通设施																														
	214 省道	km		3.03			3.03												3.03												3.03
	214 省道大桥	座		5			5												5												5
	农村公路－混凝土	km		0.9			0.9												0.9												0.9
2	水利水电设施			6			6												6												6
	抽水泵站	个		4			4												4												4
	取水坝	个		2			2												2												2
3	通信设施			7.8			7.8												7.8												7.8
	移动光缆	km		2.6			2.6												2.6												2.6
	联通光缆	km		2.6			2.6												2.6												2.6
	电信光缆	km		2.6			2.6												2.6												2.6
4	输变电设施			5.2			5.2												5.2	0.6		0.6				0.3	0.3		0.9	6.1
	10kV 输电线路	km		5.2			5.2												5.2	0.6		0.6				0.3	0.3		0.9	6.1

2.1.9.3 移民安置规划

小石门水库工程建设征地不涉及移民搬迁，规划水平年有生产安置人口 180 人，拟根据地方政府和移民意愿，采取直接补偿后，由各村民小组自行调剂土地的方式进行安置；针对牟定县戌街乡碗厂村委会白铜厂小组内少量提出申请、愿意配置土地进行安置的农户，由牟定县人民政府从本村委会内周边村民小组协调解决土地配置问题，维护库区的稳定和发展。

2.1.9.4 专业项目复建规划

小石门水库建设征地影响到专业项目有交通设施（二级公路、农村公路）、电力设施（10kV 输电线路）、水利设施（小型取水坝、抽水泵站）、以及通讯设施（通讯光缆）。

规划采取加固措施对 214 省道桥墩进行原线防护加固处理；受影响的机耕路规划予以合理补偿；小型取水坝、抽水站规划予以合理补偿；复建勐岗河泵站和白铜厂泵站规划复建，小石门戌街泵站将替代其功能；受影响的通讯光缆、10kV 输电线路予以复建，规划复建 2.60km 移动光缆，2.60km 联通光缆，2.60km 电信光缆，3.40km 的 10kv 输电线路。

2.1.10 工程管理

2.1.10.1 工程管理范围和保护范围

（1）工程管理范围

水库库区：核洪水位以下范围；大坝：坝脚和坝肩向外 50m；溢洪道、泄洪隧洞、输水放空隧洞：由工程外侧轮廓线向外 50m；其他建筑物如泵站厂区构筑物、进出水道和电站周围等面状的永久征地外延 5m，线状的外延 1m，临时占地不外延；

（2）保护范围

工程保护范围：在工程管理范围边界线外延，永久建筑物上、下游不少于 300m，两侧不少于 200m；水库库区：管理范围外延 100～300m；大坝：管理范围外延 300m；溢洪道、泄水（涵）闸、消力池等附属建筑物：管理范围外延 50m～200m；泵站厂区构筑物和前池、进出水道等建筑物：管理范围外延 10m～30m；小型水电站厂房及其配套设施：管理范围外延 50m～200m；管道、机电井、塘坝等水利工程，按照工程保护实际需要合理划定。在保护范围内植树造林，封山育林，杜绝陡坡毁林开荒，对已垦殖的应尽快退耕还林，防止水土流失。

2.1.10.2 工程永久办公生活区

由于阶段限制，初拟小石门水库工程建设管理所位于大坝右坝肩东向约 180m 处，

占地面积 1.51hm^2。

根据测算管理局人员编制 92 人。管理单位办公用房及附属设施主要包括办公室、防汛调度室、值班室、会议室、车库、仓库、修配车间等。办公、生产和生活建筑总面积 4600m^2，其中办公用房 1380m^2，生产生活用房 3220m^2。

2.1.11 工程投资

工程估算总投资 466248.05 万元，其中土建投资 284838.72 万元。枢纽工程投资 222834.57 万元; 输水工程投资 164202.75 万元。建设征地移民补偿投资 46222.30 万元，环境保护工程投资 16376.10 万元，水土保持工程投资 16612.33 万元。

2.2 项目区概况

2.2.1 自然环境概况

2.2.1.1 地形地貌

工程所处勐岗河为龙川江一级支流，流域上游河谷宽缓、河曲蜿蜒，下游谷窄坡陡、水流湍急，呈现北部高山峡谷而南部为中山、低中山的地貌景观。工程区地貌类型主要为中低山地貌、山间河谷地貌。

（1）枢纽工程区

水库区地势总体为西南高、东北低。库区内最高点为西部老尖山，海拔高程 2381.9m; 最低点为东北部勐岗河，高程 1395.7m，相对高差 986.2m。库区范围内河道总体较顺直，呈北北东-北东东向，河谷多为“V”型谷，岸坡地形坡度 40～60°，局部陡崖；河床宽约 20～50m，两岸发育少量一级阶地，阶面一般高出河床 2～5m。两岸冲沟较发育，发育密度约 80～100m/条，延伸长一般 200～500m，多数为季节性冲沟。

坝址位于碗厂河口～戌街乡勐岗河抽水站河段，地处侵蚀构造地形与构造剥蚀地形叠加区。河谷呈“V”字型基岩深切槽谷，河床高程 1509～1529m，河流总体流向 N19°W，河水面宽 7～17m，谷底宽 10～35m，堆积少见或厚度不大，两岸地形坡度 40～60°，局部呈近直立峻坡或陡崖，为近期仍在下切的侵蚀构造地形，左岸上游为一向南东延伸的单薄上梁，右岸山体较为宽厚，岸坡侵蚀冲沟发育。两岸坡顶为台地、缓丘或垄状山脊等Ⅲ级剥夷面地貌，高程 1740～1790m，山坡坡度 10～25°；台地地形平坦，其上残留厚 5～53m 不等的更新统冲积卵砾石层，为构造剥蚀地形。

（2）输水工程区

输水管线区位于云南高原中北部，区内山脉、水系受地质构造控制，大致呈北北东～

南南西或近南北向排列，受金沙江及龙川江及其支流勐岗河切割，整体地势南部高，北部低。地貌类型包括侵蚀构造地貌、构造剥蚀地貌和构造侵蚀堆积地貌。其中勐岗河、龙川江等河谷多呈深槽型及“V”字型，两壁近直立，谷底堆积少见，沿河跌水遍布，为近期仍在下切的侵蚀构造地貌。元谋、大姚、龙街等盆地属区域构造侵蚀堆积地貌，盆地周边洪积扇多见，区内河流多发育三级阶地。输水管线东北角金沙江河谷为区内最低点，河床高程约 930m，高峰寺海拔 2757.2m，为区内最高峰，相对高差 1827.2m。勐岗河为龙川江一级支流，流域上游河谷宽缓、河曲蜿蜒，下游谷窄坡陡、水流湍急，呈现北部高山峡谷而南部为中山、低中山的地貌景观，勐岗河两岸自然山坡坡度一般为 30～45°。

2.2.1.2 地质及地震

（一）区域地质

（1）地层岩性

工程区内广泛分布变质岩、沉积岩，岩浆岩零星分布。出露地层岩性由新到老依次为:

第四系主要为全新统（Qh）及更新统（Qp）松散层，以粘土、砂卵砾石等为主。主要分布在山间盆地、沟谷两岸及河床地带；第三系主要为上新统（N_2）粘土、砂砾石等；白垩系（K）主要为泥岩、钙质泥岩，粉砂岩及长石石英砂岩；侏罗系(J)主要为泥岩、粉细砂岩、长石石英砂岩、页岩等；三叠、二叠、石炭、泥盆、志留、奥陶、寒武系大量缺失，多数侏罗系地层直接覆盖于元古界昆阳群地层上；震旦系（Zb）主要为灰岩、页岩、石英砂岩、细砂岩等；昆阳群（Pt_1kn_2）地层为千枚岩、片岩、大理岩、石英岩、花岗片麻岩、角闪片麻岩、云母片岩等;

此外，区域内零星分布有基性岩（n）、超基性岩脉（Σ）、石英脉（q）及 p(伟晶岩脉)、γ（花岗岩脉）等。

（2）地质构造

工程区位于扬子准地台（Ⅰ）川滇台背斜（Ⅰ2）的滇中中台陷（Ⅰ3）。

元谋—工程区—牟定新田一带较大面积内出露了基底岩系；两侧为中生代的巨厚盖层沉积。基底主要由变质深浅不一的元古代结晶岩系构成。古生代至中生代早期均为隆起，上升运动占优势；侏罗纪早期发生了强烈坳陷，盖层沉积总厚可达万余米。区内褶皱、断裂发育，岩浆活动频繁，显示了基底硬化程度不高及后期的活动性。基底构造线以近东西向—北东向为主，褶皱一般较紧密；盖层褶皱以北北东向及北北西向构造线为

主，高角度的正、逆断层发育，褶皱形态特点是短轴与长轴、开阔与紧密的褶皱同等发育。

（3）物理地质现象

库区物理地质现象主要表现为，深切冲沟、风化，局部存在崩塌、滑坡，其它不良物理地质现象不发育，局部存在的崩塌、滑坡对库区无影响。

（4）地震

坝址区、输水线路（总干线 Z0+000～Z10+372.802）50 年超越概率 10%的地震动峰值加速度为 0.10g，地震动反应谱特征周期为 0.45s；输水线路（总干线 Z10+372.802～Z16+248.340）、北干线、东干线 50 年超越概率 10%的地震动峰值加速度为 0.15g，地震动反应谱特征周期为 0.45s。工程区地震烈度为Ⅶ度。

（二）枢纽工程地质

（1）地层岩性

上坝址区主要出露下古生界上昆阳群变质岩、华力西期伟晶岩脉，局地表层覆盖有第四系松散堆积物，基岩露头较好。

1）第四系（Q）

洪冲积（Q^{alp}）：分布于河床、冲沟，为砂卵砾石夹少量块、漂石，结构松散，分选性差，厚度 1～7.6m。

崩塌堆积（Q^{col}）：分布于河谷两岸坡脚地带，多与坡积物混杂堆积，为混合碎石土、块碎石，块碎石含量 50～75%，结构松散、架空，厚度 1～10m。主要分布于两岸陡崖脚，多与坡积物叠加、混杂的形式出露。

残坡积（Q^{eld}）：分布于河谷两岸缓坡，为碎石土、砾质土夹粘土，碎石含量 30～40%，结构松散，厚度 1～10m。

更新统（Q_p）：分布于坝址两岸台地，为湖积冲积层，主要物质成分为杂色砂卵砾石，较密实，卵砾石磨圆度好，具一定的分选性，透水性强。已查明厚度 5～52.6m。

2）下古生界上昆阳群（Pt1kn）

坝址区主要出露片麻岩片岩段（$Pt_1kn_2^1$），厚度>1310m，层间沿基岩裂隙面、片理面有辉绿岩脉侵入，岩脉宽 5～35cm。根据岩性及岩性组合，共分为五小层：

第五层（$Pt_1kn_2^{1-5}$）：为浅灰、灰白色薄片状～薄层状云母片岩夹白色石英脉；主要分布于上坝址坝轴线上游左坝肩及泄洪隧洞进口一带。

第四层（$Pt_1kn_2^{1-4}$）：为灰、深灰色厚层状角闪片麻岩夹黑云斜长片麻岩、云母片岩

及白色石英条带；主要分布于上坝址左岸马脖子山脊。

第三层（$Pt_1kn_2^{1-3}$）：为浅灰、灰白色厚层块状斜长角闪岩夹薄至中层状深灰色黑云斜长片麻岩及白色石英脉；分布于坝址区下游。

第二层（$Pt_1kn_2^{1-2}$）：为灰、浅灰色薄层条带状黑云斜长片麻岩、角闪片麻岩夹云母片岩，层厚 0.1～10cm，主要分布于上坝址右岸坡中上部及下游梨柴冲断裂以北两岸坡。

第一层（$Pt_1kn_2^{1-1}$）：为灰、深灰色厚层状角闪片麻岩夹黑云斜长片麻岩、云母片岩及白色石英条带；主要分布于上坝址坝轴线上游右岸坡中下部及下游左岸坡。

3）华力西期伟晶岩脉

呈北西向出露于上坝址右坝肩山顶、向下游过勐岗河抽水站后延至左岸搭接梨柴冲断裂带尖灭，岩性为灰白色伟晶岩，岩质坚硬，强度高，间夹白色石英脉及少量片麻岩“捕虏体”。

（2）地质构造

上坝址区大地构造上处于“元谋凸起”之海资哨～新田向斜与龙街背斜间，主构造线近 NW 向，根据结构面规模、性质及组合关系，上坝址区结构面可分为Ⅲ级（断层 f_1、f_2、f_3）、Ⅳ级（片麻理面及挤压破碎带）、Ⅴ级（岩体节理裂隙），未发现Ⅰ、Ⅱ级结构面。

（3）物理地质现象

枢纽工程区不良物理地质现象不发育，局部可见零星出露的坍塌及崩塌块石体外，以侵蚀冲沟为主。

（三）输水工程地质

（1）地层岩性

输水线路区内广泛分布变质岩、沉积岩、岩浆岩。

1）沉积岩：出露地层岩性由新到老依次为第四系（Q）、②白垩系（K）、侏罗系（J）。

2）变质岩为元古界上昆阳群：大理岩段（$Pt_1kn_2^3$）、石英岩段（$Pt_1kn_2^2$）、片麻岩片岩段（$Pt_1kn_2^1$）。

3）岩浆岩：华力西期、晋宁期。

此外，区域内零星分布有基性岩（n）、超基性岩脉（Σ）、石英脉（q）等。

（2）地质构造

输水线路区东侧发育元谋-绿汁江大断裂（F6），为区域主干活动断裂，距东干线最近处约 10km。受主干断裂影响，区内次级构造较发育，以北西向及北东向构造型迹为

主。

（3）物理地质现象

输水工程区物理地质现象主要表现为滑坡、坍滑体、岩石崩塌、冲沟，其它不良物理地质现象不发育。局部存在的滑坡、坍滑体、岩石崩塌，目前趋于稳定，对输水线路基本无影响。

（四）弃渣场地质

小石门水库工程布设的 30 个渣场，等级分为 3 级和 4 级，为满足弃渣场防护可研设计的需要，根据《水土保持工程调查与勘测标准》（GB/T51297-2018）规定，可行性研究阶段对 4 级及以上弃渣场应进行地质勘察，5 级弃渣场应进行地质调查。

经地质专业进行现场地质勘察分析，本工程所布设的 30 个弃渣场内均无不良物理地质现象发育,不存在滑坡隐患,碗厂 1#弃渣场主沟为一常流水冲沟,地下水埋深较浅，应做好水的排导及防护工作，其他弃渣场沟内旱季仅有少量裂隙水渗出。基础建议清除第四系松散土体,拦渣坝基础置于强-弱风化基岩上,挡渣墙基础置于全-强风化基岩上，渣场底部需设置排水盲沟或涵管以保证雨季冲沟的洪水排泄确保渣体稳定。弃渣场整体场地适宜性为适宜~较适宜。各弃渣场地质评价详见附件《云南省楚雄州小石门水库工程可行性研究阶段弃渣场工程地质勘察报告》。

2.2.1.3 气象

普登河(勐岗河是其上游支流)流域位于云贵高原中部,属亚热带高原季风气候区。每年 11 月至次年 4 月，主要受热带大陆气团控制，晴朗少云，日照充足，由于纬度低，太阳高度角大，气候温暖干燥，这期间的总降水量仅为年降水量的 11%左右。5～10 月由于受带有大量水汽的西南季风的影响而为雨季，云量多，日照相对较少，普遍降水，特别是 6～8 月雨量最多，其降水量占年降水量的近 60%。最大月降水量约占年降水量的 20%，最小月降水量仅占 1%。流域受上述天气系统影响，加之本身海拔较高，形成了春暖旱重、风高物燥、蒸发旺盛、夏无酷暑、水汽充沛、雨量集中、秋凉雨少、土壤湿润、冬无严寒、雨水稀少、日照充足、干雨季分明、四季之分不明显、气温年较差小、日较差大的气候特点。更由于受地形及海拔的影响，立体气候较为明显，工程区多年平均气温 17.5℃，多年平均蒸发量 1267.4mm，多年平均降水量为 849mm，多年平均风速 2.6m/s。工程区气象站点气象资料见表 2.2-1。

根据《云南省暴雨统计参数图集》查算，工程区 10、20、30、50、100 年一遇最大 1h、6h、24h 的暴雨量详见表 2.2-2。

表 2.2-1　工程区气象资料统计表

站名	测站高程（m）	降水量（mm）		气温（℃）			多年平均	多年平均	最多风向	多年平均日照时数（h）	相对湿度（%）	干燥度
		多年平均	最大一日	多年平均	极端最高	极端最低	蒸发量 E601（mm）	风速（m/s）				
牟定	1768.5	851.5	122	15.7	34.3	-7.8	1279.3	2.8	SW	2447.8	70	1.50
元谋	1118.4	640	102.9	21.7	42	-0.8	2072.4	2.3	S	2630.3	55	3.24
姚安	1869.5	767.9	115.6	15.3	34	-8.4	1464.5	2.7	SW	2445.2	68	1.91
大姚	1878.1	804.1	109.3	15.7	33	-6.1	1646.2	3.5	SW	2499.5	64	2.05

表 2.2-2　工程区暴雨特征统计表

实例	最大 1 小时暴雨量（mm）	最大 6 小时暴雨量（mm）	最大 24 小时暴雨量（mm）
降水量均值	33.00	51.00	66.00
10 年一遇降水量	50.99	79.56	99.66
20 年一遇降水量	59.40	92.82	114.18
30 年一遇降水量	63.03	98.43	120.56
50 年一遇降水量	69.80	109.65	133.32
100 年一遇降水量	77.55	121.89	147.18

2.2.1.4 水文

普登河为龙川江左岸较大的一级支流，属金沙江水系。主流文龙河发源于姚安县石梁子的大黑么，河源海拔高程 2780m，自河源起以西北～东南，流至中屯村转为西南～东北向流经新村、朵苴等村后纳入右岸支流蟠猫河，至古岩改称古岩河，往下纳入右岸支流双尾河后与左岸另一较大支流石者河交汇后称勐岗河，再往下仍以西南～东北向流经碗厂、华竹，在于龙山附近汇入龙川江。勐岗河下段称普登河，普登河全河长 95km，河道平均比降 15.5‰，径流面积 1138km^2，占龙川江流域径流面积的 12.3%。小石门水库坝址以上径流面积 739km^2，河长 57.6km，河道平均比降 14.5‰。小石门水库流域径流面积占普登河流域面积的 64.9%。

流域内水系较为发育，左右岸基本对称，右岸较大支流有蟠猫河、双尾河、猫街河等，左岸主要为石者河。蟠猫河发源于牟定县新村南部一无名山脉，河源海拔高程 2080m，河长 15.3km，集水面积 53.9km^2，河道平均比降 17.7‰；双尾河发源于牟定县海资冲北部一无名山脉，河源海拔约 2089m，河长 15.6km，集水面积 51.3km^2，河道平均比降 19.5‰；猫街河发源于牟定县红土坡村北部一无名山脉，河源海拔约 2086m，河长 22.4km，集水面积 125km^2，河道平均比降 20.7‰；左岸较大支流石者河发源于牟定县九顶山南麓，河源海拔约 2500m，河长 43.0km，集水面积 281km^2，河道平均比降 19.2‰。

各支流流域特征值见表 2.2-3，工程流域水系图详见附图 2。

表 2.2-3　普登河主要支流特征值表

位置	支流名称	径流面积（km^2）	河长（km）	河源海拔（m）	比降（‰）
右岸	蟠猫河	53.9	15.3	2080	17.7
	双尾河	51.3	15.6	2089	19.5
	猫街河	125	22.4	2086	20.7
左岸	石者河	281	43	2500	19.2

2.2.1.5 土壤

元谋县土壤共分 9 个土类，14 个亚类，25 个土属，51 个土种。在 9 个土类中，自然土壤占总面积的 85%，农业土壤占 15%。海拔 2300-2400m 的阳坡为紫色土，冲积土分布在河流两岸，水稻土多分布于低海拔地带。

大姚县县域土壤多偏紫色土，75%成土母质为中生代白垩纪系紫色沙岩风化而成，含有一定的磷、钾元素，缺氮素；东部土壤以棕壤、涩红土为主，还有暗棕壤、紫色土、水稻土等土种。南部以暗棕壤为主，还有黄棕壤、水稻土等土种；北部金沙江沿岸以红紫泥、紫砂泥为主，还有棕壤、黄棕壤土种；西北部以灰泡土为主，并有棕壤和黄棕壤土种。

牟定县境内有 6 个土类，12 个亚土类，21 个土属，41 个土种。紫色土占全部土壤的 55%，多呈弱酸性。

项目区土壤主要由中生代白垩纪和侏罗纪地层为母质发育而成，土壤类型以黄棕壤、棕壤、红壤、紫色土为主。土壤地域性分布明显，随海拔、植被、地貌变化有一定的规律性。

2.2.1.6 植被

小石门水库工程项目区的植被类型包括自然植被和人工植被两大类。

根据《云南植被》分类系统，工程区的天然植被可划分为 4 个植被型（常绿阔叶林、暖性针叶林、灌丛、稀树灌草丛）、4 个植被亚型（半湿润常绿阔叶林、暖温性针叶林、干热河谷灌丛、干热性稀树灌草丛）、11 个群系。人工植被包括人工林和耕地植被，其中人工林包括桉树林和圣诞树林，耕地植被主要为旱地植被。工程区森林覆盖率约为 46.6%。工程区植被类型详见表 2.2-4。

表 2.2-4　区域植被类型调查表

属性	植被型	植被亚型	群系
自然植被	常绿阔叶林	半湿润常绿阔叶林	高山栲-滇青冈林
	暖性针叶林	暖温性针叶林	云南松林-栓皮栎林
			云南松
			云南油杉-云南松林
	灌丛	干热河谷灌丛	锥连栎-清香木灌丛
			高山栲-锥连栎灌丛
			滇橄仁-毛叶柿灌丛
			地盘松-锥连栎灌丛
			余甘子-车桑子灌丛
			华西小石积-清香木灌丛
	稀树灌草丛	干热性稀树灌草丛	桉树+扭黄茅稀树灌草丛
人工植被	人工林		桉树林
			圣诞树林
	耕地植被		旱地植被

2.2.1.7 环境敏感区

（1）自然保护区、风景名胜区

根据《云南省林业和草原局关于楚雄州小石门水库工程建设项目涉及自然保护区意见的函》，小石门水库工程淹没区 1673m 高程涉及牟定白马山州级自然保护区实验区约 10.95hm^2，不涉及核心区、缓冲区面积。

（2）生态保护红线

根据《云南省人民政府关于楚雄州小石门水库工程建设项目占用生态保护红线不可避让性论证意见的函》，小石门水库工程淹没区涉及生态保护红线面积 16.5814hm^2，类型为金沙江干热河谷及山原水土保持生态保护红线，主导功能为水土保持。

（3）公益林、基本农田

工程占地及淹没范围涉及国家级二级公益林 52.67hm^2，省级公益林 54.21hm^2，基本农田 7.09hm^2。

根据工程布设的 30 个渣场布置情况，均不涉及以上环境敏感区。

2.2.2 社会经济和土地利用情况

2.2.2.1 行政区划及社会经济

工程涉及各县社会经济情况统计如下:

（1）元谋县

元谋县下辖 3 镇 7 乡：元马镇、黄瓜园镇、羊街镇、老城乡、平田乡、新华乡、物茂乡、江边乡、姜驿乡、凉山乡。辖区总面积 2026.33km^2。

根据《2019 年云南省统计年鉴》，2018 年末全县总人口 22.13 万人，其中乡村人口 16.54 万人。区内居住着汉族、彝族、傈僳族、苗族、回族、傣族等 21 种民族。2018 年国民生产总值（GDP）66.87 亿元，其中第一产业、第二产业、第三产业生产总值分别为 17.11 亿元、20.62 亿元、29.14 亿元。人均生产总值 30232 元，农村人口可支配收入 12579 元。

（2）大姚县

大姚县下辖 8 镇 4 乡（其中一个民族乡）：金碧镇、石羊镇、六苴镇、龙街镇、赵家店镇、新街镇、昙华乡、桂花镇、湾碧傣族傈僳族乡、铁锁乡、三台乡、三岔河镇。辖区总面积 4045.69km^2。

2018 年末全县总人口 28.02 万人，其中乡村人口 20.58 万人。区内居住着彝族、白族、傣族、壮族、苗族、回族等 26 个民族。2018 年国民生产总值（GDP）80.77 亿元，其中第一产业、第二产业、第三产业生产总值分别为 20.33 亿元、31.28 亿元、29.16 亿元。人均生产总值 28845 元，农村人口可支配收入 10605 元。

（3）牟定县

牟定县下辖 4 镇 3 乡：和镇、新桥镇、江坡镇、凤屯镇、蟠猫乡、戌街乡、安乐乡。辖区总面积 1441.56km^2。

2018 年末全县总人口 21.28 万人，其中乡村人口 18.45 万人。区内居住着彝族、白族、傣族、壮族、苗族、回族等 26 个民族。2018 年国民生产总值（GDP）54.83 亿元，其中第一产业、第二产业、第三产业生产总值分别为 12.92 亿元、22.30 亿元、19.61 亿元。人均生产总值 25777 元，农村人口可支配收入 10315 元。

表 2.2-5　项目区社会经济概况统计表

县		元谋县	大姚县	牟定县	合计
乡（镇）	数量（个）	10	12	7	29
	镇（个）	3	8	4	15
	乡（个）	7	4	3	14
	民族乡（个）		1		1
社区（村）	数量（个）	78	129	89	296
	居委会（个）	10	17	5	32
	村委会（个）	68	112	84	264
人口	总户数（户）	6.68	8.85	6.15	21.68
	总人口（个）	22.13	28.02	21.28	71.43
	城镇户数（户）	2.49	3.49	1.60	7.58
	城镇人口（个）	5.59	7.44	2.83	15.86
	农村户数（户）	4.19	5.36	4.55	14.10

县		元谋县	大姚县	牟定县	合计
	农业人口（个）	16.54	20.58	18.45	55.57
	男（个）	11.29	14.35	10.90	36.54
	女（个）	10.84	13.67	10.38	34.89
生产总值	生产总值（亿元）	66.87	80.77	54.83	202.47
	第一产业（亿元）	17.11	20.33	12.92	50.36
	第二产业（亿元）	20.62	31.28	22.30	74.20
	第三产业（亿元）	29.14	29.16	19.61	77.91
公共预算收入（亿元）		3.46	5.53	3.64	12.63
公共预算支出（亿元）		19.57	24.35	16.99	60.91
人均 GDP（元）		30232	28845	25777	28361
农村人口可支配收入（元）		12579	10605	10315	11096

2.2.2.2 土地利用

根据 2008 年云南省土地利用现状调查统计，工程涉及区域各行政区土地总面积 0.75 万 km^2，其中耕地面积 811.93km^2，林地面积 4723.52km^2，草地面积 18.27km^2，园地面积 111.63km^2，建设用地面积 124.12km^2，未利用地面积 1333.65km^2，水域及水利设施用地面积 98.32km^2，其他用地 292.14km^2。

项目区所在区域土地利用状况详见表 2.2-6。

表 2.2-6　工程区土地利用现状表

行政区	土地总面积	耕地		林地		草地	园地	水域	建设用地			未利用地		其他用地
		小计	其中：坡耕地	小计	其中：疏幼林				小计	其中：居民点及独立工矿用地	其中：交通用地	小计	其中：荒草地	
	hm^2	hm^2	hm^2	hm^2	hm^2	hm^2	hm^2	hm^2	hm^2	hm^2	hm^2	hm^2	hm^2	hm^2
元谋县	202633	27305	7945	89305	3689	8	1679	4691	3971	3608	363	70530	59091	5144
大姚县	404569	30330	15784	290088	6539	1782	6501	2863	4773	3777	996	51664	41982	16568
牟定县	144156	23558	7527	92958	8214	37	2983	2278	3669	3419	249	11171	10572	7502
合计	751358	81193	31256	472352	18442	1827	11163	9832	12412	10804	1608	133365	111646	29214

根据现场调查，结合土地利用现状图分析，小石门水库工程项目建设区占地面积为 863.37hm^2，其土地利用类型主要为有林地（占项目建设区总面积的 81.64%，下同）、旱地（8.16%）、水田（7.60%）、交通运输用地（1.46%）、水域及水利设施用地（1.28%）、住宅用地（0.11%）。

2.2.3 水土流失及水土保持现状

2.2.3.1 水土流失现状

（1）项目所在地水土流失现状

工程所在区域涉及牟定县、大姚县和元谋县。根据《云南省土壤侵蚀调查公告》（云南省水利厅，2015 年），牟定县土地总面积 1441.56km^2，微度侵蚀面积 1036.69km^2，占

土地总面积的 71.91%；水土流失面积 404.87km^2，占土地总面积的 28.09%；大姚县土地总面积 4045.69km^2，微度侵蚀面积 2421.91km^2，占土地总面积的 59.86%；水土流失面积 1623.78km^2，占土地总面积的 40.14%；元谋县土地总面积 2026.33km^2，微度侵蚀面积 1294.99km^2，占土地总面积的 63.91%；水土流失面积 731.34km^2，占土地总面积的 36.09%。

表 2.2-7　工程涉及县水土流失现状统计表　单位：km^2

涉及县	土地总面积	微度侵蚀		土壤侵蚀		强度分级									
						轻度		中度		强烈		极强烈		剧烈	
		面积	占土地面积%	面积	占土地面积%	面积	占侵蚀%	面积	占侵蚀%	面积	占侵蚀%	面积	占侵蚀%	面积	占侵蚀%
元谋县	2026.33	1294.99	63.91	731.34	36.09	504.57	68.98	177.10	24.22	18.34	2.51	17.23	2.36	14.10	1.93
大姚县	4045.69	2421.91	59.86	1623.78	40.14	1182.10	72.79	249.90	15.39	88.55	5.45	56.30	3.47	46.93	2.89
牟定县	1441.56	1036.69	71.91	404.87	28.09	273.05	67.44	75.60	18.67	23.73	5.86	18.28	4.52	14.21	3.51
合计	7513.58	4753.59	63.27	2759.99	36.73	1959.72	71.00	502.60	18.21	130.62	4.73	91.81	3.33	75.24	2.73

（2）项目区水土流失现状

根据《土壤侵蚀分类分级标准》，工程区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.a，土壤侵蚀类型以水力侵蚀为主。项目建设区土地利用类型主要为水田、旱地、园地、林地、住宅用地、交通运输用地、水域及水利设施用地，土壤背景侵蚀模数为 732t/（km^2.a），侵蚀强度属于轻度。

根据现场调查情况分析，项目区各类用地因地形条件、地表覆盖条件不同，土壤侵蚀强度不同。项目建设区水土流失强度分析如下:

水田：无明显水土流失，土壤侵蚀模数 150t/km^2.a，微度侵蚀;

旱地：坡度 8°~15°，土壤侵蚀模数 2600t/km^2.a，轻度侵蚀;

园地: 主要为果园，林下盖度 60~70%，坡度在 5°~15°，土壤侵蚀模数 750t/km^2.a，轻度侵蚀;

林地：林草盖度 60~70%，坡度 5°~15°，土壤侵蚀模数 550t/km^2.a，轻度侵蚀;

住宅用地: 为农村宅基地，地表多硬化或被建筑物覆盖，土壤侵蚀模数 350t/km^2.a，微度侵蚀;

交通运输用地：为乡村泥结石路面，土壤侵蚀模数 1500t/km^2.a，轻度侵蚀;

水域及水利设施用地：主要河流水面和沟渠，土壤侵蚀模数 50t/km^2.a，微度侵蚀。

2.2.3.2 项目区水土保持现状

根据云南省水土保持工作及生态文明建设的要求，牟定县、大姚县、元谋县各县积极开展水土保持工作，完善开发建设项目的水土保持方案编制及实施工作、开展水土保

持监督和执法检查、并加强小流域治理工作，实施坡改梯、保土耕作、种植经果林、封禁治理等工作，通过这些水土保持措施的实施，在一定程度上遏制了水土流失，减少了水土流失灾害的发生，加强了当地群众水土保持意识，提高了群众开展水土流失治理的积极性。

根据《云南省水土保持公报》(云南省水利厅)，截至 2015 年底，牟定县累计投入水土保持资金 2.34 亿元，累计完成水土流失治理面积 6.06 万 hm^2，封育保护 6.29 万 hm^2；大姚县累计投入水土保持资金 2.26 亿元，累计完成水土流失治理面积 2.96 万 hm^2，封育保护 7.68 万 hm^2；元谋县累计投入水土保持资金 8.77 亿元，累计完成水土流失治理面积 7.98 万 hm^2，封育保护 8.73 万 hm^2，极大地改善了区域的生态环境，有力地促进了当地农民持续增收，为区域经济社会发展和生态环境建设作出了重要贡献。各县水土保持现状统计详见表 2.2-8。

表 2.2-8　工程涉及县水土保持现状统计表

涉及县	水土流失治理	封育保护	水土保持资金	小流域	谷坊、拦沙坝	坡面水系	小型水保工程	基本农田	经济林	水土保持林	种草等
	万 hm^2	万 hm^2	亿元	条	座	km	万座	万 hm^2	万 hm^2	万 hm^2	万 hm^2
牟定县	6.06	6.29	2.34	62	16	949	3.1	0.62	2.05	3.39	0
大姚县	2.96	7.68	2.26	31	297	277	1.78	0.44	1.28	1.01	0.22
元谋县	7.98	8.73	8.77	49	23	854	0.67	1.26	1.41	4.42	0.89

2.2.4 同类工程水土保持经验

本方案考虑以青山嘴水库工程施工情况为主，并参考云南省已建、在建中型水库为例，总结其建设过程中的经验。

2013 年 6 月，云南省楚雄州青山嘴水库工程通过了水利部水土保持设施竣工验收。结合相关水土流失防治措施设计和现场实施情况调查，建设单位在工程建设中积累了一些水土保持经验，主要如下:

（1）弃渣场水土保持措施：弃渣场区是工程建设中水土流失最为严重的区域，需要做好施工期间水土流失防治工作:（a）严格控制堆渣程序，确定合理的边坡坡度。对于堆渣高度较大的弃渣场堆渣体坡面每 10～15m 高差设置马道;(b)设置渣场排水体系，在渣场周围的山坡上设置截水沟，防治径流对堆渣体冲刷，同时在渣体下游的拦渣坝坝体内也设置排水设施，降低渣体内的水位线，保证渣体稳定;（c）渣体坡脚设置拦挡设施。在渣体坡脚设置拦挡设施，防止渣体滑动，维持坡脚稳定；反滤渣体渗水，防止发生管涌；提高渣体起坡点高程，增加渣场容量;（d）采取合理的护坡措施。护坡工程采用工程措施和植物措施相结合的方法，另外渣体坡面削坡，修建马道。

（2）交通设施水土保持措施：施工道路受施工机械的碾压，土壤结构被破坏，土方抗蚀性差，遇大风、大雨天气水土流失严重，晴天施工应注意洒水，防治扬尘，雨天路面注意排水。施工结束后应结合土地整治工程，采用适合当地适生的树种、草种恢复植被。

（3）施工生产生活区水土保持措施：施工生活设施多处于比较平缓的地带，除自身基建期有一定的水土流失外，在使用过程中基本已经硬化或绿化，水土流失基本可以达到微度。但施工生产设施在建设和生产过程中均存在一定的水土流失。对于开挖面和开挖料填筑形成的未硬化的边坡应该采取撒播种草等措施及时进行防护。

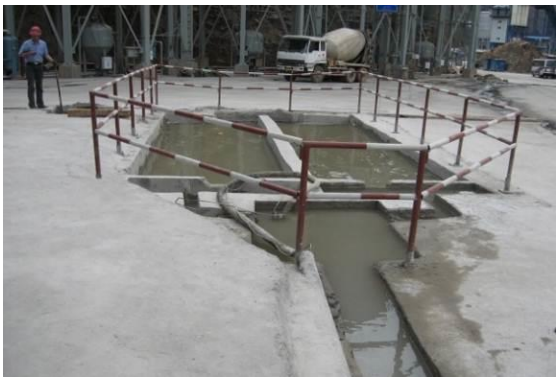
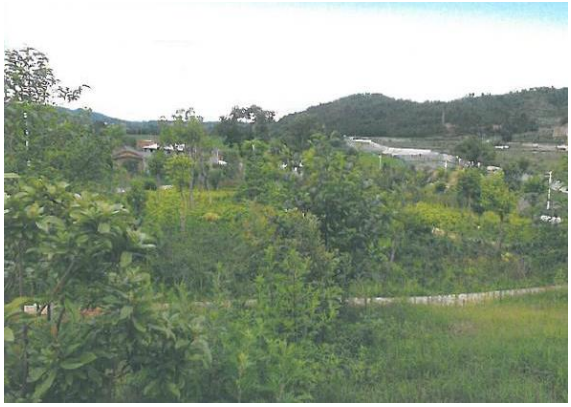
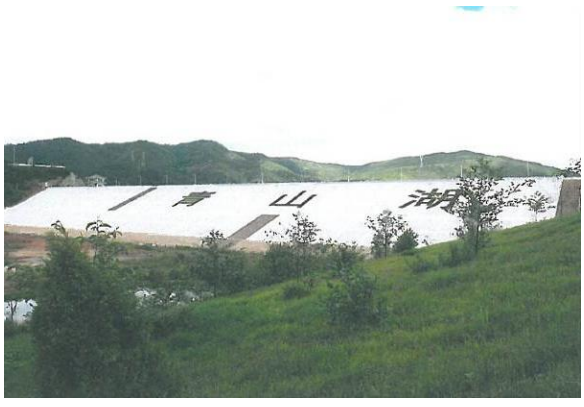
（4）料场水土保持措施：料场取料剥离出来的表土和无用料临时的堆方、取料开挖形成的边坡，以及来不及运往转运的土、石料均存在一定的水土流失，取料期间一般采用临时苫盖、拦挡以减少其水土流失，取料结束后对与开挖新形成边坡采用护坡措施、截水措施，对于取土场内和采石迹地覆土绿化。

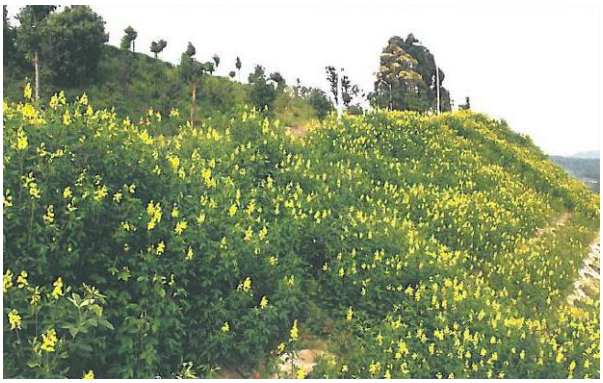
（5）大坝坝肩、工程永久办公生活区绿化效果较好，采用的绿化树种主要有车桑子、狗牙根、小叶女贞、满天星、杨梅、旱冬瓜、香樟、黑荆树等，相关防护措施的有效实施对水土流失防治起到良好的防护效果。

（5）移民安置区水土保持措施：对于移民安置区内道路交通须做好路基及边坡的防护措施，如设置路基排水、边坡挡护、护坡、截水沟以及必要的桥涵洞等水保设施，防止路基沉陷、边坡滑塌；对居民点建设中的开挖区域，应设置拦挡、排水设施；对施工期间使用的石料场及临时施工场地应设置必要的排水、挡护设施，防止水土流失。施工结束后应及时做好上述场地植被恢复工作；同时做好移民安置点的绿化工作。

经过调查和总结同类工程近年来水土保持工作，水利工程项目防治的重点为临时施工场地、弃渣场及临时施工道路，水土保持措施主要集中在建设期间的拦挡、排水、沉沙等工程措施。施工完毕后对施工场区进行植被恢复或复耕，工程建设期间的弃渣要及时运往弃渣场，弃渣场要做好排水及挡护措施。本区域在水土保持植物措施方面，根据工程区的立地条件，主要乡土树草种有乔木树种如旱冬瓜、小叶榕等；灌木树种如车桑子、火棘、马桑等；草种如狗牙根等；藤本植物如葛藤、常春藤等。

同类工程水土保持照片

<table>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td colspan="2">交通设施区拦挡及排水设施</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td colspan="2">施工生产生活区临时拦挡、排水及沉沙措施</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>存、弃渣场排水系统</td><td>弃渣场挡护措施</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>工程永久办公生活区周边绿化</td><td>大坝坝体及左坝肩</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>水库主坝上游右侧</td><td>溢洪道左岸边坡绿化</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>进坝永久公路绿化及排水</td><td>施工道路浆砌石挡墙</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>场内永久道路边坡防护、排水及绿化（1）</td><td>场内永久道路边坡防护、排水及绿化（2）</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>拦渣坝及排水沟</td><td>土料场植被恢复</td></tr>
</table>

3 主体工程水土保持分析与评价

主体工程水土保持评价以主体工程设计为基础，以项目区水土流失现状及水土保持要求为基本条件，主要依据以下相关法律法规、标准规范进行评价。

（1）《中华人民共和国水土保持法》（全国人大常委会，1991 年 6 月 29 日颁布，2010 年 12 月 25 日修订，2011 年 3 月 1 日施行）；

（2）《国务院关于全国水土保持规划（2015-2030 年）的批复》（国函〔2015〕160 号；

（3）《水利部办公厅关于印发全国水土保持区划（试行）的通知》（办水保〔2012〕512 号）；

（4）《水利部办公厅关于印发<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>的通知》（办水保〔2013〕188 号，2013 年 8 月 12 日）；

（5）《云南省水土保持条列》（云南省人大常委会，2014 年 7 月颁布，2018 年 11 月 29 日修正）；

（6）《云南省水利厅关于印发云南省水土保持规划（2016-2030 年）的通知》（云水保〔2017〕99 号）；

（7）《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，2015 年）；

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

（9）《中华人民共和国长江保护法》（全国人大常委会，2020 年 12 月 26 日颁布，2021 年 3 月 1 日实施）；

（10）《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）；

（11）《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T50434-2018）；

（12）《水土保持工程调查与勘测标准》（GB/T51297-2018）；

（13）《水利水电工程水土保持技术规范》（SL575-2012）；

（14）《水利水电工程水土保持技术规范（SL575-2012）补充技术要点》（试行）；

（15）《云南省楚雄州小石门水库工程可行性研究报告》（云南省水利水电勘测设计研究院，2020 年 11 月）；

（16）其他相关法律法规、标准规范及技术资料。

3.1 主体工程制约性因素分析与评价

小石门水库工程由枢纽工程和输水工程组成。

（1）工程枢纽工程及输水工程沿线不涉及泥石流易发区、崩塌滑坡危险区以及易引起严重水土流失和生态恶化的地区。

（2）工程不位于全国水土保持监测网络中的水土保持监测站点、重点试验区，不占用国家确定的水土保持长期定位观测站。

（3）工程选址位于国家级水土流失重点治理区和云南省省级水土流失重点治理区，依据《水土保持法》第二十四条规定，“生产建设项目选址、选线应当避让水土流失重点预防区和重点治理区，无法避让的，应当提高防治标准，优化施工工艺，减少地表扰动和植被损坏范围，有效控制可能造成的水土流失。”因此，本工程建设应执行《水土保持法》所要求的提高防治标准等相关要求。

（4）工程交通道路等控制在规定范围内，减少施工扰动范围。

（5）工程所选料场、弃渣场不在县级以上人民政府划定的崩塌和滑坡危险区、泥石流易发区。

根据《中华人民共和国水土保持法》、《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）、《水利水电工程水土保持技术规范》（SL575-2012）、《云南省水土保持条例》和《中华人民共和国长江保护法》，在分析工程可行性研究报告基础上，通过现场踏勘，对主体工程约束性规定、主体工程推荐方案选线、总体布局进行复核和确认。具体分析结果详见表 3.1-1~3.1-5。

表 3.1-1　本工程与《 中华人民共和国水土保持法》规定分析表

序号	《中华人民共和国水土保持法》规定	本工程情况	符合性
1	水保法第十七条：地方各级人民政府应当加强对取土、挖砂、采石等活动的管理，预防和减轻水土流失。禁止在崩塌、滑坡危险区和泥石流易发区从事取土、挖砂、采石等可能造成水土流失的活动。崩塌、滑坡危险区和泥石流易发区的范围，由县级以上地方人民政府划定并公告。崩塌、滑坡危险区和泥石流易发区的划定，应当与地质灾害防治规划确定的地质灾害易发区、重点防治区相衔接。	本工程不在上述区域。	符合
2	水保法第十八条：水土流失严重、生态脆弱的地区，应当限制或者禁止可能造成水土流失的生产建设活动，严格保护植物、沙壳、结皮、地衣等。在侵蚀沟的沟坡和沟岸、河流的两岸以及湖泊和水库的周边，土地所有权人、使用权人或者有关管理单位应当营造植物保护带。禁止开垦、开发植物保护带。	本工程不在上述区域。	符合
3	水保法第二十条：禁止在二十五度以上陡坡地开垦种植农作物。在二十五度以上陡坡地种植经济林的，应当科学选择树种，合理确定规模，采取水土保持措施，防止造成水土流失。省、自治区、直辖市根据本行政区域的实际情况，可以规定小于二十五度的禁止开垦坡度。禁止开垦的陡坡地的范围由当地县级人民政府划定并公告。	本工程不属于“陡坡地开垦”活动。	符合
4	水保法第二十一条：禁止毁林、毁草开垦和采集发菜。禁止在水土流失重点预防区和重点治理区铲草皮、挖树兜或者滥挖虫草、甘草、麻黄等。	本工程不属于上述活动。	符合
5	水保法第二十四条：生产建设项目选址、选线应当避让水土流失重点预防区和重点治理区；无法避让的，应当提高防治标准，优化施工工艺，减少地表扰动和植被损坏范围，有效控制可能造成的水土流失。	本工程位于“水土流失重点治理区”，通过提高林草覆盖率，加强防护措施，同时优化隧洞、管道等施工工艺，减少地表扰动及植被损坏范围等，可消除或减轻该影响。	基本符合
6	第二十五条，在山区、丘陵区、风沙区以及水土保持规划确定的容易发生水土流失的其他区域开办可能造成水土流失的生产建设项目，生产建设单位应当编制水土保持方案，报县级以上人民政府水行政主管部门审批，并按照经批准的水土保持方案，采取水土流失预防和治理措施。没有能力编制水土保持方案的，应当委托具备相应技术条件的机构编制。	项目业主已委托云南秀川环境工程有限公司编制《小石门书库工程水土保持方案报告书》，目前方案报告书正在编制中。	符合
7	第二十八条，依法应当编制水土保持方案的生产建设项目，其生产建设活动中排弃的砂、石、土、矸石、尾矿、废渣等应当综合利用；不能综合利用，确需废弃的，应当堆放在水土保持方案确定专门存放地，并采取措施保证不产生新的危害。	工程开挖料除自身填筑利用外，对材质较好的开挖料加工成混凝土骨料利用。对确需废弃的弃渣运至指定弃渣场集中堆存，并采取拦挡、防洪、截排水、护坡、植被恢复等综合防护措施，可防止弃渣产生新的危害。	符合
8	第三十二条，在山区、丘陵区、风沙区以及水土保持规划确定的容易发生水土流失的其他区域开办生产建设项目或者从事其他生产建设活动，损坏水土保持设施、地貌植被，不能恢复原有水土保持功能的，应当缴纳水土保持补偿费，专项用于水土流失预防和治理。	本工程水土保持投资中计列了水土保持补偿费。项目建设单位按国家规定缴纳补偿费。	符合
9	第三十八条，对生产建设活动所占用土地的地表土应当进行分层剥离、保存和利用，做到土石方挖填平衡，减少地表扰动范围。	本工程拟对耕地、园地和林地等占地类型的土地的表层土进行剥离并加以保存和利用；开挖土石方尽量利用，合理布置施工场地；对弃渣场采取拦挡、防洪、截排水、护坡、植被恢复等综合防护措施；对料场、开挖面和存放场地均采取植被恢复措施。	符合

表 3.1-2　本工程与《生产建设项目水土保持技术标准》约束性规定分析表

序号	项目	规定内容	本工程符合性分析	符合性
1	工程选址（线）应该避让下列区域	（1）水土流失重点预防区和重点治理区；	本工程位于“水土流失重点治理区”，通过优化工程方案，尽量减少工程占地和土石方量；提高林草覆盖率；采取有效的水土流失防治措施，可消除或减轻对水土流失重点防治区的影响。	基本符合
		（2）河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带；	本工程不涉及上述区域。	符合
		（3）全国水土保持监测网络中的水土保持监测站点、重点试验区，国家确定的水土保持长期定位观测站。	本工程不涉及上述区域。	符合
2	建设方案应该符合下列规定	（1）公路、铁路工程在高填深挖路段，应采用加大桥隧比例的方案，减少大填大挖。填高大于 20m 或挖深大于 30m 的，必须有桥隧比选方案。路基、路堑在保证稳定的基础上，应采用植物防护或工程与植物防护相结合的设计方案。	枢纽工程区道路路基、路堑在保证稳定的基础上，本方案设计了植物护坡和综合护坡措施。	符合
3	取土（石、砂）场设置	（1）严禁在崩塌和滑坡危险区、泥石流易发区内设置取土（石、砂）场；	本工程设置的取土（石、砂）场不涉及上述区域。	符合
		（2）取土（石、砂）场设置应符合城镇、景区等规划要求，并与周边景观相协调；	本工程设置的取土（石、砂）场符合相关要求。	符合
		（3）在河道取土（石、砂）的应符合河道管理的有关规定；	本工程不涉及河道取土（石、砂）。	符合
		（4）应综合考虑取土（石、砂）场结束后的土地利用。	本方案已考虑取土（石、砂）场结束后恢复原有功能。	符合
4	弃渣场设置	（1）严禁在对公共设施、基础设施、工业企业、居民点等有重大影响的区域设置弃渣场；	本工程设置的弃渣场不涉及上述区域。	符合
		（2）涉及河道的应符合河流防洪规划和治导线的规定，不得设置在河道、湖泊和建成水库管理范围内；	本工程设置的弃渣场不涉及上述区域。	符合
		（3）在山丘区宜选择荒沟、凹地、支毛沟，平原区宜选择凹地、荒地，风沙区宜避开风口；	本工程在设置弃渣场时已考虑尽量选择在荒沟、凹地、支毛沟。	符合
		（4）应充分利用取土（石、砂）场、废弃采坑、沉陷区等场地；	本工程在设置弃渣场时已考虑上述场地。	符合
		（5）应综合考虑弃渣场结束后的土地利用。	本方案已考虑弃渣场结束后恢复原有功能。	符合
5	施工组织设计应符合下列规定	（1）应控制施工场地占地，避开植被相对良好的区域和基本农田区；	本工程施工场地已避开植被相对良好的区域和基本农田，主体设计已经考虑节约占地。	符合
		（2）应合理安排施工，防止重复开挖和多次倒运，减少裸露时间和范围；	本工程合理安排施工，优化施工工艺，尽量减少裸露时间和范围。	符合
		（3）在河岸陡坡开挖土石方，以及开挖边坡下方有河渠、公路、铁路、居民点和其他重要基础设施时，宜设计渣石渡槽、溜渣洞等专门设施，将开挖的土石导出；	本工程主要涉及河岸陡坡道路开挖土石方，开挖土石方通过道路运输至指定地点。	符合
		（4）弃土、弃石、弃渣应分类堆放；	本工程已考虑弃土、弃石、弃渣分类堆放。	符合
		（5）外借土石方应优先考虑利用其他工程废弃的土（石、渣），外购土（石、料）应选择合规的料场；	为满足大坝填筑要求，本工程布置了石料场和土料场；输水管道沿线选择合法合规的料场购买。	符合
		（6）大型料场宜分台阶开采，控制开挖深度。爆破开挖应控制装药量和爆破范围。	本工程料场设计分台阶开采，同时满足爆破开挖的相关要求。	符合
		（7）工程标段划分应该考虑合理调配土石方，减少取土（石）方、弃土（石、渣）方和临时占地数量；	本工程已考虑合理调配土石方，尽量减少取土（石）方、弃土（石、渣）方和临时占地数量。	符合

序号	项目	规定内容	本工程符合性分析	符合性
6	工程施工符合下列规定	（1）施工活动应控制在设计的施工道路、施工场地内；	本方案提出了相关的施工要求。	符合
		（2）施工开始时应首先对表土进行剥离或保护，剥离的表土应集中堆放，并采取防护措施；	本方案设计了表土剥离措施，表土集中堆放于表土堆场，并设计了临时防护措施。	符合
		（3）裸露地表应及时防护，减少裸露时间；填筑土方时应随挖、随运、随填、随压；	本方案设计了边坡防护措施；提出了土石方填筑要求。	符合
		（4）临时堆土（石、渣）应集中堆放，并采取临时拦挡、苫盖、排水、沉沙等措施；	本方案设计了临时堆土集中堆放，同时设计了临时拦挡和苫盖措施。	符合
		（5）施工产生的泥浆应先通过泥浆沉淀池沉淀，再采取其他处置措施。	本方案布设了排水沟和沉沙池措施。	符合
		（6）围堰填筑、拆除应采取减少流失的有效措施；	围堰利用开挖料填筑，施工完后一用于坝前回填料。	符合
		（7）弃土（石、渣）场地应事先设置拦挡措施，弃土（石、渣）应有序堆放。	本方案设计了各个弃渣场拦挡措施，提出了弃渣堆放要求。	符合
		（8）取土（石、砂）场开挖前应设置截（排）水、沉沙等措施；	料场布设了截（排）水、沉沙等措施。	符合
		（9）土（石、料、渣、研石）方在运输过程中应采取保护措施，防止沿途散溢。	本方案提出了相关的施工要求。	符合

表 3.1-3　本工程与《水利水电工程水土保持技术规范》约束性规定分析表

序号	《水利水电工程水土保持技术规范》相关强制性规定	本工程情况	符合性
1	选址（线）必须兼顾水土保持要求，应避开泥石流易发区、崩塌滑坡危险区以及易引起严重水土流失和生态恶化的地区。	本工程不涉及上述区域。	符合
2	选址（线）应避开全国水土保持网络中的水土保持监测站点、重点实验区，不得占用国家确定的水土保持长期定位观测站。	本工程不涉及上述区域。	符合
3	严禁在县级以上人民政府划定的崩塌和滑坡危险区、泥石流易发区内设置取土（石、料）场。	本工程取土（石、料）场不涉及上述范围	符合
4	取土（石、料）场在山区、丘陵区选址，应分析诱发崩塌、滑坡和泥石流的可能性。	本工程取土（石、料）场不涉及上述范围	符合
5	弃渣场选址不得影响周边公共设施、工业企业、居民点等的安全。	本工程布置的弃渣场在其安全防护范围内不存在公共设施、工业企业、居民点。	符合
6	涉及河道的，应符合治导规划及防洪行洪的规定，不得在河道、湖泊管理范围内设置弃土（石、渣）场。	弃渣场选址不涉及河道、湖泊管理范围。	符合
7	禁止在对重要设施、人民群众生命财产安全及行洪安全有重大影响的区域布设弃土（石、渣）场。	未在对重要基础设施、人民生命财产安全及行洪安全有重大影响的区域布设弃渣场。	符合
8	设置导流围堰的，应明确围堰形式、土石方来源、围堰防护方案、拆除土石方去向。	主体工程施工组织已明确。	符合

表 3.1-4　本工程与《云南省水土保持条例》水土保持制约性因素分析评价

编号	规定内容	本方案符合性分析	是否存在制约
1	禁止在下列区域取土、挖砂、采石： （一）河道管理范围边缘线起沿地表外延 500 米以内的地带； （二）水库校核水位线起沿地表外延 500m 以内的地带； （三）塘坝校核水位线起沿地表外延 200m 以内的地带； （四）干渠两侧边缘线起沿地表外延 200m 以内的地带； （五）铁路安全保护区和公路管理范围两侧； （六）侵蚀沟的沟头、沟边和沟坡地带。	本工程专门规划了石料场和土料场，不涉及上述区域。	不存在制约
2	禁止在 25 ℃以上陡坡地新开垦种植农作物。已在 25 度以上陡坡地种植农作物的，县级以上人民政府应当统筹规划，因地制宜，逐步退耕，植树育草。	本工程不属于陡坡开垦项目。	不存在制约
3	在 25 ℃以上陡坡地种植林木的，应当对原生植被进行保护利用，并采取梯地、鱼鳞坑、水平阶、蓄排水设施等水土保持措施。	本工程不涉及陡坡种植。	不存在制约
4	25 ℃以下的坡耕地，应当采取修建梯田、坡面水系整治、蓄水保土耕作或者退耕等水土保持措施。	本工程不涉及。	不存在制约
5	江河、湖泊和水库周边区域，主要采取营造水土保持林、水源涵养林等措施，建立面山防护林体系。	本方案对临时占地占用植被区域采取植被恢复措施。	不存在制约

表 3.1-5　本工程与《中华人民共和国长江保护法》水土保持制约性因素分析评价

序号	《中华人民共和国长江保护法》规定	本工程情况	符合性
1	长江保护法第六十一条：禁止在长江流域水土流失严重、生态脆弱的区域开展可能造成水土流失的生产建设活动。确因国家发展战略和国计民生需要建设的，应当经科学论证，并依法办理审批手续。	工程区未划定水土流失严重、生态脆弱区。	符合

综合以上分析，本工程不属于全国水土保持监测网络中的水土保持监测点、重点实验区；工程所在地属于金沙江下游国家级水土流失重点治理区和云南省滇中北省级水土流失重点治理区，因此通过优化工程方案，优化隧洞、管道等施工工艺，尽量减少工程占地和土石方量，提高林草覆盖率，采取有效的水土流失防治措施，可消除或减轻对水土流失重点防治区的影响；建设区域不属于泥石流易发区以及易引起严重水土流失和生态恶化的地区，不涉及《云南省水土保持条例》禁止的区域。

小石门水库工程淹没区涉及生态保护红线面积 16.5814hm^2。根据《云南省人民政府关于楚雄州小石门水库工程建设项目占用生态保护红线不可避让性论证意见的函》（云南省人民政府，2021 年 9 月 17 日）（详见附件 3），对于确实无法完全避让生态保护红线的地段，将采取多种管控和补偿措施，尽可能降低生态环境影响。

工程淹没区 1673m 高程涉及牟定白马山州级自然保护区实验区约 10.95hm^2。根据《云南省林业和草原局关于楚雄州小石门水库工程建设项目涉及自然保护区意见的函》（云南省林业和草原局，2021 年 9 月 23 日）（详见附件 4），项目性质和位置符合《中华人民共和国自然保护区条例》《云南省自然保护区管理条例》有关规定，业主单位应依法依规办理行政许可手续。

工程占地及淹没范围涉及国家级二级公益林 52.67hm^2，省级公益林 54.21hm^2，基本农田 7.09hm^2。工程布置的 30 处弃渣场均不涉及以上环境敏感区。根据环评专业的分析

评价结果，工程占用生态公益林将造成部分生态公益林生态功能丧失，公益林面积减少。但只要业主依法办理用地审核、林地征占审批手续，按照《中央财政森林生态效益补偿基金管理办法》的规定进行补偿基础上，不会对林业生产及生态造成严重影响；工程施工前将对工程占用的基本农田进行调规，按照相关规定进行“占补平衡”和补偿。

综上分析，本工程建设基本符合《中华人民共和国水土保持法》、《生产建设项目水土保持技术标准》、《水利水电工程水土保持技术规范》、《云南省水土保持条例》和《中华人民共和国长江保护法》的强制性规定，基本不存在水土保持制约性因素。

3.2 主体工程方案比选分析与评价

在水利工程建设中，与水土保持密切相关的土石方开挖、物料利用、存弃渣堆放等主要取决于枢纽布置、线路布置及输水方式、建筑物型式等因素，因此本报告主要对大坝坝型、溢洪道、输水线路、引水线路综合布置方案比选等从水土保持角度进行评价。

3.2.1 大坝坝址方案比选

主体工程进行了大坝上坝址、下坝址方案比选，方案比选结合地形、地质、工程布置及水资源合理开发利用等综合分析，经综合比选，主体工程推荐上坝址方案。

上坝址位于白土坡村东侧，坝址高程 1516m，控制径流面积 739km^2；下坝址位于老厂村南侧约 1km 处，距上坝址约 1.5km，坝址高程 1480m，控制径流面积 743km^2。上、下坝址相距 1.5km，总体地形相似，河道狭窄，两岸坡度陡，两坝址均具建坝条件，上下坝址相对位置示意图详见图 3.2-1。本方案从水土保持方面进行比选，比选结果详见表 3.2-1。

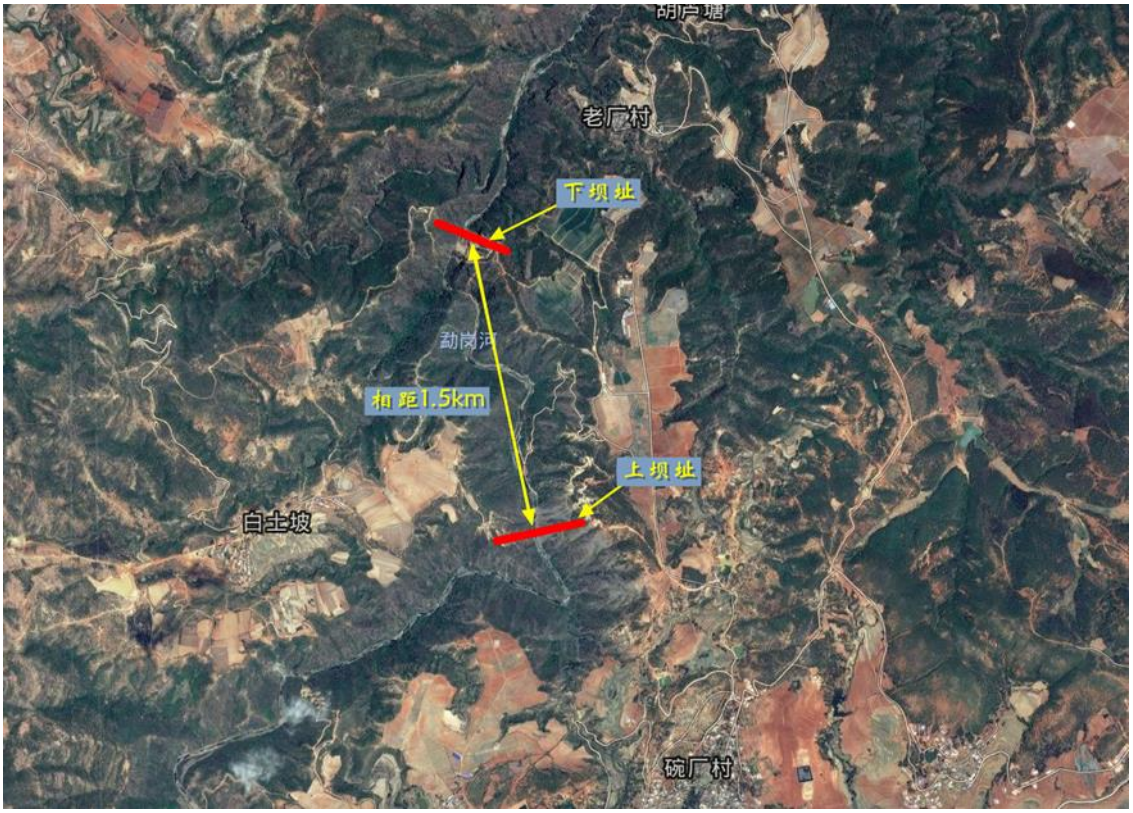


图 3.2-1　小石门水库上下坝址相对位置示意图

表 3.2-1　大坝坝址比选方案水土保持指标比较表

项　目		上坝址（推荐）	下坝址（比较）	比较结果
选址		无制约性因素	无制约性因素	工程选址基本符合水土保持规范对主体工程的约束性规定，不存在水土保持制约性因素。
地形地质条件		坝址河谷呈“V”字形，岸坡岩体卸荷强、风化深，完整性差；河谷较开阔，坝轴线较长地形完整。	址河谷呈“V”字形，左岸山体单薄，存在邻谷渗漏问题；右坝肩存在深厚土基，地基强度低、透水性强、边坡不稳定，处理工程量大；两岸地下水位低缓，相对隔水层埋藏深，防渗工程量大。	上坝址优
总体布置		为混凝土面板堆石坝，最大坝高 163.5m，坝顶轴线长 458m。溢洪道、导流泄洪隧洞布置于大坝左岸，输水隧洞布置于大坝右岸山体内，提水泵站装机 2310kW，枢纽布置紧凑合理。	为混凝土面板堆石坝，最大坝高 173.4m，坝顶轴线长 398m，溢洪洞、导流泄洪隧洞、输水隧洞组成。溢洪洞、导流泄洪隧洞、输水隧洞均布置于大坝右岸，出口段开挖边坡高工程量大，提水泵站总装机 2600kW。	上坝址优
扰动面积		50.98hm²	52.56hm²	上坝址略优
损毁植被面积		49.83hm²	51.41hm²	上坝址略优
淹没区面积		204.04hm²	211.04hm²	上坝址略优
土石方工程	开挖	208.34 万 m³	209.89 万 m³	上坝址优
	回填	49.15 万 m³	14.69 万 m³	上坝址优
	弃渣	159.20 万 m³	195.20 万 m³	上坝址优
总体结论		从水土保持角度分析，上下坝址水土保持指标相当，基本同意主体工程推荐的上坝址。		

从水土保持角度分析，扰动面积上坝址比下坝址小 1.58hm^2，损毁植被面积上坝址

比下坝址小 1.58hm^2，淹没区面积上坝址比下坝址小 7.00hm^2，土石方开挖量上坝址比下坝址少 1.55 万 m^3，弃渣量上坝址比下坝址少 36.00 万 m^3。综上所述，从水土保持角度分析，上坝址在扰动面积、损毁植被面积、土石方开挖、产生弃渣量、淹没区面积水土保持指标方面有优势，上下坝址均不存在水土保持制约性因素，从地形地质条件和总体布置方面上坝址优于下坝址，因此基本同意主体工程推荐的上坝址。

3.2.2 大坝坝型比选

主体设计共有三个坝型比较，分别为混凝土面板堆石坝、沥青混凝土心墙堆石坝和重力坝。从坝址区地形、地质条件及建筑材料分析，均满足三种坝型的建坝条件，不存在制约性的建坝问题。主体设计选择坝基地质条件要求不高、施工技术成熟、枢纽布置方便、运行检修容易且工程投资较低的混凝土面板堆石坝作为本阶段小石门水库代表坝型。本方案从水土保持方面进行比选，比选结果详见表 3.2-2。

表 3.2-2　大坝坝型比选方案水土保持指标比较表

坝 型			混凝土面板堆石坝（推荐）	沥青混凝土心墙堆石坝（比较）	重力坝（比较）	比较结果
大坝布置	坝顶长度	m	458.00	458.00	490.00	混凝土面板堆石坝和沥青混凝土心墙堆石坝略优
	最大坝高	m	163.50	164.50	165.80	混凝土面板堆石坝略优
	防渗轴线长度	m	1093.00	780.00	833.00	沥青混凝土心墙堆石坝优
大坝主要工程量	总清基量	万 m^3	118.88	68.00	163.00	沥青混凝土心墙堆石坝优
	总填筑量	万 m^3	935.12	868.00	254.00	重力坝优
	占地面积	hm^2	50.98	50.98	22.94	重力坝优
	损毁植被面积	hm^2	49.83	49.83	22.42	重力坝优
	弃渣量	万 m^3	103.68	52.80	147.80	沥青混凝土心墙堆石坝优
投资		万元	114872.25	121494.89	142556.72	混凝土面板堆石坝略优
总体结论			从水土保持角度分析，三种坝型均不存在水土保持制约性因素，基本同意主体工程推荐的混凝土面板堆石坝。			

从水土保持角度分析，沥青混凝土心墙堆石坝在清基、弃渣量指标方面有优势；重力坝在填筑量、占地面积和损毁植被面积指标方面有优势；混凝土面板堆石坝在水土保持指标方面无优势，在坝高和投资指标方面有优势。综合分析，三种坝型均不存在水土保持制约性因素，本方案原则同意主体推荐的混凝土面板堆石坝。

3.2.3 提水泵站选址比选

主体工程进行了库内提水方案、坝后提水方案比选，方案比选结合地形、地质、工程布置、泵房及泵站选型、施工条件等综合分析，经综合比选，主体工程推荐坝后提水方案。

坝后提水方案泵站布置于勐岗河原河道右岸，距大坝坝轴线下游约 400m，位于大

坝下游坝脚处；库内提水方案泵站站址布置于水库左、右岸，分别距坝轴线 2.0km（左岸）、0.5km（右岸），从库内取水。坝后提水方案和库内提水方案相对位置示意图详见图 3.2-2。本方案从水土保持方面进行比选，比选结果详见表 3.2-3。

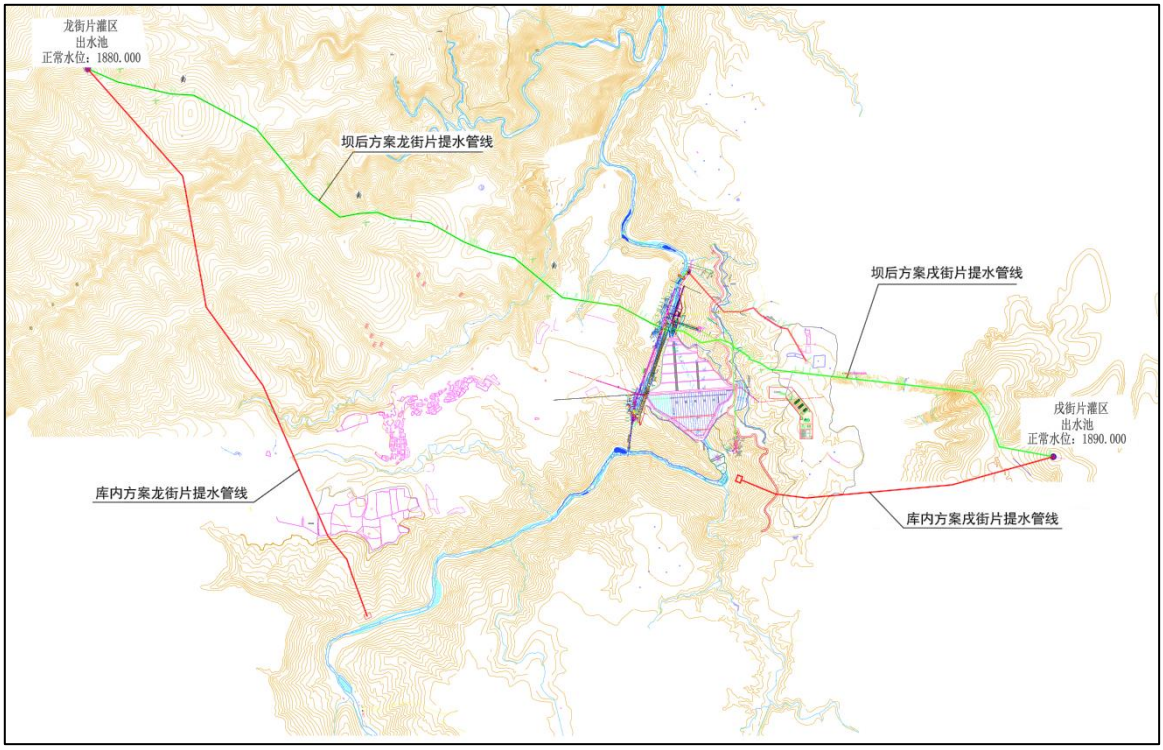


图 3.2-2　提水泵站选址方案相对位置示意图

表 3.2-3　提水泵站选址比选方案水土保持指标比较表

项　目		坝后提水（推荐）	库内提水（比较）	比较结果
选址		无制约性因素	无制约性因素	泵站选址基本符合水土保持规范对主体工程的约束性规定，不存在水土保持制约性因素。
泵房		地面式常规泵房。	左岸固定式取水泵房，右岸移动式取水泵房。	坝后提水优
水泵选型		泵型为多级离心泵，水泵设计制造基本成熟。	左、右岸提水需设置两条滑轨和浮船，因水库水位变幅较大，浮船的摇臂设计较困难。	坝后提水优
总体布置		泵站布置于勐岗河原河道右岸，距大坝坝轴线下游约 400m，施工方便；管线相对略长，土建施工难度略大。	泵站布置于水库左右岸，分别距坝轴线 2.0km（左岸）、0.5km（右岸），交通设施工程量较大；管线相对略短，管线土建施工难度不大。	坝后提水优
扰动面积		泵站位于枢纽区永久征地范围内。	泵站处于水库正常水位以下。	指标相当
损毁植被面积		泵站位于枢纽区永久征地范围内。	泵站处于水库正常水位以下。	指标相当
土石方工程	开挖	6.24 万 m^3	1.56 万 m^3	库内提水优
	回填	0.95 万 m^3	0.21 万 m^3	库内提水优
	弃渣	5.29 万 m^3	1.35 万 m^3	库内提水优
投资		3450 万元	5576 万元	坝后提水优
总体结论		从水土保持角度分析，两种提水方案均不存在水土保持制约性因素，基本同意主体工程推荐的坝后提水方案。		

从水土保持角度分析，坝后提水方案征地范围位于枢纽区永久征地范围内，库内提水方案征地范围位于水库正常蓄水位一下，均不新增征占地。库内提水方案土石方开挖量比坝后提水方案少 4.68 万 m^3，弃渣量少 3.94 万 m^3。综上所述，两个提水方案均不存在水土保持制约性因素，主体工程推荐投资少的坝后提水方案。因此，本方案基本同意主体工程推荐的坝后提水方案。

3.2.4 输水线路比选

（1）总干线

主体工程对总干线输水线路进行了比选,分为左岸方案和右岸方案(详见图 3.2-3),方案比选结合地形、施工布置及环境影响等综合分析，经综合比选，主体工程推荐右岸方案。本方案从水土保持方面进行比选，比选结果详见表 3.2-4。

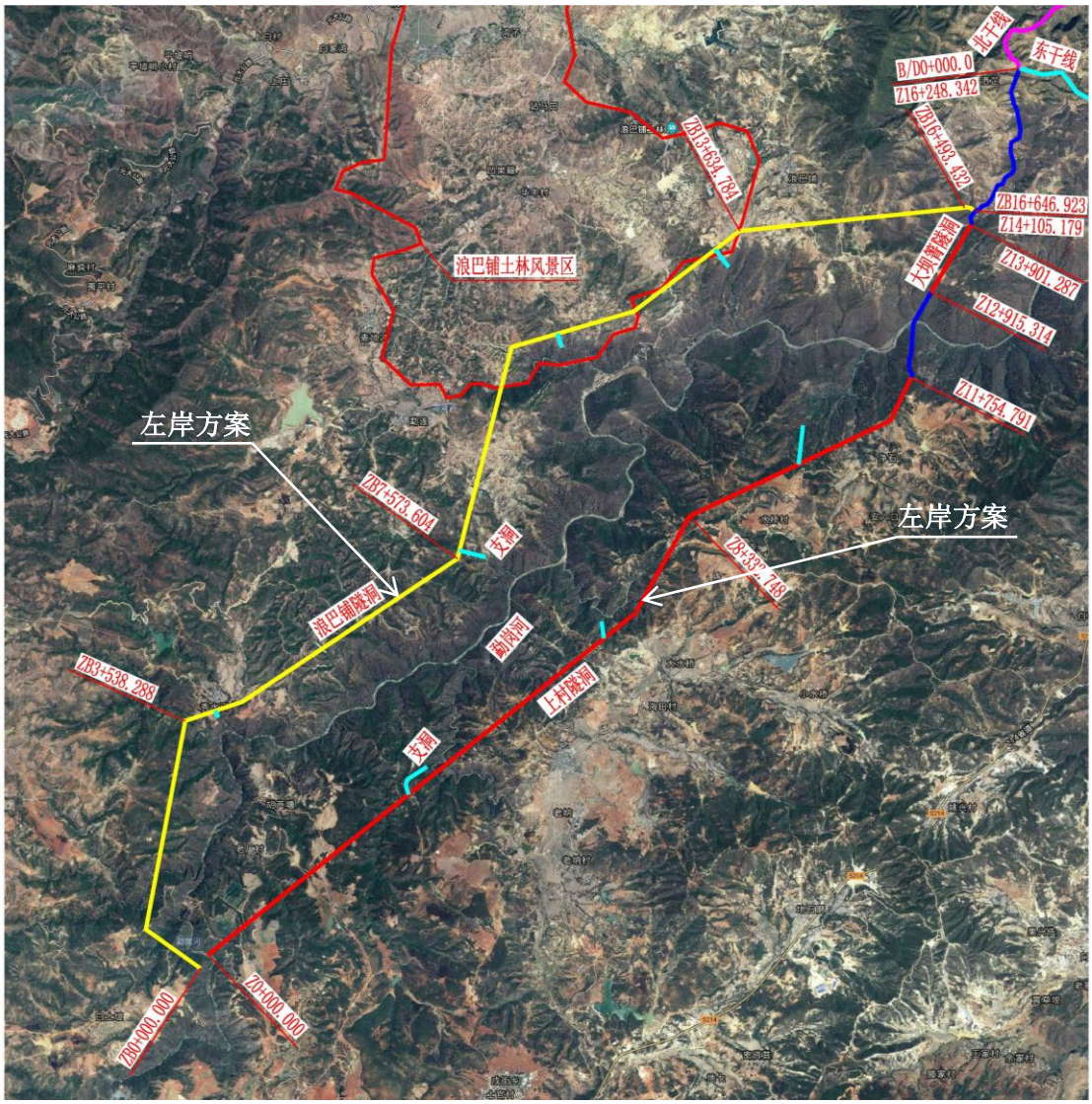


图 3.2-3　　总干线前段左、右岸布置示意图

表 3.2-4　总干线前段左、右岸方案水土保持指标比较表

项目		左岸方案（比较）	右岸方案（推荐）	比较结果
选线		左岸经过浪巴铺土林风景区景观培育区	右岸与村庄距离较近	左岸方案存在水土保持制约性因素，右岸方案不存在水土保持制约性因素。
线路长度		18.79km	16.25km	右岸方案线路长度短 2.54km，右岸方案优。
施工支洞		布置 4 条支洞，长约 893m	布置 3 条支洞，长约 1206m	右岸方案优
施工道路		15.3km，乡村道路及矿区利用道路多	21.6km，新修道路较多	左岸方案优
扰动面积		13.32hm²	11.08hm²	右岸方案略优
损毁植被面积		12.18hm²	10.54hm²	右岸方案略优
土石方工程	开挖	60.91 万 m³	50.64 万 m³	右岸方案略优
	回填	13.01 万 m³	10.82 万 m³	右岸方案略优
	弃渣	47.89 万 m³	39.82 万 m³	右岸方案略优
总体结论		从水土保持角度分析，左岸方案存在水土保持制约性因素，同意主体工程推荐的右岸方案。		

从水土保持角度分析，右岸方案线路比左岸方案短 2.54km，扰动面积小 2.25hm^2，损毁植被面积小 1.65hm^2，土石方开挖量少 10.27 万 m^3，产生弃渣量少 8.07 万 m^3。综上所述，从水土保持角度分析，右岸方案在线路长度、扰动面积、损毁植被面积、土石方开挖、产生弃渣量水土保持指标方面有优势，且左岸方案存在水土保持制约性因素，因此同意主体工程推荐的右岸方案。

（2）东干线

东干线线路较短，布置上按灌区分布范围确定走向，前段顺人行小道及山脊布置，至猛林沟水库北侧顺等高线绕过山峰，再采用隧洞穿越水库东侧山脊到达小已保后山附近。按前述布置地形上较为有利且不存在长距离绕线，各分段均无可比选线路方案。

（3）北干线

北干线前段（B0+000 ~ B3+744.5）等高线与灌区总体走向一致，且沿整体走向无现有道路及平坦地形可利用，为使管道施工平台与交通道路结合且管内压力较小，管道一般按压坡线高程沿等高线布置，只在菜园箐水库位置往水库下游绕行。

五哨村至土林段可顺灌区走向布线，也可在灌区东侧盆地边缘布线，到达土林保护区后，输水线路存在向西侧通过隧洞绕行和向东侧绕行方案，此外跨蜻蛉河段及跨永定河段压力较高，需要考虑向西侧布线跨河方案。主体工程主要对五哨村至土林段（B3+744.5~B22+531.3）、土林至新河水库段（B17+365.1 ~ B39+637.012）、跨蜻蛉河段西移方案（B13+029.9~B24+770.6）、跨永定河段西移方案（B28+340.9~B42+569）进行比选。

1）五哨村至土林段（B3+744.5~B22+531.3）比选

主体工程对五哨村至土林段（B3+744.5~B22+531.3）进行了比选，分为方案一和方

案二（详见图 3.2-4），方案比选结合地形、施工布置、环境影响、投资等综合分析，经综合比选，主体工程推荐方案一。本方案从水土保持方面进行比选，比选结果详见表 3.2-5。

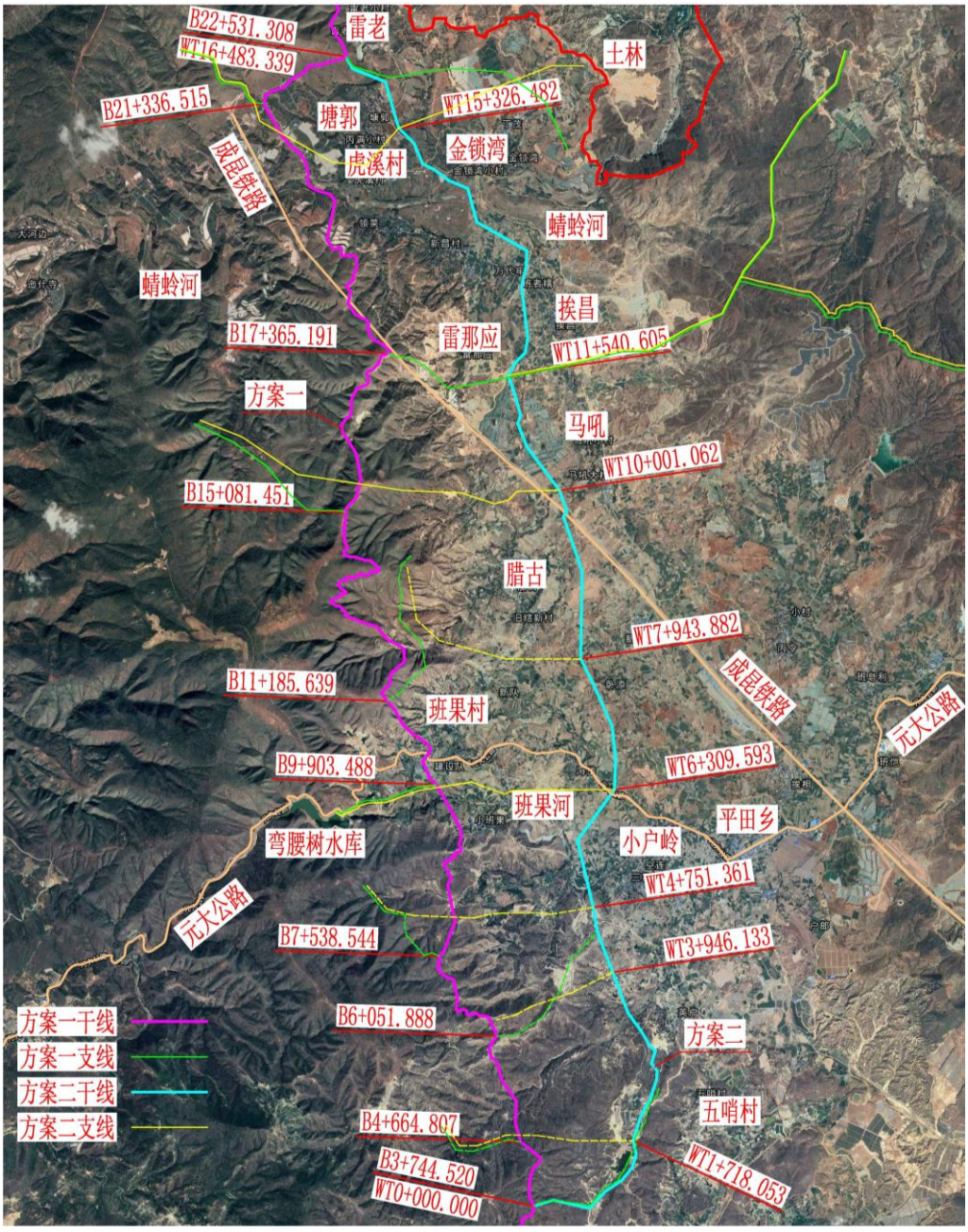


图 3.2-4　五哨村至土林段（B3+744.5~B22+531.3）比选平面布置示意图

表 3.2-5　五哨村至土林段（B3+744.5~B22+531.3）比选方案水土保持指标比较表

项目		方案一（推荐）	方案二（比较）	比较结果
选线		无制约性因素	无制约性因素	线路符合水土保持规范对主体工程的约束性规定，不存在水土保持制约性因素。
线路长度		18.786km	16.483km	方案二短 2.303km，方案二优。
管道布置		管道平均静水压力水头 150m，平均 HD 值 270m^2，属中~高水头范围。	管道平均静水压力水头 301m，平均 HD 值 569m^2，属高水头范围。	各有优劣，方案二压力较高，对管道结构要求高。
施工条件		管材运输及施工条件一般。	管材运输及施工条件较优。	方案二优
环境影响		管线距离村庄较远，施工干扰较小。	村庄较多，施工干扰大。	方案一优
扰动面积		90.13hm²	85.80hm²	方案二优
损毁植被面积		65.27hm²	27.96hm²	方案二优
土石方工程	开挖	130.44 万 m³	96.13 万 m³	方案二优
	回填	36.00 万 m³	34.80 万 m³	方案一优
	弃渣	94.44 万 m³	61.33 万 m³	方案二优
投资		3.77 亿元	4.37 亿元	方案一优
总体结论		从水土保持角度分析，方案一和方案二均不存在水土保持制约性因素，方案二水土保持指标较优。方案一便于主体布线，征地协调较容易，投资相对少，原则同意主体工程推荐的方案一。		

从水土保持角度分析，主体工程推荐的方案一在水土保持指标方面无优势。主体推荐方案便于主体布线、征地协调较容易、运行压力低、投资相对少。主体工程推荐方案、比选方案均无水土保持制约性因素，本方案原则同意主体推荐的方案。

本方案建议主体工程尽量优化五哨村至土林段（B3+744.5~B22+531.3）的线路比选、线路布置。在满足主体工程布置、施工等情况下，尽量优化推荐线路的征占地面积、扰动地表面积、损毁植被面积及数量、土石方工程量等指标，减小水土流失影响。

2）土林至新河水库段（B17+365.1 ~ B39+637.0）比选

主体工程对土林至新河水库段（B17+365.1 ~ B39+637.0）进行了比选，分为方案一和方案二（详见图 3.2-5），方案比选结合地形、施工布置、环境影响、投资等综合分析，经综合比选，主体工程推荐方案一。本方案从水土保持方面进行比选，比选结果详见表 3.2-6。

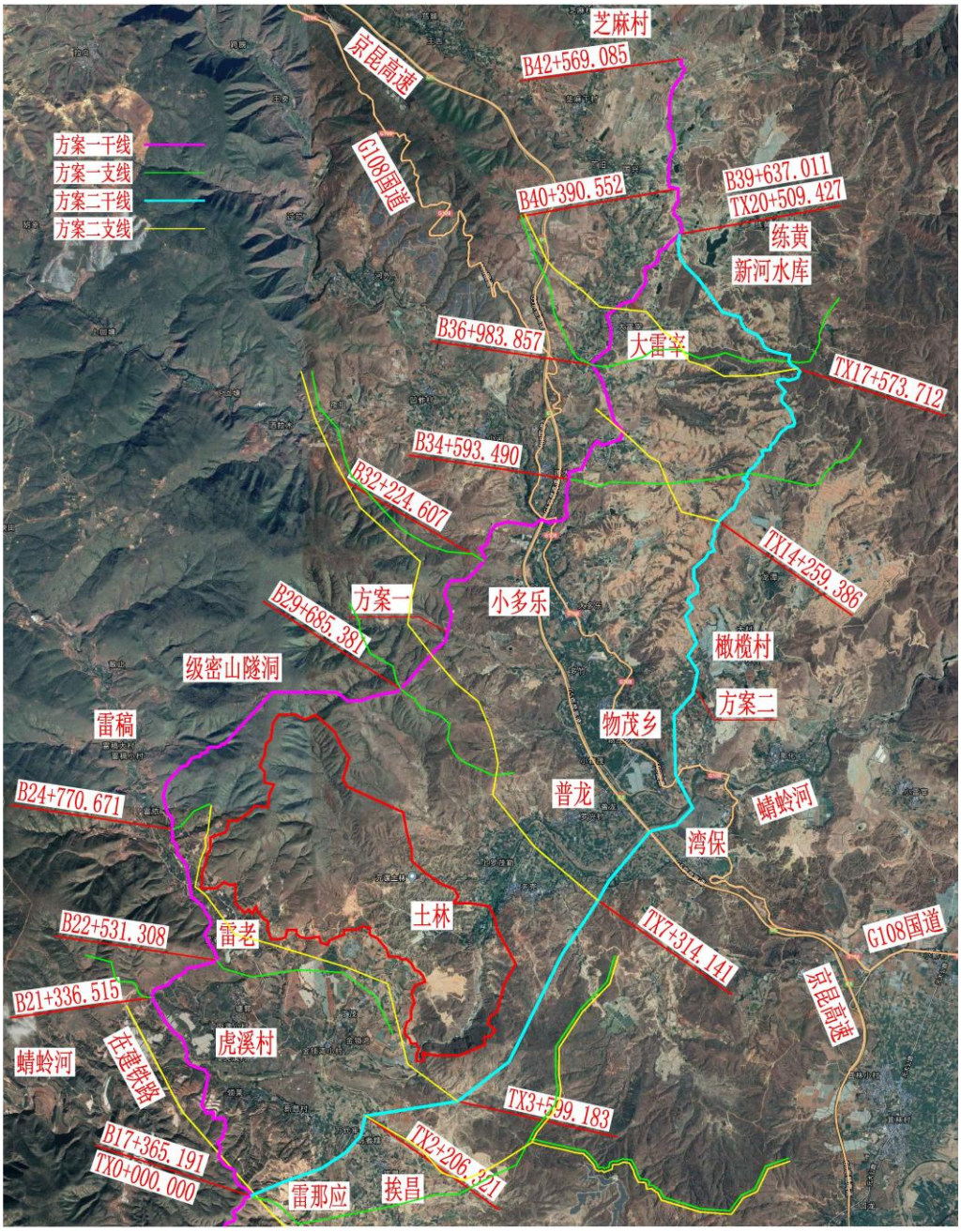


图 3.2-5　土林至新河水库段（B17+365.1～B39+637.0）比选平面布置示意图

表 3.2-6　土林至新河水库段（B17+365.1～B39+637.0）比选方案水土保持指标比较表

项目		方案一（推荐）	方案二（比较）	比较结果
选线		无制约性因素	无制约性因素	线路符合水土保持规范对主体工程的约束性规定，不存在水土保持制约性因素。
线路长度		22.272km	20.509km	方案二短 1.763km，方案二优。
管道布置		管道平均静水压力水头 236m，平均 HD 值 311m^2，属中~高水头范围。布置 1 道 1.499km 长的有压隧洞。	管道平均静水压力水头 304m，平均 HD 值 409m^2，属中~高水头范围。	方案二压力较高，方案一优。
施工条件		管材运输及施工条件较好。	管材运输及施工条件较好。	指标相当
环境影响		管线距离村庄较远，施工干扰较小。	村庄较多，施工干扰大。	方案一优
扰动面积		128.90hm^2	105.50hm^2	方案二优
损毁植被面积		93.35hm^2	49.66hm^2	方案二优
土石方工程	开挖	128.29 万 m^3	114.95 万 m^3	方案二优
	回填	28.56 万 m^3	30.23 万 m^3	方案二优
	弃渣	99.74 万 m^3	84.76 万 m^3	方案二优
投资		3.60 亿元	3.72 亿元	方案一略优
总体结论		从水土保持角度分析，方案一和方案二均不存在水土保持制约性因素，方案二水土保持指标较优。方案一便于主体布线，征地协调较容易，投资相对少，原则同意主体工程推荐的方案一。		

从水土保持角度分析，主体工程推荐的方案一在水土保持指标方面无优势。主体推荐方案便于主体布线、征地协调较容易、运行压力略低、投资相对少。主体工程推荐方案、比选方案均无水土保持制约性因素，本方案原则同意主体推荐的方案。

本方案建议主体工程尽量优化土林至新河水库段（B17+365.1～B39+637.0）的线路比选、线路布置。在满足主体工程布置、施工等情况下，尽量优化推荐线路的征占地面积、扰动地表面积、损毁植被面积及数量、土石方工程量等指标，减小水土流失影响。

3）跨蜻蛉河段西移方案（B13+029.9~B24+770.6）比选

主体工程对跨蜻蛉河段西移方案（B13+029.9~B24+770.6）进行了比选，分为方案一和方案二（详见图 3.2-6），方案比选结合地形、施工布置、环境影响、投资等综合分析，经综合比选，主体工程推荐方案一。本方案从水土保持方面进行比选，比选结果详见表 3.2-7。

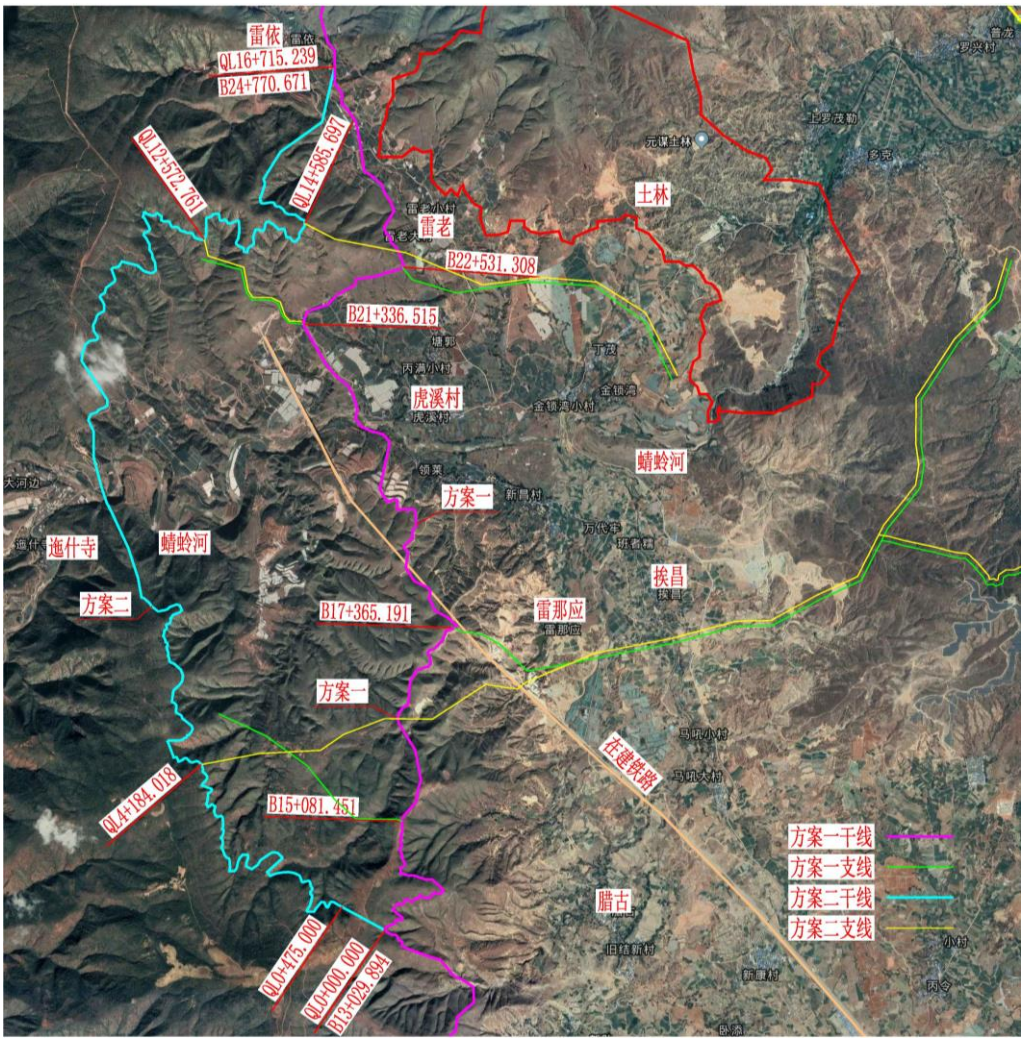


图 3.2-6　跨蜻蛉河段西移方案（B13+029.9~B24+770.6）比选平面布置示意图

表 3.2-7　跨蜻蛉河段西移方案（B13+029.9~B24+770.6）比选方案水土保持指标比较表

项目		方案一（推荐）	方案二（比较）	比较结果
选线		无制约性因素	无制约性因素	线路符合水土保持规范对主体工程的约束性规定，不存在水土保持制约性因素。
线路长度		11.741km	16.715km	方案一短 4.974km，方案一优。
管道布置		管道平均静水压力水头 206m，平均 HD 值 330m^2，属中~高水头范围。	管道平均静水压力水头 67m，平均 HD 值 118m^2，属中~高水头范围。	方案二略优
施工条件		管材运输及施工条件较好。	管材运输及施工条件一般。	方案一优
环境影响		施工干扰较小。	后段管线位于成昆铁路隧洞口正上方，对铁路造成影响。	方案一优
扰动面积		67.20hm^2	74.93hm^2	方案一优
损毁植被面积		51.10hm^2	65.12hm^2	方案一优
土石方工程	开挖	81.83 万 m^3	119.35 万 m^3	方案一优
	回填	19.9 万 m^3	32.25 万 m^3	方案二优
	弃渣	61.93 万 m^3	87.09 万 m^3	方案一优
投资		2.47 亿元	2.97 亿元	方案一优
总体结论		从水土保持角度分析，方案一和方案二均不存在水土保持制约性因素，方案一水土保持指标优，同意主体工程推荐的方案一。		

从水土保持角度分析，方案一线路比方案二短 4.974km，扰动面积小 7.73hm^2，损毁植被面积小 14.02hm^2，土石方开挖量少 37.52 万 m^3，产生弃渣量少 25.16 万 m^3。综上所述，从水土保持角度分析，方案一在线路长度、扰动面积、损毁植被面积、土石方开挖、产生弃渣量水土保持指标方面有优势，方案一和方案二均不存在水土保持制约性因素，因此同意主体工程推荐的方案一。

4）跨永定河段西移方案（B28+340.9~B42+569）比选

主体工程对跨永定河段西移方案（B28+340.9~B42+569）比选进行了比选，分为方案一和方案二（详见图 3.2-7），方案比选结合地形、施工布置、环境影响、投资等综合分析，经综合比选，主体工程推荐方案一。本方案从水土保持方面进行比选，比选结果详见表 3.2-8。

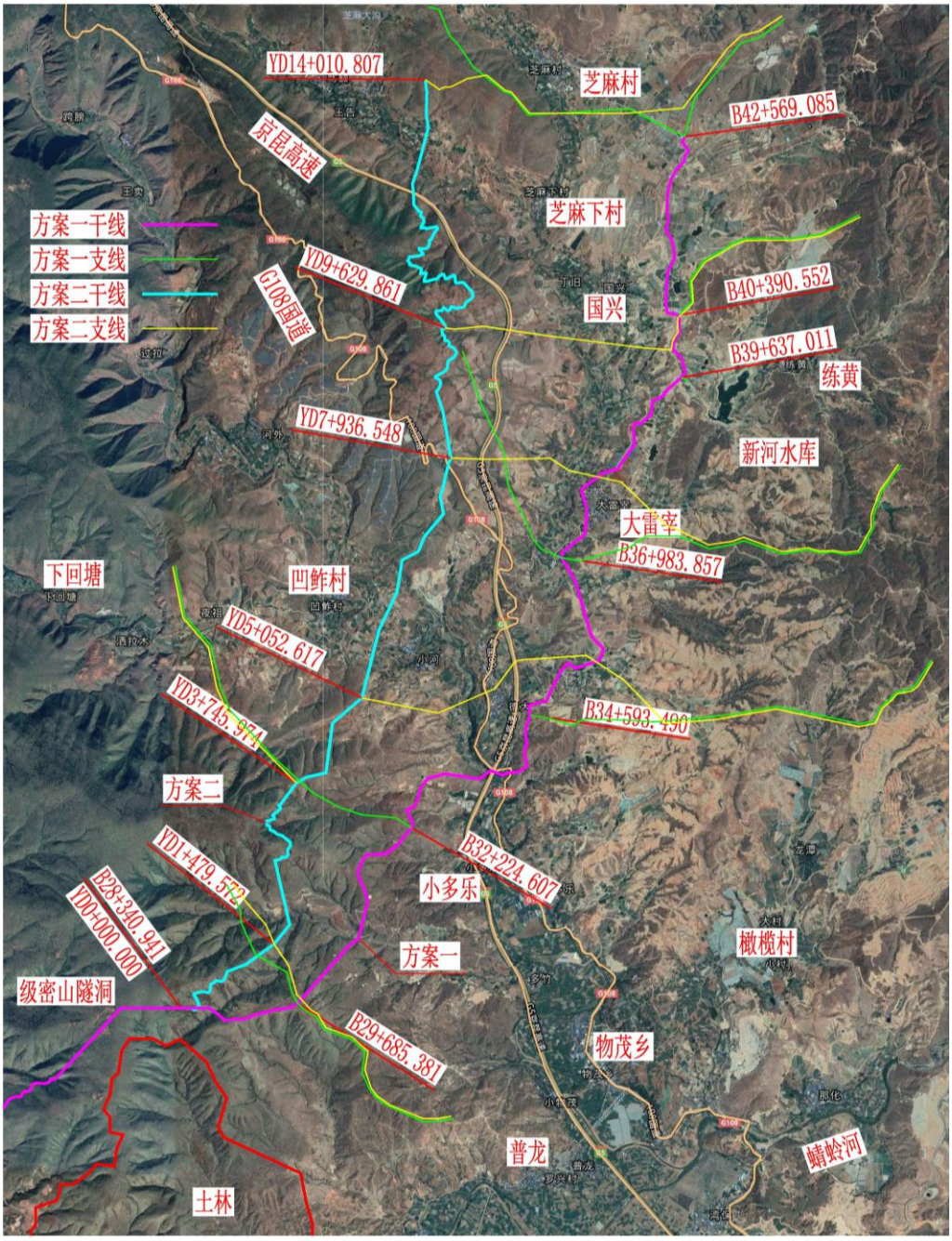


图 3.2-7　跨永定河段西移方案（B28+340.9~B42+569）比选平面布置示意图

表 3.2-8　跨永定河段西移方案（B28+340.9~B42+569）比选方案水土保持指标比较表

项目		方案一（推荐）	方案二（比较）	比较结果
选线		无制约性因素	无制约性因素	线路符合水土保持规范对主体工程的约束性规定，不存在水土保持制约性因素。
线路长度		14.228km	14.011km	方案二短 0.217km，方案二略优。
管道布置		管道平均静水压力水头 246m，平均HD值263m^2，属中~高水头范围。	管道平均静水压力水头 122m，平均 HD 值 133m^2，属中~高水头范围。	方案二略优
施工条件		管材运输及施工条件较好。	管材运输及施工条件一般。	方案一优
环境影响		施工干扰较小。	后段管线 3.8km 位于京昆高速正上方，对高速公路造成影响。	方案一优
扰动面积		81.93hm²	83.07hm²	方案一略优
损毁植被面积		32.63hm²	60.16hm²	方案一优
土石方工程	开挖	79.60 万 m³	86.42 万 m³	方案一优
	回填	16.99 万 m³	18.55 万 m³	方案二略优
	弃渣	62.61 万 m³	67.88 万 m³	方案一优
投资		2.12 亿元	2.06 亿元	方案二略优
总体结论		从水土保持角度分析，方案一和方案二均不存在水土保持制约性因素，方案一水土保持指标优，同意主体工程推荐的方案一。		

从水土保持角度分析，方案一线路比方案二长 0.217km，扰动面积小 1.13hm^2，损毁植被面积小 27.52hm^2，土石方开挖量少 6.82 万 m^3，产生弃渣量少 5.26 万 m^3。综上所述，从水土保持角度分析，方案一在扰动面积、损毁植被面积、土石方开挖、产生弃渣量水土保持指标方面有优势，方案一和方案二均不存在水土保持制约性因素，因此同意主体工程推荐的方案一。

3.3 工程占地分析与评价

3.3.1.1 工程占地情况

根据工程建设征占地及移民安置，工程设计征占地总面积为 862.47hm^2，其中永久征地 124.36hm^2，临时占地 534.07hm^2，淹没占地 204.04hm^2。依据施工组织设计及移民安置总体规划中的“专业项目及小农水设施处理规划”对上述工程征占地情况进行复核。经复核，主体工程征占地表中未计列专项设施复建占地（估算面积 0.90hm^2，永久征地面积 0.60hm^2，临时占地面积 0.30hm^2）。复核后，工程征占地总面积为 863.37hm^2，其中永久征地 124.96hm^2，临时占地 534.37hm^2，淹没占地 204.04hm^2。工程征地类型为：水田、旱地、园地、林地、住宅用地、交通运输用地、水域及水利设施用地等。工程占地详见表 3.3-1。

表 3.3-1　工程占地情况统计表（按防治分区）　单位：hm^2

分区	项目名称		项目建设区									合计	占地性质
			水田	旱地	园地	林地		住宅用地	交通运输用地		水域及水利设施用地		
					果园	经济林	乔木林	农村宅基地	公路用地	农村道路	水面		
枢纽工程区	枢纽区						49.83				1.15	50.98	永久占地
	工程永久办公生活区						1.51					1.51	永久占地
	弃渣场区		12.55	2.51			84.30					99.36	临时占地
	料场区	土料场		3.93			0.98					4.91	临时占地
		石料场					23.60					23.60	临时占地
		小计		3.93			24.58					28.51	
	交通道路区	永久公路	0.08	1.88	0.45		10.87					13.28	永久占地
		临时道路		2.69			43.50					46.19	临时占地
		小计	0.08	4.57	0.45		54.37					59.47	临时占地
	施工生产生活区			0.41			3.72					4.13	临时占地
	水库淹没区		16.31	5.13		0.80	172.60	1.74	0.22		7.24	204.04	淹没占地
	小计		28.94	16.54	0.45	0.80	390.91	1.74	0.22		8.39	447.99	
输水工程区	输水线路区	明管段	0.54	1.31	0.11		38.86		0.01	0.38	0.12	41.33	永久占地
		埋管段	6.24	35.71	4.73		98.19		0.71	2.28	0.51	148.37	临时占地
		隧洞					1.20					1.20	永久占地
		小计	6.78	37.02	4.84		138.25		0.72	2.66	0.63	190.90	
	弃渣场区			7.43	5.31		79.39			0.59	0.21	92.93	临时占地
	交通道路区	永久公路		0.49	0.25		15.32					16.06	永久占地
		临时道路	2.11	14.99	2.55		75.68		0.10	6.24	0.58	102.25	临时占地
		小计	2.11	15.48	2.80		91.00		0.10	6.24	0.58	118.31	
	施工生产生活区		0.61	3.84	1.31		6.51			0.07		12.34	临时占地
	小计		9.50	63.77	14.26		315.15		0.82	9.56	1.42	414.48	
专项设施复建区				0.60			0.30					0.90	永久/临时占地
总计			38.44	80.91	14.71	0.80	706.36	1.74	1.04	9.56	9.81	863.37	

3.3.1.2 工程占地分析与评价

本工程永久征占地面积占总面积的 14.42%，主要为枢纽工程枢纽区、永久办公生活区和永久公路等占地，输水工程区明管、隧洞、永久公路等占地，专项设施复建区部分占地。临时占地面积占总面积的 61.92%，主要为枢纽工程区土料场、石料场、弃渣场、临时道路和施工生产生活区等临时占地，输水工程埋管、弃渣场、临时道路和施工生产生活区等临时占地，专项设施复建区部分占地。淹没占地占总面积的 23.66%。按占地性质分，工程占用临时占地面积较大，工程施工区在保证工程正常施工用地的前提下，应尽量减少临时占用土地数量，尽量减少扰动原地貌面积，可在一定程度上减少水土流失。

工程永久征占地主要土地类型为水田、旱地、园地、林地、交通运输用地、水域及水利设施用地，分别占总面积的 0.50%、3.43%、0.65%、94.10%、0.31%、1.02%。临时占地占地类型有水田、旱地、园地、林地、交通运输用地、水域及水利设施用地，分别占临时占地面积的 4.03%、13.38%、2.60%、77.88%、1.87%、0.24%。

按占地类型分，工程占用林地和耕地比例最高，共占总征占地面积的 95.73%，其中林地占 81.91%，耕地占 13.82%。工程占用了较多的植物资源，工程建设过程中，可以考虑采用移栽的方式在工程区内加以利用。

工程建设过程中不可避免会占用耕地，根据主体报告建设征地与移民安置章节资料，结合《中华人民共和国土地管理法》第三十一条规定：国家实行占用耕地补偿制度。非农业建设经批准占用耕地的，按照“占多少，垦多少”的原则，由占用耕地的单位负责开垦与所占用耕地的数量和质量相当的耕地；没有条件开垦或者开垦的耕地不符合要求的，应交纳耕地开垦费，专款用于开垦新的耕地。根据主体报告建设征地与移民安置章节中耕地占补平衡规划，小石门水库工程永久征收耕地 24.49hm^2，由于工程不新开垦耕地，永久征收耕地 24.49hm^2，全部缴纳耕地开垦费进行平衡。对于临时占用耕地的区域，根据临时用地的使用特点，对开挖区、生产生活区、渣场等分别制定复垦措施规划。从水土保持角度分析，虽然本工程占用了较多的耕地，但通过土地复耕，可以尽可能的避免因工程建设而造成的耕地损失。

工程占地面积较大，扰动地表涉及范围广，对工程周边可能产生的影响范围广，因此，工程施工中应严格施工管理，防止对施工范围以外的区域进行扰动。虽然主体工程在施工场地布置时已经从土地资源、生态环境保护和水土保持等方面进行了考虑，但还是不可避免地占用了部分具有水土保持功能的生物措施和耕地，这部分用地（主要为工

程占地中的临时占地）应在工程建设扰动停止后及时应采取植被恢复措施和复耕措施，最大限度地恢复原有土地的生产力，保护项目区内的水土资源。临时占用水田 21.51hm^2，旱地 71.50hm^2，园地 13.90hm^2，林地 416.17hm^2，共计 523.09hm^2，其中针对占用水田、旱地和园地的区域，主体考虑复耕（其投资已计入主体投资），占用林地的区域本方案布设植被恢复措施。

工程占地情况统计分析数据详见表 3.3-2 和表 3.3-3。

表 3.3-2　工程占地情况统计分析表（按占地性质）

项目		枢纽工程		输水工程		水库淹没		专项设施复建		总占地	
		面积	百分比	面积	百分比	面积	百分比	面积	百分比	面积	百分比
		（hm²）	%	（hm²）	%	（hm²）	%	（hm²）	%	（hm²）	%
占地性质	永久占地	65.77	26.96	58.59	14.14			0.60	66.67	124.96	14.47
	临时占地	178.19	73.04	355.88	85.86			0.30	33.33	534.37	61.89
	淹没占地					204.04	100.00			204.04	23.63
	合计	243.96	100.00	414.47	100.00	204.04	100.00	0.90	100.00	863.37	100.00

表 3.3-3　工程占地情况统计分析表（按占地类型）

项目		枢纽工程		输水工程		水库淹没		专项设施复建		总占地	
		面积	百分比	面积	百分比	面积	百分比	面积	百分比	面积	百分比
		(hm²)	%	(hm²)	%	(hm²)	%	(hm²)	%	(hm²)	%
占地类型（总占地）	水田	12.63	5.18	9.50	2.29	16.31	7.99			38.44	4.45
	旱地	11.41	4.68	63.77	15.39	5.13	2.51	0.60	66.67	80.91	9.37
	园地	0.45	0.18	14.26	3.44					14.71	1.70
	林地	218.31	89.49	315.15	76.04	173.40	84.98	0.30	33.33	707.16	81.91
	住宅用地					1.74	0.85			1.74	0.20
	交通运输用地			10.38	2.50	0.22	0.11			10.60	1.23
	水域及水利设施用地	1.15	0.47	1.42	0.34	7.24	3.55			9.81	1.14
	合计	243.95	100.00	414.48	100.00	204.04	100.00	0.90	100.00	863.37	100.00
占地类型（永久占地）	水田	0.08	0.12	0.54	0.92					0.62	0.50
	旱地	1.88	2.86	1.80	3.07			0.60	100.00	4.28	3.43
	园地	0.45	0.68	0.36	0.61					0.81	0.65
	林地	62.21	94.59	55.38	94.52					117.59	94.10
	交通运输用地			0.39	0.67					0.39	0.31
	水域及水利设施用地	1.15	1.75	0.12	0.20					1.27	1.02
	合计	65.77	100.00	58.59	100.00			0.60	100.00	124.96	100.00
占地类型（淹没占地）	水田					16.31	7.99			16.31	7.99
	旱地					5.13	2.51			5.13	2.51
	园地										
	林地					173.40	84.98			173.40	84.98
	住宅用地					1.74	0.85			1.74	0.85
	交通运输用地					0.22	0.11			0.22	0.11
	水域及水利设施用地					7.24	3.55			7.24	3.55
	合计					204.04	100.00			204.04	100.00
占地类型（临时占地）	水田	12.55	7.04	8.96	2.52					21.51	4.03
	旱地	9.53	5.35	61.97	17.41					71.50	13.38
	园地			13.90	3.91					13.90	2.60
	林地	156.10	87.61	259.77	72.99			0.30	100.00	416.17	77.88
	交通运输用地			9.99	2.81					9.99	1.87
	水域及水利设施用地			1.30	0.37					1.30	0.24
	合计	178.18	100.00	355.89	100.00			0.30	100.00	534.37	100.00

3.4 主体工程施工组织设计分析评价

3.4.1 主体工程布置分析与评价

（1）水库枢纽工程

枢纽工程区主要布置有拦河坝、溢洪道、导流泄洪隧洞、输水隧洞、提水泵站和坝后消能电站等永久建筑，溢洪道布置于大坝左岸，导流泄洪隧洞布置在溢洪道左侧山体内，输水隧洞布置于大坝右岸山体内，输水放空隧洞出口设置坝后消能电站，将元谋片区用水和河道生态水消能利用后放入输水工程。为满足建筑物施工需要，主体工程在大坝左岸布置了砂石料加工厂、拌合站、石料场、弃渣场，在大坝右岸布置了 35kV 临时变电站、土料场、弃渣场、施工生产生活区等施工临时场地，施工道路通达各个永久建筑物，连接大坝左、右岸各个施工场区；工程总体布局紧凑，节约占地，有利于水土保持。建议主体工程下阶段对溢洪道、泄洪洞和电站的布置方案进一步比选论证，研究溢洪道采用隧洞的可行性，以减少对地貌植被的破坏，减少弃土弃渣量。

工程运行期，枢纽工程区的大坝、溢洪道、导流泄洪隧洞、输水隧洞等建筑物硬化及植草绿化等都具有水保功能，水土流失渐趋微弱。对工程的防护方面，主体报告已从工程本身稳定出发，对大坝坝肩、溢洪道边坡、隧洞进出口、泵站及电站边坡等区域设计了一些相应的防护措施(工程护坡)，上述边坡防护虽然使得主体工程得到有效防护，但作为工程护坡，景观效果差，在不影响主体安全运行的情况下，需要对有条件的区域边坡防护工程分别增加喷播植草护坡、网格植草护坡、载土槽等护坡措施，提高景观效果。

（2）输水工程

输水工程由总干线、东干线及支管、北干线及支管、泵站提水管组成，根据主体输水管线设计情况，输水线路分埋管（98.382km）、明管（24.158km）和隧洞（14.492km）。工程输水管线以埋管为主，地形较陡及跨越沟谷、河道处采用明管，埋管段施工结束后回填土方恢复原有景观、土地和设施的利用类型；隧洞进出口开挖边坡采用喷 C20 混凝土护坡，景观效果差，需要对隧洞进、出口洞脸增加植物措施，提高景观效果。

3.4.2 水库淹没区水土保持分析评价

（1）表土资源

小石门水库淹没区总体地势较陡，局部区域地势平缓，不可避免会占用耕地资源，如果全部淹没，不采用有效的表土资源利用措施，会造成大量表土资源损失。本工程枢

纽区位于水库淹没区下侧，表土资源同样丰富，区内表土利用能够满足要求。

根据《中华人民共和国土地管理法》，由占用耕地的单位需要开垦与所占用耕地的数量和质量相当的耕地。如果异地复垦位置和水库淹没区较近，可以利用水库淹没区的表土；如果异地复垦位置与水库淹没区较远，需要从投资上论证表土利用的可操作性。

（2）植物资源

水库淹没区内 84.98%为林地，占用了较多的植物资源。水库淹没区内的乔灌，可以采用移栽的方式在工程区内加以利用，水库淹没区区内植物资源主要分布在较陡的山坡，无交通道路到达，大规模利用淹没区内植物资源需要从投资上论证。建议建设单位在水库清库过程中最大限度利用水库淹没区的植物资源。

3.4.3 施工总布置分析与评价

工程施工布置包括交通道路、施工生产区、生活区、料场和弃渣场，主要为临时占地。本工程的施工布置遵循因地制宜、因时制宜、有利生产、方便生活、易于管理、安全可靠、经济合理的原则。

枢纽工程施工比较集中，根据施工要求分大坝施工区（右岸）和石料场施工区（左岸）两个区规划施工场地布置；输水工程线路长，施工布置较为分散，施工区点多面广，根据施工需要，采取在隧洞进、出口、各施工支洞口及干管沿线分别布置施工设施的分区布置规划形式，各施工点根据施工需要布置相应的道路、施工工厂设施、渣场及生活营地等。

工程施工对外交通较为便利，枢纽区对外交通需从 S214 公路引接道路至枢纽区，部分改扩建现有至干海子的乡村道路，部分进行新建，满足本工程的道路运输要求；输水工程输水线路附近有连接村庄的乡村公路经过，从乡村公路新修道路至主要工作面及各洞口，即可满足输水管道施工交通要求。枢纽工程场内交通主要为上坝运输公路、料场公路、渣场公路及至生产生活区道路；输水工程场内交通主要联系施工工地内部各工区、料场、渣场、各生产生活区之间的交通，担负工程施工期间工地内部的运输任务，场内交通除新建及改扩建外，还考虑部分利用局部平缓地段的管槽平台作为场内交通使用。本工程为线型工程，且线路较长，不可避免需要新建部分道路，针对还不能通达的地方新建施工道路连接。工程共计布置施工交通道路 164.3km，其中新建永久公路 35.2km，改扩建永久公路 4.7km，新建临时道路 83.5km，改扩建临时道路 40.9km。在主体工程道路设计中，道路走向沿等高线及平缓区域布置，尽量避免挖填方高边坡，有利于控制道路建设过程中可能造成的水土流失；路面采用碎石路面，可防止路面受径流

冲刷，形成沟蚀，在造成水土流失的同时，也将会影响道路运营安全。从水土保持角度分析，在后续设计中，应进一步核实周边可利用交通，最大限度的减少新建道路的布设；针对同一个终点尽量考虑一条连接路即可，终点相近的施工道路可合并为一条连接路，如石料场连接路，输水放空洞连接路；部分道路可优化线路布置，以减少道路长度，如弃渣场连接路。总体而言，本工程道路布设较为紧凑，也考虑了利用现有交通方案，可减少新修道路产生的水土流失及对地表和植被的破坏，基本符合水土保持相关要求，但后续还可继续优化道路布设，以减少道路建设产生的扰动土地面积。

根据主体工程施工组织设计，本工程施工生产生活设施布置均为临时占地范围内，施工完成后尽量恢复为原占地类型。枢纽工程区布置 2 处施工生产生活区，泵站及泵站提水管线施工利用枢纽工程区施工生产生活设施，不再单独布置；输水工程区布置 18 处施工生产生活区，共计 20 处。总体分析，施工生产生活区布置范围地势平坦，便于控制施工过程产生的水土流失，且在大坝右岸施工生产生活区布置上，主体工程尽量布置在土料场占地范围内，减少了扰动地表面积，满足水土保持关于少占压扰动原地表的要求。但施工生产生活区布置数量较多，施工过程中需加强管理，严格控制扰动范围，尽量减小施工过程对周边环境的影响。

料场在后续设计中，应探明有用料的分布，根据有用料需求量对其进行详细的开采设计，合理规划开采范围和开采境界，明确开采方式、开采步骤，料场宜采取分台开采，设计中应优化相关开采方式和工艺以减少土地扰动面积，须避免因设计不明确带来的乱采乱挖，避免不必要的土地扰动面积，且石料场占地多为林地，扰动后不易恢复。施工前期，料场剥离无用料临时堆存于碗厂 1#弃渣场和白土坡 1#弃渣场，待料场开采结束后用于复耕和植被恢复覆土，符合水土保持要求。

3.4.4 料场水土保持分析评价

根据工程施工组织设计，本工程共计布设 1 个土料场和 1 个石料场，主要提供水库枢纽工程和输水工程总干线（Z0+000 ~ Z12+590）段等用料；总干线后段、东干线及支管、北干线及支管所需砂石料和块石料从元谋鑫磊石业采石场、元谋鑫坤采石场及玉鑫采石场外购。本工程选择的料场在开采储量上均能够满足施工要求，各料场详细情况详见表 3.4-1。

碗厂土料场位于坝址区左岸夷平面，地形平缓，局部发育冲蚀性冲沟，料场分布高程 1770 ~ 1785m，料场中部有乡村道路分布，至坝址区有便道，交通条件便利。薄刀岭石料场位于水库下游左岸，整体呈南西 ~ 北东分布，长约 500m，宽约 300m，分布高程

1485～1710m，地形坡度多在 40°～70°，局部位置接近垂直，料场整体地形坡度陡，高差大。整个料场场地内相对平缓部位植被发育，多灌木为主，地形坡度较陡地段均为基岩裸露，总体上料场坡度陡、高差大，开采易形成高边坡，开采条件差。石料场无道路通往坝址，需新建道路。

石料场有用层开采采用自上而下分台阶进行，然后分台阶钻孔爆破，料场无用料的第四系及全风化上部采用 3.0m^3 挖掘机开挖，强风化下带及强风化上部采用 Y30 型风钻钻孔爆破开挖，渣料采用 3.0m^3 挖掘机装 25t 自卸汽车运至白土坡 1#、2#、3#弃渣场；土料场采用立面开采，2m^3 挖掘机装 15t 自卸汽车运输 5.0km 至各使用点，无用层采用人工配合 100kW 推土机进行剥离，就近堆放至碗厂 1#弃渣场，后期作为采空区覆土料。

根据占地统计，料场以林地和耕地为主，对原生地貌水保功能损坏有一定影响，但由于料场属临时占地，工程施工结束后及时封场，并根据原土地利用类型进行植被恢复。主体设计对料场分台开采，利于施工安全，同时有利于后期植被恢复。

经调查，小石门水库工程料场均不在县级以上人民政府划定的崩塌、滑坡危险区、泥石流易发区内，不影响周边公共设施、工业企业、居民点等的安全。因此，只要做好料场开采过程中的表土保护、拦挡、截排水和后期的植被恢复措施，本工程的料场布置不会引发严重的水土流失问题。

综上所述，本工程选择的石料场和土料场容量满足工程要求，并有一定的富裕度，料场开采工艺也较为简便、合理，运输线路选择汽车运输，开采料装载后直接运往砂石料加工系统，不进行二次倒运，有效防治水土流失。

表 3.4-1　料场特性表

序号	料场名称	储量	开采量（万 m^3）		剥采比	运距	占地面积	占地类型	有无敏感目标	结论
		万 m^3	有用料	剥离料		km	hm^2			
1	碗厂土料场	41.85	9.17	2.11	23%	5.0	4.91	旱地、林地	无	符合相关要求
2	薄刀岭石料场	2270.69	820.77	205.19	25%	3.5	23.60	林地	无	符合相关要求

3.4.5 施工工艺分析评价

（1）枢纽工程

枢纽工程各部分施工工艺除了有利于各工序间的交叉衔接，满足工程建设进度需要，保证施工安全外，对于减少地表重复开挖扰动，保证开挖土石方渣料及时运往渣场堆放比较有利。因此，从水土保持的角度分析，主体工程采用的施工工艺是比较合适的。同时主体工程中也考虑了对开挖边坡的支护、喷混凝土等，这些工程均在一定程度上具有水土保持功能。

（2）输水工程

输水工程施工主要包括施工支洞布置、隧洞施工和管道施工（管道包括埋管段和明管段）。目前隧洞口施工采取传统的开挖方法，土石方量和开挖面较大，不利于水土保持，建议水工及施工专业，优化洞口设计及施工方法，尽量采取提前支护，早进洞、晚出洞，以降低水土流失影响。隧洞开挖废弃土石方应及时运往弃渣场，严禁堆放在洞口，减少施工扰动范围。

明管段占线路长度的 17.63%，且施工过程中的土石方工程量及扰动土地面积较小；埋管段占工程长度的 71.76%，占地均为临时占地，采用明挖埋管，回填料堆放于沟槽一侧，另一侧布置施工机械作业平台和交通道路，总宽度约为 18m（6+6+6），工程扰动土地面积较大，因此建议下阶段设计中优化埋管段施工工艺，以减少地表扰动土地面积和废弃土石方量，降低管道施工对农田耕作的影响，减少对沿线原生植被的破坏。

（3）料场

料场无用层植被采用人工进行砍伐，无用层土石方采用人工配合推土机进行剥离推集，运至就近弃渣场临时堆放。土料场临时堆放的无用料待土料开采完毕，运回填坑，并作覆土使用。料场无用层剥离量较大，剥离、开采及运输过程中都需进一步加强防护措施。

土料场有用层采用立面开采，石料场采用自上而下分层开挖，料场边坡采用预裂爆破开挖。石料场区域地形坡度较大，极易造成水土流失，需做好截排水及边坡防护措施。同时，料场开采结束后应恢复开采迹地内的林草植被，最大限度地降低工程建设对项目区水土流失生态环境的影响。

（4）道路工程

道路施工应合理确定路基高程，降低开挖回填边坡高度，尽量利用路基的开挖土石方移挖作填，开挖土石方得到了合理处理，避免了弃渣堆放对地表的扰动及可能发生的水土流失。道路施工过程中挖方和填方数量较大，需进一步做好施工时序安排和土石方调配工作，加强临时防护措施。

（5）施工生产生活区

施工生产生活区选择在地形相对平缓的地段，其开挖量较小。但是输水工程生产生活区布置较为分散，施工开挖面及表土临时堆存可能造成的水土流失往往被忽视，因此，在施工工程中还应该注意在临时工程边坡开挖和表土临时堆存及时进行临时挡护和排水，并采取必要的水土保持措施。

综上所述，本工程施工工艺的设计在一定程度上有利于水土流失的防治，部分工程施工工艺建议应进一步优化。通过分析认为，本工程施工工艺对主体工程不存在制约性影响，从水土保持角度认为是可行的。

3.4.6 工程土石方平衡分析评价

根据主体工程施工组织设计章节，工程土石方开挖量为 2060.91 万 m^3（自然方，下同），回填利用量 1209.10 万 m^3，总弃渣量为 851.81 万 m^3。

根据土石方平衡设计，工程土石回填综合利用率为 58.67%，开挖料综合利用率偏低。工程弃渣主要来自枢纽工程区、输水工程区的主体工程开挖和料场的无用层剥离料。主体工程在土石方开挖过程中，尽量利用开挖方进行回填，合理利用土石方资源，尽最大可能地减少了弃渣量，建议下阶段主体工程进行优化设计，增加回填利用率，减少弃渣量。主体工程未考虑专项设施复建区土石方工程量，建议主体工程下阶段计列及细化专项设施复建区土石方工程量。考虑到本工程专项复建工程较为简单，不存在大开挖、大回填，土石方工程量小，所以本阶段本方案将补充专项设施复建区的表土平衡分析。

结合项目区现场调查情况及工程建设布局、施工特点，工程建设占地范围内有丰富的表土资源，为充分保护与利用表土，本方案补充对表土资源的利用分析。其中部分区域表土厚度不超过 0.2m 或施工扰动深度不超过 0.2m，该范围内的表土采取原地保护即可，如大坝下游管理范围等可不进行表土剥离；对输水工程区明管开挖区域进行分层开挖，对占用耕园地、林草地的区域先将表土进行剥离；对埋管区域均采用分层开挖的形式，其中占用耕地和园地部分由移民专业考虑复耕，占用林草地区域均先进行表层土剥离、收集，后期进行植被恢复；其他工程临时占用的耕地和园地在使用结束后采取复垦措施，对占压范围内的腐殖土采取原地保护；根据工程区表土可利用量和植被恢复需要，本方案补充在施工前期对各防治分区占用林草地区域进行表土剥离、收集。

综合上述措施，工程区剥离利用的表土共计 148.34 万 m^3，对可剥离的区域尽可能剥离利用，单独存放单独防护，对无需剥离的表土也加以原地保护，严禁机械车辆随意辗压。表土保护率可达 98.08%，具有很好的水土保持效益，满足水土保持要求。

从水土保持角度分析，主体工程土石方平衡调配方案综合考虑了施工进度安排、施工运距等因素，方案基本合理，满足水土保持要求。

3.4.7 弃渣场布置与施工协调性分析

根据工程土石方平衡情况，工程共布置 30 个弃渣场，其中枢纽工程区 5 个，输水工程共设置 25 处弃渣场（其中总干线布置 5 处弃渣场，东干线布置 4 处，北干线布置

16 处弃渣场）；按类型划分，30 个弃渣场均为沟道型弃渣场；按级别划分，4 个弃渣场属于 3 级弃渣场，26 个弃渣场属于 4 级弃渣场。

枢纽工程区对外交通较为便利，相应的弃渣场运渣道路部分利用现有道路，可减少新建道路占地；输水工程区沿线，现有道路较少，局部需新建运渣道路。工程弃渣主要来源于枢纽工程区、输水工程区的主体工程开挖和料场的无用层剥离料，在尽可能利用现有道路的基础上，新修部分运渣道路，基本能满足运渣要求。由于工程建设区周边生态红线、公益林和基本农田等环境敏感区分布较密集，为合理的避开环境敏感区，弃渣场占地大部分避开了植被良好的林地和耕作条件好的耕地区域，但个别弃渣场增加了弃渣运距。建议下阶段主体工程优化土石方平衡，尽可能的增加主体工程区开挖土石方回填利用率，减少弃渣量。工程各弃渣场位置、影像及特性详见表 7.2-4。

3.4.8 施工进度分析评价

（1）施工准备期

施工准备期安排在第一年 7 月至第二年 11 月底，历时 17 个月，主要完成场内道路施工、场地平整、供水、场内供电系统及施工通讯，砂石加工系统、混凝土拌和系统、临时房建等的建设，以及施工导流和围堰等。

从水土保持角度分析，施工准备期的土石方大开挖回填时段要经历第二年的雨季（5～10 月为雨季），存在较大水土流失风险，建议主体工程调整施工时间，减少因水土流失对周边环境造成的影响。

（2）施工期

枢纽工程安排在施工期第二年 1 月至第七年 5 月全部完工，历时 65 个月。进行大坝两岸基础开挖、坝体填筑、输水隧洞开挖、溢洪道修建、泵站及电站厂房施工等工作。输水工程安排在施工期第二年的 12 月至第六年 9 月，工期 46 个月。进行隧洞开挖，总干线、东干线、北干线及支管、泵站提水管线开挖及管道安装等工作。

从水土保持角度分析，大坝岸坡开挖、溢洪道施工和输水管线管槽开挖及回填有部分时间安排在雨季施工。输水工程为线性工程，工期较长，无法避免安排在雨季施工，因此工程施工中应加强施工管理，注重水土保持管理，及时合理地布置水土流失防治措施。工程施工进度安排基本合理，基本满足水土保持要求。

3.5 主体工程设计中具有水土保持功能的项目分析评价

3.5.1 不界定为水土保持工程的措施分析与评价

①趾板开挖边坡防护

趾板开挖边坡一般高 10～25m，设计开挖边坡坡比为 1:0.3、1:0.5、1:0.75，边坡采用挂网喷锚支护，挂网钢筋直径为 8mm，间距 150mm，C25 喷射混凝土厚度 120mm，锚杆为 Φ32 砂浆锚杆；开挖边坡上台坡比为 1: 0.75 段基岩风化程度较强，部分为土质边坡，考虑库水位变动影响，采用 C30 钢筋混凝土锚拉板支护，板厚 30cm，锚杆为 Φ32 砂浆锚杆，长度为 9m，上部松散部位设置 1000kN 预应力锚索，深度 25m，间排距 10m。

②大坝干砌石护坡

坝体下游坡在 1650.0m 高程以上采用厚 60cm 的 M7.5 浆砌石护坡，以下采用厚 80cm 的干砌石护坡，干砌块石护坡工程量为 44329m^3。

③右坝肩开挖边坡防护

大坝右坝肩开挖边坡高 2～13.5m，设计开挖坡比 1:0.75、1:1。开挖边坡采用挂网喷锚支护，挂网钢筋直径为 8mm，间距 150mm，C25 喷射混凝土厚度 120mm，锚杆为 Φ32 砂浆锚杆，长度为 9m，间排距 3m。

④溢洪道、泄洪隧洞开挖边坡防护

溢洪道引渠段、控制段及泄洪洞竖井（高程 1705m 以下）开挖边坡坡比自上而下分别采用 1:0.75、1:0.5，开挖边坡采用挂网喷锚支护，挂网钢筋直径为 8mm，间距 150mm，C25 喷射混凝土厚度 120mm，锚杆为 Φ32 砂浆锚杆，长度为 9m，间排距 3m。

洪道泄槽段、泄洪洞出口边坡开挖坡比均为 1:0.5，每 15m 高度设置 2m 宽马道，开挖边坡采用挂网喷锚支护，挂网钢筋直径为 8mm，间距 150mm，C25 喷射混凝土厚度 120mm，锚杆为 Φ32 砂浆锚杆，长度为 9m，间排距 3m。

⑤输水放空隧洞开挖边坡防护

输水放空隧洞竖井开挖边坡高 15～30m，开挖边坡采用挂网喷锚支护，挂网钢筋直径为 8mm，间距 150mm，C25 喷射混凝土厚度 120mm，锚杆为 Φ32 砂浆锚杆，长度为 9m，间排距 3m。

⑥泵站及电站厂房开挖边坡防护

泵站及电站厂房开挖边坡高 2～15m，设计开挖坡比 1:0.75。开挖边坡采用挂网喷锚支护，挂网钢筋直径为 8mm，间距 150mm，C25 喷射混凝土厚度 120mm，锚杆为 Φ25 砂浆锚杆，长度为 9m，间排距 3m。

⑦石料场边坡防护

薄刀岭石料场开挖后形成 110~216m 的高边坡，采用分台开挖，分台高度 12m。残

坡积和全风化层开采坡比为 1:1；强风化岩体开采坡为 1:0.75，弱风化岩体开采边坡采用 1:0.5。残坡积、全风化层及强风上部边坡采用系统锚杆+挂钢筋网+喷 C20 混凝土支护，强风化下部及弱风化边坡采用随机锚杆支护。

上述边坡防护措施在保证工程安全的同时，具有一定的水土保持功能，但主要为保证工程安全为主，不界定为水土保持工程。

⑦路面硬化

枢纽工程施工道路里程共计约 35.5km，其中永久公路 13.0km，均采用沥青混凝土路面；临时道路 22.5km，采用泥结碎石路面。输水工程施工道路约 128.8km，其中永久公路 26.9km，均采用沥青混凝土路面；临时道路 101.9km，采用泥结碎石路面；利用现有道路采用原道路路面型式。路面硬化具有水保功能，但不计入水保投资。

3.5.2 界定为水土保持工程的措施分析与评价

3.5.2.1 枢纽工程区

（1）枢纽工程区

溢洪道引渠段、控制段及泄洪洞竖井开挖边坡防护: 高程 1705m 以上为土石混合坡，开挖坡比采用 1:1，边坡采用 C30 钢筋混凝土网格梁支护，网格梁节点处设置 Φ32 砂浆锚杆，长度为 9m，间排距 3m，网格梁间设置植生袋护坡。

坝坡排水：大坝下游左、右坝坡布置排水沟，排水沟断面为矩形断面，尺寸为 0.3m（深）×0.4m（宽），采用 C25 混凝土砌筑。

边坡截水沟：为截断开挖边坡地表水，在边坡顶部布设截水沟，截水沟断面为矩形断面，尺寸为 0.5m（深）×0.5m（宽），采用 C25 混凝土砌筑。

鱼类增殖放流站绿化：根据环境保护专业设计情况，考虑了鱼类增殖放流站站区景观绿化，绿化面积为 7962m^2，绿化标准为一级标准。

截排水措施、网格植草护坡、绿化措施既属于主体工程的一部分，又具有很好的水土保持功能。

（2）交通道路区

在永久道路内侧设计矩形排水沟，排水沟尺寸为 0.3m（深）×0.3m（宽），长 9000m，采用 C15 混凝土砌筑。交通道路区排水措施既属于主体工程的一部分，又具有很好的水土保持功能。

（3）施工临时占地区域

根据主体报告建设征地移民安置章节，主体设计对施工临时用地实施复耕，土料场

复耕 3.93hm^2，交通道路区复耕 2.54hm^2，施工生产生活区复耕 0.41hm^2，弃渣场复耕 29.20hm^2，共计复耕 36.07hm^2。

表 3.5-1　枢纽工程水土保持措施统计表

编号	工程或项目名称	单位	数量	单价（元）	合计（万元）
一	枢纽区				81.74
	网格植生带护坡	m^2	4050	80	32.40
	鱼类增殖放流站绿化	m^2	7962	15	11.94
	截水沟（C25 砼）	m^3	487	538	26.20
	排水沟（C25 砼）	m^3	208	538	11.20
二	交通道路区				153.43
	排水沟（C15 砼）	m^3	2340	518	121.21
	复耕	hm^2	2.54	126853	32.22
三	料场区				49.79
	复耕	hm^2	3.93	126853	49.79
四	施工生产生活区				5.16
	复耕	hm^2	0.41	126853	5.16
五	弃渣场区				370.41
	复耕	hm^2	29.20	126853	370.41
合计					660.53

注：根据主体报告建设征地移民安置章节，复耕单价根据元谋县、牟定县、大姚县的水田、旱地和园地的不同复耕单价取综合单价。

3.5.2.2 输水工程区

（1）输水线路区

输水管道工程大部分设计为铺设埋管，占地为临时占地，施工完后恢复原土地利用类型，其中占用耕地 46.68hm^2，根据主体报告建设征地移民安置章节，主体设计对上述区域实施复耕，因此需要复耕 46.68hm^2。

（2）交通道路区

在永久道路内侧设计矩形排水沟，排水沟尺寸为 0.3m（深）×0.3m（宽），长 26200m，采用 C15 混凝土砌筑。交通道路区排水措施既属于主体工程的一部分，又具有很好的水土保持功能

（3）施工临时占地区域

根据主体报告建设征地移民安置章节，主体设计对施工临时用地实施复耕，交通道路区复耕 19.65hm^2，施工生产生活区复耕 5.76hm^2，弃渣场复耕 12.40hm^2，共计复耕 37.81hm^2。

表 3.5-2　输水工程区水土保持措施统计表

编号	工程或项目名称	单位	数量	单价（元）	合计（万元）
一	输水线路区				592.15
	复耕	hm^2	46.68	126853	592.15
二	交通道路区				602.13
	排水沟（C15 砼）	m^3	6812	518	352.86
	复耕	hm^2	19.65	126853	249.27
三	施工生产生活区				73.07
	复耕	hm^2	5.76	126853	73.07
四	弃渣场区				157.30
	复耕	hm^2	12.40	126853	157.30
合计					1424.64

3.6 工程建设对水土流失的影响因素分析

小石门水库工程建设和运行过程中由于工程挖损破坏及占压地表、使其地形地貌、植被、土壤发生变化，容易引起水土流失，主要区域为：枢纽区施工区、施工临时占地区、输水管道施工区、交通道路施工、料场开采和弃渣场等区域。引起水土流失的形式有面蚀、沟蚀、重力侵蚀等，其可能造成水土流失的因素及主要特点如下:

（1）枢纽区

枢纽区水土流失主要发生在施工期间，施工水土流失环节主要有主体工程开挖、填筑等。施工期间，枢纽区处于被扰动状态，地表处于裸露状态；水土流失类型主要为水力侵蚀、重力侵蚀，侵蚀强度可达强烈侵蚀以上，若不加以防护，会造成严重的水土流失。

（2）输水线路区

输水线路区的水土流失主要来自埋管段管槽施工开挖。施工过程中导致原生植被破坏、地表裸露，容易产生水土流失。由于输水管道线路较长，水土流失比较分散，是需要特别注意的区域。该区水土流失类型主要为水力侵蚀，侵蚀强度可以达到强烈侵蚀以上。

（3）交通道路区

交通道路区水土流失主要发生在道路修建期间，水土流失环节主要为道路修建，包括路基开挖、填筑、土石方运输和堆置等。在此过程中形成裸露路堤、路堑边坡，原生植被遭到破坏，将产生水土流失，且大部分道路位于地形较陡峻的山区，开挖、填筑土石方极易抛洒于下坡面，是造成水土流失的重点区域。水土流失类型主要为水力侵蚀、重力侵蚀，侵蚀强度可达强烈侵蚀以上。

（4）弃渣场区

堆渣（土）活动将改变原有地面坡度和地形条件，占压损坏地表植被，形成大面积松散堆积物，在降雨和地表径流冲刷下易产生水土流失。水土流失贯穿整个施工土建期，水土流失主要环节有表土剥离及渣土堆放等。渣场拦挡及排水工程的修建，也会对局部地表造成破坏，产生一定的水土流失。渣场内大量的松散堆积体如果不采取防治措施，处于裸露状态，将会产生严重的水土流失，水土流失类型为水力侵蚀和重力侵蚀，侵蚀强度可达极强烈和剧烈，并有可能产生滑坡、崩塌和泥石流等危害。弃渣场区是工程建设产生水土流失重点区域。

（5）料场区

料场水土流失主要发生在料场的供料准备期间，在剥离表土层和剔除破碎带等不可用料的过程中，表层植被破坏，植被的抗冲性、抗蚀性丧失造成水土流失加剧，水土流失主要环节有无用层剥离及物料开挖等。水土流失类型为水力侵蚀和重力侵蚀，侵蚀强度可达极强烈，并有可能产生滑坡、崩塌等危害。

（6）施工生产生活区

水土流失主要发生在施工场地平整期间，水土流失环节主要为施工场地的场平和临建设施建设。在此过程中，地表植被被破坏，植被覆盖度降低，原有排水系统被破坏，土体抗侵蚀能力降低；水土流失主要为水力侵蚀，侵蚀强度可达强烈以上。

经分析，工程建设可能造成水土流失的主要区域有枢纽区、输水线路区、交通道路区、料场、弃渣场和施工生产生活区；可能造成的水土流失时段主要为工程建设期；水土流失类型包括水力侵蚀和重力侵蚀。

3.7 结论性意见、要求及建议

3.7.1 结论性意见

3.7.1.1 主要结论

①工程选址无水土保持制约性因素，主体推荐的选址、选线方案基本符合水土保持要求。

②在主体工程占地中，主体工程已考虑除淹没占地、枢纽区、输水管线等永久用地外，尽量将施工临时设施布设在已征地范围内，从而减少新增扰动原地貌及损坏水土保持设施的数量。从占地的可恢复性分析，工程临时用地在施工结束后，可按照其原有土地类型进行土地恢复，并通过实施各类水土保持措施，使土地的可利用率较工程建设前

有所提高。

③在主体工程土石方平衡设计中，土石开挖尽量利用，在一定程度上减少了弃渣数量和弃渣场设置规模，亦减少了料场开采数量和规模。下阶段应继续优化主体设计，进一步提高开挖料的利用率。

④施工总布置分区进行，将施工场地、临建设施等尽量考虑集中布置，避免分散设置对环境的影响，对部分施工设施的场地进行重复利用，减少新增占地，符合水土保持要求。

⑤工程施工方法基本满足水土保持要求，但在初步设计阶段需要进一步优化，避免二次倒运和重复开挖，尽量缩短回填土的裸露时间。施工过程中挖方和填方数量大，需进一步加强临时防护措施。

3.7.1.2 水土保持薄弱环节及还需补充完善的措施

主体工程设计中采取一些防护措施，在满足主体工程需要的同时，也符合水土保持要求，具有一定的水土保持功能，有利于防治水土流失。受阶段限制，主体工程设计中也存在一些水土保持薄弱环节，如交通道路边坡的永久防护措施、临时防护措施，各临时施工区植物措施、临时措施以及工程管理措施未做设计，应该补充加强等，需要在后续设计阶段中进一步补充完善。

3.7.2 要求及建议

①建议主体工程进一步优化输水线路方案比选，在线路比选过程中兼顾水土保持指标，尽量考虑扰动土地、土石方开挖和弃渣量少的方案。

②针对本工程土石方数量较大，弃渣场设置个数较多的特点，建议主体工程在后续设计中，进一步优化施工组织，选用合理的施工工艺，尽量减少土石方开挖量，减少弃渣量。

③在主体设计中，永久办公生活区和施工场地等区域土石方平衡较为简单，建议后续设计中根据具体情况，对相关区域的土石方平衡进一步细化。

④主体工程进行下阶段设计时，应具体核实和进一步细化施工道路的占地面积及类型，特别是改扩建道路，应尽量利用现有道路，少占林地和耕地。

⑤在主体设计中，采取了一些防护措施，这些措施同时具有一定的水土保持功能，但仍存在水土保持薄弱环节，建议主体工程在后续设计中对防护措施进一步细化，并将水土保持相关功能设计纳入到主体设计中一并考虑。

⑥本工程施工扰动耕地面积较大，建议主体工程施工时，根据复耕工程的需求加强

对表土的剥离、堆放和覆土的管理，为施工后期土地生产力恢复的提供可靠的基础。

4 水土流失防治责任范围与防治分区

4.1 水土流失防治责任范围

4.1.1 水土流失防治责任范围界定原则及依据

4.1.1.1 界定原则

按照《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）的规定，对工程建设可能造成的水土流失影响范围进行界定，包括建设项目的征占地范围、租地范围和土地使用管辖范围等。

4.1.1.2 界定依据

（1）《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）;

（2）《水利水电工程水土保持技术规范》（SL575-2012）;

（3）《水利部水利水电规划设计总院关于印发水利水电工程水土保持技术规范（SL575-2012）补充技术要点（试行）的通知》（水总环〔2019〕635 号）;

（4）防治责任范围面积计算不能遗漏或重复，有特殊规定的按规范要求计算;

（5）项目建设区包括业主管辖的永久征地、临时占地等建设征地面积;

（6）为保证工程安全正常运行，需在水库工程的大坝、溢洪道、泄洪隧洞、泵站，输水工程区的隧洞、管道等建筑物周围划定一定区域作为工程管理范围;

（7）根据现阶段移民安置规划成果，本工程无搬迁安置人口，规划水平年生产安置人口 190 人。根据专业项目规划，需复建 2 座提水泵站，2.60km 移动光缆，2.60km 联通光缆，2.60km 电信光缆，3.40km 的 10kv 输电线路，专项设施复建区面积暂按 0.90hm^2 计列，并计入防治责任范围。

4.1.2 防治责任范围的确定

小石门水库工程水土流失防治责任范围总面积为 863.37hm^2，其中永久征地面积为 329.00hm^2（包括淹没占地面积为 204.04hm^2），临时占地面积为 534.37hm^2。按工程布局划分，枢纽工程区 447.99hm^2，输水工程区 414.48hm^2，专项设施复建区 0.90hm^2。按照行政区划分，楚雄州大姚县 169.99hm^2，牟定县 329.76hm^2，元谋县 363.62hm^2。

水土流失防治责任范围详细统计表见表 4.1-1 和表 4.1-2。

表 4.1-1　水土流失防治责任范围表（按工程布局划分）　单位：hm^2

分区	项目名称		水土流失防治责任范围									合计
			水田	旱地	园地	林地		住宅用地	交通运输用地		水域及水利设施用地	
					果园	经济林	乔木林	农村宅基地	公路用地	农村道路	水面	
枢纽工程区	枢纽区						49.83				1.15	50.98
	工程永久办公生活区						1.51					1.51
	弃渣场区		12.55	2.51			84.30					99.36
	料场区	土料场		3.93			0.98					4.91
		石料场					23.60					23.60
		小计		3.93			24.58					28.51
	交通道路区	永久公路	0.08	1.88	0.45		10.87					13.28
		临时道路		2.69			43.50					46.19
		小计	0.08	4.57	0.45		54.37					59.47
	施工生产生活区			0.41			3.72					4.13
	水库淹没区		16.31	5.13		0.80	172.60	1.74	0.22		7.24	204.04
	小计		28.94	16.54	0.45	0.80	390.91	1.74	0.22		8.39	447.99
输水工程区	输水线路区	明管段	0.54	1.31	0.11		38.86		0.01	0.38	0.12	41.33
		埋管段	6.24	35.71	4.73		98.19		0.71	2.28	0.51	148.37
		隧洞					1.20					1.20
		小计	6.78	37.02	4.84		138.25		0.72	2.66	0.63	190.90
	弃渣场区			7.43	5.31		79.39			0.59	0.21	92.93
	交通道路区	永久公路		0.49	0.25		15.32					16.06
		临时道路	2.11	14.99	2.55		75.68		0.10	6.24	0.58	102.25
		小计	2.11	15.48	2.80		91.00		0.10	6.24	0.58	118.31
	施工生产生活区		0.61	3.84	1.31		6.51			0.07		12.34
	小计		9.50	63.77	14.26		315.15		0.82	9.56	1.42	414.48
专项设施复建区				0.60			0.30					0.90
总计			38.44	80.91	14.71	0.80	706.36	1.74	1.04	9.56	9.81	863.37

表 4.1-2　水土流失防治责任范围表（按行政区划分）　单位：hm^2

行政区划分	分区	项目名称		项目建设区									合计
				水田	旱地	园地	林地		住宅用地	交通运输用地		水域及水利设施用地	
						果园	经济林	有林地	农村宅基地	公路用地	农村道路	水面	
大姚县	枢纽工程区	枢纽区						21.26					21.26
		弃渣场区						41.46					41.46
		料场区	石料场					23.60					23.60
			小计					23.60					23.60
		交通道路区	永久公路			0.45		3.38					3.82
			临时道路		1.99			30.71					32.70
			小计		1.99	0.45		34.09					36.53
		施工生产生活区						2.50					2.50
		水库淹没区		0.86	0.07			37.24		0.11		3.62	41.89
		小计		0.86	2.06	0.45		160.15		0.11		3.62	167.24
	输水工程区	输水线路区	明管段					0.23					0.23
			埋管段		0.11	0.34		1.84					2.30
			小计		0.11	0.34		2.07					2.53
		小计			0.11	0.34		2.07					2.53
	专项设施复建区				0.15			0.08					0.23
	合计			0.86	2.33	0.79		162.29		0.11		3.62	169.99
牟定县	枢纽工程区	枢纽区						28.57				1.15	29.71
		工程永久办公生活区						1.51					1.51
		弃渣场区		12.55	2.51			42.84					57.91
		料场区	土料场		3.93			0.98					4.91
			小计		3.93			0.98					4.91
		交通道路区	永久公路	0.08	1.88			7.49					9.45
			临时道路		0.70			12.79					13.48
			小计	0.08	2.57			20.28					22.93
		施工生产生活区			0.41			1.22					1.63
		水库淹没区		15.45	5.06		0.80	135.36	1.74	0.11		3.63	162.15

行政区划分	分区	项目名称		项目建设区									合计
				水田	旱地	园地	林地		住宅用地	交通运输用地		水域及水利设施用地	
						果园	经济林	有林地	农村宅基地	公路用地	农村道路	水面	
	小计			28.08	14.47		0.80	230.76	1.74	0.11		4.77	280.74
	输水工程区	输水线路区	明管段					2.67					2.67
			埋管段		0.42			1.84					2.27
			隧洞					0.78					0.78
			小计		0.42			5.29					5.72
		弃渣场区				2.64		10.57					13.21
		交通道路区	永久公路			0.25		10.13					10.39
			临时道路	1.16	1.45			13.35					15.96
			小计	1.16	1.45	0.25		23.48					26.34
		施工生产生活区			0.40	0.78		2.12					3.30
		小计		1.16	2.28	3.67		41.47					48.57
	专项设施复建区				0.30			0.15					0.45
	合计			29.24	17.05	3.66	0.80	272.37	1.74	0.11		4.77	329.76
元谋县	输水工程区	输水线路区	明管段	0.54	1.31	0.12		35.97		0.01	0.38	0.13	38.45
			埋管段	6.24	35.17	4.39		94.51		0.71	2.28	0.51	143.80
			隧洞					0.42					0.42
			小计	6.78	36.48	4.50		130.89		0.72	2.66	0.64	182.68
		弃渣场区			7.43	2.67		68.82			0.59	0.21	79.72
		交通道路区	永久公路		0.49			5.18					5.67
			临时道路	0.94	13.53	2.56		62.35		0.10	6.24	0.57	86.29
			小计	0.94	14.02	2.56		67.53		0.10	6.24	0.57	91.96
		施工生产生活区		0.61	3.44	0.53		4.39			0.07		9.04
		小计		8.33	61.37	10.26		271.63		0.82	9.56	1.42	363.40
	专项设施复建区				0.15			0.08					0.23
	合计			8.33	61.52	10.26		271.71		0.82	9.56	1.42	363.62
总计				38.44	80.91	14.71	0.80	706.36	1.74	1.04	9.56	9.81	863.37

4.2 水土流失防治分区

4.2.1 分区目的及依据

对主体工程进行水土流失防治分区的目的是为了合理布设防治措施，便于进行分区防治措施典型设计，并计算防治措施工程量。水土流失防治分区的主要依据有:

（1）项目区的地形地貌特征和水土流失现状、水土保持情况;

（2）项目区土壤侵蚀类型及强度、水土保持类型及效果等现场勘察;

（3）在确定的水土流失防治责任范围内，依据主体工程布局、施工扰动特点、工程建设时序、地貌特征、自然属性、水土流失影响等进行分区;

（4）主体工程总平面布置。

4.2.2 分区原则

（1）各分区之间的自然条件、水土流失特点和工程特点具有显著差异性;

（2）各分区内造成水土流失的主导因子和防治措施相近或相似;

（3）根据项目的繁简程度和项目区自然情况，防治区可划分为一级或多级;

（3）一级分区应具有控制性、整体性、全局性，线性工程应按土壤侵蚀类型、地形地貌、气候类型等因素划分一级区，二级及其以下分区应结合工程布局、项目组成、占地性质和扰动特点进行逐级分区;

（5）各级分区应层次分明，具有关联性和系统性。

4.2.3 分区结果

根据小石门水库工程组成及布局，将工程水土流失防治分区分为枢纽工程区、输水工程区和专项设施复建区 3 个一级防治分区，根据一级分区内水土流失特点，进一步对一级分区进行划分，枢纽工程区划分为枢纽区、工程永久办公生活区、弃渣场区、料场区、交通道路区、施工生产生活区、水库淹没区等 7 个二级防治分区，输水工程区划分为输水线路区、弃渣场区、交通道路区、施工生产生活区等 4 个二级防治分区。

工程水土流失防治分区结果见图 4.2-1。



图 4.2-1　工程水土流失防治分区

5 水土流失分析与预测

5.1 水土流失预测的依据和内容

5.1.1 编制依据

（1）《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）;

（2）《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007）;

（3）《水土流失危险程度分级标准》（SL718-2015）;

（4）《云南省水土流失调查成果公告（2015 年）》(云南省水利厅，2017 年 8 月);

（5）《云南省水利厅关于印发云南省水土保持规划（2016-2030 年）的通知》（云水保〔2017〕99 号）。

5.1.2 预测内容

根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）的规定，水土流失预测的内容主要包括土壤流失量预测和水土流失危害分析，其中土壤流失量包括可能造成水土流失面积和流失总量，即根据施工工艺量算可能造成的水土流失面积，采用土壤侵蚀模数法预测各区的土壤流失量；水土流失危害预测包括分析预测工程水土流失对土地资源、对工程区及周边生态环境、景观地貌、下游河道造成的不利影响。

5.2 水土流失预测目的

水土流失预测既是水土保持方案的核心内容之一，也是水土保持措施设计的基础，通过水土流失预测，达到以下三方面目的:

（1）明确工程建设水土流失影响范围，为防治责任范围的界定提供依据;

（2）了解工程建设产生水土流失主要形式和水土流失重点区域，为水土保持措施布局提供依据，同时为确定水土流失监测的重点时段和地段提供依据。

（3）明确防治责任范围内现状水土流失状况和工程建设对其扰动程度，为水土流失防治效益分析提供基础资料。

5.3 水土流失预测范围

水土流失预测范围为项目水土流失防治责任范围，根据施工进度及工程实际情况，水库淹没区除在工程建设期间不产生新增水土流失，因此本方案不对其进行水土流失预

测。通过统计量测本工程可能造成的水土流失面积 659.33hm^2。预测分区为工程建设扰动地表的时段、扰动形式总体相同、扰动强度和特点大体一致的区域，与本方案防治分区相同。

表 5.3-1　　水土流失预测范围统计表

一级分区	二级分区	预测范围（hm^2）
枢纽工程区	枢纽区	50.98
	工程永久办公生活区	1.51
	弃渣场区	99.36
	料场区	28.51
	交通道路区	59.47
	施工生产生活区	4.13
输水工程区	输水线路区	190.90
	弃渣场区	92.93
	交通道路区	118.31
	施工生产生活区	12.34
专项设施复建区		0.90
合计		659.33

5.4 预测时段

工程施工总工期为 72 个月，由于在整个施工过程中，各分区水土流失强度是一个动态变化的过程，各项目均有一个水土流失强度相对较大的时期，因此，根据每个预测分区的特点，将整个施工期的水土流失预测划分为两个时段进行，即：施工期（包括施工准备期）和自然恢复期。

①施工期

施工准备期安排在第一年 7 月至第二年 11 月完成，历时 17 个月，主要完成场内道路施工、场地平整、供水、场内供电系统及施工通讯，砂石加工系统、混凝土拌和系统、临时房建等的建设，以及施工导流和围堰等。

枢纽工程施工期安排在第二年 1 月至第七年 5 月全部完工，历时 54 个月。进行大坝两岸基础开挖、坝体填筑、输水隧洞开挖、溢洪道修建、泵站厂房施工等工作。输水工程施工期安排在第三年的 1 月至第六年 7 月，工期 43 个月。进行隧洞开挖，总干线、东干线及支管、北干线及支管、泵站提（取）水管线开挖及管道安装等工作。

②自然恢复期

根据工程区实际自然气候特点，工程区大部分属于湿润—半湿润区，扰动后的地表经过 3 年基本可恢复到原地表侵蚀模数，故自然恢复期的预测时段为 3 年。

水土流失预测时段取工程开始至自然恢复期结束，共 108 个月，根据各单元的施工

扰动时间，结合产生土壤流失的季节，按最不利的情况考虑，超过雨季不足 1 年的按全年计，未超过雨季长度的按占雨季长度的比例计算，旱季按照 0.1 年计，水土流失预测总时段为 9 年。

表 5.4-1　水土流失预测时段表

预测分区		预测时段		合计
		施工期（a）	自然恢复期（a）	（a）
枢纽工程区	枢纽区	5.8	3.0	8.8
	工程永久办公生活区	1.0	3.0	4.0
	弃渣场区	6.0	3.0	9.0
	料场区	5.5	3.0	8.5
	交通道路区	3.0	3.0	6.0
	施工生产生活区	5.0	3.0	8.0
输水工程区	输水线路区	3.6	3.0	6.6
	弃渣场区	4.0	3.0	7.0
	交通道路区	2.0	3.0	5.0
	施工生产生活区	2.0	3.0	5.0
专项设施复建区		0.5	3.0	3.5

5.5 水土流失影响因素分析

5.5.1 扰动地表面积

根据工程特性，结合施工组织设计方案分析，小石门水库工程建设中可能造成的原地貌改变，占压、损坏土地和植被的面积主要来自施工中的开挖、弃渣以及料场开采，面积总共为 659.33hm^2（不包括淹没区）。

5.5.2 损毁植被面积

根据工程施工组织设计，结合工程建设征占地与移民安置章节，工程建设过程中损毁植被主要为经济林和有林地，面积共计 533.76hm^2（不包括淹没区的植被），均为乔木林地。

5.5.3 施工弃土（石）、弃渣量

根据主体工程土石方平衡分析，工程建设期土石方开挖总量 2060.91 万 m^3（自然方），回填利用 1209.10 万 m^3（自然方），弃渣量 851.81 万 m^3（自然方，松方为 1178.44 万 m^3），堆置于方案规划的 30 个弃渣场内。

5.6 土壤流失量预测

5.6.1 原生土壤侵蚀模数预测

原生土壤流失量根据土壤侵蚀模数法进行计算。根据《土壤侵蚀分类分级标准》、《云南省水土流失调查成果公告（2015 年）》和《云南省土壤侵蚀图》，结合现场调查的土地

利用类型、地形坡度、植被状况，分区选取不同的侵蚀模数，不同分区地类的面积与相应的侵蚀模数进行加权平均得出各预测分区的平均土壤侵蚀模数。

为了进一步查清项目施工区水土流失现状，水土保持专业技术人员对项目施工区地形、坡度、土壤及植被现状等进行逐一现场调查，结合《云南省土壤侵蚀图》（1:20 万）、土地利用现状图，综合分析本工程水土流失状况，确定各地类侵蚀模数。各类地貌土壤侵蚀模数取值见表 5.6-1。

表 5.6-1　工程区不同地类土壤侵蚀模数取值

序号	地类	自然因素	原生土壤侵蚀模数（t/km^2.a）	备注
1	水田	被水域所覆盖	150	微度
2	旱地	大部分为农作物覆盖，坡度在 8°～15°	2600	中度
3	园地	主要为果园，林下盖度 60～70%，坡度在 5°～15°	750	轻度
4	林地	乔木，下部林层有灌丛和杂草，部分为经济林，郁闭度＞60%	550	轻度
5	住宅用地	为农村宅基地，地表多硬化或被建筑物覆盖	350	微度
6	交通运输用地	主要为泥结石路面	1500	轻度
7	水域及水利设施用地	主要河流水面和沟渠	50	微度

按照表 5.6-1 划定的原生土壤侵蚀模数取值，采用加权平均法计算各水土流失预测分区原生平均侵蚀强度。经计算，项目建设区加权平均原地貌土壤侵蚀模数为 732t/（km^2•a），为轻度流失。分区内有多种地类的取其加权平均值。

表 5.6-2　工程区各分区土壤侵蚀模数计算值

一级分区	二级分区	预测范围（hm^2）	加权平均侵蚀模数（t/km^2 a）	侵蚀强度
枢纽工程区	枢纽区	50.98	539	轻度
	工程永久办公生活区	1.51	550	轻度
	弃渣场区	99.36	551	轻度
	料场区	28.51	832	轻度
	交通道路区	59.47	709	轻度
	施工生产生活区	4.13	752	轻度
输水工程区	输水线路区	190.90	948	轻度
	弃渣场区	92.93	730	轻度
	交通道路区	118.31	863	轻度
	施工生产生活区	12.34	1195	轻度
专项设施复建区		0.90	1917	轻度
合计		659.33	732	轻度

5.6.2 扰动后的土壤侵蚀模数预测

（1）扰动后土壤侵蚀模数确定

根据项目工程特点，结合措施中植物措施配置比例及其防护效能，通过类比工程及经验分析，确定工程水土流失的面积、各年的侵蚀模数、预测时段和流失量，并分别预

测出在自然恢复期内未治理时可能带来的土壤流失量与治理后水土流失减少量。自然恢复期侵蚀模数依据同类工程的有关监测数据确定。自然恢复期治理前、后侵蚀模数类比青山嘴水库工程水土保持监测成果，同时也结合本工程的实际情况进行确定（详见表 5.6-4）。

青山嘴水库工程实际工期是 66 个月，工程于 2007 年 2 月正式开工，2012 年 7 月完工。工程施工过程中，委托了云南省水利水电科学研究院开展了水土保持监测工作，2013 年 6 月 7 日，水利部在云南省楚雄市主持召开了云南省楚雄州青山嘴水库工程水土保持设施竣工验收会议，工程顺利通过验收。

表 5.6-3　本工程与类比工程基本情况相似性分析

项目	小石门水库工程（本工程）	青山嘴水库工程（类比工程）
地理位置	云南省楚雄州元谋县、大姚县、牟定县	云南省楚雄市
气候	项目区属亚热带高原季风气候区，每年 11 月至次年 4 月，总降水量仅为年降水量的 11%左右，区域立体气候较为明显。年均降水量 911mm，主要集中在 6 月至 8 月。	楚雄市属亚热带高原季风气候，总的气候特征是冬夏季短、春秋季长；日温差大、年温差小。全州降水量偏少，年均降水量 852mm，且主要集中在 7 月至 10 月。
土壤	紫色土、燥红土。	紫色土、水稻土、红壤土。
地形地貌	侵蚀构造地形、构造剥蚀地形和构造侵蚀堆积地形。	高原低山丘陵。
地质概况	工程区内广泛分布变质岩、沉积岩，岩浆岩零星分布。区内褶皱、断裂发育，岩浆活动频繁，褶皱一般较紧密，高角度的正、逆断层发育，褶皱形态特点是短轴与长轴、开阔与紧密的褶皱同等发育。	川滇经向构造为主体与云南“山”字型构造东翼和脊柱复合部位，无区域性主干断裂通过。
植被	常绿阔叶林、暖性针叶林、灌丛、稀树灌草丛。	针叶林和常绿阔叶林为主
水土流失分区	国家级水土流失重点治理区、省级水土流失重点治理区	省级水土流失重点治理区、重点预防区
占地	永久占地 124.96hm^2，临时占地 534.37hm^2，淹没占地 204.04hm^2。	永久占地 40.2hm^2，临时占地 43.6hm^2，淹没占地 767.40hm^2。
水土流失现状	工程区土壤侵蚀类型主要为水力侵蚀，工程区水土流失背景值为 732t/（km^2.a）。	工程区土壤侵蚀类型主要为水力侵蚀，工程区水土流失背景值为 585t/（km^2.a）。
工程区允许值	500t/（km^2.a）	500t/（km^2.a）

根据本工程与类比工程基本情况相似性分析，本工程地形地貌总体比类比工程复杂，占地面积大，水土流失现状较严重，且本工程位于金沙江干热河谷区，施工期土壤侵蚀模数在类比工程基础上考虑 1.3 的扩大系数，自然恢复期考虑 1.6 的扩大系数。

表 5.6-4　各预测分区扰动后土壤侵蚀模数表　单位：t/（km^2.a）

预测分区		施工期		自然恢复期	
		类比工程	本工程	类比工程	本工程
枢纽工程区	枢纽区	7165	9315	595	951
	工程永久办公生活区	7165	9315	595	951
	弃渣场区	9384	12199	527	843
	料场区	7383	10557	663	1060
	交通道路区	8068	10488	595	951
	施工生产生活区	5089	6616	462	739
输水工程区	输水线路区	8068	10488	595	951
	弃渣场区	9384	12199	527	843
	交通道路区	8068	10488	595	951
	施工生产生活区	5089	6616	462	739
专项设施复建区			8500		780

（2）预测方法

① 原生土壤流失量预测

原生土壤流失量预测采用土壤侵蚀模数法进行分析计算:

$$W_i = \sum_{i}^{n} (M_i \times F_i \times T_i) \qquad \text{（公式 5.6-1）}$$

式中：W_i——原地貌土壤流失量，t;

i——不同土地利用类型;

M_i——原地貌土壤侵蚀模数，t/km^2 a;

F_i——不同的地貌单元面积，km^2;

T_i——水土流失预测时段，年（a）。

因工程建设扰动地表而产生的土壤流失量的预测方法和原生土壤流失量的预测方法相同，采用土壤侵蚀模数法进行预测。

② 扰动地表土壤流失量预测

$$W = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{3} (M_{ji} \times F_{ji} \times T_{ji}) \qquad \text{（公式 5.6-2）}$$

可能新增土壤流失量按下式计算:

$$\Delta W_{新} = \sum_{i=1}^{n} \sum_{k=1}^{3} (\Delta M_{ji} \times F_{ji} \times T_{ji}) \qquad \text{（公式 5.6-3）}$$

式中：W——土壤流失量，t;

ΔW——新增土壤流失量，t;

F_{ji}——某时段某单元的预测面积，km^2;

M_{ji}——某时段某单元的土壤侵蚀模数，t/km^2 a;

ΔM_{ji}——某时段某单元的新增土壤侵蚀模数，t/km^2 a，只计正值，负值按 0 计;

T_{ji}——某时段某单元的预测时间，a;

i——预测单元，i=1、2、3、.....，n;

j——预测时段，j=1、2、3，指施工准备期、施工期和自然恢复期。

（3）土壤流失量预测

根据工程建设可能造成的水土流失区域及流失面积，分析背景侵蚀模数，确定这些地区在工程建设前的土壤流失量。工程建设开挖扰动可能产生的土壤流失量为 29.91 万 t，新增土壤流失量 26.81 万 t，工程土壤流失量详见表 5.6-5。

表 5.6-5　土壤流失量预测总表

一级分区	二级分区	预测时段	背景侵蚀模数（t/km^2 a）	水力侵蚀			背景流失量（t）	预测流失量（t）	新增流失量（t）
				扰动后侵蚀模数（t/km^2 a）	侵蚀面积（hm^2）	预测时段（a）			
枢纽工程区	枢纽区	施工期	539	9315	50.98	5.8	1593	27541	25949
		自然恢复期	539	951	0.66	3.0	11	19	8
		小计					1604	27560	25957
	工程永久办公生活区	施工期	550	9315	1.51	1.0	8	141	132
		自然恢复期	550	951	0.48	3.0	8	14	6
		小计					16	154	138
	弃渣场区	施工期	551	12199	89.83	6.0	2971	65745	62774
		自然恢复期	551	843	99.36	3.0	1643	2512	869
		表土临时堆存场	551	12000	9.53	6.0	315	6865	6549
		小计					4930	75121	70191
	料场区	施工期	832	10557	28.51	5.5	1305	16555	15250
		自然恢复期	832	1060	23.89	3.0	596	760	163
		小计					1901	17314	15413
	交通道路区	施工期	709	10488	59.47	3.0	1264	18712	17448
		自然恢复期	709	951	47.73	3.0	1015	1362	348
		小计					2279	20074	17796
	施工生产生活区	施工期	752	6616	4.13	5.0	155	1366	1211
		自然恢复期	752	739	4.13	3.0	93	92	0
		小计					248	1458	1209
	小计						10978	141682	130705
输水工程区	输水线路区	施工期	948	10488	190.90	3.6	6517	72079	65562
		自然恢复期	948	951	125.12	3.0	3560	3571	12
		表土临时堆存场	948	12000	11.36	3.6	388	4909	4521
		小计					10465	80560	70095
	弃渣场区	施工期	730	12199	80.68	4.0	2357	39366	37010
		自然恢复期	730	843	92.93	3.0	2036	2349	313
		表土临时堆存场	730	12000	12.25	4.0	358	5881	5523
		小计					4750	47596	42846
	交通道路区	施工期	863	10488	118.31	2.0	2042	24817	22775
		自然恢复期	863	951	75.26	3.0	1949	2148	199
		小计					3991	26965	22975
	施工生产生活区	施工期	1195	6616	12.34	2.0	295	1633	1338
		自然恢复期	1195	739	12.34	3.0	442	273	0
		小计					737	1906	1169
	小计						19943	157028	137085
专项设施复建区	专项设施复建区						36	382	346
	小计						36	382	346
合计							30957	299092	268135

5.7 水土流失危害预测分析

小石门水库工程建设过程中，征地范围内的地表将遭受不同程度的破坏，局部地貌发生较大的变化，如不采取水土保持措施，将产生严重的水土流失，对主体工程安全运

行、区域生态环境、下游河道、农田、水利设施以及社会环境、经济发展等产生不同程度的影响。工程建设期间可能造成的水土流失危害表现为以下几个方面:

（1）对主体工程施工建设和安全运行的影响

工程建设可能导致的水土流失与工程建设和运行的安全息息相关。工程施工产生的弃土、弃渣如不能及时有效地处理，流失的水土将进入施工现场，影响施工进度及工程建成后的安全运行。

（2）淤塞河道

工程建设过程中产生的水土流失将随地表径流进入下游河道并淤积，抬高河床，直接影响了河道的行洪能力，且土石渣的流入将直接影响下游的水质，给下游人民的生活带来一定的负面影响。

（3）对下游水利设施、农田的影响

输水工程区下游主要为耕地，灌溉沟渠呈网状分布，如果水土流失，将可能压埋耕地，淤塞灌渠，影响农耕及水利设施的功能的正常发挥。土石渣的流入还将直接影响下游水质，使下游居民的生活受到不同程度的影响。

（4）对区域生态环境的影响

由于工程施工扰动了原地貌，引起植被破坏，将产生大量的水土流失，从而带走土壤表层的营养元素，降低土壤肥力，影响农作物及林木的生长，进而对区域的生态环境造成不利的影响。

5.8 预测结论及指导性意见

5.8.1 预测结论

根据以上预测分析，小石门水库工程的水土流失主要预测结果如下：本工程建设过程中，因施工活动将扰动地表土地面积为 659.33hm^2，损毁植被面积为 533.76hm^2，工程建设产生弃渣量为 851.81 万 m^3，预测时段内可能产生的土壤流失总量 29.91 万 t，新增土壤流失总量 26.81 万 t。

施工期是水土流失最严重的时间段。其中弃渣场区、输水线路区、交通道路区是造成水土流失最为严重的区域，是采取水土保持措施的重点区域。

5.8.2 指导性意见

（1）防治措施

应针对不同区域的水土流失特点，因地制宜，因害设防，制定行之有效的防治方案，

遏制新增水土流失的发生与发展，并及时进行监测监督。本水土保持方案在主体工程防护工程基础上，完善防治措施，做到重点治理与面上治理相结合，永久工程和临时工程相结合，工程措施与植物措施相结合，治理措施与复耕利用相结合，形成完整的水土流失防治体系，在保障工程施工与生产运行顺利完成的同时，使水土流失得到有效控制，区域生态环境得到保护与改善。

（2）施工进度安排

合理安排主体工程施工进度和施工次序，土石方工程尽量避开大雨和大风日，可以有效地缩短水土流失的时段，将水土流失降到最低。

（3）水土保持监测

根据预测结果，工程施工准备期和施工期产生的土壤流失量最大，自然恢复期土壤流失量逐步减小。因此，小石门水库工程水土流失防治和监测的重点时段为主体工程施工期的每年雨季 5~10 月。

6 防治目标及总体布设

6.1 防治目标及标准

小石门水库工程项目所在地涉及楚雄州牟定县、大姚县和元谋县。根据《全国水土保持规划（2015-2030 年）》（国函〔2015〕160 号），项目区属西南岩溶区。根据水利部办公厅关于印发《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》（办水保，2013 年 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），工程所在的元谋县属于金沙江下游国家级水土流失重点治理区，牟定县和大姚县不属于国家级水土流失重点防治区；牟定县和大姚县属于云南省滇中北省级水土流失重点治理区。依据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）和《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T50434-2018）相关规定，工程水土流失防治标准按西南岩溶区一级标准执行。工程区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.a，土壤侵蚀类型以水力侵蚀为主。

（1）基本目标

①项目建设范围内的新增水土流失得到有效控制，原有水土流失得到治理;

②水土保持设施安全有效;

③水土资源、林草植被得到最大限度的保护和恢复。

（2）“六项”指标

考虑本工程和基准值的地区差异，依据《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T50434-2018）的相关规定，对基准值作如下调整:

①根据表 2.2-2 内容和《中国气候区划名称与代码气候带和气候大区》（GB/T17297-1998）的规定可知，工程区属于湿润—半湿润区。水土流失治理度、林草植被恢复率、林草覆盖率不做调整。

②工程区原地表侵蚀模数约为 732t/km^2.a，属轻度侵蚀为主的区域，土壤流失控制比不应小于 1.00。

③工程水库区海拔介于 1395.7~2381.9m 之间，输水工程区海拔介于 930.0~2757.2m 之间，地形中起伏，属于中山地貌，渣土防护率可减少 1%~3%。考虑到工程区涉及国家级、省级水土流失重点治理区，渣土防护率不减少。

④工程区属于国家级和省级水土流失重点治理区，林草覆盖率应提高 1%~2%。

表 6.1-1　小石门水库工程水土流失防治目标

六项指标	国家标准		按干旱程度修正	按土壤侵蚀强度修正	按地貌修正	按是否避让水土流失重点防治区修正	计算目标值	
	施工期	设计水平年					施工期	设计水平年
水土流失治理度（%）	-	97	-	-	-	-	-	97
土壤流失控制比	-	0.85	-	+0.15	-	-	-	1.00
渣土防护率（%）	90	92	-	-	-	-	90	92
表土保护率（%）	95	95	-	-	-	-	95	95
林草植被恢复率（%）	-	96	-	-	-	-	-	96
林草覆盖率（%）	-	21	-	-	-	+2	-	23

本方案确定工程设计水平年的目标值如下：水土流失治理度为 97%，土壤流失控制比为 1.0，渣土防护率为 92%，表土保护率为 95%，林草植被恢复率为 96%，林草覆盖率为 23%。

6.2 设计依据

（1）《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）；

（2）《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T50434-2018）；

（3）《水利水电工程水土保持技术规范》（SL575-2012）；

（4）《关于印发水利水电工程水土保持技术规范（SL575-2012）补充技术要点（试行）的通知》（水总环〔2019〕635 号）；

（5）《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T51240-2018）；

（6）《水土保持工程调查与勘测标准》（GB/T51297-2018）；

（7）《水土保持遥感监测技术规程》（SL592-2012）；

（8）《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007）；

（9）《防洪标准》（GB50201-2014）；

（10）《水利水电工程制图标准水土保持图》（SL73.6-2015）；

（11）《水土流失危险程度分级标准》（SL718-2015）；

（12）《园林绿化工程工程量计算规范》（GB50858-2013）；

（13）《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014）；

（14）《水土保持林工程设计规范》（GB/T51097-2015）；

（15）《水利部水利水电规划设计总院关于加强水利水电工程水土保持方案编制与技术审查工作的通知》（水总环〔2020〕81 号）；

（16）《水利部办公厅关于加强水利建设项目水土保持工作的通知》（办水保〔2021〕143 号）。

6.3 设计理念与原则

根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）、《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014）、《水利水电工程水土保持技术规范》（SL575-2012）及补充技术要点（水总环〔2019〕635 号），在分析工程区水土流失现状和工程建设对水土流失影响的基础上，制定出科学、经济、实用的水土流失防治措施方案。防治措施布设遵循的理念和原则如下:

6.3.1 设计理念

（1）约束和优化主体工程设计

从水土保持角度约束和优化主体设计，以主体工程设计为基础，本着事前控制的原则，从水土保持、生态、景观、地貌植被等多个方面全面评价和论述主体工程设计各个环节的合理性，提出主体工程水土保持约束性因素、设计条件及修改、优化意见和要求。

（2）节约和利用土地资源

牢固树立节约、整治和恢复利用土地的理念，充分协调工程规划、施工组织、移民专业，通过优化建筑（构）物布置、弃土弃渣综合利用、优化料场开采方式等来减少土地特别是耕地占压，并采取整治措施恢复土地生产力。

（3）保护和利用土壤资源

保护和利用土壤，特别是表土资源，是本工程水土保持设计的重点内容之一。应根据主体工程施工组织设计进行表土分布与可利用量分析，表需求与可利用量，进行表土利用规划，落实表土剥离、堆放和保护。

（4）重视生态景观恢复和重塑

水土保持设计应在保证工程安全的前体下，优先考虑采取植被或综合措施防治水土流失，力求工程生态与景观相结合，统筹考虑主体建（构）筑物的造型、色调、外围景观等，使之在微观尺度与宏观尺度上与周边环境的协调和融合。同时应注重乔灌草合理配置，多种植物相结合，多采用乡土树种。

6.3.2 布设原则

项目水土保持工程建设以防治新增水土流失为目标，保护建设、生态用地为出发点，促进经济与环境的协调发展。在遵守水土保持法律法规、水土保持技术标准以及环境保护总体要求原则的同时，针对项目特点确定措施的布设原则如下:

（1）结合工程实际和项目区水土流失现状，因地制宜，因害设防、防治结合、全

面布局、科学配置;

（2）减少对原地表和植被的破坏，合理布设施工场地，同时对弃土（石、渣）采取分类集中堆放;

（3）项目建设过程中应注重生态环境的保护，设置临时性防护措施，减少施工过程中造成的人为扰动及产生的废弃土;

（4）树立人与自然和谐相处的理念，尊重自然规律，注重与周边景观相协调;

（5）工程措施、植物措施、临时措施合理配置、统筹兼顾，形成综合的防护体系;

（6）工程措施要尽量选用当地材料，做到技术上可靠、经济上合理;

（7）植物措施要尽量选用适合当地的品种，并考虑绿化美化效果;

（8）防治措施布设要与主体工程密切配合，相互协调，形成整体。

6.3.2.1 工程措施

（1）因地制宜，因害设防

按照主体工程施工工艺和施工进度，并依据不同时期、不同地形，开发建设所产生水土流失特点及其危害，借鉴当地治理水土流失的成功经验，因地制宜，因害设防，采取有效的防治措施，防治本工程建设产生的水土流失。

（2）技术可行，经济合理

根据主体工程建设布置、地形地质、风力、降水、施工等条件，选择确定合理可行的防治工程类型及布局。

（3）维护主体，注重水保

对主体工程设计中具有水土保持功能的工程进行评价，满足水土保持要求的部分予以确认，不足部分做必要的补充设计。

（4）充分利用土地资源，保护改善生态环境，为当地经济发展服务，力求使土地复垦方案与当地土地利用总体规划相协调。

（5）通过采取相应的整治措施，使破坏的土地资源尽快恢复到占用前水平。

6.3.2.2 植物措施

（1）根据当地自然环境条件和施工情况，参考当地水土保持造林经验，以立地条件为依据，选用先进的、可行的造林技术。

（2）适地适树、适地适草、因地制宜，依据各树种的生态学和生物学特性，选择当地优良的乡土树种和草种，或多年栽培、适应性较强的树种和草种为主，提高栽植成活率，以获得稳定的林分环境、改善立地质量为目标，恢复林草植被，控制水土流失。

（3）造林密度的确定应以造林目的、树种特性、立地条件等为依据，按照《水土保持综合治理技术规范》标准确定主要造林树种的初植密度。

（4）植物措施和工程措施相结合，兼顾防护和绿化美化的要求，同时考虑生态效益和景观效益，充分发挥各种立地条件的土地生产力，以获得最大的水土保持效益，改善项目建设区的生态环境。

6.3.2.3 临时措施

（1）防治措施要有针对性

临时措施应根据防护工程区的水土流失类型、地形地貌等提出具有针对性的临时防治措施。

（2）实施方便，经济合理

在能达到同样防护效果的前提下，选择取材方便、布设简单，技术成熟且经济合理的防治措施。

6.4 设计深度及设计水平年

6.4.1 设计深度

根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）关于项目水土保持方案编制深度的规定，报告书编制深度与主体工程相一致。云南省楚雄州小石门水库工程处于可行性研究阶段，因此本方案设计深度确定为可行性研究深度。

6.4.2 设计水平年

云南省楚雄州小石门水库工程属建设类项目，水土流失的产生主要集中在施工期间，工程计划于第 1 年 7 月初开工，第 7 年 6 月底完工。因此，确定本工程的水土保持方案设计水平年为施工后的第 8 年。

6.5 总体布局及分区防治措施体系

6.5.1 水土保持措施体系

水土保持措施应根据水土流失预测结果，结合各分区水土流失类型、特点和完工后的土地利用意向，确定水土流失防治体系。防治措施总体布局应按照系统工程原理，处理好局部与整体、单项与综合、眼前与长远的关系，争取以投资省、效益好、可操作性强的水土流失防治措施，有效地控制水土流失防治责任范围内的水土流失。针对各防治分区所处位置、地形地貌、自然条件、施工工艺及水土流失产生特点，结合主体工程具有水土保持功能工程，采取有效的工程措施、植物措施、临时防护措施，进行全面防护，

以形成完整、科学的水土流失防护体系，达到良好的防治效果。

根据不同的施工区域特点，建立分区防治措施体系：在对弃渣场、隧洞出口等“点”状区域，以拦挡、排水措施为先导，土地整治和植物措施相结合，通过建立综合的防治措施体系使堆渣场的水土流失得到有效控制；在道路等“线”状区域，应以工程措施为主，植物措施为辅，使施工道路沿线的水土流失得到有效控制；在整个施工作业“面”上，应以土地整治工程和植物措施相结合，合理利用土地资源，改善施工场地区生态环境。

做到重点治理与面上治理相结合，永久工程和临时工程相结合，工程措施与植物措施相结合，治理措施与复耕利用相结合，统筹布局各类水保措施，形成完整的水土流失防治体系。为有效保护和利用工程区现有植被，工程施工时尽量少占用林地，对占用林地中可利用的植株，提倡移栽处理。在防治措施具体配置中，充分发挥工程措施速效性和控制性，同时也要发挥植物措施的长效性和生态效应。

6.5.2 水土流失防治措施总体布局

根据小石门水库工程的水土流失预测结果和划定的防治责任范围，以及水土流失防治分区和防治内容，确定不同的防治区采用不同的防治措施及布局，形成本方案的水土流失防治措施体系。在不同类型的防治措施布局中，突出针对性，以达到防护效果为前提，按照“三同时”的原则，采取综合措施（工程措施、植物措施、临时措施、农业措施、管理措施等），合理布局，有效防治因工程建设所产生的水土流失，使本工程造成的水土流失得到集中和全面的治理。在发挥工程措施控制性和速效性特点的同时，充分发挥植物措施的长效性和景观效果，形成工程措施和植物措施结合互补的防治形式，把工程建设与水土流失治理、改善工程区域的生态环境结合起来，达到主体工程建设顺利进行、水库建成后安全运营、周边生态环境明显改善的目的。

本方案以枢纽工程区、输水工程区、专项设施复建区作为水土流失防治一级分区；根据各分区实际情况划分为枢纽区、输水线路区、工程永久办公生活区、弃渣场区、料场区、交通道路区、施工生产生活区、水库淹没区、专项设施复建区等二级防治分区。本工程以二级分区进行水土流失防治措施布设。名称相同的水土流失防治二级分区，水土流失特点类似的分区就一并介绍，措施布局有不同的分区单独说明。

（1）枢纽区

枢纽区包括大坝、溢洪道、导流泄洪隧洞、输水放空洞、泵站及电站，其水土流失主要在施工期产生，主要为基础开挖面以及工程建设过程中散落废弃的建筑材料、土石渣料等因受洪水和雨水的冲刷产生水土流失。

主体设计已经考虑对各开挖边坡采用喷锚支护，对大坝下游边坡布设岸坡排水沟，对由坝肩、溢洪道、导流泄洪隧洞、泵站和电站开挖边坡上方布设边坡截水沟，对溢洪道和导流泄洪隧洞的引渠段、控制段及泄洪洞竖井采开挖边坡顶层采取网格植生袋护坡，对鱼类增殖站进行了景观绿化设计；主体工程布设的这些措施可满足工程安全运行和排水要求，出于绿化美化的考虑，本方案考虑在喷混凝土护坡区域增加喷播植草，在马道及开挖边坡下侧（排水沟）布设载土槽，对开挖边坡施工影响区进行植被恢复。施工前，对区域可利用的表土进行收集，表土运至碗厂 1#弃渣场上游规划的表土堆场集中保护，临时堆放期间做好防护措施，后期表土回复用于绿化覆土；施工中存在开挖边坡和土石方堆积，需要布设临时排水沟和编织袋装土临时拦挡。

（2）输水线路区

输水线路区包括压力管道、隧洞、倒虹吸等输水建筑物。按施工开挖扰动形式，分隧洞段、埋管段、施工作业带、明管段及施工迹地。施工前收集表土，并沿线分段集中堆放，施工期间布设临时苫盖和编织袋装土临时拦挡，后期表土回覆用于复耕和绿化覆土。施工后期对隧洞段洞脸进行绿化，对埋管段、施工作业带、明管段及施工迹地进行土地整治，占用耕地区域实施复耕（主体已设计），其他区域采取植被恢复。

（3）工程永久办公生活区

施工前，对区域可利用的表土进行收集，表土运至碗厂 1#弃渣场上游规划的表土堆场集中保护，临时堆放期间做好防护措施，后期表土回覆用于绿化覆土；施工过程中对场地和临时堆料布设临时排水沟和编织袋装土临时拦挡，施工结束后进行景观绿化。

（4）料场区

料场区包括土料场和石料场。施工前对区域可利用的无用层剥离料进行收集，表土运至碗厂 1#弃渣场或白土坡 1#弃渣场上游规划的表土堆场集中保护，临时堆放期间做好防护措施，后期表土回覆用于复耕和绿化覆土；在料场区上游坡面布设排水沟，并在排水沟顺接下游天然沟道处设置沉沙池。料场开采期间，为防治开采料滚坡，布设编织袋装土临时拦挡，同时对开挖形成的临时松散坡面和开采临时堆料，进行临时苫盖。主体设计石料场开挖边坡采用喷混凝土护坡，本方案新增喷播植草，同时在马道布设载土槽。施工结束后对石料场终了开采平台进行土地整治，实施植被恢复；对土料场采空区进行土地整治，占用耕地区域实施复耕（主体已设计），其他区域采取植被恢复。

（5）弃渣场区

工程施工开挖弃渣必须运往弃渣场进行堆放，根据堆渣地形、堆渣量、堆渣方式对

弃渣场采取防护措施。

堆渣前，对弃渣场进行表土剥离，临时堆存于弃渣场上游规划的表土堆场，并采取临时排水沟、编织袋装土临时拦挡和临时绿化，后期表土回覆用于复耕和绿化覆土；在渣场低处布设拦渣工程，针对渣场汇水情况合理布设排水设施，包括渣场周边的截、排水沟，排水出口处的消力池，渣场底部排水盲沟，若渣场上游来水量较大时可在渣场尾部布设挡水墙；堆渣结束后，根据边坡防护要求，对部分弃渣场设计网格植草护坡，同时根据原土地利用类型、地形和立地条件情况，进行土地整治，堆渣平台占用耕地区域实施复耕（主体已设计），其他区域采取植被恢复。

（6）交通道路区

交通道路包括永久道路、临时道路。施工前，对区域可利用的表土进行收集，分段集中堆存于就近弃渣场上游规划的表土堆场，临时堆放期间做好防护措施，后期表土回覆用于复耕和绿化覆土；主体已设计道路排水沟措施，本方案在排水沟出口布设沉沙池措施，对永久道路种植行道树，对道路边坡设计喷播植草、网格植草护坡、网格植生袋护坡措施，施工期间在回填边坡坡脚布设竹栅围栏拦挡措施，防止顺坡溜渣；针对临时道路，设计临时排水沟措施，对边坡采取临时绿化，在回填边坡坡脚布设竹栅围栏拦挡措施，施工结束后根据其原土地利用类型，进行土地整治，占用耕地区域实施复耕（主体已设计），其他区域采取植被恢复。

（7）施工生产生活区

施工前，对区域可利用的表土进行收集，集中堆存于就近弃渣场上游规划的表土堆场，临时堆放期间做好防护措施，后期表土回覆用于复耕和绿化覆土；施工期间做好施工场地临时排水沟措施；施工结束后，根据原土地利用类型和立地条件，进行土地整治，占用耕地区域实施复耕（主体已设计），其他区域采取植被恢复。

（8）专项设施复建区

本区主要为电力设施和通讯设施复建，施工前对施工场地进行表土剥离，集中堆放并对表土采取编织袋装土临时拦挡和临时苫盖，后期表土回覆用于绿化覆土。施工过程中对施工场地设计临时排水沟，对施工材料进行临时苫盖，施工结束后对施工迹地进行土地整治，实施植被恢复。

（9）水库淹没区

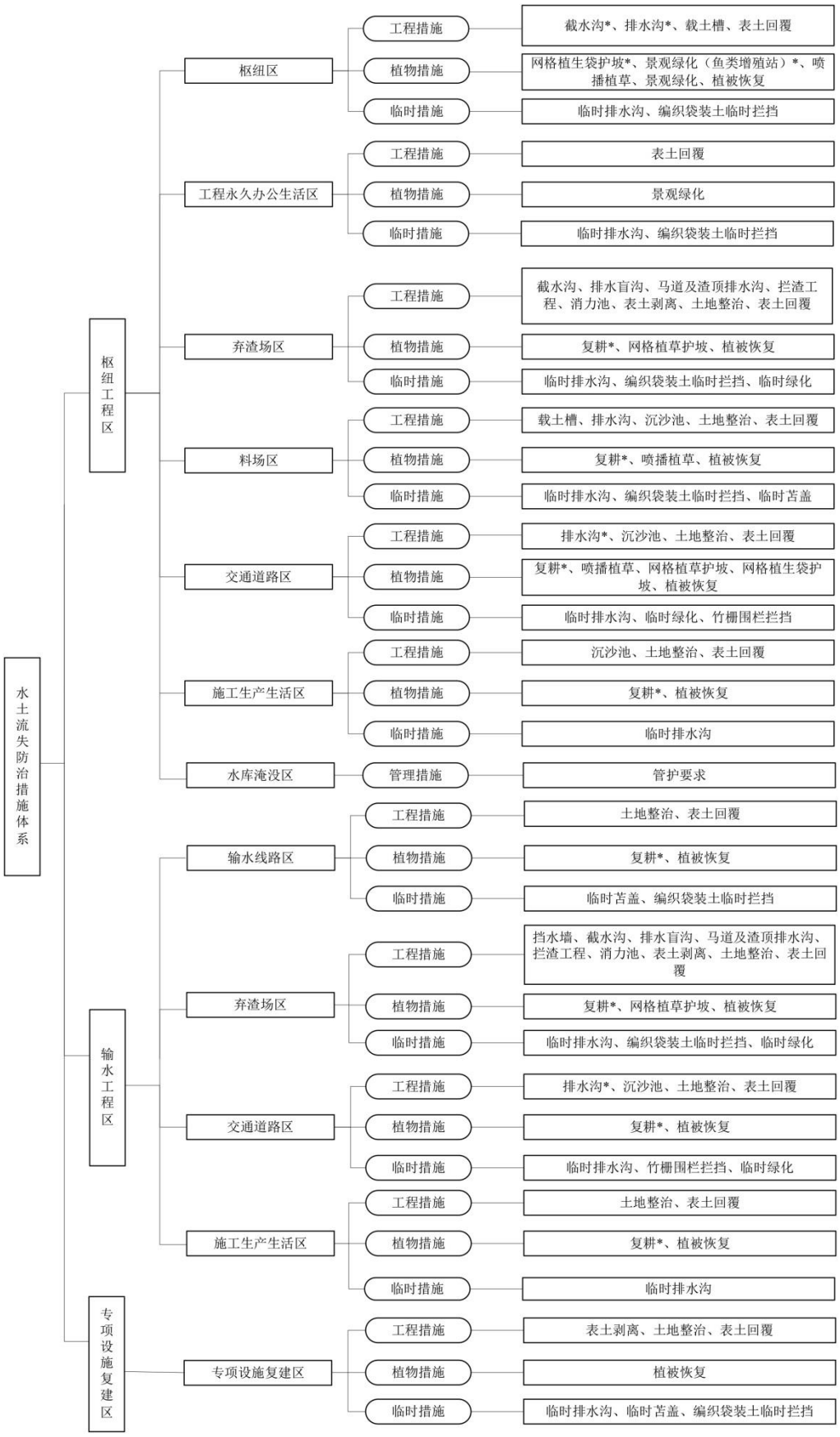
工程施工过程中，工程对水库淹没区基本无水土流失影响；工程建成后，淹没区为水面覆盖，上游流失的土壤沉积到库内，基本上是不流失的，所以该区主要是注重后期

的库区管理，进行封山育林，严禁滥砍滥伐和滥挖滥采，特别要加强水库汇水区的植被保护，不再进行具体的治理措施设计。

本工程水土流失防治措施体系详见表 6.5-1 和图 6.5-1:

表 6.5-1　工程水土流失防治措施体系表

一级防治分区	二级防治分区	措施类型	防治措施	备注
枢纽工程区	枢纽区	工程措施	截水沟、排水沟	主体已设计
			载土槽、表土回覆	方案新增
		植物措施	网格植生袋护坡、鱼类增殖站景观绿化	主体已设计
			喷播植草、景观绿化、植被恢复	方案新增
		临时措施	临时排水沟、编织袋装土临时拦挡	方案新增
	工程永久办公生活区	工程措施	表土回覆	方案新增
		植物措施	景观绿化	方案新增
		临时措施	临时排水沟、编织袋装土临时拦挡	方案新增
	弃渣场区	工程措施	截水沟、排水盲沟、马道及渣顶排水沟、拦渣工程、消力池、表土剥离、土地整治、表土回覆	方案新增
		植物措施	复耕	主体已设计
			网格植草护坡、植被恢复	方案新增
		临时措施	临时排水沟、编织袋装土临时拦挡、临时绿化	方案新增
	料场区	工程措施	载土槽、排水沟、沉沙池、土地整治、表土回覆	方案新增
		植物措施	复耕	主体已设计
			喷播植草、植被恢复	方案新增
		临时措施	临时排水沟、竹栅围栏拦挡、临时苫盖	方案新增
	交通道路区	工程措施	排水沟	主体已设计
			沉沙池、土地整治、表土回覆	方案新增
		植物措施	复耕	主体已设计
			喷播植草、网格植草护坡、网格植生袋护坡、植被恢复	方案新增
		临时措施	临时排水沟、临时绿化、竹栅围栏拦挡	方案新增
	施工生产生活区	工程措施	沉沙池、土地整治、表土回覆	方案新增
		植物措施	复耕	主体已设计
			植被恢复	方案新增
		临时措施	临时排水沟	方案新增
	水库淹没区	管理措施	管护要求	方案新增
输水工程区	输水线路区	工程措施	土地整治、表土回覆	方案新增
		植物措施	复耕	主体已设计
			植被恢复	方案新增
		临时措施	临时苫盖、编织袋装土临时拦挡	方案新增
	弃渣场区	工程措施	挡水墙、截水沟、排水盲沟、马道及渣顶排水沟、拦渣工程、消力池、表土剥离、土地整治、表土回覆	方案新增
		植物措施	复耕	主体已设计
			网格植草护坡、植被恢复	方案新增
		临时措施	临时排水沟、编织袋装土临时拦挡、临时绿化	方案新增
	交通道路区	工程措施	排水沟	主体已设计
			沉沙池、土地整治、表土回覆	方案新增
		植物措施	复耕	主体已设计
			植被恢复	方案新增
		临时措施	临时排水沟、竹栅围栏拦挡、临时绿化	方案新增
	施工生产生活区	工程措施	土地整治、表土回覆	方案新增
		植物措施	复耕	主体已设计
			植被恢复	方案新增
		临时措施	临时排水沟	方案新增
专项设施复建区	专项设施复建区	工程措施	表土剥离、土地整治、表土回覆	方案新增
		植物措施	植被恢复	方案新增
		临时措施	临时排水沟、临时苫盖、编织袋装土临时拦挡	方案新增



注：图中标注“*”的措施为主体工程计列措施。

图 6.5-1　工程水土流失防治措施体系图

7 弃渣场设计

7.1 弃渣场来源及流向

根据主体工程土石方平衡设计，本工程弃渣总量 851.81 万 m^3，折合松方 1178.44 万 m^3（松方系数 1.38）。其中枢纽工程区弃渣量为 829.98 万 m^3（松方），主要为大坝、溢洪道、输水隧洞、导流泄洪隧洞、电站、泵站及提水管、料场、交通道路等工程产生的弃渣，分别堆放至碗厂 1#弃渣场、2#弃渣场、白土坡 1#弃渣场、白土坡 2#弃渣场和白土坡 3#弃渣场；输水工程区弃渣量为万 348.46m^3（松方），主要为总干线、东干线及支管、北干线及支管、交通道路等工程产生的弃渣，分别堆放至总干线、东干线及支管、北干线及支管沿线布置的 25 处弃渣场。详细的弃渣来源及流向详见表 7.1-1。

表 7.1-1　工程弃渣来源及流向统计表

序号	弃渣来源（弃渣量单位：m^3）																			土石比	弃渣流向
	枢纽工程区									输水工程区							合计（自然方）	合计（松方）	弃渣场来源说明		弃渣场名称
	枢纽区					料场区	交通道路区		小计	输水线路区				交通道路区		小计					
	大坝	溢洪道	导流泄洪隧洞	泵站和电站	大坝围堰	石料场	永久公路	临时道路		总干线	东干线及支管	北干线及支管	泵站提水管	永久公路	临时道路						
1	1036811		262492	52899	8365		402063	1483737	3246367				12562			12562	3258929	4595089	大坝、导流泄洪隧洞、电站、泵站及提水管、大坝围堰及施工道路等开挖弃渣	2：8	碗厂 1#弃渣场
2							63177	310866	374043	18232						18232	392275	560954	上村隧洞进口控制段及施工道路弃渣	1：9	碗厂 2#弃渣场
3		231396				416092			647488								647488	912959	溢洪道开挖弃渣、石料场无用层剥离料	2：8	白土坡 1#弃渣场
4						761000			761000								761000	1073010	石料场无用层剥离料	2：8	白土坡 2#弃渣场
5						688987		132113	821100								821100	1157751	石料场无用层剥离料、施工道路弃渣、	2：8	白土坡 3#弃渣场
6										43799					30228	74027	74027	105858	上村 1#支洞、支洞控制段及施工道路弃渣	1：9	老纳上村弃渣场
7										40544				14520		55064	55064	78742	上村 2#支洞、支洞控制段及施工道路弃渣	1：9	海田村弃渣场
8										74809					34056	108865	108865	153500	上村 3#支洞、支洞控制段、勐岗河倒虹吸及施工道路弃渣	2：8	水桥村 1#弃渣场
9										20485				29700		50185	50185	70760	上村隧洞出口控制段、勐岗河倒虹吸及施工道路弃渣	2：8	水桥村 2#弃渣场
10										93949					19338	113287	113287	155204	大坝箐隧洞、总干线（Z13+901~Z14+840）及沿线施工道路弃渣	4：6	大坝箐弃渣场
11										35767						35767	35767	49001	东干线 D0+000~D2+033 段及沿线施工道路弃渣	4：6	洒芷 1#弃渣场
12											108261	37779			37550	183590	183590	244175	总干线 Z14+840~Z16+248 段、东干线 D0+000~D2+033 段、北干线 N0+000~N0+900 段及沿线施工道路弃渣	6：4	洒芷 2#弃渣场
13											38645				6996	45641	45641	60703	猛林沟隧洞、东干线 D2+033~D4+216 段及沿线施工道路弃渣	6：4	长山梁子弃渣场
14											92547				60759	153306	153306	203897	东 1#、东 3-1#、东 4-1#、东 4-2#支管及沿线施工道路弃渣	6：4	大沙箐弃渣场
15												112087			30520	142607	142607	185390	北干线 B0+900~B3+700 段及沿线施工道路弃渣	8：2	平场山弃渣场
16												65320		5673	14447	85440	85440	111071	北干线 B3+700~B5+300 段及沿线施工道路弃渣	7：3	桂花坡弃渣场
17												34981			25680	60661	60661	78859	北干线 B5+300~B6+304 段及沿线施工道路弃渣	8：2	二台坡弃渣场
18												115702		19487	17965	153154	153154	199100	北干线 B6+304~B9+000 段及沿线施工道路弃渣	7：3	四房箐弃渣场
19												79119		5864	1955	86937	86937	113019	北干线 B9+000~B11+185 段、北 6#支管及沿线施工道路弃渣	8：2	弯腰树弃渣场
20												159607			42640	202247	202247	262921	北干线 B11+185~B15+081 段、北 8#支管及沿线施工道路弃渣	7：3	大石箐弃渣场
21												43884				43884	43884	57049	北干线 B15+081~B16+142 段及沿线施工道路弃渣	8：2	白台子弃渣场
22												186378		24600	11480	222458	222458	289196	北干线 B16+142~B22+531 段、北 10#支管及沿线施工道路弃渣	8：2	牛角箐弃渣场
23												49399			3120	52519	52519	68274	北干线 B22+531~B24+770 段及沿线施工道路弃渣	8：2	塘郭弃渣场
24												51706		23120		74826	74826	97274	北干线 B24+770~B27+700 段及沿线施工道路弃渣	8：2	老洼箐弃渣场
25												85403		17704	46312	149419	149419	194244	北干线 B27+700~B28+307 段及沿线施工道路弃渣	7：3	多竹箐弃渣场
26												66774			46280	113054	113054	146970	北干线 B31+100~B33+500 段、北 14#支管及沿线施工道路弃渣	8：2	小多乐弃渣场
27												181421				181421	181421	235847	北干线 B33+500~B42+569 段及沿线施工道路弃渣	8：3	大雷宰 1#弃渣场
28												95501			13762	109263	109263	142041	北 15#、16#、17#、18#、19#支管及沿线施工道路弃渣	7：3	大雷宰 2#弃渣场
29												46023			30510	76533	76533	99492	北 9#-1、11#支管及沿线施工道路弃渣	8：2	班者糯弃渣场
30												41758			21360	63118	63118	82053	北 9#-2 支管及沿线施工道路弃渣	7：3	大石房弃渣场
合计	1036811	231396	262492	52899	8365	1866079	465240	1926715	5849998	327586	239453	1452841	12562	140667	494958	2668067	8518065	11784405			

7.2 弃渣场选址与类型

7.2.1 弃渣场选址原则

弃渣场选址原则主要满足下列要求:

（1）弃渣场选址应在主体工程施工组织设计土石方平衡基础上，综合运输条件、运距、占地、弃渣防护及后期恢复利用等因素确定。

（2）弃渣场选址严禁在对公共设施、基础设施、工业企业、居民点、人民群众生命财产安全及行洪安全有重大影响的区域布设弃渣场。弃渣场不应影响河流、河谷的行洪安全；弃渣场不应影响水库大坝、水利工程取用水建筑物、泄水建筑物、灌（排）干渠（沟）功能，不应影响工矿企业、居民区、交通干线或其他重要基础设施的安全。

（3)弃渣场应避开滑坡体等不良地质条件地段,不宜在泥石流易发区设置弃渣场;确需设置的，应采取必要防治措施确保弃渣场稳定安全。

（4）弃渣场不宜设置在汇水面积和流量大、沟谷纵坡段、出口不易拦截的沟道;对弃渣场选址进行论证后，确需在此类沟道弃渣的，应采取安全有效的防护措施。

（5）不宜在河道、湖泊管理范围内设置弃渣场，确需设置的应符合河道管理和防洪行洪的要求，并采取措施保障行洪安全，减少由此可能产生的不利影响。

（6）弃渣场选址应遵循“少占压耕地，少损坏水土保持设施”的原则。山区、丘陵区弃渣场宜选择在工程地质和水文地质条件相对简单，地形相对平缓的沟谷、凹地、坡台地、阶地等。

（7）应与主体工程设计相协调、同步进行，在满足水土保持要求同时，做到技术经济合理;

（8）应根据弃渣场容量、占地类型与面积、弃渣运距及道路建设、弃渣组成及排放方式、防护整治工程量及弃渣场后期利用等情况，经综合分析后进行弃渣场选址。

（9）宜靠近主体工程布置，并充分利用地形、因地制宜，具备条件的可与施工场地布置相结合。

（10）弃渣场选址应避开基本农田、公益林、自然保护区、水源保护区、风景名胜区、生态红线等环境敏感区域。

7.2.2 弃渣场选址比选

本方案主要对 3 级弃渣场选址、堆置方式及水土流失防治措施布设进行方案比选。具体比选方案分大坝左岸石料场无用层剥离料、道路弃渣堆放位置比选和右岸枢纽区、

道路弃渣堆放方式及水土流失防治措施布设比选。

（1）弃渣场选址比选

由于库区两岸陡峭，冲沟小，底坡大，河床较窄，库区内不具备布置弃渣场条件。根据施工组织设计章节，在大坝与上游围堰之间考虑回填 18.23 万 m^3 弃渣。由水工等相关专业对溢洪道、泄洪隧洞、提水泵站和坝后消能电站的布置方案进行了比选论证，本阶段推荐水工建筑物集中布置于坝下，坝下基本无堆渣条件。考虑到设计深度原因，下阶段若工程布置、土石方发生较大变化，应进一步论证分析坝下堆渣的可行性。由于大坝右岸碗厂 1#弃渣场选址受地形地貌及周边环境敏感因素限制，本次主要针对左岸石料场无用层剥离料、道路弃渣堆放位置进行比选。比选方案分方案一（白土坡 1#、2#、3#弃渣场）和方案二（河尾 1#、2#），具体详见图 7.2-1。本方案主要从选址、上游汇水面积、交通条件、占地、堆渣设计、投资等方面进行综合分析，比选结果详见表 7.2-1。

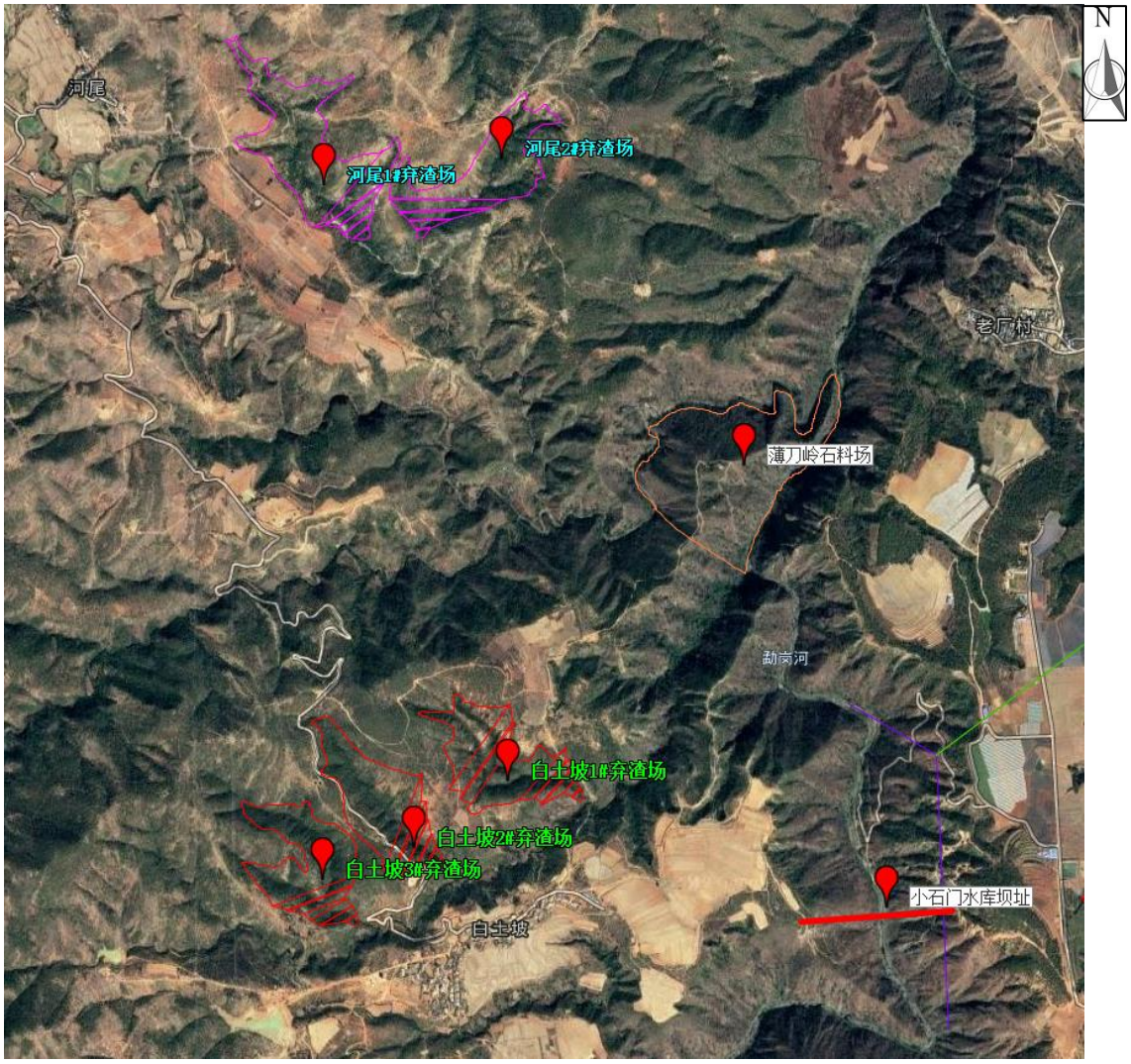


图 7.2-1　大坝左岸弃渣场比选方案位置示意图

表 7.2-1　大坝左岸弃渣场选址方案水土保持指标比较表

项目（指标）		方案一（推荐）				方案二（比较）			比较结果
		白土坡 1#	白土坡 2#	白土坡 3#	小计	河尾 1#	河尾 2#	小计	
选址分析		无制约性因素				无制约性因素			均不存在水土保持制约性因素
弃渣场地质评价		渣场范围内整体地质条件较好，无不良物理地质现象发育，整体稳定性较好，场地适宜性为适宜。				渣场范围内整体地质条件较好，无不良物理地质现象发育，整体稳定性较好，场地适宜性为适宜。			指标相当
上游汇水面积（km^2）		0.256	0.25	0.294	/	0.623	0.276	/	指标相当
交通运输条件	交通道路	现有乡村公路，适当拓宽即可				需新建运渣道路，存在连续的上、下陡坡，跨越一处河流			方案一优
	平均运距(km)	3.5	3.8	4.5	4.0	5.8	5.7	5.7	方案一优
占地	弃渣场占地（hm^2）	13.25	13.62	14.59	47.51	19.43	13.51	51.04	方案一略优
	运渣道路占地（hm^2）	6.05				18.10			
	占地类型	以林地为主				以林地为主			
堆渣设计	容量（万 m^3）	106.14	114.97	129.63	350.74	210.48	148.81	359.29	均满足要求
	设计堆渣量（万 m^3）	91.30	107.30	115.78	314.37	188.62	125.75	314.37	均满足要求
	堆渣高程（m）	1686~1766	1710~1774	1724~1774	/	1710~1770	1710~1765	/	方案二略优
	堆渣最大高度（m）	80	64	50	/	60	55	/	方案二略优
弃渣场级别		3	3	3	/	3	3	/	指标相当
弃渣场类型		沟道型	沟道型	沟道型	/	沟道型	沟道型	/	指标相当
投资	征地补偿费(万元）	260.41			3937.00	279.75		4770.77	方案一优
	弃渣增运距造价（万元）	414.48	545.60	735.87		1644.19	1065.68		
	防护措施费（万元）	653.95	689.45	637.24		943.80	837.35		
总体结论		从水土保持角度分析，方案一和方案二选址均不存在水土保持制约性因素。方案一的交通运输条件和投资两个指标优势较大，其他指标两个方案相当，**推荐方案一**。							

从水土保持角度分析，方案一和方案二选址均不存在水土保持制约性因素。方案一和方案二在渣场地质条件、上游汇水面积、占地情况、堆渣设计等指标方面无明显的优劣势；方案二需新建运渣道路，运距增加 1.7km，且运输条件较差，增加了弃渣运输造价，方案一在交通运输条件及投资两个指标具有明显的优势。经综合分析，推荐弃渣场选址方案一（白土坡 1#、2#、3#弃渣场）。

2）弃渣堆置方式及水土流失防治措施布设比选

碗厂 1#弃渣场设计堆渣量 459.51 万 m^3（松方），堆渣量、渣场占地、堆渣最大高度均比较大，水土流失防治措施工程量大、投资高。针对这些情况，本方案对碗厂 1#弃渣场的弃渣堆置方式及水土流失防治措施布设进行比选。比选方案分方案一（拦渣坝坝址高程 1666m，堆渣坡比 1:4）、方案二（拦渣坝坝址高程 1674m，堆渣坡比 1:3，占用上游坝塘）、方案三（拦渣坝坝址高程 1674m，堆渣坡比 1:3，不占用上游坝塘），具体详见图 7.2-2。本方案主要从选地质条件、周边环境敏感性、弃渣场边坡及整体稳定、拦渣坝稳定、占地、堆置方式、水土流失防治措施及投资等方面进行综合分析，比选结果详见表 7.2-2。

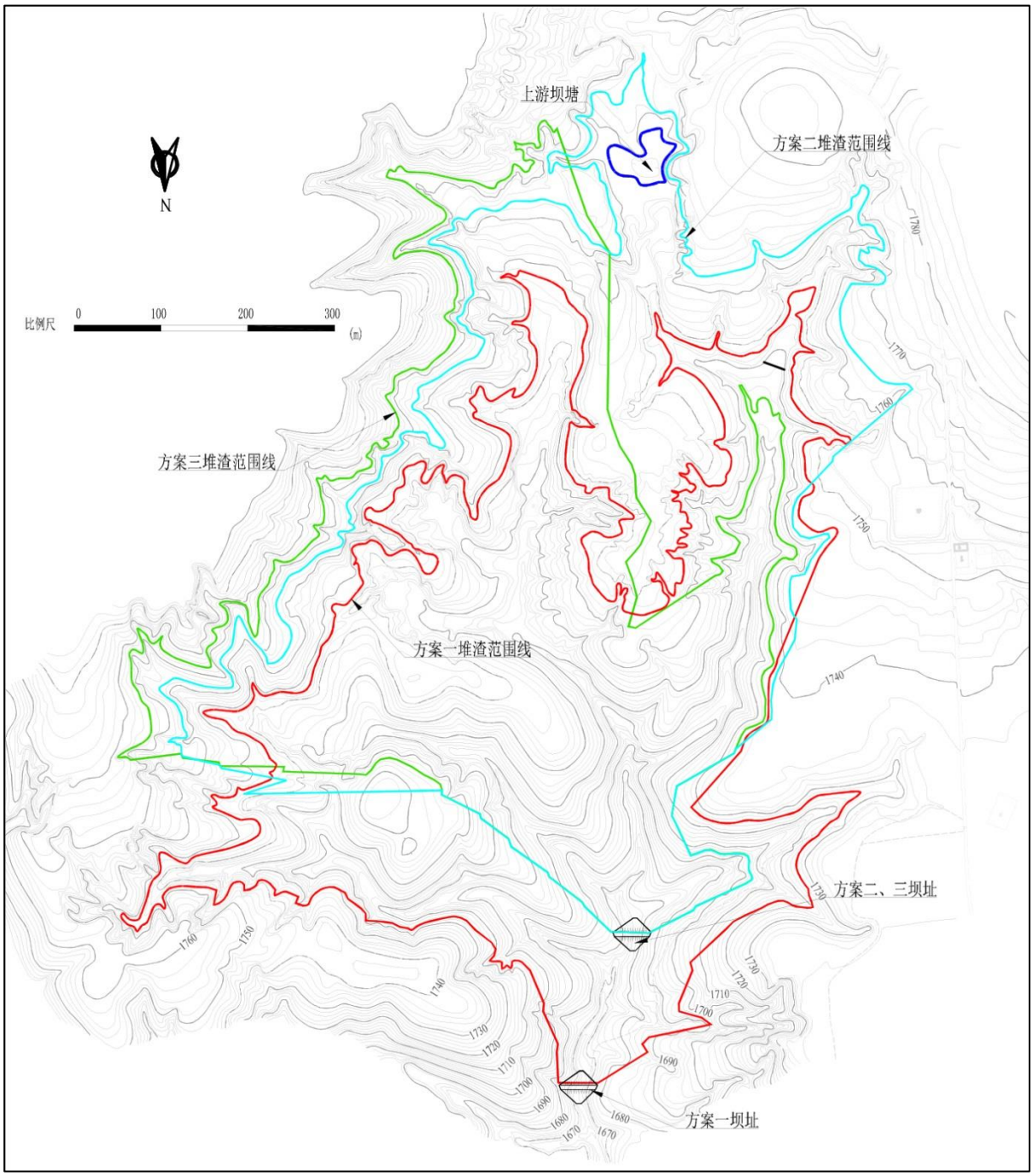


图 7.2-2　碗厂 1#弃渣场堆置比选方案布置图

表 7.2-2　碗厂 1#弃渣场堆置方式及防治措施比较表

项目（指标）		方案一（推荐）	方案二（比较）	方案三（比较）	比较结果
弃渣场地质评价		渣场范围内整体地质条件较好，多基岩出露，覆盖层较薄，无不良物理地质现象发育，整体稳定性较好，场地适宜性为较适宜。	渣场范围内整体地质条件较好，多基岩出露，中上游覆盖层较厚，坡度较陡，无不良物理地质现象发育，整体稳定性较好，场地适宜性为较适宜。	渣场范围内整体地质条件较好，多基岩出露，中上游覆盖层较厚，坡度较陡，无不良物理地质现象发育，整体稳定性较好，场地适宜性为较适宜。	方案一略优
周边环境敏感性分析		避开了左岸基本农田，不影响上游坝塘的使用功能。	避开了左岸基本农田，占用了上游 1 处坝塘，功能为农业灌溉。	避开了左岸基本农田，不影响上游坝塘的使用功能。	方案一、三优
弃渣场边坡、整体稳定分析		堆渣边坡、整体稳定安全系数在各种工况下均达到规范要求。	整体稳定达到规范要求，非常运用工况下需清除弃渣场地表第四系土层、碎石、砂质粘土，同时需分区堆置设计。	整体稳定达到规范要求，非常运用工况下需清除弃渣场地表第四系土层、碎石、砂质粘土，同时需分区堆置设计。	方案一优
拦渣坝稳定分析		拦渣坝稳定安全系数在各种工况下均达到规范要求	拦渣坝稳定安全系数在各种工况下均达到规范要求	拦渣坝稳定安全系数在各种工况下均达到规范要求	指标相当
弃渣场占地（hm^2）		50.21	53.05	44.70	方案三优
堆置方式	容量（万 m^3）	521.86	518.44	507.56	方案一优
	设计堆渣量（万 m^3）	459.51	459.51	459.51	
	堆渣高程（m）	1666~1746	1674~1764	1674~1774	
	堆渣最大高度（m）	80	90	100	
	台阶高度（m）	10	10	10	
	堆渣坡比	1:4	1:3	1:3	
防治措施	拦渣坝长度（m）	49	47	47	方案三略优
	截水沟（m）	6115	4782	4510	
	排水盲沟（m）	2361	3088	2410	
	马道及渣顶排水沟（m）	3377	5230	4654	
	消力池（口）	1	1	1	
	表土剥离（m^3）	55677	58826	52371	
	土地整治（m^3）	55677	58826	52371	
	网格植草护坡（hm^2）	4.46	5.92	6.28	
	植被恢复（hm^2）	21.01	22.20	19.76	
	临时拦挡（m）	38	38	30	
	临时绿化（hm^2）	5.16	5.16	4.85	
	临时排水（m）	1893	1893	1781	
投资		2867.24	3033.93	2781.45	方案三略优
总体结论		方案一在地质条件、周边敏感性、渣场边坡及整体稳定、堆置方式等指标上有一定的优势；方案二相比方案一和方案三无优势；方案三在周边敏感性、渣场占地、防治措施布置、投资等方面有优势，但优势不明显。考虑堆置方式及弃渣场边坡、整体稳定分析结果，**推荐方案一**。			

从水土保持角度分析，方案一在地质条件、周边敏感性、渣场边坡及整体稳定、堆置方式等指标上有一定的优势，同时考虑渣场堆渣结束后平台复耕，方案一填平箐沟后与左侧的农田高程基本处于同一水平，便于耕作；方案二相比方案一和方案三无优势；方案三在周边敏感性、渣场占地、防治措施布置、投资等方面有优势，方案三比方案一占地面积小 5.51hm^2，减小幅度为 10.97%；方案三比方案一投资小 85.79 万元，减小幅度为 2.99%。考虑堆置方式及弃渣场边坡、整体稳定分析结果等指标，推荐方案一（拦渣坝坝址高程 1666m，堆渣坡比 1:4）。

7.2.3 弃渣场选址合理性分析

根据主体工程土石方平衡设计，工程共产生弃渣 851.81 万 m^3（自然方），共布置 30 个弃渣场，其中枢纽工程区布置 5 个，输水工程区布置 25 个（其中总干线 5 个，东干线 4 个，北干线 16 个）。按弃渣场类型划分，30 个弃渣场为沟道型弃渣场；按弃渣场级别划分，4 个弃渣场属于 3 级弃渣场，26 个弃渣场属于 4 级弃渣场。弃渣场选址主要从交通、占地、容量、敏感目标及危害程度、安全性、地质、工程防护技术和经济合理性等角度分析。

（1）交通条件

枢纽工程区对外交通较为便利，相应的弃渣场运渣道路部分利用现有道路，其他可利用主体工程场内交通道路，便可满足弃渣运输要求，弃渣综合运距 3.5 ~ 6.5km。由于勐岗河河谷切割，两岸坡陡，枢纽区弃渣场均布置于河谷两岸缓坡地带，大坝厂区和石料场产生的弃渣运输存在重车上坡的情况。总体来说，枢纽工程区基本无需专门修建运渣道路，交通交通条件较为便利。

输水工程区弃渣场尽量选择输水线路沿线已有道路直达或修建较少道路的场址，输水工程区现有道路较少，局部需新建运渣道路，基本能满足运渣要求，弃渣综合运距 0.2 ~ 7.0km。

（2）弃渣场占地

在弃渣场选址阶段，收集基本农田、公益林、生态红线等环境敏感区资料，与工程选址、线路叠合，及时避让了上述区域。各弃渣场占地类型主要为耕地和林地，选址遵循了“少占压耕地”的原则。由于枢纽工程区弃渣量较大，输水线路较长，涉及范围较广，不可避免的占用了一部分耕地和植被良好的林地，但通过后期的复垦和植被恢复可恢复原用地类型，不会造成太大影响。

（3）弃渣场容量及堆渣量分析

枢纽工程区 5 处弃渣场总容量 940.76 万 m^3，最终弃渣量 829.98 万 m^3（松方），各渣场均能满足堆渣要求，并有一定富裕量，渣料主要以片麻岩、砂卵砾石为主。输水工程区 25 处弃渣场总容量 427.77 万 m^3，最终弃渣量 348.46 万 m^3（松方），各渣场均能满足堆渣要求，并有一定富裕量，渣料主要以粘土、粉土、砂卵砾石、砂岩、泥岩等混合碎块石土为主。

从水土保持角度分析，弃渣集中堆放的主要优点是有利于集中力量及投资做好渣场防护，减少多处堆渣对地表的扰动及修建弃渣道路带来的一系列水土流失问题，但存在的弊端主要是渣场堆渣量越大，对渣场的稳定性和安全性的要求就越高，防护难度增大，安全隐患也相应增加。就本工程而言，根据渣料流向、地形地质等各方面详细分析后，最终选择地质条件较其它区域好、容量较大，上游来水量较小、防护难度较小、方便运输的箐沟作为弃渣场。

（4）敏感目标及危害分析

碗厂 1#、2#弃渣场堆渣箐沟下游约 1.4km 处为老厂村，村庄位于箐沟右岸，高程高于沟底约 45m，与左岸的直线距离约 150m，沟口较宽。经分析，村庄离弃渣场较远，且位于箐沟右岸高地，对村庄无影响。

白土坡 1#、2#、3#弃渣场布置于挑水箐左侧 3 条箐沟内，挑水箐右侧为白土坡村，其中白土坡 1#弃渣场位于白土坡村下游，白土坡 2#、3#弃渣场位于白土坡村对岸。白土坡村与白土坡 2#、3#弃渣场的直线距离约 220m，白土坡村的高程为 1750m，白土坡 2#弃渣场的堆渣高程为 1710~1774m，白土坡 3#弃渣场的堆渣高程为 1724~1774m。经分析，白土坡 1#弃渣场位于白土坡村下游，对村庄无影响；白土坡 2#、3#弃渣场位于白土坡村对岸，两处弃渣场与白土坡村中间隔着挑水箐沟道，村庄高程高于沟底约 40m，且有 220m 的安全距离，只要做好堆渣期间的运渣及堆渣管理，对村庄基本无影响。

大沙箐弃渣场下游 72m 为东干线埋管段，下游 130m 处有乡村公路经过；四房箐弃渣场下游约 50m 有灌溉沟渠；弯腰树弃渣场下游 140m 处有元谋至大姚的县道经过。3 处弃渣场堆渣量分别为 20.39 万 m^3、19.91 万 m^3、11.30 万 m^3（松方），堆渣高度分别为 39m、43m、48m。相较而言，3 处弃渣场堆渣量和堆渣高度都不大，且有一定的安全距离，只要做好堆渣期间的运渣及堆渣管理，对下游的埋管段、灌溉沟渠、乡道、县道基本无影响。

工程区其他所选渣场周边及下游现状均无公共设施、基础设施、工业企业、居民点等敏感保护目标。渣场不位于水工建筑物上游，下游也未布设施工生产生活区，对工程

布置及主体建筑物安全无影响。

（5）弃渣场安全性分析

枢纽工程区布置的 5 个弃渣场均属于沟道型弃渣场，其中碗厂 1#弃渣场上游汇水面积为 1.23km^2，碗厂 2#弃渣场上游汇水面积为 0.31km^2，白土坡 1#弃渣场上游汇水面积为 0.26km^2，白土坡 2#弃渣场上游汇水面积为 0.25km^2，白土坡 3#弃渣场上游汇水面积为 0.29km^2。堆渣前，在弃渣场堆渣坡脚处均需修建拦渣工程，对弃渣进行拦挡，施工期间需要布置截排水沟来排泄上游汇水。

输水工程区布置的 25 个弃渣场均属于沟道型弃渣场，其中汇水面积最大的为大雷宰 2#弃渣场 0.54km^2，汇水面积最小的为大沙箐弃渣场 0.03km^2。汇水面积大于 0.50km^2 的弃渣场只有大雷宰 2#弃渣场，80%以上的弃渣场汇水面积都小于 0.20km^2。总体而言，输水工程区弃渣汇水面积都比较小。堆渣前，在弃渣场堆渣坡脚处均需修建拦渣工程，对弃渣进行拦挡，施工期间需要布置截排水沟来排泄上游汇水。

针对上述工程布置的渣场进行了行之有效的水土流失综合防治措施后，不存在制约工程建设的安全性问题，同时，在施工期间加强水土保持措施的管护，以最大化能够避免堆渣期间的水土流失。

（6）场地适宜性评价

受地形条件及其它各项因素制约，经现场查勘，本阶段枢纽工程区弃渣场均布设在大坝左右两岸自然沟道内，将输水工程隧洞、管道、道路等开挖渣料堆至输水管线附近的沟道型弃渣场中。就近堆渣，减少渣场占地及弃渣费用，节省工程投资，同时也可以减小对环境的影响。弃渣场选址避开了基本农田、公益林、生态红线等环境敏感区。

经地质专业对枢纽工程区弃渣场进行现场地质勘察分析，枢纽工程区所布设的弃渣场地质条件总体较好，场内均无不良物理地质现象发育，不存在滑坡隐患，碗厂 1#弃渣场主沟为一常流水冲沟，地下水埋深较浅，应做好水的排导及防护工作，其他弃渣场沟内旱季仅有少量裂隙水渗出。输水工程区所布设的弃渣场地质条件总体较好，场内均无不良物理地质现象发育，不存在滑坡隐患，弃渣场沟内旱季无水。工程布置的弃渣场整体场地适宜性为适宜~较适宜。

（7）弃渣场防护技术可行性分析

根据本工程上游汇水情况和渣场场区地质勘察分析，采用排水盲沟与截排水沟相结合的措施即可疏导洪水。降低截水沟淤积和渣场地下及沟道季节性流水，提高其长期运行的排洪能力。从技术角度，本工程所有渣场均通过合理的拦挡和排水措施，可保证渣

场及边坡稳定。

（8）经济合理性分析

按照规划弃渣场防治方案，采取完善的综合水土保持防护体系（工程、植物及临时措施），枢纽工程区弃渣场防护总投资为 4744.29 万元，单位弃渣治理费用为 8.07 元/m^3；输水工程区弃渣场防护总投资为 2737.81 万元，单位弃渣治理费用为 10.38 元/m^3，较为合理。

（9）弃渣场选址意见

经征求大姚县、牟定县和元谋县的水利部门、自然资源部门、生态环境部门和林业部门的意见，均同意或原则同意云南省楚雄州小石门水库工程 30 处弃渣场选址。附件 1《云南省楚雄州小石门水库工程弃渣场选址意见》中“工程共布置 31 处弃渣场”，2020 年 8 月 7 日水利部水利水电规划设计总院在北京组织召开会议，对《云南省楚雄州小石门水库工程水土保持方案报告书》进行技术讨论后，设计单位优化弃渣场布置，取消了级密山弃渣场，目前弃渣场数量为 30 处。

（10）综合结论

从水土保持角度分析，本工程所选的弃渣场为沟道型渣场，不涉及河道，不影响河道行洪安全。弃渣场汇水面积均较小，容易防护。弃渣场布置在地形条件相对较好，自然山坡稳定性较好、崩塌、滑坡发生可能性较小，有利于长期堆渣，且渣场周围交通条件较好，可最大化的利用施工道路及进场道路，具有减少对地表扰动、减少水土保持防护力度、减少弃渣及缩短工期等特点。

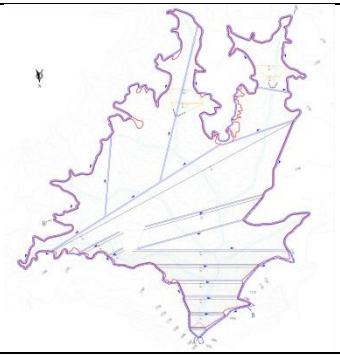
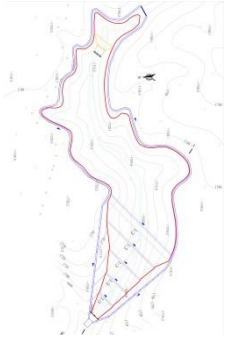
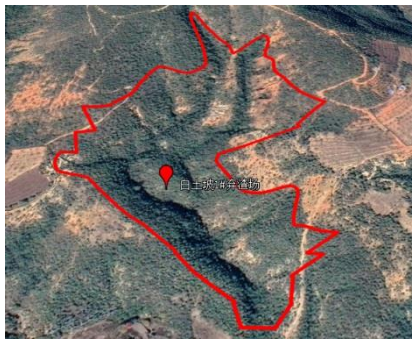
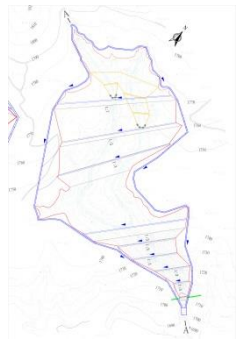
综上所述，本工程所选渣场布置基本符合《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）和《水利水电工程水土保持技术规范》（SL575-2012）及其补充技术要点（水总环〔2019〕635 号）关于弃渣场约束性规定，不存在水土保持制约性因素。容量满足最终堆渣要求，且都具备采取有效水土保持措施的条件，基本符合水土保持要求。渣场堆渣过程中严格遵守“先挡后弃”原则，认真落实水土保持工程、植物、临时防护及管理措施，使各弃渣场可能产生的水土流失危害降到最低。

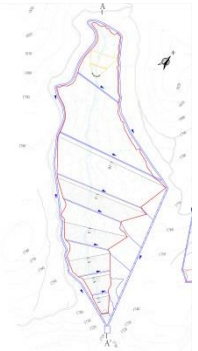
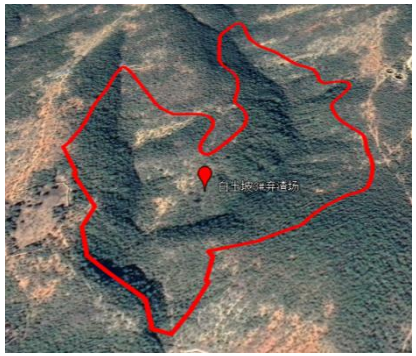
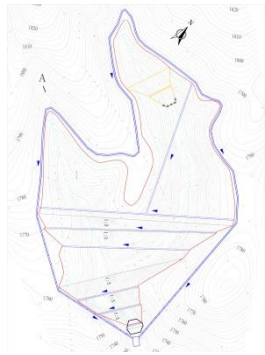
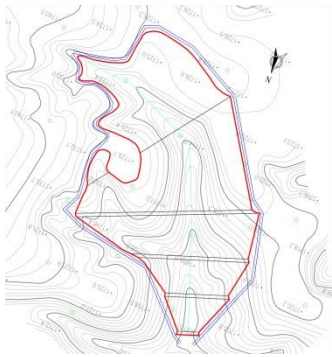
表 7.2-3　弃渣场选址评价分析表

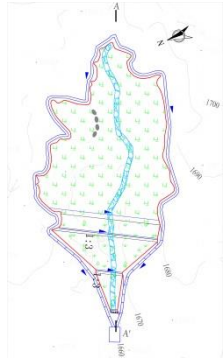
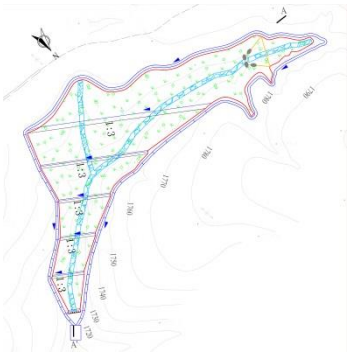
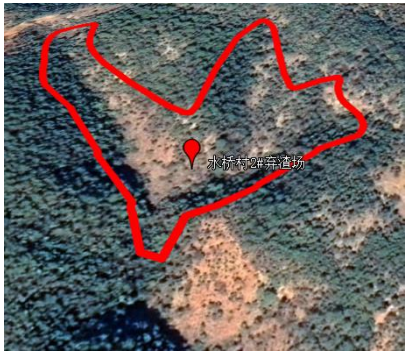
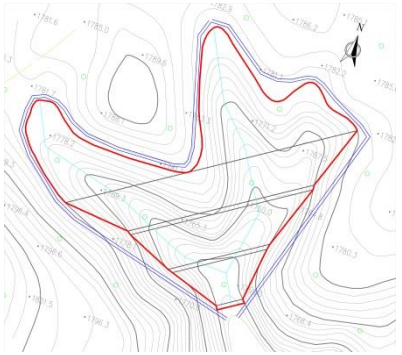
工程分区	弃渣场名称	占地合理性分析			堆渣量及容量分析			敏感目标及危害分析		综合运距（km）	汇水面积（km^2）	场地适应性评价	防护技术分析		综合结论
		面积（hm^2）	占地类型	合理性分析	设计堆渣量（松方，万 m^3）	容量（万 m^3）	容量分析	敏感目标	危害程度				防护技术可行性	经济合理性	
枢纽工程区	碗厂 1#弃渣场	50.21	耕地、林地	未占用基本农田、公益林、生态红线，合理。	459.51	521.86	满足要求	下游约 1.4km 处为老厂村，村庄位于箐沟右岸高处。	较轻	6.0	1.230	较适宜	可行	较为合理	合理
	碗厂 2#弃渣场	7.69	林地	未占用基本农田、公益林、生态红线，合理。	56.10	68.16	满足要求		无危害	6.5	0.313	适宜	可行	较为合理	合理
	白土坡 1#弃渣场	13.25	林地	未占用基本农田、公益林、生态红线，合理。	91.30	106.14	满足要求	弃渣场位于白土坡村下游。	无危害	3.5	0.256	适宜	可行	较为合理	合理
	白土坡 2#弃渣场	13.62	林地	未占用基本农田、公益林、生态红线，合理。	107.30	114.97	满足要求	弃渣场位于白土坡村对岸，直线距离约 220m。	较轻	3.8	0.250	适宜	可行	较为合理	合理
	白土坡 3#弃渣场	14.59	林地	未占用基本农田、公益林、生态红线，合理。	115.78	129.63	满足要求		较轻	4.5	0.294	适宜	可行	较为合理	合理
总干线	老纳上村弃渣场	3.96	林地	未占用基本农田、公益林、生态红线，合理。	10.59	14.45	满足要求	无	无危害	2.5	0.064	较适宜	可行	较为合理	合理
	海田村弃渣场	2.64	园地	未占用基本农田、公益林、生态红线，合理。	7.87	12.01	满足要求	无	无危害	3.0	0.050	适宜	可行	较为合理	合理
	水桥村 1#弃渣场	3.21	林地	未占用基本农田、公益林、生态红线，合理。	15.35	20.44	满足要求	无	无危害	4.3	0.101	适宜	可行	较为合理	合理
	水桥村 2#弃渣场	3.40	林地	未占用基本农田、公益林、生态红线，合理。	7.08	11.53	满足要求	无	无危害	4.3	0.065	适宜	可行	较为合理	合理
	大坝箐弃渣场	4.21	林地	未占用基本农田、公益林、生态红线，合理。	15.52	19.57	满足要求	无	较轻	2.0	0.056	适宜	可行	较为合理	合理
东干线	洒芷 1#弃渣场	1.74	林地	未占用基本农田、公益林、生态红线，合理。	4.90	6.29	满足要求	无	无危害	1.0	0.077	适宜	可行	较为合理	合理
	洒芷 2#弃渣场	6.08	耕地、林地	未占用基本农田、公益林、生态红线，合理。	24.42	29.56	满足要求	无	无危害	3.5	0.101	适宜	可行	较为合理	合理
	长山梁子弃渣场	1.83	林地	未占用基本农田、公益林、生态红线，合理。	6.07	7.12	满足要求	无	无危害	0.2	0.094	较适宜	可行	较为合理	合理
	大沙箐弃渣场	3.32	林地	未占用基本农田、公益林、生态红线，合理。	20.39	22.52	满足要求	下游 72m 为东干线埋管段，下游 130m 处有乡村公路经过。	较轻	7.0	0.031	适宜	可行	较为合理	合理
北	平场山弃渣场	4.04	林地	未占用基本农田、公益林、	18.54	22.26	满足要求	无	无危害	2.0	0.127	适宜	可行	较为合理	合理

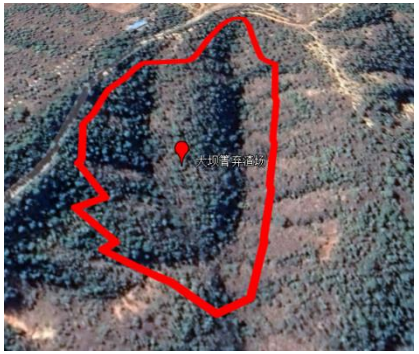
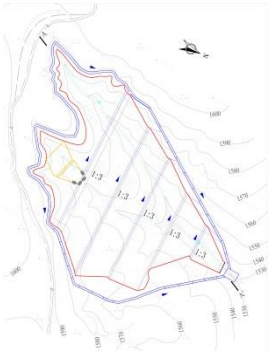
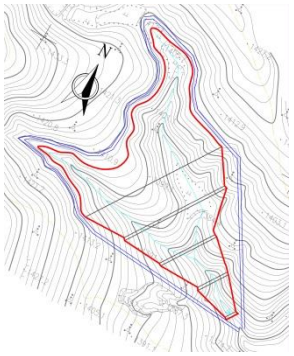
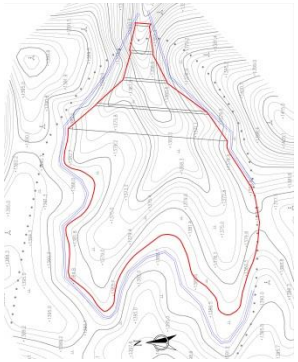
工程分区	弃渣场名称	占地合理性分析			堆渣量及容量分析			敏感目标及危害分析		综合运距（km）	汇水面积（km^2）	场地适应性评价	防护技术分析		综合结论
		面积（hm^2）	占地类型	合理性分析	设计堆渣量（松方，万 m^3）	容量（万 m^3）	容量分析	敏感目标	危害程度				防护技术可行性	经济合理性	
干线				生态红线，合理。											
	桂花坡弃渣场	3.09	林地	未占用基本农田、公益林、生态红线，合理。	11.11	12.49	满足要求	无	无危害	1.5	0.119	适宜	可行	较为合理	合理
	二台坡弃渣场	3.09	林地	未占用基本农田、公益林、生态红线，合理。	7.89	13.94	满足要求	无	无危害	0.6	0.093	适宜	可行	较为合理	合理
	四房箐弃渣场	4.19	林地	未占用基本农田、公益林、生态红线，合理。	19.91	26.49	满足要求	下游约 50m 有灌溉沟渠。	较轻	2.5	0.085	适宜	可行	较为合理	合理
	弯腰树弃渣场	4.08	林地	未占用基本农田、公益林、生态红线，合理。	11.30	15.04	满足要求	下游 140m 处有元谋至大姚县道经过。	较轻	3.0	0.095	适宜	可行	较为合理	合理
	大石箐弃渣场	4.72	林地	未占用基本农田、公益林、生态红线，合理。	26.29	28.94	满足要求	无	无危害	2.1	0.377	适宜	可行	较为合理	合理
	白台子弃渣场	2.01	林地	未占用基本农田、公益林、生态红线，合理。	5.70	6.54	满足要求	无	无危害	1.0	0.062	适宜	可行	较为合理	合理
	牛角箐弃渣场	5.40	林地、园地	未占用基本农田、公益林、生态红线，合理。	28.92	30.08	满足要求	无	无危害	3.5	0.149	较适宜	可行	较为合理	合理
	塘郭弃渣场	1.70	林地、园地	未占用基本农田、公益林、生态红线，合理。	6.83	7.38	满足要求	无	无危害	3.0	0.103	较适宜	可行	较为合理	合理
	老洼箐弃渣场	2.51	林地	未占用基本农田、公益林、生态红线，合理。	9.73	11.41	满足要求	无	无危害	2.5	0.325	较适宜	可行	较为合理	合理
	多竹箐弃渣场	5.23	耕地、林地	未占用基本农田、公益林、生态红线，合理。	19.42	22.51	满足要求	无	无危害	3.8	0.345	适宜	可行	较为合理	合理
	小多乐弃渣场	3.75	林地	未占用基本农田、公益林、生态红线，合理。	14.70	17.26	满足要求	无	无危害	1.6	0.163	适宜	可行	较为合理	合理
	大雷宰 1#弃渣场	5.88	耕地、林地	未占用基本农田、公益林、生态红线，合理。	23.58	25.22	满足要求	无	无危害	5.0	0.310	适宜	可行	较为合理	合理
	大雷宰 2#弃渣场	5.47	林地、园地	未占用基本农田、公益林、生态红线，合理。	14.20	18.90	满足要求	无	无危害	6.5	0.544	适宜	可行	较为合理	合理
	班者糯弃渣场	4.20	耕地、林地、园地	未占用基本农田、公益林、生态红线，合理。	9.95	13.63	满足要求	无	无危害	2.0	0.070	适宜	可行	较为合理	合理
	大石房弃渣场	3.18	林地	未占用基本农田、公益林、生态红线，合理。	8.21	12.19	满足要求	无	无危害	2.0	0.040	适宜	可行	较为合理	合理

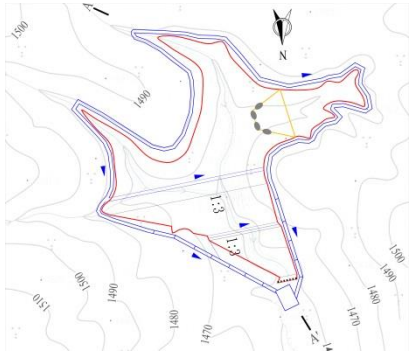
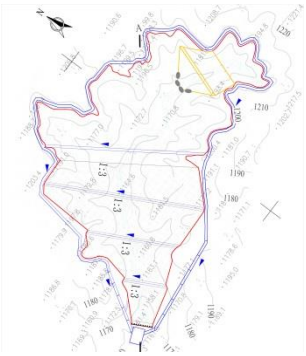
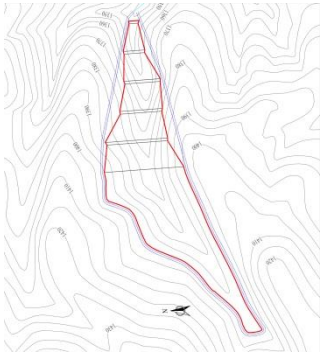
表 7.2-4　弃渣场位置及影像

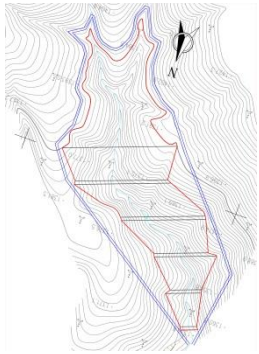
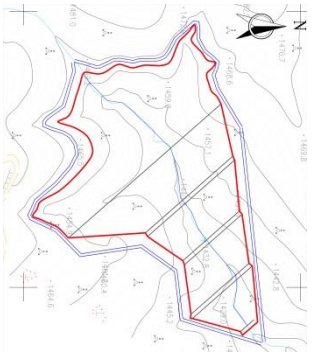
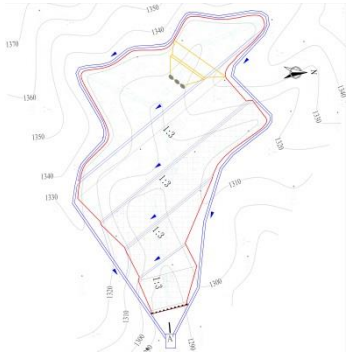
序号	分区	弃渣场名称	位置	弃渣场特性		卫星影像	无人机影像	平面布置图
1	枢纽区	碗厂 1#弃渣场	位于大坝右岸约 1.2km 处箐沟	面积(hm^2)	50.21			
				容量（万 m^3）	521.86			
				堆渣量（松方，万 m^3）	459.51			
				堆渣最大高度（m）	80			
				汇水面积（km^2）	1.23			
2	枢纽区	碗厂 2#弃渣场	位于大坝右岸约 1.6km 处箐沟	面积(hm^2)	7.69			
				容量（万 m^3）	68.16			
				堆渣量（松方，万 m^3）	56.10			
				堆渣最大高度（m）	52			
				汇水面积（km^2）	0.313			
3	枢纽区	白土坡 1#弃渣场	位于大坝左岸约 1.3km 处箐沟	面积(hm^2)	13.25			
				容量（万 m^3）	106.14			
				堆渣量（松方，万 m^3）	91.30			
				堆渣最大高度（m）	80			
				汇水面积（km^2）	0.256			

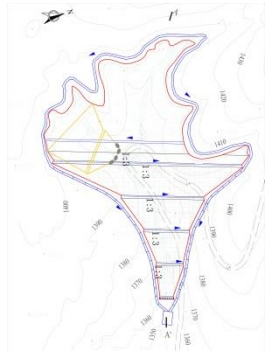
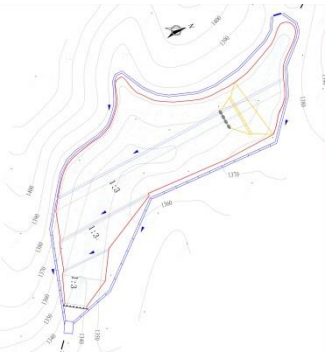
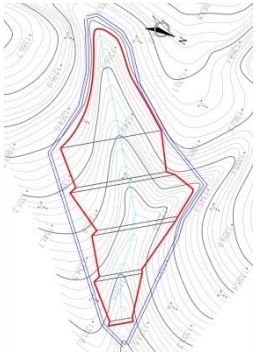
序号	分区	弃渣场名称	位置	弃渣场特性		卫星影像	无人机影像	平面布置图
4	枢纽区	白土坡2#弃渣场	位于大坝左岸约1.4km处箐沟	面积(hm^2)	13.62			
				容量（万 m^3）	114.97			
				堆渣量（松方，万 m^3）	107.30			
				堆渣最大高度（m）	64			
				汇水面积（km^2）	0.25			
5	枢纽区	白土坡3#弃渣场	位于大坝左岸约2.0km处箐沟	面积(hm^2)	14.59			
				容量（万 m^3）	129.63			
				堆渣量（松方，万 m^3）	115.78			
				堆渣最大高度（m）	50			
				汇水面积（km^2）	0.294			
6	总干线	老纳上村弃渣场	上村隧洞1#支洞以东约1.0km处箐沟	面积(hm^2)	3.96			
				容量（万 m^3）	14.45			
				堆渣量（松方，万 m^3）	10.59			
				堆渣最大高度（m）	39			
				汇水面积（km^2）	0.064			

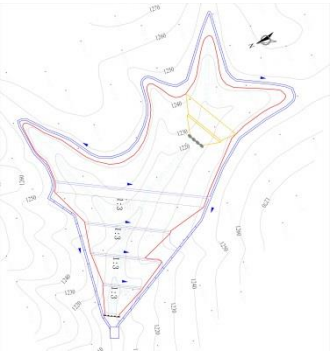
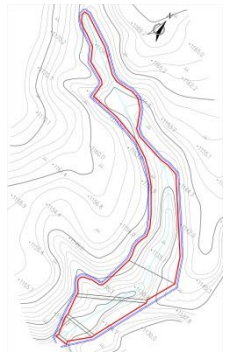
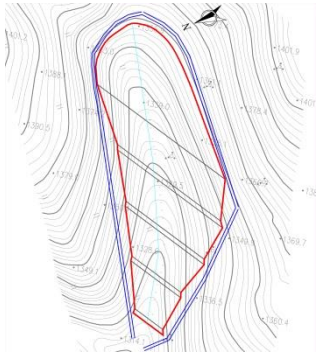
序号	分区	弃渣场名称	位置	弃渣场特性		卫星影像	无人机影像	平面布置图
7	总干线	海田村弃渣场	上村隧洞 2#支洞以南约 0.6km 处箐沟	面积(hm^2)	2.64			
				容量（万 m^3）	12.01			
				堆渣量（松方，万 m^3）	7.87			
				堆渣最大高度（m）	27			
				汇水面积（km^2）	0.05			
8	总干线	水桥村 1#弃渣场	上村隧洞 3#支洞以西约 0.9km 处箐沟	面积(hm^2)	3.21			
				容量（万 m^3）	20.44			
				堆渣量（松方，万 m^3）	15.35			
				堆渣最大高度（m）	54			
				汇水面积（km^2）	0.101			
9	总干线	水桥村 2#弃渣场	上村隧洞 3#支洞以西南约 0.8km 处箐沟	面积(hm^2)	3.4			
				容量（万 m^3）	11.53			
				堆渣量（松方，万 m^3）	7.08			
				堆渣最大高度（m）	35			
				汇水面积（km^2）	0.065			

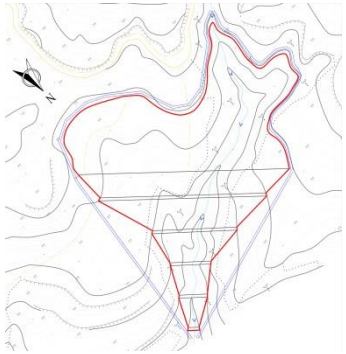
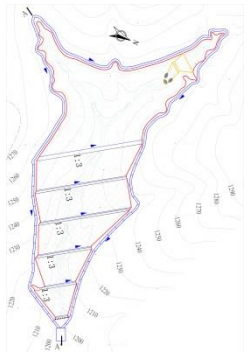
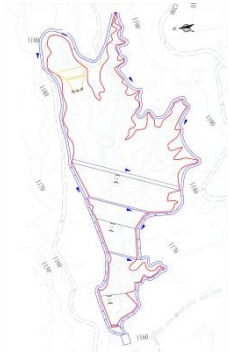
序号	分区	弃渣场名称	位置	弃渣场特性		卫星影像	无人机影像	平面布置图
10	总干线	大坝箐弃渣场	大坝箐隧洞出口以西南约0.5km处箐沟	面积(hm^2)	4.21			
				容量（万 m^3）	19.57			
				堆渣量（松方，万 m^3）	15.52			
				堆渣最大高度（m）	54			
				汇水面积（km^2）	0.056			
11	东干线	洒芷 1#弃渣场	东干线D0+600以西约0.3km处箐沟	面积(hm^2)	1.74			
				容量（万 m^3）	6.29			
				堆渣量（松方，万 m^3）	4.90			
				堆渣最大高度（m）	44			
				汇水面积（km^2）	0.077			
12	东干线	洒芷 2#弃渣场	东干线D0+600以东约0.5km处箐沟	面积(hm^2)	6.08			
				容量（万 m^3）	29.56			
				堆渣量（松方，万 m^3）	24.42			
				堆渣最大高度（m）	42			
				汇水面积（km^2）	0.101			

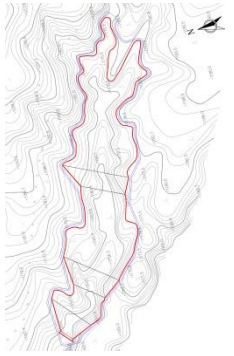
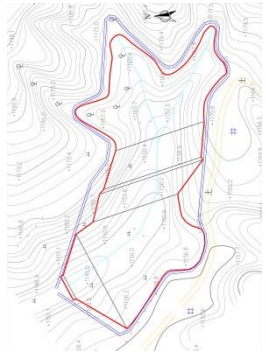
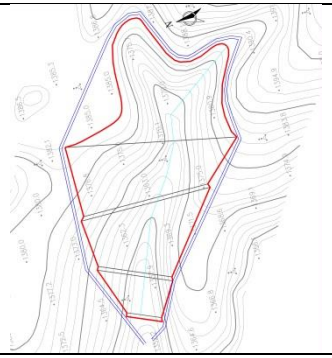
序号	分区	弃渣场名称	位置	弃渣场特性		卫星影像	无人机影像	平面布置图
13	东干线	长山梁子弃渣场	东干线猛林沟隧洞进口以北约 0.1km 处箐沟	面积(hm^2)	1.83			
				容量（万 m^3）	7.12			
				堆渣量（松方，万 m^3）	6.07			
				堆渣最大高度（m）	21			
				汇水面积（km^2）	0.094			
14	东干线	大沙箐弃渣场	东 4-2#支管 K5+500 以东约 0.1km 处箐沟	面积(hm^2)	3.32			
				容量（万 m^3）	22.52			
				堆渣量（松方，万 m^3）	20.39			
				堆渣最大高度（m）	39			
				汇水面积（km^2）	0.031			
15	北干线	平场山弃渣场	北干线 B2+800 以东约 0.3km 处箐沟	面积(hm^2)	4.04			
				容量（万 m^3）	22.26			
				堆渣量（松方，万 m^3）	18.54			
				堆渣最大高度（m）	48			
				汇水面积（km^2）	0.127			

序号	分区	弃渣场名称	位置	弃渣场特性		卫星影像	无人机影像	平面布置图
16	北干线	桂花坡弃渣场	北干线B4+900以东约0.1km处箐沟	面积(hm^2)	3.09			
				容量（万 m^3）	12.49			
				堆渣量（松方，万 m^3）	11.11			
				堆渣最大高度（m）	53			
				汇水面积（km^2）	0.119			
17	北干线	二台坡弃渣场	北干线B5+900以西约0.1km处箐沟	面积(hm^2)	3.09			
				容量（万 m^3）	13.94			
				堆渣量（松方，万 m^3）	7.89			
				堆渣最大高度（m）	42			
				汇水面积（km^2）	0.093			
18	北干线	四房箐弃渣场	北干线B7+900以东约0.2km处箐沟	面积(hm^2)	4.19			
				容量（万 m^3）	26.49			
				堆渣量（松方，万 m^3）	19.91			
				堆渣最大高度（m）	43			
				汇水面积（km^2）	0.085			

序号	分区	弃渣场名称	位置	弃渣场特性		卫星影像	无人机影像	平面布置图
19	北干线	弯腰树弃渣场	北干线B9+900以西约1.1km处箐沟	面积(hm^2)	4.08			
				容量（万 m^3）	15.04			
				堆渣量（松方，万 m^3）	11.30			
				堆渣最大高度（m）	48			
				汇水面积（km^2）	0.095			
20	北干线	大石箐弃渣场	北干线B12+400以东约0.1km处箐沟	面积(hm^2)	4.72			
				容量（万 m^3）	28.94			
				堆渣量（松方，万 m^3）	26.29			
				堆渣最大高度（m）	34			
				汇水面积（km^2）	0.377			
21	北干线	白台子弃渣场	北干线B15+800以东约0.2km处箐沟	面积(hm^2)	2.01			
				容量（万 m^3）	6.54			
				堆渣量（松方，万 m^3）	5.70			
				堆渣最大高度（m）	44			
				汇水面积（km^2）	0.062			

序号	分区	弃渣场名称	位置	弃渣场特性		卫星影像	无人机影像	平面布置图
22	北干线	牛角箐弃渣场	北干线 B18+100 以西约 0.5km 处箐沟	面积(hm^2)	5.4			
				容量（万 m^3）	30.08			
				堆渣量（松方，万 m^3）	28.92			
				堆渣最大高度（m）	43			
				汇水面积（km^2）	0.149			
23	北干线	塘郭弃渣场	北干线 B22+500 以东约 1.0km 处箐沟	面积(hm^2)	1.7			
				容量（万 m^3）	7.38			
				堆渣量（松方，万 m^3）	6.83			
				堆渣最大高度（m）	31			
				汇水面积（km^2）	0.103			
24	北干线	老洼箐弃渣场	北干线 B26+500 以北约 0.1km 处箐沟	面积(hm^2)	2.51			
				容量（万 m^3）	11.41			
				堆渣量（松方，万 m^3）	9.73			
				堆渣最大高度（m）	44			
				汇水面积（km^2）	0.325			

序号	分区	弃渣场名称	位置	弃渣场特性		卫星影像	无人机影像	平面布置图
25	北干线	多竹箐弃渣场	北干线B30+600以东约0.3km处箐沟	面积(hm^2)	5.23			
				容量（万 m^3）	22.51			
				堆渣量（松方，万 m^3）	19.42			
				堆渣最大高度（m）	52			
				汇水面积（km^2）	0.345			
26	北干线	小多乐弃渣场	北干线B31+600以北约0.1km处箐沟	面积(hm^2)	3.75			
				容量（万 m^3）	17.26			
				堆渣量（松方，万 m^3）	14.70			
				堆渣最大高度（m）	54			
				汇水面积（km^2）	0.163			
27	北干线	大雷宰1#弃渣场	北干线B36+400以东约1.0km处箐沟	面积(hm^2)	5.88			
				容量（万 m^3）	25.22			
				堆渣量（松方，万 m^3）	23.58			
				堆渣最大高度（m）	34			
				汇水面积（km^2）	0.31			

序号	分区	弃渣场名称	位置	弃渣场特性		卫星影像	无人机影像	平面布置图
28	北干线	大雷宰2#弃渣场	北干线B36+400以东约1.1km处箐沟	面积(hm^2)	5.47			
				容量（万 m^3）	18.9			
				堆渣量（松方，万 m^3）	14.20			
				堆渣最大高度（m）	31			
				汇水面积（km^2）	0.544			
29	北干线	班者糯弃渣场	北 9#支管K3+100以北约1.2km处箐沟	面积(hm^2)	4.2			
				容量（万 m^3）	13.63			
				堆渣量（松方，万 m^3）	9.95			
				堆渣最大高度（m）	25			
				汇水面积（km^2）	0.07			
30	北干线	大石房弃渣场	北 9-2#支管K0+600以南约50m处箐沟	面积(hm^2)	3.18			
				容量（万 m^3）	12.19			
				堆渣量（松方，万 m^3）	8.21			
				堆渣最大高度（m）	30			
				汇水面积（km^2）	0.04			

7.2.4 弃渣场选址地质评价

经地质专业对枢纽工程区弃渣场进行现场地质勘察分析，枢纽工程区所布设的弃渣场内均无不良物理地质现象发育，不存在滑坡隐患，碗厂 1#弃渣场主沟为一常流水冲沟，地下水埋深较浅，应做好水的排导及防护工作，其他弃渣场沟内旱季仅有少量裂隙水渗出。基础建议清除第四系松散土体，拦渣坝基础置于强-弱风化基岩上，渣场底部需设置排水盲沟或涵管以保证雨季冲沟的洪水排泄确保渣体稳定。弃渣场整体场地适宜性为适宜~较适宜。

输水工程区所布设的弃渣场内均无不良物理地质现象发育，不存在滑坡隐患，弃渣场沟内旱季无水。建议挡渣墙置于全-强风化基岩上，渣场需设置排水设施确保雨季渣体稳定。弃渣场整体场地适宜性为适宜~较适宜。

弃渣场地质勘察结果详见附件《云南省楚雄州小石门水库工程可行性研究阶段弃渣场工程地质勘察报告》。

7.3 弃渣场堆置方案及安全防护距离

7.3.1 弃渣场容量及堆渣量

本工程弃渣场总容量 1368.53 万 m^3，最终弃渣总量 1178.44 万 m^3（松方），各渣场均能满足堆渣要求，并留有一定富裕量。弃渣场类型均为沟道型，从水土保持角度分析，一方面，弃渣集中堆放有利于集中力量及投资做好弃渣场防护，减少多处堆渣对地表的扰动及修建通往弃渣场的道路带来的一系列水土流失问题；但另一方面，渣场容量越大，对渣场的稳定性和安全性的要求就越高，防护难度增大，安全隐患也相应增加。本工程通过生态及环境敏感性、出渣部位、地形地质条件、水文条件、占地类型与面积、防护措施工程量、运距及道路建设、后期恢复利用方向等各方面详细分析后，最终选择避开生态及环境敏感区、地质条件好、容量大，上游汇水面积较小、防护难度较小、运输方便的区域作为弃渣场场址。

7.3.2 弃渣场堆置方案

弃渣场堆置采用自下而上分层弃渣的方式，弃渣场分区、分层堆置，最大层高不超过 10m，有条件的应先在渣场底部堆存石渣，再堆存土渣，弃渣结束后及时用推土机平整，防止雨水冲刷，降低水土流失影响。弃渣场设计最大堆高 21 ~ 80m，堆渣边坡坡比 1:4.0~1:3.0，坡度分别为 14.04°、18.43°，弃渣每堆高 10m 设置宽 3~10m 的马道。各弃渣场堆置方案详见表 7.3-1。

表 7.3-1　弃渣场堆置方案

工程分区	弃渣场名称	渣场位置	设计堆渣量		渣场容量	渣场面积	堆渣高程	堆渣特性		
			自然方	松方				堆渣最大高度	台阶高度	堆渣坡比
			(万 m^3)	(万 m^3)	(万 m^3)	(hm^2)	(m)	(m)	(m)	/
枢纽工程区	碗厂 1#弃渣场	位于大坝右岸约 1.2km 处箐沟	325.89	459.51	521.86	50.21	1666~1746	80	10	1:4
	碗厂 2#弃渣场	位于大坝右岸约 1.6km 处箐沟	39.23	56.10	68.16	7.69	1676~1728	52	10	1:3
	白土坡 1#弃渣场	位于大坝左岸约 1.3km 处箐沟	64.75	91.30	106.14	13.25	1686~1766	80	10	1:3
	白土坡 2#弃渣场	位于大坝左岸约 1.4km 处箐沟	76.10	107.30	114.97	13.62	1710~1774	64	10	1:4
	白土坡 3#弃渣场	位于大坝左岸约 2.0km 处箐沟	82.11	115.78	129.63	14.59	1724~1774	50	10	1:3
	小计		588.08	829.98	940.76	99.36				
总干线	老纳上村弃渣场	上村隧洞 1#支洞以东约 1.0km 处箐沟	7.40	10.59	14.45	3.96	1689~1728	39	10	1:3
	海田村弃渣场	上村隧洞 2#支洞以南约 0.6km 处箐沟	5.51	7.87	12.01	2.64	1653~1680	27	10	1:3
	水桥村 1#弃渣场	上村隧洞 3#支洞以西约 0.9km 处箐沟	10.89	15.35	20.44	3.21	1714~1768	54	10	1:3
	水桥村 2#弃渣场	上村隧洞 3#支洞以西南约 0.8km 处箐沟	5.02	7.08	11.53	3.40	1745~1780	35	10	1:3
	大坝箐弃渣场	大坝箐隧洞出口以西南约 0.5km 处箐沟	11.33	15.52	19.57	4.21	1530~1584	54	10	1:3
	小计		40.14	56.41	78.00	17.42				
东干线	洒芷 1#弃渣场	东干线 D0+600 以西约 0.3km 处箐沟	3.58	4.90	6.29	1.74	1362~1406	44	10	1:3
	洒芷 2#弃渣场	东干线 D0+600 以东约 0.5km 处箐沟	18.36	24.42	29.56	6.08	1342~1384	42	10	1:3
	长山梁子弃渣场	东干线猛林沟隧洞进口以北约 0.1km 处箐沟	4.56	6.07	7.12	1.83	1455~1476	21	10	1:3
	大沙箐弃渣场	东 4-2#支管 K5+500 以东约 0.1km 处箐沟	15.33	20.39	22.52	3.32	1157~1196	39	10	1:3
	小计		41.83	55.78	65.49	12.97				
北干线	平场山弃渣场	北干线 B2+800 以东约 0.3km 处箐沟	14.26	18.54	22.26	4.04	1372~1420	48	10	1:3
	桂花坡弃渣场	北干线 B4+900 以东约 0.1km 处箐沟	8.54	11.11	12.49	3.09	1337~1390	53	10	1:3
	二台坡弃渣场	北干线 B5+900 以西约 0.1km 处箐沟	6.07	7.89	13.94	3.09	1422~1464	42	10	1:3
	四房箐弃渣场	北干线 B7+900 以东约 0.2km 处箐沟	15.32	19.91	26.49	4.19	1289~1332	43	10	1:3
	弯腰树弃渣场	北干线 B9+900 以西约 1.1km 处箐沟	8.69	11.30	15.04	4.08	1354~1402	48	10	1:3
	大石箐弃渣场	北干线 B12+400 以东约 0.1km 处箐沟	20.22	26.29	28.94	4.72	1338~1372	34	10	1:3

工程分区	弃渣场名称	渣场位置	设计堆渣量		渣场容量	渣场面积	堆渣高程	堆渣特性		
			自然方	松方				堆渣最大高度	台阶高度	堆渣坡比
			(万 m^3)	(万 m^3)	(万 m^3)	(hm^2)	(m)	(m)	(m)	/
	白台子弃渣场	北干线 B15+800 以东约 0.2km 处箐沟	4.39	5.70	6.54	2.01	1314~1358	44	10	1:3
	牛角箐弃渣场	北干线 B18+100 以西约 0.5km 处箐沟	22.25	28.92	30.08	5.40	1199~1242	43	10	1:3
	塘郭弃渣场	北干线 B22+500 以东约 1.0km 处箐沟	5.25	6.83	7.38	1.70	1125~1156	31	10	1:3
	老洼箐弃渣场	北干线 B26+500 以北约 0.1km 处箐沟	7.48	9.73	11.41	2.51	1314~1358	44	10	1:3
	多竹箐弃渣场	北干线 B30+600 以东约 0.3km 处箐沟	14.94	19.42	22.51	5.23	1126~1178	52	10	1:3
	小多乐弃渣场	北干线 B31+600 以北约 0.1km 处箐沟	11.31	14.70	17.26	3.75	1198~1252	54	10	1:3
	大雷宰 1#弃渣场	北干线 B36+400 以东约 1.0km 处箐沟	18.14	23.58	25.22	5.88	1142~1176	34	10	1:4
	大雷宰 2#弃渣场	北干线 B36+400 以东约 1.1km 处箐沟	10.93	14.20	18.90	5.47	1147~1178	31	10	1:3
	班者糯弃渣场	北 9#支管 K3+100 以北约 1.2km 处箐沟	7.65	9.95	13.63	4.20	1145~1170	25	10	1:3
	大石房弃渣场	北 9-2#支管 K0+600 以南约 50m 处箐沟	6.31	8.21	12.19	3.18	1354~1384	30	10	1:3
	小计		181.75	236.28	284.28	62.54				
合计			851.81	1178.44	1368.53	192.29				

7.3.3 安全防护距离

弃渣场与下游保护对象之间留有足够的安全防护距离，满足规范要求。弃渣场下游 2.0H（堆渣最大堆高）内无水利水电枢纽生活管理区、居住区、城镇、工矿企业；1.5H 内无干线铁路、公路、航道、高压输变电线路、铁塔等重要设施；1.0H 内无水库大坝、水利工程取用水建筑物、泄水建筑物、灌（排）干渠（沟）等设施。

工程布置的弃渣场下游 1.0km 无重要公共设施、工业企业和居民点，没有布设在对重要基础设施、人民群众生命财产安全及行洪安全有重大影响的区域，渣场失事对主体工程或周边环境不会造成危害。碗厂 1#、2#弃渣场堆渣箐沟下游约 1.4km 处为老厂村，村庄位于箐沟右岸，高程高于沟底约 45m；白土坡 2#、3#弃渣场位于白土坡村对岸，直线距离约 220m，白土坡村的高程为 1750m，白土坡 2#弃渣场的堆渣高程为 1710~1774m，白土坡 3#弃渣场的堆渣高程为 1724~1774m；大沙箐弃渣场下游 72m 为东干线埋管段，下游 130m 处有乡村公路经过；四房箐弃渣场下游约 50m 有灌溉沟渠；弯腰树弃渣场下游 140m 处有元谋至大姚的县道经过。上述 7 处弃渣场留有足够的安全防护距离，但为了防范于未然，在施工期要求施工单位加强渣场巡视，施工结束后及时对渣场边坡进行综合护坡，避免因边坡落石对渣场下方及周边人员造成危险。

表 7.3-2　弃渣场安全防护距离分析表

工程分区	弃渣场名称	堆渣最大高度（m）	保护对象	最小距离（m）	要求安全距离（m）	处理措施	备注
枢纽工程区	碗厂 1#弃渣场	80	老厂村	1400	160	网格植草护坡	村庄位于箐沟右岸高处
	碗厂 2#弃渣场	52	老厂村	1400	104	网格植草护坡	村庄位于箐沟右岸高处
	白土坡 2#弃渣场	64	白土坡村	220	128	网格植草护坡	村庄位于渣场对岸
	白土坡 3#弃渣场	50	白土坡村	220	100	网格植草护坡	村庄位于渣场对岸
东干线	大沙箐弃渣场	39	东干线、乡村公路	72	59	网格植草护坡	
北干线	四房箐弃渣场	43	灌溉沟渠	50	43	网格植草护坡	
	弯腰树弃渣场	48	县道	140	72	网格植草护坡	

7.4 弃渣场级别与稳定性分析

7.4.1 弃渣场级别

依据《水利水电工程水土保持技术规范》（SL575-2012）的相关规定，根据弃渣场堆渣量、最大堆渣高度及弃渣场失事对主体工程或环境造成的危害程度，确定弃渣场级别。工程共设置 30 个弃渣场，其中 4 个弃渣场属于 3 级弃渣场，26 个弃渣场属于 4 级弃渣场。弃渣场级别划分情况详见表 7.4-1。

表 7.4-1　弃渣场级别

序号	渣场名称	渣场特性					渣场级别
		渣场容量 (万 m^3)	堆渣自然方 (万 m^3)	堆渣量松方 (万 m^3)	堆渣最大高度(m)	渣场失事对主体工程或环境造成的危害程度	
1	碗厂 1#弃渣场	521.86	325.89	459.51	80	较轻	3
2	碗厂 2#弃渣场	68.16	39.23	56.10	52	无危害	4
3	白土坡 1#弃渣场	106.14	64.75	91.30	80	无危害	3
4	白土坡 2#弃渣场	114.97	76.10	107.30	64	较轻	3
5	白土坡 3#弃渣场	129.63	82.11	115.78	50	较轻	3
6	老纳上村弃渣场	14.45	7.40	10.59	39	无危害	4
7	海田村弃渣场	12.01	5.51	7.87	27	无危害	4
8	水桥村 1#弃渣场	20.44	10.89	15.35	54	无危害	4
9	水桥村 2#弃渣场	11.53	5.02	7.08	35	无危害	4
10	大坝箐弃渣场	19.57	11.33	15.52	54	较轻	4
11	洒芷 1#弃渣场	6.29	3.58	4.90	44	无危害	4
12	洒芷 2#弃渣场	29.56	18.36	24.42	42	无危害	4
13	长山梁子弃渣场	7.12	4.56	6.07	21	无危害	4
14	大沙箐弃渣场	22.52	15.33	20.39	39	较轻	4
15	平场山弃渣场	22.26	14.26	18.54	48	无危害	4
16	桂花坡弃渣场	12.49	8.54	11.11	53	无危害	4
17	二台坡弃渣场	13.94	6.07	7.89	42	无危害	4
18	四房箐弃渣场	26.49	15.32	19.91	43	较轻	4
19	弯腰树弃渣场	15.04	8.69	11.30	48	较轻	4
20	大石箐弃渣场	28.94	20.22	26.29	34	无危害	4
21	白台子弃渣场	6.54	4.39	5.70	44	无危害	4
22	牛角箐弃渣场	30.08	22.25	28.92	43	无危害	4
23	塘郭弃渣场	7.38	5.25	6.83	31	无危害	4
24	老洼箐弃渣场	11.41	7.48	9.73	44	无危害	4
25	多竹箐弃渣场	22.51	14.94	19.42	52	无危害	4
26	小多乐弃渣场	17.26	11.31	14.70	54	无危害	4
27	大雷宰 1#弃渣场	25.22	18.14	23.58	34	无危害	4
28	大雷宰 2#弃渣场	18.90	10.93	14.20	31	无危害	4
29	班者糯弃渣场	13.63	7.65	9.95	25	无危害	4
30	大石房弃渣场	12.19	6.31	8.21	30	无危害	4
合计		1368.53	851.81	1178.44			

7.4.2 弃渣场稳定性分析

7.4.2.1 计算依据

依据《水利水电工程水土保持技术规范》（SL575-2012）和《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014）的相关规定，弃渣场抗滑稳定计算分为正常运用工况和非常运用工况（考虑Ⅶ度及以上地震）。

正常运用工况：为各弃渣场处于最终堆渣状态，不考虑渣体内稳定渗流。

连续降雨工况（非常运用工况Ⅰ）：各弃渣场在正常运用工况下遭遇连续降雨。

地震工况（非常运用工况Ⅱ）：正常运用工况下遇Ⅶ度及以上地震。本工程弃渣场

场区地震基本烈度均为Ⅶ度。

工程弃渣场级别为 3 级和 4 级，弃渣场整体稳定计算采用摩根斯顿—普赖斯法计算时，稳定安全系数详见下表。

表 7.4-2　弃渣场抗滑稳定安全系数

弃渣场级别	应用情况	弃渣场抗滑稳定安全系数	备注
3 级	正常运用工况	1.25	堆渣结束后正常运用
	非常运用工况Ⅰ	1.10	正常运用遭遇连续降雨期
	非常运用工况Ⅱ	1.10	正常运用遭遇地震
4 级	正常运用工况	1.20	堆渣结束后正常运用
	非常运用工况Ⅰ	1.05	正常运用遭遇连续降雨期
	非常运用工况Ⅱ	1.05	正常运用遭遇地震

7.4.2.2 弃渣场稳定分析

工程布置的弃渣场均为沟道型渣场，其中碗厂 1#弃渣场、白土坡 1#~3#弃渣场拦渣坝采用石渣碾压填筑而成，其余 26 个 4 级弃渣场挡渣墙采用 M7.5 浆砌石砌筑，与堆渣体均连为一体，拦渣工程建筑物稳定性不仅受自身的影响，且与整个堆渣体密切相关。弃渣场左右侧截水沟开挖边坡最大高度不大于 5m，坡比 1:0.3～1:0.75，边坡开挖后不改变原坡体的稳定性。因此仅对弃渣场的整体稳定性、堆渣边坡和拦渣工程建筑物的稳定性进行分析。

堆渣体边坡坡比为 1:3.0~1:4.0，此坡角缓于堆渣体的自然休止角，一般不会发生通过渣体的剪切破坏而导致堆渣体整体失稳，最有可能发生的破坏是堆渣体沿渣场底部冲沟的接触面发生整体滑动。本方案取沿渣底冲沟断面为计算断面，做整体稳定分析。

（1）计算假定

枢纽工程渣体堆放料的主要成分为粘土、粉土、砂卵砾石、片麻岩为主，输水工程渣体堆放料的主要成分以粘土、粉土、砂卵砾石、砂岩、泥岩、伟晶岩脉等混合碎块石土为主，渣体粘聚力较低，稳定计算时，可按无粘性料考虑，渣体粘聚力 C 值取 0，同时假设堆渣体渣料单一均匀，对堆渣体进行分区分析整体稳定。

（2）计算参数

弃渣场渣体及地基岩（土）体物理力学参数建议值详见表 7.4-3。

表 7.4-3　弃渣场地基岩（土）体物理力学参数建议值汇总表

弃渣场名称	地层时代	岩性	天然重度（kN/m^3）	饱和重度（kN/m^3）	天然孔隙比 e	压缩(变形)模量（MPa）	抗剪强度		基底面与地基摩擦系数	承载力容许值 f_{a0}（kPa）	渗透系数 k（cm/s）
							内聚力 c（kPa）	内摩擦角 φ（°）			
碗厂 1#、2#弃渣场	Q^{eld}	含碎石粘土	17~20	17.02~20.38	0.47~0.70	12~16	16~18	17~19	0.35~0.55	160~200	1×10^{-5}~1×10^{-4}
	$Q_{1\text{-}2}$	含砾砂土	14.5～15.5	15.47~17.23	0.4~0.6	6~8	10～20	19～22	0.50~0.45	160~200	1×10^{-3}~1×10^{-2}
		粘土	16.0～17.5	16.59~18.96	0.3~0.5	3~5	20～30	21～25	0.20~0.3	120~150	1×10^{-4}~1×10^{-5}
		砂卵砾石	19.0～21.0	20.95~23.75	0.4~0.6	10～12	0	28～32	0.50~0.60	170~250	1×10^{-2}~1×10^{-1}
	$Pt_1kn_2^1$	全风化角闪片麻岩	19.0～21.0	21.78~24.83	0.5~0.80	10～15	50～100	21～25	0.38～0.42	150～200	1×10^{-3}~1×10^{-2}
		强风化角闪片麻岩	21.0～23.0	21.64~26.04	/	1000～3000	200～400	26～31	0.42～0.50	800～1000	＜1×10^{-2}
		弱风化角闪片麻岩	23.0～25.0	23.05~25.18	/	3000～6000	400～500	31～35	0.50～0.65	1000～1500	＜1×10^{-3}
	渣体	粘土、粉土、砂卵砾石、片麻岩等	16～18	16.21~18.38	/	5～12	3~5	20～28	/	/	/
白土坡 1#弃渣场	Q^{eld}	含碎石粘土	17~20	17.02~20.38	0.47~0.70	12~16	16~18	17~19	0.35~0.55	160~200	1×10^{-5}~1×10^{-4}
	$Q_{1\text{-}2}$	含砾砂土	14.5～15.5	15.47~17.23	0.4~0.6	6~8	10～20	19～22	0.50~0.45	160~200	1×10^{-3}~1×10^{-2}
		粘土	16.0～17.5	16.59~18.96	0.3~0.5	3~5	20～30	21～25	0.20~0.3	120~150	1×10^{-4}~1×10^{-5}
		砂卵砾石	19.0～21.0	20.95~23.75	0.4~0.6	10～12	0	28～32	0.50~0.60	170~250	1×10^{-2}~1×10^{-1}
	渣体	粘土、粉土、砂卵砾石、片麻岩等	16～18	16.21~18.38	/	5～12	3~5	20～28	/	/	/
白土坡 2#弃渣场	Q^{eld}	含碎石粘土	17~20	17.02~20.01	0.4~0.6	12~16	16~18	17~19	0.35~0.55	160~200	1×10^{-5}~1×10^{-4}
	J_1s	强风化砂岩	21.0～23.0	21.49~23.73	/	1000～3000	200～300	27～33	0.50～0.65	500～1000	＜1×10^{-2}
		强风化泥质砂岩	23～24	23.51~26.07	/	300～400	200～300	28～30	0.50～0.55	800～1200	＜1.0×10^{-3}
	渣体	粘土、粉土、砂卵砾石、片麻岩等	16～18	16.21~18.38	/	5～12	3~5	20～28	/	/	/
白土坡 3#弃渣场	Q^{eld}	含碎石粘土	17~20	17.02~20.01	0.47~0.70	12~16	16~18	17~19	0.35~0.55	160~200	1×10^{-5}~1×10^{-4}
	J_1s	强风化砂岩	21.0～23.0	21.31~23.73	/	1000～3000	200～300	19～22	0.40～0.45	500～1000	＜1×10^{-2}
		强风化泥质砂岩	23～24	23.43~24.67	/	300～400	200～300	28～30	0.50～0.55	800～1200	＜1.0×10^{-3}
	J_2f	强风化砂岩	21.0～23.0	21.31~23.73	/	1000～3000	200～300	27～33	0.50～0.65	500～1000	＜1×10^{-2}
		强风化泥岩	20.0～22.0	20.14~22.82	/	200～400	50～100	24～29	0.30～0.35	300～500	＜1×10^{-3}
		强风化砂质泥岩	21～22.5	21.45~23.19	/	300～500	100～120	23～25	0.40～0.45	400～600	<1×10^{-3}
	渣体	粘土、粉土、砂卵砾石、片麻岩等	16～18	16.21~18.38	/	5～12	3~5	20～28	/	/	
老纳上村弃渣场	Q^{eld}	含碎石粘土	17~20	17.02~20.38	0.47~0.70	12~16	16~18	17~19	0.35~0.55	160~200	1×10^{-5}~1×10^{-4}

弃渣场名称	地层时代	岩性	天然重度（kN/m^3）	饱和重度（kN/m^3）	天然孔隙比 e	压缩(变形)模量（MPa）	抗剪强度		基底面与地基摩擦系数	承载力容许值 f_{a0}（kPa）	渗透系数 k（cm/s）
							内聚力 c（kPa）	内摩擦角 φ（°）			
	Q_{1-2}	含砾砂土	14.5～15.5	15.47~17.23	0.4~0.6	6~8	10～20	19～22	0.50~0.45	160~200	1×10^{-3}~1×10^{-2}
		粘土	16.0～17.5	16.59~18.96	0.3~0.5	3~5	20～30	21～25	0.20~0.3	120~150	1×10^{-4}~1×10^{-5}
		砂卵砾石	19.0～21.0	20.95~23.75	0.4~0.6	10～12	0	28～32	0.50~0.60	170~250	1×10^{-2}~1×10^{-1}
	$Pt_1kn_2^1$	全风化角闪片麻岩	19.0～21.0	21.78~24.83	0.5~0.80	10～15	50～100	21～25	0.38～0.42	150～200	1×10^{-3}~1×10^{-2}
		强风化角闪片麻岩	21.0～23.0	21.64~26.04	/	1000～3000	200～400	26～31	0.42～0.50	800～1000	＜1×10^{-2}
		弱风化角闪片麻岩	23.0～25.0	23.05~25.18	/	3000～6000	400～500	31～35	0.50～0.65	1000～1500	＜1×10^{-3}
	渣体	粘土、粉土、砂卵砾石、片麻岩、伟晶岩脉等混合碎块石土	15.0～17.0	15.53~17.94	0.5~0.7	1～3	5~10	10～22	/	/	/
海田村弃渣场	Q^{eld}	含碎石粘土	17~20	17.02~20.38	0.47~0.70	12~16	16~18	17~19	0.35~0.55	160~200	1×10^{-5}~1×10^{-4}
	Q_{1-2}	含砾砂土	14.5～15.5	15.47~17.23	0.4~0.6	6~8	10～20	19～22	0.50~0.45	160~200	1×10^{-3}~1×10^{-2}
		粘土	16.0～17.5	16.59~18.96	0.3~0.5	3~5	20～30	21～25	0.20~0.3	120~150	1×10^{-4}~1×10^{-5}
		砂卵砾石	19.0～21.0	20.95~23.75	0.4~0.6	10～12	0	28～32	0.50~0.60	170~250	1×10^{-2}~1×10^{-1}
	渣体	粘土、粉土、砂卵砾石、片麻岩等混合碎块石土	16～18	16.34~18.75	0.5~0.7	5～12	5~10	20～28	/	/	/
水桥村 1#弃渣场	Q^{eld}	含碎石粘土	17~20	17.02~20.38	0.47~0.70	12~16	16~18	17~19	0.35~0.55	160~200	1×10^{-5}~1×10^{-4}
	$Pt_1kn_2^1$	全风化角闪片麻岩	19.0～21.0	21.78~24.83	0.5~0.80	10～15	50～100	21～25	0.38～0.42	150～200	1×10^{-3}~1×10^{-2}
		强风化角闪片麻岩	21.0～23.0	21.64~26.04	/	1000～3000	200～400	26～31	0.42～0.50	800～1000	＜1×10^{-2}
		弱风化角闪片麻岩	23.0～25.0	23.05~25.18	/	3000～6000	400～500	31～35	0.50～0.65	1000～1500	＜1×10^{-3}
	渣体	粘土、粉土、砂卵砾石、片麻岩等混合碎块石土	16～18	16.34~18.75	0.5~0.7	5～12	5~10	20～28	/	/	/
水桥村 2#弃渣场	Q^{eld}	含碎石粘土	17~20	17.02~20.38	0.47~0.70	12~16	16~18	17~19	0.35~0.55	160~200	1×10^{-5}~1×10^{-4}
	$Pt_1kn_2^1$	全风化角闪片麻岩	19.0～21.0	21.78~24.83	0.5~0.80	10～15	50～100	21～25	0.38～0.42	150～200	1×10^{-3}~1×10^{-2}
		强风化角闪片麻岩	21.0～23.0	21.64~26.04	/	1000～3000	200～400	26～31	0.42～0.50	800～1000	＜1×10^{-2}
		弱风化角闪片麻岩	23.0～25.0	23.05~25.18	/	3000～6000	400～500	31～35	0.50～0.65	1000～1500	＜1×10^{-3}
	渣体	粘土、粉土、碎石土、砂岩、页岩等混合碎块石土	15.0～17.0	15.53~17.94	0.5~0.7	1～3	5~15	10～22	/	/	/
大坝箐弃渣场	Q^{eld}	含碎石粘土	17~20	17.02~20.38	0.47~0.70	12~16	16~18	17~19	0.35~0.55	160~200	1×10^{-5}~1×10^{-4}
	$Pt_1kn_2^1$	全风化角闪片麻岩	19.0～21.0	21.78~24.83	0.5~0.80	10～15	50～100	21～25	0.38～0.42	150～200	1×10-3~1×10^{-2}

弃渣场名称	地层时代	岩性	天然重度（kN/m^3）	饱和重度（kN/m^3）	天然孔隙比 e	压缩(变形)模量（MPa）	抗剪强度		基底面与地基摩擦系数	承载力容许值 f_{a0}（kPa）	渗透系数 k（cm/s）
							内聚力 c（kPa）	内摩擦角 φ（°）			
		强风化角闪片麻岩	21.0～23.0	21.64~26.04	/	1000～3000	200～400	26～31	0.42～0.50	800～1000	＜1×10^{-2}
		弱风化角闪片麻岩	23.0～25.0	23.05~25.18	/	3000～6000	400～500	31～35	0.50～0.65	1000～1500	＜1×10^{-3}
	J_1p	强风化砂岩	21.0～23.0	21.31~23.73	/	1000～3000	200～300	27～33	0.50～0.65	500～1000	＜1×10^{-2}
		强风化泥岩	20.0～22.0	20.14~22.82	/	200～400	50～100	24～29	0.30～0.35	300～500	＜1×10^{-3}
	渣体	粘土、粉土、砂卵砾石、片麻岩、砂岩、页岩、等混合碎块石土	15.0～18.0	15.53~18.75	0.5~0.7	3～8	10~20	15～22	/	/	/
洒芷 1#弃渣场	Q^{eld}	含碎石砂土	14.5～15.5	14.94~16.67	0.4~0.6	6~8	10～20	19～22	0.50~0.45	160~200	1×10^{-3}~1×10^{-2}
	J_1p	强风化砂岩	21.0～23.0	21.31~23.73	/	1000～3000	200～300	27～33	0.50～0.65	500～1000	＜1×10^{-2}
		强风化泥岩	20.0～22.0	20.14~22.82	/	200～400	50～100	24～29	0.30～0.35	300～500	＜1×10^{-3}
	渣体	粘土、粉土、砂卵砾石、片麻岩、砂岩、页岩、伟晶岩脉等混合碎块石土	15.0～18.0	15.53~18.75	0.5~0.7	3～8	0	15～24	/	/	/
洒芷 2#弃渣场	Q^{eld}	含碎石砂土	14.5～15.5	14.94~16.67	0.4~0.6	6~8	10～20	19～22	0.50~0.45	160~200	1×10^{-3}~1×10^{-2}
	Q_{1-2}	含砾砂土	14.5～15.5	15.47~17.23	0.4~0.6	6~8	10～20	19～22	0.50~0.45	160~200	1×10^{-3}~1×10^{-2}
		粘土	16.0～17.5	16.59~18.96	0.3~0.5	3~5	20～30	21～25	0.20~0.3	120~150	1×10^{-4}~1×10^{-5}
		砂卵砾石	19.0～21.0	20.95~23.75	0.4~0.6	10～12	0	28～32	0.50~0.45	170~250	1×10^{-2}~1×10^{-1}
	γ_2^1	全风化花岗岩	17.0～20	19.52~23.17	0.5~0.70	10～12	40～60	19～22	0.25～0.30	300～400	1×10^{-3}~1×10^{-2}
		强风化花岗岩	20～23	20.75~23.73	/	700～900	80～100	38～42	0.45～0.55	400～600	＜1×10^{-3}
	渣体	粘土、粉土、砂卵砾石、片麻岩、砂岩、页岩、伟晶岩脉等混合碎块石土	15.0～18.0	15.53~18.75	0.5~0.7	3～8	0	15～24	/	/	/
长山梁子弃渣场	Q^{eld}	含碎石粘土	17~20	17.02~20.38	0.47~0.70	12~16	16~18	17~19	0.35~0.55	160~200	1×10^{-5}~1×10^{-4}
	$Pt_1kn_2^1$	全风化角闪片麻岩	19.0～21.0	21.78~24.83	0.5~0.80	10～15	50～100	21～25	0.38～0.42	150～200	1×10-3~1×10-2
		强风化角闪片麻岩	21.0～23.0	21.64~26.04	/	1000～3000	200～400	26～31	0.4～0.5	800～1000	＜1×10^{-2}
		弱风化角闪片麻岩	23.0～25.0	23.05~25.18	/	3000～6000	400～500	31～35	0.45～0.55	1000～1500	＜1×10^{-3}
	渣体	粘土、粉土、砂卵砾石、片麻岩、伟晶岩脉等混合碎块石土	15.0～17.0	15.53~17.94	0.5~0.7	1～3	0	10～22	/	/	/
大沙箐弃渣场	Q^{eld}	含碎石砂土	14.5～15.5	14.65~16.35	0.4~0.6	6~8	10～20	19～22	0.50~0.45	160~200	1×10^{-3}~1×10^{-2}
	Q_{1-2}	含砾砂土	14.5～15.5	15.47~17.23	0.4~0.6	6~8	10～20	19～22	0.50~0.45	160~200	1×10^{-3}~1×10^{-2}
		粘土	16.0～17.5	16.59~18.96	0.3~0.5	3~5	20～30	21～25	0.20~0.3	120~150	1×10^{-4}~1×10^{-5}
		砂卵砾石	19.0～21.0	20.95~23.75	0.4~0.6	10～12	0	28～32	0.50~0.45	170~250	1×10^{-2}~1×10^{-1}

弃渣场名称	地层时代	岩性	天然重度（kN/m^3）	饱和重度（kN/m^3）	天然孔隙比 e	压缩(变形)模量（MPa）	抗剪强度		基底面与地基摩擦系数	承载力容许值 f_{a0}（kPa）	渗透系数 k（cm/s）
							内聚力 c（kPa）	内摩擦角 φ（°）			
	渣体	粘土、粉土、砂卵砾石、片麻岩等混合碎块石土	16～18	16.34~18.75	0.5~0.7	5～12	0	20～28	/	/	/
平场山弃渣场	Q^{eld}	含碎石砂土	14.5～15.5	14.65~16.35	0.4~0.6	6~8	10～20	19～22	0.50~0.45	160~200	1×10^{-3}~1×10^{-2}
	γ_2^1	全风化花岗岩	17.0～20	19.52~23.17	0.5~0.70	10～12	40～60	16～20	0.25～0.30	300～400	1×10^{-3}~1×10^{-2}
		强风化花岗岩	20～23	20.75~23.73	/	700～900	80～100	38～42	0.45～0.55	400～600	＜1×10^{-3}
	渣体	粘土、粉土、伟晶岩脉等混合碎块石土	15.0～17.0	15.53~17.94	0.5~0.7	1～3	0	10～22	/	/	/
桂花坡弃渣场	Q^{eld}	含碎石砂土	14.5～15.5	14.65~16.35	0.4~0.6	6~8	10～20	19～22	0.50~0.45	160~200	1×10^{-3}~1×10^{-2}
	γ_2^1	全风化花岗岩	17.0～20	19.52~23.17	0.5~0.70	10～12	40～60	16～20	0.25～0.30	300～400	1×10^{-3}~1×10^{-2}
		强风化花岗岩	20～23	20.75~23.73	/	700～900	80～100	38～42	0.45～0.55	400～600	＜1×10^{-3}
	渣体	粘土、粉土、砂卵砾石、伟晶岩脉等混合碎块石土	15.0～17.0	15.53~17.94	0.5~0.7	1～3	0	10～22	/	/	/
二台坡弃渣场	Q^{eld}	含碎石砂土	14.5～15.5	14.65~16.35	0.4~0.6	6~8	10～20	19～22	0.50~0.45	160~200	1×10^{-3}~1×10^{-2}
	γ_2^1	全风化花岗岩	17.0～20	19.52~23.17	0.5~0.70	10～12	40～60	16～20	0.25～0.30	300～400	1×10^{-3}~1×10^{-2}
		强风化花岗岩	20～23	20.75~23.73	/	700～900	80～100	38～42	0.45～0.55	400～600	＜1×10^{-3}
	渣体	粘土、粉土、伟晶岩脉等混合碎块石土	15.0～17.0	15.53~17.94	0.5~0.7	1～3	0	10～22	/	/	/
四房箐弃渣场	Q^{eld}	含碎石砂土	14.5～15.5	14.65~16.35	0.4~0.6	6~8	10～20	19～22	0.50~0.45	160~200	1×10^{-3}~1×10^{-2}
	γ_2^1	全风化花岗岩	17.0～20	19.52~23.17	0.5~0.70	10～12	40～60	16～20	0.25～0.30	300～400	1×10^{-3}~1×10^{-2}
		强风化花岗岩	20～23	20.75~23.73	/	700～900	80～100	38～42	0.45～0.55	400～600	＜1×10^{-3}
	渣体	粘土、粉土、伟晶岩脉等混合碎块石土	15.0～17.0	15.53~17.94	0.5~0.7	1～3	0	10～22	/	/	/
弯腰树弃渣场	Q^{eld}	含碎石砂土	14.5～15.5	14.65~16.35	0.4~0.6	6~8	10～20	19～22	0.50~0.45	160~200	1×10^{-3}~1×10^{-2}
	Q_{1-2}	含砾砂土	14.5～15.5	15.47~17.23	0.4~0.6	6~8	10～20	19～22	0.50~0.45	160~200	1×10^{-3}~1×10^{-2}
		粘土	16.0～17.5	16.59~18.96	0.3~0.5	3~5	20～30	21～25	0.20~0.3	120~150	1×10^{-4}~1×10^{-5}
		砂卵砾石	19.0～21.0	20.95~23.75	0.4~0.6	10～12	0	28～32	0.50~0.45	170~250	1×10^{-2}~1×10^{-1}
	γ_2^1	全风化花岗岩	17.0～20	19.52~23.17	0.5~0.70	10～12	40～60	16～20	0.25～0.30	300～400	1×10^{-3}~1×10^{-2}
		强风化花岗岩	20～23	20.75~23.73	/	700～900	80～100	38～42	0.45～0.55	400～600	＜1×10^{-3}
	渣体	粘土、粉土、砂卵砾石、砂岩、泥岩、伟晶岩脉等混合碎块石土	15.0～18.0	15.53~18.75	0.5~0.7	3～8	0	15～24	/	/	/
大石箐弃渣场	Q^{eld}	含碎石粘土	17~20	17.02~20.38	0.47~0.70	12~16	16~18	17~19	0.35~0.55	160~200	1×10^{-5}~1×10^{-4}

弃渣场名称	地层时代	岩性	天然重度（kN/m^3）	饱和重度（kN/m^3）	天然孔隙比 e	压缩(变形)模量（MPa）	抗剪强度		基底面与地基摩擦系数	承载力容许值 f_{a0}（kPa）	渗透系数 k（cm/s）
							内聚力 c（kPa）	内摩擦角 φ（°）			
	K_2j^3	强风化砂岩	21.0～23.0	23.33~26.02	/	1000～3000	200～300	27～33	0.50～0.65	500～1000	＜1×10^{-2}
		强风化泥岩	20.0～22.0	20.75~22.73	/	200～400	50～100	24～29	0.30～0.35	300～500	＜1×10^{-3}
	渣体	粘土、粉土、砂卵砾石、砂岩、泥岩、伟晶岩脉等混合碎块石土	15.0～18.0	15.53~18.75	0.5~0.7	3～8	0	15～24	/	/	/
白台子弃渣场	Q^{eld}	含碎石粘土	17~20	17.02~20.38	0.47~0.70	12~16	16~18	17~19	0.35~0.55	160~200	1×10^{-5}~1×10^{-4}
	K_2j^3	强风化砂岩	21.0～23.0	23.33~26.02	/	1000～3000	200～300	27～33	0.50～0.65	500～1000	＜1×10^{-2}
		强风化泥岩	20.0～22.0	20.75~22.73	/	200～400	50～100	24～29	0.30～0.35	300～500	＜1×10^{-3}
	渣体	粘土、粉土、砂岩、泥岩等混合碎块石土	16～18	16.21~18.38	0.47~0.6	5～12	0	20～28	/	/	/
牛角箐弃渣场	Q^{eld}	含碎石粘土	17~20	17.02~20.38	0.47~0.70	12~16	16~18	17~19	0.35~0.55	160~200	1×10^{-5}~1×10^{-4}
	K_2j^3	强风化砂岩	21.0～23.0	23.33~26.02	/	1000～3000	200～300	27～33	0.50～0.65	500～1000	＜1×10^{-2}
		强风化泥岩	20.0～22.0	20.75~22.73	/	200～400	50～100	24～29	0.30～0.35	300～500	＜1×10^{-3}
	渣体	粘土、粉土、砂卵砾石、砂岩、泥岩、伟晶岩脉等混合碎块石土	15.0～18.0	15.53~18.75	0.5~0.7	3～8	0	15～24	/	/	/
塘郭弃渣场	Q^{eld}	含碎石粘土	17~20	17.02~20.38	0.47~0.70	12~16	16~18	17~19	0.35~0.55	160~200	1×10^{-5}~1×10^{-4}
	Q_{1-2}	含砾砂土	14.5～15.5	15.47~17.23	0.4~0.6	6~8	10～20	19～22	0.50~0.45	160~200	1×10^{-3}~1×10^{-2}
		粘土	16.0～17.5	16.59~18.96	0.3~0.5	3~5	20～30	21～25	0.20~0.3	120~150	1×10^{-4}~1×10^{-5}
		砂卵砾石	19.0～21.0	20.95~23.75	0.4~0.6	10～12	0	28～32	0.50~0.45	170~250	1×10^{-2}~1×10^{-1}
	渣体	粘土、粉土、砂卵砾石、砂岩、泥岩等混合碎块石土	16～18	16.21~18.38	0.47~0.6	5～12	0	20～28	/	/	/
老洼箐弃渣场	Q^{eld}	含碎石粘土	17~20	17.02~20.38	0.47~0.70	12~16	16~18	17~19	0.35~0.55	160~200	1×10^{-5}~1×10^{-4}
	K_2j^4	强风化砂岩	21.0～23.0	23.33~26.02	/	1000～3000	200～300	27～33	0.50～0.65	500～1000	＜1×10^{-2}
		强风化泥岩	20.0～22.0	20.75~22.73	/	200～400	50～100	24～29	0.30～0.35	300～500	＜1×10^{-3}
	渣体	粘土、粉土、砂岩、泥岩等混合碎块石土	16～18	16.21~18.38	0.47~0.6	5～12	0	20～28	/	/	/
多竹箐弃渣场	Q^{eld}	含碎石砂土	14.5～15.5	14.65~16.35	0.4~0.6	6~8	10～20	19～22	0.50~0.45	160~200	1×10^{-3}~1×10^{-2}
	γ_2^1	全风化花岗岩	17.0～20	19.52~23.17	0.5~0.70	10～12	40～60	16～20	0.25～0.30	300～400	1×10^{-3}~1×10^{-2}
		强风化花岗岩	20～23	20.75~23.73	/	700～900	80～100	38～42	0.45～0.55	400～600	＜1×10^{-3}
	K_2j^3	强风化砂岩	21.0～23.0	21.31~23.73	/	1000～3000	200～300	27～33	0.50～0.65	500～1000	＜1×10^{-2}
		强风化泥岩	20.0～22.0	20.14~22.82	/	200～400	50～100	24～29	0.30～0.35	300～500	＜1×10^{-3}

弃渣场名称	地层时代	岩性	天然重度（kN/m^3）	饱和重度（kN/m^3）	天然孔隙比 e	压缩(变形)模量（MPa）	抗剪强度		基底面与地基摩擦系数	承载力容许值 f_{a0}（kPa）	渗透系数 k（cm/s）
							内聚力 c（kPa）	内摩擦角 φ（°）			
	渣体	粘土、粉土、砂卵砾石、砂岩、泥岩等混合碎块石土	16～18	16.21~18.38	0.47~0.6	5～12	0	20～28	/	/	/
小多乐弃渣场	Q^{eld}	含碎石砂土	14.5～15.5	14.65~16.35	0.4~0.6	6~8	10～20	19～22	0.50~0.45	160~200	1×10^{-3}~1×10^{-2}
	γ_2^1	全风化花岗岩	17.0～20	19.52~23.17	0.5~0.70	10～12	40～60	16～20	0.25～0.30	300～400	1×10^{-3}~1×10^{-2}
		强风化花岗岩	20～23	20.75~23.73	/	700～900	80～100	38～42	0.45～0.55	400～600	＜1×10^{-3}
	K_2j^3	强风化砂岩	21.0～23.0	21.31~23.73	/	1000～3000	200～300	27～33	0.50～0.65	500～1000	＜1×10^{-2}
		强风化泥岩	20.0～22.0	20.14~22.82	/	200～400	50～100	24～29	0.30～0.35	300～500	＜1×10^{-3}
	渣体	粘土、粉土、砂卵砾石、砂岩、泥岩、伟晶岩脉等混合碎块石土	15.0～18.0	15.53~18.75	0.5~0.7	3～8	0	15～24	/	/	/
大雷宰 1#、2#弃渣场	Q^{eld}	含碎石砂土	14.5～15.5	14.65~16.35	0.4~0.6	6~8	10～20	19～22	0.50~0.45	160~200	1×10^{-3}~1×10^{-2}
	γ_2^1	全风化花岗岩	17.0～20	19.52~23.17	0.5~0.70	10～12	40～60	16～20	0.25～0.30	300～400	1×10^{-3}~1×10^{-2}
		强风化花岗岩	20～23	20.75~23.73	/	700～900	80～100	38～42	0.45～0.55	400～600	＜1×10^{-3}
	渣体	粘土、粉土、砂卵砾石、砂岩、泥岩、伟晶岩脉等混合碎块石土	15.0～18.0	15.53~18.75	0.5~0.7	3～8	0	15～24	/	/	/
班者糯弃渣场	Q^{eld}	含碎石粘土	17~20	17.02~20.38	0.47~0.70	12~16	16~18	17~19	0.35~0.55	160~200	1×10^{-5}~1×10^{-4}
	γ_2^1	全风化花岗岩	17.0～20	19.52~23.17	0.5~0.70	10～12	40～60	16～20	0.25～0.30	300～400	1×10^{-3}~1×10^{-2}
		强风化花岗岩	20～23	20.75~23.73	/	700～900	80～100	38～42	0.45～0.55	400～600	＜1×10^{-3}
	渣体	粘土、粉土、砂卵砾石、砂岩、泥岩等混合碎块石土	16～18	16.21~18.38	0.47~0.6	5～12	0	20～28	/	/	/
大石房弃渣场	Q^{eld}	含碎石粘土	17~20	17.02~20.38	0.47~0.70	12~16	16~18	17~19	0.35~0.55	160~200	1×10^{-5}~1×10^{-4}
	γ_2^1	全风化花岗岩	17.0～20	19.52~23.17	0.5~0.70	10～12	40～60	16～20	0.25～0.30	300～400	1×10^{-3}~1×10^{-2}
		强风化花岗岩	20～23	20.75~23.73	/	700～900	80～100	38～42	0.45～0.55	400～600	＜1×10^{-3}
	渣体	粘土、粉土、砂卵砾石、片麻岩、砂岩、页岩、伟晶岩脉等混合碎块石土	15.0～18.0	15.53~18.75	0.5~0.7	3～8	0	15～24	/	/	/

（3）计算公式

堆渣区占压的底断面为非圆弧，为计算以沟底接触面为滑动面的弃渣场稳定计算，参照《水利水电工程水土保持技术规范》（SL575-2012），拟采用摩根斯顿—普赖斯法（滑动面呈非圆弧形）计算公式如下:

$$\int_a^b p(x)s(x)dx = 0 \qquad \text{（公式 7.4-1）}$$

$$\int_a^b p(x)s(x)t(x)dx - M_e = 0 \qquad \text{（公式 7.4-2）}$$

$$p(x) = \left[\frac{dW}{dx} \pm \frac{dv}{dx} + q\right] sin(\varphi' - a)\, u\, sec\, a\, sin\, \varphi'_e + c'_e\, sec\, \alpha\, cos\, \varphi'_e - \frac{dQ}{dx} cos(\varphi' - a) \qquad \text{（公式 7.4-3）}$$

$$s(x) = sec(\varphi'_e - \alpha + \beta)\, exp\left[-\int_\alpha^x tan\left(\varphi'_e - \alpha + \beta\right)\frac{d\beta}{d\xi}d\xi\right] \qquad \text{（公式 7.4-4）}$$

$$s(x) = \int_a^x (sin\,\beta - cos\,\beta\, tan\,\alpha)\, exp\left[\int_a^\xi tan\left(\varphi'_e - \alpha + \beta\frac{d\beta}{d\xi}d\xi\right)\right] \qquad \text{（公式 7.4-5）}$$

$$M_e = \int_a^b \frac{dQ}{dx} h_e dx \qquad \text{（公式 7.4-6）}$$

$$C_e = \frac{c'}{K} \qquad \text{（公式 7.4-7）}$$

$$tan\,\varphi'_e = \frac{tan\,\varphi'}{K} \qquad \text{（公式 7.4-8）}$$

式中：dx—土条宽度;

dW—土条重量;

q—坡顶外侧的垂直荷载;

M_e—水平地震惯性力对土条底部中点的力矩;

dQ、dV—土条水平和地质惯性力（向上为负，向下为正）;

α—条块底部和水平面的夹角;

β—土条侧面的合力与水平方向的夹角;

h_e—水平地震惯性力到土条底部中点的垂直距离。

（4）安全系数标准、计算方法和结果

弃渣场边坡、整体稳定计算根据《水利水电工程水土保持技术规范》（SL575-2012），采用摩根斯顿—普赖斯法计算时，渣体稳定安全系数见表 7.4-2。

①弃渣场边坡稳定计算

各弃渣场在不考虑清除弃渣场地表第四系土层、碎石、砂土、粘土等时，计算弃渣

场边坡稳定性。结果详见表 7.4-4。

表 7.4-4　弃渣场堆渣边坡稳定计算一览表

编号	弃渣场名称	渣体特性		渣场级别	渣体内摩擦角φ	计算值			规范值		
		堆渣最大高度 m	堆渣边坡			正常运用工况	非常运用工况		正常运用工况	非常运用工况	
							持续降雨	地震		持续降雨	地震
1	碗厂 1#弃渣场	80	1:4	3	22	1.594	1.376	1.418	1.25	1.10	1.10
2	碗厂 2#弃渣场	52	1:3	4	22	1.278	1.116	1.055	1.20	1.05	1.05
3	白土坡 1#弃渣场	80	1:3	3	23	1.284	1.113	1.175	1.25	1.10	1.10
4	白土坡 2#弃渣场	64	1:4	3	22	1.672	1.459	1.445	1.25	1.10	1.10
5	白土坡 3#弃渣场	50	1:3	3	23	1.309	1.249	1.164	1.25	1.10	1.10
6	老纳上村弃渣场	39	1:3	4	22	1.237	1.189	1.117	1.20	1.05	1.05
7	海田村弃渣场	27	1:3	4	22	1.244	1.194	1.062	1.20	1.05	1.05
8	水桥村 1#弃渣场	54	1:3	4	23	1.311	1.249	1.180	1.20	1.05	1.05
9	水桥村 2#弃渣场	35	1:3	4	22	1.316	1.199	1.076	1.20	1.05	1.05
10	大坝箐弃渣场	54	1:3	4	24	1.400	1.303	1.085	1.20	1.05	1.05
11	洒芷 1#弃渣场	44	1:3	4	24	1.311	1.301	1.118	1.20	1.05	1.05
12	洒芷 2#弃渣场	42	1:3	4	23	1.304	1.280	1.090	1.20	1.05	1.05
13	长山梁子弃渣场	21	1:3	4	22	1.386	1.235	1.088	1.20	1.05	1.05
14	大沙箐弃渣场	39	1:3	4	23	1.316	1.237	1.091	1.20	1.05	1.05
15	平场山弃渣场	48	1:3	4	22	1.322	1.277	1.083	1.20	1.05	1.05
16	桂花坡弃渣场	53	1:3	4	22	1.336	1.214	1.052	1.20	1.05	1.05
17	二台坡弃渣场	42	1:3	4	22	1.290	1.171	1.087	1.20	1.05	1.05
18	四房箐弃渣场	43	1:3	4	22	1.250	1.065	1.090	1.20	1.05	1.05
19	弯腰树弃渣场	48	1:3	4	24	1.342	1.179	1.071	1.20	1.05	1.05
20	大石箐弃渣场	34	1:3	4	22	1.246	1.083	1.083	1.20	1.05	1.05
21	白台子弃渣场	44	1:3	4	24	1.381	1.199	1.077	1.20	1.05	1.05
22	牛角箐弃渣场	43	1:3	4	23	1.307	1.250	1.056	1.20	1.05	1.05
23	塘郭弃渣场	31	1:3	4	22	1.312	1.160	1.121	1.20	1.05	1.05
24	老洼箐弃渣场	44	1:3	4	24	1.324	1.212	1.079	1.20	1.05	1.05
25	多竹箐弃渣场	52	1:3	4	24	1.362	1.245	1.082	1.20	1.05	1.05
26	小多乐弃渣场	54	1:3	4	22	1.253	1.216	1.083	1.20	1.05	1.05
27	大雷宰 1#弃渣场	34	1:4	4	21	1.617	1.343	1.180	1.20	1.05	1.05
28	大雷宰 2#弃渣场	31	1:3	4	22	1.306	1.123	1.053	1.20	1.05	1.05
29	班者糯弃渣场	25	1:3	4	22	1.250	1.082	1.078	1.20	1.05	1.05
30	大石房弃渣场	30	1:3	4	22	1.237	1.149	1.069	1.20	1.05	1.05

②弃渣场整体稳定计算

本方案在进行渣场整体稳定计算时，假定滑动面为渣场底部冲沟的接触面发生整体滑动。

表 7.4-5　弃渣场堆渣整体稳定计算一览表

编号	弃渣场名称	渣体特性		渣场级别	渣体内摩擦角 φ	第四系		计算值			规范值		
		堆渣最大高度 m	堆渣边坡			内聚力 c（KPa）	内摩擦角 φ（°）	正常运用工况	非常运用工况		正常运用工况	非常运用工况	
									持续降雨	地震		持续降雨	地震
1	碗厂 1#弃渣场	80	1:4	3	22	16	17	4.115	4.081	2.853	1.25	1.10	1.10
2	碗厂 2#弃渣场	52	1:3	4	22	16	17	4.081	4.054	2.744	1.20	1.05	1.05
3	白土坡 1#弃渣场	80	1:3	3	23	16	17	5.540	5.452	4.100	1.25	1.10	1.10
4	白土坡 2#弃渣场	64	1:4	3	22	16	17	5.020	4.964	3.375	1.25	1.10	1.10
5	白土坡 3#弃渣场	50	1:3	3	23	16	17	4.830	4.817	3.530	1.25	1.10	1.10
6	老纳上村弃渣场	39	1:3	4	22	16	17	2.838	2.824	2.202	1.20	1.05	1.05
7	海田村弃渣场	27	1:3	4	22	16	17	3.782	3.753	2.660	1.20	1.05	1.05
8	水桥村 1#弃渣场	54	1:3	4	23	16	17	2.869	2.844	2.259	1.20	1.05	1.05
9	水桥村 2#弃渣场	35	1:3	4	22	16	17	3.637	3.606	2.712	1.20	1.05	1.05
10	大坝箐弃渣场	54	1:3	4	24	16	17	1.889	1.873	1.547	1.20	1.05	1.05
11	洒芷 1#弃渣场	44	1:3	4	24	10	19	2.056	2.044	1.738	1.20	1.05	1.05
12	洒芷 2#弃渣场	42	1:3	4	23	10	19	3.081	3.069	2.044	1.20	1.05	1.05
13	长山梁子弃渣场	21	1:3	4	22	16	17	2.936	2.898	2.197	1.20	1.05	1.05
14	大沙箐弃渣场	39	1:3	4	23	10	19	2.877	2.862	2.165	1.20	1.05	1.05
15	平场山弃渣场	48	1:3	4	22	10	19	2.637	2.630	1.961	1.20	1.05	1.05
16	桂花坡弃渣场	53	1:3	4	22	10	19	2.893	2.853	2.283	1.20	1.05	1.05
17	二台坡弃渣场	42	1:3	4	22	10	19	2.567	2.540	1.909	1.20	1.05	1.05
18	四房箐弃渣场	43	1:3	4	22	10	19	2.660	2.635	1.973	1.20	1.05	1.05
19	弯腰树弃渣场	48	1:3	4	24	10	19	2.786	2.766	2.022	1.20	1.05	1.05
20	大石箐弃渣场	34	1:3	4	22	16	17	3.713	3.667	2.551	1.20	1.05	1.05
21	白台子弃渣场	44	1:3	4	24	16	17	3.188	3.155	2.414	1.20	1.05	1.05
22	牛角箐弃渣场	43	1:3	4	23	16	17	2.618	2.607	2.136	1.20	1.05	1.05
23	塘郭弃渣场	31	1:3	4	22	16	17	4.084	3.947	2.551	1.20	1.05	1.05
24	老洼箐弃渣场	44	1:3	4	24	16	17	2.066	2.051	1.648	1.20	1.05	1.05
25	多竹箐弃渣场	52	1:3	4	24	10	19	1.985	1.968	1.577	1.20	1.05	1.05
26	小多乐弃渣场	54	1:3	4	22	10	19	3.536	3.520	2.468	1.20	1.05	1.05
27	大雷宰 1#弃渣场	34	1:4	4	21	10	19	4.834	4.743	2.801	1.20	1.05	1.05
28	大雷宰 2#弃渣场	31	1:3	4	22	10	19	6.233	6.123	3.116	1.20	1.05	1.05
29	班者糯弃渣场	25	1:3	4	22	16	17	4.974	4.867	2.959	1.20	1.05	1.05
30	大石房弃渣场	30	1:3	4	22	16	17	3.554	3.527	2.415	1.20	1.05	1.05

根据表 7.4-4 和表 7.4-5 可知，各弃渣场堆渣边坡稳定、整体稳定安全系数在各种工况下均达到规范要求，堆渣在拟定堆放坡度下均能满足稳定要求。

本方案对工程 30 个弃渣场逐一进行弃渣场边坡和整体稳定性分析，此处仅附堆渣量较大和堆高较高、地质条件具有典型性和代表性的碗厂 1#弃渣场、白土坡 1#弃渣场、白土坡 2#弃渣场、海田村弃渣场、水桥村 1#弃渣场、弯腰树弃渣场、牛角箐弃渣场和

大雷宰 1#弃渣场共 8 个弃渣场计算结果简图。

③典型弃渣场稳定分析计算结果图

A、碗厂 1#弃渣场稳定计算结果图

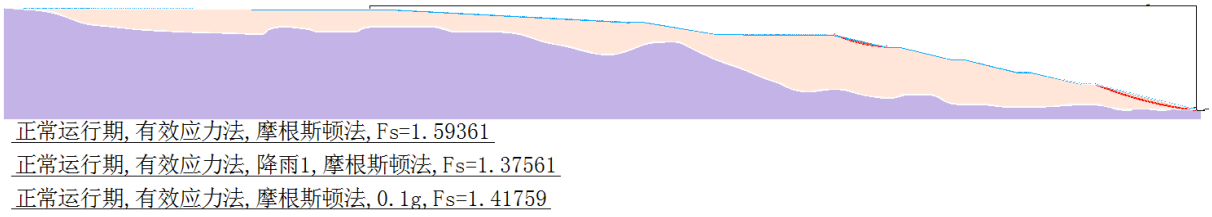


图 7.4-1　碗厂 1#弃渣场各工况下边坡稳定计算结果

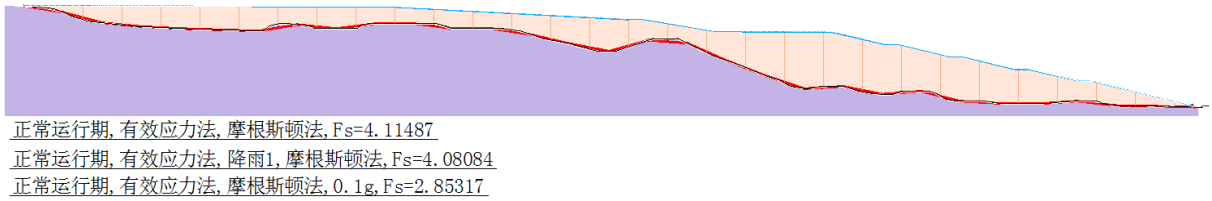


图 7.4-2　碗厂 1#弃渣场各工况下整体稳定计算结果

B、白土坡 1#弃渣场稳定计算结果图

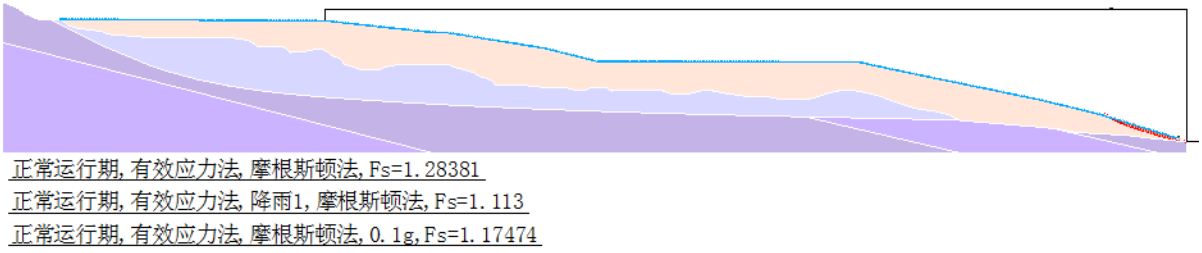


图 7.4-3　白土坡 1#弃渣场各工况下边坡稳定计算结果

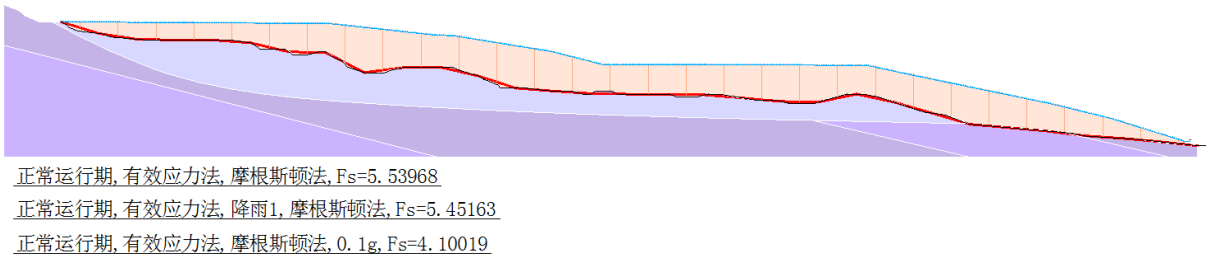
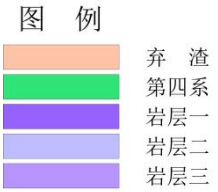
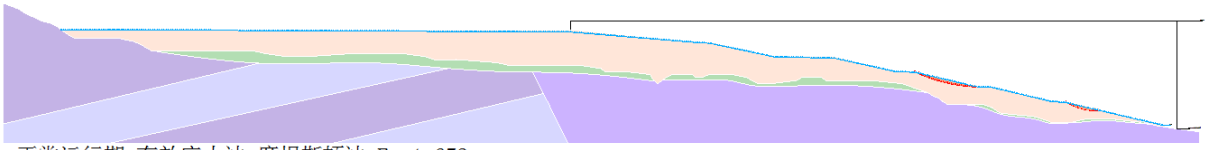


图 7.4-4　白土坡 1#弃渣场各工况下整体稳定计算结果

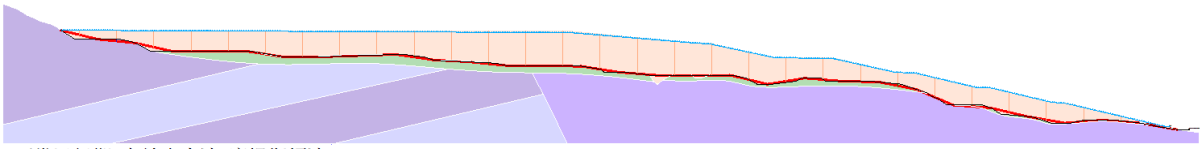


C、白土坡 2#弃渣场稳定计算结果图



正常运行期, 有效应力法, 摩根斯顿法, Fs=1.672
正常运行期, 有效应力法, 降雨1, 摩根斯顿法, Fs=1.4588
正常运行期, 有效应力法, 摩根斯顿法, 0.1g, Fs=1.44533

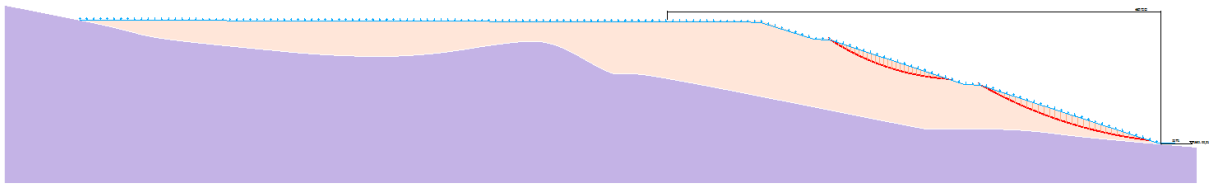
图 7.4-5　白土坡 2#弃渣场各工况下边坡稳定计算结果



正常运行期, 有效应力法, 摩根斯顿法, Fs=5.02038
正常运行期, 有效应力法, 降雨1, 摩根斯顿法, Fs=4.9639
正常运行期, 有效应力法, 摩根斯顿法, 0.1g, Fs=3.37466

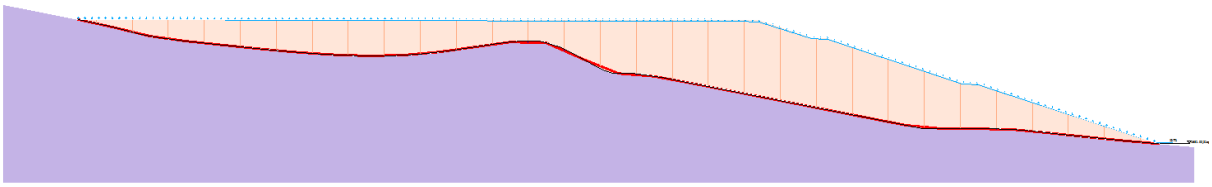
图 7.4-6　白土坡 2#弃渣场各工况下整体稳定计算结果

D、海田村弃渣场稳定计算结果图



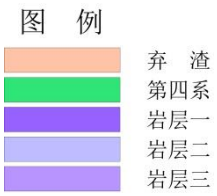
正常运行期, 有效应力法, 摩根斯顿法, Fs=1.24396
正常运行期, 有效应力法, 降雨1, 摩根斯顿法, Fs=1.19442
正常运行期, 有效应力法, 摩根斯顿法, 0.1g, Fs=1.06195

图 7.4-7　海田村弃渣场各工况下边坡稳定计算结果

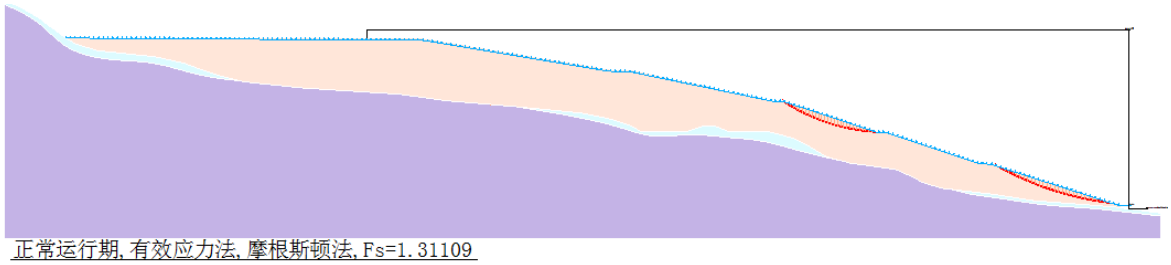


正常运行期, 有效应力法, 摩根斯顿法, Fs=3.78175
正常运行期, 有效应力法, 降雨1, 摩根斯顿法, Fs=3.75346
正常运行期, 有效应力法, 摩根斯顿法, 0.1g, Fs=2.65952

图 7.4-8　海田村弃渣场各工况下整体稳定计算结果

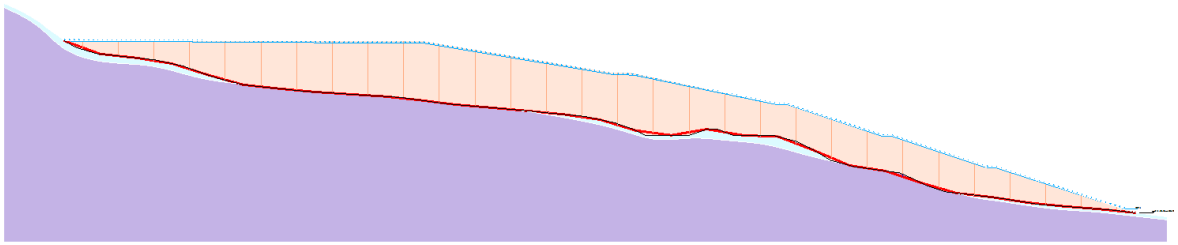


E、水桥村 1#弃渣场稳定计算结果图



正常运行期, 有效应力法, 摩根斯顿法, Fs=1.31109
正常运行期, 有效应力法, 降雨1, 摩根斯顿法, Fs=1.24925
正常运行期, 有效应力法, 摩根斯顿法, 0.1g, Fs=1.17984

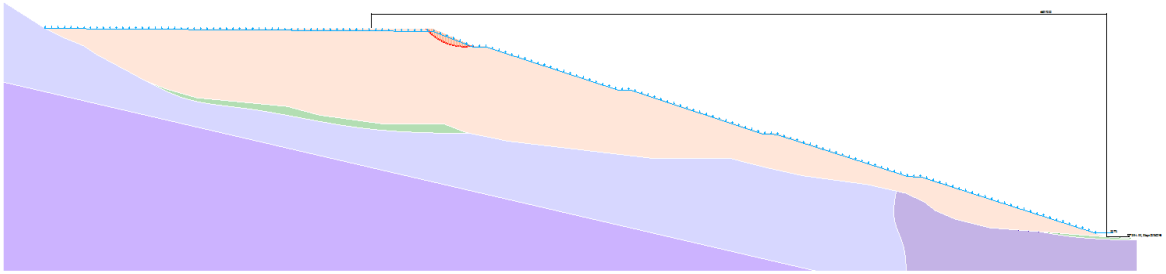
图 7.4-9　　水桥村 1#弃渣场各工况下边坡稳定计算结果



正常运行期, 有效应力法, 摩根斯顿法, Fs=2.86896
正常运行期, 有效应力法, 降雨1, 摩根斯顿法, Fs=2.84441
正常运行期, 有效应力法, 摩根斯顿法, 0.1g, Fs=2.25876

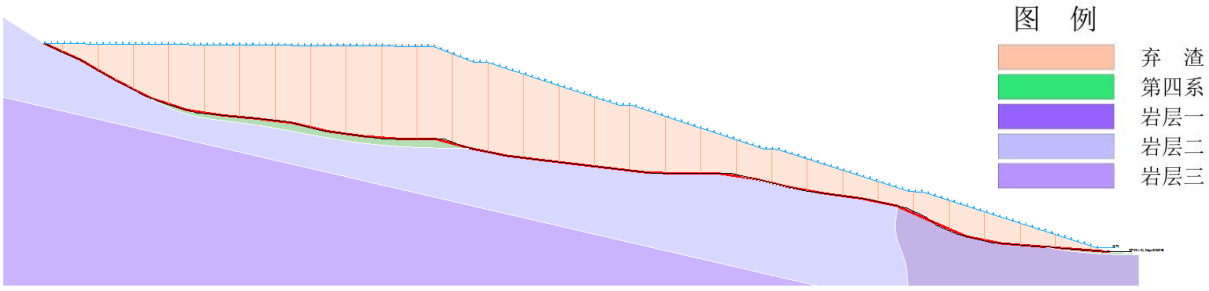
图 7.4-10　　水桥村 1#弃渣场各工况下整体稳定计算结果

F、弯腰树弃渣场稳定计算结果图



正常运行期, 有效应力法, 摩根斯顿法, Fs=1.34235
正常运行期, 有效应力法, 降雨1, 摩根斯顿法, Fs=1.17913
正常运行期, 有效应力法, 摩根斯顿法, 0.15g, Fs=1.07097

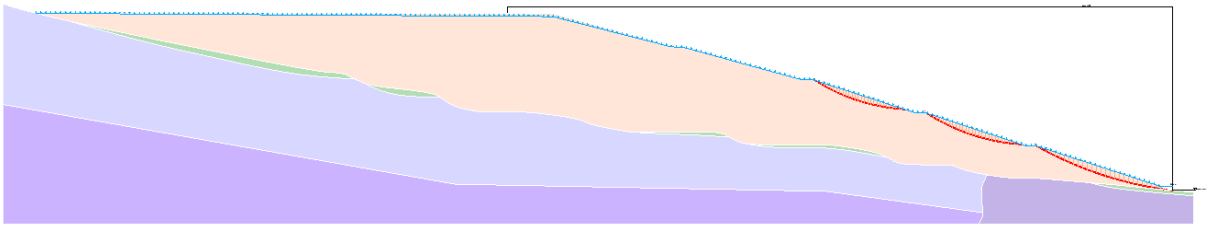
图 7.4-11　　弯腰树弃渣场各工况下边坡稳定计算结果



正常运行期, 有效应力法, 摩根斯顿法, Fs=2.78604
正常运行期, 有效应力法, 降雨1, 摩根斯顿法, Fs=2.76634
正常运行期, 有效应力法, 摩根斯顿法, 0.15g, Fs=2.0218

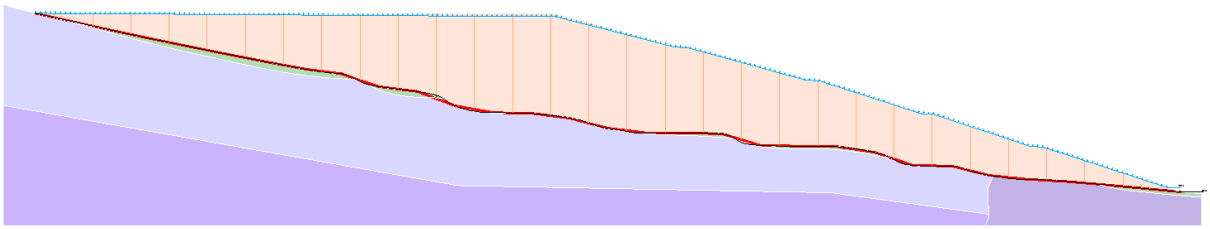
图 7.4-12　　弯腰树弃渣场各工况下整体稳定计算结果

G、小多乐弃渣场稳定计算结果图



正常运行期, 有效应力法, 摩根斯顿法, Fs=1.25301
正常运行期, 有效应力法, 降雨1, 摩根斯顿法, Fs=1.21558
正常运行期, 有效应力法, 摩根斯顿法, 0.15g, Fs=1.08286

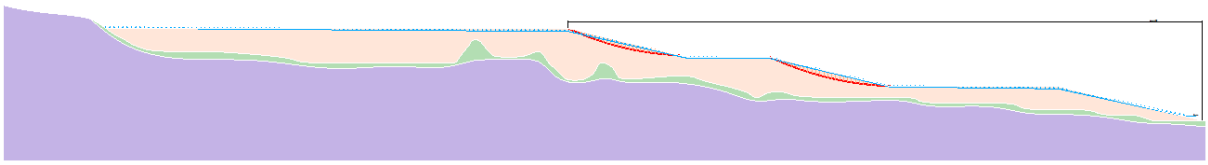
图 7.4-13　小多乐弃渣场各工况下边坡稳定计算结果



正常运行期, 有效应力法, 摩根斯顿法, Fs=3.53635
正常运行期, 有效应力法, 降雨1, 摩根斯顿法, Fs=3.50975
正常运行期, 有效应力法, 摩根斯顿法, 0.15g, Fs=2.4682

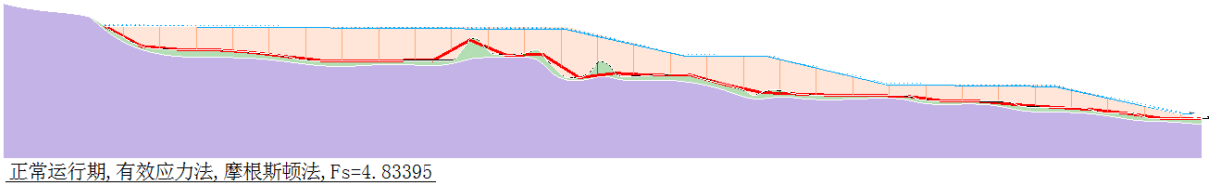
图 7.4-14　小多乐弃渣场各工况下整体稳定计算结果

H、大雷宰 1#弃渣场稳定计算结果图



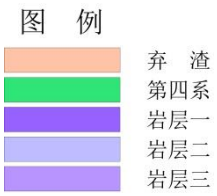
正常运行期, 有效应力法, 摩根斯顿法, Fs=1.61673
正常运行期, 有效应力法, 降雨1, 摩根斯顿法, Fs=1.34288
正常运行期, 有效应力法, 摩根斯顿法, 0.15g, Fs=1.17961

图 7.4-15　大雷宰 1#弃渣场各工况下边坡稳定计算结果



正常运行期, 有效应力法, 摩根斯顿法, Fs=4.83395
正常运行期, 有效应力法, 降雨1, 摩根斯顿法, Fs=4.7426
正常运行期, 有效应力法, 摩根斯顿法, 0.15g, Fs=2.80144

图 7.4-16　大雷宰 1#弃渣场各工况下整体稳定计算结果



8 表土保护与利用设计

8.1 表土分布与可利用量分析

8.1.1 表土分布及厚度

小石门水库淹没区淹没地类主要以林地为主，零星分布有耕地，存在表土资源。但淹没区河谷狭窄，总体地势较陡，覆盖熟土层较薄，且区内无交通道路，在目前技术经济条件下剥离淹没区表土较为困难。

根据地质勘察和现场调查，施工征地范围线内的耕地、园地、林地等区域地形坡度相对较缓，覆盖熟土层较厚，其中水田剥离表土厚度 30~40cm，旱地、园地剥离表土厚度 20~35cm，林地剥离表土厚度 10~40cm。本工程征占地类型中可剥离表土的地类包括水田、旱地、园地、经济林、有林地等，共计面积 646.39hm^2。表土面积及表土厚度详见表 8.1-1。

表 8.1-1　表土分布范围（面积）及厚度统计表

工程分区		表土分布范围（hm^2）					表土调查坑探部位（主要为耕地和林地区）表土厚度（cm）
		水田	旱地	果园	乔木林	小计	
枢纽工程区	枢纽区				49.83	49.83	20
	工程永久办公生活区				1.51	1.51	30
	弃渣场区	12.55	2.51		84.30	99.36	32
	土料场		3.93		0.98	4.91	35
	石料场				23.60	23.60	18
	交通道路区	0.08	4.57	0.45	54.37	59.47	22
	施工生产生活区		0.41		3.72	4.13	30
	小计	12.63	11.41	0.45	218.31	242.81	
输水工程区	输水线路区	6.78	37.02	4.84	138.25	186.89	28
	弃渣场区		7.43	5.31	79.39	92.13	30
	交通道路区	2.11	15.48	2.80	91.00	111.39	22
	施工生产生活区	0.61	3.84	1.31	6.51	12.27	35
	小计	9.50	63.77	14.26	315.15	402.68	
专项设施复建区			0.60		0.30	0.90	15
合计		22.13	75.78	14.71	533.76	646.39	

8.1.2 可剥离表土范围、面积和可剥离量

根据《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T 50434-2018）规定，可剥离表土总量是指根据地形条件、施工方法、表土层厚度，综合考虑目前技术经济条件下可以剥离表土的总量。依据此规定，结合工程实际情况，按以下原则确定可剥离表土范围：

（1）施工扰动深度不超过 0.2m 的区域，如水库大坝下游管理范围，表土可采取原

地保护即可;输水工程区埋管段的临时堆土区域,主要堆放管道槽挖土方,不进行开挖,属于占压扰动;管道槽挖采用分层开挖、分层堆放、分层回填“三分层”原则,此区域表土可不进行剥离,施工期对临时堆土区域临时苫盖,施工结束后整地松土即可。

(2)征地范围内的耕地、园地、林地等范围内表土层较厚,施工期间发生地表开挖扰动的应剥离表土,根据项目地形及表土实际厚度确定可剥离厚度。表土剥离采用机械剥离为主,人工剥离辅助。

按照以上原则,确定本工程可剥离表土面积为 548.09hm^2,可剥离量为 148.34 万 m^3。工程表土可剥离面积及可剥离量统计表详见表 8.1-2。

表 8.1-2　表土可剥离面积及剥离量统计表

工程分区		表土分布范围(hm^2)	可剥离、收集表土面积(hm^2)	可剥离、收集表土量(万 m^3)
枢纽工程区	枢纽区	49.83	6.23	1.25
	工程永久办公生活区	1.51	1.51	0.45
	弃渣场区	99.36	99.36	30.21
	土料场	4.91	4.91	1.73
	石料场	23.60	20.13	4.03
	交通道路区	59.47	59.47	12.58
	施工生产生活区	4.13	4.13	1.16
	小计	242.81	195.74	51.40
输水工程区	输水线路区	186.89	135.66	40.70
	弃渣场区	92.13	92.13	26.82
	交通道路区	111.39	111.39	25.21
	施工生产生活区	12.27	12.27	4.13
	小计	402.68	351.45	96.85
专项设施复建区		0.90	0.90	0.08
合计		646.39	548.09	148.34

8.2 表土需求与用量分析

结合项目区现场调查情况及工程建设布局、施工特点,部分扰动强度不高的区域(大坝下游管理范围)和占压扰动区域(埋管段临时堆土区域)不进行剥离,埋管段临时堆土区域施工结束后整地松土。本工程涉及范围广,输水线路长且比较分散,不适宜长距离调运,因此本工程确定剥离的表土优先本区回覆的原则,不足部分有条件的从相邻区域调入,复耕覆土厚度 0.50m,植被恢复覆土厚度 0.3m,不足部分优先复耕用土,有余方加大复耕覆土厚度。

根据“建设征地及移民安置”章节内容,工程临时占用的耕地和园地在使用结束后采取复耕措施,对占压范围内的腐殖土进行剥离并集中存放,待施工结束后,将剥离的表土回填至复耕区域,并进行土地平整。工程区复耕面积 120.57hm^2,需要复耕覆土 47.96

万 m^3。

根据植被恢复需要，本方案补充在施工前期对各防治分区占用林草地区域进行表土剥离、收集，待施工结束后，将剥离、收集的表土回填至绿化区域，并进行土地平整。经统计计算，各防治分区植被恢复面积 437.30hm^2，其中需覆土的绿化面积为 390.07hm^2，共需绿化覆土 100.38 万 m^3。

综上所述，本工程在建设过程中建设单位应高度重视表土资源，对可剥离、收集的区域尽可能剥离利用，单独存放单独防护，对无需剥离的表土也加以原地保护，严禁机械车辆随意辗压。经统计，工程区可利用表土量为 148.34 万 m^3，后期绿化和复耕表土用量为 148.34 万 m^3，表土利用时优先考虑本区回覆，不足部分相邻区域调配，有余方加大复耕覆土厚度。经复核，工程区剥离、收集的表土量能满足后期绿化和复耕覆土的需求。

工程各分区表土需求量分析表详见表 8.2-1，表土平衡表详见表 8.2-2，土石方平衡表（含表土）详见表 8.2-3，土石方平衡（含表土）流向框图详见图 8.2-1。

表 8.2-1　工程区表土需求量分析表

工程分区		需覆土面积（hm^2）		覆土厚度（m）		表土需求量（m^3）		
		复耕	绿化	复耕	绿化	复耕	绿化	小计
枢纽工程区	枢纽区		1.05		0.3		2964	2964
	工程永久办公生活区		0.48		0.3		1272	1272
	施工生产生活区	0.41	3.72	0.5	0.3	1694	9860	11554
	交通道路区	2.54	45.71	0.5	0.3	11192	114578	125770
	土料场	3.93	0.98	0.5	0.3	14720	2601	17321
	石料场		15.10		0.3		40261	40261
	弃渣场区	29.20	70.16	0.5	0.3	128967	185924	314891
	小计	36.08	137.20			156573	357459	514032
输水工程区	输水线路区	46.68	90.27	0.5	0.3	181300	225683	406983
	施工生产生活区	5.76	6.51	0.5	0.3	24000	17252	41252
	交通道路区	19.65	75.26	0.5	0.3	62953	189166	252119
	弃渣场区	12.40	80.53	0.5	0.3	54767	213405	268171
	小计	84.49	252.58			323019	645505	968525
专项设施复建区			0.30		0.3		795	795
合计		120.57	390.07			479592	1003760	1483352

表 8.2-2　工程区表土平衡表

工程分区		可剥离、收集表土量（万 m^3）	后期绿化、复耕覆土（万 m^3）				
			本区利用	调入		调出	
枢纽工程区	枢纽区	1.25	0.30			0.95	碗厂 1#弃渣场
	工程永久办公生活区	0.45	0.13			0.33	碗厂 1#弃渣场
	弃渣场区	30.21	31.49	1.28	枢纽区、永久办公生活区		
	土料场	1.73	1.73				
	石料场	4.03	4.03				
	交通道路区	12.58	12.58				
	施工生产生活区	1.16	1.16				
	小计	51.40	51.40	1.28		1.28	
输水工程区	输水线路区	40.70	40.70				
	弃渣场区	26.82	26.82				
	交通道路区	25.21	25.21				
	施工生产生活区	4.13	4.13				
	小计	96.85	96.85				
专项设施复建区		0.08	0.08				
合计		148.34	148.34	1.28		1.28	

表 8.2-3　工程土石方平衡表（含表土）　　单位：m^3（自然方）

项目区			开挖方				回填方					调入		调出		弃渣流向		
			土方开挖	石方明挖、洞（井）挖	表土剥收集/剥离	小计	土石方回填	永久建筑物填筑	围堰填筑	表土回覆	小计	数量	来源	数量	去向	数量	枢纽工程区弃渣场	输水线路工程区弃渣场
枢纽工程区	枢纽区	大坝	224091	952287	12458	1188835	49519	9199183	102505	12458	9363665	9091200 107983	石料场 土料场			1024354	1024354	
		溢洪道	50252	457005		507257	275861				275861					231396	231396	
		导流泄洪隧洞	21980	252091		274071	11579				11579					262492	262492	
		输水隧洞	7510	34994		42504	42504				42504							
		泵站和电站	48424	23788		72212	9515				9515					62697	62697	
		大坝围堰	8365			8365										8365	8365	
		小计	360622	1720166	12458	2093245	388978	9199183	102505	12458	9703124	9199183				1589304	1589304	
	工程永久办公生活区				4530	4530				4530	4530							
	料场区	石料场	1825818	9091200	40261	10957279				40261	40261			9091200	大坝填筑	1825818	1825818	
		土料场	115499		17321	132820	7516			17321	24837			107983	大坝填筑			
		小计	1941318	9091200	57581	11090099	7516			57581	65098			9199183		1825818	1825818	
	交通道路区	永久公路	288285	180032	5452	473768	8528			5452	13980					459789	459789	
		临时道路	1096141	745572	120318	1962032	35317			120318	155635					1806397	1806397	
		小计	1384426	925604	125770	2435800	43844			125770	169614					2266186	2266186	
	弃渣场区				302139	302139				302139	302139							
	施工生产生活区				11554	11554				11554	11554							
	合计		3686365	11736970	514032	15937367	440339	9199183	102505	514032	10256059	9199183		9199183		5681308	5681308	
输水工程区	输水线路区	总干线	113942	384470	8004	506416	108190			8004	116194					390222	18232	371989
		东干线	68570	57888	14415	140873	64606			14415	79021					61852		61852
		北干线	828834	997016	157293	1983143	774407			157293	931700					1051442		1051442
		东干线支管	34962	67922	66921	169806	77259			66921	144181					25625		25625
		北干线支管	155080	305633	150552	611265	367159			150552	517711					93554		93554
		泵站提水管	4348	24744	9798	38890	26328			9798	36126					2764	2764	
		小计	1205737	1837672	406983	3450392	1417951			406983	1824934					1625459	20996	1604462
	交通道路区	永久公路	88899	74560	17821	181280	96708			17821	114529					66751		66751
		临时道路	511977	621849	234298	1368124	817071			234298	1051369					316755		316755
		小计	600876	696409	252119	1549404	913779			252119	1165898					383506		383506
	弃渣场区				268171	268171				268171	268171							
	施工生产生活区				41252	41252				41252	41252							
	合计		1806613	2534081	968525	5309219	2331730			968525	3300254					2008965	20996	1987968
专项设施复建区					795	795				795	795							
总计			5492978	14271051	1483352	21247381	2772068	9199183	102505	1483352	13557108	9199183		9199183		7690273	5702304	1987968

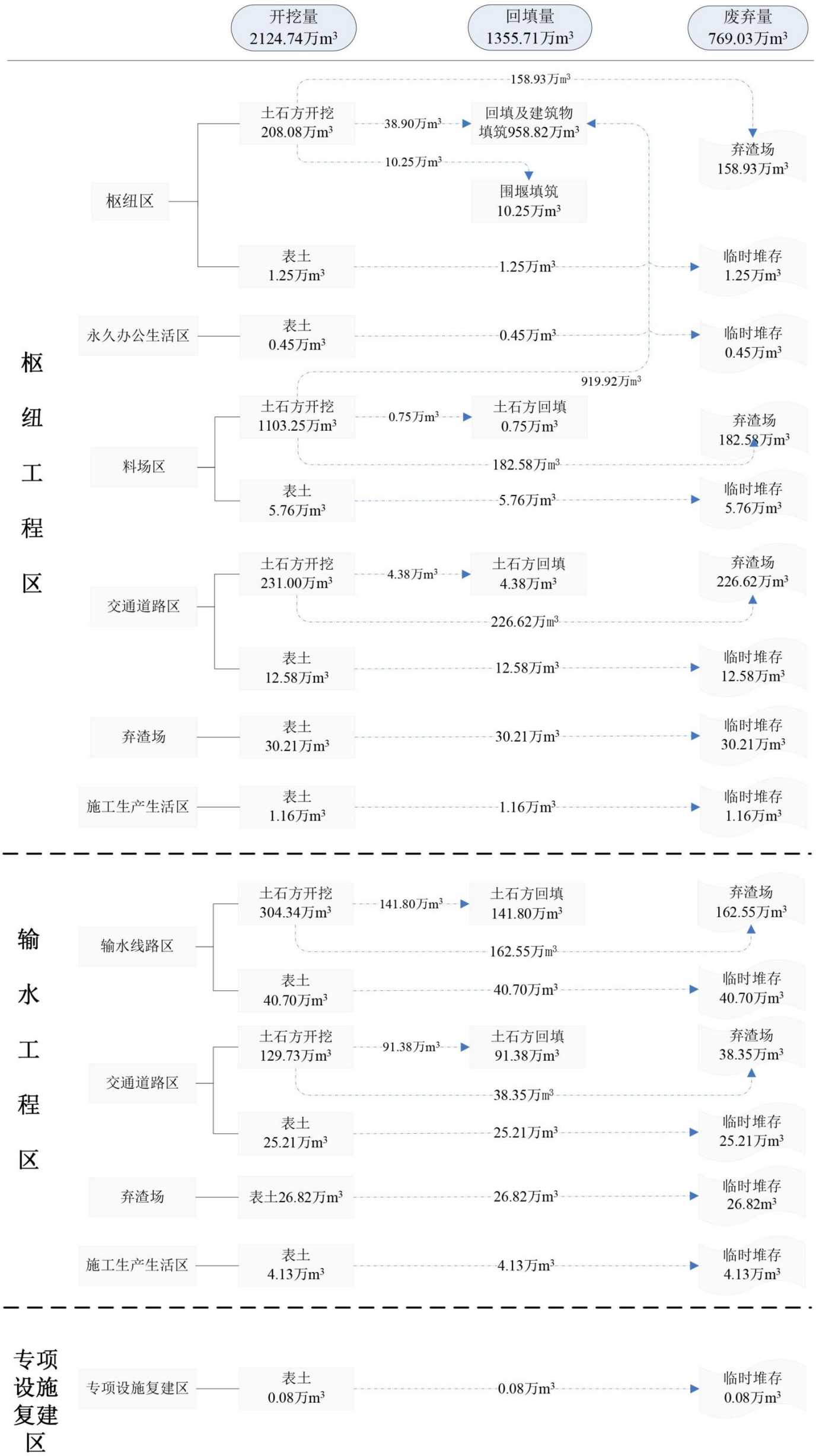


图 8.2-1　　土石方平衡流向框图

8.3 表土剥离与堆存

8.3.1 表土剥离规划

为满足后期复耕和绿化覆土的需要，规划对工程区占地中土层较厚、较肥沃的区域进行表土剥离，其中耕地表土可剥离厚度 20~40cm，林地和园地表土可剥离厚度 10~40cm，共剥离、收集表土 148.34 万 m^3（自然方）。其中施工生产生活区、弃渣场区、交通道路等地形开阔、坡度较缓的区域采用以 74kW 推土机机械推土的方法，将表层土就近集中推至工程区沿线弃渣场；对于其他推土机施工较困难的区域采用人工配合 1m^3 挖掘机开挖的方式开挖表土。表土剥离后一般就近堆放，部分区域地形不满足堆放要求，采用 1.0m^3 挖掘机装运表土，5t 自卸汽车运至附近弃渣场内临时堆放。

8.3.2 表土临时堆存规划

考虑到本工程枢纽工程范围较大，输水工程线路长，尽量避免长距离运输表土，结合主体工程已有的土方运输，减少表土的二次倒运，节约投资。考虑到工程区大部分区域地形较陡，项目建设区周边区域涉及公益林、基本农田和生态红线，同时为了尽量减少扰动土地面积，最大限度结合施工布置，采取分散堆放和分段集中的方式选择表土临时堆存场。根据施工工艺和时序，分为三种形式存放表土。

（1）弃渣场集中堆放

石料场、土料场、永久道路、临时道路、施工生产生活区等区域表土在剥离后集中堆放到附近弃渣场统一堆放。利用主体工程把余方运输到弃渣场，水保计列表土回覆运输费用，减少二次倒运，节约投资。集中堆放于弃渣场内一角或平缓高处（表土的堆放坡比为 1:2~1:2.5），有利于表土防护。弃渣场堆放表土 107.56 万 m^3（松方 129.07 万 m^3），平均堆高 3~15m 计，表土临时堆存场面积 21.79hm^2。

（2）沿线堆放

输水工程埋管管道施工因施工时间短，场地较为平缓，剥离表土和槽挖土方采用分层堆放在施工条带，沿线分散堆放（表土的堆放坡比为 1:2），结合管道沟槽开挖临时堆放，减少征地。输水工程沿线堆放表土 40.70 万 m^3（松方 48.84 万 m^3），平均堆高 2~4m 计，表土临时堆存场面积 11.36hm^2。

（3）场内堆放

专项设施复建区在场地一角选取合适位置，集中堆放表土。专项设施复建区复建项目面积较小，较为分散，集中堆放运距较远，运输费用较高。采用场内集中堆存（表土

的堆放坡比为 1:2），规模小，便于防护。专项设施复建区场内堆放表土 0.08 万 m^3（松方 0.10 万 m^3），平均堆高 1~3m 计，表土临时堆存场面积 0.05hm^2。

表 8.3-1　表土临时堆存场规划表

工程分区	表土临时堆存场位置	表土来源		表土堆存量（m^3，自然方）	表土堆存量（万 m^3，松方）	表土堆存场面积（hm^2）	表土平均堆高（m）
		来源	表土量（m^3）				
枢纽工程区	碗厂 1#弃渣场	枢纽区	12458	313170	37.58	5.16	8~15
		工程永久办公生活区	4530				
		施工生产生活区	6355				
		交通道路区	100616				
		土料场	17321				
		碗厂 1#弃渣场	171891				
		小计	313170				
	白土坡 1#弃渣场	施工生产生活区	5199	105727	12.69	1.52	8~15
		交通道路区	25154				
		石料场	40261				
		白土坡 1#弃渣场	35113				
		小计	105727				
	碗厂 2#弃渣场	碗厂 2#弃渣场	20379	20379	2.45	0.61	3~8
	白土坡 2#弃渣场	白土坡 2#弃渣场	36093	36093	4.33	1.08	3~8
	白土坡 3#弃渣场	白土坡 3#弃渣场	38664	38664	4.64	1.16	3~8
	小计		514032	514032	61.68	9.53	
输水工程区	输水管道沿线	输水线路区	406983	406983	48.84	11.36	2~4
	输水管道沿线弃渣场	施工生产生活区	41252	561542	67.39	12.25	3~8
		交通道路区	252119				
		弃渣场区	268171				
		小计	561542				
	小计		968525	968525	116.22	23.62	
专项设施复建区	专项设施复建区场内	专项设施复建区	795	795	0.10	0.05	1~3
合计			1483352	1483352	178.00	33.20	

8.3.3 表土利用与保护

（1）表土利用

为保护工程区的表土资源，施工前对施工征地范围内的耕地及林地表层土进行剥离，表土剥离面积 548.09hm^2，共剥离表土 148.34 万 m^3，剥离的表土进行集中堆存及防护，各区表土临时堆存于相应表土堆场内，不另设临时堆土场。堆存的表土后期全部用于本工程施工区的复耕或植被恢复，工程表土回覆总面积为 510.79hm^2，表土回覆量为 148.34 万 m^3。其中枢纽工程区表土回覆量为 51.40 万 m^3，其中复耕覆土 15.66 万 m^3，植被恢复覆土 35.75 万 m^3；输水工程区覆土 96.85 万 m^3，其中复耕覆土 32.30 万 m^3，植被恢复覆土 64.55 万 m^3；专项设施复建区覆土 0.08 万 m^3，均为植被恢复覆土。本工程表土不存在浪费及丢弃现象，表土剥离及利用规划切实达到保护工程区表土资源的目的。

工程临时占用的耕园地由主体工程进行复耕，复耕的工作内容包括表土剥离、迹地清理、土地翻松、表土回铺、土壤改良、培肥措施，该部分表土剥离费用由移民专业在复垦费用中计列，水土保持专业仅需做好相应的表土防护措施。

表 8.3-2　表土利用规划

工程分区		剥离、收集表土量（万 m^3）	表土利用（万 m^3）			备注
			复耕	绿化	小计	
枢纽工程区	枢纽区	1.25		0.30	0.30	余方调运至枢纽区弃渣场，用于复耕覆土。
	工程永久办公生活区	0.45		0.13	0.13	
	施工生产生活区	30.21	0.17	0.99	1.16	
	交通道路区	1.73	1.12	11.46	12.58	
	土料场	4.03	1.47	0.26	1.73	
	石料场	12.58		4.03	4.03	
	弃渣场区	1.16	12.90	18.59	31.49	
	小计	51.40	15.66	35.75	51.40	
输水工程区	输水线路区	40.70	18.13	22.57	40.70	
	施工生产生活区	26.82	2.40	1.73	4.13	
	交通道路区	25.21	6.30	18.92	25.21	
	弃渣场区	4.13	5.48	21.34	26.82	
	小计	96.85	32.30	64.55	96.85	
专项设施复建区		0.08		0.08	0.08	
合计		148.34	47.96	100.38	148.34	

（2）表土保护

施工期间根据不同形式表土堆存采用不同的防护措施。

①弃渣场集中堆放

枢纽区、永久办公生活区、石料场、土料场、永久道路、临时道路、施工生产生活区等区域表土在剥离后集中堆放到碗厂 1#弃渣场和白土坡 1#弃渣场上游平缓处堆放。工程施工期较长，表土堆存场主要采用临时排水、临时拦挡和临时绿化进行防护，施工结束后把表土运输到各个覆土区域。

②沿线堆放

输水工程埋管管道施工因施工时间短，场地较为平缓，剥离表土和槽挖土方采用分层堆放在施工条带。表土堆存场采用临时拦挡和临时苫盖方式防护，施工结束后就近回覆。

③场内堆放

专项设施复建区在场地一角选取合适位置，集中堆放表土。专项设施复建区复建项目面积较小，较为分散，表土堆存场主要采用临时拦挡和临时苫盖进行防护，施工结束后场内表土就近回覆利用。

9 水土保持工程设计

9.1 水土保持工程级别、设计标准及原则

9.1.1 工程措施

根据制定的防治措施体系，水土保持工程措施主要包括拦挡、沟水（坡面水）处理及截排水措施。依据《水利水电工程水土保持技术规范》（SL575-2012）、《防洪标准》（GB50201-2014）、《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2000）、《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014）确定拦挡措施、截排水措施工程等别及设计标准。水土保持工程措施设计标准及确定依据详见表 9.1-1。

表 9.1-1　水土保持工程措施执行标准及依据

防治分区		措施名称	执行标准	依据
枢纽工程区	弃渣场区	拦渣工程	3 级弃渣场拦渣坝建筑物级别为 3 级，4 级弃渣挡渣墙为 5 级；拦渣坝防洪标准为 3 级。	依据《水利水电工程水土保持技术规范》，各弃渣场等级及沟水处理标准见表 9.1-2。
		沟水及坡面水处理工程	3 级弃渣场防洪标准为 50~100 年一遇，4 级弃渣场防洪标准为 30~50 年一遇。	
		渣场表面排水工程	采用 5 年一遇 10min 短历时设计暴雨。	根据《水利水电工程水土保持技术规范》排水标准采用 3~5 年一遇 5～10min 短历时设计暴雨。本工程采用 5 年一遇设计标准。
	交通道路区	边坡截排水	永久边坡设计标准，10 年一遇设计洪水标准。	根据《公路排水设计规范》，确定其边坡截排水设计标准应达到 10 年一遇设计洪水标准。
	料场区	截排水工程	采用 5 年一遇 10min 短历时设计暴雨。	根据《水利水电工程水土保持技术规范》排水标准采用 3~5 年一遇 5～10min 短历时设计暴雨。本工程采用 5 年一遇设计标准。
输水工程区	弃渣场区	拦渣工程	4 级弃渣场挡渣墙为 5 级。	依据《水利水电工程水土保持技术规范》，各弃渣场等级及沟水处理标准见表 9.1-2。
		沟水及坡面水处理工程	4 级弃渣场防洪标准为 30~50 年一遇。	
		渣场表面排水工程	采用 5 年一遇 10min 短历时设计暴雨。	根据《水利水电工程水土保持技术规范》排水标准采用 3~5 年一遇 5～10min 短历时设计暴雨。本工程采用 5 年一遇设计标准。
	交通道路区	边坡截排水	永久边坡设计标准，10 年一遇设计洪水标准。	根据《公路排水设计规范》，确定其边坡截排水设计标准应达到 10 年一遇设计洪水标准。

工程区 50 年超越概率 10%水平向地震动峰值加速度分别为：枢纽工程区弃渣场为 0.10g，对应地震基本烈度为Ⅶ度；输水工程区弃渣场为 0.15g，对应地震基本烈度为Ⅶ度。

（1）弃渣场及防护工程

依据《水利水电工程水土保持技术规范》（SL575-2012）的相关规定，根据弃渣场级别确定拦渣工程、排洪工程防护级别。斜坡防护工程级别根据边坡对周边设施安全和

正常运用的影响程度、对人身和财产安全的影响程度、边坡失事后的损失大小、社会和环境等因素确定。

弃渣场防护工程建筑物级别划分情况详见表 9.1-2。

表 9.1-2　弃渣场防护工程建筑物级别

序号	渣场名称	渣场级别	拦渣工程建筑物		排洪工程等级	防洪标准[重现期(年)]		汇水面积	设计洪峰流量(m^3/s)		斜坡防护工程级别	地震烈度
			形式	级别		设计	校核	km^2	设计	校核		
1	碗厂 1#弃渣场	3	拦渣坝	3	3	50	100	1.230	12.90	14.50	4	Ⅶ
2	碗厂 2#弃渣场	4	挡渣墙	5	4	30	50	0.313	3.54	3.90	5	Ⅶ
3	白土坡 1#弃渣场	3	拦渣坝	3	3	50	100	0.256	3.27	3.69	5	Ⅶ
4	白土坡 2#弃渣场	3	拦渣坝	3	3	50	100	0.250	3.10	3.48	4	Ⅶ
5	白土坡 3#弃渣场	3	拦渣坝	3	3	50	100	0.294	3.69	4.16	4	Ⅶ
6	老纳上村弃渣场	4	挡渣墙	5	4	30	50	0.064	0.89	0.97	5	Ⅶ
7	海田村弃渣场	4	挡渣墙	5	4	30	50	0.050	0.71	0.78	5	Ⅶ
8	水桥村 1#弃渣场	4	挡渣墙	5	4	30	50	0.101	1.33	1.46	5	Ⅶ
9	水桥村 2#弃渣场	4	挡渣墙	5	4	30	50	0.065	0.90	0.99	5	Ⅶ
10	大坝箐弃渣场	4	挡渣墙	5	4	30	50	0.056	0.79	0.87	4	Ⅶ
11	洒芷 1#弃渣场	4	挡渣墙	5	4	30	50	0.077	1.04	1.14	5	Ⅶ
12	洒芷 2#弃渣场	4	挡渣墙	5	4	30	50	0.101	1.32	1.45	5	Ⅶ
13	长山梁子弃渣场	4	挡渣墙	5	4	30	50	0.094	1.24	1.36	5	Ⅶ
14	大沙箐弃渣场	4	挡渣墙	5	4	30	50	0.031	0.46	0.51	4	Ⅶ
15	平场山弃渣场	4	挡渣墙	5	4	30	50	0.127	1.61	1.77	5	Ⅶ
16	桂花坡弃渣场	4	挡渣墙	5	4	30	50	0.119	1.52	1.67	5	Ⅶ
17	二台坡弃渣场	4	挡渣墙	5	4	30	50	0.093	1.23	1.35	5	Ⅶ
18	四房箐弃渣场	4	挡渣墙	5	4	30	50	0.085	1.13	1.25	4	Ⅶ
19	弯腰树弃渣场	4	挡渣墙	5	4	30	50	0.095	1.25	1.37	4	Ⅶ
20	大石箐弃渣场	4	挡渣墙	5	4	30	50	0.377	4.16	4.59	5	Ⅶ
21	白台子弃渣场	4	挡渣墙	5	4	30	50	0.062	0.86	0.95	5	Ⅶ
22	牛角箐弃渣场	4	挡渣墙	5	4	30	50	0.149	1.97	2.17	5	Ⅶ
23	塘郭弃渣场	4	挡渣墙	5	4	30	50	0.103	1.34	1.48	5	Ⅶ
24	老洼箐弃渣场	4	挡渣墙	5	4	30	50	0.325	3.66	4.04	5	Ⅶ
25	多竹箐弃渣场	4	挡渣墙	5	4	30	50	0.345	3.82	4.22	5	Ⅶ
26	小多乐弃渣场	4	挡渣墙	5	4	30	50	0.163	2.00	2.20	5	Ⅶ
27	大雷宰 1#弃渣场	4	挡渣墙	5	4	30	50	0.310	3.51	3.87	5	Ⅶ
28	大雷宰 2#弃渣场	4	挡渣墙	5	4	30	50	0.544	5.74	6.33	5	Ⅶ
29	班者糯弃渣场	4	挡渣墙	5	4	30	50	0.070	0.95	1.05	5	Ⅶ
30	大石房弃渣场	4	挡渣墙	5	4	30	50	0.040	0.58	0.64	5	Ⅶ

依据《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014）的相关规定，工程弃渣场级别为 3 级和 4 级，对应的弃渣场拦渣建筑物级别为 3 级和 5 级，拦渣坝稳定计算采用摩根斯顿—普赖斯法计算，挡渣墙稳定分析采用北京理正软件公司开发的理正岩土工程计算分析软件 V6.5 版中挡土墙设计模块计算，稳定安全系数详见下表。

表 9.1-3　弃渣场拦渣工程稳定安全系数

弃渣场级别	拦渣工程建筑物级别	应用情况	弃渣场拦渣坝抗滑稳定安全系数	挡渣墙稳定安全系数		最大应力与最小应力比值	备注
				抗滑	抗倾覆		
3 级	3 级（拦渣坝）	正常运用工况	1.25	/	/	/	堆渣结束后正常运用
		非常运用工况Ⅰ	1.10	/	/	/	正常运用遭遇连续降雨期
		非常运用工况Ⅱ	1.10	/	/	/	正常运用遭遇地震
4 级	5 级（挡渣墙）	正常运用工况	/	1.20	1.40	1.5~2.0	堆渣结束后正常运用
		非常运用工况Ⅰ	/	1.05	1.30	1.5~2.0	正常运用遭遇连续降雨期
		非常运用工况Ⅱ	/	1.05	1.30	1.5~2.0	正常运用遭遇地震
5 级	5 级（挡渣墙）	正常运用工况	/	1.20	1.40	1.5~2.0	堆渣结束后正常运用
		非常运用工况Ⅰ	/	1.05	1.30	1.5~2.0	正常运用遭遇连续降雨期
		非常运用工况Ⅱ	/	1.05	1.30	1.5~2.0	正常运用遭遇地震

（2）截（排）水沟

截（排）水沟主要布设在弃渣场上侧、坡面、道路两侧等。采用 M7.5 浆砌块石或混凝土砌筑。截（排）水沟布设原则与要求如下:

①排水沟的终端连接天然排水沟道;

②坡面上的排水沟比降较大，比降由设计边坡或地形坡度而定，并在坡面布设小型消能跌水坎（小型沉沙池），作为防冲消能措施；平地排水沟比降一般为 1~2‰，终端接天然沟道。

③根据上游汇水面积及设计暴雨产流计算结果，设计沟渠断面。

（3）土地整治

由于工程采、排、挖、弃等作业形成的废弃土地、施工场地、弃渣场等，应根据立地条件采取相应的土地整治措施，改造成农林牧业用地或其它用地，以及公共用地等。

工程的施工场地的土地整治以恢复耕地为主，部分种植林草。各区自然条件不同，土地整治方式亦不同。土地整治应以“挖填平衡，合理存放”为原则，搞好覆土、压实、田块平整等。一般绿化覆土厚度≥0.3m。

渣场的堆渣边坡控制在 1:3.0 以上（含 1:3.0）。堆渣完毕后，对渣场进行土地整治:一是拣集石渣；二是进行坑洼回填。回填物尽量利用废弃的石渣；三是土地整平。回填结束，堆高基本接近原地面后，全面进行整平；四是覆土，将预先剥离临时堆放的表层土均匀回填于渣体表面，覆土厚度 0.3m 以上。

9.1.2 植物措施

（1）工程级别及设计标准

植被恢复工程主要包括枢纽区、工程办公生活区以及主体工程开挖边坡绿化，弃渣

场堆渣裸露面、施工生产生活区、临时道路等施工临时扰动区域绿化。小石门水库工程主要建筑物级别有 1、2、3、4 级，依据《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014）的相关规定，确定植被恢复级别和设计标准，详见下表。

表 9.1-4　植被恢复级别及设计标准

一级分区	二级分区	三级分区	植被恢复级别	设计标准
枢纽工程区	枢纽区		1	1 级植被建设工程应根据景观、游憩、环境保护和生态防护等多种功能的要求，执行工程所在地区的园林绿化工程标准； 2 级植被建设工程应根据生态防护和环境保护要求，按生态公益林绿化标准执行；有景观、游憩等功能要求的，结合工程所在地的园林绿化标准，在生态公益林标准基础上适度提高； 3 级植被建设工程应根据生态保护和环境保护要求，按生态公益林绿化标准执行。
	工程永久办公生活区		1	
	弃渣场区		3	
	料场区	土料场	3	
		石料场	3	
	交通道路区	永久道路区	2	
		临时道路区	3	
	施工生产生活区		3	
输水工程区	输水线路区	永久征地区	2	
		临时占地区	3	
	弃渣场区		3	
	交通道路区	永久道路区	2	
		临时道路区	3	
	施工生产生活区		3	
专项设施复建区			3	

（2）林草措施布设

林草措施分为边坡防护、施工场地植被恢复、道路工程植被恢复、渣面植树种草、景观绿化等措施。

（3）植物种类选择

根据各分区不同的立地条件和设计标准，以营造速生水保林为主，同时考虑景观绿化效果，由于造林初期水土保持效果没有种草明显，因此选择撒播种草，使种树与种草结合，在初期草地发挥保水保土的作用，后期林地起主要作用，草地起辅助作用，两者结合达到更好的水土保持效果，改善生态环境。植物种类选择要点如下:

①选择耐旱、耐瘠薄、繁殖容易，根系发达、保水固土能力强的树（草）种。

②选择容易种植、繁殖和管理、抗病虫能力强的（草）树种。

③树（草）种具有良好的景观效果，与周围的植被和景观协调。

④草坪选择适应性强、耐践踏、易繁殖、草叶绿、生长快的草种。

⑤道路栽植行道树绿化美化。

主要水土保持植物种生物学及生态学特性见下表。

表 9.1-5　主要水土保持树草种生物学和生态学特性表

类型	树草种	科属	生物学特性	分布	生态习性	主要用途
乔木（推荐）	旱冬瓜（*Alnus nepalensis*）	桦木科桤木属	小树树皮光滑绿色，老树树皮黑色粗糙纵裂；叶面翠绿，光滑无毛，背面灰绿，密生腺点，雄花序多数组成圆锥花序，下垂，直立圆锥状大果序。	几乎产云南全省，分布海拔500~3600m	乡土树种，喜温、耐旱、耐瘠薄、易于天然更新。	生长迅速，优良的水土保持树种。
	云南樟（*Cinnamomum glanduliferum (Wall.) Nees*）	樟科樟属	常绿乔木，高 5~15（20）m，胸径达 30cm；树皮灰褐色，深纵裂，小片脱落，内皮红褐色，具有樟脑气味。枝条粗壮，圆柱形，绿褐色，小枝具棱角。芽卵形，大，鳞片近圆形，密被绢状毛。	云南中部至北部、四川南部及西南部、贵州南部、西藏东南部，分布海拔 1500~2500（~3000）m。	喜温暖、湿润气候，性喜光，幼树稍耐阴。	用材；提取樟油和樟脑；植树造林。
	小叶榕（*Alnus cremastogyne*）	桑科榕属	常绿乔木，枝具下垂状气生根。叶椭圆至倒卵形，长 1～4 厘米，先端顿尖，基部楔形，全缘或浅波状，羽状脉，侧脉 5～6 对，革质，无毛。隐花果腋生，近扁球形，熟时淡红色。花期 5～12 月。	玉溪、临沧、大理、西双版纳、思茅、文山，海拔800~2000m。	乡土树种，喜温。	景观绿化树种。
乔木（备选）	云南松（*Pinus yunnanensis*）	松科松属	树皮褐灰色，裂成不规则鳞块状脱落；一年生枝淡红褐色，无毛，二、三年生枝上的鳞叶常脱落；冬芽红褐色。针叶通常 3 针（稀 2 针）一束。	西藏东部、四川西部及西南部、云南、贵州西部及西南部和广西西北部，海拔1000~3200m。	为喜光性强的深根性树种，适应性能强。	荒山绿化造林先锋树种。
	滇石栎（*Lithocarpus dealbatus (Hook. f. et Thoms.) Rehd*）	壳斗科、柯属	乔木，高达 20m ，小枝密生灰黄色柔毛。叶长椭圆形，长卵形至椭圆状披针形，长 5~12cm，宽 2~5cm，顶端渐尖或短尾尖，基部楔形，全缘，背面常被灰黄色柔毛，有时无毛，侧脉 9~12 对；叶柄长 8~20mm，被灰黄色柔毛。	产云南省各地，从滇西北丽江、中甸、宁蒗经滇中至滇东南西畴、麻栗坡等地，海拔1300~2700m。	湿润山地。	用材林。
灌木（推荐）	车桑子（*Dodonaea viscosa（Linn.）Jacq. Enum.*）	无患子科车桑子属	灌木或小乔木。小枝扁，有窄翅或棱，单叶，纸质，侧脉多而密，叶柄短或近无柄。花序比叶短，密花。蒴果倒心形或扁球形，2~3 翅。花期秋末，果期冬末春初。	我国四川西南部及桂、粤、台滨海地区，海拔 800~2000（~2800）m。	乡土树种，喜温、喜湿、耐旱、耐瘠薄。	优良水土保持树种。
	羽脉山黄麻（*Trema levigata Hand.-Mazz.*）	榆科山黄麻属	小乔木或灌木，高 4~7m，小枝被灰白色柔毛，老枝灰褐色，皮孔明显，近圆形。	分布于湖北西部、广西、四川、贵州和云南，150~2800m。	生向阳山坡杂木林或灌丛中，干热河谷疏林中。	水土保持树种，用材。
	小叶女贞（*Ligustrum quihoui Carr.*）	木犀科女贞属	落叶灌木，高 1-3m。小枝淡棕色，圆柱形，密被微柔毛，后脱落，叶片薄革质，果倒卵形、宽椭圆形或近球形，呈紫黑色。	几乎产云南全省，分布海拔100~2500m	喜光照，稍耐荫，较耐寒。	景观绿化树种。
灌木（备选）	火棘（*Pyracantha fortuneana*）	蔷薇科火棘属	高达 3m；侧枝短，先端成刺状，嫩枝外被锈色短柔毛，老枝暗褐色，无毛；芽小，外被短柔毛。	分布于中国黄河以南及广大西南地区，分布海拔250~2500m。	喜强光，耐贫瘠，抗干旱，不耐寒	优良水土保持树种
	马桑（*Coriariaceae*）	马桑科马桑树	灌木，高 1.5～2.5m；分枝开展，小枝四棱形或具四狭翅，果球形，为肉质增大的花瓣包围，成熟后红色至紫黑色。花期 2～3 月，果期 5～6 月。	产云南全省。	乡土树种，喜温、喜湿、耐旱、耐瘠薄。	优良水土保持树种。
藤本（推荐）	葛藤（*Pueraria lobata*）	豆科葛属	块根肥厚，富含淀粉，全株有黄色长硬毛。茎长 10 余 m，常铺于地面或缠于它物而向上生长。总状花序腋生，长 20cm；花蓝紫色或紫色；花萼钟状，荚果条形，扁平；种子长椭圆形，红褐色。饲用价值：对多数牲畜的适口性中	全国大部分地区均有分布。	土壤适应性广，而以湿润和排水通畅的土壤为宜。	饲料，适应性强水保藤本。

类型	树草种	科属	生物学特性	分布	生态习性	主要用途
			等，以马较为喜吃；舍饲时，用葛叶与其它粗料混合，有增进食欲之效。			
藤本（备选）	爬山虎（*boston ivy*）	葡萄科爬山虎属	多年生大型落叶木质藤本植物，其形态与野葡萄藤相似。藤茎可长达 18 公尺（约 60 尺）。夏季开花，花小，成簇不显，黄绿色或浆果紫黑色，与叶对生。花多为两性，雌雄同株，聚伞花序常着生于两叶间的短枝上，长 4～8cm，较叶柄短；花 5 数；萼全缘；花瓣顶端反折，子房 2 室，每室有 2 胚珠。	全国大部分地区均有分布。	耐寒，耐旱，耐贫瘠，耐修剪，怕积水，对土壤要求不严	适应性强水保藤本。
草本（推荐）	狗牙根（*Cynodon dactylon L.*）	禾本科狗牙根属	性喜温暖湿润气候，具根状茎和匍匐枝，须根细而坚韧。匍匐茎平铺地面或埋入土中，长 10～110cm，光滑坚硬，节处向下生根，株高 10～30cm。	华北、西北、西南及长江中下游等地应用广泛。	中旱生，耐低温、瘠薄，耐践踏。	优良水土保持草种。
草本（备选）	狗尾巴草（*Setaira viridis（L.）Beauv*）	禾本科狗尾草属	一年生草本。秆直立或基部膝曲，高 10～100cm，基部径达 3～7mm，叶鞘松弛，边缘具较径的密绵毛状纤毛；叶舌极短，边缘有纤毛；叶片扁平，长三角状狭披针形或线状披针形，花、果期 5～10 月。	全国大部分地区均有分布。	耐低温、瘠薄、喜肥。	水土保持草种。

（4）苗木种籽要求

表 9.1-6　主要水土保持树草种苗木质量表

序号	树草种名称	苗木种类	苗木等级	综合控制指标	备注（资料来源）
1	旱冬瓜	播种苗	Ⅰ级苗、苗龄 2.4、地径>1.2cm、苗高>65m、根系长度>25m、根系>5cm 长Ⅰ一级侧根数为 20	叶色正常	DB53/062-2006
2	小叶女贞	播种苗	高度：H=70-80cm；冠幅：P=60-70cm	叶色正常	
3	云南樟	播种苗	乔木胸径:Φ=4-6cm　H=1.0-2.0m　P=0.8m	叶色正常	咨询
4	小叶榕	容器苗	乔木胸径:Φ=6cm　P=0.5m	叶色正常	
5	车桑子	种籽	一级种，净度≥96%，发芽率≥80%，水分≤15%	种籽饱 满	
6	羽脉山黄麻	种籽	一级种，净度≥96%，发芽率≥80%，水分≤15%	种籽饱 满	
7	葛藤	播种苗	地径 1cm、主蔓长 5m、分支数>20 只	叶色正常	
8	狗牙根	种籽	一级种，净度≥85%，发芽率≥90%，种子用价≥88.2%，其它植物种子数≤1000 粒，水分≤11%	种籽饱 满	

（5）种植及养护管理要求

1）种植方式

工程种植一般采用如下方式进行:

①种植方式：栽植、播植。播植为穴播、撒播。

②草坪种草主要在泵站厂区和工程永久办公生活区实施，按园林绿化要求进行，多为规则式草坪，有的要结合花灌、花台等进行建设。

③原为耕地的覆土层应在施工结束后及时复耕。对不能及时复耕的，应种植临时性草种。

④抚育管理：栽植、播种后，根据实际情况及时浇水、除杂草。

2）造林模式及要求

本工程树种选择由各类型区根据实际情况选择，造林方式如下:

①主体工程边坡及边坡施工影响区恢复方式: 主体工程开挖边坡增加喷播植草护坡; 边坡下侧、马道平台修建栽土槽，于栽土槽内种植植物进行绿化; 边坡施工影响区采用灌、草结合，灌木株行距按 2m×2m，撒播草籽 80kg/hm^2; 沿开挖边坡顶部开挖线种植垂挂植物，株距 0.5m。

②泵站厂区和工程永久办公生活区绿化方式: 采用园林树种进行景观绿化，主要树种为天竺桂、云南樟、小叶榕、清香木、紫薇、苏铁、黄槐、五色梅、小叶女贞。

③渣场、料场种植方式: 渣场平台、土料场采用乔、灌、草结合，乔木株行距按 2m×2m，穴播灌木种子 20kg/hm^2(穴距 2m×2m，灌木种子每穴放 5~8 粒种子)，撒播草籽 80kg/hm^2; 渣场坡面采用灌、草结合，穴播灌木种子 20kg/hm^2(穴距 2m×2m)，撒播草籽 80kg/hm^2; 石料场开采边坡增加喷播植草护坡; 石料场马道平台修建栽土槽，于栽土槽内种植植物进行绿化，石料场终了开采平台采用灌、草结合，穴播灌木种子 20kg/hm^2(穴距 2m×2m)，撒播草籽 80kg/hm^2。

④永久公路行道树种植方式: 行道树坑穴种植，株距 5m，坑穴尺寸 0.6m×0.6m×0.6m。

⑤临时道路种植方式: 临时道路采用乔、灌、草结合，乔木株行距按 2m×2m，穴播灌木种子 20kg/hm^2（穴距 2m×2m），撒播草籽 80kg/hm^2; 道路边坡栽植藤本，株距 0.5m。

⑥输水线路区种植方式: 埋管段和明管段及施工迹地采用撒播草籽，撒播密度 80kg/hm^2，开挖边坡栽植藤本，株距 0.5m; 隧洞段洞脸栽植藤本，株距 0.5m; 施工作业带采用乔、灌、草结合，乔木株行距按 2m×2m，穴播灌木种子 20kg/hm^2(穴距 2m×2m)，撒播草籽 80kg/hm^2。

⑦施工场地种植方式: 采用乔、灌、草结合，乔木株行距按 2m×2m，穴播灌木种子 20kg/hm^2（穴距 2m×2m），撒播草籽 80kg/hm^2。

3）养护管理要求

①对于成活率低于 85%的林地要进行苗木补植，同时要禁止放牧和人为破坏。

②植苗造林所用的苗木必须是未受冻害、未损伤、根系较完整、失水少且经过较短时间和距离运输的苗木，尤其以附近苗圃繁育的优质壮苗为佳; 播植后洒水，保持土壤湿润至全部出苗。

根据各防治区的植被恢复与建设工程级别，植物措施布设情况详见表 9.1-7 和表

9.1-8。

表 9.1-7　主体开挖边坡区及边坡施工影响区植被恢复方案设计

分区	边坡位置	边坡面积（m^2）	主体护坡设计	景观绿化方案设计	植物种类
大坝	右坝肩	4567	C25 喷混凝土	喷播植草护坡；分级马道平台外侧修建载土槽；施工影响区植被恢复	小叶女贞、葛藤、狗牙根（载土槽）；车桑子、葛藤、狗牙根
溢洪道、导流泄洪隧洞	引渠段、控制段及泄洪洞竖井（高程 1705m 以上）	3203	C30 网格梁植生袋护坡	分级马道平台外侧修建载土槽；施工影响区植被恢复	小叶女贞、葛藤、狗牙根（载土槽）；车桑子、葛藤、狗牙根
	引渠段、控制段及泄洪洞竖井（高程 1705m 以下）	15254	C25 喷混凝土	喷播植草护坡；分级马道平台外侧修建载土槽；施工影响区植被恢复	小叶女贞、葛藤、狗牙根（载土槽）；车桑子、葛藤、狗牙根
	溢洪道泄槽段、泄洪洞出口	11932	C25 喷混凝土	喷播植草护坡；分级马道平台外侧修建载土槽；施工影响区植被恢复	小叶女贞、葛藤、狗牙根（载土槽）；车桑子、葛藤、狗牙根
输水放空洞	竖井	1733	C25 喷混凝土	施工影响区植被恢复	车桑子、葛藤、狗牙根
泵站和电站厂区	厂区背后	2165	C25 喷混凝土	喷播植草护坡、边坡下侧修建载土槽；施工影响区植被恢复	小叶女贞、葛藤、狗牙根（载土槽）；车桑子、葛藤、狗牙根

表 9.1-8　其他各类型区植被恢复方案设计

一级分区	二级分区		植被恢复区域	植物措施	植物种类	乔/灌株行距（m×m）	株距（m）	播种量 （kg/hm^2）
枢纽工程区	枢纽区	泵站区	泵站厂区	景观绿化	园林树种			
	工程永久办公生活区		场内空地	景观绿化	园林树种			
	弃渣场区		渣体顶面	乔、灌、草	旱冬瓜、灌木（车桑子、羽脉山黄麻）、狗牙根	2×2、2×2		20、80
			渣体坡面、渣体马道	灌、草	灌木（车桑子、羽脉山黄麻）、狗牙根	2×2		20、80
	料场区	石料场	石料场坡面	灌、草、藤（载土槽内）	小叶女贞、葛藤、狗牙根		2、0.5	80
			石料场平台	灌、草	灌木（车桑子、羽脉山黄麻）、狗牙根	2×2		20、80
		土料场	土料场	乔、灌、草	旱冬瓜、灌木（车桑子、羽脉山黄麻）、狗牙根	2×2、2×2		20、80
	交通道路区	永久公路	道路外侧	行道树	云南樟、狗牙根		5	80
			开挖边坡	藤、护坡	葛藤、混合草籽		0.5	80、50
		临时道路	临时道路	乔、灌、草	旱冬瓜、灌木（车桑子、羽脉山黄麻）、狗牙根	2×2、2×2		20、80
	施工生产生活区		施工场地	乔、灌、草	旱冬瓜、灌木（车桑子、羽脉山黄麻）、狗牙根	2×2、2×2		20、80
输水工程区	输水管道工程区		明管段及施工迹地	草、藤	狗牙根、葛藤		0.5	80
			隧洞段	藤	葛藤		0.5	
			埋管段	草、藤	狗牙根、葛藤		0.5	80
			施工作业带	灌、草	旱冬瓜、灌木（车桑子、羽脉山黄麻）、狗牙根	2×2、2×2		20、80
	弃渣场区		渣体顶面	乔、灌、草	旱冬瓜、灌木（车桑子、羽脉山黄麻）、狗牙根	2×2、2×2		20、80
			渣体坡面、渣体马道	灌、草	灌木（车桑子、羽脉山黄麻）、狗牙根	2×2		20、80
	交通道路区	永久公路	道路外侧	行道树	小叶榕、狗牙根		5	80
			开挖边坡	藤	葛藤		0.5	
		临时道路	临时道路	乔、灌、草	旱冬瓜、灌木（车桑子、羽脉山黄麻）、狗牙根	2×2、2×2		20、80
	施工生产生活区		施工场地	乔、灌、草	旱冬瓜、灌木（车桑子、羽脉山黄麻）、狗牙根	2×2、2×2		20、80
专项设施复建区	专项设施复建区		施工迹地	灌、草	灌木（车桑子、羽脉山黄麻）、狗牙根	2×2		20、80

9.1.3 临时措施

临时措施主要是指在工程施工期间对工程水土流失和开挖的土石方所采取的水土流失防治措施，一般是在主体工程施工前或同时进行。临时措施包括编织土袋临时拦挡、竹栅围栏临时拦挡、临时苫盖、临时排水，表土堆存临时绿化等措施。

9.2 枢纽工程防治区

枢纽工程区的水土流失主要时段在工程施工期，场地平整、枢纽开挖各部分开挖以及工程建设过程中散落废弃的建筑材料、土石渣料等因在工程施工期受雨水的冲刷产生水土流失。枢纽工程防治区划分为枢纽区、工程永久办公生活区、料场区、弃渣场区、交通道路区、施工生产生活区、水库淹没区等 7 个防治分区。

9.2.1 枢纽区

对工程本身的防护方面，主体报告已从工程本身稳定出发，设计了一些相应的防护措施（截水沟、排水沟），截、排水措施能满足主体工程的排水要求；主体工程设计了枢纽区边坡的工程护坡措施，由于单一的工程护坡措施不能满足水土保持要求，因此本区水土流失防治主要任务是在工程施工期通过水土保持临时防护、场区植物措施、边坡区综合护坡来控制水土流失。

施工区水土流失主要产生在施工期间，因此施工单位做好施工期间的水土保持临时措施极为重要。工程运行期，枢纽工程已实施的草皮护坡、建筑物覆盖、场地硬化等都具有水土保持功能，水土流失微弱，因此本区水土流失防治主要任务是在工程建设期通过水土保持临时防护，施工结束后针对建筑物周边的施工影响区采取植物措施来控制水土流失，针对工程永久开挖边坡，在边坡稳定的基础上布设植被恢复措施。

（1）工程措施

①土地整治

主体设计考虑了主体清表这道工序，本方案不重复计列，根据可利用的表土资源，结合施工时序，方案设计表土回覆 0.30 万 m^3，施工期间集中堆放至碗厂 1#弃渣场，做好临时防护措施。施工结束后，表土作为枢纽区边坡和空地绿化覆土，表土余方作为碗厂 1#弃渣场后期绿化覆土。

②护坡

主体设计大坝右坝肩边坡开挖坡比自上而下分别为 1:1.0、1:0.75，主体设计已考虑了 C25 喷混凝土护坡和截排水措施，能满足边坡稳定及排水要求。出于绿化美化的考虑，

本方案考虑增加喷播植草护坡（计入植物措施，下同），同时在开挖边坡马道平台（2.0m宽）外侧修建载土槽并覆土，载土槽采用单层浆砌砖码砌，载土槽高 0.4m，宽 1.4m，可根据平台宽度具体确定，载土槽与边坡坡脚预留 0.3m 以上的距离，作为平台排水沟使用，载土槽内种植垂挂植物和灌木，载土槽每隔 4m 布设排水孔及反滤包。大坝右坝肩修建载土槽 164m，覆土来源于枢纽区主体清表。

主体设计溢洪道引渠段（高程 1705m 以上）采用网格植生袋护坡，设计溢洪道引渠段、控制段及泄洪洞竖井（高程 1705m 以下）开挖边坡坡比自上而下分别为 1:0.75、1:0.5，洪道泄槽段、泄洪洞出口边坡开挖边坡坡比为 1:0.5，主体设计已考虑了 C25 喷混凝土护坡和截排水措施，能满足边坡稳定及排水要求。出于绿化美化的考虑，本方案考虑溢洪道引渠段、控制段及泄洪洞竖井（高程 1705m 以下）开挖边坡以及溢洪道泄槽段、泄洪洞出口边坡开挖边坡设计喷播植草护坡，同时在边坡分级马道平台外侧（宽 2.0m）修建载土槽并覆土，载土槽与边坡间距 0.3m，做为平台排水沟使用。溢洪道、导流泄洪隧洞开挖边坡修建载土槽 1241m，覆土来源于枢纽区主体清表。

泵站和电站厂区边坡坡比 1:0.5，主体工程对边坡采用了 C25 喷混凝土护坡措施，出于绿化美化的考虑，本方案考虑增加喷播植草护坡，同时在边坡下侧（排水沟内侧）修建载土槽。共需要修建载土槽 178m，覆土来源于泵站厂区主体清表。

表 9.2-1　枢纽区工程措施量统计表

区域	载土槽		土地整治	
	长度	浆砌砖	体积	表土回覆
	m	m^3	m^3	m^3
大坝右坝肩	164	25	69	69
溢洪道、导流泄洪隧洞边坡	1241	191	524	524
泵站和电站厂区边坡	178	27	75	75
泵站和电站厂区			93	93
小计	1583	243	761	761

（2）植物措施

①边坡绿化

本方案新增大坝右坝肩、溢洪道及导流泄洪隧洞边坡、泵站和电站厂区开挖边坡的喷播植草护坡措施，喷播植草护坡面积 27134m^2。

在大坝右坝肩、溢洪道及导流泄洪隧洞、泵站和电站厂区载土槽内侧栽植小叶女贞和撒播狗牙根，外侧种植垂挂植物，载土槽绿化措施具有一定的护坡作用的同时，又大面积绿化美化了人工形成的陡露边坡。载土槽内绿化树种选用乡土树种小叶女贞、葛藤

和狗牙根，采用植苗造林，灌木株距 2m；沿载土槽外侧种植两排攀缘植物，株距 0.5m，狗牙根采用撒播种草，撒播密度为 80kg/hm^2。小叶女贞苗木选用Ⅰ级播种苗（丛高 60cm）；葛藤采用Ⅰ级 1 年生苗；狗牙根选籽粒饱满、无病虫害Ⅰ级纯净良种，雨季造林。载土槽绿化面积为 0.22hm^2，工程量为栽植垂挂植物葛藤 6649 株，栽植小叶女贞 831 株，撒播狗牙根 19kg。

②边坡施工影响区植被恢复

主体开挖边坡施工过程中会对外围区域造成影响，本方案设计对主体边坡施工影响区进行植被恢复。植被恢复树种选用乡土树种车桑子、葛藤和狗牙根，车桑子采用穴播造林，株行距 2m×2m，穴播密度为 20kg/hm^2；狗牙根采用撒播种草，撒播密度为 80kg/hm^2。再沿开挖边坡顶部开挖线种植垂挂植物，葛藤 2 株/m。车桑子、狗牙根选籽粒饱满、无病虫害Ⅰ级纯净良种，雨季造林。边坡施工影响区植被恢复面积 0.63hm^2，工程量为穴播车桑子 13kg，栽植垂挂植物葛藤 4400 株，撒播狗牙根 53kg。

表 9.2-2　枢纽区植物措施量统计表

区域	喷播植草护坡					边坡施工影响区植被恢复				载土槽				抚育管理
	坡比 1:0.5		坡比 1:0.75		面积合计	植被恢复				植被恢复				
	面积	挂网	面积	挂网		面积	车桑子	葛藤	狗牙根	面积	小叶女贞	葛藤	狗牙根	
	m^2	m^2	m^2	m^2	m^2	hm^2	kg	株	kg	hm^2	株	株	kg	hm^2
大坝右坝肩			3653	3653	3653	0.05	1	350	4	0.02	86	689	2	0.44
溢洪道、导流泄洪隧洞边坡	21749	21749			21749	0.43	9	3024	36	0.17	652	5212	15	2.78
输水放空洞边坡						0.06	1	420	5					0.06
泵站和电站厂区边坡	1732	1732			1732	0.09	2	606	7	0.02	93	748	2	0.28
小计	23481	23481	3653	3653	27134	0.63	13	4400	53	0.22	831	6649	19	3.56

③泵站和电站厂区绿化

泵站和电站厂区布置集中，可以在厂区周围布置绿化除满足水土保持要求外，还应按一级绿化模式进行，要通过植物造景体现美感，对于建筑物周边空地，种植有观赏价值的灌木，树种主要选用紫薇、苏铁、黄槐和五色梅，并在灌木林下铺草坪绿化。泵站厂区一级绿化区域 350m^2。

表 9.2-3　泵站和电站厂区植物措施量统计表

分区	工程措施	园林绿化						抚育管理
	表土回覆	面积	草坪	紫薇	苏铁	黄槐	五色梅	
	m^3	m^2	m^2	株	株	株	株	hm^2
泵站和电站厂区	93	350	350	53	25	46	88	0.04

④鱼类增殖放流站绿化

环境保护专业已充分考虑了鱼类增殖放流站的排水管网系统和站区的景观绿化措施，基本能满足站区的水土保持要求。根据环境保护专业设计情况，站区景观绿化面积7962m^2，绿化标准达到一级标准。本方案仅考虑绿化区域的土地整治措施，共计需表土回覆 0.21 万 m^3。

（3）临时措施

枢纽区主要针对施工开挖边坡、临时堆料和临时转料场地进行临时防护，土石方工程应尽量避免雨季施工，本方案将采取临时编织袋装土挡墙、临时土沟对主体工程施工区进行防护。

拦挡措施：编织袋装土挡墙利用废弃土石料进行填筑，分层错位堆砌，按“品”字形紧密排列，挡护高度 1.5m，挡护墙顶宽 0.5m，底宽 1.7m，两侧坡面 1:0.4;

排水措施：人工挖土沟，断面为 0.4m（下底）×0.4m（深），边坡为 1:0.5 的梯形，并在沟底和沟帮铺设彩条布。

临时措施工程量：编织袋装土挡墙挡护长度 450m，工程量 817m^3；人工挖土沟用于临时排水，长度为 1200m，工程量为土方开挖 317m^3，铺彩条布 2231m^2。

表 9.2-4　枢纽区临时措施量统计表

分区	临时排水沟			编织袋装土临时拦挡		
	长度	土方开挖	铺彩条布	长度	编织袋填装	编织袋拆除
	m	m^3	m^2	m	m^3	m^3
枢纽区	1200	317	2231	450	817	817

9.2.2 工程永久办公生活区

工程永久办公生活区指的是工程永久管理所征占地区域，小石门水库工程永久办公生活区本阶段设置的面积为 1.51hm^2，工程永久办公生活区的绿化除满足水土保持要求外，还应达到一级绿化标准，要通过植物造景体现美感，对于建筑物周边空地，种植各种树形美观、有观赏价值的乔木、灌木，并在乔灌树林下铺设草坪。

施工前收集区域可利用的表土资源，设计表土回覆 0.13 万 m^3，绿化面积 0.48hm^2，主要采用乔灌草结合的方式进行绿化，物种属于乡土树种，适应本工程区的环境。施工过程中布设临时防护措施，对未及时回填的土石方进行拦挡，在区内布设临时排水沟防止冲刷，共需编织袋装土挡墙 45m，临时排水沟 130m，临时拦挡和临时排水措施断面尺寸与枢纽区相同。

绿化乔木推荐树种：天竺桂、云南樟、小叶榕、清香木、紫薇。绿化灌木推荐树种：小叶女贞、苏铁、黄槐、五色梅。

工程措施工程量：表土回覆 0.13 万 m^3。

植物措施工程量：园林绿化 0.48hm^2，栽植天竺桂 50 株，栽植云南樟 50 株，栽植小叶榕 60 株，栽植清香木 60 株，栽植紫薇 81 株，栽植苏铁 10 株，栽植黄槐 181 株，栽植五色梅 418 株，栽植小叶女贞 338 株，铺设草坪 0.48hm^2。

临时措施工程量：废弃土石编织袋墙挡护长度 45m，工程量 82m^3；人工挖土沟用于临时排水，长度为 130m，工程量为土方开挖 34m^3，铺彩条布 242m^2。

表 9.2-5　工程永久办公生活区绿化树种特性表

序号	细目名称	细目特征
1	天竺桂	乔木胸径:Φ=8cm　H=3.0m　P=2.0m
2	云南樟	乔木胸径:Φ=4-6cm　H=1.0-2.0m　P=0.8m
3	小叶榕	乔木胸径:Φ=6cm　P=0.5m
4	清香木	乔木胸径:Φ=6-8cm　H=2.0-3.0m　P=1.0-1.5m
5	紫薇	乔木胸径:Φ=4cm　H=2.5m　P=0.8-1.0m
6	黄槐	小乔木胸径：Φ=4cm H=1-2m　P=0.8-1.5m
7	苏铁	高度：H=80-120cm；冠幅：P=100-120cm
8	五色梅	高度：H=20-25cm；冠幅：P=20-25cm
9	小叶女贞	高度：H=70-80cm；冠幅：P=60-70cm
10	草坪	土皮厚 0.5cm，高度：H=3-5cm

表 9.2-6　永久办公生活区工程、植物措施量统计表

分区	工程措施	园林绿化											抚育管理
	表土回覆	面积	草坪	天竺桂	云南樟	小叶榕	清香木	紫薇	苏铁	黄槐	五色梅	小叶女贞	
	m^3	m^2	m^2	株	株	株	株	株	株	株	株	株	hm^2
永久办公生活区	1272	4800	4800	50	50	60	60	81	10	181	418	338	0.48

表 9.2-7　永久办公生活区临时措施量统计表

分区	临时排水沟			编织袋装土临时拦挡		
	长度	土方开挖	铺彩条布	长度	编织袋填装	编织袋拆除
	m	m^3	m^2	m	m^3	m^3
永久办公生活区	130	34	242	45	82	82

9.2.3 弃渣场区

（一）弃渣场总体布置

枢纽工程区共布设 5 个弃渣场，其中水库大坝右岸约 1.3km 两处箐沟内布置 2 个弃渣场，分别为碗厂 1#、2#弃渣场，主要堆放大坝、导流泄洪隧洞、电站、泵站及提水管、枢纽道路开挖、上村隧洞进口等开挖弃渣。水库大坝左岸薄刀岭石料场西向约 1.7km 三处箐沟内布置 3 个弃渣场，分别为白土坡 1#、2#、3#弃渣场，主要堆放石料场无用层剥离料、溢洪道和道路等开挖弃渣。

（二）弃渣场堆置方案及防护标准

弃渣必须集中堆放于指定地点，以免外溢对其他区域造成影响，弃渣遵循先拦后弃的原则，弃渣堆置过程中需分层堆置，枢纽工程区布设的 5 个弃渣场设计堆置坡比区间为 1:3.0~1:4.0，弃渣每堆高 10m 设置宽 3~10m 的马道，渣体需在拦渣工程顶部以下 0.2m 向后延伸 3m 后再开始起坡，弃渣场顶部平台需形成 1%的坡度便于排水。

弃渣场防护措施主要包括表土剥离、土地整治工程、拦渣工程、沟水及坡面水处理工程、渣体表面排水工程、斜坡防护工程和植被恢复工程等。

（1）拦渣工程设计标准

根据根据《水利水电工程水土保持技术规范（SL575-2012）》弃渣场级别根据堆渣量，堆渣高度及失事后对主体工程危害程度等综合确定。

（2）沟水及坡面水设计标准

根据弃渣场等级确定相应的沟水及坡面水设计标准，枢纽工程区 3 级弃渣场沟水及坡面水设计标准采用 50 年一遇，校核洪水标准采用 100 年一遇；4 级弃渣场沟水及坡面水设计标准采用 30 年一遇，校核洪水标准采用 50 年一遇。

（3）渣体表面截排水工程

弃渣场需采用永久截排水措施的，其排水标准宜采用 3～5 年一遇 5～10min 短历时设计暴雨。本工程采用 5 年一遇设计标准。

（4）斜坡防护工程等级

斜坡防护工程等级根据边坡对周边设施安全和正常运用的影响程度、边坡失事后的损失大小等因素综合确定。

（5）植被恢复工程设计标准

依据《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014）的相关规定确定弃渣场植被恢复工程级别为 3 级。

各弃渣场及防护工程建筑物级别详见表 9.1-2。

（三）弃渣场拦渣工程稳定性分析

（1）拦渣坝稳定计算

1）计算假定

拦渣坝稳定计算时，假设拦渣坝坝体材料单一均匀。

2）计算公式

稳定性分析采用摩根斯顿—普赖斯法进行计算（计算公式参照第 7 章公式 7.4-1~7.4-8），利用简化毕肖普法进行复核。

3）计算参数

参照主体工程大坝堆石料物理力学试验指标，结合主体工程坝料、坝基物理力学指标设计取值，同时为保证安全，稳定计算时拦渣坝各指标取值小于主体大坝的设计取值，凝聚力 C 值取 5kPa，内摩擦角 φ 取值 28°，弃渣场拦渣坝地基岩土体物理力学参数建议值参照第 7 章表 7.4-3。

4）安全系数标准、计算方法和结果

计算方法、安全系数标准、计算工况及地震峰值加速度参照弃渣场抗滑稳定计算。根据各拦渣坝物质组成、堆渣高度、堆放坡度，同时参考弃渣场地质参数，计算出各个弃渣场相应的最小安全系数（采用南京水准科技有限公司《AUTOBANK》（7.7 版）进行计算）。

表 9.2-8　弃渣场拦渣坝稳定计算结果一览表

序号	弃渣场名称	计算方法	计算值			规范值		
			正常运用工况	非常运用工况Ⅰ	非常运用工况Ⅱ	正常运用工况	非常运用工况	非常运用工况
			下游侧边坡	下游侧边坡	下游侧边坡		Ⅰ	Ⅱ
1	碗厂 1#弃渣场	摩根斯顿—普赖斯法	1.346	1.169	1.215	1.25	1.10	1.10
		简化毕肖普法	1.343	1.167	1.212	1.25	1.10	1.10
2	白土坡 1#弃渣场	摩根斯顿—普赖斯法	1.443	1.305	1.314	1.25	1.10	1.10
		简化毕肖普法	1.440	1.308	1.311	1.25	1.10	1.10
3	白土坡 2#弃渣场	摩根斯顿—普赖斯法	1.523	1.359	1.373	1.25	1.10	1.10
		简化毕肖普法	1.520	1.362	1.370	1.25	1.10	1.10
4	白土坡 3#弃渣场	摩根斯顿—普赖斯法	1.523	1.359	1.373	1.25	1.10	1.10
		简化毕肖普法	1.520	1.362	1.370	1.25	1.10	1.10

根据上表可知，各拦渣坝稳定安全系数在各种工况下均达到规范要求，坝体在拟定堆放坡度下均能满足稳定要求。

（2）挡渣墙稳定计算

工程弃渣场挡渣墙稳定计算，主要分析挡渣墙的抗滑、抗倾覆和地基承载力满足情况。挡墙稳定按《生产建设项目水土保持技术标准》（GB 50433-2018）计算。

1）抗滑稳定安全系数

$$K_s=(W+P_{ay})\mu/P_{ax} \quad （公式 9.2-1）$$

$$P_{ay}=P_a\sin(\delta+\varepsilon) \quad （公式 9.2-2）$$

$$Pax=P_a\cos(\delta+\varepsilon) \quad （公式 9.2-3）$$

式中：K_s—抗滑稳定安全系数；

μ—基底面与地基之间或软弱结构面之间的摩擦系数，取 0.4;

P_{ay}—主动土压力的垂直分力，kN;

P_{ax}—主动土压力的水平分力，kN;

P_a—主动土压力，kN;

δ—墙摩擦角;

ε—墙背倾斜角。

2）抗倾覆稳定安全系数

$$K_t=(W_a+P_{ay}b)/(P_{ax}h) \quad \text{（公式 9.2-4）}$$

式中：K_t—抗倾覆稳定安全系数;

W_a—墙体自重 W 对 O 点的力矩，kN ṁ;

$P_{ay}b$—主动土压力的垂直分力对 O 点的力矩，kN ṁ;

$P_{ax}h$—主动土压力的水平分力对 O 点的力矩，kN ṁ。

3）地基承载力验算

基底应力应小于地基允许承载力〔R〕，基底应力采用下列偏心受压公式计算，σ_{max} 与 σ_{min} 之比小于 2~3。

$$\sigma_{yu}=\sum W/B+6\sum M/B^2 \quad \text{（公式 9.2-5）}$$

$$\sigma_{yd}=\sum W/B-6\sum M/B^2 \quad \text{（公式 9.2-6）}$$

σ_{yu}、σ_{yd}—水平截面上的正应力，kN/m^2，σ_{yu}、σ_{yd}≤〔R〕;

$\sum W$—作用在计算截面上的全部荷载的铅直分力之和，kN;

$\sum M$—作用在计算截面上的全部荷载对截面形心的力矩之和，kN ṁ;

B—计算截面的长度，m。

4）弃渣场挡渣墙稳定分析计算如下:

挡渣墙稳定分析采用北京理正软件公司开发的理正岩土工程计算分析软件 V6.5 版中挡土墙设计模块计算，挡渣墙计算结果见表 9.2-9，计算结果表明挡渣墙在各种工况下，均满足稳定要求。

表 9.2-9　弃渣场挡墙稳定计算结果结果表

序号	弃渣场名称	计算工况	抗滑稳定安全系数		抗倾稳定安全系数		承载力容许值 f_{a0}（kPa）	最大基底应力（kPa）
			规范值	计算值	规范值	计算值		计算值
1	碗厂 2#弃渣场	正常工况	1.20	1.63	1.40	6.97	150	93.50
		地震	1.05	1.44	1.30	6.30	150	98.33
		持续降雨	1.05	1.44	1.30	4.59	150	93.82

（四）弃渣场水力计算

（1）弃渣场洪峰流量计算

弃渣场洪峰流量计算成果由水文专业提供。

（2）截水沟缓坡段设计

截水沟采用明渠均匀流计算公式进行设计。各弃渣场排水沟过流能力复核见表 9.2-10。

（3）陡坡段设计

通过采用《中小型水利水电工程典型设计图集——溢洪道与泄洪隧洞分册》中，附录 2:《台阶式泄槽溢洪道的水力特性和设计应用》中昌桑提出的计算理论进行计算。弃渣场陡坡段水力计算见表 9.2-11。

在进行陡坡段水力计算时，先按公式 9.2-7 和 9.2-8 判定水流为跌流水舌流态；当为跌流流态时则按一般跌水进行水力学计算；如判定为分离流流态，则按分离流进行水力学计算。本方案分离流水力学计算采用昌桑计算法。

1）跌流水舌流态

其临界值为:

$$\left(\frac{d_c}{h}\right)_{临} = 0.0916\left(\frac{h}{l}\right)^{-1.276} \qquad (9.2\text{-}7)$$

式中，d_c为临界水深；h、l 分别为台阶的步高和步长。

2）分离流流态

其临界值为:

$$\left(\frac{d_c}{h}\right)_{特} = 1.057 - 0.46\frac{h}{l} \qquad (9.2\text{-}8)$$

即当$d_c/h > (d_c/h)_{特}$时出现分离流流态。

3）昌桑计算法

对于矩形断面，均匀流水深d_0可表示为:

$$d_0 = (\frac{fq^2}{8g\sin\alpha})^{1/3} \qquad (9.2\text{-}9)$$

式中：f—摩擦系数;

Q—单宽流量;

A—泄槽的坡脚（°)。

昌桑把台阶看成糙体，其糙度以$k_* = h\cos\propto$表示。摩擦系数f参数F_*表示:

$$F_* = \frac{q}{\sqrt{g \sin\alpha k_*^3}} \quad (9.2\text{-}10)$$

从堰顶算起，至长度为L_1处开始出现表面掺气:

$$L_1 = k_* \times 9.719(\sin\alpha)^{0.0796} F_*^{0.713} \quad (9.2\text{-}11)$$

该断面水深为:

$$d_1 = k_* \frac{0.4034}{(\sin\alpha)^{0.04}} F_*^{0.529} \quad (9.2\text{-}12)$$

该断面平均流速为:

$$v = \frac{q}{d_1} \quad (9.2\text{-}13)$$

出现均匀掺气水流的距离L_2为:

$$L_2 = \frac{8.60 q^{0.713}}{k_*^{0.0695} (\sin\alpha)^{0.277}} \quad (9.2\text{-}14)$$

该断面以下为均匀掺气流。为了计算均匀掺气水流的水深、流速，应先计算以下系数:

$$c_e = 0.9 \sin\alpha \quad (9.2\text{-}15)$$

$$x = 0.628 \frac{0.514 - c_e}{c_e - (1 - c_e)} \quad (9.2\text{-}16)$$

$$f_e = 0.5(1 + thx) \quad (9.2\text{-}17)$$

式中，thx为双曲线正切函数。

均匀掺气水流的水深d_0为:

$$d_0 = d_c \left(\frac{f_e}{8 \sin\alpha}\right)^{1/3} \quad (9.2\text{-}18)$$

相应平均流速v_0为:

$$v_0 = \frac{q}{d_0} \quad (9.2\text{-}19)$$

（4）消力池设计

采用《水工设计手册-灌区建筑物》中单级跌水消力池的设计方法进行设计。弃渣场消力池水力计算见表 9.2-12。

1）消力池的水力计算，在于确定消力池的宽度、长度和深度。

消力塘的宽度。当只有一个缺口时，消力塘宽度 b’可取缺口水面宽加 0.1 倍的水舌抛射长度，即

$$\mathrm{b}' = 0.1 L_1 + b_{cB} + 0.8 n_{cB} H_0 \quad (9.2\text{-}20)$$

水舌抛射长度L_1可按下式计算

$$L_1 = 1.64\sqrt{H_0(P + 0.24H_0)} \quad (9.2\text{-}21)$$

式中 P 为计入塘深的跌差，即上游渠底和下游渠底间的垂直距离（米）。

消力塘的长度等于舌抛射长度加水跃长度，即

$$\mathrm{L}' = L_1 + L_2 = L_1 + (3.2\sim4.3)h_2 \quad (9.2\text{-}22)$$

式中：L_2—水跃长度（米），$L_2 = (3.2\sim4.3)h_2$;

h_2——跃后共轭水深（米）。

对于矩形消力塘，因跌落的水舌穿过厚度为$d + H$的水层，并考虑到水舌在塘中的分散作用，故在跌落处的收缩水深h_1可按下式计算

$$h_1 = \frac{q}{\varphi\sqrt{2gZ_0}} \quad (9.2\text{-}23)$$

式中：Z_0—计入行近流速的上、下游水位差（米）;

q—水舌跌落处的单宽流量。

梯形缺口的水舌跌落处的单宽流量按下式计算

$$\mathrm{q} = Q/(b_{cB} + 0.8n_{cB}h) \quad (9.2\text{-}24)$$

跌后共轭水深h_2按下式计算

$$h_2 = 0.5h_1\left[\sqrt{1 + \frac{8\alpha q^2}{gh_1}} + 1\right] \quad (9.2\text{-}25)$$

式中：α—系数，取为 1.05~1.10;

g—重力加速度。

消力塘的深度。为了保证水流平稳地进入下游渠道，应使塘深d稍大于跌后共轭水深h_2与塘后渠道水深h之差，即

$$d \geq (1.10\sim1.15)h_2 - h \quad (9.2\text{-}26)。$$

表 9.2-10　弃渣场截水沟、排洪沟水力计算一览表（缓坡段）

弃渣场名称	汇水区域	措施	弃渣场洪峰流量		底宽（m）	边坡系数		沟底纵坡	糙率	水深		安全加高（m）	沟深（m）	截排水沟过流能力		截水沟采用断面	备注
			设计（m^3/s）	校核（m^3/s）		左边坡系数	右边坡系数			设计（m）	校核（m）			设计（m^3/s）	校核（m^3/s）	高×宽（m）	
碗厂 1#弃渣场	左侧汇水	1#截水沟	5.73	6.44	1.5			0.01	0.015	1.13	1.22	0.2	1.4	6.73	7.45	1.4×1.5	单侧沟
	右侧汇水	2#截水沟	7.17	8.06	1.6			0.01	0.015	1.21	1.31	0.2	1.5	8.17	9.06	1.5×1.6	单侧沟
碗厂 2#弃渣场	左侧汇水	截水沟	1.53	1.69	0.9	0.5		0.01	0.018	0.70	0.74	0.1	0.8	2.03	2.19	0.8×0.9	单侧沟
	右侧汇水	排洪沟	2.01	2.21	0.9		0.5	0.01	0.015	0.71	0.75	0.2	1.0	2.51	2.71	1×0.9	单侧沟
白土坡 1#弃渣场	左侧汇水	1#截水沟	1.45	1.63	0.9	0.5		0.01	0.015	0.65	0.69	0.2	0.9	1.95	2.15	0.9×0.9	单侧沟
	右侧汇水	2#截水沟	1.82	2.06	0.9		0.5	0.01	0.015	0.69	0.74	0.2	0.9	2.32	2.59	0.9×0.9	单侧沟
白土坡 2#弃渣场	左侧汇水	1#截水沟	1.43	1.61	0.9	0.5		0.01	0.015	0.64	0.69	0.2	0.9	1.93	2.15	0.9×0.9	单侧沟
	右侧汇水	2#截水沟	1.67	1.87	0.9		0.5	0.01	0.015	0.67	0.71	0.1	0.8	2.17	2.36	0.8×0.9	单侧沟
白土坡 3#弃渣场	左侧汇水	1#截水沟	1.66	1.87	0.9	0.5		0.01	0.015	0.67	0.71	0.1	0.8	2.16	2.36	0.8×0.9	单侧沟
	右侧汇水	2#截水沟	2.03	2.29	0.9		0.5	0.01	0.015	0.71	0.76	0.2	1.0	2.53	2.79	1×0.9	单侧沟

表 9.2-11　弃渣场截水沟、排洪沟水力计算一览表（陡坡段）

弃渣场名称	汇水区域	措施	校核洪峰流量（m^3/s）	起点高程（m）	终点高程（m）	段间距（m）	陡坡坡度（°）	台阶高（m）	渠底宽（m）	粗糙系数	出口流速（m/s）	临界水深（m）	表面掺气水深（m）	掺气水深（m）	安全加高（m）	设计沟深（m）
碗厂 1#弃渣场	左侧汇水	1#截水沟	6.44	1746	1666	999	4.58	0.15	1.50	0.015	10.69	0.76	0.60	0.40	0.3	0.90
	右侧汇水	2#截水沟	8.06	1746	1666	706	6.46	0.15	1.60	0.015	11.89	0.80	0.65	0.42	0.3	1.00
碗厂 2#弃渣场	左侧汇水	截水沟	1.69	1728	1676	159	18.11	0.15	0.90	0.015	7.23	0.58	0.31	0.26	0.2	0.60
	右侧汇水	排洪沟	2.21	1728	1676	197	14.79	0.15	0.90	0.015	7.90	0.63	0.40	0.31	0.2	0.60
白土坡 1#弃渣场	左侧汇水	1#截水沟	1.63	1766	1686	559	8.14	0.15	0.90	0.015	6.01	0.57	0.36	0.30	0.3	0.70
	右侧汇水	2#截水沟	2.06	1766	1686	645	7.07	0.15	0.90	0.015	7.03	0.62	0.41	0.33	0.3	0.80
白土坡 2#弃渣场	左侧汇水	1#截水沟	1.61	1774	1710	363	10.00	0.15	0.90	0.015	6.39	0.57	0.33	0.28	0.3	0.70
	右侧汇水	2#截水沟	1.87	1774	1710	497	7.34	0.15	0.90	0.015	6.59	0.60	0.39	0.32	0.2	0.60
白土坡 3#弃渣场	左侧汇水	1#截水沟	1.87	1774	1724	276	10.27	0.15	0.90	0.015	7.06	0.60	0.36	0.29	0.3	0.70
	右侧汇水	2#截水沟	2.29	1774	1724	307	9.25	0.15	0.90	0.015	8.09	0.64	0.41	0.31	0.2	0.70

表 9.2-12　弃渣场消力池水力计算一览表

弃渣场名称	总流量（m³/s）	入口渠道宽(m)	入口流速(m/s)	入口水深(m)	入口边坡系数	消力池总水头(m)	完全水跌长度(m)	单宽流量(㎡/s)	收缩水深(m)	跌后水深(m)	下游水深(m)	消力池深(m)	消力池宽(m)	消力池长(m)	设计消力池深(m)	设计消力池宽(m)	设计消力池长(m)
碗厂 1#弃渣场	14.50	3.10	5.56	1.50	0.00	3.08	2.47	4.68	0.72	2.15	2.20	2.42	3.35	10.63	2.5	3.5	11.0
碗厂 2#弃渣场	3.90	1.80	3.76	0.80	0.00	1.52	1.22	2.17	0.51	1.14	1.15	1.29	1.92	5.54	1.5	2.0	6.0
白土坡 1#弃渣场	3.69	1.80	3.76	0.80	0.00	1.52	1.22	2.05	0.48	1.13	1.15	1.27	1.92	5.50	1.5	2.0	5.5
白土坡 2#弃渣场	3.48	1.80	3.58	0.70	0.00	1.35	1.09	1.93	0.49	1.02	1.10	1.09	1.91	4.96	1.5	2.0	5.0
白土坡 3#弃渣场	4.16	1.80	3.76	0.80	0.00	1.52	1.22	2.31	0.56	1.15	1.15	1.31	1.92	5.58	1.5	2.0	6.0

（五）弃渣场水土保持措施设计

枢纽工程共布置 5 个弃渣场，总占地面积 99.36hm^2，总容量 940.76 万 m^3，堆渣量松方 829.98 万 m^3。工程所布设的 5 个弃渣场中，根据地形条件划分，全部为沟道型渣场；根据渣场级别分：3 级渣场 4 个，4 级渣场 1 个。方案分别对 5 个弃渣场逐一进行措施设计。

本次从地质条件、渣料组成、沟道水流条件、周边敏感目标分布情况、工程防护措施等方面考虑，选择有代表性的 2 个渣场作为典型渣场进行设计，各典型渣场代表的渣场统计详见表 9.2-13。

表 9.2-13　枢纽工程区典型渣场选择表

代表性渣场	选择依据						相似渣场
	渣料组成	渣场级别	堆渣最大高度(m)	沟道水流	周边敏感目标	汇水面积（km^2）	
碗厂 1#弃渣场	枢纽建筑物开挖料、道路开挖弃渣：以粘土、粉土、砂卵砾石、片麻岩为主。	3	80	主沟为常流水，主要来自于裂隙水。岔沟为季节性流水。	下游约 1.4km 处右岸有村庄。	1.23	碗厂 2#弃渣场（4 级渣场），位于同一条主沟道的支沟。
白土坡 2#弃渣场	石料场剥离料为主，部分道路开挖弃渣：以粘土、粉土、砂卵砾石、片麻岩为主。	3	64	季节性流水。	弃渣场对岸 220m 处有村庄。	0.25	白土坡 1#、3#弃渣场（3 级弃渣场），均位于挑水箐左侧的箐沟。

（1）碗厂 1#弃渣场防护措施设计

1）弃渣场概况

①地形地貌

碗厂 1#弃渣场位于小石门水库大坝右岸约 1.2km 处箐沟内，箐沟底宽度约 5~10m，切割深度 7~20m，箐沟上游有两条支沟成“Y”字形，下游右侧分布有两条支沟，区域整体呈扇形，地形坡度 5~30°，冲沟平均坡降约 8%，流向约 17°。箐沟内局部区域分布有耕地，岸坡植被发育，主要以云南松、灌丛为主。主沟为一常流水冲沟，水流主要来自于裂隙水，岔沟则均属于季节性冲沟。

②地质

岸坡上部为第四系更新统（$Q_{1\text{-}2}$）：湖积冲积层，冲洪积砂卵砾石夹粘质砂土及砂砾石层，下伏（$Pt_1kn_2^1$）地层，岩性为：斜长角岩及片麻岩。冲沟底部及沟底向上 3~5m 均为基岩出露，为强—弱风化片麻岩。两岸坡顶部向下 3~5m 坡面局部有 0.5~1.0m 的第四系残坡积层结构松散，下部则为全风化片麻岩结构密实。弃渣场范围内无不良物理地质现象发育。

③堆置方式

碗厂 1#渣场为沟道型渣场，堆渣高程 1666~1746m，容量 521.86 万 m^3，占地面积 50.21hm^2，渣场堆渣最大高度 80m，设计堆渣边坡 1:4，每堆高 10m 布置一 10m 宽马道。

④拦渣建筑物级别及防洪标准

碗厂 1#弃渣场拦渣坝建筑物级别为 3 级，排洪工程级别为 3 级，按照 50 年一遇设计标准、100 年一遇校核标准。渣场上游汇水面积为 1.23km^2，100 年一遇洪峰流量为 14.50m^3/s。

表 9.2-14　碗厂 1#渣场库容计算表

高程（m）	1666	1676	1686	1696	1706	1716	1726	1736	1746.00	合计
堆高（m）	0	10	10	10	10	10	10	10	10	80
库容（万 m^3）	0	2.42	13.25	28.51	43.08	59.58	86.16	105.00	183.85	521.86

2）工程措施

①表土剥离

弃渣前，对弃渣场占地区的耕地和林地部分的表层土进行剥离，表土剥离面积为 50.21hm^2，剥离厚度 20~40cm，剥离后的表层土运至碗厂 1#弃渣场上游的表土堆放场集中堆存，剥离表土量为 17.19 万 m^3，其中绿化覆土 0.56 万 m^3，复耕覆土 11.62 万 m^3（投资主体已计列，下同）。

根据现场调查情况针对弃渣场场区范围内的林木，在进行表土剥离前先进行砍伐，再利用机械对树根进行挖掘，挖树根可与表土剥离同时进行。根据移民实物指标，共进行林木清除 35.15hm^2。

②拦渣工程

按照“先拦后弃”的原则，弃渣前，在堆渣坡脚布置拦渣坝。拦渣坝（Ⅱ型）最大坝高 10m，坝顶宽 5m，边坡 1:1.75，考虑到拦渣坝要在弃渣前砌筑完成，拦渣坝填筑材料主要从薄刀岭石料场开采而来，同时拦渣坝需坐落在强风化及以上基岩上，坝址区域内第四系堆积物和全风化基岩需要清除。

③盲沟

渣场主沟为常流水，水流主要为裂隙水。弃渣前，为排导施工期间渣场内沟道水流，以及堆渣形成后的渣体渗水和岩层裂隙水，沿渣场区域内冲沟底部布设盲沟，尺寸为 3.0m×2.0m（底宽×深），两侧边坡为 1:0.5。盲沟采用块石填充，上侧回填一层碎石后覆盖土工布，盲沟出口接钢筋混凝土承插管通过拦渣坝，出口接消力池进入天然沟道。经计算，布设盲沟 2361m。

④上游及坡面截水沟

弃渣场上游汇水通过左右两侧截水沟排出。截水沟断面设计为：左侧截水沟缓坡段底宽 1.5m，沟深 1.4m，陡坡段底宽 1.5m，沟深 0.9m；右侧截水沟缓坡段底宽 1.6m，沟深 1.5m，陡坡段底宽 1.6m，沟深 1.0m。均为矩形断面，衬砌厚度 20~40cm，采用 C25 混凝土现浇。经计算，布设截水沟 6115m。

为消减水流势能，拟在截水沟陡坡段布置台阶式跌坎消能，跌坎高 0.15m，采用 C25 混凝土现浇。同时，在截水沟下游出口处布置消力池，消力池采用条渠型式，尺寸为 11.0m×3.5m×2.5m（长×宽×深），采用 C25 混凝土现浇，消力池需坐落在强风化及以上基岩上，消力池位置处堆积物及全风化基岩需要清除。

⑤渣顶及马道排水沟

弃渣结束后，在堆渣坡顶和马道布置排水沟。马道排水沟：梯形断面，断面尺寸为 0.3m×0.3m（宽×深），单侧坡比 1：0.5，另一侧竖直；渣顶排水沟：矩形断面，断面尺寸为 0.6m×0.6m（宽×深）。渣顶和马道排水沟沟底纵坡 1%（向周边截水沟排水），衬砌厚度 0.3m，采用 M7.5 浆砌石砌筑。经计算，布设渣顶及马道排水沟长 3377m。

⑥网格植草护坡

堆渣结束并平整后，在碗厂 1#弃渣场堆渣坡面（下部平台坡面）采用混凝土网格植草护坡。网格尺寸为 4.0m×4.0m，中心转角 90°，混凝土骨架尺寸 0.4m×0.4m（宽×深），骨架外缘设 0.1m 高排水凸坎，将坡面集水汇入坡脚排水沟内。在坡顶、坡脚分别布置 0.5m 宽混凝土封顶和脚槽，直径 Φ75mm 的 PVC 排水管。经计算，混凝土网格植草护坡面积为 4.46hm^2（工程措施部分仅计列土方开挖、砼浇筑等工程量，植被恢复部分计入植物措施，以下网格植草护坡计列方式相同）。

⑦土地整治

堆渣结束后，碗厂 1#弃渣场顶部平台进行复耕，堆渣坡面（包括马道平台）进行植被恢复。植被恢复区域需进行土地整治，共计土地平整及翻松 21.01hm^2，表土回覆 5.57 万 m^3。

3）植物措施

①措施设计

堆渣结束后，渣体表面进行表土回覆，覆土厚度 30~50cm。根据弃渣场原有的占地性质，结合周边的景观协调性，恢复原有功能。碗厂 1#弃渣场原占地类型含耕地，由主体进行渣场平台复耕，仅对边坡进行植被恢复。

②树草种选择及苗木规格

根据弃渣场立地条件和对当地乡土树草种的调查，坡面绿化树、草种选择车桑子、羽脉山黄麻、狗牙根。羽脉山黄麻、车桑子、狗牙根选籽粒饱满、无病虫害一级纯净良种。林木种子质量应满足《林木种子质量分级》（GB7908－1999）规定的要求。

③种植技术要求

渣场坡面（包括混凝土格构区域）穴播车桑子和羽脉山黄麻，正方形配置，株行距 2.0m×2.0m，撒播 20kg/hm^2。狗牙根采用撒播种草，撒播密度为 80kg/hm^2。后期对幼林抚育措施包括松土、灌溉、施肥、整形等，造林后第二年进行补植、松土工作；一年抚育一次，连续抚育两年。

碗厂 1#弃渣场坡面植被恢复面积 21.01hm^2，共需穴播车桑子 221kg，穴播羽脉山黄麻 221kg，撒播狗牙根 21.01hm^2，需狗牙根 1765kg。

4）临时措施

主要针对从枢纽工程区运来临时堆存的表土和弃渣场剥离的表土进行临时防护。

①临时拦挡

表土堆场周边砌筑编织土袋挡墙挡护，编织袋利用表土进行填筑，并错位砌筑，按“品”字形紧密排列，挡墙高度 2.0m，挡墙顶宽 0.8m，底宽 3.8m，两侧坡面 1:0.75。经计算，布设临时挡墙 38m。

②临时排水

在表土堆场周边布设临时排水沟，排水沟为土质夯实梯形断面，尺寸为 0.5m×0.5m（底宽×深），坡比为 1:0.5，布设临时排水沟 1893m，临时排水沟末端与自然沟道衔接，

③撒草防护

因表土堆存时期较长且经历了多个完整雨季，为了防止雨水对表土冲刷而造成水土流失，对表土堆场表面采取临时撒草的防护措施，撒播草籽选择狗牙根，撒播密度为 80kg/hm^2。经计算，临时撒草防护面积 5.16hm^2。

（2）白土坡 2#弃渣场防护措施设计

1）弃渣场概况

①地形地貌

白土坡 2#弃渣场位于大坝左岸约 1.4km 处箐沟内，箐沟底宽度约 2~10m，切割深度 7~50m。沟内纵坡降约 12%，两侧岸坡坡度 10°~30°，冲沟呈“V”字型，冲沟流向 125°方向，汇入挑水箐。箐沟土地利用类型为林地，主要以云南松、灌丛为主。箐沟内无常

年流水。

②地质

渣场两岸坡顶部向下 3~5m 坡面局部有 0.5~1.0m 的第四系残坡积层结构松散，下伏基岩为（J_1s）地层，岩性为：砂岩夹泥质粉砂岩，冲沟底部及沟底向上 3~5m 均为基岩出露，为强—弱风化砂岩。弃渣场范围内无不良物理地质现象发育。

③堆置方式

白土坡 2#弃渣场为沟道型，堆渣高程 1710~1774m，容量 114.97 万 m^3，占地面积 13.62hm^2，渣场堆渣最大高度 64m，设计堆渣边坡 1:4，每堆高 10m 布置一 10m 宽马道。

④拦渣建筑物级别及防洪标准

白土坡 2#弃渣场拦渣坝建筑物级别为 3 级，排洪工程级别为 3 级，按照 50 年一遇设计标准、100 年一遇校核标准。渣场上游汇水面积为 0.25km^2，100 年一遇洪峰流量为 3.48m^3/s。

表 9.2-15　白土坡 2#渣场库容计算表

高程（m）	1710	1716	1726	1736	1746	1756	1766	1774	合计
堆高（m）	0	6	10	10	10	10	10	8	64
库容（万 m^3）	0	0.25	3.29	8.31	16.15	25.18	32.44	29.35	114.97

2）工程措施

①表土剥离

弃渣前，对弃渣场占地区表层土进行剥离，表土剥离面积为 13.62hm^2，剥离厚度 20~40cm，剥离后的表层土运至表土堆放场集中堆存，剥离表土量为 3.61 万 m^3，均为绿化覆土。

根据现场调查情况针对弃渣场场区范围内的林木，在进行表土剥离前先进行砍伐，再利用机械对树根进行挖掘，挖树根可与表土剥离同时进行。根据移民实物指标，共进行林木清除 13.62hm^2。

②拦渣工程

按照“先拦后弃”的原则，弃渣前，在堆渣坡脚布置拦渣坝。拦渣坝（Ⅰ型）最大坝高 6m，坝顶宽 4m，边坡 1:1.75，考虑到拦渣坝要在弃渣前砌筑完成，拦渣坝填筑材料主要从薄刀岭石料场开采而来，同时拦渣坝需坐落在强风化及以上基岩上，坝址区域内第四系堆积物和全风化基岩需要清除。

③盲沟

弃渣前，为排导施工期间渣场内沟道水流，以及堆渣形成后的渣体渗水和岩层裂隙水，沿渣场区域内冲沟底部布设盲沟，尺寸为 2.0m×2.0m（底宽×深），两侧边坡为 1:0.5。盲沟采用块石填充，上侧回填一层碎石后覆盖土工布，盲沟出口接钢筋混凝土承插管通过拦渣坝，出口接消力池进入天然沟道。经计算，布设盲沟 769m。

④上游及坡面截水沟

弃渣场上游汇水通过左右两侧截水沟排出。截水沟断面设计为：左侧截水沟缓坡段底宽 0.9m，沟深 0.9m，陡坡段底宽 0.9m，沟深 0.7m；右侧截水沟缓坡段底宽 0.9m，沟深 0.8m，陡坡段底宽 0.9m，沟深 0.6m。缓坡段截水沟均为梯形断面，一侧竖直，另一侧边坡 1:0.5，衬砌厚度 20~40cm，采用 M7.5 浆砌石砌筑；陡坡段均为矩形断面，衬砌厚度 20~40cm，采用 C25 混凝土现浇。经计算，布设截水沟 1692m。

为消减水流势能，拟在截水沟陡坡段布置台阶式跌坎消能，跌坎高 0.15m，采用 C25 混凝土现浇。同时，在截水沟下游出口处布置消力池，消力池采用条渠型式，尺寸为 5.0m×2.0m×1.5m（长×宽×深），采用 C25 混凝土现浇，消力池需坐落在强风化及以上基岩上，消力池位置处堆积物及全风化基岩需要清除。

⑤渣顶及马道排水沟

弃渣结束后，在堆渣坡顶和马道布置排水沟。马道排水沟：梯形断面，断面尺寸为 0.3m×0.3m（宽×深），单侧坡比 1：0.5，另一侧竖直；渣顶排水沟：矩形断面，断面尺寸为 0.5m×0.5m（宽×深）。渣顶和马道排水沟沟底纵坡 1%（向周边截水沟排水），衬砌厚度 0.3m，采用 M7.5 浆砌石砌筑。经计算，布设渣顶及马道排水沟长 1474m。

⑥网格植草护坡

堆渣结束并平整后，在白土坡 2#弃渣场堆渣坡面（下部平台坡面）采用混凝土网格植草护坡。网格尺寸为 4.0m×4.0m，中心转角 90°，混凝土骨架尺寸 0.4m×0.4m（宽×深），骨架外缘设 0.1m 高排水凸坎，将坡面集水汇入坡脚排水沟内。在坡顶、坡脚分别布置 0.5m 宽混凝土封顶和脚槽，直径 Φ75mm 的 PVC 排水管。经计算，混凝土网格植草护坡面积为 2.00hm^2。

⑦土地整治

堆渣结束后，白土坡 2#弃渣场顶部平台和堆渣坡面（包括马道平台）进行植被恢复。植被恢复之前需进行土地整治，共计土地平整及翻松 13.62hm^2，表土回覆 3.61 万 m^3。

3）植物措施

①措施设计

堆渣结束后，渣体表面进行表土回覆，覆土厚度约 30cm。根据弃渣场原有的占地性质，结合周边的景观协调性，恢复原有功能。白土坡 2#弃渣场原占地类型均为林地，分别对堆渣平台和坡面进行植被恢复。

②树草种选择及苗木规格

根据弃渣场立地条件和对当地乡土树草种的调查，工程绿化树、草种选择旱冬瓜、车桑子、羽脉山黄麻、狗牙根。旱冬瓜苗木选用一级播种苗（1.2cm）；羽脉山黄麻、车桑子、狗牙根选籽粒饱满、无病虫害一级纯净良种。种植苗木规格应满足《主要造林树种苗木质量分级》（GB6000－1999）规定的要求，林木种子质量应满足《林木种子质量分级》（GB7908－1999）规定的要求。

③种植技术要求

弃渣场平台内种植旱冬瓜、车桑子、羽脉山黄麻和狗牙根，乔木采用植苗造林，造林为行间混交，“品”字形配置，乔木株行距 2m×2m；车桑子和羽脉山黄麻按照 1:1 比例穴播于乔木行间，株行距 2m×2m。渣场坡面（包括混凝土格构区域）穴播车桑子和羽脉山黄麻，正方形配置，株行距 2.0m×2.0m，撒播 20kg/hm^2。狗牙根采用撒播种草，撒播密度为 80kg/hm^2。乔木栽植坑需进行换填土，后期对幼林抚育措施包括松土、灌溉、施肥、整形等，造林后第二年进行补植、松土工作；一年抚育一次，连续抚育两年。

白土坡 2#弃渣场植被恢复面积 13.62hm^2，共需栽植旱冬瓜 9975 株，穴播车桑子 143kg，穴播羽脉山黄麻 143kg，撒播狗牙根 13.62hm^2，需狗牙根 1144kg。

4）临时措施

主要针对弃渣场剥离的表土进行临时防护。

①临时拦挡

表土堆场周边砌筑编织土袋挡墙挡护，编织袋利用表土进行填筑，并错位砌筑，按“品”字形紧密排列，挡墙高度 2.0m，挡墙顶宽 0.8m，底宽 3.8m，两侧坡面 1:0.75。经计算，布设临时挡墙 15m。

②临时排水

在表土堆场周边布设临时排水沟，排水沟为土质夯实梯形断面，尺寸为 0.5m×0.5m（底宽×深），坡比为 1:0.5，布设临时排水沟 329m，临时排水沟末端与自然沟道衔接。

③撒草防护

因表土堆存时期较长且经历了多个完整雨季，为了防止雨水对表土冲刷而造成水土流失，对表土堆场表面采取临时撒草的防护措施，撒播草籽选择狗牙根，撒播密度为

80kg/hm^2。经计算，临时撒草防护面积 1.08hm^2。

（六）弃渣场防治措施汇总

枢纽工程区弃渣场主要防护措施及工程量汇总表见表 9.2-16~22。

表 9.2-16　枢纽工程区弃渣场防护措施体系一览表

序号	弃渣场名称	拦渣坝			挡渣墙			左侧截水沟				右侧截水沟				排水盲沟	消力池	护坡方式
		轴线长（m）	型式	最大坝高（m）	轴线长（m）	型式	墙高（m）	缓坡段		陡坡段		缓坡段		陡坡段				
								沟深×底宽（m）	材质/断面型式	沟深×底宽（m）	材质/断面型式	沟深×底宽（m）	材质/断面型式	沟深×底宽（m）	材质/断面型式	底宽×深（m）	长×宽×深（m）	
1	碗厂 1#弃渣场	49	石渣坝Ⅱ	10				1.4×1.5	钢筋砼/矩形	0.9×1.5	钢筋砼/矩形	1.5×1.6	钢筋砼/矩形	1×1.6	钢筋砼/矩形	3.0×2.0	11×3.5×2.5	网格植草护坡
2	碗厂 2#弃渣场				20	浆砌石重力式挡墙	4	0.8×0.9	浆砌石/直角梯形	0.6×0.9	钢筋砼/矩形	1×0.9	砼/直角梯形	0.6×0.9	钢筋砼/矩形	2.0×2.0	6×2×1.5	网格植草护坡
3	白土坡 1#弃渣场	21	石渣坝Ⅰ	6				0.9×0.9	钢筋砼/直角梯形	0.7×0.9	钢筋砼/矩形	0.9×0.9	钢筋砼/直角梯形	0.8×0.9	钢筋砼/矩形	2.0×2.0	5.5×2×1.5	网格植草护坡
4	白土坡 2#弃渣场	22	石渣坝Ⅰ	6				0.9×0.9	钢筋砼/直角梯形	0.7×0.9	钢筋砼/矩形	0.8×0.9	钢筋砼/直角梯形	0.6×0.9	钢筋砼/矩形	2.0×2.0	5×2×1.5	网格植草护坡
5	白土坡 3#弃渣场	34	石渣坝Ⅰ	6				0.8×0.9	钢筋砼/直角梯形	0.7×0.9	钢筋砼/矩形	1×0.9	钢筋砼/直角梯形	0.7×0.9	钢筋砼/矩形	2.0×2.0	6×2×1.5	网格植草护坡
合计		126			20													

表 9.2-17　枢纽工程区弃渣场拦渣工程量统计表

序号	弃渣场名称	拦渣工程类型	长度	土方开挖	土方回填	M7.5 浆砌石	沥青木板分缝	石方填筑	干砌石	碎石垫层
			m	m^3	m^3	m^3	m^2	m^3	m^3	m^3
1	碗厂 1#弃渣场	拦渣坝Ⅱ型	49	3662				11134	1127	645
2	碗厂 2#弃渣场	挡渣墙Ⅰ型	20	63	4	220	22			
3	白土坡 1#弃渣场	拦渣坝Ⅰ型	21	810				1840	241	173
4	白土坡 2#弃渣场	拦渣坝Ⅰ型	22	849				1927	253	181
5	白土坡 3#弃渣场	拦渣坝Ⅰ型	34	1312				2978	390	280
合计			146	6696	4	220	22	17879	2011	1278

表 9.2-18　枢纽工程区弃渣场排导工程量统计表（一）

序号	弃渣场名称	汇水区域	措施	缓坡段									陡坡段						
				长度	土方开挖	石方开挖	土方回填	M7.5 浆砌石	C25 砼浇筑	钢筋制安	沥青木板分缝	M10 砂浆抹面	长度	土方开挖	石方开挖	土方回填	C25 砼浇筑	钢筋制安	沥青木板分缝
				m	m^3	m^3	m^3	m^3	m^3	t	m^2	m^2	m	m^3	m^3	m^3	m^3	t	m^2
1	碗厂 1#弃渣场	左侧汇水	1#截水沟	2441	9468	2078	1386		3770	319.66	377		999	2148	921	322	1279	121.99	128
		右侧汇水	2#截水沟	1969	8472	1860	1240		3196	271.01	320		706	1723	738	258	971	92.63	97
2	碗厂 2#弃渣场	左侧汇水	截水沟	601	1193	262	175	595			60	2058	159	183	78	27	140	13.39	14
		右侧汇水	排洪沟	582	1406	309	206		650		65		197	227	97	34	175	16.73	18
3	白土坡 1#弃渣场	左侧汇水	1#截水沟	419	921	202	135		457	38.78	46		559	715	307	107	538	51.30	54
		右侧汇水	2#截水沟	238	523	115	77		253	21.43	25		645	908	389	136	661	63.11	66
4	白土坡 2#弃渣场	左侧汇水	1#截水沟	500	1099	241	161		546	46.28	55		363	465	199	70	346	33.04	35
		右侧汇水	2#截水沟	332	659	145	96		334	28.32	33		497	573	245	86	446	42.59	45
5	白土坡 3#弃渣场	左侧汇水	1#截水沟	493	978	215	143		496	42.05	50		276	353	151	53	263	25.12	26
		右侧汇水	2#截水沟	686	1657	364	243		764	64.81	76		307	393	168	59	293	27.94	29
合计				8261	26375	5790	3860	595	10466	832.33	1106	2058	4708	7688	3295	1153	5114	487.83	511

表 9.2-19　枢纽工程区弃渣场排导工程量统计表（二）

序号	渣场名称	马道及渣顶排水沟				排水盲沟					消力池				
		长度	土方开挖	M7.5 浆砌石	沥青木板分缝	长度	土方开挖	块石抛填	铺土工布	钢筋混凝土承插管	数量	土方开挖	土方回填	C25 砼浇筑	钢筋制安
		m	m^3	m^3	m^2	m	m^3	m^3	m^2	m	口	m^3	m^3	m^3	t
1	碗厂 1#弃渣场	3377	3108	1976	198	2361	20021	20021	14015	43	1	173	26	94	11.44
2	碗厂 2#弃渣场	731	435	348	35	626	3981	3981	3052	5	1	46	7	32	3.93
3	白土坡 1#弃渣场	1601	907	651	65	1213	7715	7715	5915	28	1	42	6	30	3.66
4	白土坡 2#弃渣场	1474	1060	711	71	769	4891	4891	3750	28	1	39	6	27	3.34
5	白土坡 3#弃渣场	1497	1092	701	70	1002	6373	6373	4886	28	1	46	7	32	3.93
合计		8680	6601	4387	439	5971	42981	42981	31617	131	5	346	52	216	26.30

表 9.2-20　枢纽工程区弃渣场表土剥离、土地整治及护坡措施工程量统计表

编号	渣场名称	表土剥离			土地整治			网格植草护坡				清基
		林木清除	表土剥离	表土收集	面积	机械整地	表土回覆	护坡面积	土方开挖	C20 混凝土	Φ75PVC 排水管	
		hm^2	hm^2	m^3	hm^2	hm^2	m^3	hm^2	m^3	m^3	m	万 m^3
1	碗厂 1#弃渣场	35.15	50.21	55677	21.01	21.01	55677	4.46	5314	8491	13178	0.27
2	碗厂 2#弃渣场	7.69	7.69	20379	7.69	7.69	20379	1.01	1203	1923	2984	
3	白土坡 1#弃渣场	13.25	13.25	35113	13.25	13.25	35113	1.16	1382	2209	3427	0.05
4	白土坡 2#弃渣场	13.62	13.62	36093	13.62	13.62	36093	2.00	2383	3808	5909	0.14
5	白土坡 3#弃渣场	14.59	14.59	38664	14.59	14.59	38664	0.97	1156	1847	2866	0.09
合计		84.30	99.36	185924	70.16	70.16	185924	9.60	11438	18278	28365	0.55

表 9.2-21　枢纽工程区弃渣场植物措施工程量统计表

编号	弃渣场	植被恢复面积			植被恢复				抚育管理
		平台面积	坡面面积	小计	旱冬瓜	车桑子	羽脉山黄麻	狗牙根	
		hm^2	hm^2	hm^2	株	kg	kg	kg	hm^2
1	碗厂 1#弃渣场		21.01	21.01		221	221	1765	21.01
2	碗厂 2#弃渣场	3.90	3.79	7.69	10238	81	81	646	7.69
3	白土坡 1#弃渣场	4.63	8.62	13.25	12154	139	139	1113	13.25
4	白土坡 2#弃渣场	3.80	9.82	13.62	9975	143	143	1144	13.62
5	白土坡 3#弃渣场	6.40	8.19	14.59	16800	153	153	1226	14.59
合计		18.73	51.43	70.16	49166	737	737	5893	70.16

表 9.2-22　枢纽工程区弃渣场临时措施工程量统计表

编号	渣场名称	编织袋装土临时拦挡			临时绿化			临时土质排水沟	
		长度	编织袋填装	编织袋拆除	面积	撒播狗牙根	狗牙根	长	土方开挖量
		m	m^3	m^3	hm^2	hm^2	kg	m	m^3
1	碗厂 1#弃渣场	38	192	192	5.16	5.68	454	1893	781
2	碗厂 2#弃渣场	25	127	127	0.61	0.67	54	367	151
3	白土坡 1#弃渣场	23	116	116	1.52	1.67	134	772	318
4	白土坡 2#弃渣场	15	76	76	1.08	1.19	95	329	136
5	白土坡 3#弃渣场	16	81	81	1.16	1.28	102	345	142
合计		117	592	592	9.53	10.49	839	3706	1529

9.2.4 料场区

本工程料场区共包括 1 个土料场和 1 个石料场。

（1）土料场

1）工程措施

①土地整治

在施工准备期，根据可利用的表土资源，对土料场剥离料临时集中堆存于碗厂 1#弃渣场上游规划的表土堆场，以用作施工结束后的绿化覆土。施工结束后，共计土地平整及翻松 0.98hm^2，表土回覆 0.26 万 m^3。

②沉沙池

考虑在土料场排水沟顺接下游天然沟道处设置沉沙池，同时起到沉沙和消能的作用，

沉沙池规格为：净断面尺寸 l×b×h=5.0m×3.0m×1.8m，M7.5 浆砌石衬砌，池壁衬砌厚度 50cm。土料场共需布设浆砌石沉沙池 1 座。

表 9.2-23　土料场工程措施工程量统计表

区域	土地整治			沉沙池				
	面积	机械整地	表土回覆	数量	土方开挖	土方回填	M7.5 浆砌石	M10 砂浆抹面
	hm^2	hm^2	m^3	座	m^3	m^3	m^3	m^2
土料场	0.98	0.98	2601	1	29	3	16	49

2）植物措施

土料场植被恢复采用乡土树（草）种旱冬瓜、车桑子、羽脉山黄麻和狗牙根，乔木采用植苗造林，造林为行间混交，“品”字形配置，乔木株行距 2m×2m；车桑子和羽脉山黄麻穴播于乔木行间，株行距 2m×2m；狗牙根采用撒播种草，撒播密度为 80kg/hm^2。旱冬瓜苗木均选用一级播种苗（1.2cm），车桑子、羽脉山黄麻、狗牙根选籽粒饱满、无病虫害一级纯净良种；雨季造林。根据措施布设情况，土料场区植物措施工程量为：植被恢复 0.98hm^2，需栽植旱冬瓜 2576 株，穴播车桑子 10kg，穴播羽脉山黄麻 10kg，撒播狗牙根 82kg。

表 9.2-24　土料场植物措施工程量统计表

区域	植被恢复					抚育管理
	面积	旱冬瓜	车桑子	羽脉山黄麻	狗牙根	
	hm^2	株	kg	kg	kg	hm^2
土料场区	0.98	2576	10	10	82	0.98

3）临时措施

在施工前先修建临时排水沟对施工期间上游坡面来水进行排导，顺接至周边自然沟道流走。根据土料场地形布设临时排水沟长 495m，土石方开挖 74m^3，铺设彩条布 746m^2，排水沟采用梯形断面：底宽 0.3m，沟深 0.3m，边坡坡比为 1：0.5。

土料场开采期间，为防治开采料向北侧下游滑落，在料场北侧下游布置编织袋装土挡墙进行临时拦挡，编织袋装土挡墙为梯形断面，高度 1.0m，顶宽 0.6m，底宽 1.4m，两侧坡面 1：0.4。若遇降雨，对开挖形成的临时松散坡面和开采临时堆料，采用彩条布临时苫盖。经统计，需编织袋装土挡墙 380m，彩条布苫盖 11600m^2。

由于土料场周边区域涉及公益林和基本农田，同时为了尽量减少扰动土地面积，考虑将土料场的表层剥离料就近堆置于碗厂 1#弃渣场上游规划的表土堆场，堆放期间的临时防护措施与碗厂 1#弃渣场剥离的表土一并设计。

（2）石料场

1）工程措施

①土地整治

在施工准备期，根据可利用的表土资源，对石料场剥离料临时集中堆存于白土坡 1# 弃渣场上游规划的表土堆场，以用作施工结束后的绿化覆土。施工结束后，共计土地平整及翻松 14.41hm^2，表土回覆 4.03 万 m^3。

②载土槽

石料场开采边坡坡比 1:1~1:0.5，12m 一台，马道平台宽 2m，因此可以考虑在马道平台上设置砖砌载土槽种植垂挂植物和灌木，载土槽设计与枢纽区相同，载土槽与边坡间距 0.3m，做为平台排水沟使用，载土槽宽约 1.4m。石料场边坡共需要修建载土槽 4900m，所需表土来源于石料场前期无用层剥离料。

③排水沟

石料场区域为山脊，上游基本无汇水面积，但考虑开采形成的石质边坡稳定，同时为排导开采平台的积水，需要在石料场两侧修建浆砌石排水沟，排水沟采用梯形断面，底宽 0.3m，深 0.3m，砌筑厚度 0.3m，边坡 1:0.5，排水沟总长 440m。

④沉沙池

考虑在石料场排水沟顺接下游河道处设置沉沙池，同时起到沉沙和消能的作用，沉沙池规格与土料场一致，石料场共需布设浆砌石沉沙池 2 座。

表 9.2-25　石料场工程措施工程量统计表

区域	载土槽		土地整治			浆砌石排水沟					沉沙池				
	长度	浆砌砖	面积	机械整地	表土覆土	长度	土方开挖	土方回填	M7.5 浆砌石	M10 砂浆抹面	数量	土方开挖	土方回填	M7.5 浆砌石	M10 砂浆抹面
	m	m^3	hm^2	hm^2	m^3	m	m^3	m^3	m^3	m^2	座	m^3	m^3	m^3	m^2
石料场区	4900	753	14.41	14.41	40261	440	271	39	208	63	2	58	7	32	98

2）植物措施

根据主体工程设计，石料场顶层边坡采用锚杆支护，其余部位根据地质情况随机锚杆支护，全部边坡喷混凝土支护，能满足边坡稳定。出于绿化美化的考虑，本方案考虑增加喷播植草护坡。同时，在石料场载土槽内侧栽植小叶女贞和撒播狗牙根，外侧种植垂挂植物，再沿开挖边坡顶部开挖线也种植垂挂植物，以上措施具有一定的护坡作用的同时，又大面积的绿化美化了人工形成的陡露边坡。植物措施工程量为：喷播植草护坡 78115m^2，栽植垂挂植物葛藤 10290 株，栽植小叶女贞 2573 株，撒播狗牙根 58kg。

石料场终了开采平台水土保持造林前，需清除场地内的杂物，将原剥离土层回填覆

盖，覆土厚不小于 0.3m。植被恢复采用车桑子和羽脉山黄麻混播，正方形配置，株行距 2.0m×2.0m，撒播 20kg/hm^2。狗牙根采用撒播种草，撒播密度为 80kg/hm^2。车桑子、羽脉山黄麻和狗牙根选籽粒饱满、无病虫害一级纯净良种；雨季造林。根据措施布设情况，石料场终了开采平台植物措施工程量为：植被恢复 14.41hm^2，穴播车桑子 151kg，穴播羽脉山黄麻 151kg，撒播狗牙根 1211kg。

表 9.2-26　石料场植物措施工程量统计表

区域	喷播植草护坡							植被恢复						抚育管理
	坡比 1:0.5		坡比 1:0.75		坡比 1:1		面积合计	面积	车桑子	羽脉山黄麻	小叶女贞	葛藤	狗牙根	
	面积	挂网	面积	挂网	面积	挂网								
	m^2	m^2	m^2	m^2	m^2	m^2	m^2	hm^2	kg	kg	株	株	kg	hm^2
石料场边坡	53521	53521	14808	14808	9786	9786	78115	0.69	0	0	2573	10290	58	8.50
石料场终了开采平台								14.41	151	151	0	0	1211	14.41
合计	53521	53521	14808	14808	9786	9786	78115	15.10	151	151	2573	10290	1268	22.91

3）临时措施

石料场开采期间，为防治开采料滚坡，在石料场 1692m、1662m、1632m、1602m、1572m、1542m、1512m、1482m 开采平台外侧布置编织袋装土挡墙进行临时拦挡，编织袋装土挡墙临时拦挡设计与土料场相同。若遇降雨，对开挖形成的临时松散坡面和开采临时堆料，采用彩条布临时苫盖。经统计，需编织袋装土挡墙 3360m，彩条布苫盖 27300m^2。

由于石料场区域地形较陡，同时为了便于石料场开采，考虑将石料场的表层剥离料就近堆置于白土坡 1#弃渣场上游规划的表土堆场，堆放期间的临时防护措施与白土坡 1#弃渣场剥离的表土堆场一并设计。

9.2.5 交通道路区

根据施工总布置，枢纽工程区施工对外交通主要利用工程区周边现有道路，部分进场道路需新建。经统计，进场道路需新建永久道路 9.0km，改扩建永久道路 4.0km；新建临时道路 1.5km，改扩建临时道路 1.5km；场内道路新建临时道路 19.5km。

（1）永久公路

1）工程措施

①土地整治

在施工准备期，根据可利用的表土资源，对道路区较为肥沃的表土就近集中堆存于碗厂 1#弃渣场和白土坡 1#弃渣场上游规划的表土堆场，用作施工期间永久道路的绿化覆土，共计表土回覆 0.55 万 m^3。

②沉沙池

主体工程设计了永久道路的截排水措施，满足道路排水要求，本方案考虑在截排水沟出口布设沉沙池措施，处理后顺接下游天然沟道，同时起到沉沙和消能的作用，沉沙池规格与料场区一致。永久道路区共需布设浆砌石沉沙池 4 座。

③综合护坡

主体工程设计永久道路开挖边坡坡比为 1:1~1:0.5，能满足边坡稳定要求，出于绿化美化的考虑，本方案考虑永久道路开挖边坡分别采用网格植草护坡和网格植生袋护坡（工程措施部分仅计列土方开挖、砼浇筑、锚杆等工程量，植被恢复部分计入植物措施）、喷播植草护坡（工程量计入植物措施）防护，护坡面积 20250m^2（其中喷播植草护坡 17010m^2，网格植草护坡 1360m^2，网格植生袋护坡 1880m^2）。

表 9.2-27　永久道路工程措施工程量统计表（一）

区域	沉沙池					土地整治
	数量	土方开挖	土方回填	M7.5 浆砌石	M10 砂浆抹面	表土回覆
	座	m^3	m^3	m^3	m^2	m^3
枢纽区永久道路	4	116	14	65	197	5452

表 9.2-28　永久道路工程措施工程量统计表（二）

区域	网格植草护坡						网格植生袋护坡								
	面积	土方开挖	Φ80 风钻钻浆孔	C25 砼浇筑	Φ75 PVC 管（3m）	锚杆 φ28（4.5m）	面积	土方开挖	Φ80 风钻钻浆孔	C20 砼浇筑	C25 砼浇筑	Φ75 PVC 管（3m）	锚杆 φ28（4.5m）	钢筋	植生袋
	m^2	m^3	m	m^3	根	根	m^2	m^3	m	m^3	m^3	根	根	t	个
枢纽区永久道路	1360	380	292	299	97	24	1880	399	478	41	348	159	139	24.91	5713

2）植物措施

永久道路区植被建设工程按 2 级标准进行设计。工程施工时，工程需建设永久道路 13.0km，为改善生态环境，稳固路基，减少水土流失对交通路线的危害，在道路两侧平缓空旷地段栽植行道树，并在行道树周边区域撒播草籽。行道树造林方式为植苗造林，树种选用云南樟，规格为胸径 4~6cm 的Ⅰ级苗，株距 5m。永久道路开挖边坡采用喷播植草护坡，开挖、回填边坡边缘处栽植攀援植物，株距 0.5m；回填边坡坡面撒播混合草籽，撒播密度为 80kg/hm^2。

表 9.2-29　永久道路植物措施工程量统计表

区域	喷播植草护坡					网格梁植草护坡			网格梁植生袋护坡			植被恢复				抚育管理
	坡比 1:0.5		坡比 1:0.75		面积合计	面积	木豆	戟叶酸模	面积	木豆	戟叶酸模	面积	云南樟	葛藤	狗牙根	
	面积	挂网	面积	挂网												
	m^2	m^2	m^2	m^2		m^2	kg	kg	m^2	kg	kg	hm^2	株	株	kg	hm^2
枢纽区永久道路	11057	11057	5954	5954	17010	1360	11	7	1880	16	10	2.06	2730	27300	173	4.08

3）临时措施

施工永久道路在施工期需要对回填边坡坡脚设计临时拦挡措施，挡护回填土石方往下游滑落，防止顺坡溜渣，防治水土流失。临时拦挡措施采用竹栅围栏，围栏高 100cm，每隔 150~200cm 安装一根直径 10cm 左右的木桩，埋深≥50cm，最终将围栏捆绑在木桩上，施工结束后围栏不拆除。竹栅围栏临时拦挡长 5850m，栅栏 6435m^2。

（2）施工临时道路

改扩建临时道路施工结束后作为当地农村交通道路，保留使用；新建临时道路在施工结束后根据原有占地类型实施植被恢复和复耕。

1）土地整治

在施工准备期，根据临时道路区施工后期植被恢复的覆土需求，对道路区较为肥沃的表土就近集中堆置于碗厂 1#弃渣场和白土坡 1#弃渣场上游规划的表土堆场，以用作施工结束后的绿化覆土。施工结束后，共计土地平整及翻松 43.50hm^2，表土回覆 10.91 万 m^3。

2）植物措施

水土保持造林前，将原收集表土回填覆盖，覆土厚不小于 0.3m。改扩建临时道路在道路两侧平缓空旷地段栽植行道树，行道树造林方式为植苗造林，旱冬瓜苗木均选用Ⅰ级播种苗（地径 1.2cm），株距 2m；在道路两侧开挖及回填区域撒播狗牙根，撒播密度 80kg/hm^2。

新建临时道路植被恢复采用乡土树(草)种旱冬瓜、车桑子、羽脉山黄麻和狗牙根，乔木采用植苗造林，造林为行间混交，“品”字形配置，乔木株行距 2m×2m；车桑子和羽脉山黄麻穴播于乔木行间，株行距 2m×2m；狗牙根采用撒播种草，撒播密度为 80kg/hm^2。旱冬瓜苗木均选用一级播种苗（1.2cm），车桑子、羽脉山黄麻、狗牙根选籽粒饱满、无病虫害一级纯净良种，雨季造林。

根据措施布设情况，临时道路植物措施工程量为：植被恢复 43.65hm^2，需栽植旱冬瓜 114977 株，穴播车桑子 457kg，穴播羽脉山黄麻 457kg，撒播狗牙根 3667kg。

表 9.2-30　临时道路植物措施工程量统计表

区域	植被恢复					抚育管理
	面积	旱冬瓜	车桑子	羽脉山黄麻	狗牙根	
	hm^2	株	kg	kg	kg	hm^2
改扩建临时道路	0.15	788			13	0.15
新建临时道路	43.50	114189	457	457	3654	43.50
小计	43.65	114977	457	457	3667	43.65

3）临时措施

临时道路在施工期需要道路内侧开挖临时排水沟，用于道路上游汇水的排泄；道路回填边坡坡脚采用竹栅围栏拦挡，挡护土石方往下游滑落，防止顺坡溜渣，防治水土流失；施工期间临时道路区的开挖、回填边坡采取撒播狗牙根进行临时绿化。枢纽工程交通道路区收集的表土施工期间就近堆放于白土坡 1#弃渣场和碗厂 1#弃渣场，表土的临时防护措施与就近的弃渣场表土堆场一并设计。

临时排水沟采用梯形断面，断面为 0.3m（下底）×0.3m（深），边坡为 1:0.5。临时排水沟长 21210m，土石方开挖 3150m^3。

竹栅围栏临时拦挡设计与永久道路区相同，共布置竹栅围栏临时拦挡长 6300m，栅栏 6930m^2。

临时道路开挖、回填边坡采用撒播狗牙根进行临时绿化，狗牙根撒播密度 80kg/hm^2。临时绿化面积为 2.25hm^2，撒播狗牙根 218kg。

表 9.2-31　临时道路临时措施工程量统计表

区域	临时排水沟		竹栅围栏临时拦挡		道路边坡临时绿化		
	长度	土方开挖	竹栅围栏	栅栏	面积	撒播狗牙根	狗牙根
	m	m^3	m	m^2	hm^2	hm^2	kg
临时道路	21210	3150	6300	6930	2.25	2.48	218

9.2.6 施工生产生活区

施工生产生活区总占地 4.13hm^2。临时占地在施工结束后对临建设施拆除，对占用的耕地实施复耕，占用的林地实施植被恢复。本方案设计在施工结束后清理迹地，绿化措施 3.72hm^2，复耕 0.41hm^2。

（1）工程措施

①土地整治

在施工准备期，根据可利用的表土资源，对区域较为肥沃的表土进行收集，大坝左岸的砂石料加工场地收集的表土就近集中堆存于白土坡 1#弃渣场上游规划的表土堆场，大坝右岸的生产生活区收集的表土就近集中堆存于碗厂 1#弃渣场上游规划的表土堆场，以用作施工结束后的绿化覆土。施工结束后，共计土地平整及翻松 3.72hm^2，表土回覆 0.99 万 m^3。

①沉沙池

本设计主要考虑在大坝左岸的砂石料加工场和拌合系统区排水沟顺接下游天然沟道处设置沉沙池，同时起到沉沙和消能的作用，沉沙池规格与土料场区一致。本区共需

布设浆砌石沉沙池 1 座。

表 9.2-32　施工生产生活区工程措施工程量统计表

区域	土地整治			沉沙池				
	面积	机械整地	表土回覆	数量	土方开挖	土方回填	M7.5 浆砌石	M10 砂浆抹面
	hm^2	hm^2	m^3	座	m^3	m^3	m^3	m^2
施工生产生活区	3.72	3.72	9860	1	29	3	16	49

（2）植物措施

施工生产生活区植被恢复采用乡土树（草）种旱冬瓜、车桑子、羽脉山黄麻和狗牙根，乔木采用植苗造林，造林为行间混交，“品”字形配置，乔木株行距 2m×2m；车桑子和羽脉山黄麻穴播于乔木行间，株行距 2m×2m；狗牙根采用撒播种草，撒播密度为 80kg/hm^2。旱冬瓜苗木均选用一级播种苗（1.2cm），车桑子、羽脉山黄麻、狗牙根选籽粒饱满、无病虫害一级纯净良种；雨季造林。根据措施布设情况，。根据措施布设情况，施工生产生活区植物措施工程量为：植被恢复 3.72hm^2，需栽植旱冬瓜 9767 株，穴播车桑子 39kg，穴播羽脉山黄麻 39kg，撒播狗牙根 313kg。

表 9.2-33　施工生产生活区植物措施工程量统计表

区域	植被恢复					抚育管理
	面积	旱冬瓜	车桑子	羽脉山黄麻	狗牙根	
	hm^2	株	kg	kg	kg	hm^2
施工生产生活区	3.72	9767	39	39	313	3.72

（3）临时措施

施工生产生活区施工期需要在场区内侧开挖临时排水沟，用于场区周边汇水的排泄。临时排水沟采用梯形断面，断面为 0.3m（下底）×0.3m（深），边坡为 1:0.5，并在沟底和沟帮铺彩条布。临时排水沟长 360m，土石方开挖 53m^3，铺彩条布 543m^2。

9.2.7 水库淹没区

工程施工过程中，工程对水库淹没区基本无水土流失影响；工程建成后，淹没区为水面覆盖，上游流失的土壤沉积到库内，基本不产生水土流失，所以该区主要是注重后期的库区管理，进行封山育林，严禁滥砍滥伐和滥挖滥采，特别要加强水库汇水区的植被保护，不再进行具体的治理措施。

9.3 输水工程防治区

输水工程防治区的水土流失主要时段在工程施工期，施工场地平整以及管道、隧洞开挖等因在工程施工期受雨水的冲刷产生水土流失。按照防治分区该区又可分为输水线路区、弃渣场区、交通道路区、施工生产生活区 4 个 2 级分区，其中输水线路区包括总

干线、东干线、北干线及支管、大坝左右两岸泵站提水管线。

9.3.1 输水线路区

输水管线总长度为 137.032km，其中：设置隧洞 4 座，总长 14.492km，占 10.58%；明管段长 24.158km，占 17.63%；埋管段长 98.382km，占 71.81%。输水管线总体布置情况为：大坝下游布置左右两岸泵站提（取）水管线；大坝右岸经输水隧洞往东北方向布置总干线，总干线后分两支即东干线和北干线，东干线沿线布置了 4 条支管，北干线沿线布置了 17 条支管。本区防治措施主要为施工期间的临时防护措施，以及明管段及施工迹地、埋管段、隧洞洞脸的施工后期的植被恢复。

（一）工程措施

为了提高埋管段施工结束后原地貌恢复的能力，对埋管段管槽土石方开挖的施工工序提出建议，建议在施工过程中先对管槽的熟土剥离，并堆放在管槽一侧远端，再对管沟进行土石方开挖，堆在管槽一侧近端；管道施工结束后，先回填生土再回填熟土。施工作业带根据实际情况收集表土，临时在施工作业带一侧堆放，在雨季施工段布设临时拦挡措施。

施工线路区共计收集表土 22.57 万 m^3，收集的表土沿线分散堆放。施工结束后沿线堆放的表土用于植被恢复，共计土地平整及翻松 90.27hm^2，表土回覆 22.57 万 m^3。

（二）植物措施

主体工程施工结束后，对埋管段撒草绿化，在开挖边坡区域栽植攀缘植物；对施工作业带种植乔灌草进行绿化；对隧洞洞脸外延种植攀缘植物绿化美化；对明管段及施工迹地撒播草籽绿化，在开挖边坡区域栽植攀缘植物。管道工程施工线路长、开挖量大，土石方开挖会产生一定的水土流失。工程施工中，要求主体工程及时回填开挖渣料，减少堆存时间，废弃土石渣料要及时运往弃渣场。

（1）埋管段

本方案根据地形情况对埋管线路分平地段、横坡段和顺坡段（根据主体设计，一般坡度小于 20°~25°时设计为埋管，坡度大于 20°~25°时设计为明管）3 种形式进行典型设计。

①平地、顺坡埋管段

考虑植物根系对管道的影响，对平地埋管段和顺坡埋管段主要采用撒播狗牙根进行植被恢复，狗牙根撒播密度为 80kg/hm^2。

②横坡埋管段

考虑植物根系对管道的影响，对横坡埋管段主要采用撒播狗牙根进行植被恢复，对开挖边坡采取栽植攀缘植物（葛藤）和撒播狗牙根进行植被恢复，葛藤种植密度为 0.5 株/m，狗牙根撒播密度为 80kg/hm^2。

经统计，埋管段植被恢复 66.27hm^2，需要栽植葛藤 46485 株，撒播狗牙根草籽 66.27hm^2，需狗牙根 5567kg。

（2）施工作业带

施工结束后，需对施工作业带扰动区域进行植被恢复，植被恢复采用乔灌草结合模式，树草种选用旱冬瓜、车桑子、羽脉山黄麻和狗牙根，种植模式与枢纽区施工生产生活区相同。施工作业带植被恢复 31.92hm^2，需栽植旱冬瓜 83788 株，穴播车桑子 335kg，穴播羽脉山黄麻 335kg，撒播狗牙根 2681kg。

（3）隧洞段

隧洞在施工中会对洞脸边坡修整防护，存在裸露的边坡；本方案设计为了提高洞脸的景观效果，需在洞脸栽植攀缘植物（葛藤）用作绿化，提高景观效果。葛藤栽植密度为 0.5m/株。

（4）明管段及施工迹地

根据主体工程设计情况，主体工程对明管段（地形较陡及跨越沟谷处采用明管）和倒虹吸段（钢管布置与明管段相似）的连续长边坡区域进行了 C20 素混凝土护坡，本方案主要考虑采用栽植攀缘植物（葛藤）进行植被复绿。同时，对坡长较短和主体未进行支护的边坡，采用栽植攀缘植物（葛藤）和撒播狗牙根进行植被恢复，葛藤种植密度为 0.5 株/m，狗牙根撒播密度为 80kg/hm^2。

明管安装过程中会对沿线区域造成影响，本方案设计对明管段施工影响区（土地利用类型为有林地的区域）采用撒播狗牙根进行恢复，撒播密度为 80kg/hm^2。明管段及施工迹地植被恢复面积为 26.78hm^2，需要栽植葛藤 25366 株，撒播狗牙根草籽 26.78hm^2，需狗牙根 2250kg。

表 9.3-1　输水线路区植物措施工程量统计表

区域		植被恢复						抚育管理
		面积	旱冬瓜	车桑子	羽脉山黄麻	葛藤	狗牙根	
		hm^2	株	kg	kg	株	kg	hm^2
输水线路区	明管段及施工迹地	26.78				25366	2250	26.78
	隧洞段	0.15				67		0.15
	埋管段	66.27				46485	5567	66.27
	施工作业带	31.92	83788	335	335		2681	31.92
	小计	125.12	83788	335	335	71919	10497	125.12

（三）临时措施

（1）平地埋管段

沿线收集的表土和管沟开挖临时堆土堆放在管槽一侧，收集的表土堆放在管槽一侧远端，临时堆土堆在管槽一侧近端。临时堆存期间采用彩条布进行苫盖。管道施工结束后，先回填生土再回填熟土。

（2）顺坡埋管段

沿线收集的表土和管沟开挖临时堆土堆放在管槽一侧，收集的表土堆放在管槽一侧远端，临时堆土堆在管槽一侧近端。临时堆存期间采用彩条布进行苫盖，表土下方采用编织袋装土进行临时拦挡。管道施工结束后，先回填生土再回填熟土。

（3）横坡埋管段

沿线收集的表土和管沟开挖临时堆土堆放在管槽下游一侧，收集的表土堆放在管槽一侧远端，临时堆土堆在管槽一侧近端。临时堆存期间采用彩条布进行苫盖，表土外侧采用编织袋装土进行临时拦挡。管道施工结束后，先回填生土再回填熟土。

（4）顺坡、横坡明管段

顺坡、横坡明管段收集的表土运至沿线就近弃渣场内集中堆放，后期回填土临时堆放在管线一侧。临时堆存期间采用彩条布进行苫盖，临时堆土外侧采用编织袋装土进行临时拦挡。镇墩、支墩施工结束后，临时堆土回填至镇墩、支墩基坑。

临时拦挡就地利用表土填装编织袋拦挡，施工结束后拆除编织袋，用作绿化覆土。经统计，需布设编织袋装土挡墙 12540m，断面为梯形，高度 1.0m，顶宽 0.6m，底宽 1.4m，两侧坡面 1：0.4；彩条布临时苫盖 113645m^2。

表 9.3-2　输水线路区临时措施工程量统计表

分区	临时拦挡			临时苫盖
	长度	编织袋填装	编织袋拆除	彩条布覆盖
	m	m^3	m^3	m^2
输水线路区	12540	13794	13794	113645

9.3.2 弃渣场区

（一）弃渣场总体布置

输水工程区共布设 25 个弃渣场，其中总干线布置 5 个弃渣场，主要堆放总干线、上村隧洞、大坝箐隧洞、道路等开挖弃渣；东干线布置 4 个弃渣场，主要堆放东干线、支管、道路等开挖弃渣，其中洒芷 2#弃渣场为总干线、东干线和北干线共用弃渣场；北干线布置 16 个弃渣场，主要堆放北干线、支管、级密山隧洞、道路等开挖弃渣。

（二）弃渣场堆置方案及防护标准

弃渣必须集中堆放于指定地点，以免外溢对其他区域造成影响，弃渣遵循先拦后弃的原则，弃渣堆置过程中需分层堆置，输水工程区布设的 25 个弃渣场设计堆置坡比区间为 1:3.0~1:4.0，弃渣每堆高 10m 设置宽 3~10m 的马道，渣体需在拦渣工程顶部以下 0.2m 向后延伸 3m 后再开始起坡，弃渣场顶部平台需形成 1%的坡度便于排水。

弃渣场防护措施主要包括表土剥离、土地整治工程、拦渣工程、沟水及坡面水处理工程、渣体表面排水工程、斜坡防护工程、植被恢复工程等。

（1）拦渣工程设计标准

根据根据《水利水电工程水土保持技术规范（SL575-2012）》弃渣场级别根据堆渣量，堆渣高度及失事后对主体工程危害程度等综合确定。

（2）沟水及坡面水设计标准

根据弃渣场等级确定相应的沟水及坡面水设计标准，输水工程区弃渣场均为 4 级弃渣场，沟水及坡面水设计标准采用 30 年一遇，校核洪水标准采用 50 年一遇。

（3）渣体表面截排水工程

弃渣场需采用永久截排水措施的，其排水标准宜采用 3～5 年一遇 5～10min 短历时设计暴雨。本工程采用 5 年一遇设计标准。

（4）斜坡防护工程等级

斜坡防护工程等级根据边坡对周边设施安全和正常运用的影响程度、边坡失事后的损失大小等因素综合确定。

（5）植被恢复工程设计标准

依据《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014）的相关规定确定弃渣场植被恢复工程级别为 3 级。

各弃渣场及防护工程建筑物级别详见表 9.1-2。

（三）弃渣场拦渣工程稳定性分析

输水工程弃渣场挡渣墙稳定计算，主要分析挡渣墙的抗滑、抗倾覆和地基承载力满足情况。计算假定、计算公式同枢纽工程区挡渣墙。

计算相关参数取值：砌体容重 23.0kN/m^3，墙后填土综合内摩擦角 21°~24°，粘聚力取 0，墙后填土天然容重 15~18kN/m^3，饱和容重 15.53~18.75kN/m^3；墙背与墙后填土摩擦角 10°~16°，墙底摩擦系数 0.35~0.5。渣场区域多为残坡积层碎石土、粘土，地基承载力取 120~200kPa。

挡墙计算结果见表 9.3-3，计算结果表明挡渣墙在各种工况下，均满足稳定要求。

表 9.3-3　弃渣场挡墙稳定计算结果汇总表

序号	弃渣场名称	计算工况	抗滑稳定安全系数		抗倾稳定安全系数		承载力容许值 f_{a0}（kPa）	最大基底应力（kPa）
			规范值	计算值	规范值	计算值		计算值
1	老纳上村弃渣场	正常工况	1.20	1.48	1.40	4.88	150	85.66
		地震	1.05	1.27	1.30	5.00	150	85.71
		持续降雨	1.05	1.25	1.30	3.34	150	85.29
2	海田村弃渣场	正常工况	1.20	1.52	1.40	4.70	120	87.23
		地震	1.05	1.37	1.30	4.41	120	90.57
		持续降雨	1.05	1.30	1.30	3.22	120	87.50
3	水桥村 1#弃渣场	正常工况	1.20	1.68	1.40	7.05	150	93.02
		地震	1.05	1.50	1.30	6.36	150	97.84
		持续降雨	1.05	1.49	1.30	4.59	150	93.42
4	水桥村 2#弃渣场	正常工况	1.20	1.62	1.40	7.04	150	93.12
		地震	1.05	1.42	1.30	6.35	150	97.97
		持续降雨	1.05	1.43	1.30	4.61	150	93.36
5	大坝箐弃渣场	正常工况	1.20	1.55	1.40	6.77	150	94.96
		地震	1.05	1.33	1.30	5.92	150	101.85
		持续降雨	1.05	1.38	1.30	4.52	150	95.22
6	洒芷 1#弃渣场	正常工况	1.20	1.47	1.40	6.58	160	96.42
		地震	1.05	1.22	1.30	5.68	160	104.73
		持续降雨	1.05	1.30	1.30	4.46	160	96.54
7	洒芷 2#弃渣场	正常工况	1.20	1.45	1.40	6.56	120	96.42
		地震	1.05	1.20	1.30	5.68	120	104.73
		持续降雨	1.05	1.28	1.30	4.46	120	96.54
8	长山梁子弃渣场	正常工况	1.20	1.47	1.40	4.76	150	86.50
		地震	1.05	1.24	1.30	4.74	150	87.84
		持续降雨	1.05	1.24	1.30	3.28	150	86.05
9	大沙箐弃渣场	正常工况	1.20	1.57	1.40	4.72	120	86.78
		地震	1.05	1.38	1.30	4.22	120	92.30
		持续降雨	1.05	1.31	1.30	3.21	120	87.23
10	平场山弃渣场	正常工况	1.20	1.53	1.40	6.84	160	94.49
		地震	1.05	1.26	1.30	5.85	160	102.67
		持续降雨	1.05	1.35	1.30	4.54	160	94.63
11	桂花坡弃渣场	正常工况	1.20	1.47	1.40	4.76	160	79.59
		地震	1.05	1.23	1.30	4.74	160	79.22
		持续降雨	1.05	1.24	1.30	3.28	160	78.51
12	二台坡弃渣场	正常工况	1.20	1.53	1.40	6.84	160	94.49
		地震	1.05	1.26	1.30	5.85	160	102.67
		持续降雨	1.05	1.35	1.30	4.54	160	94.63
13	四房箐弃渣场	正常工况	1.20	1.53	1.40	6.84	160	94.49

序号	弃渣场名称	计算工况	抗滑稳定安全系数		抗倾稳定安全系数		承载力容许值 f_{a0}（kPa）	最大基底应力（kPa）
			规范值	计算值	规范值	计算值		计算值
		地震	1.05	1.26	1.30	5.85	160	102.67
		持续降雨	1.05	1.35	1.30	4.54	160	94.63
14	弯腰树弃渣场	正常工况	1.20	1.57	1.40	6.90	120	94.04
		地震	1.05	1.34	1.30	6.01	120	100.90
		持续降雨	1.05	1.38	1.30	4.56	120	94.27
15	大石箐弃渣场	正常工况	1.20	1.54	1.40	6.77	160	94.96
		地震	1.05	1.32	1.30	5.92	160	101.85
		持续降雨	1.05	1.36	1.30	4.52	160	95.20
16	白台子弃渣场	正常工况	1.20	1.65	1.40	6.92	160	93.88
		地震	1.05	1.44	1.30	6.02	160	100.71
		持续降雨	1.05	1.45	1.30	4.56	160	94.24
17	牛角箐弃渣场	正常工况	1.20	1.51	1.40	4.70	160	80.36
		地震	1.05	1.32	1.30	4.35	160	83.29
		持续降雨	1.05	1.28	1.30	3.23	160	79.74
18	塘郭弃渣场	正常工况	1.20	1.61	1.40	4.85	120	79.26
		地震	1.05	1.42	1.30	4.32	120	83.76
		持续降雨	1.05	1.35	1.30	3.26	120	79.10
19	老洼箐弃渣场	正常工况	1.20	1.61	1.40	6.79	160	94.74
		地震	1.05	1.41	1.30	5.93	160	101.59
		持续降雨	1.05	1.43	1.30	4.52	160	95.10
20	多竹箐弃渣场	正常工况	1.20	1.61	1.40	6.92	160	93.89
		地震	1.05	1.39	1.30	6.02	160	100.72
		持续降雨	1.05	1.42	1.30	4.56	160	94.20
21	小多乐弃渣场	正常工况	1.20	1.51	1.40	6.64	160	95.87
		地震	1.05	1.30	1.30	5.83	160	102.80
		持续降雨	1.05	1.34	1.30	4.48	160	96.11
22	大雷宰 1#弃渣场	正常工况	1.20	1.65	1.40	7.19	160	92.20
		地震	1.05	1.41	1.30	6.21	160	99.01
		持续降雨	1.05	1.45	1.30	4.65	160	92.42
23	大雷宰 2#弃渣场	正常工况	1.20	1.58	1.40	4.91	160	78.51
		地震	1.05	1.37	1.30	4.51	160	81.53
		持续降雨	1.05	1.32	1.30	3.31	160	77.91
24	班者糯弃渣场	正常工况	1.20	1.55	1.40	4.65	160	81.05
		地震	1.05	1.37	1.30	4.18	160	85.54
		持续降雨	1.05	1.31	1.30	3.19	160	80.88
25	大石房弃渣场	正常工况	1.20	1.53	1.40	6.70	160	95.46
		地震	1.05	1.31	1.30	5.87	160	102.35
		持续降雨	1.05	1.36	1.30	4.48	160	95.68

（四）弃渣场水力计算

（1）弃渣场洪峰流量计算

弃渣场洪峰流量计算成果由水文专业提供。

（2）截水沟缓坡段设计

截水沟采用明渠均匀流计算公式进行设计。各弃渣场排水沟过流能力复核见表 9.3-4。

（3）陡坡段设计

通过采用《中小型水利水电工程典型设计图集——溢洪道与泄洪隧洞分册》中，附录 2:《台阶式泄槽溢洪道的水力特性和设计应用》中昌桑提出的计算理论进行计算。弃渣场陡坡段水力计算见表 9.3-5。

（4）消力池设计

采用《水工设计手册-灌区建筑物》中单级跌水消力池的设计方法进行设计。弃渣场消力池水力计算见表 9.3-6。

表 9.3-4　弃渣场截水沟、排洪沟水力计算一览表（缓坡段）

弃渣场名称	汇水区域	措施	弃渣场洪峰流量		底宽（m）	边坡系数		沟底纵坡	糙率	水深		安全加高（m）	沟深（m）	截排水沟过流能力		截水沟采用断面	备注
			设计（m^3/s）	校核（m^3/s）		左边坡系数	右边坡系数			设计（m）	校核（m）			设计（m^3/s）	校核（m^3/s）	高×宽（m）	
老纳上村弃渣场	全流域	截水沟	0.89	0.97	0.5	0.5	0.5	0.02	0.018	0.36	0.37	0.1	0.5	1.19	1.24	0.5×0.5	双侧沟
海田村弃渣场	全流域	截水沟	0.71	0.78	0.4	0.5	0.5	0.02	0.018	0.34	0.35	0.1	0.5	1.01	1.07	0.5×0.4	双侧沟
水桥村 1#弃渣场	左侧汇水	1#截水沟	0.52	0.57	0.6	0.5		0.02	0.018	0.44	0.46	0.1	0.6	0.82	0.87	0.6×0.6	单侧沟
	右侧汇水	2#截水沟	0.81	0.89	0.6		0.5	0.02	0.018	0.50	0.52	0.1	0.6	1.11	1.19	0.6×0.6	单侧沟
水桥村 2#弃渣场	全流域	截水沟	0.90	0.99	0.5	0.5	0.5	0.02	0.018	0.36	0.38	0.1	0.5	1.20	1.30	0.5×0.5	双侧沟
大坝箐弃渣场	全流域	截水沟	0.79	0.87	0.5	0.5	0.5	0.02	0.018	0.35	0.37	0.1	0.5	1.09	1.21	0.5×0.5	双侧沟
洒芷 1#弃渣场	左侧汇水	1#截水沟	0.79	0.87	0.6	0.5		0.02	0.018	0.49	0.51	0.1	0.6	1.09	1.15	0.6×0.6	单侧沟
	右侧汇水	2#截水沟	0.25	0.27	0.5		0.5	0.02	0.018	0.38	0.39	0.1	0.5	0.55	0.57	0.5×0.5	单侧沟
洒芷 2#弃渣场	左侧汇水	1#截水沟	0.64	0.70	0.6	0.5		0.02	0.018	0.47	0.48	0.1	0.6	0.94	0.98	0.6×0.6	单侧沟
	右侧汇水	2#截水沟	0.68	0.75	0.6		0.5	0.02	0.018	0.47	0.49	0.1	0.6	0.98	1.04	0.6×0.6	单侧沟
长山梁子弃渣场	左侧汇水	1#截水沟	0.46	0.50	0.6	0.5		0.02	0.018	0.43	0.44	0.1	0.5	0.76	0.78	0.5×0.6	单侧沟
	右侧汇水	2#截水沟	0.78	0.86	0.6		0.5	0.02	0.018	0.49	0.51	0.1	0.6	1.09	1.15	0.6×0.6	单侧沟
大沙箐弃渣场	全流域	截水沟	0.46	0.51	0.4	0.5	0.5	0.02	0.018	0.31	0.31	0.1	0.4	0.76	0.78	0.4×0.4	双侧沟
平场山弃渣场	左侧汇水	1#截水沟	1.18	1.29	0.7	0.5		0.02	0.018	0.55	0.58	0.1	0.7	1.48	1.59	0.7×0.7	单侧沟
	右侧汇水	2#截水沟	0.43	0.48	0.6		0.5	0.02	0.018	0.42	0.44	0.1	0.5	0.73	0.78	0.5×0.6	单侧沟
桂花坡弃渣场	左侧汇水	1#截水沟	1.01	1.11	0.7	0.5		0.02	0.018	0.52	0.56	0.1	0.7	1.31	1.45	0.7×0.7	单侧沟
	右侧汇水	2#截水沟	0.51	0.56	0.6		0.5	0.02	0.018	0.44	0.46	0.1	0.6	0.81	0.86	0.6×0.6	单侧沟
二台坡弃渣场	左侧汇水	1#截水沟	0.69	0.75	0.6	0.5		0.02	0.018	0.47	0.50	0.1	0.6	0.99	1.07	0.6×0.6	单侧沟
	右侧汇水	2#截水沟	0.54	0.60	0.6		0.5	0.02	0.018	0.45	0.47	0.1	0.6	0.84	0.91	0.6×0.6	单侧沟
四房箐弃渣场	全流域	截水沟	1.13	1.25	0.5	0.5	0.5	0.02	0.018	0.39	0.40	0.1	0.5	1.43	1.53	0.5×0.5	双侧沟
弯腰树弃渣场	左侧汇水	1#截水沟	0.79	0.87	0.6	0.5		0.02	0.018	0.49	0.52	0.1	0.6	1.09	1.19	0.6×0.6	单侧沟
	右侧汇水	2#截水沟	0.46	0.50	0.6		0.5	0.02	0.018	0.43	0.45	0.1	0.6	0.76	0.81	0.6×0.6	单侧沟
大石箐弃渣场	左侧汇水	截水沟	0.78	0.86	0.6	0.5		0.02	0.018	0.49	0.51	0.1	0.6	1.08	1.15	0.6×0.6	单侧沟
	右侧汇水	排洪沟	3.38	3.73	1.0		0.5	0.02	0.015	0.72	0.76	0.2	1.0	3.68	4.00	1×1	单侧沟
白台子弃渣场	全流域	截水沟	0.86	0.95	0.5	0.5	0.5	0.02	0.018	0.36	0.37	0.1	0.5	1.16	1.24	0.5×0.5	双侧沟
牛角箐弃渣场	左侧汇水	1#截水沟	1.16	1.28	0.7	0.5		0.02	0.018	0.55	0.58	0.1	0.7	1.46	1.59	0.7×0.7	单侧沟

弃渣场名称	汇水区域	措施	弃渣场洪峰流量		底宽（m）	边坡系数		沟底纵坡	糙率	水深		安全加高（m）	沟深（m）	截排水沟过流能力		截水沟采用断面	备注
			设计（m^3/s）	校核（m^3/s）		左边坡系数	右边坡系数			设计（m）	校核（m）			设计（m^3/s）	校核（m^3/s）	高×宽（m）	
	右侧汇水	2#截水沟	0.81	0.89	0.6		0.5	0.02	0.018	0.50	0.52	0.1	0.6	1.11	1.19	0.6×0.6	单侧沟
塘郭弃渣场	全流域	截水沟	1.34	1.48	0.5	0.5	0.5	0.02	0.018	0.41	0.42	0.1	0.5	1.64	1.74	0.5×0.5	双侧沟
老洼箐弃渣场	左侧汇水	1#截水沟	2.07	2.28	0.8	0.5		0.02	0.015	0.61	0.64	0.2	0.8	2.37	2.53	0.8×0.8	单侧沟
	右侧汇水	2#截水沟	1.59	1.76	0.8		0.5	0.02	0.018	0.60	0.63	0.1	0.7	1.89	2.02	0.7×0.8	单侧沟
多竹箐弃渣场	左侧汇水	1#截水沟	1.95	2.16	0.8	0.5		0.02	0.015	0.60	0.64	0.2	0.8	2.25	2.49	0.8×0.8	单侧沟
	右侧汇水	2#截水沟	1.87	2.06	0.8		0.5	0.02	0.015	0.59	0.62	0.2	0.8	2.17	2.33	0.8×0.8	单侧沟
小多乐弃渣场	左侧汇水	1#截水沟	1.37	1.51	0.8	0.5		0.02	0.018	0.58	0.61	0.1	0.7	1.67	1.82	0.7×0.8	单侧沟
	右侧汇水	2#截水沟	0.63	0.69	0.6		0.5	0.02	0.018	0.46	0.49	0.1	0.6	0.93	1.01	0.6×0.6	单侧沟
大雷宰 1#弃渣场	左侧汇水	排洪沟	2.51	2.77	0.9	0.5		0.02	0.015	0.65	0.69	0.2	0.9	2.81	3.07	0.9×0.9	单侧沟
	右侧汇水	截水沟	1.00	1.10	0.7		0.5	0.02	0.018	0.52	0.55	0.1	0.7	1.30	1.40	0.7×0.7	单侧沟
大雷宰 2#弃渣场	左侧汇水	排洪沟	5.00	5.52	1.1	0.5		0.02	0.015	0.83	0.88	0.2	1.1	5.30	5.83	1.1×1.1	单侧沟
	右侧汇水	截水沟	0.74	0.81	0.6		0.5	0.02	0.018	0.48	0.51	0.1	0.6	1.04	1.13	0.6×0.6	单侧沟
班者糯弃渣场	全流域	截水沟	0.95	1.05	0.5	0.5	0.5	0.02	0.018	0.37	0.38	0.1	0.5	1.25	1.33	0.5×0.5	双侧沟
大石房弃渣场	全流域	截水沟	0.58	0.64	0.4	0.5	0.5	0.02	0.018	0.32	0.33	0.1	0.4	0.88	0.92	0.4×0.4	双侧沟

表 9.3-5　弃渣场截水沟、排洪沟水力计算一览表（陡坡段）

弃渣场名称	汇水区域	措施	校核洪峰流量（m^3/s）	起点高程（m）	终点高程（m）	段间距（m）	陡坡坡度（°）	台阶高（m）	渠底宽（m）	粗糙系数	出口流速（m/s）	临界水深（m）	表面掺气水深（m）	掺气水深（m）	安全加高（m）	设计沟深（m）
老纳上村弃渣场	全流域	截水沟	0.49	1728	1689	213	10.40	0.15	0.50	0.018	4.25	0.46	0.23	0.23	0.2	0.50
海田村弃渣场	全流域	截水沟	0.39	1680	1653	109	13.91	0.15	0.40	0.018	4.27	0.46	0.23	0.23	0.2	0.50
水桥村 1#弃渣场	左侧汇水	1#截水沟	0.57	1768	1714	213	14.23	0.15	0.60	0.018	4.19	0.46	0.23	0.23	0.2	0.50
	右侧汇水	2#截水沟	0.89	1768	1714	190	15.87	0.15	0.60	0.018	5.64	0.53	0.30	0.26	0.2	0.50
水桥村 2#弃渣场	全流域	截水沟	0.50	1780	1745	143	13.75	0.15	0.50	0.018	4.31	0.47	0.23	0.23	0.2	0.50
大坝箐弃渣场	全流域	截水沟	0.44	1574	1530	210	11.83	0.15	0.50	0.018	3.95	0.45	0.22	0.22	0.2	0.50
洒芷 1#弃渣场	左侧汇水	1#截水沟	0.87	1406	1362	119	20.29	0.15	0.60	0.018	6.08	0.53	0.27	0.24	0.2	0.50
	右侧汇水	2#截水沟	0.27	1406	1362	122	19.83	0.15	0.50	0.018	3.15	0.38	0.15	0.17	0.2	0.40
洒芷 2#弃渣场	左侧汇水	1#截水沟	0.70	1385	1344	165	13.95	0.15	0.60	0.018	4.81	0.49	0.26	0.24	0.2	0.50
	右侧汇水	2#截水沟	0.75	1385	1344	174	13.26	0.15	0.60	0.018	5.03	0.50	0.27	0.25	0.2	0.50
长山梁子弃渣场	左侧汇水	1#截水沟	0.50	1476	1455	67	17.40	0.15	0.60	0.018	4.20	0.44	0.19	0.20	0.2	0.40
	右侧汇水	2#截水沟	0.86	1476	1455	97	12.22	0.15	0.60	0.018	5.51	0.53	0.29	0.26	0.2	0.50
大沙箐弃渣场	全流域	截水沟	0.26	1196	1157	166	13.26	0.15	0.40	0.018	3.21	0.40	0.18	0.20	0.2	0.40
平场山弃渣场	左侧汇水	1#截水沟	1.29	1420	1372	171	15.68	0.15	0.70	0.015	6.52	0.57	0.34	0.28	0.2	0.60
	右侧汇水	2#截水沟	0.48	1420	1372	170	15.77	0.15	0.60	0.018	3.74	0.43	0.21	0.21	0.2	0.50
桂花坡弃渣场	左侧汇水	1#截水沟	1.11	1390	1337	166	17.71	0.15	0.70	0.018	6.45	0.54	0.28	0.25	0.2	0.50
	右侧汇水	2#截水沟	0.56	1390	1337	217	13.73	0.15	0.60	0.018	4.14	0.46	0.22	0.23	0.2	0.50
二台坡弃渣场	左侧汇水	1#截水沟	0.75	1464	1422	157	14.98	0.15	0.60	0.018	5.03	0.50	0.27	0.25	0.2	0.50
	右侧汇水	2#截水沟	0.60	1464	1422	171	13.80	0.15	0.60	0.018	4.34	0.47	0.23	0.23	0.2	0.50
四房箐弃渣场	全流域	截水沟	0.63	1332	1289	207	11.76	0.15	0.50	0.018	5.03	0.50	0.27	0.25	0.2	0.50
弯腰树弃渣场	左侧汇水	1#截水沟	0.87	1402	1354	164	16.31	0.15	0.60	0.018	6.08	0.53	0.27	0.24	0.2	0.50
	右侧汇水	2#截水沟	0.50	1402	1354	197	13.69	0.15	0.60	0.018	3.84	0.44	0.21	0.22	0.2	0.50
大石箐弃渣场	左侧汇水	截水沟	0.86	1372	1338	312	6.22	0.15	0.60	0.015	5.15	0.53	0.31	0.28	0.2	0.60
	右侧汇水	排洪沟	3.73	1372	1338	105	17.94	0.15	1.00	0.015	11.42	0.72	0.47	0.33	0.2	0.70
白台子弃渣场	全流域	截水沟	0.48	1358	1314	160	15.38	0.15	0.50	0.018	4.19	0.46	0.23	0.23	0.2	0.50
牛角箐弃渣场	左侧汇水	1#截水沟	1.28	1242	1199	156	15.41	0.15	0.70	0.015	6.49	0.57	0.33	0.28	0.2	0.60
	右侧汇水	2#截水沟	0.89	1242	1199	169	14.28	0.15	0.60	0.018	5.64	0.53	0.30	0.26	0.2	0.50

弃渣场名称	汇水区域	措施	校核洪峰流量（m^3/s）	起点高程（m）	终点高程（m）	段间距（m）	陡坡坡度（°）	台阶高（m）	渠底宽（m）	粗糙系数	出口流速（m/s）	临界水深（m）	表面掺气水深（m）	掺气水深（m）	安全加高（m）	设计沟深（m）
塘郭弃渣场	全流域	截水沟	0.74	1156	1125	127	13.77	0.15	0.50	0.018	5.63	0.53	0.30	0.26	0.2	0.50
老洼箐弃渣场	左侧汇水	1#截水沟	2.28	1358	1314	122	19.83	0.15	0.80	0.015	9.54	0.66	0.40	0.30	0.2	0.60
	右侧汇水	2#截水沟	1.76	1358	1314	165	14.93	0.15	0.80	0.015	7.34	0.61	0.37	0.30	0.2	0.60
多竹箐弃渣场	左侧汇水	1#截水沟	2.16	1180	1126	236	12.89	0.15	0.80	0.015	8.41	0.65	0.42	0.32	0.2	0.70
	右侧汇水	2#截水沟	2.06	1180	1126	245	12.43	0.15	0.80	0.015	8.15	0.64	0.41	0.32	0.3	0.80
小多乐弃渣场	左侧汇水	1#截水沟	1.51	1252	1198	221	13.73	0.15	0.80	0.015	6.63	0.58	0.34	0.28	0.2	0.60
	右侧汇水	2#截水沟	0.69	1252	1198	197	15.33	0.15	0.60	0.018	4.76	0.49	0.25	0.24	0.2	0.50
大雷宰 1#弃渣场	左侧汇水	排洪沟	2.77	1176	1142	370	5.25	0.15	0.90	0.015	8.56	0.68	0.49	0.36	0.3	0.80
	右侧汇水	截水沟	1.10	1176	1142	428	4.54	0.15	0.70	0.015	5.47	0.54	0.33	0.29	0.3	0.70
大雷宰 2#弃渣场	左侧汇水	排洪沟	5.52	1180	1147	223	8.42	0.15	1.10	0.015	12.72	0.80	0.61	0.39	0.2	0.90
	右侧汇水	截水沟	0.81	1180	1147	284	6.63	0.15	1.10	0.018	3.30	0.42	0.21	0.22	0.2	0.50
班者糯弃渣场	全流域	截水沟	0.53	1170	1145	216	6.62	0.15	0.50	0.018	4.18	0.47	0.26	0.25	0.2	0.50
大石房弃渣场	全流域	截水沟	0.32	1384	1354	174	9.81	0.15	0.50	0.018	3.22	0.40	0.18	0.20	0.2	0.40

表 9.3-6　弃渣场消力池水力计算一览表

弃渣场名称	总流量（m³/s）	入口渠道宽(m)	入口流速(m/s)	入口水深(m)	入口边坡系数	消力池总水头(m)	完全水跌长度(m)	单宽流量(㎡/s)	收缩水深(m)	跌后水深(m)	下游水深(m)	消力池深(m)	消力池宽(m)	消力池长(m)	设计消力池深(m)	设计消力池宽(m)	设计消力池长(m)
老纳上村弃渣场	0.97	1.00	2.80	0.60	0.00	1.00	0.80	0.97	0.27	0.72	0.75	0.80	1.08	3.55	1.0	1.5	4.0
海田村弃渣场	0.78	0.80	2.57	0.60	0.00	0.94	0.75	0.98	0.29	0.69	0.70	0.79	0.88	3.39	1.0	1.0	3.5
水桥村 1#弃渣场	1.46	1.20	2.99	0.60	0.00	1.06	0.85	1.22	0.34	0.78	0.80	0.89	1.28	3.83	1.0	1.5	4.0
水桥村 2#弃渣场	0.99	1.00	2.65	0.50	0.00	0.86	0.69	0.99	0.32	0.65	0.65	0.74	1.07	3.15	1.0	1.5	3.5
大坝箐弃渣场	0.87	1.00	2.65	0.50	0.00	0.86	0.69	0.87	0.27	0.64	0.65	0.72	1.07	3.11	1.0	1.5	3.5
洒芷 1#弃渣场	1.14	1.10	2.73	0.50	0.00	0.88	0.71	1.04	0.33	0.66	0.70	0.73	1.17	3.23	1.0	1.5	3.5
洒芷 2#弃渣场	1.45	1.20	2.80	0.50	0.00	0.90	0.72	1.21	0.40	0.68	0.70	0.76	1.27	3.31	1.0	1.5	3.5
长山梁子弃渣场	1.36	1.20	2.80	0.50	0.00	0.90	0.72	1.13	0.37	0.68	0.70	0.77	1.27	3.32	1.0	1.5	3.5
大沙箐弃渣场	0.51	0.80	2.28	0.40	0.00	0.67	0.53	0.64	0.23	0.50	0.52	0.56	0.85	2.44	1.0	1.0	2.5
平场山弃渣场	1.77	1.30	3.07	0.60	0.00	1.08	0.87	1.36	0.39	0.81	0.85	0.90	1.39	3.95	1.0	1.5	4.0
桂花坡弃渣场	1.67	1.30	2.87	0.50	0.00	0.92	0.74	1.28	0.44	0.69	0.70	0.78	1.37	3.35	1.0	1.5	3.5
二台坡弃渣场	1.35	1.20	2.80	0.50	0.00	0.90	0.72	1.13	0.36	0.68	0.70	0.77	1.27	3.31	1.0	1.5	3.5
四房箐弃渣场	1.25	1.00	2.65	0.50	0.00	0.86	0.69	1.25	0.48	0.61	0.65	0.66	1.07	3.01	1.0	1.5	3.5
弯腰树弃渣场	1.37	1.20	2.80	0.50	0.00	0.90	0.72	1.14	0.37	0.68	0.70	0.77	1.27	3.32	1.0	1.5	3.5
大石箐弃渣场	4.59	1.60	3.62	0.80	0.00	1.47	1.18	2.87	0.89	1.00	1.00	1.15	1.72	4.98	1.5	2.0	5.0
白台子弃渣场	0.95	1.00	2.65	0.50	0.00	0.86	0.69	0.95	0.30	0.64	0.65	0.73	1.07	3.13	1.0	1.5	3.5
牛角箐弃渣场	2.17	1.30	3.07	0.60	0.00	1.08	0.87	1.67	0.53	0.80	0.80	0.92	1.39	3.91	1.0	1.5	4.0
塘郭弃渣场	1.48	1.00	2.80	0.60	0.00	1.00	0.80	1.48	0.49	0.74	0.75	0.85	1.08	3.63	1.0	1.5	4.0
老洼箐弃渣场	4.04	1.60	3.62	0.80	0.00	1.47	1.18	2.53	0.67	1.10	1.10	1.26	1.72	5.36	1.5	2.0	5.5
多竹箐弃渣场	4.22	1.60	3.62	0.80	0.00	1.47	1.18	2.64	0.72	1.09	1.15	1.19	1.72	5.32	1.5	2.0	5.5
小多乐弃渣场	2.20	1.40	3.14	0.60	0.00	1.10	0.89	1.57	0.46	0.83	0.90	0.89	1.49	4.06	1.0	1.5	4.5
大雷宰 1#弃渣场	3.87	1.60	3.62	0.80	0.00	1.47	1.18	2.42	0.62	1.11	1.15	1.23	1.72	5.38	1.5	2.0	5.5
大雷宰 2#弃渣场	6.33	2.20	4.17	0.90	0.00	1.79	1.44	2.88	0.64	1.34	1.40	1.49	2.34	6.54	1.5	2.5	7.0
班者糯弃渣场	1.05	1.00	2.65	0.50	0.00	0.86	0.69	1.05	0.35	0.65	0.70	0.69	1.07	3.15	1.0	1.5	3.5
大石房弃渣场	0.64	1.00	2.45	0.40	0.00	0.71	0.57	0.64	0.22	0.52	0.55	0.57	1.06	2.55	1.0	1.5	3.0

（五）弃渣场水土保持措施设计

输水工程共布置 25 个弃渣场，总占地面积 92.93hm^2，总容量 427.77 万 m^3，堆渣量松方 348.46 万 m^3。根据地形条件划分，全部为沟道型渣场；根据渣场级别分，均为 4 级渣场。方案分别对 25 个弃渣场逐一进行措施设计。

本次从地质条件、渣料组成、沟道水流条件、周边敏感目标分布情况、工程防护措施等方面考虑，选择有代表性的 5 个渣场作为典型渣场进行设计，各典型渣场代表的渣场统计详见表 9.3-7。

表 9.3-7　枢纽工程区典型渣场选择表

代表性渣场	选择依据						相似渣场
	渣料组成	渣场级别	堆渣最大高度(m)	沟道水流	周边敏感目标	汇水面积（km^2）	
海田村弃渣场	管道、道路开挖弃渣：以粘土、粉土、砂卵砾石、片麻岩为主。	4	27	季节性流水	无	0.05	塘郭弃渣场
水桥村 1#弃渣场	隧洞、道路开挖弃渣：以粘土、粉土、砂卵砾石、片麻岩为主。	4	54	季节性流水	无	0.10	老纳上村弃渣场、水桥村 2#弃渣场、大坝箐弃渣场、长山梁子弃渣场、老洼箐弃渣场
弯腰树弃渣场	管道、道路开挖弃渣：以粘土、粉土、砂卵砾石、砂岩、泥岩、伟晶岩脉为主。	4	48	季节性流水	渣场下游 140m 处有公路经过	0.10	大沙箐弃渣场、四房箐弃渣场、小多乐弃渣场
牛角箐弃渣场	管道、道路开挖弃渣：以粘土、粉土、砂卵砾石、砂岩、泥岩、伟晶岩脉为主。	4	43	季节性流水	无	0.15	酒芷 1#弃渣场、酒芷 2#弃渣场、平场山弃渣场、桂花坡弃渣场、二台坡弃渣场、白台子弃渣场、多竹箐弃渣场、班者糯弃渣场、大石房弃渣场
大雷宰 1#弃渣场	管道、道路开挖弃渣：以粘土、粉土、砂卵砾石、砂岩、泥岩、伟晶岩脉为主。	4	34	季节性流水	无	0.31	大石箐弃渣场、大雷宰 2#弃渣场

（1）海田村弃渣场防护措施设计

1）弃渣场概况

①地形地貌

海田村弃渣场位于上村隧洞 2#支洞以南约 0.6km 处箐沟，沟道底宽度约 2~8m，切割深度 10~30m，沟内纵坡降约 14%，岸坡约 20~25°，局部存在陡坎，挡渣墙附近沟口狭窄，箐沟整体呈“V”字型，箐沟流向 290°方向。箐沟土地利用类型为耕园地，零星分布有乔、灌木。箐沟内无常年流水。

②地质

渣场岩性为 $Q_{1\text{-}2}$ 复合堆积层，主要为洪积、坡积、湖积、冲积及泥石流堆积而成的粉土、砂土夹碎块石、卵砾石。弃渣场范围内无不良物理地质现象发育。

③堆置方式

海田村弃渣场为沟道型弃渣场。弃渣场容渣量约 12.01 万 m^3，占地面积 2.64hm^2，堆渣高程 1653~1680m，堆渣最大高度 27m，设计堆渣边坡 1:3.0，每堆高 10m 布置一 3m 宽马道。

④拦渣建筑物级别及防洪标准

海田村弃渣场挡渣墙建筑物级别为 5 级，排洪工程级别为 4 级，按照 30 年一遇设计标准、50 年一遇校核标准。渣场上游汇水面积为 0.05km^2，50 年一遇洪峰流量为 0.78m^3/s。

表 9.3-8　海田村渣场库容计算表

高程（m）	1653	1656	1666	1676	1680	合计
堆高（m）	0	3	10	10	4	27
库容（万 m^3）	0	0.08	2.34	3.83	5.77	12.01

2）工程措施

①表土剥离

弃渣前，对弃渣场占地区耕地的表层土进行剥离，表土剥离面积为 2.64hm^2，剥离厚度 20~40cm，剥离后的表层土运至弃渣场内的表土堆放场集中堆存。剥离表土量为 0.90 万 m^3，其中绿化覆土 0.40 万 m^3，复耕覆土 0.50 万 m^3（投资主体已计列，下同）。

②拦渣工程

按照“先拦后弃”的原则，弃渣前，在堆渣坡脚布置挡渣墙。M7.5 浆砌石挡渣墙（Ⅱ型）：顶宽 0.6m，墙高 3.0m，基础埋深 0.5~0.8m，背坡坡比为 1:0.3，面坡坡比为 1:0.05。墙底倾斜坡率 1:0.1，前趾、后趾宽均为 0.5m。挡渣墙设计浆砌石重力式挡土墙，墙身设置排水孔，呈梅花状分布，墙身排水孔为矩形断面，长×宽=10cm×10cm，水平间距 2.0m，垂直间距 1.0m。沿墙线方向隔 10m 设置一道伸缩缝，缝宽 3cm，缝内填塞油毛毡，采用土工布裹石子做反滤包并放置于排水孔口。

③盲沟

弃渣前，为排导施工期间渣场内沟道水流，以及堆渣形成后的渣体渗水和岩层裂隙水，沿渣场区域内箐沟底部布设盲沟，排水盲沟断面为梯形，尺寸为 1.0m×1.0m（底宽×深），两侧边坡为 1:0.5。盲沟采用块石填充，上侧回填一层碎石后覆盖土工布，盲沟出口接钢筋混凝土承插管通过挡渣墙，出口接消力池进入天然沟道。经计算，布设盲沟 256m。

④上游及坡面截水沟

弃渣场上游汇水通过截水沟（双侧沟）排出。截水沟断面设计为：截水沟缓坡段底宽 0.4m，沟深 0.5m，陡坡段底宽 0.4m，沟深 0.5m。缓坡段截水沟为梯形断面，边坡 1:0.5，衬砌厚度 20~40cm，采用 M7.5 浆砌石砌筑；陡坡段为矩形断面，衬砌厚度 20~40cm，采用 M7.5 浆砌石砌筑。经计算，布设截水沟 788m。

为消减水流势能，拟在截水沟陡坡段布置台阶式跌坎消能，跌坎高 0.15m，采用 C25 混凝土现浇。同时，在截水沟下游出口处布置消力池，消力池采用条渠型式，尺寸为 3.5m×1.0m×1.0m（长×宽×深），采用 C25 混凝土现浇，消力池需坐落在强风化及以上基岩上，消力池位置处堆积物及全风化基岩需要清除。

⑤渣顶及马道排水沟

弃渣结束后，在堆渣坡顶及每一级马道内部布置排水沟。渣顶及马道排水沟为梯形断面，断面尺寸为 0.3m×0.3m（宽×深），单侧坡比 1：0.5，另一侧竖直。渣顶及马道排水沟沟底纵坡 1%（向周边截水沟排水），衬砌厚度 0.3m，采用 M7.5 浆砌石砌筑。经计算，布设马道排水沟长 137m。

⑥土地整治

堆渣结束后，弃渣场顶部平台进行复耕，堆渣坡面（包括马道平台）进行植被恢复。植被恢复区域需进行土地整治，共计土地平整及翻松 1.51hm^2，表土回覆 0.40 万 m^3。

3）植物措施

①措施设计

堆渣结束后，渣体表面进行表土回覆，覆土厚度 30~50cm。根据弃渣场原有的占地性质，结合周边的景观协调性，恢复原有功能。海田村弃渣场原占地类型为林地和耕地，由主体进行渣场平台复耕，仅对边坡进行植被恢复。

②树草种选择及苗木规格

根据弃渣场立地条件和对当地乡土树草种的调查，坡面绿化树、草种选择车桑子、羽脉山黄麻、狗牙根。羽脉山黄麻、车桑子、狗牙根选籽粒饱满、无病虫害一级纯净良种。林木种子质量应满足《林木种子质量分级》（GB7908－1999）规定的要求。

③种植技术要求

渣场坡面穴播车桑子和羽脉山黄麻，正方形配置，株行距 2.0m×2.0m，撒播 20kg/hm^2。狗牙根采用撒播种草，撒播密度为 80kg/hm^2。后期对幼林抚育措施包括松土、灌溉、施肥、整形等，造林后第二年进行补植、松土工作；一年抚育一次，连续抚育两年。

海田村弃渣场坡面植被恢复面积 1.51hm^2，共需穴播车桑子 16kg，穴播羽脉山黄麻

16kg，撒播狗牙根 1.51hm^2，需狗牙根 127kg。

4）临时措施

主要针对弃渣场剥离的表土进行临时防护。

①临时拦挡

表土堆场周边砌筑编织袋装土挡墙挡护，编织袋利用表土进行填筑，并错位砌筑，按“品”字形紧密排列，挡墙高度 2.0m，挡墙顶宽 0.8m，底宽 3.8m，两侧坡面 1:0.75。经计算，布设临时挡墙 14m。

②临时排水

在表土堆场周边布设临时排水沟，排水沟为土质夯实梯形断面，尺寸为 0.4m×0.4m（底宽×深），坡比为 1:0.5，布设临时排水沟 133m，临时排水沟末端与自然沟道衔接，

③撒草防护

因表土堆存时期较长且经历了多个完整雨季，为了防止雨水对表土冲刷而造成水土流失，对表土堆场表面采取临时撒草的防护措施，撒播草籽选择狗牙根，撒播密度为 80kg/hm^2。经计算，临时撒草防护面积 0.33hm^2。

（2）水桥村 1#弃渣场防护措施设计

1）弃渣场概况

①地形地貌

水桥村 1#弃渣场位于上村隧洞 3#支洞以南约 0.9km 处箐沟，沟道底宽度约 2~10m，切割深度 20~45m，沟内纵坡降约 14%，岸坡较陡，地形坡度约 15°~35°，挡渣墙附近沟口狭窄，箐沟整体呈“V”字型，箐沟流向 39°方向。箐沟土地利用类型为林地，主要以云南松、灌丛为主。箐沟内无常年流水。

②地质

弃渣场岸坡及谷底均为残坡积层，岸坡覆盖层为粉质黏土，推测厚度 3~5m，沟床覆盖层为含砾粘土及粉质黏土，厚度约 5~8m，下伏基岩为 $Pt_1kn_2^1$ 片麻岩、片岩、云母片岩地层。弃渣场范围内无不良物理地质现象发育。

③堆置方式

水桥村 1#渣场为沟道型弃渣场。弃渣场容渣量约 20.44 万 m^3，占地面积 3.21hm^2，堆渣高程 1714~1768m，堆渣最大高度 54m，设计堆渣边坡 1:3.0，每堆高 10m 布置一 3m 宽马道。

④拦渣建筑物级别及防洪标准

水桥村 1#弃渣场挡渣墙建筑物级别为 5 级，排洪工程级别为 4 级，按照 30 年一遇设计标准、50 年一遇校核标准。渣场上游汇水面积为 0.10km^2，50 年一遇洪峰流量为 1.46m^3/s。

表 9.3-9　水桥村 1#渣场库容计算表

高程（m）	1714	1718	1728	1738	1748	1758	1768	合计
堆高（m）	0	4	10	10	10	10	10	54
库容（万 m^3）	0	0.07	0.86	1.92	3.59	6.15	7.85	20.44

2）工程措施

①表土剥离

弃渣前，对弃渣场占地区林地的表层土进行剥离，表土剥离面积为 3.21hm^2，剥离厚度 20~40cm，剥离后的表层土运至弃渣场内的表土堆放场集中堆存。剥离表土量为 0.85 万 m^3，均为绿化覆土。

根据现场调查情况针对弃渣场场区范围内的林木，在进行表土剥离前先进行砍伐，再利用机械对树根进行挖掘，挖树根可与表土剥离同时进行。根据移民实物指标，共进行林木清除 3.21hm^2。

②拦渣工程

按照“先拦后弃”的原则，弃渣前，在堆渣坡脚布置挡渣墙。M7.5 浆砌石挡渣墙（Ⅰ型）：顶宽 0.8m，墙高 4.0m，基础埋深 0.5~1.1m，背坡坡比为 1:0.4，面坡坡比为 1:0.15。墙底倾斜坡率 1:0.1，前趾、后趾宽均为 0.5m。挡渣墙设计浆砌石重力式挡土墙，墙身设置排水孔，呈梅花状分布，墙身排水孔为矩形断面，长×宽=10cm×10cm，水平间距 2.0m，垂直间距 1.0m。沿墙线方向隔 10m 设置一道伸缩缝，缝宽 3cm，缝内填塞油毛毡，采用土工布裹石子做反滤包并放置于排水孔口。

③盲沟

弃渣前，为排导施工期间渣场内沟道水流，以及堆渣形成后的渣体渗水和岩层裂隙水，沿渣场区域内箐沟底部布设盲沟，排水盲沟断面为梯形，尺寸为 1.0m×1.0m（底宽×深），两侧边坡为 1:0.5。盲沟采用块石填充，上侧回填一层碎石后覆盖土工布，盲沟出口接钢筋混凝土承插管通过挡渣墙，出口接消力池进入天然沟道。经计算，布设盲沟 364m。

④上游及坡面截水沟

弃渣场上游汇水通过左右两侧截水沟排出。截水沟断面设计为：左侧截水沟缓坡段

底宽 0.6m，沟深 0.6m，陡坡段底宽 0.6m，沟深 0.5m；右侧截水沟缓坡段底宽 0.6m，沟深 0.6m，陡坡段底宽 0.6m，沟深 0.5m。缓坡段截水沟均为梯形断面，一侧竖直，另一侧边坡 1:0.5，衬砌厚度 20~40cm，采用 M7.5 浆砌石砌筑；陡坡段均为矩形断面，衬砌厚度 20~40cm，采用 M7.5 浆砌石砌筑。经计算，布设截水沟 903m。

为消减水流势能，拟在截水沟陡坡段布置台阶式跌坎消能，跌坎高 0.15m，采用 C25 混凝土现浇。同时，在截水沟下游出口处布置消力池，消力池采用条渠型式，尺寸为 4.0m×1.5m×1.0m（长×宽×深），采用 C25 混凝土现浇，消力池需坐落在强风化及以上基岩上，消力池位置处堆积物及全风化基岩需要清除。

⑤渣顶及马道排水沟

弃渣结束后，在堆渣坡顶及每一级马道内部布置排水沟。渣顶及马道排水沟为梯形断面，断面尺寸为 0.3m×0.3m（宽×深），单侧坡比 1：0.5，另一侧竖直。渣顶及马道排水沟沟底纵坡 1%（向周边截水沟排水），衬砌厚度 0.3m，采用 M7.5 浆砌石砌筑。经计算，布设马道排水沟长 410m。

⑥土地整治

堆渣结束后，弃渣场顶部平台和堆渣坡面（包括马道平台）进行植被恢复。植被恢复之前需进行土地整治，共计土地平整及翻松 3.21hm^2，表土回覆 0.85 万 m^3。

3）植物措施

①措施设计

堆渣结束后，渣体表面进行表土回覆，覆土厚度约 30cm。根据弃渣场原有的占地性质，结合周边的景观协调性，恢复原有功能。水桥村 1#弃渣场原占地类型为林地，分别对堆渣平台和坡面进行植被恢复。

②树草种选择及苗木规格

根据弃渣场立地条件和对当地乡土树草种的调查，工程绿化树、草种选择旱冬瓜、车桑子、羽脉山黄麻、狗牙根。旱冬瓜苗木选用一级播种苗（1.2cm）；羽脉山黄麻、车桑子、狗牙根选籽粒饱满、无病虫害一级纯净良种。种植苗木规格应满足《主要造林树种苗木质量分级》（GB6000－1999）规定的要求，林木种子质量应满足《林木种子质量分级》（GB7908－1999）规定的要求。

③种植技术要求

弃渣场平台内种植旱冬瓜、车桑子、羽脉山黄麻和狗牙根，乔木采用植苗造林，造林为行间混交，“品”字形配置，乔木株行距 2m×2m；车桑子和羽脉山黄麻按照 1:1 比例

穴播于乔木行间，株行距 2m×2m。渣场坡面穴播车桑子和羽脉山黄麻，正方形配置，株行距 2.0m×2.0m，撒播 20kg/hm^2。狗牙根采用撒播种草，撒播密度为 80kg/hm^2。乔木栽植坑需进行换填土，后期对幼林抚育措施包括松土、灌溉、施肥、整形等，造林后第二年进行补植、松土工作；一年抚育一次，连续抚育两年。

水桥村 1#弃渣场植被恢复面积 3.21hm^2，共需栽植旱冬瓜 3150 株，穴播车桑子 34kg，穴播羽脉山黄麻 34kg，撒播狗牙根 3.21hm^2，需狗牙根 270kg。

4）临时措施

主要针对弃渣场剥离的表土进行临时防护。

①临时拦挡

表土堆场周边砌筑编织袋装土挡墙挡护，编织袋利用表土进行填筑，并错位砌筑，按“品”字形紧密排列，挡墙高度 2.0m，挡墙顶宽 0.8m，底宽 3.8m，两侧坡面 1:0.75。经计算，布设临时挡墙 16m。

②临时排水

在表土堆场周边布设临时排水沟，排水沟为土质夯实梯形断面，尺寸为 0.4m×0.4m（底宽×深），坡比为 1:0.5，布设临时排水沟 149m，临时排水沟末端与自然沟道衔接，

③撒草防护

因表土堆存时期较长且经历了多个完整雨季，为了防止雨水对表土冲刷而造成水土流失，对表土堆场表面采取临时撒草的防护措施，撒播草籽选择狗牙根，撒播密度为 80kg/hm^2。经计算，临时撒草防护面积 0.49hm^2。

（3）弯腰树弃渣场防护措施设计

1）弃渣场概况

①地形地貌

弯腰树弃渣场位于北干线 B9+900 以西约 1.1km 处箐沟，沟道底宽度约 3~8m，切割深度 35~40m，沟内纵坡降约 16%，岸坡较陡，地形坡度约 25°~35°，箐沟呈“V”字型，挡渣墙附近沟口狭窄，肚大口小，箐沟流向 95°方向。箐沟土地利用类型为林地，主要以灌丛为主。箐沟内无常年流水。

②地质

地表覆盖层发育较薄，残坡积层厚度 1~3m。下伏基岩为（γ^2_1）花岗岩，库盆中部至库尾下伏基岩为 K_2j^3 杂色泥岩、粉砂岩夹灰质泥岩。弃渣场范围内无不良物理地质现象发育。

③堆置方式

弯腰树弃渣场为沟道型弃渣场。弃渣场容渣量约 15.04 万 m^3，占地面积 4.08hm^2，堆渣高程 1354~1402m，堆渣最大高度 48m，设计堆渣边坡 1:3.0，每堆高 10m 布置一 3m 宽马道。

④拦渣建筑物级别及防洪标准

弯腰树弃渣场挡渣墙建筑物级别为 5 级，排洪工程级别为 4 级，按照 30 年一遇设计标准、50 年一遇校核标准。渣场上游汇水面积为 0.10km^2，50 年一遇洪峰流量为 1.37m^3/s。

表 9.3-10　弯腰树渣场库容计算表

高程（m）	1354	1358	1368	1378	1388	1398	1402	合计
堆高（m）	0	4	10	10	10	10	4	48
库容（万 m3）	0	0.04	0.45	1.70	2.72	6.31	3.82	15.04

2）工程措施

①表土剥离

弃渣前，对弃渣场占地区林地的表层土进行剥离，表土剥离面积为 4.08hm^2，剥离厚度 20~40cm，剥离后的表层土运至弃渣场内的表土堆放场集中堆存。剥离表土量为 1.08 万 m^3，均为绿化覆土。

根据现场调查情况针对弃渣场场区范围内的林木，在进行表土剥离前先进行砍伐，再利用机械对树根进行挖掘，挖树根可与表土剥离同时进行。根据移民实物指标，共进行林木清除 3.89hm^2。

②拦渣工程

按照“先拦后弃”的原则，弃渣前，在堆渣坡脚布置挡渣墙。M7.5 浆砌石挡渣墙（Ⅰ型）：顶宽 0.8m，墙高 4.0m，基础埋深 0.5~1.1m，背坡坡比为 1:0.4，面坡坡比为 1:0.15。墙底倾斜坡率 1:0.1，前趾、后趾宽均为 0.5m。挡渣墙设计浆砌石重力式挡土墙，墙身设置排水孔，呈梅花状分布，墙身排水孔为矩形断面，长×宽=10cm×10cm，水平间距 2.0m，垂直间距 1.0m。沿墙线方向隔 10m 设置一道伸缩缝，缝宽 3cm，缝内填塞油毛毡，采用土工布裹石子做反滤包并放置于排水孔口。

③盲沟

弃渣前，为排导施工期间渣场内沟道水流，以及堆渣形成后的渣体渗水和岩层裂隙水，沿渣场区域内箐沟底部布设盲沟，排水盲沟断面为梯形，尺寸为 1.0m×1.0m（底宽×深），两侧边坡为 1:0.5。盲沟采用块石填充，上侧回填一层碎石后覆盖土工布，盲沟

出口接钢筋混凝土承插管通过挡渣墙，出口接消力池进入天然沟道。经计算，布设盲沟382m。

④上游及坡面截水沟

弃渣场上游汇水通过左右两侧截水沟排出。截水沟断面设计为：左侧截水沟缓坡段底宽 0.6m，沟深 0.6m，陡坡段底宽 0.6m，沟深 0.5m；右侧截水沟缓坡段底宽 0.6m，沟深 0.6m，陡坡段底宽 0.6m，沟深 0.5m。缓坡段截水沟均为梯形断面，一侧竖直，另一侧边坡 1:0.5，衬砌厚度 20~40cm，采用 M7.5 浆砌石砌筑；陡坡段均为矩形断面，衬砌厚度 20~40cm，采用 M7.5 浆砌石砌筑。经计算，布设截水沟 877m。

为消减水流势能，拟在截水沟陡坡段布置台阶式跌坎消能，跌坎高 0.15m，采用 C25 混凝土现浇。同时，在截水沟下游出口处布置消力池，消力池采用条渠型式，尺寸为 3.5m×1.5m×1.0m（长×宽×深），采用 C25 混凝土现浇，消力池需坐落在强风化及以上基岩上，消力池位置处堆积物及全风化基岩需要清除。

⑤渣顶及马道排水沟

弃渣结束后，在堆渣坡顶及每一级马道内部布置排水沟。渣顶及马道排水沟为梯形断面，断面尺寸为 0.3m×0.3m（宽×深），单侧坡比 1：0.5，另一侧竖直。渣顶及马道排水沟沟底纵坡 1%（向周边截水沟排水），衬砌厚度 0.3m，采用 M7.5 浆砌石砌筑。经计算，布设马道排水沟长 540m。

⑥网格植草护坡

堆渣结束并平整后，在弯腰树弃渣场堆渣坡面采用混凝土网格植草护坡。网格尺寸为 4.0m×4.0m，中心转角 90°，混凝土骨架尺寸 0.4m×0.4m（宽×深），骨架外缘设 0.1m 高排水凸坎，将坡面集水汇入坡脚排水沟内。在坡顶、坡脚分别布置 0.5m 宽混凝土封顶和脚槽，直径 Φ75mm 的 PVC 排水管。经计算，混凝土网格植草护坡面积为 0.76hm^2。

⑦土地整治

堆渣结束后，弃渣场顶部平台和堆渣坡面（包括马道平台）进行植被恢复。植被恢复之前需进行土地整治，共计土地整治 4.08hm^2，表土回覆 1.08 万 m^3。

3）植物措施

①措施设计

堆渣结束后，渣体表面进行表土回覆，覆土厚度约 30cm。根据弃渣场原有的占地性质，结合周边的景观协调性，恢复原有功能。弯腰树弃渣场原占地类型为林地，分别对堆渣平台和坡面进行植被恢复。

②树草种选择及苗木规格

根据弃渣场立地条件和对当地乡土树草种的调查，工程绿化树、草种选择旱冬瓜、车桑子、羽脉山黄麻、狗牙根。旱冬瓜苗木选用一级播种苗（1.2cm）；羽脉山黄麻、车桑子、狗牙根选籽粒饱满、无病虫害一级纯净良种。种植苗木规格应满足《主要造林树种苗木质量分级》（GB6000－1999）规定的要求，林木种子质量应满足《林木种子质量分级》（GB7908－1999）规定的要求。

③种植技术要求

弃渣场平台内种植旱冬瓜、车桑子、羽脉山黄麻和狗牙根，乔木采用植苗造林，造林为行间混交，“品”字形配置，乔木株行距 2m×2m；车桑子和羽脉山黄麻按照 1:1 比例穴播于乔木行间，株行距 2m×2m。渣场坡面（包括混凝土格构区域）穴播车桑子和羽脉山黄麻，正方形配置，株行距 2.0m×2.0m，撒播 20kg/hm^2。狗牙根采用撒播种草，撒播密度为 80kg/hm^2。乔木栽植坑需进行换填土，后期对幼林抚育措施包括松土、灌溉、施肥、整形等，造林后第二年进行补植、松土工作；一年抚育一次，连续抚育两年。

弯腰树弃渣场植被恢复面积 4.08hm^2，共需栽植旱冬瓜 2651 株，穴播车桑子 43kg，穴播羽脉山黄麻 43kg，撒播狗牙根 4.08hm^2，需狗牙根 343kg。

4）临时措施

主要针对弃渣场剥离的表土进行临时防护。

①临时拦挡

表土堆场周边砌筑编织袋装土挡墙挡护，编织袋利用表土进行填筑，并错位砌筑，按“品”字形紧密排列，挡墙高度 2.0m，挡墙顶宽 0.8m，底宽 3.8m，两侧坡面 1:0.75。经计算，布设临时挡墙 10m。

②临时排水

在表土堆场周边布设临时排水沟，排水沟为土质夯实梯形断面，尺寸为 0.4m×0.4m（底宽×深），坡比为 1:0.5，布设临时排水沟 114m，临时排水沟末端与自然沟道衔接，

③撒草防护

因表土堆存时期较长且经历了多个完整雨季，为了防止雨水对表土冲刷而造成水土流失，对表土堆场表面采取临时撒草的防护措施，撒播草籽选择狗牙根，撒播密度为 80kg/hm^2。经计算，临时撒草防护面积 0.31hm^2。

（4）牛角箐弃渣场防护措施设计

1）弃渣场概况

①地形地貌

牛角箐弃渣场位于北干线 B18+100 以西约 0.5km 处箐沟，沟道底宽度约 3~12m，切割深度 75~90m，沟内纵坡降约 12%，岸坡较陡，地形坡度约 30°~40°，箐沟整体呈“V”字型，挡渣墙附近沟口狭窄，箐沟流向 291°方向。箐沟土地利用类型以林地为主，上游分布有少量的园地，林地主要以灌丛为主。箐沟内无常年流水。

②地质

地表覆盖层发育较薄，残坡积层厚度 1~3m，下伏基岩为 K_2j^3 杂色泥岩、粉砂岩夹灰质泥岩，层面与沟向交角 14°，倾向下游偏右岸，左岸为顺向坡，且层面倾角小于坡度。场区内无较大不良物理地质现象发育，不会产生泥石流等灾害现象，无需处理。

③堆置方式

牛角箐渣场为沟道型弃渣场。弃渣场容渣量约 30.08 万 m^3，占地面积 5.40hm^2，堆渣高程 1199~1242m，堆渣最大高度 43m，设计堆渣边坡 1:3.0，每堆高 10m 布置一 3m 宽马道。

④拦渣建筑物级别及防洪标准

牛角箐弃渣场挡渣墙建筑物级别为 5 级，排洪工程级别为 4 级，按照 30 年一遇设计标准、50 年一遇校核标准。渣场上游汇水面积为 0.15km^2，50 年一遇洪峰流量为 2.17m^3/s。

表 9.3-11　牛角箐渣场库容计算表

高程（m）	1199	1202	1212	1222	1232	1242	合计
堆高（m）	0	3	10	10	10	10	43
库容（万 m^3）	0	0.11	1.42	4.25	8.99	15.31	30.08

2）工程措施

①表土剥离

弃渣前，对弃渣场占地区林地的表层土进行剥离，表土剥离面积为 5.40hm^2，剥离厚度 20~40cm，剥离后的表层土运至弃渣场内的表土堆放场集中堆存。剥离表土量为 1.78 万 m^3，其中绿化覆土 0.91 万 m^3，复耕覆土 0.87 万 m^3。

根据现场调查情况针对弃渣场场区范围内的林木，在进行表土剥离前先进行砍伐，再利用机械对树根进行挖掘，挖树根可与表土剥离同时进行。根据移民实物指标，共进行林木清除 4.72hm^2。

②拦渣工程

按照“先拦后弃”的原则，弃渣前，在堆渣坡脚布置挡渣墙。M7.5 浆砌石挡渣墙（Ⅱ

型）: 顶宽 0.6m，墙高 3.0m，基础埋深 0.5~0.8m，背坡坡比为 1:0.3，面坡坡比为 1:0.05。墙底倾斜坡率 1:0.1，前趾、后趾宽均为 0.5m。挡渣墙设计浆砌石重力式挡土墙，墙身设置排水孔，呈梅花状分布，墙身排水孔为矩形断面，长×宽=10cm×10cm，水平间距 2.0m，垂直间距 1.0m。沿墙线方向隔 10m 设置一道伸缩缝，缝宽 3cm，缝内填塞油毛毡，采用土工布裹石子做反滤包并放置于排水孔口。

③盲沟

弃渣前，为排导施工期间渣场内沟道水流，以及堆渣形成后的渣体渗水和岩层裂隙水，沿渣场区域内箐沟底部布设盲沟，排水盲沟断面为梯形，尺寸为 1.0m×1.0m（底宽×深），两侧边坡为 1:0.5。盲沟采用块石填充，上侧回填一层碎石后覆盖土工布，盲沟出口接钢筋混凝土承插管通过挡渣墙，出口接消力池进入天然沟道。经计算，布设盲沟 515m。

④上游及坡面截水沟

弃渣场上游汇水通过左右两侧截水沟排出。截水沟断面设计为：左侧截水沟缓坡段底宽 0.7m，沟深 0.7m，陡坡段底宽 0.7m，沟深 0.6m；右侧截水沟缓坡段底宽 0.6m，沟深 0.6m，陡坡段底宽 0.6m，沟深 0.5m。缓坡段截水沟均为梯形断面，一侧竖直，另一侧边坡 1:0.5，衬砌厚度 20~40cm，采用 M7.5 浆砌石砌筑；陡坡段均为矩形断面，衬砌厚度 20~40cm，采用 C25 混凝土现浇。经计算，布设截水沟 1111m。

为消减水流势能，拟在截水沟陡坡段布置台阶式跌坎消能，跌坎高 0.15m，采用 C25 混凝土现浇。同时，在截水沟下游出口处布置消力池，消力池采用条渠型式，尺寸为 4.0m×1.5m×1.0m（长×宽×深），采用 C25 混凝土现浇，消力池需坐落在强风化及以上基岩上，消力池位置处堆积物及全风化基岩需要清除。

⑤渣顶及马道排水沟

弃渣结束后，在堆渣坡顶及每一级马道内部布置排水沟。渣顶及马道排水沟为梯形断面，断面尺寸为 0.3m×0.3m（宽×深），单侧坡比 1：0.5，另一侧竖直。渣顶及马道排水沟沟底纵坡 1%（向周边截水沟排水），衬砌厚度 0.3m，采用 M7.5 浆砌石砌筑。经计算，布设马道排水沟长 510m。

⑥土地整治

堆渣结束后，弃渣场顶部平台进行复耕，堆渣坡面（包括马道平台）进行植被恢复。植被恢复区域需进行土地整治，共计土地平整及翻松 3.42hm^2，表土回覆 0.91 万 m^3。

3）植物措施

①措施设计

堆渣结束后，渣体表面进行表土回覆，覆土厚度 30~50cm。根据弃渣场原有的占地性质，结合周边的景观协调性，恢复原有功能。牛角箐弃渣场原占地类型为林地和耕地，由主体进行渣场平台复耕，仅对边坡进行植被恢复。

②树草种选择及苗木规格

根据弃渣场立地条件和对当地乡土树草种的调查，坡面绿化树、草种选择车桑子、羽脉山黄麻、狗牙根。羽脉山黄麻、车桑子、狗牙根选籽粒饱满、无病虫害一级纯净良种。林木种子质量应满足《林木种子质量分级》（GB7908－1999）规定的要求。

③种植技术要求

渣场坡面穴播车桑子和羽脉山黄麻，正方形配置，株行距 2.0m×2.0m，撒播 20kg/hm^2。狗牙根采用撒播种草，撒播密度为 80kg/hm^2。后期对幼林抚育措施包括松土、灌溉、施肥、整形等，造林后第二年进行补植、松土工作；一年抚育一次，连续抚育两年。

牛角箐弃渣场植被恢复面积 3.42hm^2，共需穴播车桑子 36kg，穴播羽脉山黄麻 36kg，撒播狗牙根 3.42hm^2，需狗牙根 287kg。

4）临时措施

主要针对弃渣场剥离的表土进行临时防护。

①临时拦挡

表土堆场周边砌筑编织袋装土挡墙挡护，编织袋利用表土进行填筑，并错位砌筑，按“品”字形紧密排列，挡墙高度 2.0m，挡墙顶宽 0.8m，底宽 3.8m，两侧坡面 1:0.75。经计算，布设临时挡墙 25m。

②临时排水

在表土堆场周边布设临时排水沟，排水沟为土质夯实梯形断面，尺寸为 0.4m×0.4m（底宽×深），坡比为 1:0.5，布设临时排水沟 280m，临时排水沟末端与自然沟道衔接，

③撒草防护

因表土堆存时期较长且经历了多个完整雨季，为了防止雨水对表土冲刷而造成水土流失，对表土堆场表面采取临时撒草的防护措施，撒播草籽选择狗牙根，撒播密度为 80kg/hm^2。经计算，临时撒草防护面积 0.76hm^2。

（5）大雷宰 1#弃渣场防护措施设计

1）弃渣场概况

①地形地貌

大雷宰 1#弃渣场位于北干线 B36+400 以东约 1.0km 处箐沟，沟道底宽度约 2~12m，切割深度 50~80m，沟内纵坡降约 8%，岸坡较缓，地形坡度约 10°~35°，箐沟整体呈羽状，有一条主沟，左侧有 2 条小支沟，挡渣墙附近沟口狭窄，箐沟流向 271°方向。箐沟土地利用类型以林地为主，局部分部有耕地，林地主要以云南松、灌丛为主。箐沟内无常年流水。

②地质

弃渣场两岸坡覆盖层发育，残坡积层厚度约 5~8m，下伏基岩为 γ_2^1 花岗岩，存在与沟向交角约 4°结构面，倾向下游，结构面倾角大于坡度。场区内无较大不良物理地质现象发育，不会产生泥石流等灾害现象，无需处理。

③堆置方式

大雷宰 1#弃渣场为沟道型弃渣场。弃渣场容渣量约 25.22 万 m^3，占地面积 5.88hm^2，堆渣高程 1142~1176m，堆渣最大高度 34m，设计堆渣边坡 1:4.0，每堆高 10m 布置一 30~50m 宽马道。

④拦渣建筑物级别及防洪标准

海田村弃渣场挡渣墙建筑物级别为 4 级，排洪工程级别为 3 级，按照 30 年一遇设计标准、50 年一遇校核标准。渣场上游汇水面积为 0.31km^2，50 年一遇洪峰流量为 3.87m^3/s。

表 9.3-12　大雷宰渣场库容计算表

高程（m）	1142	1146	1156	1166	1176	合计
堆高（m）	0	4	10	10	10	34
库容（万 m^3）	0	0.12	3.56	9.82	11.72	25.22

2）工程措施

①表土剥离

弃渣前，对弃渣场占地区林地的表层土进行剥离，表土剥离面积为 5.88hm^2，剥离厚度 20~40cm，剥离后的表层土运至弃渣场内的表土堆放场集中堆存。剥离表土量为 1.96 万 m^3，其中绿化覆土 0.95 万 m^3，复耕覆土 1.01 万 m^3。

根据现场调查情况针对弃渣场场区范围内的林木，在进行表土剥离前先进行砍伐，再利用机械对树根进行挖掘，挖树根可与表土剥离同时进行。根据移民实物指标，共进行林木清除 3.71hm^2。

②拦渣工程

按照“先拦后弃”的原则，弃渣前，在堆渣坡脚布置挡渣墙。M7.5 浆砌石挡渣墙（Ⅰ

型）: 顶宽 0.8m，墙高 4.0m，基础埋深 0.5~1.1m，背坡坡比为 1:0.4，面坡坡比为 1:0.15。墙底倾斜坡率 1:0.1，前趾、后趾宽均为 0.5m。挡渣墙设计浆砌石重力式挡土墙，墙身设置排水孔，呈梅花状分布，墙身排水孔为矩形断面，长×宽=10cm×10cm，水平间距 2.0m，垂直间距 1.0m。沿墙线方向隔 10m 设置一道伸缩缝，缝宽 3cm，缝内填塞油毛毡，采用土工布裹石子做反滤包并放置于排水孔口。

③盲沟

弃渣前，为排导施工期间渣场内沟道水流，以及堆渣形成后的渣体渗水和岩层裂隙水，沿渣场区域内箐沟底部布设盲沟，排水盲沟断面为梯形，尺寸为 2.0m×2.0m（底宽×深），两侧边坡为 1:0.5。盲沟采用块石填充，上侧回填一层碎石后覆盖土工布，盲沟出口接钢筋混凝土承插管通过挡渣墙，出口接消力池进入天然沟道。经计算，布设盲沟 951m。

④上游排洪沟及坡面截水沟

弃渣场上游沟道及左侧坡面汇水通过渣场上游及左侧排洪沟排出；右侧坡面汇水通过右侧截水沟截流。

排洪沟: 上游沟道及两侧坡面汇水相应的 50 年一遇洪峰流量为 3.87m^3/s。为防止渣场上游沟道及两侧坡面汇水冲刷渣体，拟在弃渣上游及左侧布设排洪沟，全长 1230m。按照明渠均匀流公式计算，排洪沟缓坡段采用梯形断面，排洪沟断面尺寸为 0.9m×0.9m（底宽×深，含 0.20m 安全超高），沟底纵坡为 0.02，边坡系数为左边坡为 0.5，右边坡为 0，采用 C25 砼浇筑，衬砌厚度 20~40cm；排洪沟陡坡段采用矩形断面，排洪沟断面尺寸为 0.9m×0.8m（底宽×深，含 0.30m 安全超高），沟底平均纵坡为 0.09，为消减水流势能，拟在排洪沟陡坡段布置台阶式跌坎消能，跌坎高 0.15m，陡坡段采用 C25 混凝土现浇并配置钢筋。因本弃渣场洪峰流量相对较大且经计算出口末端流速较大，因此末端考虑布设消力池，消力池尺寸为 5.5m×2.0m×1.5m（长×宽×深），采用 C25 混凝土现浇并配置钢筋，砌筑厚度为 0.5m。消力池布设在截水沟出口处，消力池需坐落在强风化及以上基岩上，消力池位置处堆积物及全风化基岩需要清除。

截水沟: 为防止渣场右侧坡面汇水冲刷渣体，拟在弃渣右侧布设截水沟，全长 686m。按照明渠均匀流公式计算，截水沟缓坡段采用梯形断面，截水沟断面尺寸为 0.7m×0.7m（底宽×深，含 0.10m 安全超高），沟底纵坡为 0.02，边坡系数为左边坡为 0，右边坡为 0.5，采用 M7.5 浆砌石砌筑，衬砌厚度 20~40cm；截水沟陡坡段采用矩形断面，截水沟断面尺寸为 0.7m×0.7m（底宽×深，含 0.30m 安全超高），沟底平均纵坡为 0.09，为消减

水流势能，拟在截水沟陡坡段布置台阶式跌坎消能，跌坎高 0.15m，陡坡段采用 C25 混凝土现浇并配置钢筋。截水沟和排洪沟出口汇合后经消力池消能处理后排至自然沟道。

⑤挡水墙

因弃渣场上游沟道来水量相对较大且沟道较狭窄，在弃渣场顶部沟道设置两道挡水墙，以拦截上游来水并能顺利引接到排洪沟内。

挡水墙为浆砌石重力式挡墙，断面顶宽 0.5m，墙面坡垂直，墙背坡 1:0.3，墙高 1.5m，墙趾 0.5，基础埋深 0.5m。挡水墙一侧预留一排水口，底坡坡降 5%。

⑥渣顶及马道排水沟

弃渣结束后，在堆渣坡顶及每一级马道内部布置排水沟。渣顶及马道排水沟为梯形断面，断面尺寸为 0.3m×0.3m（宽×深），单侧坡比 1：0.5，另一侧竖直。渣顶及马道排水沟沟底纵坡 1%（向周边排洪沟、截水沟排水），衬砌厚度 0.3m，采用 M7.5 浆砌石砌筑。经计算，布设马道排水沟长 471m。

⑦土地整治

堆渣结束后，弃渣场顶部平台进行复耕，堆渣坡面（包括马道平台）进行植被恢复。植被恢复区域需进行土地整治，共计土地平整及翻松 3.59hm^2，表土回覆 0.95 万 m^3。

3）植物措施

①措施设计

堆渣结束后，渣体表面进行表土回覆，覆土厚度 30~50cm。根据弃渣场原有的占地性质，结合周边的景观协调性，恢复原有功能。大雷宰 1#弃渣场原占地类型为林地和耕地，由主体进行渣场平台复耕，仅对边坡进行植被恢复。

②树草种选择及苗木规格

根据弃渣场立地条件和对当地乡土树草种的调查，坡面绿化树、草种选择车桑子、羽脉山黄麻、狗牙根。羽脉山黄麻、车桑子、狗牙根选籽粒饱满、无病虫害一级纯净良种。林木种子质量应满足《林木种子质量分级》（GB7908－1999）规定的要求。

③种植技术要求

渣场坡面穴播车桑子和羽脉山黄麻，正方形配置，株行距 2.0m×2.0m，撒播 20kg/hm^2。狗牙根采用撒播种草，撒播密度为 80kg/hm^2。后期对幼林抚育措施包括松土、灌溉、施肥、整形等，造林后第二年进行补植、松土工作；一年抚育一次，连续抚育两年。

大雷宰 1#弃渣场植被恢复面积 3.59hm^2，共需穴播车桑子 38kg，穴播羽脉山黄麻 38kg，撒播狗牙根 3.59hm^2，需狗牙根 511kg。

4）临时措施

主要针对弃渣场剥离的表土进行临时防护。

①临时拦挡

表土堆场周边砌筑编织袋装土挡墙挡护，编织袋利用表土进行填筑，并错位砌筑，按“品”字形紧密排列，挡墙高度 2.0m，挡墙顶宽 0.8m，底宽 3.8m，两侧坡面 1:0.75。经计算，布设临时挡墙 14m。

②临时排水

在表土堆场周边布设临时排水沟，排水沟为土质夯实梯形断面，尺寸为 0.4m×0.4m（底宽×深），坡比为 1:0.5，布设临时排水沟 214m，临时排水沟末端与自然沟道衔接。

③撒草防护

因表土堆存时期较长且经历了多个完整雨季，为了防止雨水对表土冲刷而造成水土流失，对表土堆场表面采取临时撒草的防护措施，撒播草籽选择狗牙根，撒播密度为 80kg/hm^2。经计算，临时撒草防护面积 0.43hm^2。

（六）弃渣场防治措施汇总

弃渣场主要防护措施及工程量汇总表见表 9.3-13~19。

表 9.3-13　输水工程区弃渣场防护措施体系一览表

序号	弃渣场名称	挡水墙			挡渣墙			左侧截水沟				右侧截水沟				排水盲沟	消力池	护坡方式
								缓坡段		陡坡段		缓坡段		陡坡段				
		轴线长（m）	型式	最大墙高（m）	轴线长（m）	型式	墙高（m）	沟深×底宽（m）	材质/断面型式	沟深×底宽（m）	材质/断面型式	沟深×底宽（m）	材质/断面型式	沟深×底宽（m）	材质/断面型式	底宽×深（m）	长×宽×深（m）	
1	老纳上村弃渣场				22	浆砌石重力式挡墙	3	0.5×0.5	浆砌石/梯形	0.5×0.5	浆砌石/矩形	0.5×0.5	浆砌石/梯形	0.5×0.5	浆砌石/矩形	1.0×1.0	4×1.5×1	
2	海田村弃渣场				9	浆砌石重力式挡墙	3	0.5×0.4	浆砌石/梯形	0.5×0.4	浆砌石/矩形	0.5×0.4	浆砌石/梯形	0.5×0.4	浆砌石/矩形	1.0×1.0	3.5×1×1	
3	水桥村 1#弃渣场				13	浆砌石重力式挡墙	4	0.6×0.6	浆砌石/直角梯形	0.5×0.6	浆砌石/矩形	0.6×0.6	浆砌石/直角梯形	0.5×0.6	浆砌石/矩形	1.0×1.0	4×1.5×1	
4	水桥村 2#弃渣场				22	浆砌石重力式挡墙	4	0.5×0.5	浆砌石/梯形	0.5×0.5	浆砌石/矩形	0.5×0.5	浆砌石/梯形	0.5×0.5	浆砌石/矩形	1.0×1.0	3.5×1.5×1	
5	大坝箐弃渣场				16	浆砌石重力式挡墙	4	0.5×0.5	浆砌石/梯形	0.5×0.5	浆砌石/矩形	0.5×0.5	浆砌石/梯形	0.5×0.5	浆砌石/矩形	1.0×1.0	3.5×1.5×1	
6	洒芷 1#弃渣场				11	浆砌石重力式挡墙	4	0.6×0.6	浆砌石/直角梯形	0.5×0.6	浆砌石/矩形	0.5×0.5	浆砌石/直角梯形	0.4×0.5	浆砌石/矩形	1.0×1.0	3.5×1.5×1	
7	洒芷 2#弃渣场				20	浆砌石重力式挡墙	4	0.6×0.6	浆砌石/直角梯形	0.5×0.6	浆砌石/矩形	0.6×0.6	浆砌石/直角梯形	0.5×0.6	浆砌石/矩形	1.0×1.0	3.5×1.5×1	
8	长山梁子弃渣场				14	浆砌石重力式挡墙	3	0.5×0.6	浆砌石/直角梯形	0.4×0.6	浆砌石/矩形	0.6×0.6	浆砌石/直角梯形	0.5×0.6	浆砌石/矩形	1.0×1.0	3.5×1.5×1	
9	大沙箐弃渣场				20	浆砌石重力式挡墙	3	0.4×0.4	浆砌石/梯形	0.4×0.4	浆砌石/矩形	0.4×0.4	浆砌石/梯形	0.4×0.4	浆砌石/矩形	1.0×1.0	2.5×1×1	网格植草护坡
10	平场山弃渣场				11	浆砌石重力式挡墙	4	0.7×0.7	浆砌石/直角梯形	0.6×0.7	钢筋砼/矩形	0.5×0.6	浆砌石/直角梯形	0.5×0.6	浆砌石/矩形	1.0×1.0	4×1.5×1	
11	桂花坡弃渣场				17	浆砌石重力式挡墙	3	0.7×0.7	浆砌石/直角梯形	0.5×0.7	浆砌石/矩形	0.6×0.6	浆砌石/直角梯形	0.5×0.6	浆砌石/矩形	1.0×1.0	3.5×1.5×1	
12	二台坡弃渣场				17	浆砌石重力式挡墙	4	0.6×0.6	浆砌石/直角梯形	0.5×0.6	浆砌石/矩形	0.6×0.6	浆砌石/直角梯形	0.5×0.6	浆砌石/矩形	1.0×1.0	3.5×1.5×1	
13	四房箐弃渣场				37	浆砌石重力式挡墙	4	0.5×0.5	浆砌石/梯形	0.5×0.5	浆砌石/矩形	0.5×0.5	浆砌石/梯形	0.5×0.5	浆砌石/矩形	1.0×1.0	3.5×1.5×1	网格植草护坡
14	弯腰树弃渣场				17	浆砌石重力式挡墙	4	0.6×0.6	浆砌石/直角梯形	0.5×0.6	浆砌石/矩形	0.6×0.6	浆砌石/直角梯形	0.5×0.6	浆砌石/矩形	1.0×1.0	3.5×1.5×1	网格植草护坡
15	大石箐弃渣场	16	浆砌石重力式挡墙	1.5	26	浆砌石重力式挡墙	4	0.6×0.6	浆砌石/直角梯形	0.6×0.6	钢筋砼/矩形	1×1	砼/直角梯形	0.7×1	钢筋砼/矩形	2.0×2.0	5×2×1.5	

序号	弃渣场名称	挡水墙			挡渣墙			左侧截水沟				右侧截水沟				排水盲沟	消力池	护坡方式
		轴线长（m）	型式	最大墙高（m）	轴线长（m）	型式	墙高（m）	缓坡段		陡坡段		缓坡段		陡坡段				
								沟深×底宽（m）	材质/断面型式	沟深×底宽（m）	材质/断面型式	沟深×底宽（m）	材质/断面型式	沟深×底宽（m）	材质/断面型式	底宽×深（m）	长×宽×深（m）	
16	白台子弃渣场				20	浆砌石重力式挡墙	4	0.5×0.5	浆砌石/梯形	0.5×0.5	浆砌石/矩形	0.5×0.5	浆砌石/梯形	0.5×0.5	浆砌石/矩形	1.0×1.0	3.5×1.5×1	
17	牛角箐弃渣场				20	浆砌石重力式挡墙	3	0.7×0.7	浆砌石/直角梯形	0.6×0.7	钢筋砼/矩形	0.6×0.6	浆砌石/直角梯形	0.5×0.6	浆砌石/矩形	1.0×1.0	4×1.5×1	
18	塘郭弃渣场				15	浆砌石重力式挡墙	3	0.5×0.5	浆砌石/梯形	0.5×0.5	浆砌石/矩形	0.5×0.5	浆砌石/梯形	0.5×0.5	浆砌石/矩形	1.0×1.0	4×1.5×1	
19	老洼箐弃渣场				28	浆砌石重力式挡墙	4	0.8×0.8	砼/直角梯形	0.6×0.8	钢筋砼/矩形	0.7×0.8	浆砌石/直角梯形	0.6×0.8	钢筋砼/矩形	2.0×2.0	5.5×2×1.5	
20	多竹箐弃渣场				16	浆砌石重力式挡墙	4	0.8×0.8	砼/直角梯形	0.7×0.8	钢筋砼/矩形	0.8×0.8	砼/直角梯形	0.8×0.8	钢筋砼/矩形	2.0×2.0	5.5×2×1.5	
21	小多乐弃渣场				14	浆砌石重力式挡墙	4	0.7×0.8	浆砌石/直角梯形	0.6×0.8	钢筋砼/矩形	0.6×0.6	浆砌石/直角梯形	0.5×0.6	浆砌石/矩形	1.0×1.0	4.5×1.5×1	网格植草护坡
22	大雷宰 1#弃渣场	30	浆砌石重力式挡墙	1.5	12	浆砌石重力式挡墙	4	0.9×0.9	砼/直角梯形	0.8×0.9	钢筋砼/矩形	0.7×0.7	浆砌石/直角梯形	0.7×0.7	钢筋砼/矩形	2.0×2.0	5.5×2×1.5	
23	大雷宰 2#弃渣场	21	浆砌石重力式挡墙	1.5	19	浆砌石重力式挡墙	3	1.1×1.1	砼/直角梯形	0.9×1.1	钢筋砼/矩形	0.6×0.6	浆砌石/直角梯形	0.5×1.1	浆砌石/矩形	2.0×2.0	7×2.5×1.5	
24	班者糯弃渣场				29	浆砌石重力式挡墙	3	0.5×0.5	浆砌石/梯形	0.5×0.5	浆砌石/矩形	0.5×0.5	浆砌石/梯形	0.5×0.5	浆砌石/矩形	1.0×1.0	3.5×1.5×1	
25	大石房弃渣场				30	浆砌石重力式挡墙	4	0.4×0.4	浆砌石/梯形	0.4×0.5	浆砌石/矩形	0.4×0.4	浆砌石/梯形	0.4×0.5	浆砌石/矩形	1.0×1.0	3×1.5×1	
合计		67			475													

表 9.3-14　输水工程区弃渣场拦渣工程量统计表

序号	弃渣场名称	拦渣工程类型	长度	土方开挖	土方回填	M7.5 浆砌石	沥青木板分缝
			m	m^3	m^3	m^3	m^2
1	老纳上村弃渣场	挡渣墙Ⅱ型	22	42	3	118	12
2	海田村弃渣场	挡渣墙Ⅱ型	9	17	1	48	5
3	水桥村 1#弃渣场	挡渣墙Ⅰ型	13	41	3	143	14
4	水桥村 2#弃渣场	挡渣墙Ⅰ型	22	69	5	243	24
5	大坝箐弃渣场	挡渣墙Ⅰ型	16	51	4	176	18
6	洒芷 1#弃渣场	挡渣墙Ⅰ型	11	35	2	121	12
7	洒芷 2#弃渣场	挡渣墙Ⅰ型	20	63	4	220	22
8	长山梁子弃渣场	挡渣墙Ⅱ型	14	27	2	75	7
9	大沙箐弃渣场	挡渣墙Ⅱ型	20	38	3	107	11
10	平场山弃渣场	挡渣墙Ⅰ型	11	35	2	121	12
11	桂花坡弃渣场	挡渣墙Ⅱ型	17	32	2	91	9
12	二台坡弃渣场	挡渣墙Ⅰ型	17	54	4	187	19
13	四房箐弃渣场	挡渣墙Ⅰ型	37	117	8	408	41
14	弯腰树弃渣场	挡渣墙Ⅰ型	17	54	4	187	19
15	大石箐弃渣场	挡渣墙Ⅰ型	26	82	6	287	29
16	白台子弃渣场	挡渣墙Ⅰ型	20	63	4	220	22
17	牛角箐弃渣场	挡渣墙Ⅱ型	20	38	3	107	11
18	塘郭弃渣场	挡渣墙Ⅱ型	15	29	2	80	8
19	老洼箐弃渣场	挡渣墙Ⅰ型	28	88	6	309	31
20	多竹箐弃渣场	挡渣墙Ⅰ型	16	51	4	176	18
21	小多乐弃渣场	挡渣墙Ⅰ型	14	44	3	154	15
22	大雷宰 1#弃渣场	挡渣墙Ⅰ型	12	38	3	132	13
23	大雷宰 2#弃渣场	挡渣墙Ⅱ型	19	36	3	102	10
24	班者糯弃渣场	挡渣墙Ⅱ型	29	55	4	155	16
25	大石房弃渣场	挡渣墙Ⅰ型	30	95	7	331	33
合计			475	1294	92	4301	430

表 9.3-15　输水工程区弃渣场排导工程量统计表（一）

序号	弃渣场名称	汇水区域	措施	缓坡段								陡坡段								
				长度	土方开挖	石方开挖	土方回填	M7.5 浆砌石	C25 砼浇筑	沥青木板分缝	M10 砂浆抹面	长度	土方开挖	石方开挖	土方回填	C25 砼浇筑	M7.5 浆砌石	钢筋制安	沥青木板分缝	M10 砂浆抹面
				m	m^3	m^3	m^3	m^3	m^3	m^2	m^2	m	m^3	m^3	m^3	m^3	m^3	t	m^2	m^2
1	老纳上村弃渣场	全流域	截水沟	352	389	85	57	242		24	854	425	319	137	48		297		30	811
2	海田村弃渣场	全流域	截水沟	570	580	127	85	363		36	1323	218	149	64	22		146		15	393
3	水桥村 1#弃渣场	左侧汇水	1#截水沟	150	192	42	28	117		12	398	213	174	75	26		156		16	429
		右侧汇水	2#截水沟	350	448	98	66	266		27	930	190	156	67	23		139		14	383
4	水桥村 2#弃渣场	全流域	截水沟	479	529	116	77	330		33	1162	286	215	92	32		200		20	546
5	大坝箐弃渣场	全流域	截水沟	410	453	99	66	284		28	995	420	315	135	47		294		29	801
6	洒芷 1#弃渣场	左侧汇水	1#截水沟	126	161	35	24	96		10	335	119	97	42	15		86		9	240
		右侧汇水	2#截水沟	251	259	57	38	170		17	584	122	80	34	12		77		8	207
7	洒芷 2#弃渣场	左侧汇水	1#截水沟	530	679	149	99	409		41	1408	165	135	58	20		121		12	332
		右侧汇水	2#截水沟	259	332	73	49	199		20	688	174	143	61	21		127		13	350
8	长山梁子弃渣场	左侧汇水	1#截水沟	283	316	69	46	203		20	688	67	48	21	7		44		4	121
		右侧汇水	2#截水沟	265	340	75	50	201		20	704	97	79	34	12		71		7	195
9	大沙箐弃渣场	全流域	截水沟	480	409	90	60	278		28	1000	331	198	85	30		200		20	526
10	平场山弃渣场	左侧汇水	1#截水沟	349	544	119	80	302		30	1043	171	171	73	26	141		13.49	14	
		右侧汇水	2#截水沟	235	263	58	38	169		17	572	170	139	60	21		124		12	342
11	桂花坡弃渣场	左侧汇水	1#截水沟	255	398	87	58	223		22	762	166	147	63	22		125		13	352
		右侧汇水	2#截水沟	140	179	39	26	110		11	372	217	178	76	27		159		16	437
12	二台坡弃渣场	左侧汇水	1#截水沟	192	246	54	36	147		15	510	157	129	55	19		115		11	316
		右侧汇水	2#截水沟	194	249	55	36	151		15	515	171	140	60	21		125		13	344
13	四房箐弃渣场	全流域	截水沟	415	458	101	67	282		28	1007	413	310	133	47		289		29	788
14	弯腰树弃渣场	左侧汇水	1#截水沟	230	295	65	43	175		17	611	164	134	58	20		119		12	330
		右侧汇水	2#截水沟	286	366	80	54	225		23	760	197	161	69	24		144		14	397
15	大石箐弃渣场	左侧汇水	截水沟	161	206	45	30	122		12	428	312	288	123	43	251		23.90	25	
		右侧汇水	排洪沟	419	1071	235	157		500	50		105	143	61	22	103		9.80	10	
16	白台子弃渣场	全流域	截水沟	218	241	53	35	150		15	529	320	240	103	36		224		22	611

序号	弃渣场名称	汇水区域	措施	缓坡段								陡坡段								
				长度	土方开挖	石方开挖	土方回填	M7.5 浆砌石	C25 砼浇筑	沥青木板分缝	M10 砂浆抹面	长度	土方开挖	石方开挖	土方回填	C25 砼浇筑	M7.5 浆砌石	钢筋制安	沥青木板分缝	M10 砂浆抹面
				m	m^3	m^3	m^3	m^3	m^3	m^2	m^2	m	m^3	m^3	m^3	m^3	m^3	t	m^2	m^2
17	牛角箐弃渣场	左侧汇水	1#截水沟	335	522	115	76	290		29	1001	156	156	67	23	129		12.30	13	
		右侧汇水	2#截水沟	451	578	127	85	342		34	1198	169	138	59	21		124		12	340
18	塘郭弃渣场	全流域	截水沟	596	658	145	96	400		40	1446	253	190	81	28		177		18	483
19	老洼箐弃渣场	左侧汇水	1#截水沟	156	291	64	43		151	15		122	131	56	20	104		9.90	10	
		右侧汇水	2#截水沟	82	137	30	20	74		7	254	165	177	76	27	142		13.52	14	
20	多竹箐弃渣场	左侧汇水	1#截水沟	269	502	110	73		262	26		236	282	121	42	218		20.76	22	
		右侧汇水	2#截水沟	345	643	141	94		338	34		245	322	138	48	242		23.04	24	
21	小多乐弃渣场	左侧汇水	1#截水沟	407	679	149	99	375		37	1259	221	238	102	36	190		18.10	19	
		右侧汇水	2#截水沟	174	223	49	33	134		13	462	197	161	69	24		144		14	397
22	大雷宰 1#弃渣场	左侧汇水	排洪沟	860	1890	415	277		936	94		370	521	223	78	379		36.20	38	
		右侧汇水	截水沟	258	402	88	59	226		23	771	428	475	203	71	384		36.68	38	
23	大雷宰 2#弃渣场	左侧汇水	排洪沟	511	1504	330	220		650	65		223	388	166	58	257		24.52	26	
		右侧汇水	截水沟	277	355	78	52	211		21	736	284	330	141	49		255		26	722
24	班者糯弃渣场	全流域	截水沟	470	519	114	76	322		32	1140	431	324	139	49		305		30	822
25	大石房弃渣场	全流域	截水沟	310	264	58	39	178		18	646	347	228	98	34		221		22	589
合计				13100	18773	4121	2747	7764	2837	1060	27088	9237	8350	3579	1253	2539	4607	242.21	715	12605

表 9.3-16　输水工程区弃渣场排导工程量统计表（二）

序号	渣场名称	马道及渣顶排水沟				排水盲沟					挡水墙					消力池				
		长度	土方开挖	M7.5 浆砌石	沥青木板分缝	长度	土方开挖	块石抛填	铺土工布	钢筋混凝土承插管	长度	土方开挖	土方回填	碎石回填	M7.5 浆砌石	数量	土方开挖	土方回填	C25 砼浇筑	钢筋制安
		m	m^3	m^3	m^2	m	m^3	m^3	m^2	m	m	m^3	m^3	m^3	m^3	口	m^3	m^3	m^3	t
1	老纳上村弃渣场	546	325	260	26	291	437	437	757	5						1	21	3	17	2.03
2	海田村弃渣场	137	81	65	7	256	384	384	666	5						1	15	2	13	1.61
3	水桥村 1#弃渣场	410	244	195	20	364	546	546	946	5						1	21	3	17	2.06
4	水桥村 2#弃渣场	514	306	244	24	399	599	599	1037	5						1	19	3	15	1.78
5	大坝箐弃渣场	766	456	364	36	477	716	716	1240	5						1	19	3	15	1.78
6	洒芷 1#弃渣场	375	223	178	18	360	540	540	936	5						1	19	3	15	1.80
7	洒芷 2#弃渣场	608	362	289	29	625	938	938	1625	5						1	19	3	15	1.80
8	长山梁子弃渣场	201	120	96	10	301	452	452	783	5						1	19	3	15	1.80
9	大沙箐弃渣场	474	282	225	23	296	444	444	770	5						1	12	2	10	1.17
10	平场山弃渣场	615	366	293	29	360	540	540	936	5						1	21	3	17	2.08
11	桂花坡弃渣场	494	294	235	23	310	465	465	806	5						1	19	3	15	1.80
12	二台坡弃渣场	465	277	221	22	232	348	348	603	5						1	19	3	15	1.80
13	四房箐弃渣场	638	380	303	30	412	618	618	1071	5						1	19	3	15	1.78
14	弯腰树弃渣场	540	321	257	26	382	573	573	993	5						1	19	3	15	1.80
15	大石箐弃渣场	535	318	254	25	423	2538	2538	1946	5	16	12	2	1	31	1	39	6	27	3.30
16	白台子弃渣场	368	219	175	18	216	324	324	562	5						1	19	3	15	1.78
17	牛角箐弃渣场	510	303	243	24	515	773	773	1339	5						1	21	3	17	2.06
18	塘郭弃渣场	241	143	115	11	386	579	579	1004	5						1	21	3	17	2.03
19	老洼箐弃渣场	391	233	186	19	210	1260	1260	966	5						1	42	6	30	3.63
20	多竹箐弃渣场	694	413	330	33	331	1986	1986	1523	5						1	42	6	30	3.66
21	小多乐弃渣场	445	265	212	21	368	552	552	957	5						1	23	3	19	2.31
22	大雷宰 1#弃渣场	471	280	224	22	951	5706	5706	4375	5	30	23	3	2	58	1	42	6	30	3.66
23	大雷宰 2#弃渣场	346	206	165	16	544	3264	3264	2502	5	21	16	2	1	40	1	61	9	42	5.06
24	班者糯弃渣场	389	231	185	19	423	635	635	1100	5						1	19	3	15	1.80
25	大石房弃渣场	387	230	184	18	234	351	351	608	5						1	17	3	13	1.53
合计		11560	6877	5498	550	9666	25565	25565	30050	125	67	51	7	4	129	25	602	90	458	55.88

表 9.3-17　输水工程区弃渣场表土剥离、土地整治及护坡措施工程量统计表

编号	渣场名称	表土剥离			土地整治			网格植草护坡			
		林木清除	表土剥离	表土收集	面积	机械整地	表土回覆	护坡面积	土方开挖	C20 混凝土	Φ75PVC 排水管
		hm^2	hm^2	m^3	hm^2	hm^2	m^3	hm^2	m^3	m^3	m
1	老纳上村弃渣场	3.96	3.96	10494	3.96	3.96	10494				
2	海田村弃渣场		2.64	4002	1.51	1.51	4002				
3	水桥村 1#弃渣场	3.21	3.21	8507	3.21	3.21	8507				
4	水桥村 2#弃渣场	3.40	3.40	9010	3.40	3.40	9010				
5	大坝箐弃渣场	4.21	4.21	11157	4.21	4.21	11157				
6	洒芷 1#弃渣场	1.74	1.74	4611	1.74	1.74	4611				
7	洒芷 2#弃渣场	4.26	6.08	6572	2.48	2.48	6572				
8	长山梁子弃渣场	1.83	1.83	4850	1.83	1.83	4850				
9	大沙箐弃渣场	3.32	3.32	8798	3.32	3.32	8798	0.88	1048	1675	2600
10	平场山弃渣场	4.04	4.04	10706	4.04	4.04	10706				
11	桂花坡弃渣场	3.08	3.09	8189	3.09	3.09	8189				
12	二台坡弃渣场	3.09	3.09	8189	3.09	3.09	8189				
13	四房箐弃渣场	4.12	4.19	11104	4.19	4.19	11104	0.88	1048	1675	2600
14	弯腰树弃渣场	3.89	4.08	10812	4.08	4.08	10812	0.76	905	1447	2246
15	大石箐弃渣场	4.72	4.72	12508	4.72	4.72	12508				
16	白台子弃渣场	2.01	2.01	5327	2.01	2.01	5327				
17	牛角箐弃渣场	4.72	5.40	9063	3.42	3.42	9063				
18	塘郭弃渣场	1.01	1.70	2968	1.12	1.12	2968				
19	老洼箐弃渣场	2.48	2.51	6652	2.51	2.51	6652				
20	多竹箐弃渣场	1.66	5.23	8798	3.32	3.32	8798				
21	小多乐弃渣场	3.75	3.75	9938	3.75	3.75	9938	0.73	870	1390	2157
22	大雷宰 1#弃渣场	3.71	5.88	9514	3.59	3.59	9514				
23	大雷宰 2#弃渣场	5.14	5.47	14496	5.47	5.47	14496				
24	班者糯弃渣场	5.83	4.20	8719	3.29	3.29	8719				
25	大石房弃渣场	6.25	3.18	8427	3.18	3.18	8427				
合计		85.43	92.93	213405	80.53	80.53	213405	3.25	3872	6188	9603

表 9.3-18　输水工程区弃渣场植物措施工程量统计表

编号	弃渣场	植被恢复面积			植被恢复				抚育管理
		平台面积	坡面面积	小计	旱冬瓜	车桑子	羽脉山黄麻	狗牙根	
		hm^2	hm^2	hm^2	株	kg	kg	kg	hm^2
1	老纳上村弃渣场	0.76	3.20	3.96	1995	42	42	333	3.96
2	海田村弃渣场		1.51	1.51		16	16	127	1.51
3	水桥村 1#弃渣场	1.20	2.01	3.21	3150	34	34	270	3.21
4	水桥村 2#弃渣场	0.88	2.52	3.40	2310	36	36	286	3.40
5	大坝箐弃渣场	0.71	3.50	4.21	1864	44	44	354	4.21
6	洒芷 1#弃渣场	0.47	1.27	1.74	1234	18	18	146	1.74
7	洒芷 2#弃渣场		2.48	2.48		26	26	208	2.48
8	长山梁子弃渣场	0.66	1.17	1.83	1733	19	19	154	1.83
9	大沙箐弃渣场	1.18	2.14	3.32	3098	35	35	279	3.32
10	平场山弃渣场	1.26	2.78	4.04	3308	42	42	339	4.04
11	桂花坡弃渣场	0.56	2.53	3.09	1470	32	32	260	3.09
12	二台坡弃渣场	0.84	2.25	3.09	2205	32	32	260	3.09
13	四房箐弃渣场	1.17	3.02	4.19	3071	44	44	352	4.19
14	弯腰树弃渣场	1.01	3.07	4.08	2651	43	43	343	4.08
15	大石箐弃渣场	1.88	2.84	4.72	4935	50	50	396	4.72
16	白台子弃渣场	0.27	1.74	2.01	709	21	21	169	2.01
17	牛角箐弃渣场		3.42	3.42		36	36	287	3.42
18	塘郭弃渣场		1.12	1.12		12	12	94	1.12
19	老洼箐弃渣场	0.41	2.10	2.51	1076	26	26	211	2.51
20	多竹箐弃渣场		3.32	3.32		35	35	279	3.32
21	小多乐弃渣场	1.01	2.74	3.75	2651	39	39	315	3.75
22	大雷宰 1#弃渣场		3.59	3.59		38	38	302	3.59
23	大雷宰 2#弃渣场	1.72	3.75	5.47	4515	57	57	459	5.47
24	班者糯弃渣场		3.29	3.29		35	35	276	3.29
25	大石房弃渣场	0.69	2.49	3.18	1811	33	33	267	3.18
合计		16.68	63.85	80.53	43785	846	846	6765	80.53

表 9.3-19　输水工程区弃渣场临时措施工程量统计表

编号	渣场名称	编织袋装土临时拦挡			临时绿化			临时土质排水沟	
		长度	编织袋填装	编织袋拆除	面积	撒播狗牙根	狗牙根	长	土方开挖量
		m	m^3	m^3	hm^2	hm^2	kg	m	m^3
1	老纳上村弃渣场	17	85	85	0.50	0.55	44	246	65
2	海田村弃渣场	14	71	71	0.33	0.36	29	133	35
3	水桥村 1#弃渣场	16	83	83	0.49	0.54	43	149	39
4	水桥村 2#弃渣场	15	78	78	0.46	0.51	41	228	60
5	大坝箐弃渣场	14	70	70	0.42	0.46	37	205	54
6	洒芷 1#弃渣场	11	55	55	0.20	0.21	17	96	25
7	洒芷 2#弃渣场	21	104	104	0.82	0.90	72	288	76
8	长山梁子弃渣场	9	47	47	0.17	0.19	15	83	22
9	大沙箐弃渣场	19	94	94	0.56	0.61	49	273	72
10	平场山弃渣场	19	97	97	0.77	0.84	67	283	75
11	桂花坡弃渣场	17	84	84	0.50	0.55	44	183	48
12	二台坡弃渣场	21	106	106	0.63	0.69	55	231	61
13	四房箐弃渣场	20	103	103	0.61	0.67	54	225	59
14	弯腰树弃渣场	10	52	52	0.31	0.34	27	114	30
15	大石箐弃渣场	20	100	100	0.59	0.65	52	218	58
16	白台子弃渣场	13	65	65	0.12	0.13	10	43	11
17	牛角箐弃渣场	25	127	127	0.76	0.83	66	280	74
18	塘郭弃渣场	8	40	40	0.14	0.16	13	53	14
19	老洼箐弃渣场	11	54	54	0.32	0.35	28	117	31
20	多竹箐弃渣场	15	77	77	0.91	1.01	80	229	60
21	小多乐弃渣场	23	117	117	0.87	0.95	76	185	49
22	大雷宰 1#弃渣场	14	72	72	0.43	0.47	38	214	56
23	大雷宰 2#弃渣场	17	86	86	0.51	0.56	45	214	56
24	班者糯弃渣场	17	87	87	0.52	0.57	46	191	51
25	大石房弃渣场	11	58	58	0.34	0.38	30	127	33
合计		398	2012	2012	12.25	13.48	1078	4608	1216

9.3.3 交通道路区

输水工程区共需新建永久道路 26.2km，改扩建永久道路 0.7km；修建施工临时道路 101.9km，其中新建 62.5km，改扩建 39.4km。改扩建临时道路施工结束后作为当地农村交通道路，保留使用。新建临时道路在施工结束后根据原有占地类型实施植被恢复和复耕，占用耕地的区域施工完毕后，主体工程考虑土地复耕措施；占用林地区域，水保方案考虑进行植被恢复。

（1）永久道路

1）工程措施

①土地整治

在施工准备期，根据可利用的表土资源，对道路区较为肥沃的表土分段集中就近堆存于就近弃渣场，用作施工期间永久道路的绿化覆土，共计表土回覆 1.78 万 m^3。

②沉沙池

主体工程设计了永久道路的截排水措施，满足道路排水要求，本方案考虑在截排水沟出口布设沉沙池，处理后顺接下游天然沟道，同时起到沉沙和消能的作用，沉沙池规格为：净断面尺寸 l×b×h=3.0m×1.8m×1.2m，M7.5 浆砌石衬砌，池壁衬砌厚度 30cm。永久道路区共需布设浆砌石沉沙池 12 座。

表 9.3-20　输水工程区永久道路工程措施工程量统计表

区域	土地整治	沉沙池				
	表土回覆	数量	土方开挖	土方回填	M7.5 浆砌石	M10 砂浆抹面
	m^3	座	m^3	m^3	m^3	m^2
输水工程区永久道路	17821	12	151	18	64	251

2）植物措施

输水工程区需建设永久道路 26.9km，为改善生态环境，稳固路基，减少水土流失对交通路线的危害，在道路两侧平缓空旷地段栽植行道树，并在行道树周边区域撒播狗牙根。行道树造林方式为植苗造林，树种选用小叶榕，规格为胸径 2~3cm 的Ⅰ级苗，株距 5m，同时在道路开挖边坡坡脚栽植葛藤，株距 0.5m。植被恢复面积为 6.73hm^2，栽植小叶榕 5649 株，栽植葛藤 56490 株，撒播狗牙根 565kg。

表 9.3-21　输水工程区永久道路植物措施工程量统计表

区域	植被恢复				抚育管理
	面积	小叶榕	葛藤	狗牙根	
	hm^2	株	株	kg	hm^2
输水工程区永久道路	6.73	5649	56490	565	6.73

3）临时措施

施工永久道路在施工期需要对回填边坡坡脚设计临时拦挡措施，挡护回填土石方往下游滑落，防止顺坡溜渣，防治水土流失。临时拦挡措施采用竹栅围栏，围栏高 100cm，每隔 150~200cm 安装一根直径 10cm 左右的木桩，埋深≥50cm，最终将围栏捆绑在木桩上，施工结束后围栏不拆除。竹栅围栏临时拦挡长 18830m。

表 9.3-22　输水工程区永久道路临时措施工程量统计表

区域	临时拦挡	
	竹栅围栏	栅栏（m^2）
	m	m^2
输水工程区永久道路	18830	20713

（2）施工临时道路

1）土地整治

在施工准备期，根据可利用的表土资源，对道路区较为肥沃的表土分段集中就近堆存于输水工程沿线弃渣场，以用作施工结束后的绿化覆土。施工结束后，共计土地平整及翻松 64.60hm^2，表土回覆 17.13 万 m^3。

2）植物措施

输水工程区临时道路植物措施设计与枢纽区临时道路相同。根据措施布设情况，临时道路植物措施工程量为：植被恢复 68.54hm^2，需栽植旱冬瓜 190255 株，穴播车桑子 678kg，穴播羽脉山黄麻 678kg，撒播狗牙根 5757kg。

表 9.3-23　输水工程区临时道路植物措施工程量统计表

分项	植被恢复					抚育管理
	面积	旱冬瓜	车桑子	羽脉山黄麻	狗牙根	
	hm^2	株	kg	kg	kg	hm^2
改扩建临时道路	3.94	20685			331	3.94
新建临时道路	64.60	169570	678	678	5426	64.60
合计	68.54	190255	678	678	5757	68.54

3）临时措施

临时道路在施工期需要道路内侧开挖临时排水沟，用于道路上游汇水的排泄；道路回填边坡坡脚采用竹栅围栏拦挡，挡护土石方往下游滑落，防止顺坡溜渣，防治水土流失；施工期间临时道路区的开挖、回填边坡采取撒播狗牙根进行临时绿化。输水工程交通道路区收集的表土施工期间就近堆放于输水工程沿线弃渣场，表土的临时防护措施与就近的弃渣场表土堆场一并设计。

临时排水沟采用梯形断面，断面为 0.3m（下底）×0.3m（深），边坡为 1:0.5。临时

排水沟长 45855m，开挖土石方 6809m^3。

竹栅围栏临时拦挡设计与输水工程区永久道路区相同，竹栅围栏临时拦挡长 25475m，栅栏 28023m^2。

临时道路开挖、回填边坡采用撒播狗牙根进行临时绿化，狗牙根撒播密度 80kg/hm^2。临时绿化面积为 10.19hm^2，撒播狗牙根 986kg。

表 9.3-24　输水工程区临时道路临时措施工程量统计表

分区	临时排水沟		临时道路回填边坡临时拦挡		道路边坡临时绿化		
	长度	土方开挖	竹栅围栏	栅栏	面积	撒播狗牙根	狗牙根
	m	m^3	m	m^2	hm^2	hm^2	kg
临时道路	45855	6809	25475	28023	10.19	11.21	986

9.3.4 施工生产生活区

施工生产生活区总占地 12.34hm^2。临时占地在施工结束后对临建设施拆除，对占用的耕地实施复耕，占用的林地实施植被恢复。本方案设计在施工结束后清理迹地，绿化措施 6.51hm^2，复耕 5.76hm^2。占用农村道路 0.07hm^2 的区域，施工结束后恢复其原有使用功能。

（1）土地整治

在施工准备期，根据可利用的表土资源，对区域较为肥沃的表土进行收集，分段集中就近堆存于输水工程沿线弃渣场，以用作施工结束后的绿化覆土。施工结束后，共计土地平整及翻松 6.51hm^2，表土回覆 1.73 万 m^3。

（2）植物措施

施工生产生活区植物措施设计与枢纽工程区施工生产生活区相同。根据措施布设情况，施工生产生活区植物措施工程量为：植被恢复 6.51hm^2，需栽植旱冬瓜 17089 株，穴播车桑子 68kg，穴播羽脉山黄麻 68kg，撒播狗牙根 547kg。

表 9.3-25　施工生产生活区植物措施工程量统计表

区域	植被恢复					抚育管理
	面积	旱冬瓜	车桑子	羽脉山黄麻	狗牙根	
	hm^2	株	kg	kg	kg	hm^2
施工生产生活区	6.51	17089	68	68	547	6.51

（3）临时措施

施工生产生活区施工期需要在场区内侧开挖临时排水沟，用于场区周边汇水的排泄。临时排水沟采用梯形断面，断面为 0.3m（下底）×0.3m（深），边坡为 1:0.5，并在沟底和沟帮铺彩条布。临时排水沟长 2140m，土石方开挖 318m^3，铺彩条布 3225m^2。

表 9.3-26　施工生产生活区临时措施工程量统计表

分区	临时排水沟		
	长度	土方开挖	铺彩条布
	m	m^3	m^2
施工生产生活区	2140	318	3225

9.4 专项设施复建防治区

专项设施复建区主要复建内容为 2 座提水泵站，2.60km 移动光缆，2.60km 联通光缆，2.60km 电信光缆，3.40km 的 10kv 输电线路。

（1）表土剥离

在施工准备期，根据可利用的表土资源，对施工扰动区表土进行剥离，集中临时堆存于场地一角，以用作施工结束后的绿化覆土，共计表土剥离面积为 0.30hm^2，剥离表土量为 0.08 万 m^3。

（2）植物措施

施工迹地植被恢复 0.30hm^2，工程量为穴播车桑子 3kg，穴播羽脉山黄麻 3kg，撒播狗牙根 25kg。

（3）临时措施

工程后期的绿化覆土在施工期间集中堆存，对于堆存表土本方案设计临时拦挡对堆体进行拦挡；由于专项设施复建区施工期短，设计在表土堆体表面采用彩条布临时苫盖。临时拦挡就地利用表土填装编织袋拦挡，施工结束后拆除编织袋，临时挡墙砌筑断面为梯形断面，高度 1.0m，顶宽 0.6m，底宽 1.4m。共计修建编织袋挡墙 115m；临时苫盖 330m^2。

施工场地布设临时排水沟 190m，土石方开挖 28m^3，对施工场地的施工材料进行临时苫盖 650m^2。

9.5 水土保持管理措施及要求

（一）枢纽区

（1）严格按照水利水电工程相关施工技术规范进行施工作业，挖方边坡开挖自上而下进行，土石方施工活动尽量避免雨日施工，以减少水土流失。加强管理，坚持文明施工，减少或避免对开挖区周边区域的扰动，施工活动尽量控制在征地范围内。

（2）边坡开挖前，清除不稳定岩体或危石，坡顶拦石设施先期修建，对开挖面采取的喷砼、锚杆等边坡防护措施，及时加以实施落实，保证防治措施的时效性，做到边

挖边防护，避免裸露边坡处于无防护状态，避免因防治措施施工进度滞后而增加水土流失。

（3）对于工程永久开挖边坡，在边坡稳定的基础上，建议尽量采用植物护坡或综合护坡进行恢复。

（4）土石方施工过程中，开挖严格控制炸药量，避免岩体过度爆破造成土石方“滚坡”现象。对开挖下坡面影响区范围内抛洒土石方，应及时清除，保护周边林草植被，并及时清理坡面松动岩土体，保持坡面稳定。

（5）加强土石方运输协调工作，建立合理的土石渣调运和堆渣方案，合理安排控制性工程施工时序，优化施工方法，保证利用、运渣、弃渣、堆渣及其防护的有效衔接。

（二）输水线路区

（1)严格按照主体工程设计及施工进度计划进行施工，施工时期尽量安排在旱季。

（2）尽可能的优化输水管道施工工艺，表层土和管槽开挖土方，分开堆放，管槽开挖土石方堆放在管槽近处，回填时倒序回填，表土用作绿化和复耕覆土。

（3）管道安装完成后，及时回填土石方，减少堆放时间，废弃土石渣料要及时运往弃渣场。土石方及表土临时堆放期间应采取必要的措施进行临时防护，避免产生水土流失。

（4）隧洞洞脸开挖时应该做到“早进洞、晚出洞、少开挖”，即适当延长洞口和隧道的长度，尽量避免对山体的大挖大刷，提倡零开挖洞口，让隧道洞口周围的植被得到妥善保护，维护原有的生态地貌。洞门力求与自然环境、人文景观相协调。

（5）对于施工隧洞的涌水处理，要求对于最终排水进入天然沟道之前，主体工程应修建排水通道和沉沙设施，防止涌水冲刷地表造成新的水土流失，同时避免污泥水进入天然沟道。

（6）输水线路区所需砂石料要到合法料场购买，并在购买合同中明确水土流失治理责任；砂石料在运输、堆放过程中采取保护措施，防止沿途散溢，造成水土流失;

（三）弃渣场区

（1）弃渣严格按照“先挡后弃”的原则进行，弃渣前保证沟水及坡面水处理工程、拦挡等设施建设完备。加强管理，坚持文明施工，减少或避免对周边区域的扰动，施工活动尽量控制在征地范围内。

（2）前期沟水及坡面水处理工程、拦挡等建设产生的弃渣不得随意倾倒，应在渣场防护措施保护范围内堆置。

（3）建设过程中各部位产生的弃渣按照弃渣规划运至弃渣场内堆置，严禁任意堆置或倾倒到河道、沟道范围内。

（4）剥离的表土不得随意倾倒，应集中堆存于划定的堆存场内，并在防护措施保护范围内堆置。

（5）弃渣场堆渣采取自下而上，分层堆渣，分层压实的方式。根据现状地形，从渣场进口开始采用推土机、挖掘机及自卸汽车修建施工便道，道路根据堆渣进度逐步推进。

（四）料场区

（1）料场开采前需进行剥离层清除，剥离料集中运至就近弃渣场堆放。料场开采需严格执行自上而下的分级开采，开采边坡坡比及马道设置需按照设计布设，做到边开采边支护，确保开挖边坡的稳定。

（2）在开采过程中，应在开采区设置截水沟或排水沟。

（3）开采结束后，应对料场坡面浮土、石和松散体等进行清理。料场开采边坡及底面平台的植被恢复需加强后期管护，确保植物成活率和保存率，提高绿化效果。

（五）交通道路区

（1)严格按照公路相关施工技术规范进行施工作业，挖方边坡开挖自上而下进行，填方路段水平分层填筑，挖填土石方尽量避免雨日施工，以减少水土流失。

（2）对路基下坡面影响区范围内抛洒土石方，应及时清除，保护周边植被，并及时清理坡面松动岩土体，保持坡面稳定。

（3）建设单位加强各路段土石方调运协调工作，建立合理的土石渣调运和堆渣方案，合理安排路基、桥涵等控制性工程施工时序。

（4）建议下阶段施工道路根据施工运输要求，优化控制施工道路的宽度，减少施工道路的扰动面积。

（5）道路两侧及边坡设置完善的截排水系统，并加强施工过程中设施管理维护，对可能造成淤堵的截排水沟，进行清理，以保证水流顺畅。同时，加强排水出口下游部分侵蚀观测，对可能造成侵蚀的部位，采取防冲防护措施。

（6）各项水土保持措施与道路主体工程施工同步，及时有效地防治道路施工扰动区的水土流失。

（六）施工生产生活区

（1）场地平整前应先修建上游边坡的排水沟和拦挡措施，对开挖较高的边坡，应

及时进行支护处理。

（2）施工设施场平应避免雨日施工，施工活动控制在征占范围内，保护施工场地周边植被。雨季前，完成施工场地内临时排水系统的建设，保证坡面和地表径流有效地进行排导，减少水土流失。

9.6 分区措施数量

小石门水库工程水土保持措施包括工程措施、植物措施和临时防护措施，根据上述各分区防治措施布设情况，本工程水土保持分区措施数量统计情况详见表 9.6-1。

表 9.6-1　各防治分区水土保持措施数量汇总表

一级分区	二级分区	工程措施	植物措施	临时措施
枢纽工程区	枢纽区	载土槽 1583m，表土回覆 2964m^3	喷播植草 27134m^2，景观绿化 350m^2，植被恢复 0.85hm^2	临时排水沟 1200m，编织袋装土临时拦挡 450m
	工程永久办公生活区	表土回覆 1272m^3	景观绿化 4800m^2	临时排水沟 130m，编织袋装土临时拦挡 45m
	弃渣场区	截水沟 12969m，排水盲沟 5971m，马道及渣顶排水沟 8680m，挡渣墙 20m，拦渣坝 126m，消力池 5 口，表土剥离 99.36hm^2，土地整治 70.16hm^2，表土回覆 185924m^3	网格植草护坡 9.60hm^2，植被恢复 60.56hm^2	临时排水沟 3706m，编织袋装土临时拦挡 117m，临时绿化 9.53hm^2
	交通道路区	沉沙池 4 座，土地整治 43.50hm^2，表土回覆 114578m^3	喷播植草 17010m^2，网格植草护坡 0.14hm^2，网格植生袋护坡 0.19hm^2，植被恢复 45.71hm^2	临时排水沟 21210m，竹栅围栏拦挡 12150m，临时绿化 2.25hm^2
	料场区	载土槽 4900m，排水沟 440m，沉沙池 3 座，土地整治 15.39hm^2，表土回覆 42861m^3	喷播植草 78115m^2，植被恢复 16.08hm^2	临时排水沟 495m，编织袋装土临时拦挡 3740m，临时苫盖 38900m^2
	施工生产生活区	沉沙池 1 座，土地整治 3.72hm^2，表土回覆 9860m^3	植被恢复 3.72hm^2	临时排水沟 360m
输水工程区	输水线路区	土地整治 90.27hm^2，表土回覆 225683m^3	植被恢复 125.12hm^2	临时苫盖 113645m^2，编织袋装土临时拦挡 12540m
	弃渣场区	挡水墙 67m，截水沟 22337m，排水盲沟 9666m，马道及渣顶排水沟 11560m，挡渣墙 475m，消力池 25 口，表土剥离 92.93hm^2，土地整治 80.53hm^2，表土回覆 213405m^3	网格植草护坡 3.25hm^2，植被恢复 77.28hm^2	临时排水沟 4608m，编织袋装土临时拦挡 398m，临时绿化 12.25hm^2
	交通道路区	沉沙池 12 座，土地整治 64.60hm^2，表土回覆 189166m^3	植被恢复 75.26hm^2	临时排水沟 45855m，竹栅围栏拦挡 44305m，临时绿化 10.19hm^2
	施工生产生活区	土地整治 6.51hm^2，表土回覆 17252m^3	植被恢复 6.51hm^2	临时排水沟 2140m
专项设施复建区	专项设施复建区	表土剥离 0.30hm^2，土地整治 0.30hm^2，表土回覆 795m^3	植被恢复 0.30hm^2	临时排水沟 190m，编织袋装土临时拦挡 115m，临时苫盖 980m^2

10 水土保持施工组织设计

10.1 工程量汇总

（1）工程量阶段调整系数说明：工程本阶段为可行性研究阶段，参考《水利水电工程水土保持技术规范》（SL575-2012）及相关规范、规定并结合本工程特点，工程措施工程量、植物措施量和临时措施量阶段调整系数分别取 1.06、1.05、1.10。

（2）小石门水库工程水土流失防治措施为：

工程措施：挡水墙 67m，截水沟 35306m，排水沟 440m，排水盲沟 15637，马道及渣顶排水沟 20240m，挡渣墙 495m，拦渣坝 126m，消力池 30 个，沉沙池 20 座，载土槽 6483m，表土剥离 192.59hm^2，土地整治 374.99hm^2。

植物措施：景观绿化 5150m^2，喷播植草 122259m^2，网格植草护坡 12.99hm^2，网格植生袋护坡 0.19hm^2，植被恢复 411.39hm^2。

临时措施：临时排水沟 79894m，临时苫盖 153525m^2，临时绿化 34.22hm^2，竹栅围栏拦挡 56455m，编织袋装土临时拦挡 17405m。

（3）小石门水库工程水土保持措施工程量为：

工程措施量：土方开挖 168942m^3，石方开挖 16784m^3，土方回填 9343m^3，M7.5 浆砌石 26411m^3，M10 砂浆抹面 42458m^2，沥青木板分缝 4833m^2，块石抛填 68545m^3，铺土工布 61667m^2，钢筋混凝土承插管 256m，石方填筑 17879m^3，干砌石 2011m^3，碎石垫层 1283m^3，林木清除 169.73hm^2，表土剥离 192.59hm^2，表土收集 400124m^3，机械整地 374.99hm^2，表土回覆 1003760m^3，清基 5494m^3，浆砌砖 996m^3，Φ80 风钻钻浆孔 770m，C20 砼浇筑 24506m^3，C25 砼浇筑 22277m^3，Φ75PVC 管（3m）38224 根，锚杆 φ28（4.5m）163 根，植生袋 5713 个，钢筋制安 1669.48t。

植物措施量：草坪 5150m^2，喷播植草 122259m^2，挂网 122259m^2，天竺桂 50 株，云南樟 2780 株，小叶榕 5709 株，清香木 60 株，紫薇 133 株，苏铁 35 株，黄槐 227 株，五色梅 506 株，小叶女贞 3741 株，旱冬瓜 511403 株，车桑子 3338kg，羽脉山黄麻 3325kg，葛藤 177047 株，狗牙根 35624kg，木豆 27kg，戟叶酸模 17kg，抚育管理 437.30hm^2。

临时措施量：土方开挖 13528m^3，撒播狗牙根 37.65hm^2，狗牙根 3121kg，铺彩条布 160511m^2，编织袋填装 21537m^3，编织袋拆除 21537m^3，栅栏 62101m^2。

小石门水库工程水土保持措施工程量详见表 10.1-1~3。

表 10.1-1　水土保持工程措施工程量汇总表

一级分区	二级分区	分部工程名称	单位	数量	土方开挖	石方开挖	土方回填	M7.5 浆砌石	M10 砂浆抹面	沥青木板分缝	块石抛填	铺土工布	钢筋混凝土承插管	石方填筑	干砌石	碎石垫层	林木清除	表土剥离	表土收集	机械整地	表土覆土	清基	浆砌砖	Φ80 风钻钻浆孔	C20 砼浇筑	C25 砼浇筑	Φ75PVC 管（3m）	锚杆 φ28（4.5m）	植生袋	钢筋制安
					m^3	m^3	m^3	m^3	m^2	m^2	m^3	m^2	m	m^3	m^3	m^3	hm^2	hm^2	m^3	hm^2	m^3	m^3	m^3	m	m^3	m^3	根	根	个	t
枢纽工程区	枢纽区	载土槽	m	1583																		243							
		土地整治	hm^2	/																2964									
		小计																		2964		243							
	工程永久办公生活区	土地整治	hm^2	/																1272									
	弃渣场区	清基	m^3	5494																	5494								
		截水沟	m	12969	34064	9085	5013	595	2058	1617															15579				1320.17
		排水盲沟	m	5971	42981						42981	31617	131																
		马道及渣顶排水沟	m	8680	6601			4387		439																			
		挡渣墙	m	20	63		4	220		22																			
		拦渣坝	m	126	6633									17879	2011	1278													
		消力池	口	5	346		52																		216				26.30
		表土剥离	hm^2	99.36													84.30	99.36	185924										
		土地整治	hm^2	70.16																70.16	185924								
		网格植草护坡	m^2	96000	11438																			18278		28365			
		小计			102125	9085	5069	5203	2058	2078	42981	31617	131	17879	2011	1278	84.30	99.36	185924	70.16	185924	5494			18278	15795	28365			1346.47
	交通道路区	网格植草护坡	m^2	1360	380																		292		299	97	24		
		网格植生袋护坡	m^2	1880	399																		478	41	348	159	139	5713	24.91
		沉沙池	座	4	116		14	65	197																				
		土地整治	hm^2	43.50																43.50	114578								
		小计			895		14	65	197											43.50	114578			770	41	647	256	163	5713	24.91
	料场区	排水沟	m	440	271		39	208	63																				
		沉沙池	座	3	87		10	49	148																				
		载土槽	m	4900																		753							
		土地整治	hm^2	15.39																15.39	42861								
		小计			358		50	257	211											15.39	42861		753						
	施工生产生活区	沉沙池	座	1	29		3	16	49																				
		土地整治	hm^2	3.72																3.72	9860								
		小计			29		3	16	49											3.72	9860								
	合计				103407	9085	5137	5541	2514	2078	42981	31617	131	17879	2011	1278	84.30	99.36	185924	132.77	357459	5494	996	770	18319	16442	28621	163	5713	1371.38
输水工程区	输水线路区	土地整治	hm^2	90.27																90.27	225683								
	弃渣场区	挡水墙	m	67	51		7	129								4													
		截水沟	m	22337	27123	7699	4000	10879	39693	1775															5376				242.21
		排水盲沟	m	9666	25565						25565	30050	125																
		马道及渣顶排水沟	m	11560	6877			5498		550																			
		挡渣墙	m	475	1294		92	4301		430																			
		消力池	口	25	602		90																		458				55.88
		表土剥离	hm^2	92.93													85.43	92.93	213405										
		土地整治	hm^2	80.53																80.53	213405								
		网格植草护坡	m^2	32500	3872																			6188		9603			
		小计			65384	7699	4189	20806	39693	2755	25565	30050	125			4	85.43	92.93	213405	80.53	213405				6188	5835	9603			298.09
	交通道路区	沉沙池	座	12	151		18	64	251																				
		土地整治	hm^2	64.60																64.60	189166								

		小计			151		18	64	251										64.60	189166									
	施工生产生活区	土地整治	hm²	6.51															6.51	17252									
	合计				65535	7699	4207	20870	39944	2755	25565	30050	125			4	85.43	92.93	213405	241.91	645505				6188	5835	9603			298.09
专项设施复建区	专项设施复建区	表土剥离	hm²	0.30														0.30	795										
		土地整治	hm²	0.30																0.30	795									
	合计																	0.30	795	0.30	795								
总计					168942	16784	9343	26411	42458	4833	68545	61667	256	17879	2011	1283	169.73	192.59	400124	374.99	1003760	5494	996	770	24506	22277	38224	163	5713	1669.48

表 10.1-2　水土保持植物措施工程量汇总表

一级分区	二级分区	分部工程名称	单位	数量	草坪	喷播植草	挂网	天竺桂	云南樟	小叶榕	清香木	紫薇	苏铁	黄槐	五色梅	小叶女贞	旱冬瓜	车桑子	羽脉山黄麻	葛藤	狗牙根	木豆	戟叶酸模	抚育管理
					m²	m²	m²	株	株	株	株	株	株	株	株	株	株	kg	kg	株	kg	kg	kg	hm²
枢纽工程区	枢纽区	喷播植草	m²	27134		27134	27134																2.71
		景观绿化	m²	350	350							53	25	46	88								0.04
		植被恢复	hm²	0.85												831		13		11048	72		0.85
		小计			350	27134	27134					53	25	46	88	831		13		11048	72		3.60
	工程永久办公生活区	景观绿化	m²	4800	4800			50	50	60	60	81	10	181	418	338							0.48
	弃渣场区	网格植草护坡	hm²	9.60														101	101		806		9.60
		植被恢复	hm²	60.56													49166	636	636		5087		60.56
		小计															49166	737	737		5893		70.16
	交通道路区	喷播植草	m²	17010		17010	17010																1.70
		网格植草护坡	hm²	0.14																		11	7	0.14
		网格植生袋护坡	hm²	0.19																		16	10	0.19
		植被恢复	hm²	45.71					2730								114977	457	457	27300	3839			45.71
		小计				17010	17010		2730								114977	457	457	27300	3839	27	17	47.73
	料场区	喷播植草	m²	78115		78115	78115																7.81
		植被恢复	hm²	16.08												2573	2576	162	162	10290	1351		16.08
		小计				78115	78115									2573	2576	162	162	10290	1351		23.89
	施工生产生活区	植被恢复	hm²	3.72													9767	39	39		313		3.72
	合计				5150	122259	122259	50	2780	60	60	133	35	227	506	3741	176486	1407	1394	48638	11468	27	17	149.58
输水工程区	输水线路区	植被恢复	hm²	125.12													83788	335	335	71919	10497			125.12
	弃渣场区	网格植草护坡	hm²	3.25														34	34		273			3.25
		植被恢复	hm²	77.28													43785	812	812		6492			77.28
		小计															43785	846	846		6765			80.53
	交通道路区	植被恢复	hm²	75.26						5649							190255	678	678	56490	6322			75.26
	施工生产生活区	植被恢复	hm²	6.51													17089	68	68		547			6.51
	合计									5649							334917	1927	1927	128409	24131			287.42
专项设施复建区	专项设施复建区	植被恢复	hm²	0.30														3	3		25			0.30
	合计																	3	3		25			0.30
总计					5150	122259	122259	50	2780	5709	60	133	35	227	506	3741	511403	3338	3325	177047	35624	27	17	437.30

表 10.1-3　水土保持临时措施工程量汇总表

一级分区	二级分区	分部工程名称	单位	数量	土方开挖	撒播狗牙根	狗牙根	铺彩条布	编织袋填装	编织袋拆除	栅栏
					m^3	hm^2	kg	m^2	m^3	m^3	m^2
枢纽工程区	枢纽区	临时排水沟	m	1200	317			2231			
		编织袋装土临时拦挡	m	450					817	817	
		小计			317			2231	817	817	
	工程永久办公生活区	临时排水沟	m	130	34			242			
		编织袋装土临时拦挡	m	45					82	82	
		小计			34			242	82	82	
	弃渣场区	临时排水沟	m	3706	1529						
		临时绿化	hm^2	9.53		10.49	839				
		编织袋装土临时拦挡	m	117					592	592	
		小计			1529	10.49	839		592	592	
	交通道路区	临时排水沟	m	21210	3150						
		临时绿化	hm^2	2.25		2.48	218				
		竹栅围栏拦挡	m	12150							13365
		小计			3150	2.48	218				13365
	料场区	临时排水沟	m	495	74			746			
		临时苫盖	m^2	38900				38900			
		编织袋装土临时拦挡	m	3740					4114	4114	
		小计			74			39646	4114	4114	
	施工生产生活区	临时排水沟	m	360	53			543			
		小计			53			543			
	合计				5157	12.96	1057	42661	5604	5604	13365
输水工程区	输水线路区	临时苫盖	m^2	113645				113645			
		编织袋装土临时拦挡	m	12540					13794	13794	
		小计						113645	13794	13794	
	弃渣场区	临时排水沟	m	4608	1216						
		临时绿化	hm^2	12.25		13.48	1078				
		编织袋装土临时拦挡	m	398					2012	2012	
		小计			1216	13.48	1078		2012	2012	
	交通道路区	临时排水沟	m	45855	6809						
		临时绿化	hm^2	10.19		11.21	986				
		竹栅围栏拦挡	m	44305							48736
		小计			6809	11.21	986				48736
	施工生产生活区	临时排水沟	m	2140	318			3225			
		小计			318			3225			
	合计				8344	24.69	2065	116870	15806	15806	48736
专项设施复建区	专项设施复建区	临时排水沟	m	190	28						
		临时苫盖	m^2	980				980			
		编织袋装土临时拦挡	m	115					127	127	
		小计			28			980	127	127	
	合计				28			980	127	127	
总计					13528	37.65	3121	160511	21537	21537	62101

10.2 施工条件及布置

（1）施工交通

水土保持措施所需的外来建筑材料，包括水泥、汽油、柴油等物资供应与主体工程施工相同；植物措施苗木来源于元谋县境内或周边县市苗圃，采用 5t 汽车运输。现有对外交通条件满足新增水土保持措施交通运输的要求。

水土保持工程场内交通工程利用现有公路和主体工程场内交通工程，弃渣场防护工程中，主体已考虑了施工便道。施工生产和施工生活用地等在主体工程中均已规划了道路，能满足新增水土保持措施施工要求。

（2）施工场地

水土保持工程施工在整个主体工程区范围内，其工程量相对主体工程较小，为避免施工设施重复建设，减少扰动面积，施工场地可利用部分主体工程施工场地。

（3）施工用水、用电

施工用电和工程措施施工用水同主体工程一致，对于苗木栽植施工用水采用人工挑抬。

10.3 施工工艺与方法

（1）工程措施

弃渣场防治区严格贯彻“先挡后弃”原则，渣场防护主要以拦渣、截排水等工程措施为主，并满足稳定安全要求。堆渣过程中分层堆放和碾压，一般地说，弃渣体的压实度不得低于 90%。应合理调整大坝基础、隧洞开挖、弃土调运的施工顺序，将大粒径、透水性好的弃渣（如石方）置于弃渣场底部。堆渣结束后及时覆土并进行植被恢复。

①土地整治工程

土地整治工程主要包括场地平整、覆土、挖穴等。

施工迹地施工结束之后，造林之前采用 59kW 推土机进行场地平整。然后采用 5～10t 自卸汽车运输土料至施工现场，采用 59kW 推土机推土，首先推松、运送，然后卸除，最后拖平、空回，覆土土源来自前期剥离的表土层和工程弃土。

挖穴主要用于栽植苗木之前的整地，采用方形整地的方法，采用人工挖土并翻松、碎土，挖穴规格根据苗木栽植要求确定。

②拦渣坝

坝体填筑采用流水作业法组织坝体填筑施工，将整个坝面划分成几个施工单元，在各单元内依次完成填筑的测量控制、坝料运输、卸料、洒水、摊铺平整、振动碾压等各

道工序，使各单元上所有工序能够连续作业。各单元之间应采用石灰线等作为标志，以避免超压或漏压。坝面填筑作业顺序多采用“先粗后细”法。即主堆石区→过渡层区→垫层区。铺料时必须及时清理界面上粗粒径料，此法有利于保证质量，且不增加细料用量。上下游的主次堆石区料采用进占法铺料，用牵引式振动碾碾压，接缝处采用骑缝碾压。

③浆砌石挡渣墙

施工工艺包括基础开挖、墙身砌筑等。挡渣墙基础土方开挖采用挖掘机配合人工开挖，石方开挖以手风钻或气腿钻为主，出渣采用手推车或拖拉机。浆砌石挡墙所需块石料从开挖料或弃石中人工捡集，人工修整并砌筑浆砌块石，水泥砂浆由小型拌合机械现场拌制，工序包括块石选取、石料修整、冲洗、拌浆、人工砌筑、勾缝等。

④截排水沟

截排水工程主要包括截流沟、盲沟、渣顶及马道排水沟等措施，施工工艺有基础开挖、沟身砌筑、块石铺砌、砂砾石垫层等。

基础开挖：一般采用人工开挖沟槽的方法，规模较大时采用人工配合机械开挖，开挖的土石方就近堆放并平整。

沟身砌筑：砌筑所需片石料可从开挖料中人工捡集，并辅以人工胶轮车或 5~10t 自卸汽车运输，采用人工修整并砌筑浆砌片石的方法，工序包括块石选取、石料修整、冲洗、拌浆、人工砌筑、勾缝等。

块石抛填：块石顶面铺 30cm 碎石渣（粒径≤1.5cm）过渡层和土工布作为反滤层，土工布上层铺 30cm 厚碎石渣（粒径≤1.5cm）保护层。块石及碎石渣料可从弃渣中选用，土工布从市场购买。

砂砾石垫层施工：主要用于马道排水沟的垫层，工序有摊铺、找平、压实和修坡等。

盲沟铺砌：弃渣场堆渣的同时需预先在渣体底部设置盲沟，盲沟按原沟道水流走向铺设。盲沟采用大块石干砌，干砌石面上铺碎石和土工布作为反滤层。干砌石石料可从弃渣中选用，碎石采用人工轧石，土工布从市场购买。

⑤护坡工程

护坡工程主要采用格构护坡，形式为混凝土网格护坡。边坡修整严格按照从上到下，逐层破碎土石方进行修整，基础开挖采用人工风镐凿除方式应自上而下进行。采用原槽浇注的方法，岩层面以下不安装模板，岩层面以上模板采用小块钢模板和木模板相结合。护坡周边与未防护坡面钎接处严格封闭，其措施为两侧凿槽嵌入坡面内，嵌入深度不小于 10cm。

（2）植物措施

①草籽撒播

整地：耕翻 20cm 左右的土层，清除土层中的大块石等杂物。

种子处理：去杂、精选，保证种子质量，在春末夏初或夏季播种前，将精选的草种浸泡 24 小时。

施肥：适当施有机肥或 N、P、K 复合肥，然后用锄、耙和钉齿耙人工精细作业将平台翻耕和平整。

播种：采用撒播或穴播技术。条播要求沿等高线进行带状条播，沟宽 10～15cm，沟间距 15cm。撒播或条播后覆土厚度以 1cm 为宜，否则将影响种子的出苗率。

②灌木种子穴播

整地：穴状整地，30cm×30cm（穴径×穴深）。造林密度的穴行距为 2.0m×2.0m，2500 穴/hm^2。

种子处理：去杂、精选，保证种子质量，I 级优质良种，净度≥96%，发芽率≥80%，水分≤10%，种籽饱满。

播种：穴播前先对种子进行筛选，清除种子里面的杂物。点播前每穴放 100~200g 复合肥至穴底，填土回填至距穴口 5cm 左右时再放种子，每穴放种子 5~8 粒，然后再在上面覆盖一层细土，覆土的厚度在 5cm 左右。

③造林

整地方式：穴状整地，50cm×50cm（穴径×穴深）。造林密度的穴行距为 2.0m×2.0m，2500 穴/hm^2。

栽植方法：穴植，主要技术要求是“三填、两踩、一提苗”，即一填表土于坑底，把苗木放入穴中央，再填一些湿润熟土于根底，用脚踩实一次，将苗木稍向上轻轻提一下，使苗根舒展与土壤密接，再将生土填入踩实，最后覆土保墒。栽植深度一般以超过原根系 5～10cm 为准。

栽植季节：栽植季节根据工程区气候特点、土壤条件和栽植树种的生物学特性确定栽植季节和时间，选择在雨天栽植。

抚育管理：在干旱季节，条件较差区域，需采用洒水车加强灌溉，保证工程管理范围植被恢复生长所需水分；条件较差地区，采取人工提水浇灌。为保持土壤的肥性和改良土壤，在灌溉同时施加一定量的农家肥。

④铺草坪

铺草皮采用满铺，地表清理，铺草皮后拍紧，浇水清理。

⑤栽植藤本植物

藤本植物采用扦插法，早春剪取茎蔓 20～30cm，插入露地苗床，灌水，保持湿润，也可在夏、秋季用嫩枝带叶扦插，遮荫浇水养护。

⑥挂网喷播

清理坡面后用风钻钻孔，孔内灌注水泥砂浆后插入锚杆，左右晃动，使砂浆均匀填满空隙；锚杆选用 Φ22mm 螺纹钢，2000mm×2000mm 梅花形分布；安装锚杆时，外露 150mm，外露部分做防锈处理；锚杆固定后，在距离坡面 30mm 处挂一层土工网，自上而下挂网，并用火烧丝将其绑扎牢固；喷播植生基材 60mm 后挂第二层土工网，两层土工网之间用木片隔开，第二层土工网固定后再喷播一层植生基材，厚度约 60mm，使植生基材厚度达到 120mm；植生基材通过专业施工机械喷射到挂网后的坡面上；生态植被毯用 Φ3mm 镀锌 U 型铁钉固定。施工后立即喷水，保持坡面湿润直至种子发芽。

（3）临时措施

临时措施主要为临时拦挡、临时绿化、临时苫盖和临时排水。

①编织袋装土临时拦挡

主要为临时堆料防护，采用编织袋装料防护的方法。人工装料，封包并堆筑，料源为现有的堆料；防护结束之后，拆除袋装土，并清理场地。

②竹栅围栏拦挡

围栏布设于施工边坡下侧，高度根据堆体的坡度及高度确定。首先打入脚手架木桩，后将竹栅用铁丝捆绑在木桩上，施工结束后围栏不拆除。

③临时绿化

表土堆场和施工临时道路边坡临时绿化采用撒播狗牙根的形式实施防护（撒播要求见植物措施施工方法）。

④临时苫盖

临时苫盖主要通过彩条布搭接覆盖。

⑤临时排水

临时排水采用人工开挖，把开挖土方在沟帮外码放成土埂，并对沟帮夯实。

（4）覆土及来源

对于一些立地条件不能满足植树种草要求的场地（如渣场、石料场、施工生产场地拆除迹地等），进行复耕或种植行道树等林木的场地，需要对植树坑进行客土覆土（道

路、渣场、料场进行全面覆土），根据计算统计结果，共需覆土料约 100.38 万 m^3（绿化覆土）。

根据施工规划及项目占地情况，对弃渣场区占用的耕地、林地、草地等有一定表土资源的弃渣场区域进行表土剥离保存，剥离厚度 10~40cm，堆放在规划的表土堆存场，用于本方案弃渣场植被恢复、绿化及复耕覆土，堆存表土数量和质量基本能够满足覆土需要。其他各区的后期绿化覆土来源于主体工程清表。

10.4 施工进度安排

10.4.1 基本原则

①根据工程总进度安排，按照“三同时”制度的要求，合理安排措施实施进度，即水土保持措施实施进度与主体工程施工进度相适应;

②体现预防为主的方针，以尽量减少工程施工期和完建期后的水土流失为原则;

③植物措施在工程完工或弃渣场堆满、施工场地结束使用后必须立即进行，以尽快恢复植被;

④水保工程措施施工应尽量避开雨季及大风季节; 植物措施实施计划应充分考虑植物对季节的要求;

⑤由于水土保持措施的实施受工程施工进度的影响较大，在此仅初步规划水土保持措施的实施进度，实施时应根据施工进度进行调整。

10.4.2 水土保持措施实施计划

根据主体工程施工进度安排，结合各水土流失防治区的具体防治措施，按照“三同时”的原则，以尽量减少工程施工期间的新增水土流失为目的，安排小石门水库工程水土保持措施实施进度，施工总年度约为 6 年（72 个月）。

1）施工准备期

施工准备期安排在第一年 7 月至第二年 11 月完成，主要为主体工程做施工准备工作，包括场内施工道路、场地平整、施工场地及临时房建等项目。本期实施的水土保持措施主要包括: 修建弃渣场挡渣墙、截排水沟、挡水坝等，并按设计要求剥离表层土并采取的临时拦挡防护措施等; 场地平整、施工场地及临时房建周边截排水措施等。

2）主体工程施工期

枢纽工程安排在施工期第二年 1 月至第七年 5 月，输水工程安排在施工期第三年的 1 月至第六年 7 月，主要是为大坝坝体填筑、输水隧洞开挖、溢洪道修建、输水管线开

挖及管道安装。本期实施的水土保持措施主要包括：弃渣场的土地平整及覆土、渣体表面截排水、堆渣坡面及顶面恢复植被等；临时施工道路的恢复植被等；施工生产生活区恢复植被等。

表 10.4-1　水土保持措施施工进度表

项目		措施类型	第1年		第2年				第3年				第4年				第5年				第6年				第7年			
			3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
枢纽工程区	枢纽区	主体工程																										
		工程措施																										
		植物措施																										
		临时措施																										
	工程永久办公生活区	主体工程																										
		工程措施																										
		植物措施																										
		临时措施																										
	弃渣场区	工程措施																										
		植物措施																										
		临时措施																										
	料场区	主体工程																										
		工程措施																										
		植物措施																										
		临时措施																										
	施工道路区	主体工程																										
		工程措施																										
		植物措施																										
		临时措施																										
	施工生产生活区	植物措施																										
		临时措施																										

表 10.4-2　水土保持措施施工进度表（续表）

项目		措施类型	第1年		第2年				第3年				第4年				第5年				第6年				第7年			
			3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
输水工程区	输水管道工程区	主体工程							—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—					
		工程措施							···	···	···	···	···	···	···	···	···	···	···	···	···	···	···					
		植物措施													···	···	···	···	···	···	···	···	···					
		临时措施							···	···	···	···	···	···	···	···	···	···	···	···	···	···	···					
	弃渣场区	工程措施							···	···	···	···	···	···	···	···	···	···	···	···	···	···						
		植物措施													···	···	···	···	···	···	···	···	···	···	···	···	···	
		临时措施							···	···	···	···	···	···	···	···	···	···	···	···	···	···	···					
	施工道路区	主体工程							—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—					
		工程措施											···	···	···	···	···	···	···	···								
		植物措施																	···	···	···	···	···	···	···	···	···	
		临时措施							···	···	···	···	···	···	···	···	···	···	···	···	···	···	···					
	施工生产生活区	工程措施							···	···	···	···	···	···	···	···	···	···	···	···	···	···						
		植物措施																	···	···	···	···	···	···	···	···	···	
		临时措施							···	···	···	···	···	···	···	···	···	···	···	···	···	···	···					
专项设施复建区		主体工程									—	—	—															
		工程措施									···	···	···															
		植物措施												···														
		临时措施									···	···	···															

11 水土保持监测

11.1 监测范围及单元划分

11.1.1 监测范围

根据《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T51240-2018）的规定，本工程监测范围为工程的水土流失防治责任范围，监测单元的划分与水土流失防治分区一致。小石门水库工程监测范围为 863.37hm^2。

项目建设为点型和线性工程的结合，施工区域、施工工艺不同，水土流失类型、强度、范围和防治措施也各不相同。水土保持监测必须充分反映各施工区的水土流失特征、水土保持建设特点及其效益，以便建设单位和有关部门有针对性地分区采取措施，有效控制水土流失，保护生态环境。因此，根据项目工程的水土保持防治责任范围和工程建设特点，以及水土流失防治分区结果，本工程在水土保持一级分区（枢纽工程区、输水工程区、专项设施复建区）的基础上，再将水土保持监测进行二级分区，具体划分为：枢纽区、工程永久办公生活区、输水线路区、弃渣场区、料场区、交通道路区、施工生产生活区、水库淹没区、专项设施复建区。

11.1.2 监测单元划分

为了客观地反映建设项目的水土流失特点，对建设项目的地表扰动进行适当的分类。施工过程中对地表的扰动主要表现为弃土弃渣、挖填面、建筑物、施工平台等。堆渣、挖填面、平台等具有不同的水土流失特点。根据监测工作的实际需要和工程的建设特点，在实地调查的基础上，依照同一扰动类型的流失特点和流失强度基本一致、不同扰动类型的流失特点和流失强度明显不同的原则，共分为 6 类地表扰动类型。

表 11.1-1　监测单元划分表

扰动特征	地表扰动					
	堆渣		开挖面		回填面	平台
侵蚀对象形态	土质堆渣	石质堆渣	土质开挖面	石质开挖面	土质回填	场地内平整压实区
对应点位	弃渣场边坡	弃渣场边坡	土料场道路开挖边坡	大坝、溢洪道边坡 石料场开采边坡	道路回填边坡	工程永久办公生活区、施工生产生活区、输水工程区

11.2 监测时段与内容

11.2.1 监测时段

小石门水库工程为新建建设类项目，监测时段从施工准备期开始至设计水平年结束，

监测时段包括施工准备期、施工期和试运行期，共计 7 年（84 个月），即工程施工第 1 年 7 月至第 8 年 6 月。水土流失监测的重点时段是施工期，特别是每年施工期的雨季（5～10 月）。

11.2.2 监测内容

依据《水土保持监测技术规程》（SL277-2002）、《生产建设项目水土保持监测规程（试行）》和《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T 51240-2018）的规定，结合本项工程的实际情况确定监测内容。监测内容主要包括扰动土地情况、水土流失状况、水土流失防治成效、水土流失危害等。

（1）扰动土地情况监测

①项目建设对原地表、植被的占压和损毁情况；

②项目征占地和水土流失防治责任范围变化情况；

③工程挖、填、借、余或弃方数量，表土剥离数量，借方来源和余方外运去向；

④取料场的数量、位置、面积等情况，弃渣场的数量、位置、面积、堆渣形态及运行等状况；

⑤表土堆存场的数量、位置、面积、堆置形态等情况；

⑥应重点监测实际发生的永久和临时占地、扰动地表植被面积、永久和临时弃渣量及变化情况等。

（2）水土流失状况监测

①水土流失的类型、形式、面积、分布及强度；

②各监测分区及其重点对象的土壤流失量。

（3）水土流失危害监测

①水土流失对主体工程造成危害的方式、数量和程度；

②水土流失掩埋冲毁农田、道路、居民点等的数量、程度；

③对高等级公路、铁路、输变电、输油（气）管线等重大工程造成的危害；

④项目建设造成崩塌、滑坡、泥石流等灾害；

⑤对水源地、生态保护区、江河湖泊、水库、塘坝、航道的危害，有可能直接进入江河湖泊或产生行洪安全影响的弃土（石、渣）情况。

（4）水土保持措施防治成效监测

①植物措施的种类、面积、分布、生长状况、成活率、保存率和林草覆盖率；

②工程措施的类型、数量、分布和完好程度；

③临时措施的类型、数量和分布;

④主体工程和各项水土保持措施的实施进展情况;

⑤水土保持措施对主体工程安全建设和运行发挥的作用;

⑥水土保持措施对周边生态环境发挥的作用。

（5）弃渣场安全监测

弃渣场安全监测主要以渣场表面变形监测和渣场滑移监测为主。

11.3 监测点布置、方法和频次

11.3.1 监测点布置

小石门水库工程监测范围为工程水土流失防治责任范围，监测分区与水土流失防治分区一致。本工程共布设 22 个水土保持监测点: 枢纽工程区布设 10 个(其中大坝坝肩、溢洪道、泵站和电站开挖边坡各 1 个，工程永久办公生活区 1 个，料场区 2 个，枢纽区弃渣场 3 个、交通道路区 1 个); 输水工程区 11 个（其中埋管段开挖边坡 3 个、明管段 1 个、弃渣场区 3 个、交通道路区 2 个、施工生产生活区 2 个); 专项设施复建区 1 个。

11.3.2 监测方法

根据《水土保持监测技术规程》(SL277-2002)、《生产建设项目水土保持监测规程（试行）》和《生产建设项目水土保持监测与评价标准》(GB/T 51240-2018)，结合本项工程的实际情况确定监测方法。监测方法力求经济、适用和具有可操作性。本工程采取地面定位监测、调查监测、巡查监测、遥感监测等相结合的方法进行水土保持监测，水土流失背景值采用当地水土保持监测站点的监测数据。

（1）水土流失影响因素监测方法

①工程气象资料可通过监测范围内或附件条件类似的气象站、水文站收集，或设置相关设施设备观测，统计每月的降水量、平均风速和风向。日降水量超过 25mm 或 1 小时降水量超过 8mm 的降水应统计降水量和历时，风速大于 5m/s 时应统计风速、风向、出现的次数和频率。

②地形地貌状况通过实地调查和查阅资料等方法获取，整个监测期应监测 1 次。

③地表组成物质采用实地调查的方法获取。施工准备期前和试运行期各监测 1 次。

④植被状况采用实地调查的方法获取，主要确定植被类型和优势树种。按植被类型选择 3 ~5 个有代表性的样地，测定林地郁闭度和灌草地盖度，取其计算平均值作为植被郁闭度（或盖度）。施工准备期前测定 1 次。郁闭度可采用样线法和照相法测定。盖度

可采用针刺法、网格法和照相法测定。

⑤地表扰动情况和水土流失防治责任范围监测采用实地调查结合查阅资料的方法进行监测。调查中，可采用实测法、填图法和遥感监测法。实测法宜采用测绳、测尺、全站仪、GPS 或其他设备量测；填图法宜用大比例尺地形图现场勾绘，并进行室内量算；遥感监测法采用高分辨率遥感影像。管道或渠道沿线巡查每季度不少于 1 次，典型线段监测每月 1 次。

⑥弃土弃渣在查阅资料的基础上，以实地量测为主，监测弃土（石、渣）量及占地面积。正在使用的弃渣场，应每 10 天监测 1 次。其他时段应每季度监测不少于 1 次。弃土（石、渣）占地面积采用实测法、填图法，有条件的采用遥感监测。弃土（石、渣）量根据渣场面积，结合占地地形、堆渣体形状测算。

（2）水土流失状况监测方法

①水蚀量监测

工程建设区扰动地表、弃渣等施工活动引起的土壤流失量，以及变化情况，可通过典型调查、小区观测法、简易水土流失观测场法，以及简易坡面量测法等地面观测方法进行监测。本工程坡面水蚀量监测可采用简易水土流失观测场法或简易坡面量测法进行监测。

②重力侵蚀状况监测

对于重力侵蚀状况，采用《水土保持监测技术规程》（SL277-2002）中 7.3.6 规定的方法。在汛期开始、每次暴雨过后和汛期终了，按照类型（崩塌、滑塌、泻溜），重点调查所发生的重力侵蚀的次数、地点、原因、面积、总的土方量及洪水冲走的土方量，每次暴雨后冲沟的泥石流发生情况、运动特征及固体搬运物质等，并做好相关记录。

（3）水土流失危害监测方法

①水土流失危害的面积采用实测法、填图法或遥感监测法进行监测。

②水土流失危害的其他指标和危害程度采用实地调查、量测和询问等方法进行监测。

③水土流失危害事件发生后 1 周内应完成监测工作。

（4）水土保持措施监测方法

①工程措施数量、分布和运行情况在查阅工程设计、监理、施工等资料的基础上，结合工程实地勘测与全面巡查确定。重点区域每月监测 1 次，整体状况每季度 1 次。对于措施运行情况，设立监测点进行定期观测。

②植物类型及面积在综合分析相关技术资料的基础上，实地调查确定，每季度调查

1 次。成活率、保存率及生长情况采用抽样调查的方法确定，在栽植 6 个月后调查成活率,每年调查1次保存率及生长状况。乔木的成活率与保存率应采用样地或样线调查法。灌木成活率与保存率应采用样地调查法。郁闭度与盖度监测方法按水土流失影响因素进行，在每年植被生长最茂盛的季节监测 1 次。林草覆盖率应在统计林草地面积的基础上分析计算获得。

③临时措施在查阅工程施工、监理等资料的基础上，实地调查，并拍摄照片或录像等影像资料。

④措施实施情况在查阅工程施工、监理等资料的基础上，结合调查询问与实地调查确定。每季度统计 1 次。

⑤水土保持措施对主体工程安全建设和运行发挥的作用应以巡查为主，每年汛期前后及大风、暴雨后进行调查。

⑥水土保持措施对周边水土保持生态环境发挥的作用应以巡查为主，每年汛期前后及大风、暴雨后进行调查。

（5）弃渣场安全监测

弃渣场安全监测详见“11.6”章节。

11.3.3 监测频次

（1）地面定位观测

弃渣场的弃渣量、料场的开采量、表土剥离情况等至少每 10d 监测记录 1 次；弃渣场及料场面积、水土保持措施、土壤流失量、水土保持工程措施及防治效果、临时措施至少每 1 个月监测记录 1 次；土壤流失面积、水土保持植物措施生长情况等至少每 3 个月监测记录 1 次。若遇 24 小时降水量≥50mm、大风等情况及时加测，水土流失灾害事件发生后 l 周内完成监测。地面定位观测内容、方法、频率详见表 11.3-1。

表 11.3-1　地面定位观测时段及频次

监测时段	监测区域	监测点位	监测内容	监测方法	监测频次
建设期至试运行期	枢纽区	开挖边坡	水蚀量变化情况	调查监测法、简易水土流失观测场法、沟槽法等	弃渣场的弃渣量、表土堆存场的堆土量、实施的水土保持措施建设情况等至少每 10d 监测记录 1 次；扰动地表面积、水土保持工程措施拦挡效果等至少每 1 个月监测记录 1 次；主体工程建设进度、水土流失影响因子、水土保持植物措施生长情况等至少每 3 个月监测记录 1 次。
	工程永久办公生活区	场内施工扰动面	水蚀量变化情况	调查监测法、沉沙池法等	
	输水线路区	开挖边坡、临时堆土等	水蚀量变化情况	调查监测法、简易水土流失观测场法、沟槽法等	
			临时堆土场流失量	沟槽法	
	弃渣场区	堆放边坡	水蚀量变化情况	简易水土流失观测场法、简易径流小区法	
		弃渣场顶面	水蚀量变化情况	调查监测法、沟槽法	
		表土堆放场	土壤流失量	沟槽法	
	交通道路设施区	道路开挖及回填面	边坡水蚀量	调查监测法、简易水土流失观测场法、沟槽法、沉沙池法等	
	料场区	料场开挖边坡	开挖边坡水蚀变化情况	调查监测法、简易水土流失观测场法、沟槽法等	
			临时堆土场流失量	简易水土流失观测场法、沟槽法	
	施工生产生活区	场内施工扰动面	水蚀量变化情况	调查监测法、沉沙池法等	
	专项设施复建区	场内施工扰动面	水蚀量变化情况	调查监测法	

（2）调查监测

根据不同的施工时序、监测内容分别确定。在施工准备期前结合设计资料进行 1 次本底值调查监测；工程建设期根据监测内容进行不同频次的调查监测；试运行期对植被恢复情况每 3 个月监测一次。调查监测内容、方法、频率详见表 11.3-2。

表 11.3-2　调查监测时段及频次

监测时段	监测区域	监测内容	方法	监测频次
施工准备期	防治责任范围	①水土流失影响因子特点，水土保持设施数量、质量及防护效果，水土流失现状等	遥感监测、普查法与样方调查相结合	施工准备期前对本底值进行 1 次调查
		②水土流失本底值		
施工期	防治责任范围	①建设区地形地貌及植被变化情况、损坏水土保持设施数量	遥感监测、巡视法	开工后随时巡视
		②挖、填土石方数量，弃土弃渣量、位置、占地面积；扰动地表面积，破坏植被面积及程度	普查法与巡视法相结合	土建施工期中、结束后各 1 次
		③工程防治措施实施数量和效果	普查法、巡视法	土建施工期中、结束后各 1 次
		④水土流失危害。	抽样调查与访问法相结合	土建施工期中、结束后各 1 次
试运行期	防治责任范围	①各区域水蚀变化情况	普查法与抽样调查	汛期前、中、后各 1 次
		②林草生长、成活率、覆盖度及防治水土流失效果等情况	样方调查	汛期前、中、后各 1 次
		③防治措施实施数量和效果，水土流失治理面积，减少土壤流失量	遥感监测、抽样调查	汛期前、中、后各 1 次

（3）遥感监测

主要考虑在工程建设过程中，在无法布设定点监测点位或监测人员无法到达的区域，采用遥感监测法对调查法和地面观测法进行补充，同时也可对调查法和地面观测法监测的数据进行复核、修正，以保证监测数据的准确性。

遥感监测程序为确定计划任务—组织培训监测人员—野外考察—建立解译标志—遥感图像解译—野外校核—图形编辑与面积测量—检查与验收—成果资料管理等。应严格按照《水土保持监测技术规程》（SL277－2002）和《水土保持遥感监测技术规范》（SL592-2012）及相关规范规程执行。

遥感解译质量检查样本采用随机抽样方法，检查图斑数不得少于图幅总图斑数的5%，不符合精度要求者应及时返工。要求最小图斑≥6×6 个象元，条状图斑短边长度≥4个象元。现场实地复核是对遥感监测项目区土壤侵蚀调查结果的复核，以避免遥感解译判读成果与实际出现偏差，通常采用调查监测法复核，本工程监测精度要求不小于 90%。本工程遥感监测施工前背景监测 1 次，施工期每年监测 1 次，施工结束及试运行结束各监测 1 次。

11.4 监测设施典型设计

11.4.1 简易水土流失观测场典型设计

简易水土流失观测场主要适用于工程扰动面、弃渣形成的水土流失坡面的监测。将直径 0.6cm、长 30cm、形似钉子的钢钎相距 1m×1m 分上中下、左中右纵横各 3 排（共 9 根）沿弃渣坡面垂直方向打入，钉帽与坡面齐平，钢钎编号并登记。每次暴雨后，观测钉帽出露地面的高度，计算弃渣面土壤侵蚀深度和侵蚀量。

计算公式采用：$A=ZS/1000\cos\theta$

式中：A——土壤侵蚀量（m^3）;

Z——侵蚀厚度（mm）;

S——水平投影面积（m^2）;

θ——斜坡坡度值。

简易水土流失观测场法如图 11.4-1 所示。

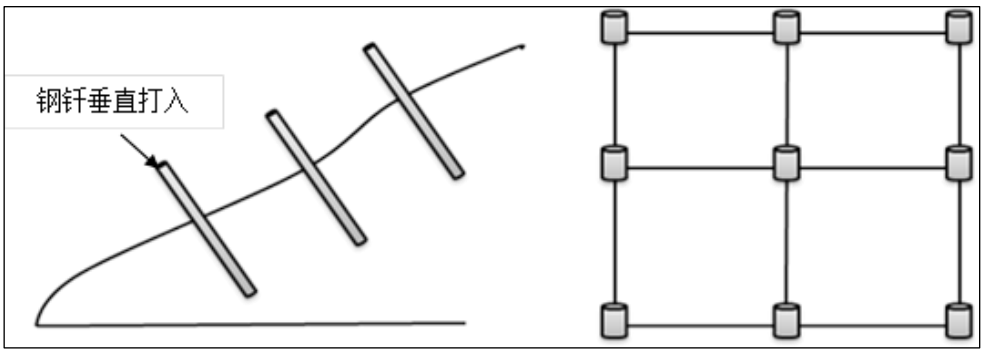


图 11.4-1　　简易水土流失观测示意图

11.4.2 简易径流小区典型设计

径流小区观测法适用于对于地形平缓，区域开阔，便于管理的区域布设标准径流小区。可选择在弃渣场区布设径流小区进行水土流失的监测。

简易径流小区设计：坡面为矩形，宽度取 5m，方向与等高线平行；水平投影长度为 20m，坡度为 15°。在径流小区底端设置集流槽，矩形断面，尺寸为 20cm×20cm；集流槽上缘与径流小区下缘同高，宽度 10cm；集流槽底设不小于 2%的比降向引水槽方向倾斜；集流槽表面光滑。集流槽紧接导流槽，导流槽为矩形槽，尺寸为 10m×0.4m×0.4m。通过导流槽将水和泥沙引入径流池，径流池采用砖砌，尺寸根据当地的降雨及产流情况确定为 3m×1m×1m，顶部加盖、底部开孔。在径流小区边界设边墙，高 40cm，埋深 20cm，采用水泥板。

每次暴雨后，测量径流池内的泥沙含量，并记录，测量泥沙含量的同时，通过自动雨量测量装置记录相应雨量。通过泥沙含量和自动计量的雨量，进一步推算出整个区域一次暴雨的侵蚀量，再进一步统计出整个区域年的侵蚀量。径流小区设计见图 11.4-2。

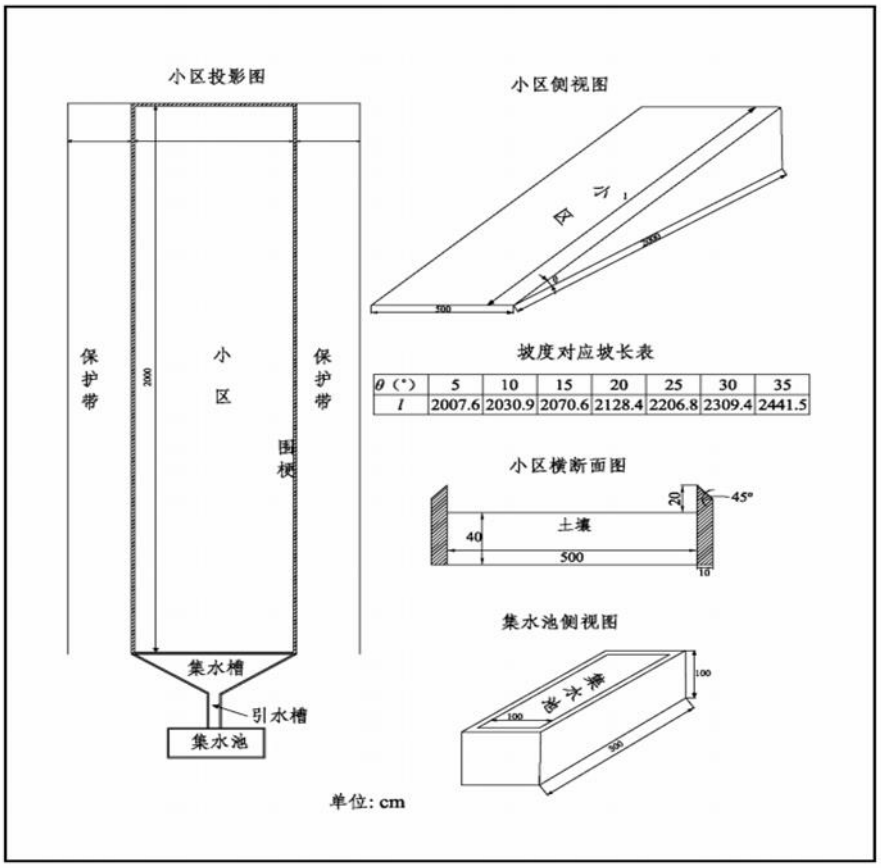


图 11.4-2　　简易径流小区典型设计图

11.4.3 沉沙池典型设计

利用排水沟及沉沙池进行观测工程建设期的土壤侵蚀量，汛期前在沉沙池未蓄满时测一次总的泥沙含量，汛期在每次降雨后取样测含沙量的变化，定性描述施工活动对水土流失的影响；然后清理沉沙池及排水沟里的土石物质，晾干称重，汛期末计算总的流失量。

11.5 监测设备

为准确获取各项地面观测及调查数据，水土保持监测必须采用现代技术与传统手段相结合的方法，借助一定的先进仪器设备，使监测方法更科学，监测结论更合理。如利用全球定位系统（GPS）、全站仪对渣场形态变化进行动态监测，用地理信息系统（GIS）建立动态监测数据库，用水样、土样分析仪器分析典型区域含沙量以及土壤养分等。

监测仪器设备主要由有相关单位提供，主要监测设备及仪器见表 11.5-1。

表 11.5-1　水土保持监测设备及器材一览表

序号	设备名称	单位	数量	备注
1	激光测距仪（望远镜）	套	1	定位、测量
2	手持式 GPS	套	2	
3	数码相机	台	2	记录影像
4	数码摄像机	台	2	
5	自记雨量计	个	4	记录降水过程及雨量变化
6	雨量筒	个	1	
7	土壤水份快速测定仪	台	3	测不同深度土壤水份
8	皮尺或钢卷尺	个	1	测量距离和面积
9	烘箱	台	2	监测用具
10	机械天平	台	1	
11	泥沙取样器	个	10	
12	量筒（1000mg）	个	20	
13	取样瓶（1000mg，紧口瓶）	个	40	
14	边界材料	m	1000	
15	钢钎	根	200	
16	抽式标杆	支	60	
17	易耗品	项	1	化学试剂等
18	租用车辆	部	1	
19	租用无人机	台	2	

11.6 弃渣场安全监测

11.6.1 安全监测范围

根据《关于印发水利水电工程水土保持技术规范（SL575-2012）补充技术要点（试行）的通知》（水总环〔2019〕635 号）规定：“对于 3 级及以上有重大影响的弃渣场，可行性研究阶段应基本确定安全监测方案，初步设计阶段应进行安全监测设计”。本工程布置了 4 个 3 级弃渣场，分别为碗厂 1#弃渣场、白土坡 1#弃渣场、白土坡 2#弃渣场白土坡 3#弃渣场。

11.6.2 安全监测内容

弃渣场的安全监测内容主要包括：表面变形监测、深部变形监测、渗压监测、视频监控和人工巡视检查。

11.6.3 安全监测方法

（一）表面变形监测：一般根据弃渣场的容量和堆高，布设 2~3 个监测断面，每个监测断面在弃渣场表面布设 3~6 个表面变形测点，采用交会法和三角高程法对弃渣场表面位移进行监测；

（二）深部变形监测：一般在最大坡高监测断面的弃渣场临空面布设一定数量的测斜管，对弃渣场内部滑移变形进行监测；

（三）渗压监测：一般利用深部变形所布测斜管，将测斜管下部制作成花管，从而兼作测压管使用。当弃渣料主要为粘土等透水率低的土质弃渣场时，还应在监测断面中部、底部布置一定数量的渗压计。

（四）视频监控：在有 4G 信号覆盖的弃渣场布置 1 个视频监控点，监控范围为弃渣场的整个临空面，监控弃渣场表面变形情况，特别是暴雨期间弃渣场的稳定情况。

（五）降雨量监测：在碗厂 1#弃渣场布设 1 个遥测雨量站，监测弃渣场附近的降雨量变化情况。

11.6.4 安全监测布置

（1）碗厂 1#弃渣场监测

该弃渣场为 3 级渣场，弃渣量较大，堆渣高度较高。拟在该弃渣场最大堆高处布置 1 个主监测断面和 3 个次监测断面，在主监测断面上布设 5 个表面位移测点，在次监测断面上共布置 9 个表面位移测点，共计布设表面位移测点 14 个。另外在弃渣场外适当地点布设 3 个水平位移监测网点，作为表面位移监测的工作基点，采用交会法和三角高程法对弃渣场表面位移进行监测。

在主监测断面上布设 2 根（共 84m）测斜兼测压管，对弃渣场深部滑动变形和浸润线分布情况进行监测。

在弃渣场旁适当位置布设 1 个视频监控点，以能覆盖弃渣场的整个临空面为宜，主要监控弃渣场临坡面的变形情况。

（2）白土坡 1#弃渣场监测

该弃渣场为 3 级渣场，弃渣量较大，堆渣高度较高。拟在该弃渣场最大堆高处布置 1 个主监测断面和 2 个次监测断面，在主监测断面上布设 5 个表面位移测点，在次监测断面上共布置 6 个表面位移测点，共计布设表面位移测点 11 个。另外在弃渣场外适当地点布设 3 个水平位移监测网点，作为表面位移监测的工作基点，采用交会法和三角高程法对弃渣场表面位移进行监测。

在主监测断面上布设 2 根（共 72m）测斜兼测压管，对弃渣场深部滑动变形和浸润线分布情况进行监测。

（3）白土坡 2#弃渣场监测

该弃渣场为 3 级渣场，弃渣量较大，堆渣高度较高。拟在该弃渣场最大堆高处布置

1 个主监测断面和 2 个次监测断面，在主监测断面上布设 5 个表面位移测点，在次监测断面上共布置 6 个表面位移测点，共计布设表面位移测点 11 个。另外在弃渣场外适当地点布设 3 个水平位移监测网点，作为表面位移监测的工作基点，采用交会法和三角高程法对弃渣场表面位移进行监测。

在主监测断面上布设 2 根（共 90m）测斜兼测压管，对弃渣场深部滑动变形和浸润线分布情况进行监测。

（4）白土坡 3#弃渣场监测

该弃渣场为 3 级渣场，弃渣量较大，堆渣高度较高。拟在该弃渣场最大堆高处布置 1 个主监测断面和 2 个次监测断面，在主监测断面上布设 5 个表面位移测点，在次监测断面上共布置 6 个表面位移测点，共计布设表面位移测点 11 个。另外在弃渣场外适当地点布设 3 个水平位移监测网点，作为表面位移监测的工作基点，采用交会法和三角高程法对弃渣场表面位移进行监测。

在主监测断面上布设 2 根（共 77m）测斜兼测压管，对弃渣场深部滑动变形和浸润线分布情况进行监测。

表 11.6-1　弃渣场安全监测工程量表

序号	项目名称	单位	数量	备注
1	变形监测			
1.1	表面位移测点			
1.1.1	混凝土测点墩	个	47	
1.1.2	强制对中基座	个	47	不锈钢标芯
1.2	水平位移监测网点			
1.2.1	混凝土测点墩	个	12	
1.2.2	强制对中基座	个	12	
1.2.3	挖坑	个	12	不小于 1.0*1.0*1.0m
2	渗压监测			
2.1	渗压计		8	振弦式传感器，测量范围：0~1.5Mpa
2.2	测斜兼测压管			
2.2.1	测斜管	m	323	
2.2.2	测斜管钻孔及回填	m	323	含套管、固壁等
2.2.3	花管制作	m	24	单根花管长 3m
2.2.4	测斜管孔口装置	个	8	钢弦式测斜仪，测量范围 0～±30°,
3	其他			
3.1	四芯屏蔽电缆	m	1000	
3.2	φ50mmPVC 保护管	m	500	
4	视频监控设备	套	1	
5	一体化雨量监测站	套	1	

序号	项目名称	单位	数量	备注
6	施工期及运行期观测			
6.1	表面变形观测	点*次	1316	每季度 1 次，含水平与垂直
6.2	水平位移网点观测	点*次	84	每年测 1 次
6.3	测斜管观测	m*次	9044	每季度 1 次
6.4	测压管观测	点*次	224	
6.5	渗压计观测	点*次	224	
7	安全监测资料分析及安全评价			
7.1	安全监测资料入库、管理、整编	项	1	总价承包
7.2	安全监测季报	期	28	
7.3	安全监测年报	期	7	
7.4	安全监测总结报告	期	1	

11.7 监测成果

监测成果应包括水土保持监测实施方案、监测报告、图件、数据表（册）、影像资料等。

监测单位在监测工作开展前要制定监测实施方案；在监测期间要做好监测记录和数据整编，按季度编制监测季度报告表；在水土保持设施验收前应编制监测总结报告。监测实施方案、日常监测记录和数据、监测意见、监测季报和总结报告，应及时提交生产建设单位。监测单位发现可能发生水土流失危害情况的，应随时向生产建设单位报告。发生严重水土流失灾害事件时，应于事件发生后一周内完成专项报告。监测单位应当在每季度第一个月向审批水土保持方案的水行政主管部门（或者其他审批机关的同级水行政主管部门）报送上一季度的监测季报。其中，水利部审批水土保持方案的生产建设项目，监测季报向项目涉及的流域管理机构报送。

对点型项目，图件应包括项目区地理位置图、扰动地表分布图、监测分区与监测点分布图、土壤侵蚀强度图、水土保持措施分布图等。对线型项目，图件应包括项目区地理位置图、监测分区与监测点分布图、以及弃土（石、渣）场、取土（石、渣）场和开挖（填筑）区的扰动地表分布图、土壤侵蚀强度图、水土保持措施分布图等。

数据表（册）应包括原始记录表和汇总分析表。影像资料应包括监测过程中拍摄的反映水土流失动态变化及其治理措施实施情况的照片、录像等。监测成果应采用纸质和电子版形式保存，做好数据备份。

生产建设单位要根据水土保持监测成果和三色评价结论，不断优化水土保持设计，加强施工组织管理，对监测发现的问题建立台账，及时组织有关参建单位采取整改措施，有效控制新增水土流失。对监测总结报告三色评价结论为“红”色的，务必整改措施到位

并发挥效益后，方可通过水土保持设施自主验收。

对存在未按时报送监测季报、监测季报不符合规定、作出不实三色评价结论以及监测工作未按有关规定开展等情形的，要根据生产建设项目水土保持问题分类和责任追究标准、水土保持信用监管“两单”制度等规定，依法依规追究生产建设单位、监测单位及相关人员的责任，列入水土保持“重点关注名单”及“黑名单”，纳入全国及省级水利建设市场监管服务平台及信用平台。

12 水土保持工程管理

为确保按时保质保量地实施水土保持方案，发挥最大效益，实现方案确定的目标，工程建设单位应在水土保持工程的组织领导与管理、后续设计、招投标、监理、监测、施工管理、检查与验收、资金来源及使用管理等方面制定切实可行的方案，加强管理、监督力度，确保各项水土保持措施发挥实效。

工程管理包括工程建设期管理、运行期管理、工程保护范围与管理 3 个部分。

12.1 工程建设期管理

12.1.1 水土保持管理机构和人员

工程建设管理单位要设立专职机构或人员负责水土保持工程管理，明确水土保持职责、水土保持议事办法、水土保持责任到位的管理办法，进行水土保持工程建设期全面管理，并且作为整个工程水土保持的归口管理部门，负责各项水土保持制度的落实。建设单位要通过合同管理、宣传培训和检查验收等手段进行水土保持管理。水土保持监理、监测、施工等单位也要明确专职人员进行水土保持工程专项管理。

根据工程建设管理单位机构的定员人数以及建设期间水土保持实际需要确定水土保持工程管理人员的配备，负责建设期水土保持工程管理。

12.1.2 水土保持工程建设监理

根据国家有关要求，水土保持工程的建设纳入基本建设管理程序，经批复后的水土保持方案，在其实施过程中必须进行水土保持监理，监理成果是开发建设项目水土保持设施验收的主要依据之一。

建设单位根据水土保持方案中各项防护措施的设计要求，委托具有水土保持监理资质的单位，进行水土保持工程监理工作，形成以监理工程师为依托的合同管理模式，以期实现水土保持措施实施投资、进度和质量均得到有效控制的目的。

水土保持监理单位严格按照水土保持相关要求，做好施工阶段的监理工作，其主要职责:

（1）依据合同相关内容，监督施工单位切实履行其水土保持责任。组织设计单位向施工单位进行设计交底，审核施工单位施工组织设计，经批准后施工单位方可进行开工申请。同时，在施工过程中，建立工程材料检验和复验制度，建立工序质量检查和技术复核制度。

（2）对施工组织实施情况，监理工程师以监理日记、季报和年报的形式进行记录，说明施工进度、施工质量、资金使用以及存在的问题、处理意见、监理经验等，全面控制水土保持工程的实施。监理季报、年报应报水行政主管部门备案。

（3）协调建设单位和施工单位、建设单位与相应水行政主管部门之间有关水土保持措施实施、水土保持监测等方面的工作。

12.1.3 水土保持工程建设招、投标

水土保持方案实施过程中应采取“三制”质量保证措施，即实行项目法人制、工程招投标制和工程监理制，以保证方案的顺利实施，并达到预期的设计标准。

建设单位在主体工程招标文件中，按水土保持工程技术要求，把水土保持工程各项内容纳入招标文件、施工合同中，在招标时，水保工程量及投资应单列，在招标文件中要明确施工和监理单位的水土保持责任和具体要求，中标后承包商承担防治水土流失的责任、义务和惩罚措施。工程建设中外购土石料，在购买合同中应明确料场的水土流失防治责任。

中标单位在实施方案过程中，对设计内容如有变更，应按有关规定实施报批程序。

12.1.4 水土保持建设合同管理

水土保持工程合同可以单独签订，也可以与主体工程一起签订。合同中要明确水土保持相关条款、义务和职责，建设单位要设立合同管理专职部门或人员来负责合同管理工作，建立合同档案。

12.1.5 水土保持监测

本工程在整个工程建设期内必须全程开展水土保持监测，建设单位应委托具备中国水土保持学会颁发的生产建设项目水土保持监测单位水平评价证书的单位，监测单位按本方案中的监测要求和《水土保持监测技术规程》（SL277-2002）、《生产建设项目水土保持监测规程（试行）》及《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T 51240-2018）的相关要求，编制监测实施方案，开展水土保持监测工作。项目开工前应向有关水行政主管部门报送《生产建设项目水土保持监测实施方案》。

承担委托的监测机构须实行驻点监测。工程建设期间，应于每季度的第一个月内报送上季度的《生产建设项目水土保持监测季度报告表》，同时提供弃渣场的照片等影像资料；因降雨、大风或人为原因发生严重水土流失及危害事件的，应于事件发生后 1 周内报告有关情况。本工程监测时间较长，应每年 1 月底前报送上一年的监测报告，监测年度报告与第四季度报告结合上报。

水土保持监测任务完成后，应于 3 个月内报送《生产建设项目水土保持监测总结报告》。在监测季度报告表和总结报告中明确“绿黄红”三色评价结论。监测报告和报告表由建设单位向长江水利委员会报送，同时抄送云南省水利厅。报送的报告和报告表要有水土保持监测项目的负责人签字，并加盖生产建设单位公章和监测单位公章。

12.1.6 资金来源及使用管理

依据《中华人民共和国水土保持法》规定：开办生产建设项目或者从事其他生产建设活动造成水土流失的，应当进行治理。在山区、丘陵区、风沙区以及水土保持规划确定的容易发生水土流失的其他区域开办生产建设项目或者从事其他生产建设活动，损坏水土保持设施、地貌植被，不能恢复原有水土保持功能的，应当缴纳水土保持补偿费，专项用于水土流失预防和治理。专项水土流失预防和治理由水行政主管部门负责组织实施。

水土保持补偿费的收取使用管理办法由国务院财政部门、国务院价格主管部门会同国务院水行政主管部门制定。 生产建设项目在建设过程中和生产过程中发生的水土保持费用，按照国家统一的财务会计制度处理。

12.1.7 水土保持设计变更管理

水土保持方案经批准后，生产建设项目地点、规模发生重大变化，生产建设单位应当补充或者修改水土保持方案，报审批部门审批。生产建设单位应当按照批准的水土保持方案，与主体工程同步开展水土保持初步设计（后续设计），加强水土保持组织管理，严格控制重大变更。

12.1.8 水土保持工程建设检查督查

当地水行政主管部门依法对水土保持方案的实施进行监督管理。定期对水土保持方案的实施进度、质量、资金落实等情况进行实地监督、检查。在监督方法上可采用建设单位定期汇报与实地监测相结合，必要时可以采取行政、经济、司法等多种手段促使水土保持方案的完全落实。在方案实施过程中，建设单位要加强与水行政主管部门合作，接受各级水行政主管部门的监督和检查。建设单位对水行政主管部门的监督检查中发现的问题应及时处理。工程措施施工时，应对施工质量实时检查，对不符合设计要求或质量要求的工程，责令其重建，直到满足要求为止。植物措施工程施工时，应注意加强植物措施的后期抚育和管护，清除杂草，确保各种植物的成活率，发挥植物措施的水土保持效益。

12.1.9 水土保持设施专项验收

按照《水利部关于加强事中事后监管规范生产建设项目水土保持设施自主验收的通知》（水保〔2017〕365 号）、《云南省水利厅转发水利部关于加强事中事后监管规范生产建设项目水土保持设施自主验收文件的通知》（云水保〔2017〕97 号）的相关要求，生产建设项目水土保持设施验收采取生产建设单位按照有关要求自主开展水土保持设施验收。

依法编制水土保持方案报告书的生产建设项目投产使用前，生产建设单位应根据水土保持方案及其审批决定等，组织第三方机构编制水土保持设施验收报告，同时 4 级及以上的弃渣场应开展稳定性评估，其他弃渣场应根据弃渣场选址、堆渣量、最大堆渣高度和周边重要防护设施情况，开展必要的稳定性评估。生产建设单位应当在水土保持设施验收合格后，通过便于公众知悉的方式向社会公开水土保持设施验收鉴定书、水土保持设施验收报告和水土保持监测总结报告。公示结束后，生产建设项目投产使用前，向水土保持方案审批机关报备水土保持设施验收材料。报备材料包括水土保持设施验收鉴定书、水土保持设施验收报告和水土保持监测总结报告。建设单位、第三方机构和水土保持监测机构分别对水土保持设施验收鉴定书、水土保持设施验收报告和水土保持监测总结报告等材料的真实性负责。

12.2 工程运行期管理

工程运行期管理主要包括：水土保持管理机构和管理人员设置方案、运行管理的任务、运行管理设施与设备和管理费用。

12.2.1 水土保持管理机构和人员

根据主体工程运行期管理单位的性质，设立水土保持管理机构或专职人员负责水土保持工程运行期专项管理。若存在建设期与运行期管理单位的交接，应明确水土保持管理部门的职责交接。

根据工程运行管理单位机构的定员人数以及工程管护实际需要确定水土保持工程管理人员的配备，负责运行期水土保持工程管理。

12.2.2 运行管理

（1）水土保持工程验收后，由项目管理单位负责对永久占地内的水土保持设施进行后续管护与维修；临时占地区内的水土保持设施应由项目法人移交土地权属单位或个人继续管理维护，提出预防性管护措施或恢复原状。

（2）运行期提出水土保持工程主要建筑物和设施的安全运行管理要求，可参照《水

利水电工程水土保持技术规范》（SL575-2012）执行。

（3）明确运行期的水土保持监测设施和技术要求。

（4）明确运行期水土保持工程管理需要的设施内容和数量。

（5）明确运行期水土保持工程管理单位需要的各类交通工具数量。

12.2.3 运行期管理费用

工程运行期管理费用包括管理费、维修费、燃料动力和其他费用，其他费用为管理费、维修费、燃料动力费用外，其它必需支出的经常性费用。

根据“谁开发、谁保护，谁造成水土流失，谁负责治理”的原则，本工程运行管理费由运营单位承担。并组织协调统筹安排，按时到位，保证工程正常运行。

12.3 工程保护范围和管理

12.3.1 工程管理范围

根据水土保持工程规模和管理需要，结合自然地理条件和当地情况，划定水土保持工程管理范围。水土保持工程管理范围为水土保持工程建设区，即为水土保持工程措施、植物措施周围的一定区域。同时，根据工程管理的要求和有关法规制订水土保持工程管理范围的管理办法。

12.3.2 工程保护范围

根据水土保持工程规模和需要，确定水土保持工程设施保护范围。水土保持工程保护范围为工程管理范围边界线外延的一定区域。同时，提出土地利用限制要求，提出相应的管理办法。

12.3.3 管理保护要求

（1）建设单位需要接受各级水行政主管部门的监督、检查。在主体工程竣工验收之前，开展水土保持设施专项验收的自查自检工作;

（2）项目管理单位需要负责对永久征地内的水土保持设施进行管护和维修;

（3）临时占地内的水土保持设施移交给地方后，土地权属单位或个人需要负责临时占地内的水土保持设施进行管理维护;

（4）提出水土保持工程主要建筑物和设施的安全运行管理要求，禁止人为破坏;

（5）加强汛前和每次暴雨后的水土保持工程检查维护，确保工程在设计防洪标准内安全度汛;

（6）开展水土保持工程的经济效益、生态效益、社会效益监测工作;

（7）落实工程的管护责任主体，健全技术管护制度。

13 投资估算与效益分析

13.1 投资估算编制说明

13.1.1 编制原则

根据本水土保持治理工程与主体建设工程地理、社会环境相同，施工交通、材料供应条件相近，但工程施工方法、工艺、技术要求各有特点的实际，确定以下编制原则:

（1）价格水平年、工程主要材料价格与主体工程一致。价格水平年为 2020 年三季度。

（2）主体工程没有明确规定的措施单价，应采用《生产建设项目水土保持工程概（估）算编制规定（报批稿）》、《水土保持工程概（估）算定额》或当地造价信息、相关行业标准。

（3）水土保持投资费用构成应按《生产建设项目水土保持工程概（估）算编制规定（报批稿）》执行。

13.1.2 编制依据

（1）水利部水总（2003）67 号文发布的《水土保持工程概算定额》;

（2）水利部水总（2003）67 号文发布的《施工机械台时费定额》;

（3）水利部《生产建设项目水土保持工程概（估）算编制规定》（报批稿）;

（4）《关于水土保持收费标准（试行）的通知》（发改价格〔2014〕886 号）;

（5）财政部 国家发展改革委 水利部 中国人民银行关于印发《水土保持补偿费征收使用管理办法》的通知（财综〔2014〕8 号）;

（6）《水利部办公厅关于印<水利工程营业税改征增值税计价依据调整办法>的通知》（办水总〔2016〕132 号）;

（7）《水利部办公厅关于调整水利工程计价依据增值税计算标准的通知》（办财务函〔2019〕448 号）;

（8）《云南省水利水电工程概（估）算次要材料价格》（2014 版）;

（9）《关于水土保持补偿费征收标准的通知》（云南省物价局、省财政厅、省水利厅云价费发〔2017〕113 号）;

（10）《云南省水利厅 云南省发展和改革委员会关于调整云南省水利水电工程计价依据有关税率及系数的通知》（云水规计〔2019〕46 号）;

（11）水土保持措施设计资料。

13.1.3 编制方法及费率取值

根据水利部水总〔2003〕67 号文颁布的《水土保持工程概(估)算编制规定和定额》和水利部《生产建设项目水土保持工程概（估）算编制规定（报批稿)》的要求，本方案水土保持投资由水土保持工程措施费、植物措施费、监测措施、临时措施、独立费用、基本预备费、水土保持补偿费等部分组成，各项工程单价计算方法为:

13.1.3.1 水土保持工程措施费

工程措施费按设计工程量乘以工程单价进行编制。工程措施估算单价由直接费、间接费、利润和税金组成。

直接费：由基本直接费（人工费、材料费、机械使用费)、其它直接费组成。人工费按定额劳动量（工时）乘以人工预算单价（元/工时）计算；材料费按定额材料用量乘以材料预算单价计算;机械使用费按定额机械使用量(台时)乘以施工机械台时费计算。

间接费：按直接费乘以间接费率进行计算。

利润：按直接费与间接费之和乘以利润率进行计算。

税金：按直接费、间接费和利润三项之和乘以税率进行计算。

13.1.3.2 水土保持植物措施费

植物措施费按设计工程量乘以工程单价进行编制。植物措施估算单价由直接费、间接费、利润和税金组成。

直接费：由基本直接费（人工费、材料费、机械使用费)、其它直接费组成。人工费按定额劳动量(工时)乘以人工预算单价(元/工时)计算；材料费按定额材料用量(含苗木、草及种子费）乘以材料预算单价计算；机械使用费按定额机械使用量（台时）乘以施工机械台时费计算。

间接费：按直接费乘以间接费率进行计算。

利润：按直接费与间接费之和乘以利润率进行计算。

税金：按直接费、间接费和利润三项之和乘以税率进行计算。

13.1.3.3 监测措施费

监测措施费包括水土保持监测费和弃渣场安全监测费。

（1）土建设施及设备按设计工程量或设备清单乘以工程(设备)单价进行编制。

（2）安装费按设备费的百分率计算。

（3）建设期观测运行费，包括系统运行材料费、维护检修费、常规观测费、巡视

检查和观测及资料整编分析等相关费用，可在具体监测范围、监测内容、方法及监测时段的基础上分项计算，或按主体土建投资合计为基数。

13.1.3.4 施工临时工程费

施工临时工程费包括临时防护工程费和其他临时工程费。临时防护工程费按实际工程量乘单价进行计算，其他临时工程费按工程措施费与植物措施费之和的 2%计列。

13.1.3.5 水土保持独立费用

水土保持独立费用计列工程建设管理费、工程建设监理费、科研勘测设计费、水土保持方案编制费、水土保持验收费。

工程建设管理费：按新增投资估算一至四部分投资之和的 2%计算;

工程建设监理费: 按照国家发改委颁发的《建设工程监理与相关服务收费管理规定》〔2007〕670 号文计列;

工程勘测设计费: 本工程不计列工程科学研究试验费; 工程勘测设计费参照《水利、水电、电力建设项目前期工作工程勘察收费暂行规定》（发改价格〔2006〕1352 号文）和《工程勘察设计收费标准》（计价格〔2002〕10 号）文计列;

水土保持方案编制费：按《生产建设项目水土保持工程概（估）算编制规定（报批稿）》计列。

水土保持设施验收报告编制费：按《生产建设项目水土保持工程概（估）算编制规定（报批稿）》计列，其中估列了弃渣场安全评估费（参照相关水利工程，结合本工程实际进行估列，3 级弃渣场按 14 万/个计，4 级弃渣场按 10 万/个计）。

13.1.3.6 基本预备费

预备费包括基本预备费和价差预备费计算，按新增投资估算第一至第五部分投资之和的 10%计算。

13.1.3.7 水土保持补偿费

根据《关于水土保持补偿费征收标准的通知》（云价费发〔2017〕113 号文），本工程的水土保持补偿费按 0.7 元/m^2 补偿标准进行计算。

13.1.3.8 相关费率取值

根据《生产建设项目水土保持工程概（估）算编制规定（报批稿）》和《水利部办公厅关于印<水利工程营业税改征增值税计价依据调整办法>的通知》（办水总〔2016〕132 号），对基础单价中其他直接费、间接费和利润费率进行取值，相关费率及税费金额详见表 13.1-1。

表 13.1-1　基本费率取值表

序号	项目名称	其中			
		其他直接费	间接费	利润	税金
1	土方工程	3.8	5	7	9
2	石方工程	3.8	8	7	9
3	混凝土工程	3.8	7	7	9
4	钢筋制安	3.8	5	7	9
5	基础处理工程	3.8	10	7	9
6	土地整治	2.5	7	7	9
7	其他工程	3.8	7	7	9
8	植物措施	2.5	6	7	9

13.1.4 基础单价

（1）人工预算单价

依据《开发建设项目水土保持工程概（估）算编制规定》计算，本工程枢纽工程区牟定县和大姚县处于艰苦边远地区的二类区，人工单价按 6.74 元/工时计；输水工程区元谋县处于艰苦边远地区的一类区，人工单价按 5.87 元/工时计。

（2）材料预算价格

材料预算价格由材料原价、运杂费、采购及保管费组成。主要材料基础单价参考《云南省工程建设材料设备价格信息》和主体工程估算材料预算价格确定，植物措施主要材料预算价格按水利部水总〔2003〕67 号文进行计算。主要材料预算价格详见表 13.1-2。

（3）材料限价

工程措施和监测措施限价材料为砂石料、块石、料石、水泥、柴油、汽油、钢筋，其中砂石料、块石、料石均为 70 元/m^3，水泥为 255 元/t，柴油为 2990 元/t，汽油为 3075 元/t，钢筋为 2560 元/t。植物措施限价材料为苗木、草、种子，分别为 15 元/株、10 元/m^2 和 60 元/kg。

（4）施工机械使用费。使用的机械按水利部《水土保持工程概算定额》附录一“施工机械台时费”计算。施工机械台时费定额的折旧费除以 1.13 调整系数，修理及替换设备费除以 1.09 调整系数。

详见附件。

表 13.1-2　主要材料价格表

序号	材料名称及规格	单位	预算价格（元）	
			枢纽工程	输水工程
1	电	kW.h	0.50	0.50
2	风	m^3	0.10	0.19
3	水	m^3	1.11	3.29
4	汽油	kg	6579.65	6579.65
5	柴油	kg	5730.09	5730.09
6	水泥 42.5	t	426.63	402.00
7	中砂	m^3	91.52	109.95
8	碎石	m^3	61.96	86.83
9	块石	m^3	73.84	80.17
10	砖	千块	650.00	650.00
11	合金钻头	个	56.67	56.67
12	锚杆 φ28（4.5m）	kg	5.70	5.70
13	锚杆附件	kg	5.40	5.40
14	铁件	kg	4.48	4.48
15	U 形锚钉	kg	9.65	9.65
16	空心钢	kg	4.48	4.48
17	钢模板	kg	4.10	4.10
18	板枋材	m^3	1500.00	1500.00
19	钢筋	t	4227.30	4225.00
20	铁丝	kg	5.53	5.53
21	电焊条	kg	4.92	4.92
22	钢筋混凝土承插排水管	m	157.28	157.28
23	沥青	t	2210.00	2210.00
24	木柴	kg	0.60	0.60
25	炸药	kg	14185.85	14177.59
26	火雷管	发	2.50	2.50
27	导火线	m	3.65	3.65
28	彩条布	m^2	1.80	1.80
29	土工布	m^2	2.21	2.21
30	围栏	m^2	25.00	25.00
31	植生袋	个	0.57	0.57
32	农家土杂肥	m^3	300.00	300.00
33	混合草籽	kg	80.00	80.00
34	纸浆纤维(绿化用)	kg	7.22	7.22
35	保水剂(绿化用)	kg	15.00	15.00
36	复合肥料	kg	3.53	3.53
37	无纺布 18g	kg	15.82	15.82
38	粘合剂(绿化用)	kg	21.00	21.00
39	Φ75PVC 管（3m）	根	23.00	23.00
40	旱冬瓜（地径>1.2cm、高>65m）	株	3.50	3.50
41	车桑子（Ⅰ级种）	kg	61.33	61.33
42	羽脉山黄麻（Ⅰ级种）	kg	112.33	112.33
43	葛藤（地径 1cm、主蔓长 5m）	株	2.11	2.11
44	狗牙根（Ⅰ级种）	kg	57.25	57.25

序号	材料名称及规格	单位	预算价格（元）	
			枢纽工程	输水工程
45	木豆（Ⅰ级种）	kg	81.73	81.73
46	戟叶酸模（Ⅰ级种）	kg	91.93	91.93
47	紫薇（胸径 4cm，苗高 2.5m）	株	398.30	
48	苏铁（苗高 1.0m，冠幅 100cm）	株	141.90	
49	黄槐（胸径 4cm，苗高 1.5m）	株	278.10	
50	五色梅（苗高 20cm，冠幅 20cm）	株	9.37	
51	云南樟（胸径 5cm，苗高 2m）	株	396.50	
52	天竺桂（胸径 8cm，苗高 3m）	株	902.30	
53	小叶榕（胸径 6cm，冠幅 50cm）	株	107.71	107.71
54	清香木（胸径 8cm，苗高 3m）	株	735.56	
55	小叶女贞（苗高 70m，冠幅 70cm）	株	59.98	

13.2 水土保持投资概述

13.2.1 水土保持总投资

小石门水库工程水土保持总投资为 16612.33 万元，其中工程措施费 7858.70 万元，占水保总投资的 47.31%；植物措施费为 2860.77 万元，占水保总投资的 17.22%；监测措施费投资 625.22 万元，占水保总投资的 3.76%；施工临时工程投资 847.42 万元，占水保总投资的 5.10%；独立费用 2491.01 万元，占水保总投资的 14.99%；基本预备费 1468.31 万元，占水保总投资的 8.84%；水土保持补偿费 460.90 万元，占水保总投资的 2.77%。

水土保持工程投资详见表 13.2-1~6。

表 13.2-1　水土保持投资总估算表　单位：万元

一级分区	编号	工程或费用名称	建安工程费	设备费	植物措施费	独立费用	合计
第一部分　工程措施			7858.70				7858.70
枢纽工程区	一	枢纽区	14.23				14.23
	二	工程永久办公生活区	1.36				1.36
	三	弃渣场区	4654.43				4654.43
	四	交通道路区	197.20				197.20
	五	料场区	91.79				91.79
	六	施工生产生活区	11.80				11.80
	小计		4970.81				4970.81
输水工程区	一	输水线路区	91.34				91.34
	二	弃渣场区	2578.96				2578.96
	三	交通道路区	209.87				209.87
	四	施工生产生活区	6.92				6.92
	小计		2887.09				2887.09
专项设施复建区	一	专项设施复建区	0.80				0.80

	小计		0.80				0.80
第二部分 植物措施					2860.77		2860.77
枢纽工程区	一	枢纽区			338.78		338.78
	二	工程永久办公生活区			31.76		31.76
	三	弃渣场区			156.91		156.91
	四	交通道路区			504.81		504.81
	五	料场区			979.90		979.90
	六	施工生产生活区			12.91		12.91
	小计				2025.07		2025.07
输水工程区	一	输水线路区			294.09		294.09
	二	弃渣场区			164.77		164.77
	三	交通道路区			354.50		354.50
	四	施工生产生活区			21.83		21.83
	小计				835.19		835.19
专项设施复建区	一	专项设施复建区			0.51		0.51
	小计				0.51		0.51
第三部分 监测措施			550.12	75.10			625.22
监测措施	一	水土保持监测	237.78	26.98			264.76
	1	土建	19.01				19.01
	2	设备及安装		26.98			26.98
	3	观测运行费	218.77				218.77
	二	弃渣场安全监测	312.34	48.12			360.46
	1	建筑工程	30.70				30.70
	2	设备及安装		48.12			48.12
	3	观测运行费	281.64				281.64
	小计		550.12	75.10			625.22
第四部分 临时措施			847.42				847.42
枢纽工程区	一	枢纽区	16.60				16.60
	二	工程永久办公生活区	1.62				1.62
	三	弃渣场区	19.07				19.07
	四	交通道路区	36.26				36.26
	五	料场区	91.47				91.47
	六	施工生产生活区	0.23				0.23
	七	其他临时费用	152.42				152.42
	小计		317.67				317.67
输水工程区	一	输水线路区	275.31				275.31
	二	弃渣场区	44.01				44.01
	三	交通道路区	132.08				132.08
	四	施工生产生活区	1.31				1.31
	五	其他临时费用	74.45				74.45
	小计		527.16				527.16
专项设施复建区	一	专项设施复建区	2.56				2.56
	二	其他临时费用	0.03				0.03

	小计	2.59				2.59
一至四部分合计		9256.24	75.10	2860.77		12192.11
第五部分　独立费用					2491.01	2491.01
一	建设管理费				243.84	243.84
二	水土保持方案编制费 （水土保持专题报告编制费）				234.04	234.04
三	工程勘测设计费				1270.18	1270.18
四	工程建设监理费				231.43	231.43
五	水土保持设施验收报告编制费				511.52	511.52
一至五部分合计		9256.24	75.10	2860.77	2491.01	14683.12
一	基本预备费				1468.31	1468.31
二	水土保持补偿费				460.90	460.90
水土保持工程总投资		9256.24	75.10	2860.77	4420.22	16612.33

表 13.2-2　枢纽工程区水土保持工程措施投资估算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价（元）	合计（万元）
第一部分	工程措施				4970.82
1	枢纽工程区				4970.82
1.1	枢纽区				14.23
1.1.1	载土槽	m	1583.00	69.87	11.06
	浆砌砖	m^3	243.00	455.18	11.06
1.1.2	土地整治				3.17
	表土回覆（500m）	m^3	2964.00	10.70	3.17
1.2	工程永久办公生活区				1.36
1.2.1	土地整治				1.36
	表土回覆（500m）	m^3	1272.00	10.70	1.36
1.3	弃渣场区				4654.43
1.3.1	清基	m^3	5494.00	4.35	2.39
1.3.2	截水沟	m	12969.00	1507.85	1955.53
	土方开挖（沟-机械）	m^3	34064.00	3.33	11.34
	石方开挖	m^3	9085.00	57.31	52.07
	土方回填	m^3	5013.00	31.65	15.87
	M7.5 浆砌石	m^3	595.00	308.48	18.35
	M10 砂浆抹面	m^2	2058.00	16.51	3.40
	沥青木板分缝	m^2	1617.00	112.56	18.20
	C25 砼浇筑	m^3	15579.00	560.13	872.63
	钢筋制安	t	1320.17	7299.59	963.67
1.3.3	排水盲沟	m	5971.00	1001.32	597.89
	土方开挖（沟-机械）	m^3	42981.00	3.33	14.31
	块石抛填	m^3	42981.00	131.64	565.80
	铺土工布	m^2	31617.00	4.97	15.71
	钢筋混凝土承插管	m	131.00	157.28	2.06
1.3.4	马道及渣顶排水沟	m	8680.00	176.74	153.41
	土方开挖（沟-人工）	m^3	6601.00	19.90	13.14
	M7.5 浆砌石	m^3	4387.00	308.48	135.33
	沥青木板分缝	m^2	439.00	112.56	4.94
1.3.5	挡渣墙	m	20.00	3607.50	7.21
	土方开挖（柱坑-机械）	m^3	63.00	26.69	0.17
	土方回填	m^3	4.00	31.65	0.01
	M7.5 浆砌石	m^3	220.00	308.48	6.79
	沥青木板分缝	m^2	22.00	112.56	0.25
1.3.6	拦渣坝	m	126.00	31160.18	392.62
	土方开挖（柱坑-机械）	m^3	6633.00	26.69	17.70
	石方填筑	m^3	17879.00	179.08	320.18
	干砌石	m^3	2011.00	180.92	36.38
	碎石垫层	m^3	1278.00	143.62	18.35
1.3.7	消力池	口	5	64769.57	32.38
	土方开挖（柱坑-机械）	m^3	346.00	26.69	0.92
	土方回填	m^3	52.00	31.65	0.16
	C25 砼浇筑	m^3	216.00	560.13	12.10

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价（元）	合计（万元）
	钢筋制安	t	26.30	7299.59	19.20
1.3.8	表土剥离				227.05
	林木清除	m^2	842973.00	0.30	25.29
	表土剥离	m^2	150627.00	0.94	14.16
	表土剥离+挖树根	m^2	842973.00	1.63	137.40
	表土收集	m^3	185924.00	2.70	50.20
1.3.9	土地整治				210.10
	机械整地	hm^2	70.16	1590.37	11.16
	表土回覆（500m）	m^3	185924.00	10.70	198.94
1.3.10	网格植草护坡	m^2	96000.00	112.07	1075.85
	土方开挖（沟槽-人工）	m^3	11438.00	20.75	23.73
	C20 砼浇筑	m^3	18278.00	533.72	975.53
	Φ75PVC 管（3m）	根	28365	27.00	76.59
1.4	交通道路区				197.20
1.4.1	网格植草护坡	m^2	1360.00	139.77	19.01
	土方开挖（沟槽-人工）	m^3	380.00	20.75	0.79
	C25 砼浇筑	m^3	299.00	560.13	16.75
	Φ80 钻孔	m	292.00	21.61	0.63
	ΦPVC 管（3m）	根	97	23.00	0.22
	锚杆 φ28（4.5m）	根	24	257.39	0.62
1.4.2	网格植生袋护坡	m^2	1880.00	244.65	45.99
	土方开挖（沟槽-人工）	m^3	399.00	20.75	0.83
	C20 砼浇筑	m^3	41.00	533.72	2.19
	C25 砼浇筑	m^3	348.00	560.13	19.49
	Φ80 钻孔	m	478.00	21.61	1.03
	ΦPVC 管（3m）	根	159	23.00	0.37
	锚杆 φ28（4.5m）	根	139	257.39	3.58
	植生袋	个	5713	0.57	0.33
	钢筋制安	t	24.91	7299.59	18.18
1.4.3	沉沙池	座	4	6710.70	2.68
	土方开挖（柱坑-机械）	m^3	116.00	26.69	0.31
	土方回填	m^3	14.00	31.65	0.04
	M7.5 浆砌石	m^3	65.00	308.48	2.01
	M10 砂浆抹面	m^2	197.00	16.51	0.33
1.4.4	土地整治				129.52
	机械整地	hm^2	43.50	1590.37	6.92
	表土回覆（500m）	m^3	114578.00	10.70	122.60
1.5	料场区				91.79
1.5.1	排水沟	m	440.00	163.25	7.18
	土方开挖（沟-人工）	m^3	271.00	19.90	0.54
	土方回填	m^3	39.00	31.65	0.12
	M7.5 浆砌石	m^3	208.00	308.48	6.42
	M10 砂浆抹面	m^2	63.00	16.51	0.10
1.5.2	沉沙池	座	3	6732.51	2.02
	土方开挖（柱坑-机械）	m^3	87.00	26.69	0.23
	土方回填	m^3	10.00	31.65	0.03

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价（元）	合计（万元）
	M7.5 浆砌石	m^3	49.00	308.48	1.51
	M10 砂浆抹面	m^2	148.00	16.51	0.24
1.5.3	载土槽	m	4900.00	69.95	34.28
	浆砌砖	m^3	753.00	455.18	34.28
1.5.4	土地整治				48.31
	机械整地	hm^2	15.39	1590.37	2.45
	表土回覆（500m）	m^3	42861.00	10.70	45.86
1.6	施工生产生活区				11.80
1.6.1	沉沙池	座	1	6613.63	0.66
	土方开挖（柱坑-机械）	m^3	29.00	26.69	0.08
	土方回填	m^3	3.00	31.65	0.01
	M7.5 浆砌石	m^3	16.00	308.48	0.49
	M10 砂浆抹面	m^2	49.00	16.51	0.08
1.6.2	土地整治				11.14
	机械整地	hm^2	3.72	1590.37	0.59
	表土回覆（500m）	m^3	9860.00	10.70	10.55

表 13.2-3　输水工程和专项设施复建区水土保持工程措施投资估算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价（元）	合计（万元）
第一部分	工程措施				2887.89
1	输水工程区				2887.09
1.1	输水线路区				91.34
1.1.1	土地整治				91.34
	机械整地	hm^2	90.27	1543.59	13.93
	表土回覆（100m）	m^3	225683.00	3.43	77.41
1.2	弃渣场区				2578.96
1.2.1	挡水墙	m^3	67.00	630.58	4.22
	土方开挖（柱坑-机械）	m^3	51.00	23.24	0.12
	土方回填	m^3	7.00	27.56	0.02
	碎石回填	m^3	4.00	169.87	0.07
	M7.5 浆砌石	m^3	129.00	311.56	4.02
1.2.2	截水沟	m	22337.00	434.40	970.32
	土方开挖（沟-机械）	m^3	27123.00	3.20	8.68
	石方开挖	m^3	7699.00	53.14	40.91
	土方回填	m^3	4000.00	27.56	11.02
	M7.5 浆砌石	m^3	10879.00	311.56	338.95
	M10 砂浆抹面	m^2	39693.00	15.77	62.60
	沥青木板分缝	m^2	1775.00	109.71	19.47
	C25 砼浇筑	m^3	5376.00	582.87	313.35
	钢筋制安	t	242.21	7239.19	175.34
1.2.3	排水盲沟	m	9666.00	386.91	373.98
	土方开挖（沟-机械）	m^3	25565.00	3.20	8.18
	块石抛填	m^3	25565.00	136.70	349.47
	铺土工布	m^2	30050.00	4.78	14.36
	钢筋混凝土承插管	m	125.00	157.28	1.97
1.2.4	马道及渣顶排水沟	m	11560.00	163.71	189.25
	土方开挖（沟-人工）	m^3	6877.00	17.33	11.92
	M7.5 浆砌石	m^3	5498.00	311.56	171.30
	沥青木板分缝	m^2	550.00	109.71	6.03
1.2.5	挡渣墙	m	475.00	2989.06	141.98
	土方开挖（柱坑-机械）	m^3	1294.00	23.24	3.01
	土方回填	m^3	92.00	27.56	0.25
	M7.5 浆砌石	m^3	4301.00	311.56	134.00
	沥青木板分缝	m^2	430.00	109.71	4.72
1.2.6	消力池	口	25	27518.05	68.80
	土方开挖（柱坑-机械）	m^3	602.00	23.24	1.40
	土方回填	m^3	90.00	27.56	0.25
	C25 砼浇筑	m^3	458.00	582.87	26.70
	钢筋制安	t	55.88	7239.19	40.45
1.2.7	表土剥离		213405.00	10.20	217.58
	林木清除	m^2	854320.00	0.30	25.63
	表土剥离	m^2	74980.00	0.91	6.82
	表土剥离+挖树根	m^2	854320.00	1.51	129.00
	表土收集	m^3	213405.00	2.63	56.13

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价（元）	合计（万元）
1.2.8	土地整治				234.80
	机械整地	hm^2	80.53	1543.59	12.43
	表土回覆（500m）	m^3	213405.00	10.42	222.37
1.2.9	网格植草护坡	m^2	32500.00	116.32	378.03
	土方开挖（沟槽-人工）	m^3	3872.00	18.07	7.00
	C20 砼浇筑	m^3	6188.00	557.70	345.10
	Φ75PVC 管（3m）	根	9603	27.00	25.93
1.3	交通道路区				209.87
1.3.1	沉沙池	座	12	2325.29	2.79
	土方开挖（柱坑-机械）	m^3	151.00	23.24	0.35
	土方回填	m^3	18.00	27.56	0.05
	M7.5 浆砌石	m^3	64.00	311.56	1.99
	M10 砂浆抹面	m^2	251.00	15.77	0.40
1.3.2	土地整治				207.08
	机械整地	hm^2	64.60	1543.59	9.97
	表土回覆（500m）	m^3	189166.00	10.42	197.11
1.4	施工生产生活区				6.92
1.4.1	土地整治				6.92
	机械整地	hm^2	6.51	1543.59	1.00
	表土回覆（100m）	m^3	17252.00	3.43	5.92
2	专项设施复建区				0.80
2.1	表土剥离				0.48
	表土剥离	m^2	3000.00	0.91	0.27
	表土收集	m^3	795.00	2.63	0.21
2.2	土地整治				0.32
	机械整地	hm^2	0.30	1543.60	0.05
	表土回覆（100m）	m^3	795.00	3.43	0.27

表 13.2-4　枢纽工程区水土保持植物措施投资估算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价（元）	合计（万元）
第二部分	植物措施				2025.06
1	枢纽工程区				2025.06
1.1	枢纽区				338.78
1.1.1	喷播植草护坡	m²	27134.00	118.46	321.44
	喷播植草	m²	27134.00	70.34	190.86
	挂网	m²	27134.00	47.69	129.40
	抚育管理	hm²	2.71	4336.69	1.18
1.1.2	景观绿化	m²	350.00	150.47	5.27
	草坪	m²	350.00	4.61	0.16
	栽植紫薇	株	53	507.10	2.69
	栽植苏铁	株	25	185.62	0.46
	栽植黄槐	株	46	361.04	1.66
	栽植五色梅	株	88	31.27	0.28
	抚育管理	hm²	0.04	4336.75	0.02
1.1.3	植被恢复	hm²	0.85	142058.09	12.07
	栽植小叶女贞	株	831	77.81	6.47
	栽植车桑子	hm²	0.85	2523.08	0.21
	栽植葛藤	株	11048	3.99	4.41
	撒播狗牙根	hm²	0.85	7266.99	0.62
	抚育管理	hm²	0.85	4336.69	0.37
1.2	工程永久办公生活区				31.76
1.2.1	景观绿化	m²	4800.00	66.16	31.76
	草坪	m²	4800.00	4.61	2.21
	栽植天竺桂	株	50	1123.49	5.62
	栽植云南樟	株	50	504.90	2.52
	栽植小叶榕	株	60	151.72	0.91
	栽植小叶女贞	株	338	77.81	2.63
	栽植清香木	株	60	919.57	5.52
	栽植紫薇	株	81	507.10	4.11
	栽植苏铁	株	10	185.62	0.19
	栽植黄槐	株	181	361.04	6.53
	栽植五色梅	株	418	31.27	1.31
	抚育管理	hm²	0.48	4336.69	0.21
1.3	弃渣场区				156.91
1.3.1	植被恢复	hm²	70.16	22364.75	156.91
	栽植旱冬瓜	株	49166	6.41	31.52
	栽植车桑子	hm²	70.16	2523.08	17.70
	栽植羽脉山黄麻	hm²	70.16	3746.06	26.28
	撒播狗牙根	hm²	70.16	7266.99	50.99
	抚育管理	hm²	70.16	4336.69	30.43
1.4	交通道路区				504.81
1.4.1	喷播植草护坡	m²	17010.00	118.46	201.51
	喷播植草	m²	17010.00	70.34	119.65
	挂网	m²	17010.00	47.69	81.12
	抚育管理	hm²	1.70	4336.69	0.74

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价（元）	合计（万元）
1.4.2	网格植草护坡	m²	1360.00	2.09	0.28
	播撒木豆	hm²	0.14	9078.00	0.13
	播撒戟叶酸模	hm²	0.14	6868.71	0.10
	抚育管理	hm²	0.14	4336.71	0.06
1.4.3	网格植生袋护坡	m²	1880.00	2.05	0.39
	播撒木豆	hm²	0.19	9078.00	0.17
	播撒戟叶酸模	hm²	0.19	6868.68	0.13
	抚育管理	hm²	0.19	4336.68	0.08
1.4.4	植被恢复	hm²	45.71	66207.14	302.63
	栽植旱冬瓜	株	114977	6.41	73.70
	栽植云南樟	株	2730	504.90	137.84
	栽植车桑子	hm²	43.50	2523.08	10.98
	栽植羽脉山黄麻	hm²	43.50	3746.06	16.30
	栽植葛藤	株	27300	3.99	10.89
	撒播狗牙根	hm²	45.56	7266.99	33.11
	抚育管理	hm²	45.71	4336.69	19.82
1.5	料场区				979.90
1.5.1	喷播植草护坡	m²	78115.00	118.46	925.38
	喷播植草	m²	78115.00	70.34	549.46
	挂网	m²	78115.00	47.69	372.53
	抚育管理	hm²	7.81	4336.69	3.39
1.5.2	植被恢复	hm²	16.08	33903.57	54.52
	栽植旱冬瓜	株	2576	6.41	1.65
	栽植小叶女贞	株	2573	77.81	20.02
	栽植车桑子	hm²	16.08	2523.08	4.06
	栽植羽脉山黄麻	hm²	16.08	3746.06	6.02
	栽植葛藤	株	10290	3.99	4.11
	撒播狗牙根	hm²	16.08	7266.99	11.69
	抚育管理	hm²	16.08	4336.69	6.97
1.6	施工生产生活区				12.91
1.6.1	植被恢复	hm²	3.72	34702.52	12.91
	栽植旱冬瓜	株	9767	6.41	6.26
	栽植车桑子	hm²	3.72	2523.08	0.94
	栽植羽脉山黄麻	hm²	3.72	3746.06	1.39
	撒播狗牙根	hm²	3.72	7266.99	2.70
	抚育管理	hm²	3.72	4336.69	1.61

表 13.2-5　输水工程区和专项设施复建区水土保持植物措施投资估算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价（元）	合计（万元）
第二部分	植物措施				835.70
1	输水工程区				835.19
1.1	输水线路区				294.09
1.1.1	植被恢复	hm²	125.12	23504.90	294.09
	栽植旱冬瓜	株	83788	6.28	52.62
	栽植车桑子	hm²	125.12	2426.06	30.35
	栽植羽脉山黄麻	hm²	125.12	3649.04	45.66
	栽植葛藤	株	71919	3.92	28.19
	撒播狗牙根	hm²	125.12	7194.21	90.01
	抚育管理	hm²	125.12	3776.90	47.26
1.2	弃渣场区				164.77
1.2.1	植被恢复	hm²	80.53	20460.71	164.77
	栽植旱冬瓜	株	43785	6.28	27.50
	栽植车桑子	hm²	80.53	2426.06	19.54
	栽植羽脉山黄麻	hm²	80.53	3649.04	29.39
	撒播狗牙根	hm²	80.53	7194.21	57.93
	抚育管理	hm²	80.53	3776.90	30.42
1.3	交通道路区				354.50
1.3.1	植被恢复	hm²	75.26	47102.91	354.50
	栽植小叶榕	株	5649	149.73	84.58
	栽植旱冬瓜	株	190255	6.28	119.48
	栽植车桑子	hm²	75.26	2426.06	18.26
	栽植羽脉山黄麻	hm²	75.26	3649.04	27.46
	栽植葛藤	株	56490	3.92	22.14
	撒播狗牙根	hm²	75.26	7194.21	54.14
	抚育管理	hm²	75.26	3776.90	28.42
1.4	施工生产生活区				21.83
1.4.1	植被恢复	hm²	6.51	33531.45	21.83
	栽植旱冬瓜	株	17089	6.28	10.73
	栽植车桑子	hm²	6.51	2426.06	1.58
	栽植羽脉山黄麻	hm²	6.51	3649.04	2.38
	撒播狗牙根	hm²	6.51	7194.21	4.68
	抚育管理	hm²	6.51	3776.90	2.46
2	专项设施复建区				0.51
2.1	植被恢复	hm²	0.30	17046.20	0.51
	栽植车桑子	hm²	0.30	2426.07	0.07
	栽植羽脉山黄麻	hm²	0.30	3649.03	0.11
	撒播狗牙根	hm²	0.30	7194.20	0.22
	抚育管理	hm²	0.30	3776.90	0.11

表 13.2-6　水土保持监测措施投资估算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价（元）	合计（元）
第三部分	监测措施				625.22
1	水土保持监测				264.76
1.1	土建设施				19.01
1.1.1	观测场地				2.56
	场地整治	m^2	1425.00	1.09	0.16
	土石方搬运	m^3	427.00	25.50	1.09
	围栏	m	526.00	25.00	1.32
1.1.2	观测设施				16.45
	土方开挖（沟槽-人工）	m^3	167.00	20.75	0.35
	土方回填	m^3	35.00	31.65	0.11
	浆砌砖	m^3	262.00	455.18	11.93
	M7.5 浆砌石	m^3	85.00	308.48	2.62
	M10 砂浆抹面	m^2	873.00	16.51	1.44
1.2	设备及安装				26.98
1.2.1	监测设备、仪表				10.26
	激光测距仪（望远镜）	套	1	4500.00	0.45
	手持式 GPS	套	2	8000.00	1.60
	数码相机	台	2	3000.00	0.60
	数码摄像机	台	2	6000.00	1.20
	自记雨量计	个	4	4000.00	1.60
	雨量筒	个	1	700.00	0.07
	土壤水份快速测定仪	台	3	4500.00	1.35
	皮尺或钢卷尺	个	1	25.00	0.00
	烘箱	台	2	8000.00	1.60
	机械天平	台	1	500.00	0.05
	泥沙取样器	个	10	50.00	0.05
	量筒（1000mg）	个	20	10.00	0.02
	取样瓶（1000mg，紧口瓶）	个	40	10.00	0.04
	边界材料	m	1000.00	3.00	0.30
	钢钎	根	200	1.50	0.03
	抽式标杆	支	60	50.00	0.30
	易耗品	项	1	10000.00	1.00
1.2.2	租用车辆	部	1	120000.00	12.00
1.2.3	租用无人机	台	2	20000.00	4.00
1.2.4	安装费		5	1426.25	0.71
1.3	建设期观测运行费				218.77
	观测运行费	项	1	2037690.00	203.77
	遥感影像资料费	项	1	150000.00	15.00
2	弃渣场安全监测				360.46
2.1	变形监测				30.70
2.1.1	表面位移测点				23.50
	混凝土测点墩	个	47	3500.00	16.45
	强制对中基座	个	47	1500.00	7.05
2.1.2	水平位移监测网点				7.20
	混凝土测点墩	个	12	3500.00	4.20

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价（元）	合计（元）
	强制对中基座	个	12	1500.00	1.80
	挖坑	个	12	1000.00	1.20
2.2	渗压监测				40.12
2.2.1	渗压计	个	8	7000.00	5.60
2.2.2	测斜兼测压管				34.52
	测斜管	m	323.00	180.00	5.81
	测斜管钻孔及回填	m	323.00	850.00	27.46
	花管制作	m	24.00	120.00	0.29
	测斜管孔口装置	个	8	1200.00	0.96
2.3	其他				4.50
	四芯屏蔽电缆	m	1000.00	20.00	2.00
	φ50mmPVC 保护管	m	500.00	50.00	2.50
2.4	视频监控设备	套	1	15000.00	1.50
2.5	一体化雨量监测站	套	1	20000.00	2.00
2.6	观测费				221.14
	表面变形观测	点*次	1316	320.00	42.11
	水平位移网点观测	点*次	84	20000.00	168.00
	测斜管观测	m*次	9044	11.00	9.95
	测压管观测	点*次	224	35.00	0.78
	渗压计观测	点*次	224	13.00	0.29
2.7	安全监测资料分析及安全评价				60.50
	安全监测资料入库、管理、整编	项	1	50000.00	5.00
	安全监测季报	期	28	10000.00	28.00
	安全监测年报	期	7	25000.00	17.50
	安全监测总结报告	期	1	100000.00	10.00

表 13.2-7　枢纽工程区水土保持临时措施投资估算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价（元）	合计（万元）
第四部分	施工临时工程				317.67
1	枢纽工程区				317.67
1.1	枢纽区				16.60
1.1.1	临时排水沟	m	1200.00	12.49	1.50
	土方开挖（沟-人工）	m^3	317.00	19.90	0.63
	铺彩条布	m^2	2231.00	3.89	0.87
1.1.2	编织袋装土临时拦挡	m	450.00	335.57	15.10
	编织袋填装	m^3	817.00	168.70	13.78
	编织袋拆除	m^3	817.00	16.13	1.32
1.2	永久办公生活区				1.62
1.2.1	临时排水沟	m	130.00	8.11	0.11
	土方开挖（沟-机械）	m^3	34.00	3.33	0.01
	铺彩条布	m^2	242.00	3.89	0.09
1.2.2	编织袋装土临时拦挡	m	45.00	336.80	1.52
	编织袋填装	m^3	82.00	168.70	1.38
	编织袋拆除	m^3	82.00	16.13	0.13
1.3	弃渣场区				19.07
1.3.1	临时排水沟	m	3706.00	1.37	0.51
	土方开挖（沟-机械）	m^3	1529.00	3.33	0.51
1.3.2	临时绿化	hm^2	9.53	7999.03	7.62
	撒播狗牙根	hm^2	10.49	7266.99	7.62
1.3.3	编织袋装土临时拦挡	m	117.00	935.21	10.94
	编织袋填装	m^3	592.00	168.70	9.99
	编织袋拆除	m^3	592.00	16.13	0.95
1.4	交通道路区				36.26
1.4.1	临时排水沟	m	21210.00	0.49	1.05
	土方开挖（沟-机械）	m^3	3150.00	3.33	1.05
1.4.2	临时绿化	hm^2	2.25	8009.84	1.80
	撒播狗牙根	hm^2	2.48	7266.99	1.80
1.4.3	竹栅围栏拦挡	m	12150.00	27.50	33.41
	栅栏	m^2	13365.00	25.00	33.41
1.5	料场区				91.47
1.5.1	临时排水沟	m	495.00	6.36	0.31
	土方开挖（沟-机械）	m^3	74.00	3.33	0.02
	铺彩条布	m^2	746.00	3.89	0.29
1.5.2	临时苫盖	m^2	38900.00	3.89	15.13
	铺彩条布	m^2	38900.00	3.89	15.13
1.5.3	编织袋装土临时拦挡	m	3740.00	203.31	76.03
	编织袋填装	m^3	4114.00	168.70	69.39
	编织袋拆除	m^3	4114.00	16.13	6.64
1.6	施工生产生活区				0.23
1.6.1	临时排水沟	m	360.00	6.36	0.23
	土方开挖（沟-机械）	m^3	53.00	3.33	0.02
	铺彩条布	m^2	543.00	3.89	0.21
1.7	其他临时费用				152.42
	其他临时措施费	%	2.00	76210792.84	152.42

表 13.2-8　输水工程区和专项设施复建区水土保持临时措施投资估算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价（元）	合计（万元）
第四部分	施工临时工程				529.75
1	输水工程区				527.16
1.1	输水线路区				275.31
1.1.1	临时苫盖	m^2	113645.00	3.76	42.73
	铺彩条布	m^2	113645.00	3.76	42.73
1.1.2	编织袋装土临时拦挡	m	12540.00	185.47	232.58
	编织袋填装	m^3	13794.00	154.56	213.20
	编织袋拆除	m^3	13794.00	14.05	19.38
1.2	弃渣场区				44.01
1.2.1	临时排水沟	m	4608.00	0.84	0.39
	土方开挖（沟-机械）	m^3	1216.00	3.20	0.39
1.2.2	临时绿化	hm^2	12.25	7916.57	9.70
	撒播狗牙根	hm^2	13.48	7194.21	9.70
1.2.3	编织袋装土临时拦挡	m	398.00	852.37	33.92
	编织袋填装	m^3	2012.00	154.56	31.10
	编织袋拆除	m^3	2012.00	14.05	2.83
1.3	交通道路区				132.08
1.3.1	临时排水沟	m	45855.00	0.48	2.18
	土方开挖（沟-机械）	m^3	6809.00	3.20	2.18
1.3.2	临时绿化	hm^2	10.19	7914.34	8.06
	撒播狗牙根	hm^2	11.21	7194.21	8.06
1.3.3	竹栅围栏拦挡	m	44305.00	27.50	121.84
	栅栏	m^2	48736.00	25.00	121.84
1.4	施工生产生活区				1.31
1.4.1	临时排水沟	m	2140.00	6.14	1.31
	土方开挖（沟-机械）	m^3	318.00	3.20	0.10
	铺彩条布	m^2	3225.00	3.76	1.21
1.5	其他临时费用				74.45
	其他临时措施费	%	2.00	372229.09	74.45
2	专项设施复建区				2.59
2.1	临时排水沟	m	190.00	2.55	0.05
	土方开挖（沟-人工）	m^3	28.00	17.33	0.05
2.2	临时苫盖	m^2	980.00	3.76	0.37
	铺彩条布	m^2	980.00	3.76	0.37
2.3	编织袋装土临时拦挡	m	115.00	186.20	2.14
	编织袋填装	m^3	127.00	154.56	1.96
	编织袋拆除	m^3	127.00	14.05	0.18
2.4	其他临时费用				0.03
	其他临时措施费	%	2.00	13124.64	0.03

表 13.2-9　水土保持独立费用估算表　单位：万元

序号	费用类型	单位	数量	单价	费用	依据
1	工程建设管理费	项	12192.11	0.02	243.84	一至四部分之和 2%
2	水土保持方案编制费（水土保持专题报告编制费）	项			234.04	水土保持工程概（估）算编制规定
3	工程勘测设计费	项			1270.18	
3.1	工程勘察费	项			685.66	计价格〔2002〕10 号文
3.2	工程设计费	项			584.52	计价格〔2002〕10 号文
4	工程建设监理费	项			231.43	发改价格〔2007〕670 号文计列
5	水土保持设施验收报告编制费	项			511.52	水土保持工程概（估）算编制规定
合计					2491.01	

13.2.2 分年度投资

根据本方案措施进度安排，结合主体工程总体施工进度，水土保持投资分年度安排如下：

表 13.2-10　分年度投资表　单位：万元

一级分区	编号	工程或费用名称	投资总计	建设期（年）						
				第 1 年	第 2 年	第 3 年	第 4 年	第 5 年	第 6 年	第 7 年
第一部分　工程措施			7858.70	1556.37	883.74	404.78	1484.66	745.61	1390.08	1393.47
枢纽工程区	一	枢纽区	14.23	1.42	1.71	2.85	1.71	1.85	2.56	2.13
	二	工程永久办公生活区	1.36	1.36						
	三	弃渣场区	4654.43	1489.42	791.25	372.35	325.81	279.27	791.25	605.08
	四	交通道路区	197.20	45.36	65.08	29.58			21.69	35.50
	五	料场区	91.79	14.69	25.70				22.03	29.37
	六	施工生产生活区	11.80	4.13						7.67
	小计		4970.81	1556.37	883.74	404.78	327.52	281.12	837.54	679.75
输水工程区	一	输水线路区	91.34						10.96	80.38
	二	弃渣场区	2578.96				1083.16	464.21	541.58	490.00
	三	交通道路区	209.87				73.45			136.42
	四	施工生产生活区	6.92							6.92
	小计		2887.09				1156.62	464.21	552.54	713.72
专项设施复建区	一	专项设施复建区	0.80				0.52	0.28		
	小计		0.80				0.52	0.28		
第二部分 植物措施			2860.77		90.01	133.57	108.11	241.78	1292.48	994.81
枢纽工程区	一	枢纽区	338.78				40.65	84.70	108.41	105.02
	二	工程永久办公生活区	31.76		14.29	17.47				
	三	弃渣场区	156.91						106.70	50.21
	四	交通道路区	504.81		75.72	116.11			80.77	232.21
	五	料场区	979.90						636.94	342.97
	六	施工生产生活区	12.91						4.65	8.26
	小计		2025.07		90.01	133.57	40.65	84.70	937.46	738.67
输水工程区	一	输水线路区	294.09				17.65	64.70	117.64	94.11
	二	弃渣场区	164.77					6.59	105.45	52.73
	三	交通道路区	354.50				49.63	81.54	124.08	99.26
	四	施工生产生活区	21.83					3.93	7.86	10.04

一级分区	编号	工程或费用名称	投资总计	建设期（年）						
				第 1 年	第 2 年	第 3 年	第 4 年	第 5 年	第 6 年	第 7 年
	小计		835.19				67.28	156.76	355.02	256.14
专项设施复建区	一	专项设施复建区	0.51				0.18	0.33		
	小计		0.51				0.18	0.33		
第三部分 监测措施			625.22	47.35	40.45	31.25	120.65	131.55	124.19	129.77
监测措施	一	水土保持监测	264.76	47.35	40.45	31.25	41.83	38.61	31.25	34.01
	1	土建	19.01	6.65	3.80		4.37	3.04		1.14
	2	设备及安装	26.98	9.44	5.40		6.21	4.32		1.62
	3	观测运行费	218.77	31.25	31.25	31.25	31.25	31.25	31.25	31.25
	二	弃渣场安全监测	360.46				78.82	92.94	92.94	95.76
	1	建筑工程	30.70				30.70			
	2	设备及安装	48.12				48.12			
	3	观测运行费	281.64					92.94	92.94	95.76
	小计		625.22	47.35	40.45	31.25	120.65	131.55	124.19	129.77
第四部分 临时措施			847.42	162.16	42.76	19.95	268.05	178.76	123.90	51.84
枢纽工程区	一	枢纽区	16.60	6.31	5.31	1.99	2.49	0.17	0.17	0.17
	二	工程永久办公生活区	1.62	1.05	0.57					
	三	弃渣场区	19.07	8.58	4.96	4.39	1.14			
	四	交通道路区	36.26	22.48	11.60	2.18				
	五	料场区	91.47	91.47						
	六	施工生产生活区	0.23	0.20	0.03					
	七	其他临时费用	152.42	32.07	20.28	11.39	9.78	9.95	37.98	30.96
	小计		317.67	162.16	42.76	19.95	13.41	10.11	38.15	31.13
输水工程区	一	输水线路区	275.31				123.89	101.86	49.56	
	二	弃渣场区	44.01				22.45	11.44	10.12	
	三	交通道路区	132.08				81.89	42.27	7.92	
	四	施工生产生活区	1.31							1.31
	五	其他临时费用	74.45				24.48	12.42	18.15	19.40
	小计		527.16				252.70	167.99	85.75	20.71
专项设施复建区	一	专项设施复建区	2.56				1.92	0.64		
	二	其他临时费用	0.03				0.01	0.01		0.00
	小计		2.59				1.93	0.65		0.00
一至四部分合计			12192.11	1765.89	1056.96	589.55	1981.46	1297.70	2930.66	2569.89
第五部分　独立费用			2491.01	1572.60	54.20	44.85	72.69	59.02	91.67	595.98
一	建设管理费		243.84	35.32	21.14	11.79	39.63	25.95	58.61	51.40
二	水土保持方案编制费（水土保持专题报告编制费）		234.04	234.04						
三	工程勘测设计费		1270.18	1270.18						
四	工程建设监理费		231.43	33.06	33.06	33.06	33.06	33.06	33.06	33.06
五	水土保持设施验收报告编制费		511.52							511.52
一至五部分合计			14683.12	3338.48	1111.16	634.41	2054.15	1356.72	3022.33	3165.87
一	基本预备费		1468.31	333.85	111.12	63.44	205.42	135.67	302.23	316.59
二	水土保持补偿费		460.90	460.90						
水土保持工程总投资			16612.33	4133.23	1222.28	697.85	2259.57	1492.39	3324.57	3482.45

13.3 设计水平年防治效益分析

通过本方案的实施，使项目建设区的水土流失得到有效治理，损坏的水土保持设施得到恢复和改善，原有的土壤侵蚀也得到一定程度的控制。根据前面章节分析可知，小石门水库工程扰动原地貌、损坏土地的面积为 659.33hm^2（不包括水库淹没区）。各分区治理措施面积等详见表 13.3-1。由表 13.3-1 中的数据计算水土流失防治效益，详见表 13.3-2。

表 13.3-1　设计水平年防治效果预测计算基础表　单位：hm^2

分区	项目名称		建设区面积	水土流失面积	水土保持措施面积		复耕	永久建筑物及硬化面积	水域面积	可恢复植被面积
					工程措施	植物措施				
枢纽工程区	枢纽区		50.98	50.98	0.03	4.39		46.56		4.39
	工程永久办公生活区		1.51	1.51		0.48		1.03		0.48
	弃渣场区		99.36	99.36		70.16	29.20			70.16
	料场区	土料场	4.91	4.91		0.98	3.93			0.98
		石料场	23.60	23.60	0.02	22.91				24.05
	交通道路区	永久公路	13.28	13.28		4.08		9.20		4.08
		临时道路	46.19	46.19		43.65	2.54			43.65
	施工生产生活区		4.13	4.13		3.72	0.41			3.72
	水库淹没区		204.04						204.04	
	小计		447.99	243.95	0.05	150.38	36.07	56.78	204.04	151.52
输水工程区	输水线路区	明管段	41.33	41.33		26.78		14.55		26.78
		埋管段	148.37	148.37		98.19	46.68			98.19
		隧洞	1.20	1.20		0.15		1.05		0.17
	弃渣场区		92.93	92.93		80.53	12.40			80.53
	交通道路区	永久公路	16.06	16.06		6.73		9.34		6.73
		临时道路	102.25	102.25		68.54	19.65	14.06		68.54
	施工生产生活区		12.34	12.34		6.51	5.76			6.51
	小计		414.48	414.48		287.42	84.49	39.00		287.44
专项设施复建区			0.90	0.90		0.30		0.60		0.30
合计			863.37	659.33	0.05	438.10	120.56	96.38	204.04	439.26

注：在效益计算时，水库淹没区不计入扰动土地面积和水土流失总面积。

表 13.3-2　设计水平年水土保持效益计算表

指标	计算式	各单项指标	单位	效益值	目标值	评价
水土流失治理度(%)	防治责任范围内水土流失达标面积	655.09	hm^2	99.36%	97%	达到方案目标
	防治责任范围内水土流失总面积	659.33	hm^2			
土壤流失控制比	项目区容许土壤流失量	500	t/km^2•a	1.05	1.00	达到方案目标
	项目区治理后每平方公里年平均土壤流失量	475	t/km^2•a			
渣土防护率(%)	采取措施实际挡护的永久弃渣、临时堆土数量	1242.86	万 m^3	97.30%	92%	达到方案目标
	永久弃渣和临时堆土总量	1277.35	万 m^3			
表土保护率(%)	保护的表土数量	145.48	万 m^3	98.08%	95%	达到方案目标
	可剥离表土总量	148.34	万 m^3			
林草植被恢复率(%)	林草类植被面积	438.10	hm^2	99.74%	96%	达到方案目标
	可恢复林草植被面积	439.26	hm^2			
林草覆盖率(%)	林草类植被面积	438.10	hm^2	50.74%	23%	达到方案目标
	项目建设区总面积	863.37	hm^2			

本工程水土保持措施实施后，生态效益主要体现在提高森林植被覆盖率，改善生态环境，减少水土流失等方面。治理后主要的生态效益指标为:

（1）水土流失治理度

本工程防治责任范围内水土流失面积为 659.33hm^2，水土保持措施实施后，加上地面硬化面积和永久建筑物面积，防治责任范围内水土流失达标面积为 655.09hm^2，水土流失治理度达到 97%以上。

（2）土壤流失控制比

项目区背景土壤侵蚀模数平均值为 732t/km^2•a，允许值为 500t/km^2.a。水土保持实施后，项目区土壤侵蚀模数小于 500t/km^2.a，项目区土壤流失控制比大于 1.00。

（3）渣土防护率

本工程永久弃渣和临时堆土（包括表土）总量为 1277.35 万 m^3，水土保持措施实施后，实际挡护的永久弃渣、临时堆土数量为 1242.86 万 m^3，渣土防护率达到 92%以上。

（4）表土保护率

本工程可剥离的表土总量为 148.34 万 m^3，临时防护措施实施后，保护的表土数量为 145.48 万 ^{3}，表土保护率达 95%以上。

（5）林草植被恢复率

林草植被恢复率为林草类植被面积与可绿化面积的比值，扣除建筑物和淹没区占地外，本工程可恢复植被地表面积为 439.26hm^2，方案实施后恢复植被 438.10hm^2，考虑到成活率的问题，林草植被恢复率达 96%以上。

（6）林草覆盖率

方案水土保持措施实施后，使可绿化面积基本得到绿化，恢复植被面积 438.10m^2，占工程区建设总面积的 50.74%，达到本方案确定的目标。

综上分析，六项生态效益指标均可达到防治目标值。

13.4 水土保持损益分析

13.4.1 分析依据

根据中华人民共和国国家标准《水土保持综合治理效益计算方法》（GB/T15774-2008）和《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）的要求进行分析。

13.4.2 分析原则

建设项目水土保持措施的主要目的是改善工程区周边区域的生态环境、保土护坡、

提高工程区的景观，保证工程区周边地区的水、土资源可持续利用，以及提高工程区环境质量。因此，主要从项目建成后工程区周边地区的水、土资源可持续利用，生态环境状况、水土保持功能、水土流失及危害、环境及耕地的人口容量、水土保持成本等方面进行较为全面的损失和效益分析。

13.4.3 水土资源损益分析

本水土保持方案对永久占地和临时占地的扰动地表都采取了不同类型的水土保持措施进行综合治理，恢复了部分土地原有功能，减少了土资源的流失，并且工程中尽量利用开挖量进行回填，减少弃方运移和堆弃，并对弃渣场进行了较好的挡护和排水措施，减少了土资源及弃渣的流失。本工程为建设类项目，主要是施工用水，总耗水量不大，对当地生产、生活、生态用水基本没有出现因水资源过量开采、不合理利用，导致生态退化、水土流失加剧的情况。

13.4.4 生态环境损益分析与评价

工程的建设破坏了原有植被，对工程区周边地区的小气候、小环境有一定影响，如地表温度提高、湿度降低等，局地小气候的变化又会影响到水土保持措施和功能，工程建设扰动原地貌、原生态系统，开挖、填筑、堆弃使景观斑块、廊道等发生改变，对景观结构、功能造成影响，进而使区域水土保持功能发生变化，水土保持措施实施后，使施工扰动及破坏的原植被得到一定程度的恢复；建设期水土流失基本得到了控制，各项措施的实施将能有效防止因项目建设造成的水土流失，工程水土流失及弃渣得到有效防治。并且林草植被覆盖率的增加，能改善土壤物理、化学性状，提高土壤肥力，改善工程区周边小气候，调节周边温度、湿度和风力，有效的改善因工程建设对生态环境带来到负面影响，因此，本水土保持方案的实施具有显著的生态效益。

13.4.5 水土保持功能损益分析与评价

项目建设区扰动土地面积 659.33hm^2（不包括淹没区面积），方案实施后，对扰动的地面采取工程及植被恢复措施，可建设林草植被面积 438.10hm^2，可增加地面植被保土拦沙，拦蓄地表径流，减少洪水总量，起到一定的拦蓄滞洪作用，可减少土壤流失量 25.47 万 t，水土保持功能较为显著。工程建设过程中对原地貌扰动大，土石方量较大，建设过程中松散土石渣较多，水土保持功能损失较大；扰动后地面土壤侵蚀模数增加，致使项目建设区水土流失加剧，河道泥沙显著增加。本方案水土保持措施实施后，使之对原地貌的水土保持功能影响降低，并使绝大多数土地的水土保持功能得到恢复。

13.4.6 周边水土保持损益分析

水土流失是按自然地理特征，从侵蚀、移动到沉积，因水土流失产生的洪水径流、泥沙会沿自然地形向周边和下游扩展，而不会就地停留在项目的征地范围内，对周边及其下游造成水土流失危害，使周边的生活环境变差，水土流失引发环境质量下降的问题。本方案水保措施实施后，能增加雨水下渗，削减洪峰、使进入河流的泥沙减少，防止泥石流等水土流失危害的发生，不会对下游居民区、河道行洪及下游公共设施造成危害，并且尽量减少了对周边环境的影响。

13.4.7 周边社会发展损益分析

工程建设都处在一个特定的自然和经济圈内，对当地发展生产、调整产业结构，对群众的生产、生活也会有影响。本工程建设不会增加周边土地的压力，并且工程建设后能扩大当地群众的就业机会，使部分农民从土地生产中解放出来，会减轻对土地的压力，给周边环境带来收益。本方案的水保措施不仅能有效的减少水土流失，还可净化空气，修复生态环境的承载力，具有间接的经济效益。

13.4.8 水土保持成本损益分析

①水土保持投资

小石门水库工程水土保持工程静态投资为 18697.50 万元，其中主体工程已列的具有水土保持功能的措施投资为 2085.17 万元，水土保持工程专项投资为 16612.33 万元。本工程总投资 466248.05 万元，水土保持总投资占工程总投资比例为 3.56%，水土保持专项投资占工程总投资比例为 3.52%。

②单位面积的水土保持投资强度

扣除水库淹没及影响区后，水库工程建设扰动原地貌面积为 659.33hm^2，单位面积的专项水土保持投资为 25.20 万元/hm^2。

总体来说，小石门水库工程的建设对当地土地资源、生态环境、水土保持功能、社会效益和经济效益均产生一定程度的影响，应该重点防范水土流失可能导致的对下游河道产生的影响。

14 结论与建议

14.1 总体结论

楚雄州小石门水库工程建设任务以农业灌溉为主，结合乡镇供水，兼顾发电，并为巩固区域脱贫攻坚成果创造条件的综合性水利枢纽工程。因此，工程建设是非常必要和迫切的。

为解决工程建设过程中造成的水土流失问题，本方案提出了工程措施、植物措施、临时防护等措施对防治责任范围内的水土流失进行综合治理，形成完整的水土流失防治体系。

综上所述，小石门水库工程的开发，符合国家的相关政策，工程建设所产生的水土流失影响，可以通过多种措施（包括工程措施、植物措施、行政管理措施等）加以消除减免，把工程水土流失影响降低到最小。因此，只要认真落实水土保持措施，从水土保持角度来看，工程不存在水土保持制约性因素，本工程的建设是可行的。

14.2 建议

14.2.1 对建设单位的建议

（1）建立健全管理、监督机制，加强监督管理水土保持方案的实施效果；对水土保持措施的实施进度、质量与资金进行监控管理，保证水土保持措施工程质量。

（2）在实施水土保持措施前，应选择经验丰富、技术力量强的施工单位，并在合同中明确施工单位应负的水土保持工作责任。

（3）应主动与地方水行政主管部门取得联系，自觉接受其监督检查，定期向水行政主管部门汇报水土保持工作，落实“三同时”制度。

（4）建设单位应按工程招标法规定，选择具有水土保持工程监理、监测资质的单位分别进行水土保持监理、监测。

（5）在工程建设中要加强领导和管理，组建专门的水土保持工程建设领导小组，提高施工人员的水土保持意识，落实水保资金，确保水土保持方案的有效实施。

14.2.2 对设计单位的建议

（1）工程土石方工程量大，产生弃渣量大，建议在下一设计阶段进一步优化土石方平衡，减少弃渣量，并优化弃渣场布设。

（2）建议主体工程设计单位在主体工程初步设计及施工图设计中，充分采纳水土

保持方案中的设计内容和要求，并进一步细化和落实。

（3）不断总结经验，将以往设计中好的防治水土流失的措施，应用到本工程。

（4）本方案是以主体工程可行性研究报告为主要依据编制而成，原则上本方案提出的新增防治措施应在初步设计和施工图阶段的主体工程设计中加以细化和落实。

（5）对于专项设施复建工程水土保持措施，下阶段应进一步细化设计。

14.2.3 对施工单位的建议

（1）施工单位应根据报告的设计原则，具体实施工程临时占地区的水土流失防护措施，对施工区以防护为主，工程建成后应采取绿化美化措施。尤其要加强施工过程中的临时防护措施，如做好临时排水系统，设置临时堆土场等。

（2）施工单位应在施工手册中专章给出水土保持实施细则，将水土保持方案报告书及设计文件中规定的水土保持措施进行细化，管理到位，责任到人。

（3）施工单位在具体施工过程中发现问题，要及时联系，反馈信息，尽早确定有效防治方案，确保水土保持工作顺利开展达到预期的治理目标。

（4）在施工中要注重水土保持临时措施的实施，以最大限度地减少施工期间的水土流失，要注意对在施工征地范围以外土地的保护，减少扰动、占压土地面积。

14.2.4 对监理单位的建议

监理单位应对批复的水土保持方案的实施过程进行监理，确保本水土保持方案落实到实处，监理人员或单位定期向建设单位提交水土保持工程施工进度、质量报告，并在水土保持措施竣工验收时提交水土保持工程监理专项报告，监理报告应满足竣工验收的要求。

14.2.5 对监测单位的建议

在水土保持监测实施阶段，监测单位需进一步细化制定详细监测计划及实施方案，用于指导水土保持监测工作。监测成果定期向水行政主管部门报送，并在水土保持设施竣工验收时提交监测专项报告，作为验收依据。