

广元剑阁沙溪坝至马角坝110kV线路改接工程

水土保持方案报告表

(报批稿)

建设单位：国网四川省电力公司广元供电公司

编制单位：四川省六零四地质工程勘查有限公司

2024年10月

广元剑阁沙溪坝至马角坝110kV线路改接工程

水土保持方案报告表

(报批稿)

委托单位：国网四川省电力公司广元供电公司

编制单位：四川省六零四地质工程勘查有限公司

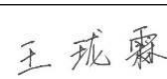
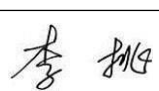
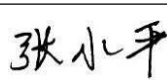
批 准： 杨继军 

核 定： 王振聪 

审 查： 姜广海 

校 核： 张小平 

项 目 负 责 人： 王珑霖 

编 写 人 员	王珑霖		综合说明、工程水土保持评价、水土保持管理
	李 桃		工程概况、水土流失分析与预测、水土保持监理
	张小平		水土保持措施、水土保持投资概算及效益分析

编 制 日 期： 二〇二四年十月



营业执照

统一社会信用代码
91510800205814657E

扫描二维码登录
“国家企业信用
信息公示系统”
了解更多登记、
备案、许可、监
管信息。



副本编号: 3 - 1

(副本)

名称 四川省六零四地质工程勘查有限公司

注册资本 壹仟叁佰万元整

类型 有限责任公司(非自然人投资或控股的法人独资)

成立日期 1994年06月28日

法定代表人 杨继军

住所 四川省广元市利州区利州东路677号

经营范围 地质灾害工程施工; 建筑工程施工; 建筑地基与基础工程施工; 水文地质、工程地质和环境地质勘察、地下水资源普查和勘察; 地质测绘及工程测量; 地质勘查及勘察技术咨询; 物资化验、检测; 机械产品制作; 地质矿产开发及加工; 工程勘察专业类(岩土工程)乙级; 劳务类(工程钻探)。(依法须经批准的项目, 经相关部门批准后方可开展经营活动)

登记机关



2023年5月8日

国家企业信用信息公示系统网址 <http://www.gsxt.gov.cn>

市场主体应当于每年1月1日至6月30日通过国家企业信用信息公示系统报送公示年度报告。

国家市场监督管理总局监制

项目水土保持方案报告表

项目概况	位 置	广元市剑阁县、青川县			
	建设内容	线路全长50.5KM，其中利旧改建线路18KM，新建线路32.5KM。塔基总数103处。			
	建设性质	输变电工程项目，新建/改扩建		总投资(万元)	4503
	土建投资(万元)	3075		永久：	0.76
				临时：	3.11
	动工时间	2025年5月		完工时间	2026年6月
	土石方(万m ³)	挖方	填方	借方	余(弃)方
		0.23	0.23	0	0
项目区概况	取土(石、砂)场	无			
	弃土(石、渣)场	无			
项目区概况	涉及重点防治区情况	嘉陵江上游国家级水土流失重点治理区		地貌类型	低山地貌
	原地貌土壤侵蚀模数[t/(km ² ·a)]	1037		容许土壤流失量[t/(km ² ·a)]	500
项目选址(线)水土保持评价		主体工程选址(线)不涉及河流两岸、生态红线、湖泊和水库周边的植物保护带，不属于水土流失严重的区域，已避让全国水土保持监测网络中的水土保持监测站点、重点试验区及国家确定的水土保持长期定位观测站；但项目位于嘉陵江上游国家级水土流失重点治理区，项目选线无法避让，水土流失防治标准，执行西南紫色土区防治标准一级，施工中加强防护措施，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，项目选址满足《生产建设项目水土保持技术规范》(GB50433-2018)约束性规定的要求；不存在水土保持强制条款的制约性因素。			
预测水土流失总量(T)		220			
防治责任范围(hm ²)		3.87			
防治标准等级及目标	防治标准等级	西南紫色土区一级防治标准			
	水土流失治理度(%)	97	土壤流失控制比	1	
	渣土防护率(%)	92	表土保护率(%)	92	
	林草植被恢复率(%)	97	林草覆盖率(%)	25	

水土保持措施	分区	工程措施		植物措施	临时措施
	塔基工程区	表土剥离 0.13万m³ ；表土回覆 0.13万m³ ,排水沟 600m （主体已有）。		绿化 1030m² （主体已有）	临时排水沟 150m ;临时沉砂池 103 个；临时支挡 1200m² ；土袋拦挡 110m3 ；防雨彩条布覆盖 1800m² （方案新增）。
	线路工程区	-		绿化 1450m² （主体已有）	-
水土保持投资估算 （万元）		工程措施	7.22	植物措施	2.64
		临时措施	14.40	水土保持补偿费	5.03 （ 50261.90 元，其中： 剑阁县： 44894.12 元； 青川县： 5367.78 元）
		独立费用	建设管理费	0.51	
			水土保持监理费	3.30	
			设计费	13.50	
		总投资	75.29		
编制单位		四川省六零四地质工程 勘查有限公司		建设单位	国网四川省电力公司广 元供电公司
法人代表及电话				法人代表及电话	
地 址				地 址	
邮 编				邮 编	

广元剑阁沙溪坝至马角坝 110kV 线路改接工程 水土保持方案技术审查意见

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）文件和《生产建设项目水土保持技术标准》（GB 50433—2018）等相关规定要求，对《广元剑阁沙溪坝至马角坝 110kV 线路改接工程水土保持方案报告表》（送审稿），编制资料进行了审查，提出了《专家修改意见》。随后编制单位（四川省六零四地质工程勘查有限公司）根据《专家修改意见》对本工程水土保持方案报告表进行了认真修改，形成了《广元剑阁沙溪坝至马角坝 110kV 线路改接工程水土保持方案报告表》（报批稿）（以下简称《报告表》），经过复审，对《报告表》形成审查意见如下：

一、广元剑阁沙溪坝至马角坝 110kV 线路改接工程，位于四川省广元市剑阁县、青川县；项目起点：110kV 马沙线起于马角坝站（起点处地理坐标为：东经 105° 31'12"，北纬 32° 11'18"）；止点：剑阁沙溪坝 110kV 变电站间隔扩建工程，位于广元市剑阁县普安镇南侧约 1.5km 处（止点处地理坐标为：东经 105° 28'3"，北纬 32° 01'22"）；由国网四川省电力公司广元供电公司投资建设；本项目属于已列入国家《产业结构调整目录（2024 年本）》中鼓励类建设项目，项目建设符合国家产业政策；同时项目建设符合项目建设符合广元电网系统远景规划《四川省“十三五”发展纲要》和《广元市国民经济和社会发展规划“十三五”规划纲要》等规划要求。本项目的建设主要是根据广元市国民经济发展的总体思路，在收集、整理、分析电网负荷历史数据与现状数据基础上，结合广元市电解铝及其他建设项目的规划及建设进度，与四川省用电规划要求相一致，是当地经济的可持续发展、人民的物质文化生活水平提高的需要，也是改善能源电力结构调整、改善生态、保护环境以及发展当地电力工业的需要。因此，本项目的建

设是十分必要的。项目建设没有较大水土保持制约性因素，项目建设是可行的。

二、项目建设规模及主要建设内容：

1、广元剑阁沙溪坝至马角坝 110kV 线路改接工程：线路利用原 110kV 马沙线走线约 18km 后，新建线路从 110kV 马沙线 111 号水泥双杆改接点起，至剑阁 110kV 变电站进线构架止，全长约 32.5km 的 110kV 单回架空线路，线路新建段使用杆塔约 99 基。导线采用单导线设计，型号为 JL3/G1A-300/25 型钢芯高导电率铝绞线。地线采用 1 根 OPGW-48B1-90 架空复合光缆和 1 根 JLB20A-80 铝包钢绞线。改接完成后，形成沙溪坝～剑阁 II 线线路长度 50.5km。

2、改建 110kV 剑开线、110kV 竹剑线、110kV 沙剑线、220kV 赤天二线：110kV 剑阁变电站设计进站构架 4 回，已使用 3 回，预留一回，采用 2 个双回路终端塔，站外面对构架从左至右分别为开封、沙溪坝、竹园、预留。根据系统要求，本次需将 110kV 剑开线改接至 110kV 竹剑线构架进线，110kV 竹剑线使用备用进线构架，新建 110kV 线路使用原 110kV 剑开线构架进线。

3、通信部分：按系统通信规划，本工程需沿新建线路架设一根 OPGW 架空复合光缆，OPGW 光缆路径从原 110kV 马沙线 111 号改接点起，至剑阁 110kV 变电站进线构架止，OPGW 光缆路径长度 32.5km。光缆型号为 OPGW-48B1-90 架空复合光缆，光缆芯数为 48 芯，剑阁变电站进站光缆采用 GYFTZY（48 芯）普通光缆。同时，原 110kV 马沙线 111 号～沙溪坝站段，因大部分区段无通信光缆，需补架 1 根通信光缆。

4、拆除部分：拆除原 110kV 沙剑线 103 号～剑阁变部分杆塔及导线，拆除线路长度约 0.4km，拆除杆塔共 1 基（104 号，与剑开线 2 号同塔）。拆除原 110kV 马沙线 111 号水泥双杆。

拆除原 110kV 剑开线剑阁变~3 号耐张塔段部分杆塔及全部导地线，拆除线路长度约 0.4km，拆除杆塔共 1 基（2 号，与沙剑线 104 号同塔）。拆除原 110kV 竹剑线 73 号~剑阁变段部分导地线，拆除线路长度约 0.2km。拆除 220kV 赤天二线原 69 号、70 号直线塔，拆除线路长度约 0.27km。

5、牵张场：牵张场选择设置在交通条件较好的直线塔段，临近既有道路，便于材料运输；场地应宽敞平坦，减少场地平整的引起的水土流失。本项目设置牵张场 7 处。

6、跨越工程：本工程线路路径在萝圈岩附近连续穿越 500kV 诗昭一、二线与 220kV 赤天二线，该段线路为西北向东南走线。经过现场勘察，线路东北侧为翠云廊古柏保护区和剑门蜀道景区范围，西南侧规划有青川—剑阁—阆中高速公路（目前处于设计阶段）。500kV 诗昭一二线仅 117 号~118 号档有穿越条件，220kV 赤天二线原 70 号~71 号也具备穿越条件，但拟建青川—剑阁—阆中高速公路途径该处。为避让拟建高速公路（该段为桥梁），同时穿越 500kV 诗昭一二线，需对 220kV 赤天二线原 69 号、原 70 号进行升高改造，改造段长约 0.27km。同时 10kV 汉剑线碑梁二组支线位于 500kV 诗昭一二线线路下方，且与 500kV 诗昭一二线平行走线，为保障拟建 110kV 线路顺利穿越，需对 10kV 汉剑线碑梁二组支线进行迁改，长约 0.20km。

项目建设占地面积为 3.87hm²（塔基工程区占地面积为 0.76hm²，线路工程区占地面积 3.11hm²）；占地性质：永久占地面积 0.76hm²（塔基工程区），临时占地面积 3.11hm²（线路工程区）；现状占地类型：耕地 0.62hm²、园地 1.52hm²、林地 1.02hm²、草地 0.40hm²、空闲地 0.31hm²。项目工程开挖土石方总量 0.23 万 m³（剥离表土 0.13 万 m³，土石方 0.10 万 m³），回填土石方总量 0.23 万 m³（回铺表土 0.13 万 m³，土石方 0.10 万 m³），土石方挖填平衡，不设置取、弃土场。项目投资：总投资 4503.00 万元（土建投资 6.00 万元），资金来

源，项目资本金 904.6 万元，占总投资的 20%，由国网四川省电力公司广元供电公司投资，其余资金通过银行贷款解决。项目总工期为 14 个月（计划于 2025 年 5 月开工，于 2026 年 6 月完工）。项目不涉及拆迁（移民）安置与专项设施改（迁）建工作。

项目建设场地位于低山区，属低山剥蚀地貌，铁塔沿山脊布置，山脊宽约 100~300m，地形坡度，起伏较小，分布高程介于 800~1000m 之间，东西两侧坡度介于 20~50° 之间，岭间沟谷宽缓，沟谷深度一般 300m 以上；项目区属中亚热带湿润季风气候区，多年平均气温 16.1℃，极端最高气温 38.9℃，极端最低气温 -8.2℃；多年平均日照时数 1389.1h，无霜期 263d， $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 年积温 5514℃；多年平均降雨量 941.8mm，6-9 月降水量占全年降水总量的 80%以上，多年平均相对湿度 69%，多年平均蒸发量 1002mm，多年平均风速 3.6m/s。

项目区土壤类型主要为紫色土，植被以亚热带落叶阔叶林为主。项目建设时场地已平整，场地内无林草植被覆盖。

项目区位于《全国水土保持区划（试行）》（办水保〔2012〕512 号）中的西南紫色土区，属于嘉陵江上游国家级水土流失重点预防区，土壤侵蚀类型以水力侵蚀为主，容许土壤流失量为 $500\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 。项目建设区土壤侵蚀模数背景值为 $1037\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ ，土壤侵蚀强度为轻度侵蚀。本项目建设除涉及嘉陵江上游国家级水土流失重点预防区外，不涉及自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区等其他各类水土保持敏感区。

该项目为建设类新建和改建线型工程，2023 年 12 月 5 日，取得了广元市发展改革委《关于广元剑阁沙溪坝至马角坝 110kV 线路改接工程项目核准批复》（广发改〔2023〕561 号）；2024 年 10 月，四川南充电力设计有限公司广元分公司完成《广元剑阁沙溪坝至马角坝 110kV 线路改接工程初步设计报告》；并且工程在前期工作中征求了当地相关主管部门的选址意见；2024 年 9 月，建设业主（国网四川省

电力公司广元供电公司)委托四川省六零四地质工程勘查有限公司承担了本《报告表》编制工作。项目建设单位及时组织编报建设项目水土保持方案既是水土保持法律法规的要求,也是该项目建设和管理的重要内容,对于防治因工程建设造成的水土流失及危害,具有重要的意义和作用。

三、主体工程水土保持评价

(一)基本同意主体工程水土保持制约性因素评价。项目位于四川省广元市剑阁县、青川县,属于嘉陵江上游国家级水土流失重点预防区,同意《报告表》中提出的执行西南紫色土区水土流失一级防治标准,提高水土流失防治指标值、水土保持措施防治等级与标准等措施。

(二)基本同意对项目占地、土石方平衡、施工工艺与方法的水土保持评价。通过对占地面积的控制,最大限度地减少工程扰动范围和损毁植被面积;土石方平衡分析基本合理,施工工艺与方法评价内容符合项目特点和水土保持要求。

(三)基本同意对主体工程中具有水土保持功能工程的评价与措施界定。将主体工程设计中以水土保持功能为主的工程界定为水土保持措施合理。

四、水土流失防治责任范围

同意工程建设期水土流失防治责任范围面积为 3.87hm^2 ,其中:永久占地面积 0.76hm^2 (塔基工程区),临时占地面积 3.11hm^2 (线路工程区);水土流失防治责任单位为:国网四川省电力公司广元供电公司,符合水土保持相关规定。

五、水土流失影响分析与预测

基本同意水土流失分析及预测内容、方法和结果。经预测,工程

建设可能产生的水土流失总量为 220 t，其中：背景流失量为 105 t，新增土壤流失总量 115 t。建构筑物区是本方案水土流失防治和监测的重点区域。施工期是水土流失防治的重点时段。项目已经全面完工，因施工中采取了相应的水土流失防护措施，通过现场调查和访问，建设期产生的水土流失量较小，未产生水土流失危害事件。

六、水土流失防治目标

项目区位于嘉陵江上游国家级水土流失重点预防区，同意方案执行西南紫色土区水土流失防治一级标准。同意设计水平年为 2026 年，确定的水土流失防治目标值为：水土流失治理度 97%，土壤流失控制比 1.00，渣土防护率 92%，表土保护率 92%，林草植被恢复率 97%，林草覆盖率 25%。

七、防治分区及水土保持措施总体布局和水土流失防治措施体系

（一）基本同意将水土流失防治区划分为塔基工程防治区、线路工程防治区等 2 个一级防治分区。

（二）基本同意水土保持措施总体布局。结合工程实际和项目区特点，水土保持措施总体布局合理。

（三）基本同意水土流失防治措施体系。工程措施、植物措施以及临时措施有机结合，综合防治措施体系合理。

八、防治措施布设

（一）塔基工程防治区

基本同意塔基工程防治区措施布设及防治措施的等级与标准。

1、工程措施

基本同意在本区域内的耕地、园地、林地、草地等范围剥离表土措施，临时堆放在各塔基周围，切实做好相应拦挡、遮盖等防护措施，后期塔基工程区绿化回铺表土利用；在铁塔平台挖方边坡下方设置梯形断面永临结合的生态截排水沟（沟壁和沟底进行夯实处理）措施，排除坡面汇水，水土保持效果良好。

2、植物措施

基本同意在铁塔平台和填方边坡区，表土回覆后采取撒播灌草措施，结合工程实际，灌草可选用黄荆、紫穗槐、马桑、狗尾草、黑麦草、凤仙花、波斯菊、披碱等草种，对撒播植草区域加强抚育管理，浇水、补植等，提高植被的成活率。

3、临时措施

基本同意在临时堆土区域下边坡设置编织土袋挡墙进行临时挡护措施；在临时堆土及裸露地表区域，为防止在强降雨作用下造成严重水土流失，设置防尘网覆盖措施；工程结束后编织袋及覆盖材料应及时整理回收或作废处理；为防止施工过程中松散土石的下落、扩散及流失，造成征地范围以外的新增水土流失危害，开挖前在部分边坡下侧设置分段埋桩、铁丝绑扎将竹排固定在钢筋上等临时围栏拦挡措施。

（二）线路工程防治区

基本同意线路工程防治区措施布设及防治措施的等级与标准。

1、临时措施

基本同意在施工牵张场地、跨越工程场地、生产生活场地等占压扰动区域设置撒播草籽措施；结合工程实际，灌草可选用黄荆、紫穗槐、马桑、狗尾草、黑麦草、凤仙花、波斯菊、披碱等草种，对撒播植草区域加强抚育管理，浇水、补植等，提高植被的成活率。

九、施工组织

基本同意水土保持施工组织和进度安排。施工进度安排与主体施工进度相协调，符合水土保持要求。

十、水土保持监测

因本项目为水土保持方案报告表，不进行水土保持监测工作设计，符合水土保持相关文件规定。

十一、水土保持投资估算

基本同意水土保持投资估算编制依据、方法和成果。

本工程水土保持总投资 75.29 万元，其中：工程措施投资 7.22 万元，植物措施费 2.64 万元，临时措施投资 14.40 万元，监测费用 10.14 万元，独立费用 28.31 万元（建设管理费 0.51 万元科研勘测设计费 13.50 万元，工程建设监理费 3.30 万元，竣工验收技术评估费 10.00 万元，招标代理服务费 0.50 万元，经济技术咨询费 0.50 万元），基本预备费 6.27 万元，价差预备费 1.28 万元，水土保持补偿费 5.03 万元。

十二、水土保持效益分析

基本同意水土保持效益分析。水土保持方案实施后，建设区水土流失可基本得到有效治理和控制，生态环境得到保护和恢复，林草植被恢复面积 3.53hm²。

十三、水土保持管理内容较全面，基本符合项目实际情况，基本符合相关规定要求。

十四、附表、附件、附图基本齐全。

综上，《报告表》编制依据较充分、内容较全面，基本符合水土保持有关规范和技术标准的规定和要求；同意该《报告表》上报报备；报备后的《报告表》可作为水土保持工作的主要依据。

技术评审专家：

张之康

2024 年 10 月 28 日

广元剑阁沙溪坝至马角坝 110kV 线路改接工程水土保持方案报告表

四川省级水土保持专家库专家证明材料

省级水土保持专家证明材料	姓 名	张先康			
	性 别	男			
	出生年月	1954.9		评审组织	四川省水利厅
	专业名称	水利水电		审批机关	四川省水利厅
	资格名称	高级工程师		批准时间	1994年11月20日
张先康：四川省水土保持专家编号：CSZ-ST064					
(联系电话：136 0816 2886)					
					

目录

1综合说明	1
1.1项目简况	1
1.2编制依据	7
1.3设计水平年	8
1.4水土流失防治责任范围	8
1.5水土流失防治目标	8
1.6项目水土保持评价结论	9
1.7水土流失预测结果	11
1.8水土保持措施布设成果	12
1.9水土保持监测方案	13
1.10水土保持投资及效益分析成果	13
1.11结论	14
2项目概况	16
2.1项目组成及工程布置	16
2.2施工组织	26
2.3工程占地	30
2.4土石方平衡	30
2.5拆迁（移民）安置与专项设施改（迁）建	33
2.6施工进度	33
2.7自然概况	33
3项目水土保持评价	40
3.1主体工程选址（线）水土保持评价	40
3.2建设方案布局与水土保持评价	41
3.3主体工程设计中水土保持措施界定	44
3.4水土保持评价结论意见	47
4水土流失分析与预测	51
4.1水土流失现状	51
4.2水土流失影响因素分析	52
4.3土壤流失量预测	55
4.4水土流失危害分析	62

4.5指导性意见	62
5水土保持措施	64
5.1防治区划分	64
5.2措施总体布局	64
5.3分区措施布设	67
5.4施工要求	72
6水土保持监测	77
6.1范围和时段	77
6.2内容和方法	78
6.3点位布设	81
6.4实施条件和成果	82
7水土保持投资估算及效益分析	86
7.1投资估算	86
7.2效益分析	93
8水土保持管理	97
8.1 组织管理	97
8.2 后续设计	97
8.3 水土保持监测	97
8.4 水土保持监理	98
8.5 水土保持施工	98
8.6 水土保持设施验收	99
8.7 工程验收后水土保持管理要求	100

附表:

附表1: 项目水土保持单价分析表。

附件:

附件1: 水土保持方案报告表编制委托书

附件2: 项目批复文件

附图:

附图1-1: 项目地理位置图;

附图1-2: 四川省水土流失重点防治分区图;

附图1-3: 剑阁县水系图

附图1-4：青川县水系图

附图2-1：线路路径图；

附图2-2：铁塔基础图；

附图2-3：铁塔一览图；

附图3-1：土壤侵蚀强度图

附图4-1：项目分区水保措施及监测点位布置图；

附图5-1~4：水土保持典型措施布设图。

1 综合说明

1.1 项目简况

1.1.1 项目基本情况

广元剑阁沙溪坝至马角坝110kV线路改接工程（以下简称“本工程”），主要包括“广元剑阁沙溪坝至马角坝110kV线路改接工程”和“改建110kV剑开线、110kV竹剑线、110kV沙剑线、220kV赤天二线”2个子项，项目建设单位为国网四川省电力公司广元供电公司，设计单位为四川南充电力设计有限公司广元分公司，项目立项批复政府主管部门为广元市发展和改革局，批准文号广发改[2023]561号，项目代码：2310- 510800-04-01-956197。

项目初设概算总投资4503万元，工程静态投资4436万元，土建部分投资3075万元。

1.1.1.1 项目建设必要性

广元电网是四川电网的首端网络，是四川电网与西北电网相联系的一个通道，主要通过1回220kV线路与西北电网中甘肃电网相连，正常方式时断开运行。广元电网通过2回500kV线路（至诗城）和4回220kV线路（宝珠寺～劲松1回、赤化～劲松1回、赤化～天明2回）与西南面的四川主网相联，正常方式运行时绵阳与广元电网500/220kV电磁环网运行。西北面阿坝州黑河塘等水电站在双合220kV变电站汇集后，通过2回220kV接入广元电网，为水电送出专线。另外，±500kV德（阳）～宝（鸡）直流线路从广元境内经过，该直流也是华中电网与西北电网重要的联络线。

广元电网2020年供电量101.8亿kWh，最大供电负荷1839.1MW，2015～2020年广元电网供电量年平均增长率为13.8%，供电负荷年平均增长率为17.4%。“十三五”广元电力为高速增长期。2022年供电量121.49亿kWh，最大供电负荷2025.2MW，2020～2022年广元电网供电量年平均增长率为9.2%，供电负荷年平均增长率为4.9%。

根据广元市国民经济发展的总体思路，在收集、整理、分析电网负荷历史数据与现状数据基础上，结合广元市电解铝及其他建设项目的规划及建设进度，本项目的建设符合国家能源政策，与四川省用电规划要求相一致，是当地经济的可持续发展、人民的物质文化生活水平提高的需要，也是改善能源电力结构调整、改善生态、保护环境以及发展当地电力工业的需要；项目建设属于国家发展和改革委员会发布的《产业结构调整指导目录》（2024年本）鼓励类项目，同时本项目建设符合广元市《能源发展“十三五”规划》。因此本项目的建设是十分必要的。

1.1.1.2 项目位置

本项目线路由剑阁县沙溪变电站起，经110kV马沙线利用已有线路改造后，自110kV马沙线青川县竹园镇111号桩起新建线路，途径剑阁县下寺镇、汉阳镇及普安镇，至110kV剑阁站110kV进线间隔止，进入普安镇剑阁变电站。

起点：110kV马沙线起于马角坝站，止于110kV沙溪坝站，全线共计166基杆塔，导线采用LGJ-150钢芯铝绞线，除144号-155号段外，其余段无通信光缆。本次改接点为110kV马沙线111号水泥双杆（竹园）。起点处地理坐标为：N32° 11' 18"；E105° 31' 12"。

止点：剑阁110kV变电站间隔扩建工程，位于广元市剑阁县普安镇南侧约1.5km处，剑阁110kV变电站110kV出线间隔4回，已使用110kV出线3回，预留一回，采用2个双回路终端塔出线，站外面对构架从左至右分别为开封、沙溪坝、竹园、预留。止点处地理坐标为：N32° 01' 22"；E105° 28' 3"。

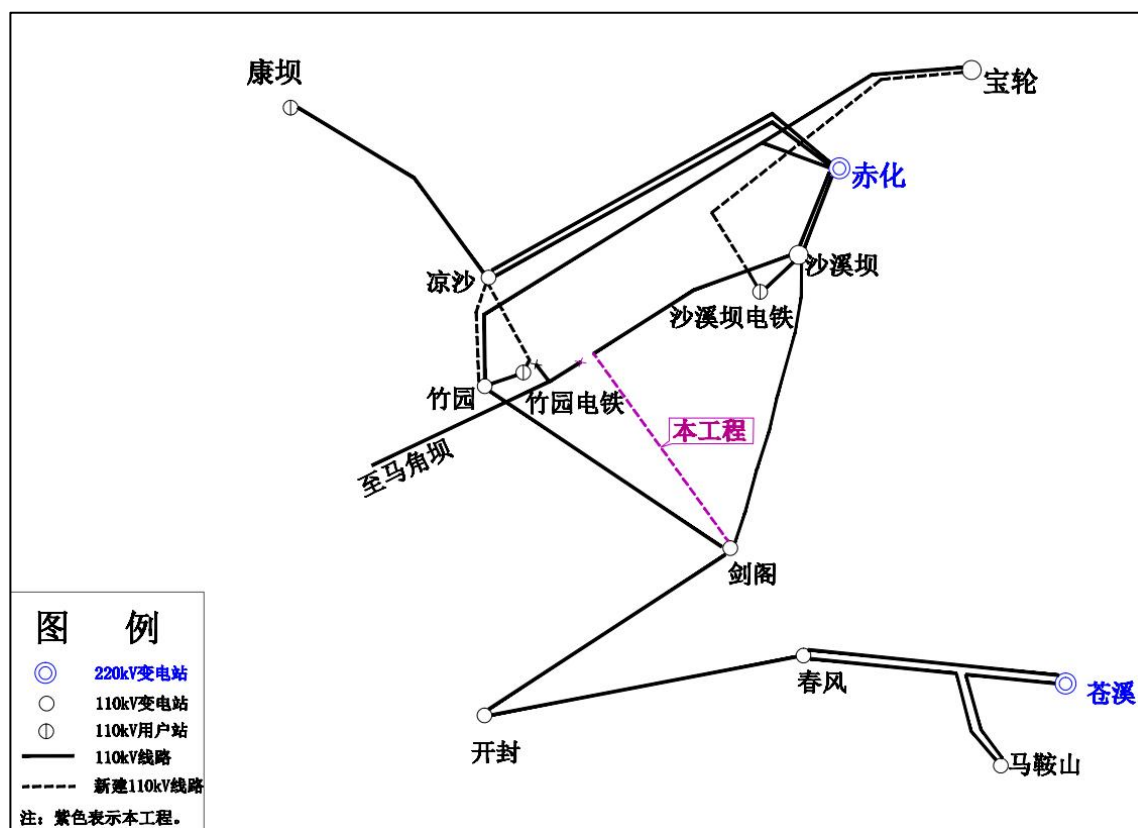


图1 接入系统方案图

1.1.1.3 建设性质、规模与等级

广元剑阁沙溪坝至马角坝110kV线路改接工程主要包括“广元剑阁沙溪坝至马角坝110kV线路改接工程”和“改建110kV剑开线、110kV竹剑线、110kV沙剑线、220kV赤天二线”2个子项。

1、广元剑阁沙溪坝至马角坝110kV线路改接工程

线路利用原110kV马沙线走线约18km后，新建线路从110kV马沙线111号水泥双杆改接点起，至剑阁110kV变电站进线构架止，全长约32.5km的110kV单回架空线路，线路

新建段使用杆塔约99基。导线采用单导线设计，型号为JL3/G1A-300/25型钢芯高导电率铝绞线。地线采用1根OPGW-48B1-90架空复合光缆和1根JLB20A-80铝包钢绞线。改接完成后，形成沙溪坝～剑阁Ⅱ线线路长度50.5km。

2、改建110kV剑开线、110kV竹剑线、110kV沙剑线、220kV赤天二线

110kV剑阁变电站设计进站构架4回，已使用3回，预留一回，采用2个双回路终端塔，站外面对构架从左至右分别为开封、沙溪坝、竹园、预留。根据系统要求，本次需将110kV剑开线改接至110kV竹剑线构架进线，110kV竹剑线使用备用进线构架，新建110kV线路使用原110kV剑开线构架进线。

拟建沙溪坝至马角坝110kV线路N67～N71段为西北向东南走线，需连续下穿500kV诗昭一二线和220kV赤天二线。经过现场勘察，需对220kV赤天二线原69号、原70号进行升高改造。

3、通信部分

按系统通信规划，本工程需沿新建线路架设一根OPGW架空复合光缆，OPGW光缆路径从原110kV马沙线111号改接点起，至剑阁110kV变电站进线构架止，OPGW光缆路径长度32.5km。光缆型号为OPGW-48B1-90架空复合光缆，光缆芯数为48芯，剑阁变电站进站光缆采用GYFTZY（48芯）普通光缆。

同时，原110kV马沙线111号～沙溪坝站段，因大部分区段无通信光缆，需补架1根通信光缆。

4、拆除部分

拆除原110kV沙剑线103号～剑阁变部分杆塔及导地线，拆除线路长度约0.4km，拆除杆塔共1基（104号，与剑开线2号同塔）。拆除原110kV马沙线111号水泥双杆。

拆除原110kV剑开线剑阁变～3号耐张塔段部分杆塔及全部导地线，拆除线路长度约0.4km，拆除杆塔共1基（2号，与沙剑线104号同塔）。

拆除原110kV竹剑线73号～剑阁变段部分导地线，拆除线路长度约0.2km。

拆除220kV赤天二线原69号、70号直线塔，拆除线路长度约0.27km。

5、牵张场

牵张场选择设置在交通条件较好的直线塔段，临近既有道路，便于材料运输；场地应宽敞平坦，减少场地平整的引起的水土流失。本项目设置牵张场7处。

6、跨越工程

本工程线路路径在萝圈岩附近连续穿越500kV诗昭一、二线与220kV赤天二线，该段线路为西北向东南走线。经过现场勘察，线路东北侧为翠云廊古柏保护区和剑门蜀道景区

范围，西南侧规划有青川—剑阁—阆中高速公路（目前处于设计阶段）。500kV 诗昭一二线仅 117 号～118 号档有穿越条件，220kV 赤天二线原 70 号～71 号也具备穿越条件，但拟建青川—剑阁—阆中高速公路途径该处。为避让拟建高速公路（该段为桥梁），同时穿越 500kV 诗昭一二线，需对 220kV 赤天二线原 69 号、原 70 号进行升高改造，改造段长约 0.27km。

同时，10kV 汉剑线碑梁二组支线位于 500kV 诗昭一二线线路下方，且与 500kV 诗昭一二线平行走线，为保障拟建 110kV 线路顺利穿越，需对 10kV 汉剑线碑梁二组支线进行迁改，长约 0.2km。

表1.1-1 线路主要技术指标表

工程名称	广元剑阁沙溪坝至马角坝110kV线路改接工程		
起止点	(1) 110kV马沙线111号～剑阁110kV站110kV进线构架 (2) 110kV沙剑线103号～剑阁110kV站110kV进线构架 (3) 110kV剑开线3号～剑阁110kV站110kV进线构架 (4) 110kV竹剑线73号～剑阁110kV站110kV进线构架		
线路长度	(1) 新建改接线路32.5km (2) 沙剑线0.4km (3) 剑开线0.4km (4) 利旧竹剑线0.2km	曲折系数	1.23 1.02 1.21 1.06
电压等级	110kV		
杆塔总数	(1) 新建改接线路99基 (2) 剑开线改建段1基 (3) 沙剑线改建段0基 (4) 竹剑线改建0基	转角次数	(1) 改接线路55次 (2) 剑开线改建段1次 (3) 沙剑线改建段0次 (4) 竹剑线改建0次
导线	(1) JL3/G1A-300/25 (2) JL/G1A-240/30 (3) JL/G1A-185/30	最大使用张力 (N)	31828 28572 24532
地线	(1) OPGW-48B1-90 (2) JLB20A-80	最大使用张力 (N)	28000 24241
绝缘子	FXBW-110/70-1 (2) 复合绝缘子，U70BP/146-1玻璃绝缘子，U70BP/146D瓷绝缘子，U70CEN地线绝缘子		
防振措施	导、地线均采用预绞丝防振锤防振		
主要气象条件	最大风速：27m/s；最大设计覆冰：5mm		
地震烈度	VII度	年平均雷电日	40
污秽等级	c、d级		
沿线地形	山地50%，丘陵20%，高山30%		
沿线地质	普通土10%，松砂石50%，岩石40%		
海拔高度	450m～1100m		
铁塔型式	采用国家电网通用设计110-DC21D、110-DC22D、110-DC21S、110-DD21S铁塔模块		
基础型式	挖孔桩基础、掏挖基础		
汽车运距	19.0km	平均人力运距	0.7km
林区长度	26.5km，62基塔		

220kV赤天二线69号～70号段改造

工程名称	广元剑阁沙溪坝至马角坝110kV线路改接工程 (220kV赤天二线69号~70号段改造)		
起止点	起于220kV赤天二线68号大号侧新建铁塔 止于220kV赤天二线71号小号侧新建铁塔		
线路长度	0.45km	曲折系数	1.0
电压等级	220kV		
杆塔总数	3基	转角次数	2
导线	JL3/G1A-300/25	最大使用张力(N)	31828
地线	JLB20A-80	最大使用张力(N)	24241
绝缘子	U70BP/146-1玻璃绝缘子		
防振措施	导、地线均采用预绞丝防振锤防振		
主要气象条件	最大风速：27m/s；最大设计覆冰：5mm		
地震烈度	VII度	年平均雷电日	40
污秽等级	d级		
沿线地形	山地100%		
沿线地质	普通土40%，岩石30%，松砂石30%		
海拔高度	430m~810m		
铁塔型式	采用国家电网通用设计220-ED21D铁塔模块		
基础型式	挖孔桩基础		
汽车运距	15.0km	平均人力运距	0.2km

1.1.1.4 项目组成

本项目主要由塔基工程区和线路工程区2部分组成。塔基工程区主要包括铁塔基础工程、铁塔安装工程。线路工程区主要包括架线工程和施工生产生活设施等组成，主要有牵张场和吊装场地占地、施工生产生活设施、临时道路、生活区租赁等。

1.1.1.5 拆迁安置与专项设施改(迁)建

项目建设涉及少量拆迁坟墓及林区砍伐工作由当地业主部门协助解决。

1.1.1.6 工程占地

项目总占地3.87hm²，其中：塔基永久占地0.76hm²，线路施工区临时占地3.11hm²。占地类型主要为耕地（旱地）、园地（果园）、林地（其它林地）、草地（其它草地）和其它土地（空闲地）等。

1.1.1.7 工程土石方量

项目开挖土石方总量0.23万m³（自然方，剥离表土0.13万m³，土石方0.10万m³），回填土石方总量0.23万m³（含表土回覆0.13万m³，土石方0.10万m³），土石方挖填平衡，无借方，无弃方。

1.1.1.8 施工进度

项目计划总工期14个月，即2025年5月（含施工准备期3个月）开工建设，预计2026年6月底完工。

1.1.1.9 工程投资

项目总投资4503万元（土建投资3075万元），其中：项目资本金904.6万元，占总投资的20%，由国网四川省电力公司广元供电公司投资，其余资金通过银行贷款解决。

1.1.2 项目前期工作进展情况

1.1.2.1 工程设计及前期文件情况

2023年9月，四川南充电力设计有限公司广元分公司完成《广元剑阁沙溪坝至马角坝110kV线路改接工程可行性研究报告》。

2024年10月，四川南充电力设计有限公司广元分公司完成《广元剑阁沙溪坝至马角坝110kV线路改接工程初步设计报告》。

前期征求了当地主管部门的选址意见。

1.1.2.2 方案编制过程

2024年9月，受建设单位委托，进行《项目水土保持方案报告表》的编制工作，接受委托后，我公司与主设单位、建设单位进行了技术交流和咨询，组织技术人员收集资料，并与建设单位共同对项目区进行了现场查勘，2024年10月完成《广元剑阁沙溪坝至马角坝110kV线路改接工程水土保持方案报告表》（送审稿），并于当月通过专家审查。

1.1.3 自然简况

项目区属低山地貌，无滑坡、崩塌、泥石流沟等地质灾害，区域设计特征周期为0.40s，设计基本地震加速度值为0.08g，设计地震分组为第二组，对应的抗震设防烈度VI度。

项目所在的广元市县属亚热带湿润季风气候区，多年平均气温14.7℃，多年平均日照1366.6小时（最多为1678.9小时，最少为921.7小时），多年平均无霜期270天，历年最高气温为36.6℃，历年最低温为-7.8℃。多年平均太阳辐射量92.4千卡/cm²，保证率为86.2%，≥10℃有效积温为4579.4℃。多年平均降水量1080.6mm，最大年降水量1583.7mm，最小年降水量581.3mm，降雨多集中在5~10月，近30年平均风速为1.27m/s，主导风向为N、NW。

项目区土壤主要为黄壤和黄棕壤，土壤粗骨性强，表层土厚度一般在10-20cm，保水性和自然肥力一般，土壤抗蚀性较差。

项目区植被类型为亚热带常绿阔叶林地带，主要为林地和草地，项目建设区林草覆盖率约80%。

项目区土壤侵蚀类型属西南土石山区，土壤侵蚀以水力侵蚀为主，容许土壤流失量为 $500\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ 。项目建设区平均土壤侵蚀模数背景值为 $1037\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ ，土壤侵蚀强度表现为轻度侵蚀。

1.2 编制依据

1.2.1 法律法规

(1) 《中华人民共和国水土保持法》（1991年6月29日，第七届全国人民代表大会常务委员会第二十次会议通过；2010年12月25日，第十一届全国人民代表大会常务委员会议第十八次会议修订，2011年3月1日起施行）；

(2) 《中华人民共和国长江保护法》（中华人民共和国主席令 第65号，自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》（1993年12月15日发布，2012年9月21日修订，2012年12月1日执行）；

1.2.2 部委规章及规范性文件

(1) 《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）；

(2) 《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）；

(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，自2023年3月1日起施行）；

(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) 《水利部关于实施水土保持信用评价的意见》（水保〔2023〕359号）。

1.2.3 技术规范及标准

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

(4) 《生产建设项目土壤流失量测算导则》（SL773-2018）；

(5) 《水土保持工程调查与勘测标准》（GB/T51297-2018）；

(6) 《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007）；

(7) 《水利水电工程制图标准 水土保持图》（SL73.6-2015）；

- (8) 《土地利用现状分类》(GB/T21010-2017)；
- (9) 《水土保持工程设计规范》(GB51018-2014)；
- (10) 《室外排水设计标准》(GB50014-2021)。

1.2.4 相关资料

- (1) 《项目可行性研究报告》(四川南充电力设计有限公司广元分公司, 2023年12月)；
- (2) 《四川省中小流域暴雨洪水计算手册》(四川省水利电力厅, 1984.6)；
- (3) 《四川省暴雨统计参数图集》(四川省水文水资源勘测局, 2010.12)；
- (4) 《广元市水土保持总体规划》(2015—2030年)；
- (5) 项目区相关自然、气象、水文等资料。

1.3 设计水平年

本工程为建设类输变电工程项目, 工程造成的水土流失主要集中在工程施工期, 设计水平年在当年上半年完工的项目一般为完工后的当年, 下半年完工的项目为完工后下一年。本项目施工工期从2025年5月(含施工准备期)至2026年6月, 结合工程建设工期安排, 本水土保持方案的设计水平年为项目完工后当年, 即2026年。届时各项水土保持措施及目标应按本报告表内容完成, 并初步发挥效益。

1.4 水土流失防治责任范围

本项目位于四川省广元市剑阁县和青川县, 水土流失防治责任范围共计3.87hm², 建设过程中造成的水土流失防治责任由建设单位国网四川省电力公司广元供电公司承担, 各防治分区水土流失防治责任范围见表1.1-1。

表1.1-1水土流失防治责任范围

序号	防治分区	水土流失防治责任范围 (hm ²)
1	塔基工程区	0.76
2	线路工程区	3.11
合计		3.87

1.5 水土流失防治目标

1.5.1 执行标准等级

根据《水利部办公厅关于印发〈全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果〉的通知》(办水保〔2013〕188号)和《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), 工程所在区属嘉陵江上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),执行一级标准。项目区在四川省水土保持区划图中属四川盆地北中部山地丘陵保土人居环境维护区(VI-3-2tr)。

根据《全国水土保持区划(试行)》,项目区属于西南紫色土区,本项目执行西南紫色土区一级标准。

1.5.2 防治目标

项目建设期间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,原有水土流失得到治理。

(2) 水土保持设施应安全有效;水土资源、林草植被应得到最大限度的保护与恢复。

(3) 本工程水土流失防治执行西南紫色土区一级标准,根据干旱程度、土壤侵蚀强度、地貌、所属位置、重点防治区、林草植被是否有限制等分析、修正后,施工期水土流失防治目标为:渣土防护率 92%,表土保护率 92%;设计水平年水土流失防治目标为:水土流失治理度 97%,土壤流失控制比 1.0,渣土防护率 92%,表土保护率 92%,林草植被恢复率 97%,林草覆盖率 25%。水土流失防治目标详见表 1.1-2。

表1.1-2工程水土流失防治目标表

防治指标	一级标准		干旱程度 (非干旱区)	土壤侵蚀 强度(轻度)	地貌 (低山)	所属 位置 (非城区)	重点防 治区 (是)	林草植被 限制 (否)	采用标准	
	施工期	设计水平年							施工期	设计水平年
水土流失治理度(%)	—	97	/						—	97
土壤流失控制比	—	0.85		+0.15					—	1.0
渣土防护率(%)	90	92							90	92
表土保护率(%)	92	92							92	92
林草植被恢复率(%)	—	97	/						—	97
林草覆盖率(%)	—	23	/				+2		—	25

1.6 项目水土保持评价结论

1.6.1 主体工程选址(线)评价

主体工程选址(线)涉及河流两岸、生态红线、湖泊和水库周边的植物保护带,不属于水土流失严重的区域,已避让全国水土保持监测网络中的水土保持监测站点、重点试验区及国家确定的水土保持长期定位观测站。

本工程线路受改接点、变电站位置、已建220kV、500kV线路的钻越和城镇规划的限制,线路需穿越剑门古蜀道缓冲区和翠云廊自然保护区(试验区),经核实该区域为非核心区且多为松柏次生幼林,对生态环境影响较小,需按相关规定进行环评专项评估与审批。在可研设计阶段采取相关优化及保护措施:(a)该段路径全线采用高跨设计,减少林木砍伐;(b)全线铁塔采用长短腿设计、基础采用原状土基础,减少土石方开挖量。

本项目无法避让嘉陵江上游国家级水土流失重点治理区，本方案在执行西南紫色土区一级标准的同时提高防治指标，优化施工工艺，严格控制并减少地表扰动和裸露时间，有效控制可能造成水土流失，避免水土流失危害的发生，同时保护周边植被并恢复已扰动的植被等要求，不存在水土保持强制条款的制约性因素。

1.6.2 建设方案与布局评价

1.6.2.1 建设方案评价结论

(1) 项目整体布局合理；临时设施紧挨道路布置，未新增施工便道，总体上减少了地表的扰动，做到少占地，不站好地，符合水土保持要求。

(2) 项目土石方开挖回填量相对较小。施工期间采取临时拦挡、覆盖等措施后能有效控制施工期间的水土流失，施工结束后及时采取植被恢复措施能快速改善生态环境，总体符合水土保持要求。

(3) 项目场内道路不涉及桥梁、隧道，也不涉及大型的挖填边坡，同时场内道路挖方全部用于回填，不涉及弃土弃渣，总体符合水土保持要求。

(4) 项目集电线路架空段主体工程设计结合地形塔基采用不等高基础，减少了土石方开挖量，经过林区采用了加高铁塔跨越，避免了砍伐树林。

(5) 项目无法避让嘉陵江上游国家级水土流失重点治理区。主体工程设计优化了线路的平纵断面设计方案，减少工程占地和土石方；工程的路基地表排水设施设计降雨的重现期为10年，标准已经很高，因此路基排水工程不用再提高标准，根据《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T50434-2018），本项目林草覆盖率标准为23%，提高到25%，林草覆盖率提高了2个百分点。

(6) 绿色设计评价：本项目设计时专门进行了绿色设计，在经济合理的前提下尽量避开高山大岭、恶劣地质区和重冰区、已有的各种矿产采空区、开采区、规划开采区及险恶地形、水网、不良地质地段，尽量避让林木密集覆盖区。在路径选择中，充分体现以人为本的保护环境意识，尽量避免大面积拆迁民房。线路设计满足绿色设计要求。

1.6.2.2 工程占地评价结论

通过分析复核主体设计资料，工程占地面积为3.87hm²，其中永久占地0.76hm²，临时占地3.11hm²，工程不占用基本农田、基本草原等，占地类型主要为耕地（旱地）、园地（果园）、林地（其它林地）、草地（其它草地）和其它土地（空闲地）等。施工生产生活设施均结合施工需要布置，严格控制了扰动范围，有效减少了工程临时占地；项目占地对当地土地资源影响不大，且项目实施后，当地用电条件将得到一定程度的改善，对当地提高土地利用率有比较重要的意义。

1.6.2.3土石方平衡评价结论

项目开挖土石方总量 0.23万m^3 （自然方，剥离表土 0.13万m^3 ，土石方 0.10万m^3 ），回填土石方总量 0.23万m^3 （含表土回覆 0.13万m^3 ，土石方 0.10万m^3 ），土石方挖填平衡，无借方，无弃方。土石方利用率98%，表土利用率97%，满足水土保持要求。工程土石方（含表土）平衡根据施工时序，同时优化施工工艺，首先在塔基工程、线路工程、施工生产生活设施等组成部分间自平衡，再在各工程间进行调配。工程施工道路先开工，在土石方调配上节点合理，时序可行。从水土保持角度分析，土石方平衡在挖填方量、转运、利用、平衡等方面符合水土保持相关要求。本方案提出在下阶段优化设计方案，尽可能减少土石挖填方。

1.6.2.4取土（石、砂）场设置评价结论

工程未单独设置取土（石、砂）场，所需的土石料全部利用挖方，砂砾石料从合法的料场购买，有效减少了料场开采占地及地表扰动，有利于水土保持。

1.6.2.5弃土（渣）场设置评价结论

工程充分利用开挖土石方，土石方挖填平衡，不设置弃土（渣）场，有效减少了布置弃土（渣）场占地及地表占压，有利于水土保持。

1.6.2.6施工方法与工艺评价结论

主体工程设计提出了以机械化施工为主，人工施工为辅的施工方法，并提出了部分与水土保持相关的施工方法要求。主体工程施工方法和施工工艺基本满足减少水土流失、减少扰动范围，减少裸露时间和裸露面积的要求，但还不够完善，本方案需补充完善，提出更完善的施工要求。

1.6.2.7主体工程设计中具有水土保持功能工程的评价结论

主体工程设计中为主体工程的安全和稳定采取的各项边坡支护措施，拦挡措施，有利于减少固体松散物质的产生和运移，具有一定水土保持功能。主体工程中还采取了一些截排水等措施，属于主体工程设计中的水土保持措施。对于主体工程设计尚不能完全满足水土流失防治要求的部分，本方案将予以补充和完善，形成完善的水土流失防治措施体系。由于不同工程建设区域在地表扰动特性、扰动后地形地貌、地表物质组成、占地性质等方面既有不同也有共性，有必要根据各区域特点划分防治区，同一分区制定相同的防治对策和措施，不同分区制定相应的防治对策和措施。

1.7 水土流失预测结果

项目建设将扰动地表面积 3.87hm^2 ，损毁植被面积 3.56hm^2 ，可能造成土壤流失总量220t，其中新增土壤流失量115t。

新增土壤流失量中，施工期新增土壤流失量83t，占新增土壤流失总量的71.7%，施工期是本项目水土流失的重点时段。线路工程新增土壤流失量是产生土壤流失的重点部分，因此，线路工程为本项目水土流失防治和水土保持监测的重点区域。

工程具有施工破坏扰动面分散、工程施工线路较长等特点，铁塔基础开挖、吊装平台场平、道路施工等将破坏原地表，产生裸露地表等，影响地表景观，破坏项目区生态环境，如不加以及时拦挡和治理，在强降雨或者大风作用下将造成严重水土流失，导致项目区水土资源丧失，植被破坏，致使土地生产力下降。工程建设施工产生的大量松散土石方可能造成局部的崩塌、滑坡现象，危及运输车辆、铁塔基础及边坡下侧工程建筑安全及工程的正常运行。

1.8 水土保持措施布设成果

工程水土流失防治分区划分为塔基工程区和线路工程区等2个水土流失防治分区。项目人员临时驻地采用租用附近临时民房方式解决，不新增临时设施用地。根据各防治分区可能产生的水土流失部位及特点，水土保持措施以永久与临时工程相结合首先控制集中、高强度的水土流失，为植物措施的实施创造条件，并及时跟进植物措施，在提高水土保持效果的同时，兼顾绿化美化要求。

1.8.1 水土保持措施布设情况

场平前对塔基工程占地范围内可剥离表土区域进行表土剥离，剥离的表土堆置于吊装平台场地空地一角进行堆存，用土袋进行拦挡，土袋断面宽0.8m，高1.0m，土袋按“一丁两顺”搭放，并对临时堆土表面及部分裸露区域进行六针防尘网苫盖，开挖前在部分边坡下侧设置临时围栏拦挡，在各个塔基基础上有针对性布置生态截排水沟，生态排水沟为梯形断面，底宽0.5m，沟深0.5m，坡比为1:1m，铁塔安装结束后，对基础回填后可绿化区域进行表土回覆，回填土来源于剥离的表土，平均覆土厚度15cm，表土回覆后进行推高填低、疏松平、人工捡拾大块的石头及废弃物等方法进行土地整治，以便进行植被建设；在表土回覆后的区域进行撒播灌草恢复植被，灌草可选用黄荆、紫穗槐、马桑、狗尾草、黑麦草、凤仙花、波斯菊、披碱草、披碱草等，种植密度为100kg/hm²，绿化面积共计0.25hm²。

1.8.2 水土保持措施工程量

表1.8-1 水土保持措施工程量表

分区	措施类型	措施内容	单位	数量	实施部位	实施主体
塔基工程	工程措施	表土剥离	万m ³	0.08	可剥离表土区域	主体设计
		绿化覆土	万m ³	0.08	塔基扰动区	主体设计

区	植物措施	排水沟	m	600	塔基与道路两侧	主体设计	
		植物措施	地表绿化	m ²	1030	塔基扰动区	主体设计
		临时措施	临时遮盖	m ²	1800	施工中临时堆土堆料	水保新增
			临时排水	m	150	施工时填方段坡脚	水保新增
			临时支挡	m ²	1200	施工中临时支挡	水保新增
			土袋挡墙	m ³	110	临时表土堆场坡脚	水保新增
			沉沙池	处	103	排水出口处	水保新增
	线路工程区	工程措施	表土剥离	万m ³	0.00		
			绿化覆土	万m ³	0.00		
			排水沟	m	0		
		植物措施	地表绿化	m ²	1450	植被破坏区	主体设计
		临时措施	临时遮盖	m ²	0		
			临时排水	m	0		
			土袋挡墙	m ³	0		
			沉沙池	处	0		

由于线路工程区主要为架线施工临时压占土地，占用时间较短，只有少量的林木砍伐，后期主要以自然恢复为主，主体设计有对线路工程区植被破坏严重地段进行植被恢复设计，可以满足水土保持要求，因此未有新增工程量。

1.9 水土保持监测方案

(1) 监测内容：水土流失影响因素、水土流失状况、水土流失危害和水土保持措施等。

(2) 监测时段：从2025年5月至2027年5月，共24个月。重点监测时段为施工期。

(3) 监测方法：调查监测、地面观测、遥感监测。

(4) 监测点位布设：工程植物措施、工程措施、土壤流失量等监测点共布设6个，其中塔基工程监测区布设1个，线路工程监测区5个。

1.10 水土保持投资及效益分析成果

(1) 水土保持投资

本项目水土保持总投资75.29万元，其中：工程措施投资7.22万元，植物措施费2.64万元，临时措施投资14.40万元，监测费用10.14万元，独立费用28.32万元，基本预备费6.27万元，价差预备费1.28万元，水土保持补偿费5.03万元（50261.90元）。

(2) 效益分析成果

按照水土保持方案实施后可治理水土流失面积3.87hm²，恢复林草地面积3.56hm²，表土保护率达到93.4%，水土流失治理度达到97.3%，林草植被恢复率达到99.2%，林草覆盖率达到30.0%，渣土防护率达到98.2%，平均土壤侵蚀模数降为449t/km²·a，土壤流失控制比为1.11，具有较好的生态效益，同时起到美化景观的效果。

1.11 结论

1.11.1 结论

主体工程选址（线）不涉及河流两岸、生态红线、湖泊和水库周边的植物保护带，不属于水土流失严重的区域，已避让全国水土保持监测网络中的水土保持监测站点、重点试验区及国家确定的水土保持长期定位观测站。

本工程线路受改接点、变电站位置、已建220kV、500kV线路的钻越和城镇规划的限制，线路需穿越剑门古蜀道缓冲区和翠云廊自然保护区（试验区），经核实该区域为非核心区且多为松柏次生幼林，对生态环境影响较小，需按相关规定进行环评专项评估与审批。在可研设计阶段采取相关优化及保护措施：（a）该段路径全线采用高跨设计，减少林木砍伐；（b）全线铁塔采用长短腿设计、基础采用原状土基础，减少土石方开挖量。

本项目无法避让嘉陵江上游国家级水土流失重点治理区，本方案在采取西南紫色土区一级标准的同时提高防治指标，优化施工工艺，严格控制并减少地表扰动和裸露时间，有效控制可能造成水土流失，避免水土流失危害的发生，同时保护周边植被并恢复已扰动的植被等要求，不存在水土保持强制条款的制约性因素。

项目选线无法避让嘉陵江上游国家级水土流失重点治理区。主体工程设计优化了线路的平纵断面设计方案，减少工程占地和土石方；工程的路基地表排水设施设计降雨的重现期为10年，标准已经很高，因此路基排水工程不用再提高标准，根据《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T50434-2018），本项目林草覆盖率标准为23%，提高到25%，林草覆盖率提高了2个百分点。

主体工程总体布局、施工工艺、施工组织等不涉及《生产建设项目水土保持技术规范》（GB50433-2018）规定的绝对限制行为，通过落实主体工程设计中已有的和本方案提出的各项水土保持措施后，可以实现工程建设期和试运行期的水土流失防治目标。

本项目建设布置方案、施工工艺、施工生产生活设施布设等方面进行了充分论证，考虑了水土保持的要求，从设计上体现了水土保持的理念，从源头上减少水土流失及其危害。水土流失防治措施在纳入主体工程设计已有水土保持措施后，形成了工程措施与植物措施并重，永久措施与临时措施相结合的一个完整的防治体系。在水土保持方案实施后，基本能控制因工程建设带来的新增水土流失，有效保护水土资源。各项水土保持措施发挥综合效益后，工程建设期和试运行期工程区内各项防治指标均达到水土流失防治目标，在一定程度上减轻和改善当地的水土流失现状。

本项目设计时专门进行了绿色设计，在经济合理的前提下尽量避开高山大岭、恶劣地质区和重冰区、已有的各种矿产采空区、开采区、规划开采区及险恶地形、水网、不良地

质地段，尽量避让林木密集覆盖区。在路径选择中，充分体现以人为本的保护环境意识，尽量避免大面积拆迁民房。线路设计满足绿色设计要求。

因此，本方案认为项目建设不存在水土保持强制条款的制约性因素，在采取本方案报告表设计的各项水土流失防治措施的前提下，工程建设是可行的。

1.11.2 建议

(1) 主体设计中的水土保持措施是本方案水土流失防治措施体系的重要组成部分，在后续水土保持专项设计中需进一步深化工作内容，确保各项措施切实实施。设计上，应进一步优化场内道路开挖、回填宽度，充分利用场内开挖的石方。

(2) 水土保持方案审批后及时开展水土保持后续设计工作。

(3) 施工单位应加强对施工人员水土保持意识的教育与管理，合理安排工期，严禁乱弃、乱倒，自觉接受各级水行政主管部门和监理人员对水土保持方案实施情况的监督加查。

(4) 监理单位应当配备具有水土保持专业监理能力的工程师，并根据水行政主管部门批准的水土保持方案或优化调整设计成果编制水土保持监理细则，落实水土保持监理任务，确保水土保持施工质量和进度。

(5) 建设单位自行或者委托具有水土保持监测能力的单位开展水土保持监测工作。监测单位应配备良好监测仪器设备，根据项目特点，行业规范和批复的水土保持方案编制水土保持监测实施方案，落实水土保持监测任务，并及时将监测结果反馈给建设单位、设计单位及施工单位，以便能及时修改、增补、完善水土保持措施。

(6) 工程完工后建设单位应及时开展水土保持设施验收工作，组织第三方机构编制水土保持设施验收报告，水土保持设施验收报告编制完成后，建设单位按照水土保持法律法规、标准规范、水土保持方案及其审批决定、水土保持后续设计等，组织水土保持设施验收工作，形成水土保持设施验收鉴定书，明确水土保持设施验收合格的结论，向社会公开水土保持设施验收材料并向水行政主管部门备案。

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

工程名称：广元剑阁沙溪坝至马角坝110kV线路改接工程

建设单位：国网四川省电力公司广元供电公司

建设地点：四川省广元市剑阁县、青川县

建设性质：建设类项目输变电工程,新建/改扩建

建设规模：新建110kV马沙线111号改接点~剑阁110kV变电站1回110kV线路，导线截面积300mm²，线路长约32.5km。线路所经区域：广元市剑阁县境内26.1km，青川县境内6.4km。

利旧原线路杆塔段长约18km，利旧段导线，导线采用JL3/G1A-300/25钢芯高导电率铝绞线，地线采用1根OPGW-48B1-90光缆与1根JLB20A-80铝包钢绞线。

建设工期：工程施工总工期14个月，即计划于2025年5月开工（施工准备3个月），2026年6月完工。

工程投资：静态总投资4503万元，其中：土建投资3075万元。

项目主要特性指标详见表2.1-1。

表2.1-1项目主要特性指标一览表

工程名称	广元剑阁沙溪坝至马角坝110kV线路改接工程		
起止点	(1) 110kV马沙线111号~剑阁110kV站110kV进线构架 (2) 110kV沙剑线103号~剑阁110kV站110kV进线构架 (3) 110kV剑开线3号~剑阁110kV站110kV进线构架 (4) 110kV竹剑线73号~剑阁110kV站110kV进线构架		
线路长度	(1) 新建改接线路32.5km (2) 沙剑线0.4km (3) 剑开线0.4km (4) 利旧竹剑线0.2km	曲折系数	1.23 1.02 1.21 1.06
电压等级	110kV		
杆塔总数	(1) 新建改接线路99基 (2) 剑开线改建段1基 (3) 沙剑线改建段0基 (4) 竹剑线改建0基	转角次数	(1) 改接线路55次 (2) 剑开线改建段1次 (3) 沙剑线改建段0次 (4) 竹剑线改建0次
导线	(1) JL3/G1A-300/25 (2) JL/G1A-240/30 (3) JL/G1A-185/30	最大使用张力 (N)	31828 28572 24532
地线	(1) OPGW-48B1-90 (2) JLB20A-80	最大使用张力 (N)	28000 24241
绝缘子	FXBW-110/70-1(2) 复合绝缘子，U70BP/146-1玻璃绝缘子，U70BP/146D瓷绝缘子，U70CEN地线绝缘子		

防振措施	导、地线均采用预绞丝防振锤防振		
主要气象条件	最大风速：27m/s；最大设计覆冰：5mm		
地震烈度	VII度	年平均雷电日	40
污秽等级	c、d级		
沿线地形	山地50%，丘陵20%，高山30%		
沿线地质	普通土10%，松砂石50%，岩石40%		
海拔高度	450m~1100m		
铁塔型式	采用国家电网通用设计110-DC21D、110-DC22D、110-DC21S、110-DD21S铁塔模块		
基础型式	挖孔桩基础、掏挖基础		
汽车运距	19.0km	平均人力运距	0.7km
林区长度	26.5km，62基塔		

表2.1-2 220kV赤天二线69号~70号段改造项目主要特性指标一览表

工程名称	广元剑阁沙溪坝至马角坝110kV线路改接工程 (220kV赤天二线69号~70号段改造)		
起止点	起于220kV赤天二线68号大号侧新建铁塔 止于220kV赤天二线71号小号侧新建铁塔		
线路长度	0.45km	曲折系数	1.0
电压等级	220kV		
杆塔总数	3基	转角次数	2
导线	JL3/G1A-300/25	最大使用张力(N)	31828
地线	JLB20A-80	最大使用张力(N)	24241
绝缘子	U70BP/146-1玻璃绝缘子		
防振措施	导、地线均采用预绞丝防振锤防振		
主要气象条件	最大风速：27m/s；最大设计覆冰：5mm		
地震烈度	VII度	年平均雷电日	40
污秽等级	d级		
沿线地形	山地100%		
沿线地质	普通土40%，岩石30%，松砂石30%		
海拔高度	430m~810m		
铁塔型式	采用国家电网通用设计220-ED21D铁塔模块		
基础型式	挖孔桩基础		
汽车运距	15.0km	平均人力运距	0.2km

2.1.2 项目地理位置

本项目线路由剑阁县沙溪变电站起，经110kV马沙线利用已有线路改造后，自110kV马沙线青川县竹园镇111号桩起新建线路，途径剑阁县下寺镇、汉阳镇及普安镇，至110kV剑阁站110kV进线间隔止，进入普安镇剑阁变电站。

起点：110kV马沙线起于马角坝站，止于110kV沙溪坝站，全线共计166基杆塔，导线采用LGJ-150钢芯铝绞线，除144号-155号段外，其余段无通信光缆。本次改接点为110kV马沙线111号水泥双杆。起点处地理坐标为N32° 11'18"；E105° 31'12"。

止点：剑阁110kV变电站位于广元市剑阁县普安镇南侧约1.5km处，剑阁110kV变电站110kV出线间隔4回，已使用110kV出线3回，预留一回，采用2个双回路终端塔出线，站外面对构架从左至右分别为开封、沙溪坝、竹园、预留。止点处地理坐标：纬度：N32° 01'22"；经度：E105° 28'3"。

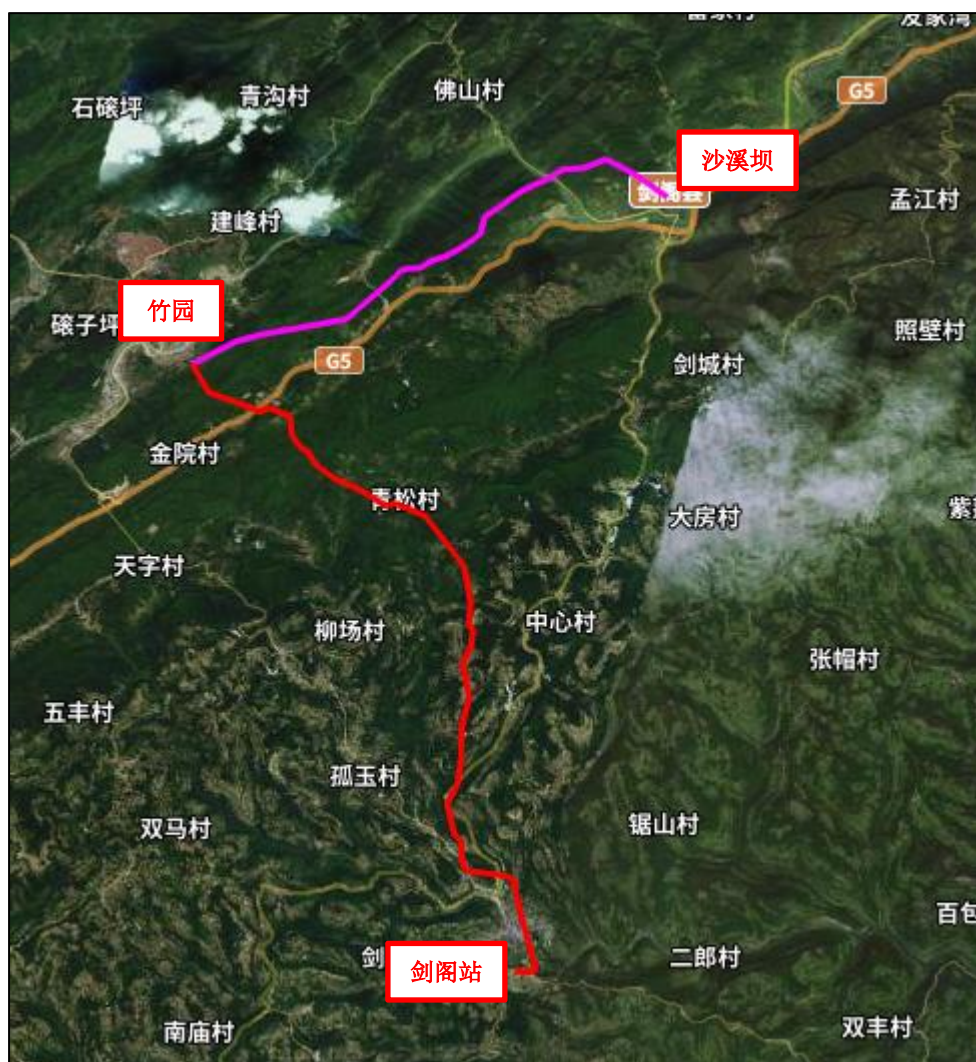


图2-1线路走向图

2.1.3 项目组成

广元剑阁沙溪坝至马角坝110kV线路改接工程主要包括“广元剑阁沙溪坝至马角坝110kV线路改接工程”和“改建110kV剑开线、110kV竹剑线、110kV沙剑线、220kV赤天二线”2个子项。

1、广元剑阁沙溪坝至马角坝110kV线路改接工程

线路利用原110kV马沙线走线约18km后，新建线路从110kV马沙线111号水泥双杆改接点起，至剑阁110kV变电站进线构架止，全长约32.5km的110kV单回架空线路，线路

新建段使用杆塔约99基。导线采用单导线设计，型号为JL3/G1A-300/25型钢芯高导电率铝绞线。地线采用1根OPGW-48B1-90架空复合光缆和1根JLB20A-80铝包钢绞线。改接完成后，形成沙溪坝～剑阁Ⅱ线线路长度50.5km。

2、改建110kV剑开线、110kV竹剑线、110kV沙剑线、220kV赤天二线

110kV剑阁变电站设计进站构架4回，已使用3回，预留一回，采用2个双回路终端塔，站外面对构架从左至右分别为开封、沙溪坝、竹园、预留。根据系统要求，本次需将110kV剑开线改接至110kV竹剑线构架进线，110kV竹剑线使用备用进线构架，新建110kV线路使用原110kV剑开线构架进线。

拟建沙溪坝至马角坝110kV线路N67～N71段为西北向东南走线，需连续下穿500kV诗昭一二线和220kV赤天二线。经过现场勘察，需对220kV赤天二线原69号、原70号进行升高改造。

3、通信部分

按系统通信规划，本工程需沿新建线路架设一根OPGW架空复合光缆，OPGW光缆路径从原110kV马沙线111号改接点起，至剑阁110kV变电站进线构架止，OPGW光缆路径长度32.5km。光缆型号为OPGW-48B1-90架空复合光缆，光缆芯数为48芯，剑阁变电站进站光缆采用GYFTZY（48芯）普通光缆。

同时，原110kV马沙线111号～沙溪坝站段，因大部分区段无通信光缆，需补架1根通信光缆。

4、拆除部分

拆除原110kV沙剑线103号～剑阁变部分杆塔及导地线，拆除线路长度约0.4km，拆除杆塔共1基（104号，与剑开线2号同塔）。拆除原110kV马沙线111号水泥双杆。

拆除原110kV剑开线剑阁变～3号耐张塔段部分杆塔及全部导地线，拆除线路长度约0.4km，拆除杆塔共1基（2号，与沙剑线104号同塔）。

拆除原110kV竹剑线73号～剑阁变段部分导地线，拆除线路长度约0.2km。

拆除220kV赤天二线原69号、70号直线塔，拆除线路长度约0.27km。

按照项目建设类别主要由铁塔基础工程与架线线路工程两部分组成，施工道路原则上利用现有道路或在原有路基上拓宽。尽量利用现有房屋设施作为施工用房，减少临时占地。

5、牵张场

牵张场选择设置在交通条件较好的直线塔段，临近既有道路，便于材料运输；场地应宽敞平坦，减少场地平整的引起的水土流失。本项目设置牵张场7处。

6、跨越工程

本工程线路路径在萝圈岩附近连续穿越 500kV 诗昭一、二线与 220kV 赤天二线，该段线路为西北向东南走线。经过现场勘察，线路东北侧为翠云廊古柏保护区和剑门蜀道景区范围，西南侧规划有青川—剑阁—阆中高速公路（目前处于设计阶段）。500kV 诗昭一二线仅 117 号～118 号档有穿越条件，220kV 赤天二线原 70 号～71 号也具备穿越条件，但拟建青川—剑阁—阆中高速公路途径该处。为避让拟建高速公路（该段为桥梁），同时穿越 500kV 诗昭一二线，需对 220kV 赤天二线原 69 号、原 70 号进行升高改造，改造段长约 0.27km。

同时，10kV 汉剑线碑梁二组支线位于 500kV 诗昭一二线线路下方，且与 500kV 诗昭一二线平行走线，为保障拟建 110kV 线路顺利穿越，需对 10kV 汉剑线碑梁二组支线进行迁改，长约 0.2km。

根据本项目工程建设内容和占地的性质不同将项目分为铁塔基础工程区和线路工程区，其中铁塔基础工程区主要为铁塔修建永久占地，线路工程区包括线路架设临时用地，各分区占地情况见表 2.1-2 工程占地类型及面积表。

表 2.1-2 工程占地类型及面积表

项目组成	占地类型及面积（hm ² ）						占地属性
	耕地(01)	园地（02）	林地（03）	草地(04)	其它土地 (12)	合计	
	旱地 (0103)	果园 (0201)	其它林地 (0307)	其它草地 (0404)	空闲地 (1201)		
塔基工程区	0.17	0.41			0.18	0.76	永久占地
线路工程区	0.45	1.11	1.02	0.40	0.13	3.11	临时占地
合计	0.62	1.52	1.02	0.40	0.31	3.87	

2.1.3.1 铁塔基础工程

本工程 110kV 线路部分共计使用杆塔 100 基，其中单回直线塔 44 基，双回直线塔 1 基，单回耐张塔 54 基，双回耐张塔 1 基。铁塔用量如下表：

表 2.1-3 塔杆型号用量设计表

序号	类别	杆塔型式	转角度数（°）	呼高（M）	单位	数量	小计
1	直线塔	110-DC21D-ZMC2		15	基	1	45
2				21	基	2	
3				24	基	1	
4				27	基	3	
5		110-DC21D-ZMC3		18	基	1	
6				21	基	4	

7				24	基	5	
8				27	基	8	
9				30	基	6	
10				33	基	6	
11				36	基	3	
12		110-DC22D-ZMC3		30	基	2	
13		110-DC21D-ZMC2G		21	基	1	
14		110-DC21D-ZMC3G		30	基	1	
15		110-DC21S-ZR		42	基	1	
16	耐张塔		0~20	24	基	4	55
17				27	基	4	
18				30	基	2	
19		110-DC21D-JC2	20~40	18	基	2	
20				24	基	5	
21				27	基	3	
22		110-DC21D-JC3	40~60	21	基	1	
23				24	基	1	
24				27	基	2	
25		110-DC21D-JC4	60~90	15	基	2	
26				18	基	1	
27				21	基	2	
28				24	基	3	
29				27	基	2	
30				30	基	1	
31		110-DC22D-JC1	0~20	30	基	1	
32		110-DC22D-JC4	60~90	21	基	2	
33		110-DC21D-JC1G	0~20	18	基	3	
34				21	基	1	
35				24	基	1	
36				30	基	1	
37		110-DC21D-JC2G	20~40	21	基	2	

38				27	基	1	
39		110-DC21D-JC3G	40~60	18	基	1	
40		110-DC21D-JC4G	0~90	18	基	1	
41		110-DC22D-JC1G	0~20	24	基	2	
42		110-DC22D-JC2G	20~40	27	基	1	
43		110-DC22D-JC3G	40~60	21	基	1	
44		110-DC22D-JC4G	0~90	18	基	1	
45		110-DD21S-DJ	0~90	30	基	1	
46	小计					100	

本工程220kV赤天二线升高改造部分共使用3种铁塔，共3基铁塔，其中单回路直线铁塔1基，单回路耐张铁塔2基；全线各塔型使用数量见下表：

序号	名称	塔型	呼高	单位	实用数量	小计
1	直线塔	220-ED21D-ZMC4	51	基	1	1
2	耐张塔	220-ED21D-JC1	30	基	1	2
3		220-ED21D-DJC	33	基	1	
4	合计			基	3	

1、铁塔基础选择

输电线路基础的设计，对工程造价起着重要作用，随着电力建设的不断市场化，输电线路的辅助施工费用占工程总价的比重越来越高，环境保护越来越受重视，因此，需要在设计时综合考虑各项经济和社会效益，选择适当的基础型式，减少施工开挖量和环境的破坏，达到安全、环保、经济的设计目的。

本工程线路所用塔位大多位于斜坡上，地质、地形条件较复杂，一基塔四个塔腿都可能处在不同的高程，为避免在基础施工过程中将整个塔基范围挖成一个大平台（即降基面）（既浪费了劳动力，又较大范围破坏了塔基周边的自然地貌，不利于塔基稳定）。另外，随着人们环保意识的增强和为实现可持续发展的需要，电力线路建设与保护环境的矛盾日益突出。在工程中采用立柱露高不等，与地质、地形相适应的基础，能较好的解决场地土开挖问题，做到少开挖或不开挖，以维持塔位原有的地形地貌，既保持了水土，保护了环境，又维护了塔基安全稳定。

(1)原状土基础：主要包括掏挖基础、人工挖孔桩、岩石基础、灌注桩基础、斜柱卡盘桩基础等；掏挖基础及岩石基础适用于地质情况较好(能成型开挖)、对环境要求高、基础负

荷不太大的塔位，当基础埋置较深时，施工往往需要护壁；而人工挖孔桩、灌注桩基础(如单桩、群桩承台等)适用于基础负荷大，塔位地形、地基土较差的塔位。

(2)大开挖基础：主要包括现浇钢筋混凝土斜柱基础、板式直柱基础、装配式基础等。一般而言，斜柱基础混凝土方量较小，但土方量较大，对环境的影响较大；而阶梯式刚性基础、大板基础混凝土方量较大，但埋深浅，施工相对简单。

(3)其它类型基础：根据工程特性和地基特点，输电线路杆塔基础还有一些其它的型式，如在大荷载、地基承载能力差的条件下采用的联合基础以及在施工难度大的流砂和软弱地层中采用的灌注桩基础、复合式沉井基础等。

2、接地极

为确保OPGW安全运行，OPGW全线逐基铁塔接地。接地采用与OPGW短路容量一致的专用接地线（与金具连接部位应采用接地片）与铁塔相连，以确保良好的电气连接。每个塔基4条接地线，每条长15~30m，沟槽开挖宽20cm，深50cm，人工开挖（同类项目接地极

施工现状如图2.1-12所示）



图2.1-1同类项目接地极施工

3、铁塔与基础

(1) 铁塔型式

1) 单回路铁塔（导线JL/G1A-120/20）

①直线塔

选用35B2-Z1、35B2-Z2、35B2-Z3上字型直线塔。塔身断面均为正方形，导线均呈三角排列。所有塔型均为平腿设计。

②转角塔

选用35B2-J1 ($0^{\circ} \sim 20^{\circ}$)、35B2-J2 ($20^{\circ} \sim 40^{\circ}$)、35B2-J3 ($40^{\circ} \sim 60^{\circ}$)、35B2-J4 ($60^{\circ} \sim 90^{\circ}$)上字型转角塔。塔身断面均为正方形，导线均呈三角排列。所有塔型均为平腿设计。其中35B2-J4兼做终端塔使用。

2) 单回路铁塔 (导线JL/G1A-240/30)

①直线塔

选用35B6-Z1、35B6-Z2、35B6-Z3上字型直线塔。塔身断面均为正方形，导线均呈三角排列。所有塔型均为平腿设计。

②转角塔

选用35B6-J1 ($0^{\circ} \sim 20^{\circ}$)、35B6-J2 ($20^{\circ} \sim 40^{\circ}$)、35B6-J3 ($40^{\circ} \sim 60^{\circ}$)、35B6-J4 ($60^{\circ} \sim 90^{\circ}$)上字型转角塔。塔身断面均为正方形，导线均呈三角排列。所有塔型均为平腿设计。其中35B6-J4兼做终端塔使用。

3) 双回路铁塔 (导线JL/G1A-240/30)

①直线塔

选用35C6-SZ1、35C6-SZ2、35C6-SZ3双回路鼓型直线塔。塔身断面均为正方形，导线均呈垂直排列。所有塔型均为平腿设计。

②转角塔

选用35C6-SJ1 ($0^{\circ} \sim 20^{\circ}$)、35C6-SJ2 ($20^{\circ} \sim 40^{\circ}$)、35C6-SJ3 ($40^{\circ} \sim 60^{\circ}$)、35C6-SJ4 ($60^{\circ} \sim 90^{\circ}$)双回路鼓型转角塔。塔身断面均为正方形，导线均呈垂直排列。所有塔型均为平腿设计。其中35C6-SJ4兼做分支塔及终端塔使用。



图2.1-2同类项目铁塔成型图

(2) 基础型式

根据本工程铁塔使用情况，结合沿线地形、地质情况和交通运输等综合因素，本工程采用原状土掏挖基础、挖孔基础、直柱板式基础、灌注桩基础。

掏挖基础：该种基础具有较好的抗拔、抗压和横向承载能力，可节省材料、减少土石方量、减小水土流失，保护生态环境。施工时可以不支模板、不需回填土，加快了施工进度，缩短了工期，从而降低了造价。该基础型式适用于本工程直线塔和小转角塔基础。

挖孔基础：针对位于陡坡地形及狭窄的山脊的塔位，在塔腿最大使用级差不能满足要求的特殊情况下使用，利用其可露出地面高度较大的特点来满足塔位地形的要求。该基础型式适用于本工程所有塔型。

直柱板式基础：采用直立式主柱及钢筋混凝土底板，比较充分地利用了地基及上覆土重力的作用，综合造价比普通混凝土刚性基础低。另外，它要求的施工精度比斜柱板式基础低。该基础型式适用于本工程大转角塔和终端塔基础。

灌注桩基础：灌注桩基础是一种深型基础，适用于跨江（河）地段的淤泥、流砂等软弱地基及地基有液化现象的塔位。基础混凝土耗量和钢材耗量较多，且施工技术要求较高。选用灌注桩基础的塔位需要有良好的交通条件，以便机械方便进场。

2.1.3.2 线路工程

线路路径沿线大部分与乡、村公路及新建场内道路临近，因此，人抬道路主要利用修建的场内道路或已有小路。各个塔基距离修建的场内道路或已有小路还是有数十米到百米左右的距离，塔基施工时需新修人抬道路。

2.1.4 绿色设计

本工程根据“两型三新一化”的设计理念，主要从以下几个方面进行了相应设计：

a) 线路路径选择时通过多次实地踏勘、实测，反复与自然资源局、林业局协商，并在跨越林区时采用高塔，尽量减少树木砍伐和对周围环境的影响。

b) 气象条件：本线路设计气象条件按“两型三新”要求，在广元市收集了相关气象资料，而且经多次现场调查了解该地区低温、风速、覆冰等重要气象资料，而且通过向多家设计单位、运行单位咨询了该区域的220kV、110kV、35kV线路的设计气象取值，从而保证了气象资料的可靠性和设计气象条件的合理性。

c) 导线选型：本线路经过比较，导线在满足使用条件下，选取节能型的高导电率钢芯铝绞线，根据可研批复意见，全线架设1根JLB20A-80铝包钢绞线和1根OPGW光缆。

d) 绝缘子和金具：本工程架空线路大部分处于5mm冰区，根据广元供电公司地方运行维护经验，本工程调整间隔的线路推荐使用玻璃绝缘子，新建线路悬垂串采用复合绝缘子，

耐张串采用玻璃或瓷质绝缘子，变电站构架进线档采用瓷质绝缘子。根据《架空输电线路电气设计规程》DL/T 5582-2020要求，联塔金具强度大于串内其他金具强度，保证了金具串的可靠性和安全性。防振锤推荐采用节能型预绞式非对称性防振锤。

e) 杆塔：本工程线路杆塔基建技术〔2023〕71号 国网基建部关于发布输变电工程通用设计通用设备应用目录（2024年版）的通知相关要求，采用110-DC21D、110-DC22D、110-DC21S、110-DD21S和220-ED21D模块，该系列铁塔呼称高较高，铁塔耗量低，减少线路走廊占用及树木砍伐，塔材根据荷载情况采用Q235及Q345高强钢配合使用，兼顾了铁塔的经济性和安全性。

总之，设计始终坚持最大限度地保护、最小程度的破坏、最强力度的恢复，使工程建设顺应自然、融入自然，从而达到保护自然环境的目的。

2.2 施工组织

2.2.1 施工布置

2.2.1.1 施工条件

（1）自然条件

工程区地质构造简单，历史地震活动较少，场址区域内主要为林地，线路地貌为构造侵蚀剥蚀桌状低山缓坡宽谷地形，组成地层为近水平产状的砂泥岩互层，该地层结构组成的山脊和斜坡稳定性很好，适宜建设。

工程所在的区属于亚热带湿润季风气候区，气候特征为降水充足、气候温和。境内盛行北风、西北风。剑阁县境内冬无严寒，夏无酷暑，自然条件优越，适宜进行工程建设。

（2）施工交通

线路路径沿线大部分与乡、村公路及新建场内道路临近，因此，人抬道路主要利用修建的场内道路或已有小路。各个塔基距离修建的场内道路或已有小路还是有数十米到百米左右的距离，塔基施工时需新修人抬道路。

（3）主要建筑材料

本项目主要建筑材料包括钢材（型钢、钢筋）、水泥、木材、砖等。因以上材料所需量较大，从周边的主要城市及县城多处采购。经过初步调查，这些材料均可以从剑阁县、青川县等地采购，一般机械维修设施设在现场，必要的部件加工及机械维修可去剑阁县城的专业厂家。

本项目施工所需的砂石料从剑阁县等合法砂石料场采购，开采过程中的水土流失责任由相应的料场承担。

（4）施工用水

施工生产生活用水由当地水源点取水，采用水车运水，附近设置临时水箱，由供水车从邻近水源或蓄水池取水后送

至各机位的临时水箱。

（5）施工用电

施工区设置施工用电可以通过施工承包方自备的小型柴油发电机解决。施工用电采用杆塔，对地表扰动较小，水土流失轻微。

（6）施工通讯

施工现场的对外通信，拟采用由剑阁县电信通信网络上提供通信线路的方式，其内部通信则采用无线电通信方式解决。各班组施工现场的对外通信，拟采用无线电对讲机的通信方式。

2.2.1.2施工生产生活设施布置

（1）材料仓库

根据施工总进度安排，现场办公室等临时设施用地采用租用附近民房方式解决。

（4）砂石堆场

施工期间有部分堆存于施工生产生活设施区内，作为运转的临时堆存区。

（5）生活办公区

根据施工总进度安排，本工程施工期现场办公室采用租用附近民房方式解决。

（6）表土临时堆放区

施工生产生活设施占地主要为耕地、林地、草地，为了保护表土资源以及后期绿化需求，将本区域的表土剥离后堆放在施工生产生活设施区一角。

2.2.1.3施工便道布置

区内地形条件复杂，主线、支线道路施工直接开挖成路，最后扩挖成运输、检修道路。经现场调查，施工临建紧邻主线道路，不需修建施工便道。

2.2.1.4弃渣场布置

通过类比分析类似工程，并咨询建设单位和主体设计单位，本项目开挖土石方首先在塔基工程、道路工程、集电线路工程、施工生产生活设施等组成部分间自平衡，再在各工程间进行调配，特别是道路工程回头弯处需要填方，因此本阶段本工程在最大限度利用开挖土石方，经土石方平衡后无弃方，不设置弃土（渣）场，有效减少了布置弃土（渣）场占地及地表占压，有利于水土保持。

2.2.1.5表土临时堆放场布置

本项目占地范围内有可进行表土剥离的区域，各区域剥离的表土根据各个分项工程的施工扰动形式及运输距离，分散堆放在已占地范围。

2.2.2 施工工艺与方法

(1) 场地平整

场平施工程序为现场勘界→清扫地面障碍物（树木等）→标定整平范围→设置基准点→设方格网→测量标高→土石方调配→剥离表土→挖土和填土→场地碾压整平。

土石方开挖采用液压反铲挖掘机施工，推土机配合收集土石方，土石方经场地平整综合利用后，多余的土石方采用液压挖掘机装自卸汽车运至道路工程用于路基及回头弯处填方使用。

(2) 基础施工

铁塔基础施工程序：基坑放线→开挖标高控制→土方开挖→放垫层外边线→清槽→支模→垫层浇筑→放线及验收→锚定螺栓安装、验收→基础钢筋制作、绑扎及验收→基础底板、上部范围内模板支设及加固→基础浇筑混凝土→模板环拆除→混凝土养护→拆模→混凝土工程隐蔽验收→基坑回填→基础交安。

变电基础施工程序：测量放线→基础土方开挖→接地→垫层施工→基础钢筋绑扎→混凝土浇筑→压顶。

1) 基础土石开挖

基础开挖过程中，首先采用反铲挖掘机配合装载机开挖，沿坑槽周边堆放（预留施工通道），部分土石方装自卸汽车运输用于整理场地，人工修整开挖边坡，渣料采用自卸汽车运至回填及场平地点。如遇石方开挖，采用小药量爆破，自上而下逐层开挖。开挖完工后，应清理干净，进行基槽验收，人工修整基坑边坡。

2) 基础混凝土浇筑

清理基坑，蛙夯机夯实后，先浇筑混凝土垫层，待混凝土凝固后，再进行钢筋绑扎，然后立模浇筑钢筋混凝土基础。所有混凝土均采用混凝土搅拌站集中拌制，混凝土搅拌运输车运输，采用溜槽入仓，插入式振捣器振捣密室。

3) 土石方回填

土方回填应在混凝土浇筑后进行。回填时应分层回填，电动打夯机分层进行夯实，并预留沉降量，剩余土石方就近平整场地，保持基础略高于四周，分散排水，避免内涝。

(3) 铁塔安装

采用分部件吊装的形式，铁塔基础安装→塔身组装→高空组装作业的顺序安装。

1) 塔架吊装：塔架可按以下两种方式吊装，一种是先使用25t吊车将下段吊装就位，待吊前，再吊剩余的中、上段，依次将塔架各段全部吊装完成。

2) 铁塔组装：随机配有装卸工具，装卸工具由前连接和后连接组成。吊装时，取出装卸工具，按相应要求连接好前、后连接，即可进行吊装。

4) 高空组装作业：每部件吊装就位后，即进行其连接工作。由于现场连接作业面高，应考虑切实可行的高空作业安全保障措施和保障程序。

本工程组立铁塔机械采用流动式吊车（25t）和内悬浮抱杆（11m，最大起吊重量4.5t）。在满足具备移动式吊车进场条件的塔位优先采用吊机组立，在不具备进场条件的塔基位置采用内悬浮抱杆组立铁塔。

吊车分段组立铁塔方式：铁塔塔腿采用分片吊装，塔身采用分片和整段吊装。

机械类型	道路通行条件	塔全高(m)	铁塔最大分解重量(kg)	是否为组合式机械配置方案	配套工艺	综合效益
内悬浮抱杆	无道路条件	无特殊限制	1500	否	抱杆分解组塔工艺	运输方便，工艺成熟，成本低
轮胎式起重机	具备进场条件	30米以下，或30米以下段	根据吊车性能确定	塔全高30米以下时独立施工，超过30米配合施工	吊车分解组塔工艺	组塔效率较高
履带式起重机	具备进场条件	30米以上段	根据吊车性能确定	是	吊车分解组塔工艺	组塔效率较高
双摇臂落地抱杆	具备进场条件	70米以上	满足不超过额定起重力矩 100t·m	否	双摇臂抱杆分解组塔工艺	安全性高，组塔效率高

（4）塔基排水及路基边坡防护工程

路基排水及边坡防护主要包括混凝土边沟、浆砌石挡土墙、生态排水沟等，均以人工施工为主，机械为辅的施工方法，根据初步设计报告，边坡均采用土质边坡，按临时边坡考虑，道路最大纵坡不大于15%，道路转弯半径不小于25m。

道路排水系统根据沿线地形、地势及道路纵横坡设置边沟、排水沟等排水设施，将水引至自然沟道或圆管涵进口处。从毛路开挖、道路扩挖、道路成型以及集电线路沟道开挖，应综合考虑排水的施工需求，避免雨水汇集冲刷路面及下边坡。

2.3 工程占地

本工程总占地面积3.87hm²，其中永久占地0.76hm²，临时占地3.11hm²。根据本工程各个项目组成布局，临建设施均位于场内道路旁，不需要单独修建施工便道。

表2.3-1工程占地表

项目组成	占地类型及面积 (hm ²)							占地属性
	耕地 (01)		园地 (02)	林地 (03)	草地 (04)	其它土地 (12)	合计	
	水田 (0101)	旱地 (0103)	果园 (0201)	其它林地 (0307)	其它草地 (0404)	空闲地 (1201)		
塔基工程区		0.17	0.41			0.18	0.76	永久占地
线路工程区		0.45	1.11	1.02	0.40	0.13	3.11	临时占地
小计	0.00	0.62	1.52	1.02	0.40	0.31	3.87	

2.4 土石方平衡

2.4.1 表土剥离及平衡

本项目位于四川省广元市剑阁县和青川县，属于低山地貌，占地主要为耕地、林地以及草地，为了保存当地原始生态植被能力，施工之前需进行表土剥离。根据对现场土层剖面进行调查、测量，项目区域内可剥离表土厚度：耕地可剥离厚度为0.30m及以上，林地、草地、园地为0.20m及以上。线路工程区没有大的土方扰动作业，主要为架线期间机械设备对土地的临时压占，临时占地会有少量的林木砍伐，占用时间较短，因此不考虑对线路工程区进行表土剥离工作。



照片2.4-1 现场土层调查照片

经现场调查和施工组织设计分析，本工程可剥离表土面积 0.58hm^2 ，剥离表土 0.13万m^3 ，后期用作各项工程表土回覆使用。

表土剥离区域主要在塔基工程区，线路工程区主要为少量林木砍伐和临时用地压占，不涉及土石方扰动，扰动时间较短，后期植被主要通过自然恢复，仅对少量严重扰动区进行人工播种绿化，因此可不进行表土剥离。表土剥离及平衡情况见表2.4-1。

表2.4-1工程区表土剥离及平衡一览表

分区	占地类型	表土剥离			表土利用		
		剥离面积 (hm^2)	剥离厚度 (m)	表土剥离量 (万m^3)	绿化面积 (hm^2)	覆土厚度 (m)	覆土量(万 m^3)
塔基工程区	旱地 (0103)	0.17	0.3	0.05	0.75	0.18	0.13
	果园 (0201)	0.41	0.2	0.08			
合计		0.58	/	0.13	0.75	/	0.13

2.4.2 土石方平衡

土石方调运规划综合考虑各开挖部位的开挖量、回填利用量、运距及利用等因素，并结合水保、施工时序、施工工艺等要求而进行。

在主体设计提供的土石方数据基础上，经过现场勘查复核后，本工程开挖土石方总量 0.23万m^3 （表土剥离 0.13万m^3 ，土石方 0.10万m^3 ），回填土石方总量 0.23万m^3 （回铺表土 0.13万m^3 ，土石方 0.10万m^3 ），无借方，无弃方。

本工程土石方平衡详见表2.4-1，土石方平衡框图见图2.4-1。

2项目概况

表2.4-1土石方平衡表单位：万m³													
序号	项目	挖方			填方			调入			调出		
		一般土石方	表土剥离	小计	土石方	表土回覆	小计	表土（来源）	土石方（来源）	小计	表土（去向）	土石方（去向）	小计
1	塔基工程区	0.10	0.13	0.23	0.10	0.13	0.23						
2	线路工程区												
	小计	0.10	0.13	0.23	0.10	0.13	0.23						

注：1、上表土石方均为自然方。

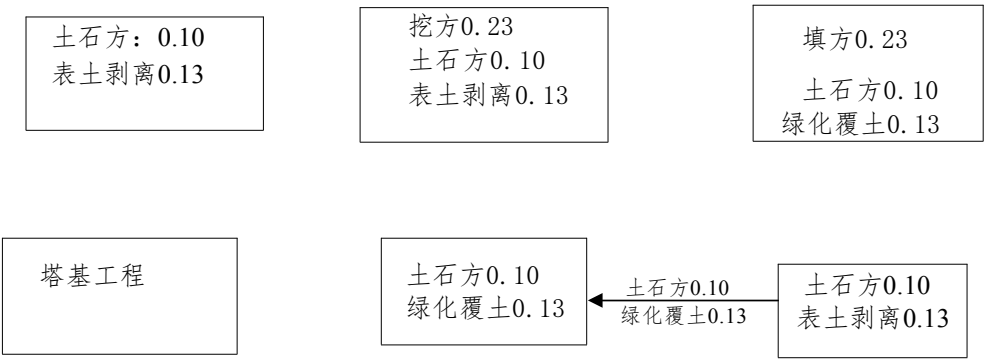


图2.4-2土石流向框图(单位: 万m³)

2.5 拆迁（移民）安置与专项设施改（迁）建

本工程不涉及拆迁安置及专项设施改（迁）建。

2.6 施工进度

根据本项目的工程特点和施工条件，本着保证施工质量、进度高效和提高投资效益的原则，重点考虑场内道路施工的制约性，植被恢复的季节性等因素，本项目拟于2025年5月开工，2026年6月底竣工，总工期14个月，其中施工准备期3个月。

本项目的施工进度初步安排如下：

时间	2025年		2026年			
项目	5-9月	10-12月	1-2月	3-4月	5月	6月
施工准备期	■■■■■					
场地平整工程	■■■■■	■■■■■				
施工场地建设		■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	
附属设施			■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■
截排水沟	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■
设备安装及调试					■■■■■	■■■■■
竣工验收						■■■■■

2.7 自然概况

2.7.1 地质

2.7.1.1地质构造

广元市地处四川沉降盆地西北，场址区在区域构造上处于华南板块扬子准地台峨眉山-成都-万州凹陷北部(见图2.7-1)。本地区断裂十分发育，主要断裂密集带以康定、木里为结点呈“Y”字形展布。断裂密集带、断裂交叉点常是地震多发地带。工程区周边较大的区域断裂断裂带主要有：巴中—龙泉山断裂带、官坝大断裂、江油—都江堰断裂带、北川—映秀断裂带、雪山—青川断裂带、茂汶断裂带(见图2.7-2)。

根据《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010），本工程建设区域与断裂的距离满足规范要求，区域地质构造简单，地壳稳定性属较稳定，工程区适宜建设。

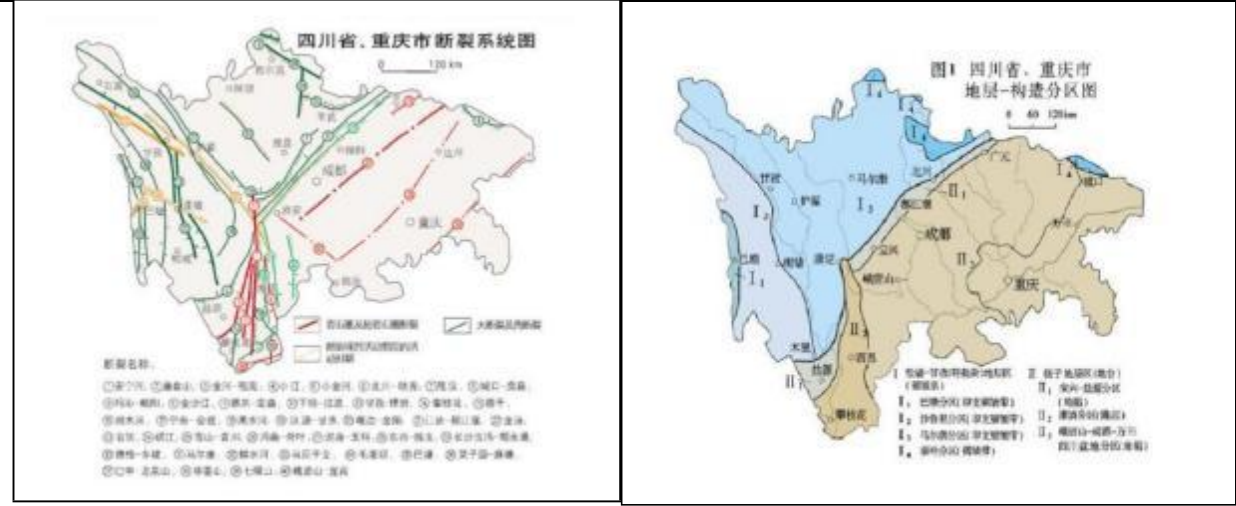


图2.7-1四川省、重庆市地层-构造分区图

图2.7-2四川省、重庆市断裂系统图

2.7.1.2地层岩性及岩体物理力学性质

根据现场钻探，以及区域地质资料及前期勘察资料，场地地层主要为第四系全新统残坡积（ Q_4^{el+dl} ）粉质粘土、第四系全新统冲洪积（ Q_4^{al+pl} ）、白垩系（ K_1 ）泥岩层、白垩系（ K_1 ）砂岩层。地层分为四层，由新到老分别为：

①层：第四系全新统残坡积（ Q_4^{el+dl} ）粉质粘土层，黄褐～红褐色，稍湿，稍密，可塑。表层含有大量植物根系，成分主要为粘土矿物，含少量砂泥质颗粒，手可搓成土条，切面稍有光泽，干强度中等，韧性中等，无摇晃反应。

②层：第四系全新统冲洪积（ Q_4^{al+pl} ）碎石土层，灰褐～黄褐色，稍湿，松散。成分超过20mm的颗粒占总质量约60%，还含有砂泥质的细小颗粒以及黏土矿物，据钻探资料显示，该层分布于场址区表部。

③层：白垩系剑门关组（ K_1j ）泥岩层。强风化层：红褐～紫红色，泥质结构，块状构造，含钙质，主要由粘土矿物组成，岩石较破碎，岩芯大多呈碎块状，大小不均匀，局部夹青灰色砂质条带，主要由石英、长石、云母、粘土矿物组成；中风化层：紫红色，泥质结构，块状构造，含钙质，主要由粘土矿物组成，岩石较完整，岩芯大多呈短柱状，局部夹青灰色砂质条带，主要由石英、长石、云母、粘土矿物组成。

④层：白垩系剑门关组（ K_1j ）砂岩层。强风化层：灰褐～灰白色，细粒结构，中厚层状构造，主要由石英、长石、云母、黏土组成，岩石较破碎，岩芯呈块状，大小不均；中风化层：灰白色，细粒结构，中厚层状构造，主要由石英、长石、云母、黏土组成，岩石较完整，岩芯呈长柱状，一般节长15cm-35cm。

2.7.1.3地震

(1) 场地基本烈度

根据《中国地震动参数区划图》（GB18306 - 2015）、《建筑抗震设计规范》（GB50011 - 2010）（2016版），区域设计特征周期为0.40s，设计基本地震加速度值为0.08g，设计地震分组为第二组，对应的抗震设防烈度Ⅵ度。

（2）场地土类型和建筑场地类别

依据《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010（2016年版）），工程区区域地质构造简单，晚近构造活动较少，历史地震活动较少，区域稳定性较好，场地适宜本工程建设。

2.7.1.4水文地质条件

拟建场地原始地貌为斜坡地带，地下水受大气降水补给，场地四周均为斜坡或冲沟，局部位置基岩出露，地层岩性等不利于地下水的赋存。地下水类型主要为第四系孔隙水和基岩裂隙水。

第四系孔隙水不连续分布在残坡积层中，多为局部性上层滞水，水量小，动态幅度大，水质成分由含水介质的性质决定，主要由大气降水补给。

基岩裂隙水包括风化裂隙水和构造裂隙水。风化裂隙水分布在浅表层基岩强风化带中，为局部上层滞水或域潜水，水量小，受季节性影响大，各含水层自成补给、径流、排泄系统；构造裂隙水分布于中下部的中厚~厚层块状基岩裂隙中，以层间裂隙水或脉状裂隙水形式储存，水量大小与裂隙发育程度和裂隙贯通性密切相关，水量一般较小，多呈滴状或脉状，动态不稳定，勘察期间提干钻孔内钻探施工残留水后，观察24h后发现，钻孔内水位无恢复迹象。勘察期间由于大气降雨场地局部地段有少量积水，除此之外未见其它地表水体。

综上，本场地勘探深度内无地下水分布，水文地质条件简单。基槽（坑）开挖时，应做好防水排水措施，以免地表水浸泡土体降低土的抗剪强度，增大建筑物的沉降。

勘察期间未发现稳定地下水位。

2.7.1.5不良地质现象

根据对工程区域进行工程地质测绘、调查及钻探揭露，场地范围内及附近未发现崩塌、滑坡、泥石流等不良地质作用及地质灾害，场地稳定性好，适合进行建设。

2.7.2 地貌

工程区所属的剑阁县在四川省北部边缘，工程区域内主要为低山地貌，表现为平阔宽展山脊，有村庄及居民居住。铁塔沿山脊布置，山脊宽约100~300m，地形坡度，起伏较小，分布高程介于800 - 1000m之间，东西两侧坡度介于20~50°之间，岭间沟谷宽缓，沟谷深度一般300m以上。项目建设区地表组成物质主要为土质40%、砂砾质20%、石质40%。地形地貌见图2.7-3。



图2.7-3项目区地形地貌（低山地貌）

2.7.3 气象

项目所在的广元市剑阁县和青川县属亚热带湿润季风气候区，根据剑阁县气象站25年的气象观测资料，多年平均气温14.7℃，多年平均日照1366.6小时（最多为1678.9 h，最少为921.7 h），多年平均无霜期270 d，历年最高气温为36.6℃，历年最低温为-7.8℃。多年平均太阳辐射量92.4千卡/cm²，保证率为86.2%，≥10℃有效积温为4579.4℃。多年平均降水量1080.6mm，最大年降水量1583.7mm，最小年降水量581.3mm，降雨多集中在5~10月，近30年平均风速为1.27m/s，主导风向为N、NW。气象要素特征值详见表2.7-1。

表2.7-1气象要素特征值表

项目	指标
年平均气压（hpa）	940.0
年平均水汽压（hpa）	14.15
年平均气温（℃）	14.7
极端最高气温（℃）	36.5
极端最低气温（℃）	-7.8
平均相对湿度（%）	74
年最小相对湿度（%）	6
一日最大降水量（mm）	175.5
年平均降水量（mm）	1080.6
年平均风速（m/s）	1.27
全年主导风向	N、NW
年平均雾日数（d）	89.7
年平均雷暴日数（d）	48

2.7.4 水文

项目所在的广元市剑阁县有大小河流26条，其中流域面积在100km²以上的有8条。境内河流属嘉陵江水系，嘉陵江从县境东北角侧面流过，西河、闻溪河、炭口河、汞河、柳沟河、清江河是主要河流，其特点是径流短，流域面积不大，河道平均比较陡，河床与两岸耕地高差大，

2项目概况

径流随季节变化，雨季陡涨陡落。一般为顺向河，由西北流向东南，元山、王河一带溪沟和剑门小剑溪为逆向河，由南向北流。

距离本项目最近的河流为嘉陵江干流，距离约1100m。嘉陵江源于陕西省凤县嘉陵谷，流经广元天朝、元坝、市中区至剑阁县东边张王乡的嘉陵江村入境，经张王、江口、鸯溪等乡镇入苍溪县境。剑阁县境内流程50km，多年平均径流量654.4m³/s，总量206.4×10⁸m³，为过境河流。

本项目铁塔沿山脊布置，分布高程介于800 - 1000m之间。项目建设区周边无河流及常年流水的冲沟。项目区水系见附图。

2.7.5 土壤

项目所在的广元市剑阁县土壤在农耕地中以紫色土类为主，占54%，由紫色泥岩、砂岩、砂页岩发育而成，质地砂壤至中粘，P值6-8，土层厚0.4-1.0m，有机质含量丰富，较肥沃，中南部山顶上部至同顶，PH值7.5-8.5，土层厚0.3-0.6m，有机质含量少肥力差，亚类为石灰性紫色土，黄紫泥土属中包括石骨子土、黑砂土、红石骨子土四个土种；水稻土类居其次，占45%，质地砂壤至中壤，土层厚0.6m以上，PH值7—8，有3个亚类潮土性水稻土，紫色性水稻土，黄壤性水稻土，5个土属紫色潮土、黄红紫田泥、沙黄田泥、姜黄田泥。有砂田夹砂田、石骨子田、黄紫泥田、死黄、泥田、砾质黄紫泥田、白鳝泥田、冷侵下湿田、死黄泥田、砾质夹砂田、黑砂田、沙泥田、沙黄泥田等15个土种及漏沙田、黑沙田2个变种；黄壤土类位居其三，占0.6%，自然土层被淋溶呈黄灰色，质地轻壤互轻粘，酸性PH值4.5-6.5，土层厚0.3-1.0m，有机质含量丰富，较肥沃；有黄壤土1个亚类，沙黄泥土，姜黄泥土两个土属包括黄紫泥土，沙黄泥土，姜黄泥土3个土种及基土1个变种，潮土类最少，占0.4%，有潮土1个亚类，灰棕潮土、紫色潮土2个土属，包括响沙土、油沙土、沙土和夹沙土4个土种。

耕层土壤以黄壤土为主，占87%，粘上占10%，砾石土占2%，沙土占1%，壤土质地粘沙比例适当，肥力较好，宜种范围广；粘土质地重，粘粒含量高，土粒细，粘性强，湿时渍水，干时坚硬，通透性不良，保水肥能力较强，但自然养份不高，耕性差，宜种范围窄；砾石土含砾石成份多，耕作困难，宜种性广，其特点是耕层浅，孔隙度高，粗骨架突出，结构不良；沙土质地较轻，含砂量高，颗粒孔隙率大，不渍水，保水肥能力弱，耕性好，宜种性较窄。



图2.7-4项目区典型土壤

2.7.6 植被

项目所在的广元市剑阁县属四川盆地北部柏树、马尾松疏林区，以常绿的针叶树柏、松和落叶阔叶树桉、栎及小量的杨、枫、榆、桐等杂树种组成有林地，植被垂直分布不明显，水平分布主要受土壤理化性质分布差异而形成不同的植被类型，主要植被类型有马尾松-映山红、蕨类、茅草群落；栎类—映山红—茅草群落；杉木—蕨类—茅草群落；松、栎-映山红、蕨类—茅草群落；柏木-马桑、黄荆—茅草群落；柏木、桉木-马桑、黄荆—茅草群落；桉木-马桑、黄荆、盐肤木、茅草群落。工程区植被覆盖度达80%。项目区绿化美化主要树草种见表2.7-2。

表2.7-2项目区绿化美化主要树草种表

类别	植物名称	植物特征	主要用途	物种来源
乔木	柏树	柏木科常绿乔木。阳性树种，略耐荫，喜温暖湿润气候，不耐寒，为亚热带代表性的针叶树种；对土壤适应能力强，耐干旱瘠薄，略耐水湿。在南方ft区、丘陵地区常形成纯林或与其他树种的混交林。寿命长，自然繁殖能力强。	道路、庭院绿化	乡土植物
	白杨	落叶乔木。	道路绿化	乡土植物
	小叶榕	常绿乔木。耐热、怕旱、耐湿、耐瘠、耐阴、耐风、抗污染、耐剪、易移植、寿命长。	道路绿化	乡土植物
	香樟	喜光，稍耐荫；喜温暖湿润气候，耐寒性不强，但不耐干旱、瘠薄和盐碱土。主根发达，深根性，能抗风。萌芽力强，耐修剪。	道路、庭院绿化	苗圃广植
灌木	黄荆	落叶灌木。喜光，耐干旱瘠薄，适应性强，耐修剪。	道路、庭院绿化	乡土植物
	小叶女贞	中性、喜温暖、耐修剪。	道路、庭院绿化	苗圃广植
	小叶黄杨	中性、喜温暖、耐修剪。	道路、庭院绿化	苗圃广植
草种	苇状羊茅	多年生草本植物，适应性强、抗寒。	边坡、庭院绿化	人工播种
	白茅	适应性强，耐荫、耐瘠薄和干旱，喜湿润疏松土壤	边坡绿化	人工播种
	狗尾巴	适生性强，耐旱耐贫瘠，酸性或碱性土壤均可生长。种子出土适宜深度为2~5cm	边坡绿化	人工播种
	黑麦草	具有极强的适应性、适口性好、抗寒等特点；喜温和、润气候。	边坡、庭院绿化	人工播种
	紫花苜蓿	喜干燥、温暖、多晴天、少雨天的气候和高燥、疏松、排水良好，富含钙质的土壤	边坡、庭院绿化	人工播种



图2.7-5 项目区典型植被

2.7.7 其他

主体工程选址（线）涉及河流两岸、生态红线、湖泊和水库周边的植物保护带，不属于水土流失严重的区域，已避让全国水土保持监测网络中的水土保持监测站点、重点试验区及国家确定的水土保持长期定位观测站。

本工程线路受改接点、变电站位置、已建220kV、500kV线路的钻越和城镇规划的限制，线路需穿越剑门古蜀道缓冲区和翠云廊自然保护区（试验区），经核实该区域为非核心区且多为松柏次生幼林，对生态环境影响较小，需按相关规定进行环评专项评估与审批。在可研设计阶段采取相关优化及保护措施：（a）该段路径全线采用高跨设计，减少林木砍伐；（b）全线铁塔采用长短腿设计、基础采用原状土基础，减少土石方开挖量。

本项目无法避让嘉陵江上游国家级水土流失重点治理区，本方案在采取西南紫色土区一级标准的同时提高防治指标，优化施工工艺，严格控制并减少地表扰动和裸露时间，有效控制可能造成水土流失，避免水土流失危害的发生，同时保护周边植被并恢复已扰动的植被等要求，不存在水土保持强制条款的制约性因素。

主体工程选址及总体布局、施工工艺、施工组织等不涉及《生产建设项目水土保持技术规范》（GB50433-2018）规定的绝对限制行为，通过落实主体工程设计中已有的和本方案提出的各项水土保持措施后，可以实现工程建设期和试运行期的水土流失防治目标。

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 项目与国家产业政策的符合性分析评价

项目属于已列入国家《产业结构调整指导目录（2024年本）》的鼓励类建设项目，符合国家产业政策要求。

3.1.2 项目与相关规划的符合性分析评价

2023年12月5日，取得了广元市发展改革委《关于广元剑阁沙溪坝至马角坝110kV线路改接工程项目核准批复》（广发改[2023]561号）；并且项目已取得建设项目选址意见书；项目建设符合广元电网系统远景规划《四川省“十三五”发展纲要》和《广元市国民经济和社会发
展“十三五”规划纲要》等规划要求。

3.1.3 主体工程选址（线）与相关规定的符合性分析评价

主体工程选址(线)对《中华人民共和国水土保持法》的相关规定执行情况详见表 3.1-1，对《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）中水土保持约束性规定的执行情况详见表 3.1-2。

表3.1-1主体选址与《中华人民共和国水土保持法》的符合性分析

《中华人民共和国水土保持法》规定	分析评价	评价结论	解决办法
第十八条：水土流失严重、生态脆弱的地区，应当限制或者禁止可能造成水土流失的生产建设活动，严格保护植物、沙壳、结皮、地衣等。	本项目位于广元市剑阁县和青川县，不属于水土流失严重、生态脆弱的地区	不存在水土保持制约因素	/
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。	根据水利部办公厅关于印发《全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果》的通知（办水保〔2013〕188号），项目所涉及的剑阁县和青川县属于嘉陵江上游国家级水土流失重点治理区，无法避让	存在水土保持制约因素	水土流失防治标准执行西南紫色土区一级防治标准，提高防治目标值，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

表3.1-2主体选址与《生产建设项目水土保持技术标准》的符合性分析

规范中序号	规范所列约束性规定	分析评价	评价结论	解决办法
	1应避让水土流失重点预防区和重点治理区	根据水利部办公厅关于印发《全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果》的通知（办水保〔2013〕188号），项目所涉及的剑阁县和青川县属于嘉陵江上游国家级水土流失重点治理区，无法避让	存在水土保持制约因素	水土流失防治标准执行西南紫色土区一级防治标准，提高防治目标值，，优化施工工艺，减少地表扰动和植被损坏范围，有效控制可

3项目水土保持评价

3.2.1	主体工程选址（线）				能造成的水土流失
		2应避让河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带	本项目位于剑阁县和青川县，不涉及河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带	不存在水土保持制约因素	/
		3应避让全国水土保持监测网络中的水土保持监测站点、重点试验区及国家确定的水土保持长期定位观测站	本项目位于广元市剑阁县和青川县，通过分析在全国水土保持监测网络中的水土保持监测站点、重点试验区及国家确定的水土保持长期定位观测站	不存在水土保持制约因素	/

综上，主体工程选址（线）不涉及生态红线、河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带，不属于水土流失严重的区域，已避让全国水土保持监测网络中的水土保持监测站点、重点试验区及国家确定的水土保持长期定位观测站。

工程线路在剑门古蜀道及翠云走廊核心区域外走线，对线路建设无影响。本工程线路受改接点、变电站位置、已建220kV、500kV线路的钻越和城镇规划的限制，线路需穿越剑门古蜀道缓冲区和翠云廊自然保护区（试验区），该区域为非核心区且多为松柏次生幼林，对生态环境影响较小，需按相关规定进行环评专项评估与审批。在可研设计阶段采取相关优化及保护措施：（a）该段路径全线采用高跨设计，减少林木砍伐；（b）全线铁塔采用长短腿设计、基础采用原状土基础，减少土石方开挖量。

本项目无法避让嘉陵江上游国家级水土流失重点治理区，本方案在采取水土流失防治一级标准的同时，提高防治指标，优化施工工艺，严格控制并减少地表扰动和裸露时间，有效控制可能造成的水土流失，避免水土流失危害的发生，同时保护周边植被并恢复已扰动的植被等要求，不存在水土保持强制条款的制约性因素。

3.2 建设方案布局与水土保持评价

3.2.1 工程建设方案评价

（1）场内线路整体布局合理；临时设施紧挨道路布置，未新增施工便道，总体上减少了地表的扰动，做到少占地，不占好地，符合水土保持相关要求。

（2）本项目各土石方开挖回填量相对分散。施工期间采取临时拦挡、覆盖等措施后能有效控制施工期间的水土流失，施工结束后及时采取植被恢复措施能快速改善生态环境，总体符合水土保持要求。

（3）本项目场内道路不涉及桥梁、隧道，也不涉及大型的挖填边坡，同时场内道路土方全部用于回填，不涉及弃土弃渣。场内道路路堤、路堑在保证边坡稳定的基础上，采用挡土墙、撒播植草等进行护坡，总体符合水土保持要求。

(4) 本项目集电线路架空段主体工程设计结合地形塔基采用不等高基础，减少了土石方开挖量，经过林区采用了加高铁塔跨越，避免了砍伐树林。落实了绿色设计的理念，符合绿色设计的要求，且满足水土保持技术规范的要求。

(5) 本项目无法避让嘉陵江上游国家级水土流失重点治理区。主体工程设计在确保铁塔运输要求及道路安全的基础上，优化了线路的平纵断面设计方案。根据《生产建设项目水土流失防治标准》(GB/T50434-2018)，本项目林草覆盖率标准为23%，提高到25%，林草覆盖率提高了2个百分点。

(6) 绿色设计评价：本项目设计时专门进行了绿色设计，在经济合理的前提下尽量避开高山大岭、恶劣地质区和重冰区、已有的各种矿产采空区、开采区、规划开采区及险恶地形、水网、不良地质地段，尽量避让林木密集覆盖区。在路径选择中，充分体现以人为本的保护环境意识，尽量避免大面积拆迁民房。线路设计满足绿色设计要求。

3.2.2 工程占地评价

在主体设计报告中，工程占地面积为 3.87hm^2 ，其中永久占地 0.76hm^2 ，临时占地 3.11hm^2 。本方案对占地面积进行了复核。工程占地满足规划要求。

(2) 本工程不占用基本农田、基本草原等，占地类型主要为耕地（旱地）、园地（果园）、林地（其它林地）、草地（其它草地）和其它土地（空闲地）等。永久占地范围内除路面、排水、建构筑物外均采取植物措施恢复生态；吊装平台、施工生产生活设施等使用结束后结合原占地类型和地方政府的要求采取植物措施。经分析，本项目采取植物措施面积 3.33hm^2 ，林草覆盖率为33.0%。较高的植被覆盖度对土壤的保土、保肥、保水能力具有促进作用，改善土壤的理化性质，减少土壤中氮、磷等有机质及无机盐的流失，有利于生态恢复。

(3) 工程区属于低山区域，经济发展以传统农业为主，项目占用土地主要为林地和草地。项目占地对当地土地资源影响不大，且本项目实施后，当地交通条件将得到一定程度的改善，对当地提高土地利用率有比较重要的意义。

3.2.3 土石方平衡评价

(1) 根据主体设计资料，本工程开挖土石方总量 0.23万m^3 （表土剥离 0.13万m^3 ，土石方 0.10万m^3 ），回填土石方总量 0.23万m^3 （回铺表土 0.13万m^3 ，土石方 0.10万m^3 ），无借方，无弃方。经分析，本工程土石方无漏项，现阶段符合最优原则。

(2) 本工程本工程开挖土石方总量 0.23万m^3 （表土剥离 0.13万m^3 ，土石方 0.10万m^3 ），回填土石方总量 0.23万m^3 （回铺表土 0.13万m^3 ，土石方 0.10万m^3 ）。土石方利用率98%，表土利用率96%，符合水土保持要求。

(3) 工程土石方(含表土)平衡首先在塔基工程、道路工程施工生产生活设施等组成部分间自平衡,再在各工程间进行调配。本工程线路塔基先开工,在土石方调配上节点合理,时序可行。

(4) 现阶段还没有划分标段,建议下阶段工程标段划分时应考虑合理调配土石方和临时占地数量。

综上,从水土保持角度分析,土石方平衡在挖填方量、转运、利用、平衡等方面符合水土保持相关要求。本方案提出在下阶段优化设计方案,尽可能减少土石挖方。

3.2.4 取土(石、砂)场设置评价

本工程所需的土石料全部利用挖方,砂砾石料全部从合法的商业料场购买,有效减少了料场开采占地及地表扰动,符合水土保持要求。建议砂砾石料购买合同中明确水土流失防治责任。

3.2.5 弃土(石、渣、灰、矸石、尾矿)场设置评价

本工程土石方挖填平衡,不设置弃土(渣)场,有效减少了布置弃土(渣)场占地及地表占压,有利于水土保持。

3.2.6 施工方法与工艺评价

3.2.6.1 施工方法与工艺评价

根据本工程的特点,以及工程区的地形地貌、地质岩性、土壤、植被及水文气象等自然环境特征,确定该项目工程建设过程中可能导致水土流失的主要工序包括以下几个方面:

(1) 土石方施工

本工程土石方施工采用以机械为主、人工为辅的施工方法。铁塔基础采用小型反铲挖掘机开挖土石,自卸汽车将开挖的土石运至各分区内的临时堆放点集中堆放,减少了施工占地和影响范围,符合水土保持技术要求。

(2) 铁塔基坑开挖及吊装场地场平施工

铁塔基坑开挖及吊装场地场平,采用逐个推进的方式施工,回填利用后剩余的土石方可及时的用于邻近施工道路的填筑,缩短了临时堆土时间,减少了水土流失。由此可见从水保角度分析,工程施工不会造成较大的水土流失。

(3) 道路施工

施工道路在施工结束后作为永久道路保留,施工道路两侧恢复迹地,撒播种草。新修道路主要占用其他草地和灌木林地,尽量避开对良好植被区的破坏,由于道路建设将对原地生产力造成破坏,但占压后形成泥结碎石路面,产生水土流失量较小,有利于水土保持。

施工完毕后,道路为检修人员和当地村民提供了较为方便的交通设施,减少了新建道路占地,从而减少对植被的破坏;施工道路积极采取植物措施,恢复植被。因此从水土保持角度来看,交通运输规划基本合理。

(4) 临建工程施工

施工生产生活设施采用租用附近民房的方式,减少了施工影响范围。场地布置选择平地,场平挖填平衡,避免了对山坡采取大开挖或大回填方式形成场地平台的情况,减小了对原地表及植被造成的扰动,减少了可能产生的水土流失面积和流失量。

以上各项工程施工工艺除了有利于各项工序间的交叉衔接外,还满足工作建设进度要求,保证施工安全,减少地面重复开挖扰动,有利于水土保持。主体采用的施工工艺是合理的。通过分析认为,本项目施工工艺对主体工程不存在限制性影响,从水土保持角度认为是可行的。

3.2.6.2施工要求

主体工程设计提出了以机械化施工为主,人工施工为辅的施工方法,并提出了部分与水土保持相关的施工方法要求,经本方案补充完善后,形成如下施工要求:

(1) 施工前进行测量,明确工程占地范围,划定挖填区域,尽量控制施工生产生活设施占地和地表扰动面积。

(2) 合理安排施工进度与时序,同时做到“随挖、随运、随填、随压”,尽量减少裸露面积,缩短裸露时间,防止重复开挖和土石方多次倒运。

(3) 施工前应进行表土剥离,表土集中堆放,及时采取苫盖、截排水等临时防护措施加以临时防护。

(4) 合理安排施工,控制开挖深度,减少开挖量和废弃量。优化土石方开挖工艺,尽量采用装载机配合自卸汽车挖运土方。

(5) 在进行土石方开挖时,边坡坡度应控制在稳定坡度范围之内,开挖结束后及时整理开挖面,对开挖形成的软弱边坡应及时实施工程防护措施,防止其垮塌,同时及时实施坡面防护及排水措施,施工一段、保护一段,尽量将工程施工对水土流失的影响降低到最低程度。

(6) 运输土石方的车辆车顶应采取覆盖等预防保护措施,防止散溢,施工结束后,车辆离开施工区域时对车辆进行冲洗。

(7) 外购砂石料时,必须选择合法砂石料场,并在供料合同中明确水土流失防治责任。

3.3 主体工程设计中水土保持措施界定

通过对主体设计中具有水土保持功能工程的分析界定,可按照《生产建设项目水土保

持技术标准》(GB50433-2018)中原则进行，将主体工程设计中以水土保持功能为主的工程界定为水土保持措施。难以区分是否以水土保持功能为主的工程，可按破坏性试验的原则进行界定：即假定没有这些工程，主体设计功能仍然可以发挥作用，但会产生较大的水土流失，此类工程应界定为水土保持措施。

主体工程设计中具有水土保持功能的措施主要为项目拟建工程（设施）周边排水沟、地表绿化、塔基附近位置设计的基脚边坡支挡工程等。

1) 拦挡与排水措施界定

根据《生产建设项目水土保持技术标准》(GB50433-2018)附录 D 对于生产建设项目拦挡和排水措施的界定原则，水保措施中拦挡和排水措施界定详见表 3.3-1。

表 3.3-1 生产建设项目拦挡和排水措施界定表

项目类型	界定为水土保持的措施		不界定为水土保持的措施	
	拦挡类	排水类	拦挡类	排水类
输变电 风电	弃土(石渣)场 (点)挡渣墙	变电站(所)截水沟、排水沟，塔基和风机周边截水沟、排水沟、挡水堤	变电站(所)、塔基、风机挡土墙	

根据拦挡与排水措施界定原则，本项目塔基周边排水沟界定为主体水保措施，塔基挡土墙虽然具有一定的水土保持功能，但主要为主体工程服务，不界定为水土保持措施。

对本项目主体已有设计排水沟按 5 年一遇 10min 暴雨量进行排水沟断面过流能力校核，排水沟过流断面超高为 0.2m。设计排水流量按《水土保持工程设计规范》(GB51018-2014)公式确定：

$$Q_m = 16.67 \phi q F$$

式中：Q_m—设计排水流量(m³/s)；

φ—径流系数，取 0.60；

q—设计重现期和降雨历时内的平均降雨强度(mm/min)，5 年一遇 10min 暴雨量 2.10mm/min；

F—集水面积(km²)，根据项目实际情况按最大集水面积进行计算。

表 3.3-2 主体已有排水沟洪峰流量计算表

分区	最大清水流量 Q(m ³ /s)	径流系数 φ	平均 1min 降雨强度 q (mm/min)	汇水面积 F (km ²)
塔基区	0.126	0.60	2.10	0.006

注：主体已有排水沟超高 0.2m。

②过流能力复核

主体排水沟设计断面为梯形断面，底宽 0.5m，沟深 0.5m，坡比为 1:1，排水沟过流断面超高为 0.2m，过流面积 0.24m²。根据沟渠均匀流公式试算确定：

$$Q=A \cdot C \sqrt{Ri}$$

式中：Q—排水流量，m³/s；

A—过水断面面积，m²；

C—流速系数， $C = \frac{1}{n} R^{1/6}$ ；

n—排水沟糙率，取 0.022；

R—水力半径， $R=A/\chi$ ，m；

i—排水沟纵坡比降，取 0.003。

项目排水经沉砂池沉淀后排入项目周边原有排水沟渠中。本项目排水沟过水能力见下表。

表 3.3-3 主体已有排水沟过水能力表

排水流量 Q(m³/s)	过水断面面积 A (m²)	流速系数 C	糙率 n	水力半径 R (m)	纵坡比降 i
0.184	0.24	33.88	0.022	0.17	0.003

注：排水沟过流断面超高为0.2m。

通过以上验算，本项目主体设计已有排水沟过水能力为 0.184m³/s，大于 5 年一遇的最大洪峰流量 0.126m³/s，因此满足过流要求。

2) 边坡防护措施界定

- (1) 植物护坡应界定为水土保持措施；
- (2) 工程与植物措施相结合综合护坡应界定为水土保持措施；
- (3) 主体工程设计在稳定边坡上布设的工程护坡应界定为水土保持措施；
- (4) 处理不良地质采取的护坡措施(锚杆护坡、抗滑桩、抗滑墙、挂网喷混等)不应界定为水土保持措施。

3) 其它措施界定

- (1) 表土剥离和保护应界定为水土保持措施；
- (2) 土地整治应界定为水土保持措施；
- (3) 植被建设应界定为水土保持措施；
- (4) 为集蓄降水的蓄水池应界定为水土保持措施；
- (5) 防风固沙措施应界定为水土保持措施；
- (6) 采用透水形式的场地硬化措施可界定为水土保持措施；
- (7) 江、河、湖、海的防洪堤、防浪堤(墙)、抛石护脚不应界定为水土保持措施。

4) 水保措施界定结果

3项目水土保持评价

根据前述水保措施界定原则，结合本项目的实际情况，对本次线路工程中纳入水土保持工程的措施为：表土剥离和回覆、地表排水、绿化工程等措施，均为以水土保持功能为主的工程，界定为水土保持措施。变电站、塔基挡土墙虽然具有一定的水土保持功能，但主要为主体工程服务，不界定为水土保持措施。

本项目主体工程中水土保持措施的工程数量见表3.3-1。

表3.3-4主体已有的水土保持措施统计表

序号	工程名称	单位	数量	费用(万元)
一	塔基工程			9.86
1	表土剥离	万m ³	0.13	0.20
2	表土回覆	万m ³	0.13	1.28
3	地表排水	m	600	5.74
4	地表绿化	m ²	1030	2.64
二	线路工程			
1	地表绿化	m ²	1450	2.64

3.3.1 主体工程设计中具有水土保持功能工程的评价

3.3.1.1 塔基工程

1、表土剥离与防护

主体工程设计未考虑表土剥离及防护措施。塔基工程占用大量的耕地、园地等，具有表土剥离的条件，后期绿化也需要表土，因此本方案补充施工前的表土剥离与表土堆放相应的防护措施。水保措施工程量见表3.4-2。

2、边坡防护

主体工程根据各个铁塔场地的实际情况，分别采取了基坑护坡及基础处理等措施。根据边坡稳定性情况必要时应对下边坡有一定的支护措施，如采用喷混凝土、挂钢筋网、砂浆锚杆等，由于受到设计深度的影响，未明确相关措施的工程量及布设位置等，需在下一阶段补充完善。主体设计的护坡措施主要在于维持边坡稳定及其它设施安全，不纳入水保措施界定。

3、植被建设工程

主体工程设计已考虑植被建设措施，本方案不作补充。水保措施工程量见表3.4-2。

4、临时防护工程

主体工程设计未考虑临时防护措施，本方案补充临时覆盖、拦挡措施。水保措施工程量见表3.4-2。

3.3.1.2线路架设工程

1、植被建设工程

主体设计中明确线路对植被的损毁方式主要是机械设备的短期压占和临时线路通道林木砍伐造成的破坏，植被恢复也主要以自然恢复为主，需要对临时道路造成的植被采取撒播灌草的方式恢复植被，施工过程中对植被绿化采取永临结合的方式进行（临时绿化工程量不重复计列），道路施工结束后立即实施绿化，结合实地查勘，灌草选用黄荆、紫穗槐、马桑、狗尾草、黑麦草、凤仙花、波斯菊、披碱草等，种植密度为 $100\text{kg}/\text{hm}^2$ ，撒播灌草 0.15hm^2 ，灌草籽共计 150kg 。

2、临时防护工程

线路架设过程中主体设计时考虑了相应措施，本次设计不再补充。

3.3.2 主体工程设计的水土保持综合评价

主体工程设计在塔基工程和道路工程区结合不稳定边坡防护采取了喷混凝土、挂钢筋网、砂浆锚杆、浆砌石挡墙进行防护，边坡及道路混凝土排水沟进行道路排水，道路两侧及边坡进行灌草绿化，建立有效的截排水系统，措施选择合理，针对性强，基本符合水土保持的要求，能够取得较好的水土保持效果。

本方案将根据工程施工过程中的水土流失部位和特点，按照水土保持相关要求，并结合主体工程设计思路，从水土保持角度补充完善以下措施：

（1）塔基工程补充施工前表土剥离以及表土的临时苫盖措施，施工期间的临时拦挡，施工结束后对施工迹地进行土地整治，表土回覆后灌草综合绿化等措施；

（2）线路工程在线路架设过程中对临时占地的损毁方式主要是机械设备的短期压占，植被恢复也主要以自然恢复为主，主体设计时考虑了相应措施，本次设计不再补充。

3.4 水土保持评价结论意见

1）、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）相关规定的分析评价，本工程选址避开了河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带，避开了全国水土保持监测网络中的水土保持监测站点、重点试验区，未占用国家确定的水土保持长期地面观测站，工程不单独设置取土（石、料）场，弃渣场，但工程从地理位置上无法避开嘉陵江上游国家级水土流失重点治理区，需采取优化施工工艺，提高植被建设标准等措施，最大限度地保护现有土地和植被，减少新增流失。本工程选址基本无水土保持制约性因素。

2）、主体工程建设方案与布局合理，如施工场地区等临时设施均结合永久占地布设，

3项目水土保持评价

尽可能地节约临时占地。项目土石方调配合理，工程挖方尽可能移挖作填，尽最大可能消减弃渣，临时堆土设置于临时租用占地范围内，工程总体布局紧凑，尽量减少了对土地的扰动，且能满足施工生产的用地需求，避免了更大范围内的水土流失，符合水土保持要求。

3)、主体工程设计单位在工程选址、工程设计及防护措施方面充分重视水土保持工作；工程设计及防护措施在满足工程方面的要求外，兼顾了水土保持要求。

4)、建设区水土流失防治措施体系较为完善，主体工程中雨水排水系统、景观绿化措施等，通过水土保持措施的实施，场地内形成了比较完整的水土保持体系，能有效控制因项目建设造成的新增水土流失量。

5)、本方案针对本项目现状，未考虑项目区内的临时遮盖等措施，存在水土流失隐患，需要补充以下相应的遮盖等措施：

(1)**塔基工程**：在施工过程中松散土方受降水冲刷，就可能产生较大的水土流失，需补充施工期临时工程措施。

(2)**线路工程**：主体设计已提供必要的防护与恢复措施设计，不需要补充其它临时措施。

表 3.4-1 主体工程设计具有水土保持功能措施界定表

分区	措施类型	主体工程设计具有水土保持功能措施		方案是否新增水土保持措施
		界定为水土保持的措施	不界定为水土保持的措施	
塔基工程区	工程措施	表土剥离、绿化覆土、排水沟	支挡工程	否
	植物措施	地表绿化		否
	临时措施	—		临时遮盖、临时排水、临时沉沙池、临时拦挡、土袋挡墙
线路工程区	工程措施	—	—	—
	植物措施	地表绿化		否
	临时措施	—	—	—

表3.4-2 主体工程设计具有水土保持功能措施及工程量统计表

分区	措施类型	措施内容	单位	数量	实施部位	实施主体
塔基工程区	工程措施	表土剥离	万m ³	0.08	可剥离表土区域	主体设计
		绿化覆土	万m ³	0.08	塔基扰动区	主体设计
		排水沟	m	600	塔基与道路两侧	主体设计
	植物措施	地表绿化	m ²	1030	塔基扰动区	主体设计
	临时措施	临时遮盖	m ²	/	/	
		临时排水	m	/	/	
		土袋挡墙	m ³	/	/	
		沉沙池	处	/	/	

3项目水土保持评价

线路工程区	植物措施	地表绿化	m ²	1450		主体设计
-------	------	------	----------------	------	--	------

4 水土流失分析与预测

4.1 水土流失现状

本项目位于广元市剑阁县和青川县境内，根据2023年水土流失动态监测数据，剑阁县全县水土流失面积1467.71km²，占土地面积的45.80%，以水力侵蚀为主。其中：轻度流失530.59km²，占流失面积的36.15%；中度流失539.25km²，占流失面积的36.74%；强烈流失153.14km²，占流失面积的10.43%；极强烈流失128.13km²，占流失面积的8.73%；剧烈流失116.6km²，占流失面积的7.94%。项目所在的广元市剑阁县土壤侵蚀见表4.1-1。

表4.1-1剑阁县水土流失现状表

水土流失强度	水土流失面积(km ²)	占全县水土流失面积(%)
轻度流失	530.59	36.15%
中度流失	539.25	36.74%
强烈流失	153.14	10.43%
极强烈流失	128.13	8.73%
剧烈流失	116.6	7.94%
合计	1467.71	

根据2023年水土流失动态监测数据，青川县水土流失面积（不包括微度流失）1292.14 km²，占总面积的40.18%。年侵蚀总量665.73万t，平均侵蚀模数2070吨/km²。按侵蚀程度的强弱划分：微度流失面积1923.86 km²，轻度流失面积448.66 km²，中度侵蚀466.25 km²，强度侵蚀19.84 km²，极强度侵蚀113.79 km²，剧烈侵蚀7.13 km²。青川县土壤侵蚀类型主要是水力侵蚀，侵蚀强度以中、强度为主，侵蚀总面积1292.14 km²，广元市青川县水土流失现状见表4.1-1。

表4.1-2广元市青川县水土流失现状表

序号	侵蚀强度	流失面积(km ²)	占流失面积的%
1	微度	1923.86	59.82
2	轻度	448.66	13.95
3	中度	466.25	36.08
4	强度	256.31	19.84
5	极强度	113.79	0.76
6	剧烈	7.13	0.55
7	合计	3216	100.00

从上表可知，项目所在区水土流失类型以水力侵蚀为主，侵蚀强度表现为轻度，从场地侵蚀现状看，水土流失对工程建设影响较小。

4.2 水土流失影响因素分析

4.2.1 水土流失影响因素

本工程在建设过程中新增水土流失主要是由于人为扰动地表、破坏植被、构筑人工再塑地貌等活动，在侵蚀营力的作用下产生的，其形成包括自然因素和人为因素两种。

(1) 自然因素

自然因素包括地形坡度、气候、土壤、植被等因素，其中降雨、风、温度等气候因素是形成土壤侵蚀的自然动力因素。

①地形坡度：在自然状况下，水土流失随地表坡度的增大而增大，在工程施工等外力作用下，地表坡度加大对水土流失的作用随之大幅度加大，水土流失强度成倍增加。本工程为点线综合型工程，项目区地势起伏相对较大，地表坡度约0~25°，地形坡度对水土流失存在一定影响。

②降雨：降雨是造成水土流失的主要动力因素，项目区属亚热带湿润季风气候区，多年平均降雨量1080.6mm，降雨量分布在5~10月份，在人工地表扰动条件下，降雨对水土流失的影响将随之加大，成为项目区影响工程施工新增水土流失的主要自然因素。

土壤侵蚀是在地貌、岩性、土壤、植被、降雨、风力等多种因素作用的结果，在工程施工等扰动作用下，削弱甚至破坏了土地的水土保持功能，水土流失随之大幅度加大，水土流失强度成倍增加。

(2) 人为因素

在施工期间，该项目工程建设产生的水土流失具有“暂时性”的特点，在施工期间，管沟开挖等工程挖填方量大，施工生产生活设施的再塑型等施工过程将损毁地表植被，原稳定地形地貌受遭到破坏，地表结皮遭到扰动破坏，使占地范围内的表层土裸露或形成松散堆积体，失去原有地表的防冲和固土能力，加剧水土流失，特别是在道路路基的开挖，铁塔平台的开挖、地面裸露，在外力的作用下将使水土流失成倍增加。

工程建设施工完成后大部分占地停止人为扰动，水土流失主要来源于绿化区域，通过土地整治、撒播草籽等水土保持措施实施后，水土流失渐渐恢复到自然侵蚀状态。

4.2.2 工程建设对水土流失的影响

本项目土壤侵蚀以水力侵蚀为主,降水及其形成的地表径流为产生土壤侵蚀的根本动力。工程的开挖回填活动破坏了原覆盖的植被保护层,改变了地表组成物质的结构、质地,一方面部分地面被硬化,使地面渗透性大大降低,形成更大的地表径流增加了对流经地表的冲刷,另一方面使部分地表变得裸露而松散,在水的作用下更恶化地表组成物质的理化性质,大为降低其抗冲性和抗蚀性。工程施工还改变了原有地貌的坡长、坡度等因素,使坡面在水力、重力的综合作用下更容易发生侵蚀。可见,集中、规范堆放堆土,严格控制工程建设扰动破坏原地貌范围,在扰动面上缘截水切断水源动力,内部排水改善地表组成物质理化性质,下缘拦住土石去向,表面及时采取覆盖措施尤其是植物措施减少扰动面裸露时间,是防治工程建设引发的水土流失的根本措施。通过工程原设计中具有水土保持功能措施及本方案增设的水土保持措施的综合防治,可以大为减缓区内可能发生的水土流失,达到国家规定的水土流失防治标准。

(1) 工程占地对水土流失的影响

本项目共计占用土地面积 3.87hm^2 ,其中永久占地 0.76hm^2 ,临时占地 3.11hm^2 。

施工过程中的大量开挖将压埋或损坏原有植被、地表,使地表土层稳定结构及植被受到破坏,并改变局部地形,从而改变了径流汇流条件,不仅减少径流入渗量,而且缩短径流汇流时间,加大径流的冲刷力,造成开挖边坡的沟蚀等水土流失,在一定程度上加大施工区的水土流失量。

(2) 土石方开挖和填筑对水土流失的影响

工程开挖量约 0.23万m^3 ,开挖和填筑将使地表植被、地面组成物质和地貌受到扰动和破坏,使项目征地范围内的表层土裸露或形成松散堆积体,失去原有植被的防冲、固土能力,形成的边坡若不加以防护容易产生冲刷、崩塌等现象,增加新的水土流失。

(3) 临时堆土对水土流失的影响

项目表土剥离 0.13万m^3 ,临时堆土堆积体结构松散,若不采取适当的挡护措施和排水措施,遇到降水后容易造成堆积体冲刷,引发新的水土流失。

(4) 道路修建对水土流失的影响

本工程交通设施主要为场内道路,场内道路将对原山体进行开挖或回填,形成扰动破坏带。施工过程中若不加强临时拦挡措施,开挖土石渣极易下滑压覆征

地范围以外坡面，扩大扰动破坏范围。路基形成后将截断山体原有排水通道，两侧边坡仍有大量裸露地表，若不布设截排水措施和植物措施，坡面汇水可能局部集中冲刷裸露边坡造成流失，进而危害道路安全。

（5）施工生产生活设施修建对水土流失的影响

本工程施工生产生活设施需另占土地进行场平后修建。场地平整将进行土石方挖填活动，建（构）筑物修建基础挖填与场地平整一并进行，若无拦挡、护坡及排水等措施，期间将可能产生较大水土流失。建（构）筑物建成后，对部分场地起到覆盖作用，同时也使以外的场地受降水汇流冲刷力增强，因此若无排水等防护措施，场内及场外仍可能发生较强水土流失。

（6）其它施工过程对水土流失的影响

主体工程施工过程中，需永久或临时占用土地，破坏植被，扰动地表，导致水土流失。

4.2.3 扰动地表分析

根据主体工程设计资料、土地利用现状现场调查和资料分析，查明工程施工可能造成的扰动地表面积，经预测，本工程扰动地表面积 3.87hm^2 。

表4.2-1扰动地表面积统计表

项目组成	扰动地表面积
塔基工程区	0.76
线路工程区	3.11
合计	3.87

4.2.4 损毁植被面积分析

项目征占地 3.87hm^2 ，经现场调查统计分析，工程建设损毁植被面积共 3.56hm^2 ，详见表4.2-2。

表4.2-2损毁植被面积统计表

项目组成	损毁植被类型（ hm^2 ）				小计（ hm^2 ）
	耕地	园地	林地	草地	
塔基工程	0.17	0.41			0.58
线路工程区	0.45	1.11	1.02	0.40	2.97
合计	0.62	1.52	1.02	0.40	3.56

4.2.5 废弃土石方量分析

通过分析施工组织设计及施工工艺,结合土石方调运规划得出工程区土石方开挖、回填利用量;通过综合考虑本项目的绿化面积来确定表土剥离及表土回覆量。本工程开挖土石方总量 0.23万m^3 (表土剥离 0.13万m^3 ,土石方 0.10万m^3),回填土石方总量 0.23万m^3 (回铺表土 0.13万m^3 ,土石方 0.10万m^3),无借方,无弃方。

4.3 土壤流失量预测

4.3.1 预测单元

本项目预测范围为整个项目建设区,根据本工程施工进度和特点及扰动地表程度,结合项目区环境和水土流失现状,对可能产生的水土流失进行预测分析。

根据工程总体布局、工程特点及对水土流失的影响,将水土流失预测单元划分为铁塔基础工程区、线路工程区2个预测单元。

根据施工扰动、施工后硬化、绿化等情况,分别预测施工期和自然恢复期水土流失面积,调查分析结果表明,施工期水土流失面积 3.87hm^2 ,自然恢复期水土流失面积 3.56hm^2 。

本项目水土流失预测面积详见表4.3-1。

表4.3-1预测面积统计表

预测单元	施工期预测范围 (hm^2)	自然恢复期预测范围 (hm^2)
塔基工程区	0.76	0.58
线路工程区	3.11	2.97
合计	3.87	3.56

4.3.2 预测时段

根据《生产建设项目水土保持技术标准》(GB50433-2018)(以下简称《水土保持技术标准》),本工程属于建设类项目,根据工程建设特点,本工程水土流失预测时段包括施工期(含施工准备期)和自然恢复期,本工程施工准备期历时较短,因此将施工准备期并入施工期一起预测。

(1) 施工期

施工期间工程开挖和填筑、建筑材料堆置及机械碾压等施工活动,破坏了项目区原稳定地貌和植被,扰动土体结构,改变了现状地形,开挖面、松散裸露面无植被覆盖,土地抗蚀能力降低,在降雨作用下水土流失增强,因此施工期是本

次预测的重点，在土建工程施工结束时，水土流失强度达到最大。各单元水土流失预测时间长短的确定，是根据地面扰动时间，同时考虑工程影响的后续效果而定。项目计划2025年5月开工，2026年6月完工，施工总工期14个月，施工期跨越完整的雨季，因此施工期的预测时段按1.2年计算。

(2) 自然恢复期

工程施工结束后，因施工引起水土流失的各项因素逐渐消失，地表扰动基本停止，植被得到逐步恢复，松散裸露面逐步趋于稳定，水土流失将逐步减小，但自然恢复期仍有一定量的水土流失，根据项目区有关资料，结合当地降雨量及干旱程度，该区自然恢复期大约需要2年时间，因此本工程各单元自然恢复期按2年计算。水土流失预测单元和预测时段详见表4.3-2。

表4.3-2预测单元和预测时段表

序号	预测单元	施工期（年）	自然恢复期（年）
1	塔基工程区	1.2	2
2	线路工程区	1.2	2

4.3.3 土壤侵蚀模数

4.3.3.1 土壤侵蚀背景值

项目区水土流失现状是在工程区地形地貌条件、土壤植被等影响水土流失的自然因素调查和现场测量基础上，根据《全国水土保持区划（试行）》，项目所在地属于西南紫色土区，区域容许土壤流失量为 $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，按照《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007）中侵蚀等级划分进行确定，项目区所在地的一级类型区为水力侵蚀类型区，经估算，工程区平均土壤侵蚀模数为 $1037\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，侵蚀强度为轻度，详见表4.3-3。

表4.3-3工程区扰动前土壤侵蚀背景值计算表

序号	项目区域	土地类型		面积(h m ²)	坡度(°)	植被 覆盖 率(%)	侵蚀 强度	侵蚀模数 ($\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$)	年侵蚀 量 (t/a)
1	塔基工程区	耕地(01)	水田(0101)	0.00	0~5		轻度	200	0
			旱地(0103)	0.17				1500	3
		园地(02)	果园(0201)	0.41	5~8	>75%	轻度	1200	5
		林地(03)	其它林地(0307)	0.00	0~5	>23%	微度	750	0

2		草地 (04)	其它草地 (0404)	0.00	8~15	>23%	微度	800	0
		空闲地 (12)	空闲地 (1201)	0.18	0~5	>23%	微度	550	1
		小计		0.76				1115	9
	线路 工程 区	耕地 (01)	水田 (0101)	0.00	0~5		轻度	200	0
			旱地 (0103)	0.45				1500	7
		园地(02)	果园 (0201)	1.11	5~8	>75%	轻度	1200	13
		林地(03)	其它林地 (0307)	1.02	0~5	>23%	微度	750	8
		草地 (04)	其它草地 (0404)	0.40	8~15	>23%	微度	800	3
		空闲地 (12)	空闲地 (1201)	0.13	0~5	>23%	微度	550	1
		小计		3.11				1018	32
	合 计			3.87				1037	40

4.3.3.2 扰动后土壤侵蚀模数

1) 上方无来水工程开挖面扰动后土壤侵蚀模数

根据各预测单元土壤流失类型划分,上方无来水开挖面扰动后土壤侵蚀模数推求涉及的预测单元包括道路路基和边坡主体工程开挖面区域,工程修建期间周边来水已经雨水截排系统处理完备,开挖面外围没有上方来水。各调查、预测单元扰动后土壤侵蚀模数以地表翻扰型一般扰动地表计算单元土壤流失量公式为基础,按照时间尺度进行推求。工程堆积体上方无来工程开挖面水土流失量测算公式如下:

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

式中:

M_{kw} —上方无来水工程开挖面测算单元土壤侵蚀模数, $t/(km^2 \cdot a)$

R —降雨侵蚀力因子, $MJ \cdot mm/(hm^2 \cdot h)$;

G_{kw} —上方无来水工程开挖面土石质因子, $t \cdot hm^2 \cdot h/(hm^2 \cdot MJ \cdot mm)$

L_{kw} —上方无来水工程开挖面坡长因子, 无量纲;

S_{kw} —上方无来水工程开挖面坡度因子, 无量纲;

A —计算单元的水平投影面积;

预测单元均按照多年平均这一时间尺度计算上方无来工程开挖面水土流失

失量，经整理分析，扰动后土壤侵蚀模数计算成果见表 4.3-4。

序号	项目	因子	单位	公式/说明	塔基工程 区	线路工程 区
1	上方无来水工程开挖面土壤流失量	M_{kw}	t	$M_{kw}=RG_{kw}L_{kw}S_{kw}A$	30	79
2	降雨侵蚀力因子	R	$MJ \cdot mm / (hm^2 \cdot h)$	参照 SL773-2018 “附录 C”	5297.8	5297.8
3	土石质因子	G_{kw}	$t \cdot hm^2 \cdot h / (hm^2 \cdot MJ \cdot mm)$	$G_{kw}=0.004e^{4.28SIL*(1-CLA)/\rho}$	0.01	0.01
3.1	粉粒(0.002~0.05mm)含量	SIL			0.5	0.5
3.2	黏粒(<0.002mm)含量	CLA			0.25	0.25
3.3	土体密度	ρ	g/cm ³		2.1	2.1
3.4	自然对数	e			2.72	2.72
4	坡长因子	L_{kw}		$L_{kw}=(\lambda/5)^{-0.57}$	0.901	0.500
4.1	坡长	λ	m		6	25
5	坡度因子	S_{kw}		$S_{kw}=0.8\sin\theta+0.38$	0.945	1.122
5.1	坡度	θ	(°)		45	68
6	计算单元的水平投影面积	A	km ²		0.0076	0.0310
7	扰动后土壤侵蚀模数	M	t/km ² ·a	$M=M_{kw}/A$	3880	2553

2) 植被破坏型一般扰动地表扰动后土壤侵蚀模数

根据预测单元土壤流失类型划分，植被破坏型一般扰动地表扰动后土壤侵蚀模数推求涉及的预测单元包括自然恢复期景观绿化区，预测单元扰动后土壤侵蚀模数以植被破坏型一般扰动地表计算单元土壤流失量公式为基础，按照时间尺度进行推求。植被破坏型一般扰动地表计算单元土壤流失量公式如下：

$$M_{yz}=RK_yL_yS_yBETA$$

$$K_{yd}=NK$$

式中：

M_{yz} —植被破坏型一般扰动地表计算单元土壤流失量，t；

R—降雨侵蚀力因子， $MJ \cdot mm / (hm^2 \cdot h)$ ；

K_y —植被破坏后土壤可蚀性因子， $t \cdot hm^2 \cdot h / (hm^2 \cdot MJ \cdot mm)$ ；

L_y —坡长因子，无量纲；

S_y —坡度因子，无量纲；

B—植被覆盖因子，无量纲；

E —工程措施因子，无量纲；
 T —耕作措施因子，无量纲；
 A —计算单元的水平投影面积， hm^2 ；
 N —植被破坏后土壤可蚀性因子增大系数，无量纲；
 K —土壤可蚀性因子， $\text{t} \cdot \text{hm}^2 \cdot \text{h} / (\text{hm}^2 \cdot \text{MJ} \cdot \text{mm})$ 。

预测单元均按照多年平均这一时间尺度计算植被破坏型一般扰动地表计算单元土壤流失量，经整理分析，扰动后土壤侵蚀模数计算成果见表 4.3-5

序号	项目	因子	单位	公式/说明	塔基扰动区
1	植被破坏型土壤流失量	Myz	$\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$	$\text{Myz}=\text{RKLySyBETA}$	16
2	降雨侵蚀力因子	R	$\text{MJ} \cdot \text{mm}/(\text{hm}^2 \cdot \text{h})$	参照 SL773-2018 “附录 C”	5297.8
3	地表翻扰后土壤可蚀性因子	Ky	$\text{t} \cdot \text{hm}^2 \cdot \text{h}/(\text{hm}^2 \cdot \text{MJ} \cdot \text{mm})$	$\text{Ky}=\text{NK}$	0.0149
3.1	土壤可蚀性因子	K	$\text{t} \cdot \text{hm}^2 \cdot \text{h}/(\text{hm}^2 \cdot \text{MJ} \cdot \text{mm})$	参照 SL773-2018 “附录 C”	0.0070
3.2	增大系数	N			2.1300
4	坡长因子	Ly		$\text{Ly}=(\lambda/20)\text{m}$	3.310
4.1	水平投影长度	λ	m	$\lambda=\lambda_x \cos \theta$	219.164
4.2	斜坡长度	λ_x	m		220
4.3	坡度	θ	(°)		5
4.4	坡长指数	m			0.5
5	坡度因子	Sy		$\text{Sy}=-1.5+17/[1+\text{e}^{(2.3-6.1 \sin \theta)}]$	0.98
5.1	自然对数的底	e		取 2.72	2.72
6	植被覆盖因子	B		参照 SL773-2018 “6.2.6 节”	1
7	工程措施因子	E		参照 SL773-2018 “6.2.7 节”	0.414
8	耕作措施因子	T		参照 SL773-2018 “6.2.8 节”	0.42
9	计算单元的水平投影面积	A	hm^2		0.7635
10	扰动后土壤侵蚀模数	M	$\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$	$\text{M}=\text{Myz}/\text{A}$	2092

3) 扰动后土壤侵蚀模数汇总

根据上述方法，预测单元扰动后土壤侵蚀模数汇总见表 4.3-6。

表4.3- 6扰动后土壤侵蚀模数汇总表

预测单元	扰动后土壤侵蚀模数 $[\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})]$	
	施工期（含施工准备期）	自然恢复期
塔基工程区	3880	2092
线路工程区	2553	2096

4.3.3.3预测方法

土壤流失量预测按下式计算,当预测单元土壤侵蚀强度恢复到原地貌土壤侵蚀模数以下时,不再计算。

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

式中:

W —土壤流失量, t;

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

i —预测单元, $i=1, 2, 3, \cdots, n-1, n$;

F_{ji} —第 j 预测时段、第 i 预测单元的面积, km^2 ;

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

T_{ji} —第 j 预测时段、第 i 预测单元的预测时段长, a。

4.3.4 预测结果

在土壤流失预测年限内,项目土壤流失预测总量为 220t,其中原地貌土壤流失量为 105t,新增土壤流失量为 115t。

施工期是新增土壤流失量最大的时段,占新增土壤流失总量的 83.0%;恢复期产生的水土流失量占比 17.0%。本项目各预测单元土壤流失总量、新增土壤流失量及比重见下表 4.3-7。

分区	水土流失量背景值(t)	新增水土流失量(t)	新增量占总量比例(%)	总水土流失量(t)	时期	水土流失量背景值(t)	新增水土流失量(t)	新增量占总量比例(%)	总水土流失量(t)
塔基工程区	20	40	35.14%	60	施工期	48	83	71.7%	131
线路工程区	85	75	64.86%	160	恢复期	57	32	28.3%	89
小计	105	115	100.00%	220	小计	105	115	100.0%	220

表 4.3-8 土壤流失量预测表

建设项目区	规划面积 hm ²	侵蚀模数背景值 (t/km ² ·a)	施工期（1.2年）						自然恢复期（2年）						治理后侵蚀模数 (t/km ² ·a)
			时间 (a)	扰动面积 (hm ²)	施工扰动侵蚀模数 (t/km ² ·a)	施工扰动水土流失总量 (t)	施工期水土流失量背景值 (t)	施工期新增水土流失量 (t)	时间 (a)	恢复区面积 (hm ²)	恢复期侵蚀模数 (t/km ² ·a)	恢复期水土流失总量 (t)	恢复期水土流失量背景值 (t)	恢复期新增水土流失量 (t)	
塔基工程区	0.76	1115	1.2	0.76	3880	36	10	25	2	0.58	2092	24	9	15	480
线路工程区	3.11	1018	1.2	3.11	2553	95	38	57	2	2.97	1093	65	48	17	419
小计	3.87			3.87		131	48	83	2	3.56		89	57	32	449

注：临时堆渣区处于主体工程区内，不重复计算面积。

表 4.3-9 规划项目区土壤水土流失量预测汇总表

分区	规划区面积 (ha)	施工期（1.2年）				自然恢复期（2年）					施工与恢复期水土流失总量（T）				
		水土流失量背景值 (t)	新增水土流失量 (t)	总水土流失量 (t)	新增量占总量比例 (%)	恢复区面积 (hm2)	水土流失量背景值 (t)	新增水土流失量 (t)	总水土流失量 (t)	新增量占总量比例 (%)	施工期水土流失量 (T)	施工期占总量比例 (%)	恢复期水土流失量 (T)	恢复期占总量比例 (%)	总水土流失量 (t)
塔基工程区	0.76	10	25	36	19.39%	0.58	9	15	24	16.87%	36	27.22%	24	27.31%	60
线路工程区	3.11	38	57	95	43.77%	2.97	48	17	65	19.48%	95	72.78%	65	72.69%	160
小计	3.87	48	83	131	63.17%	3.56	57	32	89	36.34%	131	100.00%	89	100.00%	220

注：临时堆渣区处于主体工程区内，不重复计算面积。

4.4 水土流失危害分析

项目建设造成的水土流失主要发生在基础开挖回填、临时堆放等过程中，本项目在建设期间会给建设区的地表带来较大的扰动，占用和损坏现有的水土保持功能面积，增加土壤侵蚀强度，如果不采取任何水土保持措施，盲目施工将会造成以下危害：

1)、在工程建成前，施工活动将破坏原有地貌，损坏或压埋原有水土保持功能，其结果是在一定时间内使其水土保持功能降低甚至完全丧失，从而产生新的严重人为水土流失。

2、建设期间对地表的开挖、填筑等施工活动，都将使地表受到不同程度的影响和破坏，从而改变原地形、坡度和地表组成，从而产生新的人为水土流失。

3)、本工程的施工使得原地表、地面组成物质以及地形地貌受到扰动；地表裸露，土壤自然稳定状态受到破坏，防冲刷、抗蚀能力下降，增大水土流失量。

4)、项目建设期间，由于各建设内容均会对建设区内造成持续性的扰动，故该需加强施工期建设范围内的水土保持措施设计及维护，有效防治区域内水土流失问题。

4.5 指导性意见

预测结果是在未采取有效防护措施时可能的流失结果。产生水土流失的因素较多，其中地面坡度、降雨强度、风速是造成水土流失的主要因素，而采取综合性的水土保持措施将对水土流失有较强的抑制作用。工程沿线水土保持措施的布置应本着与施工进度同步为原则，尽最大可能恢复原地貌的植被。

(1) 防治的重点时段与部位指导意见

从水土流失预测结果来看，本工程施工期是本项目的重点治理时段，塔基工程区和线路工程区为本工程的重点防治部位。

(2) 防治措施布局指导意见

根据以上的预测结果，本项目区土壤侵蚀类型以水力侵蚀为主，在未采取任何水土保持措施防治的情况下，水土流失总量远远大于背景值水土流失量。施工期间人员活动比较频繁，扰动比较集中，待施工结束后将对各施工区进行平整和原地貌恢复。根据建项目水土流失的变化情况，除了主体工程目前设计的部分防治措施外，方案还应建立工程、植物及临时措施相结合的综合防护体系，从而有效地控制项目区的水土流失，保障工程顺利施工和安全生产运行。

(3) 施工进度安排指导意见

根据预测结果，水土流失发生的主要时期在施工期的塔基工程区和道路工程区。

因此，加强主体工程施工进度的紧凑安排以缩短水土流失的时段，将水土流失降到最低。

遇大风、大雨天气，对临时堆土要采取临时防护措施。水土保持工程应随主体工程的施工进度分期、分批地尽早安排实施，使其尽快发挥效益。

（4）水土保持监测安排指导意见

由于工程施工区域的不同，水土流失程度和特点各不相同，水土保持监测也必须针对不同水土流失区域进行，各区域监测内容应全面，监测点位布置适当，要具有代表性，能充分反映各施工区的水土流失特征。

根据工程建设特点、工程布局、可能造成水土流失形式，该工程水土保持监测的重点时期为施工期，监测的重点区域为塔基工程区和道路工程区。

综上所述，本项目建设产生水土流失量最大、造成水土流失危害最严重的是铁塔机组工程区和道路工程区。水土保持方案中应对塔基工程区和道路工程区进行重点分析、全面防护。在工程建设过程中强化临时措施，在运行过程中加强各项措施的维护和管理，使各项水土保持设施正常运转。

5 水土保持措施

5.1 防治区划分

5.1.1 水土流失防治分区目的、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，在确定的水土流失防治责任范围内，依据主体工程布局、施工扰动特点、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：

- ①各分区之间有显著差异性。
- ②各分区内造成水土流失的主导因子相近或相似。
- ③分区具有控制性、整体性、全局性。
- ④分区层次分明，具有关联性和系统性。

5.1.2 水土流失防治分区

本工程地貌为低山地貌，气候带为亚热带湿润季风气候区，土壤侵蚀类型为水蚀区，仅涉一个地貌、气候单元、土壤侵蚀类型，因此，本项目不按照地貌、气候带划、土壤侵蚀类型分一级区。

根据水土流失防治分区目的、依据、原则及项目组成特点、施工时序等，将本工程水土流失防治分区划分为塔基工程区、线路工程区共2个水土流失防治分区。本项目水土流失防治分区详见表5.1-1。

表5.1-1本项目水土流失防治分区一览表

序号	防治分区	水土流失防治责任范围 (hm ²)	备注
1	塔基工程区	0.76	铁塔103座
2	线路工程区	3.11	扩建线路18km，新建线路32.5km。
合计		3.87	

5.2 措施总体布局

5.2.1 水土流失防治措施布设原则

(1) 水土流失防治措施应根据各水土流失防治类型区的特点及新增水土流失的形式，确立各类型区防治、防护措施的配置，坚持防治结合，因害设防的原则。

(2) 综合防治的原则：水土流失防治措施设计应综合考虑建设区的自然生态环境和人为活动影响，依据工程施工建设特点，采取工程和生物措施相结合的综合防治措施。以工程

措施为先导，尽快控制大面积、高强度的水土流失，发挥工程措施的速效性和保障作用，并为植物措施的实施创造条件，使其起到长期稳定的水土保持作用。同时各项措施合理配套，提高水保效益、节省工程投资、改善生态环境。

(3) 经济、有效、可持续发展的原则：对各防治区确定的水土保持治理措施，做到投资节约，工程有效可行，水保效果显著，促进当地区域生态环境和经济的协调可持续发展。

(4) 整体性原则：主体工程设计或施工过程中已具有水土保持功能的设计项目纳入本防治方案，作为水土保持防治体系的一部分，统一进行监督管理。

(5) 合理安排施工时序，根据施工活动引发水土流失的情况采取临时措施和永久措施相结合的方式，全过程防治工程新建引起的新增水土流失。

(6) 重点对施工过程中为保证工程安全运行和保护生态环境而必须采取的长远措施以及从水土保持角度出发后续阶段需采取的措施进行分析、设计和实施，并对其进行水土保持投资估算。

5.2.2 水土流失防治措施设计

根据当地的自然条件并结合输变电工程的实际情况和项目水土流失特点，本着“因地制宜，因害设防”的要求，本工程的措施布设主要从工程措施、植物措施和临时措施有机结合的形式进行有效的综合防护。

(1) 工程措施：线路工程对需要的塔位采取了生态排水沟（梯形断面，底宽0.5m，沟深0.5m，坡比为1:1等）措施，对余土较多的塔位采取了拦挡措施。施工开始进行表土剥离，施工结束后进行土地整治并覆土。

(2) 植物措施：施工结束后在占地区恢复植被，栽植当地适生树草种，可有效防治新增水土流失。树草种为适宜当地气候地理环境的植物。

(3) 临时措施：在施工过程中，主体设计考虑在平缓区域的施工道路路面铺设钢板，便于施工机械的通过，同时对开挖土、回填土的临时堆放依据具体情况设置了土袋挡护、防雨布遮盖及彩条塑料布隔离等防护措施。

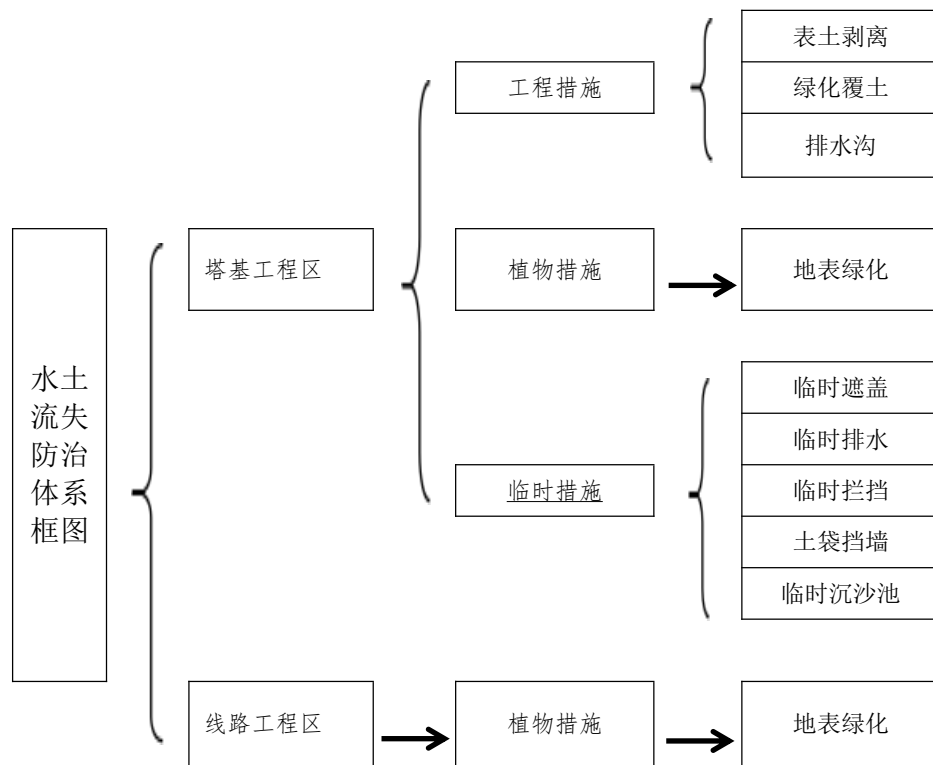
(4) 弃土处理：线路工程余土都平摊在塔基占地范围内。

在工程施工期间，应先做好相应的水土保持措施，水土保持工程必须与主体工程同时施工，并切忌“点上治理、面上破坏；边治理，边破坏；先破坏，后治理”的现象，防止工程建设引起的水土流失。

5.2.3 水土流失防治措施总体布局

表5.2-1 水土流失防治措施总体布局表

分区	措施类型	措施内容	实施部位	实施主体
塔基工程区	工程措施	表土剥离	可剥离表土区域	主体设计
		绿化覆土	塔基扰动区	主体设计
		排水沟	塔基与道路两侧	主体设计
	植物措施	地表绿化	塔基扰动区	主体设计
	临时措施	临时遮盖	施工中临时堆土堆料	水土保持新增
		临时排水	施工时填方段坡脚	水土保持新增
		临时拦挡	边坡下侧临时围栏	水土保持新增
		土袋挡墙	临时表土堆场坡脚	水土保持新增
		沉沙池	排水出口处	水土保持新增
线路工程区	植物措施	地表绿化	边坡下侧临时围栏	主体设计



注：带“****”的为方案新增措施，其它为主体已有水土保持措施。

图5.3-1 水土流失防治体系框图

主体工程为了工程本身的安全及便利，考虑了一定的工程措施和植物措施，而对各防治分区的裸露地表、表土临时防护、临时措施等考虑不足，本方案进行补充和完善。根据项目工程特点和水土流失特征，项目区水土保持措施布置的总体思路是：以防治水土流失、改善项目区生态环境、保护主体工程正常安全运行为最终目的，以施工期为重点时段，配合主体工程中已有的水土保持措施综合规划布设水土流失防治措施体系，做到临时措施与工程、植物措施相结合，“点、线、面”相结合，形成完整的防护体系。水土保持措施总体布局如图5.2-1所示，各分区防治措施布局如下：

(1) 塔基工程区

塔基工程区水土流失主要来源于场地平整、基础开挖施工及开挖土方临时堆置期间易产生的流失，针对塔基工程区水土流失特点，对部分边坡下侧设置临时拦挡，在场地平整前对场内扰动的地表进行表土剥离，集中堆放于吊装场地一角，在开挖料及表土堆放表面用防尘网进行苫盖，并采用土袋进行拦挡，吊装平台边坡可撒播草籽绿化（永临结合），底部修筑生态排水沟以收集边坡汇水，施工结束后，场地内未硬化区域及边坡进行表土回覆、土地整治并撒播灌草绿化。

(2) 线路工程区

线路工程区水土流失主要来源于线路林木砍伐、临时占地区机械设备压占和生活区少量扰动，由于没有大的土方工程，临时占地时间较短，对植被的破坏主要以自然恢复为主，主体工程已考虑对少量的临时道路区进行植被恢复。

5.3 分区措施布设

5.3.1 水土保持措施设计标准及等级

5.3.1.1 工程措施设计标准及等级

(1) 地面排水：根据《公路路基设计规范》（JTGD30-2015）设计，设计暴雨重现期3年一遇10min最大暴雨值；按5年一遇10min最大暴雨值进行校核，超高0.20m。

(2) 土地整治：根据《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014），覆土厚度：林地覆土厚度0.2~0.4m，草地覆土厚度 ≥ 0.1 m，耕地覆土厚度0.2~0.5m；

(3) 表土剥离：根据现场勘察情况，表土剥离厚度0.20~0.30m。

5.3.1.2 植物措施设计标准及等级

根据《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014），植物措施级别为3级，按照生态公益林绿化标准执行。3级植物措施标准应辅以雨水集蓄利用措施，但是本工程年降水量1080.6mm，不处于干旱缺水区域，因此，植物措施不采取雨水集蓄利用措施；

苗木及种子必须是一级苗或一级种，并且要具有“一签三证”，即要有标签、生产经营许可证、质量合格证和植物检疫证。

5.3.1.3 临时措施设计标准及等级

根据《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014），沉沙池宽宜取1~2m，长宜取2~4m，深宜取1.50~2.00m。其宽度宜为相连排水沟宽度的2倍，长度宜为池底宽度的2倍。临时排水沟设计标准按3年一遇10min的降雨强度计算，超高0.10m。

5.3.2 设计原则

根据不同水土流失防治区的特点和水土流失状况，确定各区的防治重点和措施配置。措施配置中，以工程措施控制大面积、高强度水土流失，为植物措施的实施创造条件；同时以植物措施、与工程措施配套，提高水土保持效果、节省工程投资、改善生态环境。措施布置注重功效性，坚持工程措施、临时措施和植物措施相结合，做到措施布设不重不漏、系统全面。

1、工程措施

(1) 土地整治主要针对塔基及其施工临时占地区、牵张场地、施工道路区等覆土平整和施工迹地恢复。

(2) 施工前对扰动区域进行表土剥离，施工结束后回覆以便于后期恢复。

(3) 根据规范要求，对排水沟等工程进行典型设计，并估算工程量。

2、植物措施

(1) 水土保持植物措施在布设上应遵循以下原则：

- a. 因地制宜，因害设防的原则；
- b. “适地适树”原则。根据立地条件选择适宜的树种，根据树种的生物学及生态学特性选择相应的立地类型；
- c. 优先考虑乡土树种，注重绿化、美化相结合的绿化模式；
- d. 坚持高标准整地，科学栽植，提高造林成活率和保存率；
- e. 调查项目区内同类工程植被恢复采取的草种、树种。

(2) 立地条件类型与树种选择

植物措施布设需要根据项目区立地条件类型进行树种选择。项目区立地条件的划分主要是以项目区所在原地貌土壤类型作为主导因子，根据不同的土壤特性进行分类。根据适地适树，因地制宜的原则，编制人员通过现场调查、咨询当地水土保持部门并结合工程沿线气候带，对当地乡土树种和草种的生长情况、生态学和生物学特性进行了分析和比选，选择并确定了适宜于本项目区立地条件的树种和草种。工程沿线采用绿化草种为黑麦草、白三叶、早熟禾、狗牙根，树种为马桑、胡枝子和黄荆。

3、临时措施

(1) 临时措施设计遵循简便、易行、实用、随主体工程施工进度及时布设的原则。

(2) 施工过程中，临时堆土采取拦挡措施。

(3) 对施工剥离的地表熟土，进行单独防护，施工结束后回覆表土。针对剥离的表土及临时堆土进行防护，采用编织袋装土拦挡及用防雨布遮盖。

(4) 为保护表土，对施工扰动较轻的区域以及不涉及土石方开挖扰动的区域进行塑料布垫底隔离。

5.3.3 分区水土保持措施布设及典型设计

5.3.3.1 塔基工程区

(1) 工程措施

①表土剥离、绿化覆土

塔基工程区占地类型主要为耕地（旱地）、园地（果园）和其它土地（空闲地）等，地势相对平坦，具备剥离表土的条件，加之本区后期植被恢复需要表土进行回覆，因此对占地范围内可剥离表土的区域进行表土剥离，剥离厚度20~30cm，共剥离表土0.13万m³。

铁塔机组及箱变等安装结束后，对本区未硬化区域进行表土回覆，回覆表土来自本区已剥离的表土，平均回覆厚度20~30cm，表土回覆共计0.13万m³。

②土地整治

表土回覆后进行推高填低、疏松平整、人工捡拾大块的石头及废弃物等方法进行土地整治，以便进行植被建设，本区土地整治面积共计0.56hm²。

③截排水

根据同类工程调查，同类铁塔平台挖方边坡下方设置永临结合的生态截排水沟排除坡面汇水，水土保持效果良好。主体设计已考虑塔基主体基础排水措施，但未考虑施工期间临时占地和临时堆土区的排水，因此参照同类工程调查在临时施工占地区新增布置生态截排水沟，生态排水沟为梯形断面，底宽0.5m，沟深0.5m，坡比为1:1，沟壁和沟底进行夯实处理，经估算，本区新增布置生态排水沟600m。

方案新增临时排水沟断面尺寸验算：

本项目新增的临时排水沟按3年一遇10min暴雨量进行设计，按5年一遇10min暴雨量进行校核。

①洪峰流量

设计排水流量按《水土保持工程设计规范》(GB51018-2014)公式确定：

$$Q_{\text{m}} = 16.67 \Phi q F$$

式中： Q_{m} —设计排水流量(m³/s)；

Φ —径流系数，取0.60；

q —设计重现期和降雨历时内的平均降雨强度(mm/min)，5年一遇10min暴雨量2.10mm/min；

F—集水面积(km²), 根据项目实际情况按最大集水面积进行计算。

表 5.4 方案新增临时排水沟洪峰流量计算表

分区	最大清水流量 Q(m ³ /s)	径流系数 φ	平均 1min 降雨强度 q (mm/min)	汇水面积 F (km ²)
塔基区	0.168	0.60	2.10	0.008

注：方案新增临时排水沟超高 0.1m。

②断面设计

各排水沟设计断面尺寸根据沟渠均匀流公式试算确定：

$$Q = A \cdot C \sqrt{Ri}$$

式中：Q—排水流量，m³/s；

A—过水断面面积，m²；

C—流速系数， $C = \frac{1}{n} R^{1/6}$ ；

n—排水沟糙率，取 0.02；

R—水力半径， $R = A/\chi$ ，m；

i—排水沟纵坡比降，取 0.003。

项目排水经沉砂池沉淀后排入项目周边原有排水沟渠中。本项目排水沟过水能力见下表。

表 5.5 方案新增临时排水沟过水能力表

排水流量 Q(m ³ /s)	过水断面面积 A (m ²)	流速系数 C	糙率 n	水力半径 R (m)	纵坡比降 i
0.307	0.36	34.76	0.022	0.20	0.003

注：排水沟过流断面超高为0.2m。

通过以上验算，本方案新增的临时排水沟过水能力为0.307m³/s，大于5年一遇的最大洪峰流量0.168m³/s，因此满足过流要求。

(2) 植物措施

通过类比工程分析，为尽可能在恢复植被的同时不影响铁塔运行，对表土回覆后的区域（平台、填方边坡）采取撒播灌草的方式恢复植被（临时绿化工程量不重复计列），尤其是平台边坡绿化采取永临结合的方式进行，平台边坡一形成立即实施绿化，避免了重复实施绿化措施的同时起到了美化绿化防治水土流失的效果。结合实地查勘，灌草可选用黄荆、紫穗槐、马桑、狗尾草、黑麦草、凤仙花、波斯菊、披碱草等，种植密度为100kg/hm²，撒播灌草0.10hm²，灌草籽共计100kg。对撒播植草区域有序的进行抚育管理，浇水、补植等，提高植被的成活率。

(3) 临时措施

①临时覆盖

本区施工期间将开挖大量的土石并临时堆放在本区占地范围内，吊装平台平整后也会存在大量裸露地表，为防止临时堆土及裸露地表在强降雨作用下造成严重水土流失，本方案设计对临时堆土及裸露地表采取表面铺6针防尘网（通过防雨布、土工布、彩条布、塑料布、无纺布、密目网、防尘网、草垫的经济、施工、耐久性、防止水土流失的效果综合比较后推荐防尘网）。防尘网从1.5针到6针均有，从效果来看推荐6针防尘网。6针防尘网边缘及中间每隔2~3m利用土袋或者石块压盖，避免6针防尘网被风吹起，相邻6针防尘网用细铁丝或塑料绳连接好，6针防尘网可以重复利用。

需要覆盖的区域主要为塔基土方扰动施工和临时堆土区域，总面积约1.0ha，按覆盖材料使用次数6~10次，并考虑使用期间材料的损耗，经估算，共需防尘网1800m²。工程结束后编织袋及覆盖材料应及时整理回收或作废处理。

②临时拦挡

为防止施工过程中松散土石的坠落、扩散及流失，造成征地范围以外的新增水土流失危害，开挖前应在部分边坡下侧设置临时围栏拦挡。围栏采用分段埋桩、铁丝绑扎固定，具体设置为每2m设直径Φ15mm的螺纹钢筋，钢筋桩长3m，钻孔插入地下1m，距离地面1m和2m处分别横着绑扎Φ15mm螺纹钢筋，再将竹排固定在钢筋上，竹排高2m，宽1m，初步估算需防护的边坡总长约600m，临时围栏的材料可以重复利用，需螺纹钢筋300根，竹排1200m²。

③土袋挡墙



图5.3-1同类工程临时堆土土袋拦挡措施

临时堆土下边坡可设置编织土袋挡墙进行临时挡护，覆盖区域每隔2~3m采用土袋压盖，编织土袋断面宽0.8m，高1.0m，土袋按“一丁两顺”搭放，经估算，临时堆放土袋挡墙长130m，需土方量110m³，土袋填土来自开挖的土方。

塔基工程区水土保持措施及工程量详见表5.3-2，水土保持典型措施布设如附图5-2所示。

5.3.3.2线路工程区

线路工程区水土流失主要来源于线路林木砍伐、临时占地区机械设备压占和生活区少量扰动，由于没有大的土方工程，临时占地时间较短，对植被的破坏主要以自然恢复为主，主体工程已考虑对少量的临时道路区进行植被恢复。线路工程区设计植被恢复1450m²。

5.3.3 水土流失防治措施工程量

项目各防治分区水土保持措施工程量详见表5.3-1。

表5.3-1水土保持措施工程量汇总表

区	措施类型	措施内容	单位	数量	实施部位/内容	实施主体
塔基工程区	工程措施	表土剥离	万m ³	0.08	可剥离表土区域	主体设计
		绿化覆土	万m ³	0.08	塔基扰动区	主体设计
		排水沟	m	600	塔基与道路两侧	主体设计
	植物措施	地表绿化	m ²	1030	塔基扰动区	主体设计
	临时措施	临时遮盖	m ²	1800	施工中临时堆土堆料	水保新增
		临时排水	m	150	施工时填方段坡脚	水保新增
		临时拦挡	M ²	1200	竹排临时排挡 (包括土石方开挖立柱基础混凝土80M ³ ，直径Φ15mm螺纹钢300根，按竹排架拦挡面积，取综合单价计算费用)	水保新增
		土袋挡墙	m ³	110	临时表土堆场坡脚	水保新增
		沉沙池	处	103	排水出口处	水保新增
线路工程区	植物措施	地表绿化	m ²	1450	植被破坏区	主体设计

5.4 施工要求

5.4.1 施工条件

(1) 施工交通

水土保持工程施工现场基本有主体工程场内交通道路到达，且与周边交通连通，满足水土保持工程施工需要。

(2) 施工生产生活设施

水土保持工程施工在整个主体工程区范围内，其工程量相对主体工程较小，为避免施工设施重复建设，减少扰动面积，施工生产生活设施利用主体施工生产生活设施即可满足水土保持工程施工生产生活设施要求。

(3) 施工用水、用电

水土保持措施施工用电和用水同主体工程一致。

5.4.2 施工材料来源

施工用电、水泥、汽油及柴油等的供应与主体工程施工一致。

植物措施的苗木和种子可在工程所在地的苗木公司购买；植物措施整地覆土可利用工程施工前剥离后保存的表土。

5.4.3 施工方法

1、工程措施

工程措施主要包括表土剥离及表土回覆、截排水沟、沉沙池、土地整治等。

(1) 表土剥离

采用机械施工，包括推松、集土，然后自卸汽车运土等施工工序。要求集中堆放，并对堆土表面进行拍实压紧。

(2) 截排水沟

放好边沟沟底、沟沿边线，并用白灰在地上画出，利用人工配合挖掘机械开挖，自卸汽车运输，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。

施工流程：施工准备→测量放线→沟底沟壁开挖、基底清理→基底夯实、砌筑→成品养护。测量组根据施工设计位置、规范、技术交底结合现场地形放出排水沟的布设位置、长度和开挖轮廓线。开挖后基底务必清理干净，确保基底无松土、淤泥、杂志。开挖完后，把沟内的虚渣清理干净，无其他杂物，并对沟底松软的部分压实。生态排水沟需附一层草籽，进行植被恢复。纵向排水沟需做好跌水处理。

(3) 沉沙池

沉沙池施工流程为测量放线→基础开挖处理→备料→砂浆拌制→浆砌石砌筑→砂浆抹面→养护。浆砌石施工按照先砌“角石”、再砌“面石”、最后砌“腹石”的程序，采用座浆法分层砌筑，砌筑前应先在基础面上铺一层3~5cm厚的稠砂浆，然后安放石块。浆砌石砌筑完成后由上至下进行砂浆抹面，完成后应在12h内浇水养护，养护周期一般不少于7昼夜。

(4) 土地整治

在种植施工前须先平整场地，即先清除场地上的建筑垃圾、杂物、回填土石方、清理石块。通过全面整地使场地基本平整，场地平整后进行覆土，乔木采用穴状整地，规格为30cm×30cm。适当翻松后对土壤贫瘠、肥力不够的区域可适当施肥。

1) 种植前应对该地区的土壤理化性质进行化验分析，采取相应的改良、施肥等措施。

2) 土壤改良

化肥应为标准三元复合肥并按袋装提供，化肥肥料应含有不低于15%的氮、15%的五氧化二磷和15%的氧化钾；或根据土壤肥力状况选用。对PH值过低或过高的土地，施加化学物料如黑矾、石膏、石灰等改善土壤。

3) 土地的耕犁

当现有地是土壤不是岩石时，地面上可以用线条划分，每条线10cm深，各条线之间相隔50cm。妨碍种植或有毒物质应该挖出移走，回填与现场相匹配的土壤。与水平呈大于15度角的边坡上的表面不可以分割。当立地条件受限时，人工采用耙或旋耕机进行整地。

4) 应施足基肥，搂平耙细，去除杂物，平整度和坡度应符合设计要求。

2、植物措施

(1) 撒播种草

①种子处理

大部分种子有后成熟过程，即种胚休眠，播种前必须进行种子处理，以打破休眠，促进发芽。

1) 机械处理、选种晒种。用清选机或人工筛种，清除杂志，提高种子纯净度。播种前要筛种，以加速种子干燥、后熟以刺激种胚打破休眠，提高生活力或用机械方法擦伤种皮以利吸水发芽。

2) 浸种。用冷水、温水或变温水浸种，可以加快种子吸水发芽，打破豆科硬实种子。豆科种子浸12~16h；禾本科种子浸1~2d，期间要换水2~3次。

3) 去壳去芒。带芒带壳的种子影响播种质量，如披碱草，需在播前用去芒机、石碾或碾米机去掉芒、壳或豆荚，使种子与湿土密接以利发芽出苗。

4) 草种消毒。为了消除草种可能带有的病毒，需进行必要的草种消毒，确保播种成功 and 草种质量。选用福尔马林浸种消毒。

②播种

播种方法采用撒播，首先使草种均匀撒播在表层，再通过耙地等物理手段使草种掺合到1~1.5cm的土层区中。大面积播种可利用播种机，小面积则可采用手播。如遇风力较强劲区域，可采用水力播种，即借助水力播种机将种子喷至场地表层。

（2）抚育管理

①浇水

所有植物的生命过程都离不开水，土壤中的含水量要满足植物生长的需要，新植树木根系浅，抗旱力差，要经常浇水，根据土壤墒情来灵活掌握浇水时间和浇水量。树木成活期间每半月一次，成活后每月一次，秋冬季要浇越冬水，春季要浇返青水，保证植物有充足的水分，促进其生长发育。

②施肥

通过施肥供给植物生长所必须的养分，同时改良土壤。施肥以有机肥为主，夏季也可结合根外追肥。一般新栽树木除基肥外，每年可施肥一至二次，春秋二季进行。

③防治病虫害

植物生长发育是在错综复杂的生态条件下进行的，病虫害的侵袭是植物生长的大敌。在病虫害防治上要贯彻“预防为主，综合治理”的原则，防患于未然。要加强病虫害的调整测报，一旦发生，要治早、治小、治了，选择最佳防治期进行有效消灭。不同的病虫害采用不同的药物除治，要做到“对症下药，综合治理”，以节约资金和人力，有效控制病虫害的发生与蔓延，保证植物健康生长，巩固和提高绿化效果。

（3）追播、补植。种子播种后，若种子出线不发芽或发芽后枯萎、生长不良等现象，即无法达到预期成活率时，须进行追捕或补植。

（4）看管、巡查。为了保护树木，免遭人为和其他的破坏，绿地设置看管和巡查人员，看护绿地，保护树木，发现问题及时反映处理。

3、临时措施

临时措施主要包括临时排水、拦挡、覆盖等措施。

（1）临时排水

按规格进行挖沟，将挖起的土填筑于排水沟下边坡侧，排紧压实筑成沟帮，经常检查水流对沟帮的冲刷情况，如发现缺口，应及时填补。

（2）临时覆盖

防尘网、无纺布苫盖：要求全面苫盖，并利用石头等物对防尘网及无纺布压盖，施工结束后要求拆除、清理。

5.4.4 施工进度安排

参照工程施工总进度对水土保持工程实施进度作出安排，以有效防治水土流失。水土保持措施施工进度详见表 5.4-1。

表5.4-1主体工程与水土保持措施施工进度双横道表

项目组成		2025年			2026年		
		5-6月	7-10月	11-12月	1-2月	3-4月	5-6月
项目工程区	主体工程						
	表土剥离						
	表土回覆						
	土地整治						
	撒播灌草						
水保工程	临时遮盖						
	临时排水						
	临时拦挡						
	土袋挡墙						
	沉沙池						

注：主体工程措施： ██████████ 水土保持措施： ██████████ (主体已有) ██████████ (方案新增)

6 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”。本项目规模尚未达到报告书的深度要求，但鉴于《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）对项目验收程序的相关要求，建议业主可以参照该规定自行对建设区内的水土流失进行防治和观测，做好水土流失监测工作，减少项目建设造成的水土流失。

6.1 范围和时段

6.1.1 监测范围

本工程水土保持监测范围为整个工程水土流失防治责任范围，以及工程建设过程中扰动与危害的其他区域。目前工程还未开工建设，工程建设过程中扰动与危害的其他区域还不能确定，因此，本工程水土保持监测范围暂定为3.87hm²，工程建设过程中扰动与危害的其他区域根据工程实际建设情况增加。

6.1.2 监测分区

按照《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）、《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T51240-2018）和的要求，依据项目区总体布局、水土流失防治责任范围及水土流失预测结果，将水土保持监测区分为塔基工程监测区和线路工程监测区共2个监测分区。以线路工程监测区作为水土保持监测重点区域，以铁塔基础开挖区域、道路开挖边坡作为水土保持监测重点对象。

6.1.3 监测时段

本工程属于建设类项目，从2025年5月开始，预计2026年6月完工，本方案的设计水平年为2026年。根据《水土保持监测技术规程》（SL277-2002）、《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T51240-2018）及《关于规范生产建设项目水土保持监测工作的意见》（水利部水保〔2009〕187号文）的规定，本工程水土保持监测时段应从施工准备期开始至设计水平年结束，即从2025年5月开始，至2027年6月结束，共26个月，将施工期作为水土保持监测的重点时段。水土保持监测时段详见表6.1-2。

表6.1-2水土保持监测时段表

监测时段	监测时间	重点时段（是/否）	备注
施工准备期	2025年5月~2025年8月	否	
施工期	2025年9月~2026年6月	是	

试运行期（设计水平年）	2026年7月~2027年6月	否	
-------------	-----------------	---	--

6.2 内容和方法

本工程水土保持监测内容包括水土流失影响因素、水土流失状况、水土流失危害以及水土保持措施监测，水土保持监测方法包括调查监测、地面观测和遥感监测，详见表6.2-1。

表6.2-1水土保持监测内容和方法表

水土保持监测内容		水土保持监测方法	水土保持监测频次	备注
水土流失影响因素	降雨和风力等气象资料	采用调查监测，即通过监测范围附近的气象站、水文站收集，统计每月的降水量、平均风速和风向。日降水量超过25mm或1小时降水量超过8mm的降水应统计降水量和历史，风速大于5m/s时应统计风速、风向、出现的次数或频率。	每月监测1次	
	地形地貌状况	采用调查监测，即通过实地调查和查阅资料等方法获取	整个监测期监测1次	
	地表组成物质	采用调查监测，即通过实地调查获取，获得地表土质、石质、砂砾质的百分比	施工准备期前1次，试运行期1次1	
	植被状况	采用调查监测，即通过实地调查获取，主要确定植物类型和优势种。应按照植被类型选择3~5个有代表性的样地，测定林地郁闭度和灌草地盖度，取其平均值作为植被郁闭度（或盖度）。郁闭度采用样线法测定，盖度采用网格法测定	施工准备期前1次	
	地表扰动情况	采用调查监测和遥感监测相结合的方法，即通过无人机或者扰动后的高分辨率卫星影像获得埋压、开挖面、施工平台、建筑物等的面积，然后通过实地测量和查阅资料等方法获取	全线巡查每季度不应少于1次，典型地段监测每月1次	
	水土流失防治责任范围变化情况	采用调查监测和遥感监测相结合的方法，即通过无人机或者扰动后的高分辨率卫星影像获得埋压、开挖面、施工平台、建筑物等的面积，然后通过实地测量和查阅资料等方法获取	全线巡查每季度不应少于1次，典型地段监测每月1次	
	弃土（石、渣）场的占地面积、弃渣量及堆放方式	主要采用调查监测，辅以遥感监测，即通过无人机或者扰动后的高分辨率卫星影像测算弃土（石、渣）场的占地面积，然后通过实地测量核实面积；通过实地调查和查阅资料等方法获取弃渣量及堆放方式	正在使用的弃土弃渣场，应每10天1次，其他时段每季度度不少于1次	
水土流失状况监测	取土（石、料）场的扰动面积及取料方式	主要采用调查监测，辅以遥感监测，即通过无人机或者扰动后的高分辨率卫星影像测算料场的开采面积，然后通过实地测量核实面积；通过实地调查和查阅资料等方法获取取料方式	正在开采的料场，应每10天1次，其他时段应每月不少于1次	
	水土流失类型及形式	调查监测，即在综合分析相关资料的基础上，实地调查确定	每年不应少于1次	
	水土流失面积、分布	调查监测	每季度不应少于1次；线型项目每季度1次	
	土壤侵蚀强度	根据现行行业标准《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190），按照监测分区分别确定	施工准备期前和监测期末各1次；施工期每年不应少于1次	
水土流失危害监测	各监测分区及重点对象的土壤流失量	采用地面观测，即通过测钎法、侵蚀沟量测法、控制站法获取监测点土壤流失量，然后分析监测分区内各监测点的土壤流失量，通过拟合得到监测分区的土壤流失量，最后各监测分区的土壤流失量相加得到整个工程区的土壤流失量	每月监测1次	
	水土流失对主体工程造成的危害方式、数量和程度 水土流失掩埋冲毁农田、道路、居民点等的数量、程度	采用调查监测和遥感监测相结合的方法，即通过无人机或者发生后的高分辨率卫星影像分析获得，然	水土流失危害事情发生后1周内应完成	

	对高等级公路、铁路、输变电、输油（气）管线等重大工程造成的危害	后通过实地测量、调查、询问、走访核实	监测工作	
	生产建设项目造成沙化、崩塌、泥石流等灾害			
	对水源地、生态保护区、江河湖泊、水库、塘坝、航道的危害，有可能直接进入河流湖泊或产生行洪安全影响的弃土（石、渣）情况			
水土保持措施监测	类型及面积	在综合分析相关技术资料的基础上，通过实地调查确定	每季度1次	
	植物措施 成活率、保存率及生长状况	设置植物样地进行监测	栽植6个月后调查成活率，且每年调查1次保存率及生长状况	
	植郁闭度与盖度	设置植物样地进行监测	每年在植物生长最茂盛的季节监测1次	
	林草覆盖率	在统计林草地面积的基础上分析计算获得	1次	
	工程措施的类型、数量、分布和完好程度	采用调查监测，即在查阅工程设计、监理、施工等资料的基础上，结合实地勘测与全面巡查确定	重点区域每月1次，整体状况每季度1次	
	临时措施的类型、数量和分布	采用调查监测，即在查阅工程设计、监理、施工等资料的基础上，实地调查，并拍摄照片或录像	重点区域每月1次，整体状况每季度1次	
	水土保持措施对主体工程安全建设和运行发挥的作用	调查监测（巡查）	每年汛期前后及大风、暴雨后进行调查	
	水土保持措施对周边生态环境发挥的作用	调查监测（巡查）	每年汛期前后及大风、暴雨后进行调查	

1、调查监测法

（1）调查监测

①资料收集分析法：对与项目区背景值有关的指标，通过查阅主体工程设计资料，收集气象、水文、土壤、土地利用等资料进行分析，结合实地调查分析对各指标赋值；

②实地量测法：对水土流失危害、林草措施的成活率、保存率、生长情况、临时措施落实的数量等主要通过实地量测法进行监测。

③样方调查法：对植被状况采用样方调查法或标准行法进行调查确定，样方投影面积为：乔木10m×10m~30m×30m，灌木2m×2m~5m×5m，草地1m×1m~2m×2m，绿篱、行道树、防护林带等植物措施样地长度不应小于20m，每一样方重复3次，查看林木生长情况、成活率、保存率。

计算公式为：

$$C=f/F$$

（式中：C—植被覆盖度，%；f—林草地面积，hm²；F—类型区总面积，hm²）。

（2）巡场监测

对水土流失防治措施特别是临时措施的落实情况、水土流失危害、当地民众对工程建设过程中的水土保持工作看法和建议等信息等主要通过现场巡查和访谈调查进行监测,获取监测数据。

2、定位观测法

对施工过程中的水土流失强度动态变化、水土流失变化等采用定位观测进行监测,本项目定位观测法主要包括简易水土流失观测场(测钎法)、简易坡面量测法(侵蚀沟量测法)、集沙池法、控制站法,具体方法如下:

(1) 简易水土流失观测场(测钎法)

简易水土流失观测场(测钎法)可适用于开挖、填筑或堆砌形成的、以土质为主的稳定坡面土壤流失量监测。在汛期选择侵蚀特征明显、地表环境相对稳定的开挖填筑或堆土地坡面布设简易水土流失观测场,然后将直径小于0.50cm、长50~100cm类似于钉子形状的钢钎或竹签(应通过油漆防腐处理),根据坡面面积分上中下、左中右纵横各3排9根布设(按品字形布设,如图6.1-1)。每次降雨后观测记录钢钎或竹签顶部露出坡面的距离。依据每次观测桩露出坡面的距离,按公式6-3计算土壤侵蚀量。

$$W = \rho (ZS / 1000 \cos \alpha)$$

式中:

W—土壤侵蚀量(t)

ρ —小区土样容重(t/m³)

Z—土壤侵蚀厚度(mm)

S—小区斜坡面积(m²)

α —小区坡面坡度(°)

根据土壤侵蚀量、侵蚀面积和侵蚀时间推求土壤侵蚀模数。

(2) 简易坡面量测法(侵蚀沟法)

简易坡面量测法(侵蚀沟法)适用于暂不扰动的临时土质开挖面、土或者土石混合或粒径较小的石砾堆垫坡面的水土流失量测定。首先量测坡面形成初期的坡度、坡长、地面组成物质、容重等,每次降雨或多次降雨后侵蚀沟的体积。具体是在监测重点地段对一定面积内(实测样方面积根据具体情况确定,一般为100m²的坡面)的侵蚀沟数量及断面形状进行统计,每条沟测定沟长和上、中上、中、中下、下各部位的沟顶宽、底宽、沟深,按照式6-4和6-5推算侵蚀量。

$$V_r = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m b_{ij} h_{ij} l_{ij} \quad (\text{式6-4})$$

$$S_T = V_r \times r_s \quad (\text{式6-5})$$

式中:

V_r —侵蚀沟体积 (cm^3);

b_{ij} —侵蚀沟的平均宽度 (cm^2);

h_{ij} —侵蚀沟的平均深度 (cm);

l_{ij} —侵蚀沟的长度 (cm);

S_T —土壤流失量 (g);

r_s —土壤容重 (g/cm^3);

i —量测断面序号, 为1, 2, 3...n;

j —断面内侵蚀沟序号, 为1, 2, 3...m;



图6.1-1同类项目边坡侵蚀沟

(3) 控制站法 (沉沙池法)

控制站法适用于边界明确、有集中出口的集水区内生产建设活动产生的土壤流失量监测。每次降雨产流时应观测泥沙量、计算土壤流失量。

3、遥感监测法

对地形、地貌、植被、施工占地面积、扰动面积、植被破坏面积、水土流失面积、重大水土流失事件等水土流失生态环境变化情况主要采用航空遥感监测法进行监测。以航空遥感影像为数据源, 按照《生产建设项目水土保持监测与评价标准》(GB/T51240-2018) 规定, 对监测区域进行外业调查, 建立遥感解译标志, 通过解译, 获得监测区域在施工前后地形、地貌、植被、施工占地面积、扰动面积、植被破坏面积、水土流失面积、重大水土流失事件等各种要素的分布、面积和空间特征数据。采用人机交互式解译法进行遥感影像的解译与判读, 获取相关要素数据。

6.3 点位布设

6.3.1 监测点布设原则

- (1) 监测点分布应反映项目所在区域的水土流失特征;
- (2) 监测点应与项目组成和施工特性相适应;
- (3) 监测点应按照监测分区, 根据监测重点布设, 同时兼顾项目所涉及的行政区;
- (4) 监测点布设应统筹考虑监测内容、尽量布设综合监测点;
- (5) 监测点应相对稳定, 满足持续监测要求;

(6) 监测点数量应满足水土流失及其防治效果监测与评价的要求。植物措施监测点数量根据抽样设计确定, 每个有植物措施的监测分区应至少布设1个监测点; 本项目每个监测分区应至少布设1个土壤流失量监测点。

6.3.2 监测点布置

本工程植物措施、工程措施、土壤流失量监测点布设详见表6.3-1。

表6.3-1本项目水土保持监测点位布设表

监测分区	监测点位置	监测点位	监测内容	监测方法	备注
工程监测区	塔基工程区	1#监测点	综合监测	植物样地、调查监测	
		2#监测点	综合监测	植物样地、调查监测	
	线路工程区	3#监测点	土壤流失量	植物样地、调查监测	
		4#监测点	土壤流失量	简易水土流失观测场(测钎法)、简易坡面量测法(侵蚀沟法)	
		5#监测点	土壤流失量		
		6#监测点	土壤流失量		

6.4 实施条件和成果

6.4.1 监测设施及设备

监测点选取是根据水土流失防治分区及对环境敏感程度, 以及主要的工程水土流失因子, 选取容易造成大量水土流失, 且具有一定的代表性的工点。本次监测将设置简易水土流失观测场、简易坡面量测场、控制站、植物样地等, 根据各监测区独立布置监测点, 共布设6个。

根据上述水土保持监测设施布设情况, 本工程水土保持监测所需设备见表6.4-2。

6.4-2水土保持监测设备表

序号	项目名称	单位	数量	备注
一	土建设施			
1	观测设施	处	10	
二	消耗性材料费			
1	办公材料	月	25	
2	实验材料	月	25	
3	取样材料	月	25	
4	其它工具	月	25	

三	水土保持监测设备			
1	径流泥沙观测设备			
①	称重仪器（电子天平、台秤）	台	2	折旧年限5年
②	流速仪	台	2	折旧年限10年
③	比重仪	个	1	折旧年限9年
2	降雨、风速观测仪器			
①	自记雨量计	套	2	折旧年限10年
②	风速仪	把	2	
3	植被调查设备			
①	植被高度观测仪器（测高仪）	个	3	折旧年限10年
②	覆盖度监测网	个	8	
③	地径、胸径测量（游标卡尺）	把	2	
④	郁闭度（测绳）	m	200	
4	扰动面积、开挖、回填、弃渣量调查			
①	无人机	套	1	折旧年限5年
②	GPS定位仪	套	2	折旧年限5年
③	测绳	m	200m	
④	坡度仪	把	2	
⑤	罗盘	个	2	
⑥	卷尺	把	5	
⑦	皮尺（50m）	把	1	
⑧	皮尺（100m）	把	1	
⑨	测距仪	把	2	
5	其他设备			
①	监测车	辆	1	租用
②	摄像机	台	1	
③	数码照相机	台	2	
④	笔记本电脑	台	4	
⑤	对讲机	台	4	折旧年限3年
⑥	全站仪	台	1	折旧年限5年
⑦	铁锹	把	2	

6.4.2 监测成果

1、监测成果

1) 监测过程

- ①监测单位在监测工作开展前要制定好监测实施方案；
- ②监测单位在监测期间要做好监测记录和数据整编，按季度编制季度监测报告；
- ③在水土保持设施验收前应编制监测总结报告；
- ④监测实施方案、日常监测记录和数据、监测意见、监测季报、监测年报和总结报告、

应及时提交生产建设单位；

⑤监测单位发现可能发生水土流失危害情况的，应随时向生产建设单位报告。

2) 成果报送

监测单位应当在每季度第一个月向审批水土保持方案的水行政主管部门（或者其他审批机关的同级水行政主管部门）报送上一季度的监测季度报告。

2、成果要求

1) 监测报告

根据《生产建设项目水土保持监测规程（试行）》（办水保〔2015〕139号），生产建设项目水土保持监测总结报告。包括以下内容：

①建设项目及水土保持概况：概述项目概况，水土流失防治工作情况以及监测工作实施情况。

②监测内容与方法：根据水土保持监测实际情况，说明监测内容及采用的监测方法，为数据来源提供支撑。监测内容包括原地貌土地利用类型、植被覆盖度、扰动土地面积、防治责任范围、取土（石、料）弃土（石、渣）、水土保持措施、土壤流失量等情况。监测方法主要说明遥感监测、实地测量、地面观测、无人机监测、资料分析等方法的使用及采集数据情况。

③重点部位水土流失动态监测：包括防治责任范围监测，取土（石、料）监测，弃土（石、渣）监测。

④水土流失防治措施监测结果：包括工程措施监测结果，植物措施监测结果，临时措施监测结果，水土保持措施防治效果。

⑤土壤流失情况监测：包括水土流失面积、土壤流失量、取土（石、料）弃土（石、渣）潜在土壤流失量，水土流失危害。

⑥水土流失防治效果监测结果：水土流失治理度，渣土防护率、表土保护率，土壤流失控制比，林草植被恢复率，林草覆盖率六项指标计算，应满足《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T50434-2018）要求。

2) 监测实施方案

监测单位要及时对监测成果进行整理、统计、分析和归档，协助建设单位在项目开工前向有关水行政主管部门报送《生产建设项目水土保持监测实施方案》。

3) 监测季度报告

季度监测报告应如实反映监测过程中该项目水土保持工作情况、水土保持措施建设情况（质量、进度等），特别是因工程建设造成的水土流失及防治等建议。季度监测报告中

应包含扰动土地面积、植被占压面积、水土保持工程进度、水土流失因子及流失量、水土流失灾害、存在问题与建议等情况。

监测过程中，每季度报送《生产建设项目水土保持监测季度报告表》，并在监测季报和总结报告等监测成果中提出“绿黄红”三色评价结论。因降雨、大风或人为原因发生严重水土流失及危害事件的，应于事件发生后1周内报告有关情况。

3) 监测数据

监测数据包括项目建设区本底水土流失调查数据、施工期水土流失监测数据、林草恢复期水土流失监测数据。包括各个分区及重点监测数据的定位观测数据，定期巡查数据等。

4) 监测图件：图件包括项目区地理位置图、扰动地表分布图、监测分区域监测点分布图、土壤侵蚀强度图、水土保持措施分布图。

5) 监测影像资料：影像资料包括照片集和影音资料。照片集应包含监测项目部和监测点照片。同一监测点每次监测应拍摄同一位置、角度照片不少于三张。照片应标注拍摄时间。

监测过程中所获得的监测数据、监测图件和影像资料应妥善保存，在项目竣工后移交至建设单位存档。

3、成果评价

本项目水土保持监测成果评价执行三色评价，三色评价是指监测单位依据扰动土地情况、水土流失状况、防治成效及水土流失危害等监测结果，对生产建设项目水土流失防治情况进行评价，在监测季报和总计报告中明确“绿黄红”三色评价结论。三色评价结论是生产建设单位落实参建单位责任、控制施工过程中水土流失的重要依据，也是各流域管理机构 and 地方各级水行政主管部门实施监管的重要依据。三色评价以水土保持方案确定的防治目标为基础，以监测获取的实际数据为依据，

针对不同的监测内容，采取定量评价和定性分析相结合方式进行量化打分。三色评价采用评分法，满分为100分，得分80分及以上的为“绿”色，60分及以上不足80分的为“黄”色，不足60分的为“红”色。

监测季报三色评价得分为本季度实际得分，监测总结报告评价得分为全部监测季报得分的平均值。

7 水土保持投资估算及效益分析

7.1 投资估算

7.1.1 编制原则及依据

7.1.1.1 编制原则

(1) 采用四川省水利水电工程设计概(估)算编制规定的编制方法,水土保持投资估算费用由工程措施、植物措施、临时工程、独立费用、预备费和水土保持补偿费构成。

(2) 本工程投资估算中的价格水平年、工程措施、植物措施、临时防护工程的人工、材料、机械台班、有关费率均与主体工程一致,不足部分市场价格参照水利部(2003)67号文、川水发(2015)9号文的编制规定;机械台时费、主要工程单价及有关费率参照《水土保持工程概(估)算编制规定和定额》、《水土保持工程估算定额》、《水土保持工程施工机械台时费用定额》计取。

(3) 水土保持工程价格水平年为2024年3季度。

7.1.1.2 编制依据

根据《生产建设项目水土保持技术标准》(GB50433-2018)规定,本方案投资估算的依据与主体工程一致,主体工程不足部分采用水利部水土保持定额、四川省水利水电工程设计概(估)算编制规定补充,主要依据如下:

- (1) 《水土保持工程概(估)算编制规定和定额》(水总(2003)67号文);
- (2) 《电网工程建设预算编制与计算规定》(2018年版);
- (3) 《电力建设工程概算定额》(2018年版)-建筑工程、电气设备安装工程;;
- (4) 《电力建设工程装置性材料综合预算价格》(2018年版);
- (5) 《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;
- (6) 《电力建设工程施工机械台班费用定额》(2018年版)
- (7) 《四川省水利厅关于发布<四川省水利水电工程设计概(估)算编制规定>的通知》(川水发2015)9号);
- (8)《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);
- (9)《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)。

(10) 四川省水利厅《关于水利工程项目暂时采用预算定额编制概(估)算有关事项的通知》(川水函〔2021〕506号)。

(11) 《四川省建设工程造价总站关于对各市、州2020年《四川省建设工程工程量清单计价定额》人工费调整的批复》(川建价发〔2024〕14号,四川省建设工程造价总站,2024年5月31日)。

7.1.2 编制说明与估算成果

7.1.2.1 编制方法

1、项目划分

水土保持工程由工程措施费、植物措施费、施工临时工程措施费、独立费用、基本预备费和水土保持补偿费六部分组成。

2、投资计算

(1) 工程措施费 = 工程措施单价 × 工程量

(2) 植物措施费 = 植物措施单价 × 工程量

(3) 施工临时工程费 = 施工临时工程措施投资 + 其它临时工程投资。其中施工临时工程措施投资 = 工程量 × 单价, 其它临时工程投资 = (工程措施投资 + 植物措施投资 + 水土保持监测措施费) × 2%

(4) 独立费用 = 建设管理费 + 科研勘测设计费 + 水土保持监理费 + 水土保持监测费 + 水土保持设施验收费 + 招标代理服务费 + 经济技术咨询费

(5) 基本预备费 = (1) ~ (5) 项之和的10%计算

(6) 水土保持补偿费 = 水土保持补偿费按1.30元/m²计算

7.1.2.2 基础单价

包括人工预算单价、主要材料单价、施工机械使用费、施工用水、电、砂石料价格等,水土保持工程基础单价与主体工程一致。

7.1.2.3 人工单价

人工单价与主体工程一致,主体工程人工预算人工单价为15元/工时。

7.1.2.4 主要材料单价

本方案材料价格由材料原价、材料运杂费、材料运输保险费及采购保管费组成,与主体工程一致。

对于水土保持工程植物措施所需苗木、草籽的单价,以调查剑阁县当地市场实际价格为准。主要材料预算价格见表7.1-1。

表7.1-1水土保持工程主要基础材料单价表

7水土保持投资估算及效益分析

序号	名称	单位	单价
1	水	m ³	8
2	电	kW·h	0.83
4	柴油	kg	8.5
5	细砂	m ³	170
6	中（粗）砂	m ³	170
8	卵石	m ³	133.9
12	块石	元/m ²	80
13	水泥	元/吨	600
14	页岩砖	千块	641.19
15	砂砾石	m ³	100
16	编织袋	个	5
17	草籽	kg	80
18	6针防尘网	m ²	1.5

7.1.2.5 施工机械台时费

与主体工程一致，各项施工机械台时费为：

表7.1-2施工机械台时费汇总表

序号	名称及规格	台时费（元/台时）
1	单斗挖掘机1.0m ³	221.02
2	推土机59kw	131.71
3	推土机74kw	167.77
4	自卸汽车8t	142.34
5	混凝土搅拌机	60.46
6	胶轮车	0.84
7	蛙式打夯机	32.26

7.1.2.6 工程单价

1、工程措施单价

工程措施单价由直接费、间接费、企业利润、税金和扩大系数组成。

(1) 直接费

直接费由基本直接费和其他直接费组成。

A、基本直接费

人工费=定额劳动量(工时)×人工单价(元/工时)

材料费=定额材料用量×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)

B、其他直接费

其他直接费=直接费×其他直接费率

(2) 间接费

间接费=直接费×间接费率。

(3) 企业利润

按直接费与间接费之和乘以企业利润率计算

(4) 税金

按直接费、间接费与企业利润之和乘以综合税率计算

(5) 扩大系数

按直接费、间接费、企业利润和税金之和乘以10%计算

工程措施单价=直接费+间接费+企业利润+税金+扩大系数
工程措施单价=直接工程费+间接费+企业利润+税金+扩大系数。

2、植物措施单价

植物措施单价由直接费、间接费、企业利润、税金和扩大系数组成。

(1) 直接费

直接费由基本直接费和其他直接费组成。

A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)×人工单价(元/工时)

材料费=定额材料用量×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)

B其他直接费

其他直接费=直接费×其他直接费率

(2) 间接费

由直接费乘以间接费率计算

(3) 企业利润

按直接费与间接费之和乘以企业利润率计算

(4) 税金

按直接费、间接费与企业利润之和乘以9%

(5) 扩大系数

按直接费、间接费、企业利润和税金之和乘以10%计算

植物措施单价=直接费+间接费+企业利润+税金+扩大系数

7水土保持投资估算及效益分析

依据主体概估算和《水土保持工程概（估）算编制规定》（水总〔2003〕67号）及《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）规定确定本工程费率如表7.1-3所示：

表7.1-3工程及植物措施费率表（单位：%）

序号	费率名称	工程措施	植物措施	临时措施
1	其他直接费率	3	2	2
2	间接费率	5.5	3.3	4.4
3	企业利润	7	5	7
4	税率	9	9	9
5	扩大系数	10	10	10

7.1.2.7 估算编制

1、工程措施

按工程量乘单价或指标计算。

工程措施费用=工程措施单价×工程量

2、植物措施

按工程量乘单价或指标计算。

植物措施费用=植物措施单价×工程量

3、施工临时工程

临时防护工程投资=临时防护措施单价×工程量

其他临时工程投资按工程措施、植物措施投资之和的2%计算。

4、独立费用

(1)建设管理费：按水土保持工程估算第一至第三部分之和的2.0%计。

(2)水土保持监理费：按总监10万元/人·年(拟1人)、监理工程师5万元/人·年(拟2人)计列人工费，并根据工程实际情况估列设备费。

(3)水土保持监测费：参照四川省水利水电工程设计概（估）算编制规定，结合工程实际计取。

(4)经济技术咨询费：参照《四川省水利水电工程设计概（估）算编制规定》（川水发〔2015〕9号），结合工程实际计取。

(5)科研勘测设计费：按《国家计委、建设部关于发布〈工程勘察设计收费管理规定〉的通知》（计价格〔2002〕10号）的规定，并根据本工程实际情况进行调整。

(6)招标代理服务费：参照《四川省水利水电工程设计概（估）算编制规定》（川水发

〔2015〕9号），结合工程实际计取。

(7)水土保持设施验收费：参照《四川省水利水电工程设计概（估）算编制规定》（川水发〔2015〕9号），结合工程实际计取。

6、基本预备费

按工程措施、植物措施、施工临时工程和独立费用四部分投资合计的10%计取。

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）相关规定，本工程水土保持补偿费按1.30元/m²计算，计算的水土保持补偿费为5.03万元（50261.90元）。

7.1.2.8 估算成果

本项目水土保持总投资75.29万元，其中：工程措施投资7.22万元，植物措施费2.64万元，临时措施投资14.40万元，监测费用10.14万元，独立费用28.32万元，基本预备费6.27万元，价差预备费1.28万元，水土保持补偿费5.03万元（50261.90元）。

7.1.2.9 投资估算表

- (1) 总估算表（见表7.1-4）
- (2) 水土保持补偿费表（见表7.1-5）
- (3) 监测费用表（见表7.1-6）
- (4) 独立费用表（见表7.1-7）

表7.1-4水土保持工程投资总估算表

序号	工程或费用名称	建安 工程 费	设备 费	植物措施 费	独立费用	合计	备注
	第一部分 工程措施	7.22				7.22	
	表土剥离	0.20				0.2	
	表土回覆	1.28				1.28	
	地表排水	5.74				5.74	
	第二部分 植物措施			2.64		2.64	
	地表绿化			2.64		2.64	
	第三部分 监测措施	10.14				10.14	
	监测费用	10.14				10.14	
	第四部分 施工临时工程	14.40				14.4	
	临时遮盖	0.80				0.8	
	临时排水	0.67				0.67	
	临时支挡	0.69				0.69	

7水土保持投资估算及效益分析

	土袋挡墙	1.62				1.62	
	沉沙池	10.62				10.62	
	第五部分 独立费用				28.32	28.32	
一	建设管理费				0.52	0.52	
二	科研勘测设计费				13.50	13.5	
三	工程建设监理费				3.30	3.3	
四	竣工验收技术评估费				10.00	10	
五	招标代理服务费				0.50	0.5	
六	经济技术咨询费				0.50	0.5	
I	第一至五部分合计	31.76		2.64	28.32	62.72	
II	基本预备费					6.27	
III	价差预备费					1.28	
IV	水土保持补偿费					5.03	
V	工程投资合计						
	静态总投资（I+II+IV）					74.01	
	总投资（I+II+III+IV）					75.29	

表7.1-5水土保持补偿费计算表

占地面积 (m ²)	收费标准（元/m ² ）	金额 (元)	金额 (万元)
38663	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），按1.3元/m ² 的标准进行征收。	50261.90	5.03
其中	青川县内：4129.06m ² ×1.3元/m ² =5367.78元	5367.78	0.54
	剑阁县内：34533.94m ² ×1.3元/m ² =44894.12元	44894.12	4.49

表7.1-6水土保持监测费

序号	费用名称	单位	数量	单价（元）	金额（万元）	备注
一	人工费				6.00	
1	观测技术员	人	2人×2年		6.00	
1.1	工程师	人	1人×2年	1.8万元/人.年	3.60	
1.2	监测员	人	1人×2年	1.2万元/人.年	2.40	
二	消耗性材料费				1.60	
1	办公材料	年	2	2000	0.40	
2	实验材料	年	2	3500	0.70	
3	取样材料	年	2	2000	0.40	
4	其它工具	年	2	500	0.08	
三	水土保持监测设备折旧费				2.53	
1	GPS	个	1	5000	0.20	折旧年限5年
2	计算机	台	1	6000	0.30	折旧年限4年
3	打印机	台	1	4000	0.27	折旧年限3年

7水土保持投资估算及效益分析

4	烘箱	个	1	2600	0.09	折旧年限6年
5	数码照相机	个	1	8000	0.40	折旧年限4年
7	激光测距仪	个	1	8000	0.28	折旧年限6年
8	电子天平	台	1	4000	0.13	折旧年限6年
9	全站仪	个	1	12000	0.48	折旧年限5年
10	无人机	架	1	8000	0.40	折旧年限4年
四	合计				10.14	

表7.1-7独立费用

序号	工程或费用名称	编制依据及计算公式	合计(万元)
一	第五部分独立费用		28.31
1	建设管理费	按新增工程措施、植物措施、监测措施、施工临时工程三部分之和的2%计算	0.51
2	科研勘测设计费	参照《建设项目前期工作咨询收费参考计算标准》《工程勘察设计收费参考计算标准》、《四川省水利水电工程设计概(估)算编制规定》，并根据工程实际情况计列	13.50
3	工程建设监理费	参照《建设工程监理与相关服务收费管理规定》等，并根据工程实际情况计列	3.30
4	竣工验收技术评估费	以主体工程土建投资合计为计算基数，按《四川省水利水电工程设计概(估)算编制规定》中竣工验收技术评估费计算标准，并根据工程实际情况计列	10.00
5	招标代理服务费用		0.50
6	经济技术咨询费		0.50

表7.1-8 主体设计具有水土保持措施工程量及投资计算表

工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合计(万元)
第一部分 工程措施				7.22
表土剥离	万m³	0.08	25470.98	0.20
表土回覆	万m³	0.08	159522.00	1.28
地表排水	m	600	95.74	5.74
第二部分 植物措施				2.64
地表绿化	hm²	0.248	106493.62	2.64
主体已有水保措施投资小计(万元)				9.86

表 7.1-9 方案新增水土保持措施工程量及投资计算表

工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合计(万元)
第三部分 监测措施				10.14
监测费用	项	1	101388.00	10.14
第四部分 施工临时工程				14.40

7水土保持投资估算及效益分析

临时遮盖	m ²	1800	4.44	0.80
临时排水	m	150	44.80	0.67
临时支挡	m ²	1200	5.73	0.69
土袋挡墙	m ³	110	147.29	1.62
沉沙池	个	103	1030.74	10.62
方案新增水保措施投资小计（万元）				24.54

7.2 效益分析

7.2.1 生态效益

本工程水土保持方案得到全面实施后，将使本工程水土流失防治责任范围内的新增水土流失得到有效控制。

7.2.2 社会效益

通过认真贯彻水土保持法律法规，因地制宜地采取水土保持预防、治理、监督检查和监测措施，使项目建设期、运行期可能发生的水土流失及危害降到最低限度，从而确保项目建设顺利进行，有力地保障了工程的顺利建设和生产。通过采取土地整理，建立排水系统和采取林草措施，控制水土流失，避免造成水土流失危害。

7.2.3 经济效益

对于本工程而言，间接经济效益体现在通过采取工程措施和植物措施后，项目在土石方开挖期可减少水土流失量，避免对周边土地的破坏，减轻和改善了工程占地对当地社会环境造成的不良影响。

7.2.4 水土流失防治目标实现的情况

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保持治理措施后所产生的效益，效益分析中以减轻和控制水土流失为主，其次才考虑其他方面的效益。

1) 水土流失治理度

水土流失治理度=（项目水土流失防治责任范围内水土流失治理达标面积/水土流失总面积）*100%。测算结果见表 7.2-1。

表 7.2-1 水土流失治理度一览表

分区	水土流失面积 (hm ²)	工程+植物+临时措施面积 (hm ²)	永久建筑物硬化占地面积 (hm ²)	治理达标面积 (hm ²)	水土流失治理度 (%)	备注
(参数代号)	a	b	c	d=b+c	e=d/a	
塔基工程区	0.76	0.58	0.18	0.76	99.53	
线路工程区	3.11	2.97	0.03	3.00	96.78	
合计	3.87	3.56	0.21	3.76	97.32	

2) 土壤流失控制比

控制比=土壤容许流失量/治理后的平均土壤流失强度

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,工程扰动区域土壤侵蚀强度降至允许值以内,测算结果见表 7.2-2。

表 7.2-2 水土流失控制比一览表

分区	扰动土地面积 (hm ²)	水保措施实施后土壤侵蚀模数 (t/km ² ·a)	土壤流失控制比
(参数代号)	a	i	C=500/i
塔基工程区	0.76	480	1.04
线路工程区	3.11	419	1.19
合计	3.87	449	1.11

3) 渣土防护率

渣土防护率=(采取措施后实际挡护永久弃渣、临时堆土数量/永久弃渣量+临时堆土总量)×100%; 测算结果见表 7.2-3。

表 7.2-3 渣土防护率一览表

分区	扰动土地面积 (hm ²)	土石临时堆存量 (万 m ³)	弃渣量 (万 m ³)	采取措施有效拦挡数量 (万 m ³)	渣土防护率 (%)
(参数代号)	s	a	b	c	d=c/(a+b)
塔基工程区	0.76	0.08	0.00	0.07	98.20
线路工程区	3.11				
合计	3.87	0.08	0.00	0.07	98.20

4) 表土保护率

表土保护率=(项目水土临时防治责任范围内保护的表土数量/可剥离表土总量)×100%,项目区剥离的表土资源全部利用,测算结果见表 7.2-4。

表 7.2-4 表土保护率一览表

分区	扰动土地面积 (hm ²)	可剥离表土量 (万 m ³)	实际剥离表土量 (万 m ³)	表土保护率 (%)
(参数代号)	s	a	b	c=b/a
塔基工程区	0.76	0.08	0.07	93.39
线路工程区	3.11			
合计	3.87	0.08	0.07	93.39

5) 林草植被恢复率

林草植被恢复率=（植物措施面积/可恢复植被面积）×100%；通过本方案设计的植被恢复措施的实施，防治责任范围内可绿化面积基本得到恢复，林草植被恢复率测算结果见表 7.2-5。

6) 林草覆盖率

林草覆盖率=(林草植被面积/项目建设区总面积)×100%，林草植被覆盖率测算结果见表 7.2-5。

表 7.2-5 林草植被恢复率、林草覆盖率一览表

分区	扰动土地面积 (hm ²)	可恢复林草植被面积 (hm ²)	实际恢复林草植被面积 (hm ²)	林草植被恢复率 (%)	林草覆盖率 (%)
(参数代号)	a	b	c	d=c/b	e=c/a
塔基工程区	0.76	0.58	0.57	98.3	28.0
线路工程区	3.11	2.97	2.95	99.3	32.0
合计	3.87	3.56	3.53	99.2	30.0

注：林草覆盖率指标计算扣除规划的临时边坡占地。

综合以上各效益分析，本方案水土保持措施实施后，各项防治指标均达到既定目标值，具有较好的生态效益。项目效益达标情况见表 7.2-6。

表 7.2-6 项目效益达标情况表

指标名称	执行标准	目标值 (%)	效益值 (%)	评价
水土流失治理度 (%)	西南紫色土区一级标准	97	97.3	达到方案目标
土壤流失控制比	西南紫色土区一级标准	1	1.11	达到方案目标
渣土防护率 (%)	西南紫色土区一级标准	92	98.2	达到方案目标
表土保护率 (%)	西南紫色土区一级标准	92	93.4	达到方案目标
林草植被恢复率 (%)	西南紫色土区一级标准	97	99.2	达到方案目标
林草覆盖率 (%)	西南紫色土区一级标准	25	30.0	达到方案目标

通过实施水土保持措施后，各项水土保持效益指标均达到西南紫色土区一级标准防治目标，水土保持效益良好。本工程水土保持措施实施的社会效益、经济效益、生态效益明显。在认真落实本方案提出的各项水土保持措施的基础上，工程建设过程中造成的水土流失可以得到有效的控制，而水土流失带来的相关损失小于工程建设取得的经济效益和社会效益，因此，从水土保持角度来看，本工程建设是可行的。

8 水土保持管理

为保证本项目水土保持方案顺利实施、工程新增水土流失得到有效控制、项目工程区及周边生态环境良性发展，建设单位必须严格按照水土保持方案的治理措施、进度安排、技术标准等要求，保质保量地完成水土保持各项措施。预防监督部门应定期对水土保持方案的实施进度、质量、资金落实等情况进行监督、检查，在监督方法上可采用建设单位定期汇报与实地检测相结合，必要时采用行政、经济、司法等多种手段措施保证水土保持方案的完全落实。

8.1 组织管理

要完成本工程水土保持各项措施，强有力的领导指挥、组织机构是一项非常重要的保障措施。建设单位需建立专门的水土保持方案实施领导机构，与当地水行政主管部门、工程施工企业等各参建单位进行密切配合，合理安排技术、资金、管理等投入。

现阶段业主单位应在具体工作中制定了相应的实施、检查、验收的管理办法和制度；明确施工单位的水土保持责任范围，使水土保持工作落到实处。安排专人对已有的防护措施定期检查维护，对出现问题的措施应及时整改和补救。在后期工作中，需认真贯彻执行水土保持工作方针政策，建立本方案实施目标考核责任制，严格资金管理；按年度向水行政主管部门报告本方案实施情况；负责申报本方案水土保持措施完工后的专项验收；落实水土保持措施验收合格后的管理维护责任和措施。

8.2 后续设计

本方案获得批复以后，建设单位需将本方案制定的防治措施内容和投资纳入主体工程设计文件中，进一步明确施工工序和施工工艺，完善各项措施的施工图等。在监督方法上可采用建设单位定期汇报与实地监测相结合，依法落实管理，落实方案设计中的各项措施，如有重大变更，应根据《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）的相关规定履行相应的变更手续。

8.3 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”。本项目规模尚未达到报告书的深度要求，但鉴于《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）对项目验收程序的相关要求，建议业主可以参照该规定自行对建设区内的水土流失进行

防治和观测，做好水土流失防护工作，减少项目建设造成的水土流失。

8.4 水土保持监理

根据水保【2019】160号文件中对于强化监测和监理的要求，本项目挖填总量未超过20万 m^3 且占地面积未超过20 hm^2 ，因此水土保持监理可由主体监理一并开展。建设单位应要求监理单位安排专人负责收集分析整理主体工程的监理日志、检查记录、各单项工程中间转序验收报告、质量评估报告、竣工验收报告等，全面分析施工期水土保持措施尤其是工程措施、植物措施在投资、进度、质量等方面的实施情况，单独出具水土保持监理报告，作为水土保持设施自主验收的依据之一。

8.5 水土保持施工

为了保证本工程水土保持方案提出的各项水土保持防治措施的实施和落实，本方案采取业主治理的方式，将水土保持方案内容纳入主体工程施工管理体系中，按照水土保持方案的治理措施、进度安排、技术标准等，严格要求施工单位保质保量完成水土保持各项措施。同时对施工单位组织学习《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。

(1) 施工期间，施工单位应严格按照工程设计图纸和施工技术要求施工，并满足施工进度要求。

(2) 施工过程中，应采取各种有效措施防止在其占用的土地上发生不必要的水土流失，尽量避免其对占用地范围外土地的侵占及植被资源的损坏，严格控制和管理车辆机械的运行范围，防止扩大对地表的扰动并注意施工及生活用火的安全。

(3) 施工期间，应对工程区排水设施进行经常性检查维护，保证其排水效果和通畅，防止工程施工开挖料和其他土石方在沟道淤积。

(4) 各类工程措施，从总体部署、施工设计到设备安装等全部完成，各道工序的质量都应及时测定，不合要求的及时改正，以确保工程安全和治理效果。

(5) 水土保持方案经批准后，主动与各级水行政主管部门取得联系，自觉接受地方水行政主管部门的监督检查。在水土保持工程施工过程中，如需进行设计变更，施工单位需及时与建设单位、设计单位、监理单位和监测单位协商，按相关程序要求实施变更或补充设计，并经批准后方可实施。

(6) 建设单位在以后的项目中要提前制定详细的水土保持方案实施进度计划，加强水土保持工程的计划管理，以确保各项水土保持设施与主体工程同时设计、同时施工和同时竣工验收投产使用的“三同时”制度的落实。同时施工单位应当积极宣传绿色施工理念，使得

绿色施工落实在项目全周期。加强对工程建设的监督管理，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，确保水土保持工程质量。

(7) 建设业主应要求施工单位在作工程竣工报告时，应单独出具水土保持工程施工竣工报告，作为水土保持设施自主验收的依据之一。

8.6 水土保持设施验收

根据《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）和《水利部关于进一步深化“放管服”改革全面加强水土保持监督的意见》（水保〔2019〕160号）等规定要求，本项目完工后，建设业主应开展水土保持设施自主验收。

1、编制水土保持设施验收资料

业主单位应依法组织第三方机构编制验收资料，本项目水土保持监测、监理单位不得承担水土保持设施验收报告编制工作。

2、组织验收工作组

包括由生产建设单位、水土保持方案编制、设计、施工、监理及验收资料编制等单位代表组成；生产建设单位可根据生产建设项目的规模、性质、复杂程度等情况邀请水土保持专家参加验收。

3、开展自主验收

(1) 现场检查：验收工作组应对各防治区的水土保持措施实施情况和措施的外观、数量、防治效果进行检查。重点查看扰动破坏严重的区域。

(2) 资料查阅：重点查阅水土保持方案审批、后续设计及设计变更资料、水土保持补偿费缴纳凭证、水土保持单位工程及分部工程验收签证、水行政主管部门历次监督检查意见及整改情况等资料。

(3) 召开会议：验收工作组在听取水土保持方案编制、设计、施工、监理、验收资料编制等单位汇报，并经质询讨论后，宣布验收意见，对满足验收合格条件的，形成生产建设项目水土保持设施验收鉴定书，验收组成员签字。对不满足验收合格条件的生产建设项目，形成不予通过验收的意见，明确具体原因和整改要求，验收组成员签字。

4、验收公示

对验收合格的项目，除按照国家规定需要保密的情形外，生产建设单位应在10个工作日内将水土保持设施验收鉴定书、通过其官方网站或上级单位网站、行业网站、项目属地政府部门网站向社会公开，公示的时间不得少于20个工作日，并注明该项目建设单位和水土保持设施验收报备机关的联系电话，对于公众反映的主要问题和意见，生产建设单位应当及

时给予处理或者回应。

5、验收材料报备

生产建设单位应当在向社会公开水土保持设施验收材料后、生产建设项目投产使用前，向水土保持设施验收报备机关报备验收材料，报备材料包括水土保持设施验收报备申请函、水土保持设施验收鉴定书，报备的材料为纸质版 1 份、电子版 1 份（PDF+Wold 格式）（可供网上公开），纸质版材料应当加盖单位公章，并经相关责任人员签字（原件）。

6、填报验收信息

建设单位应当在取得报备证明后 5 个工作日内登录全国水土保持监督管理系统平台，填报生产建设项目基本信息、水土保持设施验收情况等相关信息。生产建设单位是生产建设项目水土保持设施验收的责任主体，应当在生产建设项目投产使用或者竣工验收前，自主开展水土保持设施验收，验收结果向社会公开，并报审批水土保持方案的水行政主管部门备案，完成报备后取得由水行政主管部门出具的报备回执。

8.7 工程验收后水土保持管理要求

在验收后，建设单位应定期对项目的水土保持工程措施进行维护，定期检查水土保持措施的完整性，有效性，对损坏的水土保持工程措施进行工程维修，确保各项水土保持措施持续发挥水土保持效益。