

目 录

1	综合说明	1
1.1	项目简况	1
1.2	编制依据	4
1.3	设计水平年	7
1.4	水土流失防治责任范围	7
1.5	水土流失防治目标	7
1.6	项目水土保持评价结论	8
1.7	水土流失预测结果	10
1.8	水土保持措施布设成果	10
1.9	水土保持监测方案	15
1.10	水土保持投资及效益分析成果	15
1.11	结论	15
2	项目概况	18
2.1	项目组成及工程布置	18
2.2	施工组织	34
2.3	工程占地	87
2.4	土石方平衡	93
2.5	拆迁（移民）安置与专项设施改（迁）建	108
2.6	施工进度	114
2.7	自然概况	116
3	项目水土保持评价	135

3.1	主体工程选址（线）水土保持评价.....	135
3.2	建设方案与布局水土保持评价.....	137
3.3	主体工程设计中水土保持措施界定.....	166
4	水土流失分析与预测.....	169
4.1	水土流失现状.....	169
4.2	水土流失影响因素分析.....	171
4.3	土壤流失量预测.....	173
4.4	水土流失危害分析.....	192
4.5	指导性意见.....	193
5	水土保持措施.....	195
5.1	防治区划分.....	195
5.2	措施总体布局.....	196
5.3	分区措施布设.....	229
5.4	施工要求.....	314
6	水土保持监测.....	324
6.1	范围和时段.....	324
6.2	内容和方法.....	324
6.3	点位布设.....	334
6.4	实施条件和成果.....	336
7	水土保持投资概算及效益分析.....	340
7.1	投资概算.....	340
7.2	效益分析.....	384

8	水土保持管理	387
8.1	组织管理	387
8.2	后续设计及科研	389
8.3	水土保持监测	398
8.4	水土保持监理	398
8.5	水土保持施工	399
8.6	水土保持设施验收	400

附表:

附表 1: 防治责任范围表

附表 2: 单价分析表

附件:

附件 1: 关于委托开展金沙江上游昌波水电站水土保持方案报告书编制工作的函

附件 2: 《关于印发<金沙江上游昌波水电站施工总布置规划调整专题报告审查意见>的函》(水电规施[2022]21 号)

附件 3: 《关于报送《金沙江上游昌波水电站工程可行性研究报告(枢纽部分)咨询报告》的函》(水电咨水工[2022]114 号)

附件 4: 《金沙江上游昌波水电站工程可研阶段渣场用地功能优化会议纪要》(苏分公司纪要[2022]59 号)

附件 5: 《巴塘县人民政府关于金沙江上游昌波水电站堆料场、表土堆存场选址的确认函》(巴塘府函[2022]65 号)

附件 6: 《关于金沙江上游昌波水电站弃渣场和表土堆存场选址的确认函》(芒政函[2022]20 号)

附件 7: 《金沙江上游昌波水电站弃渣场水土保持选址及防护专题报告》主要结论

附件 8: 《金沙江上游昌波水电站弃渣场、表土堆存场稳定分析专题报告》主要结论

附件 9: 《金沙江上游昌波水电站弃渣场、表土堆存场工程地质勘察报告》主要结论

附件 10: 《巴塘县交通运输局关于竹茨公路使用性质的说明》(巴交发[2022]143 号)

附图:

详见附图册

1 综合说明

1.1 项目简况

1.1.1 项目基本情况

一、项目建设必要性

1、符合国家能源发展战略

“2030 年碳达峰、2060 年碳中和”（以下简称“双碳目标”）已成为我国能源发展的重大战略决策和目标，昌波水电站的建设有利于我国“双碳目标”的实现，有利于保护生态环境助力西藏生态安全屏障建设，助力美丽中国建设并落实生态文明建设要求；助力我国能源转型，尤其是西藏自治区的能源转型，是我国能源结构调整（降低煤炭、提高非化石能源消费比重），实现非化石能源发展目标重要手段；同时可增强节能减排效果。

2、促进金沙江上游可再生能源开发

金沙江上游川藏段进行可再生能源综合开发的优势明显，昌波水电站的建设是支撑可再生能源基地容量及电量规模不可分割的重要组成部分，其开发对于推动可再生能源基地有序按既定目标开发，发挥效益具有重要作用，对于促进金沙江上游流域水风光一体化开发具有重要作用。

3、促进藏区跨越式发展和长治久安

昌波水电站的开发建设，对于促进藏区经济的跨越式发展，缩小地区差距，维护社会稳定，增进民族团结，保持藏区长治久安具有重大的现实意义和深远的历史意义，将为本地地区的经济社会发展、人民生活水平提高、民族团结繁荣和全面建设小康社会做出重要贡献。

4、建设条件好、技术经济指标可行

昌波水电站的开发建设无重大外部制约因素，建设条件好，技术经济指标可行。

因此，昌波水电站的建设是必要的。

二、项目概况

昌波水电站为金沙江上游干流梯级规划“一库十三级”中的第 11 个梯级，枢纽区左岸为四川省甘孜州巴塘县，右岸为西藏自治区昌都市芒康县。坝址距巴塘县公路里程 83km，距

芒康县公路里程 121km，坝址左岸有 G215 国道通过、右岸有 S201 省道通过，工程对外交通方便。

昌波水电站为新建二等大（2）型工程，建设任务以发电为主；电站采用混合式开发，为径流式电站；电站装机容量 826MW（其中引水式电站装机 740MW，河床式电站装机 86MW），多年平均发电量 44.68 亿 kW·h。昌波水电站正常蓄水位 2387m，相应库容 0.167 亿 m³，死水位 2382m，调节库容 0.081 亿 m³。大坝为混凝土闸坝，坝顶高程为 2390m，坝顶总长 232.75m，最大坝高 38m。

本项目由枢纽工程（拦河闸坝+左岸引水系统+左岸地下厂房）、2 处弃渣场、2 处表土堆存场、交通设施（长度 35.24km，其中公路明线 26.83km，隧洞 8.03km，桥梁 0.38km/3 座）、施工生产生活场地、水库淹没区域、分散搬迁安置工程及专项设施复建工程等组成。

本工程规划设计水平年生产安置人口为 164 人，采取自行安置与逐年货币补偿安置相结合的生产安置方式；搬迁安置人口为 89 人，采取分散安置的搬迁安置方式。复建 S201 省道 1.5km、输水管道 1.644km、灌溉渠道 1.122km、输电线路 8.97km、通信线路 18.05km。

昌波水电站工程总占地 407.83hm²，其中永久占地 268.83hm²（含电站淹没占地 183.33hm²，淹没重叠部分用地 9.22hm²），临时占地 139.00hm²；工程土石方总挖方 1061.30 万 m³（含表土、可用于改良作为后期植被恢复的土方、可用于建筑材料的利用方）；填方 83.06 万 m³，建筑材料利用 217.26 万 m³；弃方 760.98 万 m³，折合松方约 917.05 万 m³。

本工程预计 2024 年 1 月开工，2029 年 12 月完工，总工期为 72 个月（不含筹建期）。工程总投资 1431771.84 万元，其中土建投资 724154.88 万元，资金来源为建设单位自筹。

1.1.2 项目前期工作进展情况

一、河流规划

2012 年 7 月，国家发展和改革委员会以“发改办能源〔2012〕2008 号”文批复了《金沙江上游水电规划报告》，昌波水电站是金沙江上游干流河段水电规划 13 个梯级电站中的第 11 个梯级，上游为苏洼龙水电站，下游为旭龙水电站。

二、勘察设计过程

2017 年 10 月，中国电建集团贵阳勘测设计研究院有限公司（以下简称“贵阳院”）编制完成《金沙江上游昌波水电站预可行性研究报告》。2018 年 9 月 29 日，水电水利规划设计总院以《关于印送〈金沙江上游昌波水电站预可行性研究报告意见〉的函》（水电规规[2018]158 号）文批复同意预可行性研究报告主要成果。

2019 年 10 月~11 月, 贵阳院编制完成了《金沙江上游昌波水电站可行性研究阶段正常蓄水位选择专题报告》、《金沙江上游昌波水电站可行性研究阶段施工总布置规划专题报告》、《金沙江上游昌波水电站枢纽布置格局比选专题咨询报告》, 并分别取得了审查意见。

由于现场交通变化、有关新文件的颁布, 昌波水电站施工布置需要进行调整优化, 贵阳院于 2022 年 2 月编制完成《金沙江上游昌波水电站可行性研究阶段施工总布置规划调整专题报告》, 并于 2022 年 3 月取得了审查意见。

三、水土保持方案编制情况

在进行昌波水电站规划、预可行性、可行性研究勘测设计工作的同时, 贵阳院同步开展了水土保持措施规划设计、弃渣场规划选址设计工作, 并在可行性研究阶段同步启动了水土保持方案编制工作。2022 年 4 月编制完成了《金沙江上游昌波水电站水土保持方案报告书》内审稿, 并通过了贵州华电乌江水电工程项目管理有限公司内部技术评审。

2022 年 5 月~11 月, 贵阳院根据有关专家意见对水土保持方案报告书不断修改完善, 于 2022 年 8 月编制完成了《金沙江上游昌波水电站水土保持方案报告书》。本工程环评、地灾、建设征地移民等专题已通过审查。

本项目水土保持方案编制过程中开展了《金沙江上游昌波水电站弃渣场水土保持选址及防护专题报告》等工作。此外, 方案针对工程及当地自然环境特征, 提出了下阶段需进行重点研究的课题, 为工程实施高质量的水土保持工作奠定基础。

1.1.3 自然概况

项目区属长江流域, 总体上为高山峡谷地貌, 地处高原温带季风气候地区, 多年平均气温 12.9°C , 多年平均降水量 497.0mm , 多年平均蒸发量 1811.4mm (20cm 蒸发皿观测值), 属于干旱区; 雨季为 5~10 月。项目区主要分布湿潮土、褐土、灰褐土、棕壤土、暗棕壤土、亚高山草甸土、高山草甸土、沼泽土和高山寒漠土等, 坝址附近两岸土壤主要为湿潮土、褐土、灰褐土、棕壤土、暗棕壤土。植被类型属川西高山山原峡谷针叶林地带, 林草覆盖率约 41.2%。

项目区涉及的巴塘县、芒康县属于金沙江岷江上游及三江并流国家级水土流失重点预防区, 水土保持区划属青藏高原区——藏东-川西高山峡谷区, 容许土壤流失量 $500\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$, 土壤侵蚀类型主要为水力侵蚀。项目区平均土壤侵蚀背景值为 $2234\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$, 平均侵蚀强度为轻度。昌波水电站枢纽工程涉及水功能一级区“金沙江川藏滇缓冲区”、“莫曲巴塘保留区”。

1.2 编制依据

1.2.1 法律法规

- 1、《中华人民共和国水土保持法》(1991年6月29日颁布,2010年12月25日修订,2011年3月1日施行);
- 2、《中华人民共和国水土保持法实施条例》(1993年8月1日发布,自发布之日起施行,2011年1月8日修订);
- 3、《中华人民共和国水法》(1988年1月21日通过,2002年8月29日修订,2002年10月1日施行,2016年7月2日再次修订);
- 4、《中华人民共和国防洪法》(1997年8月29日颁布,2009年8月27日第一次修正,2015年4月24日第二次修正,2016年7月2日第三次修订,自2016年9月1日起施行);
- 5、《中华人民共和国河道管理条例》(1988年6月3日通过,2018年3月19日第四次修订);
- 6、《中华人民共和国土地管理法》(1987年1月1日起施行,1998年8月29日第一次修订,2004年8月28日第二次修订,2019年8月26日第三次修订,自2020年1月1日起施行);
- 7、《四川省〈中华人民共和国水土保持法〉实施办法》(2012年9月21日公布,2012年12月1日起施行);
- 8、《西藏自治区实施〈中华人民共和国水土保持法〉办法》(2013年7月25日颁布,2013年10月1日起施行);
- 9、《西藏自治区国家生态文明高地建设条例》(2021年1月24日公布,自2021年5月1日起施行)。

1.2.2 部委规章

- 1、《开发建设项目水土保持方案编报审批管理规定》(水利部令第5号,1995年5月30日发布,2017年12月22日水利部第49号令修订);
- 2、《水土保持生态环境监测网络管理办法》(水利部令第12号,2000年1月31日公布,2014年8月19日水利部令第46号修改);
- 3、《水利部水利工程建设监理规定》(2006年12月18日水利部令28号公布,2007年2月1日施行,2017年12月22日修订);

4、《企业投资项目核准和备案管理条例》（国务院令第 673 号，2016 年 12 月 14 日发布，自 2017 年 2 月 1 日起施行）。

1.2.3 规范性文件

- 1、《国务院关于印发青藏高原区域生态建设与环境报告规划（2011~2030 年）的通知》（2011 年 5 月）；
- 2、水利部办公厅关于印发《水利部生产建设项目水土保持方案变更管理规定（试行）的通知》（办水保[2016]65 号）；
- 3、《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）；
- 4、《水利部办公厅关于印发生产建设项目水土保持技术文件编写和印制格式规定（试行）的通知》（水保办[2018]135 号）；
- 5、《水利部关于进一步深化“放管服”改革全面加强水土保持监管的意见》（水保[2019]160 号）；
- 6、《水利部办公厅关于印发生产建设项目水土保持监督管理办法的通知》（办水保[2019]172 号）；
- 7、《水利部办公厅关于印发生产建设项目水土保持问题分类和责任追究标准的通知》（办水保函[2020]564 号）；
- 8、《水利部办公厅关于实施生产建设项目水土保持信用监管“两单”制度的通知》（办水保[2020]157 号）；
- 9、《水利部办公厅关于做好生产建设项目水土保持承诺制管理的通知》（办水保[2020]160 号）；
- 10、《水利部办公厅关于进一步加强生产建设项目水土保持监测工作的通知》（办水保[2020]161 号）；
- 11、《关于印发生产建设项目水土保持方案技术审查要点的通知》（水保监[2020]63 号）；
- 12、《四川省水利厅转发水利部关于加强事中事后监管规范生产建设项目水土保持设施自主验收的通知》（川水函[2018]887 号）。

1.2.4 技术规范与标准

- 1、《生产建设项目水土保持技术标准》（GB 50433-2018）；
- 2、《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T 50434-2018）；

- 3、《生产建设项目水土保持监测与评价标准》(GB/T 51240-2018);
- 4、《水土保持工程设计规范》(GB 51018-2014);
- 5、《水土保持工程调查与勘测标准》(GB/T 51297-2018);
- 6、《水电建设项目水土保持技术规范》(NB/T 10509-2021);
- 7、《水电工程水土保持生态修复技术规范》(NB/T 10510-2021);
- 8、《水电工程水土保持设计规范》(NB/T 10344-2019);
- 9、《水电工程水土保持设施验收技术规程》(NB/T 35119-2018);
- 10、《水电工程弃渣场设计规范》(NB/T 35111-2018);
- 11、《水电工程泥石流勘察与防治设计规程》(NB/T 10139-2019);
- 12、《水电工程施工组织设计规范》(NB/T 10491-2021);
- 13、《水电工程边坡设计规范》(NB/T 10512-2021);
- 14、《水电工程水土保持监测技术规程》(NB 10506-2021);
- 15、《水土保持综合治理效益计算方法》(GB 15774-2008);
- 16、《水土保持综合治理技术规范》(GB 16453-2008);
- 17、《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190-2007);
- 18、《水利水电工程制图标准 水土保持图》(SL73.6-2015)。

1.2.5 技术文件与相关资料

- 1、《全国水土保持规划(2015-2030年)》(国函[2015]160号);
- 2、《四川省水土保持规划(2015-2030年)》(四川省水利厅,2016年11月);
- 3、《西藏自治区水土保持规划(2019-2030年)》(西藏自治区水利厅,2019年8月);
- 4、《金沙江上游昌波水电站可行性研究阶段正常蓄水位选择专题报告》(中国电建集团贵阳勘测设计研究院有限公司,2019年10月);
- 5、《金沙江上游昌波水电站可行性研究阶段枢纽布置格局比选专题咨询报告》(中国电建集团贵阳勘测设计研究院有限公司,2019年10月);
- 6、《金沙江上游昌波水电站可行性研究阶段施工总布置规划专题报告》(中国电建集团贵阳勘测设计研究院有限公司,2019年11月);
- 7、《金沙江上游昌波水电站可行性研究阶段施工总布置规划调整专题报告》(中国电建集团贵阳勘测设计研究院有限公司,2022年3月);
- 8、《金沙江上游昌波水电站可行性研究报告(枢纽部分)》(中国电建集团贵阳勘测设

计研究院有限公司，2022 年 6 月)；

9、主体工程设计的其他有关成果和资料。

1.3 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，水土保持方案设计水平年应为工程完工的当年或后一年。按照本工程进度安排，预计 2024 年 1 月开工，2029 年 12 月完工。因此，本方案设计水平年取主体工程完工的后一年，即 2030 年。

1.4 水土流失防治责任范围

生产建设项目水土流失防治责任范围应包括项目永久征地、临时占地（含租赁土地）以及其他使用与管辖区域。本工程防治责任范围共计 407.83hm²（其中，永久占地 268.83hm²，临时占地 139.00hm²），分属于四川省巴塘县和西藏自治区芒康县。其中，四川省巴塘县 238.56hm²（其中，永久占地 141.51hm²，临时占地 97.05hm²），西藏自治区芒康县 169.27hm²（其中，永久占地 127.32hm²，临时占地 41.95hm²）。

1.5 水土流失防治目标

1.5.1 执行标准等级

本工程涉及四川省巴塘县、西藏自治区芒康县。根据《西藏自治区水土保持规划（2019-2030 年）》、《四川省水土保持规划（2015-2030 年）》，芒康县和巴塘县属于金沙江岷江上游及三江并流国家级水土流失重点预防区；涉及一级水功能区中的“金沙江川藏滇缓冲区”、“莫曲巴塘保留区”。因此，按照《生产建设项目水土流失防治标准》的规定，本工程水土流失防治标准执行青藏高原区一级标准。

1.5.2 防治目标

根据《生产建设项目水土流失防治标准》(GB/T 50434-2018)和《生产建设项目水土保持技术标准》(GB 50433-2018)的有关规定，昌波水电站水土流失防治目标调整情况如下：

(1)本工程位于干旱区，水土流失治理度、林草植被恢复率、林草覆盖率可降低 3%~5%，方案报告书考虑将水土流失治理度、林草植被恢复率、林草覆盖率均降低 3%。

(2)本工程无法避让金沙江岷江上游及三江并流国家级水土流失重点预防区，结合

GB 50433-2018 的要求，林草覆盖率应提高 1 个~2 个百分点，方案报告书考虑林草覆盖率提高 2 个百分点。

(3) 本工程属于以轻度侵蚀为主的区域，土壤流失控制比不应小于 1。

(4) 本工程地貌类型总体上为高山峡谷地貌，考虑本项目涉及国家级水土流失重点预防区，渣土防护率不做调整。

根据上述 (1)~(4) 条，本项目水土流失防治指标具体调整情况见下表。

表 1.5-1 水土流失防治指标计算表

防治目标	青藏高原区一级标准基准值		调整			调整后指标值	
	施工期	设计水平年	轻度土壤侵蚀	干旱区	无法避让两区	施工期	设计水平年
水土流失治理度(%)	—	85		—/-3		—	82
土壤流失控制比	—	0.80	—/+0.20			—	1.00
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		—/-3		—	92
林草覆盖率(%)	—	16		—/-3	—/+2	—	15

1.6 项目水土保持评价结论

1.6.1 主体工程选址（线）评价

本工程选址（线）不涉及河流两岸、湖泊和水库周边植物保护带，未占用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；但本项目客观上无法避让金沙江岷江上游及三江并流国家级水土流失重点预防区。因此，本项目的建设应当提高防治标准，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。

1.6.2 建设方案与布局评价

1、建设方案

本工程客观上无法避让国家级水土流失重点预防区，大坝工程采用桩基础而非大开挖的方式以减少土石方挖填量；充分利用工程开挖有用料而不再新设料场以减少开挖量和扰动地表面积；方案中截排水工程、拦挡工程的工程等级和防洪标准均提高一级；布设了雨洪集蓄、沉沙设施；提高植物措施标准，林草覆盖率提高了 2 个百分点；对可适当降低防治指标值的渣土防护率不降低。总体上，项目建设方案满足项目约束性规定的有关要求。

2、工程占地

项目建设方案尽量采用节约占地的方案，工程占地符合节约用地和减少扰动的要求；临时占地考虑全面，临时占地满足施工要求。

3、土石方平衡

土石方平衡中，主体设计根据建筑材料的质量要求，充分利用开挖的石方作为建筑材料，余方尽量用于场地平整，土石方利用率约 28%。项目土石方挖填数量基本符合最优化原则，土石方调运符合节点适宜、时序可行、运距合理原则。

4、取料场设置

本工程砂石料采用工程开挖料，不设置取料场。

5、弃渣场、转存料场及表土堆存场设置

本项目设置了 2 处弃渣场、2 处表土堆存场，经分析论证，弃渣场、表土堆存场均未布置在对公共设施、基础设施、工业企业、居民点等有重大影响区域；不涉及河湖管理范围，不涉及生态红线及基本农田，不涉及 II 级及以上保护林地，也不涉及饮用水水源保护区、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、地质公园、森林公园、重要湿地等敏感区域。选址已取得巴塘县人民政府、芒康县人民政府同意选址的意见。

从水土保持角度，本项目设置的渣场符合《生产建设项目水土保持技术标准》的要求。

6、施工方法与工艺

本项目针对高陡边坡采取分台阶放坡开挖、锚喷、锚杆（锁）等支护措施，这些处理方法及工艺加固了边坡稳定，有助于避免塌陷、边坡失稳的发生；导流洞进出口采用预留岩坎或岩坎加高的方式创造干地施工；围堰填筑前期采用大块石，后期围堰上下游设置钢筋笼护坡、混凝土面板等护坡的方式保护围堰；交通道路先实行拦挡再施工，开挖的土石方及时回填，不能回填的及时运至弃渣场，可有效避免开挖渣料顺坡滑落。上述施工方法、工艺有利减少水土流失，符合水土保持要求；堆渣考虑了弃渣边坡坡比、马道、截排水及拦挡等有利于保证渣场稳定和安全的措施，基本满足水土保持的要求。下阶段需进一步研究减少水土流失的工艺和方法。

7、具有水土保持功能工程评价

主体设计考虑了喷锚支护、混凝土贴坡挡墙、预应力锚索、主被动防护网、泥石流防治工程，渣场碾压、基础处理及岸坡防护工程等措施，这些措施是有利于水土保持的措施，但主要服务于主体工程和施工安全，不界定为水土保持措施。

此外，主体设计于各区设置了截水沟、排水沟、复垦等措施，上述措施设计标准满足主体设计相关规范和《水土保持工程设计规范》(GB51018-2014)的要求。根据《生产建设项目水土保持技术标准》的有关规定，这些措施界定为水土保持措施，总投资 2368.96 万元。本方案结合主体设计的水土保持措施，对各区因地制宜地完善水土保持措施体系，以达到拟定的水土流失防治目标。

8、本工程地处青藏高原，生态脆弱，降雨量少，施工结束后，植被恢复相对较困难。下阶段进一步细化供水灌溉配套设施设计，加强植被恢复科研试验。

1.7 水土流失预测结果

本项目建设可能产生土壤流失总量约 13 万 t，其中新增土壤流失量约 10 万 t（施工期新增土壤流失量约 9 万 t，自然恢复期新增土壤流失总量约 1 万 t）。施工期为本工程水土流失重点防治时段。产生水土流失的重点部位为枢纽工程区、弃渣场区、交通设施区及施工生产生活区。

可能产生的水土流失危害主要是：边坡开挖可能造成边坡局部破碎地带滑塌，造成重力侵蚀危害，渣料顺坡滚落侵入周边土地，破坏周边土地资源和生态环境，影响项目区的景观；流失的渣料进入河道，可能造成壅高河道水位，增加下游段的泥沙含量，造成淤积，影响行洪及下游电站运行；若前期不做好表土资源剥离保护，不仅易造成水土流失，还会给后期恢复植被增加困难等。

1.8 水土保持措施布设成果

一、电站枢纽工程区

1、枢纽工程区

施工前，收集堆积体开挖的土方，运至表土堆存场堆存；在坝前左岸 I 号堆积体、大坝左岸坝肩、厂区出线平台开挖边坡顶部及大坝下游右岸回填平台上游来水侧布设浆砌石或混凝土截排水沟，截排水沟出口设混凝土沉沙池；在较陡的边坡开挖前沿下边坡设置钢管桩竹串片临时拦挡。施工期间，对无法及时恢复植被的地表裸露区域布设临时苫盖。施工后期，在开挖边坡马道设置种植槽；对种植槽内、大坝下游右岸回填平台、坝前 I 号堆积体开挖平台进行土地整治；土地整治后对种植槽内、坝前 I 号堆积体开挖平台种植灌木、撒播草种进行绿化；对大坝下游右岸回填平台进行园林景观绿化；对开挖边坡采用植被混凝土、厚层基材植物护坡等生态护坡措施；对征地红线范围内未扰动区域采用施有机肥并

穴播草种；此外，上述绿化区域设置蓄水灌溉措施，植被恢复初期布设临时苫盖措施。

(1) 主体设计工程量：

工程措施：截水沟 1731m。

(2) 方案新增工程量：

工程措施：土方收集 56712m³，截水沟 495m，排水沟 4920m，沉沙池 5 个，种植槽 6511m，土地整治 11.21hm²。

植物措施：撒播草籽 3.89hm²，穴播草籽 6.61hm²，种植灌木 18047 株，植被混凝土护坡 11.78hm²，厚层基材植被护坡 0.86hm²，园林景观 0.71hm²，泵房 80m²，输提水管道 8540m，喷灌系统管路 22062m，蓄水池 1 座，自动灌溉控制系统 2 套。

临时措施：无纺布苫盖 25.29hm²，钢管桩竹串片临时拦挡 1700m。

2、弃渣场区

弃渣场启用前，剥离表土，并收集土方，运至表土堆存场堆存；弃渣场上游来水侧设置混凝土截水沟，截水沟出口设置混凝土沉沙池，弃渣场堆渣区域底部设置导排渗沟，弃渣场坡脚设置混凝土拦挡工程，弃渣场内部堆料坡脚设置钢筋石笼拦挡工程。渣料堆存期间，对裸露的堆渣（料）体布设临时苫盖，设置临时排水沟、沉沙池。堆渣结束后，对堆渣边坡马道设置排水沟，排水沟末端与截水沟相接；对堆渣边坡设置混凝土框格护坡，框格梁内进行土地整治种植灌草；对右岸大平台弃渣场顶部终了平台进行复垦，对格拉轰曲沟对岸弃渣场顶部平台进行土地整治后种植灌草恢复植被；对征地红线范围内未扰动区域施有机肥并穴播草种；此外，上述绿化区域设置蓄水灌溉措施，植被恢复初期布设临时苫盖措施。

(1) 主体设计工程量：

工程措施：复垦 10.90hm²。

(2) 方案新增工程量：

工程措施：表土剥离 47070m³，土方收集 74606m³，拦挡工程 1427m，截水沟 2181m，排水沟 7430m，沉沙池 4 个，导排渗沟 43500m，土地整治 21.77hm²。

植物措施：撒播草种 3.49hm²，穴播草种 2.79hm²，种植灌木 8724 株，框格植灌草护坡 18.66hm²，泵房 80m²，输提水管道 5920m，喷灌系统管道 41039m，蓄水池 1 座，自动灌溉控制系统 2 套。

临时措施：临时排水沟 5800m，临时沉沙池 19 座，无纺布苫盖 39.86hm²，钢筋石笼

挡墙 1203m。

3、表土堆存场区

堆存表土前，堆土区域下游侧布设钢筋石笼挡墙，场地周边布设混凝土截水沟，出口设置混凝土沉沙池。堆土过程中，对表土堆存区的土壤进行改良，并对裸露的土方采用临时苫盖。堆土结束后，对堆存的土壤表面采用撒播草种防护；堆土回采利用结束后，对施工迹地进行土地整治，种植灌草，并设置蓄水灌溉设施，植被恢复初期布设临时苫盖措施。

方案新增工程量：

工程措施：拦挡工程 205m，截水沟 262m，沉沙池 1 个，土地整治 1.68hm²，堆土期掺肥 279732m³，堆存期喷肥 2.41hm²。

植物措施：种草籽 1.68hm²，种植灌木 4200 株，输提水管道 1260m，喷灌系统管道 2824m，自动灌溉控制系统 1 套。

临时措施：无纺布苫盖 3.55hm²，撒播绿肥作物 2.87hm²。

4、交通设施区

永久道路：施工前，剥离表土，并收集土方，运至表土堆存场堆存；道路下边坡设钢管桩竹串片板栅栏拦挡坡面滚石。施工过程中，道路沿线布设浆砌石排水沟，出口设混凝土沉沙池，桥梁两端设泥浆沉淀池；对无法及时恢复植被的裸露区域采取临时苫盖措施。施工后期，挖填边坡坡面采取混凝土框格梁生态袋护坡、植被混凝土护坡、厚层基材植被护坡等生态护坡措施，道路沿线种植行道树，其他低矮平缓的扰动区域进行土地整治后撒播草种恢复植被。此外，对征地红线内其他空闲地施有机肥并穴播草种，植被恢复初期布设临时苫盖措施。

临时道路：施工前，剥离表土，并收集土方，运至表土堆存场堆存；道路下边坡设钢管桩竹串片板栅栏拦挡坡面滚石。施工过程中，道路沿线布设浆砌石排水沟，出口设混凝土沉沙池；对无法及时恢复植被的裸露区域采取临时苫盖措施。施工后期，挖填边坡坡面采取混凝土框格梁植灌草护坡、厚层基材植物护坡、客土喷播植草等生态护坡措施；道路利用完毕，对原占地类型为耕园地的区域恢复原土地利用类型，对道路其他路面、低矮的土质边坡及平缓区域进行土地整治后种植灌草，并设置蓄水灌溉设施。此外，对征地红线内其他空闲地采取施有机肥并穴播草种，植被恢复初期布设临时苫盖措施。

（1）主体设计工程量：

工程措施：排水沟 23250m，复垦 0.85hm²。

(2) 方案新增工程量:

工程措施: 表土剥离 4080m^3 , 土方收集 23513m^3 , 沉沙池 36 个, 土地整治 36.51hm^2 。

植物措施: 撒播草种 18.60hm^2 , 穴播草种 15.18hm^2 , 种植行道树 464 株, 种植灌木 47525 株, 框格植灌草护坡 3.29hm^2 , 框格生态袋护坡 1.46hm^2 , 植被混凝土护坡 1.05hm^2 , 厚层基材植被护坡 6.37hm^2 , 客土喷播植草护坡 9.99hm^2 。

临时措施: 泥浆沉淀池 2 个, 无纺布苫盖 42.02hm^2 , 钢管桩竹串片临时拦挡 9342m。

5、施工生产生活区

施工前, 剥离表土, 并收集土方, 运至表土堆存场堆存; 在场平区域下边坡设钢管桩竹串片板栅栏或编织袋土临时挡墙拦挡, 对临河侧的施工场地设置钢筋石笼挡墙拦挡, 开挖边坡上游设混凝土截水沟, 截水沟末端设置沉沙池; 沉沙池水出口接道路排水沟或道路下的钢波纹管至自然沟道; 对业主建设管理营地区内保存的土壤资源外围设置编织袋土临时拦挡; 对萨日西 1 号沟施工场地内的古核桃树进行移栽。施工过程中, 沿施工生产生活设施周边或内部设混凝土排水沟, 排水沟出口设置混凝土沉沙池或接截水沟; 生活营地边坡设置框格生态袋护坡; 承包商营地内部种植灌草进行绿化美化, 业主营地内部绿化区域土地整治后进行园林绿化; 其他施工生产设施开挖边坡采用客土喷播植草护坡; 对无法及时恢复植被的裸露区域采取临时苫盖措施。施工结束后, 对承包商营地其他扰动区域、施工生产设施扰动区域进行土地整治, 土地整治后种植乔灌草恢复植被, 并设置蓄水灌溉设施。此外, 对征地红线内其他空闲地采取施有机肥并穴播草种, 植被恢复初期布设临时苫盖措施。

(1) 主体设计工程量:

工程措施: 复垦 4.43hm^2 ;

植物措施: 古核桃树移栽 2 棵。

(2) 方案新增工程量:

工程措施: 表土剥离 30660m^3 , 土方收集 40831m^3 , 截水沟 3581m, 排水沟 4196m, 钢波纹管 45m, 沉沙池 31 个, 土地整治 42.47hm^2 。

植物措施: 撒播草种 29.66hm^2 , 穴播草种 11.38hm^2 , 种植乔木 1784 株, 种植灌木 72906 株, 框格植生袋护坡 2.11hm^2 , 客土喷播植草护坡 4.50hm^2 , 园林绿化 1.43hm^2 , 输提水管道 1520m, 喷灌系统管道 9919m, 自动灌溉控制系统 1 套。

临时措施: 无纺布苫盖 46.53hm^2 , 钢管桩竹串片拦挡 2675m, 编织袋土挡墙 700m,

钢筋石笼挡墙 310m，栽植灌木 3699 株，种草籽 1.48hm²。

6、水库淹没及影响区

提出水土保持要求。

二、移民安置区

1、库岸防护工程区

施工前，坡面开挖上游侧设置浆砌石截水沟，开挖区域下游侧设置钢管桩竹串片板栅栏。施工过程中，对无法及时恢复植被的裸露区域采取临时苫盖措施。施工后期，可恢复植被区域进行土地整治后种植灌草，植被恢复初期采取临时苫盖保温。

（1）主体设计工程量：

工程措施：截水沟 426m。

（2）方案新增工程量：

工程措施：土地整治 0.28hm²。

植物措施：种草籽 0.28hm²，种植灌木 699 株。

临时措施：无纺布苫盖 0.28hm²，钢管桩竹串片拦挡 188m。

2、专项设施复建区

复建交通工程：施工前，收集土方，运至表土堆存场堆存；在道路开挖回填边坡下部设钢管桩竹串片板栅栏拦挡坡面滚石。施工过程中，道路沿线设混凝土排水沟，出口设混凝土沉沙池，对无法及时恢复植被的裸露区域采取临时苫盖措施。施工后期，挖填边坡坡面采取混凝土框格梁生态袋护坡、植被混凝土护坡、厚层基材植被护坡等生态护坡措施，道路沿线种植行道树，其他低矮平缓的扰动区域进行土地整治后种植灌草恢复植被；此外，对征地红线内其他空闲地采取施有机肥并穴播草种，植被恢复初期布设临时苫盖措施。

复建输水管（渠）道：施工前，收集土方，堆存于管（渠）道一侧，采取拦挡措施；施工过程中，对无法及时恢复植被的裸露区域采取临时苫盖措施。施工结束后，对扰动区域进行土地整治并撒播草种，植被恢复初期布设临时苫盖措施。。

复建输电及通信线路：施工结束后，扰动区域进行土地整治，撒播草种恢复植被。

（1）主体设计工程量：

工程措施：排水沟 1550m。

（2）方案新增工程量：

工程措施：土方收集 5290m³，沉沙池 3 个，土地整治 2.57hm²。

植物措施：撒播草种 1.91hm^2 ，穴播草种 0.66hm^2 ，种植行道树 300 株，种植灌木 825 株，框格生态袋护坡 0.49hm^2 ，植被混凝土护坡 0.39hm^2 ，厚层基材植被护坡 1.41hm^2 。

临时措施：无纺布苫盖 3.79hm^2 ，钢管桩竹串片拦挡 375m，编织袋土挡墙 800m。

1.9 水土保持监测方案

本工程监测时段从筹建期开始，至设计水平年结束（工程完工后一年），共计 8 年（96 个月）。水土保持监测的内容主要包括水土流失影响因素、施工全过程各阶段扰动土地情况、水土流失状况、防治成效及水土流失危害、弃渣场稳定性监测等。监测方法综合采取地面监测、实地调查监测、卫星和无人机遥感监测、视频监控等多种方式进行监测。本工程共布设 54 个监测点位，其中枢纽工程区 12 个、弃渣场区 6 个、表土堆存场区 6 个、交通设施区 12 个、施工生产生活区 12 个、库岸防护工程区 3 个、专项设施复建区 3 个。

1.10 水土保持投资及效益分析成果

本工程水土保持工程静态投资为 40365.21 万元，其中水土保持专项投资 37996.16 万元，主体工程中具有水土保持功能工程投资 2368.96 万元。水土保持专项投资中，工程措施投资 7877.53 万元，植物措施投资 14922.27 万元，临时措施投资 1986.16 万元，水土保持监测工程投资 1554.33 万元，独立费用 9846.53 万元（其中项目建设管理费 3858.97 万元，科研勘察设计费 5667.19 万元，水土保持补偿费 320.37 万元。项目建设管理费中水土保持监理费 1200.00 万元），基本预备费 1809.34 万元。

水土保持方案实施后，到设计水平年，本工程水土流失治理面积 184.39hm^2 ，林草植被建设面积 82.75hm^2 ，可减少水土流失量约 7.76 万 t；本工程水土流失治理度可达到 87.6%，土壤流失控制比可达到 1.06，渣土防护率可达到 88.6%，表土保护率可达到 98.7%，林草植被恢复率可达到 95.3%，林草覆盖率可达到 36.9%。水土流失各项防治指标均可达到防治目标要求。

1.11 结论

1、结论

本工程选址选线、建设方案、水土流失防治等方面符合水土保持法律法规、技术标准的规定，实施水土保持措施后能达到控制水土流失、保护和恢复生态环境的目的。

2、建议和要求

(1) 本方案对相关水土保持措施计算复核的内容仅为措施合理性及完整性复核评价之目的,不代替后续设计工作,应按批复的水土保持方案和相关规程规范,开展后续设计。

(2) 应根据批复的水土保持方案及相关规程规范,及时开展水土保持监理、水土保持监测等工作。

(3) 开挖地表前应进行表土剥离,妥善保存,用作植被恢复覆土。此外,重视土壤改良工作,改善土壤质量,进而提升植被恢复效果。

(4) 在招标文件和合同中明确施工单位的水土保持责任和义务,并明确水土保持工程量及投资。建立规章制度,严格控制工程建设的扰动范围和临时堆土石的堆放,施工过程中尽可能保护地表植被免遭破坏。

(5) 开挖的土石方应尽快运至回填利用区域,缩短土石方的临时堆放时间,不能利用的,及时运至弃渣场堆存。

(6) 开挖渣料禁止随意向下边坡倾倒,弃渣场防护坚持“先拦后弃”原则。弃渣场堆渣前须做好表土剥离和防护措施,严格按设计坡比堆存弃渣,弃渣须自下而上堆放、分层摊铺、推平、碾压,以提高渣体的密实度和稳定性。弃渣场堆渣量大,需加强渣场施工质量监管,做好视频监控,保证渣场安全稳定运行。

(7) 鉴于设计深度,下阶段根据主体设计供水系统情况,并结合科研成果,进一步完善供水灌溉绿化设计。

(8) 项目若发生重大变更,应在变更前重新编制水土保持方案,报原审批机关审批。

(9) 水土保持工程完工后,应积极开展自主验收,向社会公开水土保持设施验收材料,并在水土保持方案审批机关报备水土保持设施验收材料。

(10) 本工程地处青藏高原,施工扰动后植被恢复困难,方案报告书提出了有关植被恢复等科研,后续应根据科研工作成果,完善建设区水土保持生态恢复措施。

(11) 针对绿化供水养护工程中的自动灌溉控制系统,水土保持方案报告书仅计列费用,下阶段应开展详细的设计工作。

(12) 建设单位应开展昌波水电站弃渣场运行期水土保持安全监测专项工作,监测费用计入运行期管理费中。

表 1.11-1

水土保持方案特性表

项目名称		金沙江上游昌波水电站		流域管理机构			长江水利委员会				
涉及省（市、区）		四川省、西藏自治区		涉及地市或个数		甘孜藏族自治州、昌都市		涉及县或个数		巴塘县、芒康县	
项目规模		二等大（2）型		总投资（万元）		1431771.84		土建投资（万元）		724154.88	
动工时间		2024.1		完工时间		2029.12		设计水平年		2030 年	
工程占地（hm²）		407.83		永久占地（hm²）		268.83		临时占地（hm²）		139.00	
土石方量（万 m³）				分区		挖方	填方	建筑材料利用方	借方	余（弃）方	
				枢纽工程区（含围堰）		919.54	13.06	194.67	/	689.43	
				弃渣场区		20.69	12.09	8.21	/	8.52	
				表土堆存场区		/	/	/	/	/	
				交通设施区		68.28	23.77	14.38		42.07	
				施工生产生活区		45.11	32.67	/	/	14.75	
				库岸防护工程区		1.31	/	/	/	1.31	
				专项设施复建区		6.37	1.47	/	/	4.90	
				合计		1061.30	83.06	217.26	/	760.98	
重点防治区名称				金沙江岷江上游及三江并流国家级水土流失重点预防区							
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				主要为水力侵蚀		土壤侵蚀强度				轻度	
防治责任范围面积（hm²）				407.83		容许土壤流失量[t/(km²•a)]				500	
土壤流失预测总量（t）				133999		新增土壤流失量（t）				102883	
水土流失防治标准执行等级				青藏高原区一级标准							
防治指标		水土流失治理度（%）				82		土壤流失控制比		1.00	
		渣土防护率（%）				87		表土保护率（%）		90	
		林草植被恢复率（%）				92		林草覆盖率（%）		15	
防治措施及工程量	分区		工程措施			植物措施			临时措施		
	枢纽工程区		主体设计：截水沟 1731m 方案新增：土方收集 56712m³，截水沟 495m，排水沟 4920m，沉沙池 5 个，种植槽 6511m，土地整治 11.21hm²			方案新增：撒播草籽 3.89hm²，穴播草籽 6.61hm²，种植灌木 18047 株，植被混凝土护坡 11.78hm²，厚层基材植被护坡 0.86 hm²，园林景观 0.71hm²，泵房 80m²，输提水管道 8540m，喷灌系统管路 22062m，蓄水池 1 座，自动灌溉控制系统 2 套			方案新增：无纺布苫盖 25.29hm²，钢管桩竹串片临时拦挡 1700m		
	弃渣场区		主体设计：复垦 10.90hm² 方案新增：表土剥离 47070m³，土方收集 74606m³，拦挡工程 1427m，截水沟 2181m，排水沟 7430m，沉沙池 4 个，导排渗沟 43500m，土地整治 21.77hm²			方案新增：撒播草种 3.49hm²，穴播草种 2.79hm²，种植灌木 8724 株，框格植灌草护坡 18.66hm²，泵房 80m²，输提水管道 5920m，喷灌系统管道 41039m，蓄水池 1 座，自动灌溉控制系统 2 套			方案新增：临时排水沟 5800m，临时沉沙池 19 座，无纺布苫盖 39.86hm²，钢筋石笼挡墙 1203m。		
	表土堆存场区		方案新增：拦挡工程 205m，截水沟 262m，沉沙池 1 个，土地整治 1.68hm²，堆土期掺肥 279732m³，堆存期喷肥 2.41hm²			方案新增：种草籽 1.68hm²，种植灌木 4200 株，输提水管道 1260m，喷灌系统管道 2824m，自动灌溉控制系统 1 套			方案新增：无纺布苫盖 3.55hm²，撒播绿肥作物 2.87hm²		
	交通设施区		主体设计：排水沟 23250m，复垦 0.85 hm² 方案新增：表土剥离 4080m³，土方收集 23513m³，沉沙池 36 个，土地整治 36.51hm²			方案新增：撒播草种 18.60hm²，穴播草种 15.18hm²，种植行道树 464 株，种植灌木 47525 株，框格植灌草护坡 3.29hm²，框格生态袋护坡 1.46hm²，植被混凝土护坡 1.05hm²，厚层基材植被护坡 6.37hm²，客土喷播植草护坡 9.99hm²			方案新增：泥浆沉淀池 2 个，无纺布苫盖 42.02hm²，钢管桩竹串片临时拦挡 9342m		
	施工生产生活区		主体设计：复垦 4.43hm² 方案新增：表土剥离 30660m³，土方收集 40831m³，截水沟 3581m，排水沟 4196m，钢波纹管 45m，沉沙池 31 个，土地整治 42.47hm²			主体设计：古核桃树移栽 2 棵 方案新增：撒播草种 29.66hm²，穴播草种 11.38hm²，种植乔木 1784 株，种植灌木 72906 株，框格植生袋护坡 2.11hm²，客土喷播植草护坡 4.50hm²，园林绿化 1.43hm²，输提水管道 1520m，喷灌系统管道 9919m，自动灌溉控制系统 1 套			方案新增：无纺布苫盖 46.53hm²，钢管桩竹串片拦挡 2675m，编织袋土挡墙 700m，钢筋石笼挡墙 310m，栽植灌木 3699 株，种草籽 1.48hm²		
	水库淹没及影响区		/			/			/		
	库岸防护工程区		主体设计：截水沟 426m 方案新增：土地整治 0.28hm²			方案新增：种草籽 0.28hm²，种植灌木 699 株			方案新增：无纺布苫盖 0.28hm²，钢管桩竹串片拦挡 188m		
	专项设施复建区		主体设计：排水沟 1550m 方案新增：土方收集 5290m³，沉沙池 3 个，土地整治 2.57hm²			方案新增：撒播草种 1.91hm²，穴播草种 0.66hm²，种植行道树 300 株，种植灌木 825 株，框格生态袋护坡 0.49hm²，植被混凝土护坡 0.39 hm²，厚层基材植被护坡 1.41 hm²			方案新增：无纺布苫盖 3.79hm²，钢管桩竹串片拦挡 375m，编织袋土挡墙 800m		
	投资（万元）		主体 2268.96、方案新增 7877.53				主体 100、方案新增 14922.27			1986.16	
水土保持总投资（万元）				40365.21（含主体 2368.96）		独立费用（万元）				9846.53	
监理费（万元）		1200.00		监测费（万元）		1554.33		补偿费（万元）		320.37	
分省措施费（万元）		四川省 16612.26（不含主体）/西藏自治区 8173.70（不含主体）				分省补偿费（万元）		四川省 199.13/西藏自治区 121.24			
方案编制单位		中国电建集团贵阳勘测设计研究院有限公司				建设单位		华电金沙江上游水电开发有限公司			
法定代表人		许朝政				法定代表人		胡贵良			
地址		贵州省贵阳市观山湖区兴黔路 16 号				地址		四川省成都市高新区蜀绣西路 100 号			
邮编		550081				邮编		610000			
联系人及电话		张宇/ 13886699672				联系人及电话		胡江军/13980602647			
传真		0851-85388300				传真		028-83166813			
电子信箱		328527895@qq.com				电子信箱		hujiangjun @chd.com.cn			

2 项目概况

2.1 项目组成及工程布置

2.1.1 项目基本情况

项目名称：金沙江上游昌波水电站

建设单位：华电金沙江上游水电开发有限公司

地理位置：昌波水电站位于四川省与西藏自治区交界的金沙江上，为金沙江上游干流梯级规划“一库十三级”中的第 11 个梯级。坝址左岸为四川省甘孜州巴塘县，右岸为西藏自治区昌都市芒康县。坝址距巴塘县公路里程 83km，距芒康县公路里程 121km，坝址左岸有 G215 国道通过、右岸有 S201 省道通过，工程对外交通方便（地理位置见附图）。

开发河流：金沙江上游

开发任务：以发电为主

建设性质：新建建设类项目

工程规模：二等大（2）型，水库正常蓄水位 2387m，相应库容 0.167 亿 m^3 ，死水位 2382m，调节库容 0.081 亿 m^3 ，混合式开发，为径流式电站。电站装机容量 826MW（其中引水式电站 740MW，河床式电站 86MW），年发电量（联合运行）44.68 亿 kWh（其中引水式电站 41.45 亿 kWh，河床式电站 3.23 亿 kWh）。

投 资：总投资 1431771.84 万元，土建投资 724154.88 万元。

建设工期：本工程总工期共计 72 个月（不含筹建期），其中施工准备期为 3 个月，主体工程施工期 63 个月，工程完建期 6 个月。预计 2024 年 1 月开工建设，2029 年 12 月完工，共计 6 年。

表 2.1-1 主体工程特性表

序号及名称	单位	数 量	备 注
一、水文			
1、流域面积			
全流域	km^2	473200	金沙江（宜宾以上）
工程坝址以上	km^2	184436	
2、利用的水文系列年限	年	66	1953.06 ~ 2019.05

序号及名称	单位	数 量	备 注
3、多年平均年径流量	亿 m ³	299	
二、水库			
1、水库水位	m		
校核洪水位	m	2387	
设计洪水位	m	2387	
正常蓄水位	m	2387	
死水位	m	2382	
2、正常蓄水位时水库面积	km ²	1.896	
3、回水长度	km	10.4	
4、水库容积			
总库容	亿 m ³	0.167	相应校核洪水位
正常蓄水位以下库容	亿 m ³	0.167	
调节库容	亿 m ³	0.081	正常蓄水位至死水位
死库容	亿 m ³	0.086	死水位以下
5、库容系数	%	0.00027	调节库容/平均年径流量
6、调节特性		径流式	
7、水量利用系数	%	97.2	
三、建设征地迁移人口			
1、征收土地	hm ²	400.97	
其中：水库淹没区	hm ²	183.33	
枢纽工程建设区	hm ²	217.64	
2、迁移人口	人	89	
其中：水库淹没影响区	人	3	
枢纽工程建设区	人	86	
四、主要建筑物及设备			
1、挡水建筑物型式			
型式		闸坝	
坝顶高程	m	2390	
最大闸高	m	38	
坝顶长度	m	232.75	
2、泄水建筑物			闸孔
(1) 泄洪闸			
堰顶高程	m	2360	
溢流段孔数及尺寸	m	5-10×12	(孔-宽×高)
消能方式		底流	
(2) 非常泄洪洞			
泄洪洞过水断面	m	14.5×15.0	(宽×高)
消能方式		底流	
3、引水建筑物			
(1) 引水式厂房			
进水口型式		岸塔式	
底板高程	m	2355.00	
引水隧洞型式(数量)	条	2	长引水
长度	m	11095	均长
断面尺寸	m	13.0	内径
压力管道型式		地下埋管	

序号及名称	单位	数 量	备 注
条数		4	
单条管道长度	m	325	均长
内径	m	9~8	
尾水隧洞型式(数量)	条	4	
单条尾水隧洞长度	m	250	均长
断面尺寸	m	11.5×16.0	城门洞型(宽×高)
底板高程	m	2284.50	尾水出口底板高程
(2) 河床式厂房			
进水口底板高程	m	2346.70	
尾水底板高程	m	2348.4	
4、发电厂房			
型式(引水式厂房)		地下厂房	
主厂房尺寸(长×宽×高)	m	177.5×24.4×65.2	
型式(河床式厂房)		地面厂房	
主厂房尺寸(长×宽×高)	m	67.5×24.5×76.4	
5、开关站			
型式(引水式厂房)		地下 GIS+地面出线平台	
面积(长×宽)/层数	m×m	107.5×18.0/3	3 层
型式(河床式厂房)		地面 GIS+屋顶出线平台	
面积(长×宽)/层数	m×m	37.5×14.5/3	3 层
五、施工			
1、主体工程量			
土方开挖	万 m ³	368.98	含堆积体边坡处理
石方开挖	万 m ³	653.76	
填筑土石方	万 m ³	37.02	
2、施工用 110kV 供电线路	km	16	从苏洼龙接 110kV 线路至本工程变电站
3、施工导流		导流洞+过水围堰	导流洞 1 条, 断面尺寸 14.5×15m
4、施工工期	年	6 年	不包括筹建期 1 年, 第一台机组投产工期 5 年 6 个月
六、经济指标			
1、总投资	万元	1431771.84	
2、土建投资	万元	724154.88	

2.1.2 项目组成

本工程主要由电站枢纽工程区和移民安置区两部分组成。其中电站枢纽工程区包括枢纽工程、泥石流防治工程、弃渣场、表土堆存场、交通设施、施工生产生活设施、水库淹没及影响区；移民安置区包括移民安置工程、专项设施复建工程和库岸防护工程。项目组成情况详见下表。

表 2.1-2

昌波水电站项目组成表

序号	工程区域		项目组成
I	电站枢纽工程区	枢纽工程	拦河大坝
			右岸非溢流坝段、泄洪闸坝段、左岸河床式厂房坝段（河床式厂房安装 2 台单机容量 43MW 的水轮发电机组）。
			鱼道建筑物
			竖缝式鱼道。
			引水建筑物
			岸塔式进水口；2 条引水隧洞，单洞均长约 11.095km；2 座调压室，4 条压力钢管；4 条尾水隧洞。
			引水发电厂房
			引水式地下厂房，安装 4 台单机容量 185MW 的水轮发电机组。
		导流建筑物	河道疏浚
			金沙江莫曲河河口以上至长引水电站尾水出口河段疏浚 160m、金沙江莫曲河河口段河道疏浚。
			基础处理工程
			地基处理与防渗排水处理等。
			边坡工程
			首部枢纽右岸导流洞 1 条（后期改为非常泄洪洞）、上下游围堰；引水式地下厂房尾水出口围堰。
			坝肩边坡、进水口边坡、尾水出口开挖边坡、出线平台边开挖坡、厂区堆积体及岩质崩塌体边坡和坝前左岸 I 号堆积体边坡。
II	移民安置区	泥石流防治工程	
		萨日西 1 号冲沟施工场地排导明槽。	
		弃渣场	
		2 座，分别为右岸大平台弃渣场、格拉麦曲沟对岸弃渣场。	
		表土堆存场	
		2 座，分别为 1#表土堆存场、2#表土堆存场。	
		交通设施	永久交通
			永久交通长度 10.40km，其中公路明线长度 4.96km，隧洞长度 5.21km，桥梁长度 0.23km（1 座）。
		临时交通	临时交通
			临时交通长度 24.84km，其中公路明线长度 21.87km，隧洞长度 2.82km，桥梁长度 0.15km（2 座）。
		施工生产设施	砂石加工系统、1~4#混凝土拌合系统，综合加工厂、综合仓库、机电和金属结构拼装场、木材加工厂，炸药库、施工变电站、施工供水系统等。
			业主建设管理营地、现场生活办公营地、首部枢纽施工营地、场区施工营地等。
		水库淹没及影响区	
		水库淹没区域，水库淹没影响区域。	
		移民安置工程	
		专项设施复建工程	生产安置 164 人，分散搬迁安置 89 人。
			复建交通工程
			复建 S201 省道 1.5km、路基宽度 7.5m。
			复建供水管（渠）道
			复建王大龙村 1#、2#及 3#（平行布置）、4#供水管道 1.644km，复建王大龙村灌溉渠道 1.122km。
		复建输电线路、通讯线路	复建 10kV 输电线路 8.97km，其中格朗西至萨日西 10kV 电力线路 0.3km，苏洼龙乡~王大龙村 10kV 电力线路 8.67km。
			复建通讯线路 18.05km，其中，中国电信 10.8km，中国移动 7.25km。
		库岸防护工程	
		下米结堆积体防护。	

2.1.3 工程布置

昌波水电站坝址位于四川省巴塘县苏洼龙乡王大龙村上游约 2.5km 的金沙江上，为混合式开发水电站，左岸为四川省巴塘县，右岸为西藏自治区芒康县。本工程鱼类增殖站与

(2) 冲沙闸

靠左岸进水口布置, 底板高程 2360.00m, 孔口尺寸 $6 \times 8\text{m}$ (宽 $\times$ 高), 设有弧形闸门, 闸室顺水流长度 60.00m, 最低建基高程 2352.00m, 最大坝高 38m。冲沙闸上游所设冲沙廊道长 160m, 冲沙廊道断面由 $3\text{m} \times 3\text{m}$ 渐变到 $3\text{m} \times 8\text{m}$ (宽 $\times$ 高), 廊道前侧底部设 31 个 $1.5\text{m} \times 1.4\text{m}$ (宽 $\times$ 高) 的小孔, 孔距 4.5m。

3、左岸河床式厂房坝段

河床式厂房布置在河床左侧, 厂区枢纽主要由主机间、安装间、下游副厂房(主变室及 GIS 开关站)、下游尾水闸墩、尾水渠等建筑物组成。

(1) 主机间

主机间内安装 2 台单机容量 43MW 的贯流式水轮发电机组, 主机间总长 37.5m, 厂房净跨度为 19.0m, 机组中心距 15.5m。额定水头 19.3m, 单机引用流量 $250.5\text{m}^3/\text{s}$, 水轮机安装高程 2352.7m, 发电机层高程 2372.3m, 布置 300/50t 单小车桥机 1 台用以安装和检修机电设备。主机间由下至上共分为 4 层。

(2) 安装间

安装间布置于主机间右侧, 长 30m, 宽 19.0m, 高程 2379.00m。安装场下部布置 2 层副厂房, 高程分别为 2365.10m、2372.30m, 主要布置检修工具间、空压机室、中控室等。

(3) 下游副厂房

下游副厂房布置在主机间及安装间下游侧, 净宽 14.50m, 共 7 层, 高程分别为 2361.50m、2366.20m、2372.30m、2379.00m、2390.00m、2395.50m、2410.50m, 主要布置有技术供水室、空压机室、断路器、电缆通道、配电盘室、主变压器、高压电缆及高压开关柜室、中控室、通信室、蓄电池室及风机室等。

(4) 尾水出口段及尾水渠

尾水出口底板高程 2348.40m, 高度 8.6m。尾水出口宽 10.8m, 尾水闸墩段顺水流方向长度 5.8m, 布置 2 孔尾水检修闸门, 每孔闸门净宽 10.8m。尾水平台高程 2379.00m, 布置检修闸门固定卷扬机的排架。

(5) GIS 开关站

GIS 开关站布置在主机间坝段下游副厂房内, 楼面高程 2395.50m, 房间净宽 14.50m, 长 37.50m, 室内设有桥机和安装场地, 设备运输通过至主变层的吊物孔。

4、拦河坝基础处理

(1) 地基处理

坝址区河床覆盖层深厚，最大厚度为 84m，最小厚度 50m，首部枢纽建筑下部的地基处理中需解决强度、总沉降和不均匀沉降差及地震液化问题。主体设计对首部枢纽建筑下部的地基处理采用振冲碎石桩+钻孔灌注桩方案：坝址覆盖层开挖至 2352.00m 高程，第①、②、③层土层采用振冲碎石桩及钻孔灌注桩联合处理形成桩基础，振冲碎石桩桩长 23m，桩径 1.1m，桩间距 1.9m，置换率 17.15%；第④层碎石土层采用钻孔灌注桩处理，处理深度 16m，钻孔灌注桩桩长 39m，桩径 1.4m，桩间距 3.8m，置换率 10.48%。

(2) 防渗排水处理

闸坝坝基下覆盖层较厚，大部分土层透水性较强。主体专业结合本工程实际，采用水平、垂直综合防渗方案：即上游铺盖+防渗墙+防渗帷幕灌浆的防渗体系。

水平防渗：采用钢筋混凝土水平铺盖，铺盖厚度 2.0m，顺水流向长度 60m。本次布置的钢筋混凝土铺盖，有利于与垂直防渗体连接，避开施工干扰；同时又具有保护闸室基础及防止冲刷的作用。

垂直防渗：采用防渗墙+防渗帷幕，防渗墙厚度为 1.2m，防渗墙底嵌入强风化基岩以下 2.0m，最深达 71.0m。岩基部分防渗采用帷幕灌浆，防渗帷幕体透水率按小于 5Lu 标准控制，采用自上而下分段灌浆法，灌浆压力采用 1MPa~3MPa。河床底部基岩防渗帷幕封闭微风化岩体，接透水率小于 5Lu 岩体，底限高程为 2262.75m。两岸布置帷幕灌浆隧洞，左岸帷幕灌浆隧洞长 74.00m，右岸帷幕灌浆隧洞长 79.00m，两岸均封闭风化岩体并伸入山体一定距离，左、右岸坝头部分帷幕灌浆在坝顶和灌浆隧洞进行，设单排灌浆孔，孔距 1.5m，总防渗面积约 24930.82m²。

(二) 鱼道建筑物

鱼道采用竖缝式鱼道，下游段布置在左岸，上游段布置在右岸，鱼道借助发电尾水平台和泄洪闸墩从左岸横跨至右岸，鱼道总爬升 17.9m，鱼道总长约 987m。

鱼道设置一主一副可同时运行的两个鱼道进口。鱼道主进口位于尾水渠末端，进口顺水流方向布置，进口底板高程为 2363.6m，进口净宽为 2.8m；鱼道副进口紧靠发电尾水出口，副进口垂直水流方向布置，副进口鱼道底板高程为 2364.6m，进口净宽为 1.0m。鱼道主进口通过集鱼渠与副进口相连，集鱼渠坡度为 1%。

从鱼道主进口开始在左岸按“弓”字形爬升 12.17m 后到达左岸发电尾水平台，采用渡槽依次横跨尾水渠和泄洪闸至右岸导墙，从导墙垂向右岸方向架空在大坝下游右岸回填平

台，然后弯折 90° 后沿右岸向下游延伸至鱼道高程为 2379.89m 后，再弯折 90° 沿右岸向上游延伸至鱼道出口，出口底板高程为 2381.50m。

三、引水建筑物

引水建筑物布置于左岸，采用两洞四机布置，主要由进水口、引水隧洞、调压室、压力管道和尾水隧洞及其出口建筑物组成。

1、进水口

进水口采用岸塔式布置方式，进水口前缘总宽度为 86m，两个进水口中心轴线间距 43m，底板高程 2355.00m，基础高程 2352.00m，顶高程 2390.00m，塔体高约 38m。垂直于水流方向共设置 12 孔拦污栅，每道拦污栅孔口尺寸为 5.0m×27m（宽×高）。进口闸门段轴线方位 N75.4°W，采用喇叭型进口，设一道平板事故闸门，闸门孔口尺寸为 9.5m×13.0m。闸门下游侧设 2 个通气孔，孔口尺寸 1.5m×3.0m（宽×长）。

2、引水隧洞

引水隧洞共 2 条，分别为 1#引水隧洞和 2#引水隧洞，单洞长约 11 km（1#隧洞起点至调压室处），轴线间距 51m，隧洞纵坡 1.39~1.41‰，隧洞为内径 13.0m 的圆形断面，采用钢筋混凝土衬砌；隧洞起始轴线方向 N75.41°W，经过转弯半径为 200m 和 100m 的平面转弯各 1 个后与上游调压室前的渐变段相接，渐变段长 25m，断面尺寸由内径 13.0m 的圆形断面渐变至 9×13m(宽×高)的矩形断面，与上游调压室相连接。

3、调压室和压力钢管

调压室轴线方位为 N86°E，整个引水系统采用“一洞一室两机”和“单管单机供水”的布置格局。1#调压室连接 1#引水隧洞和 1#、2#压力管道；2#调压室连接 2#引水隧洞和 3#、4#压力管道。调压室采用矩形断面，净断面尺寸 170.6×22.6m(长×宽)，调压室顶高程 2437.20m，底板高程 2352.50m，最大室高 84.7m。

压力钢管采用“单管单机”的供水方式，由上平段、上弯段、竖井段、下弯段及下平段组成，内径 9m 的钢筋混凝土压力管道经 15m 长的渐变段变为内径 8m 的压力钢管，与机组蜗壳延伸段相接。压力钢管长度为 50m，轴线中心间距 25.5m，钢管与围岩间回填混凝土，厚 0.6m。

4、尾水隧洞

尾水隧洞为有压城门洞形，断面 11.5m×16.0m(宽×高)，隧洞中心线间距 25.5m。1#尾水隧洞长 273.34m，2#尾水隧洞长 257.59m、3#尾水隧洞长 241.84m，4#尾水隧洞长

226.09m。尾水闸门井采用连通式，布置于厂房下游 130m 山体内，轴线垂直尾水隧洞，断面尺寸为 7~14×108.5×74.8m(宽×长×高)，顶部高程 2352.00m，井筒内设检修门，孔口尺寸为 11.5×16.0m(宽×高)。

5、尾水出口

尾水出口采用斜向出水布置。尾水出口长 75m，宽 58m，尾水出口接 1:2.5 反坡至 2297.4m 高程与清碴后的河道衔接。

四、引水发电厂房（莫曲河口地下厂房）

引水发电厂房布置在左岸莫曲河口上游约 500m 山脊内，共布置 4 台单机 185MW 混流式发电机组，主要由主洞室（主机间、左侧安装间和右侧副厂房）、下游母线洞、主变洞、出线洞、出线平台、进风洞、排风洞、排水廊道、尾水洞等建筑物组成。

1、主洞室

主洞室由主机间、安装间、副厂房及中控楼组成，在平面上呈“一”字型布置，主机间布置在中间，安装间布置在左端，副厂房及中控楼分布在右端，洞室开挖总长 177.5m（主机间长 105.8m，安装间长 54.7m，副厂房长 17.0m）。

主厂房由主机间和安装间组成，厂房净跨度为 23.0m，机组中心距 25.5m。厂内安装 4 台单机容量 185MW 的水轮发电机组，额定水头 68.0m，总引用流量 1230m³/s，水轮机安装高程 2291.40m，发电机层高程 2308.70m，布置 2×350/80 双小车桥机用以安装和检修机电设备。

主机间布置在主厂房的右侧，开挖长度 105.8m，从左至右共分 4 个单元段。从下至上布置尾水管层、盘形阀层、蜗壳层、水轮机层、发电机出线层、发电机层。

安装间布置在主厂房左端，开挖长度 54.7m，开挖最大高度 41.8m，安装场高程与发电机层同高为 2308.70m。

副厂房及中控室位于主机间右端，开挖尺寸为 17m×24.4m×38.9m（长×宽×高），从下至上共分 6 层。主要布置透平油库、电缆通道、配电盘室、中控室、通信室及风道室等。

2、母线洞

母线洞布置在主厂房与主变洞之间，共布置 4 条，靠机组中心线右侧布置，母线洞中心线距每台机中心线距离为 7.8m，洞长 48.8m，母线洞净断面尺寸为 7.5m×7.0m（长×宽），城门洞型。

3、主变洞

以及厂房枢纽布置方案，需对尾水出口下游河道进行治理。本段河道结合尾水下游两岸边坡工程进行治理，尾水渠出口平直段河道高程为 2297.40m，长约 160m。尾水渠出口平直段以上河道纵坡 1:20 与上游河道平顺连接，河道底坡 3‰，终点高程 2296.00m。

2、金沙江莫曲河河口段

本段河道受莫曲河和达曲沟汇入影响，河底高程在 2297.00m 至 2296.00m 之间起伏，对河道过流能力有影响。本段河道治理主要为对局部影响过流区域的河道高点进行挖除，保证河道过流顺畅。

六、边坡工程

本项目边坡工程包括开挖边坡，堆积体及岩质崩塌边坡、枢纽区危岩体处理等。

（一）开挖边坡

1、左、右岸坝肩边坡

左、右岸坝肩边坡规模较小，高度均未超过 30m，左右岸坝肩开挖边坡采用喷锚支护处理，系统锚杆 $\Phi 25$, $L=4.5m$ 和 $\Phi 28$, $L=9m@3m \times 3m$ 间隔梅花型布置，喷混凝土厚 10cm，并布置排水孔 $\Phi 50@3m \times 3m$, $L=5.0m$ 。

对开挖线以上自然边坡先清除 D_{r1} 、 D_{r2} 等危岩体，2540.00m 高程以下采用锚喷处理，系统锚杆 $\Phi 25$, $L=4.5m$ 和 $\Phi 28$, $L=9m@3m \times 3m$ 间隔梅花型布置，挂网钢筋 $\phi 6.5@20 \times 20cm$ ，喷混凝土厚 10cm，并增设 1500KN 级随机锚索对局部边坡进行加固。

2、进水口边坡

进水口后边坡采用垂直开挖，最大开挖高约为 59.6m。2390.00m 高程设 6m 宽马道，兼作交通道路，2397.00m 高程设一级马道，其以上每 15m 设一级马道，马道宽 3m。进水口上游侧边坡也采用垂直开挖，在 2375.00m 设 3m 宽马道，在 2390.00m 设 6m 宽马道与进水口顶部平台相连。边坡支护措施主要为：

开挖坡面喷 10cm 厚 C25 混凝土，挂钢筋网 $\Phi 8@20 \times 20cm$ ，对开挖后卸荷带内 D_{r1} 、 D_{r2} 危岩体及众多小危石采取清除处理方案。坡面系统砂浆锚杆采用 $\Phi 25$ $L=4.5m$ 及 $\Phi 28$ $L=9.0m@2.0 \times 2.0m$ 相互交错梅花型布置，另布置随机锚杆束 3 $\Phi 28$ $L=12.0m$ 和 3 $\Phi 28$ $L=15.0m$ ，最顶部一级后边坡布置两排预应力锚索， $T=1500kN$, $L=40m$ ，排内间距 5.0m。正常蓄水位以上永久边坡设置排水孔 $\phi 50$ $L=5.0m@3.0 \times 3.0m$ ，排水孔均 $5^\circ \sim 10^\circ$ 布置。为防止边坡顶部山体岩块滚落破坏进水口，进水口后边坡根据需要布设 1~2 道被动防护网拦截落石。

3、尾水隧洞出口边坡

尾水隧洞出口边坡为岩基边坡，采用垂直开挖，最大开挖坡高约 71m。2310.00m 高程设一级 3m 宽的马道，2325.00m 高程设一级 8m 宽的马道，该马道兼作交通道路，2325.00m 高程以上每 15m 设一级 3m 宽的马道，2350.00 高程左右沿基岩清除覆盖层。

开挖坡面喷 10cm 厚 C25 混凝土，挂钢筋网 $\Phi 8@20\text{cm}\times 20\text{cm}$ 。坡面系统砂浆锚杆采用 $\Phi 25\text{ L}=6\text{m}$ 和 $\Phi 28\text{ L}=9\text{m}@2.0\text{m}\times 2.0\text{m}$ 间隔梅花型布置，另布置随机锚杆束 $3\Phi 28\text{ L}=12.0\text{m}$ 。边坡顶部布置三排预应力锚索， $T=1000\text{kN}$ ， $L=15\text{m}$ ，排内间距 5.0m。坡面布置系统排水孔 $\Phi 50\text{ L}=5.0\text{m}@3.0\text{m}\times 3.0\text{m}$ 。

4、莫曲河地下厂房出线平台边坡

出线平台位于莫曲河口上游侧原国道 G215 公路拐弯处，前期开挖至 2360.00m 高程平台用作混凝土拌和系统的施工用地，后期部分用地可改建为出线平台。

出线平台边坡为覆盖层边坡，2297.10~2360.00m 高程开挖坡比为 1:0.75~1:1.3，并于 2310.00m、2324.66m、2327.00m、2340.00m 高程设置马道，马道宽度 3.0m~8.0m 并兼做公路；出线平台靠山侧 2360.00m~2405.00m 高程为岩石边坡，开挖边坡坡比为 1:0.25，2360.00m 高程以上每 15m 设置一级马道，马道宽度 3.0m。边坡防护措施主要为：2310.00m 高程马道设一排直径 1.5m 灌注桩，桩长约 25m，间距 2m，2310.00m 高程以上，设 6 层 $L=50\text{m}$ 、150t 级锚索，层距 7.5m，间距 5m；2297.10~2310.00m 开挖边坡采用厚度为 1.0m 的格宾石笼护坡，2310.00~2325.00m 开挖边坡采用厚度为 1.0m 的贴坡混凝土；2325.00~2360.00m 开挖边坡采用框格梁护坡+4.5m 节点锚杆，间隔布置排水孔 $\Phi 50$ ， $L=5\text{m}@3\text{m}\times 3\text{m}$ ；出线平台靠山侧 2360.00~2405.00m 高程边坡，先清理覆盖层，再按 1:0.25 坡比进行岩质边坡开挖，开挖后采用喷锚支护处理，系统锚杆 $\Phi 25$ ， $L=6\text{m}$ 和 $\Phi 28$ ， $L=9\text{m}@2\text{m}\times 2\text{m}$ 间隔梅花型布置，喷混凝土厚 10cm，挂钢筋网 $\Phi 8@20\text{cm}\times 20\text{cm}$ ，边坡 2390m 马道布置三排预应力锚索， $T=1500\text{kN}$ ， $L=60\text{m}$ ，排内间距 5.0m，坡面布置排水孔 $\Phi 50@3\text{m}\times 3\text{m}$ ， $L=5.0\text{m}$ 。

（二）堆积体及岩质崩塌边坡

堆积体及岩质崩塌边坡主要包括坝前左岸 I 号堆积体边坡、厂区堆积体及岩质崩塌体边坡。

1、坝前左岸 I 号堆积体

坝前左岸 I 号堆积体分布于坝址上游 400~1200m 河段之左岸。堆积体临河面至 2400m

高程地形坡度 15~30°, 2400~2510m 高程为 50~80°的陡斜坡或陡壁, 2510m 高程以上为 10~20°缓斜坡, 中间高上下游低。堆积体平面呈扇形分布, 顺河宽 800m, 横河向长 500~700m, 顶部高程为 2600~2680m, 前缘直抵江边, 厚度为 30~110m。堆积体内部及后缘未见开裂及变形迹象, 堆积体整体稳定。但堆积体靠近河床上游侧河边为覆盖层, 受到一定的冲刷局部垮塌, 该段蓄水后在库水长期作用影响下会有一定的塌岸现象。主体设计专业本阶段对坝前左岸 I 号堆积体考虑采用卸载、贴坡挡墙、排水及防护等工程措施进行综合治理。

对堆积体参数较低的崩坡积碎石土进行削坡减重的方式处理。开挖坡比为 1:1.2~1:2.0, 马道宽度为 5m, 每 15m 一级马道。马道开挖高程范围为 2415~2620m, 边坡开挖最高达到 140m。开挖坡面进行喷锚支护, 喷混凝土厚度 10cm, 挂网钢筋 $\phi 8@20\text{cm}\times 20\text{cm}$, 布置 $\phi 50$ 排水孔, $L=5\text{m}$ 。堆积体范围以外 3~5m 设置截水沟, 采用浆砌石结构, 砂浆抹面。

各级马道底部设置 2m 高 C20 混凝土挡墙进行护脚; 正常蓄水位 2387m 以下至 2382m (死水位) 范围内设置 C15 混凝土贴坡挡墙进行护脚。

堆积体局部存在浅表层滑动现象, 拟在喷锚支护的基础上采用框格梁进行处理。采用 C25 钢筋混凝土, 矩形布置, 间距 5m $\times$ 5m, 截面尺寸 40cm $\times$ 40cm(宽 $\times$ 高), 并设置节点锚杆 $\Phi 25$, $L=6\text{m}$, 框格梁背侧设置锚杆 $\Phi 25\text{mm}$, $L=4.5\text{m}$ 。

2、厂区堆积体及岩质崩塌体边坡

厂区涉及堆积体及岩质崩塌体, 主要有位于莫曲河口左岸的厂址 I 号堆积体、地下厂房尾水出口对岸的厂址 II 号堆积体、厂房上游的 BT1、BT2 崩塌体和厂房尾水出口对岸下游的 BT3 崩塌体。

(1) 厂址 I 号堆积体

厂址 I 号堆积体分布于金沙江左岸莫曲河口左岸, 地形上为一斜坡, 坡度 26~32°, 呈上陡下缓之势。该堆积体顺莫曲河长 400~700m, 横沟宽 550m 左右, 分布高程在 2340~2680m 之间, 推测厚度 30~80m。主体专业认为对地下厂房尾水出口影响不大, 可以采取相应的监测措施, 根据实际情况做出处理。

(2) 厂址 II 号堆积体

厂址 II 号堆积体分布于金沙江右岸 (莫曲河口对岸), 坡度 37~45°, 属崩塌形成。堆积体顺河向长 200~400m, 上窄下宽, 横河向宽 150~550m, 分布高程 2310~2700m, 堆积体内部多处基岩零星出露, 厚度一般 5~10m, 局部达 15~20m。该堆积体覆盖于河漫滩

之上, 2560~2780m 间两侧及上部的基岸边坡崩塌痕迹明显, 堆积体表层物质较为散松。上部未崩塌区岩体破碎, 地形相对较陡, 但后缘无开裂变形现象, 仅顶部边缘临空面附近存在部分风化卸荷裂隙, 堆积体每年均有小规模坍塌现象, 但未出现大规模的滑塌现象。厂址 II 号堆积体处理措施为: 在堆积体下部 2304m 以下设置格宾石笼护坡, 2314m 以上设置 5m 高重力式挡墙, 防止堆积体滚落碎石进入河道, 影响尾水出口。如遇大规模垮塌, 水位壅高 6m 至 2310.69m, 对厂房防洪无影响, 如堆积物进入河道, 堆积至尾水出口处, 可停机并开启尾水事故闸门防止下游洪水进入厂房, 避免水淹厂房。

(3) BT1 崩塌体

BT1 崩塌体位于左岸地下厂房上游约 600m 处, 分布高程为 2780~2900m, 顺河向约 200m, 地形上已呈月牙形, 岩体极为破碎, 沿层面和 fc1 还将进一步崩塌, 主要对下方公路有影响。厂区 BT1 崩塌体位于厂房上游, 距离交通洞进口较远, 主体专业认为对厂房安全运行影响不大, 暂不需采取措施。

(4) BT2 崩塌体

BT2 崩塌体位于左岸地下厂房上游 250m, 分布高程 2500~2610m, 由于受 fc4 断层的影响, 地形上已形成凹槽, 下方分布厚约 20~30m 左右的崩积块碎石, 该处沿 fc4 断层及层面可能产生进一步的小规模崩塌。

厂区 BT2 崩塌体位于厂房上游, 距离交通洞进口较远, 主体专业认为对厂房安全运行影响不大, 暂不需采取措施。

(5) BT3 崩塌体

BT3 崩塌体位于莫曲河口对岸(金沙江右岸), 分布高程 2580~2870m, 地形坡度约 40~60°, 下部地形坡度约 31~40°, 河边至 2700m 高程之间为其崩塌堆积物。发生大规模崩塌的可能性较小, BT3 崩塌体处理措施主要为采用主被动防护网联合防护。

(三) 枢纽区危岩体

1、坝址区危岩体

坝址区由于构造、变质、风化、卸荷等作用的影响, 崩塌现象较为普遍, 在坝址上、下游阶地等堆积物的上部多有崩塌块碎石分布, 厚度 5~30m 不等。据现场调查及三维实景模型发现坝址区分布有规模较大的危岩体 10 个, 危石区共 29 处。坝址区危岩体处理措施主要有: 对工程建筑影响较大的危岩体, 采取清除处理; 其他危岩体及危石区采用主动+被动防护网的综合防护措施进行整治。

2、厂址区危岩体

厂址区由于构造、变质、风化、卸荷等作用的影响，崩塌现象极为普遍，在两岸坡脚及斜坡上有崩塌块碎石分布，厚度 5~30m 不等。据现场调查及三维实景模型发现厂址区无规模较大的危岩体，危石区共 29 处。厂址区危石区处理措施主要有：对工程建筑有影响的危石区采用主动+被动防护网的综合防护措施进行整治。

2.1.3.2 泥石流治理工程

萨日西 1 号沟施工场地位于萨日西 1 号沟沟口，主要布设有综合加工厂、综合仓库等场地，场地下游布置有改线后的省道 S201。根据《金沙江上游昌波水电站萨日西 1 号沟泥石流防治专题报告》，萨日西 1 号沟在暴雨条件下具备形成泥石流的条件，为大型中等易发的低频粘性泥石流沟。主体专业结合沟水治理对萨日西 1 号沟进行泥石流防护设计，以保障施工场地及省道 S201 的正常运行及安全，结合地形地质条件和生态红线、基本农田等敏感因素，采用排导槽进行萨日西 1 号沟泥石流防治。泥石流防治工程设计情况如下：

1、泥石流防治标准

主体专业根据《水电工程施工组织设计规范》(NB/T10491-2021)、《水电工程泥石流勘察与防治设计规程》(NB/T10139-2019)、《泥石流防治工程设计规范》(T/CAGHP021-2018)的有关规定，综合考虑施工场地作为临时生产作业区域，预计同时施工作业人员为 100~500 人，则泥石流危害程度等级为 II 等，结合泥石流发育程度为发育，则泥石流防治工程等级为三等，对应泥石流设防标准为 30 年；S201 省道作为四级公路，其泥石流防治工程安全等级为四级，对应泥石流防治标准为 20 年；为留有一定安全富裕度，泥石流防治设计标准取高值为 30 年，对应泥石流洪峰流量为 77.2m³/s。

表 2.1-3 萨日西 1 号沟施工场地防护主要特征参数表

保护对象	保护对象设计标准	泥石流发育程度	泥石流防治标准 (重现期·年)	泥石流防治设计标准 (重现期·年)	泥石流洪峰流量 (m ³ /s)
综合加工厂、综合仓库等场地	100~500人作业的临时生产作业区域	发育	30	30	77.2
省道 S201	四级公路		20		

2、泥石流防治工程设计

排导槽从上游至下游分别为进口段、急流段、出口段。进口段位于施工场地上游左侧，进口高程为 2443.0m，进口段长 30m，通过喇叭形进口将上游泥石流引入排导槽内；急流段位于施工场地左侧，上游侧为明渠段，下游通过省道 S201 处为涵洞段，明渠段长 457.0m，

2.2 施工组织

2.2.1 施工导流

2.2.1.1 首部枢纽施工导流

一、导流方式

本工程首部枢纽施工导流采用一次性围堰拦断河床、隧洞导流的方式。

二、导流标准及流量

1、枯期导流建筑物标准及流量

本工程等别为二等，工程规模为大（2）型工程，导流建筑物为 4 级，主体专业考虑拦河坝规模不大，且下游无重要城镇，导流建筑物导流标准取洪水重现期为 10 年一遇（ $P=10\%$ ），施工期时段为 11 月至次年 5 月，相应洪水流量为 $1603.2\text{m}^3/\text{s}$ 。

2、坝体拦洪度汛标准及流量

（1）导流前期，当坝体浇筑高程未超过上游围堰堰顶高程，且坝前拦洪库容小于 0.1 亿 m^3 时，采用 $P=10\%$ 全年洪水标准，相应流量为 $5540\text{m}^3/\text{s}$ 。

（2）导流后期，当坝体浇筑高程超过上游围堰堰顶高程，且坝前拦洪库容大于 0.1 亿 m^3 而小于 1.0 亿 m^3 时，采用 $P=5\%$ 的全年洪水标准，相应流量为 $6210\text{m}^3/\text{s}$ 。

3、截流标准

本阶段主体专业选取截流时间为 11 月。根据主体工程及导截流工程的规模和条件，按照规范规定截流标准可采用重现期 5~10 年的月或旬平均流量，本阶段初拟 11 月份的 10 年一遇的月平均流量作为截流设计流量，相应频率流量为 $855\text{m}^3/\text{s}$ 。

三、导流程序

本工程前期采用枯期围堰挡水、导流隧洞过流，汛期基坑及隧洞联合泄流；后期汛期洪水由导流洞、大坝闸孔联合泄流。导流程序如下：

（1）第一年 1 月~第二年 10 月：进行导流洞施工，此时段由原河床过流。

（2）第二年 11 月~第三年 5 月：第二年 11 月截流，至第三年 2 月完成围堰防渗施工，3 月完成围堰施工，3 月~5 月完成泄洪闸和河床厂房灌注桩、振冲桩及部分高压旋喷桩施工。此时段由导流洞导流，导流标准为枯期 $P=10\%$ ，导流流量为 $1603.2\text{m}^3/\text{s}$ 。

（3）第三年 6 月~第三年 10 月：导流洞、基坑联合过流。度汛标准为全年 $P=10\%$ ，相应流量为 $5540\text{m}^3/\text{s}$ 。

(4) 第三年 11 月~第四年 5 月: 完成首部枢纽基坑开挖、泄洪闸和消力池桩基以及大坝防渗墙施工, 大坝浇筑至 2360m 高程, 消力池完成垫层浇筑, 河床厂房挡水一线及长引水进水口浇筑至 2379m 高程。此时段由上下游围堰挡水, 导流洞导流, 导流标准为枯期 $P=10\%$, 导流流量为 $1603.2\text{m}^3/\text{s}$ 。

(5) 第四年 6 月~第四年 10 月: 完成帷幕灌浆隧洞施工, 河床厂房采用钢闷头临时挡水, 导流洞+泄洪闸基坑联合泄流度汛。度汛标准为全年 $P=10\%$, 相应流量为 $5540\text{m}^3/\text{s}$ 。

(6) 第四年 11 月~第五年 5 月: 完成首部枢纽泄洪闸、消力池、河床厂房、长引水隧洞进水口土建工程施工, 完成长引水进水口、河床厂房进出口闸门安装, 开始泄洪闸闸门及河床厂房机电设备安装。此时段由上下游围堰挡水, 导流洞导流, 导流标准为枯期 $P=10\%$, 导流流量为 $1603.2\text{m}^3/\text{s}$ 。

(7) 第五年 6 月~第五年 10 月: 导流洞+泄洪闸联合泄流度汛; 河床厂房及长引水进水口采用永久闸门挡水, 厂房内部继续进行机组安装施工。度汛标准为全年 $P=10\%$, 相应流量为 $5540\text{m}^3/\text{s}$ 。

(8) 第五年 11 月~第五年 12 月, 完成泄洪闸闸门安装及河床厂房 1#机组安装施工, 拆除首部枢纽上下游围堰, 河床厂房 1#机具备发电条件, 导流洞泄流。导流标准为枯期 $P=10\%$, 导流流量为 $1603.2\text{m}^3/\text{s}$ 。

(9) 第六年 1 月~2 月, 1 月初导流洞下闸蓄水, 至 2 月底完成河床式厂房机组安装, 河床式厂房 2 台机组全部具备投产发电条件。导流标准为枯期 $P=10\%$, 导流流量为 $1603.2\text{m}^3/\text{s}$ 。

四、导流建筑物设计

导流建筑物包括上、下游围堰和导流隧洞。导流隧洞在工程永久运行期作为非常泄洪洞, 按永久建筑物设计。

1、导流洞

导流洞共计 1 条, 布置于右岸。导流洞断面采用城门洞型, 过水断面为 $14.5\text{m}\times 15.0\text{m}$ (宽 $\times$ 高), 洞长 701.78m; 进出口高程分别为 2362m、2360m, 底坡 $i=2.876\text{‰}$ 。在平面上转两个弯, 上游平弯段半径为 100m, 转弯角 $51^\circ 38'$; 下游平弯段半径为 100m, 转弯角 $63^\circ 15'$ 。在进口喇叭口段设检修闸门和工作闸门, 启闭机平台高程为 2392m。导流洞一期采用挂网锚喷支护, 喷混凝土厚度 10cm~20cm, 锚杆采用 $\Phi 25$ 钢筋, 间排距 $2\times 2\text{m}$ 、 $1.5\times 1.5\text{m}$, 长 4.5m, 围岩较差洞段采用挂网钢筋和钢支撑支护; 二期支护采用全洞段钢筋混凝土衬砌,

洞身 III 类、IV 类、V 类围岩衬砌厚度为 0.6m、0.8m、0.8m，断层破碎带、岩溶发育部位、进出口洞段按 1.5m 厚衬砌。

导流洞进口明渠段长 50 m，挂口基岩开挖坡比按 1: 0.3~1: 0.5 设计，覆盖层开挖坡比按 1: 1.0 设计，最大边坡高度约 50m；进口 2390m 高程以上及出口 2378m 高程以上覆盖层边坡采用混凝土框架梁护坡，进口 2390m 高程以下采用 1.0m 厚的混凝土护坡。导流洞进口明渠底板采用 1m 厚混凝土防护+覆盖层固结灌浆+混凝土灌注桩，混凝土灌注桩间排距为 5×5m、直径 1m、最大长度 15m，固结灌浆间排距为 2m×2m、长度 5m。

导流洞出口为明渠段，长 38m，出口明渠段 2377m 高程以下岸坡采用厚 1m 的混凝土进行保护，底板建基面为基岩部分采用厚 1m 的混凝土进行保护、基础采用插筋和固结灌浆进行处理，建基面为覆盖层部分采用厚 2m 的钢筋石笼保护。由于导流洞出口与河道交角较小，水流条件较好，且出口至对岸宽度距离较远（200m 以上），出口水流对对岸影响较小，本阶段主体专业暂不考虑对其进行防护。由于导流洞出口布置在坝轴线下游约 350m 处的萨日西 1 号冲沟处，为顺利导排沟水，设置沟水引排渠道。

2、上、下游围堰

上下游围堰均推荐采用过水土石围堰形式。上下游围堰堰体均由土石混合料、过渡料、砂砾石垫层、混凝土防渗墙、护面及护坡结构组成。其中砂砾石垫层布置于混凝土护面结构下部，过渡料布置于戗堤堆石与土石混合料之间及土石混合料和护坡结构之间。围堰堰体及地基防渗采用厚 1.0m 混凝土防渗墙，顶部与堰顶过流面混凝土面板衔接。堰面采用混凝土面板保护，厚 1.0m，混凝土面板下铺设砂石垫层，厚 1.0cm；上游侧堰体距导流洞较近，受其拖泄影响较大，采用大块石护脚，下游侧堰体低平台以下采用钢筋笼护坡，用于抗冲防淘、镇脚稳定。上下游围堰设计如下：

（1）上游围堰

上游围堰为土石过水围堰，堰顶高程 2380.5m，最大堰高 25m，最大底宽 132m，在上游围堰下游 2369.5m 高程处设置一处 15m 宽的低平台。过水围堰堰顶高程 2380.5m，堰顶宽 12m，堰高 25m；堰顶与低平台间坡度 1:5，低平台以下边坡 1:1.5，迎水面坡度为 1:2。

（2）下游围堰

下游围堰为土石过水围堰，堰顶高程 2371.0m，最大堰高 28m，堰顶宽 17m，两侧坡度为 1:1.5，最大底宽 75m。围堰防渗采用悬挂式防渗墙。

围堰填筑材料来源于弃渣场堆存的废弃土石方，防护材料来源于隧洞洞挖有用料。围

堰拆除的废弃土石方运至右岸大平台弃渣场堆存。

2.2.1.2 厂区施工导流

1、导流方式

本工程厂区位于莫曲河口附近，金沙江左岸，属于地下厂房，导流方式采用纵向围堰挡水、束窄河床泄流的导流方式。

2、导流标准

厂区导流建筑物级别为 4 级。本工程导流建筑物主要为纵向土石围堰，主体专业考虑尾水出口工程不在施工进度关键线路，且工程量不大，导流建筑物导流标准取洪水重现期为 10 年一遇（ $P=10\%$ ），导流时段为 11 月至次年 5 月，相应洪水流量为 $1603.2\text{m}^3/\text{s}$ 。

3、导流程序

（1）第三年 1 月至 11 月，完成尾水出口枯水位 2307m 高程以上部位土石方明挖及边坡支护。

（2）第三年 12 月至第四年 4 月，进行厂区围堰防渗施工平台填筑及堰基防渗墙施工。其中在第三年 12 月上旬堆筑防渗墙施工平台，第三年 12 月中旬~第四年 4 月完成围堰堰基防渗墙及堰面防护施工。

（3）第四年 11 月至 12 月，完成厂区围堰填筑内侧基坑开挖。其中 11 月完成围堰填筑。

（4）第五年 1 月至第五年 5 月，在围堰保护下，进行尾水出口边坡支护、边墙混凝土浇筑、拆除尾水洞预留岩塞等施工。至第五年 4 月，尾水闸门安装调试完成，尾水闸门下闸挡水，5 月完成厂房纵向围堰拆除。

4、导流建筑物设计

围堰采用土石围堰结构型式，为不过水土石围堰，堰顶宽度为 7.0m，最大堰高 12.0m，迎水面坡度为 1:1.5，采用钢筋笼护坡及大块石护脚；背水面坡度为 1:1.5，采用干砌石护坡。围堰及堰基采用混凝土防渗墙防渗。

围堰填筑材料来源于尾水隧洞开挖废弃的土石方，防护材料来源于隧洞洞挖有用料。围堰拆除的废弃土石方运至右岸大平台弃渣场堆存。

2.2.2 施工总布置

主体工程专业结合本工程枢纽特点，本着有利于工程施工、方便职工生活、尽量重复利用土地、少占耕地、少移民搬迁、节约投资的原则，对首部枢纽工程、厂区枢纽工程采

用集中规划施工布置；对于引水隧洞工程施工，由于引水隧洞施工线路较长，采用分散规划施工布置。主体专业将本项目施工划分为首部枢纽施工区、引水隧洞施工区、厂区枢纽施工区。

2.2.2.1 施工生产生活设施规划

一、施工生产设施

1、首部枢纽施工区施工生产设施布置情况

(1)首部枢纽左岸施工区施工生产设施主要有前期汽车修配厂、前期综合加工厂和仓库、1#油库、1#空压站、3#空压站、1#供水站、1#混凝土系统。

前期汽车修配厂、前期综合加工厂和仓库紧靠布置，位于坝址上游左岸国道 G215 绒差绒隧道口附近，分布在国道 G215 两侧；1#油库位于坝址上游左岸国道 G215 绒差绒隧道口南侧。1#空压站和 1#供水站紧靠布置，位于首部枢纽引水隧洞进口北侧 80m 处 G215 国道旁。3#空压站布置在引水 1#施工支洞洞口旁北侧，靠近 3#公路。1#混凝土系统位于大坝下游 1.2km 的 1#公路与 3#公路平面交叉处。

(2)首部枢纽右岸施工区施工生产设施主要有综合仓库及加工厂、2#油库、2#空压站、2#供水站、右岸炸药库等。

综合仓库及加工厂布置在大坝下游 350m 的右岸萨日西 1 号沟沟口；2#油库位于 1#混凝土桥右岸桥头；2#空压站布置在导流洞出口旁南侧；2#供水站布置在萨日西 1 号沟出口右岸的山脊上；右岸炸药库布置在萨日西 1 号沟内综合加工厂旁。

2、引水隧洞施工区施工生产设施布置情况

引水隧洞施工区施工生产设施布置比较分散，全部位于金沙江左岸，主要包括左岸炸药库、4#空压站、3#供水站、2#混凝土系统、110kV 变电站、施工供水管线、4#供水站、3#油库、砂石加工系统及 3#混凝土系统、5#空压站。

左岸炸药库位于罗绒西沟内，王大龙村东侧约 1.0km，有 9#公路连接左岸炸药库至 G215。4#空压站布置在引水 2#施工支洞洞口旁东侧。2#混凝土系统布置在 G215 王大龙隧道口北侧 0.2km 的缓坡处，3#供水站布置在 2#混凝土系统的上坡侧。110KV 变电站布置在 G215 王大龙隧道口南侧 0.4km 的缓坡处。施工供水管线布置在金沙江左岸引水隧洞施工区沿线。砂石加工系统及 3#混凝土系统布置在大坝下游左岸 6km 处的河边台地上，有 11#公路和 G215 经过，4#供水站及 3#油库布置在砂石加工系统及 3#混凝土系统的上坡侧。5#空压站布置在引水 3#施工支洞洞口旁东南侧。

3、厂区枢纽施工区施工生产设施布置情况

厂区枢纽施工区施工生产设施全部布置在金沙江左岸，主要有厂区汽车机械修理厂、综合仓库、综合加工厂、机电金结拼装场、5#供水站、4#油库，4#混凝土系统、6#供水站及6#~9#空压站、疏浚设施停放场等。

厂区汽车机械修理厂、综合仓库、综合加工厂、机电金结拼装场布置在莫曲河与金沙江交汇处的金沙江上游 3.0km 处的左岸条带型缓坡处，5#供水站位于该区域较高高程处；4#油库在厂区综合加工厂旁，靠近 G215 国道；4#混凝土系统、6#供水站、9#空压站位于厂房尾水出口下游侧出线平台开挖形成的施工场地。6#空压站布置在调压井交通洞洞口旁北侧。7#空压站布置在进厂交通洞洞口旁西侧。8#空压站布置在厂区 4#施工支洞洞口旁北侧；疏浚设施停放场位于莫曲河与金沙江交汇处的 3#贝雷桥旁北侧。

本工程砂石混凝土系统规模情况详见表 2.2-1~2，综合加工厂及机械修配厂等主要技术指标详见表 2.2-3。

表 2.2-1 砂石加工系统规模情况表

砂石系统名称	项 目	单位	规模	料源	用途
主体工程砂石加工系统	粗碎处理能力	t/h	820	引水隧洞、厂区等洞挖有用料	供应 1#~4#混凝土生产系统，同时承担垫层料的生产制备
	第一筛分处理能力	t/h	820		
	中碎处理能力	t/h	595		
	细碎处理能力	t/h	73		
	第二筛分处理能力	t/h	1286		
	第三筛分车间	t/h	57		
	制砂处理能力	t/h	280		
备注：洞挖有用料运至砂石加工系统，加工完成后运至混凝土拌合系统。					

表 2.2-2 混凝土拌合系统主要技术指标表

序号	项 目	单 位	数 量			
			1#混凝土系统	2#混凝土系统	3#混凝土系统	4#混凝土系统
1	系统承担混凝土总量	万 m ³	79.88	22.58	24.63	51.39
2	常态混凝土最高月浇筑强度	万 m ³ /月	5.38	1.43	1.32	2.59
3	常态混凝土设计生产能力	m ³ /h	218	43	40	78
4	混凝土拌和楼	座	2	1	1	1
5	水泥储存量	t	3000	600	600	1000
6	粉煤灰储存量	t	3000	300	300	500

表 2.2-3 综合加工及机械修配厂等主要技术指标表

区域	工厂名称	规模	生产班制	建筑面积 (m ²)
首部枢纽工程施工区	钢筋加工厂	50t/班	2	1200
	木材加工厂	20m ³ /班	1	300
	综合修配厂	25 万时/年	2	1500
	金属结构拼装厂	总量 6865t		400
	混凝土预制厂	10m ³ /班	1	500
	小计			3900
厂区枢纽工程施工区	钢筋加工厂	30t/班	2	750
	木材加工厂	15m ³ /班	1	250
	综合修配厂	20 万时/年	2	1200
	金属结构拼装厂	6125t		800
	混凝土预制厂	8m ³ /班	1	400
	小计			3400

二、施工生活设施

根据本项目实际情况,施工生活设施主要包括业主建设管理营地、现场生活办公营地和承包商营地等。主体专业对承包商营地只考虑在首部枢纽工程设置首部枢纽施工营地、厂区枢纽工程设置厂区施工营地,对于机电设备采购工程、主体工程安全监测工程和其他辅助及临建工程的施工生活设施根据施工需要采取分散灵活布置的方式,利用已规划的施工场地,不新增施工用地。

业主建设管理营地位于金沙江右岸,紧靠芒康县索多西乡的现苏洼龙电站业主营地旁南侧;业主现场生活办公营地位于金沙江左岸,罗绒西沟出口王大龙村的北侧,靠近 G215;首部枢纽施工营地位于金沙江左岸,坝址上游左岸 G215 国道绒差绒隧道口北侧 300m 处,靠近 G215;厂区施工营地布置在莫曲河与金沙江交汇处的金沙江上游 3.5km 处的左岸条带型缓坡处,靠近 G215,南侧紧靠布置有厂区施工生产设施。

表 2.2-4

施工生产生活设施规划一览表

名称		位置		地面高程 (m)	场平后高程 (m)	占地面积 (hm ²)			备注
						巴塘县 (左岸)	芒康县 (右岸)	小计	
施 工 生 产 区	前期综合仓库	首部枢纽施 工区(金沙 江左岸)	坝址上游左岸国道 G215 绒 差绒隧道口北侧	2412~2422	2415	1.09		1.09	
	前期汽车机械修理厂及前 期综合加工厂		坝址上游左岸 G215 国道绒 差绒隧道口金沙江左岸台地	2400~2435	2410~2430	3.97		3.97	
	1#油库		坝址上游左岸国道 G215 绒 差绒隧道口南侧	2408~2420	2410				占地已就近纳入交通道路
	1#空压站、1#供水站		首部枢纽引水隧洞进口北侧 80m 处 G215 国道旁	2410~2450	2400~2440	0.28		0.28	
	3#空压站		引水 1#施工支洞口旁北 侧	2478~2485	2380				占地已就近纳入交通道路
	1#混凝土系统		大坝下游 1.2km 的 1#公路 与 3#公路平面交叉处	2480~2490	2385	2.06		2.06	
	综合仓库及加工厂	首部枢纽施 工区(金沙 江右岸)	大坝下游 350m 右岸萨日西 1 号沟 S201 省道旁	2405~2455	2420~2440		14.00	14.00	
	2#油库		1#混凝土桥右岸桥头	2396	2400				占地已就近纳入右岸大平台弃 渣场
	2#空压站		导流洞出口旁南侧	2379~2382	2380				位于改建省道 S201 范围, 占 地已纳入改建省道 S201 范围
	2#供水站		萨日西 1 号冲沟出口右岸的 山脊上	2488~2493	2490		0.25	0.25	
	右岸炸药库		右岸炸药库布置在萨日西 1 号冲沟内	2473~2478	2475		0.23	0.23	
	左岸炸药库		罗绒西沟内, 王大龙村东侧 约 1.0km	2543~2450	2545	0.27		0.27	

2 项目概况

名称	位置	地面高程 (m)	场平后高程 (m)	占地面积 (hm ²)			备注	
				巴塘县 (左岸)	芒康县 (右岸)	小计		
4#空压站	引水隧洞施工区（金沙江左岸）	引水 2#施工支洞洞口旁东侧	2510~2515	2512			占地已就近纳入交通道路	
2#混凝土系统、3#供水站		G215 王大龙隧道口北侧 0.2km 的缓坡处	2512~2535	2516~2520	2.25		2.25	
砂石加工系统及 3#混凝土系统、4#供水站、3#油库		大坝下游左岸 6km 处的河边台地上	2400~2460	2405~2450	8.57		8.57	
110kV 变电站		G215 王大龙隧道口南侧 0.4km 的缓坡处	2510~2520	2514	0.66		0.66	
施工供水系统		金沙江左岸引水隧洞施工区沿线			0.22		0.22	
5#空压站		引水 3#施工支洞洞口旁东南侧	2357~2361	2358				占地已就近纳入交通道路
厂区汽车机械修理厂、综合仓库及加工厂、机电金结拼装场、5#供水站、4#油库	厂区枢纽工程区（金沙江左岸）	莫曲河与金沙江交汇处的金沙江上游 3.0km 处的左岸条带型缓坡处	2435~2480	2435~2470	13.51		13.51	
4#混凝土系统、6#供水站、9#空压站		厂房尾水出口下游侧出线平台开挖形成的施工场地	2350~2430	2350~2426				位于厂区枢纽，占地纳入枢纽工程
6#空压站		调压井交通洞洞口旁北侧	2399~2401	2400				占地已就近纳入交通道路
7#空压站		进厂交通洞洞口旁西侧	2347~2352	2350				占地已就近纳入交通道路
8#空压站		厂区 4#施工支洞洞口旁北侧	2323~2328	2325				占地已就近纳入交通道路
疏浚设施停放场		莫曲河与金沙江交汇处的 3#贝雷桥旁北侧	2307~2315	2310				位于厂区枢纽，占地纳入枢纽工程
小计					32.88	14.48	47.36	

2 项目概况

名称		位置		地面高程 (m)	场平后高程 (m)	占地面积 (hm ²)			备注
						巴塘县 (左岸)	芒康县 (右岸)	小计	
施 工 生 活 区	业主建设管理营地	金沙江右岸	芒康县索多西乡的现苏洼龙 电站业主营地旁南侧	2495	2493				属于本工程占地，纳入防治责 任范围。
	现场生活办公营地	金沙江左岸	罗绒西沟出口王大龙村的北 侧	2515~2525	2515~2518	2.29		2.29	
	首部枢纽施工营地	金沙江左岸	坝址上游左岸 G215 国道绒 差绒隧道口北侧 300m 处	2422~2438	2422~2432	2.83		2.83	
	厂区施工营地	金沙江左岸	莫曲河与金沙江交汇处的金 沙江上游 3.5km 处的左岸条 带型缓坡处	2420~2450	2435~2445	4.01		4.01	
	小计					9.13	0.00	9.13	
合计						42.01	14.48	56.49	

2.2.2.2 施工交通规划

一、对外交通

本工程对外交通运输主要采用公路+铁路运输的方式。

1、公路铁路运输现状

本工程位于四川省和西藏自治区交界的金沙江上游河段，电站左岸为四川省巴塘县；右岸为西藏自治区芒康县。工程区所处河段右岸有省道 S201 公路，左岸有竹（巴龙）茨（巫）公路即国道 G215 公路通过，国道 G215 公路接巴塘县（国道 G318）、芒康县（国道 G214）。

本工程附近无铁路交通。目前，四川方向最近的铁路站为成昆铁路线上的夹江站，夹江站经雅安距工程区公路里程为 859km，云南方向距工程区最近的铁路站为昆明~大理~丽江铁路线上的丽江站，丽江站距工程区公路里程为 498km。

2、大宗物资运输方案

本电站大宗物资运输主要为水泥、粉煤灰、钢材，水泥供应厂家可由电站下游的云南丽江供应。水泥运输采用公路运输，距离为 498km。

钢材采购地点为昆明和攀枝花。昆明到工地推荐铁路+公路的运输方案，其运输距离为 527km（铁路）+498km（公路）。攀枝花到工地推荐公路运输方案，其运输距离为 753km。

主要对外交通线路：丽江转运站 - 香格里拉 - 得荣 - 坝址，公路运输距离 498km。

辅助对外交通线路：夹江 - 雅安 - 理塘 - 巴塘 - 坝址，公路运输距离 859km。

3、重大件运输方案

一般重大件设备运输通过铁路运输，经丽江火车站转运，在丽江转运站转 214 国道、215 国道经香格里拉、得荣运抵工地，其中公路的运输距离为 498km。

超大件、超重件设备运输尺寸超过铁路二级限制的超大件设备，从乐山码头起岸后转公路运输至坝址，公路运输路线为：乐山（乐雅高速 140km）→雅安（G318 国道 86km）→康定（G318 国道 490km）→竹巴龙（215 国道 67km）→厂址，本路线方案公路里程 783km。

本工程对外交通能够满足施工要求，不需要进行改扩建。

二、场内交通

1、道路运输

本工程施工期间以国道 215 作为坝区和厂区之间的场内交通主干线，施工期场内交通都以此主干线为依托，在适当的位置布置支线和交通洞等，通往大坝各个工作面、引水隧

洞各施工支洞工作面、厂房工作面及各个施工临建和辅企位置。以 201 省道作为导流洞施工的交通主干线，与场内 1#公路、2#公路、1#混凝土桥形成路网，连接金沙江左右岸。

本工程场内交通里程总计 35.24km（包含桥梁，占地面积 62.87hm²），其中公路明线长度 26.83km，隧洞长度 8.03km，桥梁长度 0.38km（3 座）。以上交通中，永久交通 10.40km（包含桥梁，占地 12.31hm²），其中公路明线长度 4.96km，隧洞长度 5.21km，桥梁长度 0.23km（1 座）；临时交通 24.84km（包含桥梁，占地 50.56hm²），其中公路明线长度 21.87km，隧洞长度 2.82km，桥梁长度 0.15km（2 座）。

2、道路标准

本工程 1#~3#公路采用一级标准；7#~8#公路、12#公路、格拉轰曲沟对岸弃渣场道路、厂坝连接公路改扩建采用二级标准；其它公路均采用三级道路标准，其中主要道路路面宽 7.5m，路基宽 8.5m，混凝土或泥结碎石路面；次要道路路面宽 6.0m，路基宽 6.5m，泥结碎石路面。设计洪水频率采用 10 年一遇；计算行车速度：15~20km/h；最小转弯半径：15m；最大纵坡：9%；设计荷载：汽-40；校核荷载：挂-100。

3、桥梁标准

本项目共设置桥梁 3 座，长度 376m，分别为 1#钢筋混凝土桥 226m、2#贝雷桥 110m、3#贝雷桥 40m。

1#钢筋混凝土桥为永久桥梁，位于坝址下游 1.7km 处，主要功能为沟通坝区下游左右岸交通运输。设计洪水频率采用 100 年一遇，车辆荷载等级：汽-60，挂车-100。

本项目设置的 2 座贝雷桥均为临时桥梁，位于厂区，主要功能为厂区河道疏浚施工通道。设计洪水频率采用 10 年一遇，设计荷载等级：汽-40。

表 2.2-5 场内桥梁技术参数表

名称	荷载等级	长度 (km)	路面宽度 (m)	起讫地点	备注	
1#混凝土桥	汽-60	0.23	8	坝址下游连接两岸	永久桥，挂-100 复核	左岸占地计入 1#公路，右岸占地计入 2#公路
2#贝雷桥	汽-40	0.11	4	厂区下游河道疏浚，跨金沙江	临时桥	桥头占地分别计入厂区枢纽占地和右岸施工便道
3#贝雷桥	汽-40	0.04	4	厂区下游河道疏浚，跨莫曲河沟口	临时桥	桥头占地分别计入厂区枢纽占地和左岸施工便道
小计		0.38				

表 2.2-6

场内永久道路技术参数一览表

位置	明线/ 隧道	名称	道路等级	长度 (km)	路面宽度 (m) / 隧道净尺寸 (宽 ×高 m)	占地面积 (hm ²)			起讫地点	备注	
						永久 占地	临时 占地	小计			
金沙江 左岸 (巴塘 县)	明线	1#公路	一级道路	0.80	7.5	3.29		3.29	接竹茨公路至 1# 混凝土桥左岸	混凝土路面	包括 1#混凝土桥头占地
		10#公路	三级道路	0.90	6.5	2.85		2.85	接竹茨公路至 2# 施工支洞进口	混凝土路面	包括引水 2#施工支洞洞口 占地
		12#公路	二级道路	1.20	7				自原竹茨公路经 出线平台至疏浚 设施停放场	混凝土路面	占地已进入枢纽工程
		左岸上坝公路	三级道路	0.50	6.5				左岸坝肩至进厂 公路	混凝土路面	占地已进入枢纽工程
		坝区进厂公路	三级道路	0.36	6.5	2.07		2.07	接上坝公路至左 岸厂房	混凝土路面	
		小计		3.76		8.21		8.21			
	隧道	引水 2#施工支洞	/	2.00	8.0×7.0					引水隧洞施工支洞	占地已计入 10 号公路
		引水 4#施工支洞	/	0.80	8.0×7.0					引水隧洞施工支洞	洞口位于地下, 无占地
		厂区 1#施工支洞		0.35	8.0×7.0					至主厂房顶部兼排 风洞	洞口占地已纳入枢纽工程
		厂区 2#施工支洞		0.17	8.0×7.0					至主变室顶部兼排 风洞	洞口位于地下, 无占地
		厂区 3#施工支洞		0.16	8.0×7.0					至尾闸室顶部兼排 风洞	洞口位于地下, 无占地
		调压井交通洞		0.74	8.0×7.0	0.20		0.20		永久	
		尾水闸交通洞		0.16	8.0×7.0					永久	洞口位于地下, 无占地
		进厂交通洞		0.83	11.0×8.0	0.54		0.54		永久	
		小计		5.21		0.74		0.74			

2 项目概况

位置	明线/ 隧道	名称	道路等级	长度 (km)	路面宽度 (m) / 隧道净尺寸 (宽 ×高 m)	占地面积 (hm ²)			起讫地点	备注	
						永久 占地	临时 占地	小计			
金沙江 右岸 (芒康 县)	明线	右岸大平台弃渣场 保通路	乡村道 路	0.50	4.5	1.15		1.15	接 1#混凝土桥右 右桥头至省道 S201 改建段	泥结碎石路面	包括 1#混凝土桥占地
		4 # 公路	三级道 路	0.70	6.5	2.21		2.21	由省道 S201 至导 流洞进口 2390m 高程	混凝土路面	
		小计		1.20		3.36		3.36			
合计	明线	公路		4.96		11.57		11.57			
	隧道	施工支洞或交通洞		5.21		0.74		0.74			
		小计		10.17		12.31		12.31			

表 2.2-7 场内临时道路技术参数一览表

位置	明线/ 隧道	名称	道路等级	长度 (km)	路面宽度/隧道 净尺寸 (m) / (宽 × 高 m)	占地面积 (hm ²)			起讫地点	备注	
						永久 占地	临时 占地	小计			
金沙江 左岸 (巴塘 县)	明线	3 # 公路	一级道路	1.80	7.5		4.58	4.58	经 1#公路、下游围堰 至左河床	混凝土路面	包括引水 1#施工支洞 洞口及 3#空压站占地
		8 # 公路	二级道路	3.00	7.0		9.85	9.85	接竹茨公路至 1#堆积 体 2590m 高程	混凝土路面	
		9 # 公路	三级道路	2.60	3.5		5.65	5.65	接竹茨公路至左岸炸 药库	混凝土路面	
		11 # 公路	三级道路	1.30	6.5		12.14	12.14	接竹茨公路至省道 S201	混凝土路面	包括引水 2#施工支洞 洞口及 3#空压站占地
		13 # 公路	三级道路	0.70	6.5				连接厂区 4#施工支洞 至 12 号公路	泥结碎石路面	占地已计入枢纽工程

2 项目概况

位置	明线/ 隧道	名称	道路等级	长度 (km)	路面宽度/隧道 净尺寸 (m) / (宽×高 m)	占地面积 (hm ²)			起讫地点	备注	
						永久 占地	临时 占地	小计			
		14# 公路	三级道路	0.73	6.5		1.49	1.49	1#混凝土系统连接至 1 号公路	泥结碎石路面	
		格拉轰曲沟对岸弃 渣场道路	二级道路	1.74	7				接厂坝公路	泥结碎石路面	占地已计入格拉轰曲沟 对岸弃渣场
		厂坝连接路改扩建	二级道路	1.50	7		0.85	0.85	接厂坝公路	泥结碎石路面	
		基坑公路		2.00	7.5				大坝基坑、尾水基坑 公路	毛路	占地已计入枢纽工程
		金沙江左岸施工便 道		1.00	4		2.56	2.56	边坡开挖、河道疏浚 等	毛路	包括 3#贝雷桥桥头占 地
		小计		16.37			37.12	37.12			
	隧道	引水 1#施工支洞		0.54	8.0×7.0						
		引水 3#施工支洞		1.02	8.0×7.0	0.30		0.30			
		横通洞		0.26	8.0×7.0					引水隧洞施工 支洞	洞口位于地下，无占地
		厂区 4#施工支洞		0.90	8.0×7.0	1.43		1.43		至压力管道下 平段及尾水洞	
		小计		2.72	8.0×7.0	1.73		1.73			
金沙 江右 岸 (芒 康 县)	明线	2# 公路	一级道路	1.20	7.5				1#混凝土桥右岸经坝 区右岸下游施工辅企 区至省道 S201	混凝土路面	占地已计入右岸大平台 弃渣场，仅施工期使 用，后期 2#路修整为 渣场边坡
		5# 公路	三级道路	1.20	6	2.60	2.52	5.12	接省道 S201 经导流洞 进口至右河床	泥结碎石路面	
		6# 公路	三级道路	0.50	6	1.10	1.69	2.79	接右岸大平台弃渣场 挡渣墙至导流洞出口	泥结碎石路面	

2 项目概况

位置	明线/ 隧道	名称	道路等级	长度 (km)	路面宽度/隧道 净尺寸(m) / (宽×高 m)	占地面积 (hm ²)			起讫地点	备注	
						永久 占地	临时 占地	小计			
		7# 公路	二级道路	0.60	7				接省道 S201 省道至综 合加工厂	泥结碎石路面	占地就近纳入施工场地
		金沙江右岸施工便 道		2.00	4		3.80	3.80	边坡开挖、河道疏浚 等	毛路	包括 2#贝雷桥桥头占 地
		小计		5.50		3.70	8.01	11.71			
	隧道	导流洞施工支洞		0.10	8.0×7.0					导流洞施工支 洞	占地已纳入枢纽工程
合计	明线	公路		21.87		3.70	45.13	48.83			
	隧道	施工支洞或交通洞		2.82		1.73		1.73			
		小计		24.69		5.43	45.13	50.56			

2.2.2.3 施工供风、水、电及通讯系统

1、施工供风系统

本工程施工供风系统采用固定式空压站与移动式空压机相结合的供风方式，本工程共设 9 个固定式空压站，分别满足大坝、引水隧洞、地下厂房洞室群等的开挖用风要求，移动式空压站布置在相应的施工场地区域内，不再单独计列占地面积。本工程 9 个固定式空压站具体情况详见空压站情况一览表。

表 2.2-8 空压站情况一览表

编号	单位	规模	设备配置	负责工作面	备注
1#空压站	m ³ /min	18	4L-20/8 型空压机 2 台	大坝左岸边坡及进水口开挖	占地面积情况见施工生活设施规划表 2.2-4。
2#空压站	m ³ /min	32	5L-40/8 型空压机 2 台	导流洞及大坝右岸边坡开挖	
3#空压站	m ³ /min	50	4L-20/8 型空压机 4 台	主要供引 1#施工支洞控制 1#、2#引水隧洞段的开挖用风	
4#空压站	m ³ /min	80	4L-20/8 型空压机 5 台	主要供引 2#施工支洞控制 1#、2#引水隧洞段的开挖用风	
5#空压站	m ³ /min	80	4L-20/8 型空压机 5 台	主要供引 3#施工支洞控制 1#、2#引水隧洞段的开挖用风	
6#空压站	m ³ /min	80	4L-20/8 型空压机 5 台	主要供调压室的开挖	
7#空压站	m ³ /min	180	7L-100/8 型空压机 3 台	主要供调压室上游侧引水隧洞、高压管道上平段、岔管、竖井上弯段、竖井及地下厂房的开挖用风	
8#空压站	m ³ /min	40	4L-20/8 型空压机 3 台	主要供高压管道竖井下弯段及下平段的开挖用风	
9#空压站	m ³ /min	30	5L-40/8 型空压机 2 台	厂区 4#施工支洞、厂房下部、尾水隧洞、压力管道下平段、尾水闸交通洞	
合计	m ³ /min	590			

2、施工供水系统

根据施工布置，施工供水水源均来源于金沙江河水，主体专业共设 6 个供水站，各供水站具体情况见供水站情况一览表 2.2-9。

永久供水工程主要包括业主建设管理营地、业主现场办公营地。主体专业考虑对业主现场办公营地从金沙江取水，通过加压泵站提水至业主现场办公营地高位水池，然后由高位水池向业主现场办公营地供水。业主建设管理营地紧靠苏洼龙水电站业主营地。苏洼龙水电站业主营地已设有高位水池，供水规模能够同时满足苏洼龙水电站和昌波水电站建设管理营地需求。因此，主体专业考虑从现苏洼龙水电站业主营地高位水池引接输水管道至昌波水电站建设管理营地供水。

表 2.2-9

供水站情况一览表

供水站编号	水源	高峰用水量 (m³/d)	设计供水量 (m³/h)	供水系统布置							供水对象	备注
				取水口	取水加压泵站	提水管道管径/长度 (km)	高位调蓄水池					
							布置位置	数量 (座)	高程 (m)	容量 (m³)		
1#供水站	金沙江河水	10657.3	738.9	坝址附近区域，高程为2365m	Is100-65-250 型水泵 2 台（备用 1 台）	DN100/1.5	坝区施工营地	1	2440	150	坝区上游左岸施工区，首部枢纽、引水隧洞（引 1#施工支洞控制段）、1#混凝土拌合系统、现场生活办公营地施工区生产生活用水	占地面积见施工生活设施规划表 2.2-4。
					D6-25*7 型水泵 2 台（备用 1 台）	DN30/2.5	现场生活办公营地	1	2550	50		
					12SH-9 型水泵 2 台（备用 1 台）	DN350/0.04	施工区	1	2460	1000		
					IL80-50-200 型水泵 2 台（备用 1 台）	DN100/2.2	1#混凝土系统	1	2400	150		
2#供水站	金沙江河水	1513	92.5	坝址附近区域，高程为2360m	D46-30*5 型水泵 3 台（备用 1 台）	DN100/1.2	坝区右岸施工临时设施区域	1	2490	500	导流洞施工区和首部枢纽区右岸施工临时设施的施工用水	
3#供水站	金沙江河水	954	60	大坝下游3km 处，高程2350m	D25-30*6 型水泵 4 台（备用 1 台）	DN100/1.5	2#混凝土系统区域	1	2560	300	2#混凝土系统、引水隧洞（引 2#施工支洞控制段）施工区	
4#供水站	金沙江河水	9068.4	611	格朗西大桥上游，高程2340m	D155-30*5 型水泵 5 台（备用 1 台）	2 根 DN250/0.6	砂石加工系统上游侧	1	2450	1500	砂石系统、3#混凝土系统施工用水	
5#供水站	金沙江河水	2070	112.5	厂区上游2.25km 处，高程2340m	D25-30*4 型水泵 4 台（备用 1 台）	DN100/0.5	厂区施工场地	1	2450	200	厂区施工营地生活用水以及施工区、施工临时设施的施工用水	
					D25-30*5 型水泵 3 台（备用 1 台）	DN100/1.0	厂区施工营地	1	2490	150		
6#供水站	金沙江河水	2538	145	厂区附近区域，高程2300m	150S-78 型水泵 2 台（备用 1 台）	DN200/0.25	出线平台	1	2350	500	厂区枢纽施工区和4#混凝土系统等施工临时设施的施工用水	
				出线平台，高程2360m	D12-25*4 型水泵 3 台（备用 1 台）	DN50/3.0	调压室交通洞附近	2	2450	50		

3、施工供电系统

本工程的施工用电高峰负荷约为 17000kW。在王大龙村下游约 1km 处设置一座 110kV 施工变电站，变电站 2 台三相双绕组变压器，容量为 2×12.5MVA，占地面积 0.66hm²，拟从苏洼龙 110kV 施工变电站预留的 110kV 出线位置引接，里程约 16km。根据施工总布置规划、施工分区及各用电对象的不同特点，将施工用电分成 9 个供电分区，各分区的高峰负荷及需要的供电回路数见表 2.2-10。

表 2.2-10 各分区供电回路规划表

序号	用电项目	高峰负荷 (kW)	回路 数量	路径长度 (km)	导线及电缆线径
1	业主营地、大坝上游施工工厂区	800	1	6.7	导线：120 电缆：185
2	大坝左岸施工区	2000	1	4.7	导线：150 电缆：240
3	引水 1#支洞、2#支洞施工区	1500	1	4.2	导线：150 电缆：240
4	大坝右岸施工工厂区	4200	2	4.7	导线：150 电缆：240
5	渣场对岸施工工厂区	2100	1	4.2	导线：150 电缆：240
6	引水 3#支洞、厂房上游施工工厂区	1800	1	8.7	导线：150 电缆：240
7	调压室施工区	1300	1	10.2	导线：150 电缆：240
8	进厂交通洞施工区	1600	1	10.7	导线：150 电缆：240
9	厂房下游施工区	1500	1	11.7	导线：150 电缆：240
10	备 用		2		
11	合 计	17000	12	66	

本项目永久供电范围主要包括厂区、业主建设管理营地、业主现场办公营地。施工专业已考虑在施工期设有 110kV 变电站，工程永久用电主要通过该变电站降压后采用 10kV 及以下输电线路至用电范围。

4、施工通讯系统

施工区内部通信考虑在业主营地设一台 600 门数字程控用户交换机，以满足施工期间各工区固定用户的通信需要。各施工工区的有线通信线路采用直接配线的方式，按照用户群的分布，利用音频电缆及光缆配线，组成统一的有线通信网络。各工区考虑配备一定数量的卫星电话作为应急使用。

施工区对外通信由施工区程控用户交换机与当地电信部门实行交换机中继来实现，即通过电信专线的方式实现施工区和外系统各部门的通信联系。

为了保证通信设备有可靠的交流电源，至少应提供 2 个引自不同的交流供电回路。通信设备拟采用直流不停电方式供电，通过一套智能高频开关电源设备带一组 48V 蓄电池浮充供电。正常情况下，通信设备由经交流整流的直流配电回路供给；交流故障时，则由蓄电池供给。

2.2.2.4 料源规划

本项目不设置取土石料场。项目建设所需的砂石骨料采用本工程洞挖有用料进行加工制作即可，不设置石料场；所需的防渗槽孔固壁土料需求量较小（约 4.6 万 t），主体设计考虑从丽江外购商业膨润土解决，无需设置土料场。

1、料源需要量

主体设计实际需要混凝土 202.50 万 m³、回填料 4.19 万 m³、围堰垫层料 4.25 万 m³；根据实际需要量，施工专业考虑相应的损耗系数和规划扩大系数后，确定设计料源量为 274.68 万 m³，料源规划量为 329.09 万 m³。

从水土保持的角度分析，损耗部分最终未作为建筑材料，方案中有用料仅按最终实际作为建筑材料的数量计算；对于围堰混凝土护坡、砌石护坡等使用的建筑材料，主体设计围堰最终需要拆除，拆除的部分作为废弃方进入渣场，因此，方案中这部分建筑材料量作为一般土石方进行统计。因此，方案中也将该部分建筑材料量从设计料源量中扣除，作为最终的弃方。

因此，确定本方案中的建筑材料量为 217.26 万 m³，不包括主体设计的损耗、围堰用混凝土护坡、砌石等建筑材料量。

表 2.2-11 料源分析表

项目	规划开采量	设计需要量	实际量	损耗量和围堰使用量（方案中不计入建筑材料）
	万 m ³	万 m ³	万 m ³	万 m ³
混凝土骨料	317.30	264.42	217.26	57.42
泄洪闸基础回填料	1.25	1.09		
消力池块石回填	4.14	3.60		
围堰垫层料	6.40	5.57		
合计	329.09	274.68		

2、料源选择

主体设计经综合研究质量、储量、开采条件等因素，对工程开挖料、天然砂砾料及人工石料场开挖料等料源进行分析比选，推荐工程开挖料作为料源。本工程洞室开挖有用料储量共计 336.41 万 m³，有用料储量大于规划骨料需求量，满足要求。因此，本工程开挖有用料储量及质量能满足要求，砂石骨料直接利用开挖有用料，无需设置石料场。

2.2.2.5 弃渣场规划

主体设计根据地质条件、对下游的影响，并结合土石方开挖利用的进一步优化研究成

一、弃渣场选址过程

1、预可阶段、可研阶段施工总布置规划专题弃渣场选址

在预可阶段、可研阶段施工总布置规划专题编制过程中，经过比选，两个阶段均推荐格拉轰曲沟作为渣场选址。

2、可研阶段施工总布置规划调整专题弃渣场选址

随着设计深度的深入，经复核，2019年10月，《昌都市芒康县格拉轰曲“一河一策方案”》确定，将格拉轰曲沟录入西藏自治区水利厅河湖管理系统，属芒康县级河流，格拉轰曲沟不宜作为弃渣场；且因省道S201线、国道G215线的建设对场内交通布置及施工场地利用有一定影响。因此，我院于2022年2月编制了《金沙江上游昌波水电站可行性研究阶段施工总布置规划调整专题报告》并取得审查意见。施工总布置规划调整专题报告经进一步比选后认为：可以作为渣场使用的冲沟为萨日西1号沟、坝址下游右岸平台、格拉轰曲沟对岸台地，。

表 2.2-12 施工总布置规划调整专题可选渣场基本情况

序号	可选渣场	位置	渣场条件	选择情况
1	罗绒西沟	坝址左岸下游约2.5km	集雨面积大，沟口分布王大龙村和大量耕地	涉及河道，不能作为渣场
2	王大龙下游冲沟	坝址左岸下游约4.5km	沟口有大堆积体，堆渣高程高	不宜作为渣场
3	格拉轰曲沟对岸台地	坝址左岸下游约6km	交通方便，集雨面积小	选定弃渣场
4	下坝址1号沟	坝址左岸下游约8km	沟内渣场容量小，堆渣高程高	不宜作为渣场
5	萨日西1号沟	坝址右岸下游约0.3km	容量大，交通方便，运距近	选定弃渣场
6	右岸大平台	坝址右岸下游约0.5~1.5km	容量大，交通方便，集雨面积小，运距近	选定弃渣场
7	萨日西2号沟	坝址右岸下游约2km	沟口有大堆积体，稳定性差	不宜作为渣场
8	格拉轰曲沟	坝址右岸下游约6km	集雨面积大，需新建道路和桥梁	涉及河道，不能作为渣场
9	厂房对岸上游冲沟	厂房尾水出口上游1.5km	沟内渣场容量小，堆渣高程高，需新建公路和桥梁	不宜作为渣场
10	达曲沟	厂房尾水出口上游1km	需新建公路和桥梁	涉及河道，不能作为渣场

3、主体可研报告编制阶段

施工总布置规划调整专题工作结束后，我公司开展了可研报告的编制工作。在此期间，我公司和我公司委托外单位相继开展了有关专题研究，经过反复论证，萨日西1号沟为泥石流沟，且对下游S201、金沙江及拦河大坝存在一定的影响；同时，本阶段我公司主体专

业对土石方开挖利用情况进一步研究优化,弃渣量减少,因此,对萨日西 1 号沟弃渣场进行优化取消,最终确定本工程设置 2 座弃渣场,分别为右岸大平台弃渣场、格拉轰曲沟对岸弃渣场。

表 2.2-13 昌波水电站弃渣场基本情况表

序号	项目		弃渣场名称		小计
			右岸大平台弃渣场	格拉轰曲沟对岸弃渣场	
1	地理位置		坝址下游约 1km 的金沙江右岸 II 级阶地上	坝址下游约 6km 的金沙江左岸 II 级阶地上	
2	渣场类型		坡地型	坡地型	
3	渣场容量 (万 m ³)		639.90	318.60	958.50
4	堆料量 (万 m ³)	自然方	17.86	210.14	228.00
		松方	25.00	294.20	920.76
	堆渣量 (万 m ³)	自然方	498.90	262.08	760.98
		松方	603.12	313.93	917.05
5	占地面积 (hm ²)		27.50	16.70	44.20
6	堆料高程 (m)		2441 ~ 2450	2457 ~ 2525	
	堆渣高程 (m)		2389 ~ 2441	2457 ~ 2525	
7	最大堆料高度 (m)		9	68	
	最大堆渣高度 (m)		52	68	
	施工期间最大堆存高度 (m)		61	68	
8	马道或平台数量 (个)		4 个	最大堆料期间 4 个 施工结束时 4 个	
9	马道或平台高度 (m)		10	15	
10	马道或平台宽度 (m)		5	2	
11	边坡坡比		1:2.0	1:2.0	
12	边坡综合坡度 (°)		22.41	25.22	
13	汇水面积 (km ²)		0.332	0.339	
14	主要占地类型		园地为主	灌草地为主	
15	下游重要设施、居民点等		无	无	
16	渣场选址确认函		有	有	

二、弃渣场布置方案

(一) 右岸大平台弃渣场

1、弃渣场场地条件

(1) 地形地貌

右岸大平台弃渣场位于昌波水电站坝址下游约 1km 的金沙江右岸 2392~2400m 之间的 II 级阶地上,为坡地形弃渣场,场地地形平缓,2400m 高程以上地形较陡,堆渣区域原始地形综合坡比约 1: 6。

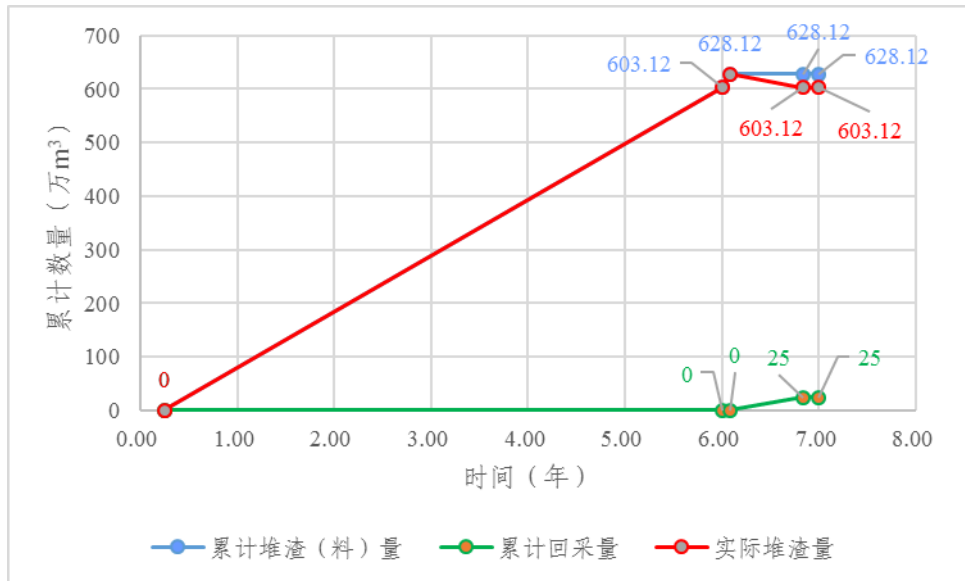


图 2.2-8 右岸大平台弃渣场累计堆渣 (料) 量-时间曲线图

6、当地关于弃渣场选址的意见

右岸大平台弃渣场已取得芒康县人民政府同意意见，弃渣场选址不涉及生态红线、基本农田、河道管理范围，不涉及 II 级及以上保护林地，也不涉及饮用水水源保护区、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、地质公园、森林公园、重要湿地等敏感区。

金雪山群下段(Pgj¹),均以变质岩为主,为石英片岩、绿片岩等。工程区无大的褶皱发育,但片岩中片理化程度不均一,表现出的层厚不一,对应的厚度不一,变化较大。岩层(片理)产状变化较大,但其总体倾向右岸偏下游,根据岩层的展布方向,岩层(片理)产状总体可概化为 $N10^{\circ} \sim 35^{\circ}W/SW \angle 25^{\circ} \sim 40^{\circ}$ 。

(4) 水文地质条件

地下水主要类型为基岩裂隙水与覆盖层孔隙水两类,其补给来源为大气降水、冰雪融水及河水。松散覆盖层以孔隙水为主,主要赋存于河床砂卵石层、冰水堆积物、崩坡积碎块石土,主要补给来源为河水、大气降雨或冰雪融水。裂隙水主要赋存于基岩风化裂隙带、断层破碎带中,两岸未见泉水出露。金沙江是区内最低排泄基准面,两岸冲沟流水、覆盖层内的孔隙水均向金沙江排泄,基岩地下水总体也向河流排泄。

(5) 物理地质现象

场地覆盖层深厚,场区附近未见大型滑坡、崩塌、泥石流等不良地质发育。工程区附近物理地质现象主要表现为风化、岩体卸荷、崩塌。岩体暴露于地表后易于风化破碎,弱风化带水平深度 50m,微风化水平深度 >80m。卸荷水平深度为 20m,由于构造、变质、风化、卸荷等作用的影响,本区崩塌现象较为普遍,分布零星,在坡脚岸坡上部多有崩塌块碎石分布,厚度 5~30m 不等。

(6) 工程地质条件及评价

渣场所在的金沙江两岸无大型的不稳定滑坡,场地内无活动性断裂通过,作为弃渣场总体是可行的。场区总体地形平坦,覆盖层较为深厚,物质组成主要为冰水堆积的碎石土、角砾夹土,局部见大块石。后缘斜坡坡表分布崩坡积碎块石层,后缘崩坡积碎块石层结构松散,冰水堆积的碎石土层总体密实度较好,结构中密至密实,地基承载力及变形模量较高。总体上来说,场区位于阶地上,拔河高约 52m,其底部基覆界面平缓,总体稳定,但边缘临江侧受到江水冲刷,地形较陡,临空面存在局部垮塌现象,前缘局部稳定性差,建议弃渣场距离边缘预留安全距离。由于平台覆盖层深厚,前缘地形陡峭,堆渣尽量布置于靠山侧,并对场地进行稳定性验算。

2、汇水面积

经在地形图量算,格拉轰曲沟对岸弃渣场汇水面积 0.339km^2 ,坡面汇流长度 1.155km。弃渣场坡面汇水面积见下图。

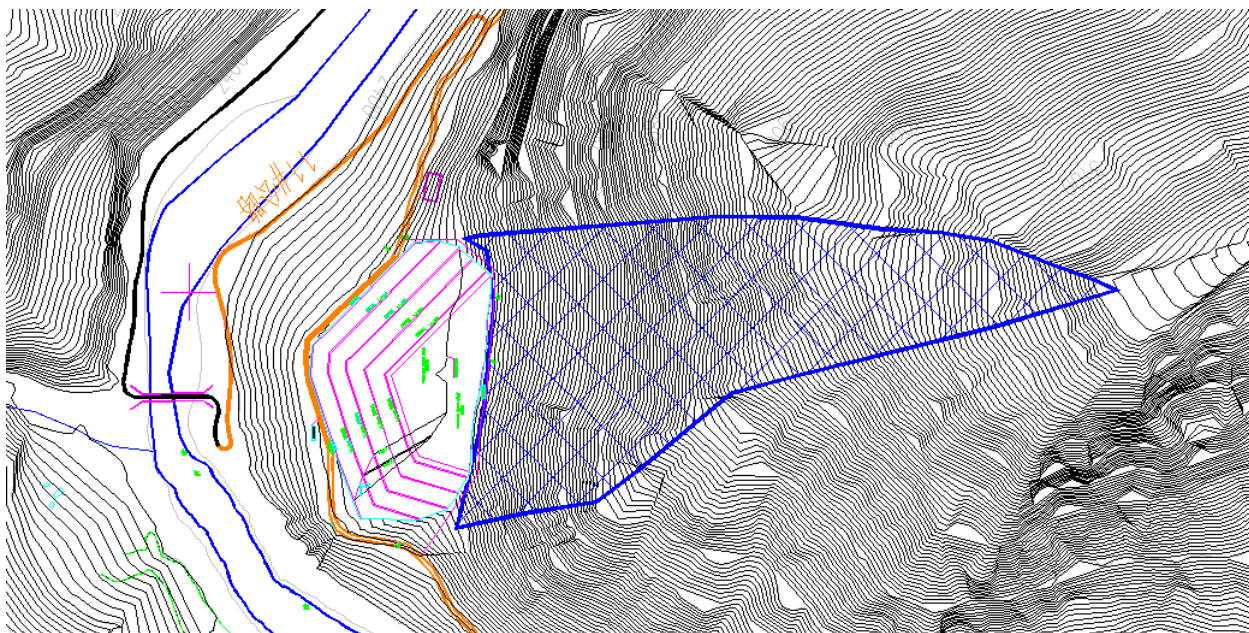


图 2.2-10 格拉轰曲沟对岸弃渣场汇水面积图 ($F=0.339\text{km}^2$)

3、堆置方案

格拉轰曲沟对岸弃渣场占地面积 16.70hm^2 ，格拉轰曲沟对岸弃渣场堆存高程 $2457.0 \sim 2525.0\text{m}$ ，最大堆存高度 68.0m ，规划容量 318.60万 m^3 ；弃渣场根据堆存渣料范围、堆存时序分为转存料区和弃渣区。转存料区分为前期堆料区、片岩堆存区、花岗岩堆存区，存料区在施工期堆存与使用同时进行，存料处于动态变化过程中。

(1) 堆料与堆渣的最大状态

转存料区堆存高程 $2457.0 \sim 2525.0\text{m}$ ，最大堆存高度 68m ，使用时间为筹建期第一年 10 月初至施工期第五年 12 月底，堆存工程全部开挖有用料；施工期第四年 8 月有用料堆存至最大，最大堆料量为 294.20万 m^3 ；有用料堆存期间外侧坡比 $1:2.0$ ，存料与存料之间坡比 $1:1.5$ ；每 15m 高度设置一级马道，马道宽度 2m ，马道设置高程分别为 2475.00m 、 2490.00m 、 2505.00m 、 2520.00m ；边坡坡脚线设置 5m 高混凝土挡渣墙，顶宽 1.5m ，墙顶高程 2460.00m 。最终剩余渣料 96.17万 m^3 （松方，全部为绿片岩），堆存高程为 $2457.00 \sim 2490.00\text{m}$ 。

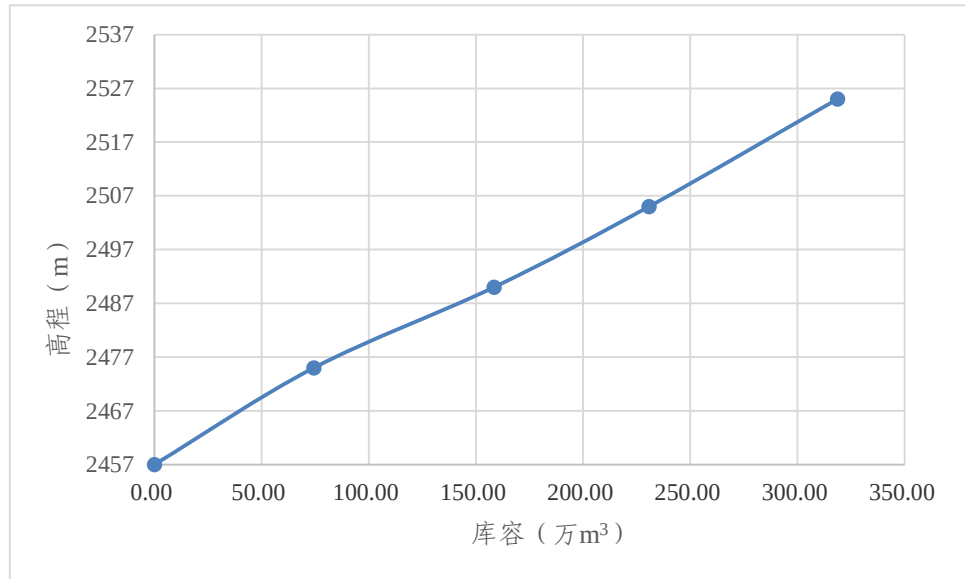


图 2.2-11 格拉轰曲沟对岸弃渣场高程~库容曲线图

弃渣区堆存高程 2457.00~2525.00m，最大堆存高度 68m，堆渣量为 217.77 万 m³（松方），使用时间为施工期第六年 1 月初至第六年 8 月底，堆存坝前 1#堆积体处理及厂区下游河道疏浚弃渣；堆渣边坡坡比 1:2.0，每 15m 高度设置一级马道，马道宽度 2m，马道设置高程分别为 2475.00m、2490.00m、2505.00m、2520.00m，综合边坡坡比 1:2.12。另外，弃渣场堆渣料前上游设置截水沟拦截山坡来水，截水沟出口与道路排水沟相接；堆渣结束后，对堆渣边坡坡面采取混凝土框格梁护坡。

表 2.2-17 格拉轰曲沟对岸弃渣场分区堆存总体规划表

规划分区		使用时间	堆存高程 (m)	最大堆存 高度 (m)	最大堆存 量 (万 m ³)	最终剩余 量 (万 m ³)
转存料区	前期料堆存区	筹建期第一年 10 月初 ~ 施工期第二年 9 月底	2457.0 ~ 2475.0	18.0	14.30 (松方)	0
	花岗岩堆料区	筹建期第一年 10 月初 ~ 施工期第六年 1 月底	2457.0 ~ 2525.0	68.0	57.10 (松方)	0
	片岩料堆存区	筹建期第一年 10 月初 ~ 施工期第六年 8 月底	2457.0 ~ 2525.0	68.0	237.10 (松方)	96.17 (松方)
弃渣区		筹建期第六年 1 月初 ~ 施工期第六年 8 月底	2457.0 ~ 2525.0	68.0	217.77 (松方)	217.77 (松方)
合计 (施工结束后)						313.93 (松方)

(2) 各时间段渣料堆置规划

主体设计根据施工期土石方开挖强度、混凝土等使用砂石料的强度，针对格拉轰曲沟对岸弃渣场分时期进行堆料、堆渣设计。设计情况如下：

表 2.2-18 格拉聂曲沟对岸弃渣场分区堆存时间规划表

规划分区	项目	筹建期 10 月	第二年 2 月	第二年 9 月	第四年 8 月	第六年 1 月	第六年 8 月
前期料堆 存区	堆料量 (万 m ³) 松方	0.0	14.30	0	-		
	堆料顶高程 (m)	2457	2475	2457			
花岗岩堆 存区	堆料量 (万 m ³) 松方	0	7.80	22.90	57.10	0	-
	堆料顶高程 (m)	2457	2475	2490	2525	-	
片岩堆存 区	堆渣/料量 (万 m ³) 松方	0	44.80	86.50	237.10	115.40	96.17
	堆渣/料顶高程 (m)	2457	2475.0	2490	2525	2490	2490
弃渣区	堆渣量 (万 m ³) 松方	-					217.77
	堆渣顶高程 (m)						2525

表 2.2-19 格拉聂曲沟对岸弃渣场累计堆渣 (料) 量-时间表

序号	时间点			累计堆渣 (料) 量 (松方, 万 m ³)	累计回采量 (松方, 万 m ³)	实际堆渣量 (松方, 万 m ³)
1	筹建年第一年 10 月	0.83	年	0	0	0
2	施工期第二年 2 月	2.17	年	95.17	28.27	66.90
3	施工期第二年 9 月	2.75	年	160.01	50.61	109.40
4	施工期第四年 8 月	4.67	年	429.36	135.16	294.20
5	施工期第六年 1 月	6.08	年	419.42	304.02	115.40
6	施工期第六年 8 月	6.67	年	617.95	304.02	313.93

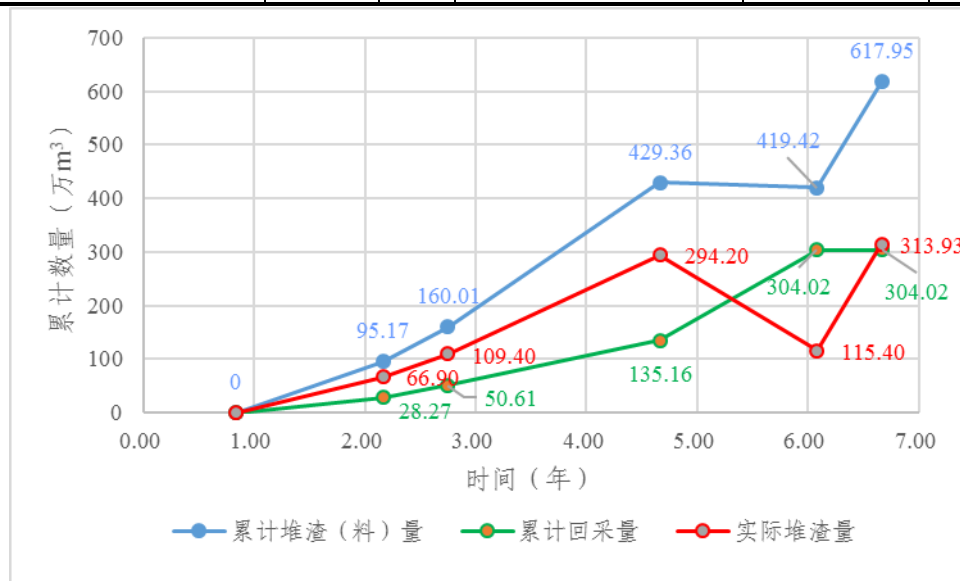


图 2.2-12 格拉聂曲沟对岸弃渣场累计堆渣 (料) 量-时间曲线图

A、筹建期 10 月至施工期第二年 2 月

场地主要堆存前期料、片岩料、花岗岩料，施工期第二年 2 月前期料堆存至最大堆存量 14.30 万 m³，此时花岗岩料堆存量 7.80 万 m³，片岩料堆存量 44.80 万 m³，堆料高程均为 2457~2475m，堆料高度 18m，未设置马道，有用料堆存期间外侧坡比 1:2.0，存料与存

料之间坡比 1:1.5。

B、施工期第二年 2 月至施工期第二年 9 月：

场地主要堆存前期料、片岩料、花岗岩料，在施工期第二年 9 月前期料使用完毕，此时花岗岩料堆存量 22.90 万 m^3 ，片岩料堆存量 86.50 万 m^3 ，堆料高程均为 2457~2490m，堆料高度 33m，在 2490.00m 高程设有 1 处马道，马道宽度 2.0m，有用料堆存期间外侧坡比 1:2.0，存料与存料之间坡比 1:1.5。

C、施工期第二年 9 月至施工期第四年 8 月：

场地主要堆存片岩料、花岗岩料，在施工期第四年 8 月，花岗岩料堆存量 57.10 万 m^3 ，片岩料堆存量 237.10 万 m^3 ，花岗岩料、片岩料均堆置最大堆存量，且片岩料堆存范围扩大至已使用完毕的前期料堆存范围。花岗岩料、片岩料堆料高程均为 2457~2525m，堆料高度 68m。有用料堆存期间外侧坡比 1:2.0，存料与存料之间坡比 1:1.5；每 15m 高度设置一级马道，马道宽度 2m，马道设置高程分别为 2475.00m、2490.00m、2505.00m、2520.00m。

D、施工期第四年 8 月至施工期第六年 1 月：

场地主要堆存片岩料、花岗岩料，在施工期第六年 1 月，花岗岩料使用完毕，此时片岩料堆存量 115.40 万 m^3 ，堆料高程为 2457~2490m，堆料高度 33m，在 2490.00m 高程设有 1 处马道，马道宽度 2.0m，有用料堆存期间外侧坡比 1:2.0，存料与存料之间坡比 1:1.5。

E、施工期第六年 1 月至施工期第六年 8 月：

截止第六年 1 月，剩余工程需要的有用料较少，为节约占地，将剩余工程需要的有用料转运至右岸大平台弃渣场顶部；此时，坝前 I 号堆积体等开挖弃渣运至格拉轰曲沟对岸弃渣场，弃渣范围包括已使用完毕的花岗岩堆存区，以及片岩料堆存区顶部，在施工期第六年 8 月，弃渣堆置完毕。施工期第六年 1 月至施工期第六年 8 月，共接收工程弃渣 181.10 万 m^3 ，加上剩余的渣料 115.40 万 m^3 ，共计渣量 296.50 万 m^3 ；堆渣边坡坡比 1:2.0，每 15m 高度设置一级马道，马道宽度 2m，马道设置高程分别为 2475.00m、2490.00m、2505.00m、2520.00m。

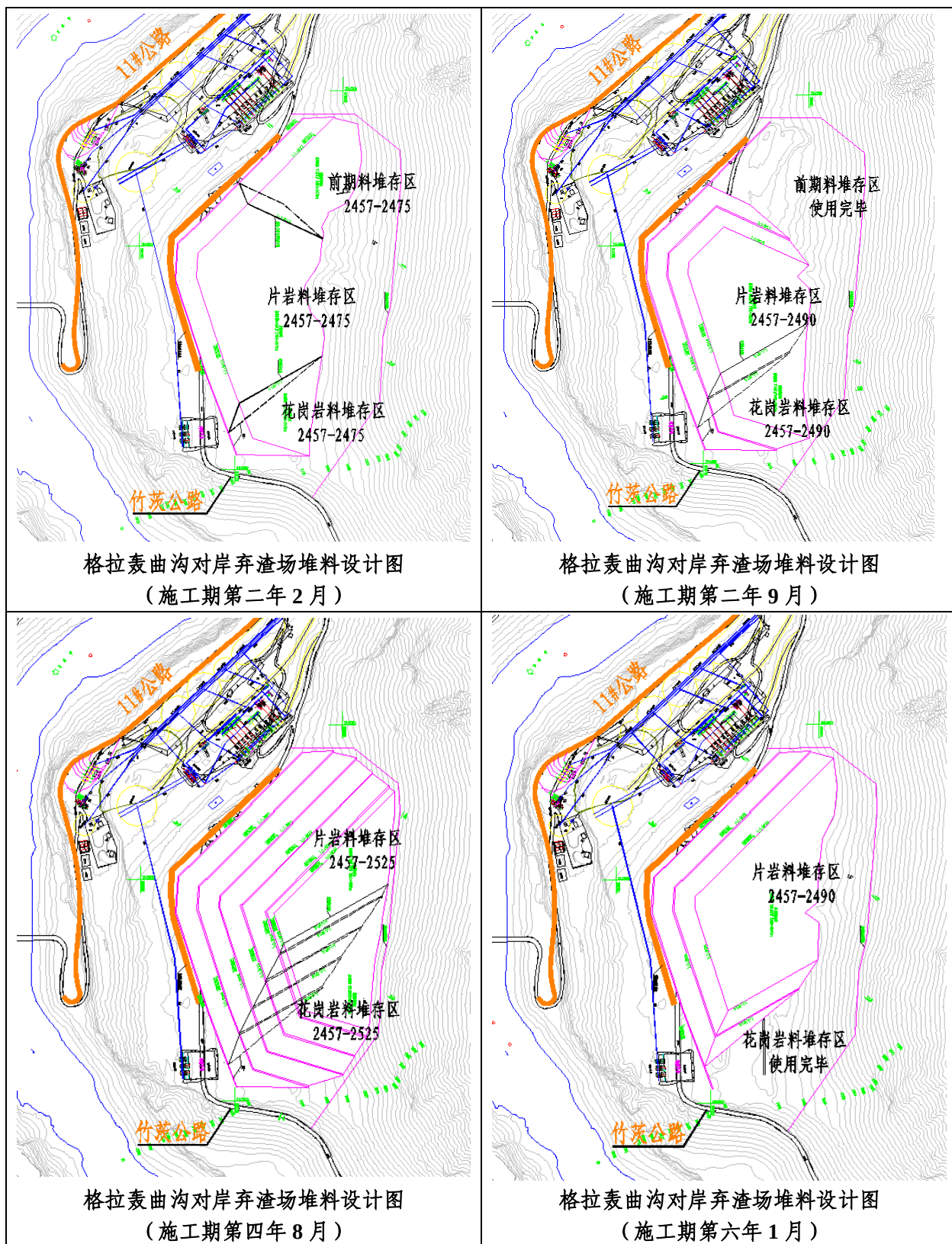


图 2.2-13 格拉麦曲沟对岸弃渣场堆料设计图

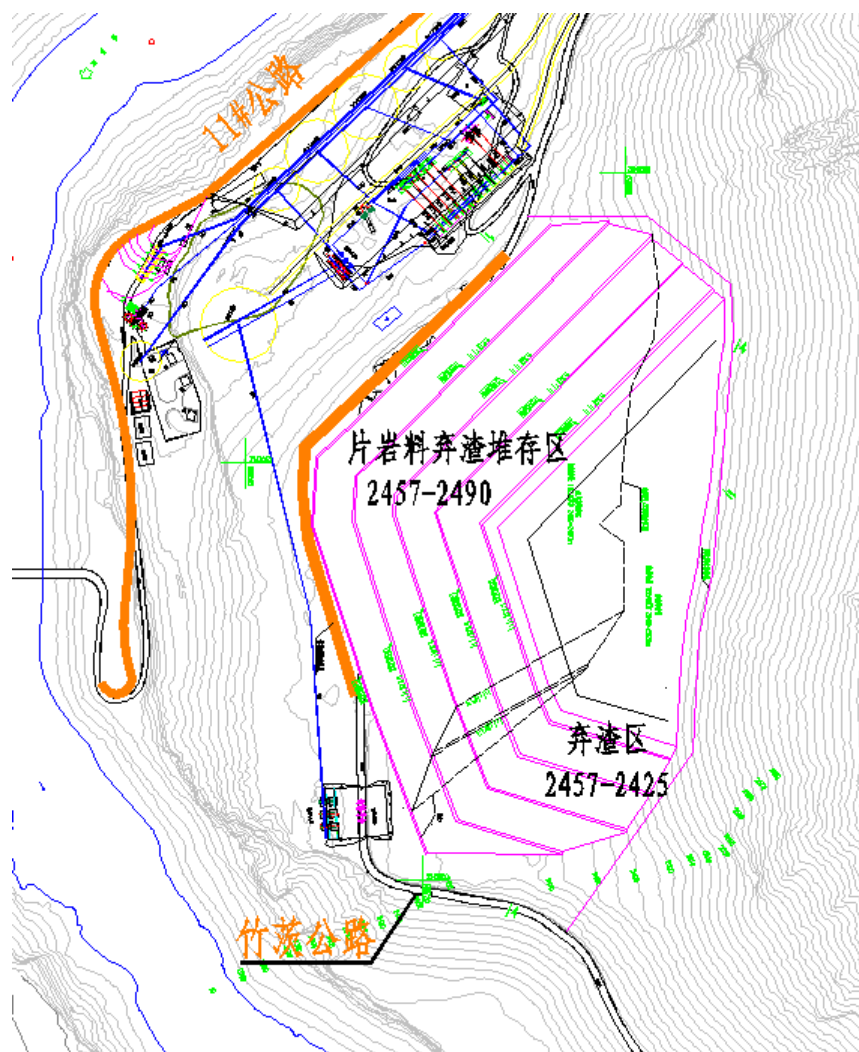


图 2.2-14 格拉轰曲沟对岸弃渣场堆渣设计图（施工期第六年 8 月至完工）

4、当地政府关于弃渣场选址的意见

格拉轰曲沟对岸弃渣场已取得巴塘县人民政府同意意见，选址不涉及生态红线、基本农田、河道管理范围，不涉及 II 级及以上保护林地，也不涉及饮用水水源保护区、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、地质公园、森林公园、重要湿地等敏感区。

表 2.2-20 格拉麦曲沟对岸弃渣场基本情况一览表

弃渣场名称		格拉麦曲沟对岸弃渣场					坐标（2000 坐标系）		X（m）: 3243023.199; Y（m）: 506793.213			
布设位置		昌波水电站坝址下游约 6km 的左岸Ⅱ级阶地上，格拉麦曲沟对岸					经纬度		东经 99.069960°，北纬 29.304319°			
规划容量 （万 m³）	318.60	最大堆料量 （万 m³）	294.20 （松方）	堆料高程 （m）	2457 ~ 2525	最大堆料高 度（m）	68	边坡 坡比	1:2.0	马道宽度 （m）/数 量（个）	最大堆料边坡 2/4	
		最终堆渣量 （万 m³）	313.93 （松方）	堆渣高程 （m）	2457 ~ 2525	最大堆渣高 度（m）	68				最大堆渣边坡 2/4	
地形图												上游情况: 上游为陡峻高山，汇水面积：0.339km²。 下游情况: 下游 100m 为砂石加工系统及 3#混凝土系统，下游 150m 为 11#公路，下游 220m 为金沙江和格朗西大桥。 其他情况: 渣场下游的房屋为 G215 国道改线项目的炸药库，本项目施工前拆除完毕；占压的竹茨公路已废弃，使用功能已由改建的 G215 国道替换。施工期间渣料场边坡及坡脚设有临时施工道路。渣场下游金沙江河道枯水位约 2349.90m；100 年一遇洪水位 2362.38m，200 年一遇洪水位 2362.99m。与金沙江右岸省道 S201 直线距离 350m，与金沙江右岸居民房屋（高程范围 2430~2435m）直线距离 500m。
卫星影像图												

弃渣场名称	格拉轰曲沟对岸弃渣场					坐标（2000 坐标系）		X（m）: 3243023.199; Y（m）: 506793.213			
布设位置	昌波水电站坝址下游约 6km 的左岸Ⅱ级阶地上，格拉轰曲沟对岸					经纬度		东经 99.069960°，北纬 29.304319°			
规划容量 （万 m³）	318.60	最大堆料量 （万 m³）	294.20 （松方）	堆料高程 （m）	2457 ~ 2525	最大堆料高度 （m）	68	边坡 坡比	1:2.0	马道宽度 （m）/数量 （个）	最大堆料边坡 2/4
		最终堆渣量 （万 m³）	313.93 （松方）	堆渣高程 （m）	2457 ~ 2525	最大堆渣高度 （m）	68				最大堆渣边坡 2/4
现状三维图											
剖面图											

2.2.2.6 表土堆存场规划

本工程共布设 2 处表土堆存场，分别为 1#表土堆存场，2#表土堆存场。其中 1#表土堆存场位于金沙江左岸王大龙村村口南侧 200m，靠近国道 G215 和 2#混凝土系统；2#表土堆存场位于金沙江右岸右岸大平台弃渣场南侧，与右岸大平台弃渣场合并布置。

表 2.2-21 各表土堆存场布置情况表

序号	项目		表土堆存场名称		小计
			1#表土堆存场	2#表土堆存场	
1	地理位置		坝址下游左岸王大龙村村口南侧 200m	坝址下游右岸大平台弃渣场南侧	
2	类型		坡地型	坡地型	
3	表土堆存场容量 (万 m ³)		5.81	25.77	31.58
4	堆存量 (万 m ³)	自然方	5.13	22.85	27.98
		松方	5.77	25.70	31.47
5	占地面积 (hm ²)		1.68	占地已计入右岸大平台弃渣场	
6	堆土高程 (m)		2518~2534	2392~2442	
7	堆土总高度 (m)		16	50	
8	马道或平台数量 (个) / 高度 (m)		1/10	4/10	
9	马道或平台宽度 (m)		2	5	
10	边坡坡比		1:2	1: 2	
11	边坡综合坡度 (°)		26.71	26.57	
12	汇水面积 (km ²)		0.065	汇水纳入右岸大平台弃渣场截水沟，不再单独勾绘集雨面积	
13	占地类型		主要为灌木林地	主要为园地、草地	
14	下游重要设施、居民点等		无	无	
15	表土堆存场选址确认函		有	有	

一、1#表土堆存场

1、地形地质条件

(1) 地形地貌

1#表土临时堆存场地形相对较缓，总体地形坡角一般 20~40°，其中地形坡度受岩性影响比较明显，基岩出露的地方地形较陡，堆积物分布区地形坡度总体较缓，后缘基岩岸坡地形一般 37°，堆场区地形坡角一般 5~10°。

(2) 地层岩性

1#表土堆存场位于左岸阶地上，为覆盖层堆积的台地，主要为坡积物 (Q^{dl+pl}) 组成。

覆盖层厚度一般 40~60m，下伏基岩以二叠系下统的薄层状云母片岩夹石英片岩为主，局部见绿片岩，斜-横向坡。

(3) 地质构造

场地距离区域断裂苏洼龙-王大龙-曾大同断裂较近，最近约 100m，推测断裂从王大龙 1 号堆积体底部穿过，在此处隐伏于堆积体下。苏洼龙-王大龙-曾大同断裂属区域性断裂，为金沙江断裂带内的次级断裂，沿江展布，区域上长度大于 100km。王大龙村以北分布于金沙江左岸，北端止于南果地-松甫断层，切穿于二叠系片岩和花岗岩体，走向近南北，倾西，倾角 70~80°，破碎带一般宽数十米。场地处于断裂下盘（东盘）。

下伏基岩以二叠系下统的薄层状云母片岩夹石英片岩为主，局部见绿片岩，斜-横向坡。岩层（片理）产状为 $N40 \sim 50^\circ W / SW \angle 30 \sim 40^\circ$ 。

(4) 水文地质条件

工程区地下水主要类型为基岩裂隙水与覆盖层孔隙水两类，其补给来源为大气降水、冰雪融水及河水。

松散覆盖层以孔隙水为主，主要赋存于河床砂卵石层、冰水堆积物、崩坡积碎块石土，主要补给来源为河水、大气降雨或冰雪融水。裂隙水主要赋存于基岩风化裂隙带、断层破碎带中，两岸未见泉水出露。

金沙江是区内最低排泄基准面，两岸冲沟流水、覆盖层内的孔隙水均向金沙江排泄，基岩地下水总体也向河流排泄。

(5) 物理地质现象

表土临时堆存场覆盖层深厚，场区附近未见大型滑坡、崩塌、泥石流等不良地质发育。工程区附近物理地质现象主要表现为风化、岩体卸荷、崩塌。岩体暴露于地表后易于风化破碎，由于构造、变质、风化、卸荷等作用的影响，本区崩塌现象较为普遍，分布零星，在坡脚岸坡上部多有崩塌块碎石分布，厚度 5~20m 不等。

(6) 工程地质评价

1#表土堆存场地形总体较缓，平台覆盖层密实度稍密至中密，多为碎石土层，无软弱土质夹层存在，总体稳定性较好，后缘基岩边坡以切向坡~横向坡为主，总体较为稳定。

2、汇水面积

经在地形图量算，1#表土堆存场上游汇水面积 0.065km²，坡面汇流长度 0.490km。1#表土堆存场坡面汇水面积见下图。

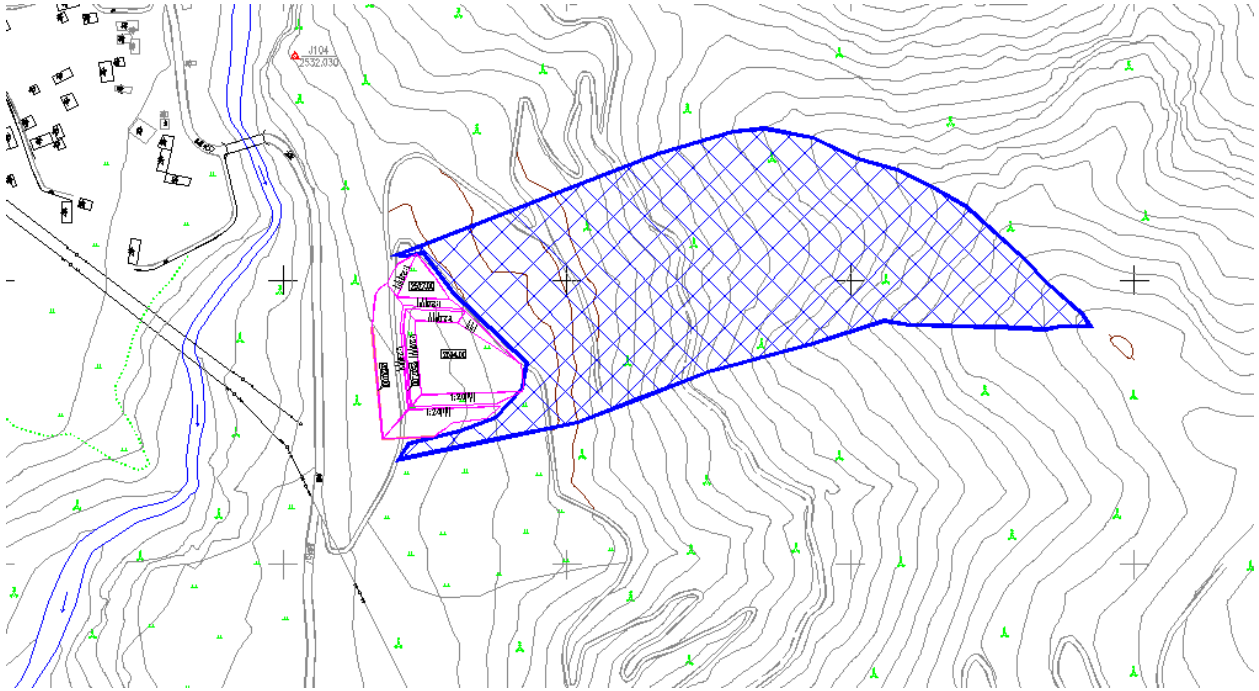


图 2.2-15 1#表土堆存场汇水面积图 ($F=0.065\text{km}^2$)

3、堆置方案

1#表土存堆场占地面积 1.68hm^2 ，堆土高程 $2518.00 \sim 2534.00\text{m}$ ，最大堆土高度 16m ，规划容量 5.81万 m^3 ，设计堆土量 5.77万 m^3 。表土堆场边坡坡比为 $1: 2.0$ 。表土堆存场边坡坡面按每隔 10m 高度设置一马道，马道宽度 2m ；1#表土堆存场边坡在 2530.00m 高程处设置有马道，在 1#表土堆存场北侧设有平台，平台高程 2527.00m ；表土堆存场边坡综合坡度为 26.71° 。表土堆存场下游坡脚线设置钢筋石笼挡墙对表土进行拦挡防护，挡墙墙顶高程 2520.00m ，顶宽 1.0m 。表土堆存场上游设置截水沟，截水沟末端顺接至道路排水沟。

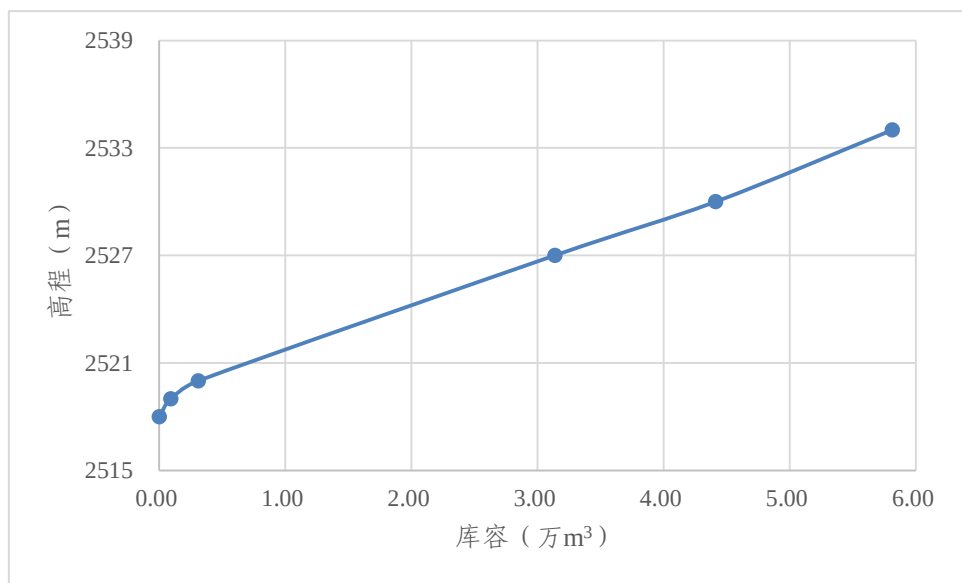


图 2.2-16 1#表土堆存场高程~库容曲线图

二、2#表土堆存场

1、地形地质条件

2#表土堆存场位于金沙江右岸右岸大平台弃渣场南侧，与右岸大平台弃渣场合并布置。具体地质地形条件见 2.2.2.5 节，本节不再重复叙述。

2、汇水面积

2#表土堆存场与右岸大平台弃渣场合并布置，截水系统一并布置，不再单独勾绘 2#表土堆存场集雨面积，右岸大平台弃渣场与 2#表土堆存场集雨面积详见 2.2.2.5 节。

3、堆置方案

2#表土堆存场占地已纳入右岸大平台弃渣场，堆土高程 2392.00~2442.00m，最大堆土高度 50m，规划容量 25.77 万 m^3 ，设计堆土量 25.70 万 m^3 。表土堆存场边坡坡比为 1: 2.0。表土堆存场边坡坡面按每隔 10m 高度设置一马道，马道宽度 2m；2#表土堆存场边坡在 2406.00m、2416.00m、2426.00m、2436.00m 高程处设置有马道；表土堆存场边坡综合坡度为 26.57° 。表土堆存场下游坡脚线设置钢筋石笼挡墙对表土进行拦挡防护，挡墙墙顶高程 2396.00m，顶宽 1.0m。表土堆存场上游设置截水沟，截水沟末端顺接至道路排水沟。

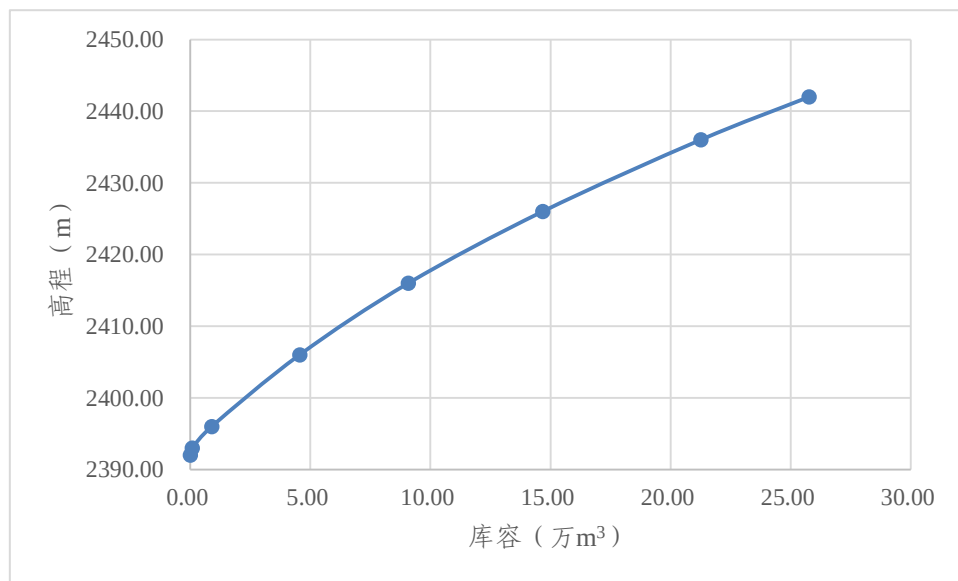


图 2.2-17 2#表土堆存场高程~库容曲线图

表 2.2-22 1#表土堆存场基本情况一览表

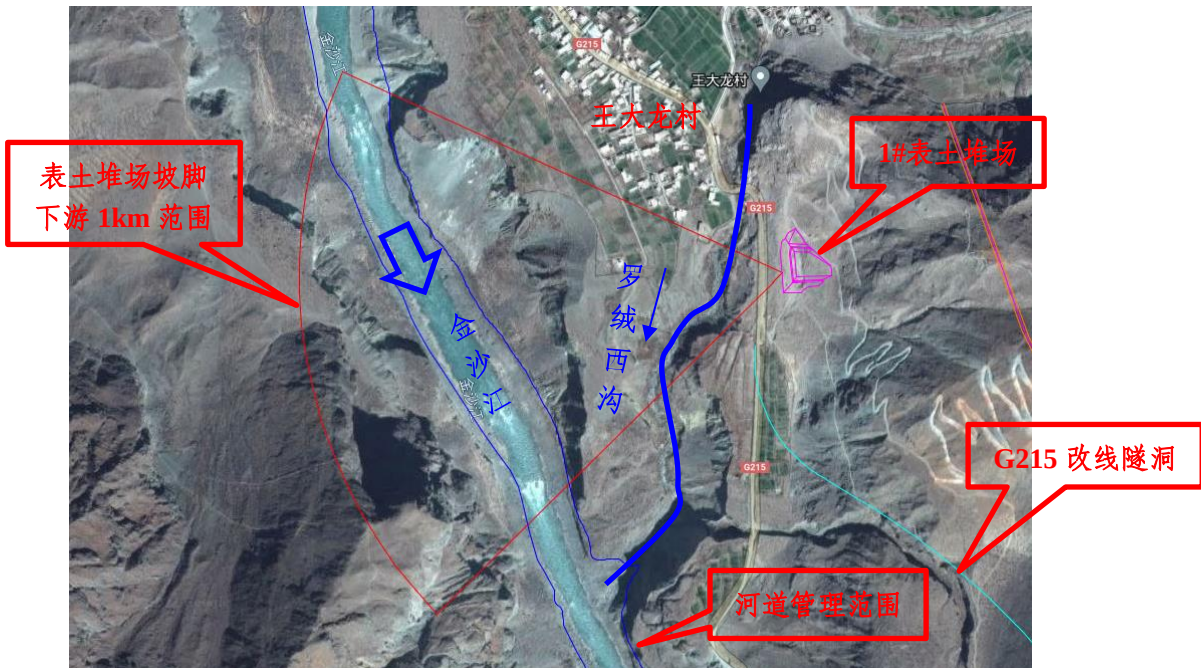
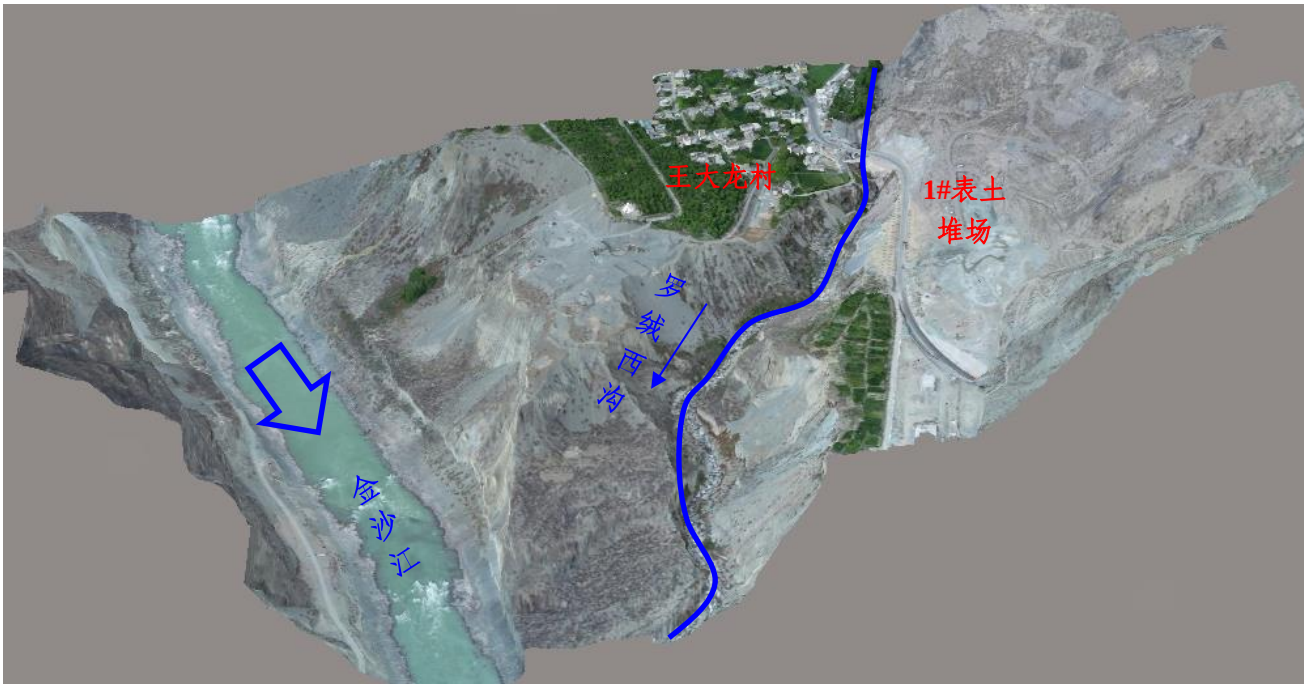
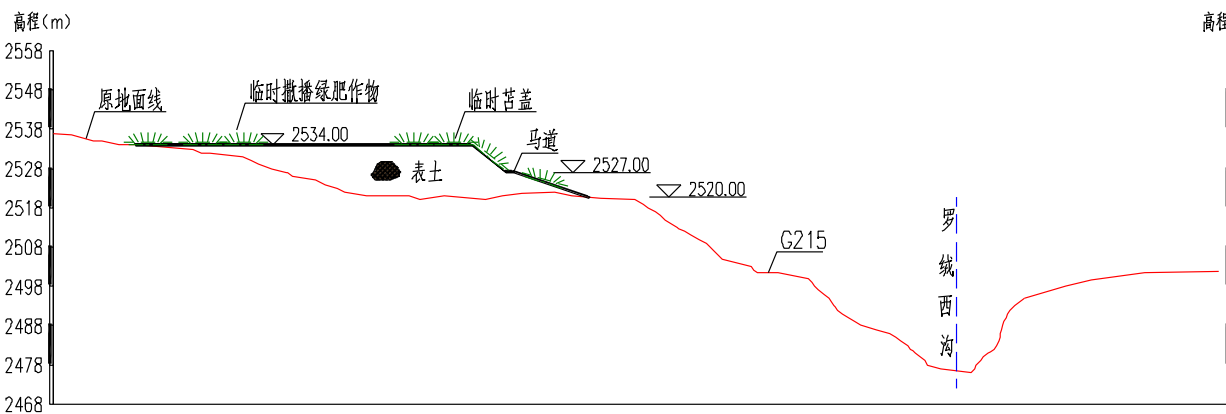
表土堆存场名称		1#表土堆存场		中心坐标（2000 坐标系）		X（m）: 3245640.380; Y（m）: 507615.086					
布设位置		大坝下游左岸王大龙村村口南侧 200m		经纬度		东经 99.078366° ， 北纬 29.328113°					
规划容量 （万 m³）	5.81	设计堆土量 （万 m³）	5.77 （松方）	堆土高程 （m）	2518~2534	最大堆土高 度（m）	16	边坡坡比	1:2.0	马道宽度 （m）/数量 （个）	2/1
地形图										上游情况: 上游为陡峻高山和乡村公路，汇水面积：0.065km²。 下游情况: 下游 50m 为 G215 国道，下游 120m 为罗绒西沟。 其他情况: 1#表土堆存场坡脚距金沙江直线距离为 650m。 现状王大龙村居民房屋均位于罗绒西沟一侧。	
卫星影像图											
现状三维图片											
剖面图											

表 2.2-23

2#表土堆存场基本情况一览表

表土堆存场名称		2#表土堆存场				中心坐标（2000 坐标系）		X（m）: 3247137.667; Y（m）: 506196.609			
布设位置		大坝下游右岸大平台弃渣场南侧，与右岸大平台弃渣场合并布置				经纬度		东经 99.064133° ， 北纬 29.341473°			
规划容量（万 m³）	25.77	设计堆土量（万 m³）	25.70（松方）	堆土高程（m）	2392~2442	最大堆土高度（m）	50	边坡坡比	1:2.0	马道宽度（m）/数量（个）	5/4
地形图											上游情况: 上游为陡峻高山，改建的省道 S201 紧靠表土堆存场，汇水面积已计入右岸大平台弃渣场，并进行相应的排水措施设计，不再单独勾绘集雨面积。 下游情况: 下游紧靠挡墙为本项目新建的 2#公路、2#油库，下游 220m 为金沙江。 其他情况: 2#表土堆存场范围内的房屋为拆迁范围，与金沙江左岸 G215 国道（高程范围 2395~2440m）直线距离 300m。
卫星影像图											
三维现状图											
剖面图											

2.2.3 施工方法与工艺

2.2.3.1 首部枢纽施工

本工程闸坝土石方开挖分坝肩和坝基两部分。坝肩开挖以石方开挖为主，多为削坡，采用从上而下进行岸坡开挖，开挖过程中，遵循边开挖边支护的原则。坝肩部分土石方开挖安排在截流以后进行，基坑内的土石方开挖需在完成上下游围堰施工后的“二枯”进行。覆盖层开挖采用 $1.6\sim 3\text{m}^3$ 反铲装 20~25t 自卸汽车运输，石方开挖采用手风钻和潜孔钻钻孔爆破，自上而下分层开挖，TY200 推土机辅助集渣， $1.6\sim 3\text{m}^3$ 反铲装 20~25t 自卸汽车运至右岸大平台弃渣场。

2.2.3.2 引水系统施工

一、引水隧洞施工

引水隧洞施工主要通过引 1#、引 2#、引 3#、引 4#施工支洞和多条横通洞进行。

引水隧洞采用上下半洞开挖法。上层开挖高度根据选用的钻孔设备工作高度及顶拱混凝土浇筑所要求的高度等而定。顶拱部分开挖，可采用全断面掘进或先中导洞再扩两侧或先开挖一侧再开挖另一侧，随地质条件及机械设备而定。下部台阶扩挖可采用预裂梯段爆破一次开挖到底或在两侧边墙留一定厚度的保护层，待中间开挖后再进行修整。上半洞掌子面开挖采用两台三臂钻并排钻孔爆破， 3m^3 侧卸式装载机装 20t 自卸汽车通过施工支洞运至洞外，下半洞开挖采用潜孔钻钻垂直孔爆破， 3m^3 侧卸式装载机装 20t 自卸汽车通过施工支洞运至洞外格拉轰曲沟对岸弃渣场。

二、调压室施工

调压室竖井扩挖时先 1#调压室施工，待 1#调压室开挖和一期支护施工一半高度后开始 2#调压室开挖施工，以保证井壁的围岩稳定。在开挖导井之前，先完成调压室顶拱开挖。顶拱开挖高程为 2441.2m~2426.0m，开挖高度 15.2m，最大开挖宽度为 25m。开挖采用分层分块，第一层为 2433.0m~2441.2m，第二层为 2426m~2433.0m，第一层开挖采用三臂台车钻孔爆破，中导洞领先，两侧跟进的施工顺序施工。第二层采用潜孔钻垂直钻孔，梯段爆破。石渣由 3m^3 装载机装 20t 自卸汽车经调压室交通洞运至格拉轰曲沟对岸弃渣场。

高程 2426m~2337.5m 采用导井溜渣方式进行开挖，调压室底部出渣。导井采用 LM-200 型反井钻机钻一直径 $\Phi 216\text{mm}$ 的导向孔，然后反向扩挖成直径 $\Phi 2.0\text{m}$ 出渣导井。导井贯通后，进行竖井扩挖，扩挖分两次进行，第一次扩挖直径为 6.0m，手风钻钻孔爆破，爆

破后用卷扬机放下小型反铲至开挖工作面，人工配合反铲扒渣。第二次扩挖采用轻型 MA501 型潜孔钻配手风钻钻孔爆破，井身全断面分部扩挖，井壁先预裂，爆破后用反铲集渣并推入扩大后的导井，并及时进行喷锚支护和锚索施工。扩挖石渣经导井落入竖井底部，用 3m³装载机装 20t 自卸汽车通过引 4#施工支洞和 1#岔洞经进厂交通洞运至格拉轰曲沟对岸弃渣场。

三、压力管道施工

与调压室施工类似，石方井挖采用先导井后扩大开挖方式进行。导井贯通以后，自上而下进行扩大开挖。竖井扩大开挖采用手风钻钻孔，爆破后用卷扬机放下小型反铲至开挖工作面，人工配合反铲扒渣。4 条高压管道错高开挖，采用开挖与支护同时跟进的方式进行施工。

四、尾水系统施工

尾水出口计划 3 个枯水期内完成。尾水出口常水位以上部分施工在第一个枯水期前完成，开挖前设置集渣平台；第一个枯水期进行围堰防渗体施工；第二个枯水期完成围堰填筑和基坑排水、尾水出口常水位以下开挖、混凝土浇筑和尾水事故闸门安装；第三个枯水期在尾水事故闸门具备下闸条件后，完成岩塞段尾水隧洞开挖、混凝土衬砌，拆除围堰，围堰弃方运至右岸大平台弃渣场。

尾水出口土石方明挖采用推土机集渣，挖掘机挖装 20t 自卸汽车出渣。尾水出口开挖边坡高，边坡采用预裂爆破，预裂孔采用液压履带钻钻孔。尾水出口自上而下逐层开挖，梯段高度一般为 6~10m，液压履带钻机钻孔，深孔梯段微差爆破，开挖边坡的支护在分层开挖过程中逐层进行，上层的支护应保证下一层的开挖安全顺利进行。底部建基面预留 2.5m 厚保护层，建基面保护层在尾水隧洞出口建筑物混凝土施工前爆除，保护层开挖采用手风钻钻孔，浅孔小药量光面爆破，推土机集渣，3m³装载机挖装 20t 自卸汽车运至格拉轰曲沟对岸弃渣场。

尾水隧洞施工通过厂 4#施工支洞向上开挖形成斜坡道，形成尾水隧洞上部施工通道。尾水隧洞采用三臂凿岩台车钻孔爆破，上部开挖分层高度 9.1m，采取中导洞超前，边顶拱预留 0.90m 保护层光爆跟进，超前中导洞与后面的光爆层同时起爆，排炮循环进尺 3.5m，反铲安全处理，锚喷支护滞后跟进，锚杆台车施工锚杆，喷混凝土台车喷射混凝土，3m³装载机配合 20t 自卸汽车出渣。尾水隧洞下部开挖分层高度 9.1m，下部开挖一次成型；三臂凿岩台车钻孔爆破，3.0m³侧卸式装载机挖装 20t 自卸汽车经厂 4#施工支洞运至格拉轰曲

沟对岸弃渣场。

2.2.3.3 厂房施工

主体专业考虑地下厂房分层开挖，考虑爆破、凿岩车等方式进行开挖， 3m^3 装载机配合 20t 自卸汽车出渣从尾水隧洞出渣或反铲配 12t 自卸车出渣料运至格拉轰曲沟对岸弃渣场。

2.2.3.4 河道疏浚施工

河床清理安排在第 5 年 11 月至第 6 年 5 月进行施工，在河道两侧岸边分别布置施工道路，作为施工设备和出渣的运输通道。河床清理两岸岸边枯水位上下 2m 范围内部分，采用反铲挖掘机，从上游至下游，垂直河流方向进行清理；反铲不能开挖的部位，采用铲斗式挖泥船开挖。开挖弃渣由 20t 自卸汽车运往格拉轰曲沟对岸弃渣场。

2.2.3.5 导流建筑物施工

一、首部枢纽导流建筑物施工

1、导流洞施工

导流洞进、出口高程较低，为使进出口开挖、底板基础处理和混凝土浇筑能在干地施工，采用预留岩坎和岩坎加高作为围堰挡水，进口围堰同时作为导流洞施工的施工通道，导流洞完建后再拆除。导流隧洞进、出口开挖自上而下分层进行，覆盖层开挖采用 $3\sim 5\text{m}^3$ 反铲直接进行，配 20~25t 自卸汽车出渣；石方开挖采用潜孔钻配手风钻打孔爆破，坡面采用预裂爆破， $3\sim 5\text{m}^3$ 反铲配 20~25t 自卸汽车出渣，运至右岸大平台弃渣场堆存。为确保开挖边坡稳定与安全，坡面支护工作应紧随开挖及时进行。

导流隧洞洞身分上、下两层进行开挖，先开挖上层，上层开挖贯通后再进行下层开挖。上层典型开挖断面从进出口向中间开挖，考虑到断面较大，地质条件较差，采用导洞领进，扩挖跟进开挖方式，每个工作面采用一台三臂凿岩台车，手风钻配合钻孔，平行直眼掏槽，周边光面爆破， 3.0m^3 装载机配 25t 自卸汽车由施工支洞出渣，有用料运至格拉轰曲沟对岸弃渣场堆存，无用料运至右岸大平台弃渣场堆存。导流隧洞下层典型开挖断面于上层开挖完成和施工期支护完成后进行，由施工支洞进入导流隧洞分别从支洞与主洞的交叉向上、下游两工作面开挖。下半部分扩挖采用潜孔钻钻孔，周边光面爆破，出渣采用 3.0m^3 装载机配 25t 自卸汽车运输。

2、围堰施工

(1) 围堰填筑

围堰堆筑首先从戗堤截流开始, 主要用 3m^3 挖掘机装车, 25t 自卸汽车运料, 220HP 推土机集料、平整、13.5t 振动碾碾压、辅以小型机械运输及局部人工夯实。

上游围堰戗堤形成后, 过渡料和土石混合料均用自卸汽车运料, 从戗堤顶依次卸料, 推土机平料。堰体堆筑到水面以上后, 用振动碾分层碾压, 机械碾压不到的部位用夯板夯实。对于大块石保护区, 水上部分直接用自卸汽车运料铺放, 水下部分用大粒径抛填。下游围堰施工同上游。

(2) 围堰拆除

上、下游围堰在第 6 年 6 月初开始拆除, 水上部分用 5m^3 挖掘机配 25t 自卸汽车出渣, 水下部分 2m^3 长臂反铲及索铲配 20t 自卸汽车出渣。围堰拆除土石渣运至右岸大平台弃渣场。

二、厂区导流建筑物施工

1、围堰填筑

围堰堆筑施工方法同坝区围堰。厂区围堰堆筑用料来自厂房尾水洞出口开挖料。

2、围堰拆除

厂区围堰拆除渣料采用 $2\sim 3\text{m}^3$ 反铲开挖、20~25t 自卸汽车运至右岸大平台弃渣场。

2.2.3.6 坝前 I 号堆积体治理工程

边坡开挖前修筑浆砌石截水沟, 边坡土方开挖自上而下分层进行, TY200 推土机辅助集渣, $1.6\sim 3\text{m}^3$ 反铲装 15~20t 自卸汽车运至格拉轰曲沟对岸弃渣场。

2.2.3.7 施工生产生活设施施工

施工场地大部分布置在地形较缓的阶地或台地上, 台阶式布置高差较大时, 设置拦挡和排水设施。半填半挖式场地平整尽量做到挖填平衡。场地施工采用机械开挖和爆破, 挖掘机配合自卸汽车运输, 推土机推平场地方式, 施工生产生活设施场地标高应高于防洪标准对应的洪水位+安全超高, 场地平整开挖的土石方尽量用作场地回填, 不能回填利用的渣土及时由自卸汽车运至弃渣场集中堆放防护。拦挡和排水设施基础开挖、砌石等施工, 采用人工配合机械方式施工, 开挖土石方除用于场地填筑外, 多余部分由自卸汽车运至右岸大平台弃渣场。

施工场地填筑开挖之前先设置拦挡、排水设施。场地平整前先修建上游边坡的截排水沟和下边坡的拦挡措施。对开挖较高的边坡, 应及时进行支护处理。场地平整施工期间,

对于由爆破或不良地质地段产生的崩塌体，及时进行清理，并运至规划的弃渣场。

2.2.3.8 渣（料）堆放

弃渣场运行前应遵循“先拦后弃，先截后排”的原则，在堆弃前先清理地表植被，剥离表土，修筑拦挡措施，周边设置截排水措施。渣料装车时，禁止装得过满，以防止渣料在运输过程中洒落，运输过程中，应进行防护，以免渣土沿途洒落，造成水土流失。渣（料）应自下而上堆放，禁止自上而下倾倒。在堆放过程中，边堆放边对渣体进行碾压，同时进行削坡，边坡坡比严格按照设计坡比进行控制，渣（料）在堆放过程中预留马道；主体设计专业参照土石坝等相关规范及已建工程施工碾压参数，对右岸大平台弃渣场弃渣、格拉轰曲沟对岸弃渣场后期的弃渣采用 16t 振动碾进行碾压，铺料厚度为 100~120cm，碾压遍数为 1~2 遍，碾压后孔隙率不高于 25%。

本项目位于金沙江两岸，地形坡度较陡，除施工用 110kV 输变电线路、复建管渠道等外，其他部位均不设置临时堆土区域，土石方开挖后直接通过自卸汽车运输至规划的弃渣场；对于施工用 110kV 输变电线路、复建管渠道等临时堆土，水土保持专业在第三章提出相应的水土保持要求，并在第五章完善相应的防护措施设计。

2.2.3.9 交通道路工程施工

1、路基工程

路堑开挖根据开挖高度和岩性采用不同的施工方法。对于土质边坡，高度小于 8m，按坡度 1:1 进行开挖；高度大于 8m，分台阶分级开挖，自路基以上每 8m 预留一开挖平台，平台宽 2m。岩质边坡开挖时，当高度小于 15m 时，可采用光面爆破，并根据岩性性质采用不同的开挖坡比；当高度大于 15m，要求采用预裂爆破，每隔 15m 设一道宽 2m 的马道。开挖采用机械开挖和人工爆破，推土机集运，10~15t 自卸汽车装运。

场内 3#、5#、6#、13#公路布设于金沙江河岸或河滩地上，其中 3#公路，位于枢纽区左岸下游，公路全长 1.8km，高程 2365~2400m，临河平均距离为 30m，近河段公路长度为 0.95km；5#公路，位于导流洞进口上游，公路全长 1.2km，高程 2365~2430m，临河平均距离为 35m，近河段公路长度为 0.7km；6#公路，位于导流洞出口下游，公路全长 0.5km，高程 2365~2395m，临河平均距离为 80m，近河段公路长度为 0.3km；13#公路，位于厂区左岸，公路全长 0.7km，高程 2310~2325m，临河平均距离为 25m，近河段公路长度为 0.7km；由于道路布设位置与金沙江距离较近，存在一定“溜渣”风险，需采取特殊施工工艺或方案以避免水土流失。场内临河侧公路施工时间选取在筹建期枯期施工，场内 3#、5#、6#公

路位于覆盖层上，覆盖层以坡积碎石土为主，开挖前设置好拦挡防护，开挖的碎石土应尽量原地回填，不能回填的土石方，应及时运至弃渣场堆存。场内 13#公路位于基岩上，道路采用爆破开挖，爆破时应采用合适的爆破工艺以控制开挖料粒径，并在下方设置防护网，爆破后及时清理渣料运至渣场。

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

2、桥梁工程

桥梁施工工序为：平整施工场地→基础施工（扩大基础施工或灌注桩施工）→桥梁上部构造施工。

灌注桩施工：工程内容包括场地清理、测放桩位、开槽探孔、护筒埋设及拆除、泥浆拌制及外运，冲孔、清孔，钢筋笼制作、运输、吊放、混凝土灌注；浆液制作、钻孔旋喷，机具清理及进出场。

桥台扩大基础施工：采用机械或人工直接开挖，开挖前先要准确放样。在墩台或其他建筑物附近开挖基坑时，应采取适当的防护措施。地基开挖一般采用放坡开挖。

当桥梁需跨越河道时，桥梁基础采用钢围堰施工。首先沿着桥梁一侧修建栈桥，在桥墩处搭设钻孔平台，架设钻机，钻孔灌注桩采用清水钻进，钻孔弃渣经循环水带出，经沉淀过滤后集中转运到陆地上，再由汽车转运到规划的弃渣场堆存；钻孔灌注桩施工结束后浇注承台。水下施工全部结束后，清理基坑，拆除围堰。

2.2.3.10 表土堆存

表土堆存前，应做好拦挡、排水措施，由自卸汽车运输表土，运输过程中，应进行防护，以免表土沿途洒落，造成水土流失；表土应自下而上进行堆存，表土堆存完毕后，应对该区域做好标识；由于施工期较长，应对表土做好防护。由于 2#表土堆存场紧靠右岸大平台弃渣场，两者堆存过程中，存在时序上的交叉，水土保持专业与施工专业进行沟通，优先堆存靠近 2#表土堆存场的弃渣区域，以保证表土堆存不受弃渣时序的影响。

2.2.4 建筑材料来源

本工程建筑材料主要有水泥、钢材、木材、油料、粉煤灰、火工产品等。

水泥、粉煤灰可在四川、云南等省份就近的厂家采购，商业膨润土从云南丽江采购。钢材采用在昆明、攀枝花钢材市场购买。木材可在巴塘县的木材市场采购；油料可在当地市场就近采购；火工材料由芒康县、巴塘县供应。

2.3 工程占地

根据主体设计资料，工程总占地 400.97hm^2 ，按占地性质划分，永久占地 264.48hm^2 （含电站淹没占地 183.33hm^2 ，淹没重叠部分用地 9.22hm^2 ），临时占地 136.49hm^2 。

方案编制过程中，依据水库专业安置规划成果，并结合工程总体布置情况，对主体专业设计的占地进行分析复核。经复核，主体专业未计列业主建设管理营地、施工供电线路、库岸防护及部分专项设施重建、厂坝公路改扩建等占地，水土保持方案进行补充完善，复核后，本工程总占地 407.83hm^2 ，按占地性质划分，永久占地 268.83hm^2 ，临时占地 139.00hm^2 。

按土地类型划分，共占用耕地 8.67hm^2 ，园地 25.61hm^2 ，林地 154.32hm^2 ，草地 51.21hm^2 ，住宅用地 0.63hm^2 ，交通运输用地 5.60hm^2 ，水域及水利设施用地 157.16hm^2 ，其他土地 4.63hm^2 。

按工程区域划分，枢纽工程区占地 47.92hm^2 ，弃渣场区占地 44.20hm^2 ，表土堆存场区占地 1.68hm^2 ，交通设施占地 63.03hm^2 ，施工生产生活区占地 60.38hm^2 ，水库淹没及影响区 183.33hm^2 ；库岸防护工程区占地 0.93hm^2 ，专项设施重建区占地 6.36hm^2 。

昌波水电站工程占地情况详见表 2.3-1~2.3-5。

表 2.3-1

昌波水电站工程分区占地面积表

单位: hm²

分区及项目组成		项目建设区									其中与库区重叠		
		巴塘县			芒康县			合计			巴塘县	芒康县	小计
		永久占地	临时占地	小计	永久占地	临时占地	小计	永久占地	临时占地	小计	永久占地	永久占地	
电站 枢纽 工程 区	枢纽工程区	41.54		41.54	6.38		6.38	47.92		47.92	6.62		6.62
	弃渣场区		16.70	16.70	3.01	24.49	27.50	3.01	41.19	44.20			
	表土堆存场区		1.68	1.68					1.68	1.68			
	交通设施区	10.84	37.12	47.96	7.06	8.01	15.07	17.90	45.13	63.03		2.60	2.60
	施工生产生活区	3.43	40.02	43.45	7.50	9.43	16.93	10.93	49.45	60.38			
	水库淹没及影响区	85.38		85.38	97.95		97.95	183.33		183.33			
	小计	141.19	95.52	236.71	121.90	41.93	163.83	263.09	137.45	400.54	6.62	2.60	9.22
移民 安置 区	库岸防护工程区				0.93		0.93	0.93		0.93			
	专项设施复建区	0.32	1.53	1.85	4.49	0.02	4.51	4.81	1.55	6.36			
	小计	0.32	1.53	1.85	5.42	0.02	5.44	5.74	1.55	7.29			
合计		141.51	97.05	238.56	127.32	41.95	169.27	268.83	139.00	407.83	6.62	2.60	9.22

表 2.3-2

昌波水电站工程占地统计一览表

单位: hm²

序号	项目		合计			巴塘县			芒康县		
			永久占地	临时占地	小计	永久占地	临时占地	小计	永久占地	临时占地	小计
1	耕地	水浇地	3.95	1.19	5.14	1.25	0.23	1.48	2.70	0.96	3.66
		旱地	3.15	0.37	3.52	3.15	0.37	3.52			
2	园地	果园	7.64	17.97	25.61	0.84	0.38	1.22	6.80	17.59	24.39
3	林地	乔木林地	0.36	2.12	2.48	0.36	2.08	2.44		0.04	0.04
		灌木林地	51.36	74.80	126.16	43.40	67.88	111.28	7.96	6.92	14.88
		其他林地	11.87	13.81	25.68	9.07	13.71	22.78	2.80	0.10	2.90
4	草地	天然牧草地	36.00	15.21	51.21	17.15	7.44	24.59	18.86	7.77	26.63
5	住宅用地	农村宅基地	0.08	0.55	0.63				0.08	0.55	0.63
6	交通运输用地	公路用地	2.36	1.81	4.17	1.98	0.90	2.88	0.38	0.91	1.29
		农村道路	0.33	1.10	1.43		0.10	0.10	0.33	1.00	1.33
7	水域及水利设施用地	河流水面	89.39	3.46	92.85	40.74	1.20	41.93	48.66	2.26	50.92
		内陆滩涂	60.83	3.49	64.31	23.25	0.12	23.37	37.58	3.37	40.95
8	其他土地	设施农用地	0.06	0.48	0.54				0.06	0.48	0.54
		裸土地	1.13	0.36	1.50	0.01	0.36	0.38	1.12		1.12
		裸岩石砾地	0.30	2.29	2.59	0.30	2.29	2.59			
9	合计		268.83	139.00	407.83	141.51	97.05	238.56	127.32	41.95	169.27

表 2.3-3

昌波水电站枢纽工程区占地类型统计一览表

单位：hm²

分区及项目组成		行政区	占地性质	占地类型															总计	
				耕地		园地	林地			草地	住宅用地	交通运输用地		水域及水利设施用地		其他土地				
				水浇地	旱地	果园	乔木林地	灌木林地	其他林地	天然牧草地	农村宅基地	公路用地	农村道路	河流水面	内陆滩涂	设施农用地	裸土地	裸岩石砾地		
枢纽工程区	左岸首部枢纽、坝前左岸 I 号堆积体边坡治理工程、左岸引水发电系统进水口	巴塘县	永久					20.73	1.58	9.38			0.78		0.57	0.03				33.07
	左岸引水发电系统尾水出口及出线平台、莫曲河地下厂房尾水出口河道疏浚		永久					4.35	0.17	3.45			0.39		0.11					8.47
	右岸首部枢纽、导流洞进出口等	芒康县	永久					1.30	1.87	0.37			0.29		2.19	0.36				6.38
	小计							26.38	3.62	13.20			1.46		2.87	0.39				47.92
弃渣场区	右岸大平台弃渣场 (包括岸坡防护工程占地)	芒康县	永久			2.89		0.04					0.03			0.06			3.01	
	临时				13.12	0.04	2.94		1.72	0.05	0.59	0.74	2.09	2.72	0.48			24.49		
	格拉轰曲沟对岸弃渣场	巴塘县	临时					15.12	0.98	0.01		0.38						0.20	16.70	
	小计					16.01	0.04	18.10	0.98	1.73	0.05	0.97	0.77	2.09	2.72	0.54		0.20	44.20	
表土堆存场区	1#表土堆存场	巴塘县	临时					0.92	0.76										1.68	
交通设施区	左岸交通道路	巴塘县	永久	0.38	0.01	0.12	0.24	5.02	2.16	1.40		0.70		0.50			0.01	0.30	10.84	
	临时		0.23	0.34	0.28	2.08	27.40	4.64	0.47		0.38		1.20	0.12				37.12		
	右岸交通道路	芒康县	永久					3.73	0.25	1.55	0.01	0.09	0.23		1.20				7.06	
	临时						2.28		5.08					0.65				8.01		
	小计			0.61	0.35	0.40	2.32	38.43	7.05	8.50	0.01	1.17	0.23	1.70	1.97		0.01	0.30	63.03	
施工生活区	首部枢纽施工营地、前期综合仓库	巴塘县	临时					2.75	1.17										3.92	
	前期汽车机械修理厂、前期综合加工厂		临时					2.36	1.61										3.97	
	1#供水站和 1#空压站		临时					0.24		0.04									0.28	
	1#混凝土系统		临时					1.87	0.19										2.06	
	现场生活办公营地		永久					2.18				0.11							2.29	
	业主建设管理营地	芒康县	永久					1.20		1.25									2.45	
	综合仓库及加工厂、右岸炸药库、2#供水站		永久	1.29		1.77		0.83	0.22	0.77	0.07		0.07	0.03					5.05	
	临时		0.96		4.47		1.70	0.10	0.95	0.50	0.32	0.26	0.17					9.43		
	左岸炸药库	巴塘县	临时		0.03	0.10		0.01	0.13										0.27	
	2#混凝土系统、3#供水站		临时					1.02	1.23										2.25	
	110kV 变电站		永久					0.66											0.66	
	110kV 输电线路塔基		永久					0.17		0.31									0.48	
	110kV 输电线路施工便道及场地等		临时					0.34		0.62									0.96	
	施工供水系统		临时					0.21				0.01							0.22	
	砂石加工系统及 3#混凝土系统、4#供水站		临时					8.44				0.13							8.57	
	厂区施工营地、综合仓库、综合加工厂、综合修配厂、机电金结拼装场、5#供水站		临时					7.02	3.00	5.31			0.10					2.09	17.52	
	小计			2.25	0.03	6.34		31.00	7.65	9.26	0.57	0.57	0.43	0.20			2.09	60.38		
合计	巴塘县	永久	0.38	0.01	0.12	0.24	33.11	3.91	14.54		1.98		1.18	0.03		0.01	0.30	55.81		
		临时	0.23	0.37	0.38	2.08	67.70	13.71	6.45		0.90	0.10	1.20	0.12			2.29	95.53		
		小计	0.61	0.38	0.50	2.32	100.81	17.62	20.99		2.88	0.10	2.38	0.15		0.01	2.59	151.34		
	芒康县	永久	1.29		4.66		7.10	2.34	3.94	0.08	0.38	0.33	2.22	1.56	0.06			23.95		
		临时	0.96		17.59	0.04	6.92	0.10	7.75	0.55	0.91	1.00	2.26	3.37	0.48			41.93		
		小计	2.25		22.25	0.04	14.02	2.44	11.69	0.63	1.29	1.33	4.48	4.93	0.54			65.88		
	合计	永久	1.67	0.01	4.78	0.24	40.21	6.25	18.48	0.08	2.36	0.33	3.40	1.59	0.06	0.01	0.30	79.76		
		临时	1.19	0.37	17.97	2.12	74.62	13.81	14.20	0.55	1.81	1.10	3.46	3.49	0.48	0.00	2.29	137.46		
		小计	2.86	0.38	22.75	2.36	114.83	20.06	32.68	0.63	4.17	1.43	6.86	5.08	0.54	0.01	2.59	217.22		

注：弃渣场区的岸坡防护工程占地类型包括河流水面、内陆滩涂。

表 2.3-4

昌波水电站移民安置区占地类型统计一览表

单位: hm²

分区及项目组成		行政区	占地性质	占地类型				
				林地	草地	水域及水利设施用地	其他土地	总计
				灌木林地	天然牧草地	内陆滩涂	裸土地	
库岸防护工程区	米结堆积体防护	芒康县	永久	0.19	0.65	0.09		0.93
专项设施复建区	复建交通工程区	芒康县	永久	0.67	2.69		1.12	4.48
	复建供水管（渠）道区	巴塘县	永久		0.23			0.23
			临时	0.18	0.70		0.29	1.17
	复建输电线路区	巴塘县	永久		0.03			0.03
			临时		0.10		0.02	0.12
		芒康县	永久		0.001			0.001
			临时		0.004			0.004
	复建通讯线路区	巴塘县	永久		0.06			0.06
			临时		0.19		0.05	0.24
		芒康县	永久		0.004			0.004
			临时		0.017			0.017
	小计			0.85	4.02		1.48	6.36
合计		巴塘县	永久		0.32			0.32
			临时	0.18	0.99		0.36	1.53
			小计	0.18	1.31		0.36	1.85
		芒康县	永久	0.86	3.34	0.09	1.12	5.42
			临时		0.02		0.00	0.02
			小计	0.86	3.37	0.09	1.12	5.44
		合计	永久	0.86	3.66	0.09	1.12	5.74
			临时	0.18	1.01		0.36	1.55
			小计	1.03	4.68	0.09	1.48	7.29

表 2.3-5

昌波水电站水库淹没及影响区占地类型统计一览表

单位: hm²

分区及项目组成	行政区	占地性质	占地类型										
			耕地		园地	林地			草地	水域及水利设施用地		其他土地	总计
			水浇地	旱地	果园	乔木林地	灌木林地	其他林地	天然牧草地	河流水面	内陆滩涂	裸土地	
淹没区	巴塘县	永久	0.13	2.44	0.18	0.12	10.29	5.16	2.28	39.56	23.22	0.004	83.39
	芒康县	永久	0.63		1.25			0.46	11.57	46.44	35.93		96.28
	小计		0.76	2.44	1.43	0.12	10.29	5.62	13.86	85.99	59.15	0.004	179.67
影响区	巴塘县	永久	0.74	0.71	0.54								1.99
	芒康县	永久	0.78		0.88								1.67
	小计		1.52	0.71	1.42								3.66
合计	巴塘县	永久	0.87	3.14	0.72	0.12	10.29	5.16	2.28	39.56	23.22	0.004	85.38
	芒康县	永久	1.41		2.14			0.46	11.57	46.44	35.93		97.95
	小计		2.28	3.14	2.86	0.12	10.29	5.62	13.86	85.99	59.15	0.004	183.33

2.4 土石方平衡

2.4.1 主体土石方平衡

一、主体土石方平衡情况

主体设计中已考虑了枢纽工程、部分交通设施的土石方挖填及调配情况。总挖方量为 1022.74 万 m^3 (自然方,下同)。按项目组成划分,枢纽工程区挖方 919.54 万 m^3 ,弃渣场 8.52 万 m^3 ,交通设施 49.57 万 m^3 ,施工生产生活设施 45.11 万 m^3 ;按土石方划分,土方 368.98 万 m^3 ,石方 653.76 万 m^3 (其中 217.26 万 m^3 为可作为建筑材料的石方)。

总填方为 37.02 万 m^3 ,其中土方 23.87 万 m^3 ,石方 13.15 万 m^3 ;开挖方作为建筑材料利用方为 217.26 万 m^3 。

共产生弃方 768.46 万 m^3 ,其中,右岸大平台弃渣场堆放 505.94 万 m^3 ,格拉轰曲沟对岸弃渣场堆放 262.52 万 m^3 。

二、主体工程建筑材料平衡

主体设计挖方中包括作为建筑材料的 217.26 万 m^3 。建筑材料主要用于混凝土砂石骨料、砌石材料等,主体设计中将考虑了扩大系数的建筑材料数量全部作为建筑材料,方案中只考虑实际的建筑材料数量,扩大部分作为一般石方和废弃方。

三、主体土石方平衡中的不足之处

通过对主体工程土石方平衡分析,主体设计中考虑了大坝枢纽、引水系统、各施工及交通隧洞等区域的土石方挖填及调配情况,但仍有以下不足之处,主要包括以下几个方面:

1、未统计可剥离表土资源量

根据《生产建设项目水土保持技术标准》,应注重表土资源的保护,本工程占用耕园地的区域、部分林草地的区域具有一定的表土量,本方案根据本工程施工工艺及施工工序,考虑对扰动区域的可剥离表土进行剥离,剥离后堆存至表土堆存场,并采取拦挡、土壤改良、临时撒草及苫盖等措施进行防护。

2、主体土石方平衡未考虑部分建设内容土石方挖填情况

主体设计土石方平衡中未包含部分道路、库岸防护工程及专项设施复建区域的土石方挖填情况。本方案将这部分建设内容的土石方挖填情况纳入项目土石方平衡中,确定本项目最终的土石方挖、填、弃情况。

表 2.4-1 主体工程土石方平衡表 单位：万 m³													
项目			挖方	回 填	利用	调入		调出		弃方及去向			
						数量	来源	数量	去向	数量	右岸大平	格拉轰曲沟对岸弃渣场	
A 枢纽工程区	A1 挡水工程	土方		16.58						16.58	16.58		
		石方	建筑材料			5.92	5.92	A3					
			其他石方	1.82						1.82	1.82		
		小计		18.40		5.92	5.92			18.40	18.40		
	A2 泄水工程	土方		20.67						20.67	20.67		
		石方	建筑材料			37.56	37.56	A3					
			其他石方	0.39	5.08		4.69	A3					
		小计		21.06	5.08	37.56	42.25			20.67	20.67		
	A3 输水工程	土方		15.52					15.36	A8	0.16	0.16	
		石方	建筑材料	172.27		91.79			80.48	A1/A2/A5/A6/A8/B/C			
			其他石方	326.42					39.87	A2/A8/B	286.55	260.13	26.42
		小计		514.21		91.79			135.71		286.71	260.29	26.42
	A4 发电工程	土方		16.62							16.62		16.62
		石方	建筑材料	29.80		29.80							
			其他石方	14.87							14.87		14.87
		小计		61.29		29.80					31.49		31.49
	A5 升压变电站工程 (含河道疏浚)	土方		54.57							54.57	46.65	7.92
		石方	建筑材料			6.74	6.74	A3					
			其他石方	17.99							17.99	17.99	
		小计		72.56		6.74	6.74				72.56	64.64	7.92 (河道疏浚弃渣)
	A6 坝前 I 号堆积体处理工程	土方		172.20							172.20		172.20
		石方	建筑材料			14.30	14.30	A3					
			其他石方										
		小计		172.20		14.30	14.30				172.20		172.20
	A7 导流洞工程	土方		20.52					1.45	A8	19.07	19.07	
		石方	建筑材料	8.56		8.56							
			其他石方	30.74					2.99	A8	27.75	27.75	
		小计		59.82		8.56			4.44		46.82	46.82	
	A8 围堰工程	土方			1.95		16.81	A3/A7			14.86	14.86	
		石方	建筑材料					A3					
			其他石方		3.20		34.59	A3/A7			31.39	31.39	
		小计			5.15		51.40				46.25	46.25	
	合计	土方		316.68	1.95		16.81		16.81		314.73	117.99	196.74
		石方	建筑材料	210.63		194.67	64.52		80.48				
			其他石方	392.23	8.28		39.28		42.86		380.37	339.08	41.29
		小计		919.54	10.23	194.67	120.61		140.15		695.10	457.07	238.03
B 弃渣场	右岸大平台弃渣场	土方		6.85						6.85	6.85		
		石方	建筑材料			6.94	6.94	A3					
			其他石方		2.53		2.53	A3					
		小计		6.85	2.53	6.94	9.47			6.85	6.85		
	格拉轰曲沟对岸弃渣场	土方		1.67						1.67		1.67	
		石方	建筑材料			1.27	1.27	A3					
			其他石方		1.05		1.05	A3					
		小计		1.67	1.05	1.27	2.32			1.67		1.67	
	合计	土方		8.52						8.52	6.85	1.67	
		石方	建筑材料			8.21	8.21						
其他石方				3.58		3.58							
小计		8.52	3.58	8.21	11.79			8.52	6.85	1.67			
C 交通设施	交通洞及施工支洞工程	土方		0.87						0.87	0.87		
		石方	建筑材料	6.63		14.38	7.75	A3					
			其他石方	42.07						42.07	19.25	22.82	
		小计		49.57		14.38	7.75			42.94	20.12	22.82	
D 施工生产生活设施	施工场平及砂石系统等	土方		42.91	21.92					20.99	20.99		
		石方	建筑材料										
			其他石方	2.20	1.29					0.91	0.91		
		小计		45.11	23.21					21.90	21.90		
总计			土方		368.98	23.87		16.81	16.81	345.11	146.70	198.41	
			石方	建筑材料	217.26		217.26	80.48	80.48				
				其他石方	436.50	13.15		42.86	42.86		423.35	359.24	64.11
			合计		1022.74	37.02	217.26	140.15		140.15		768.46	505.94

度较大，本工程建设区范围内无可剥离的离草皮。结合现场情况的调查，按照“应剥尽剥”的原则，对项目区表土资源可剥离量调查统计。经统计，本项目表土可剥离面积为 31.29hm^2 ，可剥离量为 82925m^3 ，不可剥离的表土主要为不具备表土剥离操作性的区域；由于主体工程施工征地范围较项目施工扰动范围大，对于未扰动区域内的表土，本报告书不考虑对其进行剥离，维持原状即可，这种方式能够最大限度保护植被，减少扰动范围，符合水土保持要求。扣除施工施工未扰动区域可剥离的表土资源后，本项目表土最大剥离面积为 27.92hm^2 ，最大剥离量为 81810m^3 。

表 2.4-2 项目区可剥离表土分布与项目表土剥离分析表

项目建设区可剥离表土分布范围						表土剥离情况		
部位		可剥离范围	厚度 (m)	面积 (hm ²)	可剥离 量 (m ³)	剥离范围	面积 (hm ²)	可剥离 量 (m ³)
电 站 枢 纽 工 程 区	枢纽工 程区	/	/	/	/	/	/	/
	弃渣场 区	右岸大平台弃 渣场占地范围 内的园地	0.3	15.69	47070	右岸大平 台弃渣场 占地范围 内的园地	15.69	47070
	表土堆 存场区	/	/	/	/	/	/	/
	交通设 施区	本区占地范围 内的耕园地、 林草地	0.1~0.3	3.13	4690	本区占地 范围内的 耕园地、 部分林地	1.36	4080
	施工生 产生活 区	本区占地范围 内的耕园地、 林草地	0.1~0.3	12.47	31165	本区占地 范围内的 耕园地、 部分草地	10.87	30660
	小计			31.29	82925		27.92	81810
移 民 安 置 区	库岸防 护工程 区	本区占地范围 内的耕地	/	/	/	/	/	/
	专项设 施复建 区	本区占地范围 内的耕地	/	/	/	/	/	/
	小计		/	/	/	/	/	/
合计				31.29	82925		27.92	81810

表 2.4-3

表土剥离面积及剥离量一览表

项目组成		剥离面积合计 (hm ²)	剥离面积 (hm ²)	可剥离表 土地类	平均剥 离厚度 (m)	表土剥 离量 (m ³)	表土剥离 量合计 (m ³)	堆存方案					
								1#表土堆存场		2#表土堆存场		征地空闲区	
								数量 (m ³)	平均运 距 (km)	数量 (m ³)	平均运 距 (km)	数量 (m ³)	平均运距 (km)
弃渣场	右岸大平台 弃渣场	15.69	15.69	园地	0.3	47070	47070			47070	0.5		
交通设施	永久交通	0.51	0.39	耕地	0.3	1170	1530			1530	1		
			0.12	园地	0.3	360							
	临时交通	0.85	0.57	耕地	0.3	1710	2550	2500	3	50	3		
			0.28	林地	0.3	840							
施工生产生活场地	左岸炸药库	0.13	0.03	耕地	0.3	90	390			390	4		
			0.10	园地	0.3	300							
	厂区枢纽施工场地	0.30	0.30	草地	0.3	900	900	900	7				
	砂石加工系统及 3#混凝土系统	1.95	1.95	草地	0.2	3900	3900	3900	3.5				
	萨日西 1 号沟施工区	2.25	2.25	耕地	0.3	6750	25470			25470	1		
			6.24	园地	0.3	18720							
合计		27.92				81810	81810	7300		74510			

二、需土量分析

本工程植被恢复需土量约 28.28 万 m³，主要是施工迹地、永久建筑物周边的绿化场地、边坡框格护坡等区域的覆土，以及植生袋护坡、植被混凝土护坡、厚层基材植被护坡、客土喷播植草护坡所
需的覆土量。

表 2.4-4 本工程需土量分析一览表

项目组成		需土量（m³）														土料来源	
		小计	覆土			生态植生袋护坡		植被混凝土护坡		厚层基材喷射植被护坡		客土喷播植草护坡		复垦		来源	运距 （km）
			面积（hm²）	厚度（m）	需土量(m³)	面积(hm²)	需土量(m³)	面积(hm²)	需土量(m³)	面积(hm²)	需土量（m³）	面积(hm²)	需土量（m³）	面积(hm²)	需土量（m³）		
枢纽工程 区	大坝枢纽左岸	2900	0.21	0.4	840			2.06	2060							临近表土堆存场	1.5~10
	坝前 I 号堆积体	14210	2.40	0.2/0.4	8550			5.66	5660								
	厂房出线平台及河道疏浚	7050	1.11	0.2/0.4	3480			2.71	2710	0.86	860						
	厂房尾水隧洞	1380	0.13	0.4	520			0.86	860								
	大坝枢纽右岸	2550	0.74	0.3/0.4	2250			0.3	300								
	导流隧洞进出口	230	0.01	0.4	40			0.19	190								
	小计	28320	4.60		15680			11.78	11780	0.86	860						
弃渣场区	右岸大平台弃渣场	59020	7.71	0.2	15420									10.90	43600	临近表土堆存场	0.5~6
	格拉轰曲沟对岸弃渣场	26030	11.27	0.2/0.3	26030												
	小计	85050	18.98		41450									10.90	43600		
交通设施 区	永久道路	13540	1.07	0.2	2140	1.21	6050	1.05	1050	4.3	4300					临近表土堆存场	1~7
	临时道路	55982	20.26	0.2	40522					2.07	2070	9.99	9990	0.85	3400		
	小计	69522	21.33		42662	1.21	6050	1.05	1050	6.37	6370	9.99	9990	0.85	3400		
施工生产 生活区	坝址上游左岸施工区	12170	4.67	0.2	9340	0.46	2300					0.53	530			临近表土堆存场/业主建设管理营地空闲区域保存的土方	0.1~7
	1#供水站和 1#空压站	400	0.20	0.2	400												
	1#混凝土系统	3080	1.38	0.2	2760							0.32	320				
	现场生活办公营地	3290	0.68	0.3	2040	0.25	1250										
	左岸炸药库	680	0.08	0.2	160									0.13	520		
	2#混凝土系统及 3#供水站	3130	1.46	0.2	2920							0.21	210				
	110kV 施工变电站及线路	1380	0.50	0.2	1000							0.38	380				
	砂石加工系统及 3#混凝土系统	15260	7.25	0.2	14500							0.76	760				
	厂区上游施工区	29330	11.39	0.2	22780	1.04	5200					1.35	1350				
	业主建设管理营地	2250	0.75	0.3	2250												
	萨日西 1 号沟施工区	23610	2.73	0.2	5460							0.95	950	4.30	17200		
	小计	94580	31.09		63610	1.75	8750					4.50	4500	4.43	17720		
移民安置 区	复建交通道路	4510	0.33	0.2	660	0.41	2050	0.39	390	1.41	1410					2#表土堆存场	0~0.5
	复建供水管（渠）道	780	0.39	0.2	780											征地红线内空闲区域保存的土方	
	小计	5290	0.72		1440	0.41	2050	0.39	390	1.41	1410						
合计		282762			164842	3.37	16850	13.22	13220	8.64	8640	14.49	14490	16.18	64720		

三、土方收集

从表 2.4-4 可知，本项目后期植被恢复、复垦需土量为 28.28 万 m^3 ，项目区可剥离的表土量仅有 8.18 万 m^3 ，表土量不能满足后期植被恢复、复垦需土量。因此，方案报告书考虑对项目建设区内的土方进行收集，土方收集量为 20.10 万 m^3 。鉴于施工期施工活动较大，为了更好的收集土方，在各施工部位施工前进行土方的收集。本项目土方收集情况如下：

表 2.4-5 土方收集面积及收集量一览表

项目组成		收集面积合计 (hm^2)	收集面积 (hm^2)	可收集 土方地 类	平均收集 厚度 (m)	土方收 集量 (m^3)	土方收集 量合计 (m^3)	堆存方案					
								1#表土堆存场		2#表土堆存场		征地空闲区	
								数量 (m^3)	平均运 距 (km)	数量 (m^3)	平均运 距 (km)	数量 (m^3)	平均运 距 (km)
枢纽工程区	坝前 I 号堆积体	14.18	9.57	林地	0.4	38280	56712	16500	4	40212	3		
			4.61	草地	0.4	18432							
弃渣场区	右岸大平台弃渣场	17.57	15.69	园地	0.35	54915	58675			58675	0.5		
			1.07	林地	0.2	2140							
			0.81	草地	0.2	1620							
	格拉轰曲沟对岸弃渣场	10.62	10.61	林地	0.15	15921	15931	15931	3				
			0.01	草地	0.1	10							
交通设施	永久交通	5.70	0.39	耕地	0.3	1170	6716			6716	1		
			0.12	园地	0.3	360							
			3.42	林地	0.1	3416							
			1.77	草地	0.1	1770							
	临时交通	15.10	0.57	耕地	0.3	1710	16797	2500	3	14297	3 或 7		
			0.28	园地	0.3	840							
			11.47	林地	0.1	11470							
			2.78	草地	0.1	2777							

2 项目概况

项目组成		收集面积合计 (hm ²)	收集面积 (hm ²)	可收集 土方地 类	平均收集 厚度 (m)	土方收 集量 (m ³)	土方收集 量合计 (m ³)	堆存方案					
								1#表土堆存场		2#表土堆存场		征地空闲区	
								数量 (m ³)	平均运 距 (km)	数量 (m ³)	平均运 距 (km)	数量 (m ³)	平均运 距 (km)
施 工 生 产 生 活 场 地	坝址上游左岸 施工区	1.62	1.62	林地	0.1	1620	1620			1620	3.5		
	1#混凝土系统	0.71	0.71	林地	0.1	710	710			710	0.5		
	现场生活办公 营地	0.38	0.38	林地	0.1	382	382			382	2		
	左岸炸药库	0.20	0.03	耕地	0.3	90	455			455	4		
			0.10	园地	0.3	295							
			0.07	林地	0.1	70							
	砂石加工系统 及 3#混凝土系 统	1.85	1.85	林地	0.1	1845	1845	1845	3.5				
	厂区上游施工 区	7.18	4.62	林地	0.1	4619	7179	7179	7				
			2.56	草地	0.1	2560							
	业主建设管理 营地	2.25	1.08	林地	0.1	1080	2250					2250	0.1
			1.17	草地	0.1	1170							
	萨日西 1 号沟 施工区	8.95	2.25	耕地	0.3	6750	26390			26390	1		
			6.24	园地	0.3	18720							
			0.29	林地	0.2	580							
			0.17	草地	0.2	340							
专项设施复建		2.89	0.49	林地	0.1	490	5290			4510	0.5	780	
			2.40	草地	0.2	4800							
合计		89.20				200952	200952	43955		153967		3030	

四、表土剥离与土方收集规划

经分析,本项目表土剥离与土方收集量共计 28.28 万 m^3 ,表土剥离主要集中在右岸大平台弃渣场、萨日西 1 号沟施工区,土方收集主要集中右岸大平台弃渣场、萨日西 1 号沟施工场地、坝前 I 号堆积体区域。考虑项目建设区位于金沙江两岸,可供使用的场地较少,并结合《水电工程水土保持设计规范》(NB/T10344-2019)有关规定,考虑在运距在 3km 左右范围内设置 2 座表土堆存场堆放剥离的表土与收集的土方,为便于后期管理和土壤改良,表土与土方一并堆存在表土堆存场(表土堆存场设置情况见 2.2.2.6 节)。采用反铲挖掘机进行表土剥离与土方收集,剥离后的表土与收集的土方采用自卸汽车运至表土堆存场,其中 5.13 万 m^3 堆存在 1#表土堆存场,22.85 万 m^3 堆存在 2#表土堆存场,0.30 万 m^3 堆存在业主建设管理营地、专项设施复建征地空闲区内。

表 2.4-6 表土剥离、土方收集及堆存规划一览表

项目		剥离或收集面积 (hm^2)	剥离或收集数量 (m^3)	堆存方案 (m^3)		
				1#表土堆存场	2#表土堆存场	征地空闲区
表土剥离	弃渣场	15.69	47070		47070	
	交通设施	1.36	4080	2500	1580	
	施工生产生活场地	2.38	30660	4800	25860	
	小计	19.43	81810	7300	74510	
土方收集	枢纽工程	14.18	56712	16500	40212	
	弃渣场	28.19	74606	15931	58675	
	交通设施	20.80	23513	2500	21013	
	施工生产生活场地	23.14	40831	9024	29557	2250
	专项设施复建	2.89	5290		4510	780
	小计	89.20	200952	43955	153967	3030
合计		108.63	282762	51255	228477	3030

五、土方剥离回覆平衡情况

本项目剥离的表土和收集的土方全部用于项目植被恢复、复垦等用土,表土回覆量 8.18 万 m^3 ,收集的土方回覆量 20.10 万 m^3 。土方剥离回覆平衡情况如下:

表 2.4-7

表土及土方平衡表

项目组成		土料 (m ³)			调入 (m ³)		调出 (m ³)		需土量 (m ³)						
		表土剥离	土方收集	小计	数量	来源	数量	去向	绿化覆土	复耕	植生袋护坡	植被混凝土护坡	厚层基材植物护坡	客土喷播植草护坡	小计
电站枢纽工程区	①枢纽工程区		56712	56712			28392	④	15680			11780	860		28320
	②弃渣场区	47070	74606	121676			36626	④⑤	41450	43600					85050
	③表土堆存场区														
	④交通设施区	4080	23513	27593	41929	①②			42662	3400	6050	1050	6370	9990	69522
	⑤施工生产生活区	30660	40831	71491	23089	②			63610	17720	8750			4500	94580
	⑥水库淹没及影响区														
	小计	81810	195662	277472	65018		65018		163402	64720	14800	12830	7230	14490	277472
移民安置区	⑦库岸防护工程区														
	⑧专项设施复建区		5290	5290					1440		2050	390	1410		5290
	小计		5290	5290					1440		2050	390	1410		5290
合计		81810	200952	282762	65018		65018		164842	64720	16850	13220	8640	14490	282762

2.4.3 方案分析后的土石方

主体设计土石方平衡中未考虑各区表土剥离、土方收集情况，未考虑部分交通设施、移民安置区等区域的土石方挖填情况。经本方案分析后的土石方平衡如下：

本工程总挖方为 1061.30 万 m^3 ，其中表土 8.18 万 m^3 ，土方收集 20.10 万 m^3 ，其他土方 370.80 万 m^3 ，建筑材料 217.26 万 m^3 ，其他石方 444.96 万 m^3 。

填方为 83.06 万 m^3 ，其中表土 8.18 万 m^3 ，土方收集 20.10 万 m^3 ，其他土方 36.08 万 m^3 ，其他石方 18.70 万 m^3 ；建筑材料利用方 217.26 万 m^3 。

弃方 760.98 万 m^3 ，其中其他土方 334.72 万 m^3 ，其他石方 426.26 万 m^3 ；弃方中包括围堰拆除 46.25 万 m^3 。以上土石方数据为自然方，废弃方转换为松方约 917.05 万 m^3 （土方松散系数为 1.10，石方松散系数为 1.25~1.50）。土石方平衡情况见下表。

表 2.4-8 建筑材料平衡表 单位：万 m^3

项目		开挖	利用	调入		调出	
				数量	来源	数量	去向
A 枢纽工程区	混凝土砂石骨料	201.42	188.44			12.98	B/C
	砌石材料	9.21	6.23			2.98	B/C
	小计	210.63	194.67			15.96	
B 弃渣场区	混凝土砂石骨料		5.23	5.23	A		
	砌石材料		2.98	2.98	A		
	小计		8.21	8.21			
C 交通设施区	混凝土砂石骨料	6.63	14.38	7.75	A		
	砌石材料						
	垫层料和过渡料						
	小计	6.63	14.38	7.75			
合计	混凝土砂石骨料	208.05	208.05	12.98		12.98	
	砌石材料	9.21	9.21	2.98		2.98	
	小计	217.26	217.26	15.96		15.96	

表 2.4-9

方案复核后土石方平衡表

单位: 万 m³

项目			挖方	回填	利用	调入		调出		弃方及去向		
						数量	来源	数量	去向	数量	右岸大平台弃渣场	格拉轰曲沟对岸弃渣场
电站枢纽工程区	①枢纽工程区（不包括围堰）	表土		2.83				2.84	④			
		土方收集	5.67									
		其他土方	311.01					16.81	⑥	294.20	97.90	196.30
		石方	建筑材料		194.67			15.96	②④			
			其他石方	392.23	5.08			38.17	②⑥	348.98	307.69	41.29
		小计	919.54	7.91	194.67			73.78		643.18	405.59	237.59
	②弃渣场区	表土	4.71	8.51				3.66	④⑤			
		土方收集	7.46									
		其他土方	8.52							8.52	6.85	1.67
		石方	建筑材料		8.21	8.21	①					
			其他石方		3.58	3.58	①					
		小计	20.69	12.09	8.21	11.79		3.66		8.52	6.85	1.67
	③表土堆存场区	表土										
		土方收集										
		其他土方										
		石方	建筑材料									
			其他石方									
		小计										
	④交通设施区	表土	0.41	6.95		4.19	①②					
		土方收集	2.35									
		其他土方	12.14	12.14								
		石方	建筑材料	6.63	14.38	7.75	①					
			其他石方	46.75	4.68					42.07	19.25	22.82
		小计	68.28	23.77	14.38	11.94				42.07	19.25	22.82
	⑤施工生产生活区	表土	3.07	9.46		2.31	②					
		土方收集	4.08									
		其他土方	35.76	21.92						13.84	13.84	
		石方	建筑材料									
			其他石方	2.20	1.29					0.91	0.91	
		小计	45.11	32.67						14.75	14.75	
	⑥围堰工程	表土										
		土方收集										
		其他土方		1.95		16.81	①			14.86	14.86	
		石方	建筑材料				①					
			其他石方		3.20	34.59	①			31.39	31.39	
		小计		5.15		51.40				46.25	46.25	
移民安置区	⑦库岸防护工程区	表土										
		土方收集										
		其他土方	1.31							1.31	1.31	
		石方	建筑材料									
			其他石方									
		小计	1.31							1.31	1.31	
	⑧专项设施复建区	表土		0.53								
		土方收集	0.53									
		其他土方	2.06	0.07						1.99	1.99	
		石方	建筑材料									
			其他石方	3.78	0.87					2.91	2.91	
		小计	6.37	1.47						4.90	4.90	
合计		表土	8.18	28.28		6.50		6.50				
		土方收集	20.10									
		其他土方	370.80	36.08		16.81		16.81		334.72	136.75	197.97
		石方	建筑材料	217.26	217.26	15.96		15.96				
			其他石方	444.96	18.70	38.17		38.17		426.26	362.15	64.11
		小计	1061.30	83.06	217.26	77.44		77.44		760.98	498.90	262.08

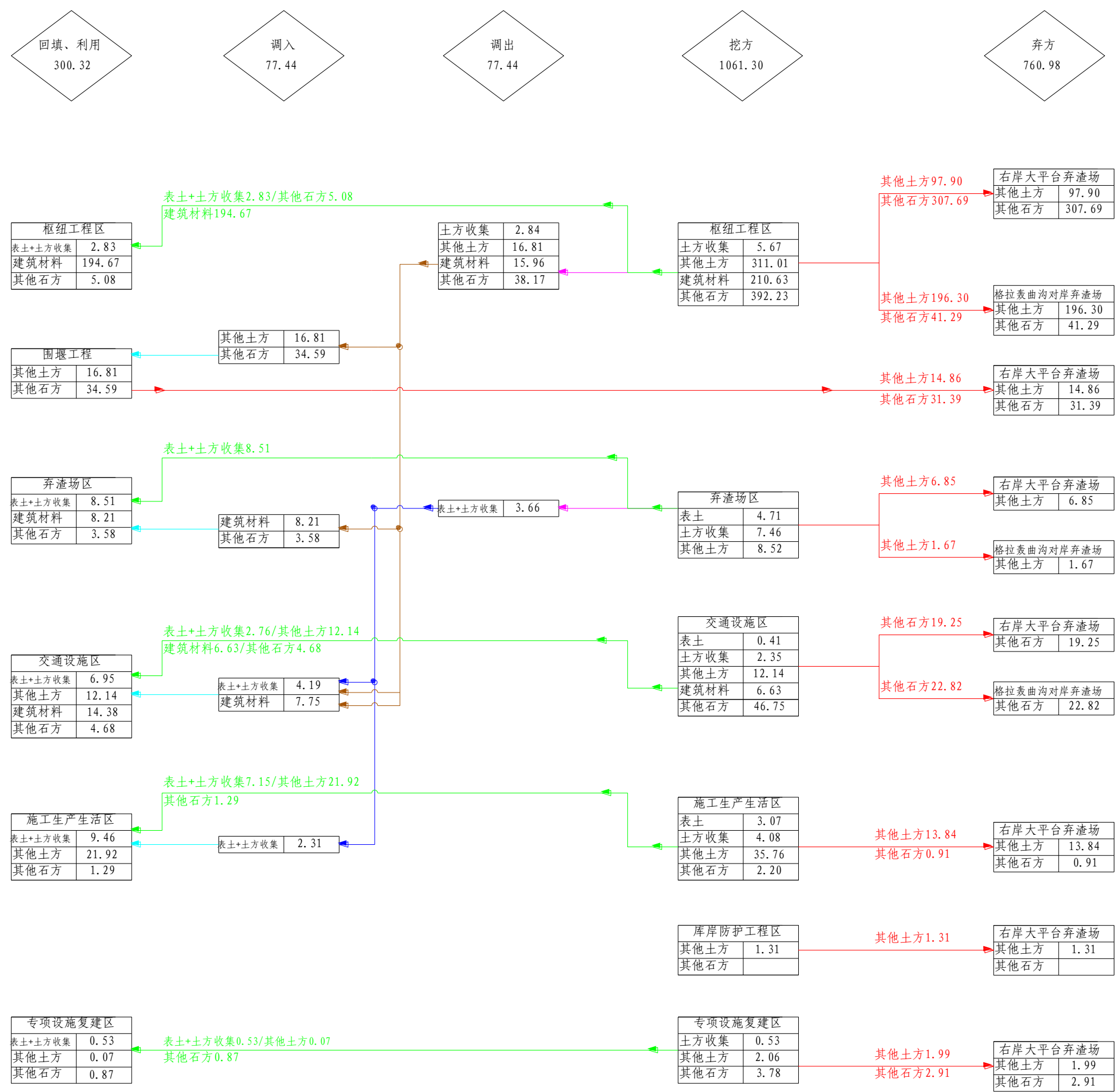


图 2.4-1 土石方平衡流向框图 (单位: 万 m³)

2.5 拆迁（移民）安置与专项设施改（迁）建

2.5.1 拆迁（移民）安置

2.5.1.1 生产安置与搬迁安置

昌波水电站规划水平年生产安置人口 164 人（其中巴塘县 33 人、芒康县 131 人），初步规划采取自行安置与逐年货币补偿安置相结合的生产安置方式。规划水平年搬迁安置人口 89 人（全部位于芒康县），初步规划采取分散安置的搬迁安置方式。

一、电站枢纽工程区

1、生产安置

昌波水电站枢纽工程区规划水平年生产安置人口 109 人（其中巴塘县 5 人、芒康县 104 人），初步规划采取自行安置与逐年货币补偿安置相结合的生产安置方式。

2、搬迁安置

昌波水电站枢纽工程区规划水平年搬迁安置人口 86 人（均为芒康县），初步规划采取分散安置的搬迁安置方式。

二、水库淹没及影响区

1、生产安置

昌波水电站水库淹没及影响区规划水平年生产安置人口 55 人（其中巴塘县 28 人，芒康县 27 人），初步规划采取自行安置的生产安置方式。

2、搬迁安置

昌波水电站水库淹没及影响区规划水平年搬迁安置人口 3 人（全部位于芒康县），初步规划采取分散安置的搬迁安置方式。

表 2.5-1 昌波水电站工程移民安置情况一览表 单位：人

行政区	涉及区域	生产安置人口	生产安置方式		搬迁安置人口	搬迁安置方式
		规划水平年	自行安置	逐年货币补偿安置	规划水平年	
西藏 芒康县	水库淹没及影响区	27	27		3	分散安置
	枢纽工程建设区	104	101	3	86	分散安置
	小计	131	128	3	89	
四川 巴塘县	水库淹没及影响区	28	28	/	/	/
	枢纽工程建设区	5	5	/	/	/
	小计	33	33	/	/	/
合计	水库淹没及影响区	55	55		3	
	枢纽工程建设区	109	106	3	86	
	小计	164	161	3	89	

2.5.2 专项设施改（迁）建

一、交通工程

1、S201 省道（芒康县）

建设征地涉及交通工程为 S201 省道 1.80km，经征求地方政府意见，西藏芒康县交通运输局同意按复建处理方式恢复原有功能。初步规划方案为复建 S201 省道 1.5km，路基宽 7.5m，路面宽 6.5m，砂砾石路面。

2、竹茨四级公路（巴塘县）

建设征地涉及竹茨四级公路 2.43km。G215 国道竹巴龙至王大龙段已建成通车，替代了受影响路段的通行功能，为避免重复建设，本阶段对上述竹茨四级公路暂不进行处理。

3、乡村道路

（1）四川侧巴塘县

四川侧巴塘县建设征地影响乡村道路 3.62km（其中汽车便道 3.16km，人行道 0.46km），需根据库周交通规划对乡村道路进行安全保通或给予适当的补助处理。

（2）西藏侧芒康县

西藏侧芒康县建设征地影响乡村道路 2 条 3.20km，分别为萨日西通村公路主道 1.80km，萨日西通村公路支线（曲那段）1.40km。萨日西通村公路主道路段功能可由复建后的省道 S201 等级公路取代，通行功能不受影响，因此不需进行处理。萨日西通村公路支线（曲那段）服务对象（萨日西组村民 10 户）在建设过程中将全部搬迁，同时昌波水电站建设后 1#渣场道路可满足居民日常耕作通行需求，因此该路段无复建必要。

昌波水电站建设征地涉及跨江索道 3 套、溜索 3 套，昌波水电站修建后，其功能将被库周交通替代，规划采取一次性补偿。

二、管（渠）道复建工程

1、四川侧巴塘县

建设征地影响灌溉及饮用水管道合计 5116m，供水渠道合计 2554.90m，灌溉水池 5 个 591.12m³。其中，规划对王大龙村 1#、2#、3#、4#供水管道（2#、3#管道并行布置）及王大龙村供水渠道进行复（改）建处理；其余 3798m 引水管道、559.90m 灌溉引水渠道及 5 个（合计 591.12m³）的灌溉水池因原功能已被替代或供水对象已被征收或征用，因此采取一次性补偿处理。

2、西藏侧芒康县

建设征地影响水窖 4.00m³、水池 6m³、引水胶管 390.00m、渠道 1235.00m，昌波水电站修建后，该部分设施已无服务对象，无需复建，规划对其进行一次性补偿。

3、管（渠）道复建情况

本项目共复建管道长度 1644m，复建渠道 1122m，渠道末端设置 1 座容积为 50m³ 蓄水池。复建管（渠）道均位于巴塘县。

（1）王大龙村 1#供水管道复建工程改建供水管道（钢管 DN250）598m，管线起点高程 2519.00m，末点高程 2492.76m。在王大龙村 1#供水管道末端设置容积为 50m³ 的蓄水池。

（2）王大龙村 2#、3#供水管道复建工程分别改建灌溉管道（PE 管 DN250）、供水管道（PE 管 DN110）各 289m，两条管线平行布置，起止点均与现有管道相连接，管线起点高程 2531.00m，末点高程 2522.96m。

（3）王大龙村 4#供水管道复建工程改建灌溉管道（PE 管 DN250）757m，管线起点高程 2512.15m，末点高程 2489.33m。

（4）王大龙村供水渠道复建工程改建灌溉渠道 1122m，渠道分为初始台阶段、跨越公路箱涵段以及主渠明渠段。其中台阶段长 32m，净空宽度 1.5m，分为 4 级台阶。前 3 级台阶每级长 7m，高 4m；第 4 级台阶长 11m，高 5m。跨越公路箱涵段长 14.89m，平坡，净空尺寸 1.5m × 1.3m（宽 × 高）。明渠段长 1074.73m，采用 C25 混凝土矩形断面，断面净空 1.5m × 1.3m（宽 × 高），边墙及底板厚 20cm，设计纵坡 6%，在明渠末端设置容积为 50m³ 的蓄水池。

三、输电线路

本项目共复建 10kV 输电线路 8.97km，其中巴塘县 8.67km，芒康县 0.3km。

1、四川侧巴塘县

建设征地影响涉及苏哇龙乡一王大龙自然村 10kV 电力线路 5.70km。经规划，新建 10kV 苏王线架空线路共计 8.67km。

建设征地影响绒差绒自然村集体核桃基地处 0.4kV 低压线路 0.42km，100kVA 变压器 1 台，村民个人 1250kVA 变压器 1 台，昌波水电站建设后无服务功能，规划考虑采用一次性货币补偿。

2、西藏侧芒康县

建设征地影响格朗西至萨日西 10kV 电力线路 1 条 0.20km，400V 电力线路 1 条 0.9km，

变压器一台，萨日西组 30kVA 变压器 1 台。经规划，新建格朗西至萨日西 10kV 架空电力线路共计 0.3km；其他输变电设施无服务功能，不再考虑复建。

四、通信工程

本项目共复建架空通讯线路 18.05km，其中巴塘县 16.75km，芒康县 1.3km。

1、四川侧巴塘县

建设征地影响通信线路共计 11.85km，分别为中国移动通信光缆 1 条 5.15km；中国电信通信光缆 2 条 6.70km。经规划，复建架空通信线路长度 16.75km，其中复建中国移动通信架空线路 7.25km，复建中国电信通信线路 9.5km。

2、西藏侧芒康县

建设征地影响萨日西电信光缆 1 条 0.8km。经规划，复建中国电信架空通信线路长度 1.3km。

表 2.5-2 本工程专项设施改（迁）建一览表

序号	项目	行政区域	影响区域及规模	复建方案及规模
1	交通工程	芒康县	S201 省道 1.8km	复建长度 1.5km
			萨日西通村公路主道 1.8km	不进行复建
			萨日西通村公路支线（曲那段） 1.4km	不进行复建
			跨江索道 3 套、溜索 3 套	一次性货币补偿
		巴塘县	竹茨四级公路合计 2.43km	不进行复建，适当补助
			唐格汽车便道 0.31km	不进行复建，采取保通
			宋通路 0.29km	不进行复建，采取保通
			尼牙龙路汽车便道 0.26km	不进行复建，采取保通
			格拉扎沿江便道 1.1km	不进行复建，采取保通
			绒差绒自然村集体核桃基地通行 路 0.85km	不进行复建，适当补助
			王大龙汽车便道 0.35km	不进行复建，适当补助
			唐格人行道 0.26km	不进行复建，适当补助
			尼牙龙路人行道 0.20km	不进行复建，适当补助
2	水电水利工程	巴塘县	灌溉及饮用水管道合计 5116m， 供水渠道合计 2554.90m，灌溉水 池 5 个 591.12m ³	规划对王大龙村 1#、2#、3#、4#供水 管道（2#、3#管道并行布置）及王大 龙村供水渠道进行复（改）建处理； 其余 3798m 引水管道、559.90m 灌溉 引水渠道及 5 个的灌溉水池采用一次 性货币补偿
3	输电线路	芒康县	格朗西至萨日西 10kV 电力线路 0.20km	复建长度 0.3km
			400V 电力线路 1 条 0.9km，变压 器一台	无需复建

序号	项目	行政区域	影响区域及规模	重建方案及规模
			萨日西组 30kVA 变压器 1 台	无需重建
		巴塘县	苏洼龙乡~王大龙村 10kV 电力线路 5.70km	重建长度 8.67km
			绒差绒自然村集体 0.4kV 低压线路及变压器及个人变压器 1 台	一次性货币补偿
4	通信工程	芒康县	萨日西电信线路工程 0.8km	重建长度 1.3km
		巴塘县	中国移动线路 5.15km	重建长度 7.25km
			中国电信线路 6.70km	重建长度 9.50km

表 2.5-3 本工程专项设施重建方案一览表

序号	项目	行政区域	重建内容	重建长度 (km)	道路路基宽度 (m)	管道管径 (mm)	渠道尺寸 (m×m)	备注
1	交通工程	芒康县	S201 省道	1.5	7.5	/	/	/
2	水利工程	巴塘县	王大龙村 1#供水管道	0.598	/	DN250		浅埋
			王大龙村 2#、3#供水管道	0.289	/	DN250/ DN110		2#、3#供水管道平行布置，浅埋
			王大龙村 4#供水管道	0.757	/	DN250		浅埋
			管道小计	1.644				
			王大龙村改建灌溉渠道	1.122	/	/	1.5×1.3~5	明渠或箱涵
3	输电线路	芒康县	格朗西至萨日西 10kV 电力线路	0.3	/	/	/	架空
		巴塘县	苏洼龙乡~王大龙村 10kV 电力线路	8.67	/	/	/	架空
		小计		8.97				
4	通信工程	芒康县	萨日西电信线路工程	1.3	/	/	/	架空
		巴塘县	中国移动线路	7.25	/	/	/	架空
			中国电信线路	9.5	/	/	/	架空
		小计		18.05				

五、其他设施

1、农村小型专项设施和农副业设施

昌波水电站建设征地影响打米机 49 台、粉碎机 1 台、蜂箱 94 桶，昌波水电站修建后，该部分设施已无服务对象，因此无重建必要，规划对其进行一次性补偿。涉及 1 处企业，即萨日西藏猪养殖农民专业合作社，规划考虑对其进行一次性补偿。

2、宗教设施

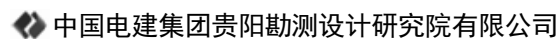
昌波水电站建设征地影响涉及宗教设施包括：佛塔 1 处 65.36m^3 、嘛尼堆 186.38m^3 、嘛尼杆 6 杆、煨桑点 24.67m^3 、经幡 119 套、经幡塔 9 处、查查房 14.10m^2 、崖刻经文 254.28m^2 ，规划采取一次性补偿。

2.6 施工进度

本工程施工总进度划分为四个阶段：

工程筹建期 1 年，工程准备期 3 个月，主体工程施工期 5 年 3 个月，工程完建期 6 个月。工程建设总工期为后三项工期之和，施工总工期 6 年（72 个月，不含筹建期）。第一台机组发电工期为 5 年 6 个月。本工程施工的关键线路为：场内外交通工程、引水隧洞施工支洞和引水隧洞工程，首部枢纽为次关键线路。

工程施工进度计划表



2.7 自然概况

2.7.1 地质

2.7.1.1 地质构造

1、区域地质构造

项目区地处青藏高原东部，地跨羌塘—昌都微板块（地体）及其东移碰撞作用造就的松潘—甘孜造山带，其北为劳亚冲板块（昆仑地体），其南为扬子板块，西为冈瓦纳大陆。昌波水电站工程区大地构造单元属松潘—甘孜造山带（Ⅲ）与羌塘—昌都陆块（Ⅱ）交接的西部碰撞结合带（Ⅲ-2）内，西部碰撞结合带（Ⅲ-2）为松潘—甘孜造山带主体与羌塘—昌都陆块之间的过渡带，其包括三个三级地质构造单元，即：金沙江缝合带（Ⅲ-2-1）；义敦中生代弧后带（Ⅲ-2-2）；中咱推覆体（Ⅲ-2-3）。其中，昌波水电站工程区位于金沙江缝合带内（Ⅲ-2-1）。

2、坝址区地质构造

坝址区无大的褶皱发育，但混合岩、片岩中揉皱、小褶皱发育，岩层（片理）产状变化较大，但其总体为横向谷，岩层倾向下游略偏左岸，根据岩层的展布方向，岩层（片理）产状总体可概化为 $N40^{\circ} \sim 60^{\circ}E$ ， $SE \angle 25^{\circ} \sim 40^{\circ}$ 。

除岩层（片理）外，坝址区主要构造形迹为断层和裂隙。

3、水库区地质构造

库区构造形迹主要有 4 组，主体为南北向构造，叠加于北北西向构造之上，定形于印支期，并受燕山期及喜山期运动改造。南北向构造主要有苏洼龙—王大龙断层、昌波断层、角北西—根桑背斜；北北西向构造主要有南果地—松甫断层、岗达—麦曲倒转向斜、巫坝龙倒转背斜；北西西向构造王大龙断层；北北东向构造格朗乡向斜。

2.7.1.2 地层岩性

1、区域地层岩性

区内地层发育较全，从寒武系到第四系地层均有出露。各时代的地层南北向较稳定，东西横向相变较大，大致以里甫—日雨深断裂为界，分为东西两个迥然不同的地层区，西部属昌都地层区、东部属甘孜地层区。西部地区地层缺失寒武系及前寒武系：晚古生界（二叠系）、早中生界（三叠系）火山岩耸立两侧；东部地区地层缺失白垩系、侏罗系和前寒武系，其它各系都有不同程度的发育：古生界的海相碳酸盐岩及少量碎屑岩和火山岩。

2、坝址区地层岩性

坝址区出露地层主要为二叠系下统中段 (P_1^b) 片岩、混合岩、大理岩及花岗岩。从上游到下游根据岩性的不同细分为:

P_1^{b-1} : 主要由灰-灰黄色片岩杂混合岩、片麻岩组成, 在坝线附近混合岩化较强烈, 混合岩较多, 与片岩、片麻岩相互混杂, 并含石榴子石, 向上游基本全为片岩。厚度 $>540\text{m}$ 。

P_1^{b-2} : 灰白色中厚层-厚层块状大理岩, 局部夹片岩, 右岸向下游渐变为薄层状大理岩, 且片岩增多。厚 $210 \sim 600\text{m}$ (右岸)。

P_1^{b-3} : 主要由灰、灰黄色、灰黑色薄片状云英片岩组成。厚 $90 \sim 140\text{m}$ 。

P_1^{b-4} : 为灰白色中厚-厚层状大理岩。厚 $20 \sim 30\text{m}$ 。

P_1^{b-5} : 主要由灰、灰黄色千枚状石英绢云片岩组成, 厚 $40 \sim 45\text{m}$ 。

P_1^{b-6} : 为大理岩、片岩与花岗岩混杂, 厚度 $>200\text{m}$ 。

第四系(Q): 两岸主要有冲洪积物(Q^{pal})、崩坡积物(Q^{col+dl})、崩滑堆积物($Q^{col+del}$)及残坡积物(Q^{edl})。

冲洪积物(Q^{pal}): 主要分布于两岸阶地, 以卵砾石、砂层为主。厚 $5 \sim 30\text{m}$ 不等。

崩坡积物(Q^{col+dl}): 主要分布于陡斜坡脚, 沿浅切冲沟呈锥、扇形分布, 以碎石及小块石为主, 局部偶有大块石, 极为松散。厚数米至数十米不等。

崩滑堆积物($Q^{col+del}$): 主要分布于坝前 $380\text{m} \sim 1200\text{m}$ 两岸, 以整体崩滑的层状破碎岩体和块碎石为主, 厚 $20 \sim 160\text{m}$ 不等。

残坡积物(Q^{edl}): 主要分布于坝址下游右岸缓坡地段, 为碎块石与粘土混杂, 局部花岗岩分布段因球状风化, 在原地形成巨大块石夹砂土。厚数米至数十米不等。

河床堆积物为深厚的复合加积型, 除冲洪积成因(Q^{pal})的砂卵砾石外, 还有崩滑堆积碎块石土, 堰塞加积(Q^l)的粉土、粘土等。总厚 $50 \sim 84\text{m}$ 。

3、水库区地层岩性

库区出露地层岩性以二叠系、三叠系变基性火山岩、变质岩及印支期花岗岩为主。王大龙以上以二叠系下统中段 (P_1^b)、上段 (P_1^c) 的绢云片岩、石英绢云片岩、云母石英片岩、混合岩为主, 夹大理岩。第四系覆盖层主要分布在河床、冲沟及两岸, 物质成分较为复杂, 有冲洪积 (Q^{pal}) 砂卵砾石、崩坡积 (Q^{col+dl}) 碎块石、崩滑堆积 ($Q^{col+del}$) 巨块石、早期冰缘泥石流 ($Q^{fgl+sef}$) 碎砾石土及堰塞堆积 (Q^l) 粉土、粉砂等, 厚度几十至百余米。

2.7.1.3 地震

根据《金沙江昌波水电站工程场地地震安全性评价报告》场地地震危险性分析,昌波水电站工程场地基准期 50 年超越概率 10% 的场地基岩地震动峰值加速度为 190gal,相应地震基本烈度为Ⅷ度,区域构造稳定性较差。

2.7.1.4 不良地质

按《地质灾害危险性评估规范》,昌波水电站工程建设用地地质灾害危险性评估等级为一级评估,根据现场调查,项目区主要地质灾害表现为崩塌、滑坡、不稳定斜坡、泥石流等。具体主要包括库区的下米结堆积体;枢纽区的坝址上游左岸 I 号堆积体、坝址上游右岸 II 号堆积体、崩塌(危岩体及危石)、萨日西 1 号沟泥石流、坝后减水河段三大堆积体(萨里西堆积体、王大龙 I 号堆积体、王大龙 II 号堆积体);厂址区的 BT1~BT3 崩塌体(危石区)、厂址 I 号堆积体、厂址 II 号堆积体。从上游至下游分述如下:

(1) 下米结堆积体

位于水库区右岸,距离坝址 2.95km,方量约 100 万 m^3 ,堆积体上部分布有较多居民。堆积体临河侧 2427m 高程以下为陡坡地形,地形坡度 $40^\circ \sim 50^\circ$,局部发育小冲沟,冲沟前部地形稍缓,为 $10^\circ \sim 21^\circ$ 。2427~2476m 高程之间为缓坡地形,地形坡度 $8^\circ \sim 12^\circ$,该高程之间地表多分布有民房,2476m 高程以上为基岩陡坡,地形坡度约 35° 。下米结堆积体主要为坡积碎石土层组成,除前缘有局部粉土小规模坍塌外,其他地表未见变形开裂迹象,堆积体处于整体稳定状态。另外下米结堆积体处河边基岩面高程高于正常蓄水位 2387m 约 3~4m,水库蓄水对下米结堆积体整体稳定性无影响,但由于水边基岩出露不连续,蓄水后存在局部塌岸的可能,将影响部分居民房屋,建议对基岩不连续段做适当的防护处理。

(2) 坝址上游左岸 I 号堆积体

分布于坝址上游 400~1200m 河段之左岸,堆积体临河面至 2400m 高程地形坡度 $15^\circ \sim 30^\circ$,2400~2510m 高程为 $50^\circ \sim 80^\circ$ 的陡斜坡或陡壁,2510m 高程以上为 $10^\circ \sim 20^\circ$ 缓斜坡,中间高上下游低。堆积体平面呈扇形分布,顺河宽 800m,横河向长 500~700m,顶部高程为 2600~2680m,前缘直抵江边,厚度为 30~110m,总方量约 1430 万 m^3 ,主要为早期塌滑堆积的碎石土夹局部层状碎裂岩体及孤块石组成。堆积体内部及后缘未见开裂及变形迹象,堆积体整体稳定。但堆积体靠近河床上游侧河边为覆盖层,受到一定的冲刷局部垮塌,该段蓄水后在库水长期作用影响下会有一定的塌岸现象,对大坝、进水口有一定

的影响。建议采用卸载、贴坡挡墙、排水及防护等工程措施进行综合治理。

(3) 坝址上游右岸 II 号堆积体

上游右岸 II 号堆积体顺河向宽 850m, 横河向长 180~250m。分布高程为 2368(河边)~2420~2470m(顶), 临河为陡斜坡或陡坎, 顶部为一向河床倾斜的缓坡平台。中下部物质成份以大理岩、花岗岩大块体为主, 见有连续层理的貌似基岩的层状岩体; 上部以碎块石混杂砂砾石, 局部见卵砾石; 上游堆积体边缘 2420m 高程以下到河边见连续分布的粉土层覆于堆积体之上。堆积体厚度 50~100m, 方量约 $620 \times 10^4 \text{m}^3$ 。根据其物质组成, 其中下部推测为上游左岸 I 号堆积体的延伸, 亦为早期塌滑堆积形成, 上部碎块石及砂砾石为后期崩堆积及冲洪积形成。堆积体下部已深入河床之下, 整体稳定性良好, 临河面有崩塌现象, 规模较小, 影响不大, 但局部失稳坍塌对导流洞及大坝等建筑物有一定影响, 建议采取适当防护措施。

(4) 坝址区崩塌(危岩体、危石)

坝址区由于构造、变质、风化、卸荷等作用的影响, 崩塌现象较为普遍, 在坝址上、下游阶地等堆积物的上部多有崩塌块碎石分布, 厚度 5~30m 不等。据现场调查及三维实景模型发现坝址区分布有规模较大的危岩体 10 个, 危石区共 29 处。对危岩体、危石区及局部卸荷裂隙切割的不稳定块体的稳定性可能产生影响, 造成崩塌地质灾害。尤其是位于引水隧洞进水口上方陡壁上 Dr1 危岩体、下游围堰左岸陡坡的 Dr2、右坝肩 Dr8、右岸护坦处的 Dr9 对工程安全影响较大, 需要采取工程措施, 对危岩体建议进行清除, 后对开挖面进行锚固; 左岸 WYQ4、WYQ8、WYQ9、WYQ10 以及右岸 WSQ27 危石对枢纽建筑及施工安全影响较大, 建议清除或采用主动网或被动网进行防护, 左岸 WYQ6、WYQ7、WYQ11 危石落点位于大坝下游近, 对施工安全有一定影响, 建议清除或采用主动网或被动网进行防护, 其余危岩区仅对施工安全影响相对较小, 建议以观测为主。

(5) 萨日西 1 号沟泥石流。

位于萨日西 1 号沟沟口, 根据对萨日西沟的现场调查资料, 萨日西沟近几十年来未发生过泥石流, 结合泥石流发育地形条件、水源条件、物源条件等调查综合分析, 该沟冲沟流域面积 21.74km^2 , 主沟长度 8.14km, 平均纵坡降约 273.40‰, 萨日西沟 1 号沟为暴雨、沟谷、低频型泥石流。萨日西 1 号沟施工场地位于萨日西 1 号沟沟口, 主要布设有综合加工厂、综合仓库等场地, 场地下游布置有改线后的省道 S201。建议结合地形地质条件和生态红线、基本农田等敏感因素, 采用排导槽进行萨日西 1 号沟泥石流防治。

(6) 坝后减水河段不稳定斜坡 (三大堆积体)

① 王大龙 I 号堆积体

该堆积体位于金沙江左岸王大龙坝址下游 1.3 ~ 3.5km 王大龙村处, 总方量约 $1.15 \times 10^8 \text{m}^3$ (其中河水位高程以下 $0.22 \times 10^8 \text{m}^3$)。堆积体主体为早期冰水堆积的灰绿色碎砾石土 (厚 84 ~ 134m), 局部夹有细砂和紫灰色含碎石土。王大龙 I 号堆积体整体稳定性良好, 但前缘临河地形陡峻, 在堆积体顶部平台边缘 90 ~ 130m 范围内有顺河向的拉裂缝存在, 张开宽 0.05~0.5m 不等, 并时有坍塌现象, 说明其前缘稳定性差。从堆积体前缘分布的多级拉裂缝和多级坍塌残留斜坡及多个孤立的土柱看, 堆积体前缘的变形破坏模式主要为分级、分次的解体式崩塌和坍塌, 而不是大面积的圆弧滑动, 堆积体处的河道基本顺直, 未见明显的弯折, 也说明堆积体前缘分级、分次崩塌、坍塌的量有限, 有限的松散物质进入河道即可能被江水带走, 不致堵塞河道, 迫使河道弯折。堆积体前缘发育规模最大的一条裂缝距离前缘陡壁距离为约 14m, 长度约 200m, 根据裂隙发育情况, 初步估算可能发生坍塌区的面积约 20000m^2 , 方量约 $28 \times 10^4 \text{m}^3$, 在地震工况下, 考虑其下滑高度不高, 按照斜坡堆积进入河道, 则此处河水位将抬高约 13.1m, 水位高程抬高至约 2373.1m, 对王大龙坝址枢纽建筑物的影响较弱, 且王大龙村坝址至格拉峽曲以下 2.9km 河段长约 8.6km, 水面高差约 26.7m, 河道纵坡约 3.1‰, 河段坡降较陡, 有限的松散物质进入河道即可能被江水带走, 不至堵塞河道, 基本不影响河床式厂房机组出力, 建议以观测为主, 加强监测及做好应急预案。

② 萨里西堆积体

该堆积体位于金沙江右岸王大龙坝址下游 1.3 ~ 3.5km 萨里西村, 总方量 $1.59 \times 10^8 \text{m}^3$ (其中河水位以下 $0.22 \times 10^8 \text{m}^3$), 以早期冰水堆积的灰绿色碎砾石土为主。萨里西堆积体前缘的变形破坏模式主要为分级、分次的解体式崩塌和坍塌, 而不是大面积的圆弧滑动, 堆积体处的河道基本顺直, 未见明显的弯折, 也说明堆积体前缘分级、分次崩塌、坍塌的量有限。堆积体前缘大部分河段分布有 II 级阶地, 阶地平均宽 120m, 阶地前缘临河侧陡壁高约 20m, 下部为冲洪积砂卵石, II 级阶地前缘局部坍塌量有限, 进入河道内的松散物质较少; II 级阶地后部的堆积体陡坡高度较大, 虽局部有坍塌, 但坍塌的物质多堆积在 II 级阶地上, 未直接进入河道, 仅在下流侧有少量的松散物质进入河道, 在地震工况下, 根据剖面分析计算, 堆积体可能一次下滑量约 30 万 m^3 , 其主要堆积于前缘 II 级阶地上, 进入河道的量有限, 堵江风险小, 对工程基本无影响。

③王大龙Ⅱ号堆积体

王大龙Ⅱ号堆积体紧临于王大龙Ⅰ号堆积体之下游，与王大龙堆积体连成一片，分布位置较高，总方量 $1.13 \times 10^8 \text{m}^3$ 。其物质组成与王大龙Ⅰ号堆积体类似，以灰黄色、灰绿色、灰色碎石土为主。王大龙Ⅱ号堆积体现状整体基本稳定，堆积体上部平台上未见拉裂缝等变形迹象，堆积体中下部公路旁的平洞揭露堆积体 90m 深度范围内，洞体干燥，碎石土堆积密实，未见变形迹象，洞壁完整；90m 处因覆盖层上层滞水活动，平洞才发生塌顶。该堆积体经历过各种自然条件考验，屹立至今，也充分说明该堆积体整体稳定性较好。堆积体斜坡坡度一般在 31° 左右，堆积体顶面总体为小于 10° 的宽缓平台，顶部高程 2750m 左右，比山内堆积体顶部缓坡高出 20 余 m，顶部边缘坡度较陡，考虑到堆积体前缘顶部地形较陡，地震工况下局部稳定性较差，根据剖面计算，局部失稳一次可能下滑量约 20 万 m^3 ，由于其下部坡面存在宽缓的次级平台，下滑物质多堆积于这些平台上，基本未进入河道，因此，该堆积体的局部坍塌或崩塌对河道造成淤积的可能性较小，即对王大龙坝址的影响较小。

(7) 厂址Ⅰ号堆积体

厂址Ⅰ号堆积体分布于金沙江左岸麦曲河口之下游侧，地形上为一斜坡，坡度 $26^\circ \sim 32^\circ$ ，呈上陡下缓之势。该堆积体以冲洪积的砂、角砾为主，夹崩坡积碎块石，结构松散，近河岸并有粉土层。该堆积体顺麦曲沟长 400~700m，横沟宽 550m 左右，分布高程在 2340~2680m 之间，面积约 $30 \times 10^4 \text{m}^2$ ，厚度 30~80m，方量约 $1500 \times 10^4 \text{m}^3$ 。堆积体对地下厂房尾水出口影响不大，可以采取相应的监测措施，根据实际情况做出处理。

(8) 厂址Ⅱ号堆积体

分布于金沙江右岸（莫曲河口对岸），坡度 $37^\circ \sim 45^\circ$ ，属崩塌形成。堆积体顺河向长 200~400m，上窄下宽，横河向宽 150~550m，分布高程 2310~2700m，堆积体内部多处基岩零星出露，厚度一般 5~10m，局部达 15~20m，局部基岩出露，方量约 $150 \times 10^4 \text{m}^3$ 。该堆积体覆盖于河漫滩之上，2560~2780m 间两侧及上部的基岸边坡崩塌痕迹明显，堆积体表层物质较为散松。上部未崩塌区岩体破碎，地形相对较陡，但后缘无开裂变形现象，仅顶部边缘临空面附近存在部分风化卸荷裂隙，堆积体每年均有小规模坍塌现象，但未出现大规模的滑塌现象。局部垮塌对对岸地下厂房尾水出口有一定影响，建议在适当位置采用石笼护坡结合挡墙的防治措施。

(9) BT1 崩塌体

位于左岸地下厂房上游约 600m 处, 分布高程为 2780~2900m, 顺河向约 200m, 地形上已呈月牙形, 岩体极为破碎, 沿层面和 fc1 还将进一步崩塌, 主要对下方公路有影响。厂区 BT1 崩塌体位于厂房上游, 距离交通洞进口较远, 该崩塌体对厂房安全运行影响不大, 建议以观测为主。

(10) BT2 崩塌体

位于左岸地下厂房上游 250m, 分布高程 2500~2610m, 由于受 fc4 断层的影响, 地形上已形成凹槽, 下方分布厚约 20~30m 左右的崩积块碎石, 该处沿 fc4 断层及层面可能产生进一步的小规模崩塌, 厂区 BT2 崩塌体位于厂房上游, 距离交通洞进口较远, 该崩塌体对厂房安全运行影响不大, 建议以观测为主。

(11) BT3 崩塌体

位于莫曲河口对岸(金沙江右岸), 分布高程 2580~2870m, 地形坡度约 40~60°, 下部地形坡度约 31~40°, 河边至 2700m 高程之间为其崩塌堆积物。BT3 崩塌成因为山坡地表坡度较陡, 坡表片岩受风化、卸荷等因素影响发生崩塌所致, 从崩塌迹象看属新近发生的, 一般情况下发生大规模崩塌的可能性较小, 但地震工况下 2700m 高程以上基岩边坡有进一步崩塌可能, 对对岸地下厂房尾水出口有一定影响, 建议采取适当的工程措施进行整治。

(12) 厂址区危岩体(危石)

厂址区由于边坡陡峻, 卸荷较强, 无危岩体分布, 较为集中的危石分布区共有 32 处, 危石区岩体破碎, 局部稳定性差。地震工况对危岩体、危石区及局部卸荷裂隙切割的不稳定块体的稳定性可能产生影响, 造成崩塌地质灾害。

其中 WYQ1、WYQ26、WYQ27、WYQ28 规模不大, 对出线平台有一定影响, 建议进行清除、锚固或采用防护网进行防护; WYQ03、WYQ04、WYQ05、WYQ06 及 WYQ25 规模不大, 对尾水有一定影响, 建议进行清除、锚固或采用防护网进行防护, 其余危石区距工程建筑较远, 建议以观测为主。

2.7.1.5 水文地质

1、坝址区水文地质

坝址区地下水基本类型为基岩裂隙水和第四系松散堆积层孔隙水两类。其补给来源为大气降水、冰雪融水及河水。坝址河床段基岩透水性主要以弱~微透水性为主, 中砂、卵

砾石层属强透水层，粉土、块碎石夹土属中等透水层，粉质粘土属弱透水层。

2、水库区水文地质

库区地下水按其埋藏条件和成因类型，可分为第四系松散层孔隙水、基岩裂隙水及岩溶水三种类型。松散覆盖层以孔隙水为主，集中分布于金沙江河谷两岸，主要赋存于砂砾卵石层、碎块石土中，补给来源有大气降雨、冰雪融水及地表水向河流或冲沟内排泄，是库区泉点的主要型式。

2.7.2 地形地貌

1、区域地形地貌

区域地处四川岷山-夹金山-大雪山-锦屏山西侧的西部高原区，属于青藏高原块体的东缘，海拔 4800~5200m，区域内最高峰雀儿山海拔 6168m。区域地貌形态具多级夷平面（或山麓剥夷面）的大起伏—极大起伏的高山特点，山顶面海拔一般为 4800~5600m 左右。金沙江河谷两岸地形起伏和相对高差基本没有较明显的差异，左岸略低于右岸。

2、坝址区地形地貌

坝址位于峡谷河段，河谷形态为“V”形谷。河流流向由 S 向渐变为 S25°E。枯水期河面高程 2364~2366m，河水面宽 58~150m，水深 3~12m。水库正常设计蓄水位 2387m 时，库水面宽度 100~180m，坝前抬高水位 21m。

坝址处左岸从河边至 2400m 高程之间为河漫滩及 II 级阶地组成的台阶，地形较缓，2400m 以上为基岩陡壁、陡坡，坡顶高程在 4000m 以上；右岸从河床以上均为基岩陡壁、陡坡，坡顶高程亦在 4000m 以上。

坝前上游 350~1100m 因分布坝前左岸 I 号堆积体，河谷地形左陡右缓，坝线下游 200m 后因萨日西 1 号冲沟及堆积体的分布，则呈现左缓右陡之势。

3、水库区地形地貌

地处川西（青藏）高原高山区，局部可达极高山，属于高山深切地形，山岭峻峭雄伟，峰峦重叠，河流汹涌澎湃。河谷切割深，属较为典型的峡谷地形，谷底高程在 2300m 左右，两岸峰顶多在 4200m 以上，两岸相对高差在 2000m 以上。

库区可见 4 级阶地，库区金沙江两岸沿岸普遍发育河漫滩和 3 级阶地，IV 级阶地仅零星分布。河谷多为“V”型谷，河水面宽 70~160m。格拉聂曲沟以北河流流向总体 S3°E，格拉聂曲沟以南河流总体呈 S36°E。库区深切冲沟主要有左岸的苏洼龙沟、绒岔绒沟、罗绒西沟，右岸主要有普鸦龙沟、巴通机必沟、萨日西沟、格拉聂曲沟，其中长度大于 10km 的

冲沟有普鸦龙沟、罗绒西沟、格拉轰曲沟。

综上，项目区整体上属高山峡谷地貌。

2.7.3 气象

金沙江流域基本上属高原季风气候区。每年 5~10 月，主要受西南季风控制，同时也受东南季风影响，水汽充沛，降雨集中，为本流域雨季或汛期。

根据巴塘县气象站多年（1953~2019 年）统计资料，项目区年平均气温为 12.9℃，极端最低气温为-11.7℃，极端最高气温 37.9℃。年均降雨量 497.0mm，雨季为 5~10 月，多年平均蒸发量为 1811.4mm（20cm 蒸发皿观测值），年日照时数 2395.6 小时，≥10℃积温为 4458℃，年均相对湿度 47%，无霜期 290 天。年平均风速 1.2m/s，常年主导风向为西南风。

表 2.7-1 巴塘县气象站历年气象要素特征值统计表

项目\月份		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	全年
降雨量(mm)	多年平均	0.1	0.9	5.9	14.7	32.4	95.7	120.4	115.8	84.9	22.5	3.0	0.7	497.0
≥10mm 日数(d)		0	0	0	3	16	76	113	96	68	9	1	0	382
蒸发(mm)	多年平均	100.0	128.1	176.1	190.3	221.8	194.1	162.3	152.1	149.6	132.9	111.5	92.6	1811.4
气温(℃)	多年平均	4.5	7.6	10.7	13.6	17.3	19.7	19.8	19.1	17.0	13.1	8.0	4.4	12.9
相对湿度(%)	多年平均	29	29	35	42	44	57	65	67	67	55	40	33	47
风速(m/s)	多年平均	1.1	1.7	1.9	1.6	1.5	1.2	0.9	0.9	0.8	0.9	0.9	0.8	1.2
	最多风向	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SE	SE	SE	SW
	最大风速	16.7	12.4	14.0	15.3	14.0	18.0	17.7	22.0	14.0	13.3	12.7	13.7	22.0
日照时数(h)		221.3	187.3	193.7	196.3	207.7	186.5	189.5	183.7	182.9	209.9	215.4	221.4	2395.6

项目建设区无冻土实测资料。经查询《中国季节性冻土标准冻深线图》，项目建设区无永久冻土，标准冻深小于 60cm。

2.7.4 水文

1、流域概况

项目区属长江流域上游的金沙江河段，其主源沱沱河发源于青藏高原唐古拉山脉主峰格拉丹东雪山的西南侧。沱沱河由南向北出唐古拉山后折向东流，从右岸汇入当曲后称通天河。通天河流至青海玉树附近汇入巴塘河后称金沙江。金沙江流经青、藏、川、滇四省区至四川宜宾与岷江汇合后始称长江。

金沙江流域面积 47.32 万 km²，多年平均流量 4920m³/s，多年平均径流量 1550 亿 m³。金沙江从河源至宜宾干流河长 3479km，落差 5100m。项目区所在的金沙江河段属于一级河道，涉及水功能一级区“金沙江川藏滇缓冲区”。

2、径流

金沙江昌波水电站坝址径流主要由降水和融雪水补给,径流特性与流域降水和融雪时空变化特性相对应,夏季气温高,融雪水量丰富,降水较多,径流量大;冬季气温低,融雪水量和降水量少,径流量小。由于降水和融雪水的年际、年内变化不同,使径流的年际、年内分配不均匀。昌波水电站坝址多年平均流量 $948\text{m}^3/\text{s}$,相应多年平均径流量 299 亿 m^3 ,多年平均径流模数 $5.16\text{l}/(\text{s}\cdot\text{km}^2)$,多年平均径流深 162.8mm 。

3、洪水

金沙江干流洪水主要由暴雨形成,上游洪水涨落较平缓,对中下游洪水起垫底作用。上游流域洪水缓涨缓落,多双峰和复峰型洪水,很少有孤立陡峭的洪峰,一次洪水历时过程一般在 30 天左右;洪峰流量不大,但洪量较大。昌波水电站坝址与莫曲河口厂址面积仅差 0.25%,因此昌波电站坝厂址洪水采用同一设计成果,设计成果见下表。

表 2.7-2 昌波电站坝址、厂址洪峰设计成果

项目	单位	各频率设计值									
		0.05%	0.1%	0.2%	0.5%	1%	2%	5%	10%	20%	50%
坝厂址	m^3/s	10200	9640	9040	8290	7660	7070	6210	5540	4820	3720

表 2.7-3 昌波电站各频率短历时降水特征值汇总表

项目	0.05%	0.10%	0.20%	0.50%	1%	2%	5%	10%	20%	50%
最大 1/6h 暴雨(mm)	28.7	26.5	24.4	21.4	19.1	16.9	13.9	11.6	9.27	6.04
最大 1h 暴雨(mm)	39.4	36.6	33.9	30.1	27.2	24.3	20.5	17.4	14.3	9.82
最大 6h 暴雨(mm)	67.7	63.6	59.4	53.7	49.4	44.9	38.9	34.1	29.0	21.3
最大 24h 暴雨(mm)	99.7	93.5	87.1	78.6	72.2	65.6	56.4	49.4	41.8	30.4

4、泥沙

考虑上游梯级的拦沙作用后,昌波水电站坝址悬移质年均输沙量 5.63 万 t,推移质输沙量暂取悬移质输沙量的 3%,则推移质多年平均年输沙量为 0.169 万 t。

5、弃渣场与河道水位关系

本项目共设有 2 座弃渣场,分别为右岸大平台弃渣场、格拉彘曲沟对岸弃渣场。

右岸大平台弃渣场位于昌波水电站坝址下游约 1km 的金沙江右岸 II 级阶地上,堆渣高程范围 2389.00~2441.00m,堆料高程范围 2441.00~2450.00m,右岸大平台弃渣场下游 110m 处的金沙江河道枯水位约 2363.50m;50 年一遇洪水位 2369.76~2371.97m,100 年一遇洪水位 2370.28~2372.48m,200 年一遇洪水位 2370.77~2372.98m。

格拉彘曲沟对岸弃渣场位于昌波水电站坝址下游约 6km 的左岸 II 级阶地上,格拉彘曲沟对岸,施工期堆料与施工结束后堆渣高程范围均为 2457.00~2525.00m,格拉彘曲沟对岸弃渣场下游 220m 处的金沙江河道枯水位约 2349.90m;50 年一遇洪水位 2361.73m,100

年一遇洪水位 2362.38m，200 年一遇洪水位 2362.99m。

本项目 2 座弃渣场堆渣（料）最低高程均高于 200 年一遇的金沙江河道洪水位。

2.7.5 土壤

1、区域土壤概况

巴塘县主要土壤类型有湿潮土、褐土、灰褐土、棕壤土、暗棕壤土、亚高山草甸土、高山草甸土、沼泽土和高山寒漠土等。芒康县主要土壤类型有高山草甸土、亚高山草甸土、暗棕壤、棕壤、褐土、冲积土等。

2、工程区土壤及表土概况

（1）工程区土壤调查

为了解工程区的表土厚度、土壤类型、质地及有机质含量，我公司对工程区土壤进行了现场调查，昌波水电站坝址附近两岸土壤主要有褐土、棕壤、暗棕壤、冲积土，其中沿河滩地基本都是冲积土。为掌握工程区表土分布范围、厚度、面积等基本情况，我公司在坝前左岸施工区、萨日西 1 号沟施工场地、右岸大平台弃渣场、现场生活办公营地、变电站、格拉轰曲沟对岸弃渣场及 3#混凝土系统、厂区施工场地等区域设置了 9 个土壤取样点。

表 2.7-4 土壤调查点详细信息表

编号	区域	海拔（m）	纬度（°）	经度（°）	取样地类
CB-1	坝前左岸施工区	2423	29.366360	99.066913	灌草地
CB-2	右岸大平台弃渣场 1	2390	29.345185	99.065287	园地
CB-3	现场生活办公营地	2508	29.336746	99.070874	灌草地
CB-4	变电站	2511	29.322642	99.077727	灌草地
CB-5	格拉轰曲沟对岸弃渣场 及 3#混凝土系统	2451	29.304963	99.068734	灌草地
CB-6	萨日西 1 号沟施工场地	2425	29.349096	99.062419	耕地
CB-7	右岸大平台弃渣场 2	2385	29.342697	99.066293	园地
CB-8	厂区施工营地	2435	29.282128	99.096369	灌草地
CB-9	厂区综合仓库	2443	29.275057	99.097270	灌草地

样品名称	样品状态	pH	电导率 (mS/m)	有机质 (g/kg)	全磷 (%)	全氮 (%)	全钾 (%)
CB-5	棕色、潮、少量根系、轻壤土	8.42	26.3	10.9	0.076	0.074	0.98
CB-6	暗灰色、潮、多量根系、轻壤土	8.11	15.6	84.5	0.018	0.485	1.74
CB-7	暗灰色、潮、多量根系、轻壤土	7.71	32.0	79.0	0.035	0.472	1.62
CB-8	棕色、潮、少量根系、轻壤土	9.34	11.5	7.69	0.038	0.084	1.97
CB-9	棕色、潮、少量根系、轻壤土	9.31	11.2	7.65	0.035	0.083	1.95

现场调查和实验室分析结果表明，上述区域土壤有机质含量在 8.15~84.5g/kg 之间，弃渣场耕地及草地有机质含量达到了第二次全国土壤普查养分分级标准中一级标准值，其他区域有机质含量三级至五级；全氮含量在 0.46~4.85g/kg 之间，部分取样点位全氮含量均大于 2g/kg，达到了第二次全国土壤普查养分分级标准中一级标准值，其他区域较低，多为六级至四级；全磷含量在 0.18~0.76g/kg 之间，取样区域土壤养分多为五级至四级，含量偏低；全钾含量在 6.6~19.7g/kg 之间，土壤养分主要为四级至三级，含量偏低。

表 2.7-6 第二次全国土壤普查养分分级标准

级别	项目及分级标准							备注
	有机质 (g/kg)	全氮 (g/kg)	全磷 (g/kg)	全钾 (g/kg)	碱解氮 (mg/kg)	有效磷 (mg/kg)	速效钾 (mg/kg)	
一级	>40	>2	>1	>25	>150	>40	>200	很丰富
二级	30-40	1.5-2	0.8-1	20-25	120-150	20-40	150-200	丰富
三级	20-30	1-1.5	0.6-0.8	15-20	90-120	10-20	100-150	中等
四级	10-20	0.75-1	0.4-0.6	10-15	60-90	5-10	50-100	缺乏
五级	6-10	0.5-0.75	0.2-0.4	5-10	30-60	3-5	30-50	很缺乏
六级	<6	<0.5	<0.2	<5	<30	<3	<30	极缺乏

根据工程区土壤取样检测结果，工程区内的土壤主要为壤土，土壤养分含量处于中等偏下水平。林草地的表土层厚度普遍低于耕地的表土层厚度，且林草地土壤的砂砾石含量普遍高于耕地、有效土壤较少，耕地表土层可剥离厚度平均在 30cm 左右。建设区内表土资源较少，为保证后续植被恢复需求，方案考虑对建设区扰动区域可剥离表土之外的土壤进行收集和改良，表土及收集到的土壤在堆存过程中和后期覆土阶段采用增施有机肥、复合肥、撒播具有固氮功能的绿肥作物、施加保水剂等方式进行改良，以达到提高土壤肥力的目的。

2.7.6 植被

1、区域植被概况

根据《四川植被》，项目区属川西高山山原峡谷针叶林地带——川西山原针叶林、灌丛、草甸亚带——川西山原植被地区——沙鲁里山南部植被小区。根据《西藏植被》，项目区属亚热带植被地带——东亚亚热带常绿阔叶林地区——藏东高山峡谷旱谷刺灌丛区——芒康-朱巴龙小区。

2、工程建设区主要植被

根据现场调查及环评专业陆生生态调查成果，工程建设区主要原生植被有白刺花、戟叶酸模、绢毛蔷薇、野丁香、小鞍叶羊蹄甲、灰毛莠、毛子草、蒿草等；平缓地段、河滩阶地，多为人类活动改造下形成的乡村聚居点和农田人工植被，以及居民点周围的核桃经济果木林。项目建设区林草覆盖率约为 41.2%。

表 2.7-7 工程建设区主要植被类型

序号	区域	占地区原有植被类型
1	厂区施工场地	白刺花灌丛，戟叶酸模、毛子草、蒿草丛
2	格拉轰曲沟对岸弃渣场、砂石加工系统及 3#混凝土系统、4#供水站	白刺花灌丛，戟叶酸模、毛子草、蒿草丛
3	110kV 施工变电站	白刺花灌丛，灰毛莠、野丁香灌丛，戟叶酸模、毛子草、蒿草丛
4	首部枢纽右岸施工区	白刺花灌丛，灰毛莠、野丁香灌丛，河滩果园区域
5	8#公路、首部枢纽施工营地	白刺花灌丛，绢毛蔷薇灌丛，小马鞍羊蹄甲灌丛，毛子草、蒿草丛
6	1#表土堆存场、3#供水站	白刺花灌丛，绢毛蔷薇灌丛，耕地
7	首部枢纽坝址区域	白刺花灌丛，灰毛莠、野丁香灌丛，戟叶酸模、毛子草、蒿草丛
8	萨日西 1 号沟施工场地	玉米地，白刺花灌丛，绢毛蔷薇灌丛，戟叶酸模、毛子草、蒿草丛
9	右岸大平台弃渣场	白刺花灌丛，绢毛蔷薇灌丛，戟叶酸模、毛子草、蒿草丛
10	左岸炸药库	草沉香灌丛，绢毛蔷薇灌丛
11	4#、5#公路	白刺花灌丛，灰毛莠、野丁香灌丛
12	1#、3#公路	白刺花灌丛，灰毛莠、野丁香灌丛

2.7.7 水土保持敏感区

本工程涉及芒康县、巴塘县。根据《全国水土保持规划(2015—2030 年)》(国函[2015]160 号)、《西藏自治区水土保持规划(2019-2030 年)》(西藏自治区水利厅, 2019 年 8 月)和《四川省水土保持规划(2015-2030 年)》(四川省水利厅, 2016 年 11 月), 项目涉及的芒康县、巴塘县属金沙江岷江上游及三江并流国家级水土流失重点预防区; 芒康县处于水土

保持区划中的 VIII 青藏高原区——VIII-4 藏东-川西高山峡谷区——VIII-4-2wh 藏东高山峡谷生态维护水源涵养区——金沙江上游生态维护水源涵养区；巴塘县处于水土保持区划中的 VIII 青藏高原区——VIII-4 藏东-川西高山峡谷区——VIII-4-1wh 川西高原高山峡谷生态维护水源涵养区——南部高山深谷生态维护水源涵养区。

根据《全国重要江河湖泊水功能区划(2011-2030)》、四川省水功能区划登记表等资料，本工程涉及水功能一级区“金沙江川藏滇缓冲区”、“莫曲巴塘保留区”。“金沙江川藏滇缓冲区”起始范围为青海省界，终止范围为中甸江东，全长 704km；“莫曲巴塘保留区”起始范围为中咱，终止范围为河口，长度 35km。

本工程建设征地涉及基本农田 3.24hm²，均位于水库淹没区内，目前已完成《金沙江上游昌波水电站建设项目拟占用基本农田不可避免性分析论证报告》，并通过审查取得审查意见，基本不存在制约性因素。

本工程不涉及饮用水水源保护区、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、地质公园、森林公园、重要湿地等，也不涉及西藏自治区、四川省划定的生态红线。

3 项目水土保持评价

3.1 主体工程选址（线）水土保持评价

主体工程选址（线）水土保持评价主要根据《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》（GB 50433-2018）等文件关于工程选址水土保持限制和约束性规定进行的评价，主体工程选址（线）水土保持评价如下：

表 3.1-1 水土保持法约束性规定对照分析表

条款	相关条文	本工程情况	相符性分析
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。	本工程不设置取料场、取土场。	符合法律要求
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。	本工程位于青藏高原，生态脆弱，工程施工过程中采取工程、植物和临时措施控制减少水土流失，严格控制施工扰动范围，施工结束后及时采取植被恢复措施进行植被恢复。	符合法律要求
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。	项目涉及金沙江岷江上游及三江并流国家级水土流失重点预防区，客观上无法避让，主体设计选择较优的布置和施工方法、工艺，有利于减少地表扰动和损坏植被范围；水土保持方案提高水土流失防治标准，林草覆盖率提高2个百分点，拦挡工程和截排水工程的工程等级和防洪标准提高1级，配套建设了灌溉、排水、拦挡、沉沙等可有效控制水土流失的措施。	符合法律要求
第二十八条	依法应当编制水土保持方案的生产建设项目，其生产建设活动中排弃的砂、石、土、矸石、尾矿、废渣等应当综合利用；不能综合利用，确需废弃的，应当堆放在水土保持方案确定专门存放地，并采取措施保证不产生新的危害。	本项目充分利用开挖方作为建筑材料和场地回填，不设置取料场，土石方利用率为28%，不能利用的土石方全部运至弃渣场堆放，并布设了拦挡、排水、坡面防护等措施确保不产生新的危害。	符合法律要求
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。	本项目按相关管理办法计列了水土保持补偿费。	符合法律要求
第三十八条	对生产建设活动所占用土地的地表土应当进行分层剥离、保存和利用，做到土石方挖填平衡，减少地表扰动范围。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。	本工程规划对所占用的表土进行了剥离、保存和利用；主体工程开挖土石方有用料进行了综合利用，无法利用的堆放在弃渣场，并采取了措施防护。	符合法律要求

表 3.1-2

GB 50433-2018 约束性规定对照分析表

序号	项目	规定内容	本方案符合性分析	是否存在制约
1	主体工程选址(线)	主体工程选址(线)应避让水土流失重点预防区和重点治理区。	项目涉及金沙江岷江上游及三江并流国家级水土流失重点预防区,客观上无法避让,主体设计选择较优的布置和施工方法、工艺,有利于减少地表扰动和损坏植被范围;水土保持方案提高水土流失防治标准,林草覆盖率提高2个百分点,拦挡工程和截排水工程的工程等级和防洪标准提高1级,配套建设了灌溉、排水、拦挡、沉沙等可有效控制水土流失的措施。	符合标准约束性规定
		主体工程选址(线)应避让河流两岸、湖泊和水库周边植物保护带。	项目不涉及河流两岸、湖泊和水库周边植物保护带。	符合标准约束性规定
		主体工程选址(线)应避让全国水土保持监测网络中的水土保持监测站点、重点试验区,不得占用国家确定的水土保持长期定位观测站。	项目不涉及全国水土保持监测网络中的水土保持监测站点、重点试验区以及国家确定的水土保持长期定位观测站。	符合标准约束性规定
2	取土(石、砂)场选址	严禁在崩塌和滑坡危险区、泥石流易发区设置取土(石、砂)场。	本工程不设置取土(石、砂)场。	符合标准约束性规定
3	弃渣场选址	严禁在对公共设施、基础设施、工业企业、居民点等有重大影响区域设置弃土(石、渣、灰、矸石、尾矿)场。	本工程已针对弃渣场编制了《弃渣场水土保持选址及防护专题报告》,该专题报告主要结论为弃渣场未布设在对公共设施、基础设施、工业企业、居民点等有重大影响区域;本工程2座弃渣场均未设置在已划定的河道、湖泊和建成水库管理范围内。	符合标准约束性规定
		涉及河道的应符合河流防洪规划和治导线规定,不得在河道、湖泊和建成水库管理范围内设置弃土(石、渣)场。		

本工程选址(线)不涉及河流两岸、湖泊和水库周边植物保护带,未占用全国水土保持监测网络中的水土保持监测站点、重点试验区,未占用国家确定的水土保持长期定位观测站;也不涉及县级以上地方人民政府划定并公告的崩塌、滑坡危险区和泥石流易发区,工程所在地涉及金沙江岷江上游及三江并流国家级水土流失重点预防区,客观上无法避让,水土保持方案提高了水土流失防治标准,主体工程优化了建设方案、施工工艺,减少地表扰动和植被损坏范围。本工程工程选址(线)总体上符合《生产建设项目水土保持技术标准》约束性规定。针对本工程选址(线)无法避让国家级水土流失重点预防区,主体工程对总体布置、施工等方面进行了比选优化,水土保持方案报告书对水土流失防治标准进行了提高,主要体现为:

1、水土流失防治标准

(1)水土保持方案报告书已按照 GB/T 50434-2018 的有关规定,将本项目的水土流失

防治标准执行青藏高原区一级标准。

(2) 根据 GB/T 50434-2018 的有关规定, 高山区的项目渣土防护率可减少 3%~5%, 土壤侵蚀以轻度侵蚀为主的区域土壤流失控制比不应小于 1。本项目总体上属高山峡谷地貌, 土壤侵蚀以轻度侵蚀为主, 水土保持方案报告书对渣土防护率不减少, 土壤流失控制比在青藏高原一级标准的基础上+0.2。

(3) 提高了本项目植物措施恢复标准, 林草植被恢复率提高 2%。

2、主体工程建设方案、施工工艺

本工程从坚持生态优先、节约占地、减少地表扰动、减少土石方开挖量及弃渣量的原则出发。在总体布置时, 施工场地的布置尽量靠近现有公路两侧, 避开了基本农田和植被相对良好的区域。右岸大平台弃渣场顶部堆存有用料, 可减少设置转存料场占地面积 3.53hm^2 ; 格拉轰曲沟对岸弃渣场前期堆存有用料与后期堆存弃渣的方案, 也减少了设置转存料场占地面积 11.53hm^2 ; 4#混凝土系统布置出线平台, 可减少扰动地表面积 1.41hm^2 ; 另外, 坝址上游 5#公路部分区域布置在库区提前征地区域, 可减少库外占地 2.60hm^2 ; 本工程共计可减少扰动地表面积 19.07hm^2 。本工程引水发电系统采用隧洞+地下厂房的型式, 节约大量用地, 大大减少了地表扰动面积。

本项目大坝采用混凝土闸坝, 坝基基础处理采用桩基础, 而未采用清除全部覆盖层(厚度约 80m)的方法, 可减少土石方开挖量 321.63万 m^3 ; 导流时段采用枯期 1 条隧洞导流, 而非全年 2 条隧洞导流, 导流洞隧洞断面小, 可减少土石方 67.12万 m^3 , 本工程共计可减少 388.75万 m^3 , 进而减少弃渣量, 减少渣场占地面积。

主体工程在大坝下游右岸设置了回填开挖料平台, 平台顶部面积约 0.71hm^2 , 便于打造生态景观, 还减少了弃渣量, 符合水土保持要求。

3.2 建设方案与布局水土保持评价

3.2.1 建设方案评价

根据《全国水土保持规划(2015-2030 年)》、《四川省水土保持规划(2015-2030 年)》、《西藏自治区水土保持规划(2019-2030 年)》, 本工程涉及的四川省巴塘县、西藏自治区芒康县属于金沙江岷江上游及三江并流国家级水土流失重点预防区, 客观上无法避让, 建设方案应符合《生产建设项目水土保持技术标准》(GB50433-2018)的有关规定:

一、应优化方案, 减少工程占地和土石方量

本工程为水电建设项目，建设规模为大（二）型，地貌类型属高山，所在金沙江河道两岸地形陡峻，项目建设土石方开挖量、弃渣量、占地面积等均较大。本项目在前期建设方案论证过程中，开展了大量的方案研究和比选工作。方案报告书从枢纽建设方案、施工总布置方面分别进行评价。

（一）枢纽工程建设方案

本项目枢纽工程主要包括拦河闸坝（含河床式发电厂房）、引水系统及其末端的地下发电厂房。拦河闸坝坝址覆盖层较厚（约 80m），基础处理难度大，主体专业采用桩基础的方式，而非大开挖的方式进行基础处理，减少了大量的土石方开挖；引水系统采用引水隧洞+地下厂房，大大减少了占地面积，且引水隧洞、地下厂房洞挖料中存在大量的有用料，可加工混凝土砂石骨料、砌石材料等，能够实现综合利用，不用再设置取料场，本项目土石方回填利用率达 28%。另外，主体专业施工导流采用枯期 1 条隧洞导流，而不采用全年 2 条隧洞导流，也有利于减少土石方开挖量。

（二）施工布置优化调整

1、各阶段施工布置情况

（1）预可阶段

根据 2016 年 12 月编制完成的《金沙江上游昌波水电站预可行性研究报告》，本工程施工建设征地面积为 305.70hm²（不含水库淹没及影响区），土石方开挖量为 1317.38 万 m³（自然方），弃渣量为 1264.14 万 m³（自然方），在格拉聂曲沟布置 1 座弃渣场，在罗绒西沟设置 1 座石料场，在王大龙村设置 1 座土料场。

（2）可研阶段

A、施工总布置规划专题报告

随着设计深度增加，经进一步的优化调整，2019 年 11 月编制完成的《金沙江上游昌波水电站可行性研究阶段施工总布置规划专题报告》，施工总布置专题中占地面积为 294.18hm²（不含水库淹没及影响区），土石方开挖量为 1260.90 万 m³（自然方），弃渣量为 918.50 万 m³（自然方），在格拉聂曲沟布置 1 座弃渣场，不设置料场。

B、施工总布置规划专题调整报告

2020 年 8 月，水利部颁发了《关于进一步加强河湖管理范围内建设项目管理的通知》（办河湖〔2020〕177 号），提出禁止在河湖管理范围内弃置渣土等要求。原施工总布置确定的弃渣场布置在格拉聂曲沟，经核实，西藏自治区水利厅已将格拉聂曲明确为金沙江一

级支流，属芒康县级河流，已录入西藏自治区水利厅河湖管理系统，因此弃渣场已不宜布置在格拉轰曲，需要进行调整优化。加之 2018 年四川省开工建设国道 G215 线，目前已具备通车条件；2020 年西藏自治区开工建设省道 S201 线，目前已通车；国道 G215 线、省道 S201 线均通过工程施工区，对场内交通布置及施工场地利用有一定影响。

为符合国家相关政策要求，结合尽量减少施工期环境影响、减少征地移民难度、节约用地等，对可行性研究阶段施工总布置规划再次进行了优化调整，主要调整内容包括格拉轰曲沟弃渣场、场内交通以及位于四川省侧左岸坝前 I 号堆积体、现场生活办公营地、施工营地、砂石加工系统及转存料场、场区交通等，并于 2022 年 2 月编制完成《金沙江上游昌波水电站可行性研究阶段施工总布置规划调整专题报告》，该报告 2022 年 3 月通过水电水利规划设计总院的审查并取得审查意见。本次施工布置调整后设有 3 座弃渣场，分别位于萨日西 1 号沟、右岸大平台、格拉轰曲沟对岸，综合加工厂及仓库等布置在右岸大平台弃渣场顶部，其他施工布置情况见 2.2.2 节，调整后的施工总布置占地面积为 213.16hm^2 （不含水库淹没及影响区），土石方开挖量为 1093.17万 m^3 （自然方），弃渣量为 849.05万 m^3 （自然方），布置 3 座弃渣场。

本次优化调整后的占地面积、土石方开挖量、弃渣量等较施工总布置规划专题报告有一定量的减少；同时，充分利用开挖料，不再设置料场，减少了占地面积，符合水土保持要求。

C、主体可研报告

施工总布置规划调整专题报告完成后，我院继续开展主体可研报告的编制工作。主体专业对土石方开挖利用情况进一步优化研究，弃渣量减少，同时对萨日西 1 号沟弃渣场进行优化取消，位于右岸大平台弃渣场顶部的综合加工厂及仓库调整至萨日西 1 号沟原弃渣场占地范围内，调整后的施工总布置见 2.2.2 节。调整后的施工总布置占地面积为 213.16hm^2 （不含水库淹没及影响区），土石方开挖量为 1061.30万 m^3 （自然方），弃渣量为 760.98万 m^3 （自然方），布置 2 座弃渣场。本次优化调整后的土石方开挖量、弃渣量等较施工总布置规划调整专题报告进一步减少，符合水土保持要求。

表 3.2-1

昌波水电站各阶段基本情况对比分析表

序号	项目	设计阶段	可研阶段			比较		
		①预可阶段	②原施工总布置专题	③调整后的施工总布置专题	④主体可研报告编制阶段	④-①	④-②	④-③
1	征占地面积 (hm ² , 不含水库淹没及影响区)	305.70	294.18	213.16	213.16	-92.54	-81.02	0
2	土石方开挖量 (万 m ³ , 自然方)	1317.38	1260.90	1093.17	1061.30	-257.61	-201.13	-33.40
3	弃渣量 (万 m ³ , 自然方)	1264.14	918.50	849.05	760.98	-504.52	-158.88	-89.43
4	弃渣场 (数量)	有 (1 座)	有 (1 座)	有 (3 座)	有 (2 座)	各阶段均设有渣场		
5	土料场 (数量)	有 (1 座)	无	无	无	充分利用开挖料, 不设置料场		
6	石料场 (数量)	有 (1 座)	无	无	无			

2、本阶段施工总布置方案

主体设计的施工场地尽量布置在现有道路（G215、S201）两侧，新建施工便道较少，施工专业在拦河坝、地下厂房建设区域集中布置施工生产设施；引水隧洞较长，分散布置施工支洞，施工支洞旁分散零星布置施工生产设施，总体上，施工布置较紧凑，符合节约用地的原则。施工生产设施一般布置在缓坡区域，避免大挖大填，地形坡度较陡的区域分台阶布置；砂石加工系统紧靠有用料堆场布置，避免有用料来回运输增加地表扰动及水土流失。主体专业在征地范围内为提高场地利用率，利用右岸大平台弃渣场顶部部分区域作为有用料堆存区，格拉聂曲沟对岸弃渣场采用前期堆存有用料与后期堆存弃渣的施工方式，利用地下厂房出线平台布置 4#混凝土系统等生产设施；部分施工道路布置在库区提前征地范围内，可减少库外征占地面积。此外，主体设计专业为减少弃渣量，为景观绿化创造条件，在大坝下游右岸利用弃渣回填一处平台，符合水土保持要求。

上述方案有利于减少工程占地和土石方量，符合 GB50433-2018 关于建设方案的要求。

二、截排水工程、拦挡工程的工程等级和防洪标准提高一级。

水土保持方案新增的截排水工程、拦挡工程的工程等级和防洪标准按提高一级设计。

三、宜布设雨洪集蓄、沉沙设施。

水土保持方案中，根据各防治分区具体情况布设了沉沙设施等。

四、提高植物措施标准，林草覆盖率应提高 1~2 个百分点

本方案在青藏高原区一级标准指标值的基础上，林草覆盖率提高 2 个百分点。同时，对植被恢复与建设工程提高一级，对林草恢复较集中的区域利用主体建设的供水系统或新建供水系统对绿化区域进行供水灌溉养护，提高植物成活率，利于植被的生长，尽早发挥水土保持效益。

五、水土保持敏感区

根据《全国重要江河湖泊水功能区划(2011-2030)》、四川省水功能区划登记表等资料，本工程涉及水功能一级区“金沙江川藏滇缓冲区”、“莫曲巴塘保留区”。本工程属于“非污染生态影响”型项目，不会对水质造成影响。

本工程建设征地涉及基本农田 3.24hm²，全部位于水库淹没区，属于西藏自治区芒康县。目前已完成《金沙江上游昌波水电站建设项目拟占用基本农田不可避免性分析论证报告》，并通过审查取得审查意见，基本不存在制约性因素。除此之外，本工程不涉及饮用水水源保护区、自然保护区、世界文化和自然遗产地、风景名胜区、地质公园、森林公园以

及重要湿地等敏感区，也不涉及西藏自治区、四川省划定的生态红线。

六、综合评价

综上所述，从水土保持角度分析，本项目建设方案总体符合 GB50433-2018 项目约束性规定中关于建设方案的规定。此外，从水土保持角度应做好以下工作，一是施工过程中控制好施工作业带，规范施工行为，避免扰动红线范围外的土地；二是及时清运废弃土石方，不得乱堆乱弃，土石方挖填及堆存严格按设计执行，尽量避免二次倒运；三是在具备采取水土保持措施的前提下，及时采取水土保持措施以控制工程建设产生的水土流失。

3.2.2 工程占地评价

一、占地面积分析评价

据施工组织设计和建设征地移民安置成果，本工程征占地总面积 400.97hm^2 。本工程项目组成较完整，建设内容总体符合同类项目实际。根据本阶段主体设计成果，主体设计中，建设管理营地利用苏洼龙水电站鱼类增殖站南侧空地建设，该区域为苏洼龙水电站用地范围，本阶段昌波水电站设计成果中未计列该部分占地，根据生产建设项目水土流失防治责任范围应包括项目永久征地、临时占地（含租赁土地）以及其他使用与管辖区域的规定，本方案将该部分占地纳入昌波水电站水土流失防治责任范围，计列占地 2.45hm^2 ；主体设计未计列水库淹没影响堆积体处理占地、部分专项设施改（迁）建占地、施工供电设施占地等，水土保持方案予以补充，其中，水库淹没影响堆积体处理占地 0.93hm^2 ，专项设施改（迁）建占地 1.88hm^2 ，厂坝连接公路改扩建占地 0.16hm^2 ，施工供电设施占地 1.44hm^2 ，经水保方案复核后，共计核增占地 6.86hm^2 。

经复核补充完善后，本工程征占地总面积 407.83hm^2 。按占地性质划分，永久占地 268.83hm^2 ，临时占地 139.00hm^2 ；按县级行政区划分，巴塘县占地面积 238.56hm^2 ，芒康县占地面积 169.27hm^2 。

1、从占地面积看，工程从节约占地的原则出发，在总体布置时，施工场地的布置尽量靠近现有公路两侧，避开了基本农田和植被相对良好的区域。右岸大平台弃渣场顶部堆存有用料，可减少设置转存料场占地面积 3.53hm^2 ；格拉轰曲沟对岸弃渣场前期堆存有用料与后期堆存弃渣的施工方，也减少了设置转存料场占地面积 11.53hm^2 ；4#混凝土系统布置出线平台，可减少扰动地表面积 1.41hm^2 ；另外，坝址上游 5#公路部分区域布置在库区提前征地区域，可减少库外占地 2.60hm^2 ；在优化施工总布置及充分利用库区提前征地，提高土地利用率的的前提下，本工程共计可减少扰动地表面积 19.07hm^2 。

2、从占地面积是否满足工程建设需求看，在满足枢纽工程建设布置的同时，主体设计考虑了施工生产生活设施、弃渣场、转存料场、表土堆存场、交通道路等用地，经方案分析补充水库淹没影响堆积体处理用地、部分专项设施改（迁）建用地、施工供电设施用地等用地后，占地满足工程建设需求。我院已编制完成了本工程移民安置规划大纲，并取得了审查意见，审查意见中同意项目用地规模。

3、从占地性质看，永久征地包括枢纽工程、业主现场办公营地、永久道路及水库淹没区等，永久征地范围结合工程实际用地需要进行划定，基本符合节约用地要求。临时占地包括施工生产生活临时设施、弃渣场、表土堆存场、临时道路等，临时用地整体上符合节约用地要求，但施工区的征地存在无施工布置但连片征地的情况，主要为格拉轰曲沟对岸弃渣场与金沙江边上的 11#公路之间、萨日西 1 号沟施工场地两侧；建议主体专业在下阶段进一步优化征地范围，对无施工布置的区域减少征地或不征地，以达到节约用地的目的。

综上，主体设计施工场地布置紧凑，同时，在满足施工时序的条件下，重复利用施工场地，在满足工程建设用地需求的基础上，达到节约占地的目的，总体符合水土保持要求。

二、占地类型分析评价

本工程占地总面积 407.83hm^2 。其中，耕地 8.67hm^2 ，占 2.12%；园地 25.61hm^2 ，占 6.28%；林地 154.32hm^2 ，占 37.84%；草地 51.21hm^2 ，占 12.56%；住宅用地 0.63hm^2 ，占 0.15%；交通运输用地 5.60hm^2 ，占 1.37%；水域及水利设施用地 157.16hm^2 ，占 38.54%；其他土地 4.63hm^2 ，占 1.13%。

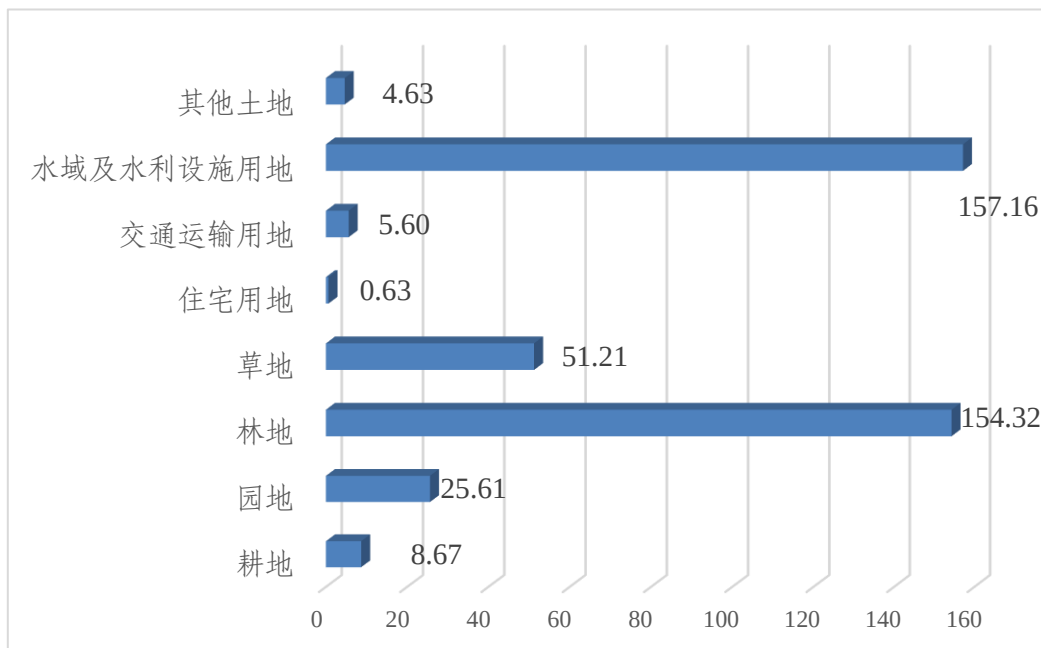


图 3.2-1 方案复核后工程占地类型数量图（单位： hm^2 ）

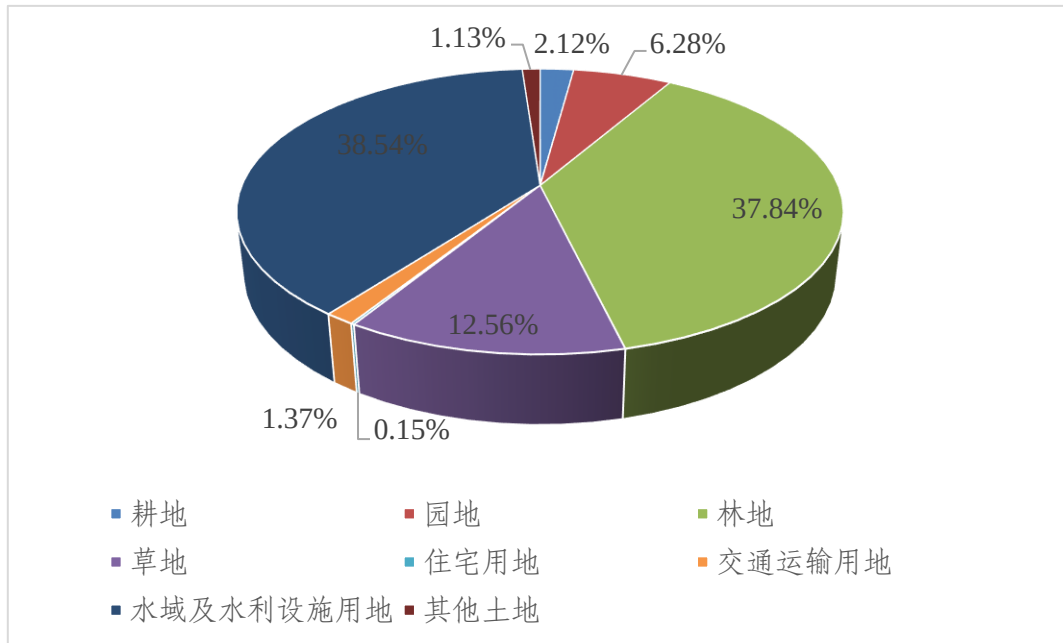


图 3.2-2 方案复核后工程占地类型比例图

从以上两图可以看出，本项目占用水域及水利设施用地面积和比例最大，面积为 157.16hm^2 ，占比 38.54%；其次林地、草地占地面积也相对较大，面积分别为 154.32hm^2 、 51.21hm^2 ，占总占地比例分别为 37.84%、12.56%，占用林草地造成施工期工程建设区林草覆盖率降低，短时期内会增加水土流失发生的可能性，施工期间须采取措施防治水土流失，施工结束后应尽快采取林草植被恢复措施进行植被恢复，以减小占用林草地对林草覆盖率及项目区水土流失的影响。

项目占用耕地、园地面积分别为 8.67hm^2 、 25.61hm^2 ，占总征地面积的比例分别为 2.12%、6.28%。占用耕园地对当地的农业生产会产生一定的影响，本项目占用耕园地面积较少，且移民专业对占用的耕园地进行补贴，并可通过耕地流转、占补平衡、调整产业结构、复耕等措施，将影响降到最低。

其余地类占用面积相对较小，土地占用对水土流失方面的不利影响也相对较小。此外，本方案考虑对后期施工后不占用的土地采取保水保肥处理，尽量提高土地肥力和保水能力，改善立地条件，促进林草植被的恢复，以减小工程建设占地对水土流失的不利影响。

3.2.3 土石方平衡评价

一、土石方平衡分析

（一）表土平衡分析

本项目表土资源稀缺，工程占地范围内的耕园地、部分林草地等区域有一定的表土资源，在工程施工前应进行剥离和保护，作为后期植被覆土来源。由于项目建设区表土资源

较少，后期植被恢复覆土需求量大，表土资源不满足后期覆土需求，需要对项目建设区内可利用的表土及土方进行收集一并保存，做好防护措施，同时进行土壤改良，提高土壤肥力。本方案根据施工工艺及施工工序，在项目土石方开挖前，对项目建设区内可剥离的表土资源进行剥离，对可利用的土方进行收集。经本方案分析复核，本工程剥离表土和收集土方共计 282762m³。

1、表土剥离与土方收集

本项目占用耕地、林草地区域有一定的表土量，根据《生产建设项目水土保持技术标准》，应注意表土资源的保护，故需将耕地、林草地区域的表土进行剥离，本方案根据施工工艺及施工工序，在土石方开挖前，对项目内可剥离的表土资源进行剥离。经本方案分析复核，本工程可剥离表土 81810m³，工程施工后期全部用作场地恢复植被和复耕的覆土土源。表土为珍贵资源，是天然的种子库，表土资源的剥离与保护有利于水土保持。

根据表土供需分析，项目区表土资源不满足工程后期覆土所需，故考虑对施工区的土方进行收集改良，用于后期土地整治覆土，本方案规划收集土方 200952m³。

本工程剥离的表土与收集用于改良的土方堆存时间相对较长，为保证土壤肥力，同时改善土壤质量，方案考虑对剥离和收集的土壤采取土壤改良措施，以改善后期植被恢复、复垦的立地条件，对项目区植被的良好长势有促进作用，符合水土保持要求。

2、土料堆存

本工程剥离的表土和收集的土方共计 282762m³，其中表土 81810m³，收集土方 200952m³，本项目表土剥离和土方收集、保存情况见下表。

表 3.2-2 剥离的表土和收集的土方临时堆存情况一览表

项目		表土剥离量 (m ³)	土方收集量 (m ³)	小计 (m ³)	堆存方案					
					1#表土堆存场	平均运距 (km)	2#表土堆存场	平均运距 (km)	征地空闲区	平均运距 (km)
电站枢纽工程区	枢纽工程区		56712	56712	16500	4	40212	3		
	弃渣场	47070	74606	121676	15931	3	105745	0.5~1.5		
	交通设施	4080	23513	27593	5000	3	22593	1~7		
	施工生产生活场地	30660	40831	71491	13824	3~7	55417	0.5~4	2250	0.1
	小计	81810	195662	277472	51255		223967		2250	
移民安置区	库岸防护工程									
	专项设施复建		5290	5290			4510	0.5	780	0
	小计		5290	5290			4510		780	
合计		81810	200952	282762	51255		228477		3030	

(1) 电站枢纽工程区

电站枢纽工程区剥离表土和收集土方共计 277472m^3 。表土剥离和土方收集后,根据各区域的施工时序、运距等情况,设计 2 个表土堆存场(左岸 1#表土堆存场、右岸 2#表土堆存场)以及在空闲区域划定用于土料堆存和改良,其中左岸 1#表土堆存场堆存土料 51255m^3 ;右岸 2#表土堆存场堆存土料 223967m^3 ,征地空闲区堆存土料 2250m^3 。

(2) 移民安置区

移民安置区收集土方 5290m^3 ,其中 4510m^3 堆存在 2#表土堆存场, 780m^3 堆存于专项设施复建征地红线内。

土方集中堆存后,较为松散,易发生水土流失,故需考虑土壤的防护措施,做好拦挡、苫盖等工作。同时按堆土期、堆存期和堆土完成后采取不同的改良措施,避免土壤流失的同时,提高土料肥力,有利于水土保持。

3、表土堆存场设置评价

(1) 选址情况

本工程设表土堆存场 2 个,分别为左岸 1#表土堆存场、右岸 2#表土堆存场。1#表土堆存场、2#表土堆存场已分别取得巴塘县人民政府、芒康县人民政府同意选址的意见,表土堆存场选址不涉及生态红线、基本农田、河道管理范围,不涉及 II 级及以上保护林地,也不涉及饮用水水源保护区、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、地质公园、森林公园、重要湿地等敏感区。

(2) 堆存规划

各表土堆存场规划的堆土坡比均为 1:2,堆高 10m 设一级马道,马道宽度为 2m 或 5m,堆土坡脚设拦挡措施,上游来水侧设截排水措施,堆土期间撒播草籽进行临时防护,形成系统的防护措施体系,堆存方案可行。

综上,表土剥离、土方收集后采取集中堆存防护符合水土保持要求,但考虑到土方为松散堆积体,具体施工过程中,需按设计做好土料防护措施,减少水土流失。

(二) 挖填土石方中建筑材料平衡分析

主体设计中,根据回填材料、混凝土骨料的质量要求,结合开挖料的质量,对质量满足建筑材料要求的开挖料,主体设计用于加工成混凝土砂石骨料、砌石材料等,共计 217.26万 m^3 。主体工程设计将有用料堆存在格拉轰曲沟对岸弃渣场和右岸大平台弃渣场顶部。格拉轰曲沟对岸弃渣场施工期作为有用料堆场,施工后期作为弃渣场;右岸大平台弃渣场顶

部有用料在工程完建前使用完毕。

（三）主体设计未考虑的土石方挖填情况分析

1、交通设施土石方挖填情况

主体设计仅考虑交通设施中的交通洞土石方挖填量，未考虑交通设施明线土石方挖填量，本方案进行补充。2#公路部分线路，格拉轰曲沟渣场道路等位于渣场顶部、边坡范围；基坑公路、进厂公路、上坝公路位于大坝土石方开挖范围内，上述道路不再考虑相应的土石方量。因此，交通设施需要补充土石方情况的明线长度约 20.39km，路面宽度约 4~7.5m，按照半挖半填考虑，水土保持方案初估交通设施土石方开挖量为 18.70 万 m^3 、填方 18.70 万 m^3 。

2、移民安置区土石方挖填情况

主体设计未将移民安置区的土石方情况纳入土石方平衡中，本方案对主体明确的土石方进行统计，对主体未明确的土石方的按照土石方挖填数量符合最优的原则，并结合移民安置规模初估土石方挖填情况。

（1）库岸防护工程区

库岸防护工程主要处理措施为贴坡护脚挡墙+混凝土护坡防护，土石方开挖量相对较小，仅为挡墙基础开挖和坡面清理土石方量。根据防护专题报告，库岸防护工程土方开挖量为 1.31 万 m^3 ，全部运至右岸大平台弃渣场。

（2）专项设施改（迁）建

复建道路工程：复建道路工程为 S201 省道复建，S201 省道复建长度 1.5km，路基宽度 7.5m。根据复建道路专题报告，复建道路土石方开挖量为 4.13 万 m^3 、填方 0.65 万 m^3 ，弃方 3.48 万 m^3 ，全部运至右岸大平台弃渣场。

复建管（渠）道工程：管道复建工程长度为 1.644km，蓄水池 1 座；渠道复建长度为 1.122km，蓄水池 1 座。根据复建专题报告，复建管（渠）道挖方 2.15 万 m^3 、填方 0.73 万 m^3 ，弃方 1.42 万 m^3 ，全部运至右岸大平台弃渣场。

复建输电线路工程：复建 10kV 输电线路工程长度 8.97km，按杆塔共计 299 基计算，复建输电线路工程土石方挖填量估算均为 0.03 万 m^3 。

复建通讯线路工程：复建通讯线路长度 19.35km，按杆塔共计 645 基，复建通讯线路土石方挖填量估算均为 0.06 万 m^3 。

（四）土石方综合利用调查分析

1、主体设计开挖量综合利用情况

本项目大坝、引水隧洞、发电厂房砌筑等需要大量的混凝土。预可阶段，主体设计土石方开挖量中仅有 53.24 万 m^3 进行了综合利用，设置了料场；在可研阶段，随着设计深度加深，主体设计对洞挖石方加强分析论证，进一步提高了洞挖石方利用量，设计利用达到为 217.26 万 m^3 ，洞挖有用料能够满足工程建设需要的混凝土砂石骨料、砌石材料等，不再设置料场。从昌波水电站建设来看，工程开挖方进行了充分利用，符合水土保持要求。

2、余方综合利用调查

根据土石方初步平衡结果，本项目弃方总量约 760.98 万 m^3 （自然方），分别堆存在本项目设置的 2 座弃渣场。本项目地处青藏高原，属于高山峡谷地貌，项目区内的建设项目一般都存在废弃方，现阶段通过对项目建设区周边进行调查，暂无需要借方的项目。

右岸大平台弃渣场为土石方混合弃渣，格拉聂曲沟对岸弃渣场为土石方分类堆存。主体设计充分考虑渣料的分类堆存，符合水土保持要求。由于右岸大平台弃渣场原占地类型主要为园地，移民专业已考虑对右岸大平台弃渣场顶部平台恢复原土地类型。因此，为减少对恢复后区域的扰动破坏，后期右岸大平台弃渣场顶部治理恢复后，昌波水电站周边若存在需要借方的建设项目，不建议从右岸大平台弃渣场取用。

格拉聂曲沟对岸弃渣场土石弃渣分类堆放，后期本工程周边若有需要借方的建设项目，可从格拉聂曲沟对岸弃渣场取用，以最大限度减少本工程永久弃方，但取料时应严格控制扰动范围，及时做好扰动面的防护，尽可能降低取料造成的水土流失。

（五）方案复核后的土石方平衡

综合以上分析，本项目对表土及后期将用作覆土的收集土方进行单独统计，并补充交通设施工程区、库岸防护工程、专项设施复建工程的土石方，进行土石方综合利用分析后，本工程总挖方为 1061.30 万 m^3 ，填方为 83.06 万 m^3 ，建筑材料利用方 217.26 万 m^3 。弃方 760.98 万 m^3 ，以上土石方数据为自然方，废弃方转换为松方约 917.05 万 m^3 。工程建设最终土石方平衡情况见表 2.4-7。

二、土石方调运评价

本项目设置的弃渣场均不在敏感区范围内，弃渣场选址综合考虑地形地质条件、生态红线、基本农田、II 级及以上保护林地范围、河湖管理范围，弃渣运距等因素，最终确定弃渣场、表土堆存场等的位置。金沙江左岸布置了 1#表土堆存场、格拉聂曲沟对岸弃渣场，右岸布置了右岸大平台弃渣场、2#表土堆存场。

1、土石方调运运距评价

格拉轰曲沟对岸弃渣场施工期主要堆存引水隧洞、地下厂房、导流洞等开挖有用料，施工后期主要堆存坝前 I 号堆积体、河道疏浚开挖料等；右岸大平台弃渣场主要堆存首部枢纽、施工场地、施工交通、围堰拆除等土石方以及引水隧洞无用料。

格拉轰曲沟对岸弃渣场距离引水隧洞进口和引水隧洞末端的地下厂房出线平台的公路里程均在 6km 左右，距离坝前 I 号堆积体公路里程约 7km；右岸大平台弃渣场距离首部枢纽公路里程约 3km，距离引水隧洞 3~12km，距离坝前 I 号堆积体公路里程约 4km。坝前 I 号堆积体距离右岸大平台弃渣场较近，但其开挖弃渣运往格拉轰曲沟对岸弃渣堆存，经与主体专业沟通，主体专业主要从合理安排工期、节约用地等方面考虑：坝前 I 号堆积体开挖时间为第六年 1 年至第六年 9 月，右岸大平台弃渣场在第五年 12 月堆存至设计高程，格拉轰曲沟对岸弃渣场有用料堆存时间至第五年 12 月；第五年 12 月时，右岸大平台弃渣场基本无库容堆存坝前 I 号堆积体开挖渣料，故其开挖渣料运至格拉轰曲沟对岸弃渣场堆存。因此，本项目渣料在运距上总体合理。

1#表土堆存场堆存的表土、收集的土方主要来源于坝前 I 号堆积体、施工生产生活设施、格拉轰曲沟对岸弃渣场等区域；1#表土堆存场距离上游最远的坝前 I 号堆积体距离约 4.0km，距离下游最远的厂区枢纽施工生产生活设施距离约 7km。2#表土堆存场堆存的表土、收集的土方主要来源于萨日西 1 号沟施工场地、右岸大平台弃渣场、坝前 I 号堆积体等占地区域；2#表土堆存场距离右岸大平台弃渣场、萨日西 1 号沟施工场地、坝前 I 号堆积体公路里程在 1.5~3.0km 之间，总体上运距适宜。

2、土石方调运节点与时序评价

右岸大平台弃渣场预计在施工期的第五年 12 月渣料堆存至设计顶高程；格拉轰曲沟对岸弃渣场有用料堆存时间至第五年 12 月；在施工期第五年 12 月之前，工程开挖有用料均运往格拉轰曲对岸弃渣场，弃渣运往右岸大平台弃渣场。在第六年 1 月需要将工程完建前的约 25 万 m^3 有用料转运至右岸大平台弃渣场顶部，此时虽然有坝前 I 号堆积体开挖弃渣运至格拉轰曲沟对岸弃渣场，但该渣场花岗岩料堆存区已使用完毕，可作为渣料堆放场地，不影响有用料转运至右岸大平台弃渣场顶部，第六年 1 月之后的工程建设弃渣全部运往格拉轰曲沟对岸弃渣场。因此，工程渣料调运节点与时序不存在交叉干扰，渣料调运节点与时序符合要求。

1#表土堆存场单独设置，工程施工前，剥离的表土和收集的土方可直接运至 1#表土堆

存场堆存，不存在调运节点与时序交叉干扰。2#表土堆存场与右岸大平台弃渣场合并布置，两者堆存过程中，存在时序上的交叉，水土保持专业与施工专业进行沟通，施工过程中优先堆存靠近 2#表土堆存场的弃渣区域，以保证表土堆存不受弃渣时序的影响。

另外，经对主体工程土石方平衡分析，除部分有用料（约 25 万 m^3 ）从格拉轰曲沟对岸弃渣场运至右岸大平台弃渣场、围堰填筑需从弃渣场回采利用、围堰拆除弃渣需再次运往弃渣场堆放外，主体工程土石方开挖填筑过程中无其他重复开挖和多次倒运的问题。

综上，本项目土石方调运基本符合节点适宜、时序可行、运距合理的原则。

三、外购土料评价

本工程需外购少量的商业膨润土。经与主体专业沟通，项目区周边无商业膨润土生产厂家，商业膨润土用于槽孔固壁防渗，需求量小，通过从云南省丽江市选择合法正规的企业单位，进行外购，并在购买合同中明确水土流失防治责任。

四、土石方平衡综合评价

综上所述，经本方案补充后，本项目土石方平衡基本合理，土石方挖填数量符合最优优化原则，余方首先考虑了综合利用，土、石、渣分类堆放，土石方调运节点适宜、时序可行、运距总体合理。

3.2.4 取土（石、砂）场设置评价

本工程建设需少量的膨润土，项目区周边无商业膨润土生产厂家，主体设计从云南省丽江市选择合法正规的企业单位外购，并在购买合同中明确水土流失防治责任；本工程开挖土石方满足工程建筑材料需求，不设置取土（石、砂）场。

3.2.5 弃土（石、渣）场设置评价

一、选址评价

1、选址支撑性文件

本项目设置的弃渣场、表土堆存场已取得巴塘县、芒康县人民政府的同意选址的意见，详见相关附件。昌波水电站弃渣场、表土堆存场场址不涉及河湖管理范围，不涉及生态红线及基本农田，不涉及 II 级及以上保护林地，也不涉及饮用水水源保护区、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、地质公园、森林公园、重要湿地等敏感区域。

2、选址论证

本项目所处地貌类型总体属高山，金沙江两岸地形陡峻，适合布置弃渣场、表土堆存

场的位置较少。我公司从预可阶段到主体可研报告编制阶段，对项目区周边适合作为渣场的区域进行了详细调查，具体详见 2.2.2.5，最终确定设置 2 座弃渣场，分别为右岸大平台弃渣场、格拉轰曲沟对岸弃渣场。

我公司目前已开展了《金沙江上游昌波水电站弃渣场水土保持选址及防护专题报告》、《金沙江上游昌波水电站弃渣场、表土堆存场工程地质勘察报告》，两个专题报告结论表明各弃渣场、表土堆存场堆渣或堆土是可行的，各弃渣场、表土堆存场未布设在对公共设施、基础设施、工业企业、居民点等有重大影响区域。对于格拉轰曲沟对岸弃渣场坡脚处的竹茨公路，目前已废弃（详见附件），昌波水电站施工期间利用该公路，施工结束后按照有关规定要求进行植被恢复。

3、弃渣场与《生产建设项目水土保持技术标准》的符合性评价

弃渣场与《生产建设项目水土保持技术标准》（GB 50433-2018）的符合性见下表。

表 3.2-3 弃渣场与《生产建设项目水土保持技术标准》的符合性对照表

条文	标准规定	本项目情况	相符性分析
3.2.5	严禁在对公共设施、基础设施、工业企业、居民点有重大影响区域设置弃土（石、渣、灰、矸石、尾矿）场	弃渣场、表土堆存场未布设在对公共设施、基础设施、工业企业、居民点等有重大影响区域。	符合
3.2.6	涉及河道的应符合河流防洪规划和治导线的规定，不得设置在河道、湖泊和建设水库管理范围内。	本工程 2 座弃渣场均未设置在已划定的河道、湖泊和建成水库管理范围内。2 座弃渣场堆渣高程范围均高于金沙江 200 年一遇洪水位。	符合
	在山丘区宜选择荒沟、凹地、支毛沟，平原区宜选择凹地、荒地，风沙区宜避开风口。	本项目地处高山，在避开生态红线、河湖管理范围等的基础上选择弃渣场，2 座均位于缓坡台地。	符合
	应充分利用取土（石、砂）场、废弃采坑、沉陷区等场地；	本项目不设置取土（石、砂）场，建设范围内及周边无废弃采坑、沉陷区等场地。	符合
	应综合考虑弃土（石、渣、灰、矸石、尾矿）结束后的土地利用	堆渣结束后，考虑复垦或复绿措施。	符合

综合以上分析，本工程设置的弃渣场、表土堆存场不涉及河湖管理范围，未布置在对公共设施、基础设施、工业企业、居民点等有重大影响区域。

二、弃渣方案评价

本工程共有 2 座弃渣场，分别为右岸大平台弃渣场、格拉轰曲沟对岸弃渣场。右岸大平台弃渣场原占地类型主要为耕园地，移民专业已考虑对渣场顶部进行复垦，恢复为园地；格拉轰曲沟对岸弃渣场原占地类型主要为灌木林地、草地，水土保持方案主要考虑对格拉

轰曲沟对岸弃渣场种植灌草恢复植被。

施工专业已考虑对右岸大平台弃渣场弃渣过程中进行分层碾压，保证渣体的稳定性；右岸大平台弃渣场后期恢复为园地，主要用于堆存土石混合渣料，土石混合渣料粒径小，施工结束后，可以通过回覆改良后的土壤达到恢复园地的条件。格拉轰曲沟对岸弃渣场堆渣范围顶部堆存的主要为土方，粒径较小，施工结束后也可通过回覆改良后的土壤达到恢复灌草地的条件。

三、弃渣场堆置方案评价

1、堆渣容量、表土堆存场容量

本项目共设置 2 座弃渣场，均采用自下而上堆放、分层摊铺、推平等施工工艺；2 座弃渣场容量为 958.50 万 m³，设计堆渣量 917.05 万 m³（松方），渣场容量满足堆渣要求。

本项目共设置 2 座表土堆存场，1#表土堆存场、2#表土堆存场容量为 31.58 万 m³，设计堆土量 31.47 万 m³（松方），表土堆存场容量满足堆渣要求。

表 3.2-4 弃渣场、表土堆存场容量分析表

项目		容量（万 m ³ ）	设计堆渣量（万 m ³ ）		设计堆料（土）量（万 m ³ ）		容量是否满足要求
			自然方	松方	自然方	松方	
弃渣场	右岸大平台弃渣场	639.90	498.90	603.12			满足
	格拉轰曲沟对岸弃渣场	318.60	262.08	313.93			满足
	小计	958.50	760.98	917.05			
表土堆存场	1#表土堆存场	5.81			5.13	5.77	满足
	2#表土堆存场	25.77			22.85	25.70	满足
	小计	31.58			27.98	31.47	

2、最大堆渣高度及台阶高度

最大堆渣高度按弃渣初期基底压实到最大承载能力控制，根据《水土保持工程设计规范》，按下式计算：

$$H = \pi C \cot \varphi \left[\gamma \left(\cot \varphi + \frac{\pi \varphi}{180} - \frac{\pi}{2} \right) \right]^{-1}$$

式中：H—弃渣场的最大堆渣高度（m）

C—弃渣场基底岩土的结合力（kPa）

φ—弃渣场基底岩土的内摩擦角（°）

γ—弃渣场弃渣的容重（kN/m³）

弃渣初期基底压实到最大承载能力时，基底结合力和内摩擦角按达到中等风化的水平

来进行取值，据此计算得渣场最大堆渣高度。各渣场、表土堆存场最大堆渣（料、土）高度计算结果见下表。

表 3.2-5 弃渣场最大堆渣高度计算表

序号	弃渣场名称	弃渣场基底岩石的 粘结力 (kPa)	弃渣场基底岩石的 内摩擦角 (°)	弃渣场弃渣的容重 (kN/m ³)	弃渣场的 最大堆渣 高度 (m)	弃渣场 设计堆 渣最大 高度 (m)	符合 情况
1	右岸大平台弃渣场	350	28.8	18.2	146	61	符合
2	格拉轰曲沟对岸弃渣场	300	28.8	18.2	125	68	符合
3	1#表土堆存场	250	26	17.2	100	16	符合
4	2#表土堆存场	350	28.8	17.2	155	50	符合

从上表可以看出，各渣场、表土堆存场最大堆渣（料、土）高度均大于设计高度，满足规范要求。

本项目设置的各渣场、表土堆存场均采用分台阶堆置，台阶高度 10~15m，并设 2~5m 宽的马道，我公司已针对各渣场、表土堆存场开展了地质勘察工作，并进行了稳定性计算，稳定性计算结果满足要求，弃渣场、表土堆存场台阶高度符合《水土保持工程设计规范》的要求。

3、弃渣场占地面积

弃渣场占地面积主要包括堆渣范围、拦挡及防洪排导工程的布置范围。我公司对各弃渣场进行了详细设计，在弃渣场征地时综合考虑堆渣范围、防护措施的布置，最终确定弃渣场占地面积。各弃渣场占地面积能够满足堆渣范围、防护措施的布置要求。

4、堆渣（料、土）方式及堆渣坡比

弃渣场、表土堆存场堆渣过程中均采用自下而上堆放、分层摊铺、推平、碾压（格拉轰曲沟对岸弃渣场有用料未碾压、表土堆存场不进行碾压）等施工工艺，每堆高 10~15m 设置一个马道，马道宽 2~5m。

右岸大平台弃渣场主要堆存的为土石混合料，弃渣体类别上属碎石土；根据 GB51018 的有关规定，弃渣体类别为碎石土的，堆渣坡比在 1:1.65~1:2.55；本项目右岸大平台弃渣场堆渣坡比 1:2.0。

格拉轰曲沟对岸弃渣场渣料分区堆存，分区堆存有片岩料、土方，片岩料类别上属于软质岩石，土方类别上属碎石土；根据 GB51018 的有关规定，弃渣体类别为软质岩石的，堆渣坡比在 1:1.45~1:2.55；弃渣类别为碎石土的，堆渣坡比在 1:1.65~1:2.55；本项目格拉轰曲沟对岸弃渣场堆渣坡比 1:2.0。

1#表土堆存场、2#表土堆存场主要堆存的为土方，施工期间对其进行改良并作为后期种植土，弃渣体类别上属于人工土，堆土坡比在 1:1.80~1:2.80；本项目 1#表土堆存场、2#表土堆存场堆土坡比 1:2.0。

综上，弃渣场、表土堆存场堆渣（料、土）坡比满足相应的要求。另外，我公司对弃渣场、表土堆存场进行了地质勘察工程，并进行了稳定性分析，稳定性满足规范要求。因此，渣场边坡坡比符合《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014）的有关规定。

四、弃渣场稳定评价

我公司已开展了《金沙江上游昌波水电站弃渣场、表土堆存场稳定分析专题报告》，该专题报告针对右岸大平台弃渣场稳定性分别采用刚体极限平衡法和有限元法进行了计算，格拉轰曲沟对岸弃渣场、2 座表土堆存场的稳定性采用刚体极限平衡法进行了计算，经计算，各弃渣场在最大堆渣和最终堆渣状态下渣体及拦挡措施的稳定性满足规范要求，各表土堆存场稳定性均能满足规范要求。

五、对区域水土保持的影响评价

从对区域水土保持影响分析，弃渣场、表土堆存场不占用基本农田，不涉及生态保护红线；弃渣场占地类型主要为园地、林地、草地及住宅用地等，不可避免的占压和损毁了部分园地、林地及草地，根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018），应综合考虑弃土（石、渣、灰、矸石、尾矿）结束后的土地利用；右岸大平台弃渣场堆渣结束后，移民专业已考虑对顶部进行复垦，恢复为园地；格拉轰曲沟对岸弃渣场使用完毕后的堆渣顶部种植灌草恢复植被；对 1#、2#表土堆存场使用完毕后根据原占地类型恢复植被；弃渣场边坡框格内及扰动区域种植灌草进行植被恢复，满足规范要求。综上，弃渣场通过后期复垦、植被恢复等措施后，对区域水土保持影响较小。

六、运行管理评价

弃渣结束后，应加强弃渣管理，弃渣需按设计堆存；工程建成后运行期间加强巡查、检查，发现渣体垮塌、裂缝等可能对稳定性有影响的情况，及时报告，并组织有相应资质的单位对渣场稳定性评价，提出处理措施，以确保渣场的稳定；同时，在发现上述问题后，禁止行人、车辆等从弃渣场正下方通行，确保人员财产安全。

七、综合结论

本项目弃渣场、表土堆存场未设置在对公共设施、基础设施、工业企业、居民点等有重大影响区域，对昌波水电站建筑物不存在重大影响，不涉及河湖管理范围；选址已取

得巴塘县人民政府、芒康县人民政府同意选址的意见，不涉及生态红线及基本农田，不涉及Ⅱ级及以上保护林地，也不涉及饮用水水源保护区、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、地质公园、森林公园、重要湿地等敏感区域。

弃渣方案综合考虑了后期土地利用方向，弃渣场堆置方案合理，稳定性满足规范要求，对区域水土保持影响较小。弃渣场堆渣期间和工程建成后应做好安全检查，确保渣场施工期和运行期的安全稳定运行。

表 3.2-6 弃渣场布置情况与评价结论表

序号	项目		弃渣场、表土堆存场名称			
			右岸大平台弃渣场	格拉轰曲沟对岸弃渣场	1#表土堆存场	2#表土堆存场
1	堆渣（料、土）位置		坝址下游约 1km 的金沙江右岸Ⅱ级阶地	坝址下游约 6km 的金沙江左岸Ⅱ级阶地上，格拉轰曲沟对岸	坝址下游左岸王大龙村村口南侧 200m	右岸大平台弃渣场南侧，与右岸大平台弃渣场合并布置
2	类型		坡地型	坡地型	坡地型	坡地型
3	渣场容量（万 m ³ ）		639.90	318.60	5.81	25.77
4	堆料量（万 m ³ ）	自然方	17.86	210.14	5.13	22.85
		松方	25.00	294.20	5.77	25.70
	堆渣量（万 m ³ ）	自然方	498.90	262.08	0	0
		松方	603.12	313.93	0	0
5	占地面积（hm ² ）		27.50	16.70	1.68	占地纳入右岸大平台弃渣场
6	堆渣高程（m）		2389~2441	2457~2525	/	/
	堆料（土）高程（m）		2441~2450	2457~2525	2518~2534	2392~2442
7	最大堆渣高度（m）		52	68	/	/
	最大堆料（土）高度（m）		9	68	16	50
	施工期间最大堆存高度（m）		61	68	16	50
8	马道或平台数量（个）		4 个	最大堆料期间 4 个 施工结束时 4 个	1 个	4 个
9	马道或平台高度（m）		10	15	10	10
10	马道或平台宽度（m）		5	2	2	5
11	边坡坡比		1:2.0	1:2.0	1:2.0	1:2.0
12	边坡综合坡度（°）		22.41	25.22	26.71	26.57
13	汇水面积（km ² ）		0.332	0.339	0.065	汇水面积计入右岸大平台弃渣场
14	下游重要设施、居民点等		无	无	无	无
15	评价结论		弃渣场、表土堆存场未布设在对公共设施、基础设施、工业企业、居民点等有重大影响区域，不涉及河道管理范围。			

3.2.6 施工方法与工艺评价

根据《生产建设项目水土保持技术标准》(GB50433-2018)、《关于印发生产建设项目水土保持方案技术审查要点的通知》(水保监[2020]63号)的有关规定和要求,水土保持专业对本工程施工方法与工艺进行评价,评价情况如下:

3.2.6.1 施工方法、工艺评价

一、首部枢纽施工

(1) 坝肩开挖

大坝坝肩采取自上而下开挖,开挖过程中,遵循边开挖边支护的原则,有利于开挖边坡稳定;坝肩开挖时,围堰已填筑完毕,边坡开挖石渣落入基坑后再运至右岸大平台弃渣场,不乱丢乱弃,符合水土保持要求。

(2) 基坑开挖

基坑土石方开挖安排在完成上下游围堰施工后的“二枯”进行,石方开挖采用手风钻和潜孔钻钻孔爆破,自上而下分层开挖,推土机辅助集渣,自卸汽车运至右岸大平台弃渣场。基坑开挖安排在围堰施工完成后的“二枯”进行,有利于水土保持,符合水土保持的要求;开挖渣料通过推土机辅助集渣,自卸汽车运至右岸大平台弃渣场,不乱丢乱弃,符合水土保持要求。

二、引水系统施工

引水隧洞通过施工支洞和多条横通洞进行,采用上下半洞开挖法,两侧边墙留一定厚度的保护层,待中间开挖后再进行修整,预留保护层有利于边墙稳定;调压室竖井扩挖时先 1#调压室施工,待 1#调压室开挖和一期支护施工一半高度后开始 2#调压室开挖施工,以保证井壁的围岩稳定;压力管道和尾水系统均采用自上而下逐层开挖方式,开挖边坡的支护在分层开挖过程中逐层进行,上层的支护应保证下一层的开挖安全顺利进行;采用侧卸式装载机配合自卸汽车出渣,开挖有用料运至格拉轰曲沟对岸弃渣场堆存,充分利用开挖有用料可减少弃渣量,有利于水土保持,弃渣运至渣场集中堆放防护,不乱丢乱弃,符合水土保持要求。尾水出口开挖前设置集渣平台,降低了可能往金沙江滚落的可能性。

三、厂房施工

主副厂房土石方开挖采用自上而下分层开挖,各层又分区、分块进行开挖支护,有利于开挖边坡稳定;另外主体设计应考虑设置溜渣、导渣措施,进一步减少可能造成水土流失;开挖有用料运至格拉轰曲沟对岸弃渣场堆存,充分利用开挖有用料可减少弃渣量,

有利于水土保持，弃渣运至渣场集中堆放防护，不乱丢乱弃，符合水土保持要求。

四、河道疏浚

河床清理安排在枯水季节进行施工，开挖弃渣由自卸汽车运往格拉轰曲沟对岸弃渣场；枯水季节施工有利于水土保持，开挖弃渣由自卸汽车运往格拉轰曲沟对岸弃渣场集中堆放防护，不乱丢乱弃，符合水土保持要求。

五、导流建筑物施工

（1）导流洞施工

为使进出口开挖、底板基础处理和混凝土浇筑能在干地施工，采用预留岩坎和岩坎加高作为围堰挡水，进口围堰同时作为导流洞施工的施工通道，创造干地施工条件有利于水土保持；隧洞进、出口开挖自上而下分层进行，开挖采用反铲挖掘机配合自卸汽车出渣，开挖有用料运至转存料场堆存，充分利用开挖有用料可减少弃渣量，有利于水土保持，弃渣运至右岸大平台弃渣场堆存防护符合水土保持的要求。为确保开挖边坡稳定与安全，坡面支护工作应紧随开挖及时进行。

（2）围堰施工

围堰堆筑首先从戽堤截流开始，水下部分用大粒径抛填，上游围堰戽堤形成后，过渡料和土石混合料用自卸汽车运料，从戽堤顶依次卸料，推土机平料。围堰施工应在枯水期施工，施工顺序和方法有利于水土保持；围堰在第5年11月初开始拆除，围堰拆除安排在枯水期，符合水土保持的要求，围堰拆除采用挖掘机、长臂反铲及索铲配自卸汽车出渣，拆除土石渣运至右岸大平台弃渣场堆存防护，不乱丢乱弃，符合水土保持要求。

六、坝前 I 号堆积体治理

边坡开挖前修筑浆砌石截水沟，边坡自上而下分层开挖有利于边坡稳定，符合水土保持要求，推土机辅助集渣，自卸汽车运至右岸大平台弃渣场集中堆放和防护，符合水土保持的要求。

七、施工生产生活设施施工

施工场地大部分布置在地形较缓的阶地或台地上，尽量考虑台阶式布置以减少挖填量，台阶高度较大设置拦挡和排水设施，半填半挖式场地平整尽量做到挖填平衡，场地填筑开挖之前先设置拦挡、排水设施，符合水土保持的要求。开挖土石方除用于场地填筑外，多余部分由自卸汽车运至弃渣场堆存防护，符合水土保持的要求。萨日西 1 号沟施工场地位于萨日西 1 号沟，该沟道属于泥石流沟，主体施工专业应做好施工场地泥石流排导措施，

保证施工场地的安全。

八、交通工程施工

路基、桥梁等交通工程施工产生水土流失的主要环节是清表、边坡开挖和填筑，施工工艺中实行先拦挡再施工，开挖的土石方及时回填，不能回填的及时运至弃渣场，可有效避免开挖渣料顺坡滑落，符合水土保持要求。边坡分级放坡开挖，边开挖边防护，有利于挖填边坡稳定。桥梁需跨越河道时，桥梁基础采用钢围堰施工，有利于水土保持。沿线及时布设截（排）沟，符合水土保持的要求。开挖土石方除用于路基填筑外，多余部分由自卸汽车运至弃渣场堆存防护，符合水土保持的要求。

九、渣料堆存

本工程需中转的有用料设置了转存场，转存场的设置避免了中转料的乱堆乱放，转存场设置了较缓的边坡，有利于边坡稳定，堆料前布设拦挡和截排水措施，符合水土保持要求。

十、渣场弃渣

为了减少弃渣对区域环境的影响，减少因弃渣而产生的新增水土流失，采用集中堆放的方式进行弃渣，可避免乱弃，符合水土保持的要求。堆渣边坡坡脚设置弃渣场挡护措施，符合“先拦后弃”的原则；周边设置截排水沟，可避免渣场上游汇水对渣体的冲刷造成水土流失。弃渣堆存采用逐级堆放，设置马道和较缓的边坡坡比，有利于堆渣边坡及渣体的稳定及后期对边坡的治理，符合水土保持的要求。弃渣自下而上堆放，并分层碾压，符合水土保持的要求。

十一、表土剥离与堆存

主体设计专业未考虑表土的剥离保护措施，水土保持专业考虑对项目建设区范围内的表土进行剥离保护、对可用于改良作为后期覆土的土壤进行收集，符合水土保持的要求。剥离的表土和收集的土壤集中堆放，表土堆存场启用前做好拦挡、排水措施，表土运输过程中做好苫盖措施，避免沿途洒落。表土及收集到的土壤堆存期间采用临时苫盖、撒播绿肥、土壤改良等措施减少裸露时间，提高土壤肥力，表土堆存及防护符合水土保持的要求。

十二、施工进度计划

本工程施工进度为 2024 年 1 月~2029 年 12 月，共 72 个月，从时间跨度来看，土建工程跨越 6 个雨季（当地雨季时间为 5~10 月），雨季施工容易引发水土流失，尤其是在强降雨条件下，雨水直接冲刷地面，形成沟蚀、溅蚀，极不利于水土保持。因此，本方案建

议加强雨季土石方开挖的临时防护措施,降低雨季施工强度,缩短工期,并灵活避开雨天施工,注意时刻加强开挖料、露天堆放材料的临时防护措施。

3.2.6.2 与《生产建设项目水土保持技术标准》的符合性评价

主体设计中施工场地进行集中布置,生产生活场地分台阶布置,开挖边坡设置了一定的坡比;各区域开挖废弃料运至弃渣场进行集中堆存防护,渣场设置了截水沟、挡渣墙等措施;表土进行集中堆存防护,有利于减少水土流失。河道疏浚工程虽然考虑了减少水土流失的工艺,但河道疏浚大部分土石方开挖位于水下,不可避免会造成水土流失;本工程主体专业采取的施工方法和工艺与《生产建设项目水土保持技术标准》(GB50433-2018)的符合性见下表。

表 3.2-7 施工方法和工艺与《生产建设项目水土保持技术标准》的符合性对照表

编号	条文规定	本项目情况	相符性分析
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。	本工程布置经多次优化,尽量控制占地;项目建设区域避开了植被相对良好的区域,整个施工场地不占用基本农田。	符合标准约束性规定
2	在河岸陡坡开挖土石方,以及开挖边坡下方有河渠、公路、铁路、居民点和其他重要设施时,宜设计渣石渡槽、溜渣洞等专门设施,将开挖的土石导出。	坝址两岸的金沙江河段较陡,围堰填筑后进行坝肩开挖,开挖的土石进入围堰基坑内,再由载重汽车运输至弃渣场。围堰填筑后进行坝肩开挖,有利于减少渣料滚落金沙江造成水土流失的可能性。	符合标准约束性规定
3	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。	本方案已考虑了施工前的表土剥离措施,同时对施工区的部分土方进行收集,收集的土方和表土堆存于表土堆存场,并设置拦挡、截排水等措施进行防护。	符合标准约束性规定
4	裸露地表应及时防护,减少裸露时间;填筑土方时应随挖、随运、随填、随压。	本方案针对裸露地表提出及时防护要求,并考虑了裸露地表的临时苫盖、临时截排水等防护措施。	符合标准约束性规定
5	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。	针对临时堆土(石、渣),本方案已考虑了拦挡、排水、沉沙等措施。	符合标准约束性规定
6	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。	对工程产生泥浆的区域,方案已考虑了泥浆沉淀池。	符合标准约束性规定
7	围堰填筑、拆除应采取减少流失的有效措施。	围堰填筑、拆除均选择在流量小、流速低的枯期进行。围堰填筑时,首先进行大块石戗堤填筑,戗堤填筑过程中进行碾压;后期填筑过程中,对围堰上下游设置钢筋笼护坡、混凝土面板、干砌石护坡等。大块石填筑戗堤,戗堤的填筑碾压可增加戗堤抵抗水流冲刷,减少可能造成的水土流失,围堰上下游的防护措施在汛期保护内部填筑料免受冲刷,有利于水土保持。	符合标准约束性规定
8	弃土(石、渣)场地应事先设置拦挡措施,弃土(石、渣)应有序堆放。	弃土(石、渣)场地弃渣前,先设置挡渣墙拦挡,弃土(石、渣)分层碾压,有序堆放。	符合标准约束性规定
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。	本方案要求开采渣、料及时运至规划的堆存场,运输过程中采取防护措施防止有用料散溢。干热天运输需考虑洒水防尘等措施。	符合标准约束性规定

3.2.6.3 综合评价

综上,本工程施工场地避开了植被相对良好的区域和基本农田,土石方开挖中大量采

用机械开挖以及先进的施工工艺，做到随挖、随运、随填、随压，除业主建设管理营地、复建管渠道、输电通信线路施工需要临时堆土外，其他部位不再单独设置土石临时堆场；对开挖边坡及时采取了锚喷支护、锚杆（锁）等支护措施。导流洞进出口采用预留岩坎或岩坎加高的方式创造干地施工；围堰填筑前期采用大块石，后期围堰上下游设置钢筋笼护坡、混凝土面板等护坡的方式保护围堰内部，可减少水流对施工区的冲刷。设置弃渣场、表土堆存场等集中堆放渣料、表土，并在启用前设置了拦挡、周边截水措施。上述施工方法、工艺有利减少水土流失，符合水土保持要求。但主体设计也有考虑不足的方面：坝址两岸、地下厂房尾水出口的金沙江河段较陡，未考虑溜渣槽或渣石渡槽进行导渣；未考虑表土剥离、土方收集内容，对裸露地表、土石方运输、施工产生的泥浆、占地范围内的表土等未考虑相应的保护措施，施工期间雨季防护等。水土保持专业对上述不足的方面通过提出相应水土保持要求，补充相应的水土保持措施以达到减少水土流失的目的，更符合生态优先、绿色发展的理念。此外，施工中还需注意以下水土保持要求：

（1）控制好施工作业范围，施工活动应控制在设计的施工道路、施工场地内。

（2）开挖、填筑、排弃的场地应采取拦挡、护坡、截（排）水等防护措施。

（3）下阶段应进一步优化施工方案，减少土石方开挖数量。

（4）主体工程施工时，应进一步优化施工时序，土建工程尽量避开雨季施工，不能避开暴雨天气施工时，应采取临时防护措施，防治水土流失。

（5）沿河施工区域应先做好拦挡，再进行开挖，避免开挖土石方直接下河。爆破开挖应控制装药量和爆破范围，避免对红线外土地进行扰动。开挖渣料禁止随意向下边坡倾倒，填方要求先拦挡再回填。不能利用的应集中堆放在专门的存放地。

（6）桥梁桩基础施工时，施工产生的泥浆应先通过泥浆沉淀池沉淀，再运至渣场进行堆存防护。

（7）隧道开挖尽量做到“早进洞、晚出洞”，避免对山体的大挖，让隧道洞口周围的植被得到妥善保护，维护原有的生态地貌。

（8）施工迹地应及时进行土地整治，恢复其利用功能。

3.2.7 主体工程设计中具有水土保持功能工程的评价

3.2.7.1 电站枢纽工程区

一、枢纽工程区

（一）具有水土保持功能的措施

1、边坡防护工程

(1) 左右岸坝肩边坡

左、右岸坝肩开挖边坡采用喷锚支护处理,系统锚杆,喷混凝土厚 10cm,布置排水孔,并增设 1500kN 级随机锚索对局部边坡进行加固,并采用主被动防护网进行边坡防护。

(2) 进水口边坡

进水口开挖坡面喷 10cm 厚 C25 混凝土,挂钢筋网 $\Phi 8@20\times 20\text{cm}$,坡面采用系统砂浆锚杆、随机锚杆束、预应力锚索等,正常蓄水位以上永久边坡设置排水孔,进水口后边坡布设被动防护网。

(3) 尾水隧洞出口开挖边坡

开挖坡面喷 10cm 厚 C25 混凝土,挂钢筋网 $\Phi 8@20\text{cm}\times 20\text{cm}$,坡面设置系统砂浆锚杆、随机锚杆束;边坡顶部布置三排预应力锚索,坡面布置系统排水孔。

(4) 出线平台边坡

尾水出口下游出线平台 2310.00m 高程马道设一排直径 1.5m 灌注桩,2310.00m 高程以上,设 6 层锚索;2297.10~2310.00m 开挖边坡采用格宾石笼护坡,2310.00~2325.00m 开挖边坡采用贴坡混凝土;2325.00~2360.00m 开挖边坡采用框格梁护坡+4.5m 节点锚杆,间隔布置排水孔;出线平台靠山侧 2360.00m 高程以上边坡采用喷锚支护处理,并布置排水孔。

(5) 厂区堆积体及岩质崩塌体边坡

厂址 II 号堆积体下部 2304m 以下设置格宾石笼护坡,2314m 以上设置 5m 高重力式挡墙。BT3 崩塌体发生大规模崩塌的可能性较小,采用主被动防护网联合防护。

(6) 坝前左岸 I 号堆积体

坝前左岸 I 号堆积体开挖坡面进行喷锚支护,布置排水孔;各级马道底部设置 2m 高 C20 混凝土挡墙进行护脚,正常蓄水位 2387m 以下至 2378m 范围内设置 C15 混凝土贴坡挡墙进行护脚;堆积体在喷锚支护的基础上采用框格梁进行处理,并设置节点锚杆等。

2、防洪排导工程

主体设计在坝前左岸 I 号堆积体范围以外 3~5m 设置截水沟共计 1731m,截水沟排水流量设计标准按《水电工程边坡设计规范》(NB/T 10512-2021),采用 10 年一遇设计,采用梯形断面,断面尺寸为 1.0m $\times$ 1.0m (底宽 $\times$ 深),坡比为 1:1,采用 M7.5 浆砌石砌筑,M10 水泥砂浆抹面。

根据《水电工程边坡设计规范》(NB/T 10512-2021),截水沟排水流量设计标准可采用

5 年一遇~20 年一遇；根据《水电工程水土保持设计规范》(NB/T 10344-2019)，坡面截排水工程排水流量设计标准为 3 年一遇~5 年一遇，主体设计的截水沟排水流量设计标准按 10 年一遇设计，满足规范的要求。

(二) 综合评价

枢纽工程区设置了喷锚支护、预应力锚索、混凝土贴坡挡墙、框格梁护坡、坝前 1#堆积体截水沟等具有水土保持功能的措施。其中坝前 I 号堆积体截水沟拦截上游汇流，避免雨水冲刷，符合水土保持要求，纳入水土保持措施体系，界定为水土保持措施。框格梁护坡、喷锚支护等，具有一定的防治水土流失的作用，但主要服务于边坡稳定，以主体工程安全为主，不界定为水土保持措施。

本方案根据防治部位的特点，补充截排水沟、沉沙池、覆土、土壤保水保肥处理、施有机肥处理、种植槽、生态护坡、植树种草、蓄水灌溉、临时苫盖、临时拦挡等措施。

二、弃渣场区

本区包括 2 座弃渣场，分别为右岸大平台弃渣场、格拉轰曲沟对岸弃渣场。

(一) 具有水土保持功能的措施

1、岸坡防护工程

右岸大平台弃渣场临河侧设有岸坡防护工程，岸坡防护工程主要措施为：临河侧岸坡坡底水位消落带、河道管理范围外布置大块石护底；在临河侧岸坡坡底布置钢筋石笼和混凝土防掏墙护底；同时在坡面上布置混凝土护坡+干砌石护面。

2、基础处理工程

主体设计专业对右岸大平台弃渣场堆渣场地设置有振冲碎石桩，振冲碎石桩主要提高场地承载力、增加排水和边坡的稳定性。

3、渣场碾压

主体专业对右岸大平台弃渣场弃渣、格拉轰曲沟对岸弃渣场后期的弃渣采用 16t 振动碾进行碾压，铺料厚度为 100~120cm，碾压遍数为 1~2 遍，碾压后孔隙率不高于 25%。

4、土地整治工程

(1) 复垦

右岸大平台弃渣场原占地类型主要为园地，本区利用完毕后，主体考虑对右岸大平台弃渣场顶部进行复垦为园地，措施主要包括土壤重构工程、田间农田水利措施等。复垦面积为 10.90hm²。

（二）综合评价

右岸大平台弃渣场设置的岸坡防护工程，减轻了江水对岸坡的冲刷，提高了场地适宜性、稳定性，主要服务施工安全，不界定为水土保持措施。右岸大平台弃渣场稳定性满足规范要求，为增加场地的稳定性、提高场地的排水能力等，主体专业设置的振冲碎石桩主要为处理基础，不界定为水土保持措施。另外，两座渣场的稳定性均能满足规范要求，主体专业对渣场考虑碾压的施工工艺，主要是为了提高堆渣体的密实性，有利于水土保持，能够减少施工堆渣期间水土流失的可能性，不界定为水土保持措施。

主体设计的复垦界定为水土保持措施。本方案根据防治部位的特点，结合主体设计的水土保持措施，补充截水沟（含消力池）、挡渣墙、表土剥离、排水沟、场地平整、覆土、土壤保水保肥处理、框格梁综合护坡、种植灌草、蓄水灌溉工程、临时截水沟、钢筋石笼挡墙、临时苫盖。

三、表土堆存场区

本区包括 2 座表土堆存场，分别为 1#表土堆存场、2#表土堆存场。

主体设计的在本区未考虑相应的水土保持措施。本方案针对本区特性，补充钢筋石笼挡墙、截水沟、沉沙池、全面整地、覆土、土壤保水保肥处理、土壤改良、灌溉设施、植被恢复、临时苫盖、临时撒草等水土保持措施。

四、交通设施区

（一）具有水土保持功能的措施

1、永久道路

（1）防洪排导工程

A、排水沟

主体设计在永久道路开挖边坡坡脚或靠山体侧回填边坡坡脚设排水沟，共计 8750m。道路开挖边坡坡脚排水沟采用矩形断面，断面尺寸为 0.6m×0.4m（高×宽），排水沟采用 M7.5 浆砌石衬砌，靠近路基边厚度为 0.75m，底板和另一侧边墙厚度均为 0.3m；靠山体侧回填边坡坡脚排水沟采用 0.5m×0.5m（高×宽）的矩形断面，结构为 M7.5 浆砌石，衬砌厚度为 0.3m。

（2）护坡工程

主体设计考虑在 2m 以下的陡坡坡脚设置挡墙等边坡防护措施，同时沿道路两侧设置路肩墙。

2、临时道路

(1) 防洪排导工程

A、排水沟

主体设计在临时道路开挖边坡坡脚或靠山体侧回填边坡坡脚设排水沟,共计 14500m。断面尺寸同永久道路。

(2) 护坡工程

主体设计考虑在 2m 以下的陡坡坡脚设置挡墙等边坡防护措施,同时沿道路两侧设置路肩墙。

(3) 土地整治工程

A、复垦

本区利用完毕后,主体考虑对临时占用耕园地的区域进行复垦,措施主要包括土壤重构工程、田间农田水利措施等。复垦面积为 0.85hm^2 ,其中复垦耕地面积为 0.57hm^2 ,复垦园地面积为 0.28hm^2 。

(二) 综合评价

主体设计的挡墙等措施主要服务于主体安全,不界定为水土保持措施。施工时道路开挖边坡坡脚或靠山体侧回填边坡坡脚设排水沟,排水沟排出区域集水,避免汇水冲刷路面和路基造成水土流失,施工结束后采取复耕措施,上述排水沟、复垦界定为水土保持措施。本方案根据本区实际情况,补充沉沙池、全面整地、覆土、土壤保水保肥处理、施有机肥处理、生态护坡、种植行道树、种植灌木、撒播草种、灌溉设施、钢管桩竹串片板栅栏、临时苫盖、泥浆沉淀池等措施,与区域内具有水土保持功能的措施共同防治本区水土流失。

五、施工生产生活区

(一) 具有水土保持功能的措施

1、土地整治工程

(1) 复垦

本区利用完毕后,主体考虑对临时占用耕园地区域进行复垦,措施主要包括土壤重构工程、田间农田水利措施等。复垦面积为 4.43hm^2 ,其中复垦耕地面积为 0.99hm^2 ,复垦园地面积为 3.44hm^2 。

2、移栽

主体专业考虑对萨日西 1 号沟施工场地占用的古核桃树进行移栽,共计移栽 2 棵,这

2 棵核桃树胸径分别为 85cm、140cm，高度分别为 12m、16m，移栽后栽种在索多西乡业主建设管理营地。

3、边坡防护工程

主体设计在对场地进行平整时，在部分不稳定的开挖、填筑边坡下侧设置了浆砌石挡墙进行拦挡，挡墙尺寸根据地形及防护区段灵活布置。

4、泥石流防治工程

主体设计在萨日西 1 号沟施工场地布置了泥石流排导槽措施，排导上游泥石。

(二) 综合评价

主体设计的挡墙、泥石流排导槽等措施主要服务于主体安全，不界定为水土保持措施。复垦、移栽界定为水土保持措施。本方案根据本区实际情况，补充截水沟、排水沟、沉沙池、表土剥离、全面整地、覆土、土壤保水保肥处理、施有机肥处理、灌溉设施、生态护坡、景观绿化、种植乔木、种植灌木、撒播草种、钢管桩竹串片板栅栏、临时苫盖、临时撒草等措施。

六、水库淹没及影响区

主体设计未考虑本区有关的水土保持措施。本区蓄水后，将被淹没，水土保持专业主要考虑对本区提出水土保持措施。

3.2.7.2 移民安置区

一、库岸防护工程区

(一) 具有水土保持功能的措施

1、边坡防护工程

主体设计在米结堆积体基岩不连续段约 150m 范围岸坡进行贴坡护脚挡墙+混凝土护坡防护处理。

2、防洪排导工程

主体设计在下米结堆积体范围以外 3~5m 设置截水沟共计 426m，截水沟排水流量设计标准按《水电工程边坡设计规范》(NB/T 10512-2021)，采用 10 年一遇设计，采用梯形断面，断面尺寸为 0.5m×0.5m (底宽×深)，坡比为 1:0.3，采用浆砌石衬砌、砂浆抹面。

根据《水电工程边坡设计规范》(NB/T 10512-2021)，截水沟排水流量设计标准可采用 5 年一遇~20 年一遇；根据《水电工程水土保持设计规范》(NB/T 10344-2019)，坡面截排水工程排水流量设计标准为 3 年一遇~5 年一遇，主体设计的截水沟排水流量设计标准按

10 年一遇设计，满足规范的要求。

（二）综合评价

主体设计的米结堆积体贴坡护脚挡墙、混凝土护坡可减轻江水对岸坡的冲刷，提高米结堆积体的稳定性，主要服务工程安全，不界定为水土保持措施。主体设计的截水沟可拦截上游汇流，避免雨水冲刷，符合水土保持要求，纳入水土保持措施体系。本方案根据本区实际情况，补充施有机肥处理、撒播草种、钢管桩竹串片板栅栏等措施。

二、专项设施复建区

（一）具有水土保持功能的措施

1、坡面防护工程

主体设计考虑在复建道路 2m 以下的陡坡坡脚设置挡墙等边坡防护措施，同时沿道路两侧设置路肩墙。

2、防洪排导工程

主体设计在复建道路开挖边坡坡脚或靠山体侧回填边坡坡脚设排水沟，共计 1550m。道路开挖边坡坡脚排水沟采用矩形断面，断面尺寸为 0.5m×0.5m（高×宽），排水沟采用 C20 混凝土砌筑，靠近路基边厚度为 0.50m，另一侧边墙厚度均为 0.3m，底板厚度为 0.25m。

（二）综合评价

主体设计的挡墙等措施主要服务于主体安全，不界定为水土保持措施。排水沟界定为水土保持措施。本区需补充沉沙池、土方收集、全面整地、覆土、土壤保水保肥处理、栽植行道树、临时拦挡、临时苫盖、临时撒草等措施。

3.3 主体工程设计中水土保持措施界定

根据《生产建设项目水土保持技术标准》附录 D 有关规定，并结合 3.2.7 节的分析，主体设计的喷锚支护、混凝土贴坡挡墙、预应力锚索、主被动防护网、岸坡防护工程、泥石流防治工程，渣场碾压、基础处理及岸坡防护工程等措施主要服务于主体安全或施工安全，不界定为水土保持措施。

此外，主体设计于各区设置了截水沟、排水沟、复垦等措施，这些措施界定为水土保持措施，总投资 2368.96 万元。

本方案将结合主体设计的水土保持措施，对各区因地制宜地完善水土保持措施体系，以达到拟定的水土流失防治目标。

表 3.3-1 主体设计的水土保持措施工程量及投资汇总表

编号	项目名称	单位	工程量	单价 (元)	合计 (万元)
I	电站枢纽工程区				2244.84
一	工程措施				2144.84
(一)	枢纽工程区				201.84
1	防洪排导工程				201.84
1.1	截水沟 (堆积体)				201.84
	土方槽挖	m ³	4318	46.23	19.96
	石方槽挖	m ³	1851	180.38	33.39
	M7.5 浆砌石	m ³	2708	408.32	110.57
	M10 水泥砂浆抹面 (3cm)	m ²	11100	34.16	37.92
(二)	弃渣场区				245.25
1	土地整治工程				245.25
1.1	土地复耕	hm ²	10.90	225000.00	245.25
(三)	表土堆存场区				0.00
(四)	交通设施区				1598.07
1	防洪排导工程				1578.94
1.1	排水沟				1578.94
	土方槽挖	m ³	11160	46.23	51.59
	石方槽挖	m ³	26040	180.38	469.71
	M7.5 浆砌石	m ³	21623	408.32	882.91
	M10 水泥砂浆抹面 (3cm)	m ²	51150	34.16	174.73
2	土地整治工程				19.13
2.1	土地复耕	hm ²	0.85	225000.00	19.13
(五)	施工生产生活区				99.68
1	土地整治工程				99.68
1.1	土地复耕	hm ²	4.43	225000.00	99.68
二	植物措施				100.00
(一)	施工生产生活区				100.00
1	核桃树移栽	株	2	500000.00	100.00
II	移民安置区				124.12
一	工程措施				124.12
(一)	库岸防护工程区				20.82
1	防洪排导工程				20.82
1.1	截水沟				20.82
	土方槽挖	m ³	146	46.23	0.67
	石方槽挖	m ³	340	180.38	6.13
	M7.5 浆砌石	m ³	266	408.32	10.86
	M10 水泥砂浆抹面 (3cm)	m ²	925	34.16	3.16
(二)	专项设施复建区				103.30
1	防洪排导工程				103.30
1.1	排水沟				103.30

3 项目水土保持评价

编号	项目名称	单位	工程量	单价（元）	合计（万元）
	土方槽挖	m ³	453	46.23	2.09
	石方槽挖	m ³	1058	180.38	19.08
	C20 混凝土	m ³	891	921.79	82.13
III	合计				2368.96

4 水土流失分析与预测

4.1 水土流失现状

昌波水电站位于金沙江上游，地处高山峡谷，山势陡峭雄伟，沟壑纵横、沟蚀强烈；河谷呈“V”型，两岸基本对称，基岩裸露。区域山体滑坡、泥石流现象也较普遍，植被覆盖率较低，导致区域水土流失现象较为严重。

本工程涉及四川省甘孜藏族自治州巴塘县、西藏自治区昌都市芒康县 2 个省（区）2 个县；其中巴塘县位于金沙江的左岸，芒康县位于金沙江的右岸。

根据《全国水土保持规划（2015-2030 年）》（国函[2015]160 号）、《四川省水土保持规划（2015-2030 年）》（四川省水利厅，2016 年 11 月）、《西藏自治区水土保持规划（2019-2030 年）》（西藏自治区水利厅，2019 年 8 月），巴塘县、芒康县属金沙江岷江上游及三江并流国家级水土流失重点预防区。

根据《全国水土保持规划（2015-2030 年）》（国函[2015]160 号）、《四川省水土保持规划（2015-2030 年）》（四川省水利厅，2016 年 11 月）、《西藏自治区水土保持规划（2019-2030 年）》（西藏自治区水利厅，2019 年 8 月），巴塘县处于水土保持区划中的Ⅷ青藏高原区——Ⅷ-4 藏东-川西高山峡谷区——Ⅷ-4-1wh 川西高原高山峡谷生态维护水源涵养区——南部高山深谷生态维护水源涵养区；芒康县处于水土保持区划中的Ⅷ青藏高原区——Ⅷ-4 藏东-川西高山峡谷区——Ⅷ-4-2wh 藏东高山峡谷生态维护水源涵养区——金沙江上游生态维护水源涵养区。根据《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007），项目区土壤侵蚀类型以水力侵蚀为主，水土流失形式主要存在着沟蚀、面蚀，侵蚀级别以轻、中度为主。项目建设区土壤侵蚀模数为 $2234\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，容许土壤流失量为 $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

项目区水力侵蚀面积见表 4.1-1。

表 4.1-1

项目区水力侵蚀面积统计表

省（区）	县	水土流失面积 (km ²)	水土流失程度									
			轻度侵蚀		中度侵蚀		强烈侵蚀		极强烈侵蚀		剧烈侵蚀	
			面积	占水土流失面积比重(%)	面积	占水土流失面积比重(%)	面积	占水土流失面积比重(%)	面积	占水土流失面积比重(%)	面积	占水土流失面积比重(%)
			(km ²)		(km ²)		(km ²)		(km ²)		(km ²)	
四川省	巴塘县	791.23	745.66	94.24	35.67	4.51	8.08	1.02	1.54	0.19	0.28	0.04
西藏自治区	芒康县	1242.43	1190.91	95.85	46.87	3.77	2.20	0.18	2.45	0.20	0	0

4.2 水土流失影响因素分析

4.2.1 工程建设对水土流失的影响

1、枢纽工程

施工前期，对枢纽工程地表的清表、开挖及堆积体削坡处理将压埋或损毁原有植被、地貌，对原有水土保持设施造成损坏，改变原有水土保持功能，使得地表坡度加大、坡面加长等，导致坡面径流速度加大、冲刷力增强。施工后期，枢纽建筑物建成后，大部分区域为建筑物和硬化区域，水土流失得到一定程度的缓解，坝前左岸 1 号堆积体削坡处理采取喷锚支护等措施后，防护措施发挥水土保持功效，可有效控制水土流失。

河道疏浚时，将对浅滩、滩涂及河床底部造成破坏，土壤抗侵蚀能力下降，在水流的冲刷下将造成较大的水土流失，并可能造成水土流失危害。疏浚结束后，由于施工引起的扰动逐渐减弱或消失，人为扰动基本停止，水土流失逐步得到控制。

2、弃渣场、表土堆存场

施工期，堆存的渣料、表土结构疏松、孔隙大，无植被防护，遇暴雨或上游汇水下泄时，易造成严重的冲沟侵蚀；同时，表土及弃渣若随意堆放或不采取措施防护，堆存的边坡坡面容易失稳，特别是暴雨期间容易受到雨水冲刷造成水土流失等。施工结束后，采取边坡绿化措施，渣顶复垦或绿化，水土流失将得到有效控制。

3、交通设施

施工道路的修建将扰动地表，改变地表原有的植被、地形地貌，使施工道路在机械碾压的作用下，尤其在雨季时将产生新的水土流失，同时道路边坡也增加水土流失。施工道路的设置应与地方规划发展结合，考虑永临结合原则，以减少征占用地和水土流失的影响。

4、施工临时设施

施工临时占地区主要有砂石加工系统、混凝土拌合系统、施工工厂、施工场地等临时用地区域。施工临时设施在施工准备期均将进行场地平整，损坏原地貌形态，易受到雨水冲刷，产生水土流失；施工过程中，水土流失有所缓解，施工结束后，对临时建设施进行拆除、土地整治等会带来新的水土流失。

5、库岸防护工程

库岸防护主要是对岸坡采取挡墙、混凝土护坡防护，将一定程度改变原有植被、地形地貌，尤其在雨季施工，河道水流及降雨会造成较大水土流失，施工结束后，防护工程发

挥功效，水土流失得到控制。

6、专项设施复建

本区域水土流失的主要影响因素包括植被、土壤、降雨以及土方挖填、占压地表等人为活动。施工期间，基础开挖和土方回填，由于地表植被遭到破坏或损毁，土壤抗侵蚀能力下降，在降雨、径流等作用下容易产生水土流失，并可能造成水土流失危害。施工结束后，由于施工引起的各项因素将逐渐减弱或消失，地表扰动基本停止，地表硬化或植物绿化基本完成，水土流失逐步得到控制，生态环境逐步恢复。

4.2.2 扰动地表面积、损毁植被面积

根据主体工程设计成果，结合项目地形图对项目建设区域扰动地表面积和损毁植被面积进行测算和统计，本工程扰动地表面积 188.50hm²，损毁植被面积 153.25hm²，损毁的植被类型主要为林地及草地。

表 4.2-1 损毁植被面积分析结果表 单位: hm²

分区及项目组成		征地面积	未扰动地表面积	扰动地表面积	损毁植被面积
电站枢纽工程区	枢纽工程区	47.92	6.61	41.31	38.88
	弃渣场区	44.20	2.79	41.41	18.84
	表土堆存场区	1.68		1.68	1.68
	交通设施区	63.03	15.22	47.81	45.03
	施工生产生活区	60.38	11.38	49.00	43.11
	水库淹没及影响区	183.33	183.33		
	小计	400.54	219.33	181.21	147.54
移民安置区	库岸防护工程区	0.93		0.93	0.84
	专项设施复建区	6.36		6.36	4.87
	小计	7.29		7.29	5.71
合计		407.83	219.33	188.50	153.25

4.2.3 弃土（石、渣）量

本工程总挖方为 1061.30 万 m³（含表土 8.18 万 m³，土方收集 20.10 万 m³，建筑材料 217.26 万 m³），填方为 83.06 万 m³（表土 8.18 万 m³，土方收集 20.10 万 m³），建筑材料利用方为 217.26 万 m³，弃方 760.98 万 m³（包括围堰拆除土方 46.25 万 m³）。以上土石方数据为自然方，废弃方转换为松方约 917.05 万 m³。

本工程弃渣量较大，废弃方全部堆存在规划的弃渣场，弃渣场设置了完善的拦挡、排水等措施，本方案补充苫盖、植被恢复等措施，废弃土石方不会诱发较大水土流失。

4.3 土壤流失量预测

4.3.1 预测单元

水土流失预测范围为项目建设区。本方案水土流失一级预测单元与防治分区一致，其中水库淹没及影响区不进行预测，根据扰动方式、扰动后地表的物质组成、气象特征等相近的原则划分一般扰动地表、工程开挖面和工程堆积体等预测单元，详见下表。

表 4.3-1 水土流失预测单元 单位: hm^2

一级预测单元	二级预测单元	三级预测单元	四级预测单元	施工期面积	自然恢复期面积
电站枢纽工程区	枢纽工程区	工程开挖面	上方无来水	38.33	7.06
		一般扰动地表	地表翻扰型	9.59	1.76
	弃渣场区	工程堆积体	上方无来水	44.20	21.36
	表土堆存场区	工程堆积体	上方无来水	1.68	1.68
	交通设施区	工程开挖面	上方无来水	25.21	14.83
		一般扰动地表	地表翻扰型	37.82	22.24
	施工生产生活区	工程开挖面	上方无来水	15.10	9.15
		一般扰动地表	地表翻扰型	36.23	21.96
		一般扰动地表	植被破坏型	9.05	5.49
移民安置区	库岸防护工程区	工程开挖面	上方无来水	0.65	0.20
		一般扰动地表	地表翻扰型	0.28	0.08
	专项设施复建区	工程开挖面	上方无来水	2.54	1.84
		一般扰动地表	地表翻扰型	3.82	2.77

4.3.2 预测时段

根据本工程施工建设特点，以及各单项工程施工时段，结合项目区降雨时节等，划分水土流失预测时段。按照《生产建设项目水土保持技术标准》(GB 50433-2018)，水土流失预测时段划分为施工期（含施工准备期）和自然恢复期两个时段，各时段各单项工程预测年限结合产生水土流失季节，按最不利影响时段考虑，施工时段超过雨季长度的按全年计，未超过雨季长度（项目区雨季为 5~10 月，共 6 个月），按占雨季长度比例计算。

施工期主要进行施工区范围内的土建工程施工，地表扰动强度大，破坏了原有地表结构，使原生土壤抗蚀力下降，一遇暴雨，将造成严重的水土流失。进入自然恢复期后，随着天然植被的逐渐恢复，水土流失将有所降低。本工程地处干旱区，植被恢复困难，自然恢复期水土流失预测时间定为 5 年。本工程水土流失预测时段划分情况详见下表。

表 4.3-2

水土流失预测时段

单位: 年

一级预测单元	二级预测单元	三级预测单元	四级预测单元	施工期预测时间	自然恢复期预测时间
电站枢纽工程区	枢纽工程区	工程开挖面	上方无来水	6	5
		一般扰动地表	地表翻扰型	6	5
	弃渣场区	工程堆积体	上方无来水	7	5
	表土堆存场区	工程堆积体	上方无来水	7	5
	交通设施区	工程开挖面	上方无来水	2	5
		一般扰动地表	地表翻扰型	2	5
	施工生产生活区	工程开挖面	上方无来水	1.83	5
		一般扰动地表	地表翻扰型	1.83	5
		一般扰动地表	植被破坏型	1.83	5
移民安置区	库岸防护工程区	工程开挖面	上方无来水	1	5
		一般扰动地表	地表翻扰型	1	5
	专项设施复建区	工程开挖面	上方无来水	1	5
		一般扰动地表	地表翻扰型	1	5

4.3.3 土壤侵蚀模数

4.3.3.1 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分析, 工程区水土流失以轻度侵蚀为主。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) 的规定进行取值计算, 水土流失背景值为 $2234\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$, 项目区土壤侵蚀现状详见表 4.3-3、4.3-4、

4.3-5。

表 4.3-3

项目建设区水土流失因子调查表

区域	占地类型	面积(hm^2)	坡度($^\circ$)	林草覆盖率($\%$)	侵蚀类型	流失强度	侵蚀模数($\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$)	水土流失量(t/a)
枢纽工程区	灌木林地	7.95	5~8	45~60	面蚀	轻度	1800	143
	灌木林地	9.68	8~15	45~60	面蚀	轻度	2000	194
	灌木林地	8.75	15~25	30~45	面蚀	中度	3200	280
	其他林地	2.24	15~25	45~60	面蚀	中度	3500	78
	其他林地	1.38	25~35	30~45	面蚀	强烈	5500	76
	天然牧草地	2.53	5~8	60~75	面蚀	轻度	1800	46
	天然牧草地	3.54	8~15	60~75	面蚀	轻度	2000	71
	天然牧草地	4.13	15~25	60~75	面蚀	轻度	2200	91
	天然牧草地	2.64	25~35	30~45	面蚀	强烈	5500	145
	天然牧草地	0.36	>35	30~45	面蚀	极强烈	8500	31
	公路用地	1.46			面蚀	微度	200	3

4 水土流失分析与预测

区域	占地类型	面积(hm ²)	坡度(°)	林草覆盖率(%)	侵蚀类型	流失强度	侵蚀模数(t/km ² ·a)	水土流失量(t/a)
	河流水面	2.87				微度	0	0
	内陆滩涂	0.39			面蚀	微度	200	1
	小计	47.92					2419	1159
弃渣场区	果园	9.65	5~8	30~45	面蚀	轻度	2200	212
	果园	6.36	5~8	45~60	面蚀	轻度	2000	127
	乔木林地	0.04	5~8	45~60	面蚀	轻度	1800	1
	灌木林地	4.44	5~8	45~60	面蚀	轻度	1800	80
	灌木林地	6.29	8~15	45~60	面蚀	轻度	2000	126
	灌木林地	7.37	15~25	30~45	面蚀	中度	3200	236
	其他林地	0.98	15~25	30~45	面蚀	中度	3500	34
	天然牧草地	0.85	5~8	45~60	面蚀	轻度	1800	15
	天然牧草地	0.15	8~15	45~60	面蚀	轻度	2000	3
	天然牧草地	0.16	15~25	30~45	面蚀	中度	3500	6
	天然牧草地	0.57	25~35	30~45	面蚀	强烈	5500	31
	农村宅基地	0.05			面蚀	微度	200	0
	公路用地	0.97			面蚀	微度	200	2
	农村道路	0.77			面蚀	微度	200	2
	河流水面	2.09				微度	0	0
	内陆滩涂	2.72			面蚀	微度	200	5
	设施农用地	0.54			面蚀	微度	500	3
	裸岩石砾地	0.20			面蚀	微度	200	0
	小计	44.20					1998	883
表土堆存场区	灌木林地	0.92	8~15	45~60	面蚀	轻度	2000	18
	其他林地	0.76	15~25	30~45	面蚀	中度	3200	24
	小计	1.68					2496	42
交通设施区	水浇地	0.61	5~8		面蚀	轻度	2200	13
	旱地	0.35	5~8		面蚀	轻度	2200	8
	果园	0.40	5~8	30~45	面蚀	轻度	2200	9
	乔木林地	2.32	5~8	45~60	面蚀	轻度	1800	42
	灌木林地	13.92	5~8	45~60	面蚀	轻度	1800	251
	灌木林地	11.76	8~15	45~60	面蚀	轻度	2000	235
	灌木林地	12.75	15~25	30~45	面蚀	中度	3500	446
	其他林地	5.41	8~15	45~60	面蚀	轻度	2000	108
	其他林地	1.64	15~25	30~45	面蚀	中度	3500	57
	天然牧草地	3.15	5~8	45~60	面蚀	轻度	2000	63
	天然牧草地	2.92	8~15	30~45	面蚀	中度	3500	102
	天然牧草地	2.43	15~25	<30	面蚀	强烈	5500	134
	农村宅基地	0.01			面蚀	微度	200	0
	公路用地	1.17			面蚀	微度	200	2

4 水土流失分析与预测

区域	占地类型	面积(hm ²)	坡度(°)	林草覆盖率(%)	侵蚀类型	流失强度	侵蚀模数(t/km ² ·a)	水土流失量(t/a)
	农村道路	0.23			面蚀	微度	200	0
	河流水面	1.70				微度	0	0
	内陆滩涂	1.97			面蚀	微度	200	4
	裸土地	0.01	15 ~ 25	<30	面蚀	强烈	5500	1
	裸岩石砾地	0.30			面蚀	微度	200	1
	小计	63.03					2342	1476
施工生产生活区	水浇地	2.25	5 ~ 8		面蚀	轻度	2200	50
	旱地	0.03	5 ~ 8		面蚀	轻度	2200	1
	果园	6.34	5 ~ 8	30~45	面蚀	轻度	2200	139
	灌木林地	15.61	5 ~ 8	45~60	面蚀	轻度	1800	281
	灌木林地	15.39	8 ~ 15	45~60	面蚀	轻度	2000	308
	其他林地	7.65	8 ~ 15	30~45	面蚀	中度	3500	268
	天然牧草地	6.37	8 ~ 15	45~60	面蚀	轻度	2000	127
	天然牧草地	2.89	8 ~ 15	30~45	面蚀	中度	3500	101
	农村宅基地	0.57			面蚀	微度	200	1
	公路用地	0.57			面蚀	微度	200	1
	农村道路	0.43			面蚀	微度	200	1
	河流水面	0.20				微度	0	0
	裸岩石砾地	2.09			面蚀	微度	200	4
	小计	60.38					2123	1282
库岸防护工程区	灌木林地	0.08	8 ~ 15	45~60	面蚀	轻度	2000	2
	灌木林地	0.11	15 ~ 25	45~60	面蚀	中度	3500	4
	天然牧草地	0.54	8 ~ 15	45~60	面蚀	轻度	2000	11
	天然牧草地	0.11	15 ~ 25	45~60	面蚀	中度	3500	4
	内陆滩涂	0.09			面蚀	微度	200	0
	小计	0.93					2258	21
专项设施复建区	灌木林地	0.56	5 ~ 8	45~60	面蚀	轻度	1500	8
	灌木林地	0.29	8 ~ 15	45~60	面蚀	轻度	1800	5
	天然牧草地	3.56	5 ~ 8	45~60	面蚀	轻度	1500	53
	天然牧草地	0.46	8 ~ 15	45~60	面蚀	轻度	1800	8
	裸土地	1.48	15 ~ 25	<30	面蚀	强烈	5200	77
	小计	6.36					2376	151
合计		224.50					2234	5015

表 4.3-4 项目区水土流失现状调查表

区域	占地面积 (hm ²)	侵蚀面积(hm ²)				
		微度	轻度	中度	强烈	极强烈
枢纽工程区	47.92	4.72	27.83	10.99	4.02	0.36
弃渣场区	44.20	7.34	27.78	8.51	0.57	
表土堆存场区	1.68		0.92	0.76		
交通设施区	63.03	5.37	37.91	17.31	2.44	
施工生产生活区	60.38	3.86	45.98	10.54		
库岸防护工程区	0.93	0.09	0.62	0.22		
专项设施复建区	6.36		4.87		1.48	
合计	224.50	21.38	145.92	48.33	8.51	0.36

表 4.3-5 项目区水土流失现状表

区域	侵蚀量(t/a)						侵蚀模数 [t/(km ² ·a)]
	小计	微度	轻度	中度	强烈	极强烈	
枢纽工程区	1159	4	545	358	221	31	2419
弃渣场区	883	12	564	276	31		1998
表土堆存场区	42		18	24			2496
交通设施区	1476	7	729	605	135		2342
施工生产生活区	1282	7	906	369			2123
库岸防护工程区	21		13	8			2258
专项设施复建区	151		74		77		2376
合计	5015	30	2849	1640	464	31	2234

4.3.3.2 扰动后土壤侵蚀模数

本工程扰动后的土壤侵蚀模数采用数学模型法确定。根据《生产建设项目土壤流失量测算导则》(SL773-2018), 扰动后各侵蚀单元的计算如下:

(1) 一般扰动地表区

1) 一般扰动地表区的植被破坏型, 按照下式计算:

$$M_{yz}=100RKLySyBET$$

式中:

M_{yz} ——植被破坏型一般扰动地表测算单元土壤侵蚀模数, t/(km²·a);

R ——降雨侵蚀力因子, MJ·mm/(hm²·h); 按照月降水量公式计算 $R_m = 0.183p_m^{1.996}$;

K ——土壤可蚀性因子, t·hm²·h/(hm²·MJ·mm);

L_y ——一般扰动地表坡长因子, 无量纲;

S_y ——一般扰动地表坡度因子, 无量纲;

B ——植被覆盖因子, 无量纲;

E ——工程措施因子, 无量纲;

T ——耕作措施因子，无量纲。

根据上式计算，一般扰动地表区植被破坏型土壤侵蚀模数计算详见下表。

表 4.3-6 施工期一般扰动地表区植被破坏型土壤侵蚀模数计算表

序号	项目	因子	公式	施工生产生活区
1	植被破坏型	M	$M_{yz}=100RK L_y S_y BET$	8534
1.1	降雨侵蚀力因子	R_m	$0.183P_m^{1.996}$	8280
1.2	土壤可蚀因子	K	附录 C	0.0058
1.3	坡长因子	L_y	$L_y = (\lambda/20)^m$	1.69
	水平投影坡长度	λ	$\lambda = \lambda_x \cos \theta$	57.06
	单元斜坡长度	λ_x		60
	坡长指数	m		0.5
1.4	坡度因子	S_y	$S_y = -1.5 + 17/[1 + e^{(2.3 - 6.1 \sin \theta)}]$	5.26
	坡度	θ		18
1.5	植被覆盖因子	B		0.20
1.6	工程措施因子	E		1
1.7	耕作措施因子	T		1

2) 一般扰动地表区的地表翻扰型，按照下式计算：

$$M_{yd} = 100RK_{yd}L_yS_yBET$$

$$K_{yd} = NK$$

式中：

M_{yd} ——地表翻扰型一般扰动地表测算单元土壤侵蚀模数， $t/(km^2 \cdot a)$ ；

R ——降雨侵蚀力因子， $MJ \cdot mm/(hm^2 \cdot h)$ ；按照月降水量公式计算 $R_m = 0.183p_m^{1.996}$ ；

K ——土壤可蚀性因子， $t \cdot hm^2 \cdot h/(hm^2 \cdot MJ \cdot mm)$ ；

K_{yd} ——地表翻扰后土壤可蚀性因子， $t \cdot hm^2 \cdot h/(hm^2 \cdot MJ \cdot mm)$ ；

N ——地表翻扰后土壤可侵蚀因子增大系数，无量纲；本报告书 N 取 2.13；

L_y ——一般扰动地表坡长因子，无量纲；

S_y ——一般扰动地表坡度因子，无量纲；

B ——植被覆盖因子，无量纲；

E ——工程措施因子，无量纲；

T ——耕作措施因子，无量纲。

根据上式计算，一般扰动地表区地表翻扰型土壤侵蚀模数计算详见表 4.3-7~4.3-12。

表 4.3-7

施工期一般扰动地表区地表翻扰型土壤侵蚀模数计算表

序号	项目	因子	公式	枢纽工程 区	交通设施 区	施工生产 生活区	库岸防护 工程区	专项设施 复建区
1	地表地表翻扰型	M	$M_{yd}=100RK_{yd}L_yS_yBET$	14541	12470	10134	11796	9778
1.1	降雨侵蚀力因子	R_m	$0.183P_m^{1.996}$	8280	8280	8280	8280	8280
1.2	地表翻扰后土壤可蚀性因子	K_{yd}	$K_{yd}=NK$	0.0124	0.0124	0.0124	0.0124	0.0124
	土壤可蚀性因子	K	附录 C	0.0058	0.0058	0.0058	0.0058	0.0058
	地表翻扰后土壤可蚀因子增大系数	N	取值 2.13	2.13	2.13	2.13	2.13	2.13
1.3	坡长因子	L_y	$L_y=(\lambda/20)^m$	0.93	0.95	0.71	0.88	0.84
	水平投影坡长度	λ	$\lambda=\lambda_x\cos\theta$	17.40	17.98	10.20	15.59	14.18
	单元斜坡长度	λ_x		26	20	11	18	15
	坡长指数	m		0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
1.4	坡度因子	S_y	$S_y=-1.5+17/[1+e^{(2.3-6.1\sin\theta)}]$	13.86	8.57	6.94	10.05	5.68
	坡度	θ		48	26	22	30	19
1.5	植被覆盖因子	B		0.11	0.15	0.20	0.13	0.20
1.6	工程措施因子	E		1	1	1	1	1
1.7	耕作措施因子	T		1	1	1	1	1

表 4.3-8

运行期一般扰动地表区地表翻扰型土壤侵蚀模数计算表（第一年）

序号	项目	因子	公式	枢纽工程区	弃渣场区	表土堆存场区	交通设施区	施工生产生活区	库岸防护工程区	专项设施复建区
1	地表地表翻扰型	M	$M_{yd}=100RK_{yd}L_yS_yBET$	7102	6509	5618	5731	5668	5461	4886
1.1	降雨侵蚀力因子	R_m	$0.183P_m^{1.996}$	8280	8280	8280	8280	8280	8280	8280
1.2	地表翻扰后土壤可蚀性因子	K_{yd}	$K_{yd}=NK$	0.0124	0.0124	0.0124	0.0124	0.0124	0.0124	0.0124
	土壤可蚀性因子	K	附录 C	0.0058	0.0058	0.0058	0.0058	0.0058	0.0058	0.0058
	地表翻扰后土壤可蚀因子增大系数	N	取值 2.13	2.13	2.13	2.13	2.13	2.13	2.13	2.13
1.3	坡长因子	L_y	$L_y=(\lambda/20)^m$	0.86	0.83	0.75	0.72	0.81	0.78	0.76
	水平投影坡长度	λ	$\lambda=\lambda_x\cos\theta$	14.73	13.91	11.28	10.27	13.24	12.29	11.48
	单元斜坡长度	λ_x		16	15	12	11	14	13	12
	坡长指数	m		0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
1.4	坡度因子	S_y	$S_y=-1.5+17/[1+e^{(2.3-6.1\sin\theta)}]$	7.35	6.94	6.09	6.52	5.68	5.68	4.85
	坡度	θ		23	22	20	21	19	19	17
1.5	植被覆盖因子	B		0.110	0.110	0.120	0.120	0.120	0.120	0.130
1.6	工程措施因子	E		1	1	1	1	1	1	1
1.7	耕作措施因子	T		1	1	1	1	1	1	1

表 4.3-9

运行期一般扰动地表区地表翻扰型土壤侵蚀模数计算表（第二年）

序号	项目	因子	公式	枢纽工程区	弃渣场区	表土堆存场区	交通设施区	施工生产生活区	库岸防护工程区	专项设施复建区
1	地表地表翻扰型	M	$M_{yd}=100RK_{yd}L_yS_yBET$	4519	4142	3745	3821	3778	3641	3759
1.1	降雨侵蚀力因子	R_m	$0.183P_m^{1.996}$	8280	8280	8280	8280	8280	8280	8280
1.2	地表翻扰后土壤可蚀性因子	K_{yd}	$K_{yd}=NK$	0.0124	0.0124	0.0124	0.0124	0.0124	0.0124	0.0124
	土壤可蚀性因子	K	附录 C	0.0058	0.0058	0.0058	0.0058	0.0058	0.0058	0.0058
	地表翻扰后土壤可蚀因子增大系数	N	取值 2.13	2.13	2.13	2.13	2.13	2.13	2.13	2.13
1.3	坡长因子	L_y	$L_y=(\lambda/20)^m$	0.86	0.83	0.75	0.72	0.81	0.78	0.76
	水平投影坡长度	λ	$\lambda=\lambda_x\cos\theta$	14.73	13.91	11.28	10.27	13.24	12.29	11.48
	单元斜坡长度	λ_x		16	15	12	11	14	13	12
	坡长指数	m		0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
1.4	坡度因子	S_y	$S_y=-1.5+17/[1+e^{(2.3-6.1\sin\theta)}]$	7.35	6.94	6.09	6.52	5.68	5.68	4.85
	坡度	θ		23	22	20	21	19	19	17
1.5	植被覆盖因子	B		0.070	0.070	0.080	0.080	0.080	0.080	0.100
1.6	工程措施因子	E		1	1	1	1	1	1	1
1.7	耕作措施因子	T		1	1	1	1	1	1	1

表 4.3-10

运行期一般扰动地表区地表翻扰型土壤侵蚀模数计算表（第三年）

序号	项目	因子	公式	枢纽工程区	弃渣场区	表土堆存场区	交通设施区	施工生产生活区	库岸防护工程区	专项设施复建区
1	地表地表翻扰型	M	$M_{yd}=100RK_{yd}L_yS_yBET$	3874	2958	3277	3343	3306	3186	3007
1.1	降雨侵蚀力因子	R_m	$0.183P_m^{1.996}$	8280	8280	8280	8280	8280	8280	8280
1.2	地表翻扰后土壤可蚀性因子	K_{yd}	$K_{yd}=NK$	0.0124	0.0124	0.0124	0.0124	0.0124	0.0124	0.0124
	土壤可蚀性因子	K	附录 C	0.0058	0.0058	0.0058	0.0058	0.0058	0.0058	0.0058
	地表翻扰后土壤可蚀因子增大系数	N	取值 2.13	2.13	2.13	2.13	2.13	2.13	2.13	2.13
1.3	坡长因子	L_y	$L_y=(\lambda/20)^m$	0.86	0.83	0.75	0.72	0.81	0.78	0.76
	水平投影坡长度	λ	$\lambda=\lambda_x\cos\theta$	14.73	13.91	11.28	10.27	13.24	12.29	11.48
	单元斜坡长度	λ_x		16	15	12	11	14	13	12
	坡长指数	m		0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
1.4	坡度因子	S_y	$S_y=-1.5+17/[1+e^{(2.3-6.1\sin\theta)}]$	7.35	6.94	6.09	6.52	5.68	5.68	4.85
	坡度	θ		23	22	20	21	19	19	17
1.5	植被覆盖因子	B		0.060	0.050	0.070	0.070	0.070	0.070	0.080
1.6	工程措施因子	E		1	1	1	1	1	1	1
1.7	耕作措施因子	T		1	1	1	1	1	1	1

表 4.3-11

运行期一般扰动地表区地表翻扰型土壤侵蚀模数计算表（第四年）

序号	项目	因子	公式	枢纽工程区	弃渣场区	表土堆存场区	交通设施区	施工生产生活区	库岸防护工程区	专项设施复建区
1	地表地表翻扰型	M	$M_{yd}=100RK_{yd}L_yS_yBET$	3228	2367	2809	2866	2834	2731	2631
1.1	降雨侵蚀力因子	R_m	$0.183P_m^{1.996}$	8280	8280	8280	8280	8280	8280	8280
1.2	地表翻扰后土壤可蚀性因子	K_{yd}	$K_{yd}=NK$	0.0124	0.0124	0.0124	0.0124	0.0124	0.0124	0.0124
	土壤可蚀性因子	K	附录 C	0.0058	0.0058	0.0058	0.0058	0.0058	0.0058	0.0058
	地表翻扰后土壤可蚀因子增大系数	N	取值 2.13	2.13	2.13	2.13	2.13	2.13	2.13	2.13
1.3	坡长因子	L_y	$L_y=(\lambda/20)^m$	0.86	0.83	0.75	0.72	0.81	0.78	0.76
	水平投影坡长度	λ	$\lambda=\lambda_x\cos\theta$	14.73	13.91	11.28	10.27	13.24	12.29	11.48
	单元斜坡长度	λ_x		16	15	12	11	14	13	12
	坡长指数	m		0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
1.4	坡度因子	S_y	$S_y=-1.5+17/[1+e^{(2.3-6.1\sin\theta)}]$	7.35	6.94	6.09	6.52	5.68	5.68	4.85
	坡度	θ		23	22	20	21	19	19	17
1.5	植被覆盖因子	B		0.050	0.040	0.060	0.060	0.060	0.060	0.070
1.6	工程措施因子	E		1	1	1	1	1	1	1
1.7	耕作措施因子	T		1	1	1	1	1	1	1

表 4.3-12

运行期一般扰动地表区地表翻扰型土壤侵蚀模数计算表（第五年）

序号	项目	因子	公式	枢纽工程区	弃渣场区	表土堆存场区	交通设施区	施工生产生活区	库岸防护工程区	专项设施复建区
1	地表地表翻扰型	M	$M_{yd}=100RK_{yd}L_yS_yBET$	2582	2071	2528	2388	2361	2276	2443
1.1	降雨侵蚀力因子	R_m	$0.183P_m^{1.996}$	8280	8280	8280	8280	8280	8280	8280
1.2	地表翻扰后土壤可蚀性因子	K_{yd}	$K_{yd}=NK$	0.0124	0.0124	0.0124	0.0124	0.0124	0.0124	0.0124
	土壤可蚀性因子	K	附录 C	0.0058	0.0058	0.0058	0.0058	0.0058	0.0058	0.0058
	地表翻扰后土壤可蚀因子增大系数	N	取值 2.13	2.13	2.13	2.13	2.13	2.13	2.13	2.13
1.3	坡长因子	L_y	$L_y=(\lambda/20)^m$	0.86	0.83	0.75	0.72	0.81	0.78	0.76
	水平投影坡长度	λ	$\lambda=\lambda_x\cos\theta$	14.73	13.91	11.28	10.27	13.24	12.29	11.48
	单元斜坡长度	λ_x		16	15	12	11	14	13	12
	坡长指数	m		0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
1.4	坡度因子	S_y	$S_y=-1.5+17/[1+e^{(2.3-6.1\sin\theta)}]$	7.35	6.94	6.09	6.52	5.68	5.68	4.85
	坡度	θ		23	22	20	21	19	19	17
1.5	植被覆盖因子	B		0.040	0.035	0.054	0.050	0.050	0.050	0.065
1.6	工程措施因子	E		1	1	1	1	1	1	1
1.7	耕作措施因子	T		1	1	1	1	1	1	1

(2) 工程开挖面

边坡开挖区域周边布设有截排水沟，因此该区域施工期土壤侵蚀模数可按照上方无来水工程开挖面土壤流失量公式计算；工程运行期可参照一般扰动区域地表翻扰型土壤侵蚀公式测算。上方无来水工程开挖面公式如下：

$$M_{kw}=100RG_{kw}L_{kw}S_{kw}$$

式中：

M_{kw} ——上方无来水工程开挖面测算单元土壤侵蚀模数，t/(km²·a)；

G_{kw} ——上方无来水工程开挖面土质因子，无量纲；

L_{kw} ——上方无来水工程开挖面坡长因子，无量纲；

S_{kw} ——上方无来水工程开挖面坡度因子，无量纲。

根据上式计算，工程开挖面上方无来水土壤侵蚀模数计算详见表 4.3-13。

(3) 工程堆积体

各工程区的开挖土方临时堆放及表土临时堆放区域，周边布设有截排水沟，因此施工期该区域可按照工程堆积体上方无来水土壤流失量公式计算；工程运行期该部分可参照一般扰动区域地表翻扰型土壤侵蚀量测算。其中上方无来水土壤流失量公式如下：

$$M_{dw}=100XRG_{dw}L_{dw}S_{dw}$$

式中：

M_{dw} ——上方无来水工程堆积体测算单元土壤侵蚀模数，t/(km²·a)；

X ——工程堆积体形态因子，无量纲；

R_m ——降雨侵蚀力因子，MJ·mm/(hm²·h)；按照月降水量公式计算 $R_m = 0.183p_m^{1.996}$ ；

G_{dw} ——上方无来水工程堆积体土石质因子，t·hm²·h/(hm²·MJ·mm)；

L_{dw} ——上方无来水工程堆积体坡长因子，无量纲；

S_{dw} ——上方无来水工程堆积体坡度因子，无量纲。

根据上式计算，工程堆积体上方无来水土壤侵蚀模数计算详见表 4.3-14。

表 4.3-12

上方无来水工程开挖面土壤侵蚀模数计算表

序号	项目	因子	公式	枢纽工程 区	交通设施 区	施工生产 生活区	库岸防护 工程区	专项设施 复建区
1	工程开挖面	M	$M_{kw}=100RG_{kw}L_{kw}S_{kw}$	14972	12749	12015	11389	10630
1.1	降雨侵蚀力因子	R_m	$0.183P_m^{1.996}$	8280	8280	8280	8280	8280
1.2	上方工程开挖面土质因子	G_{kw}	$G_{kw}=0.004e^{(4.28SIL(1-CLA)/\rho)}$	0.0471	0.0471	0.0471	0.0471	0.0471
	土体密度	ρ		1.38	1.38	1.38	1.38	1.38
	粉粒	SIL		0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
	黏粒	CLA		0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
1.3	工程开挖面坡长因子	L_{kw}	$L_{kw}=(\lambda/5)^{-0.57}$	0.36	0.37	0.37	0.40	0.45
	坡长	λ		30	28	29	25	20
1.4	工程开挖面坡度因子	S_{kw}	$0.80\sin\theta+0.38$	1.07	0.87	0.84	0.73	0.60
	坡度	θ		59	38	35	26	16

表 4.3-13 上方无来水工程堆积体土壤侵蚀模数计算表

序号	项目	因子	公式	弃渣场区	表土堆存场区
1	工程堆积体	M	$M_{dw}=100XR G_{dw} L_{dw} S_{dw}$	13390	13219
1.1	工程堆积体形态因子	X		1	1
1.2	降雨侵蚀力因子	R_m	$0.183P_m^{1.996}$	8280	8280
1.3	工程堆积体土石质因子	G_{dw}	$G_{dw}=a_1 e^{b_1 \delta}$	0.013	0.017
	侵蚀面土体砾石含量	δ		0.5	0.3
	堆积体土质因子系数	a_1		0.075	0.046
	堆积体石质因子系数	b_1		-3.570	-3.379
1.4	坡长因子	L_{dw}	$L_{dw}=(\lambda/5)^{f_l}$	1.42	1.12
	坡长	λ		8	6
	坡长因子系数	f_l		0.751	0.632
1.5	坡度因子	S_{dw}	$S_{dw}=(\theta/25)^{d_l}$	0.90	0.85
	坡度因子系数	d_l		1.212	1.245
	坡度	θ		23	22

表 4.3-14 扰动后土壤侵蚀模数汇总表

一级预测单元	二级预测单元	三级预测单元	四级预测单元	施工期土壤侵蚀模数	自然恢复期				
					第一年	第二年	第三年	第四年	第五年
电站枢纽工程区	枢纽工程区	工程开挖面	上方无来水	14972	7102	4519	3874	3228	2582
		一般扰动地表	地表翻扰型	14541	7102	4519	3874	3228	2582
	弃渣场区	工程堆积体	上方无来水	13390	6509	4142	2958	2367	2071
	表土堆存场区	工程堆积体	上方无来水	13219	5618	3745	3277	2809	2528
	交通设施区	工程开挖面	上方无来水	12749	5731	3821	3343	2866	2388
		一般扰动地表	地表翻扰型	12470	5731	3821	3343	2866	2388
	施工生产生活区	工程开挖面	上方无来水	12015	5668	3778	3306	2834	2361
		一般扰动地表	地表翻扰型	10134	5668	3778	3306	2834	2361
		一般扰动地表	植被破坏型	8534	5668	3778	3306	2834	2361
移民安置区	库岸防护工程区	工程开挖面	上方无来水	11389	5461	3641	3186	2731	2276
		一般扰动地表	地表翻扰型	11796	5461	3641	3186	2731	2276
	专项设施复建区	工程开挖面	上方无来水	10630	4886	3759	3007	2631	2443
		一般扰动地表	地表翻扰型	9778	4886	3759	3007	2631	2443

4.3.4 预测结果

(1) 水土流失预测方法

本工程水土流失量计算公式如下：

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

式中：W——土壤流失量(t)；

j ——预测时段, $j=1, 2$, 即指施工期(含施工准备期)和自然恢复期两个时段;

i ——预测单元, $i=1, 2, 3, \dots, n-1, n$;

F_{ji} ——第 j 预测时段、第 i 预测单元的面积(km^2);

M_{ji} ——第 j 预测时段、第 i 预测单元的土壤侵蚀模数 $[\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})]$;

T_{ji} ——第 j 预测时段、第 i 预测单元的预测时段长(a)。

(2) 水土流失量预测

预测时段内, 项目建设区水土流失总量将达到 133999t, 其中新增水土流失 102883t(施工期可能造成水土流失总量 113847t, 新增水土流失量 94947t; 自然恢复期可能造成水土流失总量为 20152t, 新增水土流失量 7936t)。本工程水土流失量预测结果见表 4.3-16~4.3-18。

从图 4.3-1 和表 4.3-18 可以看出, 施工期水土流失总量为 113847t, 占整个预测时段水土流失总量的 85%, 施工期新增水土流失总量为 94947t, 占整个预测时段新增水土流失总量的 92%, 为本工程水土流失重点防治时段。

从图 4.3-1 和表 4.3-18 可以看出, 施工期水土流失量较大的区域为枢纽工程区、弃渣场区、交通设施区及施工生产生活区等, 因此上述区域为产生水土流失的重点部位, 为水土流失防治和水土保持监测、监理的重点部位。

表 4.3-15

施工期水土流失预测量计算表

一级预测单元	二级预测单元	三级预测单元	四级预测单元	施工期		土壤侵蚀模数[t/（km ² •a）]		施工期土壤流失量（t）		
				侵蚀面积（hm ² ）	侵蚀时间（a）	土壤侵蚀背景值	扰动后侵蚀模数	背景流失量	预测流失量	新增流失量
电站枢纽工程区	枢纽工程区	工程开挖面	上方无来水	38.33	6	2419	14972	5563	34432	28869
		一般扰动地表	地表翻扰型	9.59	6	2419	14541	1391	8364	6973
		小计		47.92				6954	42796	35842
	弃渣场区	工程堆积体	上方无来水	44.20	7	1998	13390	6181	41430	35249
	表土堆存场区	工程堆积体	上方无来水	1.68	7	2496	13219	294	1557	1263
	交通设施区	工程开挖面	上方无来水	25.21	2	2342	12749	1181	6428	5247
		一般扰动地表	地表翻扰型	37.82	2	2342	12470	1771	9433	7662
		小计		63.03				2952	15861	12909
	施工生产生活区	工程开挖面	上方无来水	15.10	1.83	2123	12015	587	3320	2733
		一般扰动地表	地表翻扰型	36.23	1.83	2123	10134	1408	6719	5311
		一般扰动地表	植被破坏型	9.05	1.83	2123	8534	352	1414	1062
		小计		60.38				2347	11453	9106
	合计				217.22				18728	113097
移民安置区	库岸防护工程区	工程开挖面	上方无来水	0.65	1	2258	11389	15	74	59
		一般扰动地表	地表翻扰型	0.28	1	2258	11796	6	33	27
		小计		0.93				21	107	86
	专项设施复建区	工程开挖面	上方无来水	2.54	1	2376	10630	60	270	210
		一般扰动地表	地表翻扰型	3.82	1	2376	9778	91	373	282
		小计		6.36				151	643	492
	合计				7.29				172	750
总计				224.50				18900	113847	94947

表 4.3-16

自然恢复期水土流失预测量计算表

一级预测单元	二级预测单元	三级预测单元	四级预测单元	自然恢复期		土壤侵蚀模数[t/(km²•a)]						自然恢复期土壤流失量(t)		
				侵蚀面积(hm²)	侵蚀时间(a)	土壤侵蚀背景值	自然恢复期					背景流失量	预测流失量	新增流失量
							第 1 年	第 2 年	第 3 年	第 4 年	第 5 年			
电站枢纽工程区	枢纽工程区	工程开挖面	上方无来水	7.06	5	2419	7102	4519	3874	3228	2582	854	1504	650
		一般扰动地表	地表翻扰型	1.76	5	2419	7102	4519	3874	3228	2582	213	375	162
		小计		8.82								1067	1879	812
	弃渣场区	工程堆积体	上方无来水	21.36	5	1998	6509	4142	2958	2367	2071	2134	3855	1721
	表土堆存场区	工程堆积体	上方无来水	1.68	5	2496	5618	3745	3277	2809	2528	210	302	92
	交通设施区	工程开挖面	上方无来水	14.83	5	2342	5731	3821	3343	2866	2388	1736	2692	956
		一般扰动地表	地表翻扰型	22.24	5	2342	5731	3821	3343	2866	2388	2604	4036	1432
		小计		37.07								4340	6728	2388
	施工生产生活区	工程开挖面	上方无来水	9.15	5	2123	5668	3778	3306	2834	2361	971	1642	671
		一般扰动地表	地表翻扰型	21.96	5	2123	5668	3778	3306	2834	2361	2331	3941	1610
		一般扰动地表	植被破坏型	5.49	5	2123	5668	3778	3306	2834	2361	583	985	402
		小计		36.60								3885	6568	2683
	合计			105.53								11636	19332	7696
移民安置区	库岸防护工程区	工程开挖面	上方无来水	0.20	5	2258	5461	3641	3186	2731	2276	23	35	12
		一般扰动地表	地表翻扰型	0.08	5	2258	5461	3641	3186	2731	2276	9	14	5
		小计		0.28								32	49	17
	专项设施复建区	工程开挖面	上方无来水	1.84	5	2376	4886	3759	3007	2631	2443	219	308	89
		一般扰动地表	地表翻扰型	2.77	5	2376	4886	3759	3007	2631	2443	329	463	134
		小计		4.61								548	771	223
	合计			4.89								580	820	240
总计				110.42							12216	20152	7936	

表 4.3-17

水土流失预测量汇总表

单位: t

时段	区域		背景流失量	预测流失量	新增流失量
施工期	电站枢纽工程区	枢纽工程区	6954	42796	35842
		弃渣场区	6181	41430	35249
		表土堆存场区	294	1557	1263
		交通设施区	2952	15861	12909
		施工生产生活区	2347	11453	9106
		小计	18728	113097	94369
	移民安置区	库岸防护工程区	21	107	86
		专项设施复建区	151	643	492
		小计	172	750	578
	合计		18900	113847	94947
自然恢复期	电站枢纽工程区	枢纽工程区	1067	1879	812
		弃渣场区	2134	3855	1721
		表土堆存场区	210	302	92
		交通设施区	4340	6728	2388
		施工生产生活区	3885	6568	2683
		小计	11636	19332	7696
	移民安置区	库岸防护工程区	32	49	17
		专项设施复建区	548	771	223
		小计	580	820	240
	合计		12216	20152	7936
合计	电站枢纽工程区	枢纽工程区	8021	44675	36654
		弃渣场区	8315	45285	36970
		表土堆存场区	504	1859	1355
		交通设施区	7292	22589	15297
		施工生产生活区	6232	18021	11789
		小计	30364	132429	102065
	移民安置区	库岸防护工程区	53	156	103
		专项设施复建区	699	1414	715
		小计	752	1570	818
	合计		31116	133999	102883

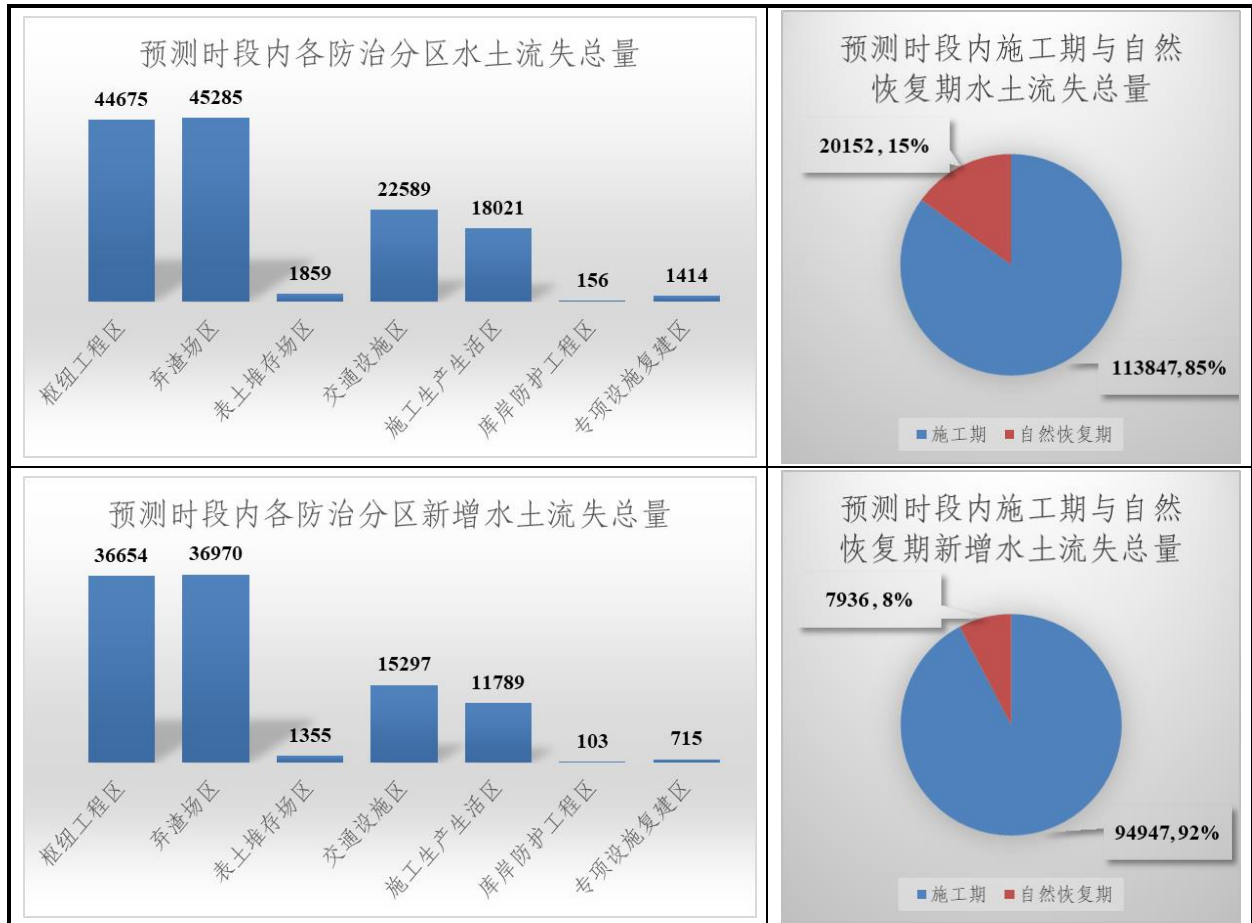


图 4.3-1 各区土壤流失量情况图 (单位: t)

4.4 水土流失危害分析

本项目可能产生以下水土流失危害: 开挖渣料顺坡滚落侵入河道、周边土地, 破坏周边土地资源和生态环境。项目区自然条件比较特殊, 如果不实施水土保持方案并进行有序管理, 尤其是前期不将表土资源剥离保护, 不仅造成水土流失, 而且会给后期恢复植被和生态修复造成困难, 水土流失危害具体表现在以下几个方面:

1、对主体工程施工的影响

本工程建设过程中进行大坝枢纽建筑物开挖, 开挖边坡施工过程中若不加强施工管理、及时支护, 将有可能造成边坡局部破碎地带滑塌, 造成重力侵蚀危害, 特别是堆积体开挖, 若不及时做好防护, 可能会对下游道路通行及后续大坝施工带来安全隐患, 影响主体工程施工进度和施工安全。

2、对区域生态环境的影响

本工程建设破坏了原有的地表植被, 损毁的地表植被将严重影响当地自然景观, 且项目区地处干热河谷, 后期植被恢复困难, 工程建设将对生态环境造成不利影响。金沙江水

流流量、流速较大，加之项目区地形条件，工程施工形成的边坡及大量松散堆渣体、裸露迹地，特别是临河区域的开挖及堆渣，在水力侵蚀和重力侵蚀的双重作用下，可能破坏生态与环境，降低景观效果。

3、对区域土地资源、农业的影响

工程施工管理区施工活动损毁地表植被，形成大面积裸露地表，改变土壤结构，降低或丧失水土保持功能。同时，工程区耕地、园地资源较为稀缺，工程扰动期间表层土被剥离，侵蚀强度增大，土壤中的氮、磷、钾等有机养分流失量加大，使区域土壤日趋贫瘠，对当地的农业生产、生活带来一定的不利影响。

4、对下游河段的影响

本工程建设过程中弃渣、边坡开挖、河道疏浚、施工场地平整等施工扰动活动将进一步加剧水土流失、地质灾害发生的可能性，流失的渣料进入金沙江河道，壅高河道水位，增加下游段的泥沙含量，造成淤积，影响行洪。

4.5 指导性意见

本工程水土流失主要发生在施工期和自然恢复期两个时段。施工期由于场地平整、边坡开挖、弃渣堆放，破坏了原生地表，使地表大面积裸露，丧失或降低了原地貌的水土保持功能，从而造成水土流失。自然恢复期时由于工程建设已经完工，扰动区域被建筑物覆盖、或采用绿化防护措施，水土流失量降低，随着植被的逐渐恢复与植被覆盖度的提高，根系固土保水能力的增强，水土流失将进一步得到控制和减弱。

施工期水土流失主要表现在：工程施工过程中对地面的扰动，不同程度的破坏原地貌、土体结构和植被，使之丧失或降低了原来所具有的水土保持功能，在雨季加剧原地貌侵蚀。产生的主要水土流失危害是施工形成的边坡及大量松散堆渣体、裸露迹地，特别是临河区域的开挖及堆渣，对主体工程施工、区域生态环境及下游河段造成安全及环境影响；施工活动损毁地表植被，造成地表裸露，改变土壤结构，对区域土地资源及农业生产带来不利影响。

1、重点防治部位与时段

通过以上预测和分析，施工期为本工程水土流失重点防护时段；产生水土流失较大的部位是枢纽工程区、弃渣场区、交通设施区及施工生产生活区，是本工程的重点防治部位。

2、防治措施布设

本方案水土流失预测是在没有采取防护措施情况下预测可能发生的水土流失，根据水

土流失重点防治部位，水土保持措施布置应本着减少水土流失、改善生态环境为原则，尽可能增大植被覆盖度，即防治措施应将疏排水与拦挡措施相结合，措施类型工程措施与植物措施相结合，永久性措施和临时性措施相结合。

3、施工时序安排

主体工程应尽可能避开雨季施工。施工期水土流失主要为水蚀，水土流失主要发生在雨季，因此在主体施工安排时应尽量避开雨季。对不得不在雨季实施的工程必须做好防护措施，施工前必须先修筑排导工程，表土堆存前首先进行拦挡措施的布置。使水土保持工程与主体工程在施工时相互配套，特别做好临时防护工程，减少施工中的水土流失。

4、水土保持监测、监理

根据预测结果可知，水土流失主要集中在枢纽工程区、弃渣场区、交通设施区及施工生产生活区，流失时段主要集中在施工期，因此水土保持监测、监理应以枢纽工程区、弃渣场区、交通设施区及施工生产生活区等区域为重点，监测、监理时段以施工期为重点。

5 水土保持措施

5.1 防治区划分

5.1.1 分区目的

分区目的主要是为了合理布设水土保持措施，便于进行分区措施布局、便于实施水土保持监理、监测。

5.1.2 分区原则

本方案水土流失防治分区划分原则：

1、差异性原则：各区之间的自然条件、水土流失主要影响因素、水土流失特点具有显著差异性。

2、相似性原则：同一区内造成水土流失的主导因子、水土流失防治措施布局或方向相近或相似。

3、逐级分区原则：根据项目的繁简程度和项目区自然情况，防治区可划分为一级或多级。一级区应具有控制性、整体性、全局性，二级区及其以下分区应结合工程布局、项目组成、占地性质和扰动特点进行逐级分区。

4、关联性和系统性原则：各级分区应层次分明，具有关联性和系统性。

5.1.3 分区依据

本工程水土流失主要发生在施工期。本工程在划分水土流失防治分区时，充分考虑工程布局、各类工程活动的特点和时序，同时结合水土流失初步分析结果，将时序基本相同、功能接近、工程布局相对集中的工区划分为一级区。采取实地调查勘测、资料收集与数据分析相结合的方法进行分区。

5.1.4 水土流失防治分区

按照造成水土流失成因的区间差异性、区内相似性原则，本方案水土流失防治分区划分为 2 个一级水土流失防治区，分别为：电站枢纽工程区（I）、移民安置区（II）；电站枢纽工程区（I）下分 6 个二级分区，分别为：枢纽工程区（I-1）、弃渣场区（I-2）、表土堆存场区（I-3）、交通设施区（I-4）、施工生产生活区（I-5）、水库淹没及影响区（I-6）；移民安置区（II）下分 2 个二级分区，分别为：库岸防护工程区（II-1）、专项设施复建区（II-2）。

表 5.1-1 水土流失防治分区表

序号	防治分区		面积 (hm ²)	范围
1	电站枢纽工程区 (I)	枢纽工程区 (I-1)	47.92	拦河闸坝、河床式发电厂房、右岸非常泄洪洞、鱼道、坝前左岸 I 号堆积体边坡治理工程、左岸引水发电系统、莫曲河地下厂房尾水出口河道疏浚等。
		弃渣场区 (I-2)	44.20	2 座，分别为右岸大平台弃渣场、格拉聂曲沟对岸弃渣场。
		表土堆存场区 (I-3)	1.68	2 座，1#表土堆存场、2#表土堆存场（占地已纳入右岸大平台弃渣场）。
		交通设施区 (I-4)	63.03	永久和临时公路、隧道、桥梁。
		施工生产生活区 (I-5)	60.38	施工生产设施、施工生活设施（方案增加 110kV 输电线路、业主建设管理营地）
		水库淹没及影响区 (I-6)	183.33	水库淹没及影响区域
2	移民安置区 (II)	库岸防护工程区 (II-1)	0.93	米结堆积体防护
		专项设施复建区 (II-2)	6.36	复建交通、供水管（渠）道、输变电、通讯设施等
合计			407.83	

5.2 措施总体布局

5.2.1 经验借鉴

昌波水电站 (正常蓄水位 2387m) 位于金沙江上游。目前金沙江上游在建或已建水电站有苏洼龙水电站 (正常蓄水位 2475m)、巴塘水电站 (正常蓄水位 2545m)、拉哇水电站 (正常蓄水位 2702m)、叶巴滩水电站 (正常蓄水位 2889m) 等。另外, 昌波水电站旁有在建的 G215 改建项目、S201 项目。

昌波水电站水土保持方案编制过程中, 通过对周边项目已实施的水土保持措施进行调查, 借鉴已实施的水土保持措施的成功经验, 不足部分作为教训加强总结。

一、苏洼龙水电站水土保持经验和教训

截止本项目现场调查时间 2022 年 4 月 22 日止, 苏洼龙水电站土建工程基本完工, 正在进行收尾作业。业主营地及鱼类增殖站已实施了植树种草措施、生态袋护坡等措施, 并配套了供水灌溉措施; 交通道路设置有排水沟、种植槽、槽内种植灌草, 施工场地设有框格植草护坡等措施。根据对苏洼龙水电站已实施水土保持措施调查, 配套灌溉措施的区域, 植被恢复效果较好; 对于未配置灌溉设施的区域, 植被恢复效果相对较差。因此, 昌波水电站植被恢复设计时对集中连片的植被恢复区域考虑设置灌溉配套设施。大坝坝肩、厂房

地表裸露，优先布设植物措施，限制硬化面积；施工营地在施工期优先采取植物措施进行绿化美化，营造良好的生活、工作环境。

6、施工前先行修建截排水设施，注重降水的排导、集蓄利用以及排水与下游的衔接，防止对下游建筑物造成危害。

7、注重弃渣场的防护，施工前做好拦挡、排水设施的布设，采取工程措施、植物措施和临时措施相结合的综合防护措施，并进行合理配置、统筹兼顾，形成系统完善的防护体系，并保证弃渣场的稳定安全。

8、坚持可行性原则，注重借鉴、利用上下游梯级和国内已建的同类项目水土流失防治措施的成功经验和先进技术，并对防治措施认真深入调查分析论证，使水土保持措施技术可靠，切实可行，具有经济性、合理性和可操作性。

9、工程措施、植物措施、临时措施合理配置、统筹兼顾，形成综合防护体系；工程措施尽量选用当地材料，做到技术上可靠、经济上合理；植物措施尽量选用适合当地的品种，并考虑绿化美化效果。

10、防治措施布设与主体工程密切配合、相互协调，形成整体。工程防护措施如挡墙、排水沟、护坡等砌筑材料尽量利用工程开挖料，尽量就地取材，并满足技术可行、经济合理的要求；

11、坚持水土保持措施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的“三同时”原则，水土流失各项防治措施布设及施工组织与主体工程密切配合，并尽可能利用主体工程已有的施工条件，以求相互协调，同步实施，形成一个整体。

5.2.3 水土流失防治措施体系

一、防治思路

本工程水土流失防治根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）3.1.2的有关规定，同时结合项目区实际情况，进行水土保持措施布设。

（一）工程措施

1、表土剥离工程

表土为重要的资源，为天然种子库，需加以剥离保存，后期为植被恢复提供覆土土源。

2、土方收集工程

项目区表土资源稀缺，部分区域表土厚度较薄，表土不具备剥离的条件，考虑将这部分表土与下部的土方收集后进行土壤改良，用于可恢复植被区域的绿化覆土。

3、防洪排导工程

项目建设区多布置在河道两岸，主要流失以水力侵蚀为主，需考虑防洪排导措施排走区域内汇水，减少对场地的冲刷。

4、拦挡工程

弃渣场、表土堆存场启用前，在堆渣（料、土）坡脚设置拦挡工程，减少渣（料、土）的滚落和水土流失。

5、土地整治工程

施工结束后，对施工迹地进行整地、平整，为植被恢复提供基础；同时，工程区土壤贫瘠，根据土壤理化性质检测结果，有针对性的施肥、保水剂，为植被恢复提供可靠保障。

6、土壤改良工程

项目区土壤具有含水量少、质地差等特点，针对堆存的土方和表土提出土壤改良措施。改良工作需根据不同时期进行，如堆土期需考虑保水剂和肥料的拌和，堆存期对土壤采取施肥等措施。

（二）植物措施

1、绿化思路

根据项目所在区域的不同，确定绿化标准等级，在此基础上选择相应的绿化方案。此外，措施布局参考周边工程防治经验进行。

2、绿化方案

针对不同的区域选择不同的绿化方案，对于边坡采用生态护坡加种植灌草的方式，生态护坡工程主要采用喷植被混凝土护坡、植生袋护坡、框格护坡等，对于边坡马道采用种植槽内种植攀援灌木、撒播草种的方式进行恢复。其余场地采用种植乔灌草方式进行绿化。本工程所处区域生态脆弱，对于项目建设存在的边坡，是植被恢复的重点区域，本方案初步提出边坡植被恢复方案，后续根据有关科研成果进一步完善植被恢复方案，水土保持投资暂按报告书提到的植被恢复方案计列。本方案提出的边坡水土保持生态措施如下：

表 5.2-1 各防治区边坡水土保持措施布设情况表

防治分区	防治部位	边坡类型及设计情况	水土保持措施类型	选择的树草种	需水与灌溉情况
枢纽工程区	坝肩边坡	石质边坡，主体设计已考虑喷锚措施	植被混凝土	紫花苜蓿、披碱草、醉浆草	需水量大，方案考虑设置蓄水灌溉系统；后续结合科研确定需水量及灌溉方式
	坝前Ⅰ号堆积体边坡	土石边坡，主体设计考虑框格梁及框格梁内喷锚等措施	植被混凝土		需水量大，方案考虑设置蓄水灌溉系统；后续结合科研确定需水量及灌溉方式，并进行精细化管控
	厂房出线平台及河道疏浚边坡	出线平台上部边坡为石质边坡，主体已考虑喷锚等措施	植被混凝土		需水量一般，方案考虑设置蓄水灌溉系统；后续结合科研确定需水量及灌溉方式
		出线平台下部土石边坡，主体已考虑框格梁护坡	厚层基材植物护坡		
	厂房尾水隧洞边坡	石质边坡，主体设计已考虑喷锚措施	植被混凝土		
	导流隧洞出口边坡	石质边坡，主体设计已考虑喷锚措施	植被混凝土		
弃渣场区	右岸大平台弃渣场堆渣边坡	渣土边坡	框格植灌草	小鞍叶羊蹄甲、戟叶酸模、紫花苜蓿、黑麦草、波斯菊	需水量大，方案考虑设置蓄水灌溉系统；后续结合科研确定需水量及灌溉方式
	格拉麦曲沟对岸弃渣场堆渣边坡	渣土边坡	框格植灌草		
表土堆存场区	土壤全部使用完毕，无永久边坡				
交通设施区	永久道路边坡	低缓的土质边坡	覆土撒播草种	紫花苜蓿、黑麦草、波斯菊	需水量不大，采用汽车洒水养护。后续结合科研确定需水量，完善灌溉方式
		低缓的石质边坡	框格生态袋护坡		
		高缓的土石边坡	厚层基材植物护坡		
		高陡石质边坡	植被混凝土护坡		
	临时道路边坡	低缓的土质边坡	覆土撒播草种	小鞍叶羊蹄甲、戟叶酸模紫花苜蓿、黑麦草、波斯菊	
		低缓的石质边坡	框格植灌草护坡		
		高缓的土石边坡	客土喷播植草	紫花苜蓿、黑麦草、波斯菊	
		高陡软质石质边坡	厚层基材植物护坡		
施工生产生活区	施工生活区边坡	土石边坡	框格生态袋护坡	紫花苜蓿、黑麦草、波斯菊	需水量大，方案考虑设置蓄水灌溉系统；后续结合科研
	施工生产区边坡	土石边坡	客土喷播主材		

防治分区	防治部位	边坡类型及设计情况	水土保持措施类型	选择的树草种	需水与灌溉情况
					确定需水量及灌溉方式
移民安置区	复建道路边坡	低缓的土质边坡	覆土撒播草种	紫花苜蓿、黑麦草、波斯菊	需水量不大，采用汽车洒水养护。后续结合科研确定需水量，完善灌溉方式
		低缓的石质边坡	框格生态袋护坡		
		高缓的土石边坡	厚层基材植物护坡		
		高陡石质边坡	植被混凝土护坡		
	库岸防护工程边坡主体已硬化，复建管渠道、输电线路等无永久边坡				

3、树草种选择及配置

方案报告书中的树草种选择及配置主要根据上游苏洼龙水电站已有绿化成果，充分结合环境要求，选择当地适宜的树草种进行配置，在满足防治水土流失的前提下，美化环境。在树草种配置方面，对于近坝区域主要考虑景观树草种，与周边环境相协调，在侧重景观效果的同时进行合理配置，力求经济合理。

植物措施实施前，树草种应以《干热河谷植被水土保持生态修复效果研究》的成果进行选择，水土保持投资暂按报告书选择的树草种计列。

4、蓄水灌溉工程

本工程为水电站项目，地处青藏高原，降雨量少，蒸发量大，地形坡度总体较陡且复杂，施工扰动后植被恢复困难，在本方案编制中，秉承“生态优先，绿色发展”的理念，对本工程施工形成的大面积边坡、弃渣场、成片且集中的施工迹地等区域布置绿化供水养护工程，以提高植被成活率和覆盖率。根据《节水灌溉工程技术标准》（GB/T50363-2018），结合项目区地形、土壤等情况综合考虑本项目绿化供水养护工程采用喷灌技术，即利用专用设备将有压水流通过喷头喷洒成细小水滴，落到土壤表面进行灌溉的方法。本项目已提出有关降水蓄渗、保水保肥技术研究，后续根据科研成果完善蓄水灌溉方式。

（三）临时措施

1、临时拦挡防护工程

为避免开挖渣料滚落，进而控制施工作业区域，需在开挖区域下游设临时拦挡措施；同时，在植被栽植初期，需采取无纺布进行覆盖，防止阳光直晒，同时具有保温作用，有利于植被成活。

2、临时排水沉沙工程

桥梁采用钻孔灌注桩基础，施工过程中钻孔泥浆尽量采用循环使用，多余的泥浆需采取泥浆沉淀池进行收集和沉淀，沉淀后将清水排出，固体钻渣运至渣场堆放。

3、种树、种草

施工期间，为营造良好的生活环境，考虑在营地等临时设施周边种树、种草进行临时绿化；临时堆存的表土考虑撒播固氮草种，增加肥力的同时，也起到防护作用。

二、科研课题规划

根据生态文明建设需要，结合水电工程水土保持相关技术规范及建设“绿色金上”工作方案，建议开展以下科研。

表 5.2-2 科研课题规划一览表

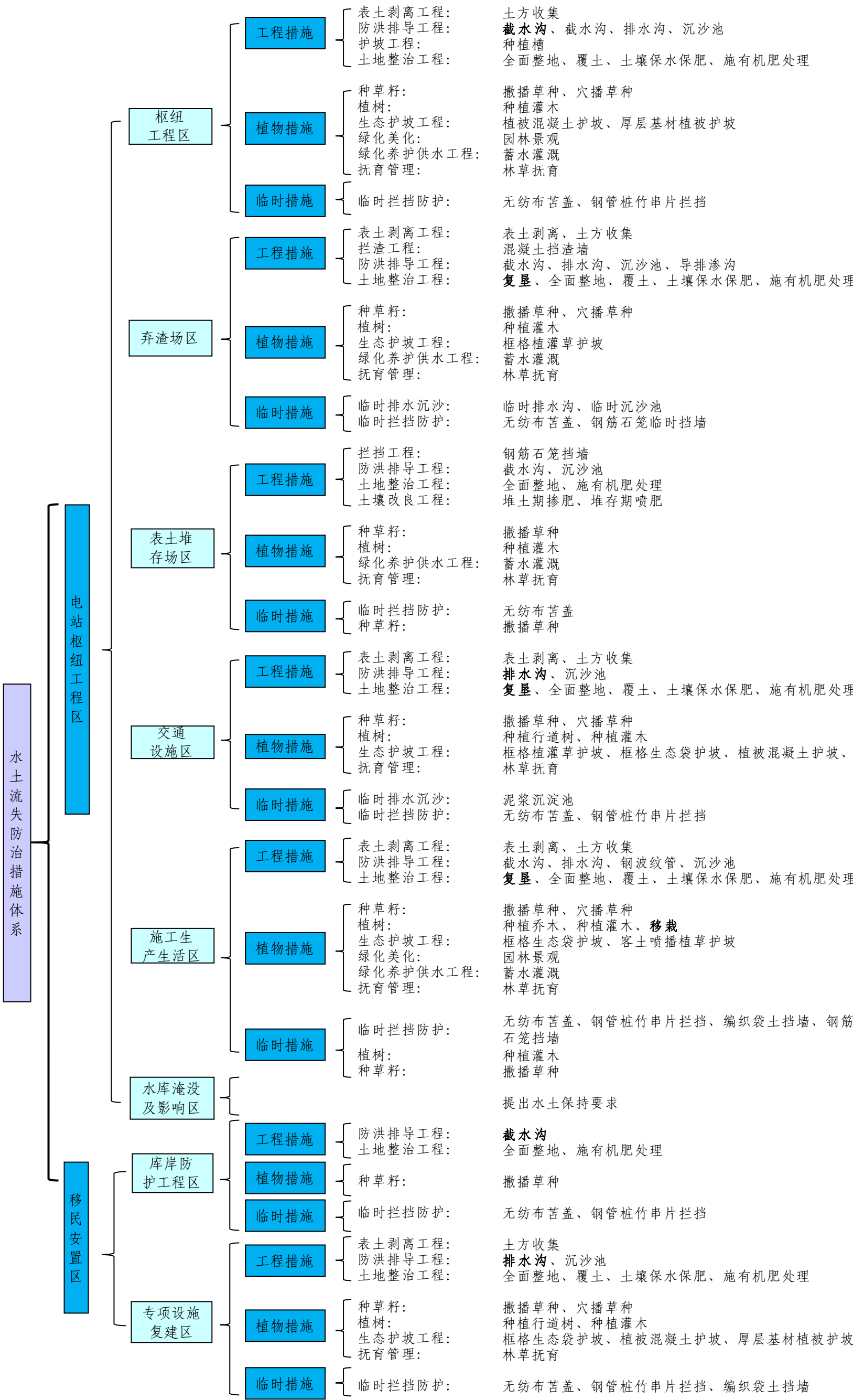
序号	课题名称	研究内容	主要涉及的水土流失防治分区	投资归口
1	土壤改良关键技术研究与示范建设	本项目可剥离表土资源较少，后期植被恢复、复垦等需要收集项目建设区范围内的土方，土方肥力低，需要对收集的土方、剥离的表土开展土壤改良研究，提高土壤肥力，为后期植被恢复、复垦创造条件。土壤改良技术研究需要开展土壤改良实验以及示范工程的建设，为昌波水电站的生态建设打下基础。示范建设改良土壤工程量 0.1 万 m ³ 。	表土堆存场区	投资纳入工程措施中。
2	高边坡植被恢复、灌溉技术研究及示范建设	项目区土壤贫瘠，表土资源稀缺，气候恶劣，降水量少，施工结束后植被恢复较为困难，加之项目开挖会形成高陡边坡，边坡生态恢复成为又一难题。据此，方案规划根据高边坡立地特点，选择不同的生态护坡方案进行试验，筛选出最优的边坡植被恢复方案。在此基础上，研发高边坡灌溉措施，做到技术可行，经济合理。示范建设边坡面积 0.5hm ² 。	枢纽工程区	主要是针对枢纽工程边坡治理，纳入植物措施中。
3	干热河谷植被水土保持生态修复效果研究与示范建设	针对昌波水电站地处干热河谷生态脆弱、降雨量不足、蒸发量大以及植被恢复难度大等特点，如何筛选适宜干热河谷生长的植物、适宜的植被恢复措施，拟根据本科研，通过生态模拟及现场试验，集成干热河谷水土保持生态修复技术。示范建设面积 0.3hm ² 。	枢纽工程区	研究成果直接用于区域生态修复，纳入植物措施中。
4	干热河谷施工扰动迹地降雨蓄渗、保水保肥技术研究及示范建设	昌波水电站区域降水较少，存在干旱等自然灾害，不利于植被生长，可开展利用天然降水蓄渗解决植被生长需水研究，从雨水滞留、蓄存、下渗等角度，进行不同的措施设置及材料选择，对比各措施和材料下植被需水供给状况、植被生长状况、土壤保水保肥状况等特征，推荐最优的降水蓄渗、保水保肥技术。此外，从经济性、适用性等方面对比常规抽水灌溉及降水蓄渗技术的优缺点，最终确定本工程蓄水灌溉措施。示范建设面积 0.3hm ² 。	施工生产生活区	研究成果用于植被恢复，纳入植物措施中。

序号	课题名称	研究内容	主要涉及的水土流失防治分区	投资归口
5	昌波水电站水土保持智能信息化研究	研发水土保持数据多元化采集、数据系统处理、信息智能化提取、存储检索与发布应用等多功能为一体的信息化平台关键性技术，并形成一套较为完善的水土保持智能化信息技术体系，重点针对水土流失卫星遥感常态化监管、水土保持违法违规行查处、水土保持重点工程监管、弃渣场弃渣堆料监控等工作，利用互联网+、大数据、云技术、高光谱成像仪等高新技术获取水土保持多元化数据，实现海量数据自动识别、判读、审核、录入，以实现工程建设过程中水土保持监测、监管等工作的智能化。	弃渣场区	纳入独立费用
6	弃渣场水土保持安全运行监测实施方案研究	施工期弃渣场堆渣过程复杂，处于动态变化过程中，弃渣场的安全运行关系到运渣道路、运渣车辆、施工临建设置等的安全，开展弃渣场水土保持安全运行监测实施方案研究可加强施工期安全，对施工工期也有一定的保障。	弃渣场区	纳入独立费用

三、水土流失防治措施体系

防治体系以项目建设区为重点防治区域，临时措施与永久措施相结合、工程措施与植物措施相结合，共同防治工程建设产生的水土流失，保护生态环境。

水土流失防治措施体系框图见图 5.2-1，水土流失防治措施体系表见表 5.2-1。



注：框图中**加粗**的措施，表示主体设计的水土保持措施。

图 5.2-1 水土流失防治措施体系框图

表 5.2-3

本工程水土流失防治措施体系表

防治分区		措施类型	水土保持措施	
电站 枢纽 工程 区	枢纽 工程 区	工程措施	表土剥离工程	土方收集
			防洪排导工程	截水沟、截水沟、排水沟、沉沙池
			护坡工程	种植槽
			土地整治工程	全面整地、覆土、土壤保水保肥、施有机肥处理
		植物措施	种草籽	撒播草种、穴播草种
			植树	种植灌木
			生态护坡工程	植被混凝土护坡、厚层基材植被护坡
			绿化美化	园林景观
			绿化养护供水工程	蓄水灌溉
			抚育管理	林草抚育
		临时措施	临时拦挡防护	无纺布苫盖、钢管桩竹串片拦挡
	弃渣 场区	工程措施	表土剥离工程	表土剥离、土方收集
			拦渣工程	混凝土挡渣墙
			防洪排导工程	截水沟、排水沟、沉沙池、导排渗沟
			土地整治工程	复垦、全面整地、覆土、土壤保水保肥、施有机肥处理
		植物措施	种草籽	撒播草种、穴播草种
			植树	种植灌木
			生态护坡工程	框格植灌草护坡
			绿化养护供水工程	蓄水灌溉
			抚育管理	林草抚育
		临时措施	临时排水沉沙	临时排水沟、临时沉沙池
			临时拦挡防护	无纺布苫盖、钢筋石笼临时挡墙
	表土 堆存 场区	工程措施	拦挡工程	钢筋石笼挡墙
			防洪排导工程	截水沟、沉沙池
			土地整治工程	全面整地、施有机肥处理
			土壤改良工程	堆土期掺肥、堆存期喷肥
		植物措施	种草籽	撒播草种
			植树	种植灌木
			绿化养护供水工程	蓄水灌溉
			抚育管理	林草抚育
		临时措施	临时拦挡防护	无纺布苫盖
			种草籽	撒播草种
	交通 设施 区	工程措施	表土剥离工程	表土剥离、土方收集
			防洪排导工程	排水沟、沉沙池
			土地整治工程	复垦、全面整地、覆土、土壤保水保肥、施有机肥处理
		植物措施	种草籽	撒播草种、穴播草种
			植树	种植行道树、种植灌木
			生态护坡工程	框格植灌草护坡、框格生态袋护坡、植被混凝土护坡、厚层基材植被护坡、客土喷播植草护坡
			抚育管理	林草抚育

防治分区		措施类型	水土保持措施	
施 工 生 产 生 活 区		临时措施	临时排水沉沙	泥浆沉淀池
			临时拦挡防护	无纺布苫盖、钢管桩竹串片拦挡
	工程措施	表土剥离工程	表土剥离、土方收集	
			防洪排导工程	截水沟、排水沟、钢波纹管、沉沙池
			土地整治工程	复垦、全面整地、覆土、土壤保水保肥、施有机肥处理
		植物措施	种草籽	撒播草种、穴播草种
			植树	种植乔木、种植灌木、移栽
			生态护坡工程	框格生态袋护坡、客土喷播植草护坡
			绿化美化	园林景观
			抚育管理	林草抚育
	临时措施	临时拦挡防护	无纺布苫盖、钢管桩竹串片拦挡、编织袋土挡墙、钢筋石笼挡墙	
		植树	种植灌木	
		种草籽	撒播草种	
	水库淹没及影响区			提出水土保持要求
移 民 安 置 区	库岸防护工程区	工程措施	防洪排导工程	截水沟
			土地整治工程	全面整地、施有机肥处理
		植物措施	种草籽	撒播草种
		临时措施	临时拦挡防护	无纺布苫盖、钢管桩竹串片拦挡
	专项设施复建区	工程措施	表土剥离工程	土方收集
			防洪排导工程	排水沟、沉沙池
			土地整治工程	全面整地、覆土、土壤保水保肥、施有机肥处理
		植物措施	种草籽	撒播草种、穴播草种
			植树	种植行道树、种植灌木
			生态护坡工程	框格生态袋护坡、植被混凝土护坡、厚层基材植被护坡
			抚育管理	林草抚育
		临时措施	临时拦挡防护	无纺布苫盖、钢管桩竹串片拦挡、编织袋土挡墙

注：表中**加粗**的措施，表示主体设计的水土保持措施。

5.2.4 水土流失防治措施总体布局

在对主体工程设计进行分析评价的基础上，提出本工程防治水土流失需要补充、完善和细化的防治措施和内容，结合界定的水土保持工程，提出水土流失防治措施体系和总体布局。防治措施注重各区的关联性、系统性和科学性，将水土保持工程措施、植物措施和临时措施有机结合。

一、电站枢纽工程区

1、枢纽工程区

施工前，收集堆积体开挖的土方；在坝前左岸 I 号堆积体、大坝左岸坝肩、厂区出线平台开挖边坡顶部及大坝下游右岸回填平台上游来水侧布设浆砌石或混凝土截排水沟，截

排沟出口设混凝土沉沙池；在较陡的边坡开挖前沿下边坡设置钢管桩竹串片临时拦挡。施工期间，对无法及时恢复植被的区域采用临时苫盖。施工后期，在开挖边坡马道设置种植槽；对种植槽内、大坝下游右岸回填平台、坝前 I 号堆积体开挖平台进行土地整治；土地整治后对种植槽内、坝前 I 号堆积体开挖平台种植灌木、撒播草种进行绿化；对大坝下游右岸回填平台进行园林景观绿化；对开挖边坡采用植被混凝土、厚层基材植物护坡等生态护坡措施；对征地红线范围内未扰动区域采用施有机肥并穴播草种；此外，上述绿化区域设置蓄水灌溉措施，植被恢复初期采取临时苫盖进行保温。

2、弃渣场区

本区包括 2 座弃渣场，分别为右岸大平台弃渣场、格拉轰曲沟对岸弃渣场。本区水土保持措施总体布局如下：

弃渣场启用前，剥离表土，并收集土方；在弃渣场上游来水侧设置混凝土截水沟，截水沟出口设置混凝土沉沙池；在弃渣场堆渣区域底部设置导排渗沟；在弃渣场坡脚设置混凝土拦挡工程，在格拉轰曲沟对岸弃渣场内部分区堆料坡脚、右岸大平台弃渣场顶部堆料坡脚设置钢筋石笼拦挡工程。渣料堆存期间，对裸露的堆渣（料）体采用临时苫盖，设置临时排水沟、沉沙池。堆渣结束后，对堆渣边坡马道设置排水沟，排水沟末端与截水沟相接；对堆渣边坡设置混凝土框格护坡，框格梁内进行土地整治种植灌草；对右岸大平台弃渣场顶部终了平台进行复垦，对格拉轰曲沟对岸弃渣场顶部平台进行土地整治后种植灌草恢复植被；对征地红线范围内未扰动区域施有机肥并穴播草种；此外，上述绿化区域设置蓄水灌溉措施，植被恢复初期采取临时苫盖进行保温。

3、表土堆存场区

堆存表土前，堆土区域下游侧布设钢筋石笼挡墙，场地周边布设混凝土截水沟，出口设置混凝土沉沙池。堆土过程中，对表土堆存区的土壤进行改良，并对裸露的土方采用临时苫盖。堆土结束后，对堆存的土壤表面采用撒播草种防护；堆土回采利用结束后，对施工迹地进行土地整治，种植灌草，并设置蓄水灌溉设施，植被恢复初期采取临时苫盖保温。

4、交通设施区

（1）永久道路

施工前，剥离表土，并收集土方；道路下边坡设钢管桩竹串片板栅栏拦挡坡面滚石。施工过程中，道路沿线布设浆砌石排水沟，出口设混凝土沉沙池，桥梁两端设泥浆沉淀池；对无法及时恢复植被的裸露区域采取临时苫盖措施。施工后期，挖填边坡坡面采取混凝土

框格梁生态袋护坡、植被混凝土护坡、厚层基材植被护坡等生态护坡措施，道路沿线种植行道树，其他低矮平缓的扰动区域进行土地整治后撒播草种恢复植被。此外，对征地红线内其他空闲地采取施有机肥并穴播草种，植被恢复初期采取临时苫盖保温。

（2）临时道路

施工前，剥离表土，并收集土方；道路下边坡设钢管桩竹串片板栅栏拦挡坡面滚石。施工过程中，道路沿线布设浆砌石排水沟，出口设混凝土沉沙池；对无法及时恢复植被的裸露区域采取临时苫盖措施。施工后期，挖填边坡坡面采取混凝土框格梁植灌草护坡、厚层基材植物护坡、客土喷播植草等生态护坡措施；道路利用完毕，对原占地类型为耕园地的区域进行复垦，对道路其他路面、低矮的土质边坡及平缓区域进行土地整治后种植灌草，并设置蓄水灌溉设施。此外，对征地红线内其他空闲地采取施有机肥并穴播草种，植被恢复初期采取临时苫盖保温。

5、施工生产生活区

施工前，剥离表土，并收集土方；在场平区域下边坡设钢管桩竹串片板栅栏或编织袋土临时挡墙拦挡，对临河侧的施工场地设置钢筋石笼挡墙拦挡，开挖边坡上游设混凝土截水沟，截水沟末端设置沉沙池；沉沙池水出口接道路排水沟或道路下的钢波纹管至金沙江或自然沟道；对业主建设管理营地区内保存的土壤资源外围设置编织袋土临时拦挡；对萨日西1号沟施工场地内的古核桃树进行移栽。施工过程中，沿施工生产生活设施周边或内部设混凝土排水沟，排水沟出口设置混凝土沉沙池或接截水沟；生活营地边坡设置框格生态袋护坡；承包商营地内部种植灌草进行绿化美化，业主营地内部绿化区域土地整治后进行园林绿化；其他施工生产设施开挖边坡采用客土喷播植草护坡；对无法及时恢复植被的裸露区域采取临时苫盖措施。施工结束后，对承包商营地其他扰动区域、施工生产设施扰动区域进行土地整治，土地整治后种植乔灌草恢复植被，并设置蓄水灌溉设施。此外，对征地红线内其他空闲地采取施有机肥并穴播草种，植被恢复初期采取临时苫盖保温。

6、水库淹没及影响区

提出水土保持要求。

二、移民安置区

1、库岸防护工程区

施工前，坡面开挖上游侧设置浆砌石截水沟，开挖区域下游侧设置钢管桩竹串片板栅栏。施工过程中，对无法及时恢复植被的裸露区域采取临时苫盖措施。施工后期，可恢复

植被区域进行土地整治后种植灌草，植被恢复初期采取临时苫盖保温。

2、专项设施复建区

(1) 复建交通工程

施工前，收集土方，堆存在 2#表土堆存场；在道路开挖回填边坡下部设钢管桩竹串片板栅栏拦挡坡面滚石。施工过程中，道路沿线设混凝土排水沟，出口设混凝土沉沙池，对无法及时恢复植被的裸露区域采取临时苫盖措施。施工后期，挖填边坡坡面采取混凝土框格梁生态袋护坡、植被混凝土护坡、厚层基材植被护坡等生态护坡措施，道路沿线种植行道树，其他低矮平缓的扰动区域进行土地整治后种植灌草恢复植被；此外，对征地红线内其他空闲地采取施有机肥并穴播草种，植被恢复初期采取临时苫盖保温。

(2) 复建输水管（渠）道

施工前，收集土方，堆存于管（渠）道一侧，采取拦挡措施；施工过程中，对无法及时恢复植被的裸露区域采取临时苫盖措施。施工结束后，对扰动区域进行土地整治并撒播草种，并进行临时苫盖保温。

(3) 复建输电及通信线路

施工结束后，扰动区域进行土地整治，撒播草种恢复植被。

5.2.5 工程措施设计等级与标准

根据《生产建设项目水土保持技术标准》(GB 50433-2018)、《水土保持工程设计规范》(GB 51018-2014)、《水电工程边坡设计规范》(NB/T 10512-2021)、《水电工程水土保持设计规范》(NB/T10344-2019)、《水电工程施工组织设计规范》(NB/T10491-2021)、《公路工程排水设计规范》(JTG/TD33-2012)等的相关要求，本方案设计的拦挡、截排水措施工程等级及设计标准分析情况如下：

1、弃渣场、表土堆存场水土保持工程级别

根据《水电工程水土保持设计规范》(NB/T10344-2019)中水土保持工程级别划分的相关规定，本工程弃渣场等级根据堆渣量、堆渣最大高度和弃渣场失事对主体工程或环境造成的危害程度划分弃渣场级别及防护工程的建筑物级别。由于本项目地处国家级水土流失重点防治区，按照 GB50433 的要求，本方案考虑弃渣场级别按照有关规定执行，对弃渣场拦挡、截排水工程级别和防护标准提高一级。

表 5.2-4 弃渣场级别及防护工程建筑物级别

序号	弃渣场		渣场类型	堆渣 （料） 量 V （万 m³）	堆渣最 大高度 H（m）	弃渣场失事 对主体工程 或环境造成 的危害程度	弃渣 场 级别	拦挡工程级别	
								NB/T10344 规定级别	提高 后级 别
1	右岸大平台 弃渣场	施工期	坡地型	626.56	61	较轻	1	2	1
		施工结束后		603.12	52	较轻			
2	格拉轰曲沟 对岸弃渣场	施工期	坡地型	294.20	68	较轻	1	2	1
		施工结束后		313.93	68	较轻			
3	1#表土堆存场		坡地型	5.77	16	较轻	4	5	4
4	2#表土堆存场		坡地型	25.70	50	无危害	3	4	3

注：①右岸大平台弃渣场施工前期堆渣，堆渣至设计高程后，顶部部分区域堆存有用料，施工结束后，顶部有用料使用完毕；格拉轰曲沟对岸弃渣场施工前期堆存有用料，后期堆存不能使用的有用料及其他区域弃渣。2座弃渣场级别结合施工期、施工结束后的堆渣量、最大堆渣高度、渣场失事对主体工程或环境造成的危害程度，按照就高不就低的原则综合确定。

②2座弃渣场、2座表土堆存场上游来水均为坡面来水；因此，2座渣场、2座表土堆存场均无排洪工程，仅设置坡面截排水沟。

③2座渣场、2座表土堆存场拦挡工程均为挡渣墙。

2、其他工程措施级别

其他工程措施主要包括截排水工程，土地整治工程，边坡防护措施等。截排水工程、土地整治工程等不界定其相应的工程等级；对于弃渣场、临时道路、施工场地等的边坡均为主体设计稳定的边坡，考虑的措施主要为植被恢复措施，也不再界定边坡工程措施级别。

表 5.2-5

工程措施建筑物级别及设计标准一览表

防治分区		措施名称	提高后的级别	执行标准	依据
一级	二级				
电站枢纽工程区	枢纽工程区	截排水沟	/	10 年一遇 10min 短历时暴雨	根据 NB/T 10512, 边坡排水可按照 5~20 年一遇降雨强度计算排水流量; 根据 NB/T10344, 布设永久排水措施的, 排水设计标准宜采用 3 年~5 年一遇 5min~10min 短历时设计暴雨。本项目地处国家级水土流失重点防治区, 结合 GB 50433 有关要求, 采取 10 年一遇 10min 短历时暴雨。
	弃渣场区	右岸大平台弃渣场拦挡工程	1	/	2 座弃渣场均不涉及河道管理范围, 均为坡地型弃渣场, 拦挡工程为挡渣墙, 不设洪水标准。
		格拉轰曲沟对岸弃渣场拦挡工程	1	/	
		渣场截排水沟	/	10 年一遇 10min 短历时暴雨	根据 GB51018 和 NB/T10344, 弃渣场布置永久截排水工程的, 排水标准宜采用 3~5 年一遇 5~10min 短历时设计暴雨; 根据 NB/T 10512, 边坡排水可按照 5~20 年一遇降雨强度计算排水流量。本项目地处国家级水土流失重点防治区, 结合 GB 50433 有关要求, 采取 10 年一遇 10min 短历时暴雨。
	表土堆存场区	1#表土堆存场拦挡工程	4	/	2 座表土堆存场均不涉及河道管理范围, 均为坡地型表土堆存场, 拦挡工程为挡墙, 不设洪水标准。
		2#表土堆存场拦挡工程	3	/	
		表土堆存场截排水沟	/	10 年一遇 10min 短历时暴雨	2#表土堆存场紧靠右岸大平台弃渣场, 2#表土堆存场截水沟已纳入右岸大平台弃渣场一并考虑。1#表土堆存场排水标准同弃渣场。
	交通设施区	截排水沟	/	10 年一遇 10min 短历时暴雨	根据 JTG/T D33 的规定, 路面排水采用 3~5 年一遇短历时暴雨, 坡面排水采用 10~15 年一遇短历时暴雨; 根据 NB/T 10512, 边坡排水可按照 5~20 年一遇降雨强度计算排水流量。水土保持方案考虑本项目地处国家级水土流失重点防治区, 结合 GB 50433 有关要求, 采取 10 年一遇 10min 短历时暴雨。
	施工生产生活区	其他施工生产生活场地截排水沟	/	10 年一遇 10min 短历时暴雨	根据 NB/T10344, 施工生产生活区布置永久截排水工程的, 排水标准宜采用 3~5 年一遇 5~10min 短历时设计暴雨; 根据 NB/T 10512, 边坡排水可按照 5~20 年一遇降雨强度计算排水流量。本项目地处国家级水土流失重点防治区, 结合 GB 50433 有关要求, 采取 10 年一遇 10min 短历时暴雨。
移民安置区	库岸防护区	截排水沟	/	10 年一遇 10min 短历时暴雨	根据 NB/T 10512, 边坡排水可按照 5~20 年一遇降雨强度计算排水流量。结合 GB 50433 综合考虑后, 采取 10 年一遇 10min 短历时暴雨。
	专项设施复建区	复建道路截排水沟	/	10 年一遇 10min 短历时暴雨	根据 JTG/T D33 的规定, 路面排水采用 3~5 年一遇短历时暴雨, 坡面排水采用 10~15 年一遇短历时暴雨; 根据 NB/T 10512, 边坡排水可按照 5~20 年一遇降雨强度计算排水流量。水土保持方案考虑本项目地处国家级水土流失重点防治区, 结合 GB 50433 有关要求, 采取 10 年一遇 10min 短历时暴雨。

5.2.6 植物措施级别与标准

5.2.6.1 植物措施级别

根据《水土保持工程设计规范》(GB51018-2014),生产建设项目的植被恢复与建设工程级别,应根据生产建设项目主体工程所处的自然及人文环境、气候条件、立地条件、征地范围、绿化要求综合确定。根据《水电工程水土保持设计规范》(NB/T10344-2019),植被恢复与建设工程应按工程所处的位置及占地性质划分级别。植物措施级别的确定主要以GB51018进行确定,GB51018中没有明确规定的,按照NB/T10344进行确定。

另外,根据《生产建设项目水土保持技术标准》(GB50433-2018)第3.2.2条第4款,本项目位于国家级水土流失重点防治区,应提高植物措施标准,水土保持方案将植被恢复与建设工程级别为2、3级的分别提高1级,原为1级的保持1级。

表 5.2-6 各水土流失防治分区植被恢复与建设工程级别

分区		防治区情况		植被恢复与建设工程级别	
		主要建筑物级别	占地情况	按照 GB51018、NB/T10344-2019 综合确定的级别	按照 GB50433 等提高后的级别
I 电 站 枢 纽 工 程 区	I-1 枢纽工程区	主要建筑物为 2 级	永久占地	1 级	1 级
	I-2 弃渣场区	/	主要为临时占地	3 级	2 级
	I-3 表土堆存场区	/	主要为临时占地	3 级	2 级
	I-4 交通设施区	场内道路级别主要为一級及以下	包括永久占地和临时占地	永久道路 2 级/临时道路 3 级	永久道路 1 级/临时道路 2 级
	I-5 施工生产生活区		包括永久占地和临时占地	业主营地 1 级/其他施工生产生活设施 3 级	业主营地 1 级/其他施工生产生活场地 2 级
II 移 民 安 置 区	II-1 库岸防护工程区	/	主要为永久占地	3 级	2 级
	II-2 专项设施复建区	复建道路级别一级及以下	复建道路为永久占地、复建管道为临时占地、复建的水泥杆塔架设输电线路、通讯线路主要为临时占地	复建道路为 S201, 紧靠项目建设区, 级别按照 2 级, 其他为 3 级	复建道路 1 级/其他 2 级

5.2.6.2 植物措施设计标准

一、设计原则

为了减少工程施工带来的水土流失，同时营造相应的景观绿化效果，除了进行工程防护外，还要采取必要的植物措施。水土保持植物措施以现有土地利用功能为基础，通过人工干预促进植被恢复和植被自然恢复，实现控制水土流失、恢复和改善区域生态环境的目标。植被恢复和重建过程中物种筛选，一般要遵循以下原则：

1、因地制宜，因害设防

按照工程建设要求布设相应的植物绿化措施，分区按重点合理配置，不同区域植物措施布设应按区域防护要求进行配置。

2、适地适树、适地适草

根据立地条件，按“适地适树、适地适草”的原则，选择适应性强、根系发达、生长速度快、容易种植、成活率高的品种，防治水土流失，美化环境。树、草种主要选择乡土树种、草种或者优先选择已在当地绿化和植被恢复中推广使用的树、草种。一般用于植被恢复的树种应具有速生、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，对土壤气候条件有较强的适应性。对于工程建设管理用地等永久范围内景观绿化的树、草种，应与周边环境相协调，在侧重景观效果的同时进行合理配置，力求经济合理。同时，最终选择的树草种应结合科研成果确定。

3、景观绿化

乔、灌、草合理搭配，针阔叶林有机结合，绿化与美化相互统一，并与周围植物和环境相协调，绿化景观效果好，达到快速恢复植被，改善周边生态环境的目的。

4、“绿色金上”

2017年2月，华电金沙江上游水电开发有限公司印发了《华电金沙江上游水电开发有限公司创建“绿色金上”工作方案》，该方案提出了“绿色”指导思想：“坚持生态优先，绿色发展的理念，着力将环保措施的切实落实、生态修复、景观营造打造成工程亮点，建设环境友好型和整体环保形象优良的水电工程，逐步树立人与自然和谐发展的“绿色金上”新形象。”因此，本方案在植物措施设计中将加大绿化景观植物的种植面积，打造水土保持亮点工程。

二、立地条件分析

工程施工扰动地表后，施工场地平缓区域地表硬化，开挖边坡为石质或土质，回填边

坡一般为土质；弃渣场立地条件较差。施工结束后，需对一般平缓区域的硬化地表拆除并进行整地改良立地条件；对于本工程开挖边坡，坡度较陡，需要考虑生态护坡措施进行植被恢复；对本工程回填边坡，一般为施工场地或交通道路，回填边坡相对坡度较缓，可以通过覆土后种植灌草或采取生态护坡恢复植被。另外，本项目地处青藏高原，具有海拔高、温差变化大、降雨量少、土壤肥力低等特点，对绿化范围可通过保水保肥处理、保温等措施改善立地条件。

三、水土保持植物选择

1、选择原则

根据立地条件，按“适地适树、适地适草”的原则，选择适应性强、根系发达、生长速度快、容易种植、成活率高的品种。工程所采取树草种应充分结合环境要求，选择适宜的树草种进行配置，在满足防治水土流失的前提下，美化环境。

2、树草种选择

根据项目区自然环境状况及各防治分区的立地条件，结合工程水土保持的要求，按前述确定的原则选择优良的乡土树种和经多年种植已适应当地环境的树种和草种，恢复和重建植被，改善景观，减少水土流失。

项目区位于金沙江干热河谷区，树、草种主要选择乡土树种、草种或者优先选择已在当地绿化和植被恢复中推广使用的树、草种。一般用于植被恢复的树种应具有速生、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，对土壤气候条件有较强的适应性。对于永久设施用地范围内景观绿化的树草种，应与周边环境相协调，在侧重景观效果的同时进行合理配置，力求经济合理。通过借鉴本水电站上游梯级水电站植被恢复经验，归纳总结出以下可选树草种：可选乔木主要为云南土沉香、清香木、核桃树、梨树、橘树、石榴、旱柳等，可选择的灌木有白刺花、胡枝子、小鞍叶羊蹄甲、戟叶酸模、川滇蔷薇、栒子等，可选择的草种有紫花苜蓿、垂穗披碱草、黑麦草、波斯菊、披碱草、醉浆草等。以上为方案报告书选择的树草种，并作为计算水土保持投资的依据，最终选择的树草种应结合科研成果确定。

3、树草种规格

本工程选择的树（草）种规格详见下表。

表 5.2-8 树（草）种规格

树（草）种	树（草）种规格（单位：cm）	整地方式	备注
云南土沉香	Φ5-6	90cm×50cm（穴径×穴深）	带土球苗
清香木苗	Φ5-6	90cm×50cm（穴径×穴深）	带土球苗
白刺花苗	P40	40cm×30cm（穴径×穴深）	带土球苗
皱叶醉鱼草	P40	40cm×30cm（穴径×穴深）	带土球苗
胡枝子	P40	40cm×30cm（穴径×穴深）	带土球苗
小鞍叶羊蹄甲苗	P40	40cm×30cm（穴径×穴深）	带土球苗
戟叶酸模苗	P40	40cm×30cm（穴径×穴深）	带土球苗
栒子苗	P40	40cm×30cm（穴径×穴深）	带土球苗
川滇蔷薇苗	P40	40cm×30cm（穴径×穴深）	带土球苗
紫花苜蓿种籽	一级种	全面整地	
波斯菊种籽	一级种	全面整地	
黑麦草种籽	一级种	全面整地	
醉浆草种籽	一级种	全面整地	
披碱草种籽	一级种	全面整地	

4、主要种植技术

乔木：乔木栽植前进行自检，不合格乔木不得使用，种植穴开挖时，口径应大于乔木土球 1/3，深度以土球入土，根茎部与地面相平即可。栽植乔木前两天，定期对树穴浇水，做好栽植前修剪工作，并用防腐剂对剪口进行处理。栽植后，把细土填入空隙并用粗棍捣实。距离地面 10~20cm 时，浇水使之吸透水分，再将余土回填，直至树干基部超出地面 10cm 为止。移栽最好在 3 月进行。

灌木：选择合格的 1~2 年生移植苗，冠幅 40cm，穴状整地。移栽常在初春或梅雨季节进行。

草种：选择籽粒饱满的种子。春秋两季均可撒播。

5、抚育管理

（1）蓄水灌溉

1) 编制依据

- ① 《节水灌溉工程技术标准》（GB/T50363-2018）；
- ② 《管道输水灌溉工程技术规范》（GB/T20203-2017）；
- ③ 《喷灌工程技术规范》（GB/T50085-2007）。

2) 防治思路

本项目为水电站项目，地处青藏高原，降雨量少，蒸发量大，地形坡度总体较陡且复杂，施工扰动后植被恢复困难，项目参建各方应坚持“生态优先，绿色发展”的理念。我公司在本项目水土保持方案报告书编制过程中，对本项目施工形成的大面积高陡边坡、弃渣场、成片且集中的施工迹地等区域布置绿化供水养护工程，以提高植被成活率和覆盖率。根据《节水灌溉工程技术标准》(GB/T50363-2018)，结合项目区地形、土壤等情况综合考虑本项目绿化供水养护工程采用喷灌技术，即利用专门设备将有压水流通过喷头喷洒成细小水滴，落到土壤表面进行灌溉的方法。

(2) 养护管理

本项目属干旱区，管理年限拟定为5年。由于项目区立地条件较差，植被恢复难度高，造林后必须加强养护管理措施才能保障苗木的正常生长，特别是在幼林阶段，为使苗木尽快经历缓苗、扎根、生长并逐步进入速生过程，更应注重幼林抚育管理措施。幼林抚育主要包括补植、松土、除草、灌溉、施肥、幼苗管理等方面。

松土和除草一般同时进行，造林初期幼林抵抗力弱，抚育次数宜多，第1~2年可每年2~3次，第3年后可每年1~2次，松土除草季节可在植物高速生长前进行，松土深度一般在5~10cm为宜。

项目区降水量少，蒸发量大，苗木种植后应及时进行灌溉和施肥。本方案根据植被恢复区域布置了灌溉设施，能保障植物生长用水需求。幼苗种植后应及时进行灌溉，湿润深度应保证50cm以上，土壤最大田间含水量应在60%以上为宜。幼苗前期应加大灌溉频次，待成林后可适当减少。由于项目区蒸发量大，灌溉后应及时进行松土，减少土壤蒸发量，提高灌溉效益。

项目区土壤质地差，有机质含量较低，氮、磷含量普遍不足。重点管护期应根据植物的生物学特性、生长情况、土壤贫瘠程度，以及气候等因素，合理确定施肥量和施肥次数。施肥应多采用有机肥。施肥可采用穴状、环状、辐射状施肥，坡面草籽可采用片状和叶面施肥等方式。

幼苗管理主要包括间苗、补植、病虫害防治等。间苗的原则是早间苗，晚定苗，去劣留优。间苗在造林后进行2~3次，一般配合松土除草进行。造林后若成林效果不理想，应及时进行补植补种，重点管护期的缺株，必须及时补植；种植槽内草地覆盖率低于80%或有秃斑的，必须及时补植。一般管护期内绿化成活率在41~84%的地块，或平均成活率虽然达到85%以上，但局部地段成活率低，以致影响林草覆盖率时，都要进行补植。补植季

节可根据当地气候及树种生态习性确定。苗木采购时应选择检疫合格的幼苗，成林后应及时关注病虫害的发生，并采取相应的预防保护措施，如隔离、拌种、蘸根等。

5.3 分区措施布设

5.3.1 电站枢纽工程区

5.3.1.1 枢纽工程防治区

枢纽工程防治区主要包括大坝工程、导流建筑物工程、下游厂房出线平台及坝前左岸 I 号堆积体等区域。本区主体设计考虑的水土保持措施主要为坝前 I 号堆积体开挖区域上游来水侧截水沟。

大坝工程左右岸、尾水隧洞出口地形较陡，开挖后的边坡均为垂直边坡，采用了喷锚、预应力锚索等措施。厂房出线平台 2360m 高程以上边坡开挖坡比 1:0.25，开挖后的边坡采用喷锚措施；2360m 高程以下边坡开挖坡比为 1:0.8~1:1.3，开挖边坡采用锚杆框格梁、预应力锚索、贴坡混凝土等护坡。坝前 I 号堆积体开挖坡面采取喷锚支护、框格梁进行防护。本方案拟在主体设计的基础上，补充、新增水土保持防护措施。

一、治理措施

（一）工程措施

1、表土剥离工程

本项目表土资源稀缺，表土主要集中在耕园地区域，本区占地类型主要为稀疏的灌草地，基本无表土资源。但灌草地所在区域有一定量的土方，项目建设区表土较少，方案考虑在本区施工前对占地范围内的土方进行收集，并与项目建设区剥离的表土进行集中堆存和改良，用作后期植被绿化覆土用。坝前 I 号堆积体土方量较大，根据供需情况，初步考虑在坝前 I 号堆积体收集土方 56712m³。土料采用反铲挖掘机收集，其中 16500m³运至 1#表土堆存场，平均运距 4.0km；40212m³运至 2#表土堆存场，平均运距 3.0km。

2、防洪排导工程

（1）截排水沟

为防止上游来水冲刷边坡、保证边坡植被措施顺利恢复，考虑在本区开挖边坡顶部设置截水沟。主体专业已于坝前左岸 I 号堆积体开挖边坡坡顶设置有截水沟，具体设计详见 3.2.7 节，本节不再重复叙述；大坝右坝肩、导流洞进出口上方有已建的省道 S201，左岸有国道 G215，对右坝肩开挖边坡顶部、导流洞进出口、上下游围堰左右岸不再考虑布置截水

沟，利用省道 S201、国道 G215 排水沟排导上游来水。

方案考虑在大坝左坝肩开挖边坡顶部布置截水沟 330m，截水沟末端设置沉沙池，沉沙池后水流接入本项目公路排水沟；大坝下游右岸土石回填平台设置排水沟 200m，排水沟末端设置沉沙池后水流进入金沙江；在厂房出线平台开挖边坡顶部设置截水沟 165m，截水沟末端设置沉沙池，沉沙池后水流接本项目公路排水沟；坝前 I 号堆积体马道设置排水沟 4720m，排水沟末端与主体已设计的截水沟相接。本区共布置截排水沟 5415m，其中截水沟 495m，排水沟 4920m，截排水沟较陡部位设置跌水消能。对于坝前 1 号堆积体马道排水沟坡面汇流面积较小，排水沟按照满足施工要求的断面进行设计；初拟采用矩形断面，断面尺寸为 $0.4\text{m} \times 0.4\text{m}$ ，衬砌厚度 0.2m，不再进行水力计算。其他部位截排水沟水力计算如下：

A、排水设计标准

根据 5.2.5 的分析，本区截水沟采用 10 年一遇 10min 短历时排水设计标准。

B、排水流量计算

排水流量采用下式进行计算：

$$Q_m = 16.67 \phi q F$$

式中： ϕ —径流系数；

q —设计重现期和降雨历时内的平均降雨强度，mm/min；

F —汇水面积， km^2 。

由于邻近地区无 10 年以上自记雨量计资料，需利用标准降雨强度等值线图和相关转换系数，按下式计算降雨强度：

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

式中： C_p —重现期转换系数，为设计重现期降雨强度 q_p 同标准重现期降雨强度 q_5 的比值 (q_p/q_5)；

C_t —降雨历时转换系数，为降雨历时 t 的降雨的降雨强度 q_t 同 10min 降雨历时的降雨强度 q_{10} 的比值。

$q_{5,10}$ —5 年重现期和 10min 降雨历时的标准降雨强度，mm/min。

降雨历时宜取设计控制点的汇流时间，其值为汇水区最远点到排水设施处的坡面汇流历时 t_1 与在沟（管）内的沟（管）汇流历时 t_2 之和。

其中坡面汇流历时及其相应的地表粗糙系数应按柯比（Ker-by）式计算，

$$t_1 = 1.445 \left[\frac{m_1 L_s}{\sqrt{i_s}} \right]^{0.467}$$

式中： t_1 —坡面汇流历时，min；

L_s —坡面流的长度，m；

i_s —坡面流的坡降，以小数计；

m_1 —地面粗度系数。

计算沟（管）汇流历时 t_2 时，先在断面尺寸变化点、坡度变化点或者有支沟（支管）汇入处分段，分别计算各段的汇流历时再叠加而得，可按下式计算：

$$t_2 = \sum_{i=1}^n \left(\frac{l_i}{60v_i} \right)$$

式中： t_2 —沟（管）内汇流历时，min；

n 、 i —分段数和分段序号；

l_i —第 i 段的长度，m；

v_i —第 i 段的平均流速，m/s。沟（管）平均流速 v_i 可按下式计算：

$$v_i = 20i_g^{0.6}$$

式中： i_g —该段排水沟（管）的平均坡度。

表 5.3-1 枢纽工程防治区截排水沟设计洪水计算成果表

序号	项目	单位	大坝左坝肩开挖边坡顶部	大坝下游右岸土石回填平台	厂房出线平台开挖边坡顶部
1	径流系数 (φ)	/	0.75	0.75	0.75
2	平均降雨强度 (q)	mm/min	1.04	1.86	1.45
2.1	重现期转换系数(C_p)	/	1.22	1.22	1.22
2.2	降雨历时转换系数 (C_t)	/	0.68	1.22	0.95
2.3	5 年重现期和 10min 降雨历时的标准降雨强度($q_{5,10}$)	mm/min	1.25	1.25	1.25
3	集雨面积 (F)	km ²	0.038	0.006	0.012
4	汇流时间 (t)	min	19.89	5.24	11.22
4.1	坡面汇流历时 (t_1)	min	17.02	3.50	9.78
4.1.1	坡面流的长度 (L_s)	m	258	30	126
4.1.2	坡面流的坡降 (i_s)	/	0.16	1.83	0.40
4.1.3	地面粗度系数 (m_1)	/	0.30	0.30	0.30
4.2	沟 (管) 内汇流历时 (t_2)	min	2.88	1.74	1.44
4.2.1	沟 (管) 分段长度 (l_i)	m	330	200	165
4.2.2	沟 (管) 内平均流速 (v_i)	m/s	1.91	1.91	1.91
4.2.2.1	沟 (管) 内平均坡度 (i)	/	0.02	0.02	0.02
5	(Q_m) 设计流量	m ³ /s	0.49	0.14	0.22
备注			陡峻山地, 地面为草地, 部分为灌木林地		
			单向排水	单向排水	单向排水

C、水力学计算

①计算假定

断面形式: 梯形断面。

排水纵坡: 根据地形确定。

底宽 b 、均匀流水深 h 、坡比 m 。

结构形式采用 C20 混凝土, 糙率 n 取 0.015。

②过水能力计算

截排水沟过流能力计算可按下式进行计算。

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

式中: A ——过水断面面积 $A = (b + mh)h$;

C ——谢才系数 $C = \frac{1}{n} R^{1/6}$;

R ——水力半径 $R = \frac{A}{\chi}$;

n ——糙率;

χ ——湿周 $\chi = b + 2h_0\sqrt{1+m^2}$ ；

i ——纵坡。

③排水沟平均流速 v 可按下列式计算：

$$v = \frac{1}{n} R^{2/3} i^{1/2}$$

经计算，各截水沟过流能力大于设计洪水流量，满足过流要求。此外，各截水沟流速介于不淤流速（0.3m/s）和不冲流速（6.0m/s）之间。截水沟采用 C20 混凝土浇筑，衬砌厚度 20cm，每 10m 设伸缩缝一道，缝宽 2cm，伸缩缝采取沥青木板嵌缝。

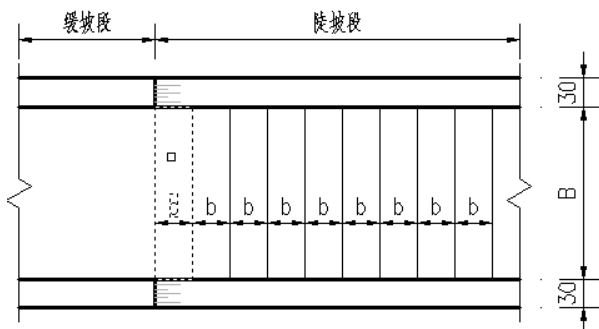
表 5.3-2 枢纽工程区截排水沟过水断面计算表

部位	长度 (m)	截水沟过水断面	水力要素					过流能力	
			A	χ	R	C	i	Q(m³/s)	V(m/s)
大坝左坝肩开挖边坡顶部	330	b=0.4;h=0.4;m=0.3	0.21	1.24	0.168	49.54	0.02	0.60	2.87
大坝下游右岸土石回填平台	200	b=0.4;h=0.4;m=0.3	0.21	1.24	0.168	49.54	0.02	0.60	2.87
厂房出线平台开挖边坡顶部	165	b=0.4;h=0.4;m=0.3	0.21	1.24	0.168	49.54	0.02	0.60	2.87
合计	695								

注：为满足施工需要，底×高的最小断面按 0.4m×0.4m 控制。

本区截排水沟沿线部分区域纵向坡度陡，流速大，需根据坡度情况设置跌水坎，出口结合沉沙池进行消能。

跌水坎消能平面示意图



跌水坎消能剖面示意图

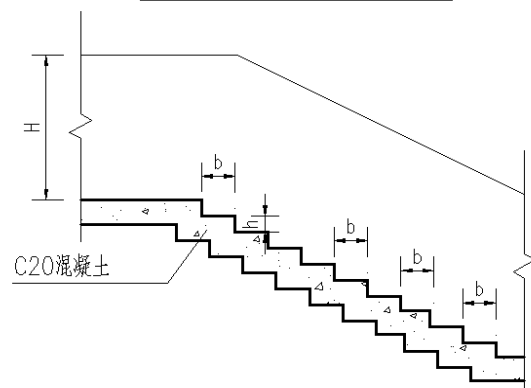


图 5.3-1 消能坎设计图 (图中尺寸单位: cm)

(2) 沉沙池

为拦蓄本区泥沙，根据地形，于各部位截排水沟出口处设沉沙池 5 个，沉沙池出水排入自然沟道或道路排水沟。根据截水沟断面的不同，设置不同尺寸的沉沙池，沉沙池型式

为 C20 混凝土浇筑。应及时对沉沙池进行清淤，避免泥沙进入下游沟道。清淤频率视降雨及泥沙分布情况而定，雨季频率高，旱季频率低，各部位沉沙池尺寸见下表。

表 5.3-3 枢纽工程区沉沙池尺寸表

部位	沉沙池 (个)	沉沙池尺寸				型号
		a (净长, m)	b (净 宽, m)	h (净深, m)	衬砌厚度 (m)	
大坝左坝肩截水沟	1	1.5	1	1	0.3	I 型
厂房出线平台截水沟	1	1.5	1	1	0.3	
坝前左岸 I 号堆积体截水沟	2	1.5	1	1	0.3	
大坝下游右岸土石回填平台排水沟	1	1.5	1	1	0.3	
合计	5					

3、护坡工程

本区工程措施护坡工程主要为种植槽，在开挖马道外侧布设种植槽，种植槽挡坎高 0.5m，宽 0.3m，外露面采用 M10 水泥砂浆抹面，抹面厚度 3cm。挡坎与开挖边坡外侧安全距离 0.5m。种植槽内底部铺设砂石垫层 5cm，覆土厚度 0.4m。种植槽内底部铺设砂石垫层并覆土后，种植攀援灌木、撒播草种。本区种植槽长度共计 6511m，主要分布情况如下：

表 5.3-4 种植槽布设部位及数量表 单位：m

措施名称	位置和数量						小计
	大坝枢纽 左岸	坝前 I 号堆 积体	厂房出线平台及 河道疏浚	厂房尾水 隧洞	大坝枢纽 右岸	导流隧洞 进出口	
种植槽	825	4495	603	342	150	96	6511

4、土地整治工程

(1) 全面整地

主体工程施工活动结束后，对凹凸不平可恢复植被的区域进行场地平整，回填坑凹，本区全面整地面积为 2.72hm²，其中大坝下游右岸土石方回填平台区域全面整地面积 0.71hm²；坝前左岸 I 号堆积体开挖的部分平台整地面积为 1.05hm²；厂房出线平台空闲区域全面整地面积 0.96hm²。

(2) 覆土

施工后期，对马道种植槽内，具备植被恢复条件的全面整地区域进行覆土，覆土厚度根据植被恢复工程的需要确定。本区平均覆土厚度 0.3~0.4m，覆土面积 4.60hm²，覆土量共计 13670m³。种植槽内覆土采用人工覆土，全面整地区域覆土采用机械覆土，覆土土料来源于表土堆存场堆存的改良土方，平均运距约 1.5~10km。

种植槽砌筑结束后,于种植槽铺设的砂石上覆土 0.4m 厚,种植槽覆土面积共计 1.88hm²,覆土量共计 7520m³。其中大坝左岸边坡坡脚及马道种植槽覆土面积 0.21hm²; 大坝右岸边坡坡脚及马道种植槽覆土面积 0.03hm²; 导流洞出口边坡坡脚及马道种植槽覆土面积 0.01hm²; 坝前左岸 I 号堆积体边坡坡脚及马道种植槽覆土面积 1.35hm²; 厂房出线平台开挖边坡坡脚及马道种植槽覆土面积 0.15hm²; 尾水隧洞出口开挖边坡坡脚及马道种植槽覆土面积 0.13hm²。

对全面整地后的区域进行覆土,覆土厚度 0.3m,全面整地覆土面积 2.72hm²,覆土量共计 8160m³。其中大坝下游右岸土石方回填平台区域全面整地面积 0.71hm²; 坝前左岸 I 号堆积体开挖的部分平台整地面积为 1.05hm²; 厂房出线平台空闲区域全面整地面积 0.96hm²。

(3) 土壤保水保肥

土壤保水保肥处理主要是对覆土土料添加复合肥和有机肥、保水剂进行处理,增加土壤肥力和保水性,在覆土区域实施植物措施后,有助于植物措施生长,提高植物成活率。其中每 1m³土需添加复合肥 80g,有机肥 8kg,保水剂 24g。本区土壤保水保肥处理覆土量为 15680m³。

(4) 施有机肥处理

本区原占地类型植被稀疏,方案考虑对本区征地红线内其他不扰动的区域,采用施有机肥处理的措施提高土壤肥力,改善区域植被长势,尽量提高区域内林草覆盖率。有机肥施用量为 2kg/m²,采取施有机肥处理措施的面积为 6.61hm²。

(二) 植物措施

在对本工程进行植物措施设计过程中,与主体设计专业对主体设计边坡采用的喷锚、预应力锚索、贴坡混凝土、锚杆框格梁等措施是否可以采用生态护坡进行充分沟通。最终主体设计经过稳定性复核,同意对稳定的部分边坡采用生态护坡,如厂房出线平台上部开挖边坡的喷混凝土+锚杆措施改为喷植被混凝土+锚杆措施,下部的锚杆框格梁护坡框架内喷厚层基材植物护坡; 大坝左右岸坝肩垂直开挖边坡的喷混凝土+锚杆措施改为喷植被混凝土+锚杆措施; 坝前 I 号堆积体锚杆框格梁内的挂网喷混凝土措施改为喷植被混凝土+锚杆措施。根据上述沟通结果,本区植物措施设计如下:

1、绿化范围

本区绿化范围主要包括大坝左右岸及导流洞进出口、厂房出线平台及尾水隧洞出口、

坝前 I 号堆积体开挖边坡坡脚至马道种植槽内种植灌木, 撒播草种; 大坝左右岸、厂房出线平台及尾水隧洞出口的开挖边坡采用喷植被混凝土护坡; 导流洞进口(2390m 马道以上)、出口开挖边坡采用喷植被混凝土护坡, 厂房出线平台至金沙江开挖边坡的锚杆框架内采用喷厚层基材植物护坡; 坝前左岸 I 号堆积体锚杆框格梁内的采用喷植被混凝土护坡。大坝下游岸土石回填平台进行景观绿化, 厂房出线平台空闲区域、坝前左岸 I 号堆积体开挖的平台采用种植灌草的方式进行绿化。另外, 对本区征地红线内其他不扰动的区域, 在施有机肥处理后穴播草种。

2、立地条件分析

本区域右坝肩区域原地貌海拔 2345~2395m, 大坝下游右岸土石回填平台顶部高程 2375m; 下游厂房出线平台原地貌海拔 2390~2395m, 开挖后平台高程 2360m; 坝前左岸 I 号堆积体开挖的区域有 4 处稍大的平台(平台高程分别为 2415m、2460m、2495m、2500m); 上述平缓区域可通过覆土之后植树种草的方式进行绿化, 绿化场地条件较好。本区各边坡开挖设置的马道也较平缓, 但马道相对较窄, 可通过设置种植槽, 然后在种植槽内进行植被恢复。

大坝左右岸及尾水隧洞出口的开挖边坡为垂直边坡, 厂房出线平台以上开挖边坡 1:0.25, 植被恢复难度大, 采用喷射植被混凝土的方式进行植被恢复(尾水隧洞出口 2325m 高程以下洪水影响区域, 不考虑进行植被恢复)。对于厂房出线平台至河道的开挖边坡, 开挖边坡坡比 1:0.8~1:1.3, 主体已考虑布设锚杆框格梁, 对于锚杆框架内可采用喷射厚层基材的方式恢复植被。对于坝前 I 号堆积体开挖边坡, 开挖边坡坡比 1:1.0~1:2.0, 主体也考虑了锚杆框架梁、马道护脚挡墙等, 对锚杆框架内可采用喷射植被混凝土的方式进行植被恢复。对导流洞进口(2390m 马道以上)、出口开挖边坡, 采用喷射植被混凝土的方式进行植被恢复(出口 2388.7m 高程以下为洪水影响区域, 不考虑植被恢复)。

另外, 本项目地处青藏高原, 具有海拔高、温差变化大、降雨量少、土壤肥力低等特点, 对绿化范围可通过保水保肥处理、保温等措施改善立地条件。

3、绿化方案

(1) 园林绿化

园林绿化范围主要为大坝下游右岸土石回填平台, 考虑在本区种植多类型景观乔灌木, 并撒播草种; 对于靠近坝体、消能建筑物边墙的部位不考虑种植乔灌木, 以防根系对建筑物的破坏。大坝下游右岸土石回填平台园林绿化面积为 0.71hm²。

（2）种植灌草绿化

考虑在厂房出线平台空闲区域、坝前左岸 I 号堆积体开挖的 4 处平台（高程分别为 2415m、2460m、2495m、2500m）、种植槽内种植灌草进行绿化，面积为 3.89hm^2 。对征地红线范围内其他未扰动区域采用穴播草种的方式提高项目建设区内的林草覆盖率，面积为 6.61hm^2 。

（3）生态护坡工程

A、植被混凝土护坡

植被混凝土是由种植土、水泥、生境基材有机材料、生境基材改良剂、植物种子和水混合而成的拌合物，具有抗冲刷性强、肥力高以及固液气三相分布合理的特性。生境基材有机料以农家肥、秸秆、谷糠、锯末、糟粕等天然有机料的若干种为原材料，经粉碎、混配、堆置发酵等工序处理后，用作植被混凝土配料的颗粒状物质。生境基材改良剂用于改善植被混凝土微生物环境和 pH 值、肥力、保水性、结构等理化性状的细粒状物质。植被混凝土护坡是对各种类型的硬质边坡、坡度大于 45° 的各种高陡边坡、以及受水流冲刷较为严重的坡体进行生态防护的新技术。其中硬质边坡包括各种风化程度的岩石边坡，混凝土边坡，浆砌石干砌石边坡等；各种高陡边坡除硬质边坡外，还包括高陡土切坡、堆积体边坡等；受水流冲刷较为严重的坡体主要指降雨侵蚀严重的坡地，湖泊、河流及水库的消落带等。

对于本项目主体设计要考虑进行喷混凝土+锚杆的措施，已与主体设计进行沟通，这部分措施改为喷植被混凝土+锚杆的措施。本区植被混凝土护坡面积为 11.78hm^2 。

B、厚层基材植被护坡

厚层基材边坡绿化技术是指运用专用喷射设备将含有植物种子的有机种植基材喷射到坡面，使坡面迅速恢复自然植被的一种边坡生态防护技术。厚层基材植物护坡具有构造简单，固坡迅速，适用范围广；基材抗侵蚀性强，能迅速恢复自然植被；施工容易，工艺简单，造价合理，粗放管理，免维护等特性。主要适用于土质边坡，边坡坡率不陡于 1:1 的中风化或弱风化岩质边坡以及坡面破碎，植被生长较差的松散碎块石且含有较大碎石的不稳定边坡，坡度陡峭的岩石边坡可以采用植被混凝土边坡绿化技术。

本方案根据主体边坡设计情况，结合 GB51018 的技术要求，对于厂房出线平台至河道的开挖边坡，主体已考虑布设锚杆框格梁，水土保持专业考虑在框格梁内采用喷射厚层基材的方式恢复植被，这部分面积为 0.86hm^2 。

表 5.3-5 枢纽工程区生态护坡布设部位及数量表

部位	边防防护情况			
	主体设计边坡防护情况	与主体沟通后本方案生态护坡情况		
		与主体沟通后主体设计情况	措施类型	面积 (hm ²)
大坝枢纽左岸	开挖边坡垂直, 防护措施为喷混凝土+锚杆+预应力锚索	锚杆+预应力锚索	植被混凝土	2.06
坝前 I 号堆积体	开挖边坡坡比 1:1.0~1:2.0, 防护措施为马道护脚挡墙+锚杆框格梁+框格梁内挂网喷混凝土	马道护脚挡墙+锚杆框格梁+框格梁内挂网	框格梁内植被混凝土	5.66
厂房出线平台及河道疏浚	出线平台上部开挖边坡, 防护措施为喷混凝土+锚杆+预应力锚索	出线平台上部: 锚杆+预应力锚索;	出线平台上部: 植被混凝土;	2.71
	出线平台下部开挖边坡坡比 1:0.8~1:1.3, 防护措施为锚杆框架梁+贴坡混凝土等	下部: 锚杆框架梁+贴坡混凝土等	出线平台下部: 框格梁内厚层基材植被护坡	0.86
厂房尾水隧洞	开挖边坡垂直, 防护措施为喷混凝土+锚杆+预应力锚索	锚杆+预应力锚索	植被混凝土	0.86
大坝枢纽右岸	开挖边坡垂直, 防护措施为喷混凝土+锚杆+预应力锚索	锚杆+预应力锚索	植被混凝土	0.30
导流隧洞进出口	开挖边坡坡比 1:0.3, 防护措施为喷混凝土+锚杆	锚杆	植被混凝土	0.19
枢纽工程区植被混凝土面积共计 11.78hm ² , 厚层基材植被护坡面积为 0.86hm ² 。				

4、树草种选择

(1) 园林绿化

树种选择应考虑适地适树, 结合本电站周围景观绿化要求, 可选择灌草进行景观绿化, 灌木可选择白刺花、川滇蔷薇、小马鞍叶羊蹄甲、皱叶醉鱼草、戟叶酸模、栒子、胡枝子等, 草本可选择卷柏、银粉背蕨、紫花苜蓿、黑麦草、波斯菊、披碱草、酢浆草等。

(2) 种树

树种选择应考虑适地适树, 结合本电站周围景观绿化要求, 种植槽靠内侧可选择具有攀援功能的小灌木小鞍叶羊蹄甲, 横向外侧区域选择低矮灌木戟叶酸模; 厂房出线平台、坝前 I 号堆积体开挖平台灌木选择白刺花、川滇蔷薇、胡枝子等。

(3) 种草

草本选择紫花苜蓿、黑麦草、波斯菊。

5、种植密度

(1) 园林绿化

采用孤植、点植、丛植等灵活栽植方式, 灌木、地被、草地多层次搭配围合建筑空间。

（2）种树

灌木：种植槽内小鞍叶羊蹄甲、戟叶酸模种植密度分别为 2 株/m，间隔 1m 种植。厂房出线平台、坝前 I 号堆积体开挖平台白刺花、川滇蔷薇、胡枝子混交，比例 1:1:1；间植，株行距为 2m×2m，约 2500 株/hm²。

（3）种草

草种：紫花苜蓿、黑麦草、波斯菊混播，撒播或穴播量为 180kg/hm²，混播比例为 1:1:1，穴距 20cm。

6、绿化养护工程

枢纽工程绿化养护供水工程范围包括首部枢纽、厂房枢纽、坝前 I 号堆积体植被恢复区域以及各区域配套设置自动灌溉控制系统。

首部枢纽绿化养护工程：主体专业在首部枢纽设有 1#供水站坝区高位水池，水源为金沙江江水。水土保持专业考虑从该供水系统坝区高位水池引接 1 级输水管道至左坝肩开挖边坡绿化范围，再从 1 级输水管道末端引接 2 级输水管道至大坝下游左岸道路及 1#混凝土系统植被恢复区域，最后在 1 级、2 级输水管道上布置喷灌系统管路向绿化区域供水养护。首部枢纽右岸绿化养护工程纳入弃渣场区绿化养护工程。

厂区枢纽绿化养护工程：主体专业在厂区枢纽设有 6#供水站出线平台高位水池，水源为金沙江江水。水土保持专业考虑从该供水系统出线平台高位水池分别引接输水管道至出线平台及下游施工便道等植被恢复区域、尾水隧洞出口等植被恢复区域，然后在上述输水管道上布置喷灌系统管路向绿化区域供水养护。

坝前 I 号堆积体绿化养护工程：本区植被绿化范围高程相对较高，水土保持专业考虑在大坝上游金沙江左岸的 G215 国道旁新建取水口，通过加压泵站提水至坝前 I 号堆积体处开挖边坡顶部新建的高位水池，然后从高位水池引接输水管道至坝前 I 号堆积体绿化区域。坝前左岸施工区、左岸部分交通道路的植被恢复区域紧靠坝前 I 号堆积体，将其纳入坝前 I 号堆积体绿化养护工程；考虑从高位水池引接 1 级输水管道至坝前左岸部分施工道路附近，然后在 1 级输水管道分别引接 2 级输水管道至坝前左岸施工区、左岸部分交通道路的植被恢复区域，最后在 1 级、2 级输水管道上布置喷灌系统管路向绿化区域供水养护。

自动灌溉控制系统：主要是通过利用计算机、采集控制器、传感器等先进技术对绿化灌溉区域进行监控管理，保证适时适量地满足植物生长所需的水分。水土保持方案报告书仅考虑计列灌溉自动控制系统的费用，下阶段应开展详细的设计工作。

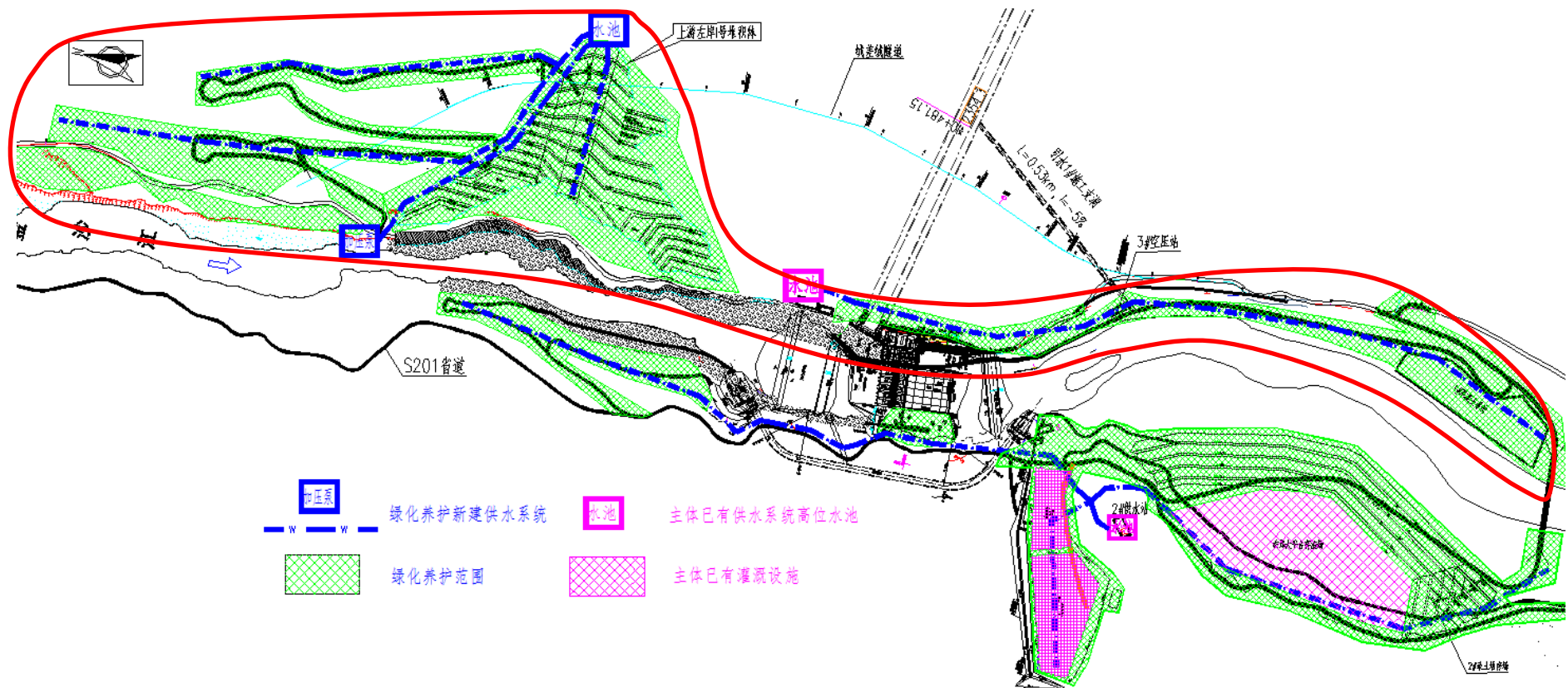


图 5.3-2 首部枢纽+坝前 I 号堆积体绿化养护工程布置示意图（红色范围）

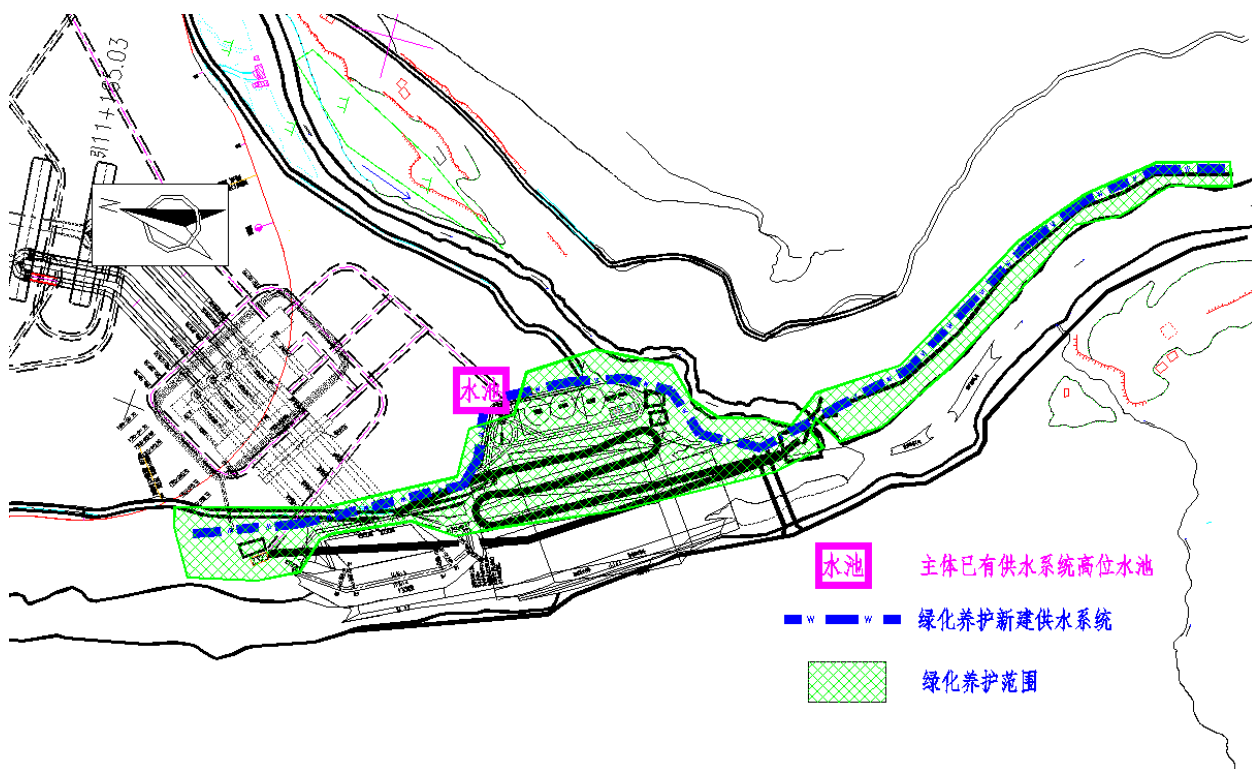


图 5.3-3 厂区枢纽绿化养护工程布置示意图

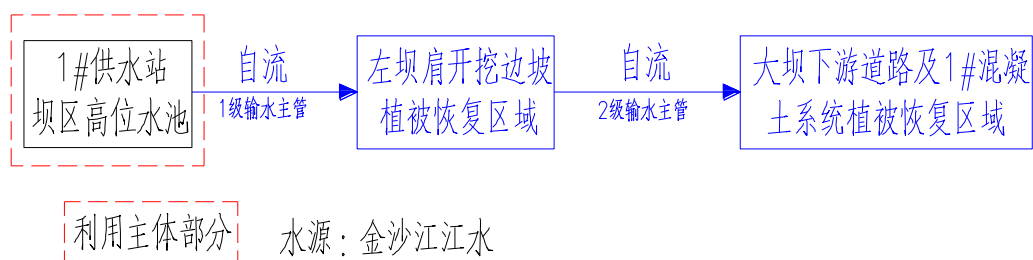


图 5.3-4 首部枢纽绿化供水养护系统图

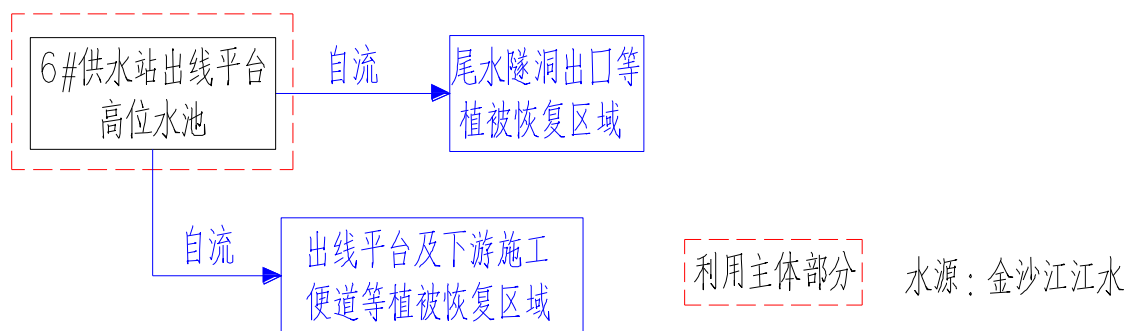
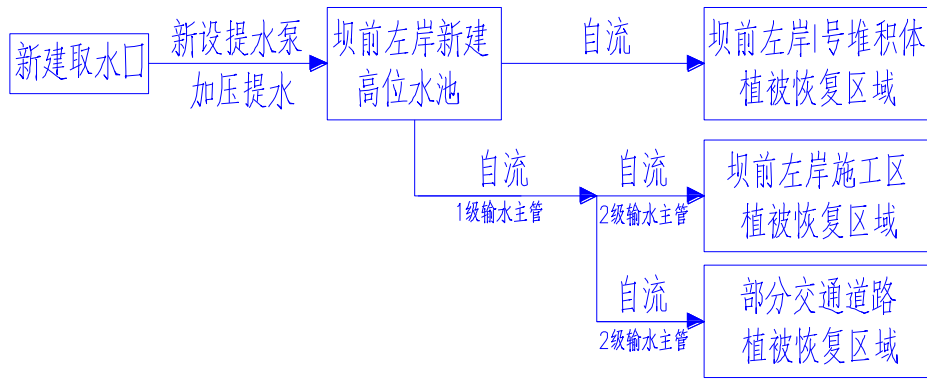


图 5.3-5 厂区枢纽绿化供水养护系统图



水源：金沙江江水，新建取水口位于大坝上游金沙江左岸，G215国道旁。

图 5.3-6 坝前 I 号堆积体绿化供水养护系统图

7、高边坡植被恢复、灌溉技术研究及示范建设

本工程工程建设中，坝前左岸堆积体、厂房出线平台等开挖将形成大量裸露岩质高边坡、喷混后的硬质高边坡，为解决项目建设后植被恢复和环境问题，缓解流域水电开发与生态环境保护之间的矛盾，实现经济建设与环境保护的协调统一，为工程后续创建水土保持生态文明工程、示范工程及打造“绿色金上”、水土保持科技示范园等奠定基础，需开展高边坡植被恢复及灌溉技术研究，并选取工程现场面积约 0.5hm^2 的高边坡进行植被恢复及灌溉技术示范建设。

8、干热河谷植被水土保持生态修复效果研究及示范建设

昌波水电站地处干热河谷生态脆弱区，干热河谷特殊的地理、地形及气候特征，导致本区域植被稀疏，生态系统稳定性差，易受外界干扰而发生逆行演替，且自我修复能力较弱且时间较长，不仅与绿色水电、生态水电的整体景观极不协调，而且水土流失风险极大，严重威胁区域生态环境安全，为解决昌波水电站开发与生态环境保护之间的突出矛盾，需开展干热河谷植被水土保持生态修复效果研究，并选取工程现场面积约 0.3hm^2 的场地进行干热河谷植被水土保持生态修复示范建设。

（三）临时措施

1、临时拦挡防护

（1）无纺布苫盖

施工期间对无法及时恢复植被的裸露区域采用无纺布进行苫盖；另外，对恢复植被的区域，在植被栽植初期，也采取无纺布进行覆盖，防止阳光直晒，无纺布具有保温作用，有利于植被成活。本区共需无纺布 25.29hm^2 。

(2) 钢管桩竹串片拦挡

为防止边坡开挖过程中土石渣滚落，在较陡的边坡开挖前，沿下边坡布设钢管桩竹串片临时拦挡，开挖结束并清理土石渣后拆除。本区共布设钢管桩竹串片临时拦挡 1700m。钢管桩总长度为 3.0m，入土深度为 1.5m，地面以上高度为 1.5m，并在地面以上 0.75m 高处采用 $\Phi 50$ 钢管横向绑扎，内侧绑扎竹串片形成栅栏。

二、施工管理措施

1、主体工程施工应合理安排开挖、填筑时序，加强土石方运输协调工作，建立合理的土石渣调运和堆渣方案，优化施工方法，保证利用、运渣、弃渣、堆渣及防护的有效衔接。

2、严格按照水电工程相关技术规范要求进行施工作业，边坡开挖自上而下进行，并做好支护措施，避免造成边坡失稳，引起水土流失。

3、土石方施工过程中，开挖严格控制炸药量，避免岩体过度爆破造成土石方滑坡现象。对开挖下坡面影响区范围内抛洒的土石方，应及时清除，以保护周边林草植被，并及时清理坡面松动岩土体，保持坡面稳定。

4、施工时，严禁向河道倾倒废弃土石方，开挖产生的废渣及时运至规划的弃渣场堆存。

5、加强管理，坚持文明施工，避免对周边区域环境造成影响，施工活动应控制在征地范围内。

6、围堰拆除应选择在非汛期实施，拆除时采取临时防护措施，随挖即运，及时将围堰拆除产生的土石渣运至指定的弃渣场。

7、加强水土保持措施实施区域的调查观测，掌握其安全稳定情况，以便发现问题及时采取防护措施。

8、鉴于设计深度，下阶段根据主体设计供水系统情况，进一步完善供水灌溉绿化设计。

三、工程量统计

本区新增水土保持措施工程量如下：

工程措施：土方收集 56712m^3 ，截水沟 495m，排水沟 4920m，沉沙池 5 个，种植槽 6511m，土地整治 11.21hm^2 。

植物措施：撒播草籽 3.89hm^2 ，穴播草籽 6.61hm^2 ，种植灌木 18047 株，植被混凝土护坡 11.78hm^2 ，厚层基材植被护坡 0.86hm^2 ，园林景观 0.71hm^2 ，泵房 80m^2 ，输提水管道 8540m，喷灌系统管路 22062m，蓄水池 1 座，自动灌溉控制系统 2 套。

临时措施：无纺布苫盖 25.29hm^2 ，钢管桩竹串片临时拦挡 1700m。

表 5.3-6

枢纽工程区新增水土保持措施工程量统计表

序号	项目	单位	工程量							
			金沙江左岸（巴塘县）					金沙江右岸（芒康县）		合计
			大坝枢纽左岸	坝前 I 号堆积体	厂房出线平台及河道疏浚	厂房尾水隧洞	小计	大坝枢纽右岸	导流隧洞进出口	
	工程措施									
一	电站枢纽工程区									
(一)	枢纽工程区									
1	表土剥离工程									
1.1	土方收集（运距 4.0km 机械）	m ³		16500			16500			16500
1.2	土方收集（运距 3.0km 机械）	m ³		40212			40212			40212
2	防洪排导工程									
2.1	截水沟	m	330		165		495			495
	土方槽挖	m ³	34.76		17.38		52.14			52.14
	石方槽挖	m ³	139.02		69.51		208.53			208.53
	C20 混凝土	m ³	105.14		52.57		157.71			157.71
2.2	排水沟	m		4720			4720	200		4920
	土方槽挖	m ³		3115.20			3115.20	105.32		3220.52
	C20 混凝土	m ³		1510.40			1510.40	63.72		1574.12
2.3	沉沙池	个	1	2	1		4	1		5
	土方开挖	m ³	3.00	6.00	3.00		12.00	3.00		15.00
	石方开挖	m ³	4.50	9.00	4.50		18.00	4.50		22.50
	C20 混凝土	m ³	2.87	5.74	2.87		11.48	2.87		14.35
3	护坡工程									
3.1	种植槽	m	825	4495	603	342	6265	150	96	6511
	M7.5 浆砌石	m ³	123.75	674.25	90.45	51.30	939.75	22.50	14.40	976.65
	M10 水泥砂浆抹面	m ²	660.00	3596.00	482.40	273.60	5012.00	120.00	76.80	5208.80

5 水土保持措施

序号	项目	单位	工程量								
			金沙江左岸（巴塘县）					金沙江右岸（芒康县）			合计
			大坝枢纽左岸	坝前 I 号堆积体	厂房出线平台及河道疏浚	厂房尾水隧洞	小计	大坝枢纽右岸	导流隧洞进出口	小计	
	碎石垫层	m³	41.25	224.75	30.15	17.10	313.25	7.50	4.80	12.30	325.55
	DN50PVC 排水管	m	289	1573	211	120	2193	53	34	87	2280
4	土地整治工程	hm²	0.87	6.49	2.23	0.26	9.85	1.30	0.06	1.36	11.21
4.1	全面整地	hm²		1.05	0.96		2.01	0.71		0.71	2.72
4.2	覆土（运距 1.5km，机械）	m³						2130		2130	2130
4.3	覆土（运距 3km，机械）	m³		3150			3150				3150
4.4	覆土（运距 10km，机械）	m³			2880		2880				2880
4.5	覆土（运距 1.5km，人工）	m³						120	40	160	160
4.6	覆土（运距 2km，人工）	m³	840				840				840
4.7	覆土（运距 3km，人工）	m³		5400			5400				5400
4.8	覆土（运距 10km，人工）	m³			600	520	1120				1120
4.9	土壤保水保肥	m³	840	8550	3480	520	13390	2250	40	2290	15680
	拌和肥料及保水剂	m³	840	8550	3480	520	13390	2250	40	2290	15680
	复合肥	kg	67	684	278	42	1071	180	3	183	1254
	有机肥	kg	6720	68400	27840	4160	107120	18000	320	18320	125440
	保水剂	kg	20	205	84	12	321	54	1	55	376
4.10	施有机肥处理	hm²	0.66	4.09	1.12	0.13	6.00	0.56	0.05	0.61	6.61
	施有机肥	hm²	0.66	4.09	1.12	0.13	6.00	0.56	0.05	0.61	6.61
	有机肥	kg	13200	81800	22400	2600	120000	11200	1000	12200	132200
	植物措施										
—	电站枢纽工程区										
（一）	枢纽工程区										
1	种草籽										

5 水土保持措施

序号	项目	单位	工程量								合计
			金沙江左岸（巴塘县）					金沙江右岸（芒康县）			
			大坝枢纽左岸	坝前 I 号堆积体	厂房出线平台及河道疏浚	厂房尾水隧洞	小计	大坝枢纽右岸	导流隧洞进出口	小计	
	混播紫花苜蓿、黑麦草、波斯菊	hm²	0.21	2.40	1.11	0.13	3.85	0.03	0.01	0.04	3.89
	穴播紫花苜蓿、黑麦草、波斯菊	hm²	0.66	4.09	1.12	0.13	6.00	0.56	0.05	0.61	6.61
2	植树										
2.1	种植灌木										
	栽植川滇蔷薇	株		875	800		1675				1675
	栽植白刺花	株		875	800		1675				1675
	栽植胡枝子	株		875	800		1675				1675
	栽植小鞍叶羊蹄甲	株	825	4495	603	342	6265	150	96	246	6511
	栽植戟叶酸模	株	825	4495	603	342	6265	150	96	246	6511
3	生态护坡工程										
3.1	植被混凝土护坡	hm²	2.06	5.66	2.71	0.86	11.29	0.30	0.19	0.49	11.78
3.2	厚层基材植被护坡	hm²			0.86		0.86				0.86
4	绿化美化										
	园林景观	hm²						0.71		0.71	0.71
5	绿化养护供水工程							已计入弃渣场区			
5.1	水泵房（1座，80m²/座）	m²		80			80				80
5.2	输提水管路	m	1860	3220	2970	490	8540				8540
5.2.1	提水管路	m		450			450				450
5.2.1.1	DN350 镀锌钢管（4.0Mpa）	m		450			450				450
5.2.1.2	镇支墩	个		9			9				9
	C25 混凝土	m³		54			54				54
	钢筋制安	t		2.16			2.16				2.16
	基础插筋（Φ25，L=2.0m）	根		36			36			36	

5 水土保持措施

序号	项目	单位	工程量							
			金沙江左岸（巴塘县）					金沙江右岸（芒康县）		合计
			大坝枢纽左岸	坝前 I 号堆积体	厂房出线平台及河道疏浚	厂房尾水隧洞	小计	大坝枢纽右岸	导流隧洞进出口	
5.2.2	输水管路	m	1860	2770	2970	490	8090			8090
5.2.2.1	DN200 镀锌钢管（2.5Mpa）	m		2320			2320			2320
5.2.2.2	DN150 镀锌钢管（2.5Mpa）	m		450			450			450
5.2.2.3	Φ225PE 管（1.25Mpa）	m	1860		1860		3720			3720
5.2.2.4	Φ200PE 管（1.6Mpa）	m			1110		1110			1110
5.2.2.5	Φ110PE 管（1.6Mpa）	m				490	490			490
5.2.2.6	镇支墩	个	37	55	59	10	161			161
	C25 混凝土	m ³	222	330	354	60	966			966
	钢筋制安	t	8.88	13.2	14.16	2.4	38.64			38.64
	基础插筋（Φ25，L=2.0m）	根	148	220	236	40	644			644
5.3	喷灌系统管路	m	4799	11909	4418	936	22062			22062
	Φ75PE 管（1.6Mpa）	m	2400	5955	2209	468	11032			11032
	Φ50PE 管（1.6Mpa）	m	1440	3573	1325	281	6619			6619
	Φ32PE 管（1.6Mpa）	m	960	2382	884	187	4413			4413
5.4	蓄水池（800m ³ /座，矩形，参见图集 05S084）	座		1			1			1
	土方开挖	m ³		284.26			284.26			284.26
	石方开挖	m ³		663.26			663.26			663.26
	土石方回填	m ³		142.13			142.13			142.13
	C15 混凝土	m ³		23.2			23.2			23.2
	C25 混凝土	m ³		174.4			174.4			174.4
	钢筋制安	t		21.27			21.27			21.27
5.5	水泵	台		4			4			4

5 水土保持措施

序号	项目	单位	工程量								
			金沙江左岸（巴塘县）					金沙江右岸（芒康县）			合计
			大坝枢纽左岸	坝前 I 号堆积体	厂房出线平台及河道疏浚	厂房尾水隧洞	小计	大坝枢纽右岸	导流隧洞进出口	小计	
	D280-43（3 台+1 备），多级泵，额定流量 280m³/s，扬程 301m，电机功率 335kW	台		4			4				4
5.6	喷灌设备	套	328	814	302	64	1508				1508
	喷嘴（工作压力 0.20Mpa，射程 13.3m，流量 1.22m³/h）	套	328	814	302	64	1508				1508
5.7	闸阀	套	12	18	20	3	53				53
5.8	自动灌溉控制系统	套		1	1		2				2
6	抚育管理										
	林草抚育	hm²	2.93	11.21	5.65	1.12	20.91	1.60	0.22	1.82	22.73
7	高边坡植被恢复、灌溉技术研究及示范建设（示范建设边坡面积 0.5hm²）	项									1
8	干热河谷植被水土保持生态修复效果研究及示范建设（示范建设面积 0.3hm²）	项									1
	临时措施										
一	电站枢纽工程区										
（一）	枢纽工程区										
1	临时拦挡防护										
1.1	无纺布苫盖	hm²	3.52	12.33	6.22	1.23	23.30	1.76	0.23	1.99	25.29
1.2	钢管桩竹串片板栅栏临时拦挡	m	220	830	270	260	1580	120		120	1700
	钢管桩竹串片板栅栏安装	m	220	830	270	260	1580	120		120	1700
	钢管桩竹串片板栅栏拆除	m	220	830	270	260	1580	120		120	1700
	钢管桩（Φ50，L=3m）	根	440	1660	540	520	3160	240		240	3400

5.3.1.2 弃渣场防治区

本区包括 2 座渣场，分别为右岸大平台弃渣场、格拉轰曲沟对岸弃渣场。

一、治理措施

（一）工程措施

1、表土剥离工程

（1）表土剥离

右岸大平台弃渣场占地范围内有较多的园地，有一定的表土资源；灌草地区域表土层较薄，表土剥离不具有操作性，水土保持专业对灌草地中的表土暂不考虑剥离。经估算园地可剥离面积分别为 15.69hm^2 ，可剥离厚度根据现场开挖剖面进行确定，园地可剥离厚度平均按 30cm 考虑，可剥离表土量为 47070m^3 ，表土采用反铲挖掘机进行剥离，剥离后的表土运至 2#表土堆存场进行堆放，运距平均按 0.5km 考虑。

（2）土方收集

本区占地类型主要为园地、稀疏的灌草地。本区表土剥离之后，耕园地下部仍有一定量的土方，灌草地所在区域也有一定的土方。方案考虑堆渣前对土方进行收集，并与其他区域剥离的表土集中进行堆存和改良，用作后期植被绿化覆土用。根据供需情况，初步考虑在本区收集土方 74606m^3 。土料采用反铲挖掘机收集，其中 15931m^3 运至 1#表土堆存场，平均运距 3.0km； 58675m^3 运至 2#表土堆存场，平均运距 0.5km。

2、拦挡工程

本区共有 2 座弃渣场，分别为右岸大平台弃渣场、格拉轰曲沟对岸弃渣场；两座弃渣场均为坡地型弃渣场，其拦挡工程为挡渣墙。本区共布置拦挡工程 1427m，其中右岸大平台弃渣场 835m，格拉轰曲沟对岸弃渣场 592m。

右岸大平台弃渣场挡渣墙顺金沙江河道布置，与金沙江最近的直线距离为 40m。格拉轰曲沟对岸弃渣场挡渣墙平面上呈折线布置，与金沙江最近的直线距离为 220m。2 座渣场挡墙均为混凝土砌筑，背坡垂直，面坡坡比为 1: 0.5，墙体内设置 $\Phi 50\text{PVC}$ 排水管，间排距 $2.0\text{m} \times 2.5\text{m}$ 。

表 5.3-7

弃渣场区拦挡工程特性表

序号	项 目	右岸大平台弃渣场拦挡工程	格拉轰曲沟对岸弃渣场拦挡工程
1	拦挡工程类型	挡渣墙	挡渣墙
2	墙顶高程 (m)	2396.00	2460
3	墙顶宽度 (m)	1.5	1.5
4	墙顶轴线长度 (m)	835	592
5	最大墙高 (m)	7.0 (不含石渣换填 0.5m)	5.0 (不含石渣换填 0.5m)
6	基础埋深 (m)	1.0 (不含石渣换填 0.5m)	1.0 (不含石渣换填 0.5m)
7	面坡坡比	1: 0.5	1: 0.5
8	背坡坡比	垂直	垂直
9	砌筑材料	C20 混凝土	C20 混凝土

3、防洪排导工程

(1) 截水沟

右岸大平台弃渣场上游来水主要为坡面汇水，省道 S201 位于右岸大平台弃渣场上游侧，省道 S201 内侧设有排水沟。本渣场规模较大，省道 S201 排水沟部分水流通过路基排水涵洞冲刷渣场渣体，因此，方案考虑在弃渣场上游侧设置截水沟拦截上游汇水，截水沟长度 1356m。

格拉轰曲沟对岸弃渣场上游来水主要为坡面汇水，方案考虑在弃渣场上游侧设置截水沟拦截上游汇水，截水沟长度 825m。

本区共布设截水沟 2181m，结合 5.2.5 节的相关分析，弃渣场截水沟按 10 年一遇 10min 短历时暴雨进行设计。截水沟水力计算过程同枢纽工程区，计算结果如下：

表 5.3-8 弃渣场区截水沟设计排水流量计算成果表

序号	项目	单位	右岸大平台弃渣场 截水沟	格拉聂曲沟对岸弃渣场 截水沟
1	径流系数 (φ)	/	0.75	0.75
2	平均降雨强度 (q)	mm/min	0.76	0.76
2.1	重现期转换系数(C_p)	/	1.22	1.22
2.2	降雨历时转换系数 (C_t)	/	0.50	0.50
2.3	5 年重现期和 10min 降雨历时的标准降雨强度($q_{5,10}$)	mm/min	1.25	1.25
3	集雨面积 (F)	km ²	0.332	0.339
4	汇流时间 (t)	min	34.06	34.73
4.1	坡面汇流历时 (t_1)	min	29.43	31.91
4.1.1	坡面流的长度 (L_s)	m	785	1155
4.1.2	坡面流的坡降 (i_s)	/	0.38	0.58
4.1.3	地面粗度系数 (m_1)	/	0.50	0.50
4.2	沟 (管) 内汇流历时 (t_2)	min	4.63	2.82
4.2.1	沟 (管) 分段长度 (l_1)	m	678	412.5
4.2.2	沟 (管) 内平均流速 (v_i)	m/s	2.44	2.44
4.2.2.1	沟 (管) 内平均坡度 (i)	/	0.02	0.02
5	分流系数	/	0.50	0.50
6	(Q_m) 设计流量	m ³ /s	1.58	1.62
备注			陡峻山地, 地面主要为灌草地	
			双向排水	双向排水

经计算, 各截水沟过流能力大于设计洪水流量, 满足过流要求。此外, 各截水沟流速介于不淤流速 (0.3m/s) 和不冲流速 (6.0m/s) 之间。截水沟采用 C20 混凝土浇筑, 每 10m 设伸缩缝一道, 缝宽 2cm, 伸缩缝采取沥青木板嵌缝。

表 5.3-9 弃渣场区截水沟过水断面计算表

部位	长度 (m)	截水沟过水断面	水力要素					过流能力	
			A	χ	R	C	i	Q(m ³ /s)	V(m/s)
右岸大平台弃渣场截水沟	1356	b=0.6;h=0.6;m=0.3	0.47	1.85	0.253	53.00	0.020	1.76	3.77
格拉聂曲沟对岸弃渣场截水沟	825	b=0.6;h=0.6;m=0.3	0.47	1.85	0.253	53.00	0.020	1.76	3.77
合计	2181								

本区截水沟沿线部分区域纵向坡度陡, 流速大, 需根据坡度情况设置跌水坎, 出口结合沉沙池进行消能。跌水消能设计同枢纽工程区。

(2) 排水沟

弃渣场堆渣结束后, 右岸大平台弃渣场、格拉聂曲沟对岸弃渣场顶部平台面积较大, 为顺利排出顶部平台雨水, 在这 2 座弃渣场顶部平台设置纵横向排水沟; 另外, 为减轻渣

场边坡受雨水冲刷，方案考虑在渣场边坡马道设置排水沟。顶部平台和马道排水沟出口接截水沟。渣场顶部排水沟、马道排水沟对应的集雨面积均较小，按满足施工要求的最小断面进行设计，采用矩形断面，断面尺寸为 $0.4\text{m} \times 0.4\text{m}$ （底宽 $\times$ 高），衬砌厚度 0.2m ，纵坡坡比按 2% 进行控制。本区共设置排水沟 7430m ，其中顶部平台排水沟长度 1280m ，马道排水沟长度 6150m 。

表 5.3-10 弃渣场区排水沟布置数量统计表 单位：m

措施类型		弃渣场名称及截排水数量		
		右岸大平台弃渣场	格拉麦曲沟对岸弃渣场	小计
排水沟	顶部平台	850	430	1280
	马道	3620	2530	6150
	小计	4470	2960	7430

（3）沉沙池

为拦蓄本区泥沙，根据地形，于各部位截水沟出口处设沉沙池，沉沙池出水排入金沙江或道路排水沟或自然沟道。根据截水沟断面的不同，设置不同尺寸的沉沙池，沉沙池型式为 C20 混凝土浇筑。应及时对沉沙池进行清淤，避免泥沙进入下游沟道。清淤频率视降雨及泥沙分布情况而定，雨季频率高，旱季频率低，各部位沉沙池尺寸见下表。

表 5.3-11 弃渣场区沉沙池尺寸表

部位	沉沙池 (个)	沉沙池尺寸				型号
		a (净 长, m)	b (净 宽, m)	h (净深, m)	衬砌厚度 (m)	
右岸大平台弃渣场	2	2.0	1.5	1.2	0.3	II 型
格拉麦曲沟对岸弃渣场	2	2.0	1.5	1.2	0.3	
合计	4					

4、导排渗沟

为顺利导排渣体内渗水，考虑在渣场堆渣范围底部设置导排渗沟，渗沟间距为 10m ，尺寸为 $1.5\text{m} \times 1.5\text{m}$ （宽度 $\times$ 深度），沟内回填有透水性较好的碎石，并在回填料外周设置有反滤层。本区共布置导排渗沟 43500m ，其中右岸大平台弃渣场 27300m ，格拉麦曲沟对岸弃渣场 16200m 。

4、土地整治工程

（1）全面整地

主体专业已考虑右岸大平台弃渣场顶部平台进行复垦，因此，右岸大平台弃渣场顶部平台在堆渣结束后，不再考虑其他水土保持措施设计，仅考虑格拉麦曲沟对岸弃渣场堆渣顶部进行全面整地。堆渣结束后，对格拉麦曲沟对岸弃渣场后期堆渣顶部平台进行场地平

整，回填坑凹，清理建筑垃圾，全面整地面积为 3.49hm^2 。

（2）覆土

格拉轰曲沟对岸弃渣场后期堆渣顶部全面整地，对各渣场边坡设置框格护坡后，在格拉轰曲沟对岸弃渣场后期堆渣顶部平台、渣场边坡框格内覆土，渣场顶部平台覆土厚度 30cm ，采用机械覆土，覆土面积 3.49hm^2 ，覆土量 10470m^3 ；框格内覆土厚度 20cm ，采用人工覆土，渣场堆渣边坡框格内覆土面积 15.49hm^2 ，覆土量 30980m^3 ，土料来源于表土堆存场改良的土壤，平均运距约 $0.5\sim 6\text{km}$ 。本区共计覆土量 41450m^3 。

（3）土壤保水保肥

土壤保水保肥处理主要是对覆土土料添加复合肥和有机肥、保水剂进行处理，增加土壤肥力和保水性，在覆土区域实施植物措施后，有助于植物措施生长，提高植物成活率。其中每 1m^3 土需添加复合肥 80g ，有机肥 8kg ，保水剂 24g 。本区土壤保水保肥处理覆土量为 41450m^3 。

（4）施有机肥处理

本区原占地类型植被稀疏，方案考虑对本区征地红线内其他不扰动的区域，采用施有机肥处理的措施提高土壤肥力，改善区域植被长势，尽量提高区域内林草覆盖率。有机肥施用量为 $2\text{kg}/\text{m}^2$ ，采取施有机肥处理措施的面积为 2.79hm^2 。

（二）植物措施

1、绿化范围

渣场绿化范围主要包括堆渣边坡设置的护坡框格内，格拉轰曲沟对岸弃渣场顶部平台，面积为 18.98hm^2 ，其中护坡框格内绿化 15.49hm^2 ，格拉轰曲沟对岸弃渣场顶部绿化面积 3.49hm^2 ；另外本区征地红线内其他不扰动的区域，在施有机肥处理后穴播草种，面积为 2.79hm^2 。对于右岸大平台弃渣场顶部平台主体移民专业已考虑进行复垦，面积共计 10.90hm^2 。

2、立地条件分析

弃渣场降雨、气温等基本和枢纽工程区一致，渣场顶部平台为平地，覆土条件较好。堆渣形成的边坡坡比按 $1:2.0$ 控制，坡面设置 $2\sim 5\text{m}$ 宽的马道，边坡为稳定边坡，为采取框格综合护坡提供了条件。但绿化范围内存在缺水、缺肥、温度低等特点，需采取保水、保肥、保温、蓄水灌溉等措施改善立地条件。

3、绿化方案

（1）生态护坡工程

本区生态护坡工程主要为渣场边坡采用框格植灌草护坡。

对弃渣场堆渣终了边坡采用混凝土框格梁进行防护，框格护坡面积为 18.66hm^2 ，框格梁采用 C25 混凝土结构，菱形框格结构尺寸 $2.5\text{m} \times 2.5\text{m}$ ，框格梁内覆土后种植灌草。

(2) 种树

右岸大平台弃渣场顶部平台主体移民专业已考虑进行复垦，面积共计 10.90hm^2 ，复垦设计以复垦报告为准。本区主要考虑在格拉轰曲沟对岸弃渣场后期堆渣顶部区域种植灌木，面积为 3.49hm^2 。

(3) 种草

考虑在格拉轰曲沟对岸弃渣场后期堆渣顶部区域、其他征地红线范围内的其他区域混播草种进行植被恢复，面积为 6.28hm^2 。

4、树草种选择

(1) 框格植灌草护坡

树种选择应考虑适地适树，结合本电站周围景观绿化要求，框格内可选择具有攀援功能的小灌木小鞍叶羊蹄甲，低矮灌木戟叶酸模；草本选择紫花苜蓿、黑麦草、波斯菊。

(2) 种树

灌木树种选择白刺花、川滇蔷薇、胡枝子等。

(3) 种草

草本选择紫花苜蓿、黑麦草、波斯菊。

5、种植密度

(1) 框格护坡

间植，株行距为 $2\text{m} \times 2\text{m}$ ，约 2500 株/ hm^2 ；戟叶酸模、小鞍叶羊蹄甲混交，比例 1:1。

(2) 种树

灌木间植，株行距为 $2\text{m} \times 2\text{m}$ ，约 2500 株/ hm^2 ；白刺花、川滇蔷薇、胡枝子混交，比例 1:1:1。

(3) 种草

草种：紫花苜蓿、黑麦草、波斯菊混播，撒播或穴播量为 $180\text{kg}/\text{hm}^2$ ，混播比例为 1:1:1，穴距 20cm 。

6、绿化养护供水工程

弃渣场区绿化养护供水工程范围主要包括右岸大平台弃渣场、格拉轰曲沟对岸弃渣场

植被恢复区域及各区域配套设置自动灌溉控制系统。

右岸大平台弃渣场绿化养护工程：主体专业在右岸大平台弃渣场旁设有 2#供水站高位水池，水源为金沙江江水。水土保持专业考虑在 2#供水站高位水池引接 1 级输水管道，然后在 1 级输水管道末端设置 2 级输水管道分别至右岸大平台弃渣场及部分道路植被恢复区域、萨日西 1 号沟施工场地、大坝下游右岸回填平台植被恢复区域；在大坝下游右岸回填平台植被恢复区域的 2 级输水管道末端设置 3 级输水管道至坝前右岸道路植被恢复区域。最后在 2 级、3 级输水管道上布置喷灌系统管路向绿化区域供水养护。

格拉轰曲沟对岸弃渣场绿化养护工程：主体专业在格拉轰曲沟对岸弃渣场旁设有 4#供水站高位水池。水土保持专业考虑在 4#供水站高位水池旁设置加压泵站，提水至新建的高位水池，砂石加工系统及 3#混凝土系统紧靠格拉轰曲沟对岸弃渣场，将其纳入格拉轰曲沟对岸弃渣场绿化养护工程。考虑从新建的高位水池分别引接输水管道至格拉轰曲沟对岸弃渣场植被恢复区域、砂石加工系统及 3#混凝土系统植被恢复区域，然后在上述输水管道上布置喷灌系统管路向绿化区域供水养护。

自动灌溉控制系统：主要是通过利用计算机、采集控制器、传感器等先进技术对绿化灌溉区域进行监控管理，保证适时适量地满足植物生长所需的水分。水土保持方案报告书仅考虑计列灌溉自动控制系统的费用，下阶段应开展详细的设计工作。

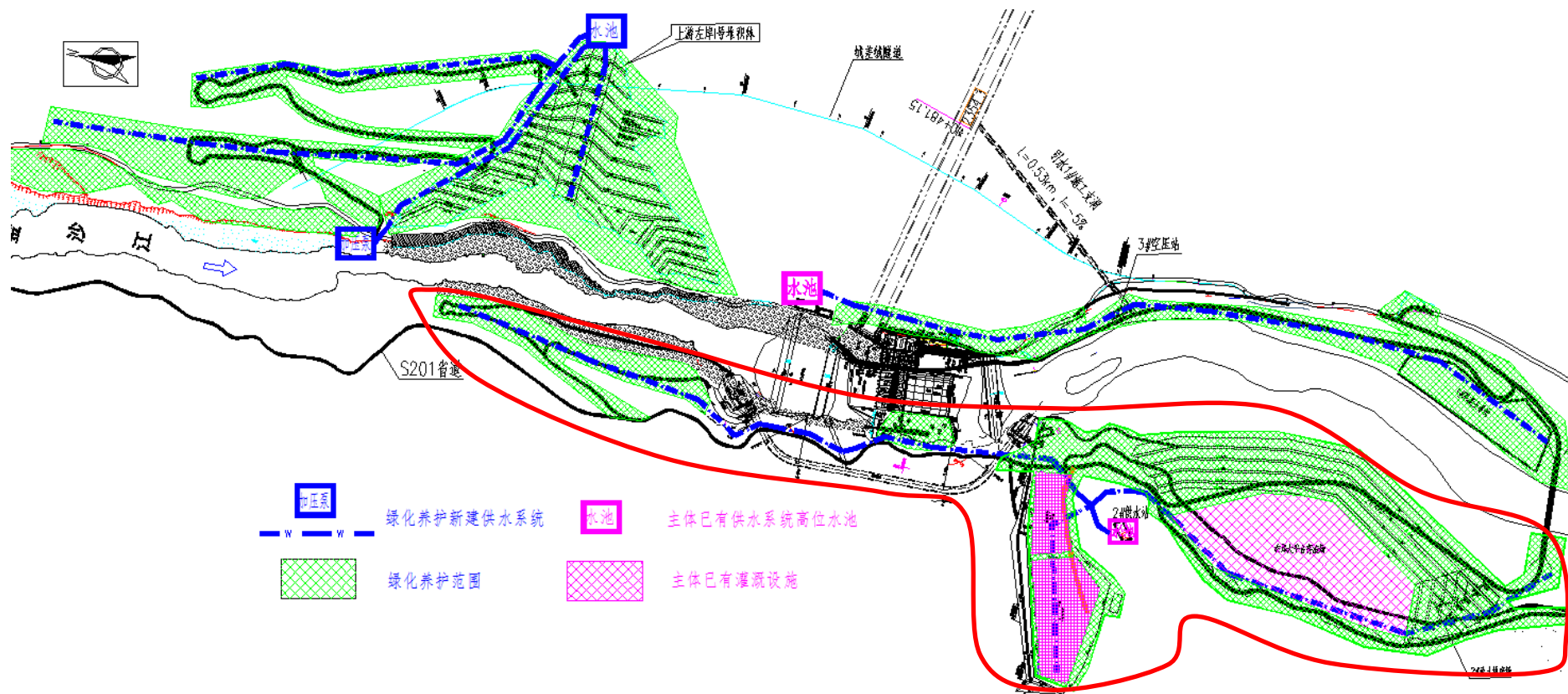


图 5.3-7 右岸大平台弃渣场绿化养护工程布置示意图（红色范围）

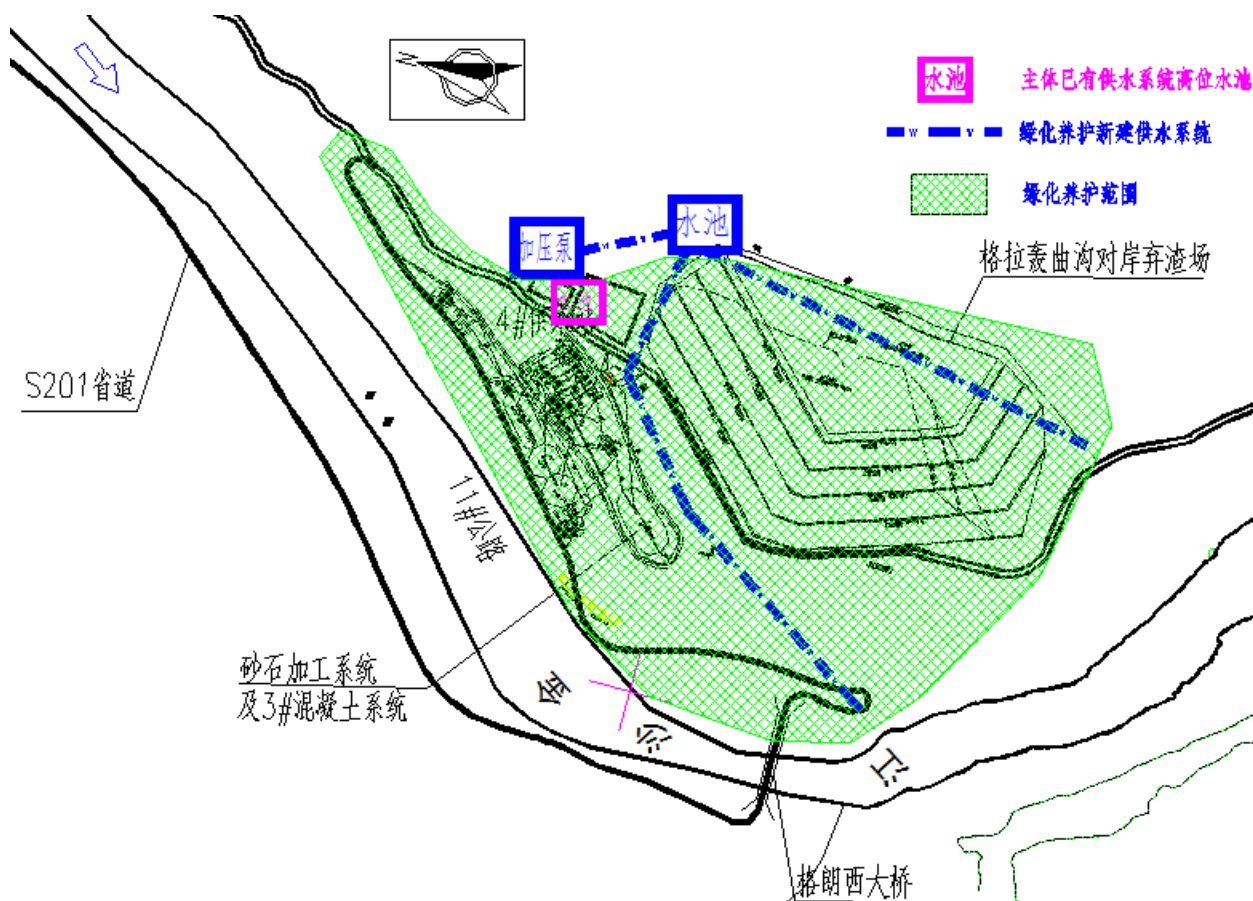


图 5.3-8 格拉麦曲沟对岸弃渣场绿化养护工程布置示意图

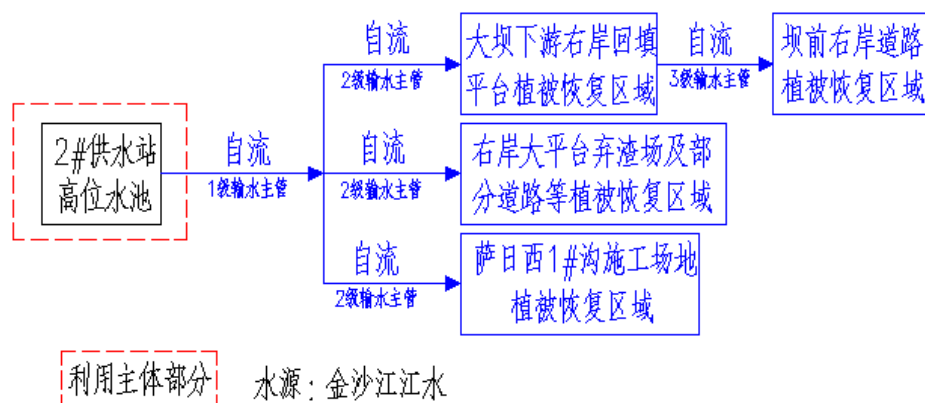


图 5.3-9 右岸大平台弃渣场绿化供水养护系统图

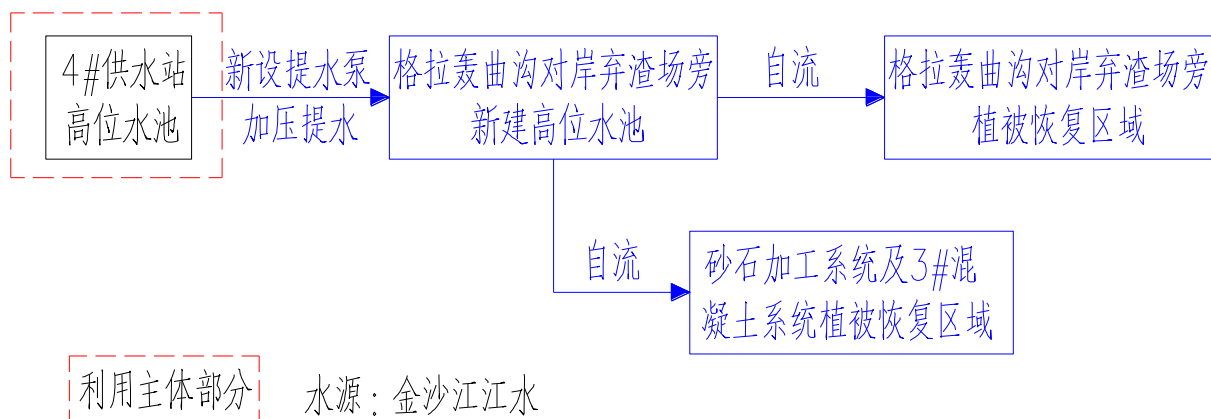


图 5.3-10 格拉轰曲沟对岸弃渣场绿化供水养护系统图

（三）临时措施

1、临时排水沉沙

（1）临时排水沟

本工程 2 座弃渣场堆渣时间长，不可避免要经历雨季，且堆渣处于动态变化过程。因此，方案考虑对堆渣区域设置临时排水沟，以排除堆渣区域内的雨水。临时排水沟采用土质梯形断面，断面尺寸为 $0.5\text{m} \times 0.5\text{m}$ （底宽 $\times$ 深），出口接周边截排水沟，临时排水沟开挖成型后夯实即可。方案估算本区临时截排水沟长度 5800m。

（2）临时沉沙池

对临时排水沟末端设置临时沉沙池，沉淀排水沟中水流挟带的泥沙，共计 19 座，沉沙池出水顺接自然沟道。沉沙池尺寸应满足水流入池后能缓流沉沙为准，本方案沉沙池的规格设计为梯形：顶宽 2.10m，池长 2.70m，池深 1.5m，坡比 1:0.5，容积 $5.47\text{m}^3/\text{座}$ 。沉沙池开挖成型后夯实即可。施工期应及时对沉沙池进行清淤，避免泥沙进入下游沟道，清淤频率视降雨及泥沙分布情况而定。

2、临时拦挡防护

（1）无纺布苫盖

施工期间，为防止大风、大雨对已堆渣渣体造成水土流失，对裸露的渣体进行苫盖，此外，植被栽植初期，需采取无纺布进行覆盖，防止阳光直晒，同时具有保温作用，有利于植被成活，弃渣场共需无纺布 39.86hm^2 。

（2）钢筋石笼挡墙

格拉轰曲沟对岸弃渣场堆渣（料）前设置有拦挡工程，但该弃渣场内部分区堆存有用料；右岸大平台弃渣场顶部部分区域作为堆料场。方案考虑在格拉轰曲沟对岸弃渣场有用

料堆存坡脚、右岸大平台弃渣场顶部堆料坡脚设置钢筋石笼临时挡墙 1203m。钢筋石笼断面呈品字形，底宽 2.0，高度 2.0m，钢筋石笼错缝堆砌，层间和同层搭接处采用细钢筋绑扎，外露面采用钢筋焊接。单个钢筋石笼尺寸为 $2.0\text{m} \times 1.0\text{m} \times 1.0\text{m}$ （长×宽×高）。

二、施工管理措施

1、严格按照“先挡后弃”的原则进行，弃渣、堆料前保证截排水、拦挡工程等设施建设完成；上述措施未完建之前不得弃渣。

2、加强施工管理，进行土石方综合调运利用，尽量减少工程弃渣量。

3、工程各部位产生的弃渣应运至弃渣场内堆置，严禁任意堆置或倾倒至河道、沟道范围内。

4、弃渣填筑边坡坡比严格执行设计标准，填筑分级进行。

5、弃渣要分层堆渣，分层碾压，弃渣场底部填筑硬质岩渣或大块石。

6、施工过程中，注意防护措施的时效性，避免裸露边坡处于无防护状态。

7、运渣过程中，对车辆采取苫盖，避免渣料散溢。

8、加强管理，坚持文明施工，减少或避免对周边区域的扰动，施工活动应控制在征地范围内。

9、鉴于设计深度，下阶段根据主体设计供水系统情况，进一步完善供水灌溉绿化设计。

三、工程量统计

本区新增水土保持措施工程量如下：

工程措施：表土剥离 47070m^3 ，土方收集 74606m^3 ，拦挡工程 1427m，截水沟 2181m，排水沟 7430m，沉沙池 4 个，导排渗沟 43500m，土地整治 21.77hm^2 。

植物措施：撒播草种 3.49hm^2 ，穴播草种 2.79hm^2 ，种植灌木 8724 株，框格植灌草护坡 18.66hm^2 ，泵房 80m^2 ，输提水管道 5920m，喷灌系统管道 41039m，蓄水池 1 座，自动灌溉控制系统 2 套。

临时措施：临时排水沟 5800m，临时沉沙池 19 座，无纺布苫盖 39.86hm^2 ，钢筋石笼挡墙 1203m。

表 5.3-12 弃渣场区新增水土保持措施工程量统计表

序号	项目	单位	工程量		
			格拉聂曲沟 对岸弃渣场	右岸大平台 弃渣场	合计
	工程措施				
一	电站枢纽工程区				
(二)	弃渣场区				
1	表土剥离工程				
1.1	表土剥离 (运距 0.5km 机械)	m ³		47070	47070
1.2	土方收集 (运距 0.5km 机械)	m ³		58675	58675
1.3	土方收集 (运距 3.0km 机械)	m ³	15931		15931
2	拦渣工程	m	592	835	1427
	土方开挖	m ³	8377.43	13041.00	21418.43
	土石回填	m ³	3723.30	5796.00	9519.30
	C20 混凝土挡墙	m ³	8532.56	13282.50	21815.06
	Φ50PVC 排水管	m	1738	2705	4442
3	防洪排导工程				
3.1	截水沟	m	825	1356	2181
	土方槽挖	m ³	150.17	246.82	396.99
	石方槽挖	m ³	600.67	987.28	1587.95
	C20 混凝土	m ³	364.73	599.49	964.22
3.2	排水沟	m	2960	4470	7430
	土方槽挖	m ³	1953.60	2950.20	4903.80
	C20 混凝土	m ³	947.20	1430.40	2377.60
3.3	沉沙池	个	2	2	4
	土方开挖	m ³	10.20	10.20	20.40
	石方开挖	m ³	15.30	15.30	30.60
	C20 混凝土	m ³	9.18	9.18	18.36
3.4	导排渗沟	m	16200	27300	43500
	土方开挖	m ³	14580.00	61245.00	75825.00
	石方开挖	m ³	21870.00		21870.00
	渗沟碎石回填	m ³	16200.00	27300.00	43500.00
	级配碎石反滤层	m ³	20250.00	34125.00	54375.00
4	土地整治工程	hm ²	14.06	7.71	21.77
4.1	全面整地	hm ²	3.49		3.49
4.2	覆土 (运距 6km, 机械)	m ³	10470		10470
4.3	覆土 (运距 0.5km, 人工)	m ³		15420	15420
4.5	覆土 (运距 6km, 人工)	m ³	15560		15560
4.6	土壤保水保肥	m ³	26030	15420	41450
	拌和肥料及保水剂	m ³	26030	15420	41450
	复合肥	kg	2082	1234	3316
	有机肥	kg	208240	123360	331600

5 水土保持措施

序号	项目	单位	工程量		
			格拉轰曲沟 对岸弃渣场	右岸大平台 弃渣场	合计
	保水剂	kg	625	370	995
4.7	施有机肥处理	hm ²	2.79		2.79
	施有机肥	hm ²	2.79		2.79
	有机肥	kg	55800		55800
	植物措施				
一	电站枢纽工程区				
(二)	弃渣场区				
1	种草籽				
	混播紫花苜蓿、黑麦草、波斯菊	hm ²	3.49		3.49
	穴播紫花苜蓿、黑麦草、波斯菊	hm ²	2.79		2.79
2	植树				
2.1	种植灌木				
	栽植川滇蔷薇	株	2908		2908
	栽植白刺花	株	2908		2908
	栽植胡枝子	株	2908		2908
3	生态护坡工程				
3.1	框格植灌草护坡	hm ²	9.37	9.29	18.66
	C25 混凝土框格梁	m ³	2057.5	4907.87	6965.37
	钢筋制安	t	216.76	517.06	733.82
	混播紫花苜蓿、黑麦草、波斯菊	hm ²	7.78	7.71	15.49
	栽植小鞍叶羊蹄甲	株	9725	9638	19363
	栽植戟叶酸模	株	9725	9638	19363
4	绿化养护供水工程				
4.1	水泵房（1座，100m ² /座）	m ²	80		80
4.2	输提水管路	m	4540	1380	5920
4.2.1	提水管路	m	150		150
4.2.1.1	DN350 镀锌钢管（1.6Mpa）	m			0
4.2.1.2	DN350 镀锌钢管（2.5Mpa）	m	150		150
4.2.1.3	镇支墩	个	3		3
	C25 混凝土	m ³	18		18
	钢筋制安	t	0.72		0.72
	基础插筋（Φ25，L=2.0m）	根	12		12
4.2.2	输水管路	m	4390	1380	5770
4.2.2.1	DN250 镀锌钢管（2.5Mpa）	m	800		800
4.2.2.2	Φ315PE 管（1.6Mpa）	m	620		620
4.2.2.3	Φ315PE 管（1.25Mpa）	m		350	350
4.2.2.4	Φ280PE 管（1.25Mpa）	m		1380	1380
4.2.2.5	Φ225PE 管（1.25Mpa）	m	1860	1860	3720
4.2.2.6	Φ160PE 管（1.25Mpa）	m	1110	610	1720

5 水土保持措施

序号	项目	单位	工程量		
			格拉袁曲沟 对岸弃渣场	右岸大平台 弃渣场	合计
4.2.2.7	Φ140PE 管 (1.25Mpa)	m		1250	1250
4.2.2.8	镇支墩	个	88	108	196
	C25 混凝土	m ³	528	638	1166
	钢筋制安	t	21.12	25.23	46.35
	基础插筋 (Φ25, L=2.0m)	根	352	434	786
4.3	喷灌系统管路	m	19253	21786	41039
	Φ75PE 管 (1.6Mpa)	m	9627	10518	20145
	Φ50PE 管 (1.6Mpa)	m	5776	6801	12577
	Φ32PE 管 (1.6Mpa)	m	3850	4467	8317
4.4	蓄水池 (800m ³ /座, 矩形, 参见图集 05S084)	座	1		1
	土方开挖	m ³	284.26		284.26
	石方开挖	m ³	663.26		663.26
	土石方回填	m ³	142.13		142.13
	C15 混凝土	m ³	23.20		23.20
	C25 混凝土	m ³	174.40		174.40
	钢筋制安	t	21.27		21.27
4.5	水泵	台	4		4
	D360-40 (3 台+1 备), 多级泵, 额定流量 440m ³ /s, 扬程 106.5m, 电机功率 185kW	台	4		4
4.6	喷灌设备	套	1316	1572	2888
	喷嘴 (工作压力 0.20Mpa, 射程 13.3m, 流量 1.22m ³ /h)	套	1316	1572	2888
4.7	闸阀	套	29	36	65
4.8	自动灌溉控制系统	套	1	1	2
5	抚育管理				
	林草抚育	hm ²	11.27	7.71	18.98
	临时措施				
一	电站枢纽工程区				
(二)	弃渣场区				
1	临时排水沉沙				
1.1	临时排水沟	m	3000	2800	5800
	土方开挖	m ³	1125	1050	2175.00
1.2	临时沉沙池	个	10	9	19
	土方开挖	m ³	54.7	49.23	103.93
2	临时拦挡防护				
2.1	无纺布苫盖	hm ²	23.67	16.19	39.86
2.2	钢筋石笼挡墙		330	873	1203
	土方开挖	m ³	462.00		462.00
	土石回填	m ³	125.40		125.40
	钢筋石笼	m ³	990.00	2619.00	3609.00

5.3.1.3 表土堆存场防治区

本区防治部位包括 2 个表土堆存场，分别为 1#表土堆存场、2#表土堆存场。

一、治理措施

(一) 工程措施

1、拦挡工程

本区共有 2 座表土堆存场，表土堆存场启用前在堆土坡脚设置拦挡工程，2 座表土堆存场均为坡地型弃渣场，其拦挡工程为挡墙。本区共布置拦挡工程 205m，其中 1#表土堆存场 115m，2#表土堆存场 90m。

1#表土堆存场位于金沙江左岸，挡墙平面上呈折线。2#表土堆存场位于金沙江右岸，顺金沙江布置，平面上呈直线，与金沙江最近的直线距离为 140m。2 座表土堆存场挡墙均为钢筋石笼堆筑。1#表土堆存场挡墙断面呈品字形，高度 2.0m，顶宽 1.0m，底宽 2.0m；2#表土堆存场挡墙断面呈梯形，钢筋石笼分 5 层堆筑，高度 5.0m，顶宽 1.0m，底宽 5.0m；钢筋石笼错缝堆筑，层间和同层搭接处采用细钢筋绑扎，外露采用钢筋焊接。单个钢筋石笼尺寸为 2.0m×1.0m×1.0m（长×宽×高）。

表 5.3-13 表土堆存场拦挡工程特性表

序号	项 目	1#表土堆存场	2#表土堆存场
1	拦挡工程类型	挡土墙	挡土墙
2	墙顶高程 (m)	2520.00	2396
3	墙顶宽度 (m)	1.0	1.0
4	墙顶轴线长度 (m)	115	90
5	最大墙高 (m)	2	5
6	基础埋深 (m)	0.5	0.5
7	堆筑材料	钢筋石笼	钢筋石笼

2、防洪排导工程

(1) 截水沟

根据表土堆存场的地形情况及表土堆存场上游汇水面积，综合考虑布设表土堆存场截水沟。1#表土堆存场上游侧设置截水沟 262m，2#表土堆存场上游侧的截水沟与右岸大平台弃渣场共用，本区不再计列 2#表土堆存场截水沟长度与工程量。截水沟水力计算同枢纽工程区，部分区域的截水沟纵坡较陡，需设置跌水坎，出口结合消力池消能。

表 5.3-14 表土堆存场截水沟设计排水流量计算结果表

序号	项目	单位	1#表土堆存场截水沟	2#表土堆存场截水沟
1	径流系数 (φ)		0.75	与右岸大平台弃渣场共用截水沟
2	平均降雨强度 (q)	mm/min	1.05	
2.1	重现期转换系数(C_p)		1.22	
2.2	降雨历时转换系数 (C_t)		0.69	
2.3	5 年重现期和 10min 降雨历时的标准降雨强度($q_{5,10}$)	mm/min	1.25	
3	集雨面积 (F)	km ²	0.065	
4	汇流时间 (t)	min	19.44	
4.1	坡面汇流历时 (t_1)	min	17.15	
4.1.1	坡面流的长度 (L_s)	m	490	
4.1.2	坡面流的坡降 (i_s)		0.54	
4.1.3	地面粗度系数 (m_1)		0.30	
4.2	沟 (管) 内汇流历时 (t_2)	min	2.28	
4.2.1	沟 (管) 分段长度 (l_i)	m	262	
4.2.2	沟 (管) 内平均流速 (v_i)	m/s	1.91	
4.2.2.1	沟 (管) 内平均坡度 (i)		0.02	
5	分流系数	/	1.00	
6	(Q_m) 设计流量	m ³ /s	0.85	
备注			陡峻山地,地面为稀疏草地, 部分为草地, 单向排水	

表 5.3-15 表土堆存场截水沟过水断面计算表

部位	截水沟长度 (m)	截水沟过水断面	水力要素					过流能力	
			A	χ	R	C	i	Q(m ³ /s)	V(m/s)
1#表土堆存场截水沟	262	b=0.5;h=0.5;m=0.3	0.33	1.54	0.210	51.42	0.02	1.08	3.34
2#表土堆存场截水沟	与右岸大平台弃渣场共用截水沟								
合计	262								

(2) 沉沙池

为拦蓄本区泥沙,根据地形,于截水沟末端出口处设沉沙池 1 个(位于 1#表土堆存场截水沟末端,2#表土堆存场与右岸大平台弃渣场共用截水沟与沉沙池,2#表土堆存场不再考虑布设沉沙池),沉沙池出水排入道路排水沟。沉沙池(型号 I 型)采用 C20 混凝土浇筑 30cm 厚,净尺寸为 1.5m×1.0m×1.0m(净宽×净长×净高)。应及时对沉沙池进行清淤,避免泥沙进入下游沟道。

3、土地整治工程

(1) 全面整地

2#表土堆存场使用完毕后, 将作为堆渣区域, 2#表土有关土地整治措施、植被恢复等纳入右岸大平台弃渣场。水土保持专业考虑在 1#表土堆存场场地利用完毕后, 对占压的土地进行全面整治, 本区全面整地面积为 1.68hm^2 。

(2) 施有机肥处理

对表土堆存场进行全面整地后, 对全面整地区域采取施有机肥处理的措施, 有机肥施用量为 $2\text{kg}/\text{m}^2$, 采取施有机肥处理措施的面积为 1.68hm^2 。

4、土壤改良

考虑对本区临时堆存的表土、土方进行土壤改良, 用于后期绿化用土, 初步考虑施复合肥+有机肥+绿肥的改良方式。改良工作分两个时期, 分别为堆土期、土料堆存期。

堆土期: 本阶段主要采取肥料和土料混合的改良方式, 表土堆存采用由下而上的堆存, 每堆存 0.5m 后, 施一次复合肥与有机肥, 直至堆土完成。 1m^3 土需添加复合肥 80g , 有机肥 8kg 。

土料堆存期: 将复合肥溶于水后, 采取喷洒的方式施于表土堆存场, 用量为 $500\text{kg}/\text{hm}^2$, 每年施肥三次, 每次间隔 4 个月, 共施肥 5 年。

5、土壤改良关键技术研究及示范建设

本项目可剥离表土资源稀缺, 土壤养分含量低, 为满足后期生态修复及复垦需要, 并为昌波水电站的生态建设打下坚实基础, 需开展土壤改良研究, 并进行土壤改良关键技术示范建设, 示范建设改良土壤工程量 0.1万 m^3 。

(二) 植物措施

1、绿化范围

本区绿化区域主要为表土堆存场堆土结束后的场地, 表土堆存场堆土后表土及植被受到占压, 施工结束后需进行翻松和施有机肥处理, 然后根据原占地类型进行绿化。1#表土堆存场绿化面积共计 1.68hm^2 , 2#表土堆存场绿化已纳入右岸大平台弃渣场一并考虑。

2、立地条件分析

表土堆存场降雨、气温等基本和枢纽工程区一致, 绿化区域主要为堆土后的场地, 区域较为平缓, 全面整地后即可进行绿化。但绿化范围内存在缺水、缺肥、温度低等特点, 需采取保水、保肥、保温等措施改善立地条件。

3、绿化方案

(1) 种树

2座表土堆存场地形均较平缓,在堆土结束并进行土地整治后,对1#表土堆存场种植灌木,面积 1.68hm^2 。

(2) 种草

在1#表土堆存场种植的灌木下撒播草种,面积 1.68hm^2 。

4、树草种选择

(1) 种树

灌木树种选择白刺花、川滇蔷薇、胡枝子等。

(2) 种草

草本选择紫花苜蓿、黑麦草、波斯菊。

5、种植密度

(1) 种树

灌木间植,株行距为 $2\text{m}\times 2\text{m}$,约 $2500\text{株}/\text{hm}^2$;白刺花、川滇蔷薇、胡枝子混交,比例1:1:1。

(2) 种草

草种:紫花苜蓿、黑麦草、波斯菊混播,撒播量为 $180\text{kg}/\text{hm}^2$,混播比例为1:1:1。

6、绿化养护工程

表土堆存场区包括1#表土堆存场、2#表土堆存场。2#表土堆存场靠近右岸大平台弃渣场,已将其绿化养护工程纳入右岸大平台弃渣场绿化养护工程。2#混凝土系统、10#路等靠近1#表土堆存场,考虑将其绿化养护工程纳入1#表土堆存场绿化养护工程。

1#表土堆存场绿化养护工程:主体专业在1#表土堆存场旁设置3#供水站高位水池,丽水源为金沙江江水。水土保持专业从3#供水站高位水池引接1级输水管道至1#表土堆存场及2#混凝土系统绿化范围,再从1级输水管道末端引接2级输水管道至10#道路等植被恢复区域,最后在1级、2级输水管道上布置喷灌系统管路向绿化区域供水养护。

自动灌溉控制系统:主要是通过利用计算机、采集控制器、传感器等先进技术对绿化灌溉区域进行监控管理,保证适时适量地满足植物生长所需的水分。水土保持方案报告书仅考虑计列灌溉自动控制系统的费用,下阶段应开展详细的设计工作。

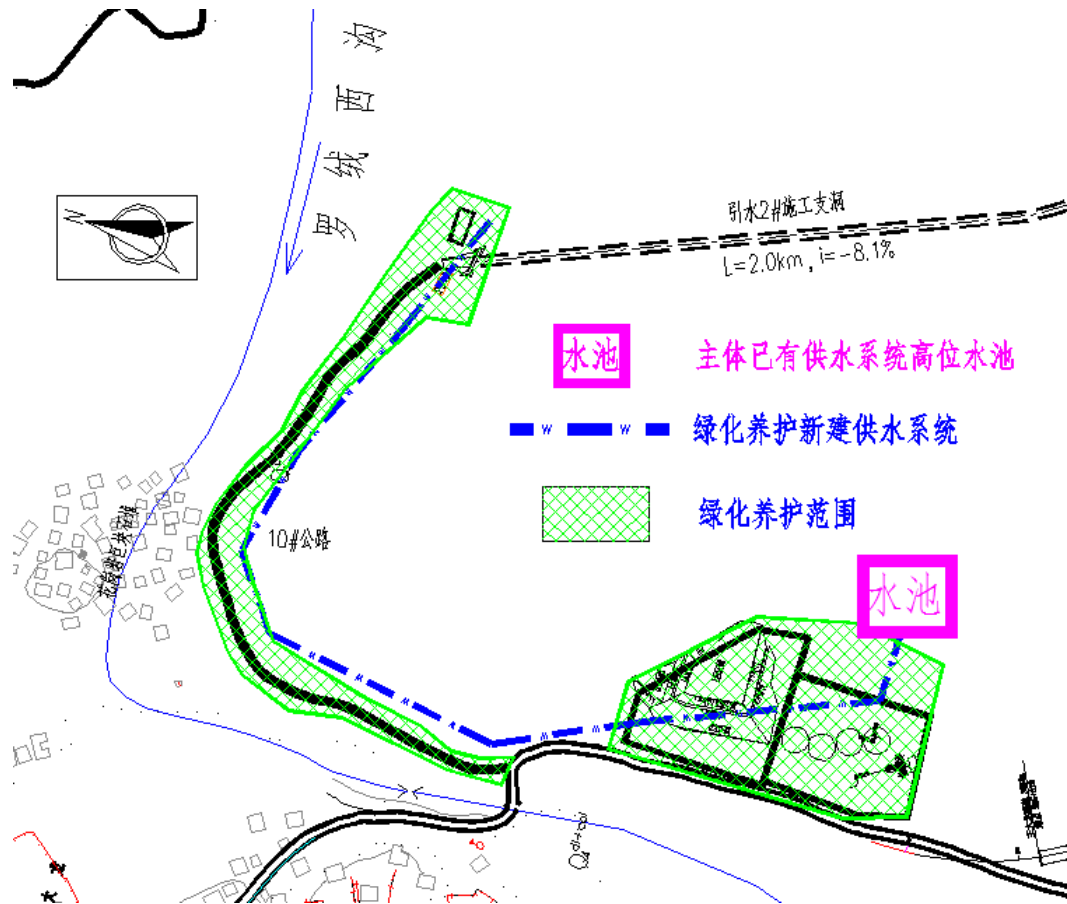


图 5.3-11 1#表土堆存场绿化养护工程布置示意图

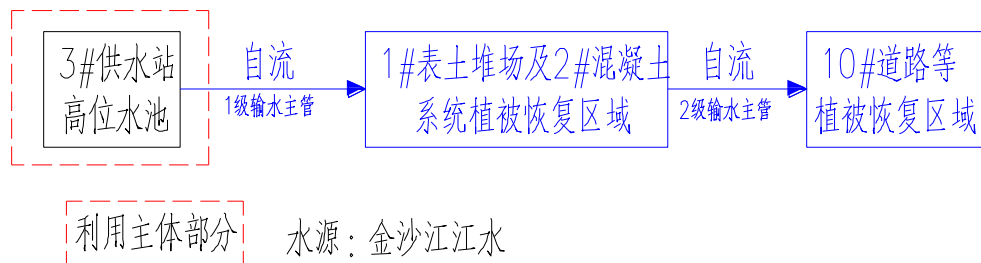


图 5.3-12 1#表土堆存场绿化供水养护系统图

(三) 临时措施

1、临时拦挡防护

(1) 无纺布苫盖

在表土堆存初期撒播绿肥作物时，拟考虑采用无纺布进行苫盖，可防止种子不被大风刮走，避免阳光直晒，同时起到保温作用，此外，表土临时堆存场施工迹地植被栽植初期，需采取无纺布进行覆盖，防止阳光直晒，同时具有保温作用，有利于植被成活。本区需无纺布面积为 3.55hm^2 ，其中 1#表土堆存场 2.18hm^2 ，2#表土堆存场 1.37hm^2 。

2、种草

土料堆存完毕后，于表层撒播绿肥作物，可进一步改善土壤质地，同时由于施工期较长，可同时对临时堆存的表土进行防护。本区撒播绿肥作物面积为 2.87hm^2 ，其中 1#表土堆存场 1.76hm^2 ，2#表土堆存场 1.11hm^2 。拟撒播绿肥为紫花苜蓿，用种量为 $180\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

二、施工管理措施

1、表土运输过程中，采取防护措施防止有用料散溢。干热天运输需考虑洒水防尘措施，运输车辆尽量采取抑尘网苫盖。

2、拦挡措施应在堆表土前建成，避免堆料过程中表土沿坡面滚落，造成大范围扰动。

3、表土集中堆放，边坡坡比严格执行设计要求。

4、表土堆存活动应控制在设计的堆存范围内，不得扰动征地红线外的土地。

5、鉴于设计深度，下阶段根据主体设计供水系统情况，进一步完善供水灌溉绿化设计。

三、工程量统计

本区新增水土保持措施工程量如下：

工程措施：拦挡工程 205m，截水沟 262m，沉沙池 1 个，土地整治 1.68hm^2 ，堆土期掺肥 279732m^3 ，堆存期喷肥 2.41hm^2 。

植物措施：种草籽 1.68hm^2 ，种植灌木 4200 株，输提水管道 1260m，喷灌系统管道 2824m，自动灌溉控制系统 1 套。

临时措施：无纺布苫盖 3.55hm^2 ，撒播绿肥作物 2.87hm^2 。

表 5.3-16 表土堆存场区新增水土保持措施工程量统计表

序号	项目	单位	工程量		
			巴塘县	芒康县	合计
			1#表土堆存场	2#表土堆存场	
	工程措施				
一	电站枢纽工程区				
(三)	表土堆存场区				
1	拦挡工程	m	115	90	205
	土方开挖	m^3	161.00	722.70	883.70
	土石回填	m^3	43.70	202.50	246.20
	钢筋石笼挡墙	m^3	345.00	1350.00	1695.00
2	防洪排导工程				
2.1	截水沟	m	262		262
	土方槽挖	m^3	39.32		39.32
	石方槽挖	m^3	157.26		157.26
	C20 混凝土	m^3	99.64		99.64
2.2	沉沙池	个	1		1
	土方开挖	m^3	3.00		3.00

5 水土保持措施

序号	项目	单位	工程量		
			巴塘县	芒康县	合计
			1#表土堆存场	2#表土堆存场	
	石方开挖	m ³	4.50		4.50
	C20 混凝土	m ³	2.87		2.87
3	土地整治工程	hm ²	1.68		1.68
3.1	全面整地	hm ²	1.68		1.68
3.2	施有机肥处理	hm ²	1.68		1.68
	施有机肥	hm ²	1.68		1.68
	有机肥	kg	33600		33600
4	土壤改良工程				
4.1	堆土期掺肥	m ³	51255	228477	279732
	拌和肥料	m ³	51255	228477	279732
	复合肥	kg	4100	18278	22378
	有机肥	kg	410040	1827816	2237856
4.2	堆存期喷肥	hm ²	1.68	0.73	2.41
	喷洒复合肥溶液	hm ²	1.68	0.73	2.41
	复合肥	kg	12600	5475	18075
	植物措施				
一	电站枢纽工程区				
(三)	表土堆存场区				
1	种草籽			已纳入弃渣场区	
	混播紫花苜蓿、黑麦草、波斯菊	hm ²	1.68		1.68
2	植树				
2.1	种植灌木				
	栽植川滇蔷薇	株	1400		1400
	栽植白刺花	株	1400		1400
	栽植胡枝子	株	1400		1400
3	绿化养护供水工程				
3.1	输提水管路	m	1260		1260
3.1.1	输水管路	m	1260		1260
3.1.1.1	Φ160PE 管 (1.25Mpa)	m	1260		1260
3.1.1.2	镇支墩	个	25		25
	C25 混凝土	m ³	150		150
	钢筋制安	t	6.00		6.00
	基础插筋 (Φ25, L=2.0m)	根	100		100
3.2	喷灌系统管路	m	2824		2824
	Φ75PE 管 (1.6Mpa)	m	1412		1412
	Φ50PE 管 (1.6Mpa)	m	847		847
	Φ32PE 管 (1.6Mpa)	m	565		565
3.3	喷灌设备	套	193		193

序号	项目	单位	工程量		
			巴塘县	芒康县	合计
			1#表土堆存场	2#表土堆存场	
	喷嘴（工作压力 0.20Mpa，射程 13.3m，流量 1.22m ³ /h）	套	193		193
3.4	闸阀	套	8		8
3.5	自动灌溉控制系统	套	1		1
4	抚育管理				
	林草抚育	hm ²	1.68		1.68
5	土壤改良关键技术研究及示范建设 (示范建设改良土壤工程量 0.1 万 m ³)	项			1
	临时措施				
一	电站枢纽工程区				
(三)	表土堆存场区				
1	临时拦挡防护				
1.1	无纺布苫盖	hm ²	2.18	1.37	3.55
2	种草籽				
2.1	撒播紫花苜蓿	hm ²	1.76	1.11	2.87

5.3.1.4 交通设施防治区

本区主要包括永久交通道路和临时交通道路。永久道路、临时道路均包括明线、隧道、桥梁等。

永久道路明线长度 4.96km，隧道 5.21km，桥梁 1 座，占地面积 12.31hm²。其中明线占地面积 11.57hm²（含桥梁占地），隧洞洞口占地面积 0.74hm²。

临时道路明线长度 21.87km，隧道 2.82km，桥梁 2 座，占地面积 50.72hm²。其中明线占地面积 48.99hm²（含桥梁占地、部分隧洞洞口占地），隧洞洞口占地面积 1.73hm²。明线占地面积中有 2.60hm²位于水库淹没范围内。

主体设计已考虑交通道路区的排水措施，临时道路复垦 0.85hm²，具体详见 3.2.7，本小节主要为水土保持方案新增的水土保持措施。

一、治理措施

（一）永久道路

一）工程措施

1、表土剥离工程

（1）表土剥离

永久交通道路沿线占地范围内存在部分耕园地，占用的耕园地区域有一定量的表土资

源；灌草地区域表土层较薄，表土剥离不具有操作性，方案对灌草地中的表土暂不考虑剥离。经估算耕园地可剥离面积分别为 0.39hm^2 、 0.12hm^2 ，可剥离厚度根据现场开挖剖面进行确定，耕地和园地可剥离厚度平均按 30cm 考虑，可剥离表土量为 1530m^3 ，表土采用反铲挖掘机进行剥离，剥离后的表土就近运至表土堆存场进行堆放，运距平均按 1.0km 考虑。

（2）土方收集

交通道路占地类型主要为灌草地、少量的耕园地。本区表土剥离之后，耕园地下部仍有一定的土方，灌草地所在区域也有一定的土方。方案考虑在施工前对土方进行收集，并与其他区域剥离的表土集中堆存和改良，用作后期植被绿化覆土用。根据供需情况，初步考虑在永久道路占地范围收集土方 6716m^3 。土料采用反铲挖掘机收集，收集后就近运至表土堆存场，平均运距 1.0km 。

2、防洪排导工程

主体设计已考虑交通道路排水措施设计，方案主要考虑补充排水措施的沉沙池。

（1）沉沙池

为沉淀泥沙，在各道路排水沟根据地形条件在排水沟末端或每 500m 设置沉沙池 1 个，永久道路共设置沉沙池 9 个，沉沙池为 I 型沉沙池，净尺寸为 $1.5\text{m}\times 1.0\text{m}\times 1.0\text{m}$ （长 $\times$ 宽 $\times$ 深），采用 C20 混凝土现浇，底板和壁厚均为 0.3m 。

3、土地整治工程

（1）全面整地

永久道路施工结束后，对道路低矮的土质边坡及平缓区域进行平整，回填坑凹，清理建筑垃圾，永久道路全面整地面积为 1.07hm^2 。

（2）覆土

对低矮的土质边坡及平缓区域全面整地后，进行覆土，平均覆土厚度 0.2m ；永久交通道路共计覆土量为 2140m^3 ，土料来源于表土堆存场改良的土方，平均运距 1.0km 。

（3）土壤保水保肥

土壤保水保肥处理主要是对覆土土料添加复合肥和有机肥、保水剂进行处理，增加土壤肥力和保水性，在覆土区域实施植物措施后，有助于植物措施生长，提高植物成活率。其中每 1m^3 土需添加复合肥 80g ，有机肥 8kg ，保水剂 24g 。永久交通道路土壤保水保肥处理覆土量为 2140m^3 。

（4）施有机肥处理

永久道路原占地类型植被稀疏，方案考虑对本区征地红线内其他不扰动的区域，采用施有机肥处理的措施提高土壤肥力，改善区域植被长势，尽量提高区域内林草覆盖率。有机肥施用量为 $2\text{kg}/\text{m}^2$ ，采取施有机肥处理措施的面积为 2.02hm^2 。

二）植物措施

1、绿化范围与绿化思路

永久道路绿化范围包括路基两侧平缓区域及低矮的土质边坡、交通道路其他开挖回填边坡。鉴于现阶段永久道路设计深度，方案考虑对路基一侧或两侧种植行道树，低缓的土质边坡及平缓区域种植灌木撒播草种恢复植被，开挖回填边坡根据不同的边坡类型采用框格植生袋护坡、厚层基材植物护坡、植被混凝土护坡等进行植被恢复。方案考虑的水土保持措施均在主体工程稳定的基础上进行。

2、立地条件分析

本区域永久道路海拔为 $2350\sim 2450\text{m}$ ，原地貌植被类型主要以林草地为主，地形坡度较陡。工程区大部分永久道路开挖回填边坡坡面较陡，永久道路填筑边坡主要为土石渣形成的地表和边坡，开挖坡面主要为土质或岩石裸露面，立地条件较差。边坡植被恢复主要考虑适应高陡边坡的植被混凝土、厚层基材植物护坡、综合护坡等措施，并做好植被恢复的养护措施。

3、绿化方案

（1）生态护坡工程

永久交通道路生态护坡工程主要包括框格植生袋护坡、厚层基材植物护坡、植被混凝土护坡。

框格植生袋护坡主要布置在低缓的石质边坡，框格梁采用 C25 混凝土结构，菱形框格结构尺寸 $2.5\text{m} \times 2.5\text{m}$ ，框格梁内填筑植生袋。框格生态袋护坡面积 1.46hm^2 ，植生袋土料来源为本项目表土堆存场改良的土方。厚层基材植物护坡主要布置在边坡较高但坡比较小的边坡，厚层基材植物护坡 4.30hm^2 。植被混凝土护坡主要布置在边坡较高但坡比较大的边坡，植被混凝土护坡面积为 1.05hm^2 。

（2）植树

永久交通道路植树区域主要为道路一侧或两侧种植行道树 464 株，低缓的土质边坡及平缓区域在土地整治后种植灌木，面积为 1.07hm^2 。

（3）种草籽

考虑在种植的行道树下、低缓的土质边坡及平缓区域种植的灌木下撒播草种，撒播草种面积为 1.07hm^2 ；对永久道路征地红线范围内的未扰动区域在施有机肥处理后，穴播草种，面积为 2.02hm^2 。

表 5.3-17 永久道路植被恢复措施类型一览表

序号	绿化范围立地条件情况	H (m)	开挖或回填 边坡坡比	措施类型及数量	备注
1	道路一侧或两侧	/	/	种植行道树 464 株	采取的 护坡措施均在 主体设计的 稳定边坡上 进行
2	低缓的土质边坡及平缓区域	≤2	< 1:1.5	覆土后种植灌木 2675 株、撒播草籽 1.07hm ²	
3	低缓的石质边坡	≤2	< 1:1.5	框格植生袋护坡 1.46hm ²	
4	低陡的边坡	主体设计已根据实际情况考虑边坡挡墙防护等措施			
5	边坡较高但坡比较小的边坡	> 2	< 1:1.5	厚层基材植物护坡 4.30hm ²	
6	边坡较高但坡比较大的边坡	> 2	> 1:1.5	植被混凝土护坡 1.05hm ²	
7	征地范围未扰动区域	> 2	> 1:1.5	穴播草籽 2.02hm ²	

4、树草种选择

树种选择应考虑适地适树，行道树选择云南土沉香、清香木，灌木树种选择白刺花、川滇蔷薇、胡枝子等。草本可选择紫花苜蓿、黑麦草、波斯菊等。

5、种植密度

乔木：交通道路沿线共种植行道树 464 株，行道树株间距为 5m。

灌木：间植，株行距为 $2\text{m} \times 2\text{m}$ ，约 2500 株/ hm^2 ；白刺花、川滇蔷薇、胡枝子混交，比例 1:1:1。

草种：紫花苜蓿、黑麦草、波斯菊混播，撒播或穴播量为 $180\text{kg}/\text{hm}^2$ ，混播比例为 1:1:1，穴距 20cm。

6、绿化养护供水工程

交通道路绿化养护供水工程已计入枢纽工程区、弃渣场区等，本区不再计列相应的措施与工程量。

三）临时措施

1、临时排水沉沙

（1）泥浆沉淀池

为存放桥梁钻孔排出的钻渣、泥浆等，回收利用泥浆和防治水土流失，在永久桥两侧桥头各布设 1 个沉淀池，具体位置可根据场地条件调整。沉淀池尺寸为 $5\text{m} \times 5\text{m} \times 1.5\text{m}$ （长 $\times$ 宽 $\times$ 深），梯形断面，坡比为 1:1，内壁及边缘 0.3m 内铺设土工膜。

2、临时拦挡防护

(1) 无纺布苫盖

施工期间对无法及时恢复植被的裸露区域采用无纺布进行苫盖；另外，对恢复植被的区域，在植被栽植初期，也采取无纺布进行覆盖，防止阳光直晒，无纺布具有保温作用，有利于植被成活。永久道路共需无纺布 7.87hm^2 。

(2) 钢管桩竹串片临时拦挡

为防止道路开挖过程中土石渣滚落，较陡的道路边坡开挖前，沿下边坡布设钢管桩竹串片临时拦挡，道路开挖结束并清理土石渣后拆除。永久道路共布设串片临时拦挡 1392m 。单根钢管桩总长度为 3.0m ，入土深度为 1.5m ，地面以上高度为 1.5m ，并在地面以上 0.75m 高处采用 $\Phi 50$ 钢管横向绑扎，内侧绑扎竹串片形成栅栏。

表 5.3-18 永久道路水土保持措施统计表

位置	明线/ 隧道	名称	长度 (km)	占地面 积 (hm ²)	工程措施							植物措施							临时措施			备注	
					表土剥离工程		防洪排 导工程	土地整治				种草籽		植树		生态护坡工程			临时排 水沉沙	临时拦挡防护			
					表土剥 离 (m ³)	土方收 集 (m ³)		全面整 地 (hm ²)	覆土 (m ³)	土壤保 水保肥 处理 (m ³)	施有机 肥处理 (hm ²)	撒播草 种 (hm ²)	穴播草 种 (hm ²)	种植行 道树 (株)	种植灌 木 (株)	框格生 态袋护 坡 (hm ²)	厚层基 材植物 (hm ²)	植被混 凝土护 坡 (hm ²)		泥浆沉 淀池 (座)	无纺布 苫盖 (hm ²)		临时 拦挡
金沙江 左岸	明线	1 # 公路	0.80	3.29		329	1												0.28			560	
		10 # 公路	0.90	2.85	1530	5030	1	0.23	460	460	0.46	0.23	0.46	134	575	0.35	1.00	0.28		1.85	402	包括引水 2#施工支 洞洞口占地	
		12 # 公路	1.20	/			3															占地已进入枢纽工 程	
		左岸上坝公 路	0.50	/																		占地已进入枢纽工 程	
		坝区进厂公 路	0.36	2.07		207	1	0.19	380	380	0.38	0.19	0.38	42	475	0.29	0.82	0.23		1.52	126		
		厂坝公路改 扩建	/																			改建内容为增设错 车平台	
		小计	3.76	8.21	1530	5566	6	0.70	1400	1400	1.40	0.70	1.40	296	1750	1.06	3.03	0.85	1	5.62	888		
	隧道	引水 2#施工 支洞	2.00	/																			占地已计入 10 号公 路
		引水 4#施工 支洞	0.80	/																			洞口位于地下，无 占地
		厂区 1#施工 支洞	0.35	/																			占地已纳入枢纽工 程
厂区 2#施工 支洞		0.17	/																			洞口位于地下，无 占地	
厂区 3#施工 支洞		0.16	/																			洞口位于地下，无 占地	
调压井交通 洞		0.74	0.20				0.10	200	200	0.03	0.10	0.03		250		0.05			0.15				
尾水闸交通 洞		0.16	/																			洞口位于地下，无 占地	
进厂交通洞		0.83	0.54																				
小计		5.21	0.74				0.10	200	200	0.03	0.10	0.03		250		0.05			0.15				
金沙江 右岸	明线	右岸大平台 弃渣场保通 路	0.50	1.15		1150	1	0.10	200	200	0.25	0.10	0.25	36	250	0.15	0.50		1	0.76	108	部分占地已计入 2# 弃渣场	
		4 # 公路	0.70	2.21			2	0.17	340	340	0.34	0.17	0.34	132	425	0.25	0.72	0.20		1.34	396		
		小计	1.20	3.36		1150	3	0.27	540	540	0.59	0.27	0.59	168	675	0.40	1.22	0.20	1	2.1	504	占地已纳入枢纽工 程	
合计			10.17	12.31	1530	6716	9	1.07	2140	2140	2.02	1.07	2.02	464	2675	1.46	4.30	1.05	2	7.87	1392		

(二) 临时道路

一) 工程措施

1、表土剥离工程

(1) 表土剥离

临时交通道路沿线占地范围内存在部分耕园地,占用的耕园地区域有一定量的表土资源;灌草地区域表土层较薄,表土剥离不具有操作性,方案对灌草地中的表土暂不考虑剥离。经估算耕园地可剥离面积分别为 0.57hm^2 、 0.28hm^2 ,可剥离厚度根据现场开挖剖面进行确定,耕地和园地可剥离厚度平均按 30cm 考虑,可剥离表土量为 2550m^3 ,表土采用反铲挖掘机进行剥离,剥离后的表土就近运至表土堆存场进行堆放,运距平均按 3.0km 考虑。

(2) 土方收集

临时交通道路占地类型主要为灌草地、少量的耕园地。临时道路表土剥离之后,耕园地下部仍有一定量的土方,灌草地所在区域也有一定量的土方。方案考虑在施工前对土方进行收集,并与其他区域剥离的表土集中进行堆存和改良,用作后期植被绿化覆土用。根据供需情况,初步考虑在本区收集土方 16797m^3 。土料采用反铲挖掘机收集,收集后就近运至表土堆存场,平均运距 $3.0\sim 7.0\text{km}$ 。

2、防洪排导工程

主体设计已考虑交通道路排水措施设计,方案主要考虑补充排水措施的沉沙池。

(1) 沉沙池

为沉淀泥沙,在各道路排水沟根据地形条件在排水沟末端或每 500m 设置沉沙池 1 个,永久道路共设置沉沙池 27 个,沉沙池为 I 型沉沙池,净尺寸为 $1.5\text{m}\times 1.0\text{m}\times 1.0\text{m}$ (长 $\times$ 宽 $\times$ 深),采用 C20 混凝土现浇,底板和壁厚均为 0.3m 。

3、土地整治工程

(1) 全面整地

主体专业已考虑对临时道路占用耕园地的区域进行复垦,复垦面积 0.85hm^2 。水土保持专业考虑对临时道路复垦以外的区域、正常蓄水位淹没以外的区域在施工结束后,拆除硬化层,对道路路面、低矮的土质边坡及平缓区域进行平整,回填坑凹,清理建筑垃圾,临时道路全面整地面积为 17.53hm^2 。

(2) 覆土

对临时道路复垦、正常蓄水位淹没以外的路面、低矮的土质边坡及平缓区域全面整地

后,进行覆土,平均覆土厚度 0.2m,采用机械覆土,覆土面积 17.53hm²,覆土量 35062m³;对框格植灌草护坡的框格梁内覆土厚度 20cm,采用人工覆土,框格梁内覆土面积 2.73hm²,覆土量 5460m³。临时交通道路覆土量共计 40522m³,土料来源于表土堆存场改良的土方,平均运距 3.0~7.0km。

(3) 土壤保水保肥

土壤保水保肥处理主要是对覆土土料添加复合肥和有机肥、保水剂进行处理,增加土壤肥力和保水性,在覆土区域实施植物措施后,有助于植物措施生长,提高植物成活率。其中每 1m³土需添加复合肥 80g,有机肥 8kg,保水剂 24g。临时交通道路土壤保水保肥处理覆土量为 40522m³。

(4) 施有机肥处理

临时道路原占地类型植被稀疏,方案考虑对本区征地红线内其他不扰动的区域,采用施有机肥处理的措施提高土壤肥力,改善区域植被长势,尽量提高区域内林草覆盖率。有机肥施用量为 2kg/m²,采取施有机肥处理措施的面积为 13.16hm²。

二) 植物措施

1、绿化范围与绿化思路

临时道路绿化范围包括路面、路基两侧平缓区域及低矮的土质边坡、交通道路其他开挖回填边坡。主体专业已考虑对原占地类型为耕地的区域进行复垦;鉴于现阶段临时道路设计深度,低缓的土质边坡及平缓区域种植灌木撒播草种恢复植被,其他开挖回填边坡根据不同的边坡类型采用厚层基材植物护坡、客土喷播植草护坡、综合护坡等进行植被恢复。方案考虑的水土保持措施均在主体工程安全稳定的基础上进行。

2、立地条件分析

本区域临时道路海拔为 2300~2650m,原地貌植被类型主要以林草地为主,地形坡度较陡。工程区大部分临时道路开挖回填边坡坡面较陡,临时道路填筑边坡主要为土石回填形成的地表和边坡,开挖坡面主要为土质或岩石裸露面,立地条件较差。边坡植被恢复主要考虑适应高陡边坡的厚层基材植物护坡、客土喷播植草护坡、综合护坡等措施,并做好植被恢复的养护措施。

3、绿化方案

(1) 生态护坡工程

临时交通道路生态护坡工程主要包括框格植灌草护坡、厚层基材植物护坡、客土喷播

植草护坡。

框格植灌草护坡主要布置在低缓的石质边坡，框格梁采用 C25 混凝土结构，菱形框格结构尺寸 $2.5\text{m} \times 2.5\text{m}$ ，框格梁内覆土后种植灌草，框格植灌草护坡面积 3.29hm^2 。客土喷播植草护坡主要布置在边坡较高但坡比较小的边坡，客土喷播植草护坡面积为 9.99hm^2 。厚层基材植物护坡主要布置在边坡较高但坡比较大的边坡，厚层基材植物护坡 2.07hm^2 。

(2) 植树

对原占地类型为耕园地的区域，主体专业已考虑复垦面积为 0.85hm^2 ；对其他路面、低缓的土质边坡及平缓区域在土地整治后种植灌木，面积为 17.53hm^2 。

(3) 种草籽

在主体复垦、正常蓄水位淹没以外的临时道路其他路面、低缓的土质边坡及平缓区域种植的灌木下撒播草种，面积为 17.53hm^2 ；对临时道路征地红线范围内的未扰动区域在施有机肥处理后，穴播草种，面积为 13.16hm^2 。

表 5.3-19 临时道路植被恢复措施类型一览表

序号	绿化范围立地条件情况	H (m)	开挖或回填 边坡坡比	措施类型及数量	备注
1	低缓的土质边坡及平缓区域	≤2	< 1:1.5	覆土后种植灌木 44850 株、 撒播草籽 17.53hm ²	采取的 护坡措 施均在 主体设 计的稳 定边坡 上进行
2	低缓的石质边坡	≤2	< 1:1.5	框格植灌草护坡 3.29hm ²	
3	低陡的边坡	主体设计已根据实际情况考虑边坡挡墙防护等措施			
4	边坡较高但坡比较小的边坡	> 2	< 1:1.5	客土喷播护坡 9.99hm ²	
5	边坡较高但坡比较大的边坡	> 2	> 1:1.5	厚层基材植被护坡 2.07hm ²	
6	征地范围未扰动区域	> 2	> 1:1.5	穴播草籽 13.16hm ²	

4、树草种选择

树种选择应考虑适地适树，平缓区域灌木树种选择白刺花、川滇蔷薇、胡枝子等，框格内灌木可选择具有攀援功能的小灌木小鞍叶羊蹄甲，低矮灌木戟叶酸模；草本可选择紫花苜蓿、黑麦草、波斯菊等。

5、种植密度

平缓区域灌木间植，株行距为 $2\text{m} \times 2\text{m}$ ，约 2500 株/ hm^2 ；白刺花、川滇蔷薇、胡枝子混交，比例 1:1:1。框格内灌木间植，株行距为 $2\text{m} \times 2\text{m}$ ，约 2500 株/ hm^2 ；戟叶酸模、小鞍叶羊蹄甲混交，比例 1:1。

草种：紫花苜蓿、黑麦草、波斯菊混播，撒播或穴播量为 $180\text{kg}/\text{hm}^2$ ，混播比例为 1:1:1，穴距 20cm。

6、绿化养护供水工程

交通道路绿化养护供水工程已计入枢纽工程区、弃渣场区等，本区不再计列相应的措施与工程量。

三）临时措施

1、临时拦挡防护

（1）无纺布苫盖

施工期间对无法及时恢复植被的裸露区域采用无纺布进行苫盖；另外，对恢复植被的区域，在植被栽植初期，也采取无纺布进行覆盖，防止阳光直晒，无纺布具有保温作用，有利于植被成活。临时道路共需无纺布 34.15hm²。

（2）钢管桩竹串片临时拦挡

为防止道路开挖过程中土石渣滚落，较陡的道路边坡开挖前，沿下边坡布设钢管桩竹串片临时拦挡，道路开挖结束并清理土石渣后拆除。临时道路共布设串片临时拦挡 7950m。单根钢管桩总长度为 3.0m，入土深度为 1.5m，地面以上高度为 1.5m，并在地面以上 0.75m 高处采用 Φ50 钢管横向绑扎，内侧绑扎竹串片形成栅栏。

表 5.3-20临时道路水土保持措施统计表

位置	明线/ 隧道	名称	长度 (km)	占地面 积 (hm ²)	工程措施							植物措施						临时措施		备注	
					表土剥离工程		防洪 排导 工程	土地整治				种草籽		植树	生态护坡工程			临时拦挡防护			
					表土剥 离 (m ³)	土方收 集 (m ³)		沉沙 池	全面整 地 (hm ²)	覆土 (m ³)	土壤保 水保肥 处理 (m ³)	施有机 肥处理 (hm ²)	撒播草 种 (hm ²)		穴播草 种 (hm ²)	种植灌 木 (株)	框格植 草护坡 (hm ²)	厚层基 材植物 (hm ²)	客土喷 播植草 护坡 (hm ²)		
金沙江 左岸 (巴塘 县)	明线	3 # 公路	1.80	4.58		458	2	1.30	3513	3513	0.47	1.30	0.47	3250	0.55	0.44	1.82	3.21	819	包括引水 1#施工支洞洞口及 3#空 压站占地	
		8 # 公路	3.00	9.85		985	3	3.00	7892	7892	0.61	3.00	0.61	7500	1.14	0.91	4.19	6.9	1680		
		9 # 公路	2.60	5.65	2550	11960	5	3.02	6389	6389	0.41	3.02	0.41	7550	0.21	0.33	0.83	3.96	1150		
		11 # 公路	1.30	12.14		1214	3	4.80	10546	10546	5.76	4.80	5.76	12000	0.57	0.23	0.79	8.5	315	包括引水 2#施工支洞洞口及 3#空 压站占地	
		13 # 公路	0.70	/																占地已计入枢纽工程	
		14 # 公路	0.73	1.49		149	3	0.82	1723	1723	0.53	0.82	0.53	2050	0.05	0.02	0.07	1.04	280		
		格拉聂曲沟对 岸弃渣场道路	1.74	/																占地已计入堆料场	
		厂坝连接路改 线段	1.50	1.01			1	0.37	790	790	0.4	0.37	0.40	925	0.03	0.02	0.03	0.6	120		
		基坑公路	2.00	/																占地已进入枢纽工程	
		金沙江左岸施 工便道	1.00	2.56		256	3	0.98	2109	2109	1.34	0.98	1.34	2450	0.09	0.05	0.11	1.79	800		
	小计	16.37	37.28	2550	15022	20	14.29	32962	32962	9.52	14.29	9.52	35725	2.64	2.00	7.84	26	5164			
	隧道	引水 1#施工 支洞	0.54	/																	
		引水 3#施工 支洞	1.02	0.30				0.15	300	300	0.05	0.15	0.05	375			0.08	0.23			
		横通洞	0.26	/																洞口位于地下，无占地	
		厂区 4#施工 支洞	0.90	1.43				0.25	500	500	1.02	0.25	1.02	625			0.14	0.39	50		
		小计	2.72	1.73				0.40	800	800	1.07	0.40	1.07	1000			0.22	0.62	50		
金沙江 右岸 (芒康 县)	明线	2 # 公路	1.20	/																	
		5 # 公路	1.20	5.12			3	0.69	1895	1895	0.52	0.69	0.52	1725	0.31		1.04	2.92	960		
		6 # 公路	0.50	2.79		1395	1	0.33	1042	1042	0.38	0.33	0.38	825	0.23		0.76	1.95	176		
		7 # 公路	0.60	/																占地已计入施工生产生活区	
		金沙江右岸施 工便道	2.00	3.80		380	3	1.82	3823	3823	1.67	1.82	1.67	4550	0.11	0.07	0.13	2.66	1600		
		小计	5.50	11.71		1775	7	2.84	6760	6760	2.57	2.84	2.57	7100	0.65	0.07	1.93	7.53	2736		
	隧道	导流洞施工支 洞	0.10	/															占地已纳入枢纽工程		
合计			24.69	50.72	2550	16797	27	17.53	40522	40522	13.16	17.53	13.16	43825	3.29	2.07	9.99	34.15	7950		

二、施工管理措施

1、严格按照相关规范要求进行施工作业，挖填过程中尽量做到挖、填平衡，减少弃渣量，弃方应及时运至弃渣场内堆放，严禁任意堆置或倾倒入河中。

2、根据挖填部位的地质条件及相关要求，确定合理的路堑和路堤边坡，边坡开挖中严格控制爆破炸药量。对路基下方影响区范围内抛洒的土石方，应及时清除，并及时清除坡面松动岩土体，保证坡面稳定。

3、施工过程中，加强管理，坚持文明施工，避免或减少路基开挖对附近居民造成影响，施工活动应控制在征地范围内。

4、道路两侧及边坡设置完善的截排水系统，并加强施工过程中的设施管理维护，对可能造成淤堵的截排水沟，应定期进行清理，保证水流畅通。

5、各项水土保持措施与道路主体工程同步施工，及时有效的防治道路施工扰动区域造成的水土流失。

6、道路施工应尽可能避开雨季施工。

7、鉴于设计深度，下阶段根据主体设计供水系统情况，进一步完善供水灌溉绿化设计。

三、工程量统计

本区新增水土保持措施工程量如下：

工程措施：表土剥离 4080m^3 ，土方收集 23513m^3 ，沉沙池 36 个，土地整治 36.51hm^2 。

植物措施：撒播草种 18.60hm^2 ，穴播草种 15.18hm^2 ，种植行道树 464 株，种植灌木 47525 株，框格植灌草护坡 3.29hm^2 ，框格生态袋护坡 1.46hm^2 ，植被混凝土护坡 1.05hm^2 ，厚层基材植被护坡 6.37hm^2 ，客土喷播植草护坡 9.99hm^2 。

临时措施：泥浆沉淀池 2 个，无纺布苫盖 42.02hm^2 ，钢管桩竹串片临时拦挡 9342m。

表 5.3-21

交通设施区新增水土保持措施工程量统计表

序号	项目	单位	工程量						
			金沙江左岸（巴塘县）			金沙江右岸（芒康县）			合计
			永久道路	临时道路	小计	永久道路	临时道路	小计	
	工程措施								
一	电站枢纽工程区								
（四）	交通设施区								
1	表土剥离工程								
1.1	表土剥离（运距 1.0km 机械）	m³	1530		1530				1530
1.2	表土剥离（运距 3.0km 机械）	m³		2550	2550				2550
1.3	土方收集（运距 1.0km 机械）	m³	5566		5566	1150		1150	6716
1.4	土方收集（运距 3.0km 机械）	m³		14766	14766		1395	1395	16161
1.5	土方收集（运距 7.0km 机械）	m³		256	256		380	380	636
2	防洪排导工程								
2.1	沉沙池	个	6	20	26	3	7	10	36
	土方开挖	m³	18.00	60.00	78.00	9.00	21.00	30.00	108.00
	石方开挖	m³	27.00	90.00	117.00	13.50	31.50	45.00	162.00
	C20 混凝土	m³	17.22	57.40	74.62	8.61	20.09	28.70	103.32
3	土地整治工程	hm²	2.23	27.47	29.70	0.86	5.95	6.81	36.51
3.1	全面整地	hm²	0.80	14.69	15.49	0.27	2.84	3.11	18.60
3.2	覆土（运距 1.0km，机械）	m³	1600		1600	540		540	2140
3.3	覆土（运距 3.0km，机械）	m³		27420	27420		2041	2041	29461
3.4	覆土（运距 7.0km，机械）	m³		1960	1960		3640	3640	5600
3.5	覆土（运距 3.0km，人工）	m³		4233	4233		896	896	5129
3.6	覆土（运距 7.0km，人工）	m³		149	149		183	183	332
3.7	土壤保水保肥	m³	1600	33762	35362	540	6760	7300	42662
	拌和肥料及保水剂	m³	1600	33762	35362	540	6760	7300	42662
	复合肥	kg	128	2701	2829	43	541	584	3413

5 水土保持措施

序号	项目	单位	工程量						
			金沙江左岸（巴塘县）			金沙江右岸（芒康县）			合计
			永久道路	临时道路	小计	永久道路	临时道路	小计	
	有机肥	kg	12800	270096	282896	4320	54080	58400	341296
	保水剂	kg	38	810	848	13	162	175	1023
3.8	施有机肥处理	hm²	1.43	10.59	12.02	0.59	2.57	3.16	15.18
	施有机肥	hm²	1.43	10.59	12.02	0.59	2.57	3.16	15.18
	有机肥	kg	28600	211800	240400	11800	51400	63200	303600
	植物措施								
一	电站枢纽工程区								
（四）	交通设施区								
1	种草籽								
	混播紫花苜蓿、黑麦草、波斯菊	hm²	0.80	14.69	15.49	0.27	2.84	3.11	18.60
	穴播紫花苜蓿、黑麦草、波斯菊	hm²	1.43	10.59	12.02	0.59	2.57	3.16	15.18
2	植树								
2.1	栽植行道树								
	栽植云南土沉香	株	148		148	84		84	232
	栽植清香木	株	148		148	84		84	232
2.2	种植灌木								
	栽植川滇蔷薇	株	667	12242	12909	225	2367	2592	15501
	栽植白刺花	株	667	12242	12909	225	2367	2592	15501
	栽植胡枝子	株	666	12241	12907	225	2366	2591	15498
3	生态护坡工程								
3.1	框格植灌草护坡	hm²		2.64	2.64		0.65	0.65	3.29
	C25 混凝土框格梁	m³		1355.32	1355.32		333.7	333.70	1689.02
	钢筋制安	t		142.77	142.77		35.15	35.15	177.92
	混播紫花苜蓿、黑麦草、波斯菊	hm²		2.19	2.19		0.54	0.54	2.73
	栽植小鞍叶羊蹄甲	株		2738	2738		675	675	3413

5 水土保持措施

序号	项目	单位	工程量						
			金沙江左岸（巴塘县）			金沙江右岸（芒康县）			合计
			永久道路	临时道路	小计	永久道路	临时道路	小计	
	栽植戟叶酸模	株		2738	2738		675	675	3413
3.2	框格生态袋护坡	hm ²	1.06		1.06	0.40		0.40	1.46
	C25 混凝土框格梁	m ³	544.18		544.18	205.35		205.35	749.53
	钢筋制安	t	57.32		57.32	21.63		21.63	78.95
	框格内生态袋	hm ²	0.88		0.88	0.33		0.33	1.21
3.3	植被混凝土护坡	hm ²	0.85		0.85	0.20		0.20	1.05
3.4	厚层基材植被护坡	hm ²	3.08	2	5.08	1.22	0.07	1.29	6.37
3.5	客土喷播植草护坡	hm ²		8.06	8.06		1.93	1.93	9.99
4	绿化养护供水工程	已纳入其他水土流失防治区							
5	抚育管理								
	林草抚育	hm ²	5.61	24.75	30.36	2.02	4.84	6.86	37.22
	临时措施								
一	电站枢纽工程区								
（四）	交通设施区								
1	临时排水沉沙								
1.1	泥浆沉淀池	个	1		1	1		1	2
	铺土工膜	m ²	53.40		53.40	53.40		53.40	106.80
	土方开挖	m ³	19.50		19.50	19.50		19.50	39.00
2	临时拦挡防护								
2.1	无纺布苫盖	hm ²	5.77	26.62	32.39	2.1	7.53	9.63	42.02
2.2	钢管桩竹串片板栅栏临时拦挡	m	888	5214	6102	504	2736	3240	9342
	钢管桩竹串片板栅栏安装	m	888	5214	6102	504	2736	3240	9342
	钢管桩竹串片板栅栏拆除	m	888	5214	6102	504	2736	3240	9342
	钢管桩（Φ50，L=3m）	根	1776	10428	12204	1008	5472	6480	18684

5.3.1.5 施工生产生活防治区

本区防治部位主要包括业主永久办公生活营地、承包商营地及施工生产设施等区域，主体设计在本区考虑的水土保持措施主要为对临时占地占用的耕园地进行复垦，复垦面积为 4.43hm^2 。水土保持专业新增水土保持措施设计如下：

一、治理措施

（一）工程措施

1、表土剥离工程

（1）表土剥离

本区萨日西 1 号沟施工区、左岸炸药库占地范围内有部分耕地、园地，耕园地范围有一定的表土资源；砂石加工系统及 3#混凝土系统、厂区上游施工区的草地也有一定的表土资源，其他灌草地区域表土层较薄，表土剥离不具有操作性。经估算耕地、园地、草地可剥离面积分别为 2.28hm^2 、 6.34hm^2 、 2.25hm^2 ，可剥离厚度根据现场开挖剖面进行确定，耕地和园地可剥离厚度平均按 30cm 考虑，草地按 20~30cm 考虑，可剥离表土量为 30660m^3 。表土采用反铲挖掘机进行剥离，剥离后的表土中有 25860m^3 运至 2#表土堆存场进行堆放，运距平均按 1~4km 考虑； 4800m^3 运至 1#表土堆存场进行堆放，运距平均按 3.5~7km 考虑。

（2）土方收集

本区表土剥离之后，耕园地下部仍有一定量的土方，灌草地所在区域也有一定量的土方。方案考虑在施工前对土方进行收集，并与其他区域剥离的表土集中进行堆存和改良，用作后期植被绿化覆土用。根据供需情况，初步考虑在本区收集土方 40831m^3 。土料采用反铲挖掘机收集，业主建设管理营地收集的土方 2250m^3 保存在征地红线范围内，平均运距 0.1km；其他区域收集的土方就近运至表土堆存场，平均运距 0.5~7.0km。

2、防洪排导工程

（1）截水沟

根据施工生产生活区的地形情况及上游汇水面积，综合考虑布设施工生产生活区截水沟。本区共设置截水沟 3581m。截水沟采用 10 年一遇 10min 短历时暴雨进行设计，设计洪水流量及水力学计算同枢纽工程区截水沟。部分区域的截水沟纵坡较陡，需设置跌水坎进行消能，或出口结合沉沙兼消力池进行消能。

表 5.3-22

施工生产生活区截水沟设计排水流量计算结果表

序号	项目	单位	业主 建设 管理 营地	现场生 活办公 营地	坝址上游左 岸施工区	左岸 炸药 库	1#混 凝土 系统	2#混凝 土系统	110kV 施工变 电站及 线路	砂石加 工系统 及 3# 混凝土 系统	厂区上 游施工 区	萨日 西 1 号沟 施工 区
1	径流系数 (φ)		与已 建道 路共 用截 水沟	0.75	0.75	0.75	与道 路共 用截 水沟	0.75	0.75	与格拉 轰曲沟 对岸弃 渣场、 道路共 用截水 沟	0.75	0.75
2	平均降雨强度 (q)	mm/min		1.02	0.61	1.27		0.96	1.26		0.63	1.27
2.1	重现期转换系数(C_p)			1.22	1.22	1.22		1.22	1.22		1.22	1.22
2.2	降雨历时转换系数 (C_t)			0.67	0.40	0.83		0.63	0.82		0.41	0.83
2.3	5 年重现期和 10min 降雨 历时的标准降雨强度($q_{5,10}$)	mm/min		1.25	1.25	1.25		1.25	1.25		1.25	1.25
3	集雨面积 (F)	km²		0.050	2.920	0.003		0.085	0.022		2.350	0.093
4	汇流时间 (t)	min		20.44	51.74	14.49		25.31	14.38		46.21	14.16
4.1	坡面汇流历时 (t_1)	min		18.83	48.03	13.29		22.79	13.31		38.86	11.76
4.1.1	坡面流的长度 (L_s)	m		507	3479	203		595	233		2237	406
4.1.2	坡面流的坡降 (i_s)			0.69	0.59	0.49		0.42	0.64		0.60	3.33
4.1.3	地面粗度系数 (m_1)			0.40	0.40	0.40		0.40	0.40		0.40	0.40
4.2	沟 (管) 内汇流历时 (t_2)	min		1.61	3.70	1.20		2.53	1.07		7.35	2.40
4.2.1	沟 (管) 分段长度 (l_i)	m		185	486	138		290	123		843	275
4.2.2	沟 (管) 内平均流速 (v_i)	m/s		1.91	2.19	1.91		1.91	1.91		1.91	1.91
4.2.2.1	沟 (管) 内平均坡度 (i)			0.02	0.025	0.02		0.02	0.02		0.02	0.02
5	分流系数	/		1.00	1.000	0.70		1.00	0.50		0.50	0.50
6	(Q_m) 设计流量	m³/s		0.64	22.27	0.03		1.02	0.17		9.25	0.74
				陡峻山地,地面为稀疏灌草地								
备注				单向排 水	单向排水	双向 排水		单向排 水	双向排 水		双向排 水	双向 排水

表 5.3-23

施工生产生活区截水沟过水断面计算表

部位	截水沟 长度 (m)	设计洪水流 量 (m³/s)	截水沟过水断面	水力要素					过流能力	
				A	χ	R	C	i	Q(m³/s)	V(m/s)
业主建设管理营地	与已建道路共用截水沟									
现场生活办公营地	185	0.64	b=0.4;h=0.5;m=0.3	0.28	1.44	0.190	50.57	0.02	0.86	3.12
坝址上游左岸施工区	486	22.27	b=1.5;h=1.5;m=0.3	2.93	4.63	0.631	61.75	0.025	22.69	7.76
左岸炸药库	138	0.03	b=0.4;h=0.4;m=0.3	0.21	1.24	0.168	49.54	0.02	0.60	2.87
1#混凝土系统	与道路共用截水沟									
2#混凝土系统	290	1.02	b=0.5;h=0.6;m=0.3	0.41	1.75	0.233	52.29	0.02	1.46	3.57
110kV 施工变电站及 线路	246	0.17	b=0.4;h=0.4;m=0.3	0.21	1.24	0.168	49.54	0.02	0.60	2.87
砂石加工系统及 3# 混凝土系统	与格拉轰曲沟对岸弃渣场、道路共用截水沟									
厂区上游施工区	1686	9.25	b=1;h=1.3;m=0.3	1.81	3.71	0.486	59.12	0.02	10.54	5.83
萨日西 1 号沟施工区	550	0.74	b=0.5;h=0.5;m=0.3	0.33	1.54	0.210	51.42	0.02	1.08	3.34
合计	3581									
注：为满足施工需要，底×高的最小断面按 0.4m×0.4m 控制										

(2) 排水沟

为有效排出场区内的雨水，在场区内设置纵横向排水沟，场区内纵横向排水沟对应的集雨面积均较小，按满足施工要求的最小断面进行设计，采用矩形断面，断面尺寸为 $0.4\text{m}\times 0.4\text{m}$ (底宽 $\times$ 高)，衬砌厚度 0.2m ，纵坡坡比按 2% 进行控制。本区共设置排水沟 4196m ，排水沟末端接自然沟道或道路排水沟。

(3) 钢波纹管

经水力计算，坝址上游左岸施工区、厂区上游施工区截水沟断面较大，截水沟无法顺接道路排水沟。方案考虑在截水沟通过国道 G215 部位设置 $\Phi 1500\text{mm}$ 钢波纹管，顺利导排上游来水。坝址上游左岸施工区截水沟通过国道 G215 部位设置 2 根钢波纹管共 30m ，厂区上游施工区截水沟通过国道 G215 部位设置 1 根钢波纹管 15m 。本区共设置钢波纹管 45m 。

(4) 沉沙池

为拦蓄本区泥沙，根据地形，于截排水沟末端出口处设沉沙池 31 个，沉沙池出水排入自然沟道或道路排水沟。沉沙池采用 C20 混凝土浇筑，应及时对沉沙池进行清淤，避免泥沙进入下游沟道。

表 5.3-24 施工生产生活区排水沟及沉沙池统计表

部位	排水沟数量 (m)	沉沙池 (个)	沉沙池尺寸与型号				
			a (净长, m)	b (净宽, m)	h (净深, m)	衬砌厚度 (m)	型号
坝址上游左岸施工区	565	4	1.5	1	1	0.3	I 型
		1	3	3	2.5	0.3	III 型
1#供水站和 1#空压站	130	/	/				
1#混凝土系统	250	2	1.5	1	1	0.3	I 型
现场生活办公营地	235	2	1.5	1	1	0.3	I 型
左岸炸药库	80	2	1.5	1	1	0.3	I 型
2#混凝土系统及 3#供水站	290	1	2	1.5	1.2	0.3	II 型
110kV 施工变电站及线路	246	2	1.5	1	1	0.3	I 型
砂石加工系统及 3#混凝土系统	460	3	1.5	1	1	0.3	I 型
厂区上游施工区	950	4	1.5	1	1	0.3	I 型
		2	3	3	2.5	0.3	III 型
业主建设管理营地	390	3	1.5	1	1	0.3	I 型
萨日西 1 号沟施工区	600	5	1.5	1	1	0.3	I 型
合计	4196	31					

3、土地整治工程

(1) 全面整地

主体工程施工活动结束，业主建设管理营地、现场办公营地除构筑物及硬化场地外，其他可恢复植被区域进行全面整地；主体专业考虑施工临时场地复垦面积 4.43hm^2 ，水土保持专业对场内临时设施按要求拆除，先清除场地内的建筑垃圾等杂物，对主体复垦区域以外占压的土地进行全面整治。本区全面整地面积 31.09hm^2 。

(2) 覆土

全面整地后，回覆表土。根据植被恢复工程的需要，确定覆土厚度。本区主要为场地边坡、施工迹地绿化，采取乔灌草相结合的植被恢复措施。业主建设管理营地、现场办公营地周边空闲区域覆土厚度 30cm ，其他施工迹地恢复覆土厚度 20cm 。本区共计覆土量为 63610m^3 。业主建设管理营地覆土土料 (2250m^3) 来源于保存在征地红线范围内土方，运距 0.1km ；其他区域土料来源于表土堆存场改良的土方，运距 $0.1\sim 7.0\text{km}$ 。

(3) 土壤保水保肥处理

土壤保水保肥处理主要是对覆土土料添加复合肥和有机肥、保水剂进行处理，增加土壤肥力和保水性，在覆土区域实施植物措施后，有助于植物措施生长，提高植物成活率。其中每 1m^3 土需添加复合肥 80g ，有机肥 8kg ，保水剂 24g 。本区土壤保水保肥处理土方 63610m^3 。

(4) 施有机肥处理

本区原占地类型植被稀疏，方案考虑对本区征地红线内其他不扰动的区域，采用施有机肥处理的措施提高土壤肥力，改善区域植被长势，尽量提高区域内林草覆盖率。有机肥施用量为 $2\text{kg}/\text{m}^2$ ，采取施有机肥处理措施的面积为 11.38hm^2 。

表 5.3-25 施工生产生活区土地整治情况一览表

土地整治部位	整地面积 (hm^2)	覆土厚度与覆土量		土壤保水保肥处理 (m^3)	施有机肥处理面积 (hm^2)
		厚度 (m)	覆土量 (m^3)		
坝址上游左岸施工区	4.67	0.2	9340	9340	2.13
1#供水站和 1#空压站	0.20	0.2	400	400	0.08
1#混凝土系统	1.38	0.2	2760	2760	0.06
现场生活办公营地	0.68	0.3	2040	2040	
左岸炸药库	0.08	0.2	160	160	0.05
2#混凝土系统及 3#供水站	1.46	0.2	2920	2920	0.51
110kV 施工变电站及线路	0.50	0.2	1000	1000	0.68

土地整治部位	整地面积 (hm^2)	覆土厚度与覆土量		土壤保水保肥处理 (m^3)	施有机肥处理面积 (hm^2)
		厚度 (m)	覆土量 (m^3)		
砂石加工系统及 3#混凝土系统	7.25	0.2	14500	14500	0.56
厂区上游施工区	11.39	0.2	22780	22780	2.33
业主建设管理营地	0.75	0.3	2250	2250	
萨日西 1 号沟施工区	2.73	0.2	5460	5460	4.98
合计	31.09		63610	63610	11.38

(二) 植物措施

1、绿化范围

业主建设管理营地、现场办公营地主要为构筑物周边区域的绿化美化，其他区域主要为场地边坡绿化、施工迹地植被恢复。

2、立地条件分析

本区域施工临时场基本位于河谷较为平缓区域；大部分场地开挖及回填边坡较缓，可采取覆土后种植灌草进行绿化，边坡可采取植生袋护坡、挂网客土喷播植草护坡；施工迹地后期覆土后种植乔灌草进行绿化，场区表土资源稀缺，土层较薄，降雨量小，冬季温度低，后期土地整治可通过保水保肥处理、保温等措施改善立地条件。

3、绿化方案

(1) 生态护坡工程

本区生态护坡主要为框格植生袋护坡、客土喷播植草护坡。框格植生袋护坡布设位置主要集中在现场办公营地、坝址左岸施工区及厂房上游施工区的承包商营地，面积为 2.11hm^2 。框格植生袋护坡主要布置在低缓的石质边坡，框格梁采用 C25 混凝土结构，菱形框格结构尺寸 $2.5\text{m} \times 2.5\text{m}$ ，框格梁内填筑植生袋。客土喷播植草措施主要集中在施工临时生产设施边坡，面积为 4.50hm^2 。

(2) 园林绿化

园林绿化范围主要为业主建设管理营地、现场办公营地，面积为 1.43hm^2 。考虑在本区种植多类型景观乔灌木，并撒播草种，其中业主建设管理营地园林绿化面积为 0.75hm^2 、现场办公营地面积为 0.68hm^2 。

(3) 植树、种草籽

其他区域考虑种树及种草进行植被恢复。

4、树草种选择

树种选择应考虑适地适树，结合景观绿化要求，可选择乔灌木进行景观绿化，乔木选择云南沉香木、清香木、核桃、梨树、橘树、石榴等；灌木可选择白刺花、川滇蔷薇、小马鞍叶羊蹄甲、皱叶醉鱼草、戟叶酸模、枸杞、胡枝子等，草本可选择卷柏、银粉背蕨、紫花苜蓿、黑麦草、波斯菊、披碱草、酢浆草等。

5、种植密度

（1）景观绿化

采用孤植、点植、丛植等较为灵活的栽植方式，乔木、灌木、地被、草地多层次搭配围合建筑空间。

（2）其他区域

乔木：间植，株行距为 $3\text{m} \times 3\text{m}$ ，约 1111 株/ hm^2 ；云南土沉香、清香木混交，比例 1:1。

灌木：间植，株行距为 $2\text{m} \times 2\text{m}$ ，约 2500 株/ hm^2 ；川滇蔷薇、白刺花、胡枝子混交，比例 1:1:1。

草种：紫花苜蓿、黑麦草、波斯菊混播，撒播或穴播量为 $180\text{kg}/\text{hm}^2$ ，混播比例为 1:1:1，穴距 20cm。

6、绿化养护工程

施工生产生活区绿化养护供水工程范围主要包括业主现场生活办公营地、业主建设管理营地、厂区上游施工区等植被恢复区域。对于本区其他靠近枢纽工程区、弃渣场区等区域就近纳入相应的防治区统一进行绿化养护工程规划；其他零散且面积较小的区域，采用洒水车，并结合人工的方式进行绿化养护。

业主现场生活办公营地绿化养护工程：主体专业在业主现场生活办公营地旁设有 1#供水站业主现场生活办公营地高位水池。水土保持专业考虑从该高位水池引接输水管道至业主现场生活办公营地绿化区域，然后在上述输水管道上布置喷灌系统管路向绿化区域供水养护。

业主建设管理营地绿化养护工程：苏洼龙水电站业主营地已建有高位水池。水土保持专业考虑从该高位水池引接输水管道至业主建设管理营地绿化区域，然后在上述输水管道上布置喷灌系统管路向绿化区域供水养护。

厂区上游施工区绿化养护工程：主体专业在厂区上游施工区旁设有厂区施工营地高位水池。水土保持专业考虑从该高位水池引接输水管道至厂区上游施工区绿化区域，然后在上述输水管道上布置喷灌系统管路向绿化区域供水养护。

自动灌溉控制系统：主要是通过利用计算机、采集控制器、传感器等先进技术对绿化灌溉区域进行监控管理，保证适时适量地满足植物生长所需的水分。水土保持方案报告书仅考虑计列灌溉自动控制系统的费用，下阶段应开展详细的设计工作。

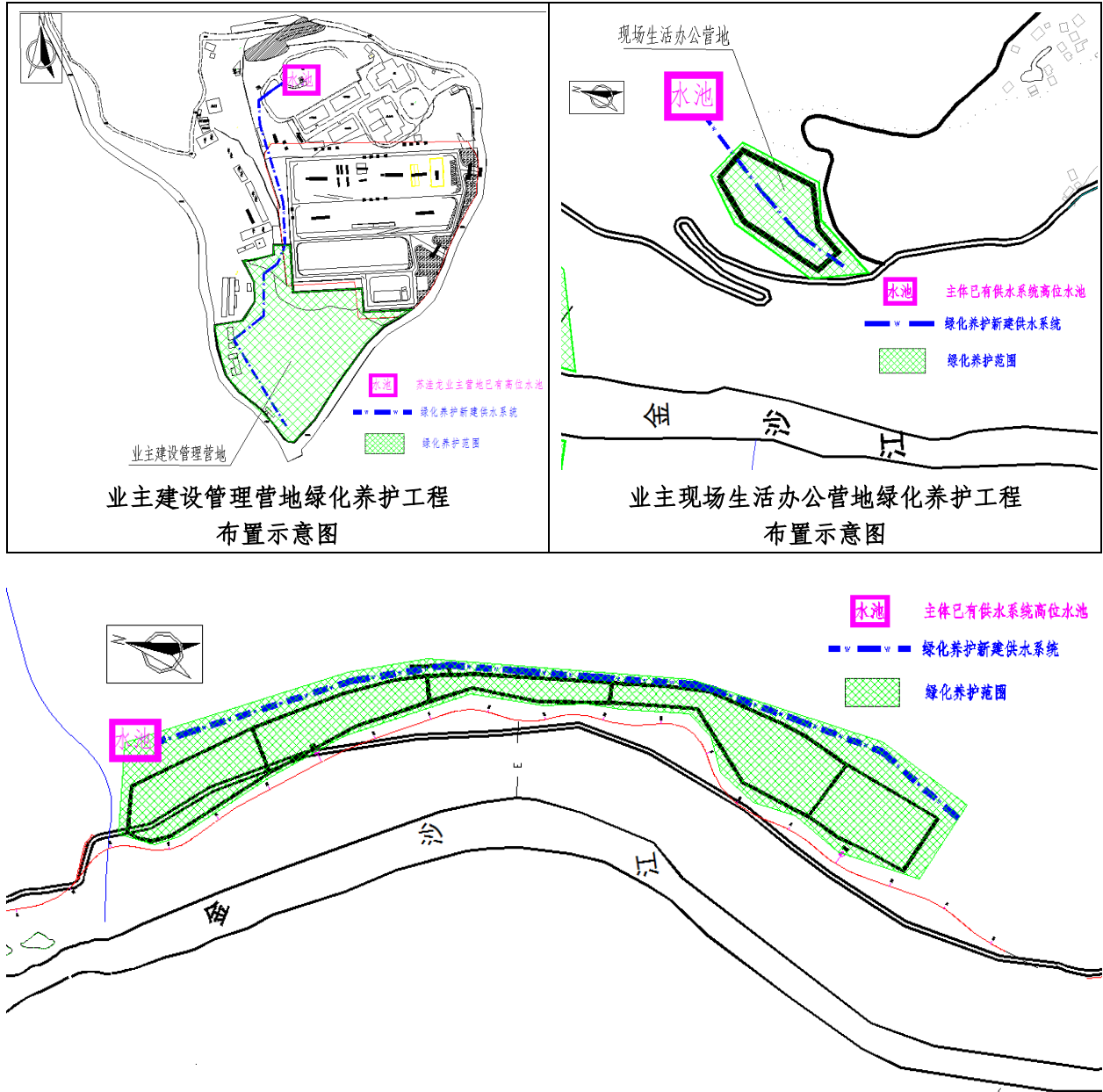


图 5.3-13 厂房上游施工区绿化养护工程布置示意图

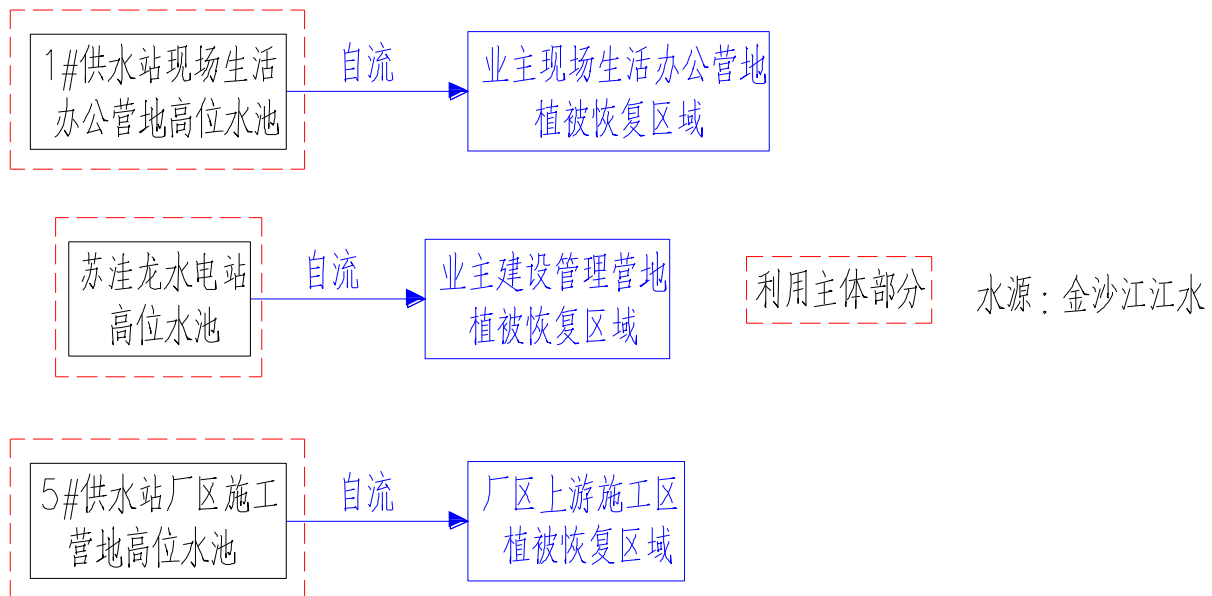


图 5.3-14 业主现场生活办公营地、业主建设管理营地、厂区上游施工区
绿化供水养护系统图

7、干热河谷施工扰动迹地降雨蓄渗、保水保肥技术研究及示范建设

干热河谷地区高温少雨，蒸发强烈，降雨集中，雨季水土流失及养分流失严重，旱季土壤水分严重亏损，容易造成土壤板结，不利于植被生长，为解决干热河谷土壤水分、养分流失严重，打破天然降雨分配的格局，减少地表径流，强化降雨蓄渗、保水保肥，需开展干热河谷施工扰动迹地降雨蓄渗、保水保肥技术研究，并选取面积约 0.3hm^2 的施工迹地开展降雨蓄渗、保水保肥技术示范建设。

（三）临时措施

1、临时拦挡防护

（1）无纺布苫盖

施工期间对无法及时恢复植被的裸露区域采用无纺布进行苫盖；另外，植被栽植初期，需采取无纺布进行覆盖，防止阳光直晒，同时具有保温作用，有利于植被成活，本区共需无纺布面积共计 46.53hm^2 。

（2）钢管桩竹串片临时拦挡

为防止边坡开挖过程中土石渣滚落，较陡的边坡开挖前，沿下边坡布设钢管桩竹串片临时拦挡，开挖结束并清理土石渣后拆除。本区共布设串片临时拦挡 2675m 。钢管桩总长度为 3.0m ，入土深度为 1.5m ，地面以上高度为 1.5m ，并在地面以上 0.75m 高处采用 $\Phi 50$ 钢管横向绑扎，内侧绑扎竹串片形成栅栏。

（3）编织袋土临时挡墙

业主建设管理营地区域收集的土方保存在该区空闲地,周边设置编织袋土临时挡 150m 墙进行拦挡防护;另外,对萨日西 1 号沟施工区在场平过程中设置编织袋土临时挡墙 550m 拦挡开挖料滚落,本区共设置编织袋土临时挡墙 700m。编织袋土临时挡墙断面初估为梯形断面,顶宽 0.5m、底宽 1.5m、高 1.0m、坡比 1:0.5,可根据实际情况调整,土袋拦挡错缝堆砌。

（4）钢筋石笼挡墙

1#混凝土系统靠近金沙江,左岸炸药库临近罗绒西沟。在 1#混凝土系统、左岸炸药库场平过程中,为拦挡土石滚落,并降低水流对场地的冲刷,在 1#混凝土系统、左岸炸药库沿河沟侧设置钢筋石笼挡墙 310m。钢筋石笼分 3 层堆筑,底宽 3.0,高度 3.0m,钢筋石笼错缝堆砌,层间和同层搭接处采用细钢筋绑扎,外露采用钢筋焊接。单个钢筋石笼尺寸为 $2.0\text{m} \times 1.0\text{m} \times 1.0\text{m}$ (长 $\times$ 宽 $\times$ 高)。

2、植树、种草籽

由于施工期较长,为营造良好的生活场所环境,在承包商营地内部空闲区域种植灌木、撒播草种进行临时防护,灌木选择川滇蔷薇、皱叶醉鱼草、栒子,灌木采用间植,株行距为 $2\text{m} \times 2\text{m}$,约 2500 株/ hm^2 ,混交比例 1:1:1;草种选择紫花苜蓿、黑麦草、波斯菊混播,混交比例 1:1:1,播种量为 $180\text{kg}/\text{m}^3$,种植乔灌草面积为 1.48hm^2 。

二、施工管理措施

1、施工场地大部分布置在坡地上,需设置拦挡和排水设施;半挖半填式场地平整应尽量做到挖填平衡,产生的弃渣应运至指定的弃渣场。

2、对于需要临时堆放的土石料和其他建筑材料,应对其采取临时拦挡和苫盖。

3、施工场地平整应避免雨季施工,雨季前应完成场地内临时排水系统的建设,保证坡面和地表径流有效的进行排导,减少水土流失。

4、施工活动应严格控制在征地范围内,保护施工场地周边的地表植被。

5、施工结束后,拆除临建设施,清除硬化地表,对施工迹地进行全面整地,及时恢复原有土地功能。

6、加强施工管理,增强施工人员的水土保持观念,施工全过程中,将各项水土保持措施及时有效落实。

7、鉴于设计深度,下阶段根据主体设计供水系统情况,进一步完善供水灌溉绿化设计。

三、工程量统计

本区新增水土保持措施工程量如下:

工程措施: 表土剥离 30660m^3 , 土方收集 40831m^3 , 截水沟 3581m, 排水沟 4196m, 钢波纹管 45m, 沉沙池 31 个, 土地整治 42.47hm^2 。

植物措施: 撒播草种 29.66hm^2 , 穴播草种 11.38hm^2 , 种植乔木 1784 株, 种植灌木 72906 株, 框格植生袋护坡 2.11hm^2 , 客土喷播植草护坡 4.50hm^2 , 园林绿化 1.43hm^2 , 输提水管道 1520m, 喷灌系统管道 9919m, 自动灌溉控制系统 1 套。

临时措施: 无纺布苫盖 46.53hm^2 , 钢管桩竹串片拦挡 2675m, 编织袋土挡墙 700m, 钢筋石笼挡墙 310m, 栽植灌木 3699 株, 种草籽 1.48hm^2 。

表 5.3-26

施工生产生活区新增水土保持措施工程量统计表

序号	项目	单位	工程量													合计
			金沙江左岸（巴塘县）										金沙江右岸（芒康县）			
			坝址上游左岸 施工区	1#供水站和 1#空压站	1#混凝土系 统	现场生活办 公营地	左岸炸药 库	2#混凝土系 统及 3#供 水站	110kV 施 工变电站 及线路	砂石加工系统 及 3#混凝土 系统	厂区上游 施工区	小计	业主建设 管理营地	萨日西 1 号 沟施工区	小计	
	工程措施															
一	电站枢纽工程区															
（四）	施工生产生活区															
1	表土剥离工程															
1.1	表土剥离（运距 1.0km，机械）	m³											25470	25470	25470	
1.2	表土剥离（运距 3.5km，机械）	m³								3900		3900			3900	
1.3	表土剥离（运距 4.0km，机械）	m³					390					390			390	
1.4	表土剥离（运距 7.0km，机械）	m³									900	900			900	
1.5	土方收集（运距 0.1km，机械）	m³											2250		2250	
1.6	土方收集（运距 0.5km，机械）	m³			710							710			710	
1.7	土方收集（运距 1.0km，机械）	m³												26390	26390	
1.8	土方收集（运距 2.0km，机械）	m³				382						382			382	
1.9	土方收集（运距 3.5km，机械）	m³	1620							1845		3465			3465	
1.10	土方收集（运距 4.0km，机械）	m³					455					455			455	
1.11	土方收集（运距 7.0km，机械）	m³									7179	7179			7179	
2	防洪排导工程															
2.1	截水沟	m	486			185	138	290	246		1686	3031		550	550	
	土方槽挖	m³	435.02			23.51	14.53	48.14	25.83		1509.17	2056.21		77.58	77.58	
	石方槽挖	m³	1740.12			94.02	58.14	192.56	103.57		6036.69	8225.09		310.33	310.33	
	C20 混凝土	m³	753.59			66.66	43.97	122.38	78.47		2614.31	3679.38		209.17	209.17	
2.2	排水沟	m	565	130	250	235	80	290	246	460	950	3206	390	600	990	
	土方槽挖	m³	109.84	25.27	48.60	45.68	15.55	40.91	25.90	89.42	184.68	585.86	75.82	116.64	192.46	
	石方槽挖	m³	256.28	58.97	113.40	106.60	36.29	163.63	103.63	208.66	430.92	1478.38	176.90	272.16	449.06	
	C20 混凝土	m³	180.80	41.60	80.00	75.20	25.60	110.29	78.38	147.20	304.00	1043.06	124.80	192.00	316.80	
2.3	Φ1500mm 钢波纹管	m	30								15	45			45	
2.4	沉沙池	个	5		2	2	2	1	2	3	6	23	3	5	8	
	土方开挖	m³	31.20		6.00	6.00	6.00	5.10	6.00	9.00	50.40	119.70	9.00	15.00	24.00	
	石方开挖	m³	46.80		9.00	9.00	9.00	7.65	9.00	13.50	75.60	179.55	13.50	22.50	36.00	
	C20 混凝土	m³	25.27		5.74	5.74	5.74	4.59	5.74	8.61	39.06	100.49	8.61	14.35	22.96	
3	土地整治工程	hm²	6.8	0.28	1.44	0.68	0.13	1.97	1.18	7.81	13.72	34.01	0.75	7.71	8.46	
3.1	全面整地	hm²	4.67	0.20	1.38	0.68	0.08	1.46	0.50	7.25	11.39	27.61	0.75	2.73	3.48	
3.2	覆土（运距 0.1km，机械）	m³						2920				2920	2250		2250	
3.3	覆土（运距 0.5km，机械）	m³			2760				1000			3760			3760	
3.4	覆土（运距 1.0km，机械）	m³												5460	5460	
3.5	覆土（运距 2.0km，机械）	m³				2040						2040			2040	
3.6	覆土（运距 2.5km，机械）	m³		400						14500		14900			14900	
3.7	覆土（运距 3.5km，机械）	m³	9340									9340			9340	

序号	项目	单位	工程量													
			金沙江左岸（巴塘县）										金沙江右岸（芒康县）			合计
			坝址上游左岸 施工区	1#供水站和 1#空压站	1#混凝土系 统	现场生活办 公营地	左岸炸药 库	2#混凝土系 统及 3#供 水站	110kV 施 工变电站 及线路	砂石加工系统 及 3#混凝土 系统	厂区上游 施工区	小计	业主建设 管理营地	萨日西 1 号 沟施工区	小计	
3.8	覆土（运距 4.0km，机械）	m³					160					160				160
3.9	覆土（运距 7km，机械）	m³									22780	22780				22780
3.10	土壤保水保肥处理	m³	9340	400	2760	2040	160	2920	1000	14500	22780	55900	2250	5460	7710	63610
	拌和肥料及保水剂	m³	9340	400	2760	2040	160	2920	1000	14500	22780	55900	2250	5460	7710	63610
	复合肥	kg	747	32	221	163	13	234	80	1160	1822	4472	180	437	617	5089
	有机肥	kg	74720	3200	22080	16320	1280	23360	8000	116000	182240	447200	18000	43680	61680	508880
	保水剂	kg	224	10	66	49	4	70	24	348	547	1342	54	131	185	1527
3.11	施有机肥处理	hm²	2.13	0.08	0.06		0.05	0.51	0.68	0.56	2.33	6.40		4.98	4.98	11.38
	施有机肥	hm²	2.13	0.08	0.06		0.05	0.51	0.68	0.56	2.33	6.40		4.98	4.98	11.38
	有机肥	kg	42600	1600	1200		1000	10200	13600	11200	466	81866		99600	99600	181466
	植物措施															
一	电站枢纽工程区															
（四）	施工生产生活区															
1	种草籽															
	混播紫花苜蓿、黑麦草、波斯菊	hm²	4.67	0.20	1.38		0.08	1.46	0.50	7.25	11.39	26.93		2.73	2.73	29.66
	穴播紫花苜蓿、黑麦草、波斯菊	hm²	2.13	0.08	0.06		0.05	0.51	0.68	0.56	2.33	6.40		4.98	4.98	11.38
2	植树															
2.1	种植乔木															
	栽植云南土沉香	株	259								633	892				892
	栽植清香木	株	259								633	892				892
2.2	种植灌木															
	栽植川滇蔷薇	株	3892	167	1150		67	1217		6042	9492	22027		2275	2275	24302
	栽植白刺花	株	3892	167	1150		67	1217		6042	9492	22027		2275	2275	24302
	栽植胡枝子	株	3892	167	1150		67	1217		6042	9492	22027		2275	2275	24302
3	生态护坡工程															
3.1	框格生态袋护坡	hm²	0.56			0.30					1.25	2.11				2.11
	C25 混凝土框格梁	m³	287.49			154.01					641.73	1083.23				1083.23
	钢筋制安	t	30.28			16.22					67.6	114.1				114.10
	框格内生态袋	hm²	0.46			0.25					1.04	1.75				1.75
3.2	客土喷播植草护坡	hm²	0.53		0.32			0.21	0.38	0.76	1.35	3.55		0.95	0.95	4.50
4	绿化美化															
	园林绿化	hm²				0.68						0.68	0.75		0.75	1.43
5	绿化养护供水工程															
5.1	输提水管路	m	已计入其他水土流失防治区			380	已计入其他水土流失防治区				580	960	560	已计入其他 水土流失防 治区	560	1520
5.1.1	输水管路	m				380					580	960	560		560	1520
5.1.1.1	Φ250PE 管（1.25Mpa）	m									580	580				580
5.1.1.2	Φ90PE 管（1.25Mpa）	m				380						380				380
5.1.1.3	Φ75PE 管（1.25Mpa）	m											560		560	560

5 水土保持措施

序号	项目	单位	工程量													
			金沙江左岸（巴塘县）										金沙江右岸（芒康县）			合计
			坝址上游左岸 施工区	1#供水站和 1#空压站	1#混凝土系 统	现场生活办 公营地	左岸炸药 库	2#混凝土系 统及 3#供 水站	110kV 施 工变电站 及线路	砂石加工系统 及 3#混凝土 系统	厂区上游 施工区	小计	业主建设 管理营地	萨日西 1 号 沟施工区	小计	
5.1.1.4	镇支墩	个				8					12	20	11		11	31
	C25 混凝土	m³				48					72	120	66		66	186
	钢筋制安	t				1.92					2.88	4.80	2.64		2.64	7.44
	基础插筋（Φ25，L=2.0m）	根				32					48	80	44		44	124
5.2	喷灌系统管路	m				512					8968	9480	439		439	9919
	Φ75PE 管（1.6Mpa）	m				102					4484	4586				4586
	Φ50PE 管（1.6Mpa）	m				256					2690	2946	263		263	3209
	Φ32PE 管（1.6Mpa）	m				102					1794	1896	176		176	2072
5.3	喷灌设备	套				35					613	648	30		30	678
	喷嘴（工作压力 0.20Mpa，射程 13.3m，流量 1.22m³/h）	套				35					613	648	30		30	678
5.4	闸阀	套				3					4	7	4		4	11
5.5	自动灌溉控制系统	套								1	1				1	
6	抚育管理															
	林草抚育	hm²	5.66	0.2	1.7	1.61	0.08	1.67	0.88	8.01	13.78	33.59	1.5	3.68	5.18	38.77
7	干热河谷施工扰动迹地降雨 蓄渗、保水保肥技术 研究及示范建设 (示范建设面积 0.3hm²)															1
	临时措施															
一	电站枢纽工程区															
(四)	施工生产生活区															
1	临时拦挡防护															
1.1	无纺布苫盖	hm²	6.79	0.24	2.04	1.93	0.10	2.00	1.06	9.61	16.54	40.31	1.80	4.42	6.22	46.53
1.2	钢管桩竹串片板栅栏临时拦挡	m	660			220		155	115		1525	2675				2675
	钢管桩竹串片板栅栏安装	m	660			220		155	115		1525	2675				2675
	钢管桩竹串片板栅栏拆除	m	660			220		155	115		1525	2675				2675
	钢管桩（Φ50，L=3m）	根	1320			440		310	230		3050	5350				5350
1.3	编织袋装土临时挡墙	m											150	550	700	700
	编织袋装土填筑	m³											150	550	700	700
	编织袋装土拆除	m³											150	550	700	700
1.4	钢筋石笼挡墙	m			210		100					310				310
	土方明挖	m³			315.00		150.00					465				465.00
	土方回填	m³			105.00		50.00					155				155.00
	钢筋石笼	m³			1260.00		600.00					1860				1860.00
2	植树															
2.1	栽植灌木															
	栽植川滇蔷薇	株	425								808	1233				1233

5 水土保持措施

序号	项目	单位	工程量													
			金沙江左岸（巴塘县）										金沙江右岸（芒康县）			合计
			坝址上游左岸 施工区	1#供水站和 1#空压站	1#混凝土系 统	现场生活办 公营地	左岸炸药 库	2#混凝土系 统及 3#供 水站	110kV 施 工变电站 及线路	砂石加工系统 及 3#混凝土 系统	厂区上游 施工区	小计	业主建设 管理营地	萨日西 1 号 沟施工区	小计	
	栽植皱叶醉鱼草	株	425								808	1233				1233
	栽植枸杞	株	425								808	1233				1233
3	种草籽															
	混播紫花苜蓿、黑麦草、波斯菊	hm²	0.51								0.97	1.48				1.48

5.3.1.6 水库淹没及影响防治区

水土保持要求：工程建设及运行期间，建议建设单位对水库库岸的稳定性进行定时监测，若发现有失稳迹象，建设单位应及时采取相应的水土保持工程措施、植物措施等以减少水土流失。如对堆积体、滑坡体采取削坡减载，库岸失稳区域设置截排水沟、支护拦挡、植树种草等水土流失治理措施，其防治费用计入工程运行费用中。

5.3.2 移民安置区

5.3.2.1 库岸防护工程防治区

本区主要针对米结堆积体进行防治，该堆积体处理占地面积 0.93hm^2 ，防护措施主要为贴坡护脚挡墙+混凝土护坡防护。本区原占地类型主要为灌草地，表层主要为土方，且距离枢纽施工区较远，水土流失防治思路主要为施工前的临时拦挡防护、排水措施的修建；由于施工时间较短，且占地范围内都是土方，基本无表土，不再考虑收集土方。施工结束后，对施工扰动区域进行土地整治，种植灌草恢复植被即可。本区水土保持措施设计如下：

一、治理措施

（一）工程措施

1、土地整治工程

（1）全面整地

本区施工结束后，主要考虑对施工扰动区域进行场地平整、回填坑凹、翻松等整地工作，为植被恢复创造条件。本区全面整地面积为 0.28hm^2 。

（2）施有机肥处理

对本区土地整治的区域采用施有机肥处理的措施，改善植被恢复条件，提高植被成活率。有机肥施用量为 $2\text{kg}/\text{m}^2$ ，采取施有机肥处理措施的面积为 0.28hm^2 。

（二）植物措施

1、绿化范围

主体设计主要考虑在坡脚采用贴坡挡墙、坡面采用混凝土护坡，本区域仅周边扰动区域具备植被恢复的条件，拟考虑种植灌草进行植被恢复，面积 0.28hm^2 。

2、立地条件分析

本区域海拔 $2390\sim 2452\text{m}$ ，位于金沙江河道旁，扰动区域多为材料堆置、人为踩踏区域，立地条件较差。绿化范围内存在缺水、缺肥、温度低等特点，可通过保水保肥处理、保温等措施改善立地条件。

3、树草种选择

树种选择应考虑适地适树，灌木可选择白刺花、戟叶酸模、胡枝子等，草本可选择紫花苜蓿、披碱草、酢浆草等。

4、绿化方案

对土地整治区域种植灌木，灌木下撒播草种，面积为 0.28hm^2 。

5、种植密度

灌木：间植，株行距为 $2\text{m} \times 2\text{m}$ ，约 $2500\text{株}/\text{hm}^2$ ；白刺花、戟叶酸模、胡枝子混交，比例 1:1:1。

草种：采用紫花苜蓿、披碱草、酢浆草混播，撒播量为 $180\text{kg}/\text{hm}^2$ ，混播比例为 1:1:1。

本区绿化面积不大，后期绿化养护主要考虑汽车洒水养护。

（三）临时措施

1、临时拦挡防护

（1）无纺布苫盖

施工期间对无法及时恢复植被的裸露区域采用无纺布进行苫盖；另外，对恢复植被的区域，在植被栽植初期，也采取无纺布进行覆盖，防止阳光直晒，无纺布具有保温作用，有利于植被成活。本区共需无纺布 0.28hm^2 。

（2）钢管桩竹串片临时拦挡

为防止边坡开挖过程中土石渣滚落，边坡开挖前，沿下边坡布设钢管桩竹串片临时拦挡，开挖结束并清理土石渣后拆除。本区共布设串片临时拦挡 188m。钢管桩总长度为 3.0m，入土深度为 1.5m，地面以上高度为 1.5m，并在地面以上 0.75m 高处采用 $\Phi 50$ 钢管横向绑扎，内侧绑扎竹串片形成栅栏。

二、施工管理措施

1、防护工程沿河道侧建设，应避免汛期施工，避免挖填土石方进入河道。

2、应严格控制施工扰动范围，施工活动应严格控制在征地范围内。

3、施工过程中，加强管理，坚持文明施工，避免或减少土石方开挖对附近居民造成影响。

4、施工结束后，应对扰动范围进行整治，清理建筑垃圾，及时恢复植被。

三、工程量统计

本区新增水土保持措施工程量如下：

工程措施：土地整治 0.28hm²。

植物措施：种草籽 0.28hm²，种植灌木 699 株。

临时措施：无纺布苫盖 0.28hm²，钢管桩竹串片拦挡 188m。

表 5.3-27 库岸防护工程区新增水土保持措施工程量统计表

序号	项目	单位	工程量
			金沙江右岸（芒康县）
	工程措施		
二	移民安置区		
(一)	库岸防护工程区		
1	土地整治工程	hm ²	0.28
1.1	全面整地	hm ²	0.28
1.2	施有机肥处理	hm ²	0.28
	施有机肥	hm ²	0.28
	有机肥	kg	5600
	植物措施		
二	移民安置区		
(一)	库岸防护工程区		
1	种草籽		
1.1	混播紫花苜蓿、披碱草、酢浆草	hm ²	0.28
2	植树		
2.1	种植灌木		
	栽植白刺花	株	233
	栽植戟叶酸模	株	233
	栽植胡枝子	株	233
3	抚育管理		
	林草抚育	hm ²	0.28
	临时措施		
二	移民安置区		
(一)	库岸防护工程区		
1	临时拦挡防护		
1.1	无纺布苫盖	hm ²	0.28
1.2	钢管桩竹串片板栅栏临时拦挡	m	188
	钢管桩竹串片板栅栏安装	m	188
	钢管桩竹串片板栅栏拆除	m	188
	钢管桩（Φ50，L=3m）	根	376

5.3.2.2 专项设施复建防治区

本区主要包括复建交通道路、复建输水管道、复建输变电及通讯线路。复建的交通道路为当地乡村公路，复建的输水管道为当地居民点饮用水管道，复建的输变电路电压等级为 10kV 及以下，复建的通讯设施主要为杆塔架设的线路。复建工程规模均较小，本区水土保持措施设计如下：

一、治理措施

（一）复建交通工程

1、工程措施

主体设计已考虑复建交通道路的排水措施，本方案不再考虑，新增的水土保持措施如下：

（1）表土剥离工程

复建交通占地类型主要为稀疏的灌草地，基本无表土资源，但灌草地所在区域有一定量的土方。方案考虑对复建交通占地范围内的土方进行收集，并与项目建设区剥离的表土进行集中堆存和改良，用作后期植被绿化覆土用。复建交通道路共收集土方 4510m^3 ，土料采用反铲挖掘机收集，收集后运至 2#表土堆存场堆存，平均运距 0.5km。

（2）防洪排导工程

1）沉沙池

为沉淀泥沙，沿道路排水沟每隔一段距离设置相应尺寸的沉沙池，沉沙池尺寸根据排水沟断面尺寸设置，沉沙池长 1.5m，宽 1.0m，净深 1.0m，采用 C20 混凝土砌筑 30cm。应及时对沉沙池进行清淤，避免泥沙进入下游沟道。清淤频率视降雨及泥沙分布情况而定，雨季频率高，旱季频率低。复建交通道路共设置沉沙池 3 个。

（3）土地整治工程

1）全面整地

复建道路施工结束后，对道路低矮的土质边坡及平缓区域、框格梁内进行平整，回填坑凹，清理建筑垃圾，复建道路全面整地面积为 0.33hm^2 。

2）覆土

对低矮的土质边坡及平缓区域全面整地后，进行覆土，平均覆土厚度 0.2m，覆土面积 0.33hm^2 ，覆土量 660m^3 。土料来源于 2#表土堆存场保存的改良土方，平均运距 0.5km。

3）土壤保水保肥处理

土壤保水保肥处理主要为对覆土土料添加复合肥和有机肥、保水剂进行处理,增加土壤肥力和保水性,在覆土区域实施植物措施后,有助于植物措施生长,提高植物成活率。每 1m^3 土需添加复合肥 80g,有机肥 8kg,保水剂 24g。复建交通道路土壤保水保肥处理覆土量为 660m^3 。

4) 施有机肥处理

复建道路原占地类型植被稀疏,方案考虑对复建交通征地红线内其他不扰动的区域,采用施有机肥处理的措施提高土壤肥力,改善区域植被长势,尽量提高区域内林草覆盖率。有机肥施用量为 $2\text{kg}/\text{m}^2$,采取施有机肥处理措施的面积为 0.66hm^2 。

2、植物措施

(1) 绿化范围

本区域绿化主要为道路一侧或两侧种植行道树,路基两侧平缓区域及低矮的土质边坡撒播草种,复建交通道路其他开挖回填边坡设置生态护坡,复建交通征地红线内其他不扰动的区域穴播草种。

(2) 立地条件分析

本区域原地貌植被类型主要以灌草地为主。道路绿化区域主要为临时扰动地表,主要为土石裸露面,立地条件较差。

(3) 绿化方案

1) 生态护坡工程

复建交通道路生态护坡工程主要包括框格生态袋护坡、植被混凝土护坡、厚层基材植物护坡。

框格植生袋护坡主要布置在低缓的石质边坡,框格梁采用 C25 混凝土结构,菱形框格结构尺寸 $2.5\text{m} \times 2.5\text{m}$,框格梁内填筑植生袋。框格生态袋护坡面积 0.49hm^2 ,植生袋土料来源为本项目表土堆存场改良的土方。厚层基材植物护坡主要布置在边坡较高但坡比较小的边坡,厚层基材植物护坡 1.41hm^2 。植被混凝土护坡主要布置在边坡较高但坡比较大的边坡,植被混凝土护坡面积为 0.39hm^2 。

2) 植树、种草籽

沿复建道路一侧或两侧栽植行道树 300 株。低缓的土质边坡及平缓区域在土地整治后种植灌草,面积为 0.33hm^2 ;对复建道路征地红线范围内的未扰动区域在施有机肥处理后,穴播草种,面积为 0.66hm^2 。

3) 树草种选择

树种选择应考虑适地适树，行道树选择云南土沉香；树种选择应考虑适地适树，灌木可选择白刺花、戟叶酸模、胡枝子等；草本可选择紫花苜蓿、黑麦草、波斯菊等。

4) 种植密度

乔木：5株/m；灌木：间植，株行距为 $2\text{m} \times 2\text{m}$ ，约2500株/hm²；白刺花、戟叶酸模、胡枝子混交，比例1:1:1。

草种：紫花苜蓿、黑麦草、波斯菊混播，撒播量为180kg/hm²，混播比例为1:1:1。

3、临时措施

(1) 临时拦挡防护

1) 无纺布苫盖

施工期，考虑对临时堆存的土方进行临时苫盖，防止大风或大雨造成水土流失；对无法进行植被恢复的裸露区域也采用临时苫盖措施。另外，在植被栽植初期，需采取无纺布进行覆盖，防止阳光直晒，同时具有保温作用，有利于植被成活。复建交通共需无纺布2.62hm²。

2) 钢管桩竹串片临时拦挡

为防止道路开挖过程中土石渣滚落，较陡的道路边坡开挖前，沿下边坡布设钢管桩竹串片临时拦挡，道路开挖结束并清理土石渣后拆除。复建道路共布设串片临时拦挡375m。钢管桩总长度为3.0m，入土深度为1.5m，地面以上高度为1.5m，并在地面以上0.75m高处采用Φ50钢管横向绑扎，内侧绑扎竹串片形成栅栏。

(二) 复建输水管（渠）道

1、工程措施

(1) 表土剥离工程

复建输水管（渠）道占地类型主要为稀疏的灌草地，基本无表土资源，但灌草地所在区域有一定量的土方。方案考虑对管（取）槽开挖区域的土方进行收集并对收集的土方做好防护措施，收集的土方用作后期植被绿化覆土用。复建输水管线共收集土方780m³，土料采用反铲挖掘机收集，就近堆存在管（渠）槽开挖一侧的征地红线空闲区域。

(2) 土地整治工程

1) 全面整地

主体工程施工活动结束后，管道埋设、渠道衬砌完毕并回填土石方后，对开挖区域场地

进行平整,清除两侧区域堆石、杂物,对坑洼、凹地进行回填、平整,对两侧占压区域进行翻松、整地等。本区全面整地面积 1.17hm^2 。

2) 覆土

全面整地后,对管槽、渠道开挖区域回覆收集的土方,覆土厚度 20cm ,覆土量共计 780m^3 。土料来源于开挖时堆存在管槽、渠道开挖区域一侧的土方。

3) 土壤保水保肥处理

土壤保水保肥处理主要是对覆土土料添加复合肥和有机肥、保水剂进行处理,增加土壤肥力和保水性,在覆土区域实施植物措施后,有助于植物措施生长,提高植物成活率。每 1m^3 土需添加复合肥 80g ,有机肥 8kg ,保水剂 24g 。复建输水管(渠)道土壤保水保肥处理覆土量为 780m^3 。

4) 施有机肥处理

对本区土地整治的区域采用施有机肥处理的措施,改善植被恢复条件,提高植被成活率。有机肥施用量为 $2\text{kg}/\text{m}^2$,采取施有机肥处理措施的面积为 0.78hm^2 。

2、植物措施

(1) 绿化范围

对于土地整治后的区域进行撒播草种,面积 1.17hm^2 。

(2) 立地条件分析

本区域原地貌植被类型主要以灌草地为主,回覆的土方,土壤肥力弱,立地条件较差。

(3) 绿化方案

复建输管(渠)道绿化方案主要为对施工扰动区域撒播草种,不再考虑种植灌木,因为灌木根系可能会对输水管道、渠道的安全造成不利影响。

(4) 树草种选择

草本可选择紫花苜蓿、黑麦草、波斯菊等。

(5) 种植密度

草种:紫花苜蓿、黑麦草、波斯菊混播,撒播量为 $180\text{kg}/\text{hm}^2$,混播比例为 $1:1:1$ 。

3、临时措施

(1) 临时拦挡防护

1) 无纺布苫盖

施工期,考虑对临时堆存的土体进行临时苫盖,防治大风或大雨造成水土流失,同时,

在植被栽植初期，需采取无纺布进行覆盖，防止阳光直晒，同时具有保温作用，有利于植被成活，本区共需无纺布 1.17hm^2 。

2) 编织袋装土临时挡墙

由于管道开挖的土石方及收集的土方在施工期堆存在开挖沟槽的两侧，考虑在堆土区域的一侧采取编织袋装土临时挡墙进行拦挡，长度共计 800m。断面初估为梯形断面，顶宽 0.5m、底宽 1.5m、高 1m、坡比 1:0.5，可根据实际情况调整，土袋拦挡错缝堆砌。

(三) 复建输电及通信线路

复建输电及通信线路规模较小，水土流失防治措施主要为土地整治，撒播草种。

1、工程措施

(1) 土地整治工程

1) 全面整地

主体工程施工活动结束后，先清除水泥杆周围的块石、杂物，并对坑凹场地进行回填、平整场地。本区全面整地面积 0.41hm^2 。

2、植物措施

本区域绿化主要为输电线路电线杆周围扰动区域采用撒播草种的方式植被恢复。草种可选择紫花苜蓿、黑麦草、波斯菊等，种植密度：紫花苜蓿、黑麦草、波斯菊混播，撒播量为 $180\text{kg}/\text{hm}^2$ ，混播比例为 1:1:1。

二、施工管理措施

1、复建公路应按原公路等级和使用要求进行复建，应符合当地道路规划要求，施工结束后，应进行绿化。

2、严格按照相关规范要求进行施工作业，挖填过程中尽量做到挖、填平衡。

3、根据挖填部位的地质条件及相关要求，确定合理的路堑和路堤边坡。对路基下方影响区范围内抛洒的土石方，应及时清除，并及时清除坡面松动岩土体，保证坡面稳定。

4、施工过程中，加强管理，坚持文明施工，施工活动应控制在征地范围内。

5、道路两侧及边坡设置完善的截排水系统，并加强施工过程中的设施管理维护，对可能造成淤堵的截排水沟，应定期进行清理，保证水流畅通。

6、各项水土保持措施与道路主体工程同步施工，及时有效的防治道路施工扰动区域造成的水土流失。

7、复建输电、通信线路应做到挖填平衡，同时应尽量避免雨天施工，施工扰动应严格

控制在征地范围内，避免对周边居民及生产生活产生影响。

8、复建输电、通信线路区域面积较小，开挖区域较小，主要考虑临时措施进行防护，对于后期具备植被恢复的区域应做好绿化。

9、电力、通信线路设施为线性工程，施工中注意周边植被保护，施工一段防护一段，避免施工后集中防护，保证防护的时效性，施工结束后，及时采取相应的植被恢复措施。

10、本区复建道路绿化养护工程已纳入弃渣场区绿化养护工程。本区其他区域绿化面积不大，后期绿化养护主要考虑汽车洒水养护。

三、工程量统计

本区新增水土保持措施工程量如下：

工程措施：土方收集 5290m^3 ，沉沙池 3 个，土地整治 2.57hm^2 。

植物措施：撒播草种 1.91hm^2 ，穴播草种 0.66hm^2 ，种植行道树 300 株，种植灌木 825 株，框格生态袋护坡 0.49hm^2 ，植被混凝土护坡 0.39hm^2 ，厚层基材植被护坡 1.41hm^2 。

临时措施：无纺布苫盖 3.79hm^2 ，钢管桩竹串片拦挡 375m，编织袋土挡墙 800m。

表 5.3-28

专项设施复建区新增水土保持措施工程量统计表

序号	项目	单位	工程量					
			金沙江左岸（巴塘县）			芒康县		
			复建输电及通信 线路	复建供水管 （渠）道	小计	复建交通道 路	复建输电及通信 线路	小计
	工程措施							
二	移民安置区							
(二)	专项设施复建区							
1	表土剥离工程							
1.1	土方收集（运距 0km，机械）	m ³		780	780			780
1.2	土方收集（运距 0.5km，机械）	m ³				4510		4510
2	防洪排导工程							
2.1	沉沙池	个				3		3
	土方开挖	m ³				9.00		9.00
	石方开挖	m ³				13.50		13.50
	C20 混凝土	m ³				8.61		8.61
3	土地整治工程	hm ²	0.39	1.17	1.56	0.99	0.02	1.01
3.1	全面整地	hm ²	0.39	1.17	1.56	0.33	0.02	0.35
3.2	覆土（运距 0km，机械）	m ³		780	780			780
3.3	覆土（运距 0.5km，人工）	m ³				660		660
3.4	土壤保水保肥	m ³		780	780	660		1440
	拌和肥料及保水剂	m ³		780	780	660		1440
	复合肥	kg		62	62	53		115
	有机肥	kg		6240	6240	5280		11520
	保水剂	kg		19	19	16		35
3.5	施有机肥处理	hm ²	0.39	0.78	1.17	0.66		0.66
	施有机肥	hm ²	0.39	0.78	1.17	0.66		0.66

5 水土保持措施

序号	项目	单位	工程量						
			金沙江左岸（巴塘县）			芒康县			合计
			复建输电及通信 线路	复建供水管 （渠）道	小计	复建交通道 路	复建输电及通信 线路	小计	
	有机肥	kg	7800	15600	23400	13200		13200	36600
	植物措施								
二	移民安置区								
（二）	专项设施复建区								
1	种草								
	混播紫花苜蓿、黑麦草、波斯菊	hm²	0.39	1.17	1.56	0.33	0.02	0.35	1.91
	穴播紫花苜蓿、黑麦草、波斯菊	hm²				0.66		0.66	0.66
2	植树								
2.1	种植行道树								
	栽植云南土沉香	株				300		300	300
2.2	种植灌木								
	栽植川滇蔷薇	株				275		275	275
	栽植白刺花	株				275		275	275
	栽植胡枝子	株				275		275	275
3	生态护坡工程								
3.1	框格生态袋护坡	hm²				0.49		0.49	0.49
	C25 混凝土框格梁	m³				251.56		251.56	251.56
	钢筋制安	t				26.5		26.5	26.50
	框格内生态袋	hm²				0.41		0.41	0.41
3.2	植被混凝土护坡	hm²				0.39		0.39	0.39
3.3	厚层基材植被护坡	hm²				1.41		1.41	1.41
4	抚育管理								
	林草抚育	hm²		1.17	1.17	2.17		2.17	3.34

5 水土保持措施

序号	项目	单位	工程量						
			金沙江左岸（巴塘县）			芒康县			合计
			重建输电及通信 线路	重建供水管 （渠）道	小计	重建交通道 路	重建输电及通信 线路	小计	
	临时措施								
二	移民安置区								
（二）	专项设施复建区								
1	临时拦挡防护								
1.1	无纺布苫盖	hm ²		1.17	1.17	2.62		2.62	3.79
1.2	编织袋装土临时挡墙	m		800	800				800
	编织袋装土填筑	m ³		800	800				800
	编织袋装土拆除	m ³		800	800				800
1.3	钢管桩竹串片板栅栏临时拦挡	m				375		375	375
	钢管桩竹串片板栅栏安装	m				375		375	375
	钢管桩竹串片板栅栏拆除	m				375		375	375
	钢管桩（Φ50，L=3m）	根				750		750	750

5.3.3 防治措施工程量汇总

表 5.3-29 方案新增水土保持措施工程量统计表

序号	项目	单位	工程量																								
			枢纽工程区			弃渣场区			表土堆存场区			交通设施区			施工生产生活区			库岸防护工程区			专项设施复建区			总计			
			巴塘县	芒康县	小计	巴塘县	芒康县	小计	巴塘县	芒康县	小计	巴塘县	芒康县	小计	巴塘县	芒康县	小计	巴塘县	芒康县	小计	巴塘县	芒康县	小计	巴塘县	芒康县	小计	
一	工程措施																										
1	表土剥离工程																										
1.1	表土剥离	m³					47070	47070				4080		4080	5190	25470	30660							9270	72540	81810	
1.2	土方收集	m³	56712		56712	15931	58675	74606				20588	2925	23513	12191	28640	40831				780	4510	5290	106202	94750	200952	
2	拦挡工程	m				592	835	1427	115	90	205													707	925	1632	
3	防洪排导工程																										
3.1	截水沟	m	495		495	825	1356	2181	262		262				3031	550	3581							4613	1906	6519	
3.2	排水沟	m	4720	200	4920	2960	4470	7430							3206	990	4196							10886	5660	16546	
3.3	钢波纹管	m													45		45							45		45	
3.4	沉沙池	个	4	1	5	2	2	4	1		1	26	10	36	23	8	31					3	3	56	24	80	
3.5	导排渗沟	m				16200	27300	43500																16200	27300	43500	
4	护坡工程																										
4.1	种植槽	m	6265	246	6511																			6265	246	6511	
5	土地整治工程	hm²	9.85	1.36	11.21	14.06	7.71	21.77	1.68		1.68	29.70	6.81	36.51	34.01	8.46	42.47		0.28	0.28	1.56	1.01	2.57	90.86	25.63	116.49	
5.1	全面整地	hm²	2.01	0.71	2.72	3.49		3.49	1.68		1.68	15.49	3.11	18.60	27.61	3.48	31.09		0.28	0.28	1.56	0.35	1.91	51.84	7.93	59.77	
5.2	覆土	m³	13390	2290	15680	26030	15420	41450				35362	7300	42662	55900	7710	63610				780	660	1440	131462	33380	164842	
5.3	土壤保水保肥	m³	13390	2290	15680	26030	15420	41450				35362	7300	42662	55900	7710	63610				780	660	1440	131462	33380	164842	
5.4	施有机肥处理	hm²	6.00	0.61	6.61	2.79	0	2.79	1.68		1.68	12.02	3.16	15.18	6.4	4.98	11.38		0.28	0.28	1.17	0.66	1.83	30.06	9.69	39.75	
6	土壤改良																										
6.1	堆土期掺肥	m³							51255	228477	279732													51255	228477	279732	
6.2	堆存期喷肥	hm²							1.68	0.73	2.41													1.68	0.73	2.41	
7	土壤改良关键技术 研究及示范建设 (示范建设改良土壤 工程量 0.1 万 m³)	项									1															1	
二	植物措施																										
1	种草籽	hm²	9.85	0.65	10.50	6.28		6.28	1.68		1.68	27.51	6.27	33.78	33.33	7.71	41.04		0.28	0.28	1.56	1.01	2.57	80.21	15.92	96.13	
2	植树																										
2.1	种植乔木	株										296	168	464	1784		1784					300	300	2080	468	2548	
2.2	种植灌木	株	17555	492	18047	8724		8724	4200		4200	38725	7775	46500	66081	6825	72906		699	699		825	825	135285	16616	151901	
3	生态护坡工程																										
3.1	框格植灌草护坡	hm²				9.37	9.29	18.66				2.64	0.65	3.29										12.01	9.94	21.95	
3.2	框格生态袋护坡	hm²										1.06	0.40	1.46	2.11		2.11					0.49	0.49	3.17	0.89	4.06	
3.3	植被混凝土护坡	hm²	11.29	0.49	11.78							0.85	0.20	1.05								0.39	0.39	12.14	1.08	13.22	
3.4	厚层基材植植被护坡	hm²	0.86		0.86							5.08	1.29	6.37								1.41	1.41	5.94	2.70	8.64	

序号	项目	单位	工程量																								
			枢纽工程区			弃渣场区			表土堆存场区			交通设施区			施工生产生活区			库岸防护工程区			专项设施复建区			总计			
			巴塘县	芒康县	小计	巴塘县	芒康县	小计	巴塘县	芒康县	小计	巴塘县	芒康县	小计	巴塘县	芒康县	小计	巴塘县	芒康县	小计	巴塘县	芒康县	小计	巴塘县	芒康县	小计	
3.5	客土喷播植草护坡	hm²									8.06	1.93	9.99	3.55		3.55								11.61	1.93	13.54	
4	绿化美化																										
4.1	园林绿化	hm²		0.71	0.71										0.68	0.75	1.43								0.68	1.46	2.14
5	绿化养护供水工程																										
5.1	泵房	m²	80		80	80		80																	160		160
5.2	输提水管路	m	8540		8540	4540	1380	5920	1260		1260				960	560	1520								15300	1940	17240
5.3	喷灌系统管路	m	22062		22062	19253	21786	41039	2824		2824				9480	439	9919								53619	22225	75844
5.4	蓄水池	座	1		1	1		1																	2		2
5.5	自动灌溉控制系统	套	2		2	1	1	2	1		1				1		1								5	1	6
6	林草抚育	hm²	20.91	1.82	22.73	11.27	7.71	18.98	1.68	0.00	1.68	30.36	6.86	37.22	33.59	5.18	38.77		0.28	0.28	1.17	2.17	3.34	98.98	24.02	123.00	
7	高边坡植被恢复、灌溉技术研究及示范建设(示范建边坡面积 0.5hm²)	项			1																					1	
8	干热河谷植被水土保持生态修复效果研究及示范建设（示范建设面积 0.3hm²）	项			1																					1	
9	干热河谷施工扰动迹地降雨蓄渗、保水保肥技术研究及示范建设(示范建设面积 0.3hm²)	项															1									1	
三	临时措施																										
1	临时排水沉沙																										
1.1	临时排水沟	m					2800	2800																		2800	2800
1.2	泥浆沉淀池	个					9	9				1	1	2											1	10	11
2	临时拦挡防护																										
2.1	无纺布苫盖	hm²	23.30	1.99	25.29	23.67	16.19	39.86	2.18	1.37	3.55	32.39	9.63	42.02	40.31	6.22	46.53		0.28	0.28	1.17	2.62	3.79	123.02	38.30	161.32	
2.2	钢管桩竹串片板栅栏	m	1580	120	1700							6102	3240	9342	2675		2675		188	188		375	375	10357	3923	14280	
2.3	钢筋石笼临时挡墙	m				330	873	1203							310		310							640	873	1513	
2.4	编织袋土临时挡墙	m														700	700				800		800	800	700	1500	
3	植树																										
3.1	栽植灌木	株													3699		3699								3699		3699
4	种草籽	hm²							1.76	1.11	2.87				1.48		1.48								3.24	1.11	4.35

5.4 施工要求

5.4.1 施工条件

1、各项水土保持工程施工现场均有主体工程场内交通道路到达，施工道路设计标准满足水土保持工程施工需要，无需新建和改扩建施工道路。

2、水土保持工程施工在整个主体工程范围内，为避免施工设施重复建设，减少扰动面积，施工场地均利用主体工程施场地。

3、工程措施施工中所需的混凝土骨料取自主体工程开挖有用料。

4、植物措施使用材料中，苗木、草籽、化肥等可在当地购买，场内道路直接可以到达绿化现场，不能直接到达绿化现场的，采用人工挑抬。

5、施工用电及施工用水和主体工程保持一致。

5.4.2 施工方法

5.4.2.1 工程措施

1、拦挡工程

(1) 挡墙

施工工艺包括测量放样、基础开挖、砌筑、养护等。

1) 测量放样

根据挡墙设计图纸，测放挡墙的平面位置和高程，测定挡墙基座主轴线和起讫点，并按施工放样的实际需要增补挡墙各点的地面高程，根据需要设置施工水准点，在基础表面弹出轴线和墙身线。

2) 基础开挖

挡墙基础土方开挖采用挖掘机配合人工开挖，石方开挖以手风钻为主，出渣采用手推车或推土机配合自卸汽车。

3) 浆砌石砌筑

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。砌筑前应将石料表面的泥清扫干净，并用水润湿。砌筑时，应做到大面朝下，适当摇动或敲击，使其稳定；严禁石块无浆贴靠，在填塞砂浆后用扁铁插捣至表面泛浆；同一砌筑层内，相邻石块应错缝砌筑，不得存在顺向通缝，上下相邻砌筑的石块，也应错缝搭接，避免竖

向通缝。砂浆初凝后砌体不得扰动。勾缝表面与块石应自然接缝，力求匀称，砌体表面溅上的砂浆要清除干净。

4) 养护

当勾缝完成和砂浆初凝后，砌体表面应刷洗干净，砌体外露面，在砌筑后 12~18h 之间及时养护，经常保持外露面的湿润，避免碰撞和振动，养护时间一般为 14 天。

(2) 钢筋石笼挡墙

施工工艺主要包括基础开挖、石笼制作及填料等。

1) 基础开挖

基础土方开挖采用挖掘机配合人工开挖，石方开挖以手风钻为主，出渣采用手推车或推土机配合自卸汽车。

2) 石笼制作及填料

钢筋石笼现场制作，其施工方法是，先编钢筋石笼，钢筋石笼采用 16#和 10#钢丝人工剪丝、编笼，钢筋石笼挡墙规格为 $2.0\text{m} \times 1.0\text{m} \times 1.0\text{m}$ ，网眼尺寸 $10\text{cm} \times 10\text{cm}$ ，钢筋石笼护脚规格为 $0.5\text{m} \times 1.0\text{m} \times 1.0\text{m}$ ，网眼尺寸 $20\text{cm} \times 20\text{cm}$ 。

填筑所需石料从弃渣中人工收集，要求石料新鲜无风化，满足强度要求。笼内石料一般用片石和大卵石，石块尺寸须大于笼网孔眼，笼内石块应塞紧、装满，笼网应锁口牢固。按设计摆放钢筋石笼，笼应铺放整齐。

装填石料时，用人工填筑石料，保证石笼形状不受破坏。在填料时，为保证石笼表面的平整度，在靠近外表面的方向用人工均匀的将块石料有序、紧密垒至面顶部，后填入大量剩余石料，笼与笼间的空隙应用石块填满。

2、防洪排导工程

(1) 截排水沟、沉沙池

施工工艺有基础开挖、沟身砌筑等。

1) 基础开挖

一般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、边坡并拍实，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整理。

2) 沟身砌筑

浆砌石截排水沟砌筑所需片石料从开挖料中人工捡集，采用人工修整并砌筑浆砌石的

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。

混凝土截排水沟基层垫层模板采用 10cm 木方支设，垫层模板支设时坑内钉上轴线桩，然后根据轴线桩支垫层模板，垫层模板施工完后在模板内侧抄上垫层顶标高后用于砼浇筑时控制标高；混凝土边槽浇筑在槽底清理后进行，混凝土应连续浇筑，在终凝前进行抹压，尽量减少裂纹产生，抹压后的混凝土表面应密实、平整。

沉沙池施工工艺主要为基础开挖、池身砌筑，沉沙池施工工艺与混凝土截排水沟基本相同。

3、土壤改良工程

本方案土壤改良主要考虑土壤堆存时及覆土时拌和肥料，堆存时期撒播绿肥作物及喷洒复合肥溶液等。

土壤堆存时及覆土时拌和肥料时，应充分拌和，条件允许时，重施有机肥，提高有机质含量，拌和肥料时，复合肥及有机肥施肥量应满足设计要求。覆土时，在施肥的基础上，施加保水剂，提高土壤保水能力。

堆存期间，首先在堆存的土壤表面撒播绿肥作物，增加土壤肥力，并采取苫盖保温，保证存活率；在此基础上，将复合肥与水按比例配合，对堆存的土壤进行喷洒，喷洒时应均匀喷洒，避免冲刷土壤，并尽量保证溶液渗透至中下层。每月、季度、年喷洒次数应达到设计要求，喷洒时宜选择温度适宜时间，避免温度过高或过低造成绿肥作物死亡或形成冻土。

4、表土剥离及土方收集

表土剥离及土方收集主要是将表层较肥沃的耕植土或表层土方进行剥离并收集。对于较平缓的区域可直接采用推土机推土，配合反铲挖掘机集料，自卸汽车运输至表土临时堆存场。对于非平缓区域可直接用反铲挖掘机挖土，自卸汽车运土。

5、土地整治工程

土地整治工程主要包括场地平整、覆土等。

施工迹地施工结束后，采用 74kW 推土机进行场地平整，然后采用自卸汽车运送土料至施工现场，采用 74kW 推土机推土，首先运送、推松，然后卸除，最后拖平、空回，覆土来源于施工前剥离经土壤改良后的土方。覆土主要采用机械覆土，对于种植槽及边坡机械难以到达的位置，采用人工进行覆土。

覆土前需进行土壤保水保肥处理，主要采用两种方式进行处理，一是保水剂、肥料等

与土壤进行拌和，二是将肥料采用撒播或融水浇灌的方式进行施肥。

5.4.2.2 植物措施

植物工程所需的苗木、草籽均从当地苗圃购买，并在专业技术人员指导下实施。植物措施的施工工艺如下所述：

1、种树

(1) 整地

整地以不造成新的水土流失及有利于新栽植物生长为原则，针对不同部位的立地条件采取相应的整地方式，按照《造林技术规程》要求执行，并结合工程实际。为了促进土壤的改良，整地时间结合当地实际情况，栽种前 1 个月进行。

(2) 栽植

造林季节的选择取决于当地的气候条件和树种的生物学特性。春季和秋季均可进行。乔木种植时，根据当地植树造林经验，要掌握苗木随起随运、及时栽培等措施。为了保护苗根湿润，最好采用当地苗木，随起随栽。植苗造林要求 I 级苗（地径 4.0cm 以上，高 0.25cm 以上），穴底要平，要打碎土块，拣出草根、石块，栽时保持苗木端正，苗木地上部分入土 1/3 左右，苗梢弯曲方向朝向下坡以免“反山”，根系要舒展，不要碰伤根际皮部，覆土要细致并适当压实，防止窝根；移栽苗木的树穴根据苗木土球大小而定。树穴大于土球直径 0.2~0.4m，挖掘深度大于土球直径 0.1~0.2m，要求树穴上口直径与穴底直径基本相同；植物根部土球埋入深度应高于地面 0.1m。种植时，要求除去根部绑扎的草绳，将苗木轻放至树穴，观赏面的方向尽量一次到位。回填土时，要分层夯实，使回填土与根部紧密结合，有利于根部生长；填土至深度 2/3 时，围堰浇足水，第 2 天再补 1 次水后，覆土整平，进入正常管护。灌木种植时，起挖、运输至栽种的时间控制在 24h 以内，运输途中若遇晴天应适当喷水，雨天要用油布遮盖；种植后，浇水、修剪和整形，使其达到设计要求。采用穴植法，栽植时要掌握“三埋两踩一提苗”的技术要点。栽植前将少许湿润表土回填于穴底，将苗木置于穴中扶正，填湿土、表土至穴深的一半时轻提幼苗使苗根舒展、踩实，使苗根与土壤紧密接触，再填满土踩实，根据苗木的规格适当深埋，浇灌透水后覆一层虚土，以切断土壤毛细管，达到蓄水保墒的目的。

乔木：穴状整地，规格为 90cm×50cm（穴径×穴深）或 70cm×50cm（穴径×穴深），填土踩实，再填土踩实，最后覆上虚土，浇水。

灌木：穴状整地，穴状整地规格为 90cm×50cm（穴径×穴深，冠幅 80~100cm 的灌木）

或 60cm×40cm (穴径×穴深, 冠幅 40~50cm 的灌木) 或 40cm×30cm (穴径×穴深, 冠幅 20~40cm 的灌木), 填土踩实, 再填土踩实, 最后覆上虚土, 浇水。

植苗造林后, 苗木能否成活, 关键是苗木本身能否维持水分平衡, 所以在造林过程中, 严格按照造林技术规程的要求进行起苗、包装、运输等环节, 尤其要做好苗木根系的包装, 运输时要覆盖, 以防苗木根系过多失水影响成活, 苗木运到造林地应尽快栽植, 否则要进行假植。尽量选用当地、对造林地立地条件适应能力强的苗木。

(3) 抚育管理

“三分栽植, 七分管护”。栽植后应定期灌水, 确保苗木成活。苗木成活后做好成活率和保存率调查, 以便及时补植, 对于不符合要求的应重新建植。预防和控制病虫害的发生, 保持其应有的保水保土功能和生态保护功能。一般不进行松土除草。

2、种草

(1) 整地

整地以不造成新的水土流失及有利于新栽植物生长为原则, 针对不同部位的立地条件采取相应的整地方式, 按照《造林技术规程》要求执行。撒播种草采用全面整地, 整地深度 20cm, 整地后及时播种。

(2) 播种

播前种籽去杂、精选。保证播下的是优质种籽。浸种、消毒、去芒、磨擦 (轻度搓破种皮), 有利于种籽出苗, 防止病虫害和鼠害。有条件的播种时可采用适量肥料拌种, 有利于幼苗生长。

不同草种在不同立地条件下, 各有不同的最佳播种期。一般可根据当地实践经验确定。春播需地面温度回升到 12℃ 以上, 土壤墒情较好时进行。春旱不宜播种的地方, 可以夏播; 选在雨季来临和透雨后进行。秋播不宜太晚, 要求出苗后能有 1 个月左右的生长期, 以利越冬。播种量根据不同草种千粒重的大小, 控制在 80kg/hm² 之间。混播比例为 1:1。播种方法采用撒播, 播种深度 2~4cm, 将草种均匀撒开, 轻微覆盖、镇压。

3、生态护坡工程

(1) 种植槽

种植槽施工工艺主要有平整坡面、种植槽施工、回填客土等。平整坡面采用人工修坡, 清除坡面浮石、危石; 种植槽采用砖或浆砌石砌筑, 砌筑完毕后在槽内回填种植土。

种植槽恢复植被在基础工程修建完毕后进行, 在槽内种植植物及草种, 采用人工方式,

植物栽植后需及时、定期洒水，每次洒水量以保持土壤湿润为原则，直至植物正常生长；当发生病虫害时，及时喷洒农药，农药喷洒根据具体情况而定；当植物生长缓慢缺乏养分时需追肥，追肥根据具体情况而定。

（2）框格护坡

框格护坡施工前先放样确定骨架坡面线，确定其骨架基础顶面高程，根据边坡长度准确放出骨架位置，混凝土运输至现场后及时浇筑，并采用振动棒振捣，为防止混凝土下滑，可采取隔段加挡板横隔；混凝土浇筑完毕后及时进行养护。

框格植草在基础工程修建完毕后进行，在框格内种植植物及草种，采用人工方式，植物栽植后需及时、定期洒水，每次洒水量以保持土壤湿润为原则，直至植物正常生长；当发生病虫害时，及时喷洒农药，农药喷洒根据具体情况而定；当植物生长缓慢缺乏养分时需追肥，追肥根据具体情况而定。

（3）植被混凝土护坡

首先清理边坡坡面，在边坡上铺设铁丝或塑料网，并用锚钉和锚杆固定。将植被混凝土原料经搅拌后由常规喷锚设备喷射到岩石坡面，形成近 10cm 厚的植被混凝土。喷射完毕后，覆盖一层无纺布防晒保墒，水泥可使植被混凝土形成一定强度的防护层。经过一段时间洒水养护，植被就会覆盖坡面，揭去无纺布，植被将自然生长。植被混凝土由水泥、土、腐殖质、长效肥、保水剂、混凝土添加剂及混合植物种子等组成。水泥是形成强度达到工程防护目的的固结材料，一般采用 425#水泥；土是营造植物长期生长提供养分储存养分的基础材料，一般采用壤土或沙壤土（含砂量不超过 5%）；腐殖质是优先为植物提供养分和产生植物根系生长空间的基础材料，一般采用酒糟、锯末、秸秆纤维等；长效肥是为植物生长提供长期效力的复合肥；保水剂是水分丰裕时吸收水分，天气干燥时为植物提供水分；混凝土添加剂的主要功能是营造植物生长环境；混合植物种子根据生物生长特性优选配制。

（4）植生袋护坡

把草种和土壤混合并填充到生态袋中，然后进行错缝砌筑。

（5）厚层基材植物护坡

首先清除坡面淤积物、浮石、打掉突出岩石，使坡面尽可能平整，再用高压水枪清洗坡面，使坡面有利于植被混凝土和岩石的完全结合。

其次铺设固定复合网，以便增强护坡强度、形成加筋植被混合物。在坡面上安装 12mm

钢筋锚杆，按 $1\text{m} \times 1\text{m}$ 交叉锚固，锚杆长 $10\sim 30\text{cm}$ 。然后按设计要求将高强土工网挂在锚杆上，调平拉紧，在边坡平台处采用浆砌片石压边，确保土工网稳定。

然后将粉碎过筛的干燥土壤、腐殖质和含有速效肥、长效肥、粘结剂、保水剂、稳定剂的基材混合搅拌，由喷砂机喷射至坡面形成基层；面层喷射前拌料时加入混合种子。基层和面层喷射前均需找平。在面层喷射层完成后，覆盖 28g/m^2 无纺布保墒，营造种子快速发芽环境。对厚层基材植物护坡应进行养护，养护期应当保持植被混凝土呈湿润状态，杜绝高压水头直接喷灌。

（6）客土喷播植草护坡

喷播作业工序流程为：边坡检验→边坡修整→挂网→客土喷播→喷播草种→覆盖无纺布→养护管理→绿化成坪。客土喷播前浇水湿润坡面，将泥炭、腐殖土、草纤维、缓释营养肥料等混合材料经过专用机械的搅拌后喷播在铁丝网上，厚度为 $2\sim 8\text{cm}$ ；由于基质水分丧失会造成基质厚度不够，一般要求喷射厚度为设计厚度的 125% 。喷播草种前，将种子与纤维、粘合剂、保水剂、缓释肥、微生物菌肥等经过喷播机搅拌混匀成喷播泥浆，在喷播机的作用下，均匀喷洒在工作作业面上，最后再铺设无纺布进行养护。

5.4.2.3 临时措施

临时措施主要包括临时拦挡防护、临时排水沉沙。

1、临时拦挡防护

（1）无纺布苫盖

无纺布铺设前，完成边坡滑槽的开挖及边坡坡面清理工作，铺设前将无纺布卷成空心卷，铺设时自上而下，不能过紧，以免施工过程中产生过大的变形，需保持一定的松紧度，并保证铺设平顺，织物应与土面密贴，先铺底部平地，再铺坡面搭接形式为上幅压下幅，搭接长度不小于 50cm 。

（2）编织袋装土临时挡墙

采用人工装料，封包并填筑，料源为现有堆料，防护结束后，拆除填料，并清理施工场地。

（3）钢管桩竹串片临时拦挡

依据高差及倾斜角度计算钢管桩长度，钢管间距不宜过大，以免降低钢管的支护效果，桩底打入深度必须达到作业面以下 1.5m ，随后立即将竹串片进行连接形成整体，绑扎点按梅花形布置，间距不大于 80cm 。

2、临时排水沉沙

临时排水沉沙主要为泥浆沉淀池，施工方法、工艺与截排水工程相同。

5.4.3 施工进度安排

1、施工进度遵循原则

在水土保持措施制定后，措施实施的时间及质量直接影响水土流失防治效果，在水土保持措施实施过程中，坚持以下原则落实水土保持措施，以达到良好的防治效果：①临时措施与主体工程施工同步实施；②施工裸露场地应及时采取防护措施，减少裸露时间；③弃渣场按“先拦后弃”原则，先修建拦挡措施再堆渣；④植物措施根据生物学特性和气候条件合理安排，在具备条件后尽快实施。水土保持措施实施进度安排与主体工程施工进度相协调，紧密结合主体工程施工进度，若遇主体工程施工进度有提前或后延等调整，水土保持措施实施进度须作相应调整。

2、各区水土保持施工进度安排

(1) 枢纽工程区

坝肩边坡开挖于施工期第2年第2季度中旬开始，可实施相应的截水沟、拦挡工程(第2年第2季度初)，坝前左岸I号堆积体开挖于施工期第6年第1季度开始，可实施相应的截水沟(第5年第4季度初开始)，同时对堆积体开挖的土方进行收集用于土壤改良(第6年第1季度)；导流洞于施工期第2年第2季度施工结束、尾水隧洞于施工期第3年第4季度施工结束、出线平台边坡于施工期第1年第4季度施工结束、坝前左岸I号堆积体于完建期第6年第3季度开挖完成、左右岸坝肩混凝土浇筑于施工期第5年第2季度完成，可分别实施相应的种植槽(导流洞施工期第2年第3季度、尾水隧洞施工期第4年第1季度、出线平台施工期第2年第1季度、坝前左岸I号堆积体完建期第6年第4季度、左右岸坝肩施工期第5年第3季度)；土地整治工程主要为空闲地的保水保肥处理，规划在第6年第3季度实施；土地整治结束后立即开展绿化、养护工作(第6年第4季度)。

(2) 弃渣场区

本工程弃渣场在筹建期第1年第1季度开始堆存部分渣料或有用料，在使用之前开始拦挡、截水沟措施的建设(筹建期第1年第1季度)；堆渣结束后，进行土地整治、生态护坡、植被恢复，拟在第6年第3~4季度完成。

(3) 表土堆存场区

表土堆存场在筹建期第1年第1季度启用，使用之前拦挡、截水沟措施的建设完成；

堆存前先进行土方收集工作，土壤改良工程实施时间从筹建期第1年第1季度开始至施工期第6年第3季度完成，临时撒草从表土堆存完毕后开始（施工期第1年第1季度），土地整治于第6年第3季度开始，植被恢复工作于第6年第4季度完成。

（4）交通设施区

筹建期便开始进行交通设施修建，随着道路的修建，逐渐完善防洪排导工程、临时拦挡工程、临时排水沉沙工程、生态护坡及两侧扰动区的植被恢复措施，实施时间和交通修建时间基本一致。完建年，临时道路基本利用完毕，进行土地整治和植被恢复，并设临时苫盖保温，实施时间为第6年第3~4季度。

（5）施工生产生活区

施工期第1年开始进行施工生产生活区的相关建构筑物修建，需在施工生产设施开始建设前完成表土剥离及土方收集工作。随着施工生产生活场地的建成，逐渐完善防洪排导工程、裸露边坡的临时苫盖工程、生态护坡及场区的绿化美化，实施时间和生产生活场地建设时间基本一致。施工场地利用完毕，进行土地整治和植被恢复、配套的蓄水灌溉措施，并设临时苫盖保温，实施时间为第6年第3~4季度。

（6）库岸防护工程区

库岸防护区域扰动前，完成截水沟措施，并做好拦挡防护。施工完成后，进行土地整治、绿化工作，实施时间为第2年第2~3季度。

（7）专项设施复建区

专项设施复建扰动地表前进行土方收集措施，并对土料及开挖区域下游侧采取临时拦挡防护工程，实施时间为复建初期，规划在筹建期第1年第4季度完成。防洪排导工程、生态护坡工程及绿化工程同复建设施建设工期一致。

水土保持措施施工进度表

注：主体工程工期延误，水土保持措施随之顺延。主体工程： 工程措施： 植物措施： 临时措施：

6 水土保持监测

6.1 范围和时段

6.1.1 监测范围

根据《生产建设项目水土保持技术标准》(GB 50433-2018),本工程水土保持监测范围为水土流失防治责任范围,面积为 407.83hm²。

对监测范围的分区根据防治分区进行,以便针对性地分区开展水土保持监测。水土保持监测分区主要依据水土流失防治分区,分为 8 个监测分区,即枢纽工程区、弃渣场区、表土堆存场区、交通设施区、施工生产生活区、水库淹没及影响区、库岸防护工程区、专项设施复建区。根据水土流失预测结果,枢纽工程区、弃渣场区、交通设施区及施工生产生活区为重点监测区域。

6.1.2 监测时段

水土保持监测时段从筹建期开始,至设计水平年结束;另外,在筹建期前进行本底值监测。

根据主体工程施工进度安排,本工程总工期 6 年(72 个月,不含筹建期),其中施工准备期为 3 个月,主体工程施工期 5 年 3 个月(63 个月),工程完建期 6 个月;工程筹建期 1 年(12 个月)未计入总工期。

本工程监测时段从筹建期开始,至设计水平年结束(工程完工后一年),共计 8 年(96 个月)。由于项目区降雨主要集中在 5~10 月,因此 5~10 月为本工程水土保持监测的重点时段。

6.2 内容和方法

6.2.1 监测内容

1、水土保持监测主要内容

根据《生产建设项目水土保持监测与评价标准》(GB/T 51240-2018)和《水利部办公厅关于进一步加强生产建设项目水土保持监测工作的通知》(办水保[2020]161号)的要求,结合本工程建设特点,监测内容主要包括水土流失影响因素、施工全过程各阶段扰动土地

情况、水土流失状况、防治成效及水土流失危害等。

（1）水土流失影响因素监测

主要包括气象水文、地形地貌、地表组成物质、植被等自然影响因素等。

（2）施工全过程各阶段扰动土地情况监测

主要包括项目建设对原地表、水土保持设施、植被的占压和损毁情况；项目征占地和水土流失防治责任范围变化情况；工程挖、填、弃方数量，表土剥离数量；项目弃土（石、渣）场的占地面积、弃土（石、渣）量及堆放方式。应重点监测实际发生的永久和临时占地、扰动地表植被面积、永久和临时弃渣量及变化情况等。

（3）水土流失状况监测

主要包括水土流失的类型、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。应重点监测实际造成的水土流失面积、分布、土壤流失量及变化情况等。

（4）水土流失防治成效监测

主要包括植物措施的种类、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、实施时间和完好程度；临时措施的类型、数量、分布、实施时间；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。重点监测实际采取水土保持工程、植物和临时措施的位置、数量，以及实施水土保持措施前后的防治效果对比情况等。

（5）水土流失危害监测

主要包括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；对水土保持敏感区域的危害，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。应重点监测水土流失对主体工程、周边重要设施等造成的影响及危害。

（6）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。

2、重点对象监测内容

本工程主体工程存在大型开挖边坡，设有 2 个弃渣场、2 个表土堆存场和施工道路。根据《生产建设项目水土保持监测与评价标准》(GB/T 51240-2018)，上述区域属于水土保持监测重点对象。各重点监测对象监测内容如下：

(1) 弃渣场

弃渣期间，应重点监测扰动面积、弃渣堆料量、土壤流失量以及拦挡、排水和边坡防护措施等措施；施工过程中堆存的石料数量及去向、采取的临时防护措施，监测水土保持措施的类型、数量及运行情况。弃渣结束后，应重点监测土地整治、植被恢复或复耕等水土保持措施实施情况。弃渣场堆渣期间和堆渣结束后应加强安全监测，安全监测的内容主要包括表面变形监测和地下水位监测、视频监测。

(2) 大型开挖区

本工程坝前左岸 1 号堆积体、出线平台等边坡开挖高度较高，开挖面积较大，属于大型开挖区。施工过程中，应通过定期现场调查，记录开挖面的面积、坡度，并应监测土壤流失量和水土保持措施实施情况；施工结束后，重点监测水土保持措施实施情况。

(3) 施工道路

施工期间，应通过定期现场调查，掌握扰动地表面积、弃土（石、渣）量、水土流失及其危害、拦挡和排水等水土保持措施的情况；施工结束后，应重点监测扰动区域恢复情况及水土保持措施情况。

(4) 表土堆存场

本工程设有表土堆存场 2 个。主要监测内容为：施工过程中表土、土方堆存数量、面积及采取的临时防护措施，监测水土保持措施的类型、数量及运行情况；表土堆存场使用完毕后，应调查表土、土料去向及场地恢复情况。

6.2.2 监测方法和频次

6.2.2.1 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监测、实地调查监测、遥感监测等方法。

1、水土保持监测主要内容的监测方法

(1) 地面监测

对不同地表扰动类型的侵蚀强度监测，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，采用沉沙池法、侵蚀沟样方法、测钎法等监测方法。

1) 沉沙池法

利用水土保持措施中布置在出水口处的沉沙池，每次暴雨后和汛期终了以及时段末，对沉沙池内泥沙进行观测，测量土壤流失量，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。

3) 测钎法

在选定的土壤侵蚀量监测点选择有代表性的原地表与扰动地表布设简易水土流失观测场（观测场的面积按实地地形确定，一般为 10m²），每组 2 个（其中原地表 1 个、扰动地表 1 个），在区内布设土壤侵蚀钢钎（钢钎布设密度 1 根/m²），定期观测土壤侵蚀情况。钢钎直径 0.8cm，长度 80-100cm，分上中下、左中右纵横各三排垂直钉入坡面，上端涂红漆，并与坡面平齐。每次暴雨后和汛期末及大风前后，观察上端露出地面的高度，计算土壤侵蚀深度和土壤侵蚀量。监测过程中，定期进行观测测量。计算公式为：

$$A=ZS/1000 \cos \theta$$

式中：

A - 土壤侵蚀量；

Z - 土壤侵蚀深度，mm；

S - 侵蚀面积，m²；

θ - 坡度。

(2) 实地调查监测

对主要水土流失因子、水土保持防治效果和基本状况采用调查监测的方法获得数据。主要采用实地勘测、线路调查、抽样调查和典型调查等方法，结合本工程水土保持方案、

相关设计文件对监测区域的地形、地貌、坡度、土壤、植被、土地利用、工程扰动、防护工程建设等各方面情况，进行全面调查和相应量测，获取主要的水土流失因子变化和水土保持措施防治效果的数据。同时查阅设计文件，进行实地调查，获取施工过程中有关土石方挖填量及弃土弃渣量，以评估工程施工引起的水土流失及影响。

1) 项目挖方、填方数量及面积和各施工阶段产生的弃土弃渣及堆放体积。

采用查阅设计文件资料，结合实地情况调查、地形测量分析，进行对比核实，计算项目挖方、填方数量及面积和各施工阶段产生的弃土、弃渣量及堆放面积。人工开挖与填方边坡坡度、存弃渣体高度等采用地形测量法；弃渣量及其堆放面积采用全站仪进行实地测量。

2) 项目区林草覆盖度

项目区林草覆盖度利用高精度 GPS 定位，结合 GIS 技术，采用抽样调查和测量等方法进行监测。应按指标类型选择 3~5 个有代表性的样地，测定林地的郁闭度和灌草的盖度。郁闭度可采用样线法和照相法测定；盖度可采用针刺法、网格法和照相法测定。

①样线法

在晴天太阳直射的时候，用测绳在所选样点内水平拉过，垂直观测树冠、树枝、树叶在测绳上垂直投影的长度，并用测尺测量、计算总投影长度，除以测绳总长度，即得林地郁闭度。采用此法应在不同方向上选取 3~5 条线段求其平均值。每条线段长度一般长为 100m。计算公式如下：

$$R_1=l/L$$

式中：

R_1 - 林地郁闭度；

l - 树冠投影长度，cm；

L - 测绳长度，cm。

②针刺法

借助钢卷尺和测绳上每隔 10cm 的标记，用粗约 2mm 的细针，顺次在样点内上下左右间隔 10cm 的点上（共 100 点），从草本的上方垂直往下插，针与草相接触记为“1”，不接触记为“0”。统计登记为“1”的次数，计算公式如下：

$$R_2=n/N \times 100$$

式中：

R_2 —灌草盖度(%)；

n —记为“1”的次数，次；

N —插针的总次数，次。

③网格法

利用预先制成的面积为 1m^2 的正方形木架，内用绳线分为 100 个 0.01m^2 的小方格，将方格木架放置在具有代表性的草地样点内，数出茎叶所占方格数，除以总方格数，即得草地盖度。

④照相机法

在晴天中午时分，使用相机在一定高度对地面植被进行垂直拍摄，将相片导入计算机，用相关软件提取植被信息，统计照片内植被冠层、枝、叶(绿色)占照片覆盖面积的比例，即为样点的植被盖度。

(3) 遥感监测

1) 卫星遥感

水土保持遥感监测工作包括资料准备、遥感影像选择与预处理、解译标志建立、信息提取、野外验证、分析评价和成果资料管理等程序进行。

①资料准备

选择性地收集已有成果资料，至少包括项目区地形图、土地利用现状、地貌、土壤、植被、水文、气象、水土流失防治等资料。

②遥感影像的选取

应根据调查成果精度的要求，选择适宜的遥感影像空间分辨率。并选取易于区分土地利用、植被覆盖度、水土保持措施、土壤侵蚀等类型、变化特征的影像。

③遥感影像的预处理

水土保持遥感监测的影像应经过辐射校正、几何校正和必要的增强、合成、融合、镶嵌等预处理。对起伏较大的山区，还应进行正射校正。

④解译标志的建立

遥感影像解译前，应根据监测内容、遥感影像分辨率、色调、几何特征、影像处理方法、外业调查等建立遥感解译标志。其内容应包括有指导意义的土地利用、植被覆盖度等土壤侵蚀因子，土壤侵蚀状况和水土流失防治状况的典型影像特征。

⑤信息提取

水土保持遥感监测信息提取包括土壤侵蚀因子、土壤侵蚀类型和水土保持措施等，可结合地面调查、野外解译标志建立等综合开展。

⑥ 野外验证

野外验证主要包括解译标志验证，信息提取成果验证，解译中的疑、难点及需要补充的解译标志验证，与现有资料对比有较大差异的解译成果验证等内容。

⑦ 分析评价和成果管理

根据侵蚀类型，选取合适的分析评价方法对监测成果进行合理性分析。并在遥感解译、野外验证工作完成后，应进行资料的整理和综合分析，并按对应的工作阶段形成文字报告，进行及时的归档。

2) 无人机遥感

随着“无人机”技术不断成熟、完善、普及，民用已经很广泛，如国土监察、城市规划、水利建设、林业管理、实时监控、影视航拍、广告摄影、气象遥感等领域。无人机有能在云层下低空飞行、无需机场起降、而且成本低、运用灵活等优点，因此可以轻易获取相对清晰的影像。因而，无人机航拍更适合安全性要求高、拍摄成果质量要求高、散列分布式任务、大比例尺测图等工作需求。无人机监测的主要技术路线是：

① 航摄方案设计

以监测区地形图为基础，根据监测区域地形、地貌设计航摄方案。主要包括航摄比例尺、重叠度、航摄时间等。

在航摄区域布设一定数量的地面标志，无人机起飞后即可野外航摄。

② 数据预处理及格式标准化

整理航摄范围内航片、清除异常航片、错误纠正、重复航片的清除等。

③ 数据处理及解译校对

利用遥感影像处理软件对影像进行拼接、纠正、调色等处理；通过野外调查，建立解译标志；依据解译标志针对影像提取植被覆盖度及土地利用信息；利用 GIS 坡度分析功能从 DEM 数据空间分析获取坡度信息。

2、重点监测对象水土保持监测方法

(1) 弃渣场

针对本工程弃渣场特点，建设单位可开展水土保持智能信息化监测，采用互联网+、大数据、云技术、视频监控，依托水土保持信息化监测系统及其数据，构建具有通用性、

兼容性和可扩充性的弃渣全过程水土保持监测管理信息平台。

1) 扰动面积

本工程 2 个弃渣场堆渣量均大于 50 万 m^3 ，属于水土保持监测中的大型弃渣场。弃渣场扰动面积监测通过现场调查和实测获得；同时，应当采取视频监控方式，全过程记录弃渣和防护措施实施情况。

2) 弃渣（堆料）量

本工程 2 座弃渣场属于水土保持监测中的大型弃渣场。弃渣（堆料）量监测通过智能信息化监测与实测相结合的方法获得，两种方法得出的数据相互印证，确保弃渣（堆料）量数据的准确。智能信息化监测主要考虑对运渣车辆设置实时监测设备，收集运渣车辆中渣土来源、渣土堆弃部位，实时传递给数据接收系统。实测时，应在弃渣前后进行大比例尺地形图测绘，并应进行比较计算弃渣量。

3) 水土保持措施

弃渣场水土保持措施监测应以调查为主，掌握措施实施以及弃渣先拦后弃、堆放工艺情况。

4) 弃渣场土壤流失量

本工程弃渣场可结合方案措施设计设置沉沙池、排水沟等设施进行监测。

5) 渣体和拦挡设施运行状况

应在堆渣完成后采用仪器设备对渣体和拦挡设施运行状况进行监测。

6) 弃渣场安全监测

根据渣场规模和稳定性分析成果及渣场所处位置和影响范围，本渣场的安全监测设计为表面变形监测和地下水位监测、视频监控。

A、表面变形监测

a、右岸大平台弃渣场

在渣体以外的稳定基岩上建立一个相对点作为工作基点，通过该相对基准点来测量渣体表面的综合观测墩的变形。依据渣体规模和稳定分析计算结论，布设 3 纵（顺水流向）1 横（垂直水流向）纵横结合来监测该渣体的变形。3 个纵断面的选择结合稳定计算分析剖面，在渣场沿顺水流向长度的约 1/4、1/2 和 3/4 处设置，横断面选择渣体中部高程 EL2416m 平台。每个纵断面设在 2 个观测点，横断面设 6~7 个观测点，其中纵横断面交叉处的观测点结合使用。共计 10 个变形观测点（含 1 个工作基点）。

b、格拉麦曲沟对岸弃渣场

依据渣体规模和稳定分析计算结论, 布设 1 纵 (顺水流向) 2 横 (垂直水流向) 纵横结合来监测该渣体的变形。纵断面的选择结合稳定计算分析剖面, 在渣场沿顺水流向长度的约 1/2 处设置, 横断面选择渣体中部高程 EL2490m 平台、EL2525m 平台。纵断面设在 3 个观测点, 横断面设 2~3 个观测点, 其中纵横断面交叉处的观测点结合使用。共计 8 个变形观测点 (含 1 个工作基点)。

B、地下水监测

考虑到右岸大平台弃渣场防江水掏刷的失稳因素和防护措施, 选择在混凝土防掏墙的背水面选择 4~5 个点位钻水位孔同时埋设渗压计监测混凝土防掏墙背水面的水位变化情况。共计 5 支渗压计。

(2) 大型开挖区

坝前左岸 1 号堆积体、出线平台等大型开挖区开挖面的面积、坡度、水土保持措施实施情况采用视频监控与定期调查记录的方法监测, 既能实现实时监测又能加强现场现场管理; 土壤流失量监测采用沉沙池法监测。

(3) 施工道路

施工道路扰动地表面积、弃土 (石、渣) 量、水土流失及其危害、拦挡和排水实施等情况, 采用定期调查记录的方法监测; 土壤流失量监测采用沉沙池法监测。

(4) 表土堆存场

表土堆存场水土保持监测采用视频监控与定期现场调查, 既能实现实时监测又能加强现场现场管理; 土壤流失量监测采用沉沙池法监测。

6.2.2.2 监测频次

本工程水土保持主要监测内容的监测频次按照《生产建设项目水土保持监测与评价标准》(GB/T51240-2018)、《水利部办公厅关于进一步加强生产建设项目水土保持监测工作的通知》(办水保[2020]161 号)、《水电工程水土保持监测技术规程》(NB/T 10506-2021) 的要求进行确定, 具体要求如下:

降雨、风力等气象资料应每月统计 1 次。地形地貌状况整个监测期监测 1 次。地表组成物质应在施工准备期和设计水平年各监测 1 次。植被状况应在施工准备期前监测 1 次。

扰动土地情况应至少每月监测 1 次, 其中正在使用的 2 座弃渣场、2 座表土堆存场至少每两周监测 1 次; 对于 2 座弃渣场、2#表土堆存场应当采取视频监控方式, 全过程记录

弃渣和防护措施实施情况。

水土流失状况应至少每月监测 1 次，发生强降水等情况后应及时加测。其中土壤流失量结合拦挡、排水等措施，设置必要的控制站，进行定量观测。

水土流失防治成效应至少每季度监测 1 次，其中临时措施应至少每月监测 1 次。

水土流失危害应结合上述监测内容一并开展，灾害事件发生后 1 周内完成监测。

本工程监测方法与频次见表 6.2-1。

表 6.1-1 水土保持监测方法与频次一览表

序号	监测内容	监测指标	监测方法	监测频次
1	水土流失影响因素	降雨和风力等气象资料	气象站、水文站收集	施工前监测 1 次，日降水量超过 25mm 或 1 小时降水量超过 8mm 的降水应统计降水量和历时，风速大于 5m/s 时应统计风速、风向、出现的次数或频率
		地形地貌状况	实地调查和查阅资料	整个监测期监测 1 次
		地表组成物质	实地调查法	施工准备期和试运行期各监测 1 次
		植被状况	实地调查法	施工准备期前测定 1 次
		地表扰动情况	实地调查、查阅资料和遥感监测	每月监测 1 次
		水土流失防治责任范围	实地调查、查阅资料和遥感监测	每月监测 1 次
		弃土弃渣	查阅资料、实地量测和遥感监测	正在使用的弃土场每 10 天监测 1 次，其他时段每季度监测不少于 1 次
		取土（石、料）	查阅资料、实地调查与量测	正在使用的取土（石、料）场应每 10 天监测 1 次，其他时段每月监测 1 次
2	水土流失状况监测	水土流失类型及形式	分析相关资料基础上，实地调查	每年不应少于 1 次
		水土流失面积	普查法	每季度不应少于 1 次
		土壤侵蚀强度	按照《土壤侵蚀分类分级标准》SL 190 确定	施工准备期和监测期末各 1 次，施工期每年不应少于 1 次
		重点区域和重点对象不同时间段的土壤流失量	径流小区法、测钎法、侵蚀沟量测法	每月监测 1 次
3	水土流失危害监测	水土流失危害的面积	实测法、填图法、遥感监测法	水土流失危害事件发生后 1 周内
		水土流失危害的其他指标和危害程度	实地调查、量测和询问	水土流失危害事件发生后 1 周内
4	水土保持	植物类型及面积	实地调查	每季度调查 1 次
		成活率、保存率及生长状况	抽样调查	栽植 6 个月后调查成活率，且每年调查 1 次保存率及生长状况

序号	监测内容	监测指标	监测方法	监测频次
	措施监测	郁闭度与盖度	样线法、针刺法、网格法和照相法	每年在植被生长最茂盛的季节监测 1 次
		林草覆盖率	统计林草面积的基础上分析计算获得	每季度调查 1 次
		措施的数量、分布和运行状况	查阅资料、实地勘测与全面巡查	重点区域每月监测 1 次，整体状况每季度监测 1 次
		措施运行	设立监测点进行定期观测	重点区域每月监测 1 次，整体状况每季度监测 1 次
		临时措施实施情况	查阅资料基础上，结合调查询问与实地调查	每季度统计 1 次
		水土保持措施对主体工程安全建设和运行发挥的作用	巡查	每年汛期前后及大风、暴雨后进行调查
		水土保持措施对周边水土保持生态环境发挥的作用	巡查	每年汛期前后及大风、暴雨后进行调查

6.3 点位布设

6.3.1 监测点位布局

监测点布局应符合下列规定：

- 1、监测点的分布应反映项目所在区域的水土流失特征；
- 2、监测点应与项目构成和工程施工特性相适应；
- 3、监测点应按监测分区，根据监测重点布设，同时兼顾项目所涉及的行政区；
- 4、监测点布设应统筹考虑监测内容，尽量布设综合监测点；
- 5、监测点应相对稳定，满足持续监测要求；
- 6、监测点数量应满足水土流失及其防治效果监测与评价的要求。

6.3.2 监测点位布设

1、植物措施监测点布设

根据监测点布局，结合本工程实际情况，共布设植物措施监测点 18 处，其中巴塘县 9 处，芒康县 9 处。植物措施监测主要采用调查、巡查法，监测点位布设应满足下列规定：

(1) 综合分析植物措施的立地条件、分布与特点，选择有代表性的地块作为监测点，在每个监测点内选择 3 个不同生长状况的样地进行监测。

(2) 植物措施监测样地的规格应根据植被类型按照下列规定确定：

- 1) 草地应为 2m×2m;
- 2) 灌木林地应为 5m×5m;
- 3) 乔木林地应为 20m×20m;
- 4) 攀援植物、行道树样地长度按 50m。

2、工程措施监测点布设

根据监测点布局,结合本工程实际情况,工程措施监测点 18 处,其中巴塘县 9 处,芒康县 9 处。工程措施监测主要采用调查、巡查法。

3、土壤流失量监测点布设

本工程土壤流失量监测主要考虑采用测钎法、沉沙池法、侵蚀沟量测法。弃渣场、表土堆存场土壤流失量监测采用沉沙池法,每座弃渣场、表土堆存场堆渣(土)坡脚合适位置设置 1 座沉沙池;对于其他区域根据工程实际建设情况,选择上述合适的监测方法。本工程共布设土壤流失量监测点 18 处,其中巴塘县 9 处,芒康县 9 处。

综上,本工程布设水土保持监测点位共计 54 处,其中巴塘县 27 处,芒康县 27 处。各防治区监测点位布设情况见下表。水土保持监测点位布设见附图。

表 6.1-2 水土保持监测点位一览表

防治分区	部位	行政区域	植物措施监测点	工程措施监测点	土壤流失量监测点	合计
枢纽工程区	左坝肩边坡	左岸(巴塘县)	1	1	1	3
	坝前左岸 I 号堆积体		1	1	1	3
	厂房出线平台		1	1	1	3
	右坝肩	右岸(芒康县)	1	1	1	3
弃渣场区	格拉轰曲沟对岸弃渣场	左岸(巴塘县)	1	1	1	3
	右岸大平台弃渣场	右岸(芒康县)	1	1	1	3
表土堆存场区	1#表土堆存场	左岸(巴塘县)	1	1	1	3
	2#表土堆存场	右岸(芒康县)	1	1	1	3
交通设施区	永久、临时道路	左岸(巴塘县)	2	2	2	6
		右岸(芒康县)	2	2	2	6
施工生产生活区	现场生活办公营地	左岸(巴塘县)	1	1	1	3
	厂区施工场地		1	1	1	3
	业主建设管理营地	右岸(芒康县)	1	1	1	3
	萨日西 1 号沟施工区		1	1	1	3
库岸防护工程区	米结堆积体防护	右岸(芒康县)	1	1	1	3
专项设施复建区	复建交通工程	右岸(芒康县)	1	1	1	3
合计		左岸(巴塘县)	9	9	9	27

防治分区	部位	行政区域	植物措施 监测点	工程措施 监测点	土壤流失 量监测点	合计
		右岸(芒康县)	9	9	9	27
		小计	18	18	18	54

6.4 实施条件和成果

6.4.1 监测设备

据《生产建设项目水土保持监测与评价标准》(GB/T1240-2018)、《水土保持监测技术规程》(SL277-2002),结合《水电工程水土保持专项投资编制细则》(NB/T35072-2015),本工程水土保持监测工程由土建设施、设备及安装、建设期监测构成。土建设施主要为监测土壤流失量的沉沙池;设备及安装主要包括常规的测量设备及信息管理系统组成,常规的测量设备主要包括水位计、集沙仪、风速仪、土壤侵蚀自动观测设备等,为满足智能化监测管理及日常数据管理的需要,项目监测需配套信息管理网络系统软件、数据库软件、资料分析评价系统软件;本工程水土保持监测采用的主要监测设备见表 6.4-1。

表 6.1-3 水土保持监测设施、设备及仪器表

序号	水土保持监测工程	单位	电站枢纽工程区	移民安置区	合计
1	土建设施				
1.1	沉沙池				
1.1.1	土方开挖	m ³	148.50	10.80	159.30
1.1.2	M7.5 浆砌石	m ³	320.10	15.50	335.60
1.1.3	水泥砂浆抹面	m ²	1485.00	46.80	1531.80
1.2	位移观测桩(含工作基点)	个	18		18
1.2.1	土方开挖	m ³	26.73		26.73
1.2.2	C25 混凝土	m ³	37.13		37.13
1.2.3	钢筋	t	1.49		1.49
1.3	地下水监测孔	个	5		5
1.3.1	水位孔孔口保护	个	5		5
1.3.2	水位孔钻孔	m	50		50
2	设备及安装				
2.1	测量设备				
2.1.1	流量计	件	3	1	4
2.1.2	水位计	件	3	1	4
2.1.3	集沙仪	件	6	2	8
2.1.4	风速仪	件	3	1	4
2.1.5	土壤侵蚀自动观测设备(UGT 径流水蚀监测)	件	15	2	17
2.2	水土保持智能信息化监测平台				
2.2.1	智能化平台系统	套	1		1

序号	水土保持监测工程	单位	电站枢纽工程区	移民安置区	合计
2.2.2	信息管理网络系统软件	套	1		1
2.2.3	数据库软件	套	1		1
2.2.4	资料分析评价系统	套	1		1
3	建设期监测				
3.1	测量设备				
3.1.1	全站仪	套	2	1	3
3.1.2	GPS 全球定位仪	套	3	1	4
3.1.3	测距仪	套	3	1	4
3.1.4	测钎	支	300	50	350
3.1.5	皮尺	把	3	1	4
3.1.6	钢卷尺	把	5	1	6
3.1.7	坡度仪	套	3	1	4
3.1.8	罗盘仪	套	3	1	4
3.1.9	电子天平	台	3	1	4
3.1.10	三维激光扫描仪	套	3		3
3.2	采样设备				
3.2.1	竖式采样器	套	6	1	7
3.2.2	横式采样桶	套	6	1	7
3.2.3	土壤泥沙含量自动观测设备	套	3	1	4
3.2.4	雨量计	套	3	1	4
3.2.5	TDR 土壤水分测定设备	套	3	1	4
3.2.6	植被覆盖度测定仪	套	3	1	4
3.2.7	多光谱相机	套	3	1	4
3.3	分析设备				
3.3.1	土壤筛	套	3	1	4
3.3.2	真空抽滤机	套	3	1	4
3.4	其他设备				
3.4.1	专用计算机	台	3	1	4
3.4.2	监测用车	天	1400	200	1600
3.4.3	现场监控设备（视频）	套	6		6
3.4.3	信息化监测系统	套	1		1
3.4.5	GNSS 接收机	台	18		18
3.4.6	GNSS 天线	台	18		18
3.4.7	太阳能供电系统	套	18		18
3.4.8	电测水位计	套	1		1
3.4.9	水位孔花管	m	150		150
3.4.10	渗压计	支	5		5
3.4.11	无人机	台	2	1	3
3.4.12	地温计	个	6	2	8
3.4.13	空气温度计湿度计（三合一）	个	6	2	8

6.4.2 监测人员

本工程监测项目部下设项目经理、项目总工、监测工程师、监测员等岗位。根据工程规模,设项目经理1人,项目总工1人。此外,电站枢纽工程区配备监测工程师2人,监测员3人。移民安置区配备监测工程师1人,监测员1人。各岗位职责为:

(1)总监测工程师为项目部负责人,全面负责项目监测工作的组织、协调、实施和监测成果质量。

(2)监测工程师负责监测数据的采集、整理、汇总、校核,编制监测实施方案、监测季度报告、监测年度报告、监测总结报告等。

(3)监测员协助监测工程师完成监测数据的采集和整理,并负责监测原始记录、文档、图件、成果的管理。

6.4.3 监测成果

水土保持监测成果主要包括监测实施方案、记录表、水土保持监测意见、监测季度报告、监测年度报告、监测汇报材料、监测总结报告及相关图件、影像资料等。监测成果按水利部办公厅关于印发《生产建设项目水土保持监测规程(试行)的通知》(办水保[2015]139号)的要求编制。生产建设项目水土保持监测成果应按照档案管理相关规定建立档案,应采用纸质和电子版形式保存,做好数据备份,主要包括:

(1) 监测实施方案

建设单位应在主体工程开工前1个月向长江水利委员会、四川省水利厅、西藏自治区水利厅报送《金沙江上游昌波水电站水土保持监测实施方案》。监测实施方案内容应包含建设项目及项目区概况、水土保持监测布局、监测内容与方法、预期成果及形式、监测工作组组织等。

(2) 监测季度报告

工程建设期间,应于每季度的第一个月底前报送上一季度的《金沙江上游昌波水电站水土保持监测季度报告》,同时需包含大型或重要位置的取土(石、料)弃土(石、渣)场的影像资料。季度报告应包含主体工程进度、扰动土地面积、植被占压面积、弃土(渣)场数量、取土(石)量、弃土(渣)量、水土保持措施实施进度、水土流失影响因子、水土流失量、水土流失危害、存在问题及建议等方面内容,还应在报告中明确“绿黄红”三色评价结论,即监测单位依据扰动土地情况、水土流失状况、防治成效及水土流失危害等监测结果,对本工程水土流失防治情况进行的评价。因降雨、大风或人为原因发生严重水

土流失及危害事件的，应于事件发生后 1 周内报告有关情况。

（3）监测年度报告

监测年度报告应于每年 1 月底报送上一年度监测报告，监测年度报告宜与第四季度报告结合上报。年度报告应包含建设项目及水土保持工作概况、重点部位水土流失动态监测结果、水土流失防治措施监测结果、水土流失情况动态监测、存在问题及建议、下一年工作计划等方面内容，还应在报告中明确“绿黄红”三色评价结论。

（4）监测总结报告

水土保持监测工作完成后，应于 3 个月内报送《金沙江上游昌波水电站水土保持监测总结报告》，总结报告应包含建设项目及水土保持工作概况、监测内容与方法、重点部位水土流失动态监测、水土流失防治措施监测结果、土壤流失情况监测、水土流失防治效果监测结果、结论等方面内容，还应在报告中明确“绿黄红”三色评价结论。

（5）水土流失危害事件报告

因降雨、大风或人为原因发生严重水土流失及危害事件的，应于事件发生后 7 日内报送水土流失危害事件报告。

（6）监测记录

按监测实施方案和相关规定记录数据，监测记录真实完整。

（7）影像资料及图件

影像资料包括照片集和影音资料，应包括监测过程中拍摄的反映水土流失动态变化及其治理措施实施情况的照片、录像等。照片集包含监测项目部和监测点照片。同一监测点每次监测应拍摄同一位置、不同角度照片不少于三张。照片应标注拍摄时间。图件资料包括项目区地理位置图、扰动地表分布图、监测分区与监测点位分布图、土壤侵蚀强度图、水土保持措施分布图、工程竣工后工程区水土流失现状图等，作为监测成果报告的附图。

（8）弃渣场稳定性安全监测

项目建设过程及运行的人员安全，实时掌握弃渣场的运行情况，对 2 座渣场的堆渣期间、运行期间加强监测，及时收集表面变形、地下水位等安全资料，并依据安全资料及时提出预警信息，为相关部门决策方案赢得时间。

7 水土保持投资概算及效益分析

7.1 投资概算

7.1.1 编制原则及依据

7.1.1.1 编制原则

(1) 本方案水土保持工程静态投资包括水土保持专项投资和主体工程中具有水土保持功能工程投资, 主体工程中具有水土保持功能工程投资已列入主体工程设计概算中。

(2) 本方案采用的价格水平年、人工单价、主要材料价格、施工机械台时费、取费项目及费率、定额与主体工程一致, 不足部分采用水土保持或相关行业定额和市场价格确定。

(3) 价格水平年为 2022 年第 2 季度, 与主体工程一致。

7.1.1.2 编制依据

(1) 《关于颁布<水电工程设计概算编制规定(2013 年版)>和<水电工程费用构成及概(估)算费用标准(2013 年版)>的通知》(可再生定额[2014]54 号)(以下简称“编制规定”和“费用标准”)

(2) 《水电工程水土保持专项投资编制细则》(NB/T 35072-2015)

(3) 《关于发布<关于建筑业营业税改征增值税后水电工程计价依据调整实施意见>的通知》(可再生定额[2016]25 号)

(4) 《关于调整水电工程、风电场工程及光伏发电工程计价依据中建筑安装工程增值税税率及相关系数的通知》(可再生定额[2019]14 号)

(5) 《四川省发展和改革委员会 四川省财政厅关于制定水土保持补偿费收费标准的通知》(川发改价格[2017]347 号)

(6) 《关于调整水土保持补偿收费标准的通知》(藏发改价格[2017]929 号)

(7) 《水电建筑工程概算定额(2007 年版)》(可再生定额[2008]5 号)

(8) 《水电工程施工机械台时费定额(2004 年版)》(水电规造价[2004]0028 号)

(9) 《水土保持工程概算定额》(水总[2003]67 号)

(10) 主体工程设计概算编制成果、水土保持工程设计成果

7.1.2 编制说明与估算成果

7.1.2.1 基础单价

(1) 人工预算单价

本方案中人工预算单价与主体工程一致，按照“费用标准”计算，本工程地区类别巴塘县属四类区、芒康县属五类区/西藏自治区二类区，人工预算单价按相应地区标准的算术平均值计算。

表 7.1-1 人工预算单价计算表 单位：元/工时

序号	定额人工等级	人工预算单价
1	高级熟练工	15.76
2	熟练工	11.88
3	半熟练工	9.45
4	普工	7.91

(2) 材料预算单价

主要材料预算价格与主体工程一致。根据可再生定额[2016]25号，材料预算价格根据其组成内容，按材料原价、包装费、运输保险费、运杂费、采购及保管费和包装品回收等分别以不含相应增值税进项税额的价格计算。材料采购及保管费费率为2.8%。主要材料最高限额价格（不含相应增值税进项税额）为钢筋3400元/t、水泥440元/t、粉煤灰260元/t、炸药6800元/t，主要材料预算价格超过最高限额价格时，按最高限额价格计算工程直接费、间接费和利润，超出最高限额价格部分以补差形式计入相应工程单价，并计算税金。

表 7.1-2 主要材料预算价格汇总表

编号	名称及规格	单位	预算价格（元）	最高限额价格（元）
1	水泥 P.O42.5（综合）	kg	0.89	0.44
2	粉煤灰	kg	0.85	0.26
3	钢筋（综合）	t	5657.24	3400
4	板枋材	m ³	2482.99	
5	汽油 90#	kg	10.16	
6	柴油（0#、-10#）	kg	8.79	
7	乳化炸药	kg	16.80	6.80

植物措施中苗木、草皮、树籽、草籽的预算价格按当地市场价格加到工地现场运杂综合费计算。苗木考虑从巴塘县或芒康县购买。

表 7.1-3 苗木、种子预算价格汇总表

编号	名称及规格	单位	预算价格 (元)	备注
1	云南土沉香苗 (Φ5~6)	株	319.35	
2	清香木苗 (Φ5~6)	株	109.25	
3	白刺花苗 (P40)	株	30.25	
4	胡枝子苗 (P40)	株	42.02	
5	小鞍叶羊蹄甲苗 (P40)	株	25.21	
6	戟叶酸模苗 (P40)	株	26.89	
7	川滇蔷薇苗 (P40)	株	21.85	
8	皱叶醉鱼草苗 (P40)	株	33.62	
9	栒子苗 (P40)	株	19.27	
10	紫花苜蓿种籽 (I 级种)	kg	44.82	
11	波斯菊种籽 (I 级种)	kg	51.54	
12	黑麦草种籽 (I 级种)	kg	40.34	
13	披碱草种籽 (I 级种)	kg	55.00	
14	酢浆草种籽 (I 级种)	kg	33.62	

(3) 施工用电、水、风预算价格

施工用电、水、风预算价格与主体工程一致, 综合电价 0.713 元/kWh, 综合水价 0.758 元/m³, 综合风价 0.144 元/m³。

(4) 砂石料预算价格

砂石料预算价格与主体工程一致, 碎石 44.55 元/m³, 砂 70.77 元/m³, 块石 48.73 元/m³。

(5) 施工机械台时费

施工机械台时费与主体工程一致, 根据《水电工程施工机械台时费定额 (2004 年版)》计算, 并按可再生定额[2016]25 号及可再生定额[2019]14 号的规定调整。具体为: 按调整后的施工机械台时费定额和不含增值税进项税额的基础价格计算, 施工机械台时费的一类费用中基本折旧费除以 1.13 调整系数, 设备修理费除以 1.09 调整系数, 安装拆卸费不做调整。

表 7.1-4 施工机械台时费汇总表 单位: 元

编号	名称及规格	台时费	其中					
			折旧费	设备修理费	安装拆卸费	人工费	动力燃料费	其他费用
1006	挖掘机 油动 0.5m ³	155.91	17.86	14.00	2.02	34.13	87.90	
1015	挖掘机 液压反铲 1m ³	244.77	46.17	36.19	5.22	34.13	123.06	
1020	挖掘机 液压反铲 1.6m ³	269.16	40.49	31.74	4.58	34.13	158.22	
1067	推土机 74kW	165.71	12.38	20.83	1.68	34.13	96.69	
1069	推土机 103kW	213.33	16.80	28.27	2.28	34.13	131.85	
1082	拖拉机 (履带式) 37kW	117.70	2.24	2.22		34.13	79.11	

编号	名称及规格	台时 费	其中					
			折旧费	设备修 理费	安装拆 卸费	人工 费	动力燃 料费	其他 费用
1096	自行式平地机 44kW	139.44	7.04	10.37		34.13	87.90	
1129	蛙式夯实机 2.8kW	22.27	0.14	0.27		19.01	2.85	
1130	风钻 手持式	26.56	0.31	0.53			25.72	
1131	风钻 气腿式	37.89	0.21	0.37			37.31	
1169	修钎设备	214.25	105.14			49.25	59.86	
1170	胶轮车	0.54	0.10	0.44				
1202	灰浆搅拌机 1000L	27.33	1.24	4.70	0.48	16.63	4.28	
1399	混凝土搅拌机 出料 0.4m ³	32.24	2.21	5.66	1.32	16.63	6.42	
1402	混凝土搅拌机 出料 1m ³	48.84	5.89	9.40	2.66	16.63	14.26	
1427	混凝土喷射机 4~5m ³ /h	111.50	2.31	3.60	0.29	29.86	75.44	
1452	振捣器 插入式 2.2kW	3.42	0.35	1.64			1.43	
1455	振捣器 变频机组 4.5kW	4.87	0.42	1.60			2.85	
1480	风水枪 2~6m ³ /min	32.81	0.20	0.63			31.98	
1481	混凝土冲毛机	87.38	14.31	12.92		13.23	46.92	
1534	载重汽车 4t	99.51	4.94	12.23		21.38	60.96	
1535	载重汽车 5t	110.99	5.32	13.17		21.38	71.12	
1537	载重汽车 8t	112.24	7.60	12.94		21.38	70.32	
1543	自卸汽车 5t	127.02	8.92	17.61		21.38	79.11	
1584	洒水车 4800L	122.41	6.88	12.87		21.38	81.28	
1603	动力翻斗车 1t	41.67	1.10	1.61		21.38	17.58	
1768	汽车起重机 8t	147.28	13.11	16.67		38.39	79.11	
1999	空压机 电动固定式 20m ³ /min	111.88	5.16	9.90	1.52	19.01	76.29	
2021	单级离心水泵 7kW	17.28	0.09	0.74	0.29	11.88	4.28	
2090	电焊机 交流 20~25kV·A	10.68	0.26	0.31	0.13		9.98	
2094	电焊机 直流 30kV·A	23.21	0.83	0.72	0.27		21.39	
2116	钢筋切断机 20kW	32.86	0.79	2.23	0.38	16.63	12.83	
水保 1125	液压喷播植草机 4000L	82.67	2.46	2.19	0.11	18.98	58.93	

7.1.2.2 工程单价

根据“编制规定”和“费用标准”，工程单价由直接费、间接费、利润和税金组成。其中直接费由基本直接费和其他直接费组成。基本直接费包括人工费、材料费和施工机械使用费。工程措施单价，根据工程实际情况及有关设计资料，按水电工程设计概算编制相关规定和相关定额进行编制，在定额缺项的情况下，根据类似工程单价分析计算。植物措施单价，与栽植有关的单价按水利、园林等相关行业的定额进行编制。单价费率按“编制规定”、可再生定额[2016]25号、可再生定额[2019]14号计取。本工程坝顶高程为2390m，根

据《水电建筑工程概算定额（2007年版）》，人工定额调整系数为1.1，机械定额调整系数为1.25。

表 7.1-5 单价取费费率表

序号	工程类别	计算基础	费率（%）
一	其他直接费		
（一）	建筑工程	基本直接费	8.60
（二）	设备安装工程	基本直接费	10.10
二	间接费		
（一）	建筑工程		
1	土方工程	直接费	13.30
2	石方工程	直接费	22.40
3	混凝土工程	直接费	16.90
	混凝土工程（外购砂石料）	直接费	13.02
4	钢筋制作安装工程	直接费	8.41
5	基础处理工程	直接费	19.04
6	喷锚支护工程	直接费	21.46
7	疏浚工程	直接费	20.14
8	植物工程	直接费	21.53
9	其他工程	直接费	18.29
（二）	设备安装工程	人工费	138.00
三	利润	直接费+间接费	7.00
四	税金	直接费+间接费+利润	9.00

7.1.2.3 概算编制

根据《水电工程水土保持专项投资编制细则》（NB/T 35072-2015），水土保持专项投资包括电站枢纽工程区水土保持专项投资、移民安置区水土保持专项投资、独立费用、基本预备费。电站枢纽工程区水土保持专项投资和移民安置区水土保持专项投资包含工程措施、植物措施、临时措施、水土保持监测工程等投资。

（1）工程措施投资

按设计工程量乘以相应的工程措施单价计算。

（2）植物措施投资

按设计工程量乘以相应的植物措施单价计算。

（3）临时措施投资

1）临时防护工程

为防止建设期水土流失而修建的临时防护工程，按设计工程量乘以相应的工程单价计算。

2) 施工辅助工程

为实施工程措施和植物措施所需独立设置的施工辅助工程,按工程措施、植物措施投资之和的 1.5%计算。

(4) 水土保持监测工程投资

在水土保持设计提出的具体监测项目、内容及监测时段的监测方案基础上分项计算。

(5) 独立费用

独立费用包括项目建设管理费、科研勘察设计费、水土保持补偿费。

1) 项目建设管理费

①工程前期费,按电站枢纽工程区水土保持专项投资、移民安置区水土保持专项投资之和的 0.5%计算。

②水土保持管理费,按电站枢纽工程区水土保持专项投资、移民安置区水土保持专项投资之和的 2.5%计算。

③水土保持监理费,参照发改价格[2007]670 号并结合实际工作量计算。

④咨询服务费,按实际情况计算。

⑤项目技术经济评审费,以电站枢纽工程区水土保持专项投资、移民安置区水土保持专项投资之和为计算基础,按“费用标准”表 3.23 计算。

⑥项目验收费,以电站枢纽工程区水土保持专项投资、移民安置区水土保持专项投资之和为计算基础,按“费用标准”表 3.26 计算。

2) 科研勘察设计费

施工科研试验费,按研究实验工作项目和数量计列费用。

水土保持专项工程勘察设计费,参照计价格[2002]10 号并结合实际工作量计算。

其他专题费用,按需开展的专题项目计列费用。

3) 水土保持补偿费

本工程位于西藏自治区、四川省境内,根据《关于调整水土保持补偿收费标准的通知》(藏发改价格[2017]929 号)、《四川省发展和改革委员会 四川省财政厅关于制定水土保持补偿费收费标准的通知》(川发改价格[2017]347 号),本工程属于一般性生产建设项目,西藏自治区水土保持补偿费按照征占用土地面积每平方米 1.7 元一次性征收,四川省水土保持补偿费按照征占用土地面积每平方米 1.3 元一次性征收,对水利水电工程建设项目,水库淹没区不在水土保持补偿费计征范围之内。本工程计列水土保持补偿费面积为 224.50hm²

(征占地面积 407.83hm²-水库淹没区面积 183.33hm²), 水土保持补偿费 320.37 万元。

表 7.1-6 水土保持补偿费计算表

序号	行政区	计列水土保持补偿费面积 (hm ²)	收费标准 (元/m ²)	水土保持补偿费 (万元)
1	巴塘县	153.18	1.30	199.13
2	芒康县	71.32	1.70	121.24
	合计	224.50		320.37

(6) 基本预备费

基本预备费, 按电站枢纽工程区水土保持专项投资、移民安置区水土保持专项投资和独立费用三部分投资合计的 5% 计算。

7.1.2.4 概算成果

本工程水土保持工程静态投资为 40365.21 万元, 其中水土保持专项投资 37996.16 万元, 主体工程中具有水土保持功能工程投资 2368.96 万元。水土保持专项投资中, 工程措施投资 7877.53 万元, 植物措施投资 14922.27 万元, 临时措施投资 1986.16 万元, 水土保持监测工程投资 1554.33 万元, 独立费用 9846.53 万元, 基本预备费 1809.34 万元。

表 7.1-7 水土保持总投资汇总表

编号	项目名称	投资 (万元)
1	水土保持专项投资 (静态)	37996.16
(1)	工程措施	7877.53
(2)	植物措施	14922.27
(3)	临时措施	1986.16
(4)	水土保持监测工程	1554.33
(5)	独立费用	9846.53
(6)	基本预备费	1809.34
2	主体工程中具有水土保持功能工程投资	2368.96
(1)	工程措施	2268.96
(2)	植物措施	100.00
(3)	临时措施	0.00
3	水土保持投资 (静态)	40365.12

表 7.1-8 水土保持专项投资汇总表

编号	项目名称	投资(万元)	占水土保持专项投资比例(%)	措施费分省投资(万元)	
				四川省	西藏自治区
I	电站枢纽工程区水土保持专项投资	25676.37	67.58		
一	工程措施	7855.67	20.67	4173.73	3681.94
二	植物措施	14445.18	38.02	11025.73	3419.45
三	临时措施	1911.54	5.03	1370.84	540.70
四	水土保持监测工程	1463.98	3.85		
II	移民安置区水土保持专项投资	663.92	1.75		

编号	项目名称	投资(万元)	占水土保持专项投资比例(%)	措施费分省投资(万元)	
				四川省	西藏自治区
一	工程措施	21.86	0.06	5.50	16.36
二	植物措施	477.09	1.26	3.42	473.67
三	临时措施	74.62	0.20	33.04	41.58
四	水土保持监测工程	90.35	0.24		
III	独立费用	9846.53	25.91		
IV	基本预备费	1809.34	4.76		
V	水土保持专项投资(静态)	37996.16	100.00		

表 7.1-9 主体工程中具有水土保持功能工程投资汇总表

编号	项目名称	单位	工程量	单价(元)	合计(万元)
I	电站枢纽工程区				2244.84
一	工程措施				2144.84
(一)	枢纽工程区				201.84
1	防洪排导工程				201.84
1.1	截水沟(堆积体)				201.84
	土方槽挖	m ³	4318	46.23	19.96
	石方槽挖	m ³	1851	180.38	33.39
	M7.5 浆砌石	m ³	2708	408.32	110.57
	M10 水泥砂浆抹面(3cm)	m ²	11100	34.16	37.92
(二)	弃渣场区				245.25
1	土地整治工程				245.25
1.1	土地复耕	hm ²	10.90	225000.00	245.25
(三)	表土堆存场区				0.00
(四)	交通设施区				1598.07
1	防洪排导工程				1578.94
1.1	排水沟				1578.94
	土方槽挖	m ³	11160	46.23	51.59
	石方槽挖	m ³	26040	180.38	469.71
	M7.5 浆砌石	m ³	21623	408.32	882.91
	M10 水泥砂浆抹面(3cm)	m ²	51150	34.16	174.73
2	土地整治工程				19.13
2.1	土地复耕	hm ²	0.85	225000.00	19.13
(五)	施工生产生活区				99.68
1	土地整治工程				99.68
1.1	土地复耕	hm ²	4.43	225000.00	99.68
二	植物措施				100.00
(一)	施工生产生活区				100.00
1	核桃树移栽	株	2	500000.00	100.00
II	移民安置区				124.12
一	工程措施				124.12
(一)	库岸防护工程区				20.82

7 水土保持投资概算及效益分析

编号	项目名称	单位	工程量	单价（元）	合计（万元）
1	防洪排导工程				20.82
1.1	截水沟				20.82
	土方槽挖	m ³	146	46.23	0.67
	石方槽挖	m ³	340	180.38	6.13
	M7.5 浆砌石	m ³	266	408.32	10.86
	M10 水泥砂浆抹面（3cm）	m ²	925	34.16	3.16
（二）	专项设施复建区				103.30
1	防洪排导工程				103.30
1.1	排水沟				103.30
	土方槽挖	m ³	453	46.23	2.09
	石方槽挖	m ³	1058	180.38	19.08
	C20 混凝土	m ³	891	921.79	82.13
III	合计				2368.96

表 7.1-10

电站枢纽工程区水土保持专项投资计算表（四川省、西藏自治区）

编号	项目名称	单位	数量			单价 (元)	合计(万元)		
			四川省	西藏自治区	小计		四川省	西藏自治区	小计
一	工程措施						4173.73	3681.94	7855.67
(一)	枢纽工程区						560.58	30.65	591.23
1	表土剥离工程						205.10		205.10
1.1	土方收集(运距 4.0km, 机械)	m ³	17160		17160	38.20	65.55		65.55
1.2	土方收集(运距 3.0km, 机械)	m ³	41820		41820	33.37	139.55		139.55
2	防洪排导工程						180.39	14.70	195.09
2.1	截水沟						19.28	7.77	27.05
	土方槽挖	m ³	54	22	76	46.23	0.25	0.10	0.35
	石方槽挖	m ³	217	88	305	180.38	3.91	1.59	5.50
	C20 混凝土	m ³	164	66	230	921.79	15.12	6.08	21.20
2.2	排水沟						159.79	6.59	166.38
	土方槽挖	m ³	3240	110	3350	46.23	14.98	0.51	15.49
	C20 混凝土	m ³	1571	66	1637	921.79	144.81	6.08	150.89
2.3	沉沙池						1.32	0.34	1.66
	土方开挖	m ³	12	3	15	37.37	0.04	0.011	0.05
	石方开挖	m ³	19	5	24	90.36	0.17	0.05	0.22
	C20 混凝土	m ³	12	3	15	921.79	1.11	0.28	1.39
3	护坡工程						65.73	2.58	68.31
3.1	种植槽						65.73	2.58	68.31
	M7.5 浆砌石	m ³	977	38	1015	384.51	37.57	1.46	39.03
	M10 水泥砂浆抹面	m ²	5212	205	5417	34.16	17.80	0.70	18.50
	碎石垫层	m ³	326	13	339	142.93	4.66	0.19	4.85
	DN50PVC 排水管	m	2281	90	2371	25.00	5.70	0.23	5.93
4	土地整治工程						109.36	13.37	122.73
4.1	全面整地	hm ²	2.09	0.74	2.83	2649.63	0.55	0.20	0.75

7 水土保持投资概算及效益分析

编号	项目名称	单位	数量			单价 (元)	合计(万元)		
			四川省	西藏自治区	小计		四川省	西藏自治区	小计
4.2	覆土(运距 1.5km, 机械)	m³		2215	2215	33.53		7.43	7.43
4.3	覆土(运距 3.0km, 机械)	m³	3276		3276	40.75	13.35		13.35
4.4	覆土(运距 10km, 机械)	m³	2995		2995	72.23	21.63		21.63
4.5	覆土(运距 1.5km, 人工)	m³		166	166	39.65		0.66	0.66
4.6	覆土(运距 2.0km, 人工)	m³	874		874	42.06	3.68		3.68
4.7	覆土(运距 3.0km, 人工)	m³	5616		5616	46.87	26.32		26.32
4.8	覆土(运距 10km, 人工)	m³	1165		1165	78.35	9.13		9.13
4.9	土壤保水保肥						22.49	3.84	26.33
	拌和肥料及保水剂	m³	13926	2382	16308	8.65	12.05	2.06	14.11
	复合肥	kg	1114	190	1304	4.20	0.47	0.08	0.55
	有机肥	kg	111405	19053	130458	0.80	8.91	1.52	10.43
	保水剂	kg	334	57	391	31.66	1.06	0.18	1.24
4.10	施有机肥处理						12.21	1.24	13.45
	施有机肥	hm²	6.24	0.63	6.87	3568.00	2.23	0.22	2.45
	有机肥	kg	124800	12688	137488	0.80	9.98	1.02	11.00
(二)	弃渣场区						1938.10	2838.60	4776.70
1	表土剥离工程						55.29	227.18	282.47
1.1	表土剥离(运距 0.5km, 机械)	m³		48953	48953	20.33		99.52	99.52
1.2	土方收集(运距 0.5km, 机械)	m³		61022	61022	20.92		127.66	127.66
1.3	土方收集(运距 3.0km, 机械)	m³	16568		16568	33.37	55.29		55.29
2	拦渣工程						705.35	1120.03	1825.38
	土方开挖	m³	8713	13563	22276	37.37	32.56	50.68	83.24
	土石回填	m³		6028	6028	36.54		22.03	22.03
	C20 混凝土挡墙	m³	8874	13814	22688	753.07	668.27	1040.29	1708.56
	Φ50PVC 排水管	m	1807	2813	4620	25.00	4.52	7.03	11.55
3	防洪排导工程						969.78	1410.30	2380.08

7 水土保持投资概算及效益分析

编号	项目名称	单位	数量			单价 (元)	合计(万元)		
			四川省	西藏自治区	小计		四川省	西藏自治区	小计
3.1	截水沟						46.93	77.15	124.08
	土方槽挖	m³	156	257	413	46.23	0.72	1.19	1.91
	石方槽挖	m³	625	1027	1652	180.38	11.27	18.53	29.80
	C20 混凝土	m³	379	623	1002	921.79	34.94	57.43	92.37
3.2	排水沟						100.19	151.35	251.54
	土方槽挖	m³	2032	3069	5101	46.23	9.39	14.19	23.58
	C20 混凝土	m³	985	1488	2473	921.79	90.80	137.16	227.96
3.3	沉沙池						1.10	1.10	2.20
	土方开挖	m³	11	11	22	37.37	0.04	0.04	0.08
	石方开挖	m³	16	16	32	90.36	0.14	0.14	0.28
	C20 混凝土	m³	10	10	20	921.79	0.92	0.92	1.84
3.4	导排渗沟						821.56	1180.70	2002.26
	土方开挖	m³	15163	63695	78858	37.37	56.66	238.03	294.69
	石方开挖	m³	22745		22745	90.36	205.52		205.52
	渗沟碎石回填	m³	16848	28392	45240	142.93	240.81	405.81	646.62
	级配碎石反滤层	m³	21060	35490	56550	151.27	318.57	536.86	855.43
4	土地整治工程						207.68	81.09	288.77
4.1	全面整地	hm²	3.63		3.63	2649.63	0.96		0.96
4.2	覆土(运距 6.0km, 机械)	m³	10889		10889	54.46	59.30		59.30
4.3	覆土(运距 0.5km, 人工)	m³		16038	16038	34.42		55.20	55.20
4.5	覆土(运距 6.0km, 人工)	m³	16182		16182	60.58	98.03		98.03
4.6	土壤保水保肥						43.72	25.89	69.61
	拌和肥料及保水剂	m³	27071	16037	43108	8.65	23.42	13.87	37.29
	复合肥	kg	2165	1283	3448	4.20	0.91	0.54	1.45
	有机肥	kg	216570	128294	344864	0.80	17.33	10.26	27.59
	保水剂	kg	650	385	1035	31.66	2.06	1.22	3.28

7 水土保持投资概算及效益分析

编号	项目名称	单位	数量			单价 (元)	合计(万元)		
			四川省	西藏自治区	小计		四川省	西藏自治区	小计
4.7	施有机肥处理						5.67		5.67
	施有机肥	hm ²	2.90		2.90	3568.00	1.03		1.03
	有机肥	kg	58032		58032	0.80	4.64		4.64
(三)	表土堆存场区						218.64	521.73	740.37
1	拦挡工程						13.54	53.48	67.02
	土方开挖	m ³	167	752	919	37.37	0.62	2.81	3.43
	土石回填	m ³	45	211	256	36.54	0.16	0.77	0.93
	钢筋石笼挡墙	m ³	359	1404	1763	355.38	12.76	49.90	62.66
2	防洪排导工程						12.74		12.74
2.1	截水沟						12.74		12.74
	土方槽挖	m ³	41		41	46.23	0.19		0.19
	石方槽挖	m ³	164		164	180.38	2.96		2.96
	C20 混凝土	m ³	104		104	921.79	9.59		9.59
2.2	沉沙池						0.34		0.34
	土方开挖	m ³	3		3	37.37	0.011		0.011
	石方开挖	m ³	5		5	90.36	0.05		0.05
	C20 混凝土	m ³	3		3	921.79	0.28		0.28
3	土地整治工程						3.88		3.88
3.1	全面整地	hm ²	1.75		1.75	2649.63	0.46		0.46
3.2	施有机肥处理						3.42		3.42
	施有机肥	hm ²	1.75		1.75	3568.00	0.62		0.62
	有机肥	kg	34944		34944	0.80	2.80		2.80
4	土壤改良						88.14	368.25	456.39
4.1	堆土期掺肥						82.02	365.59	447.61
	拌和肥料	m ³	53305	237616	290921	8.65	46.11	205.54	251.65
	复合肥	kg	4264	19009	23273	4.20	1.79	7.98	9.77

7 水土保持投资概算及效益分析

编号	项目名称	单位	数量			单价 (元)	合计(万元)		
			四川省	西藏自治区	小计		四川省	西藏自治区	小计
	有机肥	kg	426442	1900929	2327371	0.80	34.12	152.07	186.19
4.2	堆存期喷肥						6.12	2.66	8.78
	喷洒复合肥溶液	hm ²	1.75	0.76	2.51	3568.00	0.62	0.27	0.89
	复合肥	kg	13104	5694	18798	4.20	5.50	2.39	7.89
5	土壤改良关键技术研究及示范建设 (示范建设改良土壤工程量 0.1 万 m ³)	项			1		100.00	100.00	200.00
(四)	交通设施区						330.47	70.89	401.36
1	表土剥离工程						78.73	9.72	88.45
1.1	表土剥离(运距 1.0km, 机械)	m ³	1591		1591	23.14	3.68		3.68
1.2	表土剥离(运距 3.0km, 机械)	m ³	2652		2652	32.78	8.69		8.69
1.3	土方收集(运距 1.0km, 机械)	m ³	5789	1196	6985	23.73	13.74	2.84	16.58
1.4	土方收集(运距 3.0km, 机械)	m ³	15357	1451	16808	33.37	51.25	4.84	56.09
1.5	土方收集(运距 7.0km, 机械)	m ³	266	395	661	51.53	1.37	2.04	3.41
2	防洪排导工程						8.59	3.31	11.90
2.1	沉沙池						8.59	3.31	11.90
	土方开挖	m ³	81	31	112	37.37	0.30	0.12	0.42
	石方开挖	m ³	122	47	169	90.36	1.10	0.42	1.52
	C20 混凝土	m ³	78	30	108	921.79	7.19	2.77	9.96
3	土地整治工程						243.15	57.86	301.01
3.1	全面整地	hm ²	16.11	3.23	19.34	2649.63	4.27	0.86	5.13
3.2	覆土(运距 1.0km, 机械)	m ³	1664	562	2226	31.11	5.18	1.75	6.93
3.3	覆土(运距 3.0km, 机械)	m ³	28517	2123	30640	40.75	116.21	8.65	124.86
3.4	覆土(运距 7.0km, 机械)	m ³	2038	3786	5824	58.91	12.01	22.30	34.31
3.5	覆土(运距 3.0km, 人工)	m ³	4402	932	5334	46.87	20.63	4.37	25.00
3.6	覆土(运距 7.0km, 人工)	m ³	155	190	345	65.03	1.01	1.24	2.25
3.7	土壤保水保肥						59.38	12.26	71.64

7 水土保持投资概算及效益分析

编号	项目名称	单位	数量			单价 (元)	合计(万元)		
			四川省	西藏自治区	小计		四川省	西藏自治区	小计
	拌和肥料及保水剂	m³	36776	7592	44368	8.65	31.81	6.57	38.38
	复合肥	kg	2942	607	3549	4.20	1.24	0.25	1.49
	有机肥	kg	294212	60736	354948	0.80	23.54	4.86	28.40
	保水剂	kg	882	182	1064	31.66	2.79	0.58	3.37
3.8	施有机肥处理						24.46	6.43	30.89
	施有机肥	hm²	12.50	3.29	15.79	3568.00	4.46	1.17	5.63
	有机肥	kg	250016	65728	315744	0.80	20.00	5.26	25.26
(五)	施工生产生活区						1125.94	220.07	1346.01
1	表土剥离工程						76.42	130.38	206.80
1.1	表土剥离(运距 1.0km, 机械)	m³		26489	26489	23.14		61.30	61.30
1.2	表土剥离(运距 3.5km, 机械)	m³	4056		4056	35.19	14.27		14.27
1.3	表土剥离(运距 4.0km, 机械)	m³	406		406	37.61	1.53		1.53
1.4	表土剥离(运距 7.0km, 机械)	m³	936		936	50.94	4.77		4.77
1.5	土方收集(运距 0.1km, 机械)	m³		2340	2340	16.88		3.95	3.95
1.6	土方收集(运距 0.5km, 机械)	m³	738		738	20.92	1.54		1.54
1.7	土方收集(运距 1.0km, 机械)	m³		27446	27446	23.73		65.13	65.13
1.8	土方收集(运距 2.0km, 机械)	m³	397		397	28.56	1.13		1.13
1.9	土方收集(运距 3.5km, 机械)	m³	3604		3604	35.78	12.90		12.90
1.10	土方收集(运距 4.0km, 机械)	m³	473		473	38.20	1.81		1.81
1.11	土方收集(运距 7.0km, 机械)	m³	7466		7466	51.53	38.47		38.47
2	防洪排导工程						671.12	42.30	713.42
2.1	截水沟						516.95		516.95
	土方槽挖	m³	2138		2138	46.23	9.88		9.88
	石方槽挖	m³	8554		8554	180.38	154.30		154.30
	C20 混凝土	m³	3827		3827	921.79	352.77		352.77
2.2	排水沟						130.57	39.67	170.24

7 水土保持投资概算及效益分析

编号	项目名称	单位	数量			单价 (元)	合计(万元)		
			四川省	西藏自治区	小计		四川省	西藏自治区	小计
	土方槽挖	m ³	609	200	809	46.23	2.82	0.92	3.74
	石方槽挖	m ³	1538	467	2005	180.38	27.74	8.42	36.16
	C20 混凝土	m ³	1085	329	1414	921.79	100.01	30.33	130.34
2.3	Φ1500mm 钢波纹管	m	45		45	2616.55	11.77		11.77
2.4	沉沙池						11.83	2.63	14.46
	土方开挖	m ³	124	25	149	37.37	0.46	0.09	0.55
	石方开挖	m ³	187	37	224	90.36	1.69	0.33	2.02
	C20 混凝土	m ³	105	24	129	921.79	9.68	2.21	11.89
3	土地整治工程						378.40	47.39	425.79
3.1	全面整地	hm ²	28.71	3.62	32.33	2649.63	7.61	0.96	8.57
3.2	覆土(运距 0.1km, 机械)	m ³	3037	2340	5377	24.26	7.37	5.68	13.05
3.3	覆土(运距 0.5km, 机械)	m ³	3910		3910	28.30	11.07		11.07
3.4	覆土(运距 1.0km, 机械)	m ³		5678	5678	31.11		17.66	17.66
3.5	覆土(运距 2.0km, 机械)	m ³	2122		2122	35.94	7.63		7.63
3.6	覆土(运距 2.5km, 机械)	m ³	15496		15496	38.34	59.41		59.41
3.7	覆土(运距 3.5km, 机械)	m ³	9714		9714	43.16	41.93		41.93
3.8	覆土(运距 4.0km, 机械)	m ³	166		166	45.58	0.76		0.76
3.9	覆土(运距 7.0km, 机械)	m ³	23691		23691	58.91	139.56		139.56
3.10	土壤保水保肥处理						93.87	12.95	106.82
	拌和肥料及保水剂	m ³	58136	8018	66154	8.65	50.29	6.94	57.23
	复合肥	kg	4651	642	5293	4.20	1.95	0.27	2.22
	有机肥	kg	465088	64147	529235	0.80	37.21	5.13	42.34
	保水剂	kg	1396	192	1588	31.66	4.42	0.61	5.03
3.11	施有机肥处理						9.19	10.14	19.33
	施有机肥	hm ²	6.66	5.18	11.84	3568.00	2.38	1.85	4.23
	有机肥	kg	85141	103584	188725	0.80	6.81	8.29	15.10

7 水土保持投资概算及效益分析

编号	项目名称	单位	数量			单价 (元)	合计(万元)		
			四川省	西藏自治区	小计		四川省	西藏自治区	小计
二	植物措施						11025.73	3419.45	14445.18
(一)	枢纽工程区						5478.92	843.85	6322.77
1	种草籽						15.77	1.09	16.86
	混播紫花苜蓿、黑麦草、波斯菊	hm ²	4.04	0.04	4.08	14060.23	5.68	0.06	5.74
	穴播紫花苜蓿、黑麦草、波斯菊	hm ²	6.30	0.64	6.94	16015.68	10.09	1.03	11.12
2	植树						85.76	2.27	88.03
2.1	种植灌木						85.76	2.27	88.03
	栽植川滇蔷薇	株	1759		1759	37.54	6.60		6.60
	栽植白刺花	株	1759		1759	50.73	8.92		8.92
	栽植胡枝子	株	1759		1759	69.21	12.17		12.17
	栽植小鞍叶羊蹄甲	株	6578	258	6836	42.82	28.17	1.10	29.27
	栽植戟叶酸模	株	6578	258	6836	45.46	29.90	1.17	31.07
3	生态护坡工程						3639.17	151.26	3790.43
3.1	植被混凝土护坡	hm ²	11.85	0.51	12.36	2965864.00	3514.55	151.26	3665.81
3.2	厚层基材植被护坡	hm ²	0.90		0.90	1384660.00	124.62		124.62
4	绿化美化							112.50	112.50
	园林景观	hm ²		0.75	0.75	1500000.00		112.50	112.50
5	绿化养护供水工程						1143.34		1143.34
5.1	水泵房(1座, 80m ² /座)	m ²	80		80	2000.00	16.00		16.00
5.2	输提水管路						476.59		476.59
5.2.1	提水管路						36.35		36.35
5.2.1.1	DN350 镀锌钢管(4.0Mpa)	m	473		473	612.56	28.97		28.97
5.2.1.2	镇支墩						7.38		7.38
	C25 混凝土	m ³	57		57	892.80	5.09		5.09
	钢筋制安	t	2.27		2.27	7965.07	1.81		1.81
	基础插筋(Φ25, L=2.0m)	根	38		38	126.45	0.48		0.48

7 水土保持投资概算及效益分析

编号	项目名称	单位	数量			单价 (元)	合计(万元)		
			四川省	西藏自治区	小计		四川省	西藏自治区	小计
5.2.2	输水管路						440.24		440.24
5.2.2.1	DN200 镀锌钢管 (2.5Mpa)	m	2436		2436	174.41	42.49		42.49
5.2.2.2	DN150 镀锌钢管 (2.5Mpa)	m	473		473	118.30	5.60		5.60
5.2.2.3	Φ225PE 管 (1.25Mpa)	m	3906		3906	525.34	205.20		205.20
5.2.2.4	Φ200PE 管 (1.6Mpa)	m	1166		1166	421.07	49.10		49.10
5.2.2.5	Φ110PE 管 (1.6Mpa)	m	515		515	125.50	6.46		6.46
5.2.2.6	镇支墩						131.39		131.39
	C25 混凝土	m ³	1014		1014	892.80	90.53		90.53
	钢筋制安	t	40.57		40.57	7965.07	32.31		32.31
	基础插筋 (Φ25, L=2.0m)	根	676		676	126.45	8.55		8.55
5.3	喷灌系统管路						89.76		89.76
	Φ75PE 管 (1.6Mpa)	m	11584		11584	58.50	67.77		67.77
	Φ50PE 管 (1.6Mpa)	m	6950		6950	25.10	17.44		17.44
	Φ32PE 管 (1.6Mpa)	m	4634		4634	9.82	4.55		4.55
5.4	蓄水池 (800m ³ /座, 矩形)						47.83		47.83
	土方开挖	m ³	298		298	37.37	1.11		1.11
	石方开挖	m ³	696		696	90.36	6.29		6.29
	土石方回填	m ³	149		149	36.54	0.54		0.54
	C15 混凝土	m ³	24		24	667.03	1.60		1.60
	C25 混凝土	m ³	183		183	1120.05	20.50		20.50
	钢筋制安	t	22.33		22.33	7965.07	17.79		17.79
5.5	水泵						100.98		100.98
	D280-43 (3 台+1 备), 多级泵, 额定流量 280m ³ /s, 扬程 301m, 电机功率 335kW	台	4		4	252454.90	100.98		100.98
5.6	喷灌设备						11.39		11.39

7 水土保持投资概算及效益分析

编号	项目名称	单位	数量			单价 (元)	合计(万元)		
			四川省	西藏自治区	小计		四川省	西藏自治区	小计
	喷嘴(工作压力 0.20Mpa, 射程 13.3m, 流量 1.22m³/h)	套	1583		1583	71.94	11.39		11.39
5.7	闸阀	套	56		56	141.86	0.79		0.79
5.8	自动灌溉控制系统	套	2		2	2000000.00	400.00		400.00
6	抚育管理						19.88	1.73	21.61
	林草抚育	hm²	21.96	1.91	23.87	9053.99	19.88	1.73	21.61
7	高边坡植被恢复、灌溉技术研究及示范建设(示范建设边坡面积 0.5hm²)	项			1		325.00	325.00	650.00
8	干热河谷植被水土保持生态修复效果研究及示范建设(示范建设面积 0.3hm²)	项			1		250.00	250.00	500.00
(二)	弃渣场区						1279.17	1629.73	2908.90
1	种草籽						9.84		9.84
	混播紫花苜蓿、黑麦草、波斯菊	hm²	3.66		3.66	14060.23	5.15		5.15
	穴播紫花苜蓿、黑麦草、波斯菊	hm²	2.93		2.93	16015.68	4.69		4.69
2	植树						48.08		48.08
2.1	种植灌木						48.08		48.08
	栽植川滇蔷薇	株	3053		3053	37.54	11.46		11.46
	栽植白刺花	株	3053		3053	50.73	15.49		15.49
	栽植胡枝子	株	3053		3053	69.21	21.13		21.13
3	生态护坡工程						452.14	936.89	1389.03
3.1	框格植灌草护坡						452.14	936.89	1389.03
	C25 混凝土框格梁	m³	2160	5153	7313	783.48	169.23	403.73	572.96
	钢筋制安	t	227.60	542.91	770.51	7965.07	181.28	432.43	613.71
	混播紫花苜蓿、黑麦草、波斯菊	hm²	8.17	8.10	16.27	14060.23	11.49	11.39	22.88
	栽植小鞍叶羊蹄甲	株	10211	10120	20331	42.82	43.72	43.33	87.05
	栽植戟叶酸模	株	10211	10120	20331	45.46	46.42	46.01	92.43

7 水土保持投资概算及效益分析

编号	项目名称	单位	数量			单价 (元)	合计(万元)		
			四川省	西藏自治区	小计		四川省	西藏自治区	小计
4	绿化养护供水工程						758.40	685.51	1443.91
4.1	水泵房(1座, 80m³/座)	m²	80		80	2000.00	16.00		16.00
4.2	输提水管路						299.85	385.95	685.80
4.2.1	提水管路						9.68		9.68
4.2.1.1	DN350 镀锌钢管(2.5Mpa)	m	158		158	456.23	7.21		7.21
4.2.1.2	镇支墩						2.47		2.47
	C25 混凝土	m³	19		19	892.80	1.70		1.70
	钢筋制安	t	0.76		0.76	7965.07	0.61		0.61
	基础插筋(Φ25, L=2.0m)	根	13		13	126.45	0.16		0.16
4.2.2	输水管路						218.36	299.26	517.62
4.2.2.1	DN250 镀锌钢管(2.5Mpa)	m	840		840	261.36	21.95		21.95
4.2.2.2	Φ315PE 管(1.6Mpa)	m	651		651	1044.51	68.00		68.00
4.2.2.3	Φ315PE 管(1.25Mpa)	m		368	368	1029.68		37.89	37.89
4.2.2.4	Φ280PE 管(1.25Mpa)	m		1449	1449	813.58		117.89	117.89
4.2.2.5	Φ225PE 管(1.25Mpa)	m	1953	1953	3906	525.34	102.60	102.60	205.20
4.2.2.6	Φ160PE 管(1.25Mpa)	m	1166	641	1807	221.39	25.81	14.19	40.00
4.2.2.7	Φ140PE 管(1.25Mpa)	m		1313	1313	203.29		26.69	26.69
4.2.2.8	镇支墩						71.81	86.69	158.50
	C25 混凝土	m³	554	670	1224	892.80	49.46	59.82	109.28
	钢筋制安	t	22.18	26.49	48.67	7965.07	17.67	21.10	38.77
	基础插筋(Φ25, L=2.0m)	根	370	456	826	126.45	4.68	5.77	10.45
4.3	喷灌系统管路						78.32	87.14	165.46
	Φ75PE 管(1.6Mpa)	m	10108	11044	21152	58.50	59.13	64.61	123.74
	Φ50PE 管(1.6Mpa)	m	6065	7141	13206	25.10	15.22	17.92	33.14
	Φ32PE 管(1.6Mpa)	m	4043	4690	8733	9.82	3.97	4.61	8.58
4.4	蓄水池(800m³/座, 矩形)						47.83		47.83

7 水土保持投资概算及效益分析

编号	项目名称	单位	数量			单价 (元)	合计(万元)		
			四川省	西藏自治区	小计		四川省	西藏自治区	小计
	土方开挖	m³	298		298	37.37	1.11		1.11
	石方开挖	m³	696		696	90.36	6.29		6.29
	土石方回填	m³	149		149	36.54	0.54		0.54
	C15 混凝土	m³	24		24	667.03	1.60		1.60
	C25 混凝土	m³	183		183	1120.05	20.50		20.50
	钢筋制安	t	22.33		22.33	7965.07	17.79		17.79
4.5	水泵						106.03		106.03
	D360-40 (3 台+1 备), 多级泵, 额定流量 440m³/s, 扬程 106.5m, 电机功率 185kW	台	4		4	265077.65	106.03		106.03
4.6	喷灌设备						9.94	11.88	21.82
	喷嘴 (工作压力 0.20Mpa, 射程 13.3m, 流量 1.22m³/h)	套	1382	1651	3033	71.94	9.94	11.88	21.82
4.7	闸阀	套	30	38	68	141.86	0.43	0.54	0.97
4.8	自动灌溉控制系统	套	1	1	2	2000000.00	200.00	200.00	400.00
5	抚育管理						10.71	7.33	18.04
	林草抚育	hm²	11.83	8.10	19.93	9053.99	10.71	7.33	18.04
(三)	表土堆存场区						290.02		290.02
1	种草籽						2.47		2.47
	混播紫花苜蓿、黑麦草、波斯菊	hm²	1.76		1.76	14060.23	2.47		2.47
2	植树						23.15		23.15
2.1	种植灌木						23.15		23.15
	栽植川滇蔷薇	株	1470		1470	37.54	5.52		5.52
	栽植白刺花	株	1470		1470	50.73	7.46		7.46
	栽植胡枝子	株	1470		1470	69.21	10.17		10.17
3	绿化养护供水工程						262.81		262.81
3.1	输提水管路						49.75		49.75

7 水土保持投资概算及效益分析

编号	项目名称	单位	数量			单价 (元)	合计(万元)		
			四川省	西藏自治区	小计		四川省	西藏自治区	小计
3.1.1	输水管路						49.75		49.75
3.1.1.1	Φ160PE 管(1.25Mpa)	m	1323		1323	221.39	29.29		29.29
3.1.1.2	镇支墩						20.46		20.46
	C25 混凝土	m ³	158		158	892.80	14.11		14.11
	钢筋制安	t	6.30		6.30	7965.07	5.02		5.02
	基础插筋(Φ25, L=2.0m)	根	105		105	126.45	1.33		1.33
3.2	喷灌系统管路						11.49		11.49
	Φ75PE 管(1.6Mpa)	m	1483		1483	58.50	8.68		8.68
	Φ50PE 管(1.6Mpa)	m	889		889	25.10	2.23		2.23
	Φ32PE 管(1.6Mpa)	m	593		593	9.82	0.58		0.58
3.3	喷灌设备						1.46		1.46
	喷嘴(工作压力 0.20Mpa, 射程 13.3m, 流量 1.22m ³ /h)	套	203		203	71.94	1.46		1.46
3.4	闸阀	套	8		8	141.86	0.11		0.11
3.5	自动灌溉控制系统	套	1		1	2000000.00	200.00		200.00
4	抚育管理						1.59		1.59
	林草抚育	hm ²	1.76		1.76	9053.99	1.59		1.59
(四)	交通设施区						1962.75	509.43	2472.18
1	种草籽						40.62	9.25	49.87
	混播紫花苜蓿、黑麦草、波斯菊	hm ²	28.89	6.58	35.47	14060.23	40.62	9.25	49.87
2	植树						229.91	49.00	278.91
2.1	栽植行道树						10.81	6.14	16.95
	栽植云南土沉香	株	155	88	243	513.53	7.96	4.52	12.48
	栽植清香木	株	155	88	243	183.66	2.85	1.62	4.47
2.2	种植灌木						219.10	42.86	261.96
	栽植川滇蔷薇	株	13913	2722	16635	37.54	52.23	10.22	62.45

7 水土保持投资概算及效益分析

编号	项目名称	单位	数量			单价 (元)	合计(万元)		
			四川省	西藏自治区	小计		四川省	西藏自治区	小计
	栽植白刺花	株	13913	2722	16635	50.73	70.58	13.81	84.39
	栽植胡枝子	株	13913	2721	16634	69.21	96.29	18.83	115.12
3	生态护坡工程						1663.36	444.66	2108.02
3.1	框格植灌草护坡						259.50	63.88	323.38
	C25 混凝土框格梁	m ³	1423	350	1773	783.48	111.49	27.42	138.91
	钢筋制安	t	149.91	36.91	186.82	7965.07	119.40	29.40	148.80
	混播紫花苜蓿、黑麦草、波斯菊	hm ²	2.30	0.57	2.87	14060.23	3.23	0.80	4.03
	栽植小鞍叶羊蹄甲	株	2875	709	3584	42.82	12.31	3.04	15.35
	栽植戟叶酸模	株	2875	709	3584	45.46	13.07	3.22	16.29
3.2	框格生态袋护坡						251.85	95.57	347.42
	C25 混凝土框格梁	m ³	571	216	787	783.48	44.74	16.92	61.66
	钢筋制安	t	60.19	22.71	82.90	7965.07	47.94	18.09	66.03
	框格内生态袋	hm ²	0.92	0.35	1.27	1730159	159.17	60.56	219.73
3.3	植被混凝土护坡	hm ²	0.89	0.21	1.10	2965864	263.96	62.28	326.24
3.4	厚层基材植被护坡	hm ²	5.33	1.35	6.68	1384660	738.02	186.93	924.95
3.5	喷播植草护坡	hm ²	8.46	2.03	10.49	177338	150.03	36.00	186.03
4	抚育管理						28.86	6.52	35.38
	林草抚育	hm ²	31.88	7.20	39.08	9053.99	28.86	6.52	35.38
(五)	施工生产生活区						2014.87	436.44	2451.31
1	种草籽						50.52	12.42	62.94
	混播紫花苜蓿、黑麦草、波斯菊	hm ²	28.28	2.87	31.15	14060.23	39.76	4.04	43.80
	穴播紫花苜蓿、黑麦草、波斯菊	hm ²	6.72	5.23	11.95	16015.68	10.76	8.38	19.14
2	植树						429.55	37.62	467.17
2.1	种植乔木						65.33		65.33
	栽植云南土沉香	株	937		937	513.53	48.12		48.12
	栽植清香木	株	937		937	183.66	17.21		17.21

7 水土保持投资概算及效益分析

编号	项目名称	单位	数量			单价 (元)	合计(万元)		
			四川省	西藏自治区	小计		四川省	西藏自治区	小计
2.2	种植灌木						364.22	37.62	401.84
	栽植川滇蔷薇	株	23128	2389	25517	37.54	86.82	8.97	95.79
	栽植白刺花	株	23128	2389	25517	50.73	117.33	12.12	129.45
	栽植胡枝子	株	23128	2389	25517	69.21	160.07	16.53	176.60
3	生态护坡工程						844.86		844.86
3.1	框格生态袋护坡						502.86		502.86
	C25 混凝土框格梁	m ³	1137		1137	783.48	89.08		89.08
	钢筋制安	t	119.81		119.81	7965.07	95.43		95.43
	框格内生态袋	hm ²	1.84		1.84	1730159	318.35		318.35
3.2	挂网客土喷播植草护坡	hm ²	3.73		3.73	916882.00	342.00		342.00
4	绿化美化						106.50	118.50	225.00
	园林绿化	hm ²	0.71	0.79	1.50	1500000.00	106.50	118.50	225.00
5	绿化养护供水工程						301.51	12.97	314.48
5.1	输提水管路						58.63	11.81	70.44
5.1.1	输水管路						58.63	11.81	70.44
5.1.1.1	Φ250PE 管(1.25Mpa)	m	609		609	648.58	39.50		39.50
5.1.1.2	Φ90PE 管(1.25Mpa)	m	399		399	70.55	2.81		2.81
5.1.1.3	Φ75PE 管(1.25Mpa)	m		588	588	48.63		2.86	2.86
5.1.1.4	镇支墩						16.32	8.95	25.27
	C25 混凝土	m ³	126	69	195	892.80	11.25	6.16	17.41
	钢筋制安	t	5.04	2.77	7.81	7965.07	4.01	2.21	6.22
	基础插筋(Φ25, L=2.0m)	根	84	46	130	126.45	1.06	0.58	1.64
5.2	喷灌系统管路						37.89	0.87	38.76
	Φ75PE 管(1.6Mpa)	m	4815		4815	58.50	28.17		28.17
	Φ50PE 管(1.6Mpa)	m	3093	276	3369	25.10	7.76	0.69	8.45
	Φ32PE 管(1.6Mpa)	m	1991	185	2176	9.82	1.96	0.18	2.14

7 水土保持投资概算及效益分析

编号	项目名称	单位	数量			单价 (元)	合计(万元)		
			四川省	西藏自治区	小计		四川省	西藏自治区	小计
5.3	喷灌设备						4.89	0.23	5.12
	喷嘴(工作压力 0.20Mpa, 射程 13.3m, 流量 1.22m³/h)	套	680	32	712	71.94	4.89	0.23	5.12
5.4	闸阀	套	7	4	11	141.86	0.10	0.06	0.16
5.5	自动灌溉控制系统	套	1		1	2000000.00	200.00		200.00
6	抚育管理						31.93	4.93	36.86
	林草抚育	hm²	35.27	5.44	40.71	9053.99	31.93	4.93	36.86
7	热河谷施工扰动迹地降雨蓄渗、保水保肥技术研究及示范建设(示范建设面积 0.3hm²)	项					250.00	250.00	500.00
三	临时措施						1370.84	540.70	1911.54
(一)	枢纽工程区						269.98	27.97	297.95
1	临时拦挡防护						179.39	14.85	194.24
1.1	无纺布苫盖	hm²	25.16	2.15	27.31	50864.00	127.97	10.94	138.91
1.2	钢管桩竹串片板栅栏临时拦挡						51.42	3.91	55.33
	钢管桩竹串片板栅栏安装	m	1706	130	1836	152.41	26.00	1.98	27.98
	钢管桩竹串片板栅栏拆除	m	1706	130	1836	23.77	4.06	0.31	4.37
	钢管桩(Φ50, L=3m)	根	3413	259	3672	62.59	21.36	1.62	22.98
2	施工辅助工程	%	1.50	1.50			90.59	13.12	103.71
(二)	弃渣场区						218.61	260.96	479.57
1	临时排水沉沙							4.44	4.44
1.1	临时排水沟							4.24	4.24
	土方开挖	m³		1134	1134	37.37		4.24	4.24
1.2	泥浆沉淀池							0.20	0.20
	土方开挖	m³		53	53	37.37		0.20	0.20
2	临时拦挡防护						170.35	189.50	359.85
2.1	无纺布苫盖	hm²	25.56	17.49	43.05	50864.00	130.01	88.96	218.97

7 水土保持投资概算及效益分析

编号	项目名称	单位	数量			单价 (元)	合计(万元)		
			四川省	西藏自治区	小计		四川省	西藏自治区	小计
2.2	钢筋石笼临时挡墙						40.34	100.54	140.88
	土方开挖	m ³	499		499	37.37	1.86		1.86
	土石回填	m ³	135		135	36.54	0.49		0.49
	钢筋石笼	m ³	1069	2829	3898	355.38	37.99	100.54	138.53
3	施工辅助工程	%	1.50	1.50			48.26	67.02	115.28
(三)	表土堆存场区						22.21	17.02	39.23
1	临时拦挡防护						11.95	7.53	19.48
1.1	无纺布苫盖	hm ²	2.35	1.48	3.83	50864.00	11.95	7.53	19.48
2	种草籽						2.63	1.66	4.29
2.1	撒播紫花苜蓿	hm ²	1.90	1.20	3.10	13842.99	2.63	1.66	4.29
3	施工辅助工程	%	1.50	1.50			7.63	7.83	15.46
(四)	交通设施区						411.40	167.54	578.94
1	临时排水沉沙						0.49	0.49	0.98
1.1	泥浆沉淀池						0.49	0.49	0.98
	铺土工膜	m ²	58	58	116	71.34	0.41	0.41	0.82
	土方开挖	m ³	21	21	42	37.37	0.08	0.08	0.16
2	临时拦挡防护						376.51	158.35	534.86
2.1	无纺布苫盖	hm ²	34.98	10.40	45.38	50864.00	177.92	52.90	230.82
2.2	钢管桩竹串片板栅栏临时拦挡						198.59	105.45	304.04
	钢管桩竹串片板栅栏安装	m	6590	3499	10089	152.41	100.44	53.33	153.77
	钢管桩竹串片板栅栏拆除	m	6590	3499	10089	23.77	15.66	8.32	23.98
	钢管桩(Φ50, L=3m)	根	13180	6998	20178	62.59	82.49	43.80	126.29
3	施工辅助工程	%	1.50	1.50			34.40	8.70	43.10
(五)	施工生产生活区						448.64	67.21	515.85
1	临时拦挡防护						382.36	57.36	439.72
1.1	无纺布苫盖	hm ²	43.53	6.72	50.25	50864.00	221.41	34.18	255.59

7 水土保持投资概算及效益分析

编号	项目名称	单位	数量			单价 (元)	合计(万元)		
			四川省	西藏自治区	小计		四川省	西藏自治区	小计
1.2	钢管桩竹串片板栅栏临时拦挡						87.06		87.06
	钢管桩竹串片板栅栏安装	m	2889		2889	152.41	44.03		44.03
	钢管桩竹串片板栅栏拆除	m	2889		2889	23.77	6.87		6.87
	钢管桩(Φ50, L=3m)	根	5778		5778	62.59	36.16		36.16
1.3	编织袋装土临时挡墙							23.18	23.18
	编织袋装土填筑	m³		756	756	274.37		20.74	20.74
	编织袋装土拆除	m³		756	756	32.34		2.44	2.44
1.4	钢筋石笼挡墙						73.89		73.89
	土方明挖	m³	502		502	37.37	1.88		1.88
	土方回填	m³	167		167	36.54	0.61		0.61
	钢筋石笼	m³	2009		2009	355.38	71.40		71.40
2	植树						16.92		16.92
2.1	栽植灌木						16.92		16.92
	栽植川滇蔷薇	株	1332		1332	37.54	5.00		5.00
	栽植皱叶醉鱼草	株	1332		1332	56.02	7.46		7.46
	栽植枸杞	株	1332		1332	33.49	4.46		4.46
3	种草籽						2.25		2.25
	混播紫花苜蓿、黑麦草、波斯菊	hm²	1.60		1.60	14060.23	2.25		2.25
4	施工辅助工程	%	1.50	1.50			47.11	9.85	56.96
四	水土保持监测工程								1463.98
1	土建设施								24.58
1.1	沉沙池								18.70
1.1.1	土方开挖	m³			149	37.37			0.56
1.1.2	M7.5 浆砌石	m³			320	408.32			13.07
1.1.3	M10 水泥砂浆抹面	m²			1485	34.16			5.07
1.2	位移观测桩(含工作基点)								5.43

7 水土保持投资概算及效益分析

编号	项目名称	单位	数量			单价 (元)	合计(万元)		
			四川省	西藏自治区	小计		四川省	西藏自治区	小计
1.2.1	土方开挖	m³			27	37.37			0.10
1.2.2	C25 混凝土	m³			37	1120.05			4.14
1.2.3	钢筋	t			1.49	7965.07			1.19
1.3	地下水监测孔								0.45
1.3.1	水位孔孔口保护	个			5	200.00			0.10
1.3.2	水位孔钻孔	m			50	69.63			0.35
2	设备及安装								611.10
2.1	测量设备								83.10
2.1.1	流量计	件			3	2200.00			0.66
2.1.2	水位计	件			3	3000.00			0.90
2.1.3	集沙仪	件			6	2800.00			1.68
2.1.4	风速仪	件			3	3000.00			0.90
2.1.5	土壤侵蚀自动观测设备(UGT 径流水蚀监测)	件			15	50000.00			75.00
2.1.6	安装费(按设备费的 5%计算)	项							3.96
2.2	水土保持智能信息化监测平台								528.00
2.2.1	智能化平台系统	套			1	5000000.00			500.00
2.2.2	信息管理网络系统软件	套			1	80000.00			8.00
2.2.3	数据库软件	套			1	100000.00			10.00
2.2.4	资料分析评价系统	套			1	100000.00			10.00
3	建设期监测费								828.30
3.1	监测人工费								630.00
3.1.1	项目经理	人·月			84	15000.00			126.00
3.1.2	项目总工	人·月			84	12000.00			100.80
3.1.3	监测工程师	人·月			168	10000.00			168.00
3.1.4	监测员	人·月			252	8000.00			201.60
3.1.5	其他人工费用	人·月			84	4000.00			33.60

7 水土保持投资概算及效益分析

编号	项目名称	单位	数量			单价 (元)	合计(万元)		
			四川省	西藏自治区	小计		四川省	西藏自治区	小计
3.2	测量设备使用费								40.91
3.2.1	全站仪	套			2	36000.00			7.20
3.2.2	GPS 全球定位仪	套			3	5000.00			1.50
3.2.3	测距仪	套			3	1600.00			0.48
3.2.4	测钎	支			300	50.00			1.50
3.2.5	皮尺	把			3	100.00			0.03
3.2.6	钢卷尺	把			5	50.00			0.03
3.2.7	坡度仪	套			3	200.00			0.06
3.2.8	罗盘仪	套			3	100.00			0.03
3.2.9	电子天平	台			3	250.00			0.08
3.2.10	三维激光扫描仪	套			3	100000.00			30.00
3.3	采样设备使用费								19.93
3.3.1	竖式采样器	套			6	30.00			0.02
3.3.2	横式采样桶	套			6	120.00			0.07
3.3.3	土壤泥沙含量自动观测设备	套			3	1100.00			0.33
3.3.4	雨量计	套			3	220.00			0.07
3.3.5	TDR 土壤水分测定设备	套			3	20000.00			6.00
3.3.6	植被覆盖度测定仪	套			3	36000.00			10.80
3.3.7	多光谱相机	套			3	8800.00			2.64
3.4	分析设备								1.95
3.4.1	土壤筛	套			3	4500.00			1.35
3.4.2	真空抽滤机	套			3	2000.00			0.60
3.5	其他设备使用费								135.51
3.5.1	专用计算机	台			3	8000.00			2.40
3.5.2	监测用车(每年 200 天, 7 年)	天			1400	500.00			70.00
3.5.3	现场监控设备(视频)	套			6	3500.00			2.10

7 水土保持投资概算及效益分析

编号	项目名称	单位	数量			单价 (元)	合计(万元)		
			四川省	西藏自治区	小计		四川省	西藏自治区	小计
3.5.4	智能信息化监测系统	套			1	500000.00			50.00
3.5.5	GNSS 接收机	台			18	1500.00			2.70
3.5.6	GNSS 天线	台			18	500.00			0.90
3.5.7	太阳能供电系统	套			18	1000.00			1.80
3.5.8	电测水位计	套			1	1500.00			0.15
3.5.9	水位孔花管	m			150	35.00			0.53
3.5.10	渗压计	支			5	1300.00			0.65
3.5.11	无人机	台			2	20000.00			4.00
3.5.12	地温计	个			6	150.00			0.09
3.5.13	空气温度计湿度计(三合一)	个			6	310.00			0.19

表 7.1-5 移民安置区水土保持专项投资计算表(四川省、西藏自治区)

编号	项目名称	单位	数量			单价(元)	合计(万元)		
			四川省	西藏自治区	小计		四川省	西藏自治区	小计
一	工程措施						5.50	16.36	21.86
(一)	库岸防护工程区							0.65	0.65
1	土地整治工程							0.65	0.65
1.1	全面整地	hm ²		0.29	0.29	2649.63		0.08	0.08
1.2	施有机肥处理							0.57	0.57
	施有机肥	hm ²		0.29	0.29	3568.00		0.10	0.10
	有机肥	kg		5824	5824	0.80		0.47	0.47
(二)	专项设施复建区						5.50	15.71	21.21
1	表土剥离工程						0.39	9.81	10.20
1.1	土方收集(运距 0km, 机械)	m ³	811		811	4.75	0.39		0.39
1.2	土方收集(运距 0.5km, 机械)	m ³		4690	4690	20.92		9.81	9.81
2	防洪排导工程							0.99	0.99
2.1	沉沙池							0.99	0.99

7 水土保持投资概算及效益分析

编号	项目名称	单位	数量			单价（元）	合计（万元）		
			四川省	西藏自治区	小计		四川省	西藏自治区	小计
	土方开挖	m ³		9	9	37.37		0.03	0.03
	石方开挖	m ³		14	14	90.36		0.13	0.13
	C20 混凝土	m ³		9	9	921.79		0.83	0.83
3	土地整治工程						5.11	4.91	10.02
3.1	全面整地	hm ²	1.62	0.36	1.98	2649.63	0.43	0.10	0.53
3.2	覆土（运距 0km，机械）	m ³	811		811	12.13	0.98		0.98
3.3	覆土（运距 0.5km，人工）	m ³		686	686	34.42		2.36	2.36
3.4	土壤保水保肥						1.31	1.10	2.41
	拌和肥料及保水剂	m ³	811	686	1497	8.65	0.70	0.59	1.29
	复合肥	kg	64	55	119	4.20	0.03	0.02	0.05
	有机肥	kg	6490	5491	11981	0.80	0.52	0.44	0.96
	保水剂	kg	20	17	37	31.66	0.06	0.05	0.11
3.5	施有机肥处理						2.39	1.35	3.74
	施有机肥	hm ²	1.22	0.69	1.91	3568.00	0.44	0.25	0.69
	有机肥	kg	24336	13728	38064	0.80	1.95	1.10	3.05
二	植物措施						3.42	473.67	477.09
(一)	库岸防护工程区							4.71	4.71
1	种草籽							0.40	0.40
1.1	混播紫花苜蓿、披碱草、酢浆草	hm ²		0.29	0.29	13744.08		0.40	0.40
2	植树							4.05	4.05
2.1	种植灌木							4.05	4.05
	栽植白刺花	株		245	245	50.73		1.24	1.24
	栽植戟叶酸模	株		245	245	45.46		1.11	1.11
	栽植胡枝子	株		245	245	69.21		1.70	1.70
3	抚育管理							0.26	0.26
	林草抚育	hm ²		0.29	0.29	9053.99		0.26	0.26

7 水土保持投资概算及效益分析

编号	项目名称	单位	数量			单价（元）	合计（万元）		
			四川省	西藏自治区	小计		四川省	西藏自治区	小计
(二)	专项设施复建区						3.42	468.96	472.38
1	种草						2.31	1.63	3.94
	混播紫花苜蓿、黑麦草、波斯菊	hm ²	1.64	0.37	2.01	14060.23	2.31	0.52	2.83
	穴播紫花苜蓿、黑麦草、波斯菊	hm ²		0.69	0.69	16015.68		1.11	1.11
2	植树							20.73	20.73
2.1	种植行道树							16.18	16.18
	栽植云南土沉香	株		315	315	513.53		16.18	16.18
2.2	种植灌木							4.55	4.55
	栽植川滇蔷薇	株		289	289	37.54		1.08	1.08
	栽植白刺花	株		289	289	50.73		1.47	1.47
	栽植胡枝子	株		289	289	69.21		2.00	2.00
3	生态护坡工程							443.91	443.91
3.1	框格生态袋护坡							117.38	117.38
	C25 混凝土框格梁	m ³		264	264	783.48		20.68	20.68
	钢筋制安	t		28	28	7965.07		22.30	22.30
	框格内生态袋	hm ²		0.43	0.43	1730159		74.40	74.40
3.2	植被混凝土护坡	hm ²		0.41	0.41	2965864		121.60	121.60
3.3	厚层基材植被护坡	hm ²		1.48	1.48	1384660		204.93	204.93
4	抚育管理						1.11	2.69	3.80
	林草抚育	hm ²	1.23	2.97	4.20	9053.99	1.11	2.69	3.80
三	临时措施						33.04	41.58	74.62
(一)	库岸防护工程区							7.72	7.72
1	临时拦挡防护							7.64	7.64
1.1	无纺布苫盖	hm ²		0.30	0.30	50864.00		1.53	1.53
1.2	钢管桩竹串片板栅栏临时拦挡							6.11	6.11
	钢管桩竹串片板栅栏安装	m		203	203	152.41		3.09	3.09

7 水土保持投资概算及效益分析

编号	项目名称	单位	数量			单价（元）	合计（万元）		
			四川省	西藏自治区	小计		四川省	西藏自治区	小计
	钢管桩竹串片板栅栏拆除	m		203	203	23.77		0.48	0.48
	钢管桩（Φ50，L=3m）	根		406	406	62.59		2.54	2.54
2	施工辅助工程	%	1.50	1.50				0.08	0.08
(二)	专项设施复建区						33.04	33.86	66.90
1	临时拦挡防护						32.91	26.59	59.50
1.1	无纺布苫盖	hm ²	1.26	2.83	4.09	50864.00	6.41	14.39	20.80
1.2	编织袋装土临时挡墙						26.50		26.50
	编织袋装土填筑	m ³	864		864	274.37	23.71		23.71
	编织袋装土拆除	m ³	864		864	32.34	2.79		2.79
1.3	钢管桩竹串片板栅栏临时拦挡							12.20	12.20
	钢管桩竹串片板栅栏安装	m		405	405	152.41		6.17	6.17
	钢管桩竹串片板栅栏拆除	m		405	405	23.77		0.96	0.96
	钢管桩（Φ50，L=3m）	根		810	810	62.59		5.07	5.07
2	施工辅助工程	%	1.50	1.50			0.13	7.27	7.40
四	水土保持监测工程								90.35
1	土建设施								0.85
1.1	沉沙池								0.85
1.1.1	土方开挖	m ³			11	37.37			0.04
1.1.2	M7.5 浆砌石	m ³			16	408.32			0.65
1.1.3	M10 水泥砂浆抹面	m ²			47	34.16			0.16
2	设备及安装								11.95
2.1	测量设备								11.95
2.1.1	流量计	件			1	2200.00			0.22
2.1.2	水位计	件			1	3000.00			0.30
2.1.3	集沙仪	件			2	2800.00			0.56
2.1.4	风速仪	件			1	3000.00			0.30

7 水土保持投资概算及效益分析

编号	项目名称	单位	数量			单价（元）	合计（万元）		
			四川省	西藏自治区	小计		四川省	西藏自治区	小计
2.1.5	土壤侵蚀自动观测设备（UGT 径流水蚀监测）	件			2	50000.00			10.00
2.1.6	安装费（按设备费的 5% 计算）	项							0.57
3	建设期监测费								77.55
3.1	监测人工费								52.80
3.1.1	监测工程师	人·月			24	10000.00			24.00
3.1.2	监测员	人·月			24	8000.00			19.20
3.1.3	其他人工费用	人·月			24	4000.00			9.60
3.2	测量设备使用费								4.59
3.2.1	全站仪	套			1	36000.00			3.60
3.2.2	GPS 全球定位仪	套			1	5000.00			0.50
3.2.3	测距仪	套			1	1600.00			0.16
3.2.4	测钎	支			50	50.00			0.25
3.2.5	皮尺	把			1	100.00			0.01
3.2.6	钢卷尺	把			1	50.00			0.01
3.2.7	坡度仪	套			1	200.00			0.02
3.2.8	罗盘仪	套			1	100.00			0.01
3.2.9	电子天平	台			1	250.00			0.03
3.3	采样设备使用费								6.62
3.3.1	竖式采样器	套			1	30.00			0.00
3.3.2	横式采样桶	套			1	120.00			0.01
3.3.3	土壤泥沙含量自动观测设备	套			1	1100.00			0.11
3.3.4	雨量计	套			1	220.00			0.02
3.3.5	TDR 土壤水分测定设备	套			1	20000.00			2.00
3.3.6	植被覆盖度测定仪	套			1	36000.00			3.60
3.3.7	多光谱相机	套			1	8800.00			0.88
3.4	分析设备								0.65

7 水土保持投资概算及效益分析

编号	项目名称	单位	数量			单价（元）	合计（万元）		
			四川省	西藏自治区	小计		四川省	西藏自治区	小计
3.4.1	土壤筛	套			1	4500.00			0.45
3.4.2	真空抽滤机	套			1	2000.00			0.20
3.5	其他设备使用费								12.89
3.5.1	专用计算机	台			1	8000.00			0.80
3.5.2	监测用车（每年 100 天，2 年）	天			200	500.00			10.00
3.5.3	无人机	台			1	20000.00			2.00
3.5.4	地温计	个			2	150.00			0.03
3.5.5	空气温度计湿度计（三合一）	个			2	310.00			0.06

表 7.1-6 独立费用计算表

编号	项目名称	单位	数量	单价 (元)	合计 (万元)
一	项目建设管理费				3858.97
1	工程前期费	%	0.50	263402900.00	131.70
2	水土保持管理费	%	2.50	263402900.00	658.51
3	水土保持监理费	项			1200.00
4	咨询服务费	项			1500.00
5	项目技术经济评审费	%	0.50	263402900.00	131.70
6	项目验收费	%	0.90	263402900.00	237.06
二	科研勘察设计费				5667.19
1	施工科研试验费	项			1000.00
2	水土保持专项工程勘察设计费	项			2372.19
3	其他专题费用	项			2295.00
三	水土保持补偿费	项			320.37
	合计				9846.53

表 7.1-13 咨询服务费计算表

编号	专题名称	费用 (万元)	备注
1	昌波水电站水土保持方案报告	600.00	
2	昌波水电站移民安置水土保持方案报告	200.00	
3	昌波水电站竣工验收 (含截流、蓄水阶段) 报告	700.00	
	合计	1500.00	

表 7.1-14 施工科研试验费计算表

编号	名称	费用 (万元)	备注
1	水土保持智能信息化研究	550.00	
2	弃渣场水土保持安全运行监测实施方案研究	450.00	
	合计	1000.00	

表 7.1-15 科研勘察设计费中的其他专题费用计算表

编号	专题名称	费用 (万元)	备注
1	昌波水电站科研课题规划报告	75.00	
2	昌波水电站水土保持实施规划	80.00	
3	昌波水电站弃渣场水土保持选址及防护专题	60.00	
4	昌波水电站萨日西 1 号沟泥石流防治专题报告	80.00	
5	昌波水电站弃渣场稳定分析论证专题	70.00	
6	昌波水电站表土资源剥离与保护规划专题	90.00	
7	昌波水电站水土保持生态修复总体规划报告	200.00	
8	昌波水电站坝前 I 号堆积体水土保持生态修复专题报告	180.00	
9	昌波水电站水土保持设计总结报告	80.00	
10	昌波水电站水土保持后评价专题报告	60.00	
11	昌波水电站水土保持总体设计及“三同时”实施方案	120.00	
12	昌波水电站弃渣场稳定评估	200.00	

7 水土保持投资概算及效益分析

编号	专题名称	费用（万元）	备注
13	昌波水电站弃渣场水土保持安全运行应急预案	150.00	
14	金沙江上游水土保持科技示范园规划	850.00	
	合计	2295.00	

表 7.1-16

水土保持专项工程勘察设计费计算表

单位: 万元

项目	计费额 (万元)	工程勘察/设计 收费基价 (万元)	专业 调整 系数	工程复杂 程度调整 系数	附加 调整 系数	基本勘察/设计 收费(万元)	其他勘察/ 设计收费 (万元)	工程勘察/设计 收费基准价 (万元)	浮动 幅度 值	工程勘察/设计 收费(万元)
工程勘察收费	26340.29	721.25	1.40	1.15	1.10	1277.33	0.00	1277.33	0.00	1277.33
工程设计收费	26340.29	721.25	1.20	1.15	1.10	1094.86	0.00	1094.86	0.00	1094.86
工程勘察设计收费										2372.19
(1) 工程勘察收费说明 工程勘察收费=工程勘察收费基准价×(1±浮动幅度值) 工程勘察收费基准价=基本勘察收费+其他勘察收费 基本勘察收费=工程勘察收费基价×专业调整系数×工程复杂程度调整系数×附加调整系数 本工程为水电工程, 专业调整系数为 1.40; 本工程勘察复杂程度为Ⅲ级, 工程复杂程度调整系数为 1.15; 本工程附加调整系数为高程附加调整系数, 取 1.1; 无其他勘察收费项目; 工程勘察收费浮动幅度值取 0。 (2) 工程设计收费说明 工程设计收费=工程设计收费基准价×(1±浮动幅度值) 工程设计收费基准价=基本设计收费+其他设计收费 基本设计收费=工程设计收费基价×专业调整系数×工程复杂程度调整系数×附加调整系数 本工程为水电工程, 专业调整系数为 1.20; 本工程设计复杂程度为Ⅲ级, 工程复杂程度调整系数为 1.15; 本工程附加调整系数为 1.1; 无其他设计收费项目; 工程设计收费浮动幅度值取 0。 (3) 工程勘察设计收费=工程勘察收费+工程设计收费										

表 7.1-17

水土保持专项分年度投资表

单位: 万元

编号	项目名称	合计	建设工期(年)						
			1	2	3	4	5	6	7
I	电站枢纽工程区水土保持专项投资	25676.37	4729.03	4643.14	1640.23	1169.75	1169.75	4566.59	7757.88
一	工程措施	7855.67	2875.22	3313.23	216.88	114.10	114.10	617.52	604.62
(一)	枢纽工程区	591.23	205.10	195.09				68.31	122.73
(二)	弃渣场区	4776.70	2107.85	2380.08				144.39	144.38
(三)	表土堆存场区	740.37	267.02	12.74	114.10	114.10	114.10	114.10	4.21
(四)	交通设施区	401.36	88.45	11.90	60.20			120.40	120.41
(五)	施工生产生活区	1346.01	206.80	713.42	42.58			170.32	212.89
二	植物措施	14445.18	650.00	992.35	1085.79	718.09	718.09	3611.51	6669.35
(一)	枢纽工程区	6322.77	650.00	500.00				1895.22	3277.55
(二)	弃渣场区	2908.90			347.26	347.26	347.26	347.26	1519.86
(三)	表土堆存场区	290.02						262.81	27.21
(四)	交通设施区	2472.18		247.22	370.83	370.83	370.83	370.83	741.64
(五)	施工生产生活区	2451.31		245.13	367.70			735.39	1103.09
三	临时措施	1911.54	764.62	191.16	191.16	191.16	191.16	191.16	191.12
(一)	枢纽工程区	297.95	119.18	29.80	29.80	29.80	29.80	29.80	29.77
(二)	弃渣场区	479.57	191.83	47.96	47.96	47.96	47.96	47.96	47.94
(三)	表土堆存场区	39.23	15.69	3.92	3.92	3.92	3.92	3.92	3.94
(四)	交通设施区	578.94	231.58	57.89	57.89	57.89	57.89	57.89	57.91
(五)	施工生产生活区	515.85	206.34	51.59	51.59	51.59	51.59	51.59	51.56
四	水土保持监测工程	1463.98	439.19	146.40	146.40	146.40	146.40	146.40	292.79
II	移民安置区水土保持专项投资	663.92	345.47	318.45					
一	工程措施	21.86	11.19	10.67					
(一)	库岸防护工程区	0.65		0.65					
(二)	专项设施复建区	21.21	11.19	10.02					
二	植物措施	477.09	221.96	255.13					

7 水土保持投资概算及效益分析

编号	项目名称	合计	建设工期（年）						
			1	2	3	4	5	6	7
（一）	库岸防护工程区	4.71		4.71					
（二）	专项设施复建区	472.38	221.96	250.42					
三	临时措施	74.62	67.14	7.48					
（一）	库岸防护工程区	7.72	7.64	0.08					
（二）	专项设施复建区	66.90	59.50	7.40					
四	水土保持监测工程	90.35	45.18	45.17					
III	独立费用	9846.53	2953.96	1476.98	984.65	984.65	984.65	984.65	1476.99
IV	基本预备费	1809.34	401.42	321.93	131.24	107.72	107.72	277.56	461.75
V	水土保持专项投资（静态）	37996.16	8429.88	6760.50	2756.12	2262.12	2262.12	5828.80	9696.62

表 7.1-18

单价汇总表

单位：元

编号	项目名称	单位	单价	其中								
				人工费	材料费	机械使用费	中间单价	其它直接费	间接费	利润	材料补差	税金
一	工程措施单价											
1	覆土（人工挖土 双胶轮车运输 100m）	100m³	1824.92	1209.44	15.00	47.23		109.36	183.68	109.53	0.00	150.68
2	覆土、表土倒运 100m（推土机推土）	100m³	1213.16	47.86	21.00	776.52		72.70	122.10	72.81	0.00	100.17
3	表土剥离（挖掘机挖土）	100m³	416.03	33.93	21.00	234.98		24.93	41.87	24.97	0.00	34.35
4	土方收集（挖掘机挖土）	100m³	474.96	38.28	21.00	271.69		28.46	47.80	28.51	0.00	39.22
5	表土倒运 0.5km（挖掘机装土，自卸汽车运输）	100m³	1617.09	23.49	30.00	1073.35		96.91	162.76	97.06	0.00	133.52
6	表土倒运 1km（挖掘机装土，自卸汽车运输）	100m³	1897.79	23.49	30.00	1268.96		113.73	191.01	113.90	0.00	156.70
7	表土倒运 1.5km（挖掘机装土，自卸汽车运输）	100m³	2140.23	23.49	30.00	1437.90		128.26	215.41	128.45	0.00	176.72

7 水土保持投资概算及效益分析

编号	项目名称	单位	单价	其中								
				人工费	材料费	机械使用费	中间单价	其它直接费	间接费	利润	材料补差	税金
8	表土倒运 2km（挖掘机装土，自卸汽车运输）	100m³	2380.84	23.49	30.00	1605.56		142.68	239.63	142.90	0.00	196.58
9	表土倒运 2.5km（挖掘机装土，自卸汽车运输）	100m³	2621.46	23.49	30.00	1773.23		157.10	263.85	157.34	0.00	216.45
10	表土倒运 3km（挖掘机装土，自卸汽车运输）	100m³	2862.08	23.49	30.00	1940.90		171.52	288.07	171.78	0.00	236.32
11	表土倒运 3.5km（挖掘机装土，自卸汽车运输）	100m³	3102.67	23.49	30.00	2108.56		185.94	312.28	186.22	0.00	256.18
12	表土倒运 4km（挖掘机装土，自卸汽车运输）	100m³	3345.11	23.49	30.00	2277.50		200.47	336.68	200.77	0.00	276.20
13	表土倒运 6km（挖掘机装土，自卸汽车运输）	100m³	4232.82	23.49	30.00	2896.09		253.66	426.03	254.05	0.00	349.50
14	表土倒运 7km（挖掘机装土，自卸汽车运输）	100m³	4677.59	23.49	30.00	3206.02		280.32	470.80	280.74	0.00	386.22
15	表土倒运 10km（挖掘机装土，自卸汽车运输）	100m³	6010.06	23.49	30.00	4134.53		360.17	604.91	360.72	0.00	496.24
16	人工铺筑碎石垫层	100m³压实方	14293.05	4623.32	4596.10	0.00		792.87	2242.75	857.85	0.00	1180.16
17	人工铺筑反滤层	100m³压实方	15126.95	4623.32	5133.99	0.00		839.13	2373.60	907.90	0.00	1249.01
18	M7.5 浆砌块石（挡土墙）	100m³砌体方	38451.29	9641.47	12305.90	0.00		1887.47	5339.00	2042.17	4060.40	3174.88
19	C15 混凝土（蓄水池垫层）	100m³	66703.28	5486.17	21840.10	898.75	6648.30	2999.11	6400.44	3099.10	13823.70	5507.61
20	C25 混凝土（蓄水池）	100m³	112005.30	4104.00	27004.17	96.50	29553.99	5225.24	11151.28	5399.46	20222.52	9248.14
21	C20 混凝土（截水沟、排水沟、沉沙池）	100m³	92178.77	3281.14	20249.24	79.70	28201.29	4455.78	9509.15	4604.34	14187.04	7611.09

7 水土保持投资概算及效益分析

编号	项目名称	单位	单价	其中								
				人工费	材料费	机械使用费	中间单价	其它直接费	间接费	利润	材料补差	税金
22	C25 混凝土（镇墩）	100m³	89279.65	3698.25	21388.49	122.49	23335.18	4174.82	8909.55	4314.01	15965.15	7371.71
23	搅拌机拌制混凝土	100m³	3055.10	2397.40	33.00	624.70						
24	机动翻斗车运混凝土	100m³	1453.69	278.43	31.00	1144.26						
25	边坡模板	100m²	7052.85	3323.47	2765.01	964.37						
26	底板模板	100m²	7785.06	2229.57	4793.04	762.45						
27	镇墩模板	100m²	9367.63	2478.05	6063.66	825.92						
28	锚杆 Φ22 L=0.8m	100 根	4090.30	734.62	1597.80	310.74		227.31	616.00	244.05	22.05	337.73
29	锚杆 Φ22 L=1.2m	100 根	6140.08	1101.91	2398.73	466.24		341.15	924.50	366.28	34.29	506.98
30	基础插筋（Φ25，L=2.0m）	100 根	12644.69	2068.62	5110.14	1000.62		703.43	1906.25	755.23	56.34	1044.06
31	编织袋装土填筑	100m³堰体方	27437.20	13296.67	5016.00	0.00		1574.89	3637.43	1646.75	0.00	2265.46
32	编织袋装土拆除	100m³压实方	3234.47	49.71	23.00	2086.10		185.66	428.80	194.13	0.00	267.07
33	土工膜铺设	100m²铺设面积	7134.16	2600.95	2032.30	128.37		409.50	945.80	428.18	0.00	589.06
34	无纺布苫盖	100m²铺设面积	508.64	152.98	186.50	0.00		29.20	67.43	30.53	0.00	42.00
35	全面整地	hm²	2649.63	165.32	84.75	1471.25		148.03	402.47	159.03	0.00	218.78
36	钢管桩竹串片板栅栏安装	100m	15241.39	2331.87	5109.77	2699.66		872.15	2014.36	911.95	43.17	1258.46
37	钢管桩竹串片板栅栏拆除	100m	2376.66	1540.08	46.20	0.00		136.42	315.08	142.64	0.00	196.24
38	边坡清理	m³	205.26	137.00	0.00	0.00		11.78	27.21	12.32	0.00	16.95
39	挂镀锌铁丝网	100m²	1285.55	141.67	716.35	0.00		73.79	170.43	77.16	0.00	106.15
40	施有机肥/喷洒复合肥溶液	100m²	35.68	23.81	0.00	0.00		2.05	4.73	2.14	0.00	2.95
41	拌和肥料及保水剂/拌和肥料	m³	8.65	5.77	0.00	0.00		0.50	1.15	0.52	0.00	0.71
二	植物措施单价											

7 水土保持投资概算及效益分析

编号	项目名称	单位	单价	其中								
				人工费	材料费	机械使用费	中间单价	其它直接费	间接费	利润	材料补差	税金
1	穴播紫花苜蓿、黑麦草、波斯菊（各60kg/hm ² ）	hm ²	16015.68	1792.41	8612.10	0.00		894.79	2432.74	961.24	0.00	1322.40
2	撒播紫花苜蓿（180kg/hm ² ）	hm ²	13842.99	522.06	8470.98	0.00		773.40	2102.71	830.84	0.00	1143.00
3	撒播紫花苜蓿、黑麦草、波斯菊（各60kg/hm ² ）	hm ²	14060.23	522.06	8612.10	0.00		785.54	2135.71	843.88	0.00	1160.94
4	撒播紫花苜蓿、披碱草、酢浆草（各60kg/hm ² ）	hm ²	13744.08	522.06	8406.72	0.00		767.88	2087.69	824.90	0.00	1134.83
5	喷播植草	100m ²	1773.38	64.39	606.76	480.91		99.08	269.37	106.44	0.00	146.43
6	栽植白刺花（P40）	100 株	5073.29	208.82	3087.02	0.00		283.44	770.62	304.49	0.00	418.90
7	栽植胡枝子（P40）	100 株	6921.28	208.82	4287.56	0.00		386.69	1051.32	415.41	0.00	571.48
8	栽植小鞍叶羊蹄甲（P40）	100 株	4281.97	208.82	2572.94	0.00		239.23	650.42	257.00	0.00	353.56
9	栽植戟叶酸模（P40）	100 株	4545.75	208.82	2744.30	0.00		253.97	690.49	272.83	0.00	375.34
10	栽植川滇蔷薇（P40）	100 株	3754.43	208.82	2230.22	0.00		209.76	570.29	225.34	0.00	310.00
11	栽植皱叶醉鱼草（P40）	100 株	5602.40	208.82	3430.76	0.00		313.00	850.99	336.25	0.00	462.58
12	栽植枸杞（P40）	100 株	3349.34	208.82	1967.06	0.00		187.13	508.76	201.02	0.00	276.55
13	栽植云南土沉香（Φ5~6）	100 株	51353.17	783.09	32578.26	0.00		2869.08	7800.41	3082.16	0.00	4240.17
14	栽植清香木（Φ5~6）	100 株	18365.63	783.09	11148.06	0.00		1026.08	2789.69	1102.28	0.00	1516.43
15	林草抚育（5 年）	每公顷	9053.99	4524.52	1357.36	0.00		505.84	1375.28	543.41	0.00	747.58
16	石质边坡客土喷播（坡度 60°以上，已含养护，未含坡面清理、锚杆及挂网）	100m ²	5393.08	1414.86	1584.92	503.81		301.31	819.19	323.69	0.00	445.30
17	挂网客土喷播植草护坡	100m ²	9168.82	2691.06	2381.30	715.98		497.80	1353.41	534.77	237.44	757.06
18	生态袋护坡	100m ²	17301.59	415.84	10214.36	609.70		966.63	2628.07	1038.42	0.00	1428.57
19	植被混凝土护坡	100m ²	29658.64	3396.36	10860.88	4528.72		1615.59	4392.45	1735.58	680.18	2448.88

7 水土保持投资概算及效益分析

编号	项目名称	单位	单价	其中								
				人工费	材料费	机械使用费	中间单价	其它直接费	间接费	利润	材料补差	税金
20	厚层基材植被护坡	100m ²	13846.60	单价由边坡清理、锚杆 Φ22 L=0.8m、锚杆 Φ22 L=1.2m、挂镀锌铁丝网、基层面层喷播组合而成，单价组成分析详见后面附表 2-61。								
三	引用主体单价											
1	土方开挖	m ³	37.37									
2	石方开挖	m ³	90.36									
3	土方槽挖	m ³	46.23									
4	石方槽挖	m ³	180.38									
5	土石回填/石渣回填	m ³	36.54									
6	PVC 排水管 φ50	m	25.00									
7	M7.5 浆砌石（截水沟、沉沙池）	m ³	408.32									
8	M10 水泥砂浆抹面（厚 3cm）	m ²	34.16									
9	混凝土 C20（三级配）挡墙	m ³	753.07									
10	混凝土 C25（二级配）框格梁	m ³	783.48									
11	地面钢筋制安	t	7965.07									
12	钢筋笼块石	m ³	355.38									
13	土地复耕	hm ²	225000.00									
14	水位孔钻孔	m	69.63									
15	核桃树移栽	株	500000.00									

7.2 效益分析

7.2.1 水土流失防治指标达标情况

根据《生产建设项目水土流失防治标准》(GB/T 50434-2018), 水库淹没区不纳入指标计算。本工程通过实施水土保持方案后, 项目建设区各项指标如下:

表 7.2-1 水土流失防治六项指标计算参数表 单位: hm^2

防治分区		分区面积	植物措施面积	工程措施面积	水土保持措施面积	复垦面积	永久建筑物及硬化面积	水面面积	未扰动地表面积
电站枢纽工程区	枢纽工程区	47.92	2.72	0.73	3.45		30.05	6.62	6.61
	弃渣场区	43.15	20.30	1.65	21.95	10.90	7.50		2.79
	表土堆存场区	2.73	1.68		1.68				
	交通设施区	63.03	18.60	2.33	20.93	0.85	23.36	2.60	15.22
	施工生产生活区	60.38	36.60	2.25	38.85	4.43	4.03		11.38
移民安置区	库岸防护工程区	0.93	0.28	0.05	0.33		0.59		
	专项设施复建区	6.36	2.57	0.15	2.72		3.54		
合计		224.50	82.75	7.16	89.91	16.18	69.08	9.22	36.00

备注: 项目建设区高陡边坡采取了生态护坡措施、各区域征地红线内未扰动区域采取了施有机肥处理及穴播草种措施, 但由于项目区立地条件特点, 以上措施对植被覆盖率的提升作用有待研究, 暂不纳入植物措施面积考虑。

(1) 水土流失治理度 (%)

$$= \frac{\text{水土流失治理达标面积}}{\text{水土流失总面积}} \times 100\% = \frac{184.39\text{hm}^2}{210.52\text{hm}^2} = 87.6\%$$

根据水土流失分析及预测成果, 本工程扰动面积 188.50hm^2 , 各扰动区域均有水土流失; 此外, 本项目未扰动地表面积约 36.00hm^2 , 其中微度流失以下的面积约为 13.98hm^2 ; 因此, 本项目的水土流失总面积为: $188.50\text{hm}^2 + 36.00\text{hm}^2 - 13.98\text{hm}^2 = 210.52\text{hm}^2$ 。本项目采取水土保持措施的区域(面积 89.91hm^2)均能治理达标; 恢复耕园地区域(面积 16.18hm^2)经土地整治后坡度较缓, 水土流失基本得到控制, 纳入治理达标面积考虑; 永久建筑物及硬化面积区域(面积 42.46hm^2)周边采取截排水措施后, 水土流失控制在容许土壤流失量以下, 纳入治理达标面积考虑; 对于高陡边坡考虑的生态护坡 26.62hm^2 (平面投影面积), 后期实施效果未知, 主体专业考虑了硬化措施, 水土流失能够得到控制, 这部分纳入硬化面积考虑; 有水土流失的未扰动区域采取了施有机肥处理及穴播草种措施, 但由于项目区立地条件特点, 暂不纳入植物措施面积考虑。此外, 约 9.22hm^2 的扰动占地后期将被淹没, 为水域面积, 水土流失轻微, 纳入治理达标面积考虑。综上, 本工程水土流失治理达标面积为: $89.91\text{hm}^2 + 16.18\text{hm}^2 + 42.46\text{hm}^2 + 26.62\text{hm}^2 + 9.22\text{hm}^2 = 184.39\text{hm}^2$ 。

(2) 土壤流失控制比

$$= \frac{\text{容许流失量}}{\text{治理后每平方公里年平均土壤流失量}} = \frac{500\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}}{470\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}} = 1.06$$

在水土保持方案实施后,项目建设区平均土壤流失强度可达到 $470\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 。本工程项目区容许土壤流失量为 $500\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 。因此土壤流失控制比为 1.06。

(3) 渣土防护率 (%)

$$= \frac{\text{采取措施实际挡护的永久弃渣、临时堆土数量}}{\text{永久弃渣和堆土总量}} \times 100\% = \frac{940.31 \text{ 万 m}^3}{1061.30 \text{ 万 m}^3} \times 100\% = 88.6\%$$

本工程永久弃渣及临时堆土总量为 1061.30 万 m^3 , 实际采取挡护的永久弃渣及临时堆土数量为 940.31 万 m^3 。

(4) 表土保护率 (%)

$$= \frac{\text{保护的表土数量}}{\text{可剥离表土总量}} \times 100\% = \frac{8.18 \text{ 万 m}^3}{8.29 \text{ 万 m}^3} \times 100\% = 98.7\%$$

本工程可剥离的表土总量为 8.29 万 m^3 , 实际保护的表土数量为 8.18 万 m^3 。

(5) 林草植被恢复率 (%)

$$= \frac{\text{林草类植被面积}}{\text{可恢复林草植被面积}} \times 100\% = \frac{82.75\text{hm}^2}{86.86\text{hm}^2} = 95.3\%$$

可恢复林草植被面积是指在当前技术经济条件下,通过分析论证确定的可以采取植物措施的面积,项目建设区除永久性建筑物、水域、硬化及复耕面积区域、水域面积均可恢复植被,可恢复林草植被面积为 86.86hm^2 。林草类植被面积为植物措施面积: 82.75hm^2 。

(6) 林草覆盖率 (%)

$$= \frac{\text{林草类植被面积}}{\text{总面积}} \times 100\% = \frac{82.75\text{hm}^2}{224.50\text{hm}^2} = 36.9\%$$

表 7.2-2 水土流失防治六项指标计算结果表

序号	指标	方案实施后防治指标值	防治目标值	达标情况
1	水土流失治理度 (%)	87.6	82	达到目标
2	土壤流失控制比	1.06	1.00	达到目标
3	渣土防护率 (%)	88.6	87	达到目标
4	表土保护率 (%)	98.7	90	达到目标
5	林草植被恢复率 (%)	95.3	92	达到目标
6	林草覆盖率 (%)	36.9	15	达到目标

7.2.2 生态效益分析

本工程水土保持方案得到全面实施后，将基本控制因工程建设造成的新增水土流失，在保证工程施工建设和运行安全的同时，通过改变微地形、增加地面植被，可改良土壤性质、增加土壤水分入渗，减轻土壤侵蚀，将产生明显的保水保土效益，防止因水土流失造成的损失，并在一定程度上改善项目区原有的水土流失及生态环境状况。本工程水土流失治理面积为 184.39hm^2 ，林草植被建设面积为 82.75hm^2 ，可减少水土流失量 7.76 万 t，渣土挡护量 940.31 万 m^3 ，表土剥离及保护量 8.18 万 m^3 。

(1) 保土效益

根据水土流失预测成果分析，在预测时段内项目建设导致的新增水土流失主要来自于枢纽工程开挖、渣料堆存，其它如施工生产生活区等的流失强度也将达到强烈至极强烈侵蚀。

通过各项治理措施后，整个项目涉及区域的水土流失将明显减轻；项目建设区水土保持措施实施并完全发挥效益后，土壤侵蚀模数在 $500\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ 以下，表现为微度水土流失。另外采取植物措施后，可增加地面林草覆盖，地面覆盖物如枯枝落叶等同时增多，加上灌草的根系固土，能促进地表腐殖质的形成，有效增加土壤肥力，提高土壤抗侵蚀能力，从而达到保土的效益。

(2) 保水效益

保水效益主要体现在植物措施实施后，改变了原地表微地形，减少了坡度和坡长，延缓了坡面汇流的速度，使降水能够有充足的时间渗入地表土层。其次由于地表林草灌丛能降低雨水的动能，避免降雨直接落下对地表造成击溅，使之能够缓慢入渗；而且由于地表植被的增多，地面枯枝落叶等覆盖物增厚，能储藏大量的水分，也延长了水分停留的时间，有利于增加土壤的含水量。另外植被的根系对改善土壤结构、理化性状具有积极的作用，能够使土壤团粒结构比例加大，从而使得土壤的雨水入渗能力和持水能力提高，进一步改善植被生长的立地条件，形成生态系统的良性循环。

(3) 生态效益

水土保持方案实施后，在施工过程中和施工后期逐步恢复工程占地区内的地表植被，累计绿化美化面积 82.75hm^2 ，项目建设区内林草覆盖率达到 36.9%，可取得良好的生态效益。

8 水土保持管理

8.1 组织管理

(1) 水土保持管理机构

根据《中华人民共和国水土保持法》，水土保持方案报告书报水行政主管部门批准后，由建设单位负责组织实施。

项目建设时为保证水土保持措施顺利实施，建设单位应按照《中华人民共和国水土保持法》、《中华人民共和国水土保持法实施条例》等法律法规的要求，成立由总经理负责的水土保持领导小组，负责水土保持管理工作，即负责组织、协调和监督水土保持方案的实施。按照《工程建设管理办法》中环境保护与水土保持篇章的要求，制定水土保持工作的规章制度。同时将水土保持工作纳入主体工程建设管理中，将其作为项目管理的重要内容之一，实现制度化和常态化。严格实行工程招标制，建立监理制度，开展水土保持监测、监理工作，对水土保持工程施工进行科学指导，发现并解决问题。

(2) 主要职责

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”的水土保持工作方针；

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防治情况，制定水土保持方案详细实施计划；

3) 工程施工期间，与设计、施工、监理单位保持畅通联系，协调好水土保持方案与主体工程的关系，确保水土保持设施的正常建设，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) 经常深入工程现场进行检查，掌握工程施工和运行期间的水土流失状况及其防治措施落实情况；

5) 水土保持工程建成后，为保证工程安全和正常运行，充分发挥工程效益，建设单位必须对永久征地范围内的水土保持设施进行维护和管理；将临时征地范围内的水土保持设施交由当地土地所有部门来管理。具体管理措施如下：

①在维护管理中，贯彻执行水土保持法律、法规和相关标准；

②建设项目运行期间，建设单位应制定水土保持管理的规章制度，并监督执行情况；

- ③必要时，应对管理人员实施水土保持专业技术培训，提高人员素质和管理水平；
- ④定期总结并向当地水行政主管部门汇报水土保持工程维护管理的工作情况。

（3）管理措施

1）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、林草植被恢复率、林草覆盖率 6 项指标达到方案设计要求。

2）水土保持管理体系

工程水土保持管理分外部监管和内部管理两部分。

工程实施过程中，接受各级水行政主管部门的不定期监督、检查。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取得联系，自觉接受水行政主管部门的监督检查，自觉向水行政主管部门报告建设信息和水土保持工作情况。对于水行政主管部门在监督检查中反映的问题或整改要求，应认真落实。工程完工后，需要加强巡查监测，做好对已建水土保持设施的维护和植物措施的养护工作，并在自查初验后及时组织有能力的技术评估单位开展水土保持设施验收技术评估。

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，达到生产建设项目水土保持相关要求。建设期水土保持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，其中由建设单位负责，设计单位、监理单位、施工等单位配合，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。

3）水土保持管理措施

①切实加强领导，做到责任、措施和投入“三到位”，要把水土保持工作作为日常工作重要考核内容之一，对已经实施的水土保持措施认真管理和维护，发现问题及时联系施工单位进行处理。

②要加大物力、人力、资金的投入力度，重视水土的保持工作，把各项工作切实做到

实处。设立水土保持的专项资金，让各项工程能够顺利的完成。针对工程管理当中存在的一些问题，要高度的重视，不断地提高对于工程建设管理的认识，切实的做好水土保持的工作。

③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，借鉴成功的、先进的经验，将水土保持的工程实施好。

④按时对水土保持方案实施情况的相关资料进行归档，积极与水行政主管部门沟通，为本工程水土保持设施自主验收创造条件。

⑤与相关水行政主管部门密切配合，接受地方水行政主管部门的监督和指导，做好水土流失预防、监督、检查等工作，尤其是施工期水土流失防治工作的实施检查，制定相应的实施、检查、验收的管理办法和制度，保证水土保持方案高标准、高质量、高效率地按进度计划进行。

8.2 后续设计及科研

8.2.1 后续设计

根据《水利部关于进一步深化“放管服”改革全面加强水土保持监管的意见》（水保[2019]160号），水土保持方案经水行政主管部门批复后，建设单位应委托设计单位进行水土保持工程初步设计和施工图设计，落实方案确定的防治措施和投资。主体工程初步设计中必须有水土保持专篇，审查建设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。水土保持方案经批准后，生产建设项目的地点、规模等发生重大变化的，应当补充或者修改水土保持方案并报原审批机关批准。

建设期若发生水土保持重大设计变更，按照《水利部办公厅关于印发〈水利部生产建设项目水土保持方案变更管理规定（试行）〉的通知》（办水保[2016]65号）的规定，建设单位应组织相关单位编制水土保持设计变更报告，上报审批或备案。水土保持设计变更报告要求提出主要变更原因，复核水土流失防治责任范围、防治分区和水土保持措施布局，对照初步设计进行水土保持措施变更设计，并分析投资变化原因。

另外，根据《水电建设项目水土保持技术规范》（NB/T 10509-2021），“水电建设项目建设征地移民安置工程中，土石方挖填量大于等于 1000m^3 或征占地面积大于等于 0.5hm^2 的集中安置点、搬迁的城集镇和工矿企业、专项设施迁建、复建工程等应在施工扰动前单独编制水土保持方案。”本项目移民安置工程主要涉及复建道路、输变电、饮水管道、堆积

体治理等工程，后续应根据各工程土石方挖填情况、征占地情况单独编制相应的水土保持方案。

除常规的水土保持勘察设计外，结合工程实际及相关规范要求，为支撑水土保持方案报告书，目前已完成的专题有《昌波水电站弃渣场水土保持选址及防护专题》、《昌波水电站萨日西1号沟泥石流防治专题报告》、《昌波水电站弃渣场稳定分析论证专题》，本工程后续尚需开展以下专题，为建设生态示范工程助力。

表 8.1-1

后续专题情况一览表

编号	专题名称	专题依据		专题主要内容	备注
		依据	相关说明		
1	科研课题规划报告	结合工程实际可开展的专题	根据实际情况,对后续拟开展科研进行规划,并编制规划报告。	充分调研国内外研究状况,提出各研究课题的必要性、研究内容、成果规划、实施进度安排、研究经费等内容	水保专题已提出针对本工程需要开展的专题,专题报告批复后,在工程开工前开展各科研课题规划报告的编制工作。
2	水土保持专项设计	《水电工程水土保持设计规范》、《水电工程水土保持设施验收规程》、水保[2019]160号的相关要求	水保[2019]160号中要求:生产建设单位应当依据批准的水土保持方案与主体工程同步开展水土保持初步设计和施工图设计,按程序与主体工程设计一并报经有关部门审核,作为水土保持措施实施的依据。弃渣场等重要防护对象应当开展点对点勘察与设计。无设计的水土保持措施,不得通过水土保持设施自主验收;《水电工程水土保持设施验收规程》备查资料中,水土保持专项设计为应提供的备查资料;《水电工程水土保持设计规范》3.2.8中水土保持专项设计应按规定程序报审。	根据水土保持方案及批复的相关成果,对表土剥离工程、护坡工程、防洪排导工程、土地整治工程等进行细化设计	水土保持专项设计用于指导水土保持措施的施工,计划在施工前,与主体工程同步开展
3	水土保持实施规划	《水电工程水土保持设施验收规程》	《水电工程水土保持设施验收规程》备查资料目录中,水土保持实施规划为各阶段应提供的备查资料	根据水土保持方案及批复的相关成果,结合主体工程情况,明确实施水土保持工程的人力物力投入,施工时序安排、保障措施等。	水土保持实施规划用于指导水土保持措施的有序施工,计划在施工前,与主体工程同步开展
4	表土资源剥离与保护规划专题	《水电建设项目水土保持技术规范》、《水电工程水土保持设计	《水电建设项目水土保持技术规范》3.3.3中第6条,水土保持专门论证应结合水电建设项目需要开展弃渣场防护设计专题、表土资源剥离与保护规划专题等。《水电工程水土	在对表土需求平衡分析及项目建设区表土资源充分调查的基础上,规划表土资源和需进行改良的土方堆放地点、并设置	后期植被恢复需要大量的土壤,因此,工程开工前编制完成表土资源的剥离与保护专题,可为后期植

8 水土保持管理

编号	专题名称	专题依据		专题主要内容	备注
		依据	相关说明		
		规范》、《水电工程水土保持设施验收规程》和《水电工程水土保持生态修复技术规范》的相关要求	保持生态修复技术规范》中 6.1.3 条，位于生态脆弱区、表土资源匮乏区或生态修复所需表土回覆量大于 5 万 m ³ 的水电工程，应开展表土资源保护与利用专题研究。《水电工程水土保持设计规范》中第 10.1.3 条，工程区表土资源数量和质量不满足工程需要的或工程建设所需表土回覆量大于 5 万 m ³ 的，应开展表土资源保护与利用专题研究；《水电工程水土保持设施验收规程》附录 B 验收资料目录中，应提供表土剥离及保护规划报告、表土综合利用设计报告。	相应的防护措施，进行施工组织设计，提出保障措施等。	被恢复覆土来源提供保障，因此，计划在 2023 年 12 月前完成。
5	昌波水电站水土保持生态修复总体规划报告	《水电工程水土保持生态修复技术规范》的相关要求	《水电工程水土保持生态修复技术规范》第 3.0.7 条，可行性研究阶段应完成水土保持生态修复总体规划，开展施工迹地生态连通区、高陡边坡等水土保持生态修复设计，提出水土保持生态修复专题报告。	在水土保持生态修复调查与评价的基础上，进行水土保持生态修复分区，明确各分区修复措施体系的布局，进而开展水土保持生态修复规划，在水土保持生态修复总体规划报告的基础上，开展连通区、高陡边坡等水土保持生态修复设计，并提出施工组织设计，进行投资计算，绘制相应设计图等	生态修复规划与生态修复设计主要为工程生态恢复奠定条件，工程施工后，不再扰动的区域可及时进行植被恢复，因此，需要尽快开展该专题。
6	昌波水电站坝前 I 号堆积体生态修复专题报告	结合工程实际开展	坝前 I 号堆积体开挖边坡高，裸露面积大，植被恢复措施对边坡稳定性可能存在不利影响，应开展生态修复设计，提出水土保持生态修复专题报告。	开展坝前 I 号堆积体水土保持生态修复设计，提出施工组织设计，进行投资计算，绘制相应设计图等	坝前 I 号堆积体开挖前完成相应的设计工作，因此，计划在 2028 年 12 月前完成。

8 水土保持管理

编号	专题名称	专题依据		专题主要内容	备注
		依据	相关说明		
7	昌波水电站水土保持设计总结报告	《水电建设项目水土保持技术规范》的相关要求	《水电建设项目水土保持技术规范》中 3.3.5 第 2 条, 水电建设项目水土保持阶段和竣工验收前宜编制水土保持设计总结报告。	对水土保持设计工作、设计变更、措施实施情况、植被恢复效果等进行总结	水土保持专项验收前, 且水土保持设施有效运行, 计划 2030 年 6 月完成
8	昌波水电站水土保持后评价专题报告	结合工程实际可开展的专题	白鹤滩、旭龙等水电站均列有本专题, 并计列费用	对昌波水电站水土保持措施进行调查, 研究分析水土保持工程、植物等水土保持措施防护效果, 据此编制水土保持后评价报告, 提出水土保持措施提升改造等建议	水土保持设施验收后, 对水土保持的运行效果进行评价, 计划在 2031 年 12 月前完成
9	昌波水电站水土保持总体设计及“三同时”实施方案	《水电建设项目水土保持技术规范》的相关要求	《水电建设项目水土保持技术规范》第 16 章节, 根据大多数水电工程的做法, 一般在招标阶段编制水土保持总体设计及“三同时”实施设计规范	结合水土保持方案及批复意见和可行性研究报告审查意见、工程分标规划和水土保持科研成果开展工作; 水土保持“三同时”实施方案主要包括设计管控、施工管控、投资管控、验收管控等相关“三同时”方面的内容和要求	招标阶段、施工前, 编制时间为 2023 年 1 月~2023 年 6 月。
10	弃渣场稳定评估	《水电工程水土保持设施验收规程》的相关要求	《水电工程水土保持设施验收规程》5.1.3 条, 工程竣工水土保持设施验收前, 建设单位应视需要委托具有相应水平和能力的单位对验收范围内 4 级及以上的弃渣场开展稳定性评估	充分调研渣场上下游情况, 查明弃渣来源, 弃渣组成, 堆置形式, 进行必要的地质查勘及堆渣体物理力学参数试验, 进而进行渣场稳定计算, 明确渣场稳定与否的相关结论	水土保持设施验收前, 计划编制时间为 2030 年 1 月~2030 年 3 月。
11	昌波水电站弃渣场水土保持安全运行应急预案	结合工程实际可开展的专题	昌波水电站 2 座弃渣场堆渣量较大, 针对施工期、运行期安全提出应急预案, 并计列费用	结合施工期堆渣时序, 堆渣结束后渣场失事可能造成的影响, 提出弃渣场水土保持安全应急应急预案。	施工前完成, 计划编制时间为 2023 年 7 月~2023 年 12 月。

8 水土保持管理

编号	专题名称	专题依据		专题主要内容	备注
		依据	相关说明		
12	金沙江上游水土保持科技示范园规划	结合工程实际可开展的专题	金沙江上游梯级电站依次进行开发建设，为打造“绿色金上”，可开展成库后的水土保持科技示范园规划	提出现行的申报水土保持科技示范园所需的条件及材料，明确达到相应条件所需做好的工作，条件不足的提出景观提升改造，对各工作的实施进行规划。	水土保持设施验收前，计划编制时间为 2028 年 1 月~2028 年 12 月。

8.2.2 后续科研

作为中国梦的重要组成部分,“美丽中国”的生态文明建设目标在党的十八大第一次被写进了政治报告。党的十八大以来,习近平就生态文明建设提出了“绿水青山就是金山银山”的一系列科学论断,国家将生态文明建设纳入“五位一体”中国特色社会主义总体布局,生态文明建设和绿色发展等已提升至国家战略高度。经过五年气势磅礴的伟大实践,我国生态文明建设在理论思考和实践举措上均有了重大创新。习近平总书记在庆祝西藏和平解放七十周年大会上的讲话中指出:“要牢固树立绿水青山就是金山银山、冰天雪地也是金山银山的理念,建设生态文明高地。青藏高原是世界屋脊、亚洲水塔,保护好青藏高原生态是对中华民族生存和发展的最大贡献。要以对历史负责、对人民负责、对世界负责的态度,坚定不移走生态优先、绿色发展之路,推进重大生态工程建设,加强山水林田湖草沙冰系统治理。中央支持西藏创建国家生态文明建设示范区,支持开展生态综合补偿试点,支持青藏高原综合科考。我们有信心、有能力让雪域高原的天永远湛蓝、水永远清澈、空气永远洁净”。

水电“十三五”规划纲要提出“坚持保护优先、自然恢复为主,推进自然生态系统保护与修复,加大生态保护力度,开展典型受损生态系统恢复和修复示范”。藏东南蕴藏大量的水资源,是全国重要的清洁能源生产基地。水电开发在推动社会经济快速发展的同时,其与生态环境的协调可持续发展成为社会各界共同关注的问题。大规模的水电开发对建设区域的扰动、对自然生态系统的干扰不仅破坏局部区域地表植被,造成水土流失,而且可能导致流域生态环境的失衡及破坏。

昌波水电站工程位于青藏高原,区域生态环境脆弱。华电金沙江上游水电开发有限公司为贯彻落实国家生态文明建设精神,将“生态优先、绿色发展”的理念贯彻到规划、建设、运营全过程中,全面提升公司环境保护工作水平,实现打造“绿色金上”环保精品工程的工作目标,在2017年就制定了《华电金沙江上游水电开发有限公司创建“绿色金上”工作方案》,“工作方案”中指出:要加大环保科研力度,为“绿色金上”提供技术支撑。

因此,针对昌波水电站工程实际,提出一系列具有实际意义的科研攻关工作,符合生态环境保护要求的同时,符合建设单位实际需求,对工程建设本身具有重大意义,昌波水电站规划科研课题情况见下表。

表 8.1-2

昌波水电站规划科研课题情况一览表

序号	课题名称	研究内容	实施周期	实施时间规划
1	土壤改良关键技术研究及示范建设	本项目可剥离表土资源较少，后期植被恢复、复垦等需要收集项目建设区范围内的土方，土方肥力低，需要对收集的土方、剥离的表土开展土壤改良研究，提高土壤肥力，为后期植被恢复、复垦创造条件。土壤改良技术研究需要开展土壤改良实验以及示范工程的建设，为昌波水电站的生态建设打下基础。示范建设改良土壤工程量 0.1 万 m ³ 。	1 年	表土、土方的堆存与改良同时进行，因此本课题需要在表土剥离、土壤收集前完成，而表土收集、土方收集在主体工程开工前就要进行，因此，本课题初拟时间为：2023 年 1 月~2023 年 12 月
2	高边坡植被恢复、灌溉技术研究及示范建设	项目区土壤贫瘠，表土资源稀缺，气候恶劣，降水量少，施工结束后植被恢复较为困难，加之项目开挖会形成高陡边坡，边坡生态恢复成为又一难题。据此，方案规划根据高边坡立地特点，选择不同的生态护坡方案进行试验，筛选出最优的边坡植被恢复方案。在此基础上，研发高边坡灌溉措施，做到技术可行，经济合理。示范建设边坡面积 0.5hm ² 。	1.5 年	施工期间选择开挖的高边坡作为实验场地，为本课题提供支撑。枢纽工程边坡开挖时间为 2026 年 6 月。因此本课题实施时间初拟为：2026 年 7 月~2027 年 12 月
3	干热河谷植被水土保持生态修复效果研究及示范建设	针对昌波水电站地处干热河谷生态脆弱、降雨量不足、蒸发量大以及植被恢复难度大等特点，如何筛选适宜干热河谷生长的植物、适宜的植被恢复措施，拟根据本科研，通过生态模拟及现场试验，集成干热河谷水土保持生态修复技术。示范建设面积 0.3hm ² 。	2 年	本课题主要针对施工迹地生态修复效果进行研究，施工场地建设完毕后即可开展。结合施工进度，本课题实施时间为 2025 年 1 月~2026 年 12 月
4	干热河谷施工扰动迹地降雨蓄渗、保水保肥技术研究及示范建设	昌波水电站区域降水较少，存在干旱等自然灾害，不利于植被生长，可开展利用天然降水蓄渗解决植被生长需水研究，从雨水滞留、蓄存、下渗等角度，进行不同的措施设置及材料选择，对比各措施和材料下植被需水供给状况、植被生长状况、土壤保水保肥状况等特征，推荐最优的降水蓄渗、保水保肥技术。此外，从经济性、适用性等方面对比常规抽水灌溉及降水蓄渗技术的优缺点，最终确定本工程蓄水灌溉措施。示范建设面积 0.3hm ² 。	2 年	课题的研究主要解决成片的施工迹地植被供水、土壤保水保肥问题，课题在施工前期完成，确保后期植被恢复前能够运用研究成果。本课题实施时间为：2025 年 1 月~2026 年 12 月

8 水土保持管理

序号	课题名称	研究内容	实施周期	实施时间规划
5	昌波水电站水土保持智能化研究	研发水土保持数据多元化采集、数据系统处理、信息智能化提取、存储检索与发布应用等多功能为一体的信息化平台关键性技术，并形成一套较为完善的水土保持智能化信息技术体系，重点针对水土流失卫星遥感常态化监管、水土保持违法违规行为查处、水土保持重点工程监管、弃渣场弃渣堆料监控等工作，利用互联网+、大数据、云技术、高光谱成像仪等高新技术获取水土保持多元化数据，实现海量数据自动识别、判读、审核、录入，以实现工程建设过程中水土保持监测、监管等工作的智能化。	1 年	课题的研究主要解决水土保持监管等工作，需要在工程开工前完成，因此，本课题实施时间为从施工期至施工结束后，即 2023 年 1 月~2023 年 12 月
6	弃渣场水土保持安全运行监测实施方案研究	施工期弃渣场堆渣过程复杂，处于动态变化过程中，弃渣场的安全运行关系到运渣道路、运渣车辆、施工临建设置等的安全，开展弃渣场水土保持安全运行监测实施方案研究可加强施工期安全，对施工工期也有一定的保障。	1 年	课题研究的是弃渣场堆渣期间和堆渣结束后的安全运行，需要在堆渣前完成。结合主体工程施工进度，本课题实施时间为：2023 年 1 月~2023 年 12 月

8.3 水土保持监测

加强技术监督,对施工期、自然恢复期的水土流失量、水土保持措施等要进行监测,分析工程建设过程中水土流失各因子的发生、产生的流失量及水土保持措施的防治效果,及时补充完善水土保持措施,以制定相应的治理方案。

工程的水土保持监测是验证工程建设水土保持方案实施情况及其所产生效益的直接手段。依据《水土保持生态环境监测网络管理办法》和《关于规范生产建设项目水土保持监测工作的意见》,建设单位应按方案规定的监测内容、方法和时段对工程建设实施水土保持监测。同时依据《水利部办公厅关于进一步加强生产建设项目水土保持监测工作的通知》(办水保[2020]161号),监测单位依据扰动土地情况、水土流失情况、防治成效及水土流失危害等监测结果,在监测季报和总结报告中明确“绿黄红”三色评价结论。

监测单位应在项目开工(含施工准备期)前向有关水行政主管部门报送《生产建设项目水土保持监测实施方案》。工程建设期间,应于每季度的第一个月内报送上季度的《生产建设项目水土保持监测季度报告表》,同时提供弃渣场的照片等影像资料;因降雨或人为原因发生严重水土流失及危害事件的,应于事件发生后1周内报告有关情况。水土保持监测任务完成后,应于3个月内报送《金沙江上游昌波水电站水土保持监测总结报告》。

由建设单位向项目所在流域机构报送上述报告和报告表,同时抄送项目所涉及的水行政主管部门。报送的报告和报告表要加盖生产建设单位公章,并由水土保持监测项目的负责人签字。《金沙江上游昌波水电站水土保持监测实施方案》、《金沙江上游昌波水电站水土保持监测总结报告》还需加盖监测单位公章。从事水土保持监测活动应当遵守国家有关技术标准、规范和规程,保证监测质量。

8.4 水土保持监理

根据《水利部关于进一步深化“放管服”改革全面加强水土保持监管的意见》(水保[2019]160号),征占地面积在 200hm^2 以上或者挖填土石方总量在 200万 m^3 以上的项目,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。本工程占地面积大于 200hm^2 ,挖填土石方总量大于 200万 m^3 ,应当由具有水土保持工程施工专业资质的单位承担监理任务。

监理人员必须取得水土保持监理工程师证书或监理资格培训结业证书;工程监理单位应由具有相应水土保持监理资质的监理单位;水土保持监理实行总监理工程师负责制,监

理意见作为水土保持设施评估及验收的基础。监理单位要定期将监理报告上报水行政主管部门和建设单位。

水土保持监理应列入主体工程监理任务中，与水土保持监理单位签订合同，监理合同中应明确水土保持工程监理任务。应建立水土保持监理档案，水土保持竣工验收时，监理单位需提交水土保持专项监理报告及施工过程中的临时措施影像资料。

在水土保持工程施工中，必须实行监理制度，形成以项目法人、承包商、监理工程师三方相互制约、以质量进度和投资为控制目标的合同管理模式，达到降低投资，保证进度，提高施工质量的目的。监理方法可采用跟踪、旁站、抽检等监理方法，控制水土保持工程的质量、进度和投资，对水土保持工程实行信息管理和合同管理，确保工程按期保质完成。

水土保持监理的主要内容为水土保持合同管理，按照合同控制工程建设的投资、工期和质量，并协调有关各方的关系，包括水土保持实施阶段的招标工作、设计、施工等全过程。

施工期的水土保持监理内容主要为协助项目法人编写开工报告；审查承包商选择的分包单位；组织设计交底和图纸会审；审查承包商提出的施工方案，施工进度和资金、物质、设备计划等；督促承包商执行工程承包合同，按照国家和行业技术标准和批准的设计文件施工；监督工程进度和质量，检查安全防护措施；核实完成的工程量；签发工程付款凭证，整理合同文件和技术档案资料；处理违约和变更事件；协助项目法人进行工程各阶段验收。

8.5 水土保持施工

水土保持工程的实施要委托有相应资质的施工单位进行施工。施工单位在施工过程中，对其责任范围内的水土流失负责。施工单位应采取各种有效措施，防止在其防治范围内发生水土流失，避免对其范围外的土地进行扰动、损毁地表植被，避免对周边生态环境的影响。严格按照水土保持要求进行施工，施工过程中，如需进行设计变更，及时与建设单位、设计单位和监理单位协商，按相关程序变更或补充设计批准后，再进行相应的施工。

(1) 在水土保持工程实施过程中，建设单位应加强与水行政主管部门合作，自觉接受各级水行政主管部门的监督、检查。

(2) 在施工中要严格控制工程占地和开挖范围，严禁乱挖乱采，严禁乱堆、乱放弃渣；土石方挖填施工要避开雨季；表土剥离要设置临时防护，减少堆置时间；拦挡及排水等防护措施要先于工程挖填，避免施工初期水土流失。

(3) 施工期应控制和管理车辆机械的运行范围，防止扩大对地表的扰动；施工现场设

立保护地表和植被的警示牌，在施工过程中严格保护表土与植被。施工期间应有施工及生活用火安全措施，防止火灾烧毁地表植被。建成的各项水土保持工程需有明确的管理维护要求。

(4) 工程措施施工时应应对施工质量适时检查，对不符合设计要求或质量要求的工程，责令其重建，直到满足要求为止。

(5) 对泄洪、防洪设施进行经常性检查维修、保证防洪安全。

(6) 施工单位必须高度重视弃渣场安全和水土流失控制，应详细记录弃渣场的进度形象面貌变化情况，包括弃渣组成、数量位置、厚度等。

(7) 应做好水土保持施工过程记录（包括影像资料）及文档的管理工作，详细记载水土保持工程措施的实施情况，尤其应注意详细记录临时措施实施情况。

(8) 植物措施工程施工时，应注意加强植物措施的后期抚育工作，抓好幼林抚育和保护，清除杂草，确保植物成活率，发挥植物措施的水土保持效益。建成的水土保持工程应有明确的管理维护要求。

(9) 应按合同约定和监理人指示，接受水行政主管部门的监督和检查，及时落实水土保持监理工程师提出的整改意见，对其违反上述法律、法规和规章以及合同规定所造成的水土流失，应承担相关责任及相关的整改费用。

8.6 水土保持设施验收

1、弃渣场稳定性评估

根据《水利部水土保持设施验收技术评估工作要点》（水保监便字[2016]第 20 号）的要求，对堆渣量超过 50 万 m^3 或者最大堆渣高度超过 20m 的弃渣场进行稳定性评估，提供稳定性评估报告。本工程在阶段验收或总体验收前需对 2 座弃渣场开展稳定性评估工作。

2、截流阶段水土保持验收

根据《水电工程水土保持设施验收规程》（NB/T 35119-2018），截流阶段验收范围应以批准的水土保持方案所确定的水土流失防治责任范围为基础，根据截流前的实际扰动范围确定。结合昌波水电站的施工布置及施工时序等，昌波水电站截流阶段验收范围主要为表土剥离区域及表土堆存场、弃渣场、场内交通设施、施工生产生活设施等，截流阶段仍处于施工期，施工期水土流失防治指标以渣土防护率、表土保护率为主，截流阶段渣土防护率不应低于 85%、表土保护率不低于 90%。截流阶段验收主要包括下列主要内容：

(1) 检查截流阶段水土保持设施完成情况、形象面貌、已建成设施防护效果及管护责

任落实情况，重点检查与截流工作直接相关的水土保持设施完成情况。

(2) 评价截流阶段水土保持设施的实施进度、质量是否满足工程截流验收条件，检查水土流失防治责任范围内的其他在建水土保持设施的工程进度、质量控制情况。

(3) 检查水土保持设计及变更落实情况。

(4) 检查水行政主管部门历次监督检查意见落实情况。

(5) 评价水土保持后续工作计划是否满足水土保持“三同时”制度要求。

(6) 对验收遗留问题提出处理要求和计划安排。

表 8.6-1 截流阶段水土流失防治目标及验收范围表

验收范围	水土流失防治目标			
表土剥离区域及表土堆存场、弃渣场、场内交通设施、施工生产生活设施等	水土流失治理度(%)	/	表土保护率(%)	≥ 90
	土壤流失控制比	/	林草植被恢复率(%)	/
	渣土防护率(%)	≥ 85	林草覆盖率(%)	/

注：截流阶段仍处于施工期，施工期水土流失防治指标以渣土防护率、表土保护率为主。

3、蓄水阶段水土保持验收

根据《水电工程水土保持设施验收规程》(NB/T 35119-2018)，蓄水阶段验收范围应以批准的水土保持方案所确定的水土流失防治责任范围为基础，根据蓄水阶段实际扰动范围确定，以正常蓄水位以下集中扰动区域为重点验收范围。结合昌波水电站的施工布置及施工时序等，昌波水电站蓄水阶段验收范围主要为坝前 I 号堆积体下部、坝前交通道路、大坝边坡防护工程等，检查建设区范围正常蓄水位以上的交通道路、堆积体治理、弃渣场、施工生产生活设施、莫曲河地下厂房等在建的水土保持设施。蓄水阶段仍处于施工期，施工期水土流失防治指标以渣土防护率、表土保护率为主，蓄水阶段渣土防护率不应低于 85%、表土保护率不低于 90%。蓄水阶段验收主要包括下列主要内容：

(1) 检查蓄水阶段水土保持设施完成情况、已建成设施的防护效果及管护责任落实情况，重点检查正常蓄水位以下水土保持设施完成情况。

(2) 评价正常蓄水位以下水土保持设施实施进度、质量是否满足工程蓄水验收条件，检查水土流失防治责任范围内的其他在建水土保持设施的工程进度、质量控制情况。

(3) 检查水土保持设计及变更手续落实情况。

(4) 检查截流阶段验收遗留问题及水行政主管部门历次监督检查意见落实情况。

(5) 评价水土保持后续工作计划是否满足“三同时”制度要求。

(6) 对验收遗留问题提出处理要求和计划安排。

表 8.6-2 蓄水阶段水土流失防治目标及验收范围表

验收范围	水土流失防治目标			
坝前 I 号堆积体下部、坝前交通道路、大坝边坡防护工程等	水土流失治理度(%)	/	表土保护率(%)	≥ 90
	土壤流失控制比	/	林草植被恢复率(%)	/
	渣土防护率(%)	≥ 85	林草覆盖率(%)	/

注：截流阶段仍处于施工期，施工期水土流失防治指标以渣土防护率、表土保护率为主。

4、工程竣工水土保持验收

水土保持设施验收报告编制完成后，生产建设单位应当按照水土保持法律法规、标准规范、水土保持方案及其审批决定、水土保持后续设计等，组织水土保持设施验收工作，形成水土保持设施验收鉴定书，明确水土保持设施验收合格的结论。水土保持设施验收合格后，生产建设项目方可通过竣工验收和投产使用。

除按照国家规定需要保密的情形外，生产建设单位应当在水土保持设施验收合格后，通过其官方网站或者其他便于公众知悉的方式向社会公开水土保持设施验收鉴定书、水土保持设施验收报告和水土保持监测总结报告。对于公众反映的主要问题和意见，生产建设单位应当及时给予处理或者回应。

生产建设单位应在向社会公开水土保持设施验收材料后、生产建设项目投产使用前，向水土保持方案审批机关报备水土保持设施验收材料。报备材料包括水土保持设施验收鉴定书、水土保持设施验收报告和水土保持监测总结报告。第三方编制的水土保持设施验收报告，应符合水土保持设施验收报告示范文本的格式要求，对项目法人法定义务履行情况、水土流失防治任务完成情况、防治效果情况和组织管理情况等评价，作出水土保持设施是否符合验收合格条件的结论，并对结论负责。

水土保持设施验收的内容、程序等按照《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 号文）及《水电工程水土保持设施验收技术规程》执行。

5、水土保持后评价

生产建设项目建设过程中的水土流失防治日益规范，水土保持设施的管理和维护亦更加受到重视，使得工程生产建设活动造成的水土流失得到有效的控制。大型水利水电工程建设过程对自然生态系统产生强烈扰动，不仅破坏地表植被，产生大量弃土（渣），形成高陡边坡和裸露堆积体，易引发水土流失、滑坡、塌方甚至泥石流，而且可能对河流生态平衡及周围生态环境造成一定影响。

工程按照批复的水土保持方案，结合项目所在地自然环境特点，在施工过程中，实施

了相应的水土流失防治措施，工程完工后顺利通过了水土保持设施竣工验收。然而，工程建设完成及运行期间，其建设初期制订的目标是否实现；水土保持设计、施工、管理等全过程环节是否到位；有无产生水土流失危害，工程建成后效果如何；需要通过水土保持后评价来实现。

6、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；临时用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《水电工程水土保持设施验收技术规程》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）对临时用地的水土保持设施，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，业主单位需制定明确的管理维护要求。

（4）业主单位应负责对永久征地范围内的水土保持设施进行管理与维修。