

凉山雷波巴姑 110 千伏输变电扩建工程 水土保持方案报告表

建设单位：国网四川省电力公司凉山供电公司

编制单位：北京林淼生态环境技术有限公司

二〇二六年八月

凉山雷波巴姑 110 千伏输变电扩建工程

水土保持方案报告表

责任页

(北京林淼生态环境技术有限公司)

批 准：郑志英（高级工程师）

核 定：马 骏（高级工程师）

审 查：陈国亮（高级工程师）

校 核：王炜炜（高级工程师）

项目负责人：李 焰（高级工程师）

编 写：

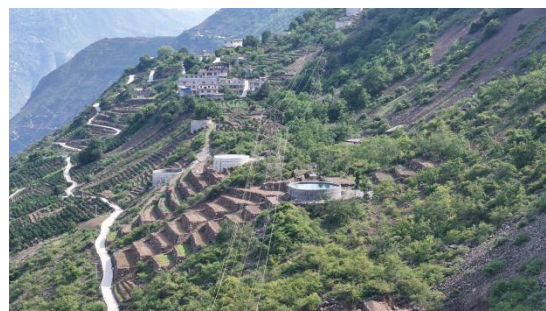
李大纲（工 程 师）（第一、二章）

向宇豪（工 程 师）（第三、四章）

李国建（工 程 师）（第五、六章）

宋鑫雨（工 程 师）（第七至八章、附件、附图）

项目现状照片



凉山雷波巴姑 110 千伏输变电扩建工程

水土保持方案报告表专家意见修改对照表

序号	审查意见	修改情况	对应章节
1	完善水土保持敏感区分析。根据图斑查询结果明确国家级水土流失两区涉及情况，根据相关水保规划明确省市县级水土流失两区涉及情况；结合主体设计成果，复核永久基本农田、基本草原、饮用水水源地二级保护区等敏感区域涉及或避让情况。	①已根据图斑查询结果明确国家级水土流失两区涉及情况，根据相关水保规划明确省市县级水土流失两区涉及情况； ②已结合主体设计成果，复核永久基本农田、基本草原、饮用水水源地二级保护区等敏感区域涉及或避让情况。	P64~65。
2	根据 232 号文完善章节编排。	已根据 232 号文完善章节编排。	/
3	结合设计文件及其批复，复核工程建设规模和建设内容。	已结合设计文件及其批复，复核工程建设规模和建设内容。	P26~38。
4	完善线路工程概况。补充塔基数量，明确设敏感区塔基设立或线路跨越情况；完善电缆沟布置，复核沟槽断面。	已完善线路工程概况。	P28~38。
5	结合现场调查复核表土资源分布、表土厚度及剥离量，复核表土平衡。	结合现场调查复核表土资源分布、表土厚度及剥离量，复核表土平衡。	P75，“4.表土资源保护与利用”。
6	复核工程土石方挖填量及土石方平衡，完善余方摊平处置合理性分析。	已复核工程土石方挖填量及土石方平衡，完善余方摊平处置合理性分析。	P52~53。
7	复核主体已有水保措施工程量及投资。	已复核主体已有水保措施工程量及投资。	P74。
8	水土流失现状引用 2025 年动态监测成果。	已根据《四川省水土保持公报》（2025 年）完善项目区水土流失现状。	P81。
9	复核水土保持工程等级和设计标准，完善分区水土保持措施体系，复核水土保持工程量。	①已复核水土保持工程等级和设计标准； ②已完善分区水土保持措施体系，已复核水土保持工程量。	P103、P104~108。
10	复核人工单价、措施单价和材料单价，复核独立费和费率，复核水土保持投资。	①已复核人工单价、措施单价和材料单价； ②已复核独立费和费率，复核水土保持投资。	P114~117。
11	完善附图附件。	已完善附图附件。	

目录

一、凉山雷波巴姑 110 千伏输变电扩建工程水土保持方案报告表	1
二、补充说明事项	5
1. 综合说明	5
1.1. 项目简况	5
1.2. 编制依据	13
1.3. 项目水土保持评价结论	15
1.4. 表土资源保护与利用	16
1.5. 弃渣场选址与堆置	16
1.6. 水土流失预测结果	17
1.7. 水土流失防治责任范围	17
1.8. 水土流失防治目标	错误！未定义书签。
1.9. 设计水平年	错误！未定义书签。
1.10. 水土保持措施布设成果	18
1.11. 水土保持监测方案	20
1.12. 水土保持投资及效益分析成果	20
1.13. 结论	21
2. 项目概况	23
2.1. 项目组成及工程布置	23
2.2. 施工组织	39
2.3. 工程占地	50
2.4. 土石方平衡	53
2.5. 拆迁（移民）安置与专项设施改（迁）建	55
2.6. 施工进度	55
2.7. 自然概况	57
3. 项目水土保持评价	67
3.1. 主体工程选址（线）水土保持评价	67
3.2. 建设方案与布局水土保持评价	72
4. 表土资源保护与利用	76

4.1. 表土资源调查与评价	76
4.2. 表土保护方案	77
4.3. 表土堆存与养护	79
4.4. 表土利用	79
5. 弃渣场选址与堆置	81
6. 水土流失分析与预测	82
6.1. 水土流失现状	82
6.2. 水土流失影响因素分析	82
6.3. 土壤流失量预测	83
6.4. 水土流失危害分析	95
6.5. 指导性意见	96
7. 水土流失防治	97
7.1. 水土流失防治责任范围	97
7.2. 设计水平年	97
7.3. 水土流失防治目标	97
7.4. 防治区划分	99
7.5. 措施总体布局	100
7.6. 工程等级及设计标准	103
7.7. 分区措施布设	104
7.8. 施工组织	111
7.9. 水土保持工程施工安全要求	113
8. 水土保持监测	115
9. 水土保持投资估算与效益分析	116
9.1. 投资估算	116
9.2. 效益分析	126
10. 水土保持管理	130
10.1. 组织管理	130
10.2. 后续设计	131
10.3. 水土保持监测	132

10.4. 水土保持监理	132
10.5. 水土保持施工	133
10.6. 水土保持设施验收	134

附表：

附表 1：单价分析表

附件：

附件 1:《国网四川省电力公司经济技术研究院关于印发凉山雷波巴姑 110kV 输变电扩建工程可行性研究报告评审意见的通知》（经研评审〔2024〕131 号）

附件 2：《凉山州发展和改革委员会关于核准凉山雷波巴姑 110 千伏输变电扩建工程项目的通知》（凉电发改能源〔2024〕98 号）

附件 3：《凉山州发展和改革委员会关于同意延长凉山雷波巴姑 110 千伏输变电扩建工程核准有效期的批复》（凉电发改能源〔2026〕88 号）

附件 4:《国网四川省电力公司经济技术研究院关于印发凉山雷波巴姑 110kV 输变电扩建工程初步设计评审意见的通知》（经研评审〔2026〕627 号）

附件 5：雷波县发展和改革局关于《关于征求雷波-巴姑 110KV 线路工程路径意见的函》的复函

附件 6：雷波县自然资源局关于凉山雷波巴姑 110kV 线路工程路径意见的说明

附件 7：雷波县林业和草原局关于“雷波县巴姑 110 千伏输变电扩建工程”线路路径的复函

附件 8：凉山彝族自治州雷波生态环境局关于核查雷波县巴姑 110 千伏输变电扩建工程线路路径范围的复函

附件 9：雷波县水利局关于雷波-巴姑 110kV 线路工程路径征求意见反馈的复函

附件 10：雷波县航务海事发展中心关于征求雷波-巴姑 110 千伏线路工程路径意见的复函

附件 11：雷波县农业农村局关于征求雷波-巴姑 110KV 路线工程路径意见的复函

附件 12：雷波县上田坝镇人民政府关于征求雷波-巴姑 110kV 线路工程路径意见的复函

附件 13：雷波县金沙镇人民政府关于《雷波-巴姑 110kv 线路工程路径意见

的函》的复函

附件 14：雷波县巴姑乡人民政府路径意见

附件 15：雷波县千万贯乡人民政府关于《关于征求雷波-巴姑 110KV 线路工程路径意见的函》的复函

附件 16：凉山雷波巴姑 110kV 输变电工程互不影响协议（施可丰四川雷波化工有限公司）

附件 17：凉山雷波巴姑 110kV 输变电工程互不影响协议（瓦杂姑矿段）

附件 18：凉山雷波巴姑 110kV 输变电工程互不影响协议（雷波新洋丰矿业投资有限公司）

附件 19：凉山雷波巴姑 110 千伏输变电扩建工程水土保持方案报告表专家技术评审意见

附图：

附图 1：项目地理位置图

附图 2：项目区水系图

附图 3：项目区土地利用现状图

附图 4：土壤侵蚀强度分布图

附图 5：电气总平面布置图

附图 6：线路路径方案图

附图 7：电缆路径图

附图 8：基础一览表

附图 9-1：铁塔一览表 1

附图 9-2：铁塔一览表 2

附图 9-3：铁塔一览表 3

附图 10：电缆沟剖面图

附图 11：水土流失防治责任范围及分区防治措施总体布局图

附图 12：变电站扩建工程区水土保持措施典型布设图

附图 13：塔基及塔基施工场地区水土保持措施典型布设图

附图 14：其他施工场地区水土保持措施典型布设图

附图 15-1：施工道路区水土保持措施典型布设图（1）

附图 15-2：施工道路区水土保持措施典型布设图（2）

一、凉山雷波巴姑 110 千伏输变电扩建工程水土保持 方案报告表

项目概况	项目名称与代码	凉山雷波巴姑110千伏输变电扩建工程（2404-513400-04-01-915836）		
	项目地点	四川省凉山彝族自治州雷波县		
	建设内容	（1）巴姑110千伏变电站扩建工程 1）主变压器：本期扩建#2号主变1×50MVA，采用三相三圈有载调压变压器，额定电压为110±8×1.25%/38.5±2×2.5%/10.5kV。 2）110kV中性点成套装置：新建1套110kV中性点成套装置。 3）110kV配电装置：本期扩建1回110kV出线（至雷波220kV变电站），扩建#2主变进线间隔1个，扩建1个母线分段间隔及2个母线设备间隔，并预留1回出线位置（至用户站），GIS母线隔离开关本期一次建成；最终110kV出线3回，预留间隔出线构架本期一次建成。 4）35kV出线：本期扩建出线4回；扩建#2主变进线开关柜1个、主变进线隔离柜1个，扩建1个母线分段柜、1个母线隔离柜及1个母线设备柜。 5）10kV出线：本期扩建出线8回；扩建#2主变进线开关柜1个、主变进线隔离柜1个，扩建1个母线分段柜、1个分段隔离柜及1个母线设备柜，电容器柜2个。 6）10kV无功补偿：本期扩建10kV无功补偿框架式电容器成套装置1×4Mvar+1×6Mvar。 7）35kV消弧线圈：本期扩建1组630kVA消弧线圈； 8）10kV消弧线圈：终期按2组考虑，本期预留10kV消弧线圈位置； 9）站用变：维持现有35kV及10kV各装设1台站用变压器，容量均为80kVA不变。 （2）雷波220千伏变电站间隔完善工程 经校核，雷波220kV变电站巴姑出线间隔的设备和导体参数均满足要求，不需改造。本期仅需上避雷器、电压互感器和隔离开关的引下线，以及悬垂绝缘子串至出线的跳线。 （3）雷波—巴姑110千伏线路工程 线路起于雷波220kV变电站，止于巴姑110kV变电站，线路路径全长约36.4km，为电缆+架空混合线路，其中架空线路路径长度约36.3km，单回路架设，导线采用JL3/G1A-240/30和JL3/G1A-240/40型钢芯高导电率铝绞线，地线10mm、15mm冰区采用JLB20A-100铝包钢绞线与OPGW-100光缆配合，20mm冰区采用JLB20A-120铝包钢绞线与OPGW-120光缆配合；电缆线路路径长度约0.1km，单回路敷设，电缆采用YJLW03-64/110-1×630mm²单芯电缆。 根据系统要求，随同期拟建110kV架空线路架设1根48芯通信光缆。架空段采用OPGW架空复合光纤，电缆段采用普通非金属光缆。 为满足工程使用条件，根据本工程的气象条件，导、地线型号，荷载情况及线路沿线地形和交通条件，结合本工程线路走廊情况，本工程10mm、20mm冰区拟采用在国家电网公司典型设计模块中的110-DC21D、110-DC22D、110-DC42D模块塔型和10mm自编模块110-DC22GD、15mm自编模块110-DC32D。全线共使用了29种杆塔，共101塔基（含已建双回塔2基）。		
	建设性质	扩建，建设类项目		总投资（万元） 8172
	土建投资（万元）	4134	占地面积（hm ² ）	4.84
	开工时间	2026年12月		完工时间 2028年11月

	土石方（万m³）		挖方/表土		填方/表土		借方	项目自身建材利用方	弃方	综合利用方	
			0.74/0.24		0.41/0.24				0.33		
	借方来源		/								
	余方去向		余方在塔基占地范围摊平处理								
项目区概况	涉及重点防治区或其他水土保持敏感区情况		根据《水利部办公厅关于做好国家级水土流失重点预防区和重点治理区落地上图成果应用的通知》，本工程涉及两区中金沙江下游国家级水土流失重点治理区6个小流域。 本工程开展了线路路径方案优化工作，经多次优化调整，线路路径通过“两区”变化情况为：涉及林区线路路径长度减少4.8km，施工过程中建设单位充分考虑利用地形、地貌，合理选择施工工艺、施工方式，使工程建设对周围环境影响降至最小，有效治理因项目建设造成的新增水土流失，使项目建设区的水土流失基本得到控制，生态环境得到一定程度的恢复和改善。 本方案实施后，本工程水土流失防治责任范围内因工程建设造成的新增水土流失得到有效治理。根据水土保持措施实施效果分析测算，可治理水土流失面积4.84hm²，减少水土流失量443.29t，林草植被恢复面积2.65hm²，临时堆土挡护量0.79万m³，表土剥离及保护量0.235万m³。通过水土保持措施治理后，至设计水平年末，项目区水土流失治理度可达到99.79%，土壤流失控制比达到1.25，渣土防护率达到98.65%，表土保护率达到97.92%，林草植被恢复率达到99.25%，林草覆盖率达到54.13%。								
			线路路径区位于四川省南部，区域地貌类型主要表现为侵蚀构造高山、中山、中山。 雷波县多年平均气温13.0℃，平均年降水量829.6mm，相对湿度83%，降雨主要集中在6～9月份。年蒸发量961.9mm，无霜期270天，日照1225h。 项目区境内土壤类型有紫色土、石灰（岩）土、水稻土、潮土、泥炭土、红壤、黄棕壤、暗棕壤、山地草甸土和亚高山草甸土等9个土类、13个亚类、39个土属、72个变种。 本工程沿线植被：海拔1600m以下主要为半干旱灌丛及阔叶林带，以柳、蔷薇、绣线菊及禾草、莎草、蒿类为主，自然生长高速10—15m；海拔2500m以下主要为针阔混交林带，以桦木、山杨、高山栎为主，自然生长高速15—20m。								
			水土流失类型		水力侵蚀		土壤侵蚀强度		轻度		
			原地貌土壤侵蚀模数[t/（km²·a）]		1131		容许土壤流失量[t/（km²·a）]		500		
	预测土壤流失总量（t）		462.65		新增流失量（t）		272.68		可减少土壤流失总量（t）		443.29
防治责任范围（hm²）			4.84								
防治标准等级及目标			防治标准等级		一级标准		水土流失治理度（%）		97		
			土壤流失控制比		1.0		渣土防护率（%）		94		
			表土保护率（%）		95		林草植被恢复（%）		96		
			林草覆盖率（%）		25		植被覆盖度		45.19		
水土保持措施及效果分析			1.变电站扩建工程区 施工过程中，对施工场地裸露区域采用防雨布临时遮盖，施工后铺设碎石。 ①工程措施：铺设碎石500m²，厚度100mm。②临时措施：防雨布苫盖								

	300m²。 2.线路工程区 (1) 塔基及塔基施工场地区 施工前，对塔基及塔基施工场地区占用的耕地、园地、林地、草地区域进行表土剥离，剥离表土堆存于塔基施工临时场地；施工期间，剥离表土与施工开挖临时堆土分块堆存于塔基施工临时场地内，铺设彩条布进行垫底隔离，并在堆土坡脚堆码土袋进行挡护，并采用防雨布进行临时覆盖，在材料堆放及施工器械占压的区域铺垫防雨布进行防护，主体设计浆砌石挡墙及浆砌石排水沟；施工结束后，对塔基及塔基施工临时占地区域进行土地整治，撒播草籽及栽植灌木。 ①工程措施：浆砌石挡墙139m/383.7m³、浆砌石排水沟115m/54.1m³、表土剥离0.89hm²/0.15万m³、表土回覆0.79hm²/0.15万m³、土地整治面积1.79hm²（其中0.45hm²为占用的耕地、在土地整治达到复耕条件后移交土地权属单位进行复耕）。②植物措施：撒播草籽1.34hm²、栽植灌木1250株。③临时措施：防雨布苫盖1800m²、临时拦挡760m/228.0m³、彩条布隔离7200m²。 (2) 其他施工场地区 施工前，对牵张机械占压区域铺设棕垫隔离地表；施工结束后，对全部场地进行土地整治，对除耕地以外的临时占地区域进行撒播草籽。 ①工程措施：土地整治面积0.80hm²。②植物措施：撒播草籽0.52hm²。③临时措施：棕垫隔离2000m²。 (3) 施工道路区 施工前，对新建施工汽运道路进行表土剥离，剥离表土堆放于填方边坡坡脚或道路一侧，对部分表土进行装土袋，对表土堆放区域进行临时拦挡和临时苫盖；施工期间，在新建施工汽运道路上坡侧汇水较大区域修筑临时排水沟，对裸露的道路边坡采用防雨布进行覆盖；施工结束后，对施工扰动区域进行土地整治，将表土回覆至原剥离区域，对除耕地以外的临时占地区域进行撒播草籽。 ①工程措施：表土剥离0.56hm²/0.09万m³、表土回覆0.56hm²/0.09万m³、土地整治面积0.90hm²（其中0.12hm²为占用的耕地、在土地整治达到复耕条件后移交土地权属单位进行复耕）。②植物措施：撒播草籽0.78hm²。③临时措施：防雨布苫盖900m²、临时拦挡510m/153.0m³、临时排水沟0.5km/30m³。 (4) 电缆沟及电缆沟施工场地区 施工前，对电缆沟占用的草地区域进行表土剥离，剥离表土堆放于施工作业带一侧，对部分表土进行装土袋，对表土堆放区域进行临时拦挡和临时苫盖；施工期间，对裸露区域采用防雨布进行覆盖；施工结束后，对施工扰动区域进行土地整治，将表土回覆至原剥离区域，对除耕地以外的临时占地区域进行撒播草籽。 ①工程措施：表土剥离0.01hm²/0.003万m³、表土回覆0.01hm²/0.003万m³、土地整治面积0.01hm²。②植物措施：撒播草籽0.01hm²。③临时措施：防雨布苫盖400m²、临时拦挡100m/30m³。 效果分析： 本方案实施后，本工程水土流失防治责任范围内因工程建设造成的新增水土流失得到有效治理。根据水土保持措施实施效果分析测算，可治理水土
--	---

	流失面积4.84hm ² ，减少水土流失量443.29t，林草植被恢复面积2.65hm ² ，临时堆土挡护量0.79万m ³ ，表土剥离及保护量0.235万m ³ 。通过水土保持措施治理后，至设计水平年末，项目区水土流失治理度可达到99.79%，土壤流失控制比达到1.25，渣土防护率达到98.65%，表土保护率达到97.92%，林草植被恢复率达到99.25%，林草覆盖率达到54.13%。			
水土保持投资（万元）	工程措施	107.10	植物措施	3.97
	监测措施	26.36	临时措施	29.19
	基本预备费	12.24	水土保持补偿费	6.292
	独立费用	建设管理费	27.28	
		水土保持监理费	/	
		科研勘测设计费	10.00	
	总投资	221.90		
编制单位	北京林森生态环境技术有限公司	建设单位	国网四川省电力公司凉山供电公司	
法人代表	郑志英	法人代表	林明星	
地址/邮编	北京市怀柔区渤海镇怀沙路536号/101405	地址/邮编	西昌市航天大道二段216号	
联系人及电话	李大纲/18380128263	联系人及电话		
电子信箱	2270634106@qq.com	电子信箱	/	

二、补充说明事项

1. 综合说明

1.1. 项目简况

1.1.1. 项目基本情况

1.1.1.1. 项目建设必要性

1.满足雷波县南部区域巴姑供区新增工业负荷用电需要

巴姑片区位于雷波县南部巴姑乡，目前有 1 台主变。2022 年 12 月以前，主变容量 $1\times 16\text{MVA}$ ，为缓解供电能力不足，2022 年 12 月巴姑站将现状主变由 16MVA 更换为 31.5MVA ，2023 年巴姑站最大供电负荷 17.69MW 。根据县公司提供资料，“十四五”期供区矿业类负荷增长较快，华瑞矿业、凯瑞磷化工将由巴姑站 35kV 供电，而明信实业临时用电由巴姑站 35kV 供电，待负荷增长后考虑由 110kV 供电。对巴姑站供区负荷进行了预测，预计 2025 年巴姑片区最大供电负荷约 19.6MW ，2026 年 35.1MW ，2030 年巴姑片区最大供电负荷约 46.4MW 。为满足雷波县南部区域巴姑供区新增工业负荷用电需要，在 2026 年扩建巴姑站第 2 台主变十分必要。

2.提高雷波县南部电网供电可靠性，优化 110kV 、 35kV 网架结构，促进电网发展

巴姑 110kV 变电站位于雷波县南部，目前通过 1 回 110kV 线路接入拉咪 110kV 变电站。巴姑 110kV 变电站现状仅有 1 台主变，由 1 回 110kV 供电线路，供电可靠性低。根据收资了解，明信矿业等负荷存在一级用电负荷，巴姑站现状仅有 1 回 110kV 供电线路，不能满足重要负荷供电可靠性要求。本工程扩建第 2 台主变，同时新增巴姑至雷波 220kV 变电站 1 回 110kV 线路，可以极大提高巴姑站供电能力和供电可靠性，为雷波县南部电网提供可靠的电源支撑，并进一步优化 110kV 、 35kV 网架结构，促进电网发展。

综上所述，凉山雷波巴姑 110 千伏输变电扩建工程能够满足巴姑片区负荷发展的需要，优化雷波电网供电网络，提高巴姑片区的供电能力和可靠性。因此，凉山雷波巴姑 110 千伏输变电扩建工程的建设是十分必要的。

1.1.1.2. 项目基本情况

1、地理位置

凉山雷波巴姑 110 千伏输变电扩建工程（以下简称“本工程”，项目代码：2404-513400-04-01-915836）位于四川省凉山彝族自治州雷波县境内，项目地理位置图见附图 1。

2、建设性质、规模与等级

本工程属扩建建设类项目，电压等级为 110kV，为小型工程，主要建设内容为：

（1）巴姑 110 千伏变电站扩建工程

主变压器：远期规模 $1\times 31.5\text{MVA}+1\times 50\text{MVA}$ ，已建 $1\times 31.5\text{MVA}$ （#1 主变，电压等级 110kV/35kV/10kV），本期扩建 $1\times 50\text{MVA}$ （#2 主变，电压等级 110kV/35kV/10kV）。

110kV 出线：终期规模 3 回，已建 1 回，至拉咪；本期出线 1 回，至雷波；预留 1 回。

35kV 出线：终期规模 7 回，已建 3 回，本期出线 4 回。

10kV 出线：终期规模 12 回，已建 5 回，本期出线 8 回。

10kV 无功补偿电容器组：最终 $2\times 1.5\text{Mvar}+1\times 4\text{Mvar}+1\times 6\text{Mvar}$ ，已建 $2\times 1.5\text{Mvar}$ ，本期 $1\times 4\text{Mvar}+1\times 6\text{Mvar}$ 。

35kV 消弧线圈：终期 1 组，本期 $1\times 630\text{kVA}$ 。

10kV 消弧线圈：最终 2 组，本期不建设仅做位置预留。

（2）雷波 220 千伏变电站间隔完善工程

经校核，雷波 220kV 变电站巴姑出线间隔的设备和导体参数均满足要求，不需改造。本期仅需上避雷器、电压互感器和隔离开关的引下线，以及悬垂绝缘子串至出线的跳线。

（3）雷波—巴姑 110 千伏线路工程

线路起于雷波 220kV 变电站，止于巴姑 110kV 变电站，线路路径全长约 36.4km，为电缆+架空混合线路，其中架空线路路径长度约 36.3km，单回路架设，导线采用 JL3/G1A-240/30 和 JL3/G1A-240/40 型钢芯高导电率铝绞线，地线 10mm、15mm 冰区采用 JLB20A-100 铝包钢绞线与 OPGW-100 光缆配合，20mm 冰区采用 JLB20A-120 铝包钢绞线与 OPGW-120 光缆配合；电缆线路路径长度约 0.1km，

单回路敷设，电缆采用 YJLW03-64/110-1×630mm² 单芯电缆。

根据系统要求，随同期拟建 110kV 架空线路架设 1 根 48 芯通信光缆。架空段采用 OPGW 架空复合光纤，电缆段采用普通非金属光缆。

为满足工程使用条件，根据本工程的气象条件，导、地线型号，荷载情况及线路沿线地形和交通条件，结合本工程线路走廊情况，本工程 10mm、20mm 冰区拟采用在国家电网公司典型设计模块中的 110-DC21D、110-DC22D、110-DC42D 模块塔型和 10mm 自编模块 110-DC22GD、15mm 自编模块 110-DC32D。全线共使用了 29 种杆塔，共 101 塔基（含已建双回塔 2 基）。

3、项目组成

本工程由巴姑 110 千伏变电站扩建工程、雷波 220 千伏变电站间隔完善工程以及雷波-巴姑 110 千伏线路工程组成。具体如下

（1）巴姑 110 千伏变电站扩建工程

1) 主变压器：本期扩建#2 号主变 1×50MVA，采用三相三圈有载调压变压器，额定电压为 110±8×1.25%/38.5±2×2.5%/10.5kV。

2) 110kV 中性点成套装置：新建 1 套 110kV 中性点成套装置。

3) 110kV 配电装置：本期扩建 1 回 110kV 出线（至雷波 220kV 变电站），扩建#2 主变进线间隔 1 个，扩建 1 个母线分段间隔及 2 个母线设备间隔，并预留 1 回出线位置（至用户站），GIS 母线隔离开关本期一次建成；最终 110kV 出线 3 回，预留间隔出线构架本期一次建成。

4) 35kV 出线：本期扩建出线 4 回；扩建#2 主变进线开关柜 1 个、主变进线隔离柜 1 个，扩建 1 个母线分段柜、1 个母线隔离柜及 1 个母线设备柜。

5) 10kV 出线：本期扩建出线 8 回；扩建#2 主变进线开关柜 1 个、主变进线隔离柜 1 个，扩建 1 个母线分段柜、1 个分段隔离柜及 1 个母线设备柜，电容器柜 2 个。

6) 10kV 无功补偿：本期扩建 10kV 无功补偿框架式电容器成套装置 1×4Mvar+1×6Mvar。

7) 35kV 消弧线圈：本期扩建 1 组 630kVA 消弧线圈；

8) 10kV 消弧线圈：终期按 2 组考虑，本期预留 10kV 消弧线圈位置；

9) 站用变：维持现有 35kV 及 10kV 各装设 1 台站用变压器，容量均为 80kVA

不变。

(2) 雷波 220 千伏变电站间隔完善工程

经校核，雷波 220kV 变电站巴姑出线间隔的设备和导体参数均满足要求，不需改造。本期仅需上避雷器、电压互感器和隔离开关的引下线，以及悬垂绝缘子串至出线的跳线。

(3) 雷波—巴姑 110 千伏线路工程

线路起于雷波 220kV 变电站，止于巴姑 110kV 变电站，线路路径全长约 36.4km，为电缆+架空混合线路，其中架空线路路径长度约 36.3km，单回路架设，导线采用 JL3/G1A-240/30 和 JL3/G1A-240/40 型钢芯高导电率铝绞线，地线 10mm、15mm 冰区采用 JLB20A-100 铝包钢绞线与 OPGW-100 光缆配合，20mm 冰区采用 JLB20A-120 铝包钢绞线与 OPGW-120 光缆配合；电缆线路路径长度约 0.1km，单回路敷设，电缆采用 YJLW03-64/110-1×630mm² 单芯电缆。

根据系统要求，随同期拟建 110kV 架空线路架设 1 根 48 芯通信光缆。架空段采用 OPGW 架空复合光纤，电缆段采用普通非金属光缆。

4、施工组织

本工程建设时，部分区域汽车无法到达，建筑材料、杆塔材料等由外部运输到距离塔基场地最近处后由人抬的方式进行运输。这些人抬道路属于施工临时道路。

根据本工程初步设计资料，本工程部分塔位采用机械化施工，剩余部分塔位采用传统施工方法进行施工，项目区路网发达，施工道路大多可利用现有道路，但还需新修部分施工临时道路及人抬道路与已有道路连接，便于施工机械及材料的运输。

经统计，本工程需新修车行道路 1.7km，路面宽 3.5m，需新设人抬道路 3.0km，宽度约 1m。

本工程设计时，对牵张场地进行了初步确定，选择在地势平坦的区域，且满足牵引机、张及机尽量直接运到位的要求。架线施工过程中，优先选取邻近道路的转角塔位附近作为牵张场，减少了临时施工道路的修建。

本工程拟设置牵张场 10 处，拟设置跨越辅助设施 10 处。

5、工程占地

经统计，本工程总占地面积 4.84hm^2 ，其中，永久占地 1.34hm^2 ，临时占地 3.50hm^2 。按土地利用现状划分，占用耕地 0.93hm^2 ，园地 0.48hm^2 ，林地 1.75hm^2 ，草地 0.74hm^2 ，公共管理与公共服务用地 0.94hm^2 。

6、工程土石方量

本工程挖方 0.74 万 m^3 （含表土 0.24 万 m^3 ，自然方下同），填方 0.41 万 m^3 （含表土 0.24 万 m^3 ），无借方，余方 0.33 万 m^3 在各塔基占地范围内摊平处理。

7、拆迁（移民）数量安置与专项设施改（迁）建

根据现场踏勘情况，结合主体设计资料分析，本工程雷波站出线段跨越房屋 18 处（其中 5 处需拆迁，13 处跨越），行政区域处于雷波县金沙镇。

拆迁安置费用由建设单位一次性货币补偿后，由地方政府负责落实移民的安置问题，补偿标准参照相关区、县（市）文件执行，后续签订拆迁合同时需明确拆迁安置区域以及拆迁建渣处理的水土流失防治责任，拆迁安置区域不纳入本工程防治责任范围。

8、工程工期

本工程计划于 2026 年 12 月开工，2028 年 11 月完工，总工期为 24 个月。

9、工程投资

本工程总投资 8172 万元，其中土建投资 4134 万元。建设单位为国网四川省电力公司凉山供电公司。

1.1.1.3. 项目前期工作进展情况

2024 年 1 月，四川美卓电力设计有限公司编制完成了《凉山雷波巴姑 110kV 输变电扩建工程可行性研究报告》（收口版），并于 2024 年 3 月 1 日取得国网四川省电力公司经济技术研究院文件《国网四川省电力公司经济技术研究院关于印发凉山雷波巴姑 110kV 输变电扩建工程可行性研究报告评审意见的通知》（经研评审〔2024〕131 号）。

2024 年 6 月 27 日，凉山州发展改革委员会以《凉山州发展改革委员会关于凉山雷波巴姑 110 千伏输变电扩建工程项目核准的批复》（凉发改能源〔2024〕98 号）对本工程进行了核准批复，项目代码：2404-513400-04-01-915836。

因线路通道存在抢建建筑物、压覆矿等原因，本工程前期工作进展受阻，2026 年 5 月，国网凉山供电公司向凉山州发展和改革委员会请示申请原核准文件延期。

2026年6月22日，凉山州发展改革委员会以《凉山州发展和改革委员会关于同意延长凉山雷波巴姑110千伏输变电扩建工程核准有效期的批复》（凉发改能源〔2026〕88号）对本工程核准有效期延长至2027年6月27日，其余核准批复事项不变。

2026年7月，四川美卓电力设计有限公司编制完成《凉山雷波巴姑110千伏输变电扩建工程初步设计》（收口版），并于2026年7月22日取得国网四川省电力公司经济技术研究院文件《国网四川省电力公司经济技术研究院关于印发凉山雷波巴姑110kV输变电扩建工程初步设计评审意见的通知》（经研评审〔2026〕627号）。

2024年5月，北京林森生态环境技术有限公司（以下简称：我公司）受建设单位委托，承担本工程水土保持方案编制工作。2026年6月，我公司组织水土保持技术人员对工程区现场进行调查，根据本工程初步设计资料及现场水土保持情况，并结合当地相关资料于2026年8月编制完成《凉山雷波巴姑110千伏输变电扩建工程水土保持方案报告表》。

1.1.2. 自然简况

1.1.2.1. 地形地貌

线路路径区位于四川省南部，区域地貌类型主要表现为侵蚀构造高中山、中山。线路总体走向西南—东北，沿线海拔高程在550~1800m，相对高差一般200~500m，最大达1000m，地形坡度25~45°，个别地段受岩性控制形成台阶状或陡崖，总体地形条件较差。区域内山体中部以下区域多分布村庄，有乡村公路和机耕道等与坡脚的省道相连接，交通条件一般。

1.1.2.2. 地质

线路区位于“川滇南北向构造带”与“四川盆地新华夏系沉降带”交接地带。路径区位于扬子陆块西缘，从西向东包括松潘—甘孜造山带、盐源前陆逆冲楔和川东陷褶束三个Ⅱ级构造单元。构造体系上处于著名的川滇南北向构造体系控制范围内，与线路相关的构造行迹有莫红背斜、牛牛寨背斜、峨边—金阳断裂。

线路工程区区域构造发育，断裂活动性强，地震活动频繁，且强度大、频度高，区域稳定性整体较差。区内构造形迹以南北向为主，与线路路径均呈较大角度斜交，对局部地段塔位加强抗震设计后基本适宜建设。

根据《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010，2016年版）及《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015），按Ⅱ类场地考虑，雷波 220kV 变电站～孙家坪段（长约 2.2km）的设计基本地震动加速度值为 0.20g，对应的抗震设防烈度为 8 度；孙家坪～巴姑 110kV 变电站段的设计基本地震动加速度值 0.15g，对应的抗震设防烈度为 7 度。路径区特征周期为 0.45s，设计地震分组为第三组。

线路沿线出露地层较多，按岩性及地下水的赋存形式，主要为松散岩类孔隙水、基岩裂隙水和碳酸盐岩类岩溶水三大类型。

线路区域不良地质作用以滑坡为主，一般规模较小，易于避让。线路附近未发现崩塌、滑坡、泥石流等不良地质作用。无影响线路成立的环境地质问题。

1.1.2.3. 气象

雷波县多年平均气温 13.0℃，极端最低气温-8.9℃（1975 年 12 月 14 日），最大冻土深度 0.75m（1975 年 12 月），极端最高气温 34.3℃（1979 年 7 月 11 日）， $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温 3246.6℃，平均年降水量 829.6mm，2 年一遇 1 小时最大降雨量 67.2mm，5 年一遇 1 小时最大降雨量 57.5mm，10 年一遇 1 小时最大降雨量 51.5mm，20 年一遇 1 小时最大降雨量 44.1mm，2 年一遇 10min 最大降雨量 24.8mm，5 年一遇 10min 最大降雨量 21.2mm，10 年一遇 10min 最大降雨量 19.6mm，20 年一遇 10min 最大降雨量 17.1mm，相对湿度 83%，降雨主要集中在 6～9 月份。年蒸发量 961.9mm，无霜期 270 天，日照 1225h。

1.1.2.4. 水文

本工程地处四川省凉山州雷波县境内，在金沙江干流及其左岸支流美姑河流域内走线。

金沙江干流与本工程相关的水利水电工程有已建的溪洛渡水电站。溪洛渡水电站位于四川省雷波县和云南省永善县交界的金沙江下游河段， $P=0.01\%$ 水库校核洪水位 607.94m， $P=0.1\%$ 水库设计洪水位 600.70m，正常蓄水位 600m，汛期限制水位 560m，死水位 540m，水库回水长 199km，总库容 126.7 亿 m^3 ，坝顶高程 610m。

美姑河系金沙江左岸一级支流，发源于美姑县西北阿米特洛山椅子垭口，流经美姑、昭觉、雷波等三个县境，在雷波县沙子坪汇入金沙江，河长 162km，流域面积 3236 km^2 ，河口多年平均流量 70.7 m^3/s 。美姑河系不通航河流。

1.1.2.5. 土壤

项目区境内土壤类型有紫色土、石灰（岩）土、水稻土、潮土、泥炭土、红壤、黄棕壤、暗棕壤、山地草甸土和亚高山草甸土等 9 个土类、13 个亚类、39 个土属、72 个变种。按类型分为：水稻土 0.7%，冲击土 0.2%，紫色土 8.1%，黄壤 48.9%，红壤 5.7%，黄棕壤 15.0%，暗棕壤 9.5%，亚高山草甸土 6.6%，石灰岩土 0.3%，水面和难利用地 5.0%。由于县境内地势高低悬殊，土壤垂直分布带十分明显，其分布规律为：600—1600m 为山地黄壤，1601—2000m 为山地黄棕壤，2001—2200m 为山地棕壤，2201—2500m 为山地灰棕壤，2501—3500m 为山地棕色灰化土，3501—4000m 为高山草甸土。

1.1.2.6. 植被

本工程沿线植被：海拔 1600m 以下主要为半干旱灌丛及阔叶林带，以柳、蔷薇、绣线菊及禾草、莎草、蒿类为主，自然生长高度 10—15m；海拔 2500m 以下主要为针阔混交林带，以桦木、山杨、高山栎为主，自然生长高度 15—20m。

根据雷波县林草局收资了解及现场踏勘情况，本工程线路区域树木较多，主要有阔叶林，灌木丛，草甸以及核桃树、脐橙树等经济作物。

1.1.2.7. 水土保持敏感区

根据《水利部办公厅关于做好国家级水土流失重点预防区和重点治理区落地上图成果应用的通知》（办水保〔2025〕170 号）和《四川省省级水土流失重点预防区和重点治理区划分成果》（川水函〔2017〕482 号），项目涉及国家级水土流失重点预防区和重点治理区，项目所在的雷波县位于“金沙江下游国家级水土流失重点治理区”。

经现场调查，本工程选址（线）不涉及河湖管理范围、水功能一级区的保护区和保留区、自然保护区、世界文化和自然遗产地、风景名胜区、森林公园、地质公园、重要湿地、生态脆弱区；不涉及河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带；不在全国水土保持监测网络中的水土保持监测站点、重点试验区范围等水土保持敏感区。

其他水土保持敏感区：

（1）本工程“报县级人民政府自然资源主管部门 36.4 千米，新建塔基合计 99 个，涉及占用永久基本农田 0.06 公顷（5 基涉及占用永久基本农田）”，依

据《永久基本农田保护红线管理办法》，第二十一条依法可以按照原地类管理的架空电力传输线路、通信设施涉及的点状杆、塔确实难以避让永久基本农田的，应当在不妨碍机械化耕作的前提下，尽可能沿田间道路、沟渠、田坎铺设。铺设方案应当对永久基本农田的不可避免性以及耕作的影响进行论证。

2026年7月，四川美卓电力设计有限公司编制完成《雷波-巴姑110kV线路工程塔基占用永久基本农田不可避免性论证报告》，论证结论为“经论证项目确实难以避让永久基本农田，不可避免地需要占用永久基本农田，塔基占地按照原地类管理，土地性质未发生变化，本工程对永久基本农田的影响仅限于铁塔对农田的影响，占地仅限于塔腿周边小块用地，不影响其他区域耕种，对永久基本农田的保护影响极小”。

(2) 根据本工程初步设计资料，本工程线路在千万贯乡石板滩村附近穿越千万贯乡千万贯村煤炭沟集中式饮用水水源地二级保护区，对水源地一级保护区已进行避让。此外，本工程于2026年4月8日取得凉山彝族自治州雷波生态环境局文件《凉山彝族自治州雷波生态环境局关于核查雷波县巴姑110千伏输变电扩建工程线路路径范围的复函》。

综上本工程选址选线不涉及河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带，不涉及全国水土保持监测网络中的水土保持监测站点和重点试验区，没有占用国家确定的水土保持长期定位观测站。主体设计选线避开了水功能一级区的保护区和保留区、自然保护区、风景名胜区等。

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月全国人大常委会通过，2010年12月全国人大常委会修订，2011年3月1日起施行；中华人民共和国主席令第39号）；

2、《中华人民共和国长江保护法》（2020年12月26日第十三届全国人民代表大会常务委员会第二十四次会议通过，2021年3月1日起施行）；

3、《四川省〈中华人民共和国水土保持法〉实施办法》（四川省人大常委会第77号，1993年12月15日通过，1997年10月17日修正，2012年9月21日修订，2012年12月1日起施行）；

4、《中华人民共和国青藏高原生态保护法》（2023年4月26日第十四届全国人民代表大会常务委员会第二次会议通过）；

5、《中华人民共和国黄河保护法》（2022年10月30日第十三届全国人民代表大会常务委员会第三十七次会议通过）。

1.2.2. 部委规章

1、《水利部办公厅关于做好国家级水土流失重点预防区和重点防治区落地上图成果应用的通知》（办水保〔2025〕170号）；

2、《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》（办水保〔2018〕135号）；

3、《生产建设项目水土保持方案管理办法》（2023年1月17日水利部令第53号发布，2023年3月1日起实施）；

4、《水利部办公厅关于印发生产建设项目水土保持方案审查要点的通知》（办水保〔2023〕177号）；

5、《水利部办公厅关于进一步加强生产建设项目水土保持监测工作的通知》（办水保〔2020〕161号）；

6、《水利部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方案编制模板的通知》（办水保函〔2026〕232号）。

1.2.3. 技术标准

1、《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）；

2、《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T50434-2018）；

3、《水土保持工程调查与勘测标准》（GB/T51297-2018）；

4、《土地利用现状分类》（GB/T21010-2017）；

5、《水土流失危险程度分级标准》（SL718-2015）；

6、《防洪标准》（GB50201-2014）；

7、《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007）；

8、《生产建设项目土壤流失量测算导则》（SL773-2018）；

9、《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014）；

- 10、《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T51240-2018）；
- 11、《水利水电工程制图第6部分：水土保持图》（SL/T73.6-2026）；
- 12、《水土保持监测技术规范》（SL/T277-2024）；
- 13、《水土保持监理规范》（SL/T523-2024）；
- 14、《表土剥离及其再利用技术要求》（GB/T45107-2024）；
- 15、《输变电工程水土保持技术规程第1部分：水土保持方案》（Q/GDW11970.1—2023）；
- 16、《输变电工程水土保持技术规程第5部分：水土保持监测》（Q/GDW11970.5—2023）；
- 17、《水土保持工程质量验收与评价规范》（SL/T336-2025）；
- 18、《生产建设项目水土保持设施验收技术规程》（GB/T22490-2025）。

1.2.4. 技术资料

- 1、《凉山雷波巴姑 110kV 输变电扩建工程可行性研究报告》（收口版）（四川美卓电力设计有限公司，2024 年 1 月）。
- 2、《凉山雷波巴姑 110 千伏输变电扩建工程初步设计报告》（收口版）（四川美卓电力设计有限公司，2026 年 7 月）。
- 3、《四川省水土保持规划（2015—2030 年）》。

1.3. 项目水土保持评价结论

1.3.1. 主体工程选址（线）评价

通过逐条对照《中华人民共和国水土保持法》《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018），项目区不属于水土流失严重和生态脆弱区，不属于国家重要江河，项目区域未涉及国家水土保持监测网络中的水土保持监测站点和重点试验区，未通过湿地等环境敏感区域，并避开了滑坡、崩塌、泥石流等不良地质区。但工程位于“金沙江下游国家级水土流失重点治理区”，施工过程中建设单位充分考虑利用地形、地貌，合理选择施工工艺、施工方式，使工程建设对周围环境影响降至最小，有效治理因项目建设造成的新增水土流失，使项目建设区的水土流失基本得到控制，生态环境得到一定程度的恢复和改善。在此基础上符合水土保持技术要求，项目建设可行。

总体评价认为：工程选址（线）满足《中华人民共和国水土保持法》和《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）的要求，项目涉及“金沙江下游国家级水土流失重点治理区”，施工期间加强管理和水土保持措施布设后，可有效改善水土流失现状，工程选址基本可行。

1.3.2. 建设方案与布局评价

（1）变电站扩建工程利用已建变电站已有生活用水作为施工用水使用，施工用电从变电站站用变压器取电。场地内各项设施布设紧凑，工程在施工布置上，遵循因地、因时制宜、有利生产、方便生活、易于管理、安全可靠、经济合理的原则，集中在项目征地范围内，减少开挖扰动破坏面积，符合水土保持等相关法律法规的要求。

（2）本工程土石开挖与填筑避免雨天施工，根据项目区气候特点和降雨分布规律，减少降雨冲刷松散土体造成的水土流失。

（3）本工程主体工程建设过程中土石方通过内部调运和综合利用，无弃方。

（4）由于本工程所用的水泥、砂石及其他建材等都从当地合法料场购买，不自备取料场、砂石加工场，也减少了施工工场的设置，施工所用砂石等建筑材料将通过合理安排，堆放于项目区内，不涉及临时占地。

综上，从水土保持角度来看，本工程建设方案符合水土保持要求，是合理可行的。

1.4. 表土资源保护与利用

根据表土调查结果以及《表土剥离及其再利用技术要求》（GB/T45107-2024），项目表土的质量评价和等级分类应符合附录 B 的规定，确定本工程范围内的表土质量等级为二类表土，满足剥离要求。项目可剥离表土区域为耕地、园地、林地及草地区域，剥离面积共约 1.46hm²，剥离厚度 0.10~0.40m，共计剥离表土 0.24 万 m³。项目后期覆土区域为塔基及其施工场地区、施工道路区以及电缆沟及电缆沟施工场地区临时占地区域，由于塔基塔腿均处于硬化状态，无需进行覆土，故需扣除塔腿的硬化面积，本工程回覆面积为 1.45hm²，耕地平均回覆厚度为 0.20m。项目剥离与回覆表土能实现平衡，不用外借表土，也无多余表土再利用。

1.5. 弃渣场选址与堆置

本工程仅设置临时堆土场（表土堆场），不涉及弃渣场。临时堆土均位于临时占地占地范围内。

1.6. 水土流失预测结果

本工程建设期及自然恢复期在不采取任何水土保持措施的前提下，可能造成的土壤流失量为 462.65t，新增土壤流失量为 272.68t。从分区看，塔基及塔基施工场地区占地新增水土流失量最大，新增水土流失量为 188.88，占新增水土流失总量的 69.27%，其次是施工道路区，新增水土流失量为 51.04t，占新增水土流失总量的 18.72%；再次是其他施工场地区，新增水土流失量为 29.75t，占新增水土流失总量的 10.91%；扰动最轻的为电缆沟及电缆沟施工场地区，新增水土流失量分别为 0.57t，占新增水土流失总量的 0.21%。

预测时段看出施工准备及施工期较自然恢复期新增的水土流失较大，施工及施工准备期扰动后新增水土流失量 234.31t，占新增水土流失总量的 85.93%，可见虽然本工程施工期较短，但因项目建设引起的水土流失仍然主要产生在施工及施工准备期。

1.7. 水土流失防治

1.7.1. 水土流失防治责任范围及目标

1.7.1.1. 水土流失防治责任范围

根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018），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。因此，本工程水土流失防治责任范围为 4.84hm²。

表 1.4-1 水土流失防治责任范围面积统计表

防治分区名称		防治责任面积（hm ² ）
变电站扩建工程区		0.34
线路工程区	塔基及塔基施工场地区	2.78
	其他施工场地区	0.80
	施工道路区	0.90
	电缆沟及电缆沟施工场地区	0.02
合计		4.84

1.7.1.2. 执行标准等级

本工程位于凉山彝族自治州雷波县，属于扩建建设类项目，根据《全国水土

保持区划（试行）》和《四川省水土保持规划（2015—2030 年）》，雷波县水土保持区划属于西南岩溶区（云贵高原区）。因此，根据《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T50434-2018）规定，本方案水土流失防治标准执行西南岩溶区一级标准。

1.7.1.3. 水土流失防治目标

本工程设计水平年水土流失防治目标为：水土流失治理度 97%、土壤流失控制 1.0、渣土防护率 94%、表土保护率 95%、林草植被恢复率 96%、林草覆盖率 25%。

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主体工程完工后的当年或后一年。根据本工程施工进度安排，计划于 2026 年 12 月开工，2028 年 11 月完工，故本水保方案的设计水平年取主体工程完工的当年，为 2029 年。

1.7.2. 水土流失防治分区及措施

1.7.2.1. 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主体工程完工后的当年或后一年。根据本工程施工进度安排，计划于 2026 年 12 月开工，2028 年 11 月完工，故本水保方案的设计水平年取主体工程完工的当年，为 2029 年。

1.7.2.2. 水土流失防治分区及措施

根据确定的分区原则，结合项目区自然条件、主体工程施工特点、施工工期等因素的分析，项目建设区划分为变电站扩建工程区、线路工程区 2 个一级防治分区，线路工程区又划分为塔基及塔基施工场地区、其他施工场地区、施工道路区以及电缆沟及电缆沟施工场地区 4 个二级防治分区。

方案根据实际情况补充完善项目的水土保持措施为：

各防治区措施布设情况及主要工程量如下：

1、变电站扩建工程区

施工过程中，对施工场地裸露区域采用防雨布临时遮盖，施工后铺设碎石。

工程措施：**铺设碎石 500m²**，厚度 100mm。

临时措施：防雨布苫盖 300m²。

2、线路工程区

①塔基及塔基施工场地区

施工前，对塔基及塔基施工场地区占用的耕地、园地、林地、草地区域进行表土剥离，剥离表土堆存于塔基施工临时场地；施工期间，剥离表土与施工开挖临时堆土分块堆存于塔基施工临时场地内，铺设彩条布进行垫底隔离，并在堆土坡脚堆码土袋进行挡护，并采用防雨布进行临时覆盖，在材料堆放及施工器械占压的区域铺垫防雨布进行防护，主体设计浆砌石挡墙及浆砌石排水沟；施工结束后，对塔基及塔基施工临时占地区域进行土地整治，撒播草籽及栽植灌木。

工程措施：浆砌石挡墙 139m/383.7m³、浆砌石排水沟 115m/54.1m³、表土剥离 0.89hm²/0.15 万 m³、表土回覆 0.79hm²/0.15 万 m³、土地整治面积 1.79hm²（其中 0.45hm²为占用的耕地、在土地整治达到复耕条件后移交土地权属单位进行复耕）。

植物措施：撒播草籽 1.34hm²、栽植灌木 1250 株。

临时措施：防雨布苫盖 1800m²、临时拦挡 760m/228.0m³、彩条布隔离 7200m²。

②其他施工场地区

施工前，对牵张机械占压区域铺设棕垫隔离地表；施工结束后，对全部场地进行土地整治，对除耕地以外的临时占地区域进行撒播草籽。

工程措施：土地整治面积 0.80hm²。

植物措施：撒播草籽 0.52hm²。

临时措施：棕垫隔离 2000m²。

③施工道路区

施工前，对新建施工汽运道路进行表土剥离，剥离表土堆放于填方边坡坡脚或道路一侧，对部分表土进行装土袋，对表土堆放区域进行临时拦挡和临时苫盖；施工期间，在新建施工汽运道路上坡侧汇水较大区域修筑临时排水沟，对裸露的道路边坡采用防雨布进行覆盖；施工结束后，对施工扰动区域进行土地整治，将表土回覆至原剥离区域，对除耕地以外的临时占地区域进行撒播草籽。

工程措施：表土剥离 0.56hm²/0.09 万 m³、表土回覆 0.56hm²/0.09 万 m³、土地整治面积 0.90hm²（其中 0.12hm²为占用的耕地、在土地整治达到复耕条件后移交土地权属单位进行复耕）。

植物措施：撒播草籽 0.78hm²。

临时措施：防雨布苫盖 900m²、临时拦挡 510m/153.0m³、临时排水沟 0.5km/30m³。

④电缆沟及电缆沟施工场地区

施工前，对电缆沟占用的草地区域进行表土剥离，剥离表土堆放于施工作业带一侧，对部分表土进行装土袋，对表土堆放区域进行临时拦挡和临时苫盖；施工期间，对裸露区域采用防雨布进行覆盖；施工结束后，对施工扰动区域进行土地整治，将表土回覆至原剥离区域，对除耕地以外的临时占地区域进行撒播草籽。

工程措施：表土剥离 0.01hm²/0.003 万 m³、表土回覆 0.01hm²/0.003 万 m³、土地整治面积 0.01hm²。

植物措施：撒播草籽 0.01hm²。

临时措施：防雨布苫盖 400m²、临时拦挡 100m/30m³。

1.8. 水土保持监测方案

建设单位可结合本工程生产建设特点及实际需求自行安排水土保持监测工作，水土保持监测相关技术可参照《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）等技术标准和政策文件执行。

1.9. 水土保持投资及效益分析成果

本工程水土保持总投资 221.90 万元，其中主体工程已列投资 80.96 万元，水保方案新增投资 140.94 万元。水土保持总投资中，工程措施费 107.10 万元，植物措施费 3.97 万元，监测措施费 26.36 万元，施工临时工程费 29.19 万元，独立费用 36.75 万元，预备费 12.24 万元，水土保持补偿费 6.292 万元。

本方案实施后，本工程水土流失防治责任范围内因工程建设造成的新增水土流失得到有效治理。根据水土保持措施实施效果分析测算，可治理水土流失面积 4.84hm²，减少水土流失量 443.29t，林草植被恢复面积 2.65hm²，临时堆土挡护量 0.79 万 m³，表土剥离及保护量 0.235 万 m³。通过水土保持措施治理后，至设计水平年末，项目区水土流失治理度可达到 99.79%，土壤流失控制比达到 1.25，

渣土防护率达到 98.65%，表土保护率达到 97.92%，林草植被恢复率达到 99.25%，林草覆盖率达到 54.13%。

1.10. 结论

1.10.1. 结论

根据《中华人民共和国水土保持法》《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）的相关要求，工程选址（线）无法避让国家级水土流失重点预防区，本方案将提高防治目标值，优化施工工艺，减少地表扰动和植被破坏，加强防护、治理和补偿措施。无其他水土保持制约性因素。

主体设计方案合理可行，建设方案及布局、工程占地、土石方工程量及工程施工组织设计等方面均符合水土保持要求。本方案界定出主体工程设计中具有水土保持功能的措施，并提出方案应补充的措施，通过主体工程设计已列和方案新增措施有机结合，形成综合防治体系，可有效地防治工程建设造成的水土流失。

本方案水土保持措施实施后，至设计水平年六项指标均可达到目标值，总体上可有效地治理工程建设及完工后续阶段的新增和原有水土流失，保护和改善工程区的生态环境，恢复工程区内的林草植被，对保障工程安全运行和促进区域可持续发展起到重要作用。

由以上分析可知：本工程通过方案的水土保持措施治理后，项目建设是可行的。

1.10.2. 要求

（1）对建设管理的要求：为保证工程在建设过程中尽量减小扰动或损坏地表与植被的面积，将水土流失降到最低程度，尽快恢复和改善工程区生态环境，实现输变电工程建设与生态环境的可持续发展，建设单位应配置专职人员负责水土保持工作的组织、管理和落实，并会同地方水土保持部门负责处理组织、监督工程区水土保持措施的实施和及时认真落实水土保持监理和水土保持监测工作，保证工程质量。

（2）对工程设计的要求：本方案批复后，将方案制定的防治措施内容和投资纳入主体工程施工图文件中，并单独成章或成册。

（3）对水土保持施工要求：应在施工招标中将水土保持方案措施落实到招

标文件中，使水土保持措施真正做到“三同时”。施工单位应加强组织学习《中华人民共和国水土保持法》、加大宣传力度，提高工程建设者的水土保持自觉行动意识。同时配备水土保持专业人员，以解决措施实施过程中的技术问题，接受当地水行政主管部门的监督检查；在主体工程施工中，必须按照水土保持方案要求实施水土保持措施，保证水土保持工程效益的充分发挥。

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：凉山雷波巴姑 110 千伏输变电扩建工程

工程投资：总投资 8172 万元，其中土建投资 4134 万元

工程等级：小型

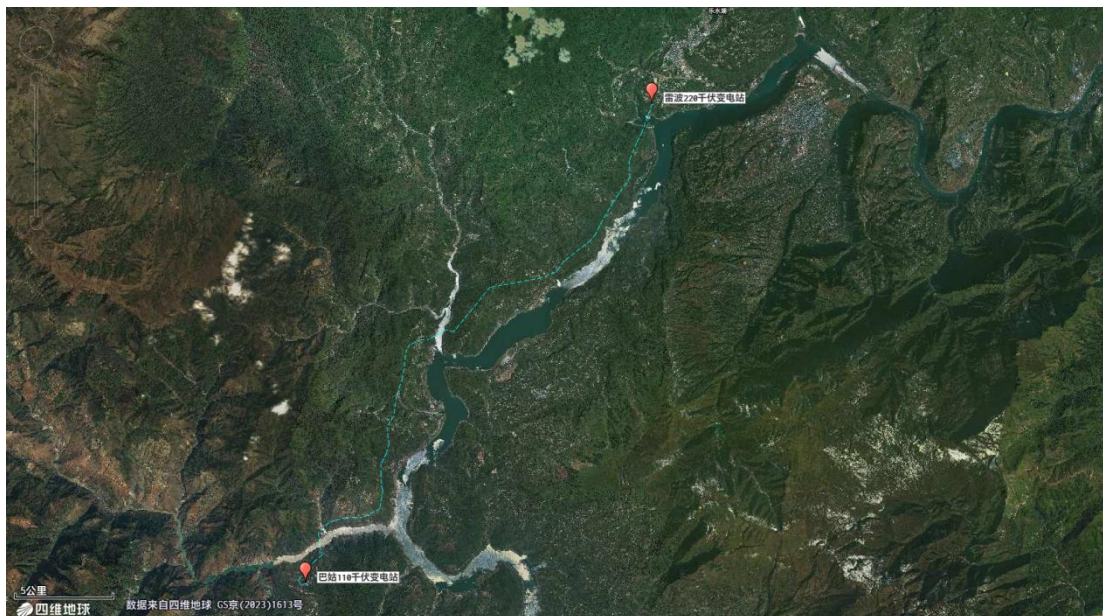
建设单位：国网四川省电力公司凉山供电公司

建设性质：扩建，建设类项目

项目所属行业：输变电工程

建设工期：2026 年 12 月—2028 年 11 月，总工期 24 个月

地理位置：巴姑 110kV 变电站站址位于雷波县巴姑中心乡米西洛村建设组、沙坪子～瓦岗的乡村公路旁（东经 103°33'48.05"，北纬 28°14'45.50"）；线路起于雷波 220kV 变电站（东经 103°33'48.05"，北纬 28°14'45.50"）止于巴姑 110kV 变电站（东经 103°22'53.01，北纬 28°1'20.44"）。



建设内容及规模：

本工程由巴姑 110 千伏变电站扩建工程、雷波 220 千伏变电站间隔完善工程以及雷波-巴姑 110 千伏线路工程组成。具体如下

（1）巴姑 110 千伏变电站扩建工程

1) 主变压器：本期扩建#2号主变 $1 \times 50\text{MVA}$ ，采用三相三圈有载调压变压器，额定电压为 $110 \pm 8 \times 1.25\% / 38.5 \pm 2 \times 2.5\% / 10.5\text{kV}$ 。

2) 110kV 中性点成套装置：新建 1 套 110kV 中性点成套装置。

3) 110kV 配电装置：本期扩建 1 回 110kV 出线（至雷波 220kV 变电站），扩建#2 主变进线间隔 1 个，扩建 1 个母线分段间隔及 2 个母线设备间隔，并预留 1 回出线位置（至用户站），GIS 母线隔离开关本期一次建成；最终 110kV 出线 3 回，预留间隔出线构架本期一次建成。

4) 35kV 出线：本期扩建出线 4 回；扩建#2 主变进线开关柜 1 个、主变进线隔离柜 1 个，扩建 1 个母线分段柜、1 个母线隔离柜及 1 个母线设备柜。

5) 10kV 出线：本期扩建出线 8 回；扩建#2 主变进线开关柜 1 个、主变进线隔离柜 1 个，扩建 1 个母线分段柜、1 个分段隔离柜及 1 个母线设备柜，电容器柜 2 个。

6) 10kV 无功补偿：本期扩建 10kV 无功补偿框架式电容器成套装置 $1 \times 4\text{Mvar} + 1 \times 6\text{Mvar}$ 。

7) 35kV 消弧线圈：本期扩建 1 组 630kVA 消弧线圈；

8) 10kV 消弧线圈：终期按 2 组考虑，本期预留 10kV 消弧线圈位置；

9) 站用变：维持现有 35kV 及 10kV 各装设 1 台站用变压器，容量均为 80kVA 不变。

(2) 雷波 220 千伏变电站间隔完善工程

经校核，雷波 220kV 变电站巴姑出线间隔的设备和导体参数均满足要求，不需改造。本期仅需上避雷器、电压互感器和隔离开关的引下线，以及悬垂绝缘子串至出线的跳线。

(3) 雷波—巴姑 110 千伏线路工程

线路起于雷波 220kV 变电站，止于巴姑 110kV 变电站，线路路径全长约 36.4km，为电缆+架空混合线路，其中架空线路路径长度约 36.3km，单回路架设，导线采用 JL3/G1A-240/30 和 JL3/G1A-240/40 型钢芯高导电率铝绞线，地线 10mm、15mm 冰区采用 JLB20A-100 铝包钢绞线与 OPGW-100 光缆配合，20mm 冰区采用 JLB20A-120 铝包钢绞线与 OPGW-120 光缆配合；电缆线路路径长度约 0.1km，单回路敷设，电缆采用 YJLW03-64/110-1 $\times$ 630mm² 单芯电缆。

根据系统要求，随同期拟建 110kV 架空线路架设 1 根 48 芯通信光缆。架空段采用 OPGW 架空复合光纤，电缆段采用普通非金属光缆。

为满足工程使用条件，根据本工程的气象条件，导、地线型号，荷载情况及线路沿线地形和交通条件，结合本工程线路走廊情况，本工程 10mm、20mm 冰区拟采用在国家电网公司典型设计模块中的 110-DC21D、110-DC22D、110-DC42D 模块塔型和 10mm 自编模块 110-DC22GD、15mm 自编模块 110-DC32D。全线共使用了 29 种杆塔，共 101 塔基（含已建双回塔 2 基）。

表 2.1-1 本工程主要技术指标表

一、项目简介	
项目名称	凉山雷波巴姑 110 千伏输变电扩建工程
建设地点	巴姑 110kV 变电站站址位于雷波县巴姑中心乡米西洛村建设组、沙坪子~瓦岗的乡村公路旁（东经 103°33'48.05"，北纬 28°14'45.50"）；线路起于雷波 220kV 变电站（东经 103°33'48.05"，北纬 28°14'45.50"）止于巴姑 110kV 变电站（东经 103°22'53.01，北纬 28°1'20.44"）。
工程性质	扩建
建设单位	国网四川省电力公司凉山供电公司
建设规模	(1) 巴姑 110 千伏变电站扩建工程 1) 主变压器：本期扩建#2 号主变 1×50MVA，采用三相三圈有载调压变压器，额定电压为 110±8×1.25%/38.5±2×2.5%/10.5kV。 2) 110kV 中性点成套装置：新建 1 套 110kV 中性点成套装置。 3) 110kV 配电装置：本期扩建 1 回 110kV 出线（至雷波 220kV 变电站），扩建#2 主变进线间隔 1 个，扩建 1 个母线分段间隔及 2 个母线设备间隔，并预留 1 回出线位置（至用户站），GIS 母线隔离开关本期一次建成；最终 110kV 出线 3 回，预留间隔出线构架本期一次建成。 4) 35kV 出线：本期扩建出线 4 回；扩建#2 主变进线开关柜 1 个、主变进线隔离柜 1 个，扩建 1 个母线分段柜、1 个母线隔离柜及 1 个母线设备柜。 5) 10kV 出线：本期扩建出线 8 回；扩建#2 主变进线开关柜 1 个、主变进线隔离柜 1 个，扩建 1 个母线分段柜、1 个分段隔离柜及 1 个母线设备柜，电容器柜 2 个。 6) 10kV 无功补偿：本期扩建 10kV 无功补偿框架式电容器成套装置 1×4Mvar+1×6Mvar。 7) 35kV 消弧线圈：本期扩建 1 组 630kVA 消弧线圈； 8) 10kV 消弧线圈：终期按 2 组考虑，本期预留 10kV 消弧线圈位置； 9) 站用变：维持现有 35kV 及 10kV 各装设 1 台站用变压器，容量均为 80kVA 不变。 (2) 雷波 220 千伏变电站间隔完善工程 经校核，雷波 220kV 变电站巴姑出线间隔的设备和导体参数均满足要求，不需改造。本期仅需上避雷器、电压互感器和隔离开关的引下线，以及悬垂绝缘子串至出线的跳线。 (3) 雷波—巴姑 110 千伏线路工程 线路起于雷波 220kV 变电站，止于巴姑 110kV 变电站，线路路径全长约 36.4km，为电缆+架空混合线路，其中架空线路路径长度约 36.3km，单回路架设，导线采用 JL3/G1A-240/30 和 JL3/G1A-240/40 型钢芯高导电率铝绞线，地线 10mm、15mm 冰区采用 JLB20A-100 铝包钢绞线与 OPGW-100 光缆配合，20mm 冰区采用 JLB20A-120 铝包钢绞线与 OPGW-120 光缆

		配合；电缆线路路径长度约 0.1km，单回路敷设，电缆采用 YJLW03-64/110-1×630mm ² 单芯电缆。 根据系统要求，随同期拟建 110kV 架空线路架设 1 根 48 芯通信光缆。架空段采用 OPGW 架空复合光纤，电缆段采用普通非金属光缆。					
工程总投资	动态投资（万元）		8172		土建投资（万元）	4134	
建设工期	本工程计划于 2026 年 12 月动工，计划于 2028 年 11 月完工，总工期 24 个月。						
二、项目组成及占地情况							
项目组成			单位	永久占地	临时占地	小计	备注
变电站扩建工程			hm ²	0.34		0.34	
线路工程	塔基		hm ²	0.99		0.99	
	塔基施工场地		hm ²		1.79	1.79	
	牵张场		hm ²		0.40	0.40	
	跨越施工场地		hm ²		0.40	0.40	
	施工便道	汽运道路	hm ²		0.60	0.60	
		人抬道路	hm ²		0.30	0.30	
	电缆沟		hm ²	0.01		0.01	
电缆沟施工场地			hm ²		0.01	0.01	
合计			hm ²	1.34	3.50	4.84	
三、项目土石方量							
项目分区			单位	土石方工程量（自然方）			备注
				挖方	填方	余方	
变电站扩建工程区			万 m ³	0.03		0.03	余方在塔基占地范围摊平处理
线路工程区	塔基及塔基施工场地区		万 m ³	0.55	0.25	0.33	
	施工道路区		万 m ³	0.14	0.14		
	电缆沟及电缆沟施工场地区		万 m ³	0.02	0.02		
合计			万 m ³	0.74	0.41	0.33	/

2.1.2. 项目组成及布置

本工程由巴姑 110 千伏变电站扩建工程、雷波 220 千伏变电站间隔完善工程以及雷波-巴姑 110 千伏线路工程组成。具体如下

2.1.2.1. 巴姑 110 千伏变电站扩建工程

（1）建设地点及周边情况

扩建巴姑 110kV 变电站于 2012 年建成投运，至今运行已有 14 年。站址位于雷波县巴姑中心乡米西洛村建设组，沙坪子~瓦岗的乡村公路旁，站外东、南、北三侧为空地，站外西侧为坪子~瓦岗的乡村公路，交通便利。原始地貌为山体

中部的缓坡地形，整体坡度约 15° 。现经前期修建变电站已平整，在东侧形成最高处高度约 8m 的挖方边坡，西侧形成最高处高度约 6m 的填方边坡，边坡采用挡土墙支护前期已完成；其余为原变电站范围外，地形变化较大。



（2）平面布置

本期扩建工程电气总平面与前期工程原则上保持一致，对本期超规模扩建设备根据现场实际情况进行布置。110kV 为 AIS 户外布置方式，架空出线，位于站区北面；本站共一座生产综合建筑，三层建筑。布置保安室、10kV 配电室、主控室、备品间、卫生间、35kV 配电室、资料室、休息室、检修间，35kV 配电室为单列双通道布置，均为架空与电缆混合进出线，10kV 配电装置采用双列三通道布置方式；主变压器布置在 110kV 配电装置与生产综合楼中间；10kV 电容器组装置为户内柜式单列布置，布置在 10kV 配电室内；进站大门位于站区西侧中部。

（3）竖向布置

根据变电站规模，结合地形、地质条件、道路引接、进出线走廊等综合因素，变电站用地范围为矩形，长 75m，宽 45m。

变电站所有建筑物和构筑物均按最终规模，在前期已建成。主变基础及其他设备基础均仅预留了场地。

（4）建设规模

1) 主变压器：本期扩建#2 号主变 $1 \times 50\text{MVA}$ ，采用三相三圈有载调压变压

器，额定电压为 $110\pm 8\times 1.25\%/38.5\pm 2\times 2.5\%/10.5\text{kV}$ 。

2) 110kV 中性点成套装置：新建 1 套 110kV 中性点成套装置。

3) 110kV 配电装置：本期扩建 1 回 110kV 出线（至雷波 220kV 变电站），扩建#2 主变进线间隔 1 个，扩建 1 个母线分段间隔及 2 个母线设备间隔，并预留 1 回出线位置（至用户站），GIS 母线隔离开关本期一次建成；最终 110kV 出线 3 回，预留间隔出线构架本期一次建成。

4) 35kV 出线：本期扩建出线 4 回；扩建#2 主变进线开关柜 1 个、主变进线隔离柜 1 个，扩建 1 个母线分段柜、1 个母线隔离柜及 1 个母线设备柜。

5) 10kV 出线：本期扩建出线 8 回；扩建#2 主变进线开关柜 1 个、主变进线隔离柜 1 个，扩建 1 个母线分段柜、1 个分段隔离柜及 1 个母线设备柜，电容器柜 2 个。

6) 10kV 无功补偿：本期扩建 10kV 无功补偿框架式电容器成套装置 $1\times 4\text{Mvar}+1\times 6\text{Mvar}$ 。

7) 35kV 消弧线圈：本期扩建 1 组 630kVA 消弧线圈；

8) 10kV 消弧线圈：终期按 2 组考虑，本期预留 10kV 消弧线圈位置；

9) 站用变：维持现有 35kV 及 10kV 各装设 1 台站用变压器，容量均为 80kVA 不变。

本次扩建区域占地面积为 500m^2 ，原地貌为地坪，无表土可剥离。本期基础开挖等施工会造成局部场地地坪破坏，故本期考虑对施工完成后的碎石地坪进行恢复，做法为 100mm 碎石+100mmC20 素混凝土垫层，面积约 500m^2 。

2.1.2.2. 雷波 220 千伏变电站间隔完善工程

经校核，雷波 220kV 变电站巴姑出线间隔的设备和导体参数均满足要求，不需改造。本期仅需上避雷器、电压互感器和隔离开关的引下线，以及悬垂绝缘子串至出线的跳线。不涉及土建工程。

2.1.2.3. 雷波—巴姑 110 千伏线路工程

线路起于雷波 220kV 变电站，止于巴姑 110kV 变电站，线路路径全长约 36.4km，为电缆+架空混合线路，其中架空线路路径长度约 36.3km，单回路架设，导线采用 JL3/G1A-240/30 和 JL3/G1A-240/40 型钢芯高导电率铝绞线，地线 10mm、15mm 冰区采用 JLB20A-100 铝包钢绞线与 OPGW-100 光缆配合，20mm 冰区采

用 JLB20A-120 铝包钢绞线与 OPGW-120 光缆配合；电缆线路路径长度约 0.1km，单回路敷设，电缆采用 YJLW03-64/110-I×630mm² 单芯电缆。本工程 N2 - N13 共计 11 基的基础采用机械开挖，其余共计 88 基采用人工开挖基础方式。导地线展放按张力放线架设。

根据系统要求，随同期拟建 110kV 架空线路架设 1 根 48 芯通信光缆。架空段采用 OPGW 架空复合光纤，电缆段采用普通非金属光缆。

本工程线路全长约 36.4km，其中，电缆线路路径长度约 0.1km，架空线路路径长度约 36.3km，曲折系数 1.18，沿线海拔 850m—1800m，所经区域隶属凉山州雷波县管辖，沿线经过金沙镇、五官乡、千万贯乡、上田坝乡、大坪子乡、巴姑乡 6 个乡镇。

1、线路工程

(1) 路径方案

线路自雷波 220kV 变电站架空出线后，沿采用电缆敷设至变电站东侧转为架空，平行 220kV 美雷、苏雷同塔双回线路向南沿省道 S307 走线，经孙家坪、五官乡、梅一村至石板滩村附近穿越千万贯村煤炭沟集中式饮用水水源地二级保护区，随后避让了石板滩磷矿普查（省地勘基金项目）区，之后经小马颈子，在小河附近跨越 110kV 拉咪～巴姑线，于丰家坪村附近跨越 35kV 拉咪～千托线、拟建沿江宜金高速，钻越 500 千伏建徐线、±800kV 白浙线，并平行±800kV 白浙线向西南走线，经马史洛村后，线路在中寨村附近钻越 500 千伏建徐线、±800kV 白浙线；在棉花坪附近跨越牛牛寨南矿区磷矿巷道区域，跨越 35kV 拉咪～千托线、110kV 拉咪～巴姑线，钻越 220kV 美雷、苏雷同塔双回线路，之后右转平行 220kV 美雷、苏雷同塔双回线路向西南走线，再次跨越 110kV 拉咪～巴姑线，于花生堡附近跨越省道 S307 和溜筒河，在米西洛附近穿越梯戈—瓦杂姑铅锌多金属及磷矿（扩大勘查范围）勘探区，跨越 35kV 巴姑～千托线后连续左转进入巴姑 110kV 变电站。

(2) 交叉跨越

1) 全线交叉跨越

本工程线路主要交叉跨越详见下表。

表 2.1-2 本工程线路主要交叉跨越表

序号	交叉跨越物	跨越/钻越	次数	备注
1	±800kV 直流线路	钻越	4	白鹤滩—浙江±800kV 直流线路（国网公司）
2	500kV 电力线	钻越	2	布拖换流站至叙府 500kV 双回线路（国网四川省电力公司）
3	220kV 电力线	钻越	2	220kV 美雷、苏雷同塔双回线路（国网凉山供电公司）
4	110kV 电力线	跨越	3	跨越 110kV 咪姑线 3 次（国网雷波供电公司）
5	35kV 电力线	跨越	7	35kV 雷城线、35kV 咪上线、35kV 上千线、35kV 巴千线（国网雷波供电公司），35kV 巴沙线（用户）
6	10kV 电力线	跨越	31	
7	380V、220V 低压线	跨越	34	
8	通信线	跨越	24	
9	高速公路	跨越	2	拟建沿江宜金高速（隧道上方跨越）
10	公路（国道、快速路）	跨越	3	
11	省道	跨越	1	S307 省道
12	县、乡道	跨越	5	009 乡道、032 乡道
13	乡村公路含机耕道	跨越	70	
14	河流	跨越	4	溜筒河 1 次、金沙江支流 2 次、溜筒河支流 1 次（不通航）

根据凉山供电公司意见，本工程线路跨越已建电力线路均不考虑停电损失费用。

2) “三跨”设计

本工程线路在雷波县上田坝乡丰家坪村跨越拟建沿江宜金高速公路 1 次，目前该段沿江宜金高速处于施工阶段。经向该段沿江宜金高速公路设计单位收资了解，交叉跨越处高速公路为隧道方式，因此暂不考虑按“三跨”设计。线路未在高速公路隧道正上方立塔，对高速公路无影响。



(3) 铁塔形式

为满足工程使用条件,根据本工程的气象条件,导、地线型号,荷载情况及线路沿线地形和交通条件,结合本工程线路走廊情况,本工程 10mm、20mm 冰区拟采用在国家电网公司典型设计模块中的 110-DC21D、110-DC22D、110-DC42D 模块塔型和 10mm 自编模块 110-DC22GD、15mm 自编模块 110-DC32D。全线共使用了 29 种杆塔,现分述如下:

(1) 单回直线塔

规划采用 110-DC22D-ZMC2、110-DC22D-ZMC3、110-CD34D-ZBC1、110-CD34D-ZBC2、110-CD34D-ZBC3、110-CD34D-ZBCK、110-DC42D-ZBC1、110-DC42D-ZBC3 八种塔型,直线塔采用自立式猫头型塔和酒杯型塔,该塔型采用螺栓连接,塔身断面均为正方形,导线呈三角形排列和水平排列。

(2) 单回耐张塔

规划采用 110-DC21D-JBC1、110-DC21D-JBC2、110-DC21D-JBC3、110-DC22D-JBC1、110-DC22D-JBC2、110-DC22D-JBC3、110-DC22D-JBC4、110-DC22D-JCK、110-CD34D-JBC1、110-CD34D-JBC2、110-CD34D-JBC3、110-DC42D-JC1、110-DC42D-JC2、110-DC42D-JC3 十四种自立式干字型塔和酒杯型塔,该塔采用螺栓连接,塔身断面均为正方形,导线呈三角形排列和水平排列。

(3) 单回直线钢管杆

规划采用 110-DC22GD-Z1 一种直线钢管杆,杆身断面均为多边形,导线呈三角形排列。

(4) 单回耐张钢管杆

规划采用 110-DC22GD-J1、110-DC22GD-J1'、110-DC22GD-J2、110-DC22GD-J3、110-DC22GD-J4、110-DC22GD-DJ 六种耐张钢管杆,杆身断面均为多边形,导线呈三角形排列。110-DC22GD-J3H 杆身断面均为多边形,导线呈水平排列。

因地形地势条件,道路条件较好且周边环境较开阔的 N2-N13 共计 10 基采用起重机组立钢管杆,1 基采用起重机组立铁塔。

本工程 N2-N13 共计 11 基的基础采用机械开挖,其余共计 88 基采用人工开挖基础方式。导地线展放按张力放线架设。

各塔型预计使用情况计列如下表。

表 2.1-3 机械化具体塔型、数量及呼高

序号	塔型塔型及呼高	全高 (m)	数量 (基)	备注
1	110-DC21GD-Z2-39	46.5	1	直线钢管杆
2	110-DC21GD-J1-30	38.5	1	转角钢管杆
3	110-DC21GD-J1'-24	32.5	1	
4	110-DC21GD-J2-24	32.5	1	
5	110-DC21GD-J3-33	41.5	1	
6	110-DC21GD-J3H-23	26.85	1	
7	110-DC21GD-J3H-15	18.85	1	
8	110-DC21GD-J4-27	35.5	1	
9	110-DC21GD-J4-33	41.5	1	
10	110-DC21GD-JD-30	38.5	1	
11	110-DC22D-JCK1-21	36.6	1	转角塔
合计			11	

表 2.1-4 非机械化具体塔型、数量及呼高

序号	冰区	名称	塔型及呼高	杆塔全高 (m)	基数	小计
1	10mm	直线塔	110-DC22D-ZMC2-22	28.1	1	16
			110-DC22D-ZMC3-30	36.55	2	
			110-DC22D-ZMC3-32	38.55	2	
			110-DC22D-ZMC3-33	39.55	3	
			110-DC22D-ZMC3-34	40.55	1	

序号	冰区	名称	塔型及呼高	杆塔全高 (m)	基数	小计
			110-DC22D-ZMC3-35	41.55	1	
			110-DC22D-ZMC3-36	42.55	3	
			110-DC22D-ZMC3-45	51.55	1	
			110-DC22D-ZMCK1-45	51.55	1	
			110-DC22D-ZMCK1-69	75.55	1	
2			110-DC21D-JC1-18	24.5	3	5
			110-DC21D-JC2-21	27.5	1	
			110-DC21D-JC3-21	27.5	1	
3		转角塔	110-DC22D-JC1-14	20.5	1	40
			110-DC22D-JC1-17	23.5	1	
			110-DC22D-JC1-19	25.5	1	
			10-DC22D-JC1-20	26.5	1	
			110-DC22D-JC1-21	27.5	4	
			110-DC22D-JC1-22	28.5	1	
			10-DC22D-JC1-23	29.5	1	
			10-DC22D-JC1-30	36.5	1	
			10-DC22D-JC2-16	22.5	1	
			10-DC22D-JC2-18	24.5	3	
			10-DC22D-JC2-20	26.5	2	
			10-DC22D-JC2-21	27.5	4	
			10-DC22D-JC2-27	33.5	1	
			110-DC22D-JC2-34	40.5	1	
			10-DC22D-JC2-39	45.5	2	
			10-DC22D-JC3-22	28.5	1	
			10-DC22D-JC3-27	33.5	2	
			10-DC22D-JC4-21	27.5	1	
			10-DC22D-JC4-23	29.5	1	
			110-DC22D-JCK1-20	35.6	2	
			110-DC22D-JCK1-22	37.6	1	
			110-DC22D-JCK1-24	39.6	2	
			110-DC22D-JCK1-30	45.6	2	
			110-DC22D-JCK1-31	46.6	1	

2.项目概况

序号	冰区	名称	塔型及呼高	杆塔全高 (m)	基数	小计
4			110-DC22D-JCK1-32	47.6	1	
			10-DC22D-DJC-20	35.6	1	
			SJ14-18（18）		1	2
			1D4-SDJC-18（18）		1	
小计				63（含已建双回塔 2 基）		
5	15mm	直线塔	110-DC32D-ZMC2-37	43.4	1	3
110-DC32D-ZMC2-38			44.4	1		
110-DC32D-ZMC3-42			48.8	1		
6		转角塔	110-DC32D-JC1-28	35	1	11
			10-DC32D-JC2-36	43	1	
			10-DC32D-JC3-24	31		
			10-DC32D-JC3-27	34	3	
			10-DC32D-JC3-30	37	1	
			110-DC32D-JCK1-24	39.6	1	
			110-DC32D-JCK1-26	41.6	1	
			110-DC32D-JCK1-29	44.6	1	
		110-DC32D-JCK1-31	46.6	1		
		小计				14
7	20mm	直线塔	110-DC42D-ZBC1-33	37.5	1	2
110-DC42D-ZBC3-36			40.5	1		
8		转角塔	110-DC42D-JC1-18	25.5	2	11
			10-DC42D-JC1-24	31.5	1	
			10-DC42D-JC1-27	34.5	3	
			10-DC42D-JC2-20	27.5	1	
			10-DC42D-JC3-15	22.5	1	
			10-DC42D-JC3-24	31.5	1	
			10-DC42D-JC3-27	34.5	1	
		110-DC42D-JC3-30	37.5	1		
		小计				13
	合计			90（含已建双回塔 2 基）		

参照国家电网有限公司企业标准 Q/GDW11970.1—2023《输变电工程水土保持技术规程第 1 部分：水土保持方案》相关要求：

C.1 塔基永久占地面积估算 C.1.1 自立式铁塔永久占地按 [根开+主柱宽度+(1m~2m)]² 估算, 钢管杆单杆永久占地按 [主柱宽度+(1m~2m)]² 估算。

C.2.2 单回路角钢塔塔基施工区临时占地按[(根开+10m)²-永久占地]估算。钢管杆塔基施工区临时占地按 40m²~200m² 估算。机械化施工的塔基施工区临时占地可根据现场情况取 1.2~1.5 的系数。

本工程架空线路均采用单回路架设, 塔基基础主要采用挖孔桩基础和灌注桩基础, 基础宽度 0.9~1.6m, 本方案取单回路塔取 1.2m, 均外扩 2.0m。钢管杆塔基施工区临时占地取 100m², 塔基施工范围单回路塔按根开外扩 10m 估列, 机械化塔基施工范围取人力的 1.2 (最小) 的系数。

根据本工程初步设计资料, 本工程线路工程永久占地 0.99hm², 临时占地 1.79hm²。

(4) 基础形式

1) 人工挖孔基础

该基础在地形复杂、场地狭窄、高差较大, 基础外露较高、基础荷载较大的塔位使用时具有明显的优势。该基础施工开挖量较少, 施工对环境的破坏小, 能有效保护塔基周围的自然地貌。由于埋深较深, 它不但能满足基础的保护范围要求, 也能有效地保持边坡的稳定。

2) 灌注桩基础

采用机械开挖, 灌注桩基础是目前比较常用的一种原状土基础型式。采用这种基础型式, 从设计上可以提高基础的抗拔、抗倾覆承载能力, 以适应地质较差的地基土, 提高地基整体稳定性。本工程主要用于地质较差的山间凹地堆积平地, 且地下水埋藏较浅的塔位。

3) 板式直柱基础

该基础适用于所有自立式铁塔, 其特点是按土重法计算, 主柱预埋地脚螺栓, 铁塔通过塔脚板和地脚螺栓与基础相连。底板做成大板, 底板厚度由冲切计算和伸出部分宽厚比小于 2.5 控制, 板的上部和下部均配置钢筋。其优点是基础混凝土土方量较少, 比斜柱式基础施工方便; 也可根据塔基断面、地形等情况加高主柱露头, 对特殊地形可以采用全方位高低腿和不等高基础配合使用, 降低土石方开方量, 有利于水保护。缺点是基坑属于大开挖, 土石方量开方较大, 钢材耗量

大。

(5) 走廊清理

1) 走廊清理原则

①林木砍伐

本工程线路经过林区时按高跨设计，不砍伐通道，仅对塔基及走廊通道内零星树木、经济作物进行砍伐。

②房屋拆迁

本工程线路主要沿 S307 省道走线，沿线乡镇较多、人口密度高、房屋分布较为集中。线路选线时，尽量避开居民区，但对单一、零星分布的民房，避让困难时，根据《四川省电力公司反事故措施实施细则》及《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》（GB50545-2010）的有关规定，对线路走廊边导线投影 2.0m 及导线最大风偏时与建筑物的最小净空距离小于 4.0m 以内的房屋，推荐采取拆迁的处理方式。

本工程雷波站出线段跨越房屋 18 处（其中 5 处需拆迁，13 处跨越），行政区域处于雷波县金沙镇。

③线路迁改

根据现场踏勘情况，本工程线路通道拥挤，地形地质条件差，部分塔位较唯一，为保证附近 10kV、低压线路等与本线路的安全距离，需对塔位附近设施进行迁改，预计迁改 10kV 配电线 1.0km，380V 动力线及 220kV 照明线 2.0km。

2、电缆工程

(1) 建设规模

本工程新建电缆沟长 0.1km，新建余缆井 1 座。

(2) 结构设计

1) 设计范围

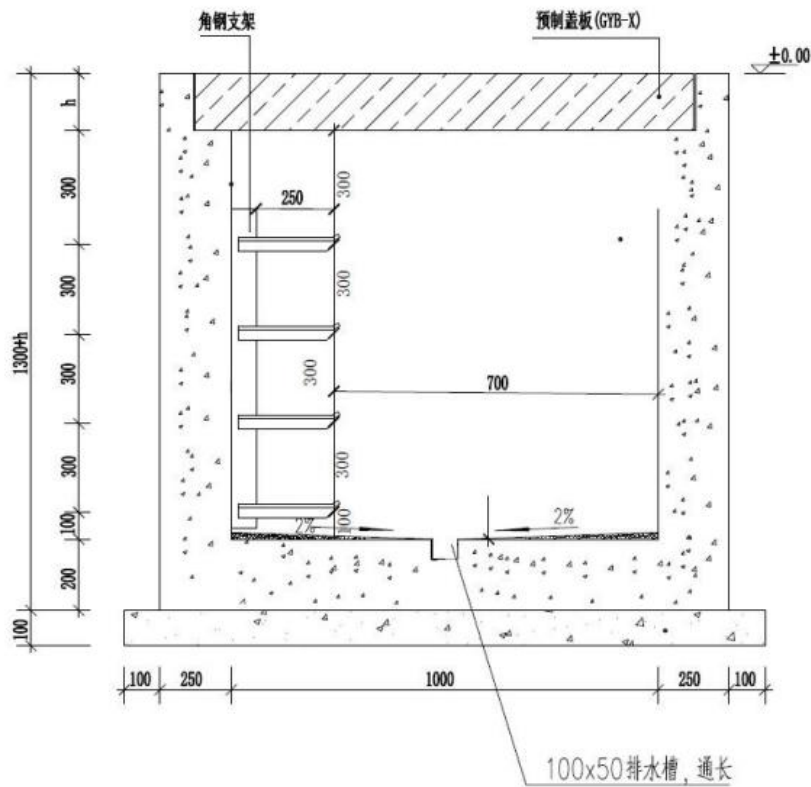
本工程电缆型号为：YJLW03-64/110-1×630mm²，本工程电缆采用电缆沟及电缆工作井配合敷设。

2) 设计规模

①：敷设规模

本工程主要采用现浇钢筋混凝土浅沟敷设，电缆路径长 0.1km。

参照国家电网公司输变电典型设计《电缆敷设分册》中 C-1-03 模块，净空尺寸 1100mm（宽）×1300mm（深），沟内配置 4×250mm 单侧支架，混凝土规格为 C30。



②：通道的技术要求

新建通道中电力电缆数量较少且不考虑载重车通过的户外配电装置等场所。

(3) 通道施工方式

电缆浅沟为可开启式电缆沟时，表层不覆土。

(4) 重要交叉穿越

本工程线路主要交叉跨越详见下表：

表 2.1-5 非机械化具体塔型、数量及呼高

序号	交叉跨越物	跨越/钻越	次数	备注
1	110kV 电力线	钻越	2	110kV 雷盛一线、二线同塔双回， 110kV 雷凯一线、二线同塔双回，

(5) 电缆井

1) 电缆余缆井

本工程新建余缆井采用钢筋混凝土现浇。在新建电缆终端杆处设 1 座电缆余

缆井，余缆井规格 1000mm（内净宽）×1500mm（内净深）×10000mm（长）。

本工程利用的余缆井采用钢筋混凝土现浇。

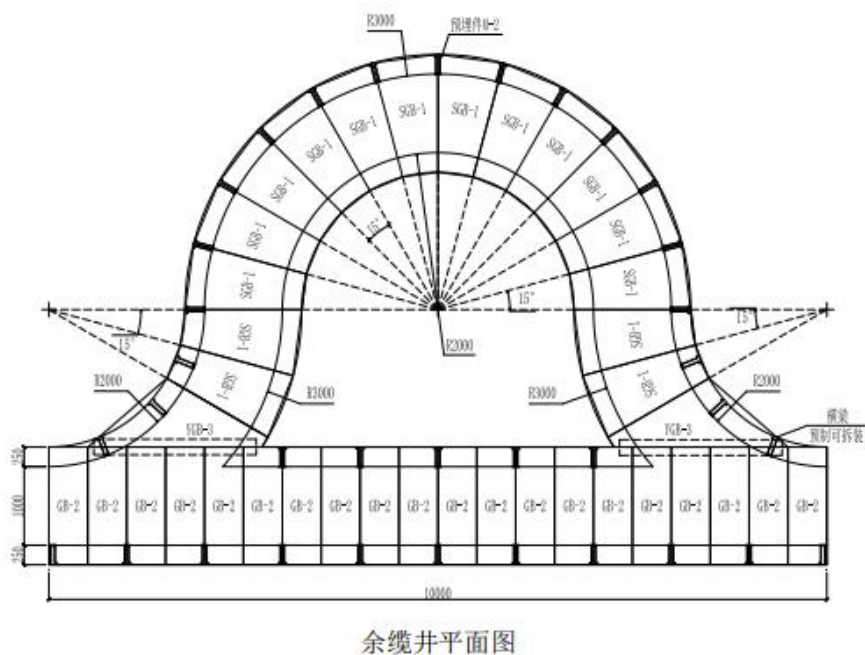
2) 电缆余缆井结构要求

电缆余缆井长度应根据敷设在同一工井内最长的电缆接头以及能吸收来自排管内电缆的热伸缩量所需的伸缩弧尺寸决定，且伸缩弧的尺寸应满足电缆在寿命周期内电缆金属护套不出现疲劳现象。

电缆余缆井需设置集水坑，集水坑泄水坡度不应小于 0.5%。

支架与固定金具需按电缆使用的实际条件确定。并需设置电缆施工用的拉环和吊装电缆用的吊环（攀）。

安装在工井内的金属构件皆应用镀锌扁钢与接地装置连接，接地电阻不应大于 10Ω 。



(6) 电缆终端站

工程不涉及终端站。

(7) 电缆登杆（塔）

雷波变侧：为已建双回路终端塔，本次在已建终端塔上新设计电缆平台以及引下夹具。

电缆通过 CPVC 保护管登杆（塔），终端站钢材为镀锌件，为杆塔生产厂家配合生产，并在电缆终端杆塔处设置围栏保护。

2.2. 施工组织

2.2.1. 施工生产生活区

(1) 施工办公生活区

本工程施工生活区采用租用当地现有民房即可解决。不新增水土流失，因此租用当地民房作为生活区的面积不计入本方案建设区内。

(2) 塔基施工临时占地

为满足施工期间放置器材、材料、临时堆放开挖土石方、机械施工场地及组塔施工场地等，需在每个塔基周围设置施工临时用地。根据其他线路施工现场调查，结合本工程地形条件，本工程需布设塔基施工临时场地 99 处，总占地面积为 0.99hm²。

(3) 牵张场

牵张场用于导线的架设、张紧以及牵张设备的安置和导线等施工材料的堆放。本工程共布设牵张场 10 处。单个牵张场面积 400m²。牵张场区总占地 4000m²，均为临时占地。

(4) 临时堆土场

项目施工区域分散，单区域土石方工程数量较少，均堆放在项目占地范围内，并采用防雨布苫盖进行防护，不额外布置临时堆土场。

2.2.2. 施工道路

线路工程对外交通主要解决建筑材料和牵引张拉设备等运输问题，运输方式采用施工汽运道路（新修、拓宽）和人抬道路等 2 种方式。

(1) 施工汽运道路

设备运输尽量利用项目沿线已有道路，当现有道路不能满足工程设施运输要求时，需要在原有的乡村道路上拓宽以满足运行要求；在无现有道路可利用的情况下，需开辟新的简易道路。本工程新建车行道路 1.7km 位于塔基“N2（J1）至 N12（J11）”。

①新建施工道路

对于坡度较缓、修筑长度较短、扰动深度小于 20cm 的进场道路，主要是对路面进行平整，采用铺设钢板的方式修筑进场道路。施工结束后采取土地整治后

迹地恢复。

对于坡度较大、修筑长度较长、扰动深度大于 20cm 的进场道路，采用直接开挖、回填（半挖半填）压实的方式修筑进场道路，修筑后为保证开挖边坡的稳定性，采取道路一侧放坡的处理方式（边坡宽度约 0.4m，坡度约 30°），修筑道路占地宽度大于路面宽度。施工前对扰动地表进行表土剥离，施工中对临时堆土采取临时遮盖，施工结束后采取土地整治、覆土后迹地恢复。

②拓宽施工道路

对于需拓宽的道路，采用直接开挖加平整的方式进行拓宽，拓宽后应保证开挖边坡的稳定。施工结束后采取土地整治、覆土后迹地恢复。

（2）人抬道路布设

本工程建设时，部分区域汽车无法到达，建筑材料、杆塔材料等由外部运输到距离塔基场地最近处后由人抬的方式进行运输。这些人抬道路属于施工临时道路。

根据本工程初步设计资料，本工程部分塔位采用机械化施工，剩余部分塔位采用传统施工方法进行施工，项目区路网发达，施工道路大多可利用现有道路，但还需新修部分施工临时道路及人抬道路与已有道路连接，便于施工机械及材料的运输。

经统计，本工程需新修车行道路 1.7km，路面宽 3.5m，需新设人抬道路 3.0km，宽度约 1m。

综上，本工程新修车行道路占地面积 0.60hm²，新设人抬道路占地面积 0.30hm²。

2.2.3. 施工用水、用电

（1）变电站工程

1) 用水：根据本工程初步设计资料，原有变电站已有生活用水，可作为施工用水使用，无需另行考虑。

2) 用电：考虑从变电站站用变压器取电。

3) 通信：施工通信租用电信市话一部，也可借用变电站已建市话通信。

4) 施工场地：施工在站址场地上开展。

（2）线路工程

本工程线路基础施工用水量较少，可就近在塔位附近沟渠内取用。

塔基施工工期较短，因此施工用电可自备柴油发电机进行发电。

施工通信可采用个人移动通信设备。

2.2.4. 施工材料供应

本工程施工中所使用的砂、石等材料均可在雷波县及周边市场采购，使用汽车运至各施工场地。施工原材料供应产生的水土流失防治责任由供应商负责。

2.2.5. 施工场地

2.2.5.1. 牵张场设计

本工程设计时，对牵张场地进行了初步确定，选择在地势平坦的区域，且满足牵引机、张及机能尽量直接运到位的要求。架线施工过程中，优先选取邻近道路的转角塔位附近作为牵张场，减少了临时施工道路的修建。

本工程拟设置牵张场 10 处，根据国家电网有限公司企业标准 Q/GDW11970.1—2023《输变电工程水土保持技术规范第 1 部分：水土保持方案》相关要求：每处占地面积按 400m² 估列，牵张场总占地面积为 0.40hm²。

2.2.5.2. 跨越施工临时占地

本工程拟设置跨越辅助设施 10 处，每处占地约 400m²，跨越施工临时占地 0.40hm²。

2.2.5.3. 电缆沟施工场地区

电缆沟施工场地区设置 1 处，占地面积 0.01hm²。

2.2.6. 取土场

工程所用的砂、石料等均在当地购买商品料，并在合同中明确水土流失防治责任由料场销售商负责。

本工程不设置取土场。

2.2.7. 弃渣场

通过对主体设计资料分析，变电站新建工程没有弃土，不需要设置弃土场。

线路工程余土在塔基占地范围内摊平处理，对部分坡度较陡及余土较多的塔位，主体设计了挡墙进行挡护，对塔基安全无影响。

本工程不单独设置弃渣场。

2.2.8. 临时堆土场

本工程仅设置临时堆土场（表土堆场），不涉及弃渣场。

变电站扩建工程区临时堆存土石方来源基础开挖一般土石方，共临时堆存一般土石方 0.03 万 m^3 ，施工后期，一般土石方用于变电站站外塔基基础回填。

塔基及塔基施工场地区临时堆存土石方来源塔基占地区域剥离表土及塔基基础施工基面等开挖一般土石方，共临时堆存一般土石方 0.30 万 m^3 ，表土 0.15 万 m^3 ，根据输变电塔基施工工艺及方法，塔基施工临时堆土在塔基施工临时占地范围内短期堆存，临时堆存时间 1~3 个月，施工后期，一般土石方用于基础回填，表土回铺在塔基及塔基施工区内。

施工道路区临时堆存土石方来源于新建汽运道路表土剥离及拓宽道路土石方开挖等一般土石方，共临时堆存一般土石方 0.05 万 m^3 ，表土 0.09 万 m^3 ，根据输变电塔基施工工艺及方法，施工道路区临时堆土在占地范围内短期堆存，不设置集中堆放场，临时堆存时间不超过 1 个月，施工后期，一般土石方用于施工道路边坡回填，表土回铺在施工道路区范围内。

电缆沟及电缆沟施工场地区临时堆存土石方来源于沟槽剥离表土及沟槽开挖一般土石方，共临时堆存一般土石方 0.02 万 m^3 ，表土 0.003 万 m^3 ，根据电缆工程施工工艺及方法，表土及回填土堆在电缆沟槽施工作业带范围内短期堆存，不设置集中堆放场，临时堆存时间不超过 1 个月，施工后期，一般土石方用于沟槽回填，表土回铺在沟槽开挖区域范围内。

2.2.9. 施工工艺

2.2.9.1. 变电站工程施工工艺

本变电站设计执行基建技术〔2017〕99 号文国网基建部关于印发变电站机械化施工技术导则（试行）的通知。遵循“标准化设计、工厂化加工、模块化建设、机械化施工”建设理念，按照全生命周期管理要求，加强设计创新、技术装备创新。有利于提高施工效率效益和安全质量水平，减轻施工现场人员劳动强度，减少人工投入，降低施工安全风险。实现工程全生命周期内安全可靠、技术先进、经济合理、节约环保、优质高效。

（1）四通一平

1) 场地平整

本工程为扩建工程，不涉及此项内容。

2) 道路

①主要设计方案

进站道路设计方案包括郊区型道路及郊区型道路。本站采用郊区型道路。

②关键工序及其机械施工

A 土方压实

采用振动压路机及打夯机压实路基，回填土压实系数达到 0.94。

B 混凝土浇筑

采用商品混凝土搅拌车运输，溜槽浇筑，用振捣棒和平板振动器振捣，混凝土抹光机收光。

C 沥青路面铺设

采用自卸汽车将商品沥青混凝土运输至施工现场，摊铺机进行沥青混凝土路面铺设，压路机压实。

(2) 建筑物施工

本工程为扩建工程，不涉及此项内容。

(3) 构筑物施工

1) 围墙

本工程为扩建工程，不涉及此项内容。

(4) 构支架

1) 设备支架

①主要设计方案

本站户外构支架结构型式主要为钢管结构。支架柱与基础连接方式主要采用螺栓连接。

②关键工序及其机械化施工

A 构件吊装

采用轮胎式起重机进行设备支架和横梁的吊装。

B 构件连接

采用电动扳手或气动扳手进行设备支架与预埋地脚螺栓之间的螺栓连接、设备支架与横梁之间的螺栓连接。

(5) 设备基础

1) 主要设计方案

主变等设备基础采用钢筋混凝土承台+条状支墩。

2) 关键工序及其机械化施工

①钢筋制作、绑扎

采用钢筋切断机进行断料和弯箍机进行弯曲制作，钢筋捆扎机绑扎。

②主要材料运输

采用平板运输车和自卸汽车进行钢筋、模板、地脚螺栓、预埋件的水平运输。

③混凝土运输和浇筑

采用混凝土运输车运输，混凝土泵送车现场布料浇筑，振动棒进行振捣。

(6) 电缆沟

1) 主要设计方案

本站现浇电缆沟采用钢筋混凝土结构。本站电缆沟规模主要有：0.6 米×0.8 米、0.6 米×0.6 米等规模。

①关键工序及其机械化施工

A 钢筋制作、绑扎

采用钢筋切断机进行断料和弯箍机进行弯曲制作，钢筋捆扎机绑扎。

B 主要材料运输

采用平板运输车和自卸汽车进行钢筋、模板等的水平运输；采用叉车进行盖板的水平运输。

C 混凝土运输和浇筑

采用混凝土运输车运输，混凝土泵送车现场布料浇筑，振动棒进行振捣。

(7) 基础施工

根据岩土工程勘察报告分析，场地内地下水主要为上层滞水及基岩裂隙水，无统一地下水位。雨季施工基础时应及时采取排水措施，无需做地基处理。

(8) 电气设备安装

1) 主要设计方案

本工程选用节能型三相三绕组油浸自冷有载调压变压器，户外安装。

2) 关键工序及其机械化施工

①设备就位

由设备厂家负责，采用轨道运输和千斤顶就位。

②芯部检查

钻检时采用干燥空气发生器对变压器内充入干燥空气。油箱内的含氧量达到18%以上，芯检人员进入变压器内部检查。变压器器身检查主要为夹件、绕组、绝缘等内部结构性部位。

变压器如需吊罩检查时采用轮胎式起重机将罩体吊起检查。

③附件安装

采用轮胎式起重机进行变压器附件安装，变压器附件包括电流互感器、散热片、联管、风机、油枕等，必要时使用高空作业车载人配合安装。

④套管安装

采用轮胎式起重机进行变压器各电压等级绝缘套管安装，并用高空作业车载人进行绝缘套管顶端将军帽紧固和引流板安装。

⑤真空处理

采用真空泵对安装完毕后的变压器进行真空处理。

⑥绝缘油过滤

现场应准备油罐接收绝缘油，采用真空滤油机进行过滤处理，变压器注油前应确认处理后的绝缘油是否合格。

⑦注油、热油循环

采用真空滤油机和真空泵配合进行变压器注油，注油过程中保持安装规程要求的真空度。

⑧室外吊装

当变压器采用室外安装方式时，器身检查可采用钻检。附件安装、套管安装采用室内天车或轮胎式起重机吊装。套管将军帽紧固和引流板安装采用升降平台载人作业。

2.2.9.2. 线路工程施工工艺

架空线路工程施工分为全过程机械化施工和传统人力施工。

全过程机械化施工：包括临时道路修建、物料运输、基础开挖、混凝土施工、组塔、架线施工、接地装置施工等七个方面。本工程运输条件差，线路工程通过

选线定位靠近已有道路走线，运输通道首先利用原有的道路系统。当乡村道路的宽度、路面质量等不能满足运输要求的，对其进行整修、拓宽，在无现有道路可利用的情况下，需开辟新的施工汽运道路。为了减少对原始地貌的破坏，基础施工使用旋挖钻机或冲击钻机开挖，采用抱杆分片组立与吊车分段组立相结合的方式进行杆塔组立施工。其他工艺同传统施工。

传统人力施工主要有：施工准备、基础施工、组装铁塔、导地线安装及调整几个阶段。对水土流失影响较大的是施工准备及基础施工两个阶段。

1、施工准备

施工准备阶段主要工作内容为：场地清理，施工临时道路开挖、塔基及道路开挖区域表土剥离、草皮保护，设置施工场地等。

(1) 施工临时道路布设

根据实际地形条件拟定临时道路走向，地形平缓的区域对道路通道进行适当平整，尽量避免大的开挖，地形起伏较大的区域用挖掘机等机械采用半挖半填的方式开挖临时道路，开挖前对挖方区域树木进行砍伐，在保证路面通行的条件下保留填方区域树木部分树干或树木整体，使其对填方边坡土体形成有效拦挡，同时按施工机械最小通行要求严格控制道路扰动范围，尤其堆土体下坡侧占压范围不能随意扩大。本工程临时道路修筑主要采用挖掘机、推土机、装载机、压路机等机械，运输机械主要采用轻型卡车、轮胎式运输车、履带式运输车等。

(2) 表土剥离

①施工准备

建好施工平面控制网、高程系统，按设计要求放出开挖高程及开挖边线。

②测量放样

表土剥离前，利用全站仪及水准仪进行测量放样，确定开挖范围、高程，并打（放）开挖范围、开挖深度控制桩线。

③表土剥离

根据测量放样，线路工程表土剥离采用人工剥离，采用铁锹、锄头清除施工场地表层土，就近堆放于存储区。考虑项目区表土厚度及施工条件等因素，表土剥离的厚度按 15cm~25cm。

④堆存保护

由于表土存储无压实度要求，因此按要求堆放在存储地后进行拍实即可，采取拦挡、苫盖等措施。

⑤表土回覆

土地平整后将表土运至回覆场地进行铺料、整平、压实，根据原占地类型、立地条件及环境绿化等需要，表土回覆厚度按 15cm~25cm 的标准。

2、基础施工

(1) 施工顺序

施工准备——孔口开挖——原材料运输——钢筋绑扎及模板安装——基础浇筑——基础养护及拆模——基坑回填——施工现场恢复。

(2) 主要施工工艺方法

施工准备：施工前做好施工图纸会检，基础施工原材料的取样、检验，施工人员的配备，施工器具的配备等。

孔口开挖：开挖基础孔应从上到下逐层进行，先挖中间部分的土方，然后扩及周边，有效地控制开挖的截面尺寸。根据坑基地质情况的不同，选取不同的开挖的工具，对地表的粉质黏土一般采用短柄铁锹、镐、锤、钎等工具，风化石宜采用风镐、风枪等工具进行开挖，开挖首节孔口土方时，事先应清除坑口附近的浮土、杂物，开挖出的弃土要及时清理。

原材料运输：材料运输提前选择好路线，对部分道路进行新增时以满足运输要求为原则，不得随意扩大占地面积。

钢筋绑扎及模板安装：钢筋绑扎原则上先进行底板钢筋的绑扎，再进行立柱钢筋绑扎；模板组装、模板安装、模板固定牢靠，模板吊装的各索具应连接可靠，且均匀受力。

基础浇筑：混凝土搅拌采用机械搅拌，混凝土拌和合格后应立即进行浇筑，浇筑时应先从一角或一边开始，逐渐浇到四周。

基础养护及拆模：拆模前后进行基础浇筑养护，基础达到拆模强度后方可拆模，拆模后应及时在基础内角进行支撑，以防止基础回填过程中根开及高差发生变化。

基础回填：基础回填时应均匀回填，且应在内角侧进行必要的支撑，防止基础发生位移；基础回填时应清除杂根、杂草等异物。

施工现场恢复：基础回填后剩余回填土在塔基占地范围内平摊，回覆表土，清理施工现场，恢复施工现场原有地形地貌。

（3）高低腿与不等高基础配合设计

为了减少挖方量、节省投资、少破坏植被，本工程铁塔采用全方位高低腿（长短腿）设计。铁塔长短腿的使用，由于不能做到无级调整，往往只能达到基本上同原自然地形、地貌吻合，会留下一定范围的高差需要用基础立柱高度去调整。

铁塔全方位长短腿与不等高基础的配合使用如下图。

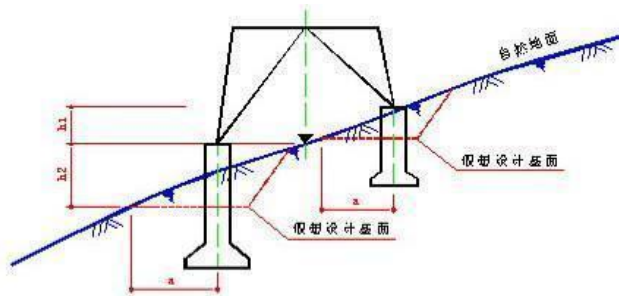


图 2.2-1 铁塔全方位长短腿与不等高基础应用一

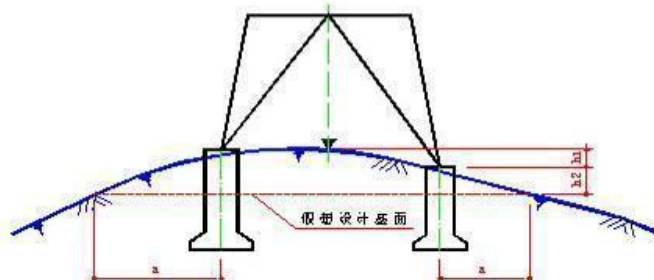


图 2.2-2 铁塔全方位长短腿与不等高基础应用二

（4）挡墙施工工艺

对易风化整体性差、裂纹多、软化系数低于 0.75 的岩石及未经凿面的大卵石不能采用，选用混凝土材质；挡土墙每隔 10~15m 应设置伸缩缝；地基性状和挡土墙高度变化处应设置沉降缝。缝宽 15~25mm，缝中应填塞沥青麻筋或其他有弹性的防水材料，填塞深度不应小于 150mm。挡土墙后面的填土，应优先选择透水性较强的填料。当采用粘性土作填料时，宜掺入适量的碎石。不得采用耕植土、膨胀性粘土等软弱有害的岩土体作为填料。挡土墙的基础嵌入原状土内应大于 500mm。施工工艺流程为施工前准备——测量放线——坡面修整——基础开挖——砂砾垫层铺设——基础、坡面浆砌—勾缝。石料砌筑时应清洗干净，表面湿润，砂浆应捣实饱满。所有石料应分层砌筑，当分段施工时，相邻段砌筑高度不大于 1.2m。

线路工程共设置塔基挡土墙 139m/383.7m³。

(5) 排水沟施工工艺

排水沟工程施工时先放出排水沟中线及边线，线位设好以后请监理检测，符合要求再进行下道工序。放好边沟沟底沟沿边线，并用白灰在地上画出，利用人工配合机械开挖，开挖至距设计尺寸 10~15cm 时，改以人工挖掘。人工修整至设计尺寸，不能扰动沟底及坡面原土层，不允许超挖。开挖清理完毕后，然后请监理检验。排水沟采用挤浆法分层砌筑每分层高度 10~15cm，分层与分层间的砌筑砌缝应大致找平，各工作层应相互错开，不得贯通。

本工程线路塔基排水沟主要布设在山坡侧汇水面的雨水及其它地表水对基面有冲刷影响的塔基处，共布设排水沟 115m/54.1m³。

防冻措施：在冻土层范围内的排水沟、挡土墙侧表面回填厚度不小于 200mm 的非冻胀性的中砂和粗砂来减小和消除切向冻胀力，并对与冻土直接接触的基础侧面表面进行压平、抹光处理。

3、组塔

工程杆塔安装施工采用分解组塔的施工方法。在实际施工过程中，根据杆塔的形式、高度、重量以及施工场地、施工设备等施工现场情况，确定正装分解组塔或倒装分解组塔。利用支立抱杆，吊装杆塔构件，抱杆通过牵引绳的连接拉动，随杆塔高度的增高而上升，各个构件顶端和底部支脚采用螺栓连接。

本阶段仅存在从加工厂运来的铁塔组件的堆放、组装，在搬运过程中对地面略有扰动，造成的水土流失轻微。

4、放紧线和附件安装

线路架线采用张力架线方法施工，不同地形采取不同的放线方法，目前多采用无人机架线，施工人员可充分利用施工道路等场地进行操作，不需新增占地，在线路穿越林地、河流水库等跨越段，可免除或减少砍伐放线通道和封江断航等代价高昂的作业。施工方法依次为：架空地线展放及收紧、展放导引绳、牵放牵引绳、牵放导线、锚固导线、紧线临锚、附件安装、压接升空、间隔棒安装、耐张塔平衡挂线和跳线安装等。

线路沿线设置牵张场，采用张力机紧线，一般以张力放线施工段作为紧线段，以直线塔作为紧线操作塔。紧线完毕后进行附件、线夹、防振金具、间隔棒等安

装。

架线施工中对交叉跨越情况一般采用占地和扰动均较小的搭建跨越架的方法，在需跨越的线路、公路、铁路的两侧搭建跨越架，跨越架高度以不影响其运行为准。

随着科学技术的进步，新材料、新技术的不断出现，无人机放线技术在输电线路放线施工中得到了广泛应用，具体施工工艺如下：

无人机放线：一般是在机身下悬挂一平衡重物，导引绳连接其上，在地面展放机械的配合下牵引飞过塔位。由塔上人员配合或机上操作人员借助导杆将导引绳放入牵引滑车槽内，再用导引绳牵引绳，通过相与相间渡绳等操作，最后用牵引绳牵放导线。

无人机放线应用在线路穿越林地、山区和江河跨越段，可免除或减少砍伐放线通道和封江断航等代价高昂的作业。

5、交叉跨越施工

架线施工中对交叉跨越情况一般采用占地和扰动均较小的搭建跨越架的方法，在需跨越的电力线路、等级公路、铁路的两侧搭建跨越架，跨越架高度以不影响其运行为准。交叉跨越施工包括跨越方案选择、跨越施工方案的准备、跨越架搭设、跨越放线施工、拆除跨越架。

线路跨越河流采用迪尼玛绳封网跨越技术，用迪尼玛绳作为跨越承载绳架设在跨越档间，使用跨越塔代替跨越架作为支撑。由于迪尼玛牵引绳的轻便且耐磨，极大地提高了跨越河流等的施工效率，极大地降低了施工作业的风险。

架线施工中对交叉跨越情况一般采用占地和扰动均较小的搭建跨越架的方法，在需跨越的国道的两侧搭建跨越架，跨越架高度以不影响其运行为准。交叉跨越施工包括跨越方案选择、跨越施工方案的准备、跨越架搭设、跨越放线施工、拆除跨越架。

线路跨越低等级电力线采用迪尼玛绳封网跨越技术，用迪尼玛绳作为跨越承载绳架设在跨越档间，使用跨越塔代替跨越架作为支撑。由于迪尼玛牵引绳的轻便且耐磨，极大地提高了跨越的施工效率，极大地降低了施工作业的风险。

2.3. 工程占地

经统计，本工程总占地面积 4.84hm^2 ，其中，永久占地 1.34hm^2 ，临时占地

3.50hm²。其中变电站扩建工程区占地 0.34hm²，塔基及塔基施工场地区占地 2.78hm²，其他临时施工场地区占地 0.80hm²，施工道路区占地 0.90hm²，电缆沟及电缆沟施工场地区占地 0.02hm²。

按土地利用现状划分，占用耕地 0.93hm²，园地 0.48hm²，林地 1.75hm²，草地 0.74hm²，公共管理与公共服务用地 0.94hm²。工程占地面积及类型统计详见下表。

表 2.3-1 工程占地统计表

项目分区			占地类型及面积（hm²）					合计	占地性质（hm²）		备注
			耕地	园地	林地	草地	公共管理与公共服务用地		永久占地	临时占地	
变电站扩建工程区							0.34	0.34	0.34		
小计								0.34	0.34		
线路工程	塔基及塔基 施工场地区	塔基	0.19	0.14	0.46	0.10	0.10	0.99	0.99		
		塔基施工场 地	0.36	0.25	0.84	0.17	0.17	1.79		1.79	
	小计							2.78	0.99	1.79	
	其他临时施 工场地区	牵张场	0.08			0.08	0.24	0.40		0.40	
		跨越施工场 地	0.18			0.18	0.04	0.40		0.40	
	小计							0.80		0.80	
	施工道路区	汽运道路	0.12	0.09	0.29	0.06	0.04	0.60		0.60	
		人抬道路			0.16	0.14		0.30		0.30	
	小计							0.90		0.90	
	电缆沟及电缆沟施工场地区					0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	
合计			0.93	0.48	1.75	0.74	0.94	4.84	1.34	3.50	

2.4. 土石方平衡

根据主体设计资料及现场查勘、测量，本工程挖方 0.50 万 m^3 （自然方，下同），填方 0.20 万 m^3 ，无借方，余方 0.30 万 m^3 在各塔基占地范围内摊平处理，并采取相应的水保措施进行防治，平摊高度不高于 40cm，夯实放坡后再覆土绿化，可达到自然稳定状态，不影响铁塔运行。本工程土石方量和土石方平衡见下表。

表 2.4-2 项目土石方平衡及流向表

工程分区		土方开挖（万 m³）		土石方回填（万 m³）		借方		余方	
		土石方	合计	土石方	合计	数量（万 m³）	来源	数量（万 m³）	去向
变电站扩建工程区		0.03	0.03					0.03	在塔基占地范围内摊平处理
线路工程区	塔基及塔基施工场地区	0.40	0.40	0.10	0.10			0.30	
	施工道路区	0.05	0.05	0.05	0.05				
	电缆沟及电缆沟施工场地区	0.02	0.02	0.02	0.02				
合计		0.50	0.50	0.17	0.17			0.33	

备注：上表数据全部为自然方。

2.5. 拆迁（移民）安置与专项设施改（迁）建

变电站扩建工程：本期扩建在变电站现有围墙范围内进行，无新征地。变电站征地范围内无其他杂物，无设施需要迁改。

线路工程：根据现场踏勘情况，结合主体设计资料分析，本工程雷波站出线段跨越房屋 18 处（其中 5 处需拆迁，13 处跨越），行政区域处于雷波县金沙镇。

拆迁安置费用由建设单位一次性货币补偿后，由地方政府负责落实移民的安置问题，补偿标准参照相关区、县（市）文件执行，后续签订拆迁合同时需明确拆迁安置区域以及拆迁建渣处理的水土流失防治责任，拆迁安置区域不纳入本工程防治责任范围。

2.6. 工程进度

本工程计划于 2026 年 12 月开工，2028 年 11 月建成运行，总工期为 24 个月。本工程土建施工无法避开雨季，应避免在雨天施工，并做好塔基排水措施和临时堆土的挡护措施，减少因降水冲刷而增加的水土流失量。工期详见下表。

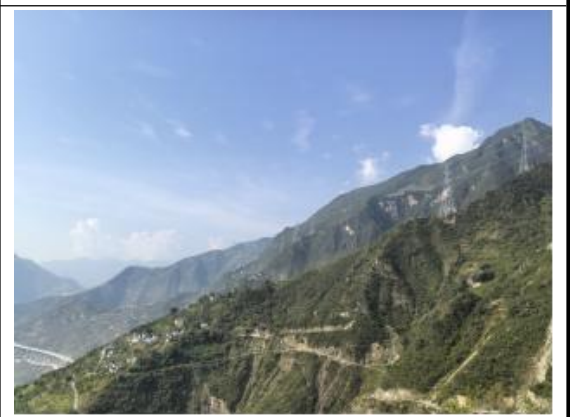
表 2.6-1 工程施工进度安排表

序号	工程内容	2026 年							2027 年												2028 年				
		6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5
变电站扩建工程	土建施工																								
	安装调试																								
线路工程	施工准备																								
	基础工程																								
	杆塔工程																								
	架线工程																								

2.7. 自然概况

2.7.1. 地形地貌

线路路径区位于四川省南部，区域地貌类型主要表现为侵蚀构造高中山、中山。线路总体走向西南—东北，沿线海拔高程在550~1800m，相对高差一般200~500m，最大达1000m，地形坡度25~45°，个别地段受岩性控制形成台阶状或陡崖，总体地形条件较差。区域内山体中部以下区域多分布村庄，有乡村公路和机耕道等与坡脚的省道相连接，交通条件一般。

	
现场图（一）	现场图（二）
	
现场图（三）	现场图（四）

2.7.2. 地质

2.7.2.1. 区域地质构造

线路区位于“川滇南北向构造带”与“四川盆地新华夏系沉降带”交接地带。路径区位于扬子陆块西缘，从西向东包括松潘—甘孜造山带、盐源前陆逆冲楔和川东陷褶束三个Ⅱ级构造单元。构造体系上处于著名的川滇南北向构造体系控制范围内，与线路相关的构造行迹有莫红背斜、牛牛寨背斜、峨边~金阳断裂，现分

述如下。

牛牛寨背斜：长度约 32km，东翼断失，西翼岩层倾角 50-80°，核部地层震旦系上统灯影组深灰色块状白云岩为主。

上田坝向斜：长度约 18km，宽 3km 左右，地层为二叠系岩层为主，两翼倾角 50-80°，轴部和西翼有断层破坏。

峨边～金阳断裂：北起峨边西北，向南经烟峰西、刹水坝、马颈子等地，于永善县大井坝附近交于莲峰断裂，长约 180km，主要断于古生界地层中，由马颈子断层（主断层）、上田坝断层、硝滩断层和金阳断层组成。总体产状南北倾西，倾角 50～70°，破碎带宽达数十米至百余米不等，主要由压碎岩、角砾岩、片状岩及断层泥组成，断层两盘影响带较宽，通常在 200～500m 以上，带内岩层揉皱挤压强烈。该断裂主要沿峨边～金阳一线的背斜轴部发育，是在强烈褶皱变动基础上发育的逆冲断裂，断裂西侧以南北向构造为主，东侧以北东向和北北西向构造为主，是一条对地层和构造发育有一定控制作用的区域性大断裂，但属切割较浅的地壳浅层断裂。晚更新世以来该断裂显示良好的稳定性，沿断裂的地震活动较弱，南段较北段更弱。线路于马史洛村与该断层大角度相交。

线路工程区区域构造发育，断裂活动性强，地震活动频繁，且强度大、频度高，区域稳定性整体较差。区内构造形迹以南北向为主，与线路路径均呈较大角度斜交，对局部地段塔位加强抗震设计后基本适宜建设。

2.7.2.2. 地层岩性

根据区域地质资料及现场踏勘调查和勘探，参照区域地质图、已有线路勘察设计资料，该区地层分布情况由新至老分述如下：

（1）第四系

第四系残坡积地层（ Q_4^{cl+dl} ）：主要为黏性土、含碎石黏性土、含黏土碎块石和碎块石。黏性土大多硬塑状，碎块石稍密—中密状，棱角状，成分多为砂泥岩、玄武岩、白云岩或灰岩。线路路径区范围内均有分布，分布厚度和塔位所处位置及基岩岩性有关，山顶或半坡约 1—3m，坡脚厚层区域 3—5m 不等。

第四系冰水堆积地层（ Q_3^{gl} ）：表层主要为黏性土、含碎石黏性土，下部岩性主要为泥砾或漂砾石：红色、红棕色，漂砾石母岩成分为粗砂岩、粉砂岩、砾岩和泥岩，粒径一般 5—20cm，多为半胶结状态，堆积杂乱，磨圆度差。厚度

10—50m。主要分布于雷波变电站出线段。

(2) 二叠系

二叠系上统峨眉山玄武岩 ($P_2\beta$)，主要由深灰、暗灰绿色致密块状、斑状、杏仁状玄武岩、玻璃质玄武岩，中部或底部夹一层玄武质砾岩、玄武凝灰质砂岩，柱状节理发育。路径区分布于孙家坪—刘家湾一带。

(3) 志留系

志留系下统龙马溪组 (S_1l)：灰黑色页岩、粉砂岩夹泥砂质灰岩。零星分布于田坝村附近。

(4) 奥陶系

奥陶系 (O_1) 地层：主要出露下统地层，岩性上部为浅肉红色、灰白色中细粒石英砂岩，间夹灰绿色泥岩和钙质、粉砂质砂岩等，下部为灰至深灰色生物碎屑灰岩，层状条带灰岩。呈条带状出露于马史洛村附近。

(5) 寒武系

寒武系 (ϵ) 地层：该层从下统的筇竹寺组 (ϵ_{1q})、沧浪组 (ϵ_{1c})、龙王庙组 (ϵ_{1l}) 和大槽河组 (ϵ_{1d})，到中统西王庙组 (ϵ_{2x}) 和上统二道水组 (ϵ_{3e}) 均有出露。筇竹寺组 (ϵ_{1q}) 岩性主要为黑色、灰黑色页岩及钙质粉砂岩夹泥灰岩；沧浪组 (ϵ_{1c})、龙王庙组 (ϵ_{1l}) 和大槽河组 (ϵ_{1d}) 岩性主要为紫红色、灰色细至粗粒的石英砂岩和泥岩，灰、深灰、灰绿色细至中粒的块状灰岩、白云岩、白云质灰岩；中统西王庙组 (ϵ_{2x}) 岩性主要为紫红色、砖红色粉砂岩，粉砂质泥岩夹杂色粉砂岩；上统二道水组 (ϵ_{3e}) 岩性主要为一套灰~深灰色中厚层状白云质灰岩，灰质白云岩及白云岩。该地层呈条带状、穹隆状交错出露于高田坝村—巴姑变电站一带的大部分地区。

(6) 震旦系

震旦系上统灯影组地层 (Z_{bd})：岩性主要为灰白色夹深灰色块状细晶白云岩和致密块状灰质白云岩，灰黑色含磷灰岩及含磷粉砂岩，含硅质团块和条带状硅质层。白云岩多具花纹状、葡萄状构造。该层上段普遍含磷，为区域内主要的磷矿层，岩性、岩相变化。该地层分布于线路牛牛寨附近区段。

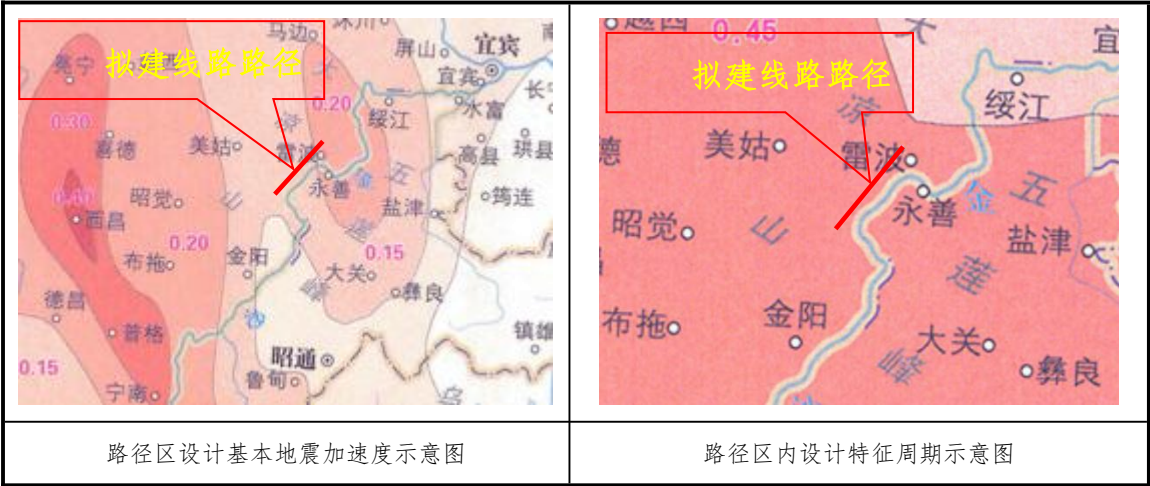
2.7.2.3. 地震动参数

工程区位于安宁河与则木河断裂带影响区及马边~盐津~大关强地震带，历

史上则木河断裂与安宁河隐伏断裂斜接复合部位的西昌—邛海附近是历史地震中心，强震频发；马边—盐津—大关强地震带位于峨边—金阳断裂带东侧，属多组不同向构造的交汇地带，宽约 50km，四川省内长 180km，近南北向展布并延入云南，以浅源地震为主，该带地震多为震群出现。

工程区内地震活动频繁，1900 年至今工程区 2~4 级地震共 127 次；4~5 级地震 40 次，地震时间集中在 2014 年至今；5~6 级地震 15 次，地震时间集中在 2012 年至 2014 年；2014 年 8 月 3 日昭通市寻甸县发生 6.5 级地震一次，1856 年黔江小南海地震为 6.25 级，1850 年西昌市和普格县交界处发生 7.5 级地震。

根据《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010，2016 年版）及《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015），按Ⅱ类场地考虑，雷波 220kV 变电站~孙家坪段（长约 2.2km）的设计基本地震动加速度值为 0.20g，对应的抗震设防烈度为 8 度；孙家坪~巴姑 110kV 变电站段的设计基本地震动加速度值 0.15g，对应的抗震设防烈度为 7 度。路径区特征周期为 0.45s，设计地震分组为第三组。



2.7.2.4. 水文地质条件

1、地下水类型及埋藏特征

线路沿线出露地层较多，按岩性及地下水的赋存形式，主要为松散岩类孔隙水、基岩裂隙水和碳酸盐岩类岩溶水三大类型。

a.) 松散岩类孔隙水

第四系松散岩类孔隙水主要分布于雷波变电站附近区段，主要接受大气降水及地表水补给，向低洼地段及河流下游排泄，地下水补给充分，径流条件好，水量丰富，水位受季节变化而变化，砂卵石、漂砾石为主要含水层，地下水一般埋深 5—15.0m，变幅 0-3m。在此类区域内立塔，雨季施工开挖时应考虑坑壁支护

及抽排水措施。

b.) 基岩裂隙水

基岩裂隙水主要赋存于非碳酸盐岩的构造裂隙和风化裂隙之中,其富水性及埋深受地形、地层岩性、构造及大气降水直接影响,因岩性差异大,地质构造作用强烈,其富水性差异很大,地下水埋深一般大于 15m,对杆塔设计和施工影响较小。

c.) 碳酸盐岩类岩溶水

岩溶水主要赋存于灰岩、白云岩等碳酸盐岩裂隙、溶沟、溶槽及溶洞中,其富水性及埋深受基岩溶蚀程度及岩溶发育形态、深度影响,地下水埋深一般大于 15m,对杆塔设计和施工影响较小。

2、地下水化学特征

根据《区域水文地质调查报告》,路径区地下水类型以 $\text{HCO}_3\text{-Ca}$ 、 $\text{HCO}_3\text{-Na}\cdot\text{Ca}$ 及 $\text{HCO}_3\text{-Ca}\cdot\text{Mg}$ 型为主,地下水矿化度较低,一般小于 0.5g/l,pH 值大多在 6.0-8.0 之间,为中性水。结合当地工程经验,拟建线路沿线地下水、地基土对混凝土结构、钢筋混凝土结构中的钢筋具有微腐蚀性;地基土对钢结构具微腐蚀性。

2.7.2.5. 不良地质作用

线路区域不良地质作用以滑坡为主,一般规模较小,易于避让。线路附近未发现崩塌、滑坡、泥石流等不良地质作用。无影响线路成立的环境地质问题。

2.7.3. 气象

本工程线路所经地区位于盆地西南边缘山区,金沙江下游北岸,受四川盆地湿润气候影响很大,具有接近盆地气候的特征,故而明显地不同于凉山州其他县市气候。冬半年高空主要受西风环流控制,水汽含量少。低空主要受源自四川盆地的偏北气流影响,因黄茅埂山脉和云贵高原的阻挡,大部分地区的大部分时间处于静止锋控制之下,气候阴冷、潮湿,高山地区云雾缭绕,雨雪日多,日照严重不足,降水量不多,强度不大。由于海拔高程差异大,受天然屏障与自然植被等诸多因素的影响,光、热、水等气象要素呈现立体分布,出现水平差异。

主要自然灾害有:低温、水灾、旱灾、雹灾、风灾、病虫害、地震、寒潮大雪、泥石流、滑坡。

本工程线路区域附近有雷波气象站。雷波气象站建站于 1954 年 1 月,原址

位于雷波杉树堡乡白沙一组山顶，观测场海拔 1474.9m，雷波气象站观测项目齐全，资料系列完整，观测、整编规范，与本工程属同一气候区，属小凉山金沙江河谷山丘气象代表站，原址大风资料系列代表性较好，是线路金沙江沿线及美姑河跨越的主要参证气象站。雷波气象站多年气象特征值见下表。

表 2.7-1 参证气象站多年气象特征值统计表

观测项目	雷波气象站
海拔高程 (m)	1474.9
平均气温 (°C)	12.0
极端最高气温 (°C)	34.3
极端最低气温 (°C)	-8.9
极端最低气温对应日均温 (°C)	-7.2
最冷月平均气温 (°C)	-0.1
平均相对湿度 (%)	84
最大风速 (m/s) 及其风向	25.8/NNE
全年主导风向	E
冬季主导风向	E
平均雷暴日数 (d)	55.5
最多雷暴日数 (d)	78

综合线路沿线雷波、美姑、昭觉气象站和观冰站观测资料，综合得出本工程线路通道沿线区域气温特征见下表。

表 2.7-2 线路通道沿线区域气温特征表

海拔高程 (m)	年平均气温 (°C)	极端最高气温 (°C)	极端最低气温 (°C)	最冷月平均气温 (°C)
900	15.0	37.3	-5.9	2.9
1500	12.0	34.3	-8.9	-0.1
1900	9.6	34.1	-10.7	-2.1
2400	6.6	31.6	-25.1	-4.6

雷波县多年平均气温 13.0°C，极端最低气温-8.9°C（1975 年 12 月 14 日），最大冻土深度 0.75m（1975 年 12 月），极端最高气温 34.3°C（1979 年 7 月 11 日），≥10°C 积温 3246.6°C，平均年降水量 829.6mm，2 年一遇 1 小时最大降雨量 67.2mm，5 年一遇 1 小时最大降雨量 57.5mm，10 年一遇 1 小时最大降雨量 51.5mm，20 年一遇 1 小时最大降雨量 44.1mm，2 年一遇 10min 最大降雨量 24.8mm，5 年一遇 10min 最大降雨量 21.2mm，10 年一遇 10min 最大降雨量 19.6mm，20

年一遇 10min 最大降雨量 17.1mm，相对湿度 83%，降雨主要集中在 6~9 月份。年蒸发量 961.9mm，无霜期 270 天，日照 1225h。

2.7.4. 水文

2.7.4.1. 区域水文地理概况

本工程地处四川省凉山州雷波县境内，在金沙江干流及其左岸支流美姑河流域内走线。

金沙江为长江上源段，发源于青海唐古拉山脉的格拉丹冬雪山北麓，干流始于青海省玉树县巴塘河口，至四川省宜宾市城区南与岷江汇合后称长江。从青海省玉树巴塘河口至云南省丽江纳西族自治县石鼓镇为金沙江上段，河长约 965km；从云南省石鼓镇至四川省宜宾市屏山县新市镇为金沙江中段，河长约 1220km，江水奔流在四川、云南两省之间；从四川省新市镇至宜宾市区岷江口为金沙江下段，河长约 106km。

金沙江洪水是由融雪（冰）洪水和暴雨洪水形成，以暴雨洪水为主。暴雨主要产生在北纬 28°以南的干流奔子栏至雅砻江泸宁一线以南和安宁河以东地区。洪水一般发生在 6 月下旬至 10 月中旬，尤以 7 月~9 月最为集中。由于流域面积大，降雨历时一般较长，汛期 6 月~10 月，平均每月雨日可达 20 天左右，造成洪水连续多峰，汛期 6 月~10 月水量占全年水量的 74%~81%，其中 7 月—9 月占全年水量的 53%~61%，最大月（上段出现在 7、8 月，中下段出现在 8、9 月）水量占年水量的 19%~22%，约占汛期水量 1/4 以上。最大洪峰上段多出现在 7 月或 8 月，中下段多发生在 8 月或 9 月。一次洪水持续时间最短约 10 天左右，最长达 30 天左右，多年平均 15 天洪量约占 60 天洪量的 1/3，60 天洪量超过汛期洪量的一半。金沙江干流金江街以下调查历史洪水均以 1924 年为最大，重现期相当于 60 年~120 年一遇，屏山站推算最大洪峰流量达 36900m³/s，巧家站为 32700m³/s，攀枝花站为 17500m³/s。

金沙江干流与本工程相关的水利水电工程有已建的溪洛渡水电站。溪洛渡水电站位于四川省雷波县和云南省永善县交界的金沙江下游河段，P=0.01%水库校核洪水位 607.94m，P=0.1%水库设计洪水位 600.70m，正常蓄水位 600m，汛期限制水位 560m，死水位 540m，水库回水长 199km，总库容 126.7 亿 m³，坝顶高程 610m。

美姑河系金沙江左岸一级支流，发源于美姑县西北阿米特洛山椅子垭口，流经美姑、昭觉、雷波等三个县境，在雷波县沙子坪汇入金沙江，河长 162km，流域面积 3236km²，河口多年平均流量 70.7m³/s。美姑河系不通航河流。

2.7.4.2. 线路水文

本工程线路在巴姑乡米西洛跨越美姑河一次，在西苏角特大桥北侧跨越西苏角河一次，跨河处位于溪洛渡水电站库区，跨河塔位均位于两岸高山坡，初拟跨河塔位有地形利用（初拟塔位高程高于 800m），跨越档距约 1km，溪洛渡水电站正常蓄水位 600m，因此跨河塔位不受溪洛渡水电站蓄水淹没影响。

本工程多沿金沙江干流及美姑河两岸山坡走线，沿线塔位远高于溪洛渡水电站正常蓄水位，不受溪洛渡水电站蓄水淹没影响。

美姑河跨越段属溪洛渡水电站库区，经现场勘查，河槽高差和河床比降小、河道平面摆幅较小，库区形成后跨越河段河势稳定，不会发生较大的河道变迁，结合网络卫星影像图，综合判断本工程跨越美姑河不受其 30 年一遇河道变迁影响。

2.7.5. 土壤

项目区境内土壤类型有紫色土、石灰（岩）土、水稻土、潮土、泥炭土、红壤、黄棕壤、暗棕壤、山地草甸土和亚高山草甸土等 9 个土类、13 个亚类、39 个土属、72 个变种。按类型分为：水稻土 0.7%，冲击土 0.2%，紫色土 8.1%，黄壤 48.9%，红壤 5.7%，黄棕壤 15.0%，暗棕壤 9.5%，亚高山草甸土 6.6%，石灰岩土 0.3%，水面和难利用地 5.0%。由于县境内地势高低悬殊，土壤垂直分布带十分明显，其分布规律为：600—1600m 为山地黄壤，1601—2000m 为山地黄棕壤，2001—2200m 为山地棕壤，2201—2500m 为山地灰棕壤，2501—3500m 为山地棕色灰化土，3501—4000m 为高山草甸土。

2.7.6. 植被

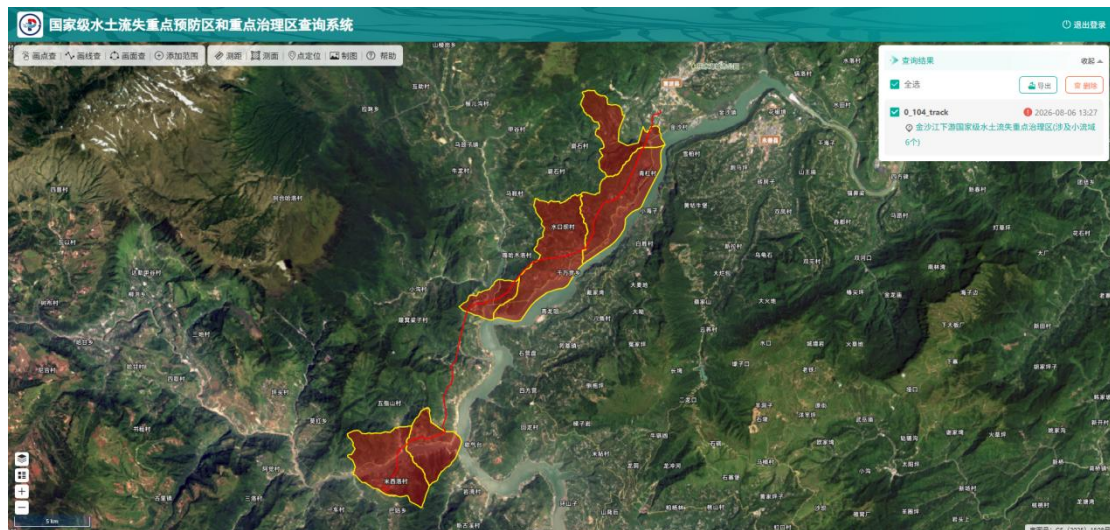
本工程沿线植被：海拔 1600m 以下主要为半干旱灌丛及阔叶林带，以柳、蔷薇、绣线菊及禾草、莎草、蒿类为主，自然生长高 10—15m；海拔 2500m 以下主要为针阔混交林带，以桦木、山杨、高山栎为主，自然生长高 15—20m。

根据雷波县林草局收资了解及现场踏勘情况，本工程线路区域树木较多，主要有阔叶林，灌木丛，草甸以及核桃树、脐橙树等经济作物。

2.7.7. 水土保持敏感区及其他敏感区

根据《水利部办公厅关于做好国家级水土流失重点预防区和重点治理区落地上图成果应用的通知》（办水保〔2025〕170号）和《四川省省级水土流失重点预防区和重点治理区划分成果》（川水函〔2017〕482号），项目涉及国家级水土流失重点预防区和重点治理区，项目所在的雷波县属于“金沙江下游国家级水土流失重点治理区”。

经现场调查，本工程选址（线）不涉及河湖管理范围、永久基本农田、水功能一级区的保护区和保留区、自然保护区、世界文化和自然遗产地、风景名胜区、森林公园、地质公园、饮用水水源保护区、重要湿地、生态脆弱区；不涉及河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带；不在全国水土保持监测网络中的水土保持监测站点、重点试验区范围等水土保持敏感区。



本工程涉及国家级两区查询结果截图（涉及金沙江下游国家级水土流失重点治理区）

经现场调查，本工程选址（线）不涉及河湖管理范围、水功能一级区的保护区和保留区、自然保护区、世界文化和自然遗产地、风景名胜区、森林公园、地质公园、重要湿地、生态脆弱区；不涉及河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带；不在全国水土保持监测网络中的水土保持监测站点、重点试验区范围等水土保持敏感区。

其他水土保持敏感区：

（1）本工程“报县级人民政府自然资源主管部门 36.4 千米，新建塔基合计 99 个，涉及占用永久基本农田 0.06 公顷（5 基涉及占用永久基本农田）”，依据《永久基本农田保护红线管理办法》，第二十一条依法可以按照原地类管理的

架空电力传输线路、通信设施涉及的点状杆、塔确实难以避让永久基本农田的，应当在不妨碍机械化耕作的前提下，尽可能沿田间道路、沟渠、田坎铺设。铺设方案应当对永久基本农田的不可避免性以及耕作的影响进行论证。

2026年7月，四川美卓电力设计有限公司编制完成《雷波-巴姑110kV线路工程塔基占用永久基本农田不可避免性论证报告》，论证结论为“经论证项目确实难以避让永久基本农田，不可避免地需要占用永久基本农田，塔基占地按照原地类管理，土地性质未发生变化，本工程对永久基本农田的影响仅限于铁塔对农田的影响，占地仅限于塔腿周边小块用地，不影响其他区域耕种，对永久基本农田的保护影响极小。”

(2) 根据本工程初步设计资料，本工程线路在千万贯乡石板滩村附近穿越千万贯乡千万贯村煤炭沟集中式饮用水水源地二级保护区，对水源地一级保护区已进行避让。此外，本工程于2026年4月8日取得凉山彝族自治州雷波生态环境局文件《凉山彝族自治州雷波生态环境局关于核查雷波县巴姑110千伏输变电扩建工程线路路径范围的复函》。

综上本工程选址选线不涉及河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带，不涉及全国水土保持监测网络中的水土保持监测站点和重点试验区，没有占用国家确定的水土保持长期定位观测站。主体设计选线避开了水功能一级区的保护区和保留区、自然保护区、风景名胜区等。

3. 项目水土保持评价

3.1. 主体工程选址（线）水土保持评价

3.1.1. 主体工程选线水土保持制约性因素分析与评价

3.1.1.1. 与《中华人民共和国水土保持法》的符合性分析

根据《中华人民共和国水土保持法》第十七条、第十八条、第二十四条、第二十八条、第三十八条之规定，符合批准条件，详见表 3.1-1。

表 3.1-1 《中华人民共和国水土保持法》的符合性对照分析表

《中华人民共和国水土保持法》规定	本工程情况	相符性分析
第十七条地方各级人民政府应当加强对取土、挖砂、采石等活动的管理，预防和减轻水土流失。禁止在崩塌、滑坡危险区和泥石流易发区从事取土、挖砂、采石等可能造成水土流失的活动。	本工程不单独设置取料场。	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。	本工程不在我国水土流失严重、生态脆弱区内。	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。	项目无法避开金沙江下游国家级水土流失重点治理区，本方案提高水土流失防治标准，并优化施工设计、减少工程建设扰动地表面积。	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的专门存放地，并采取措施保证不产生新的危害。	对开挖的土石方尽量综合利用，本工程无永久弃渣，不存在乱堆乱弃。	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。	本工程施工前对场地进行表土剥离并集中保护。	符合法律要求

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

对本工程进行与《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）符合性的对照分析，本工程符合《生产建设项目水土保持技术标准》要求，详见表 3.1-2。

表 3.1-2 与《生产建设项目水土保持技术标准》的符合性对照分析表

项目	约束性规定	工程执行情况	评价结论
工程选(址)线	1、选址(线)必须兼顾水土保持要求。应避让水土流失重点预防区和重点治理区; 2、选(址)应避让河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带; 3、选(址)线应避开全国水土保持监测网络中的水土保持监测站点、重点试验区,不得占用国家确定的水土保持长期定位观测站。	1、本工程选址无法避开金沙江下游国家级水土流失重点治理区,已提高防治标准、优化施工工艺,减少扰动破坏地表,有效控制水土流失; 2、占地范围不在河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带内; 3、占地范围内无监测站、试验站和观测站。	满足要求
料场选址	1、严禁在崩塌和滑坡危险区、泥石流易发区设置取土(石、料)场;2、应符合城镇、景区等规划要求,并与周边景观相协调;3、在河道取土(石、砂)应符合河道管理的有关规定;4、应综合考虑取土(石、砂)结束后的土地利用。	本工程不涉及取土场。	满足要求
弃渣场选址	1、严禁在对公共设施、基础设施、工业企业、居民点等有重大影响区域设置弃土(石、渣、灰、矸石、尾矿)场;2、涉及河道的应符合河流防洪规划和治理导线的规定,不得设置在河道、湖泊和建成水库管理范围内;3、在山丘区宜选择荒沟、凹地、支毛沟,平原区宜选择凹地、荒地,风沙区宜避开风口;4、充分利用取土(石、砂)场、废弃采场、沉陷区等场地;5、应综合考虑弃土(石、渣、灰、矸石、尾矿)结束后的土地利用。	本工程不设置弃渣场。	满足要求
工程施工	1、施工活动应控制在设计的施工道路和施工场地内; 2、施工开始时应首先对表土进行剥离和保护,剥离的表土应集中堆放,并采取防护措施; 3、裸露地表应及时防护,减少裸露时间;填筑土石方时应随挖、随运、随填、随压; 4、临时堆土(石、渣)应集中堆放,并采取临时拦挡、苫盖、排水、沉沙等措施; 5、开挖土石和取料场地应先设置截排水、沉沙、拦挡等措施后再开挖。不得在指定取土(石、料)场以外的地方乱挖; 6、取土(石、砂)场地开挖前应设置截(排)水、沉沙等措施; 7、土(石、料、渣、矸石)方在运输过程中应采用保护措施,防止沿途散溢。	1、本工程施工场地位于占地范围内; 2、本方案动工前进行表土剥离,并对表土进行保护; 3、施工过程中已对裸露地表采取防雨布苫盖措施,填筑土方已做到随挖、随运、随填、随压; 4、本工程临时堆土采取集中堆放的方式减少占地并采取了堆土防护措施; 5、本工程不涉及取料场; 6、本工程不涉及取土(石、砂)场地。 7、本工程不产生弃方。	通过水土保持方案提出完善措施,工程施工可以满足约束性规定要求。

3.1.1.3. 无法避开国家级水土流失重点治理区分析

根据水利部《全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果》（办水保〔2013〕188号），工程所在的凉山彝族自治州雷波县属金沙江下游国家级水土流失重点治理区，本工程无法避让。

本工程线路在雷波 220kV 变电站出线段根据规划部门意见，同时受已建高压电力线路、密集居民区等因素限制，路径方案相对唯一。线路进入巴姑乡后受巴姑磷矿采矿区、地质滑坡区限制，在巴姑 110kV 变电站进线段路径方案唯一。

根据现场踏勘及相关部门收资调查情况，针对孙家坪~小马颈子段路径初步拟定了东支方案作为对比方案，针对马史洛村~花生堡段路径初步拟定了北支方案作为对比方案。

1、孙家坪~小马颈子段路径方案选择

孙家坪~小马颈子段路径主、西支方案比较如下：

1) 路径长度：西支方案比东方案短 0.7km，西支方案较优。

2) 冰区划分：西支方案有 10mm、15mm、20mm 三种冰区，10mm 冰区 7.3km，15mm 冰区 4.0km，20mm 冰区 1.8km；主方案有 10mm、15mm、20mm 三种冰区，10mm 冰区 12.7km，15mm 冰区 0.3km，20mm 冰区 0.8km；西支方案比东方案 20mm 冰区长 1.0km，15mm 冰区长 3.7km。一般来说，冰区越重，施工难度、运维风险和工程投资均将增加。因此，冰区划分方面，主方案更优。

3) 地形地质：主方案山地：高山=66.6%：33.4%，西支方案山地：高山=59.9%：40.1%；东方案坚土：松砂石：岩石=4.6%：35%：60.4%，西方案坚土：松砂石：岩石=5%：30%：65%。主方案高山和岩石占比较低，地形地质条件方面，主方案更优。

4) 交通运输：主方案沿省道 S307 走线，且沿线有交叉的乡村公路可利用；西支方案沿线仅有交叉的乡村公路可利用，部分区段离公路较远，交通条件较差。

因此，交通运输方面，主方案更优。

5) 投资：西支方案比东方案冰区更重，地形地质条件更差，交通运输条件也较差，经初步计算，其投资较主方案增加约 160 万。因此，投资方面，主方案更优。

综合考虑技术、经济、施工运维、安全稳定等多方面因素，本工程线路在孙

家坪~小马颈子段推荐采用东方案。

2、马史洛村~花生堡段路径方案选择

马史洛村~花生堡段路径主、北支方案比较如下：

1) 路径长度：北支方案比主方案短 0.5km，北支方案较优。

2) 冰区划分：北支方案有 10mm、15mm、20mm、30mm、40mm 五种冰区，10mm 冰区 2.7km, 15mm 冰区 1.7km, 20mm 冰区 3.2km, 30mm 冰区 0.8km, 40mm 冰区 0.4km；主方案只有 10mm、15mm、20mm 三种冰区，10mm 冰区 6.1km, 15mm 冰区 2.6km, 20mm 冰区 0.6km；北支方案比主方案 40mm 冰区长 0.4km, 30mm 冰区长 0.8km, 20mm 冰区长 2.6km。一般来说，冰区越重，施工难度、运维风险和工程投资均将增加。因此，冰区划分方面，主方案更优。

3) 地形地质：主方案山地：高山=51%：49%，北支方案山地：高山：峻岭=40.4%：46%：13.6%；南方案坚土：松砂石：岩石=3.3%：35%：61.7%，北支方案坚土：松砂石：岩石=4.3%：28.7%：67%。主方案高山峻岭和岩石占比较低，地形地质条件方面，主方案更优。

4) 交通运输：主方案沿省道 S307 走线，且沿线有交叉的乡村公路可利用；北支方案沿线仅有部分交叉的乡村公路可利用，部分区段离公路较远，交通条件较差。因此，交通运输方面，主方案更优。

5) 投资：北支方案比主方案冰区更重且有 40mm 特重冰区，地形地质条件更差，交通运输条件也较差，经初步计算，其投资较主方案增加约 290 万。因此，投资方面，主方案更优。

综合考虑技术、经济、施工运维、安全稳定等多方面因素，本工程线路在马史洛村~花生堡段推荐采用主方案。

综上，线路自雷波 220kV 变电站架空出线后，沿采用电缆敷设至变电站东侧转为架空，平行 220kV 美雷、苏雷同塔双回线路向南沿省道 S307 走线，经孙家坪、五官乡、梅一村至石板滩村附近穿越千万贯村煤炭沟集中式饮用水水源地二级保护区，随后避让了石板滩磷矿普查（省地勘基金项目）区，之后经小马颈子，在小河附近跨越 110kV 拉咪~巴姑线，于丰家坪村附近跨越 35kV 拉咪~千托线、拟建沿江宜金高速，钻越 500 千伏建徐线、±800kV 白浙线，并平行±800kV 白浙线向西南走线，经马史洛村后，线路在中寨村附近钻越 500 千伏建徐线、

±800kV 白浙线；在棉花坪附近跨越牛牛寨南矿区磷矿巷道区域，跨越 35kV 拉咪~千托线、110kV 拉咪~巴姑线，钻越 220kV 美雷、苏雷同塔双回线路，之后右转平行 220kV 美雷、苏雷同塔双回线路向西南走线，再次跨越 110kV 拉咪~巴姑线，于花生堡附近跨越省道 S307 和溜筒河，在米西洛附近穿越梯戈—瓦杂姑铅锌多金属及磷矿（扩大勘查范围）勘探区，跨越 35kV 巴姑~千托线后连续左转进入巴姑 110kV 变电站。

线路全长约 36.4km，其中，电缆线路路径长度约 0.1km，架空线路路径长度约 36.3km，曲折系数 1.18，沿线海拔高度 850m-1800m，所经区域隶属凉山州雷波县管辖，沿线经过金沙镇、五官乡、千万贯乡、上田坝乡、大坪子乡、巴姑乡 6 个乡镇。

根据《水利部办公厅关于做好国家级水土流失重点预防区和重点治理区落地上图成果应用的通知》，本工程涉及两区中金沙江下游国家级水土流失重点治理区 6 个小流域。

本工程开展了线路路径方案优化工作，经多次优化调整，线路路径通过“两区”变化情况为：涉及林区线路路径长度减少 4.8km，施工过程中建设单位充分考虑利用地形、地貌，合理选择施工工艺、施工方式，使工程建设对周围环境影响降至最小，有效治理因项目建设造成的新增水土流失，使项目建设区的水土流失基本得到控制，生态环境得到一定程度的恢复和改善。

本方案实施后，本工程水土流失防治责任范围内因工程建设造成的新增水土流失得到有效治理。根据水土保持措施实施效果分析测算，可治理水土流失面积 4.84hm²，减少水土流失量 443.29t，恢复林草植被面积 2.65hm²，临时堆土挡护量 0.79 万 m³，表土剥离及保护量 0.235 万 m³。通过水土保持措施治理后，至设计水平年末，项目区水土流失治理度可达到 99.79%，土壤流失控制比达到 1.25，渣土防护率达到 98.65%，表土保护率达到 97.92%，林草植被恢复率达到 99.25%，林草覆盖率达到 54.13%。

3.1.1.4. 结论及建议

通过逐条对照《中华人民共和国水土保持法》《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018），项目区不属于水土流失严重和生态脆弱区，不属于国家重要江河，项目区域未涉及国家水土保持监测网络中的水土保持监测站点和

重点试验区，未通过湿地等环境敏感区域，并避开了滑坡、崩塌、泥石流等不良地质区。但工程位于“金沙江下游国家级水土流失重点治理区”，施工过程中建设单位充分考虑利用地形、地貌，合理选择施工工艺、施工方式，使工程建设对周围环境影响降至最小，有效治理因项目建设造成的新增水土流失，使项目建设区的水土流失基本得到控制，生态环境得到一定程度的恢复和改善。在此基础上符合水土保持技术要求，项目建设可行。

总体评价认为：工程选址（线）满足《中华人民共和国水土保持法》和《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）的要求，项目涉及“金沙江下游国家级水土流失重点治理区”，施工期间加强管理和水土保持措施布设后，可有效改善水土流失现状，工程选址基本可行。

3.2. 建设方案与布局水土保持评价

（1）变电站扩建工程利用已建变电站已有生活用水作为施工用水使用，施工用电从变电站站用变压器取电。场地内各项设施布设紧凑，工程在施工布置上，遵循因地、因时制宜、有利生产、方便生活、易于管理、安全可靠、经济合理的原则，集中在项目征地范围内，减少开挖扰动破坏面积，符合水土保持等相关法律法规的要求。

（2）本工程土石开挖与填筑避免雨天施工，根据项目区气候特点和降雨分布规律，减少降雨冲刷松散土体造成的水土流失。

（3）本工程主体工程建设过程中土石方通过内部调运和综合利用，无弃方。

（4）由于本工程所用的水泥、砂石及其他建材等都从当地合法料场购买，不自备取料场、砂石加工场，也减少了施工工场的设置，施工所用砂石等建筑材料将通过合理安排，堆放于项目区内，不涉及临时占地。

综上，从水土保持角度来看，本工程建设方案符合水土保持要求，是合理可行的。

3.3. 工程占地评价

项目占地面积 4.84hm^2 ，其中永久占地为 1.34hm^2 ，临时占地为 3.50hm^2 。工程占地基本符合水土保持要求。工程布置基本合理，通过优化施工方案，合理安排施工时序，控制扰动范围；在临时占地范围内设置了临时堆土场，可以满足表土及土石方的堆放。因此，从水土保持方面考虑，项目占地合理。

总体评价认为：工程占地满足《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）的要求，不存在绝对的水土保持制约因素，从水土保持角度分析，项目占地基本可行。

3.4. 土石方平衡评价

3.4.1.1. 土石方平衡分析

经调查统计，本工程挖方 0.74 万 m^3 （含表土 0.24 万 m^3 ，自然方下同），填方 0.41 万 m^3 （含表土 0.24 万 m^3 ），无借方，余方 0.33 万 m^3 在各塔基占地范围内摊平处理，并采取相应的水保措施进行防治，平摊高度不高于 30cm，夯实放坡后再覆土绿化，可达到自然稳定状态，不影响铁塔运行。

从水土保持角度分析，本工程的土石方平衡综合考虑工程建设的实际情况，并结合项目区地形地貌特征，充分考虑该项目工程特点，最大限度地减少水土流失。综上所述，本工程土石方利用基本合理，满足相关规定和要求。

3.4.1.2. 余土处置合理性分析

线路工程塔基占地范围内不能及时回填的开挖土，塔基施工期间临时堆放至塔基施工场地进行防护，施工结束后将余土运至塔基占地范围内平摊，运距约 10m，塔基余土平均堆高不高于 30cm。因此线路工程余土在塔基占地范围内平摊的处置方式既可减少余土转运造成的水土流失，也可减少另设弃渣处置点造成的水土流失，处置方式合理可行。

3.4.1.3. 工程土石方资源化、减量化分析

主体设计通过优化路径方案，减少塔基数量，采用长短腿铁塔与高低基础配置，减少基面开挖，主要采用挖孔桩基础和灌注桩基础施工，减少了土石方开挖量；通过余土在塔基占地范围内摊平处理，减少了外弃土石方量约 0.40 万 m^3 ，符合弃渣减量化要求。

从水土保持角度分析，主体工程设计合理，余土综合利用和就地处置，总体分析，工程尽量做到了土石方减量化和资源化，项目土石方调配符合水土保持要求。

3.5. 取土场设置评价

本工程所需原材料通过购买获得，不涉及取土场。

3.6. 弃渣场设置评价

本工程不存在永久弃渣，未设置弃渣场，符合水土保持要求。

3.7. 施工方法与工艺评价

本工程施工过程中加强施工组织管理，采用先进的施工方法与工艺。施工过程中采用机械施工与人工施工相结合的方法，统筹、合理、科学安排施工工序，避免重复施工和土方乱弃，施工组织大纲中增加水土保持要求，施工单位严格按照施工组织大纲施工。

本工程采用路径方案优化、材料节省等方面的措施，达到依靠科学技术、降低消耗，合理利用土地资源，提高资源利用效率，切实保护生态环境的目的。推广采用节水、环保的先进技术设备和工艺，有利于资源节约和综合利用，从源头杜绝能源的浪费。这些措施必将带来经济效益和社会效益，同时具有良好的水土保持效益。

输电线路施工过程中主体设计注重加强表土资源的保护，根据地形地质情况，尽量减少地表扰动和土石方开挖；塔基施工时，随挖随浇注基础，减少基坑暴露时间，有利于水土流失的防治；采用先进施工架线工艺，减少对沿线植被的破坏；施工道路尽量利用沿线已有的道路，以上措施均符合水土保持技术要求。

工程施工尽量避开阴雨天气施工，严禁大雨期间进行回填施工，并应做好防雨及排水措施，减少暴雨及径流冲刷产生的水土流失，减少施工过程中的水土流失影响。施工过程中产生的弃渣应及时处理，堆放期间做好临时防护，避免产生较大的水土流失影响。

3.7.1. 主体工程设计中具有水土保持功能工程的评价

3.7.1.1. 变电站扩建工程区中具有水土保持功能工程的评价

根据《水利部办公厅关于印发生产建设项目水土保持方案审查要点的通知》（办水保〔2023〕177号）要求：“变电站应优先采用植草防护措施，干旱区可采用碎石压盖措施”。由于原变电站配电装置场地均采用碎石压盖的方式处理，主体设计按原场地处置方式恢复碎石地坪，碎石铺垫厚度为100mm，碎石底部采用100mm厚3:7灰土封闭，变电站扩建工程区需碎石铺垫500m²。

3.7.1.2. 塔基及塔基施工场地区中具有水土保持功能工程的评价

本工程主体工程设计中该区具有水土保持功能的措施有挡墙，浆砌石材料，工程量为139m³/383.7m³。主体工程设计中该区具有水土保持功能的措施有排水

沟,浆砌石材料,工程量为 115m/54.1m³,排水沟断面尺寸范围为 400mm×400mm。

3.7.1.3. 主体工程设计的水土保持措施综合分析评价

表 3.3-1 主体工程设计中水土保持措施工程量统计表

防治分区	措施类型	措施项目	单位	数量	单价（元）	总投资（万元）
变电站扩建工程区	工程措施	碎石铺垫	m²	500	100	5.00
塔基及塔基施工场地 区	工程措施	浆砌石挡墙	m³	139m/383.7m³	2990.79	41.57
		浆砌石排水沟	m³	115m/54.1m³	2990.79	34.39
合计						80.96

4. 表土资源保护与利用

4.1. 表土资源调查与评价

4.1.1. 表土资源调查

本工程表土资源调查范围为工程征占地范围，包括变电站扩建工程区、塔基及塔基施工场地区、其他施工场地区、施工道路区、电缆沟及电缆沟施工场地区占地，面积共计 4.84hm²。调查内容主要为表土可剥离厚度、质地、地形坡度、可视杂物、地面平整度等。

2025 年 11 月，四川美卓电力设计有限公司编制完成了《雷波县巴姑 110 千伏输变电扩建工程岩土工程勘察报告》，地勘报告中提出了地层岩性情况，本方案直接采用其成果资料。

根据对项目区表土资源现场调查，项目区耕地、园地表土厚度约 20~40cm，林地和草地表土厚度约 10~30cm。经统计，项目区表土资源分布面积共计 1.46hm²，共有表土 0.24 万 m³。

表 4.1-1 表土资源统计表

工程分区	可剥离土地类型	剥离面积 (hm ²)	剥离厚度 (cm)	剥离量 (万 m ³)
塔基	耕地、园地	0.33	20~40	0.07
	林地、草地	0.56	10~30	0.08
	小计	0.89		0.15
汽运道路	耕地、园地	0.21	20~40	0.04
	林地、草地	0.35	10~30	0.05
	小计	0.56		0.09
电缆沟及电缆沟施工场地区	草地	0.01	10~30	0.003
	小计	0.01		0.003
合计		1.46		0.24

沿线地形	10mm 冰区	山地 77%，高山 23%
	15mm 冰区	山地 18.5%，高山 81.5%
	20mm 冰区	高山 100%
沿线地质	10mm 冰区	坚土 5%，松砂石 35%，岩石 60%（Ⅲ类土 5%，Ⅳ类土 35%，较软岩 35%，较坚硬岩 25%）
	15mm 冰区	松砂石 35%，岩石 65%（Ⅳ类土 35%，较软岩 35%，较坚硬岩 30%）

16



雷波县巴姑 110 千伏输变电扩建工程		岩土工程勘察报告
	20mm 冰区	松砂石 35%，岩石 65%（Ⅳ类土 35%，较软岩 35%，较坚硬岩 30%）

表土厚度调查照片如下：



4.1.2. 表土资源评价

根据《表土剥离及其再利用技术要求》（GB/T45107-2024），项目表土的质量评价和等级分类应符合附录 B 的规定。分析得出项目土壤层次发育和肥力尚可、有一定的剥离难度经处理后方可达到剥离条件，确定剥离表土质量等级为二类表土，满足剥离要求。

4.2. 表土保护方案

4.2.1. 表土剥离保护

（1）剥离原则及区域

变电站扩建工程区为碎石铺垫，无表土可剥离。

对于线路工程，本方案拟对工程开挖扰动的耕地、园地、林地、草地的表土进行剥离。本工程线路主要剥离区域为塔基占地和涉及土石方开挖的施工道路区域，施工结束后用于恢复植被或恢复土地生产力，可保护土壤资源、使土地可持续利用。

对施工扰动较轻（扰动深度小于 20cm）的区域以及不涉及土石方开挖扰动的区域表土按少扰动、少破坏的原则不进行剥离，可采取隔离地表的保护措施，如塔基施工临时占地采取防雨布隔离措施，牵张场占地区域采取棕垫隔离地表以及部分施工便道采取铺设钢板等措施。

（2）剥离厚度

表土的剥离厚度应结合施工区域土层厚度、肥沃程度以及后续利用方向（绿化）等确定。

由于长期的耕作、种植，表层土相对较厚且分布较均匀，耕地、园地一般为 20~40cm，林地和草地一般为 10~30cm。

根据调查分析结果，项目区耕地、园地表土厚度为 20cm，林地、草地表土厚度为 10cm。项目总占地 4.84hm²，剥离表土面积 1.46hm²，剥离表土量 0.24 万 m³。

4.2.2. 表土就地保护

根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）规定“临时占地范围内扰动深度小于 20cm 的表土可不剥离，宜采取铺垫等保护措施”。本工程塔基施工临时占地、牵张场、跨越场、施工道路（不涉及土石方开挖路段）、人抬道路等施工临时占地均为占压扰动，扰动深度小于 20cm，因此本方案不对该部分面积内的表土进行剥离。

项目施工道路、牵引场、跨越场等临时占地在施工期间仅对地表产生临时性占压，不存在大规模开挖、填筑作业，地表扰动强度低，对土壤结构的破坏程度较小。为最大限度保护耕作层土壤资源、保障土地复耕质量，项目严格落实表土就地保护与回用措施。临时用地使用结束后，及时开展场地清理、杂物清运及地表平整作业，对压实土层进行人工翻松、深耕改良，并通过人工施肥改善土壤肥力，恢复耕地原有耕作条件，实现表土资源就地保护、就地恢复，有效避免表层

土壤流失，提升临时占地生态复原效果，符合区域水土保持与耕地保护要求。

4.3. 表土堆存与养护

4.3.1. 表土堆存

由于本工程塔基施工点位较为分散，单个塔基及其施工场区剥离产生的表土量较小，因此项目未单独设置专用表土堆场，剥离出的表土统一堆放在塔基施工场区的边角位置，便于后期覆土回用。

4.3.2. 表土养护

表土堆放前在表土堆场周边设置土袋拦挡和临时排水沟，对堆放的表土采取临时植草绿化，临时绿化发挥作用前采取无纺布对表土进行苫盖。草种可在狗牙根、黑麦草等适生草种中选用，等比例混合撒播。种子级别为一级，发芽率不低于 80%，种子用量 80kg/hm²。

线路工程塔基及塔基施工场地区占地剥离的表土在每个塔基施工临时占地内临时堆放，堆放前设置土袋挡墙，堆放期间采取防雨布临时苫盖。

线路工程施工道路区占地剥离的表土部分装入土袋，堆放在道路下边坡，堆放期间采取防雨布临时苫盖。

线路工程电缆沟及电缆沟施工场地区占地剥离的表土部分装入土袋，堆放在施工作业带一侧，堆放期间采取防雨布临时苫盖。

4.4. 表土利用

4.4.1. 表土需求分析

项目后期覆土区域为塔基及塔基施工场地区、施工道路区以及电缆沟及电缆沟施工场地区临时占用耕地及林地，由于塔基塔腿均处于硬化状态，无需进行覆土，故需扣除塔腿的硬化面积，塔基及塔基施工场地区、施工道路区以及电缆沟及电缆沟施工场地区回覆面积为 1.45hm²，平均回覆厚度为 0.16m。项目剥离的表土满足覆土需求，无外借表土。

4.4.2. 表土回覆

塔基及塔基施工场地区表土回覆面积共计 0.79hm²，覆土量 0.15 万 m³。

施工道路区表土回覆面积共计 0.56hm²，覆土量 0.09 万 m³。

电缆沟及电缆沟施工场地区表土回覆面积共计 0.01hm²,覆土量 0.003 万 m³。

表土回覆时序、工艺及方法：待覆土区的基底杂物、淤泥清理完毕，地形修整完成并验收合格后，采用机械摊铺结合人工精细修整的方式开展表土回覆作业：施工前先检查、翻松堆存表土，清除土体杂质，按照 0.30m 的设计厚度均匀摊铺表土，同步开展整平作业，及时对厚薄不均区域进行补土、减土修整，对边角、拐点等机械作业盲区进行人工精修，覆土完成后及时衔接绿化植被种植工序，有效缩短表土裸露周期，避免土壤冲刷流失与扬尘问题。

4.4.3. 表土再利用

表 4.4-1 项目表土平衡分析表

工程分区	可剥离 土地类 型	剥离面积 (hm ²)	剥离厚度 (cm)	剥离量 (万 m ³)	覆土面积 (hm ²)	覆土厚度 (cm)	覆土量 (万 m ³)
塔基	耕地、园 地	0.33	20~40	0.07	0.33	15~20	0.07
	林地、草 地	0.56	10~30	0.08	0.55	15~20	0.08
	小计	0.89		0.15	0.88		0.15
汽运道路	耕地、园 地	0.21	20~40	0.04	0.21	15~20	0.04
	林地、草 地	0.35	10~30	0.05	0.35	15~20	0.05
	小计	0.56		0.09	0.56		0.09
电缆沟及 电缆沟施 工场地区	草地	0.01	10~30	0.003	0.01	20~30	0.003
	小计	0.01		0.003	0.01		0.003
合计		1.46		0.24	1.45		0.24

5. 弃渣场选址与堆置

本工程仅设置临时堆土场（表土堆场），不涉及弃渣场。

变电站扩建工程区临时堆存土石方来源基础开挖一般土石方，共临时堆存一般土石方 0.03 万 m^3 ，施工后期，一般土石方用于变电站站外塔基基础回填。

塔基及塔基施工场地区临时堆存土石方来源塔基占地区域剥离表土及塔基基础施工基面等开挖一般土石方，共临时堆存一般土石方 0.30 万 m^3 ，表土 0.15 万 m^3 ，根据输变电塔基施工工艺及方法，塔基施工临时堆土在塔基施工临时占地范围内短期堆存，临时堆存时间 1~3 个月，施工后期，一般土石方用于基础回填，表土回铺在塔基及塔基施工区内。

施工道路区临时堆存土石方来源于新建汽运道路表土剥离及拓宽道路土石方开挖等一般土石方，共临时堆存一般土石方 0.05 万 m^3 ，表土 0.09 万 m^3 ，根据输变电塔基施工工艺及方法，施工道路区临时堆土在占地范围内短期堆存，不设置集中堆放场，临时堆存时间不超过 1 个月，施工后期，一般土石方用于施工道路边坡回填，表土回铺在施工道路区范围内。

电缆沟及电缆沟施工场地区临时堆存土石方来源于沟槽剥离表土及沟槽开挖一般土石方，共临时堆存一般土石方 0.02 万 m^3 ，表土 0.003 万 m^3 ，根据电缆工程施工工艺及方法，表土及回填土堆在电缆沟槽施工作业带范围内短期堆存，不设置集中堆放场，临时堆存时间不超过 1 个月，施工后期，一般土石方用于沟槽回填，表土回铺在沟槽开挖区域范围内。

综上，本工程一般土石方及表土均堆存于对应分区内，整体堆存量较小，堆高低于 5m、堆存时间短；且临时堆存期间已采取压实、临时拦挡、苫盖、临时排水等防护措施，边坡可保持稳定，不会对周边建筑环境造成影响。临时施工场地使用结束后，即时通过撒播草籽、栽植灌木完成植被恢复，因此本工程不属于失事专题试用提纲的适用范围，不存在安全稳定问题，也无失事风险。

6. 水土流失分析与预测

6.1. 水土流失现状

根据《全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果》（水利部办公厅，办水保〔2013〕188号），项目所在地不属于国家级水土流失重点预防区和重点治理区；根据《四川省水利厅关于印发〈四川省省级水土流失重点预防区和重点治理区划分成果〉的通知》（川水函〔2017〕482号），项目所在地属于金沙江下游国家级水土流失重点治理区。本区域土壤侵蚀类型主要为水力侵蚀。

本工程所在的雷波县，根据四川省水土保持公报（2025年）附表1，凉山彝族自治州雷波县水土流失面积566.91km²，其中轻度侵蚀面积377.44km²，占水土流失面积的66.58%；中度侵蚀面积51.85km²，占流失面积的9.15%；强烈流失面积54.2km²，占流失面积的9.56%；极强烈侵蚀面积60.65km²，占流失面积的10.70%；剧烈侵蚀面积22.77km²，占流失面积的4.02%。区域水土流失现状见表6.1-1。

表 6.1-1 雷波县水土流失现状

区域	水土流失总面积（km ² ）	侵蚀强度及面积（km ² ）及占流失面积百分比（%）				
		轻度	中度	强烈	极强烈	剧烈
雷波县	566.91	377.44	51.85	54.2	60.65	22.77
	100.00%	66.58%	9.15%	9.56%	10.70%	4.02%

6.2. 水土流失影响因素分析

本输变电扩建工程建设过程中，将不可避免地改变原有地形、地貌，扰动或破坏原有地表和植被，损坏原有的水土保持设施，导致土壤结构破坏，林草退化，降低了表层土壤的抗蚀性，造成新增水土流失。根据项目组成、工程特性及其建设特点，不同的施工区域所具有的水土流失特点也各不相同。

6.2.1. 变电站工程水土流失成因、类型及分布

变电站扩建工程区土石方开挖回填量较小，但不采取有效措施也将产生水土流失。其水土流失主要产生在施工期，主要表现为水力侵蚀，而在自然恢复期的水土流失量较建设期的少。

6.2.2. 线路工程水土流失成因、类型及分布

线路工程的兴建对项目区水土流失的影响主要表现在工程建设期的施工活动。塔基占地、塔基施工临时占地、施工道路等场地的开挖平整和基础清理，开挖土石方及剥离表土的临时堆存，牵张场等施工活动对地表的开挖、扰动和再塑，使表层植被受到破坏，失去固土保水的能力，造成新增水土流失。其造成的水土流失。

6.3. 土壤流失量预测

本工程水土流失预测基础是在工程建设扰动地表，且不采取水土保持措施等最不利情况下，预测可能造成的土壤流失量及其危害。本方案水土流失预测的主要内容如下：

- 1、划分水土流失预测单元。
- 2、预测时段。
- 3、可能产生的水土流失量预测，包括项目建设区原地貌侵蚀量、施工建设期新增土壤侵蚀量、施工建设期采取各项防治措施后减少水土流失量的预测。
- 4、可能造成水土流失危害分析。

6.3.1. 预测单元

本方案水土流失预测的范围包括整个工程建设所占用和扰动区域的永久占地和临时占地，预测单元与水土流失防治分区基本一致，在此基础上按地形地貌、扰动方式、扰动后地表的物质组成、气象特征相近的原则划分预测单元。

本工程区预测单元根据工程路径走向结合地形图确定，预测单元可分为：变电站扩建工程区、塔基及塔基施工场地区、其他施工场地区、施工道路区和电缆沟及电缆沟施工场地区。

6.3.2. 预测时段

根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）要求，生产建设项目可能产生的水土流失量应按施工期（含施工准备期）、自然恢复期两个时段进行预测，每个预测单元的预测时段按最不利的情况考虑，经历完整雨季的预测时段按全年计算，未超过雨季长度的按占雨季长度的比例计算。项目所在地区雨季为5~9月，共5个月。

本工程的建设工期是从2026年12月—2028年11月，由于各预测单元施工

准备期较短，因此将施工准备期纳入施工期一并预测，每个预测单元的施工期预测时段按最不利情况考虑，超过雨季长度的按全年计，未超过雨季长度的按占雨（风）季长度比例计算，工程区属于湿润区，自然恢复期水土流失按 2 年预测。

本工程水土流失预测时段划分见下表。

表 6.3-1 水土流失预测单元及预测时段表

预测单元		生产建设项目土壤流失类型（水力作用）	施工期		自然恢复期	
			预测范围（hm ² ）	预测时段（a）	预测范围（hm ² ）	预测时段（a）
变电站扩建工程区		地表翻扰型一般扰动地表土壤流失	0.34	2	/	/
线路工程区	塔基及塔基施工场地区	地表翻扰型一般扰动地表土壤流失	0.99	2	/	/
		植被破坏型一般扰动地表土壤流失	1.59	2	1.59	2
		上方无来水工程堆积体	0.20	2	0.20	2
	其他施工场地区	植被破坏型一般扰动地表土壤流失	0.80	2	0.80	2
	施工道路区	地表翻扰型一般扰动地表土壤流失	0.16	2	0.16	2
		植被破坏型一般扰动地表土壤流失	0.74	2	0.74	2
	电缆沟及电缆沟施工场地区	地表翻扰型一般扰动地表土壤流失	0.01	2	/	/
		植被破坏型一般扰动地表土壤流失	0.01	2	0.01	2
合计			4.84	/	3.50	

6.3.3. 土壤侵蚀模数

6.3.3.1. 扰动前土壤侵蚀模数背景值的确定

项目区土壤侵蚀类型以水力侵蚀为主，根据地方水保部门提供的水土保持规划报告和土壤侵蚀分布图，经现场踏勘调查项目区土地利用类型、面积、地形坡度和植被覆盖率等，同时结合项目区地貌、土壤和气候特征，参照《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007）推求各工程单元不同土地利用类型下的侵蚀强度，最终确定项目区各个单元各种土地利用类型下的土壤侵蚀模数背景值。经计算，项目建设区土壤侵蚀模数背景值 1131t/km²•a，工程区各预测单元扰动前土壤侵蚀模数背景值见表 3.3-3。

表 6.3-2 工程扰动前土壤侵蚀模数背景值表

项目分区		占地类型	占地面积 (hm ²)	坡度 (°)	林草覆盖率 (%)	侵蚀强度	平均侵蚀模数 (t/km ² ·a)	流失量 (t/a)
变电站扩建工程		公共管理与公共服务用地	0.34	0~5		微度	300	1.02
		小计	0.34				300	1.02
线路工程	塔基	耕地	0.19	0~5		微度	300	0.57
		园地	0.14	5~8	45~60	轻度	1500	2.10
		林地	0.46	8~15	45~60	轻度	1500	6.90
		草地	0.10	5~8	45~60	轻度	1500	1.50
		公共管理与公共服务用地	0.10	5~8	45~60	轻度	1500	1.50
	小计		0.99				1270	12.57
	塔基施工场地	耕地	0.36	0~5		微度	300	1.08
		园地	0.25	5~8	45~60	轻度	1500	3.75
		林地	0.84	8~15	45~60	轻度	1500	12.60
		草地	0.17	5~8	45~60	轻度	1500	2.55
		公共管理与公共服务用地	0.17	5~8	45~60	轻度	1500	2.55
	小计		1.79				1259	22.53
	牵张场	耕地	0.08	0~5		微度	300	0.24
		草地	0.08	5~8	45~60	轻度	1500	1.20
		公共管理与公共服务用地	0.24	5~8	45~60	轻度	1500	3.60
	小计		0.40				1260	5.04

项目分区		占地类型	占地面积 (hm ²)	坡度 (°)	林草覆盖率 (%)	侵蚀强度	平均侵蚀模数 (t/km ² ·a)	流失量 (t/a)
	跨越施工场地	耕地	0.18	0~5		微度	300	0.54
		草地	0.18	5~8	45~60	轻度	1500	2.70
		公共管理与公共服务用地	0.04	5~8	45~60	轻度	1500	0.60
	小计		0.40				960	3.84
	汽运道路	耕地	0.12	0~5		微度	300	0.36
		园地	0.09	5~8	45~60	轻度	1500	1.35
		林地	0.29	8~15	45~60	轻度	1500	4.35
		草地	0.06	5~8	45~60	轻度	300	0.18
		公共管理与公共服务用地	0.04	5~8	45~60	轻度	1500	0.60
	小计		0.60				1140	6.84
	人抬道路	林地	0.16	8~15	45~60	轻度	1500	2.40
		草地	0.14	5~8	45~60	轻度	300	0.42
	小计		0.30				940	2.82
	电缆沟及电缆沟施工 场地区	草地	0.01	5~8	45~60	轻度	300	0.03
		公共管理与公共服务用地	0.01	5~8	45~60	轻度	300	0.03
	小计		0.02				300	0.06
	合计		4.84				1131	54.72

6.3.3.2. 扰动后土壤侵蚀模数选取

项目施工建设将损坏原有地形地貌和植被,增加土壤的可侵蚀性;另一方面,由于场地平整时,挖、填土方不仅造成大面积的裸露地面,而且会改变原地形,增大侵蚀扰动表面积。施工期土壤流失量根据《生产建设项目土壤流失量测算导则》(SL773-2018)推荐公式计算,扰动后的土壤侵蚀因子可根据项目区地形地貌、气候(降雨、风速等)、土地利用、植被情况等实际情况结合输变电工程特点,参照《生产建设项目土壤流失量测算导则》(SL773-2018)确定取值,详见下表。

表 6.3-3 本工程施工期土壤流失预测计算公式表

项目土壤流失类型 (水力作用)	水土流失量计算公式	备注
植被破坏型一般扰动地表土壤流失	$Myz=RKLySyBETA$	式中 Myz 为植被破坏型一般扰动地表计算单元土壤流失量(t), R 为降雨侵蚀力因子, K 为土壤可蚀性因子, Ly 为坡长因子, Sy 为坡度因子, B 为植被覆盖因子, E 为工程措施因子, T 为耕作措施因子, A 计算单元的水平投影面积。
地表翻扰型一般扰动地表土壤流失	$Myd=RKy dLySyBETA$	式中 Kyd=NK, Myd 为地表翻扰型一般扰动地表计算单元土壤流失量(t), Kyd 为地表翻扰后土壤可蚀性因子, N 为地表翻扰后土壤可蚀性因子增大系数,无条件实测时可取 2.13,其他同上。
上方无来水工程堆积体	$Mdw=XR GdwLdwSdwA$	式中 Mdw 为上方无来水工程堆积体计算单元土壤流失量(t), X 为工程堆积体形态因子,无量纲, R 为降雨侵蚀力因子, Gw 为上方无来水工程堆积体土石质因子, Lw 为上方无来水工程堆积体坡长因子,无量纲, Sdw 为上方无来水工程堆积体坡度因子,无量纲。

表 6.3-4 本工程计算单元土壤流失因子取值表

土壤流失因子	雷波县
降雨侵蚀力因子R	4092.90
土壤可蚀性因子K	0.006
坡长因子Ly	水平投影长度扩建场地取200m, 塔基及塔基施工场地区取50m, 其他施工场地取40m, 施工道路取30m, 电缆沟及电缆沟施工场地区取10m
坡度因子Sy	各类型地表坡度取值见表4.3-2
植被覆盖因子B	农地B取1, 根据扰动后程度草地或灌木地B取0.516~0.614
工程措施因子E	均取1
耕作措施因子T	农地 $T=T1 \times T2=0.499 \times 0.42=0.2096$, 非农地T取1
工程堆积体土石质因子	壤土

6.3.3.3. 自然恢复期土壤侵蚀模数选取

自然恢复期由于地表翻扰活动已结束，土石方已回填，故土壤流失类型均为植被破坏型一般扰动地表。

6.3.4. 预测结果

6.3.4.1. 扰动地表、损毁植被面积预测

本工程扰动地表面积 4.84hm²，其中损毁植被面积 2.97hm²。扰动地表面积详见下表。

表 6.3-5 扰动地表、损毁植被面积统计表 单位：hm²

预测单元		扰动地表面积						损坏植被面积			
		耕地	园地	林地	草地	公共管理与公共 服务用地	合计	园地	林地	草地	小计
变电站扩建工程						0.34	0.34				
线路工程	塔基	0.19	0.14	0.46	0.10	0.10	0.99	0.14	0.46	0.10	0.70
	塔基施工场地	0.36	0.25	0.84	0.17	0.17	1.79	0.25	0.84	0.17	1.26
	牵张场	0.08			0.08	0.24	0.40			0.08	0.08
	跨越施工场地	0.18			0.18	0.04	0.40			0.18	0.18
	汽运道路	0.12	0.09	0.29	0.06	0.04	0.60	0.09	0.29	0.06	0.44
	人抬道路			0.16	0.14		0.30		0.16	0.14	0.30
	电缆沟及电 缆沟施工场 地区				0.01	0.01	0.02			0.01	0.01
合计		0.93	0.48	1.75	0.74	0.94	4.84	0.48	1.75	0.74	2.97

6.3.4.2. 施工过程中产生的弃土量及堆放

本工程挖方 0.74 万 m³（含表土 0.24 万 m³，自然方下同），填方 0.41 万 m³（含表土 0.24 万 m³），无借方，余方 0.33 万 m³在各塔基占地范围内摊平处理。

线路工程塔基不能及时回填的开挖土 0.33 万 m³，临时堆放于塔基施工场地，堆放面积 0.20hm²。

6.3.4.3. 可能造成水土流量预测

本工程建设区水土流失类型主要为水力侵蚀，分不同的扰动类型采用数学模型法确定，土壤流失量的主要影响因子根据《生产建设项目土壤流失量测算导则》（SL773-2018）计算。

施工准备及施工期水土流失面积为 4.84hm^2 ，预测的水土流失量为各种水土流失类型的总和，水土流失预测结果见表 6.3-6~6.3-9。

表 6.3-6 施工期各区域地表翻扰型一般扰动地表土壤流失量预测

预测单元		地类	坡度 (°)	流失面积 A (hm ²)	Myd (t)	R	Kyd	Ly	Sy	B	E	T	预测时段 (a)
变电站扩建工程区		公共管理与公共服务用地	0~5	0.34	3.56	4092.9	0.013	2.51	0.76	0.516	1	1	0.2
线路工程区	塔基及塔基施工场地区	公共管理与公共服务用地	0~5	0.27	16.23	4092.9	0.013	1.44	0.76	0.516	1	1	2
	其他施工场地区	公共管理与公共服务用地	0~5	0.28	15.42	4092.9	0.013	1.32	0.76	0.516	1	1	2
	施工道路区	公共管理与公共服务用地	0~5	0.04	1.95	4092.9	0.013	1.17	0.76	0.516	1	1	2
	电缆沟及电缆沟施工场地区	公共管理与公共服务用地	0~5	0.01	0.32	4092.9	0.013	0.76	0.76	0.516	1	1	2
	塔基及塔基施工场地区	耕地	0~5	0.55	13.43	4092.9	0.013	1.44	0.76	1	1	0.2096	2
	其他施工场地区	耕地	0~5	0.26	5.82	4092.9	0.013	1.32	0.76	1	1	0.2096	2
	施工道路区	耕地	0~5	0.12	2.38	4092.9	0.013	1.17	0.76	1	1	0.2096	2
小计					59.10								

表 6.3-7 施工期各区域植被破坏型一般扰动地表土壤流失量预测

预测单元		地类	坡度 (°)	流失面积 A (hm ²)	Myz (t)	R	Kyz	Ly	Sy	B	E	T	预测时段 (a)
线路工程区	塔基及塔基施工场地区	园地、草地	5~8	0.46	21.48	4092.9	0.0060	1.58	0.98	0.614	1	1	2
	其他施工场地区	草地	5~8	0.18	10.83	4092.9	0.0060	1.41	0.98	0.614	1	1	2
	施工道路区	园地、草地	5~8	0.29	10.46	4092.9	0.0060	1.22	0.98	0.614	1	1	2
	电缆沟及电缆沟施工场地区	草地	5~8	0.01	0.21	4092.9	0.0060	0.71	0.98	0.614	1	1	2
	塔基及塔基施工场地区	林地	8~15	1.30	60.32	4092.9	0.0060	1.57	0.98	0.614	1	1	2
	施工道路区	林地	8~15	0.35	18.62	4092.9	0.0060	1.40	0.98	0.614	1	1	2
小计					121.92								

表 6.3-8 施工期工程堆积体土壤流失量预测

预测单元		地类	坡度 (°)	流失面积 A (hm ²)	Mdw (t)	X	R	Gdw	Ldw	Sdw	预测时段 (a)
线路工程区	塔基及塔基施工场地区	园地、草地	5~8	0.20	28.55	0.92	4092.9	0.0328	4.28	0.135	2
小计					28.55						

表 6.3-9 施工准备及施工期可能造成水土流失量汇总表

预测单元	侵蚀面积(hm ²)	侵蚀年限(a)	原地貌侵蚀模数 (t/km ² ·a)	原地貌水土流失量 (t)	水土流失总量 (t)	新增水土流失量 (t)	扰动后平均侵蚀模数 (t/km ² ·a)
变电站扩建工程区	0.34	0.20	300	0.20	2.04	1.84	3005
塔基及塔基施工场 地区	2.78	2	1263	70.22	139.99	69.77	2518
其他施工场地区	0.80	2	1110	17.76	32.08	14.32	2005
施工道路区	0.90	2	1073	19.31	33.41	14.09	1856
电缆沟及电缆沟施 工场地区	0.02	2.00	300	0.12	0.53	0.41	1317
合计	4.84			107.62	208.05	100.43	

自然恢复期因塔基立柱硬化，不再产生水土流失，自然恢复期预测面积为 3.50hm²，水土流失预测结果见下表。

表 6.3-10 自然恢复期可能造成水土流失量表

预测单元		地类	坡度 (°)	流失面积 A (hm ²)	Myz (t)	R	K	Ly	Sy	B	E	T	预测时段 (a)
线路工程 区	塔基及塔基施 工场地区	公共管理与公共服 务用地	0~5	0.17	6.08	4092.9	0.0060	1.44	0.98	0.516	1	1	2
		耕地	0~5	0.36	24.95	4092.9	0.0060	1.44	0.98	1	1	1	2
		园地、草地	5~8	0.42	7.89	4092.9	0.0060	1.58	1.21	0.2	1	1	2
		林地	8~15	0.84	29.92	4092.9	0.0060	1.57	2.31	0.2	1	1	2
	其他施工场 地区	公共管理与公共服 务用地	0~5	0.28	9.18	4092.9	0.0060	1.32	0.98	0.516	1	1	2
		耕地	0~5	0.26	6.61	4092.9	0.0060	1.32	0.98	0.4	1	1	2
		草地	5~8	0.26	8.71	4092.9	0.0060	1.41	1.21	0.4	1	1	2
	施工道路区	公共管理与公共服 务用地	0~5	0.04	1.16	4092.9	0.0060	1.17	0.98	0.516	1	1	2
		耕地	0~5	0.12	7.62	4092.9	0.0060	1.32	0.98	1	1	1	2
		园地、草地	5~8	0.29	4.21	4092.9	0.0060	1.22	1.21	0.2	1	1	2
		林地	8~15	0.45	14.30	4092.9	0.0060	1.40	2.31	0.2	1	1	2
	电缆沟及电缆 沟施工场地区	草地	5~8	0.01	0.08	4092.9	0.0060	0.71	1.21	0.2	1	1	2
合计				3.50	120.72								

表 6.3-11 自然恢复期可能造成水土流失量汇总表

预测单元	侵蚀面积 (hm ²)	侵蚀年限 (a)	原地貌侵蚀模数 (t/km ² ·a)	原地貌水土流失量 (t)	水土流失总量 (t)	新增水土流失量 (t)
塔基及塔基施工场地区	1.79	2	1263	45.22	68.84	23.63
其他施工场地区	0.8	2	1110	17.76	24.50	6.74
施工道路区	0.9	2	1073	19.31	27.29	7.97
电缆沟及电缆沟施工场地区	0.01	2	300	0.06	0.08	0.02
合计	3.50			82.35	120.72	38.37

本工程水土流失预测量汇总见下表。

表 6.3-12 本工程可能造成土壤流失量汇总分析表 单位: t

预测单元		施工及施工准备期水土流失量			自然恢复期水土流失量			合计		
		扰动前	扰动后	新增	扰动前	扰动后	新增	扰动前	扰动后	新增
变电站扩建工程区		0.20	2.63	2.43				0.20	2.63	2.43
线路工程区	塔基及塔基施工场地区	70.22	235.48	165.26	45.22	68.84	23.63	115.44	304.32	188.88
	其他施工场地区	17.76	40.77	23.01	17.76	24.50	6.74	35.52	65.27	29.75
	施工道路区	19.31	62.38	43.07	19.31	27.29	7.97	38.63	89.67	51.04
	电缆沟及电缆沟施工场地区	0.12	0.67	0.55	0.06	0.08	0.02	0.18	0.75	0.57
合计		107.62	341.93	234.31	82.35	120.72	38.37	189.97	462.65	272.68

上述表中看出,本工程建设期及自然恢复期在不采取任何水土保持措施的前提下,可能造成的土壤流失量为 462.65t,新增土壤流失量为 272.68t。从分区看,塔基及塔基施工场地区占地新增水土流失量最大,新增水土流失量为 188.88,占新增水土流失总量的 69.27%,其次是施工道路区,新增水土流失量为 51.04t,占新增水土流失总量的 18.72%;再次是其他施工场地区,新增水土流失量为 29.75t,占新增水土流失总量的 10.91%;扰动最轻的为电缆沟及电缆沟施工场地区,新增水土流失量分别为 0.57t,占新增水土流失总量的 0.21%。

预测时段看出施工准备及施工期较自然恢复期新增的水土流失较大,施工及施工准备期扰动后新增水土流失量 234.31t,占新增水土流失总量的 85.93%,可见虽然本工程施工期较短,但因项目建设引起的水土流失仍然主要产生在施工及施工准备期。

从以上分析可以得出,本工程主要防治区域是塔基及其施工临时占地区、施工道路占地区,在施工过程中应及时采取临时防护措施和工程措施相结合的水土保持措施,施工结束后及时布置植物措施,要有效地控制工程建设期和自然恢复期各种水土流失的发生,并在项目区建立完善的水土流失防治体系。

鉴于水土流失主要集中在塔基及其施工临时占地区和施工道路占地区,因此,以上区域将作为水土保持监测的重点区域。

6.4. 水土流失危害分析

由上述可知,在本工程建设过程中,由于扰动地表和损毁了植被面积,加剧了建设区水土流失,水土流失危害往往具有潜在性,若不采取水土流失防治措施,将对工程自身及项目区周边生态环境造成负面影响,甚至危及项目安全运行,主要危害表现在:

(1) 对土地资源的破坏和影响

建设征用土地,破坏原地貌,损坏水土保持设施,大量的地表植被生长层被挖损、剥离或压埋,造成土地生产力的迅速衰减或丧失,对其诱发的加速侵蚀又使周边土地的可利用性下降,在建设过程中,弃土弃渣随意堆放在河边,一遇到暴雨或者大风天气,易随意流失,产生扬尘等危害,破坏耕地、造成产量下降。

(2) 对区域生态环境的影响

由于工程范围较大,在施工过程中,大面积的植被遭到破坏,造成地表裸露,

在降雨等自然条件的作用下，将导致侵蚀加剧的趋势，造成土地贫瘠化，加大了项目沿线地区水土流失治理工作难度，给生态景观造成负面影响。

（3）对周边河流水质的影响

本工程施工如果不采取有效的防护措施，极易造成大量的水土流失，流失的泥沙直接进入河流，对其水质可能产生一定的影响。

（4）对河流行洪的影响

建设过程中，造成大量的水土流失，施工期土壤侵蚀模数增加，新增土壤流失量大，将造成沿线河流含沙量增加，有可能引起局部河床抬高，影响行洪安全，影响项目沿线人民的正常生活和生产。

（5）对周边环境安全的影响

新开挖或填筑的边坡，若不采取必要的水土保持措施，易诱发新的地质灾害，导致滑坡、崩塌等水土流失危害发生，而施工产生的临时弃渣，如果未采取有效的防护措施，有可能直接滑落至河道，从而影响河道行洪安全。

6.5. 指导性意见

1、防治重点时段与部位

通过以上预测，施工期为本工程水土流失重点防护时段；施工中塔基及塔基施工场地区、施工道路区开挖造成的水土流失量较大，是本工程水土流失防治的重要区域。

2、防治措施意见

工程建设过程中的施工开挖、填筑是造成水土流失的重要因素，因此在工程筹建期就应对水土保持工作非常重视，采取“预防为主、综合治理、生态优先”的思路来防治水土流失，并且根据工程建设特点及施工工艺、施工时序严格规范施工管理，以永久和临时措施相结合、工程措施和植物措施相结合，做好防护措施。

7. 水土流失防治

7.1. 水土流失防治责任范围

根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018），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。因此，本工程水土流失防治责任范围为 4.84hm²。水土流失防治责任主体为国网四川省电力公司凉山供电公司。

表 7.1-1 水土流失防治责任范围面积统计表

防治分区名称		防治责任面积（hm ² ）
变电站扩建工程		0.34
线路工程区	塔基及塔基施工场地区	2.78
	其他施工场地区	0.80
	施工道路区	0.90
	电缆沟及电缆沟施工场地区	0.02
合计		4.84

7.2. 设计水平年

根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）中关于设计水平年的规定“水土保持方案确定的水土保持措施实施完毕并初步发挥效益的年份”，本工程计划于 2026 年 12 月开工，2028 年 11 月完工，在 2029 年各项水土保持措施均已实施完毕并可发挥效益，因此确定设计水平年为工程完工后的后一年，即 2029 年。

7.3. 水土流失防治目标

7.3.1. 执行标准等级

根据《全国水土保持区划（试行）》（办水保〔2012〕512 号），本工程涉及的凉山彝族自治州雷波县属于水土保持区划中的西南岩溶区。

根据《水利部办公厅关于做好国家级水土流失重点预防区和重点治理区落地上图成果应用的通知》（办水保〔2025〕170 号）和《四川省省级水土流失重点预防区和重点治理区划分成果》（川水函〔2017〕482 号），项目所在的雷波县属于“金沙江下游国家级水土流失重点治理区”，根据《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T50434-2018）规定，本工程执行西南岩溶区一级标准。

7.3.2. 防治目标

根据《生产建设项目水土保持技术规范》（GB50433-2018）的相关规定，本工程水土流失防治应达到下列基本目标。

（1）项目建设范围内的新增水土流失应得到有效控制，原有水土流失应得到治理；

（2）水土保持设施应安全有效；

（3）水土资源、林草植被应得到最大限度的保护与恢复；

（4）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、林草覆盖率六项指标应符合现行国家标准《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T50434-2018）的规定。

根据《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T50434-2018），结合建设区降水量、土壤侵蚀强度、地形情况，对项目区执行标准进行修正，确定本工程的水土流失防治目标。

（1）干旱程度影响：项目区位于湿润地区，水土流失治理度、林草植被恢复率不进行修正，直接采用标准值。

（2）现状土壤侵蚀强度影响：项目区现状土壤侵蚀强度以微度～轻度为主，土壤流失控制比不应小于 1.0。

（3）地形地貌因素影响：项目沿线海拔高程在 550m-1800m，属于低、中山区，渣土防护率可减少 1%～3%，但项目区属于金沙江下游国家级水土流失重点治理区，渣土防护率不降低。

（4）项目建设地点位于雷波县城区，属于县级以上城市区域，渣土防护率及林草覆盖率可提高 2%。

（5）水土保持敏感程度影响：项目区属于金沙江下游国家级水土流失重点治理区，根据《生产建设项目水土流失防治标准》，林草覆盖率提高 2%。

综上，本工程设计水平年水土流失防治目标为：水土流失治理度 97%、土壤流失控制 1.0、渣土防护率 94%、表土保护率 95%、林草植被恢复率 96%、林草覆盖率 25%。

六项防治目标详见下表。

表 7.3-1 水土流失防治目标值修正计算表

序号	防治指标	一级标准		修正值	采用标准	
		施工期	设计水平年		施工期	设计水平年
1	水土流失治理度 (%)		97			97
2	土壤流失控制比		0.85	+0.15		1.0
3	渣土防护率 (%)	90	92	+2	92	94
4	表土保护率 (%)	95	95		95	95
5	林草植被恢复率 (%)		96			96
6	林草覆盖率 (%)		21	+4		25

7.4. 防治区划分

7.4.1. 防治分区目的、依据与原则

(1) 分区目的：

合理布设措施，分区进行设计，计算工程量。

(2) 分区依据：

根据现场实地调查勘测成果，在确定的防治责任范围内，依据主体工程布局、施工扰动特点、建设时序、地貌特征、自然属性、水土流失影响等进行分区。

(3) 分区原则：

本方案防治分区根据实地勘察的结果，在确定的防治责任范围内，依据工程布局、施工扰动特点、建设时序、地貌特征、自然属性、水土流失影响等进行分区。分区的划定遵循以下原则：

①各分区之间应具有显著差异性；

②同一区域内造成水土流失的主导因子和防治措施应相近或相似；

③根据项目的繁简程度和项目区的自然情况，防治区可划分为一级或多级；

④一级区应具有控制性、整体性、全局性，线型工程应按土壤侵蚀类型、地形地貌、气候类型等因素划分一级区，二级区及其下分区应结合工程布局、项目组成、占地性质和扰动特点进行逐级分区。

⑤各级分区应层次分明，具有关联性和系统性。

7.4.2. 防治分区划分

根据确定的分区原则，结合项目区自然条件、主体工程施工特点、施工工期等因素的分析，项目建设区划分为变电站扩建工程区、线路工程区 2 个一级防治

分区，线路工程区又划分为塔基及塔基施工场地区、其他施工场地区、施工道路区以及电缆沟及电缆沟施工场地区 4 个二级防治分区。

表 7.4-1 水土流失防治分区一览表

项目分区		占地类型及面积 (hm ²)					合计	占地性质		备注
		耕地	园地	林地	草地	公共管理与公共服务用地		永久占地	临时占地	
变电站扩建工程区						0.34	0.34	0.34		
线路工程区	塔基及塔基施工场地区	0.45	0.39	1.30	0.27	0.27	2.78	0.99	1.79	
	其他施工场地区	0.26			0.26	0.28	0.80		0.80	
	施工道路区	0.12	0.09	0.45	0.20	0.04	0.90		0.90	
	电缆沟及电缆沟施工场地区				0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	
合计		0.93	0.48	1.75	0.74	0.94	4.84	1.34	3.50	

7.5. 措施总体布局

7.5.1. 水土流失防治措施布设原则

本工程水土流失防治措施布设应遵循以下原则：

(1) “谁开发谁保护，谁造成水土流失谁负责治理”及实事求是的原则。根据工程的地理位置、走向、工程布局 and 施工特点以及工程区域地形地貌特征，合理界定本工程水土流失防治责任范围是做好本工程水土保持工作的前提条件。

(2) 水土保持工程与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的“三同时”原则，严禁水土保持措施与主体工程脱节。

(3) 预防为主，合理分区，工程措施与植物措施、永久措施与临时措施相结合原则。

(4) 因地制宜的原则。根据工程建设区地质、地貌、水文、植被等情况，对不同的水土流失形态采取不同的防治措施。

(5) 重点治理的原则。工程施工期产生的水土流失为本方案治理重点，塔基及塔基施工场地区以及施工道路区为水土流失治理的关键。

(6) 效益统一原则。在水土保持各项措施中，以生态建设为先导，充分利用已有资源和当地资源，水土保持投资经济合理，最终达到水土保持效益、生态效益、经济效益的基本统一。

(7) 生态效益优先原则。工程水土保持措施以控制水土流失、改善生态环境为优先考虑对象。

(8) 植物措施要尽量选用适合当地的品种、并考虑绿化美化效果。

(9) 遵循经济性、技术可行性和易操作性原则。各种水土保持措施材料应尽量就地取材,以便节省投资。水土保持措施方案制定、设计和施工过程中,在不影响水土保持效能的前提下,应以尽可能少的投入获得最大的效能。

7.5.2. 防治措施总体布局

水土保持措施总体布局是在对主体工程已采取的具有水土保持功能的防护措施基础上,根据水土流失防治分区并结合工程建设实际情况进行布置的。本工程建筑物及施工活动相对集中,按照“因地制宜、因害设防、突出重点、注重效益”的原则,以防治工程建设中水土流失和恢复区域环境为目的,提出新增水土保持措施,使之形成一个以临时防护措施相配套的水土流失综合防治体系。水土流失防治措施总体布局见表 7.5-1。防治体系框图见图 7.5-1。

表 7.5-1 本工程水土流失防治措施体系表

防治分区		措施类别	措施名称		备注
变电站扩建工程区		工程措施	碎石铺垫		主体已有
		临时措施	防雨布苫盖		方案新增
线路工程区	塔基及塔基施工场地区	工程措施	浆砌石挡墙		主体已有
			浆砌石排水沟		主体已有
			表土剥离	剥离面积	方案新增
				表土量	方案新增
			表土回覆		方案新增
			土地整治		方案新增
		植物措施	撒播草籽	面积	方案新增
				黑麦草	方案新增
				狗牙根	方案新增
			栽植灌木		方案新增
		临时措施	防雨布苫盖		方案新增
			临时拦挡		方案新增
			彩条布隔离		方案新增
	其他临时施工场地区	工程措施	土地整治		方案新增
		植物措施	撒播草籽	面积	方案新增

防治分区		措施类别	措施名称		备注
				黑麦草	方案新增
				狗牙根	方案新增
		临时措施	棕垫隔离		方案新增
	施工道路区	工程措施	表土剥离	剥离面积	方案新增
				表土量	方案新增
			表土回覆		方案新增
			土地整治		方案新增
		植物措施	撒播草籽	面积	方案新增
				黑麦草	方案新增
				狗牙根	方案新增
		临时措施	防雨布苫盖		方案新增
			临时拦挡		方案新增
			临时排水沟	长度	方案新增
				方量	方案新增
	电缆沟及电缆沟 施工场地区	工程措施	表土剥离	剥离面积	方案新增
				表土量	方案新增
			表土回覆		方案新增
			土地整治		方案新增
		植物措施	撒播草籽	面积	方案新增
				黑麦草	方案新增
				狗牙根	方案新增
		临时措施	防雨布苫盖		方案新增
			临时拦挡		方案新增

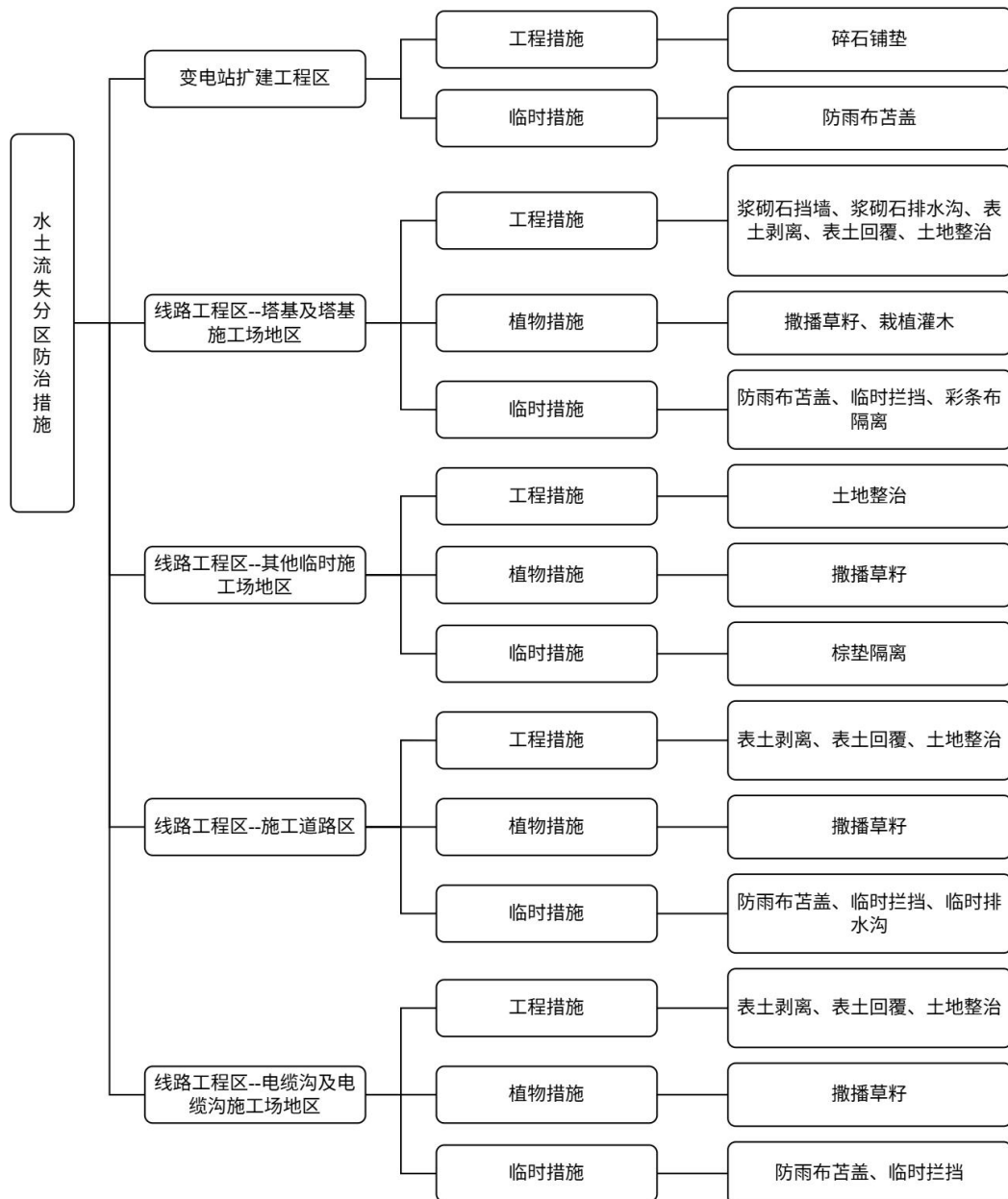


图 7.5-1 防治体系框图

7.6. 工程级别与设计标准

(1) 工程措施

1) 土地整治工程

参照《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014），本工程位于西南土石山区，根据表土资源调查分析，项目区表土剥离厚度为 0.20~0.30m，后期耕地覆土厚度 0.30m，林地、草地覆土厚度 0.20m。恢复林草的，可采取机械或人工辅助机械对田面进行细平整，并可视林草种采取犁耕。恢复为耕地的，应采取机

械或人工辅助机械对田面进行细平整、犁耕,并应符合土地复垦有关标准的规定。

(2) 植被恢复与建设工程级别

参照《水土保持工程设计规范》(GB51018-2014),本工程属于输变电工程,植被恢复与建设工程执行3级标准。

(3) 临时措施

本工程临时排水沟的防护标准为5年一遇10min短历时暴雨。

7.7. 分区措施布设

7.7.1. 设计原则

1、对于主体工程设计中具有水土保持功能的措施,在方案编制中不重新设计,对达不到水土保持方案设计深度和要求的,应在原设计基础上加深细化。

2、水土保持工程措施,设计时以安全、经济、工程量小、水土保持效果好,具有可操作性为原则;水土保持工程措施要和主体工程相互协调,不影响主体工程的顺利施工;工程措施设计应同时考虑与植物措施相结合,确保水土保持效果良好。

3、植物措施设计应遵循适地适树、适地适草、因地制宜的原则,依据各树种的生态学和生物学特性,选择当地优良的乡土树种和草种,或多年栽培、适应性较强的树种和草种为主,提高栽植成活率,恢复林草植被,控制水土流失。

4、临时措施设计以经济实用、可操作性强为原则,合理安排施工时序,尽量避开雨季施工。雨季施工时,要加强施工管理,采取相应的临时防护措施,特别是回填土必须临时压盖拦挡,尽量减少建设过程中造成的水土流失。

7.7.2. 变电站扩建工程区

7.7.2.1. 工程措施

(1) 碎石铺垫(主体已有)

主体工程设计中该区具有水土保持功能的措施有变电站扩建工程区铺设碎石,铺设碎石面积500m²,厚度100mm,该措施既满足了工程运行安全,也减少了水土流失,具有一定的水土保持功能。

7.7.2.2. 临时措施

(1) 防雨布遮盖(方案新增)

在施工期间,对施工场地裸露区域采用防雨布进行苫盖,苫盖面积为 300m²。

7.7.3. 塔基及塔基施工场地区

7.7.3.1. 工程措施

(1) 浆砌石挡墙 (主体已有)

本工程主体工程设计中该区具有水土保持功能的措施有挡墙,浆砌石材料,工程量为 139m/383.7m³。

(2) 浆砌石排水沟 (主体已有)

主体工程设计中该区具有水土保持功能的措施有排水沟,浆砌石材料,工程量为 115m/54.1m³,排水沟断面尺寸范围为 400mm×400mm。

(3) 表土剥离 (方案新增)

施工前期对塔基及塔基施工场地区域耕地、园地、林地、草地进行表土剥离,剥离面积 0.89hm²,剥离厚度为 20~30cm,剥离量为 0.15 万 m³。

(4) 表土回覆 (方案新增)

主体施工完成后对占地范围内部分区域进行表土回覆,覆土面积 0.79hm²,覆土厚度为 0.2~0.3m,覆土量为 0.15 万 m³。

(5) 土地整治 (方案新增)

施工结束后,及时对临时占地进行土地平整,整治厚度约 0.3~0.5m,土地整治面积 1.79hm²,其中 0.45hm²为占用的耕地、在土地整治达到复耕条件后移交土地权属单位进行复耕。

7.7.3.2. 植物措施

(1) 撒播草籽 (方案新增)

主体施工完成后对除耕地以外的临时占地区域进行撒播草籽,草种选择狗牙根和黑麦草 1:1 混播,播种量约 80kg/hm²,撒播草籽面积为 1.34hm²。

(2) 栽植灌木 (方案新增)

对占用林地的塔基临时施工场地区域栽植灌木,灌木采用黄荆,黄荆适应性很强,选用 1~2 年生工程苗,根据《造林技术规程》(GB/T15776-2023),黄荆栽植密度为 2500 株/hm²,栽植面积为 0.50hm²,林下撒播草籽绿化,本区需栽植黄荆 1250 株。

7.7.3.3. 临时措施

(1) 防雨布遮盖（方案新增）

在施工期间，对裸露区域采用防雨布进行遮盖，共需防雨布 1800m²。

(2) 临时拦挡（方案新增）

塔基基础施工时，由于塔基占地内剥离的表土和开挖出的土石方临时堆放于塔基施工临时占地内，为降低水土流失量，采用双层双排土袋及防雨布进行防护，土袋规格为断面尺寸为 0.5m（宽）×0.6m（高），单个土袋装土量为 0.3m³。需使用土袋 760m，装土 228.0m³。

(3) 彩条布隔离（方案新增）

为了保护表土资源，方案新增对塔基施工临时占地范围内铺设彩条布进行垫底隔离，共需彩条布 7200m²。

7.7.4. 其他施工场地区

7.7.4.1. 工程措施

(1) 土地整治（方案新增）

施工结束后，及时对其他施工场地区（牵张场和跨越施工场地）进行土地平整，整治厚度约 0.3~0.5m，土地整治面积 0.80hm²，其中 0.26hm² 为占用的耕地、在土地整治达到复耕条件后移交土地权属单位进行复耕。

7.7.4.2. 植物措施

(1) 撒播草籽（方案新增）

主体施工完成后对除耕地以外的临时占地区域进行撒播草籽，草种选择狗牙根和黑麦草 1: 1 混播，播种量约 80kg/hm²，撒播草籽面积为 0.52hm²。

7.7.4.3. 临时措施

(1) 棕垫隔离（方案新增）

临时施工场地区位置优先选取较平缓的区域，施工时主要有频繁的人员及机械活动，具有时间短、扰动大的特点，极易产生水土流失，拟对机械活动的范围、停放机械的地方，以及人为活动的区域采用铺棕垫的方法进行临时防护，减小对地表的扰动和对周边环境的影响。施工后拆除棕垫、清理场地，需要铺棕垫约 2000m²。

7.7.5. 施工道路区

7.7.5.1. 工程措施

(1) 表土剥离（方案新增）

施工前期针对需进行土石方开挖的机械化施工汽运道路段（占用耕地、园地、林地、草地等）进行表土剥离，剥离面积 0.56hm^2 ，剥离厚度为 $10\sim 30\text{cm}$ ，剥离量为 0.09万 m^3 。

(2) 表土回覆（方案新增）

主体施工完成后对占地范围内部分区域进行表土回覆，覆土面积 0.56hm^2 ，覆土厚度为 $0.2\sim 0.3\text{m}$ ，覆土量为 0.09万 m^3 。

(3) 土地整治（方案新增）

施工结束后，及时对临时占地进行土地平整，整治厚度约 $0.3\sim 0.5\text{m}$ ，土地整治面积 0.90hm^2 ，其中 0.12hm^2 为占用的耕地、在土地整治达到复耕条件后移交土地权属单位进行复耕。

7.7.5.2. 植物措施

(1) 撒播草籽（方案新增）

主体施工完成后对除耕地以外的临时占地区域进行撒播草籽，草种选择狗牙根和黑麦草 1: 1 混播，播种量约 $80\text{kg}/\text{hm}^2$ ，撒播草籽面积为 0.78hm^2 。

7.7.5.3. 临时措施

(1) 防雨布遮盖（方案新增）

施工临时道路采用半挖半填的方式施工，地形起伏较大的区域会形成大量的填土裸水土保持措施露边坡，方案设计采用防雨布对裸露边坡、堆放的表土进行临时覆盖，防止雨水的冲刷，经统计，需覆盖防雨布约 900m^2 。

(2) 临时拦挡（方案新增）

为了防止部分填方边坡扰动面积过大及土石方发生溜滑，采取编织土袋对集中堆放的表土坡脚、填方边坡进行有效拦挡，编织袋按双排分层堆放，断面尺寸： 0.5m （宽） $\times 0.6\text{m}$ （高），需使用土袋 510m 。经统计，使用土袋约 510 个，装土约 153.0m^3 。

(3) 临时排水沟（方案新增）

方案设计在道路内侧设置梯形土质临时排水沟，在沟底坡度较大的排水沟末端及中段适当位置设置消能点，用以排导周边汇水，防止水流对路面的冲刷而引起的水土流失，临时排水沟断面尺寸为上宽 0.4m ，深 0.2m ，沟底宽 0.2m ，经统

计需开挖临时排水沟约 0.5km/30m³。

临时排水沟排水能力校核：

A、排水流量设计

采用《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014）中推荐公式进行计算：

$$Q_m = 16.67 \phi q F$$

式中：

Q_m —坡面设计洪峰流量（m³/s）；

ϕ —径流系数，结合实际情况，径流系数 ϕ 取值为 0.70；

F —根据地形图对工程区周边地形进行测量，确定坡面汇水面积 0.001km²。

q —拟采用项目区 5 年一遇最大 10min 降雨量验算，即 $q=2.12\text{mm}$ 。

由此计算最大流量 Q_m ，计算结果如下表。

表 7.7-1 洪峰流量计算表

系数	径流系数 ϕ	5 年重现期 10min 降雨历时的 标准降雨强度（mm/min）	汇水面积 F （km ² ）	流量 Q_m （m ³ /s）
16.67	0.70	2.12	0.004	0.02

B、排水能力按明渠均匀流公式计算：

根据《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014），采用下列公式进行计算：

$$Q = VA, V = \frac{1}{n} \cdot \sqrt[3]{R^2 \cdot \sqrt{i}}, R = A/X$$

式中： Q ——流量，m³/s；

V ——流速，m/s；

A ——过水断面面积，m²；

n ——糙率，采用土质排水沟，糙率取 0.022；

R ——水力半径；

i ——比降；

A ——沟渠断面面积，m²；

X ——湿周，m。

表 7.7-2 临时排水沟设计排水流量

断面形式	洪峰流量 Q_m (m ³ /s)	汇水面积 F (km ²)	临时排水沟尺寸 (m)		糙率 (n)	纵坡比降	设计流量 (m ³ /s)	是否满足排 洪要求
			底宽	高				
梯形断面	0.02	0.001	0.2	0.2	0.022	0.002	0.025	是

经计算临时排水沟过流能力 $Q=0.025\text{m}^3/\text{s}>$ 洪峰流量 $Q_m=0.02\text{m}^3/\text{s}$, 故本工程设计的临时排水沟尺寸能满足设计要求。

7.7.6. 电缆沟及电缆沟施工场地区

7.7.6.1. 工程措施

(1) 表土剥离 (方案新增)

本区需要进行电缆沟开挖, 为保护珍贵的表土资源同时满足电缆施工结束后绿化覆土需要, 方案设计对电缆沟开挖区域预先进行表土剥离, 剥离的表土临时堆放于电缆沟两侧施工作业面并加以临时防护, 表土剥离面积 0.01hm^2 , 剥离厚度为 $10\sim 30\text{cm}$, 剥离量为 0.003 万 m^3 。

(2) 表土回覆 (方案新增)

主体施工完成后对占地范围内部分区域进行表土回覆, 覆土面积 0.01hm^2 , 覆土厚度为 $20\sim 30\text{cm}$, 覆土量为 0.003 万 m^3 。

(3) 土地整治 (方案新增)

施工结束后, 及时对临时占地进行土地平整, 整治厚度约 $0.3\sim 0.5\text{m}$, 土地整治面积 0.01hm^2 。

7.7.6.2. 植物措施

(1) 撒播草籽 (方案新增)

主体施工完成后对除耕地以外的临时占地区域进行撒播草籽, 草种选择狗牙根和黑麦草 $1: 1$ 混播, 播种量约 $80\text{kg}/\text{hm}^2$, 撒播草籽面积为 0.01hm^2 。

7.7.6.3. 临时措施

(1) 防雨布遮盖 (方案新增)

由于剥离的表土和电缆沟开挖出的一般土石方临时堆放于本区, 为降低水土流失量, 采用彩条塑料布进行防护, 需使用防雨布 400m^2 。

(2) 临时拦挡 (方案新增)

由于剥离的表土和电缆沟开挖出的一般土石方临时堆放于本区, 为降低水土流失量, 采用单层单排土袋进行临时拦挡, 土袋规格为 0.5m (宽) $\times 0.6\text{m}$ (高), 单个土袋装土量为 0.3m^3 , 需使用土袋 100m , 装土 30.0m^3 。

7.7.7. 水土保持措施工程量汇总

根据调查统计, 本工程主体设计及完成的水土保持措施工程量汇总见下表。

表 7.7-3 水土保持措施及工程量汇总表

防治分区		措施类别	措施名称		单位		工程量	备注
变电站扩建工程区		工程措施	碎石铺垫		m ²		500	主体已有
		临时措施	防雨布苫盖		m ²		300	方案新增
线路工程区	塔基及塔基施工场地区	工程措施	浆砌石挡墙		139m/383.7m ³			主体已有
			浆砌石排水沟		115m/54.1m ³			主体已有
			表土剥离	剥离面积	hm ²		0.89	方案新增
				表土量	万 m ³		0.15	方案新增
			表土回覆		万 m ³		0.15	方案新增
			土地整治		hm ²		1.79	方案新增
		植物措施	撒播草籽	面积	hm ²		1.34	方案新增
				黑麦草	kg		53.6	方案新增
				狗牙根	kg		53.6	方案新增
			栽植灌木		株		1250	方案新增
		临时措施	防雨布苫盖		m ²		1800	方案新增
			临时拦挡		长度	m	760	方案新增
					土方	m ³	228	
			彩条布隔离		m ²		7200	方案新增
	其他临时施工场地区	工程措施	土地整治		hm ²		0.80	方案新增
		植物措施	撒播草籽	面积	hm ²		0.52	方案新增
				黑麦草	kg		20.8	方案新增
				狗牙根	kg		20.8	方案新增
		临时措施	棕垫隔离		m ²		2000	方案新增
	施工道路区	工程措施	表土剥离	剥离面积	hm ²		0.56	方案新增
				表土量	万 m ³		0.09	方案新增
			表土回覆		万 m ³		0.09	方案新增
			土地整治		hm ²		0.90	方案新增
		植物措施	撒播草籽	面积	hm ²		0.78	方案新增
				黑麦草	kg		31.2	方案新增
				狗牙根	kg		31.2	方案新增
		临时措施	防雨布苫盖		m ²		900	方案新增
			临时拦挡		长度	m	510	方案新增
					土方	m ³	153	
			临时排水沟	长度	m		500	方案新增
				方量	m ³		30	方案新增

防治分区		措施类别	措施名称		单位		工程量	备注
	电缆沟及电缆沟施工场地区	工程措施	表土剥离	剥离面积	hm ²		0.01	方案新增
				表土量	万 m ³		0.003	方案新增
			表土回覆		万 m ³		0.003	方案新增
			土地整治		hm ²		0.01	方案新增
		植物措施	撒播草籽	面积	hm ²		0.01	方案新增
				黑麦草	kg		0.40	方案新增
				狗牙根	kg		0.40	方案新增
		临时措施	防雨布苫盖		m ²		400	方案新增
			临时拦挡	长度	m		100	方案新增
				土方	m ³		30	

7.8. 施工组织

7.8.1. 施工组织设计原则

(1) 根据水土保持工程与主体工程“三同时”的原则，水土保持措施实施进度与主体工程建设、土石方工程施工进度相适应，及时防治新增水土流失。

(2) 坚持以“预防为主，防治结合”的原则，做到边施工、边防护，严格控制并及时防治施工过程中的水土流失。

(3) 与主体工程相互配合、协调，在施工过程中尽量利用主体工程已有的水、电、交通等临时设施，减小临时工程量。

(4) 各类临时占地区占用完毕后需及时拆除并进行场地清理、整治；植物措施在具备条件后应尽快实施。

7.8.2. 施工条件

7.8.2.1. 交通条件

本工程扩建巴姑 110kV 变电站站址位于雷波县巴姑中心乡米西洛村建设组，沙坪子~瓦岗的乡村公路旁，站外东、南、北三侧为空地，站外西侧为坪子~瓦岗的乡村公路，交通便利。

本工程线路主要沿省道 S307 上坡侧山坡走线，部分区段距离省道 S307 较远，沿线部分区段有与线路交叉的 009 乡道、032 乡道及乡村公路可供利用，整体交通较差。

经测算，本工程线路平均汽车运距 20km；平均人力运距：10mm 冰区 0.9km，

15mm 冰区 1.0km, 20mm 冰区取 1.0km。

7.8.2.2. 施工生产生活区

本工程施工生活区采用租用当地现有民房即可解决。

7.8.2.3. 材料供应

本工程施工中所使用的砂、石等材料均可在雷波县及周边市场采购,使用汽车运至各施工场地。施工原材料供应产生的水土流失防治责任由供应商负责。

7.8.3. 施工方法

施工期应响应“绿色施工”要求,严格控制施工扰动范围,在塔基周边设置彩条旗进行限界。同时应控制施工道路扰动范围,禁止随意压占破坏地表植被。

7.8.3.1. 工程措施施工

本工程水土保持工程主要有表土剥离、表土回覆、整地等。

(1) 表土剥离及回覆

施工前,对变电站、还建道路、施工道路、塔基占地开挖范围内表土资源的区域采用机械方式进行剥离,剥离后的表土就近运输至指定堆存点并采取相应防护,施工后期用于恢复植被覆土。

(2) 土石方开挖与回填

土石开挖采用机械开挖为主。土石回填采用推土机推土回填,回填顺序根据工程占地区地形、施工条件、占地面积及水源供应等确定。开挖土回填顺序为:粗颗粒土—细颗粒土—腐殖土,保证植物生长所需的立地条件。

(3) 整地

主体工程施工活动结束后,清除该区域内的施工残留、建筑垃圾,再将扰动面地表进行清渣、翻松、除杂、施肥,改善土壤条件,以增加植被立地条件。

7.8.3.2. 植物措施

结合工程区气候条件,植物措施可在春、秋两季实施。在植苗及草籽撒播前,需对迹地进行清理、翻松,促进土壤熟化,从而提高造林成活率。整地时应严格按照设计规格进行,改善立地条件和土壤理化性质,保证土壤墒情。

种植过程中,应严格按照水土保持造林规程规范,对起苗、运苗、栽植等环节进行严格控制,保证苗木质量,草籽应对其进行筛选,以保证种子质量,并经过消毒、药物浸泡等处理措施后进行撒播。

在植物措施实施后至工程运行初期，应对苗木进行抚育管理，进行补植、浇水等抚育管理。

7.8.3.3. 临时措施工程

(1) 土袋挡护

人工装土（石）、封包、堆筑；施工结束后拆除土袋，将土袋内装土翻松后就地铺平。

(2) 防雨布苫盖

防雨布的目的主要是防止下雨天或者大风天气雨水、风等自然因素对临时堆放的表土、土石方、砂石材料等冲刷、吹蚀造成新的水土流失。防雨布的覆盖原则上按有多少临时堆方即覆盖多少面积，周边采用块石等对防雨布进行压角。

(3) 钢板铺垫

对材料堆放、机械停放场地钢板铺垫，采用机械铺设。使用结束后回收钢板，以便重复利用。

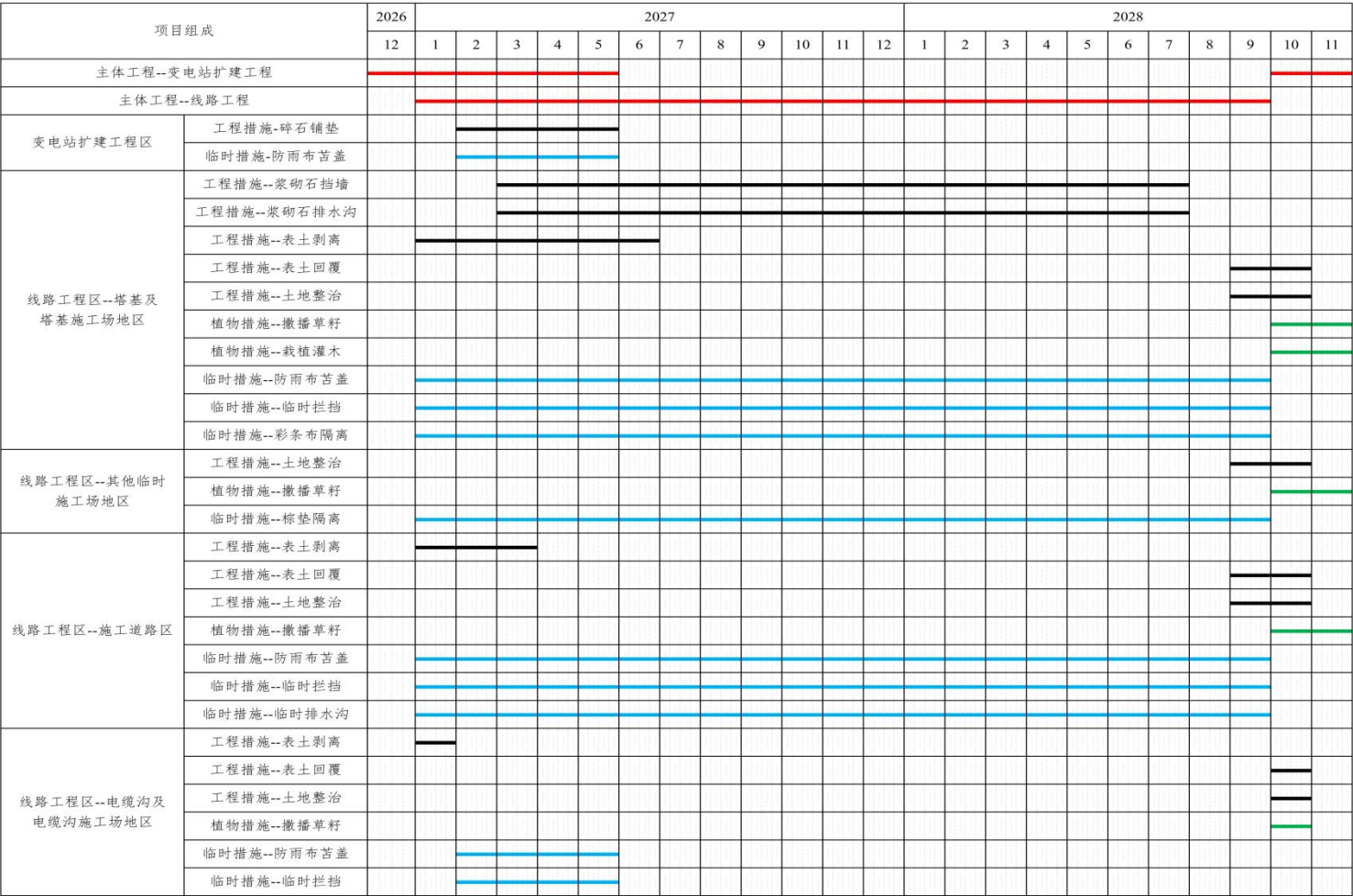
(4) 临时排水沟、沉沙池

按规格进行开挖，将挖起的土填筑于排水沟或沉沙池下边坡侧，夯实排水沟、沉沙池壁，经常检查水流对沟壁的冲刷情况，如发现缺口，应及时填补。

7.9. 水土保持工程施工安全要求

本工程计划于 2026 年 12 月动工，计划于 2028 年 11 月完工，总工期 24 个月。方案实施进度安排，遵循工程措施在先，随后实施植物措施的原则，遵循拦挡工程措施先于土石回填的原则。针对输电线路工程施工点分散、施工时间分散、各施工点施工时间不长的特点，各施工点水土保持措施应在各点施工期间或施工结束后立即实施，不能等到全线施工结束后才实施。水土保持措施实施时间见表 7.9-1。

表 7.9-1 主体工程和水土保持工程实施进度双横道图



注：“ ” 主体工程施工进度；“ ” 工程措施实施进度；“ ” 植物措施实施进度；“ ” 临时措施实施进度。

8. 水土保持监测

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），第三条“加强事中事后监管，严格责任追究”的第二款中规定“编制水土保持方案报告书的项目，应当依法开展水土保持监测工作”。文件对编报水土保持报告表的项目未做监测规定，故本工程可以不开展监测。

一般情况下，建设单位可结合本工程生产建设特点及实际需求自行安排水土保持监测工作，确保采取有效措施防治水土流失，并接受水行政主管部门的监督检查。水土保持监测相关技术可参照《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）、《水土保持监测技术规范》（SL/T277-2024）等技术标准和政策文件执行。

9. 水土保持投资及效益分析

9.1. 投资估算

9.1.1. 编制原则及依据

9.1.1.1. 编制原则

1、水土保持方案作为工程建设的一项重要内容，其估算原则、价格水平年与主体工程一致，不足部分按《水利工程设计概（估）算编制规定（水土保持工程）》、相关行业标准和当地现行价计列；

2、本方案水土保持投资包括主体工程中具有水土保持功能工程的投资和水保方案新增投资两部分，对已计入主体工程具有水土保持功能的措施费用（含相应的工程监理费用），计入本方案水保总投资中；

3、主要材料价格及工程措施单价与主体工程一致，植物工程单价依据当地价格水平确定；

4、该工程水土保持设施的投资估算水平年确定为 2026 年第一季度。

9.1.1.2. 编制依据

1、主体工程投资估算资料；

2、《水利部关于发布〈水利工程设计概（估）算编制规定〉及水利工程系列定额的通知》（水总〔2024〕323 号文）；

3、《电网工程建设预算编制与计算规定》（2018 年版）；

4、《电力建设工程概算定额》（2018 年版）一建筑工程、电气设备安装工程；

5、《电力建设工程装置性材料综合预算价格》（2018 年版）；

6、《关于发布 2018 版电力建设工程概预算定额价格水平调整的通知》，电力定额总站〔2022〕1 号；

7、《电力建设工程施工机械台班费用定额》（2018 年版）；

8、《关于落实〈国家发展改革委关于进一步放开建设项目专业服务价格的通知〉的指导意见》（中电联定额〔2015〕162 号）；

9、《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）；

10、四川省水利厅关于印发《增值税税率调整后〈四川省水利水电工程设计概（估）算编制规定〉相应调整办法》的通知（川水函〔2019〕610号）；

11、《关于〈输变电工程环保水保监测与验收费用计列指导意见〉的批复》（定额〔2023〕16号）。

9.1.2. 编制说明与估算成果

本工程的水土保持工程费用估算分为工程措施费、植物措施费、监测措施费、施工临时工程费及独立费用。另外，还包括预备费和水土保持补偿费等。水土保持工程为主体工程的重要组成部分，投资估算所采用的价格水平年及工程措施投资的基础单价、编制依据、方法和主体工程设计估算一致。水土保持估算计入工程总投资中。

9.1.2.1. 基础价格编制

1、人工预算单价

本方案人工预算单价与主体工程保持一致，主体工程人工预算单价按照《电力建设工程预算定额》（2018年版）基准工日单价确定，工程措施和植物措施均按输电技工163元/工日计算，即20.38元/工时。

2、主要材料估算价格

本方案材料预算价格由材料原价、材料运杂费、材料运输保险费及采购保管费组成，采用当下市场价格。

水土保持工程植物措施所需树种、草籽的单价，以现场调查当地市场实际价格为准。

3、施工机械使用费

施工机械使用费采用《水利工程施工机械台时费定额》计算。

9.1.2.2. 建筑工程单价及费率

建筑工程单价由直接工程费、间接费、企业利润和税金组成。

1、直接工程费

（1）基本直接费

包括人工费、材料费和施工机械使用费。

人工费=定额劳动量（工时）×人工预算单价（元/工时）；

材料费=定额材料用量×材料预算单价；

施工机械使用费=定额机械使用量（台时）×施工机械台时费（元/台时）。

（2）其他直接费

其他直接费：包括冬雨季施工增加费、夜间施工增加费、临时设施费及其他，按直接费乘以其他直接费率计算。

2、间接费

间接费=直接费×间接费率。

3、利润

利润=（直接费+间接费）×利润率。

4、材料补差

材料补差=（材料预算价格-材料基价）×材料消耗量

5、税金

税金=（直接费+间接费+利润+材料补差）×税率。

6、工程单价

工程单价=直接费+间接费+利润+材料补差+税金。

9.1.2.3. 植物工程单价及费率

1、直接费

包括基本直接费和其他直接费。

（1）基本直接费

包括人工费、材料费和施工机械使用费。

人工费=定额劳动量（工时）×人工预算单价（元/工时）；

材料费=定额材料用量（不含苗木、草及种子费）×材料预算单价；

机械使用费=定额机械使用量（台时）×施工机械台时费（元/台时）。

（2）其他直接费

其他直接费=基本直接费×其他直接费率。

2、间接费

间接费=直接费×间接费率。

3、利润

利润=（直接工程费+间接费）×利润率。

4、材料补差

材料补差=(材料预算价格-材料基价)×材料消耗量

5、税金

税金=(直接费+间接费+利润+材料补差)×税率。

6、工程单价

工程单价=直接费+间接费+利润+材料补差+税金。

表 9.1-1 建筑工程单价费率、植物措施费率取值表

序号	费用名称	费率(%)		备注
		工程措施	植物措施	
1	直接费			
1.1	基本直接费			
1.2	其他直接费	3.3	2.3	土地整治取 2.0
	冬雨季施工增加费	0.8	0.8	
	夜间施工增加费	/	/	
	临时设施费	2	1	
	其他	0.5	0.5	
2	间接费	/	6	
	土方工程	5		
	其他工程	7		
3	企业利润	7	7	
4	税金	9	9	
5	扩大系数	10	10	

9.1.2.4. 监测措施

根据《关于〈输变电工程环保水保监测与验收费费用计列指导意见〉的批复》(定额〔2023〕16号)计列,本工程由巴姑 110 千伏变电站扩建工程、雷波 220 千伏变电站间隔完善工程以及雷波-巴姑 110 千伏线路工程组成,经计算,本工程水土保持监测措施费为 26.36 万元。

9.1.2.5. 施工临时工程措施

①临时防护工程

按设计工程量乘以工程单价进行编制。

②其他临时工程

其他临时工程按一至三部分投资合计的 1.0%~2.0%计列,本工程取 2.0%。

③施工安全生产专项

施工安全生产专项按一至四部分建安工作量(不含设备购置费)之和的 2.5% 计算。

9.1.2.6. 独立费用

独立费用包括建设管理费、工程建设监理费、科研勘测设计费组成,按国家和水土保持相关规定计列。

(1) 建设管理费

①项目经常费:按方案投资第一至第四部分之和的 2.5%计算。

②技术咨询费:按方案投资第一至第四部分之和的 1.5%计算。

③水土保持竣工验收费:根据《关于〈输变电工程环保水保监测与验收费用计列指导意见〉的批复》(定额〔2023〕16号)计列,本工程由巴姑 110 千伏变电站扩建工程、雷波 220 千伏变电站间隔完善工程以及雷波-巴姑 110 千伏线路工程组成,经计算,本工程水土保持竣工验收费 23.32 万元。

(2) 工程建设监理费:本工程征占地面积在 20 公顷以下,且挖填土石方总量在 20 万立方米以下,因此本工程的水土保持监理由主体工程监理单位一并进行监理,不再单独计列水土保持监理费用。

(3) 科研勘测设计费:包括工程科学研究试验费、工程勘测设计费、水土保持方案编制费。根据有关行业标准,并参考同类项目收费情况并结合实际合同费用计取。

6、预备费

预备费按一至五部分新增投资合计的 10%计取。

9.1.2.7. 水土保持补偿费

根据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),对一般性生产建设项目,按照征占用土地面积每平方米 1.3 元一次性计征,本工程占地 4.84hm²,应缴纳水土保持补偿费 6.292 万元。

表 9.1-2 水土保持补偿费统计表

行政区域		占地面积 (hm ²)	补偿标准 (元/m ²)	水土保持补偿费 (万元)
凉山州	雷波县	4.84	1.3	6.292
合计				6.292

9.1.2.8. 估算成果

本工程水土保持总投资 221.90 万元，其中主体工程已列投资 80.96 万元，水保方案新增投资 140.94 万元。水土保持总投资中，工程措施费 107.10 万元，植物措施费 3.97 万元，监测措施费 26.36 万元，施工临时工程费 29.19 万元，独立费用 36.75 万元，预备费 12.24 万元，水土保持补偿费 6.292 万元。详见下表。

水土保持工程投资总估算表见表 9.1-3。

表 9.1-3 工程水土保持投资总估算表 单位：万元

序号	工程或费用名称	方案新增水保措施投资				主体 已有	合计
		建安工 程费	设备购 置费	独立费 用	小计		
I	第一部分：工程措施	35.85			35.85	80.96	107.10
一	变电站扩建工程区					5.00	5.00
二	线路工程区	35.85			35.85	77.06	112.91
(一)	塔基及塔基施工临时占地区	21.15			21.15	77.06	98.21
(二)	其他临时施工场地区	0.93			0.93		0.93
(三)	施工道路区	12.85			12.85		12.85
(四)	电缆沟及电缆沟施工场地区	0.92			0.92		0.92
II	第二部分：植物措施	3.97			3.97		3.97
(一)	塔基及塔基施工临时占地区	5.58			5.58		5.58
(二)	其他临时施工场地区	0.45			0.45		0.45
(三)	施工道路区	0.67			0.67		0.67
(四)	电缆沟及电缆沟施工场地区	0.01			0.01		0.01
III	第三部分：监测措施	26.36			26.36		26.36
一	水土保持监测	26.36			26.36		26.36
IV	第四部分：施工临时工程	29.19			29.19		29.19
一	临时防护工程	26.25			26.25		26.25
(一)	变电站扩建工程区	0.16			0.16		0.16
(二)	线路工程区	26.09			26.09		26.09
(一)	塔基及塔基施工临时占地区	14.11			14.11		14.11
(二)	其他临时施工场地区	2.29			2.29		2.29
(三)	施工道路区	6.86			6.86		6.86
(四)	电缆沟及电缆沟施工场地区	2.82			2.82		2.82
二	其他临时工程	1.38			1.38		1.38
三	施工安全生产专项	2.38			2.38		2.38

序号	工程或费用名称	方案新增水保措施投资				主体 已有	合计
		建安工 程费	设备购 置费	独立费 用	小计		
V	第五部分：独立费用			36.75	36.75		36.75
一	建设管理费			27.28	27.28		
(一)	项目经常费(不含水土保持竣工验收费)			2.47	2.47		2.47
(二)	技术咨询费			1.48	1.48		1.48
(三)	水土保持竣工验收费			23.32	23.32		23.32
二	工程建设监理费			0.00	0.00		0.00
三	科研勘测设计费			10.00	10.00		10.00
	一至五部分合计				136.19	80.96	218.25
VI	基本预备费				12.24		12.24
VII	水土保持补偿费				6.292		6.29
VIII	水土保持工程总投资				140.94	80.96	221.90

表 9.1-4 主体已有水土保持措施投资表

防治分区	措施类型	措施项目	单位	数量	单价（元）	总投资（万元）
变电站扩建工程区	工程措施	碎石铺垫	m²	500	100	5.00
塔基及塔基施工场地区	工程措施	浆砌石挡墙	m³	139m/383.7m³	2990.79	41.57
		浆砌石排水沟	m³	115m/54.1m³	2990.79	34.39
合计						80.96

表 9.1-5 新增水土保持措施估算表

序号	定额编号	工程名称及费用	单位	数量	单价(元)	合计(万元)
第一部分工程措施						26.14
(一)	塔基及塔基施工场地区					15.70
1	01001	表土剥离				8.13
(1)		人工清理表层土	万 m ³	0.15	176094.84	2.64
(2)		人工倒运土(10m)	万 m ³	0.15	365844.10	5.49
2	01100	表土回覆	万 m ³	0.15	365844.10	5.49
3	08064	土地整治	hm ²	1.79	11652.41	2.09
(二)	其他临时施工场地区					0.93

序号	定额编号	工程名称及费用	单位	数量	单价（元）	合计（万元）
1	08064	土地整治	hm²	0.8	11652.41	0.93
（三）	施工道路区					9.22
1	01001	表土剥离				4.88
（1）		人工清理表层土	万 m³	0.09	176094.84	1.58
（2）		人工倒运土（10m）	万 m³	0.09	365844.10	3.29
2	01100	表土回覆	万 m³	0.09	365844.10	3.29
3	08064	土地整治	hm²	0.90	11652.41	1.05
（四）	电缆沟及电缆沟施工场地区					0.28
1	01001	表土剥离				0.16
（1）		人工清理表层土	万 m³	0.003	176094.84	0.05
（2）		人工倒运土（10m）	万 m³	0.003	365844.10	0.11
2	01100	表土回覆	万 m³	0.003	365844.10	0.11
3	08064	土地整治	hm²	0.01	11652.41	0.01
第二部分植物措施						3.97
（一）	塔基及塔基施工场地区					2.85
1	08081	撒播草籽	hm²	1.34	8559.94	1.15
2	08131	栽植灌木	株	1250	13.63	1.70
（二）	其他临时施工场地区					0.45
1	08081	撒播草籽	hm²	0.52	8559.94	0.45
（三）	施工道路区					0.67
1	08081	撒播草籽	hm²	0.78	8559.94	0.67
（四）	电缆沟及电缆沟施工场地区					0.01
1	08081	撒播草籽	hm²	0.01	8559.94	0.01
第三部分监测措施						26.36
1	水土保持监测					26.36
一至三部分合计						56.47
第四部分施工临时工程						26.00
（一）	变电站扩建工程区					0.16
1	03005	防雨布苫盖	m²	300	5.25	0.16
（二）	塔基及塔基施工场地区					14.11
1	03005	防雨布苫盖	m²	1800	5.25	0.95
2		临时拦挡				9.39
（1）	03056	土袋拦挡填筑	m³	228	361.81	8.25

序号	定额编号	工程名称及费用	单位	数量	单价（元）	合计（万元）
（2）	03057	土袋拦挡拆除	m³	228	50.01	1.14
3	03005	彩条布隔离	m²	7200	5.25	3.78
（三）	其他临时施工场地区					2.29
1	03003	棕垫隔离	m²	2000	11.44	2.29
（四）	施工道路区					6.86
1	03005	防雨布苫盖	m²	900	5.25	0.47
2		临时拦挡				6.30
（1）	03056	土袋拦挡填筑	m³	153	361.81	5.54
（2）	03057	土袋拦挡拆除	m³	153	50.01	0.77
3	01004	临时排水沟	m³	30	29.36	0.09
（五）	电缆沟及电缆沟施工场地区					2.57
1	03005	防雨布苫盖	m²	400	5.25	0.21
2		临时拦挡				1.24
（1）	03056	土袋拦挡填筑	m³	30	361.81	1.09
（2）	03057	土袋拦挡拆除	m³	30	50.01	0.15
其他临时工程			%	2		1.13
施工安全生产专项			%	2.5		2.06
一至四部分合计						85.66
第五部分独立费用						36.75
（一）	建设管理费					3.43
1	项目经常费		%	2.5		2.14
2	技术咨询费		%	1.5		1.28
（二）	工程建设监理费					
（三）	科研勘测设计费					10.00
1	工程科学研究试验费					0.00
2	工程勘测设计费					10.00
（1）	水土保持方案编制费					10.00
（四）	水土保持设施验收费					23.32
一至五部分合计						122.40
基本预备费			%	10		12.24
水土保持补偿费			m²	48400	1.30	6.29
新增水土保持投资						140.94

表 9.1-6 独立费用估算表

序号	费用名称	合计（万元）	备注
1	建设单位管理费	3.43	根据《水利工程设计概（估）算编制规定》及水利工程系列定额的通知（水总〔2024〕323 号），再结合本工程实际情况计列
(1)	项目经常费	2.14	
(2)	技术咨询费	1.28	
2	工程建设监理费	0.00	参照国家发展改革委、建设部以发改价格〔2007〕670 号印发的《建设工程监理与相关服务收费管理规定》计算。
3	科研勘测设计费	10.00	
(1)	工程科学研究试验费	0.00	根据《水利工程设计概（估）算编制规定》及水利工程系列定额的通知（水总〔2024〕323 号），并参考项目主体设计资料中概算计列
(2)	工程勘测设计费	10.00	
1)	水土保持方案编制费	10.00	
4	水土保持设施验收费	23.32	根据《水利工程设计概（估）算编制规定》及水利工程系列定额的通知（水总〔2024〕323 号），并参考项目主体设计资料中概算计列
合计		36.75	

表 9.1-7 分年度投资表 单位：万元

序号	工程或费用名称	合计	分年度投资		
			2026 年	2027 年	2028 年
I	第一部分：工程措施	107.10	30.63	51.05	25.42
一	变电站扩建工程区	5.00			5.00
二	线路工程区	102.10	30.63	51.05	20.42
(一)	塔基及塔基施工临时占地区	91.66	27.50	45.83	18.33
(二)	其他临时施工场地区	0.93	0.28	0.47	0.19
(三)	施工道路区	9.22	2.77	4.61	1.84
(四)	电缆沟及电缆沟施工场地区	0.28	0.09	0.14	0.06
II	第二部分：植物措施	3.97			3.97
(一)	塔基及塔基施工临时占地区	2.85			2.85
(二)	其他临时施工场地区	0.45			0.45
(三)	施工道路区	0.67			0.67
(四)	电缆沟及电缆沟施工场地区	0.01			0.01
III	第三部分：监测措施	26.36	7.91	13.18	5.27
一	水土保持监测	26.36	7.91	13.18	5.27
IV	第四部分：施工临时工程	29.19	8.76	14.59	5.84
一	临时防护工程	26.00	7.80	13.00	5.20
(一)	变电站扩建工程区	0.16	0.05	0.08	0.03
(二)	线路工程区	25.84	7.75	12.92	5.17
(一)	塔基及塔基施工临时占地区	14.11	4.23	7.06	2.82
(二)	其他临时施工场地区	2.29	0.69	1.14	0.46

(三)	施工道路区	6.86	2.06	3.43	1.37
(四)	电缆沟及电缆沟施工场地区	2.57	0.77	1.29	0.51
二	其他临时工程	1.13	0.34	0.56	0.23
三	施工安全生产专项	2.06	0.62	1.03	0.41
V	第五部分：独立费用	36.75	12.12	1.07	23.75
一	建设管理费	26.75	2.12	1.07	23.75
(一)	项目经常费（不含水土保持竣工验收费）	2.14	0.64	1.07	0.43
(二)	技术咨询费	1.28	1.48		
(三)	水土保持竣工验收费	23.32			23.32
二	工程建设监理费	0.00			
三	科研勘测设计费	10.00	10.00		
	一至五部分合计	203.36	59.42	79.89	64.25
VI	基本预备费	12.24	3.67	6.12	2.45
VII	水土保持补偿费	6.29			6.29
VIII	水土保持工程总投资	221.90	63.09	86.01	72.99

表 9.1-8 主要材料单价汇总表

序号	名称及规格	单位	预算价格（元）	其中（元）			
				材料原价	运杂费	采购及保管费	运输保险费
1	人工	元/工时	20.38	引用主体工程			
2	水	m ³	2.11				
3	电	度	0.89				
4	柴油 0#	L	6.28				
5	棕垫	m ²	4.5				
6	防雨布	m ²	1.5				
7	编织袋	个	0.55				
8	草籽	kg	60				
9	灌木	株	5				

9.2. 效益分析

9.2.1. 效益分析原则

通过对主体工程水土保持分析评价结合现场调查,对各水土流失防治分区特别是水土流失重点区域布设了工程、植物及施工中的临时防护措施,形成了综合、完善的防治措施体系。本方案根据设计的工程措施、植物措施的数量进行六项指标计算。

计算原则:

- 1、工程措施面积为工程措施的投影面积。
- 2、植物措施为投影面积。
- 3、水土保持措施总面积中，土地整治与植物措施面积、复耕面积不重复计算。

9.2.2. 效益分析结果

水土保持效益分析应本着可持续发展的原则，着重分析方案实施后在控制人为水土流失所产生的保土保水、改善生态环境、保障工程运行安全方面的效益和作用。本方案着重分析工程建设区在实施水土流失治理措施后所产生的效益，在效益分析中以减轻和控制水土流失为主，其次考虑其他方面的效益。

本方案水土保持综合治理措施效益计算与评价，采用《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T50434-2018）进行分析计算。

1、水土流失治理度

经测算，本工程施工扰动后水土流失面积为 4.84hm^2 ，在设计水平年，永久建构筑物 and 硬化面积 0.31hm^2 ，采取的水土保持工程措施面积为 1.87hm^2 ，水土保持植物措施面积 2.65hm^2 。在采取水土保持措施后，结合同类工程相关经验及项目区自然条件，设计水平年项目水土流失治理达标面积 4.83hm^2 ，工程水土流失治理度为 99.79%。

2、土壤流失控制比

根据水土流失预测分析，本工程产生的水土流失主要在施工期，本方案及主体工程中对施工期间的水土流失采取措施进行治理。施工结束后随着项目区人为扰动因素的停止和水土保持逐步发挥作用，设计水平年工程扰动区域土壤侵蚀强度降至 $400\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ ，水土流失控制比为 1.25。

3、渣土防护率

根据土石方平衡，本工程施工期间临时堆土量为 0.74 万 m^3 ，在回填之前均采取临时苫盖、土袋挡护等措施，工程无永久弃渣。考虑防护过程中不可避免的损失，工程采取措施实际挡护的永久弃渣和临时堆土数量为 0.73 万 m^3 ，在方案设计水平年，渣土防护率为 98.65%。

4、表土保护率

本工程占地区表土可剥离面积 1.46hm^2 ，可剥离表土量 0.24 万 m^3 ，施工期

间采取土袋拦挡、临时遮盖、临时铺垫等水土保持措施，由于保护过程中不可避免地产生不可预计的损失，同时考虑到表土剥离、回覆的损耗，项目保护表土数量 0.235 万 m^3 ，在方案设计水平年，表土保护率为 97.92%。

5、林草植被恢复率

项目区可恢复林草植被面积为 2.67hm^2 ，方案实施植物措施面积为 2.65hm^2 ，林草植被恢复率可达到 99.25%。

6、林草覆盖率

本工程建设区总面积为 4.84hm^2 ，考虑项目区自然条件及草籽存活率影响，设计水平年项目建设区范围内林草类植被面积可达到 2.62m^2 ，林草植被覆盖率为 54.13%。

水土保持方案防治效果计算如下：

表 9.2-1 水土流失防治指标计算表

序号	项目	计算方法	计算数据		计算结果	目标值
1	水土流失治理度	水土流失治理达标面积/水土流失总面积	水土流失治理达标面积 (hm^2)	水土流失总面积 (hm^2)	99.79%	97%
			4.83	4.84		
2	土壤流失控制比	容许土壤流失量/治理后每平方公里年平均土壤流失量	容许土壤流失量 ($\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$)	治理后每平方公里年平均土壤流失量 ($\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$)	1.25	1.0
			500	400		
3	渣土防护率	采取措施实际挡护的永久弃渣、临时堆土数量/永久弃渣和临时堆土量总量	采取措施实际挡护的永久弃渣、临时堆土数量 (万 m^3)	永久弃渣和临时堆土量总量 (万 m^3)	98.65%	94%
			0.79	0.80		
4	表土保护率	保护的表土数量/可剥离表土总量	保护的表土数量 (万 m^3)	可剥离表土总量 (万 m^3)	97.92%	95%
			0.235	0.24		
5	林草植被恢复率	林草类植被面积/可恢复林草植被面积	林草总面积 (hm^2)	可恢复林草植被面积 (hm^2)	99.25%	96%
			2.65	2.67		
6	林草覆盖率	林草类植被面积/项目建设区面积	林草总面积 (hm^2)	项目建设区面积 (hm^2)	54.13%	25%
			2.62	4.84		

本方案实施后，本工程水土流失防治责任范围内因工程建设造成的新增水土

流失得到有效治理。根据水土保持措施实施效果分析测算，可治理水土流失面积 4.84hm²，减少水土流失量 443.29t，恢复林草植被面积 2.65hm²，临时堆土挡护量 0.79 万 m³，表土剥离及保护量 0.235 万 m³。通过水土保持措施治理后，至设计水平年末，项目区水土流失治理度可达到 99.79%，土壤流失控制比达到 1.25，渣土防护率达到 98.65%，表土保护率达到 97.92%，林草植被恢复率达到 99.25%，林草覆盖率达到 54.13%。

因此，六项防治指标均达到国家标准规定的水土流失防治目标值。

10.水土保持管理

为了使本工程水土保持方案能得以顺利实施,建设单位应建立一套实施保证措施方案,从而贯彻《中华人民共和国水土保持法》中“三同时”要求,切实将水土保持工作纳入整个工程建设中去,并根据年度安排,加强施工管理,认真落实实施。

10.1. 组织管理

根据《中华人民共和国水土保持法》,水土保持方案报请水行政主管部门批准或备案后,由建设单位负责组织实施。

为保证水土保持方案的顺利实施,建立强有力的组织机构是十分必要的。因此,建设单位需指定专人负责水土保持方案的委托编制、报批和方案实施工作以及水土保持监测、施工建设期间的水土保持管理工作。同时,对工程监理、承包商等也需建立同水土保持管理机构相配套的机构和人员,建立健全工程现场统一的水土保持管理体系。

认真贯彻、执行“预防为主、保护优先、全面规划、综合治理、因地制宜、突出重点、科学管理、注重效益”的水土保持方针,确保工程安全,充分发挥水土保持效益。建立水土保持目标责任制,把水土保持列为工程进度、质量考核的内容之一,按年度向水行政主管部门报告水土流失治理情况,并制定水土保持方案详细实施计划。工程施工期间,负责与设计、施工、监理单位保持联系,协调好水土保持方案与主体工程的关系,确保水土保持工程的正常施工,并按时竣工,最大限度减少人为造成的水土流失和生态环境的破坏。深入工程现场进行检查和观测,掌握工程施工期和运行期间的水土流失状况及防治措施落实情况,为有关部门决策提供基础资料。建立、健全各项档案,积累、分析整编资料,为水土保持工程验收提供相关资料。

工程外部接受各级水行政主管部门的监督、检查,内部实施分级水土保持管理,层层落实责任,并负责实施各自范围内的水土保持工作。为切实减少工程建设中可能造成水土流失,必须采取预防为主、防治结合的原则,及时落实各项水土保持措施,尽量避免水土流失及其危害的发生。

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。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。工程设计水平年水土流失治理度、土壤流失控制比、渣土防护率、表土保护率、林草覆盖率和林草植被恢复率 6 项指标达到方案设计要求。

工程水土保持管理分为外部管理和内部管理两部分。外部管理由各级水行政主管部门,依据国家相关法律法规和政策,按照工程需达到的水土保持相关要求,依法对各工程建设各个阶段进行不定期监督、检查及水土保持设施验收等活动。内部管理由建设单位执行国家和地方有关水土保持的法律法规、政策,落实水土保持措施。建设单位在建设期间对施工单位建设施工活动负责,保证水土保持措施组织实施后,达到生产建设项目水土保持相关要求。建设期环境管理组织体系由建设单位、施工单位、设计单位和监理单位共同组成,通过各自成立的相应机构对工程建设的环境保护和水土保持负责。工程建成后,由建设单位负责,对各项水土保持设施进行管理维护,保证其有效地发挥水土保持功能。

在日常管理工作中,建设单位主要采取以下管理措施:水土保持措施是生态建设的重要内容,建设单位要把水土保持工作列入重要议事日程,切实加强领导,真正做到责任、措施和投入“三到位”,认真组织方案的实施和管理,定期检查,并接受社会监督。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。制定详细的水土保持措施实施进度,加强计划管理,以确保各项水土保持措施与主体工程同步实施,同时完成,同时验收。建设单位要加强对生产建设活动的监督管理,成立专业的技术监督队伍,预防人为活动造成新的水土流失,并及时对生产建设活动造成的水土流失进行治理,确保工程质量。水土保持方案经批准后,建设单位应主动与各级水行政主管部门联系,接受地方水行政主管部门的监督检查。各级水行政主管部门负责监督水土保持措施的执行,参与和指导水土保持设施的验收工作。当地水行政主管部门确定专人负责该方案实施情况的监督和检查,采取定期与不定期相结合的办法,检查方案的实施进度和有关工程施工质量。

10.2. 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)的要求,本水土保持方案经水行政主管部门批复后,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。无设计的水土保持措施，不得通过水土保持自主设施验收。在初步设计及施工图设计中有水土保持专章或专篇，后续设计中还应加强水土保持措施图件的要求。项目初步设计阶段应进一步细化水保方案各防治分区中的各项水土保持措施投资，进一步明确水土保持措施概算费用。当生产建设项目的地点、规模发生重大变化的，建设单位将补充或者修改水土保持方案并报原审批机关（部门）批准。水土保持方案实施过程中，水土保持措施需要作出重大变更的，需报原审批单位对变更报告进行审批。

设计单位不得随意进行设计方案调整，确需调整时应及时反馈设计变更，形成详细的变更情况说明提交建设单位，核查工程是否存在重大变动。

10.3. 水土保持监测

依据《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）中“编制水土保持方案报告书的项目，应当依法开展水土保持监测工作”以及《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）中“对编制水土保持方案报告书的生产建设项目（即征占地面积在5公顷以上或者挖填土石方总量在5万立方米以上的生产建设项目），生产建设单位应当自行或者委托具备相应技术条件的机构开展水土保持监测工作”相关规定，本工程为水土保持方案报告表，建设单位可结合本工程生产建设特点及实际需求自行安排水土保持监测工作，水土保持监测相关技术可参照《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）等技术标准和政策文件执行，但建设单位仍应当依法履行水土流失防治责任和义务。

10.4. 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），凡主体工程开展监理工作的项目，应当按照水土保持监理标准和规范开展水土保持工程施工监理。其中，征占地面积在20公顷以上或者挖填土石方总量在20万立方米以上的项目，应当配备具有水土保持专业监

理资格的工程师；征占地面积在 200 公顷以上或者挖填土石方总量在 200 万立方米以上的项目，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。

因本工程征占地面积在 20 公顷以下且挖填土石方总量在 20 万立方米以下，故本工程的水土保持监理由主体工程监理单位一并进行监理。

10.5. 水土保持施工

10.5.1. 水土保持工程招标、投标

由业主负责建立专门的水土保持方案实施领导机构，并设专人负责水土保持工作，协调好水土保持方案与主体工程的关系，负责组织实施审批的水土保持方案，开展水土保持方案的实施检查。全力保障该项工程的水土保持工作按年度、按计划进行，并主动与水保部门密切配合，在具体工作中制定相应实施、检查、验收的管理办法和制度，确定施工单位应负责的水土保持责任范围及项目，使水土保持工作落到实处，保障本工程水保方案的实施。同时应自觉接受地方水行政主管部门的监督检查。

水土保持工程建成后，为保障工程安全和正常运行，充分发挥工程效益，建设单位须制定水土保持管理的规章制度，并监督执行情况，同时对永久征地范围内的水土保持设施进行维护和管理，贯彻执行水土保持法律法规和有关标准；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。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。涉及工程有关文件、资料、图纸等，技术档案，应设专人负责管理，并应按规定办理归档及借阅手续。

10.5.2. 施工管理

本工程的施工管理主要是合同管理。在建设单位与施工单位签订的合同中，要有水土保持方案内容的要求，并将水土保持的责、权、利列入施工合同中。建设单位应根据水土保持法律法规及本水土保持方案报告书，并以文件形式下发施工单位、监理单位。

施工单位，应按照建设单位要求组建水土保持组织领导体系，及时建立健全各级工程项目的水土保持组织领导机构，责成专人负责施工中的水土保持方案实施和管理工作，并配合地方水土保持行政主管部门对水土保持措施实施情况进行监督和管理，组织学习《中华人民共和国水土保持法》等工作，加强工程建设者

的水土保持意识。合同中要明确施工单位防治水土流失的范围、措施、工期。

施工单位在施工过程中要控制扰动的范围、落实设计的水土保持措施，造成新增水土流失的由施工单位治理。

(1) 应划定施工活动范围，严格控制和管理车辆机械的运行范围，不得随意行驶，任意碾压。施工单位不得随意占地，防止扩大对地表的扰动范围。

(2) 设立保护地表及植被的警示牌。教育施工人员保护植被，保护地表，施工过程中确需清除地表植被时，应尽量保留树木，尽量移栽使用。

(3) 对防洪排水设施进行经常性检查维护，保证其防洪效果和通畅。

(4) 注意施工及生活用火安全，防止火灾烧毁地表植被。

(5) 建成的水土保持工程应有明确的管理维护要求。

建议土建工程完工后，施工队伍撤离现场前，由当地水行政主管部门进行初步验收，初验合格后施工单位方可结算、撤离现场。

10.6. 水土保持设施验收

按照《水利部关于加强事中事后监管规范生产建设项目水土保持设施自主验收的通知》（水保〔2017〕365号）及《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），落实建设单位主体责任，规范生产建设项目水土保持设施自主验收。由建设单位自行组织水土保持设施验收组开展水土保持设施验收，其验收组中应当有至少一名省级水行政主管部门水土保持方案专家库专家，形成验收鉴定书，鉴定书中需明确水土保持验收结论，向社会公开验收情况，并向主管部门报备验收资料等。

水土保持工程验收后，建设单位应负责对项目建设区水土保持设施进行后续管护与维修，运行管理维护费用从主体工程运行维护费用中列支。