

目 录

1 综合说明.....	1
1.1 工程基本情况.....	1
1.2 主体工程水土保持评价结论.....	4
1.3 水土流失防治责任范围.....	6
1.4 水土流失预测结论.....	6
1.5 水土流失防治目标及措施总体布设.....	6
1.6 弃渣场设计.....	8
1.7 表土保护与利用设计.....	9
1.8 水土保持工程设计.....	9
1.9 水土保持施工进度安排.....	13
1.10 水土保持监测.....	13
1.11 水土保持投资估算及效益分析.....	13
1.12 结论和建议.....	13
2 项目概况及项目区概况.....	17
2.1 项目概况.....	17
2.2 项目区概况.....	59
3 主体工程水土保持评价.....	73
3.1 主体工程制约性因素分析与方案比选评价.....	73
3.2 工程占地面积、类型和性质分析与评价.....	83
3.3 主体工程施工组织设计分析评价.....	84
3.4 主体工程设计的水土保持分析与评价.....	91
3.5 评价结论、建议和要求.....	95
4 水土流失防治责任范围和防治分区.....	97
4.1 防治责任范围界定.....	97
4.2 防治责任范围与工程征占地的关系.....	99
4.3 水土保持防治分区.....	99
5 水土流失预测.....	102
5.1 预测范围和时段.....	102

5.2 预测方法.....	104
5.3 扰动土地面积、损毁植被面积和弃渣量预测.....	109
5.4 土壤流失量预测.....	113
5.5 水土流失危害分析与评价.....	118
5.6 预测结论及指导性意见.....	119
6 防治目标及总体布设.....	123
6.1 防治目标及标准.....	123
6.2 设计依据、理念与原则.....	124
6.3 设计深度及设计水平年.....	129
6.4 总体布局及分区防治措施体系.....	129
7 弃渣场设计.....	137
7.1 土石方流向及弃渣量分析.....	137
7.2 弃渣场选址与类型.....	138
7.3 弃渣场堆置方案及安全防护距离.....	152
7.4 弃渣场级别及稳定性分析.....	158
8 表土保护与利用设计.....	172
8.1 表土分布与可利用量分析.....	172
8.2 表土需求与用量分析.....	174
8.3 表土剥离与堆存.....	175
8.4 表土利用与保护.....	176
9 水土保持工程设计.....	179
9.1 工程级别与设计标准.....	179
9.2 枢纽工程区水土保持措施设计.....	181
9.3 输水工程区水土保持措施设计.....	207
10 水土保持施工组织设计.....	220
10.1 工程量汇总.....	220
10.2 施工条件及布置.....	223
10.3 施工工艺和方法.....	224
10.4 施工进度安排.....	230

11 水土保持监测.....	232
11.1 监测范围及单元划分.....	232
11.2 监测时段与内容.....	234
11.3 监测点布置、方法和频次.....	234
11.4 监测设施典型设计.....	241
11.5 监测设施设备.....	244
11.6 弃渣场安全监测.....	247
11.7 监测成果要求.....	247
11.8 监测机构.....	248
11.9 监测实施保障措施.....	248
12 水土保持工程管理.....	250
12.1 建设期管理.....	250
12.2 工程运行期管理要求.....	254
13 水土保持投资估算及效益分析.....	255
13.1 投资估算.....	255
13.2 效益分析.....	277
14 结论和建议.....	282
14.1 水土保持方案总体结论.....	282
14.2 建议.....	282

附件

- 1、水土保持投资估算附件；
- 2、丘北县人民政府关于云南省文山清水河水利枢纽工程占用土地的确认函（丘政函【2020】50号）；
- 3、砚山县人民政府关于云南省文山清水河水利枢纽工程占用土地的确认函（砚政函【2020】65号）；
- 4、广南县人民政府关于云南省文山清水河水利枢纽工程占用土地的确认函（广政函【2020】66号）；

5、水利部关于报送云南省文山清水河水利枢纽工程可行性研究报告审查意见的函（水规计【2020】120号）；

6、弃渣场工程地质勘察报告及附图

附图

见《云南省文山清水河水利枢纽工程水土保持方案报告书图册》

1 综合说明

1.1 工程基本情况

1.1.1 工程建设的必要性

(1) 加大脱贫攻坚力度，全面打赢脱贫攻坚战，支持革命老区开发建设

文山州是典型的集“老、少、边、穷、山、战”为一体的特殊贫困地区，本工程涉及的砚山县、丘北县和广南县均是滇桂黔石漠化片区特殊困难县。清水河水利枢纽工程的开发任务为以城乡生活和工业供水、农业灌溉为主，兼顾发电等综合利用，该工程为清水江流域水资源优化配置控制性工程，工程的建设是改善居民生活和生产条件、提高居民收入、发展地方经济的重要前提，对于精准扶贫、精准脱贫、全面打赢脱贫攻坚战具有重要意义。

(2) 解决当地村镇缺水问题，提高生活供水安全保障

清水河水利枢纽工程供水范围涉及砚山县、丘北县和广南县 3 个县的 5 个乡镇，该地区为工程性缺水地区。清水河水利枢纽工程为大（2）型水库，调节性能较强，水量充裕，水质满足要求，能够解决当地村镇生活饮水安全问题，基本全部实现集中供水，提高群众的生活水平和质量，完善民生供水保障体系，为当地创建特色小镇和建设美丽乡村奠定基础。

(3) 满足灌溉缺水问题，保障高原特色现代农业发展用水

清水河水利枢纽工程灌区地势平坦，土地资源丰富，盛产三七、八角、草果、油桐、辣椒、烟叶、蔬菜、花生等经济效益较高的农特产品和经济作物，但灌溉水源缺乏，播种效益低。清水河水利枢纽工程建成后，可解决灌区缺水问题，保障高原特色现代农业发展用水的需要，提高农民收入水平，从而促进区域脱贫进程。

(4) 推动石漠化片区综合治理，改善区域生态环境

滇桂黔石漠化片区是全国石漠化问题最严重的地区，其中，砚山县、丘北县、广南县等三县均为石漠化综合治理重点县。清水河水利枢纽工程建成后，可在保证当地现有小型水库生态基流下泄，有助于减轻毁林开荒现象、坡耕地退耕还林和减轻水土流失，是推动石漠化片区综合治理，改善区域生态环境的需要。

综上所述，建设清水河水利枢纽工程是十分必要和迫切的。

1.1.2 工程概况

清水河水利枢纽工程位于清水江支流南丘河上。水库坝址位于云南省文山州丘北县天星乡平老村上游约 700m。工程任务以城乡生活和工业供水、农业灌溉为主，兼顾发电等综合利用。工程建设内容包括枢纽工程和输水工程。

工程等别为 II 等，工程规模为大(2)型。挡水建筑物为混凝土面板堆石坝，为 1 级建筑物。溢洪道、右岸取水发电系统压力隧洞为 2 级建筑物，上坝公路等为 3 级建筑物。电站为 3 级建筑物。过鱼设施等为 3 级建筑物。输水工程干线上的埋管、隧洞、管桥、倒虹吸以及交叉建筑物为 3 级建筑物。支线相关建筑物埋管以及高位水池等为 4 级建筑物。

水库枢纽工程主要由大坝、溢洪道、取水发电洞、泄洪放空洞、电站、生态放水管和过鱼设施等建筑物组成，输水工程主要由埋管、隧洞、加压泵站、调节水库、交叉建筑物等部分组成。

水库正常蓄水位 1392m，死水位 1350m，设计洪水位 1392.11m，校核洪水位 1393.97m；水库总库容 1.26 亿 m^3 ，调节库容 1.06 亿 m^3 ，死库容 0.11 亿 m^3 。挡水建筑物为混凝土面板堆石坝，坝顶高程 1396.70m，最大坝高 97.0m，坝顶长 400.0m。电站装机容量为 7MW，多年平均发电量 2187 万 $\text{kW}\cdot\text{h}$ ；输水线路水平投影总长约 215.60km，首部取水设计流量 $5.68\text{m}^3/\text{s}$ 。

主体工程土石方开挖量为 937.52 万 m^3 （自然方），土石方填筑量为 669.60 万 m^3 （自然方），借方 136.85 万 m^3 （自然方），工程弃渣总量为 404.77 万 m^3 （自然方），折合松方 551.20 万 m^3 。共设置弃渣场 16 处，土料场 1 处，石料场 1 处。枢纽工程区布设施工区 1 处，输水工程区布设施工区 13 处。

根据主体工程设计，工程征占地总面积为 1295.23hm^2 ，其中永久占地面积 744.64hm^2 ，临时占地面积 550.59hm^2 。工程建设征地范围内基准年搬迁安置人口 2713 人，规划水平年搬迁安置人口为 2845 人，生产安置人口 2577 人。专项设施处理包括复建交通道路 27.60km、输电线路 22.91km、通讯线路 33.6km 以及水文站 1 座。

工程总工期 48 个月，工程静态总投资为 49.60 亿元，总投资为 49.91 亿元，

其中土建投资 23.81 亿元。工程建设资金筹措方式为：工程贷款比例为 5.9%，贷款本金为 2.93 亿元，为政府投资。

1.1.3 前期工作进展情况

2015 年 2 月，受云南省文山州水务局委托，中水北方勘测设计研究有限责任公司（以下简称中水北方公司）承担文山州清水河水库工程规划方案论证报告编制工作。2017 年 7 月，中水北方公司完成《云南省文山清水河水利枢纽工程方案设计报告》。

2017 年 9 月 24~26 日，水利部水利水电规划设计总院（以下简称水规总院）组织专家在北京召开会议，对《云南省文山清水河水利枢纽工程方案设计报告》进行了技术讨论。会后根据讨论意见，中水北方公司对方案设计报告进行了修改，并于 2018 年 3 月 31 日提交了《云南省文山清水河水利枢纽工程方案设计报告》。

2017 年 6 月，受云南省文山州水务局委托，中水北方公司承担文山清水河水利枢纽可行性研究及相关专题设计工作，于 2018 年 10 月完成《云南省文山清水河水利枢纽工程可行性研究报告》（以下简称可研报告）。2019 年 3 月，水规总院组织专家在云南召开会议，对可研报告进行审查并出具审查意见。

受文山州清水河水利枢纽工程管理局委托，中水北方公司承担清水河水利枢纽工程水土保持方案编制工作，并于 2020 年 9 月编制完成《云南省文山清水河水利枢纽工程水土保持方案报告书》。

1.1.4 工程区概况

工程区地处云贵高原南部，属中山~低山丘陵地形。项目区地处亚热带季风气候区，多年平均降水量 1151mm，多年平均气温 16.3℃， $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 年有效积温 5800℃，多年平均水面蒸发量 1034mm，多年平均风速 2.1m/s。土壤类型以红壤、赤红壤和水稻土为主，项目区属于高原亚热带南部季风常绿阔叶林地带，植被覆盖率约为 25%。

项目区在全国水土保持区划中属西南岩溶区。项目区土壤侵蚀类型主要为水力侵蚀，侵蚀强度以轻度为主，原生侵蚀模数为 1200~1500t/（ $\text{km}^2\cdot\text{a}$ ），土壤容许流失量 500t/（ $\text{km}^2\cdot\text{a}$ ）。

根据《全国水土保持规划（2015—2030 年）》（国函〔2015〕160 号）及《云

南省水土保持规划（2016—2030）》（云水保〔2017〕99号）成果，项目区所涉及的文山州丘北县、砚山县、广南县属于滇黔桂岩溶石漠化国家级水土流失重点治理区。工程执行西南岩溶区一级标准。

1.2 主体工程水土保持评价结论

1.2.1 主体工程方案比选水土保持评价

（1）坝址比选

主体工程设计有上坝址和下坝址两种比选方案，上下坝址方案均没有水土保持制约性因素，虽然上坝址土石方开挖量较下坝址大，但由于上坝址布设输水管线扰动范围小，且施工道路开挖量远小于下坝址，对地表的扰动小，故同意主体推荐的上坝址方案。

（2）坝型比选

主体工程设计有混凝土重力坝、混凝土面板堆石坝两种坝型方案。面板堆石坝方案虽弃渣量较大，工程总体布置占地面积较大，但混凝土重力坝地基处理困难，岩石开挖量大于面板堆石坝。故同意主体推荐的混凝土面板堆石坝方案。

（3）泄水建筑物比选

主体工程对溢洪道及溢洪洞方案进行比选，两方案各有优势。从水土保持角度分析，溢洪洞方案占地面积较小，土石方开挖量较大，但考虑本工程对泄水建筑物的运行安全性要求较高，溢洪道运行维护容易，调度运行安全可靠，故同意主体推荐的溢洪道方案。但工程建设需严格执行水土保持方案措施，采取永久边坡绿化及临时拦挡等措施，尽可能提高工程永久占地的林草覆盖率，减少水土流失，维护项目区生态环境。

（4）输水线路比选

主体工程输水线路根据各方向取水口、泵站的布设位置及线路的布局，选定方案一坝后取水、方案二库内取水两个方案。方案二的库内取水洞因地势陡峭存在高边坡开挖问题，且相较方案一线路占地面积大，扰动范围广，土石方开挖量及弃渣量大，可能造成水土流失量较大。故同意主体推荐的方案一。

1.2.2 水土保持制约性因素分析

工程涉及国家级水土流失重点治理区,通过提高水土流失防治标准,优化施工工艺,减少地表扰动和植被损坏范围,在有效控制可能造成水土流失的前提下,工程建设不存在重大水土保持制约性因素。

工程不涉及自然保护区、风景名胜区、湿地公园、饮用水源保护区等环境敏感区,不占压云南省生态保护红线。项目区涉及基本农田 232.88hm^2 ,主要为管线开挖临时占地及水库淹没占地;涉及公益林 151.73hm^2 ,主要为枢纽工程永久占地、管线开挖临时占地及水库淹没占地。

1.2.3 主体工程设计水土保持分析与评价

主体工程设计采取的大坝、溢洪道、电站边坡防护及排水等措施均具有较好的水土保持功能,但工程设计中采取的具有水土保持功能的措施,仅侧重对主体工程安全的防护,忽视了施工过程对渣场、料场、施工道路、施工生产生活区等水土流失的防护,以及施工过程中开挖面及临时堆土的临时防护设计。因此,本方案需在主体工程已具有水土保持功能措施的基础上,需加强对渣场、料场和施工生产生活区等防治区的水土保持措施以及主体工程区施工过程中的临时防护措施,以达到本方案拟定的水土流失防治目标。

工程在工程占地、弃渣场布置、料场布置、施工组织设计等方面,基本满足水土保持要求,对于各防治区存在的水土保持问题,可通过加强水土保持措施加以避免。工程涉及国家级水土流失重点治理区,无法避让,可通过提高防治标准,将林草覆盖率提高 1%,优化施工工艺,如合理安排施工进度与时序,避免重复开挖和多次倒运情况,采取完善的水保措施,如表土剥离、场地绿化、建筑物及道路边坡绿化、临时防护及排水等措施,保护利用项目区表土资源,维护项目区林草覆盖率,减少地表扰动和植被损坏范围。

通过补充本方案永久及临时占地场区绿化美化、挖方及填方边坡绿化、植被恢复等措施,能够有效恢复项目区林草覆盖率,经统计,方案实施后工程建设范围永久占地林草覆盖率可达到 23.65%,满足水土流失防治目标。

综上所述,从水土保持角度分析认为,通过加强水保措施能够有效控制可能造成水土流失,使工程建设产生的水土流失危害降至最低,维持项目区生态环

境，工程建设符合保护为主、生态优先的设计理念。因此，项目不存在重大水土保持制约性因素，工程建设方案可行。

1.3 水土流失防治责任范围及分区

工程水土流失防治责任范围总面积为 1349.94hm^2 ，均位于云南省文山州。

水土流失防治分区为枢纽工程区及输水工程区 2 个一级分区，将枢纽工程区划分为主体工程区、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、移民安置及专项设施复建区、水库淹没区（孤岛）8 个二级分区；将输水工程区划分为主体工程区、弃渣场区、交通道路区、施工生产生活区等 4 个二级分区。

1.4 水土流失预测结论

工程建设过程中扰动地表面积 867.24hm^2 ，损毁植被面积 258.78hm^2 。经水保复核，工程建设共产生弃渣 404.77 万 m^3 （自然方），折合松方为 560.95 万 m^3 。工程建设土壤流失总量 26.79 万 t ，新增土壤流失量 20.57 万 t 。枢纽工程区和输水工程区的主体工程区、料场区、弃渣场区、交通道路区是水土流失防治的重点区域，施工期是水土流失防治的重点时段。

可能产生的水土流失危害有：破坏现有稳定植被，改变土地利用类型，对周边生态环境造成一定影响；损坏水土保持设施，进一步加剧水土流失，增加河道含沙量，造成下游河道、水库淤积，形成安全隐患。

1.5 水土流失防治目标及措施总体布设

水土流失防治执行西南岩溶区一级标准，并适当调整标准值。设计水平年水土流失综合防治目标为：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 22%。

根据水土流失防治的原则与目标要求，结合对主体工程已设计具有水土保持功能的工程从水土保持角度进行的评价，对主体工程区、弃渣场区、料场区、施工生产生活区、交通道路区等区域补充和完善水土保持措施。水土保持措施总体布局如下：

（1）枢纽工程区

1) 主体工程区

施工前主体工程对大坝枢纽区进行清基,清基表土回覆至大坝及电站厂房绿化区域,对鱼类增殖站进行表土剥离,施工完毕后回填至本区绿化区域。表土回填并土地平整完毕后对大坝、溢洪道、电站厂房等建筑物边坡及坝下管理范围、电站厂房及鱼类增殖站管理范围采取绿化美化措施,施工期采取适当临时防护、拦挡措施。

2) 工程永久办公区

施工前对建筑物区域进行表土剥离,施工结束后,将表土回覆至管理用房周边可绿化区域,施工期间对临时堆放的表土采取拦挡和苫盖措施,平整后种植乔灌木进行绿化美化。

3) 弃渣场区

施工前在弃渣场周边开挖截水沟,对于落水洞采取排渗盲管措施以防止堵塞并利于排水。弃渣完将后将剥离土回填至渣体表面,并进行土地平整,修建渣顶排水沟。对林地区域进行植被恢复,耕地区域由主体工程进行复耕,工程量不计入水土保持措施量。

4) 料场区

料场防治区对剥离无用层采取临时防护并在上游布设排水沟,施工完将后将表土回填、平整,对开采平台及边坡进行植被恢复,耕地区域由主体工程进行复耕,工程量不计入水土保持措施量。

5) 施工生产生活区

对施工生产生活区硬化区域进行表土剥离,并集中堆放,采取临时防护。在施工区周边布设临时排水沟。施工完将后将进行土地整治及时恢复植被,耕地区域由主体工程进行复耕,工程量不计入水土保持措施量。

6) 交通道路区

对永久道路硬化区域进行表土剥离,回填至路基两侧并采取整地、种植行道树、边坡绿化措施,临时道路在施工完将后将进行土地平整、植被恢复,施工期采取适当临时排水、拦挡措施。

7) 移民安置及专项设施复建区

对移民安置区空闲区域采取土地整治措施，并恢复植被，在施工期间采取临时挡护措施；对改建交通道路采取植被恢复措施。

8) 水库淹没区

水库蓄水后在淹没范围内形成孤岛，对孤岛范围进行土地整治，并恢复植被。

(2) 输水工程区

1) 主体工程区

对输水建筑物扰动空闲区域、管线区进行土地平整，并恢复植被。施工期采取适当临时防护、拦挡措施。

2) 弃渣场区

施工前在渣体坡脚处布设挡渣墙并开挖截水沟，弃渣前对扰动区域进行表土剥离，并集中堆放，施工期间采取临时防护。方案采取洞口堆砌铅丝石笼措施，以防渣土落入洞口。施工完毕后将剥离土回填至渣体表面，并进行土地平整。土地平整完毕后，对耕地以外区域进行植被恢复，耕地区域由主体工程进行复耕，工程量不计入水土保持措施量。

3) 施工生产生活区

对施工生产生活区硬化区域进行表土剥离，并集中堆放，采取临时防护。在施工区周边布设临时排水沟。施工完毕后进行土地整治及时恢复植被，耕地区域由主体工程进行复耕，工程量不计入水土保持措施量。

4) 交通道路区

对永久道路硬化区域进行表土剥离，回填至路基两侧并采取整地、绿化措施，临时道路在施工完毕后进行土地平整、植被恢复，施工期采取适当临时排水、拦挡措施。

1.6 弃渣场设计

根据土石方平衡分析及水保复核，枢纽工程及输水工程区堆渣量为 543.76 万 m^3 （松方）。工程共设置 16 个弃渣场，总面积 55.99 hm^2 。

(1) 枢纽工程区

枢纽工程区弃渣量 463.56 万 m^3 （松方），设弃渣场 3 个，占地面积 20.3 hm^2 ，均位于山间凹地，属平地型（填坑）弃渣场，最大堆渣高度为 33~58m，占地类

型为耕地、林地。1#弃渣场级别为 4 级，2#弃渣场、3#弃渣场级别为 3 级。3 个弃渣场内均无不良物理地质现象发育，不存在滑坡隐患，弃渣场整体场地适宜性为较适宜，容量满足工程需求。

（2）输水工程区

输水工程区弃渣量 80.20 万 m^3 （松方），于丘北、砚山、珠琳三个方向管线沿线设弃渣场 13 个，占地面积共 35.69 hm^2 ，最大堆渣高度为 3~13.5m，其中坡地型弃渣场 3 处，沟道型弃渣场 1 处，平地型（含填坑）弃渣场 9 处，占地类型为耕地、林地。弃渣场级别均为 5 级，对平地型、坡地型、沟道型弃渣场坡脚处或沟口处进行拦挡，并按设计要求的堆置方案进行堆置即可保证弃渣场安全。经现场查勘可知，输水工程区弃渣场均无不良地质现象，弃渣场整体场地适宜性为较适宜，容量满足工程需求。

1.7 表土保护与利用设计

本工程建设区内的耕地、园地、林地和草地为主要的表土资源分布区，其面积为 924.15 hm^2 ，表土资源量为 395.35 万 m^3 。经统计本工程表土实际利用量为 241.64 万 m^3 ，表土堆放场占地 96.66 hm^2 。施工期间，对表土临时堆存场应进行袋装土临时挡护和密目网苫盖防止表土流失。

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：本工程弃渣场拦渣工程级别均为 5 级，弃渣场排水设计标准采用采用 5 年一遇 10min 短历时降雨，斜坡防护工程级别为 5 级；植被恢复与建设工程级别：枢纽工程区的主体工程区和工程永久办公区植被恢复与建设工程级别为 1 级，输水工程区的主体工程区、移民安置区为 2 级，其他分区为 3 级。

1.8.2 水土保持工程设计

（1）枢纽工程区

1) 主体工程区

该区采取表土剥离及回覆、土地平整、种植乔灌木绿化美化，以及挂镀锌铁

丝网喷播植草护坡，施工期对表土采取临时拦挡、苫盖措施。

工程措施工程量：表土剥离 480m^3 ，表土回填 59992m^3 ，土地平整 12.74hm^2 ；植物措施工程量：植乔木 14813 株，植灌木 14394 株，铺设草坪 0.11hm^2 ，绿篱 58m，播撒草籽 12.38hm^2 ，挂镀锌铁丝网喷播植草护坡 2.45hm^2 ；临时措施工程量：袋装土 671m^3 ，密目网 26876m^2 。

2) 工程永久办公生活区

施工前对建筑物区域进行表土剥离，施工结束后，将表土回覆至管理用房周边可绿化区域，施工期间对临时堆放的表土采取拦挡和苫盖措施，平整后种植乔灌木进行绿化美化。

工程措施工程量：表土剥离 651m^3 ，表土回填 1134m^3 ，土地平整 0.35hm^2 ；植物措施工程量：植乔木 261 株，植灌木 1568 株，绿篱 268m，铺设草坪 0.35hm^2 ；临时措施工程量：袋装土 72m^3 ，密目网 508m^2 。

3) 弃渣场区

在弃渣场四周修建截水沟、渣顶面布设排水沟，落水洞布设排渗盲管措施，施工期采取临时拦挡、苫盖措施。施工结束后种植乔灌木恢复植被，耕地区域由主体工程进行复耕，工程量不计入水土保持措施量。

工程措施工程量：土地平整 3.70hm^2 ，排渗盲管 18720m，浆砌石截排水沟 4230m；植物措施工程量：植乔木 4312 株，植灌木 17248 株，播撒草籽 3.70hm^2 。

4) 料场区

料场区上游开挖排水沟，对剥离无用层上层表土采取临时防护，施工完毕后回填平整并复绿。

工程措施工程量：表土回填 27991m^3 ，土地平整 8.64hm^2 ，浆砌石排水沟 1425m；植物措施工程量：植乔木 5040 株，植灌木 20158 株，植藤本 4620 株，播撒草籽 8.64hm^2 ；临时措施工程量：临时排水沟 346m，围栏防护 678m^2 ，袋装土 546m^3 ，密目网 6122m^2 。

5) 施工生产生活区

对施工生产生活区硬化区域进行表土剥离及回填，周边布设临时排水，对临时堆土采取临时拦挡措施；施工完毕后进行土地整治及时恢复植被。

工程措施工程量：表土剥离 6841m^3 ，表土回填 6841m^3 ，土地平整 2.68hm^2 ；植物措施工程量：植乔木 3131 株，植灌木 12964 株，播撒草籽 2.68hm^2 ；临时措施工程量：临时排水沟 1403m，袋装土 956m^3 ，密目网 34483m^2 。

6) 交通道路区

对永久道路硬化区域进行表土剥离，施工结束后回填至两侧并采取整地、绿化措施，临时道路在施工完毕后进行土地平整、植被恢复，施工期采取适当临时排水、拦挡及苫盖措施。

工程措施工程量：表土剥离 24893m^3 ，表土回填 24893m^3 ，土地平整 38.34hm^2 ，植物措施工程量：挂植生毯护坡 2.53hm^2 ，植乔木 39920 株，植灌木 109561 株，植藤本 18795 株，播撒草籽 38.34hm^2 ；临时措施工程量：临时排水沟 15600m，围栏防护 3526m^2 ，袋装土 924m^3 ，密目网 40613m^2 。

7) 移民安置及专项设施复建区

对移民安置区空闲区域采取土地整治措施，并恢复植被，在施工期间采取临时挡护措施；对改建交通道路进行植被恢复；对专项设施弃渣场区施工前进行表土剥离，施工结束后及时进行表土回覆、土地平整，四周修建截水沟、施工期采取临时拦挡、苫盖措施，施工结束后种植灌草恢复植被，耕地区域由主体工程进行复耕，工程量不计入水土保持措施量。

工程措施工程量：表土剥离 14364m^3 ，表土回填 14364m^3 ，土地平整 12.08hm^2 ，浆砌石截排水沟 1509m，浆砌石挡墙 374m；植物措施工程量：植乔木 22600 株，植灌木 10733 株，播撒草籽 12.08hm^2 ；临时措施工程量：袋装土 341m^3 ，密目网 6446m^2 。

8) 水库淹没区

水库蓄水后在淹没范围内形成孤岛，对孤岛区域进行土地整治，并恢复绿化。

工程措施工程量：土地平整 2.07hm^2 ；植物措施工程量：植乔木 2417 株，植灌木 9666 株，播撒草籽 2.07hm^2 。

(2) 输水工程区

1) 主体工程区

对输水建筑物扰动空闲区域、管线区进行土地平整，并恢复植被。施工期采

取适当临时防护、拦挡措施。

工程措施工程量：表土剥离 50629m^3 ，表土回填 50629m^3 ，土地平整 71.03hm^2 ；植物措施工程量：植乔木 2298 株，植灌木 227330 株，播撒草籽 71.03hm^2 ，挂植生毯护坡 0.27hm^2 ；临时措施工程量：袋装土 35112m^3 ，密目网 83600m^2 。

2) 弃渣场区

施工前布设挡墙并开挖排水沟，弃渣前对扰动区域进行表土剥离，并集中堆放，采取临时防护。方案采取洞口堆砌铅丝石笼措施，以防渣土落入洞口。施工完毕后将剥离土回填至渣体表面，并进行土地平整。土地平整完毕后，对耕地以外区域进行植被恢复，耕地区域由主体工程进行复耕，工程量不计入水土保持措施量。

工程措施工程量：表土剥离 12029m^3 ，表土回填 12029m^3 ，土地平整 3.71hm^2 ，浆砌石挡墙 1915m，浆砌石截排水沟 9311m，铅丝石笼 69m^3 ；植物措施工程量：植乔木 4331 株，植灌木 17326 株，播撒草籽 3.71hm^2 ；临时措施工程量：袋装土 913m^3 ，密目网 41374m^2 。

3) 施工生产生活区

对施工生产生活区硬化区域进行表土剥离及回填，周边布设临时排水，对临时堆土采取临时拦挡措施；施工完毕后进行土地整治及时恢复植被。

工程措施工程量：表土剥离 3545m^3 ，表土回填 3545m^3 ，土地平整 18.49hm^2 ；植物措施工程量：植乔木 21572 株，植灌木 86290 株，播撒草籽 18.49hm^2 ；临时措施工程量：临时排水沟 6389m，袋装土 3936m^3 ，密目网 379139m^2 。

4) 交通道路区

对永久道路硬化区域进行表土剥离，施工结束后回填至两侧并采取整地、绿化措施，临时道路在施工完毕后进行土地平整、植被恢复，施工期采取适当临时排水、拦挡措施。

工程措施工程量：表土剥离 63910m^3 ，表土回填 63910m^3 ，土地平整 38.25hm^2 ，植物措施工程量：挂植生毯护坡 0.91hm^2 ，植乔木 37818 株，植灌木 93312 株，植藤本 36225 株，播撒草籽 38.25hm^2 ；临时措施工程量：临时排水沟 195000m，袋装土 1689m^3 ，密目网 94418m^2 ，围栏防护 22035m^2 。

1.9 水土保持施工进度安排

水土保持施工计划在第一年 3 月与主体工程同时开工，完工时间为第五年 2 月，施工总工期为 48 个月。

1.10 水土保持监测

(1) 监测时段。从施工准备期开始，至设计水平年结束，即第一年 3 月开始，第五年 12 月结束，共 58 个月。

(2) 监测内容。包括扰动土地情况、水土流失情况、防治成效及水土流失危害等方面。

(3) 监测方法。采用地面观测、实地量测、资料分析及遥感监测。

(4) 监测点位：共布设监测点 14 处。

1.11 水土保持投资估算及效益分析

清水河水利枢纽工程水土保持总投资 7878.63 万元，其中工程措施 1644.11 万元，植物措施 2307.51 万元，监测措施费为 282.77 万元，临时措施 1035.51 万元，独立费用 1358.83 万元，基本预备费 662.88 万元，水土保持补偿费 587.02 万元。

本方案实施后，水土流失治理达标面积 865.85 hm^2 ，林草植被建设面积 212.08 hm^2 ，可减少土壤流失量 20.54 万 t，建设期水土流失基本得到了控制，植被恢复期各区域水土流失得到控制，六项指标均达到了目标值。其中水土流失治理度为 99.84%，土壤流失控制比为 1.04，渣土防护率为 99.5%，表土保护率 99%，林草植被恢复率为 99.35%，林草覆盖率为 25.33%。

1.12 结论和建议

1.12.1 结论

通过水土保持方案的实施，可有效控制项目区土壤侵蚀的发生，维护工程运行安全，为工程建设创造有利条件。从水土保持的角度分析，工程选址、工程总体布局、施工组织设计、弃渣场料场选址等无制约主体工程建设的水土流失因素。在采取相应的水土保持措施，达到水土保持方案制定的综合防治目标前提下，清水河水利枢纽工程建设是可行。

1.12.2 建议

本方案对主体设计提出如下建议和要求：

1) 进一步核实工程建设的占地和扰动面积，做好工程区的勘测工作，尽量缩小工程建设的扰动地表面积，减少水土流失。

2) 进一步核实土石方平衡，优化施工时序和土石方调配，将弃渣场与临时渣场结合使用，在合理运距内考虑将弃渣回填至料场料坑，尽量减少扰动地表面积。

3) 对于项目区，尤其是库区清除的含腐殖质表土层应尽量加以利用，用于植被恢复。

4) 根据施工布置和施工工艺，合理优化施工时序，缩短施工工期，进而减少工程建设扰动时段和水土流失时段。

5) 施工布置应尽量考虑永临结合设计，防止工程区的二次扰动，建设时按各种功能的需求一次到位，避免二次建设，施工场地平整尽量利用工程开挖弃料，可减少工程弃渣量。

清水河水利枢纽工程水土保持方案工程特性表

项目名称		云南省文山清水河水利枢纽工程		流域管理机构	水利部珠江水利委员会
涉及省区	云南省		涉及地市或个数	文山州	涉及县或个数 丘北县、砚山县、广南县
项目规模	II等，大（2）型		总投资(万元)	499099	土建投资(万元) 238103
动工时间	第一年3月		完工时间	第五年2月	方案设计水平年 第五年
工程占地(hm²)	1295.23		永久占地(hm²)	744.64	临时占地(hm²) 550.59
土石方量（万 m3）	分区		挖方	填方	借方 余（弃）方
	枢纽工程区		463.81	254.47	136.85 346.19
	输水工程区		473.71	415.13	 58.58
	合计		937.52	669.60	136.85 404.77
重点防治区名称		滇黔桂岩溶石漠化国家级水土流失重点治理区			
地貌类型		中山~低山丘陵		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
水土流失防治责任范围(hm²)		1349.94		土壤容许流失量[t/(km².a)]	500
水土流失预测总量(t)		267905		新增水土流失量(t)	205715
水土流失防治标准执行等级		西南岩溶区一级标准			
防治指标	水土流失治理度（%）		97	土壤流失控制比	1
	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(%)	22
防治措施及工程量	分区		工程措施	植物措施	临时措施
	枢纽工程区	主体工程区	表土剥离 480m³，表土回填 59992m³，土地平整 12.74hm²	植乔木 14813 株，植灌木 14394 株，铺设草坪 0.11 hm²，绿篱 58m，播撒草籽 12.38hm²，挂镀锌铁丝网喷播植草护坡 2.45 hm²	袋装土 671m³，密目网 26876m²。
		工程永久办公区	表土剥离 651m³，表土回填 1134m³，土地平整 0.35hm²	植乔木 261 株，植灌木 1568 株，绿篱 268m，铺设草坪 0.35 hm²	袋装土 72m³，密目网 508m²
		弃渣场区	土地平整 3.70hm²，排渗盲管 18720m，浆砌石截排水沟 4230m	植乔木 4312 株，植灌木 17248 株，播撒草籽 3.70hm²	
		料场区	表土回填 27991 m³，土地平整 8.64hm²，浆砌石排水沟 1425m	植乔木 5040 株，植灌木 20158 株，植藤本 4620 株，播撒草籽 8.64hm²	临时排水沟 346m，围栏防护 678m²，袋装土 546m³，密目网 6122m²
		交通道路区	表土剥离 24893m³，表土回填 24893 m³，土地平整 38.34hm²	挂植生毯护坡 2.53hm²，植乔木 39920 株，植灌木 109561 株，植藤本 18795 株，播撒草籽 38.34hm²	临时排水沟 15600m，围栏防护 3526 m²，袋装土 924m³，密目网 40613m²
		施工生产生活区	表土剥离 6841m³，表土回填 6841 m³，土地平整 2.68hm²	植乔木 3131 株，植灌木 12964 株，播撒草籽 2.68hm²	临时排水沟 1403m，袋装土 956m³，密目网 34483m²
		移民安置及	表土剥离 14364m³，表土	植乔木 22600 株，	袋装土 341m³，密目

		专项设施改 建区	回填 14364m ³ , 土地平整 12.08hm ² , 浆砌石截排水 沟 1509m, 浆砌石挡墙 374m	植灌木 10733 株, 播撒草籽 12.08hm ²	网 6446m ²			
		水库淹没区 (孤岛)	土地平整 2.07hm ²	植乔木 2417 株, 植 灌木 9666 株, 播撒 草籽 2.07hm ²				
	输水工 程区	主体工程区	表土剥离 50629m ³ , 表土 回填 50629m ³ , 土地平整 71.03hm ²	植乔木 2298 株, 植 灌木 227330 株, 播 撒草籽 71.03hm ² , 挂植生毯护坡 0.27hm ²	袋装土 35112m ³ , 密 目网 83600m ²			
		弃渣场区	表土剥离 12029 m ³ , 表土 回填 12029m ³ , 土地平整 3.71hm ² , 浆砌石挡墙 1915m, 浆砌石截排水沟 9311m, 铅丝石笼 69m ³	植乔木 4331 株, 植 灌木 17326 株, 播 撒草籽 3.71hm ²	袋装土 913m ³ , 密目 网 41374m ²			
		交通道路区	表土剥离 63910m ³ , 表土 回填 63910 m ³ , 土地平整 38.25hm ²	挂植生毯护坡 0.91hm ² , 植乔木 37818 株, 植灌木 93312 株, 植藤本 36225 株, 播撒草籽 38.25hm ²	临时排水沟 195000m, 袋装土 1689m ³ , 密目网 94418m ² , 围栏防护 22035m ²			
		施工生产生 活区	表土剥离 3545 m ³ , 表土 回填 3545m ³ , 土地平整 18.49hm ²	植乔木 21572 株, 植灌木 86290 株, 播撒草籽 18.49hm ²	临时排水沟 6389m, 袋装土 3936m ³ , 密目 网 379139m ²			
	投资 (万元)		1644.11	2307.51	1035.51			
水土保持总投资 (万元)		7878.63		独立费用 (万元)		1358.83		
监理费 (万元)		145.66	监测费 (万元)		282.77	补偿费 (万元)		587.02
分省措施费 (万元)		-		分省补偿费 (万元)		-		
方案编制单位		中水北方勘测设计研 究有限责任公司		建设单位		文山州清水河水利枢纽工程 管理局		
法定代表人及电话		李孝振 (022) 28702899		法定代表人及电话		王宗斌, 0876-2123131		
地址		天津市河西区洞庭路 60 号		地址		云南省文山州文山市瑞禾路 118 号		
邮编		300222		邮编		663000		
联系人及电话		段妍 18502680157		联系人及电话		刘俊方, 0876-2154192		
传真		(022) 28703219		传真		08762122071		
电子信箱		duanyantj@163.com		电子信箱		745518698@qq.com		

2 项目概况及项目区概况

2.1 项目概况

2.1.1 地理位置

清水河水利枢纽工程位于云南省文山州北部,拟建坝址在清水江支流南丘河上,库区位于丘北县和砚山县。水库坝址位于丘北县天星乡平老村上游约 700m,地理坐标东经 $104^{\circ} 22' 30''$ 、北纬 $23^{\circ} 54' 26''$ 。

输水工程从水库提水分别向丘北县、砚山县和广南县三个方向供水。输水线路起点均为清水河水库,丘北方向线路向西北方向供水,途经丘北县天星乡、矣得村、树皮乡、朦胧村等地,终点坐标东经 $103^{\circ} 57' 36''$ 、北纬 $23^{\circ} 49' 48''$;砚山方向线路向南供水,途经砚山县普底村、维摩乡、阿伍、保可者等地,终点坐标东经 $104^{\circ} 19' 48''$ 、北纬 $23^{\circ} 38' 24''$;珠琳方向线路向东供水,途经砚山县水塘村、石板房村及广南县西吉、吊井、新寨、珠琳等地,终点坐标东经 $104^{\circ} 45' 00''$ 、北纬 $24^{\circ} 3' 00''$ 。工程地理位置及线路布置详见图 2.1-5 及附图 1。

2.1.2 工程任务

清水河水利枢纽工程是清水江流域重要的水资源配置工程,工程任务以城乡生活和工业供水、农业灌溉为主,兼顾发电等综合利用。

清水河水利枢纽工程供水对象包括砚山县城,砚山工业园区、丘北工业园区、丘北普者黑火车站物流园区、广南珠琳农特产品加工和物流片区等 4 个园区,5 个乡镇 14.1 万人的村镇生活用水和 18.1 万亩灌溉面积。

2.1.3 工程规模及级别

(1) 工程规模

清水河水利枢纽工程最大坝高 97m,坝长为 400m。水库正常蓄水位 1392m,死水位 1350m,设计洪水位 1392.11m,校核洪水位 1393.97m;水库总库容 1.26 亿 m^3 ,调节库容 1.06 亿 m^3 ,防洪库容 0.21 亿 m^3 ,死库容 0.1 亿 m^3 。电站采用坝后式,装机容量为 7MW,装设三台机组。

输水线路水平投影总长约 215.59km,其中:干线总长 130.21km,分干线总长 32.77km,支线总长为 52.62km。首部取水设计流量 $5.68\text{m}^3/\text{s}$ 。

（2）建筑物级别

清水河水利枢纽工程等别为Ⅱ等，工程规模为大（2）型，拦河坝为面板堆石坝，为 1 级建筑物。溢洪道、右岸取水发电系统压力隧洞为 2 级建筑物，上坝公路等为 3 级建筑物。电站为 3 级建筑物。过鱼设施等为 3 级建筑物。

输水工程干线上的埋管、隧洞、管桥、倒虹吸以及交叉建筑物为 3 级建筑物。支线相关建筑物埋管以及高位水池等为 4 级建筑物。输水线路泵站按 3~4 级建筑物设计。

工程特性表详见表 2.1-1。

表 2.1-1 工程特性表

序号	项目	单位	数量	备注
一	水文			
1	流域面积			
2	清水江流域	km ²	5117	
3	坝址以上	km ²	1539	
4	多年平均年径流量	亿 m ³	3.52	
5	多年平均含沙量	kg/m ³	2.8	
二	工程规模			大（2）型
1	水库			
	校核洪水位 (P=0.05%)	m	1393.97	
	设计洪水位 (P=1%)	m	1392.11	
	正常蓄水位	m	1392	
	死水位	m	1350	
	总库容	万 m ³	12640	校核洪水位以下
	调节库容	万 m ³	10633	
	死库容	万 m ³	1083	
2	输水工程			
	灌溉面积	万亩	19.6	丘北 11.6, 砚山 4.9, 广南 3.1
	多年平均供水总量	万 m ³	9156	丘北 3617, 砚山 4163, 广南 1376
3	水力发电工程			
	装机容量	MW	7	
	多年平均发电量	万 kW.h	2187	
三	淹没损失及工程永久占地			
1	建设征地总面积	亩	19428.53	
2	搬迁安置人口	人	2845	规划年
四	主要建筑物及设备			
1	清水河水库			
1.1	挡水坝			
	型式		面板堆石坝	
	地基特性		泥质粉砂岩、泥灰岩	
	地震基本烈度	度	VI	
	坝顶高程	m	1395.5	
	最大坝高	m	97	
	坝顶长度	m	400	
1.2	溢洪道			
	型式		岸边开敞式、驼峰堰	
	堰顶高程	m	1386.5	
2	输水工程			
	输水流量	m ³ /s	5.68	
	输水线路水平投影长度	km	215.59	干线 130.21km, 分干线 32.77km, 支线 52.62km
3	输水方式	压力管道+隧洞		

序号	项目	单位	数量	备注
4	泵站	座	12	不含灌区泵站
	泵站总装机容量	MW	35.5	
五	施工			
1	主体工程量			不含集鱼系统
	土方开挖	万 m ³	483.30	
	石方开挖	万 m ³	393.24	
	土石方回填	万 m ³	669.60	
2	施工导流			
	导流方式		围堰挡水、导流洞导流	
	导流标准	%	5	
3	施工工期			
	总工期	月	48	
六	经济指标			
	静态总投资	万元	495974	
	总投资	万元	499099	

2.1.4 工程总体布置

2.1.4.1 枢纽工程

清水河水库枢纽部分主要由大坝、溢洪道、取水发电洞、泄洪放空洞、电站、过鱼设施等建筑物组成。

(1) 大坝

大坝坝型为混凝土面板堆石坝，坝顶长 400.0m，坝顶高程 1396.70m，坝顶宽度为 10.0m，最大坝高 97.0m，上游坝坡坡比 1:1.405，下游坝坡综合坡比为 1:1.95。上游采用钢筋混凝土面板、趾板和止水系统防渗。河床段及两岸坝肩趾板下设 $\Phi 25$ 锚杆，并进行固结灌浆和帷幕灌浆。坝下游坡设宽 9.0m 的“之”字形上坝路，下游坝坡采用干砌石护砌型式。

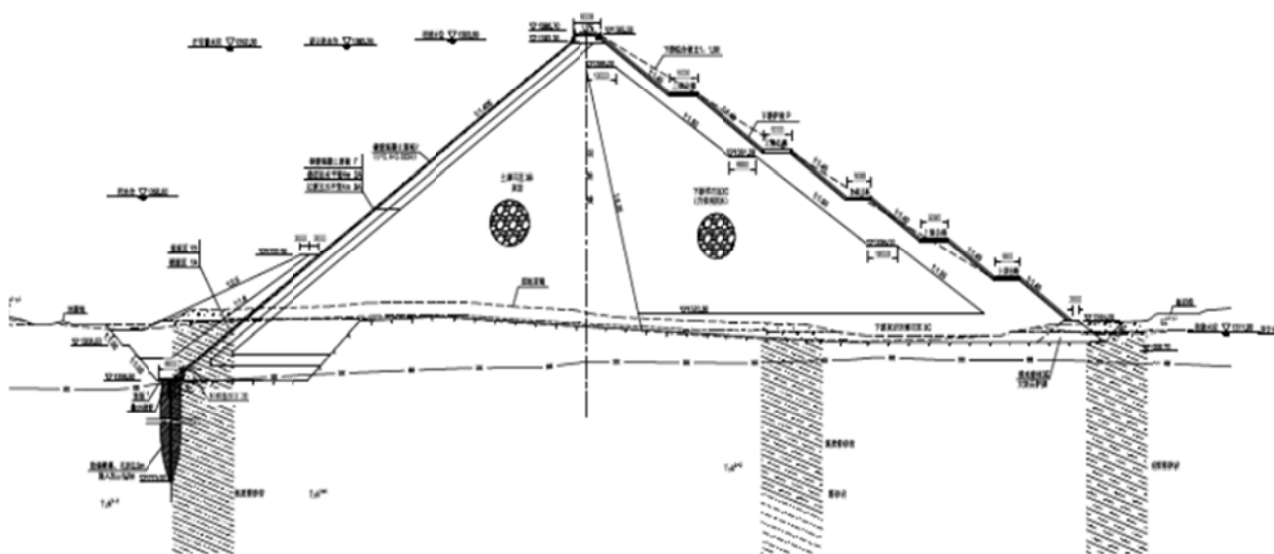


图 2.1-1 混凝土面板堆石坝典型剖面图

(2) 溢洪道

开敞式溢洪道布置于坝址右岸，堰顶高程 1386.50m，轴线总长度 648.70m。溢洪道由进水渠段、控制段、泄槽段、底流消能段、海漫段及抛石段组成。

进水渠段长 140m，两侧设混凝土挡墙；控制段长 18m，整体式结构，采用驼峰堰堰型，底板下设固结灌浆和帷幕灌浆；泄槽段长 380.7m，采用矩形“U”型槽设计；消能防冲段采用下挖式等宽池，总池长 80.0m，采用整体式“U”型槽钢筋混凝土结构底板设置 $\Phi 25$ 锚杆；海漫段长 20.0m，采用“U”型槽型式，边墙高度 7.00m；抛石防冲段长 10.0m，出口渐扩底宽连接主河槽。

(3) 取水发电洞

取水发电洞布置在面板堆石坝右岸山体中，由引渠段、塔式进水口段、进口渐变段、取水发电放空洞、控制阀室、发电放空支洞、取水支洞等组成。

引渠段长 65.0m，底板采用 1m 厚钢筋混凝土护底，开挖边坡采用喷混凝土防护；塔式进水口段长 22.0m，自上游依次布置拦污栅、叠梁门、开敞式叠梁门库、事故检修门；进口渐变段位于塔式进水口段下游，长 6.0m；渐变段后接取水发电洞，总长 426.60m，洞径 4.0m。其中钢筋混凝土衬砌部分长度 299m，其余隧洞段采用钢板外包混凝土衬砌。

(4) 泄洪放空洞

泄洪放空洞布置于面板堆石坝右侧山体中，与导流洞结合布置，洞身段为城

门洞型无压隧洞。由引渠段、塔式进水口段、渐变段、明流隧洞段、出口扩散段、消力池段和海漫段等组成。

引渠段长 10.0m，底板采用 0.5m 厚钢筋混凝土护底，开挖边坡采用喷混凝土防护；塔式进水口段长 21.0m，进水口设置一道检修闸门，孔口尺寸 3.0m×5.0m；进水塔后接明流隧洞渐变段，长度 12.0m，采用城门洞型，后接“龙抬头”洞段，长度 52.20m，与导流洞相接；出口扩散段长 23.6m，末端连接消力池，消力池段长 80.0m，采用 U 形槽结构；海漫段底板高程 1309.50m，后接河道。

（5）电站厂房

电站厂区布置在坝后右岸，为生态基流电站。装机功率为 7MW，设计流量 11.9m³/s。厂区室外的地坪高程为 1314m，厂区内主要建筑物包括主厂房、副厂房、设备用房等，进厂公路位于厂区东侧。

主厂房由主机间和安装间组成，单层布置，上部的安装间及下部的水轮机层之间由楼梯连接。主厂房最大外形尺寸 48.13×15.1×11.5m（长×宽×高）。水轮机层共布置 1 大 2 小，3 台卧式水轮发电机组；副厂房位于主厂房上游侧，为地上三层建筑，布置有 10KV 盘柜室、400V 及站变室、蓄电池室、继电保护室、中控室、交接班室、储藏室、资料室、水情室、通信室、值班室等；紧邻副厂房布置两台主变压器。

厂房采用正向出水。电站机尾水渠采用侧向出水，流入河道。

（6）过鱼设施

本工程于河道左岸设置过鱼设施，采用集运鱼系统。主要由集鱼池、短诱鱼道、运鱼斗、水平运鱼系统、斜坡运鱼系统、回转吊车、上游鱼斗吊装系统等组成。鱼类增殖放流站设置在坝下右岸，经过繁殖后，使用运鱼车转移至坝上放鱼入水库。

固定集鱼平台诱鱼部分采用短鱼道进行诱集鱼，诱鱼道进口底高程 1308.0m，与主河床走向大致平行衔接。诱鱼道下游侧设置赶鱼栅，用于将鱼赶至集鱼斗内，以便于集鱼斗起吊集鱼。集鱼池上方设置垂直排架及卷扬机起吊系统，用于将集鱼斗吊至水平运鱼系统。通过提升转运系统将集鱼斗（提升箱）中的鱼类安全转移至运鱼设施及放流地点。

2.1.4.2 输水工程

清水河水利枢纽工程供水对象范围有城市生活、工业、农业灌溉、村镇生活。从清水河水库取水后，经泵站提水分别向两岸三县输水，分为丘北、砚山、珠琳三个方向：丘北输水线路位于南丘河左岸，沿线经平老泵站、天星泵站、树皮泵站、笼陶泵站、康新寨泵站、大马恒泵站等 6 座泵站提水送达各供水对象；砚山输水线路前段位于南丘河右岸，沿线经平老泵站、维摩泵站、红舍克泵站及绿塘子泵站等 4 座泵站送达各供水对象，利用红舍克水库、支迷水库进行调蓄；珠琳输水线路位于南丘河左岸，沿线经平老泵站、阿哈泵站、马鞭稍泵站和中寨泵站等 4 座泵站送达各供水对象。输水线路布置单线图见图 2.1-1。

输水线路水平投影总长约 215.59km，采用埋管方式，局部设置隧洞和管桥。其中：干线总长 130.21km，分干线总长 32.77km，支线总长为 52.62km。其中干线上无压隧洞总长 6.23km。首部取水设计流量 $5.68\text{m}^3/\text{s}$ 。

输水工程采用有压输水方式。沿输水线路主要由埋管、隧洞、泵站、调节水库、交叉建筑物、排水阀井、排气阀井、流量计井、分水阀井、检修阀井、调流阀井等部分组成。

(1) 丘北方向输水线路

1) 输水管线

丘北方向输水线路主要向西北方向输水，供水对象为天星、矣得、树皮、康新寨、小新寨、大马恒，丘北工业园区，丘北普者黑火车站物流园区，包括当地城镇及农村生活用水、工业园区用水以及农田灌溉。丘北方向输水线路总长 80.49km，其中干线总长 38.40km，分干线总长 24.08km，支线总长 18.01km。首部设计分水流量 $2.81\text{m}^3/\text{s}$ 。

主要干线为丘北干线，分干线有朦胧分干线、康新寨分干线，支线有天星支一、天星支二等 17 条支线。丘北干线（QB0+000~QB38+401）起点为平老泵站出水管起点，中间经过天星隧洞、干龙潭水库、天星泵站、树皮泵站，终点为双飞井水库。输水管材主要采用球墨铸铁管及钢管，管径为 0.6~1.6m。

2) 输水隧洞

丘北方向布置一处输水隧洞，即天星隧洞，长 4.66km，为无压隧洞，采用城门洞型式，衬砌后内尺寸 $2.0\times 2.5\text{m}$ ，输水设计流量为 $3.30\text{m}^3/\text{s}$ 。

3) 泵站工程

丘北方向沿输水线路干线新建泵站 6 座,即平老泵站、天星泵站、树皮泵站、笼陶泵站、康新寨泵站、大马恒泵站,最高几何扬程 352m,泵站总装机容量 20.87MW。泵站厂区内主要建筑物包括主厂房、副厂房、宿舍、管理楼、车库仓库、消防泵房、设备用房等。

4) 调蓄水库(池)

清水河水库供水范围内共有 7 座已建水库可以作为末端调蓄水库,其中丘北方向为干龙潭水库、双飞井水库 2 座。

本工程在丘北方向输水干线新建一座调蓄水池,即笼陶水池,位于丘北输水干线以南 610m 处。水池正常蓄水位 1599m,死水位 1588.0m,总库容 30 万 m³。水池上、下游布置两座土石坝,坝高 15.6m。

5) 交叉建筑物

本工程输水线路多处穿越高速铁路、高速公路、省道(S206)、县道以及乡村道路。丘北方向输水线路穿越情况统计详见表 2.1-2:

表 2.1-2 丘北方向输水线路交叉建筑物统计表

序号	项目	单位	丘北方向
1	穿高铁桥	处	3
2	省道 S206	处	2
3	高速 G80	处	
4	穿中石化管道	处	
5	穿公路	处	31
6	跨沟渠	处	11
7	管桥	处	1

①穿越建筑物

穿越铁路时,利用其高架桥,通过桥下埋管的方式穿越;穿越省道 S206 时,采用顶套管法穿越,套管材为预应力钢筋混凝土管,套管内穿输水管道;穿越县级及乡村道路,输水管道直接埋设,采用开挖铺管再回填的方式,回填后需将路面恢复至原标准。

②跨河管桥

管桥跨越河流均没有通航要求,梁底部净空高出 30 年一遇设计水位 1.5m 以上。采用 20m×3 跨简支钢筋混凝土空心板桥作为支撑跨越结构,管桥全长 70m,桥面采用 3 块板,标准板宽 1.25m,桥面总宽 3.74m。桥墩结构设计采用 C30 直

径 $\Phi 800$ 钢筋钢筋混凝土排架柱形式, 桥台采用 C30 钢筋混凝土实体台。

③跨沟管道

跨沟管道采用埋管倒虹吸结构，管道基础尽量为基岩，管周包裹混凝土，其上采用开挖料分层回填压实，管顶覆土厚 1.0m，顶部采用厚 0.6m 浆砌石防护至原冲沟高程，范围为冲沟上下各 10m，两端齿墙需满足抗冲刷要求。跨沟埋管两端采用镇墩固定。

6) 附属建筑物

丘北方向输水线路布设附属建筑物：6 座检修阀井，145 座排气阀井，145 座排水阀井、22 座调流调压阀井、22 座流量计井、24 座分水阀井。



图 2.1-2 丘北方向线路及受水区(点)分布示意图

(2) 砚山方向输水线路

1) 输水管线

硃山方向输水线路向南供水,供水对象包括硃山县城、硃山工业园区、普底、阿伍、保可者和维摩。硃山方向输水线路总长约 59.98km,其中干线总长 37.63km,分干线总长 8.69km,支线总长 13.66km。

主要干线为砚山干线，分干线有维摩分干线，支线有普底支一、保可者支一等 5 条支线。砚山干线(YS0+000~YS34+866)起点为平老泵站出水管起点，中间经过维摩泵站、青龙箐隧洞、红舍克水库、红舍克泵站，终点为砚山规划水厂。首部设计分水流量 $1.52\text{m}^3/\text{s}$ 。输水管材主要采用球墨铸铁管及钢管，管径为

0.6~1.6m。

2) 输水隧洞

砚山方向布置一处输水隧洞，即青龙箐隧洞，长 1.57km，为无压隧洞，断面采用城门洞型式，衬砌后内尺寸 2.0×2.5m，输水设计流量为 1.33m³/s。

3) 泵站工程

砚山方向沿输水线路干线新建泵站 3 座，即维摩泵站、红舍克泵站、绿塘子泵站，最高几何扬程 305m，泵站总装机容量 14.20MW。泵站厂区内主要建筑物包括主厂房、副厂房、宿舍、管理楼、车库仓库、消防泵房、设备用房等。

4) 调蓄水库（池）

清水河水库供水范围内共有 7 座已建水库可以作为末端调蓄水库，其中砚山方向为康新寨水库、红舍克水库、支迷水库 3 座。

5) 交叉建筑物

本工程输水线路多处穿越高速铁路、高速公路、省道（S206）、县道以及乡村道路。砚山方向输水线路穿越情况统计详见表 2.1-3：

表 2.1-3 砚山方向输水线路交叉建筑物统计表

序号	项目	单位	砚山方向
1	穿高铁桥	处	
2	省道 S206	处	
3	高速 G80	处	1
4	穿中石化管道	处	1
5	穿公路	处	38
6	跨沟渠	处	6
7	管桥	处	3

①穿越建筑物

穿越高速公路 G80 时采用顶套管法穿越。套管管材为预应力钢筋混凝土管，套管内穿输水管道；穿越中石化输油管道时，采用顶套管法穿越，套管管材为预应力钢筋混凝土管，套管内穿输水管道；穿越县级及乡村道路，输水管道直接埋设，采用开挖铺管再回填的方式，回填后需将路面恢复至原标准。

②跨河管桥

管桥跨越河流均没有通航要求，梁底部净空高出 30 年一遇设计水位 1.5m 以上。采用 20m 跨简支钢筋混凝土空心板桥作为支撑跨越结构，管桥全长 30m，

桥面采用 3 块板，标准板宽 1.25m，桥面总宽 3.74m。桥墩结构设计采用 C30 直径 $\Phi 1000$ 钢筋钢筋混凝土排架柱形式，桥台采用 C30 钢筋混凝土实体台。

③跨沟管道

跨沟管道采用埋管倒虹吸结构，管道基础尽量为基岩，管周包裹混凝土，其上采用开挖料分层回填压实，管顶覆土厚 1.0m，顶部采用厚 0.6m 浆砌石防护至原冲沟高程，范围为冲沟上下各 10m，两端齿墙需满足抗冲刷要求。跨沟埋管两端采用镇墩固定。

6) 附属建筑物

砚山方向输水线路布设附属建筑物：7 座检修阀井，152 座排气阀井，156 座排水阀井、10 座调流调压阀井、10 座流量计井、9 座分水阀井。



图 2.1-3 砚山方向线路及受水区（点）分布示意图

(3) 珠琳方向输水线路

1) 输水管线

珠琳方向输水线路向东输水，分别向水塘、石板房、西吉、吊井、新寨、珠琳、羊街、阿哈和中寨、珠琳特色产品加工和物流片区供水，供水对象包括当地城镇及农村生活用水、加工区以及农田灌溉。珠琳方向输水线路总长 75.12km，其中干线长度 54.17km，支线长度 20.95km。

珠琳干线(ZL0+000~ ZL54+174)起点为平老泵站，中间经过水塘、石板房、西吉、吊井、新寨、马鞭稍、羊街单元，终点为细水水库。支线有珠琳工业园支线、中寨支线等 11 条支线。首部设计分水流量 $1.35\text{m}^3/\text{s}$ 。输水管材主要采用球墨铸铁管及钢管，管径为 0.6~1.6m。

2) 输水隧洞

珠琳方向布置一处输水隧洞，即双飞井水库取水隧洞，为有压隧洞，总长度 134.6m，采用圆形断面，内径 2.0m。

3) 泵站工程

珠琳方向沿输水线路干线新建泵站 3 座，即阿哈泵站、马鞭稍泵站、中寨泵站。最高几何扬程 180m，泵站总装机容量 9.39MW。泵站厂区内主要建筑物包括主厂房、副厂房、宿舍、管理楼、车库仓库、消防泵房、设备用房等。

4) 调蓄水库（池）

清水河水库供水范围内共有 7 座已建水库可以作为末端调蓄水库，其中珠琳方向为马鞭稍水库及细水水库 2 座。

5) 交叉建筑物

本工程输水线路多处穿越高速铁路、高速公路、省道（S206）、县道以及乡村道路。珠琳方向输水线路穿越情况统计详见表 2.1-4：

表 2.1-4 珠琳方向-输水线路交叉建筑物统计表

序号	项目	单位	珠琳方向
1	穿高铁桥	处	3
2	省道 S206	处	
3	高速 G80	处	
4	穿中石化管道	处	
5	穿公路	处	37
6	跨沟渠	处	12
7	管桥	处	

①穿越建筑物

穿越铁路时，利用其高架桥，通过桥下埋管的方式穿越；穿越县级及乡村道路，输水管道直接埋设，采用开挖铺管再回填的方式，回填后需将路面恢复至原标准。

②跨沟管道

跨沟管道采用埋管倒虹吸结构，管道基础尽量为基岩，管周包裹混凝土，其上采用开挖料分层回填压实，管顶覆土厚 1.0m，顶部采用厚 0.6m 浆砌石防护至原冲沟高程，范围为冲沟上下各 10m，两端齿墙需满足抗冲刷要求。跨沟埋管两端采用镇墩固定。

6) 附属建筑物

珠琳方向输水线路布设附属建筑物：7 座检修阀井，177 座排气阀井，179 座排水阀井、10 座调流调压阀井、11 座流量计井、16 座分水阀井。

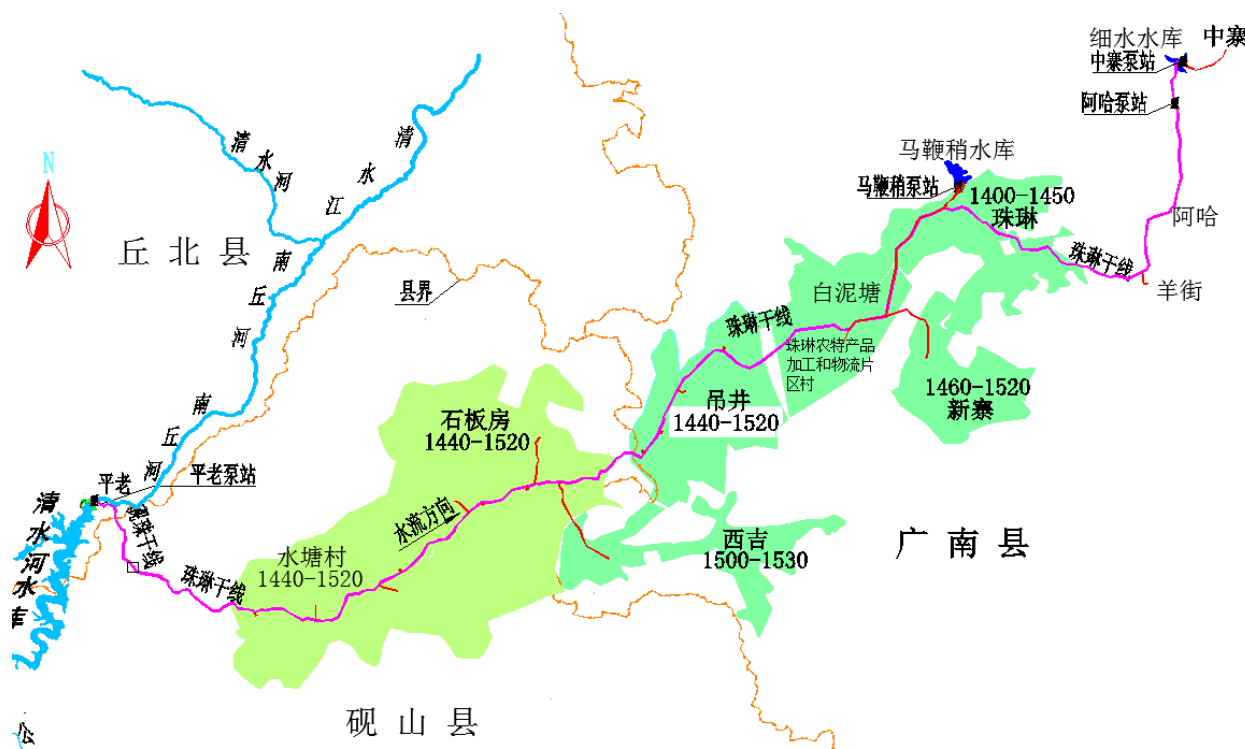


图 2.1-4 珠琳方向线路及受水区（点）分布示意图

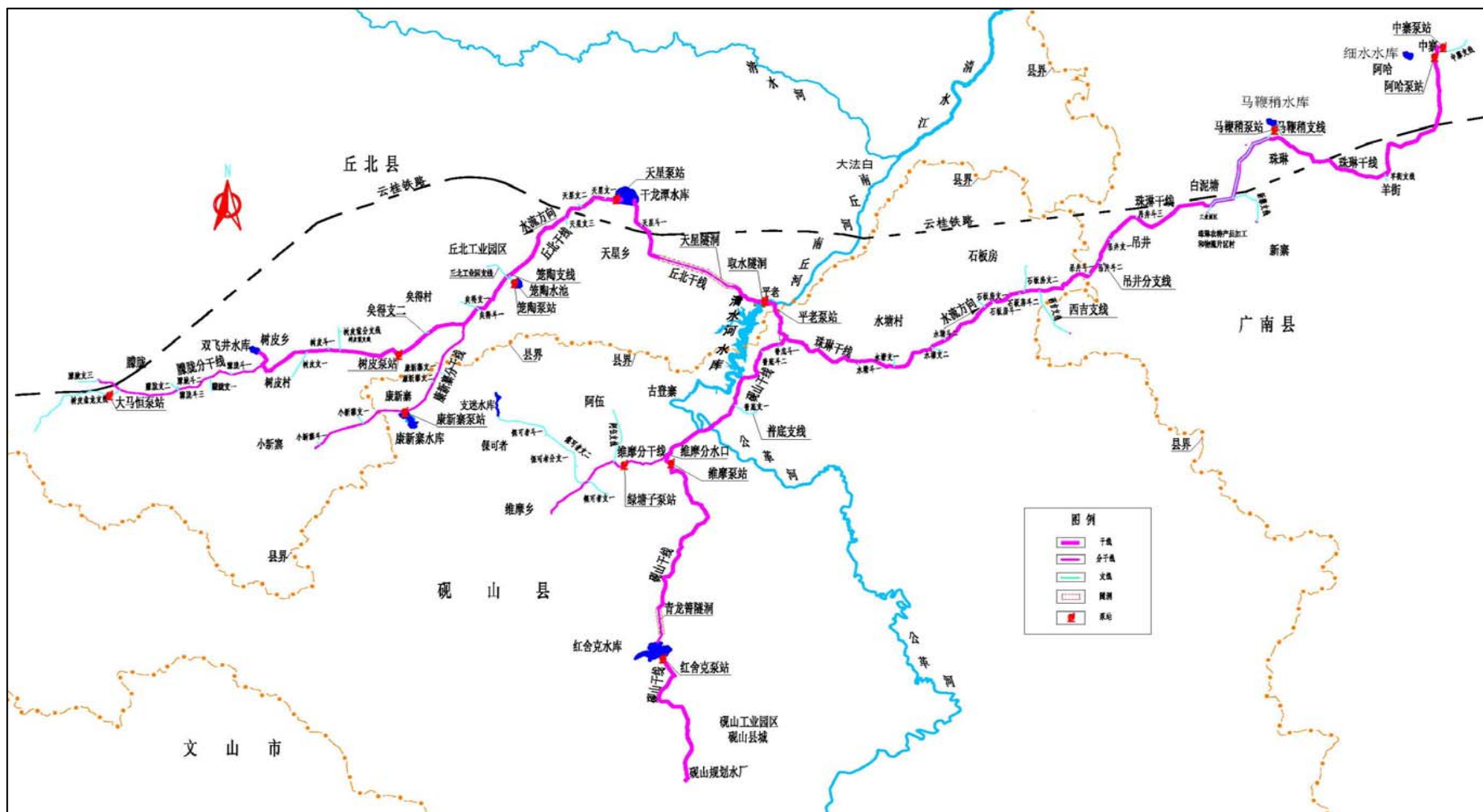


图 2.1-5 输水线路布置单线图

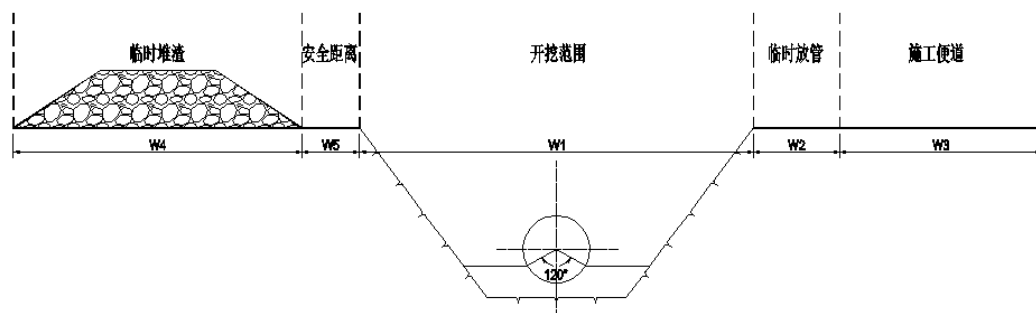


图 2.1-6 埋管段断面示意图

2.1.5 施工组织设计

2.1.5.1 施工条件

(1) 对外交通

清水河水库位于云南省丘北县平老村上游约 0.7km，距离坝址较近的维摩乡有国道 G323 线通过，或者经由普炭公路可连接 G80 高速公路。

输水线路沿线交通条件差异较大，部分地段需沿线路修建施工道路，满足施工期交通运输的需要。

(2) 材料供应

工程施工所需水泥、钢筋、钢材、木材、油料和炸药等可在当地购买。

(3) 水、电供应及施工通讯

1) 施工供水

枢纽区施工生产用水拟从南丘河抽取，施工生活用水则需经处理方可使用。输水线路施工生产用水可从沿线沟、塘抽取，生活用水可从附近村、镇拉水供应。

2) 施工供电

枢纽区施工用电以网电为主，可从附近已有的 35kV 或 110kV 变电站接线。输水线路施工以网电为主，局部采用移动式柴油发电机供电。

3) 施工通讯

枢纽区有地方电信和移动信号覆盖，通讯可利用现有的通讯网络。

输水线路沿线大部分地区有移动信号覆盖，也可利用现有通讯网络，部分地区信号较差可考虑其他通讯方式。

2.1.5.2 施工导流

清水河水库枢纽工程涉及施工导流的项目为拦河坝及输水系统取水口；输水工程涉及施工导流的项目主要为跨越河（沟）交叉建筑物。

2.1.5.2.1 导流方式与导流标准

(1) 枢纽工程

拦河坝施工导流采用上下游围堰一次性拦断河床，隧洞导流方式。导流建筑物为导流隧洞、上下游土石围堰。导流建筑物级别为 4 级，洪水标准为 20 年一遇，相应洪峰流量为 $253\text{m}^3/\text{s}$ 。第四年 6 月~10 月坝体临时度汛洪水标准为 50 年一遇，第五年 6 月~10 月坝体临时度汛洪水标准为 100 年一遇。

(2) 输水工程

输水工程跨河建筑物施工导流采用河床枯水期分期导流或筑岛的方式。导流建筑物采用围堰或筑岛。导流标准采用枯水期 5 年一遇洪水标准。

2.1.5.2.2 导流程序

(1) 枢纽工程

阶段一：第一年 12 月~第二年 11 月，进行导流洞施工，原河床过水。进行围堰初期填筑，第二年 11 月底河道截流。

阶段二：第二年 12 月~第三年 10 月。第二年 12 月上旬将围堰加高培厚至设计高程，由上下游围堰挡水，导流隧洞过流。第三年 5 月底前，完成大坝趾板混凝土浇筑、固结灌浆、帷幕灌浆。第三年 5 月~10 月，进行坝体堆石体、垫层、过渡料等填筑，并同时进行坝体下游块石护坡施工。

阶段三：第三年 11 月~第四年 11 月。第四年 5 月底前，完成上游坝面临时防渗处理工作。第四年 6 月~10 月，汛期由坝体临时挡水度汛，导流洞过流。

阶段四：第四年 12 月~第五年 11 月。第五年 11 月底前完成混凝土面板浇筑。第五年 6 月~10 月，汛期由坝体临时挡水度汛，导流洞过流。

阶段五：第五年 12 月初导流洞下闸封堵，水库蓄水，施工导流完成。

(2) 输水工程

一期填筑土石围堰，上下游和纵向围堰包裹河床左（或右）岸，另一岸河床过流。主要完成左（或右）岸段土石方开挖、混凝土浇筑等工序。完成建筑物施工后，拆除一期围堰。

二期填筑土石围堰，上下游和纵向围堰包裹另一岸河床，施工右（或左）岸部分的建筑物，河水从左（或右）岸部分河床下泄。施工完成后拆除二期围堰。

2.1.5.2.3 导流建筑物

(1) 枢纽工程

1) 导流洞

导流洞布置在河道右岸，断面为城门洞型，净断面直径为 $5.0 \times 6.0\text{m}$ ，导流隧洞总长约 730.00m ，进口底高程 1313.50m ，出口底高程 1310.10m 。

2) 导流围堰

上游围堰堰顶高程 1330.00m ，最大堰高 18.0m ，堰顶宽 10m ，上游边坡 $1:2.0$ ，下游边坡 $1:1.75$ ，型式为土石结构，堰体防渗型式采用高喷防渗墙接复合土工膜。

下游土石围堰堰顶高程为 1313.00m ，最大堰高 5.8m ，型式为土石结构，堰体防渗型式采用高喷防渗墙。

(2) 输水工程

导流围堰采用砂石土填筑，围堰顶宽 5m ，围堰最大高度 $1.9 \sim 6.0\text{m}$ ，迎水面边坡为 $1:2.0$ ，背水面边坡为 $1:1.75$ ，围堰迎水坡采用块石防护，防渗体采用下覆防渗土工膜防渗。

2.1.5.3 施工工艺和方法

2.1.5.3.1 枢纽工程

(1) 面板堆石坝

1) 土方开挖

坝肩及河床土方开挖采用 2m^3 挖掘机挖装 20t 自卸汽车运输，弃料运至弃渣场。

2) 石方开挖

坝坡石方开挖采用潜孔钻机钻孔，自上而下分层开挖，采用预裂爆破，梯段高度 15m 。基础石方及趾板采用潜孔钻机钻孔爆破，距设计开挖线底部预留 1.5m 左右的保护层，采用手风钻钻孔，浅孔小药量爆破，靠近基层采用人工撬挖。

石渣采用 2m^3 挖掘机挖装， 20t 自卸汽车运输，利用料运至临时堆料场，弃料运至弃渣场。

3) 坝体填筑

主堆石区块石料取自石料场， 3m^3 装载机装 20t 自卸汽车运输， 132kW 推土

机摊铺，平板振动碾碾压，洒水车洒水；过渡料、垫层料在砂石加工厂进行加工掺配，用 2m^3 装载机装 20t 自卸汽车运输到工作面，103kW 推土机摊铺，13.5t 振动碾压实，洒水车洒水；盖重区利用开挖料， 2m^3 装载机装 20t 自卸汽车运输到工作面，103kW 推土机摊铺压实；下游护坡施工方法同主堆石区。

4) 混凝土面板

面板混凝土从拌合站生产，采用 6m^3 混凝土搅拌车运输，利用坝后“之”字形路运至坝顶，卸入溜槽入仓，50mm 插入式振捣器和平板振捣器联合振捣。

(2) 溢洪道

1) 土方开挖

采用 2m^3 挖掘机挖装，20t 自卸汽车运至弃渣场。

2) 石方开挖

采用 100 型潜孔钻机钻孔爆破， 2m^3 挖掘机装 20t 自卸汽车运输。直接用于坝体填筑的开挖料运至填筑工作面，需转运的运往临时堆料场。

3) 土石方回填

利用开挖料，用 2.0m^3 挖掘机装 15t 自卸汽车运输，88kW 推土机上料，人工摊平，小型平板振动碾压实。

4) 混凝土

由拌合站拌制混凝土，8t 自卸汽车运输，底板及控制段采用 $30\text{m}^3/\text{h}$ 混凝土泵入仓，边墙采用溜槽入仓，人工插入式振捣器振捣。

5) 浆砌石

石料场取石，装 15t 自卸汽车运输，人工砌筑。

6) 喷混凝土

JW250c 搅拌机拌制熟料，10t 自卸汽车运输，混凝土喷射机喷混凝土。

(3) 电站厂房

1) 土石方开挖

土方开挖采用 2m^3 挖掘机挖装，20t 自卸汽车运至弃渣场。

石方明挖采用 100 型潜孔钻钻孔、爆破， 2m^3 挖掘机装 20t 自卸汽车出渣。部分开挖料运至坝面用于填筑，部分运至弃渣场。

2) 混凝土浇筑

混凝土由拌合站拌制，运输采用 8t 自卸汽车运输。垫层及下部混凝土入仓采用 9m 长溜槽，上部混凝土入仓采用 $30\text{m}^3/\text{h}$ 混凝土泵及履带吊起吊卧罐。振捣采用 1.1kW 插入式振捣器。

(4) 导流隧洞

1) 土方开挖

采用 1m^3 挖掘机挖装，15t 自卸汽车运至弃渣场。

2) 石方明挖

采用 100 型潜孔钻钻孔，梯段爆破， 2m^3 挖掘机挖装，15t 自卸汽车运输。

3) 石方洞挖

采用风钻钻孔，光面爆破，自上而下扩挖，利用导流洞出渣。采用 1m^3 挖掘机装渣，10t 自卸汽车运至坝面或存渣场。

4) 混凝土浇筑

混凝土自枢纽区混凝土拌合站拌制， 3m^3 搅拌车运输， $30\text{m}^3/\text{h}$ 泵入仓，1.1kW 插入式振捣器振捣。

5) 混凝土衬砌

混凝土自枢纽区混凝土拌合站拌制， 3m^3 搅拌车运输， $30\text{m}^3/\text{h}$ 混凝土泵入仓，1.1kW 插入式振捣器振捣。

(5) 上下游围堰

围堰填筑利用临时堆料场堆存的坝肩及导流隧洞开挖料， 2m^3 装载机装 15t 自卸汽车运输，132kW 推土机平料，水上部分采用 15t 振动碾碾压。围堰拆除采用 2m^3 挖掘机挖装，15t 自卸汽车运输至弃渣场。

2.1.5.3.2 输水工程

(1) 输水隧洞

1) 洞挖施工

洞挖施工采用钻爆法，风钻钻孔，人工装药，光面爆破；采用装岩机装渣，手扶拖拉机运至弃渣场。

2) 混凝土衬砌

隧洞衬砌采用钢模台车，混凝土由洞外拌合站拌制，运输采用机动翻斗车，入仓采用混凝土泵，振捣采用插入式振捣器。

(2) 输水管线

1) 土、石方开挖

2m³挖掘机挖Ⅳ类土，132kw 推土机推运 30m，待回填。石方开挖属沟槽开挖，石渣开挖、运输方法同上。

2) 管道敷设

汽车起重机吊装，主管区中粗砂人工回填，小型震动平板碾碾压，局部采用蛙夯。上部砂砾石回填采用开挖料，132kW 推土机推运 30m，推土机碾压。

3) 泵站施工

土石方开挖、回填等均采用常规施工方法施工。泵站混凝土采用移动式拌和站拌制混凝土，以 0.6m³ 矿车运输，混凝土泵入仓，1.1kW 插入式振捣器振捣。

4) 顶管施工

输水埋管需要穿越 S206 省道，穿越公路采用顶管方式。

本工程采用两段式手掘式顶管机，前后两段之间安装有纠偏油缸，后壳体与后面的正常管节连接在一起。

顶管管道贯通后，进入接收坑中的顶管机和管端下部应设置枕垫，管道两端露在工作坑和接收坑中的长度不小于 0.5m，且不得有接口。

工作坑和接收坑中露出的混凝土管道端部及时浇筑 C15 混凝土基础。

5) 混凝土灌注桩

管桥所用混凝土灌注桩桩径为 1.00m，造孔采用 CZ-22 型钻机，泥浆护壁；清水置换后，下放钢筋笼，水下浇筑混凝土；成桩后凿去桩头，继续浇筑下部结构。

6) 扩大基础桩基

土方开挖采用 2m³ 挖掘机；石方开挖采用风钻钻孔，2m³ 挖掘机集渣。渣土堆于附近用于回填。

基础混凝土施工人工立模，钢筋在加工厂加工成型，5t 载重汽车运至现场，人工绑扎。混凝土采用溜槽入仓。

2.1.5.4 施工布置

(1) 施工交通

1) 枢纽工程

枢纽工程需建设永久道路共 17.9km。其中，需要改建对外交通道路 6.5km，新建对外交通道路、上坝路等 11.4km。路面宽度 6.5m，均为沥青混凝土路面。

枢纽工程新建场内施工临时道路共 15.6km，分别通往石料场、砂石加工系统、混凝土拌和系统、临时堆放场、施生产生活区及各弃渣场等区域，均为泥结碎石路面。

枢纽工程交通道路布置详见表 2.1-5。

表 2.1-5 枢纽工程交通道路布置一览表

编号	交通设施	单位	长度	备注
	永久交通			
1	左岸对外连接路改造	km	1.5	路面宽 6.0m, 路基宽 6.5m, 沥青混凝土路面
2	左岸对外连接路新建	km	8.5	路面宽 6.0m, 路基宽 6.5m, 沥青混凝土路面
3	右岸对外连接路	km	6.5	现有道路改扩建
4	大坝上坝路	km	1.1	路面宽 6.5m, 路基宽 7.5m, 沥青混凝土路面
5	至厂房路	km	0.3	路面宽 6.5m, 路基宽 7.5m, 沥青混凝土路面
	小计		17.9	
	临时交通			
6	1#临时施工路	km	1.4	路基宽 7.5m, 碎石路面, 右岸坝前至右坝顶
7	2#临时施工路	km	1.3	路基宽 7.5m, 碎石路面, 右坝顶-右岸进场路
8	3#临时施工路	km	1.0	路基宽 7.5m, 碎石路面, 基坑至右坝后永久路
9	4#临时施工路	km	2.0	路基宽 7.5m, 碎石路面, 坝后永久路至料场前三岔口
10	5#临时施工路	km	1.2	路基宽 7.5m, 碎石路面, 左岸进场路至左坝顶坝身
11	6#临时施工路	km	0.5	路基宽 7.5m, 碎石路面, 施工营地内道路
12	7#临时施工路	km	2.0	路基宽 7.5m, 碎石路面, 料场前三岔口至料场
13	8#临时施工路	km	2.0	路基宽 7.5m, 碎石路面, 料场前三岔口至渣场
14	9#临时施工路	km	1.5	路基宽 7.5m, 碎石路面, 至土料场路
15	10#临时施工路	km	1.0	路基宽 7.5m, 碎石路面, 石料场至 1#、2#渣场路
16	其他连接路	km	1.7	路基宽 7.5m, 碎石路面, 各区间连接路
	小计		15.6	
	合计		33.5	

2) 输水工程

输水工程区内新建永久道路 25.50km, 作为输水线路泵站对外交通道路及检修路。路面宽度 3.5m 或 6.5m, 均为沥青路面。

输水工程区新建施工临时道路共 215.60km, 路面宽度 3m, 均为泥结碎石路面。

输水工程交通道路布置详见表 2.1-6。

表 2.1-6 输水工程交通道路布置一览表

编号	交通设施	单位	长度	备注
	永久交通			
1	丘北方向	km	4.00	路面宽 6.5m, 沥青混凝土路面 (泵站对外交通路)
2		km	9.10	路面宽 3.5m, 沥青混凝土路面 (出水池、隧洞检修路)
3	砚山方向	km	2.20	路面宽 6.5m, 沥青混凝土路面 (泵站对外交通路)
4		km	6.50	路面宽 3.5m, 沥青混凝土路面 (出水池、隧洞检修路)
5	珠琳方向	km	2.30	路面宽 6.5m, 沥青混凝土路面 (泵站对外交通路)
6		km	1.40	路面宽 3.5m, 沥青混凝土路面 (出水池检修路)
	小计		25.50	
	临时交通			
7	丘北方向施工道路	km	80.50	路宽 3.0m, 碎石路面
8	砚山方向施工道路	km	60.00	路宽 3.0m, 碎石路面
9	珠琳方向施工道路	km	75.10	路宽 3.0m, 碎石路面
	小计		215.60	
	合计		241.10	

(2) 施工生产生活区

1) 枢纽工程

枢纽区施工生产区总面积 9.89hm²，布置于大坝下游右岸，包括砂石加工系统、混凝土拌合系统、钢木综合加工厂、机械综合保修厂、钢管加工厂、混凝土构件预制厂、中心仓库、炸药库、临时堆料场、生活营地等。枢纽区施工生产及生活设施占地面积详见表 2.1-7。

表 2.1-7 枢纽布置区施工生产及生活设施汇总表

编号	施工设施	建筑面积 (m ²)	占地面积 (m ²)
1	砂石加工厂	300	26000
2	混凝土拌合系统	150	4700
3	钢木综合加工厂	200	4800
4	机械综合保修厂	400	5900
5	钢管加工厂	1200	9000
6	混凝土构件预制厂	150	2000
7	中心仓库	3000	6000
8	炸药库	100	500
9	临时堆料场	1120	26000
10	生活营地	6000	12000
11	施工供风系统		700
12	施工供水系统		300
13	施工供电系统		900
14	施工通信系统		100
	合计	12620	98900

2) 输水工程

输水工程区共分散布置 13 个施工工区，总面积 9.45hm^2 。具体布置详见表 2.1-8。

表 2.1-8 输水线路施工工区汇总表

序号	施工区		标志建筑物	桩号范围	占地面积 (m ²)
1	丘北方向	线路 1#施工区	丘北方向起点至天星泵站	QB0+000~QB11+412	12081
2		线路 2#施工区	天星泵站至笼陶泵站	QB11+412~QB21+996	6744
3		线路 3#施工区	笼陶泵站至树皮泵站	QB21+996~QB29+174	5364
4		线路 4#施工区	树皮泵站-双飞井水库	QB29+174~QB38+351	6127
5	砚山方向	线路 5#施工区	康新寨分干线-小新寨支线	KXZ0+000~KXZ6+616.1~XXZ6+023.55	6535
6		线路 6#施工区	砚珠干线-居那革管桥	YZ0+000~YZ2+676~YS7+915	5138
7		线路 7#施工区	居那革管桥-砚山干线中点	YS7+915~YS15+516	6650
8		线路 8#施工区	砚山干线中点-砚山干线终点	YS15+517~YS31+330	7700
9		线路 9#施工区	维摩分干线+保可者支线+阿武支线	WM0+000~WM8+626.8	10708
10	珠琳方向	线路 10#施工区	珠琳干线+普底支线	ZL1+852~ZL13+543	6092
11		线路 11#施工区	珠琳干线+西吉支线+石板房支线	ZL13+544~ZL27+087	6762
12		线路 12#施工区	珠琳干线+新寨+工业园+马鞭稍	ZL27+088~ZL40+630	6616
13		线路 13#施工区	珠琳干线+细水水库	ZL40+631~ZL54+175	7983
		合计			94500

2.1.5.5 弃渣场规划

(1) 枢纽工程区

根据主体工程设计，枢纽工程区共产生弃渣 346.19m^3 （自然方），折合松方 471.00万 m^3 ，经水保复核部分弃渣量用于后期回填绿化，堆渣量核减为 340.19m^3 （自然方），折合松方 463.56万 m^3 ，设弃渣场 3 处。

1#弃渣场位于距坝址 2.4km 处右岸一处山间凹地，高程区间为 $1507\sim 1540\text{m}$ ，弃渣量 50万 m^3 （松方），占地面积 3.90hm^2 ，为平地型（填坑）弃渣场。

2#弃渣场位于距坝址 2.7km 处右岸一处山间凹地，紧邻 1#弃渣场，高程区间为 $1492\sim 1540\text{m}$ ，弃渣量 150万 m^3 （松方），占地面积 6.50hm^2 ，为平地型（填

坑）弃渣场。

3#弃渣场位于距坝址 2.8km 处右岸一处山间凹地，高程为 1444~1502m，弃渣量 263.56 万 m³（松方），占地面积 9.90hm²，为平地型（填坑）弃渣场。枢纽工程区弃渣场概况见表 2.1-9。

表 2.1-9 枢纽工程区弃渣场特性表

项目	渣场名称	位置	占地类型	渣场类型	弃渣场级别	面积 (hm ²)	堆渣量 (万 m ³ 松方)	堆渣最大高度 (m)
枢纽工程区	1#弃渣场	拉角村东北侧约 500m 的一处山间凹地，距坝址 2.4km	耕地、林地	平地型（填坑）	4	3.9	50.0	33.0
	2#弃渣场	拉角村东北约 450m 的一处山间凹地，距坝址 2.5km	耕地、林地	平地型（填坑）	3	6.5	150.0	48.0
	3#弃渣场	拉角村东南约 300m 的一处山间凹地，距坝址 2.8km	耕地、林地	平地型（填坑）	3	9.9	263.56	58.0
	合计					20.3	463.56	

（2）输水工程区

输水工程区管线开挖、调蓄水库清淤、泵站、水池等工程建设共产生弃渣 80.20 万 m³（松方），设弃渣场 13 处，占地面积共计 35.69hm²，其中坡地型弃渣场 3 处，沟道型弃渣场 1 处，平地型弃渣场 9 处，最大堆渣高度 3~13.5m，占地类型为耕地、林地。弃渣场沿输水线路丘北方向、砚山方向、珠琳方向分散布设，运距约 2km。输水工程区弃渣场概况见表 2.1-10。

表 2.1-10 输水工程区弃渣场特性表

项目	线路方向	渣场名称	位置	占地类型	渣场类型	弃渣场级别	面积 (hm ²)	堆渣量 (万 m ³ 松方)	堆渣最大高度 (m)
输水工程区	丘北方向	QB-1# 弃渣场	桩号 QB11+520~QB12+397	耕地	坡地型	5	3.60	7.16	4
		QB-2# 弃渣场	桩号 KXZ3+316~KXZ3+833	耕地	平地型	5	7.19	15.43	8
		QB-3# 弃渣场	桩号 QB35+743~QB36+490	耕地	平地型 (填坑)	5	1.76	4.05	4
		QB-4# 弃渣场	桩号 SPPL2+668~SPPL2+789	耕地	坡地型	5	0.59	1.36	4
	砚山方向	YS-1# 弃渣场	桩号 YS4+523~YS4+838	耕地、林地	沟道型	5	2.10	4.84	13.5
		YS-2# 弃渣场	桩号 YS11+638~YS11+766	耕地、林地	平地型 (填坑)	5	2.72	6.26	6
		YS-3# 弃渣场	桩号 YS22+638~YS23+253	耕地	平地型 (填坑)	5	2.11	4.86	4
		YS-4# 弃渣场	桩号 YS27+911~YS28+134	耕地	平地型 (填坑)	5	1.73	4.08	4
		YS-5# 弃渣场	桩号 WM5+383~WM5+908	耕地、林地	平地型 (填坑)	5	4.23	9.76	4
	珠琳方向	ZL-1# 弃渣场	桩号 ZL5+427~ZL5+039	耕地	平地型 (填坑)	5	2.20	5.06	3
		ZL-2# 弃渣场	桩号 ZL18+255~ZL18+769	林地	平地型 (填坑)	5	3.29	7.59	11
		ZL-3# 弃渣场	桩号 ZL32+822~ZL33+160	耕地	坡地型	5	2.58	6.01	6.5
		ZL-4# 弃渣场	桩号 ZL48+885~ZL48+991	耕地	平地型 (填坑)	5	1.59	3.74	5
		小计					35.69	80.20	

2.1.5.6 料场规划

(1) 料场概况

枢纽工程区布设土料场 1 处及石料场 1 处，输水工程区未设取料场。

1) 土料场

土料场位于坝址上游约 1.5km 处扭倮村附近。场地地形平缓，整体呈北高南低，地面高程为 1436.63~1446.02m。出露地层为第四系全新统坡洪积 (Q₄^{pld})，料场南部以黏 (粉) 土为主，夹砂砾石和粉细砂；料场北部以漂石为主，局部表层有约 0.5~1m 厚的淤泥质黏土。土料场表面耕植土无用层需剥离，高液限黏 (粉) 土为有用层。该料场位于水库淹没区。

2) 石料场

石料场位于坝址下游约 2.2km 处拉角村附近。料场地形起伏较大，局部植被覆盖，主要以松林、灌木为主，局部地缓坡带为耕地。工程所需开采石料为石炭系下统大唐组（ C_{1d} ）及中统威宁组（ C_{2w} ）及二叠系上统吴家坪组（ P_{2w} ）灰至深灰色中~厚层灰岩或白云质灰岩。石料场表层无用层厚度约 3m。

表 2.1-6 料场开采指标汇总表

项目	土料场	石料场
位置	位于坝址上游，距坝址约 1.5km	位于坝址下游，距坝址约 2.2km
占地类型	耕地	林地、耕地
料场储量/万 m ³	69	4111
开采面积/hm ²	3.00	20.31
无用层厚度/m	0.2~0.3	3
无用层剥离量/万 m ³	0.8	61
实际开采量/万 m ³	6	210
实际开采深度/m	3	10
剥采比	0.22	0.28

(2) 料场开采

1) 土料场

土料场覆盖层剥离采用 132kW 推土机推土，运距 0.5km；土料开采层厚 3.0m，采用 1m³ 挖掘机挖土，8t 自卸汽车运至填筑部位，实际运距 7.5km。

2) 石料场

石料场自上而下分级开采，台段高度 9~13m，每级开采平台约 15~20m，开采边坡 1:0.5。石料场无用层剥离采用潜孔钻钻孔，松动控制爆破。剥离料采用 2m³ 挖掘机装 20t 自卸汽车运至 1#弃渣场、2#弃渣场；有用层石料钻爆法开采，潜孔钻钻孔，松动控制爆破。毛料采用 2m³ 装载机装 20t 自卸汽车运 2.0km 至砂石加工厂。

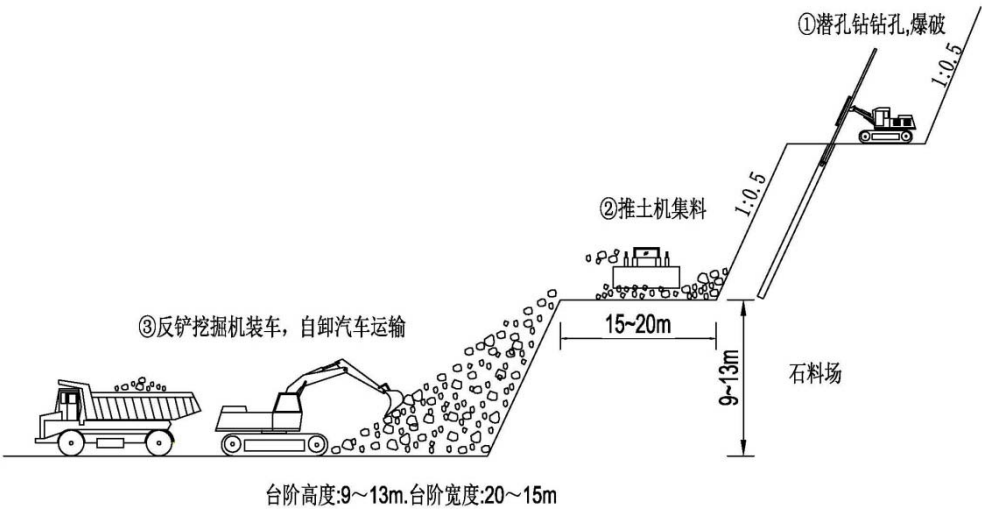


图 2.1-7 石料场开采示意图

2.1.6 土石方平衡

根据主体施工组织设计，工程土石方开挖总量为 937.52 万 m³（自然方，下

同),土石方填筑总量为 699.60 万 m^3 ,取料场借方 136.85 万 m^3 ,弃渣总量 404.77 万 m^3 ,折合松方 551.20 万 m^3 (含石料场剥离料)。

枢纽工程土石方开挖总量为 463.81 万 m^3 ,其中土方开挖 194.19 万 m^3 ,石方开挖 269.61 万 m^3 ;土石方回填量为 254.47 万 m^3 ,其中土方回填 3.35 万 m^3 ,石方开挖 251.12 万 m^3 ;取料场借方 136.85 万 m^3 ,其中土方 0.30 万 m^3 ,石方 136.55 万 m^3 ;弃渣量 346.19 万 m^3 ,折合松方 471.00 万 m^3 (含石料场剥离料)。

输水工程土石方开挖总量为 473.71 万 m^3 ,其中土方开挖 350.08 万 m^3 ,石方开挖 123.63 万 m^3 ;土石方回填量为 415.13 万 m^3 ,其中土方回填 333.53 万 m^3 ,石方开挖 81.61 万 m^3 ;弃渣量 58.58 万 m^3 ,折合松方 80.20 万 m^3 。

表 2.1-7 枢纽工程区土石方平衡表 单位: 万 m³

建筑物		开挖 (自然方)			回填 (自然方)			调入 (自然方)				调出 (自然方)				借方 (自然方)			弃方 (自然方)			折合 松方
		土方	石方	小计	土方	石方	小计	土方	石方	小计	来源	土方	石方	小计	去向	土方	石方	小计	土方	石方	小计	
大坝	①	39.45	49.32	88.77		196.08	196.08		29.83	29.83	② ③ ⑦						136.13	136.13	39.45	19.20	58.65	76.75
溢洪道	②	26.38	44.17	70.55	1.25	0.42	1.67						27.03	27.03	①		0.42	0.42	25.13	17.14	42.27	56.02
电站厂房	③	2.10	9.71	11.81									1.06		①				2.10	8.65	10.75	15.15
鱼道工程	④	0.04	0.14	0.18															0.04	0.14	0.18	0.26
泵站	⑤	5.42	17.71	23.13		2.33	2.33												5.42	15.38	20.80	29.02
出水管(池)	⑥	2.15	8.63	10.78	2.10	3.18	5.29									0.30		0.30	0.35	5.44	5.79	8.32
导流工程	⑦	3.24	13.94	17.18									8.33	8.33	① ⑧				3.24	5.62	8.85	12.16
围堰	⑧	7.85		7.85		6.58	6.58		6.58	6.58	⑦								7.85		7.85	9.35
交通道路	⑨	46.60	125.99	172.60		42.53	42.53												46.60	83.47	130.07	188.37
石料场	⑩	60.98		60.98															60.98		60.98	75.61
合计		194.19	269.61	463.81	3.35	251.12	254.47		36.41	36.41			36.41	35.35		0.30	136.55	136.85	191.15	155.04	346.19	471.00

表 2.1-8 输水工程区土石方平衡表 单位: 万 m³

序号	建筑物	桩号	开挖 (自然方)			回填 (自然方)			调入 (自然方)			调出 (自然方)			弃方 (自然方)			折合 松方
			土方	石方	小计	土方	石方	小计	土方	石方	小计	土方	石方	小计	土方	石方	小计	
1	丘北方向输水线路		165.89	33.82	199.71	151.68	26.51	178.19	0.14	7.58	7.72	0.14	7.58	7.72	14.21	7.30	21.52	28.00
1.1	丘北方向干线		72.97	14.54	87.51	72.46	6.42	78.88					6.65	6.65	0.50	1.48	1.98	2.72
1.1.1	天星隧洞出水池-干龙潭水库	QB7+046~QB11+360	11.94	1.66	13.60	11.94	0.73	12.67								0.94	0.94	1.33
1.1.2	干龙潭水库-树皮泵站	QB11+360~QB28+749	42.80	5.52	48.32	42.80	3.89	46.69					1.63	1.63				
1.1.3	树皮泵站-双飞井水库	QB28+749~QB38+401	17.46	2.35	19.80	17.46	1.80	19.26								0.54	0.54	0.77
1.1.4	天星隧洞	QB2+351~QB7+046	0.77	5.01	5.78	0.27		0.27					5.01	5.01	0.50		0.50	0.62
1.2	丘北方向分干线		33.33	4.72	38.05	33.33	3.56	36.90								1.16	1.16	1.64
1.2.1	朦胧分干线	ML0+000~ML11+393	17.99	2.78	20.76	17.99	2.03	20.02								0.75	0.75	1.06
1.2.2	康新寨分干线 (康新寨分水口-康新寨水库)	KXZ0+000~KXZ6+626	9.03	1.05	10.08	9.03	0.94	9.97								0.11	0.11	0.15
1.2.3	康新寨分干线 (康新寨水库-终点)	KXZ6+626~KXZ12+226	6.32	0.89	7.21	6.32	0.59	6.90								0.30	0.30	0.43
1.3	丘北方向支线		14.59	2.51	17.10	14.59	1.58	16.17								0.93	0.93	1.33
1.4	泵站工程		18.40	2.93	21.33	15.96	0.40	16.35	0.06		0.06	0.14	0.93	1.07	2.36	1.61	3.97	5.21
1.4.1	天星泵站		11.84	0.93	12.78	9.36		9.36				0.14	0.93	1.07	2.35		2.35	2.91
1.4.2	树皮泵站		3.83	0.76	4.58	3.83	0.16	3.99								0.59	0.59	0.84
1.4.3	康新寨泵站		2.47	1.21	3.67	2.47	0.23	2.70								0.98	0.98	1.39
1.4.4	笼陶泵站		0.17		0.17	0.23		0.23	0.06		0.06							
1.4.5	大马恒泵站		0.09	0.03	0.13	0.08		0.08							0.01	0.03	0.05	0.06
1.5	调蓄工程		0.37	4.98	5.35	0.45	12.56	13.01	0.08	7.58	7.66							
1.6	其他支线		14.88	4.12	19.01	14.88	1.99	16.88								2.13	2.13	3.03

序号	建筑物	桩号	开挖（自然方）			回填（自然方）			调入（自然方）			调出（自然方）			弃方（自然方）			折合 松方
			土方	石方	小计	土方	石方	小计	土方	石方	小计	土方	石方	小计	土方	石方	小计	
1.7	水库清淤		11.35		11.35										11.35		11.35	14.07
2	砚山方向输水线路		89.50	46.00	135.50	87.95	26.37	114.32							1.54	19.64	21.18	29.80
2.1	砚山方向干线		57.35	28.98	86.33	56.38	17.80	74.18							0.98	11.18	12.16	17.08
2.1.1	一级泵站出水池-维摩泵站	YS0+000~YS12+275	26.59	12.87	39.46	26.59	8.36	34.95								4.51	4.51	6.40
2.1.2	维摩泵站-红舍克水库	YS12+275~YS25+452	17.38	8.15	25.52	17.38	5.42	22.80								2.72	2.72	3.87
2.1.3	红舍克水库-砚山规划水厂	YS25+452~YS34+866	12.11	5.81	17.92	12.11	4.02	16.12								1.80	1.80	2.55
2.1.4	青龙箐隧洞		1.29	2.15	3.43	0.31		0.31							0.98	2.15	3.13	4.26
2.2	砚山方向分干线		12.14	6.70	18.84	12.14	3.48	15.62								3.22	3.22	4.57
2.2.1	维摩分水口-绿塘子泵站	WM0+000~WM2+836	3.90	1.79	5.69	3.90	1.29	5.19								0.50	0.50	0.71
2.2.2	绿塘子泵站-维摩终点	WM2+836~WM8+627	8.24	4.91	13.15	8.24	2.19	10.43								2.72	2.72	3.86
2.3	砚山方向支线		13.73	6.41	20.14	13.73	4.18	17.91								2.23	2.23	3.17
2.4	泵站工程		5.52	3.84	9.36	5.33	0.87	6.21							0.19	2.97	3.16	4.45
2.5	其他支线		0.37	0.08	0.45	0.37	0.03	0.41								0.04	0.04	0.06
2.6	水库清淤		0.38		0.38										0.38		0.38	0.47
3	珠琳方向输水线路		94.69	43.81	138.50	93.90	28.73	122.62							0.80	15.08	15.88	22.40
3.1	珠琳方向干线		68.17	32.59	100.76	68.17	23.01	91.19								9.58	9.58	13.60
3.1.1	一级泵站出水池-西吉支线	ZL0+000~17+423	31.06	14.77	45.83	31.06	9.91	40.97								4.86	4.86	6.90
3.1.2	西吉支线-马鞭稍支线	ZL17+423~36+372	22.97	11.10	34.07	22.97	8.00	30.97								3.10	3.10	4.40
3.1.3	马鞭稍支线-细水水库	ZL36+372~54+175	14.15	6.72	20.87	14.15	5.10	19.25								1.62	1.62	2.30
3.2	珠琳方向支线		15.10	8.27	23.37	15.00	3.43	18.43							0.09	4.84	4.94	6.99

序号	建筑物	桩号	开挖（自然方）			回填（自然方）			调入（自然方）			调出（自然方）			弃方（自然方）			折合 松方
			土方	石方	小计	土方	石方	小计	土方	石方	小计	土方	石方	小计	土方	石方	小计	
3.3	泵站工程		1.01	0.18	1.18	0.81	0.10	0.91							0.19	0.08	0.27	0.35
3.4	其他支线		9.91	2.78	12.68	9.91	2.19	12.10								0.59	0.59	0.83
3.5	水库清淤		0.51		0.51										0.51		0.51	0.63
	合计		350.08	123.63	473.71	333.53	81.61	415.13	0.14	7.58	7.72	0.14	7.58	7.72	16.55	42.02	58.58	80.20

2.1.8 工程征占地

根据主体工程设计,清水河水利枢纽工程征占地总面积为 1295.23hm^2 ,其中永久占地面积 744.64hm^2 ,临时占地面积 550.59hm^2 。永久占地中包括水库淹没面积 487.77hm^2 ,枢纽及输水工程建设区永久占地面积 256.87hm^2 。

(1) 永久占地

永久占地包括水库淹没区及工程建设占用的主体工程区、工程永久办公生活区、永久道路等。永久占地总面积为 744.64hm^2 ,其中耕地 449.84hm^2 ,园地 0.90hm^2 ,林地 227.28hm^2 ,草地 7.12hm^2 ,住宅用地 21.73hm^2 ,交通运输用地 13.33hm^2 ,水域及水利设施用地 21.52hm^2 ,其他土地 2.92hm^2 。

(2) 临时占地

工程临时占地包括输水工程埋管、弃渣场、料场、临时道路、施工生产生活区,临时占地总面积为 550.59hm^2 。其中,耕地 411.52hm^2 ,园地 12.17hm^2 ,林地 116.08hm^2 ,草地 1.82hm^2 ,交通运输用地 2.27hm^2 ,水域及水利设施用地 0.71hm^2 ,其他土地 6.02hm^2 。

表 2.1-9

工程占地面积及类型汇总表

单位: hm^2

占地性质	项目		占地类型									
			合计	耕地	园地	林地	草地	住宅用地	交通运输用地	水域及水利设施用地	其他土地	
永久占地	枢纽工程区	大坝枢纽	46.18	26.57		17.52		0.11	0.41	1.58		
		永久道路	74.31	47.27		19.94			6.54	0.55		
		水库淹没区	487.77	296.73	0.03	136.58	7.12	21.62	6.07	19.39	0.23	
		小计	608.26	370.57	0.03	174.04	7.12	21.73	13.02	21.52	0.23	
	输水工程区	输水建筑物区	45.13	25.38	0.86	18.57			0.31			
		永久道路	91.25	53.89		34.66					2.70	
		小计	136.38	79.27	0.86	53.24			0.31		2.70	
	合计		744.64	449.84	0.90	227.28	7.12	21.73	13.33	21.52	2.92	
临时占地	枢纽工程区	弃渣场区		20.30	16.60		3.70					
		料场区	石料场	19.92	11.28		8.64					
			土料场	3.00	3.00							
		交通道路区	临时道路	38.81	15.33		22.38			1.09		
		施工生产生活区		9.89	7.16	0.05	2.11			0.04		0.53
		小计		88.91	50.37	0.05	36.83			1.13		0.53
	输水工程区	管线区		245.31	189.51	7.46	43.85	1.07		0.63	0.42	2.36
		弃渣场区		35.69	31.98		3.71					
		施工生产生活区		94.83	73.80	2.55	16.39	0.37		0.24	0.14	1.35
		施工临时道路		85.85	65.86	2.12	15.30	0.38		0.27	0.15	1.78
		小计		461.68	361.15	12.13	79.25	1.82		1.14	0.71	5.49
	合计		550.59	411.52	12.17	116.08	1.82		2.27	0.71	6.02	
总计			1295.23	861.36	13.07	343.36	8.95	21.73	15.60	22.22	8.95	

2.1.9 水库淹没及移民安置

2.1.9.1 水库淹没

清水河水利枢纽工程水库正常蓄水位为 1392m, 根据主体工程移民专业确定的淹没处理范围, 对应的水库淹没面积为 487.77hm², 其中耕地 296.73hm², 园地 0.03hm², 林地 136.58hm², 草地 7.12hm², 住宅用地 21.62 hm², 交通运输用地 6.07 hm², 水域及水利设施用地 16.39 hm², 其他土地 0.23 hm²。

2.1.9.2 移民安置

(1) 生产安置

清水河水利枢纽工程生产安置人口至规划水平年共计 2577 人, 其中水库淹没影响区 1552 人, 枢纽工程区 357 人, 输水线路区 668 人。

本工程生产安置人口指工程征收线内因原有土地资源丧失, 或其他原因造成土地征收线外原有土地资源不能使用, 需要重新调剂土地资源或解决生存出路的农村移民安置人口。

(2) 移民搬迁安置

清水河水利枢纽工程基准年搬迁安置人口 2713 人, 规划设计水平年总搬迁安置人口 2845 人, 其中水库淹没影响区 2812 人, 枢纽工程建设区 33 人。

根据移民意愿和地方政府意见, 移民搬迁人口采取后靠安置和外迁安置, 共规划集中安置点 5 处: 后靠安置 894 人, 集中安置在丘北县天星乡扭保村以勒后山安置点; 外迁安置 1951 人, 规划 4 处安置点, 其中瓦窑冲安置点位于丘北县锦屏镇密纳村、普底村安置点位于砚山维摩乡普底村、炭房安置点位于砚山维摩乡炭房社区、竜白安置点位于砚山江那镇。

2.1.9.3 专业项目处理

(1) 交通设施

建设征地涉及等外道路 17.37km、机耕道 26.41km。规划对库区涉及的等外道路和机耕道进行复建处理。库周交通道路复建长度共 27.60km, 其中复建农村基本级道路 10.06km, 路基宽度 4.5m, 路面宽度 3.5m; 机耕道 17.54km, 路基宽度 3.5m, 路面宽度 2.5m。

(2) 电力设施

建设征地影响 10kV 输电线路 28km。经征求丘北和砚山县电力公司意见, 对丘北县库区涉及的电力线路采取复建处理, 砚山县库区涉及电力线路在安置点

规划设计中考虑,不需要复建处理。对输水工程建设区涉及的电力设施沿库周交通道路走线,进行改建处理,改建线路全长 22.91km。

(3) 通信设施

建设征地影响通信线路 25.35km,采取提高到相应洪水标准水位线以上进行恢复处理,复建长度约 33.60km。

(4) 水文站

建设征地影响水文站 1 座,采取复建的处理方式。

2.1.10 工程进度安排

工程施工总工期 48 个月,施工准备期为 10.5 个月,主体工程施工期为 36.5 个月,施工完建期 1 个月。

(1) 枢纽工程

施工准备工期:从第一年 3 月初工程开工至第二年 1 月中,共 10.5 个月。主要完成施工生产、生活房屋、施工附属工厂、施工道路、导流隧洞施工、坝肩土石方开挖、河道截流。

施工期:第二年 1 月上旬~第四年 11 月。主要完成坝体、溢洪道、电站施工以及导流隧洞下闸、水库蓄水,导流洞封堵。

施工完建期:第四年 12 月初~第五年 1 月底进行输水线路试通水和机组调试运行,2 月初至 2 月底进行场地清理和退场。第五年 2 月底工程完工。

(2) 输水工程

线路主体工程施工从第二年 3 月开始至第五年 1 月,共 35 个月。

输水管线工程主要施工工序:工程开工→土方明挖→石方明挖→管道敷设→管道区砂料回填→管道区开挖料回填→试通水→尾工→完工。

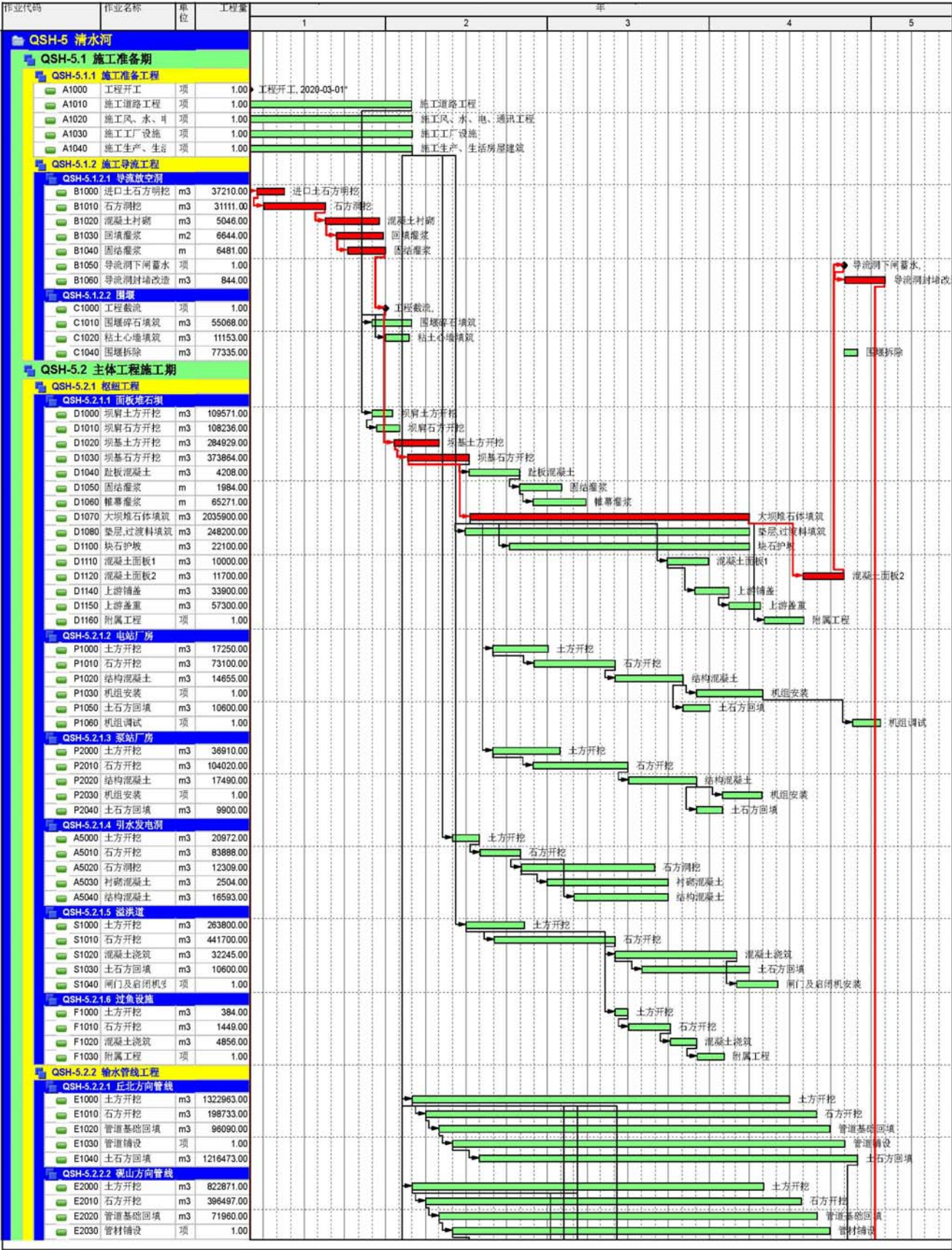
输水线路天星隧洞及青龙箐隧洞均安排在第二年 3 月初开始施工,主要施工工序:土方明挖→石方明挖→石方洞挖→混凝土衬砌→回填灌浆。

泵站施工在第二年 2 月~第四年 10 月施工,10 月底完成水泵安装。

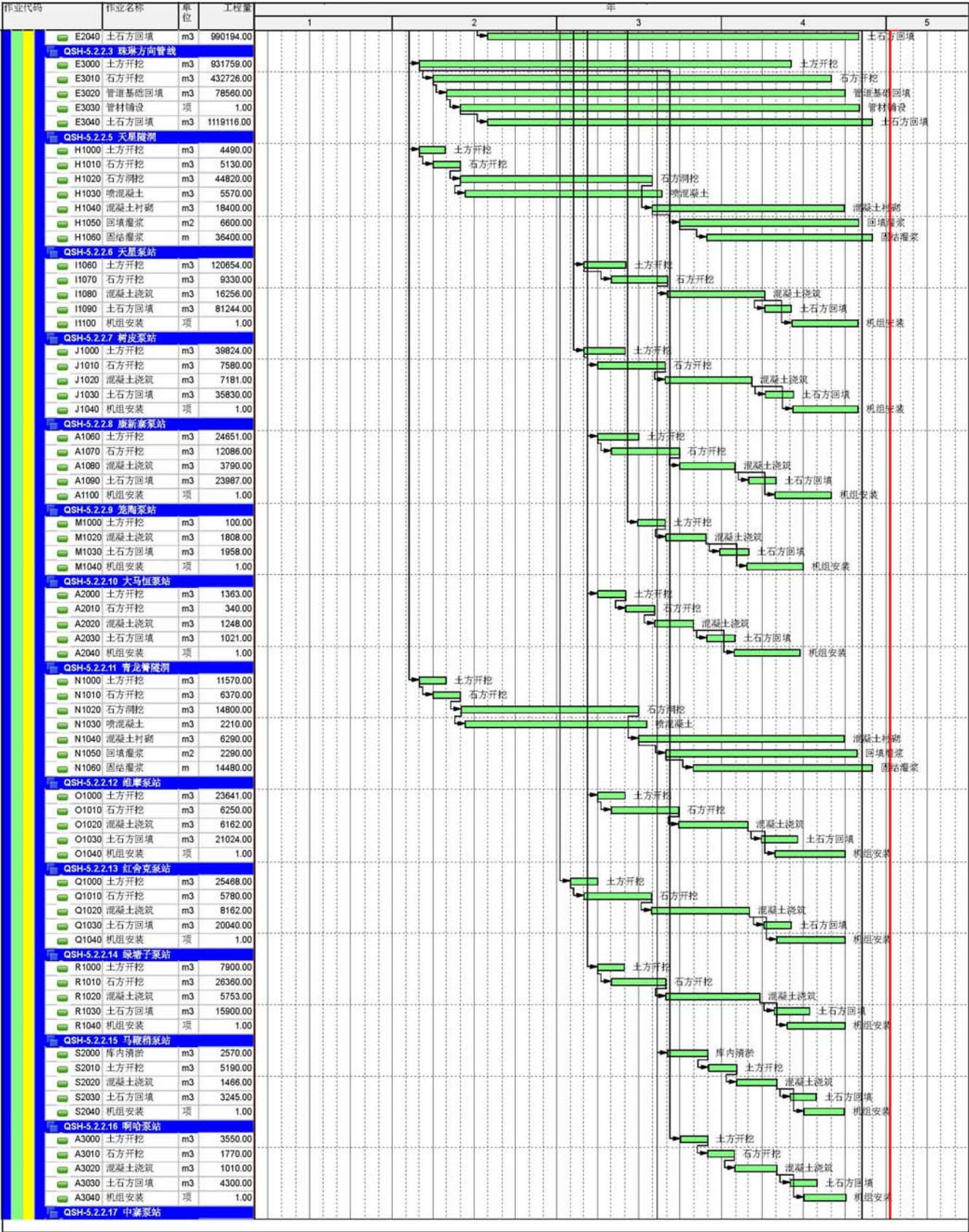
其它阀室井等规模较小的零星工程可作为调节项目在建设期内安排。

第五年 2 月底完成工程移交及承包商退场,工程全部完工。

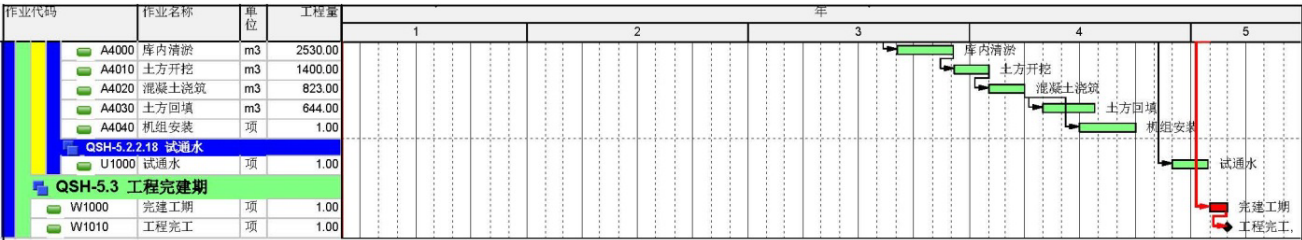
施工总进度表(1/3)



施工总进度表(2/3)



施工总进度表(3/3)



2.1.11 工程投资

工程投资估算按 2019 年第三季度价格水平编制，工程静态总投资为 49.60 亿元，其中土建投资 23.81 亿元。工程总投资 49.91 亿元，建设期融资利息 3125 万元。

工程建设资金筹措方式为：工程贷款比例为 5.9%，贷款本金为 2.93 亿元，为政府投资。

2.2 项目区概况

2.2.1 自然概况

2.2.1.1 地质

(1) 区域地质

工程区主要处于文山巨型环状旋扭构造,分布在文山—保家邑—大法白以东广大地区,由一系列向北西及北突出的弧形褶皱和断裂组成。工程区出露地层主要为古生界石炭系与二叠系、中生界三叠系地层。区域内碳酸盐岩分布广泛,发育大量溶洞、落水洞,少量溶井、天窗。

工程区位于滇黔桂南褶皱带内,区域稳定性较好,基本地震动峰值加速度均为 0.05g,地震基本烈度均为 VI 度。

区域内地下水可划分为松散堆积层孔隙水、碎屑岩类裂隙水、碳酸盐岩岩溶水三大类。补给源主要为大气降水和地表水补给,南部、东部碎屑岩区大气降水入渗补给浅层地下水向东、向北迳流,在地势低洼处以泉点形式排泄最终汇入河道向北迳流;北部碳酸盐岩区大气降水通过坡面汇水补给地表水或以洼地、落水洞及溶隙渗入补给地下水。

(2) 工程区地质

1) 库区

库区主要位于大法白向斜,在库尾及以上河段,向斜核部大致沿河谷延伸;区内主要断裂有居那革-大法白断裂和大母其-以勒断裂。库区出露的地层主要有三叠系、二叠系、石炭系及第四系。库区及附近范围内共发育有暗河 2 条,出露泉点 6 个。

库区位于峡谷地区,河谷切割深度大,植被发育,风化强烈,地表多呈全强风化状,大部分地区基岩裸露。局部地段有小规模崩塌现象,未发现有岩溶塌陷及稍具规模的泥石流沟发育。除左岸近坝库段存在岩溶渗漏问题外,其余库段库盆封闭条件良好,水库蓄水后存在诱发地震的可能性,但震级及概率均不大,一般不会超过本区的地震背景值。

2) 坝址

坝址位于大法白向斜北西翼,在坝址处呈单斜构造,未发现较大规模的断层发育,主要岩体主要发育 3 组裂隙。坝址区出露的地层主要有三叠系中统版纳组

上段和第四系。左岸发育略具规模的冲沟共 4 条。坝址处分布的泥质粉砂岩、泥岩总体上赋水较差，地下水类型主要为松散层孔隙水、基岩裂隙水、岩溶水。

上坝址河谷多呈"V"型，左右岸山体雄厚，基本对称。两岸坡度一般 $25^{\circ}\sim 38^{\circ}$ ，零星发育阶地。坝址处两岸岸坡相对较缓，多为植被覆盖，顶表部多为坡残积土或全风化层，未发现规模较大的深层滑坡或崩塌，未发现有不稳定边坡。

3) 输水线路

输水线路沿线构造发育，主要穿越多处向斜、背斜，沿线发育多条褶皱及构造断裂。沿线出露的地层主要有三叠系、二叠系、及第四系。沿线地下水类型主要为松散层孔隙水、基岩裂隙水、岩溶水。

沿线滑坡主要发生在风化强烈的碎屑岩地层，在沟谷和河流段时有发生，局部地段有小规模崩塌现象。岩溶洼地线路段可能发生岩溶塌陷。沿线泥石流沟弱发育，可能在部分过沟段会发生山洪泥石流等地质灾害。

2.2.1.2 地形地貌

工程区地处云贵高原南部，山峦起伏，形成壮观的中山~低山丘陵地形。总体上北西、南东与西南部地势较高，东北部地势较低；南北向山岭依次降低，河流切割强烈，形成带状山岭和山间谷地相间分布，谷底面积狭窄，带状山岭峰峦重叠，峡谷深 400~800m。岩溶地貌广泛发育，形态多样，为典型的亚热带岩溶。

(1) 库区

库区河谷多呈"V"型，岸坡多为陡坡、悬崖，坡度一般 $30^{\circ}\sim 70^{\circ}$ 。局部宽谷发育有 1~2 级阶地，有多条支流发育，沿河两岸岩溶地貌较发育。灰岩地区多为峡谷地形，碎屑岩地区河谷相对宽阔。

(2) 坝址

坝址所在河谷多呈"V"型，左右岸山体雄厚，基本对称。两岸坡度一般 $25^{\circ}\sim 38^{\circ}$ ，河流切割深度 160~170m。两岸零星发育阶地。两岸植被发育，基岩零星出露。左岸发育略具规模的冲沟共 4 条，其中规模较大的冲沟 1 条。

(3) 输水线路

1) 丘北方向

输水线路沿线地形起伏较大，属于低中山构造侵蚀、溶蚀地貌，地面高程 1312.50~1821.65m，沿线岩溶地貌较发育，溶槽、溶沟遍布，溶蚀洼地、漏斗、

落水洞、溶洞等岩溶地貌常见。输水线路沿线基岩广泛出露，多为碎屑岩，碎屑岩地带发育多条大小不一的冲沟。

2) 砚山方向

输水线路沿线地形起伏较大，属于低中山构造侵蚀、溶蚀地貌，沿线地面高程 1390.54~1690.45m，沿线岩溶地貌较发育，溶槽、溶沟遍布，溶蚀洼地、漏斗、落水洞、溶洞等岩溶地貌常见，碎屑岩地带发育多条大小不一的冲沟。

3) 珠琳方向

珠琳输水线路沿线地形起伏较大，属于低中山岩溶峰丛洼（谷）地地貌。地面高程 1389~1544m，区域内碳酸盐岩广布，沿线岩溶地貌较发育，溶槽、溶沟遍布，溶蚀洼地、漏斗、落水洞、溶洞等岩溶地貌常见，非碳酸盐岩只是局部地区成斑块及条带状分布。区内溶蚀山峰相对高差 50~200m 为主，少数小于 50m，以锥状为主，地形坡度 20~60°，谷地底部地形平坦开阔，在坡脚处常常发育溶蚀残丘，普遍有红黏土覆盖，部分洼地谷底受降雨富集成水塘。碎屑岩地带发育多条大小不一的冲沟。

2.2.1.3 气象

清水河水利枢纽工程位于珠江流域西江水系南盘江右岸一级支流清水江上游南丘河，流域地处云贵高原西部，属亚热带季风气候区，夏季盛行东南风，冬季多吹北风及偏北风。气候基本特征有：冬春干凉、夏秋湿润；冬无严寒、夏无酷暑；气候垂直差异大、立体气候明显。

根据邻近丘北气象站 1970~2017 年气象观测资料统计，多年平均降水量 1151mm，多年平均气温 16.3℃，极端最高气温达 35.8℃，极端最低气温-7.6℃， $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 年有效积温 5800℃。年无霜期 275 天，多年平均水面蒸发量 1034mm (E601)，多年平均相对湿度 78%，多年平均风速 2.1m/s，最大风速 20m/s。

表 2.2-1 丘北气象站主要气象要素统计

月份 项目		1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	全年
气温 (℃)	平均	8.4	10.3	15.4	19.3	20.9	21.2	21.2	20.6	19.1	16.3	12.3	9.6	16.3
	极端最高	26.1	30.5	31.6	34.7	35.2	35.8	34.8	31.5	31.9	29.2	28.7	26.4	35.8
	极端最低	-7.3	-6.8	-2.6	0.7	6.2	10	11.6	9.1	4.6	0	-2.3	-7.6	-7.6
降水 (mm)	平均	20	20	28	54	144	219	201	189	126	90	41	19	1151
	占比 (%)	1.7	1.8	2.4	4.7	12.5	19.0	17.5	16.4	11.0	7.9	3.6	1.7	100
蒸发(E601) (mm)	平均	63.4	74.1	128	149	136	90.5	84.8	77.4	62.1	59.7	53.6	54.8	1034
	占比 (%)	6.1	7.2	12.4	14.4	13.1	8.8	8.2	7.5	6.0	5.8	5.2	5.3	100
风速 (m/s)	平均	2.2	2.6	3	3.3	2.5	1.8	1.7	1.3	1.3	1.6	1.7	2	2.1
	最大	14	20	17	20	19	13	13	15	11	13	10	12	20
	相应 风向	3 个	WSW	SWW	W	NE	S	S	WNW	SE	ENE	W	WSW	W WSW
平均相对湿度(%)		78	74	66	64	71	81	83	86	85	83	83	79	78

2.2.1.4 水文

(1) 流域概况

清水河水利枢纽位于珠江流域西江水系南盘江右岸一级支流清水江上游南丘河，云南省文山州境内。坝址处地表水集水面积分别为 1539km²和 1559km²。

南盘江是珠江主源，流域地处云贵高原西部，跨云南、贵州、广西三省（自治区），位于东经 102°15′~106°27′、北纬 23°15′~25°57′之间，流域面积 56880km²，其中云南省境内 43602km²，占 77%。流域内集水面积在 2000km² 以上的一级支流有 6 条，其中从干流右岸汇入的有曲江、泸江、清水江三条，从左岸汇入的有甸溪河、黄泥河、马别河三条。

清水江为南盘江右岸的一级支流，位于云南省文山州北部，地处东经 103°51′~104°46′、北纬 23°37′~24°38′之间。清水江发源于砚山县的回龙水库，从上游至下游流经砚山、丘北、广南三县，于丘北县的坝达村汇入南盘江，全长 229km，集水面积 5117km²，其中文山州境内流域面积 4728km²，总落差 790m，河道平均坡降 3.4‰。清水江南支为南丘河，北支为清水河，南丘河、清水河汇合后称清水江。

南丘河发源于砚山县回龙水库，河流呈南北流向，流经砚山城区、者腊、干河、维摩等乡镇，进入丘北县天星乡，在法白堂上村与清水河交汇后进入清水江，全长 110km，集水面积 1746 km²，落差 140m，河道平均比降 4.1‰。

(2) 洪水

清水江流域洪水由暴雨形成，历年暴雨多发生在 6 月~9 月，一次暴雨多集

中在三天内，一次洪水主要由三天降雨形成，与暴雨时间相应，洪水多发生在 6 月~9 月，尤以 8 月最多。

以革雷站为设计依据站，设计洪水采用 1970~2017 年系列计算，同时考虑了 1935 年历史洪水。清水河水库上坝址、下坝址 500 年一遇设计洪峰流量分别为 $415\text{m}^3/\text{s}$ 、 $419\text{m}^3/\text{s}$ ，5000 年一遇校核洪峰流量分别为 $642\text{m}^3/\text{s}$ 、 $649\text{m}^3/\text{s}$ 。

(3) 泥沙

本流域无泥沙观测资料，悬移质输沙模数参照盘龙河流域天保水文站，即 $287\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。坝址入库悬移质沙量为 44.2 万 t，推移质沙量为 4.42 万 t，总沙量为 48.6 万 t。

2.2.1.5 土壤

根据资料分析，工程涉及区内土壤类型有六种，即砖红壤、赤红壤、黄壤、石灰岩土和水稻土。因工程涉及区内地势起伏，海拔高差悬殊，生物、气候条件差异较大，土壤的垂直分布较为明显。海拔 1800m 以上地区主要为黄壤；海拔 1400~1800m 的石山地区，主要为石灰岩土；海拔 1000~1400m 地区为黄壤和红壤；海拔 400~1000m 地区，主要为赤红壤；海拔 400m 以下的河谷地区主要为砖红壤；水稻土主要分布在河谷两岸较平缓、温热的地带。本工程区内主要土壤类型为红壤、赤红壤和水稻土，厚度中等。

2.2.1.6 植被

项目区属于高原亚热带南部季风常绿阔叶林地带、滇东南岩溶山原峡谷季风常绿阔叶林区。植被群落多样，低层植被草群结构主要以黄背草、龙须草、扭黄草、白茅等禾本科牧草为主；高层植被多为常绿阔叶林、混交林、针叶林等。林种资源主要有云南松、栎类、油杉、思茅松、杉木等，阔叶林树种有旱冬瓜、栲类、樟木等，经济林木主要有油桐、油茶等。

经现场调查，工程区内植被发育，乔木以松树、桉树为主，灌木主要有马桑、悬钩子等，项目区林草覆盖率约为 25%。

2.2.1.7 其他

本项目不涉及饮用水水源保护区、水功能一级区的保护区和保留区、自然保护区、风景名胜区、地质公园、森林公园、重要湿地等。线路沿线无滑坡、泥石流等对线路路径构成威胁的不良物理地质作用。

经核查，本工程占压云南省原生态保护红线共计 76.73hm²，占压生态保护红线类型为珠江上游及滇东南喀斯特地带水土保持生态保护红线。目前，文山州已经对清水河水利枢纽建设项目占用生态保护红线的地块进行评估调出，调出后工程不再涉及云南省生态红线。

工程与环境敏感区位置关系见表 2.2-2。

表 2.2-2 清水河水利枢纽工程与环境敏感区位置关系一览表

敏感区类型	名称	级别	保护对象	与工程位置关系
自然保护区	普者黑省级自然保护区	省级	岩溶湖群湿地及景观	水库坝址位于清水江上游支流南丘河上，普者黑省级自然保护区、国家风景名胜区、国家湿地公园位于清水江支流清水河源头，工程建设不涉及上述敏感区范围，输水管线丘北工业园区支线距离普者黑国家级风景名胜区三级保护区边界的最近距离为 18.0km。
风景名胜区	普者黑风景名胜区	国家级	仙人洞、落水洞、摆龙湖、麦地冲等景观资源	
湿地公园	普者黑国家湿地公园	国家级	保护湿地野生动植物，维护普者黑典型喀斯特湿地水文生态过程、结构与生态功能	

2.2.2 社会经济概况

2.2.2.1 社会经济

文山州辖文山、砚山、西畴、麻栗坡、马关、丘北、广南、富宁 8 个县（市），101 个乡（镇），其中 16 个民族乡，947 个行政村（居委会），15967 个村民小组（队）。居住着汉、壮、苗、彝、瑶、回、傣、布依、蒙古、白、仫佬 11 种民族。2017 年末文山州常住人口为 359.3 万人，其中：农业人口为 231.82 万人，少数民族人口为 207.68 万人，城镇人口为 127.48 万人。2017 年全州实现地区生产总值 6156889 万元，全州城镇居民人均可支配收入 23753 元，农村常住居民人均可支配收入 9699 元。

本工程涉及文山州丘北县、砚山县、广南县。根据《丘北县统计年鉴（2017）》、《砚山县经济工作手册（2017）》、《广南县统计年鉴（2017）》：

丘北县县辖锦屏镇、双龙营镇、曰者镇、腻脚彝族乡、新店（原冲头）彝族乡、舍得彝族乡、树皮彝族乡、八道哨彝族乡、官寨乡、平寨乡、天星乡、温浏乡共 3 镇 9 乡，面积 4997km²。2017 年全县年末总人口 49.35 万人，其中农业人

口 43.9 万人。年末，全县实现地区生产总值 643676 万元，全县耕地面积 563666 亩，粮食作物总产量 240878t，农村常住居民人均可支配收入 9404 元。

砚山县辖 4 个镇、7 个乡（其中 4 个民族乡）：江那镇、平远镇、稼依镇、阿猛镇、阿舍彝族乡、维末彝族乡、盘龙彝族乡、八嘎乡、者腊乡、蚌峨乡和干河彝族乡，面积 3822km²。2017 年全县年末总人口 50.43 万人，其中农业人口 43.14 万人。年末，全县实现地区生产总值 1215451 万元，全县耕地面积 491616 亩，粮食作物总产量 274221t，农村常住居民人均可支配收入 9755 元。

广南县辖莲城、坝美、八宝、南屏、珠街、那洒、珠琳等 7 个镇，黑支果、曙光、篆角、五珠、者兔、者太、底圩、旧莫、董堡、杨柳井、板蚌等 11 个乡，另外云南省农垦总局管辖的堂上农场、石山农场也在县境内，共 18 个乡镇，2 个农场，面积 7730km²。2017 年全县年末总人口 80.5 万人，其中农业人口 58.86 万人。年末，全县实现地区生产总值 902487 万元，全县耕地面积 684753 亩，粮食作物总产量 337731t，农村常住居民人均可支配收入 9295 元。

主要社会经济指标见表 2.2-3。

表 2.2-3 项目区社会经济概况统计表

行政区划		总面积(km ²)	总人口(万人)	农业人口 (万人)	粮食作物总 产量(t)	农民人均收入 (元)
文山 州	丘北县	4997	49.35	43.9	240878	9404
	砚山县	3822	50.43	43.14	274221	9755
	广南县	7730	80.5	58.86	337731	9295

2.2.2.2 土地利用

(1) 文山州土地利用现状

根据《云南省土地利用总体规划（2006~2020 年）》，文山州土地总面积为 322.39 万 hm²，其中农用地面积 238.20 万 hm²，占土地总面积的 73.89%，建设用地面积 9.51 万 hm²，占土地总面积的 2.95%，其他土地面积 74.68 万 hm²，占土地总面积的 23.16%。详见表 2.2-4。

表 2.2-4 文山州土地利用现状表

序号	地类	面积 (万 hm^2)	占比 (%)
	土地总面积	322.39	
一	农用地	238.20	73.89
1	耕地	63.73	19.77
2	园地	6.67	2.07
3	林地	167.40	51.92
4	牧草地	0.40	0.12
二	建设用地	9.51	2.95
5	城乡建设用地	6.06	1.88
6	城镇工矿用地	1.96	0.61
7	交通水利及其他建设用地	1.49	0.46
三	其他土地	74.68	23.16

(2) 项目区土地利用现状

项目区内现状分布有耕地、园地、林地、草地、住宅用地、交通运输用地、水域及水利设施用地、其他土地。工程占地总面积 1346.08hm^2 (包括水库淹没), 其中耕地面积最大 893.64hm^2 , 为工程占地总面积的 66.39%, 主要分布在水库淹没区及输水工程沿线; 其次为林地, 面积 361.25hm^2 , 为工程占地总面积的 26.84%。工程建设占地范围内土地利用情况见表 2.2-5。

表 2.2-5 工程建设土地利用现状表

序号	地类	面积 (hm^2)	占比 (%)
1	耕地	893.64	66.39
2	园地	13.07	0.97
3	林地	361.25	26.84
4	草地	8.95	0.66
5	住宅用地	21.73	1.61
6	交通运输用地	15.60	1.16
7	水域及水利设施用地	22.22	1.65
8	其他土地	9.61	0.71
	合计	1346.08	100.00

2.2.3 水土流失及防治现状

2.2.3.1 项目区水土流失现状

(1) 区域水土流失现状

文山州水土流失类型主要为水蚀, 水土流失主要因素主要有: 降雨充沛并常伴随短历时局地强降雨; 地形地貌多为陡坡、长坡, 地质构造和岩性复杂破碎; 分布较广的陡坡耕地及顺坡耕作、轮歇等不合理的耕作方式和大量的生产建设活动等人为因素也加剧了水土流失。

根据《云南省 2015 年土壤侵蚀调查数据》, 文山州水土流失面积为

11404.99km²，占全州总面积的 59.02%，中度以上水土流失面积 4673.27km²，占全州水土流失面积的 40.98%，文山州及丘北县、砚山县、广南县水土流失类型统计见表 2.2-6。

表 2.2-6 水土流失类型统计表 单位: km²

行政区	水土流失 总面积	轻度		中度		强度		极强		剧烈	
		面积	占流失总 面积比例 (%)	面积	占流失总 面积比例 (%)	面积	占流失总 面积比例 (%)	面积	占流失总 面积比例 (%)	面积	占流失总面 积比例 (%)
文山州	11404.99	6731.72	59.02	1748.54	15.33	1759.81	15.43	655.52	5.75	509.4	4.47
丘北县	1771.35	1109.82	62.65	219.7	12.40	293.76	16.58	76.51	4.32	71.56	4.04
砚山县	1643.66	1092.16	66.45	251.1	15.28	153.51	9.34	98.6	6.00	48.29	2.94
广南县	2576.84	1741.88	67.60	343.72	13.34	307.29	11.93	92.49	3.59	91.46	3.55

(2) 工程区水土流失现状

根据《全国水土保持规划（2015—2030 年）》成果及《云南省水土保持规划（2016—2030）》（云水保〔2017〕99 号），项目区所涉及文山州丘北县、砚山县、广南县属于滇黔桂岩溶石漠化国家级水土流失重点治理区。

通过现场踏勘调查，项目区植被覆盖率约为 25%，根据工程区地貌、气候特征、地表组成、植被覆盖度等自然环境状况，参考《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007）及当地水土保持规划资料，综合判断清水河水利枢纽工程项目区土壤侵蚀类型主要为水力侵蚀，侵蚀强度为轻度，原生侵蚀模数为 1200~1500 t/(km²·a)，土壤容许流失量 500t/(km²·a)。

2.2.3.2 水土保持现状

工程区涉及文山州丘北县、砚山县、广南县，近年来，文山州在各县水保部门及群众长期与水土流失的抗衡中总结出了一系列治理经验，并探索出了一些适合本地防治水土流失的行之有效的治理途径。

各县水务局坚持以“预防为主”的水保方针，加大对基本农田、经果林、水保林、小型水利工程等关系水土保持的山、水、林、田、路的建设力度，保护水土资源，并建立起生态补偿机制。开展的水土保持工作主要包括：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。

在治理的基础上还应注意巩固治理成果。人为水土流失得到控制，应有良好的管理措施，严禁发生毁林毁草、陡坡开荒等破坏事件，在已治理区开矿、修路等生产建设，都必须采取水土保持措施，并妥善处理废土、弃石、切忌“点上治理，面上破坏；边治理，边破坏；先破坏，后治理”现象发生，只有这样才能巩固现有治理成果，提高水土保持防治效益。

2.2.3.3 同类建设项目水土保持经验

本方案参考位于楚雄市的青山嘴水库工程施工情况，总结其建设过程中的经验。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

(a) 严格控制堆渣程序，确定合理的边坡坡比。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

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

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采取撒播草种等措施及时进行防护。

(4) 料场

料场取料剥离出来的表土和无用料临时的堆放、取料开挖形成的边坡，以及来不及转运的土、石料存在一定水土流失，取料期间一般采用临时覆盖、拦挡以减少其水土流失，取料结束后对开挖新形成的边坡采用护坡措施、截水措施，对于取土场及采石迹地进行覆土绿化。

(5) 大坝坝肩、工程管理区

该区域绿化效果较好，采用的绿化树种主要有车桑子、狗牙根、女贞、满天星、杨梅、旱冬瓜、香樟、黑荆树等，此外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。

(6) 移民安置区

对于移民安置区内交通道路须做好路基及边坡的防护，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。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云南樟、旱冬瓜、小叶榕等，灌木树种如车桑子、杜鹃、五色梅、马桑等，草种如结缕草、狗牙根等，藤本植物如爬山虎、常春藤等。



道路边坡防护



弃渣场排水沟



弃渣场防护



表土单独堆放



施工区植被恢复



临时苫盖

同类工程水土保持照片

3 主体工程水土保持评价

主体工程水土保持评价以项目区水土流失现状及水土保持要求为基本条件，以《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）以及《云南省文山州清水河水利枢纽工程可行性研究报告》为依据，以主体工程设计为基础，从水土保持角度对主体工程进行分析与评价，并提出意见与建议。

3.1 主体工程制约性因素分析与方案比选评价

3.1.1 水土保持制约性因素分析与评价

3.1.1.1 与水土保持法符合性分析

工程建设与《中华人民共和国水土保持法》的符合性分析见表 3.1-1。

表 3.1-1 与《中华人民共和国水土保持法》符合性分析表

序号	《中华人民共和国水土保持法》条文	本工程的情况	相符性分析
1	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。	根据《全国水土保持规划（2015-2030 年）》分区结果，项目区属滇黔桂岩溶石漠化国家级水土流失重点治理区。	通过提高水土流失防治标准，林草覆盖率标准提高 1%，工程采取优化施工工艺，尽量减少地表扰动和植被损坏范围。
2	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。	业主已委托编制水土保持方案。	符合本条规定要求。
3	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的专门存放地，并采取措施保证不产生新的危害。	工程产生的挖方已经通过调运尽量加以利用，而且工程区周边无与本工程同步建设的项目，废弃土方无法综合利用。对于本工程不能利用的土方，确定了专门的弃渣场，按稳定边坡进行堆放，水保也将采取措施加以防护。	符合本条规定要求。
4	在干旱缺水地区从事生产建设活动，应当采取防止风力侵蚀措施，设置降水蓄渗设施，充分利用降水资源。	本工程无风力侵蚀危害。	符合本条规定要求。
5	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。	水土保持方案中已合理计列了工程应缴纳的水土保持补偿费。	符合本条规定要求。

通过对照《水土保持法》要求,对主体工程选址限制性因素的分析评价可知,项目区工程位于国家级水土流失重点治理区,工程选址存在一定的水土保持限制性因素,可以通过提高防治标准和工程防护等级,减轻工程建设产生的水土流失影响。

3.1.1.2 与《生产建设项目水土保持技术标准》(GB50433-2018)的符合性分析

工程与《生产建设项目水土保持技术标准》(GB50433-2018)的符合性分析见表 3.1-2。

表 3.1-2 工程与《生产建设项目水土保持技术规范》GB50433-2018 的符合性分析

表

序号	项目	制约性规定	本项目执行情况	规定符合性
一	工程 选址 (选 线)	1、选址(选线)应避免让水土流失重点预防区和重点治理区。	工程区涉及滇黔桂岩溶石漠化国家级水土流失重点治理区,水土流失防治标准执行西南岩溶区一级标准,并提高植物措施标准,林草覆盖率提高1个百分点,按22%执行	工 程 选 址、选线 基本满足 约束性规 定要求。
		2、选址(选线)应避免让河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带。	工程区不涉及植物保护带	
		3、选址(线)应避开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,不得占用国家确定的水土保持长期定位观测站。	项目建设区内无监测站、试验区和观测站。	
二	取料 场 选址	严禁在县级以上人民政府划定的崩塌和滑坡危险区、泥石流易发区设置取土(石、料)场。	本工程布设土料场1处、石料场1处,均不在泥石流易发区等易引起严重水土流失和生态恶化的地区。但石料场开采需控制其开采坡度和深度,在采取合理开采规划和防护措施的前提下,料场选址基本符合水土保持要求。	满足约束 性规定。
三	弃渣 场 选址	禁止在对重要基础设施、人民生命财产安全及行洪安全有重大影响区域布设弃渣场。	本工程渣场选址远离周边公共设施、工业企业和居民点;没有布设在重要基础设施、人民群众生命财产安全及行洪安全有重大影响区域,避开了水流量较大的沟道。	满足约束 性规定。

GB50433-2018 从工程选址及建设方案、取料场选址、弃渣场选址等方面进行水土保持制约性因素分析与评价,具体分析如下:

①工程选址、建设方案和布局的限制因素分析

清水河水利枢纽坝址位于文山州境内南盘江右岸一级支流清水江上游南丘河,输水线路布置在丘北县、砚山县、珠琳县境内沿线山坡上,据现场查勘及调查分析,工程建设区无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，未占用国家确定的水土保持长期定位观测站，也未占用河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带。

根据本阶段地质专业勘查，枢纽工程布置所处河段两岸山高坡陡，地质条件复杂，左岸河谷岩溶较发育，可溶岩体透水性中等，属于补排型河谷，水库蓄水后存在沿灰岩透镜体发生岩溶渗漏的可能，建议对平老下游沟谷渗漏带发育的灰岩夹层采取防渗墙处理措施并对溶洞进行封堵处理。库区位于峡谷地区，河谷切割深度大，岸坡较陡，受风化卸荷影响，局部地段有小规模崩塌现象，为浅表层塌滑，崩塌堆积体在水库蓄水后基本被淹没，也不影响其稳定性。库区调查期间未发现有岩溶塌陷及泥石流等不良地质现象。

本工程从建设生态水利工程角度出发，优化溢洪道及电站厂房布置，将溢洪道布置在坡度较缓的坝肩右岸，将电站布置于坝后泄洪放空洞与导流洞结合布置，有效减少建筑物开挖边坡面积。水保方案对溢洪道等建筑物开挖边坡采取生态护坡措施，下阶段建议主体工程结合具体设计，将大坝上游围堰拆除产生弃渣用于下游河道两侧及大坝管理范围景观绿化。主体工程设计能够有效贯彻生态优先、绿色发展和建设生态水利工程的设计理念，符合水土保持要求。

本工程无法避让滇黔桂岩溶石漠化国家级水土流失重点治理区，施工生产生活区、施工道路施工前需做好截排水和边坡防护措施；弃渣场防护工程的设计防洪标准均取上限，同时将林草覆盖率提高 1 个百分点，可尽量减轻工程建设产生水土流失。

②取料场的限制因素分析

本工程土料场位于坝址上游约 1.5km 处扭保村附近，处于水库淹没区，料场开采料为高液限黏（粉）土；石料场位于坝址下游约 2.2km 处拉角村附近，开采石料为灰岩或白云质灰岩。两处料场各项指标符合土料及堆石料原岩要求且储量丰富，地质综合评价两处料场可作为本工程料源。

经现场调查分析，本工程规划的两处料场开采范围内均不涉及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，料场区内未见重要构筑物分布，料场开采对周边的水土流失影响可能性较小，不会诱发崩塌、滑坡和泥石流的可能性。料场开采结束后，对开采迹地和边坡进行复耕或植被恢复。因此，本工程料场选址符合 GB50433-2018 关于对取土（石、料）场选址的规定，不存在制约

性因素。

③弃渣场的限制因素分析

本工程共设置 16 处弃渣场，其中枢纽工程区 3 处，输水工程沿线 13 处。枢纽 1#~3#弃渣场均为填坑方式弃渣，能够在一定程度上改善地形地貌，增加耕地、林地可利用地表面积，建议下阶段可考虑调运水库淹没区表土回覆至枢纽弃渣场渣面，以解决岩溶洼地表土剥离及转运困难的问题；输水工程弃渣场大部分现状坑洼地弃渣，能够在一定程度上改善地形地貌，对于坡地型、沟道型弃渣场在坡脚处或沟口处进行拦挡，按设计要求的堆置方案进行堆置，并采取截（排）水措施即可保证弃渣场安全。总体来看，输水工程区各弃渣场设置基本满足水土保持要求。

根据弃渣场地质勘查报告，本工程弃渣场场地及周边未见不良地质现象，自然状况下边坡处于稳定状态，场地稳定性和适宜性均较好。个别渣场底部发育落水洞，堆渣后可能对雨水汇流后的排泄通道造成一定程度的影响，通过采取适当防护及排水措施可改善排水不通畅的状况。

本工程弃渣场选址不涉及自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、风景名胜区、地质公园、森林公园、重要湿地等现行法律法规保护的环境敏感目标，不存在环境保护方面的限制性因素。

本工程弃渣场均避开了水流量较大的沟道；弃渣场下游 1km 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区域，渣场失事对主体工程或周边环境不会造成危害；

因此，清水河水利枢纽工程弃渣场选址是符合 GB 50433-2018 关于对弃土（渣）场选址的规定，本工程弃渣场选址可行。

3.1.1.3 与《水利水电工程水土保持技术规范》SL575-2012 的符合性分析

工程与《水利水电工程水土保持技术规范》SL575-2012 的符合性分析见表 3.1-3。

表 3.1-3 与《水利水电工程水土保持技术规范》SL575-2012 符合分析表

序号	有关规定	本项目执行情况	规定符合性
1	严禁在对重要基础设施、人民群众生命财产安全及行洪安全有重大影响区域布设弃渣场	主体设计弃渣位于山间凹地及远离河道的缓坡地带,不影响河道行洪。	符合本条规定
2	对于高山峡谷等施工布置困难区域,经技术经济论证可在库区设置弃渣场,但应不影响水库设计使用功能,施工期间库区弃渣场应采取必要的拦挡、排水等措施,确保施工导流期间不影响河道行洪安全。	本工程未在库区设置弃渣场。	符合本条规定
3	弃渣不应影响水库大坝、水利工程取水建筑物、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	本工程弃渣不存在以上影响。	符合本条规定

本工程选址不涉及河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带,也不涉及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,不涉及国家确定的水土保持长期定位观测站。工程无法避让滇黔桂岩溶石漠化国家级水土流失重点治理区,可通过提高防治标准,将林草覆盖率提高 1%,优化施工工艺,如合理安排施工进度与时序,避免重复开挖和多次倒运情况,采取完善的水保措施,如表土剥离、场地绿化、建筑物及道路边坡绿化、临时防护及排水等措施,保护利用项目区表土资源,维护项目区林草覆盖率,减少地表扰动和植被损坏范围。

综上所述,从水土保持角度分析认为,通过加强水保措施能够有效控制可能造成的水土流失,使工程建设产生的水土流失危害降至最低,维持项目区生态环境,工程建设符合保护为主、生态优先的设计理念。因此,项目不存在重大水土保持制约性因素,工程建设方案可行。

3.1.2 主体工程方案比选

3.1.2.1 坝址比选

(1) 主体工程坝址比选

主体工程根据地形地质条件,初选了上、下两个坝址,距离约 1.4km,两坝址在主要建筑物布设、施工年限、水库淹没范围等方面基本相同,但下坝址两岸山体陡峭,施工设施布置较困难,施工进场道路需在山体上开挖而成,开挖方量巨大。下坝址防渗规模大于上坝址,且输水线路布置施工难度大,绕山体路线较长,布设输水管线投资远大于上坝址。故主体工程推荐上坝址方案。

表 3.1-5 上、下坝址方案分析比较表

序号	项目	上坝址	下坝址	结论
1	地形	上坝址为“V”字形河谷，基本对称，左右岸山体雄厚。正常蓄水位 1392m 处河谷宽约 327m，	下坝址河谷为“V”字形河谷，不完全对称，左右岸山体雄厚，正常蓄水位 1386m 处河谷宽约 312m。	下坝址河谷略窄，两坝址无明显差异
2	地质	上坝址河床主要为第四系全新统冲洪积含漂石砂卵石层，分布厚度 0.3~4.1m；未发现较大规模的断层发育；上坝址溢洪道紧邻左坝肩布置，右坝肩开挖边坡不高，规模不大	下坝址河床主要为第四系全新统冲洪积含漂石砂卵石层，分布厚度 0.3~2.1m，两岸为第四系全新统坡残积含碎石粘土，分布厚度 0.8~3.0m；坝址处除有区域断裂斜切河谷通过，还有发育区域断层；下坝址溢洪道紧邻右坝肩布置，由于左坝肩部山体比较陡峭，坝肩开挖规模稍大于上坝址右坝肩	下坝址防渗深度及范围大于上坝址，下坝址除河谷略窄存在一定优势外，其余方面与上坝址存在明显劣势。
3	枢纽布置	水库正常蓄水位为 1392.00m，主要建筑物由面板堆石坝、溢洪道、取水发电放空系统、电站及过鱼设施等组成。最大坝高 100.0m，坝长 410.0m。	正常蓄水位为 1382.00m，主要建筑物由面板堆坝、溢洪道、取水发电放空系统、电站及过鱼设施等组成。最大坝高 120.06m，坝长 347.00m。	两坝址的主要建筑物基本相同，上坝址泄洪放空洞与导流洞永临结合布置，下坝址取水发电系统布置在左岸，导流隧洞布置在右岸，隧洞工程规模下坝址大于上坝址。下坝址泵站扬程高于上坝址。
4	工程施工	导流方式采用围堰一次拦断河床、隧洞导流方式。上坝址对外交通便利，外来运输均较为方便，	导流方式采用围堰一次拦断河床、隧洞导流方式。下坝址对外交通不便，需要新修建筑施工道路。	上坝址上、下游围堰工程量较下坝址大。
5	水库淹没	上坝址淹没影响涉及土地面积 9635.57 亩，淹没及征地移民费用估算 93670.62 万元	下坝址淹没影响涉及土地面积 9780.36 亩，淹没及征地移民费用估算 94263.75 万元。	上坝址较优
6	工程投资	112632 万元	117661 万元	投资不考虑输水工程，上坝址较优

（2）水土保持分析

从水土保持角度分析，上下坝址方案均没有水土保持制约性因素，由于上坝址布设输水管线扰动范围小，且施工道路开挖量远小于下坝址，对地表的扰动小，故同意主体推荐的上坝址方案。

3.1-6 坝址比选水土保持分析表

项目	单位	上坝址（推荐）	下坝址	比较
水土流失制约因素		涉及滇黔桂岩溶石漠化国家级水土流失重点治理区		相当
占地面积	hm ²	1295.23	1337.27	上坝址较优
扰动地表面积	hm ²	867.24	905.55	相当
扰动时间	月	48	48	相当
枢纽工程土石方开挖	万 m ³ （自然方）	463.81	510.91	上坝址较优
枢纽工程土石方回填	万 m ³ （自然方）	254.47	279.92	下坝址较优
枢纽工程弃渣量	万 m ³ （松方）	471.00	518.10	上坝址较优
枢纽工程新增水土流失量	万 t	8.14	8.95	上坝址较优

3.1.2.2 坝型比选

（1）主体工程坝型比选

主体工程根据上坝址地形、地质、筑坝材料等条件，选定混凝土面板堆石坝、混凝土重力坝两种坝型方案。主体工程分析两种坝型各有优缺点，技术上均可行。混凝土重力坝工程布置较为紧凑，但对地基要求较高，坝基岩体存在不均匀变形等问题，且对筑坝材料要求高，用量大，耗能较多；混凝土面板堆石坝布置较为分散，占地面积较大，但能够充分利用当地材料，筑坝开挖量小，回填量大，坝体结构简单，投资较少，故主体工程推荐混凝土面板堆石坝方案。

表 3.1-7 坝型比选方案分析比较表

序号	项目	混凝土面板堆石坝(推荐)	碾压混凝土重力坝	结论
1	地形地貌	坝址河谷呈"V"型,左右岸山体雄厚,基本对称。河谷两岸零星发育阶地,河流切割深度 160~170m。河谷宽约 332.3m,较为开阔,便于施工机械碾压。		具有修建面板堆石坝和重力坝的条件。面板堆石坝对地质条件要求低,适应性强,趾板及主受力区处对地基要求稍高,其余部位仅需挖除覆盖层,因此面板堆石坝存在一定优势。
2	枢纽布置	坝体结构简单,抗震性能好;防渗体系位于坝体上游坝坡,检修方便,但坝身不能结合泄洪建筑物布置,需要在岸边设置溢洪道,水库放空和发电取水需单独设置进水口和隧洞或结合导流洞布置,建筑物布置分散	坝体结构简单,布置紧凑,但混凝土强度没有充分利用,坝基处理要求高,外购材料用量多,混凝土温控措施复杂,混凝土工程量较大。	混凝土面板堆石坝可充分利用当地材料,从工程量角度较优
3	工程施工	导流隧洞位于河床右岸,与永久水库放空洞一次建成,节省工程投资。	导流隧洞位于河床右岸。由于外来物资较多,所需仓库面积较大,同时需设置常态混凝土和碾压混凝土两套拌和系统。	混凝土面板堆石坝较优
4	工程投资	5.03 亿元	6.03 亿元	混凝土面板堆石坝较优

(2) 水土保持分析

从水土保持角度分析,混凝土重力坝总体布置较紧凑,但地基处理困难,岩石开挖量大于面板堆石坝;面板堆石坝方案占地面积较大,但工程开挖量及弃渣量较小,产生的新增水土流失量较小。经综合分析,同意主体推荐的混凝土面板堆石坝方案。但工程建设需严格执行水土保持方案措施,采取永久边坡绿化及临时拦挡等措施,尽可能提高工程永久占地的林草覆盖率,减少水土流失,维护项目区生态环境。

表 3.1-8 坝型比选水土保持分析表

项目	单位	混凝土面板堆石坝（推荐）	碾压混凝土重力坝	比较
水土流失制约因素		涉及滇黔桂岩溶石漠化国家级水土流失重点治理区		相当
坝体扰动地表面积	hm ²	43.35	34.68	重力坝较优
坝体扰动时间	月	48	48	相当
坝体土石方开挖	万 m ³ （自然方）	88.77	97.65	面板坝较优
坝体土石方回填	万 m ³ （自然方）	196.08	156.86	面板坝较优
坝体弃渣量	万 m ³ （松方）	76.75	84.42	面板坝较优
坝体新增水土流失量	万 t	0.89	0.97	面板坝较优

3.1.2.3 泄水建筑物比选

主体工程对泄水建筑物型式进行比选，方案一为溢洪道方案，方案二为溢洪洞方案。主体工程对泄流能力、工程安全性、运行维护、工程量及投资等方面进行对比，两方案均可满足泄洪要求，方案二土建工程量较优，投资较少。但对于超标准洪水溢洪洞超泄能力有限，溢洪道超泄能力相对较强；溢洪洞存在防震动、防冲、防空蚀问题，工程维护较困难，溢洪道运行维护容易，调度运行安全可靠性较高。主体工程认为，两方案各有优势，但本工程对泄水建筑物的运行安全性要求较高，因此本阶段推荐方案一即溢洪道方案。

从水土保持角度分析，方案一土石方开挖量大，弃渣量大，且建筑物占地面积较大，可能造成的水土流失量较方案二大，但从工程安全运行等角度综合分析，同意主体工程推荐的方案一，即溢洪道方案。但工程建设需严格执行水土保持方案措施，采取永久边坡绿化及临时拦挡等措施，尽可能提高工程永久占地的林草覆盖率，减少水土流失，维护项目区生态环境。

表 3.1-9 泄水建筑物比选水土保持分析表

项目	单位	方案一（推荐）	方案二	比较
水土流失制约因素		涉及滇黔桂岩溶石漠化国家级水土流失重点治理区		相当
占地面积	hm ²	726.4	690.0	方案二较优
扰动地表面积	hm ²	265.32	252.1	方案二较优
扰动时间	月	48	48	方案二较优
枢纽工程土石方开挖	万 m ³ （自然方）	70.55	16.99	方案二较优
枢纽工程土石方回填	万 m ³ （压实方）	21.17	5.10	方案二较优
弃渣量	万 m ³ （松方）	49.39	11.89	方案二较优
新增水土流失量	万 t	0.86	0.69	方案二较优

3.1.2.3 输水线路比选

根据主体工程确定供水对象，本工程输水线路分为丘北、砚山、珠琳三个方向，主体工程根据各方向取水口、泵站的布设位置及线路的布局，选定方案一、方案二两个布置方案。方案一首部泵站建于坝后，取水方式为坝后取水，线路基本沿路布置，以管道为主，局部采用隧洞；方案二首部泵站建于坝下和水库库内，分散建设，取水方式为库内取水，以管道为主，局部采用隧洞，线路附近村庄较多。

主体工程认为，方案一首部泵站能够充分利用水库富余水头，降低运行费用，线路施工难度较小，泵站设置较少，运行管理较方便，投资少，故推荐方案一。

表 3.1-10 输水线路取水方案分析比较表

序号	比较因素	方案一（推荐）	方案二	比较结论
		坝后取水方案	库区取水方案	
1	泵站	一级泵站，装机容量 11.2MW	分级取水，2 级泵站，总装机容量 12.3MW	方案一优
2	取水方式	取水隧洞，分层取水采用叠梁，满足环评要求	库区取水，浮船泵站取水为表层水，取水灵活	相当
3	线路布置	左岸从泵站位置到隧洞进水池位置线路布置需跨越高低丘陵	左岸从取水口位置到隧洞进水池位置线路布置需跨越高低丘陵	相当
4	移民征地	泵站集中布置，工程占地较少，征地补偿投资较少。	泵站分散布置，新增交通道路。工程占地较多，征地补偿投资较多。	方案一优
5	施工条件	施工布置集中	施工工区分散，交通条件差	方案一优
6	交通	与枢纽共用交通布置	需新增交通布置增加 2.0km	方案一优
7	输电线路	在水库坝后集中布置	增加一个开关站和 2km 输电线路	方案一优
8	管理运行	泵站较少，能有效降低运行成本，运行管理方便	泵站分散，增加运行管理费用	方案一优
9	投资（万元）	20171	25903	方案一优

从水土保持角度分析，方案二的库内取水洞因地势陡峭存在高边坡开挖问题，且相较方案一线路占地面积大，扰动范围广，土石方开挖量及弃渣量大，可能造成水土流失量较大。故同意主体推荐的方案一。

表 3.1-11 输水线路比选水土保持分析表

项目	单位	方案一（推荐）	方案二
输水干线长度	km	132.14	133.26
扰动地表面积	hm ²	290.44	348.52
扰动时间	月	48	48
土石方开挖	万 m ³ （自然方）	473.71	521.08
土石方回填	万 m ³ （自然方）	415.13	435.89
弃渣量	万 m ³ （松方）	80.20	97.97
新增水土流失量	万 t	7.91	10.29

3.2 工程占地面积、类型和性质分析与评价

根据主体工程设计，清水河水利枢纽工程征占地总面积为 1295.23hm²，其中永久占地面积 744.64hm²，临时占地面积 550.59hm²。

（1）工程占地面积分析

工程占地面积最大的区域为水库淹没区，工程建成后，水库淹没区面积为 487.77 hm²，占总征地面积的 37.66%；枢纽工程施工生产生活区集中在坝址附近，输水工程为线型工程，施工区布置较为分散；枢纽工程区 1#~3#弃渣场充分利用山间坑洼地形，不仅大大减少了弃渣场防护难度，并且在弃渣后改善当地地形，增加可利用地表面积；枢纽工程区泵站及管理用房均分层布设于电站厂房内部，输水工程区泵站与管理用房亦分层布设，分布于输水管线沿线，减少了扰动地表面积；交通道路规划充分利用现有道路，减少了临时道路建设产生的新增占地；工程对外交通利用工程区周边国道 G323 线、G80 高速公路和县道，部分对外连接路利用现状乡村道路改扩建，场内临时道路根据实际需求建设通往各区作业面。同时，工程占地能够满足弃渣场、料场、施工生产生活区等分区截排水沟布设以及表土临时堆存需求。

综上所述，工程总体布局能够符合节约用地，减少地表扰动面积的原则，且能够满足水土保持措施需求。

（2）工程占地类型分析

根据主体工程设计，工程占地类型为：耕地 861.36hm²，林地 343.36hm²，园地 13.07hm²，草地 8.95hm²，住宅用地 21.73hm²，交通道路用地 15.60 hm²，水域及水利设施用地 22.22hm²，其他土地 8.95 hm²。

结合实际地形地貌考虑输水线路及施工布置，工程不可避免地占用耕地，占

地类型中，耕地所占比例最大，约占工程总征地面积的 66.50%，主要集中在水库淹没区及输水工程管线及施工临时道路区，其中涉及基本农田 232.88hm²，主要为管线开挖临时占地及水库淹没占地。其次为林地，约占工程总征地面积的 26.51%，其中涉及公益林 151.73 hm²，主要为枢纽工程永久占地、管线开挖临时占地及水库淹没占地。对于水库淹没区占地，主体工程采用一次性补偿及生产安置的方式确保居民生产、生活不受影响；对于大坝枢纽、电站厂房、永久道路等永久占地，施工结束后将最大限度采取植物措施，不影响其周边生态环境；对于输水工程管线、弃渣场、施工生产生活区、施工临时道路等临时占地，主体工程在施工结束后将对耕地区域采取土地复耕，尽可能恢复土地原有功能，其他占地类型区域则及时恢复植被，不会对当地居民生产生活产生影响。

总体而言，工程占地类型基本反映了工程所在区域的地形地貌和环境特点，与当地土地利用状况相适应。

（3）工程占地性质分析

工程永久占地面积为 744.64hm²，占总面积的 57.49%，其中水库淹没区面积 487.77 hm²，占永久占地面积的 65.50%。永久占地基本上为建筑物占压及水库淹没占地，这部分土地基本丧失原有土地功能，将采取经济补偿的形式予以补偿。对于大坝枢纽、电站厂房、永久道路等永久占用场地及挖方、填方形成的永久边坡，施工结束后将最大限度采取植物措施，不影响其周边生态环境，符合生态优先的设计理念。

工程临时占地面积为 550.59hm²，占总面积的 42.51%。临时占地将对土地资源造成一定的影响，但施工结束后，大部分可恢复原有土地功能，如输水工程管线临时压占、施工临时道路、弃渣场、施工生产生活区等区域，经过土地整治并采取复耕及植物措施后，可在一定程度上减轻工程建设对当地植被及水土流失的影响，将工程占地对生态环境的不利影响减少到最低。

3.3 主体工程施工组织设计分析评价

3.3.1 土石方综合利用合理性分析

根据主体施工组织设计，工程土石方开挖总量为 937.52 万 m³（自然方，下同），土石方填筑总量为 699.60 万 m³，取料场借方 136.85 万 m³，弃渣总量 404.77 万 m³，折合松方 551.20 万 m³。水保专业复核如下：

①移民安置及专项复建区：根据专项设施项目设计，本工程补充移民安置及专项复建区土方开挖量 41.95 万 m^3 ，回填量 27.50 万 m^3 ，弃渣量 14.45 万 m^3 ，折合松方 17.20 万 m^3 。

②表土剥离及回填：为合理利用工程区内表土资源，便于植被恢复，方案补充表土剥离总量 251.80 万 m^3 ，表土回填总量 251.80 万 m^3 。其中方案新增表土剥离、回填 120.63 万 m^3 ；输水工程区管线表土剥离、回填 125.18 万 m^3 ，包含于主体工程土方开挖及回填量；大坝开挖土方中包含清基剥离表土 6.00 万 m^3 ，水保后期利用于绿化措施，经复核弃渣量减少 7.44 万 m^3 （松方）。表土平衡表见表 3.3-1。

经统计，工程土石方开挖总量为 1100.09 万 m^3 ，土石方填筑总量为 823.73 万 m^3 ，取料场借方 136.85 万 m^3 ，弃渣总量 413.22 万 m^3 ，折合松方 560.95 万 m^3 。其中枢纽工程弃渣量 463.56 万 m^3 （松方），输水工程区弃渣量 80.20 万 m^3 （松方），专项设施复建区弃渣量 17.20 万 m^3 （松方）。

工程采用坝型为混凝土面板堆石坝方案，为当地材料坝，土石方综合利用率较高，主体工程能充分利用本段或调配使用其他区段开挖土方，尽可能提高了直接利用比例，减少土石方倒运次数，并且水土保持通过利用清基土进行后期绿化，降低了工程弃渣总量。为合理弃置废弃土石方，在施工时设置多个弃渣场对弃渣进行集中堆放，以保证达到土石方平衡要求，有利于水土保持。为防止弃渣堆放后产生水土流失，对工程指定的弃渣点应“先拦后弃”。工程共布设 16 个弃渣场，其中枢纽工程 3 个，输水工程 13 个，弃渣容量满足弃渣要求。

从水土保持角度分析，结合施工进度安排、施工运距等因素，主体工程土石方平衡方案基本合理，符合水土保持要求。表土平衡见表 3.3-1，土石方平衡总表见表 3.3-2。

3.3-1

表土剥离及回填平衡表

单位: 万 m³

分区	建筑物	开挖 (自然方)	回填 (自然方)	调入 (自然方)		调出 (自然方)	
				方量	来源	方量	去向
枢纽工程区	大坝	6.00	5.63			0.37	电站厂房、工程永久办公区
	电站厂房		0.32	0.32	大坝		
	鱼道工程	0.05	0.05				
	交通道路	10.15	10.15				
	工程永久办公生活区	0.07	0.11	0.05	大坝		
	料场区	7.67	7.67				
	弃渣场区	10.16	10.16				
	施工生产生活区	3.80	3.80				
	移民安置及专项设施复建区	1.17	1.17				
	小计	39.06	39.06	0.37		0.37	
输水工程区	管线及建筑物	125.18	125.18				
	弃渣场区	18.47	18.47				
	交通道路	35.76	35.76				
	施工生产生活区	33.33	33.33				
	小计	212.74	212.74	0.00		0.00	
合计		251.80	251.80	0.37		0.37	

3.3-1						清水河水利枢纽工程土石方平衡总表								单位：万 m³										
分区	建筑物	开挖（自然方）				回填（自然方）				调入（自然方）				调出（自然方）				借方（自然方）			弃方			
		土方	石方	表土	小计	土方	石方	表土	小计	土方	石方	表土	小计	土方	石方	表土	小计	土方	石方	小计	土方	石方	自然方	松方
枢纽工程区	大坝	33.45	49.32	6.00	88.77		196.08	5.63	201.71		29.83		29.83			0.37	0.37		136.13	136.13	33.45	19.20	52.65	69.31
	溢洪道	26.38	44.17		70.55	1.25	0.42		1.67						27.03		27.03		0.42	0.42	25.13	17.14	42.27	56.02
	电站厂房	2.10	9.71		11.81			0.32	0.32			0.32	0.32		1.06		1.06				2.10	8.65	10.75	15.15
	鱼道工程	0.04	0.14	0.05	0.23			0.05	0.05												0.04	0.14	0.18	0.26
	泵站	5.42	17.71		23.13		2.33		2.33												5.42	15.38	20.80	29.02
	出水池（管）	2.15	8.63		10.78	2.10	3.18		5.29									0.30		0.30	0.35	5.44	5.79	8.32
	导流洞	3.24	13.94		17.18										8.33		8.33				3.24	5.62	8.85	12.16
	围堰	7.85			7.85		6.58		6.58		6.58		6.58								7.85		7.85	9.35
	交通道路	46.60	125.99	10.15	182.75		42.53	10.15	52.68												46.60	83.47	130.07	188.37
	工程永久办公生活区			0.07	0.07			0.11	0.11			0.05												
	料场区	60.98		7.67	68.65			7.67	7.67												60.98		60.98	75.61
	弃渣场区			10.16	10.16			10.16	10.16															
	施工生产生活区			3.80	3.80			3.80	3.80															
	移民安置及专项设施改建区	41.95		1.17	43.12	27.50		1.17	28.67												14.45		14.45	17.20
	小计	230.15	269.61	39.06	538.82	30.85	251.12	39.06	321.03		36.41	0.37	36.73		36.41	0.37	36.78	0.30	136.55	136.85	199.60	155.04	354.64	480.76
输水工程区	管线及建筑物	212.67	123.63	125.18	461.47	208.35	81.61	125.18	415.13											4.32	42.02	46.34	65.02	
	水库清淤	12.24			12.24															12.24		12.24	15.18	
	弃渣场区			18.47	18.47			18.47	18.47															
	交通道路			35.76	35.76			35.76	35.76															
	施工生产生活区			33.33	33.33			33.33	33.33															
	小计	224.90	123.63	212.74	561.27	208.35	81.61	212.74	502.70											16.55	42.02	58.58	80.20	
合计		455.05	393.24	251.80	1100.10	239.20	332.72	251.80	823.73		36.41	0.37	36.73		36.41	0.37	36.78	0.30	136.55	136.85	216.15	197.06	413.22	560.95

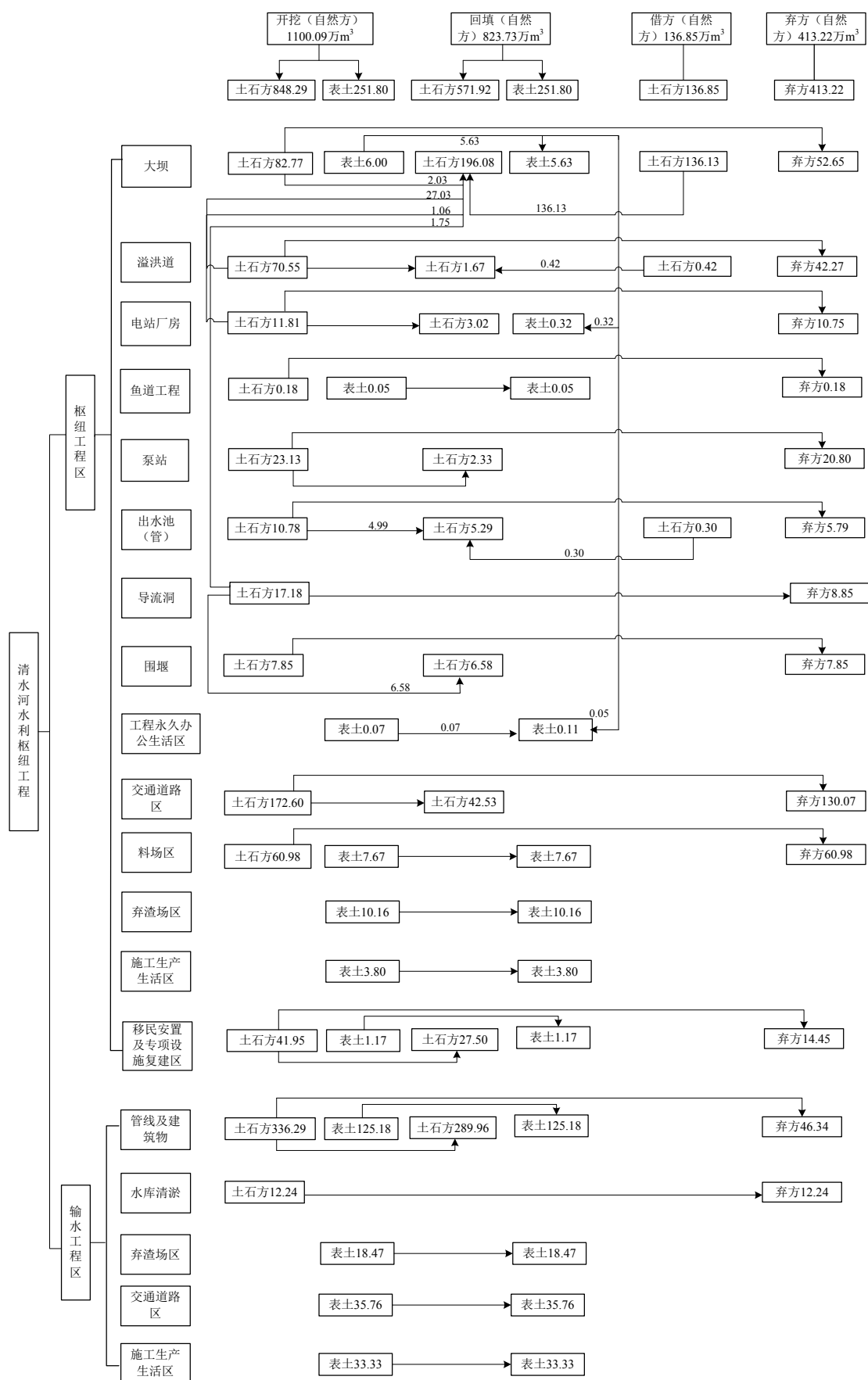


图 3.3-1 土石方流向图

3.3.2 料场布置的合理性分析与评价

工程布设土料场 1 处及石料场 1 处。土料场位于坝址上游约 1.5km 处扭堡村附近，占地面积 3.00hm^2 ，场地地形平缓，整体呈北高南低。出露地层为第四系全新统坡洪积 (Q_4^{pld})，综合剥采比为 1: 4.5；石料场位于坝址下游约 2.2km 处拉角村附近，占地面积 20.31hm^2 。料场地形起伏较大，大多基岩裸露，局部植被覆盖，主要以松林、灌木为主，局部地缓坡带为耕地。工程所需开采石料为石炭系下统大唐组 (C_{1d}) 及中统威宁组 (C_{2w}) 及二叠系上统吴家坪组 (P_{2w}) 灰至深灰色中~厚层灰岩或白云质灰岩，料场可利用率约为 60%。土料场、石料场可开采量均能够满足工程需要。

料场开采区避开了县级以上人民政府划定的崩塌、滑坡危险区和泥石流易发区；周边无景区和自然保护区。

工程布置的料场选址满足《开发建设项目水土保持技术规范》中对料场的选址要求，没有水土保持制约因素，开采不会明显加剧周边的侵蚀，施工期间需分区分片按稳定边坡开采，同时保留可利用表土，采取临时措施防护，施工结束后及时回填原地，料场设置基本满足水保要求。

3.3.3 施工组织设计合理性分析与评价

3.3.3.1 施工布置

根据施工组织设计，各工程建设所需砂砾石填筑料和混凝土骨料均优先考虑利用各建筑物自身的开挖料，不足部分再由土料场取料及石料场加工人工骨料补充供给。

枢纽工程区主弃渣场选择距离石料场较近的山间凹地，一方面充分利用当地地形，一方面有利于及时弃置石料场取料时剥离难以利用的覆盖层，减少覆盖层堆置产生的地表扰动及对施工过程产生的不便，且运距短、时序合理；枢纽工程施工区布置在距离坝址较近的河边滩地及傍路坡地上，施工场地较为集中，最大限度减少扰动地表面积；针对工程建设开挖边坡，主体工程均考虑混凝土喷锚支护，本方案拟对坝肩、溢洪道、电站厂房等建筑物边坡采取挂镀锌铁丝网喷播植草措施，石料场取料完毕后采取栽植攀援植物、乔灌木等边坡及平台绿化措施，永久道路边坡采取植生毯、栽植攀援植物等绿化措施，以维持工程建设后项目区林草覆盖率，提升项目区生态景观效果。

输水工程线路较长，总长度 215.60km。弃渣场根据沿线出渣位置选择弃渣场 13 处，尽量利用现状坑洼地形，运距均在 2km 以内；沿线共布设 13 个施工

区,具有施工线路长、施工点分散的特点。但从总体来看,施工区均布置于泵站、水池等建筑物附近,主体工程在方便施工的前提下尽量布置紧凑,最大限度减少扰动地表面积,施工布置基本符合水土保持要求;工程施工场内道路规划布置充分利用现有道路,进行简单路面修整以满足施工需要,尽可能减少了道路建设对区域地表植被的破坏;对于隧洞洞脸等输水建筑物及永久道路边坡,采取植生毯、栽植攀援植物等绿化措施,道路布设符合水土保持要求。

从水土保持角度分析,工程施工组织布置紧凑,施工布置基本符合水土保持要求。通过补充本方案永久及临时占地场区绿化美化、挖方及填方边坡绿化、植被恢复等措施,能够有效恢复项目区林草覆盖率,经统计,方案实施后工程建设范围永久占地林草覆盖率可达到 23.65%,满足水土流失防治目标,符合生态优先的设计理念,能够有效维护项目区生态环境,防治水土流失。

3.3.3.2 施工方法

(1) 枢纽工程

本工程枢纽工程全部采用机械化施工,便于加快工程进度,减轻水土流失影响。土方开挖采用挖掘机挖装,石方明挖采用潜孔钻钻孔、爆破,工程弃渣采用自卸汽车运至弃渣场,要求对弃渣做好防护措施,做到先挡后弃,尽量减少弃渣裸露堆放时间,减少水土流失。开挖土石方按照先利用后弃渣的原则,开挖料先填筑坝体加以利用,可减少弃渣量,减轻水土流失影响。料场开采先剥离覆盖层,再进行开挖取料,开采时需单独堆放覆盖层表层土并进行防护,以便料场开采结束后进行植被恢复。

(2) 输水工程

输水工程管线施工采用机械及人工相结合的方式,开挖时需将顶部熟土与深层土分开堆放并采取临时防护措施,施工结束后分层回填土层,以供植被恢复。

对于管线穿越工程主要包括:穿越铁路时,利用其高架桥,通过桥下埋管的方式穿越;穿越省道 S206 时,采用顶套管法穿越,套管材为预应力钢筋混凝土管,套管内穿输水管道;穿越县级及乡村道路,输水管道直接埋设,采用开挖铺管再回填的方式,回填后需将路面恢复至原标准;管桥跨越采用钢筋混凝土空心板桥作为支撑跨越结构;跨沟管道采用埋管倒虹吸结构。

3.3.3.3 施工组织

根据主体工程设计，从水土保持角度对其施工组织设计进行初步分析，认为其能够达到以下要求：

（1）施工时序安排合理，避免了施工区域的反复扰动；工程开挖方中的回填利用方和工程弃渣能够分类堆放，避免二次倒运。

（2）临时堆料在专用场地集中堆放，并有临时拦挡等防护措施，防止临时堆料的流失。

3.3.3.4 施工工期

（1）施工准备期

施工准备期主要完成施工道路的修建，风、水、电及通讯系统的修建，施工生产、生活用房的建设。水土保持要求主体工程加强施工期间的防护措施，场地清理、施工道路铺设做到及时清运弃渣到指定地点，要求施工场地清理保留植被根系，宜于该区域生态的自我修复。

（2）主体工程施工期

主体工程施工包括坝基开挖、坝基处理、坝体填筑、电站厂房基础开挖、鱼道开挖、输水管线开挖、泵站及水池基础开挖等一系列工程，在工程建设过程中都将产生一定程度的水土流失。开挖弃料及时清运，避免坡地堆放造成水土流失，料场剥离的无用层堆置期间，要采取防护措施避免产生水土流失影响。

（3）工程完建期

工程完建期主要完成导流洞封堵，水库蓄水，小机组发电，该阶段产生的水土流失较轻微。

3.4 主体工程设计的水土保持分析与评价

3.4.1 主体工程设计的水土保持分析与评价

（1）主体工程区

1) 边坡防护

①大坝枢纽

大坝中下部将覆盖层及松动岩体全部挖除。对于永久边坡碎石土及砂卵砾石，水上坡比按 1:1.0，水下坡比按 1:1.25。两坝肩填筑区以基岩作为基础，清除表部坡残积碎石土。永久边坡碎石土及砂卵砾石，开挖坡比按 1:1.0，岩石开挖坡比

弱风化岩体按 1:0.75, 强风化岩体按 1:1.0 考虑。趾板永久边坡支护措施为: 弱风化岩体: 喷混凝土厚度 10cm, 直径 25mm 锚筋锚固, 间排距 2m, 深入基岩 5m; 强风化及覆盖层: 框格+锚筋支护, 锚筋直径 25mm。

②溢洪道

本工程枢纽部分最高边坡位于溢洪道引渠左侧边坡, 岩石开挖边坡采用 1:0.50~0.75, 每 15m 设一级马道, 支护型式采用锚喷支护, 喷混凝土厚度 10cm, 锚筋直径 22mm, 间排距 2m, 深入基岩 5m; 对于表层风化严重边坡采用框格梁支护型式, 局部(最大边坡部位)采用框格梁+锚索联合支护型式, 锚索设计吨位 50t。

③取水发电洞及泄洪放空洞隧洞

开挖边坡采用锚喷支护型式, 喷混凝土厚度 10cm, $\phi 25$ 锚筋锚固, 间排距 2m, 深入基岩 5m。永久性岩石开挖边坡为 1:0.75, 每 15m 设置一级马道。

④输水线路

输水工程涉及的边坡包括: 隧洞进出口边坡、输水管道陡坡段边坡、泵站及出水管边坡、永久道路挖方路基形成的永久边坡。永久边坡基本低于 30m, 无高边坡形成。

边坡采用分级开挖, 每级高 10m, 之间设 2m 宽马道, 坡顶设截水沟。岩质边坡设置 $L=4.5m$ 的系统锚杆, 间距 2.5m, 上挂钢丝网, 表面喷 10cm 厚混凝土。土质边坡(全风化岩石和坡残积物层)采用框格连梁进行边坡保护和加固, 网格间距 2.5m。

以上边坡防护措施具有一定的水土保持功能, 但是以工程安全为主要目的, 不纳入方案水土保持防治体系。

2) 排水工程

在大坝坝肩、溢洪道泄槽两侧、电站厂房以及泵站、调蓄水池等输水线路建筑物边坡开挖范围以外设排水明沟, 排水沟净宽 0.8m, 深 0.5m, 采用梯形断面, 浆砌石砌筑。开挖边坡马道处设有排水沟, 将雨水、坡积水引向边坡外的截水沟中。

以上边坡排水措施, 应列入水土保持方案防治体系。

3) 土地整治工程

主体工程已有枢纽工程区大坝清基表土剥离量 6.00 万 m^3 ，输水工程区管线已有表土剥离量 125.18 万 m^3 ，管线开挖采用分层开挖，将表层土及深层土分开堆放，施工结束后分层回填至管道上方以供后期植被恢复，并对输水线路临时占用的耕地、园地进行复垦，以恢复土地原有功能，复垦面积 196.97 hm^2 。以上措施列入水土保持方案防治体系。

(2) 弃渣场区

主体设计将弃渣堆至指定渣场，堆渣高度太大时，分台阶堆放，每隔 3~5m 设置一级马道。施工结束后，主体工程对枢纽工程及输水工程弃渣场临时占用耕地进行复耕还田，以恢复土地原有功能，复耕面积共计 48.58 hm^2 。此措施列入水土保持方案防治体系。

(3) 料场区

取料结束后，主体工程对枢纽工程石料场临时占用耕地进行复耕还田，以恢复土地原有功能，复耕面积共计 11.28 hm^2 。此措施列入水土保持方案防治体系。

(4) 交通道路区

施工期临时道路路面采取泥结碎石，减少水土流失的发生；永久道路路面进行了硬化，为沥青混凝土路面，并在道路两侧布设梯形排水沟。排水沟内侧墙与路面之间采用浆砌石砌筑，边坡 1:0.5，外侧墙与原碎落台之间同样用浆砌石砌筑，为铅直形式，两侧墙厚度 0.20m，沟底喷护 C15 混凝土，厚度 0.15cm，底宽 0.35cm，深 0.40m。

施工结束后，主体工程对枢纽工程及输水工程施工临时道路占用耕地进行复耕还田，以恢复土地原有功能，复耕面积共计 83.31 hm^2 。以上措施应列入水土保持方案防治体系。

(5) 施工生产生活区

主体工程对枢纽工程、输水工程施工生产生活区临时占用耕地进行复耕还田，以恢复土地原有功能，面积共 83.55 hm^2 。此措施列入水土保持方案防治体系。

3.4.2 主体工程设计中具有水土保持功能措施与投资

通过对主体工程设计的分析，主体工程设计中，以防治水土流失为主要目标的防护工程，即纳入水土保持方案的主体设计中具有水土保持功能的工程主要有包括主体工程排水、料场表土剥离、永久道路排水、临时占地复耕等。工程量及

投资见表 3.4-1。

表 3.4-1 主体工程已有水土保持功能工程量及投资

分区		项目		单位	数量	单价 (元)	投资（万 元）
枢纽工 程区	主体工程区	截排水 沟	长	m	2330		
			土方开挖	m ³	2479	8.17	2.02
			石方开挖	m ³	1062	54.97	5.84
			浆砌石	m ³	2027	306.22	62.07
		表土剥离		万 m ³	6.00	72152	43.29
		表土回填		万 m ³	6.00	36326	21.79
		小计					135.02
	料场区	表土剥离		万 m ³	2.80	72152	20.20
		复耕		hm ²	11.28	88245	99.52
		小计					119.71
	弃渣场区	复耕		hm ²	16.60	88245	146.52
	交通道路区	截排水 沟	长	m	8050		
			土方开挖	m ³	16100	8.17	13.15
			浆砌石	m ³	7567	54.97	41.60
			混凝土	m ³	1852	473.9	87.74
		复耕		hm ²	15.33	88245	135.26
		小计					277.75
	施工生产生 活区	复耕		hm ²	7.21	88245	63.59
	合计						742.60
输水工 程区	主体工程区	表土剥离		万 m ³	125.18	72152	903.18
		表土回填		万 m ³	125.18	36326	454.72
		复耕		hm ²	196.97	88245	1738.17
		小计					3096.07
	弃渣场区	复耕		hm ²	31.98	88245	282.18
	交通道路区	复耕		hm ²	67.98	88245	599.92
	施工生产生 活区	复耕		hm ²	76.34	88245	673.67
	合计						4651.84
总计							5394.43

3.5 评价结论、建议和要求

在工程布置及主要建筑物设计方面,主体工程对坝址方案、坝型方案进行了比选,从水土保持角度分析,推荐方案能满足要求。工程建设开挖形成的裸露面、临时堆土及渣场等,方案进行适当的补充设计后即可有效防治水土流失。

在施工组织设计方面,施工导流建筑物设计及导流时序、采取的施工工艺及方法、施工进度安排等方面均可满足水土保持要求。弃渣场及料场选址均满足水土保持要求。

在推荐的工程布置方案中,主体工程设计采取大坝坝肩、电站厂房边坡防护、排水等均具有较好水土保持功能的措施,但工程设计中采取的具有水土保持功能

的措施，仅侧重对主体工程安全的防护，忽视了施工过程中渣场、料场、临时施工道路、施工生产生活区等的水土流失的防护，以及施工过程中开挖面及临时堆土的临时防护设计。因此，本方案需在主体工程已具有水土保持功能措施的基础上，需加强对渣场、料场和施工生产生活区等防治区的水土保持措施以及主体工程区施工过程中的临时防护措施，以达到本方案拟定的水土流失防治目标。

综上所述，工程在工程占地、弃渣场布置、料场布置、施工组织设计等方面，基本满足水土保持要求，对于各防治区存在的水土保持问题，可通过加强水土保持措施加以避免，因此，虽然工程建设存在一定的水土保持制约性因素，但通过提高防治标准和工程防护等级，减轻工程建设产生的水土流失影响，工程建设是可行的。

4 水土流失防治责任范围和防治分区

生产建设项目水土流失防治责任范围包括永久征地、临时占地以及其他使用与管辖区域。按照《生产建设项目水土保持技术标准》(GB50433-2018)第4.4.1条以及《水利水电工程水土保持技术规范》(SL575-2012)的相关规定对工程建设可能造成水土流失影响范围进行界定,并根据主体工程设计报告,通过现场查勘,结合工程施工期可能影响的水土流失范围,确定工程建设水土流失防治责任范围。

4.1 防治责任范围界定

4.1.1 水土流失防治责任范围界定原则

(1) 防治责任范围面积计算不能遗漏或重复,规范有特殊规定的按规范要求计算。本工程土料场占地 3.00hm^2 位于水库淹没区内,工程永久办公区管理用房占地 0.5hm^2 位于大坝管理范围内,需在合计中扣除;

(2) 为保证工程安全正常运行,需在大坝、电站、泵站等建筑物周围划定一定区域作为工程的管理范围,将其范围列入主体工程区中;

(3) 根据移民专业统计,规划水平年本工程涉及搬迁安置人口 2845 人,采取集中安置方式,移民安置区面积为 23.58hm^2 ,本工程需重建乡村道路、输电线路、通信线路等专项设施占地面积 30.45hm^2 。故移民安置及专项设施重建区面积共计 54.04hm^2 ,该部分工程现阶段未征地但建设时产生扰动的占地,需计入到防治责任范围。

4.1.2 防治责任范围界定

依据防治责任划分原则和依据,工程水土流失防治责任范围总面积为 1349.94hm^2 。详见表 4.1-1。

表 4.1-1

工程水土流失防治责任范围

单位：hm²

防治分区			防治责任范围（hm2）																									
			合计	丘北县									砚山县									广南县						
				小计	耕地	园地	林地	草地	住宅用地	交通运输用地	水域及水利设施用地	其他土地	小计	耕地	园地	林地	住宅用地	交通运输用地	水域及水利设施用地	其他土地	小计	耕地	园地	林地	草地	交通运输用地	其他土地	
枢纽工程区	主体工程区	大坝枢纽区	43.35	43.35	26.57		14.68		0.11	0.41	1.58																	
		电站厂房区	2.46	2.46			2.46																					
		鱼类增殖站	0.37	0.37			0.37																					
		小计	46.18	46.18	26.57		17.52		0.11	0.41	1.58																	
	工程永久办公生活区		1.17	1.17	0.50							0.67																
	弃渣场区		20.30										20.30	16.60		3.70												
	料场区	土料场	3.00	3	3.00																							
		石料场	19.92	1.23	0.34		0.89						18.68	10.93		7.75												
		小计	22.92	4.23	3.34		0.89						18.68	10.93		7.75												
	交通道路区	永久道路区	74.31	45.78	36.14		5.79			3.29	0.55		28.53	11.13		14.15		3.25										
		临时道路区	38.81	21.91	9.77		11.66			0.48			16.89	5.56		10.72		0.61										
		小计	113.11	67.69	45.92		17.45			3.77	0.55		45.42	16.69		24.87		3.86										
	施工生产生活区		9.89	4.00	1.52	0.05	2.02			0.04		0.38	5.89	5.64		0.09				0.16								
	移民安置及专项设施复建区		54.04	43.91	25.52		18.39						10.12	10.12														
	水库淹没区		487.77	244.80	158.89	0.01	59.49	7.12	9.99	2.75	6.48	0.05	242.97	137.83	0.02	77.09	11.62	3.31	12.91	0.18								
	合计		751.88	408.48	258.77	0.06	115.76	7.12	10.10	6.97	8.60	1.09	343.39	197.82	0.02	113.51	11.62	7.18	12.91	0.33								
输水工程区	主体工程区	管线区	245.31	85.47	73.17	0.78	10.49	0.35		0.23	0.15	0.29	101.32	72.40	2.29	25.03		0.30	0.26	1.04	58.51	43.95	4.38	8.33	0.72	0.10	1.03	
		输水建筑物区	45.13	21.38	10.63	0.23	10.21			0.31			17.33	10.53	0.63	6.17					6.42	4.22		2.19				
		小计	290.44	106.86	83.80	1.02	20.70	0.35		0.55	0.15	0.29	118.65	82.93	2.92	31.20		0.30	0.26	1.04	64.93	48.17	4.38	10.52	0.72	0.10	1.03	
	弃渣场区		35.69	5.95	5.95								25.57	21.86		3.71					4.17	4.17						
	交通道路区	永久道路区	91.25	48.56	31.36		15.60					1.60	31.18	17.06		14.11					11.51	5.47		4.95			1.09	
		临时道路区	85.85	29.91	25.60	0.21	3.67	0.12		0.08	0.05	0.17	35.46	25.11	0.66	8.72		0.15	0.09	0.74	20.48	15.15	1.25	2.91	0.25	0.04	0.87	
		小计	177.10	78.47	56.96	0.21	19.27	0.12		0.08	0.05	1.77	66.64	42.17	0.66	22.83		0.15	0.09	0.74	31.99	20.62	1.25	7.86	0.25	0.04	1.97	
	施工生产生活区		94.83	33.34	28.49	0.22	3.66	0.12		0.08	0.05	0.72	40.47	29.05	0.80	9.82		0.12	0.09	0.59	21.02	16.26	1.53	2.91	0.25	0.04	0.04	
	合计		598.06	224.62	175.19	1.44	43.64	0.59		0.71	0.26	2.78	251.34	176.01	4.38	67.56		0.57	0.45	2.37	122.11	89.21	7.17	21.29	1.23	0.17	3.04	
	总计			1349.94	633.10	433.96	1.50	159.40	7.72	10.10	7.69	8.86	3.88	594.73	373.83	4.40	181.07	11.62	7.75	13.36	2.70	122.11	89.21	7.17	21.29	1.23	0.17	3.04

说明：工程永久办公区 0.5hm² 位于大坝管理范围内，土料场 3hm² 位于水库淹没区，该重叠面积均从合计中扣除。

4.2 防治责任范围与工程征占地的关系

工程征地范围为主体工程新增征地范围，面积为 1295.23hm²。水土流失防治责任范围包括工程新增征地范围和部分工程未征地但建设时产生扰动的占地，面积为 1349.94hm²。经本方案复核，防治责任范围项目建设区比工程新增征地面积多 54.70hm²。主要由于工程征地中未计列移民安置区及专项设施复建面积 54.04hm²，以及后方管理基地 0.67hm²，从水土保持角度考虑，应在水土流失防治责任范围中计列。

工程征地与水土流失防治责任范围关系对比见表 4.2-1。

表 4.2-1 工程征地与水土流失防治责任范围关系对比表 单位：hm²

占地类型	项目		工程征地面积	防治责任范围	对比
			①	②	②-①
永久占地	枢纽工程区	大坝枢纽	46.18	46.18	
		工程办公生活区	0.50	1.17	0.67
		永久道路	74.31	74.31	
		移民安置及专项 设施复建区		54.04	54.04
		水库淹没区	487.77	487.77	
	输水工程区	输水建筑物区	45.13	45.13	
		永久道路	91.25	91.25	
	小计		744.64	799.35	54.71
临时占地	枢纽工程区	弃渣场区	20.30	20.30	
		料场区	22.92	22.92	
		交通道路区	38.81	38.81	
		施工生产生活区	9.89	9.89	
	输水工程区	管线区	245.31	245.31	
		弃渣场区	35.69	35.69	
		施工生产生活区	94.83	94.83	
		施工临时道路	85.85	85.85	
	小计		550.59	550.59	
合计		1295.23	1349.94	54.71	

说明：工程永久办公区 0.5hm² 位于大坝管理范围内，土料场 3hm² 位于水库淹没区，该重叠面积均从合计中扣除。

4.3 水土保持防治分区

4.3.1 防治分区确定原则和目的

4.3.1.1 水土流失防治分区原则

(1) 差异性原则。各防治分区之间的自然条件、造成水土流失的影响因素、

水土流失的特点要具有显著的差异；

(2) 相似性原则。各防治分区内造成的水土流失主导因子、水土流失防治措施布局应相近或相似；

(3) 整体性原则。各防治分区要覆盖整个防治责任范围，并考虑各分区相对集中和完整性。

4.3.1.2 水土流失防治分区目的

水土流失防治分区的目的是为了便于适应主体工程施工进度与时序，较好的安排土石方调配，并为下阶段工程项目的监理、监测提供依据。

4.3.2 防治分区确定的依据

根据现场查勘结果，在确定的水土流失防治责任范围内，依据主体工程布局、工程施工扰动特点、建设时序、项目区地貌特征、自然环境特点、水土流失影响等进行分区。

4.3.3 防治分区结果

清水河水利枢纽工程位于山区丘陵地带，按工程的施工特点和水土流失的特性可将工程区划分为枢纽工程区及输水工程区 2 个一级分区，将枢纽工程区划分为主体工程区、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、移民安置及专项设施复建区、水库淹没区（孤岛）等 8 个二级分区；将输水工程区划分为主体工程区、弃渣场区、交通道路区、施工生产生活区等 4 个二级分区。水土流失防治区划分见表 4.3-1。

表 4.3-1 水土流失防治分区表

一级分区	二级分区	三级分区	面积
枢纽工程区	主体工程区	大坝枢纽区	43.35
		电站厂房区	2.46
		鱼类增殖站	0.37
		小计	46.18
	工程永久办公生活区		1.17
	弃渣场区		20.30
	料场区	土料场	3.00
		石料场	19.92
		小计	22.92
	交通道路区	永久道路区	74.31
		临时道路区	38.81
		小计	113.11
	施工生产生活区	施工区	7.29
		临时堆渣场	2.60
		小计	9.89
	移民安置及专项设施复建区		54.04
	水库淹没区（孤岛）		2.07
	合计		269.18
输水工程区	主体工程区	管线区	245.31
		输水建筑物区	45.13
		小计	290.44
	弃渣场区		35.69
	交通道路区	永久道路区	91.25
		临时道路区	85.85
		小计	177.10
	施工生产生活区	施工区	9.20
		临时堆渣场	85.63
		小计	94.83
	合计		598.06
总计			867.24

说明：工程永久办公区 0.5hm^2 位于大坝管理范围内，重叠面积在合计中扣除。

5 水土流失分析与预测

生产建设项目水土流失分析与预测应以《云南省文山州清水河水利枢纽工程可行性研究报告》、《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)为依据,在主体工程设计的基础上,水土保持措施尚未布设的情况下,参照《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190-2007)等文件要求,对工程建设造成的土壤流失量和水土流失危害进行分析与预测。

5.1 预测范围和时段

5.1.1 预测范围

为了使水土流失预测结果指导水保措施的布置,本工程水土流失预测范围和单元的选择与防治分区一致。施工期(含准备期)水土流失预测单元面积共计 867.24 hm²;由于在自然恢复期内主体工程区、工程永久办公区、永久道路、移民安置及专项设施复建区部分面积硬化,且水库蓄水后土料场被淹没,经统计,自然恢复期水土流失预测单元面积共计 625.68 hm²。本工程水土流失预测范围及预测单元面积详见表 5.1-1。

表 5.1-1 工程预测范围及预测单元汇总表

预测单元			面积(hm ²)	
			施工期（含准备期）	自然恢复期
枢纽工程区	主体工程区	大坝枢纽区	43.35	12.14
		电站厂房区	2.46	0.49
		鱼类增殖站	0.37	0.11
		小计	46.18	12.74
	工程永久办公生活区		0.67	0.35
	弃渣场区		20.30	20.30
	料场区	土料场	3.00	
		石料场	19.92	19.92
		小计	22.92	19.92
	交通道路区	永久道路区	74.31	14.86
		临时道路区	38.81	38.81
		小计	113.11	53.67
	施工生产生活区		9.89	9.89
	移民安置及专项设施改建区		54.04	11.58
	水库淹没区（孤岛）		2.07	2.07
	合计		269.18	130.51
输水工程区	主体工程区	管线区	245.31	245.31
		输水建筑物区	45.13	15.24
		小计	290.44	260.54
	弃渣场区		35.69	35.69
	交通道路区	永久道路区	91.25	18.25
		临时道路区	85.85	85.85
		小计	177.10	104.10
	施工生产生活区		94.83	94.83
合计		598.06	495.17	
总计			867.24	625.68

5.1.2 预测时段

（1）施工期（含施工准备期）

根据施工进度安排，本工程主体施工期为 48 个月（含施工准备期），此阶段水土流失分布范围广、水土流失强度大，是预测的重点时段。

（2）自然恢复期

本工程位于云南省文山州境内，项目区平均降水量 1151 mm，多年平均蒸发量 1034mm，K=1.11，属于半湿润地区。确定自然恢复期预测时段为 3 年。本工程水土流失预测时段详见表 5.1-2。

表 5.1-2 工程各防治区水土流失预测时段划分表 单位：年

项目区			施工准备期		施工期		自然恢复期预测时段
			进度安排	预测时段	进度安排	预测时段	
枢纽工程区	主体工程区	大坝枢纽区			第二年 1 月~ 第五年 2 月	3	3
		电站厂房区			第二年 1 月~ 第五年 2 月	3	3
		鱼类增殖站			第二年 1 月~ 第五年 2 月	3	3
	弃渣场区				第二年 1 月~ 第五年 2 月	3	3
	工程永久办公生活区				第二年 1 月~ 第五年 2 月	3	3
	料场区	土料场			第二年 1 月~ 第五年 2 月	3	3
		石料场			第二年 1 月~ 第五年 2 月	3	3
	施工生产生活区		第一年 3 月~ 第二年 1 月	1	第二年 1 月~ 第五年 2 月	3	3
	交通道路区	永久道路	第一年 3 月~ 第二年 1 月	1	第二年 1 月~ 第五年 2 月	3	3
		临时道路	第一年 3 月~ 第二年 1 月	1	第二年 1 月~ 第五年 2 月	3	3
	移民安置及专项设施改建区				第四年 2 月~ 第五年 2 月	1	3
	水库淹没区（孤岛）				第四年 12 月~ 第五年 2 月	0.2	3
输水工程区	主体工程区	输水建筑物			第二年 3 月~ 第五年 1 月	3	3
		管线区			第二年 3 月~ 第五年 1 月	3	3
	弃渣场区				第二年 3 月~ 第五年 1 月	3	3
	施工生产生活区		第一年 3 月~ 第二年 1 月	1	第二年 1 月~ 第五年 1 月	3	3
	交通道路区	永久道路	第一年 3 月~ 第二年 1 月	1	第二年 1 月~ 第五年 1 月	3	3
		临时道路	第一年 3 月~ 第二年 1 月	1	第二年 1 月~ 第五年 1 月	3	3

5.2 预测方法

5.2.1 土壤流失量

5.2.1.1 数学模型法

根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）中 4.5.3 条规定，土壤流失量预测方法主要采取数学模型方法。

（1）计算公式

对于工程建设过程中产生的土壤流失量，按以下公式计算：

$$W = \sum_{j=1}^2 \sum_{i=1}^n F_{ji} \times M_{ji} \times T_{ji}$$

对于工程建设过程中新增土壤流失量，按以下公式计算：

$$\Delta W = \sum_{j=1}^2 \sum_{i=1}^n F_{ji} \times \Delta M_{ji} \times T_{ji}$$

式中：式中： W ——土壤流失量， t ；

ΔW ——扰动地表新增土壤流失量， t ；

i ——预测单元，1，2，3，…… n ；

j ——预测时段，1，2，指施工期（含施工准备期）和自然恢复期；

F_{ji} —— j 时段 i 单元的面积， km^2 ；

M_{ji} ——扰动后 j 时段 i 单元的土壤侵蚀模数， $t/(km^2 \cdot a)$ ；

ΔM_{ji} —— j 时段 i 单元新增土壤侵蚀模数， $t/(km^2 \cdot a)$ ；

T_{ji} —— j 时段 i 单元的预测时间， a 。

5.2.1.2 土壤侵蚀模数

（1）原地貌平均侵蚀模数

工程区占地类型包括耕地、园地、林地、草地、住宅用地、交通运输用地、水域及水利设施用地、其他土地等，植被覆盖度 20~25%，土壤侵蚀类型为水力侵蚀，侵蚀强度以轻度为主。根据《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007），并分析项目区土地利用现状、地形地貌、水土流失类型和水土流失强度及分布规律，结合项目区人为活动因素和施工扰动程度，确定项目区原生地貌土壤侵蚀模数取 1200~1500 $t/km^2 \cdot a$ 。

（2）扰动后土壤侵蚀模数

工程施工期间，本方案水土流失强度预测主要利用类比法和专家经验估判法结合实地调查确定。

1) 类比工程选定

类比工程选择云南省文山州暮底河水库工程。

暮底河水库为中型水库，位于文山州文山县，盘龙河右岸一级支流暮底河下游，工程等别为Ⅲ等。工程于 2007 年 1 月开工，2008 年 5 月完工。

该工程项目区多年平均降水量 980mm，土壤类型以红棕壤、水稻土和红壤为主，主要植被类型为高原亚热带北部常绿阔叶林地带，植被覆盖度约为 20%。项目区的地质、地形、气候、地表组成、植被等方面与本工程相似，具有较强的类比性。

类比工程情况详见表 5.2-1。

表 5.2-1 类比工程条件对照表

类比条件	类比工程	本工程
项目	暮底河水库工程	清水河水利枢纽工程
地理位置	云南省文山州	云南省文山州
气候	项目区属亚热带季风气候区，纬度高，冬春干凉、夏秋湿润。多年平均降水量 980mm，主要集中在 6~8 月。	项目区属亚热带季风气候区，纬度高，冬春干凉、夏秋湿润。多年平均降水量 1151mm，主要集中在 6~8 月。
土壤	红壤、赤红壤和水稻土	红壤、赤红壤和水稻土
地形地貌	中山低山丘陵	中山低山丘陵
地质概况	川滇径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	工程区主要处于文山巨型环状旋扭构造，无区域性主干断裂通过
植被	项目区属于高原亚热带北部常绿阔叶林地带，主要植被包括桉树、云南松、车桑子、狗牙根等，林草覆盖率约为 20%。	项目区属于高原亚热带南部季风常绿阔叶林地带，主要植被包括云南松、栎类、旱冬瓜，林草覆盖率约为 25%。
水土流失分区	属滇黔桂岩溶石漠化国家级水土流失重点治理区	属滇黔桂岩溶石漠化国家级水土流失重点治理区
项目建设产生水土流失的特点	大坝开挖、厂房的施工、临建工程布置以及生活区、施工道路的修建、开挖取料及施工机械越界行驶、随意碾压，对原生地表及植被造成了不同程度的破坏，引发水土流失。扰动后的土壤侵蚀类型主要为水蚀。	大坝、厂房的开挖、施工生产生活区搭建、施工道路的修建、开挖取料、施工机械运行等均会对原生地表及植被造成不同程度的破坏，引发水土流失。扰动后的土壤侵蚀类型主要为水蚀。
土壤侵蚀模数	侵蚀强度为轻度，原地貌侵蚀模数为 1130t/km ² ·a。	侵蚀强度为轻度，原地貌侵蚀模数为 1200~1350t/km ² ·a。

类比工程枢纽工程区、输水工程区中主体工程区、工程管理区、施工生产生活区、交通道路区、料场区、弃渣场区等各区原地貌的土壤侵蚀模数在 749~1906t/(km²·a)，平均原地貌侵蚀模数 1130t/(km²·a)。各分区施工期扰动后土壤侵蚀模数在 3600~8552t/(km²·a)之间，平均侵蚀模数 5706t/(km²·a)，各监测分区在防治措施实施后土壤侵蚀模数在 407~625t/(km²·a)之间，平均侵蚀模数 492t/(km²·a)，类比工程分区监测结果见表 5.2-2。

表 5.2-2 类比工程分区扰动后土壤侵蚀模数表

扰动区域		原地貌侵蚀模数 $t/(km^2 \cdot a)$	扰动后侵蚀模数 $t/(km^2 \cdot a)$		
			施工准备期	施工期	自然恢复期
枢纽工程区	主体工程区	1216		6878	571
	工程管理区	1044		7165	595
	施工生生活区	965	6093	3047	407
	交通道路区	1081	6603	5087	422
	料场区	749		5127	471
	弃渣场区	748		2625	163
输水工程区	主体工程区	1368		7308	607
	施工生生活区	1056	7201	3600	480
	交通道路区	1555	9765	7523	625
	料场区	750		5849	537
	弃渣场区	1906		8552	532

2) 工程建设扰动后土壤侵蚀强度

文山州暮底河水库工程区扰动后的侵蚀模数为 $3600 \sim 8552 t/(km^2 \cdot a)$ 。本工程建设区与暮底河水库工程项目建设区地形、气象、土壤、地表组成物质及原生地表植被相似，其扰动后侵蚀模数经修正后可直接利用于本工程。

3) 自然恢复期土壤侵蚀强度

本工程位于云南省文山州境内，项目区平均降水量 1151 mm ，多年平均蒸发量 1034 mm ， $K=1.11$ ，属于半湿润地区，需要通过 3 年的时间扰动后土壤侵蚀模数可以消减到项目区背景值，自然恢复期土壤侵蚀模数通过均值法和分析法确定。对于主体工程的硬化表面、永久建筑物占压区域及水库淹没区域，建成后基本不产生水土流失，可不计算其在自然恢复期产生的土壤流失量。施工扰动前后土壤侵蚀模数见表 5.2-3。

表 5.2-3 施工扰动前后土壤侵蚀模数表 单位: $t/(km^2 \cdot a)$

项目区			原地貌 侵蚀模 数	扰动后土壤侵蚀模数 $t/(km^2 \cdot a)$				
				施工准 备期	施工期	自然恢复期		
						1	2	3
枢纽工程区	主体工程区	大坝枢纽区	1200		7500	5500	3500	1100
		电站厂房区	1200		7500	5500	3500	1100
		鱼类增殖站	1200		7500	5500	3500	1100
	工程永久办公生活区		1200		7500	5500	3500	1100
	弃渣场区		1300		8500	6500	4000	1200
	料场区	土料场	1300		6500	5000	3000	1300
		石料场	1300		6500	5000	3000	1300
	施工生产生活区		1200	6500	5000	3500	2000	1000
	交通道路区	永久道路	1200	7000	5500	3500	2000	1000
		临时道路	1200	7000	5500	3500	2000	1000
	移民安置及专项设施改建区		1200		6000	4000	3000	1200
	水库淹没区（孤岛）		1200		6000	4000	3000	1200
输水工程区	主体工程区	输水建筑物区	1300		8000	6000	3500	1200
		管线区	1300		8000	6000	3500	1200
	弃渣场区		1500		9000	7500	4500	1500
	施工生产生活区		1350	6500	5500	3500	3000	1300
	交通道路区	永久道路	1350	8000	7500	4500	3500	1300
		临时道路	1350	8000	7500	4500	3500	1300

5.2.2 水土流失危害

生产建设项目水土流失危害预测主要采用现场调查及资料查询等方法,重点分析水土流失对当地、周边、下游和工程本身可能造成水土流失危害形式、程度和范围,以及产生滑坡和泥石流的风险。

5.3 扰动土地面积、损毁植被面积和弃渣量分析

5.3.1 扰动地表、损毁植被面积

现场调查工程经过地段的水土流失和水土保持现状,对建设项目的主体工程、临时工程在建设期开挖扰动地表、占压土地和损坏林草植被的程度和面积分别进行统计、量算和预测。工程扰动土地面积包括项目建设区内工程开挖、回填、占

压等施工活动扰动地表的实际面积，不包括水库蓄水后的淹没面积。工程的占地包括永久占地和临时占地，工程布局紧凑，初步分析，工程建设期工程征地范围内的各区域均被扰动，经计算工程建设过程中扰动原地貌总面积为 867.24hm^2 ，损毁植被面积为 258.78hm^2 。详见表 5.3-1、5.3-2。

表 5.3-1 工程扰动地表面积汇总表 单位 hm²

防治分区			合计	占地类型							
				耕地	园地	林地	草地	住宅用地	交通运输用地	水域及水利设施用地	其他土地
枢纽工程区	主体工程区	大坝枢纽区	43.35	26.57		14.68		0.11	0.41	1.58	
		电站厂房区	2.46			2.46					
		鱼类增殖站	0.37			0.37					
		小计	46.18	26.57		17.52		0.11	0.41	1.58	
	工程永久办公生活区		1.17	0.50							0.67
	弃渣场区		20.30	16.60		3.70					
	料场区	土料场	3.00	3.00							
		石料场	19.92	11.28		8.64					
		小计	22.92	14.28		8.64					
	交通道路区	永久道路区	74.31	47.27		19.94			6.54	0.55	
		临时道路区	38.81	15.33		22.38			1.09		
		小计	113.11	62.60		42.33			7.64	0.55	
	施工生产生活区		9.89	7.16	0.05	2.11			0.04		0.53
	移民安置及专项设施复建区		54.04	35.64		18.39					
	水库淹没区（孤岛）		2.07	2.03					0.04		
	合计		269.18	164.89	0.05	92.68		0.11	8.12	2.12	1.20
输水工程区	主体工程区	管线区	245.31	189.51	7.46	43.85	1.07		0.63	0.42	2.36
		输水建筑物区	45.13	25.38	0.86	18.57			0.31		
		小计	290.44	214.89	8.32	62.42	1.07		0.95	0.42	2.36
	弃渣场区		35.69	31.98		3.71					
	交通道路区	永久道路区	91.25	53.89		34.66					2.70
		临时道路区	85.85	65.86	2.12	15.30	0.38		0.27	0.15	1.78
		小计	177.10	119.75	2.12	49.97	0.38		0.27	0.15	4.48
	施工生产生活区		94.83	73.80	2.55	16.39	0.37		0.24	0.14	1.35
	合计		598.06	423.62	10.49	154.11	1.45	0.11	1.66	2.14	7.37
	总计		867.24	588.51	10.54	246.79	1.45	0.22	9.78	4.26	8.57

说明：工程永久办公区 0.5hm² 位于大坝管理范围内，在枢纽工程区合计中扣除。

表 5.3-2 工程损毁植被面积汇总表 单位 hm^2

防治分区			合计	占地类型		
				园地	林地	草地
枢纽工程区	主体工程区	大坝枢纽区	14.68		14.68	
		电站厂房区	2.46		2.46	
		鱼类增殖站	0.37		0.37	
		小计	17.52		17.52	
	工程永久办公生活区					
	弃渣场区		3.70		3.70	
	料场区	土料场				
		石料场	8.64		8.64	
		小计	8.64		8.64	
	交通道路区	永久道路区	19.94		19.94	
		临时道路区	22.38		22.38	
		小计	42.33		42.33	
	施工生产生活区		2.16	0.05	2.11	
	移民安置及专项设施改建区		18.39		18.39	
	合计		92.73	0.05	92.68	
输水工程区	主体工程区	管线区	52.38	7.46	43.85	1.07
		输水建筑物区	19.44	0.86	18.57	
		小计	71.82	8.32	62.42	1.07
	弃渣场区		3.71		3.71	
	交通道路区	永久道路区	34.66		34.66	
		临时道路区	17.81	2.12	15.30	0.38
		小计	52.47	2.12	49.97	0.38
	施工生产生活区		19.31	2.55	16.39	0.37
	合计		166.05	10.49	154.11	1.45
	总计		258.78	10.54	246.79	1.45

5.3.2 弃渣量预测

根据主体施工组织设计，工程弃渣总量 404.77 万 m^3 ，折合松方 551.20 万 m^3 。经补充移民安置及专项复建区弃渣量 17.20 万 m^3 （松方），以及部分弃渣用于后期回填绿化，堆渣量为 413.22 万 m^3 ，折合松方 560.95 万 m^3 。

5.4 土壤流失量分析与预测

根据前述土壤侵蚀模数、预测时段和土壤流失预测单元面积，本工程预测土壤流失总量为 26.79 万 t，新增土壤流失量 20.57 万 t。其中：施工期（含施工准备期）可能造成土壤流失总量为 20.73 万 t，新增土壤流失量 16.98 万 t；自然恢复期可能造成土壤流失总量为 6.06 万 t，新增土壤流失量 3.59 万 t。工程土壤流失量预测汇总详见表 5.4-1。

（1）原地貌土壤流失量预测

本工程预测单元范围内原地貌产生的土壤流失量为 6.22 万 t。

（2）施工期（含施工准备期）土壤流失量预测

根据本工程施工建设的特点，施工准备期扰动区域为施工生产生活区及交通道路区，工程施工建设期占地范围内除淹没面积外其它都将被扰动，大面积的地表扰动区、取料场、弃渣场区、交通道路区将是该时段水土流失的主要区域。

根据施工时段和扰动面积进行预测，施工准备期及施工建设期土壤流失总量为 20.73 万 t，其中施工准备期为 2.89 万 t，施工期为 17.84 万 t。

（3）自然恢复期土壤流失量预测

自然恢复期主体工程已经开始运行，大坝、电站厂房、输水建筑物、混凝土路面等被硬化表面所占据，这些区域不具备发生土壤侵蚀的侵蚀源，因此在预测自然恢复期土壤侵蚀总量时应扣除上述面积，自然恢复期产生的水土流失总量为 6.06 万 t，新增土壤流失量 3.59 t。

表 5.4-1 清水河水利枢纽工程建设可能产生的土壤流失量预测表

预测单元			预测时段	侵蚀面积 (hm ²)	背景水土流失量(t)	预测流失总水土流失量(t)	新增水土流失量(t)
枢纽工程区	工程永久办公生活区		施工期	0.67	24	150	126
			自然恢复期	0.35	13	35	23
			小计		37	185	149
	主体工程区	大坝枢纽区	施工期	43.35	1561	9754	8193
			自然恢复期	12.14	437	1226	789
			小计		1998	10980	8982
		电站厂房区	施工期	2.46	89	554	465
			自然恢复期	0.49	18	50	32
			小计		106	604	497
		鱼类增殖站	施工期	0.37	13	83	70
			自然恢复期	0.11	4	11	7
			小计		17	94	77
	弃渣场区		施工期	20.30	792	5177	4385
			自然恢复期	20.30	792	2375	1583
			小计		1583	7552	5968
	料场区	土料场	施工期	3.00	117	585	468
			自然恢复期	0.00	0	0	0
			小计		117	585	468
		石料场	施工期	19.92	777	3884	3107
			自然恢复期	19.92	777	1852	1076
			小计		1554	5736	4183
	施工生产生活区		施工准备期	9.89	119	643	524
			施工期	9.89	356	1484	1127
			自然恢复期	9.89	356	643	287
			小计		831	2769	1938
	交通道路区	永久道路	施工准备期	74.31	892	5202	4310
			施工期	74.31	2675	12261	9586
			自然恢复期	14.86	535	966	431
			小计		4102	18428	14326
		临时道路	施工准备期	38.81	466	2716	2251
			施工期	38.81	1397	6403	5006
			自然恢复期	38.81	1397	2522	1125
			小计		3260	11642	8382
	移民安置及专项设施改建区		施工期	54.04	648	3242	2594
			自然恢复期	11.58	417	949	533
			小计		1065	4192	3126
	水库淹没区（孤岛）		施工期	2.07	5	25	20
			自然恢复期	2.07	75	170	95
			小计		80	195	115
输水工程区	主体工程区	输水建筑物区	施工期	45.13	1760	10831	9071
			自然恢复期	15.24	594	1631	1036
			小计		2354	12462	10107
		管线区	施工期	245.31	9567	58873	49307

预测单元			预测时段	侵蚀面积 (hm ²)	背景水土流失量(t)	预测流失总水土流失量(t)	新增水土流失量(t)
			自然恢复期	245.31	9567	26248	16681
			小计		19134	85121	65987
	弃渣场区	施工期	35.69	1606	9636	8030	
		自然恢复期	35.69	1606	4818	3212	
		小计		3212	14454	11242	
		施工生产生活区	施工准备期	94.83	1280	6164	4884
	施工期		94.83	3841	15647	11807	
	自然恢复期		94.83	3841	7397	3556	
	小计			8962	29208	20246	
	交通道路区	永久道路	施工准备期	91.25	1232	7300	6068
			施工期	91.25	3696	20531	16836
			自然恢复期	18.25	739	1697	958
			小计		5667	29529	23862
		临时道路	施工准备期	85.85	1159	6868	5709
			施工期	85.85	3477	19317	15840
			自然恢复期	85.85	3477	7984	4507
			小计		8113	34170	26057
合计					62190	267905	205715

表 5.4-2 土壤流失总量预测成果表

预测范围			施工准备 期（t）	施工期（t）	自然恢复期 （t）	合计
枢纽工程 区	主体工程 区	大坝枢纽区		9754	1226	10980
		电站厂房区		554	50	604
		鱼类增殖站		83	11	94
		小计		10391	1287	11678
	工程永久办公生活区			150	35	185
	弃渣场区			5177	2375	7552
	料场区	土料场		585	0	585
		石料场		3884	1852	5736
		小计		4469	1852	6321
	施工生产生活区		643	1484	643	2769
	交通道路 区	永久道路	5202	12261	966	18428
		临时道路	2716	6403	2522	11642
		小计	7918	18664	3488	30070
	移民安置及专项设施改建区			3242	949	4192
	水库淹没区（孤岛）			25	170	195
输水工程 区	主体工程 区	输水建筑物区		10831	1631	12462
		管线区		58873	26248	85121
		小计		69705	27878	97583
	弃渣场区			9636	4818	14454
	施工生产生活区		6164	15647	7397	29208
	交通道路 区	永久道路	7300	20531	1697	29529
		临时道路	6868	19317	7984	34170
		小计	14168	39848	9682	63698
合计			28893	178437	60575	267905

表 5.4-3 新增土壤流失量预测成果表

预测范围			施工准备期 (t)	施工期 (t)	自然恢复期 (t)	合计
枢纽工程区	主体工程区	大坝枢纽区		8193	789	8982
		电站厂房区		465	32	497
		鱼类增殖站		70	7	77
		小计		8728	828	9557
	工程永久办公生活区			126	23	149
	弃渣场区			4385	1583	5968
	料场区	土料场		468	0	468
		石料场		3107	1076	4183
		小计	0	3575	1076	4651
	施工生产生活区		524	1127	287	1938
	交通道路区	永久道路	4310	9586	431	14326
		临时道路	2251	5006	1125	8382
		小计	6561	14592	1556	22708
	移民安置及专项设施改建区			2594	533	3126
	水库淹没区（孤岛）			20	95	115
输水工程区	主体工程区	输水建筑物区		9071	1036	10107
		管线区		49307	16681	65987
		小计		58378	17717	76095
	弃渣场区			8030	3212	11242
	施工生产生活区		4884	11807	3556	20246
	交通道路区	永久道路	6068	16836	958	23862
		临时道路	5709	15840	4507	26057
		小计	11777	32676	5465	49919
合计			23746	146037	35932	205715

5.5 水土流失危害分析与评价

项目在施工中,地表植被可能遭到不同程度的破坏,导致水土保持功能降低。因此,施工准备期、施工期地表扰动、压埋植被,有可能造成严重的新增水土流失,甚至于对当地区域生态环境和工农业的可持续发展造成不利影响。根据工程可研报告及现场调查情况,通过对项目区所处的自然条件、工程施工工艺以及水土流失预测分析,现将工程建设可能造成水土流失危害分析如下:

(1) 破坏植被,加速土壤侵蚀

植被防止土壤侵蚀的作用主要表现在覆盖地表、截持降雨、减小流速、分散流量以及固定土壤和改良土壤等方面。植被的好与坏,直接影响土壤侵蚀的形成和侵蚀量的大小。地表植被一旦被工程施工破坏,其自然恢复过程将十分缓慢。本项目扰动植被 867.24hm^2 。项目所在地为山丘区,沟壑纵横,山体陡峭,是径流主要形成区,且项目区雨量较大,降雨汇流后动能较大,暴雨、山洪具有突发性。植被防止土壤侵蚀的作用主要表现在覆盖地表、截持降雨、减小流速、分散流量以及固定土壤和改良土壤等方面。植被的好与坏,直接影响土壤侵蚀的形成和侵蚀量的大小。在工程施工期间,由于料场开挖、筛分系统、生活区、上坝公路的布置以及弃渣的堆放处置造成地表植被的破坏,易产生较严重的水土流失。

(2) 对生态环境的影响

该项目的建设使土地格局发生了变化,使原有地类转变成了路面、道桥及建筑物等硬化地。施工扰动使地表结皮遭到破坏,自然体系生产能力受到一定程度的影响。弃料、弃渣不及时处理,地表景观亦会遭到破坏。若自然体系的生产能力降低,地表的破坏及产生的水土流失将影响周边的生态环境,加大周边土地的沙化和周边的扬尘。

(3) 对河流水面的危害

由于工程的土石方开挖回填,占地扰动,如不采取必要的措施,在融雪及降水条件下易发生水土流失增加水体的含沙量,造成下游河道、水库淤积产生一定影响。因此有必要对项目建设区布设水土保持措施,以减少对河流的危害。

(4) 损毁植被造成的影响

地面植被有涵养水源、调节气候的功能,对控制项目区土壤侵蚀具有良好的效果。植被一旦遭到破坏,地表土壤抗侵蚀能力将会急剧下降,单位面积的土壤

侵蚀量直线上升。因此在项目施工过程中要尽量减少植被的损毁，保护当地生态环境。

5.6 预测结论及指导性意见

5.6.1 预测结论

(1) 水土流失影响因子

工程建设过程中产生的水土流失影响主要是由工程开挖及填筑、施工弃土、工程建设区及施工管理区施工扰动引起的。

(2) 扰动地表、损毁植被面积

工程建设中大坝、电站、输水管线、输水建筑物、料场开挖、弃渣堆放等扰动地表面积为 867.24hm^2 ，损毁植被面积为 258.78hm^2 。枢纽工程及输水工程的主体工程区、交通道路区、弃渣场区扰动面积较大。从工程内容分析，扰动形式主要为开挖、堆垫。

(3) 弃渣量

大坝、电站、输水建筑物、交通道路等建设开挖将产生一定数量的弃渣，共产生弃渣 560.95 万 m^3 （松方），若不及时采取拦挡措施，将造成水土流失，为主要的水土流失源之一。

(4) 水土流失总量

工程建设产生的水土流失总量为 26.79 万 t ，新增水土流失量 20.57 万 t ，输水工程的主体工程区水土流失总量最大。

(5) 水土流失危害

可能产生的水土流失危害有：破坏现有稳定植被，改变土地利用类型，对周边生态环境造成一定影响；损坏水土保持设施，进一步加剧水土流失，增加河道含沙量，造成河道、渠道淤积，形成安全隐患。

5.6.2 水土流失指导性意见

清水河水利枢纽工程建设中由于挖损、占压、清除无用层等人为扰动因素，会造成项目区水土流失量的增加，另外，施工弃渣的堆置也会产生一定的水土流失。因此，做好工程建设中扰动区域的防护和恢复，做好工程占压区域表土的剥离、保护和后期利用，以及对工程弃渣的防护处理，是本方案报告的主要工作内

容。

根据对以上预测内容和结果进行综合分析,针对本方案的防护措施以及水土流失监测等工作提出如下指导性意见:

(1) 重点防治区域的确定

根据项目建设区水土流失的预测分析,按防治分区分析,枢纽工程及输水工程的主体工程新增水土流失量最多,主体工程区、料场区、弃渣场区、交通道路区是水土流失防治的重点区域,施工期是工程水土流失防治的重点时段。

不同建设时段新增水土流失量分析与各防治分区新增水土流失量分析见图 5.6-1、5.6-2。

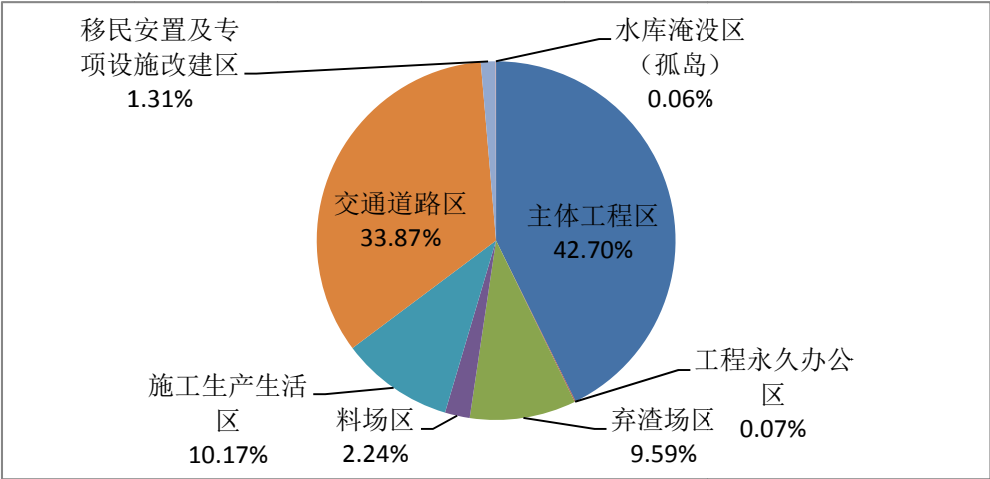


图 5.6-1 各防治分区新增水土流失量分析图

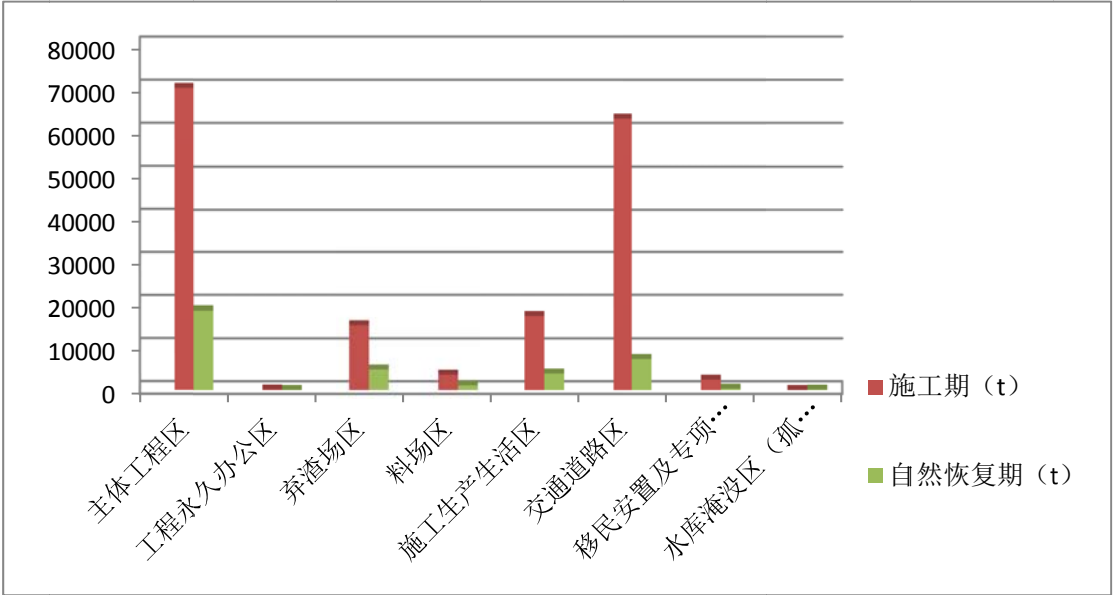


图 5.6-2 各防治分区新增水土流失量统计图

（2）应采取的防治工程类型

根据各个施工区域产生的水土流失因素及水土流失量的不同，因地制宜确定相应的防护措施；主体工程建设区在施工结束后，大部分区域被永久建筑物所占压，施工时应重点考虑临时措施，在工程完毕后辅以一定的植物措施和土地整治措施；弃渣场的防治应考虑防治措施的长期有效性，实施工程和植物措施相结合进行治理；料场、施工生产生活区采取土地整治措施和临时措施相结合；大坝枢纽管理范围及电站厂房管理区应强化绿化美化效果。

（3）防治工程的实施进度要求

根据主体工程建设特点,水土保持工程的开始和结束应结合主体工程的进度安排,重点采取工程防护措施,及时采取临时防护措施,植物措施在施工完毕后及时进行。由于弃渣场产生的水土流失主要发生在弃渣后,因此防治措施应在开始弃渣时布设,严格遵循先挡后弃原则;取料场产生的水土流失主要发生在施工期和取料完成之后,对取料场采取的临时工程措施应与主体工程同步。

此外,为减少施工期由于扰动而引发的水土流失,要求主体工程应根据气象条件灵活调整施工进度,避免在大风和强降雨天气下施工。

(4) 对水土保持监测的要求

工程扰动地表总面积较大,扰动区域比较集中,因施工工艺的差别导致工程建设引发水土流失的因素较多,因此在做好水土流失防治工作的同时应对生产建设中的水土流失做适时监测,做到及时发现问题及时解决,同时为同类地区工程建设积累水土保持的经验。

根据以上的水土流失预测内容可知清水河水利枢纽工程水土流失的重点监测时段为工程施工期。施工期重点监测区域为枢纽工程及输水工程的主体工程区、料场区、弃渣场区。

6 防治目标及总体布设

6.1 防治目标及标准

6.1.1 定性目标

开发建设项目水土流失防治，不仅要對新增水土流失进行防治，还需结合水土流失重点防治区的划分和治理规划要求，对项目区原有的水土流失进行治理，促进水土资源的可持续利用和生态系统的良性发展。对于本工程，水土流失防治目标的定性要求主要有：

(1) 使项目建设区内原有的水土流失得到治理。

(2) 使项目建设区内新增水土流失得到有效控制，对直接影响区的水土流失也要做到提前预防、及时治理。

(3) 工程建设不得对周边环境造成不利影响，防治责任范围内的生态环境得到一定的改善。

(4) 采取的水土保持措施安全有效。

(5) 六项指标值达到《生产建设项目水土流失防治标准》(GB/T50434—2018)的要求。

6.1.2 定量标准

工程涉及云南省文山州丘北县、砚山县、广南县，根据全国水土保持区划，项目区属西南岩溶区。根据《全国水土保持规划（2015~2030年）》（国函〔2015〕160号）、《云南省水土保持规划（2016~2030）》（云水保〔2017〕99号），项目区属于滇黔桂岩溶石漠化国家级水土流失重点治理区，根据《生产建设项目水土流失防治标准》（GB50434-2018），工程执行西南岩溶区水土流失防治一级标准，并优化施工工艺，尽量减少地表扰动和植被损坏范围。

在此基础上，结合本工程施工特点，并考虑项目区域降雨、土壤侵蚀强度、地形地貌等情况对相关目标值进行修正，确定本工程水土流失防治目标。

项目区属于半湿润区，水土流失治理度、林草植被恢复率和林草覆盖率不修正；项目区土壤侵蚀强度为轻度，土壤流失控制比调整为 1.00；项目区涉及国家级水土流失重点治理区，林草覆盖率提高 1%。工程水土流失综合防治目标计算见表 6.1-1。

表 6.1-1 水土流失防治目标表

防治指标	一级标准		按土壤侵蚀强度修正	涉及国家级水土流失重点治理区	采用标准	
	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		-	1.0
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		+1	-	22

6.2 设计依据、理念与原则

6.2.1 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) 《水利水电工程制图标准水土保持图》(SL73.6-2015);
- (5) 《水土保持工程设计规范》(GB51018-2014);
- (6) 《水土保持林工程设计规范》(GB/T51097—2015);
- (7) 《水土保持工程调查与勘测标准》(GB/T51297-2018);
- (8) 《关于印发水利水电工程水土保持技术规范 (SL 575-2012) 补充技术要点 (试行) 的通知》(水总环【2019】635 号);
- (9) 《清水河水利枢纽工程可行性研究报告》，中水北方勘测设计研究有限责任公司，2019 年 12 月；
- (10) 《云南省水土保持规划 (2016-2030 年)》；
- (11) 云南省文山州有关部门提供的气象、水文及水土保持相关资料；
- (12) 现场查勘收集的有关资料。

6.2.2 设计理念与原则

6.2.2.1 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、相应设计条件

及修改和优化意见和要求。

（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

从裸岩形成土壤，再到稳定的植物群落需要千万年计的时间，保护和利用土壤，特别是表土，是本工程水土保持设计的重要内容之一。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，依据表土需求与可利用量进行表土综合利用规划，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、外围景观灯，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，多采用乡土物种，降低养护成本。

6.2.2.2 工程措施设计原则

（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。

6.2.2.3 植物措施设计原则

根据当地环境特点，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、可行的造林技术进行设计。将水土保持、绿化美化结合起来，使之既达到保持水土，又美化环境的目的。根据“适地适树”的原则，兼顾防护和绿化景观、防治水蚀和风蚀的要求，依据各树种的生物学和生态学特性，选择优良的乡

土树种和草种，或经过多年种植已适应当地环境的引进树种、草种。根据土地资源的适宜性，采取植物措施和工程措施相结合，乔、灌、草相结合，绿化与美化相结合，充分发挥各立地条件的土地生产力，以获得最大的水土保持效益，提高工程建设区的生态环境。

(1) 项目区立地条件分析

项目区气候类型属亚热带季风气候，该气候具有冬无严寒、夏无酷暑，气候垂直差异大、立体气候明显等特征。多年平均气温 16.3℃，极端最高气温 35.8℃，最低气温-7.6℃，年平均降雨 1151mm，多年平均水面蒸发量 1034mm。全年无霜期 275d，多年平均风速 2.1m/s。土壤类型以红壤、赤红壤、水稻土为主，土质肥力较高。

(2) 植物物种的选择

按照“适地适树、适地适草”的原则，结合工程区海拔分布、立地条件、植被恢复要求及植被特点，同时考虑植物水土保持功能、适应性及景观性，以选择乡土植物为主。根据以上原则，结合主体工程已有绿化设计，本方案补充植被恢复配置模式为乔、灌、草结合。乔木选择云南樟、鹅掌楸、清香木、罗汉松、大叶相思、海桐、山合欢、小叶榕、旱冬瓜，灌木选择红花檵木、火棘、三角梅、迎春、马桑，藤本选择油麻藤，草种选择结缕草、狗牙根、紫花苜蓿。各植物生物学特性见下表：

表 6.1-2 主要树草种生物、生态学特性及主要用途表

植物类型	选择的树草种	主要特征	本工程用途
乔木	云南樟 (<i>Cinnamomum glanduliferum</i>)	樟科樟属，常绿乔木，高 5~20m，胸径达 30cm。喜温暖、湿润气候，性喜光，幼树稍耐阴。在肥沃、深厚的酸性或中性砂壤土上生长良好，不耐水湿。	坝区、工程永久办公区、移民安置区景观绿化
	鹅掌楸 (<i>Liriodendron chinense</i>)	木兰科鹅掌楸，乔木，高达 40m，胸径 1 米以上，小枝灰色或灰褐色。生长于海拔 900~1000 米的山地林中。通常占据林冠最上层。阳性，喜光，幼树稍耐蔽荫。喜温湿、凉爽气候，适应性较强，能耐-20℃的低温，也能忍耐轻度的干旱和高温。适合在肥沃疏松、排水良好的土壤上生长。	坝区景观绿化
	清香木 (<i>Pistacia weinmannifolia</i>)	漆树科灌木或小乔木，高 2-8 米，喜温暖，要求土层深厚，萌发力强，生长缓慢，寿命长，但幼苗的抗寒力不强，在中国华北地区需加以保护。植株能耐-10℃低温，喜光照充足、不易积水的土壤。生于海拔 580~2700m 的石灰山林下或灌丛中。	坝区、工程永久办公区景观绿化

植物类型	选择的树草种	主要特征	本工程用途
	罗汉松 (<i>Podocarpus macrophyllus</i>)	罗汉松科罗汉松属，常绿针叶乔木，高达 20m，胸径达 60cm；喜温暖湿润气候，生长适温 15-28℃。耐寒性弱，耐阴性强。	工程永久办公区、移民安置区景观绿化
	大叶相思 (<i>Acacia auriculiformis</i>)	豆科，金合欢属常绿乔木，枝条下垂，喜温暖潮湿且阳光充足的环境，较耐高温却怕霜冻。生长温度一般要求平均温度 18℃ 以上，最适温度 20~35℃；生长环境年降水量 1200~1800mm，相对湿度 80% 左右，土壤 pH 值 4-7。对土壤要求不高，较耐旱、耐瘠。	工程永久办公区景观绿化
	海桐 (<i>Pittosporum tobira</i>)	常绿灌木或小乔木，高达 6m，花白色，有芳香，后变黄色；对气候适应性较强，能耐寒冷，亦耐暑热。对土壤的适应性强，在黏土、砂土及轻盐碱土中均能正常生长。	坝区景观绿化
	山合欢 (<i>Albizia kalkora</i>)	豆科合欢属落叶小乔木或灌木，通常高 3-8 米，小枝棕褐色，回羽状复叶互生，线状长圆形，顶端圆形而有细尖，基部近圆形，偏斜，中脉显著偏向叶片的上侧，两面密生短柔毛，适应性强，是优良的园林水保绿化树种。	道路两侧绿化
	小叶榕 (<i>Ficus microcarpa</i>)	桑科榕属，乔木，高 15~20m，胸径 25~40cm。树皮深灰色，有皮孔，叶狭椭圆形。喜温暖、高湿、长日照、土壤肥沃的生长环境，耐瘠、耐风、抗污染，有一定的耐阴能力。	工程永久办公区、移民安置区景观绿化
	旱冬瓜 (<i>Alnus cremastogyne Burk</i>)	桦木科桤木属，落叶乔木，叶面翠绿光滑无毛，背面灰绿，密生灰绿。云南乡土树种，喜温、耐旱、耐瘠薄，易于天然更新。	临时用地、库区孤岛植被恢复
灌木	红花檵木 (<i>Loropetalum</i>)	常绿灌木或小乔木。卵圆形或椭圆形，长 2~5cm，暗红色。喜光，稍耐阴，但阴时叶色容易变绿。适应性强，耐旱。喜温暖，耐寒冷。萌芽力和发枝力强，耐修剪。	坝区、工程永久办公区、移民安置区景观绿化
	火棘 (<i>Pyracantha fortuneana</i>)	蔷薇科常绿野生灌木果树，主要生长在海拔 500~2800 m 的山地、丘陵地阳坡灌丛、草地及河沟路旁，为生长快，适应性强，极具开发价值的经济植物。	坝区、移民安置区景观绿化
	三角梅 (<i>Bougainvillea</i>)	紫茉莉科，叶子花属木质藤本状灌木，藤状小灌木，喜温暖湿润气候，不耐寒，在 3℃ 以上才可安全越冬，15℃ 以上方可开花。	坝区、工程永久办公区、移民安置区景观绿化
	迎春 (<i>Jasminum</i>)	落叶灌木丛生。株高 30~500cm。枝条细长，呈拱形下垂生长，是一种常见的观赏花卉。喜光，稍耐阴，略耐寒，喜阳光，耐旱不耐涝。要求温暖而湿润的气候，疏松肥沃和排水良好的沙质土，在酸性土中生长旺盛，碱性土中生长不良。根部萌发力强。枝条着地部分极易生根。	工程永久办公区、移民安置区景观绿化
	马桑 (<i>Coriariaea</i>)	马桑科，灌木，高 1.5~2.5m；分枝开展，小叶四棱形或具四狭翅，花瓣成熟后红色至紫黑色，分布于云南省，乡土树种，喜温、喜湿、耐旱耐瘠。	临时用地、库区孤岛植被恢复

植物类型	选择的树草种	主要特征	本工程用途
	油麻藤 (<i>Mucuna sempervirens.</i>)	豆科、黧豆属常绿木质藤本植物。藤茎可长达 25m，其叶四季常青，色泽光亮；花朵盛开时形如成串的小雀。喜光，喜温暖湿润气候，主要分布于亚热带、温带地区。其茎藤药用，有活血去瘀，舒筋活络之效；作为一种适应性强、生长快、绿化优良、观赏性较强的木质藤本植物，常春油麻藤还具有良好的生态防护功能。	料场、道路边坡绿化
草本	结缕草 (<i>Zoysia japonica</i>)	禾本科结缕草属，多年生草坪植物，阳性，耐阴，耐热，耐寒，耐旱，耐践踏。适应性和生长势强。喜温暖湿润气候，耐寒性强。适应范围广，具有一定的抗碱性。	各区植被恢复及绿化
	狗牙根 (<i>Bermudagrass</i>)	禾本科狗牙根属，分布广泛，在我国黄河流域以南各地均有野生种，属暖地型草坪草。侵占力强，成年狗牙根绿期较长，由于生长能力强适应范围广，是牧草地和水土保持草地的优良草种。	各区植被恢复及绿化
	紫花苜蓿 (<i>Medicago sativa</i>)	豆科苜蓿属，抗逆性强，适应范围广，能生长在多种类型的气候、土壤环境下。再生性强，保持水土，紫花苜蓿枝叶繁茂，对地面覆盖度大，在改良土壤理化性，增加透水性，拦阻径流，防止冲刷，保持坡面减少水土流失的作用十分显著。	坝区、移民安置区景观绿化

(3) 种植方式

1) 树种种苗的选择

灌木树种宜选用二年生苗，苗高大于 30cm，苗根大于 20cm 左右的一级苗；乔木宜采用三年生、胸径大于 3cm 的一级苗造林。一级苗的标准：要求苗木根系发育正常，苗干挺直，分枝正常，具有树种特有的色泽，无病虫害。

2) 树木栽植方式、季节

栽植方法采用穴植，栽种时做到苗木端正，深浅适宜，根系舒展，乔木穴坑 60cm×60cm，灌木穴坑为 30cm×30cm、40cm×40cm。造林季节可在春、秋季进行，春季栽苗不宜过早，应在土壤解冻之后栽植；秋季栽苗不宜过晚，以免幼苗无法安全过冬，借鉴当地山区造林经验，建议造林季节选择为四月中旬或十月上旬。乔木株行间距可选择 2m×2m 或 3m×2m，灌木株行间距可选择 1m×1m 或 2m×1m。为防止种植树木的病虫害，种植的树木尽量采取不同树种交错的混交种植方式。

3) 草坪种植方式、季节

草坪草种植方式可采取人工整地、条播种植的方式，种植季节选择在春末。植被恢复草种植方式采取人工撒播草籽的方式，将草籽按比例混掺入清表

土层内，在表层土回填、推平的同时可达到撒播草地的目的。撒播草籽在春季进行，可利用冬季的融雪提供水分条件。

4) 抚育管理

本工程植物措施的抚育管理主要是措施范围的管护和病虫害防治，可纳入主体工程运行管理的职责范围内。

6.2.2.4 临时措施设计原则

(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。

6.3 设计深度及设计水平年

水土保持方案编制深度为可行性研究阶段深度；主体工程工期 48 个月，计划于第一年 3 月初开始施工准备，第五年 2 月底完工，因此方案设计水平年为第五年。

6.4 总体布局及分区防治措施体系

6.4.1 总体布局原则

(1) 方案作为主体工程设计的组成部分，与主体工程相互协调，并为整体项目服务。坚持水土保持工程与主体工程“同时设计、同时施工、同时投产使用”三同时的原则。

(2) 结合工程沿线的自然条件和施工工艺，在水土流失分区的基础上，确定重点防治区和一般防治区，其中重点防治区有主体工程区、弃渣场区、料场区；一般防治区有施工生产生活区、交通道路区、工程永久办公生活区、移民安置区等；

(3) 工程大部分区域植被覆盖度约 25%，区域原生地貌的主要侵蚀类型为轻度水力侵蚀，工程建设中应以保护原地貌，尽量减少对原地貌的破坏为原则。植物措施应根据实际情况布设，采用乡土树草种；

(4) 工程枢纽区植被生长较好, 一般表层土壤有机质含量较高, 宜考虑表土剥离措施;

(5) 注重吸收当地治理水土流失的成功经验, 采取有效的防治措施, 防止工程建设产生的水土流失。

根据主体工程设计施工总体布置方案和施工特点, 以及工程建设新增水土流失预测结果和防治目标, 结合各影响区域的地形、地质、地貌类型、土壤条件以及工程涉及地区的水土保持生态建设规划, 在对主体工程中具有水土保持功能措施全面评价的基础上, 拟定本工程水土保持措施的总体布局。

6.4.2 总体布局及分区防治措施体系

开发建设项目的水土保持方案防治措施, 主要针对各区在施工过程中和完工后可能造成水土流失而设计, 与主体工程同期展开, 适时配套, 工程措施、植物措施合理配置, 构成相互协调与统一的有机整体。

在防治措施体系设计时, 充分分析工程建设可能造成水土流失类型、水土流失量及其产生的危害, 在防治措施设计中, 应充分考虑施工期的临时防护措施, 采取的植物措施应综合考虑项目区的自然环境、植物生长的立地条件及灌溉等影响因素, 以选择合适的植物类型。

根据水土流失防治的原则与目标要求, 结合对主体工程已设计具有水土保持功能的工程从水土保持角度进行的评价, 对主体工程区、弃渣场区、料场区、施工生产生活区、交通道路区等区域补充和完善水土保持措施。水土保持措施布局如下:

(1) 枢纽工程区

1) 主体工程区

施工前主体工程对大坝枢纽区进行清基, 清基表土回覆至大坝及电站厂房绿化区域, 对鱼类增殖站进行表土剥离, 施工完毕后回填至本区绿化区域。表土回填并土地平整完毕后对各区采取绿化美化措施, 施工期采取适当临时防护、拦挡措施。

2) 工程永久办公生活区

施工前对建筑物占地区域进行表土剥离, 施工期间对临时堆放的表土采取拦挡和苫盖措施, 施工结束后将表土回填至待绿化区域, 平整后进行乔灌木绿化。

3) 弃渣场区

枢纽工程弃渣场均为填坑型，最终堆渣高程不超过周边地面高程，无需设置拦挡工程。施工前开挖截水沟，对于落水洞采取排渗盲管措施以防止堵塞并利于排水。弃渣前对扰动区域进行表土剥离，并集中堆放，采取临时防护。施工完毕后将剥离土回填至渣体表面，并进行土地平整，修建渣面排水沟。土地平整完毕后，对耕地以外区域进行植被恢复，耕地区域由主体工程进行复耕。

4) 料场区

料场防治区对剥离无用层采取临时防护并在周边布设临时排水沟，施工完毕后回填平整，对耕地以外区域进行植被恢复，耕地区域由主体工程进行复耕。

5) 施工生产生活区

施工前对扰动区域进行表土剥离，并集中堆放，采取临时防护。在施工区周边布设临时排水沟。施工完毕后进行土地整治及时恢复植被，耕地区域由主体工程进行复耕。

6) 交通道路区

在永久道路区两侧采取整地、绿化措施，临时道路在施工完毕后进行土地平整、植被恢复，施工期采取适当临时排水、拦挡措施。

7) 移民安置及专项设施复建区

对移民集中安置区硬化区域进行表土剥离，施工期间对临时堆土采取临时防护，施工结束后对空闲区域进行表土回覆平整并绿化美化；对改建交通道路进行植被恢复及排水措施。施工期间对临时堆土进行拦挡、苫盖措施。

8) 水库淹没区

水库蓄水后在淹没范围内形成孤岛，将孤岛内现有建筑物拆除，对拆除后的建筑物区域和耕地区域进行土地平整，并恢复绿化。

(2) 输水工程区

1) 主体工程区

在输水建筑物周围开挖排水沟，管线区进行土地平整，并恢复植被。施工期采取适当临时防护、拦挡措施。

2) 弃渣场区

施工前在渣体坡脚处布设挡渣墙并开挖截排水沟，弃渣前对扰动区域进行表

土剥离，并集中堆放，采取临时防护。方案采取洞口堆砌铅丝石笼措施，以防渣土落入洞口。施工完毕后将剥离土回填至渣体表面，并进行土地平整。土地平整完毕后，对耕地以外区域进行植被恢复，耕地区域由主体工程进行复耕。

3) 施工生产生活区

输水工程区施工生产区均为耕地，对主体工程剥离表土采取临时防护。在施工区周边布设临时排水沟。耕地区域由主体工程进行复耕。

4) 交通道路区

在永久道路区两侧采取整地、绿化措施，临时道路在施工完毕后进行土地平整、植被恢复，施工期采取适当临时排水、拦挡措施。

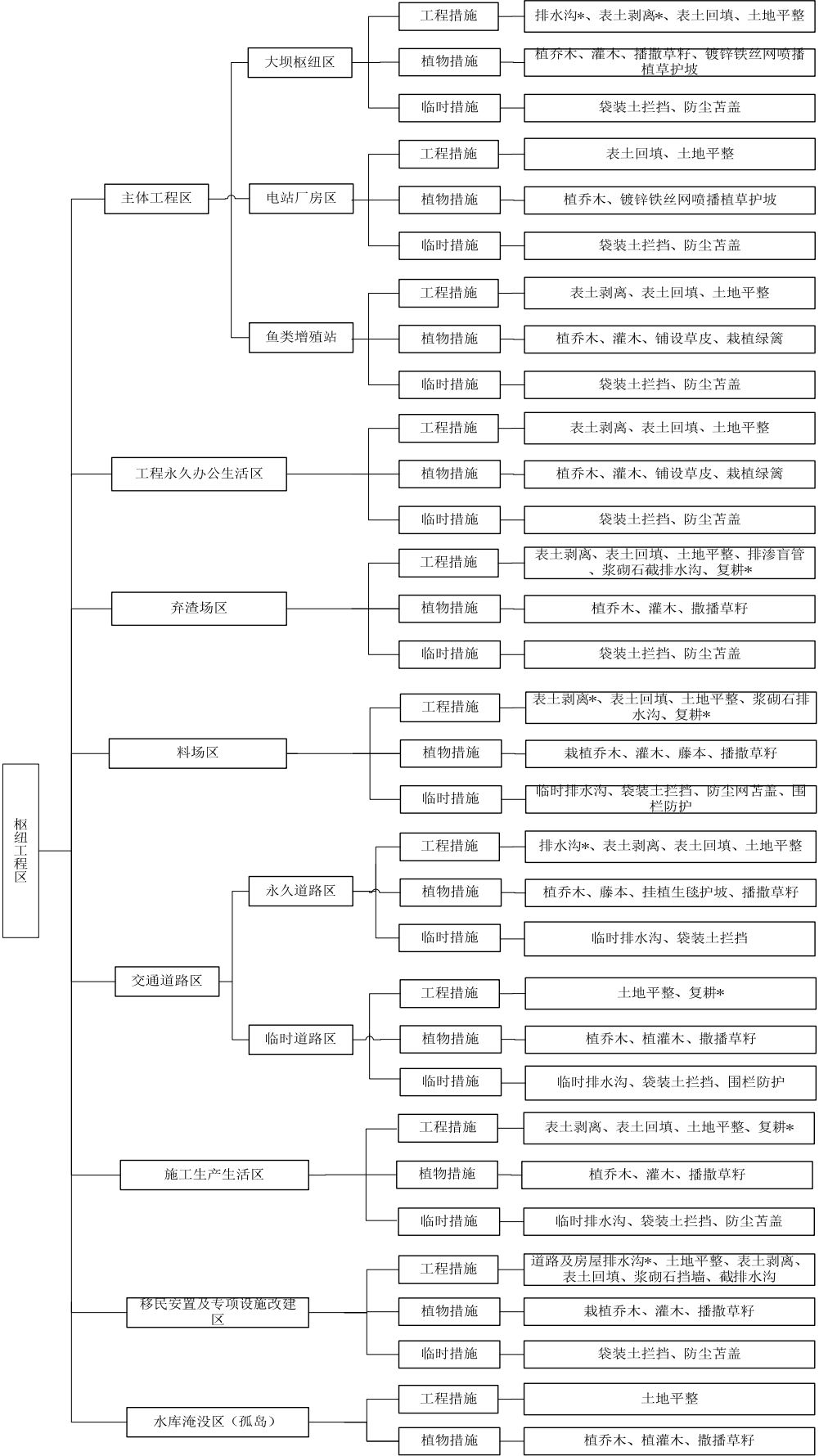
水土流失防治措施体系见图 6.4-1，水土保持措施总体布局见表 6.4-1。

表 6.4-1 水土保持措施总体布局表

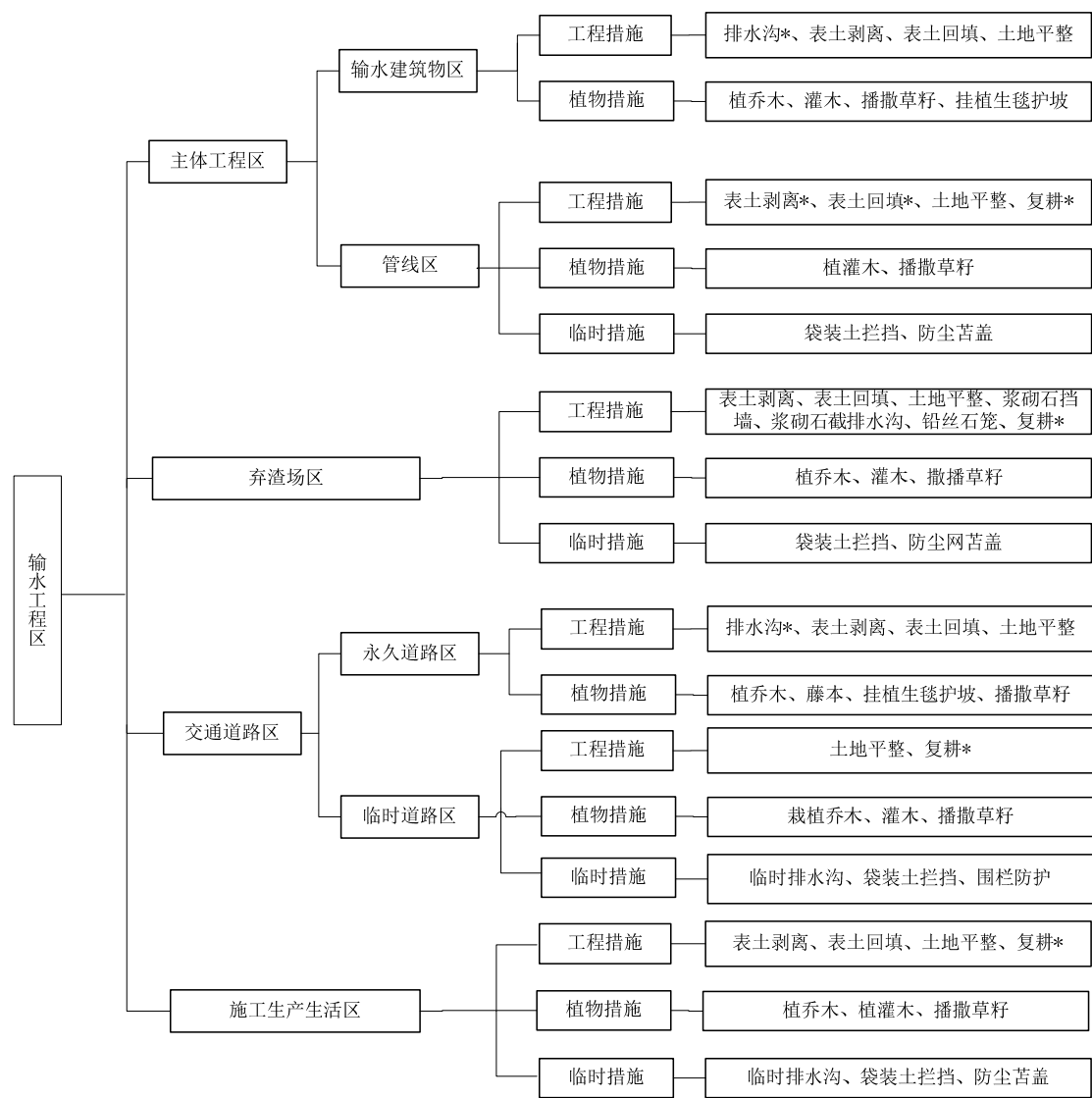
分区			防治措施	
枢纽工程 区	主体工程 区	大坝枢纽 区	工程措施	排水沟*、表土剥离*、表土回填、土地平整
			植物措施	植乔木、灌木、播撒草籽、镀锌铁丝网喷播植草护坡
			临时措施	袋装土拦挡、防尘苫盖
		电站厂房 区	工程措施	表土回填、土地平整
			植物措施	植乔木、播撒草籽、镀锌铁丝网喷播植草护坡
			临时措施	袋装土拦挡、防尘苫盖
		鱼类增殖 站	工程措施	表土剥离、表土回填、土地平整
			植物措施	植乔木、灌木、铺设草皮、栽植绿篱
			临时措施	袋装土拦挡、防尘苫盖
	工程永久办公生活区	工程措施	表土剥离、表土回填、土地平整	
		植物措施	植乔木、灌木、铺设草皮、栽植绿篱	
		临时措施	袋装土拦挡、防尘苫盖	
	弃渣场区	工程措施	表土剥离、表土回填、土地平整、排渗盲管、浆砌石截排水沟、复耕*	
		植物措施	植乔木、灌木、播撒草籽	
		临时措施	袋装土拦挡、防尘苫盖	
	料场区	工程措施	表土剥离*、表土回填、土地平整、排水沟、复耕*	
		植物措施	栽植乔木、灌木、藤本、播撒草籽	
		临时措施	临时排水沟、袋装土拦挡、防尘苫盖、围栏防护	
	施工生产 生活区	施工生产生 活区	工程措施	表土剥离、表土回填、土地平整、复耕*
			植物措施	植乔木、灌木、播撒草籽
			临时措施	临时排水沟、袋装土拦挡、防尘苫盖
		临时堆料场	工程措施	土地平整、复耕*
			植物措施	植乔木、灌木、播撒草籽
			临时措施	临时排水沟、袋装土拦挡、防尘苫盖
	交通道路 区	永久道路区	工程措施	排水沟*、表土剥离、表土回填、土地平整
			植物措施	植乔木、藤本、挂植生毯护坡、播撒草籽
			临时措施	袋装土拦挡、防尘苫盖
		临时道路区	工程措施	土地平整、复耕*
			植物措施	栽植乔木、灌木、播撒草籽
			临时措施	临时排水沟、袋装土拦挡、围栏防护
	移民安置及专项设施复 建区	工程措施	道路及房屋排水沟*、表土剥离、表土回填、土地平整、浆砌石挡墙、截排水沟	
		植物措施	栽植乔木、灌木、播撒草籽	
		临时措施	袋装土拦挡、防尘苫盖	
	水库淹没区（孤岛）	工程措施	土地平整	
		植物措施	栽植乔木、灌木、播撒草籽	
输水工程 区	主体工程 区	输水建筑 物区	工程措施	排水沟*、表土剥离、表土回填、土地平整
			植物措施	植乔木、灌木、播撒草籽、挂植生毯护坡
		管线区	工程措施	表土剥离*、表土回填*、土地平整、复耕*
			植物措施	植灌木、播撒草籽
			临时措施	袋装土拦挡、防尘苫盖
	弃渣场区	工程措施	表土剥离、表土回填、土地平整、浆砌石挡墙、浆砌石截排水沟、铅丝石笼、复耕*	
		植物措施	植乔木、灌木、播撒草籽	
		临时措施	袋装土拦挡、防尘苫盖	
	施工生产 生活区	施工生产生 活区	工程措施	表土剥离、表土回填、土地平整、复耕*
			植物措施	植乔木、灌木、播撒草籽
			临时措施	临时排水沟、袋装土拦挡、防尘苫盖
		临时堆料场	工程措施	土地平整、复耕*
			植物措施	植乔木、灌木、播撒草籽
			临时措施	袋装土拦挡、防尘苫盖

分区			防治措施	
输水工程 区	交通道路 区	永久道路区	工程措施	排水沟*、表土剥离、表土回填、土地平整
			植物措施	植乔木、藤本、挂植生毯护坡、播撒草籽
		临时道路区	工程措施	土地平整、复耕*
			植物措施	栽植乔木、灌木、播撒草籽
			临时措施	临时排水沟、袋装土拦挡、围栏防护

注：*为主体工程已有水土保持措施



6.4-1a 枢纽工程区水土流失防治措施体系图



注：*为主体工程已有水土保持措施

6.4-3b 输水工程区水土流失防治措施体系图

7 弃渣场设计

7.1 弃渣来源及流向

根据主体施工组织设计及水保复核,工程共设弃渣场 16 处。枢纽工程区弃渣量 463.56 万 m^3 (松方),布置弃渣场 3 处;输水工程区弃渣量 80.20 万 m^3 (松方),布置弃渣场 13 处。弃渣来源及流向详见表 7.1-1。

表 7.1-1 工程弃渣来源与流向一览表

分区	编号	弃渣来源	弃渣量 (万 m^3 松方)			土石比
			土方	石方	松方	
枢纽工程区	枢纽 1#弃渣场	溢洪道	25.14	24.86	50.00	1/1
	枢纽 2#弃渣场	溢洪道	6.02		6.02	
		鱼道工程	0.05	0.21	0.26	
		交通道路	69.84	73.87	143.72	
		小计	75.91	74.08	150.00	1/1
	枢纽 3#弃渣场	大坝	43.09	26.22	69.31	
		电站厂房	2.6	12.54	15.14	
		泵站	6.71	22.3	29.01	
		出水管(池)	0.43	7.89	8.32	
		导流洞	4.01	8.14	12.15	
		围堰	9.35		9.35	
		交通道路		44.67	44.67	
		石料场无用层		75.61	75.61	
		小计	66.19	197.37	263.56	1/3
	合计		167.24	296.31	463.56	
输水工程区	QB-1#弃渣场	丘北方向干线、天星隧洞、天星泵站	5.62	1.53	7.16	4/1
	QB-2#弃渣场	康新寨分干线、丘北支线、树皮泵站、康新寨泵站	11.99	3.44	15.43	4/1
	QB-3#弃渣场	丘北支线、丘北工业园支线		4.05	4.05	全部为石方
	QB-4#弃渣场	丘北分干线、丘北支线、大马恒泵站	0.01	1.35	1.36	基本全部为石方
	YS-1#弃渣场	砚山方向干线、支线		4.84	4.84	全部为石方
	YS-2#弃渣场	砚山方向干线、维摩泵站		6.27	6.26	全部为石方
	YS-3#弃渣场	青龙箐隧洞	1.21	3.65	4.86	1/3
	YS-4#弃渣场	砚山方向干线、红舍克泵站	0.70	3.37	4.08	1/5
	YS-5#弃渣场	砚山分干线、绿塘子泵站		9.76	9.76	全部为石方
	ZL-1#弃渣场	珠琳方向干线、支线		5.07	5.06	全部为石方
	ZL-2#弃渣场	珠琳方向干线、支线	0.04	7.55	7.59	基本全部为石方

分区	编号	弃渣来源	弃渣量 (万 m ³ 松方)			土石比
			土方	石方	松方	
	ZL-3#弃渣场	珠琳方向干线、支线、马鞭稍、珠琳工业园支线	0.49	5.52	6.01	基本全部为石方
	ZL-4#弃渣场	珠琳方向支线、阿哈泵站、中寨泵站、中寨支线	0.46	3.28	3.74	1/7
	合计		20.53	59.67	80.20	
总计			187.77	355.98	543.76	

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，经综合分析后确定。

(2) 严禁在对重要基础设施、人民群众生命财产安全及行洪安全有重大影响区域布设弃渣场。

(3) 弃渣场不应影响河流、沟谷的行洪安全，弃渣不应影响大坝、水利工程取水建筑物、泄水建筑物、河流渠道功能，不影响工矿企业、居民区、交通干线或其他重要基础设施的安全。

(4) 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布置弃渣场，确需设置的，应确保弃渣场稳定安全。

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

(6) 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要求，并应采取措施保障行洪安全，减少由此可能产生的不利影响。

(7) 弃渣场选址应遵循“少占压耕地，少损失水土保持设施”的原则。不应占用基本农田以及生态公益林。山区、丘陵区弃渣场宜选择在工程地址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、滩地等。

7.2.2 弃渣场选址地质勘察

依据《云南省文山清水河水利枢纽工程弃渣场岩土工程勘察报告》，对各弃渣场工程地质情况描述如下：

7.2.2.1 枢纽工程区

(1) 1#弃渣场

1#弃渣场位于拉角村东北侧约 500m 处，洼地呈椭圆形，长约 290m，宽约 160m，底部最宽 50~60m。洼地底部为第四系覆盖层，四周为岩质边坡，两岸坡度一般为 22° ~ 67° ，一般为陡坡~峻坡，局部为斜坡或悬坡。区内地层主要为第四系全新统坡残积物 (Q_4^{eld}) 和石炭系中统威宁组 (C_2w)。渣场地下水主要为松散堆积层孔隙水和岩溶裂隙水。场地洼地中心西侧发育 1 处落水洞，落水洞呈不规则方形，长约 5m，宽约 3m，现状排水通道畅通。弃渣场场区及周边未见滑坡及泥石流等地质灾害现象，植被较茂密，场地基本稳定，地表排水条件较好，落水洞及周边土体经过适当处理后作为弃渣场是较适宜的。场地地处岩溶洼地内，堆渣后，渣场发生整体失稳的可能性不大，发生滑坡、泥石流等次生灾害的可能性不大。

表 7.2-1 1#弃渣场岩土物理力学指标建议值表

岩土层类型	湿密度	干密度	抗剪强度				渗透系数 K	地基承载力特征值 f _a
			直剪（自然快）		直剪（饱和快）			
			凝聚力	内摩擦角	凝聚力	内摩擦角		
	(g/cm ³)	(g/cm ³)	(kPa)	(°)	(kPa)	(°)	(cm/s)	(kPa)
含（碎）石高液限粉土	1.83	1.58	16~17	22~23	20~22	15~16	1.64E-04	160~180
强风化岩体	2.3	2.0	200~220	28~32	-	-	7.90E-04	200~220

(2) 2#弃渣场

2#弃渣场位于拉角村东北约 450m 处，与 1#弃渣场相连。洼地呈椭圆形，长约 390m，宽约 200m，底部最宽处约 50~60m。洼地底部为第四系覆盖层，四周为岩质边坡，两岸坡度一般为 15~53°，一般为陡坡~峻坡，局部为斜坡或悬坡。区内地层主要为第四系全新统坡残积物（ Q_4^{eld} ）、石炭系中统威宁组（ C_2w ）灰色中~厚层灰岩和二叠系上统吴家坪组（ P_2w ）深灰、灰黑色厚层灰岩及泥质灰岩。渣场地下水主要为松散堆积层孔隙水和岩溶裂隙水。场地洼地中心发育 1 处落水洞，落水洞目前被人工砌石堆砌，现状排水通道畅通。弃渣场场区及周边未见滑坡及泥石流等地质灾害现象，植被较茂密，场地基本稳定，地表排水条件较好，落水洞及周边土体经过适当处理后作为弃渣场是较适宜的。场地地处岩溶洼地内，堆渣后，渣场发生整体失稳的可能性不大，发生滑坡、泥石流等次生灾害的可能性不大。

表 7.2-2 2#弃渣场岩土物理力学指标建议值表

岩土层类型	湿密度	干密度	抗剪强度				渗透系数 K	地基承载力特征值 f _a
			直剪（自然快）		直剪（饱和快）			
			凝聚力	内摩擦角	凝聚力	内摩擦角		
	(g/cm ³)	(g/cm ³)	(kPa)	(°)	(kPa)	(°)	(cm/s)	(kPa)
含（碎）石高液限粉土	1.83	1.58	16~17	22~23	20~22	15~16	1.64E-04	160~180
强风化岩体	2.3	2.0	200~220	28~32	-	-	7.90E-04	200~220

(3) 3#弃渣场

3#弃渣场位于拉角村东南约 300m 处，场区呈长椭圆形洼地，长约 700m，宽约 180m，底部最宽处约 50m。洼地底部为第四系覆盖层，四周为岩质边坡，两岸坡度一般为 32~45°，一般为陡坡~峻坡，局部为斜坡或悬坡。区内地层主要为第四系全新统坡残积物（ Q_4^{eld} ）、二叠系上统吴家坪组（ P_2w ）深灰、灰黑色

厚层灰岩及泥质灰岩。渣场地下水主要为松散堆积层孔隙水和岩溶裂隙水。渣场及周边溶洞、落水洞等岩溶形态不发育。弃渣场场区及周边未见滑坡及泥石流等地质灾害现象，植被较茂密，场地基本稳定，地表排水条件较好，较适宜作为弃渣场。场地地处岩溶洼地内，堆渣后，渣场发生整体失稳的可能性不大，发生滑坡、泥石流等次生灾害的可能性不大。

表 7.2-3 3#弃渣场岩土物理力学指标建议值表

岩土层类型	湿密度	干密度	抗剪强度				渗透系 数 K	地基承载 力特征值 f _a
			直剪（自然快）		直剪（饱和快）			
			凝聚力	内摩擦 角	凝聚力	内摩擦 角		
	(g/cm ³)	(g/cm ³)	(kPa)	(°)	(kPa)	(°)	(cm/s)	(kPa)
含（碎）石高 液限粉土	1.83	1.58	16~17	22~23	20~22	15~16	1.64E-04	160~180
强风化岩体	2.3	2.0	200~220	28~32	-	-	7.90E-04	200~220

7.2.2.2 输水工程区

（1）丘北方向弃渣场

1) QB-1#弃渣场

QB-1#弃渣场位于天星乡西北 1.8km，干龙潭水库西南约 520m 处。场区长约 240m，最宽约 180m，高程在 1570~1605m 之间，地形较为平缓，目前多为烟叶种植地和部分林地。分布地层主要为第四系全新统坡残积(Q₄^{eld})高液限粉土、高液限粘土和三叠系中统个旧组上段(T₂g^a) 白云岩。地下水类型多为碳酸盐岩溶水，埋藏较深。场区两侧地形坡度平缓，植被较茂盛，场区场地基本稳定，场区内部分现状为烟草种植地。场区及周边未见滑坡、泥石流等不良地质现象，作为弃渣场是较适宜的。挡渣墙沿线不存在软土、粉细砂等不良土层。建议清除表部松散土层，挡渣墙坐落在较密实的含砾石（碎石）低液限粘土层上。

表 7.2-4 QB-1#弃渣场岩土物理力学指标建议值表

岩土层类型	密度（g/cm ³ ）		凝聚力 c	内摩擦角 Φ	地基允许承载力	渗透系数 K	建议临时开挖边坡（水上）
	天然	饱和	KPa	°	KPa	cm/s	—
低液限粘土（含碎石）	1.65~1.7	1.85~1.9	18~20	19~21	130~150	(5~10)×10 ⁻⁶	1:1.25~1:1.5
强风化灰岩、白云岩	2.60	2.68	300~400	30~35	600~800	1×10 ⁻⁴	1:0.5~1:0.75

2) QB-2#弃渣场

QB-2#弃渣场位于树皮乡老瓦厂西北 200m，距离 S206 省道 800m。场区高程在 1541~1557m 之间。两岸坡高度在 30~60m，现状坡度耕地处较为平缓一般 5°左右。分布地层主要为第四系全新统坡残积 (Q_4^{eld}) 高液限粉土、高液限黏土、淤泥质高液限黏土，下伏基岩岩性主要为粉砂质泥岩夹泥质粉砂岩，西部局部地区为泥质灰岩。场地内偶有基岩裸露。地下水类型多为岩溶水和地表水。场地中发育一处落水洞。弃渣场场区及周边未见滑坡及泥石流等地质灾害现象。场地基本稳定，地表排水条件较好，落水洞及周边土体经过适当处理后作为弃渣场是较适宜的。场地地处岩溶洼地内，堆渣后，渣场发生整体失稳的可能性不大，发生滑坡、泥石流等次生灾害的可能性不大。

表 7.2-5 QB-2#弃渣场岩土物理力学指标建议值表

岩土层 类型	密度 (g/cm^3)		凝聚力 c	内摩 擦角 Φ	地基允许 承载力	渗透系数 K	建议临时开 挖边坡 (水 上)
	天然	饱和	KPa	°	KPa	cm/s	—
高液限粘土 (含碎石)	1.65~1.7	1.85~1.9	18~20	19~21	130~150	(5~10) $\times 10^{-6}$	1:1.25~1:1.5
全风化	2.1~2.3	2.3~2.4	10~20	24~26	150~200	-	1:1.0~1:1.25
强风化灰岩	2.65	2.68	300~400	30~35	600~800	1×10^{-4}	1:0.5~1:0.75
弱风化灰岩	2.68	2.75	600~900	38~40	1000~2000	1×10^{-5}	1:0.3~1:0.5

3) QB-3#弃渣场

QB-3#弃渣场位于树皮乡东南方向 600m 处的长条形岩溶洼地，长约 300m，宽约 60m，高程约 1645~1655m，目前多为耕地和冲沟内林地。两侧岸坡高度约 12m，岸坡坡度 5°~10°之间，多为覆盖层，偶有基岩出露。分布地层为第四系全新统坡残积物 (Q_4^{eld}) 和冲积物 (Q_4^{al})，基岩为三叠系中统个旧组上段 (T_2g^b) 中厚层灰色、深灰色灰岩夹白云质灰岩。地下水类型多为碳酸盐岩溶水和第四系松散层孔隙潜水。场区内发育有落水洞，现状排水通道畅通。场地基本稳定，落水洞及周边土体经过适当处理后作为弃渣场是较适宜的。场地地处岩溶洼地内，堆渣后，渣场发生整体失稳的可能性不大，发生滑坡、泥石流等次生灾害的可能性不大。

4) QB-4#弃渣场

4#弃渣场位于树皮乡朦胧村西南 1.5km 处，场区整体介于峰丛洼地上部的坡地上。场区地面高程大约为 1680m，地形坡度约为 3~10°，目前多为耕地。分

布地层主要为第四系全新统坡残积（ Q_4^{eld} ）高液限粉土和三叠系中统个旧组上段（ T_2g^a ）白云岩。地下水类型多为碳酸盐岩溶水，埋藏较深。场区坡度较平缓，场区及周边发生岩石崩塌及泥石流等地质灾害可能性不大。场区基本稳定，作为弃渣场是较适宜的。挡渣墙沿线不存在软土、粉细砂等不良土层。建议清除表部松散土层，挡渣墙坐落在较密实的含砾石（碎石）低液限粘土层上。

表 7.2-6 QB-4#弃渣场岩土物理力学指标建议值表

岩土层 类型	密度（g/cm ³ ）		凝聚力 c	内摩擦 角 Φ	地基允许承 载力	渗透系 数 K	建议临时 开挖边坡 （水上）
	天然	饱和	KPa	°	KPa	cm/s	—
低液限粘土 （含碎石）	1.65~1.7	1.85~1.9	18~20	19~21	130~180	(5~10) ×10 ⁻⁶	1:1.25~ 1:1.5
强风化灰岩、 泥灰岩夹页岩	2.60	2.65	300~400	30~35	500~700	5×10 ⁻⁴	1:0.5~ 1:0.75
灰岩、泥灰岩 夹页岩	2.65	2.73	600~900	38~42	1000~1500	1×10 ⁻⁵	1:0.3~ 1:0.5

（2）砚山方向弃渣场

1) YS-1#弃渣场

YS-1#弃渣场位于白沙湾村东北 80m，场区为峰丛洼地，目前多为农田，地面高程 1391~1405m；坡度 5°~15°。分布地层主要为第四系全新统坡残积物（ Q_4^{eld} ），下伏基岩为三叠系中统版纳组上段（ T_2b^b ）深灰色灰岩。地下水类型为第四系松散层孔隙潜水，埋深较大未揭露。场区两处洼地内地形较平缓，构造稳定性较好，场区及周边未见滑坡、泥石流等不良地质现象。经适当处理后作为弃渣场是较适宜的。挡渣墙沿线不存在软土、粉细砂等不良土层。建议清除表部松散土层，挡渣墙坐落在较密实的含砾石（碎石）低液限粘土层上。

表 7.2-7 YS-1#弃渣场岩土物理力学指标建议值表

岩土层 类型	密度（g/cm ³ ）		凝聚力 c	内摩擦 角 Φ	地基允许 承载力	渗透系 数 K	建议临时 开挖边坡 （水上）
	天然	饱和	KPa	°	KPa	cm/s	—
低液限粘土	1.65~1.7	1.8~1.85	18~20	19~21	130~150	(5~10) ×10 ⁻⁶	1:1.25~ 1:1.5
强风化白云岩、 泥质灰岩	2.63	2.68	300~400	30~35	600~800	1×10 ⁻⁴	1:0.5~ 1:0.75
弱风化白云岩、 泥质灰岩	2.68	2.73	600~900	38~42	1000~2000	1×10 ⁻⁵	1:0.3~ 1:0.5

2) YS-2#弃渣场

YS-2#弃渣场位于松山林村西北 800m 处,场区为峰丛洼地,目前多为农田,地面高程 1500~1515m,坡度 5° ~ 10° 。场区地表分布第四系全新统坡残积(Q_4^{eld})含砂高液限黏土和高液限粉土,局部基岩裸露,下伏基岩为二叠系下统下统栖霞组和茅口组(P_1q+m)浅灰色块状灰岩。地下水类型多为碳酸盐岩溶水。场区内为半封闭洼地,构造稳定性较好。场地内现状主要为耕地,少量林地。场区及周边未见滑坡、泥石流等不良地质现象,经适当处理后作为弃渣场是较适宜的。

3) YS-3#弃渣场

YS-3#弃渣场位于青龙箐村西南 500m 处,场区位于封闭的岩溶洼地内,场区内目前多为耕地。场区地表分布第四系全新统坡残积(Q_4^{eld})高液限黏土,含少量碎石,局部基岩裸露,下伏基岩为三叠系中统个旧组上段(T_2g^b),岩性主要为中厚层灰色、深灰色灰岩夹白云质灰岩。地下水类型为碳酸盐岩溶水和第四系松散层孔隙潜水。场区位于封闭的岩溶洼地内,构造稳定性好,场区及周边未见滑坡、泥石流等不良地质现象,经适当处理后作为弃渣场是较适宜的。

4) YS-4#弃渣场

YS-4#弃渣场位于小舍克村以北约 500m 处的岩溶洼地内,场区是由南面的山体和北面缓坡坡地围成的一个岩溶洼地,场地内目前多为耕地,高程约 1575m,坡度较缓,一般小于 10° 。分布地层主要为第四系全新统坡残积物(Q_4^{eld})及泥盆系中统古木组(D_2g)灰黑色中薄层状泥灰岩和厚层状白云岩不等厚互层。场区东南部有一处溶洞,开口约 $0.5 \times 1.0m$ 。场区地形较缓,构造稳定性较好,部分现状为耕地,山体为灰岩裸露且植被覆盖较好,发生岩石崩塌及小规模水石流等地质灾害可能性不大。场区基本稳定,落水洞及周边土体经过适当处理后作为弃渣场是较适宜的。

5) YS-5#弃渣场

YS-5#弃渣场位于维摩村东北约 1.0km 处,场区位于岩溶洼地内,呈长条形,现状多为耕地,少量果树种植,场区高程约 1522.4~1529.0m,两岸坡度一般为 5° ~ 45° 。场区内分布地层主要为第四系全新统坡残积物(Q_4^{eld})及二叠系下统栖霞组和茅口组(P_1q+m)浅灰色中层状块状灰岩。地下水类型为碳酸盐岩溶水。场区两侧地形较缓,构造稳定性较好。场区及周边植被较好,发生岩石崩塌及小

规模水石流等地质灾害可能性不大。场区基本稳定，经适当处理作为弃渣场是较适宜的。

(3) 珠琳方向弃渣场

1) ZL-1#弃渣场

ZL-1#弃渣场位于水塘村以西 2.0km 处，场区为岩溶洼地，目前多为耕地，场区范围内地势比较平坦，地面高程 1415m 左右，天然坡度小于 5° 。分布地层主要为第四系全新统冲洪积物 (Q_4^{alp}) 及二叠系上统吴家坪组 (P_2w) 灰黑色、浅灰色薄-厚层灰岩。场区地形平缓，构造稳定性较好。场区及周边未见滑坡、泥石流等不良地质现象。场区基本稳定，经适当处理作为弃渣场是较适宜的。

2) ZL-2#弃渣场

ZL-2#弃渣场位于石板房村东南 1.6km 处，场区为较平缓的岩溶洼地，目前多为耕地，地势比较平坦，地面高程在 1460~1470m 左右，天然坡度小于 5° 。分布地层主要为第四系全新统冲洪积物 (Q_4^{alp}) 和部分坡残积物 (Q_4^{eld}) 及三叠系中统个旧组下段 (T_2g^a) 灰色、深灰色中厚层白云岩夹白云质灰岩、灰岩。地下水类型为第四系松散层孔隙潜水和岩溶水。场区地形较平缓，构造稳定性较好，场区及周边未见滑坡、泥石流等不良地质现象。场区内发育有落水洞，现状排水通道畅通。场地基本稳定，落水洞及周边土体经过适当处理后作为弃渣场是较适宜的。

2) ZL-3#弃渣场

ZL-3#弃渣场位于珠琳镇西南 2.0km，场区长约 250m，宽约 140m，高程在 1425.5~1430.5m 之间，地形较为平缓，坡度约为 $3\sim 10^{\circ}$ ，目前多为耕地。场区内分布地层主要为第四系全新统冲洪积物 (Q_4^{alp})、坡残积 (Q_4^{eld}) 和二叠系上统吴家坪组 (P_2w) 灰黑色、浅灰色薄-厚层灰岩，场地内未见基岩露头。地下水类型多为松散层潜水。场区两侧地形坡度平缓，场区场地基本稳定，部分现状为耕地。场区及周边、滑坡、泥石流等不良地质现象不发育，经适当处理后作为弃渣场是较适宜的。挡渣墙沿线不存在软土、粉细砂等不良土层。建议清除表部松散土层，挡渣墙坐落在较密实的含砾石（碎石）低液限粘土层上。

表 7.2-8 ZL-3#弃渣场岩土物理力学指标建议值表

岩土层 类型	密度 (g/cm^3)		凝聚力 c	内摩擦 角 Φ	地基允许 承载力	渗透系 数 K	建议临时 开挖边坡 (水上)
	天然	饱和	KPa	°	KPa	cm/s	—
低液限粘土 (含碎石)	1.65~1.7	1.85~1.9	18~20	19~21	130~150	$(5\sim10)\times10^{-6}$	1:1.25~ 1:1.5
强风化灰岩、 白云岩	2.60	2.68	300~400	30~35	600~800	1×10^{-4}	1:0.5~ 1:0.75
弱风化灰岩、 白云岩	2.68	2.73	600~900	38~42	1000~2000	1×10^{-5}	1:0.3~ 1:0.5

4) ZL-4#弃渣场

ZL-4#弃渣场位于阿卡黑村西北 900m 处，场区位于封闭的岩溶洼地内，近似呈椭圆形，场区长约 150m，宽约 120m，高程在 1381.7~1387m 左右，地形较为平缓，坡度不大于 5° ，目前多为耕地。场区内分布地层主要为第四系全新统坡残积物 (Q_4^{eld}) 和二叠系上统吴家坪组 (P_2w) 灰黑色、浅灰色薄-厚层灰岩。地下水类型为第四系松散层孔隙潜水和岩溶水。场区东南角可见 1 处落水洞，洞口呈拱形，宽约 1.5m，高约 40cm。场区地形平缓，构造稳定性较好，场区及周边未见滑坡、泥石流等不良地质现象。落水洞及周边土体经过适当处理后作为弃渣场是较适宜的。

7.2.3 弃渣场选址合理性分析

(1) 枢纽工程区

根据主体工程设计及水保复核情况，枢纽工程区共需堆渣 463.56 万 m^3 (松方)，设弃渣场 3 处。

1#弃渣场位于拉角村东北侧约 500m 的一处山间凹地，距坝址约 2.4km，高程区间为 1507~1540m，弃渣量 50 万 m^3 (松方)，占地面积 3.90 hm^2 ，为平地型 (填坑) 弃渣场。主要堆放过鱼设施、泵站、导流工程等建设产生的弃渣，运距约为 2.5km。

2#弃渣场位于拉角村东北约 450m 的一处山间凹地，与 1#弃渣场相连，高程区间为 1492~1540m，弃渣量 150 万 m^3 (松方)，占地面积 6.50 hm^2 ，为平地型 (填坑) 弃渣场。主要堆放大坝、溢洪道、电站等建设产生的弃渣，运距约为 2.7km。

3#弃渣场位于拉角村东南约 300m 的一处山间凹地，距坝址约 2.8km，高程

为 1444~1502m，弃渣量 263.56 万 m³（松方），占地面积 9.90hm²，为平地型（填坑）弃渣场。主要堆放围堰拆除、交通道路建设、石料场无用层等产生的弃渣，运距约为 2.8km。

枢纽工程区弃渣场概况见表 7.2-9，航拍影像图及现场照片见图 7.2-1~3。

表 7.2-9 枢纽工程区弃渣场概况表

渣场名称	位置	地形地貌	占地类型	弃渣场类型	面积 (hm ²)	堆渣量 (万 m ³ 松方)	堆渣最大高度 (m)	弃渣场级别	下游 1km 敏感目标
1#弃渣场	拉角村东北侧约 500m 的一处山间凹地，距坝址 2.4km	山间凹地	耕地、林地	平地型（填坑）	3.9	50	33	4	无
2#弃渣场	拉角村东北约 450m 的一处山间凹地，距坝址 2.5km	山间凹地	耕地、林地	平地型（填坑）	6.5	150	48	3	无
3#弃渣场	拉角村东南约 300m 的一处山间凹地，距坝址 2.8km	山间凹地	耕地、林地	平地型（填坑）	9.9	263.56	58	3	无
合计					20.3	463.56			



图 7.2-1a 枢纽 1#弃渣场航拍影像图 图 7.2-1b 枢纽 1#弃渣场现场照片



图 7.2-2a 枢纽 2#弃渣场航拍影像图



图 7.2-2b 枢纽 2#弃渣场现场照片

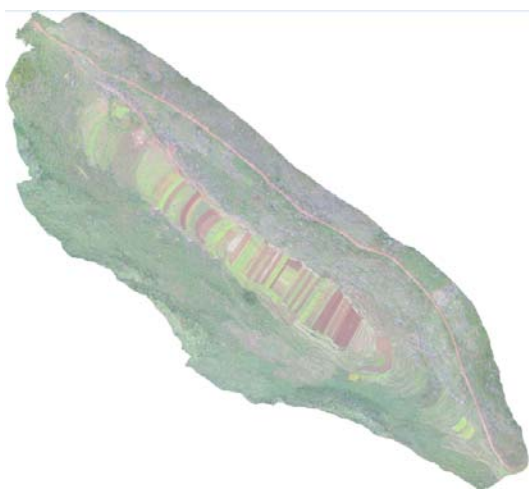


图 7.2-3a 枢纽 3#弃渣场航拍影像图



图 7.2-3b 枢纽 3#弃渣场现场照片

经地质专业进行现场地质调查分析,枢纽工程所布设的 3 个弃渣场内均无不良物理地质现象发育,不存在滑坡隐患,但 1#弃渣场、2#弃渣场底部发育落水洞,堆渣后可能对雨水汇流后的排泄通道造成一定程度的影响,通过采取适当防护及排水措施可改善排水不通畅的状况,弃渣场整体场地适宜性为较适宜。运距较为合理,且有可利用的现有道路及施工临时道路通往各弃渣场,施工较为方便。

从水土保持角度分析,枢纽工程区各弃渣场均避开了水流量较大的沟道;弃渣场下游 1km 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区域,渣场失事对主体工程或周边环境不会造成危害;1#~3#弃渣场均为填坑方式弃渣,能够在一定程度上改善地形地貌,增加耕地、林地可利用地表面积。总体来看,枢纽工程区各弃渣场设置基本满足水土保持要求。

（2）输水工程

输水工程区管线开挖、调蓄水库清淤、泵站、水池等工程建设共产生弃渣 80.20 万 m^3 （松方），设弃渣场 13 处，占地面积共计 35.69 hm^2 ，其中坡地型弃渣场 3 处，沟道型弃渣场 1 处，平地型弃渣场 9 处，不同类型弃渣场最大堆渣高度区间为 3~13.5m，占地类型为耕地、林地。弃渣场沿输水线路丘北方向、砚山方向、珠琳方向分散布设，运距约 2km。输水工程弃渣场概况见表 7.2-10，典型弃渣场航拍影像图及现场照片见图 7.2-4~7。

表 7.2-10 输水工程区弃渣场概况表

工程区	渣场名称	地形地貌	占地类型	弃渣场类型	面积(hm ²)	堆渣量(万 m ³ 松方)	堆渣最大高度(m)	弃渣场级别	下游 1km 敏感目标
丘北方向天星-双飞井段线路	QB-1#弃渣场	缓坡地带	耕地	坡地型	3.60	7.15	4	5	无
	QB-2#弃渣场	山间平缓地带	耕地	平地型	7.19	15.43	8	5	无
	QB-3#弃渣场	山间凹地	耕地	平地型(填坑)	1.76	4.05	4	5	无
	QB-4#弃渣场	缓坡地带	耕地	坡地型	0.59	1.36	4	5	无
砚山方向支迷-红舍克段线路	YS-1#弃渣场	沟道	耕地、林地	沟道型	2.10	4.84	13.5	5	无
	YS-2#弃渣场	山间凹地	耕地、林地	平地型(填坑)	2.72	6.27	6	5	无
	YS-3#弃渣场	山间凹地	耕地	平地型(填坑)	2.11	4.86	4	5	无
	YS-4#弃渣场	山间凹地	耕地	平地型(填坑)	1.73	4.08	4	5	无
	YS-5#弃渣场	山间凹地	耕地、林地	平地型(填坑)	4.23	9.76	4	5	无
珠琳方向细水-马鞭稍段线路	ZL-1#弃渣场	山间凹地	耕地	平地型(填坑)	2.20	5.07	3	5	无
	ZL-2#弃渣场	山间凹地	耕地	平地型(填坑)	3.29	7.59	11	5	无
	ZL-3#弃渣场	缓坡地带	耕地	坡地型	2.58	6.01	6.5	5	无
	ZL-4#弃渣场	山间凹地	耕地	平地型(填坑)	1.59	3.74	5	5	无
合计					35.69	80.20			



图 7.2-4 QB-2#弃渣场航拍影像图



图 7.2-4 QB-2#弃渣场现场照片



图 7.2-5a YS-1#弃渣场航拍影像图

图 7.2-5b YS-1#弃渣场现场照片

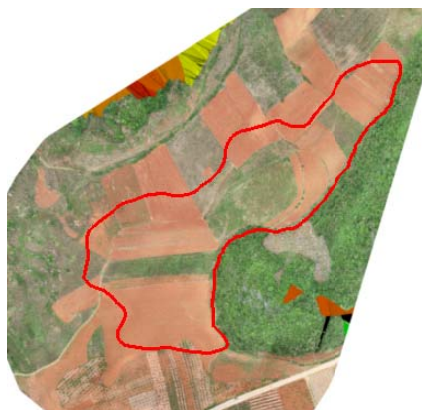


图 7.2-6a YS-5#弃渣场航拍影像图

图 7.2-6b YS-5#弃渣场现场照片



图 7.2-7a ZL-3#弃渣场航拍影像图

图 7.2-7b ZL-3#弃渣场现场照片

经现场查勘可知，输水工程区弃渣场均无不良地质现象，弃渣场整体场地适宜性为较适宜。运距较为合理，且有可利用的现有道路及施工临时道路通往各弃渣场，施工较为方便。

从水土保持角度分析，输水工程区各弃渣场均避开了水流量较大的沟道；弃渣场下游 1km 无重要公共设施、工业企业和居民点，没有布设在重要基础设施、人民群众生命财产安全及行洪安全有重大影响区域，渣场失事对主体工程

或周边环境不会造成危害；个别渣场底部发育落水洞，堆渣后可能对雨水汇流后的排泄通道造成一定程度的影响，通过采取适当防护及排水措施可改善排水不畅通的状况。13 处弃渣场中 8 处弃渣场为填坑方式弃渣，能够在一定程度上改善地形地貌，对于坡地型、沟道型弃渣场在坡脚处或沟口处进行拦挡，按设计要求的堆置方案进行堆置，并采取截（排）水措施即可保证弃渣场安全。总体来看，输水工程区各弃渣场设置基本满足水土保持要求。

综上所述，本工程所选弃渣场基本符合《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）及其补充技术要点（水总环[2019]635 号）中关于弃渣场的约束性规定，不存在水土保持制约性因素。弃渣场容量满足最终的堆渣要求，且都具备采取有效水土保持防护措施的条件，基本符合水土保持要求。弃渣场堆渣过程中严格遵守“先拦后弃”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。

7.3 弃渣场堆置方案及安全防护距离

根据《水利水电工程水土保持技术规范》（SL575-2012）中弃渣场设计规定，确定本工程弃渣场的容量、占地面积、最大堆高、弃渣综合坡比以及施工期间安全防护距离。

7.3.1 弃渣场容量及堆渣量

本工程堆渣总量 543.76 万 m^3 （松方），弃渣场容渣总量 584.36 万 m^3 （松方），各渣场均能满足堆渣要求，并留有一定富裕量。弃渣场类型分为坡地型、沟道型、平地型三种，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。本工程通过出渣部位、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。

（1）枢纽工程区

计算弃渣场容量并与弃渣量（松方）进行比较，进行渣场容量复核，经复核，

各渣场容量满足要求。渣场库容曲线详见图 7.3-1~图 7.3-3，库容复核表详见表 7.3-1。

枢纽工程 1#弃渣场高程区间为 1507~1540m，弃渣量 50 万 m³（松方），堆渣至高程 1540m 时容量为 56.6 万 m³，即能够满足工程需求，为平地型（填坑）渣场。渣场库容曲线详见图 7.3-1。

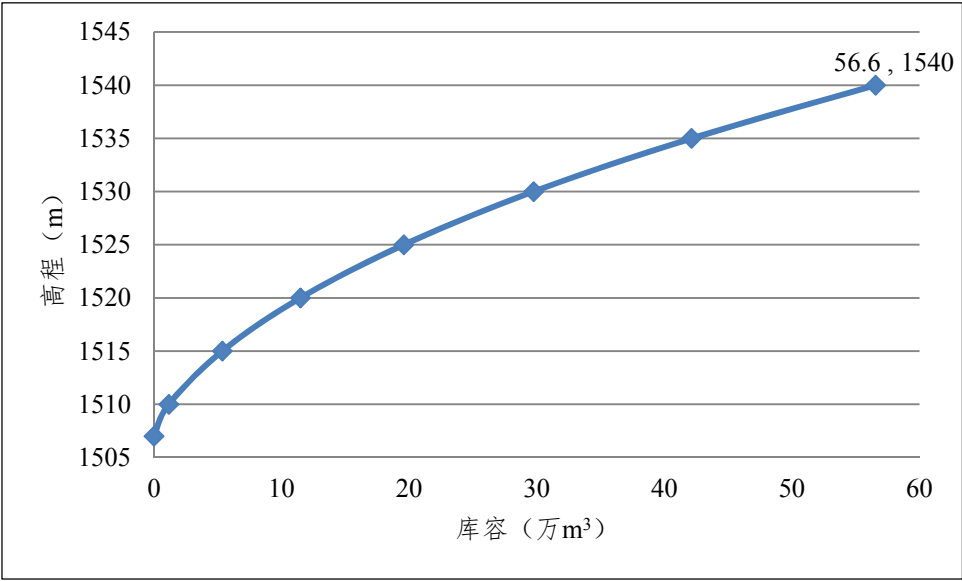


图 7.3-1 枢纽工程 1#弃渣场库容曲线

枢纽工程 2#弃渣场高程区间为 1491~1540m，弃渣量 150 万 m³（松方），堆渣至高程 1540m 时容量为 161.4 万 m³，即能够满足工程需求，为平地型渣场。渣场库容曲线详见图 7.3-2。

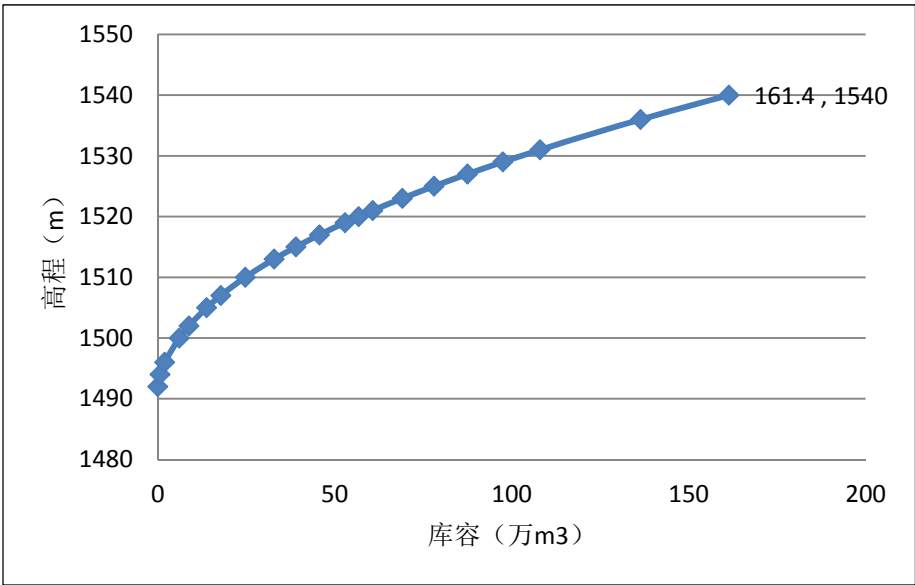


图 7.3-2 枢纽工程 2#弃渣场库容曲线

枢纽工程 3#弃渣场高程区间为 1444~1502m，弃渣量 263.56 万 m^3 （松方），堆渣至高程 1502m 时容量为 276.5 万 m^3 ，即能够满足工程需求，为平地型渣场。渣场库容曲线详见图 7.3-3。

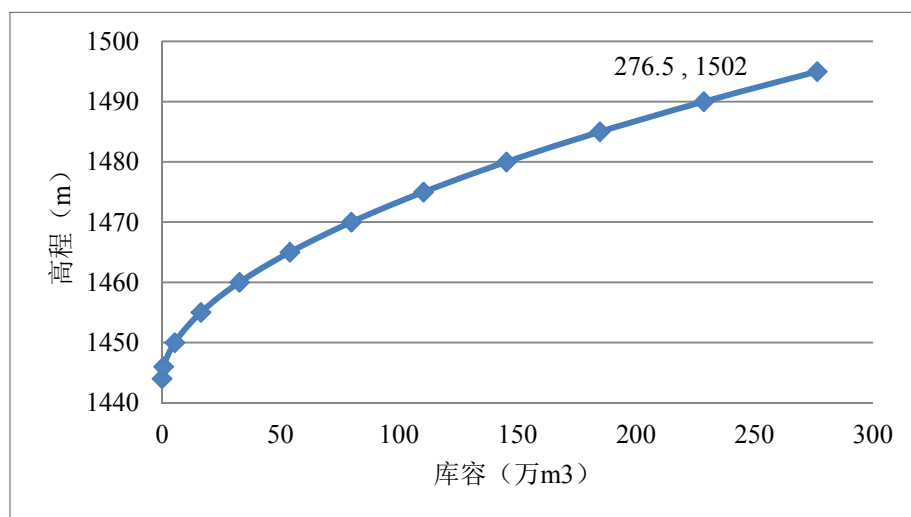


图 7.3-3 枢纽工程 3#弃渣场库容曲线

(2) 输水工程区

计算弃渣场容量并与弃渣量（松方）进行比较，进行渣场容量复核，经复核，各渣场容量满足要求。输水工程区典型弃渣场库容曲线详见图 7.3-3~图 7.3-7，库容复核表详见表 7.3-2。

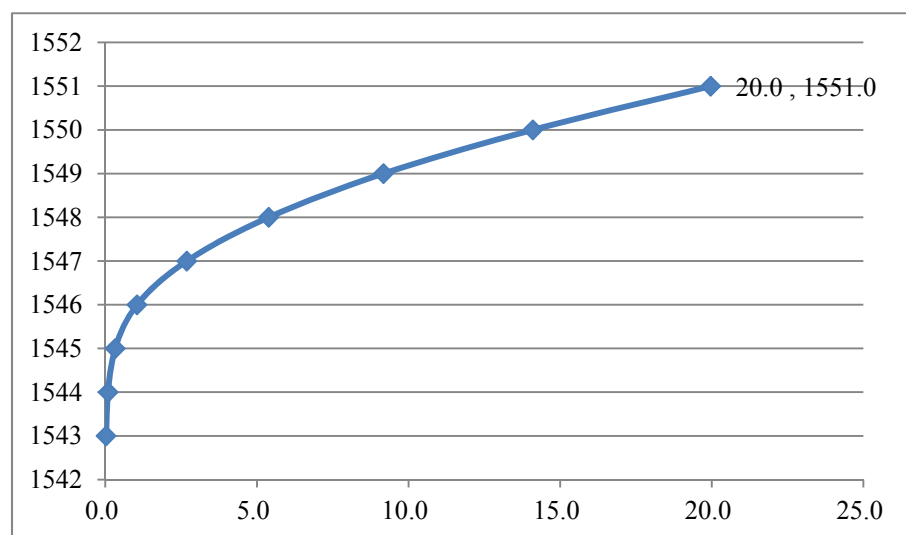


图 7.3-2 输水工程 QB-2#弃渣场库容曲线

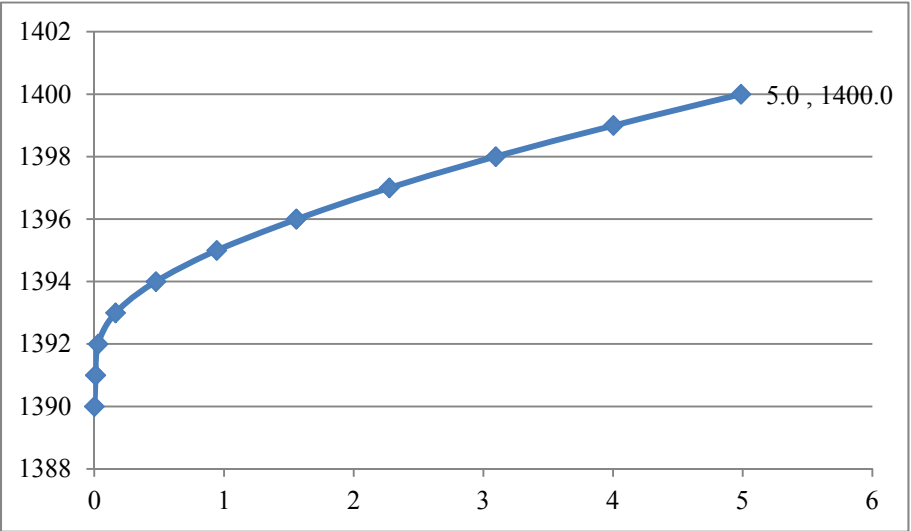


图 7.3-2 输水工程 YS-1#弃渣场库容曲线

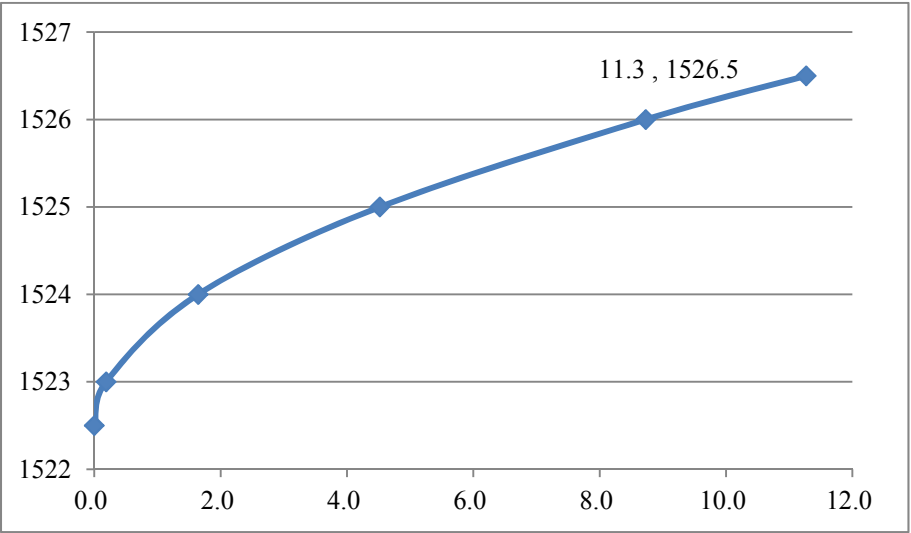


图 7.3-2 输水工程 YS-5#弃渣场库容曲线

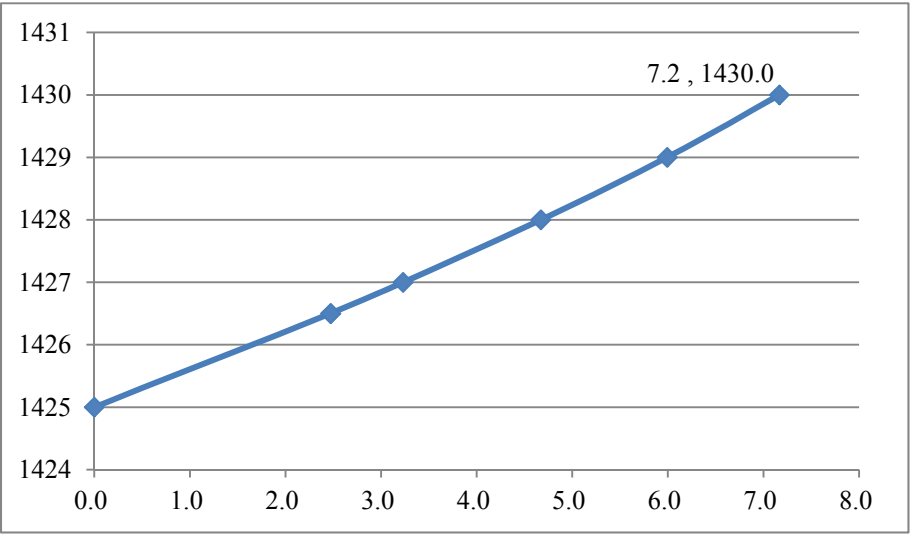


图 7.3-2 输水工程 ZL-3#弃渣场库容曲线

表 7.3-1 弃渣场容量复核统计表

分区	渣场名称	弃渣场类型	面积 (hm^2)	堆渣量 (万 m^3 松方)	堆渣最大 高度 (m)	容渣量 (万 m^3 松方)
枢纽工程区	1#弃渣场	平地型	3.9	50	33	56.6
	2#弃渣场	平地型	6.5	150	48	161.4
	3#弃渣场	平地型	9.9	263.56	58	276.5
	小计		20.3	463.56		494.5
输水工程区	QB-1#弃渣场	坡地型	3.60	7.15	4	7.5
	QB-2#弃渣场	平地型	7.19	15.43	8	20
	QB-3#弃渣场	平地型(填坑)	1.76	4.05	4	4.25
	QB-4#弃渣场	坡地型	0.59	1.36	4	1.43
	YS-1#弃渣场	沟道型	2.10	4.84	13.5	5.00
	YS-2#弃渣场	平地型(填坑)	2.72	6.26	6	6.58
	YS-3#弃渣场	平地型(填坑)	2.11	4.86	4	5.10
	YS-4#弃渣场	平地型(填坑)	1.73	4.08	4	4.28
	YS-5#弃渣场	平地型(填坑)	4.23	9.76	4	11.30
	ZL-1#弃渣场	平地型(填坑)	2.20	5.06	3	5.32
	ZL-2#弃渣场	平地型(填坑)	3.29	7.59	11	7.97
	ZL-3#弃渣场	坡地型	2.58	6.01	6.5	7.20
	ZL-4#弃渣场	平地型(填坑)	1.59	3.74	5	3.93
	小计		35.69	80.21		89.86
	合计		55.99	543.76		584.36

7.3.2 弃渣场堆置方案

(1) 平地型弃渣场

对于平地型弃渣场,采用自上而下分层弃渣方式,或者采用从一侧向另一侧逐步推进弃渣方式。其中,枢纽工程区 3 个弃渣场(枢纽 1#~3#弃渣场)均位于凹地,最大堆高 33~58m,输水工程区 8 个弃渣场位于凹地,最大堆高 3~11m,渣顶与地面齐平,均不需采取拦挡措施;输水工程区 1 个弃渣场(QB-2#弃渣场)位于平缓台地,堆渣边坡坡比 1:3,最大堆高 6.5m,在坡脚处布设拦挡措施即可保障渣体安全。在渣场周边设置截水沟,可与下游现有排水沟渠平顺连接,将汇水通过截水沟排出。若岩溶凹地弃渣场底部发育落水洞,则排水通道上方设置排渗管,在堆渣顶面设置排水沟,将汇水通过截水沟和渣顶面排水沟导入排水通道内,以保证堆渣后落水洞排水通道通畅。

(2) 坡地型、沟道型弃渣场

对于坡地型和沟道型弃渣场,采用自下而上分层弃渣的方式,弃渣场分层厚度 4m,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 4~13.5m，根据各弃渣场土石比及稳定分析结果，QB-1#弃渣场堆渣边坡坡比 1:3，YS-1#弃渣场、ZL-3#弃渣场堆渣边坡坡比 1:2.5，每 3~5m 高设置一级 2m 宽马道，在坡脚或沟口处布设拦挡措施即可保障渣体安全。详见表 7.3-2。

7.3.3 安全防护距离

本工程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 1km 内均无重要公共设施、工业企业和居民点等敏感目标，没有布设在重要基础设施、人民群众生命财产安全及行洪安全有重大影响区域，渣场失事对主体工程或周边环境不会造成危害。个别弃渣场周边 1km 内有居民点，但居民点的高程高于弃渣场堆渣高程，且留有足够的安全防护距离；个别弃渣场周边有公路，但弃渣场为填坑型，堆渣后渣顶不超过地面。本工程弃渣场对主体工程或周边环境不会造成危害。

本工程弃渣场堆置方案见表 7.3-2。

表 7.3-2 弃渣场堆置方案一览表

分区	渣场名称	面积 (hm ²)	堆渣量 (万 m ³ 松方)	堆渣最大 高度 (m)	堆置方案
枢纽工 程区	1#弃渣场	3.9	50	33	充填洼地, 未超出原地面
	2#弃渣场	6.5	150	48	充填洼地, 未超出原地面
	3#弃渣场	9.9	263.56	51	充填洼地, 未超出原地面
	小计	20.3	463.56		
输水工 程区	QB-1#弃渣场	3.60	7.16	4	堆渣边坡坡比 1:3 挡渣墙后设置一道 2m 宽的马道
	QB-2#弃渣场	7.19	15.43	8	堆渣边坡坡比 1:3, 在挡渣墙后设置一道 2m 宽的马道
	QB-3#弃渣场	1.76	4.05	4	充填洼地, 未超出原地面
	QB-4#弃渣场	0.59	1.36	4	堆渣边坡坡比 1:2.5 挡渣墙后设置一道 2m 宽的马道
	YS-1#弃渣场	2.10	4.84	13.5	堆渣边坡坡比 1:2.5, 在挡渣墙后和 1396m 高程各设置一道 2m 宽的马道
	YS-2#弃渣场	2.72	6.26	6	充填洼地, 未超出原地面
	YS-3#弃渣场	2.11	4.86	4	充填洼地, 未超出原地面
	YS-4#弃渣场	1.73	4.08	4	充填洼地, 未超出原地面
	YS-5#弃渣场	4.23	9.76	4	充填洼地, 未超出原地面
	ZL-1#弃渣场	2.20	5.06	3	充填洼地, 未超出原地面
	ZL-2#弃渣场	3.29	7.59	11	充填洼地, 未超出原地面
	ZL-3#弃渣场	2.58	6.01	6.5	堆渣边坡坡比 1:2.5 挡渣墙后设置一道 2m 宽的马道
	ZL-4#弃渣场	1.59	3.74	5	充填洼地, 未超出原地面
	小计	35.69	80.20		
合计		55.99	543.76		

7.4 弃渣场级别及稳定性分析

7.4.1 弃渣场级别

根据《水利水电工程水土保持技术规范》(SL575-2012)规定, 弃渣场级别根据堆渣量、堆渣总高度和渣场失事后对主体工程及环境造成的危害程度、周边环境状况和后期利用方向等因素分为 5 级。本工程弃渣场级别统计见表 7.4-1。

表 7.4-1 弃渣场级别统计表

项目	渣场名称	面积 (hm ²)	堆渣量 (万 m ³ 松方)	堆渣最 大高度 (m)	渣场类型	渣场失事 对主体工程或环境 造成的危害程度	弃渣 场级 别	拦渣 工程	拦渣工 程建筑 物级别	后期恢复 利用方向	备注
枢纽 工程区	1#弃渣场	3.9	50	33.0	平地型（填坑）	无危害	4	-	-	复耕、绿化	山间凹地，高程范围 1507~1540m
	2#弃渣场	6.5	150	48.0	平地型（填坑）	无危害	3	-	-	复耕、绿化	山间凹地，高程范围 1492~1540m
	3#弃渣场	9.9	263.56	58.0	平地型（填坑）	无危害	3	-	-	复耕、绿化	山间凹地，高程范围 1444~1502m
	小计	20.3	463.56								
输水 工程区	QB-1#弃渣场	3.60	7.16	4	坡地型	无危害	5	挡渣墙	5	复耕	
	QB-2#弃渣场	7.19	15.43	8	平地型	无危害	5	挡渣墙	5	复耕	
	QB-3#弃渣场	1.76	4.05	4	平地型（填坑）	无危害	5	-	-	复耕	凹地，高程范围 1650~1654m
	QB-4#弃渣场	0.59	1.36	4	坡地型	无危害	5	挡渣墙	5	复耕	
	YS-1#弃渣场	2.10	4.84	13.5	沟道型	无危害	5	挡渣墙	5	复耕、绿化	
	YS-2#弃渣场	2.72	6.26	6	平地型（填坑）	无危害	5	-	-	复耕、绿化	凹地 1500~1506m
	YS-3#弃渣场	2.11	4.86	4	平地型（填坑）	无危害	5	-	-	复耕	凹地 1530~1534m
	YS-4#弃渣场	1.73	4.08	4	平地型（填坑）	无危害	5	-	-	复耕	凹地 1571~1575m
	YS-5#弃渣场	4.23	9.76	4	平地型（填坑）	无危害	5	-	-	复耕、绿化	凹地 1522.5~1526.5m
	ZL-1#弃渣场	2.20	5.06	3	平地型（填坑）	无危害	5	-	-	复耕	凹地 1412~1415m
	ZL-2#弃渣场	3.29	7.59	11	平地型（填坑）	无危害	5	-	-	绿化	凹地 1458~1469m
	ZL-3#弃渣场	2.58	6.01	6.5	坡地型	无危害	5	挡渣墙	5	复耕	
	ZL-4#弃渣场	1.59	3.74	5	平地型（填坑）	无危害	5	-	-	复耕	凹地 1382~1387m
	小计	35.69	80.20								
合计		55.99	543.76								

7.4.2 弃渣场稳定分析

弃渣场稳定性分析包括弃渣场整体稳定性分析、堆渣体边坡稳定性分析和挡渣墙稳定性分析。

7.4.2.1 枢纽工程区

(1) 弃渣场整体稳定性分析

根据收集资料、现场调查、勘测成果，枢纽工程区 3 个弃渣场下部均不存在软弱夹层，3 个弃渣场均为平地型（填坑）弃渣场，堆渣顶面高程均不超过周边地面高程，不会发生整体滑动，故无需进行整体稳定性分析。

(2) 弃渣场堆渣体边坡稳定性分析

3 个弃渣场堆渣顶面高程均不超过周边地面高程，未形成堆渣边坡，不存在失稳的可能，因此，无需进行堆渣体边坡稳定性分析。

7.4.2.2 输水工程区

(1) 典型弃渣场选取

输水工程区弃渣场共设置 13 个弃渣场，弃渣场级别均为 5 级。渣场类型有平地型、沟道型和坡地型三种，各类型中选取弃渣量较大、堆渣高度较高的渣场做典型设计，根据弃渣场情况分析，选择 QB-2#弃渣场（平地型）、YS-5#弃渣场（平地型（填坑））、YS-1#弃渣场（沟道型）、ZL-3#弃渣场（坡地型）做典型设计。

(2) 弃渣场整体稳定性分析

根据收集资料、现场调查、勘测成果，输水工程各弃渣场下部均不存在软弱夹层，其中 YS-5#弃渣场为平地型（填坑）弃渣场，堆渣顶面高程不超过周边地面高程，不会发生整体滑动，故无需进行整体稳定性分析。对其他 3 个典型弃渣场进行整体稳定性分析，其中 QB-2#弃渣场最大堆渣高度为 8.0m，堆渣边坡坡比为 1:3，每隔 3~5m 设置一级马道，弃渣土石比为 4:1；YS-1#弃渣场最大堆渣高度为 13.5m，堆渣边坡坡比为 1:2.5，每隔 5m 设置一级马道，弃渣全部为石渣；ZL-3#弃渣场最大堆渣高度为 6.5m，堆渣边坡坡比为 1:2.5，挡渣墙顶以上最大堆渣高度为 5m，弃渣基本上全部为石渣。

计算原理按现行规范采用简化毕肖普法和有效应力法。计算采用 AutoBank7.7 软件。

1) 计算假定

弃渣场渣料均为混合料，假定渣料单一均匀。

2) 计算公式

渣体整体滑动面为圆弧，参照《水利水电工程水土保持技术规范》（SL575-2012）附录 F，采用简化毕肖普法进行计算。

$$K = \frac{\sum \{[(W \pm V) \sec \alpha - \mu b \sec \alpha] \tan \varphi' + c' b \sec \alpha\} [1 / (1 + \tan \alpha \tan \varphi' / K)]}{\sum [(W \pm V) \sin \alpha + M_c / R]}$$

式中： b —条块宽度，m；

W —条块重力，kN；

V —垂直地震惯性力（向上为负，向下为正）；

μ —作用于土条底面的孔隙压力，kPa；

α —条块的重力线与通过此条块底面中点的半径之间的夹角，（°）；

c' 、 φ' —土条底面的有效应力抗剪强度指标；

M_c —水平地震惯性力对圆心的力矩；

R —圆弧半径；

K —抗滑稳定安全系数。

3) 计算参数

各典型弃渣场的计算物理力学指标结合其堆渣料成分和类似工程经验指标选取，见下表 7.4-2。

表 7.4-2 输水工程区各典型弃渣场的物理力学指标表

弃渣场 编号	类别	天然容重 (kN/ m ³)	饱和容重 (kN/ m ³)	粘聚力 (kPa) 水上/水下	内摩擦角 (°) 水上/水下	承载力 f _k (kPa)
QB-2# 弃渣场	浆砌石 (挡渣墙)	23.0	23.0	3/3	35/35	
	弃渣料	16.5	17.5	3/2	25/23	
	地基 (粘土含碎石)	16.5	18.5	19/17	20/18	130
	地基 (全风化基岩)	21.0	23.0	15/13	25/23	150
YS-1# 弃渣场	浆砌石 (挡渣墙)	23.0	23.0	3/3	35/35	
	弃渣料	17.0	18.0	0/0	30/29	
	地基 (含碎石粘土)	16.5	18.0	19/17	20/18	130
	地基 (强风化基岩)	26.3	26.8	300/280	30/28	600
ZL-3# 弃渣场	浆砌石 (挡渣墙)	23.0	23.0	3/3	35/35	
	弃渣料	17.0	18.0	0/0	30/29	
	地基 (粘土含碎石)	16.5	18.5	19/17	20/18	130
	地基 (强风化基岩)	26.0	26.8	300/280	30/28	600

4) 计算工况

依据《水利水电工程水土保持技术规范》(SL575-2012), 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、连续降雨工况), 由于本工程地震基本烈度为Ⅵ度, 不考虑地震工况。

正常运用工况: 弃渣场在正常和持久的条件下运用, 弃渣场处在最终堆渣状态时, 渣体内无渗流或稳定渗流。

连续降雨工况: 各弃渣场在正常运用工况下遭遇连续降雨。

5) 计算断面

选取堆渣高度最大的最不利断面, 输水工程区各典型弃渣场计算见图 7.4~7.4-3。

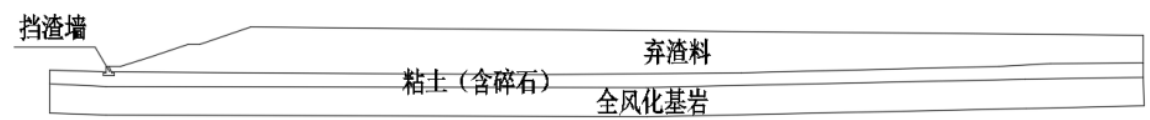


图7.4-1 QB-2#弃渣场整体稳定性计算简图

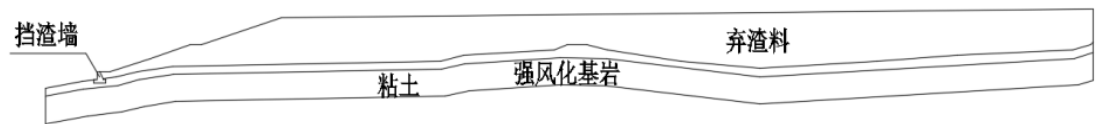


图7.4-2 YS-1#弃渣场整体稳定性计算简图

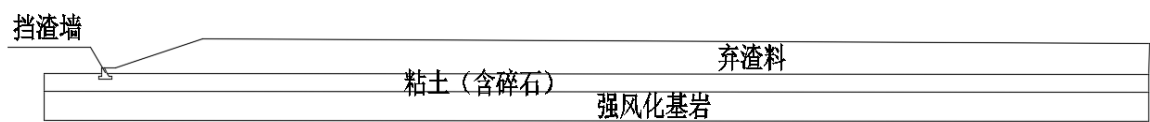


图7.4-3 ZL-3#弃渣场整体稳定性计算简图

6) 计算结果

输水工程区典型弃渣场整体稳定性计算结果列于下表 7.4-3，计算结果图见图 7.4-4～7.4-6。

表 7.4-3 输水工程区各典型弃渣场整体稳定性计算结果表

弃渣场名称	计算工况	安全系数计算值	安全系数规范值
QB-2#弃渣场	正常运用工况	2.153	1.20
	连续降雨工况	1.572	1.05
YS-1#弃渣场	正常运用工况	2.036	1.20
	连续降雨工况	1.595	1.05
ZL-3#弃渣场	正常运用工况	1.986	1.20
	连续降雨工况	1.523	1.05

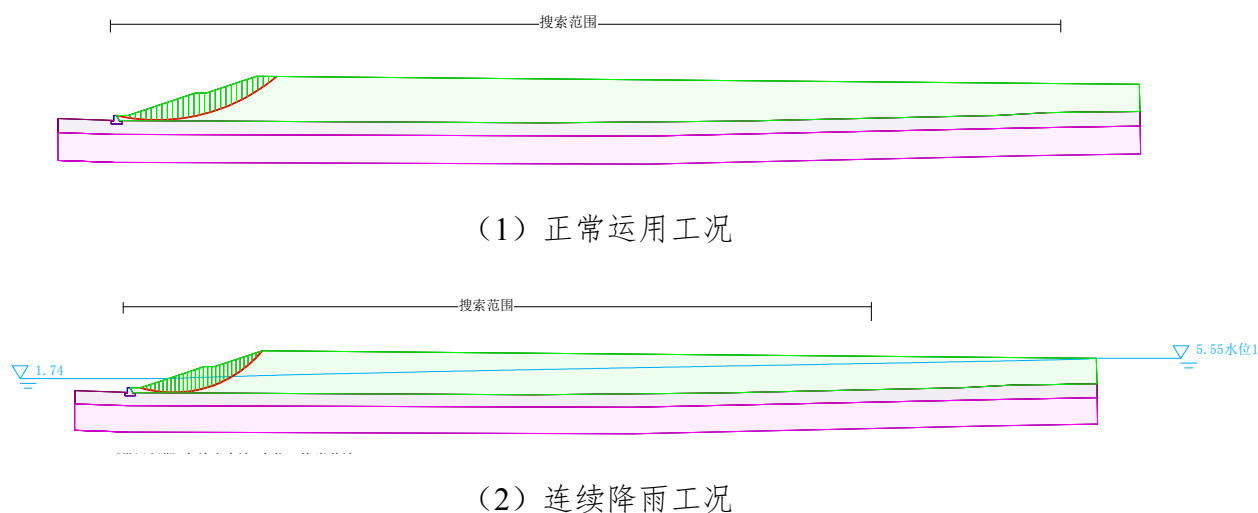


图7.4-4 QB-2#弃渣场整体稳定性计算结果图

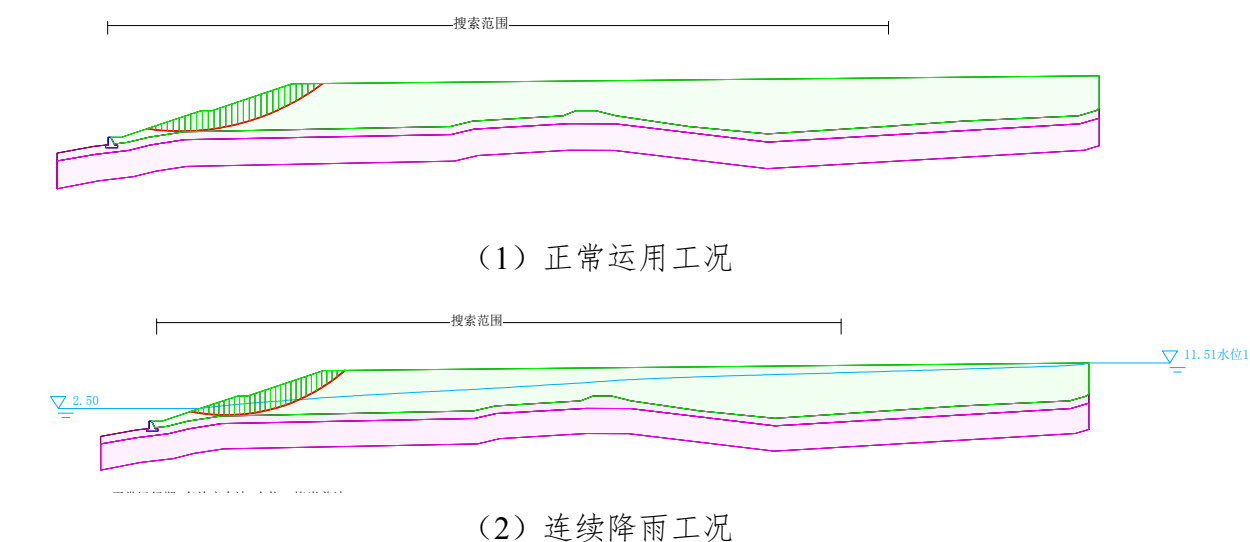


图7.4-5 YS-1#弃渣场整体稳定性计算结果图

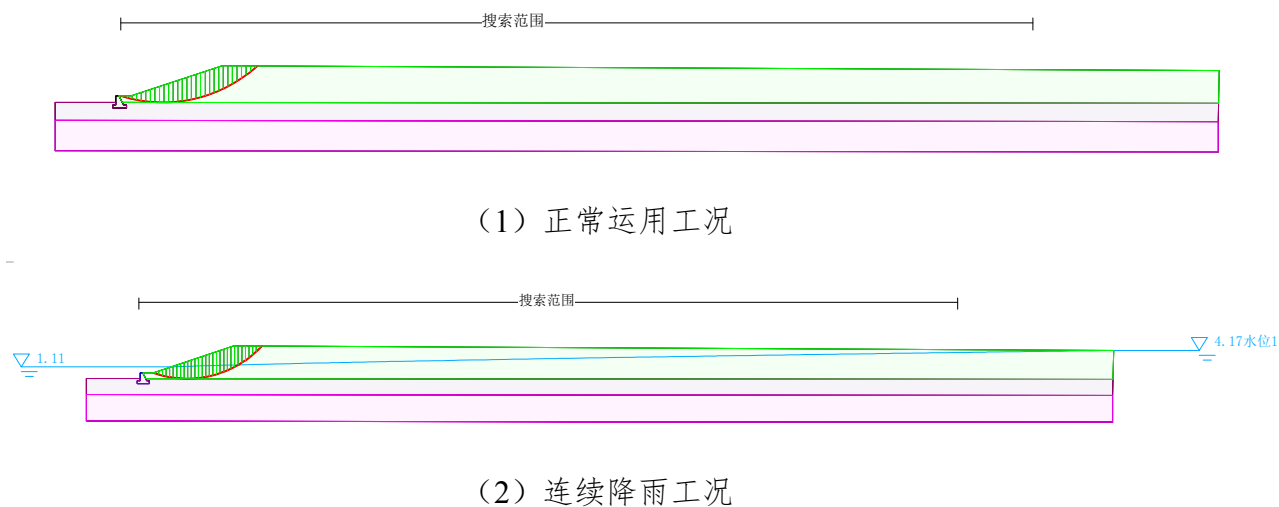


图7.4-6 ZL-3#弃渣场整体稳定性计算结果图

由计算结果可知,输水工程区各典型弃渣场的整体抗滑稳定安全系数在各种工况下均满足规范要求,不存在整体滑动的风险。

(3) 堆渣体边坡稳定性分析

计算公式、计算参数、计算工况等与弃渣场整体稳定性分析相同。计算简图见图 7.4-7~7.4-9，堆渣体边坡稳定性计算结果列于下表 7.4-4，计算结果图见图 7.4-10~7.4-12。

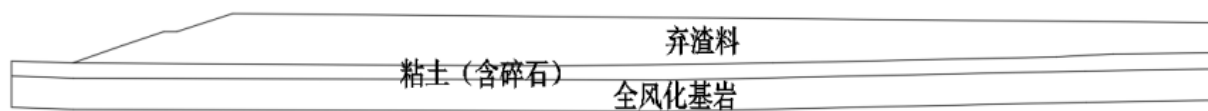


图7.4-7 QB-2#弃渣场堆渣体边坡稳定性计算简图

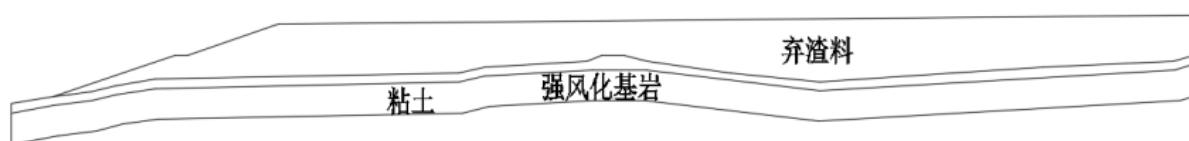


图7.4-8 YS-1#弃渣场堆渣体边坡稳定性计算简图

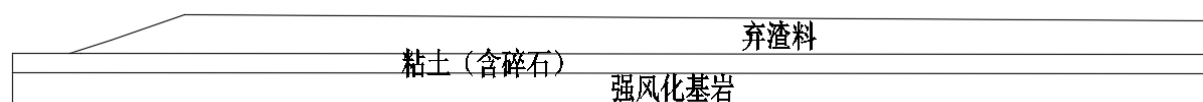


图7.4-9 ZL-3#弃渣场堆渣体边坡稳定性计算简图

表 7.4-4 各典型弃渣场堆渣体边坡稳定计算结果

弃渣场名称	计算工况	安全系数计算值	安全系数规范值
QB-2#弃渣场	正常运用工况	2.046	1.20
	连续降雨工况	1.566	1.05
YS-1#弃渣场	正常运用工况	1.795	1.20
	连续降雨工况	1.399	1.05
ZL-3#弃渣场	正常运用工况	1.490	1.20
	连续降雨工况	1.196	1.05

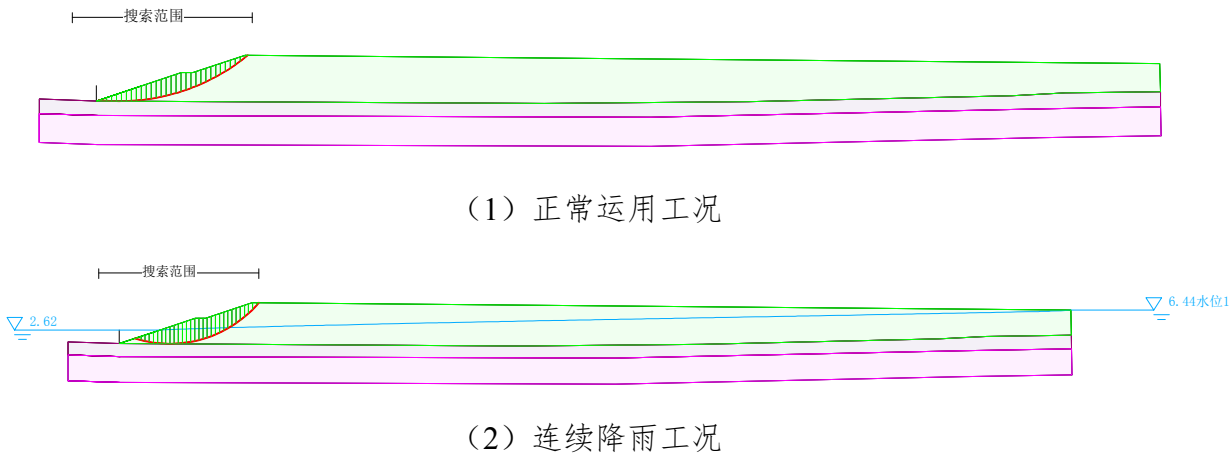


图7.4-10 QB-2#弃渣场边坡稳定性计算结果图

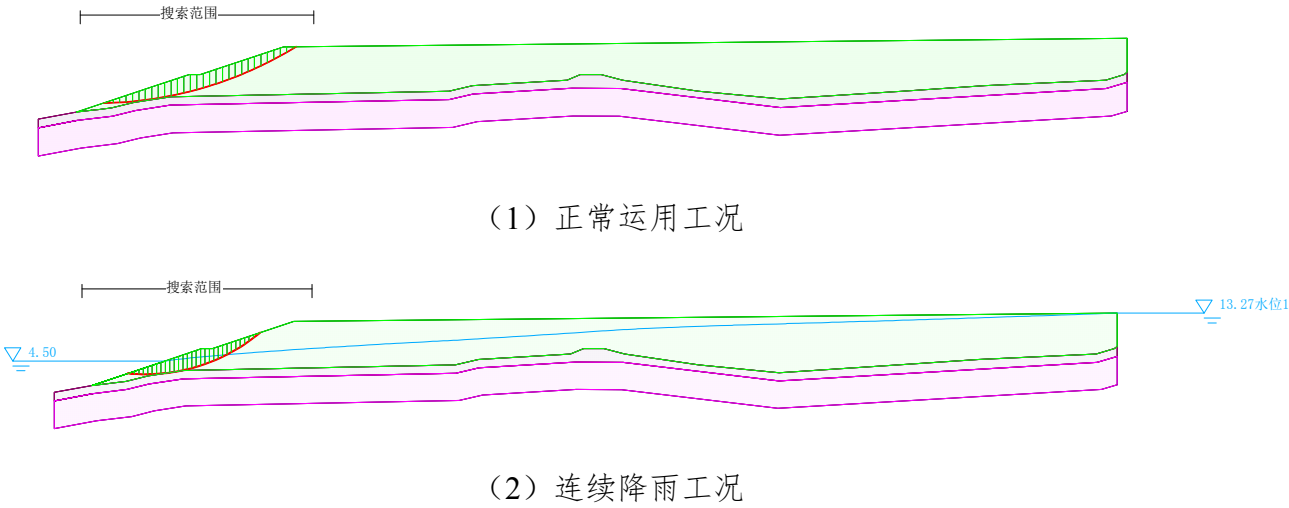
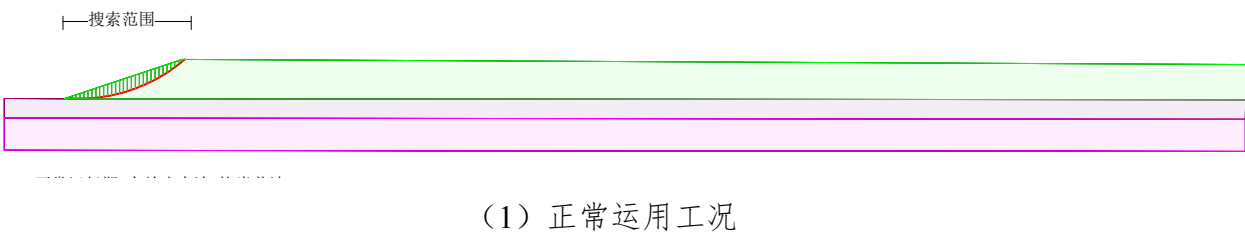


图7.4-11 YS-1#弃渣场边坡稳定性计算结果图





(2) 连续降雨工况

图7.4-12 ZL-3#弃渣场边坡稳定性计算结果图

计算结论：输水工程区各典型弃渣场弃渣体边坡抗滑稳定安全系数均大于等于规范要求值，不存在边坡失稳的可能。

(4) 挡渣墙稳定性分析

枢纽工程区 3 个弃渣场均为平地型（填坑）弃渣场，未设置拦挡工程，故不需进行挡渣墙稳定性分析。输水工程区 4 个典型弃渣场中，YS-5#弃渣场为平地型（填坑）弃渣场，未设置拦挡工程，不需进行挡渣墙稳定性分析，对其余 3 个典型弃渣场（QB-2#弃渣场、YS-1#弃渣场、ZL-3#弃渣场）进行挡渣墙稳定性计算。

1) 基本荷载计算

结构自重：按设计断面体积乘以墙体材料的容重。

土重：按填土体积乘以土容重，地下水位以下的土体采用浮容重。

墙后土压力：采用库伦土压力理论进行墙后主动土压力计算。

库伦主动土压力按下式计算：

$$E_a = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_a$$

式中： E_a —主动土压力，kN/m；

H —挡土墙结构高度，m；

γ —墙后填土重度，kN/m³，地下水位以下取浮重度；

K_a —主动土压力系数。

水平向地震惯性力：见《水电工程水工建筑物抗震设计规范》第 5.5.9 条。

采用拟静力法计算地震作用效应，沿建筑物高度作用于质点 i 的水平向地震惯性力代表值应按下式计算：

$$E_i = a_h \xi G_{Ei} \alpha_i / g$$

式中： E_i —作用在质点*i*的水平向地震惯性力代表值；

ξ —地震作用的效应折减系数值，除另有规定外，取 0.25；

G_{Ei} —集中在质点*i*的重力作用标准值；

α_i —质点*i*的地震惯性力的动态分布系数；

g —重力加速度。

地震情况下，按地震惯性力考虑，施加到结构上。

地震主动土压力：地震主动土压力代表值计算方法见《水电工程水工建筑物抗震设计规范》第 5.9.1 条。

②稳定性计算

土质地基抗滑稳定安全系数按下式计算：

$$K_c = \frac{f \sum G}{\sum H} \geq [K_c]$$

式中： K_c —抗滑稳定安全系数；

f —挡土墙基底面与地基之间的摩擦系数；

$\sum G$ —作用于挡土墙计算截面以上的全部荷载的垂直分力之和，包括墙身自重、土重等垂直荷载以及基底面上扬压力的总和，kN；

$\sum H$ —作用于挡土墙上全部水平分力之和，包括土压力、水压力等水平荷载的总和，kN；

$[K_c]$ —抗滑稳定安全系数允许值。

基底应力按下式计算：

$$P_{\min}^{\max} = \frac{\sum G}{A} \pm \frac{\sum M}{W}$$

式中： $P_{\max}$ —基底应力的最大值，kPa；

$P_{\min}$ —基底应力的最小值，kPa；

$\sum M$ —作用于挡土墙上的全部荷载对于水平面平行前墙墙面方向形心轴的力矩之和, $\text{kN}\cdot\text{m}$;

W —挡土墙基底面对于基底平面平行前墙墙面方向形心轴的截面矩, m^3 ;

A —挡土墙基底面的面积, m^2 。

基底应力不均匀系数按下式计算:

$$\eta = \frac{P_{\max}}{P_{\min}} < [\eta]$$

输水工程区各典型弃渣场挡渣墙稳定计算结果见下表 7.4-5。

表 7.4-5 输水工程区各典型弃渣场挡渣墙稳定计算结果表

弃渣场 名称	计算指标		计算工况			
			正常运用工况		连续降雨工况	
			结果	允许值	结果	允许值
QB-2# 弃渣场	抗滑稳定安全系数		2.206	1.20	1.285	1.05
	抗倾覆安全系数		24.327	1.40	3.995	1.30
	地基承载力验算	基底应力最大 (kPa)	23.864	130×1.2	24.466	130×1.2
		基底应力最小 (kPa)	21.480	130	15.484	130
		平均基底应力 (kPa)	22.672	130	19.975	130
		基底应力 不均匀系数	1.111	小于 2.0	1.580	小于 2.0
YS-1# 弃渣场	抗滑稳定安全系数		1.922	1.20	1.268	1.05
	抗倾覆安全系数		14.328	1.40	4.198	1.30
	地基承载力验算	基底应力最大 (kPa)	35.296	130×1.2	36.250	130×1.2
		基底应力最小 (kPa)	33.435	130	24.741	130
		平均基底应力 (kPa)	34.366	130	30.496	130
		基底应力 不均匀系数	1.056	小于 2.0	1.465	小于 2.0
ZL-3# 弃渣场	抗滑稳定安全系数		1.922	1.20	1.268	1.05
	抗倾覆安全系数		14.327	1.40	4.198	1.30
	地基承载力验算	基底应力最大 (kPa)	35.298	130×1.2	36.250	130×1.2
		基底应力最小 (kPa)	33.433	130	24.741	130
		平均基底应力 (kPa)	34.366	130	30.496	130
		基底应力 不均匀系数	1.056	小于 2.0	1.465	小于 2.0

8 表土保护与利用设计

8.1 表土分布与可利用量分析

根据主体工程设计,通过现场查勘,结合工程施工期可能影响的水土流失范围,确定工程建设区内的耕地、园地、林地和草地为主要的表土资源分布区。但由于项目区石漠化较为普遍,多数区域林草土壤瘠薄,厚度小于 20cm,不计入表土资源量。经统计,本工程征地范围内表土资源分布区面积共 924.15 hm²,其中耕地面积 738.01 hm²,园地 13.07hm²,林地 164.12hm²,草地 8.95 hm²。

根据项目区现状情况,表土剥离厚度按照耕地与园地 40~50cm,林地与草地 30 cm 计算,表土资源量为 511.80 万 m³。本工程表土资源详见表 8.1-1。

表 8.1-1 工程表土资源汇总表

项目组成			占地类型	厚度（m）	表土资源量	
					可剥离面积（hm ² ）	可剥离量（万 m ³ ）
枢纽工程 区	主体工程区		耕地	0.4	15.94	6.38
			林地	0.3	8.76	2.63
			小计		24.70	9.00
	弃渣场区		耕地	0.5	16.60	8.97
			林地	0.3		
			小计		16.60	8.97
	料场区		耕地	0.4	11.28	4.87
			林地	0.3	8.64	2.80
			小计		19.92	7.67
	交通道路区	永久道路区	耕地	0.4	47.27	18.91
			林地	0.3	1.99	0.60
		临时道路区	耕地	0.5	15.33	7.66
			林地	0.3	22.38	6.71
			小计		86.98	33.89
	施工生产品活区		耕地	0.4	7.16	3.09
			园地	0.4	0.05	0.02
			林地	0.3	2.11	0.68
			小计		9.32	3.80
	水库淹没区		耕地	0.4	148.36	59.35
			园地	0.4	0.03	0.01
			林地	0.3	13.66	4.10
			草地	0.3	7.12	2.14
			小计		169.18	65.59
	移民安置及专项设施改建区		耕地	0.4	35.64	14.26
			林地	0.3	1.84	0.55
			小计		37.48	14.81
	合计					364.18
输水工程 区	主体工程区	输水管线区	耕地	0.5	189.51	102.34
			园地	0.4	7.46	3.22
			林地	0.3	43.85	14.21
			草地	0.3	1.07	0.35
		输水建筑物区	耕地	0.4	25.38	10.15
			园地	0.4	0.86	0.35
			林地	0.3	5.57	1.67
			小计		273.71	132.28
	弃渣场区		耕地	0.5	31.98	17.27
			林地	0.3	3.71	1.20
			小计		35.69	18.47
	交通道路区	永久道路区	耕地	0.4	53.89	21.56
			林地	0.3	34.66	11.23
		临时道路区	耕地	0.4	65.86	28.45
			园地	0.4	2.12	0.92
			小计		172.22	67.24
	施工生产品活区		耕地	0.4	73.80	31.88
			园地	0.4	2.55	1.10
			林地	0.3	1.64	0.53
小计				78.35	33.63	

项目组成	占地类型	厚度(m)	表土资源量	
			可剥离面积 (hm ²)	可剥离量 (万 m ³)
合计			559.97	251.62
总计			924.15	395.35

8.2 表土需求与用量分析

本工程可剥离表土资源量为 395.35 万 m³，通过分析工程各区域施工布置及后期恢复需求量，统计得出本方案实际表土需求量为 241.64 万 m³。

主体设计已考虑表土剥离 216.46 万 m³，包括：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进行剥离并集中存放，待施工结束后，将剥离的表土回填至占压扰动区域，并进行土地平整；输水工程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将表层土剥离，完工后分层回填；大坝开挖清基时剥离腐殖土，后期可作为大坝管理范围绿化用土；料场取料时剥离无用层，表层土可在取料完毕后回覆至开采区域以供植被恢复。

根据植被恢复需要，本方案补充对鱼类增殖站、永久道路硬化区域等永久占地区域，以及弃渣场、施工生产生活区（硬化区域）等临时占地进行表土剥离，以用于各个区域的绿化美化及植被恢复工程覆土。

本工程在建设过程中高度重视当地表土资源，对有绿化覆土需求的区域尽可能剥离利用，单独存放单独防护，对于无需剥离的表土也加以原地保护，严禁机械车辆随意碾压。总体来说各区域表土满足各自区域利用要求，且表土资源总量满足要求。本工程表土需求情况详见表 8.2-1。

表 8.2-1 工程表土需求情况一览表

防治分区			资源量	需求量
			(万 m³)	(万 m³)
枢纽工程区	主体工程区		9.00	6.11
	弃渣场区		8.97	0.00
	料场区		7.67	7.67
	交通道路区	永久道路区	19.51	2.49
		临时道路区	14.38	7.66
		小计	33.89	10.15
	施工生产生活区		3.80	3.80
	移民安置及专项改建区		14.81	1.17
	水库淹没区		65.59	
合计		143.73	28.90	
输水工程区	主体工程区	管线区	120.11	120.11
		输水建筑物区	12.17	5.06
		小计	132.28	125.18
	弃渣场区		18.47	18.47
	交通道路区	永久道路区	32.79	6.39
		临时道路区	34.45	29.37
		小计	67.24	35.76
	施工生产生活区		33.63	33.33
	合计		251.62	212.74
总计			395.35	241.64

8.3 表土剥离与堆存

为满足后期复垦和绿化覆土需求，本方案规划表土剥离量为 241.64 万 m³。根据各防治区表土需求和利用结果，各防治分区表土资源充足，表土剥离采用 74 kW 推土机推松表土。表土剥离后采用 2.0 m³ 挖掘机装运表土，5 t 自卸汽车运至临时堆存场。本工程共剥离表土各区剥离表土均堆放于本区空闲区域范围内，表土堆放高度为 3m，综合坡比为 1:3。经统计，本工程剥离表土 241.64 万 m³，表土堆放场占地共 96.66 hm²，由于临时堆放场地均位于各区场内，占地面积不另计入防治责任范围。表土剥离及表土堆存场情况见表 8.3-1。

表 8.3-1 工程表土剥离及堆存情况表

项目			表土剥离 (万 m³)	表土占地 (hm²)	堆存位置
枢纽工程 区	主体工程区		6.11	2.45	大坝管理范围
	弃渣场区		0.00	0.00	下阶段采取库区调运措施
	料场区		7.67	3.07	备采区一角
	交通道路区	永久道路区	2.49	1.00	道路两侧平缓区域
		临时道路区	7.66	3.07	道路两侧平缓区域
		小计	10.15	4.06	
	施工生产生活区		3.80	1.52	空闲场地一角
	移民安置及专项设施改建区		1.17	0.47	安置点空闲场地一角及复建道路两侧平缓区域
合计		28.90	11.56		
输水工程 区	主体工程区	管线区	120.11	48.05	管线两侧
		输水建筑物区	5.06	2.03	建筑物管理范围
		小计	125.18	50.07	
	弃渣场区		18.47	7.39	弃渣场一角
	交通道路区	永久道路区	6.39	2.56	道路两侧平缓区域
		临时道路区	29.37	11.75	道路两侧平缓区域
		小计	35.76	14.30	
	施工生产生活区		33.33	13.33	空闲场地一角
	合计		212.74	85.10	
总计			241.64	96.66	

8.4 表土利用与保护

本工程剥离表土 241.64 万 m³，主要用于主体绿化工程、复耕工程及植被恢复工程覆土，施工期间，对表土临时堆存场应进行袋装土临时挡护和密目网苫盖防止表土流失。此外，建议主体工程施工期间对施工生产生活区、施工道路区等临时占地采取地面铺设钢板等地表防护措施，以减少机械、车辆碾压对原地貌的破坏。本工程表土利用及防护情况见表 8.4-1。

表 8.4-1 各区域表土利用及防护情况统计表

项目组成			占地类型	表土利用量		回填及保护	防护措施
				剥离面积 (hm ²)	剥离量 (万 m ³)	利用方向	
枢纽工程区	主体工程区		耕地	15.00	6.00	绿化美化*	袋装土 拦挡、密 目网苫 盖
			林地	0.38	0.11	绿化美化	
			小计	15.38	6.11		
	料场区		耕地	11.28	4.87	植被恢复	袋装土 拦挡、密 目网苫 盖
			林地	8.64	2.80	植被恢复	
			小计	19.92	7.67		
	交通道路区	永久道路区	耕地	4.73	1.89	植被恢复	袋装土 拦挡、密 目网苫 盖
			林地	1.99	0.60	植被恢复	
		临时道路区	耕地	15.33	7.66	复耕*	
			林地			植被恢复	
			小计	22.05	10.15		
	施工生产生活区		耕地	7.16	3.09	复耕*	袋装土 拦挡、密 目网苫 盖
			园地	0.05	0.02	复耕*	
			林地	2.11	0.68	植被恢复	
			小计	9.32	3.80		
	移民安置及专项设施改建区		耕地	1.75	0.70	绿化美化	袋装土 拦挡、密 目网苫 盖
			林地	1.56	0.47	绿化美化	
			小计	3.30	1.17		
	合计				69.96	28.90	
输水工程区	主体工程区	输水管线区	耕地	189.51	102.34	复耕*	袋装土 拦挡、密 目网苫 盖
			园地	7.46	3.22	复耕*	
			林地	43.85	14.21	植被恢复*	
			草地	1.07	0.35	植被恢复*	
		输水建筑物区	耕地	7.61	3.05	绿化美化	
			园地	0.86	0.35	绿化美化	
			林地	5.57	1.67	绿化美化	
			小计	255.94	125.18		
	弃渣场区		耕地	31.98	17.27	复耕*	袋装土 拦挡、密 目网苫 盖
			林地	3.71	1.20	植被恢复	
			小计	35.69	18.47		
	交通道路区	永久道路区	耕地	10.78	4.31	植被恢复	袋装土 拦挡、密 目网苫 盖
			林地	6.93	2.08	植被恢复	
		临时道路区	耕地	65.86	28.45	复耕*	
			园地	2.12	0.92	复耕*	
			小计	85.69	35.76		
	施工生产生活区		耕地	73.80	31.88	复耕*	袋装土

项目组成		占地类型	表土利用量		回填及保护	防护措施
			剥离面积 (hm ²)	剥离量 (万 m ³)	利用方向	
		园地	2.55	1.10	复耕*	拦挡、密目网苫盖
		林地	1.18	0.35	植被恢复	
		小计	77.52	33.33		
	合计		454.85	212.74		
	总计		524.81	241.64		

说明：*为主体已有措施。

9 水土保持工程设计

9.1 工程级别与设计标准

根据主体工程设计标准，结合《水利水电工程水土保持技术规范》（SL575-2012），依据本工程水土流失防治措施的特性，确定水土保持工程的设计标准如下：

9.1.1 水土保持工程级别划分

（1）弃渣场防护工程建筑物级别

弃渣场级别根据堆渣量、堆渣总高度和渣场失事后对主体工程及环境得危害程度分为 5 级。弃渣场级别与拦渣工程建筑物级别统计见表 9.1-1。

表 9.1-1 弃渣场级别与拦渣工程建筑物级别统计表

项目	渣场名称	弃渣场级别	弃渣场类型	拦渣工程	拦渣工程建筑物级别	斜坡防护工程级别
枢纽工程区	1#弃渣场	4	平地型（填坑）	-	-	-
	2#弃渣场	3	平地型（填坑）	-	-	-
	3#弃渣场	3	平地型（填坑）	-	-	-
输水工程区	QB-1#弃渣场	5	坡地型	挡渣墙	5	5
	QB-2#弃渣场	5	平地型	-	-	5
	QB-3#弃渣场	5	平地型（填坑）	-	-	-
	QB-4#弃渣场	5	坡地型	挡渣墙	5	5
	YS-1#弃渣场	5	沟道型	挡渣墙	5	5
	YS-2#弃渣场	5	平地型（填坑）	-	-	-
	YS-3#弃渣场	5	平地型（填坑）	-	-	-
	YS-4#弃渣场	5	平地型（填坑）	-	-	-
	YS-5#弃渣场	5	平地型（填坑）	-	-	-
	ZL-1#弃渣场	5	平地型（填坑）	-	-	-
	ZL-2#弃渣场	5	平地型（填坑）	-	-	-
	ZL-3#弃渣场	5	坡地型	挡渣墙	5	5
	ZL-4#弃渣场	5	平地型（填坑）	-	-	-

（2）植被恢复与建设工程级别

植被恢复与建设工程级别，应根据水利水电工程主要建筑物级别及绿化工程所处位置确定。本工程为点线结合工程，枢纽工程主要建筑物级别为 1 级，输水工程主要建筑物级别为 3 级。确定枢纽工程的主体工程区、工程永久办公生活区植被恢复与建设工程级别为 1 级，输水工程的主体工程区及移民安置区为 2 级，其他分区为 3 级。

表 9.1-2 植被恢复与建设工程级别统计表

工程区			绿化工程级别
枢纽工程区	主体工程区	大坝枢纽区	1
		电站厂房区	1
		鱼类增殖站	1
	工程永久办公生活区		1
	弃渣场区		3
	料场区		3
	交通道路区	永久道路区	3
		临时道路区	3
	施工生产生活区		3
	移民安置及专项设施复建区		2
输水工程区	主体工程区	输水建筑物区	2
		管线区	3
	弃渣场区		3
	交通道路区	永久道路区	3
		临时道路区	3
	施工生产生活区		3

9.1.2 水土保持工程设计标准

(1) 弃渣场排水及防护工程设计标准

弃渣场排水设计标准采用采用 5 年一遇 10min 短历时降雨。弃渣场防护工程防洪标准为 20 年一遇。

(2) 植被恢复及建设工程设计标准

枢纽工程区管理范围及厂房等建筑物及工程永久办公生活区应满足景观、游憩、水土保持和生态保护等多种功能的要求，设计应充分结合景观要求，选用当地园林树种和草种进行配置，植被恢复和建设工程设计标准采用 1 级标准；输水工程建筑物及移民安置区应满足水土保持和生态保护要求，适当结合景观、游憩等功能要求，植被恢复和建设工程设计标准采用 2 级标准；其余区域应满足水土保持和生态保护要求，执行生态公益林绿化标准，植被恢复和建设工程设计标准采用 3 级标准。

9.2 枢纽工程区水土保持措施设计

9.2.1 主体工程区

枢纽工程主体工程区包括大坝枢纽、电站厂房、鱼类增殖站等建筑物，其中主体工程设计对大坝枢纽溢洪道、隧洞进出口及电站厂房开挖边坡采取了混凝土锚喷支护、锚索加固等边坡防护措施，并在大坝枢纽及电站厂房边坡开挖范围以外设置截排水措施，基本控制了主体工程区的水土流失。从保障工程安全运行角度考虑，主体工程已有水土保持措施能够满足需求。从减少工程建设新增水土流失量，改善工程区生态环境角度，本方案新增以下防护措施：

(1) 大坝枢纽区

1) 工程措施

大坝枢纽施工时，主体工程首先进行清基，将表层土与其他开挖土石方分开堆放。施工完毕后，对大坝及溢洪道周边管理范围裸露空地进行了覆土整治，将大坝开挖清基土回覆至周边及边坡绿化区域，并进行土地平整，覆土厚度 0.4m，清基土回覆量 56321 m^3 ，平整面积 12.14 hm^2 。

2) 植物措施

① 坝肩边坡

坝肩永久开挖边坡比为 1:0.75~1:1.0，弱风化岩体边坡防护为喷混凝土厚度 10cm，间排距 2m，强风化及覆盖层边坡防护为框格+锚筋支护，锚筋直径 25mm；溢洪道开挖坡比为 1:0.75~1:1.0，每高 15m 设置一级马道，支护型式采用锚喷支护，喷混凝土厚度 10cm，间排距 2m。

为了防止雨季时边坡产生的水土流失，兼顾库区景观的美化，需对坝肩和溢洪道两侧开挖边坡进行绿化，由于开挖边坡为喷砼封闭坡面，本设计对其采用挂镀锌铁丝网喷播植草的方式进行绿化。在坡面使用风钻钻孔，安装单层植生板，铺挂单层镀锌铁丝网，使用主锚杆进行锚固，采用厚基质喷播，喷播厚度 >10cm，使用混合种子，土料采用大坝清基表土。经量算，大坝枢纽边坡绿化面积共计 2.20 hm^2 ，喷播草种选择结缕草、狗牙根、紫花苜蓿，混播比例 1:1:1，撒播密度 70 kg/hm^2 。

② 坝坡

由于本工程坝型为混凝土面板堆石坝，大坝坡面均为喷砼封闭坡面，考虑在

上坝路两侧修筑栽植槽，覆土后栽植凌霄等观赏性攀援植物，使坝坡形成“上攀下垂”的生态绿化效果。此部分措施根据下阶段主体工程实际情况做具体设计。

③大坝管理范围

对大坝周边可绿化区域进行绿化和植草防护，采用种乔灌草相结合的配置方式，绿化面积 12.14hm^2 。乔木树种选用云南樟、鹅掌楸、清香木、海桐等作为基调树种，株行距 $3\text{m}\times 3\text{m}$ ，需云南樟 3540 株、鹅掌楸 3540 株、清香木 3540 株、海桐 3540 株；灌木选用红花檵木、三角梅、火棘，株行距 $3\text{m}\times 3\text{m}$ ，共需红花檵木 4720 株、三角梅 4720 株、火棘 4720 株；草种选用结缕草、狗牙根、紫花苜蓿，混播比例 1:1:1，撒播密度 $70\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

3) 临时措施

施工期间，对清基表土以及大坝、溢洪道、隧洞进出口等开挖场地进行临时防护，采用编织袋装土堆砌在开挖边坡外侧进行挡护，土方堆高小于 3m，堆土边坡为 1:2，编织袋墙分层错位堆砌，按“品”字形紧密排列，袋高 1m，顶宽 0.5m，边坡 1: 0.5，并铺设密目网。需袋装土 504m^3 ，密目网 25232m^2 。

表9.2-1 大坝枢纽区绿化树种技术指标表

树、草种	种植季节	整地规格 (cm)	栽植密度	苗木 (草种) 规格
云南樟	四月中旬或十月上旬	穴状整地, 60×60	株行距 $3\times 3\text{m}$	胸径 6cm
鹅掌楸	四月中旬或十月上旬	穴状整地, 60×60	株行距 $3\times 3\text{m}$	胸径 6cm
清香木	四月中旬或十月上旬	穴状整地, 60×60	株行距 $3\times 3\text{m}$	胸径 3cm
海桐	四月中旬或十月上旬	穴状整地, 60×60	株行距 $3\times 3\text{m}$	胸径 3cm
红花檵木	四月中旬或十月上旬	穴状整地, 30×30	株行距 $3\times 3\text{m}$	高 0.6m
三角梅	四月中旬或十月上旬	穴状整地, 30×30	株行距 $3\times 3\text{m}$	高 0.8m
火棘	四月中旬或十月上旬	穴状整地, 30×30	株行距 $3\times 3\text{m}$	高 0.5m
结缕草	四月中旬或十月上旬	整地, 深 0.2-0.3m	$70\text{kg}/\text{hm}^2$	一级种
狗牙根	四月中旬或十月上旬	整地, 深 0.2-0.3m	$70\text{kg}/\text{hm}^2$	一级种
紫花苜蓿	四月中旬或十月上旬	整地, 深 0.2-0.3m	$70\text{kg}/\text{hm}^2$	一级种

(2) 电站厂房区

1) 工程措施

电站厂房布置于大坝坝脚右岸，占地面积 2.46 hm²。施工完毕后，对电站厂房区永久建筑物周边及边坡绿化区域覆土并进行土地平整，以利于后期绿化美化，绿化覆土采用大坝的清基表土，覆土厚度 0.4m，清基土回覆量 3192 m³，平整面积 0.49hm²。

2) 植物措施

为了防止雨季时边坡产生的水土流失，兼顾库区景观的美化，需对电站开挖边坡进行绿化，本设计对其采用挂镀锌铁丝网喷播植草的方式进行绿化。在坡面使用风钻钻种植孔，安装单层植生板，铺挂单层镀锌铁丝网，使用主次锚杆进行锚固，采用厚基质喷播，喷播厚度>10cm，使用混合种子，土料采用大坝清基表土。经量算，电站边坡绿化面积共计 0.25hm²，喷播草种选择结缕草、狗牙根、紫花苜蓿，混播比例 1:1:1，撒播密度 70kg/hm²。

根据主体工程设计，厂区均为硬化地面，本方案设计在厂区周边种植乔木并在树下播撒草籽进行绿化，厂区绿化面积 0.24hm²。乔木树种选用云南樟、鹅掌楸、清香木、海桐，株行距 3m×3m。草种选择结缕草、狗牙根，混播比例 1:1，撒播密度 70kg/hm²。

3) 临时措施

为防止待回填土料发生滑塌流失，在施工过程中用编织袋装土堆砌在土体外侧坡脚进行挡护，土方堆高小于 3m，堆土边坡为 1:2，编织袋墙分层错位堆砌，按“品”字形紧密排列，袋高 1m，顶宽 0.5m，边坡 1: 0.5，并铺设密目网。需袋装土 120m³，密目网 1430m²。

表9.2-2 电站厂房区绿化树种技术指标表

树、草种	种植季节	整地规格 (cm)	栽植密度	苗木 (草种) 规格
云南樟	四月中旬或十月上旬	穴状整地，60×60	株行距 3×3m	胸径 6cm
鹅掌楸	四月中旬或十月上旬	穴状整地，60×60	株行距 3×3m	胸径 6cm
清香木	四月中旬或十月上旬	穴状整地，60×60	株行距 3×3m	胸径 3cm
海桐	四月中旬或十月上旬	穴状整地，60×60	株行距 3×3m	胸径 3cm
结缕草	四月中旬或十月上旬	整地，深 0.2-0.3m	70kg/hm ²	一级种
狗牙根	四月中旬或十月上旬	整地，深 0.2-0.3m	70kg/hm ²	一级种
紫花苜蓿	四月中旬或十月上旬	整地，深 0.2-0.3m	70kg/hm ²	一级种

(3) 鱼类增殖站

1) 工程措施

施工前，对建筑物占地区域进行表土剥离，剥离量 480 m^3 ，以利于后期绿化美化，施工结束后对周边可绿化区域进行表土回填，回填厚度 0.4m ，表土回填量 480 m^3 。表土回填后进行土地平整，平整面积 0.11hm^2 。

2) 植物措施

对建筑物周边可绿化区域进行绿化和植草防护，采用种乔灌草相结合的配置方式，绿化面积 0.11hm^2 。对建筑物间空闲地采用满铺草坪，草坪草种选用紫花苜蓿。草坪外缘种植双排绿篱 58m ，绿篱选用大叶黄杨。草坪内种植红花檵木、三角梅、火棘等花果灌木加以点缀，种植密度 $1\text{ 穴}/5\text{m}^2$ ；上层乔木树种选用云南樟、鹅掌楸、清香木、海桐作为基调树种，分散种植，种植密度 $1\text{ 株}/15\text{m}^2$ 。共铺设草坪 0.11hm^2 ；种植云南樟 19 株、鹅掌楸 19 株、清香木 19 株、海桐 19 株；种植红花檵木 78 株、三角梅 78 株、火棘 78 株。

3) 临时措施

为防止待剥离土料发生滑塌流失，在施工过程中用编织袋装土堆砌在土体外侧坡脚进行挡护，土方堆高小于 3m ，堆土边坡为 $1:2$ ，编织袋墙分层错位堆砌，按“品”字形紧密排列，袋高 1m ，顶宽 0.5m ，边坡 $1:0.5$ ，并铺设密目网。需袋装土 47m^3 ，密目网 215m^2 。

表9.2-3 主体工程区水土保持措施工程量

水土保持措施			单位	大坝枢纽区	电站厂房区	鱼类增殖站	合计
工程措施	表土剥离		m ³			480	480
	表土回填		m ³	56321	3192	480	59992
	土地平整		hm ²	12.14	0.49	0.11	12.74
植物措施	绿化面积		hm ²	12.14	0.49	0.11	12.74
	挂镀锌铁丝网喷播植草		hm ²	2.20	0.25		2.45
	搭建脚手架		m ²	22000	2463		24463
	坡面钻种植孔		m	71041	7952		78993
	主锚 φ18L700		根	5550	621		6171
	次锚 φ10L400		根	16650	1864		18514
	挂镀锌铁丝网		m ²	22000	2463		24463
	植生板制作安装		m ²	2775	311		3086
	厚基质喷播		m ²	22000	2463		24463
	施工期养护		m ²	22000	2463		24463
	乔木	云南樟	株	3540	144	19	3703
		鹅掌楸	株	3540	144	19	3703
		清香木	株	3540	144	19	3703
		海桐	株	3540	144	19	3703
	灌木	绿篱	延米			58	58
		红花檵木	株	4720		78	4798
		三角梅	株	4720	0	78	4798
		火棘	株	4720	0	78	4798
	草籽	结缕草	hm ²	4.05	0.08		4.13
		狗牙根	hm ²	4.05	0.08	0.00	4.13
		紫花苜蓿	hm ²	4.05	0.08	0.00	4.13
	草坪		hm ²			0.11	0.11
临时措施	袋装土拦挡	长度	m	600	143	55	799
		方量	m ³	504	120	47	671
	密目网		m ²	25232	1430	215	26876

9.2.2 工程永久办公生活区

本工程共设置 2 处工程永久办公生活区。其中，1 处工程管理用房位于大坝管理范围内，紧邻电站厂房，面积 0.5hm²，1 处为后方基地位于输水线路中段，面积 0.67 hm²。

(1) 工程措施

施工前，对后方基地管理用房占压区域进行表土剥离，剥离厚度 0.3m，表土剥离量 651 m³，大坝管理范围内管理用房绿化则利用大坝清基表土 483 m³。施工结束后，将剥离表土回覆至管理用房周边可绿化区域并进行土地平整，回填厚度

0.3m，表土回填量 1134m^3 ，平整面积 0.35hm^2 。

(2) 植物措施

对建筑物间空闲地采用满铺草坪，草坪草种选用紫花苜蓿。草坪外缘种植双排绿篱 268m，绿篱选用大叶黄杨。草坪内种植红花檵木、三角梅、迎春等花灌木加以点缀，种植密度 1 穴/ 5m^2 ；上层乔木树种选用云南樟、小叶榕、罗汉松、大叶相思、清香木作为基调树种，分散种植，种植密度 1 株/ 15m^2 。共铺设草坪 0.35hm^2 ；种植云南樟 52 株、小叶榕 52 株、罗汉松 52 株、大叶相思 52 株、清香木 52 株；种植红花檵木 523 株、三角梅 523 株、迎春 523 株。

(3) 临时措施

为防止待剥离土料发生滑塌流失，在施工过程中用编织袋装土堆砌在土体外侧坡脚进行挡护，土方堆高小于 3m，堆土边坡为 1:2，编织袋墙分层错位堆砌，按“品”字形紧密排列，袋高 1m，顶宽 0.5m，边坡 1:0.5，并铺设密目网。需袋装土 72m^3 ，密目网 508m^2 。

表9.2-4 工程永久办公生活区水土保持措施工程量

工程分区	水土保持措施		单位	工程量	合计		
工程永久 办公生活 区	工程措施	表土剥离	m ³	651	651		
		表土回填	m ³	1134	1134		
		土地平整	hm ²	0.35	0.35		
	植物措施	绿化面积		hm ²	0.35	0.35	
		乔木	云南樟	株	52	52	
			小叶榕	株	52	52	
			罗汉松	株	52	52	
			大叶相思	株	52	52	
			清香木	株	52	52	
		灌木	绿篱	延米	268	268	
			红花檵木	株	523	523	
			三角梅	株	523	523	
			迎春	株	523	523	
		草坪		hm ²	0.35	0.35	
		临时措施	袋装土拦挡	长度	m	85	85
				方量	m ³	72	72
			密目网		m ²	508	508

9.2.3 弃渣场区

枢纽工程区共布设弃渣场 3 处，即枢纽 1#~3#弃渣场，均位于山间凹地，占地类型为耕地、林地。本方案对枢纽 1#~3#弃渣场进行逐一设计。

(1) 工程措施

1) 枢纽工程 1#弃渣场

①土地整治工程

1#弃渣场占地面积 3.90 hm^2 ，其中耕地面积 2.45 hm^2 ，林地面积 1.45 hm^2 。根据实际地形及植被覆盖情况，弃渣场所处岩溶洼地四周边坡林地表土瘠薄，表土资源量少，且耕地位于洼地底部，若采取表土剥离，施工过程中较难实现表土临时堆存及转运，故本方案不采取弃渣场本区的表土剥离及回填，考虑在蓄水前剥离水库淹没区表土资源，运至弃渣场进行覆土整治，运距约 3km ，在下阶段具体设计中由水保专业计列库区表土剥离及 0.5km 运距的转运、回填工程量，其余部分的表土转运及复耕计入建设征地补偿投资，不计入水土保持措施量。

②拦挡工程

1#弃渣场位于拉角村东北侧约 500m 的一处山间凹地，凹地高程为 $1507\sim 1540\text{m}$ ，堆渣后渣顶高程约为 1540m ，最大堆渣高度 33m ，与地面齐平，不再考虑拦挡措施。但 1#弃渣场底部发育一处落水洞，落水洞呈近似长方形，长宽约为 $5\times 3\text{m}$ 。为防止渣土堵塞洞口，并利于排水，在落水洞口排水通道顶部树立排渗盲管，将排渗管绑扎在一起形成的排渗总管直径不小于凹地底部落水洞的洞径。盲管材质选择无砂混凝土井管，总管最外侧包裹一层土工布。单根盲管内径 0.5m ，盲管总高度 33m ，堆渣完毕后管口与渣顶齐平。

③排水工程

为防止渣场坡面汇水冲刷渣体且不影响渣场地下水系统的平衡，堆渣后，在 1#弃渣场渣体外周沿地形线修建浆砌石截水沟，并沿最终堆渣顶面修建排水沟，顺接至落水洞位置，将周围汇水引至落水洞入口。排水沟采用梯形断面， 30cm 厚浆砌石砌筑，1#弃渣场截水沟长度 723m ，渣面排水沟长度 152m 。截排水沟计算方法如下：

I 洪峰流量计算

$$Q_m = 16.67\varphi qF$$

式中： Q_m —设计排水流量， m^3/s ；

ϕ —径流系数，取值 0.5；

q —设计重现期和降雨历时内的平均降雨强度， mm/min ；

F —汇水面积， km^2 。

利用标准降雨强度等值线图及有关转换系数，计算 5 年一遇 10min 降雨强度：

$$q = C_p C_t q_{5,10}$$

式中： $q_{5,10}$ —5 年重现期和 10min 降雨历时的标准降雨强度，查中国 5 年一遇 10min 降雨强度等值线图，本工程所在区域取 $2.0mm/min$ ；

C_p —重现期转换系数，查表取 1；

C_t —降雨历时转换系数，查表取 1。

II 排水沟计算

拟定排水沟过水断面形式为梯形，按明渠均匀流设计过水断面，根据明渠均匀流谢才公式试算其过水量，以校核其断面：

$$Q = CA\sqrt{Ri}$$

式中： A ——过水断面面积， m^2 ； $A = (b + mh)h$

R ——水力半径， m ；

C ——谢才系数， $m^{3/2}/s$ ； $C = \frac{1}{n}R^{1/6}$

i ——沟底坡降；

n ——沟道糙率；

h ——正常水深， m ；

b ——底宽， m ；

m ——排水沟内坡比。

计算结果见下表。

表9.2-5 1#弃渣场截水沟计算表

项目	最大汇水面积 F (km ²)	最大洪峰流量 Q (m ³ /s)	过水断面尺寸			过水面积 (m ²)	流速 (m/s)	底坡	试算洪峰流量 (m ³ /s)
			底宽 (m)	水深 (m)	边坡系数				
1#弃渣场	0.064	0.64	0.6	0.4	0.5	0.321	1.99	0.01	0.64

经计算，所设截水沟断面过水流量满足要求。截水沟采用梯形断面，浆砌石衬砌厚度 0.3m，考虑安全超高 0.3m，1#弃渣场截水沟尺寸为底宽 0.6m，高 0.7m，边坡系数 0.5。渣顶排水沟尺寸为底宽 0.7m，高 0.8m，边坡系数 0.5，安全超高 0.3m。

2) 枢纽工程 2#弃渣场

①土地整治工程

2#弃渣场占地面积 6.50 hm²，其中耕地面积 5.41 hm²，林地面积 1.09 hm²。根据实际地形及植被覆盖情况，弃渣场所处岩溶洼地四周边坡林地表土瘠薄，表土资源量少，且耕地位于洼地底部，若采取表土剥离，施工过程中较难实现表土临时堆存及转运，故本方案不采取弃渣场本区的表土剥离及回填，考虑在蓄水前剥离水库淹没区表土资源，运至弃渣场进行覆土整治，运距约 3km，在下阶段具体设计中由水保专业计列库区表土剥离及 0.5km 运距的转运、回填工程量，其余部分的表土转运及复耕计入建设征地补偿投资，不计入水土保持措施量。

②拦挡工程

2#弃渣场位于拉角村东北约 450m 的一处山间凹地，与 1#弃渣场相连。凹地高程为 1492~1540m，占地面积为 6.5hm²。堆渣后渣顶高程约为 1540m，仍低于周边地面高程，属平地型（填坑）弃渣场，无需布设拦挡措施。但 2#弃渣场底部发育一处落水洞，落水洞呈圆坑状，直径约 2m。为防止渣土堵塞洞口，并利于排水，在落水洞口排水通道顶部竖立排渗盲管，将排渗管绑扎在一起形成的排渗总管直径不小于凹地底部落水洞的洞径。盲管材质选择无砂混凝土井管，总管最外侧包裹一层土工布。单根盲管内径 0.3m，长度 1m，盲管总高度 48m，堆渣完毕后管口与渣顶齐平。

③排水工程

为防止渣场坡面汇水冲刷渣体且不影响渣场地下水系统的平衡，堆渣后，在 2#弃渣场渣体外周沿地形线修建浆砌石截水沟，并沿最终堆渣顶面修建排水沟，顺接至落水洞位置，将周围汇水引至落水洞入口。排水沟采用梯形断面，30cm 厚

浆砌石砌筑，2#弃渣场截水沟长度 1015m，渣面排水沟长度 197m。截排水沟计算方法同 1#弃渣场，结果如下：

表9.2-6 2#弃渣场截水沟计算表

项目	最大汇水面积 F (km ²)	最大洪峰流量 Q (m ³ /s)	过水断面尺寸			过水面积 (m ²)	流速 (m/s)	底坡	试算洪峰流量 (m ³ /s)
			底宽 (m)	深 (m)	坡比				
2#弃渣场	0.125	1.18	0.8	0.5	0.5	0.509	2.32	0.01	1.20

经计算，所设截水沟断面过水流量满足要求。截水沟采用梯形断面，浆砌石衬砌厚度 0.3m，考虑安全超高 0.3m，2#弃渣场截水沟尺寸为底宽 0.8m，高 0.8m，边坡系数 0.5。渣顶排水沟尺寸为底宽 1.0m，高 0.9m，边坡系数 0.5，安全超高 0.3m。

3) 枢纽工程 3#弃渣场

①土地整治工程

3#弃渣场占地面积 9.90 hm²，其中耕地面积 8.75 hm²，林地面积 1.15 hm²。根据实际地形及植被覆盖情况，弃渣场所处岩溶洼地四周边坡林地表土瘠薄，表土资源量少，且耕地位于洼地底部，若采取表土剥离，施工过程中较难实现表土临时堆存及转运，故本方案不采取弃渣场本区的表土剥离及回填，考虑在蓄水前剥离水库淹没区表土资源，运至弃渣场进行覆土整治，运距约 4km，在下阶段具体设计中由水保专业计列库区表土剥离及 0.5km 运距的转运、回填工程量，其余部分的表土转运及复耕计入建设征地补偿投资，不计入水土保持措施量。

②拦挡工程

3#弃渣场位于距坝址 2.8km 处右岸山间凹地，凹地高程为 1444~1502m，堆渣后渣顶高程约为 1502m，最大堆高 58m，与地面齐平，不再考虑拦挡措施。

③排水工程

为排泄坡面汇水，在 3#弃渣场四周沿地形线修建浆砌石截排水沟，并顺接至低地势地带。排水沟采用梯形断面，30cm 厚浆砌石砌筑，3#弃渣场截水沟总长度 1600m，渣顶排水沟总长度 543m。截排水沟计算方法同 1#弃渣场，结果如下：

表9.2-7 3#弃渣场排水沟计算表

项目	最大汇水面积 F (km ²)	最大洪峰流量 Q (m ³ /s)	过水断面尺寸			过水面积 (m ²)	流速 (m/s)	底坡	试算洪峰流量 (m ³ /s)
			底宽 (m)	深 (m)	坡比				
3#弃渣场	0.196	5.28	1.3	0.9	0.5	1.564	3.38	0.01	5.31

经计算，所设截水沟断面过水流量满足要求。截水沟采用梯形断面，浆砌石衬砌厚度 0.3m，考虑安全超高 0.3m，3#弃渣场截水沟尺寸为底宽 1.3m，高 1.2m，边坡系数 0.5。渣顶排水沟尺寸为底宽 0.7m，高 0.5m，边坡系数 0.5，安全超高 0.2m。

（2）植物措施

施工完毕后，移民专业考虑了对渣场占用耕地区域进行复耕，本方案补充对弃渣场占用林草地区域恢复植被，在渣顶进行植被恢复，绿化面积共 3.70 hm²。

1#弃渣场绿化面积 1.45hm²。栽植乔灌木并播撒草籽，乔木选择旱冬瓜，株行距 3m×3m，灌木选择马桑，株行距 1.5m×1.5m，共需旱冬瓜 1696 株，马桑 6785 株；草种选择结缕草、狗牙根，混播比例 1:1，撒播量为 70kg/hm²；

2#弃渣场绿化面积 1.09hm²。栽植乔灌木并播撒草籽，乔木选择旱冬瓜，株行距 3m×3m，灌木选择马桑，株行距 1.5m×1.5m，共需旱冬瓜 1275 株，马桑 5099 株；草种选择结缕草、狗牙根，混播比例 1:1，撒播量为 70kg/hm²；

3#弃渣场绿化面积 1.15hm²。栽植乔灌木并播撒草籽，乔木选择旱冬瓜，株行距 3m×3m，灌木选择马桑，株行距 1.5m×1.5m，共需旱冬瓜 1341 株，马桑 5364 株；草种选择结缕草、狗牙根，混播比例 1:1，撒播量为 70kg/hm²。

表9.2-8 枢纽区弃渣场水土保持措施工程量

工程 分区	水土保持措施			单位	1#弃渣 场	2#弃渣 场	3#弃渣 场	合计
枢纽 区弃 渣场	工程措施	土地平整		hm ²	1.45	1.09	1.15	3.70
		截水沟	长度	m	723	1015	1600	3338
			土方开挖	m ³	2020	3435	9240	14695
			土方回填	m ³	458	735	1738	2931
			M7.5 浆砌石	m ³	734	1171	2568	4473
			碎石垫层	m ³	260	413	891	1564
			水泥砂浆抹面	m ²	2448	3902	8561	14911
		渣顶面排 水沟	长度	m	152	197	543	892
			土方开挖	m ³	495	794	897	2186
			土方回填	m ³	110	161	200	471
			M7.5 浆砌石	m ³	171	254	405	830
			碎石垫层	m ³	60	89	87	236
			水泥砂浆抹面	m ²	568	848	1349	2765
		排渗盲管	长度	m	9504	9216		18720
	植物措施	绿化面积		hm ²	1.45	1.09	1.15	3.70
		乔木	旱冬瓜	株	1696	1275	1341	4312
		灌木	马桑	株	6785	5099	5364	17248
		草籽	结缕草	hm ²	0.73	0.55	0.57	1.85
			狗牙根	hm ²	0.73	0.55	0.57	1.85

9.2.4 料场区

工程布设土料场 1 处及石料场 1 处。土料场距坝址约 5.5km, 占地面积 3.00hm², 表层覆盖层约 0.5m, 土料场位于水库淹没区内; 石料场距坝址约 2.2km, 占地面积 20.31hm², 表层覆盖无用层厚度约 1m。

(1) 土料场

土料场位于水库淹没区内, 本方案考虑在施工期对临时堆放土方采取水土保持临时措施进行防护。

临时排水沟: 在土料场四周开挖排水沟, 排水沟采用梯形断面, 土质结构, 尺寸 0.4m×0.4m, 边坡 1:1, 排水沟长度 346m。

临时拦挡: 施工期间, 在剥离无用层四周采用袋装土进行临时防护, 堆土边坡为 1:2, 编织袋墙分层错位堆砌, 按“品”字形紧密排列, 袋高 1m, 顶宽 0.5m, 边坡 1:0.5, 并铺设密目网苫盖。需袋装土 190m³, 密目网 2987m²。

(2) 石料场

1) 工程措施

①土地整治工程

主体工程在取料前需剥离石料场无用层 75.61 万 m³，其中将表层土 2.8 万 m³ 单独堆放于石料场备采区一角，开采完毕后回覆至开采区以供后期绿化，其余剥离料随剥随弃于紧邻石料场的 1#、2#弃渣场。取料完毕后，石料场开采平台及缓坡处可进行覆土绿化，覆土厚度 0.3m；陡坡处则将表土回填至沿马道开挖栽植槽内，以供栽植攀援植物，回覆绿化土 2.8 万 m³，绿化土来源于无用层剥离料，覆土后对开采平台及缓坡区域进行平整，平整面积 8.64hm²。

石料场占用耕地 11.28 hm² 需由主体工程进行复耕，计入建设征地补偿投资，不计入水土保持措施量。

②排水工程

为排泄坡面汇水，在石料场上游沿地形线修建浆砌石截排水沟，并顺接至低地势地带。截排水沟采用梯形断面，30cm 厚浆砌石砌筑，长度 1425m。截排水沟计算方法同弃渣场，结果如下：

表9.2-9 石料场截排水沟计算表

项目	最大汇水面积 F (km ²)	最大洪峰流量 Q (m ³ /s)	过水断面尺寸			过水面积 (m ²)	流速 (m/s)	底坡 (m)	试算洪峰流量 (m ³ /s)
			底宽 (m)	深 (m)	坡比				
石料场	0.162	4.05	1.2	0.8	0.5	1.282	3.16	0.01	4.10

经计算，所设截水沟断面过水流量满足要求。截排水沟采用梯形断面，浆砌石衬砌厚度 0.3m，考虑安全超高 0.3m，石料场截水沟尺寸为底宽 1.2m，高 1.1m，边坡系数 0.5。

2) 植物措施

石料场开采完毕后形成开采坡面和开采平台，其中开采平台在无用层回填后可进行植被恢复，采用乔灌草结合的方式，绿化面积共计 8.64hm²。乔木选择旱冬瓜，灌木选择马桑，草种选择狗牙根和结缕草，乔木栽植规格为 3m×3m，灌木栽植规格为 2m×2m，草籽撒播密度为 70kg/hm²。开采坡面较陡不宜栽植乔灌，植被恢复主要是在边坡马道开挖栽植槽，覆土后栽植攀援植物进行绿化，并在林下撒播草籽。攀援植物选择油麻藤，单排栽植，株距为 1m，采用扦插植苗的方式栽植；草种选择狗牙根和结缕草，撒播密度为 70kg/hm²。

3) 临时措施

临时拦挡：施工期为防止料场开挖的土石方滚落下边坡道路，需对料场下边坡临道路一侧设置彩钢板围栏防护，拦挡长度约 600m，需彩钢板 678m²。

施工期间，在剥离料四周采用袋装土进行临时防护，堆土边坡为 1:2，编织

袋墙分层错位堆砌，按“品”字形紧密排列，袋高 1m，顶宽 0.5m，边坡 1：0.5，并铺设密目网苫盖。需袋装土 356m³，密目网 3135m²。

表9.2-10 料场区水土保持措施工程量

工程分区	水土保持措施			单位	石料场	土料场	合计
料场区	工程措施	表土回覆		m ³	27991		27991
		土地平整		hm ²	8.64		8.64
		排水工程	长度	m	1425		1425
			土方开挖	m ³	7355		7355
			土方回填	m ³	1419		1419
			M7.5 浆砌石	m ²	2137		2137
			碎石垫层	m ³	743		743
			水泥砂浆抹面	m ²	7126		7126
	植物措施	绿化面积		hm ²	8.64		8.64
		乔木	旱冬瓜	株	5040		5040
		灌木	马桑	株	20158		20158
		藤本	油麻藤	株	4620		4620
		草籽	结缕草	hm ²	4.32		4.32
			狗牙根	hm ²	4.32		4.32
	临时措施	排水沟	长度	m		346	346
			土方开挖	m ³		93	93
		袋装土拦挡	长度	m	423	226	650
			方量	m ³	356	190	546
		围栏防护	长度	m	600		600
			面积	m ²	678		678
		密目网		m ²	3135	2987	6122

9.2.5 施工生产生活区

枢纽工程施工生产生活区包括砂石加工系统、混凝土拌合系统、钢木综合加工厂、机械综合保修厂、钢管加工厂、混凝土构件预制厂、临时堆料场、生活营地等，分散布置于大坝下游右岸，总面积 9.89 hm²，占地类型主要为耕地、林地。

(1) 施工区生产生活区

1) 工程措施

施工生产生活区耕地部分需由主体工程进行复耕，计入建设征地补偿投资，不计入水土保持措施量。本方案补充以下水土保持措施：

表土剥离：施工生产生活区中混凝土拌合系统、砂石加工系统等区域均在施工期间进行地面硬化，施工前对该部分硬化场地进行表土剥离，剥离厚度 30cm，剥离量 6841m³。

表土回填：对于混凝土拌合系统、砂石加工系统等施工区，施工结束后将拆除建筑物并清理压占场地，拆除后将施工前剥离表土进行回填，回填量 6841m³。

土地平整：施工结束后，对施工生产生活区耕地以外扰动区域进行翻耕平整，平整面积 2.68hm²。

2) 植物措施

施工结束后，对施工生产生活区进行植被恢复，栽植乔灌木并撒播草籽。绿化面积 2.73hm²，乔木选择旱冬瓜，株行距 3m×3m，共需旱冬瓜 3131 株；灌木选择马桑，株行距 1.5m×1.5m，共需马桑 12525 株；草种选择结缕草、狗牙根，混播比例 1:1，撒播量为 70kg/hm²。

3) 临时措施

临时排水沟：在施工生产生活区四周开挖排水沟，排水沟采用梯形断面，土质结构，尺寸 0.4m×0.4m，边坡 1:1，排水沟长度 629m。

临时拦挡：施工期间为防止堆土流失，在剥离料四周用装土编织袋进行临时拦挡并铺设密目网，土方堆高小于 3m，堆土边坡为 1:2，编织袋墙分层错位堆砌，按“品”字形紧密排列，袋高 1m，顶宽 0.5m，边坡 1: 0.5，并铺设密目网。需袋装土 414m³，密目网 17011m²。

表9.2-11 枢纽工程区施工生产生活区水土保持措施工程量

工程分区	水土保持措施			单位	工程量
施工生产 生活区	工程措施	表土剥离		m ³	6841
		表土回填		m ³	6841
		土地平整		hm ²	2.68
	植物措施	绿化面积		hm ²	2.68
		乔木	旱冬瓜	株	3131
		灌木	马桑	株	12525
		草籽	结缕草	hm ²	1.34
			狗牙根	hm ²	1.34
		临时措施	排水沟	长度	m
	土方开挖			m ³	169
	袋装土拦挡		长度	m	493
			方量	m ³	414
	密目网		m ²	17011	

(2) 临时堆料场

枢纽工程施工区设 1 个临时堆料场，临时堆渣量 8.0 万 m³（松方），占地面积 2.60hm²，最大堆渣高度约为 3.0m，占地类型为耕地、林地。

1) 工程措施

施工结束后，耕地部分需由主体工程进行复耕，计入建设征地补偿投资，不计入水土保持措施量。对临时堆料场耕地以外的区域进行土地平整并恢复植被，

平整面积 0.09hm²。

2) 植物措施

施工完毕后对临时堆料场进行植被恢复，绿化面积 0.09 hm²。栽植灌木并播撒草籽，灌木选择马桑，株行距 1.5m×1.5m，共需马桑 439 株；草种选择结缕草、狗牙根，混播比例 1:1，撒播量为 70kg/hm²。

3) 临时措施

临时排水沟：在临时堆料场四周开挖排水沟，排水沟采用梯形断面，土质结构，尺寸 0.4m×0.4m，边坡 1:1，排水沟长度 774m。

临时拦挡：施工期间，在临时堆料场四周采用袋装土拦挡，表面采用密目网苫盖，堆土边坡为 1:2，编织袋墙分层错位堆砌，按“品”字形紧密排列，袋高 1m，顶宽 0.5m，边坡 1：0.5。

表9.2-12 枢纽工程区临时堆料场水土保持措施工程量

工程分区	水土保持措施			单位	工程量
临时堆料场	工程措施	土地平整		hm ²	0.09
	植物措施	绿化面积		hm ²	0.09
		灌木	马桑	株	439
		草籽	结缕草	hm ²	0.05
			狗牙根	hm ²	0.05
	临时措施	排水沟	长度	m	774
			土方开挖	m ³	208
		袋装土拦挡	长度	m	645
			方量	m ³	542
		密目网			m ²

9.2.6 交通道路区

(1) 永久道路

枢纽工程区永久道路包括新建、改造永久上坝路、对外连接道路共 17.9km，为沥青混凝土路面。

1) 工程措施

施工前，对硬化路面区域进行表土剥离以供后期绿化，表土剥离量 24893m³，施工结束后，将剥离表土回覆至道路两侧平缓绿化区域，并进行土地平整，平整面积 14.86hm²。

2) 植物措施

在永久道路两侧平缓区域各栽植一排行道树，树种选用开花乔木山合欢，株

距 3m，共需山合欢 12530 株。道路边坡大多为土石坡面，经坡面清理、平整后，挖方边坡采用挂植生毯护坡，面积 2.53hm^2 。填方边坡沿线栽植油麻藤并播撒草籽，油麻藤栽植株距 1m，共需 18795 株，草种选择结缕草、狗牙根，混播比例 1:1，撒播量为 $70\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

3) 临时措施

临时拦挡：对剥离表土采用装土编织袋进行临时拦挡，土方堆高小于 3m，堆土边坡为 1:2，编织袋墙分层错位堆砌，按“品”字形紧密排列，袋高 1m，顶宽 0.5m，边坡 1: 0.5，需袋装土 335m^3 ，表面采用密目网苫盖。

(2) 临时道路

枢纽工程区场内施工临时道路共 15.6km，分别通往石料场、土料场、临时堆料场、施工生产生活区及各弃渣场等区域，均为泥结碎石路面。

1) 工程措施

临时道路区耕地部分需由主体工程进行复耕，计入建设征地补偿投资，不计入水土保持措施量。补充对耕地以外的林草地进行土地平整，平整面积 23.48hm^2 。

2) 植物措施

施工结束后临时道路恢复迹地，栽植乔灌木进行绿化，绿化面积 23.48hm^2 。乔木选择旱冬瓜，株行距 $3\text{m}\times 3\text{m}$ ，需旱冬瓜 27390 株；灌木选择马桑，株行距 $1.5\text{m}\times 1.5\text{m}$ ，需马桑 109561 株；草种选择结缕草、狗牙根，混播比例 1:1，撒播量为 $70\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

3) 临时措施

临时排水沟：在施工临时道路两侧开挖排水沟，排水沟采用梯形断面，土质结构，尺寸 $0.4\text{m}\times 0.4\text{m}$ ，边坡 1:1。排水沟长度共 15600m。

临时拦挡：对剥离耕地表土采用装土编织袋进行临时拦挡，土方堆高小于 3m，堆土边坡为 1:2，编织袋墙分层错位堆砌，按“品”字形紧密排列，袋高 1m，顶宽 0.5m，边坡 1: 0.5，需袋装土 588m^3 ，表面采用密目网苫盖。

围栏防护：施工期为防止山区道路土石方滚落，需对道路下边坡设置彩钢板防护，拦挡长度约 3120m，需彩钢板 3526m^2 。

表9.2-13 交通道路区水土保持措施工程量

工程分区		水土保持措施		单位	工程量
交通道路区	永久道路区	工程措施	表土剥离	m ³	24893
			表土回填	m ³	24893
			土地平整	hm ²	14.86
		植物措施	绿化面积	hm ²	14.86
			挂植生毯植被护坡	hm ²	2.53
			乔木	株	12530
			山合欢	株	12530
			藤本	株	18795
			油麻藤	株	18795
			草籽	hm ²	7.43
			结缕草	hm ²	7.43
			狗牙根	hm ²	7.43
		临时措施	袋装土拦挡	长度	m
			长度	m	399
			方量	m ³	335
			密目网	m ²	9957
	临时道路	工程措施	土地平整	hm ²	23.48
		植物措施	绿化面积	hm ²	23.48
			乔木	株	27390
			旱冬瓜	株	27390
			灌木	株	109561
			马桑	株	109561
			草籽	hm ²	11.74
			结缕草	hm ²	11.74
			狗牙根	hm ²	11.74
		临时措施	排水沟	长度	m
			长度	m	15600
			土方开挖	m ³	4193
			袋装土拦挡	长度	m
			长度	m	700
			方量	m ³	588
			密目网	m ²	30656
			围栏防护	长度	m
			长度	m	3120
			面积	m ²	3526

9.2.7 移民安置及专项设施复建区

9.2.7.1 移民安置区

根据移民安置规划，至规划水平年，工程需搬迁安置人口 2845 人，规划 5 处移民安置点，分别为以勒安置点、瓦窑冲安置点、普底村安置点、炭房安置点和竜白安置点。移民安置过程中房屋建设尽量减少对植被的破坏，工程建设基本做到挖填平衡，不产生弃渣。移民新址应做好绿化，以改善安置区的生态环境。因此在施工过程中提出如下要求及措施：

(1) 工程措施

开工前对安置区内建筑物硬化区域进行表土剥离，待施工结束后将剥离土回填至土面区供绿化使用，并进行土地平整。经估算，表土剥离量为 1.17 万 m³，回填量 1.17 万 m³，土地平整面积 3.60hm²。

(2) 植物措施

需充分做好居民点的绿化工作，通过点（庭院绿化）、线（道路绿化）、面（集中绿地）相结合的方式，在移民安置区内部种植适应当地气候条件的乔灌木，以营造适宜的人居环境。采用种乔灌草相结合的配置方式，绿化面积 3.60hm^2 。乔木树种选用云南樟、小叶榕、罗汉松，带状混交种植，株行距 $3\text{m}\times 3\text{m}$ ，需云南樟 1400 株、小叶榕 1400 株、罗汉松 1400 株；灌木选用红花檵木、三角梅、迎春，株行距 $3\text{m}\times 3\text{m}$ ，每穴 2 株，共需红花檵木 2800 株、三角梅 2800 株、迎春 2800 株；草种选用结缕草、狗牙根、紫花苜蓿，混播比例 1:1:1，撒播密度 $70\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

（3）临时措施

在住宅楼修建过程中，挖填土石方量较大，在地基挖方时临时堆土四周需采用编织袋填土围护，以防堆土四处扩散，袋装土初步估算 230m^3 ，表面用密目网苫盖，需密目网 5225m^2 。

表9.2-14 移民安置区水土保持措施工程量

工程分区		水土保持措施			单位	工程量
移民安置 及专项设 施改建区	移民安置 区	工程措施	表土剥离		m ³	11664
			表土回填		m ³	11664
			土地平整		hm ²	3.60
		植物措施	乔木	云南樟	株	1400
				小叶榕	株	1400
				罗汉松	株	1400
			灌木	红花檵木	株	2800
				三角梅	株	2800
				迎春	株	2800
			草本		hm ²	3.60
		临时措施	袋装土拦 挡	长度	m	273
				方量	m ³	230
			密目网		m ²	5225

9.2.7.2 专项设施复建区

根据移民专业调查规划，本工程需在库周复建三条交通道路，即为1号路~3号路，长度共27.60km。其中包括农村基本级道路10.06km，路基宽度4.5m，路面宽度3.5m；机耕道17.54km，路基宽度3.5m，路面宽度2.5m。

(1) 主体工程区

主体工程考虑在复建道路一侧布设浆砌石排水沟，施工结束后，在道路两侧各栽植一排行道树，并对路基边坡播撒草籽进行绿化。树种选择旱冬瓜，株行距3m，共需栽植旱冬瓜18400株，草种选择结缕草、狗牙根，混播比例1:1，撒播量为70kg/hm²。

由于修建输电线路及通信线路塔基将扰动原地表，引发水土流失，因此施工结束后需对施工区域进行平整，土地平整面积0.20hm²，平整后播撒草籽进行绿化，绿化面积0.20hm²，草种选择结缕草、狗牙根混播草籽，混播比例1:1，撒播密度70kg/hm²。

表9.2-15 专项设施复建区主体工程水土保持措施工程量

工程分区		水土保持措施		单位	工程量
移民安置 及专项设 施改建区	专项设施 改建区	工程措施	土地平整	hm ²	7.98
		植物措施	绿化面积		hm ²
			乔木	早冬瓜	株
			草籽	结缕草	hm ²
				狗牙根	hm ²

(2) 弃渣场区

根据专项设施改建设计，工程土方开挖量 41.95 万 m³，回填量 27.50 万 m³，弃渣量 14.45 万 m³，折合松方 17.20 万 m³，设 5 处弃渣场，即 ZX-1#~5#弃渣场。弃渣场占地面积共 3.86hm²，最大堆高为 7.5~9m，类型分为平地型、坡地型，占地类型为耕地、林地。

弃渣场总容量 17.80 万 m³，各渣场运距均在 2km 以内，各渣场均能满足堆渣要求，并留有一定富裕量。依据地质专业有关成果，专项复建区设置的 5 个弃渣场均位于库周地质构造稳定区域，无软弱地基等不良地质问题，初步判断地基承载力和变形强度能够满足弃渣填筑要求，且汇流面积较小，场区适宜建设弃渣场。

弃渣场特性表详见表 9.2-16。

表9.2-16 专项设施复建区弃渣场特性表

建设工程	弃渣场名称	弃渣场位置	弃渣场类型	占地面积 (hm ²)	堆渣量 (万 m ³)	弃渣场 容量万 m ³)	堆渣最 大高度 (m)	堆渣方案	弃渣场 级别	拦挡 工程	拦挡 工程 建筑 物级 别	渣场失事 对主体工 程或环境 造成的危 害程度	下游 1000 m 敏 感目 标
移民安置及专项复建区	ZX-1#弃渣场	2号路第一段机耕道中段平地	平地型	0.99	3.80	3.90	7.5	堆渣坡比 1:3, 高程每隔 3m 处设一 2m 宽马道	5	挡渣墙	5	无危害	无
	ZX-2#弃渣场	2号路第一段机耕道终端	平地型 (填坑)	0.54	3.10	3.25	9	充填洼地后超出地面 1m, 堆渣坡比 1:3	5	-	-	无危害	无
	ZX-3#弃渣场	距 2 号路第一段机耕道终端约 0.4km	平地型 (填坑)	0.87	4.30	4.40	9	充填洼地后超出地面 2m, 堆渣坡比 1:3	5	-	-	无危害	无
	ZX-4#弃渣场	1 号路第一段等外道路起始位置缓坡地带	坡地型	0.96	3.70	3.80	8	堆渣坡比 1:3, 高程每隔 5m 处设一 2m 宽马道	5	挡渣墙	5	无危害	无
	ZX-5#弃渣场	1 号路第一段等外道路中段缓坡地带	坡地型	0.5	2.30	2.45	8	堆渣坡比 1:3, 高程每隔 5m 处设一 2m 宽马道	5	挡渣墙	5	无危害	无
合计				3.86	17.20	17.80							

本方案选取专项复建区 2 处典型弃渣场逐一进行拦挡工程及排水工程设计，典型弃渣场为 ZX-1#弃渣场、ZX-3#弃渣场。

(1) 工程措施

1) ZX-1#弃渣场

①土地整治工程

ZX-1#弃渣场占地面积 0.99 hm²，占地类型全部为耕地。施工结束后耕地需由主体工程进行复耕，计入建设征地补偿投资，不计入水土保持措施量。

②拦挡工程

ZX-1#弃渣场为平地型弃渣场，最大堆渣高度 7.5m。墙顶以上堆渣边坡坡比 1:3，在渣场坡脚修建浆砌石挡渣墙，拦挡长度 29m。挡渣墙采用 M10 浆砌石砌筑，墙体高 1.5m，基础埋深 0.5m，顶宽 0.5m，面坡铅直，背坡坡度 1:0.5，墙身设 $\phi 10\text{cm}$ PVC 排水管，比降 5%，向下游倾斜，排水管水平间距为 2m，梅花型布置。沿墙线方向隔 10m 设置一道伸缩缝，缝宽 2cm，缝内填充低发泡聚乙烯闭孔泡沫塑料接缝板（L-600）。ZX-1#弃渣场拦挡工程尺寸见下表。

表9.2-17 ZX-1#弃渣场挡渣墙尺寸表

弃渣场	墙高	顶宽	底宽	面坡	墙趾（肿） 台阶高度 (m)	墙趾（肿） 台阶宽度 (m)
	(m)	(m)	(m)			
ZX-1#弃渣场	1.5	0.5	2.0	铅直	0.5	0.5

③排水工程

为防止降雨及坡面汇水冲刷渣面，在 ZX-1#弃渣场周边沿等高线修建浆砌石截排水沟，截排水沟采用梯形断面，长度 393m。截水沟计算方法同枢纽工程区弃渣场，计算结果见下表。

表9.2-18 ZX-1#弃渣场截水沟计算表

项目	最大汇 水面积 F (km ²)	最大洪 峰流量 Q (m ³ /s)	过水断面尺寸			过水面 积 (m ²)	流速 (m/s)	底坡	试算洪峰流 量 (m ³ /s)
			底宽 (m)	深 (m)	坡 比				
ZX-1# 弃渣场	0.06	1.00	0.7	0.6	0.5	0.60	1.77	0.01	1.06

经计算，所设截水沟断面过水流量满足要求。截水沟采用梯形断面，浆砌石衬砌厚度 0.3m，考虑安全超高 0.2m，ZX-1#弃渣场截水沟尺寸为底宽 0.7m，高 0.8m，边坡系数 0.5。

1) ZX-3#弃渣场

①土地整治工程

ZX-3#弃渣场占地面积 0.87 hm^2 ，占地类型全部为耕地。施工结束后耕地需由主体工程进行复耕，计入建设征地补偿投资，不计入水土保持措施量。

②拦挡工程

ZX-3#弃渣场为平地型（填坑）弃渣场，最大堆渣高度 9m。堆渣填充洼地高程区间 1403~1411m，洼地填充结束后超出地面 1m，渣顶高程 1412m。地面以上堆渣边坡坡比 1:3，无需设置挡渣墙。

③排水工程

为防止降雨及坡面汇水冲刷渣面，在 ZX-3#弃渣场周边沿等高线修建浆砌石截排水沟，截排水沟采用梯形断面，长度 410m。截水沟计算方法同枢纽工程区弃渣场，计算结果见下表。

表9.2-19 ZX-3#弃渣场截水沟计算表

项目	最大汇水面积 $F (\text{km}^2)$	最大洪峰流量 $Q (\text{m}^3/\text{s})$	过水断面尺寸			过水面积 (m^2)	流速 (m/s)	底坡	试算洪峰流量 (m^3/s)
			底宽 (m)	深 (m)	坡比				
ZX-1#弃渣场	0.03	0.43	0.6	0.5	0.5	0.32	1.43	0.01	0.46

经计算，所设截水沟断面过水流量满足要求。截水沟采用梯形断面，浆砌石衬砌厚度 0.3m，考虑安全超高 0.2m，ZX-3#弃渣场截水沟尺寸为底宽 0.7m，高 0.6m，边坡系数 0.5。

专项设施复建区弃渣场水土保持措施量见表 9.2-20。

表9.2-20 专项设施复建区弃渣场水土保持措施工程量

工程分区	水土保持措施			单位	ZX-1# 弃渣场	ZX-2# 弃渣场	ZX-3# 弃渣场	ZX-4# 弃渣场	ZX-5# 弃渣场	合计	
专项复建区弃渣场	工程措施	表土剥离		m ³					2700	2700	
		表土回填		m ³					2700	2700	
		土地平整		hm ²					0.5	0.5	
		浆砌石挡墙	长度	m	29				185	160	374
			土方开挖	m ³	77				492	425	994
			土方回填	m ³	35				224	194	452
			M7.5 浆砌石	m ³	55				350	302	707
			PVC 排水管	m	12				79	68	159
			碎石垫层	m ³	7				44	38	89
			闭孔塑料板	m	31				200	173	404
			截水沟	长度	m	393	290	410	240	176	1509
		土方开挖		m ³	959	708	1001	586	430	3683	
		土方回填		m ³	192	142	200	117	86	737	
		M7.5 浆砌石		m ³	437	323	456	267	196	1679	
		碎石垫层		m ³	153	113	159	93	68	587	
	植物措施	绿化面积		hm ²					0.5	0.5	
		灌木	马桑	株					2333	2333	
		草籽	结缕草	hm ²					0.25	0.25	
			狗牙根	hm ²					0.25	0.25	
		临时措施	袋装土拦挡	长度	m					131	131
	袋装土拦挡		方量	m ³					111	111	
	密目网		m ²					1220	1220		

9.2.8 水库淹没区

水库蓄水后在库区范围内会形成孤岛，孤岛面积为 23.72hm²，其中耕地面积 2.03hm²，林地面积 21.65 hm²，交通运输用地 0.04 hm²。

(1) 工程措施

本方案考虑在孤岛形成前，将范围内的交通道路进行拆除，拆除的石渣运往弃渣场。为后期恢复植被，将拆除区域和现有耕地区域进行土地平整后栽植乔灌木进行绿化，林地区域保持现状即可。孤岛区需进行土地平整 2.07hm²。

(2) 植物措施

孤岛林地面积为 21.65 hm²，施工结束后保留现状林地。林地以外区域平整结束后栽植乔灌木进行绿化，绿化面积 2.07hm²。乔木选择旱冬瓜，株行距 3m×3m，

灌木选择马桑，株行距 $1.5\text{m} \times 1.5\text{m}$ ，草种选择结缕草、狗牙根，混播比例 1:1，撒播量为 $70\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

表9.2-21 水库淹没区水土保持措施工程量

工程措施	土地整治	土地平整	hm2	2.07
植物措施	乔木	旱冬瓜	株	2417
	灌木	马桑	株	9666
	撒播草籽	结缕草	hm2	1.04
		狗牙根	hm2	1.04

9.3 输水工程区水土保持措施设计

9.3.1 主体工程区

(1) 输水建筑物区

输水工程建筑物包括沿线泵站及厂区、调蓄水池、输水隧洞以及管桥、阀井等附属建筑物。输水工程区永久管理用房均布置在沿线各泵站厂区内。

为防止坡面汇水对建筑物造成威胁，主体工程已考虑在泵站、调蓄水池、隧洞洞脸等输水线路建筑物周围修建浆砌石排水沟，排水沟采用梯形断面，尺寸为 $0.4\text{m} \times 0.5\text{m}$ ，边坡 1:1。排水沟共长 1235m。本方案补充以下措施：

1) 泵站及厂区

①工程措施

施工前，对建筑物占地区域进行表土剥离，剥离量 6383 m^3 。施工结束后，将表土回覆至泵站厂区内可绿化区域并进行土地平整，覆土厚度约 0.3m，平整面积 1.97hm^2 。

②植物措施

为改善厂区办公环境，本方案在泵站厂区内进行绿化美化。采用种乔灌草相结合的配置方式，厂区绿化面积 1.97hm^2 。乔木树种选用云南樟、罗汉松，株行距 $3\text{m} \times 3\text{m}$ ，需云南樟 1149 株、罗汉松 1149 株；灌木选用火棘、三角梅，株行距 $3\text{m} \times 3\text{m}$ ；草种选用结缕草、狗牙根，混播比例 1:1，撒播密度 $70\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

2) 隧洞洞脸

在输水隧洞洞脸处采用挂植生毯护坡，以供植被恢复，绿化面积 0.27hm^2 。

3) 调蓄水池等建筑物

施工前，对调蓄水池、阀井等建筑物占地区域进行表土剥离，剥离量 44246 m^3 。施工结束后，将表土回覆至建筑物周边可绿化区域种植灌木并播撒草籽进行绿化，绿化面积 13.27hm^2 ，灌木选择火棘、三角梅，株行距 $1.5\text{m} \times 1.5\text{m}$ ；草种选择结缕草、狗牙根，混播比例 1:1，撒播量为 $70\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

(2) 管线区

1) 工程措施

管线区占地类型主要为耕地、林地。耕地部分需由主体工程进行复耕，计入建设征地补偿投资，不计入水土保持措施量。

主体工程管线开挖采用分层开挖的方式，开挖土石方临时堆放于沿线一侧，临时堆土横断面为梯形，堆高 2m，顶宽 2m，边坡 1:1.5。建议顶部熟土开挖后应与深层土分开堆放，以供植被恢复用。施工结束后分层回填土层，并进行土地平整，土地平整面积 55.79hm²。

2) 植物措施

根据主体工程设计管线剖面，管线作业面两侧地形较为陡峭，难以栽植乔木，方案考虑工程施工完毕对管线占地范围进行土地平整后，在埋管上方区域播撒草籽，两侧区域可栽植浅根系灌木进行绿化，灌木选择马桑，株行距 1.5m×1.5m，需马桑 156218 株；草种选择结缕草、狗牙根，混播比例 1:1，撒播量为 70kg/hm²。

3) 临时措施

施工期间，为防止剥离堆土及开挖料发生滑塌流失，对管线两侧临时堆土采用袋装土进行拦挡，土方堆高小于 3m，堆土边坡为 1:2，编织袋墙分层错位堆砌，按“品”字形紧密排列，袋高 1m，顶宽 0.5m，边坡 1:0.5，并铺设密目网。需袋装土 34112m³，密目网 83600m²。

表9.2-22 输水工程区水土保持措施工程量

工程分区		水土保持措施		单位	工程量	
主体工程区	输水建筑物区	工程措施	表土剥离		m ³	50629
			表土回填		m ³	50629
			土地平整		hm ²	15.24
		植物措施	绿化面积		hm ²	15.24
			乔木	云南樟	株	1149
				罗汉松	株	1149
			灌木	火棘	株	35556
				三角梅	株	35556
			草籽	结缕草	hm ²	7.62
				狗牙根	hm ²	7.62
			植生毯护坡		hm ²	0.27
	管线区	工程措施	土地平整		hm ²	55.79
		植物措施	绿化面积		hm ²	55.79
			灌木	马桑	株	156218
			草籽	结缕草	hm ²	27.90
				狗牙根	hm ²	27.90
		临时措施	袋装土拦挡	长度	m	41800
方量				m ³	35112	
密目网		m ²	83600			

9.3.2 弃渣场区

输水工程区共布置 13 处弃渣场，均沿管线附近布置，弃渣量共 80.20 万 m³（松方），占地面积共 35.69hm²。其中 9 处为平地型弃渣场，3 处为坡地型渣场，1 处为沟道型渣场，占地类型为耕地和林地。

根据输水工程各线路方向的弃渣场类型及规模，选取 4 处典型弃渣场进行拦挡工程及排水工程设计。典型弃渣场分别为丘北方向的 QB-2#弃渣场，砚山方向的 YS-1#、YS-5#弃渣场，以及珠琳方向的 ZL-3#弃渣场，本方案对输水工程典型弃渣场进行逐一设计。

（1）工程措施

1) 线路 QB-2#弃渣场

①土地整治工程

QB-2#弃渣场占地面积 7.19 hm²，占地类型全部为耕地。施工结束后耕地需由主体工程进行复耕，计入建设征地补偿投资，不计入水土保持措施量。

②拦挡工程

QB-2#弃渣场位于山间平缓地带，为平地型弃渣场，最大堆渣高度 8m。墙顶以上堆渣边坡坡比 1:3，在渣场西侧和南侧坡脚修建浆砌石挡渣墙，拦挡长度 61m。挡渣墙采用 M10 浆砌石砌筑，墙体高 1.5m，基础埋深 0.5m，顶宽 0.5m，面坡铅直，背坡坡度 1:0.5，墙身设 $\phi 10\text{cm}$ PVC 排水管，比降 5%，向下游倾斜，排水管水平间距为 2m，梅花型布置。沿墙线方向隔 10m 设置一道伸缩缝，缝宽 2cm，缝内填充低发泡聚乙烯闭孔泡沫塑料接缝板（L-600）。QB-2#弃渣场拦挡工程尺寸见下表 9.2-23。

QB-2#弃渣场南侧发育一处落水洞，落水洞宽约 1.8m，高约 1.0m，方案采取洞口堆砌铅丝石笼措施，以防渣土落入洞口。共需铅丝石笼 14m³。

表9.2-23 QB-2#弃渣场挡渣墙尺寸表

弃渣场	墙高	顶宽	底宽	面坡	墙趾（肿） 台阶高度 （m）	墙趾（肿） 台阶宽度 （m）
	（m）	（m）	（m）			
QB-2#弃渣场	1.5	0.5	2.0	铅直	0.5	0.5

③排水工程

为防止降雨及坡面汇水冲刷渣面，在 QB-2#弃渣场周边沿等高线修建浆砌石

截排水沟，截排水沟采用梯形断面，长度 1448m。截水沟计算方法同枢纽工程区弃渣场，计算结果见下表。

表9.2-24 QB-2#弃渣场截水沟计算表

项目	最大汇水面积 F (km ²)	最大洪峰流量 Q (m ³ /s)	过水断面尺寸			过水面积 (m ²)	流速 (m/s)	底坡	试算洪峰流量 (m ³ /s)
			底宽 (m)	深 (m)	坡比				
QB-2#弃渣场	0.161	2.48	0.9	0.7	0.5	0.887	2.80	0.01	2.52

经计算，所设截水沟断面过水流量满足要求。截水沟采用梯形断面，浆砌石衬砌厚度 0.3m，考虑安全超高 0.2m，QB-2#弃渣场截水沟尺寸为底宽 0.9m，高 0.9m，边坡系数 0.5。

2) 线路 YS-1#弃渣场

①土地整治工程

YS-1#弃渣场占地面积 2.10 hm²，其中耕地面积 1.05 hm²，林地面积 1.05 hm²。施工结束后耕地需由主体工程进行复耕，计入建设征地补偿投资，不计入水土保持措施量。堆渣前，对弃渣场林地区域进行表土剥离，表土剥离量 3393m³。施工结束后回填表土并进行土地平整，表土回填量 3393m³，平整面积 1.05hm²。

②拦挡工程

YS-1#弃渣场为沟道型弃渣场，最大堆高 13.5m，堆渣边坡坡比 1:3，在沟口处坡脚修建浆砌石挡渣墙，拦挡长度 27m。挡渣墙采用 M10 浆砌石砌筑，墙体高 2.0m，基础埋深 0.5m，顶宽 0.5m，面坡铅直，背坡坡比 1:0.8，墙身设 Φ10cmPVC 排水管，比降 5%，向下游倾斜，排水管水平间距为 2m，垂直间距为 0.8m，梅花型布置。沿墙线方向隔 10m 设置一道伸缩缝，缝宽 2cm，缝内填充低发泡聚乙烯闭孔泡沫塑料接缝板（L-600）。YS-1#弃渣场拦挡工程尺寸见下表 9.2-25。

表9.2-25 YS-1#弃渣场拦挡工程尺寸表

弃渣场	墙高	顶宽	底宽	面坡	墙趾（肿） 台阶高度 (m)	墙趾（肿） 台阶宽度 (m)
	(m)	(m)	(m)			
YS-1#弃渣场	2	0.5	2.7	铅直	0.5	0.5

③排水工程

为防止降雨及坡面汇水冲刷渣面并及时排导沟道汇水，在 YS-1#弃渣场周边沿等高线修建浆砌石截排水沟，截排水沟采用梯形断面，长度 541m。排水计算结果见下表。

表9.2-26 YS-1#弃渣场截排水沟计算表

项目	最大汇水面积 F (km ²)	最大洪峰流量 Q (m ³ /s)	过水断面尺寸			过水面积 (m ²)	流速 (m/s)	底坡	试算洪峰流量 (m ³ /s)
			底宽 (m)	深 (m)	坡比				
YS-1#弃渣场	0.089	1.44	0.7	0.6	0.5	0.590	2.44	0.01	1.50

经计算，所设截水沟断面过水流量满足要求。截水沟采用梯形断面，浆砌石衬砌厚度 0.3m，考虑安全超高 0.2m，YS-1#弃渣场截水沟尺寸为底宽 0.7m，高 0.8m，边坡系数 0.5。

3) 线路 YS-5#弃渣场

YS-5#弃渣场面积 4.23hm²，所在地形为一处山间凹地，高程范围 1520~1525m，堆渣后渣顶高程约为 1524m，不超过周边地面，为平地型（填坑）弃渣场，根据实际地形情况不再考虑挡渣墙及排水措施。

①土地整治工程

YS-5#弃渣场占地面积 4.23hm²，其中耕地面积 2.07 hm²，林地面积 2.16 hm²。施工结束后耕地部分需由主体工程进行复耕，计入建设征地补偿投资，不计入水土保持措施量。堆渣前，对弃渣场占地类型为林地区域进行表土剥离，表土剥离量 6985m³。施工结束后回填表土并进行土地平整，表土回填量 6985m³，平整面积 2.16hm²。

②拦挡工程

YS-5#弃渣场东北角发育一处落水洞，落水洞口外大内小，宽约 0.5m，高约 1.0m，方案采取洞口堆砌铅丝石笼措施，以防渣土落入洞口。共需铅丝石笼 3m³。

4) 线路 ZL-3#弃渣场

①土地整治工程

ZL-3#弃渣场占地面积 2.58 hm²，占地类型全部为耕地。施工结束后耕地需由主体工程进行复耕，计入建设征地补偿投资，不计入水土保持措施量。

②拦挡工程

ZL-3#弃渣场为坡地型弃渣场，最大堆高 6.5m，堆渣边坡 1:3，在堆渣坡脚修建浆砌石挡渣墙，拦挡长度 603m。挡渣墙采用 M10 浆砌石砌筑，墙体高 2.0m，基础埋深 0.5m，顶宽 0.5m，面坡铅直，背坡坡度 1:0.8，墙身设 $\phi 10\text{cm}$ PVC 排水管，比降 5%，向下游倾斜，排水管水平间距为 2m，垂直间距为 0.8m，梅花型布置。沿墙线方向隔 10m 设置一道伸缩缝，缝宽 2cm，缝内填充低发泡聚乙烯闭孔泡沫塑料接缝板（L-600）。ZL-3#弃渣场拦挡工程尺寸见下表。

表9.2-27 ZL-3#弃渣场拦挡工程尺寸表

弃渣场	墙高	顶宽	底宽	面坡	墙趾(肿) 台阶高度 (m)	墙趾(肿) 台阶宽度 (m)
	(m)	(m)	(m)			
ZL-3#弃渣场	2	0.5	2.7	铅直	0.5	0.5

③排水工程

为防止降雨及坡面汇水冲刷渣面并及时排导沟道汇水，在 ZL-3#弃渣场周边沿等高线修建浆砌石截排水沟，截排水沟采用梯形断面，长度 755m。排水计算结果见下表。

表9.2-28 ZL-3#弃渣场排水沟计算表

项目	最大汇水面积 F (km ²)	最大洪峰流量 Q (m ³ /s)	过水断面尺寸			过水面积 (m ²)	流速 (m/s)	底坡	试算洪峰流量 (m ³ /s)
			底宽 (m)	深 (m)	坡比				
ZL-3#弃渣场	0.194	3.46	1.0	0.8	0.5	1.138	3.04	0.01	3.52

经计算，所设截排水沟断面过水流量满足要求。截排水沟采用梯形断面，浆砌石衬砌厚度 0.3m，考虑安全超高 0.2m，ZL-3#弃渣场截排水沟尺寸为底宽 1.0m，高 1.0m，边坡系数 0.5。

输水工程 13 处弃渣场包括坡地型弃渣场 3 处、沟道型弃渣场 1 处、平地型弃渣场处，根据典型弃渣场设计估算，输水工程弃渣场浆砌石挡渣墙拦挡长度共计 1915m，浆砌石截水沟长度共计 7917m，马道排水沟长度共计 1394m。

(2) 植物措施

施工完毕后，对输水工程弃渣场占地类型为林地区域进行植被恢复，绿化面积 3.71hm²。栽植乔木、灌木并播撒草籽，乔木选择旱冬瓜，株行距 3m×3m，灌木选择马桑，株行距 1.5m×1.5m，共需旱冬瓜 4331 株，马桑 17326 株；草种选择结缕草、狗牙根，混播比例 1:1，撒播量为 70kg/hm²。

(3) 临时措施

为防止剥离堆土发生滑塌流失，在施工过程中用编织袋装土堆砌在土体外侧坡脚进行挡护，土方堆高小于 3m，堆土边坡为 1:2，编织袋墙分层错位堆砌，按“品”字形紧密排列，袋高 1m，顶宽 0.5m，边坡 1: 0.5，并铺设密目网。需袋装土 913m³，密目网 41374m²。

输水工程区典型弃渣场工程量见表 9.2-29，弃渣场工程量总表见表 9.2-30。

表9.2-29 输水工程区典型弃渣场水土保持措施工程量

工程分区	水土保持措施		单位	QB-2# 弃渣场	YS-1# 弃渣场	YS-5# 弃渣场	ZL-3# 弃渣场	合计
输水工程 区典型弃 渣场	工程措施	表土剥离	m ³		3393	6985		10379
		表土回填	m ³		3393	6985		10379
		土地平整	hm ²		1.05	2.16		3.20
		浆砌石 挡墙	长度	m	61	25	603	689
			土方开挖	m ³	179	78	1882	2139
			土方回填	m ³	92	38	906	1036
			M7.5 浆砌石	m ³	116	66	1588	1770
			PVC 排水管	m	28	25	575	628
			碎石垫层	m ³	14	6	160	180
			闭孔塑料板	m	12	5	121	138
		截水沟	长度	m	1448	541	755	2744
			土方开挖	m ³	5634	1761	3344	10739
			土方回填	m ³	1179	392	684	2255
			M7.5 浆砌石	m ³	1822	607	1029	3458
			碎石垫层	m ³	638	214	360	1212
			水泥砂浆抹面	m ²	6073	2022	3430	11525
		马道排 水沟	长度	m	384	152	602	1138
			土方开挖	m ³	559	221	878	1658
			土方回填	m ³	141	56	221	418
			M7.5 浆砌石	m ³	261	104	409	774
			碎石垫层	m ³	54	22	84	160
		铅丝石笼		m ³	14		3	17
	植物措施	绿化面积		hm ²		1.05	2.16	3.20
		乔木	旱冬瓜	株		1222	2515	3737
		灌木	马桑	株		4888	10061	14949
		草籽	结缕草	hm ²		0.52	1.08	1.60
			狗牙根	hm ²		0.52	1.08	1.60
	临时措施	袋装土 拦挡	长度	m	223	113	160	629
			方量	m ³	187	95	112	528
		密目网		m ²	6958	1779	3572	14805

表9.2-30 输水工程区弃渣场水土保持措施工程量

工程分区	水土保持措施			单位	工程量
输水工程 区弃渣场	工程措施	表土剥离		m ³	12029
		表土回填		m ³	12029
		土地平整		hm ²	3.71
		浆砌石挡墙	长度	m	1915
			土方开挖	m ³	5945
			土方回填	m ³	2879
			M7.5 浆砌石	m ³	4920
			PVC 排水管	m	1745
			碎石垫层	m ³	500
			闭孔塑料板	m	383
			截水沟	长度	m
		土方开挖		m ³	30984
		土方回填		m ³	6506
		M7.5 浆砌石		m ³	9977
		碎石垫层		m ³	3497
		水泥砂浆抹面		m ²	11525
		马道排水沟	长度	m	1394
			土方开挖	m ³	2031
			土方回填	m ³	512
			M7.5 浆砌石	m ³	948
			碎石垫层	m ³	196
			水泥砂浆抹面	m ²	
		铅丝石笼	方量	m ³	69
	植物措施	绿化面积		hm ²	3.71
		乔木	旱冬瓜	株	4331
		灌木	马桑	株	17326
		草籽	结缕草	hm ²	1.86
			狗牙根	hm ²	1.86
	临时措施	袋装土拦挡	长度	m	1087
			方量	m ³	913
		密目网		m ²	41374

9.3.3 施工生产生活区

(1) 施工生产生活区

输水工程区施工生产生活区面积共 9.20hm²，其中占用耕地 8.11hm²，林地 1.09hm²。

1) 工程措施

施工生产生活区耕地部分需由主体工程进行复耕，计入建设征地补偿投资，不计入水土保持措施量。施工前对混凝土拌合系统、砂石加工系统等硬化场地进行表土剥离，剥离厚度 30cm，剥离量 3545m³。施工结束后需对施工生产生活区扰动区域进行翻耕平整并将剥离表土回填，平整面积 1.09hm²。

2) 植物措施

施工完毕后对扰动区域进行植被恢复，栽植乔灌木并撒播草籽。绿化面积 1.09hm²，乔木选择旱冬瓜，株行距 3m×3m，需旱冬瓜 1276 株；灌木选择马桑，株行距 1.5m×1.5m，需马桑 5105 株；草种选择结缕草、狗牙根，混播比例 1:1，撒播量为 70kg/hm²。

3) 临时措施

临时排水沟：在施工生产生活区四周开挖排水沟，排水沟采用梯形断面，土质结构，尺寸 0.4m×0.4m，边坡 1:1，排水沟长度 1948m。

临时拦挡：施工期间为防止堆土流失，在主体剥离表土四周用装土编织袋进行临时拦挡并铺设密目网，土方堆高小于 3m，堆土边坡为 1:2，编织袋墙分层错位堆砌，按“品”字形紧密排列，袋高 1m，顶宽 0.5m，边坡 1: 0.5，并铺设密目网。需袋装土 826m³，密目网 33874m²。

表9.2-31 施工生产生活区水土保持措施工程量

工程分区	水土保持措施			单位	工程量
施工生产 生活区	工程措施	表土剥离		m ³	3545
		表土回填		m ³	3545
		土地平整		hm ²	1.09
	植物措施	绿化面积		hm ²	1.09
		乔木	旱冬瓜	株	1276
		灌木	马桑	株	5105
		草籽	结缕草	hm ²	0.55
			狗牙根	hm ²	0.55
		临时措施	排水沟	长度	m
	土方开挖			m ³	524
	袋装土拦 挡		长度	m	984
			方量	m ³	826
密目网			m ²	33874	

(2) 临时堆料场

输水工程沿线设置临时堆料场，占地面积 85.63hm²，其中占用耕地 65.69hm²，园地 2.55hm²。

1) 工程措施

施工结束后,耕地和园地部分需由主体工程进行复耕,计入建设征地补偿投资,不计入水土保持措施量。对临时堆料场耕地和园地以外的区域进行土地平整并恢复植被,平整面积 17.40hm^2 。

2) 植物措施

施工完毕后对临时堆料场进行植被恢复,绿化面积 17.40hm^2 。栽植乔灌木并播撒草籽,乔木选择旱冬瓜,株行距 $3\text{m}\times 3\text{m}$,灌木选择马桑,株行距 $1.5\text{m}\times 1.5\text{m}$;草种选择结缕草、狗牙根,混播比例 1:1,撒播量为 $70\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

3) 临时措施

临时排水沟:在临时堆料场四周开挖排水沟,排水沟采用梯形断面,土质结构,尺寸 $0.4\text{m}\times 0.4\text{m}$,边坡 1:1,排水沟长度 4442m。

临时拦挡:施工期间,在临时堆料场四周采用袋装土拦挡,表面采用密目网苫盖,堆土边坡为 1:2,编织袋墙分层错位堆砌,按“品”字形紧密排列,袋高 1m,顶宽 0.5m,边坡 1:0.5。

表9.2-32 施工生产生活区水土保持措施工程量

工程分区	水土保持措施		单位	工程量
临时堆料场	工程措施	土地平整	hm^2	17.40
	植物措施	绿化面积	hm^2	17.40
		乔木	株	20296
		旱冬瓜	株	81184
		灌木	株	81184
		马桑	株	81184
	草籽	结缕草	hm^2	8.70
		狗牙根	hm^2	8.70
	临时措施	排水沟	长度	m
			土方开挖	m^3
				1194
		袋装土拦挡	长度	m
			方量	m^3
				3109
	密目网		m^2	345266

9.3.4 交通道路区

输水工程区新建永久道路共 25.5km,为沥青混凝土路面;场内施工临时道路共 215.6km,为泥结碎石路面。输水工程区交通道路主要连接当地土路及输水隧洞进出口、施工支洞、弃渣场、施工生产生活区等。

(1) 永久道路区

1) 工程措施

施工前,对硬化路面区域进行表土剥离以供后期绿化,表土剥离量 63910m^3 ,施工结束后,将剥离表土回覆至道路两侧绿化区域,施工结束后对永久道路两侧进行土地平整,平整面积 18.25hm^2 。

2) 植物措施

输水工程永久道路主要为泵站对外交通路及出水池、隧洞检修路。在永久路两侧各栽植一排行道树,树种选用开花乔木山合欢,株距 3m ,共需山合欢 14490 株,在道路挖方边坡采用挂植生毯护坡,面积 0.91hm^2 。道路填方边坡沿线栽植油麻藤并播撒草籽,油麻藤栽植株距 1m ,共需 36225 株,播撒草籽,草种选择结缕草、狗牙根,混播比例 $1:1$,撒播量为 $70\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

3) 临时措施

临时拦挡:对剥离表土及临时道路开挖边坡采用装土编织袋进行临时拦挡,土方堆高小于 3m ,堆土边坡为 $1:2$,编织袋墙分层错位堆砌,按“品”字形紧密排列,袋高 1m ,顶宽 0.5m ,边坡 $1:0.5$,需袋装土 537m^3 ,并铺设密目网苫盖。

(2) 临时道路区

1) 工程措施

临时道路区耕地部分需由主体工程进行复耕,计入建设征地补偿投资,不计入水土保持措施量。施工结束后,对耕地以外临时道路扰动区域进行土地平整,平整面积 20.00hm^2 。

2) 植物措施

施工结束后临时道路恢复迹地,栽植乔灌木绿化,绿化面积 20.00hm^2 。乔木选择旱冬瓜,栽植密度 $3\text{m}\times 3\text{m}$,需旱冬瓜 23328 株;灌木选择马桑,栽植密度 $1.5\text{m}\times 1.5\text{m}$,需马桑 93312 株;草种选择结缕草、狗牙根,混播比例 $1:1$,撒播量为 $70\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

3) 临时措施

临时排水沟:在施工临时道路两侧开挖排水沟,排水沟采用梯形断面,土质结构,尺寸 $0.4\text{m}\times 0.4\text{m}$,边坡 $1:1$ 。排水沟长度共 195000m 。

临时拦挡:在耕地剥离表土四周采用装土编织袋进行临时拦挡,土方堆高小于 3m ,堆土边坡为 $1:2$,编织袋墙分层错位堆砌,按“品”字形紧密排列,袋高 1m ,

顶宽 0.5m，边坡 1: 0.5，需袋装土 1152m³，并铺设密目网苫盖。

围栏防护：施工期为防止山区道路土石方滚落，需对道路下边坡设置彩钢板防护，拦挡长度约 19500m，需彩钢板 22035m²。

表9.2-33 交通道路区水土保持措施工程量

工程分区		水土保持措施			单位	工程量	
交通道路区	永久道路	工程措施	表土剥离		m ³	63910	
			表土回填		m ³	63910	
			土地平整		hm ²	18.25	
		植物措施	绿化面积		hm ²	18.25	
			挂植生毯护坡		hm ²	0.91	
			乔木	山合欢	株	14490	
			藤本	油麻藤	株	36225	
			草籽	结缕草	hm ²	9.13	
				狗牙根	hm ²	9.13	
			临时措施	袋装土拦挡	长度	m	640
					方量	m ³	537
		密目网		m ²	28632		
	临时道路	工程措施	土地平整		hm ²	20.00	
		植物措施	绿化面积		hm ²	20.00	
			乔木	旱冬瓜	株	23328	
			灌木	马桑	株	93312	
			草籽	结缕草	hm ²	10.00	
				狗牙根	hm ²	10.00	
		临时措施	排水沟	长度	m	195000	
				土方开挖	m ³	52416	
			袋装土拦挡	长度	m	1371	
				方量	m ³	1152	
			密目网		m ²	65786	
			围栏防护	长度	m	19500	
				面积	m ²	22035	

10 水土保持施工组织设计

10.1 工程量汇总

方案新增水土流失防治措施工程量为：

(1) 工程措施

土地平整 212.08hm^2 ，表土剥离 17.73 万 m^3 ，表土回填 26.53 万 m^3 ，浆砌石挡墙 2282m，排渗盲管 18720m，铅丝石笼 69m^3 ，截排水沟 38555m。

(2) 植物措施

绿化面积 212.08hm^2 ，栽植乔木 161116 株，栽植灌木 620550 株，栽植攀援植物 59640 株，栽植绿篱 326 延米，挂镀锌铁丝网喷播植草(植生毯)护坡 6.16hm^2 ，撒播草籽 15543kg，满铺草坪 0.46hm^2 。

(3) 临时措施

临时排水沟 218739m，袋装土 45158m^3 ，密目网 713580m^2 ，围栏防护 26239m^2 。

表 10.1-1 工程水土保持措施工程量汇总表

水土保持措施		单位	枢纽工程区								输水工程区				合计
			主体工程区	工程永久办公生活区	弃渣场区	料场区	施工生产生活区	交通道路区	移民安置及专项设施改建区	水库淹没区	主体工程区	弃渣场区	施工生产生活区	交通道路区	
工程措施	表土剥离	m ³	480	651			6841	24893	14364		50629	12029	3545	63910	177341
	表土回填	m ³	59992	1134		27991	6841	24893	14364		50629	12029	3545	63910	265328
	土地平整	hm ²	12.74	0.35	3.70	8.64	2.68	38.34	12.08	2.07	71.03	3.71	18.49	38.25	212.08
	浆砌石挡墙	长度	m						374			1915			2289
		土方开挖	m ³						994			5945			6939
		土方回填	m ³						452			2879			3332
		M7.5 浆砌石	m ³						707			4920			5626
		PVC 排水管	m						159			1745			1904
		碎石垫层	m ³						89			500			589
		闭孔塑料板	m						404			383			787
	排渗盲管	m			18720										18720
	铅丝石笼	m ³										69			69
	截排水工程	长度	m			4230	1425		1509			9311			16475
		土方开挖	m ³			16881	1497		3683			33015			55077
		土方回填	m ³			3402	383		737			7018			11540
		石方开挖	m ³				383								383
		M7.5 浆砌石	m ³			5303	2137		1679			10925			20044
		碎石垫层	m ³			1800	743		587			3693			6823
		水泥砂浆抹面	m ²			17676	7126					11525			36327
植物措施	绿化面积	hm ²	12.74	0.35	3.70	8.64	2.68	38.34	12.08	2.07	71.03	3.71	18.49	38.25	212.08
	乔木	云南樟	株	3703	52				1400		1149				6305
		鹅掌楸	株	3703											3703
		清香木	株	3703	52										3756

水土保持措施			单位	枢纽工程区							输水工程区				合计	
				主体工程区	工程永久办公生活区	弃渣场区	料场区	施工生产生活区	交通道路区	移民安置及专项设施改建区	水库淹没区	主体工程区	弃渣场区	施工生产生活区		交通道路区
		海桐	株	3703											3703	
		罗汉松	株		52					1400		1149			2601	
		大叶相思	株		52										52	
		小叶榕	株		52					1400					1452	
		山合欢	株						12530					14490	27020	
		旱冬瓜	株		52	4312	5040	3131	27390	19800	2417	1149	4331	21572	23328	112523
	绿篱	大叶黄杨	延米	58	268										326	
	灌木	红花檵木	株	4798	523					2800					8121	
		三角梅	株	4798	523					2800		35556				43677
		火棘	株	4798								35556				40354
		迎春	株		523					2800						3323
		马桑	株			17248	20158	12964	109561	2333	9666	156218	17326	86290	93312	525076
	挂镀锌铁丝网喷播植草（植生毯）护坡		hm²	2.45					2.53			0.27			0.91	6.16
	藤本	油麻藤	株				4620		18795						36225	59640
	草籽	结缕草	hm²	4.13		1.85	4.32	1.39	19.17	5.44	1.04	35.52	1.86	9.25	19.12	103.07
		狗牙根	hm²	4.13		1.85	4.32	1.39	19.17	5.44	1.04	35.52	1.86	9.25	19.12	103.07
		紫花苜蓿	hm²	4.13						1.20						5.33
	草坪		hm²	0.11	0.35											0.46
临时措施	临时排水沟	长度	m				346	1403	15600				6389	195000	218739	
		土方开挖	m³				93	377	4193				1717	52416	58797	
	围栏防护		m²				678		3526					22035	26239	
	袋装土		m³	671	72		546	956	924	341		35112	913	3936	1689	45158
	密目网		m²	26876	508		6122	34483	40613	6446		83600	41374	379139	94418	713580

10.2 施工条件及布置

10.2.1 施工组织设计原则

(1) 与主体工程相互配合、协调，在不影响主体工程施工的前提下，尽可能利用主体工程创造的水、电、交通等施工条件，减少施工辅助设施；

(2) 按照“三同时”原则，水土保持措施实施进度与主体工程建设进度相适应，及时防治新增水土流失，同时也应考虑植物适宜的移植、播种的季节性要求；

(3) 施工进度安排坚持“保护优先、先拦后弃、及时跟进”的原则，弃渣场先采取拦挡措施，临建工程施工区完工后，按原占地类型及时进行恢复，植物措施在土地整治的基础上尽快适时实施。

10.2.2 施工条件

(1) 交通条件

水土保持工程施工所需交通道路全部利用主体工程施工进场道路及对外交通道路。

(2) 天然建筑材料及施工期水、电供应

水土保持工程所需的天然建筑材料与主体工程使用的料源基本一致，石方可利用主体工程废弃的石料。汽油、柴油及生活用品由当地供应。

施工及生活用水靠主体工程提供的水源点供给。

水土保持工程用电与主体工程施工用电相同。

水土保持工程天然建筑材料与主体工程使用的料源基本一致，

(3) 树种、草种

苗木、草种等可从丘北县、砚山县、广南县苗圃购进，利用汽车运输到现场，平均运距约 25km。

10.2.3 施工布置

场内施工道路主要利用主体工程场内交通道路。水土保持工程施工在主体工程完成之前或完工后施工，场地布置尽量利用工程管理范围、施工临时占地等现有空地，不再另征施工用地。

10.3 施工工艺和方法

10.3.1 工程措施

10.3.1.1 弃渣场防护

(1) 土方开挖

土方开挖为弃渣场挡渣墙基础开挖，采用人工开挖。开挖前，先放线确定开挖的顺序和坡度，采用尖、平头铁锹、铁镐、撬棍等工具进行开挖，开挖后人工削坡。

(2) 土方回填

推土机铺料，蛙式打夯机配合推土机分层压实。

(3) 浆砌石挡墙

施工用石料取自大坝坝基开挖产生的废石料，8~12t 自卸汽车运至工作面附近，人工抬运至砌筑面进行砌筑。砂浆采用灰浆搅拌机拌制，胶轮车运输至砌筑面。

(4) 铅丝石笼

人工组装、安装，封闭及各工序绞合，运石，装填，封口。石料应选用 8-20cm 的坚固密实，耐风化的碎石或卵石，并选用较小碎石填充孔隙。

(5) 排渗盲管

对于凹地弃渣场底部落水洞，本方案采用洞口设置排渗盲管措施以利于排水。选择无砂混凝土管材，无砂混凝土是由骨料、水泥、增强剂、和水拌制而成的一种多孔轻质混凝土，不含细骨料。由粗骨料表面包覆一薄层水泥浆相互粘结而形成孔穴均匀分布的蜂窝状结构，具有透气、透水和重量轻的特点。



无砂混凝土管径 0.5m，管长 1m，施工方法采用人工或机械进行垒砌，形成总直径不小于落水洞洞径的排渗总管，排渗总管最外侧包裹一层土工布，树立于落水洞排水通道顶部。

10.3.1.2 料场防护

(1) 土方开挖

土方开挖为排水沟开挖，采用人工开挖。

(2) 石方开挖

石方开挖为排水沟开挖，采用人工开挖。

(3) 剥离料回填

采用 74kW 推土机直接将剥离料推运至填筑工作面。

10.3.1.3 土地整治工程

(1) 表土剥离

采用以 74kW 推土机机械推土 40m 的方法，将表层土集中推至各区单独堆放。

(2) 表土回填

采用 74kW 推土机直接将剥离土推运至填筑工作面。

(3) 土地平整

1) 主体工程区、弃渣场区、交通道路区

采用 74kW 推土机推平，局部推土机无法进入的边角可采用人工推平，相对高差控制在 30cm。

2) 施工生产生活区

土地平整采用土地平整采用 74kW 推土机推土 40m，拖拉机牵引铧犁上下翻土、打隔挡。

10.3.2 植物措施

(1) 苗木及种子要求

为保证本方植物措施实施时有合适的苗木供应，本项目在进入施工准备期时即向当地苗圃订购所需的苗木。待施工末期实施植物措施时，预定的苗木已培植两年以上，可直接移植至本项目区。

为保障植物成活率，所需乔木为二年生，苗高大于 1.5m，胸径大于 3cm，直根在 40cm 左右的 I 级苗；灌木为二年生、主枝胸径大于 1cm 的 I 级树苗。苗木应满足《主要造林树种苗木》(GB6000-85) 标准所规定的 I 级苗木的要求，苗干通直、色泽正常、顶芽发育饱满、充分木质化、无机械损伤、无病虫害等条件。苗木运输途中，必须采取保湿降温和通风措施，严防日晒。栽植时应做到随起随栽，起苗后因故不能及时栽植，应采取假植措施。

撒播的草籽应是一级种子，种子应做到粒大饱满，无病虫害。

(2) 乔、灌木、藤本种植方法

①苗木假植：大批量苗木运抵后，用湿土及时进行假植。

②保水剂蘸根：栽植前用保水剂蘸根。边蘸根边栽植。

③穴植：穴深度要比苗根深 10cm，根系不能弯曲、打折，后将回填土踩实。

(3) 草籽撒播方法

可采用手摇式播种器，装入草籽后人工撒播。

(4) 草坪种植方式

选择全面整地，满铺草皮，浇水清理。

(5) 挂镀锌铁丝网喷播植草

本方案对主体工程区坝肩及溢洪道边坡采取挂镀锌铁丝网喷播植草措施。该项技术以岩质边坡、瘠薄山地等难以绿化的地块为主要施工对象，其技术特点主要包括：①应用范围广泛，能够针对各种岩石、硬质土、砂质土、贫瘠地、酸性土壤、干旱地带、河岸堤坝等绿化较为困难的地方，采用特殊的材料和喷播机械，培育出理想的木本植物群落系统。能够较快的改善生态景观，一般半年内就能取得良好的绿化效果，两到三年内达到稳定效果，稳定后无需人工养护和干预，自身可以保持植物的自然演替功能，使之形成与周围环境相协调的绿色景观；②喷播形成的土壤培养基具有理想的团粒结构。这种结构既有保水性，又有透气性，适宜于植物生长，能有效的抵御雨蚀和风蚀，同时形成的稳定的植物根系以牢牢的固持土壤，保护边坡上的生长基质，防止边坡水土流失，同时可以达到恢复生态环境、绿化景观等综合效果。该技术主要包括以下工序：

①坡面整治：对于明显存在危岩的凸出易脱落部位，进行击落，可先用电锤或风镐在凸出部位沿坡面钻出孔洞，然后用锤击落。对于明显凹进的地段，进行填补，可用风镐将需填补处凿出麻面，其深度不宜小于 1cm，然后用高压风、水将其冲洗干净，最后用 M7.5 砂浆将其填平。

②安装植生板：在坡面使用风钻钻孔，安装单层植生板。

③铁丝网和锚定的铺设：采用电锤垂直于坡面钻孔，击入锚钉。锚钉采用 $\Phi 14$ 或 $\Phi 16$ 螺纹钢，长度 30cm~60cm 锚固，锚钉间距 $1\text{m} \times 1\text{m}$ 。孔深 20cm~50cm，锚杆外露 10cm。坡体顶部为加强稳定，可用长 60cm 进行加密加长处理。锚钉

稍上倾，与坡面夹角 $95^{\circ}\sim 100^{\circ}$ 坡体部分岩石风化严重处，视情况锚钉进行加长，以锚钉击入坡体后稳定为准。

④喷厚基质：喷植所用设备为一般混凝土喷射机，分基层和表层分别进行。从坡面由上之下进行喷护，先基层后表层，每次喷护单宽 $4\sim 6$ 米，高度 $3\sim 5$ 米。喷播由大于 12 立方的空压机送风，采用干式喷浆法施工。

⑤养护管理：是在喷播（栽植）结束后的头两个月日常进行的给植物浇（洒）水工作。具体是在喷播施工结束后两天内，在基材表面加盖无纺布。一是起到保墒、控温的作用，提高植物种子出芽速度，二是防止植物种子被风吹走和被飞禽啄食，提高植物种子出芽率和成活率。每天需均匀洒水养护。



图 10.3-1 挂镀锌铁丝网厚基质喷播植草施工现场

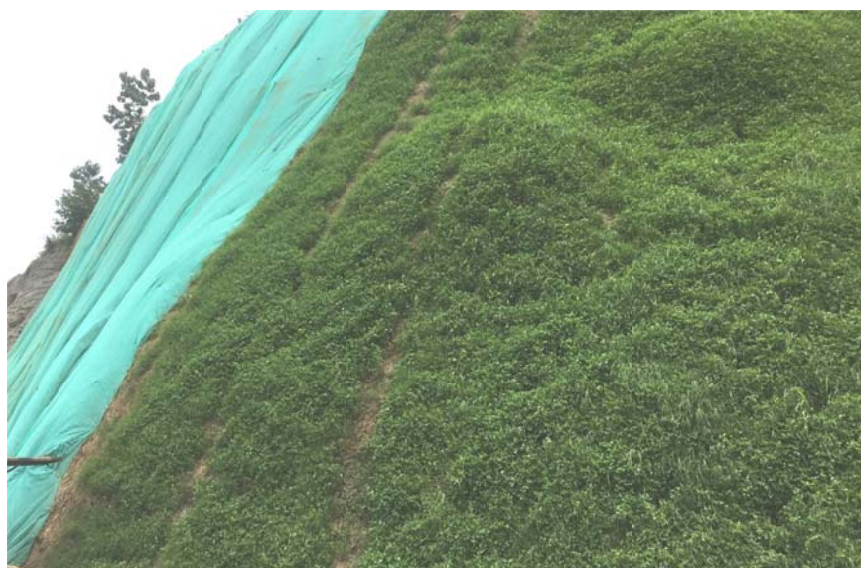


图 10.3-2 喷播后一个月效果

(6) 植生毯铺设方法

本方案对交通道路区边坡采用植生毯护坡措施。植生毯即生态防护毯，为具有高拉伸强度的三维柔性防护体，利用三维结构加强浅根系植物的抓附能力。植生毯具有一定厚度，可覆盖一层腐殖土以供植被生长。其特殊结构与植物根系形成一个整体系统，可限制土壤颗粒运动以防止水土流失，同时可以达到恢复生态环境、绿化景观等综合效果。该技术主要包括以下工序：

①挖掘锚固沟

在边坡顶端及底部开挖锚固沟，锚固沟根据具体地质条件确定尺寸，一般最少为 $30\text{cm} \times 30\text{cm}$ （底宽 $\times$ 深），且保证沟槽距坡顶至少 60cm 距离，在锚固沟底部用 U 型钉固定植生毯。

②铺设及坡面锚固

在锚固沟固定好植生毯后自坡顶滚下。坡面锚固每间隔 1m 梅花形布置，锚固采用 U 型钉直径不得小于 8mm ，长度不小于 70cm 。

③覆土、播撒草籽并施肥

为保障植物根系的生长，需在毯内敷设一层至少 15cm 厚的腐殖土。植生毯铺设好后进行播撒草籽，最后再敷土 5cm 。

④养护管理

播施工结束后两天内，在基材表面加盖无纺布。一是起到保墒、控温的作用，提高植物种子出芽速度，二是防止植物种子被风吹走和被飞禽啄食，提高植物种子出芽率和成活率。每天需均匀洒水养护。

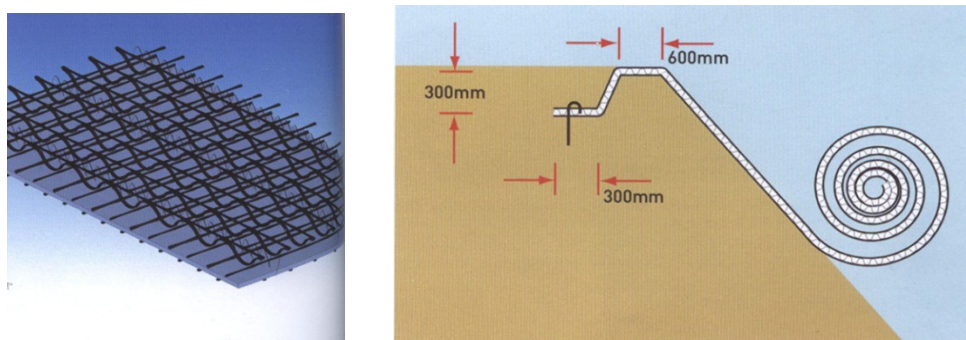


图 10.3-1 植生毯结构及铺设方法示意图



图 10.3-2 植生毯施工现场



图 10.3-3 植生毯铺设效果图

10.3.3 临时措施

(1) 袋装土防护

袋装土土源可利用料场剥离的覆盖层或筛分的细颗粒弃料，人工填装，填装后成“品”字型码放。

(2) 密目网苫盖

人工场内铺盖、搭接，重复搭接的宽度控制在 20cm，在坡脚和重复搭接处压盖块石，每隔 2m 压盖一块块石，块石就近捡集，施工结束后人工移除块石、收回密目网。

10.4 施工进度安排

方案实施进度安排根据工程的施工进度及防治水土流失的轻重缓急配置水土保持措施，并遵循水土保持措施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的“三同时”原则，密切配合施工进行，对建设过程中形成的渣场、裸地地表、开挖面等及时采取工程及植物措施，重点解决新增水土流失的危害，控制弃渣排入河道。

水土保持工程实施进度安排需坚持“保护优先、先拦后弃、及时跟进”的原则，即先工程措施和土地整治措施，后植物措施的原则。临建工程施工区完工后，按原占地类型及时进行恢复，植物措施在土地整治的基础上尽快适时实施。

（1）弃渣场

由于弃渣场水土流失主要发生在弃渣后，为减少弃渣场水土流失的发生，应先挡后弃。

（2）料场

由于料场水土流失主要发生在料场的供料准备期间，因此，对剥离料及时采取临时防护，取料结束后及时将剥离料回填，并进行料场开挖面的平整，为料场自然恢复创造条件。

（3）植物措施

根据项目区气象条件，水土保持植物措施施工准备可在主体工程完成后进行，栽植可安排在春、夏、秋三季进行。

根据施工总进度安排、项目区环境及植物措施实施时间，清水河水利枢纽工程水土保持施工安排与主体工程相配合，并且植物措施在主体施工结束后适宜时段进行。计划在第一年3月与主体工程同时开工，完工时间为第五年2月，施工总工期为48个月。

表 10.4-1 清水河水利枢纽工程水土保持工程实施进度表

项目		第一年				第二年				第三年				第四年				第五年
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1
	主体工程																	
一	施工准备期																	
二	施工期																	
1	大坝枢纽工程																	
	面板堆石坝																	
	电站厂房																	
	溢洪道																	
	过鱼设施																	
2	输水工程																	
三	完建期																	
	水土保持工程																	
一	枢纽工程区																	
1	主体工程区																	
	工程措施																	
	植物措施																	
	临时措施																	
2	弃渣场区																	
	工程措施																	
	植物措施																	
	临时措施																	
3	料场区																	
	工程措施																	
	植物措施																	
	临时措施																	
4	交通道路区																	
	工程措施																	
	植物措施																	
	临时措施																	
5	施工生产生活区																	
	工程措施																	
	植物措施																	
	临时措施																	
6	移民安置及专项																	
	工程措施																	
	植物措施																	
	临时措施																	
二	输水工程区																	
1	主体工程区																	
	工程措施																	
	植物措施																	
	临时措施																	
2	弃渣场区																	
	工程措施																	
	植物措施																	
	临时措施																	
3	交通道路区																	
	工程措施																	
	植物措施																	
	临时措施																	
4	施工生产生活区																	
	工程措施																	
	植物措施																	
	临时措施																	

注：主体工程进度 ——
水土保持工程进度 =====

11 水土保持监测

11.1 监测范围及单元划分

11.1.1 监测目的

(1) 对施工过程中的水土流失进行适时监测和监控。及时掌握施工过程中产生水土流失的时段、数量、部位、强度、影响范围和产生的后果等指标,了解工程区水土流失发展和变化规律以及对生态环境的影响,及时掌握水土保持措施的防治效益情况,以便及时掌握工程水土流失造成的危害,提出相对应的防治对策,监督和评估水土保持方案措施的实施情况和防护效果,充分利用监测成果指导水土流失的防治工作,正确分析评价项目水土保持方案的实施效果,并及时补充完善相应的水土保持设施,最大限度减少水土流失。

(2) 为项目水土保持设施验收提供技术依据,通过对建设过程中的全过程监测,评价项目建设过程中施工准备期、施工期、自然恢复期防治水土流失的效果,确定水土保持效益基础参数,为水土保持验收 6 项防治目标值计算提供支撑。判定是否达到水土保持方案确定的防治目标值,能否通过水土保持专项验收,水土保持设施是否可投入使用。

(3) 为水土保持监督管理提供数据资料和依据。通过积累各类建设项目建设过程中的水土保持检测成果,可分析总结不同建设时段产生水土流失的环节和分布,为监督检查和管理提供科学依据,提高管理水平。

11.1.2 监测依据

清水河水利枢纽工程水土保持监测应按照相应的标准和程序开展,需遵循的主要技术规范有:

- (1)《生产建设项目水土保持监测与评价标准》(GB/T51240-2018);
- (2)《水土保持生态环境监测网络管理办法》(水利部令第 12 号,2014.8.19 修改);
- (3)《水土保持遥感监测技术规范》(SL592-2012);
- (4)《水利部办公厅关于生产建设项目水土保持监测技术规程(试行)的通知》(办水保[2015]139 号);
- (5)《水利部办公厅关于进一步加强生产建设项目水土保持监测工作的通知》(办水保[2020]161 号)。

11.1.3 监测原则

(1) 地面监测与调查巡查相结合的原则

(2) 分区布设监测点的原则

根据水土流失预测结果和水土保持防治措施总体布局,确定监测的重点区域,布设监测点。

(3) 全面调查与重点观测相结合的原则

本工程为线型工程,通过全面调查,可以掌握工程整体的水土流失及防治状况。通过全面调查了解对工程施工过程中的水土流失及防治措施的动态变化,按照施工进度对扰动地表面积进行分段不重叠累加,准确界定工程建设的水土流失防治责任范围。

重点观测即对特定地段以及典型地段进行连续监测,主要针对不同扰动类型的侵蚀强度监测、特殊地段及突发事件监测。

通过全面调查和重点监测,反映出工程建设水土流失的总体情况和土壤侵蚀的基本参数,为确定水土流失范围提供依据。

(4) 以地表扰动动态监测及不同扰动类型侵蚀强度监测为中心的原则

工程建设产生的水土流失量的大小取决于流失范围、侵蚀强度、流失历时和水土保持防护措施实施情况。把不同的建设类型划分为基本扰动类型,分别界定不同扰动类型的面积,确定整个项目的防治责任范围,再利用重点监测成果确定各扰动类型的侵蚀强度,从而取得该工程水土流失总量数据。

(5) 以主体工程区、弃渣场区、料场区为监测重点的原则

通过加大主体工程环境保护和美化绿化力度,工程竣工后工程沿线得到较好的防护,衡量工程的水土流失除主体工程外,往往出现较多问题的包括施工期间开挖土石方临时堆放及其它临建工程,其产生的水土流失容易对周边造成危害。

(6) 监测点位的选取采取代表性、全面性、可行性、经济性原则

所布设的监测点位,必须能够代表监测范围内水土流失状况,可以反映整个项目区的共性,可以实施的可行性原则。

11.1.4 监测范围及单元划分

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。

11.2 监测时段与内容

11.2.1 监测时段

监测时段从施工准备期开始，至设计水平年结束，即第一年3月开始，第五年12月结束，共58个月。

11.2.2 监测内容

生产建设项目水土保持监测的内容主要包括项目施工全过程各阶段扰动土地情况、水土流失情况、防治成效及水土流失危害等方面。

(1) 扰动土地情况

主要包括：①实际发生的永久和临时占地及变化情况；②项扰动地表植被面积及变化情况；③临时弃渣量及变化情况。

(2) 水土流失状况

监测内容包括：①水土流失的类型、形式、面积、分布及变化情况；②各监测分区土壤流失量及变化情况。

(3) 水土流失防治成效

监测内容主要包括实际采取水土保持工程、植物和临时措施的位置、数量，以及实施水土保持措施前后的防治效果对比情况等。

(4) 水土流失危害

监测内容主要包括水土流失对主体工程、周边重要设施等造成的影响及危害。

11.3 监测点布置、方法和频次

11.3.1 监测点布置

11.3.1.1 监测点位选择要求

- (1) 监测点的分布应反映项目所在区域的水土流失特征；
- (2) 监测点应与项目构成和工程施工特性相适应；
- (3) 监测点应按监测分区，根据监测重点布设，同时兼顾项目所涉及的行政区；
- (4) 监测布设应统筹考虑监测内容，尽量布设综合监测点；
- (5) 监测点应相对稳定，满足持续监测要求。

11.3.1.2 监测点位布置

监测点位数量应满足水土流失及其防治效果监测与评价的要求,根据水土流失预测确定重点监测区域进行布置。根据水土流失预测结果确定本工程重点监测区域为:枢纽工程主体工程区、输水工程主体工程区、弃渣场区、料场区。工程共布设简易水蚀径流小区定位观测点 14 处,对永久道路进行巡测。定位监测点位是:

(1) 选择枢纽工程主体工程区(2处)、输水工程主体工程区(2处)、1#弃渣场(1处)、2#弃渣场(1处)、3#弃渣场(1处)、QB-1#弃渣场(1处)、石料场(1处)、施工生产生活区(2处)、施工临时道路(3处)作为水蚀重点监测点;

(2) 选择枢纽工程区、工程永久办公区、永久道路区的绿化区作为草成活率监测点。

11.3.2 监测方法

清水河水利枢纽工程建设期主要采用的水土保持监测方法包括地面观测、实地量测、资料分析及遥感监测。

11.3.2.1 土地扰动情况

地表扰动情况和水土流失防治责任范围应采用实地调查并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。实测法采用测绳、测尺、全站仪、GPS 或其他设备量测;填图法应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影像。

弃渣应在查阅资料的基础上,以实地量测为主,监测弃渣量及占地面积。其中弃渣场面积可采用实测法、填图法或遥感监测;弃渣量应根据渣场面积,结合占地地形、堆渣体形状等因素测算。

11.3.2.2 水土流失状况监测

(1) 水土流失类型及形式应在综合分析相关资料的基础上,实地调查确定。

(2) 工程水土流失面积监测应采用抽样调查法。

(3) 土壤侵蚀强度根据《土壤侵蚀分类分级标准》确定。

(4) 重点区域和重点对象不同时段土壤流失量应通过监测点观测获得，在综合分析的基础上，按《生产建设项目水土保持监测与评价标准》有关规定计算。水力侵蚀可采取径流小区法、测钎法、侵蚀沟量测法、集沙池法、控制站法、微地形量测法等方法测定每月的土壤流失量；风力侵蚀强度监测可采用测钎法、集沙仪、风蚀桥等设备。(1) 降雨和风力等气象资料可通过监测范围内或附近条件类似的气象站、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 25 mm 或 1 小时降雨量超过 8 mm 的降水应统计降水量和历时，风速大于 5 m/s 时应统计风速、风向、出现的次数或频率。

(5) 地形地貌状况采用实地调查和查阅资料等方法获取。

(6) 地表组成物质应采用实地调查的方法获取。

(7) 植被状况应采用实地调查的方法获取，主要确定植被类型和优势种。郁闭度采用样线法和照相法测定，盖度采用针刺法、网格法和照相法测定。

如网格法是将要测定的样地每边 10 等分或更多，得到更小更多的样方，用测针插入每一小样方内，若有覆盖记作 1，若无覆盖记作 0，最后加起来除以小样方的总数，得到该样地的覆盖度 (%)。应当说明，灌木林的样地为 5m×5m、草地的样地为 2m×2m，样地重复数为 3 块。

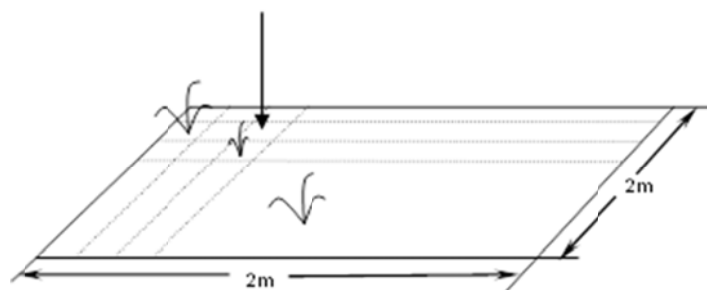


图 11.3-1 网格法监测示意图

11.3.2.3 水土流失防治成效方面

(1) 工程措施

工程措施的数量、分布和运行状况应在查阅工程设计、监理、施工等资料的基础上，结合实地勘测与全面巡查确定。

(2) 植物措施

1) 植物类型及面积应在综合分析相关技术资料的基础上，实地调查确定。

2) 成活率、保存率及生长状况采用抽样调查的方法确定。在栽植 6 个月后调查成活率, 且每年调查 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, 灌木的成活率与保存率采用样地调查法。

3) 郁闭度与盖度监测方法采用样线法、针刺法、网格法和照相法等方法。

4) 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

临时措施可在查阅工程施工、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) 各项措施的实施情况可在查阅工程施工、监理等资料的基础上, 结合调查询问与实地调查确定。

(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。

(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。

11.3.2.4 水土流失危害监测

水土流失危害的面积采用实测法、填图法和遥感监测法进行监测, 其他指标和危害程度可采用实地调查、量测和询问等方法进行监测。

11.3.3 监测频次

(1) 扰动土地情况检查

扰动土地情况应至少每月监测 1 次, 其中正在使用的取料弃渣场至少每两周监测 1 次; 对 3 级以上弃渣场应当采取视频监控方式, 全过程记录弃渣和防护措施实施情况。

(2) 水土流失状况监测

水土流失状况应至少每月监测 1 次, 发生强降水等情况后应及时加测。其中土壤流失量结合拦挡、排水等措施, 设置必要的控制站, 进行定量观测。

(3) 水土流失防治成效监测

水土流失防治成效应至少每季度监测 1 次, 其中临时措施应至少每月监测 1 次。

(4) 水土流失危害监测

水土流失危害应集合上述监测内容一并开展。

各监测点水土保持监测要求详见表 11.3-1。

表 11.3-1 清水河水利枢纽工程水土保持监测点布设及监测方法

时段	监测位置		监测方法	监测内容	监测频率
施工期	主体工程区	枢纽工程区大坝开挖边坡、电站厂房开挖边坡、输水工程区泵站开挖边坡	定点监测法	边坡受水力侵蚀的强度	降水量、平均风速和风向每月1次；整个监测期应监测1次地形地貌状况；地表组成物质施工准备期和试运行期各监测1次；植被状况施工准备期前测定1次；地表扰动情况和水土流失防治责任范围每季度不应少于1次；水土流失类型每年1次；水土流失面积每季度1次；土壤侵蚀强度施工准备期前和监测期末各监测1次，施工期每年1次。
			调查监测	开挖高度、坡度、占压土地的植被类型及生长情况、植被覆盖率、损坏水土保持设施数量和质量。	
			巡查监测	是否按水土保持要求进行施工，检查水土保持措施的有效性	
	弃渣场区	1#弃渣场、2#弃渣场、3#弃渣场、QB-1#弃渣场	定点监测法	占压、扰动地表受水力侵蚀强度	降水量、平均风速和风向每月1次；整个监测期应监测1次地形地貌状况；地表组成物质施工准备期和试运行期各监测1次；植被状况施工准备期前测定1次；地表扰动情况和水土流失防治责任范围每季度不应少于1次；弃渣场在使用期间应每10天监测1次，其他时段应每季度监测不少于1次；水土流失类型每年1次；水土流失面积每季度1次；土壤侵蚀强度施工准备期前和监测期末各监测1次，施工期每年1次。
			调查监测	占压土地植被类型及生长情况、植被覆盖率、损坏水土保持设施数量和质量。	
			巡查监测	是否按水土保持要求进行施工，检查水土保持措施的有效性。	
	料场区	石料场	定点监测法	占压、扰动地表受水力侵蚀强度	降水量、平均风速和风向每月1次；整个监测期应监测1次地形地貌状况；地表组成物质施工准备期和试运行期各监测1次；植被状况施工准备期前测定1次；地表扰动情况和水土流失防治责任范围每季度不应少于1次；水土流失类型每年1次；水土流失面积每季度1次；土壤侵蚀强度施工准备期前和监测期末各监测1次，施工期每年1次。
			调查监测、遥感监测	表层剥离量、占压土地植被类型及生长情况、植被覆盖率、损坏水土保持设施数量和质量。	
			巡查监测	是否按水土保持要求进行施工，检查水土保持措施的有效性。	
	施工生产生活区	枢纽工程区施工生活区	定点监测法	占压、扰动地表受水力侵蚀强度	
			调查监测	占压土地植被类型及生长情况、植被覆盖率、损坏水土保持设施数量和质量。	
			巡查监测	是否按水土保持要求进行施工，检查水土保持措施的有效性。	
	交通道路区	输水工程区施工临时道路	定点监测法	占压、扰动地表受水力侵蚀强度	
			遥感监测、调查监测	占压土地植被类型及生长情况、植被覆盖率、损坏水土保持设施数量和质量。	
			巡查监测	是否按水土保持要求进行施工，检查水土保持措施的有效性。	

时段	监测位置		监测方法	监测内容	监测频率
设计水平年	主体工程区	大坝枢纽、电站厂房	调查监测	林草成活率情况	每季度调查1次植被状况；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，每年在植被生长最茂盛的季节监测1次。
	工程永久办公生活区		调查监测	林草成活率情况	
	弃渣场区	1#弃渣场	调查监测	拦挡工程防护数量、拦渣效果、林草成活率情况	
	交通道路区	枢纽工程永久道路	调查监测	林草成活率情况	

11.4 监测设施典型设计

11.4.1 测钎观测场典型设计

测钎观测场在本工程中用于坡面水土流失的监测。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）沿坡面垂直方向打入，钉帽与坡面齐平，钢钎编号并登记。每次大雨后，观测钉帽出露地面的高度，计算坡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。

测钎观测场法如图 10.4-1 所示。

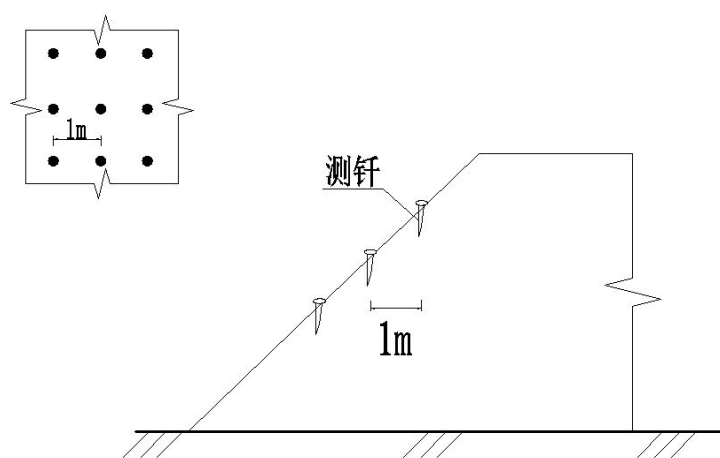


图 11.4-1 简易水土流失观测场法布置图

11.4.2 水蚀径流小区典型设计

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。可选择在主体工程区布设径流小区进行水土流失的监测。

标准径流小区设计：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，混凝土浇筑；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，混凝土厚 0.1m。通过导流槽将水和泥沙引入径流池，径流池采用浆砌石砌筑，砂浆抹面，尺寸根据当地的降雨及产流情况确定为 2m×2m×1m，顶部加盖、底部开孔。在径流小区边界设边墙，边墙采用矩形断面，宽 30cm，高 40cm，埋深 20cm，上缘向小区外呈现 45° 倾斜，采用浆砌石或砖砌，砂浆抹面。在径流小区边墙外设置排水沟，排水沟采用浆砌石砌筑成梯形断面，尺寸为底宽 0.4m，高 40cm，边坡 1: 1。

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。

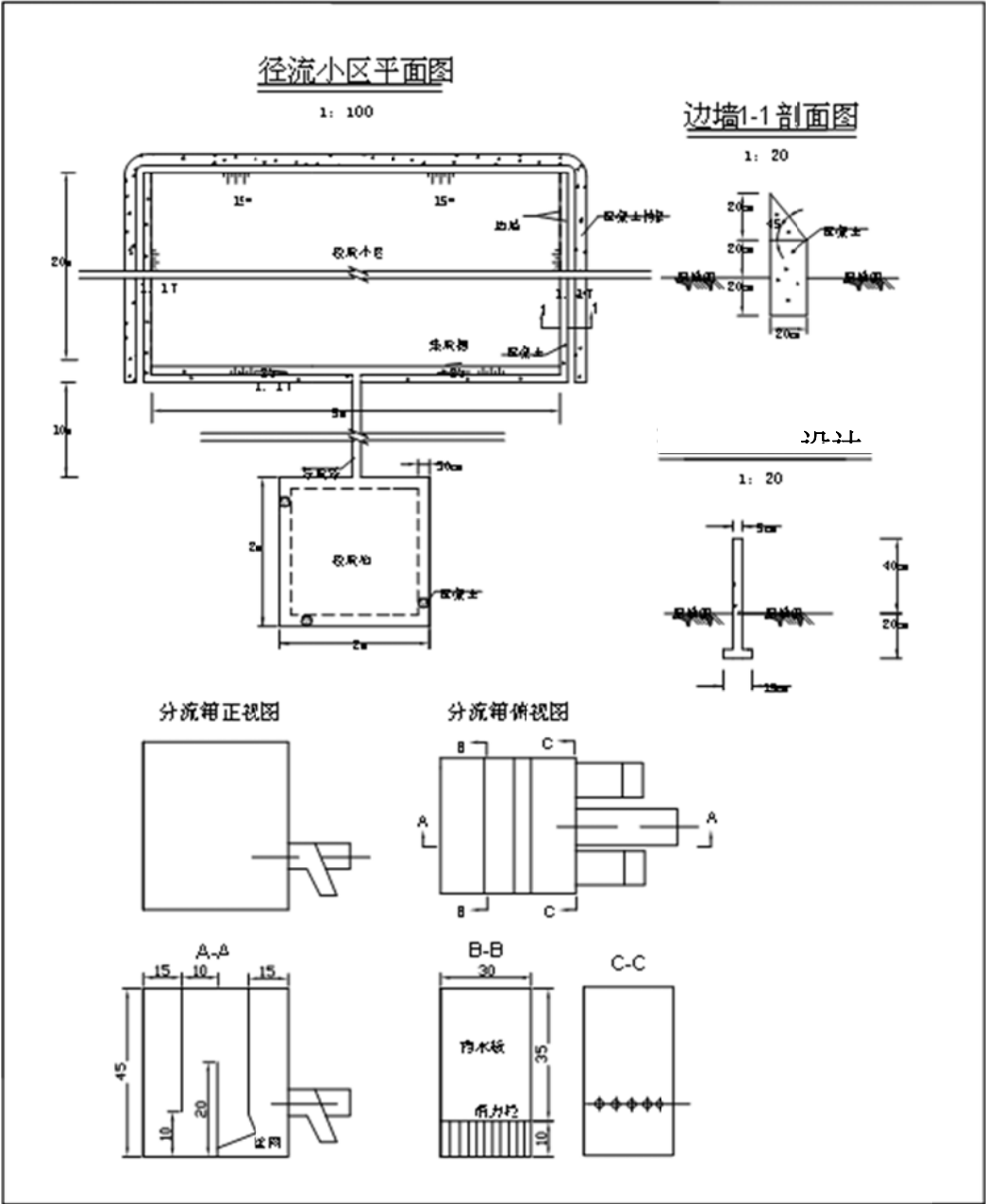


图 11.4-2 径流小区典型设计图

11.4.3 沉沙池典型设计

利用工程排水沟及新建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 监测设施设备

11.5.1 监测设施

本项目水土保持水蚀监测点 14 处，其中简易径流小区 4 处，测钎法监测点 4 处，沉沙池 6 处。主要监测设施见表 10.5-1。

表 11.5-1 监测设施布设情况表

工程分区		监测点位置	监测方法	数量（处）
枢纽工程区	主体工程区	大坝管理范围	水蚀定点监测	简易径流小区 2 处
	弃渣场区	1#弃渣场、2#弃渣场、3#弃渣场	水蚀定点监测	测钎法监测点 3 处
	料场区	石料场	水蚀定点监测	沉沙池 1 处
	施工生产生活区	枢纽工程施工生活区	水蚀定点监测	沉沙池 1 处
	交通道路区	施工临时道路	水蚀定点监测	沉沙池 1 处
输水工区	主体工程区	泵站附近	水蚀定点监测	简易径流小区 2 处
	弃渣场区	QB-1#弃渣场	水蚀定点监测	测钎法监测点 1 处
	施工生产生活区	输水工程施工生活区	水蚀定点监测	沉沙池 1 处
	交通道路区	施工临时道路	水蚀定点监测	沉沙池 2 处

监测设施土建工程量见表 11.5-2。

表 11.5-2 监测设施土建工程量表

分区	项目			单位	工程量
主体工程区	观测场地	围栏	浆砌石边墙	m ³	17.1
			砂浆抹面	m ²	70.4
			铁丝网	m ²	95.84
	观测设施	集流槽	土方开挖	m ³	0.45
			混凝土	m ³	0.17
			土方回填	m ³	0.19
		导流槽	土方开挖	m ³	8
			混凝土	m ³	3.02
			土方回填	m ³	5.4
		径流池	土方开挖	m ³	48.69
			浆砌石	m ³	12.03
			砂浆抹面	m ²	25.92
			土方回填	m ³	29.71
		排水沟	土方开挖	m ³	50.84
			浆砌石	m ³	33.56
料场区	观测场地	围栏	铁丝网	m ²	51.84
	观测设施	沉沙池	土方开挖	m ³	24.34
			浆砌石	m ³	6.01
			砂浆抹面	m ²	12.96
			土方回填	m ³	14.85
交通道路区	观测场地	围栏	铁丝网	m ²	155.52
	观测设施	沉沙池	土方开挖	m ³	73.02
			浆砌石	m ³	18.03
			砂浆抹面	m ²	38.88
			土方回填	m ³	44.55
施工生产生活区	观测场地	围栏	铁丝网	m ²	51.84
	观测设施	沉沙池	土方开挖	m ³	24.34
			浆砌石	m ³	6.01
			砂浆抹面	m ²	12.96
			土方回填	m ³	14.85

11.5.2 监测设备

为准确获取各项地面观测及调查数据，水土保持监测采用现代技术与传统手段相结合的方法，借助先进仪器设备，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，用土样、水样分析仪器分析典型区沙量及土

壤养分等。监测仪器设备及消耗性材料均由监测单位提供。监测设备见表 10.5-3。同时为保证水土保持监测工作的顺利实施,提高监测数据成果的质量,工程需配置 2 名监测人员。

表 11.5-3 监测设备表

类型	仪器设备名称	单位	数量	单价（元）	投资（元）
消耗性材料费	钢钎	支	90	15	1350
	测尺	件	10	35	350
	测绳	件	10	10	100
	量杯	件	20	20	400
	烧杯	件	20	30	600
	钢卷尺	件	5	25	125
	土样盒	个	10	35	350
	水样桶	个	10	55	550
	小计				3825
监测设备折旧费	GPS 定位仪	套	2	3500	7000
	照相机	台	2	2300	4600
	笔记本电脑	台	3	6000	18000
	打印机	台	1	4300	4300
	全站仪	套	1	19000	19000
	烘箱	台	1	21000	21000
	取土环刀	件	10	60	600
	取土钻	件	3	230	690
	比重计	件	3	650	1950
	雨量筒	套	5	60	300
	天平	台	2	800	1600
	监测车	辆	1	350000	350000
	无人机	架	1	40000	40000
	小计				469040
合计					472865

11.6 弃渣场安全监测

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，初步设计阶段应进行安全监测设计”。本工程2个弃渣场为3级，但均为填坑型，且堆渣后不超出地面，不会对公共设施产生影响。因此无需进行安全监测。

11.7 监测成果要求

对每次监测结果进行统计分析，作出简要评价，每年进行一次年度评价，评价报告及时报送地方水行政主管部门与水土保持方案设计单位和项目建设单位。

工程建设完工后，对建设期间的监测结果进行综合分析和评价，编制项目建设期间水土保持监测总结报告，作为水土保持设施和主体工程竣工验收的必备资

料，监测实施方案由建设单位向长江水利委员会及云南省水利厅报送。

(1) 水土保持监测报告

水土保持监测报告包括以下内容：

1) 综合说明：任务来源情况（包括合同签订），组织领导，监测计划确定，监测任务的组织实施（监测布点、现场监测），监督管理（监测资料的检查核定），监测结果分析，监测阶段报告，上级检查。

2) 项目及项目区概况：叙述建设项目概况、项目区自然与社会经济情况、项目区水土流失及其防治情况等。

3) 水土保持监测：监测原则、监测内容、监测方法、监测时段划分与监测点布设。

4) 不同侵蚀单元土壤侵蚀模数的分析确定：原地貌不同土地类型土壤模数、不同扰动类型土壤侵蚀模数、不同防治措施土壤侵蚀模数的确定。

5) 水土流失动态监测结果与分析：防治责任范围动态监测结果、弃渣动态监测结果、地表扰动面积动态监测结果、土壤流失量动态监测结果、各地表扰动类型土壤流失量、水土流失防治动态监测结果。

6) 防治达标情况：水土流失、防治综合评价和六项水土流失防治目标的计算表格，目标达标情况，以及监测工作中的经验与问题。

(2) 有关监测表格

作为监测成果报告的附件，并对成果整编，形成成果整编册。

(3) 有关监测图件

主要包括：工程地理位置图、水土流失防治责任范围图、工程建设前期项目区水土流失现状图、水土保持措施布局图、工程竣工后项目区水土流失现状图等，作为监测成果的附件。

11.8 监测机构

根据《水土保持生态环境监测网络管理办法》（水利部 12 号令，2014 年 8 月 19 日修订）的要求，建设单位应以合同形式委托具有相应监测能力的单位实施监测。

11.9 监测实施保障措施

水土保持监测技术人员应专业配套齐全，并经专门培训上岗。建立严格的监

测制度，对每次监测结果进行记录、分析、统计，及时报送建设单位，并作好档案管理工作。根据《中华人民共和国水土保持法》的要求，水土流失监测费由建设单位承担，专款专用，保证监测工作的正常运行。

12 水土保持工程管理

12.1 建设期管理

12.1.1 组织领导和措施

12.1.1.1 机构设置原则

为使水土保持方案落到实处，必须设置方案实施的组织管理机构，负责组织、落实、管理、监督实施本工程的水土保持工作。管理机构由工程建设管理部门一名领导分管，统一协调指挥，下设专职人员。

12.1.1.2 职责

水土保持管理机构或人员的主要职责为：建设期负责组织、协调和监督水土保持工程的实施、确保工程建设期各环节水土保持工程建设有序进行，水土流失防治措施得到落实，并在运行期负责水土保持设施的维护和保养。

12.1.1.3 管理制度

在机构健全以后，根据全面质量管理要求，建立岗位责任制，落实管理要求。工程水土保持防治措施管理实施计划见表 12.1-1。

表 12.1-1 水土保持防治措施管理实施计划安排表

序号	阶段名称	管理措施
1	工程招标阶段	根据本方案提出的防治措施，对设计单位、监理单位和施工单位提出相应的水土保持工程验收标准及细则，并在合同条文中列出，以保证水保措施在工程建设期的顺利实施。
2	工程施工期	(1) 主体工程设计应在下阶段设计中将水土保持方案纳入； (2) 施工单位严格按照水土保持工作验收标准细则将水保措施纳入施工组织设计中； (3) 监理单位依据水土保持工作验收标准细则及工程施工组织设计，在施工过程中及时将出现向建设单位汇报； (4) 生产建设单位应当在竣工验收前，组织第三方机构编制水土保持设施验收报告，自主开展水土保持设施验收。
3	工程运行期	(1) 贯彻执行水土保持相关法规，并根据相关法规制定水土保持管理规章制度，并监督执行； (2) 领导和组织水土保持监测工作； (3) 检查水土保持设施的运行情况； (4) 组织开展水土保持专业的技术培训，提高专业人员的技术素质和业务水平； (5) 定期向各县水利局汇报水土保持的监督管理工作，定期检查，保证水土保持措施得以及时、正确的实施。

12.1.2 后续设计

水土保持方案批复后，将方案制定的防治措施内容和投资纳入主体工程初步设计文件，并单独成章。根据《水利部办公厅关于印发<水利部生产建设项目水

水土保持方案变更管理规定（试行）的通知》（办水保[2016]65号），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，报水利部审批。

12.1.3 水土保持工程招标、投标

项目法人须将水土保持工程纳入主体工程招标管理中，并在设计、施工、监理、验收等各个环节逐一落实。在发标书中应详细列出水土保持工程内容，并列入招标合同。标书中还应明确承包商防治水土流失的责任，由有资质的施工单位承担水土保持工作，保证高质量完成施工任务。

招标文件中应明确施工和监理单位的责任和要求，建设单位在施工招标条款中应明确对水土保持监测设施予以保护的要求。

12.1.4 技术保证措施

（1）工程水土保持方案经批准后，水土保持初步设计和技施设计应由具有相应资质和能力的设计单位承担。

（2）工程施工中应选择施工经验丰富，技术力量强、信誉好的投标施工单位，应具备各类专业技术人员，尤其是水土保持专业和水利工程专业的技术人员。在工程施工阶段，水土保持方案各工程应进行相应的施工图设计，建设中采用先进的施工手段和合理的施工工序。

（3）为确保方案的实施质量，业主单位要聘请有经验的水土保持专业监理对工程水土保持方案的实施进行监理。

（4）建立健全技术档案。水土保持技术档案内容主要包括：水土保持方案设计的所有资料和图表，年度施工情况总结及图表、文件，各项治理措施所需的经费等技术指标，以及检查验收的全部文件、报告、图表等资料。

档案必须全面、系统、科学，数据资料准确可靠。年度或工作阶段结束后，要将所有资料及时归档。

12.1.5 水土保持监理

12.1.5.1 水土保持监理原则

坚持“一流的施工质量要有一流的水土保持措施”和“谁造成水土流失，谁负责治理”的原则，认真贯彻执行国家和地方及有关部门颁布的相关法律、法规及

规程，按照合同规定行使发包人赋予监理人在水土保持方面的权利和责任。

12.1.5.2 水土保持监理工作内容

(1) 负责监督、检查和督促施工单位落实水土保持组织保证体系、各项实施措施进度和水土保持意识。

(2) 检查施工单位在水土保持方面是否严格遵守国家、地方的法律、法规和规章以及合同的有关规定。

(3) 根据《水利部关于进一步深化“放管服”改革全面加强水土保持监管的意见》(水保〔2019〕160号)本工程水土保持监理应当由具有水土保持工程施工监理专业资质的单位承担。

12.1.5.3 水土保持监理措施

(1) 发挥监理工程师的检查、监督作用，并运用经济、技术等手段督促施工单位在施工过程中重视水土保持工作，确实落实水土保持目标。

(2) 督促和检查施工单位在施工组织设计中就做好施工弃渣的处置方案，严格按照批准的弃渣规划有序地堆放，防止任意堆放弃渣影响其他标段的施工和项目区环境。

(3) 监督施工单位在施工过程中采取有效措施对施工开挖的边坡及时进行支护和做好排水措施，避免由于施工造成的水土流失。

(4) 监督施工单位保持施工区和生活区环境，及时清除施工废弃物并运至指定地点，进入现场的材料、设备必须置放有序，防止因任意堆放器材、杂物而增加对地表植被的破坏。

(5) 监督和检查施工单位在工程完工后对施工临时用地及时做好撤离、拆迁和清理工作，恢复自然景观；根据水土保持方案对防治责任范围统一采取工程措施、植物措施做好水土保持工作。

12.1.5.4 施工检查报告

(1) 对施工单位违反国家和地方的有关水土保持的法规和规章，监理单位督促其做出专题报告，上报业主，并责成施工单位承担全部责任。

(2) 监理单位检查施工单位的周报和月报中有关水土保持的施工情况，并进行调查分析、核实后，向业主报告工程的水土保持施工情况。

(3) 定期向业主报告水土保持施工情况。

12.1.6 水土保持监测

施工期间由业主自行监测或委托具备相应技术条件的机构进行监测,编制监测计划并实施,监测成果定期向建设单位和水利部行政主管部门汇报,并及时提出有关水土保持措施的整改意见,在水土保持设施竣工验收时提交监测总结报告。

12.1.7 施工管理

(1) 加强对施工技术人员水土保持法律、法规的宣传工作,提高水土保持法律意识,形成全社会支持水土保持生态环境建设的局面。

(2) 工程措施施工时,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验收过的水保工程进行检查观察。

(3) 植物措施施工时,加强植物措施的后期抚育工作,清除杂草,确保树草种的成活率,发挥植物措施的水土保持效益。

(4) 自然恢复期管理,定期或不定期地对验收过的水保工程进行检查观测,随时掌握其运行状态,进行日常维修养护,消除隐患,维护水保工程完整。工程发生重大险情或事故,应及时向上级主管业务部门报告,并研究补救措施。

12.1.8 竣工验收

在建设项目的土建工程完工后、主体工程竣工验收前,建设单位应组织第三方机构编制水土保持设施验收报告,根据《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)和《水土保持工程质量评定规程》(SL336—2006)及国家现行有关标准对工程建设水土流失防治责任范围内的水土流失及其防治状况、水土保持措施实施效果等编写验收报告。水土保持设施验收报告编制完成后,生产建设单位按水土保持法律法规、标准规范、水土保持方案及其审批决定、水土保持后续设计等,组织水土保持设施验收工作,形成水土保持设施验收鉴定书,明确验收合格的结论。验收合格后,通过官方网站或其他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。公开验收材料后,投产使用前,向水土保持方案审批机关报备水土保持验收材料。

12.1.9 资金来源及管理使用办法

依照“谁开发、谁保护,谁造成水土流失、谁负责治理”的原则,清水河水利

枢纽工程水土保持资金来源于工程建设总投资中，由建设单位承担，建设单位应列专项资金，组织实施水土保持方案,落实各项实施保证措施。在实施中，作到专款专用，严禁挤占、挪用，保证资金及时到位，并参照水土保持方案实施进度安排逐年进行，使各项水土保持措施保质保量按期完成。

12.2 工程运行期管理要求

工程运行期管理要求包括：

（1）根据主体工程运行期管理单位的性质，确定水土保持管理机构和人员设置；

（2）管理单位应负责对永久征地内的水土保持设施进行管理与维修，临时占地内的水土保持设施应由土地权属单位或个人管理维护，提出预防措施。

13 水土保持投资估算及效益分析

13.1 投资估算

13.1.1 编制依据

(1)《水土保持工程概算定额》，《水土保持工程施工机械台时费定额》（水利部水总[2003]67号）；

(2)《生产建设项目水土保持工程概（估）算编制规定》（报批稿）；

(3)《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）；

(4)《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）；

(5)《水利部办公厅关于印发<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）；

(6)《关于水土保持补偿费收费标准的通知》（云价收费〔2017〕113号）。

13.1.2 编制方法

13.1.2.1 基础单价

(1) 人工预算单价

工程所涉及云南省文山州丘北县、砚山县、广南县属艰苦偏远二类区，按《生产建设项目水土保持工程概（估）算编制规定》（报批稿）计算，人工预算单价为4.94元/工时。

(2) 主要材料预算单价

主要材料预算单价与主体工程保持一致，其原价按2019年第三季度市场价格水平确定。水泥、块石、柴油等主要材料按[2016]132号文限价并计取税金后计入工程单价。主要材料限价见表13.1-1。

表 13.1-1 主要材料限价表

序号	名称	单位	水利部限价
1	汽油	t	3075.00
2	柴油	t	2990.00
3	水泥 32.5#	t	255.00
4	块石	m ³	70.00
5	砂	m ³	70.00
6	苗木	株	15.00
7	草坪	m ²	10.00
8	草籽	kg	60.00

13.1.2.2 定额及费率标准

水土保持工程定额执行水利部水总[2003]67号文发布的《水土保持工程概算定额》和《水土保持工程施工机械台时费定额》。费率计取依据《开发建设项目水土保持工程概（估）算编制规定》（报批稿）。

其他直接费、间接费、利润、税金费率标准统计见表 13.1-2。

表 13.1-2 费率标准统计表

编号	项目	计算基数	费率
一	直接费	基本直接费	
1	工程措施		
	土石方工程		3.8%
	土地整治工程		2.5%
2	植物措施		2.5%
二	间接费	直接费	
1	工程措施		
	土方工程		5%
	石方工程		8%
	其他工程		7%
2	植物措施		6%
三	利润	直接费+间接费	7%
四	税金	(直接费+间接费+材差+利润)	9%

13.1.2.3 监测措施

(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 5% 计算；

(3) 建设期观测运行费以主体土建投资为基数，根据《生产建设项目水土保持工程概（估）算编制规定》（报批稿）计取。

13.1.2.4 独立费用

独立费用包括建设管理费、方案编制费、科研勘测设计费、工程建设监理费、竣工验收技术评估费。

(1) 建设管理费：取一至四部分之和的 2%；

(2) 方案编制费：根据《生产建设项目水土保持工程概（估）算编制规定》（报批稿）计取；

(3) 科研勘测设计费：参照国家计委、建设部计价格[2002]10 号文《工程勘察设计收费管理规定》和发改价格[2006]1352 号《水利、水电、电力建设项目前期工作工程勘察收费暂行规定》，根据实际工程量计取；

(4) 工程建设监理费：参照发改委[2007]670 号《建设工程监理与相关服务收费管理规定》，根据实际工程量计取；

(5) 竣工验收费：根据《生产建设项目水土保持工程概（估）算编制规定》（报批稿）计取。

13.1.2.5 基本预备费

基本预备费按一至五部分之和的 10%计列。

13.1.2.6 水土保持补偿费

根据《关于水土保持补偿费收费标准的通知》（云价收费〔2017〕113 号）规定，水土保持补偿费按照征占用土地面积 0.7 元/m² 一次性计征。根据云南省地方政策，水土保持补偿面积计列专项道路复建面积。经计算，扣除水库淹没区及移民安置区规划面积，水土保持补偿费计征面积共计 838.58hm²，均位于云南省文山州境内，其中位于丘北县 373.14hm²，砚山县 342.78hm²，广南县 122.67hm²。水土补偿费计征面积详见表 13.1-3。

表 13.1-3

水土保持补偿费计征面积

单位: hm^2

防治分区			合计	行政分区		
				丘北县	砚山县	广南县
枢纽工程区	主体工程区	大坝枢纽区	43.35	43.35		
		电站厂房区	2.46	2.46		
		鱼类增殖站	0.37	0.37		
		小计	46.18	46.18		
	工程永久办公生活区		0.67	0.67		
	弃渣场区		20.30		20.30	
	料场区	土料场				
		石料场	19.92	1.23	18.68	
		小计	19.92	1.23	18.68	
	交通道路区	永久道路区	74.31	45.78	28.53	
		临时道路区	38.81	21.91	16.89	
		小计	113.11	67.69	45.42	
	施工生产生活区		9.89	4.00	5.89	
	专项设施复建区		30.45	30.45		
	合计		240.52	150.23	90.30	
输水工程区	主体工程区	管线区	245.31	85.47	101.32	58.51
		输水建筑物区	45.13	21.33	17.39	6.42
		小计	290.44	106.80	118.71	64.93
	弃渣场区		35.69	5.95	25.57	4.17
	交通道路区	永久道路区	91.25	47.47	32.26	11.51
		临时道路区	85.85	29.91	35.46	20.48
		小计	177.10	77.38	67.73	31.99
	施工生产生活区		94.83	32.78	40.47	21.58
	合计		598.06	222.91	252.48	122.67
总计		838.58	373.14	342.78	122.67	

13.1.3 水土保持投资估算

清水河水利枢纽工程水土保持总投资 7878.63 万元, 其中工程措施 1644.11 万元, 植物措施 2307.51 万元, 监测措施费为 282.77 万元, 临时措施 1035.51 万元, 独立费用 1358.83 万元, 基本预备费 662.88 万元, 水土保持补偿费 587.02 万元。

其中, 枢纽工程投资 3769.39 万元, 输水工程投资 4109.24 万元。水土保持投资详见表 13.1-4~13.1-6。

表 13.1-4 清水河水利枢纽工程水土保持投资估算总表 单位：万元

序号	工程或费用名称	枢纽工程	输水工程	合计
一	第一部分工程措施	809.45	834.66	1644.11
1	主体工程区	36.26	134.01	170.27
2	工程永久办公生活区	1.27		
3	弃渣场区	462.09	564.32	1026.41
4	料场区	114.19		114.19
5	施工生产生活区	23.78	24.44	48.22
6	交通道路区	51.72	111.89	163.61
7	移民安置及专项设施改建区	117.83		117.83
8	水库淹没区	2.31		2.31
二	第二部分植物措施	1480.46	827.05	2307.51
1	主体工程区	535.59	275.74	811.33
2	弃渣场区	21.67	21.76	43.43
3	料场区	31.39		31.39
4	施工生产生活区	16.10	77.11	93.21
5	交通道路区	603.45	452.44	1055.89
6	工程永久办公生活区	23.16		23.16
7	移民安置及专项设施改建区	216.64		216.64
8	水库淹没区	32.46		
三	第三部分监测措施	155.96	126.81	282.77
1	土建设施及设备	16.15	12.92	29.07
2	安装费	29.79	19.87	49.66
3	建设期观测运行费	110.02	94.02	204.04
四	第四部分施工临时措施	153.54	881.97	1035.51
1	主体工程区	19.35	451.67	471.02
2	弃渣场区	0.00	28.36	28.36
3	料场区	10.83		10.83
4	施工生产生活区	26.26	208.81	235.07
5	交通道路区	40.32	157.36	197.68
6	工程永久办公生活区	1.07		1.07
7	移民安置及专项设施改建区	6.79		6.79
8	其他临时工程	48.92	35.77	84.69
五	第五部分独立费用	674.24	684.59	1358.83
1	建设管理费	51.99	53.41	105.40
2	工程建设监理费	67.02	78.64	145.66
3	方案编制费	115.92	77.28	193.20
4	科研勘测设计费	371.47	373.50	744.97
5	水土保持验收费	67.84	101.76	169.60
	第一至五部分合计	3273.65	3355.08	6628.73
六	基本预备费	327.37	335.51	662.88
七	水土保持补偿费	168.37	418.65	587.02
八	总投资	3769.39	4109.24	7878.63

表 13.1-5

枢纽工程区水土保持投资估算总表

单位：万元

序号	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
一	第一部分 工程措施	809.45				809.45
(一)	主体工程区	36.26				36.26
1	土地整治工程	36.26				36.26
(二)	工程永久办公生活区	1.27				1.27
1	土地整治工程	1.27				1.27
(三)	弃渣场区	462.09				462.09
1	截排水工程	197.22				197.22
2	土地整治工程	4.12				4.12
	拦挡工程	260.75				260.75
(四)	料场区	114.19				114.19
1	土地整治工程	19.75				19.75
2	排水工程	94.44				94.44
(五)	施工生产生活区	23.78				23.78
1	土地整治工程	23.78				23.78
(六)	交通道路区	51.72				51.72
1	土地整治工程	51.72				51.72
(七)	移民安置及专项设施改建区	117.83				117.83
1	土地整治工程	29.03				29.03
2	截排水工程	64.33				64.33
3	拦挡工程	24.47				24.47
(八)	水库淹没区	2.31				2.31
1	土地整治工程	2.31				2.31
二	第二部分 植物措施			1480.46		1480.46
(一)	主体工程区			535.59		535.59
1	绿化美化工程			533.82		533.82
2	抚育工程			1.77		1.77
(二)	弃渣场区			21.67		21.67
1	植被恢复工程			21.16		21.16
2	抚育工程			0.51		0.51
(三)	料场区			31.39		31.39
1	植被恢复工程			30.19		30.19
2	抚育工程			1.20		1.20
(四)	施工生产生活区			16.10		16.10
1	植被恢复工程			15.71		15.71
2	抚育工程			0.39		0.39
(五)	交通道路区			603.45		603.45
1	植被恢复工程			598.13		598.13
2	抚育工程			5.32		5.32
(六)	工程永久办公生活区			23.16		23.16
1	植被恢复工程			23.11		23.11
2	抚育工程			0.05		0.05
(七)	移民安置及专项设施改建区			216.64		216.64
1	绿化美化工程			215.03		215.03
2	抚育工程			1.61		1.61
(八)	水库淹没区			32.46		32.46

序号	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
1	绿化美化工程			32.17		32.17
2	抚育工程			0.29		0.29
三	第三部分 监测措施	127.59	28.37			155.96
1	土建设施	16.15				16.15
2	设备及安装	1.42	28.37			29.79
3	建设期观测运行费	110.02				110.02
四	第四部分 施工临时工程	153.54				153.54
1	临时防护工程	104.62				104.62
(1)	主体工程区	19.35				19.35
(2)	弃渣场区					
(3)	料场区	10.83				10.83
(4)	交通道路区	40.32				40.32
(5)	施工生产生活区	26.26				26.26
(6)	工程永久办公生活区	1.07				1.07
(7)	移民安置及专项设施改建区	6.79				6.79
2	其他临时工程	48.92				48.92
	一至四部分合计	1090.58	28.37	1480.46		2599.41
五	第五部分 独立费用				674.24	674.24
1	建设管理费				51.99	51.99
2	方案编制费				115.92	115.92
3	工程建设监理费				67.02	67.02
4	科研勘测设计费				371.47	371.47
5	竣工验收费				67.84	67.84
	一至五部分合计	1090.58	28.37	1480.46	674.24	3273.65
六	基本预备费	109.06	2.84	148.05	67.42	327.37
七	水土保持补偿费					168.37
	合计					3769.39

表 13.1-6 输水工程区水土保持投资估算总表 单位：万元

序号	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
一	第一部分 工程措施	834.66				834.66
(一)	主体工程区	134.01				134.01
1	土地整治工程	134.01				134.01
(二)	弃渣场区	564.32				564.32
1	拦挡工程	160.50				160.50
2	截排水工程	386.66				386.66
3	土地整治工程	17.16				17.16
(三)	施工生产生活区	24.44				24.44
1	土地整治工程	24.44				24.44
(四)	交通道路区	111.89				111.89
1	土地整治工程	111.89				111.89
二	第二部分 植物措施			827.04		827.04
(一)	主体工程区			275.74		275.74
1	绿化美化工程			265.88		265.88
2	抚育工程			9.86		9.86
(二)	弃渣场区			21.75		21.75
1	植被恢复工程			21.24		21.24
2	抚育工程			0.51		0.51
2	抚育工程			1.20		1.20
(四)	施工生产生活区			77.11		77.11
1	植被恢复工程			74.54		74.54
2	抚育工程			2.57		2.57
(五)	交通道路区			452.44		452.44
1	植被恢复工程			447.13		447.13
2	抚育工程			5.31		5.31
三	第三部分 监测措施	125.86	0.95			126.81
1	土建设施	12.92				12.92
2	设备及安装	18.92	0.95			19.87
3	建设期观测运行费	94.02				94.02
四	第四部分 施工临时工程	881.97				881.97
1	临时防护工程	846.20				846.20
(1)	主体工程区	451.67				451.67
(2)	弃渣场区	28.36				28.36
(4)	交通道路区	157.36				157.36
(5)	施工生产生活区	208.81				208.81
2	其他临时工程	35.77				35.77
	一至四部分合计	1842.49	0.95	827.04		2670.48
五	第五部分 独立费用				684.59	684.59
1	建设管理费				53.41	53.41
2	方案编制费				77.28	77.28
3	工程建设监理费				78.64	78.64
4	科研勘测设计费				373.50	373.50
5	竣工验收费				101.76	101.76
	一至五部分合计	1842.49	0.95	827.04	684.59	3355.07

序号	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
六	基本预备费	184.25	0.10	82.70	68.46	335.51
七	水土保持补偿费					418.65
	合计					4109.24

表 13.1-7 枢纽工程水土保持投资估算分表 单位：万元

编号	工程费用名称	单位	数量	单价(元)	合价(万元)
一	工程措施				809.45
(一)	主体工程区				36.26
1	土地整治工程				36.26
(1)	土地平整	hm ²	12.74	11140.00	14.19
(2)	表土剥离	m ³	480	7.22	0.35
(3)	表土回填	m ³	59992	3.62	21.72
(二)	工程永久办公生活区				1.27
1	土地整治工程				1.27
(1)	土地平整	hm ²	0.35	11140.00	0.39
(2)	表土剥离	m ³	651	7.22	0.47
(3)	表土回填	m ³	1134	3.62	0.41
(三)	弃渣场区				462.09
1	截排水工程				197.22
(1)	土方开挖	m ³	14695	8.17	12.01
(2)	土方回填	m ³	2931	10.39	3.05
(3)	M7.5 浆砌石	m ³	4473	304.31	136.12
(4)	碎石垫层	m ³	1564	161.16	25.21
(5)	水泥砂浆抹面	m ²	14911	13.97	20.83
2	拦挡工程				260.75
(1)	排渗盲管	m	18720	139.29	260.75
2	土地整治工程				4.12
(1)	土地平整	hm ²	3.70	11140.00	4.12
(2)	表土剥离	m ³	0	7.22	0.00
(3)	表土回填	m ³	0	3.62	0.00
(四)	料场区				114.19
1	土地整治工程				19.75
(1)	土地平整	hm ²	8.64	11140.00	9.62
(2)	表土回填	m ³	27991	3.62	10.13
2	排水工程				94.44
(1)	土方开挖	m ³	7355	8.17	6.01
(2)	土方回填	m ³	1419	10.39	1.47
(3)	M7.5 浆砌石	m ³	2137	304.31	65.03
(4)	碎石垫层	m ³	743	161.16	11.97
(5)	水泥砂浆抹面	m ²	7126	13.97	9.96
(五)	施工生产生活区				23.78
1	土地整治工程				23.78
(1)	土地平整	hm ²	2.78	58848.00	16.36
(2)	表土剥离	m ³	6841	7.22	4.94
(3)	表土回填	m ³	6841	3.62	2.48
(六)	交通道路区				51.72
1	土地整治工程				51.72
(1)	土地平整	hm ²	38.34	11140.00	42.71
(2)	表土剥离	m ³	24893	7.22	17.97
(3)	表土回填	m ³	24893	3.62	9.01

编号	工程费用名称		单位	数量	单价(元)	合价(万元)
(七)	移民安置及专项设施改建区					117.83
1	主体工程区					25.54
(1)	土地整治工程					25.54
①	土地平整		hm ²	11.58	11140.00	12.90
②	表土剥离		m ³	11664	7.22	8.42
③	表土回填		m ³	11664	3.62	4.22
(2)	截排水工程					0.00
①	土方开挖		m ³	0	8.17	0.00
②	M7.5 浆砌石		m ³	0	304.31	0.00
2	专项设施弃渣场区					92.29
(1)	拦渣工程					24.47
①	土方开挖		m ³	994	3.28	0.33
②	土方回填		m ³	452	10.39	0.47
③	M7.5 浆砌石		m ³	707	294.69	20.83
④	PVC 排水管		m	159	40.93	0.65
⑤	碎石垫层		m ³	89	161.16	1.43
⑥	闭孔塑料板		m	404	18.88	0.76
(2)	截排水工程					64.33
①	土方开挖		m ³	3683	8.17	3.01
②	土方回填		m ³	737	10.39	0.77
③	M7.5 浆砌石		m ³	1679	304.31	51.09
④	碎石垫层		m ³	587	161.16	9.46
(3)	土地整治工程					3.49
①	土地平整		hm ²	0.50	11140.00	0.56
②	表土剥离		m ³	2700	7.22	1.95
③	表土回填		m ³	2700	3.62	0.98
(八)	水库淹没区					2.31
1	土地整治工程					2.31
(1)	土地平整		hm ²	2.07	11140.00	2.31
(2)	建筑物拆除		m ³	0	131.02	0.00
二	植物措施					1480.46
(一)	枢纽工程区					535.59
1	绿化美化工程					272.01
(1)	整地					4.85
①	穴状整地(60cm×60cm)		个	14812	2.36	3.50
②	穴状整地(30cm×30cm)		个	14394	0.30	0.43
③	全面整地		hm ²	12.74	722.30	0.92
(2)	栽植					267.16
①	乔木	云南樟	株	3703	175.60	65.02
②		鹅掌楸	株	3703	109.96	40.72
③		清香木	株	3703	121.34	44.93
④		海桐	株	3703	87.18	32.28
⑤	灌木	红花檵木	株	4798	23.20	11.13
⑥		三角梅	株	4798	10.54	5.06
⑦		火棘	株	4798	5.28	2.53

编号	工程费用名称	单位	数量	单价(元)	合价(万元)
⑧	绿篱	延米	58	196.69	1.14
⑨	草籽	hm ²	12.74	7338.67	9.35
⑩	草坪	hm ²	0.11	344110.00	3.79
(11)	树木支撑	株	14812	23.35	34.59
(12)	树木绑扎草绳	m	14812	11.22	16.62
2	挂镀锌铁丝网喷播植草	hm ²	2.45		261.81
①	搭建脚手架	m ²	24463	15.81	38.68
②	坡面钻种植孔	m	78993	5.38	42.50
③	主锚 φ18L700	根	6171	15.25	9.41
④	次锚 φ10L400	根	18514	5.09	9.42
⑤	挂镀锌铁丝网	m ²	24463	20.32	49.71
⑥	植生板制作安装	m ²	3086	59.95	18.50
⑦	厚基质喷播	m ²	24463	32.50	79.50
⑧	施工期养护	m ²	24463	5.76	14.09
3	抚育工程				1.77
(1)	幼林抚育	hm ²	12.74	1388.19	1.77
(二)	弃渣场区				21.67
1	植被恢复工程				21.16
(1)	整地				1.81
①	穴状整地 (60cm×60cm)	个	4312	2.36	1.02
②	穴状整地 (30cm×30cm)	个	17248	0.30	0.52
③	全面整地	hm ²	3.70	722.30	0.27
(2)	栽植				19.35
①	旱冬瓜	株	4312	14.50	6.25
②	马桑	株	17248	6.02	10.38
③	草籽	hm ²	3.70	7338.67	2.72
2	抚育工程				0.51
(1)	幼林抚育	hm ²	3.70	1388.19	0.51
(三)	料场区				31.39
1	植被恢复工程				30.19
(1)	整地				2.41
①	全面整地	hm ²	8.64	722.30	0.62
②	穴状整地 (60cm×60cm)	个	5040	2.36	1.19
③	穴状整地 (30cm×30cm)	个	20158	0.30	0.60
(1)	栽植				27.78
①	旱冬瓜	株	5040	14.50	7.31
②	马桑	株	20158	6.02	12.14
③	爬山虎	株	4620	4.30	1.99
④	撒播草籽	hm ²	8.64	7338.67	6.34
2	抚育工程				1.20
(1)	幼林抚育	hm ²	8.64	1388.19	1.20
(四)	施工生产生活区				16.10
1	植被恢复工程				15.71
(1)	整地				1.33
①	穴状整地 (60cm×60cm)	个	3131	2.36	0.74
②	穴状整地 (30cm×30cm)	个	12964	0.30	0.39

编号	工程费用名称		单位	数量	单价(元)	合价(万元)
③	全面整地		hm ²	2.78	722.30	0.20
(2)	栽植					14.38
①	旱冬瓜		株	3131	14.50	4.54
②	马桑		株	12964	6.02	7.80
③	草籽		hm ²	2.78	7338.67	2.04
2	抚育工程					0.39
(1)	幼林抚育		hm ²	2.78	1388.19	0.39
(五)	交通道路区					603.45
1	植被恢复工程					598.13
(1)	整地					15.48
①	穴状整地(60cm×60cm)		个	39920	2.36	9.42
②	穴状整地(30cm×30cm)		个	109561	0.30	3.29
③	全面整地		hm ²	38.34	722.30	2.77
(2)	栽植					582.65
①	挂生态毯植被护坡		hm ²	2.53	1028338.00	260.17
②	山合欢		株	12530	144.12	180.58
③	旱冬瓜		株	27390	14.50	39.72
④	马桑		株	109561	6.02	65.96
⑤	油麻藤		株	18795	4.30	8.08
⑥	撒播草籽		hm ²	38.34	7338.67	28.14
2	抚育工程					5.32
(1)	幼林抚育		hm ²	38.34	1388.19	5.32
(六)	工程永久办公生活区					23.16
1	绿化美化工程					23.11
(1)	整地					0.11
①	穴状整地(60cm×60cm)		个	157	2.36	0.04
②	穴状整地(30cm×30cm)		个	1313	0.30	0.04
③	全面整地		hm ²	0.35	722.30	0.03
(2)	栽植					23.00
①	乔木	云南樟	株	52	175.60	0.91
②		小叶榕	株	52	109.96	0.57
③		罗汉松	株	52	98.57	0.51
④		大叶相思	株	52	24.62	0.13
⑤		清香木	株	52	121.34	0.63
⑥	灌木	红花檵木	株	523	23.20	1.21
⑦		三角梅	株	523	10.54	0.55
⑧		迎春	株	523	5.28	0.28
⑨	绿篱		延米	268	196.69	5.27
⑩	草坪		hm ²	0.35	344110.00	12.04
(11)	树木支撑		株	260	23.35	0.61
(12)	树木绑扎草绳		m	260	11.22	0.29
2	抚育工程					0.05
(1)	幼林抚育		hm ²	0.35	1388.19	0.05
(七)	移民安置及专项设施改建区					216.64
1	移民安置区					214.76

编号	工程费用名称		单位	数量	单价(元)	合价(万元)
(1)	植被恢复工程					213.15
①	整地					6.42
	全面整地		hm ²	11.58	722.30	0.84
	穴状整地 (30cm×30cm)		个	8400	0.30	0.25
	穴状整地 (60cm×60cm)		个	22600	2.36	5.33
②	栽植					206.73
	乔木	云南樟	株	1400	175.60	24.58
		小叶榕	株	1400	75.79	10.61
		罗汉松	株	1400	98.57	13.80
		旱冬瓜	株	18400	75.17	138.31
	灌木	红花檵木	株	2800	23.20	6.50
		三角梅	株	2800	10.54	2.95
		迎春	株	2800	5.28	1.48
	撒播草籽		hm ²	11.58	7338.67	8.50
(2)	抚育工程					1.61
	幼林抚育		hm ²	11.58	1388.19	1.61
2	专项设施弃渣场区					1.88
(1)	植被恢复工程					1.88
①	整地					0.11
	全面整地		hm ²	0.50	722.30	0.04
	穴状整地 (30cm×30cm)		个	2333	0.30	0.07
②	栽植					1.77
	马桑		株	2333	6.02	1.40
	撒播草籽		hm ²	0.50	7338.67	0.37
(八)	水库淹没区					32.46
1	植被恢复工程					32.17
(1)	整地					1.01
①	全面整地		hm ²	2.07	722.30	0.150
②	穴状整地 (30cm×30cm)		个	9666	0.30	0.290
③	穴状整地 (60cm×60cm)		个	2417	2.36	0.57
(2)	栽植					31.16
①	小叶榕		株	0	75.79	0.00
②	旱冬瓜		株	2417	98.57	23.82
③	马桑		株	9666	6.02	5.82
④	撒播草籽		hm ²	2.07	7338.67	1.52
2	抚育工程					0.29
(1)	幼林抚育		hm ²	2.07	1388.19	0.29
三	监测措施					155.96
(一)	土建设施					16.15
(二)	设备及安装					29.79
1	监测设备					28.37
2	安装费					1.42
(三)	建设期观测运行费					110.02
四	施工临时工程					153.54
1	临时防护工程					104.62
(1)	枢纽工程区					19.35

编号	工程费用名称	单位	数量	单价(元)	合价(万元)
①	袋装土	m ³	671	118.54	7.95
②	防尘网苫盖	m ²	26876	4.24	11.40
(2)	弃渣场区				0.00
①	袋装土	m ³	0	118.54	0.00
④	防尘网苫盖	m ²	0	4.24	0.00
(3)	料场区				10.83
①	袋装土	m ³	546	118.54	6.47
②	土方开挖	m ³	93	8.17	0.08
③	石方开挖	m ³	0	234.38	0.00
④	防尘网苫盖	m ²	6122	4.24	2.60
⑤	围栏防护	m ²	678	24.73	1.68
(4)	施工生产生活区				26.26
①	沟槽土方开挖	m ³	377	8.17	0.31
②	袋装土	m ³	956	118.54	11.33
③	防尘网苫盖	m ²	34483	4.24	14.62
(5)	交通道路区				40.32
①	沟槽土方开挖	m ³	4193	8.17	3.43
②	防尘网苫盖	m ²	40613	4.24	17.22
③	袋装土	m ³	924	118.54	10.95
④	围栏防护	m ³	3526	24.73	8.72
(6)	工程永久办公生活区				1.07
①	袋装土	m ³	72	118.54	0.85
②	防尘网苫盖	m ²	508	4.24	0.22
(7)	移民安置及专项设施改建区				6.79
1	主体工程区				4.95
①	袋装土	m ³	230	118.54	2.73
②	防尘网苫盖	m ²	5225	4.24	2.22
2	专项设施弃渣场区				1.84
①	袋装土	m ³	111	118.54	1.32
②	防尘网苫盖	m ²	1220	4.24	0.52
2	其它临时工程	%	2.00	2445.87	48.92
五	独立费用				674.24
1	建设单位管理费	%	2.00	2599.41	51.99
2	方案编制费				115.92
3	工程监理费				67.02
4	勘测设计费				371.47
5	竣工验收费				67.84
一至五部分合计					3273.65
六	基本预备费	%	10.00	3273.65	327.37
七	水土保持补偿费				168.37
1	丘北县		0.70	150.23	105.16
2	砚山县		0.70	90.30	63.21
3	广南县		0.70	0.00	0.00
八	总投资				3769.39

表 13.1-6 输水工程水土保持投资估算分表 单位：万元

编号	工程费用名称	单位	数量	单价(元)	合价(万元)
一	工程措施				834.66
(一)	主体工程区				134.01
1	土地平整	hm ²	71.03	11140.00	79.13
2	表土剥离	m ³	50629	7.22	36.55
3	表土回填	m ³	50629	3.62	18.33
(二)	弃渣场区				564.32
1	拦渣工程				160.50
(1)	土方开挖	m ³	5945	3.28	1.95
(2)	土方回填	m ³	2879	10.39	2.99
(3)	M7.5 浆砌石	m ³	4920	294.69	144.99
(4)	PVC 排水管	m	1745	3.00	0.52
(5)	碎石垫层	m ³	500	161.16	8.06
(6)	闭孔塑料板	m	383	18.88	0.72
(7)	铅丝石笼	m ³	69	184.71	1.27
2	截排水工程				386.66
(1)	土方开挖	m ³	33015	8.17	26.97
(2)	土方回填	m ³	7018	10.39	7.29
(3)	M7.5 浆砌石	m ³	10925	304.31	332.46
(4)	碎石垫层	m ³	3693	10.39	3.84
(5)	水泥砂浆抹面	m ²	11525	13.97	16.10
3	土地整治工程				17.16
(1)	土地平整	hm ²	3.71	11140.00	4.13
(2)	表土剥离	m ³	12029	7.22	8.68
(3)	表土回填	m ³	12029	3.62	4.35
(三)	施工生产生活区				24.44
1	土地整治工程				24.44
(1)	土地平整	hm ²	18.49	11140.00	20.60
(2)	表土剥离	m ³	3545	7.22	2.56
(3)	表土回填	m ³	3545	3.62	1.28
(四)	交通道路区				111.89
1	土地整治工程				111.89
(1)	土地平整	hm ²	38.25	11140.00	42.61
(2)	表土剥离	m ³	63910	7.22	46.14
(3)	表土回填	m ³	63910	3.62	23.14
二	植物措施				827.05
(一)	主体工程区				275.74
1	绿化美化工程				265.88
(1)	整地				7.80
①	穴状整地(60cm×60cm)	个	2298	2.36	0.54
②	穴状整地(30cm×30cm)	个	71112	0.30	2.13
③	全面整地	hm ²	71.03	722.30	5.13
(2)	栽植				258.08
①	云南樟	株	1149	144.12	16.56
②	罗汉松	株	1149	98.57	11.33

编号	工程费用名称	单位	数量	单价(元)	合价(万元)
③	火棘	株	35556	5.28	18.77
④	三角梅	株	35556	10.54	37.48
⑤	马桑	株	156218	6.02	94.04
⑥	挂生态毯植被护坡	hm ²	0.27	1028338.00	27.77
⑦	草籽	hm ²	71.03	7338.67	52.13
2	抚育工程				9.86
(1)	幼林抚育	hm ²	71.03	1388.19	9.86
(二)	弃渣场区				21.76
1	植被恢复工程				21.24
(1)	整地				1.81
①	穴状整地(60cm×60cm)	个	4331	2.36	1.02
②	穴状整地(30cm×30cm)	个	17326	0.30	0.52
③	全面整地	hm ²	3.71	722.30	0.27
(2)	栽植				19.43
①	旱冬瓜	株	4331	14.50	6.28
②	马桑	株	17326	6.02	10.43
③	草籽	hm ²	3.71	7338.67	2.72
2	抚育工程				0.52
(1)	幼林抚育	hm ²	3.71	1388.19	0.52
(三)	施工生产生活区				77.11
1	植被恢复工程				74.54
(1)	整地				9.02
①	穴状整地(60cm×60cm)	个	21572	2.36	5.09
②	穴状整地(30cm×30cm)	个	86290	0.30	2.59
③	全面整地	hm ²	18.49	722.30	1.34
(2)	栽植				65.52
①	旱冬瓜	株	21572	14.50	31.28
②	马桑	株	86290	6.02	51.95
③	草籽	hm ²	18.49	7338.67	13.57
2	抚育工程				2.57
(1)	幼林抚育	hm ²	18.49	1388.19	2.57
(四)	交通道路区				452.44
1	植被恢复工程				447.13
(1)	整地				11.07
①	穴状整地(60cm×60cm)	个	23328	2.36	5.51
②	穴状整地(30cm×30cm)	个	93312	0.30	2.80
②	全面整地	hm ²	38.25	722.30	2.76
(2)	栽植				436.06
①	挂植生态毯植被护坡	hm ²	0.91	1028338.00	93.58
②	山合欢	株	14490	144.12	208.83
③	旱冬瓜	株	23328	14.50	33.83
④	马桑	株	93312	6.02	56.17
⑤	油麻藤	株	36225	4.30	15.58
⑥	撒播草籽	hm ²	38.25	7338.67	28.07
2	抚育工程				5.31
(1)	幼林抚育	hm ²	38.25	1388.19	5.31

编号	工程费用名称	单位	数量	单价(元)	合价(万元)
三	监测措施				126.81
(一)	土建设施				12.92
(二)	设备及安装				19.87
1	监测设备				18.92
2	安装费				0.95
(三)	建设期观测运行费				94.02
四	施工临时工程				881.97
1	临时防护工程				846.20
(1)	主体工程区				451.67
①	袋装土	m ³	35112	118.54	416.22
②	防尘网苫盖	m ²	83600	4.24	35.45
(2)	弃渣场区				28.36
①	袋装土	m ³	913	118.54	10.82
②	防尘网苫盖	m ²	41374	4.24	17.54
(3)	施工生产生活区				208.81
①	沟槽土方开挖	m ³	1717	8.17	1.40
②	袋装土	m ³	3936	118.54	46.66
③	防尘网苫盖	m ²	379139	4.24	160.75
(4)	交通道路区				157.36
①	沟槽土方开挖	m ³	52416	8.17	42.82
②	袋装土	m ³	1689	118.54	20.02
③	防尘网苫盖	m ²	94418	4.24	40.03
④	围栏防护	m ³	22035	24.73	54.49
2	其它临时工程	%	2.00	1788.52	35.77
五	独立费用				684.59
1	建设单位管理费	%	2.00	2670.49	53.41
2	方案编制费				77.28
3	工程监理费				78.64
4	勘测设计费				373.50
5	竣工验收费				101.76
一至五部分合计					3355.08
六	基本预备费	%	10.00	3355.08	335.51
七	水土保持补偿费				418.65
1	丘北县		0.70	222.91	156.04
2	砚山县		0.70	252.48	176.74
3	广南县		0.70	122.67	85.87
八	总投资				4109.24

表 13.1-7 水土保持单价汇总表 单位：万元

工程名称	单位	单价	人工费	材料费	机械使用费	其他直接费	间接费	企业利润	价差	税金	扩大
土地平整 1	hm ²	11140.00	346.00	864.00	4734.00	149.00	427.00	456.00	2315.00	836.00	1013.00
土地平整 2	hm ²	58848.00	1581.00	6941.00	23506.00	801.00	2298.00	2459.00	11495.00	4417.00	5350.00
表土剥离	100m ³	721.52	36.06	56.18	297.84	9.75	27.99	29.95	144.00	54.16	65.59
表土回填	100m ³	361.88	12.35	18.90	159.48	4.77	13.69	14.64	77.99	27.16	32.90
排水沟土方开挖	100m ³	816.76	567.11	17.01		22.20	30.32	44.56		61.31	74.25
挡墙土方开挖	100m ³	328.34	23.71	34.31	125.47	6.97	9.52	14.00	59.86	24.65	29.85
石方开挖	100m ³	23438.45	5541.69	7502.66	3167.57	616.05	1346.24	1272.19	101.93	1759.35	2130.77
土方回填	100m ³	1039.43	395.20	61.38	286.80	28.25	38.58	56.71		78.02	94.49
浆砌石挡墙	100m ³	29469.39	4122.92	13106.15	246.69	664.08	1451.19	1371.37	3615.90	2212.05	2679.04
浆砌石截排水沟	100m ³	30431.34	4267.67	13567.78	251.41	687.30	1501.93	1419.33	3685.18	2284.25	2766.49
水泥砂浆抹面	100m ²	1397.36	423.85	395.78	12.06	31.60	60.43	64.66	177.06	104.89	127.03
排渗盲管	100m	13929.10	406.66	9368.84		371.47	710.29	760.01		1045.55	1266.28
袋装土	100m ³	11853.73	6570.20	1748.80		316.12	604.46	646.77		889.77	1077.61
密目网	100m ²	423.65	79.04	218.28		11.30	21.60	23.12		31.80	38.51
全面整地	hm ²	722.30	93.86	68.48	224.00	9.66	23.76	29.38	153.28	54.22	65.66
穴状整地 (30×30)	100 个	29.55	19.27	1.93		0.53	1.30	1.61		2.22	2.69
穴状整地 (60×60)	100 个	235.54	153.63	15.36		4.22	10.39	12.85		17.68	21.41
栽植云南樟 (Φ8)	100 株	17560.00	207.48	1533.51		43.52	107.07	132.41	13770.00	1421.46	344.55
栽植鹅掌楸 (Φ6)	100 株	12134.45	207.48	1533.51		43.52	107.07	132.41	8833.20	977.15	300.11
栽植清香木 (Φ3)	100 株	12134.45	207.48	1533.51		43.52	107.07	132.41	8833.20	977.15	300.11
栽植旱冬瓜 (Φ8)	100 株	7516.74	207.48	5185.11		134.81	331.64	410.13	0.00	564.23	683.34
栽植旱冬瓜 (Φ5)	100 株	1450.02	207.48	832.77		26.01	63.98	79.12		108.84	131.82

工程名称	单位	单价	人工费	材料费	机械使用费	其他直接费	间接费	企业利润	价差	税金	扩大
栽植罗汉松 (Φ6)	100 株	9856.62	207.48	1533.51		43.52	107.07	132.41	6760.56	790.61	281.46
栽植山合欢 (Φ7)	100 株	14412.28	207.48	1533.51		43.52	107.07	132.41	10905.84	1163.68	318.77
栽植小叶榕 (Φ6)	100 株	14982.86	207.48	1533.51		43.52	107.07	132.41	11425.02	1210.41	323.44
栽植大叶相思	100 株	2462.32	207.48	1559.01		44.16	108.64	134.35	0.00	184.83	223.85
栽植海桐	100 株	8717.70	207.48	1533.51		43.52	107.07	132.41	5724.24	697.34	272.13
栽植马桑	100 株	601.85	54.34	377.44		10.79	26.55	32.84		45.18	54.71
栽植三角梅	100 株	1054.33	54.34	702.04		18.91	46.52	57.53		79.14	95.85
栽植红花檵木	100 株	2294.91	54.34	1592.05		41.16	101.25	125.22		172.26	208.63
栽植火棘	100 株	527.93	54.34	324.40		9.47	23.29	28.81		39.63	47.99
栽植油麻藤	100 株	430.35	37.05	271.69		7.72	18.99	23.48		32.30	39.12
撒播草籽	100m ²	6560.27	296.40	4410.00		117.66	289.44	357.95		492.43	596.39
铺设草坪	100m ²	3441.10	414.96	1158.69		39.34	96.78	119.68	1135.20	266.82	209.63
铺设植生毯	100m ²	10283.38	247.00	6235.36		162.06	398.67	493.02	1135.20	780.42	831.65

表 13.1-8

工程主要材料表

单位：元

名称及规格	单位	预算价格	其 中		
			原价	运杂费	采购及保管费
汽油	t	8258.00			
柴油	t	6907.00			
水泥	t	392.00			
块石	m ³	78.96			
砂	m ³	99.80			
碎石	m ³	85.45			
卵石	m ³	85.45			
电		1.35			
水		1.17			
风		0.20			
云南樟(Φ6)	株	152.40	150.00	0.15	2.25
小叶榕(Φ6)	株	127.01	125.00	0.13	1.88
小叶榕(Φ3)	株	60.96	60.00	0.06	0.90
旱冬瓜 (Φ8)	株	50.80	50.00	0.05	0.75
旱冬瓜 (Φ5)	株	8.13	8.00	0.01	0.12
罗汉松(Φ6)	株	81.28	80.00	0.08	1.20
大叶相思(Φ6)	株	15.25	15.00	0.02	0.23
鹅掌楸(Φ6)	株	101.60	100.00	0.10	1.50
清香木(Φ3)	株	101.60	100.00	0.10	1.50
海桐(Φ3)	株	71.12	70.00	0.07	1.05
山合欢(Φ3)	株	121.92	120.00	0.12	1.80
大叶黄杨 (H=0.8m)	株	15.25	15.00	0.02	0.23
马桑 (H=0.8m)	株	3.55	3.50	0.00	0.05
迎春 (H=0.8m)	株	3.05	3.00	0.00	0.05
火棘 (H=0.5m)	株	3.05	3.00	0.00	0.05
红花檵木 (H=0.6m)	株	15.25	15.00	0.02	0.23
三角梅 (H=0.8m)	株	6.61	6.50	0.01	0.10
油麻藤	株	2.54	2.50	0.00	0.04
草籽 (良种)	kg	81.28	80.00	0.08	1.20
草坪	m ²	20.32	20.00	0.02	0.30
排渗盲管(Φ500mm)	m	91.44	90	0.09	1.35
植生毯	m ²	50.80	50	0.05	0.75
铅丝石笼	kg	8.00			
原木	m ³	50.8	50	0.05	0.75
彩钢板	m ²	12.19	12	0.01	0.18

表 13.1-9 施工机械台时费汇总表 单位：万元

名称及规格	台时 费	其 中								
		折旧 费	修理 费	安 装 拆 卸 费	人 工 费	柴 油	汽 油	电	风	水
推土机 74kW	83.06	16.81	20.93	0.86	11.86	32.60				
砂浆搅拌机	17.95	0.73	2.09	0.2	6.42			8.51		
蛙式夯实机	14.34	0.15	0.93		9.88			3.38		
胶轮架子车	0.82	0.23	0.59							
拖拉机 37kW	28.00	2.69	3.35	0.16	6.42	15.38				
拖拉机 74kW	61.82	8.54	10.44	0.54	11.86	30.44				
挖掘机 0.5m ³	85.94	19.44	18.78	1.48	13.34	32.90				
卷扬机 1.5t	10.71	0.73	0.29	0.02	4.94			4.725		
V 型斗车 1.0m ³	0.77	0.60	0.17							
混凝土搅拌机	41.73	3.88	5.78	1.35	6.42			24.30		
1.1KW 振动器	2.48	0.28	1.12					1.08		
风水枪	45.90	0.21	0.39						40.50	4.80
自卸汽车 5t	48.83	9.50	4.93		6.42	27.98				
推土机 59kW	59.68	9.56	11.94	0.49	11.86	25.83				
风钻 手持式	38.58	0.48	1.73						36.02	0.35
挖掘机 1m ³	112.07	25.46	27.18	2.42	13.34	43.67				
自行式铲运机 9-12	112.98	20.32	31.60		11.86	49.20				
推土机 88kw	101.99	23.65	26.67	1.06	11.86	38.75				
塔式起重机 10t	68.55	36.61	15.50	3.1	13.34			49.55		
载重汽车 5t	23.26	6.88	9.96		6.42		59.46			

13.2 效益分析

13.2.1 效益分析原则

水土保持是一项社会公益性事业，效益分析以社会效益、生态效益为主，因此，本工程水土保持方案效益主要评价各种水土保持措施对控制人为因素引起的水土流失产生的保水保土、改善生态环境、促进当地经济可持续发展等方面的作用和效益。本方案效益评价的主要内容包括：主体工程区、料场区、弃渣场区、施工生产生活区、交通道路区等土地整治措施及植物措施减轻水力侵蚀的效益。

效益分析主要针对水土保持方案涉及范围内所采取的水土保持措施产生的新增效益进行分析。本项目属于一次性投资的生产建设项目，生产建设项目完成之时，也就是水土保持方案实施竣工之日，所以原则上水土保持方案的服务年限应与建设项目同步。

13.2.2 效益分析方法

在实地调查的基础上采取《水土保持综合治理效益计算方法》（GB/T15744—2008）进行分析计算。

13.2.3 防治效果预测

项目通过实施水土保持措施后，设计水平年各项效益指标分析如下：

（1）水土流失治理度

$$\text{水土流失治理度} = \frac{\text{水土流失治理达标面积}}{\text{建设区水土流失总面积}} \times 100\%$$

各分区水土流失治理度计算表见表 13.2-1。

表 13.2-1 项目区水土流失治理度计算表 单位：hm²

项目区		水土流 失面积 (hm ²)	水土流失治理达标面积 (hm ²)					水土流失 治理度 (%)
			永久建 筑物及 硬化	复耕	水面	水土保 持措施 面积	小计	
枢纽工 程区	主体工程区	46.18	32.77			12.74	45.51	98.55
	工程永久办 公区	1.17	0.82			0.35	1.17	100.00
	弃渣场区	20.30		16.60		3.70	20.30	100.00
	料场区	22.92		11.28	3.00	8.64	22.92	100.00
	交通道路区	113.11	59.45	15.33		38.34	113.11	100.00
	施工生产生 活区	9.89		7.21		2.68	9.89	100.00
	移民安置及 专项设施改 建区	54.04	37.83	3.36		12.08	53.26	98.57
	水库淹没区 (孤岛)	2.07				2.07	2.07	100.00
	小计	269.18	130.86	53.78	3.00	80.60	268.24	99.65
输水工 程区	主体工程区	290.44	21.99	196.97		71.03	289.99	99.85
	弃渣场区	35.69		31.98		3.71	35.69	100.00
	交通道路区	177.104	70.88	67.98		38.25	177.10	100.00
	施工生产生 活区	94.83		76.34		18.49	94.83	100.00
	小计	598.06	92.86	373.27	0.00	131.48	597.61	99.92
合计		867.24	223.72	427.05	3.00	212.08	865.85	99.84

说明：工程永久办公区 0.5hm² 位于大坝管理范围内，在枢纽工程区合计中扣除。

(2) 土壤流失控制比

$$\text{土壤流失控制比} = \frac{\text{项目区容许土壤流失量}}{\text{方案实施后平均土壤侵蚀强度}}$$

本项目位于西南岩溶区，容许土壤流失量为 500t/km²·a。项目建成后，主体工程区多为永久建筑物、开挖边坡等，道路硬化，空地和办公区均布置了植物措施，弃渣场、料场、施工生产生活区等临时占地均布置了植物措施，水土保持措施比较全面，侵蚀强度恢复至原地貌以下程度，治理后平均土壤流失模数计算为 480 t/km²·a。经计算得出土壤流失控制比为 1.04，满足水土流失防治标准要求。

(3) 渣土防护率

$$\text{渣土防护率} = \frac{\text{采取措施实际挡护的永久弃渣、临时堆土数量}}{\text{永久弃渣和临时堆土总量}} \times 100\%$$

本工程施工过程中产生弃渣 560.95 万 m^3 (松方), 弃渣场严格按设计要求做到先拦后弃, 弃渣结束后平整覆土恢复原有土地使用功能; 临时堆存表土量为 241.64 万 m^3 , 全部采用临时苫盖及临时拦挡措施, 因此渣土防护率可达 99.5%, 满足水土流失防治标准要求。

(4) 表土保护率

$$\text{表土保护率} = \frac{\text{保护表土数量}}{\text{可剥离表土数量}} \times 100\%$$

结合工程建设布局和施工特点, 以及工程后期植被恢复需求, 对工程扰动区域进行表土剥离。本方案剥离表土 241.64 万 m^3 , 主要用于各个区域的复耕及植被恢复工程覆土, 此外, 施工生产生活区、交通道路区等临时占地均在施工期间采取原地保护, 施工结束后翻耕以恢复土地功能。故本方案表土保护率可达到 99%。

(5) 林草植被恢复率

项目建设过程中形成的裸露地表, 具备绿化条件的尽可能恢复植被。

$$\text{林草植被恢复率} = \frac{\text{林草植被面积}}{\text{可恢复林草植被面积}} \times 100\%$$

项目建设区可恢复林草面积为目前经济、技术条件下项目建设区除永久建筑物、地面硬化、水面以及恢复农耕以外的区域适宜恢复林草植被的面积, 共计 213.47 hm^2 。经计算, 林草植被恢复率为 99.35%, 满足水土流失防治标准要求。详见表 13.2-3。

表 13.2-3 项目区林草植被恢复率计算表

项目区		项目区 建设面 积 (hm ²)	不可恢复植被面积 (hm ²)				林草植被 面积 (hm ²)	可恢复 植被面 积 (hm ²)	林草植 被恢复 率(%)
			永久建 筑物及 硬化面 积	复耕	水面	小计			
枢纽工程区	主体工程区	46.18	32.77			32.77	12.74	13.41	95.01
	工程永久办公区	1.17	0.82			0.82	0.35	0.35	100.00
	弃渣场区	20.30	0.00	16.60		16.60	3.70	3.70	100.00
	料场区	22.92	0.00	11.28	3.00	14.28	8.64	8.64	100.00
	交通道路区	113.11	59.45	15.33		74.77	38.34	38.34	100.00
	施工生产生活区	9.89	0.00	7.21		7.21	2.68	2.68	100.00
	移民安置及专项设施改建区	54.04	37.83	3.36		41.19	12.08	12.85	93.99
	水库淹没区(孤岛)	2.07					2.07	2.07	100.00
	小计	269.18	130.86	53.78	3.00	187.64	80.60	81.54	98.85
输水工程区	主体工程区	290.44	21.99	196.97	0.00	218.96	71.03	71.48	99.37
	弃渣场区	35.69	0.00	31.98	0.00	31.98	3.71	3.71	100.00
	交通道路区	177.10	70.88	67.98	0.00	138.86	38.25	38.25	100.00
	施工生产生活区	94.83	0.00	76.34	0.00	76.34	18.49	18.49	100.00
	小计	598.06	92.86	373.27	0.00	466.13	131.48	131.93	99.66
合计		867.24	223.72	427.05	3.00	653.77	212.08	213.47	99.35

说明：工程永久办公区 0.5hm² 位于大坝管理范围内，在枢纽工程区合计中扣除。

(6) 林草覆盖率

$$\text{林草覆盖率} = \frac{\text{林草植被面积}}{\text{防治责任范围面积} - \text{复耕面积}} \times 100\%$$

防治责任范围扣除复耕面积共 922.89hm²，本方案恢复林草植被面积为 212.08hm²，此外，水库淹没区孤岛区域保留现状林地 21.65 hm²，经计算项目区林草植被面积为 233.73m²，林草覆盖率为 25.33%，满足水土流失防治标准要求。

13.2.4 效益分析

13.2.4.1 生态效益

方案在设计中结合主体工程设计，补充增加了各个防治分区的工程措施、植

物措施和临时措施,经预测分析表明,方案实施后,易发生水土流失的区域得到了有效治理,防治责任范围内水土流失将得到有效控制,根据防治效果预测结果,方案实施的水土保持措施能满足水土流失防治标准的要求,可最大限度的减少工程建设引起的水土流失,可减少水土流失量 20.54 万 t。方案实施后,区域生态环境能得到一定程度的改善,减轻因工程建设等人为活动对自然环境的破坏,具有较好的保土蓄水、保护生态环境等生态效益,为恢复和改善区域生态环境创造有利条件。

13.2.4.2 社会效益

方案实施后,各项水土保持措施发挥其效用,不但保证了施工产生的弃渣得到有效拦挡,同时区域植被得到恢复,工程建设造成的水土流失影响有所降低,主体工程安全运营得到保障,绿化措施的实施改善了大坝附近的景观,改善了工程运行期的生态环境,为项目区的居民生活创造了一个良好的环境,实现了水土保持生态建设与开发建设项目同步发展,对当地及周边经济社会的持续发展起到了积极作用。同时,方案的实施对当地水土保持事业的发展也具有一定的促进作用。

14 结论和建议

14.1 水土保持方案总体结论

在野外调查的基础上,根据水土保持有关法律法规,确定了本方案编制的指导思想、遵循的原则和方法以及总体防治目标。在对清水河水利枢纽工程调查的基础上,分析了本工程的施工组织和工艺,以及项目区的地形地貌、土壤、植被、气象水文、水土流失特点和水土保持现状。预测并分析评价了水土流失量及其危害。针对水土流失类型和危害,结合地形地貌及气候特征,确定了防治分区,项目占地内全面布设水土流失防治措施。在此基础上,编制了投资估算,进行了水土保持效益分析。根据有关法律法规,坚持“三同时”制度,确定了水土保持工程的实施进度和方案实施的保障措施,提出了水土保持监测、监理的指导性意见。总体结论如下:

本工程符合国家、地方经济发展的要求。本工程存在无法避让国家级水土流失重点治理区的水土保持制约性因素,按照《水土保持法》、《生产建设项目水土保持技术规范》GB50433-2018 等法律、规范标准及规范性文件的要求,通过提高防治标准、工程防护等级,优化施工工艺,减少扰动和植被损坏范围,加强补偿措施,补充完善主体工程措施,按本方案的要求可有效防治新增水土流失,避免发生水土流失危害和造成对周边区域及河流的不利影响,在此基础上,符合水土保持要求,项目建设可行。

14.2 建议

根据清水河水利枢纽工程水土保持工作特点,方案从对主体工程设计的要求、对施工单位的施工管理要求、对水土保持工程监理的要求、对水土保持监测的要求等四个方面提出以下建议:

(1) 对主体设计要求

1) 进一步核实工程建设的占地和扰动面积,做好工程区的勘测工作,尽量缩小工程建设的扰动地表面积,减少水土流失。

2) 进一步核实土石方平衡,优化施工时序和土石方调配,将永久渣场与临时渣场结合使用,在合理运距内考虑永久弃渣填至料场料坑,尽量减少永久弃渣量和扰动地表面积。

3) 对于项目区,尤其是库区清除的含腐殖质表土层应尽量加以利用,用于植被恢复。

4) 根据施工布置和施工工艺,合理优化施工时序,缩短施工工期,进而减少工程建设扰动时段和水土流失时段。

5) 施工布置应尽量考虑永临结合设计,防止工程区的二次扰动,建设时按各种功能的需求一次到位,避免二次建设,施工场地平整尽量利用工程开挖弃料,可减少工程弃渣量。

(2) 对施工单位要求

1) 在施工招标标书中,增加严格限定施工占地面积;增加阶段验收时应有地方水行政主管部门参加,并对水土保持设施数量和质量进行认定签字,施工单位方可撤离,建设单位方可付款等水土保持条款。

2) 施工期间要求施工单位合理安排施工工序,尽量减少临时堆土的堆放时间。

3) 施工期间应规划施工活动范围,还要安排好现有交通车辆的通行,由专人负责严格控制和管理运输车辆及重型机械的行车范围,以防破坏地表植被,引发水土流失。

4) 对施工人员加强水土保持教育,减少对当地植物的人为破坏。

5) 加强施工道路管理,定期平整,保证畅通。

6) 注意临时堆渣的临时防护,施工单位施工完毕后应向建设单位提交临时防护工程影像资料。

7) 施工结束后,要做好施工场地的恢复工作,应结合地形修整成一定形状与周围环境相协调。

(3) 水土保持工程监理要求

1) 在水土保持工程监理招标中,明确水土保持专项验收所需的《水土保持监理总结报告》所需的内容。

2) 在合理工期内,分解总目标,与施工单位协商确定阶段目标的重点工作日程,监理通过一定的奖惩、帮助、协调等手段进行检查监督,逐步实现水土保持项目的总目标。

3) 经常到现场检查施工单位的材料设备和人员数量情况,检查进度实际执

行情况，发现对水土保持工作总的目标有影响时，及时递送进度原因分析报告，将现场实际情况向业主汇报，提出进度计划的调整措施，及时保证重点水土保持工程的正常实施。

4) 水土保持施工中着重进行各工序质量管理，检查承包商是否按批准的方法进行施工，工序衔接和操作方法是否符合规范要求，所用材料是否合格，工序结果是否进行了认真的自检。

5) 应由具有相应资质的监理单位对施工单位在施工准备期、施工期和竣工验收阶段的水土保持措施进行全面全过程的监理。对于土建工程设置专职水土保持监理工程师，负责现场过程控制；单位工程开工后和竣工前，监理单位要签定《水土保持计划报审单》和《水土保持竣工验收单》，记录水土保持措施或设计执行情况、出现的问题及处理过程，完工后，提交分部、单元工程质量资料，完成水土保持监理报告。

(4) 水土保持监测要求

1) 按方案中的监测计划实施并定期向当地的水行政主管部门和业主提交季度监测报告。

2) 在以调查监测为主的原则下，布设定位监测点，并适当延长部分点位的监测时段、增加监测频次，为云南省水利水电项目建设积累必要的资料。

3) 在设计水平年的下半年提交水土保持专项验收所需的《水土保持监测总结报告》。项目区背景值监测，应在施工准备期前进行。

云南省文山清水河水利枢纽工程

投资估算附件

建设单位：文山州清水河水利枢纽工程管理局

编制单位：中水北方勘测设计研究有限责任公司

二〇二〇年九月

1 水土保持投资估算

清水河水利枢纽工程水土保持总投资 7878.63 万元，其中工程措施 1644.11 万元，植物措施 2307.51 万元，监测措施费为 282.77 万元，临时措施 1035.51 万元，独立费用 1358.83 万元，基本预备费 662.88 万元，水土保持补偿费 587.02 万元。

表 1-1 水土保持投资估算总表 单位：万元

序号	工程或费用名称	枢纽工程	输水工程	合计
一	第一部分工程措施	809.45	834.66	1644.11
1	主体工程区	36.26	134.01	170.27
2	工程永久办公生活区	1.27		
3	弃渣场区	462.09	564.32	1026.41
4	料场区	114.19		114.19
5	施工生产生活区	23.78	24.44	48.22
6	交通道路区	51.72	111.89	163.61
7	移民安置及专项设施改建区	117.83		117.83
8	水库淹没区	2.31		2.31
二	第二部分植物措施	1480.46	827.05	2307.51
1	主体工程区	535.59	275.74	811.33
2	弃渣场区	21.67	21.76	43.43
3	料场区	31.39		31.39
4	施工生产生活区	16.10	77.11	93.21
5	交通道路区	603.45	452.44	1055.89
6	工程永久办公生活区	23.16		23.16
7	移民安置及专项设施改建区	216.64		216.64
8	水库淹没区	32.46		
三	第三部分监测措施	155.96	126.81	282.77
1	土建设施及设备	16.15	12.92	29.07
2	安装费	29.79	19.87	49.66
3	建设期观测运行费	110.02	94.02	204.04
四	第四部分施工临时措施	153.54	881.97	1035.51
1	主体工程区	19.35	451.67	471.02
2	弃渣场区	0.00	28.36	28.36
3	料场区	10.83		10.83
4	施工生产生活区	26.26	208.81	235.07
5	交通道路区	40.32	157.36	197.68
6	工程永久办公生活区	1.07		1.07
7	移民安置及专项设施改建区	6.79		6.79
8	其他临时工程	48.92	35.77	84.69
五	第五部分独立费用	674.24	684.59	1358.83
1	建设管理费	51.99	53.41	105.40
2	工程建设监理费	67.02	78.64	145.66
3	方案编制费	115.92	77.28	193.20
4	科研勘测设计费	371.47	373.50	744.97
5	水土保持验收费	67.84	101.76	169.60
第一至五部分合计		3273.65	3355.08	6628.73
六	基本预备费	327.37	335.51	662.88

序号	工程或费用名称	枢纽工程	输水工程	合计
七	水土保持补偿费	168.37	418.65	587.02
八	总投资	3769.39	4109.24	7878.63

表 1-2 枢纽工程水土保持投资估算分表 单位：万元

编号	工程费用名称	单位	数量	单价(元)	合价(万元)
一	工程措施				809.45
(一)	主体工程区				36.26
1	土地整治工程				36.26
(1)	土地平整	hm ²	12.74	11140.00	14.19
(2)	表土剥离	m ³	480	7.22	0.35
(3)	表土回填	m ³	59992	3.62	21.72
(二)	工程永久办公生活区				1.27
1	土地整治工程				1.27
(1)	土地平整	hm ²	0.35	11140.00	0.39
(2)	表土剥离	m ³	651	7.22	0.47
(3)	表土回填	m ³	1134	3.62	0.41
(三)	弃渣场区				462.09
1	截排水工程				197.22
(1)	土方开挖	m ³	14695	8.17	12.01
(2)	土方回填	m ³	2931	10.39	3.05
(3)	M7.5 浆砌石	m ³	4473	304.31	136.12
(4)	碎石垫层	m ³	1564	161.16	25.21
(5)	水泥砂浆抹面	m ²	14911	13.97	20.83
2	拦挡工程				260.75
(1)	排渗盲管	m	18720	139.29	260.75
2	土地整治工程				4.12
(1)	土地平整	hm ²	3.70	11140.00	4.12
(2)	表土剥离	m ³	0	7.22	0.00
(3)	表土回填	m ³	0	3.62	0.00
(四)	料场区				114.19
1	土地整治工程				19.75
(1)	土地平整	hm ²	8.64	11140.00	9.62
(2)	表土回填	m ³	27991	3.62	10.13
2	排水工程				94.44
(1)	土方开挖	m ³	7355	8.17	6.01
(2)	土方回填	m ³	1419	10.39	1.47
(3)	M7.5 浆砌石	m ³	2137	304.31	65.03
(4)	碎石垫层	m ³	743	161.16	11.97
(5)	水泥砂浆抹面	m ²	7126	13.97	9.96
(五)	施工生产生活区				23.78
1	土地整治工程				23.78
(1)	土地平整	hm ²	2.78	58848.00	16.36
(2)	表土剥离	m ³	6841	7.22	4.94
(3)	表土回填	m ³	6841	3.62	2.48
(六)	交通道路区				51.72
1	土地整治工程				51.72
(1)	土地平整	hm ²	38.34	11140.00	42.71
(2)	表土剥离	m ³	24893	7.22	17.97
(3)	表土回填	m ³	24893	3.62	9.01

编号	工程费用名称		单位	数量	单价(元)	合价(万元)
(七)	移民安置及专项设施改建区					117.83
1	主体工程区					25.54
(1)	土地整治工程					25.54
①	土地平整		hm ²	11.58	11140.00	12.90
②	表土剥离		m ³	11664	7.22	8.42
③	表土回填		m ³	11664	3.62	4.22
(2)	截排水工程					0.00
①	土方开挖		m ³	0	8.17	0.00
②	M7.5 浆砌石		m ³	0	304.31	0.00
2	专项设施弃渣场区					92.29
(1)	拦渣工程					24.47
①	土方开挖		m ³	994	3.28	0.33
②	土方回填		m ³	452	10.39	0.47
③	M7.5 浆砌石		m ³	707	294.69	20.83
④	PVC 排水管		m	159	40.93	0.65
⑤	碎石垫层		m ³	89	161.16	1.43
⑥	闭孔塑料板		m	404	18.88	0.76
(2)	截排水工程					64.33
①	土方开挖		m ³	3683	8.17	3.01
②	土方回填		m ³	737	10.39	0.77
③	M7.5 浆砌石		m ³	1679	304.31	51.09
④	碎石垫层		m ³	587	161.16	9.46
(3)	土地整治工程					3.49
①	土地平整		hm ²	0.50	11140.00	0.56
②	表土剥离		m ³	2700	7.22	1.95
③	表土回填		m ³	2700	3.62	0.98
(八)	水库淹没区					2.31
1	土地整治工程					2.31
(1)	土地平整		hm ²	2.07	11140.00	2.31
(2)	建筑物拆除		m ³	0	131.02	0.00
二	植物措施					1480.46
(一)	枢纽工程区					535.59
1	绿化美化工程					272.01
(1)	整地					4.85
①	穴状整地 (60cm×60cm)		个	14812	2.36	3.50
②	穴状整地 (30cm×30cm)		个	14394	0.30	0.43
③	全面整地		hm ²	12.74	722.30	0.92
(2)	栽植					267.16
①	乔木	云南樟	株	3703	175.60	65.02
②		鹅掌楸	株	3703	109.96	40.72
③		清香木	株	3703	121.34	44.93
④		海桐	株	3703	87.18	32.28
⑤	灌木	红花檵木	株	4798	23.20	11.13
⑥		三角梅	株	4798	10.54	5.06
⑦		火棘	株	4798	5.28	2.53

编号	工程费用名称	单位	数量	单价(元)	合价(万元)
⑧	绿篱	延米	58	196.69	1.14
⑨	草籽	hm ²	12.74	7338.67	9.35
⑩	草坪	hm ²	0.11	344110.00	3.79
(11)	树木支撑	株	14812	23.35	34.59
(12)	树木绑扎草绳	m	14812	11.22	16.62
2	挂镀锌铁丝网喷播植草	hm ²	2.45		261.81
①	搭建脚手架	m ²	24463	15.81	38.68
②	坡面钻种植孔	m	78993	5.38	42.50
③	主锚 φ18L700	根	6171	15.25	9.41
④	次锚 φ10L400	根	18514	5.09	9.42
⑤	挂镀锌铁丝网	m ²	24463	20.32	49.71
⑥	植生板制作安装	m ²	3086	59.95	18.50
⑦	厚基质喷播	m ²	24463	32.50	79.50
⑧	施工期养护	m ²	24463	5.76	14.09
3	抚育工程				1.77
(1)	幼林抚育	hm ²	12.74	1388.19	1.77
(二)	弃渣场区				21.67
1	植被恢复工程				21.16
(1)	整地				1.81
①	穴状整地 (60cm×60cm)	个	4312	2.36	1.02
②	穴状整地 (30cm×30cm)	个	17248	0.30	0.52
③	全面整地	hm ²	3.70	722.30	0.27
(2)	栽植				19.35
①	旱冬瓜	株	4312	14.50	6.25
②	马桑	株	17248	6.02	10.38
③	草籽	hm ²	3.70	7338.67	2.72
2	抚育工程				0.51
(1)	幼林抚育	hm ²	3.70	1388.19	0.51
(三)	料场区				31.39
1	植被恢复工程				30.19
(1)	整地				2.41
①	全面整地	hm ²	8.64	722.30	0.62
②	穴状整地 (60cm×60cm)	个	5040	2.36	1.19
③	穴状整地 (30cm×30cm)	个	20158	0.30	0.60
(1)	栽植				27.78
①	旱冬瓜	株	5040	14.50	7.31
②	马桑	株	20158	6.02	12.14
③	爬山虎	株	4620	4.30	1.99
④	撒播草籽	hm ²	8.64	7338.67	6.34
2	抚育工程				1.20
(1)	幼林抚育	hm ²	8.64	1388.19	1.20
(四)	施工生产生活区				16.10
1	植被恢复工程				15.71
(1)	整地				1.33
①	穴状整地 (60cm×60cm)	个	3131	2.36	0.74
②	穴状整地 (30cm×30cm)	个	12964	0.30	0.39

编号	工程费用名称		单位	数量	单价(元)	合价(万元)
③	全面整地		hm ²	2.78	722.30	0.20
(2)	栽植					14.38
①	旱冬瓜		株	3131	14.50	4.54
②	马桑		株	12964	6.02	7.80
③	草籽		hm ²	2.78	7338.67	2.04
2	抚育工程					0.39
(1)	幼林抚育		hm ²	2.78	1388.19	0.39
(五)	交通道路区					603.45
1	植被恢复工程					598.13
(1)	整地					15.48
①	穴状整地(60cm×60cm)		个	39920	2.36	9.42
②	穴状整地(30cm×30cm)		个	109561	0.30	3.29
③	全面整地		hm ²	38.34	722.30	2.77
(2)	栽植					582.65
①	挂生态毯植被护坡		hm ²	2.53	1028338.00	260.17
②	山合欢		株	12530	144.12	180.58
③	旱冬瓜		株	27390	14.50	39.72
④	马桑		株	109561	6.02	65.96
⑤	油麻藤		株	18795	4.30	8.08
⑥	撒播草籽		hm ²	38.34	7338.67	28.14
2	抚育工程					5.32
(1)	幼林抚育		hm ²	38.34	1388.19	5.32
(六)	工程永久办公生活区					23.16
1	绿化美化工程					23.11
(1)	整地					0.11
①	穴状整地(60cm×60cm)		个	157	2.36	0.04
②	穴状整地(30cm×30cm)		个	1313	0.30	0.04
③	全面整地		hm ²	0.35	722.30	0.03
(2)	栽植					23.00
①	乔木	云南樟	株	52	175.60	0.91
②		小叶榕	株	52	109.96	0.57
③		罗汉松	株	52	98.57	0.51
④		大叶相思	株	52	24.62	0.13
⑤		清香木	株	52	121.34	0.63
⑥	灌木	红花檵木	株	523	23.20	1.21
⑦		三角梅	株	523	10.54	0.55
⑧		迎春	株	523	5.28	0.28
⑨	绿篱		延米	268	196.69	5.27
⑩	草坪		hm ²	0.35	344110.00	12.04
(11)	树木支撑		株	260	23.35	0.61
(12)	树木绑扎草绳		m	260	11.22	0.29
2	抚育工程					0.05
(1)	幼林抚育		hm ²	0.35	1388.19	0.05
(七)	移民安置及专项设施改建区					216.64
1	移民安置区					214.76

编号	工程费用名称		单位	数量	单价(元)	合价(万元)
(1)	植被恢复工程					213.15
①	整地					6.42
	全面整地		hm ²	11.58	722.30	0.84
	穴状整地 (30cm×30cm)		个	8400	0.30	0.25
	穴状整地 (60cm×60cm)		个	22600	2.36	5.33
②	栽植					206.73
	乔木	云南樟	株	1400	175.60	24.58
		小叶榕	株	1400	75.79	10.61
		罗汉松	株	1400	98.57	13.80
		旱冬瓜	株	18400	75.17	138.31
	灌木	红花檵木	株	2800	23.20	6.50
		三角梅	株	2800	10.54	2.95
		迎春	株	2800	5.28	1.48
	撒播草籽		hm ²	11.58	7338.67	8.50
(2)	抚育工程					1.61
	幼林抚育		hm ²	11.58	1388.19	1.61
2	专项设施弃渣场区					1.88
(1)	植被恢复工程					1.88
①	整地					0.11
	全面整地		hm ²	0.50	722.30	0.04
	穴状整地 (30cm×30cm)		个	2333	0.30	0.07
②	栽植					1.77
	马桑		株	2333	6.02	1.40
	撒播草籽		hm ²	0.50	7338.67	0.37
(八)	水库淹没区					32.46
1	植被恢复工程					32.17
(1)	整地					1.01
①	全面整地		hm ²	2.07	722.30	0.150
②	穴状整地 (30cm×30cm)		个	9666	0.30	0.290
③	穴状整地 (60cm×60cm)		个	2417	2.36	0.57
(2)	栽植					31.16
①	小叶榕		株	0	75.79	0.00
②	旱冬瓜		株	2417	98.57	23.82
③	马桑		株	9666	6.02	5.82
④	撒播草籽		hm ²	2.07	7338.67	1.52
2	抚育工程					0.29
(1)	幼林抚育		hm ²	2.07	1388.19	0.29
三	监测措施					155.96
(一)	土建设施					16.15
(二)	设备及安装					29.79
1	监测设备					28.37
2	安装费					1.42
(三)	建设期观测运行费					110.02
四	施工临时工程					153.54
1	临时防护工程					104.62
(1)	枢纽工程区					19.35

编号	工程费用名称	单位	数量	单价(元)	合价(万元)
①	袋装土	m ³	671	118.54	7.95
②	防尘网苫盖	m ²	26876	4.24	11.40
(2)	弃渣场区				0.00
①	袋装土	m ³	0	118.54	0.00
④	防尘网苫盖	m ²	0	4.24	0.00
(3)	料场区				10.83
①	袋装土	m ³	546	118.54	6.47
②	土方开挖	m ³	93	8.17	0.08
③	石方开挖	m ³	0	234.38	0.00
④	防尘网苫盖	m ²	6122	4.24	2.60
⑤	围栏防护	m ²	678	24.73	1.68
(4)	施工生产生活区				26.26
①	沟槽土方开挖	m ³	377	8.17	0.31
②	袋装土	m ³	956	118.54	11.33
③	防尘网苫盖	m ²	34483	4.24	14.62
(5)	交通道路区				40.32
①	沟槽土方开挖	m ³	4193	8.17	3.43
②	防尘网苫盖	m ²	40613	4.24	17.22
③	袋装土	m ³	924	118.54	10.95
④	围栏防护	m ³	3526	24.73	8.72
(6)	工程永久办公生活区				1.07
①	袋装土	m ³	72	118.54	0.85
②	防尘网苫盖	m ²	508	4.24	0.22
(7)	移民安置及专项设施改建区				6.79
1	主体工程区				4.95
①	袋装土	m ³	230	118.54	2.73
②	防尘网苫盖	m ²	5225	4.24	2.22
2	专项设施弃渣场区				1.84
①	袋装土	m ³	111	118.54	1.32
②	防尘网苫盖	m ²	1220	4.24	0.52
2	其它临时工程	%	2.00	2445.87	48.92
五	独立费用				674.24
1	建设单位管理费	%	2.00	2599.41	51.99
2	方案编制费				115.92
3	工程监理费				67.02
4	勘测设计费				371.47
5	竣工验收费				67.84
一至五部分合计					3273.65
六	基本预备费	%	10.00	3273.65	327.37
七	水土保持补偿费				168.37
1	丘北县		0.70	150.23	105.16
2	砚山县		0.70	90.30	63.21
3	广南县		0.70	0.00	0.00
八	总投资				3769.39

表 1-3 输水工程水土保持投资估算分表 单位：万元

编号	工程费用名称	单位	数量	单价(元)	合价(万元)
一	工程措施				834.66
(一)	主体工程区				134.01
1	土地平整	hm ²	71.03	11140.00	79.13
2	表土剥离	m ³	50629	7.22	36.55
3	表土回填	m ³	50629	3.62	18.33
(二)	弃渣场区				564.32
1	拦渣工程				160.50
(1)	土方开挖	m ³	5945	3.28	1.95
(2)	土方回填	m ³	2879	10.39	2.99
(3)	M7.5 浆砌石	m ³	4920	294.69	144.99
(4)	PVC 排水管	m	1745	3.00	0.52
(5)	碎石垫层	m ³	500	161.16	8.06
(6)	闭孔塑料板	m	383	18.88	0.72
(7)	铅丝石笼	m ³	69	184.71	1.27
2	截排水工程				386.66
(1)	土方开挖	m ³	33015	8.17	26.97
(2)	土方回填	m ³	7018	10.39	7.29
(3)	M7.5 浆砌石	m ³	10925	304.31	332.46
(4)	碎石垫层	m ³	3693	10.39	3.84
(5)	水泥砂浆抹面	m ²	11525	13.97	16.10
3	土地整治工程				17.16
(1)	土地平整	hm ²	3.71	11140.00	4.13
(2)	表土剥离	m ³	12029	7.22	8.68
(3)	表土回填	m ³	12029	3.62	4.35
(三)	施工生产生活区				24.44
1	土地整治工程				24.44
(1)	土地平整	hm ²	18.49	11140.00	20.60
(2)	表土剥离	m ³	3545	7.22	2.56
(3)	表土回填	m ³	3545	3.62	1.28
(四)	交通道路区				111.89
1	土地整治工程				111.89
(1)	土地平整	hm ²	38.25	11140.00	42.61
(2)	表土剥离	m ³	63910	7.22	46.14
(3)	表土回填	m ³	63910	3.62	23.14
二	植物措施				827.05
(一)	主体工程区				275.74
1	绿化美化工程				265.88
(1)	整地				7.80
①	穴状整地 (60cm×60cm)	个	2298	2.36	0.54
②	穴状整地 (30cm×30cm)	个	71112	0.30	2.13
③	全面整地	hm ²	71.03	722.30	5.13
(2)	栽植				258.08
①	云南樟	株	1149	144.12	16.56
②	罗汉松	株	1149	98.57	11.33

编号	工程费用名称	单位	数量	单价(元)	合价(万元)
③	火棘	株	35556	5.28	18.77
④	三角梅	株	35556	10.54	37.48
⑤	马桑	株	156218	6.02	94.04
⑥	挂生态毯植被护坡	hm ²	0.27	1028338.00	27.77
⑦	草籽	hm ²	71.03	7338.67	52.13
2	抚育工程				9.86
(1)	幼林抚育	hm ²	71.03	1388.19	9.86
(二)	弃渣场区				21.76
1	植被恢复工程				21.24
(1)	整地				1.81
①	穴状整地(60cm×60cm)	个	4331	2.36	1.02
②	穴状整地(30cm×30cm)	个	17326	0.30	0.52
③	全面整地	hm ²	3.71	722.30	0.27
(2)	栽植				19.43
①	旱冬瓜	株	4331	14.50	6.28
②	马桑	株	17326	6.02	10.43
③	草籽	hm ²	3.71	7338.67	2.72
2	抚育工程				0.52
(1)	幼林抚育	hm ²	3.71	1388.19	0.52
(三)	施工生产生活区				77.11
1	植被恢复工程				74.54
(1)	整地				9.02
①	穴状整地(60cm×60cm)	个	21572	2.36	5.09
②	穴状整地(30cm×30cm)	个	86290	0.30	2.59
③	全面整地	hm ²	18.49	722.30	1.34
(2)	栽植				65.52
①	旱冬瓜	株	21572	14.50	31.28
②	马桑	株	86290	6.02	51.95
③	草籽	hm ²	18.49	7338.67	13.57
2	抚育工程				2.57
(1)	幼林抚育	hm ²	18.49	1388.19	2.57
(四)	交通道路区				452.44
1	植被恢复工程				447.13
(1)	整地				11.07
①	穴状整地(60cm×60cm)	个	23328	2.36	5.51
②	穴状整地(30cm×30cm)	个	93312	0.30	2.80
②	全面整地	hm ²	38.25	722.30	2.76
(2)	栽植				436.06
①	挂植生态毯植被护坡	hm ²	0.91	1028338.00	93.58
②	山合欢	株	14490	144.12	208.83
③	旱冬瓜	株	23328	14.50	33.83
④	马桑	株	93312	6.02	56.17
⑤	油麻藤	株	36225	4.30	15.58
⑥	撒播草籽	hm ²	38.25	7338.67	28.07
2	抚育工程				5.31
(1)	幼林抚育	hm ²	38.25	1388.19	5.31

编号	工程费用名称	单位	数量	单价(元)	合价(万元)
三	监测措施				126.81
(一)	土建设施				12.92
(二)	设备及安装				19.87
1	监测设备				18.92
2	安装费				0.95
(三)	建设期观测运行费				94.02
四	施工临时工程				881.97
1	临时防护工程				846.20
(1)	主体工程区				451.67
①	袋装土	m ³	35112	118.54	416.22
②	防尘网苫盖	m ²	83600	4.24	35.45
(2)	弃渣场区				28.36
①	袋装土	m ³	913	118.54	10.82
②	防尘网苫盖	m ²	41374	4.24	17.54
(3)	施工生产生活区				208.81
①	沟槽土方开挖	m ³	1717	8.17	1.40
②	袋装土	m ³	3936	118.54	46.66
③	防尘网苫盖	m ²	379139	4.24	160.75
(4)	交通道路区				157.36
①	沟槽土方开挖	m ³	52416	8.17	42.82
②	袋装土	m ³	1689	118.54	20.02
③	防尘网苫盖	m ²	94418	4.24	40.03
④	围栏防护	m ³	22035	24.73	54.49
2	其它临时工程	%	2.00	1788.52	35.77
五	独立费用				684.59
1	建设单位管理费	%	2.00	2670.49	53.41
2	方案编制费				77.28
3	工程监理费				78.64
4	勘测设计费				373.50
5	竣工验收费				101.76
一至五部分合计					3355.08
六	基本预备费	%	10.00	3355.08	335.51
七	水土保持补偿费				418.65
1	丘北县		0.70	222.91	156.04
2	砚山县		0.70	252.48	176.74
3	广南县		0.70	122.67	85.87
八	总投资				4109.24

表 1-4 水土保持分年度投资表 单位：万元

序号	工程或费用名称	合 计	建设期			
			第一年	第二年	第三年	第四年
枢纽工程区	工程措施	809.45	101.18	202.36	202.36	303.55
	植物措施	1480.46	185.06	370.12	370.12	555.16
	监测措施	155.96	77.98	25.99	25.99	26.00
	临时措施	153.54	38.39	38.39	38.39	38.37
	独立费用	674.24	168.56	168.56	168.56	168.56
	预备费	327.37	81.84	81.84	81.84	81.85
	水土保持补偿费	168.37	168.37		0.00	
	小计	3769.39	821.38	887.26	887.26	1173.49
输水工程区	工程措施	834.66	104.33	208.67	208.67	312.99
	植物措施	827.05	103.38	206.76	206.76	310.15
	监测措施	126.81	63.41	21.14	21.14	21.12
	临时措施	881.97	220.49	220.49	220.49	220.50
	独立费用	684.59	171.15	171.15	171.15	171.14
	预备费	335.51	83.88	83.88	83.88	83.87
	水土保持补偿费	418.65	418.65			
	小计	4109.24	1165.29	912.09	912.09	1119.77
合计		7878.63	1986.67	1799.35	1799.35	2293.26

2 单价分析表

表 2-1 主要材料单价表

名称及规格	单位	预算价格	其 中		
			原价	运杂费	采购及保管费
汽油	t	8258.00			
柴油	t	6907.00			
水泥	t	392.00			
块石	m ³	78.96			
砂	m ³	99.80			
碎石	m ³	85.45			
卵石	m ³	85.45			
电		1.35			
水		1.17			
风		0.20			
云南樟(Φ6)	株	152.40	150.00	0.15	2.25
小叶榕(Φ6)	株	127.01	125.00	0.13	1.88
小叶榕(Φ3)	株	60.96	60.00	0.06	0.90
旱冬瓜 (Φ8)	株	50.80	50.00	0.05	0.75
旱冬瓜 (Φ5)	株	8.13	8.00	0.01	0.12
罗汉松(Φ6)	株	81.28	80.00	0.08	1.20
大叶相思(Φ6)	株	15.25	15.00	0.02	0.23
鹅掌楸(Φ6)	株	101.60	100.00	0.10	1.50
清香木(Φ3)	株	101.60	100.00	0.10	1.50
海桐(Φ3)	株	71.12	70.00	0.07	1.05
山合欢(Φ3)	株	121.92	120.00	0.12	1.80
大叶黄杨 (H=0.8m)	株	15.25	15.00	0.02	0.23
马桑 (H=0.8m)	株	3.55	3.50	0.00	0.05
迎春 (H=0.8m)	株	3.05	3.00	0.00	0.05
火棘 (H=0.5m)	株	3.05	3.00	0.00	0.05
红花檵木 (H=0.6m)	株	15.25	15.00	0.02	0.23
三角梅 (H=0.8m)	株	6.61	6.50	0.01	0.10
油麻藤	株	2.54	2.50	0.00	0.04
草籽 (良种)	kg	81.28	80.00	0.08	1.20
草坪	m ²	20.32	20.00	0.02	0.30
排渗盲管(Φ500mm)	m	91.44	90	0.09	1.35
植生毯	m ²	50.80	50	0.05	0.75
铅丝石笼	kg	8.00			
原木	m ³	50.8	50	0.05	0.75
彩钢板	m ²	12.19	12	0.01	0.18

表 2-2 施工机械台时费汇总表 单位：万元

编号	名称及规格	台时 费	其 中								
			折旧 费	修理 费	安 装 拆 卸 费	人 工 费	柴 油	汽 油	电	风	水
1031	推土机 74kW	83.06	16.81	20.93	0.86	11.86	32.60				
6021	砂浆搅拌机	17.95	0.73	2.09	0.2	6.42			8.51		
1077	蛙式夯实机	14.34	0.15	0.93		9.88			3.38		
3059	胶轮架子车	0.82	0.23	0.59							
1043	拖拉机 37kW	28.00	2.69	3.35	0.16	6.42	15.38				
1046	拖拉机 74kW	61.82	8.54	10.44	0.54	11.86	30.44				
1001	挖掘机 0.5m³	85.94	19.44	18.78	1.48	13.34	32.90				
4067	卷扬机 1.5t	10.71	0.73	0.29	0.02	4.94			4.73		
3064	V 型斗车 1.0m³	0.77	0.60	0.17							
2003	混凝土搅拌机	41.73	3.88	5.78	1.35	6.42			24.30		
2030	1.1KW 振动器	2.48	0.28	1.12					1.08		
2050	风水枪	45.90	0.21	0.39						40.50	4.80
3012	自卸汽车 5t	48.83	9.50	4.93		6.42	27.98				
1030	推土机 59kW	59.68	9.56	11.94	0.49	11.86	25.83				
1078	风钻 手持式	38.58	0.48	1.73						36.02	0.35
1002	挖掘机 1m³	112.07	25.46	27.18	2.42	13.34	43.67				
1054	自行式铲运机 9-12	112.98	20.32	31.60		11.86	49.20				
1032	推土机 88kw	101.99	23.65	26.67	1.06	11.86	38.75				
4004	塔式起重机 10t	68.55	36.61	15.50	3.1	13.34			49.55		
3004	载重汽车 5t	23.26	6.88	9.96		6.42		59.46			

表 2-3 单价汇总表

工程名称	单位	单价	人工费	材料费	机械使用费	其他直接费	间接费	企业利润	价差	税金	扩大
土地平整 1	hm ²	11140.00	346.00	864.00	4734.00	149.00	427.00	456.00	2315.00	836.00	1013.00
土地平整 2	hm ²	58848.00	1581.00	6941.00	23506.00	801.00	2298.00	2459.00	11495.00	4417.00	5350.00
表土剥离	100m ³	721.52	36.06	56.18	297.84	9.75	27.99	29.95	144.00	54.16	65.59
表土回填	100m ³	361.88	12.35	18.90	159.48	4.77	13.69	14.64	77.99	27.16	32.90
排水沟土方开挖	100m ³	816.76	567.11	17.01		22.20	30.32	44.56		61.31	74.25
挡墙土方开挖	100m ³	328.34	23.71	34.31	125.47	6.97	9.52	14.00	59.86	24.65	29.85
石方开挖	100m ³	23438.45	5541.69	7502.66	3167.57	616.05	1346.24	1272.19	101.93	1759.35	2130.77
土方回填	100m ³	1039.43	395.20	61.38	286.80	28.25	38.58	56.71		78.02	94.49
浆砌石挡墙	100m ³	29469.39	4122.92	13106.15	246.69	664.08	1451.19	1371.37	3615.90	2212.05	2679.04
浆砌石截排水沟	100m ³	30431.34	4267.67	13567.78	251.41	687.30	1501.93	1419.33	3685.18	2284.25	2766.49
水泥砂浆抹面	100m ²	1397.36	423.85	395.78	12.06	31.60	60.43	64.66	177.06	104.89	127.03
排渗盲管	100m	13929.10	406.66	9368.84		371.47	710.29	760.01		1045.55	1266.28
袋装土	100m ³	11853.73	6570.20	1748.80		316.12	604.46	646.77		889.77	1077.61
密目网	100m ²	423.65	79.04	218.28		11.30	21.60	23.12		31.80	38.51
全面整地	hm ²	722.30	93.86	68.48	224.00	9.66	23.76	29.38	153.28	54.22	65.66
穴状整地 (30×30)	100 个	29.55	19.27	1.93		0.53	1.30	1.61		2.22	2.69
穴状整地 (60×60)	100 个	235.54	153.63	15.36		4.22	10.39	12.85		17.68	21.41
栽植云南樟 (Φ8)	100 株	17560.00	207.48	1533.51		43.52	107.07	132.41	13770.00	1421.46	344.55
栽植鹅掌楸 (Φ6)	100 株	12134.45	207.48	1533.51		43.52	107.07	132.41	8833.20	977.15	300.11
栽植清香木 (Φ3)	100 株	12134.45	207.48	1533.51		43.52	107.07	132.41	8833.20	977.15	300.11
栽植旱冬瓜 (Φ8)	100 株	7516.74	207.48	5185.11		134.81	331.64	410.13	0.00	564.23	683.34
栽植旱冬瓜 (Φ5)	100 株	1450.02	207.48	832.77		26.01	63.98	79.12		108.84	131.82
栽植罗汉松 (Φ6)	100 株	9856.62	207.48	1533.51		43.52	107.07	132.41	6760.56	790.61	281.46
栽植山合欢 (Φ7)	100 株	14412.28	207.48	1533.51		43.52	107.07	132.41	10905.84	1163.68	318.77

工程名称	单位	单价	人工费	材料费	机械使用费	其他直接费	间接费	企业利润	价差	税金	扩大
栽植小叶榕（Φ6）	100 株	14982.86	207.48	1533.51		43.52	107.07	132.41	11425.02	1210.41	323.44
栽植大叶相思	100 株	2462.32	207.48	1559.01		44.16	108.64	134.35	0.00	184.83	223.85
栽植海桐	100 株	8717.70	207.48	1533.51		43.52	107.07	132.41	5724.24	697.34	272.13
栽植马桑	100 株	601.85	54.34	377.44		10.79	26.55	32.84		45.18	54.71
栽植三角梅	100 株	1054.33	54.34	702.04		18.91	46.52	57.53		79.14	95.85
栽植红花檵木	100 株	2294.91	54.34	1592.05		41.16	101.25	125.22		172.26	208.63
栽植火棘	100 株	527.93	54.34	324.40		9.47	23.29	28.81		39.63	47.99
栽植油麻藤	100 株	430.35	37.05	271.69		7.72	18.99	23.48		32.30	39.12
撒播草籽	100m ²	6560.27	296.40	4410.00		117.66	289.44	357.95		492.43	596.39
铺设草坪	100m ²	3441.10	414.96	1158.69		39.34	96.78	119.68	1135.20	266.82	209.63
铺设植生毯	100m ²	10283.38	247.00	6235.36		162.06	398.67	493.02	1135.20	780.42	831.65

表 2-4 工程措施单价表

土地平整 1

定额编号

01147

单位: 100m²

工程

土地平整

施工方法: 74kW 推土机平整场地					
编号	项目名称	单位	数量	单价 (元)	合价 (元)
一	直接费				60.93
(一)	基本直接费				59.44
1	人工费				3.46
	人工	工时	0.70	4.94	3.46
2	零星材料费	%		17.00	8.64
3	机械使用费				47.34
	推土机 74kW	台时	0.57	83.06	47.34
(二)	其他直接费	%	2.50		1.49
二	间接费	%	7.00		4.27
三	企业利润	%	7.00		4.56
四	价差				23.15
五	税金	%	9.00		8.36
六	扩大	%	10.00		10.13
	合计				111.40

土地平整 2

定额编号

01147+01151+08039

单位: 100m²

工程

推土机推平、推土 40m、拖拉机犁土(施工区)

施工方法: 74kW 推土机平整场地					
编号	项目名称	单位	数量	单价 (元)	合价 (元)
一	直接费				328.29
(一)	基本直接费				320.28
1	人工费				15.81
	人工	工时	3.20	4.94	15.81
2	零星材料费	%		17.00	69.41
3	机械使用费				235.06
	推土机 74kW	台时	2.83	83.06	235.06
	拖拉机 37kw	台时	0.00	28.00	0.00
(一)	其他直接费	%	2.50		8.01
二	间接费	%	7.00		22.98
三	企业利润	%	7.00		24.59
四	材差				114.95
五	税金	%	9.00		44.17
六	扩大	%	10.00		53.50
	合计				588.48

表土剥离

定额编号
工程

01193+01151
表土剥离

单位: 100m³ 自然方

施工方法: 正铲挖掘机挖送、堆放, 74kW 推土机推运 40m。

编号	项目名称	单位	数量	单价 (元)	合价 (元)
一	直接费				399.83
(一)	基本直接费				390.08
1	人工费				36.06
	人工	工时	7.30	4.94	36.06
2	零星材料费	%	11.00		56.18
3	机械使用费				297.84
	74kW 推土机	台时	1.92	83.06	159.48
	挖掘机 0.5m ³	台时	1.61	85.94	138.36
(二)	其他直接费	%	2.50		9.75
二	间接费	%	7.00		27.99
三	利润	%	7.00		29.95
五	价差				144.00
四	税金	%	9.00		54.16
六	扩大	%	10.00		65.59
	合计				721.52

表土回填

定额编号
工程

01151
剥离土回填

单位: 100m³ 自然方

施工方法: 74kW 推土机推运 40m。

编号	项目名称	单位	数量	单价 (元)	合价 (元)
一	直接费				195.50
(一)	基本直接费				190.73
1	人工费				12.35
	人工	工时	2.50	4.94	12.35
2	零星材料费	%	11.00		18.90
3	机械使用费				159.48
	74kW 推土机	台时	1.92	83.06	159.48
(二)	其他直接费	%	2.50		4.77
二	间接费	%	7.00		13.69
三	企业利润	%	7.00		14.64
四	价差				77.99
五	税金	%	9.00		27.16
六	扩大	%	10.00		32.90
	合计				361.88

排水沟土方开挖

定额编号 01011
工程 人工沟槽土方开挖

单位：100m³ 自然方

施工方法：					
编号	项目名称	单位	数量	单价（元）	合价（元）
一	直接费				606.32
(一)	基本直接费				584.12
1	人工费				567.11
	人工	工时	114.80	4.94	567.11
2	零星材料费	%	3.00		17.01
(二)	其他直接费	%	3.80		22.20
二	间接费	%	5.00		30.32
三	利润	%	7.00		44.56
四	税金	%	9.00		61.31
五	扩大	%	10		74.25
	合计				816.76

挡渣墙土方开挖

定额编号 01192
工程 挡墙基础土方开挖

单位：100m³ 实方

施工方法： 挖掘机土方开挖					
编号	项目名称	单位	数量	单价（元）	合价（元）
一	直接费				190.46
(一)	基本直接费				183.49
1	人工费				23.71
	人工	工时	4.80	4.94	23.71
2	零星材料费	%	23.00		34.31
3	机械使用费				125.47
	挖掘机 0.5m ³	台时	1.46	85.94	125.47
(二)	其他直接费	%	3.80		6.97
二	间接费	%	5.00		9.52
三	企业利润	%	7.00		14.00
四	价差				59.86
五	税金	%	9.00		24.65
六	扩大	%	10.00		29.85
	合计				328.34

土方回填

定额编号
工程

01294
土方回填

单位：100m³ 实方

施工方法：人工平土、刨毛、洒水、蛙夯夯实。

编号	项目名称	单位	数量	单价（元）	合价（元）
一	直接费				771.63
(一)	基本直接费				743.38
1	人工费				395.20
	人工	工时	80.00	4.94	395.20
2	零星材料费	%	9.00		61.38
3	机械使用费				286.80
	蛙式打夯机	台时	20.00	14.34	286.80
(二)	其他直接费	%	3.80		28.25
二	间接费	%	5.00		38.58
三	企业利润	%	7.00		56.71
四	税金	%	9.00		78.02
五	扩大	%	10.00		94.49
	合计				1039.43

浆砌石挡渣墙

定额编号
工程

03028
浆砌石挡土墙

单位：100m³砌体方

施工方法： 选石、修石、砌筑、填缝、勾缝					
编号	项目名称	单位	数量	单价（元）	合价（元）
一	直接费				16625.64
(一)	基本直接费				16016.99
1	人工费				4122.92
	人工	工时	834.60	4.94	4122.92
2	材料费				11647.38
	块石	m ³	108.00	60.00	6480.00
	砂浆	m ³	34.40	148.53	5109.43
	其他材料费	%	0.50		57.95
3	机械使用费				246.69
	砂浆搅拌机	台时	6.38	17.95	114.52
	胶轮架子车	台时	161.18	0.82	132.17
(二)	其他直接费	%	3.80		608.65
二	间接费	%	8.00		1330.05
三	企业利润	%	7.00		1256.90
四	材差				5067.42
五	税金	%	9.00		2185.20
六	扩大	%	10.00		2646.52
	合计				29111.73

浆砌石排水沟

单位：100m³ 砌体
方

定额编号 03024
工程 浆砌石截排水沟

施工方法：选石、修石、砌筑、
填缝、勾缝

编号	项目名称	单位	数量	单价（元）	合价（元）
一	直接费				17647.52
(一)	基本直接费				17001.46
1	人工费				4267.67
	人工	工时	863.90	4.94	4267.67
2	材料费				12482.38
	块石	m ³	108.00	60.00	6480.00
	砂浆	m ³	35.30	168.28	5940.28
	其他材料费	%	0.50		62.10
3	机械使用费				251.41
	砂浆搅拌机	台时	6.54	17.95	117.39
	胶轮架子车	台时	163.44	0.82	134.02
(二)	其他直接费	%	3.80		646.06
二	间接费	%	8.00		1411.80
三	企业利润	%	7.00		1334.15
四	价差				5146.42
五	税金	%	9.00		2298.59
六	扩大	%	10.00		2783.85
	合计				30622.33

排渗盲管

施工方 法： 无砂混凝土管安装、对口、包裹土工布、调直					
编号	项目名称	单位	数量	单价（元）	合价（元）
一	直接费				10146.97
(一)	基本直接费				9775.50
1	人工费				406.66
	人工	工时	82.32	4.94	406.66
2	材料费				9368.84
	无砂混凝土管（Φ0.5m）	m	101.00	90.00	9090.00
	土工布	m ²	47.57	2.00	95.14
	其他材料费	%	2.00		183.70
(二)	其他直接费	%	3.80		371.47
二	间接费	%	7.00		710.29
三	企业利润	%	7.00		760.01
四	税金	%	9.00		1045.55
五	扩大	%	10.00		1266.28
	合计				13929.10

围栏防护

定额编号
工程

12040
钢围栏

单位：100m²

施工方法：制作、运输、安装、拆除，堆放至指定地点等					
编号	项目名称	单位	数量	单价（元）	合价（元）
一	直接工程费				1483.43
(一)	直接费				1425.00
1	人工费				395.20
	人工	工时	80.00	4.94	395.20
2	材料费				792.55
	彩钢板	m ²	20.60	12.00	247.20
	混凝土	m ³	3.04	176.81	537.50
	其他材料费	%	1.00		7.85
3	机械使用费				237.25
	载重汽车 5t	台时	4.60	23.26	107.00
	汽车起重机 8t	台时	1.90	68.55	130.25
(二)	其他直接费	%	4.10		58.43
(三)	现场经费	%			0.00
二	间接费	%	7.00		103.84
三	企业利润	%	7.00		111.11
四	价差				436.72
五	税金	%	9		152.85
六	扩大	%	10.00		185.12
	合计				2473.07

袋装土

定额编号
工程

03053 03054
临时弃渣场防护

单位：100m³ 堰体方

施工方法：装碎石、封包、拆除、清理					
编号	项目名称	单位	数量	单价（元）	合价（元）
一	直接费				8635.12
(一)	基本直接费				8319.00
1	人工费				6570.20
	人工	工时	1330.00	4.94	6570.20
2	材料费				1748.80
	编织袋	个	3300.00	0.50	1650.00
	其他材料费	%			98.80
(二)	其他直接费	%	3.80		316.12
二	间接费	%	7.00		604.46
三	企业利润	%	7.00		646.77
四	税金	%	9.00		889.77
五	扩大	%	10.00		1077.61
	合计				11853.73

密目网苫盖

定额编号
工程

03003
密目网苫盖

单位：100m²

施工方法：场内运输、铺设、搭接					
编号	项目名称	单位	数量	单价（元）	合价（元）
一	直接工程费				308.62
(一)	直接费				297.32
1	人工费				79.04
	人工	工时	16.00	4.94	79.04
2	材料费				218.28
	防尘布	m ²	107.00	2.00	214.00
	其他材料费	%	2.00		4.28
(二)	其他直接费	%	3.80		11.30
二	间接费	%	7.00		21.60
三	企业利润	%	7.00		23.12
四	税金	%	9.00		31.80
五	扩大	%	10.00		38.51
	合计				423.65

表 2-6 植物措施单价表

全面整地

定额编号

08045

单位: hm^2

工程

全面整地

施工方法: 37kW 拖拉机牵引铧犁耕翻地					
编号	项目名称	单位	数量	单价 (元)	合价 (元)
一	直接费				396.00
(一)	基本直接费				386.34
1	人工费				93.86
	人工	工时	19.00	4.94	93.86
2	材料费				68.48
	农家土杂肥	m^3	1.00	60.60	60.60
	其他材料费	%	13.00		7.88
3	机械使用费				224.00
	拖拉机 37kW	台时	8.00	28.00	224.00
(二)	其他直接费	%	2.50		9.66
二	间接费	%	6.00		23.76
三	企业利润	%	7.00		29.38
四	材差				153.28
五	税金	%	9.00		54.22
六	扩大	%	10.00		65.66
	合计				722.30

穴状整地 (30cm×30cm)

定额编号

08026

单位: 100 个

工程

穴状整地 (30cm×30cm)

施工方法: 人工挖土。					
编号	项目名称	单位	数量	单价 (元)	合价 (元)
一	直接费				21.73
(一)	基本直接费				21.20
1	人工费				19.27
	人工	工时	3.90	4.94	19.27
2	零星材料费	%	10.00		1.93
(二)	其他直接费	%	2.50		0.53
二	间接费	%	6.00		1.30
三	企业利润	%	7.00		1.61
四	税金	%	9.00		2.22
五	扩大	%	10.00		2.69
	合计				29.55

穴状整地（60cm×60cm）

定额编号

08029

单位：100 个

工程

穴状整地（60cm×60cm）

施工方法：人工挖土。					
编号	项目名称	单位	数量	单价（元）	合价（元）
一	直接费				173.21
(一)	基本直接费				168.99
1	人工费				153.63
	人工	工时	31.10	4.94	153.63
2	零星材料费	%	10.00		15.36
(二)	其他直接费	%	2.50		4.22
二	间接费	%	6.00		10.39
三	企业利润	%	7.00		12.85
四	税金	%	9.00		17.68
五	扩大	%	10.00		21.41
	合计				235.54

栽植云南樟

定额编号

08087

单位：100 株

工程

栽植云南樟，胸径 6cm

施工方法：人工挖坑、栽植、浇水、覆土保墒、清理					
编号	项目名称	单位	数量	单价（元）	合价（元）
一	直接费				1784.51
(一)	基本直接费				1740.99
1	人工费				207.48
	人工	工时	42.00	4.94	207.48
2	材料费				1533.51
	云南樟	株	102.00	15.00	1530.00
	水	m ³	3.00	1.17	3.51
	其他材料费	%	3.00	1533.51	46.01
(二)	其他直接费	%	2.50		43.52
二	间接费	%	6.00		107.07
三	企业利润	%	7.00		132.41
四	价差				13770.00
(一)	苗木				13770.00
五	税金	%	9.00		1421.46
六	扩大	%	10.00		344.55
	合计				17560.00

栽植旱冬瓜

定额编号
工程08087
栽植旱冬瓜, 胸径 8cm

单位: 100 株

施工方法: 人工挖坑、栽植、浇水、覆土保墒、清理					
编号	项目名称	单位	数量	单价 (元)	合价 (元)
一	直接费				4997.34
(一)	基本直接费				4875.45
1	人工费				207.48
	人工	工时	42.00	4.94	207.48
2	材料费				4667.97
	旱冬瓜	株	102.00	45.73	4664.46
	水	m ³	3.00	1.17	3.51
	其他材料费	%	3.00	4667.97	140.04
(二)	其他直接费	%	2.50		121.89
二	间接费	%	6.00		299.84
三	企业利润	%	7.00		370.80
四	价差				
五	税金	%	9.00		510.12
六	扩大	%	10.00		617.81
	合计				6795.91

定额编号
工程08087
栽植旱冬瓜, 胸径 5cm

单位: 100 株

施工方法: 人工挖坑、栽植、浇水、覆土保墒、清理					
编号	项目名称	单位	数量	单价 (元)	合价 (元)
一	直接费				1066.26
(一)	基本直接费				1040.25
1	人工费				207.48
	人工	工时	42.00	4.94	207.48
2	材料费				832.77
	旱冬瓜	株	102.00	8.13	829.26
	水	m ³	3.00	1.17	3.51
	其他材料费	%	3.00	832.77	24.98
(二)	其他直接费	%	2.50		26.01
二	间接费	%	6.00		63.98
三	企业利润	%	7.00		79.12
四	价差				
五	税金	%	9.00		108.84
六	扩大	%	10.00		131.82
	合计				1450.02

栽植小叶榕

定额编号
工程

08087
栽植小叶榕，胸径 6cm,高 1.5m

单位：100 株

施工方法：人工挖坑、栽植、浇水、覆土保墒、清理					
编号	项目名称	单位	数量	单价（元）	合价（元）
一	直接费				1784.51
(一)	基本直接费				1740.99
1	人工费				207.48
	人工	工时	42.00	4.94	207.48
2	材料费				1533.51
	小叶榕	株	102.00	15.00	1530.00
	水	m ³	3.00	1.17	3.51
	其他材料费	%	3.00	1533.51	46.01
(二)	其他直接费	%	2.50		43.52
二	间接费	%	6.00		107.07
三	企业利润	%	7.00		132.41
四	价差				10905.84
(一)	苗木				10905.84
五	税金	%	9.00		1163.68
六	扩大	%	10.00		318.77
	合计				14412.28

定额编号
工程

08087
栽植小叶榕，胸径 3cm，高 1m

单位：100 株

施工方法：人工挖坑、栽植、浇水、覆土保墒、清理					
编号	项目名称	单位	数量	单价（元）	合价（元）
一	直接费				1784.51
(一)	基本直接费				1740.99
1	人工费				207.48
	人工	工时	42.00	4.94	207.48
2	材料费				1533.51
	小叶榕	株	102.00	15.00	1530.00
	水	m ³	3.00	1.17	3.51
	其他材料费	%	3.00	1533.51	46.01
(二)	其他直接费	%	2.50		43.52
二	间接费	%	6.00		107.07
三	企业利润	%	7.00		132.41
四	价差				3651.60
(一)	苗木				3651.60
五	税金	%	9.00		510.80
六	扩大	%	10.00		253.48
	合计				6439.87

栽植罗汉松

定额编号
工程

08087
栽植罗汉松，胸径 6cm

单位：100 株

施工方法：人工挖坑、栽植、浇水、覆土保墒、清理					
编号	项目名称	单位	数量	单价（元）	合价（元）
一	直接费				1784.51
(一)	基本直接费				1740.99
1	人工费				207.48
	人工	工时	42.00	4.94	207.48
2	材料费				1533.51
	罗汉松	株	102.00	15.00	1530.00
	水	m ³	3.00	1.17	3.51
	其他材料费	%	3.00	1533.51	46.01
(二)	其他直接费	%	2.50		43.52
(三)	现场经费	%			0.00
二	间接费	%	6.00		107.07
三	企业利润	%	7.00		132.41
四	价差				6760.56
(一)	苗木				6760.56
五	税金	%	9.00		790.61
六	扩大	%	10.00		281.46
	合计				9856.62

栽植大叶相思

定额编号
工程

08087

单位：100 株

栽植大叶相思，地径 1m，高 0.5m

施工方法：人工挖坑、栽植、浇水、覆土保墒、清理					
编号	项目名称	单位	数量	单价（元）	合价（元）
一	直接费				1810.65
(一)	基本直接费				1766.49
1	人工费				207.48
	人工	工时	42.00	4.94	207.48
2	材料费				1559.01
	大叶相思	株	102.00	15.25	1555.50
	水	m ³	3.00	1.17	3.51
	其他材料费	%	3.00	1559.01	46.77
(二)	其他直接费	%	2.50		44.16
(三)	现场经费	%			0.00
二	间接费	%	6.00		108.64
三	企业利润	%	7.00		134.35
四	价差				0.00
(一)	苗木				
五	税金	%	9.00		184.83
六	扩大	%	10.00		223.85
	合计				2462.32

栽植海桐

定额编号
工程08087
栽植海桐，高 1m

单位：100 株

施工方法：人工挖坑、栽植、浇水、覆土保墒、清理					
编号	项目名称	单位	数量	单价（元）	合价（元）
一	直接费				1784.51
（一）	基本直接费				1740.99
1	人工费				207.48
	人工	工时	42.00	4.94	207.48
2	材料费				1533.51
	海桐	株	102.00	15.00	1530.00
	水	m ³	3.00	1.17	3.51
	其他材料费	%	3.00	1533.51	46.01
（二）	其他直接费	%	2.50		43.52
（三）	现场经费	%			0.00
二	间接费	%	6.00		107.07
三	企业利润	%	7.00		132.41
四	价差				5724.24
（一）	苗木				5724.24
五	税金	%	9.00		697.34
六	扩大	%	10.00		272.13
	合计				8717.70

栽植山合欢

定额编号
工程08087
栽植山合欢，胸径 7cm

单位：100 株

施工方法：人工挖坑、栽植、浇水、覆土保墒、清理

编号	项目名称	单位	数量	单价 (元)	合价 (元)
一	直接费				1784.51
(一)	基本直接费				1740.99
1	人工费				207.48
	人工	工时	42.00	4.94	207.48
2	材料费				1533.51
	山合欢	株	102.00	15.00	1530.00
	水	m ³	3.00	1.17	3.51
	其他材料费	%	3.00	1533.51	46.01
(二)	其他直接费	%	2.50		43.52
(三)	现场经费	%			0.00
二	间接费	%	6.00		107.07
三	企业利润	%	7.00		132.41
四	价差				10905.84
(一)	苗木				10905.84
五	税金	%	9.00		1163.68
六	扩大	%	10.00		318.77
	合计				14412.28

栽植清香木

定额编号
工程08087
栽植清香木，胸径 3cm

单位：100 株

施工方法：人工挖坑、栽植、浇水、覆土保墒、清理					
编号	项目名称	单位	数量	单价（元）	合价（元）
一	直接费				1784.51
(一)	基本直接费				1740.99
1	人工费				207.48
	人工	工时	42.00	4.94	207.48
2	材料费				1533.51
	清香木	株	102.00	15.00	1530.00
	水	m ³	3.00	1.17	3.51
	其他材料费	%	3.00	1533.51	46.01
(二)	其他直接费	%	2.50		43.52
(三)	现场经费	%			0.00
二	间接费	%	6.00		107.07
三	企业利润	%	7.00		132.41
四	价差				8833.20
(一)	苗木				8833.20
五	税金	%	9.00		977.15
六	扩大	%	10.00		300.11
	合计				12134.45

栽植鹅掌楸

定额编号
工程08087
栽植鹅掌楸，胸径 6cm

单位：100 株

施工方法：人工挖坑、栽植、浇水、覆土保墒、清理					
编号	项目名称	单位	数量	单价（元）	合价（元）
一	直接费				1784.51
(一)	基本直接费				1740.99
1	人工费				207.48
	人工	工时	42.00	4.94	207.48
2	材料费				1533.51
	鹅掌楸	株	102.00	15.00	1530.00
	水	m ³	3.00	1.17	3.51
	其他材料费	%	3.00	1533.51	46.01
(二)	其他直接费	%	2.50		43.52
(三)	现场经费	%			0.00
二	间接费	%	6.00		107.07
三	企业利润	%	7.00		132.41
四	价差				7796.88
(一)	苗木				7796.88
五	税金	%	9.00		883.88
六	扩大	%	10.00		290.79
	合计				10995.54

栽植三角梅

定额编号
工程

08092
种植三角梅（冠丛高 80cm）

单位：100 墩

施工方法：人工挖坑、栽植、浇水、覆土保墒、清理

编号	项目名称	单位	数量	单价（元）	合价（元）
一	直接费				775.29
(一)	基本直接费				756.38
1	人工费				54.34
	人工	工时	11.00	4.94	54.34
2	材料费				702.04
	树木	墩	102.00	6.61	674.22
	水	m ³	0.70	1.17	0.82
	其他材料费	%	4.00	675.04	27.00
(二)	其他直接费	%	2.50		18.91
二	间接费	%	6.00		46.52
三	企业利润	%	7.00		57.53
四	税金	%	9.00		79.14
五	扩大	%	10.00		95.85
	合计				1054.33

栽植火棘

定额编号
工程

08092
种植火棘（冠丛高 50cm）

单位：100 墩

施工方法：人工挖坑、栽植、浇水、覆土保墒、清理

编号	项目名称	单位	数量	单价（元）	合价（元）
一	直接费				388.21
(一)	基本直接费				378.74
1	人工费				54.34
	人工	工时	11.00	4.94	54.34
2	材料费				324.40
	树木	墩	102.00	3.05	311.10
	水	m ³	0.70	1.17	0.82
	其他材料费	%	4.00	311.92	12.48
(二)	其他直接费	%	2.50		9.47
二	间接费	%	6.00		23.29
三	企业利润	%	7.00		28.81
四	税金	%	9.00		39.63
五	扩大	%	10.00		47.99
	合计				527.93

栽植红花檵木

定额编号

08092

单位：100 墩

工程

种植红花檵木（冠丛高 60cm）

施工方法：人工挖坑、栽植、浇水、覆土保墒、清理					
编号	项目名称	单位	数量	单价（元）	合价（元）
一	直接费				1687.55
(一)	基本直接费				1646.39
1	人工费				54.34
	人工	工时	11.00	4.94	54.34
2	材料费				1592.05
	树木	墩	102.00	15.00	1530.00
	水	m ³	0.70	1.17	0.82
	其他材料费	%	4.00	1530.82	61.23
(二)	其他直接费	%	2.50		41.16
二	间接费	%	6.00		101.25
三	企业利润	%	7.00		125.22
四	价差				25.50
五	税金	%	9.00		172.26
六	扩大	%	10.00		208.63
	合计				2320.41

栽植迎春

定额编号

08092

单位：100 墩

工程

种植迎春（冠丛高 80cm）

施工方法：人工挖坑、栽植、浇水、覆土保墒、清理					
编号	项目名称	单位	数量	单价（元）	合价（元）
一	直接费				388.21
(一)	基本直接费				378.74
1	人工费				54.34
	人工	工时	11.00	4.94	54.34
2	材料费				324.40
	树木	墩	102.00	3.05	311.10
	水	m ³	0.70	1.17	0.82
	其他材料费	%	4.00	311.92	12.48
(二)	其他直接费	%	2.50		9.47
二	间接费	%	6.00		23.29
三	企业利润	%	7.00		28.81
四	税金	%	9.00		39.63
五	扩大	%	10.00		47.99
	合计				527.93

栽植马桑

定额编号
工程

08092
种植马桑（冠丛高 60cm）

单位：100 墩

施工方法：人工挖坑、栽植、浇水、覆土保墒、清理					
编号	项目名称	单位	数量	单价（元）	合价（元）
一	直接费				442.57
(一)	基本直接费				431.78
1	人工费				54.34
	人工	工时	11.00	4.94	54.34
2	材料费				377.44
	树木	墩	102.00	3.55	362.10
	水	m ³	0.70	1.17	0.82
	其他材料费	%	4.00	362.92	14.52
(二)	其他直接费	%	2.50		10.79
二	间接费	%	6.00		26.55
三	企业利润	%	7.00		32.84
四	税金	%	9.00		45.18
五	扩大	%	10.00		54.71
	合计				601.85

栽植油麻藤

定额编号
工程

08128
栽植油麻藤

单位：100 株

施工方法：挖坑、栽植、回土、搞实、浇水、覆土、整理、施肥					
编号	项目名称	单位	数量	单价（元）	合价（元）
一	直接费				316.46
(一)	基本直接费				308.74
1	人工费				37.05
	人工	工时	7.50	4.94	37.05
2	材料费				271.69
	油麻藤	株	102	2.54	259.08
	水	m ³	1.38	1.17	1.61
	农家肥	kg	5.50	2.00	11.00
(二)	其他直接费	%	2.50		7.72
二	间接费	%	6.00		18.99
三	企业利润	%	7.00		23.48
四	税金	%	9.00		32.30
五	扩大	%	10.00		39.12
	合计				430.35

撒播草籽

定额编号
工程

08057
撒播草籽

单位: hm^2

施工方法: 人工撒播草籽, 用耙、耢、石碾子碾等方法覆土。

编号	项目名称	单位	数量	单价 (元)	合价 (元)
一	直接费				4824.06
(一)	基本直接费				4706.40
1	人工费				296.40
	人工	工时	60.00	4.94	296.40
2	材料费				4410.00
	草籽	kg	70.00	60.00	4200.00
	其他材料费	%	5.00	4200.00	210.00
(二)	其他直接费	%	2.50		117.66
二	间接费	%	6.00		289.44
三	企业利润	%	7.00		357.95
四	价差				778.40
五	税金	%	9.00		492.43
六	扩大	%	10.00		596.39
	合计				7338.67

铺设草皮

定额编号
工程

08059
满铺草皮

单位：100m²

施工方法：人工撒播草籽，用耙、耢、石碾子碾等方法覆土。

编号	项目名称	单位	数量	单价（元）	合价（元）
一	直接费				1612.99
(一)	基本直接费				1573.65
1	人工费				414.96
	人工	工时	84.00	4.94	414.96
2	材料费				1158.69
	草皮	m ²	110.00	10.00	1100.00
	水	m ³	3.00	1.17	3.51
	其他材料费	%	5.00	1103.51	55.18
(二)	其他直接费	%	2.50		39.34
二	间接费	%	6.00		96.78
三	企业利润	%	7.00		119.68
四	价差				1135.20
五	税金	%	9.00		266.82
六	扩大	%	10.00		209.63
	合计				3441.10

栽植绿篱

定额编号
工程

08125
栽植双排绿篱

单位：100m

施工方法：开沟、排苗、回土、筑水堰、浇水、覆土、整形、清理

编号	项目名称	单位	数量	单价（元）	合价（元）
一	直接费				14418.24
(一)	基本直接费				14066.58
1	人工费				237.12
	人工	工时	48.00	4.94	237.12
2	材料费				13829.46
	大叶黄杨	株	204	67.78	13827.12
	水	m ³	2.00	1.17	2.34
(二)	其他直接费	%	2.50		351.66
(三)	现场经费	%	0.00		0.00
二	间接费	%	6.00		865.09
三	企业利润	%	7.00		1069.83
四	材差				
五	税金	%	9.00		1471.78
六	扩大	%	10.00		1782.49
	合计				19607.43

铺设植生毯

定额编号

单位: 100m²

工程

植生毯铺设

施工方法: 整地、整坡、植生毯铺设、固定、覆土、清理等。

编号	项目名称	单位	数量	单价 (元)	合价 (元)
一	直接费				6644.42
(一)	基本直接费				6482.36
1	人工费				247.00
	人工	工时	50.00	4.94	247.00
2	材料费				6235.36
	植生毯	m ²	110.00	50.80	5588.00
	水	m ³	8.24	1.17	9.64
	复合肥	kg	105.00	3.00	315.00
	钢钉 长 60cm	根	4.00	0.60	2.40
	草籽	kg	0.70	40.00	28.00
	无纺布 180g/m ²	m ²	105.00	0.50	52.50
	其他材料费	%	4.00	5995.54	239.82
(二)	其他直接费	%	2.50		162.06
二	间接费	%	6.00		398.67
三	企业利润	%	7.00		493.02
四	价差				1135.20
五	税金	%	9.00		780.42
六	扩大	%	10.00		831.65
	合计				10283.38

树木支撑

定额编号：08181

工程

树木支撑（三脚桩）

单位：100 株

工作内容：制桩、运桩、打桩、绑扎					
编号	项目名称	单位	数量	单价（元）	合价（元）
一	直接工程费				1717.36
(一)	直接费				1700.36
1	人工费				134.86
	人工	工时	27.30	4.94	134.86
2	材料费				1565.50
	树棍（长 1.2m 左右）	根	300.00	5.05	1515.00
	铁丝（12#）	kg	10.00	5.05	50.50
(二)	其他直接费	%	1.00		17.00
(三)	现场经费	%			0.00
二	间接费	%	6.00		103.04
三	企业利润	%	7.00		127.43
四	税金	%	9.00		175.30
五	扩大	%	10.00		212.31
六	合计				2335.44

草绳绑扎

定额编号：08186

工程

树干绑扎草绳

单位：100m 绑扎树长

工作内容：搬运、绕干、余斜清理					
编号	项目名称	单位	数量	单价（元）	合价（元）
一	直接工程费				825.20
(一)	直接费				817.03
1	人工费				135.28
	人工	工时	15.20	8.90	135.28
2	材料费				681.75
	草绳	kg	135.00	5.05	681.75
(二)	其他直接费	%	1.00		8.17
(三)	现场经费	%			0.00
二	间接费	%	6.00		49.51
三	企业利润	%	7.00		61.23
四	税金	%	9.00		84.23
五	扩大	%	10.00		102.02
六	合计				1122.19