

宜宾石马 220kV 变电站 110kV 配套工程

水土保持方案报告表

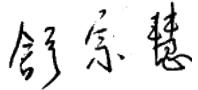
建设单位：国网四川省电力公司宜宾供电公司
编制单位：四川百源工程勘察设计有限公司
二〇二五年十月

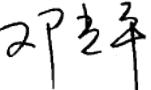
宜宾石马220kV变电站110kV配套工程

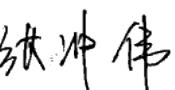
水土保持方案报告表

责任页

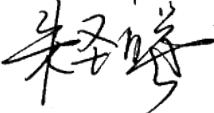
编制单位：四川百源工程勘察设计有限公司

批准： 舒宗慧 (总经理) 

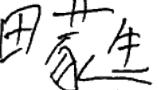
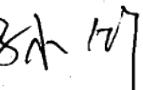
核定： 邓光平 (高级工程师) 

审查： 张冲伟 (高级工程师) 

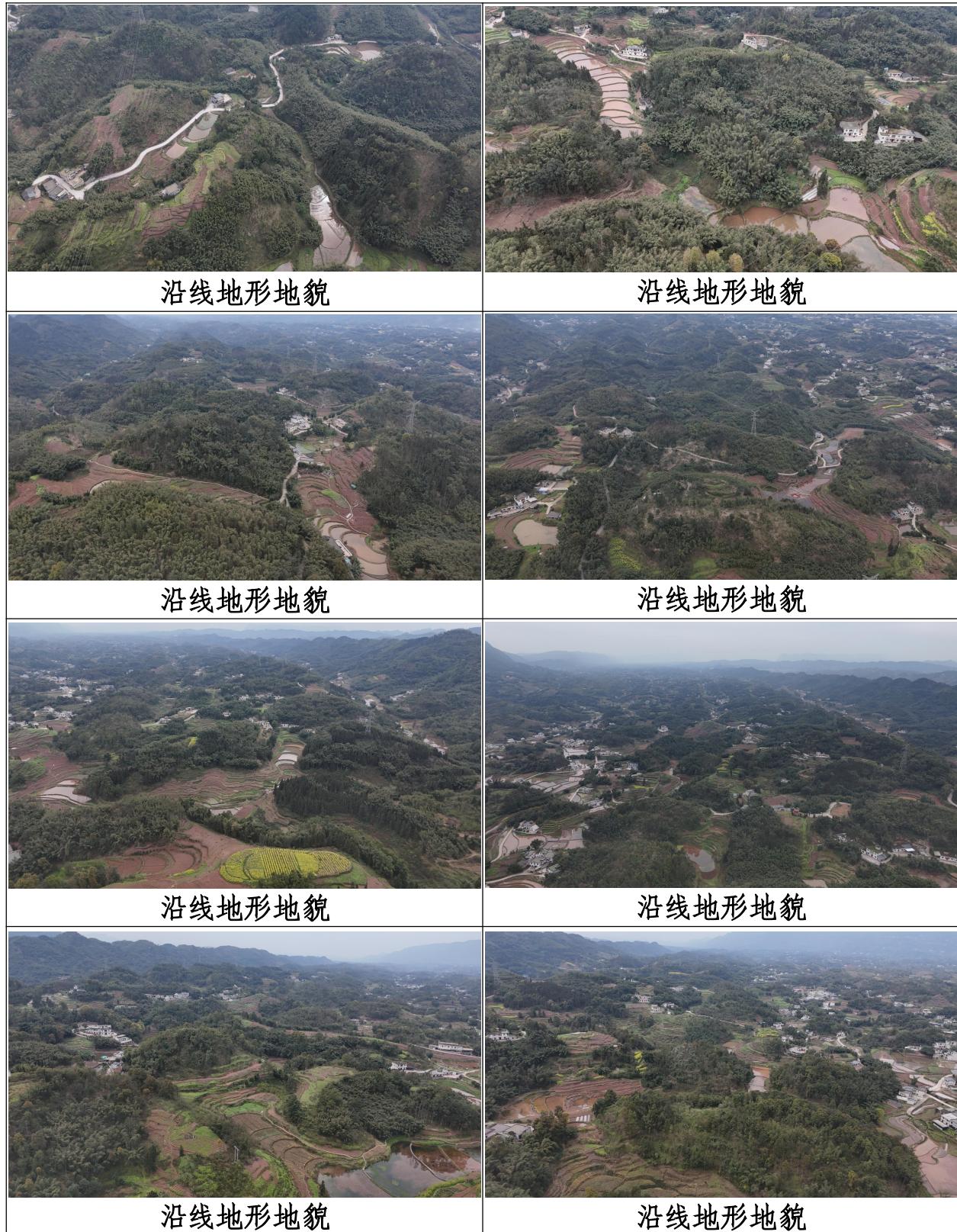
校核： 毛伟 (工程师) 

项目负责人： 朱圣曦 (工程师) 

编写：

姓名	职称	参编章节、内容	签名
赵艳	工程师	第1、4、6章(综合说明、水土流失分析与调查和预测、水土保持监测)	
朱圣曦	工程师	第2、3、5章(项目概况、项目水土保持评价、水土保持措施)	
田蕤	助理工程师	第7章(水土保持投资概算及效益分析)	
孙竹	助理工程师	第8章、附件和附图(水土保持管理)	

现场照片



目 录

1 综合说明	1
1.1 项目简介	1
1.2 编制依据	4
1.3 设计水平年	5
1.4 水土流失防治责任范围	5
1.5 水土流失防治目标	5
1.6 项目水土保持评价结论	7
1.7 水土流失预测结果	9
1.8 水土保持措施布设成果	9
1.9 水土保持监测	10
1.10 水土保持投资及效益分析成果	10
1.11 结论	11
2 项目概况	15
2.1 项目组成及工程布置	15
2.2 施工组织	29
2.3 工程占地	36
2.4 土石方平衡	36
2.5 拆迁（移民）安置与专项设施改（迁）建	42
2.6 施工进度	42
2.7 自然概况	42
3 项目水土保持评价	47
3.1 主体工程选址（线）水土保持评价	47
3.2 建设方案与布局水土保持评价	50
3.3 主体工程设计中水土保持措施界定	59
4 水土流失分析与预测	61

4.1 水土流失现状	61
4.2 水土流失影响因素分析	61
5 水土保持措施	66
5.1 防治区划分	66
5.2 措施总体布局	66
5.3 分区措施布设	68
5.4 施工要求	74
6 水土保持监测	79
7 水土保持投资估算及效益分析	80
7.1 投资估算	80
7.2 效益分析	88
8 水土保持管理	91
8.1 组织管理	91
8.2 后续设计	92
8.3 水土保持监测	93
8.4 水土保持监理	93
8.5 水土保持施工	94
8.6 水土保持设施验收	96

附件

- 附件 1: 核准文件
- 附件 2: 可研批复
- 附件 3: 路径协议
- 附件 4: 专家评审意见

附图

- 附图 1: 项目地理位置图
- 附图 2: 项目两区划分图
- 附图 3: 项目土壤侵蚀图
- 附图 3: 项目水系图
- 附图 4: 线路路径图
- 附图 5: 线路路径图
- 附图 6: 杆塔一览图
- 附图 7: 基础一览图
- 附图 8: 水土流失防治责任范围、防治分区措施布设图
- 附图 9: 塔基及其施工临时占地区水土保持措施典型布设图 (1/2)
- 附图 10: 塔基及其施工临时占地区水土保持措施典型布设图 (2/2)
- 附图 11: 其他施工临时占地区水土保持措施典型布设图 (1/2)
- 附图 12: 其他施工临时占地区水土保持措施典型布设图 (2/2)
- 附图 13: 施工道路区水土保持措施典型布设图 (1/3)
- 附图 14: 施工道路区水土保持措施典型布设图 (2/3)
- 附图 15: 施工道路区水土保持措施典型布设图 (3/3)

1 综合说明

1.1 项目简介

1.1.1 项目基本情况

1.1.1.1 项目建设必要性

为满足宜宾市南溪区和江安县负荷发展需求，提高供电能力和可靠性，结合宜宾电网发展规划，宜宾石马 220kV 变电站 110kV 配套工程的建设是十分必要的。

1.1.1.2 项目基本概况

宜宾石马 220kV 变电站 110kV 配套工程位于宜宾市南溪区境内。项目为新建建设类项目，由国网四川省电力公司宜宾供电公司投资建设。项目完善 2 个 220kV 变电站间隔，完善 4 个 110kV 变电站间隔，新建 110kV 线路 17.10km，新建塔基 61 基，拆除杆塔 2 基。施工期间，设置了塔基施工场地 61 处、牵张场 9 处、跨越场 2 处、新建汽运道路 4.525km。

项目建设内容包括①高石、云台 220kV 变电站保护完善工程、②大观、桂溪、南溪、裴石 110kV 变电站保护完善工程、③南溪—裴石 π 入石马 110kV 线路工程、④高石—大观 π 入石马 110kV 线路工程和⑤云台—桂溪北线 T 接石马 110kV 线路工程 5 个子项。各部分工程如下：

1.高石、云台 220kV 变电站保护完善工程：更换已建的高石 220kV 变电站和云台 220kV 变电站 110kV 出线间隔内线路保护装置，不涉及土建施工。

2.大观、桂溪、南溪、裴石 110kV 变电站保护完善工程：更换已建的大观、桂溪、南溪、裴石 110kV 变电站内 110kV 出线间隔内线路保护装置，不涉及土建施工。

3.南溪—裴石 π 入石马 110kV 线路工程：起于原南裴线 3#-4#之间 π 接点，止于拟建石马 220kV 变电站，线路长度 5.80km，其中新建双回线路长度 5.35km，利旧单回路架设 0.45km，曲折系数 2.1，沿线海拔 250m ~ 350m，全线在宜宾市南溪区境内走线。线路新建塔基 20 基，其中直线塔 8 基、耐张塔 12 基。机械化施工 14 基，人力施工 6 基。工程拆除原南裴线 003#、004#门型水泥杆，拆除水

泥杆 2 基。为满足线路施工需要布置塔基施工场地 20 处、牵张场地 3 处、跨越施工场地 1 处、新建施工汽运道路 1.20km。

4. 高石一大观 π 入石马 110kV 线路工程: 起于原高大线 42#-43# 之间 π 接点, 止于拟建石马 220kV 变电站, 新建双回线路长度 9.5km, 曲折系数 1.19, 沿线海拔 280m ~ 335m, 全线在宜宾市南溪区境内走线。线路新建塔基 32 基, 其中直线塔 14 基、耐张塔 18 基。机械化施工 22 基, 人力施工 10 基。为满足线路施工需要布置塔基施工场地 32 处、牵张场地 4 处、跨越施工场地 2 处、新建施工汽运道路 1.90km。

5. 云台—桂溪北线 T 接石马 110kV 线路工程: 起于云桂北线 40#T 接点, 止于拟建石马 220kV 变电站, 新建单回线路长度 2.0km, 曲折系数 1.14。沿线海拔 280m ~ 320m, 全线在宜宾市南溪区境内走线。新建塔基 9 基, 其中直线塔 3 基、耐张塔 6 基。机械化施工 6 基, 人力施工 3 基。为满足线路施工需要布置塔基施工场地 9 处、牵张场地 2 处、新建施工汽运道路 0.58km。

本项目总占地面积为 4.64hm², 其中永久占地 0.52hm², 临时占地 4.12hm²; 占地类型包括耕地、林地、园地。本项目土石方开挖总量 1.19 万 m³ (含表土 0.41 万 m³, 自然方, 下同), 回填总量 1.02 万 m³ (含表土 0.41 万 m³), 无借方, 余方 0.17 万 m³, 折合松方 0.22 万 m³, 均为线路工程余方, 在各塔基永久占地范围内摊平处理, 平铺高度为 32cm, 并采取相应的水保措施进行防治。

本工程不涉及房屋拆迁及专项迁改。

本项目总投资 3382 万元, 其中土建投资 571 万元; 资金来源为建设单位自筹 20%, 银行贷款 80%。本项目计划于 2026 年 6 月开工, 2027 年 6 月完工, 建设总工期 13 个月。

1.1.2 项目前期工作进展情况

2024 年 4 月由乐山城电电力工程设计有限公司完成了《宜宾石马 220kV 变电站 110kV 配套工程可行性研究报告》; 2025 年 2 月 13 日取得了《国网四川省电力公司关于宜宾石马 220kV 输变电工程及其 110kV 配套工程可行性研究报告的批复》(川电发展〔2025〕26 号)。2025 年 8 月由乐山城电电力工程设计有限公司完成了《宜宾石马 220kV 变电站 110kV 配套工程可行性研究报告》(送审版)。

2025年3月，建设单位国网四川省电力公司宜宾供电公司委托四川百源工程勘察设计有限公司（以下简称“我公司”）开展本项目水土保持方案报告书的编制工作。接受委托后，我公司方案编制组在对项目前期工作进程和成果认真分析后，制定了详细的工作计划，于2025年3月对项目进行了现场调查和实地踏勘，并广泛收集了相关资料，于2025年8月编制完成《宜宾石马220kV变电站110kV配套工程水土保持方案报告书（送审稿）》。

目前，项目环境影响评价、地质灾害危险性评估、压覆矿产评价等相关专题正在同步开展中。

1.1.3 自然简况

工程区域主要为丘陵地貌，海拔250~350m。线路所在区域地质构造简单，适宜建设本线路。项目区基本地震动峰值加速度为0.10g，地震动反应谱特征周期为特征周期0.40s，对应的地震基本烈度为VII度。

项目区属中亚热带四川盆地湿润气候区，多年平均气温18.1℃，极端最高气温41.8℃；极端最低气温-1.5℃，多年平均降雨量995.1mm，多年平均相对湿度82%。多年平均风速1.1m/s，最多风向N。多年平均蒸发量1045.0mm，多年平均日照时数850.9h，多年平均无霜期348d， $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温5918℃。

项目所在区域土壤以紫色土为主，耕地、园地表层土厚度约20cm~30cm，林地表层土厚度约15cm，抗蚀性和水土保持功能较差；植被类型属亚热带常绿阔叶林带，沿线林草覆盖率约37.56%，适生灌木主要有马桑、黄荆，草种主要有狗牙根、白三叶等。

根据《全国水土保持区划（试行）》，项目区属西南紫色土区。根据《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007），项目区属西南土石山区，容许土壤流失量为500t/km²·a；项目区土壤侵蚀模数背景值约为572t/km²·a，以轻度水力侵蚀为主。

根据《全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果》（办水保〔2013〕188号）、《四川省省级水土流失重点预防区和重点治理区划分成果》（川水函〔2017〕482号）、《宜宾市水土保持规划（2015—2030年）》，工程所在南溪区属于沱江下游省级水土流失重点治理区。

项目选址选线不涉及河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带；不涉及饮用

水水源保护区、水功能一级区的保护区和保留区、自然保护区、世界文化和自然遗产地、风景名胜区、地质公园、森林公园以及重要湿地等。

1.2 编制依据

1.2.1 法律法规及规范性文件

1. 《中华人民共和国水土保持法》（中华人民共和国国家主席令第 39 号，2010 年 12 月 25 日修订通过，2011 年 3 月 1 日起施行）；
2. 《四川省〈中华人民共和国水土保持法〉实施办法（修订案）》（四川省人大常委会 2012 年 9 月 21 日修订）；
3. 《中华人民共和国长江保护法》（全国人大常委会 2020 年 12 月 26 日通过，2021 年 3 月 1 日起施行）；
4. 《生产建设项目水土保持方案管理办法》（水利部令第 53 号，2023 年 3 月 1 日实施）；
5. 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）；
6. 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）。

1.2.2 技术标准

1. 《生产建设项目水土保持技术标准》（GB 50433-2018）；
2. 《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T 50434-2018）；
3. 《输变电项目水土保持技术规范》（SL640-2013）；
4. 《水土保持工程调查与勘测标准》（GB/T 51297-2018）；
5. 《土地利用现状分类》（GB/T 21010-2017）；
6. 《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007）；
7. 《生产建设项目土壤流失量测算导则》（SL773-2018）；
8. 《水土流失危险程度分级标准》（SL718-2015）；
9. 《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014）；
10. 《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T 51240-2018）；
11. 《水利水电工程制图标准水土保持图》（SL73.6-2015）；

12 《国家电网有限公司企业标准 输变电工程水土保持技术规程 第1部分：水土保持方案》（Q/GDW11970.1-2023）。

1.2.3 技术资料

1. 《宜宾石马 220kV 变电站 110kV 配套工程可行性研究报告》（乐山城电电力工程设计有限公司，2024 年 4 月）；
2. 《宜宾石马 220kV 变电站 110kV 配套工程初步设计报告》（乐山城电电力工程设计有限公司，2025 年 8 月，送审版）
3. 《宜宾市水土保持规划（2015—2030 年）》。

1.3 设计水平年

根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）的规定，建设类项目方案设计水平年为主体工程完工当年或后一年；本项目计划于 2026 年 6 月开工，2027 年 6 月完工，因此方案设计水平年确定为工程建设完工当年，即 2027 年。

1.4 水土流失防治责任范围

根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）的规定，水土流失防治责任范围是指生产建设项目建设征地、占地、使用及管辖的地域，是在开挖、回填、堆放渣料时，会对施工临时设施场地等的地表直接造成扰动、增加水土流失的区域。本项目总占地面积 4.64hm²，其中永久占地 0.52hm²，临时占地 4.12hm²，故本项目水土流失防治责任范围为 4.64hm²。按行政区划分，南溪区 4.64hm²。水土流失防治责任主体为国网四川省电力公司宜宾供电公司。

1.5 水土流失防治目标

1.5.1 执行标准等级

根据《全国水土保持区划（试行）》（办水保〔2012〕512 号），本项目所在宜宾市南溪区属于水土保持区划中的西南紫色土区。

根据《全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果》（办水保〔2013〕188 号）、《四川省省级水土流失重点预防区和重点治理区划分成果》（川水函〔2017〕482 号）、《宜宾市水土保持规划（2015—2030

年)》，工程涉及的南溪区属于沱江下游省级水土流失重点治理区。根据《生产建设项目水土流失防治标准》(GB/T50434-2018)规定，本项目执行西南紫色土区一级标准。

工程水土流失执行标准情况见表 1-1。

1.5.2 防治目标

根据《生产建设项目水土保持技术标准》(GB 50433-2018)，生产建设项目水土流失防治应达到下列基本目标：

(1)项目水土流失防治责任范围内扰动土地应全面整治，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；(3)水土资源、林草植被应得到最大限度的保护和恢复；(4)水土流失治理度、土壤流失控制比、渣土防护率、表土保护率、林草植被恢复率、林草覆盖率六项指标应符合现行国家标准《生产建设项目水土流失防治标准》(GB/T50434-2018)的规定。

根据《生产建设项目水土流失防治标准》(GB/T 50434-2018)要求，按项目区自然条件对各项防治目标值进行修正。

(1)项目区现状土壤侵蚀强度以轻度水力侵蚀为主，因此将土壤流失控制比提高至 1.0。

(2)根据《生产建设项目水土保持技术标准》(GB 50433-2018)对无法避让国家级水土流失重点治理区和省级水土流失重点治理区的生产建设项目，提高植物措施标准，林草覆盖率应提高 1 个~2 个百分点；本项目经过了沱江下游省级水土流失重点治理区，林草覆盖率提高 2 个百分点。

(3)不涉及其余条款修正。

本方案设计水平年的综合防治目标值为：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%。

表 1-1 水土流失六项防治指标值表

项目名称	标准规定值		修正		采用标准值	
	施工期	设计水平年	土壤侵蚀强度	省级水土流失重点治理区	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	不小于 1.0		-	1.0
渣土防护率(%)	90	92			90	92
表土保护率(%)	92	92			92	92

项目名称	标准规定值		修正		采用标准值	
	施工期	设计水平年	土壤侵蚀强度	省级水土流失重点治理区	施工期	设计水平年
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

本项目选址（线）不涉及河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带；不涉及全国水土保持监测网络中的水土保持监测站点、重点试验区及国家确定的水土保持长期定位观测站；不涉及自然保护区、水功能一级区的保护区、世界文化和自然遗产地、风景名胜区、地质公园等其他水土保持敏感区域。

工程选址（线）无法避让省级水土流失重点治理区。主体设计已优化设计方案，线路塔基采取高低腿设计和不等高基础组合、采取挖孔桩和灌注桩施工工艺，减少了基础土石方挖填量，缩短了施工工期；本方案将提高林草覆盖率、截排水工程设计标准；通过严格控制扰动地表和植被损坏范围、减少工程占地、加强施工管理等措施，能有效控制项目建设可能造成的水土流失，工程选址（线）合理。

1.6.2 建设方案与布局评价

工程所在的南溪区属于沱江下游省级水土流失重点治理区，无法避让，主体设计对建设方案、施工方法与工艺进行了优化，以减少工程占地、土石方量，控制施工扰动范围，减少水土流失，具体分析评价如下：

(1)建设方案评价

本项目线路所经地段地貌为丘陵，主体设计中路径避开了不良地质区域，根据地形地貌特点，铁塔采用高低腿设计、不等高基础、挖孔桩基础和灌注桩基础组合，减少了平台基坑开挖量，施工场地充分利用塔基永久占地和周围临时占地，主体设计方案和布局合理，有利于水土保持，建设方案与布局合理。

(2)工程占地评价

线路工程塔基永久占地与工程区内同类工程基本相当，土地占用面积在用地指标控制范围内。工程占地类型主要是耕地、林地和园地，耕地和园地在使用结束后恢复耕地，林地在施工结束后采取一定的绿化措施，基本可以满足用地要求；严格控制用地范围，对周边产生的影响较小，符合水土保持少占地的原则，临时

占地亦满足施工要求。

(3) 土石方平衡评价

工程建设中尽可能利用开挖土石方，将开挖土石方作为回填料使用，减少了余方量。线路工程余土在塔基永久占地内平摊处理，采取水土保持防治措施后满足水土保持要求。工程表土剥离量满足复耕、绿化覆土需要，表土平衡；土石方挖填基本平衡，无弃方。土石方平衡与调运合理。

通过优化线路路径、采取高低腿基础和灌注桩基础等方式，减少余方 0.07 万 m³。从水土保持角度分析，土石方调配合理，符合水土保持要求。

(4) 取土场、弃土场设置评价

本项目不设置弃土场，减少了工程占地、新增水土流失，满足水土保持要求。

(5) 施工方法与工艺评价

工程施工经历雨季，雨水冲刷是本区域造成水土流失的主要因素，在没有任何防护措施的前提下，该时段进行土建施工将大大增加工程建设造成的水土流失量，同时可能产生因水土流失引发的堆土垮塌、沟道淤塞等问题，增加工程的施工难度。因此，本方案建议建设单位合理安排施工工期，将主要土建施工时段避开雨季，若不能避开雨季，则应避免在大雨及暴雨天气施工。平时应做好塔基及施工临时堆土的挡护措施和临时排水措施。

线路工程采取机械施工，缩短了时间工期，减少了土石方开挖、回填和临时堆存造成的水土流失，有利于水土保持。线路工程立塔后的牵张放线采用成熟先进的施工工艺和方法，包括张力放线、飞艇放线等，大大减少林木砍伐和地表扰动。从水土保持角度，本项目施工方法与工艺合理可行，满足水土保持要求。

(6) 主体工程设计中具有水土保持功能工程的评价

主体工程中已设计了钢板铺垫、排水沟等措施，具有一定的水土保持功能，有利于减少水土流失，但还不足以控制工程施工期间的水土流失，本方案将针对造成水土流失的重点部位和环节补充布设相应的水土保持措施，以形成完整的水土流失防治措施体系。

综上所述，通过对主体工程的选线、总体布置、占地情况、土石方工程量、施工方法与工艺、主体工程设计中具有水土保持功能工程方面等进行分析和评价，认为本项目建设方案符合水土保持要求，建设方案与布局合理，项目建设可行。

1.7 水土流失预测结果

在预测时段内项目区土壤流失总量为 318t, 新增土壤流失量为 239t。从预测时段上分析, 各个防治分区土壤流失较大的时段是施工及施工准备期; 从预测单元来看, 土壤流失的主要区域主要是塔基及其施工临时占地和汽运道路占地。

因此, 本工程水土流失防治重点区域是塔基及其施工临时占地和施工道路占地。在施工过程中应适时采取临时防护措施和工程措施相结合, 在施工结束后采取土地整治和绿化措施, 要有效的控制工程施工期各种水土流失的发生, 并在项目区建立完善的水土流失防治体系。

1.8 水土保持措施布设成果

根据本工程水土流失防治责任范围, 依据本工程布局、施工扰动特点、建设时序、地貌特征、自然属性和水土流失影响等综合因素进行水土流失防治分区。

本工程建设地点位于宜宾市南溪区, 区域内自然环境、生态环境、水土流失等因素基本一致, 本工程的水土流失防治分区可按工程组成划分为塔基及施工临时场地区、其他施工临时占地区、施工道路区 3 个防治分区。分区防治措施布设及主要工程量如下 (带下划线“ ”的为主体设计措施) :

1.8.1 塔基及其施工临时场地区

施工前期, 对塔基及其施工临时场地区开挖扰动占用的耕地、林地、园地进行表土剥离, 集中堆放在塔基施工临时场地内; 施工期间, 对临时堆土压占及重型机械区域铺垫钢板, 堆土外侧布设土袋拦挡, 堆土表面采用防雨布遮盖, 在地形较陡的塔基采取护坡及堡坎等防护措施, 在有汇水的塔基上游布设浆砌石排水沟, 排水系统末端与自然水系衔接; 施工后期, 对塔基及其施工临时场地区进行土地整治、表土回覆措施, 永久占地区域及临时占用的林地进行植被恢复, 临时占用的耕地及园地移交权属人进行种植。具体措施及工程量如下:

工程措施: 浆砌石护坡 300m³、浆砌石排水沟 90m³、表土剥离 1260m³、覆土 1260m³、土地整治 2.30hm²;

植物措施: 植被恢复 0.68hm²;

临时措施: 铺垫彩条布 8000m², 防雨布遮盖 2400m²、土袋拦挡 1098m。

1.8.2 其他施工临时占地区

施工期间，对牵张机械占压区域铺设棕垫隔离，其他区域铺设防雨布隔离；施工结束后，对牵张场、跨越场地进行土地整治，对占用的耕地移交权属人进行种植，对占用的林地进行植被恢复。具体措施及工程量如下：

工程措施：土地整治 0.45hm^2 ；

植物措施：植被恢复 0.04hm^2 ；

临时措施：铺垫彩条布 2700m^2 。

1.8.3 施工道路区

施工前，对施工汽运道路区域进行表土剥离，沿线堆放于道路一侧或就近的塔基施工临时场地内；施工期间，对汽运道路平缓路段铺设钢板，对裸露边坡及临时堆放表土进行临时拦挡、苫盖，挖方边坡上方布设临时排水沟、沉沙池；施工后期，拆除路面钢板和清理面层，土地整治后回覆表土，使占用的耕地、园地达到复耕、复园条件，对占用林地种植灌草恢复植被。具体措施及工程量如下：

工程措施：表土剥离 2850m^3 、覆土 2850m^3 、土地整治 1.84hm^2 ；

植物措施：植被恢复 0.22hm^2 ；

临时措施：铺垫钢板 5300m^2 ，防雨布遮盖 3000m^2 ，土袋拦挡 200m ，临时排水沟 815m ，临时沉沙池 5 座。

1.9 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）中简化验收报备的要求，该项目属于实行承诺制管理的项目，对水土保持监测不作相应要求，但生产建设单位应依法做好水土流失防治工作。

1.10 水土保持投资及效益分析成果

本项目水土保持方案估算总投资 85.19 万元，其中：主体工程已列水土保持专项投资 40.32 万元，本方案新增水土保持投资为 44.87 万元。水土保持投资中工程措施 25.16 万元，植物措施 2.10 万元，施工临时工程为 41.53 万元，独立费用为 6.84 万元（建设管理费 1.14 万元，科研勘测设计费 5.70 万元），预备费为 3.53 万元，水土保持补偿费 6.032 万元

本方案实施后，可有效的控制项目施工期及林草恢复期的新增水土流失，减轻项目建设对周边环境的危害，有效的保护和利用项目区内的表土资源，保护及改善项目区的生态环境。方案的实施可治理水土流失面积 4.64hm^2 ，植被建设面积 0.94hm^2 ，减少水土流失量 262t ，在设计水平年，水土流失治理度达到 98.5%，土壤流失控制比为 1.02，渣土防护率达到 97.0%，表土保护率达到 95.0%，项目区林草植被恢复率达到 100%，林草覆盖率为 31.7%，平均土壤侵蚀模数降为 $490\text{t/km}^2\cdot\text{a}$ ，水土保持效益各项指标均达到防治目标的要求，水土保持效益良好。

1.11 结论

(1) 结论

根据《中华人民共和国水土保持法》《生产建设项目水土保持技术标准》(GB50433-2018)等有关规定，工程所在的南溪区属于沱江下游省级水土流失重点治理区，客观上无法避让，主体设计优化了施工工艺，本方案将提高防治标准，减少地表扰动和植被破坏，加强防护、治理和补偿措施。除水土流失重点治理区外无其他水土保持制约性因素。

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

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

由以上分析可知：本项目通过方案确定的水土保持措施治理后，项目建设是可行的。

(2) 要求

① 对建设管理的要求

为保证工程在建设过程中尽量减小扰动或损毁地表与植被的面积，将水土流失降到最低程度，尽快恢复和改善工程区生态环境，实现输变电工程建设与生态环境的可持续发展；建设单位应设置专门的水土保持管理机构，并会同地方水土

保持部门负责处理组织、监督工程区水土保持措施的实施和及时认真落实水土保持监理和水土保持监测工作，保证工程质量。

②对水土保持施工要求

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

水土保持方案特性表

项目名称	宜宾石马 220kV 变电站 110kV 配套工程			流域管理机构		长江水利委员会		
涉及省(市、区)	四川省		涉及地市或个数	宜宾市	涉及县或个数	南溪区		
项目规模	完善 2 个 220kV 变电站间隔, 完善 4 个 110kV 变电站间隔, 新建 110kV 线路 17.1km		总投资(万元)	3382	土建投资(万元)	571		
动工时间	2026 年 6 月		完工时间	2027 年 6 月	设计水平年	2027 年		
工程占地(hm ²)	4.64		永久占地(hm ²)	0.52	临时占地(hm ²)	4.12		
土石方量(万 m ³)	项目组成	挖方	填方	调出	调入	借方		
	南溪—裴石 π 入石马 110kV 线路工程	0.35	0.29			0.06		
	高石一大观 π 入石马 110kV 线路工程	0.65	0.57			0.08		
	云台—桂溪北线 T 接石马 110kV 线路工程	0.18	0.15			0.03		
	合计	1.12	0.95			0.17		
重点防治区名称	沱江下游省级水土流失重点治理区							
地貌类型	丘陵	水土保持区划			西南紫色土区			
土壤侵蚀类型	水力侵蚀	土壤侵蚀强度			轻度			
防治责任范围面积(hm ²)	4.64	容许土壤流失量 [t/(km ² ·a)]			500			
土壤流失预测总量(t)	318	新增土壤流失量(t)			239			
水土流失防治标准执行等级				西南紫色土区一级标准				
防治标准	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				
防治措施及工程量	工程措施		植物措施	临时措施				
塔基及施工临时占地区	主体设计: 浆砌石护坡 300m ³ 、浆砌石排水沟 90m ³ 方案新增: 表土剥离 1260m ³ 、覆土 1260m ³ 、土地整治 2.30hm ² ;		方案新增: 植被恢复 0.68hm ²	方案新增: 铺垫彩条布 8000m ² , 防雨布遮盖 2700m ² 、土袋拦挡 1098m				
其他施工临时占地区	方案新增: 土地整治 0.45hm ²		方案新增: 植被恢复 0.04hm ²	方案新增: 铺垫彩条布 2700m ²				
施工道路区	方案新增: 表土剥离 2850m ³ 、覆土 2850m ³ 、土地整治 1.84hm ²		方案新增: 植被恢复 0.22hm ²	主体设计: 铺垫钢板 4485m ² 方案新增: 防雨布遮盖 2500m ² , 土袋拦挡 200m,				

1 综合说明

				临时排水沟 815m, 临时沉沙池 5 座
投资 (万元)	25.16	2.10	41.53	
水土保持总投资 (万元)	85.19	独立费用 (万元)	7.33	
监理费 (万元)	0 (纳入主体监理)	监测费 (万元)	0	补偿费 (万元) 6.149
方案编制单位	四川百源工程勘察设计有限公司	建设单位	国网四川省电力公司宜宾供电公司	
法定代表人	舒宗慧	法定代表人	江泰廷	
地址	成都市青羊区清江东路 134 号 1 栋 1 单元 10 层 1012 号	地址	宜宾市南岸长江大道中段 17 号	
邮编	610072	邮编	644002	
联系人及电话	朱圣曦/17138080062	联系人及电话	李途/15181127698	
电子邮箱	2430656109@qq.com	电子邮箱	512257592@qq.com	

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：宜宾石马 220kV 变电站 110kV 配套工程；

建设单位：国网四川省电力公司宜宾供电公司；

建设地点：宜宾市南溪区；

项目规模：中型；

建设内容：包括①高石、云台 220kV 变电站保护完善工程、②大观、桂溪、南溪、裴石 110kV 变电站保护完善工程、③南溪—裴石 π 入石马 110kV 线路工程、④高石—大观 π 入石马 110kV 线路工程和⑤云台—桂溪北线 T 接石马 110kV 线路工程 5 个子项；

施工工期：项目计划于 2026 年 6 月开工，2027 年 6 月完工，建设总工期 13 个月；

工程投资：项目总投资 3382 万元，其中土建投资 571 万元；资金来源为企业自筹 20%，银行贷款 80%。

项目主要经济技术指标见表 2-1。

表 2-1 宜宾石马 220kV 变电站 110kV 配套工程主要特性指标表

一、项目简介				
项目名称	宜宾石马 220kV 变电站 110kV 配套工程			
工程等级	220kV			
工程性质	新建工程			
建设地点	宜宾市南溪区			
建设单位	国网四川省电力公司宜宾供电公司			
工程投资	高石、云台 220kV 变电站保护完善工程	总投资（万元）	76	土建投资（万元）
	大观、裴石、南溪、桂溪 110kV 变电站保护完善工程	总投资（万元）	48	土建投资（万元）
	南溪—裴石 π 入石马 110kV 线路工程	总投资（万元）	1154	土建投资（万元）
	高石—大观 π 入石马 110kV 线路工程	总投资（万元）	1745	土建投资（万元）
	云台—桂溪北线 T 接石马 110kV 线路工程	总投资（万元）	359	土建投资（万元）
	合计	总投资（万元）	3382	土建投资（万元）
建设工期	计划于 2026 年 6 月开工，2027 年 6 月完工			

建设规模	高石、云台 220kV 变电站保护完善工程	更换已建的高石 220kV 变电站和云台 220kV 变电站 110kV 出线间隔内线路保护装置				
	大观、裴石、南溪、桂溪 110kV 变电站保护完善工程	更换已建的大观、桂溪、南溪、裴石 110kV 变电站内 110kV 出线间隔内线路保护装置				
	南溪—裴石 π 入石马 110kV 线路工程	线路长度	5.60km (新建 5.15km, 更换导线 0.45km)			
		行政区	南溪区			
		铁塔数量	新建铁塔 20 基 (直线塔 8 基、耐张塔 12 基)			
		额定电压	110kV			
		回路数	双回			
		拆除	拆除杆塔 2 基			
	高石—大观 π 入石马 110kV 线路工程	线路长度	9.5km			
		行政区	南溪区			
		铁塔数量	新建铁塔 32 基 (直线塔 14 基、耐张塔 18 基)			
		额定电压	110kV			
		回路数	双回			
	云台—桂溪北线 T 接石马 110kV 线路工程	线路长度	2.0km			
		行政区	南溪区			
		铁塔数量	新建铁塔 9 基 (直线塔 3 基、耐张塔 6 基)			
		额定电压	110kV			
		回路数	单回			
二、工程占地 (hm ²)						
项目		占地性质			备注	
		永久占地	临时占地	小计		
南溪—裴石 π 入石马 110kV 线路工程	塔基占地	0.19		0.19	共 20 基	
	塔基施工临时占地		0.89	0.89	20 处	
	牵张场占地		0.12	0.12	3 处, 400m ² /处	
	跨越施工临时占地		0.04	0.04	1 处, 400m ² /处	
	拆除杆塔占地		0.01	0.01	拆除杆塔 2 基, 50m ² /基	
	施工汽运道路占地		0.41	0.41	新修 1.22km	
	小计	0.19	1.47	1.66		
高石—大观 π 入石马 110kV 线路工程	塔基占地	0.25		0.25	共 32 基	
	塔基施工临时占地		1.34	1.34	32 处	
	牵张场占地		0.16	0.16	4 处, 400m ² /处	
	跨越施工临时占地		0.04	0.04	1 处, 400m ² /处	
	施工汽运道路占地		0.72	0.72	新修 1.895km	
	小计	0.25	2.26	2.51		
云台—桂溪北线 T 接石马 110kV 线路工程	塔基占地	0.08		0.08	共 9 基	
	塔基施工临时占地		0.20	0.20	9 处	
	牵张场占地		0.08	0.08	2 处, 400m ² /处	
	施工汽运道路占地		0.20	0.20	新修 0.58km	
	小计	0.08	0.48	0.56		
合计		0.52	4.12	4.64		
三、土石方 (万 m ³)						
项目		挖方	填方	调入	调出	
					借方	
					余方	
					余方去向	

南溪一裴 石π入石 马 110kV 线路工程	基础	0.11	0.08				0.03	在塔基 永久占 地内平 铺处理
	接地	0.10	0.1					
	尖峰、施工基面	0.06	0.04				0.01	
	挡墙排水	0.02	0				0.02	
	施工道路	0.06	0.06					
	小计	0.34	0.28				0.06	
高石一大 观π入石 马 110kV 线路工程	基础	0.16	0.11				0.05	
	接地	0.15	0.15					
	尖峰、施工基面	0.08	0.06				0.02	
	挡墙排水	0.02	0				0.02	
	施工道路	0.19	0.19					
	小计	0.59	0.51				0.08	
云台一桂 溪北线 T 接石马 110kV 线 路工程	基础	0.05	0.04				0.01	在塔基 永久占 地内平 铺处理
	接地	0.05	0.05					
	尖峰、施工基面	0.03	0.02				0.01	
	挡墙排水	0.01	0				0.01	
	施工道路	0.05	0.05					
	小计	0.18	0.15				0.03	
合计		1.12	0.95				0.17	
四、工程居民拆迁情况 单位: m ²								
无								

2.1.2 依托工程

本项目依托工程包括高石 220kV 变电站，云台 220kV 变电站，大观 110kV 变电站，裴石 110kV 变电站，南溪 110kV 变电站，桂溪 110kV 变电站，高石～云台一线，高石～云台二线 4 个项目。

(1) 高石 220kV 变电站(原名宜宾江安 220kV 变电站)、云台 220kV 变电站(原名宜宾南溪 220kV 变电站)

高石 220kV 变电站位于宜宾江安县，于 2009 年 4 月建成。2007 年 8 月 29 日，取得了《四川省水利厅关于宜宾江安 220kV 输变电工程水土保持方案的批复》(川水函〔2007〕793 号)。2009 年 11 月 24 日，取得了《四川省水利厅关于印发宜宾江安 220kV 输变电工程水土保持设施验收鉴定书的函》(川水函〔2009〕1325 号)。

云台 220kV 变电站位于宜宾南溪区，于 2016 年 10 月建成投运。2012 年 12 月 27 日，取得了《四川省水利厅关于宜宾南溪 220kV 输变电新建工程水土保持方案的批复》(川水函〔2012〕2582 号)。四川省水利厅已于 2019 年 10 月 18 日以《验收回执〔2019〕5 号》接受了宜宾南溪 220kV 输变电新建工程输变电工

程水土保持设施自主验收材料报备。

(2) 大观 110kV 变电站, 裴石 110kV 变电站, 南溪 110kV 变电站, 桂溪 110kV 变电站

大观 110kV 变电站位于宜宾南溪区大观镇, 2002 年 3 月建成投运; 南溪 110kV 变电站位于宜宾南溪区南溪街道, 1992 年建成投运, 两个变电站建成较早, 变电站站区设置了挡土墙、排水沟、雨水管等措施, 配电装置场地绿化, 目前各项水土保持设施运行情况良好, 无水土流失隐患。

裴石 110kV 变电站位于宜宾南溪区裴石镇, 2008 年 8 月建成投运。2007 年 8 月 1 日, 取得了《南溪县水务局关于 110kV 裴石输变电工程水土保持方案报告表的批复》(南水发〔2007〕128 号)。2008 年 12 月 19 日, 取得了《南溪县水务局关于 110kV 裴石输变电工程水土保持设施通过验收的函》(南水发〔2008〕55 号)。

桂溪 110kV 变电站位于宜宾南溪区南溪街道, 2018 年 5 月建成投运; 2014 年 8 月 15 日, 取得了《宜宾市水务局关于对宜宾桂溪 110kV 输变电工程水土保持方案报告书的批复》(宜水许可〔2014〕41 号)。2019 年 7 月 6 日, 取得了《宜宾市水利局关于宜宾桂溪 110kV 输变电工程水土保持设施自主验收报备证明的函》(宜水函〔2019〕120 号)。

(3) 南溪—裴石 110kV 线路工程、高石一大观 110kV 线路工程和云台—桂溪北线 110kV 线路工程。

南溪—裴石 110kV 线路工程属于 110kV 裴石输变电工程, 2007 年 8 月 1 日, 取得了《南溪县水务局关于 110kV 裴石输变电工程水土保持方案报告表的批复》(南水发〔2007〕128 号)。2008 年 12 月 19 日, 取得了《南溪县水务局关于 110kV 裴石输变电工程水土保持设施通过验收的函》(南水发〔2008〕55 号)。

高石一大观 110kV 线路工程属于江安 220kV 输变电新建工程 110kV 配套接入线路工程, 2007 年 11 月 28 日, 取得了《宜宾市水利局关于江安 220kV 输变电新建工程 110kV 配套接入线路工程水土保持方案报告表的批复》(宜水函〔2007〕334 号)。2018 年 7 月 6 日, 取得了生产建设单位水土保持设施自主验收报备表。

云台—桂溪 110kV 线路工程属于宜宾桂溪 110kV 输变电工程, 2014 年 8 月 15 日, 取得了《宜宾市水务局关于对宜宾桂溪 110kV 输变电工程水土保持方案报告书的批复》(宜水许可〔2014〕41 号)。2019 年 7 月 6 日, 取得了《宜宾

市水利局关于宜宾桂溪 110kV 输变电工程水土保持设施自主验收报备证明的函》
(宜水函〔2019〕120 号)。

2.1.3 项目组成及工程布置

宜宾石马 220kV 变电站 110kV 配套工程由①高石、云台 220kV 变电站保护完善工程、②大观、桂溪、南溪、裴石 110kV 变电站保护完善工程、③南溪—裴石 π 入石马 110kV 线路工程、④高石一大观 π 入石马 110kV 线路工程和⑤云台—桂溪北线 T 接石马 110kV 线路工程 5 个子项组成。

2.1.3.1 高石、云台 220kV 变电站保护完善工程

(1) 工程规模

高石 220kV 变电站位于宜宾江安县, 2009 年 4 月建成投运; 云台 220kV 变电站位于宜宾南溪区, 2016 年 10 月 30 日建成投运。我公司工作人员进行现场调查时, 高石 220kV 变电站和云台 220kV 变电站已按主体及水土保持要求布置了相应的措施: 进站道路及站区道路路面均已硬化, 变电站站区设置了较完善的挡土墙、排水沟等工程措施, 站内配电装置区采用了碎石压盖, 无遗留水保问题, 只需坚持有效维护, 本项目不涉及地面上建内容, 无需新增水土保持措施。

本变电站前期工程严格遵守水土保持法律法规, 依法编制水土保持方案, 落实水土保持投资, 缴纳水土保持规费, 并按照批准的水土保持方案实施水土保持措施, 2009 年 11 月 24 日, 取得了《四川省水利厅关于印发宜宾江安 220kV 输变电工程水土保持设施验收鉴定书的函》(川水函〔2009〕1325 号); 四川省水利厅已于 2019 年 10 月 18 日以《验收回执〔2019〕5 号》接受了宜宾南溪 220kV 输变电新建工程输变电工程水土保持设施自主验收材料报备。

(2) 本期建设规模

本期将高石 ~ 大观 110kV 线路 π 接入石马 220kV 变电站, 将 220kV 云台 ~ 110kV 桂溪北 T 接入石马 220kV 变电站。

由于现有高石站侧和云台站侧线路保护装置无法满足要求, 本次考虑进行更换。

(3) 土建部分

根据系统方案, 本期变电工程只涉及线路保护改造, 相应工作在现有站内场地进行, 不需新征地, 不改变现有配电装置布置方案, 本工程不涉及土建工作。

2.1.3.2 大观、桂溪、南溪、裴石 110kV 变电站保护完善工程

(1) 工程规模

大观 110kV 变电站位于宜宾南溪区大观镇，2002 年 3 月建成投运；桂溪 110kV 变电站位于宜宾南溪区南溪街道，2018 年 5 月建成投运；南溪 110kV 变电站位于宜宾南溪区南溪街道，1992 年建成投运；裴石 110kV 变电站位于宜宾南溪区裴石镇，2008 年 8 月建成投运。我公司工作人员进行现场调查时，各变电站已按主体及水土保持要求布置了相应的措施：进站道路及站区道路路面均已硬化，变电站站区设置了较完善的挡土墙、护坡、排水沟等工程措施，配电装置场地铺设了碎石地坪或者绿化，无遗留水保问题，只需坚持有效维护，项目不涉及地面上土建内容，无需新增水土保持措施。

(2) 本期建设规模

本期分别将高石～大观 110kV 线路 π 接入石马 220kV 变电站，将云台～桂溪 110kV 线路 T 接入石马 220kV 变电站，将南溪～裴石 110kV 线路 π 接入石马 220kV 变电站。

由于现有变电站线路保护装置无法满足要求，本次考虑进行更换。

(3) 土建部分

根据系统方案，本期变电工程只涉及线路保护改造，相应工作在现有站内场地进行，不需新征地，不改变现有配电装置布置方案，本工程不涉及土建工作。

2.1.3.3 南溪～裴石 π 入石马 110kV 线路工程

(1) 路径方案

本工程在南裴线 3#-4# 塔基线下新立一基双回终端塔将南裴线开断，然后线路向北走线，钻过拟建的高台一线 π 石马 220kV 线路后左转向西走线，穿越 500kV 叙泸一二线后继续向西走线，经矮子山、沱田湾至下院子，线路在此左转向南走线，跨过向家坝灌渠后经青杠、石朝门跨过七洞桥水库至箩篼湾，线路在此跨越 110kV 云溪线，钻越拟建的高台二线 π 石马 220kV 线路后进入石马 220kV 变电站。线路路径长 5.8km（双回架设段 5.35km，单回架设段 0.45km），全线在宜宾市南溪区境内走线。线路曲折系数为 2.1，共架设铁塔 20 基，其中直线塔 8 基、耐张塔 12 基，沿线海拔 250m～350m。

拆除原南裴线 003#、004# 门型水泥杆，拆除原南裴线 002-004 档导、地线，

拆除长度约 0.4km，拆除水泥杆 2 基。

(2) 线路交叉跨越

封网跨越：线路沿线遇高等级配电线路时，为了避免导线对下方被跨越物造成损害，采取悬索封网跨越。封网跨越不计算占地面积。

跨越架跨越：跨越架搭设工艺简单，安全可靠，经济特性明显，但受制于地形条件，搭设高度不超过 20m，一般用于高速公路、国道省道等。经统计，线路工程跨越 1 处跨越物需设置跨越架，综合平均每处跨越（跨越处两侧）占地约 400m²，全线跨越施工临时占地约 0.04hm²。本线路主要架空线路交叉跨越详见表 2-4。

表 2-4 架空线路工程主要跨越物统计

序号	类别	交叉跨越物名称	次数	跨越方案
1	一般公路	省道	1	搭设跨越架
2		乡道	13	交通管制后直接跨越
3	500kV 线路	500kV 叙泸一二线	1	钻越
4	220kV 线路	高台二线 π 石马 220kV 线路	1	钻越
5		高台一线 π 石马 220kV 线路	1	钻越
6		220kV 高台一线	1	待拆除
7	110kV 线路	110kV 云溪线	1	封网跨越
8	10kV 线路		8	电缆过渡
9	低压线路 220V		6	封网跨越
10	低压线路 380V		3	封网跨越
11	通信线路		8	封网跨越
12	鱼塘		7	无人机放线
13	水库	七洞湖水库	1	无人机放线
14	水渠	向家坝灌渠（刘家场支渠）	1	无人机放线

(3) 铁塔形式

线路工程新建使用铁塔 20 基，其中直线塔 8 基、耐张塔 12 基。塔基永久占地面积 1889m²，占地类型耕地、林地和园地。根据项目区已建项目和国家电网有限公司关于塔基施工临时占地估算原则，双回塔塔基施工区临时占地按（根开+12m）² 永久占地（[根开+主柱宽度+（1m~2m）]²）估算，单回塔塔基施工区临时占地按（根开+10m）² 永久占地（[根开+主柱宽度+（1m~2m）]²）估算；同时，本线路 14 基塔基采用机械化施工，机械化施工塔基施工区临时占地扩大 1.3 倍。

表 2-5 铁塔型号、数量及占地统计表

	序号	类别	模块编号	数量 (基)	根开 (m)	塔基占地 (m ²)	塔基施工临时占地 (m ²)
机械化施工	1	双回直线塔	110-EB21S-Z1-27	1	5.160	60	305
	2		110-EB21S-Z2-27	2	5.415	128	622
	3	单回耐张塔	110-EC21D-DJ-15	1	4.800	55	295
	4	双回耐张塔	110-EB21S-J1-18	1	4.065	44	278
	5		110-EB21S-J1-27	1	8.058	114	375
	6		110-EB21S-J2-33	1	9.800	154	418
	7		110-EB21S-J3-27	2	8.804	260	787
	8		110-EB21S-J4-24	1	8.334	120	382
	9		110-EB21S-J4-27	1	9.114	137	401
	10		110-EB21S-J4-30	1	9.894	156	420
	11		110-EB21S-J4-33	1	10.674	176	440
	12		110-EB21S-DJ-18	1	3.387	36	261
小计				14		1440	4984
非机械化施工	13	双回直线塔	110-EB21S-Z2-18	2	4.065	89	427
	14		110-EB21S-Z3-18	1	4.432	49	221
	15		110-EB21S-Z3-36	1	7.312	98	275
	16		110-EB21S-ZK-51	1	9.205	139	311
	17	双回耐张塔	110-EB21S-DJ-15	1	5.994	74	250
小计				6		449	1484
合计				20		1889	6468

(4) 基础型式

线路区地下水类型为基岩裂隙水和松散岩类孔隙水，基岩裂隙水埋藏较深，对基础及其开挖无影响；对沿江河两岸低阶地及地势较低地段的塔位，地下水对塔基开挖有一定的影响，施工开挖时应加强基坑支护及抽排水措施；线路区地下水矿化度低，地下水及地基土对混凝土及混凝土中的钢筋均具微腐蚀性。

因本工程主要在丘陵和山地走线，为有效保护边坡及植被，挖孔桩基础是本工程铁塔基础的主要形式，少量塔基采用掏挖基础。本工程基础具体类型分述如下：

1) 挖孔桩基础 (WK、WD 型)

挖孔桩基础属原状土基础，该基础采用机械或人工在天然土(岩)中直接挖成所需要的基坑，然后将钢筋骨架和混凝土直接浇注于基坑内而成，是一种深型基础。适用于场地狭窄、地形陡峭、露高较大的塔位，但基础混凝土耗量和钢材耗量较多，且施工技术要求较高。挖孔桩基础与大开挖基础相比可减少基坑开挖量及小平台开挖量，减少施工弃土，有效降低施工对环境的破坏。该基础未设计扩大头，可采用根据塔位实际情况采用机械化施工或非机械化施工。

2 掏挖基础 (TW 型)

掏挖式基础与大开挖基础相比可减少基坑开挖量及塔基降方量,从而减少施工弃土,有效降低施工对环境的破坏,同时,原状土掏挖式基础地下部分在浇制混凝土时不用支模,使施工更加方便,降低了施工费用,该系列基础的立柱和扩大头均配置钢筋。

南溪~裴石π入石马 110kV 线路工程采用挖孔桩基础 16 基,掏挖基础 4 基。各种基础均按高低基础规划设计,配合铁塔长短腿,尽可能减少土石方的开挖量,防止水土流失,以利保护环境。

(5) 沿线林区情况

本工程沿线属于丘陵地形,沿线主要树种为灌木丛、松柏树等,同时也是主要的农业耕作区,其耕地面积亦相对较多,线路所经地带人口较密,其房前屋后的树木、竹林也多。线路在考虑树木自然生长高度后按高跨考虑,以保护生态环境。本工程路径内无一级公益林地、二级公益林地。

(6) 塔基挡墙护坡及排水沟

①浆砌石挡墙

当杆塔位于山包或斜坡,塔位四周或下坡侧为陡坡时,降底基面与基坑开挖的土石方无法就地堆稳,主体设计考虑在堆土的下方修一道挡墙,将土堆放在挡墙内。

②浆砌石护坡

当基面挖方较多时,上山坡侧或高低腿之间坡面虽然按规定要求放坡,但因土质松散及岩石风化极严重,易剥落坍塌,影响塔位安全,此时需沿挖方坡面局部或全部砌护坡。护坡通常沿塔位周围自然山坡或基面挖方后的缓坡面用 MU30 块石砌筑,对塔基边坡起保护作用,护坡工程量为 100m³。

③浆砌石排水沟

为防止上部山坡侧汇水面的雨水及其它地表水对基面的冲刷影响,除塔位位于山顶或丘脊外,其他塔位上坡侧(如果基面有降基挖方,距挖方坡顶水平距离 $\geq 4m$ 处),依山势设置环状排水沟,以拦截和排除周围山坡汇水面内的地表水。大多数情况下只需开设 1 道排水沟,当汇水面范围很大时,需开设 2 道排水沟,且沟的横断面尺寸应加大。根据《室外排水设计标准》(GB50014-2021),塔基排水沟设计标准为 5 年一遇。

本工程线路塔基排水沟主要布设在山坡侧汇水面的雨水及其它地表水对基

面有冲刷影响的塔基处。排水沟为梯形断面，顶宽 0.5m，底宽 0.4m，深 0.5m，衬砌厚度 0.2m，主体设计排水沟长度 100m。

表 2-6 南溪～裴石 π 入石马 110kV 线路工程主要技术特性表

工程名称	南溪～裴石 π 入石马 110kV 线路工程					
起讫点	π 接点位于原线 3#-4#之间 止于石马 220kV 变电站 110kV 侧 13E、14E 间隔					
电压等级	110kV					
线路长度	5.35km/0.45km	回路数	同塔双回/单回	曲折系数		
杆塔用量	杆塔总数 20	转角比例/塔基数 60.0%/12 基	平均档距 305	平均耐张段长度 483		
沿线海拔	250 ~ 350m					
气象条件	高温 40℃，低温-5℃；覆冰 5m、风速 25m/s；					
污区划分	d 级污区					
地震烈度	VI 度	年平均雷电日	40			
沿线地形	丘陵 100%					
沿线地质	普通土 20%、松沙石 35%、岩石 45%					
杆塔型式	国家电网典型设计 110-EB21S 模块					
基础型式	掏挖基础、挖孔基础					
接地型式	水平风车式接地					
汽车平均运距	5km					
人力平均运距	0.2km					
房屋拆迁量	无					

2.1.3.4 高石一大观 π 入石马 110kV 线路工程

(1) 路径方案

在高大线 42#-43#档中线下新立一基双回终端塔将高大线开断，然后线路向西走线，穿过 220kV 翠高一线、500kV 翠泸一二线、220kV 高桂线后继续向西走线，经板栗咀、百家坳、黄荆湾至走马岭后与 220kV 台锐线并排走线至大冲头后线路左转钻过 220kV 台锐线后在狮子山处跨过快速路，接着线路再次右转向西走线至水井湾，线路在此左转，经石鹅寺、南瓜屋基、滩子口后跨越 110kV 云溪线，再钻过拟建的 220kV 高台一线后进入石马 220kV 变电站。线路全长 9.5km，全线均在南溪区，曲折系数为 1.19，共架设铁塔 32 基，其中直线塔 14 基、耐张塔 18 基，沿线海拔 280m ~ 335m。

(2) 线路交叉跨越

封网跨越：线路沿线遇高等级配电线路时，为了避免导线对下方被跨越物造成损害，采取悬索封网跨越。封网跨越不计算占地面积。

跨越架跨越：跨越架搭设工艺简单，安全可靠，经济特性明显，但受制于地

形条件，搭设高度不超过 20m，一般用于高速公路、国道省道等。经统计，线路工程跨越 1 处跨越物需设置跨越架，综合平均每处跨越（跨越处两侧）占地约 400m²，全线跨越施工临时占地约 0.04hm²。本线路主要架空线路交叉跨越详见表 2-5。

表 2-5 架空线路工程主要跨越物统计

序号	类别	交叉跨越物名称	次数	跨越方案
1	一般公路	省道	1	跨越架跨越
2		乡道	22	交通管制后跨越
3	500kV 线路	500kV 翠泸一二线	1	钻越
4	220kV 线路	高台二线 π 石马 220kV 线路	1	钻越
5		220kV 台锐线	1	钻越
6		220kV 高桂线	1	钻越
7		220kV 翠高一线	1	钻越
8	110kV 线路	110kV 云溪线	1	封网跨越
9	10kV 线路		13	电缆过渡 12 处
10	水渠	向家坝灌渠（刘家场支渠）	1	无人机放线

(3) 铁塔形式

线路工程新建使用铁塔 32 基，其中直线塔 14 基、耐张塔 18 基。塔基永久占地面积 2475m²，占地类型耕地、林地和园地。根据项目区已建项目和国家电网有限公司关于塔基施工临时占地估算原则，双回塔塔基施工区临时占地按（根开+12m）² 永久占地（[根开+主柱宽度+（1m~2m）]²）估算；同时，本线路 22 基塔基采用机械化施工，机械化施工塔基施工区临时占地扩大 1.3 倍。

表 2-6 铁塔型号、数量及占地统计表

机械 化施 工	序号	类别	模块编号	数量（基）	根开（m）	塔基占地 (m ²)	塔基施工 临时占地 (m ²)
	1	双回直线塔	110-EB21S-Z1-18	1	3.9	42	274
	2		110-EB21S-Z2-15	1	3.615	39	266
	3		110-EB21S-Z2-18	2	4.065	89	555
	4		110-EB21S-Z2-24	2	4.965	114	600
	5		110-EB21S-Z2-27	1	5.415	64	311
	6		110-EB21S-Z3-36	1	7.312	98	357
	7		110-EB21S-ZK-48	1	8.755	129	392
	8	双回耐张塔	110-EB21S-J1-21	2	6.618	170	680
	9		110-EB21S-J1-24	1	7.338	99	357
	10		110-EB21S-J1-27	1	8.058	114	375
	11		110-EB21S-J2-15	1	5.48	65	313
	12		110-EB21S-J3-15	3	5.694	206	953
	13		110-EB21S-J4-27	1	9.114	137	401

	14		110-EB21S-DJ-18	1	6.774	88	344	
	15		110-EB21S-DJ-21	1	7.554	103	363	
	16		110-EB21S-DXJ-12	1	4.594	52	290	
	17		110-EB21S-DXJ-14	1	5.278	62	307	
	小计		22		1671	7138		
非机 械化 施工	18	双回直线塔	110-EB21S-Z2-18	1	4.065	44	214	
	19		110-EB21S-Z2-24	1	4.965	57	231	
	20		110-EB21S-Z2-27	1	5.415	64	239	
	21		110-EB21S-Z3-36	1	7.312	98	275	
	22		110-EB21S-ZK-42	1	7.855	109	285	
	23	双回耐张塔	110-EB21S-J1-30	1	8.778	129	303	
	24		110-EB21S-J2-15	1	1.13	14	158	
	25		110-EB21S-J2-21	1	6.92	91	267	
	26		110-EB21S-J2-30	1	9.08	136	308	
	27		110-EB21S-DXJ-15	1	5.278	62	237	
小计			10		804	2517		
合计			32		2475	9655		

(4) 基础型式

高石一大观π入石马 110kV 线路工程挖孔桩基础 26 基，掏挖基础 6 基。各种基础均按高低基础规划设计，配合铁塔长短腿，尽可能减少土石方的开挖量，防止水土流失，以利保护环境。

(5) 沿线林区情况

本工程沿线属于丘陵地形，沿线主要树种为灌木丛、松柏树等，同时也是主要的农业耕作区，其耕地面积亦相对较多，线路所经地带人口较密，其房前屋后的树木、竹林也多。线路在考虑树木自然生长高度后按高跨考虑，以保护生态环境。本工程路径内无一级公益林地、二级公益林地。

(6) 塔基挡墙护坡及排水沟

①浆砌石护坡

当基面挖方较多时，上山坡侧或高低腿之间坡面虽然按规定要求放坡，但因土质松散及岩石风化极严重，易剥落坍塌，影响塔位安全，此时需沿挖方坡面局部或全部砌护坡。护坡通常沿塔位周围自然山坡或基面挖方后的缓坡面用 MU30 块石砌筑，对塔基边坡起保护作用，主体设计浆砌石护坡 150m³。

③浆砌石排水沟

为防止上部山坡侧汇水面的雨水及其它地表水对基面的冲刷影响，除塔位位于山顶或丘脊外，其他塔位上坡侧（如果基面有降基挖方，距挖方坡顶水平距离≥4m 处），依山势设置环状排水沟，以拦截和排除周围山坡汇水面内的地表水。

大多数情况下只需开设 1 道排水沟, 当汇水面范围很大时, 需开设 2 道排水沟, 且沟的横断面尺寸应加大。根据《室外排水设计标准》(GB50014-2021), 塔基排水沟设计标准为 5 年一遇。

本工程线路塔基排水沟主要布设在山坡侧汇水面的雨水及其它地表水对基面有冲刷影响的塔基处。排水沟为梯形断面, 顶宽 0.5m, 底宽 0.4m, 深 0.5m, 衬砌厚度 0.2m, 主体设计浆砌石排水沟 150m。

表 2-7 高石-大观π入石马 110kV 线路工程主要技术特性表

工程名称	高石-大观π入石马 110kV 线路工程							
起讫点	π接点位于原线路 42#-43#之间 止于石马 220kV 变电站 110kV 侧 9E、10E 间隔							
电压等级	110kV							
线路长度	9.5km	回路数	双回	曲折系数	1.19			
杆塔用量	杆塔总数		转角比例/塔基数	平均档距	平均耐张段长度			
	32		56.3%/18 基	296.9	527			
沿线海拔	280~335m							
气象条件	高温 40℃, 低温-5℃; 覆冰 5m、风速 25m/s;							
地震烈度	VI 度	年平均雷电日	40					
沿线地形	丘陵 100%							
沿线地质	普通土 20%、松沙石 35%、岩石 45%							
杆塔型式	国家电网典型设计 110-EB21S 模块							
基础型式	掏挖基础、挖孔基础、灌注桩基础							
接地型式	水平风车式接地							
汽车平均运距	5km							
人力平均运距	0.2km							
房屋拆迁量	无							

2.1.3.5 云台-桂溪北线 T 接石马 110kV 线路工程

(1) 路径方案

本工程 T 接点选于云桂北线 N40, 挂于左侧横担, 原塔为一基 1D2-SJ1 的双回耐张塔, 本次在原云桂北线 N40#塔东侧约 30m 处新立一基单回终端塔进行 T 接, 线路 T 接后, 一直向东北方向走线, 经天官山、白坎坝、新房子至石马 220kV 变电站。线路路径长 2.0km, 曲折系数 1.14, 全线均在南溪区, 共架设铁塔 9 基, 其中直线塔 3 基、耐张塔 6 基, 线路沿线海拔 280m ~ 335m。

(2) 线路交叉跨越

封网跨越: 线路沿线遇高等级配电线路时, 为了避免导线对下方被跨越物造成损害, 采取悬索封网跨越。封网跨越不计算占地面积。

跨越架跨越: 跨越架搭设工艺简单, 安全可靠, 经济特性明显, 但受制于地

形条件，搭设高度不超过 20m，一般用于高速公路、国道省道等。经统计，线路工程不需设置跨越架。本线路主要架空线路交叉跨越详见表 2-9。

表 2-9 架空线路工程主要跨越物统计

序号	类别	交叉跨越物名称	次数/km	跨越方案
1	一般公路	乡道	4	交通管制后跨越
2	220kV 线路	220kV 高台一线	1	拆除后直接跨越
3	10kV 线路		5	电缆过渡 5 处

(3) 铁塔形式

线路工程新建使用铁塔 9 基，其中直线塔 3 基、耐张塔 6 基。塔基永久占地面积 785m²，占地类型耕地、林地和园地。根据项目区已建项目和国家电网有限公司关于塔基施工临时占地估算原则，单回路铁塔塔基施工区临时占地按(根开+10m)²永久占地([根开+主柱宽度+(1m~2m)]²)估算；同时，本线路 6 基塔基采用机械化施工，机械化施工塔基施工区临时占地扩大 1.3 倍。

表 2-10 铁塔型号、数量及占地统计表

	序号	类别	模块编号	数量(基)	根开(m)	塔基占地(m ²)	塔基施工临时占地(m ²)	
机械化施工	1	单回直线塔	110-EC21D-ZM1-24	2	5.5702	134	456	
	2		110-EC21D-ZM2-27	1	6.4327	82	244	
	3	单回耐张塔	110-EC21D-J1-21	1	6.6805	86	250	
	4		110-EC21D-J3-18	1	7.0503	93	257	
	5		110-EC21D-DJ-15	1	7.3618	99	263	
小计				6		494	1470	
非机械化施工	6	单回耐张塔	110-EC21D-J2-18	1	6.4539	82	189	
	7		110-EC21D-J4-18	1	7.8856	110	210	
	8		110-EC21D-DJ-15	1	7.3618	99	202	
小计				3		291	601	
合计				9		785	2071	

(4) 基础型式

云台—桂溪北线 T 接石马 110kV 线路工程挖孔桩基础 9 基。基础均按高低基础规划设计，配合铁塔长短腿，尽可能减少土石方的开挖量，防止水土流失，以利保护环境。

(5) 沿线林区情况

本工程沿线属于丘陵地形，沿线主要树种为灌木丛、松柏树等，同时也是主要的农业耕作区，其耕地面积亦相对较多，线路所经地带人口较密，其房前屋后的树木、竹林也多。线路在考虑树木自然生长高度后按高跨考虑，以保护生态环境。本工程路径内无一级公益林地、二级公益林地。

(6) 塔基挡墙护坡及排水沟

①浆砌石护坡

当基面挖方较多时,上山坡侧或高低腿之间坡面虽然按规定要求放坡,但因土质松散及岩石风化极严重,易剥落坍塌,影响塔位安全,此时需沿挖方坡面局部或全部砌护坡。护坡通常沿塔位周围自然山坡或基面挖方后的缓坡面用 MU30 块石砌筑,对塔基边坡起保护作用。主体设计浆砌石护坡工程量 50m³。

②浆砌石排水沟

为防止上部山坡侧汇水面的雨水及其它地表水对基面的冲刷影响,除塔位位于山顶或丘脊外,其他塔位上坡侧(如果基面有降基挖方,距挖方坡顶水平距离 $\geq 4m$ 处),依山势设置环状排水沟,以拦截和排除周围山坡汇水面内的地表水。大多数情况下只需开设 1 道排水沟,当汇水面范围很大时,需开设 2 道排水沟,且沟的横断面尺寸应加大。根据《室外排水设计标准》(GB50014-2021),塔基排水沟设计标准为 5 年一遇。

本工程线路塔基排水沟主要布设在山坡侧汇水面的雨水及其它地表水对基面有冲刷影响的塔基处。排水沟为梯形断面,顶宽 0.5m,底宽 0.4m,深 0.5m,衬砌厚度 0.2m。主体设计浆砌石排水沟 50m。

表 2-11 云台—桂溪北线 T 接石马 110kV 线路工程主要技术特性表

工程名称	云台—桂溪北线 T 接石马 110kV 线路工程							
起讫点	T 接点位于原线路 40# 止于石马 220kV 变电站 110kV 侧 1E 间隔							
电压等级	110kV							
线路长度	2.0km	回路数	单回	曲折系数	1.14			
杆塔用量	杆塔总数		转角比例/塔基数	平均档距	平均耐张段长度			
	9		66.7%/6 基	222	400			
沿线海拔	250 ~ 350m							
气象条件	高温 40℃, 低温-5℃; 覆冰 5m、风速 25m/s;							
污区划分	d 级污区							
地震烈度	VI 度	年平均雷电日	40					
沿线地形	丘陵 100%							
沿线地质	普通土 20%、松沙石 35%、岩石 45%							
杆塔型式	国家电网典型设计 110-EC21D 模块							
基础型式	桩基础、掏挖基础、板式基础							
接地型式	水平风车式接地							
汽车平均运距	5km							
人力平均运距	0.1km							
房屋拆迁量	无							

2.2 施工组织

2.2.1 施工总布置

2.2.1.1 施工临时设施区布置

①塔基施工临时占地

塔基施工临时占地: 为满足施工期间放置器材、材料、临时堆放开挖土石方、混凝土加工场及组塔施工场地等。本工程每处塔基都布设一处塔基施工场地, 共布置 61 处。根据项目区已建项目和国家电网有限公司关于塔基施工临时占地估算原则, 本项目双回路塔基施工区临时占地按 $(\text{根开}+12\text{m})^2$ -永久占地估算, 单回路塔基施工区临时占地按 $(\text{根开}+10\text{m})^2$ -永久占地估算; 同时, 对于采取全机械化施工的塔位, 塔基施工区临时占地扩大 1.3 倍。经估算, 本项目线路工程每处塔基施工临时占地 61 处, 总占地面积为 1.83hm^2 。

各线路塔基施工临时占地统计见表 2-12。

表 2-12 各线路塔基施工临时占地统计表

线路名称	指标	南溪区
南溪—裴石 π 入石马 110kV 线路工程	数量 (处)	20
	面积 (hm^2)	0.65
高石—大观 π 入石马 110kV 线路工程	数量 (处)	32
	面积 (hm^2)	0.97
云台—桂溪北线 T 接石马 110kV 线路工程	数量 (处)	9
	面积 (hm^2)	0.21
合计	数量 (处)	61
	面积 (hm^2)	1.83

②牵张场

为满足施工放线需要, 沿线设置牵张场, 牵张场应满足牵引机、张力机能直接运达到位, 地形应平坦, 能满足布置牵张设备、布置导线及施工操作等要求。

牵张场平面布置包括施工通道、机械布置区、导线集放区、锚线区、压接区、工具集放区、工棚布置区、休息区等, 各区域四周采用硬围栏封闭, 区域之间用红白三角旗隔开。

根据设计资料, 本项目沿线每隔 $3\text{km} \sim 4\text{km}$ 设置一处牵张场地, 共设牵张场 9 处, 每处占地面积 0.04hm^2 , 总占地面积 0.36hm^2 , 全部在南溪区境内。各线路牵张场布置统计见表 2-13。

表 2-13 各线路牵张场占地统计表

线路名称	指标	南溪区
南溪—裴石 π 入石马 110kV 线路工程	数量 (处)	3
	面积 (hm ²)	0.12
高石—大观 π 入石马 110kV 线路工程	数量 (处)	4
	面积 (hm ²)	0.16
云台—桂溪北线 T 接石马 110kV 线路工程	数量 (处)	2
	面积 (hm ²)	0.08
合计	数量 (处)	9
	面积 (hm ²)	0.36

③材料站

本工程设置材料站 3 处, 以满足线路的施工材料供应要求。建设单位拟在沿线租用交通方便的民房或仓库, 使用完后, 交还房主, 不新增水土流失, 不计入工程建设区内。

④跨越施工临时占地

当被跨越物不太高, 且下方地形较为平坦坚实时, 可以采用搭设钢管跨越架、木杆跨越架或竹杆跨越架的方式进行跨越, 俗称脚手架。每处占地面积约 400m², 本项目线路需设跨越架 2 处, 跨越施工临时占地共计 0.08hm², 全部在南溪区境内。各线路跨越施工场地布置统计见表 2-14。

表 2-14 各线路跨越施工临时占地统计表

线路名称	指标	南溪区
南溪—裴石 π 入石马 110kV 线路工程	数量 (处)	1
	面积 (hm ²)	0.04
高石—大观 π 入石马 110kV 线路工程	数量 (处)	1
	面积 (hm ²)	0.04
云台—桂溪北线 T 接石马 110kV 线路工程	数量 (处)	0
	面积 (hm ²)	0
合计	数量 (处)	2
	面积 (hm ²)	0.08

⑤塔基拆除施工临时占地

南溪～裴石 π 入石马 110kV 线路工程拆除原南裴线 003#、004#门型水泥杆, 拆除原南裴线 002-004 档导、地线, 拆除长度约 0.4km, 拆除水泥杆 2 基。

表 2-15 塔基拆除施工临时占地统计表

线路名称	指标	南溪区
南溪～裴石 π 入石马 110kV 线路工程	数量 (基)	2
	面积 (hm ²)	0.01

⑥生活区布置

线路工程施工呈点状分布，每点施工周期短，土石方施工基本由当地民工承担，专业施工人员少，生活区租用每处所到地（乡镇）现有民房即可解决，不新增水土流失，因此租用当地民房作为生活区的面积不计入本方案工程建设区内。

2.2.1.2 施工道路布置

①汽运道路

本工程线路主要位于耕地和园地内，地势平坦，交通方便。有 42 基塔基采用全机械化施工，机械化施工塔基均需汽运道路，位于道路旁的塔基利用已有村道，可直达施工区域，无需新建施工道路。根据设计资料，本项目新建施工汽运道路 4.525km，对于部分地势平缓的区域，施工时直接铺钢板通行，不涉及土石方挖填，钢板铺设宽度 3.0m（根据电力行业规定，110kV 电压等级钢板宽度为 3.0m）；部分存在坡度道路需土石方挖填平整，占地宽度 3.5m~8.0m（含道路放坡、表土堆放等占地面积）。本项目新建施工汽运道路均为等外级道路，主体设计未进行挡护、排水的相关设计，本方案将补充施工汽运道路的迹地恢复措施。新建施工汽运道路选线应做好规划，尽量不开挖路面；确需开挖的，开挖前预先剥离表土，再碾压形成土路基。新建施工汽运道路 4.525km，占地面积 1.84hm²，施工道路布置统计见表 2-16。

表 2-16 施工道路布置统计总表

线路名称	修路方式	新修施工汽运道路			钢板铺设面积 (m ²)
		长度 (m)	宽度 (m)	面积 (hm ²)	
南溪—裴石 π 入石马 110kV 线路工程	铺设钢板	1085	3.0	0.33	2800
	挖填方平整	425	3.5~8.0	0.21	
	小计	1510		0.54	2800
高石一大观 π 入石马 110kV 线路工程	铺设钢板	565	3.0	0.17	1500
	挖填方平整	1750	3.5~8.0	0.88	
	小计	2315		1.05	1500
云台—桂溪北线 T 接 石马 110kV 线路工程	铺设钢板	335	3.0	0.10	1000
	挖填方平整	365	3.5~8.0	0.15	
	小计	700		0.25	1000
合计		4525	0	1.84	5300

2.2.1.3 施工用水用电

线路施工时可取用沿线水塘、河流水，用电使用柴油机发电。施工期间针对施工人员的生活供水、供电，一般均在附近居民点租用房屋作为施工人员临时住宿所用，其所用水、电由原居民点供水、供电系统提供。

2.2.1.4 取土（石、砂）场

本输电线路单基塔施工中所使用的砂、石量不大，线路沿线有开采许可证的采砂、采石场较多，买卖和运输均很方便，水土保持防治责任由开采商承担。

2.2.1.5 弃土（石、渣）

本项目余土主要来自塔基基坑，本方案处理余土方式为就地平摊，不设置弃渣场。平均每基铁塔余土 $28m^3$ ，由此推算余土堆放高度为 32cm 左右，堆土体高度较小，不影响塔腿保护帽外露，土体压实后能够保持稳定。

2.2.2 施工工艺

线路工程施工主要有：施工准备、基础施工、组装铁塔、导地线安装及调整几个阶段。对水土保持影响较大的是施工准备、基础施工两个阶段。

(1)施工准备

施工准备阶段主要工作内容为：场地清理，施工临时道路布置、塔基开挖区表土剥离，设置施工场地等。

施工临时道路布设：根据实际地形条件拟定临时道路走向，对道路通道进行适当平整，钢板铺垫，按施工机械最小通行要求严格控制道路扰动范围。本项目位于丘陵地貌区，临时道路挖填区域为田埂区域，土石方量小。

表土剥离实施技术：在剥离表土前，对开挖区域及后期余土占压区域内的杂草、树木等有碍物进行彻底清除，然后采用机械及人工配合进行开挖，先把表层土按预定厚度剥离，单独堆放在塔基施工临时占地区一侧，采取防雨布进行覆盖，避免雨水和地表径流冲刷使土壤大量流失。

(2)基础施工

在确保安全和质量的前提下，尽量减小开挖的范围，避免不必要的开挖和过多的原状土破坏，利于环境保护。本项目主要采用灌注桩基础，灌注桩基础为水下灌注桩，是一种深型基础，用于地下水丰富、地质条件为淤泥、流砂等软弱地基的塔位。灌注桩基础混凝土耗量和钢材耗量较多，塔腿不涉及土石方开挖回填，施工技术要求较高。

①基础施工小平台及基坑开挖：塔基基础多采用旋挖机及分体式小型挖孔机进行施工，采用开挖运输多功能车等机械在塔腿基础区域平整出满足挖孔机最小施工条件即可的小平台，随后进行基坑开挖，凡能开挖成形的基坑，均采用以“坑

壁”代替基础模板方式开挖，尽可能减少开挖量。

②开挖排水沟，在主体中设计有开挖排水沟的塔基区，将排水沟开挖产生的余土堆放在塔基施工临时占地区，进行临时防护，减少水土流失。

③开挖接地槽，对位于附近人烟稀少的塔位，接地槽开挖可不形成封闭环形（允许断开一点），以避免垂直方向开挖接地槽而形成冲沟。

④绑扎钢筋、浇注塔腿基础混凝土，埋接地线材。

⑤基坑回填，余土处理。基坑开挖土临时堆放于塔基施工临时占地区，在回填之前应做好临时挡护措施，回填后在基坑上口堆筑约 0.3m 高的防陷土层，以使塔基不形成凹坑。防陷土层堆筑后的余土就地堆放在塔基范围内，用于塔基防护及塔基占地区域植被恢复。

⑥排水沟砌筑：塔基浇筑完成后，在主体中设计有开挖排水沟的塔基区，将临时排水沟砌筑成永久排水沟。

(3)组塔

当塔基基础混凝土强度达到设计值的 70%以上后，便可在塔位上组装铁塔组件成塔。本阶段在塔基区仅存在从加工厂运来的铁塔组件的堆放、组装，在搬运过程中对地面略有扰动，造成的水土流失轻微。

(4)放紧线和附件安装

架线施工的主要流程：施工准备（包括通道清理）- 放线（地线架设采用一牵一张力放线，导线架设采用一牵四或一牵二张力放线）- 紧线 - 附件及金具安装。

架线主要采取张力放线，首先将导线穿过铁塔挂线处，然后用牵张机以张力牵放的方法进行牵张。牵张场使用时间较短，应选择场地平整工作量小、费用低的地方，相对对水土流失的影响也较小。本项目铁塔架线采用高跨，可减少树木的砍伐。

(5)跨越施工

跨越施工工艺流程有：调查勘测→确定方案→提出申请→跨越架搭设→跨越施工→安全措施→拆除跨越架、场地恢复。

目前飞艇、动力伞和直升机放线技术在输电线路施工中得到了广泛应用，可免除或减少砍伐放线通道，有效保护沿线林木，从而减少水土流失。

根据路径区地形地貌，本项目 110kV、35kV 线路采取封网跨越，跨越高等

级公路时采用搭设全封闭式跨越架，跨越架中心应在新建线路中心线上，其架顶宽度应超出新建线路两边线各 $\geq 1.5m$ ，且应满足跨越架与电力线路的最小安全距离。施工完成后拆除支架，本施工工艺将对地表植被产生一定程度破坏，容易引发水土流失。

(6)浆砌石挡墙施工

浆砌石选用石材其强度等级不得低于 MU30。对易风化整体性差、裂纹多、软化系数低于 0.75 的岩石及未经凿面的大卵石不能采用；挡土墙每隔 10m ~ 15m 应设置伸缩缝；地基性状和挡土墙高度变化处应设置沉降缝。缝宽 20mm ~ 30mm，缝中应填塞沥青麻筋或其他有弹性的防水材料，填塞深度不应小于 150mm。挡土墙后面的填土，应优先选择透水性较强的填料。当采用粘性土作填料时，宜掺入适量的碎石。不得采用淤泥、耕植土、膨胀性粘土等软弱有害的岩土体作为填料。挡土墙的基础嵌入原状土内应大于 500mm。施工工艺流程为施工前准备——测量放线——坡面修整——基础开挖——砂砾垫层铺设——基础、坡面浆砌 - 勾缝。石料砌筑时应清洗干净，表面湿润，砂浆应捣实饱满。所有石料应分层砌筑，当分段施工时，相邻段砌筑高度不大于 1.2m。

(7)浆砌石排水沟施工

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

(8)余土摊平施工工艺

塔基开挖回填后，尚余一定量的余方，考虑到塔基余土具有点多、分散的特点，为合理利用水土资源，先将余土就近堆放在塔基施工场地，余土摊平时采取机械+人工夯实方式对塔基开挖产生的土石方在塔基周边分层碾压，塔基永久占地形成龟背，以使塔基不形成凹坑，周边形成排水坡度以利排水，以避免塔基区域形成积水。

2.3 工程占地

工程占地包括永久占地、临时占地。永久占地包括塔基占地；临时占地包括塔基施工临时占地、牵张场占地、跨越占地、拆除杆塔占地、施工汽运道路占地。

经统计，本工程总占地面积 4.64hm^2 ，其中，永久占地 0.52hm^2 ，临时占地 4.12hm^2 。占地类型为园地 0.59hm^2 ，耕地 3.59hm^2 ，林地 0.46hm^2 ，全部在宜宾市南溪区境内。

工程占地面积及占地类型详见表 2-17。

表 2-17 工程占地面积及类型统计表 单位: hm^2

项目组成		占地性质			占地类型			
		永久占地	临时占地	合计	园地	耕地	林地	
南溪— 裴石π入 石马 110kV 线 路工程	塔基占地	0.19		0.19		0.17	0.02	0.19
	塔基施工临时占地		0.65	0.65		0.58	0.07	0.65
	牵张场占地		0.12	0.12		0.12		0.12
	跨越施工临时占地		0.04	0.04		0.01		0.01
	拆除杆塔占地		0.01	0.01		0.04		0.04
	施工汽运道路占地		0.54	0.54		0.54		0.54
	小计	0.19	1.36	1.55		1.46	0.09	1.55
高石— 大观π入 石马 110kV 线 路工程	塔基占地	0.25		0.25	0.05	0.18	0.02	0.25
	塔基施工临时占地		0.97	0.97	0.18	0.70	0.09	0.97
	牵张场占地		0.16	0.16		0.16		0.16
	跨越施工临时占地		0.04	0.04		0.04		0.04
	施工汽运道路占地		1.05	1.05	0.17	0.69	0.19	1.05
	小计	0.25	2.22	2.47	0.40	1.77	0.30	2.47
	合计							
云台— 桂溪北 线 T 接石 马 110kV 线路工 程	塔基占地	0.08		0.08	0.01	0.07		0.08
	塔基施工临时占地		0.21	0.21	0.02	0.19		0.21
	牵张场占地		0.08	0.08		0.04	0.04	0.08
	施工汽运道路占地		0.25	0.25	0.16	0.06	0.03	0.25
	小计	0.08	0.54	0.62	0.19	0.36	0.07	0.62
合计		0.52	4.12	4.64	0.59	3.59	0.46	4.64

2.4 土石方平衡

2.4.1 表土平衡

(1) 可剥离表土量分析

施工前期应对项目区范围内的可剥离表土进行收集、保护，以最大限度保存原始土地生产力。本项目占地类型包括耕地、林地、园地，其中耕地、林地和园地存在表土剥离条件；根据项目区立地条件分析，耕地和园地表土剥离厚度

20cm~30cm, 林地表土剥离厚度 10cm~20cm。根据《生产建设项目水土保持技术标准》(GB50433-2018)规定“临时占地范围内扰动深度小于 20cm 的表土可不剥离, 宜采取铺垫等保护措施”; 本项目塔基施工临时占地、跨越施工临时占地、牵张场等施工临时占地均为占压扰动, 扰动深度小于 20cm, 因此本方案不对该部分面积内的表土进行剥离。结合现场及统计情况, 对项目区范围内的塔基永久占地区域和施工道路开挖回填区域进行表土剥离, 剥离后的表土就近集中堆放防护。经统计, 本项目可剥离面积共计 4.64hm², 可剥离表土 1.13 万 m³。

(2) 表土临时堆放

本工程剥离表土施工期结束后回覆, 临时堆存即可(不超过 1 年)。

本方案考虑按就近集中统一堆放原则, 各塔基剥离表土尽量堆放于塔基施工临时占地范围内, 施工汽运道路剥离表土堆放于施工道路一侧, 部分装进土袋进行挡护, 减少运输和新增扰动占地。

表土堆存期间, 因地制宜设置临时拦挡措施、临时覆盖措施等。

(3) 表土平衡分析

本工程区内拟剥离表土面积为 1.76hm², 表土剥离量为 0.41 万 m³, 表土回覆面积 1.76hm², 表土回覆量 0.41 万 m³, 本项目表土平衡。本工程区内拟保护表土面积为 2.88hm², 表土保护量为 0.72 万 m³。

表 2-19 表土资源及保护统计表

项目	可剥离土地类型	可剥离表土量			表土保护量(万 m ³)		
		表土厚度(cm)	可剥离面 积度(hm ²)	可剥离数 量(万 m ³)	剥离保 护量	隔 离保 护量	小计
南溪— 襄石π入 石马 110kV 线 路工程	塔基占地	耕地、林地	10~30	0.19	0.04	0.04	0.04
	塔基施工 临时占地	耕地、林地	10~30	0.65	0.21	0.21	0.21
	牵张场占 地	耕地	20~30	0.12	0.03	0.03	0.03
	跨越占地	耕地	20~30	0.04	0.01	0.01	0.01
	拆除杆塔 占地	耕地	20~30	0.01	0.003	0.003	0.003
	施工汽运 道路占地	耕地	20~30	0.54	0.10	0.05	0.10
	小 计			1.55	0.40	0.09	0.30
高石— 大观π入 石马 110kV 线	塔基占地	园地、耕地、 林地	10~30	0.25	0.06	0.06	0.06
	塔基施工 临时占地	园地、耕地、 林地	10~30	0.97	0.23	0.23	0.23

路工程	牵张场占地	耕地	20~30	0.16	0.04		0.04	0.04
	跨越占地	耕地	20~30	0.04	0.01		0.01	0.01
	施工汽运道路占地	园地、耕地、林地	10~30	1.05	0.24	0.20	0.04	0.24
	小 计			2.47	0.59	0.26	0.33	0.59
云台—桂溪北线 T 接石马 110kV 线路工程	塔基占地	园地、耕地	20~30	0.08	0.02	0.02		0.02
	塔基施工临时占地	园地、耕地	20~30	0.21	0.05		0.05	0.05
	牵张场占地	耕地、林地	10~30	0.08	0.02		0.02	0.02
	施工汽运道路占地	园地、耕地、林地	10~30	0.25	0.06	0.04	0.02	0.06
	小 计			0.62	0.15	0.06	0.09	0.15
合计				4.64	1.13	0.41	0.72	1.13

表 2-20 表土平衡分析表

项目	剥离区域	剥离地类	剥离面积 (hm ²)	剥离厚度 (cm)	表土剥离 (万m ³)	临时堆存方式	表土回覆 (万m ³)	覆土面积 (hm ²)	平均覆土厚度 (cm)	回覆区域	
南溪—裴石 π入石马 110kV 线路工 程	塔基占地	耕地、园地	0.17	20~30	0.04	集中堆放在塔基施工临时占地范围内并采取临时防护	0.04	0.17	25	塔基永久占 地区域	
		林地	0.02	10~20	0.003		0.003	0.02	15		
		小计	0.19		0.04		0.04	0.19			
	施工汽运道 路	耕地	0.21	20~30	0.05	堆放于施工道路一侧，部分装进土袋挡护	0.05	0.21	25	施工汽运道 路区域	
		小计	0.21		0.05		0.05	0.21			
	合计		0.40		0.09		0.09	0.4			
	塔基占地	耕地、园地	0.23	20~30	0.06	集中堆放在塔基施工临时占地范围内并采取临时防护	0.06	0.23	25	塔基永久占 地区域	
高石一大观 π入石马 110kV 线路工 程		林地	0.02	10~20	0.003		0.003	0.02	15		
		小计	0.25		0.06		0.06	0.25			
施工汽运道 路	耕地、园地	0.69	20~30	0.17	堆放于施工道路一侧，部分装进土袋挡护	0.17	0.69	25	施工汽运道 路区域		
	林地	0.19	10~20	0.03		0.03	0.19	15			
	小计	0.88	0	0.20		0.2	0.88				
合计		1.13	0	0.26		0.26	1.13				
塔基占地	耕地、园地	0.08	20~30	0.02	集中堆放在塔基施工临时占地范围内并采取临时防护	0.02	0.08	25	塔基永久占 地区域		
	云台—桂溪 北线 T 接石马 110kV 线路工 程		小计	0.08			0.02	0.02		0.08	
施工汽运道 路	耕地、园地	0.12	20~30	0.03	堆放于施工道路一侧，部分装进土袋挡护	0.03	0.12	25	施工汽运道 路区域		
	林地	0.03	10~20	0.005		0.005	0.03	15			
	小计	0.15	0	0.04		0.04	0.15				
合计		0.23	0	0.06		0.06	0.23				
		总计			1.76	0.00	0.41		0.41	1.76	

2.4.2 土石方平衡及调运规划

根据项目初步设计资料, 土石方工程主要有挖方、填方及余方。依据项目区地形地貌和自然环境特征, 结合考虑主体工程的挖填特点, 按照“开挖+调入+外借=回填+调出+余方”的原则, 对项目土石方工程量进行平衡分析。

经综合核算和土石方平衡分析, 本项目土石方开挖总量 1.19 万 m^3 (含表土 0.41 万 m^3 , 自然方, 下同), 回填总量 1.02 万 m^3 (含表土 0.41 万 m^3), 无借方, 余方 0.17 万 m^3 , 折合松方 0.22 万 m^3 , 在各塔基永久占地范围内摊平处理, 平铺高度为 33cm。余方在各塔基永久占地范围内摊平处理后并采取相应的水保措施进行防治, 堆土体高度较小, 不影响塔腿保护帽外露, 土体压实后能够保持稳定。

表 2-21 土石方平衡分析表

项目		挖方			填方			调入		调出		借方		余方	
		其中表土剥离	一般土石方	总量	其中表土回覆	一般土石方	总量	数量	来源	数量	去向	数量	来源	数量	去向
南溪一裴石π入石马 110kV 线路工程	基础		1124	1124		818	818							306	塔基 征地 范围 内平 摊处
	接地		960	960		960	960								
	尖峰、施工基面	430	120	550	430		430							120	
	挡墙排水		175	175										175	
	施工道路	500	230	730	500	230	730								
	小计	930	2609	3539	930	2008	2938							601	
高石一大观π入石马 110kV 线路工程	基础		1586	1586		1122	1122							464	塔基 征地 范围 内平 摊处
	接地		1499	1499		1499	1499								
	尖峰、施工基面	630	180	810	630		630							180	
	挡墙排水		184	184										184	
	施工道路	2000	460	2460	2000	460	2460								
	小计	2630	3909	6539	2630	3081	5711							828	
云台一桂溪北线 T 接石马 110kV 线路工程	基础		473	473		352	352							121	塔基 征地 范围 内平 摊处
	接地		461	461		461	461								
	尖峰、施工基面	200	70	270	200		200							70	
	挡墙排水		68	68										68	
	施工道路	350	175	525	350	175	525								
	小计	550	1247	1797	550	988	1538							259	
小计		4110	7765	11875	4110	6077	10187							1688	

2.5 拆迁（移民）安置与专项设施改（迁）建

线路工程不涉及房屋拆迁。

项目涉及改迁 10kV、220V、380V 线路、三级通讯线路等专项设施，专项设施由建设单位一次性补偿后，由专项设施业主负责改（迁）建，不纳入本项目防治责任范围。

2.6 施工进度

本项目计划于 2026 年 6 月开工，2027 年 6 月完工，建设总工期 13 个月。
工程建设进度统计见表 2-22。

表 2-22 施工进度统计表

项目	时间	2025 年		2026 年	
		6~9 月	10~12 月	1~3 月	
线路工程	准备工作	—			
	工地运输	—			
	基础工程	—	—		
	杆塔工程			—	
	架线工程			—	—
	附件工程				—

2.7 自然概况

2.7.1 地形地貌

本线路地处宜宾市南溪区，地貌形态主要表现为丘陵和山地。地貌以荒地、经济林和农田为主，地表植被较好。线路所经地段地形起伏较大，地形较开阔，沿线海拔高程 250~380m，相对高差最大约 10~50m。地形划分为：丘陵 100%。

2.7.2 地质

2.7.2.1 地质构造

线路区在地质构造体系上位于四川台坳川东陷褶束之赤水凹褶束，附近断裂为北东向的华蓥山断裂带和北西向的柏树溪断裂，距华蓥山断裂带较近，根据《建筑抗震设计规范》（GB50011-2001）4.1.7 - 当抗震设防烈度小于 8 度时，可忽略发震断裂错动对地面建筑的影响，线路区抗震设防烈度为 VI 度，故区域构造对线路不构成影响。

工程区场地地处上扬子古陆块（I1）西部四川前陆盆地（I1-4）南部叙永~

筠连叠加褶皱带 (I1-4-6) 属四级构造单元。褶皱带西以小江断裂与康滇前陆逆冲带 (I1-3) 为界, 北东以峨眉~宜宾断裂、七耀山断裂与威远隆起及华蓥山滑脱褶皱带 (I1-4-5) 为邻。

隐伏未露的峨眉~宜宾断裂和七耀山断裂均为基底断裂, 他们既是叙永~筠连叠加褶皱带的北界, 又是四川菱形构造盆地的西南边界断裂, 前者为走向北西, 长约 220km; 后者为走向北东, 长约 250km。断裂性质为压扭性, 其强烈活动时代为古生代 (Pz) 及新生代 (Kz)。断裂对该区的沉积、构造有明显的控制作用。峨眉~宜宾断裂的北东侧为威远隆起, 主要由上三叠统和侏罗系组成的宽缓背、向斜; 七耀山断裂北西侧则是华蓥山滑脱褶皱带南部“帚状褶皱”倾没消失区, 地表多为侏罗系、白垩系地层。

工程区位于叙永~筠连叠加褶皱带中段北部, 区域构造主要是受南北向水平挤压应力作用形成的纵弯褶皱。褶皱发育, 规模较大, 其中背斜轴部出露最老地层多为寒武系, 向斜轴部出露最新一般为侏罗系中下统地层。褶皱带内区域性大断层不发育, 而由褶皱控制的次级断层则较发育。

本工程场区未有活动性断裂, 断裂构造不甚发育, 区域稳定性好。

2.7.2.2 地震

根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015), 项目区内地震动峰值加速度为 0.1g, 特征周期为 0.40s, 对应的地震基本烈度为Ⅶ度。

2.7.2.3 地下水

据水文地质资料和本次勘察显示, 沿线地下水主要为第四系粘性土层中的上层滞水和基岩裂隙水。

上层滞水主要受大气降水及地表水垂直渗透补给, 向地势低洼的沟谷排泄, 沿线上层滞水一般埋深较浅, 无统一地下水位, 埋深一般在 1.0~2.50m, 水量较小, 对杆塔基础及基坑开挖影响较小。

基岩裂隙水主要为风化带裂隙水, 赋存于基岩组成的地层中, 接受大气降水及少量地表水渗入补给, 由高向低运动, 径流受地形地貌和裂隙发育程度的限制, 径流条件较好, 埋藏深度较深, 一般大于 10m, 对杆塔基础及基坑开挖影响较小。

2.7.2.4 不良地质工程情况

根据野外调查及南溪区自然资源和规划局收资, 拟建线路走廊内无不良地质作用的类型。

2.7.3 气象

本工程属中亚热带四川盆地湿润气候区，季风气候明显，四季分明，春季气温回暖早，但不稳定，寒潮活动较频繁；夏热伏旱多，降雨集中，雨热同季，局部有洪涝；秋季降温快，晚秋多阴雨；冬季较温暖，多雾寡照，湿度大。

根据宜宾市南溪区气象站资料：多年平均气温 18.1°C ，极端最高气温 41.8°C ；极端最低气温 -1.5°C ，多年平均降雨量 995.1mm ，多年平均相对湿度 82% 。多年平均风速 1.1m/s ，最多风向 N。多年平均蒸发量 1045.0mm ，多年平均日照时数 850.9h ，多年平均无霜期 348d ， $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温 5918°C 。

表 2-23 项目区气象特征值统计表

项目	气候特征数据	
	南溪区	
气温	多年平均 $^{\circ}\text{C}$	18.1
	极端最高 $^{\circ}\text{C}$	41.8
	极端最低 $^{\circ}\text{C}$	-1.5
多年平均降水量 (mm)	995.1	
多年平均蒸发量 (mm)	1045	
年平均相对湿度 (%)	82	
年平均风速 (m/s)	1.1	
平均日照数 (h)	850.9	
$\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温 ($^{\circ}\text{C}$)	5918	
无霜期 (天)	348	

2.7.4 水文

本工程沿线地表水系主要为长江水系，沿线无可通航流跨越，本线路跨越鱼塘时塔位均设置在较高处，具有一定的距离，不存在被洪水的淹没和冲刷的现象。

2.7.5 土壤

项目区土壤表土层厚度一般约 $10\sim 30\text{cm}$ ，土壤结构好，有机质和矿质养分含量丰富，具有较高的肥力水平和适种作物范围广的特点，易于耕作，是粮油作物生产的主要紫色土，在农业生产中占有重要地位。本工程可剥离表土面积 4.64hm^2 ，可剥离表土量 1.13 万 m^3 。

2.7.6 植被

项目区属于植被属亚热带常绿阔叶林区，沿线本工程海拔在 $250\text{m}\sim 380\text{m}$ 之间，分布的植被类型主要为常绿阔叶林，天然林已基本上被人工林所取代，植被主要由人工或次生马尾松林、柏木林构成。工程区适生树草种为胡枝子、马桑、

白三叶、狗牙根、高山嵩草等，林草覆盖率 37.56%。

表 2-24 工程区适生树、草种特性表

种名	科属	主要生物学特性	主要适生地区	适宜立地条件
桤木	桦木科赤杨属	喜光，喜温暖气候，适生于年平均气温 15~18℃，降水量 900~1400mm 的丘陵及平原。	产于我国四川中部海拔 3000m 以下，贵州北部、甘肃南部、陕西西南部，安徽、湖南、湖北、江西、广东、江苏等地有栽培。	对土壤适应性强，喜水湿，多生于河滩低湿地。根系发达有根瘤，固氮能力强，速生。
马桑	马桑科马桑属	叶灌木，高 4~6m，树皮红褐色，叶椭圆形，花小，果实熟时呈红色或紫黑色，扁圆形，外形似桑椹	西南、华中及西北部分地区海拔 2000m 以下的丘陵山地	喜光，稍耐寒，耐旱，耐瘠薄，稍耐盐碱，喜生于石灰性土壤，速生，根系发达，萌蘖能力强
小叶女贞	木犀科女贞属	落叶或半常绿灌木，高 1~3m。小枝淡棕色，圆柱形。叶片薄革质，形状和大小变异较大，圆锥花序顶生，近圆柱形，长 4~15cm，宽 2~4cm。	小叶女贞产于中国中部、东部和西南部。陕西、山东、江苏、安徽、浙江、江西、河南、湖北、四川、贵州西北部、云南、西藏察隅。	喜光照，稍耐荫，较耐寒，华北地区可露地栽培；对 CO ₂ 、氯等毒气有较好的抗性。生沟边、路旁或河边灌丛中，或山坡，海拔 100~2500m。
大叶黄杨	卫矛科卫矛属	常绿灌木或小乔木，高达 5 米；小枝近四棱形。叶片革质，倒卵形或狭椭圆形，长 3~6cm，宽 2~3cm；花期 6~7 月，果熟期 9~10 月。	大叶黄杨为温带及亚热带树种，产我国中部及北部各省，栽培甚普遍，日本亦有分布。	喜光，亦较耐荫。喜温暖湿润气候亦较耐寒。要求肥沃疏松的土壤，极耐修剪整形。
白三叶	豆目科三叶草属	耐热、耐旱、耐寒、耐荫、耐贫瘠、侵占性强，绿期长	在西南丘陵、盆地分布较广	喜温暖、向阳的环境和排水良好的粉砂壤土或粘壤土。适应性广。
紫穗槐	豆科落叶灌木	枝褐色、被柔毛，后变无毛，叶互生，基部有线形托叶，穗状花序密被短柔毛，花有短梗；花萼被疏毛或几无毛；旗瓣心形，紫色。荚果下垂，微弯曲，顶端具小尖，棕褐色，表面有凸起的疣状腺点。花、果期 5-10 月	原产美国东北部和东南部，中国东北、华北、西北及山东、安徽、江苏、河南、湖北、广西、四川等省区均有栽培	紫穗槐系多年生优良绿肥，蜜源植物，耐瘠，耐水湿和轻度盐碱土，又能固氮。叶量大且营养丰富，含大量粗蛋白、维生素等，是营养丰富的饲料植物
狗牙根	禾本科、狗牙根属低矮草本植物	秆细而坚韧，下部匍匐地面蔓延甚长，节上常生不定根，高可达 30 厘米，秆壁厚，光滑无毛，有时略两侧压扁。叶鞘微具脊，叶舌仅为一轮纤毛；叶片线形，通常两面无毛。穗状花序，小穗灰绿色或带紫色，小花；花药淡紫色；柱头紫红色。颖果长圆柱形。5-10 月开花结果。	广布于中国黄河以南各省，全世界温暖地区均有。北京附近已有栽培；多生长于村庄附近、道旁河岸、荒地山坡。其根茎蔓延力很强，广铺地面，为良好的固堤保土植物	狗牙根是适于世界各温暖潮湿和温暖半干旱地区长寿的多年生草，极耐热和抗旱，但不抗寒也不耐荫
紫花苜蓿	蔷薇目、豆科、苜蓿属多年生草本	根粗壮，深入土层，根颈发达。茎直立、丛生以至平卧，四棱形，无毛或微被柔毛，枝叶茂盛。种子卵形，长 1~2.5mm，平滑，黄色或棕色。花期 5-7 月，果期 6-8 月	原产于小亚细亚、伊朗、外高加索一带。世界各地都有栽培或呈半野生状态。生于田边、路旁、旷野、草原、河岸及沟谷等地	苜蓿适宜在具有明显大陆性气候的地区发展，这些地区的特点是春季迟临，夏季短促，土壤 PH 近中性

2.7.7 与水土保持敏感区关系

根据《全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分

成果》(办水保〔2013〕188号)、《四川省省级水土流失重点预防区和重点治理区划分成果》(川水函〔2017〕482号)、《宜宾市水土保持规划(2015—2030年)》，工程涉及的南溪区属于沱江下游省级水土流失重点治理区。

项目选址选线不涉及河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带；不涉及饮用水水源保护区、水功能一级区的保护区和保留区、自然保护区、世界文化和自然遗产地、风景名胜区、地质公园、森林公园以及重要湿地等。

3 项目水土保持评价

3.1 主体工程选址（线）水土保持评价

根据《全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果》（办水保〔2013〕188号）、《四川省省级水土流失重点预防区和重点治理区划分成果》（川水函〔2017〕482号）、《宜宾市水土保持规划（2015—2030年）》，工程涉及的南溪区属于沱江下游省级水土流失重点治理区。项目建设无法避让，水土流失防治采取西南紫色土区一级防治标准，并提高排水设施措施的防护标准等级一级，林草覆盖率提高2%。依据《中华人民共和国水土保持法》《中华人民共和国长江保护法》以及《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）的规定和要求，对工程选线进行了分析与评价并提出相应要求，具体详见表3-1～表3-3。

表 3-1 与《中华人民共和国水土保持法》的符合性分析

序号	约束性条件	相符性分析	分析结果
1	第十七条：地方各级人民政府应当加强对取土、挖沙、采石等活动的管理，预防和减轻水土流失。 禁止在崩塌、滑坡危险区和泥石流易发区从事取土、挖沙、采石等可能造成水土流失的活动。崩塌、滑坡危险区和泥石流易发区的范围，由县级以上地方人民政府划定并公告。崩塌、滑坡危险区和泥石流易发区的划定，应当与地质灾害防治规划确定的地质灾害易发区、重点防治区相衔接。	1.本项目不设取土场、取沙场和石料场，在周边合法的商品料场采购，“取土、挖沙、采石等”活动造成的水土流失由料场业主负责治理。 2.本项目区不属于崩塌、滑坡及泥石流等地质灾害易发区。	符合
2	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。	本项目所在区域不属于水土流失严重、生态脆弱的地区	符合
3	第二十四条：生产建设项目选址、选线应当避让水土流失重点预防区和重点治理区；无法避让的，应当提高防治标准，优化施工工艺，减少地表扰动和植被损坏范围，有效控制可能造成的水土流失。	本工程选址选线无法避让水土流失重点治理区。项目采取的优化建设方案、施工工艺等措施如下： 1.塔基采取了不等的高低腿基础，减少了扰动面积及挖填土石方量。 2.经过林区的线路的杆塔进行了加高设计，减少了对林区植被的影响。 3.有条件的地段采取无人机放线，减少了架线施工的扰动破坏。 4.塔基施工场地、牵张场、施工道路等场地，尽量不做场地平整，施工组织尽可能的减少了地表扰动和植被破坏。 5.本方案执行水土流失防治标准执行西南紫色土区一级标准，截排水工程级别提高一级，林草覆盖率提高 2 个百分点，提高了项目的防治标准。	存在约束性因素，主体工程及本方案优化施工工艺，提高防治标准后符合。
4	第二十八条 依法应当编制水土保持方案的生产建设项目，其生产建设活动中排弃的沙、石、土、矸石、尾矿、废渣等应当综合利用；不能综合利用，确需废弃的，应当堆放在水土保持方案确定的专门存放地，并采取措施保证不产生新的危害。	本项目余方在塔基永久占地范围内平铺处理，并采取水土保持措施进行防护。	符合
5	第三十八条：对生产建设活动所占用土地的地表土应当进行分层剥离、保存和利用，做到土石方挖填平衡，减少地表扰动范围；对废弃的沙、石、土、矸石、尾矿、废渣等存放地，应当采取拦挡、坡面防护、防洪排导等措施。生产建设活动结束后应当及时在取土场、开挖面和存放地的裸露土地上种树植草、恢复植被。	1.本方案将提出表土剥离存放利用、土石方平衡及植被恢复等方面的要求。 2.本方案对临时堆土补充完善了临时拦挡、压盖等水土流失防治措施。	符合

表 3-2 与《生产建设项目水土保持技术标准》的符合性分析

项目	约束性规定	本项目执行情况	符合性分析
工程选址 (线)	1 应避让水土流失重点预防区和重点治理区。	无法避让水土流失重点治理区及重点预防区	选址(线)无法避让水土流失重点治理区, 主体设计已优化设计方案, 无永久弃渣产生; 铁塔采取高低腿设计和不等高基础组合、采取掏挖基础施工工艺, 减少了基础土石方挖填量, 缩短了施工工期; 水土流失防治采取西南紫色土区一级防治标准, 并提高排水工程防护标准等级一级, 林草覆盖率提高2%
	2 应避让河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带。	已避让河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带	符合要求
	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。	不占用规定区域	符合要求
西南紫色土区特殊规定	1 弃土(石、渣)场应注重防洪排水、拦挡措施	本项目不设置弃渣场	符合要求
	江河上游水源涵养区应采取水源涵养措施	本项目所在区域不属于江河上游水源涵养区	符合要求

表 3-3 与《中华人民共和国长江保护法》的符合性分析

序号	约束性条件	相符合分析	分析结果
1	第二十五条: 国务院水行政主管部门加强长江流域河道、湖泊保护工作。长江流域县级以上地方人民政府负责划定河道、湖泊管理范围, 并向社会公告, 实行严格的河湖保护, 禁止非法侵占河湖水域。	本项目不占用河道、湖泊管理范围	符合
2	第六十一条: 禁止在长江流域水土流失严重、生态脆弱的区域开展可能造成水土流失的生产建设活动。确因国家发展战略和国计民生需要建设的, 应当经科学论证, 并依法办理审批手续。	本项目所在区域不属于水土流失严重、生态脆弱的地区	符合

通过以上分析，本项目建设选址（线）不在国家规定的严格限制区内。项目选址（线）除无法避让四川省水土流失重点治理区；不涉及全国水土保持监测网络中的水土保持监测站点、重点试验区及国家确定的水土保持长期定位观测站；项目区不属于水土流失严重、生态脆弱的地区，不占用河道、湖泊管理范围。拟建线路沿线地形主要为台地、平原，局部地段为丘陵，不良地质作用不发育。工程位于四川省水土流失重点治理区，主体设计已优化设计和施工工艺，拟通过提高防治标准、严格控制扰动地表和植被损坏范围、减少工程占地、加强施工管理等措施，能有效控制项目建设可能造成的水土流失，其水土保持不利影响可接受。

3.2 建设方案与布局水土保持评价

3.2.1 建设方案评价

本项目线路所经地段地貌为丘陵，主体设计中路径避开了不良地质区域，根据地形地貌特点区铁塔采用高低腿设计和不等高基础组合，减少了平台基面开挖量，施工场地充分利用塔基永久占地和周围临时占地，主体设计方案和布局合理，有利于水土保持。

南溪～裴石π入石马 110kV 线路工程，高石～大观π入石马 110kV 线路工程，云台～桂溪北线 T 入石马 110kV 线路工程

主体设计通过优化，其中南溪～裴石π入石马 110kV 线路工和云台～桂溪北线 T 入石马 110kV 线路工程由于路径较短，对局部房屋集中区进行路径微调，路径较唯一，没有变化；高石～大观π入石马 110kV 线路工程初设阶段线路长度减少 0.5km，塔基数量减少 1 基，占地面积及土石方挖填量相应也减少了，从水土保持角度分析初步设计优化后更利于水土保持。

根据本工程沿线范围内林业主管部门收资了解，本工程沿线主要以耕地、林地和园地为主，部分区段有林区，已采取尽量避让方式，无法避让时主体采取提高呼称高，增加架空线路对地高度的“高跨”措施，同时采取加大塔基档距的“长档”措施和缩减塔基根开的“小根开”塔型，减少线路占用林地面积，减少植被破坏，主体设计在林区采用“高跨”“长档”“小根开”的设计合理。

线路工程立塔后的牵张放线采用成熟先进的施工工艺和方法，包括张力放线、飞艇放线等，大大减少地表扰动，施工方案合理可行。

本线路工程施工时可利用周边既有道路，既有道路无法满足施工材料运输要

求时新建汽运道路，减少了新修道路造成地表扰动，施工交通布局合理。

工程无法避让四川省水土流失重点治理区，提高植物措施标准，林草覆盖率应提高2个百分点。

综上所述，本工程建设方案布局合理。

表 3-4 “GB50433-2018”关于工程建设方案与布局的分析评价

国标“GB50433-2018”约束规定	相符合分析	分析结果
(1)山丘区输电工程塔基应采用不等高基础，经过林区的应采用加高杆塔跨越方式	根据主体设计资料，本工程为减少基面土石方开挖量和破坏山区植被，塔型规划根据地形均采用全方位高低腿塔，配置高低基础，减少基面、基础土石方量。在路径选择时，尽量避开林区，对线路走廊范围内不能避开的林区，采用加高塔身的方法进行高跨	符合
(2)对无法避让水土流失重点预防区和重点治理区的生产建设项目建设方案应符合下列规定： ①应优化方案，减少工程占地和土石方量 ②截排水工程、拦挡工程的工程等级和防洪标准应提高一级 ③宜布设雨洪集蓄、沉沙设施 ④提高植物措施标准，林草覆盖率应提高1个~2个百分点	本工程选线无法避让水土流失重点治理区。项目采取的优化建设方案、施工工艺等措施如下： ①铁塔采取高低腿设计和不等高基础组合、基础采用掏挖和挖孔基础，减少了基础土石方挖填量。 ②根据主体设计资料，本工程主要考虑在原始坡度较大的塔位设置挡墙，对塔位处汇水面积较大的塔基区设置截排水沟，以防止上坡侧雨水冲刷基面，根据“GB50433-2018”技术要求，塔基排水沟级别由3级提高至2级，设计标准由3年一遇提高至5年一遇1/6h降水量设计；本方案采取的拦挡工程主要为塔基区临时土袋拦挡，对临时堆土采取彩条布铺垫、防雨布苫盖以及生态袋拦挡，对施工期的临时堆土密闭防护，严控水土流失 ③输电线路工程塔基分散且占地较小，不需布设 ④林草覆盖率提高2个百分点	符合

3.2.2 工程占地评价

本项目总占地面积4.64hm²，其中永久占地0.52hm²，临时占地4.12hm²。其中永久占地占总用地的11.21%，主要是塔基占地；临时占地在施工结束后一般可恢复为土地原有用途。

(1)经分析，主体计列的占地仅包含塔基用地，本方案补充了塔基施工临时占地、拆除杆塔临时占地、牵张场施工临时占地、跨越施工临时占地、施工汽运道路占地。

(2)永久占地分析：根据《电力工程项目建设用地指标》（建标〔2010〕78号）的规定，本项目110kV线路塔基永久占地约0.0304hm²/km，与工程区内同类工程基本相当，土地占用面积在用地指标控制范围内。

(3)临时占地分析：临时占地4.12hm²，以塔基施工临时占地和线路工程其他施工临时占地为主。考虑塔基施工需要，110kV塔基施工临时占地为塔基根开外

扩 10~15m 左右才可满足施工需要，因此临时占地符合项目施工实际，并尽量控制了占地扰动范围。

线路工程占用的土地类型主要为耕地、林地和园地等，根据送电线路工程的特点，工程永久占地为塔基占地，施工结束后，除塔基立柱硬化外，塔基占用面积都恢复植被；施工期间塔基施工临时占地、牵张场、施工道路、跨越施工临时占地、拆除塔基占地等施工临时占地是为满足工程建设而设置的，该部分面积大于永久占地面积，施工结束后需对临时占地进行迹地恢复。

综上，从水土保持角度出发，工程占地类型主要是耕地、林地，耕地在使用结束后恢复耕地，林地在施工结束后采取一定的绿化措施，基本可以满足用地要求；严格控制用地范围，对周边产生的影响较小，符合水土保持少占地的原则，临时占地亦满足施工要求。

3.2.3 土石方平衡分析评价

本项目土石方开挖总量 1.19 万 m^3 （含表土 0.41 万 m^3 ，自然方，下同），回填总量 1.02 万 m^3 （含表土 0.41 万 m^3 ），无借方，余方 0.17 万 m^3 ，折合松方 0.22 万 m^3 ，余方在各塔基永久占地范围内摊平处理，平铺高度为 32cm。余方在各塔基永久占地范围内摊平处理后并采取相应的水保措施进行防治，堆土体高度较小，不影响塔腿保护帽外露，土体压实后能够保持稳定。

3.2.3.1 表土平衡分析

(1) 可剥离表土量分析

本项目主要占地类型为耕地、林地和园地，根据现场踏勘情况，项目区可剥离的表土厚度约为 10cm~30cm。考虑到项目所处区域及项目建设特点，方案中根据项目区不同土地类型的立地条件进行剥离，根据工程建设对地表的扰动程度、可剥离区域以及剥离厚度，分析项目区的表土剥离量。

塔基永久占地及施工道路挖填处等有土建活动，对地表的损坏严重，综合考虑原占地类型、土壤条件及施工可操作性，以及尽量减少新的扰动和破坏等因素，对该区域可根据土地类型剥离相应厚度的表土。其余临时用地区域都是临时占压且基本无土石方的开挖、回填，扰动时间较短，因此在采取一定的临时保护措施前提下，尽量减少对原地表的扰动破坏，本着预防保护的原则，不剥离表土，采取铺垫措施就地保护表土，面积为 2.88hm²。根据工程施工扰动区域、土地利用

类型、立地条件分析，本工程区内可剥离表土区域的面积为 4.64hm^2 ，可剥离表土量为 1.13 万 m^3 。

(2)需土量分析

结合主体资料分析及相似工程经验，主要对塔基永久占地剥离表土区域和施工汽运道路剥离表土区域回覆表土。在施工结束后，按恢复使用用途的不同，回覆相应厚度表土，进行迹地恢复。本项目需表土回铺面积为 1.40hm^2 ，回铺表土量为 0.41 万 m^3 。

(3)表土平衡分析

本工程区内剥离表土量为 0.41 万 m^3 ，全部用于本工程区后期回覆利用，所有表土资源均得到保护和利用，符合水土保持要求。

(4)表土堆放位置分析评价

本工程剥离的表土在施工期结束后回覆，需进行临时堆存。本方案考虑按就近堆放原则，塔基剥离的表土堆放在塔基施工临时占地内，施工汽运道路剥离的表土堆放在道路一侧。表土堆存期间，设置临时拦挡、覆盖、绿化等措施。

从水土保持角度分析，表土临时堆存于施工临时占地范围内，可减少土地的征用和扰动，进而减少因临时堆土造成的水土流失，表土临时堆存期间，方案设计了临时拦挡、覆盖、绿化等措施，可有效防治临时堆土造成的水土流失，满足水土保持要求。

3.2.3.2 土石方平衡分析

经统计，本项目土石方开挖总量 1.19 万 m^3 ，回填总量 1.02 万 m^3 ，无借方，余方 0.17 万 m^3 ，折合松方 0.22 万 m^3 。余方规划在各塔基永久占地范围内摊平处理。

(1)临时堆土分析

基础开挖将形成临时堆土，规划堆放于基础周边，方案新增措施进行防护。塔基基础施工前剥离的表土将形成堆土，规划堆放于塔基施工临时占地内进行防护。综上，本项目施工产生的临时堆土主要有表土和一般土石方；表土临时堆放量 0.41 万 m^3 ，0.13 万 m^3 堆放在塔基施工临时占地内，0.28 万 m^3 堆放在施工道路一侧；土石方临时堆放量约 0.17 万 m^3 ，堆放在各塔基施工占地内。本方案对施工产生的临时堆土均补充了水土保持措施进行防护，满足水土保持要求。

(2)余方处置分析

工程建设产生余方 0.17 万 m^3 (折合松方 0.22 万 m^3)，均来自线路工程。在 61 基塔基永久占地范围内摊平处理，平均每基塔 0.0027 万 m^3 ，余土平铺面积 0.52 hm^2 ，平铺高度为 32cm。

主体设计塔基立柱露高为 1.3m~1.5m，本项目余土平摊高度不超过 35cm，余土在塔基永久占地摊平处理不会影响塔基运行。同时，工程建设产生的余方在各塔基永久占地范围内摊平处理，减少了新增临时占地，满足水土保持要求。

(3)土石方资源化、减量化分析

部分塔基施工道路采取钢板铺垫通行，减少了因施工道路修筑产生大量的土石方。

从水土保持角度分析，工程通过优化路径方案减少了塔基数量，采用长短腿铁塔与高低基础配置减少了基面开挖，采用挖孔基础和掏挖基础，使工程减少了弃方；项目建设产生的余方 0.17 万 m^3 在塔基永久占地内平铺处理，并采取了拦挡、绿化等措施，满足水土保持要求。综上，工程土石平衡不存在缺项、漏项，调配合理，从源头上达到了土石方减量化、资源化设计，降低工程投资和新增水土流失量，满足水土保持要求。

3.2.4 取土（石、砂）场设置评价

工程区不需单独设置取土（石、料）场，本项目所用砂、石考虑就近采购。其水土流失防治责任相应由砂、石料场自行负责，避免了工程单独开挖采石、采砂造成的水土流失。

3.2.5 弃土场设置评价

本项目建设产生的余土在塔基永久占地范围内平铺处理，不设置弃渣场。

3.2.6 施工方法与工艺评价

3.2.6.1 施工方法与工艺水土保持分析评价

本工程施工过程中采用成熟的施工方法与工艺，加强施工组织管理。施工过程中采用机械施工与人工施工相结合的方法，统筹、合理、科学安排施工工序，避免重复施工和土方乱流，施工组织大纲中增加水土保持要求，施工单位严格按照施工组织大纲施工。工程施工方法（工艺）分析评价见表 3-5。

表 3-5 本工程施工方法（工艺）水土保持分析与评价

序号	评价内容	项目情况			水土保持分析与评价结论
1	施工方法是否符合减少水土流失的要求	线路工程	基础施工	基坑采取机械开挖。浇筑混凝土基础时在挖好的基坑放置钢筋笼、支好钢模板，进行混凝土浇筑。基础拆除模板，测试砼强度达到设计强度后进行土方回填	符合要求，需增加施工过程中塔基剥离表土与基础土方的分层堆放措施，开挖土方及表土的临时拦挡、苫盖、减少因雨水冲刷和大风造成的水土流失
			组塔	工程铁塔安装施工采用分解组塔的施工方法。在施工过程中，根据铁塔的形式、高度、重量以及施工场地、施工设备等施工现场情况，确定正装分解组塔或倒装分解组塔	符合要求，注意组塔过程中组装器具、塔材的堆放、拦挡措施，尽量减少对地表的扰动
			架线	线路架线采用张力架线方法施工，施工方法依次为：放线通道处理、架空地线展放及收紧、展放导引绳、牵放牵引绳、牵放导线、锚固导线、紧线临锚、附件安装、压接升空、间隔棒安装、耐张塔平衡挂线和跳线安装等	本工程架线施工中，结合国内目前先进架线施工工艺和本工程沿线地形地貌情况，选择适宜的架线工艺。先进工艺的架线施工方式虽然投资较高，但是利用施工简易道路及牵张场地即可实施，能大大减少对沿线植被的破坏，减少工程临时占地，减少可能造成的水土流失
2	施工场地是否避让植被相对良好的区域和基本农田	施工道路尽量利用当地已有的道路，施工场地尽量避开植被良好区域，临时占用耕地在使用结束后及时进行复耕		符合要求	
3	在河岸陡坡开挖土石方，以及开挖边坡下方有河渠、公路、铁路、居民点和其他重要基础设施时，是否设计渣石渡槽、溜渣洞等专门导渣或防护设施	不涉及。塔基选址中避让河岸陡坡以及开挖边坡下方有河渠、公路、铁路、居民点和其他重要基础设施		符合要求	
4	大型料场宜分台阶开采，控制开挖深度。爆破开挖应控制装药量和爆破范围	不涉及料场，本工程所需砂石料通过购买商品料		符合要求	
5	土石方在运输是否采取防止沿途散溢等保护措施	土石方在各施工点处自平衡，无相互调运及外运		符合要求	
6	是否采取表土剥离或保护措施及具体施工方法	线路工程塔基占地基础开挖前采取表土剥离，单独堆放，用于塔基区覆土		符合要求，需加强表土的隔离和覆盖等防护措施	
7	裸露地表是否及时采取防护措施，填筑土方是否做到随挖、随运、随填、随压	裸露地表及时苫盖，避免产生扬尘等。填筑土方及时挖运填压，做好防护措施		符合要求。裸露地表及时苫盖，填筑土方及时挖运填压	
8	临时堆土应集中堆放，并采取临时拦挡、苫盖、排水、沉沙等措施	线路工程单基塔基剥离表土量和堆放面积小，根据地形采取挡护，加强临时苫盖，主体已布设塔基排水措施，无需设沉沙池		符合要求	
9	施工产生的泥浆是否设置泥浆沉淀池，泥浆沉淀后的处置措施是否明确	不涉及		符合要求	
10	围堰填筑、拆除是否采取减少流失的有效措施	不涉及		符合要求	

序号	评价内容	项目情况	水土保持分析与评价结论
11	弃渣场是否满足“先拦后弃”原则	不涉及弃渣场	符合要求
12	取土场开挖前是否按要求设置截(排、挡)水、沉沙等措施	不涉及取土场	符合要求

3.2.6.2 机械化施工水土保持分析评价

机械化施工需依托各种机械，相比于传统人力施工，对施工临时道路的要求更高，需要修筑一定宽度的施工道路供施工机械通行，这就导致了施工过程中对施工道路区域地表的破坏及扰动比传统施工方式大，主要表现在施工道路扰动破坏面积、土石方挖填方量等方面。工程建设相关单位在机械化施工推广过程中不断研发出了各种可组装拆卸的施工机械，运输过程中相比大型施工机械进场大大减少了所需施工临时道路的破坏扰动范围，同时施工过程中加大对扰动区域尤其是施工道路边坡裸露区域的临时防护力度；传统基础浇筑是采用现场搅拌、浇筑，必须事先把沙、石料、水泥等物料运到现场，并且要解决水源、电源等问题，机械化施工方案中，拟采用泵送和履带式混凝土罐车两种方式进行施工，有效减少砂石料加工对占地区域的占压，同时对施工后期占压区域的迹地恢复又是有利的。

据统计，输变电工程建设产生的水土流失主要发生在雨季，占比达 70%~80%，本工程所在区域雨季时段为 5 月~9 月，且降雨主要集中在 7 月~9 月，若采用传统施工方法施工，同规模 110kV 输变电工程土建施工期较长，无法避开雨季，采用机械化施工能大幅提高施工效率，可将本项目主要土建施工时间控制在旱季完成，有效减少土建施工期占用雨季的时间，从而大大减少施工期产生的水土流失，满足水土保持要求。本项目计划于 2026 年 6 月开工，2027 年 6 月完工，机械化施工可以加快施工进度，缩短施工工期，确保塔基基础施工在 2027 年雨季开始前完成，可以加快植被恢复，减少水土流失。

人力施工与机械化施工水土保持对比分析见表 3-6。

表 3-6 人力施工与机械化施工对比分析表

项目	人力施工	机械化施工	水土保持评价
占地情况	每基塔平均 422m ²	每基塔平均 508m ²	人力施工优
土石方情况	人工挖孔桩基础，人抬道路不涉及土石方挖填	机械挖孔桩基础与人工挖孔桩基础土石方量相当，采取冲孔灌注桩基础后基坑无土石方开挖，但新建汽运施工道路增加了土石方挖填量	人力施工优
施工工期	每基塔 3 个月	每基塔 1 个月	机械化施工优

经分析，机械化施工虽然会增加了施工临时占地面积和土石方挖填量，但机械化施工能有效提高施工效率，可将本项目土建完工时间基本控制在 2026 年雨季来临前，有效减少土建施工期占用雨季的时间，从而大大减少施工期产生的水土流失，因此主体设计采用机械化施工满足水土保持要求。同时工程参建单位在施工前应做好施工道路规划，尽量利用已有道路，施工策划阶段尽可能多的采取可拆分式小型机械，减少施工道路长度及占地面积，针对性的制定相应的水土保持措施并在施工过程中及施工结束后保质保量的实施，就会尽可能的减少工程建设带来的水土流失，满足水土保持要求。

3.2.7 主体工程设计中具有水土保持功能工程的评价

1. 塔基排水

为防止上部山坡侧汇水面的雨水及其它地表水对基面的冲刷影响，除塔位位于山顶或丘脊外，其他塔位上坡侧（如果基面有降基挖方，距挖方坡顶水平距离 $\geq 4m$ 处），依山势设置环状排水沟，以拦截和排除周围山坡汇水面内的地表水。大多数情况下只需开设 1 道排水沟，当汇水面范围很大时，需开设 2 道排水沟，且沟的横断面尺寸应加大。

本工程线路塔基排水沟主要布设在山坡侧汇水面的雨水及其它地表水对基面有冲刷影响的塔基处，主体共布设浆砌石排水沟 300m。根据地貌和降水情况不同，排水沟为梯形断面，顶宽 0.5m，底宽 0.4m，深 0.5m，衬砌厚度 0.2m。

主体设计线路工程塔基坡面截排水工程按 5 年一遇标准设计，主体工程采用的设计标准根据《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014）和《生产建设项目水土保持技术标准》（GB 50433-2018），线路的截排水工程等级 2 级，按 5 年一遇 10min 降水强度进行校核，超高 0.2m。排水沟过流能力校核如下：

① 排水沟坡面洪峰流量

根据《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014），排水沟设计标准按 5

年一遇 10min 降雨强度设计。

坡面洪水设计径流量公式：

$$Q_m = 16.67 \cdot \phi \cdot q \cdot F \quad \text{式 3.2-3}$$

式中： Q_m ---设计排水流量， m^3/s ；

ϕ ---径流系数， 取 0.6；

q ----设计重现期和降雨历时内的平均降雨强度 (mm/min)， $q = C_p C_t q_5$ ，
10, q_5 , 10 值取 $2.0 \text{mm}/\text{min}$ ， C_p 值 5 年重现期取 1。

F ----集水面积， km^2 ， 结合项目区地形条件。

表 3-9 重现期洪峰流量计算参数取值表

分区	排水沟规格	最大汇水面积 (hm^2)	径流系数	重现期转换系数	降雨历时转换系数	5 年一遇 10min 降雨强度 (mm)	重现期和降雨历时内的平均降雨强度 (mm/min)	重现期径流量 (m^3/s)
线路区	顶宽 0.5m, 底宽 0.4m, 深 0.5m	0.13	0.6	1	1	2.0	2.00	0.026

②排水沟过流能力

各排水设施过流能力采用明渠均匀流公式计算：

$$Q = AC\sqrt{Ri} \quad \text{式 3.2-4}$$

式中： A —过水面积， 0.129m^2 ；

C —谢才系数， 用公式 $C = R^{1/6} / n$ 计算；

R —水力半径， m 。 $R = A / \chi$, m ；

底坡 i 取最小值 0.01， 糙率 n 取 0.025， 安全超高 0.2m。

表 3-10 排水沟过水流量计算参数取值表

分区	排水沟规格	安全超高 (m)	坡度	粗糙系数	排水沟过流量 (m^3/s)	重现期径流量 (m^3/s)
线路工程	顶宽 0.5m, 底宽 0.4m, 深 0.5m	0.2	0.01	0.025	0.046	0.026

经计算， 排水沟过流能力均大于各排水沟重现期内的径流量。经复核， 主体设计的排水沟满足过流要求。

结论：为减少施工过程中引起的水土流失，本方案将补充设计相应剥离表土、施工过程中的临时防护和后期迹地恢复等措施。

2.钢板铺垫

主体设计对施工期间不便通行的田埂进行局部修整、压实，然后铺垫钢板通行， 共使用钢板 4485m^2 。铺垫钢板可以就地保护表土，减少表土剥离和堆存期间的水土流失， 具有良好的水土保持效果。

3. 浆砌石护坡

当基面挖方较多时,上山坡侧或高低腿之间坡面虽然按规定要求放坡,但因土质松散及岩石风化极严重,易剥落坍塌,影响塔位安全,此时需沿挖方坡面局部或全部砌护坡。护坡通常沿塔位周围自然山坡或基面挖方后的缓坡面用 MU30 块石砌筑,对塔基边坡起保护作用。线路工程共修筑浆砌石护坡 300m³,浆砌石护坡避免水土流失和影响周边生态环境,具有良好的水土保持效果。

主体设计未考虑输电线路工程塔基及其施工临时场地区、牵张场、施工道路、跨越施工场地、材料站施工过程临时堆土的防护,隔离铺垫措施,施工结束后土地整治及迹地恢复等措施,本方案将进行补充设计。

3.3 主体工程设计中水土保持措施界定

3.3.1 界定原则

1.以防治水土流失为主要目标的防护工程,应界定为水土保持工程。以主体工程设计功能为主、同时兼有水土保持功能的工程,不纳入水土流失防治措施体系,仅对其进行水土保持分析与评价;当不能满足水土保持要求时,可要求主体设计修改完善,也可提出补充措施(纳入水土流失防治措施体系)。

2.对建设过程中的临时征地、临时占地,因施工结束后需归还当地群众或政府,水土流失防治责任将发生转移,须通过水土保持验收予以确认,各项防护措施均应界定为水土保持工程纳入水土流失防治措施体系。

3.对永久占地区内主体设计功能和水土保持功能难以直接区分的防护措施,可按破坏性试验的原则进行排除:假定没有这项防护措施,主体设计功能仍旧可以发挥作用,但会产生较大的水土流失,该项防护措施应界定为水土保持工程,纳入水土流失防治措施体系。

3.3.2 主体设计具有水土保持功能的措施

主体工程从自身功能和安全角度考虑,布置了一系列具有水土保持功能的设施,在充分发挥主体工程自身作用的同时,有效地防治了水土流失。本方案将从全面防治水土流失的角度出发,对主体工程设计中具有水土保持功能的各项工程进行分析论证,对不能满足水土保持要求的,本方案将进行补充设计。本工程主体工程设计的水保措施分析评价见表 3-11。

表 3-11 主体工程水保措施分析与评价表

项目	主体已有	存在问题及不足	方案补充完善		
			工程措施	植物措施	临时措施
输电线路工程	塔基及其施工临时场地区	浆砌石护坡、浆砌石排水沟	未考虑施工过程中的表土剥离及回覆, 临时堆土的防护, 隔离铺垫; 施工结束后的迹地恢复。	土地整治、表土剥离及回覆	恢复植被 临时拦挡、临时苫盖、隔离铺垫
	牵张场		未考虑施工过程中的临时堆土的防护, 隔离铺垫; 施工结束后的迹地恢复。	土地整治	恢复植被 临时拦挡、临时苫盖、隔离铺垫
	跨越施工场地		施工结束后迹地恢复。	土地整治	恢复植被
	施工道路	钢板铺垫	未考虑施工结束后的迹地恢复。	土地整治、表土剥离及回覆	恢复植被 临时拦挡、临时苫盖、隔离铺垫

通过以上对主体工程中具有水土保持功能工程的分析, 按照《生产建设项目水土保持技术标准》(GB50433-2018)的界定原则和附录D, 界定如下:

线路工程浆砌石排水沟、砌石护坡、钢板铺垫界定为水土保持工程。

结论: 主体工程设计的措施一定程度上能有效的防止水土流失, 但由于主体设计未对塔基表土、临时堆土采取防护措施, 土石方开挖时易造成新的水土流失; 同时, 由于缺少施工结束后的植物措施设计, 易造成运行初期的水土流失问题。本方案将对主体设计中尚未完善之处新增水土保持措施。

主体设计中已有水土保持措施工程量及投资如表 3-12 所示。

表 3-12 主体设计中已有水土保持措施工程量及投资表

措施	单位	工程量	单价(元)	投资(万元)
浆砌石护坡	m ³	300	353.27	10.60
浆砌石排水沟	m ³	90	357.96	3.22
钢板铺垫	m ²	5300	50	26.50
合计				40.32

4 水土流失分析与预测

4.1 水土流失现状

根据《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190-2007),项目区水土流失侵蚀类型区属于西南土石山区,区域土壤侵蚀类型以水力侵蚀为主,容许土壤流失量为500t/km²·a。工程涉及的南溪区属于沱江下游省级水土流失重点治理区。

根据四川省2024年度水土流失动态监测成果,项目区所在区县土壤侵蚀强度现状表,侵蚀图详见附图3。

表4-1 项目所在区、县土壤侵蚀现状表

统计单元	土地总面积 (km ²)	轻度侵蚀	中度侵蚀	强烈侵蚀	极强烈侵蚀	剧烈侵蚀
		面积(km ²)				
南溪区	704	108.8	33.82	9.21	2.79	3.54

项目区土壤侵蚀模数背景值的确定主要根据现场踏勘结合站区和线路的地貌类型、地质、土壤类型、地区的降雨情况、植被覆盖状况、地面组成物质及管理措施等因子,项目区土壤侵蚀类型属于水力侵蚀西南土石山区,容许土壤流失量为500t/(km²·a)。综合分析确定原地貌土壤侵蚀模数背景值572t/(km²·a)。工程区各预测单元扰动前土壤侵蚀模数背景值见表4-2。

表4-2 工程扰动前土壤侵蚀模数背景值表

预测单元		面积(hm ²)	坡度(°)	林草覆盖度(%)	侵蚀强度	平均侵蚀模数(t/km ² ·a)	流失量(t/a)
塔基及塔基施工临时占地区	耕地	1.89	0~5		微度	300	5.67
	园地	0.26	5~8		轻度	1500	3.90
	林地	0.2	5~15	45~60	轻度	1500	3.00
	小计	2.35				535	12.57
其他施工临时占地区	耕地	0.41	0~5		微度	300	1.23
	林地	0.04	5~8	45~60	轻度	1500	0.60
	小计	0.45				407	1.83
施工道路区	耕地	1.29	0~5		微度	300	3.87
	园地	0.33	5~8		轻度	1500	4.95
	林地	0.22	5~15	45~60	轻度	1500	3.30
	小计	1.84				659	12.12
合计		4.64				572	26.52

4.2 水土流失影响因素分析

项目在建设过程中,将不可避免的改变原有地形、地貌,扰动或破坏原有地

表和植被，损坏原有的水土保持设施，导致土壤结构破坏，林草退化，降低表层土壤的抗蚀性，造成新增水土流失。根据项目组成、工程特性及建设特点，不同的施工区域所具有的水土流失特点也各不相同。

1.施工准备期及施工期

线路工程塔基、施工临时道路等区域的开挖平整和基础清理，开挖土石方及剥离表土的临时堆存，牵张场、跨越场等施工活动对地表的扰动和再塑，使表层植被受到破坏，失去固土保水的能力，造成新增水土流失。

2.自然恢复期

输电线路在自然恢复期因余土的堆放处理较为稳定，使新增水土流失得到了有效控制，但植物措施不能在短期内完全发挥作用，因此在植被恢复过程中仍然会有少量的新增水土流失。

不同施工区域在不同时段水土流失成因分析详见下表。

表 4-3 工程水土流失成因因素分析

流失单元	施工准备及施工期	自然恢复期
塔基及塔基施工临时占地区	塔基基础、基面施工将产生大量的土石方开挖、调配、堆放及回填，极易发生水土流失，塔基区的施工将改变占地区微地貌形态；施工器具及材料的堆放将占压地表，致使土壤失去原有的防冲、固土保水的能力。	建成后由于铁塔已组立，排水沟等措施已完善，场地清理平整，但地表仍裸露于外，若不尽快恢复植被将新增水土流失
其他施工临时占地区	将堆放施工牵张放线所用的相关机械器材，跨越脚手架材料堆放等占压地表，扰动、破坏植被，增加水土流失量；施工过程中对其占压，从而破坏地表植被，增加水土流失量	施工结束后，施工场地范围已清理、平整，但由于施工占压，地表植被恢复较慢，易发生水土流失
施工道路区	施工准备期路面上土石方的开挖、回填工程极易发生水土流失，施工过程中，施工机械、材料等的运输碾压易引起水土流失	施工结束后，若无植被覆盖，极易发生水土流失

根据工程建设特点，本工程水土流失预测范围包括工程建设所占用和扰动区域的永久征地和临时占地面积。

工程区地形地貌为丘陵，预测单元根据工程水土流失成因、类型的分析进行划分。预测单元可分为：塔基及其施工临时占地区、其他施工临时占地区和施工道路占地区。

本工程水土流失预测时段划分为 2 个阶段，即施工期（含施工准备期）及自然恢复期。项目区雨季为 5~9 月，工程土建施工经历部分雨季，综合最不利原则和实际工期考虑，施工期按 1.0 年时间进行预测，自然恢复期预测按 2.0 年。

本工程区施工前的土壤侵蚀模数背景值分析计算见 2.7 小节。

项目施工建设将损坏原有地形地貌和植被，增加土壤的可侵蚀性；另一方面，

由于场地平整时，挖、填土方不仅造成大面积的裸露地面，而且会改变原地形，增大侵蚀扰动表面积。施工期土壤流失量根据《生产建设项目土壤流失量测算导则》（SL773-2018）推荐公式计算，扰动后的土壤侵蚀因子可根据项目区地形地貌、气候（降雨、风速等）、土地利用、植被情况等实际情况结合输变电工程特点，参照《生产建设项目土壤流失量测算导则》（SL773-2018）确定取值，详见表 4-1 和表 4-2。

表 4-4 本工程施工期土壤流失预测计算公式表

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

表 4-4 本工程施工期计算单元土壤流失因子取值表

土壤流失因子	南溪区
降雨侵蚀力因子 R	5087.7
土壤可蚀性因子 K	0.0067
坡长因子 Ly	塔基区取 7m，塔基施工场地取 5m，牵张场取 14m，人抬道路取 1m
坡度因子 Sy	各类型地表坡度取值见表 4-5
植被覆盖因子 B	农地 B 取 1，根据扰动后程度其他土地或灌木地 B 取 0.310 ~ 0.516
工程措施因子 E	均取 1
耕作措施因子 T	农地 $T=T1 \times T2=0.431 \times 0.42=0.1810$ ，非农地 T 取 1
工程堆积体土石质因子	壤土

本工程扰动地表面积 4.64hm^2 ，其中损毁植被面积 1.05hm^2 ，不涉及专项水土保持设施。扰动地表面积详见表 4-5。

表 4-5 扰动地表、损毁植被面积统计表 单位: hm^2

预测单元	扰动地表面积				损毁植被面积		
	耕地	园地	林地	合计	林地	园地	合计
塔基及塔基施工临时占地区	1.89	0.26	0.20	2.35	0.20	0.26	0.46
其他施工临时占地区	0.41		0.04	0.45			
施工道路区	1.29	0.33	0.22	1.84	0.22	0.33	0.55
合计	3.59	0.59	0.46	4.64	0.46	0.59	1.05

表 4-6 施工准备及施工期可能造成土壤流失量汇总表

预测单元	侵蚀面积 (hm^2)	侵蚀年限 (a)	原地貌侵蚀模数 ($\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$)	原地貌水土流失量 (t)	水土流失总量 (t)	新增水土流失量 (t)	扰动后平均侵蚀模数 ($\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$)
塔基及塔基施工临时占地区	2.35	1	535	13	126	113	5347
其他施工临时占地区	0.45	0.5	407	1	3	2	1306
施工道路区	1.84	1	659	12	80	68	4344
合计	4.64			26	209	183	

表 4-7 自然恢复期土壤流失量预测汇总表

预测单元	侵蚀面积 (hm^2)	侵蚀年限 (a)	原地貌侵蚀模数 $\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$	原地貌水土流失量 (t)	水土流失总量 (t)		新增水土流失量 (t)
					第一年	第二年	
塔基及塔基施工临时占地区	2.33	2	535	25	37	29	41
其他施工临时占地区	0.45	2	407	4	4	4	4
施工道路区	1.84	2	659	24	19	15	10
合计	4.62			53	60	48	55

表 4-8 本工程可能造成土壤流失量汇总分析表 单位: t

预测单元	施工及施工准备期水土流失量			自然恢复期水土流失量			合计		
	扰动前	扰动后	新增	扰动前	扰动后	新增	扰动前	扰动后	新增
塔基及塔基施工临时占地区	13	126	113	25	66	41	38	192	154
其他施工临时占地区	1	3	2	4	8	4	5	11	6
施工道路区	12	80	68	24	35	11	36	115	79
合计	26	209	183	53	109	56	79	318	239

从上表中看出，本工程施工期及自然恢复期土壤流失总量 318t，原地貌土壤侵蚀量 79t，新增土壤流失量 239t。从预测时段上分析，各个防治分区水土流失较大的时段是施工期；从预测单元来看，扰动后单位水土流失量较大的区域是塔

基及其施工临时占地和施工道路区。因此，本方案将施工期列为本工程水土流失防治主要时段，将塔基及其施工临时占地和汽运道路占地作为本工程水土流失防治的重点区域。

本工程新增土壤流失量集中产生于塔基及其施工临时占地和施工道路占地，其主要影响是损坏水土保持设施，降低水土保持功能。工程建设施工与运行维护将占用部分其他土地、林地等，改变土地利用类型，对原地表植被、土壤结构构成破坏，降低地表水土保持功能，加剧水土流失。工程施工期经历了一个雨季，如不及时采取雨季防治措施，占用的地表植被和土壤结构将遭到破坏，弃渣(土)将被雨水冲刷，将增大区域水土流失量，为工程后期建设和区域生态环境带来不利影响。

1.危害工程安全

工程实施处开挖形成裸露地表，对处于一定坡度上的塔基如不采取有效的整治措施加以防护，可能造成局部的崩塌、滑坡现象，危及工程建筑安全及工程的正常运行。

2.扰动地表，破坏植被，改变景观格局

施工期间工程占压、扰动地表，改变土地利用类型，对原地表植被、土壤结构构成破坏，损坏水土保持设施，降低原地表水土保持功能，加剧地表水土流失，同时改变生态环境和景观格局。

3.破坏土地质量，增大区域水土流失量

工程施工期间，占用的临时占地地表植被遭到破坏，如不及时采取措施将增大区域水土流失量，随着水土流失的发生，土壤中的有机物、氮、磷及无机盐类含量迅速下降，土壤动物、微生物及其衍生物资源极大程度降低，土壤的质量退化，植被恢复能力下降，区域的植被覆盖度降低。

4.临时堆土堆置的土壤松散堆放，如不采取防护措施，长期的雨水冲刷，泥沙流入林草地，对附近的生态环境产生不利影响。

综上所述，在本工程建设及生产工程中，应加强水土流失的防治，采取工程措施与植物措施、永久措施与临时措施相结合的水土保持措施，有效控制因项目建设引起的新增水土流失，将项目建设对区域生态产生的负面影响降到最低程度，实现区域生态环境的良性循环。

5 水土保持措施

5.1 防治区划分

5.1.1 防治分区的原则和依据

1. 分区的依据

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。

2. 分区的原则

- (1) 各区之间具有显著的差异性;
- (2) 同一区内造成水土流失的主导因子和防治措施应相近或相似;
- (3) 各级分区应层次分明, 具有关联性和系统性。

3. 分区方法

主要采取调查勘测、资料收集和数据分析相结合的方法进行分区。

5.1.2 防治分区

根据本工程水土流失防治责任范围, 依据本工程布局、施工扰动特点、建设时序、地貌特征、自然属性和水土流失影响等综合因素进行水土流失防治分区。

本工程建设地点位于宜宾市南溪区, 区域内自然环境、生态环境、水土流失等因素基本一致, 本工程的水土流失防治分区可按工程组成划分为塔基及施工临时场地区、其他施工临时占地区、施工道路区等3个防治分区。本工程水土流失防治分区结果详见表 5-1。

表 5-1 项目区水土保持防治分区表

序号	防治分区	建设内容	防治责任范围 面积 (hm ²)
1	塔基及施工临时场地区	共 61 基铁塔	2.35
2	其他施工临时占地区	牵张场 9 处、跨越施工临时占地 2 处、拆除铁塔水泥电杆 2 基	0.45
3	施工道路区	机械施工道路新修 4.525km, 宽 3~8m	1.84
合计			4.64

5.2 措施总体布局

5.2.1 防治措施布设原则

本工程防治措施总体布局遵循“预防为主、保护优先、全面规划、综合治理、因地制宜、突出重点、科学管理、注重效益”的方针, 坚持“水土保持工程必须与

主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用”的“三同时”原则，在满足设计深度与主体工程相适应外，做好水土保持措施与主体工程设计相互衔接，综合考虑工程建设时序，合理安排水保工程与主体工程建设之间的关系，树立人与自然和谐相处的理念，尊重自然规律，注重措施设计与周边景观相协调的原则。

按照预防和治理相结合的原则，坚持局部与整体防治、单项防治措施与综合防治措施相协调、兼顾生态效益与经济效益，按分区进行措施总体布置。

5.2.2 防治措施体系和总体布局

5.2.2.1 水土保持防治措施体系

本项目水土流失防治工程体系见图 5-1。

5.2.2.2 水土保持措施总体布局

针对工程建设过程中新增水土流失特征，在综合分析评价主体工程设计中具有水土保持功能工程项目的基础上，将塔基及其施工临时场地区、施工道路区作为水土流失防治的重点区域，在施工期注重临时防护措施的布置，建立以水土保持工程措施、植物措施和临时措施相结合的生态恢复体系，最大限度地减少水土流失量。

（1）塔基及其施工临时场地区

施工前期，对塔基及其施工临时场地区开挖扰动占用的耕地、林地、园地进行表土剥离，集中堆放在塔基施工临时场地内；施工期间，对临时堆土压占及重型机械区域铺垫钢板，堆土外侧布设土袋拦挡，堆土表面采用防雨布遮盖，在地形较陡的塔基采取护坡及堡坎等防护措施，在有汇水的塔基上游布设浆砌石排水沟，排水系统末端与自然水系衔接；施工后期，对塔基及其施工临时场地区进行土地整治、表土回覆措施，永久占地区域及临时占用的林地进行植被恢复，临时占用的耕地及园地移交权属人进行种植。

（2）其他临时工程区

施工期间，对牵张机械占压区域铺设棕垫隔离，其他区域铺设防雨布隔离；施工结束后，对牵张场、跨越场地进行土地整治，对占用的耕地移交权属人进行种植，对占用的林地进行植被恢复。

（3）施工道路区

施工前，对施工汽运道路区域进行表土剥离，沿线堆放于道路一侧或就近的塔基施工临时场地内；施工期间，对汽运道路平缓路段铺设钢板，对裸露边坡及

临时堆放表土进行临时拦挡、苫盖，挖方边坡上方布设临时排水沟、沉沙池；施工后期，拆除路面钢板和清理面层，土地整治后回覆表土，使占用的耕地、园地达到复耕、复园条件，对占用林地种植灌草恢复植被。

本项目水土流失防治工程总体布局详见图 5-1 和表 5-2。

表 5-2 水土流失防治工程体系表

防治分区	措施类型	防治措施	实施部位	备注
塔基及其施工临时场地区	工程措施	浆砌石护坡	地形较陡塔基周围自然山坡或基面挖方后的缓坡	主体设计
		浆砌石排水沟	有汇水的塔位上方	主体设计
		表土剥离	塔基基础施工开挖扰动的耕地、林地、园地范围	方案新增
		表土回覆	塔基施工开挖扰动范围	方案新增
		土地整治	施工扰动范围	方案新增
	临时措施	植被恢复	占用的林地区域	方案新增
		铺垫彩条布	临时堆土及重型机械、施工材料占压区域	方案新增
		土袋拦挡	表土及回填土临时堆放下方	方案新增
		防雨布遮盖	临时堆存的表土及回填土表面	方案新增
其他施工临时占地区	工程措施	土地整治	牵张场、跨越施工场地、材料站、拆除塔基施工场地扰动范围	方案新增
	植物措施	植被恢复	临时占用的林地及公共管理与公共服务用地区域	方案新增
	临时措施	铺垫彩条布	牵张场、材料站重型机械、施工材料占压区域	方案新增
施工道路区	工程措施	土地整治	施工运输道路、人抬道路占地范围	方案新增
		表土剥离及覆土	需土石方开挖平整路段	
	植物措施	植被恢复	施工汽运道路占用的林地	方案新增
		防雨布遮盖	临时堆存的表土表面	方案新增
	临时措施	土袋挡护	下坡侧拦挡	方案新增
		临时排水沟、临时沉沙池	上坡侧布设临时排水沟，排水沟末端布设临时沉沙池	方案新增
		铺垫钢板	平缓耕地及园地部分	主体设计

5.3 分区措施布设

5.3.1 水土保持工程设计标准及要求

5.3.1.1 工程措施设计标准

1.排水工程：鉴于项目区无法避让沱江下游省级水土流失重点治理区，根据《室外排水设计标准》（GB50014-2021）（2021年版）、《小交通量农村公路工程设计规范》(JTG/T3311-2021)、《水土保持工程设计规范》(GB 51018-2014)，考虑到地区重要性，线路排水工程等级为2级，按5年一遇10min降水强度进行校核，超高0.2m。

2.护坡工程：参照《建筑边坡工程技术规范》（GB50330-2013），塔基区护

坡级别由 3 级提高到 2 级，执行 2 级标准。

3. 参照《水土保持工程设计规范》（GB 51018-2014），塔基区拦挡工程级别由 5 级提高到 4 级，执行 4 级标准。

4. 土地整治工程：参照《水土保持工程设计规范》（GB 51018-2014），根据本工程所在项目区表土资源赋存厚度及后期恢复等因素，表土剥离的平均厚度在 15cm ~ 30cm 左右。本项目位于西南土石山区，铺植草皮时覆土厚度不小于 0.10m，栽植带土球乔灌木，林草地覆土厚度应 $\geq 0.10m$ ，耕地土地整治覆土厚度 $\geq 0.30m$ ；施工过程占用耕地土地整治后将交还当地村民恢复耕地，土壤翻松厚度按 0.30m 执行，变电站区植被恢复按 0.38m 厚度进行覆土，线路工程表土按 0.20 ~ 0.30m 厚度进行回覆的标准整地。

5.3.1.2 植物措施设计标准

1. 植被恢复级别

根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）和《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014），本项目为输变电建设，且项目区位于沱江下游省级水土流失重点治理区，塔基区为 2 级，其它占地为 3 级标准。

2. 造林方式：植被恢复绿化造林，灌木种植密度按 3300 株/hm²，造林自然生长高度要符合《架空输电线路电气设计规程》DL/T 5582-2020 中 10.2.4 章节的导线与树木之间的最小垂直距离。

3. 苗木质量：采用植苗造林，苗木质量等级均为 I 级苗，灌木采用紫穗槐。

4. 直播种草：根据现场实际情况，种草方式采用撒播的方式，种草密度按 80kg/hm²，采用 50% 白三叶 + 50% 狗牙根。

5. 主要树（草）种

树草种选择当地适生的乡土树草种，植被恢复后尽量与周围环境相协调一致。主要林草种的生物特性表 5-3。

表 5-3 主要树种生物学特性一览表

种名	科属	主要生物学特性	主要适生地区	适宜立地条件
白三叶	豆目科三叶草属	耐热、耐旱、耐寒、耐荫、耐贫瘠、侵占性强，绿期长	在西南丘陵、盆地分布较广	喜温暖、向阳的环境和排水良好的粉砂壤土或粘壤土。适应性广。
狗牙根	禾本科、狗牙根属低矮草本植物	秆细而坚韧，下部匍匐地面蔓延甚长，节上常生不定根，高可达 30 厘米，秆壁厚，光滑无毛，有时略两侧压扁。叶鞘微具脊，叶舌仅为一轮纤毛；叶	广布于中国黄河以南各省，全世界温暖地区均有。北京附近已有栽培；多生长于村庄附近、道旁河岸、荒地山坡。其根茎蔓延力很强，广铺地面，为良好的固堤	狗牙根是适于世界各温暖潮湿和温暖半干旱地区长寿的多年生草，极耐热和抗旱，但不抗寒也不耐荫

种名	科属	主要生物学特性	主要适生地区	适宜立地条件
		片线形，通常两面无毛。穗状花序，小穗灰绿色或带紫色，小花；花药淡紫色；柱头紫红色。颖果长圆柱形。5-10月开花结果。	保土植物	
紫穗槐	豆科落叶灌木	枝褐色、被柔毛，后变无毛，叶互生，基部有线形托叶，穗状花序密被短柔毛，花有短梗；花萼被疏毛或几无毛；旗瓣心形，紫色。荚果下垂，微弯曲，顶端具小尖，棕褐色，表面有凸起的疣状腺点。花、果期5-10月	原产美国东北部和东南部，中国东北、华北、西北及山东、安徽、江苏、河南、湖北、广西、四川等省区均有栽培	紫穗槐系多年生优良绿肥，蜜源植物，耐瘠，耐水湿和轻度盐碱土，又能固氮。叶量大且营养丰富，含大量粗蛋白、维生素等，是营养丰富的饲料植物

5.3.1.3 临时措施设计标准

根据《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014），考虑本项目位于沱江下游省级水土流失重点治理区，临时排水沟排水设计标准采用5年一遇10分钟短历时设计暴雨。

5.3.2 工程区水土保持措施典型设计

5.3.2.1 塔基及其施工临时场地区水土保持措施典型设计

一、工程措施

1.浆砌石护坡（主体设计）

护坡通常沿塔位周围自然山坡或基面挖方后的缓坡面用MU30块石砌筑，对塔基边坡起保护作用。塔位护坡可能是大面积的，也可能是局部范围的，根据现场具体情况而定。根据主体设计，塔基及其施工临时场地区浆砌石护坡采用重力式，工程量共300m³。

2.浆砌石排水沟（主体设计）

塔位有坡度时，为防止上山坡侧汇水面的雨水、山洪及其他地表水对基面的冲刷影响，除位于面包形山顶或山脊的塔位外，其余山丘区塔位需根据实际地形因素（考虑坡度、上坡处汇水等）在塔位上坡侧（如果基面有降基挖方，距挖方坡顶水平距离≥4m处），依山势设置部分环状排水沟，以拦截和排除周围山坡汇水面内的地表水。根据工程实际情况，可布设1道或2道排水沟。主体共布设浆砌石排水沟90m³。根据地貌和降水情况不同，排水沟为梯形断面，顶宽0.5m，底宽0.4m，深0.5m，衬砌厚度0.2m。

3.表土剥离

主体设计将塔基基础开挖扰动范围的林地、耕地、园地区域可剥离表土全部

进行剥离，共剥离表土 0.52hm^2 ，剥离厚度 $10\sim30\text{cm}$ ，剥离表土 1260m^3 。

4.表土回覆（主体设计）

在施工后期，对塔基及其施工临时场地区基础施工开挖扰动区域进行表土回覆，共进行表土回覆 0.52hm^2 ，平均覆土厚度 $10\sim30\text{cm}$ ，表土回覆量 1260m^3 。

5.土地整治（方案新增）

本方案设计对塔基及其施工临时场地区占用的林地、耕地、园地（硬化区域除外）进行场地清理、坑函回填，改善施工迹地的理化性质，以满足后期植被生长环境要求，原耕地区恢复耕作条件。共进行土地整治 2.30hm^2 。

二、植物措施

1.植被恢复（方案新增）

施工后期，对塔基及其施工临时场地区占用的林地进行植被恢复，工程区共进行恢复植被 0.68hm^2 。对于塔基开挖扰动区域采用撒播种草进行植被恢复， 50% 白三叶+ 50% 狗牙根，撒播密度 $80\text{kg}/\text{hm}^2$ 。共进行撒播种草 0.52hm^2 ，共撒播草籽 41.6kg 。对于塔基施工临时场地区的林地采用灌草结合恢复植被，灌木采用紫穗槐，栽植密度 3300 株/ hm^2 ，草种选择 50% 白三叶+ 50% 狗牙根，撒播密度 $80\text{kg}/\text{hm}^2$ 。共进行灌草绿化 0.16hm^2 ，共栽植灌木 528 株，撒播草籽 12.8kg 。

三、临时措施

1.铺垫彩条布（方案新增）

施工期间，对临时堆存表土及回填土占地区以及重型机械、施工材料压占区采用彩条布进行铺垫，减轻对下部植被及表土的扰动破坏。平均每基铁塔表土、回填土及摊平土石方临时堆存占地约 44m^2 ，重型机械、施工材料压占区每基按 87m^2 考虑，本项目塔基及其施工临时场地区共需铺垫彩条布 8000m^2 ，铺设彩条布重复利用。

2.土袋拦挡（方案新增）

施工期间，对临时堆存的表土及回填土采用土袋进行拦挡。平均每基铁塔临时堆存表土约 21m^3 ，平均每基铁塔堆放回填土及摊平土石方 65m^3 。临时堆土大体呈棱台形堆放于塔基两侧，考虑到堆放区为坡地，临时堆土堆存时遵循“先拦挡后堆土”原则，在堆土下坡侧方向用土袋装土作临时挡墙，每基铁塔需设植生袋拦挡约 18m ，断面为梯形，尺寸为高 0.6m 、顶宽 0.5m ，底宽 0.9m ，

堆土各向边坡比控制在 1:1 ~ 1:1.5。塔基及其施工临时场地区共需设置植生袋拦挡 1098m。

3. 防雨布遮盖（方案新增）

施工期间，对临时堆存的表土及回填土采用防雨布进行遮盖。平均每基铁塔遮盖面积 44m²，塔基及其施工临时场地区共需进行防雨布遮盖 2700m²。

5.3.2.2 其他施工临时占地区水土保持措施典型设计

一、工程措施

土地整治（方案新增）

本方案设计对牵张场、跨越施工临时场地、拆除铁塔占用的耕地、林地进行场地清理、坑函回填，改善施工迹地的理化性质，以满足后期植被生长环境要求，原耕地区恢复耕作条件。共进行土地整治 0.45hm²。

二、植物措施

1. 植被恢复（方案新增）

施工后期，对牵张场、跨越施工临时场地占用的林地进行植被恢复，该区共进行恢复植被 0.04hm²。采用灌草结合恢复植被，灌木采用紫穗槐，栽植密度 3300 株/hm²，草种选择 50% 白三叶+50% 狗牙根，撒播密度 80kg/hm²，共栽植灌木 132 株，撒播种草 3.2kg。

三、临时措施

铺垫彩条布（方案新增）

施工期间，对牵张场占地区内重型机械、施工材料压占区采用彩条布进行铺垫，减轻对下部植被及表土的扰动破坏。平均每个牵张场重型机械、施工材料压占区每个牵张场按 300m²考虑，其他施工临时占地区共需铺垫彩条布 2700m²。

5.3.2.3 施工道路区水土保持措施典型设计

一、工程措施

1. 土地整治（方案新增）

本方案设计对施工汽运道路占用的耕地、林地进行场地清理、坑函回填，改善施工迹地的理化性质，以满足后期植被生长环境要求，原耕地区恢复耕作条件。共进行土地整治 1.84hm²。

2. 表土剥离

主体设计将涉及开挖扰动范围的林地、耕地、园地区域可剥离表土全部进行

剥离，共剥离表土 1.24hm^2 ，剥离厚度 $10\sim30\text{cm}$ ，剥离表土 2850m^3 。

3. 表土回覆

在施工后期，对施工汽运道路施工开挖扰动区域进行表土回覆，共进行表土回覆 1.24hm^2 ，平均覆土厚度 $10\sim30\text{cm}$ ，表土回覆量 2850m^3 。

二、植物措施

1. 植被恢复

施工后期，对施工汽运道路占用的林地进行植被恢复，该区共进行恢复植被 0.15hm^2 。采用灌草结合恢复植被，灌木采用 50% 马桑+50% 紫穗槐，栽植密度 2500 株/ hm^2 ，草种选择 50% 白三叶+50% 狗牙根，撒播密度 $80\text{kg}/\text{hm}^2$ ，共栽植灌木 375 株，撒播种草 12.0kg。

三、临时措施

1. 铺设钢板（主体设计）

主体设计对部分较平缓耕地或园地铺垫钢板通行，共使用钢板 5300m^2 。

2. 土袋拦挡

为了防止部分填方边坡扰动面积过大及施工中土石方发生溜滑，采取编织土袋对施工道路高陡下边坡（边坡高度大于 1.5m 处）进行有效拦挡，编织袋按双排分层堆放，断面尺寸： 0.5m （宽） $\times 0.6\text{m}$ （高），经统计，使用土袋长约 200m ，装土约 84m^3 。

3. 防雨布遮盖

施工临时道路采用半挖半填的方式施工，地形起伏较大的区域会形成大量的填土裸露边坡，方案设计采用防雨布对裸露边坡、堆放的表土进行临时覆盖，防止雨水的冲刷，经统计，需覆盖防雨布约 3000m^2 。

4. 临时排水沟及临时沉沙池

方案设计在长度超过 150m 的施工汽运道路内侧设置梯形土质临时排水沟，在沟底坡度较大的排水沟末端及中段适当位置设置消能点，用以排导周边汇水，防治水流对路面的冲刷而引起的水土流失，在排水沟后末端布设临时沉沙池。临时排水沟断面尺寸为上宽 0.4m ，深 0.2m ，沟底宽 0.2m ，经统计需开挖临时排水沟约 $815\text{m}/49\text{m}^3$ ，需布设 $1.5\text{m}\times1.0\text{m}\times1.0\text{m}$ （长 \times 宽 \times 深）的临时沉沙池 5 座，临时排水沟和临时沉沙池开挖完成后需将内侧拍实，在使用完毕后用素土回填夯实。

5.3.4 防治措施工程量汇总

项目区水土保持工程措施、植物措施和临时措施工程量汇总于表 5-8。

表 5-8 水土保持工程措施工程量汇总表

分区	措施类型	措施规模			工程量			备注
		措施内容	单位	规模	工程内容	单位	数量	
塔基及其施工临时场地区	工程措施	浆砌石护坡	m^3	300	浆砌石护坡	m^3	300	主体设计
		浆砌石排水沟	m^3	90	浆砌石排水沟	m^3	90	主体设计
		土地整治	hm^2	2.30	清理平整	hm^2	2.30	方案新增
		表土剥离	hm^2	0.52	剥离表土量	m^3	1260	方案新增
		表土回覆	hm^2	0.52	回覆表土量	m^3	1260	方案新增
	植物措施	植被恢复	hm^2	0.68	栽植灌木	株	528	方案新增
					撒播草籽	hm^2	0.68	
					草籽	kg	54.4	
	临时措施	隔离铺垫	m^2	8000	铺垫彩条布	m^2	8000	方案新增
		植生袋拦挡	m	1098	植生袋装土	m^3	461.2	方案新增
					植生袋拆除	m^3	461.2	
其他施工临时占地地区	临时措施	临时遮盖	m^2	2400	防雨布遮盖	m^2	2400	方案新增
	工程措施	土地整治	hm^2	0.45	清理平整	hm^2	0.45	方案新增
	植物措施	植被恢复	hm^2	0.04	栽植灌木	株	132	方案新增
					撒播草籽	hm^2	0.04	
					草籽	kg	3.2	
	临时措施	隔离铺垫	m^2	2700	铺垫彩条布	m^2	2700	方案新增
施工道路区	工程措施	土地整治	hm^2	1.84	清理平整	hm^2	1.84	方案新增
		表土剥离	hm^2	1.24	剥离表土量	m^3	2850	方案新增
		表土回覆	hm^2	1.24	回覆表土量	m^3	2850	方案新增
	植物措施	植被恢复	hm^2	0.22	栽植灌木	株	726	方案新增
					撒播草籽	hm^2	0.22	
					草籽	kg	17.6	
	临时措施	隔离铺垫	m^2	5300	铺垫钢板	m^2	5300	主体设计
		临时遮盖	m^2	3000	防雨布遮盖	m^2	3000	方案新增
		植生袋拦挡	m	200	植生袋装土	m^3	84	方案新增
					植生袋拆除	m^3	84	方案新增
		临时排水沟	m	815	土方开挖	m^3	49	方案新增
		临时沉沙池	个	5	土方开挖	m^3	37.45	方案新增

5.4 施工要求

5.4.1 施工原则

1.与主体工程相配合、协调，在不影响主体工程施工的前提下，尽可能利用线路沿线已有的水、电、交通等施工条件，减少施工辅助设施工程量。

2.按照“三同时”的原则，水土保持措施实施进度与主体工程建设进度相适应，及时防治新增水土流失。

3.施工进度安排坚持“保护优先、先挡后弃、及时跟进”的原则，堆土堆渣先采取拦挡措施，临建工程施工完毕后，按原占地类型及时进行恢复，植物措施在整地的基础上尽快实施。

5.4.2 施工组织形式

本方案防治措施主要有工程措施、植物措施和临时防护措施，不同的措施其施工组织形式不同，应区别对待。

施工时应根据各防治区域具体的工程措施合理安排各施工工序，减少或避免各工序间的相互干扰，与主体工程施工一并进行。

植物措施设计以经济实用、方便施工和美观大方为原则。塔基及其施工临时场地区、施工区临时占地区等结合主体工程进行植树。植物措施施工要选择雨季或雨季即将来临进行，以防恶劣天气造成不必要的损失，造成新的水土流失。草籽撒播前，在种草的区域内铺填一定厚度的表土。

土地整治应按复垦或草籽撒播要求对地形进行整理。注意将埋在土壤内的杂物等清除。同时要考虑草地的排水状况，过干过湿润不利于草本植物的生长。

5.4.3 主要水土保持工程施工方法与施工工艺

1.表土剥离及回覆

工程施工前，对占地类型为耕地、林地、园地并需要挖填土石方区域的表土进行剥离，建好施工平面控制网、高程系统，按设计要求放出开挖高程及开挖边线。表土剥离前，利用全站仪及水准仪进行测量放样，确定开挖范围、高程，并打（放）开挖范围、开挖深度控制桩线。根据测量放样，大范围区域的表土剥离采用推土机推至存储区，对于地形有起伏且区域较小部位采用用铁锹、锄头清除施工场地表层土，再采用推土机推至存储区，若临时堆放场地较远，可采用自卸汽车运输至设定的临时堆放场地存放。临时堆土底部彩条铺垫布，减缓清理堆土时对原地貌的扰动，表层苫盖防雨布，防止刮风引起扬尘。土地平整后将表土运至回覆场地进行铺料、整平、压实，据原占地类型、立地条件及环境绿化等需要，表土回覆厚度 10cm ~ 30cm。

2.护坡工程

浆砌石护坡施工工艺包括基土清理、基土碾压、基座施工、浆砌石砌筑等。

基土清理，基面清理范围包括坡面及阶面，顶部其边界应在设计基面边线外30cm~50cm。避免对已清理的基土造成人为破坏，堤基表层不合格土、杂物等必须清除，堤基范围内的坑、槽、沟等，应按堤身填筑要求进行回填处理。护坡工程所需块石、砂、水泥等材料同主体工程一并购买，浆砌石砌筑采用人工砌筑并修整，水泥砂浆由小型拌合机械现场拌制，砌筑前，应在砌体外将石料上的泥垢冲洗干净，砌筑时保持砌石表面湿润；应采用坐浆法分层砌筑，铺浆厚宜3cm~5cm，随铺浆随砌石，砌缝需用砂浆填充饱满，不得无浆直接贴靠，砌缝内砂浆应采用扁铁插捣密实；上下层砌石应错缝砌筑；砌体外露面应平整美观，外露面上的砌缝应预留约4cm深的空隙，以备勾缝处理；水平缝宽应不大于2.5cm，竖缝宽应不大于4cm；勾缝前必须清缝，用水冲净并保持缝槽内湿润，砂浆应分次向缝内填塞密实；勾缝砂浆标号应高于砌体砂浆；应按实有砌缝勾平缝，严禁勾假缝、凸缝；砌筑完毕后应保持砌体表面湿润做好养护。

3. 排水工程

浆砌石排水沟施工工艺包括沟槽开挖、砌筑、抹面等。排水沟沟槽开挖采用挖掘机配合人工开挖，出渣采用手推车或拖拉机运至线路防治责任范围填平。排水沟所需块石同主体工程一并购买，人工砌筑并修整，水泥砂浆由小型拌合机械现场拌制。

4. 土地整治

土地整治时先清除表层块石、杂物等，再翻耕20cm~30cm，要求整治后的地面坡度要均匀一致且应满足植被生长要求；控制平整工作量，保持与周边微地形的一致性、协调性，避免产生较大翻土挖填；平整后的土地要尽量保持一定的肥力；宜选择机械化施工为主、人工为辅的翻土、碎土、配合施肥的土地整治方案。

5. 灌木栽植及抚育管理

(1) 栽植

栽植时间：结合本工程施工进度，栽植时间为4月—6月、10月中旬—11月。

栽植方法：灌木的人工直播造林应提前整地，即在头年的11—12月整地。坑的规格以30×30×20cm居多，也可用小锄边整地边播种，其坑的规格须小一些，即15×15×10cm。坑内的土块必须打碎整平，工作内容主要包括挖坑、栽植、浇

水、覆土、保墒、清理。

(2) 抚育管理

结合松土、除草和施肥工作，可进行补植补造，造林后的2年内，最好每年进行一次砍灌除草、松土施肥等抚育管理工作。随着树龄的增加，其植株所需营养也在提高，因而施肥量也要不断增加，但在幼树阶段不能施用尿素、硫酸二氢铵等含氮高的化肥。

6.撒播种草及抚育管理

(1) 播种

播种时间：结合本工程施工进度，播种时间为4月~6月、10月中旬~11月。

条播：按10cm行距一行或多行同时开沟、播种、覆土一次完成。

撒播：把种子尽可能均匀地撒在地表松土表面并耧耙覆土。

播种深度：2cm。

(2) 抚育管理

地表覆盖：播种后及时覆土，用草席或无纺布进行覆盖以免被风吹走。

适当施肥：一般在植物生长期需追肥两次，第一次在幼苗生长1个月后即7月，多年生草本植物开始分蘖时，第二次在幼苗根系迅速生长的8月中旬。肥种以尿素、磷酸二铵为宜，每次追肥量5kg/亩。

围栏封育：人工恢复植被第一年植物根系较浅，容易为牛羊采食而拔根或践踏致死，因此不能在人工恢复草地进行放牧等活动，应采用刺铁丝隔离栅栏防护。

7.土袋阻挡：人工装土入土袋，人工码砌。

8.铺彩条布/钢板/防雨布：场内运输，人工裁切、铺垫。

9.土质排水沟及土质沉沙池：按规格进行挖沟挖槽，将挖起的土填筑于排水沟下边坡侧，排紧压实筑成沟帮，经常检查水流对沟壁的冲刷情况，如发现缺口，应及时填补。

5.4.4 绿色施工及防冻害施工的要求

1.绿色施工要求

工程建设中，可采取以下绿色施工措施：

(1) 选择低能耗、低排放的设备和技术，使用高效节能的施工机械和工具，采用环保材料和设备。

(2) 优化施工工艺及施工组织，尽可能的减少新建和改建施工汽运道路，减少对土地植被的占用和破坏。合理规划施工区域，减少土方挖填量，尽可能采用无损施工技术。

(3) 建立科学合理的废弃物管理系统，对施工中产生的废弃物进行分类、减量和资源化利用。

(4) 建立监测系统，对施工工程中的环境影响进行实时监测，采取防尘、减噪等措施，减少对周边环境的影响。

(5) 在工地周边设置绿色标识，宣传绿色施工理念，提高工人的环保意识和绿色施工的重要性。

5.4.5 施工进度安排

根据主体工程施工进度安排，主体工程建设期为 13 个月，计划从 2026 年 6 月开始施工，2027 年 6 月完工。根据防治水土流失的实际需要，与主体工程同步实施。

表 5-9 主体工程与水土保持工程施工进度双线横道图

项目	时间	2026 年			2027 年	
		6 月	7~9 月	9~12 月	1~3 月	4~6 月
线路工程	准备工作	---				
	基础工程		---	---		
	杆塔工程				---	
	架线及附件安装					---
塔基及施工临时占地 区	浆砌石排水沟		---	---		
	表土剥离		---	---		
	覆土			---	---	
	土地整治		---	---		
	植被恢复		---	---		
	土袋挡墙		---	---		
	隔离铺垫		---	---		
施工道 路区	土地整治				---	
	土袋挡墙	---	---	---		
	隔离铺垫	---	---	---		
	临时排水沉砂	---	---	---		
	植被恢复			---		
	铺设钢板	---	---			
其他施 工临时 占地区	土地整治					---
	植被恢复					---
	彩条布铺设					---
	钢板铺垫					---

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)中简化验收报备的要求,该项目属于实行承诺制管理的项目,对水土保持监测不作相应要求,但生产建设单位应依法做好水土流失防治工作。

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. 本水土保持方案概算编制的项目划分、费用构成、编制方法等严格按照水利部关于发布《水利工程建设概（估）算编制规定》及水利工程系列定额的通知（水总〔2024〕323号）及《生产建设项目水土保持技术标准》等进行编制。

2. 水土保持工程作为主体工程的重要内容，其投资估算价格水平年、人工单价、主要材料价格、施工机械台时费、估算定额、取费项目及费率与主体工程一致。主体工程估算定额中未明确的，采用水土保持或相关行业的定额、取费项目及费率。本工程主要材料估算价格参照四川省建设工程造价信息及宜宾市现行材料价格。本水土保持方案投资估算价格水平年为2025年第1季度。

3. 本工程水土保持投资估算作为主体工程投资估算组成部分，计入建设项目总投资估算中。对于主体工程中界定为水土保持工程的防护措施投资，将其列入本方案的投资总估算中，和新增的水土保持措施估算投资一起构成该水保方案的估算总投资。

7.1.1.2 编制依据

1. 《生产建设项目水土保持技术标准》（GB 50433-2018）；
2. 水利部关于发布《水利工程建设概（估）算编制规定》及水利工程系列定额的通知（水总〔2024〕323号）；
3. 《电力建设工程定额和费用计算规定》（2018年版）；
4. 《电力工程造价与定额管理总站关于发布2018版电力建设工程预算定额2022年度价格水平调整的通知》（定额〔2023〕1号）；
5. 四川省发展和改革委员会 四川省财政厅《关于制定水土保持补偿费收费标准的通知》（川发改价格〔2017〕347号）。

7.1.2 编制说明与估算成果

7.1.2.1 编制说明

1. 人工预算单价

主体已有水土保持措施单价与主体设计保持一致，新增水土保持措施单价根据水利部关于发布《水利工程设计概(估)算编制规定》及水利工程系列定额的通知(水总〔2024〕323号)，项目所在地宜宾市南溪区属于一般地区，人工工时预算单价6.38元/工时

2. 主要材料估算价格

本方案材料预算价格由材料原价、材料运杂费、材料运输保险费及采购保管费组成，水土保持工程植物措施所需树种单价，采用当下市场价格，参考《四川造价信息网》发布的近期当地市场信息价除税价格。

3. 施工机械台班费

施工机械台时按《水土保持工程概算定额》附录中的施工机械台时费定额计算。

4. 海拔调整系数

本工程的海拔为250m~350m，无需进行调整。

5. 工程措施单价

工程单价及有关费率按照水利部关于发布《水利工程设计概(估)算编制规定》及水利工程系列定额的通知(水总〔2024〕323号)计取。

(1) 费用构成及计算方法

工程措施和植物措施单价由直接工程费、间接费、企业利润、税金和扩大系数组成，费用构成及计算方法详见表7-2。

表7-1 工程措施单价费用构成及计算方法

序号	费用项目	计算方法
一	直接费	直接费+其它直接费
1	基本直接费	人工费+材料费+施工机械使用费
(1)	人工费	定额劳动量(工时)×人工预算单价(元/工时)
(2)	材料费	定额材料用量×材料预算单价
(3)	施工机械使用费	定额机械使用量(台时)×施工机械台时费
2	其它直接费	基本直接费×其它直接费费率
二	间接费	直接费×间接费费率
三	利润	(直接费+间接费)×利润率
四	材料补差	(材料预算价格-材料基价)×材料消耗量
五	税金	(直接费+间接费+利润+材料补差)×税率
六	措施单价	(直接费+间接费+利润+材料补差+税金)

(2) 费用标准

其它直接费：包含冬雨季施工增加费、夜间施工增加费、临时设施费、其他。

1) 冬雨季施工增加费按基本直接费的0.5%计；

- 2) 夜间施工增加费按基本直接费的 0.3%计, 工程措施(固沙及土地整治工程)、植物措施不计此项费用;
- 3) 临时设施费: 工程措施(除固沙及土地整治工程)、监测措施按基本直接费的 2.0%计算。工程措施(固沙及土地整治工程)、植物措施按基本直接费的 1.0%计算;
- 4) 其他按基本直接费的 0.5%计。

间接费: 土方工程按直接费的 5%计, 石方工程按直接费的 8%计, 混凝土工程及其他工程按直接费的 7%计, 植物措施工程按直接费的 6%计。

利润: 按直接费与间接费之和的 7.0%计。

税金: 按直接工程费、间接费、利润、材料补差之和的 9%计。

7. 水土保持工程估算编制

(1) 工程措施

工程措施估算按照设计工程量乘以工程单价进行编制。

(2) 植物措施

植物措施估算按设计工程量乘以工程单价进行编制。

(3) 监测措施

1) 水土保持监测

①土建设施及设备按设计工程量或设备清单乘以工程(设备)单价进行编制。

②安装费按设备费的百分率计算。

2) 弃渣场稳定监测

本项目不涉及弃渣场稳定监测。

3) 建设期观测费

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

(4) 施工临时工程

- 1) 临时防护工程: 施工期为防止水土流失采取的临时防护措施, 按工程量乘以单价进行编制。
- 2) 其他临时工程: 按一至三部分之和的 2%计列。
- 3) 施工安全生产专项: 按一至四部分建安工作量(不含设备购置费)之和的 2.5%计算。

(4) 独立费用

1) 建设管理费:

①项目经常费: 包括建设管理人员费; 工程建设过程中用于水土保持管理、视察水土保持工程建设所发生的会议和差旅等费用; 水土保持建设管理人员的办公费、差旅交通费、会议费、交通车辆使用费、技术图书资料费、固定资产折旧费、工具用具使用费、修理费、水电费、采暖费等; 水土保持宣传费、水土保持竣工验收费; 招标业务费、印花税、审计费等其他费用。结合市场价格计取。

②技术咨询费: 指委托第三方开展的水土保持有关勘测设计成果咨询、评审, 弃渣场稳定安全评估等费用, 本项目不计列。

2) 工程建设监理费: 水土保持监理由主体工程监理单位一并实施, 不单独计列监理费。

3) 科研勘测设计费:

①工程科学试验费: 本项目不计列。

②工程勘测设计费: 包括工程从项目建议书(或可行性研究)阶段开始至以后各设计阶段发生的勘测费、设计费, 以及水土保持方案编制费用。本项目仅涉及水土保持方案编制费, 根据合同价计取。

(4) 预备费

预备费按新增投资第一部分~第五部分之和的 10%计取。

(5) 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)文件, “对一般性生产建设项目, 按照征占用土地面积每平米 1.3 元一次性计征”。本工程占地面积 4.64hm², 按 1.3 元/m²计算, 水土保持补偿费为 6.032 万元, 全部在南溪区境内。

7.1.2.2 估算成果

本项目水土保持方案估算总投资 85.19 万元, 其中: 主体工程已列水土保持专项投资 40.32 万元, 本方案新增水土保持投资为 44.87 万元。水土保持投资中工程措施 25.16 万元, 植物措施 2.10 万元, 施工临时工程为 41.53 万元, 独立费用为 6.84 万元(建设管理费 1.14 万元, 科研勘测设计费 5.70 万元), 预备费为 3.53 万元, 水土保持补偿费 6.032 万元。其投资估算情况详见表 7-2~表 7-9。

表 7-2 总估算表 单位: 万元

序号	工程或费用名称	主体工程 投资	新增水土保持投资					合计
			建安工 程费	植物 措施	设备购 置费	独立 费用	小计	
一	第一部分工程措施	13.82	11.34				11.34	25.16
1	塔基及其施工临时场地区	13.82	5.02				5.02	18.84
2	其他施工临时占地区		0.42				0.42	0.42
3	施工道路区		5.90				5.9	5.9
二	第二部分植物措施			2.10			2.10	2.10
1	塔基及其施工临时场地区			0.98			0.98	0.98
2	其他施工临时占地区			0.17			0.17	0.17
3	施工道路区			0.95				
三	第三部分施工临时工程	26.5	15.03				15.03	41.53
1	临时防护工程	26.5	14.07				14.07	40.57
-1	塔基及其施工临时场地区		10.21				10.21	10.21
-2	其他施工临时占地区		0.90				0.90	0.90
-3	施工道路区	26.5	2.96					
2	其他临时工程		0.27				0.27	0.27
3	施工安全生产专项		0.69				0.69	0.69
四	第四部分独立费用						6.84	6.84
1	建设管理费						1.14	1.14
2	工程建设监理费						0	0
3	科研勘测设计费						5.70	5.70
五	※一至四部分合计	40.32	26.37	2.10			6.84	35.31
六	一、预备费						3.53	3.53
七	二、水土保持补偿费						6.032	6.032
八	※总投资						44.87	85.19

表 7-3 主体设计中已有水土保持措施工程量及投资表

措施	单位	工程量	单价(元)	投资(万元)
浆砌石护坡	m ³	300	353.27	10.60
浆砌石排水沟	m ³	90	357.96	3.22
钢板铺垫	m ²	5300	50	26.50
合计				40.32

表 7-4 水土保持工程措施估算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合价(万元)
	第一部分: 工程措施				11.34
一	塔基及其施工临时占地区				5.02
(一)	表土保护工程				2.77
1	表土剥离				1.81
	机械剥离表土	m ²	3605	0.78	0.28
	人工剥离表土	m ³	850	5.46	0.46
	机械土方转运(≤10m)	m ³	1544	0.33	0.05

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合价(万元)
	人工土方转运	m ³	410	24.90	1.02
2	覆土				0.96
	机械覆土	m ³	850	3.59	0.31
	人工覆土	m ³	410	15.75	0.65
(二)	土地整治工程				2.25
	土地平整(机械整地)	hm ²	1.69	9332.94	1.58
	土地平整(人力整地)	hm ²	0.61	11008.05	0.67
二	其他施工临时占地区				0.42
(一)	土地整治工程				0.42
	土地平整(机械整地)	hm ²	0.45	9332.94	0.42
三	施工道路区				5.90
(一)	表土保护工程				4.18
1	表土剥离				3.16
	机械剥离表土	m ²	12400	0.78	0.97
	土方转运(100m)	m ³	2850	7.70	2.19
2	覆土(机械覆土)	m ³	2850	3.59	1.02
(二)	土地整治工程				1.72
	土地平整(机械整地)	hm ²	1.84	9332.94	1.72

表 7-5 水土保持植物措施估算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合价(万元)
	第二部分: 植物措施				2.10
一	塔基及其施工临时占地区				0.98
(一)	植被恢复与建设工程				0.93
1	种草				0.39
	撒播草籽	hm ²	0.68	5728.05	0.39
2	植树				0.54
	穴状整地	个	528	0.76	0.04
	栽植	株	528	9.53	0.50
(二)	抚育工程				0.05
1	幼林抚育	hm ²	0.16	3107.21	0.05
二	其他施工临时占地区				0.17
(一)	植被恢复与建设工程				0.16
1	种草				0.02
	撒播草籽	hm ²	0.04	5728.05	0.02
2	植树				0.14
	穴状整地	个	132	0.76	0.01
	栽植	株	132	9.53	0.13
(二)	抚育工程				0.01
1	幼林抚育	hm ²	0.04	3107.21	0.01
三	施工道路区				0.95

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合价(万元)
(一)	植被恢复与建设工程				0.88
1	种草				0.13
	撒播草籽	hm ²	0.22	5728.05	0.13
2	植树				0.75
	穴状整地	个	726	0.76	0.06
	栽植	株	726	9.53	0.69
(二)	抚育工程				0.07
1	幼林抚育	hm ²	0.22	3107.21	0.07

表 7-7 水土保持临时工程估算表

	第四部分：施工临时工程				15.03
一	临时防护工程				14.07
(一)	塔基及其施工临时占地区				10.21
	防雨布及彩条布	m ²	10400	3.35	3.48
	土袋挡墙	m ³	461	145.90	6.73
(二)	其他施工临时占地区				0.90
	防雨布及彩条布	m ²	2700	3.35	0.90
	棕垫	m ²		8.39	
(三)	施工道路区				2.96
	防雨布及彩条布	m ²	3000	3.35	1.00
	临时排水沟	m ³	49	9.11	0.04
	临时沉沙池	座	5	1388.55	0.69
	土袋挡墙	m ³	84	145.90	1.23
二	其他临时工程	万元	13.44	0.02	0.27
三	施工安全生产专项	万元	27.51	0.025	0.69

表 7-8 水土保持措施独立费用估算表

序号	工程及费用名称	单位	数量	单价(元)	合计(元)
	第五部分 独立费用				6.84
一	建设管理费				1.14
(一)	项目经常费	%	2.5	28.47	0.71
(二)	技术咨询费	项	1.5	28.47	0.43
二	工程建设监理费	项	1	0.00	0.00
三	科研勘测设计费				5.70
(一)	工程科学研究试验费	项	1	0.00	0.00
(二)	工程勘测设计费	项	1	5.70	5.70

7-9 水土保持补偿费计算表

行政区	水土保持补偿面积 (hm ²)	计价标准 (元)	合计 (万元)
南溪区	4.64	1.3	6.032

表 7-10 工程单价汇总表 单位: 元

序号	定额编号	工程名称	单位	单价	其中							
					人工费	材料费	机械使用费	其它直接费	间接费	企业利润	税金	10%扩大
1	[01001]	人工清理表层土	100m ³	546.27	357.92	35.79		11.81	20.28	29.81	41.00	49.66
2	[01004]	人工挖排水沟	100m ³	910.86	637.36	19.12		19.69	33.81	49.70	68.37	82.81
3	[01092]	人工倒运土 (10m)	100m ³	2490.36	1709.40	85.47		53.85	92.44	135.88	186.93	226.40
4	[01100]	覆土 (人工)	100m ³	1574.63	1101.83	33.05		34.05	58.45	85.92	118.20	143.15
5	[01162]	机械剥离表层腐殖土	100m ²	78.01	4.47	0.76	51.00	1.69	2.90	4.26	5.86	7.09
6	[01166]	机械覆土	100m ³	359.30	31.90	7.34	219.72	7.77	13.34	19.60	26.97	32.66
7	[01169]	推土机推土 (10m)	100m ³	135.02	6.38	0.70	90.23	2.92	5.01	7.37	10.14	12.27
8	[0117]	推土机推土 (100m)	100m ³	769.53	40.19	4.42	510.00	16.64	28.56	41.99	57.76	69.96
9	[03005]	防雨布隔离	100m ²	334.66	63.80	172.89		7.10	17.07	18.26	25.12	30.42
10	[03056][03057]	土袋填筑、拆除	100m ³	14589.57	8485.40	1833.15		309.56	743.97	796.05	1095.13	1326.32
11	[08046]	穴状整地	100 个	75.93	49.76	4.98		1.09	3.35	4.14	5.70	6.90
12	[08060]	土地整治 (人工)	hm ²	11008.05	1935.69	6000.30	0.00	158.72	485.68	600.63	826.29	1000.73
13	[08063]	土地整治 (机械)	hm ²	9332.94	121.22	6000.30	541.52	199.89	411.78	509.23	700.55	848.45
14	[08081]	撒播草籽	hm ²	5728.05	354.09	3780.00		82.68	248.05	312.54	429.96	520.73
18	[08131]	灌木造林	100 株	952.52	140.36	546.34		13.73	42.03	51.97	71.50	86.59
16	[08136]	抚育管理	hm ² /年	3107.21	849.82	1390.25		44.80	137.09	169.54	233.23	282.47
17	[10074]	沉沙池	座	1388.55	531.45	450.61		29.46	70.81	75.76	104.23	126.23

表 7-11 主要材料预算价格汇总表 单位: 元

序号	名称及规格	单位	预算价格	序号	名称及规格	单位	预算价格
1	电	kW.h	0.79	10	铁件	kg	5.77
2	水	m ³	4.10	11	钢模板	kg	4.64
3	风	m ³	0.18	12	钢板	m ²	50
4	柴油	kg	7.37	13	农家土杂肥	m ³	122
5	板枋材	m ³	1621.77	14	草籽	kg	60
6	水泥 42.5	kg	0.360	15	灌木	株	20
7	细砂	m ³	75	16	防雨布	m ²	2.40
8	碎石 150mm	m ³	75	17	彩条布	m ²	2.00
9	编织袋	条	0.55				

7.2 效益分析

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、水土流失治理情况统计分析

本项目水土保持防治责任范围面积为 4.64hm²,经测算,本项目施工扰动后,占地区水土流失面积为 4.64hm²,在设计水平年,采取的水土保持工程措施面积为 3.70hm²,水土保持植物措施面积 0.94hm²。

表 7-12 项目区水土流失治理情况统计表

工程区	水土保持防治责任范围面积(hm ²)	水土流失面积(hm ²)	建(构)筑物面积(hm ²)	工程措施(hm ²)	植物措施(hm ²)
塔基及其施工临时场地区	2.35	2.35	/	1.67	0.68
其他施工临时占地区	0.45	0.45	/	0.41	0.04
施工道路区	1.84	1.84	/	1.62	0.22
合计	4.64	4.64		3.70	0.94

2、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%

项目建设区面积 4.64hm²,在采取水土保持措施后,结合同类工程相关经验,项目设计水平年水土流失治理达标面积 4.57hm²,故本项目水土流失治理度为 98.5%。

3、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

项目建设区范围内容许土壤流失量与方案实施后的土壤侵蚀强度之比。项目区土壤侵蚀类型以水力侵蚀为主，按侵蚀类型区划分属于西南土石山区，其土壤容许流失量为 $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

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 $490\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。水土流失控制比为 1.02。满足本项目防治标准的要求。

4、渣土防护率

根据土石方平衡，本项目施工期间临时堆土量 0.23 万 m^3 ，余方 0.17 万 m^3 ，施工期间对临时堆土采取土袋拦挡、临时遮盖等措施进行防护，多余土方平摊在塔基征地范围内，可防护临时堆土及余方 0.39 万 m^3 ，在方案设计水平年，渣土防护率为 97.0%。

5、表土保护率

本工程占地区表土可剥离面积 4.64hm^2 ，可剥离表土量 1.13 万 m^3 ，设计剥离面积 1.40hm^2 ，剥离方量 0.41 万 m^3 ，施工期间采取土袋拦挡、临时遮盖、彩条布隔离等水土保持措施，保护表土数量 0.72 万 m^3 （由于保护过程中不可避免的产生不可预计的损失），施工后期，表土全部用于植被恢复利用，考虑到表土剥离、回覆的损耗，在方案设计水平年，表土保护率可达到 95.0%。

6、林草植被恢复率

$$\text{林草植被恢复率} = (\text{林草类植被面积}/\text{可恢复林草植被面积}) \times 100\%$$

项目区可恢复林草植被面积为 0.94hm^2 ，方案实施植物措施面积为 0.94hm^2 ，林草植被恢复率可达到 100%。

7、林草覆盖率

$$\text{林草覆盖率} = (\text{林草类植被面积} + \text{园地复园面积}/\text{项目总面积}) \times 100\%$$

本项目建设区总面积为 4.64hm^2 ，设计水平年项目建设区范围内林草类植被面积可达到 0.94hm^2 ，土地整治后复园面积 0.53hm^2 ，林草植被覆盖率为 31.7%。

本方案实施后，可有效的控制项目施工期及林草恢复期的新增水土流失，减轻项目建设对周边环境的危害，有效的保护和利用项目区内的表土资源，保护及改善项目区的生态环境。方案的实施可治理水土流失面积 4.64hm^2 ，植被建设面积 0.94hm^2 ，减少水土流失量 262t，在设计水平年，水土流失治理度达到 98.5%，

土壤流失控制比为 1.02, 渣土防护率达到 97.0%, 表土保护率达到 95.0%, 项目区林草植被恢复率达到 100%, 林草覆盖率为 31.7%, 平均土壤侵蚀模数降为 490t/km²·a, 具有较好的生态效益。项目区 6 项水土流失防治目标均达到了预期目标, 详见表 7-13。

表 7-13 项目区水土保持目标实现情况统计表

序号	防治目标	设计水平年	
		方案实施后预测值	目标值
1	水土流失治理度	98.5%	97%
2	土壤流失控制比	1.02	1.0
3	渣土防护率	97.0%	92%
4	表土保护率	95.0%	92%
5	林草植被恢复率	100%	97%
6	林草覆盖率	31.7%	25%

8 水土保持管理

为了使本工程水土保持方案得以顺利有效的实施，切实起到保持水土，治理水土流失的作用，使工程新增水土流失得到有效控制，保障工程安全运行，维持和促进工程区生态环境的良性循环发展，建设单位必须按水保方案有计划、有组织的实施，加强管理，保证按期、保质保量完成治理任务，因此在方案报告中将制定相应的实施保证措施。

8.1 组织管理

8.1.1 组织机构

根据《中华人民共和国水土保持法》，水土保持方案报水行政主管部门批准后，由建设单位负责组织实施。为保证水土保持方案的顺利实施，需要建立强有力的组织领导机构。建设单位组织成立了环保水保部，指派专人负责工程建设和运行期水土保持方案的实施工作。机构的主要职责为：

(1)认真贯彻、执行“预防为主、保护优先、全面规划、综合治理、因地制宜、突出重点、科学管理、注重效益”的水土保持方针，确保水保工程安全，充分发挥水保工程效益。

(2)工程施工期间，负责与设计、施工、监测、监理单位保持联系，协调好水土保持方案与主体工程的关系，确保水保工程的正常开展和顺利进行，并按时竣工，最大限度减少人为造成的水土流失和生态环境的破坏。

(3)深入工程现场进行检查和观测，掌握工程施工和运行期间的水土流失状况及其防治措施落实状况，为有关部门决策提供基础资料。

(4)建立、健全各项档案，积累、分析整编资料，为水土保持工程验收提供相关资料。

(5)加强与业主、设计单位、施工单位的协调，在施工中充分落实批复后本方案的各项水土保持措施。

8.1.2 管理措施

在日常管理工作中，建设单位主要采取以下管理措施：

(1)将水土保持工作列入重要议事日程，切实加强领导，真正做到责任、措施

和投入“三到位”，认真组织方案的实施和管理，定期检查，自觉接受有关部门和社会监督。

(2)加强管理机构人员的有关水土保持法律、法规和技术的培训，增强职工的责任心，提高职工的技术水平；加强水土保持的宣传、教育工作，提高施工人员和各级管理人员以及工程附近群众的水土保持意识。

(3)制定工程建设期水土保持管理办法，落实设计单位、施工单位、监理、监测等单位的水土保持责任，以顺利推进水土保持协调工作。

(4)制定方案实施的目标责任制，防止建设中的不规范行为与水土保持方案相抵触的现象发生，并负责协调本方案和主体工程的关系。

(5)在施工和运行过程中，定期或不定期地对在建或已建的水土保持工程进行检查观测，随时掌握其运行状态，进行日常维修养护，消除隐患，维护水土保持工程完整。

(6)经常深入工程现场进行检查，掌握工程施工和运行期间的水土流失状况及其防治措施落实状况，为有关部门决策提供第一手资料。

(7)水土保持工程建成后，为保证水土保持措施正常运行，充分发挥水土保持效益，应落实管护责任单位，制定运行期管护制度。

8.2 后续设计

根据水利部《关于进一步深化“放管服”改革全面加强水土保持监管的意见》（水保〔2019〕160号）要求，本项目水土保持方案经水行政主管部门批复后，生产建设单位应当依据批准的水土保持方案与主体工程同步开展水土保持初步设计和施工图设计，按程序与主体工程设计一并报经有关部门审核，作为水土保持措施实施的依据。无设计的水土保持措施，不得通过水土保持设施自主验收。

后续水土保持措施设计可在批准的水土保持方案的措施总体体系基础上有所调整，但不得低于原技术标准和防护要求。

水土保持方案经批准后，后续设计或施工过程中：若项目的地点、规模发生重大变化的，应当补充或修改水土保持方案并报原审批机关批准；水土保持方案实施过程中，水土保持措施需要作出重大变更的，应根据《生产建设项目水土保持方案管理办法》的要求，及时向原审批水行政主管部门办理措施变更审批手续。

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）中简化验收报备的要求，该项目属于实行承诺制管理的项目，对水土保持监测不作相应要求，但生产建设单位应依法做好水土流失防治工作。

8.4 水土保持监理

根据水利部《关于进一步深化“放管服”改革全面加强水土保持监管的意见》（水保〔2019〕160号）：凡主体工程开展监理工作的项目，应当按照水土保持监理标准和规范开展水土保持工程施工监理。其中，征占地面积在20公顷以上或者挖填土石方总量在20万立方米以上的项目，应当配备具有水土保持专业监理资格的工程师；征占地面积在200公顷以上或者挖填土石方总量在200万立方米以上的项目，应当由具有水土保持工程施工监理专业资质的单位承担监理任务。本项目征占地面积小于20公顷，挖填土石方总量小于20万立方米，因此承担本项目水土保持监理的单位仅需具有工程监理资质即可。

监理方法采用跟踪、旁站、抽检等监理方法，控制水土保持工程的质量、进度和投资，对水土保持工程实行信息管理和合同管理，确保工程按期保质完成。水土保持监理的主要内容为水土保持合同管理，按照合同控制工程建设的投资、工期和质量，并协调有关各方的关系，包括水土保持实施阶段的招标工作、设计、施工等全过程。

施工期的水土保持监理措施主要为协助项目法人编写开工报告；审查承包商选择的分包单位；组织设计交底和图纸会审；审查承包商提出的施工方案，施工进度和资金、物质、设备计划等；督促承包商执行工程承包合同，按照国家和行业技术标准和批准的设计文件施工；监督工程进度和质量，检查安全防护措施；核实完成的工程量；签发工程付款凭证，整理合同文件和技术档案资料；处理违约和变更事件；协助项目法人进行工程各阶段验收，提出竣工验收报告。水土保持竣工验收时需提交水土保持工程监理报告、临时措施的影像资料和质量评定的原始资料。

8.5 水土保持施工

8.5.1 主体工程施工水土保持要求

严格控制施工扰动范围，禁止随意占压破坏地表植被，建设单位应当加强对施工单位的管理，在招投标文件和施工合同中明确施工单位的水土保持责任，强化奖惩制度，规范施工行为。主体工程在施工过程中应及时落实主体设计的具有水土保持功能的拦挡、截排水措施，并避免雨日施工。

施工期应响应“绿色施工”要求，严格控制施工扰动范围，尤其施工临时道路部分，禁止随意压占破坏地表植被。

水土保持工程建设将与主体工程一起，在工程施工前实行招标投标制，以保证水土保持方案的顺利实施，并达到预期的设计标准。建设单位将本工程水土保持方案纳入主体工程施工招标合同，明确承包商在各工程分区的水土流失防治范围及防治责任，外购砂石材料应在购买合同中明确砂石料场的水土流失防治责任。

建设单位在工程施工招标文件和施工合同中明确施工单位的水土保持责任，强化奖惩制度，规范施工行为。对施工单位提出水土保持措施的施工要求，组织施工单位学习、宣传《中华人民共和国水土保持法》，提高工程建设者的水土保持自觉行动意识。要求施工单位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。施工管理满足下列要求：

1、施工单位应加强水土保持宣传力度，加强水土保持有关法律法规宣传，增强施工人员水土保持意识，明确水土保持的义务和责任。做好水土流失临时措施，施工过程中应严格划定施工界限（如变电站区域，塔基及其施工临时场地区、牵张场、跨越施工场地等采用彩条旗或围栏限制施工范围），减少扰动，重视临时措施。

2、施工期应严格控制施工扰动范围，禁止随意压占破坏地表植被。在施工场地周边设置征用地界标志，施工活动严格控制在征地范围内，避免扩大扰动损坏面积。在生活和施工区设置水土保持宣传板，定期对施工人员进行水土保持宣传和知识讲座，提高施工人员水土保持意识，从思想上控制人为水土流失的发生。

3、合理安排工期，尽量避开雨季施工。土石方施工避开汛期、大风等恶劣天气，运输土石方的车辆进行车顶覆盖等预防保护措施，防止运输过程中土石方流失或产生风蚀；工程建设中尽量做到挖填平衡，施工过程中应边开挖、边回填、

边碾压、边采取护坡防护措施。

4、尽量缩短施工周期，减少疏松地面的裸露时间，合理安排施工时间，尽量避开雨季施工。

5、优化施工工艺，避免重复开挖。对开挖边坡、回填边坡的防护工程，做到合理、有序开挖，开挖时坡度应控制在稳定坡度范围之内，及时整理开挖面，对开挖形成的软弱边坡应及时采取工程防护措施，防止其垮塌，同时做好坡面、坡脚排水系统，施工一段、保护一段。

6、自觉接受水行政主管部门的监督，对不达标的措施及时整改。

7、施工完成后，施工单位应在工程验收合格后，方能撤离施工现场。

8.5.2 水土保持措施施工管理要求

水土保持措施应及时落实，与主体工程同施工。拦挡、截排水措施应提前布置，并及时实施临时遮盖措施。施工结束后应及时实施迹地恢复措施和撒草绿化措施。

8.5.3 监督管理

建设单位在工程施工招标文件和施工合同中明确施工单位的水土保持责任，强化奖惩制度，规范施工行为。对施工单位提出水土保持措施的施工要求，组织施工单位学习、宣传《中华人民共和国水土保持法》，提高工程建设者的水土保持自觉行动意识。要求施工单位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。施工管理满足下列要求：

- (1) 施工期应严格控制施工扰动范围，禁止随意压占破坏地表植被。
- (2) 设立保护地表及植被的警示牌，施工过程中应注重保护表土与植被。
- (3) 注意施工及生活用火安全，防止火灾烧毁地表植被。
- (4) 建成的水土保持工作应有明确的管理维护要求。
- (5) 加强施工人员的培训和教育，树立保护植被的意识，严禁乱砍、乱伐。
- (6) 严格按设计方案施工，开挖、排弃土石方。
- (7) 严格控制施工扰动面积，不得随意扩大施工范围。
- (8) 合理安排工期，尽量避开雨季施工。
- (9) 优化施工工艺，避免重复开挖。
- (10) 自觉接受水行政主管部门的监督，对不达标的措施及时整改。

(1) 施工完成后, 施工单位应在工程验收合格后, 方能撤离施工现场。

8.6 水土保持设施验收

根据水土保持“三同时”制度要求, 主体工程竣工验收前必须完成水土保持设施专项验收工作, 验收内容、程序等按《水利部关于加强事中事后监管规范生产建设项目水土保持设施自主验收的通知》(水保〔2017〕365号)、《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)执行。

依法编制水土保持方案报告书的生产建设项目投产使用前, 建设单位应当根据水土保持方案及其审批决定等, 在主体竣工验收前开展水土保持设施自主验收。验收报告编制完成后, 建设单位应当组织成立验收工作组, 验收工作组由建设单位、水土保持方案编制、设计、施工、监理及验收报告编制等单位代表组成, 必要时邀请水土保持专家参加验收组, 严格按照“现场检查—资料查阅—召开会议”开展自主验收。

对验收合格的项目, 除按照国家规定需要保密的情形外, 建设单位应在10个工作日内将水土保持设施验收鉴定书、水土保持设施验收报告通过其官方网站或上级单位网站、行业网站、项目所属地方政府部门网站向社会公开, 公示时间不少于20个工作日, 并注明项目建设单位和水土保持设施验收报备机关的联系电话, 对公众反应的主要问题和意见, 应及时处理或回应。

建设单位在向社会公开水土保持设施验收材料后、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。对生产建设单位报备的水土保持设施验收材料完整、符合格式要求且已向社会公示无异议的项目, 水土保持设施验收报备机关应当在收到报备材料后5个工作日内出具水土保持设施验收报备证明, 并定期在其门户网站进行公告, 对报备材料不完整或不符合要求的, 应当在5个工作日内一次性告知建设单位予以补充。

建设单位在取得报备证明后5个工作日内填报建设项目基本信息、水土保持设施验收情况等相关信息。

水土保持工程验收后, 应由项目法人负责对项目建设区的水土保持设施进行后续管护与维修, 运行管护维修费用从生产运行费中列支。