

水保方案（鄂）字第 0066 号

工程设计综合资质甲级 A142000843

编号：S410F20-01

保护等级：企业 C 级

第 2 版 2020-04

西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程 水土保持方案报告书

项目建设单位：昌都市兴水水利水电创业投资有限公司

方案编制单位：长江勘测规划设计研究有限责任公司

二〇二〇年四月

目 录

1	综合说明	1
1.1	项目建设必要性及项目背景	1
1.2	项目及项目区概况	2
1.3	主体工程水土保持评价	6
1.4	水土流失防治责任范围及分区	6
1.5	水土流失预测结果	6
1.6	水土流失防治目标及措施布局	6
1.7	弃渣场设计	9
1.8	表土保护及利用设计	9
1.9	水土保持施工组织设计	9
1.10	水土保持监测	10
1.11	水土保持投资估算及效益分析	10
1.12	结论和建议	11
2	项目概况及项目区概况	14
2.1	项目概况	14
2.2	项目区概况	64
3	主体工程水土保持评价	80
3.1	主体工程制约性因素分析与方案比选评价	80
3.2	工程占地分析评价	86
3.3	主体工程施工组织设计分析评价	88
3.4	主体工程设计中具有水土保持功能措施的分析评价	94

3.5	评价结论、建议和要求	95
4	水土流失防治责任范围及防治分区	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	98
4.3	水土流失防治分区	99
5	水土流失分析与预测	100
5.1	预测范围和时段	100
5.2	预测方法	101
5.3	扰动地表、损毁植被面积和弃土（石、渣）量分析	101
5.4	土壤流失量预测	103
5.5	水土流失危害分析与评价	113
5.6	预测结论与指导性意见	114
6	防治目标及总体布设	116
6.1	防治目标及标准	116
6.2	设计依据、理念与原则	117
6.3	设计深度及设计水平年	118
6.4	总体布局及分区防治措施体系	118
7	弃渣场设计	123
7.1	弃渣来源及流向	123
7.2	弃渣场选址与类型	124
7.3	弃渣场堆置方案及安全防护距离	132
7.4	弃渣场级别及稳定性分析	132
8	表土保护与利用设计	148
8.1	表土分布与可利用量分析	148

8.2	表土需求与用量分析	149
8.3	表土剥离与堆存	150
8.4	表土利用与保护	151
9	水土保持工程设计	152
9.1	工程级别与设计标准	152
9.2	枢纽工程防治区	154
9.3	供水、灌区及导排工程防治区	165
10	水土保持施工组织设计	172
10.1	工程量	172
10.2	施工条件及布置	172
10.3	施工工艺和方法	176
10.4	施工进度安排	180
11	水土保持监测	182
11.1	监测范围及单元划分	182
11.2	监测时段与内容	182
11.3	监测点布置、方法和频次	183
11.4	监测设备	186
12	水土保持工程管理	188
12.1	建设期管理	188
12.2	运行期管理	192
13	投资估算及效益分析	194
13.1	投资估算	194
13.2	效益分析	207
14	结论与建议	211

14.1 结 论	211
14.2 建 议	212

附 件:

附件 1 西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程水土保持方案投资估算书

附件 2 西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程弃渣场工程地质勘察报告

附 图:

附图 1 西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程位置示意图

附图 2 西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程水系示意图

附图 3 西藏昂曲宗通卡水利枢纽下坝址方案枢纽平面布置图

附图 4 西藏昂曲宗通卡水利枢纽下坝址方案坝轴线剖面图

附图 5 西藏昂曲宗通卡水利枢纽下坝址方案大坝典型剖面图

附图 6 西藏昂曲宗通卡水利枢纽供水管线布置示意图

附图 7 西藏昂曲宗通卡水利枢纽供水管道开挖示意图

附图 8 西藏昂曲宗通卡水利枢纽供水工程倒虹管典型布置图

附图 9 西藏昂曲宗通卡水利枢纽供水工程管桥剖面布置图

附图 10 西藏昂曲宗通卡水利枢纽供水工程双管隧洞段横断面图

附图 11 西藏昂曲宗通卡水利枢纽下坝址沥青心墙坝施工布置图

附图 12 西藏昂曲宗通卡水利枢纽土地利用现状图

附图 13 西藏昂曲宗通卡水利枢纽土壤侵蚀现状图

附图 14 西藏昂曲宗通卡水利枢纽水土流失防治责任范围、水土保持措施示意图(枢纽工程区)

附图 15 枢纽工程区左岸上游 1#弃渣场水土保持措施布置图

- 附图 16 枢纽工程区左岸 1#弃渣场典型剖面图
- 附图 17 枢纽工程区左岸 1#弃渣场典型设计图
- 附图 18 枢纽工程区左岸上游 2#弃渣场水土保持措施平面布置图
- 附图 19 枢纽工程区左岸上游 2#弃渣场水土保持措施典型剖面图
- 附图 20 枢纽工程区左岸上游 2#弃渣场水土保持措施典型设计图
- 附图 21 枢纽工程区右岸弃渣场水土保持措施布置图
- 附图 22 枢纽工程区右岸弃渣场场典型剖面图
- 附图 23 枢纽工程区右岸弃渣场场典型设计图
- 附图 24 枢纽建筑物防治区典型设计图
- 附图 25 枢纽工程区石料场水土保持措施设计图
- 附图 26 枢纽工程区施工交通设施水土保持措施典型设计图
- 附图 27 枢纽工程区施工生产生活区水土保持措施典型设计图
- 附图 28 供水、灌区及导排工程区 Z3 弃渣场水土保持措施平面布置图
- 附图 29 供水、灌区及导排工程区 Z3 弃渣场典型剖面图
- 附图 30 供水、灌区及导排工程区 Z3 弃渣场典型设计图
- 附图 31 供水、灌区及导排工程区 Y2 弃渣场水土保持措施平面布置图
- 附图 32 供水、灌区及导排工程区 Y2 弃渣场典型剖面图
- 附图 33 供水、灌区及导排工程区 Y2 弃渣场典型设计图
- 附图 34 西藏昂曲宗通卡水利枢纽水土保持措施实施进度图
- 附图 35 西藏昂曲宗通卡水利枢纽水土保持监测点布置示意图(枢纽工程区)

1 综合说明

1.1 项目建设必要性及项目背景

1.1.1 项目建设必要性

昂曲是澜沧江最大的支流，流域面积 17715km^2 ，干流全长约 500km ，天然落差 1926m ，在昌都市与扎曲汇合后，始称澜沧江。宗通卡水利枢纽工程位于昂曲下游河段西藏自治区昌都市卡若区（原昌都县）境内，是《澜沧江流域综合规划》中的重要综合性开发项目。

宗通卡水利枢纽的兴建的必要性体现在：（1）是解决昌都城乡供水安全，促进昌都经济社会跨越发展的迫切需要；（2）是改善昌都市电力缺口，提升昌都能源保障体系的重要措施；（3）是解决卡若灌区灌溉水源，提高灌溉保证率，保障粮食安全，实现灌区农民脱贫致富的需要；（4）是贯彻落实党中央西藏工作有关精神的重要措施，对于促进昌都社会的全面可持续发展，对于促进民族团结、稳定边疆有着十分重要的意义和作用。

1.1.2 项目前期工作及方案编制情况

2009 年，长江水利委员会组织开展澜沧江流域综合规划编制工作，2015 年 7 月，编制《澜沧江流域综合规划》（2015 年修订稿）。规划提出，宗通卡水利枢纽具有供水、灌溉、发电等综合效益，应结合昂曲干流水电开发“一库 7 级”方案，根据经济社会发展需要，近期开发宗通卡梯级。

2014 年 7 月，长江勘测规划设计研究有限责任公司（以下简称“长江设计公司”）开展了昌都市水利发展十三五规划编制工作，积极开展了重点项目宗通卡水利枢纽工程的分析论证工作。

2015 年 12 月，长江设计公司编制了《西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程项目建议书（送审稿）》。

2016 年 1 月和 3 月，水利部水利水电规划设计总院先后两次在北京对《西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程项目建议书》、《西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程项目建议书必要性及工程规模简要报告》进行了咨询，基本确定了项目建设必要性和工程任务、规模。

2016 年 6 月，水利水电规划设计总院在成都组织召开了昂曲尚吉至宗通卡河段开发方案深入研究论证讨论会，会议认为：该河段采用宗通卡一级开发方案是可行的。

2017年6月,长江设计公司编制完成了《西藏昂曲宗通卡水利枢纽可行性研究报告(送审稿)》。2017年9月,长江设计公司编制完成了《西藏昂曲宗通卡水利枢纽可行性研究报告(审定稿)》。2019年9月~10月,长江设计公司按最新的价格水平调整了工程投资与经济评价,并补充完善了相应的章节,提出了《西藏昂曲宗通卡水利枢纽可行性研究报告(修订稿)》。

2020年2月,在主体可研成果基础上,长江设计公司编制完成了《西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程水土保持方案报告书》。

1.2 项目及项目区概况

1.2.1 项目概况

1.2.1.1 工程规模及项目组成

宗通卡水利枢纽工程开发任务为:以供水为主,结合发电,兼顾灌溉。

宗通卡水利枢纽位于西藏自治区昌都市卡若区境内,昂曲河下游河段,为新建工程,主要由四部分内容组成:一是枢纽工程;二是供水工程;三是灌溉工程;四是泉水导排工程。灌溉工程利用供水工程输水管线进行,供水工程需承担坝下游城镇供水和灌区供水的双重任务。

(1) 枢纽工程

宗通卡水利枢纽水库正常蓄水位为3474.00m,相应库容为1.1362亿 m^3 ;校核洪水位为3476.34m,相应总库容为1.2647亿 m^3 ;死水位为3464.00m,相应死库容为0.6883亿 m^3 。枢纽工程由挡水、泄水、发电引水系统与过鱼设施组成。大坝为沥青混凝土心墙坝,坝顶高程为3477.00m,防浪墙顶高程3478.20m,大坝最大坝高78m,坝顶长度为310m。泄水建筑物由溢洪道和泄洪放空洞组成,溢洪道设有3泄洪表孔;泄洪放空洞过水断面为城门洞型,底宽5.5m,高度为7.3m。发电引水建筑物由进水口、明钢管、引水隧洞和岔管组成,进水口采用坝式,尺寸为32m $\times$ 28.9m $\times$ 34m(长 $\times$ 宽 $\times$ 高);发电厂房为地面厂房,尺寸为95m $\times$ 44.5m $\times$ 56m(长 $\times$ 宽 $\times$ 高),装机容量104MW,多年平均年发电量4.517亿 $\text{kW}\cdot\text{h}$ 。过鱼设施采用升鱼机型式,由集(诱)鱼系统、补水系统、提升系统、放流系统和控制监测设施组成。

(2) 供水工程

供水工程设计总流量为3.73 m^3/s ,其中城乡供水设计流量为2.01 m^3/s ;灌溉供水



设计流量 $1.72\text{m}^3/\text{s}$ 。供水工程包括取水工程和输水工程两部分，取水工程的取水口布置在溢洪道右侧边墙内，取水管长 495m 。输水主管线路总长约 106.0km ，共设 44 个分水口，其中城镇分水口 3 个，灌溉分水口 41 个。输水工程沿线在昂曲河上共设有 22 座管桥，5 座隧洞，3 座倒虹管。

（3）灌溉工程

灌溉工程分为灌区骨干工程和田间配套工程，骨干工程主要是灌溉供水干管（与城镇供水干管共用）。本工程灌溉范围涉及卡若区的沙贡乡、俄洛镇和城关镇，灌溉总面积约 4.0 万亩。灌区共 49 个灌片，根据灌片分布，在供水管道沿线设了 41 个灌溉分水口。

灌溉工程新建支管 41 条，管桥 6 座，支管敷设坡面坡度平均按照 20° 计，支管长度为 22.23km 。新建灌区分水池 41 个，新建斗渠 139 条，长 87.86km ，新建农渠 515 条，长 101.23km ，新建管涵 194 座，新建渡管 72 座，新建斗渠分水闸 134 座，新建农渠分水闸 520 座，新建节制闸 438 座。

（4）泉水导排工程

泉水导排工程集水点共有 4 处，分别为恩达曲冷泉、恩达曲温泉、芒达左支沟温泉与芒达右支沟温泉，布置恩达曲及芒达两条导排管线将泉水输送至坝址下游泉水处理厂。泉水导排总流量 $0.564\text{m}^3/\text{s}$ ，导排管线总长 52.6km ，其中右岸恩达曲导排流量 $0.510\text{m}^3/\text{s}$ ，导排管线长 16.8km ，左岸芒达导排流量 $0.054\text{m}^3/\text{s}$ ，导排管线长 35.8km 。

1.2.1.2 主体工程施工组织设计

（1）施工导流

枢纽工程大坝为 2 级建筑物，导流建筑物级别为 4 级。施工导流采用围堰一次拦断河床、隧洞泄流的导流方式。

供水工程主要建筑物级别为 3 级，导流建筑物级别为 5 级。主要有 22 座跨昂曲的供水管桥下部钻孔灌注桩施工需要导流，采用枯水时段束窄河床泄流的导流方式。

（2）施工交通布置

本工程施工期间外来物资运输采用公路运输方案。

枢纽工程场内交通运输采用公路运输的方式。场内道路长 20.17km ，其中左岸道路长 5.66km ，右岸道路长 14.51km 。坝址下游 0.9km 处新建一座永久公路桥（宗通卡大桥），用于联系两岸交通。



供水工程新建施工道路长 25km，道路等级为场内三级，单车道，局部设置错车道，路面宽度 4.5m，路基宽度 5.5m，泥结碎石路面。

灌溉工程新建施工道路长 15km，道路等级及型式同供水工程施工道路。

泉水导排工程改扩建道路长 10km，新建施工道路长 3km，道路等级及型式同供水工程施工道路。

(3) 施工场地布置

枢纽工程共布置 2 处施工设施区，分别为左岸下游施工设施区和左岸上游施工设施区。左岸下游施工设施包括：人工砂石混凝土系统、沥青砂石混凝土系统、施工水厂、机械修配停放场、施工变电所、综合加工厂、综合仓库、机电设备及金属结构安装厂、油库、施工营地及业主营地等。左岸上游施工设施为炸药库。

供水及灌溉工程按每 10km 左右设置一个施工区兼顾供水工程及各灌区施工。共布置 11 处施工区（营地），其中左岸布置 5 处，右岸布置 6 处，施工区内布置主要包括办公生活区、混凝土拌和站、管道堆放场、机械设备停放场、综合仓库和供水供电设施。

泉水导排工程共布置 3 处施工区，其中右岸恩达曲引水管道系统布置 1 处，左岸芒达引水管道系统布置 2 处。施工区内布置主要包括办公生活区、混凝土拌和站、管道堆放场、机械设备停放场、综合仓库和供水供电设施。

(4) 料源规划

本工程在尽量利用建筑物开挖料的基础上，布置 1 处块石料场和 1 处砂砾石料场。

块石料场规划开采 126.92 万 m^3 的块石料，其中表层剥离料 12.69 万 m^3 ，有用料 114.23 万 m^3 。块石料场开采台阶高度 10m，开采顶高程 3850m，开采底高程 3750m。

砂砾石料场规划开采面积约 7.70 万 m^2 ，有用料开采深度 20.0~25.0m，有用量 67.41 万 m^3 ，表层剥离料 10.33 万 m^3 。

(5) 土石方平衡及弃渣场布置

本工程土石方开挖总量 519.11 万 m^3 （自然方，下同），土石方回填 406.59 万 m^3 ，外借 49.96 万 m^3 ，工程建设产生弃渣 162.48 万 m^3 （折合成松方 232.35 万 m^3 ）。共布置 11 处弃渣场。

(6) 施工进度安排

本工程施工总工期为 5 年 2 个月（62 个月），其中施工准备期 1 年 10 个月（22 个



月)，主体工程施工期 2 年 11 个月（35 个月），工程完建期 5 个月；首台机组发电工期 4 年 9 个月（57 个月）。

1.2.1.3 主体工程占地及移民安置

宗通卡水利枢纽工程建设征地涉及卡若区的芒达乡、沙贡乡、俄洛镇、城关镇和类乌齐县尚卡乡共 2 个县（区）、5 个乡、33 个村。

工程建设征地总土地 825.02hm²，其中永久征地 618.22hm²，临时用地 206.80hm²。工程建设征地涉及农户 91 户、458 人（均为农业人口）；居民房屋 32322.78m²。

规划生产安置人口 796 人，采用一次性补偿安置方式；规划搬迁安置人口 478 人，搬迁安置规划采用本村后靠安置。

1.2.1.4 主体工程投资

按 2019 年二季度价格水平计算，本工程总投资 584766.14 万元，其中土建工程投资 196517.01 万元。

1.2.2 项目区概况

项目区地处青藏高原东南部，属高山峡谷地貌，地势北高南低，河流两岸山势陡峻，河面相对开阔，河谷阶地发育，二元结构明显。

项目区属高原亚温带亚湿润气候，流域内日照充足，干湿季分明，以寒冷为基本特点，年平均气温为 7.8℃；多年平均降水量约 491mm，集中在 6~9 月；多年平均蒸发量 1597mm；多年平均日照时数 2412h；多年平均风速 1m/s；多年平均无霜期 162d；最大冻土深度 81cm。土壤类型主要包括高山寒漠土、高山草甸土、亚高山草甸土、灰褐土、暗棕壤、棕壤、褐土、草甸土、石质土和粗骨土等。植被属高原山地寒温性针叶林带，深切河谷植被以旱生有刺灌丛为代表，山地深林植被以针叶林为代表，高山植被以中生性植物组成的灌丛草甸为代表，农业植被主要为旱作物，包括青稞、小麦等。项目区林草覆盖率为 46.6%。

根据《全国水土保持规划（2016-2030 年）》（国函[2015]160 号），昌都市卡若区和类乌齐县不属于国家水土流失重点预防区和重点治理区。根据《西藏自治区水土保持规划（2019-2030 年）》（藏政函[2019]55 号），项目所在的昌都市卡若区属于西藏自治区水土流失重点治理区，类乌齐县属于西藏自治区水土流失重点预防区。项目区属青藏高原区，水土流失类型以水力侵蚀为主，容许土壤流失量为 500t/（km²·a），项目区平均土壤侵蚀模数为 1700~3500t/（km²·a），土壤侵蚀强度以中度为主。



1.3 主体工程水土保持评价

本工程建设满足《中华人民共和国水土保持法》、GB50433-2018、SL575-2012 等法律、标准、规范关于水土保持限制性因素的规定，工程布置及建筑物设计基本满足水土保持要求。对于各防治区存在的水土流失问题，可通过加强水土保持措施予以减缓。本工程不存在水土保持制约性因素，工程建设基本可行。

1.4 水土流失防治责任范围及分区

宗通卡水利枢纽工程水土流失防治责任范围面积 857.62hm^2 ，其中卡若区 593.23hm^2 ，类乌齐县 264.39hm^2 。

本工程水土流失防治分区划分为枢纽工程防治区、供水、灌区及导排工程防治区 2 个一级防治分区。其中，枢纽工程防治区又分为枢纽建筑物及管理区、永久办公生活区、弃渣场区、料场区、施工交通设施区、施工生产生活区、水库淹没影响区、专项设施复建区等 8 个二级防治分区；供水、灌区及导排工程防治区又分为管线及建筑物区、弃渣场区、施工交通设施区、施工生产生活区等 4 个二级防治分区。

1.5 水土流失预测结果

本工程建设将扰动原地表面积 414.99hm^2 ，损毁植被面积为 399.65hm^2 ，工程建设产生弃渣量共计 162.48万 m^3 （自然方），折合松方 232.35万 m^3 ，堆弃在枢纽工程、供水、灌区及导排工程规划的弃渣场内。通过对工程区土壤流失量的预测，工程可能造成的土壤流失总量为 15.21万 t ，新增土壤流失量 8.95万 t 。水土流失产生重点时段为施工期（含施工准备期），主要部位为枢纽建筑物及管理区、供水管线及建筑物区，将其作为本方案水土流失重点防治区域和水土保持重点监测区域。

工程建设可能造成水土流失将对主体工程施工、周边生态环境、区域土地资源等产生不利影响，加重工程区水土流失程度和危害。

1.6 水土流失防治目标及措施布局

1.6.1 防治标准及目标值

本工程水土流失防治标准执行青藏高原区建设类项目一级标准。各项防治目标指标取值如下：水土流失治理度 85%，土壤流失控制比 0.80，渣土防护率 87%，表土保护率 90%，林草植被恢复率 95%，林草覆盖率 18%。



1.6.2 措施总体布局

(1) 枢纽工程区

1) 枢纽建筑物及管理区

施工前，对枢纽建筑物及管理区范围可剥离的表土进行剥离，剥离的表土集中堆放在枢纽工程区规划表土堆存场内。

施工期间，主体工程设计对溢洪道、泄洪洞、导流洞、厂房等开挖边坡布置了截排水措施；本方案对枢纽工程区临时堆存的表土采取临时排水、拦挡及苫盖措施。

施工结束后，对枢纽建筑物及管理区范围内可绿化区域进行土地平整及覆土，并进行绿化美化；对坝顶公路两侧栽植行道树绿化。

2) 永久办公生活区

施工前，对永久生活区内可剥离的表土进行剥离，并堆存在永久办公生活区绿化空地内；在场区周边布置截排水措施。

施工期间，对临时堆存的表土采取临时拦挡、苫盖措施；对裸露边坡进行临时苫盖。

施工结束后，对绿化区域进行土地平整及覆土，采取乔灌草方式进行景观绿化并配套灌溉措施。

3) 弃渣场区

施工前，对渣场扰动范围内的表土进行剥离，并集中堆存在渣场征地范围内；在堆渣坡脚钢筋石笼拦挡、周边截排水沟及沉砂池等措施。施工期间，对临时堆存的表土采取临时拦挡、苫盖措施。堆渣结束后对弃渣边坡采用干砌石防护措施。

4) 料场区

施工前，在料场上游侧布设截水沟，出口处设沉砂池。施工期间对料场剥离料采取临时拦挡和绿化措施。施工结束后，对开采迹地进行土地平整及覆土，采用灌草方式恢复植被；在马道内侧修筑载土槽并覆土，种植灌木和攀缘植物进行绿化。

5) 施工交通设施区

施工前，主体工程对施工道路扰动范围内的表土进行剥离，堆存在道路沿线平缓区域；在道路内侧布置截排水沟。施工期间对临时堆存的表土采取临时拦挡、苫盖措施；对道路下边坡进行临时拦挡；施工结束后，在道路外沿一侧栽植行道树。

6) 施工生产生活区

施工前，对施工生产生活区扰动范围内的表土进行剥离，堆存在施工场地范围内；

在施工场地周边布设截排水沟；对存料场布置拦挡及截排水措施。施工期间，对临时堆存的表土采取临时拦挡、苫盖措施。施工结束后，对施工迹地进行土地平整及覆土，占用的耕园地由主体工程复耕，占用的林地进行土地整治后恢复植被。

7) 水库淹没区

水库淹没及影响区在施工期不扰动，该区水土保持措施主要为预防保护措施，针对库岸沿线可能存在的滑坡体和崩塌体、以及水库淹没区运行管理提出有关水土保持要求。

8) 专项设施复建区

施工前，在复建道路内侧布置截排水沟。施工期间对临时堆土采取临时苫盖措施；对道路下边坡进行临时拦挡；施工结束后，在道路外沿一侧栽植行道树。

(2) 供水、灌区及导排工程防治区

1) 管线及建筑物区

施工前，主体工程对耕园地区域进行表土剥离，方案补充对本区域林草地可剥离的表土进行剥离，剥离的表土堆放在管道作业带范围内。施工期间，对临时堆存的表土采取临时苫盖措施；对回填边坡坡脚布置浆砌石坎。施工结束后，对管道敷设迹地进行土地平整及覆土，占用耕园地部分由主体工程复耕，其他剩余迹地采取撒播草籽进行植被恢复；对挖填边坡采取撒播草籽和栽植攀援植物方式进行绿化。

2) 弃渣场区

施工前，主体工程对耕园地区域进行表土剥离，方案补充对渣场扰动范围内的林草地可剥离的表土进行剥离，并集中堆存在渣场征地范围内的表土堆存场内；在堆渣坡脚布设挡渣墙，周边布置截排水沟、渣顶排水沟、沉砂池等措施。施工期间对临时堆放的表土采取临时拦挡和苫盖措施；堆渣结束后对渣顶及坡面进行土地平整及覆土，主体工程对渣顶进行复耕，坡面采取灌草方式恢复植被。

3) 施工交通设施区

施工前，对施工道路扰动范围内的表土进行剥离，堆存在道路沿线平缓区域。施工期间，对临时堆存的表土采取临时拦挡和苫盖措施；在道路一侧设临时排水措施，下边坡临时拦挡。施工结束后，对道路施工迹地进行土地平整及覆土，采用灌草方式恢复植被。

4) 施工生产生活区

施工前，主体工程对耕园地区域进行剥离，方案补充对施工生产生活区扰动范围内林草地可剥离的表土进行剥离，并集中堆存在沿线施工场地范围内；在施工场地周边布

设临时排水沟。施工期间对临时堆存的表土采取临拦挡和时苫盖措施；施工结束后对施工迹地进行土地平整及覆土，占用耕园地部分由主体工程复耕，剩余部分迹地采取灌草方式恢复植被。

1.7 弃渣场设计

1.7.1 弃渣来源及流向

本工程建设共产生弃渣 162.48 万 m^3 ，折合成松方为 232.35 万 m^3 。

枢纽工程区土石方开挖总量 333.84 万 m^3 （自然方，下同），土石方填筑总量 239.18 万 m^3 ，借方 29.10 万 m^3 ，弃方总量 123.76 万 m^3 （折合成松方 176.98 万 m^3 ）。枢纽工程弃方主要来源于围堰拆除、溢洪道、厂房、导流洞、引水隧洞、大坝基础等开挖，弃方全部弃置左岸上游 1[#]弃渣场、左岸上游 2[#]弃渣场、右岸弃渣场内。

供水、灌区及导排工程区土石方开挖总量 185.27 万 m^3 （自然方，下同），土石方填筑总量 167.41 万 m^3 ，借方 20.86 万 m^3 ，弃方总量 38.72 万 m^3 （折合成松方 55.37 万 m^3 ）。供水、灌区及导排工程区弃方主要来源于输水管道、管桥、倒虹管、施工平台及灌溉工程开挖，弃渣全部弃置沿线弃渣场。

1.7.2 弃渣场选址及类型

本工程共设置 11 处弃渣场，其中枢纽工程 3 处，均为库区型弃渣场；供水、灌区及导排工程区 8 处，均为坡地型弃渣场。本工程弃渣场的选址和布置基本可行，满足水土保持要求。

1.7.3 弃渣场级别及稳定性分析

枢纽工程 3 处弃渣场级别均为 4 级；供水、灌区及导排工程区 8 处弃渣场级别均为 5 级。经计算，各弃渣场安全稳定系数均符合规范要求。

1.8 表土保护及利用设计

本工程表土剥离总面积 254.77 hm^2 ，可剥离表土总量 82.15 万 m^3 ，其中主体工程剥离表土量为 43.30 万 m^3 ，本方案设计可剥离表土量为 38.85 万 m^3 ，回覆利用 38.85 万 m^3 。

1.9 水土保持施工组织设计

1.9.1 主要工程量

宗通卡水利枢纽工程水土保持措施主要工程量包括：挡渣墙 1750m，钢筋石笼拦挡 1228m，干砌石护坡 7.51 万 m^2 ，浆砌石坎（脚槽）3107m，截排水沟 3.79 万 m，沉砂

池 19 座，表土剥离 38.85 万 m^3 ，土地平整 97.12 hm^2 ，表土回覆 38.85 万 m^3 ；铺植草皮 3600 m^2 ，载土格 1050 个，栽植乔木 2.7 万株，栽植灌木 50.11 万株，攀援植物 2.15 万株，撒播草籽 9164kg；袋装土临时拦挡 2.99 万 m ，临时排水沟 7.52 万 m ，临时苫盖 43.29 万 m^2 ，撒播草籽 196kg。

1.9.2 施工进度安排

根据主体工程进度安排，结合各水土流失防治区的具体防治措施，按照“三同时”的原则，以尽量减少工程施工期间的新增水土流失为目的，安排水土保持措施实施进度，并与主体工程同步进行。枢纽工程区水土保持措施实施时段为第 1 年 1 季度至 6 年 2 季度，供水、灌区及导排工程工程区水土保持措施实施时段为第 2 年 1 季度至 6 年 2 季度。

1.10 水土保持监测

本工程水土保持监测范围为该项目的水土流失防治责任范围，监测的分区与水土流失防治分区一致。本工程水土保持监测内容包括水土流失影响因素、水土流失状况、水土流失危害和水土保持措施等方面；监测方法有地面观测、调查监测、遥感监测、无人机监测等。

本工程共布设 23 个监测点，其中枢纽工程防治区布置 12 个监测点，供水、灌区及导排工程防治区布置 11 个监测点。监测时段从施工准备期开始，至设计水平年结束，分为施工准备期、建设期（6 年）、自然恢复期（3 年）。

1.11 水土保持投资估算及效益分析

按 2019 年 2 季度价格水平，估算本工程水土保持工程投资 10462.73 万元，其中水土保持工程措施 4604.18 万元，植物措施 1502.31 万元，监测措施 265.45 万元，临时措施 1402.11 万元，独立费用 1146.56 万元，基本预备费 892.06 万元，水土保持补偿费 650.06 万元。

本方案实施后，可治理水土流失面积 399.62 hm^2 ，建设林草植被面积 99.45 hm^2 ，减少土壤流失量 9.09 万 t。项目建设区水土流失治理度达到 96.3%，土壤流失控制比达到 0.80，渣土防护率达到 95.6%，表土保护率达到 95%，林草植被恢复率达到 99%，林草覆盖率达到 23.97%。

1.12 结论和建议

1.12.1 结 论

通过本方案的预测评价和论证，主体工程可行性研究成果中有关工程布置、施工总布置、施工方法及具有水土保持功能措施的设计基本能满足水土保持要求，符合《中华人民共和国水土保持法》、《生产建设项目水土保持技术标准》和《水利水电工程水土保持技术规范》的相关要求，不存在水土保持制约性因素，工程建设可行。

1.10.2 建 议

(1) 后续设计中，应进一步优化施工总布置及施工组织设计，完善施工工艺和方法，尽量减少土石方开挖和弃渣；同时进一步优化供水及灌溉工程管道开挖方式及各标段土石方调配，减少渣场数量及渣场占地面积。

(2) 工程区位于西藏高海拔地区，施工过程中，应严格控制施工过程中的占压地范围，加强土石方运输和堆放管理，杜绝乱挖乱采，防止乱堆乱弃。并根据本方案的设计原则，落实临时工程区的水土保持措施，尤其要加强施工过程中的临时防护措施。

(3) 施工过程中，应将水土保持方案报告书及设计文件中规定的水土保持措施进行细化，管理到位，监督到场，责任到人。可考虑在施工场地竖立水土保持相关告示标语，增强施工与管理人员的水土保持与环境保护意识。

(4) 工程运行期间，加强水库库周巡查和监测，及时发现和处理水库淹没影响区出现的坍塌和滑坡等问题。



宗通卡水利枢纽工程水土保持方案特性表

项目名称	宗通卡水利枢纽工程		流域管理机构		长江水利委员会		
涉及省 (市、区)	西藏自治区	涉及地市或个数	昌都市	涉及县或个数	卡若区、类乌齐县		
项目规模	大(2)型水利枢纽,装机容量104MW,多年平均年发电量4.52亿kW·h。供水主管长106.0km,供水设计流量为3.73m³/s。灌溉面积4.0万亩。泉水导排设计流量0.564m³/s。		总投资 (万元)	584766.14	土建投资 (万元)	196517.01	
动工时间	第1年3月		完工时间		第6年4月		
工程占地 (hm²)	825.02		永久占地(hm²)		618.22		
土石方量 (万m³)	区域		挖方		填方		
	枢纽工程区		333.84		239.18		
	供水、灌区及导排工程区		185.27		167.41		
	合计		519.11		406.59		
重点防治区名称	西藏自治区水土流失重点预防区(类乌齐县)和水土流失重点治理区(卡若区)						
地貌类型	高山峡谷地貌		水土保持区划		青藏高原区		
土壤侵蚀类型	水力侵蚀		土壤侵蚀强度		中度		
防治责任范围面积(hm²)		857.62		容许土壤流失量[t/(km².a)]		500	
土壤流失预测总量(万t)		15.21		新增土壤流失量(万t)		8.95	
水土流失防治标准 执行等级		青藏高原区建设类项目一级标准					
防治目标	水土流失治理度(%)		85		土壤流失控制比		0.80
	渣土防护率(%)		87		表土保护率(%)		90
	林草植被恢复率(%)		95		林草覆盖率(%)		18
防治措施及 工程量	防治分区		工程措施		植物措施		临时措施
	枢纽工程防 治区	枢纽建筑物及管理区	表土剥离20.96万m³,土地平整22.46hm²,覆土8.98万m³		栽植藏青杨525株,柳树525株,沙棘29480株,狼牙刺297480株,载土格1050个,撒播草籽1698kg		袋装土拦挡3126m,临时排水沟3126m,防雨布苫盖4.2万m²
		永久办公生活区	表土剥离0.36万m³,土地平整0.36hm²,覆土0.14万m³,截排水沟308m		铺草皮3600m²,栽植云杉105株,冷杉105株,藏青杨105株,柳树105株,灌溉设施1套		袋装土拦挡160m,防雨布苫盖2400m²
		弃渣场	表土剥离0.46万m³,钢筋石笼拦挡1200m,干砌石护坡75100m²,截排水沟5781m,沉砂池3座,				袋装土拦挡490m,防雨布苫盖2600m²
		料场区	浆砌石坎907m³,截排水沟689m,土地平整0.8hm²,覆土0.32万m³		栽植沙棘4200株,狼牙刺4200株,攀援植物5775株,撒播草籽66kg		袋装土拦挡706m,临时绿化(紫花针茅)196kg
		施工交通设施区	截排水沟20170m		栽植柳树5293株,栽植狼牙刺5293株		袋装土拦挡8188m,防雨布苫盖500m²
		施工生产生活区	钢筋石笼拦挡28m,截排水沟7154m,土地平整5.45hm²,覆土2.18万m³		栽植云杉1589株,冷杉1589株,藏青杨1589株,柳树1589株,撒播草籽456kg		袋装土拦挡2150m,防雨布苫盖2.6万m²
	专项设施复建区			栽植藏青杨6948株,柳树6948株		袋装土拦挡10588m,临时排水沟21176m,防雨布80000m²	



续上表

防治目标	水土流失治理度（%）		85	土壤流失控制比		0.80		
	渣土防护率（%）		87	表土保护率（%）		90		
	林草植被恢复率（%）		95	林草覆盖率（%）		18		
防治措施及 工程量	防治分区		工程措施		植物措施		临时措施	
	供水、灌区 及排导工程 防治区	管线及建 筑物区	浆砌石坎 2200m ³ , 表土剥离 10.30 万 m ³ , 土地平整 25.39hm ² , 覆土 10.16 万 m ³		栽植攀援植物 15750 株, 撒 播草籽 3182kg		防雨布苫盖 240000m ²	
		弃渣场	挡渣墙 1750m, 截排水沟 3818m, 沉砂池 16 座, 表土 剥离 0.49 万 m ³ , 土地平整 2.47hm ² , 覆土 0.99 万 m ³		栽植沙棘 3238 株, 狼牙刺 3238 株, 撒播草籽 200kg		袋装土拦挡 530m, 防雨布 苫盖 3000m ²	
		施工交通 设施区	表土剥离 4.91 万 m ³ , 土地 平整 33.3hm ² , 覆土 13.32 万 m ³ ,		栽植沙棘 174824 株, 狼牙 刺 174824 株, 撒播草籽 2796kg		袋装土拦挡 2630m, 临时 排水 47000m, 防雨布苫盖 29400m ²	
		施工生产 生活区	表土剥离 1.37 万 m ³ , 土地 平整 6.89hm ² , 覆土 2.76 万 m ³		栽植沙棘 36172 株, 狼牙刺 36172 株, 撒播草籽 578kg		袋装土拦挡 1300m, 临时 排水沟 3900m, 防雨布苫 盖 7000m ²	
	投资（万元）			4604.18		1502.31		1402.11
水土保持总投资（万元）			10462.73		独立费用（万元）		1146.56	
监理费 （万元）	118.76	监测费（万元）		265.45		补偿费（万元）		650.06
分省措施费（万元）			/		分省补偿费（万元）		/	
方案编制 单位	长江勘测规划设计研究有限责任公司				建设单位		昌都市兴水水利水电创业 投资有限公司	
法定代表人 及电话	钮新强				法定代表人及电话		/	
地址	湖北省武汉市解放大道 1863 号				地址		西藏昌都市卡若区邦达街 27 号	
邮编	430010				邮编		854000	
联系人及 电话	张新 18871880095				联系人及电话		许剑锋 0895-4825480	
传真	027-82820432				传真		/	
电子信箱	zhangxin4@cjwsjy.com.cn				电子信箱		cdztk001@163.com	



2 项目概况及项目区概况

2.1 项目概况

2.1.1 项目基本情况

2.1.1.1 地理位置

宗通卡水利枢纽位于西藏自治区昌都市卡若区（原昌都县）境内，昂曲河下游河段。昂曲河为澜沧江的右岸支流，发源于青海省玉树自治州杂多县瓦尔公冰川（海拔 5664m），在昌都城区汇入澜沧江，河流长约 500km，天然落差 1926m，流域面积 17715km²，多年平均流量 138m³/s。工程区地理位置介于北纬 31° 08′ 03″ ~ 31° 27′ 21″，东经 96° 49′ 40″ ~ 97° 10′ 36″ 之间。坝址位于沙贡乡宗通卡村，距下游沙贡乡政府约 9km，距下游昌都市城区约 60km，与昌都市城区有简易公路相通，交通较为便利。

本工程地理位置图详见图 2.1-1。

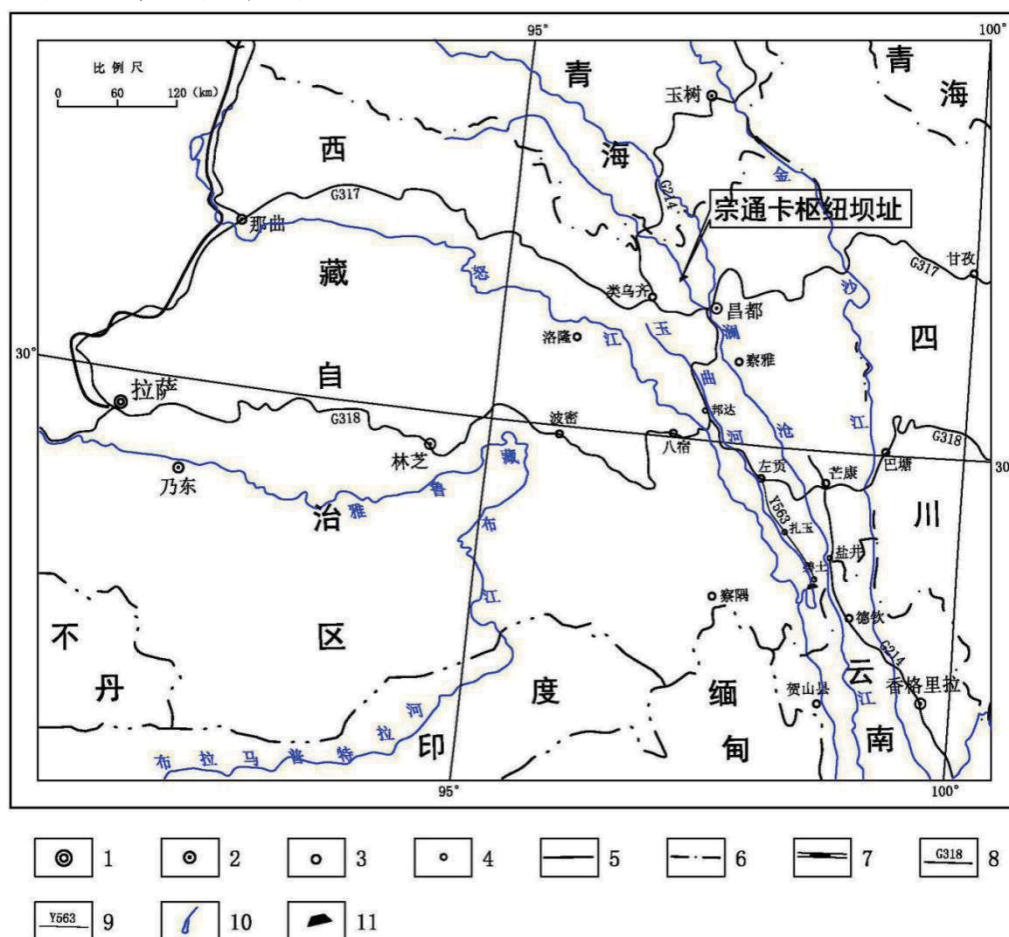


图 2.1-1 宗通卡水利枢纽地理位置示意图

1. 省级政府；2. 地级政府；3. 县级政府；4. 乡镇；5. 国界；6. 省级界；7. 铁路；
8. 国道及编号；9. 一般公路及编号；10. 河流及湖泊；11. 坝址位置

2.1.1.2 流域概况

澜沧江发源于我国青海省玉树藏族自治州杂多县青藏高原唐古拉山北麓，昌都以上称扎曲，源头为海拔 5160m 的拉塞贡玛山。

扎曲和昂曲自青海流入西藏，两河于昌都汇合后称澜沧江，西藏昌都以上为澜沧江上游，经云南、于南腊河口流出国境后称湄公河。流域地势西北高、东南低，由北向南呈条带状分布。澜沧江水系呈羽毛状，长而大的支流少，干流源远流长，流域内植被良好。

昂曲又称吉曲，发源于西藏巴青县贡日乡桑堆敌玛村境内，北流经巴青县木雄村、丁青县木塔村，经圭绒尼钦山峰西侧进入青海省，转东、东南流经青海省杂多县结多乡、苏鲁乡、青海省囊谦县东坝乡、吉尼赛乡、吉曲乡后又进入西藏，经类乌齐县甲桑卡乡、尚卡乡、昌都市沙贡乡、俄洛镇汇入澜沧江。昂曲全长约 499.3km，流域面积 17715km²，落差 1926m。

昂曲流域地处西藏自治区东部，流域东与扎曲流域接壤，南与澜沧江干流相连，西与怒江流域为邻。昂曲流域水系分布不均，右岸支流主要有木曲、羊木涌、沙木曲，左岸支流主要有巴曲。支流主要分布在右岸，右岸水系相对发育。

昂曲流域按地形地貌可分为上、中、下三段。源头至沙木曲（亦称波曲）汇口以上为上游段；沙木曲汇口以下至巴曲汇口为中游段；巴曲汇口以下至昌都镇为下游段。宗通卡坝址位于澜沧江支流昂曲下游河段，控制流域面积 15592km²，距昌都直线距离约 65km。

2.1.1.3 前期工作情况

2009 年，长江水利委员会组织开展澜沧江流域综合规划编制工作，2015 年 7 月，编制《澜沧江流域综合规划》（2015 年修订稿）。规划提出，宗通卡水利枢纽具有供水、灌溉、发电等综合效益，应结合昂曲干流水电开发“一库 7 级”方案，根据经济社会发展需要，近期开发宗通卡梯级。

2014 年 7 月，受西藏自治区水利厅及昌都市水利局委托，长江设计公司开展了昌都市水利发展十三五规划编制工作，积极开展了重点项目宗通卡水利枢纽工程的分析论证工作。2014 年 12 月完成《西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程必要性与可行性论证报告》。

2015 年 9 月，受西藏自治区昌都市人民政府的委托，长江设计公司开展了宗通卡水利枢纽工程项目建议书编制工作。2015 年 12 月编制了《西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程项目建议书（送审稿）》。

2017 年 6 月，长江设计公司编制完成了《西藏昂曲宗通卡水利枢纽可行性研究报告



(送审稿)》。2017年6月26日,水利部水利水电规划设计总院组织专家对工程进行了现场查勘。随后,2017年6月28~30日,水利部水利水电规划设计总院在北京组织召开会议,对《可研报告(送审稿)》进行了审查。2017年9月,根据专家意见,长江设计公司编制完成了《西藏昂曲宗通卡水利枢纽可行性研究报告(审定稿)》。2019年9月~10月,长江设计公司按最新的价格水平调整了工程投资与经济评价,并补充了泉水导排工程与节水评价章节,完善了相应的章节,提出了《西藏昂曲宗通卡水利枢纽可行性研究报告(修订稿)》。

在主体可研成果基础上,通过对项目现场进行查勘、收集项目区有关社会经济、水土保持等方面的资料,深入地分析工程施工过程中可能产生水土流失的环节及影响,制定了相应的水土保持措施。2020年2月,长江设计公司编制完成了《西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程水土保持方案报告书》。

2.1.2 工程任务与规模

2.1.2.1 工程任务

宗通卡水利枢纽工程的开发任务为:以供水为主,结合发电,兼顾灌溉。

2.1.2.2 工程规模

宗通卡水利枢纽工程包括枢纽工程、供水工程、灌溉工程和泉水导排工程。灌溉工程利用供水工程输水管线进行,供水工程需承担坝下游城镇供水和灌区供水的双重任务。

1) 枢纽工程

宗通卡水利枢纽水库正常蓄水位为3474.00m,相应库容为1.1362亿 m^3 ;校核洪水位为3476.34m,相应总库容为1.2647亿 m^3 ;死水位为3464.00m,相应死库容为0.6883亿 m^3 。装机容量104MW,多年平均年发电量4.52亿 $\text{kW}\cdot\text{h}$ 。

2) 供水工程

供水工程总设计流量为 $3.73\text{m}^3/\text{s}$ 。城镇供水设计流量 $2.01\text{m}^3/\text{s}$,其中左岸昌都镇水厂设计流量 $1.65\text{m}^3/\text{s}$,右岸沙贡乡设计流量 $0.03\text{m}^3/\text{s}$,俄洛镇水厂设计流量 $0.33\text{m}^3/\text{s}$ 。供水主管线路总长约106.0km。

3) 灌溉工程

灌溉工程总设计流量 $1.72\text{m}^3/\text{s}$,其中左岸灌区设计流量 $0.84\text{m}^3/\text{s}$,右岸灌区设计流量 $0.88\text{m}^3/\text{s}$,灌溉总面积4.0万亩,灌溉支管总长22.23km。

4) 泉水导排工程



泉水导排工程总流量 $0.564\text{m}^3/\text{s}$ ，导排管线总长 52.6km ，其中右岸恩达曲导排流量 $0.51\text{m}^3/\text{s}$ ，导排管线长 16.8km ，左岸芒达导排流量 $0.054\text{m}^3/\text{s}$ ，导排管线长 35.8km 。

宗通卡水利枢纽工程特性表详见表 2.1-2。

表 2.1-2 宗通卡水利枢纽工程特性表

序号及名称	单位	数量	备注
一、水文			
1.流域面积			
全流域	km^2	17715	
坝址以上	km^2	15592	
2.利用的水文系列年限			
年		55	
3.多年平均年径流量			
亿 m^3		43.5	
多年平均流量			
m^3/s		138	
4.泥沙			
多年平均悬移质年输沙量	万 t	330	
多年平均含沙量	kg/m^3	0.756	
多年平均推移质年输沙量	万 t	33	
二、工程规模			
1.水库			
校核洪水位 ($p=0.05\%$)	m	3476.34	
设计洪水位 ($p=1\%$)	m	3474	
正常蓄水位	m	3474	
死水位	m	3464	
总库容 (校核洪水位以下库容)	亿 m^3	1.2647	
调节库容 (正常蓄水位至死水位)	亿 m^3	0.4479	
死库容 (死水位以下)	亿 m^3	0.6883	
回水长度	km	24.297	20%频率
2.供水工程			
年供水总量	万 m^3	6623	
设计总引水流量	m^3/s	3.73	
城市供水设计引用流量	m^3/s	2.014	
引水线路长度	km	106	含城镇供水支管
3.水力发电工程			
装机容量	万 kW	10.4	
保证出力	万 kW	0.8	
多年平均年发电量	亿 kW·h	4.517	
年利用小时数	h	4343	
4.灌溉工程			
设计灌溉耕地面积	万亩	1.89	含园地
设计灌溉林草地面积	万亩	2.11	林草地
灌溉保证率 p (耕地)	%	75	
灌溉保证率 p (林草地)	%	50	
规划设计流量	m^3/s	1.72	2030 年
规划年灌溉需水总量	万 m^3	1331	2030 年
灌溉支管	km	22.23	
5.泉水导排工程			
设计总导排流量	m^3/s	0.564	
导排线路长度	km	52.6	
三、淹没损失及工程永久占地			
1.土地总面积			
亩		9273.26	
耕园地	亩	2100.2	
林地	亩	3940.66	
草地	亩	536.56	



续表 2.1-2

宗通卡水利枢纽工程特性表

序号及名称	单位	数量	备注
城镇村及工矿用地	亩	155.41	
交通运输用地	亩	157.51	
水域及水利设施用地	亩	2214.82	
其它土地	亩	168.1	
2.农村人口	人	458	
四、主要建筑物及设备	亩		
1.挡水建筑物			
型式		沥青混凝土心墙坝	
地震基本烈度		VII度	
顶部高程	m	3477	
最大坝高	m	78	
坝轴线长度	m	310	
2.泄水建筑物			
(1) 溢洪道			
进口底高程	m	3458	
堰面型式		实用堰	
堰顶高程	m	3462	
(2) 泄洪放空洞			
洞轴线长度	m	662	
洞型	m	城门洞	
洞身尺寸(宽×高)	m×m	5.5×7.4	
消能型式		底流	
进口底高程	m	3431	
出口底高程	m	3422	
3.发电引水建筑物			
设计引用流量	m ³ /s	168.2/37.8	
进水口底槛高程	m	3448	
引水道型式		隧洞和压力管道	
长度	m	232/270	
断面尺寸	m	φ6.8/φ4.0	
4.发电厂房			
型式		地面厂房	
主厂房尺寸(长×宽×高)	m×m×m	95.0×44.5×56.0	
水轮机安装高程	m	3401	
5.开关站(换流站、变电站)			
型式		GIS	
序号及名称	单位	数量	
面积(长×宽)	m×m	56×10.5	
6.过鱼建筑物			
型式		升鱼机	
集鱼系统尺寸	m×m	33×4	
提升运输系统长度	m	350(索道)	
补水流量(最小/最大)	m ³ /s	0.64/3.0	
五、施工			
1.枢纽、供水及灌溉工程主要工程量			
土石方明挖	万 m ³	496.04	
石方洞挖	万 m ³	21.06	
土石方填筑	万 m ³	366.44	
混凝土	万 m ³	66.97	
锚杆	万根	17.68	
钢筋、钢材(含钢管)	万 t	8.6	
固结灌浆	万 m	2.84	
回填灌浆	万 m ²	1.87	



续表 2.1-2

宗通卡水利枢纽工程特性表

序号及名称	单位	数量	备注
2.对外交通（公路、铁路、水路）			
距离	km	60	
运量	万 t	54.16	
序号及名称	单位	数量	备注
3.施工导流（方式、型式、规模）			
导流方式		一次拦断河床，全年围堰挡水，隧洞泄流	
上游围堰结构型式		土石围堰结构	与大坝结合
下游围堰结构型式		土石围堰结构	
4.施工期限			
准备工期	月	22	
投产工期	月	57	
总工期	月	62	
六、经济指标			
工程投资	万元	584766.14	
其中土建工程投资	万元	196517.01	包括枢纽、供水灌溉及导排工程

2.1.2.3 工程等级及设计标准

（1）工程等级及建筑物级别

1）枢纽工程

宗通卡水利枢纽工程等别为Ⅱ等，工程规模为大（2）型。

大坝、泄洪洞、溢洪道、电站引水建筑物及供水工程取水口等主要建筑物为2级。引水隧洞、升鱼机、电站厂房及开关站等次要建筑为3级。

2）供水及灌溉工程

供水工程等别为Ⅲ等中型，主要建筑物（取水口建筑物、输水管线、管桥）的级别为3级，次要建筑物（各类阀门井）的级别为4级，临时建筑物（管道沟槽等）的级别为5级。

灌溉工程为Ⅳ等工程，工程规模为小（1）型，灌溉工程主要建筑物和次要建筑物级别均为5级（斗农渠渠道、水闸、渡槽、涵洞、跌水等建筑物的级别均为5级），洪水标准均采用10年一遇。

3）泉水导排工程

泉水导排工程主要建筑物（集水口建筑物、导排水管桥、管桥、倒虹管）的级别为3级，次要建筑物（各类检查井及阀门井）的级别为4级，临时建筑物（管道沟槽等）的级别为5级。

泉水导排工程管道设计洪水标准为20年一遇，跨河、沟建筑物校核洪水标准为50年一遇，集水口建筑物设计洪水标准为30年一遇，校核洪水标准为50年一遇。



(2) 设计标准

1) 设计洪水标准

按照工程等别和建筑物级别，枢纽工程相应洪水标准见表 2.1-3。

2) 抗震标准

工程区 50 年超越概率 10% 的地震动峰值加速度为 0.15g，相应地震基本烈度为 VII 度，地震动反应谱特征周期为 0.45s。坝区建筑物按 VII 度设防。

表 2.1-3 枢纽工程主要建筑物洪水标准

洪水频率	土石坝	泄洪洞	溢洪道	进水口电站	电站厂房	消能防冲
设计(年)	100	100	100	100	100	50
校核(年)	2000	2000	2000	2000	200	

2.1.3 项目组成及主要建筑物布置和设计

2.1.3.1 项目组成

宗通卡水利枢纽工程包括：枢纽工程、供水工程、灌溉工程及泉水导排工程。根据主体工程布置、施工布置、移民安置规划，本工程项目组成如表 2.1-4 所示。

表 2.1-4 宗通卡水利枢纽工程项目组成表

项 目			规模及组成
主体工程	枢纽工程	挡水建筑物	挡水建筑物为沥青混凝土心墙坝，坝顶高程 3477.00m，防浪墙顶高程 3478.20m，大坝最大坝高 78m，坝顶长 310m，坝顶宽度 10m。
		泄水建筑物	包括溢洪道和泄洪放空洞。溢洪道布置在右岸坝肩，由进水渠、控制段、泄槽段、消力池段组成。泄洪放空洞布置在溢洪道右侧，由进水渠、进水塔、洞身段、出口泄槽段、消力池段组成。
		发电引水建筑物	发电引水建筑物布置于右岸，由引水渠、进水口、钢筋混凝土埋管、引水隧洞、压力钢管等组成。
		电站厂房	电站厂房布置在右岸，为地面厂房，距坝轴线下游 173m，安装 2 台单机 42.5MW 机组和 2 台单机 9.5MW 机组，总装机 104MW。
		过鱼建筑物	过鱼建筑物采用升鱼机型式，集鱼系统布置在电站厂房下游侧，全长 33.0m
		导流建筑物	包括上下游围堰及导流隧洞。上游围堰与大坝结合，轴线长 301m；下游围堰轴线长 101m。导流隧洞布置于河床右岸，隧洞长 612.5m，采用城门洞型断面，断面尺寸 7m×9.5m（宽×高）。
	供水工程	取水工程	由取水口、取水管道组成。取水口布置在右岸，紧靠溢洪道闸门，采用喇叭管取水头部，喇叭口上设有拦污栅。取水管采用 DN2000mm 钢管，长 495m。
		输水工程	输水工程起点位于取水管道末端叉管处，终点为昌都市加卡经济开发区加卡水厂，输水管道沿昂曲河两岸敷设，沿途设分水口向两岸供水。输水管道线路总长约 106km，共设 44 个分水口，其中城镇分水口 3 个，灌溉分水口 41 个。
	灌溉工程		规划灌溉总面积为 4.0 万亩，其中灌溉耕地面积为 1.89 万亩，灌溉林草地面积为 2.11 万亩。灌溉输水主管与供水输水主管合建。
施工布置	泉水导排工程		恩达曲导排管道总长 16.8km，芒达导排管线 35.8km。
	施工道路		在尽量利用现有交通设施的基础上，枢纽工程新建场内道路总长度约 20.17km，供水工程新建场内道路总长度约 25km，灌溉工程新建场内道路 15km，导排工程新建场内道路 3km，改扩建道路 10km。



续表 2.1-4

宗通卡水利枢纽工程项目组成表

项 目		规模及组成
施工布置	施工生产生活区	枢纽工程布置 2 处施工生产生活区，分别为左岸下游施工设施区和左岸上游施工设施区；供水及灌溉工程按每 10km 左右设置一个施工区兼顾供水工程及各灌区施工；导排工程布置 3 处施工区。
	料场	本工程布置 1 处块石料场和 1 处砂砾石料场。
	弃渣场	本工程共布置 11 处弃渣场，其中枢纽工程区布置 3 处，供水工程及灌溉工程区沿线布置 8 处。
移民安置工程	移民安置	生产安置人口 796 人，采用一次性补偿安置方式。搬迁安置人口 478 人，均为分散后靠安置。
	专项设施复建	规划复建道路总长度 40.124km，电力及电信线路按淹没影响规模后靠复建。
	临时用地复垦	复垦耕地 1641.09 亩，其中水浇地 207.58 亩，旱地 1373.77 亩，园地 59.47 亩。

2.1.3.2 主要建筑物布置和设计

2.1.3.2.1 枢纽工程

推荐方案布置为：河床布置沥青混凝土心墙坝；发电引水建筑物采用坝式引水，进水口布置在右坝肩；泄水建筑物布置在右岸，由溢洪道和泄洪放空洞组成；单独增设一条导流洞供施工期导截流使用。

(1) 挡水建筑物

大坝为沥青混凝土心墙坝。坝顶上游侧设钢筋混凝土防浪墙。防浪墙顶高程为 3478.20m，大坝坝顶公路高程为 3477.00m，最大坝高 78.00m。坝顶长 316m，宽 10m，设厚 10cm 沥青混凝土路面和厚 25cm 水稳层。坝顶道路与防浪墙间设宽 150cm 高出路面 15cm 人行道。

大坝上游坝坡为 1:2.0，在高程 3466.00m、3454.00m 各设一宽 3.0m 马道；下游坝坡 1:2.0，在高程 3466.00m、3452.00m、3437.00m 各设一各设一宽 3.0m 马道，高程 3422.00m 设石渣平台，作为厂房的交通道路。

大坝上游面在高程 3448.00m 设 30m 宽的平台，以下坝体利用上游围堰，围堰顶宽 8m，3448.00~3420.00m 堰体坡度为 1:2，3420.00m 高程以下堰体上游坡 1:1.75。

(2) 泄水建筑物

泄水建筑物布置在右岸，由溢洪道和泄洪放空洞组成。

溢洪道布置在右岸坝肩，轴线与坝轴线的夹角为 85°，进水渠起点至出水渠末端平面投影长度为 439.77m，从上游至下游依次为进水渠（86m）、控制段（34m）、泄槽段（227.77m）、消力池段（92m）。进水渠底宽 32m，长 86m，渠道底高程 3458.00m。控制段宽 44.5m，长 34m，顶高程 3477.00m，设有 3 个泄洪表孔，堰顶高程为 3462.00m，孔口尺寸为 8m×12m（宽×高），工作闸门为弧形门。泄槽底宽 32m，平面投影长度



227.77m。消力池为矩形消力池，底宽 32m，全长 92m，池顶高程 3401.00m，底板厚 3m。消力池边墙为重力式挡墙，挡墙顶宽 3m。

泄洪放空洞布置在溢洪道右侧，其轴线与坝轴线夹角为 75° ，进水渠起点至消力池末端平面投影长度为 662m，从上游至下游依次为进水渠（30m）、进水塔（30m）、洞身段（457m）、出口泄槽段（75m）、消力池段（70m）。进水塔长 30m（顺流向），宽 13.5m，塔顶高程 3477m，塔高 49m。泄洪孔进口底高程 3431.00m，控制段孔口尺寸 $5.5\text{m} \times 4.0\text{m}$ （宽 $\times$ 高）。洞身段长 457m，出口高程为 3418.00m，坡度为 2.58%，洞身为城门洞型，底宽 5.5m，高度为 7.3m，其中边墙直墙段为 5.71m，隧洞洞身混凝土衬砌厚度为 0.7m。出口泄槽段平面投影长度为 75m，底板混凝土厚 1m。消力池为渐扩式消力池，扩散角为 3.27° ，首端宽度 5.5m，尾端宽度 13.5m，全长 70m，池底高程 3404m，底板厚 3m。消力池边墙为重力式挡墙，挡墙顶宽 3m。

（3）发电引水建筑物

下坝址发电引水建筑物布置于右岸 I 级阶地，由引水渠、进水口、钢筋混凝土埋管、引水隧洞和压力钢管（岔管）组成。

进水口采用坝式，布置在右岸，平面上位于沥青混凝土心墙坝与溢洪道进口之间。

进水口尺寸为 $32\text{m} \times 28.9\text{m} \times 34\text{m}$ （长 $\times$ 宽 $\times$ 高），底板顶高程 3448.00m，坝顶高程 3477.00m；进水口沿水流向依次为拦污栅段、闸门段、渐变段等。进水口设置 4 孔拦污栅，孔口尺寸为 $4.6\text{m} \times 29\text{m}$ （宽 $\times$ 高）。拦污栅段设 1 道栅槽，采用机械清污，栅槽内设置防冰冻措施。闸门段设平板检修门 1 道，2 台大机组闸门孔口尺寸为 $6.8\text{m} \times 6.8\text{m}$ （宽 $\times$ 高），2 台小机组闸门孔口尺寸为 $4.0\text{m} \times 4.0\text{m}$ （宽 $\times$ 高）。

引水系统采用 2 洞 4 机、双洞布置。顺水流向依次为上平段、竖井、下平段、岔管段、支管段等组成，其中上平段为钢筋混凝土埋管，岔管段、支管段采用明钢管型式，其它为隧洞型式。

引水系统布置在沥青混凝土心墙坝与溢洪道泄洪放空洞之间，上平段轴线与坝轴线垂直，溢洪道轴线近似平行，下平段经竖井转弯后与坝轴线呈 48.6° 夹角，经 Y 形岔管分别与厂房机组相接。

引水系统断面为圆形，其中 1[#]引水隧洞线路长 234m，隧洞内径主洞主管直径为 6.8m，支洞管直径为 4.8m，2[#]引水隧洞线路长 270m，主洞管直径为 4.0m，支洞管直径为 2.8m。



(4) 发电厂房及开关站

电站厂房布置在右岸，为地面厂房，距坝轴线下游 173m，安装 2 台单机 42.5MW 的混流式水轮发电机组和 2 台单机 9.5MW 混流式水轮发电机组，总装机 104MW。

厂房总体尺寸为 95m × 44.5m × 56m（长 × 宽 × 高）。厂房垂直水流向自左而右依此布置安装场、机组段，机组段顺水流向由上游副厂房、主机室段和尾水平台段组成。

机组段总长 62.0m，其中 2 台大机采用一机一缝，单机组段长度 18m，2 台小机采用二机一缝，机组段长度 26m，主机室净宽 22.0m，水轮机安装高程定为 3401m，尾水建基面高程 3388m，主厂房发电机层高程 3412.5m。厂房上游墙顶高程 3444m。

安装场地面高程采用 3422m，与尾水平台及进厂公路同高。安装场总长 33m。

副厂房布置在机组段和安装场上游侧，净宽 9.6m。

尾水平台布置有尾水门机，用于启闭尾水检修闸门，宽 9.25m，高程 3422m。

进厂交通通过进厂公路经厂前区从厂房左端垂直厂轴方向进入安装场。

(5) 过鱼建筑物

过鱼建筑物采用升鱼机型式，升鱼机系统由集(诱)鱼系统、补水系统、提升运输系统和放流系统四大部分及控制监测设施组成。

集鱼系统布置在电站厂房下游侧，主要由进鱼口、集鱼通道和集鱼池组成，并设置检修门、控流门、驱鱼格栅、集鱼箱等设备；进鱼口位于机组上游，与尾水渠衔接，底板高程 3408.00m。

提升运输系统采用往复式索道形式，垂直于坝轴线布置，起于集鱼系统，止于坝顶，索道总长度约 350m。索道系统由装载站、卸载站、支架、承载索、牵引索、驱动装置、锚固装置和张紧装置、电气设备等主要部分组成。

放流系统采用放流滑槽形式，从坝顶铺设至死水位以下 1m；补水系统采用管道引水，取水点位于厂房进水口旁，沿岸坡铺设，补入集(诱)鱼系统。

2.1.3.2.2 供水工程

宗通卡水利枢纽供水工程包括取水工程和输水工程两部分。

(1) 取水工程

取水工程由取水口、取水管道组成。

取水口布置在右岸溢洪道，紧靠溢洪道闸门。取水口管中心高程 3460.5m，取水头部采用喇叭管取水头部，喇叭口上设有拦污栅。

取水管采用 DN2000mm 钢管，取水管沿 3457m 马道敷设至导流洞出口旁输水管道起点处，取水管管长 495m，管顶覆土 1.5m，取水管起端设有检修阀门井，井内分别设有一台电动检修阀和一台手动检修阀，取水管道在末端通过叉管与两根 DN1400mm 输水管道连接，末端叉管管中心高程 3457.50m。

(2) 输水工程

1) 输水线路及节点布置

输水工程起点位于取水管道末端叉管处，终点为昌都电站附近左岸的昌都镇水厂和右岸灌溉用地，输水管道沿昂曲河两岸敷设，沿途设分水口向两岸供水，输水线路总体沿西北向东南方向布置，布置方案如下：

从输水起点开始，管道沿着右岸岸坡分成 A 管和 B 管敷设，从起点至下游 2.8km，A 管和 B 管并行敷设，行至下游 2.8km 处跨过昂曲河后，双管沿左岸并行敷设至坝址下游约 12km 处，A、B 管分成两岸敷设，B 管继续沿左岸敷设至坝址下游 18km 处，A 管跨过昂曲河后沿右岸路边和山坡敷设至坝址下游 16km 处，跨过昂曲河后在左岸与 B 管并行敷设至坝址下游 18km 处，双管跨过昂曲河后沿右岸敷设至 1[#]隧洞（岳宗村隧洞），管道出隧洞后双管并行，按右岸-左岸-右岸-左岸的线路敷设至坝址下游约 30km 处左岸的 2[#]隧洞（雄达村隧洞），管道出 2[#]隧洞跨过昂曲河后沿右岸并行敷设，按右岸-左岸-右岸的线路敷设至坝址下游约 39km 处后又分成左右岸敷设，A 管继续沿右岸敷设，B 管跨过昂曲河后沿左岸敷设至坝址下游 40km 处再跨过昂曲河后与 A 管并行向右岸下游敷设，按右岸-左岸-右岸的线路敷设，在右岸依次穿过 3[#]隧洞（俄洛村隧洞）和 4[#]隧洞（小沙贡村隧洞）后在坝址下游 52km 处跨过昂曲河后沿左岸公路敷设至终点昌都镇水厂。

输水工程沿线昂曲河上共设有 22 座管桥，其中供水管桥 16 座，灌溉管桥 6 座，供水管桥中双管管桥 10 座，管径 $2 \times \text{DN}1400\text{mm} \sim 2 \times \text{DN}800\text{mm}$ ，单管管桥 6 座，管径 DN1200 ~ DN300mm；无压隧洞 5 座（2[#]隧洞设有支洞），单座隧洞长约 0.4 ~ 3.2km；另外输水管道沿线还设有 3 座跨越冲沟的倒虹管。

输水 A 管线路总长约 52.3km，其中起点（KA0+000）至 2[#]管桥（KA06+350）输水管管径为 DN1400mm，2[#]管桥（KA06+350）至 20[#]管桥（KA45+660）之间输水管管径为 DN1200mm，20[#]管桥（KA45+660）至终点昌都镇水厂（KA52+329）输水管管径为 DN800mm。输水 A 管共设有 24 个分水口，包括 21 个灌溉分水口和 3 个生活分水口（沙贡乡分水口、俄洛镇水厂分水口、昌都镇水厂分水口）。



输水 B 管线路总长约 52.3km，其中起点（KB0+000）至 2[#]管桥（KB06+348）输水管管径为 DN1400mm，2[#]管桥（KB06+348）至 20[#]管桥（KB45+598）之间输水管管径为 DN1200mm，20[#]管桥（KB45+598）至终点昌都镇水厂（KB52+268）输水管管径为 DN800mm。输水 B 管共设有 21 个分水口，包括 20 个灌溉分水口和 1 个生活分水口（昌都镇水厂分水口）。

根据总布置方案，本方案输水管道线路总长约 106km，共设 44 个分水口，其中城镇分水口 3 个，灌溉分水口 41 个。输水管线总平面布置详见图 2.1-2，典型纵断面详见图 2.1-3、2.1-4，输水管道节点布置详见表 2.1-5。

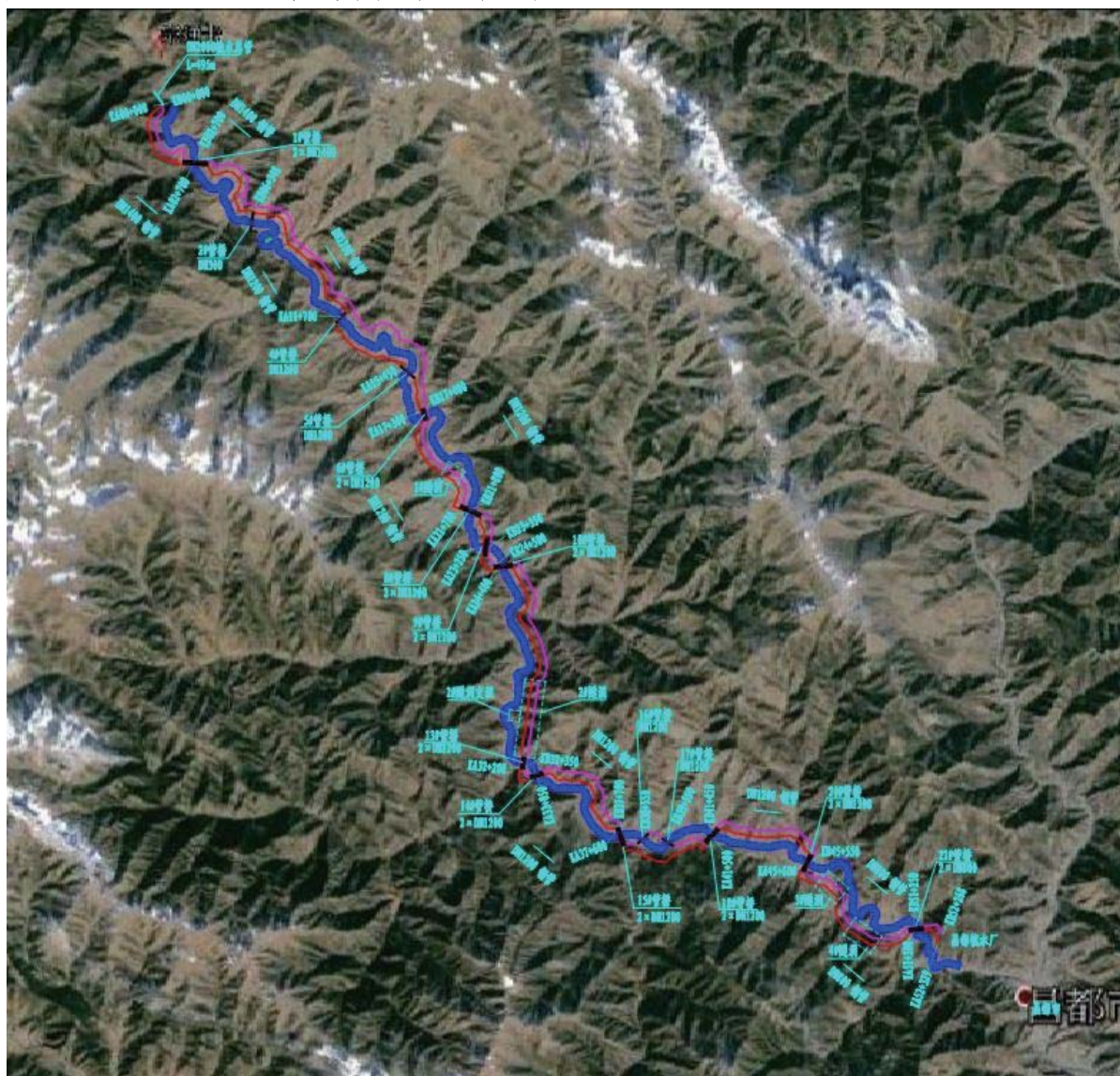


图 2.1-2 输水管线总平面布置图

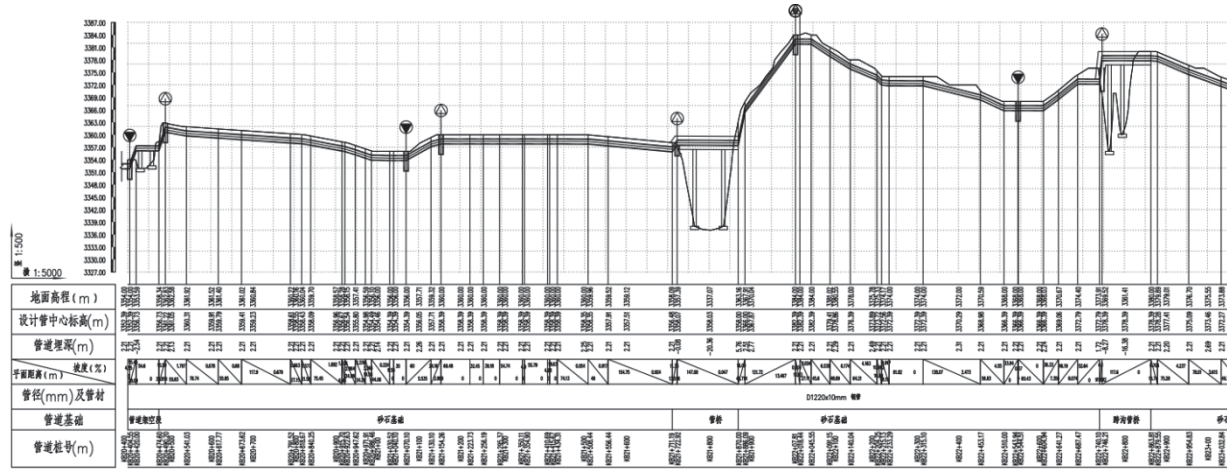


图 2.1-3 输水管线典型纵断面布置图(KA10+195.46-KA13+600.0)

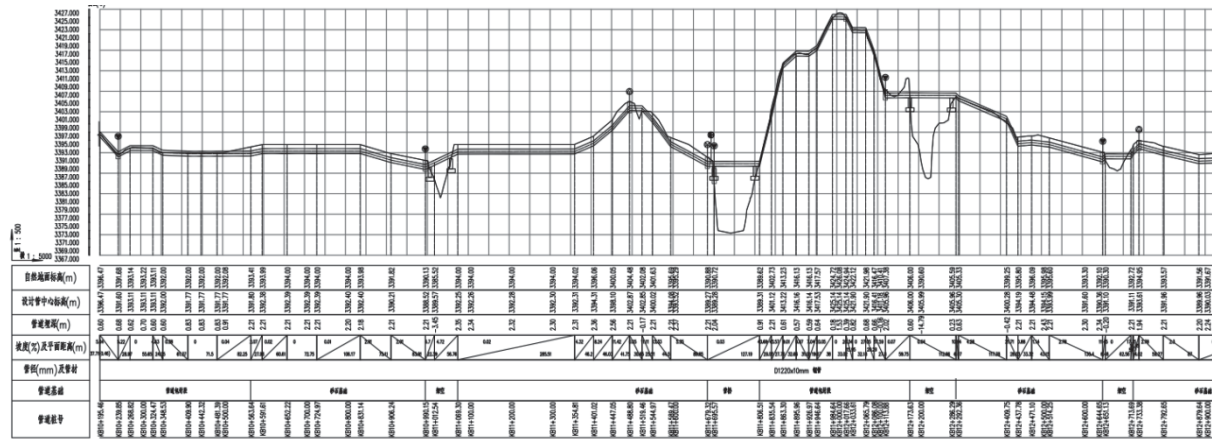


图 2.1-4 输水管线典型纵断面布置图(KB20+404.55-KB23+800.0)

表 2.1-5 输水管道节点布置列表

编号	分水口桩号	分水口流量 (L/s)	分水管 管径 (mm)	分水管末端节 点水压 (m)	分水管末端高程 (m)	自由水头 (m)	备注
1	KA1+402.26	55.3	300	3460.35	3456	4.35	灌溉分水口
2	KA2+640.16	24.7	200	3454.58	3452	2.58	灌溉分水口
3	KA6+350.00	20.9	300	3454.83	3444	10.83	灌溉分水口
4	KA6+350.00	34	300	3454.77	3410	44.77	沙贡乡分水口
5	KA8+716.57	17	250	3448.42	3402	46.42	灌溉分水口
6	KA8+716.57	20.6	250	3446.64	3442	4.64	灌溉分水口
7	KA12+719.36	43.8	250	3442.3	3424	18.3	灌溉分水口
8	KA14+421.80	37.4	250	3439.58	3432	7.58	灌溉分水口
9	KA17+498.67	56.1	300	3433.22	3410	23.22	灌溉分水口
10	KA20+488.47	74.9	350	3427.99	3420	7.99	灌溉分水口
11	KA26+171.68	17.9	200	3418.52	3400	18.52	灌溉分水口
12	KA27+911.50	41.8	350	3410.61	3374	36.61	灌溉分水口
13	KA27+911.50	48.8	350	3415.56	3397	18.56	灌溉分水口
14	KA30+341.80	12.3	250	3407.57	3375	32.57	灌溉分水口
15	KA30+341.80	26.3	250	3408.05	3365	43.05	灌溉分水口
16	KA32+400.90	48.5	300	3410.26	3350	60.26	灌溉分水口
17	KA37+668.00	39.5	250	3400.94	3348	52.94	灌溉分水口
18	KA39+081.04	330	700	3400.89	3392	8.89	俄洛镇水厂分水口
19	KA39+381.99	60.5	300	3401.01	3385	16.01	灌溉分水口
20	KA42+911.21	58	300	3398.14	3347	51.14	灌溉分水口
21	KA45+659.55	47.4	300	3395.36	3347	48.36	灌溉分水口
22	KA47+704.44	88	350	3385.23	3313	72.23	灌溉分水口
23	KA50+361.25	31.3	250	3372.88	3275	97.88	灌溉分水口
24	KA51+121.90	26.8	250	3357.65	3268	89.65	灌溉分水口
25	KA52+328.83	825	800	3364.56	3254	110.56	昌都镇水厂分水口
26	KB2+824.47	26	200	3451.28	3447	4.28	灌溉分水口
27	KB3+288.11	34.6	250	3459.04	3455	4.04	灌溉分水口
28	KB6+245.19	28.4	250	3455.88	3451	4.88	灌溉分水口
29	KB8+686.43	35.6	250	3450.92	3423	27.92	灌溉分水口
30	KB11+956.15	45.5	300	3444.25	3432	12.25	灌溉分水口
31	KB14+773.36	25.1	200	3424.77	3412	12.77	灌溉分水口
32	KB16+940.70	54.5	300	3433.98	3428	5.98	灌溉分水口
33	KB18+016.62	33.5	250	3431.77	3418	13.77	灌溉分水口
34	KB22+543.94	41.9	300	3425.3	3418	7.3	灌溉分水口
35	KB24+258.68	22.1	200	3422.62	3380	42.62	灌溉分水口
36	KB25+200.63	59.6	300	3420.96	3414	6.96	灌溉分水口
37	KB28+767.93	11.5	150	3414.71	3378	36.71	灌溉分水口
38	KB33+332.71	48.5	300	3409.43	3350	59.43	灌溉分水口
39	KB35+617.32	55.1	300	3406.08	3344	62.08	灌溉分水口
40	KB38+805.49	40.9	250	3402.34	3340	62.34	灌溉分水口
41	KB41+510.25	76.9	350	3399.86	3330	69.86	灌溉分水口
42	KB45+502.03	55.1	300	3394.89	3315	79.89	灌溉分水口
43	KB48+121.50	52.3	300	3382.73	3275	107.73	灌溉分水口
44	KB51+404.21	70.2	350	3367.81	3325	42.81	灌溉分水口
45	KB52+267.53	825	800	3364.81	3254	110.81	昌都镇水厂分水口

2) 输水线路遇到地质缺陷时处理措施

根据地质勘察资料,输水线路沿线存在不良地质缺陷,输水起点至昌都市昂曲河两岸沿线共有 7 处滑坡体和 1 处危岩体,其中滑坡 5 和滑坡 6 位于输水管道终点下游,对



本工程输水管道布置无影响。

滑坡 1 至滑坡 4、危岩体均位于右岸，输水管道布置时采取绕行避让的措施，输水管道在滑坡 1 至滑坡 4、危岩体处均绕行至左岸布置，避免地质缺陷对输水管道造成破坏。

滑坡 7 位于右岸管道桩号 KA14+600 处，输水管道从滑坡体后缘绕行，控制管底与滑移线距离不小于 20m，并使前后线路与滑坡体留有足够安全距离。

3) 管桥布置

根据宗通卡供水管道总体布置，从输水管道起点开始，管道沿着右岸岸坡双管敷设，管径 DN1400mm，间距 1.0m，行至下游约 2.7km 附近，两根管道经 1[#]管桥跨越昂曲河抵达左岸，沿途通过 2[#]和 3[#]管桥向右岸分水灌溉。管道行至桩号 KA11+700 处，一根管道经 4[#]管桥向右岸供水，管道继续行至桩号 KA15+400 处，右岸管道经过 5[#]管桥转向左岸并为双管，其间通过 6[#]~15[#]管桥分别在左右岸埋设。管道在 16[#]管桥分为两根单管向两岸供水，在 17[#]管桥处合为双管，其后管道通过 18[#]~22[#]管桥分别在左右岸埋设。管道终点设于昌都镇水厂。

全线引水管道拟建管桥共计 22 座，其中供水管桥 16 座，灌溉管桥 6 座，管道在部分跨冲沟位置采用自承式管道结构跨越。全线管桥详见表 2.1-6。

表 2.1-6 管桥一览表

序号	所跨河(沟)	管径(mm)	推荐桥型	桥梁宽度(m)	桥梁长度(m)	备注
1 [#] 管桥	昂曲河	2-DN1400	钢桁架桥	4.5	110	主线管桥
2 [#] 管桥	昂曲河	1-DN300	钢桁架桥	3	105	沙贡乡支线管桥
4 [#] 管桥	昂曲河	1-DN1200	钢桁架桥	3	100	主线管桥
5 [#] 管桥	昂曲河	1-DN1200	钢桁架桥	3	115	主线管桥
6 [#] 管桥	昂曲河	2-DN1200	钢桁架桥	4.5	160	主线管桥
8 [#] 管桥	昂曲河	2-DN1200	钢桁架桥	4.5	110	主线管桥
9 [#] 管桥	昂曲河	2-DN1200	钢桁架桥	4.5	150	主线管桥
10 [#] 管桥	昂曲河	2-DN1200	钢桁架桥	4.5	130	主线管桥
13 [#] 管桥	昂曲河	2-DN1200	钢桁架桥	4.5	120	主线管桥
14 [#] 管桥	昂曲河	2-DN1200	钢桁架桥	4.5	110	主线管桥
15 [#] 管桥	昂曲河	2-DN1200	钢桁架桥	4.5	100	主线管桥
16 [#] 管桥	昂曲河	1-DN1200	钢桁架桥	3	95	主线管桥
17 [#] 管桥	昂曲河	1-DN1200	钢桁架桥	3	100	主线管桥
18 [#] 管桥	昂曲河	2-DN1200	钢桁架桥	4.5	115	主线管桥
20 [#] 管桥	昂曲河	2-DN1200	钢桁架桥	4.5	90	主线管桥
22 [#] 管桥	昂曲河	2-DN800	钢桁架桥	4	120	主线管桥



管桥桥位尽量选择在河道顺直、水流通畅，避开河汊、洲岛、支流汇合处，地质条件相对较好、尽量避免不良地质，桥梁规模及总投资较小，工程技术条件相对简单的桥位。管桥桥型均采用钢栈桥型式，其上铺设钢管，并布置检修道路，单管管桥桥面宽度为 3.0m，双管管桥桥面宽度为 4.5m，高度为 3.0m。

4) 倒虹吸布置

本工程沿线共布置 3 座倒虹管，均位于输水干管沿线的左岸冲沟上，管径 DN1400 ~ 1200mm，倒虹管均为双管敷设。倒虹管设计参数见表 2.1-7。

表 2.1-7 倒虹管设计参数表

编号	名称	岸别	单根管道长度 (m)	管径 (mm)	敷设型式	备注
1	1 [#]	左岸	35	DN1400	双管	干管
2	2 [#]	左岸	120	DN1200	双管	干管
3	3 [#]	左岸	121	DN1200	双管	干管

5) 隧洞布置

本工程布置 4 条主洞，1 条支洞。主洞内敷设 DN1200 或 DN 800 双管，支洞内敷设 DN250 单管。隧洞内隧洞开挖、设计断面、衬砌方式等，依据隧洞穿越段地质条件，隧洞过水断面等确定。全线隧洞详见表 2.1-8。

表 2.1-8 隧洞一览表

序号	所在位置)	管径 (mm)	断面尺寸 (m)	隧洞长度 (m)
1 [#] 隧洞	岳宗村	双管 DN1200	4.8m×3.6m	641.5m
2 [#] 隧洞	雄达村	双管 DN1200	4.8m×3.6m	3240.1m
3 [#] 隧洞	俄洛村	双管 DN800	3.8m×2.9m	548.4m
4 [#] 隧洞	小沙贡村	双管 DN800	3.8m×2.9m	1062.0m
2 [#] 隧洞支洞	雄达村	单管 DN300	1.5m×1.8m	409.0m

2.1.3.2.3 灌溉工程

(1) 灌溉总布置

本工程规划灌溉总面积约 4.0 万亩，其中灌溉耕园地面积约为 1.89 万亩，灌溉林草地面积约为 2.11 万亩。根据乡镇区划和布局划分为三个灌溉区域分别为沙贡乡灌溉区(A02~08 和 B01~07)、俄洛镇灌溉区(A09~21 和 B08~19)和昌都镇灌溉区(A22~26 和 B20~23)，三个灌溉区域的灌溉面积分别为 5785.94 亩、8788.31 亩和 4287.58 亩。灌区共 49 个灌片，根据灌片分布，在供水管道沿线设了 41 个灌溉分水口，分水口是耕地和林草地灌区的水源接口。



灌溉工程分为灌区骨干工程和田间配套工程，骨干工程主要是灌溉供水干管（与城镇供水干管共用）。灌区田间配套工程为灌溉支管、耕园地灌溉的斗渠、林草地灌溉的微干管以及耕园地灌溉的田间农渠和林草地灌溉的微支管。

灌溉工程新建支管 41 条，管桥 6 座，支管敷设坡面坡度平均按照 20° 计，支管长度为 22.23km。新建灌区分水池 41 个，新建斗渠 139 条，长 87.86km，新建农渠 515 条，长 101.23km，新建管涵 194 座，新建渡管 72 座，新建斗渠分水闸 134 座，新建农渠分水闸 520 座，新建节制闸 438 座。

（2）耕园地灌溉工程布置

灌区耕园地全部为自流灌溉。自流灌区采取支管输水方式将水输送到支管末端的分水池，通过分水池和斗（农）渠两级渠道引水至田间灌溉。自流灌区输水方式为：宗通卡水库—>供水干管—>支管—>分水池—>斗渠—>农渠—>耕园地。

干管分水口原则上在沿河两岸每个灌片均有设置，每个分水口连接支管分水至分水池。

分水池为地下开敞式圆形蓄水池，一般布置于各片区高程较高且位置平坦处；斗渠渠首设置分水闸（斗门），渠尾设置退水闸；农渠渠首设置分水闸（农门），其上级渠道下游位置上设置节制闸；当渠道首尾落差大，不满足坡降要求时，适宜位置设置跌水；渠道跨越冲沟处布置渡管，渡管材料为钢管，采用钢排架支撑；渠道穿越道路处布置过路涵，型式为钢筋混凝土圆管涵。

（3）林草地灌溉工程布置

林草地灌溉采用水库水位和灌片高程之间形成的水头差进行微管喷灌。在供水支管上连接微干管，通过微干管、微支管对林草地进行灌溉。林草地灌溉水输水方式为：宗通卡水库—>供水干管—>支管—>微干管—>微支管—>林草地。灌区林草地灌溉全部为利用库水水头形成的管道内压力实施人工灌溉。灌溉时节，利用人工喷头接微支管内丝快速取水阀取水进行人工喷灌。

结合卡若区农牧业规划，本项目灌溉工程实施方案一次性实施，耕园地灌溉工程和林草地灌溉工程同步实施。

（4）灌区灌片布置

卡若灌区位于昂曲河河谷地段，河谷两岸多有冲沟汇入，当地居民依河而居，河谷两岸的耕园地分布在河道阶地、凸岸河漫滩或冲沟沟口的冲积平地上，耕园地多呈长条



形沿河流不连续分布，局部冲沟沟口呈点状扇形展布，一般情况每一片耕园地分布一个自然村。

灌片布置根据昂曲河两岸耕园地分布情况和行政划分情况进行灌片划分，主体工程设计基本上按照每一个集中连片的耕园地布置一个灌片。灌片布置见表 2.1-9。

表 2.1-9 卡若灌区灌片布置

序号	灌片编号	灌片面积(亩)	行政村	备注
1	A01	124.80	卡洛村	右岸,下坝址方案会被大坝占用
2	A02	1179.2	卡洛村	右岸
3	A03	972.5	莫仲村	右岸,设两个分水口
4	A04	385.1	东达村	右岸
5	A05	447.9	格达村	右岸
6	A06	958.6	果洛村	右岸
7	A07		果洛村	右岸
8	A08	809.2	达东村	右岸
9	A09	1219	小土村	右岸
10	A10		小土村	右岸
11	A11	1574.5	学土村	右岸
12	A12	481.4	羊达村	右岸
13	A13	401.0	羊达村	右岸
14	A14	950.5	约达村	右岸
15	A15	1105.7	约达村	右岸
16	A16		约达村	右岸
17	A17	1096.8	郎达村	右岸
18	A18		郎达村	右岸
19	A19	885.3	冬多村	右岸
20	A20		江嘎村	右岸
21	A21	1292.8	加林村	右岸
22	A22	2326.5	俄洛村	右岸
23	A23	1951.0	曲尼村	右岸
24	A24		小沙贡	右岸
25	A25	704	白格村	右岸
26	A26	619.1	小恩达村	右岸
27	B01	624.3	格学村	左岸
28	B02	800.7	斯塘村	左岸
29	B03	674.6	索达卡	左岸
30	B04	897.4	琼卡村	左岸
31	B05	1081.5	波日娃村	左岸
32	B06		波日娃村	左岸



续表 2.1-9

卡若灌区灌片布置

序号	灌片编号	灌片面积(亩)	行政村	备注
33	B07	619.3	温达村	左岸
34	B08	1280.9	乡通村	左岸
35	B09	820.4	岳宗村	左岸
36	B10	1054.2	瓦航村	左岸
37	B11	1473.0	维把麦	左岸
38	B12		贡星村	左岸
39	B13		贡星村	左岸
40	B14	282.2	贡星村	左岸
41	B15	328.1	古卡尔	左岸
42	B16	650.4	古卡尔	左岸
43	B17	1214.0	沙通村	左岸
44	B18	1371.4	沙通村	左岸
45	B19	1032.1	仁达村	左岸
46	B20	1930.1	加拉通村	左岸
47	B21-1	1385.1	俄洛镇	左岸
48	B21-2	1373	烂泥坝	左岸
49	B22	1757.5	烂泥坝	左岸
50	B23		小恩达村	左岸

备注：灌片面积为耕园地灌溉面积和林草地灌溉面积之和。

(5) 分水口布置

根据灌溉需要，结合现场实地调查情况，右岸设置 21 处分水口，左岸设置 20 处分水口。灌区每个分水口均设置一个分水池，每个分水口接一个分水支管，共 41 根分水支管。各分水口控灌面积及流量信息详见表 2.1-10。

表 2.1-10

分水口布置位置及设计流量

岸别	分水口编号	主管桩号	灌片编号	耕园地面积(亩)	林草地面积(亩)	设计流量
右岸	1	KA02+302.3	A02	826.3	352.98	0.0553
	2	KA02+640.2	A03-1	352.6	177.43	0.0247
	3	KA06+350.0	A03-2	337.1	105.36	0.0209
	4	KA08+753.4	A04	118.2	266.97	0.0170
	5	KA08+753.4	A05	256.8	191.04	0.0206
	6	KA12+719.4	A06+A07	512.0	446.63	0.0438
	7	KA14+421.8	A08	502.1	307.10	0.0374
	8	KA17+498.7	A09+A10	710.1	508.96	0.0561
	9	KA20+488.4	A11	1263.8	310.79	0.0749
	10	KB24+260.4	A12	273.0	208.42	0.0221
	11	KA26+171.7	A13	161.0	240.01	0.0179
右岸	12	KA08+753.4	A14	280.8	669.73	0.0418
	13	KA08+753.4	A15+A16	362.3	743.37	0.0488
	14	KA27+911.5	A17+A18	367.5	729.31	0.0485
	15	KA27+911.5	A19+A20	343.3	541.94	0.0395
	16	KA32+400.9	A21	896.9	395.94	0.0605
	17	KA37+668.0	A22-1	444.0	866.37	0.0580



续表 2.1-10

分水口布置位置及设计流量

岸别	分水口 编号	主管桩号	灌片编号	耕地面积 (亩)	林草地面积 (亩)	设计流量
右岸	18	KA39+382.0	A22-2	679.0	337.17	0.0474
	19	KA42+911.3	A23+A24	895.6	1055.41	0.0880
	20	KA45+678.1	A25	257.6	446.43	0.0313
	21	KA47+704.5	A26	134.5	484.57	0.0268
右岸合计				9974.18	9385.96	0.8812
左岸	1	KB02+824.5	B01	396.07	228.20	0.0260
	2	KB03+288.1	B02	692.76	107.98	0.0346
	3	KB06+253.3	B03	473.59	201.03	0.0284
	4	KB08+686.4	B04	293.57	603.79	0.0356
	5	KB11+956.2	B05+B06	745.92	335.59	0.0455
	6	KB14+773.4	B07	279.04	340.25	0.0251
	7	KB16+941.6	B08	983.71	297.16	0.0545
	8	KB18+016.7	B09	415.33	405.11	0.0335
	9	KB22+54.5	B10	352.40	701.81	0.0419
	10	KB25+189.6	B11+B13	647.56	825.45	0.0596
	11	KB28+753.9	B14	144.36	137.84	0.0115
	12	KA30+260.5	B15	0.00	328.10	0.0123
	13	KA30+260.5	B16	285.75	364.66	0.0263
	14	KB33+332.5	B17	440.64	773.36	0.0485
	15	KB35+618.4	B18	544.83	826.61	0.0551
	16	KB38+805.5	B19	315.21	716.89	0.0409
	17	KB41+510.3	B20	669.07	1261.06	0.0769
	18	KB45+502.0	B21	470.48	914.65	0.0551
	19	KB48+121.6	B21-2	98.30	1274.74	0.0523
	20	KB51+404.2	B22+B23	639.08	1118.46	0.0702
左岸合计				8887.6	11762.72	0.8341

(6) 灌溉渠系布置

灌溉渠系一般分为干、支、斗、农、毛五级。本工程干渠采用有压管道，为灌溉和供水工程公用。毛渠是临时渠道，一般由农民根据田块耕种及分割情况灵活布置，本次工程亦不涉及。本次灌溉工程的渠系主要有支、斗、农三级。

支渠采用有压管道，敷设于地面以下，在预留的分水口位置与主管道相接。斗渠、农渠选用矩形混凝土渠。

灌区灌溉水源为宗通卡水库，3474m 正常蓄水位时，可灌溉耕地面积为 18861.8 亩，可灌溉林草地面积为 21148.7 亩。通过供水干管、支管将水输送至各片区。左岸共设 20 处供水支管，右岸设置 21 处供水支管。林草地灌区支管连接微干管，通过微干管、微支管进行灌溉。耕地灌区供水支管末端设置分水池，通过斗渠、农渠向农田输水灌溉。灌区内共布置 41 座分水池，139 条斗渠（包括分斗渠），515 条农渠。

2.1.3.2.4 泉水导排工程

为了保证供水水源地水质，对在坝址上游库区内的芒达曲及恩达曲两岸含砷泉水进



行导排。泉水导排工程集水点共有 4 处，分别为恩达曲冷泉、恩达曲温泉、芒达左支沟温泉与芒达右支沟温泉，布置恩达曲及芒达两条导排管线输送至位于坝址下游机械停放场的温泉水处理厂。

(1) 工程总体布置

泉水导排系统由集水口与导排水管道组成。集水口包括集水池及集水管渠，功能是收集地表出流泉，集水池出水进入导排管道系统。导排管道系统包括恩达曲导排管线与芒达导排管线。

1) 恩达曲导排工程布置

恩达曲导排管线从恩达曲温泉与冷泉泉点集水池引出后，先沿冲沟附近公路内侧敷设至映达村上游 1[#]中途接合并，再沿右岸库区复建公路内侧敷设至宗通卡大桥，过桥后至左岸泉水处理厂。恩达曲引水系统管道系统总长度 16.80km，无压流管道管径 DN900mm，坡度 0.001~0.003，长 6.5km，布置形式采用跌水井与跌水暗渠。有压流管道管径 DN800mm，长 10.3km。管线以地埋敷设为主，局部架空或设置挡墙，架空段长度 110m，挡墙段长度 680m，全线共设置穿越跨沟倒虹管桥 7 座，共布置排气阀 10 套，排泥阀 8 套，检修阀 2 套及配套阀门井，沿线共需布置检查井 65 座，中途结合井 1 座，混合井 1 座。

2) 芒达沟导排工程布置

芒达导排管线收集芒达左右支沟沟泉水后，沿冲沟内侧至芒达村上游 2[#]中途结合井，后采用有压流沿库区复建公路内侧敷设至泉水处理厂。管道总长度 35.8km，无压流管道管径 DN400mm，坡度 0.003，长 21.0km，布置形式采用跌水井与跌水渠。有压流管道管径 DN300mm，长 14.80km。管线以地埋敷设为主，局部架空或设置挡墙，架空段长度 115m，挡墙段长度 400m，全线共设置跨沟倒虹管桥 17 座，排气阀 15 套，排泥阀 10 套，检修阀 3 套及配套阀门井沿线共需布置检查井 210 座，中途结合井 1 座，混合井 1 座。主要技术指标见表 2.1-11。

表 2.1-11

泉水导排工程主要技术指标表

序号	项目名称	规格	单位	数量	备注
1	设计总导排流量		m ³ /s	0.564	
2	恩达曲引导排管道	DN900mm~DN800mm	km	16.8	线路长
3	芒达沟引导排管道	DN400mm~DN300mm	km	35.8	线路长
4	主要建筑物				
4.1	管桥		座	24	
4.2	混合井		座	2	
4.3	中途结合井		座	2	
4.4	检查井与阀门井		座	340	



(2) 主要建筑物设计

1) 集水口设计

集水区包括集水口与原水封闭区，集水口由集水池、八字墙及引水渠道，功能是收集地表出流泉水，采用钢筋混凝土结构，平面尺寸为： $L \times B = 7 \times 14\text{m}$ ，水深 3.00m。八字墙形式与上游引渠相连接，扩散角 16° 。墙顶宽 0.60m，底宽 2.50m。下游翼墙长 6.7m。引水渠道长 6.8m，宽 1.6m。

2) 管道基础设计

① 一般地段挖沟埋地管道

管道埋设深度按最大冻土深度控制。根据气象资料，昌都地区最大冻土深度 0.81m，因此确定本工程输水管道管顶覆土不低于 0.8m。因避让其它管线不能满足埋设深度要求时，采取保温措施。

对无车辆通行的部位，管顶埋深按 0.8~1.0m 控制，在有车辆通行的部位，管顶埋深按 1.0~1.2m 左右控制。

② 沿岸坡浅埋、砼包封管道

对于部分岩质边坡，开挖后形成高边坡，且管槽开挖施工较为困难，宜采用沿岸坡浅埋并采用混凝土包封结构形式。管槽开挖深度为 0.5m~1.0m，开挖坡比为 1:0.3~1:0.5，混凝土包封厚度为 30cm。

③ 公路下埋管

公路下埋管需满足一般埋地段结构设计要求，另外考虑到公路上车辆载荷对管道的影响，需对管道采取钢筋砼包封处理。包封混凝土采用 C25 混凝土，管底包封厚度 30cm，管顶包封为 10cm 素混凝土+20cm 钢筋混凝土面板，包封混凝土上部为公路结构层，按原公路结构层进行恢复。

④ 架空管道

本工程在输水管道跨越冲沟和边坡较陡、不适合埋管段采用架空设计，架空段单跨最大跨度为 18m，上部结构为钢筋混凝土排架结构，混凝土强度等级为 C30，混凝土抗冻等级为 F300，排架高度约为 2~4m，排架上部设置管道钢支座。对于土质地基，排架基础采用桩基承台基础，伸缩节处排架为四桩承台，其余部位为两桩承台，桩基为钻孔灌注桩，直径为 1.0m，所有桩基均需嵌入中风化基岩。对于岩质地基，排架基础采用独立基础。

⑤ 永久边坡支护

土质边坡坡比为 $1:1 \sim 1:1.5$ ，采用柔性植物防护系统绿化防护，岩石边坡坡比为 $1:0.5 \sim 1:1$ ，采用喷锚支护。喷锚支护参数为，系统锚杆直径 25mm，长 6m，按间排距 2.0m 布置，挂网钢筋直径 6.5mm，网目 $200\text{mm} \times 200\text{mm}$ ，混凝土采用 C25 细石混凝土，喷护厚度 120mm。局部地段无放坡开挖条件，采取支护措施或支挡措施。挡土墙采用重力式或衡重式方案，采用 C25 混凝土浇筑。

3) 中途结合井

本工程在隧道进出口设置结合井，其作用是连接重力无压输水管道与重力有压输水管道。结合井平面尺寸 $4.0 \times 4.0\text{m}$ ，高 5.0m，钢筋混凝土结构。

为便于事故时检修，结合井出水上安装一台圆形闸板阀结合井放空方式：不设专用放空阀，在井内设一 D300 集水坑，需要放空时采用移动潜水电泵泵排，平时潜水泵库存储备用。

4) 管道过桥设计

过宗通卡大桥管道采用单管布置，管径 DN800mm，管道长 200m，共设置 10 个钢支座，2 台伸缩器，并在管道上设置检修清洗孔。

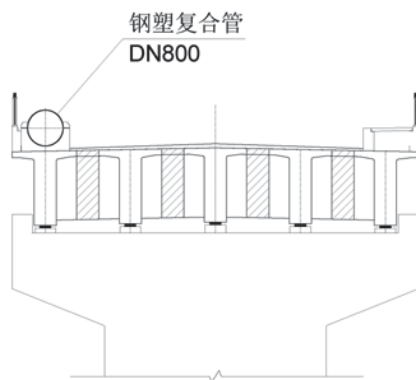


图 2.1-5 过宗通卡大桥管线断面图

2.1.4 施工组织设计

2.1.4.1 施工导流

(1) 导流标准

1) 枢纽工程

枢纽工程大坝为 2 级建筑物，导流建筑物级别为 4 级。

本工程前期开挖工程量较大，土、石材料丰富，上、下游围堰均宜采用土石围堰。

初期导流标准选为全年 10 年一遇设计洪水。

坝体最低填筑高程超过围堰顶高程后,大坝施工期临时度汛洪水设计标准选为全年 50 年一遇设计洪水 $2060\text{m}^3/\text{s}$ 。

导流隧洞进、出口围堰为 5 级建筑物,采用全年 5 年一遇洪水 $1220\text{m}^3/\text{s}$ 。

泄洪洞出口及溢洪道出口全年围堰为 5 级建筑物,全年 5 年一遇洪水 $1220\text{m}^3/\text{s}$ 。

泄洪洞及溢洪道出口占压段施工枯水期围堰为 5 级建筑物,采用 11~4 月 5 年一遇洪水 $261\text{m}^3/\text{s}$ 。

表 2.1-12

施工导流及度汛标准表

项目		导流标准		流量 (m^3/s)
		时段	频率	
截流		1 月	10%月平均	50.7
上下游 土石围堰	挡水	全年	10%最大瞬时	1480
	防渗墙施工平台	12~3 月	20%最大瞬时	131
导流隧洞		全年	10%最大瞬时	1480
大坝度汛		全年	2%最大瞬时	2060
导流隧洞下闸		11 月	10%月平均	117
导流隧洞进、出口全年围堰		全年	20%最大瞬时	1220
泄洪洞及溢洪道出口全年围堰		全年	20%最大瞬时	1220
泄洪洞及溢洪道出口 占压段施工枯水期围堰		11~4 月	20%最大瞬时	261

2) 供水工程

供水工程主要建筑物级别为 3 级,导流建筑物级别为 5 级,管桥施工平台的导流标准拟为枯水期 12 月~3 月 5 年一遇设计洪水,相应流量约为 $147\sim 155\text{m}^3/\text{s}$ 。

(2) 导流方式

枢纽工程施工导流采用围堰一次拦断河床、隧洞泄流的导流方式。

供水工程主要有 22 座跨昂曲的供水管桥下部钻孔灌注桩施工需要导流,采用枯水时段束窄河床泄流的导流方式。

(3) 导流建筑物

1) 大坝上、下游围堰

上游围堰位于坝轴线上游 96m 处,为土石结构,上游围堰与大坝结合。轴线长 259m,顶宽 8m,堰顶高程 3448.0m,围堰最大高度 40m。采用混凝土防渗墙上接复合土工膜的防渗形式,防渗墙施工平台高程 3420m。防渗墙施工平台以上围堰迎水侧坡比为 1:2,背水侧坡比为 1:1.75。防渗墙施工平台以下围堰迎水侧坡比为 1:1.75、背水侧坡比



1:1.5, 迎水侧采用抛石防护。

下游围堰位于坝轴线下游约 340m 处, 为土石结构。轴线长 146m, 顶宽 6m, 堰顶高程 3420.0m, 围堰最大高度 12m, 采用混凝土防渗墙上接复合土工膜的防渗形式。防渗墙施工平台以上围堰迎水侧坡比为 1:2, 背水侧坡比为 1:1.75。防渗墙施工平台以下围堰迎水侧坡比为 1:1.5、背水侧坡比 1:1.5, 迎水侧采用抛石防护。

围堰下游侧天然冲沟部位修建排水沟, 将冲沟水流引至下游河床, 排水沟上游段采用钢筋混凝土进行防护, 沟内设台阶消能, 排水沟下游出口段采用钢筋石笼防护。排水沟穿过道路部位设置混凝土箱涵。

上、下游围堰填料尽量就地取材, 用于混凝土墙轴线附近的填料采用粒径不大于 20cm 的土石混合料。围堰下部防渗墙有效厚度 0.6m, 深入基岩 0.5m, 上接 350g/0.5mm/350g 型复合土工膜心墙防渗。

2) 导流隧洞进、出口围堰

导流隧洞进、出口全年围堰均采用预留岩土埂围堰, 上、下游岩埂围堰顶高程分别为 3418m、3419m, 堰顶宽 6m, 采用高压旋喷灌浆防渗墙防渗。

3) 溢洪道及泄洪洞出口围堰

泄洪洞设全年预留岩土埂围堰, 岩埂围堰顶高程为 3418.0m, 顶宽 6m, 采用高压旋喷灌浆防渗墙防渗。枯水期围堰堰顶高程为 3413.5m, 顶宽 6m。围堰高程 3413.5m 以下采用高压旋喷灌浆防渗墙防渗, 高程 3413.5m 以上采用复合土工膜防渗。

溢洪道出口围堰设计标准、结构及防渗型式同泄洪洞出口围堰。

4) 导流隧洞

导流隧洞布置于河床右岸, 由进口明渠、进水塔、洞身以及出口明渠组成, 全长 960.4m。隧洞采用城门洞型断面, 断面尺寸 7m×9.5m(宽×高), 过水断面面积 62.39m²。导流隧洞采用全断面钢筋混凝土衬砌, 进、出口高程分别为 3413m 和 3410m。

5) 供水工程管桥施工平台

管桥施工平台导流标准拟为枯水期 12 月~3 月 5 年一遇设计洪水, 流量 147m³/s~155m³/s, 经计算束窄后的河床平均流速为 0.48~1.35m/s, 最大水位雍高仅 0.128m。采用石渣料或河床砂砾石填筑, 平台顶宽 6m, 填筑边坡 1:1.5, 平台高度 4m~8.5m。

6) 截流设计

根据昂曲水文特性, 结合施工总进度安排, 初选第 3 年 1 月初截流, 截流流量为 1



月 10% 频率月平均流量 50.7 根据昂曲水文特性, 结合施工总进度安排, 初选第 3 年 1 月初截流, 截流流量为 1 月 10% 频率月平均流量 $50.7\text{m}^3/\text{s}$, 龙口合龙时上游水位为 3415.87m, 下游水位为 3410.71m, 截流终落差 5.16m。拟采用单戗堤、立堵、单向进占的截流方式。利用左岸地形高、基岩出露地质条件好的特点, 戗堤从右向左单向进占, 龙口宽度选定为 60m。由于上游围堰与大坝结合, 为防止大坝出现不均匀沉降, 围堰截流戗堤布置于围堰上游侧; 为减少戗堤块石料流入围堰防渗墙部位, 在围堰下游侧布置石渣体, 与截流戗堤同时跟进进占。截流戗堤龙口段抛投材料主要采用中石、石渣料, 同时准备部分大石和钢筋石笼。

2.1.4.2 施工交通

(1) 对外交通

昌都市附近有 G317 和 G214 国道经过, 可至成都、昆明等城市, 交通条件较好。工程对外交通选择公路运输方式。对外交通运输线路为: 成都→昌都→坝址, 本线路总长 1300km。成都至昌都途径 G317, 总里程约 1240km; 昌都至坝址途径 G317 和地方道路, 总里程约 60km, 其中 G317 里程约 20km, 地方公路里程约 40km。

重大件运输限制条件为昌都市地方道路, 其公路等级为四级, 路面宽度 4.5m, 路基宽度 5.0m, 路面为沥青路面和砂石路面; 地方公路桥设计荷载为公路二级, 桥梁宽度 5.5m, 桥面净宽 4.5m。考虑对该公路局部进行改扩建以便于重大件运输, 其改扩建长度为 5km。

(2) 场内交通

工程共布置场内道路总长度约 73.17km, 其中新建道路长度 51.85km, 改扩建道路长度 21.32km。

1) 枢纽工程场内交通

枢纽工程场内交通运输采用公路运输的方式, 因主体工程土石方工程量较大, 场内交通运输量较大, 高峰时段运输强度较高。左、右岸分别规划两条主要施工道路: 低线沿江公路及高线至坝顶公路。场内道路总长度约 20.17km, 其中左岸道路长度 5.66km, 右岸道路长度 14.51km, 各场内道路详述如下:

① 左岸施工交通

1[#]公路: 左岸下游沿江公路, 公路起点在业主营地处, 起点高程 3426m, 串联左岸下游施工区内所有的施工场地, 终点至大坝上游围堰左堰头, 终点高程 3448m, 部分路



段利用地方公路改扩建形成，道路总长度 2.06km。

3[#]公路：左岸下游上坝公路，起点在宗通卡大桥附近接 1[#]公路，起点高程 3432m，经左岸存料场，终点至左坝肩，终点高程 3477m，道路总长度 0.94km。

5[#]公路：左岸上游沿江公路，公路起点在大坝上游围堰左堰头处接 1[#]公路，起点高程 3448m，终点至左岸上游 2[#]弃渣场，终点高程 3452m，道路总长度 2.14km。

7[#]公路：左岸上游高线连接路，公路起点在左坝肩接 3[#]公路，起点高程 3477m，终点接 5[#]公路，终点高程 3460m，道路总长度 0.52km。

② 右岸施工交通

2[#]公路：右岸下游沿江公路，公路起点在宗通卡大桥右岸桥头附近接地方公路，起点高程 3452m，经泄洪洞出口、溢洪道出口、下游围堰及厂房尾水口，终点至大坝下游围堰右堰头处，终点高程 3420m，道路总长度 0.82km。

4[#]公路：右岸下游上坝公路，公路起点接 2[#]公路，起点高程 3452m，终点至右坝肩 3477m 高程平台，部分路段路基利用枢纽工程开挖形成的马道、部分路段利用地方公路改扩建形成，道路总长度 1.20km。

6[#]公路：右岸上游沿江公路，公路起点位于大坝上游围堰右堰头，起点高程 3448m，终点至右岸上游 1[#]砂砾石料场，终点高程 3448m，部分路段利用地方公路改扩建形成，道路总长度 1.64km。

8[#]公路：至泄洪洞进水口公路，公路起点接地方现有公路，起点高程 3436m，终点至泄洪洞进水口，终点高程 3415m，道路总长度 0.72km。

10[#]公路：右岸上游高线连接路，公路起点为右坝肩高程 3477m 平台，终点接 6[#]公路，终点高程 3454m，道路总长度 0.63km。

1[#]石料场公路：1[#]石料场运料进场公路，公路起点在 1[#]石料场附近，终点接 6[#]公路，道路总长度约 19km，可全部利用当地现有简易公路，但局部需进行改扩建，改扩建公路长度约 9.5km，主要承担 1[#]石料场开采料进场运输任务。

③ 宗通卡大桥

筹建期在坝址下游 0.9km 处新建一座永久公路桥（宗通卡大桥），用于施工期及工程完工之后联系两岸交通，主跨约 240m，桥面宽度 9m，桥梁计算荷载挂-100t。

2) 供水工程场内交通

供水工程管线沿昂曲河两岸布置，起点在宗通卡坝址，终点至昌都镇。工程施工期



可充分利用两岸的地方道路，并结合供水工程线路新建部分施工道路。新建道路为场内三级，单车道，局部设置错车道，路面宽度 4.5m，路基宽度 5.5m，泥结碎石路面，新建场内道路总长度约 25km。

3) 灌溉工程场内交通

灌溉工程主要项目为分水口、至各灌区的引水支管及田间工程等，分水口位于供水管线上，其施工可利用两岸地方公路及供水工程新建施工道路；各灌区位置较为分散，考虑沿引水支管新建施工道路至灌区。灌溉工程新建道路为场内三级，单车道，局部设置错车道，路面宽度 4.5m，路基宽度 5.5m，泥结碎石路面，新建场内道路总长度约 15km。

4) 泉水导排工程场内交通

泉水导排工程位于坝址上游，分别由恩达曲和芒达进行泉水导排，主要为管道工程，部分工程施工可利用地方现有主干道，局部工程区需改扩建地方现有村村通道路进行施工，改扩建长度 10km；村村通道路未覆盖区域，新建施工临时道路长度 3km。施工道路为场内三级，单车道，局部设置错车道，路面宽度 3m，路基宽度 4.5m，泥结碎石路面。

枢纽工程、供水工程、灌溉工程及导排工程场内施工道路特性见表 2.1-13。

表 2.1-13 场内施工道路特性一览表

道路名称			起点高 程（m）	终点高 程（m）	道路长度（km）			路面/路基 宽度（m）	路面结构
					新建	改扩建	合计		
枢纽工程	左岸	1 [#] 公路	3426	3448	1.56	0.50	2.06	6.5/7.5	泥结碎石/混凝土
		3 [#] 公路	3432	3477	0.94		0.94	6.5/7.5	混凝土
		5 [#] 公路	3448	3452	2.14		2.14	6.5/7.5	泥结碎石
		7 [#] 公路	3477	3460	0.52		0.52	6.5/7.5	泥结碎石
		小计			5.16	0.5	5.66		
枢纽工程	右岸	2 [#] 公路	3452	3420	0.82		0.82	6.5/7.5	泥结碎石/混凝土
		4 [#] 公路	3452	3477	1.10	0.10	1.20	6.5/7.5	混凝土
		6 [#] 公路	3448	3448	0.42	1.22	1.64	6.5/7.5	泥结碎石/沥青混凝土
		8 [#] 公路	3436	3415	0.72		0.72	6.5/7.5	泥结碎石
		10 [#] 公路	3477	3454	0.63		0.63	6.5/7.5	泥结碎石
		1 [#] 石料场公路				9.50	9.50	6.5/7.5	沥青混凝土
		小计			3.69	10.82	14.51		
		总计			8.85	11.32	20.17		
宗通卡大桥						240	7.5/9.0	混凝土	
供水工程				25		25	4.5/5.5	泥结碎石	
灌溉工程				15		15	4.5/5.5	泥结碎石	
泉水导排工程				3	10	13	3.0/4.5	泥结碎石	
合计				51.85	21.32	73.17			



2.1.4.3 施工场地布置

(1) 枢纽工程

枢纽工程布置 2 处施工场地，分别为左岸下游施工设施区和左岸上游施工设施区。

1) 左岸下游施工设施

人工砂石混凝土系统：布置于坝址左岸下游 1.0km 处（宗通卡大桥下游侧），场地高程 3430m ~ 3435m，占地面积 4.3hm²。

沥青砂石混凝土系统：布置于坝址左岸下游 0.8km 处（宗通卡大桥上游侧），场地高程 3430m ~ 3432m，占地面积 1.2hm²。

施工水厂：布置于坝址左岸下游 1.2km 处，场地高程 3420m，占地面积 0.6hm²。

综合仓库：布置于坝址左岸下游 1.3km 处（施工水厂下游侧），场地高程 3420m ~ 3422m，占地面积 0.6hm²。

机械修配停放场：布置于坝址左岸下游 0.9km 处（1#公路靠山侧），场地高程 3435m ~ 3438m，占地面积 0.8hm²。

施工变电所：布置于机械修配停放场下游侧，场地高程 3430m ~ 3432m，占地面积 0.3hm²。

综合加工厂：布置于坝址左岸下游 1.1km 处，场地高程 3430m ~ 3432m，占地面积 1.0hm²。

机电设备及金属结构安装厂：布置于坝址左岸下游 1.2km 处（综合加工厂下游侧），场地高程 3430m ~ 3432m，占地面积 1.2hm²。

油库：布置于机电设备及金属结构安装厂下游侧，场地高程 3430m，占地面积 0.3hm²。

施工营地：布置于坝址左岸下游 1.4km 处的缓坡地，场地高程 3430m ~ 3435m，占地面积 2.0hm²。

鱼类增殖放流站：布置于坝址左岸下游 1.5km 处，场地高程 3420m ~ 3423m，占地面积 1.4hm²。

业主营地：布置于坝址左岸下游 1.7km 处（鱼类增殖放流站下游侧），场地高程 3420m ~ 3423m，占地面积 1.8hm²。

2) 左岸上游施工设施

炸药库：布置于左岸上游 2km 处，场地高程 3450m，占地面积 0.35hm²。



枢纽工程施工布置占地表详见表 2.1-14。

表 2.1-14 枢纽工程施工布置占地一览表

序号	项目	场地高程 (m)	占地面积 (hm ²)		
			左岸	右岸	小计
一	左岸下游施工区		15.60		15.6
1	人工砂石混凝土系统	3430 ~ 3435	4.3		4.3
2	沥青砂石混凝土系统	3430 ~ 3432	1.2		1.2
3	施工水厂	3420	0.6		0.6
4	机械修配停放场	3435 ~ 3438	0.9		0.9
5	施工变电所	3430 ~ 3432	0.3		0.3
6	综合仓库	3420 ~ 3422	0.6		0.6
7	综合加工厂	3430 ~ 3432	1		1
8	机电设备及金属结构安装厂	3430 ~ 3432	1.2		1.2
9	油库	3430	0.3		0.3
10	施工营地	3430 ~ 3435	2		2
11	业主营地	3420 ~ 3423	1.8		1.8
12	鱼类增殖站	3420 ~ 3423	1.4		1.4
二	左岸上游施工区		0.35		0.35
1	炸药库	3450	0.35		0.35
合计			15.95		15.95

(2) 供水及灌溉工程

供水工程管线较长，主要为双管，于左岸或右岸布置；灌溉工程布置较为分散，布置于昂曲河两岸。考虑供水管线、跨江管桥、分水口建筑物及灌区的分布，按每 10km 左右设置一个施工区兼顾供水工程及各灌区施工，拟布置 11 处工程施工区（营地），其中左岸布置 5 处施工区（营地），右岸布置 6 处施工区（营地），施工区（营地）内布置主要包括办公生活区、混凝土拌和站、管道堆放场、机械设备停放场、综合仓库和供水供电设施。为了保证供水管线的钢管质量及安装施工强度，于昌都镇附近集中布置一座钢管加工厂，加工供水工程所需钢管。施工分区布置详见表 2.1-16。



表 2.1-16 供水及灌溉工程施工区特性一览表

施工区名称		施工区位置	施工区占地面积 (hm ²)	施工范围	
				供水工程	灌溉工程
左岸	Z1 [#] 施工区	KB09+000	0.6	KA02+700 ~ KA11+800, KB02+700 ~ KB11+800	B1 ~ B6
	Z2 [#] 施工区	KB16+500	0.5	KA16+000 ~ KA17+900, KA22+200 ~ KA24+000, KB11+800 ~ KB17+600, KB21+900 ~ KB23+700	B7 ~ B13
	Z3 [#] 施工区	KB31+000	1.0	KA25+000 ~ KA33+000, KB24+700 ~ KB32+700	B14 ~ B16
	Z4 [#] 施工区	KB37+000	0.8	KA33+800 ~ KA38+300, KB33+800 ~ KB38+000, KB38+900 ~ KB40+100	B17 ~ B19
	Z5 [#] 施工区	KB44+000	0.6	KA42+300 ~ KA46+400, KB41+800 ~ KB45+900	B20 ~ B23
	小计		3.5		
右岸	Y1 [#] 施工区	KA05+400	0.5	KA0+000 ~ KA02+700, KB0+000 ~ KB02+700	A2 ~ A4
	Y2 [#] 施工区	KA15+500	0.5	KA11+800 ~ KA16+000	A5 ~ A10
	Y3 [#] 施工区	KA25+300	0.6	KA17+900 ~ KA22+200, KA24+000 ~ KA25+000, KB17+600 ~ KB21+900, KB23+700 ~ KB24+700	A11 ~ A15
	Y4 [#] 施工区	KA34+850	0.5	KA33+000 ~ KA33+800, KB32+700 ~ KB33+500	A16 ~ A20
右岸	Y5 [#] 施工区	KA45+450	0.7	KA38+300 ~ KA42+300, KB38+000 ~ KB38+900, KA46+400 ~ KA48+600, KB40+100 ~ KB41+800, KB45+900 ~ KB48+100	A21 ~ A24
	Y6 [#] 施工区	KA54+800	0.7	KA48+600 ~ KA53+245, KB48+100 ~ KB52+762	A25 ~ A26
	小计		3.5		
合计			7.0		
钢管加工厂			2.0		
总计			9.0		

(3) 泉水导排工程

泉水导排工程位于坝址上游，主要以埋管为主，管线布置较长，导排管道系统包括恩达曲导排管线与芒达导排管线。其中恩达曲引水管道系统总长度 16.80km，芒达引水管道系统总长度 35.80km。根据管道布置及地形地质条件，为工程施工需要，恩达曲引水管道系统布置 1 个施工区，占地面积 1.0 万 m²；芒达引水管道系统布置 2 个施工区，



每个施工区占地面积均为 1.0 万 m^2 ，合计 2.0 万 m^2 。施工区（营地）内布置主要包括办公生活区、混凝土拌和站、管道堆放场、机械设备停放场、综合仓库和供水供电设施，具体可根据现场实际情况调整。

2.1.4.4 料源规划

（1）料源概况及规划

根据可研阶段地质勘察报告，地质对建筑物开挖料和料场进行了勘察研究确定：枢纽工程用料共选择了建筑物开挖料、2 个块石料场及 2 个砂砾石料场。2 个块石料场可作为混凝土人工骨料料源；供水工程及灌溉工程区共选择了 6 个料场，其中砂砾石料场 3 个、块石料场 3 个。在充分利用工程自身开挖料的基础上，为满足施工要求，根据料源需求及骨料供应方式，工程共布置了 1 处块石料场和 1 处砂砾石料场。

1) 块石料场

1[#]块石料场位于类乌齐县尚卡乡交日喀村西侧约 1.5 km 的恩达曲右岸。距下坝址直线距离约 11 km ，与坝址间有简易公路连接，公路里程约 19 km 。

料场范围山体雄厚，地形较陡峻，临恩达曲河谷侧天然地形坡度 $45^\circ \sim 65^\circ$ ，局部近似直立，山顶高程约 4000 m 。料场东侧为一干沟，地形坡度 $20^\circ \sim 30^\circ$ 。

料场规划范围沿恩达曲河谷方向长约 300 m ，宽约 200 m ，平均剥离层厚度小于 5 m ，有用层总储量约为 265 万 m^3 ，剥采比约为 $0.11:1$ ，储量丰富，满足设计要求。

料场前缘河流漫滩平台宽约 $100 \sim 150 \text{ m}$ ，利于料场开挖堆放。坝址区与料场间有简易公路相连，开采运输条件好。

2) 砂砾石料场

1[#]砂砾石料场位于坝址上游右岸一级阶地，与坝址直线距离约 1.5 km 。地面高程 $3440 \sim 3455 \text{ m}$ ，地表最大地形坡度小于 15° 。填筑料无用剥离层为砾粉质壤土；填筑料有用层为砂砾石、砾卵石、漂卵砾石层。具强透水性，地下水位与河水面基本持平。

料场规划平面面积约 10.5 hm^2 ，最大开采厚度约 25 m 。剥离层约为 34 万 m^3 ，有用层储量约为 168 万 m^3 ，质量、储量满足要求。开采运输条件较好。

（2）枢纽工程

枢纽工程所需混凝土 44.18 万 m^3 ，沥青混凝土 1.65 万 m^3 ，根据工程料场勘察成果，可选料源为 1[#]块石料场开采，考虑开采损耗后料场规划开采量约 63.25 万 m^3 。

枢纽工程所需块石料 1.91 万 m^3 ，石渣料 35.99 万 m^3 ，混合料 2.86 万 m^3 和坝壳料



160.19 万 m^3 ，根据工程设计、料物利用规划以及各建筑物开挖料的岩性，确定工程所需的块石料、石渣料、石渣混合料及坝壳料考虑采用建筑物的开挖有用料，不足部分从料场开采。

枢纽工程所需砂砾石料和过渡料共计 38.93 万 m^3 ，利用开挖料 19.68 万 m^3 ，另选择 1[#]砂砾石料场开采，考虑开采、运输、加工等损耗后料场规划开采量约 25.99 万 m^3 （自然方）。枢纽工程各种材料规划表，见表 2.1-17。

表 2.1-17

枢纽工程各种材料规划表

单位：万 m^3

项目	设计量		开挖利用量		料场开采料			料源来源
	工程量	自然方	利用量	规划利用量	需要开采量	设计开采量	规划开采量	
混凝土骨料		71.81			50.00	57.50	63.25	1 [#] 块石料场
块石料	1.68	1.42	1.42	1.56				建筑物开挖料
石渣料	36.22	26.70	26.70	29.37				建筑物开挖料
混合料	2.86	2.16	2.16	2.38				建筑物开挖料
坝壳料	160.19	145.63	142.46	149.58	3.02	3.17	3.33	建筑物开挖料、1 [#] 砂砾石料场
砂砾石料和过渡料	38.93	43.25	19.68	20.66	23.57	24.75	25.99	建筑物开挖料、1 [#] 砂砾石料场

（3）供水工程

供水工程所需混凝土 17.7 万 m^3 ，根据工程线性状态特性以及料场勘察成果，混凝土骨料料源部分从为 1[#]块石料场开采，一部分考虑市场购买。考虑开采、加工等损耗后 1[#]块石料场规划开采量约 8.98 万 m^3 （自然方），市场购买 20.80 万 m^3 。供水工程所需土石方回填料 82.65 万 m^3 ，全部利用供水建筑物自身开挖有用料。

供水工程所需砂砾石料、垫层料共计 26.50 万 m^3 ，根据工程线性状态特性以及料场勘察成果，选择一部分砂砾石料从 1[#]砂砾石料场开采，一部分从沿线市场购买，规划料场开采 12.37 万 m^3 （自然方），利用开挖料 9.59 万 m^3 （自然方），市场购买 7.49 万 m^3 。

表 2.1-18

供水工程各种材料规划表

单位：万 m^3

项目	设计量		开挖利用量		料场开采料			市场购买	料源来源
	工程量	自然方	利用量	规划利用量	需要开采量	设计开采量	规划开采量		
混凝土		27.90			7.1	8.17	8.98	11.96	1 [#] 块石料场及市场
回填料	82.65	88.38	88.38	92.80					建筑物开挖料
砂砾石料和垫层料	26.50	29.45	9.13	9.59	12.33	12.95	13.59	7.49	1 [#] 砂砾石料场及市场



(4) 灌溉工程

灌溉工程所需混凝土 4.28 万 m³，土石方回填料 8.34 万 m³，垫层料 0.90 万 m³，根据工程线性状态特性，其混凝土生产供应纳入供水工程一并考虑，混凝土骨料、垫层料考虑市场购买，土石方回填采用开挖料。

(5) 泉水导排工程

泉水导排工程约需混凝土净骨料 2.47 万 m³，土石方回填料 33.01 万 m³，垫层料及反滤料 1.62 万 m³。混凝土骨料考虑从坝址区附近的 1[#]块石料场开采，由坝址区砂石系统加工之后运输至沿线混凝土系统。垫层料及反滤料从坝址区附近的 1[#]砂砾石料场开采，由坝址区砂石系统加工供应。

表 2.1-19 导排工程各种材料规划表 单位：万 m³

项目	设计量		开挖利用量		料场开采			料源来源
	工程量	自然方	利用量	规划利用量	需要开采量	设计开采量	规划开采量	
混凝土骨料		2.47			2.47	2.84	3.12	1 [#] 块石料场
垫层及反滤料	1.62	1.73			1.73	1.90	2.09	1 [#] 砂砾石料场
回填料	33.01	37.51	37.51	39.63				建筑物开挖料
围堰土料和石渣混合料	2.56	2.91			2.91	3.34	3.67	就近开采

2.1.4.5 施工用水、用电

(1) 施工用水

枢纽工程：所有施工工厂和业主营地、施工营地均布置在左岸，拟将水厂布置在业主营地上游侧的缓坡地，水厂占地面积 0.6 万 m²，高程 3420m，昂曲河水经水厂处理后，分别供给生产用水用户和生活用水用户，取水泵站设在昂曲河左岸水厂旁，采用缆车取水。

供水、灌区及导排工程：施工区大多位于沿线居民区附近，可就近从居民区引生活用水，若附近无居民点或其它市政生活供水点，可从昂曲河取水，经净化后取用。

(2) 施工用电

1) 枢纽工程

施工供电电源拟由昌都县境内昌都二站 110kV 变电站出线 1 回 35kV、LGJ-185 专用线路至施工区，线路路径长度约 50km，该线路在工程完建后作为枢纽运行保安电源。在宗通卡水利枢纽施工区砂石混凝土系统附近建设 35/10kV 施工变电站一座，安装 1 台 35/10kV、6.3MVA 有载调压变压器，作为宗通卡水利枢纽施工区主供电源。



为确保地下工程洞室施工的排水、通风、照明、基坑排水，以及拌和楼搅拌机清罐负荷、消防水泵、部分通信设备及医疗设备用电负荷，配置 6 台 150kW、0.4kV 柴油发电机组作为应急备用电源。1 台用于宗通卡大坝施工区，2 台用于引水隧洞施工区，1 台用于厂房施工区，2 台用于施工营地。

根据全工区用电负荷的分布情况及工区地形地貌，宗通卡水利枢纽施工区 35kV 施工变电站 10kV 间隔共计 7 回，10kV 施工配电网络共需架设主干线路约 17km（单回路长度）。

2) 供水、灌区及导排工程

宗通卡供水工程灌区输水管道沿线施工，用电负荷呈现为点多线长、负荷小的特征。对于管线末端靠近昌都市的施工区域，可由地方电网架设 10kV 施工线路并设置 10/0.4kV 变电所供电。

输水管道沿线施工营地，主要用电负荷为混凝土拌和站、供水系统、综合加工厂等施工企业及其它生产、办公生活营地照明用电等，在各施工营地分别布置 1 台 200kW 柴油发电机组供电。对于灌区输水工程沿线施工，主要采用油动施工设备，少量施工用电负荷，根据各施工部位分别配置 1 台 30kW 柴油发电机组供电。

2.1.4.6 施工工艺与方法

2.1.4.6.1 导流建筑物施工

(1) 导流洞开挖

导流洞施工程序为：在进、出口围堰保护下进行干地施工。进、出口开挖、衬砌→从进、出口两端进洞，进行隧洞分层开挖（超前锚杆施工）→隧洞喷锚支护（钢拱架支撑）→混凝土衬砌→固结灌浆（回填灌浆）→围堰拆除。

1) 明挖

覆盖层采用 $2 \sim 3\text{m}^3$ 挖掘机直接开挖；岩石自上而下分层开挖，采用潜孔钻钻孔，边坡预裂，台阶爆破法开挖， $2 \sim 3\text{m}^3$ 挖掘机挖装，15~20t 自卸汽车出渣。边坡开挖岩性主要为泥质粉砂岩夹粉细砂岩和泥岩，开挖后易产生风化剥落，需及时进行喷锚支护，边开挖边支护，上一级边坡开挖、支护完成后再进行下一级台阶开挖、支护工作。

2) 洞挖

采用气腿式钻机钻孔，自制台车作为钻孔和装药平台， $1 \sim 2.0\text{m}^3$ 侧卸式装载机装渣，10~15t 自卸汽车出渣。采用中心掏槽，周边光面爆破方法施工。

(2) 土石围堰填筑

围堰截流戗堤抛投料采用 20~25t 自卸汽车运输, 220Hp 推土机配合施工, 采用从右向左单向进占立堵截流方式。上、下游围堰施工利用两岸沿江的 6[#]和 5[#]公路实施。

围堰水下部分采用抛填法施工。20~25t 自卸汽车运料, 端进法直接向水中抛填, 并配 180~220Hp 推土机向水中推料, 及时平整堰体顶面以便于汽车进占。围堰水上部分先填筑至混凝土防渗墙施工平台高程, 进行防渗墙施工, 然后再进行墙顶土工合成材料的铺筑及两侧砂砾过渡料、石渣料填筑。填筑施工采用分层铺筑, 分层碾压的方法。填料采用 20~25t 自卸汽车运输卸料, 180~220Hp 推土机平料, 12~18t 振动碾分层压实。

上、下游围堰采用导流洞、溢洪道的开挖利用料直接或转运上堰填筑, 由 2[#]、6[#]、1[#]、5[#]公路和基坑内临时道路承担运输任务, 综合运距 1.5km。

(3) 围堰拆除

土石围堰拆除水上部分可采用 2~3m³ 挖掘机从堰顶及堰内侧同时进行, 水下拆除时, 采用 2~3m³ 长臂反铲施工, 15~20t 自卸汽车出渣。

下游土石围堰拆除由左岸、右岸 1[#]、3[#]、5[#]和 2[#]、6[#]公路承担运输任务, 拆除弃料运至右岸弃渣场和左岸上游 2[#]弃渣(存料)场, 平均运距为 3.5km 和 3.0km。

(4) 混凝土防渗墙施工

导流洞进、出口围堰和溢洪道及泄洪洞出口围堰均采用高压旋喷墙防渗。高喷墙位于围堰轴线部位。其施工程序为: 机具就位→钻孔→下插喷射管、制浆→试喷→旋喷提升→成墙→充填灌浆。

采用地质钻机钻孔, 跟管钻进, 下喷杆进行新三管法旋喷灌浆施工, 喷射浆液采用等级为 42.5 的普通硅酸盐水泥或硅酸盐水泥浆液。高喷墙施工需要配备高压泵及制浆系统。

高喷墙施工时按 2~3 序进行分序施工。施工前应进行高喷试验, 以确定合适的施工参数。

2.1.4.6.2 枢纽建筑物施工

(1) 大坝

大坝开挖及填筑均在上、下游围堰的保护下在基坑内进行, 其施工程序为: 坝基开挖至高程 3399.0m→灌浆廊道形成进行帷幕灌浆施工→下部砂砾石料回填至高程 3416.0m→填筑 1m 厚反滤料→分区填筑上升→大坝沥青混凝土心墙与坝体填筑同步上升→坝体坡面块石护坡施工→坝顶路面及防浪墙施工。



1) 土石方开挖

开挖施工方法与导流洞进、出口边坡的开挖施工方法相同。开挖料全部弃于右岸弃渣场，平均运距 2.0km。

2) 土石方填筑

大坝填筑施工时，心墙同过渡料、排水料、反滤料及相邻坝壳料平起分层填筑，并按照先过渡料、排水料、反滤料、后坝壳料的顺序进行铺填。

过渡料、排水料、反滤料均采用砂石系统加工料，15t 自卸汽车运料至填筑点卸料，120~180Hp 推土机平料，排水料采用 10~12t 轮胎碾分层压实，反滤料随回填料用 12~18t 振动碾分层碾压，过渡料随沥青混凝土碾压。局部机械难以到达施工的部位采用小型压实设备或人工夯实。

过渡料、排水料、反滤料必须和一定范围的堆石料平起填筑上升。雨季垫层料和过渡料施工时，需根据降雨量考虑施工时段，雨量过大时必须停工。

坝壳料施工：坝壳料采用 20~25t 自卸汽车运输，进占法卸料，220~320Hp 推土机铺平，16~18t 振动碾碾压。

坝壳料填筑时均需加水，大坝各填筑区的碾压参数、加水量等由现场施工碾压试验确定。沥青混凝土心墙随坝体同步上升，心墙两边填筑料施工时需加以保护。

(2) 泄洪洞

施工程序为：泄洪洞进、出口全年围堰施工→在围堰的保护下进行进、出口开挖、衬砌→从进、出口两端进洞，进行隧洞开挖（超前锚杆施工）→隧洞喷锚支护（钢拱架支撑）→混凝土衬砌→回填灌浆→围堰拆除。

从进出口进洞完成隧洞开挖，开挖方法与导流洞开挖方法相同。

开挖有用渣料运往坝址区莫拿隆存料场，平均运距 3.5km；无用渣料运往左岸 2[#]弃渣场区，进行场地平整，平均运距 3.5km。

(3) 溢洪道

溢洪道施工程序为：右岸边坡高程 3477m 以上部位需同泄洪洞进、出口边坡同步进行，高程 3477m 以下部位边坡滞后分区分段开挖。

土石方开挖施工方法与导流洞进、出口边坡的开挖施工方法相同。开挖有用料运往莫拿隆存料场，后期转运上坝，弃渣运往左岸 1[#]弃渣场和右岸弃渣场。



(4) 引水发电系统

引水洞施工程序为：进水塔明挖完成后，进入引水洞上平段施工。下平段开挖可由出口端进入。上、下平洞开挖完成后，最后进行竖井段开挖。

地面厂房施工程序为：自上而下进行分层开挖，开挖一层支护一层。

覆盖层开挖采用 $2 \sim 3\text{m}^3$ 挖掘机直接开挖，180~220Hp 推土机集渣，配 10~15t 自卸汽车出渣。

岩石开挖采用钻爆法施工，手风钻配潜孔钻进行台阶爆破，梯段高度 5~8m 左右。边坡采用预裂爆破或光面爆破。岩石建基面预留保护层，按有关技术规范进行保护层开挖， $1 \sim 2\text{m}^3$ 侧卸式装载机配 10~15t 自卸汽车出渣。

2.1.4.6.3 供水、灌区及导排建筑物施工

(1) 供水工程

供水工程施工程序为：取水口处预埋套管及管桥基础土建施工需与枢纽建筑物同步施工，管桥基础灌注桩需在枯水期内完成，管线工程分段施工。

输水管道施工程序：土石方槽挖—砂垫层铺设—安置管道—回填土方。

管桥施工程序：岸坡基础开挖—河床填筑施工平台—灌注桩施工—岸坡浇筑混凝土墩—河床部位承台及桥墩施工、隧洞施工—架设管桥钢桁架—铺设管道（拆除施工平台）。

各种阀门井施工程序：按设计要求开挖矩形井—人工铺砂垫层—立模浇钢筋混凝土墩（台）—安装阀门。

1) 土石方开挖

供水系统输水管道土方开挖采用 $1 \sim 2\text{m}^3$ 的挖掘机进行槽挖，阀门井采用 $1 \sim 2\text{m}^3$ 的挖掘机配合人工开挖成型，岩石开挖采用手风钻钻孔，浅孔爆破， $1 \sim 2\text{m}^3$ 的挖掘机配 5~10t 自卸汽车或手推车出渣，就近堆放。

2) 洞 挖

供水工程设置的 4 条隧洞，城门洞型，采用气腿式风钻钻孔，中心直眼掏槽、周边光面爆破的全断面开挖法施工，从进、出口两端进洞施工，有支洞的隧洞，可利用支洞增加 2 个工作面施工。 $1\text{m}^3 \sim 1.5\text{m}^3$ 装载机配 5~10t 自卸汽车转运至管桥施工平台部位用于填筑。

3) 土石方填筑

输水管道土方回填尽量采用自挖自填，5~10t 自卸汽车运输管道开挖有用料，人工

分层回填，打夯机人工夯实。

管桥基础灌注桩施工平台填筑由 10~15t 自卸汽车运输卸料，180~220hp 推土机平料，12~18t 振动碾分层压实。

(2) 灌溉工程

灌溉工程施工程序：支管架设—分水池施工—斗渠施工（涵管、闸门、跌水施工）—农渠施工（涵管、闸门、跌水施工）。

1) 土石方开挖

灌溉工程的分水池和渠系开挖采用人工配合机械进行，1~2m³ 的挖掘机配 5~10t 自卸汽车或手推车出渣，开挖料就近堆放，平均运距 0.5km。

2) 土石方回填

回填料全部考虑自身开挖料，采用 1~2m³ 的挖掘机配 5~10t 自卸汽车或手推车运输至现场，人工回填夯实。平均运距 0.5km；不足回填料需从当地市场购买，平均运距 2km。

(3) 导排工程

管道工程：土石方槽挖—砂垫层铺设—安置管道—回填土方。

1) 土石方开挖

管道土方开挖采用 1~2m³ 的挖掘机进行槽挖，结合井采用 1~2m³ 的挖掘机配合人工开挖成型，岩石开挖采用手风钻钻孔，浅孔爆破，1~2m³ 的挖掘机配 5~10t 自卸汽车或手推车出渣，就近堆放。

2) 土石方填筑

管道土石方回填尽量采用自挖自填，5t~10t 自卸汽车运输管道开挖有用料，人工分层回填，打夯机人工夯实。

2.1.4.6.4 料场开采

(1) 块石料场

块石料场开采按从上到下、分台阶逐层开挖的原则进行，基本施工程序为：施工准备（包括道路布置及顶部截排水沟修筑）→施工场地清理→覆盖土方及全强风化层剥离→石方爆破及装渣运输→边坡支护及截排水措施等。

石料场表层覆盖层小于 5m，覆盖层和全风化层采用 180~220hp 推土机集料，2m³ 挖掘机装 20t 自卸汽车运至料场附近指定堆场，开采完成后回填覆盖。石料开采采用台阶爆破法从上至下进行岩石开挖，开挖过程中注意边坡稳定。2m³ 挖掘机装 20~25t 自



卸汽车运至附近块石备料场和砂石加工系统，综合运距约 19.0km。

(2) 砂砾石料场

砂砾石料场采用平面法开采，开采前需做好取料规划，分层、分区进行回填料开采。

砂砾石料开采前，先剥离表层无用料，在料场临时集中堆放，待回填料开采完后，表层无用料回填至开采区，不另设弃渣场。有用料采用 $2.0 \sim 3.0\text{m}^3$ 挖掘机分层开挖，配 180Hp 推土机集渣，20~25t 自卸汽车运输至用料现场。综合运距约 2.0~3.0km。

2.1.4.7 施工进度安排

本工程施工总工期为 5 年 2 个月（62 个月），其中施工准备期 1 年 10 个月（22 个月），主体工程施工期 2 年 11 个月（35 个月），工程完建期 5 个月；首批机组发电工期 4 年 9 个月（57 个月）。工程筹建期 1 年不计入总工期。

本工程施工控制性工期如下：

工程筹建期进行施工征地、进场公路及跨江大桥施工等工作；

第 1 年 3 月开始导流洞进出口开挖及支护施工；

第 1 年 8 月开始导流洞洞身开挖；

第 2 年 4 月导流洞洞身开挖完成，5 月开始导流洞洞身混凝土衬砌施工；

第 2 年 11 月底导流洞具备通水条件，12 月开始围堰填筑施工，第 3 年 1 月初进行河床截流；

第 2 年 12 月中旬月至第 3 年 3 月进行围堰防渗墙施工，至 5 月底，上、下游河床围堰填筑完成；

第 3 年 4 月进行基坑开挖，6 月开始大坝填筑及沥青心墙施工，至第 5 年 11 月大坝填筑至坝顶高程，第 6 年 4 月进行坝顶防浪墙施工；

第 2 年 4 月开始厂房基础开挖，第 3 年 3 月至第 5 年 4 月进行厂房混凝土浇筑；

第 5 年 5 月开始机组安装及调试，10 月底完成第一台机组安装，11 月底初导流洞下闸蓄水，第 5 年 11 月底蓄水至发电水位，首台机组发电；

第 6 年 4 月底，全部 4 台机组发电，工程完工。

2.1.5 土石方平衡及弃渣场规划

2.1.5.1 土石方平衡

根据主体工程土石方平衡调配，本工程土石方开挖总量 519.11 万 m^3 （自然方，下



同)，其中挖方利用 356.63 万 m^3 ，工程建设产生弃渣 162.48 万 m^3 ，按 1.43 的松散系数折算，弃渣松方 232.35 万 m^3 。

土石方填筑总量 406.59 万 m^3 ，利用挖方 356.63 万 m^3 ，料场开采 41.47 万 m^3 ，外购混凝土骨料 8.49 万 m^3 。

土石方平衡调配表详见表 2.1-19。

(1) 枢纽工程土石方平衡

枢纽建筑物的开挖及围堰拆除量为 333.84 万 m^3 ，土石方回填总量 239.18 万 m^3 ，除利用开挖料 190.30 万 m^3 外，开采砂砾石料 29.10 万 m^3 ；产生弃渣 123.76 万 m^3 （自然方），折合松方为 176.98 万 m^3 。

(2) 供水工程土石方平衡

供水工程的开挖及拆除总工程量为 133.42 万 m^3 ，土石方回填总量 117.82 万 m^3 ，利用开挖有用料共计 96.96 万 m^3 ，料场开采 12.37 万 m^3 ，外购混凝土骨料 8.49 万 m^3 ，剩余开挖弃料及拆除料共计 35.46 万 m^3 ，折合松方为 50.71 万 m^3 ，全部弃至供水工程沿线各弃渣场。

(3) 灌溉工程土石方平衡

灌溉工程开挖总量 12.22 万 m^3 ，土石方回填量 9.96 万 m^3 ，外购混凝土骨料 1.0 万 m^3 ，回填料全部利用开挖料，剩余开挖弃料共计 3.26 万 m^3 ，折合松方为 4.66 万 m^3 ，全部弃至灌区弃渣场。

(4) 泉水导排工程土石方平衡

泉水导排工程开挖总量 39.63 万 m^3 ，其中土方开挖 15.87 万 m^3 ，石方开挖 23.76 万 m^3 。土石方回填总量 39.63 万 m^3 ，全部利用开挖料。泉水导排工程开挖和回填基本平衡。

2.1.5.2 弃渣（存料）场规划

2.1.5.2.1 弃渣场规划

表 2. 1-20 宗通卡水利枢纽工程土石方平衡调配表

项目			土石方 开挖	土石方 回填	调入		调出		外运	
					数量	来源	数量	去向	数量	去向
枢纽工程 防治区	枢纽建筑物及管理区	上游围堰	0.36	31.40	5.92	导流洞开挖			4.75	1#砂
					9.13	溢洪道开挖				
					11.6	厂房开挖				
		下游围堰	4.2	2.09	1.73	厂房开挖			0.36	1#砂
		导流洞进、出口围堰	0.23	0.17	0.17	导流洞开挖				
		溢洪道出口围堰	1.02	0.75	0.75	溢洪道开挖				
		泄洪洞出口全年围堰	0.74	0.55	0.55	泄洪洞开挖				
		导流洞	44.73				5.92	上游围堰填筑		
							0.1	下游围堰冲沟排水沟		
							0.17	导流洞进、出口围堰填筑		
							15	大坝填筑		
		下游围堰冲沟排水沟		0.10			7.41	各施工区场地平整		
					0.1	导流洞开挖				
					15	导流洞开挖				
					99.91	溢洪道开挖				
					19.42	泄洪洞开挖				
		大坝	21.7	164.30	4.45	厂房开挖			23.99	1#砂
					1.57	引水隧洞开挖				
							9.13	上游围堰填筑		
							99.91	大坝填筑		
							0.75	溢洪道出口围堰		
		溢洪道	173.85	0.14			12.59	各施工区场地平整		
							19.42	大坝填筑		
							0.55	泄洪洞出口全年围堰填筑		
							11.6	上游围堰填筑		
		泄洪洞	34.47				1.73	下游围堰填筑		
							4.45	大坝填筑		
							1.57	大坝填筑		
		厂房	50.42	19.68						
		引水隧洞	1.85							
		渗控工程	0.27							
		小计	333.84	219.18	170.3		190.3		29.1	
		各施工区场地平整		20.00	20.00	导流洞、溢洪道开挖				
		小计	333.84	239.18	190.30		190.30		29.10	



续表 2. 1-20 宗通卡水利枢纽工程土石方平衡调配表

项目			土石方 开挖	土石方 回填	调入		调出		数量	外
					数量	来源	数量	去向		
供水、 灌区 及导 排工 程防 治区	供水工程	输水管道	102.92	95.84					1.5	1#砂市
		管桥	1.65	0.80			9.59	供水工程管桥施工平台	7.49	
		隧洞	9.59							
		倒虹管	0.85	0.72						
		供水工程管桥施工平台	18.41	20.46	9.59	管桥开挖			10.87	1#砂市
	小计		133.42	117.82	9.59		9.59		19.86	
	灌溉工程		12.22	9.96					1.00	市
	泉水导排工程		39.63	39.63						
	小计		185.27	167.41	9.59		9.59		20.86	
	合计		519.11	406.59	199.89		199.89		49.96	

(1) 枢纽工程弃渣场

枢纽工程区规划 3 处弃渣场，左岸 2 处，右岸 1 处，均位于坝址上游。枢纽工程弃渣场特性详见表 2.1-21。

表 2.1-21 枢纽工程弃渣场规划

弃渣场名称	弃渣场位置	弃渣量 (松方, 万 m ³)	总容量 (万 m ³)	规划顶高程 (m)	最大堆高 (m)	占地面积 (hm ²)	弃渣场类型
左岸上游 1 [#] 弃渣场	左岸上游 1.0km	51.56	55	3448	26	5.5	库区型弃渣场
左岸上游 2 [#] 弃渣场	左岸上游 2.0km	37.83	130	3464	37	10.2	库区型弃渣场
右岸弃渣场	右岸上游 1.3km	87.59	90	3460	20	7.3	库区型弃渣场

左岸上游 1[#]弃渣场：布置于坝址左岸上游 1.0km 处（5[#]公路旁），弃渣场顶部高程 3448m，填渣坡比 1:2，每隔 10m 设置一条宽 2m 的马道，弃渣场容量 55 万 m³，占地面积 5.5hm²。

左岸上游 2[#]弃渣场：布置于坝址左岸上游 2.0km 处，弃渣容量 130 万 m³，占地面积 10.2hm²，弃渣场顶部高程为 3464m。弃渣结束后，顶部用作存料场，存料场顶部高程 3480m，堆料坡比 1:2，每隔 10m 设置一条宽 2m 的马道，存料量 80 万 m³。

右岸弃渣场：布置于坝址右岸上游 1.3km 处，弃渣场顶部高程 3460m，填渣坡比 1:2，每隔 10m 设置一条宽 2m 的马道，弃渣场容量 90 万 m³，占地面积 7.3hm²。

(2) 供水及灌溉工程弃渣场

供水工程为线性工程，且管线长度较长，灌溉工程布置较为分散，不适宜集中布置弃渣场，考虑于昂曲河两岸的平缓坡地上布置弃渣场堆弃工程开挖弃渣。沿线共布置 8 个弃渣场，其中左岸布置 4 个弃渣场，右岸布置 4 个弃渣场，弃渣场坡比均为 1:2，每隔 10m 高程设置一条 2m 宽的马道。供水及灌溉工程弃渣场规划详见表 2.1-22。

表 2.1-22 供水及灌溉工程弃渣场规划

弃渣场名称		弃渣场位置	弃渣量	弃渣场容量	占地面积	规划顶面高程	最大堆高	弃渣场类型
			(松方, 万 m ³)	(万 m ³)	(万 m ²)	(m)	(m)	
左岸	Z1 [#] 弃渣场	KB08+200	12.78	17.2	5.7	3396	10	坡地型弃渣场
	Z2 [#] 弃渣场	KB19+200	4.53	6.1	2.5	3372	6	坡地型弃渣场
	Z3 [#] 弃渣场	KB26+300	14.49	19.5	3.6	3370	18	坡地型弃渣场
	Z4 [#] 弃渣场	KB37+100	5.65	7.6	2.3	3316	7	坡地型弃渣场
	小计		37.46	50.4	14.1			
右岸	Y1 [#] 弃渣场	KA01+900	1.11	1.5	1.1	3415	5	坡地型弃渣场
	Y2 [#] 弃渣场	KA18+300	6.02	8.1	2.5	3370	8	坡地型弃渣场
	Y3 [#] 弃渣场	KA33+600	2.30	3.1	1.5	3324	4	坡地型弃渣场
	Y4 [#] 弃渣场	KA48+000	8.47	11.4	7.4	3276	3	坡地型弃渣场
	小计		17.91	24.1	12.5			
合计			55.37	74.5	26.6			



(3) 泉水导排工程

泉水导排工程挖填平衡，无需设置弃渣场。

2.1.5.2.2 存料场规划

(1) 枢纽工程存料场

枢纽工程区共布置 3 处临时存料场，分别为左岸上游存料场、左岸下游莫拿隆存料场和思达曲右岸存料场。

左岸上游存料场位于左岸上游 2[#]弃渣场上面，弃渣结束后，利用弃渣顶面堆存开挖利用料，存料场顶部高程 3480m，堆料坡比 1:2，每隔 10m 设置一条宽 2m 的马道，存料量 80 万 m³。

莫拿隆存料场(左岸下游存料场)位于坝址左岸下游 0.4km 处，考虑将工程主要开挖利用料存放于该存料场内，大坝填筑时进行回采。存料场顶部高程 3510m，存料坡比为 1:2，每隔 10m 设置一条宽 2m 的马道，规划存料容量 120 万 m³，占地面积 6.1hm²。

思达曲右岸存料场位于 1[#]块石料场附近平缓坡地上，主要用于堆存 1[#]块石料场表层剥离的无用料，待开采结束后全部用于料场开采迹地回填。存料场顶部高程为 3722m，堆料坡比 1:2，每隔 10m 设置一条宽 2m 的马道，存料量 12.69 万 m³，占地面积 1.46hm²。

(2) 供水、灌区及导排工程存料场

供水、灌区及导排工程开挖利用料考虑就地回填，故不另设置回填备料场。

2.1.6 建设征地和移民安置

2.1.6.1 工程征地及实物指标

(1) 建设征地及影响范围

宗通卡水利枢纽工程建设征地调查范围包括水库区、坝区和供水区三部分。其中，供水区包括供水工程的供水主管建设区和卡若灌溉工程的引水支管建设区，灌溉工程中的斗渠、农渠等其他建设区不计列征地。

1) 水库区

土地征用线：按坝前 3474.50m 高程（正常蓄水位 3474.00m+0.50m 安全超高）接 5 年一遇设计洪水回水水面线；回水尖灭点位于 11[#]、12[#]断面间，距坝址断面累积距离 24.46km；土地征用处理终点位置距坝址断面累积距离 26.99km。林地、草地按正常蓄水位 3474.00m 处理。

居民迁移线：按坝前 3475.0m 高程（正常蓄水位 3474.0m 高程加 1m 安全超高）



水平接 20 年一遇设计洪水回水水面线。回水尖灭点位于 11[#]、12[#]断面间，距坝址断面累积距离 24.61km；居民迁移处理终点位置距坝址断面累积距离 28.11km。

水库蓄水影响区：本工程界定的水库影响区共有 9 处，其中坝岸影响区 7 处（左岸 4 处，右岸 3 处），浸没影响 2 处，芒达乡政府附近及尚卡乡然爱村附近。

2) 坝区

坝区建设征地范围包括大坝区、料场、弃渣场、施工营地、施工道路、业主营地、鱼类增殖放流站、其他设施等所占用的土地。其中大坝区、业主营地、永久道路等占地为永久征地，其余占地为临时用地。不可恢复的临时用地按永久征收处理；对于坝区与水库区重叠部分，按照用地时序要求纳入坝区按永久征地处理。

永久征地包括大坝区建筑物及管理区、施工道路（1~4 号公路及部分 5~8、10 号公路）、业主营地、鱼类增殖放流站、库坝重叠区（含部分 1[#]弃渣场、2[#]存弃渣场、右岸弃渣场）等。

临时用地包括料场（莫拿隆存料场、灰石料场）、渣场（含部分左岸上游 1[#]弃渣场、左岸上游 2[#]存弃渣场、右岸弃渣场）、施工道路（部分 5~8、10 号公路等）、施工营地（含施工营地、施工水厂、混凝土加工系统等）、施工企业区（含施工变电所、综合仓库、综合加工厂、金属结构安装厂等）。

根据工程施工总布置方案，坝区坝轴线靠上游侧、左右岸部分存料场、灰石料场、左岸 2 号存弃渣场、部分施工道路位于水库淹没范围内，属于库区、坝区重叠范围。这部分土地按照用地时序要求纳入坝区按永久征地处理。

3) 供水区

供水区建设征地范围主要包括供水工程的供水主管、管桥、阀门井、施工区，灌溉工程的引水支管及其分水池、施工道路等用地。按用地性质分为永久征地和临时用地两部分，其中永久征地包括管桥、阀门井、分水池和施工道路，临时用地包括供水主管、引水支管、施工区、钢管加工厂和弃渣场。

供水管道用地范围根据管道沟槽开挖宽度、临时堆土宽度和施工便道永久道路和宽度综合考虑。管道供水主管线最大管径为 1200mm，支管最大管径为 350mm；根据施工要求，供水主管中双管布线的以双管间距中心线为基准，考虑开挖要求两侧各外延 10m 作为永久征地，单管布线的以管道的中心线为基准，考虑开挖要求两侧各外延 8m 作为永久征地；支管按管道中心线向两侧各延伸 3m 临时征用。对于施工生产生活区、钢管加工厂、弃渣场，按施工布置成果确定的红线临时征用土地。



(2) 实物指标

宗通卡水利枢纽工程建设征地涉及卡若区的芒达乡、沙贡乡、俄洛镇、城关镇和类乌齐县尚卡乡共 2 个县（区）、5 个乡、33 个村。

工程建设征地总土地 825.02hm²，其中：耕地 226.44hm²、园地 1.57hm²、林地 343.98hm²、草地 72.64hm²、城镇村及工矿用地 10.36hm²、交通运输用地 10.98hm²、水域及水利设施用地 148.81hm²、其他用地 11.75hm²。

工程建设征地永久征地 618.22hm²，其中：耕地 138.44hm²、园地 1.57hm²、林地 262.71hm²、草地 35.77hm²、城镇村及工矿用地 10.36hm²、交通运输用地 10.50hm²、水域及水利设施用地 147.65hm²、其他用地 11.21hm²。

工程建设征地临时用地 206.80hm²，其中：耕地 105.42hm²、园地 3.98hm²、林地 67.72hm²、草地 27.49hm²、交通运输用地 0.48hm²、水域及水利设施用地 1.16hm²、其他用地 0.54hm²。

工程建设征地涉及农户 91 户、458 人（均为农业人口）；居民房屋 32322.78m²。

本工程征占地实物指标详见表 2.1-23。

表 2.1-23 宗通卡水利枢纽工程征地实物指标统计表 单位：hm²

项目	县区	合计	耕地	园地	林地	草地	城镇村用地	交通运输用地	水域及水利设施用地	其他土地
枢纽工程永久占地	卡若区	138.84	28.76		92.04	4.91	0.12	2.48	10.52	
	类乌齐县	18.67	8.53		9.55	0.00		0.51	0.08	
枢纽工程临时占地	卡若区	41.29	14.71		24.86	0.36	0.00	0.02	1.07	0.27
	类乌齐县	17.03			16.67				0.09	0.27
水库淹没区	卡若区	223.25	63.76		69.25	14.79	1.02	3.82	65.05	5.57
	类乌齐县	219.38	28.09	1.57	89.64	10.80	9.22	3.68	70.74	5.64
供水及灌溉工程永久占地	卡若区	18.08	9.30		2.23	5.25		0.02	1.27	
	类乌齐县									
供水及灌溉工程临时占地	卡若区	148.48	90.71	3.98	26.19	27.13		0.46		
	类乌齐县									
合计		825.02	243.86	5.55	330.43	63.25	10.36	10.98	148.81	11.75

2.1.6.2 移民安置规划

(1) 生产安置规划

规划设计水平年生产安置人口规模为 796 人（其中水库区 428 人，坝区 291 人，供水区 77 人），根据移民意愿及地方政府意见，建设征地涉及全部生产安置人口均采用一次性补偿安置方式。

(2) 搬迁安置规划

规划设计水平年搬迁安置人口规模为 478 人（其中水库区 464 人，坝区 14 人。搬



迁安置规划采用本村后靠安置，按搬迁方式划分，均为分散安置。

(3) 企业及专项设施重建

镇外单位芒达乡公益林专业养护站、昌都市公安局卡若区分局芒达检查站、奶多寺制药厂、尚卡乡林管站、尚卡乡政府恩达生活区共 5 家。给予一次性补偿，由原单位自行重建。

工业企业涉及昌都市马查拉煤矿生活区，予以一次性补偿，不再进行重建。

规划重建道路总长度 40.124km，其中四级双车道 18.483km，四级单车道 21.641km（其中 8.2km 为路面硬化），重建大桥 5 座 621 延米。

规划对淹没涉及的 10kV 和 0.4kV 架空线路和杆架变压器均采取后靠重建。35kV 马查拉变电站拟于芒达乡选址参照原规模新建，按 35kV 和 10kV 为箱式一体化设备。

对于建设征地影响的电信线路，重建通信杆路 23.25km，重建通信光缆皮长 86.08km 均后靠绕线重建。

依据文物评估报告，5 处墓葬和 4 处文化遗址废墟进行考古发掘；11 处玛尼堆、2 处擦康和 5 处佛塔进行文物搬迁。

(4) 临时占地复垦

宗通卡水利枢纽工程临时用地包括坝区和供水区，复垦耕地 1641.09 亩，其中水浇地 207.58 亩，旱地 1373.77 亩，园地 59.47 亩。本工程土地复耕规划详见表 2.1-24。

表 2.1-24 土地复垦规划

序号	工程名称	单位	合计	枢纽工程建设区	供水管线建设区
一	复垦面积	亩	1641.09	220.64	1420.45
1	水浇地	亩	207.58	207.58	
2	旱地	亩	1373.77	13.06	1360.71
3	园地		59.74		59.74
二	土地平整工程				
	表土剥离	m ³	442780	61779	381000
1	硬化地表拆除及运输	m ³	43760	5884	37876
2	土地平整	hm ²	109.40	14.71	94.69
3	覆土	m ³	437626	58837	378788
4	土地翻耕	hm ²	109.40	14.71	94.69
5	制梗	m ²	525.41	525.41	
6	土地熟化				
6.1	有机肥	t	492.33	66.19	426.14
6.2	化肥	t	82.05	11.03	71.02
三	灌溉与排水工程				
1	田间灌溉渠道	m	3875	3875	
2	钢筋混凝土预制圆涵	m	10	10	
四	田间道路工程				
1	1m 宽生产路	m	1266	1266	

大坝区临时占用耕地（旱地）220.64 亩，工程完工后进行复耕。复耕措施主要为硬



化地表拆除、土地平整及覆土、田间道路、农田水利工程、土地熟化等内容。

供水及灌溉工程区临时占地包括施工区和管线区，临时占用耕地 1420.45 亩，均为旱地。因其占用临时耕地相对较为分散、斑块比较零碎，按照村内复耕数量不少于临时征用数量的原则，复垦旱地耕园地 1420.45 亩（旱地 1373.77 亩，园地 59.47 亩）。

2.1.7 工程管理

2.1.7.1 工程管理范围

本枢纽为大 II 型水利枢纽，按大坝、电站厂房管理区分片划定。

（1）管理区范围如下：

1) 大坝

上游以坝轴线为起点向上游延伸 200~600m，下游以坝脚外轮廓线为起点向下游延伸 250~500m，左岸边界以左坝肩为起点向外延伸 200m，右岸边界由泄洪洞开挖边线及溢洪道开挖边线外 150m 确定。

2) 宗通卡电站及引水隧洞

电站厂房建筑物轮廓线外延 200m；压力钢管、泄水渠等其它水工建筑物以外轮廓线外延 50m；运行管理单位办公、生产、生活区；坝下河段管理，由工程管理局与地方政府共同协商。

（2）保护区范围如下：

1) 坝址以上至水库二十年一遇回水末端以上 2km，包括干、支流，两岸分水岭脊线之间的水体和陆地。

2) 大坝管理范围以外 300 米、其他建筑物管理范围以外 200 米为保护范围。

2.1.7.2 管理设备与设施

（1）生产生活区规划

现场生产生活区主要包括办公、生产、生活用房及其附属设施。

1) 总平面规划

拟建的生产生活区（业主营地）位于左岸下游 1#公路端头，远离左岸下游施工区，占地面积 1.8 万 m^2 ，场地高程 3421m~3424m。

场地成带状分布，宽约 48m、长约 205m。场地中部布置一栋二层办公楼，场前广场设置景观绿化和停车场；场地上游侧设置仓库、车库等用房；场地下游侧新建一栋 3 层宿舍楼和一栋二层综合楼（底层食堂、二层为文化娱乐设施用房），综合楼旁布置室外运动场。



2) 道路交通

依托施工期的施工道路进行改造,根据生产、管理期交通功能的需要进行道路设计。生产、检修等区域的道路设计要满足生产功能车辆的通行需要;办公、生活区道路设计体现人性化,通过道路细部设计,提供舒适的道路交通环境,合理配置停车设施。

3) 供电、供水设施

根据工程管理区工程运行期的需要,工程施工期修建的左岸变电所、水厂作为永久配套设施,工程运行期间生活、生产区规模小于施工期,现有设施容量可以满足运行期需要;电信设施可以利用施工期现有建设基础;工程管理区规划的污水处理用地,可以解决生活、生产区污水经处理达标后排放。

4) 绿化规划

以大坝周边保护绿化为核心,保留规划区域施工期的现状绿化,规划沿河两岸的滨水绿化以及防护绿地,形成带状绿地体系。生产防护绿化规划主要注重降低噪音、净化水体、杀菌、保持水土。办公区域的绿化规划要与建筑主体协调、统一规划、合理布局,提高绿化面积。生活区的绿化规划以绿化隔离、美化、净化居住环境为主。通过临河绿化、庭院绿化、道路绿化建设,形成点、线、面结合的一个完整的绿化体系。

(2) 生产生活设施

本工程现场生产生活区办公用房(含会议室)按人均建筑面积约 $15\text{m}^2/\text{人}$ 计算;宿舍、食堂、车库、值班室等按综合指标人均约 $35\text{m}^2/\text{人}$ 计算;资料档案室、仓库、防汛调度室等用房按人均约 $15\text{m}^2/\text{人}$ 计算。

为方便管理与运营,加强联系与交流,拟将枢纽工程管理营地和供水工程管理营地合建,人员编制共计 53 人。

拟定其主要生产、生活用房总建筑面积 5100m^2 ,占地面积 1.9 万 m^2 。具体规模如下:

1) 办公用房 790m^2 (包括办公室、会议室、档案室等);

2) 生产生活用房共计 2640m^2 。

2.1.8 工程投资

按 2019 年二季度价格水平计算,本工程总投资 584766.14 万元,其中土建工程投资 196517.01 万元。



2.2 项目区概况

2.2.1 自然概况

2.2.1.1 地形地貌

宗通卡水利枢纽工程位于青藏高原东南部，属青南藏东山原区，区内山峦重叠，山势宏伟，处于著名的横断山脉的北端。区域地貌属高山峡谷地貌。地势北高南低，地貌复杂，河流两岸山势陡峻，河面相对开阔，河谷阶地发育，二元结构明显。区域北部海拔 5200m 左右，山顶平缓；南部海拔 4000m 以下，山势比较陡峻，顶谷高差可达 2500m。

(1) 坝址区

坝址位于澜沧江上游右岸支流昂曲上，枢纽区河段在平面上近似呈斜“S”型，河谷为“U”型谷。河流总体流向由 NW 至 SE，河床最低高程约 3407m，两岸山脊最大高程大于 3600m，山坡坡度一般 $30^{\circ} \sim 40^{\circ}$ ；谷底分布有阶地、漫滩、河床，地形较平缓，地形坡度 $3^{\circ} \sim 15^{\circ}$ ，局部为呈带状分布的陡坎（坡）。

左岸山坡坡度一般 $25^{\circ} \sim 40^{\circ}$ ，局部 $20^{\circ} \sim 30^{\circ}$ ，谷底地形较平缓，地形坡度 $3^{\circ} \sim 15^{\circ}$ 。左岸冲沟较发育，局部分布有 I、II、III 级阶地。右岸山坡坡度一般 $25^{\circ} \sim 35^{\circ}$ ，局部 $30^{\circ} \sim 45^{\circ}$ ，谷底地形较平缓，地形坡度 $3^{\circ} \sim 10^{\circ}$ 。右岸冲沟较发育，局部分布有 I、III 级阶地。

(2) 水库区

水库区位于昂曲中下游河段，地势整体北高南低，属于青南藏东山原区，为高原区高山峡谷地貌。水库区处在高海拔寒冷干旱地带，河流左岸大多为阳坡，阳光照射时间较长，蒸发量较大，植被稀少，岩石裸露，山坡相对较缓；右岸大多为阴坡，阳光照射时间较短，蒸发量相对较小，植被较发育，山坡上长有灌木，坡度相对较陡。水库多为对称的“U”型宽谷，谷底高程 3415~3475m，平均纵坡降约 3.3‰。目前，河床一般宽 35~70m，河床大多基岩裸露，河漫滩不发育，正常蓄水位 3474m 高程时，库水面宽 70~500m 不等，蜿蜒展布。

在河流的一岸或两岸见有阶地，大多只在一岸分布有阶地。昂曲河两岸溪沟较发育，溪沟流向多为 NNE 或 SSE，其中库区较大的溪沟左岸有芒达曲，回水长约 0.9km，右岸有恩达曲，回水长约 1.4km。



(3) 供水及灌溉工程

宗通卡坝址至昌都市城区段昂曲河流整体呈近 SE 向蜿蜒流向下游。河谷为对称的“U”型宽谷，谷底高程 3200~3410m，平均纵坡降 3‰。

宗通卡坝址至昌都市城区段供水管道沿昂曲河两岸乡村公路布置。管道沿线经过地貌主要为河谷斜坡、河流阶地平台地貌，地貌特征大致可将左岸管道沿线地貌分为 3 段，右岸管道沿线地貌分为 3 段。

1) 左岸管道地貌

格学村至穷卡村段：该段管道工程沿线多为河流阶地地貌，约占 85%，少量斜坡地貌。河流阶地地貌多为一级阶地，少量二级阶地，分布高程 3406~3433m，地形较缓，地形坡度约 $0^{\circ} \sim 15^{\circ}$ 。

穷卡村至沙通村段：该段管道工程沿线多为河谷斜坡地貌，约占 80%，少量河流阶地地貌。该段管道沿斜坡布置，高程约 3315~3450m，河谷斜坡高多大于 20~50m，多为基岩边坡。地形多较陡，地形坡度一般 $30^{\circ} \sim 50^{\circ}$ ，少量 $20^{\circ} \sim 30^{\circ}$ 和大于 50° ，局部坡顶崩落形成陡崖。

沙通村至小恩达村段：该段管道工程沿线多为河流阶地地貌，约占 70%，少量斜坡地貌。河流阶地地貌多为一级阶地，少量二级阶地，分布高程 3220~3315m，地形较缓，地形坡度约 $0^{\circ} \sim 15^{\circ}$ 。

2) 右岸管道地貌

卡洛村至果洛村段：该段管道工程沿线多为河谷斜坡地貌，约占 55%，其余为河流阶地平台地貌，约占 45%。该段管道沿乡村公路，高程约 3380~3440m，河谷斜坡高多大于 20~40m，多为基岩边坡。地形多稍陡，地形坡度一般 $20^{\circ} \sim 45^{\circ}$ ，少量大于 45° ，局部因公路开挖崩落形成约 75° 。

果洛村至江卡村段：该段管道工程沿线多为河流阶地平台地貌，约占 75%，其余为河谷斜坡地貌，约占 25%。河流阶地地貌多为一级阶地平台，少量二级阶地平台，分布高程 3285~3380m，地形较缓，地形坡度约 $0^{\circ} \sim 15^{\circ}$ 。

江卡村至白格村段：该段管道工程沿线多为河谷斜坡地貌，约占 85%，其余为河流阶地平台地貌，约占 15%。该段管道沿河谷斜坡坡角及阶地平台后缘布置，高程约 3225~3285m，河谷斜坡高多大于 20~40m，多为基岩边坡，少量为第四系崩坡堆积斜坡。地形多较陡，地形坡度一般 $35^{\circ} \sim 55^{\circ}$ ，少量大于 55° ，局部崩落形成陡崖。



(4) 导排工程

泉水导排管线主要沿昂曲、芒达曲及恩达曲河谷两岸已建公路或乡间土路内侧布置，属高原区高山峡谷地貌。昂曲河流整体呈近 SE 向蜿蜒流过工程区。河谷为近似对称的“U”型宽谷，谷底高程 3425~3470m，平均纵坡降约 3.3‰，两岸天然地形坡度一般 30°~50°，局部岸坡较陡形成陡崖，两岸山顶一般海拔 3800~4050m，最高海拔约 4600m。在芒达乡、马查拉煤矿生活区、索村、白措村、格秀村等地分布有多处河流 I、II 级阶地平台，顺河流呈长条状或长圆形展布，规模相对较大，阶地台面一般高出河床 6~28m，台面高程 3430~3496m，地形较缓，天然地形坡度约 0°~15°。III 级表现为基座阶地，侵蚀严重，在一些大的 II 级阶地后缘残留有一些 III 级阶地物质及台地，阶地台面一般高出河床 70~105m。阶地台面上大多种植有青稞。两岸溪沟较发育，溪沟流向多为 NNE 或 SSE，其中较大的溪沟左岸有芒达曲，右岸有恩达曲。

2.2.1.2 地质

2.2.1.2.1 区域地质

(1) 地层岩性

区域内自前石炭系至第四系均有出露，以中生界及古生界（侏罗系、三叠系、石炭系）分布最为广泛，各时代地层的沉积相、变质作用和岩浆侵入也不尽相同，岩性岩相变化复杂。

区域内沉积环境多变，沉积作用多样，沉积相带发育较全，主要为活动陆缘弧盆地沉积物为主，间或近海盆地堆积、弧前盆地堆积，地层发育不全，多数沉积地层都遭受不同程度的变质，除第三系、第四系及昂曲河沿线侏罗系地层外，区域内自元古界至三叠系地层都遭受了不同程度的变质。变质作用以区域变质作用为主，局部见接触变质、动力变质、气（热）液变质及混合岩化等，岩性主要为板岩、绢云板岩、千板岩、石英片岩、变质石英砂岩、变质砂岩等。

(2) 地质构造

工程区位于青藏高原东南部的横断山脉中部、金沙江断裂带与怒江断裂带之间，大地构造上处于羌北-昌都-思茅（微）陆块西部，新构造单元为羌塘-昌都面状隆起区，是强烈挤压的地质构造变形区，也是川滇藏交界处喜马拉雅构造带向南拐弯、转折、衔接的重要部位。区内地质构造十分复杂，沉积岩相多变，火山及岩浆活动剧烈而频繁，构造和山脉总体走向北北西，主要断裂为向东推覆的走滑逆断层，形成于古生代至新



生代的不同时期，主要活动发生在印支-燕山期，喜马拉雅运动表现为断裂抬升，构造活动十分强烈。

2.2.1.2.2 坝址区工程地质

(1) 地层岩性

坝址区基岩为侏罗系上统小索卡组 (J_3x) 地层；第四系覆盖层主要为更新统冲积层 (Q_{pa}^1)、全新统冲积层 (Q_4^{al}) 及崩坡积层 (Q_4^{col+dl})，覆盖层主要分布于谷底平缓地带。

侏罗系上统小索卡组 (J_3x)：岩性主要为中厚层状~厚层状褐红色或暗紫红色泥质粉砂岩、紫红色泥岩和中厚层状紫灰色粉细砂岩，局部岩相变化较大，厚度 $>760m$ 。统计表明，枢纽区不同岩性所占大致比例分别为：泥岩 13.4%，粉细砂岩 27.0%，泥质粉砂岩 59.6%。

第四系更新统Ⅲ级阶地冲积层 (Q_p^{al})：该层主要为黄褐色、紫红色、紫灰色等杂色卵漂石，次为砂砾石，砂砾石以夹层状或透镜体状分布，该层厚度一般 $5\sim35m$ 。卵漂石中卵、漂石粒径大小一般 $6\sim15cm$ 、 $20\sim40cm$ ，含量 $60\%\sim80\%$ ，砾石含量约 15%，其它为砂和少量泥。砾、卵、漂石原岩成分主要为砂岩、少量为花岗岩、灰岩，次圆状~磨圆状。砂砾石中含少量卵石、砂及泥，砾石大小一般 $2\sim6cm$ ，含量约 $60\%\sim70\%$ ，原岩成分主要为砂岩、次为灰岩和花岗岩，多呈次圆状。

第四系全新统冲积层 (Q_4^{al})：该层分为Ⅱ级阶地冲积层 (Q_4^{1al})、Ⅰ级阶地冲积层 (Q_4^{2al}) 和河床、漫滩冲积层 (Q_4^{3al})。Ⅱ级阶地冲积层 (Q_4^{1al}) 主要为砂砾石、砾卵石，次为块石、粉细砂。Ⅰ级阶地冲积层 (Q_4^{2al}) 主要为砾卵石、卵漂石，次为粉质壤土、粉细砂和砂砾石，该层厚约 $8\sim29m$ 。河床漫滩冲积层 (Q_4^{3al}) 主要为黄褐色、紫红色、灰色等杂色卵漂石，含少量砂、砾。

第四系崩坡积层 (Q_4^{col+dl})：为黄褐色、紫红色碎块石夹土，地表局部分布厚 $1\sim1.5m$ 的土夹碎块石，碎、块石原岩成分主要为泥质粉砂岩、砂岩，直径一般 $3\sim15cm$ ，大者可达 $30cm$ ，棱角状。

(2) 地质构造

坝址区在大地构造上位于羌塘地块上，地质构造较复杂。受地质构造影响，区内岩层产状变化较大，褶皱发育。褶皱、裂隙为坝址区的主要构造形迹。

(3) 主要工程地质问题

坝址区主要工程地质问题为人工开挖边坡稳定问题、洞室围岩稳定问题、坝基渗漏问题。



1) 人工开挖边坡稳定问题

人工开挖边坡主要有溢洪道两侧开挖边坡和隧洞（泄洪洞和导流洞）进、出口洞脸边坡及地面厂房后侧边坡，上、下比选坝址主要人工边坡。

枢纽区人工开挖边坡高度大，结构类型多，为层状结构边坡，层状顺倾、层状反倾、层状横向和层状斜向边坡均存在，层状横向坡最大开挖高度近 150m（上坝址溢洪道左岸边坡），坡体主要由泥质粉砂岩及泥岩构成，泥质粉砂岩及泥岩为软岩，存在边坡稳定问题。

层状顺向坡最大开挖高度约 123m，边坡主要由泥质粉砂岩夹粉细砂岩、泥岩组成，受构造影响，岩层倾角具上陡下缓趋势，泄洪洞消力池开挖后，下部阻滑岩体被清除掉，边坡上部层状岩体易沿层面发生顺层滑动，同时边坡上部还分布有较大范围的第四系阶地堆积砂砾石、卵漂石层，对边坡的稳定更为不利边坡稳定问题比较突出。

2) 洞室围岩稳定问题

枢纽区隧洞有厂房引水隧洞、泄洪洞、导流洞，隧洞围岩岩性主要为泥质粉砂岩（局部夹泥岩），次为粉细砂岩，属于软岩～中硬岩，中厚层或互层状结构。坝址区隧洞围岩以Ⅳ类为主，次为Ⅲ类和Ⅴ类，洞室围岩稳定问题比较突出。

3) 坝基渗漏问题

大坝横跨左、右岸山坡、河床及漫滩、Ⅰ、Ⅱ阶地。河床及漫滩冲积层为厚约 1～7m 的卵漂石，结构松散～稍密，透水性强；Ⅰ、Ⅱ级阶地冲积层主要为厚 15～39m 的砂砾石、砾卵石和卵漂石，其厚度较大，透水性强。水库蓄水后，库水会沿上述冲积层产生严重的坝基渗漏问题，甚至会产生渗透变形问题，需要采取可靠的防渗处理措施。

2.2.1.2.3 水库工程地质

(1) 地层岩性

库区出露的主要地层为侏罗系和第四系。基岩地层为侏罗系上统小索卡组（J_{3x}）及中统东大桥组（J_{2d}）；第四系地层主要有冲积、洪积、冲洪积、崩坡积等。

1) 基岩

侏罗系上统小索卡组（J_{3x}）：以紫红色粉砂岩、泥岩、泥页岩为主，次为深灰色、紫色细砂岩，呈互层状。厚度约 1500m，分布在库区绝大部分区域。

侏罗系中统东大桥组（J_{2d}）：灰、深灰色石英粉砂岩，细砂岩、泥岩互层夹介壳灰岩。厚度约 150m，主要分布在水库右岸然爱村附近及库尾近尚卡乡政府两岸。



2) 第四系

更新统冲积层 (Q_p^{al}): 该层为Ⅲ级阶地, 主要为黄褐色、紫红色、紫灰色等杂色卵漂石, 次为砂砾石, 砂砾石以夹层状或透镜体状分布, 该层厚度一般 5~35m。

全新统冲积层 (Q_4^{al}): 该层分为Ⅱ级阶地冲积层 (Q_4^{1al})、Ⅰ级阶地冲积层 (Q_4^{2al}) 和河床、漫滩冲积层 (Q_4^{3al})。

3) 第四系崩坡积层 (Q_4^{col+dl})

为黄褐色、紫红色碎块石夹土, 地表局部分布厚 1~1.5m 的土夹碎块石, 碎、块石原岩成分主要为泥质粉砂岩、砂岩, 直径一般 3~15cm, 大者可达 30cm, 棱角状。该层厚数米~二十余米, 零星分布于两岸斜坡部位。

(2) 地质构造

库区处于尚卡向斜西南翼, 尚卡向斜表现为复式向斜, 向斜轴线总体呈北西向展布。库区岩层总体倾向 NE, 倾角 $22^\circ \sim 70^\circ$ 。在芒达乡至校当见有北西向展布的小型褶皱, 为尚卡向斜内的次级褶皱。该区域断裂构造不发育, 未发现区域性断裂通过。基岩中裂隙主要发育走向 NE、NWW 的两组, 倾角以中陡倾角为主, 受岩层层面限制, 多短小, 无充填。

(3) 物理地质现象

库区的物理地质作用主要表现为岩体风化、卸荷、崩塌、冻融等。库区未发现滑坡体(变形体)分布。

2.2.1.2.4 供水及灌溉工程地质

(1) 地层岩性

供水及灌溉工程基岩为白垩系老然组 (K_1l)、侏罗系上统小索卡组 (J_3x)、中统东大桥组 (J_2d)、土拖组 (J_2t)、下统查郎嘎组 (J_1ch); 第四系有三级阶地堆积 (Q_p^{al})、二级阶地堆积 (Q_4^{1al})、一级阶地堆积 (Q_4^{2al})、河漫滩冲积 (Q_4^{3al})、冲洪积 (Q_4^{al+pl})、泥石流堆积 (Q_4^{sef})、残坡积 (Q_4^{el+dl})、滑坡堆积 (Q_4^{del}) 及崩坡积 (Q_4^{col+dl})。

(2) 地质构造

供水及灌溉工程在大地构造上位于羌塘地块上, 地质构造较复杂。基岩地层总体走向 $290^\circ \sim 340^\circ$, 倾向 NE(下游), 倾角以 $30^\circ \sim 55^\circ$ 为主。局部受褶皱或断层影响, 岩层产状变化较大。

供水及灌溉工程区发育区域断裂(俄洛桥断裂 F8)一条, 断层走向 $315^\circ \sim 340^\circ$ 倾向 NE, 倾角 $50^\circ \sim 75^\circ$, 断层带宽约 30m, 带内以糜棱岩为主, 偶见灰岩构成, 为



一压性逆冲断层,地质测绘时,未见明显露头点,该断层在地形上多表现为凹槽,被第四系覆盖。

灌区、供水线路工程区褶皱发育,其中有沙贡向斜、小索卡复式向斜、加卡复式向斜。

(3) 主要工程地质问题

灌区、供水管道工程主要工程地质问题为:滑坡变形引起管道工程基础稳定问题、泥石流沟管桥支墩基础或倒虹吸基础问题、斜坡地貌岩体顺向坡时,管道外侧岩块及崩坡堆积物垮落引起管道基础稳定问题、供水线路隧洞围岩稳定问题、及隧洞进、出口边坡稳定问题。

1) 滑坡变形引起管道工程基础稳定问题

右岸供水管道沿线经过4个滑坡,其中加林村滑坡(HP4)已治理,基本稳定;达东村滑坡(HP1)、约达村滑坡(HP2)整体欠稳定,地表局部见坐滑陡坎。达东村滑坡(HP1)沿河长约430m,宽约80~100m,滑坡体约25万 m^3 ,供水管道可以沿滑坡后缘绕过。约达村滑坡(HP2)平面长1200m,宽约220~280m,前缘与后缘高程差约600m。供水管道无法绕开,该滑坡稳定性差,可能发生变形。

2) 泥石流沟管桥支墩基础或倒虹吸基础问题

两岸供水管道沿线共跨越泥石流沟9条,其中8条规模较小,对管道工作影响较小,较大的泥石流沟1条(学土村泥石流沟)。学土村泥石流沟沟宽约80~100m,沟两岸为阶地堆积,少量崩坡堆积体,沟底多为块石土。

从2014年到2015年两年勘察期间观察,泥石流在雨季均有不同程度发生。该泥石流沟延伸长约3km,供水管道绕过的可能性小,但随着人类工程活动对大自然的破坏,或雨季雨水增多,可能会发生规模较大的泥石流。

3) 管道外侧岩块及崩坡堆积物变形位移引起管道基础稳定问题

两岸供水管道沿线穿过多个斜坡地段,多为基岩,少量为崩坡堆积体。而基岩多为顺向坡,且倾裂隙发育。在冻融作用下,基岩岩体及其上覆的崩坡堆积物发生变形位移,或崩落导致斜坡局部悬空,而导致管道基础失稳定。

4) 管道隧洞围岩稳定问题

供水管道沿线共布设了5条隧洞,均采用城门洞型断面,断面尺寸4.8m×3.6m(宽×高),隧洞埋深15~275m不等,隧洞围岩岩性主要为泥质粉砂岩(局部夹泥岩),次为粉细砂岩。泥质粉砂岩为软岩,洞室围岩易产生塑性变形,围岩自稳时间短,可能发生一定规模的各种变形和破坏,洞室围岩类别为IV类;粉细砂岩为较坚硬岩,裂隙较



发育，受结构面组成切割，岩体完整性差～较破碎，局部岩体呈镶嵌结构或碎裂结构，局部稳定性差，不支护可能发生塌方或变形破坏，洞室围岩类别为Ⅲ类；另外在进、出口弱风化带岩体洞段围岩一般为软岩，裂隙发育，岩体完整性差，围岩不能自稳，变形破坏严重，洞室围岩类别一般为Ⅴ类。坝址区隧洞围岩以Ⅳ类为主，次为Ⅲ类和Ⅴ类，洞室围岩稳定问题比较突出。

2.2.1.2.5 导排工程地质

(1) 基本地质概况

泉水导排管线主要沿昂曲、芒达曲及恩达曲河谷两岸已建公路或乡间土路内侧布置，属高原区高山峡谷地貌。

泉水导排工程区出露的基岩为白垩系下统老然组(K_1l)，侏罗系上统小索卡组(J_{3X})、中统东大桥组(J_{2d})、土拖组(J_{2t})、下统查郎嘎组(J_{1ch})，三叠系上统夺盖拉组(T_{3d})、阿堵拉组(T_{3a})、波里拉组(T_{3b})；第四系有三级阶地堆积(Q_p^{al})、二级阶地堆积(Q_4^{1al})、一级阶地堆积(Q_4^{2al})、河漫滩冲积(Q_4^{3al})、冲洪积(Q_4^{al+pl})、残坡积(Q_4^{el+dl})及崩坡积(Q_4^{col+dl})。

泉水导排工程处于芒达复向斜核部区域及其两翼，沿线褶皱发育，地质构造复杂。沿线岩层总体走向NW，倾向NE或SW，倾角 $20^\circ \sim 70^\circ$ ，该区域断裂构造不发育。沿线地质地质灾害不发育，物理地质作用主要表现为岩体风化、卸荷、崩塌、冻融等。

(2) 工程地质条件及评价

1) 泉水导排线路沿恩达曲、芒达曲及昂曲两岸公路或乡村道路内侧布置，地质灾害不发育，线路总长52.64km，其中工程地质条件好的岩质地基(Ⅰ)线路总长约29.52km，占线路总长的55.6%，覆盖层地基中为阶地砂砾地基(Ⅱ1)的线路总长约34.3km，占线路总长的34.3%；崩塌堆积层或冲洪积层地基(Ⅱ2)的线路总长约5.311km，占线路总长的10.0%。

2) 拟布集水池场地区均未见崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害发育，场地整体稳定条件好，地表多为第四系崩坡积层或冲洪积碎石土、土夹碎石，结构松散～中密，出露基岩或覆盖层下伏岩体均为三叠系波里拉组(T_{3b})灰白色中厚层～厚层状细晶灰岩夹生物碎屑灰岩，岩石饱和单轴抗压强度 $>40\text{MPa}$ ，为中硬岩～坚硬岩。集水池基础布置在弱溶蚀基岩上，灰岩承载力可满足集水池基础要求。

2.2.1.3 气象

昂曲流域地处青藏高原东南部，属高原亚温带亚湿润气候，流域内日照充足，干湿



季分明，年无霜期短，以寒冷为基本特点，受南北平行峡谷及中低纬度地理位置因素影响，气温具有区域性分布差异明显特点。根据昌都气象站 1951 年建站以来多年气象特征值统计，多年平均气温 7.8°C ，历年最高气温 33.4°C ，最低气温 -20.7°C ；多年平均降雨量 491mm ，主要集中在 6~9 月，约占全年降水量的 74.9%；月最大降水出现在 7 月，约占全年降水量的 21.7%；最小降水出现在 1 月，约占全年降水量的 0.31%。多年平均蒸发量 1597mm ，多年平均日照 2412h ，多年平均雪日数 46.7d ，多年平均无霜期 162d ，多年平均风速 1m/s ，最大风速 15m/s （NW），最大冻土深度 81cm 。

本地区初冰日期在 10 月下旬或 11 月中旬，终冰日期为 3 月下旬至 4 月上旬，北部干支流有局部封冻现象。

工程区气象特征详见表 2.2-1。

表 2.2-1 工程区气象特征

项目	内容		单位	工程区
气温	平均	多年	℃	7.8
	极值	最高	℃	33.4
		最低	℃	-20.7
	≥10℃有效积温		℃	1100 ~ 2400
降水	多年平均		mm	491
	20 年一遇 24h 降水量		mm	47.5
	50 年一遇 24h 降水量		mm	54.5
	100 年一遇 24h 降水量		mm	59.6
相对湿度	年平均		%	58% ~ 60%
蒸发量	年平均		mm	1597
风	多年平均风速		m/s	1
	最大风速		m/s	15
多年平均雪日数			d	162
多年平均无霜期			d	46 ~ 162
全年日照数			h	2412
最大冻土深度			cm	81

2.2.1.4 水文

(1) 径流洪水

宗通卡坝址 1960~2014 年多年平均流量 $138\text{m}^3/\text{s}$ ，径流 43.5 亿 m^3 。径流年内分配不均匀，汛期 5~10 月径流量占全年径流量比例达 83.4%，其中又以 7 月份最大，占全年径流量的 19.3%，2 月份径流量最小，占全年径流量的 1.63%。

昂曲流域地势高峻，气候干冷，降水强度小，历年变化不大，流域内很少有日降水大于 50mm 的暴雨。雨季多受西南季风控制，水汽来源于孟加拉湾及南海。由于海拔较高，即使在气温较高的夏秋季节，亦有部分降水以降雪的形式出现。流域洪水主要由降



水形成,属暴雨洪水,春季融雪有时也形成洪水。由于降雨主要集中在6~9月,与降水分布相应,流域洪水也主要集中在6~9月。6~9月是年内气温最高时期,冰雪融水量大,地下水补给量又占一定比例。加上流域面积不大,支流短小,洪水汇流时间较短,因此洪水具有历时短、过程尖瘦、陡涨陡落的特点,一次洪水历时约为1~3d。由于流域降水量小,年际变化不大,年最大洪峰流量年际变化也不大,不易出现特大成灾洪水。

宗通卡坝址设计洪水,以昌都站为依据,采用水文比拟法,按照面积比的2/3次方进行推求,计算成果见表2.2-2。

表 2.2-2

坝址设计洪峰成果表

单位: m^3/s

坝址	设计频率(%)									
	0.05	0.1	0.2	0.3	1	2	3.3	5	10	20
宗通卡	3330	3090	2850	2680	2300	2060	1880	1730	1480	1220

(2) 泥沙

昂曲属山区性河流,位于雪域高原区。径流补给中,雪山融水、地下水占较大比重,以牧业、农业为主的人类活动影响比重低,泥沙侵蚀模数不大。昂曲无实测泥沙资料,考虑到香达实测含沙量系列较长,本次采用澜沧江干流香达站为设计依据站。

据统计,香达站1960~2000年及2007~2014年多年平均输沙量为341万t,汛期5~10月输沙量占全年的98.0%。根据宗通卡坝址历年月平均流量,借用香达站及昌都站历年月平均含沙量,推求坝址1960~2014年悬移质输沙量系列,多年平均悬移质输沙量为323万t,特征值见表2.2-3。

澜沧江流域各水文站均无实测推移质资料,采用本地区经验系数法,根据以前工程设计经验,取推悬比10%,由悬移质输沙量计算推移质沙量为32.3万t。

表 2.2-3

坝址多年平均输沙总量表

系列长度	面积 (km^2)	悬移质含沙 量(kg/m^3)	悬移质输沙 率(kg/s)	悬移质输沙模 数($\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$)	悬移质输 沙量(万t)	推移质输 沙量(万t)	总输沙量 (万t)
1960~2014年	15592	0.720	102	207	323	32.3	355.3

2.2.1.5 土壤

昌都市土壤类型复杂多样,按全国第二次土壤普查的土壤分类体系,项目区土壤类型主要包括高山寒漠土、高山草甸土、亚高山草甸土、灰褐土、暗棕壤、棕壤、褐土、草甸土、石质土和粗骨土等。其中高山寒漠土面积占12.71%,高山草甸土面积占22.76%,亚高山草甸土面积占36.11%,灰褐土面积占8.93%,暗棕壤面积占5.65%,棕壤面积占3.29%,褐土面积占5.94%,草甸土面积占1.13%,石质土面积占2.97%,粗骨土面积仅



占 0.51%。由于受水热条件和地形条件的影响,耕地土壤类型以灰褐土、褐土和亚高山草甸土为主,主要分布在河谷两岸阶地及台地上。根据地质勘测结果,坝址区地表壤土层厚 0.4~1.0m,水库区表层壤土(含砾)厚 0.5~3.0m。

2.2.1.6 植 被

项目区属高原山地寒温性针叶林带,区内保存着较为原始的自然植被,包括灌丛林、针叶林、草甸等,部分有农业植被。工程区植被分区为亚热带植被地带,东亚亚热带常绿阔叶林地区,藏东高山峡谷旱谷刺灌丛区,横断山脉北部山缘峡谷山地灌丛亚区,昌都-察雅小区。植被分布特点为:深切河谷植被以旱生有刺灌丛为代表;山地深林植被以针叶林为代表;高山植被以中生性植物组成的灌丛草甸为代表,一般无草原化趋势;农业植被为旱作物,包括青稞、小麦等。

自然植被地理分布特点主要表现为垂直、坡向变化。受温度和湿度双重影响,深切河谷到高山岭脊,植被更替形成有规律的分带,依次为:干旱河谷灌丛带→山地针叶林带→高山灌丛草甸带→高山稀疏垫状植被带。

昌都市森林资源丰富,属于西藏自治区第二大林区,根据地区林业局森林资源清查统计,全地区现有林地面积 123.49 万 hm^2 ,活立木蓄积量 3.36 亿 m^3 ,灌木林面积 221.78 万 hm^2 ,森林覆盖率为 33.6%,生态地位十分重要。但由于局部地段过量采伐使森林植被遭到严重破坏,导致水土流失相当严重,生物多样性减少,生态环境日益恶化,影响到昌都地区经济和社会发展。根据工程区土地利用类型,工程区林草覆盖率 46.60%。

2.2.1.7 其 他

昌都市目前共建立自然保护区 38 个,其中 2 个国家级自然保护区(芒康滇金丝猴国家级自然保护区、类乌齐国家级自然保护区)、1 个国家级森林公园(然乌湖国家森林公园)、1 个自治区级湿地保护区(然乌湖自治区级湿地自然保护区)、1 个市级珠角唐代古柏自然保护区、33 个县级自然保护区。其中地点在卡若区内的除市级珠角唐代古柏自然保护区外有 4 县级自然保护区:柴维自然保护区、嘎玛自然保护区、若巴自然保护区、约巴自然保护区,均不在工程范围内。根据目前查勘及资料分析,宗通卡水利枢纽工程不涉及自然保护区、风景名胜区以及地质公园生态等敏感区。

2.2.2 水土流失现状

2.2.2.1 区域水土流失现状

根据《全国水土保持规划(2015-2030 年)》(国函[2015]160 号),本工程所在的



昌都市卡若区和类乌齐县不属于国家水土流失重点预防区和重点治理区。根据《西藏自治区水土保持规划（2019-2030年）》（藏政函[2019]55号），工程区所在的昌都市卡若区属于西藏自治区水土流失重点治理区，类乌齐县属于西藏自治区水土流失重点预防区。项目区水土流失侵蚀类型以中度水力侵蚀为主。根据全国水土保持规划，本工程所涉及的昌都市属青藏高原区，土壤侵蚀类型以水力侵蚀和冻融侵蚀为主，容许土壤流失量为 $500\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 。

昌都市水土流失类型按发生的外营力划分为水力侵蚀和冻融侵蚀。据2018年西藏自治区水土流失动态监测成果，昌都市水力侵蚀面积共计 14333.9km^2 ，其中轻度侵蚀 5452.22km^2 ，中度侵蚀 5758.35km^2 ，强烈侵蚀 1718.3km^2 ，极强烈侵蚀 938.59km^2 ，剧烈侵蚀 466.44km^2 ；昌都市冻融侵蚀面积共计 36610.5km^2 ，其中轻度侵蚀 8004.85km^2 ，中度侵蚀 11796.72km^2 ，强烈侵蚀 16353.97km^2 ，极强烈侵蚀 451.81km^2 ，剧烈侵蚀 3.15km^2 。

昌都市卡若区现有水土流失面积 1107.36km^2 ，占全市流失面积的 7.72% ，其中轻度侵蚀面积 199.53km^2 ，中度侵蚀面积 648.53km^2 ，强烈侵蚀面积 140.87km^2 ，极强烈侵蚀面积 60.56km^2 ，剧烈侵蚀面积 57.87km^2 。

昌都市类乌齐县现有水土流失面积 354.67km^2 ，占全市总面积的 2.47% ，其中轻度侵蚀面积 126.56km^2 ，中度侵蚀面积 123.72km^2 ，强烈侵蚀面积 62.04km^2 ，极强烈侵蚀面积 29.25km^2 ，剧烈侵蚀面积 13.1km^2 。

卡若区及类乌齐县水土流失面积见表2.2-4。水土流失形式以水蚀面蚀为主，伴有沟蚀和崩塌。

表 2.2-4 昌都市卡若区、类乌齐县水土流失面积统计表 单位： km^2

县区	水土流失类型	水力侵蚀					合计
		轻度	中度	强烈	极强烈	剧烈	
卡若区	水土流失面积	199.53	648.53	140.87	60.56	57.87	1107.36
	比例（%）	18.02	58.57	12.72	5.47	5.23	
类乌齐县	水土流失面积	126.56	123.72	62.04	29.25	13.1	354.67
	比例（%）	35.68	34.88	17.49	8.25	3.69	

2.2.2.2 工程区水土流失现状

项目建设区占地类型以耕地、林地、水利设施用地为主，水土流失形式在轻度区以细沟、浅沟侵蚀为主。根据工程区土壤侵蚀分布图结合调查分析，工程扰动地表总面积



744.54hm²，水土流失面积 744.54hm²，土壤侵蚀强度以中度为主。根据现场查勘，并结合用地区域地形地貌，植被类型、覆盖率及水文气象等要素，经综合分析来确定项目区平均侵蚀模数为 1700~3500t/(km²·a)。工程占地区水土流失现状见表 2.2-5。工程区现状照片详见照片 2.2-1~2.2-6。

表 2.2-5

项目建设区水土流失现状表

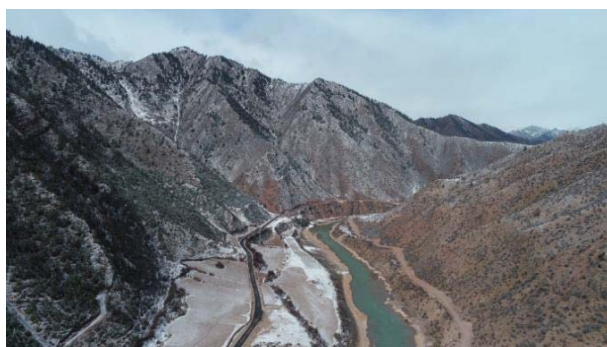
项目			面积	耕地	林地	草地	城镇村及工矿用地	交通运输用地	水域及水利设施用地	其他土地
枢纽工程防治区	枢纽建筑区	面积 (hm ²)	153.46	37.29	97.54	4.92	0.12	2.99	10.61	
		坡度 (°)		8~15	25~35	8~15	<5	<5	<5	8~15
		植被覆盖率 (%)			>45	>45				
		流失强度		中度	中度	轻度	微度	微度	微度	轻度
		平均侵蚀模数 (t/km ² ·a)	3150							
	永久办公管理区	面积 (hm ²)	1.80		1.80					
		坡度 (°)			25~35					
		植被覆盖率 (%)			>45					
		流失强度			中度					
		平均侵蚀模数 (t/km ² ·a)	3500							
	弃渣(存料)场	面积 (hm ²)	23.00		21.30				1.16	0.54
		坡度 (°)			25~35				<5	
		植被覆盖率 (%)			>45					
		流失强度			中度				微度	
		平均侵蚀模数 (t/km ² ·a)	3300							
	料场区	面积 (hm ²)	3.10		3.10					
		坡度 (°)			25~35					
		植被覆盖率 (%)			>45					
		流失强度			中度					
		平均侵蚀模数 (t/km ² ·a)	3500							
	施工交通设施区	面积 (hm ²)	15.62		15.24	0.36		0.02		
		坡度 (°)			25~35	8~15		<5		
		植被覆盖率 (%)			>45	>45				
		流失强度			中度	轻度		微度		
		平均侵蚀模数 (t/km ² ·a)	3450							
	施工生产生活区	面积 (hm ²)	18.85	14.71	4.14					
		坡度 (°)		8~15	25~35					
		植被覆盖率 (%)			>45					
		流失强度		中度	中度					
		平均侵蚀模数 (t/km ² ·a)	3500							



续表 2.2-5

项目建设区水土流失现状表

项目			面积	耕地	林地	草地	城镇村 及工矿 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 防治 区	移民 安置 及专 项设 施复 建区	面积 (hm^2)	21.75							21.75
		坡度 ($^\circ$)								
		植被覆盖度 (%)								
		流失强度								
		平均侵蚀模数 ($\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$)	2000							
供水、 灌区 及导 排工 程防 治区	供水 及灌 区建 筑物 区	面积 (hm^2)	118.29	73.60	33.47	9.93		0.02	1.27	
		坡度 ($^\circ$)		8~15	25~35	8~15		<5	<5	
		植被覆盖度 (%)			>45	>45				
		流失强度		中度	中度	轻度		微度	微度	
		平均侵蚀模数 ($\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$)	3250							
供水、 灌区 及导 排工 程防 治区	弃渣 场区	面积 (hm^2)	10.80		8.50	2.30				
		坡度 ($^\circ$)			25~35	8~15				
		植被覆盖度 (%)			>45	>45				
		流失强度			中度	轻度				
		平均侵蚀模数 ($\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$)	3050							
	施工 交通 设施 区	面积 (hm^2)	30.00			29.54		0.46		
		坡度 ($^\circ$)				8~15		<5		
		植被覆盖度 (%)				>45				
		流失强度				轻度		微度		
		平均侵蚀模数 ($\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$)	1700							
	施工 生产 生活 区	面积 (hm^2)	9.00	9.00						
		坡度 ($^\circ$)		8~15						
		植被覆盖度 (%)								
		流失强度		中度						
		平均侵蚀模数 ($\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$)	3500							



照片 2.2-1 坝址区



照片 2.2-2 坝址区



照片 2.2-3 上游右岸存料场



照片 2.2-4 下游施工区



照片 2.2-5 左岸 1#弃渣（存料）场



照片 2.2-6 左岸 1#弃渣（存料）场

2.2.3 水土保持现状

2.2.3.1 区域水土保持现状

昌都市水土保持工作经历了从单项治理到综合治理，从分散治理逐步发展到按小流域集中连片治理，从单纯治理转向预防为主，从防护性治理转向开发治理，在退耕还林还草的政策和实践的基础上，以小流域单元对区域水土流失进行治理，改善传统农牧业生产对土地资源造成的影响，逐步走上了科学化、规范化的轨道，治理工作取得一定成效。根据第一次全国水利普查成果，昌都市累计完成坡改梯工程 6279hm^2 ；营造水土保持林 7257hm^2 ，其中乔木林 6118hm^2 ，灌木林 1139hm^2 ；营造经济林 213hm^2 ；种草 16513hm^2 ，实施封禁治理面积 3941hm^2 。

2.2.3.2 开发建设项目水土流失治理经验

本工程以西藏自治区登曲觉巴水电站工程作为水土保持设计参考。

觉巴水电站位于西藏昌都地区芒康县境内，是登曲干流水电开发第三个梯级。工程主要任务为发电，电站装机容量 30MW ，多年平均年发电量 1.47 亿 $\text{kW}\cdot\text{h}$ 。工程于 2013 年 7 月开工建设，2015 年 12 月完工，总工期 30 个月。

工程区土壤侵蚀类型主要有水力侵蚀、风力侵蚀和冻融侵蚀，其中以水力侵蚀和风力侵蚀为主，侵蚀程度为轻度～中度。

工程弃渣场的水土流失防治遵循“先挡后弃、防弃同步”的原则，采用浆砌石挡墙

护脚，渣面及堆渣边坡进行绿化；料场上缘设一道排水沟，料场开采后进行平整并复耕、造林种草；施工道路两侧布设浆砌石排水沟，并栽植行道树绿化防护；主体工程施工临时占地在施工前布置截排水设施，使用后拆除临时建筑并将废弃物运至指定地点，对场地进行平整并恢复耕地和植被恢复措施。



枢纽工程区截排水沟



弃渣场挡渣墙



枢纽工程区绿化



弃渣场边坡绿化

3 主体工程水土保持评价

3.1 主体工程制约性因素分析与方案比选评价

3.1.1 主体工程水土保持制约性因素分析

根据《中华人民共和国水土保持法》、《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）、《水利水电工程水土保持技术规范》（SL575-2012）等技术标准对主体工程进行水土保持评价。

3.1.1.1 《中华人民共和国水土保持法》制约性因素分析

根据《中华人民共和国水土保持法》，主要针对第二十四条、第二十五条、第二十八条、第三十二条、第三十八条进行水土保持制约性因素分析与评价。水土保持法制约因素分析与评价结果详见表 3.1-1。

表 3.1-1 《中华人民共和国水土保持法》制约性因素分析评价表

法律条款	要求内容	本工程符合性分析	是否存在制约
第十七条	禁止在崩塌、滑坡危险区和泥石流易发区从事取土、挖砂、采石等可能造成水土流失的活动。崩塌、滑坡危险区和泥石流易发区的范围，由县级以上地方人民政府划定并公告。崩塌、滑坡危险区和泥石流易发区的划定，应当与地质灾害防治规划确定的地质灾害易发区、重点防治区相衔接。	本工程不涉及在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的取土、挖砂、采石等活动。	不存在制约
第十八条	水土流失严重、生态脆弱的地区，应当限制或者禁止可能造成水土流失的生产建设活动，严格保护植物、沙壳、结皮、地衣等。	本工程不涉及水土流失严重区，不涉及生态敏感区域。	不存在制约
第二十四条	生产建设项目选址、选线应当避让水土流失重点预防区和重点治理区；无法避让的，应当提高防治标准，优化施工工艺，减少地表扰动和植被损坏范围，有效控制可能造成的水土流失。	本工程涉及西藏自治区水土流失重点治理区和重点预防区。	通过提高防治标准和防治目标值，同时优化施工工艺，减少地表扰动及植被损坏范围等
第二十八条	依法应当编制水土保持方案的生产建设项目，其生产建设活动中排弃的砂、石、土、矸石、尾矿、废渣等应当综合利用；不能综合利用，确需废弃的，应当堆放在水土保持方案确定的专门存放地，并采取措施保证不产生新的危害。	本工程开挖料除自身填筑利用外，对确需废弃的弃渣运至枢纽和输水工程专门的弃渣场集中堆放，并采取拦挡、截排水、护坡、植被恢复等综合防护措施，可防止弃渣产生新的危害。	不存在制约
第三十二条	在山区、丘陵区、风沙区以及水土保持规划确定的容易发生水土流失的其他区域开办生产建设项目或者从事其他生产建设活动，损坏水土保持设施、地貌植被，不能恢复原有水土保持功能的，应当缴纳水土保持补偿费，专项用于水土流失预防和治理。	本方案已计列水土保持补偿费。	不存在制约



续表 3.1-1

《中华人民共和国水土保持法》制约性因素分析评价表

法律条款	要求内容	本工程符合性分析	是否存在制约
第三十八条	对生产建设活动所占用的土地的地表土应当进行分层剥离、保存和利用,做到土石方挖填平衡,减少地表扰动范围;对废弃的砂、石、土、矸石、尾矿、废渣等存放地,应当采取拦挡、坡面防护、防洪排导等措施。生产建设活动结束后,应当及时在取土场、开挖面和存放地的裸露土地上植树种草、恢复植被。	本工程对建设活动占用的表土层土进行了剥离并加以保存和利用;开挖土石方尽量利用,减少了地表扰动范围;对各弃渣场均采取了相应的防护措施;施工结束后,对工程区临时占地裸露区域进行植被恢复。	不存在制约

3.1.1.2 《生产建设项目水土保持技术标准》(GB50433—2018) 制约性因素分析

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,工程不涉及国家级水土流失重点防治区,但不可避免涉及西藏自治区水土流失重点治理区和重点预防区,本方案通过提高防治标准和防治目标值,同时优化施工工艺,减少地表扰动范围等措施后,可最大程度控制建设活动产生的水土流失。总体评价,工程选线、建设方案和布局不存在水土保持制约性因素,工程弃渣场选址等均符合 GB50433-2018 对主体工程的约束性规定和要求。主要分析评价结论详见表 3.1-2。

表 3.1-2

GB50433-2018 水土保持制约性因素分析与评价一览表

序号	项目	规定内容	本方案符合性分析	是否存在制约
1	工程选址、建设方案的限制因素	(1) 主体工程选址(线)应避免下列区域: 1) 水土流失重点预防区和重点治理区; 2) 河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带; 3) 全国水土保持监测网络中的水土保持监测站点、重点试验区及国家确定的水土保持长期定位观测站。	工程选址(线)不涉及国家级水土流失重点预防区和重点治理区,但不可避免涉及西藏自治区水土流失重点治理区和重点预防区;主体工程选址(线)不涉及河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带和全国水土保持监测网络中的水土保持监测站点、重点试验区及国家确定的水土保持长期定位观测站。	本工程不可避免涉及西藏自治区水土流失重点防治区,通过提高防治标准和防治目标值,同时优化施工工艺,减少地表扰动及植被损坏范围等后不存在制约
		(2) 公路、铁路工程在高填深挖路段,应采用加大桥隧比例的方案,减少大填大挖。填高大于 20m 或挖深大于 30m 的,必须有桥隧比选方案。路基、路堑在保证稳定的基础上,应采用植物防护或工程与植物防护相结合的设计方案。	本工程不属于公路和铁路工程,施工道路在保证路基、路堑稳定的基础上,采用植物与工程措施相结合的方式防护。	
		(3) 城镇区的建设项目应提高植被建设标准,注重景观效果,配套建设灌溉、排水和雨水利用设施。	本工程不属于城市建设项目。	
		(4) 对无法避让水土流失重点预防区和重点治理区的生产建设项目,建设方案应符合下列规定: 1) 应优化方案,减少工程区占地和土石方量;公路、铁路等项目填高大于 8m 宜采用桥梁方案;管道工程穿越宜采用隧道、定向钻、顶管等方式;山丘区工业场地宜优先采取阶梯式布置。 2) 截排水工程、拦挡工程的工程等级和防洪标准应提高一级。 3) 宜布设雨洪集蓄、沉沙设施。 4) 提高植物措施标准,林草覆盖率应提高 1 个-2 个百分点	本工程涉及西藏自治区水土流失重点治理区和重点预防区,相应提高了林草覆盖率。	



续表 3.1-2

GB50433-2018 水土保持制约性因素分析与评价一览表

序号	项目	规定内容	本方案符合性分析	是否存在制约
		(5) 严禁在崩塌和滑坡危险区、泥石流易发区内设置取土(石、砂)场。	本工程未在崩塌和滑坡危险区、泥石流易发区内设置取土(石、砂)场。	
2	施工组织设计的限制因素	(1) 应控制施工场地占地, 避开植被相对良好的区域和基本农田区。	本工程施工布置符合规定要求。	不存在制约
		(2) 应合理安排施工, 防止重复开挖和多次倒运, 减少裸露时间和范围。	主要的土石方工程尽量安排在枯水季节, 并通过施工进度与工序衔接, 减小了裸露地表面积和时间。	
		(3) 在河岸陡坡开挖土石方, 一级开挖边坡下方有河渠、公路、铁路、居民点和其他重要基础设施时, 宜设计渣石渡槽、溜渣洞等专门设施, 将开挖的土石导出。	本工程不涉及河岸陡坡土石方开挖。	
		(4) 弃土、弃石、弃渣应分类堆放。	本工程弃土、弃石、弃渣按要求分类堆放。	
		(5) 外借土石方应优先考虑利用其它工程废弃的土(石、渣), 外购土(石、料)应选择合规的料场。	本工程周边无可利用的废弃土(石、渣), 工程外借土石方全部来自合规的料场区域开采。	
		(6) 大型料场宜分台阶开采, 控制开挖深度。爆破开挖应控制装药量和爆破范围。	本工程块石料场开采采用从上到下、分台阶逐层开挖, 砂砾石料场采用分层、分区开采, 严格控制开挖深度。	
		(7) 工程标段划分应考虑合理调配土石方, 减少取土(石)方、弃土(石、渣)方和临时占地数量。	本工程根据场地填筑要求, 就近合理调配土石方。	
		(1) 施工活动应控制在设计的施工道路、施工场地内。	本工程施工活动严格控制在施工道路、施工场地内。	
		(2) 施工开始时应首先对表土进行剥离和保护, 剥离的表土应集中堆放, 并采取防护措施。	已考虑将工程区表层耕植土进行剥离, 并设置专门场地进行集中堆放, 以满足后期场地恢复覆土的需要。	
		(3) 裸露地表应及时防护, 减少裸露时间; 填筑土方时应随挖、随运、随填、随压。	施工采用随挖、随运、随填、随压的方法, 做到及时处理开挖土方, 减少裸露时间。	
		(4) 临时堆土(石、渣)应集中堆放, 并采取临时拦挡、苫盖、排水、沉沙等措施。	施工期间, 对施工开挖、填筑的临时堆土(石、渣)集中堆放, 并采取临时拦挡、排水、沉沙和苫盖等防护措施。	
		(5) 施工产生的泥浆应优先通过泥浆池沉淀, 再采取其他处置措施。	本工程施工不产生泥浆。	
		(6) 围堰填筑、拆除应采取减少流失的有效措施。	围堰填筑、拆除过程中采取临时拦挡苫盖等防护措施。	
		(7) 弃土(石、渣)场地应事先设置拦挡措施, 弃土(石、渣)应有序堆放。	本工程弃土(石、渣)场地均采取“先拦后弃”的原则, 并对弃土(石、渣)进行有序堆放。	
		(8) 取土(石、砂)场开挖前应设置截(排水、沉沙)措施。	本工程在料场开挖前设置了相应的截排水、沉沙等措施。	
		(9) 土(石、料、渣、矸石)方在运输过程中应采取保护措施, 防治沿途散溢。	土、石料运输过程中通过加强管理、覆盖、洒水等措施避免撒落流失。	
3	不同水土流失类型区的特殊规定	青藏高原区应符合以下规定: 1) 应严格控制施工扰动范围, 保护地表、植被; 2) 高原草甸区应注重草皮的剥离、保护和利用; 3) 防护措施应考虑冻害影响。	本工程严格控制施工扰动范围, 对表层耕植土进行了剥离、保护和利用; 不涉及高原草甸区; 工程防护措施考虑了冻害影响。	不存在制约



3.1.1.3 《水利水电工程水土保持技术规范》（SL575-2012）制约性因素分析

根据《水利水电工程水土保持技术规范》（SL575-2012）关于水利水电工程建设过程中需遵循的一般规定，本工程建设与 SL575-2012 的符合性分析详见表 3.1-3。

表 3.1-3 SL575-2012 水土保持制约性因素分析评价结果览表

序号	规定内容	本方案符合性分析	是否存在制约
1	应控制和减少对原地貌、地表植被、水系的扰动和损毁，减少占用水土资源，注重提高资源利用效率。	本工程施工场地按枢纽工程和输水管线分别布置，较为紧凑，尽量减少占用土地资源。	不存在制约性因素
2	对于原地表植被、表土有特殊保护要求的区域，应结合项目区实际剥离表层土、移植植物以备后期恢复利用，并需要根据采取相应的防护措施。	工程区对地表植被无特殊保护要求，对占用的耕地结合后期恢复方向经考虑了表土剥离和防护措施。	不存在制约性因素
3	主体工程开挖土石方应优先考虑综合利用，减少借方和弃渣。弃渣应设置专门场地予以堆放和处理，并采取挡护措施。	本工程尽量利用自身开挖土方，利用率达到 68.3%，相对较高。	不存在制约性因素
4	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。	本工程弃渣场不涉及重要基础设施。	不存在制约性因素

3.1.2 主体工程设计方案比选水土保持分析与评价

3.1.2.1 坝址比选水土保持分析评价

（1）坝址比选

主体工程比选了 2 个坝址方案，上坝址方案和下坝址方案。两坝址相距 1km，坝址位置见图 3.1-1。



图 3.1-1 坝址位置示意图示意图

上坝址区昂曲河在平面上近似呈“C”字型，河流弯曲，河谷为“U”型谷。上坝址代表方案枢纽布置为：河床布置沥青心墙坝，左岸布置溢洪道、泄洪导流洞、电站厂

房及导流洞。最大坝高 75.00m，坝顶长 340m。

下坝址区昂曲河流弯曲，在平面上近似呈反“C”字形，为“U”型谷。下坝址代表方案的布置为：河床布置沥青心墙坝，右岸布置溢洪道、泄洪洞、引水发电系统及导流隧洞。最大坝高 78.00m。坝顶长 310m。

(2) 主体工程比选结论

根据主体工程坝址比选结论，上下坝址地形地貌、人工边坡工程地质条件相近，下坝址地层岩性、地质构造等条件略优于上坝址；下坝址方案主要建筑物布置在右岸，基础稳定性较好；在满足相同供水能力的前提下大口径输水管道长度较短；下坝址方案水头损失相对较小，灌溉耕地面积相对较大；施工导流、施工交通、施工布置及施工进度等方面，两坝址相当，两方案均可行；下坝址方案建设征地面积和费用稍大于上坝址方案；下坝址方案工程总投资相对较少。

综合比较，下坝址方案略优于上坝址方案，本阶段选定下坝址为推荐坝址。

(3) 水土保持比较

从水土保持角度分析，两坝址方案均不存在水土保持制约性因素。上坝址在扰动地表面积、损毁植被面积方面略优于下坝址，在土石方工程量、弃渣量、新增土壤流失量及水土保持投资方面，两方案基本相当。因此，从水土保持角度考虑，两处坝址比选结果差异不大，本阶段基本同意主体工程推荐的下坝址方案。坝址比选水土保持评价详见表 3.1-4。

3.1.2.2 坝型比选水土保持分析评价

(1) 坝型比选

在选定下坝址为推荐坝址的基础上，主体工程对混凝土重力坝和沥青混凝土心墙坝两种坝型进行坝型比选。

方案一，沥青混凝土心墙坝。河床布置沥青心墙坝，左岸布置溢洪道、泄洪导流洞、电站厂房及导流洞。最大坝高 78.00m，坝顶长 316m。大坝上游坝坡为 1:2.0，下游坝坡 1:2.0。泄水建筑物布置在右岸，由溢洪道和泄洪洞组成。发电引水建筑物布置于右岸 I 级阶地，由进水口、引水隧洞组成。电站厂房布置在右岸，为地面厂房，距坝轴线下游 173m。

方案二，混凝土重力坝。枢纽布置为：左岸非溢流坝段(100m)、泄洪坝段(54.0m)、导墙坝段(20.0m)、厂房坝段(56.0m)、右岸非溢流坝段(115.0m)。最大坝高 85.0m，



坝轴线总长度 345m。大坝基本断面为三角形，坝顶宽 13.0m，坝顶高程 3477m，上游面在 3425.0m 高程处起坡，坡比 1:0.2，下游坡比 1:0.8。泄水建筑物采用开敞式实用堰体型。电站引水建筑物由进水口和压力管道组成，进水口为坝式进水口。电站位于右岸，采用坝后式厂房布置。

表 3.1-4 坝址比选方案水土保持分析评价表

项 目	上坝址	下坝址	比选结果
地形条件	昂曲河河流曲折，左岸为凸岸（河湾地块），右岸为凹岸。河床及漫滩宽约 85m，正常蓄水位 3474m 高程沿坝轴线河谷宽约 332m。河床及漫滩地面高程 3409~3418m，I、II 级阶地地面高程 3420~3447m。两岸地形坡度 20°~40°。	河流曲折，左岸为凹岸，右岸为凸岸（河湾地块）。河床及漫滩宽约 80m，正常蓄水位 3474m 高程沿坝轴线河谷宽约 293m。河床及漫滩地面高程 3407~3416m，I 级阶地地面高程约 3419~3433m。两岸地形坡度 20°~40°。	地形条件相近
地层岩性	基岩主要为侏罗系上统小索卡组泥质粉砂岩，次为粉细砂岩和泥岩；第四系覆盖层主要为全新统冲积层和崩坡积层。	基岩主要为侏罗系上统小索卡组泥质粉砂岩和粉细砂岩；第四系覆盖层主要为全新统冲积层和崩坡积层。	下坝址中硬岩含量较上坝址大，软岩较上坝址略少，下坝址略优
边坡稳定问题	上坝址人工边坡最大坡高约 150m（溢洪道左侧开挖边坡），边坡主要由泥质粉砂岩夹粉细砂岩、泥岩组成；导流洞及泄洪洞出口左侧边坡为顺向坡，最大坡高约 120m，边坡主要由泥质粉砂岩夹粉细砂岩、泥岩组成，岩层倾角为 28°。	下坝址人工边坡最大坡高约 130m（溢洪道右侧开挖边坡），边坡主要由泥质粉砂岩、粉细砂岩夹泥岩组成；溢洪道左侧边坡为横向~顺向坡，最大坡高约 56m，边坡主要由泥质粉砂岩和粉细砂岩组成，岩层倾角为 36°。	人工边坡工程地质条件相近
扰动地表面积（hm ² ）	404.62	414.99	上坝址略优
损毁植被面积（hm ² ）	386.86	399.65	上坝址略优
土石方挖填总量（万 m ³ ）	1058.61	1063.93	基本相当
弃渣量（万 m ³ ）	161.67	162.48	基本相当
新增土壤流失量（万 t）	8.50	8.95	基本相当
水土保持投资（万元）	7590	7577	基本相当
评价结论	上下两坝址方案均不存在水土保持制约性因素，上坝址在扰动地表面积、损毁植被面积方面略优于下坝址，在土石方工程量、弃渣量、新增土壤流失量及水土保持投资方面，两方案基本相当。因此，从水土保持角度考虑，两处坝址比选差异不大，本阶段基本同意主体工程推荐的下坝址方案。		

（2）主体工程比选结论

根据主体工程坝型比选结论，坝址附近河流冲积砂砾石、卵漂石等天然建筑材料储量丰富，更适宜修建当地材料坝；混凝土重力坝布置简单结构紧凑，沥青心墙坝需布置溢洪道、泄洪道洞及引水管道，枢纽布置相对复杂；混凝土重力坝在高寒地区混凝土表面的抗冻融、防冰凌、抗裂的难度较大；混凝土重力坝施工场地面积相对较小，开挖利用料及弃渣量均较少，工程区内利用料堆场及弃渣场占地面积比沥青心墙坝少。沥青混

凝土心墙坝投资相对较少。

综合比较,考虑到宗通卡水利枢纽工程位于西藏高寒高海拔地区,沥青心墙坝具有较好地适应当地气候条件,且工程投资少。因此本阶段选定沥青混凝土心墙坝为推荐坝型。

3) 水土保持比较

从水土保持角度分析,两坝型方案均不存在水土保持制约性因素,当地材料坝方案扰动地表面积、损毁植被面积、土石方工程量、弃渣量、水土流失量、水土保持投资相对较小,工程建设过程产生的水土流失影响相对较小。因此,从水土保持角度考虑,同意主体工程推荐的沥青混凝土心墙坝作为推荐坝型。坝型比选水土保持评价详见表 3.1-5。

表 3.1-5 坝型比选方案水土保持分析评价表

项 目	方案一: 沥青混凝土心墙坝	方案二: 混凝土重力坝	比选结果
地形地质条件	枢纽区河谷为宽缓的“U”型谷,两岸天然地形坡度一般 $20^{\circ} \sim 40^{\circ}$,局部较陡形成陡崖,上坝址左岸、下坝址右岸分布有阶地,阶地高出河床 15~40m。谷底阶地冲积层大多可以直接利用,不存在坝基稳定问题,同时施工开挖弃料可用作大坝填筑料,工程所需混凝土骨料相对较少,因此更适宜修建当地材料坝。		更适宜当地材料坝,方案一较优
施工条件	上游围堰与大坝结合,施工期间采用导流隧洞和永久泄洪洞联合泄流,导流隧洞断面尺寸 $7\text{m} \times 9.5\text{m}$,隧洞断面相对较小,沥青混凝土心墙坝方案导流工程量相对较小	需单独布置土石围堰,施工期间单独采用导流隧洞泄流,隧洞尺寸 $7.5\text{m} \times 11\text{m}$,隧洞断面尺寸相对较大,混凝土重力坝方案导流工程量相对较大。	方案一优
扰动地表面积 (hm^2)	414.99	495.24	方案一优
损毁植被面积 (hm^2)	399.65	485.88	方案一优
土石方量 (万 m^3)	1063.93	1255.67	方案一优
弃渣量 (万 m^3)	162.48	178.27	方案一优
水土流失量 (万 t)	8.95	10.70	方案一优
水土保持投资 (万元)	7577	8350	方案一优
评价结论	方案一扰动地表面积、损毁植被面积、土石方工程量及弃渣量、水土流失量、水土保持投资等因素均优于方案二,相对较优。因此,从水土保持角度考虑,同意主体工程推荐的沥青混凝土心墙坝作为推荐坝型。		

3.2 工程占地分析评价

3.2.1 工程占地面积复核分析

根据征地移民实物指标调查,本工程征地面积 825.02hm^2 ,其中永久征地 618.22hm^2 ,包括枢纽工程及其管理范围、永久道路、业主营地、水库淹没占地等;临时征地 206.80hm^2 ,包括施工道路、施工生产生活区、料场、弃渣场等占地。



根据工程布置及施工布置，水土保持方案中对工程占地进行了复核。工程未计专项设施复建区、泉水导排工程等占地工程，本次补充专项设施复建区和泉水导排工程及其施工生活区、施工道路的面积，经复核工程占地面积共计 857.62hm²，其中枢纽工程区占地 676.80hm²，供水及灌溉工程占地 180.82hm²。本工程占地面积及类型统计详见表 3.2-1。

表 3.2-1

宗通卡水利枢纽工程占地面积统计表

hm²

项目		县区	面积	耕地	园地	林地	草地	城镇村及 工矿用地	交通运输 用地	水域及水利 设施用地	其他土 地	备注	
枢纽工程防 治区	枢纽建筑 物及管理 区	卡若区	134.79	28.76		87.99	4.91	0.12	2.48	10.52		永久	
		类乌齐县	18.67	8.53		9.55	0.00		0.51	0.08		永久	
	永久办公 生活区	卡若区	1.80			1.80						永久	
		类乌齐县											
	弃渣场	卡若区	15.70	4.86		9.50				1.07	0.27	临时	
		类乌齐县	7.30			6.94				0.09	0.27	临时	
	料场区	卡若区											
		类乌齐县	3.10			3.10						临时	
	施工交通 设施区	卡若区	2.25			2.25						永久	
		卡若区	6.74			6.36	0.36		0.02			临时	
		类乌齐县	6.63			6.63						临时	
	施工生产 生活区	卡若区	18.85	9.85		9.00						临时	
		类乌齐县											
	水库淹没 影响区	卡若区	223.25	63.76		69.25	14.79	1.02	3.82	65.05	5.57	永久	
		类乌齐县	219.38	28.09	1.57	89.64	10.80	9.22	3.68	70.74	5.64	永久	
	专项设施 复建区	卡若区	18.35									18.35	永久
		类乌齐县											临时
	小计	卡若区	421.72	107.22		186.15	20.06	1.14	6.31	76.64	24.19		
		类乌齐县	255.08	36.63	1.57	115.86	10.81	9.22	4.19	70.91	5.91		
供水、灌区及 导排工程防 治区	管线及建 筑物区	卡若区	18.08	9.30		2.23	5.25		0.02	1.27		永久	
		卡若区	90.84	78.72	5.81	4.01	2.29		0.00			临时	
	弃渣场	卡若区	26.60			23.30	3.30					临时	
		类乌齐县											
	施工交通 设施区	卡若区	24.99	2.99			21.54		0.46			临时	
		类乌齐县	8.31					2.35	3.65	2.31		临时	
	施工生产 生活区	卡若区	11.00	9.00		2.00						临时	
		类乌齐县	1.00				1.00					临时	
	小计	卡若区	171.51	100.02	5.81	31.54	32.38		0.48	1.27			
类乌齐县		9.31				1.00	2.35	3.65	2.31				
合计		卡若区	593.23	207.24	5.81	217.69	52.45	1.14	6.80	77.91	24.19		
		类乌齐县	264.39	36.63	1.57	115.86	11.81	11.57	7.84	73.22	5.91		
		合计	857.62	243.87	7.38	333.55	64.25	12.71	14.63	151.12	30.10		
占地类型比例（%）			100.0	28.4	0.9	38.9	7.5	1.5	1.7	17.6	3.5		



3.2.2 工程占地类型分析评价

本工程占地面积共计 857.62hm^2 ，其中枢纽工程区占地 676.80hm^2 ，供水、灌区及导排工程占地 180.82hm^2 。占地类型包括耕地、园地、林地、草地、城镇村及工矿用地、交通运输用地、水域及水利设施用地、其他土地等。

本工程占用林草地面积较大，主要是水库淹没影响区占用大面积的林草地。此外，工程临时占地面积相对较小，临时占压扰动的耕园地和林草地面积也较小，临时占地对工程区土地利用结构影响程度轻微，工程施工结束后，临时占地复耕或恢复植被，满足水土保持要求。

3.2.3 工程占地性质分析评价

本工程占地面积 857.62hm^2 ，其中永久占地 636.56hm^2 ，临时占地 221.06hm^2 。从工程占地性质分析，本工程大部分为永久占地，占工程占地面积的 74.22%，主要为水库淹没影响区占地；临时占地包括施工道路、施工生产生活区、料场和弃渣场等，占工程占地面积的 25.78%，相对较小。经分析，本工程临时占地面积相对较小，且工程完工后，有条件尽快复耕或恢复植被，基本满足水土保持要求。

综合分析，本工程占地在满足施工条件的前提下，通过合理规划工程施工布置，尽量减少了工程扰动面积，节约了土地资源，符合节约用地原则。工程建设虽不可避免占用部分耕地和林草地，但在施工结束后，各种水土保持措施开始发挥作用，可将占用土地的水土流失降低到允许值范围内，工程占地基本满足水土保持要求。

3.3 主体工程施工组织设计分析评价

3.3.1 施工布置水土保持分析与评价

枢纽工程区施工场地布置尽量利用荒地、滩地、坡地和水库淹没区，少占耕地和林地；最大限度地减少对当地群众生产、生活的不利影响。

供水工程管线较长，分两岸布置；灌溉工程布置较为分散，其主要沿供水管线布置。以每 10km 为控制段以及现场实际情况来布设一个施工区为原则，施工区兼顾供水工程及灌溉工程施工。导排工程规模相对较小，在左右两安集中布置了 3 处施工生产生活区。

枢纽工程区施工场地布置相对集中和紧凑，扰动区域可以得到有效的控制，且场地的选择上，尽量利用荒地、滩地等区域，少占压和破坏现有植被，基本满足水土保持要求。

供水、灌区及导排工程为线性工程，采用分段集中设置施工场地的方式，满足施工要求的同时，尽量控制施工场地扰动地表范围，基本满足水土保持要求。



3.3.2 施工道路布置水土保持评价

(1) 对外交通

本工程对外公路交通条件较好，昌都市附近有 G317 和 G214 国道经过，可至成都、昆明等城市，拟定的对外交通运输方案为公路运输方案，尽量利用现有的交通设施，减少了对外交通道路修建过程产生的水土流失，满足水土保持要求。

(2) 场内道路

1) 枢纽工程区施工道路

枢纽工程场内交通分别在左、右岸新建施工道路形成交通网络，并通过交通桥连接沟通两岸。左右岸共布置场内道路 10 条，其中左岸 4 条长 5.66km，右岸 6 条长 14.51km，道路总长 20.17km。根据施工交通规划，左岸 1[#]、3[#]道路为永久道路，后期作为业主营地至坝顶的永久交通设施；右岸 2[#]、4[#]施工道路可以连接宗通卡大桥和右岸坝肩，建议在工程完工后予以保留，可以作为右岸边坡植被管护的通道；左岸 5[#]、7[#]部分、右岸 6[#]、8[#]、10[#]施工道路部分位于死水位以下，工程完工后没有必要进行恢复。因此，枢纽工程区施工道路应按永久标准布置防护措施，工程完工后不予以恢复场地。

从枢纽工程区整体布置看，场内交通结合对外交通布置，衔接紧凑，减少了新建场内道路产生的水土流失影响，基本满足水土保持要求。

2) 供水及灌溉工程区施工道路

供水及灌溉工程施工道路结合利用沿线地方公路布置，尽量减少新建施工道路长度，减少施工道路建设对工程区地表的扰动，且临时道路布置在满足施工要求的前提下，尽量选择在相对平坦的位置布置，基本满足水土保持要求。

另外，根据施工需要，供水及灌溉工程区新建临时施工道路 3km，改扩建道路 10km。在工程完工后，应尽快恢复原有土地利用方式。

总体分析，工程区地形条件较为复杂，场内交通道路新建过程中，扰动地表程度强烈，且临近水体，道路修建过程中需布置合理有效的水土保持措施，防止道路修建过程产生严重的水土流失影响，并对临时道路，在工程完工后尽快恢复。

3.3.3 施工工艺和方法水土保持评价

本工程涉及的施工工艺与水土保持有关的主要项目是土石方工程，从水土保持角度分析基本满足要求，本方案对主体施工工艺进行分析后，归纳评价及相关建议见表 3.3-1。



表 3.3-1

施工工艺及方法水土保持评价表

施工内容			施 工 工 艺	水土保持评价及相关建议
枢纽工程	导流建筑物	导流洞明挖	覆盖层采用 2~3m ³ 挖掘机直接开挖; 岩石自上而下分层开挖, 采用潜孔钻钻孔, 边坡预裂, 台阶爆破法开挖, 2~3m ³ 挖掘机挖装, 15~20t 自卸汽车出渣。	导流洞进出口覆盖层开挖区域坡度相对较陡, 易产生水土流失, 开挖及集渣过程需预留距开挖外沿边线的安全距离, 防止开挖料沿坡面滚落, 保证施工安全并控制开挖过程造成的水土流失影响。
		导流洞洞挖	采用气腿式钻机钻孔, 自制台车作为钻孔和装药平台, 1~2m ³ 侧卸式装载机装渣, 10~15t 自卸汽车出渣。	施工作业面相对较小, 且施工环境相对封闭, 施工过程水土流失影响较小, 开挖料及时清运至指定地点, 妥善防护。
枢纽工程	导流建筑物	土石围堰填筑	围堰截流戗堤抛投料采用 20~25t 自卸汽车运输, 220Hp 推土机配合施工, 采用从右向左单向进占立堵截流方式。围堰水下部分采用抛填法施工。围堰水上部分先填筑至混凝土防渗墙施工平台高程, 进行防渗墙施工, 然后再进行墙顶土工合成材料的铺筑及两侧砂砾过渡料、石渣料填筑。	是易产生水土流失的环节, 尤其水下填筑, 在截流过程需结合河道水流流态, 加强安全规范操作。
		围堰拆除	水上部分可采用 2~3m ³ 挖掘机从堰顶及堰内侧同时进行, 水下拆除时, 采用 2~3m ³ 长臂反铲施工, 15~20t 自卸汽车出渣。	水下拆除时, 务必按设计量全部挖出围堰体, 不遗留土石方在河道。
	大坝	土石方开挖	同导流洞进出口边坡开挖施工方法。	同导流洞边坡开挖。
		土石方填筑	大坝填筑施工时, 心墙同过渡料、排水料、反滤料及相邻坝壳料平起分层填筑, 15t 自卸汽车运料至填筑点卸料, 120~180Hp 推土机平料, 排水料采用 10~12t 轮胎碾分层压实, 反滤料随回填料用 12~18t 振动碾分层碾压。	大坝填筑在围堰保护下施工, 水土流失影响范围较小。
	泄洪洞	土石方开挖	同导流洞进出口边坡开挖施工方法。	同导流洞边坡开挖。
	溢洪道	土石方开挖	同导流洞进出口边坡开挖施工方法。	同导流洞边坡开挖。
	引水发电系统	覆盖层开挖	覆盖层开挖采用 2~3m ³ 挖掘机直接开挖, 180~220Hp 推土机集渣, 配 10~15t 自卸汽车出渣。	引水发电系统在围堰保护下施工, 水土流失影响范围较小。
		岩石开挖	岩石开挖采用钻爆法施工, 手风钻配潜孔钻进行台阶爆破。	
供水及灌溉工程	供水工程	土石方开挖	土方开挖采用 1~2m ³ 的挖掘机进行槽挖, 岩石开挖采用手风钻钻孔, 浅孔爆破, 1~2m ³ 的挖掘机配 5~10t 自卸汽车或手推车出渣, 就近堆放。	供水管线线路较长, 施工区带状分布, 需加强开挖土方的临时防护, 防止产生严重的水土流失。
		土石方填筑	输水管道土方回填尽量采用自挖自填, 5~10t 自卸汽车运输管道开挖有用料, 人工分层回填, 打夯机人工夯实。	回填料尽量利用开挖料, 满足水土保持要求, 回填后, 应尽快进行表面恢复。
	灌溉工程	土石方开挖	采用人工配合机械进行, 1~2m ³ 的挖掘机配 5~10t 自卸汽车或手推车出渣, 开挖料就近堆放。	同供水工程。
		土石方填筑	回填料全部考虑自身开挖料, 采用 1~2m ³ 的挖掘机配 5~10t 自卸汽车或手推车运输至现场, 人工回填夯实。	同供水工程。
料场开采	块石料场	覆盖层开挖	覆盖层和全风化层采用 180~220hp 推土机集料, 2m ³ 挖掘机装 20t 自卸汽车运至料场附近指定堆场, 开采完成后回填覆盖。	覆盖层及风化层剥离后, 需及时清运至指定地点, 同步布置防护措施。
		石料开采	采用台阶爆破法从上至下进行岩石开挖, 2m ³ 挖掘机装 20~25t 自卸汽车运至附近块石备料场和砂石加工系统。	石料开采采用爆破工艺, 需严格控制爆破过程中飞石, 保证施工安全, 有效控制开采过程送水土流失影响。
	砂砾石料场	砂砾料开采	先剥离表层无用料, 在料场临时集中堆放。有用料采用 2~3m ³ 挖掘机分层开挖, 配 180Hp 推土机集渣, 20~25t 自卸汽车运输至用料现场。	砂砾石料水下开采易造成水土流失, 选择在枯水期开采, 避免高水位大流量河道径流对开采区的冲刷, 基本满足水土保持要求。



3.3.4 料场选址水土保持评价

工程回填土石方优先利用工程开挖有用料,另布置 1 处块石料场和 1 处砂砾石料场,供水及灌溉工程区部分砂砾石料和混凝土骨料采用商品料。

根据主体工程施工组织设计分析,本工程块石料场和砂砾石料场布置范围不涉及县级以上人民政府划定的崩塌和滑坡危险区、泥石流易发区等,不涉及耕地。

本工程布置的石料场占用部分林地,工程完工后,可迅速恢复植被;砂砾石料场布置在坝址上游右岸河滩地,位于水库淹没范围,结合右岸弃渣场布置,即先期开采砂砾石料,后利用开采迹地堆放部分工程弃渣,基本满足水土保持要求。

经分析,料场布置基本满足水土保持要求,但料场开采前,需剥离大量无用层,应做好堆存防护措施。

3.3.5 土石方平衡分析与评价

3.3.5.1 土石方平衡分析

根据主体工程土石方平衡调配,本工程土石方开挖总量 519.11 万 m^3 (自然方,下同),土石方回填总量 406.59 万 m^3 ,外借 49.96 万 m^3 ,工程建设产生弃渣 162.48 万 m^3 ,按 1.43 的松散系数折算,弃渣松方 232.35 万 m^3 。土石方平衡调配见表 2.1-20。

主体设计仅考虑枢纽工程、供水、灌区及导排工程等土石方开挖和回填,经现场查勘,料场用料的剥离及回填、施工生产生活区及施工交通设施区建设等也存在土石方开挖和回填。经水土保持专业复核,本工程土石方开挖总量 588.22 万 m^3 (自然方,下同),土石方回填总量 475.70 万 m^3 ,外借 49.96 万 m^3 ,工程建设产生弃渣 162.48 万 m^3 ,按 1.43 的松散系数折算,弃渣松方 232.35 万 m^3 。土石方平衡调配见表 3.4-2、图 3.4-1。

本工程土石方开挖的主要项目为枢纽工程导流洞、溢洪道、泄洪放空洞、大坝基础、厂房、供水工程输水管道基础开挖、料场剥离料开挖等。枢纽工程开挖的土石方主要用于上下游围堰填筑利用、大坝石渣料回填、施工场地平整、料场开采迹地回填等,对于部分不能利用的土石方全部集中堆存在工程指定的 3 处弃渣场内。供水、灌区及导排工程输水管线基础开挖土石方主要用于自身回填,分段自身平衡,不存在转运调配。本工程开挖土石方尽量用于工程填筑,挖方利用率 72.38%,相对较高,工程弃渣量相对较小,满足水土保持要求。

表 3.3-2

宗通卡水利枢纽工程土石方平衡调配分析表

项目		土石方开挖	土石方回填	调入		调出		外借	
				数量	来源	数量	去向	数量	来源
枢纽工程防治区	枢纽建筑物及管理范围	333.84	219.18			20.00	各施工区场地平整填筑	29.1	1#砂砾石料场
	永久办公生活区	1.80	9.21	7.41	枢纽建筑物导流洞开挖				
	料场区	12.69	12.69						
	施工交通设施区	8.99	8.99						
	施工生产生活区	15.08	27.67	12.59	枢纽建筑物溢洪道开挖				
	专项设施复建区	5.51	5.51						
小计		377.90	283.24	20.00		20.00		29.10	
供水、灌区及导排工程防治区	管线及建筑物区	145.64	127.78					20.86	1#砂砾石料场、市场购买
	施工交通设施区	16.65	16.65						
	施工生产生活区	8.40	8.40						
	泉水导排工程	39.63	39.63						
	小计	210.32	192.46					20.86	
合计		588.22	475.70	20.00		20.00		49.96	

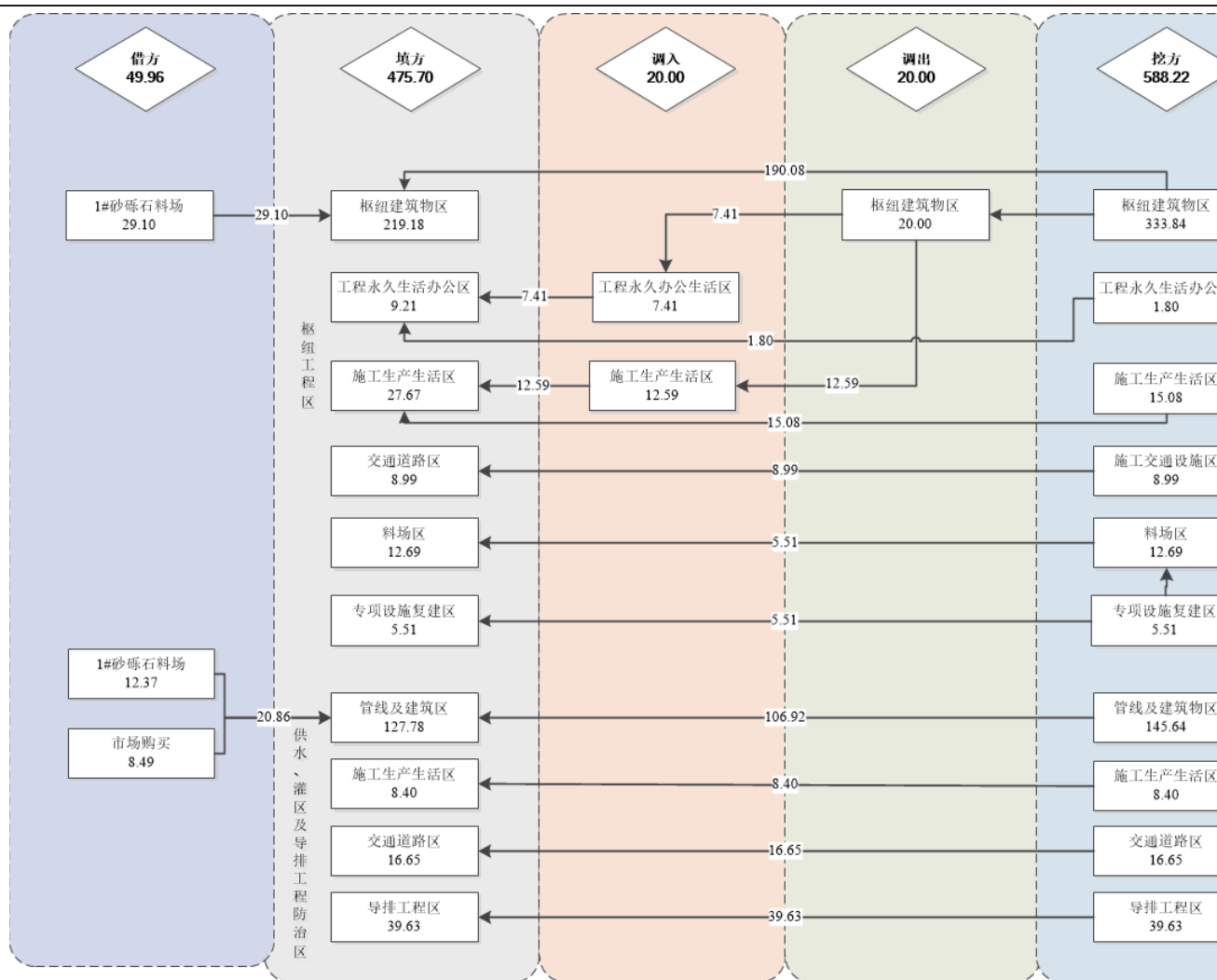


图 3.4-1 宗通卡水利枢纽工程土石方平衡框图

3.3.6 施工进度合理性分析

根据西藏昌都地区气候特点,工程每年12月至次年2月,地面工程一般停止施工。本工程施工总工期为5年2个月(62个月),其中施工准备期1年10个月(22个月),主体工程施工期2年11个月(35个月),工程完建期5个月;首台机组发电工期4年9个月(57个月)。

由分项工程施工安排来看,泄洪洞、导流洞进出口、引水发电系统等土石方工程均安排在枯水期,避开雨季,避免产生较严重的水土流失。枢纽工程在围堰保护下施工,使工程跨雨季施工过程受到影响最小,相应的水土流失影响也最小。

总体分析,该工程项目繁杂,施工期长,施工进度安排不可避免跨越汛期。施工过程中要做好开挖边坡、临时堆土和临时堆渣的临时截排水、临时拦挡防护措施等。

3.4 主体工程设计中具有水土保持功能措施的分析评价

3.4.1 界定原则

根据《生产建设项目水土保持技术标准》(50433-2018)中关于水土保持工程的界定原则,结合主体工程设计,分析各单项工程的水土保持功能,界定主体工程设计中具有水土保持功能的措施。

(1) 主导功能原则。以防治水土流失为目标的工程为水土保持工程;以主体工程设计功能为主,同时具有水土保持功能的工程,不作为水土保持工程。

(2) 责任区分原则。对建设项目临时征、占地范围内的各项防护工程均作为水土保持工程。

(3) 试验排除原则。难以区分以主体设计功能为主或以水土保持功能为主的工程,可按破坏性试验原则进行排除。假定没有这些工程,主体工程设计功能仍旧可以发挥作用,但会产生很较大的水土流失,此类工程应作为水土保持工程。

3.4.2 主体工程设计中具有水土保持功能的措施评价

依据上述界定原则,经分析,确定主体工程设计中具有水土保持功能的措施包括截排水沟、临时用地复耕等,简述如下:

(1) 枢纽工程区

1) 开挖边坡防护

枢纽工程溢洪道、泄洪洞、导流洞等建筑物开挖,在右岸坝肩形成较大面积边坡,主体工程设计中,在开挖范围坡顶及周边布置截排水沟,断面为矩形,底宽0.5m,深0.5m,边坡1:0.5,5cm厚砂浆抹面衬砌,截排水沟长约4400m。



2) 临时用地复耕

施工临时用地结束后, 根据各临时用地地块的用地性质、使用方式和使用年限, 进行相应的恢复, 对原有用地地类为耕地的恢复为耕地。包括场地工程、灌溉排水工程和田间道路工程。

枢纽工程区复垦面积 220.64 亩, 其中水浇地 207.58 亩, 旱地 13.06 亩。

(2) 供水、灌区及导排工程区

1) 管道工程截排水沟

管道工程沿线形成开挖边坡的管段, 坡面整治后, 在坡脚布置混凝土排水沟, 长约 1000m, 矩形断面, 断面尺寸 0.3m×0.3m (宽×深), 混凝土衬砌厚度 0.2m。

2) 临时用地复耕

供水、灌区及导排工程区复垦面积 1420.45 亩, 其中旱地 1373.77 亩, 园地 59.47 亩。

3.4.3 主体工程设计中具有水土保持功能措施的工程量及投资

主体工程设计中具有水土保持功能措施投资 5000.76 万元, 工程量及投资见表 3.4-1。在主体工程防护措施设计中采取的截排水沟、土地整治(复垦)等防护措施, 在保证主体工程安全、满足主体工程需要的同时, 可有效防止水土流失及其危害的发生, 基本满足水土保持要求。

表 3.4-1 主体工程设计中具有水土保持功能的措施工程量及投资表

项目				单位	数量	单价 (元)	合计 (万元)
枢纽工程区	截排水沟	覆盖层开挖		m ³	2904	34.02	9.88
		石方开挖		m ³	1936	81.94	15.86
		抹面砂浆		m ³	435.6	9002	392.13
	土地整治工程	复垦	复垦及配套项目	hm ²	14.71	417191	613.66
供水、灌区及导排工程区	管道工程	管道工程	砼排水沟 C20(二)	m ³	208	886.27	18.43
	土地整治工程	复垦	复垦及配套项目	hm ²	94.70	417191	3950.80
合计							5000.76

3.5 评价结论、建议和要求

3.5.1 评价结论

(1) 根据《中华人民共和国水土保持法》、《生产建设项目水土保持技术标准》(GB50433-2018)、《水利水电工程水土保持技术规范》(SL575-2012)的限制性规定和要求, 结合工程选址(线)、建设方案、工程布局、施工组织设计等方面进行水土



保持制约性因素分析和评价,从水土保持角度分析,工程建设不存在水土保持限制性因素。

(2) 枢纽工程坝址比选、建筑物型式比选中,推荐方案水土流失影响相对较小,满足水土保持要求。供水管线对沿线可能存在的不良地质现象,采取避让措施,使管线布置区域不涉及滑坡和危岩体,保障了工程安全,同时减小水土流失隐患,满足水土保持要求。

(3) 通过对主体工程推荐方案的工程占地、土石方平衡、施工布置和施工工艺等方面的分析与评价,工程建设占压的耕地、林地、园地将对区内土地资源造成一定的影响,但施工完毕后,大部分可恢复原有土地功能,可以在一定程度上减轻工程建设对当地土壤、植被的破坏及水土流失的影响。主体工程施工道路布置尽量利用现有交通设施,有效减少新建道路产生的水土流失,施工生产生活设施尽量利用荒地、滩地等区域,少占压和破坏现有植被;本工程充分利用自身开挖料,可减少工程弃渣和弃渣场占地面积及相应的防护措施投资,且能从源头上减少料场开采对地表及植被的破坏,减少料场开采面积及开采过程中产生的水土流失影响,均符合水土保持要求。

(4) 在主体工程防护措施设计中采取的截排水沟、复耕等防护措施,在保证主体工程安全、满足主体工程需要的同时,可有效防止水土流失及其危害的发生,基本满足水土保持要求。

总体分析,本工程在工程布置及建筑物设计方面基本满足水土保持要求,对于各防治区存在的水土流失问题,可通过加强水土保持措施予以减缓。综合评价,本工程不存在水土保持制约性因素,工程建设基本可行。

3.5.2 建议和要求

(1) 本工程导流围堰填筑过程中,应加强安全规范操作,防止因人为失误产生的严重的水土流失;导流围堰的拆除务必做到拆除完全,不遗留土石方在河道中。

(2) 后续设计中,应进一步优化供水、灌区及导排工程区弃渣场位置选择,尽可能选择相对平坦宽阔的位置,降低堆渣高度,增加堆渣稳定性。

(3) 在主体工程设计中,应进一步细化场内道路、施工生产生活区、移民安置区等区域的土石方平衡调配。



4 水土流失防治责任范围及防治分区

4.1 防治责任范围界定

生产建设项目水土流失防治责任范围包括项目永久征地、临时占地以及其他使用与管辖区域。根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）要求，结合主体工程设计及现场调查，本项目水土流失防治责任范围包括枢纽工程防治区、供水、灌区及导排工程防治区等区域占地，这些区域是建设活动直接造成损坏和扰动的区域，是治理的重点区域，其面积确定以工程征占地面积为准。

依据主体工程设计资料，并结合实地查勘和图形量算，本工程水土流失防治责任范围为 857.62hm²，其中卡若区 593.23hm²，类乌齐县 264.39hm²。

（1）项目永久征地

根据主体工程设计资料，项目永久征地主要包括枢纽建筑及管理范围、永久办公生活区、永久施工交通设施区、水库淹没影响区、管线及建筑物区管桥、阀门井、分水池等征占地，总面积为 636.57hm²，其中卡若区 398.51hm²，类乌齐县 238.06hm²。

（2）临时占地

临时占地主要包括弃渣场、料场、施工道路、施工生产生活区、专项设施复建区、管线及建筑物区管道等占地，总面积为 221.06hm²，其中卡若区 194.72hm²，类乌齐县 26.34hm²。

工程水土流失防治责任范围详见表 4.1-1。

表 4.1-1

本工程防治责任范围统计表

单位：hm²

防治分区		县区	项目永久征地 (hm ²)	临时占地 (hm ²)	防治责任范围 (hm ²)
枢纽工程防治区	枢纽建筑物及管理区	卡若区	134.79		134.79
		类乌齐县	18.67		18.67
	永久办公生活区	卡若区	1.80		1.80
		类乌齐县			
	弃渣场区	卡若区		15.70	15.70
		类乌齐县		7.30	7.30
	料场区	卡若区			
		类乌齐县		3.10	3.10
	施工交通设施区	卡若区	2.25		2.25
		卡若区		6.74	6.74
		类乌齐县		6.63	6.63
	施工生产生活区	卡若区		18.85	18.85
		类乌齐县			
	水库淹没影响区	卡若区	223.25		223.25
		类乌齐县	219.38		219.38



续表 4.1-1

本工程防治责任范围统计表

单位: hm^2

防治分区		县区	项目永久征地（hm ² ）	临时占地（hm ² ）	防治责任范围（hm ² ）
枢纽工程防治区	专项设施复建区	卡若区	18.35		18.35
		类乌齐县			
	小计	卡若区	380.44	41.29	421.72
		类乌齐县	238.06	17.03	255.08
供水、灌区及导排工程防治区	管线及建筑物区	卡若区	18.08		18.08
		卡若区		90.84	90.84
	弃渣场区	卡若区		26.60	26.60
		类乌齐县			
	施工交通设施区	卡若区		24.99	24.99
		类乌齐县		8.31	8.31
	施工生产生活区	卡若区		11.00	11.00
		类乌齐县		1.00	1.00
	小计	卡若区	18.08	153.43	171.51
		类乌齐县		9.31	9.31
合计		卡若区	398.51	194.72	593.23
		类乌齐县	238.06	26.34	264.39
		合计	636.57	221.06	857.62

4.2 防治责任范围与工程征占地的关系

本方案 3.3 节已对本工程占地进行了复核, 本工程征地面积 825.02hm^2 , 其中永久征地面积 618.22hm^2 , 临时用地面积 206.80hm^2 。经复核后还需计列枢纽工程区专项设施复建区占地 18.35hm^2 , 泉水导排工程及其施工生活区、施工道路等占地 14.25hm^2 , 本工程项目建设区占地面积 857.62hm^2 , 本工程水土流失防治责任范围的项目建设区与工程征占地关系详见表 4.2-1。

表 4.2-1

防治责任范围与工程征占地关系表

单位: hm^2

项目区		工程占地合计	项目建设区		说明
			征地范围以内	征地范围以外	
枢纽工程防治区	枢纽建筑物及管理范围	153.46	153.46		
	永久办公生活区	1.80	1.80		
	弃渣场区	23.00	23.00		不计入水库淹没区面积内
	料场区	3.10	3.10		
	施工交通设施区	15.62	15.62		
	施工生产生活区	18.85	18.85		
	水库淹没影响区	442.63	442.63		
	专项设施复建区	18.35		18.35	专项设施复建区未计入征地
	小计	676.81	658.46	18.35	
供水、灌区及导排工程防治区	管线及建筑物区	108.92	105.97	2.95	泉水导排工程未计入占地
	弃渣场区	26.60	26.60		
	施工交通设施区	33.30	25.00	8.30	泉水导排工程道路未计入占地
	施工生产生活区	12.00	9.00	3.00	泉水导排工程施工生活区未计入占地
	小计	180.82	166.57	14.25	
合计		857.62	825.02	32.60	



4.3 水土流失防治分区

4.3.1 防治分区划分的原则

根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018），结合宗通卡水利枢纽工程的主体工程布局、施工扰动特点、建设时序、原地貌特征、占地属性、水土流失特征等，本工程水土流失防治分区应遵循以下原则：

- 1) 分区之间具有显著差异性；
- 2) 各分区内造成的水土流失的主导因子相近或相似；
- 3) 一级分区应具有控制性、整体性、全局性；
- 4) 二级及其以下分区应结合工程布局 and 施工区进行逐级分区；
- 5) 各级分区应层次分明，具有关联性和系统性。

4.3.2 水土流失防治分区划分

根据上述划分原则，本工程水土流失防治分区划分为枢纽工程防治区、供水灌区及导排工程防治区 2 个一级防治分区。其中，枢纽工程防治区又分为枢纽建筑物及管理区、永久办公生活区、弃渣场区、料场区、施工交通设施区、施工生产生活区、水库淹没影响区、专项设施复建区等 8 个二级防治分区；供水、灌区及导排工程防治区又分为管线及建筑物区、弃渣场区、施工交通设施区、施工生产生活区等 4 个二级防治分区。详见表 4.3-1。

表 4.3-1

宗通卡水利枢纽工程水土流失防治分区

序号	防治分区	防治亚区
1	枢纽工程防治区	枢纽建筑物及管理区
		永久办公生活区
		弃渣场区
		料场区
		施工交通设施区
		施工生产生活区
		水库淹没影响区
		专项设施复建区
2	供水、灌区及导排工程防治区	管线及建筑物区
		弃渣场区
		施工交通设施区
		施工生产生活区



5 水土流失分析与预测

5.1 预测范围和时段

5.1.1 预测范围

宗通卡水利枢纽工程水土流失预测范围为工程建设过程中扰动原地貌的范围，包括枢纽工程区、供水及灌溉工程区等。水库淹没区不计入预测范围，自然恢复期建筑物硬化区域不计入预测范围。详见表 5.1-1。

5.1.2 预测时段

根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018），开发建设项目可能产生的水土流失量应按施工期（施工准备期）、自然恢复期两个时段进行预测。

施工准备期和施工期各个预测单元的预测时段则根据主体工程施工进度安排和水土流失季节，以最不利时段进行预测，超过雨季长度的按全年计算，未超过雨季长度按其占雨季时间的比例计算，非雨季则按占全年时间比例计算，本工程雨季取 6 月~9 月。由于各施工项目跨越雨季不同，故施工期的预测时段有所差异，不同分区预测时段按照施工进度安排确定。

工程施工结束后，因施工引起水土流失的各项因素逐渐消失，地表扰动基本停止，水土流失将明显减小，但由于植物措施防护效果的相对滞后性，在自然恢复期项目区仍会有一定量的水土流失，根据工程区自然条件及工程建设特点，确定本项目自然恢复期按 3 年计算。

宗通卡水利枢纽工程水土流失预测范围及时段见表 5.1-1。

表 5.1-1 工程水土流失预测单元及时段表

项目		工程建设期		自然恢复期	
		预测范围 (hm ²)	预测时段 (a)	预测范围 (hm ²)	预测时段 (a)
枢纽工程防治区	枢纽建筑物及管理区	153.46	3	92.08	3
	永久办公生活区	1.80	1		3
	弃渣场区	23.00	3		
	料场区	3.10	3	3.10	3
	施工交通设施区	15.62	2	8.26	3



续表 5.1-1

工程水土流失预测单元及时段表

项目		工程建设期		自然恢复期	
		预测范围 (hm ²)	预测时段 (a)	预测范围 (hm ²)	预测时段 (a)
枢纽工程防治区	施工生产生活区	18.85	2	18.85	3
	专项设施复建区	18.35	1	7.34	3
	小计	234.18		153.74	
供水、灌区及导排工程防治区	管线及建筑物区	108.92	3	108.92	3
	弃渣场区	26.60	3	26.60	3
	施工交通设施区	33.30	1	33.30	3
	施工生产生活区	12.00	1	12.00	3
	小计	180.82		180.82	
合计		414.99		310.10	

5.2 预测方法

预测的内容主要包括：扰动地表、破坏土地和植被面积；损毁植被面积和数量；建设期弃土弃渣量；可能产生的水土流失量；可能造成水土流失危害等。

对扰动原地貌、破坏土地和植被面积、弃土弃渣量、损坏水土保持设施的面积和数量，主要根据工程设计方案结合实地调查进行测算；可能产生的水土流失量依据《生产建设项目土壤流失量测算导则》（SL773-2018）规定方法进行预测，详见表 5.2-1。

表 5.2-1

各预测内容主要预测方法一览表

序号	预测内容	预测方法
1	扰动地表、损毁植被面积	查阅设计图纸、技术资料并结合实地查勘测量分析
2	损坏水土保持设施的面积和数量	查阅设计图纸、技术资料并结合实地查勘测量分析
3	弃土弃渣量	根据主体工程土石方平衡调配进行分析
4	土壤流失量预测	依据《生产建设项目土壤流失量测算导则》（SL773-2018）
5	水土流失危害评价与分析	通过现状调查，结合水土流失量预测结果，进行综合分析

5.3 扰动地表、损毁植被面积和弃土（石、渣）量分析

5.3.1 扰动地表面积

本工程建设过程中，扰动地表范围包括枢纽工程、供水、灌区及导排工程。其中水库淹没影响区在工程建设过程中不发生扰动，不计入扰动地表面积。经分析，本工程扰动地表面积共计 414.99hm²。扰动地表面积详见表 5.3-1。



表 5.3-1

工程扰动地表面积一览表

单位: hm^2

项目		县区	面积	耕地	园地	林地	草地	城镇村及工矿用地	交通运输用地	水域及水利设施用地	其他土地
枢纽工程防治区	枢纽建筑物及管理区	卡若区	134.79	28.76		87.99	4.91	0.12	2.48	10.52	
		类乌齐县	18.67	8.53		9.55			0.51	0.08	
	永久办公生活区	卡若区	1.8			1.8					
		类乌齐县									
	弃渣场区	卡若区	15.7	4.86		9.50				1.07	0.27
		类乌齐县	7.3			6.94				0.09	0.27
	料场区	卡若区									
		类乌齐县	3.1			3.1					
	施工交通设施区	卡若区	8.99			8.61	0.36		0.02		
		类乌齐县	6.63			6.63					
	施工生产生活区	卡若区	18.85	9.85		9.00					
		类乌齐县									
	专项设施复建区	卡若区	18.35								18.35
		类乌齐县									
	小计	卡若区	198.48	43.47		116.9	5.27	0.12	2.5	11.59	18.62
		类乌齐县	35.7	8.53		26.21			0.51	0.17	0.27
供水、灌区及导排工程防治区	管线及建筑物区	卡若区	108.92	88.03	5.81	6.24	7.54		0.02	1.27	
		类乌齐县									
	弃渣场区	卡若区	26.6			23.3	3.3				
		类乌齐县									
	施工交通设施区	卡若区	24.99	2.99			21.54		0.46		
		类乌齐县	8.31					2.35	3.65	2.31	
	施工生产生活区	卡若区	11	9		2					
		类乌齐县	1				1				
	小计	卡若区	171.51	100.02	5.81	31.54	32.38		0.48	1.27	
		类乌齐县	9.31				1	2.35	3.65	2.31	
合计		卡若区	369.98	143.48	5.81	148.45	37.65	0.12	2.98	12.86	18.62
		类乌齐县	45.01	8.53		26.21	1	2.35	4.16	2.48	0.27
		合计	414.99	152.02	5.81	174.66	38.65	2.47	7.14	15.34	18.89

5.3.2 损毁植被面积

工程建设将改变原有地貌、损毁或埋压原有植被,不同程度地对原地表植被水土保持功能造成破坏,增加项目区水土流失。经预测,工程建设将损毁植被面积为 399.65hm^2 ,详见表 5.3-2。



表 5.3-2

工程损毁植被面积一览表

单位: hm^2

防治分区		县区	损毁植被面积	林地	草地	
枢纽工程防治区	枢纽建筑物及管理区	卡若区	92.91	87.99	4.91	
		类乌齐县	9.55	9.55	0.00	
	永久办公生活区	卡若区	1.80	1.80		
		类乌齐县				
	弃渣场区	卡若区	13.20	13.20		
		类乌齐县	6.94	6.94		
	料场区	卡若区				
		类乌齐县	3.10	3.10		
	施工交通设施区	卡若区	2.25	2.25		
		卡若区	6.57	6.21	0.36	
		类乌齐县	6.63	6.63		
	施工生生产生活区	卡若区	5.45	5.45		
		类乌齐县				
	水库淹没影响区	卡若区	84.04	69.25	14.79	
		类乌齐县	100.45	89.64	10.80	
	专项设施复建区	卡若区				
		类乌齐县				
	供水、灌区及导排工程防治区	小计	卡若区	206.22	186.15	20.06
			类乌齐县	126.67	115.86	10.81
管线及建筑物区		卡若区	7.48	2.23	5.25	
		卡若区	25.39	23.10	2.29	
弃渣场区		卡若区	2.47	1.25	1.22	
		类乌齐县				
施工交通设施区		卡若区	24.53	2.99	21.54	
		类乌齐县				
施工生生产生活区		卡若区	5.89	5.89		
		类乌齐县	1.00		1.00	
	卡若区	65.76	35.46	30.30		
	类乌齐县	1.00		1.00		
合计	卡若区	271.98	221.61	50.37		
	类乌齐县	127.67	115.86	11.81		
	合计	399.65	337.47	62.18		

5.3.3 弃土(石、渣)量预测

本工程建设产生弃渣量共计 162.48 万 m^3 (自然方), 折合松方 232.35 万 m^3 (松散系数按 1.43 估算), 堆弃在枢纽工程、供水及灌溉工程区规划的弃渣场内; 工程建设过程中, 开挖利用存料 413.05 万 m^3 。

5.4 土壤流失量预测

5.4.1 扰动单元划分

根据主体工程建设内容、建设规模、建设期、项目区地形、气象、植被等基础资料。按扰动方式相同、扰动强度相仿、土壤类型和地质相近、气象调条件相识、空间上相连续的原则, 将项目的扰动地表划分为 59 个扰动单元, 其中大型扰动单元 9 个, 中型扰动单元 28 个, 小型扰动单元 22 个。

本工程工程扰动单元划分详见表 5.4-1。



表 5.4-1 宗通卡水利枢纽工程扰动单元划分表

预测单元			扰动单元		土壤流失类型	规模	施工
			序号	项目			预测范围 (hm ²)
枢纽工程防治区	枢纽建筑物及管理区		扰动单元 1	坝区边坡	工程开挖面	大	18.67
			扰动单元 2	占压扰动	工程开挖面	大	134.79
	永久办公生活区		扰动单元 3	水库永久办公生活区	工程开挖面	中	1.80
	弃渣场区		扰动单元 4	左岸上游 1 [#] 弃渣场	工程堆积体	中	5.50
			扰动单元 5	左岸上游 2 [#] 弃渣场	工程堆积体	大	10.20
			扰动单元 6	右岸弃渣场	工程开挖面	中	7.30
	料场区	取料场	扰动单元 7	块石料场	工程开挖面	中	1.86
			扰动单元 8	砂砾石料场	工程开挖面	中	1.24
		存料场	扰动单元 9	左岸上游存料场	工程开挖面	大	10.20
			扰动单元 10	左岸下游存料场	工程开挖面	中	6.10
	施工交通设施区		扰动单元 11	1 [#] 公路	一般扰动	中	1.60
			扰动单元 12	3 [#] 公路	一般扰动	小	0.73
			扰动单元 13	5 [#] 公路	一般扰动	中	1.66
			扰动单元 14	7 [#] 公路	一般扰动	小	0.40
			扰动单元 15	2 [#] 公路	一般扰动	小	0.64
			扰动单元 16	4 [#] 公路	一般扰动	小	0.93
			扰动单元 17	6 [#] 公路	一般扰动	中	1.27
			扰动单元 18	8 [#] 公路	一般扰动	小	0.56
			扰动单元 19	10 [#] 公路	一般扰动	小	0.49
			扰动单元 20	块石料场公路	一般扰动	中	7.36
	施工生产生活区		扰动单元 21	左岸下游施工设施区	工程开挖面	大	18.50
			扰动单元 22	左岸上游施工设施区	工程开挖面	小	0.35
	专项设施复建工程区	交通工程 输电及通信线路区	扰动单元 23	复建道路	一般扰动	大	11.01
			扰动单元 24	线路基础工程	一般扰动	中	7.34
供水、灌区及导排工程防治区	管线及建筑物区	管线工程	扰动单元 25	管道开挖边坡	工程开挖面	大	16.34
			扰动单元 26	占压扰动区	一般扰动	大	89.64
		管桥工程	扰动单元 27	管桥开挖边坡	工程开挖面	中	1.09
		隧洞工程	扰动单元 28	洞口开挖	工程开挖面	小	0.54
		倒虹吸	扰动单元 29	开挖边坡	工程开挖面	中	1.31

续表 5. 4-1

宗通卡水利枢纽工程扰动单元划分表

预测单元			扰动单元		土壤流失类型	规模	施工	
			序号	项目			预测范围 (hm ²)	
供水、灌区及导排工程防治区	弃渣场区		扰动单元 30	Z1 [#] 弃渣场	工程堆积体	中	5.70	
			扰动单元 31	Z2 [#] 弃渣场	工程堆积体	中	2.50	
			扰动单元 32	Z3 [#] 弃渣场	工程堆积体	中	3.60	
			扰动单元 33	Z4 [#] 弃渣场	工程堆积体	中	2.30	
			扰动单元 34	Y1 [#] 弃渣场	工程堆积体	中	1.10	
			扰动单元 35	Y2 [#] 弃渣场	工程堆积体	中	2.50	
			扰动单元 36	Y3 [#] 弃渣场	工程堆积体	中	1.50	
			扰动单元 37	Y4 [#] 弃渣场	工程堆积体	中	7.40	
	施工交通设施区		扰动单元 38	供水工程	一般扰动	大	15.71	
			扰动单元 39	灌溉工程	一般扰动	中	9.42	
			扰动单元 40	泉水导排工程	一般扰动	中	8.17	
	施工生产生活区		供水及灌溉工程	扰动单元 41	Z1 [#] 施工区	工程开挖面	小	0.60
				扰动单元 42	Z2 [#] 施工区	工程开挖面	小	0.50
				扰动单元 43	Z3 [#] 施工区	工程开挖面	中	1.00
				扰动单元 44	Z4 [#] 施工区	工程开挖面	小	0.80
				扰动单元 45	Z5 [#] 施工区	工程开挖面	小	0.60
				扰动单元 46	Y1 [#] 施工区	工程开挖面	小	0.50
				扰动单元 47	Y2 [#] 施工区	工程开挖面	小	0.50
				扰动单元 48	Y3 [#] 施工区	工程开挖面	小	0.60
				扰动单元 49	Y4 [#] 施工区	工程开挖面	小	0.50
				扰动单元 50	Y5 [#] 施工区	工程开挖面	小	0.70
				扰动单元 51	Y6 [#] 施工区	工程开挖面	小	0.70
				扰动单元 52	钢管加工厂	工程开挖面	中	2.00
			泉水导排工程	扰动单元 53	恩达曲 1 [#] 施工区	工程开挖面	中	1.00
				扰动单元 54	芒达 1 [#] 施工区	工程开挖面	中	1.00
				扰动单元 55	芒达 2 [#] 施工区	工程开挖面	中	1.00
合计			55 个				414.99	

5.4.2 原地貌土壤侵蚀模数

通过对施工占地范围内土地利用现状的抽样典型调查,结合施工征地范围内的土地利用现状图分析,工程区土壤侵蚀强度以中度为主。依据工程区降雨、土地利用类型、植被覆盖度、地面坡度、土壤类型等因子,参考《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190-2007)对工程各防治区内土壤侵蚀强度进行分析,项目区平均土壤侵蚀模数为 $1700 \sim 3500t/(km^2 \cdot a)$ 。

5.4.3 扰动后土壤侵蚀模数

根据设计文件、前期现场查勘情况、项目实施施工特点和已有水土保持监测经验,在已划分的 59 个扰动单元中,抽取 18 个典型扰动单元作为计算单元,参照《生产建设项目土壤流失量测算导则》(SL773-2018),计算典型扰动单元的土壤流失量。

典型计算单元见表 5.4-2,典型计算单元土壤流失量计算见表 5.4-3,扰动后土壤流失预测计算公式见表 5.4-4,典型扰动单元土壤侵蚀模数计算见表 5.4-4~7。

表 5.4-2 典型计算单元一览表

计算单元	预测单元			扰动单元		土壤流失类型	面积（hm ² ）
				序号	扰动单元		
计算单元 1	枢纽工程防治区	枢纽建筑物及管理区		扰动单元 1	坝区边坡	工程开挖面	18.67
计算单元 2		永久办公生活区		扰动单元 3	水库永久办公生活区	工程开挖面	1.80
计算单元 3		弃渣场区		扰动单元 5	左岸上游 2 [#] 弃渣场	工程堆积体	10.20
计算单元 4		料场区		扰动单元 7	块石料场	工程开挖面	1.86
计算单元 5		施工交通设施区	左岸施工道路	扰动单元 12	3 [#] 公路	一般扰动	0.73
计算单元 6				扰动单元 14	7 [#] 公路	一般扰动	0.40
计算单元 7			右岸施工道路	扰动单元 17	6 [#] 公路	一般扰动	1.27
计算单元 8				扰动单元 18	8 [#] 公路	一般扰动	0.56
计算单元 9		施工生产生活区		扰动单元 21	左岸下游施工设施区	工程开挖面	18.50
计算单元 10		专项设施复建工程区		输电及通信线路区	扰动单元 24	线路基础工程	一般扰动
计算单元 11	供水、灌区及 导排工程防治区	管线及建筑物区	管线工程	扰动单元 26	占压扰动区	一般扰动	89.64
计算单元 12			隧洞工程	扰动单元 28	洞口开挖	工程开挖面	0.54
计算单元 13		弃渣场区		扰动单元 31	Z2 [#] 弃渣场	工程堆积体	2.50
计算单元 14				扰动单元 34	Y1 [#] 弃渣场	工程堆积体	1.10
计算单元 15		施工交通设施区		扰动单元 39	灌溉工程	一般扰动	9.42
计算单元 16		施工生产生活区	供水及灌溉工程	扰动单元 44	Z4 [#] 施工区	工程开挖面	0.80
计算单元 17				扰动单元 47	Y2 [#] 施工区	工程开挖面	0.50
计算单元 18			泉水导排工程	扰动单元 54	芒达 1 [#] 施工区	工程开挖面	1.00



表 5. 4-3 扰动后土壤流失预测计算公式表

土壤流失类型 (水力作用)	水土流失量 计算公式	备注
地表翻扰型一般扰动地表土壤流失	$M_{yd}=RK_{yd}L_yS_yBETA$	式中 $K_{yd}=NK$, M_{yd} 为地表翻扰型一般扰动地表计算单元土性因子, N 为地表翻扰后土壤可蚀性因子增大系数, 可取
上方无来水工程开挖面	$M_{kw}=RG_{kw}L_{kw}S_{kw}A$	式中 M_{kw} 上方无来水工程开挖面计算单元土壤流失量 (t) ($t\cdot hm^2\cdot h/(hm^2\cdot MJ\cdot mm)$), L_{kw} 为坡长因子, S_{kw} 为坡度
上方无来水工程堆积体	$M_{dw}=XRG_{dw}L_{dw}S_{dw}A$	式中 M_{dw} 为上方无来水工程堆积体计算单位土壤流失量 (t) 侵蚀力因子, G_{dw} 上方无来水工程堆积体土石质因子 ($t\cdot hm^2\cdot h/(hm^2\cdot MJ\cdot mm)$), S_{dw} 为坡度因子。

表 5. 4-4 典型扰动单元土壤侵蚀模数计算 (一般扰动)

计算单元	预测单元		扰动单元		M_{yd}	R	K_{yd}	L_y
					(t)	$MJ\cdot mm/(hm^2\cdot h)$	$t\cdot hm^2\cdot h/(hm^2\cdot MJ\cdot mm)$	
计算单元 5	枢纽工程防治区	施工交通设施区	扰动单元 12	3#公路	28	5527.2	0.0049	0.5087
计算单元 6			扰动单元 14	7#公路	16	5527.2	0.0049	0.5087
计算单元 7			扰动单元 17	6#公路	49	5527.2	0.0049	0.5087
计算单元 8			扰动单元 18	8#公路	22	5527.2	0.0049	0.5087
计算单元 10		专项设施复建工程区	扰动单元 24	线路基础工程	283	5527.2	0.0049	0.5087
计算单元 11	供水、灌区及导	管线及建筑物区	扰动单元 26	占压扰动区	3805	5527.2	0.0049	0.5087
计算单元 15	排工程防治区	施工交通设施区	扰动单元 39	灌溉工程	291	5527.2	0.0049	0.4070

表 5.4-5

典型扰动单元土壤侵蚀模数计算（工程开挖面）

计算单元	预测单元		扰动单元		M _{kw}	R	G _{kw}	
					(t)	MJ•mm/（ hm ² •h ）	t•hm ² •h/（ hm ² •	
计算单元 1	枢纽工程防治区	枢纽建筑物及管理区		扰动单元 1	坝区边坡	2839	5527.2	0.0089
计算单元 2		永久办公生活区		扰动单元 3	水库永久办公生活区	88	5527.2	0.0079
计算单元 4		料场区		扰动单元 7	块石料场	136	5527.2	0.0079
计算单元 9		施工生 产生活区		扰动单元 21	左岸下游施工设施区	903	5527.2	0.0079
计算单元 12	供水、灌区及导排工程防治区	管线及建筑物区	隧洞工程	扰动单元 28	洞口开挖	28	5527.2	0.0079
计算单元 16		施工生 产生活区	供水及灌溉工程	扰动单元 44	Z4#施工区	41	5527.2	0.0079
计算单元 17				扰动单元 47	Y2#施工区	25	5527.2	0.0079
计算单元 18				扰动单元 54	芒达 1#施工区	51	5527.2	0.0079

表 5.4-6

典型扰动单元土壤侵蚀模数计算（工程堆积体）

计算单元	预测单元		扰动单元		M_{dw}	X	R	G_{dw}
					(t)		$MJ \cdot mm / (hm^2 \cdot h)$	$t \cdot hm^2 \cdot h / (hm^2 \cdot MJ \cdot mm)$
计算单元 3	枢纽工程防治区	弃渣场区	扰动单元 5	左岸上游 2#弃渣场	761	1	5527.2	0.00848
计算单元 13	供水、灌区及导排工程防治区	弃渣场区	扰动单元 31	Z2#弃渣场	186	1	5527.2	0.00848
计算单元 14			扰动单元 34	Y1#弃渣场	82	1	5527.2	0.00848

表 5. 4-7 自然恢复期土壤流失预测计算公式表

项目		M _{yd}	R	K _{yd}	L _y	S _y
		(t)	MJ•mm/ (hm ² •h)	t•hm ² •h/ (hm ² •MJ•mm)		
枢纽工程防治区	枢纽建筑物及管理区	534	5527.2	0.0049	0.7071	9.2491
	永久办公生活区	41	5527.2	0.0049	0.9981	10.405
	料场区	55	5527.2	0.0049	0.9828	8.6710
	施工交通设施区	16	5527.2	0.0049	0.9993	7.5149
	施工生产生活区	310	5527.2	0.0049	0.9997	8.6710
	专项设施复建区	160	5527.2	0.0049	0.9993	7.5149
供水、灌区及导排工程防治区	管线及建筑物区	1116	5527.2	0.0049	0.9828	9.8271
	弃渣场区	26	5527.2	0.0049	0.9993	8.0929
	施工交通设施区	132	5527.2	0.0049	0.9981	7.5149
	施工生产生活区	13	5527.2	0.0049	0.9997	8.6710

5.4.4 预测模型

根据工程各施工分区开挖后形成的地形、地面组成物质等实际情况，结合上述类比工程资料，分析确定其扰动后土壤侵蚀模数，并采用以下公式进行水土流失量预测：

$$W = \sum_{j=1}^3 \sum_{i=1}^n (F_{ji} \times M_{ji} \times T_{ji})$$

$$\Delta W = \sum_{j=1}^3 \sum_{i=1}^n (F_{ji} \times \Delta M_{ji} \times T_{ji})$$

式中：

W —土壤流失量，t；

ΔW —新增土壤流失量，t；

F_{ji} —某时段某单元的预测面积， km^2 ；

M_{ji} —某时段某单元的土壤侵蚀模数， $\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ ；

ΔM_{ji} —某时段某单元的新增土壤侵蚀模数， $\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ ；

T_{ji} —某时段某单元的预测时间，a；

i —预测单元， $i=1、2、3、\dots\dots、n$ ；

j —预测时段， $j=1、2$ ，指工程建设期和自然恢复期。

5.4.5 预测结果

根据各扰动区土壤侵蚀程度，确定工程区不同时段土壤侵蚀模数，采用侵蚀模数法预测工程区土壤流失量。经预测，本工程建设将可能造成土壤流失总量为 15.21 万 t，新增土壤流失量 8.95 万 t。其中，施工期（含施工准备期）土壤流失总量 12.02 万 t，新增土壤流失量 8.61 万 t；自然恢复期土壤流失总量 3.19 万 t，新增土壤流失量 0.34 万 t。工程区土壤流失量预测详见表 5.4-8 ~ 5.4-9。



表 5.4-8 各防治分区、各阶段土壤流失量计算表

预测单元		扰动单元		土壤流失类型	规模	施工期		自然恢复期		土壤侵蚀模数 (t/km ² a)				
		序号	项目			预测范围 (hm ²)	预测时段 (a)	预测范围 (hm ²)	预测时段 (a)	原生侵蚀模数	施工期	自然恢复期		
枢纽工程防治区	枢纽建筑物及管理区		扰动单元 1	坝区边坡	工程开挖面	大	18.67	3	92.08	3	3150	17883	3300	
			扰动单元 2	占压扰动	工程开挖面	大	134.79	3			3150	17883		
	小计						153.46		92.08					
	永久办公生活区		扰动单元 3	水库永久办公生活区	工程开挖面	中	1.80	1			3500	5743		
	小计						1.80							
	弃渣场区		扰动单元 4	左岸上游 1#弃渣场	工程堆积体	中	5.50	3			3300	8772		
			扰动单元 5	左岸上游 2#弃渣场	工程堆积体	大	10.20	3			3300	8772		
			扰动单元 6	右岸弃渣场	工程开挖面	中	7.30	3			3300	8772		
	小计						23.00							
	料场区	取料场	扰动单元 7	块石料场	工程开挖面	中	1.86	3	1.86	3	3500	8616	3300	
			扰动单元 8	砂砾石料场	工程开挖面	中	1.24	3	1.24		3500	8616		
			存料场	扰动单元 9	左岸上游存料场	工程开挖面	大	10.20	1		3500	8616		
				扰动单元 10	左岸下游存料场	工程开挖面	中	6.10	1	6.10	3	3500	8616	
	小计						3.10		3.10					
	施工交通设施区		左岸施工道路	扰动单元 11	1#公路	一般扰动	中	1.59	2	1.59	3	3450	4540	3300
				扰动单元 12	3#公路	一般扰动	小	0.73	2	0.73		3450	4540	
				扰动单元 13	5#公路	一般扰动	中	1.66	2	1.66		3450	4540	
				扰动单元 14	7#公路	一般扰动	小	0.40	2	0.40		3450	4540	
			右岸施工道路	扰动单元 15	2#公路	一般扰动	小	0.63	2	0.63	3450	4540		
				扰动单元 16	4#公路	一般扰动	小	0.93	2	0.93	3450	4540		
				扰动单元 17	6#公路	一般扰动	中	1.27	2	1.27	3450	4540		
				扰动单元 18	8#公路	一般扰动	小	0.56	2	0.56	3450	4540		
				扰动单元 19	10#公路	一般扰动	小	0.49	2	0.49	3450	4540		
				扰动单元 20	块石料场公路	一般扰动	中	7.36	2		3450	4540		
	小计						15.62		8.26					
	施工生产生活区		扰动单元 21	左岸下游施工设施区	工程开挖面	大	18.50	2	18.50	3	3450	5743	3300	
			扰动单元 22	左岸上游施工设施区	工程开挖面	小	0.35	2			3450	5743		
小计						18.85		18.50						
专项设施复建工程区		交通工程	扰动单元 23	复建道路	一般扰动	大	11.01	1			2000	4540	3300	
		输电及通信线路区	扰动单元 24	线路基础工程	一般扰动	中	7.34	1	7.34	3	2000	4540		
小计						18.35		7.34						
供水、灌区及导排工程防治区	管线及建筑物区	管线工程	扰动单元 25	管道开挖边坡	工程开挖面	大	16.34	3	105.98	3	3100	4994	3300	
			扰动单元 26	占压扰动区	一般扰动	大	89.64	3			3100	4994		
		管桥工程	扰动单元 27	管桥开挖边坡	工程开挖面	中	1.09	3	1.09		3100	4994		
		隧洞工程	扰动单元 28	洞口开挖	工程开挖面	小	0.54	1	0.54		3100	4994		
		倒虹吸	扰动单元 29	开挖边坡	工程开挖面	中	1.31	1	1.31		3100	4994		
	小计						108.92		108.92					



续表 5.4-8 各防治分区、各阶段土壤流失量计算表

预测单元		扰动单元		土壤流失类型	规模	施工期		自然恢复期		土壤侵蚀模数 (t/km ² a)			
		序号	项目			预测范围 (hm ²)	预测时段 (a)	预测范围 (hm ²)	预测时段 (a)	原生侵蚀模数	施工期	自然恢复期	
供水、灌区及导排工程防治区	弃渣场区	扰动单元 30	Z1#弃渣场	工程堆积体	中	5.70	3	5.70	3	3250	8772	3300	
		扰动单元 31	Z2#弃渣场	工程堆积体	中	2.50	3	2.50		3250	8772		
		扰动单元 32	Z3#弃渣场	工程堆积体	中	3.60	3	3.60		3250	8772		
		扰动单元 33	Z4#弃渣场	工程堆积体	中	2.30	3	2.30		3250	8772		
		扰动单元 34	Y1#弃渣场	工程堆积体	中	1.10	3	1.10		3250	8772		
		扰动单元 35	Y2#弃渣场	工程堆积体	中	2.50	3	2.50		3250	8772		
		扰动单元 36	Y3#弃渣场	工程堆积体	中	1.50	3	1.50		3250	8772		
	小计						26.60		26.60				
	施工交通设施区	扰动单元 38	供水工程	一般扰动	大	15.71	1	15.71	3	1700	3632	3300	
		扰动单元 39	灌溉工程	一般扰动	中	9.42	1	9.42		1700	3632		
		扰动单元 40	泉水导排工程	一般扰动	中	8.17	1	8.17		1700	3632		
	小计						33.30		33.30				
	施工生产生活区	供水及灌溉工程	扰动单元 41	Z1#施工区	工程开挖面	小	0.60	1	0.60	3	3500	5973	3300
			扰动单元 42	Z2#施工区	工程开挖面	小	0.50	1	0.50		3500	5973	
			扰动单元 43	Z3#施工区	工程开挖面	中	1.00	1	1.00		3500	5973	
			扰动单元 44	Z4#施工区	工程开挖面	小	0.80	1	0.80		3500	5973	
			扰动单元 45	Z5#施工区	工程开挖面	小	0.60	1	0.60		3500	5973	
			扰动单元 46	Y1#施工区	工程开挖面	小	0.50	1	0.50		3500	5973	
			扰动单元 47	Y2#施工区	工程开挖面	小	0.50	1	0.50		3500	5973	
			扰动单元 48	Y3#施工区	工程开挖面	小	0.60	1	0.60		3500	5973	
			扰动单元 49	Y4#施工区	工程开挖面	小	0.50	1	0.50		3500	5973	
			扰动单元 50	Y5#施工区	工程开挖面	小	0.70	1	0.70		3500	5973	
			扰动单元 51	Y6#施工区	工程开挖面	小	0.70	1	0.70		3500	5973	
		泉水导排工程	扰动单元 52	钢管加工厂	工程开挖面	中	2.00	1	2.00		3500	5973	
			扰动单元 53	恩达曲 1#施工区	工程开挖面	中	1.00	1	1.00		3500	5973	
			扰动单元 54	芒达 1#施工区	工程开挖面	中	1.00	1	1.00		3500	5973	
			扰动单元 55	芒达 2#施工区	工程开挖面	中	1.00	1	1.00		3500	5973	
	小计						12.00		12.00				
	合计		55 个				414.99		310.10				

表 5.4-9

土壤流失量汇总表

项目			土壤流失总量 (t)	新增土壤流失 量 (t)	新增土壤流失量所占比例
分区	枢纽工程防治区	枢纽建筑物及管理区	91630	68426	73.42%
		永久办公生活区	103	3776	4.05%
		弃渣场区	6053	3776	4.05%
		料场区	3134	1272	1.37%
		施工交通设施区	2252	319	0.34%
		施工生产生活区	4033	817	0.88%
		专项设施复建区	1574	767	0.82%
		小计	108779	79154	84.93%
	供水、灌区及导排工程防治区	管线及建筑物区	27130	6986	7.50%
		弃渣场区	9686	4499	4.83%
		施工交通设施区	4571	2307	2.48%
		施工生产生活区	1928	248	0.27%
		小计	43316	14040	15.07%
	合计		152095	93194	100.00%
分阶段	施工期 (含施工准备期)		120170	86093	96.24%
	自然恢复期		31924	3365	3.76%
	合计		152095	89458	100.00%

5.5 水土流失危害分析与评价

由于工程建设期长,开挖土方量大,挖损、堆垫面积广,现状植被将遭到破坏,并形成大范围的裸露地表,使水土保持功能降低或丧失。同时,工程建设的再塑作用改变了地貌地形,破坏了原有的水土保持功能,为水土流失的发生、发展创造了条件。在水力和重力的作用下,使项目区水土流失强度有较大幅度增加,若不采取有效的防治措施,严重的水土流失对主体工程建设和安全运行将产生危害。

(1) 主体工程区

本工程为点线结合工程,施工过程中扰动地表范围广,工程建设过程中开挖和回填均可能造成大量的水土流失,若不及时采取有效的防护措施,除对工程施工带来不利影响外,还将增加河道泥沙。工程开挖形成的裸露面若不及时防护,如遇大雨,将形成一定的沟蚀和面蚀,产生较为严重的水土流失。

(2) 施工交通设施区

施工道路若不采取防护措施,受水土流失影响将形成泥泞的路面,对工程施工运输将造成一定的影响;而且水土流失会对周边水域造成污染并增加河道泥沙量。



(3) 施工生产生活区

施工生产生活区设施场地平整建设将破坏植被,减弱植被的固土作用,水土流失不仅会带走土体,也会带走土壤中的肥力,使工程区土壤肥力下降,影响作物生长,降低土地生产力。

(4) 料场

料场开挖过程中,若不及时采取有效的防护措施,将可能造成极大的水土流失危害,危害对象主要包括周边耕地、植被、河流、水塘、道路等。

料场开采区损坏了原有地貌和水土保持设施,若不采取有效的防治措施,表层植被生长层将被挖损或埋压,造成土壤生产力的衰减或丧失。其诱发的加速侵蚀又使周边的土地可用性下降,进而影响当地社会经济发展。

(5) 弃渣场

枢纽工程区弃渣场位于水库死水位以下,水库蓄水后被淹没,主要是工程施工过程中需布置有效的防护措施,防止弃渣产生的水土流失。

供水、灌区及导排工程区弃渣场沿管线布置,较为分散,若不采取有效的拦挡措施,可能产生的水土流失影响范围较广。

(6) 专项设施复建区

专项设施建设过程中,对地表扰动程度较为强烈,且会产生一定数量的松散土石方需临时堆存,若不采取妥善的防护措施,将会对周边农田造成一定的影响,同时影响安置区建设进度。

综上所述,本工程建设造成的水土流失危害主要表现在破坏土地资源、影响生态环境、影响工程施工、运行以及增加河道泥沙淤积。

5.6 预测结论与指导性意见

本工程建设将扰动原地表面积 414.99hm^2 ,损毁植被面积 399.65hm^2 ,工程建设产生弃渣 232.35万 m^3 (松方),堆弃在枢纽工程区、供水及灌溉工程区规划的弃渣场内。通过对工程区水土流失量的预测,工程可能造成水土流失总量 15.21万 t ,新增水土流失量 8.95万 t 。

本工程产生水土流失的重点时段在工程施工期,该时段流失量占总流失量的 96.24% ,是本工程水土流失防治和水土保持监测的重点时段。



根据水土流失预测结果,在本工程建设过程中,工程区占地范围内的原有地貌将遭受不同程度的破坏,枢纽工程区枢纽建筑物、弃渣场、料场等原地貌将发生较大改变。工程区将由原有的中度水土流失区变为强烈以上水土流失区。为了明确本工程水土流失重点防治区段,并据此确定相应的措施布局,提出以下指导性意见:

1) 本工程产生水土流失的重点区域为枢纽建筑物及管理区、供水管线及建筑物,这些区域亦为水土流失重点监测区域。

2) 本工程产生水土流失的重点时段为工程施工期,水土保持的各项措施同主体工程的施工期相对应。措施安排原则上应当先实施工程措施,后植物措施。根据拟建项目水土流失的变化情况,水土保持的排水工程、拦挡工程要在施工初期完成,植物措施须在工程结束后尽早实施。

3) 对水土流失重点防治区应采取临时措施、工程措施和植物措施相结合的综合防治措施,临时措施和工程措施应包括临时拦挡工程、排水工程及土地整治工程,植被恢复应以灌、草相结合方式布置。

施工过程中需加强开挖边坡和临时堆料的防护措施;围堰填筑及拆除过程需加强安全操作,围堰拆除需做到完全拆除,不能遗留土石方在河道内;料场开采过程需严格控制开采范围;弃渣堆置过程需妥善做好防护工作,加强防护及管理,并做好水土保持监理监测等工作。

4) 工程完工后,水土保持的工程措施和植物措施都已完成,并逐步发挥其水土保持功能,工程区的土壤侵蚀逐渐达到新的平衡状态。由于工程区采取了绿化和养护,部分区域生态环境得到改善。

6 防治目标及总体布设

6.1 防治目标及标准

根据《全国水土保持规划(2015-2030年)》、《西藏自治区水土保持规划(2019-2030年)》，工程区所在的昌都市卡若区属于西藏自治区水土流失重点治理区，类乌齐县属于西藏自治区水土流失重点预防区。按照《生产建设项目水土流失防治标准》(GB/T50434-2018)的有关规定，本工程水土流失防治标准执行青藏高原区建设类项目一级标准，其水土流失防治指标基准值如下：水土流失治理度 85%，土壤流失控制比为 0.80，渣土防护率 87%，表土保护率 90%，林草植被恢复率 95%，林草覆盖率 16%。

根据项目区原生土壤侵蚀现状，工程区土壤侵蚀强度以中度为主，土壤流失控制比可降低 0.1~0.2，由于本工程无法避让西藏自治区水土流失重点防治区，考虑不降低土壤流失控制比；坝址区河床最低高程为 3406m，供水线路及灌区高程分布在 3200m~3410m 之间，属中高山峡谷地貌，渣土防护率可减少 1%~3%，由于本工程位于昂曲下游，距离河道较近，同时项目区处于西藏高海拔地区，生态环境相对脆弱，故考虑不减少渣土防护率；本工程无法避让西藏自治区水土流失重点预防区和重点治理区，林草覆盖率应提高 1%~2%。据此确定本工程水土流失防治指标值如下：水土流失治理度达到 85%，土壤流失控制比为 0.80，渣土防护率 87%，表土保护率 90%，林草植被恢复率达到 95%，林草覆盖率达到 18%。

调整后的工程水土流失防治目标值见表 6.1-1。

表 6.1-1 宗通卡水利枢纽工程水土流失防治目标值一览表

防治目标	防治指标基准值		按项目所在区位 修正	修正后的防治指标值	
	施工期	设计水平年		施工期	设计水平年
水土流失治理度 (%)	-	85		-	85
土壤流失控制比	-	0.80		-	0.80
渣土防护率 (%)	85	87		85	87
表土保护率 (%)	90	90		90	90
林草植被恢复率 (%)	-	95		-	95
林草覆盖率 (%)	-	16	+2	-	18



6.2 设计依据、理念与原则

6.2.1 设计依据

- (1) 《水利水电工程水土保持技术规范》(SL575-2012)；
- (2) 《生产建设项目水土保持技术标准》(GB50433-2018)；
- (3) 《水土保持工程设计规范》(GB51018-2014)；
- (4) 《生产建设项目水土流失防治标准》(GB/T50434-2018)；
- (5) 《水土保持综合治理技术规范》(GB/T16453.1~16453.6-2008)；
- (6) 《水土保持综合治理效益计算方法》(GB/T15774-2008)；
- (7) 《造林技术规程》(GB/T15776-2016)；
- (8) 《防洪标准》(GB50201-2014)；
- (9) 《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190-2007)；
- (10) 《水利水电工程制图标准水土保持图》(SL73.6-2015)；
- (11) 《水利水电工程设计工程量计算规定》(SL328-2005)；
- (12) 《西藏昂曲宗通卡水利枢纽工程可行性研究报告》(长江勘测规划设计研究有限责任公司, 2019年10月)。

6.2.2 理念与原则

(1) 防治结合, 因害设防的原则: 根据各水土流失防治类型区的特点及新增水土流失的方式, 确立各类型区的防治重点及措施的配置, 坚持防治结合, 因害设防的原则。

(2) 按照“同时施工、同时设计、同时投产使用”制度要求, 结合主体工程施工组织设计和主体工程布置, 分区、分期合理安排防治措施的实施, 同时体现“先拦后弃”、“生态、经济、社会效益统一”的原则。

(3) 按照保护生态和保护土地资源的设计理念, 尽量减少对原地貌的扰动和植被的破坏原则: 水土保持是生态修复的主体内容, 方案与设计应树立生态理念, 即本着保持水土, 改善生态环境, 提高植被覆盖率, 恢复可持续发展的生态系统的的设计理念。设计中充分体现植物优先, 植物与工程相结合, 强化工程设计与生态景观建设的协调。

(4) 维护水土资源及合理利用的理念: 本工程建设将不可避免的破坏原地表生产力, 改变了土壤入渗能力和径流状况, 降低水土资源的利用效率。在措施设计中应加强地表土保护设计, 合理利用工程区土地资源恢复植被或复垦。

(5) 经济、有效、实用的原则: 对于重点水土流失区的防护措施应进行多方案比选, 确定投入、效果比最佳方案, 节省工程投资, 保证水保效果, 同时具有可操作性。



(6) 整体性原则：将主体工程设计中具有水土保持功能的措施设计纳入本防治方案，作为水土流失防治体系的一部分。

6.3 设计深度及设计水平年

6.3.1 设计深度

根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）的有关要求，水土保持方案的编制深度与主体工程设计深度一致。宗通卡水利枢纽工程设计深度为可行性研究阶段，相应水土保持方案编制深度也应达到水利工程可行性研究深度。

6.3.2 设计水平年

根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）规定，本工程为建设类项目，水土保持方案设计水平年为主体工程完工后 1 年，即第 7 年。

6.4 总体布局及分区防治措施体系

6.4.1 总体布局

本工程水土流失防治措施总体布局由各防治区的不同防治措施构成，根据各水土流失防治区的特点和水土流失状况，确定各区的水土流失防治重点和措施配置。按照永久措施和临时措施相结合、工程措施和植物措施相结合的原则，拟定本工程的水土流失防治措施总体布局。宗通卡水利枢纽工程水土保持措施总体布局详见表 6.4-1，水土流失防治措施体系详见图 6.4-1。

表 6.4-1 水土流失防治措施总体布局表

防治分区		措施类型	主体已有措施	新增水土保持措施
枢纽工程防治区	枢纽建筑物及管理区	工程措施	溢洪道、泄洪洞、导流洞、厂房开挖边坡截排水沟	表土剥离、管理范围绿化区土地平整、覆土
		植物措施		枢纽建筑物及管理区绿化、坝顶公路行道树
		临时措施		表土临时排水、拦挡及苫盖
	永久办公生活区	工程措施		表土剥离、场区周边排水沟、绿化区土地平整、覆土
		植物措施		场区绿化
		临时措施		表土临时拦挡及苫盖，裸露边坡临时苫盖
	弃渣场区	工程措施		表土剥离、钢筋石笼挡墙、截排水沟及沉砂池、干砌石护坡
		临时措施		表土临时拦挡、苫盖
	料场区	工程措施		截水沟、土地平整、覆土、载土槽
		植物措施		边坡绿化、开采平台植被恢复
		临时措施		剥离料临时拦挡和绿化
	施工交通设施区	工程措施	表土剥离	截排水沟
		植物措施		行道树
		临时措施		表土临时拦挡及苫盖、填筑边坡下沿拦挡



续表 6.4-1

水土流失防治措施总体布局表

防治分区		措施类型	主体已有措施	新增水土保持措施
枢纽工程防治区	施工生产生活区	工程措施	复垦	土地整治、覆土、场区排水沟、存料场拦挡及截排水沟
		植物措施		场地植被恢复
		临时措施		表土临时拦挡、苫盖
	专项设施复建区	植物措施		复建道路行道树
		临时措施		临时堆土苫盖、临时排水、下边坡临时拦挡
供水、灌区及导排工程防治区	管线及建筑物区	工程措施	复垦	表土剥离、土地平整、覆土、开挖边坡拦挡
		植物措施		撒播草籽、边坡绿化
		临时措施		临时堆土苫盖
	弃渣场区	工程措施	复垦	表土剥离、浆砌石挡墙、场区周边截排水沟、渣顶排水沟、沉砂池、土地平整、覆土
		植物措施		灌草结合恢复植被
		临时措施		表土临时拦挡及苫盖
	施工交通设施区	工程措施		表土剥离、土地平整、覆土
		植物措施		植被恢复
		临时措施		临时排水、边坡临时防护、表土临时拦挡及苫盖
	施工生产生活区	工程措施	复垦	表土剥离、土地平整、覆土
		植物措施		植被恢复
		临时措施		表土临时拦挡及苫盖、场区临时排水沟

6.4.2 分区防治措施体系

6.4.2.1 枢纽工程区

(1) 枢纽建筑物及管理区

施工前，对枢纽建筑物及管理区范围可剥离的表土进行剥离，剥离的表土集中堆放在枢纽工程区规划表土堆存场内。

施工期间，主体工程设计对溢洪道、泄洪洞、导流洞、厂房等开挖边坡布置了截排水措施；本方案对枢纽工程区临时堆存的表土采取临时排水、拦挡及苫盖措施。

施工结束后，对枢纽建筑物及管理区范围内可绿化区域进行土地平整及覆土，并进行绿化美化；对坝顶公路两侧栽植行道树绿化。

(2) 永久办公生活区

施工前，对永久生活区内可剥离的表土进行剥离，并堆存在永久办公生活区绿化空地内；在场区周边布置截排水措施。



施工期间，对临时堆存的表土采取临时拦挡、苫盖措施；对裸露边坡进行临时苫盖。

施工结束后，对绿化区域进行土地平整及覆土，采取乔灌草方式进行景观绿化并配套灌溉措施。

（3）弃渣场区

施工前，对渣场扰动范围内的表土进行剥离，并集中堆存在渣场征地范围内；在堆渣坡脚钢筋石笼拦挡、周边截排水沟及沉砂池等措施。施工期间，对临时堆存的表土采取临时拦挡、苫盖措施。堆渣结束后对弃渣边坡采用干砌石防护措施。

（4）料场区

施工前，在料场上游侧布设截水沟，出口处设沉砂池。施工期间对料场剥离料采取临时拦挡和绿化措施。施工结束后，对开采迹地进行土地平整及覆土，采用灌草方式恢复植被；在马道内侧修筑载土槽并覆土，种植灌木和攀缘植物进行绿化。

（5）施工交通设施区

施工前，主体工程对施工道路扰动范围内的表土进行剥离，堆存在道路沿线平缓区域；在道路内侧布置截排水沟。施工期间对临时堆存的表土采取临时拦挡、苫盖措施；对道路下边坡进行临时拦挡；施工结束后，在道路外沿一侧栽植行道树。

（6）施工生产生活区

施工前，对施工生产生活区扰动范围内的表土进行剥离，堆存在施工场地范围内；在施工场地周边布设截排水沟；对存料场布置拦挡及截排水措施。施工期间，对临时堆存的表土采取临时拦挡、苫盖措施。施工结束后，对施工迹地进行土地平整及覆土，占用的耕园地由主体工程复耕，占用的林地进行土地整治后恢复植被。

（7）水库淹没区

水库淹没及影响区在施工期不扰动，该区水土保持措施主要为预防保护措施，针对库岸沿线可能存在的滑坡体和崩塌体、以及水库淹没区运行管理提出有关水土保持要求。

（8）专项设施复建区

施工前，在复建道路内侧布置截排水沟。施工期间对临时堆土采取临时苫盖措施；对道路下边坡进行临时拦挡；施工结束后，在道路外沿一侧栽植行道树。

6 防治目标及总体布设



注: (*)为主体已有措施

图 6.4-1 水土流失防治措施体系图



6.4.2.2 供水、灌区及导排工程区

(1) 管线及建筑物区

施工前，主体工程对耕园地区域进行表土剥离，方案补充对本区域林草地可剥离的表土进行剥离，剥离的表土堆放在管道作业带范围内。施工期间，对临时堆存的表土采取临时苫盖措施；对回填边坡坡脚布置浆砌石坎。施工结束后，对管道敷设迹地进行土地平整及覆土，占用耕园地部分由主体工程复耕，其他剩余迹地采取撒播草籽进行植被恢复；对挖填边坡采取撒播草籽和栽植攀援植物方式进行绿化。

(2) 弃渣场区

施工前，主体工程对耕园地区域进行表土剥离，方案补充对渣场扰动范围内的林草地可剥离的表土进行剥离，并集中堆存在渣场征地范围内的表土堆存场内；在堆渣坡脚布设挡渣墙，周边布置截排水沟、渣顶排水沟、沉砂池等措施。施工期间对临时堆放的表土采取临时拦挡和苫盖措施；堆渣结束后对渣顶及坡面进行土地平整及覆土，主体工程对渣顶进行复耕，坡面采取灌草方式恢复植被。

(3) 施工交通设施区

施工前，对施工道路扰动范围内的表土进行剥离，堆存在道路沿线平缓区域。施工期间，对临时堆存的表土采取临时拦挡和苫盖措施；在道路一侧设临时排水措施，下边坡临时拦挡。施工结束后，对道路施工迹地进行土地平整及覆土，采用灌草方式恢复植被。

(4) 施工生产生活区

施工前，主体工程对耕园地区域进行剥离，方案补充对施工生产生活区扰动范围内林草地可剥离的表土进行剥离，并集中堆存在沿线施工场地范围内；在施工场地周边布设临时排水沟。施工期间对临时堆存的表土采取临时拦挡和苫盖措施；施工结束后对施工迹地进行土地平整及覆土，占用耕园地部分由主体工程复耕，剩余部分迹地采取灌草方式恢复植被。

7 弃渣场设计

7.1 弃渣来源及流向

7.1.1 枢纽工程防治区

枢纽工程区土石方开挖总量 333.84 万 m^3 (自然方, 下同), 土石方填筑总量 239.18 万 m^3 , 借方 29.10 万 m^3 , 弃方总量 123.76 万 m^3 (折合成松方 176.98 万 m^3)。枢纽工程弃方主要来源于围堰拆除、溢洪道、厂房、导流洞、引水隧洞、大坝基础等开挖, 弃方全部弃置左岸上游 1#弃渣场、左岸上游 2#弃渣场、右岸弃渣场内, 各弃渣场的弃渣来源、流向和弃渣量详见表 7.1-1。

表 7.1-1 各弃渣场弃渣来源、流向和弃渣量一览表

序号	名称	位置	弃渣来源及数量		弃渣量	
			来源	数量(万 m^3)	(自然方, 万 m^3)	(松方, 万 m^3)
1	左岸上游 1#弃渣场	坝址左岸上游 1km 处(5#公路旁)	溢洪道开挖	20.21	36.06	51.57
			大坝基础开挖	10.85		
			厂房基础开挖	5.00		
2	左岸上游 2#弃渣场	坝址上游左岸滩地	上游围堰拆除	0.22	26.45	37.82
			下游围堰拆除	2.06		
			溢洪道开挖	1.15		
			泄洪洞开挖	14.50		
			厂房基础开挖	7.97		
			引水隧洞开挖	0.28		
			渗控工程开挖	0.27		
3	右岸弃渣场	坝址右岸上游 1.3km 处	上游围堰拆除	0.14	61.25	87.59
			下游围堰拆除	2.14		
			导流洞开挖	16.13		
			导流洞进出口围堰拆除	0.23		
			溢洪道开挖	30.00		
			溢洪道出口围堰拆除	1.02		
			泄洪洞出口围堰拆除	0.74		
			大坝基础开挖	10.85		
合计				123.76	123.76	176.98

7.1.2 供水、灌区及导排工程防治区

供水、灌区及导排工程区土石方开挖总量 185.27 万 m^3 (自然方, 下同), 土石方填筑总量 167.41 万 m^3 , 借方 20.86 万 m^3 , 弃方总量 38.72 万 m^3 (折合成松方 55.37 万 m^3)。供水、灌区及导排工程区弃方主要来源于输水管道、管桥、倒虹管、施工平台及灌溉工程开挖, 弃渣全部弃置沿线弃渣场。



7.2 弃渣场选址与类型

7.2.1 弃渣场地质条件

(1) 枢纽工程弃渣场地质条件

枢纽工程区在坝址上游共布置 3 处弃渣场，各渣场地质条件分述如下：

① 左岸上游 1[#]弃渣场

左岸上游 1[#]弃渣场位于坝址上游左岸 I、II 级阶地平台，距坝址直线距离约 1km，为库区型弃渣场。行政上隶属昌都市卡若区芒达乡，5[#]场内公路从渣场后缘通过，交通运输条件较好。

该渣场处于昂曲河 I、II 级阶地平台，地面高程 3416~3450m，渣场沿昂曲河平面呈条带状，长约 250m，宽约 30~50m，天然地形坡度 $<5^{\circ}$ 。弃渣场范围出露的覆盖层主要为第四系全新统 I 级阶地 (Q_4^{2al})、II 级阶地 (Q_4^{1al}) 冲积层及崩坡积 (Q^{col+dl}) 层；弃渣场东侧坡面见侏罗系上统小索卡组 (J_{3x}) 基岩分布。

I 级阶地冲积层 (Q_4^{2al})：主要为砾卵石、卵漂石及砂砾石等，该层厚约 8~29m。

II 级阶地冲积层 (Q_4^{1al})：主要为砂砾石、砾卵石，次为块石，中密~密实。砂砾(卵)石为杂色，见少量漂石，砾、卵石大小一般 1~8cm，含量 65%~85%，原岩成分为砂岩、粉砂岩、少量灰岩，次圆状~磨圆状。

第四系崩坡积层 (Q^{col+dl})：为黄褐色、紫红色碎块石夹土，地表局部分布厚 1~1.5m 的土夹碎块石，碎、块石原岩成分主要为泥质粉砂岩、砂岩等，弃渣场东侧斜坡坡脚等部位分布普遍。

出露基岩为侏罗系上统小索卡组 (J_{3x}) 灰色、紫红色泥质粉砂岩、粉细砂岩及泥岩。

该渣场地下水类型主要为松散岩类孔隙水及基岩裂隙水。阶地堆积砂卵石层结构松散，孔隙率大，赋水条件好，渗透性大，补径排通畅。泥质粉砂岩、泥岩、砂岩等碎屑岩类岩石，富水性差。弃渣场布置区地下水多与河水位持平。

该弃渣场位于芒达复向斜的次级褶皱沙贡向斜核部附近，受地质构造影响，基岩岩层产状变化较大，伴生褶皱发育。褶皱、层间挤压错动带、裂隙为该区域的主要构造形迹。未见活断层发育，岩层产状 $110^{\circ} \sim 169^{\circ} \angle 29^{\circ} \sim 54^{\circ}$ 。该弃渣场范围内及其影响区域内无滑坡、崩塌、泥石流等不良物理地质现象，环境地质条件较好。

地质评价结论:左岸上游 1#弃渣场属区域构造相对稳定地区,渣场构造稳定性较好;渣场有 5#施工道路通过,交通方便;渣场及其周围地貌简单、不良地质现象不发育,场地稳定性好。第四系河流阶地砂砾石、卵漂石层及崩坡积层碎石土主要为中~强透水层,地表排水条件好。渣场范围岩土种类较单一,基本无软土层,不存在稳定性差的顺向坡,弃渣后诱发新的地质灾害的可能性小,危险性小,危害性小。该场地适宜布置弃渣场。

② 左岸上游 2#弃渣场

左岸上游 2#弃渣场位于坝址上游左岸 I、II 级阶地平台,距坝址直线距离约 2.0km,为库区型弃渣场。行政上隶属昌都市卡若区芒达乡,昂曲左岸乡村公路从渣场中部通过,交通运输条件较好。

该渣场处于昂曲河 I、II 级阶地平台,地面高程 3420~3480m,平台顺河流向长约 600m,宽约 130~200m,地表最大地形坡度 $<15^{\circ}$ 。该弃渣场范围出露的覆盖层主要为第四系全新统 I 级阶地(Q_4^{2al})、II 级阶地(Q_4^{1al})冲积层及崩坡积(Q^{col+dl})层;弃渣场北侧坡面见侏罗系上统小索卡组(J_3x)基岩分布。

I 级阶地冲积层(Q_4^{2al}):主要为砂砾石、砾卵石、漂卵砾石层,中密~密实,原岩成分主要为砂岩、泥质粉砂岩、灰岩及少量花岗岩等,磨圆度较好,呈圆~次圆状,厚约 25~30m,局部夹含粉细砂透镜体。

II 级阶地冲积层(Q_4^{1al}):表层厚约 0.5~3m 为崩坡积土夹碎石,碎石含量约 10%,原岩成分主要为砂岩、泥质粉砂岩;下部为砂砾石、砾卵石,次为块石,中密~密实。砂砾(卵)石为杂色,见少量漂石,原岩成分为砂岩、粉砂岩、少量灰岩,次圆状~磨圆状。

第四系崩坡积层(Q_4^{col+dl}):为黄褐色、紫红色碎块石夹土,土含量约 5%~10%,碎、块石原岩成分主要为泥质粉砂岩、砂岩等,结构稍密~松散,主要分布于弃渣场北侧斜坡坡脚等部位,厚约 1~3m。

出露基岩为侏罗系上统小索卡组(J_3x)灰色、紫红色泥质粉砂岩、粉细砂岩及泥岩。

该弃渣场地下水类型主要为松散岩类孔隙水及基岩裂隙水。阶地堆积砂卵石层结构松散,孔隙率大,赋水条件好,渗透性大,补径排通畅。泥质粉砂岩、泥岩、砂岩等碎屑岩类岩石,富水性差。弃渣场布置区地下水多与河水位持平。

该弃渣场位于沙贡向斜东北翼,为单斜地层,岩层产状 $197^{\circ} \angle 57^{\circ}$ 。层间挤压错动带、裂隙为该区域的主要构造形迹。未见活断层发育。该弃渣场范围内及其影响区域



内无滑坡、崩塌、泥石流等不良物理地质现象，环境地质条件较好。

地质评价结论：左岸上游 2[#]弃渣场属区域构造相对稳定地区，渣场构造稳定性较好；渣场及其周围地貌较简单、不良地质现象不发育，场地稳定性好。第四系河流阶地砂砾石、卵漂石层及崩坡积层碎石土主要为中～强透水层，地表排水条件好。渣场范围岩土种类较单一，基本无软土层，不存在稳定性差的顺向坡；弃渣后诱发新的地质灾害的可能性小，危险性小，危害性小。该场地适宜布置弃渣场。

③ 右岸弃渣场

右岸弃渣场位于坝址上游右岸 II 级阶地平台，距坝址直线距离约 1.8km，为库区型弃渣场。行政上隶属昌都市类乌齐县尚卡乡，6[#]场内公路接该弃渣场，交通运输条件较好。

该渣场处于昂曲河 II 级阶地平台，地面高程 3440～3460m，渣场沿昂曲平面呈条带状，长约 630m，宽约 110～150m，地表最大地形坡度 <10°。

该弃渣场范围出露的覆盖层主要为第四系全新统 II 级阶地 (Q_4^{1al}) 冲积层及崩坡积 (Q^{col+dl}) 层；弃渣场东侧坡面见侏罗系上统小索卡组 (J_3x) 基岩分布。

II 级阶地冲积层 (Q_4^{1al})：具二元结构，表层厚约 0.5～3m 为含砾粉质壤土，砾石含量约 10%～20%，为填筑料无用剥离层；下部为砂砾石、砾卵石、漂卵砾石层，稍密～中密，原岩成分主要为砂岩、泥质粉砂岩、灰岩及少量花岗岩、泥岩、石英等，磨圆度较好，呈圆～次圆状，厚约 20～30m。

第四系崩坡积层 (Q_4^{col+dl})：为黄褐色、紫红色碎块石夹土，地表局部分布厚 2～6m 的土夹碎块石，碎、块石原岩成分主要为泥质粉砂岩、砂岩等，弃渣场西侧斜坡坡脚等部位分布普遍。

出露基岩为侏罗系上统小索卡组 (J_3x) 灰色、紫红色泥质粉砂岩、粉细砂岩及泥岩。

该弃渣场地下水类型主要为松散岩类孔隙水及基岩裂隙水。阶地堆积砂卵石层结构松散，孔隙率大，赋水条件好，渗透性大，补径排通畅。泥质粉砂岩、泥岩、砂岩等碎屑岩类岩石，富水性差。弃渣场布置区地下水多与河水位持平。

该弃渣场位于芒达复向斜的次级褶皱沙贡向斜核部附近，受地质构造影响，基岩岩层产状变化较大，伴生褶皱发育。褶皱、层间挤压错动带、裂隙为该区域的主要构造形迹。未见活断层发育。弃渣场西侧出露基岩岩层产状 $165^\circ \angle 50^\circ$ 。该弃渣场范围内及其影响区域内无滑坡、崩塌、泥石流等不良物理地质现象，环境地质条件较好。



地质评价结论：右岸弃渣场属区域构造相对稳定地区，渣场构造稳定性较好；渣场有 6#施工道路通过，交通方便；渣场及其周围地貌简单、不良地质现象不发育，场地稳定性好。第四系河流阶地砂砾石、卵漂石层及崩坡积层碎石土主要为中～强透水层，地表排水条件好。渣场范围岩土种类较单一，基本无软土层，不存在稳定性差的顺向坡，弃渣后诱发新的地质灾害的可能性小，危险性小，危害性小。该场地适宜布置弃渣场。

(2) 供水、灌区及导排工程弃渣场地质条件

供水、灌区及导排工程沿线弃渣场均位于昂曲河两岸宽缓阶地平台上，均为坡地型渣场。各渣场及邻近区域地形坡度在 $5^{\circ} \sim 15^{\circ}$ 之间，整体平缓；渣场区工程地质条件简单、岩性单一，未见大的断裂通过，构造稳定性好，不良地质现象不发育，场地稳定；各渣场周边均有乡村公路通过，交通运输条件较好；弃渣后诱发新的地质灾害的可能性小，危险性小、危害性小。因此，在做好渣体的拦挡工程、截排水工程及边坡治理工程的基础上，均适宜布置弃渣场。

供水、灌区及导排工程沿线弃渣场工程地质条件见表 7.2-1。

表 7.2.1 供水、灌区及导排工程弃渣场地质条件汇总表

弃渣场名称	工程地质条件	地质条件评价
Z1#弃渣场	供水线路 Z1#弃渣场位于昂曲左岸 I 级阶地平台前缘，供水线路及右岸乡村公路从渣场东北侧通过，交通运输条件较好。渣场范围地面高程 3385～3395m，渣场顺昂曲河流向长约 265m，宽约 150m，地表最大地形坡度 $< 15^{\circ}$ 。 该渣场地表分布地层为第四系 I 级阶地 (Q_4^{2al}) 冲积层。表层厚约 0.3～0.1m 为含砾粉质壤土层，见植物根系，下部为砂砾石、砾卵石、漂卵石层，中密～密实，原岩成分主要为砂岩、泥质粉砂岩、灰岩及少量花岗岩等，磨圆度较好，呈圆～次圆状，具强透水性，地下水位与河水面基本持平。下覆基岩为侏罗系上统小索卡组 (J_3x) 灰色、紫红色泥质粉砂岩、粉细砂岩夹泥岩。岩层产状 $26^{\circ} \angle 61^{\circ}$ 。	各渣场及邻近区域地形坡度在 $5^{\circ} \sim 15^{\circ}$ 之间，整体平缓；渣场区工程地质条件简单、岩性单一，未见大的断裂通过，构造稳定性好，不良地质现象不发育，场地稳定；各渣场周边均有乡村公路通过，交通运输条件较好；弃渣后诱发新的地质灾害的可能性小，危险性小、危害性小。因此，在做好渣体的拦挡工程、截排水工程及边坡治理工程的基础上，均适宜布置弃渣场。
Z2#弃渣场	供水线路 Z2#弃渣场位于昂曲左岸 I 级阶地平台，供水线路从弃渣场西南侧通过，右岸乡村公路从渣场东北侧通过，交通运输条件较好。渣场范围地面高程 3365～3372m，平台顺昂曲河流向长约 270m，宽约 45～80m，地表最大地形坡度 $< 10^{\circ}$ 。该渣场范围为耕地，地表分布地层为第四系 I 级阶地 (Q_4^{2al}) 冲积层。表层厚约 0.3～0.1m 为含砾粉质壤土层，见植物根系，下部为砂砾石、砾卵石、漂卵石层，中密～密实，原岩成分主要为砂岩、泥质粉砂岩、灰岩及少量花岗岩等，磨圆度较好，呈圆～次圆状，具强透水性，地下水位与河水面基本持平。下覆基岩为侏罗系中统土拖组 (J_2t) 灰色、紫红色粘土岩、粉细砂岩。弃渣场及其周围未见区域断层发育，地质构造简单，为单斜地层，岩层产状 $220^{\circ} \angle 25^{\circ}$ 。场地周边无不良地质现象分布。	
Z3#弃渣场	供水线路 Z3#弃渣场位于昂曲左岸 I 级阶地平台后缘，供水线路从弃渣场西南侧通过，右岸乡村公路从渣场东北侧通过，交通运输条件较好。渣场范围地面高程 3350～3368m，平台顺昂曲河流向长约 265m，宽约 150m，地表最大地形坡度 $< 15^{\circ}$ 。 该渣场范围为耕地，地表分布地层为第四系 I 级阶地 (Q_4^{2al}) 冲积层。表层厚约 0.3～0.1m 为含砾粉质壤土层，见植物根系，下部为砂砾石、砾卵石、漂卵石层，中密～密实，原岩成分主要为砂岩、泥质粉砂岩、灰岩及少量花岗岩等，磨	



续表 7.2.1

供水、灌区及导排工程弃渣场地质条件汇总表

弃渣场名称	工程地质条件	地质条件评价
	圆度较好,呈圆~次圆状,具强透水性,地下水位与河水面基本持平。下覆基岩为侏罗系上统小索卡组(J_3x)灰色、紫红色泥质粉砂岩、粉细砂岩夹泥岩。弃渣场及其周围未见区域断层发育,地质构造简单,为单斜地层,岩层产状 $223^\circ \angle 43^\circ$ 。场地周边无不良地质现象分布。	
Z4 [#] 弃渣场	供水线路 Z4 [#] 弃渣场位于昂曲左岸Ⅱ级阶地平台后缘,供水线路及右岸乡村公路从渣场东北侧通过,交通运输条件较好。渣场范围地面高程 3308~3320m,平台顺昂曲河流向长约 150m,宽约 100m,地表最大地形坡度 $<15^\circ$ 。 该渣场范围为耕地,地表分布地层为第四系Ⅱ级阶地(Q_4^{1al})冲积层。表层厚约 0.3~0.1m 为含砾粉质壤土层,见植物根系,下部为砂砾石、砾卵石、漂卵砾石层,中密~密实,原岩成分主要为砂岩、泥质粉砂岩、灰岩及少量花岗岩等,磨圆度较好,呈圆~次圆状,具强透水性,地下水位与河水面基本持平。下覆基岩为侏罗系中统东大桥组(J_2d)灰色、紫红色泥质粉砂岩、粉细砂岩夹泥岩。弃渣场及其周围未见区域断层发育,地质构造简单,为单斜地层,岩层产状 $335^\circ \angle 33^\circ$ 。场地周边无不良地质现象分布。	
Y1 [#] 弃渣场	供水线路 Y1 [#] 弃渣场位于昂曲右岸Ⅰ级阶地平台,县乡公路从渣场后缘通过,交通运输条件较好。渣场范围地面高程 3409~3415m,该渣场沿县乡公路方向长约 160m,宽约 50m,地表最大地形坡度 $<10^\circ$ 。 该渣场范围为耕地,地表分布地层为第四系Ⅰ级阶地(Q_4^{2al})冲积层。表层厚约 0.3~0.8m 为含砾粉质壤土层,见植物根系,下部为砂砾石、砾卵石、漂卵砾石层,中密~密实,原岩成分主要为砂岩、泥质粉砂岩、灰岩及少量花岗岩等,磨圆度较好,呈圆~次圆状,具强透水性,地下水位与河水面基本持平。下覆基岩为侏罗系上统小索卡组(J_3x)灰色、紫红色泥质粉砂岩、粉细砂岩及泥岩。弃渣场及其周围未见区域断层发育,地质构造简单。场地周边无不良地质现象分布。	
Y2 [#] 弃渣场	供水线路 Y2 [#] 弃渣场位于昂曲右岸Ⅰ级阶地平台后缘,供水线路及右岸县乡公路从渣场西南侧通过,交通运输条件较好。渣场范围地面高程 3360~3370m,平台顺河流向长约 225m,宽约 125m,地表最大地形坡度 $<5^\circ$ 。 该渣场范围为耕地,地表分布地层为第四系Ⅰ级阶地(Q_4^{2al})冲积层。表层厚约 0.3~0.8m 为含砾粉质壤土层,见植物根系,下部为砂砾石、砾卵石、漂卵砾石层,中密~密实,原岩成分主要为砂岩、泥质粉砂岩、灰岩及少量花岗岩等,磨圆度较好,呈圆~次圆状,局部夹含粉细砂透镜体。具强透水性,地下水位与河水面基本持平。下覆基岩为侏罗系中统土拖组(J_2t)灰色、紫红色粘土岩、粉细砂岩。弃渣场及其周围未见区域断层发育,地质构造简单,为单斜地层,岩层产状 $35^\circ \angle 50^\circ$ 。场地周边无不良地质现象分布。	
Y3 [#] 弃渣场	供水线路 Y3 [#] 弃渣场位于昂曲右岸Ⅰ级阶地平台后缘,供水线路及右岸县乡公路从渣场西南侧通过,交通运输条件较好。渣场范围地面高程 3320~3323m,平台顺河流向长约 145m,宽约 75m,地表最大地形坡度 $<5^\circ$ 。 该渣场范围为耕地,地表分布地层为第四系Ⅰ级阶地(Q_4^{2al})冲积层。表层厚约 0.3~1m 为含砾粉质壤土层,见植物根系,下部为砂砾石、砾卵石、漂卵砾石层,中密~密实,原岩成分主要为砂岩、泥质粉砂岩、灰岩及少量花岗岩等,磨圆度较好,呈圆~次圆状,局部夹含粉细砂透镜体,具强透水性,地下水位与河水面基本持平。下覆基岩为侏罗系上统小索卡组(J_3x)灰色、紫红色泥质粉砂岩、粉细砂岩及泥岩。。弃渣场及其周围未见区域断层发育,地质构造简单,为单斜地层,岩层产状 $335^\circ \angle 58^\circ$ 。场地周边无不良地质现象分布。	
Y4 [#] 弃渣场	供水线路 Y4 [#] 弃渣场位于昂曲右岸Ⅰ级阶地平台,后侧为俄洛镇曲尼村,供水线路及乡村道路从渣场西南侧通过,交通运输条件较好。渣场范围地面高程 3274~3277m,弃渣场顺昂曲河流向长约 375m,宽约 200m,天然地形坡度 $<5^\circ$ 。 该渣场范围为耕地,地表分布地层为第四系Ⅰ级阶地(Q_4^{2al})冲积层。表层厚约 0.3~1m 为含砾粉质壤土层,见植物根系,下部为砂砾石、砾卵石、漂卵砾石层,中密~密实,原岩成分主要为砂岩、泥质粉砂岩、灰岩及少量花岗岩等,磨圆度较好,呈圆~次圆状,局部夹含粉细砂透镜体。具强透水性,地下水位与河水面基本持平。下覆基岩为侏罗系上统小索卡组(J_3x)灰色、紫红色泥质粉砂岩、粉细砂岩及泥岩。弃渣场及其周围未见区域断层发育,地质构造简单,为单斜地层,岩层产状 $35^\circ \angle 70^\circ$ 。场地周边无不良地质现象分布。	



7.2.2 弃渣场选址与类型

(1) 弃渣场选址原则

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

② 弃渣场选址不应影响工矿企业、居民区、交通干线或其他重要基础设施的安全。

③ 不宜在河道、湖泊管理范围内设置弃渣场,确需设置的应符合河道管理和防洪行洪的要求,并采取措施保障行洪安全,减少由此可能产生的不利影响。

④ 弃渣场选址应遵循“少占压耕地,少损毁植被”的原则。

⑤ 应根据弃渣场容量、占地类型与面积、弃渣运距及道路建设、弃渣组成及排放方式、防护整治工程量及弃渣场后期利用等情况,经综合分析后进行弃渣场选址。

⑥ 宜靠近主体工程布置,并充分利用地形、因地制宜,具备条件的可与施工场地布置相结合。

⑦ 弃渣场选址应避开自然保护区、水源保护区、风景名胜区等生态环境敏感区域。

(2) 弃渣场设置情况

1) 枢纽工程防治区

枢纽工程共布置3处弃渣场,分别为左岸上游2#弃渣场、左岸上游1#弃渣场和右岸弃渣场。

左岸上游1#弃渣场位于坝址左岸上游1.0km处(5#公路旁),弃渣场容量55万 m^3 ,弃渣量51.56万 m^3 (松方)。弃渣场位于水库淹没范围,顶部高程3448m,低于死水位,为库区型弃渣场。

左岸上游2#弃渣场位于坝址上游左岸滩地,位于水库淹没范围,弃渣顶面高程3464m,与死水位齐平,为库区型弃渣场。该弃渣场容量130万 m^3 ,弃渣量37.83万 m^3 (松方)。该弃渣场弃渣结束后,顶面将作为利用料堆场,堆存枢纽工程区开挖后需要利用的土石方。

右岸弃渣场位于坝址右岸上游1.3km处,弃渣场容量90万 m^3 ,弃渣量87.59万 m^3 (松方)。弃渣场位于水库淹没范围,顶部高程3460m,为库区型弃渣场。



2) 供水、灌区及导排工程防治区

供水、灌区及导排工程沿线共设置 8 处弃渣场, 占地面积 26.6hm^2 , 弃渣量共计 55.37万 m^3 (松方), 各弃渣场堆渣高度 $3\sim 18\text{m}$, 堆渣坡比 $1:2$, 渣场类型均为坡地型弃渣场。

(3) 弃渣场选址限制性因素分析

1) 枢纽工程防治区

枢纽工程区布置的 3 处弃渣场均位于水库淹没区死水位以下, 为库区型弃渣场, 无需新增占地, 弃渣场布置对当地土地利用影响程度轻微; 各渣场周围崩塌、滑坡、泥石流等不良地质灾害不发育, 场地稳定条件较好; 枢纽工程区弃渣量合计 176.98万 m^3 (松方), 约占水库死库容 2.57% , 占用程度相对较小, 不会影响水库正常运行。

上游围堰与大坝结合, 围堰设计洪水为全年 10% 频率最大瞬时流量 $1480\text{m}^3/\text{s}$, 考虑调蓄, 相应施工期设计洪水水位为 3446.32m 。左岸上游 1#弃渣场规划堆渣顶面高程为 3448m , 右岸弃渣场规划堆渣顶面高程为 3460m 、左岸上游 2#弃渣场规划堆渣顶面高程为 3464m , 均超过施工期设计洪水水位。枢纽工程弃渣场弃渣累计曲线详见表 7.2-2。

表 7.2.2 枢纽工程弃渣场弃渣累计曲线

时间	右岸弃渣场		汛前 高程	左岸上游 1#弃渣场		汛前 高程	左岸上游 2#弃渣场		汛前 高程	备注
	分月弃渣 (万 m^3)	累计弃渣 (万 m^3)		分月弃渣 (万 m^3)	累计弃渣 (万 m^3)		分月弃渣 (万 m^3)	累计弃渣 量 (万 m^3)		
第 1 年 3 月	10.2	10.2		21.9	21.9		5	5		
第 1 年 4 月	10.1	20.3	3447 m	21.9	43.8	3447 m	5	10	3447 m	第一次汛前
第 1 年 5 月	6	26.3		3	46.9		6	16		
第 1 年 6 月	9.8	36.1		4.5	51.36		12	28		
第 1 年 7 月	9.8	45.9					9.8	37.83		
第 1 年 8 月	10.1	55.9								
第 1 年 9 月	7.6	63.5								
第 1 年 10 月	7.6	71.1								
第 1 年 11 月	7.9	79								
第 1 年 12 月	8.6	87.59								



左岸 1[#]弃渣场前期主要渣料为大坝、溢洪道覆盖层开挖弃渣，左岸 2[#]弃渣场前期主要渣料为泄洪洞和厂房覆盖层开挖弃渣，右岸弃渣场前期主要弃渣量为导流洞开挖弃渣。根据施工进度安排枢纽工程高峰月施工时土石方开挖 39.7 万 m³/月，平均土石方开挖强度为 18.9 万 m³/月。从表 7.2-2 可以看出，在第一次汛期来临之前（第 1 年 4 月），右岸弃渣场累计弃渣量 20.3 万 m³，左岸上游 1[#]弃渣场累计弃渣量 43.8 万 m³，左岸上游 2[#]弃渣场累计弃渣量 10.0 万 m³，相应的堆渣高程为 3447m，均超过 10 年一遇施工期设计洪水位 3446.32m。在施工期及时对 3446m 以下的弃渣场坡面采取干砌石护坡后，基本能保证施工期弃渣场安全。

表 7.2.3 库区弃渣场与施工期设计洪水位对比表

弃渣场名称	现状地面平均高程 (m)	规划顶面高程 (m)	施工期设计洪水位 (m)	第一次汛期堆渣高程 (m)	第一次汛期前各渣场弃渣量 (万 m ³)
左岸上游 1 [#] 弃渣场	3422	3448	3446.32	3447	43.8
左岸上游 2 [#] 弃渣场	3427	3464			10
右岸弃渣场	3440	3460			20.3

2) 供水、灌区及导排工程防治区

供水、灌区及导排工程为线性工程，管线长度较长但规模较小，考虑在供水线路沿线的低洼空地分别布置小型弃渣场堆弃工程开挖弃渣，供水、灌区及导排工程弃渣场均为坡地型弃渣场，堆渣边坡 1: 2。管线沿线共布置 8 处弃渣场，弃渣量共计 55.37 万 m³（松方），各弃渣场堆渣高度 3~18m，堆渣坡比 1: 2，占地面积 26.6hm²。经调查分析，供水、灌区及导排工程各弃渣场地形平缓，地质结构稳定，土地类型主要为耕地和裸岩石砾地，弃渣对植被破坏较少。各弃渣场需加强堆渣坡脚拦挡措施，避免弃渣滑落危害农田。

根据施工组织设计，管线沿线弃渣场布置区域不存在居民点、农田等敏感目标，也无不良地质现象，在做好拦挡、截排水等防护措施的前提下，弃渣场水土流失影响在控制范围内，不存在制约性因素，且后期可对弃渣场顶面进行平整，复垦或恢复植被，弃渣场布置基本满足水土保持要求。

综上，从水土保持角度分析，本工程弃渣场的选址和布置基本可行，满足水土保持要求。

7.3 弃渣场堆置方案及安全防护距离

本工程共布置 11 处弃渣场，其中枢纽工程区布置 3 处，均为库区型弃渣场，供水、灌区及导排工程区布置 8 处，均为坡地型弃渣场。本工程弃渣场容量、最大堆渣高度、堆渣坡度、占地面积、安全防护距离等详见表 7.3-1。

表 7.3-1 各弃渣场堆渣情况一览表

序号	分区	名称	弃渣场容量 (万 m ³)	堆渣量 (松方, 万 m ³)	最大堆渣 高度 (m)	堆渣 坡度	占地面积 (hm ²)	安全防护 距离 (m)
1	枢纽工程区	左岸上游 1 [#] 弃渣场	55	51.36	26	1:2	5.5	60
2		左岸上游 2 [#] 弃渣场	130	37.83	37	1:2	10.2	40
3		右岸弃渣场	90	87.59	20	1:2	7.3	40
4	供水、灌溉及 导排工程区	Z1 [#] 弃渣场	17.2	12.78	10	1:2	5.7	20
5		Z2 [#] 弃渣场	6.1	4.53	6	1:2	2.5	12
6		Z3 [#] 弃渣场	19.5	14.49	18	1:2	3.6	36
7		Z4 [#] 弃渣场	7.6	5.65	7	1:2	2.3	14
8		Y1 [#] 弃渣场	1.5	1.11	5	1:2	1.1	10
9		Y2 [#] 弃渣场	8.1	6.02	8	1:2	2.5	16
10		Y3 [#] 弃渣场	3.1	2.30	4	1:2	1.5	8
11		Y4 [#] 弃渣场	11.4	8.47	3	1:2	7.4	6

7.4 弃渣场级别及稳定性分析

7.4.1 弃渣场级别

本工程共设置 11 处弃渣场，其中枢纽工程区设置的 3 处弃渣场最大堆渣高度均超过 20m，左岸上游 1[#]弃渣场和右岸弃渣场堆渣量大于 50 万 m³，3 处渣场均为库区型弃渣场，渣场周边无重要基础设施，渣场失事后对主体工程或环境造成的危害程度基本无危害。根据《水利水电工程水土保持技术规范》（SL575-2012），枢纽工程弃渣场级别均为 4 级。供水、灌区及导排工程区设置的 8 处弃渣场中，渣场最大堆渣量为 14.49 万 m³，最大堆高为 18m，渣场失事后对主体工程或环境造成的危害程度基本无危害，弃渣场级别均为 5 级。本工程弃渣场级别及特性详见表 7.4-1、7.4-2。



表 7.4-1

本工程弃渣场级别汇总表

序号	分区	名称	位置	类型	弃渣量 (松方, 万 m ³)	弃渣容量 (万 m ³)	最大堆渣 高度 (m)	弃渣场失事后对主 体工程或环境造成 的危害程度	
1	枢纽工程区	左岸上游 1 [#] 弃渣场	坝址左岸上游 1km 处 (5 [#] 公 路旁)	库区型	51.36	55	26	无危害	林
2		左岸上游 2 [#] 弃渣场	坝址上游左岸滩地	库区型	37.83	130	37	无危害	林
3		右岸弃渣场	坝址右岸上游 1.3km 处	库区型	87.59	90	20	无危害	林
4	供水、灌区及导 排工程区	Z1 [#] 弃渣场	KB08+200 以南 15m	坡地型	12.78	17.2	10	无危害	林
5		Z2 [#] 弃渣场	KB19+200 以南 10m	坡地型	4.53	6.1	6	无危害	林
6		Z3 [#] 弃渣场	KB26+300 以南 10m	坡地型	14.49	19.5	18	无危害	林
7		Z4 [#] 弃渣场	KB37+100 以南 25m	坡地型	5.65	7.6	7	无危害	林
8		Y1 [#] 弃渣场	KA01+900 以北 15m	坡地型	1.11	1.5	5	无危害	
9		Y2 [#] 弃渣场	KA18+300 以北 10m	坡地型	6.02	8.1	8	无危害	林
10		Y3 [#] 弃渣场	KA33+600 以北 10m	坡地型	2.30	3.1	4	无危害	林
11		Y4 [#] 弃渣场	KA48+000 以北 280m	坡地型	8.47	11.4	3	无危害	林

表 7.4-2

本工程弃渣场特性汇总表

序号	分区	名称	位置	类型	弃渣量 (松方, 万 m ³)	最大堆高 (m)	弃渣场级别	拦渣工程 建筑物级 别	排洪工程 级别	排 院 现
1	枢纽工程区	左岸上游 1#弃渣场	坝址左岸上游 1km 处 (5# 公路旁)	库区型弃渣场	51.36	26	4	5	4	
2		左岸上游 2#弃渣场	坝址上游左岸滩地	库区型弃渣场	37.83	37	4	5	4	
3		右岸弃渣场	坝址右岸上游 1.3km 处	库区型弃渣场	87.59	20	4	5	4	
4	供水、灌区及导 排工程区	Z1#弃渣场	KB08+200 以南 15m	坡地型弃渣场	12.78	10	5	5	5	
5		Z2#弃渣场	KB19+200 以南 10m	坡地型弃渣场	4.53	6	5	5	5	
6		Z3#弃渣场	KB26+300 以南 10m	坡地型弃渣场	14.49	18	5	5	5	
7		Z4#弃渣场	KB37+100 以南 25m	坡地型弃渣场	5.65	7	5	5	5	
8		Y1#弃渣场	KA01+900 以北 15m	坡地型弃渣场	1.11	5	5	5	5	
9		Y2#弃渣场	KA18+300 以北 10m	坡地型弃渣场	6.02	8	5	5	5	
10		Y3#弃渣场	KA33+600 以北 10m	坡地型弃渣场	2.30	4	5	5	5	
11		Y4#弃渣场	KA48+000 以北 280m	坡地型弃渣场	8.47	3	5	5	5	

7.4.2 弃渣场稳定性分析

(1) 枢纽工程区

1) 弃渣场整体稳定分析

堆渣边坡坡比为 1: 2, 对应坡角为 24° , 最有可能发生的破坏是堆渣体沿渣场底部冲沟的接触面发生整体滑动。本方案取沿渣底冲沟断面为计算断面, 做整体稳定分析。

① 计算假定

堆渣体的成分中大部分为石渣料, 渣体粘聚力较低, 稳定计算时, 可按无粘性料考虑, 渣体粘聚力 C 值取 0, 同时假设堆渣体渣料单一均匀。

② 计算参数

弃渣场地基岩土体物理力学参数建议值详见表 7.4-3。在计算中, 弃渣场各岩土体物理力学参数选取值详见表 7.4-4。

表 7.4-3 弃渣场地基岩土体物理力学参数建议值汇总表

地层 岩性	干重度 (kN/m^3)	允许承载力 (MPa)	变形 模量 (MPa)	抗剪强度 (饱水)		抗剪强度 (天然)		渗透系数 K (cm/s)
				粘聚力 c (MPa)	内摩擦角 φ ($^\circ$)	粘聚力 c' (MPa)	内摩擦角 φ' ($^\circ$)	
砾卵石、卵漂石	20.0 ~ 21.5	0.5 ~ 0.6	40 ~ 50	0	30 ~ 35	0	35 ~ 38	$2 \times 10^{-2} \sim 8 \times 10^{-2}$
碎块石夹土		0.15 ~ 0.2	15 ~ 30	0	20 ~ 23	0	25 ~ 28	

表 7.4-4 弃渣场各岩土体物理力学参数选取值汇总表

名称	干重度 (kN/m^3)	饱和重度 (kN/m^3)	抗剪强度 (饱水)		抗剪强度 (天然)	
			粘聚力 c (MPa)	内摩擦角 φ ($^\circ$)	粘聚力 c' (MPa)	内摩擦角 φ' ($^\circ$)
砾卵石、卵漂石	20.5	21.5	0	32.5	0	36.5
碎块石夹土	19.5	20.5	0	21.5	0	27.5
泥岩	26.2	27.0	0.35	21.8	0.35	23.8
泥质粉砂岩	26.7	27.2	0.35	26.6	0.35	28.6
挡渣墙	23	24.1	0	38	0	40
渣体	18.3	19.3	0	31	0	33

③ 计算公式

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

④ 安全系数标准、计算方法和结果

整体稳定计算根据《水利水电工程水土保持技术规范》(SL575-2012), 采用摩根



斯顿—普赖斯法计算时，渣体稳定安全系数见表 7.4-5。

表 7.4-5 弃渣场抗滑稳定安全系数标准表

应用情况	渣场级别		备注
	3	4、5	
完建期	1.25	1.20	
非常运用工况 I	1.10	1.05	堆渣结束后连续降雨期
非常运用工况 II	1.10	1.05	堆渣结束后遭遇地震工况

枢纽工程区三个弃渣场渣顶高程均在以死水位以下，正常运行时弃渣场均淹没在水下，因此计算完建期、完建期遭遇降雨、完建期遭遇地震时的整体及边坡稳定。抗滑稳定最小安全系数选取参照《水利水电工程水土保持技术规范》（SL575-2012）。根据弃渣场渣体物质组成、堆渣高度、堆放坡度，同时参考地质报告，计算出渣场整体稳定相应的安全系数，见表 7.4-6，计算结果见图 7.4-1～9。

表 7.4-6 弃渣场整体稳定计算结果一览表

弃渣场	渣体防护设计			计算值			规范值			备注
	堆渣底部 (m)	渣顶高程 (m)	堆渣边坡	正常运行	非常运用工况 I	非常运用工况 II	正常运用工况	非常运用工况 I	非常运用工况 II	
左岸 1#弃渣场	3422	3448	1:2	4.75	4.40	3.59	1.20	1.05	1.05	
左岸 2#弃渣场	3427	3464	1:2	3.75	3.47	2.89	1.20	1.05	1.05	
右岸弃渣场	3440	3460	1:2	6.82	6.31	4.54	1.20	1.05	1.05	

根据上表可知，整体稳定安全系数均达到规范要求，堆渣体整体稳定能满足稳定要求。

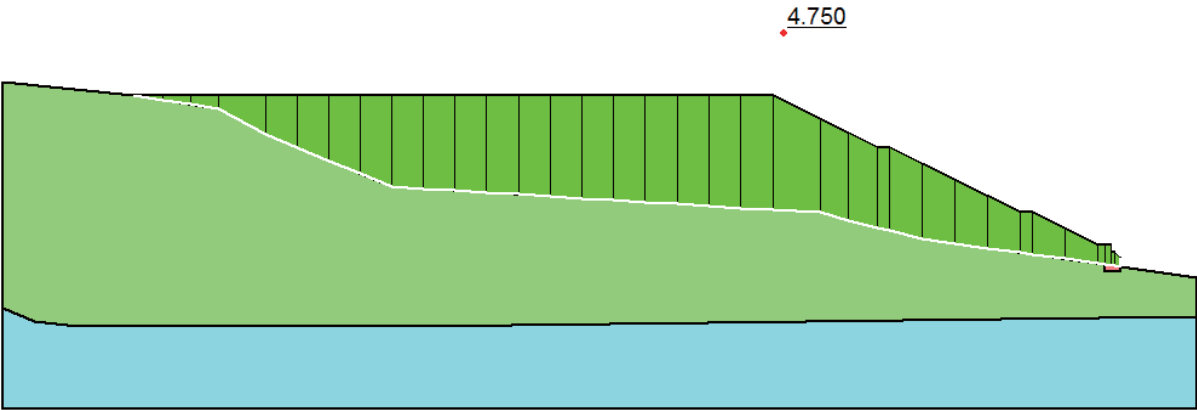


图 7.4-1 左岸 1#弃渣场完建工况整体稳定计算结果简图

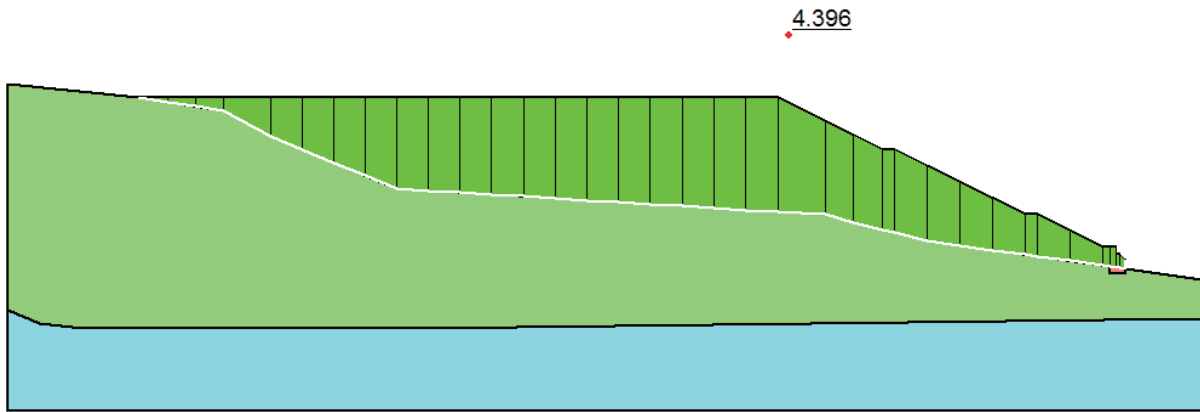


图 7.4-2 左岸 1[#]弃渣场非常运用工况 I 整体稳定计算结果简图

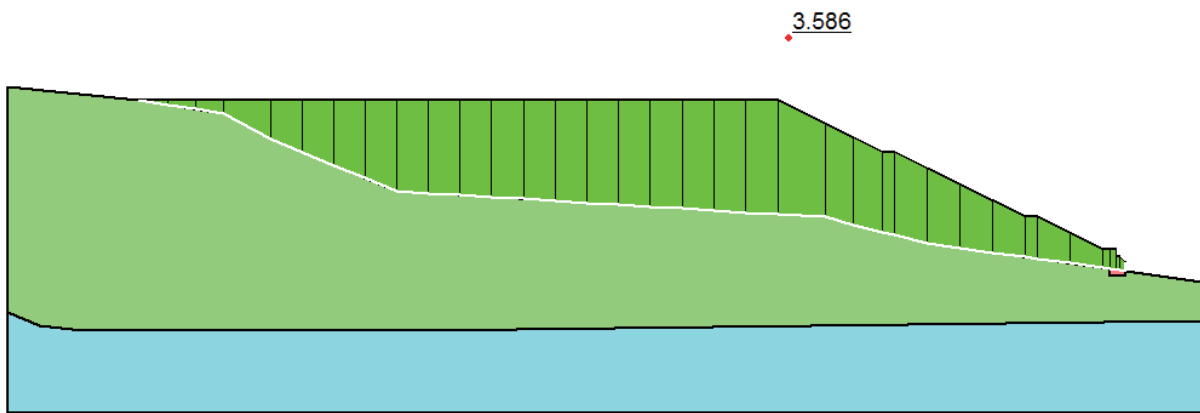


图 7.4-3 左岸 1[#]弃渣场非常运用工况 II 整体稳定计算结果简图

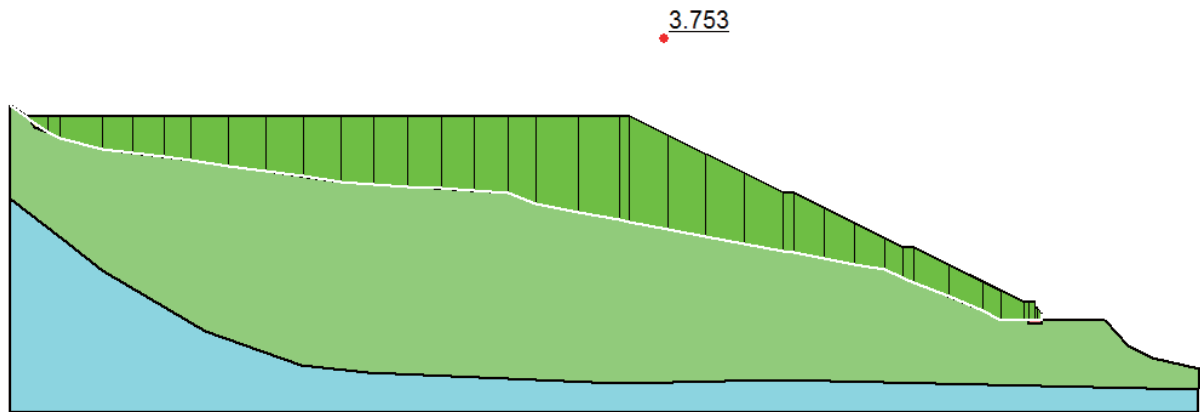


图 7.4-4 左岸 2[#]弃渣场完建工况整体稳定计算结果简图

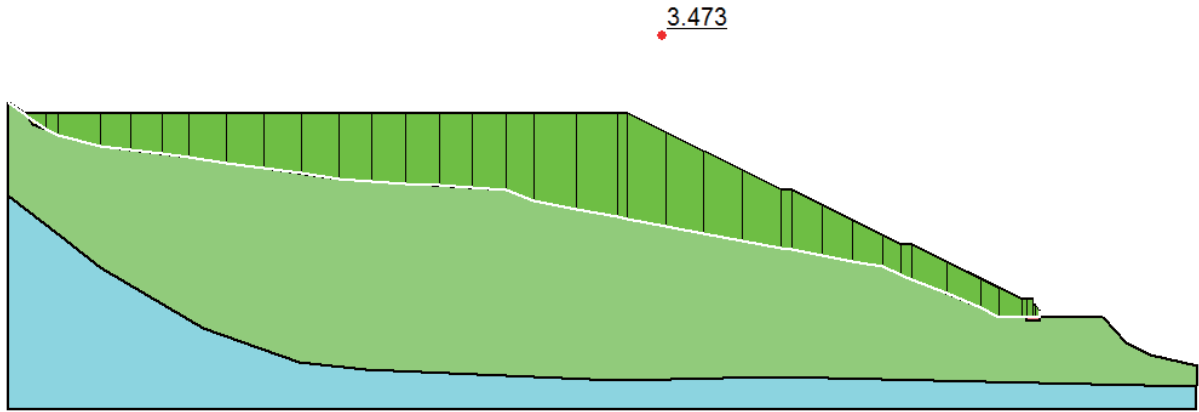


图 7.4-5 左岸 2#弃渣场非常运用工况 I 整体稳定计算结果简图

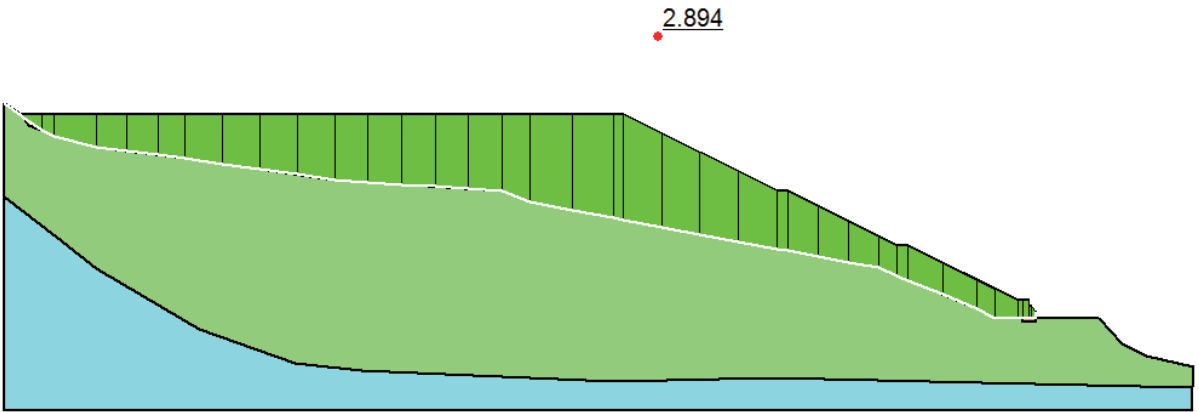


图 7.4-6 左岸 2#弃渣场非常运用工况 II 整体稳定计算结果简图

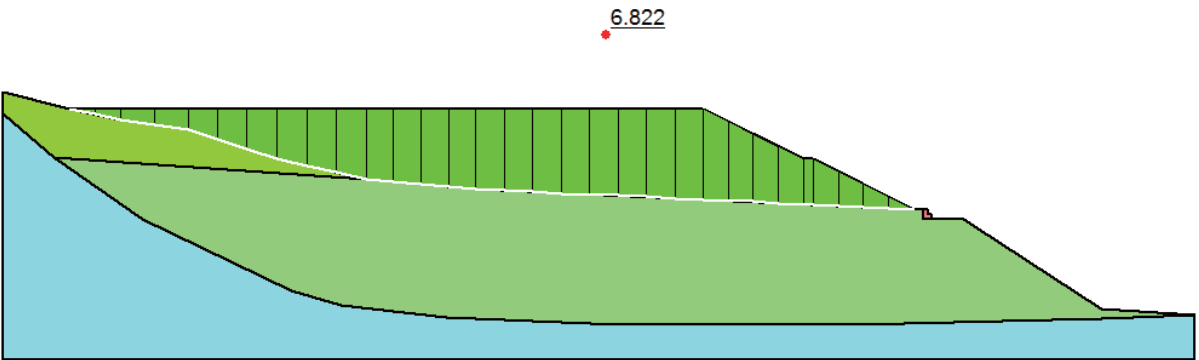


图 7.4-7 右岸弃渣场完建工况整体稳定计算结果简图

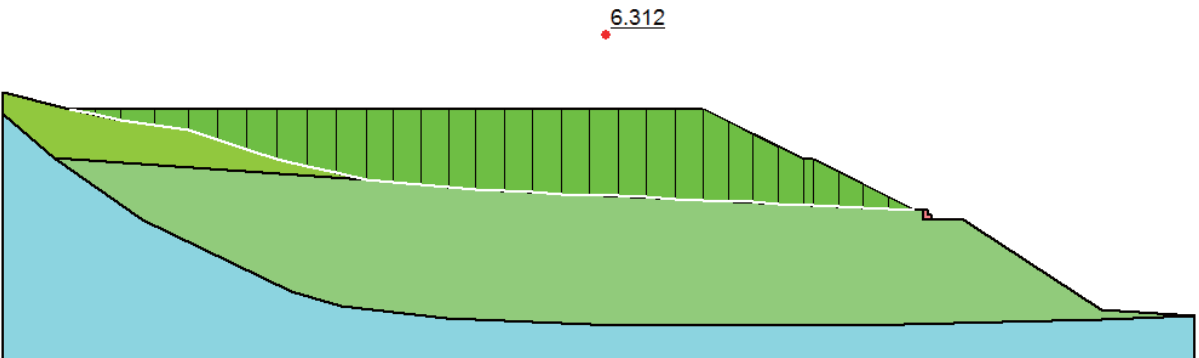


图 7.4-8 右岸弃渣场非常运用工况 I 整体稳定计算结果简图

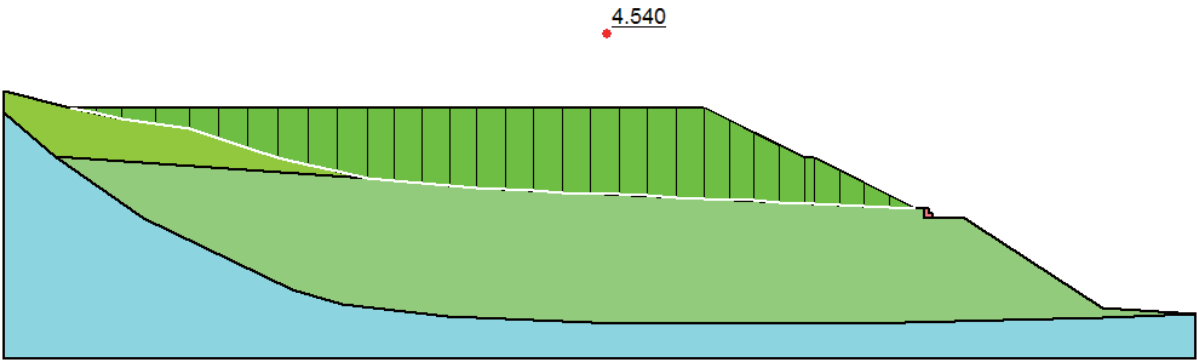


图 7.4-9 右岸弃渣场非常运用工况 II 整体稳定计算结果简图

2) 弃渣场边坡稳定分析

① 计算假定

同整体稳定计算。

② 计算公式

堆渣体边坡稳定性分析根据《水利水电工程边坡设计规范》，采用摩根斯顿—普赖斯法进行计算。

③ 计算参数

计算参数同整体稳定计算。

④ 安全系数标准、计算方法和结果

根据弃渣场渣体物质组成、堆渣高度、堆放坡度，计算出弃渣场相应的最小安全系数，见表 7.4-7，计算结果见图 7.4-10~18。

表 7.4-7 弃渣场边坡稳定计算结果一览表

弃渣场	渣体防护设计			计算值			规范值			备注
	堆渣底部 (m)	渣顶高程 (m)	堆渣边坡	正常运行	非常运用工况 I	非常运用工况 II	正常运用工况	非常运用工况 I	非常运用工况 II	
左岸 1#弃渣场	3422	3448	1:2	1.42	1.31	1.26	1.20	1.05	1.05	
左岸 2#弃渣场	3427	3464	1:2	1.43	1.32	1.27	1.20	1.05	1.05	
右岸弃渣场	3440	3460	1:2	1.45	1.34	1.29	1.20	1.05	1.05	

根据上表可知，弃渣场堆渣边坡稳定安全系数在各种工况下均达到规范要求，堆渣在拟定堆放坡度下均能满足稳定要求。

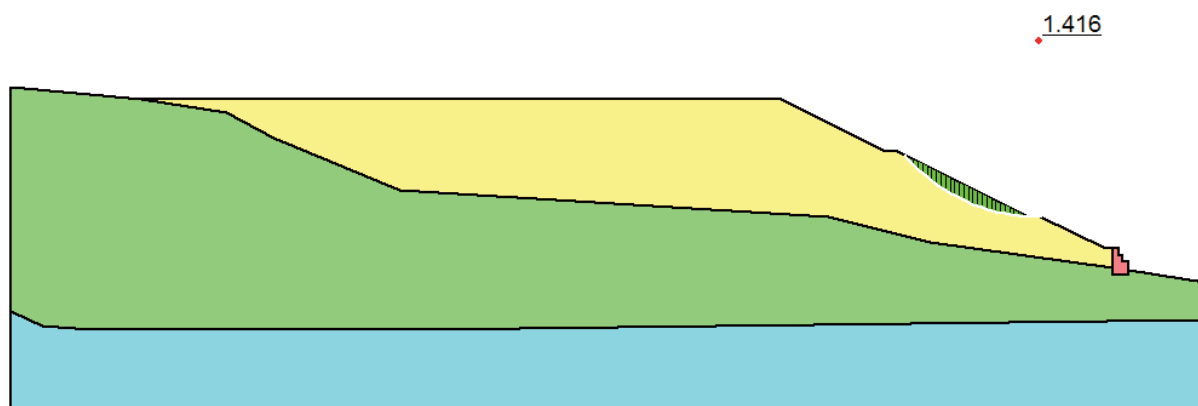


图 7.4-10 左岸 1#弃渣场完建工况边坡稳定计算结果简图

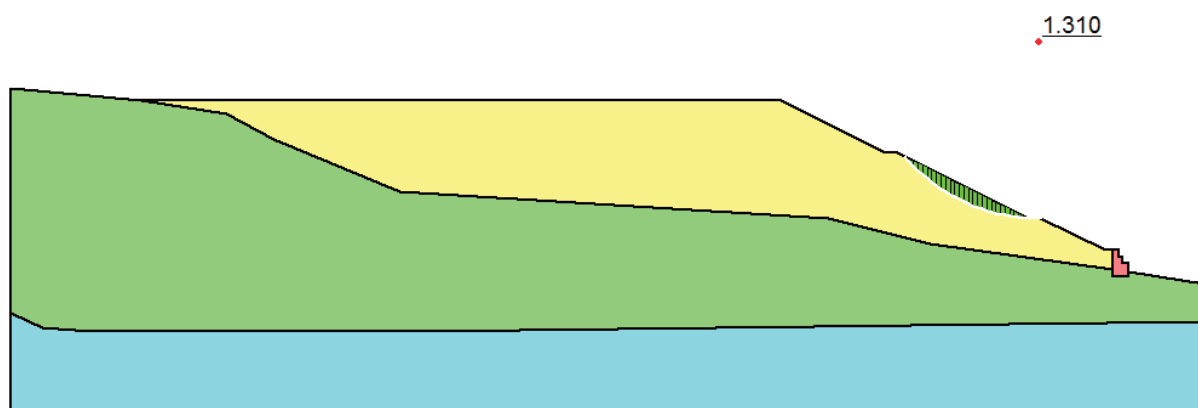


图 7.4-11 左岸 1#弃渣场非常运用工况 I 边坡稳定计算结果简图

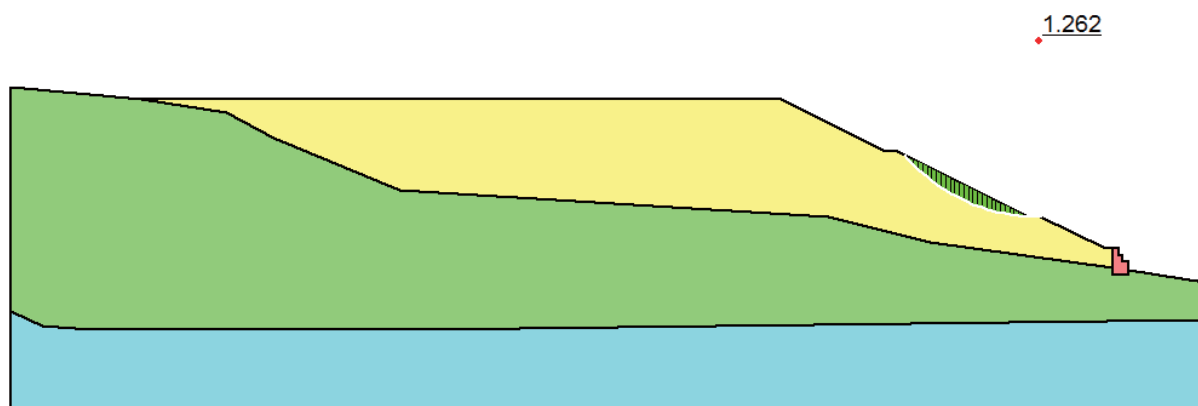


图 7.4-12 左岸 1#弃渣场非常运用工况 II 边坡稳定计算结果简图

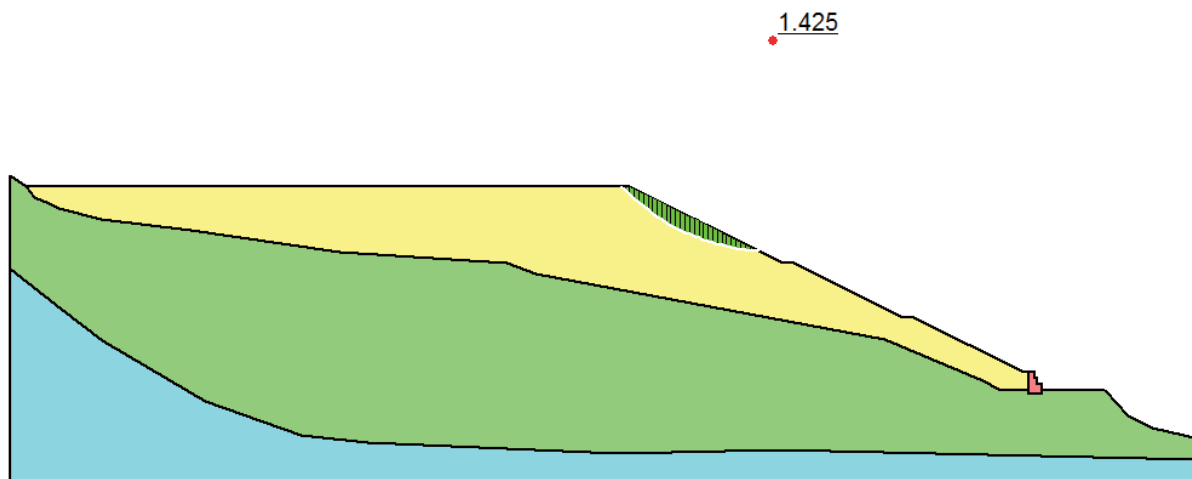


图 7.4-13 左岸 2#弃渣场完建工况边坡稳定计算结果简图

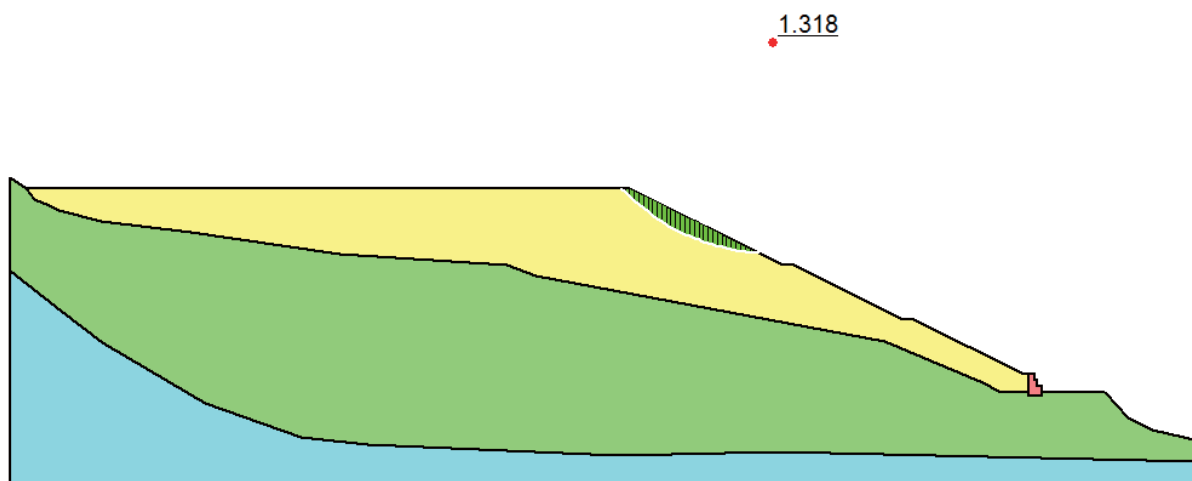


图 7.4-14 左岸 2#弃渣场非常运用工况 I 边坡稳定计算结果简图

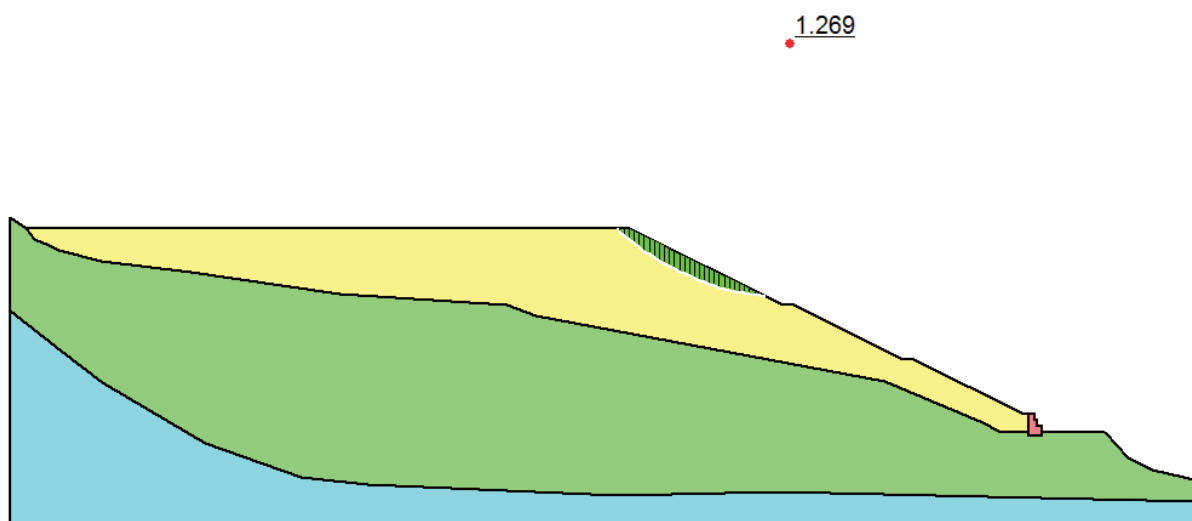


图 7.4-15 左岸 2#弃渣场非常运用工况 II 边坡稳定计算结果简图

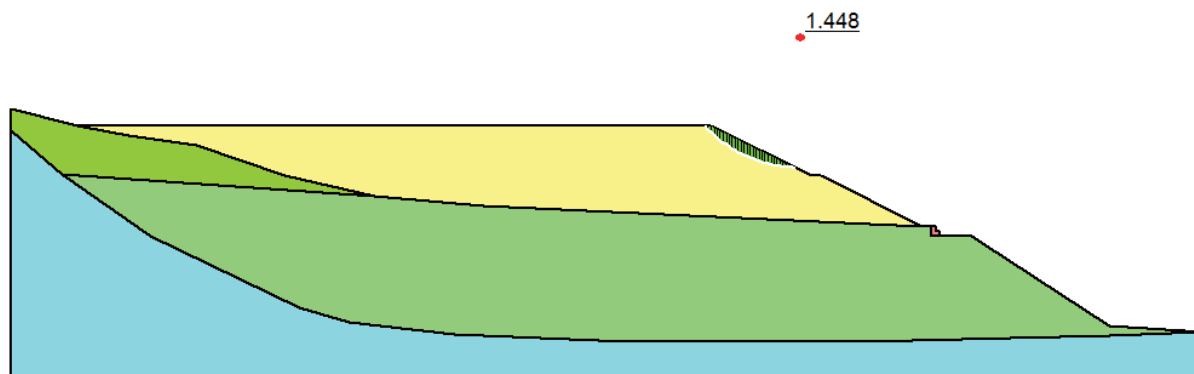


图 7.4-16 右岸弃渣场完建工况边坡稳定计算结果简图

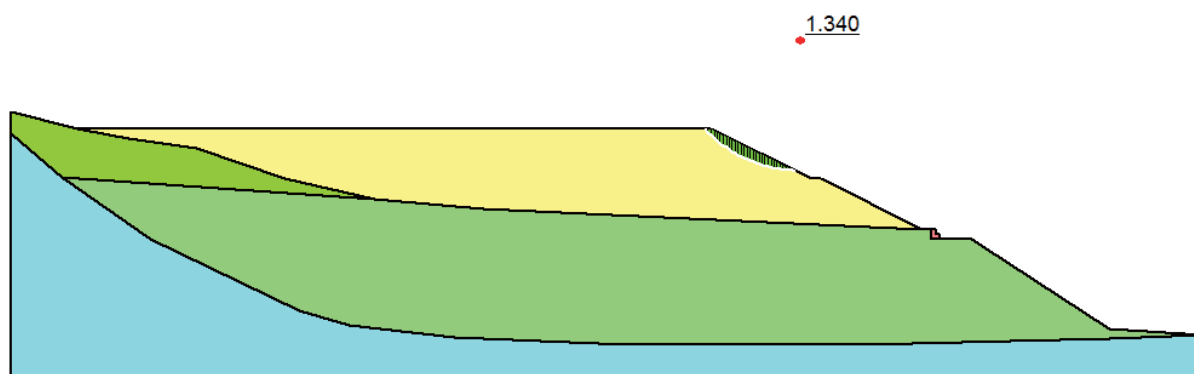


图 7.4-17 右岸弃渣场非常运用工况 I 边坡稳定计算结果简图

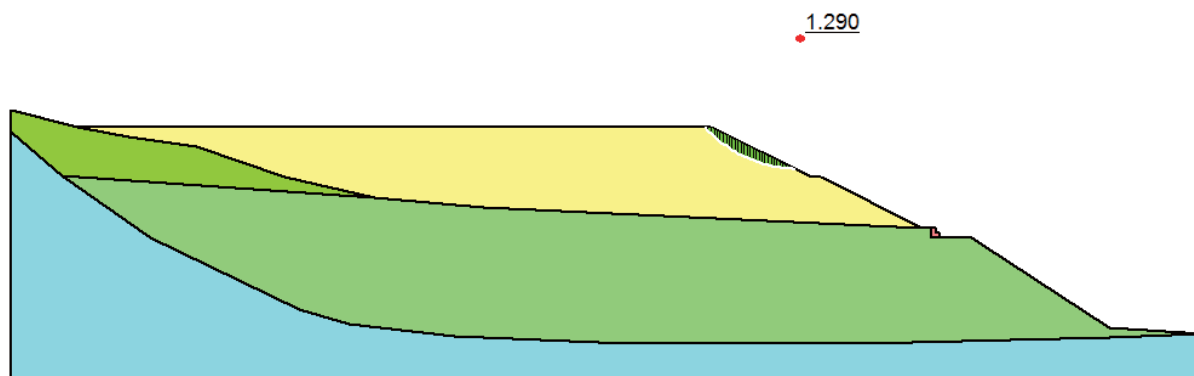


图 7.4-18 右岸弃渣场非常运用工况 II 边坡稳定计算结果简图

3) 挡渣墙稳定计算

主要分析挡墙的抗滑、抗倾覆和地基承载力满足情况。以墙高为 4.5m 的左岸 1[#]弃渣（存料）场挡渣墙为代表进行稳定计算。

计算相关参数取值：砌体容重 23.0kN/m^3 ，墙后填土综合内摩擦角 35.0° ，粘聚力取 0，墙后渣体天然容重 24kN/m^3 ，饱和容重 25kN/m^3 ；墙背与墙后填土摩擦角 18° 。渣场区域多为残坡积层碎石土，地基承载力取 $250 \sim 300\text{kPa}$ 。

挡墙稳定按生产建设项目水土保持技术标准 (GB 50433-2018) 计算。

① 抗滑稳定安全系数计算

$$K_s = (W + P_{ay}) \mu / P_{ax}$$

$$P_{ay} = P_a \sin(\delta + \varepsilon)$$

$$P_{ax} = P_a \cos(\delta + \varepsilon)$$

式中:

K_s —抗滑稳定安全系数;

μ —基底面与地基之间或软弱结构面之间的摩擦系数;

P_{ay} —主动土压力的垂直分力, kN;

P_{ax} —主动土压力的水平分力, kN;

P_a —主动土压力, kN;

δ —墙摩擦角;

ε —墙背倾斜角。

② 抗倾覆稳定安全系数计算

$$K_t = (W_a + P_{ay}b) / (P_{ax}h)$$

式中:

K_t —抗倾覆稳定安全系数;

W_a —墙体自重 W 对 O 点的力矩, kN · m;

$P_{ay}b$ —主动土压力的垂直分力对 O 点的力矩, kN · m;

$P_{ax}h$ —主动土压力的水平分力对 O 点的力矩, kN · m;

③ 地基承载力验算

基底应力应小于地基允许承载力 $[R]$, 基底应力采用下列偏心受压公式计算, $\sigma_{\max}$ 与 $\sigma_{\min}$ 之比小于 2~3:

$$\sigma_{yu} = \Sigma W/B + 6 \Sigma M/B^2$$

$$\sigma_{yd} = \Sigma W/B - 6 \Sigma M/B^2$$

σ_{yu} 、 σ_{yd} —水平截面上的正应力, kN/m², σ_{yu} 、 $\sigma_{yd} \leq [R]$;

ΣW —作用在计算截面上的全部荷载的铅直分力之和, kN;

ΣM —作用在计算截面上的全部荷载对截面形心的力矩之和, kN · m;

B —计算截面的长度, m。

④ 挡渣墙稳定分析计算如下:



挡渣墙计算结果见表 7.4-8，在各种工况下，拦渣墙均满足稳定要求。

表 7.4-8 拦渣墙稳定计算结果汇总表

名称	计算工况	抗滑稳定安全系数		抗倾稳定安全系数		最大基底应力 (kPa)	备注
		规范值	计算值	规范值	计算值	计算值	
拦渣墙	正常运行	1.20	1.883	1.40	2.812	97	
	正常运行+地震	1.05	1.758	1.30	2.684	109	
	持续降雨	1.05	1.732	1.30	2.456	103	
	完建期	1.20	2.19	1.40	4.767	102	

(2) 供水、灌区及导排工程

弃渣场整体稳定计算及边坡稳定计算参数详见枢纽工程区，供水、灌区及导排工程典型弃渣场稳定分析结果见表 7.4-9~10。计算结果图见 7.4-19~30。

表 7.4-9 弃渣场整体稳定计算结果一览表

弃渣场	渣体防护设计			计算值			规范值			备注
	堆渣底部 (m)	渣顶高程 (m)	堆渣边坡	正常运行	非常运用工况 I	非常运用工况 II	正常运用工况	非常运用工况 I	非常运用工况 II	
Y2#弃渣场	3363	3370	1:2	13.42	12.43	6.87	1.20	1.05	1.05	
Z3#弃渣场	3351	3370	1:2	4.78	4.42	4.05	1.20	1.05	1.05	

表 7.4-10 弃渣场边坡稳定计算结果一览表

弃渣场	渣体防护设计			计算值			规范值			备注
	堆渣底部 (m)	渣顶高程 (m)	堆渣边坡	正常运行	非常运用工况 I	非常运用工况 II	正常运用工况	非常运用工况 I	非常运用工况 II	
Y2#弃渣场	3363	3370	1:2	2.01	1.86	1.73	1.20	1.05	1.05	
Z3#弃渣场	3351	3370	1:2	1.55	1.43	1.37	1.20	1.05	1.05	

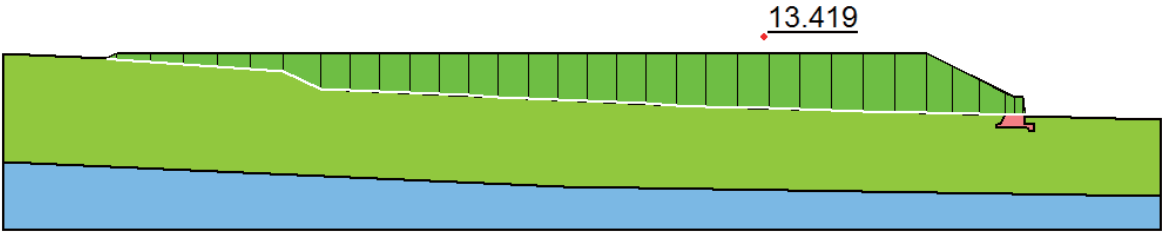


图 7.4-19 Y2#弃渣场正常运用工况整体稳定计算结果简图

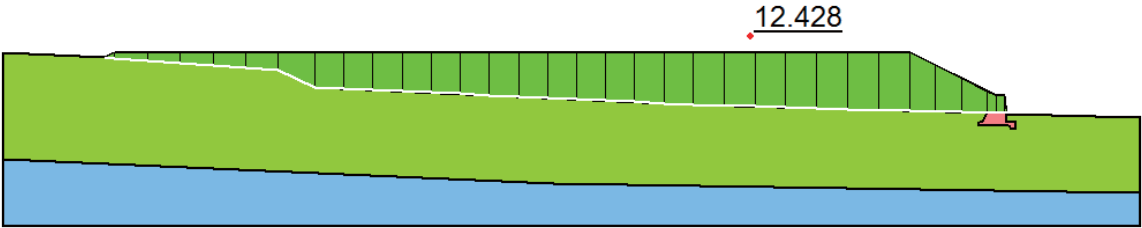


图 7.4-20 Y2#弃渣场非常运用工况 I 整体稳定计算结果简图

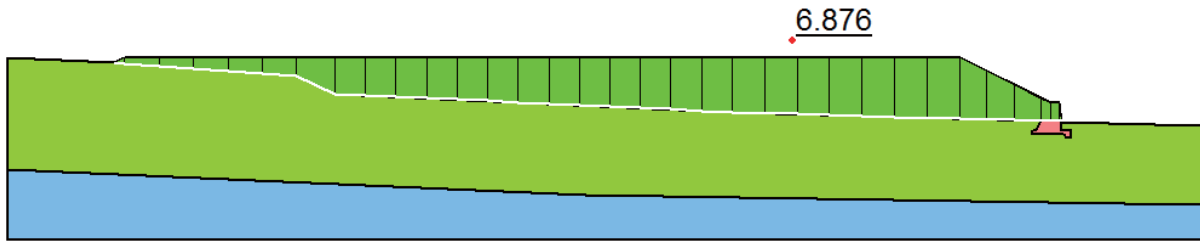


图 7.4-21 Y2#弃渣场非常运用工况 II 整体稳定计算结果简图



图 7.4-22 Z3#弃渣场正常运用工况整体稳定计算结果简图



图 7.4-23 Z3#弃渣场非常运用工况 I 整体稳定计算结果简图



图 7.4-24 Z3#弃渣场非常运用工况 II 整体稳定计算结果简图

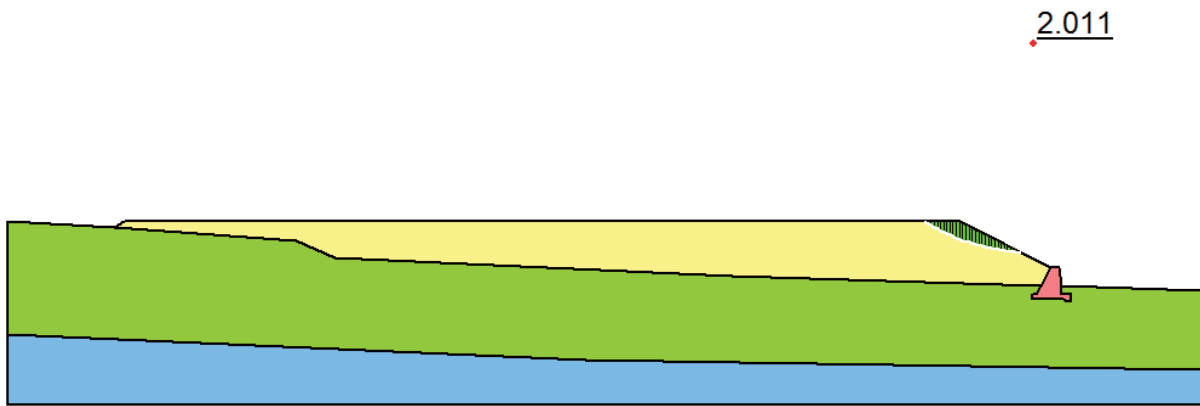


图 7.4-25 Y2#弃渣场正常运用工况边坡稳定计算结果简图

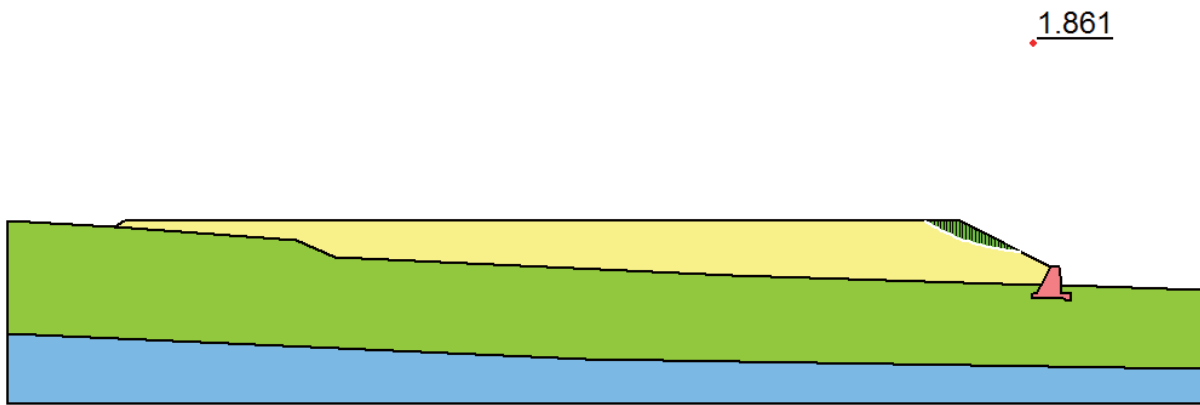


图 7.4-26 Y2#弃渣场非常运用工况 I 边坡稳定计算结果简图

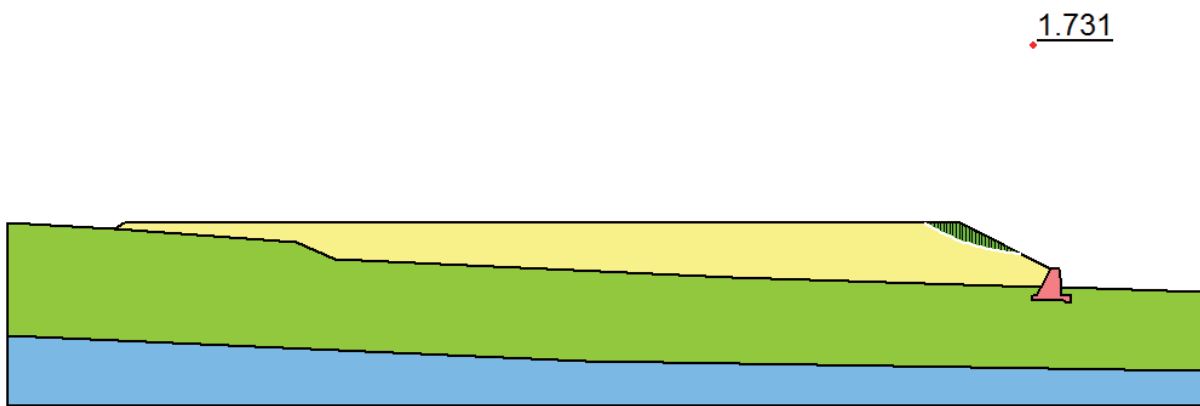


图 7.4-27 Y2#弃渣场非常运用工况 II 边坡稳定计算结果简图

1.549

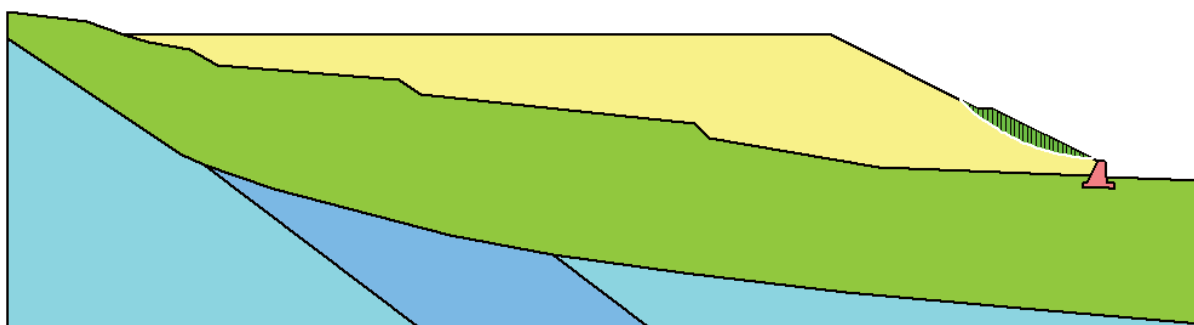


图 7.4-28 Z3#弃渣场正常运用工况边坡稳定计算结果简图

1.434

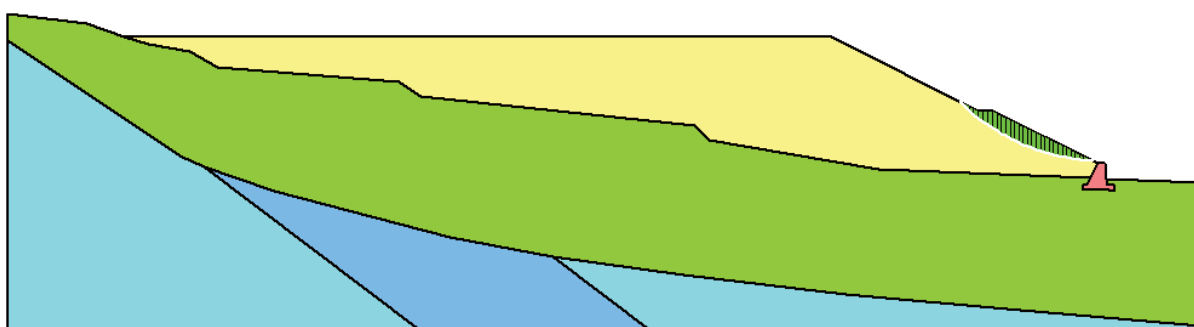


图 7.4-29 Z3#弃渣场非常运用工况 I 边坡稳定计算结果简图

1.371

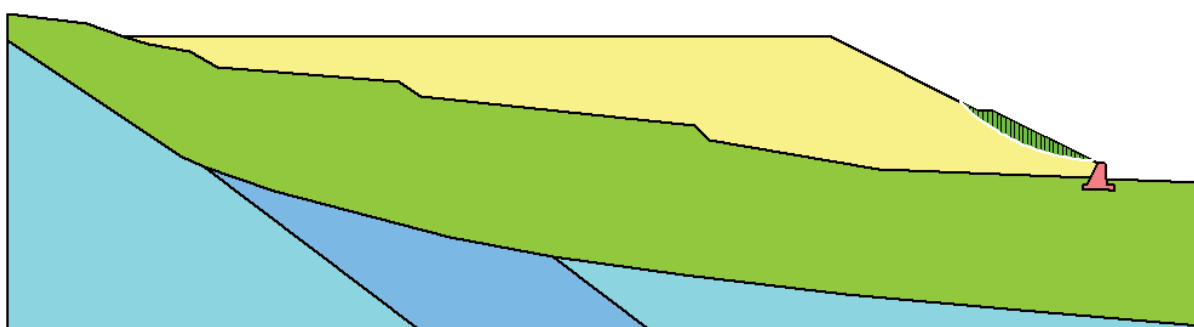


图 7.4-30 Z3#弃渣场非常运用工况 II 边坡稳定计算结果简图

8 表土保护与利用设计

8.1 表土分布与可利用量分析

本工程占地总面积 857.62hm²，占地类型主要为耕地、园地、林地、草地、城镇及工矿用地、交通运输用地、水域及水利设施用地、其他土地等。经查阅当地相关土壤农化资料和现场查勘，工程区属于高原高山峡谷地貌，表土主要分布在耕地、园地、林地、草地范围内，其中耕园地多位于河谷阶地，厚度在 30~50cm 之间，表土剥离、堆存、交通条件较好；林草地表层腐殖土厚度约 20~30cm，但由于大部分区域所处地形坡度较大，难以大规模剥离，仅部分地形相对平缓的施工场地和道路具备剥离条件；水库淹没区内部分区域分布的表土距离后期表土回覆区域较远，交通条件不便，且大面积剥离也会对库区原地貌生态环境造成破坏。因此，枢纽工程区域内分布的耕园地表土及部分林草地表土为可剥离表土，可剥离面积 84.01hm²，可剥离表土量 27.20 万 m³；供水、灌区及导排工程防治区后期表土回覆需求较大，地形条件相对平缓，可对占地范围内耕园地及林草地进行剥离，表土剥离面积 170.76hm²，可剥离表土量 54.95 万 m³。

经统计，项目区表土剥离总面积 254.77hm²，可剥离表土总量 82.15 万 m³。工程区表土分布及可利用情况详见表 8.1-1。

表 8.1-1 工程区表土分布及可利用统计表

分区	征占地范围 (hm ²)	表土剥离范围				经济技分析
		地类	可剥离面积 (hm ²)	剥离厚度 (m)	剥离量 (m)	
枢纽工程防治区	枢纽建筑物及管理区	耕地	37.29	0.4	14.92	剥离耕地部分
		林草地	30.21	0.2	6.04	林草地扰动可剥离部分
	永久办公生活区	林草地	1.80	0.2	0.36	林草地可剥离部分
	弃渣场	耕地	1.16	0.4	0.46	剥离耕地部分
	料场区	-	-	-	-	坡度较大，难以规模化剥离
	施工交通设施区	耕地	0.15	0.4	0.06	剥离耕地部分
	施工生产生活区	耕地	13.40	0.4	5.36	剥离耕地部分
	水库淹没影响区	-	-	-	-	运距较远，环境破坏大
	专项设施复建区	-	-	-	-	占地为其他土地，无可剥离表土
	小计	耕地	52.00		20.80	剥离耕地部分
		林草地	32.01		6.40	林草地可剥离部分



续表 8.1-1

工程区表土分布及可利用统计表

分区		征占地范围 (hm ²)	表土剥离范围				经济技分析
			地类	可剥离面积 (hm ²)	剥离厚度 (m)	剥离量 (m)	
供水、灌区及导排工程防治区	管线及建筑物区	108.92	耕地	74.75	0.4	29.90	剥离耕地部分
			林草地	32.87	0.2	6.57	林草地可剥离部分
	弃渣场	26.60	耕园地	24.13	0.4	9.65	剥离耕园地部分
			林草地	2.47	0.2	0.49	林草地可剥离部分
	施工交通设施区	33.30	林草地	24.53	0.2	4.91	林草地可剥离部分
	施工生产生活区	12.00	耕地	5.11	0.4	2.04	剥离耕地部分
			林草地	6.89	0.2	1.38	林草地可剥离部分
	小计	180.82	耕地	103.99		41.60	剥离耕地部分
			林草地	66.76		13.35	林草地可剥离部分
	合计	857.62	耕地	155.99		62.40	剥离耕地部分
			林草地	98.77		19.75	林草地可剥离部分

8.2 表土需求与用量分析

本工程由枢纽工程区和供水、灌区及导排工程区两大部分组成,施工结束后临时占用耕园地由主体工程复垦,剩余临时占地由本方案进行植被恢复设计。

经分析,枢纽工程区覆土面积总计 42.62hm²,其中复垦覆土面积 13.55hm²,植被恢复覆土面积 29.07hm²。其中枢纽建筑物及管理区 22.46hm²,永久办公生活区 0.36hm²,料场区 0.8hm²,施工交通设施区 0.15hm²,施工生产生活区 18.85hm²,弃渣场区位于库区内,后期淹没不涉及表土回覆;供水、灌区及导排工程防治区覆土面积总计 162.74hm²,其中管线及建筑物区 90.84hm²,弃渣场区 26.6hm²,施工交通设施区 33.3hm²,施工生产生活区 12.0hm²。

本工程共需表土 82.15 万 m³,其中复垦需求表土量 43.30 万 m³,植被恢复需求表土量 38.85 万 m³。可利用表土 82.15 万 m³,本工程表土需求与用量分析详见表 8.2-1。

表 8.2-1

工程区表土需求分析表

分区		表土需求与用量			恢复方向
		覆土面积 (hm ²)	覆土厚度 (m)	覆土量 (万 m ³)	
枢纽工程防治区	枢纽建筑物及管理区	22.46	0.4	8.98	植被恢复
	永久办公生活区	0.36	0.4	0.14	植被恢复
	料场区	0.8	0.4	0.32	植被恢复
	施工交通设施区	0.15	0.4	0.06	复垦
	施工生产生活区	13.4	0.4	5.36	复垦
		5.45	0.4	2.18	植被恢复
	小计	13.55		5.42	复垦
		29.07		11.63	植被恢复



续表 8.2-1

工程区表土需求分析表

分区		表土需求与用量			恢复方向
		覆土面积 (hm ²)	覆土厚度 (m)	覆土量 (万 m ³)	
供水、灌区及导排工程防治区	管线及建筑物区	65.45	0.4	26.18	复垦
		25.39	0.4	10.16	植被恢复
	弃渣场	24.13	0.4	9.65	复垦
		2.47	0.4	0.99	植被恢复
	施工交通设施区	33.3	0.4	13.32	植被恢复
	施工生产生活区	5.11	0.4	2.04	复垦
		6.89	0.4	2.76	植被恢复
	小计	94.69		37.88	复垦
		68.05		27.22	植被恢复
	合计	108.24		43.30	复垦
		97.12		38.85	植被恢复

8.3 表土剥离与堆存

(1) 枢纽工程区

枢纽建筑物及管理区拟在坝址左右岸各布置 1 处表土堆存场,集中堆存剥离的表土,其中,左岸表土堆存场位于坝址下游、1[#]施工道路下沿、电站尾水渠出口围堰至沥青砂石混凝土加工系统之间,堆存量合计 15.36 万 m³,平均堆高约 5m,占地面积 3.69hm²;右岸表土堆存场位于坝址上游、靠近 8[#]施工道路的区域,堆存表土来源是枢纽工程防治区施工生产生活区的表土,堆存量 5.6 万 m³,平均堆高约 5m,占地面积 1.34hm²。两处表土堆存场占地面积合计 5.03hm²。永久办公生活区剥离的表土集中堆存场内后期景观绿化区域空地内,平均堆高 3m,占地 0.14hm²,堆存量 0.36 万 m³。弃渣场区剥离的表土堆存在各弃渣场占地范围内,平均堆高 3m,占地 0.19hm²,堆存量 0.46 万 m³。施工交通设施区剥离的表土堆存在道路周边平缓地带,平均堆高 2m,占地 0.04hm²,堆存量 0.06 万 m³。施工生产生活区剥离的表土堆存在场地内靠角落处,平均堆高 3m,占地 2.16hm²,堆存量 5.36 万 m³。

(2) 供水、灌区及导排工程区

管线及建筑物区由于管线较长,空间跨度较大,剥离的表土不适宜全部集中堆存,且管道线路沿线占用耕地的区域地势平坦,管槽开挖及回填周期相对较短,剥离的表土可分段集中、就近堆存在施工作业带范围内,同开挖的土石方一并防护,平均堆高 3m,占地 14.59hm²,堆存量 36.48 万 m³。弃渣场区剥离的表土堆存在各弃渣场占地范围内,平均堆高 3m,占地 4.08hm²,堆存量 10.15 万 m³。施工交通设施区剥离的表土堆存在道



路周边平缓地带，平均堆高 3m，占地 1.97hm^2 ，堆存量 4.91 万 m^3 。施工生产生活区剥离的表土堆存在场地内靠角落处，平均堆高 3m，占地 1.38hm^2 ，堆存量 3.42 万 m^3 。

本工程表土堆存场规划详见表 8.3-1。

表 8.3-1 表土堆存规划表

分区			占地面积 (hm ²)	堆存高度 (m)	堆存量 (万 m ³)	堆存位置
枢纽工程防治区	枢纽建筑物 及管理区	1#表土堆存场	3.69	5	15.36	大坝左岸阶地
		2#表土堆存场	1.34	5	5.6	大坝右岸阶地
	永久办公生活区		0.14	3	0.36	绿化区域内
	弃渣场区		0.19	3	0.46	渣场占地范围内
	施工交通设施区		0.04	2	0.06	道路周边平缓地带
	施工生产生活区		2.16	3	5.36	施工生产生活区内
供水、灌区及导 排工程防治区	管线及建筑物区		14.59	3	36.48	管道沿线施工区范 围内分段集中堆存
	弃渣场区		4.08	3	10.15	渣场占地范围内
	施工交通设施区		1.97	3	4.91	道路周边平缓地带
	施工生产生活区		1.38	3	3.42	施工生产生活区内
合计			29.58		82.15	

8.4 表土利用与保护

保护工程区的表土资源，施工前，对施工征地范围内的耕地及部分林地表层土进行剥离，共剥离表土 82.15 万 m^3 ，剥离的表土进行集中堆存。堆存的表土后期全部用于本工程施工区的复垦或植被恢复，工程表土回覆总面积为 205.36hm^2 ，表土回覆量为 82.15 万 m^3 。其中枢纽工程覆土面积 42.62hm^2 ，表土回覆量为 17.05 万 m^3 。供水、灌区及导排工程覆土面积 162.74hm^2 ，表土回覆量为 65.10 万 m^3 。表土不存在浪费及丢弃现象，表土剥离及保护规划切实保护了工程区宝贵的表土资源。

9 水土保持工程设计

9.1 工程级别与设计标准

9.1.1 工程措施

根据《水利水电工程水土保持技术规范》（SL575-2012），弃渣场级别由堆渣量，堆渣高度及失事后对主体工程危害程度等综合确定。据此确定各弃渣场水土保持工程设计标准，包括拦渣工程、截排水工程等。

本工程共布置 11 处弃渣场，其中枢纽工程 3 处，渣场级别均为 4 级，供水、灌区及导排工程区 8 处，渣场级别均为 5 级。本工程涉及西藏自治区水土流失重点预防区和重点治理区，考虑到枢纽工程区布置 3 处弃渣场均为库区型弃渣场，渣顶高程均在死水位以下，水库正常蓄水后全部被淹没，对周边环境影响程度较轻；供水、灌区及导排工程区布置的 8 处渣场级别均为 5 级，堆渣量相对较少，上游汇水面积不大，故本工程弃渣场排洪工程设计防洪标准均取 20 年一遇。根据各弃渣场堆渣量和堆高，确定各弃渣场级别和相应的防护措施设计标准。详见表 9.1-1。

表 9.1-1 弃渣场特性及防护措施设计标准一览表

防治分区	弃渣场名称	位置	占地面积 (hm^2)	弃渣量 (松方, 万 m^3)	堆渣高度 (m)	弃渣 场级 别	拦渣工 程建筑 物级别	排洪工程 级别	排洪工程 设计防洪 标准 (重现期 年)	斜坡防护工 程级别
枢纽工程防治区	左岸上游 1 [#] 弃渣场	左岸上游 1.0km	5.5	51.57	26	4	5	4	20	5
	左岸上游 2 [#] 弃渣场	左岸上游 2.0km	10.2	37.82	37	4	5	4	20	5
	右岸弃渣场	右岸上游 1.3km	7.3	87.59	20	4	5	4	20	5
供水、灌区及导排 工程防治区	Z1 [#] 弃渣场	KB08+200	5.7	12.78	10	5	5	5	20	5
	Z2 [#] 弃渣场	KB19+200	2.5	4.53	6	5	5	5	20	5
	Z3 [#] 弃渣场	KB26+300	3.6	14.49	18	5	5	5	20	5
	Z4 [#] 弃渣场	KB37+100	2.3	5.65	7	5	5	5	20	5
	Y1 [#] 弃渣场	KA01+900	1.1	1.11	5	5	5	5	20	5
	Y2 [#] 弃渣场	KA18+300	2.5	6.02	8	5	5	5	20	5
	Y3 [#] 弃渣场	KA33+600	1.5	2.30	4	5	5	5	20	5
	Y4 [#] 弃渣场	KA48+000	7.4	8.47	3	5	5	5	20	5



9.1.2 植物措施

(1) 植物措施等级

根据《水利水电工程水土保持技术规范》(SL575-2012)、《水土保持工程设计规范》(GB51018-2014),坝址周边包括枢纽建筑物及管理区、永久办公生活区植被恢复与建设工程级别为1级,植被恢复与建设应充分结合景观要求;枢纽工程施工交通设施区域坝址下游左右岸1#~4#公路为永久公路,其他道路均位于水库淹没区内,故植被恢复与建设工程级别为2级;其他区域植被恢复与建设工程级别均为3级,满足水土保持和生态保护要求,执行生态公益林绿化标准。植被恢复与建设工程设计标准详见表9.1-2。

表 9.1-2 植物措施设计标准一览表

防治分区		植被恢复与建设工程设计标准
枢纽工程防治区	枢纽建筑物及管理区	1
	永久办公生活区	1
	弃渣场区	位于死水位以下,不恢复植被
	料场区	3
	施工交通设施区	2
	施工生产生活区	3
	专项设施复建区	3
供水、灌区及导排工程防治区	管线及建筑物区	3
	弃渣场区	3
	施工交通设施区	3
	施工生产生活区	3

(2) 立地条件分析

项目区属高原亚温带亚湿润气候,流域内日照充足,干湿季分明,年无霜期短,以寒冷为基本特点,受南北平行峡谷及中低纬度地理位置因素影响,气温具有区域性分布差异明显特点。多年平均降水量491mm,主要集中在6~9月;多年平均气温7.8℃,多年平均风速1m/s,最大风速15m/s(NW),多年平均蒸发量1597mm;本地区初冰日期在10月下旬或11月中旬,终冰日期为3月下旬至4月上旬,北部干支流有局部封冻现象。项目区土壤以灰褐土、褐土和高山草甸土为主,地表壤土层厚度为0.4~1.0m;项目区植被主要有旱生有刺灌丛、针叶林、灌丛草甸等。工程区水、土壤、气候等立地条件一般,植被恢复有一定难度,需加强养护及抚育措施。

(3) 适宜物种选择

根据当地自然条件和植被恢复目标,本着“因地制宜、适地适树、适地适草”的原



则,综合考虑水土保持功能要求,确定植物措施的树种、草种。树种、草种选择主要以乡土树种、草种或者在当地绿化中已推广使用的树种、草种为首选。树种应具有速生、根系发达、适应性强等特点;草种应具有较强的固土护坡功能,根系发达,草层紧密,耐践踏、耐寒、耐旱,对土壤气候条件有较强的适应性。在条件许可的情况下,可适当引进新的优良树草种,以满足生物多样性和美化环境的要求。根据以上适宜植物选择原则,本工程水土保持植物措施选择的主要树、草种的生物学、生态学特性及主要用途见表 9.1-3。

植物措施采用苗木和草种均选用 I、II 级标准,无病虫害,具活力,色泽正常,苗干通直,主干不分叉,根系发达完整,充分木质化,无各种机械损伤。其中乔木为 1~2 年生苗,苗高大于 65cm,地径大于 0.8cm,土球直径约 20cm;灌木为 1 年生袋苗,苗高 20cm,地径大于 0.50cm,土球直径约 20cm;草种纯度 90%,发芽率 85%以上。

表 9.1-3 本工程水土保持植物生物学、生态学特性及主要用途

物种	特 性
云杉	耐阴、耐寒、喜欢凉爽湿润的气候和肥沃深厚、排水良好的微酸性沙质土壤,生长缓慢,属浅根性树种。海拔 2400-3600 米地带。
冷杉	具有较强的耐阴性,适应温凉和寒冷的气候,土壤以山地棕壤、暗棕壤为主。常在高纬度地区至低纬度的亚高山至高山地带的阴坡、半阴坡及谷地形成纯林。
藏青杨	又名藏川杨,是一种生长快、寿命长、干形通直、材质好、适应性强的巨大乔木树种,分布于拉萨、林芝、日喀则、山南等地区,生于海 2700~4100m 间,被广泛用来防风固沙、用作建材和薪材。
柳树	属于广生态幅植物,对环境的适应性很广,喜光,喜湿,耐寒,是中生偏湿树种。适于各种不同的生态环境,不论高山、平原、沙丘、极地都有柳树生长。
沙棘	一种落叶性灌木,其特性是耐旱、抗风沙,可以在盐碱化土地上生存,被广泛用于水土保持。常生于海拔 800-3600 米温带地区向阳的山脊、谷地、干涸河床地或山坡
狼牙刺	半常绿落叶灌木树种,生于山谷河溪边的林下或石砾灌木丛中,海拔 3000-4500 米,耐旱,耐瘠薄。可选作半常绿绿篱,也可丛植,群植。
西藏素馨	攀援灌木,分布在中国西藏区域,多生长在海拔 4000 以下山坡灌木丛中。
紫花针茅	多年生草本,分布在高寒半干旱的地理环境。
紫羊茅	多年生草本,耐高温;喜光,耐半阴,对肥料反应敏感,抗逆性强,耐酸、耐瘠薄,抗病性强,在中国东北、华北、华中、西南及西北各地都有分布。
黑褐苔草	多年生草本,根状茎具短匍匐枝,生于海拔 3000 米右山梁和山坡上,分布于甘肃、青海、四川、云南、西藏。

9.2 枢纽工程防治区

9.2.1 枢纽建筑物及管理区

为保证工程的稳定性和正常运行,枢纽工程设计中对溢洪道、泄洪洞、导流洞、厂



房等开挖边坡布置了截排水沟，具有一定的水土保持功能。水土保持专项措施主要为：表土剥离及防护，管理范围绿化区土地整治、覆土；枢纽工程区管理范围绿化。

1) 工程措施

为保护工程区内珍贵的表土资源，施工前对枢纽工程区占地范围内的耕地和部分林草地进行表土剥离。剥离总量 20.96 万 m^3 ，剥离面积 67.50 hm^2 ，耕地区域剥离厚度 0.4m，林草地剥离厚度 0.2m。剥离的表土全部集中在枢纽工程管理范围内布置的表土堆存场内，用于工程区后期绿化及场地植被恢复。

工程完工后，为绿化和美化枢纽工程区，拟对枢纽工程区管理范围内荒草地、疏林地等区域按灌草结合的方式恢复植被。经估算，枢纽工程管理范围绿化区域面积 22.46 hm^2 ，回覆表土 8.98 万 m^3 。

2) 植物措施

对管理范围绿化区经土地整治和覆土后，采取灌草结合的方式进行绿化，灌木选择沙棘和狼牙刺混交，栽植行间距 $2\text{m} \times 2\text{m}$ ，林下混播紫花针茅和紫羊茅草籽，撒播密度 80 kg/hm^2 。

对坝顶公路及两岸连接段两侧，采取载土格种植行道树的方式进行绿化，行道树可选择适宜当地生长、景观效果较好的藏青杨、柳树等树种，载土格沿道路两侧布置，布置长度 1km，布置间距 2m。

3) 临时措施

在坝址左右岸各布置 1 处表土堆存场，集中堆存枢纽工程防治区剥离的表土。左岸表土堆存场布置在坝址下游，1[#]施工道路下沿，电站尾水渠出口围堰至沥青砂石混凝土加工系统之间，堆存量 15.36 万 m^3 ，平均堆高约 5m，占地面积 3.69 hm^2 ；右岸表土堆存场布置在坝址上游，靠近 8[#]施工道路，堆存量 5.6 万 m^3 ，平均堆高 5m，占地面积 1.34 hm^2 。

表土堆场下沿，利用剥离的表土装填编织袋，砌筑袋装土拦挡措施，袋装土高 1m，顶宽 0.5m，边坡 1:1，拦挡长 3126m。表土堆场四周设临时排水沟，排水沟采用土质断面，底宽 0.3m，深 0.3m，总长 3126m。表土堆场顶面及边坡采取防雨布覆盖，约需要防雨布 42000 m^2 。

9.2.2 永久办公生活区

永久办公生活区（业主营地）位于左岸下游 1[#]公路端头，远离左岸下游施工区，占



地面积 1.9hm^2 ，场地高程 $3421\text{m} \sim 3424\text{m}$ 。场地成带状分布，宽约 60m 、长约 300m 。场地中部布置一栋三层办公楼，场前广场设置景观绿化区和停车场；场地上游侧设置附属生产用房如维修仓库等；场地下游侧新建一栋 3 层宿舍楼和一栋二层综合楼（底层食堂、二层为文化娱乐设施用房），综合楼前布置室外运动场。

永久办公生活区水土保持措施主要包括：表土剥离、场区周边截排水沟，绿化区土地整治、覆土；场区绿化；表土和裸露边坡临时防护等。

（1）工程措施

施工前对永久办公生活区内林草地区域的表土进行剥离，剥离量 0.36万 m^3 ，剥离面积 1.80hm^2 ，剥离厚度 0.2cm 。剥离的表土集中堆存在永久办公生活区拟绿化空地内。

在场区周边布置浆砌石截排水沟，矩形断面，断面尺寸为 $0.4\text{m} \times 0.4\text{m}$ （底宽 $\times$ 深），浆砌石衬砌，衬砌厚度 30cm 。截排水沟长 308m 。

永久办公生活区建成后，场区需进行绿化，对绿化区域进行土地整治及覆土，整治面积 0.36hm^2 。

（2）植物措施

场区绿化区域铺植草皮、栽植云杉、冷杉、藏青杨和柳树，根据场区建筑物布置，采用孤植、对植、丛植等方式布置。永久办公生活区植物措施灌溉拟结合生活用水系统进行布置。蓄水池采用 M7.5 浆砌石矩形蓄水池，断面尺寸 $10\text{m} \times 5\text{m} \times 2\text{m}$ （长 $\times$ 宽 $\times$ 深），衬砌厚度 30cm 。滴灌管沿等高线布置，满布于灌溉区域。蓄水池接外径 40mm 的 PE 灌溉给水管（增强型水管，承压 1.0MPa ）至灌溉区滴灌管。

（3）临时措施

表土堆场下沿，利用剥离的表土装填编织袋，砌筑袋装土拦挡措施，袋装土高 1m ，顶宽 0.5m ，边坡 $1:1$ ，拦挡长 160m 。表土堆场顶面及边坡采取防雨布覆盖，约需要防雨布 1400m^2 。

施工期间，为防止降雨对开挖面形成的裸露边坡冲刷造成水土流失，拟布置防雨布进行覆盖，共需防雨布约 1000m^2 。

9.2.3 弃渣场区

枢纽工程区共布置 3 处弃渣场，均为库区型弃渣场，其选址合理性分析及稳定性计算详见第 7 章。弃渣场区水土保持措施主要包括表土剥离及防护、拦渣工程、防洪排导工程、斜坡防护工程等，由于施工结束后 3 处渣场均被淹没，无需进行植被恢复。

(1) 水文计算

根据工程弃渣场防护设计要求，需要计算弃渣场所在主沟道不同频率设计洪水流量。由于西藏自治区没有无资料地区暴雨洪水计算图集，而昌都邻近云南省，本次采用《云南省暴雨洪水查算实用手册》（1992 年 12 月，下简称《手册》），由设计暴雨进行计算。

根据《西藏自治区昌都地区水文图集》（2006 年 7 月），查得昌都区设计暴雨，成果见表 9.2-1。

表 9.2-1 设计暴雨成果表 单位：mm

时段	Ex	Cv	Cs/Cv	设计频率 P (%)					
				1	2	3.33	5	10	20
1h	11.8	0.42	3.5	28.2	25.3	23.2	21.5	18.4	15.2
6h	20.6	0.34	3.5	42.6	39.0	36.2	34.0	30.0	25.7
24h	28.8	0.34	3.5	59.6	54.5	50.6	47.5	41.9	36.0

根据《手册》，查算出与工程相近滇西北区暴雨点面折减系数，修正设计点暴雨值，从而得到设计面雨量，通过皮尔逊 III 型频率表，计算设计频率暴雨雨力；参照《手册》给出的分区产流参数，结合流域地貌、植被等条件，确定产流参数及洪峰径流系数。根据选用的产流、汇流参数，参照《手册》中的推理公式，进行产汇流计算，从而得到各频率的设计洪水成果见表 9.2-2。

表 9.2-2 弃渣场设计洪峰成果表 单位：m³/s

名称	面积(km ²)	设计频率 P (%)					
		1	2	3.33	5	10	20
左岸上游 1#弃渣场	0.07	1.13	0.97	0.86	0.76	0.61	0.46
左岸上游 2#存弃渣场	0.17	2.05	1.75	1.55	1.37	1.10	0.83
右岸弃渣场	0.08	1.24	1.06	0.94	0.83	0.67	0.50

(2) 水力学计算

截排水沟缓坡段均采用明渠均匀流计算公式进行设计；各渣场水力计算表详见 9.2-3。

表 9.2-3 弃渣场截水沟水力计算一览表（缓坡段）

渣场名称	底宽 b	水深 h	边坡 m	A	χ	R	糙率 n	坡降 I	Q 计算	v	Q 设计	超高	渠高
左岸上游 1#弃渣场	0.80	0.60	0.00	0.48	2.00	0.24	0.025	0.015	0.91	1.93	0.76	0.20	0.80
左岸上游 2#弃渣场	0.80	0.60	0.50	0.66	2.14	0.31	0.025	0.015	1.48	2.28	1.37	0.20	0.80
右岸弃渣场	0.80	0.60	0.50	0.66	2.14	0.31	0.025	0.01	1.2	2.28	0.83	0.20	0.80

(2) 水土保持措施设计

1) 左岸上游 2[#]弃渣场

左岸上游 2[#]弃渣场布置于坝址左岸上游 2.0km 处，位于昂曲河 I、II 级阶地平台，地面高程 3420~3480m，平台顺河流向长约 600m，宽约 130~200m，地表最大地形坡度 $<15^\circ$ 。该弃渣场范围出露的覆盖层主要为第四系全新统 I 级阶地 (Q_4^{2al})、II 级阶地 (Q_4^{1al}) 冲积层及崩坡积 (Q_4^{col+dl}) 层；弃渣场北侧坡面见侏罗系上统小索卡组 (J_{3x}) 基岩分布。I 级阶地冲积层 (Q_4^{2al}) 主要为砂砾石、砾卵石、漂卵砾石层，中密~密实，原岩成分主要为砂岩、泥质粉砂岩、灰岩及少量花岗岩等，磨圆度较好。II 级阶地冲积层 (Q_4^{1al}) 表层厚约 0.5~3m 为崩坡积土夹碎石，碎石含量约 10%，原岩成分主要为砂岩、泥质粉砂岩。第四系崩坡积层 (Q_4^{col+dl}) 主要为黄褐色、紫红色碎块石夹土，碎、块石原岩成分主要为泥质粉砂岩、砂岩等，结构稍密~松散。出露基岩为侏罗系上统小索卡组 (J_{3x}) 灰色、紫红色泥质粉砂岩、粉细砂岩及泥岩。

左岸上游 2[#]弃渣场顶部高程 3464m，填渣坡比 1:2，每隔 10m 设置一条宽 2m 的马道，弃渣堆高 20m，最终弃渣量 37.83 万 m^3 ，占地面积 10.2 hm^2 。该弃渣场渣顶高程与死水位齐平，为库区型弃渣场。弃渣结束后，左岸上游 2[#]弃渣场将作为存料场，堆存部分开挖利用料。

主要的水土保持措施包括：表土剥离及防护、堆渣坡脚挡渣墙、周边截排水沟及沉砂池、堆渣结束后，边坡干砌石砌护。

① 表土剥离

施工前对渣场占地范围内可剥离的表土进行剥离，共剥离表土 0.14 万 m^3 ，剥离的表土集中堆存在渣场一角，与弃渣和开挖转运料分开堆放。

② 拦渣工程

按照“先拦后弃”的原则，弃渣前，拟在弃渣场坡脚设置挡渣墙。挡渣墙为钢筋石笼挡墙，顶宽 1m，最大墙高 4m，考虑到本区域多年冻土深为 0.8~1m，本次基础埋深定为 1.5m，挡墙顶高程为 3430m。钢筋石笼挡墙长约 223m。

③ 防洪排导工程

为防止坡面汇水水流对堆存渣体的冲刷，拟沿渣场周边布置截排水沟。截排水沟采用梯形断面，尺寸 0.6m×0.6m（底宽×深），两侧边坡 1:0.5，采用 M7.5 浆砌石衬砌，衬砌厚度 0.3m。截排水沟出口处布设沉砂池，设计尺寸 8m×6m×3m（长×宽×



深)，边坡为垂直面，浆砌石衬砌厚度 30cm。截排水沟长 2572m。

④ 斜坡防护工程

堆渣结束后，对渣体边坡布置干砌石砌护，干砌石砌护面积 2.13hm^2 ，砌护厚度 0.3m。

⑤ 表土临时防护

为控制水土流失，在表土堆场下沿，利用剥离的表土装填编织袋，砌筑袋装土拦挡措施，袋装土高 1m，顶宽 0.5m，边坡 1:1，拦挡长 160m。表土堆场顶面及边坡采取防雨布覆盖，约需要防雨布 800m^2 。

2) 左岸上游 1#弃渣场

左岸上游 1#弃渣场布置于坝址左岸上游 1.0km 处(5#公路旁)，堆渣顶部高程 3448m，堆渣坡比 1:2，每隔 10m 设置一条宽 2m 的马道，堆渣量 51.56 万 m^3 (松方)，占地面积 5.5hm^2 。工程完工后左岸上游 1#弃渣场位于水库死水位 (3464m) 以下，该弃渣场为库区型弃渣场。

左岸上游 1#弃渣场与左岸 2#弃渣场地形地貌条件相同，地质条件基本相同，堆渣形式和组成相同，堆渣高度相近，其水土保持措施设计参照左岸上游 2#弃渣场进行设计。主要的水土保持措施包括：表土剥离及防护、堆渣坡脚挡渣墙、周边截排水沟及沉砂池、堆渣结束后，边坡干砌石砌护。

① 表土剥离

施工前对渣场占地范围内可剥离的表土进行剥离，共剥离表土 0.14 万 m^3 ，剥离的表土集中堆存在渣场一角，与弃渣分开堆放。

② 拦渣工程

挡渣墙为钢筋石笼挡墙，顶宽 1m，最大墙高 4m (含基础埋深 1.5m)，挡墙长度 423m。

② 防洪排导工程

在弃渣场周边布置截排水沟，截排水沟均采用梯形断面，尺寸 $0.6\text{m} \times 0.6\text{m}$ (底宽 $\times$ 深)，两侧边坡 1:0.5，采用 M7.5 浆砌石衬砌，衬砌厚度 0.3m。，出口处布设沉砂池，设计尺寸 $8\text{m} \times 6\text{m} \times 3\text{m}$ (长 $\times$ 宽 $\times$ 深)，边坡为垂直面，浆砌石衬砌厚度 30cm。截排水沟长 1779m。

③ 斜坡防护工程



弃渣结束后，对渣体边坡布置干砌石砌护，砌护面积 2.26hm^2 ，砌护厚度 0.3m 。

④ 表土临时防护

为控制水土流失，在表土堆场下沿，利用剥离的表土装填编织袋，砌筑袋装土拦挡措施，袋装土高 1m ，顶宽 0.5m ，边坡 $1:1$ ，拦挡长 160m 。表土堆场顶面及边坡采取防雨布覆盖，约需要防雨布 600m^2 。

3) 右岸弃渣场

右岸弃渣场位于坝址上游右岸 II 级阶地平台，地面高程 $3440\sim 3460\text{m}$ ，渣场沿昂曲平面呈条带状，长约 630m ，宽约 $110\sim 150\text{m}$ ，地表最大地形坡度 $<10^\circ$ 。该弃渣场范围出露的覆盖层主要为第四系全新统 II 级阶地 (Q_4^{1al}) 冲积层及崩坡积 (Q^{col+dl}) 层；弃渣场东侧坡面见侏罗系上统小索卡组 (J_3x) 基岩分布。II 级阶地冲积层 (Q_4^{1al}) 具二元结构，表层厚约 $0.5\sim 3\text{m}$ 为含砾粉质壤土，砾石含量约 $10\%\sim 20\%$ ，为填筑料无用剥离层；下部为砂砾石、砾卵石、漂卵砾石层，稍密~中密，原岩成分主要为砂岩、泥质粉砂岩、灰岩及少量花岗岩、泥岩、石英等，磨圆度较好，呈圆~次圆状，厚约 $20\sim 30\text{m}$ 。第四系崩坡积层 (Q_4^{col+dl}) 为黄褐色、紫红色碎块石夹土，原岩成分主要为泥质粉砂岩、砂岩等。出露基岩为侏罗系上统小索卡组 (J_3x) 灰色、紫红色泥质粉砂岩、粉细砂岩及泥岩。

右岸弃渣场顶部高程 3460m ，堆渣坡比 $1:2$ ，每隔 10m 设置一条宽 2m 的马道，弃渣量 87.59万 m^3 ，占地面积 7.3hm^2 。工程完工后，弃渣场位于死水位以下，为库区型弃渣场。

右岸弃渣场水土保持措施设计参照左岸上游 2# 弃渣场设计。

① 表土剥离

施工前对渣场占地范围内可剥离的表土进行剥离，共剥离表土 0.19万 m^3 ，剥离的表土集中堆存在渣场一角，与弃渣分开堆放。

② 拦渣工程

挡渣墙为钢筋石笼挡墙，顶宽 1m ，最大墙高 4m （含基础埋深 1.5m ），挡墙顶高程为 3430m 。挡墙长度 554m 。

③ 防洪排导工程

在弃渣场周边布置截排水沟，截排水沟采用梯形断面，尺寸 $0.6\text{m}\times 0.6\text{m}$ （底宽 $\times$ 深），两侧边坡 $1:0.5$ ，采用 M7.5 浆砌石衬砌，衬砌厚度 0.3m 。截水沟出口处布



设沉砂池，设计尺寸 $8\text{m} \times 6\text{m} \times 3\text{m}$ （长 $\times$ 宽 $\times$ 深），边坡为垂直面，浆砌石衬砌厚度 30cm 。截排水沟长 1430m 。

④ 斜坡防护工程

弃渣结束后，对渣体边坡布置干砌石砌护，砌护面积 3.12hm^2 ，砌护厚度 0.3m 。

⑤ 表土临时防护

为控制水土流失，在表土堆场下沿，利用剥离的表土装填编织袋，砌筑袋装土拦挡措施，袋装土高 1m ，顶宽 0.5m ，边坡 $1:1$ ，拦挡长 180m 。表土堆场顶面及边坡采取防雨布覆盖，约需要防雨布 1200m^2 。

9.2.4 料场区

本工程布置 1 处块石料场和 1 处砂砾石料场。其中，砂砾石料场结合弃渣场布置，其防治责任范围和水土保持措施计入弃渣场范围。

石料场位于类乌齐县尚卡乡交日喀村西侧约 1.5km 的恩达曲右岸，占地面积 3.1hm^2 ，占地类型为林地，开采量 69.75万 m^3 ，剥离量 12.69万 m^3 ，开采高程范围 $3770 \sim 3900\text{m}$ 。石料场主要的水土保持措施包括场区截排水沟、土地整治、覆土；开采迹地植被恢复、边坡绿化；剥离料临时堆存防护等。

（1）工程措施

为防止降雨及地表径流冲刷开挖坡面，拟在石料场边坡上游侧布置浆砌石截水沟。截水沟采用梯形断面，断面尺寸为 $0.4\text{m} \times 0.4\text{m}$ （底宽 $\times$ 深），浆砌石衬砌，衬砌厚度 30cm 。排水沟出口布置沉砂池。截排水沟长 689m 。

料场开采结束后，对块石料场开采平台进行土地整治，整治面积 0.8hm^2 ，并覆土，为植被恢复做准备。

块石料场开采坡面，每 10m 高设一条马道，宽 2m ，开采结束后，沿马道内侧修筑浆砌石坎，形成载土槽，充填营养土，为马道绿化带做准备。浆砌石坎长 5500m 。

（2）植物措施

块石料场开挖边坡经整平后，在块石料场马道载土槽内，沿线种植灌木和攀援植物，灌木采用沙棘和狼牙刺垂向间植，水平向栽植间距 1m 。块石料场开采平台采用灌草结合的方式恢复植被，灌木栽植行间距 $1\text{m} \times 1\text{m}$ ，林下撒播草籽，撒播密度 $80\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

（3）临时措施

料场开采前，剥离的无用层共计 12.69万 m^3 ，拟堆置在料场下沿缓坡地上，开采

结束后用于开采区域回填。

剥离料堆置区四周拟采用袋装土拦挡，梯形断面，顶宽 0.5m，高 1m，边坡 1:1，拦挡长 706m。剥离料堆置区顶面及边坡撒播紫花针茅，撒播密度 80kg/hm²。

9.2.5 施工交通设施区

枢纽工程区左右岸共布置 10 条施工道路，长 20.17km。左岸 1[#]和 3[#]施工道路为永久道路，在工程完工后，作为业主营地和大坝之间的永久交通设施；左岸 5[#]、7[#]部分、右岸 6[#]、8[#]、10[#]施工道路部分位于死水位以下，工程完工后没有必要进行恢复；右岸 2[#]、4[#]施工道路可以连接宗通卡大桥和右岸坝肩，建议在工程完工后予以保留，同宗通卡大桥一并作为枢纽工程下游两岸连接通道。因此，枢纽工程区施工道路均按永久道路标准进行防护，工程完工后，不布置临时用地恢复措施。主要的水土保持措施包括：道路截排水沟、行道树、高陡挖填边坡下沿拦挡、表土的临时防护。

(1) 工程措施

施工道路沿线布置截排水沟，一般布置在道路内侧，靠山体一侧，通过路涵连接附近沟渠。截排水沟采用浆砌石砌筑，梯形断面，底宽 0.4m，深 0.4m，浆砌石衬砌，衬砌厚度 0.3m。截排水沟长 20.17km。

(2) 植物措施

沿道路外沿一侧布置行道树，选择柳树和狼牙刺间植，栽植行间距 2m。

(3) 临时措施

在施工道路挖填边坡坡长超过 5m 的路段，边坡下沿利用开挖的土石方，修建袋装土拦挡，梯形断面，顶宽 0.5m，高 1m，边坡 1:1，拦挡长 4388m。

主体工程对施工交通设施区占用耕地区域的表土进行了剥离，并就近堆存在道路周边平缓地带。为控制水土流失，在表土堆场下沿设编织袋装土挡墙进行临时拦挡，袋装土高 1m，顶宽 0.5m，边坡 1:1，拦挡长 120m。表土堆场顶面及边坡采取防雨布覆盖，约需要防雨布 500m²。

9.2.6 施工生产生活区

枢纽工程施工生产生活区沿坝址两岸布置，占地面积 18.85hm²，占地类型主要为耕地和林地。主要的水土保持措施为：表土的临时防护、场区排水沟，存料场拦挡及截排水措施；工程完工后，施工生产生活区占用的耕地由主体工程复耕，占用的林地进土地整治后恢复植被。



(1) 工程措施

1) 场区排水

本工程施工时段较长,施工生产生活区场区排水沟拟采用永久排水沟,梯形断面,底宽 0.3m,深 0.3m,浆砌石衬砌厚 0.3m。排水沟长 5641m。

2) 存料场防护

本工程共布置 3 处存料场,其中枢纽坝址布置 2 处,1 处位于莫拿隆沟道,1 处位于左岸上游 2[#]弃渣场内,另一处位于块石料场下沿平缓坡地上,其相应的防护措施计入料场区内。

莫拿隆存料场位于坝址下游约 400m 的莫拿隆冲沟内,占地面积 6.1hm^2 ,存料量 86.30 万 m^3 ,与枢纽工程区通过 3[#]施工道路连接。莫拿隆沟道临近坝区,存料运距相对较短;枢纽工程区整体地形条件较陡,利用沟道存料,可以减少存料场地占地面积,便于施工布置;工程完工后,堆存料全部利用至枢纽工程,沟道将尽快得到恢复,不影响工程区土地利用结构。

沟内第四系松散堆积层主要为崩坡积层和洪积层,崩坡积层主要零星分布于沟谷两侧坡脚,厚数米;洪积层主要分布于下游侧支沟内,厚数米~十余米。沟谷两岸基岩为侏罗系上统小索卡组(J3X)泥质粉砂岩、泥岩和粉细砂岩,其中以泥质粉砂岩为主,次为泥岩和粉细砂岩。岩层产状 $135^\circ \sim 155^\circ \angle 65^\circ \sim 80^\circ$,沟谷整体为横向谷。受构造影响岩体完整性较差,泥岩及泥质粉砂岩强风化层最大厚度 $< 1.5\text{m}$ 。沟谷内未见崩塌、滑坡等不稳定地质体分布。莫拿隆地表水系主要为昂曲河河水及冲沟水,冲沟内常年有水,日常平均流量约 $5 \sim 10\text{L/s}$ 。冲沟流域面积为 3.4km^2 ,河道长度为 2.7km,10 年一遇的设计流量为 $8.11\text{m}^3/\text{s}$ 。主体工程已布置 2 根直径 1.5m 的涵管用于存料期间的临时排水,本存料场仅考虑存料场坡面的排水措施。

存料前,在存料场下沿修建钢筋石笼挡墙,顶宽 1m,平均墙高 4m,拦挡长 28m。存料场周边修建浆砌石截排水沟,采用梯形断面,尺寸 $0.5\text{m} \times 0.5\text{m}$ (底宽 $\times$ 深),两侧边坡 1:0.5,采用 M7.5 浆砌石衬砌,衬砌厚度 0.3m。截水沟陡坡段设置 M7.5 浆砌石跌水坎消能,跌坎高 0.5m,宽度根据实际地形坡度定。

左岸 2[#]弃渣场弃渣结束后,顶面用于坝区开挖料堆存,存料量 38.34 万 m^3 ,存料



场外沿修袋装土拦挡，顶宽 1m，高 1m，边坡 1:1，拦挡长 650m。弃渣场周边已修建截排水沟，不再新增截排水措施。

3) 土地整治

工程完工后，施工生产生活区占用的耕地由主体工程复耕，占用的林地需进行土地整治，整治面积 5.45hm^2 。

(2) 植物措施

施工结束后对施工迹地取林草结合的方式恢复植被，乔木选择云杉、冷杉、藏青杨和柳树等分片间植，栽植行间距 $3\text{m} \times 3\text{m}$ ，林下撒播紫花针茅和紫羊茅草籽，撒播密度 $80\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

(3) 临时措施

主体工程对施工生产生活区占用耕地区域的表土进行了剥离，并堆存在施工场地范围内。为控制水土流失，在表土堆场下沿设编织袋装土挡墙进行临时拦挡，袋装土高 1m，顶宽 0.5m，边坡 1:1，拦挡长 1500m。表土堆场顶面及边坡采取防雨布覆盖，约需要防雨布 26000m^2 。

9.2.7 水库淹没影响区

水库淹没及影响防治区在施工期不扰动，该防治区水土保持措施主要为预防保护措施，针对库岸沿线可能存在的滑坡体和崩塌体、以及水库淹没区运行管理提出有关水土保持要求。对库岸沿线可能存在的滑坡体和崩塌体，后续设计工作中应进行详细的地质勘查，定期对重点岸段进行监测，并根据查明的库岸稳定性程度，分别采取相应的工程治理措施。

9.2.8 专项设施复建区

根据移民安置规划，枢纽工程区复建道路总长 40.12km，均为 4 级道路。主要的水土保持措施包括：道路截排水沟、行道树、高陡挖填边坡下沿拦挡。

(1) 植物措施

沿道路外沿一侧布置行道树，选择柳树和藏青杨间植，栽植行间距 2m。

(2) 临时措施

复建道路沿线布置临时排水沟，一般布置在道路内侧，靠山体一侧，通过路涵连接附近沟渠。排水沟采用土质断面，底宽 0.3m，深 0.3m。排水沟长 21.2km。

考虑到复建道路施工期相对较短，部分复建道路拟采用防雨布覆盖的方式对开挖土

方进行防护,初步估算,需防雨布 8 万 m^2 。

在复建道路挖填边坡坡长超过 5m 的路段,边坡下沿利用开挖的土石方,修建袋装土拦挡,梯形断面,顶宽 0.5m,高 1m,边坡 1:1,拦挡长 10588m。

9.3 供水、灌区及导排工程防治区

9.3.1 管线及建筑物区

本工程供水及灌区建筑主要为管道,以埋管的形式布置。主体工程将管线占地按临时占地形式征用。主要的水土保持措施包括:表土剥离、土地整治及覆土,开挖和回填边坡护坡;埋管区撒播草籽;临时堆土防护。

(1) 工程措施

主体工程对管线临时占用耕园地区域的表土进行了剥离,后期全部用于复耕用土。本方案考虑对部分永久占地耕地和其他林草地可剥离区域的表土进行剥离,剥离量为 10.30 万 m^3 ,耕地剥离厚度 0.4m,林草地剥离厚度 0.2m。工程前期剥离的表土全部分段集中堆存在管道作业带范围内。

对于管道沿线回填高度大于 3m 的边坡,在坡脚修建浆砌石脚槽,脚槽出露地面 0.5m,埋深 0.3m,厚 0.5m,估算长度约 5000m。

管道铺设完成后,对埋管区进行土地平整,回覆表土,土地整治面积 25.39 hm^2 。

(2) 植物措施

埋管区平台不宜种植根系较深的树木,拟沿线撒播紫羊茅和黑褐苔草草籽,撒播密度 80 kg/hm^2 。

对于开挖高度低于 5m 的边坡和管道沿线回填边坡,同埋管平台一并撒播紫羊茅和黑褐苔草草籽,撒播密度 80 kg/hm^2 。经估算,开挖边坡低于 5m 的管段长约 25km。

对于开挖边坡高度大于 5m 的管段,坡脚栽植攀援植物,栽植间距 1m。经估算,开挖边坡高度大于 5m 的管段长度约 15km。

(3) 临时措施

剥离的表土及管槽开挖土方在施工过程中需临时防护。考虑到管线埋设时间相对较短,拟采用防雨布覆盖的方式对开挖土方进行防护,初步估算,需防雨布 24 万 m^2 。

9.3.2 弃渣场区

供水、灌区及导排工程区共布置 8 处弃渣场,其中左岸布置 4 个弃渣场,右岸布置

4 个弃渣场, 弃渣场坡比均为 1:2, 弃渣量合计 55.37 万 m^3 (松方), 占地面积合计 26.6 hm^2 , 占地类型主要为耕园地和林草地。8 处弃渣场均为坡地型弃渣场, 堆渣高度 3~18m 不等, 渣场级别均为 5 级。供水、灌区及导排工程区弃渣场水土保持措施主要包括表土剥离及防护、拦渣工程、截水沟及渣场表面排水沟、土地整治、植被恢复等。8 处弃渣场地形地貌均类似, 本次选择 Y2[#]和 Z3[#]弃渣场为典型, 对供水、灌区及导排工程区弃渣场进行水土保持措施设计。

(1) 水文计算

水文计算方法同 9.2.3 节, 各渣场计算洪水见表 9.3-1。

表 9.3-1 弃渣场设计洪峰成果表 单位: m^3/s

名称	面积(km^2)	设计频率 P (%)					
		1	2	3.33	5	10	20
Z1 [#] 弃渣场	0.08	1.27	1.09	0.96	0.85	0.68	0.52
Z2 [#] 弃渣场	0.04	0.79	0.68	0.60	0.53	0.43	0.32
Z3 [#] 弃渣场	0.11	1.53	1.31	1.16	1.03	0.82	0.62
Z4 [#] 弃渣场	0.03	0.70	0.60	0.53	0.47	0.38	0.28
Y1 [#] 弃渣场	0.03	0.69	0.59	0.52	0.46	0.37	0.28
Y2 [#] 弃渣场	0.06	1.02	0.87	0.77	0.68	0.55	0.41
Y3 [#] 弃渣场	0.04	0.74	0.63	0.56	0.50	0.40	0.30
Y4 [#] 弃渣场	0.09	1.34	1.15	1.01	0.90	0.72	0.54

(2) 水力学计算

截排水沟缓坡段均采用明渠均匀流计算公式进行设计; 各渣场水力计算表详见 9.3-2。

表 9.3-2 弃渣场截水沟水力计算一览表 (缓坡段)

渣场名称	底宽 b (m)	水深 h (m)	边坡	A (m^2)	χ	R	糙率 n	坡降 I	Q 计算 (m^3/s)	V (m/s)	Q 设计 (m^3/s)	超高 (m)	渠高 (m)
Z1 [#] 弃渣场	0.80	0.60	0.50	0.66	2.14	0.31	0.025	0.01	1.20	1.82	0.68	0.20	0.80
Z2 [#] 弃渣场	0.70	0.50	0.50	0.48	1.82	0.26	0.025	0.01	0.78	1.63	0.43	0.20	0.70
Z3 [#] 弃渣场	0.80	0.60	0.50	0.66	2.14	0.31	0.025	0.01	1.20	1.82	0.82	0.20	0.80
Z4 [#] 弃渣场	0.60	0.40	0.50	0.32	1.49	0.21	0.025	0.01	0.46	1.43	0.38	0.20	0.60
Y1 [#] 弃渣场	0.60	0.40	0.50	0.32	1.49	0.21	0.025	0.01	0.46	1.43	0.37	0.20	0.60
Y2 [#] 弃渣场	0.70	0.50	0.50	0.48	1.82	0.26	0.025	0.01	0.78	1.63	0.55	0.20	0.70
Y3 [#] 弃渣场	0.60	0.40	0.50	0.32	1.49	0.21	0.025	0.01	0.46	1.43	0.4	0.20	0.60
Y4 [#] 弃渣场	0.80	0.60	0.50	0.66	2.14	0.31	0.025	0.01	1.20	1.82	0.72	0.20	0.80



(3) 水土保持措施设计

1) Y2[#]弃渣场

供水线路 Y2[#]弃渣场位于昂曲右岸 I 级阶地平台后缘, 供水线路及右岸县乡公路从渣场西南侧通过, 交通运输条件较好。渣场范围地面高程 3360~3370m, 平台顺河流向长约 225m, 宽约 125m, 地表最大地形坡度 $<10^{\circ}$ 。

地表分布地层为第四系 I 级阶地 (Q_4^{2al}) 冲积层。表层厚约 0.3~0.8m 为含砾粉质壤土层, 见植物根系, 下部为砂砾石、砾卵石、漂卵砾石层, 中密~密实, 原岩成分主要为砂岩、泥质粉砂岩、灰岩及少量花岗岩等, 磨圆度较好, 呈圆~次圆状, 厚约 15~20m, 局部夹含粉细砂透镜体。具强透水性, 地下水位与河水面基本持平。下覆基岩为侏罗系中统土拖组 (J_{2t}) 灰色、紫红色粘土岩、粉细砂岩。

Y2[#]弃渣场位于管线 KB08+200 处, 堆渣量 17.2 万 m^3 , 占地面积 5.7 hm^2 , 最大堆高 8m, 为 5 级弃渣场。主要的水土保持措施包括: 表土剥离及防护、挡渣墙、渣场周边截排水沟、渣顶排水沟、沉砂池、堆渣结束后土地整治及植被恢复等。

① 工程措施

A 表土剥离

主体工程对渣场占用耕地区域的表土进行了剥离, 后期全部作为复耕用土。本方案考虑对林草地可剥离区域的表土进行剥离, 剥离量为 0.05 万 m^3 , 剥离厚度 0.2m, 剥离面积 0.03 hm^2 。

B 拦渣工程

按照“先拦后弃”的原则, 弃渣前, 拟在弃渣场坡脚设置挡渣墙。挡渣墙为浆砌石重力式挡墙, 顶宽 1m, 最大墙高 4m (含基础埋深 1.5m), 挡墙高程为 3365m, 临渣侧边坡 1:0.5, 背渣侧边坡 1:0.1, 采用 M7.5 浆砌石砌筑。挡渣墙内设 $\Phi 100$ PVC 排水管, 间排距 2m, 梅花型布置。结合弃渣场周边地形分析, 浆砌石挡渣墙长约 208m。

C 截水沟及渣场表面排水沟

为防止坡面汇水水流对堆存渣体的冲刷, 拟沿渣场上方布置截水沟。截水沟采用梯形断面, 尺寸 0.7m $\times$ 0.7m (底宽 $\times$ 深), 两侧边坡 1:0.5, 采用 M7.5 浆砌石衬砌, 衬砌厚度 0.3m。截水沟出口处布设沉砂池, 设计尺寸 6m $\times$ 4m $\times$ 2m (长 $\times$ 宽 $\times$ 深), 边坡为垂直面, 浆砌石衬砌厚度 30cm。

堆渣完毕后, 拟在堆渣坡顶布置渣顶排水沟。渣顶排水沟采用梯形断面, 断面尺寸

0.5m×0.5m（底宽×深），两侧边坡 1:0.5，M7.5 浆砌石衬砌，衬砌厚度 0.3m。

D 土地整治

堆渣结束后，主体工程对渣体顶面进行复耕，渣场边坡在进行土地整治后为植被恢复做准备，土地整治面积 0.25hm²。

② 植物措施

渣体边坡进行土地整治和覆土后，采用灌草结合的方式恢复植被，灌木选择沙棘和狼牙刺，栽植行间距 2m×2m，林下混播紫羊茅和黑褐苔草，撒播密度 80kg/hm²。

③ 临时措施

为控制水土流失，在表土堆场下沿设编织袋装土挡墙进行临时拦挡，袋装土高 1m，顶宽 0.5m，边坡 1:1，拦挡长 60m。表土堆场顶面及边坡采取防雨布覆盖，约需要防雨布 300m²。

2) Z3[#]弃渣场

供水线路 Z3[#]弃渣场位于昂曲左岸 I 级阶地平台后缘，供水线路及右岸乡村公路从渣场东北侧通过，交通运输条件较好。渣场范围地面高程 3353~3372m，平台顺河流向长约 265m，宽约 150m，地表最大地形坡度 <15°。

地表分布地层为第四系 I 级阶地 (Q₄^{2al}) 冲积层。表层厚约 0.3~0.1m 为含砾粉质壤土层，见植物根系，下部为砂砾石、砾卵石、漂卵砾石层，中密~密实，原岩成分主要为砂岩、泥质粉砂岩、灰岩及少量花岗岩等，磨圆度较好，呈圆~次圆状，厚约 15~20m。具强透水性，地下水位与河水面基本持平。下覆基岩为侏罗系上统小索卡组 (J_{3X}) 灰色、紫红色泥质粉砂岩、粉细砂岩夹泥岩。

① 工程措施

A 表土剥离

主体工程对渣场占用耕地区域的表土进行了剥离，后期全部作为复耕用土。本方案考虑对林草地可剥离区域的表土进行剥离，剥离量为 0.07 万 m³，剥离厚度 0.2m，剥离面积 0.04hm²。

B 拦渣工程

按照“先拦后弃”的原则，弃渣前，拟在弃渣场坡脚设置挡渣墙。挡渣墙为浆砌石重力式挡墙，顶宽 1m，最大墙高 4m（含基础埋深 1.5m），挡墙高程为 3353m，临渣侧边坡 1:0.5，背渣侧边坡 1:0.1，采用 M7.5 浆砌石砌筑。挡渣墙内设 Φ100PVC 排



水管，间排距 2m，梅花型布置。结合弃渣场周边地形分析，浆砌石挡渣墙长约 252m。

C 截水沟及渣场表面排水沟

为防止坡面汇水水流对堆存渣体的冲刷，拟沿渣场上方布置截水沟。截水沟采用梯形断面，尺寸 $0.8\text{m} \times 0.8\text{m}$ （底宽 $\times$ 深），两侧边坡 1:0.5，采用 M7.5 浆砌石衬砌，衬砌厚度 0.3m。截水沟出口处布设沉砂池，设计尺寸 $6\text{m} \times 4\text{m} \times 2\text{m}$ （长 $\times$ 宽 $\times$ 深），边坡为垂直面，浆砌石衬砌厚度 30cm。

堆渣完毕后，拟在堆渣坡顶布置渣顶排水沟。渣顶排水沟采用梯形断面，断面尺寸 $0.5\text{m} \times 0.5\text{m}$ （底宽 $\times$ 深），两侧边坡 1:0.5，M7.5 浆砌石衬砌，衬砌厚度 0.3m。

马道排水沟采用矩形断面，断面尺寸 $0.3\text{m} \times 0.3\text{m}$ （底宽 $\times$ 深），M7.5 浆砌石衬砌，衬砌厚度 0.3m。

D 土地整治

堆渣结束后，对渣体边坡进行平整，并覆土，为植被恢复做准备，土地整治面积 0.36hm^2 。

② 植物措施

堆渣边坡进行土地整治和覆土后，采用灌草结合的方式恢复植被，灌木选择沙棘和狼牙刺，栽植行间距 $2\text{m} \times 2\text{m}$ ，林下混播紫羊茅和黑褐苔草，撒播密度 $80\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

③ 临时措施

为控制水土流失，在表土堆场下沿设编织袋装土挡墙进行临时拦挡，袋装土高 1m，顶宽 0.5m，边坡 1:1，拦挡长 70m。表土堆场顶面及边坡采取防雨布覆盖，约需要防雨布 400m^2 。

9.3.3 施工交通设施区

供水、灌区及导排工程施工道路共布置 53km，全部为临时道路。其中供水及灌溉工程路面宽度 4.5m，路基宽度 5.5m；导排工程路面宽度宽 3m，路基宽度 4.5m，均为泥结碎石路面。施工道路中新建道路 43km，改扩建道路 10km，占地主要为耕地、草地、水域及水利设施用地、少量交通运输用地。临时道路的水土保持措施主要包括表土剥离及防护、两侧开挖扰动区防护、硬化路面拆除及施工结束后的路面恢复植被。

（1）工程措施

施工前对占用林草地可剥离区域的表土进行剥离，剥离总量 4.91万 m^3 ，剥离面积 24.53hm^2 ，剥离厚度 0.2m，剥离的表土堆存在道路两侧平缓区域，并做好防护措施。

工程完工后，对施工道路迹地进行土地整治、覆土，整治面积 33.3hm^2 。

(2) 植物措施

在工程施工结束后，临时道路需恢复植被。临时施工道路需恢复植被占地面积 33.3hm^2 。结合工程区特点，施工结束后，并对施工道路迹地进行全面整地，整地结束后，采取灌草结合恢复植被，灌木树种选择沙棘、狼牙刺，栽植建木 $2\text{m} \times 2\text{m}$ ；草种选择紫花针茅和紫羊茅，播种量 $80\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

(3) 临时措施

1) 表土临时防护

为控制水土流失，在表土堆场下沿设编织袋装土挡墙进行临时拦挡，袋装土高 1m ，顶宽 0.5m ，边坡 $1:1$ ，拦挡长 630m 。表土堆场顶面及边坡采取防雨布覆盖，约需要防雨布 400m^2 。

2) 道路边坡防护

在施工道路挖填边坡坡长超过 5m 的路段，边坡下沿利用开挖的土石方，修建袋装土拦挡，梯形断面，顶宽 0.5m ，高 1m ，边坡 $1:1$ ，拦挡长 10500m 。

3) 道路排水

施工道路一侧开挖临时土质排水沟，梯形断面，底宽 0.3m ，深 0.3m ，边坡 $1:1$ ，排水沟长 47000m 。

9.3.4 施工生产生活区

供水、灌区及导排工程施工生产生活区水土保持措施包括：表土剥离及防护、临时排水沟。对于生产生活区占用耕地部分，工程完工后由主体工程复耕，对于其他部分进行土地平整、覆土后恢复植被。

(1) 工程措施

施工前对占用林草地可剥离区域的表土进行剥离，剥离总量 1.38万 m^3 ，剥离面积 6.89hm^2 ，剥离厚度 0.2m ，剥离的表土堆存在施工场内，并做好防护措施。

施工结束后，对施工生产生活区迹地进行土地平整、覆土，整治面积 6.89hm^2 。

(2) 植物措施

在工程施工结束后，对复耕区之外的施工生产生活区恢复植被。整地结束后，采取灌草结合恢复植被，灌木树种选择沙棘、狼牙刺，栽植建木 $2\text{m} \times 2\text{m}$ ；草种选择紫花针茅和紫羊茅，播种量 $80\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

(3) 临时措施

对剥离的表土，临时堆存在场区内，供后期场地恢复。表土堆存区四周布置袋装土拦挡，梯形断面，顶宽 0.5m，高 1m，边坡 1:1，拦挡长 1300m。表土堆场顶面及边坡采取防雨布覆盖，约需要防雨布 400m²。

场区开挖临时土质排水沟，梯形断面，底宽 0.3m，深 0.3m，边坡 1:1，排水沟长 4200m。

10 水土保持施工组织设计

10.1 工程量

宗通卡水利枢纽工程水土保持措施主要工程量包括：挡渣墙 1750m，钢筋石笼拦挡 1228m，干砌石护坡 7.51 万 m^2 ，浆砌石坎（脚槽）3107m，截排水沟 3.79 万 m，沉砂池 19 座，表土剥离 38.85 万 m^3 ，土地平整 97.12 hm^2 ，表土回覆 38.85 万 m^3 ；铺植草皮 3600 m^2 ，载土格 1050 个，栽植乔木 2.7 万株，栽植灌木 50.11 万株，攀援植物 2.15 万株，撒播草籽 9164kg；袋装土临时拦挡 2.99 万 m，临时排水沟 7.52 万 m，临时苫盖 43.29 万 m^2 ，撒播草籽 196kg。各防治区水土保持措施工程量详见表 10.1-1。

10.2 施工条件及布置

10.2.1 施工组织形式

水土保持措施是对主体工程设计中，可能产生水土流失防护措施不足的补充。本着“同时设计、同时施工、同时投产使用”的原则，水土保持工程应纳入主体工程，实行项目法人制、招投标制及项目监理制，本项目补充的水土保持工程与主体工程一起招标，签订施工合同，按照设计文件及施工合同要求完成防治工程。

（1）实行专业化管理。项目业主应将水土保持工程施工与主体工程施工统筹考虑，避免“重主体、轻水保”的现象发生。

（2）按招标投标制度选择水土保持工程的承包人，并对施工队伍人员的技术资质，施工机械设备性能、施工方案等方面进行严格审核。

（3）在每道工序的操作中，注意对工作质量的检查。对违章操作及时纠正，防患于未然。坚持上道工序不合格就不能转入下道工序的施工原则。

（4）坚持对施工期临时工程的检查，查出问题必须认真处理，并经监理工程师确认后，才能转入下道工序。

10.2.2 施工条件

10.2.2.1 施工交通条件

（1）对外交通

水土保持工程对外交通与主体工程对外交通保持一致，充分利用主体工程的对外交通条件。

表 10. 1-1 水土保持措施工程量统计表

序号	措施	单位	枢纽工程防治区										供水、灌区及导排工程防		
			枢纽建筑 物及管理 区	永久办 公管理 区	弃渣场区			料场区 块石料 场	施工交 通设施 区	施工生产生 活区		专项设 施复建 区	管线及建 筑物区	弃渣场 区	施工交通 设施区
					左岸 1#	左岸 2#	右岸			附企	存料 场				
一	工程措施														
1	拦渣工程														
1.1	挡渣墙													1750	
	土方开挖	m ³												16912	
	石方开挖	m ³												5849	
	土方回填	m ³												6373	
	M7.5 浆砌石	m ³												14088	
	碎石垫层	m ³												1505	
	Φ80mmPVC 排水 管	m												1663	
	土工布	m ²												1145	
	闭孔塑料板分缝	m ²												1393	
1.2	钢筋石笼拦挡	m			423	223	554				28				
	钢筋石笼	m ³			5723	3017	7496				379				
2	斜坡防护工程														
2.1	干砌石护坡	m ²			21300	22600	31200								
	干砌石	m ³			6390	6780	9360								
2.2	浆砌石坎（脚槽、 载土槽）	m ³						907					2200		
3	防洪排导工程														
3.1	截排水工程	m		308	1779	2572	1430	689	20170	5641	1513			3818	
	土方开挖	m ³		154	15755	20563	12664	344	10094	2177	3954			20051	



续表 10.1-1 水土保持措施工程量统计表

序号	措施	单位	枢纽工程防治区									供水、灌区及导排工程防			
			枢纽建筑物及管理区	永久办公管理区	弃渣场区			料场区	施工交通设施区	施工生产生活区		专项设施复建区	管线及建筑物区	弃渣场区	施工交通设施区
					左岸1#	左岸2#	右岸			附企	存料场				
	石方开挖	m³		83	6127	11072	4925	185	5435	1172	2129			6675	
	土方回填	m³		23	2626	3796	2111	52	1552	334	730			6147	
	M7.5 浆砌石	m³		182	2010	3015	1616	409	11980	2792	825			2622	
	M10 水泥砂浆	m³		33	213	166	172	75	2218	558	36			124	
3.2	沉砂池	个			1	1	1							16	
	土方开挖	m³			70	70	70							543	
	土方回填	m³			22	22	22							174	
	浆砌石	m³			137	137	137							572	
4	土地整治工程														
4.1	表土剥离	万 m³	20.96	0.36	0.14	0.14	0.19						10.30	0.49	4.91
4.2	土地平整	hm²	22.46	0.36				0.8		5.45			25.39	2.47	33.3
4.3	覆土	万 m³	8.98	0.14				0.32		2.18			10.16	0.99	13.32
二	植物措施														
1	配套灌溉设备	套		1											
2	草皮	m²		3600											
3	载土格	个	1050												
4	乔木	株													
	云杉	株		105						1589					
	冷杉	株		105						1589					
	藏青杨	株	525	105						1589		6948			



续表 10. 1-1

水土保持措施工程量统计表

序号	措施	单位	枢纽工程防治区									供水、灌区及导排工程防			
			枢纽建筑物及管理区	永久办公管理区	弃渣场区			料场区	施工交通设施区	施工生产生活区		专项设施复建区	管线及建筑物区	弃渣场区	施工交通设施区
					左岸1#	左岸2#	右岸			附企	存料场				
	柳树	株	525	105					5293	1589		6948			
5	灌木	株													
	沙棘	株	29480					4200						3238	174824
	狼牙刺	株	29480					4200	5293					3238	174824
6	攀援植物	株						5775					15750		
7	草籽	kg	1698							456			3182	200	2796
	紫花针茅	kg	943					33		228					
	紫羊茅	kg	943					33		228			1591	100	1398
	黑褐苔草	kg											1591	100	1398
三	临时措施														
1	临时拦挡	m	3126	160	160	150	180	706	8188	1500	650	10588		530	2630
	袋装土	m³	5157	264	264	247	297	1164	13510	2475	1072	17470		873	4339
2	临时排水	m	3126									21176			47000
	土方开挖	m³	1099									4192			9306
3	临时苫盖														
	防雨布	m²	42000	2400	800	600	1200		500	26000		80000	240000	3000	29400
4	撒播草籽														
	紫花针茅	kg						196							



(2) 场内交通

各项水土保持工程施工现场均有主体工程场内道路到达，且施工道路设计标准已满足水土保持工程施工需要，无需新建和改扩建施工道路。

10.2.2.2 施工场地条件

水土保持工程施工在整个主体工程区范围内，其工程量相对主体工程较小，为避免施工设施重复建设，减少扰动面积，施工场地可利用主体工程施工场地。

10.2.2.3 施工用水、用电

水土保持工程是与主体工程同一地区施工，水土保持工程施工用水和用电量相对较小，施工用水和用电均可由主体工程水电系统统一供应。

10.2.3 物资采购

水土保持工程所需的防雨布、编织袋等材料与主体工程一起采购；主要的树种、草种在当地苗圃基地采购。

水土保持工程是与主体工程在同一区域施工，所需施工用料与主体工程一并考虑，苗木、草种可从当地苗圃基地采购，其余建筑材料同主体工程一并购买。

10.3 施工工艺和方法

10.3.1 工程措施

水土保持工程措施包括拦渣工程、斜坡防护工程、防洪排导工程和土地整治工程。

(1) 拦渣工程

施工工艺包括基础开挖、墙身砌筑等。

挡渣墙基础土方开挖采用挖掘机配合人工开挖，石方开挖以手风钻或气腿钻为主，出渣采用手推车或拖拉机。

浆砌石挡墙所需块石料从开挖料或弃石中人工捡集，人工修整并砌筑浆砌块石，水泥砂浆由小型拌合机械现场拌制，工序包括块石选取、石料修整、冲洗、拌浆、人工砌筑、勾缝等。

(2) 斜坡防护工程

1) 干砌石护坡

坡面上的干砌石砌筑，应在夯实的砂砾层上，以一层与一层错缝锁结方式铺砌，砂砾垫层的粒径应不大于 50mm，含泥量小于 5%，垫层应与浆砌石铺砌层配合砌筑，应自

下而上分层铺设，并随砌石面的增高分段上升。护坡表面砌缝的宽度不应大于 25mm，砌石边缘应顺直、整齐牢固。砌体外路面的坡顶和侧边，应选用较整齐的石块砌筑平整。为使沿石块的全长有坚实支撑，所有前后的明缝均应用小片石料填塞紧密。

2) 浆砌石坎

用于石料场边坡植被恢复。所需块石料主要利用料场开采料，人工修整并砌筑浆砌块石，水泥砂浆由小型拌和机械现场拌制，工序包括块石选取、石料修整、冲洗、拌浆、人工砌筑、勾缝等。

(3) 防洪排导工程

1) 排水沟

采用 10t 自卸汽车运输石料，人工拌合砂浆，人工砌筑。施工工艺包括土石方明挖、衬砌施工等。土石方明挖采用机械配合人工开挖，以手风钻或气腿钻钻爆为主，出渣采用拖拉机、手推车、自卸汽车等。

2) 截排水沟

截排水工程主要包括截流沟、盲沟、渣顶及马道排水沟等措施，施工工艺有基础开挖、沟身砌筑、块石铺砌、砂砾石垫层等。

基础开挖：一般采用采用人工开挖沟槽的方法。先挂线，使用镐锹挖槽，抛土并倒运至沟槽两边 0.5m 以外，同时修整底、边并拍实，规模较大时采用人工配合机械开挖，开挖的土石方就近堆放并平整。

沟身砌筑：砌筑所需片石料可从开挖料中人工捡集，并辅以人工胶轮车或 10t 自卸汽车运输，采用人工修整并砌筑浆砌片石的方法，工序包括块石选取、石料修整、冲洗、拌浆、人工砌筑、勾缝等。

块石抛填：块石顶面铺 0.3m 碎石渣（粒径 $\leq 1.5\text{cm}$ ）过渡层和土工布作为反滤层，土工布上层铺 0.3m 厚碎石渣（粒径 $\leq 1.5\text{cm}$ ）保护层。块石及碎石渣料可从弃渣中选用，土工布从市场购买。

砂砾石垫层施工：主要用于马道排水沟的垫层，工序有摊铺、找平、压实和修坡等。

(4) 土地整治工程

1) 表土剥离

表土按需剥离，以推土机作业为主，采用 5~10t 自卸汽车运输，局部辅以人工作业。剥离后的耕植土运至工程设置的表土堆存场堆放。



2) 土地整治

土地整治工程主要包括场地平整、挖穴等。

施工迹地施工结束之后，造林之前采用 74kW 推土机进行场地平整。然后

挖穴主要用于栽植苗木之前的整地，采用方形整地的方法，人工挖土并翻松、碎土，挖穴规格根据苗木栽植要求确定。

3) 覆土

在土地整治基础上，采用 0.5m^3 机动翻斗车运输土料至施工现场，采用 74kW 推土机推土，首先推松、运送，然后卸除，最后拖平、空回，覆土土源来自前期剥离的表土层。覆土深度根据土地恢复去向而定，局部辅以人工整平。

10.3.2 植物措施

植物措施主要包括苗木栽植、种子撒播、铺植草皮等。

(1) 苗木栽植

主要涉及栽植乔木、灌木等，主要涉及选苗、苗木运输、苗木假植、苗木栽植和抚育管理等几个施工环节。

1) 选苗

除容器小苗选择百日苗外，其余栽植乔灌木采用 1 年生一、二级壮苗。

绿化苗木选苗按以下标准：

无病虫害，具活力，色泽正常，苗干通直，主干不分叉，根系发达完整，充分木质化，无各种机械损伤，萌芽力弱的针叶树种顶芽发育饱满，嫁接苗接口充分愈合。其中乔木树种苗高 65~85cm，地径大于 0.8cm；灌木树种苗高 50cm，地径大于 0.4cm。

2) 苗木运输

苗木采用汽车运输，为防车板磨损苗木，车箱内先垫上草袋等物。乔木苗装车根系向前，树梢向后，顺序安放。同时，为防止运输期间苗木失水，苗根干燥，同时也避免碰伤，将苗木用绳子捆住，苗木根部用浸水草袋包裹。

3) 苗木栽植和灌草绿化

为保持苗木的水分平衡，栽植前应对苗木进行适当处理，进行修根、浸水、蘸泥浆等措施处理。

苗木栽植采用穴坑整地，人工挖土，穴坑挖好后，栽植苗木采用 2 人一组，先填 3~5cm 表土于穴底，堆成小丘状，放苗入穴，看根幅与穴的大小和深浅是否合适，如不合



适则进行适当修理。栽植时，一人扶正苗木，一人先填入松散湿润的表层土，填土约达穴深 1/2 时，轻提苗，使根呈自然向下舒展，然后踩实（粘土不可重踩），继续填满穴后，再踩实一次，最后盖上一层土与地面持平，乔木使填土与原根颈痕相平或高 3~5cm，灌木则与原根颈痕相平。穴面结合降雨和苗木需水条件进行整修，一般整修成下凹状，利于满足苗木的水分要求。

4) 抚育管理

苗木在栽后 2-3d 内浇一次水，以保幼树成活。其它灌溉的时机为早春树液流动前和干旱季节（每年 11 月至次年 4 月）。抚育管理费用为措施运行管理费用，不计入本方案。

造林后必须对幼林进行抚育管理，抚育管理由工程管理部门负责，其费用不计入本工程水土保持方案。造林初年，苗木以个体状态存在，树体矮小，根系分布浅，生长比较缓慢，抵抗力弱，适应性差，因此需加强苗木的初期管理，采取松土、灌溉、施肥等措施进行管理。对于自然灾害和人为损坏的苗木应采取一定的补植措施，幼林补植需采用同一树种的大苗或同龄苗，造林一年后，在规定的抽样范围内，成活率（或出苗率）在 85%以上，低于 41%则重新进行造林绿化，避免“只造不管”和“重造轻管”，提高造林的实际成效，及早发挥水土保持功能。

(2) 种子撒播

优良草籽标准：种子纯度 90%，发芽率 85%以上。

施工工艺有平整坡面、回填客土、撒播草籽、前期养护。

平整坡面：采用人工修坡，清除坡面浮石、危石。

回填客土：在坡面回填耕植土，选择疏松肥沃的壤土，PH 值宜控制在 5.3~6.7 之间，且不得含有不利于植物生长的有害物质。

撒播草籽：采用人工方式撒播，并覆土 2cm。

前期养护：撒播后需及时、定期洒水，每天均需洒水，直至草籽正常生长；当发生病虫害时，及时喷洒农药；当植物生长缓慢缺乏养分时需追肥。

(3) 铺植草皮

先清理基础杂物，修复、整平表面。草皮铺设时，草皮面缝隙间必须用腐殖土填塞紧密，适量施一些有机肥或复合肥，以利于草皮群落的迅速形成。

10.3.3 临时措施措施

临时措施主要包括临时拦挡、临时排水、临时苫盖、临时绿化等。

(1) 临时拦挡

主要为临时堆料防护，利用本工程开挖土石方装袋，按设计断面人工修筑。

(2) 临时排水

临时排水主要为土质截排水沟，根据设计断面，人工开挖施工。

(3) 临时苫盖

对开挖形成的坡面和临时堆土，在降雨之前，用防雨布人工铺盖。

(4) 临时绿化

临时绿化主要为撒播草籽，采用人工撒播的方式。

10.4 施工进度安排

根据主体工程进度安排，结合各水土流失防治区的具体防治措施，按照“三同时”的原则，以尽量减少工程施工期间的新增水土流失为目的，安排水土保持措施实施进度，并与主体工程同步进行。各防治区水土保持措施实施进度安排原则简述如下：

10.4.1 枢纽工程防治区

(1) 枢纽建筑物及管理区

工程开工前，对工程区范围内的耕地表土进行剥离，并集中堆存防护；建筑物开挖边坡防护实施后，对边坡进行绿化；工程完工后，对管理范围内的绿化区域进行土地整治，之后实施植物措施。

(2) 永久办公生活区

场区平整前，对场区进行表土剥离，并集中堆存防护；在管理区建设完工后立即实施植物措施。

(3) 弃渣场

挡渣墙、周边截排水沟在弃渣之前实施；弃渣结束后，实施坡面防护措施；存料场拦挡措施在堆料之前实施。

(4) 料场

料场开采前，修建场区周边截排水沟；料场风化层剥离后，立即布置临时堆场防护措施；料场开采结束后，对开采平台及坡面实施场地恢复和植物措施。

(5) 施工交通设施区

施工道路修建过程中，同步修建道路排水沟及填筑边坡下沿拦挡措施。

(6) 施工生产生活区

场区平整前，对场区进行表土剥离，并集中堆存防护；床底平整过程，同步修建场区周边截排水沟。

(7) 专项设施复建区

复建道路修建完成后，在沿线栽植行道树。

10.4.2 供水、灌区及导排工程区

(1) 管线及建筑物区

管线及建筑物基础开挖前，对场区进行剥离，并集中堆存防护；管道铺设并回填完成后，回覆表土，撒播草籽。

(2) 弃渣场区

弃渣前，修建挡渣墙、截排水沟；弃渣结束后，对渣场顶部及边坡进行平整，复耕或恢复植被。

(3) 施工交通设施区

施工道路修建过程中，同步修建道路排水沟；工程完工后，对临时道路进行场地平整，恢复植被。

(4) 施工生产生活区

场地平整前，剥离场区内的表土，并集中堆存防护；场地平整过程中，同步开挖场区周边临时排水沟。



11 水土保持监测

11.1 监测范围及单元划分

根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018），水土保持监测范围确定为该项目的水土流失防治责任范围，总面积 857.62hm²。本工程水土保持监测分区与水土流失防治分区一致，包括枢纽工程防治区、供水、灌区及导排工程防治区。

11.2 监测时段与内容

11.2.1 监测时段

水土保持监测时段应从施工准备期开始，至设计水平年结束，分为施工准备期、建设期（6年）、自然恢复期（3年）。在施工准备期前应进行本底值监测。

11.2.2 监测内容

根据《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T51240-2018），结合本项目的水土流失与防治特点，本项目监测内容主要包括水土流失影响因素、水土流失状况、水土流失危害和水土保持措施等。水土保持监测的重点内容主要包括：项目区本底值情况、扰动土地情况、取土（石、料）弃土（石、渣）情况、水土流失情况、水土保持措施等。

（1）项目区本底值情况

地形地貌、水文气象、植被、地面组成物质（或土壤）和土地利用等水土流失影响因素，水土流失的类型、分布、面积、强度和危害，水土保持措施的类型、分布、面积、完好程度和防治效果。

（2）水土流失影响因素监测

气象水文、地形地貌、地表组成物质、植被等自然影响因素，项目建设对原地表、水土保持设施、植被的占压和损坏情况，项目征占地和水土流失防治责任范围变化情况，项目弃土（石、渣）场的占地面积、弃土（石、渣）量及堆放方式，项目取土（石、料）的扰动面积及取料方式。

（3）水土流失状况监测

水土流失的类型、形式、面积、分布及强度，各监测分区及其重点对象的土壤流失量。

（4）水土流失危害监测

水土流失对主体工程造成危害的方式、数量和程度，水土流失掩埋冲毁农田、道路、

居民点等的数量、程度，对高等级公路、铁路、输变电、输油（气）管线等重大工程造成的危害，生产建设项目造成的沙化、崩塌、滑坡、泥石流等灾害，对水源地、生态保护区、江河湖泊、水库、塘坝、航道的危害，有可能直接进入江河湖泊或产生行洪安全影响的弃土（石、渣）情况。

（5）水土保持措施监测

植物措施的种类、面积、分布、生长状况、成活率、保存率和林草覆盖率，工程措施的类型、数量、分布和完好程度，临时措施的类型、数量和分布，主体工程和各项水土保持措施的实施进展情况，水土保持措施对主体工程安全建设和运行发挥的作用，水土保持措施对周边生态环境发挥的作用。

11.3 监测点布置、方法和频次

11.3.1 监测点布置

结合各防治分区的水土流失特点，拟对枢纽工程防治区、供水、灌区及导排工程防治区布置相对固定的 23 个监测点进行水土保持监测。监测方法除采用常规的调查监测法、沟槽法、标桩法、沉砂池法外，还可利用“3S”技术、TM 影像和无人机等先进技术，高效准确的获得所在区域的扰动情况、措施布设情况。根据以上方法，对项目施工前、施工中及施工完成后遥感影像进行处理，得到项目各监测期的各项数据，通过对比分析，计算各类监测指标，得到水土保持动态监测结果。

11.3.2 监测方法

根据《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T51240-2018），本工程水土保持监测主要采用地面观测、调查监测、遥感监测、无人机监测等方法。

（1）地面观测

对不同地表扰动类型，侵蚀强度的监测，采用地面观测方法。本工程监测方法以实地量测、地面观测和资料分析为主，各监测点监测方法可结合周边环境情况，采用沉砂池法、侵蚀沟样方法等监测方法。

1）沉砂池法

利用水土保持措施中布置在出水口处的沉砂池，每次暴雨后和汛期終了以及时段末，对沉砂池内泥沙进行观测，测量水土流失量，在雨季降雨时连续进行监测。

2) 侵蚀沟样方法

在已经发生侵蚀的地方,通过选定样方,测定样方内侵蚀沟的数量和大小来确定侵蚀量。样方大小取 5~10m 宽的坡面,侵蚀沟按大(沟宽>100cm)、中(沟宽 30~100cm)、小(沟宽<30cm)分三类统计,每条沟测定沟长和上、中上、中、中下、下各部位的沟顶宽、底宽、沟深,推算流失量。

侵蚀沟样方法通过调查实际出现的水土流失情况推算侵蚀强度。重点是确定侵蚀历时和外部干扰。必须及时了解工程进展和施工状况,通过照相、录像等方式记录、确认水土流失的实际发生过程。监测过程中,定期进行观测测量。

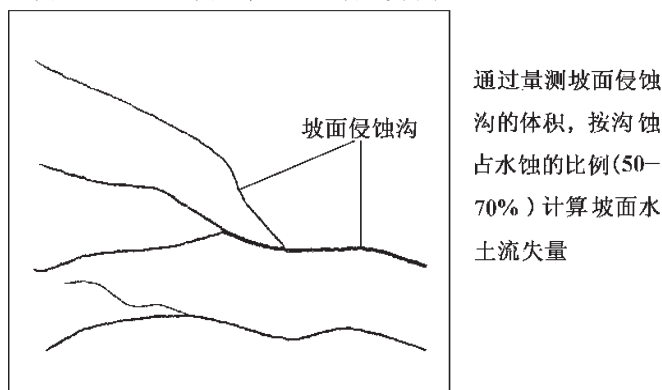


图 11.3-1 简易坡面量测法示意图

(2) 调查监测

本项目调查监测法分为普查调查、抽样调查。

普查调查适用于面积较小的面上监测项目的调查,并根据需要对水土流失重点单元进行详查,调查内容和方法按《水土保持综合治理规划通则》(GB/T 15772-2008)的规定执行。

抽样调查适用于范围较大的面上监测项目的调查,由抽样方案设计、现场踏勘、预备调查、外业测定、内业分析等环节组成,按《水土保持监测技术规程》(SL 277-2002)的规定执行。

场地巡查监测采用定期或不定期方式对工程区水土流失和水土保持情况进行检查。

(3) 遥感监测

遥感监测是通过遥感信息结合其他地理信息,通过专业处理系统,监测工程扰动面积状况、土壤侵蚀的类型、强度及空间分布状况,以及水土流失防治措施与效果情况,适用于区域水土流失状况监测。遥感监测主要技术内容包括:前期准备、遥感影像纠正处理、外业调查、遥感解译、空间分析、成果复核、数据统计分析等。

(4) 无人机监测

无人机监测是以项目区平面布置图及区域地形图为基础,利用小微型无人机对监测区范围内进行航拍,获取现场高清影像资料;后期通过专业无人机影像处理软件对航测数据进行解译处理,可以精确计算监测区实际扰动土地面积、堆渣方量、表土剥离量、水土保持措施位置及面积、潜在水土流失量等重要信息。

11.3.2 监测频次

根据《生产建设项目水土保持监测与评价标准》(GB/T51240-2018),结合本项目的水土流失与防治特点,针对各项水土保持监测内容拟定监测频次。

(1) 水土流失影响因素监测频次

降雨和风力等气象资料每月统计一次,地形地貌状况整个监测期监测1次,地表组成物质施工准备期前和试运行期各监测1次,植被状况施工准备期前测定1次,地表扰动情况、防治责任范围每季度监测1次。正在使用的弃渣场的弃土(石、渣)量及占地面积每10天监测1次,其他渣场每季度监测1次。

(2) 水土流失状况监测

水土流失类型及形式每年监测不少于1次,水土流失面积监测每季度不少于1次,土壤侵蚀强度施工准备期和监测期末各1次,施工期每年不少于1次,重点区域和重点对象不同时段土壤流失量每月监测1次。

(3) 水土流失危害监测

水土流失危害监测在危害事件发生后1周内完成。

(4) 水土保持措施监测

植物措施的植物类型及面积每季度调查1次,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,郁闭度与盖度每年在植被生长最茂盛季节监测1次,林草覆盖率每季度调查1次。

工程措施的数量、分布和运行情况重点区域每月监测1次,征地状况每季度监测1次,措施实施情况每季度统计1次,对主体工程安全建设、运行发挥的作用和对周边水土保持生态环境发挥的作用每年汛期前后及大风、暴雨后进行调查。

水土保持监测点位布置、方法和频次详见表11.3-1。

表 11.3-1 水土保持监测方法和频次一览表

监测区域		监测点位	监测内容及方法	监测频次
枢纽工程防治区	枢纽建筑物及管理范围	2	主体工程实施进度(调查法)、坡面流失量(侵蚀沟、无人机)	每3个月监测一次,暴雨后监测
	永久办公生活区	1	主体工程实施进度(调查法)、建筑物开挖及填筑坡面流失量(侵蚀沟)	每3个月监测一次,暴雨后监测
	弃渣场	3	弃渣填筑流失量(沉砂池、无人机)	每10天监测一次
	料场	2	开采区流失量(沉砂池、沟槽法、无人机)	每10天监测一次
	施工交通设施区	2	道路边坡流失量(标桩法)	每3个月监测一次,暴雨后监测
	施工生产生活区	2	场区及临时堆料场流失量(侵蚀沟、沉砂池)	每10天监测一次
	水库淹没影响区		调查监测	
	专项设施复建区		调查监测	
	小计	12		
供水、灌区及导排工程防治区	管线及建筑物区	4	主体工程实施进度(调查法)、坡面流失量(侵蚀沟、无人机)	每3个月监测一次,暴雨后监测
	弃渣场	3	弃渣填筑流失量(沉砂池、无人机)	每10天监测一次
	施工交通设施区	2	道路边坡流失量(标桩法)	每3个月监测一次,暴雨后监测
	施工生产生活区	2	场区及临时堆料场流失量(侵蚀沟、沉砂池)	每10天监测一次
	小计	11		
合计		23		

11.4 监测设备

为准确获取各项地面定位观测及调查数据,水土保持监测必须采用现代技术与传统手段相结合的方法,借助一定的先进仪器设备,使监测方法更科学,监测结论更合理。如利用全球定位系统(GPS)、全站仪进行动态监测,利用无人机、地理信息系统(GIS)建立动态监测数据库,用水样、土样分析仪器分析典型区域含沙量以及土壤养分等。本工程水土保持监测所需设备和器材见表 11.4-1。

表 11.4-1

水土保持监测设备和器材一览表

项 目	项目名称	单位	数量	计费方式
水土流失 观测设备	5m 卷尺	个	10	消耗品
	土壤筛 (粒径 0.01mm)	个	2	年折旧率 20%
	土壤水分快速测定仪	台	32	年折旧率 20%
	风向风速仪	台	2	年折旧率 20%
	蒸发皿	个	10	消耗品
	自记雨量计	个	3	年折旧率 20%
	手持 GPS 定位仪	台	4	年折旧率 20%
	全站仪	台	2	年折旧率 20%
	标志绳 m	m	500	消耗品
水土流失观测设备	小钢架	个	50	消耗品
	标志牌	个	10	消耗品
	网围栏	m	500	消耗品
植被及水土保持设施 样方调查设备	游标卡尺	把	4	年折旧率 20%
	罗盘	架	2	
	探针	只	20	
	皮尺	个	5	
其它设施	录像及照相设备	台	4	监测单位自备
	笔记本电脑	台	2	
	无人机	架	2	
	工程区遥感影像资料	套	3	
	交通设施	辆	2	
其它消耗品	打印纸、自记雨量计纸、样品分析试剂			消耗品



12 水土保持工程管理

12.1 建设期管理

12.1.1 组织领导

(1) 管理机构

根据《中华人民共和国水土保持法》，水土保持方案报请水行政主管部门批准后，由建设单位负责组织实施。

为保证水土保持方案的顺利实施，建立强有力的组织机构是十分必要的。因此，建设单位需指定专人负责水土保持方案的委托编制、报批和方案实施工作以及水土保持监测、水土保持监理、施工建设期间的水土保持管理工作。同时，对工程监理、承包商等也需建立同水土保持管理机构相配套的机构和人员，建立健全工程现场统一的水土保持管理体系。

(2) 工作职责

1) 认真贯彻、执行“预防为主、保护优先、全面规划、综合治理、因地制宜、突出重点、科学管理、注重效益”的水土保持方针，确保工程安全，充分发挥水土保持效益。

2) 建立水土保持目标责任制，把水土保持列为工程进度、质量考核的内容之一，按年度向水行政主管部门报告水土流失治理情况，并制定水土保持方案详细实施计划。

3) 工程施工期间，负责与设计、施工、监理单位保持联系，协调好水土保持方案与主体工程的关系，确保水土保持工程的正常施工，并按时竣工，最大限度减少人为造成的水土流失和生态环境的破坏。

4) 深入工程现场进行检查和观测，掌握工程施工期和运行期间的水土流失状况及其防治措施落实情况，为有关部门决策提供基础资料。

5) 建立、健全各项档案，积累、分析整编资料，为水土保持工程验收提供相关资料。

12.1.2 管理措施

(1) 水土保持管理计划

工程外部接受各级水行政主管部门的监督、检查，内部实施分级水土保持管理，层层落实责任，并负责实施各自范围内的水土保持工作。

为切实减少工程建设中可能造成水土流失，必须采取预防为主、防治结合的原则，



及时落实各项水土保持措施，尽量避免水土流失及其危害的发生。

（2）水土保持管理目标

1）严格依照有关水土保持相关法律、法规的规定开展水土保持工作，保证水土保持措施按照水土保持方案及其批复、水土保持各个阶段设计的要求实施。

2）工程建设过程中，使水土流失得到有效防治，各项水土保持设施正常、有效运行。

3）工程设计水平年水土流失治理度、土壤流失控制比、渣土防护率、表土保护率、林草覆盖率和林草植被恢复率 6 项指标达到方案设计要求。

（3）水土保持管理体系

工程水土保持管理分外部管理和内部管理两部分。

外部管理由各级水行政主管部门，依据国家相关法律、法规和政策，按照工程需达到的水土保持相关要求，依法对各工程建设各个阶段进行不定期监督、检查及水土保持设施验收等活动。

内部管理由建设单位执行国家和地方有关水土保持的法律、法规、政策，落实水土保持措施。建设单位在建设期间对施工单位建设施工活动负责，保证水土保持措施组织实施后，达到开发建设项目水土保持相关要求。建设期环境管理组织体系由建设单位、施工单位、设计单位和监理单位共同组成，通过各自成立的相应机构对工程建设的环境保护和水土保持负责。工程建成后，由建设单位负责，对各项水土保持设施进行管理维护，保证其有效地发挥水土保持功能。

（4）水土保持管理措施

在日常管理工作中，建设单位主要采取以下管理措施：

1）水土保持措施是生态建设的重要内容，建设单位要把水土保持工作列入重要议事日程，切实加强领导，真正做到责任、措施和投入“三到位”，认真组织方案的实施和管理，定期检查，并接受社会监督。

2）加强水土保持的宣传、教育工作，提高施工承包商和各级管理人员的水土保持意识。

3）制定详细的水土保持措施实施进度，加强计划管理，以确保各项水土保持措施与主体工程同步实施，同时完成，同时验收。

4）建设单位要加强对开发建设活动的监督管理，成立专业的技术监督队伍，预防



人为活动造成新的水土流失，并及时对开发建设活动造成的水土流失进行治理，确保工程质量。

5) 水土保持方案经批准后，建设单位应主动与各级水行政主管部门联系，接受地方水行政主管部门的监督检查。各级水行政主管部门负责监督水土保持措施的执行，参与和指导水土保持设施的验收工作。

6) 当地水行政主管部门确定专人负责该方案实施情况的监督和检查，采取定期与不定期相结合的办法，检查方案的实施进度和有关工程施工质量。

12.1.3 监 理

(1) 监理单位及要求

按水利部水保[2019]160号文，本工程征（占）地面积为 857.62hm^2 ，应当由具有水土保持工程施工监理专业资质的单位承担监理任务，同时按照水土保持监理标准和规范开展水土保持工程施工监理工作。

(2) 监理工作

建立水土保持监理档案；工程监理文件中应落实水土保持工程监理的具体内容和要求，由监理单位控制水土保持工程的进度、质量和投资。

根据有关法律、法规及工程承包合同中的水土保持要求，对施工单位的水土保持工作采取检查、旁站和指令文件等监理方式进行现场监督检查、监理工程建设的各项施工活动的水土保持措施是否与工程建设同步实施，通过质量控制、进度控制和投资控制，保证水土保持设施的如期建设和功能的正常发挥，结合现场巡查，提出要求限期完成有关的水土保持工作。

在施工的各个阶段，随时进行质量监督，及时向建设单位汇报施工中出现的問題。对施工中的临时防护措施应有影像资料；编制水土保持监理工作报告，作为开发建设项目水土保持设施验收主要依据之一，并定期归档监理成果。

12.1.4 监 测

本项目的水土保持工程建设过程中，可委托具有水土保持监测能力和监测经验的水土保持技术服务单位或自行进行水土保持监测。在水土保持监测文件中落实水土保持监测的具体内容和要求，由监测单位开展水土流失动态变化及防治效果的监测。接受监测任务后，应编制水土保持监测实施方案。承担水土保持工程监测工作的单位根据监测合同开展工作，并及时编制工程项目水土保持监测方案，监测单位应针对本项目施工特点



进行监测：扰动土地情况、取土（石、料）情况、水土流失情况、水土保持措施等；同时建立施工过程中水土保持监测的影像、遥感、照片等档案资料；发生水土流失危害事件的，应现场通知建设单位，并展开监测，填写记录表，5日内编制水土流失危害监测报告并提交建设单位。水土保持监测任务完成后，整理、分析监测季度报告和监测年度报告，分析评价土壤流失情况和水土流失防治效果，编制监测总结报告。

水土保持监测实行“绿黄红”三色评价，水土保持监测单位根据监测情况，在监测季报和总结报告等监测成果中提出“绿黄红”三色评价结论。监测成果应当公开，建设单位应在工程建设期间将水土保持监测季报在其官方网站公开，同时在业主项目部和施工项目部公开。

12.1.5 施工管理

承担主体工程施工和水土保持工程的施工单位必须具有熟悉水土保持业务的技术人员，熟悉各项水土保持措施技术要求；并加强施工队伍的水土保持培训，强化施工人员的水土保持意识，提高施工人员的技术水平和环境意识，把水土流失预防工作放在首位。在工程建设中应严格按照批准的水土保持工程方案施工，严格执行《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）及水土流失综合治理相关技术标准及规范。

在工程施工招标文件和施工合同中应明确水土保持后续设计，应进一步确定工程内容、质量和进度要求，加强对施工单位的管理，控制和减少人为水土流失。当工程必须外购土石料时，在与供料商签订的合同中，必须明确连带的水土流失防治责任。

12.1.6 后续设计

本方案为可行性研究深度，随着主体工程设计深度的深入，工程布局和工程量更加细化和精确，建设单位要委托设计部门对照水土保持方案报告书和批复意见，按照有关规定进行水土保持工程的初步设计和施工图设计。主体设计应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和施工图设计，主体工程初步设计中必须有水土保持专章，审查本项目初步设计时应同时审查水土保持初步设计，并有水土保持专业技术人员参加。

本项目水土保持方案批复后，生产建设项目发生重大变化（规模发生重大变化的改变生产建设项目的地点，征占地面积或者挖填土石方总量超过原批准方案百分之三十的），生产建设单位应当依法补充或者修改水土保持方案并报原审批机关批准。水土保持方案实施过程中，水土保持措施的类型、面积或者工程量变更超过原批准方案百分之



三十的，应当经原审批机关批准。

12.1.7 资金来源及使用管理

水土保持工程费用应纳入主体工程概预算中，并与主体工程资金同时调拨。建设单位应建立和完善资金使用和财务管理制度，按照水土保持方案中分年度投资计划将资金落实到位，严格资金管理与使用，确保水土保持措施保质保量按期完成。

12.1.8 检查与验收

建设单位应经常检查本工程建设区水土流失防治情况以及对周边的影响，若项目建设对周边造成了直接影响时，应及时处理。

按照《水利部关于加强事中事后监管规范生产建设项目水土保持设施自主验收的通知》（水保[2017]365号）和《水利部办公厅关于印发生产建设项目水土保持设施自主验收规程（试行）的通知》（办水保[2018]133号），落实建设单位主体责任，规范生产建设项目水土保持设施自主验收。由建设单位自行组织第三方机构编制水土保持设施验收报告，明确水土保持验收结论，向社会公开验收情况，并向主管部门报备验收资料等。

水土保持工程验收后，建设单位应负责对项目建设区水土保持设施进行后续管护与维修，运行管理维护费用从主体工程运行维护费用中列支。

12.2 运行期管理

水土保持工程工作不仅包括各项水土保持措施的落实和实施，也包括水土保持工程建成运行后的设施维护。

水土保持设施建成投入运行后，工程区的水土保持设施后续管理和维护，由建设单位负责，定期或不定期地对已验收的水土保持工程进行检查观测，随时掌握其运行状态，进行日常管护维修，消除隐患，维护工程安全，以保证工程有效运行。

水土保持工程验收后，建设单位对永久占地范围内的水土保持设施进行后续管护与维修；临时占地范围内的水土保持设施由建设单位移交土地权属单位或个人继续管理维护。建设单位必须按批准的水土保持方案全面组织实施，并主动与当地水行政主管部门配合，自觉接受其监督检查，如实报告水土保持方案落实情况，确保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。

主体工程投入运行前必须验收水土保持措施。验收内容、程序等按照《水利部办公



厅关于印发生产建设项目水土保持设施自主验收规程（试行）的通知》执行。

（1）植物措施施工过程中，应注意加强绿化植物的后期抚育工作，抓好幼林抚育和管护，确保各种植物的成活率，尽早发挥植物措施的水土保持效益。

（2）对临时占地的水土保持设施，应由当地政府负责日常维护和保养。

（3）对建成的各项水土保持工程，当地政府需制定明确的管理维护要求。

（4）业主单位应负责对永久占地范围内的水土保持设施进行管理与维修。



13 投资估算及效益分析

13.1 投资估算

13.1.1 编制原则

- (1) 遵循国家和地方颁布的有关水土保持政策法规。
- (2) 水土保持工程是主体工程的重要组成部分,投资估算所采用的价格水平年和工程措施投资的主要材料、施工用水、电、风等基础单价等与主体工程设计一致,并结合水土保持工程特点,按《生产建设项目水土保持工程概(估)算编制规定》(报批稿)的有关规定进行编制。

13.1.2 编制依据

- (1) 《生产建设项目水土保持工程概(估)算编制规定》(报批稿);
- (2) 水利部水总(2003)67号文发布的《水土保持工程概算定额》;
- (3) 水利部水总(2003)67号文发布的《施工机械台时费定额》;
- (4) 《国家发展改革委 财政部关于降低电信网码号资源占用费等部分行政事业性收费标准的通知》(国家发展改革委、财政部 发改价格[2017]1186号);
- (5) 西藏自治区发展和改革委员会、财政厅、水利厅《关于调整水土保持补偿费征收标准的通知》(藏发改价格[2017]929号);
- (6) 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);
- (7) 《水利部办公厅关于调整水利工程计价依据增值税计算标准的说明》(办财务函[2019]448号)。

12.1.3 编制方法

水土保持工程投资估算以《生产建设项目水土保持工程概(估)算编制规定》(报批稿)为主要依据,结合本工程的具体情况进行编制。水土保持工程概算由工程措施费、植物措施费、监测措施费、施工临时工程费、独立费用等五部分及预备费、水土保持补偿费构成。

工程措施费按本方案设计工程量乘以工程单价进行编制。植物措施费按本方案设计苗木、草、种子等植物措施量乘以植物措施单价进行编制。监测措施费包括土建设施费、设备及安装费、建设期观测运行费三部分,其中土建设施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,建设期观测运行费按《生产建设项目水土保持工程概



(估)算编制规定》(报批稿)计算。施工临时工程包括临时防护工程和其他临时工程两部分,其中临时防护工程费按设计方案工程量乘以单价编制,其他临时工程按第一部分工程措施费、第二部分植物措施费和第三部分监测措施费之和的 2.0%编制。独立费用按相关标准计取。

13.1.4 价格水平年

价格水平年与主体工程概算的价格水平年一致,以 2019 年 2 季度市场价格为准。

13.1.5 基础单价与取费标准

(1) 人工工资预算价格

人工工资按基本工资+辅助工资计算。本工程位于西藏自治区昌都市,艰苦边远地区津贴按五类区标准(西藏地区二类)执行。本工程属于西藏昌都地区,海拔 3000~3500m,人工系数 1.20,机械系数 1.45。人工工资预算单价 6.49 元/工时,详见表 13.1-1。

表 13.1-1

人工预算单价计算表

单位:元

地区类别	西藏二类区	定额基本工资	588 元/月
序号	项目	计算式	单价(元)
1	基本工资	588 元/月 $\times$ 1 $\times$ 12 月 $\div$ 241 天	29.28
2	辅助工资	(1)+(2)+(3)+(4)	22.67
(1)	艰苦边远地区津贴	310 元/月 $\times$ 1 $\times$ 12 月 $\div$ 241 天	15.44
(2)	施工津贴	3.5 元/工日 $\times$ 365 天 $\times$ 95% $\div$ 241 天	5.04
(3)	夜餐津贴	(4+4)/2 $\times$ 20%	0.80
(4)	节日加班津贴	基本工资 $\times$ 3 $\times$ 11 $\div$ 241 天 $\times$ 35%	1.40
	人工工日预算单价	基本工资+辅助工资	51.95
	人工工时预算单价	人工工日预算单价 $\div$ 8 工时	6.49

(2) 主要材料预算价格

主要材料预算价格水平为 2019 年 2 季度市场价格。水泥按 300 元/t、柴油按 3500 元/t、汽油按 3600 元/t、砂石料按 70 元/m³的限价进入单价计算,苗木按 15 元/株、草按 10 元/m²、种子按 60 元/kg 的限价进入单价计算,价差部分取费只计取税金。

(3) 施工用电、水预算价格

施工用风、水、电均参考主体工程价格。施工用风 0.19 元/m³,施工用水 0.79 元/m³,施工用电 0.96 元/kW·h。

(4) 苗木预算价格

苗木考虑从昌都市当地苗圃采购,苗木单价采用当地苗木市场价格。

(5) 取费费率

工程单价=直接工程费+间接费+企业利润+税金



水土保持工程投资估算取费费率包括其它直接费、间接费、企业利润和税金，根据工程类别不同，各项费率取值见表 13.1-2。

表 13.1-2

费率取值表

单位：元

代号	工程类别	其它直接费	间接费	利润	税金
tf	土方工程	7.3%	5.0%	7.0%	9.0%
sf	石方工程	7.3%	8.0%	7.0%	9.0%
hnt	混凝土工程	7.3%	7.0%	7.0%	9.0%
gj	钢筋制安工程	7.3%	5.0%	7.0%	9.0%
jc	基础处理工程	7.3%	10.0%	7.0%	9.0%
zw	植物工程	4.0%	6.0%	7.0%	9.0%
qt	其他工程	7.3%	7.0%	7.0%	9.0%

(6) 独立费用

独立费用包括建设管理费、方案编制费、勘测设计费、工程建设监理费、竣工验收技术评估费等 5 项。

① 设单位管理费按一至三部分之和的 2.0% 计。

② 方案编制费依据《生产建设项目水土保持工程概（估）算编制规定》（报批稿）计算。

③ 勘测设计费参照发改价格【2006】1352 号文和国家计委、建设部计价格【2002】10 号文计列。

④ 工程建设监理费参照国家发改委、建设部发改价格【2007】670 号文计。

⑤ 水土保持设施验收费按《生产建设项目水土保持工程概（估）算编制规定》（报批稿）计算。

(7) 基本预备费

基本预备费按第一至四部分投资之和的 10% 计取。

(8) 水土保持补偿费

依据《水土保持法》，企事业单位在建设和生产过程中损坏水土保持设施的，应当给予补偿。根据《西藏自治区水土保持补偿费征收标准和使用管理办法》，本工程水土保持补偿费照征占用土地面积一次性计征。根据西藏自治区发展和改革委员会、财政厅、水利厅《关于调整水土保持补偿费征收标准的通知》（藏发改价格[2017]929 号），“对一般性生产建设项目，按照征占用土地面积 1.7 元征收”。因此，本工程水土保持补偿费征收标准取 1.7 元/m²。



13.1.6 投资估算

按 2019 年 2 季度价格水平, 估算本工程水土保持工程投资 10462.73 万元, 其中水土保持工程措施 4604.18 万元, 植物措施 1502.31 万元, 监测措施 265.45 万元, 临时措施 1402.11 万元, 独立费用 1146.56 万元, 基本预备费 892.06 万元, 水土保持补偿费 650.06 万元。水土保持投资估算详见表 13.1-3 ~ 13.1-8。

表 13.1-1

水土保持投资估算总表

单位: 万元

序号	工程或费用名称	建安工程费	设备费	植物措施费	独立费用	合计
第一部分	工程措施	4604.18				4604.18
1	枢纽工程防治区	2647.47				2647.47
1.1	枢纽建筑物及管理范围	432.61				432.61
1.2	永久办公管理区	14.65				14.65
1.3	弃渣场区	1395.37				1395.37
1.4	料场	63.00				63.00
1.5	施工交通设施区	497.98				497.98
1.6	施工生产生活区	243.86				243.86
1.7	专项设施复建区					
2	供水、灌区及导排工程防治区	1956.71				1956.71
2.1	管线及建筑物区	490.21				490.21
2.2	弃渣场区	889.29				889.29
2.3	施工交通设施区	476.41				476.41
2.4	施工生产生活区	100.80				100.80
第二部分	植物措施			1502.31		1502.31
1	枢纽工程防治区			716.95		716.95
1.1	枢纽建筑物及管理范围			145.37		145.37
1.2	永久办公管理区			62.78		62.78
1.3	弃渣场区					
1.4	料场			19.22		19.22
1.5	施工交通设施区			94.32		94.32
1.6	施工生产生活区			143.61		143.61
1.7	专项设施复建区			251.64		251.64
2	供水、灌区及导排工程防治区			785.36		785.36
2.1	管线及建筑物区			42.25		42.25
2.2	弃渣场区			12.65		12.65
2.3	施工交通设施区			605.23		605.23
2.4	施工生产生活区			125.23		125.23
第三部分	监测措施	20.00	245.45			265.45
1	土建设施费	20.00				20.00
2	设备费		53.73			53.73
3	观测运行费		191.72			191.72
第四部分	临时措施	1402.11				1402.11
1	临时防护工程	1274.67				1274.67
(1)	枢纽工程防治区	937.64				937.64
1.1	枢纽建筑物及管理范围	130.14				130.14



续表 13.1-1

水土保持投资估算总表

单位: 万元

序号	工程或费用名称	建安工程费	设备费	植物措施费	独立费用	合计
1.2	永久办公管理区	6.68				6.68
1.3	弃渣场区	17.60				17.60
1.4	料场	24.07				24.07
1.5	施工交通设施区	268.55				268.55
1.6	施工生产生活区	86.03				86.03
1.7	专项设施复建区	404.57				404.57
(2)	供水、灌区及导排工程防治区	337.03				337.03
2.1	管线及建筑物区	144.00				144.00
2.2	弃渣场区	19.13				19.13
2.3	施工交通设施区	125.32				125.32
2.4	施工生产生活区	48.57				48.57
2	其他临时工程	127.44				127.44
第五部分	独立费用				1146.56	1146.56
1	建设管理费				155.48	155.48
2	方案编制费				189.55	189.55
3	科研勘测设计费				540.52	540.52
4	工程建设监理费				118.76	118.76
5	竣工验收费				142.25	142.25
I	一至五部分合计					8920.61
II	基本预备费(10%)					892.06
III	水土保持补偿费					650.06
IV	水土保持工程专项投资					10462.73

表 13.1-2

水土保持投资估算表(分区县)

单位: 万元

序号	工程或费用名称	合计	卡若区	类乌齐县
第一部分	工程措施	4604.18	4112.74	491.44
第二部分	植物措施	1502.31	1257.89	244.42
第三部分	监测措施	265.45	233.46	31.99
第四部分	临时措施	1402.11	1135.23	266.87
1	临时防护工程	1274.67	1023.15	251.51
2	其他临时工程	127.44	112.08	15.36
第五部分	独立费用	1146.56	1008.39	138.17
1	建设管理费	155.48	136.74	18.74
2	方案编制费	189.55	166.71	22.84
3	科研勘测设计费	540.52	475.38	65.13
4	工程建设监理费	118.76	104.45	14.31
5	竣工验收费	142.25	125.11	17.14
I	一至五部分合计	8920.61	7747.73	1172.88
II	基本预备费(10%)	892.06	774.77	117.29
III	水土保持补偿费	650.06	589.37	60.69
IV	水土保持工程专项投资	10462.73	9111.87	1350.86



表 13.1-3

水土保持工程投资估算表(分年)

单位: 万元

序号	工程或费用名称	合计	第一年	第二年	第三年	第四年	第五年	第六年
第一部分	工程措施	4604.18	1736.65	274.46	536.52	997.76	642.33	416.46
第二部分	植物措施	1502.31	90.01		65.96	3.17	7.83	1335.33
第三部分	监测措施	265.45	79.41	11.93	26.19	43.51	28.26	76.15
第四部分	临时措施	1402.11	975.76	217.03	54.48	62.80	55.48	36.56
1	临时防护工程	1274.67	937.64	211.30	41.91	41.91	41.91	
2	其他临时工程	127.44	38.12	5.73	12.57	20.89	13.57	36.56
第五部分	独立费用	1146.56	433.27	36.62	80.39	133.55	86.75	375.98
1	建设管理费	155.48	46.51	6.99	15.34	25.49	16.55	44.60
2	方案编制费	189.55	189.55					
3	科研勘测设计费	540.52	161.69	24.29	53.33	88.60	57.55	155.06
4	工程建设监理费	118.76	35.52	5.34	11.72	19.47	12.64	34.07
5	竣工验收费	142.25						142.25
I	一至五部分合计	8920.61	3315.10	540.03	763.54	1240.80	820.65	2240.49
II	基本预备费(10%)	892.06	331.51	54.00	76.35	124.08	82.07	224.05
III	水土保持补偿费	650.06	650.06					
IV	水土保持工程专项投资	10462.73	4296.68	594.04	839.89	1364.87	902.72	2464.54

表 13.1-4

工程措施投资估算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合价(元)
第一部分	工程措施				46041825
(一)	枢纽工程防治区				26474684
一	枢纽建筑物及管理范围				4326103
1	土地整治工程				
	表土剥离	m ³	209572	6.30	1321338
	土地平整	m ²	224608	1.79	401880
	覆土	m ³	89843	28.97	2602885
二	永久办公生活区				146490
1	防洪排导工程				
1.1	截排水工程	m	308		
	土方开挖	m ³	154	11.34	1747
	石方开挖	m ³	83	18.18	1509
	土方回填	m ³	23	37.82	870
	M7.5 浆砌石	m ³	182	389.22	70839
	M10 水泥砂浆	m ³	33	20.22	667
2	土地整治工程				
	表土剥离	m ³	3600	6.30	22698
	土地平整	m ²	3600	1.79	6441



续表 13.1-4

工程措施投资估算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合价(元)
	覆土	m ³	1440	28.97	41719
三	弃渣场				13953736
1	拦渣工程				
1.1	钢筋石笼拦挡	m	1200		
	钢筋石笼	m ³	16236	316.50	5138651
2	斜坡防护工程				
2.1	干砌石护坡	m ²	75100		
	干砌石	m ³	22530	210.66	4746182
3	防洪排导工程				
3.1	截排水工程	m	5781		
	土方开挖	m ³	48982	11.34	555522
	石方开挖	m ³	22124	18.18	402247
	土方回填	m ³	8533	37.82	322727
	M7.5 浆砌石	m ³	6641	389.22	2584729
	M10 水泥砂浆	m ³	552	20.22	11154
3.2	沉砂池	个	3		
	土方开挖	m ³	210	11.34	2380
	土方回填	m ³	67	18.18	1221
	浆砌石	m ³	410	389.22	159667
4	土地整治工程				
	表土剥离	m ³	4640	6.30	29255
	土地平整	m ²		1.79	
	覆土	m ³		28.97	
四	料场				629990
1	斜坡防护工程				
1.1	浆砌石坎(脚槽)	m ³	907	389.22	353026
2	防洪排导工程				
2.1	截排水工程	m	689		
	土方开挖	m ³	344	11.34	3901
	石方开挖	m ³	185	18.18	3364
	土方回填	m ³	52	37.82	1967
	M7.5 浆砌石	m ³	409	389.22	159193
	M10 水泥砂浆	m ³	75	20.22	1517
3	土地整治工程				
	土地平整	m ²	8000	1.79	14314
	覆土	m ³	3200	28.97	92709
五	施工交通设施区				4979754
1	防洪排导工程				



续表 13.1-4

工程措施投资估算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合价(元)
1.1	截排水工程	m	20170		
	土方开挖	m ³	10094	11.34	114479
	石方开挖	m ³	5435	18.18	98815
	土方回填	m ³	1552	37.82	58700
	M7.5 浆砌石	m ³	11980	389.22	4662902
	M10 水泥砂浆	m ³	2218	20.22	44857
六	施工生产生活区				2438611
1	拦渣工程				
1.1	钢筋石笼拦挡	m	28		
	钢筋石笼	m ³	379	316.50	119902
2	防洪排导工程				
2.1	截排水工程	m	7154		
	土方开挖	m ³	6131	11.34	69529
	石方开挖	m ³	3301	18.18	60013
	土方回填	m ³	1064	37.82	40238
	M7.5 浆砌石	m ³	3617	389.22	1407828
	M10 水泥砂浆	m ³	594	20.22	12010
3	土地整治工程				
	土地平整	m ²	54500	1.79	97514
	覆土	m ³	21800	28.97	631577
(二)	供水、灌区及导排工程防治区				19567141
一	管线及建筑物区				4902094
1	斜坡防护工程				
1.1	浆砌石坎(脚槽)	m ³	2200	389.22	856293
2	土地整治工程				
	表土剥离	m ³	102963	6.30	649173
	土地平整	m ²	253900	1.79	454291
	覆土	m ³	101560	28.97	2942337
二	弃渣场				8892930
1	拦渣工程				
1.1	挡渣墙		1750		
	土方开挖	m ³	16912	11.34	191807
	石方开挖	m ³	5849	18.18	106338
	土方回填	m ³	6373	37.82	241043
	M7.5 浆砌石	m ³	14088	410.67	5785256
	碎石垫层	m ³	1505	197.82	297718
	Φ80mmPVC 排水管	m	1663	17.50	29094
	土工布	m ²	1145	8.00	9162
	闭孔塑料板分缝	m ²	1393	25.00	34816
2	防洪排导工程				
2.1	截排水工程	m	3818		



续表 13.1-4

工程措施投资估算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合价(元)
	土方开挖	m ³	20051	11.34	227403
	石方开挖	m ³	6675	18.18	121364
	土方回填	m ³	6147	37.82	232492
	M7.5 浆砌石	m ³	2622	389.22	1020410
	M10 水泥砂浆	m ³	124	20.22	2499
2.2	沉砂池	个	16		
	土方开挖	m ³	543	11.34	6155
	土方回填	m ³	174	18.18	3158
	浆砌石	m ³	572	389.22	222636
3	土地整治工程				
	表土剥离	m ³	4940	6.30	31146
	土地平整	m ²	24700	1.79	44195
	覆土	m ³	9880	28.97	286238
三	施工交通设施区				4764134
1	土地整治工程				
	表土剥离	m ³	49060	6.30	309320
	土地平整	m ²	333000	1.79	595821
	覆土	m ³	133200	28.97	3858993
四	施工生产生活区				1007983
1	土地整治工程				
	表土剥离	m ³	13680	6.30	86252
	土地平整	m ²	68900	1.79	123279
	覆土	m ³	27560	28.97	798452

表 13.1-5

植物措施投资估算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合价(元)
第二部分	植物措施				15023082
(一)	枢纽工程防治区				7169478
一	枢纽建筑物及管理范围				1453734
1	载土格	个	1050	100.00	105000
2	乔木	株			
	藏青杨	株	525	201.27	105666
	柳树	株	525	160.91	84478
3	灌木	株			
	沙棘	株	29480	15.85	467130
	狼牙刺	株	29480	17.29	509657
4	草籽	hm ²	40.44		
	紫花针茅	hm ²	22.46	4106.53	92236
	紫羊茅	hm ²	22.46	3987.73	89568



续表 13.1-5

植物措施投资估算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合价(元)
二	永久办公生活区				627819
1	配套灌溉设备	套	1	450000	450000
2	草皮	m ²	3600	23.84	85839
4	乔木	株			
	云杉	株	105	274.65	28838
	冷杉	株	105	239.18	25114
	藏青杨	株	105	201.27	21133
	柳树	株	105	160.91	16896
三	料场				192211
1	灌木	株			
	沙棘	株	4200	15.85	66553
	狼牙刺	株	4200	17.29	72612
2	攀援植物	株	5775	8.06	46571
3	草籽	hm ²			
	紫花针茅	hm ²	0.80	4106.53	3285
	紫羊茅	hm ²	0.80	3987.73	3190
四	施工交通设施区				943206
1	乔木	株			
	柳树	株	5293	160.91	851698
2	灌木	株	2800		
	狼牙刺	株	5293	17.29	91508
五	施工生产生活区				1436089
1	乔木	株			
	云杉	株	1589	274.65	436415
	冷杉	株	1589	239.18	380059
	藏青杨	株	1589	201.27	319816
	柳树	株	1589	160.91	255686
2	草籽	hm ²	10.90		
	紫花针茅	hm ²	5.45	4106.53	22381
	紫羊茅	hm ²	5.45	3987.73	21733
六	专项设施复建区				2516418
1	乔木	株			
	藏青杨	株	6948	201.27	1398414
	柳树	株	6948	160.91	1118004
(二)	供水、灌区及导排工程防治区				7853604
一	管线及建筑物区				422451
1	攀援植物	株	15750	8.06	127013
2	草籽	hm ²	75.78		
	紫羊茅	hm ²	37.89	3987.73	151095
	黑褐苔草	hm ²	37.89	3809.53	144343
二	弃渣场				126549



续表 13.1-5

植物措施投资估算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合价(元)
1	灌木	株			
	沙棘	株	3238	15.85	51309
	狼牙刺	株	3238	17.29	55980
2	草籽	hm ²	4.94		
	紫羊茅	hm ²	2.47	3987.73	9850
	黑褐苔草	hm ²	2.47	3809.53	9410
三	施工交通设施区				6052343
1	灌木	株			
	沙棘	株	174824	15.85	2770248
	狼牙刺	株	174824	17.29	3022447
2	草籽	hm ²	66.60		
	紫羊茅	hm ²	33.30	3987.73	132791
	黑褐苔草	hm ²	33.30	3809.53	126857
四	施工生产生活区				1252262
1	灌木	株			
	沙棘	株	36172	15.85	573179
	狼牙刺	株	36172	17.29	625360
2	草籽	hm ²	13.78		
	紫羊茅	hm ²	6.89	3987.73	27475
	黑褐苔草	hm ²	6.89	3809.53	26248

表 13.1-6

临时措施投资估算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合价(元)
第三部分	施工辅助措施				14021055
	一、临时防护工程				12746667
(一)	枢纽工程防治区				9376380
一	枢纽建筑物及管理范围				1301367
1	临时拦挡	m			
	袋装土	m ³	5157	198.55	1023942
2	临时排水	m			
	土方开挖	m ³	1099	23.13	25425
3	临时苫盖				
	防雨布	m ²	42000	6.00	252000
二	永久办公生活区				66818
1	临时拦挡	m			
	袋装土	m ³	264	198.55	52418
2	临时苫盖				
	防雨布	m ²	2400	6.00	14400
三	弃渣场				176032
1	临时拦挡	m			



续表 13.1-6

临时措施投资估算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合价(元)
	袋装土	m ³	808	198.55	160432
2	临时苫盖				
	防雨布	m ²	2600	6.00	15600
四	料场				240712
1	临时拦挡	m			
	袋装土	m ³	1164	198.55	231117
2	撒播草籽				
	紫花针茅	hm ²	2.34	4106.53	9596
五	施工交通设施区				2685463
1	临时拦挡	m			
	袋装土	m ³	13510	198.55	2682463
2	临时苫盖				
	防雨布	m ²	500	6.00	3000
六	施工生产生活区				860271
1	临时拦挡	m			
	袋装土	m ³	3547	198.55	704271
2	临时苫盖				
	防雨布	m ²	26000	6.00	156000
七	专项设施复建区				4045716
1	临时拦挡	m			
	袋装土	m ³	17470	198.55	3468737
2	临时排水	m			
	土方开挖	m ³	4192	23.13	96980
3	临时苫盖				
	防雨布	m ²	80000	6.00	480000
(二)	供水、灌区及导排工程防治区				3370287
一	管线及建筑物区				1440000
1	临时苫盖				
	防雨布	m ²	240000	6.00	1440000
二	弃渣场				191338
1	临时拦挡	m			
	袋装土	m ³	873	198.55	173338
2	临时苫盖				
	防雨布	m ²	3000	6.00	18000
三	施工交通设施区				1253215
1	临时拦挡	m			
	袋装土	m ³	4339	198.55	861525
2	临时排水	m			



续表 13.1-6

临时措施投资估算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合价(元)
	土方开挖	m ³	9306	23.13	215289
3	临时苫盖				
	防雨布	m ²	29400	6.00	176400
四	施工生产生活区				485735
1	临时拦挡	m			
	袋装土	m ³	2145	198.55	425898
2	临时排水	m			
	土方开挖	m ³	771	23.13	17837
3	临时苫盖				
	防雨布	m ²	7000	6.00	42000
二、其他临时工程		%	2	63719431	1274389

表 13.1-7

监测费用估算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合计(万元)
第三部分	水土保持监测				
一	土建费				20
1	径流小区	个	4	50000	20.00
二	设备费				53.73
1	消耗性设备费				1.19
(1)	50m 卷尺	个	10	65	0.07
(2)	5m 卷尺	个	10	32	0.03
(4)	蒸发皿	个	10	80	0.08
(5)	集流筒	个	10	800	0.80
(6)	标志绳	m	500	2	0.10
(7)	小钢架	个	50	4	0.02
(8)	标志牌	个	10	100	0.10
2	固定设备折旧费	年折旧率 20%			52.54
(1)	土壤筛(粒径 0.01mm)	个	2	3500	0.70
(2)	坡度仪	台	2	3000	0.60
(3)	土壤水分快速测定仪	台	2	60000	12.00
(4)	风向风速仪	台	2	1500	0.30
(5)	自记雨量计	台	3	1800	0.54
(6)	手持 GPS 定位仪	台	4	6000	2.40
(7)	游标卡尺	把	6	150	0.09
(8)	罗盘	架	5	800	0.40
(9)	探针	只	20	50	0.10
(10)	皮尺	个	5	120	0.06
(11)	无人机	台	2	60000	12.00
(12)	遥感影像资料	套	3	100000	30.00
三	建设期观测运行费				191.72
1	外业工作费	年	7		191.72
五	合 计				265.45



表 13.1-8

独立费用估算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合价(元)
	合价				11465588
一	建设管理费	%	2.0	77740487	1554810
二	方案编制费			1895520	1895520
三	科研勘测设计费				5405180
1	勘测设计费			3477000	3477000
2	前期工程费			1928180	1928180
四	工程建设监理费			1187578	1187578
五	竣工验收收费			1422500	1422500

13.2 效益分析

根据水土流失预测结果,并结合实地查勘和图形量算,宗通卡水利枢纽工程水土流失防治责任范围为 857.62hm^2 。本工程在建设过程中将扰动原地表面积 414.99hm^2 ,损毁植被面积 399.65hm^2 。通过对工程区水土流失的预测,工程可能造成的土壤流失总量 15.21 万 t,新增土壤流失量 8.95 万 t。工程水土流失重点时段为工程施工期,水土流失重点防治区域为枢纽建筑物及管理区、供水管线及建筑物等。

本方案实施后,可以有效地减轻和控制建设项目的水土流失,减少地面侵蚀量,保障主体工程安全,恢复和改善生态环境,恢复土地生产力,有利于促进该地区经济、社会、环境的协调发展。

13.2.1 水土保持方案实施效果

宗通卡水利枢纽工程水土保持方案对该项目工程建设区受扰动可能带来水土流失的区域规划了相应的水土流失防治措施。根据不同功能区的水土流失特点,采取了相应的工程、植物及临时防护措施防治施工过程中的水土流失。通过这些水土保持措施的实施,预期将达到本项目的水土保持效果如下,详见表 13.2-1 和表 13.2-2。

(1) 水土流失治理度

水土流失治理度 = (水土保持措施面积 + 永久建筑物占地面积) / 水土流失总面积。

通过工程建设中对防治责任范围内建设施工活动造成的水土流失进行防治,可使各类土地的土壤流失量下降到规定范围内。本工程建设区内水土流失总面积 414.99hm^2 ,



采取水土保持措施治理面积 277.20hm^2 ，建筑物、硬化地表及水面覆盖面积 122.49hm^2 。

经计算，水土流失治理度达到 96.3%，达到水土流失治理度 85%的防治目标。

(2) 土壤流失控制比

土壤流失控制比=容许土壤流失量/方案实施后土壤侵蚀模数。

本方案对工程建设扰动范围内可能造成水土流失的区域均采取了治理措施，对开挖、排弃、堆垫等场地应进行防护、整治，并采取必要的拦挡、截排水措施。通过治理，工程区土壤流失控制比达到 0.80 以上。

(3) 渣土防护率

渣土防护率=采取措施后实际拦挡的弃土和临时堆土/弃土和临时堆土总量。

本方案通过采取相应的措施，对防治责任范围内的弃渣和临时堆土进行有效防护。本工程临时堆土包括工程回填利用料和剥离的表土，永久弃渣和临时堆土共 362.37 万 m^3 ，采取措施实际挡护的永久弃渣、临时堆土共 346.4 万 m^3 。

经计算，堆渣渣土防护率达 95.6%，达到渣土防护率 87%的防治目标。

(4) 表土保护率

表土保护率=采取措施保护的表土数量/可剥离表土总量。

本工程可对耕地和林草地进行表土剥离，通过对防治责任范围内分布的表土层厚度和工程施工条件分析，工程可剥离表土量 40.89 万 m^3 。工程根据需要对占用耕地的表层耕植土进行了表土剥离，共剥离表土 38.85 万 m^3 ，表土分别集中堆放在枢纽工程区表土堆存场和管线作业带范围内，并采取相应措施对表土进行有效防护，表土保护率达 95%，达到表土保护率 90%的防治目标。

(5) 林草植被恢复率

林草植被恢复率=林草植被面积/可恢复林草植被面积。

本工程防治责任范围内可恢复林草植被面积 100.45hm^2 ，实施的水土保持植物措施面积为 99.45hm^2 。

经计算，林草植被恢复率为 99%，达到林草植被恢复率 95%的防治目标。

(6) 林草覆盖率

林草覆盖率=林草植被面积/项目建设区总面积。

工程建设完成后，本方案对所有施工扰动区域进行土地整治和植被恢复，项目区实施的林草植被覆盖面积 99.45hm^2 。

经计算，林草覆盖率达 23.97%，达到林草覆盖率 18%的防治目标。

表 13.2-1

各防治区各类面积统计一览表

单位:hm²

防治区		防治责任范围	水土流失总面积	水土保持措施防治面积			建筑物、硬化地表及水面覆盖面积	可恢复林草植被面积
				工程措施	植物措施	小计		
枢纽工程防治区	枢纽建筑物及管理区	153.46	153.46	56.58	22.46	79.04	69.42	22.46
	永久办公生活区	1.80	1.80		0.36	0.36	1.44	0.36
	弃渣场	23.00	23.00	4.51		4.51	18.49	
	料场	3.10	3.10		0.80	0.80		0.84
	施工交通设施	15.62	15.62	0.81	1.01	1.82	13.80	1.06
	施工生产生活区	18.85	18.85	13.40	5.45	18.85		5.51
	水库淹没影响区	442.64						
供水、灌区及导排工程防治区	专项设施复建区	18.35	18.35	7.76	1.32	9.09	9.26	1.44
	管线及建筑物	108.91	108.91	65.45	25.39	90.84	10.07	26.12
	弃渣场	26.60	26.60	24.13	2.47	26.60		2.47
	施工交通设施	33.30	33.30		33.30	33.30		33.30
合计	施工生产生活区	12.00	12.00	5.11	6.89	12.00		6.89
		857.62	414.99	177.75	99.45	277.20	122.49	100.45

注：1、水库淹没区不纳入计算范围；
2、水土保持措施中，工程措施与植物措施重合部分，永久硬化场地与植物措施重合部分，均计入植物措施防护面积。

表 13.2-2

水土保持方案实施效果分析表

序号	指标	目标值	计算过程	效果值
1	水土流失治理度(%)	85	(水土保持措施面积+永久建筑物占地面积)/水土流失总面积	96.3%
2	土壤流失控制比	0.80	项目区容许土壤流失量/方案实施后土壤侵蚀强度	0.80
3	渣土防护率(%)	87	采取措施后实际拦挡的弃土和临时堆土/弃土和临时堆土总量	95.6%
4	表土保护率(%)	90	采取措施保护的表土/可剥离表土总量	95%
5	林草植被恢复率	95	林草植被面积/可恢复林草植被面积	99%
6	林草覆盖率	18	林草植被面积/建设区总面积	23.97%

13.2.2 效益分析

水土保持效益主要包括生态效益、社会效益和经济效益三方面。

(1) 生态效益

本水土保持方案实施后，使本工程水土流失防治责任范围内因工程建设造成的新增水土流失得到有效治理，可减少土壤流失量 9.09 万 t。根据水土保持措施实施效果分析测算，防治责任范围内水土流失治理度达到 96.3%，土壤流失控制比达到 0.80，渣土防护率达到 95.6%，表土保护率达到 95%，林草植被恢复率达到 99%，林草覆盖率达到 23.97%。

通过各项水土保持工程措施和植物措施的综合治理，有效地恢复和改善了项目建设区的生态环境，使项目区达到绿化、美化的效果，同时也改善了项目区周边居民的生产生活环境，生态效益显著。

(2) 社会效益

各项水土保持措施实施后，项目区水土流失得到控制，增加的林草面积，使地表林



草覆盖度增加，控制水土流失，使水土资源得到保护，改善了项目区居民生产生活环境，为当地经济发展创造了良好的外部环境，具有显著的社会效益。

（3）经济效益

各项水土保持措施实施后，可使工程建设新增水土流失量得到控制，可控制和减轻项目区水土流失的危害。一方面可减免因水土流失造成的灾害经济损失；另一方面可以通过水土保持植物措施，更好地防治水土流失，促进地区经济的可持续发展。



14 结论与建议

14.1 结 论

14.1.1 本工程的水土保持特点

宗通卡水利枢纽工程位于青藏高原东南部，属青南藏东山原区，区内山峦重叠，山势宏伟，处于著名的横断山脉的北端。区域地貌为高山峡谷地貌。区域北部海拔 5200m 左右，山顶平缓；南部海拔 4000m 以下，山势比较陡峻，顶谷高差可达 2500m。

工程区属高原温带半干旱季风气候区，流域内日照充足，干湿季分明，年无霜期短。区域多年平均降雨量 491mm。土壤以灰褐土、褐土和高山草甸土为主。区域大部分保存着较为原始的自然植被，包括灌丛林、针叶林、草甸等，部分有农业植被。

工程区属青藏高原区，容许土壤流失量为 $500\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ ，项目区平均土壤侵蚀模数为 $1700 \sim 3500\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ ，以中度侵蚀为主。工程区不涉及国家级水土流失重点治理区，但无法避让西藏自治区水土流失重点预防区和重点治理区，水土流失防治标准执行青藏高原区建设类项目一级标准。

14.1.2 对主体工程设计的总体评价

本工程建设满足《中华人民共和国水土保持法》、GB50433—2018、SL575-2012 等法律、标准、规范关于水土保持限制性因素的规定，工程建设不存在水土保持制约性因素。

总体分析，本工程无论在工程布置及建筑物设计，基本满足水土保持要求，对于各防治区存在的水土流失问题，可通过加强水土保持措施予以减缓。综合评价，本工程不存在水土保持制约性因素，工程建设基本可行。

14.1.3 方案编制的结论性意见

本方案设计深度为可行性研究阶段，设计水平年为工程完工后一年。本工程水土流失防治责任范围共计 857.62hm^2 （卡若区 593.23hm^2 ，类乌齐县 264.39hm^2 ）。工程建设过程中将扰动原地表面积 414.99hm^2 ，损毁植被面积 399.65hm^2 ，工程建设产生弃渣 232.35万 m^3 （松方），堆弃在枢纽工程、供水、灌区及导排工程规划的弃渣场内。通过对工程区水土流失量的预测，工程可能造成水土流失总量 15.21 万 t，新增水土流失量 8.95 万 t。

根据宗通卡水利枢纽工程的主体工程布局、施工扰动特点，将工程区划分为枢纽工



程防治区、供水、灌区及导排工程防治区等 2 个水土流失防治区。

本方案水土保持措施主要工程量包括：挡渣墙 1750m，钢筋石笼拦挡 1228m，干砌石护坡 7.51 万 m^2 ，浆砌石坎（脚槽）3107m，截排水沟 3.79 万 m，沉砂池 19 座，表土剥离 38.85 万 m^3 ，土地平整 97.12 hm^2 ，表土回覆 38.85 万 m^3 ；铺植草皮 3600 m^2 ，载土格 1050 个，栽植乔木 2.7 万株，栽植灌木 50.11 万株，攀援植物 2.15 万株，撒播草籽 9164kg；袋装土临时拦挡 2.99 万 m，临时排水沟 7.52 万 m，临时苫盖 43.29 万 m^2 ，撒播草籽 196kg。

按 2019 年 2 季度价格水平，估算本工程水土保持工程投资 10462.73 万元，其中水土保持工程措施 4604.18 万元，植物措施 1502.31 万元，监测措施 265.45 万元，临时措施 1402.11 万元，独立费用 1146.56 万元，基本预备费 892.06 万元，水土保持补偿费 650.06 万元。

14.2 建议

（1）后续设计中，应进一步优化施工总布置及施工组织设计，完善施工工艺和方法，尽量减少土石方开挖和弃渣；同时进一步优化供水及灌溉工程管道开挖方式及各标段土石方调配，减少渣场数量及渣场占地面积。

（2）工程区位于西藏高海拔地区，施工过程中，应严格控制施工过程中的占压地范围，加强土石方运输和堆放管理，杜绝乱挖乱采，防止乱堆乱弃。并根据本方案的设计原则，落实临时工程区的水土保持措施，尤其要加强施工过程中的临时防护措施。

（3）施工过程中，应将水土保持方案报告书及设计文件中规定的水土保持措施进行细化，管理到位，监督到场，责任到人。可考虑在施工场地竖立水土保持相关告示标语，增强施工与管理人员的水土保持与环境保护意识。

（4）工程运行期间，加强水库库周巡查和监测，及时发现和处理水库淹没影响区出现的坍塌和滑坡等问题。



附 件

目 录

1 工程概况 1

2 编制依据 4

3 编制原则 5

4 编制方法 6

5 价格水平年 7

6 基础单价与取费标准 8

7 投资估算与分年度安排 11



1 工程概况

1) 主体工程概况

宗通卡水利枢纽位于西藏自治区昌都市卡若区境内，昂曲河下游河段，为新建工程，主要由四部分内容组成：一是枢纽工程；二是供水工程；三是灌溉工程；四是泉水导排工程。灌溉工程利用供水工程输水管线进行，供水工程需承担坝下游城镇供水和灌区供水的双重任务。

(1) 枢纽工程

宗通卡水利枢纽水库正常蓄水位为 3474.00m，相应库容为 1.1362 亿 m^3 ；校核洪水位为 3476.34m，相应总库容为 1.2647 亿 m^3 ；死水位为 3464.00m，相应死库容为 0.6883 亿 m^3 。枢纽工程由挡水、泄水、发电引水系统与过鱼设施组成。大坝为沥青混凝土心墙坝，坝顶高程为 3477.00m，防浪墙顶高程 3478.20m，大坝最大坝高 78m，坝顶长度为 310m。泄水建筑物由溢洪道和泄洪放空洞组成，溢洪道设有 3 泄洪表孔；泄洪放空洞过水断面为城门洞型，底宽 5.5m，高度为 7.3m。发电引水建筑物由进水口、明钢管、引水隧洞和岔管组成，进水口采用坝式，尺寸为 32m × 28.9m × 34m（长 × 宽 × 高）；发电厂房为地面厂房，尺寸为 95m × 44.5m × 56m（长 × 宽 × 高），装机容量 104MW，多年平均年发电量 4.517 亿 $\text{kW} \cdot \text{h}$ 。过鱼设施采用升鱼机型式，由集（诱）鱼系统、补水系统、提升系统、放流系统和控制监测设施组成。

(2) 供水工程

供水工程设计总流量为 $3.73\text{m}^3/\text{s}$ ，其中城乡供水设计流量为 $2.01\text{m}^3/\text{s}$ ；灌溉供水设计流量 $1.72\text{m}^3/\text{s}$ 。供水工程包括取水工程和输水工程两部分，取水工程的取水口布置在溢洪道右侧边墙内，取水管管长 495m。输水主管线路总长约 106.0km，共设 44 个分水口，其中城镇分水口 3 个，灌溉分水口 41 个。输水工程沿线在昂曲河上共设有 22 座管桥，5 座隧洞，3 座倒虹管。



(3) 灌溉工程

灌溉工程分为灌区骨干工程和田间配套工程，骨干工程主要是灌溉供水干管（与城镇供水干管共用）。本工程灌溉范围涉及卡若区的沙贡乡、俄洛镇和城关镇，灌溉总面积约 4.0 万亩。灌区共 49 个灌片，根据灌片分布，在供水管道沿线设了 41 个灌溉分水口。

灌溉工程新建支管 41 条，管桥 6 座，支管敷设坡面坡度平均按照 20° 计，支管长度为 22.23km。新建灌区分水池 41 个，新建斗渠 139 条，长 87.86km，新建农渠 515 条，长 101.23km，新建管涵 194 座，新建渡管 72 座，新建斗渠分水闸 134 座，新建农渠分水闸 520 座，新建节制闸 438 座。

(4) 泉水导排工程

泉水导排工程集水点共有 4 处，分别为恩达曲冷泉、恩达曲温泉、芒达左支沟温泉与芒达右支沟温泉，布置恩达曲及芒达两条导排管线将泉水输送至坝址下游泉水处理厂。泉水导排总流量 $0.564\text{m}^3/\text{s}$ ，导排管线总长 52.6km，其中右岸恩达曲导排流量 $0.510\text{m}^3/\text{s}$ ，导排管线长 16.8km，左岸芒达导排流量 $0.054\text{m}^3/\text{s}$ ，导排管线长 35.8km。

2) 水土保持工程概况

根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB20433-2018）和《水利水电工程水土保持技术规范》（SL575-2012）的要求，结合本工程项目设计和施工的特点，在全面分析评价工程所涉及区域水土流失类型、土壤侵蚀强度、水土流失量及可能造成水土流失危害的基础上，提出了本工程水土保持方案报告。经过实地调查和对工程设计资料的统计分析，本工程水土流失防治责任范围面积共计 857.62hm^2 （卡若区 593.23hm^2 ，类乌齐县 264.39hm^2 ）。工程建设过程中将扰动原地表面积 414.99hm^2 ，损毁植被面积 399.65hm^2 ，工程建设产生弃渣 232.35 万 m^3 （松散方），堆弃在枢纽工程、供水、灌区及导排工程规划的弃渣场内。通过对工程区水土流失量的预测，工程可能造成水土流失总量 15.21 万 t，新增水土流失量 8.95 万 t。



本工程水土流失防治分区划分为枢纽工程防治区、供水、灌区及导排工程防治区 2 个一级防治分区。

本工程水土保持措施总体布局由各防治分区不同的防治措施构成，根据各水土流失防治区的特点和水土流失状况，按照预防措施和治理措施相结合，工程措施和植物措施相结合的原则，拟定本工程的水土流失防治措施体系及总体布局。

本方案水土保持措施工程量包括：挡渣墙 1750m，钢筋石笼拦挡 1228m，干砌石护坡 7.51 万 m^2 ，浆砌石坎（脚槽）3107m，截排水沟 3.79 万 m，沉砂池 19 座，表土剥离 38.85 万 m^3 ，土地平整 97.12 hm^2 ，表土回覆 38.85 万 m^3 ；铺植草皮 3600 m^2 ，载土格 1050 个，栽植乔木 2.7 万株，栽植灌木 50.11 万株，攀援植物 2.15 万株，撒播草籽 9164kg；袋装土临时拦挡 2.99 万 m，临时排水沟 7.52 万 m，临时苫盖 43.29 万 m^2 ，撒播草籽 196kg。



2 编制依据

- 1) 《生产建设项目水土保持工程概（估）算编制规定》（报批稿）；
- 2) 水利部水总（2003）67 号文发布的《开发建设项目水土保持工程概算定额》；
- 3) 水利部水总（2003）67 号文发布的《开发建设项目水土保持施工机械台班概算定额》；
- 4) 国家发改委、建设部发改价格[2007]670 号文《建设工程监理与相关服务收费标准》；
- 5) 《关于公布取消和停止征收 100 项行政事业性收费项目的通知》（财综[2008]78 号）；
- 4) 《国家发展改革委 财政部关于降低电信网码号资源占用费等部分行政事业性收费标准的通知》（国家发展改革委、财政部 发改价格[2017]1186 号）；
- 5) 西藏自治区发展和改革委员会、财政厅、水利厅《关于调整水土保持补偿费征收标准的通知》（藏发改价格[2017]929 号）；
- 6) 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）；
- 7) 《水利部办公厅关于调整水利工程计价依据增值税计算标准的说明》（办财务函[2019]448 号）。



3 编制原则

1) 水土保持工程作为主体工程的组成部分，其投资估算所采用的价格水平年，工程措施所采用的原材料、施工用水、施工用电等基础单价，均与主体工程投资估算保持一致。

2) 投资估算的项目划分、费用构成、编制方法、概（估）算表格等依据《生产建设项目水土保持工程概（估）算编制规定》（报批稿）编制。

3) 本概算按 2019 年 2 季度价格水平编制，与主体报告一致。



4 编制方法

本方案水土保持措施投资根据《生产建设项目水土保持工程概（估）算编制规定》（报批稿）进行编制，由工程措施费、植物措施费、监测措施费、临时措施费、独立费用、基本预备费和水土保持（设施）补偿费七部分组成。

工程措施、植物措施、监测措施土建设施投资概算均按设计工程量乘以工程单价编制；设备及安装工程投资概算按设备费及安装费分别计算。

临时措施估算包括临时防护工程和其他临时工程；防护工程概算按设计方案工程量乘以单价编制。

其他临时工程投资概算按第一部分工程措施、第二部分植物措施和第三部分监测措施中的土建设施投资的 2% 计。

工程措施、植物措施和监测措施土建工程单价由直接费、其他直接费、现场经费、间接费、企业利润、税金等六部分组成。独立费用按相关标准计取。



5 价格水平年

价格水平年与主体工程概算的价格水平年一致，以 2019 年 2 季度市场价格为准。



6 基础单价与取费标准

1) 人工工资预算价格

人工工资按基本工资+辅助工资计算。本工程位于西藏自治区昌都市，艰苦边远地区津贴按五类区标准（西藏地区二类）执行。人工工资预算单价 6.49 元/工时。本工程属于西藏昌都地区，海拔 3000~3500m，人工系数 1.20，机械系数 1.45。

表 6-1 人工工资预算价格表 单位：元

地区类别	西藏二类区	定额基本工资	588 元/月
序号	项目	计算式	单价（元）
1	基本工资	$588 \text{ 元/月} \times 1 \times 12 \text{ 月} \div 241 \text{ 天}$	29.28
2	辅助工资	$(1) + (2) + (3) + (4)$	22.67
(1)	艰苦边远地区津贴	$310 \text{ 元/月} \times 1 \times 12 \text{ 月} \div 241 \text{ 天}$	15.44
(2)	施工津贴	$3.5 \text{ 元/工日} \times 365 \text{ 天} \times 95\% \div 241 \text{ 天}$	5.04
(3)	夜餐津贴	$(4+4) / 2 \times 20\%$	0.80
(4)	节日加班津贴	$\text{基本工资} \times 3 \times 11 \div 241 \text{ 天} \times 35\%$	1.40
	人工工日预算单价	基本工资+辅助工资	51.95
	人工工时预算单价	人工工日预算单价 $\div$ 8 工时	6.49

2) 主要材料预算价格

主要材料价格参照主体工程，其他次要材料预算价格参考市场价确定。材料、苗木等参照当地现行价格加运杂费计算。

表 6-2 主要材料预算价格表 单位：元

序号	名称及规格	单位	预算价格（元）	限价（元）	价差（元）
1	水泥 425	t	732.72	300.00	432.72
2	钢筋	kg	4685.15	3000.00	1685.15
3	原木	m ³	1612.59		
4	板方材	m ³	2540.91		
5	柴油	kg	10146.11	3500	6646.11
6	汽油	kg	11363.46	3600	7763.46
7	砂	m ³	164.68	70.00	94.68
8	碎石	m ³	96.00	70.00	26.00
9	块石	m ³	84.07	70.00	14.07



3) 取费费率

费率计取依据《生产建设项目水土保持工程概（估）算编制规定》（报批稿）确定。

表 6-3 水土保持投资费率表

代号	工程类别	其它直接费	间接费	利润	税金
tf	土方工程	7.3%	5.0%	7.0%	9.0%
sf	石方工程	7.3%	8.0%	7.0%	9.0%
hnt	混凝土工程	7.3%	7.0%	7.0%	9.0%
gj	钢筋制安工程	7.3%	5.0%	7.0%	9.0%
jc	基础处理工程	7.3%	10.0%	7.0%	9.0%
zw	植物工程	4.0%	6.0%	7.0%	9.0%
qt	其他工程	7.3%	7.0%	7.0%	9.0%

直接工程费由直接费、其他直接费、现场经费组成。

① 直接费：由人工费、材料费、机械使用费组成。

② 其他直接费：以直接费为计费基础。其他直接费 = 直接费 × 其他直接费率。

③ 间接费：以直接工程费为计费基础，间接费 = 直接工程费 × 间接费率。

④ 企业利润：企业利润 = (直接工程费 + 间接费) × 企业利润率

⑤ 税金：税金 = (直接工程费 + 间接费 + 企业利润) × 税率

4) 独立费用

独立费用由建设管理费、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等五项组成。

建设管理费：按一至四部分投资合计的 2% 计列。

方案编制费：以主体工程土建投资合计为计算技术，参照《生产建设项目水土保持工程概（估）算编制规定》（报批稿）所列标准计列。

科研勘测设计费：本工程科学研究试验费不考虑。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〉的通知》计算。



工程建设监理费：参照国家发改委发改价格[2007]670号文颁发的“建设工程监理与相关服务收费管理规定”及其他相关规定执行。

竣工验收技术评估费：以主体工程土建投资合计为计算技术，参照《生产建设项目水土保持工程概（估）算编制规定》（报批稿）所列标准计列。

6) 基本预备费

基本预备费按第一至五部分投资之和的10%计取。

7) 水土保持补偿费

依据《水土保持法》，企事业单位在建设和生产过程中损坏水土保持设施的，应当给予补偿。按《西藏自治区水土保持补偿费征收标准和使用管理办法》确定，本工程水土保持补偿费照征占用土地面积一次性计征，征收标准取2.5元/m²。根据国家发改委 财政部《关于降低电信网码号资源占用费等部分行政事业性收费标准的通知》（发改价格[2017]1186号）和根据西藏自治区发展和改革委员会、财政厅、水利厅《关于调整水土保持补偿费征收标准的通知》（藏发改价格[2017]929号），“对一般性生产建设项目，按照征占用土地面积1.7元征收”。因此，本工程水土保持补偿费征收标准取1.7元/m²。



7 投资估算与分年度安排

按 2019 年 2 季度价格水平，估算本工程水土保持工程投资 10462.73 万元，其中水土保持工程措施 4604.18 万元，植物措施 1502.31 万元，监测措施 265.45 万元，临时措施 1402.11 万元，独立费用 1146.56 万元，基本预备费 892.06 万元，水土保持补偿费 650.06 万元。

根据《水土保持法》第二十七条“依法应当编制水土保持方案的生产建设项目中的水土保持设施，应当与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用”的规定，本工程水土保持投资计划应与主体工程计划适应，根据主体工程的施工进度安排，结合水土保持特点，拟定水土保持方案实施进度跨 6 个年度。

本工程水土保持投资估算总表详见表 7-1，水土保持分年度投资详见表 7-2，分县区投资见表 7-3，工程措施、植物措施、临时措施投资估算及独立费用估算详见表 7-4~7-7。单价汇总表见附表 1~2，水土保持工程主要材料预算价格件附表 3，机械台时费用汇总表附表 4，工程措施单价和植物措施单价见附表 5。

表 7-1

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
第一部分	工程措施	4604.18				4604.18
1	枢纽工程防治区	2647.47				2647.47
1.1	枢纽建筑物及管理范围	432.61				432.61
1.2	永久办公管理区	14.65				14.65
1.3	弃渣场区	1395.37				1395.37
1.4	料场	63.00				63.00
1.5	施工交通设施区	497.98				497.98
1.6	施工生产生活区	243.86				243.86



续表 7-1

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
1.7	专项设施复建区					
2	供水、灌区及导排工程防治区	1956.71				1956.71
2.1	管线及建筑物区	490.21				490.21
2.2	弃渣场区	889.29				889.29
2.3	施工交通设施区	476.41				476.41
2.4	施工生产生活区	100.80				100.80
第二部分	植物措施			1502.31		1502.31
1	枢纽工程防治区			716.95		716.95
1.1	枢纽建筑物及管理范围			145.37		145.37
1.2	永久办公管理区			62.78		62.78
1.3	弃渣场区					
1.4	料场			19.22		19.22
1.5	施工交通设施区			94.32		94.32
1.6	施工生产生活区			143.61		143.61
1.7	专项设施复建区			251.64		251.64
2	供水、灌区及导排工程防治区			785.36		785.36
2.1	管线及建筑物区			42.25		42.25
2.2	弃渣场区			12.65		12.65
2.3	施工交通设施区			605.23		605.23
2.4	施工生产生活区			125.23		125.23
第三部分	监测措施	20.00	245.45			265.45
1	土建设施费	20.00				20.00
2	设备费		53.73			53.73
3	观测运行费		191.72			191.72
第四部分	临时措施	1402.11				1402.11
1	临时防护工程	1274.67				1274.67
(1)	枢纽工程防治区	937.64				937.64
1.1	枢纽建筑物及管理范围	130.14				130.14
1.2	永久办公管理区	6.68				6.68



续表 7-1

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
1.3	弃渣场区	17.60				17.60
1.4	料场	24.07				24.07
1.5	施工交通设施区	268.55				268.55
1.6	施工生产生活区	86.03				86.03
1.7	专项设施复建区	404.57				404.57
(2)	供水、灌区及导排工程防治区	337.03				337.03
2.1	管线及建筑物区	144.00				144.00
2.2	弃渣场区	19.13				19.13
2.3	施工交通设施区	125.32				125.32
2.4	施工生产生活区	48.57				48.57
2	其他临时工程	127.44				127.44
第五部分	独立费用				1146.56	1146.56
1	建设管理费				155.48	155.48
2	方案编制费				189.55	189.55
3	科研勘测设计费				540.52	540.52
4	工程建设监理费				118.76	118.76
5	竣工验收费				142.25	142.25
I	一至五部分合计					8920.61
II	基本预备费(10%)					892.06
III	水土保持补偿费					650.06
IV	水土保持工程专项投资					10462.73

表 7-2

分年投资计划表

单位：万元

序号	工程或费用名称	合计	第一年	第二年	第三年	第四年	第五年	第六年
第一部分	工程措施	4604.18	1736.65	274.46	536.52	997.76	642.33	416.46
第二部分	植物措施	1502.31	90.01		65.96	3.17	7.83	1335.33
第三部分	监测措施	265.45	79.41	11.93	26.19	43.51	28.26	76.15
第四部分	临时措施	1402.11	975.76	217.03	54.48	62.80	55.48	36.56
1	临时防护工程	1274.67	937.64	211.30	41.91	41.91	41.91	
2	其他临时工程	127.44	38.12	5.73	12.57	20.89	13.57	36.56



续表 7-2

分年投资计划表

单位：万元

序号	工程或费用名称	合计	第一年	第二年	第三年	第四年	第五年	第六年
第五部分	独立费用	1146.56	433.27	36.62	80.39	133.55	86.75	375.98
1	建设管理费	155.48	46.51	6.99	15.34	25.49	16.55	44.60
2	方案编制费	189.55	189.55					
3	科研勘测设计费	540.52	161.69	24.29	53.33	88.60	57.55	155.06
4	工程建设监理费	118.76	35.52	5.34	11.72	19.47	12.64	34.07
5	竣工验收费	142.25						142.25
I	一至五部分合计	8920.61	3315.10	540.03	763.54	1240.80	820.65	2240.49
II	基本预备费(10%)	892.06	331.51	54.00	76.35	124.08	82.07	224.05
III	水土保持补偿费	650.06	650.06					
IV	水土保持工程专项投资	10462.73	4296.68	594.04	839.89	1364.87	902.72	2464.54

表 7-3

分区县投资计划表

单位：万元

序号	工程或费用名称	合计	卡若区	类乌齐县
第一部分	工程措施	4604.18	4112.74	491.44
第二部分	植物措施	1502.31	1257.89	244.42
第三部分	监测措施	265.45	233.46	31.99
第四部分	临时措施	1402.11	1135.23	266.87
1	临时防护工程	1274.67	1023.15	251.51
2	其他临时工程	127.44	112.08	15.36
第五部分	独立费用	1146.56	1008.39	138.17
1	建设管理费	155.48	136.74	18.74
2	方案编制费	189.55	166.71	22.84
3	科研勘测设计费	540.52	475.38	65.13
4	工程建设监理费	118.76	104.45	14.31
5	竣工验收费	142.25	125.11	17.14
I	一至五部分合计	8920.61	7747.73	1172.88
II	基本预备费(10%)	892.06	774.77	117.29
III	水土保持补偿费	650.06	589.37	60.69
IV	水土保持工程专项投资	10462.73	9111.87	1350.86



表 7-4

工程措施投资估算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合价(元)
第一部分	工程措施				46041825
(一)	枢纽工程防治区				26474684
一	枢纽建筑物及管理范围				4326103
1	土地整治工程				
	表土剥离	m ³	209572	6.30	1321338
	土地平整	m ²	224608	1.79	401880
	覆土	m ³	89843	28.97	2602885
二	永久办公生活区				146490
1	防洪排导工程				
1.1	截排水工程	m	308		
	土方开挖	m ³	154	11.34	1747
	石方开挖	m ³	83	18.18	1509
	土方回填	m ³	23	37.82	870
	M7.5 浆砌石	m ³	182	389.22	70839
	M10 水泥砂浆	m ³	33	20.22	667
2	土地整治工程				
	表土剥离	m ³	3600	6.30	22698
	土地平整	m ²	3600	1.79	6441
	覆土	m ³	1440	28.97	41719
三	弃渣场				13953736
1	拦渣工程				
1.1	钢筋石笼拦挡	m	1200		
	钢筋石笼	m ³	16236	316.50	5138651
2	斜坡防护工程				
2.1	干砌石护坡	m ²	75100		
	干砌石	m ³	22530	210.66	4746182
3	防洪排导工程				
3.1	截排水工程	m	5781		
	土方开挖	m ³	48982	11.34	555522
	石方开挖	m ³	22124	18.18	402247
	土方回填	m ³	8533	37.82	322727
	M7.5 浆砌石	m ³	6641	389.22	2584729
	M10 水泥砂浆	m ³	552	20.22	11154
3.2	沉砂池	个	3		
	土方开挖	m ³	210	11.34	2380
	土方回填	m ³	67	18.18	1221
	浆砌石	m ³	410	389.22	159667
4	土地整治工程				



续表 7-4

工程措施投资估算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合价(元)
	表土剥离	m ³	4640	6.30	29255
	土地平整	m ²		1.79	
	覆土	m ³		28.97	
四	料场				629990
1	斜坡防护工程				
1.1	浆砌石坎(脚槽)	m ³	907	389.22	353026
2	防洪排导工程				
2.1	截排水工程	m	689		
	土方开挖	m ³	344	11.34	3901
	石方开挖	m ³	185	18.18	3364
	土方回填	m ³	52	37.82	1967
	M7.5 浆砌石	m ³	409	389.22	159193
	M10 水泥砂浆	m ³	75	20.22	1517
3	土地整治工程				
	土地平整	m ²	8000	1.79	14314
	覆土	m ³	3200	28.97	92709
五	施工交通设施区				4979754
1	防洪排导工程				
1.1	截排水工程	m	20170		
	土方开挖	m ³	10094	11.34	114479
	石方开挖	m ³	5435	18.18	98815
	土方回填	m ³	1552	37.82	58700
	M7.5 浆砌石	m ³	11980	389.22	4662902
	M10 水泥砂浆	m ³	2218	20.22	44857
六	施工生产生活区				2438611
1	拦渣工程				
1.1	钢筋石笼拦挡	m	28		
	钢筋石笼	m ³	379	316.50	119902
2	防洪排导工程				
2.1	截排水工程	m	7154		
	土方开挖	m ³	6131	11.34	69529
	石方开挖	m ³	3301	18.18	60013
	土方回填	m ³	1064	37.82	40238
	M7.5 浆砌石	m ³	3617	389.22	1407828
	M10 水泥砂浆	m ³	594	20.22	12010
3	土地整治工程				
	土地平整	m ²	54500	1.79	97514
	覆土	m ³	21800	28.97	631577



续表 7-4

工程措施投资估算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合价(元)
(二)	供水、灌区及导排工程防治区				19567141
一	管线及建筑物区				4902094
1	斜坡防护工程				
1.1	浆砌石坎(脚槽)	m ³	2200	389.22	856293
2	土地整治工程				
	表土剥离	m ³	102963	6.30	649173
	土地平整	m ²	253900	1.79	454291
	覆土	m ³	101560	28.97	2942337
二	弃渣场				8892930
1	拦渣工程				
1.1	挡渣墙		1750		
	土方开挖	m ³	16912	11.34	191807
	石方开挖	m ³	5849	18.18	106338
	土方回填	m ³	6373	37.82	241043
	M7.5 浆砌石	m ³	14088	410.67	5785256
	碎石垫层	m ³	1505	197.82	297718
	Φ80mmPVC 排水管	m	1663	17.50	29094
	土工布	m ²	1145	8.00	9162
	闭孔塑料板分缝	m ²	1393	25.00	34816
2	防洪排导工程				
2.1	截排水工程	m	3818		
	土方开挖	m ³	20051	11.34	227403
	石方开挖	m ³	6675	18.18	121364
	土方回填	m ³	6147	37.82	232492
	M7.5 浆砌石	m ³	2622	389.22	1020410
	M10 水泥砂浆	m ³	124	20.22	2499
2.2	沉砂池	个	16		
	土方开挖	m ³	543	11.34	6155
	土方回填	m ³	174	18.18	3158
	浆砌石	m ³	572	389.22	222636
3	土地整治工程				
	表土剥离	m ³	4940	6.30	31146
	土地平整	m ²	24700	1.79	44195
	覆土	m ³	9880	28.97	286238
三	施工交通设施区				4764134
1	土地整治工程				
	表土剥离	m ³	49060	6.30	309320
	土地平整	m ²	333000	1.79	595821



续表 7-4

工程措施投资估算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合价(元)
	覆土	m ³	133200	28.97	3858993
四	施工生产生活区				1007983
1	土地整治工程				
	表土剥离	m ³	13680	6.30	86252
	土地平整	m ²	68900	1.79	123279
	覆土	m ³	27560	28.97	798452

表 7-5

植物措施投资估算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合价(元)
第二部分	植物措施				15023082
(一)	枢纽工程防治区				7169478
一	枢纽建筑物及管理范围				1453734
1	载土格	个	1050	100.00	105000
2	乔木	株			
	藏青杨	株	525	201.27	105666
	柳树	株	525	160.91	84478
3	灌木	株			
	沙棘	株	29480	15.85	467130
	狼牙刺	株	29480	17.29	509657
4	草籽	hm ²	40.44		
	紫花针茅	hm ²	22.46	4106.53	92236
	紫羊茅	hm ²	22.46	3987.73	89568
二	永久办公生活区				627819
1	配套灌溉设备	套	1	450000	450000
2	草皮	m ²	3600	23.84	85839
4	乔木	株			
	云杉	株	105	274.65	28838
	冷杉	株	105	239.18	25114
	藏青杨	株	105	201.27	21133
	柳树	株	105	160.91	16896
三	料场				192211
1	灌木	株			
	沙棘	株	4200	15.85	66553
	狼牙刺	株	4200	17.29	72612
2	攀援植物	株	5775	8.06	46571
3	草籽	hm ²			
	紫花针茅	hm ²	0.80	4106.53	3285
	紫羊茅	hm ²	0.80	3987.73	3190
四	施工交通设施区				943206
1	乔木	株			



续表 7-5

植物措施投资估算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合价(元)
	柳树	株	5293	160.91	851698
2	灌木	株	2800		
	狼牙刺	株	5293	17.29	91508
五	施工生产生活区				1436089
1	乔木	株			
	云杉	株	1589	274.65	436415
	冷杉	株	1589	239.18	380059
	藏青杨	株	1589	201.27	319816
	柳树	株	1589	160.91	255686
2	草籽	hm ²	10.90		
	紫花针茅	hm ²	5.45	4106.53	22381
	紫羊茅	hm ²	5.45	3987.73	21733
六	专项设施复建区				2516418
1	乔木	株			
	藏青杨	株	6948	201.27	1398414
	柳树	株	6948	160.91	1118004
(二)	供水、灌区及导排工程防治区				7853604
一	管线及建筑物区				422451
1	攀援植物	株	15750	8.06	127013
2	草籽	hm ²	75.78		
	紫羊茅	hm ²	37.89	3987.73	151095
	黑褐苔草	hm ²	37.89	3809.53	144343
二	弃渣场				126549
1	灌木	株			
	沙棘	株	3238	15.85	51309
	狼牙刺	株	3238	17.29	55980
2	草籽	hm ²	4.94		
	紫羊茅	hm ²	2.47	3987.73	9850
	黑褐苔草	hm ²	2.47	3809.53	9410
三	施工交通设施区				6052343
1	灌木	株			
	沙棘	株	174824	15.85	2770248
	狼牙刺	株	174824	17.29	3022447
2	草籽	hm ²	66.60		
	紫羊茅	hm ²	33.30	3987.73	132791
	黑褐苔草	hm ²	33.30	3809.53	126857
四	施工生产生活区				1252262
1	灌木	株			
	沙棘	株	36172	15.85	573179
	狼牙刺	株	36172	17.29	625360
2	草籽	hm ²	13.78		
	紫羊茅	hm ²	6.89	3987.73	27475
	黑褐苔草	hm ²	6.89	3809.53	26248



表 7-6

临时工程措施估算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合价(元)
第三部分	施工辅助措施				14021055
	一、临时防护工程				12746667
(一)	枢纽工程防治区				9376380
一	枢纽建筑物及管理范围				1301367
1	临时拦挡	m			
	袋装土	m ³	5157	198.55	1023942
2	临时排水	m			
	土方开挖	m ³	1099	23.13	25425
3	临时苫盖				
	防雨布	m ²	42000	6.00	252000
二	永久办公生活区				66818
1	临时拦挡	m			
	袋装土	m ³	264	198.55	52418
2	临时苫盖				
	防雨布	m ²	2400	6.00	14400
三	弃渣场				176032
1	临时拦挡	m			
	袋装土	m ³	808	198.55	160432
2	临时苫盖				
	防雨布	m ²	2600	6.00	15600
四	料场				240712
1	临时拦挡	m			
	袋装土	m ³	1164	198.55	231117
2	撒播草籽				
	紫花针茅	hm ²	2.34	4106.53	9596
五	施工交通设施区				2685463
1	临时拦挡	m			
	袋装土	m ³	13510	198.55	2682463
2	临时苫盖				
	防雨布	m ²	500	6.00	3000
六	施工生产生活区				860271
1	临时拦挡	m			
	袋装土	m ³	3547	198.55	704271
2	临时苫盖				
	防雨布	m ²	26000	6.00	156000
七	专项设施复建区				4045716
1	临时拦挡	m			
	袋装土	m ³	17470	198.55	3468737



续表 7-6

临时工程措施估算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合价(元)
2	临时排水	m			
	土方开挖	m ³	4192	23.13	96980
3	临时苫盖				
	防雨布	m ²	80000	6.00	480000
(二)	供水、灌区及导排工程防治区				3370287
一	管线及建筑物区				1440000
1	临时苫盖				
	防雨布	m ²	240000	6.00	1440000
二	弃渣场				191338
1	临时拦挡	m			
	袋装土	m ³	873	198.55	173338
2	临时苫盖				
	防雨布	m ²	3000	6.00	18000
三	施工交通设施区				1253215
1	临时拦挡	m			
	袋装土	m ³	4339	198.55	861525
2	临时排水	m			
	土方开挖	m ³	9306	23.13	215289
3	临时苫盖				
	防雨布	m ²	29400	6.00	176400
四	施工生产生活区				485735
1	临时拦挡	m			
	袋装土	m ³	2145	198.55	425898
2	临时排水	m			
	土方开挖	m ³	771	23.13	17837
3	临时苫盖				
	防雨布	m ²	7000	6.00	42000
二、其他临时工程		%	2	63719431	1274389

表 7-7

监测费用估算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合计(万元)
第三部分	水土保持监测				
一	土建费				20
1	径流小区	个	4	50000	20.00
二	设备费				53.73
1	消耗性设备费				1.19
(1)	50m 卷尺	个	10	65	0.07
(2)	5m 卷尺	个	10	32	0.03
(4)	蒸发皿	个	10	50	0.05



续表 7-7

监测费用估算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合计(万元)
(5)	集流筒	个	10	800	0.80
(6)	标志绳	m	500	2	0.10
(7)	小钢架	个	50	4	0.02
(8)	标志牌	个	10	100	0.10
(9)	钢钎	个	50	5	0.03
2	固定资产折旧费	年折旧率 20%			52.54
(1)	土壤筛(粒径 0.01mm)	个	2	3500	0.70
(2)	坡度仪	台	2	3000	0.60
(3)	土壤水分快速测定仪	台	2	60000	12.00
(4)	风向风速仪	台	2	1500	0.30
(5)	自记雨量计	台	3	1800	0.54
(6)	手持 GPS 定位仪	台	4	6000	2.40
(7)	游标卡尺	把	6	150	0.09
(8)	罗盘	架	5	800	0.40
(9)	探针	只	20	50	0.10
(10)	皮尺	个	5	120	0.06
(11)	无人机	台	2	60000	12.00
(12)	遥感影像资料	套	3	100000	30.00
三	建设期观测运行费				191.72
1	外业工作费	年	7		191.72
五	合 计				265.45

表 7-8

独立费用估算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合价(元)
	合价				11465588
一	建设管理费	%	2.0	77740487	1554810
二	方案编制费			1895520	1895520
三	科研勘测设计费				5405180
1	勘测设计费			3477000	3477000
2	前期工程费			1928180	1928180
四	工程建设监理费			1187578	1187578
五	竣工验收费			1422500	1422500

附表 1 水土保持工程单价汇总表

序号	名称	单位	单价(元)	其中					
				人工费	材料费	机械使用费	其他直接费	间接费	企业利
一	土方工程								
1	人工挖排水沟、截水沟	100m ³	2313.45	1597.54	3.00		116.84	85.87	126.2
2	人工挖土	100m ³	1134.13	733.31	51.33		57.28	42.10	61.88
3	石方开挖	100m ³	1818.13	572.00	685.86		91.82	67.48	99.20
4	土方填筑	100m ³ 压实方	3782.21	2540.48	76.21		191.02	140.39	206.3
5	场地平整	100m ²	178.93	5.46	11.95	64.86	6.01	4.41	6.49
6	表土剥离	100m ³	630.49	38.19	13.25	82.26	9.76	7.17	10.54
7	覆土	100m ³	2897.14	901.64	32.12	704.17	119.57	87.87	129.1
8	碎石垫层	100m ³ 压实方	19781.96	3955.67	7211.40		815.20	958.58	905.8
9	干砌石护坡	100m ³ 砌体方	21066.06	4556.51	8201.20	95.52	938.29	1103.32	1042.6
10	浆砌块石基础	100m ³ 砌体方	38922.39	5333.46	13058.17	432.39	1374.15	1615.85	1526.9
11	浆砌块石挡墙	100m ³ 砌体方	41066.59	6503.95	13186.65	431.41	1468.91	1727.27	1632.2
12	袋装土填筑	100m ³ 堰体方	17906.28	9055.34	3333.00		904.35	664.63	977.0
13	袋装土拆除	100m ³ 堰体方	1949.11	1309.21	39.28		98.44	72.35	106.3
14	砂浆抹面	100m ²	2022.40	668.63	419.05	81.92	85.38	100.40	94.88
15	钢筋石笼	100m ³ 成品方	31649.73	4099.06	13163.00	519.91	1298.08	1335.60	1429.1
二	林草工程								
1	草皮铺种	100m ²	2384.40	545.50	1101.92		65.90	102.80	127.1
2	直播种草—紫羊茅 (40kg/hm ²)	hm ²	3987.73	467.57	2352.00		112.78	175.94	217.5
3	直播种草—紫花针茅 (40kg/hm ²)	hm ²	4106.53	467.57	2436.00		116.14	181.18	224.0



续附表 1

水土保持工程单价汇总表

序号	名称	单位	单价(元)	其中					
				人工费	材料费	机械使用费	其他直接费	间接费	企业利
4	直播种草—黑褐苔草 (40kg/hm ²)	hm ²	3809.53	467.57	2226.00		107.74	168.08	207.8
5	栽植攀援植物—西藏素馨	100 株	806.43	58.45	511.75		22.81	35.58	44.00
6	栽植沙棘(带土球)	100 株	1584.59	607.85	512.56		44.82	69.91	86.40
7	栽植狼牙刺(带土球)	100 株	1728.85	607.85	614.56		48.90	76.28	94.30
8	植苗造林—云杉	100 株	27464.74	592.26	1532.56		84.99	132.59	163.90
9	植苗造林—冷杉	100 株	23918.10	592.26	1532.56		84.99	132.59	163.90
10	植苗造林—藏青杨	100 株	20126.86	592.26	1532.56		84.99	132.59	163.90
11	植苗造林—柳树	100 株	16091.02	592.26	1532.56		84.99	132.59	163.90



附表 2

水土保持工程主要材料预算价格汇总表

序号	名称及规格	单位	预算价格(元)	限价(元)	价差(元)
1	水泥 425	t	732.72	300.00	432.72
2	钢筋	kg	4685.15	3000.00	1685.15
3	原木	m ³	1612.59		
4	板方材	m ³	2540.91		
5	柴油	kg	10146.11	3500	6646.11
6	汽油	kg	11363.46	3600	7763.46
7	砂	m ³	164.68	70.00	94.68
8	碎石	m ³	96.00	70.00	26.00
9	块石	m ³	84.07	70.00	14.07
10	电	kw·h	0.96		
11	风	m ³	0.19		
12	水	t	0.64		
13	编织袋	个	1.00		
14	防雨布	m ²	6		
15	土工布	m ²	8		
16	pvc 管	m	17.50		
17	合金钻头	个	43.69		
18	炸药	t	11250		
19	雷管	个	0.66		
20	导火线	m	0.68		

附表 3

水土保持工程苗木单价汇总表

植物名称	单位	单价	限价	差价	备注
草皮	m ²	15	10	5	
紫花针茅	kg	56	60		
紫羊茅	kg	58	60		
黑褐苔草	kg	53	60		
西藏素馨	株	5			H=100cm, d=0.2cm
沙棘	株	5			H=60cm, d=1cm, p=30cm
狼牙刺	株	6			H=60cm, d=1cm, p=30cm
云杉	株	215	15	200	H=200cm, d=3cm, P=120cm
冷杉	株	186	15	171	H=160cm, ϕ =2cm, P=120cm
藏青杨	株	155	15	140	H=200cm, d=4cm
柳树	株	122	15	107	H=200cm, d=4cm



附表 4

机械台时费用汇总表

序号	名称及规格	台时费	其 中				
			折旧费	修理及替换设备费	安拆费	人工费	动力燃料费
一、土石方机械							
1	单斗挖掘机 油动 1.0m³	119.88	25.46	27.18	0.00	17.53	49.70
2	单斗挖掘机 液压 2.0m³	217.21	78.81	50.17		17.53	70.70
3	推土机 59kW	66.98	9.56	11.94	0.49	15.59	29.40
4	推土机 74kW	91.29	16.81	20.93	0.86	15.59	37.10
	拖拉机 37kW	32.14	2.69	3.35	0.16	8.44	17.50
	拖拉机 55kW	49.25	3.36	4.18	0.22	15.59	25.90
5	拖拉机 74kW	69.76	8.54	10.44	0.54	15.59	34.65
6	轮胎碾 9～16t	26.41	11.96	14.46			
7	振动碾 13～14t	55.01	15.25	6.51		0.00	33.25
8	刨毛机	59.25	7.40	9.97	0.39	15.59	25.90
9	风钻（手持式）	36.62	0.48	1.73			34.41
10	风钻（气腿式）	50.43	0.73	2.26			47.45
11	装载机 1.0m³	63.51	13.15	8.54		7.34	34.30
12	蛙式夯实机	16.47	0.15	0.93		12.99	2.40
13	液压喷播植草机 4000L	41.75	2.46	2.19	0.11	15.59	20.88
二、混凝土机械							
1	砂浆搅拌机 0.4m³	25.58	2.91	4.90	1.07	8.44	8.26
2	振动器（插入式 1.1kW）	2.17	0.28	1.12			
3	风水枪	41.70	0.21	0.39			41.10
三、运输机械							
1	胶轮车	0.82	0.23	0.59	0.00	0.00	0.00
2	机动翻斗车 0.5m³	15.89	1.08	1.12	0.00	8.44	5.25
3	自卸汽车 8t	76.56	19.99	12.43	0.00	8.44	35.70
4	载重汽车 5t	51.20	6.88	9.96	0.00	8.44	25.92
5	洒水车	63.21	10.50	12.94		8.44	28.80



附表 5

水土保持工程单价表

一、工程措施

工程名称：土方开挖

定额编号：01089

定额单位：100m³ 自然方

工作内容：挖松，就近堆放。

序号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)	备注
一	基本直接费	元			841.92	Ⅲ类土
(一)	基本直接费	元			784.64	
1	人工	工时	112.9	6.49	733.31	
2	材料费	元			51.33	
	零星材料费	%	7	733.31	51.33	
(二)	其他直接费	%	7.3	784.64	57.28	
二	间接费	%	5.0	841.92	42.10	
三	企业利润	%	7.0	884.02	61.88	
四	税金	%	9.00	945.90	85.13	
	合计				1031.03	
	扩大10%				1134.13	
	单价	元			11.34	

工程名称：石方开挖

定额编号：02001

定额单位：100m³

工作内容：钻孔、爆破、撬移、解小、翻渣、清面。

序号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)	备注
一	直接工程费	元			1349.68	V ~ VIII 类岩石。
(一)	基本直接费	元			1257.86	
1	人工	元			572.00	
	人工	工时	88.1	6.49	572.00	
2	材料费	元			685.86	
	合金钻头	个	1.02	43.69	44.56	
	炸药	kg	25.78	18.53	477.75	
	雷管	个	23.54	0.66	15.54	
	导火线	m	63.8	0.68	43.38	
	其他材料费	%	18	581.24	104.62	
3	机械使用费	元			2873.94	
	风钻手持式	台时	7.13	36.62	261.27	
	其他机械费	%	10	261.27	2612.67	
(二)	其他直接费	%	7.3	1257.86	91.82	
二	间接费	%	5.0	1349.68	67.48	
三	企业利润	%	7.0	1417.17	99.20	
四	税金	%	9.00	1516.37	136.47	
	合计				1652.84	
	扩大10%				1818.13	
	单价	元			18.18	



工程名称：土方回填

定额编号：01093

定额单位：100m³ 实方

工作内容：平土、刨毛、分层夯实和清理杂物等。

序号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)	备注
一	基本直接费	元			2807.72	
(一)	基本直接费	元			2616.70	
1	人工费	工时	391.2	6.49	2540.48	
2	材料费	元			76.21	
	零星材料费	%	3	2540.48	76.21	
(二)	其他直接费	%	7.3	2616.70	191.02	
二	间接费	%	5.0	2807.72	140.39	
三	企业利润	%	7.0	2948.10	206.37	
四	税金	%	9.00	3154.47	283.90	
	合计				3438.37	
	扩大10%				3782.21	
	单价	元			37.82	

工程名称：场地平整

定额编号：01146

定额单位：100m²

工作内容：推平。

序号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)	备注
一	基本直接费	元			88.27	
(一)	基本直接费	元			82.27	
1	人工	元			5.46	
	人工	工时	0.8	6.49	5.46	
2	材料费	元			11.95	
	零星材料费	%	17	70.31	11.95	
3	机械使用费	元			64.86	
	推土机 74kw	台时	0.71	91.29	64.86	
(二)	其他直接费	%	7.3	82.27	6.01	
二	间接费	%	5.0	88.27	4.41	
三	企业利润	%	7.0	92.69	6.49	
四	调差				50.05	
	柴油	kg	7.5	6.65	50.05	
五	税金	%	9.00	149.23	13.43	
	合计				162.66	
	扩大10%				178.93	
	单价	元			1.79	



工程名称：表土剥离

定额编号：01155

定额单位：100m³

工作内容：推松、运送、拖平、空回。						备注
序号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)	Ⅲ类土
一	基本直接费	元			143.45	
(一)	基本直接费	元			133.70	
1	人工	元			38.19	
	人工	工时	5.88	6.49	38.19	
2	材料费	元			13.25	
	零星材料费	%	11	120.45	13.25	
3	机械使用费	元			82.26	
	推土机 74kW	台时	5.18	15.89	82.26	
(二)	其他直接费	%	7.3	133.70	9.76	
二	间接费	%	5.0	143.45	7.17	
三	企业利润	%	7.0	150.63	10.54	
四	调差				364.68	
	柴油	kg	54.9	6.65	364.68	
五	税金	%	9.00	525.85	47.33	
	合计				573.18	
	扩大10%				630.49	
	单价	元			6.30	

工程名称：覆土

定额编号：01155

定额单位：100m³

工作内容：推松、运送、卸除、拖平、空回。

序号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)	备注
一	基本直接费	元			1757.49	
(一)	基本直接费	元			1637.93	
1	人工	元			901.64	
	人工	工时	138.8	6.49	901.64	
2	材料费	元			32.12	
	零星材料费	%	2	1605.81	32.12	
3	机械使用费	元			704.17	
	推土机 74kW	台时	44.31	15.89	704.17	
(二)	其他直接费	%	7.3	1637.93	119.57	
二	间接费	%	5.0	1757.49	87.87	
三	企业利润	%	7.0	1845.37	129.18	
四	调差				441.75	
	柴油	kg	66.5	6.65	441.75	
五	税金	%	9.00	2416.30	217.47	
	合计				2633.77	
	扩大10%				2897.14	
	单价	元			28.97	



工程名称：碎石垫层

定额编号：03001

定额单位：100m³压实方

工作内容：填筑砂石料、压实、修坡。

序号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)	备注
一	直接工程费	元			11982.27	
(一)	基本直接费	元			11167.07	
1	人工费	元			3955.67	
	人工	工时	609.12	6.49	3955.67	
2	材料费	元			7211.40	
	碎石	m ³	102.00	70.00	7140.00	
	砂	m ³			0.00	
	其他材料费	%	1.00	7140.00	71.40	
(二)	其他直接费	%	7.30	11167.07	815.20	
二	间接费	%	8.00	11982.27	958.58	
三	企业利润	%	7.00	12940.85	905.86	
四	调差				2652.00	
	碎石	m ³	102.00	26.00	2652.00	
五	税金	%	9.00	16498.71	1484.88	
	合计				17983.60	
	扩大10%				19781.96	
	单价	元			197.82	

工程名称：干砌石护坡

定额编号：03013

定额单位：100m³砌体方

工作内容：选石、修石、砌筑、填缝、找平。

序号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)	备注
一	直接工程费	元			13791.52	
(一)	基本直接费	元			12853.23	
1	人工				4556.51	
	人工	工时	701.6	6.49	4556.51	
2	材料费	元			8201.20	
	块石	m ³	116.00	70.00	8120.00	
	其他材料费	%	1.0	8120.00	81.20	
3	机械使用费				95.52	
	胶轮架子车	台时	116.9	0.82	95.52	
(二)	其他直接费	%	7.3	12853.23	938.29	
二	间接费	%	8.0	13791.52	1103.32	
三	企业利润	%	7.0	14894.84	1042.64	
四	调差				1632.21	
	块石	m ³	116.00	14.07	1632.21	
五	税金	%	9.00	17569.69	1581.27	
	合计				19150.96	
	扩大10%				21066.06	
	单价	元			210.66	



工程名称：浆砌块石基础

定额编号：03027

定额单位：100m³砌体方

工作内容：选石、修石、冲洗、拌浆、砌筑、勾缝。

序号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)	备注
一	直接工程费	元			20198.17	
(一)	基本直接费	元			18824.01	
1	人工				5333.46	
	人工	工时	821.3	6.49	5333.46	
2	材料费	元			13058.17	
	块石	m ³	108.00	70.00	7560.00	
	砂浆	m ³	34.00	159.80	5433.20	
	其他材料费	%	0.5	12993.20	64.97	
3	机械台时费				432.39	
	砂浆搅拌机 0.4m ³	台时	9.48	25.58	242.56	
	胶轮架子车	台时	232.28	0.82	189.83	
(二)	其他直接费	%	7.3	18824.01	1374.15	
二	间接费	%	8.0	20198.17	1615.85	
三	企业利润	%	7.0	21814.02	1526.98	
四	调差				9121.38	
	块石	m ³	108.00	14.07	1519.65	
	水泥	t	9.38	432.72	4060.64	
	砂	m ³	37.40	94.68	3541.08	
五	税金	%	9.00	32462.38	2921.61	
	合计				35383.99	
	扩大10%				38922.39	
	单价	元			389.22	

工程名称：浆砌块石挡墙

定额编号：30028

定额单位：100m³砌体方

工作内容：选石、修石、冲洗、拌浆、砌筑、勾缝。

序号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)	备注
一	直接工程费	元			21590.91	
(一)	基本直接费	元			20122.01	
1	人工				6503.95	
	人工	工时	1001.5	6.49	6503.95	
2	材料费	元			13186.65	
	块石	m ³	108.00	70.00	7560.00	
	砂浆	m ³	34.80	159.80	5561.04	
	其他材料费	%	0.5	13121.04	65.61	
3	机械台时费				431.41	
	砂浆搅拌机 0.4m ³	台时	9.35	25.58	239.23	
	胶轮架子车	台时	235.16	0.82	192.18	
(二)	其他直接费	%	7.3	20122.01	1468.91	
二	间接费	%	8.0	21590.91	1727.27	
三	企业利润	%	7.0	23318.19	1632.27	
四	调差				9300.24	
	块石	m ³	108.00	14.07	1519.65	
	水泥	t	9.60	432.72	4156.19	
	砂	m ³	38.28	94.68	3624.40	
五	税金	%	9.0	34250.70	3082.56	
	合计				37333.26	
	扩大10%				41066.59	
	单价	元			410.67	



工程名称：钢筋石笼

定额编号：03060

定额单位：100m³堰体方

工作内容：编笼、安放、运石、装填、封口等。

序号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)	备注
一	直接工程费	元			19080.06	
(一)	基本直接费	元			17781.98	
1	人工	工时	631.2	6.49	4099.06	
2	材料费	元			13163.00	
	钢筋	t	1.7	3000.00	5100.00	
	块石	m ³	113.00	70.00	7910.00	
	其他材料费	%	3.0	5100.00	153.00	
3	机械费	元			519.91	
	电焊机 16-30kVA	台时	24.7	14.58	359.33	
	切筋机 20kW	台时	0.9	27.85	24.23	
	载重汽车 5t	台时	1.7	51.20	89.09	
	其他机械费	%	10.0	472.65	47.26	
(二)	其他直接费	%	7.3	17781.98	1298.08	
二	间接费	%	7.0	19080.06	1335.60	
三	企业利润	%	7.0	20415.66	1429.10	
四	调差				4552.02	
	汽油	kg	12.5	7.76	97.26	
	钢筋	t	1.7	1685.15	2864.76	
	块石	m ³	113.0	14.07	1590.00	
五	税金	%	9.00	26396.78	2375.71	
	合计				28772.49	
	扩大 10%				31649.73	
	单价	元			316.50	

工程名称：袋装土填筑

定额编号：03053

定额单位：100m³堰体方

工作内容：填筑：装土、封包、堆筑。

序号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)	备注
一	直接工程费	元			13292.69	
(一)	基本直接费	元			12388.34	
1	人工	工时	1394.4	6.49	9055.34	
2	材料费	元			3333.00	
	袋装填料砂砾石	m ³	106	0.00	0.00	
	编织袋	个	3300.00	1.00	3300.00	
	其他材料费	%	1.0	3300.00	33.00	
(二)	其他直接费	%	7.3	12388.34	904.35	
二	间接费	%	5.0	13292.69	664.63	
三	企业利润	%	7.0	13957.33	977.01	
四	税金	%	9.00	14934.34	1344.09	
	合计				16278.43	
	扩大 10%				17906.28	
	单价	元			179.06	



工程名称：袋装土拆除

定额编号：03054

定额单位：100m³堰体方

工作内容：拆除、清理。

序号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)	备注
一	直接工程费	元			1446.92	
(一)	基本直接费	元			1348.48	
1	人工	工时	201.6	6.49	1309.21	
2	材料费	元			39.28	
	其他材料费	%	3.0	1309.21	39.28	
(二)	其他直接费	%	7.3	1348.48	98.44	
二	间接费	%	5.0	1446.92	72.35	
三	企业利润	%	7.0	1519.27	106.35	
四	税金	%	9.00	1625.62	146.31	
	合计				1771.92	
	扩大10%				1949.11	
	单价	元			19.49	

工程名称：水泥砂浆抹面

定额编号：03079

定额单位：100m²

工作内容：冲洗、制浆、抹粉、压光。

序号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)	备注
一	直接工程费	元			1254.98	
(一)	基本直接费	元			1169.60	
1	人工				668.63	
	人工	工时	103.0	6.49	668.63	
2	材料费	元			419.05	
	砂浆	m ³	2.30	168.70	388.01	
	其他材料费	%	8.0	388.01	31.04	
3	机械台时费				81.92	
	砂浆搅拌机 0.4m ³	台时	0.59	0.59	0.35	
	胶轮架子车	台时	8.1	9.96	80.76	
	其他机械费	%	1.0	81.11	0.81	
(二)	其他直接费	%	7.3	1169.60	85.38	
二	间接费	%	8.0	1254.98	100.40	
三	企业利润	%	7.0	1355.38	94.88	
四	调差				236.48	
	水泥	kg	308.00	0.43	133.28	
	砂	m ³	1.09	94.68	103.20	
五	税金	%	9.00	1686.74	151.81	
	合计				1838.54	
	扩大10%				2022.40	
	单价	元			20.22	



二、植物措施

工程名称：草皮铺种

定额编号：08059

定额单位：100m²

工作内容：翻土整地、清除杂物、搬运草皮、铺草皮、浇水、清理。

序号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)	备注
一	直接工程费	元			1713.32	
(一)	基本直接费	元			1647.42	
1	人工	工时	84.0	6.49	545.50	
2	材料费	元			1101.92	
	草皮	m ²	110	10.00	1100.00	
	水	m ³	3.00	0.64	1.92	
	其他材料费	%	5.00	1101.92	55.10	
(二)	其他直接费	%	4.0	1647.42	65.90	
二	间接费	%	6.0	1713.32	102.80	
三	企业利润	%	7.0	1816.12	127.13	
四	调差				550.00	
	草皮	m ²	110.0	5.00	550.00	
五	税金	%	9.00	2493.25	224.39	
	合计				2167.64	
	扩大 10%				2384.40	
	单价	元			23.84	

工程名称：直播种草—紫羊茅(40kg/hm²)

定额编号：08057

定额单位：hm²

工作内容：种子处理、人工撒播草籽、用耙、耢、石碾子碾等方法覆土。

序号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)	备注
一	直接工程费	元			2932.36	
(一)	基本直接费	元			2819.57	
1	人工	工时	72.0	6.49	467.57	
2	材料费	元			2352.00	
	紫羊茅	kg	40	56.00	2240.00	
	其他材料费	%	5	2240.00	112.00	
(二)	其他直接费	%	4.0	2819.57	112.78	
二	间接费	%	6.0	2932.36	175.94	
三	企业利润	%	7.0	3108.30	217.58	
四	税金	%	9.00	3325.88	299.33	
	合计				3625.21	
	扩大 10%				3987.73	
	单价	元			3987.73	

工程名称：直播种草—紫花针茅（40kg/hm²）

定额编号：08057

定额单位：hm²

工作内容：种子处理、人工撒播草籽、用耙、耢、石碾子碾等方法覆土。

序号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)	备注
一	直接工程费	元			3019.72	
(一)	基本直接费	元			2903.57	
1	人工	工时	72.0	6.49	467.57	
2	材料费	元			2436.00	
	紫花针茅	kg	40	58.00	2320.00	
	其他材料费	%	5	2320.00	116.00	
(二)	其他直接费	%	4.0	2903.57	116.14	
二	间接费	%	6.0	3019.72	181.18	
三	企业利润	%	7.0	3200.90	224.06	
四	税金	%	9.00	3424.96	308.25	
	合计				3733.21	
	扩大10%				4106.53	
	单价	元			4106.53	

工程名称：直播种草—黑褐苔草（40kg/hm²）

定额编号：08057

定额单位：hm²

工作内容：种子处理、人工撒播草籽、用耙、耢、石碾子碾等方法覆土。

序号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)	备注
一	直接工程费	元			2801.32	
(一)	基本直接费	元			2693.57	
1	人工	工时	72.0	6.49	467.57	
2	材料费	元			2226.00	
	黑褐苔草	kg	40	53.00	2120.00	
	其他材料费	%	5	2120.00	106.00	
(二)	其他直接费	%	4.0	2693.57	107.74	
二	间接费	%	6.0	2801.32	168.08	
三	企业利润	%	7.0	2969.40	207.86	
四	税金	%	9.00	3177.25	285.95	
	合计				3463.21	
	扩大10%				3809.53	
	单价	元			3809.53	



工程名称：栽植狼牙刺（带土球）

定额编号：08110

单位：100 株

工作内容：挖坑、栽植、浇水、覆土保墒、清理。

序号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)	备注
一	直接工程费	元			1271.30	
(一)	基本直接费	元			1222.41	
1	人工	工时	93.6	6.49	607.85	
2	材料费	元			614.56	
	狼牙刺	株	102	6.00	612.00	
	水	m ³	4.00	0.64	2.56	
(二)	其他直接费	%	4.0	1222.41	48.90	
二	间接费	%	6.0	1271.30	76.28	
三	企业利润	%	7.0	1347.58	94.33	
四	税金	%	9.00	1441.91	129.77	
	合计				1571.68	
	扩大10%				1728.85	
	单价	元			17.29	

工程名称：栽植沙棘（带土球）

定额编号：08110

单位：100 株

工作内容：挖坑、栽植、浇水、覆土保墒、清理。

序号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)	备注
一	直接工程费	元			1165.22	
(一)	基本直接费	元			1120.41	
1	人工	工时	93.6	6.49	607.85	
2	材料费	元			512.56	
	沙棘	株	102	5.00	510.00	
	水	m ³	4.00	0.64	2.56	
(二)	其他直接费	%	4.0	1120.41	44.82	
二	间接费	%	6.0	1165.22	69.91	
三	企业利润	%	7.0	1235.14	86.46	
四	税金	%	9.00	1321.59	118.94	
	合计				1440.54	
	扩大10%				1584.59	
	单价	元			15.85	



工程名称：栽植攀援植物-西藏素馨

定额编号：08128

定额单位：100 株

工作内容：挖坑、栽植、回土、捣实、浇水、覆土、整理、施肥。

序号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)	备注
一	直接工程费	元			593.00	
(一)	基本直接费	元			570.20	
1	人工	工时	9.0	6.49	58.45	
2	材料费	元			511.75	
	西藏素馨	株	102	5.00	510.00	
	肥料	kg	5.5	0.19	1.05	
	水	m ³	1.10	0.64	0.70	
(二)	其他直接费	%	4.0	570.20	22.81	
二	间接费	%	6.0	593.00	35.58	
三	企业利润	%	7.0	628.58	44.00	
四	税金	%	9.00	672.58	60.53	
	合计				733.12	
	扩大10%				806.43	
	单价	元			8.06	

工程名称：植苗造林—云杉

定额编号：08115

定额单位：100 株

工作内容：挖坑、栽植、浇水、覆土保墒、清理。

序号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)	备注
一	直接工程费	元			2209.81	
(一)	基本直接费	元			2124.82	
1	人工	工时	91.2	6.49	592.26	
2	材料费	元			1532.56	
	云杉	株	102	15.00	1530.00	
	水	m ³	4.00	0.64	2.56	
(二)	其他直接费	%	4.0	2124.82	84.99	
二	间接费	%	6.0	2209.81	132.59	
三	企业利润	%	7.0	2342.40	163.97	
四	调差					
	云杉	株	102.0	200.00	20400.00	
五	税金	%	9.00	22906.37	2061.57	
	合计				24967.94	
	扩大10%				27464.74	
	单价	元			274.65	



工程名称：植苗造林—冷杉

定额编号：08115

定额单位：100 株

工作内容：挖坑、栽植、浇水、覆土保墒、清理。

序号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)	备注
一	直接工程费	元			2209.81	
(一)	基本直接费	元			2124.82	
1	人工	工时	91.2	6.49	592.26	
2	材料费	元			1532.56	
	冷杉	株	102	15.00	1530.00	
	水	m ³	4.00	0.64	2.56	
(二)	其他直接费	%	4.0	2124.82	84.99	
二	间接费	%	6.0	2209.81	132.59	
三	企业利润	%	7.0	2342.40	163.97	
四	调差					
	冷杉	株	102.0	171.00	17442.00	
四	税金	%	9.00	19948.37	1795.35	
	合计				21743.72	
	扩大10%				23918.10	
	单价	元			239.18	

工程名称：植苗造林—藏青杨

定额编号：08115

定额单位：100 株

工作内容：挖坑、栽植、浇水、覆土保墒、清理。

序号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)	备注
一	直接工程费	元			2209.81	
(一)	基本直接费	元			2124.82	
1	人工	工时	91.2	6.49	592.26	
2	材料费	元			1532.56	
	藏青杨	株	102	15.00	1530.00	
	水	m ³	4.00	0.64	2.56	
(二)	其他直接费	%	4.0	2124.82	84.99	
二	间接费	%	6.0	2209.81	132.59	
三	企业利润	%	7.0	2342.40	163.97	
四	调差				14280.00	
	藏青杨	株	102.0	140.00	14280.00	
五	税金	%	9.00	16786.37	1510.77	
	合计				18297.14	
	扩大10%				20126.86	
	单价	元			201.27	



工程名称：植苗造林—柳树

定额编号：08115

定额单位：100 株

工作内容：挖坑、栽植、浇水、覆土保墒、清理。

序号	名称及规格	单 位	数量	单价(元)	合价(元)	备注
一	直接工程费	元			2209.81	
(一)	基本直接费	元			2124.82	
1	人工	工时	91.2	6.49	592.26	
2	材料费	元			1532.56	
	柳树	株	102	15.00	1530.00	
	水	m ³	4.00	0.64	2.56	
(二)	其他直接费	%	4.0	2124.82	84.99	
二	间接费	%	6.0	2209.81	132.59	
三	企业利润	%	7.0	2342.40	163.97	
四	调差				10914.00	
	柳树	株	102.0	107.00	10914.00	
五	税金	%	9.00	13420.37	1207.83	
	合计				14628.20	
	扩大 10%				16091.02	
	单价	元			160.91	