

布拖换流站一期 500 千伏配套工程

环境影响报告书

建设单位：国网四川省电力公司建设工程咨询分公司

评价单位：中国电力工程顾问集团西南电力设计院有限公司

二〇二〇年六月 成都

目录

1 前言.....	- 1 -
1.1 工程建设必要性.....	- 1 -
1.2 工程概况.....	- 1 -
1.3 设计工作进展情况.....	- 3 -
1.4 环境影响评价工作过程.....	- 3 -
1.5 项目有关前期工程环保手续履行情况.....	- 4 -
1.6 环评关注的主要环境问题.....	- 8 -
1.7 环境影响报告书主要结论.....	- 8 -
2 编制依据.....	- 10 -
2.1 评价依据.....	- 10 -
2.1.1 法律法规.....	- 10 -
2.1.2 相关规定和部委规章.....	- 10 -
2.1.3 环境影响评价技术规程规范.....	- 11 -
2.1.4 相关资料.....	- 12 -
2.1.5 标准批复文件.....	- 12 -
2.2 评价因子与评价标准.....	- 12 -
2.2.1 评价因子.....	- 12 -
2.2.2 评价标准.....	- 12 -
2.3 评价工作等级.....	- 13 -
2.3.1 电磁环境.....	- 13 -
2.3.2 生态.....	- 14 -
2.3.3 声环境.....	- 15 -
2.3.4 水环境.....	- 15 -
2.3.5 环境风险影响评价.....	- 15 -
2.4 评价范围.....	- 15 -
2.5 环境保护目标.....	- 16 -
2.5.1 电磁环境和声环境敏感目标.....	- 16 -
2.5.2 生态敏感区.....	- 16 -
2.6 评价重点.....	- 18 -
3 工程概况及工程分析.....	- 19 -

3.1 工程概况.....	- 19 -
3.1.1 工程一般特性.....	- 19 -
3.1.2 布拖换流站一期改造工程简况.....	- 21 -
3.1.3 月城 500kV 变电站改造工程简况.....	- 21 -
3.1.4 普提 500kV 变电站保护改造工程简况.....	- 23 -
3.1.5 橄榄 500kV 变电站保护改造工程简况.....	- 25 -
3.1.6 布拖换流站一期 500kV 配套工程线路工程.....	- 26 -
3.1.7 线路并行情况.....	- 39 -
3.1.8 线路重要交叉跨越.....	- 39 -
3.1.9 导线及排列方式.....	- 40 -
3.1.10 铁塔型式.....	- 40 -
3.1.11 铁塔基础.....	- 42 -
3.1.12 施工组织和施工工艺.....	- 42 -
3.1.13 工程占地.....	- 48 -
3.1.14 计划工期.....	- 49 -
3.2 与政策、法规等相符性分析.....	- 49 -
3.2.1 与产业政策符合性分析.....	- 49 -
3.2.2 与相关规划相符性分析.....	- 49 -
3.2.3 与四川生态保护红线管控要求相符性分析.....	- 50 -
3.3 工程的环境合理性分析.....	- 53 -
3.4 环境影响因素识别.....	- 53 -
3.4.1 施工期环境影响因素识别.....	- 53 -
3.4.2 运行期环境影响因素识别.....	- 54 -
3.5 生态影响途径分析.....	- 54 -
3.5.1 施工期生态影响途径分析.....	- 54 -
3.5.2 运行期生态影响途径分析.....	- 55 -
3.6 设计阶段环境保护措施.....	- 55 -
3.6.1 划设计阶段采取的环保措施.....	- 55 -
3.6.2 施工期采取的环保措施.....	- 56 -
3.6.3 运行期采取的环保措施.....	- 57 -
3.6.4 工程穿越生态保护红线时的保护措施.....	- 57 -
4 环境现状调查与评价.....	- 59 -
4.1 自然环境概况.....	- 59 -
4.1.1 地形地貌.....	- 59 -
4.1.2 地质条件.....	- 60 -

4.1.3 地震烈度.....	- 60 -
4.1.4 地下水.....	- 60 -
4.1.5 气象.....	- 61 -
4.1.6 动植物.....	- 61 -
4.1.7 土地利用现状.....	- 62 -
4.1.8 水文.....	- 62 -
4.1.9 水土流失.....	- 63 -
4.1.10 土壤.....	- 63 -
4.1.11 空气环境.....	- 64 -
4.2 电磁环境现状.....	- 64 -
4.2.1 本工程线路监测方法及监测仪器.....	- 64 -
4.2.2 监测结果.....	- 66 -
4.2.3 运行工况.....	- 66 -
4.2.4 环境现状评价及结论.....	- 67 -
4.3 声环境现状.....	- 67 -
4.3.1 本工程线路监测项目及频次.....	- 67 -
4.3.2 监测方法及仪器.....	- 67 -
4.3.3 监测结果.....	- 68 -
4.3.4 环境现状评价及结论.....	- 68 -
5 施工期环境影响评价.....	- 69 -
5.1 施工扬尘分析.....	- 69 -
5.2 污水排放分析.....	- 69 -
5.3 固体废物影响分析.....	- 70 -
5.4 生态环境影响分析.....	- 70 -
5.5 声环境影响分析.....	- 72 -
6 运行期环境影响评价.....	- 73 -
6.1 电磁环境影响预测与评价.....	- 73 -
6.1.1 理论预测模式.....	- 73 -
6.1.2 类比分析.....	- 75 -
6.1.3 理论预测.....	- 84 -
6.2 声环境影响预测与评价.....	- 107 -
6.2.1 类比分析.....	- 107 -
6.2.2 理论预测.....	- 109 -

6.2.3 声环境影响评价结论.....	- 113 -
6.3 电磁环境和声环境敏感目标环境影响预测结果.....	- 113 -
6.4 地表水环境影响分析.....	- 115 -
6.5 大气环境影响分析.....	- 115 -
6.6 固体废物影响分析.....	- 115 -
6.7 环境风险分析.....	- 115 -
7 生态评价专章.....	- 116 -
7.1 评价等级.....	- 116 -
7.2 评价范围.....	- 116 -
7.3 评价方法.....	- 116 -
7.3.1 野外调查方法.....	- 116 -
7.3.2 内业分析.....	- 117 -
7.4 生态环境现状调查及评价.....	- 118 -
7.4.1 生态功能定位.....	- 118 -
7.4.2 评价区生态系统现状调查.....	- 119 -
7.4.3 评价区陆生植物资源现状调查.....	- 121 -
7.4.4 评价区陆生动物资源现状调查.....	- 134 -
7.4.5 生态类保护目标.....	- 140 -
7.5 生态影响预测与评价.....	- 144 -
7.5.1 对生态的影响.....	- 144 -
7.5.2 对土地利用类型的影响分析.....	- 147 -
7.5.3 对植物及植物多样性的影响.....	- 149 -
7.5.4 对野生动物的影响.....	- 154 -
7.5.5 对生态服务功能的影响.....	- 158 -
7.5.6 对生态保护红线的影响.....	- 160 -
7.5.7 对工程附近饮用水水源保护区的影响分析.....	- 165 -
7.6 生态影响防护与恢复措施.....	- 166 -
7.6.1 生态环境保护措施.....	- 166 -
7.6.2 生态环境恢复措施.....	- 176 -
7.7 生态影响评价结论.....	- 177 -
7.7.1 区域生态环境概况.....	- 177 -
7.7.2 主要生态环境影响.....	- 177 -
7.7.3 生态环境保护措施.....	- 178 -
7.7.4 生态环境影响可行性结论.....	- 179 -

8 环境保护措施及其技术、经济论证.....	- 180 -
8.1 污染控制措施分析.....	- 180 -
8.1.1 环境保护措施设置原则.....	- 180 -
8.1.2 电磁环境保护措施分析.....	- 180 -
8.1.3 声环境保护措施分析.....	- 180 -
8.1.4 地表水环境保护措施分析.....	- 180 -
8.2 环保措施的经济、技术可行性分析.....	- 180 -
8.2.1 规划设计阶段采取的环境保护措施.....	- 180 -
8.2.2 施工期环境保护措施.....	- 184 -
8.2.3 运行期环境保护措施.....	- 185 -
8.3 措施的技术、经济可行性分析.....	- 185 -
9 环境管理和监测计划.....	- 186 -
9.1 环境管理.....	- 186 -
9.1.1 环境管理机构.....	- 186 -
9.1.2 设计、施工招标阶段的环境管理.....	- 186 -
9.1.3 施工期环境管理.....	- 186 -
9.1.4 环境保护设施竣工验收.....	- 187 -
9.1.5 运行期环境管理.....	- 188 -
9.1.6 环境管理培训.....	- 188 -
9.2 环境监理.....	- 189 -
9.3 环境监测.....	- 190 -
10 评价结论与建议.....	- 191 -
10.1 工程概况.....	- 191 -
10.2 工程建设的符合性及必要性.....	- 192 -
10.3 环境概况.....	- 193 -
10.4 主要环境影响预测与评价结论.....	- 194 -
10.4.1 施工期环境影响与评价结论.....	- 194 -
10.4.2 运行期环境影响预测与评价结论.....	- 197 -
10.5 环境保护措施.....	- 200 -
10.6 生态环境保护措施.....	- 202 -
10.6.1 植被保护措施.....	- 202 -
10.6.2 动物保护措施.....	- 205 -

10.6.3 水土保持措施.....	- 206 -
10.6.4 生态红线内保护措施.....	- 207 -
10.7 公众参与调查.....	- 211 -
10.8 工程环保投资估算.....	- 211 -
10.9 评价结论.....	- 211 -
10.10 建议.....	- 212 -

1 前言

1.1 工程建设必要性

截至 2018 年底，四川省发电装机容量 98327MW，其中水电 78240MW，火电 15752MW，风电 2528MW、光伏 1808MW。2018 年四川省全社会用电量 $2459 \times 10^8 \text{kWh}$ ，同比增长 11.5%，最大用电负荷 46000MW，同比增长 10.0%。根据预测，2025 年四川省全社会用电量和最大负荷将分别达到 $3070 \times 10^8 \text{kWh}$ 和 59000MW。

白鹤滩水电站位于四川省凉山彝族自治州和云南省昭通市境内金沙江干流河段上，电站总装机容量 16000MW，根据三峡公司提供建设进度，首批机组计划于 2021 年 6 月投产，2022 年汛期前全部机组投产完毕。白鹤滩电站是“西电东送”的重要工程，其电力外送工程已列入国家《电力发展“十三五”规划（2016-2020 年）》。2018 年 9 月，国家能源局又以文《关于加快推进一批输变电重点工程规划建设工作的通知》（国能发电力[2018]70 号）要求：加快推进白鹤滩电站外送工程建设，并明确白鹤滩电站电力以 2 回 $\pm 800 \text{kV}$ 直流输电工程分别送电江苏和浙江两省消纳。通过建设布拖换流站一期 500kV 配套工程，可以有效提高水电开发积极性、加快建设进度，推动水电等清洁能源开发、生产、输送和消费步入良性循环轨道，从而大力促进地方社会经济发展，因此建设本工程是非常必要的。

1.2 工程概况

布拖换流站一期 500kV 配套工程包括：布拖换流站一期改造工程、月城 500kV 变电站改造工程、橄榄 500kV 变电站保护改造工程、普提 500kV 变电站保护改造工程、布拖换流站一期 500kV 配套工程线路工程、配套光缆改造工程。

（1）布拖换流站一期改造工程

根据《白鹤滩-江苏 $\pm 800 \text{kV}$ 特高压直流输电工程选址意见书》，布拖 $\pm 800 \text{kV}$ 换流站位于四川省凉山州布拖县特木里镇，换流站新建工程即将开工建设。

本期在换流站内扩建 500kV 出线侧融冰刀闸 7 组和相应融冰管母线，及部分设备支架及基础。本期 π 接线路 3 个间隔包含在布拖换流站新建工程中，不属于本工程建设内容和评价内容。

（2）月城 500kV 变电站改造工程

月城 500kV 变电站位于四川省凉山州西昌市佑君镇。

本期拆除原月城~普提 500kV 出线侧融冰短接刀闸，并在站内 500kV 配电装置场

地预留位置扩建 2 组融冰刀闸及融冰管母线。

(3) 橄榄 500kV 变电站保护改造工程

橄榄 500kV 变电站位于四川省攀枝花市米易县新山乡与丙谷镇。

本期改造范围为第五串的 II 母边断路器保护、中断路器保护、II 母出线保护等 4 面保护屏更换以及出线接地刀更换后的二次接线改造等。

(4) 普提 500kV 变电站保护改造工程

普提 500kV 变电站位于四川省凉山州昭觉县城东北 5.0km 的城北乡。

本期工程配置 2 套短引线保护，作用于 500kV 第三串 5031 和 5032 断路器，增设相关屏柜接地、电缆敷设、防火封堵等内容。

(5) 布拖换流站一期 500kV 配套工程线路工程

①月城～普提双回 500kV 线路月城侧 π 入布拖换流站线路工程

线路自月城～普提同塔双回线路 201#塔（月普一线运行编号）耐张塔作为 π 接塔，至布拖换流站一期 500kV 进线构架止，新建路径长度约 2×35km，其中 10mm 冰区 2×2.4km，15mm 冰区 2×12km，20mm 冰区 2×20.6km。10mm 和 15mm 冰区采用同塔双回架设（其中 10mm 冰区钻越锦苏特高压段采用两个单回路架设），20mm 冰区采用两个单回路架设，新建线路位于四川省凉山州昭觉县和布拖县境内。沿月普双回线路月城侧 π 接点至布拖换流站一期的 500 千伏新建双回线路上架设两根 OPGW 光缆，OPGW 光缆路由长度约 35km，OPGW 光缆长约 2×38.5km。拆除同塔双回路路径长度 1.5km。本工程将月城～普提双回 500kV 线路开断后，普提侧线路接至布拖换流站二期，形成普提～布拖双回 500kV 线路。

②橄榄～普提一线单回 500kV 线路橄榄侧 π 入布拖换流站线路工程

新建线路从橄榄～普提一线单回 500kV 线路 261#大号侧改接点新建转角塔起，至布托换流站 500kV 进线构架止，橄普一线橄榄侧 π 接方案新建路径长约 5km，全部位于布拖县境内。同塔架设 1 根 OPGW 光缆，新建光缆路径长约 5.0km，OPGW 光缆长约 6.2km。本工程将橄榄～普提 500kV 线路开断后，普提侧线路接至布拖换流站二期，形成普提～布拖单回 500kV 线路。 π 接点间线路拆除部分不属于本工程内容。

(6) 配套光缆改造工程

将月普线月城～ π 接点一线 001#-201#（对应设计编号 N1001~N2053）的普通地线更换为 72 芯 OPGW 光缆，全线路径长度为 69.83km，OPGW 光缆长约 73.80km，共计 201 基铁塔更换 OPGW 及相应的金具；将橄榄站出线构架～榄普一线改接塔（对应设计

编号 N4074~N4075，运行编号 261#~262#) 的一根地线更换为 72 芯 OPGW 光缆（光缆改造），全线路径长度为 131km，OPGW 光缆长约 148km，共计 261 基铁塔更换 OPGW 及相应的金具。

本工程布拖换流站一期改造工程、月城 500kV 变电站改造工程、橄榄 500kV 变电站保护改造工程、普提 500kV 变电站保护改造工程均属于站内设备技术改造，不增加电磁环境影响源、噪声源，不新增污水、大气和固体废弃物排放，不会产生新的环境风险；配套光缆改造工程对环境影响较小，也不会产生新的环境风险。布拖换流站一期新建工程正在建设中，月城 500kV 变电站、橄榄 500kV 变电站保护、普提 500kV 变电站前期工程均通过相关竣工环境保护验收，不存在遗留环保问题；因此本次环评不再对本工程布拖换流站一期改造工程、月城 500kV 变电站改造工程、橄榄 500kV 变电站保护改造工程、普提 500kV 变电站保护改造工程、配套光缆改造工程进行评价。

1.3 设计工作进展情况

2018 年 12 月，电力规划设计总院以《关于印发布拖换流站一期 500kV 配套工程可行性研究报告评审意见的通知》（电规规划[2018]398 号），原则同意本工程可研方案。目前，本工程初步设计工作由四川电力设计咨询有限责任公司、成都城电电力工程设计有限公司承担，正在进行中。

1.4 环境影响评价工作过程

按照《中华人民共和国环境保护法》（2015 年 1 月 1 日实施）、《中华人民共和国环境影响评价法》、国务院令第 682 号《建设项目环境保护管理条例》及国家环境保护部公布的《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2018 年 4 月 28 日实施）规定，“500 千伏及以上项目应该编制环境影响报告书”。为此，国网四川省电力公司建设工程咨询分公司于 2019 年 7 月委托中国电力工程顾问集团西南电力设计院有限公司（以下简称我院）承担本工程环境影响评价工作，见附件 1。

接受任务后，评价人员首先对现有设计资料（包括工程所在地区地形、地貌、地质、气象、水文、工程设计参数）进行了分析，初步掌握了工程特点，在此基础上制定了下一阶段的工作计划并进行了组织分工。然后评价人员和设计人员一道深入工程所在地的相关部门和线路所经之处进行现场收资和调查。实地收集第一手评价所需资料，提出了电磁环境和声环境监测计划，并委托监测单位进行了现场监测；同时向凉山州生态环境局进行了环境影响评价标准请示并取得了相应批复文件。期间我院结合本工程的实际情况，进行了环境影响预测及评价，制定了相应的环境保护措施。我院根据

相关规范、导则的要求，编制完成了《布拖换流站一期 500 千伏配套工程环境影响报告书》。

1.5 项目有关前期工程环保手续履行情况

（1）布拖±800kV 换流站

布拖±800kV 换流站前期为新建工程，目前已有规模：1）直流部分：±800kV 直流双极出线 1 回，至常熟换流站。双极额定容量 8000MW、单极 4000MW，额定电流 5000A。换流变为 24 台单相双绕组变压器，单台容量 406MVA；2）交流部分：本期建设交流滤波器和并联电容器组总容量为 4345Mvar，分为 4 大组、16 小组

（11×245+5×330Mvar）；500kV 主变压器 2×1000MVA（按终期规模一次建成）；500kV 出线 7 回（远期出线 10 回，预留 3 回）；220kV 出线 3 回（远期出线 12 回，预留 9 回）；线路高抗及中性点小电抗 120Mvar+2×90Mvar，并预留 2 回高抗位置；500kV 变压器低压侧各装设 1 组 90Mvar 低压并联电容器（终期 2 组 90Mvar 低压并联电容器）、3 组 90Mvar 低压并联电抗器。前期工程包含在《白鹤滩-江苏±800kV 特高压直流输电工程环境影响报告书》（一期）。布拖±800kV 换流站前期建设内容环保手续履行情况见表 1-1。

表 1-1 布拖±800kV 换流站前期主要建设内容及环保手续履行情况一览表

项目组成	一期工程
换流变压器	24×406MVA
主变压器	2×1000MVA
±800kV 出线	1 回
500kV 出线	7 回
所属工程	白鹤滩-江苏±800kV 特高压直流输电工程
环评批复	编写完成，尚未审批

（2）月城 500kV 变电站

月城 500kV 变电站（原西昌 500kV 变电站）前期历经 3 期工程，目前已有规模：主变容量 2×750MVA，500kV 出线 10 回，500kV 高抗 2×120MVar+2×3×60MVar，低压电抗器 4×60MVar。前期工程分别包含在《西昌 500kV 输变电工程环境影响报告书》（一期）、《锦屏 500kV 输变电工程环境影响报告书》（二期）、《木里 500kV 输变电工程环境影响报告书》（三期）中。月城 500kV 变电站前期建设内容环保手续履行情况见表 1-2。

表 1-2 月城 500kV 变电站前期建设内容环保手续履行一览表

项目组成	一期工程	二期工程	三期工程
主变压器	2×750MVA	—	—

500kV 出线	2 回（普提）	6 回（至官地 2 回、沐川 2 回、锦屏 2 回）	2 回（木里）
500kV 高抗	—	2×120MVar	2×3×60MVar
所属工程	西昌 500kV 输变电工程	锦屏 500kV 输变电工程	木里 500kV 输变电工程
环评批复	原国家环境保护部，环审[2008]155 号（2008 年 6 月）	原国家环境保护部，环审[2009]120 号（2009 年 3 月）	原国家环境保护部，环审[2009]244 号（2009 年 5 月）、
验收情况	原国家环境保护部，环验[2013] 280 号（2013 年 12 月）	正在履行竣工环保验收程序	原四川省环境保护厅川环验[2016]029 号（2016 年 4 月）

根据表 1-2 可知，月城 500kV 变电站前三期工程在建设过程中均履行了环评和竣工环保验收手续。根据调查，本项目变电站前期工程自投运至今未出现过环境污染事件，也未收到环保投诉。

（3）橄榄 500kV 变电站

橄榄 500kV 变电站（原米易 500kV 变电站）前期历经 2 期工程，目前已有规模：主变容量 2×1000MVA，500kV 出线 6 回，低压电容器 2×（2×60）MVar；低压电抗器 2×（2×60）MVar。前期分别包含在《米易 500kV 输变电工程环境影响报告书》（一期）、《米易 500kV 输变电扩建工程环境影响报告书》（二期）中。橄榄 500kV 变电站前期建设内容环保手续履行情况见表 1-3。

表 1-3 橄榄 500kV 变电站前期建设内容环保手续履行一览表

项目组成	一期工程	二期工程
主变压器	—	2×1000MVA
500kV 出线	3 回（二滩Ⅲ1 回、普提Ⅲ1 回、攀枝花Ⅱ1 回）	3 回（攀枝花Ⅱ回、普提Ⅱ回、二滩Ⅱ回）
500kV 高抗	—	—
所属工程	米易 500kV 输变电工程	米易 500kV 输变电扩建工程
环评批复	原四川省环境保护厅，川环审[2010]241 号（2010 年 5 月）	原四川省环境保护厅，川环审[2011]340 号（2011 年 8 月）
验收情况	川电科信[2019]4 号	川电科信[2019]4 号

根据表 1-3 可知，橄榄 500kV 变电站前两期工程在建设过程中均履行了环评和竣工环保验收手续。根据调查，本项目变电站前期工程自投运至今未出现过环境污染事件，也未收到环保投诉。

（4）普提 500kV 变电站

普提 500kV 变电站前期历经 6 期工程，目前已有规模：主变容量 1×750MVA+1×1000MVA，500kV 出线 9 回，500kV 高抗 3×180MVar+2×90MVar。前

期工程分别包含在《二滩水电站送出配套输变电工程环境影响分析》（一期）、《四川二滩输电系统加强工程环境影响报告书》（二期）、《普提 500kV 开关站主变扩建工程环境影响报告书》（三期）、《西昌 500kV 变电站配套 220kV 输变电工程环境影响报告表》（四期）、《西昌 500kV 输变电工程环境影响报告书》（五期）以及《普提 500kV 变电站主变扩建工程环境影响报告书》（六期）中。普提 500kV 变电站前期建设内容环保手续履行情况见表 1-4。

表 1-4 普提 500kV 变电站前期建设内容环保手续履行一览表

项目组成	一期工程	二期工程	三期工程	四期工程	五期工程	六期工程
主变压器	—	—	1×750MVA	—	—	1×1000MVA
500kV 出线	6 回（二滩 3 回，洪沟 3 回）	1 回（东坡）	—	—	2 回（西昌）	—
500kV 高抗	4×180MVar (-1×180MVar)	—	—	—	2×90MVar	—
所属工程	二滩水电站送出配套输变电工程	四川二滩输电系统加强工程	普提 500kV 开关站主变扩建工程	西昌 500kV 变电站配套 220kV 输变电工程	西昌 500kV 输变电工程	普提 500kV 变电站主变扩建工程
环评批复	原四川省环境保护局，川环发[1994]升字第 033 号	原国家环境保护总局，环审[2005]408 号 (2005 年 12 月)	原国家环境保护总局，环审[2005]986 号 (2005 年 12 月)	原四川省环境保护局，川环建函[2008]892 号 (2008 年 10 月)、	原国家环境保护部，环审[2008]155 号 (2008 年 6 月)	原国家环境保护部，环审[2009]121 号 (2009 年 3 月)
验收情况	—	原国家环境保护部，环验[2008]22 号 (2008 年 4 月)	原国家环境保护部，环验[2008]22 号 (2008 年 4 月)	原四川省环境保护厅川环验[2012]050 号 (2012 年 4 月)	原国家环境保护部，环验[2013]280 号 (2013 年 12 月)	原四川省环境保护厅川环验[2015]201 号 (2015 年 9 月)

注：①（-1×180MVar）指一期中已建的 1×180MVar 母线高抗在第五期工程中异地搬迁。

普提500kV变电站一期工程为二滩水电站送出配套输变电工程，当时为一开关站，为世行贷款项目。为满足世行项目的环境保护要求，原建设单位开展了一系列的环境保护工作：编制环境影响报告书（西南电力设计院，1994年）、开展建设期环境保护、监测及评价工作（原四川省环境保护科研监测所（四川省环境保护科学研究院），1994年～2002年）、开展运行期电磁环境影响监测（四川省辐射环境管理监测中心站，2202年）。根据表1-4可知，第2～6期工程在建设过程中均履行了环评和竣工环保验收手续。根据调查，本项目变电站前期工程自投运至今未出现过环境污染事件，也未收到环保投诉。

1.6 环评关注的主要环境问题

本工程关注的主要环境问题有：（1）输电线路建设期产生的生态环境影响，其中包括对土地利用、生态系统、植物资源、动物资源、生态保护目标、景观、水土流失和生态红线的影响；（2）运行期产生的工频电场、工频磁场及噪声对周围环境敏感点的影响。

1.7 环境影响报告书主要结论

（1）通过建设布拖换流站一期 500kV 配套工程，可以有效提高水电开发积极性、加快建设进度，推动水电等清洁能源开发、生产、输送和消费步入良性循环轨道，从而大力促进地方社会经济发展，因此建设本工程是非常必要的。

（2）本工程属国家发展和改革委员会第 21 号令《产业结构调整指导目录（2019 年本）》中“第一类 鼓励类”中第四条“电力”中的“500 千伏及以上交、直流输变电”项目，符合国家现行产业政策；本工程已列入国网四川省电力公司 2020 年前期工作计划，符合电网建设规划；线路选线取得了工程所在地昭觉县、布拖县等相关部门同意意见，符合地方规划要求。

（3）本工程无法完全避让生态保护红线，输电线路在凉山州昭觉县、布拖县穿越了凉山—相岭生物多样性维护—水土保持生态保护红线和金沙江下游干热河谷水土流失敏感生态保护红线，线路路径已取得昭觉县、布拖县自然资源主管部门的原则同意意见。根据中共中央办公厅、国务院办公厅《关于在国土空间规划中统筹划定落实三条控制线的指导意见》（厅字〔2019〕48 号）以及环环评〔2016〕150 号、环规财〔2018〕86 号、《四川省人民政府关于落实生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线制定生态环境准入清单实施生态环境分区管控的通知》（川府发〔2020〕9 号）等相关文件，本工程不违背国家及四川省现行生态保护红线管控要求。

(4) 本工程所在区域的电磁环境、声环境现状良好，监测结果满足相应评价标准要求，没有制约本工程建设的环境要素。

(5) 本工程施工期的环境影响较小。经预测计算，在采取相应环保措施后，本工程输电线路运行期产生的工频电场强度、工频磁感应强度、噪声能够满足相应评价标准限值要求。

(6) “报告书”对本工程在建设期和运行期分别提出了电磁环境、声环境保护措施和生态影响减缓措施。通过认真落实“报告书”和工程设计中提出的各项环保措施要求，可减缓或消除本工程建设可能产生的不利环境影响。从环保角度分析，本工程的建设是可行的。

本次环评工作得到了工程所在地生态环境部门、国网四川省电力公司建设工程咨询分公司的大力支持和协助，在此一并致谢！

2 编制依据

2.1 评价依据

2.1.1 法律法规

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》(修订版 2015 年 1 月 1 日起施行);
- (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》(修订版 2018 年 12 月 29 日起施行);
- (3) 《中华人民共和国大气污染防治法》(2018 年 10 月 26 日第二次修正);
- (4) 《中华人民共和国水污染防治法》(修订版 2018 年 1 月 1 日起施行);
- (5) 《中华人民共和国环境噪声污染防治法》(2018 年 12 月 29 日修正);
- (6) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》(2016 年 11 月 7 日修订);
- (7) 《中华人民共和国森林法》(修订版 2020 年 7 月 1 日起施行);
- (8) 《中华人民共和国土地管理法》(修订版 2020 年 1 月 1 日起施行);
- (9) 《中华人民共和国水土保持法》(2011 年 3 月 1 日);
- (10) 《中华人民共和国电力法》(2018 年 12 月 29 日修订);
- (11) 《中华人民共和国城乡规划法》(修订版 2019 年 4 月 23 日起施行);
- (12) 《中华人民共和国防洪法》(2016 年 7 月 2 日);
- (13) 《基本农田保护条例》(国务院令第 257 号令);
- (14) 《建设项目环境保护管理条例》(国务院令第 682 号, 2017 年 10 月 1 日起施行);
- (15) 《电力设施保护条例实施细则》(修订版 2011 年 6 月 30 日起实施);
- (16) 《中华人民共和国河道管理条例》(2017 年 3 月 1 日修订);
- (17) 《国务院关于印发“十三五”生态环境保护规划的通知》(国发[2016]65 号);
- (18) 《国务院关于加强环境保护重点工作的意见》(国发〔2011〕35 号)。

2.1.2 相关规定和部委规章

- (1) 《环境影响评价公众参与办法》(生态环境部部令第 4 号, 2019 年 1 月 1 日起施行);
- (2) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》(2017 年 6 月 29 日环境保护部令第 44 号公布, 2018 年 4 月 28 日生态环境部 1 号令修正);
- (3) 《产业结构调整指导目录(2019 年本)》(2019 年 8 月 27 日国家发改委令

第 29 号公布，2020 年 1 月 1 日起施行)；

(4)《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》(环境保护部环发[2012]77 号)；

(5)《关于切实加强风险防范严格环境影响评价管理的通知》(环境保护部环发[2012]98 号)；

(6)《关于进一步推进建设项目环境监理试点工作的通知》(环办[2012]5 号)；

(7)《关于进一步加强输变电类建设项目环境保护监管工作的通知》(环办[2012]131 号)；

(8)关于印发《建设项目环境影响评价政府信息公开指南(试行)》的通知(环办[2013]103 号)；

(9)《关于在国土空间规划中统筹划定落实三条控制线的指导意见》(2019 年 11 月)；

(10)《四川省环境保护条例》(2018 年 1 月 1 日施行)；

(11)《四川省辐射污染防治条例》(2016 年 6 月 1 日起施行)；

(12)《四川省人民政府关于印发四川省生态保护红线方案的通知》(川府发〔2018〕24 号)。

2.1.3 环境影响评价技术规程规范

(1)《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ2.1-2016)；

(2)《环境影响评价技术导则 输变电工程》(HJ24-2014)；

(3)《环境影响评价技术导则 地面水环境》(HJ2.3-2018)；

(4)《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ2.4-2009)；

(5)《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ2.2-2018)；

(6)《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ19-2011)；

(7)《输变电建设项目环境保护技术要求》(HJ 1113-2020)；

(8)《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)；

(9)《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》(GB50545—2010)；

(10)《高压交流架空送电线路、变电站工频电场和磁场测量方法》(DL/T988-2005)；

(11)《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)；

2.1.4 相关资料

(1)《布拖换流站一期 500kV 配套工程月城~普提 500kV 双回线路月城侧开断接入布拖换流站线路工程初步设计第一卷总说明书》(四川电力设计咨询有限责任公司, 2020 年 1 月);

(2)《四川布拖换流站一期 500kV 配套工程橄榄至换流站一期线路工程初步设计第一卷第一册总说明书及附图》(成都城电电力工程设计有限公司, 2020 年 1 月);

(3)《委托书》(详见附件 1);

(4)《关于天津大港等 8 项 500、330 千伏输变电工程可行性研究报告的批复》(国家电网发展[2019]912 号国家电网有限公司, 2019 年 12 月)(详见附件 2);

2.1.5 标准批复文件

(1)凉山彝族自治州生态环境局《关于确认布拖换流站一期 500kV 配套工程环境影响评价执行标准的函》(详见附件 3);

2.2 评价因子与评价标准

2.2.1 评价因子

本工程现状评价因子和预测评价因子见表 2-1。

表 2-1 本工程主要环境影响评价因子

评价阶段	评价项目	现状评价因子	单位	预测评价因子	单位
		输电线路		输电线路	
施工期	声环境	昼间、夜间等效声级, Leq	dB (A)	昼间、夜间等效声级, Leq	dB (A)
	生态	生态系统的结构与功能、植被、土地利用、生物多样性等	/	生态系统的结构与功能、植被、土地利用、生物多样性等	/
运行期	电磁环境	工频电场	V/m	工频电场	V/m
		工频磁场	μ T	工频磁场	μ T
	声环境	昼间、夜间等效声级, Leq	dB (A)	昼间、夜间等效声级, Leq	dB (A)
	地表水	pH、COD、BOD ₅ 、NH ₃ -H、石油类	mg/m ³	pH、COD、BOD ₅ 、NH ₃ -H、石油类	mg/m ³
pH 无量纲					

2.2.2 评价标准

根据凉山州生态环境局出具的环境影响评价执行标准的函, 本次环境影响评价采用的标准见表 2-2、表 2-3。

表 2-2 电磁环境影响评价标准

名称	标准限值	标准来源
工频电场强度	离地面 1.5m 处执行公众曝露控制限值：4000V/m	《电磁环境控制限值》 (GB8702-2014)
	线下的耕地、园地、牧草地、畜禽养殖地、养殖水面、道路等场所：10kV/m	
工频磁感应强度	公众曝露控制限值：100 μ T	

表 2-3 声环境和水环境影响评价标准

名称			标准值		标准来源
声环境	环境质量标准	线路	附近村庄（不包括交通干线两侧区域）	昼间 60dB(A), 夜间 50dB(A)	执行《声环境质量标准》 (GB3096-2008)2 类标准
			位于交通干线两侧环境噪声执行： 昼间 70dB(A), 夜间 55dB(A)		执行《声环境质量标准》 (GB3096-2008) 4a 类区标准
	地表水环境质量标准		《地表水环境质量标准》 (GB3838-2002)		执行《地表水环境质量标准》 (GB3838-2002) 中 III 类水域标准
	施工期场界		昼间 70dB(A), 夜间 55dB(A)		《建筑施工场界环境噪声排放标准》 (GB12523-2011)
水环境	排放标准		pH: 6~9, BOD5≤20mg/L, COD≤100mg/L, 氨氮≤15mg/L, 石油≤5mg/L		《污水综合排放标准》 (GB8978-1996)一级标准

2.3 评价工作等级

根据《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ/T2.1-2016)、《环境影响评价技术导则 输变电工程》(HJ24-2014)、《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ2.4-2009)、《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ19-2011)和《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ 2.3-2018)确定本次环境影响评价工作的等级。

2.3.1 电磁环境

本工程线路 20m 以内涉及电磁环境敏感目标，根据《环境影响评价技术导则 输变电工程》(HJ24-2014)有关电磁环境影响评价工作等级的划分原则见表 2-4。本工程 500kV 架空输电线路以边导线地面投影外两侧 20m 内有电磁环境敏感目标，因此，电磁环境影响评价等级为一级。

表 2-4 电磁环境影响评价工作等级划分表

电压等级	条件	评价工作等级
110kV	1.地下电缆	三级
	2.边导线地面投影外两侧各 10m 范围内无电磁环境敏感目标的架空线	
	边导线地面投影外两侧各 10m 范围内有电磁环境敏感目标的架空线	二级
220~330kV	1.地下电缆	三级
	2.边导线地面投影外两侧各 15m 范围内无电磁环境敏感目标的架空线	
	边导线地面投影外两侧各 15m 范围内有电磁环境敏感目标的架空线	二级
500kV 及以上	1.地下电缆	二级
	2.边导线地面投影外两侧各 20m 范围内无电磁环境敏感目标的架空线	
	边导线地面投影外两侧各 20m 范围内有电磁环境敏感目标的架空线	一级

2.3.2 生态

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ19-2011),生态环境影响评价工作等级依据见表 2-5。

表 2-5 生态影响评价工作等级划分表

影响区生态敏感性	工程占地(水域)范围		
	面积 $\geq 20\text{km}^2$ 或长度 $\geq 100\text{km}$	面积 $2\text{km}^2\sim 20\text{km}^2$ 或长度 $50\text{km}\sim 100\text{km}$	面积 $\leq 2\text{km}^2$ 或长度 $\leq 50\text{km}$
特殊生态敏感区	一级	一级	一级
重要生态敏感区	一级	二级	三级
一般区域	二级	三级	三级

注：①特殊生态敏感区：指具有极重要的生态服务功能，生态系统极为脆弱或已有较为严重的生态问题，如遭到占用、损失或破坏后所造成的生态影响后果严重且难以预防、生态功能难以恢复和替代的区域，包括自然保护区、世界文化和自然遗产地等；
②重要生态敏感区：具有相对重要的生态服务功能或生态系统较为脆弱，如遭到占用、损失或破坏后所造成的生态影响后果较为严重，但可以通过一定措施加以预防、恢复或替代的区域，包括风景名胜区、森林公园、地质公园、重要湿地、原始天然林、珍稀濒危野生动植物天然集中分布区、重要水生生物的自然产卵场及索饵场、越冬场和洄游通道、天然渔场等；
③一般区域：除特殊生态敏感区和重要生态敏感区以外的其它区域。

本工程总占地面积 20.82hm^2 ，其中永久占地 5.65hm^2 ，临时占地 15.17hm^2 ，小于 2km^2 ；输电线路总路径长度 40.0km ，小于 100km 。经现场踏勘及收资确认，本工程不涉及自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、饮用水水源保护区等特殊及重要生态敏感区。

本工程输电线路在昭觉县、布拖县穿越了凉山—相岭生物多样性维护—水土保持生态保护红线和金沙江下游干热河谷水土流失敏感生态保护红线，区域生态环境脆弱，水土流失敏感性程度高。为更好地反映项目建设对区域生态环境的影响情况，尽量减小项目建设对评价区生态功能的影响，本工程生态影响评价工作按二级评价

的要求进行，评价时以输电线路穿越凉山—相岭生物多样性维护—水土保持生态保护红线和金沙江下游干热河谷水土流失敏感生态保护红线区段作为生态影响评价重点。

2.3.3 声环境

本工程属于大中型建设项目，项目所在区域为农村地区。根据《声环境质量标准》（GB3096-2008）中声环境功能区分类及标准批复文件，线路在交通干线两侧区域为 GB3096 规定的 4a 类声环境功能区、其余区域为 GB3096 规定的 2 类声环境功能区。声环境敏感点的噪声增量小于 5dB(A)，且受影响人口数量未显著增多。根据《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ2.4-2009)，声环境影响评价工作等级应为二级。

2.3.4 水环境

本工程输电线路运行期间不产生废水和生活污水；施工人员就近租用民房或工屋，其生活污水利用租赁房屋既有设施收集处理。输电线路跨越水体不在水中立塔，因此根据《环境影响评价技术导则 地面水环境》（HJ/T2.3-2018）确定本次水环境影响评价工作等级，对本工程的水环境影响仅进行简要分析。

2.3.5 环境风险影响评价

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T169-2004）判定，本工程不存在重大危险源，因此，本工程风险评价未达到分级要求。

2.4 评价范围

根据前述工程环境影响特点和评价等级，确定工程环境影响评价范围见表 2-6。

表 2-6 工程环境影响评价范围

序号	环境影响因素	输电线路
1	工频电场 工频磁场	线路边导线地面投影外两侧各 50m 以内带状区域。
2	生态	不涉及生态敏感区的线路段为线路边导线地面投影外两侧各 300m 以内的带状区域。涉及生态红线的路段为边导线地面投影外两侧各 1000m 以内的带状区域。
3	噪声	线路边导线地面投影外两侧各 50m 以内带状区域

2.5 环境保护目标

2.5.1 电磁环境和声环境敏感目标

布拖换流站一期 500kV 配套工程线路评价范围内共有 11 处电磁环境和声环境敏感目标，约 17 户居民房屋，线路与居民类敏感目标的最近距离约 20m，详见表 2-7，敏感目标分布见附图 10。

表 2-7 电磁环境和声环境敏感目标

敏感点名称	位置及距离(m)	房屋类型/高度 (m)	建筑物高度	评价范围内户数	可能影响因子
月城～普提双回 500kV 线路月城侧 π 入布拖换流站					
1	**	S20	一层尖顶	约 4m	** EHN
2	**	E45	一层尖顶	约 4m	** EHN
3	**	W35	一层尖顶	约 4m	** EHN
4	**	E30	一层尖顶	约 4m	** EHN
5	**	E20	一层尖顶	约 4m	** EHN
6	**	E40	一层尖顶	约 4m	** EHN
7	**	E45	一层尖顶	约 4m	** EHN
8	**	E40	一层尖顶	约 4m	** EHN
9	**	S20	一层尖顶	约 4m	** EHN
10	**	S30	一层尖顶	约 4m	** EHN
橄榄～普提一线单回 500kV 线路橄榄侧 π 入布拖换流站					
1	**	SE40	一层尖顶	约 4m	** EHN

注：1E—工频电场、H—工频磁场、N—噪声、▲—监测点；表中保护目标距离为工程拆迁民房后距离边导线的最近距离，工程拆迁范围内的居民，不纳入本工程环境敏感点。

2 工程拆迁后两条单回输电线路之间无居民敏感目标。

2.5.2 生态敏感区

2.5.2.1 生态红线

经现场踏勘，本工程不涉及自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、饮用水水源保护区等特殊及重要生态敏感区，仅涉及生态红线。根据四川省人民政府以川府发〔2018〕24 号《四川省生态保护红线方案》，本工程输电线路无法完全避让生态保护红线，穿越两类生态红线。线路穿越生态红线段总长约 20.43km，立塔 57 基。

表 2-8 本工程涉及的生态保护红线

生态红线保护类型	位置	长度 (km)	塔基数量 (基)	永久占地 (hm ²)	临时占地 (hm ²)
凉山—相岭生物多样性维护—水土保持生态保护红线	昭觉县	12.85	31	1.01	5.47
金沙江下游干热河谷水土流失敏感生态保护红线	布拖县	7.58	26	0.83	4.58

第一类生态红线名称为“凉山—相岭生物多样性维护—水土保持生态保护红线”，位于凉山州昭觉县境内。线路穿越生态红线段总长约 12.85km，立 31 基。

该区位于四川省南部，属于岷山—邛崃山—凉山生物多样性保护与水源涵养重要区，行政区涉及米易县、乐山市沙湾区、乐山市金口河区、沐川县、峨边彝族自治县、马边彝族自治县、峨眉山市、洪雅县、宜宾县、屏山县、荣经县、汉源县、石棉县、西昌市、德昌县、普格县、昭觉县、喜德县、冕宁县、越西县、甘洛县、美姑县，总面积 1.10 万平方公里，占生态保护红线总面积的 7.40%，占全省幅员面积的 2.25%。

区内河流分属大渡河、金沙江水系，森林类型以常绿阔叶林、常绿与落叶阔叶混交林和亚高山针叶林为主，代表性物种有红豆杉、连香树、大熊猫、四川山鹧鸪、扭角羚、白腹锦鸡、白鹇、红腹角雉等，生物多样性保护极其重要。该区地貌以中高山峡谷为主，山高坡陡，泥石流滑坡强烈发育，土壤侵蚀敏感性程度高，是土壤保持重要区域。

该区保护重点为保护自然生态系统和大熊猫等野生动物及其生境，防治紫茎泽兰等外来有害生物入侵，维护生物多样性保护功能；加强自然保护区建设与管护，加强生态廊道建设；治理水土流失，防治地质灾害，本工程穿越第一类生态红线长约 12.85km，无受保护的动植物群系。

第二类生态红线名称为“金沙江下游干热河谷水土流失敏感生态保护红线”，位于凉山州布拖县境内。线路穿越生态红线段总长约 7.58km，立 26 基。

该区位于川西南山地南部，属于川滇干热河谷土壤保持重要区，行政区涉及攀枝花市东区、攀枝花市西区、攀枝花市仁和区、盐边县、会理县、会东县、宁南县、布拖县、金阳县、雷波县，总面积 0.40 万平方公里，占生态保护红线总面积的 2.73%，占全省幅员面积的 0.83%。

区内地貌以中山峡谷为主，受山地地形和干热气候影响，区域生态脆弱，水土流失敏感性高，是我省乃至全国水土保持极重要区域。植被类型以亚热带松栎混交林和暖温带阔叶栎林为主，代表性物种有攀枝花苏铁、大熊猫、四川山鹧鸪、黑颈鹤、林麝等。

该区保护重点为保护现有植被；加强退化生态区的自然恢复和生态修复；加强干热河谷区地质灾害防治和水土流失治理；加强金沙江及其支流水生生态系统保护。

2.5.2.2 生态类保护目标

表 2-9 本工程避让的生态保护目标一览表

序号	行政区域	名称	保护级别	主要保护对象	主管部门	与本工程位置关系
1	昭觉县	大坝乡特洛村集中式饮用水水源地	乡镇级	地下水型饮用水源地	昭觉县生态环境局	已避让。 月城~普提双回 500kV 线路月城侧 π 入布拖换流站线路东侧距水源保护区边界最近距离约 0.95km。
2	昭觉县	地莫乡巴尔村集中式饮用水水源地	乡镇级	地下水型饮用水源地	昭觉县生态环境局	已避让。 月城~普提双回 500kV 线路月城侧 π 入布拖换流站线路西侧距水源保护区边界最近距离约 0.22km。
3	布拖县	拉达乡集中式饮用水水源地	乡镇级	地下水型饮用水源地	布拖县生态环境局	已避让。 月城~普提双回 500kV 线路月城侧 π 入布拖换流站线路西侧距水源保护区边界最近距离约 0.94km。

2.6 评价重点

本次环评以工程污染源分析和工程所在地区的自然环境、社会环境及生态环境现状调查分析为基础，建设期评价重点为对生态环境影响，其中包括对土地、植被、生物多样性、生态系统的结构与功能的影响分析，施工管理及生态环境保护及恢复措施；运行期评价重点为输电线路的工频电场、工频磁场及噪声影响预测，并对输电线路附近的环境敏感点进行环境影响预测及评价；同时，进行环保措施技术经济论证。主要工作内容包括：

(1) 对输电线路两侧有无生态类保护目标、电磁环境和声环境保护目标进行调查和实地调查；

(2) 对工程区域的电磁环境和声环境现状进行监测和评价；

(3) 对施工期生态环境影响进行分析和评价，分析施工期可能存在的环保问题并提出相应的环境保护及生态恢复措施；

(4) 对输电线路运行期对电磁环境和声环境的影响进行预测和评价。

3 工程概况及工程分析

3.1 工程概况

3.1.1 工程一般特性

本工程项目组成见表 3-1，工程地理位置见附图 1。

表 3-1 布拖换流站一期 500kV 配套工程项目组成表

名称		建设内容及规模			可能产生的环境问题	
					施工期	营运期
布拖换流站一期改造工程	工程规模	变电站采用户外布置，即高抗为户外布置；500kV 配电装置布置方式采用 GIS 户外布置			噪声、生活污水	工频电场、工频磁场、噪声、生活污水、事故废油
		项目	已建规模	本期建设规模		
		主变压器	换流变：24×406MVA 主变：2×1000MVA	本期在换流站内扩建 500kV 出线侧融冰刀闸 7 组和相应融冰管母线，及部分设备支架及基础。		
		±800kV 出线	1 回			
		500kV 出线	8 回			
		500kV 高抗	3 组			
	辅助工程	给、排水系统，站内道路（一期建设）			无	—
	公用工程	进站道路（一期建设）			无	—
	办公及生活设施	主控楼（一期建设）			无	—
仓储或其它	无			—	—	
月城 500kV 变电站改造工程	工程规模	变电站采用户外布置；500kV 配电装置布置方式采用 GIS 户内布置			噪声、生活污水	工频电场、工频磁场、噪声、生活污水、事故废油
		项目				
		主变压器				
		500kV 出线				
		500kV 高抗				
	辅助工程	给、排水系统，站内道路（利旧）			无	—
	公用工程	进站道路（利旧）			无	—
	办公及生活设施	主控楼（利旧）			无	—
	仓储或其它	无			—	—
橄榄 500kV 变电站改造工程	工程规模	变电站采用户外布置；500kV 配电装置布置方式采用 GIS 户外布置			噪声、生活污水	工频电场、工频磁场、噪声、生活污水、事故废油
		项目	已建规模	本期建设规模		
		主变压器	2×1000MVA	本期改造范围为第五串的Ⅱ母边断路器保护、中断路器保护、Ⅱ母出线保护等 4 面保护屏更换以及出线接地刀更换后的二次接线改造等。		
		500kV 出线	6 回			
		500kV 高抗	无			
	辅助工程	给、排水系统，站内道路（利旧）			无	—
	公用工程	进站道路（利旧）			无	—
	办公及生活设施	主控楼（利旧）			无	—
	仓储或其它	无			—	—
普提 500kV 变电站改造工程	工程规模	变电站采用户外布置			噪声、生活污水	工频电场、工频磁场、噪声、生活污水、事故废油
		项目	已建规模	本期建设规模		
		主变压器	1×750MVA+1×1000MVA	本期工程配置 2 套短引线保护，作用于 500kV 第三串 5031 和 5032 断路器，增设相关屏柜接地、电缆敷设、防火封堵等内容。		
		500kV 出线	9 回			
		500kV 高抗	3×180MVar+2×90MVar			
	辅助工程	给、排水系统，站内道路（利旧）			无	—
	公用工程	进站道路（利旧）			无	—
	办公及生活设施	主控楼（利旧）			无	—

	仓储或其它		无	—	—	
输电线路	主体工程	月城～普提双回 500kV 线路月城侧 π 入布拖换流站线路工程	路径长度： ，新建路径长度约 2×35km，10mm 冰区同塔双回线路长约 2×2.4km（钻越锦苏特高压段采用两个单回路架设），15mm 冰区同塔双回线路长约 2×12km，20mm 重冰区单回线路长约 2×20.6km。 输送电流： 1000A。 导线型号： 4×JL/G1A-630/45 钢芯铝绞线（20mm 及以下)), 导线采用 4 分裂，分裂间距 0.5m； 导线排列方式： 1）10mm、15mm 冰区同塔双回路（其中 10mm 冰区钻越锦苏特高压段按两个单回架设，同塔双回路鼓型塔垂直逆相序排列）2）20mm 重冰区采用单回路架设； 基础型式： 挖孔基础、台阶式斜柱基础、灌注桩基础； 铁塔数量及占地面积： 全线使用铁塔 155 基，其中双回路铁塔 34 基，单回路铁塔 121 基；直线塔 88 基，耐张塔 67 基。塔基总占地 18.77hm ² （包括塔基永久占地和临时占地）。其中，永久占地 5.01hm ² ，塔基施工临时占地 4.94hm ² ，人抬道路占地 2.45hm ² ，牵张场占地 1.70hm ² ，施工道路占地 2.69hm ² ，跨越占地 1.98hm ² 等。 生态敏感区： 线路在昭觉县、布拖县穿越凉山—相岭生物多样性维护—水土保持生态保护红线和金沙江下游干热河谷水土流失敏感生态保护红线约 20.43km，立塔约 57 基。	植被破坏、水土流失、扬尘、噪声、生活污水	工频电场、工频磁场、噪声	
		橄榄～普提一线单回 500kV 线路橄榄侧 π 入布拖换流站线路工程	路径长度： 全长约 1×5km。 输送电流： 1000A。 导线型号： 4×JL/G1A400/50 钢芯铝绞线，导线采用 4 分裂，分裂间距 0.5m； 导线排列方式： 单回路架设 基础型式： 掏挖基础、挖孔桩基础、板式基础 铁塔数量及占地面积： 全线使用铁塔 13 基，其中全部为单回路铁塔 13 基；其中直线塔 6 基，耐张塔 7 基。塔基总占地 1.83hm ² （包括塔基永久占地和临时占地）。其中，永久占地 0.42hm ² ，塔基施工临时占地 0.41hm ² ，人抬道路占地 0.20hm ² ，牵张场占地 0.20hm ² ，跨越占地 0.60hm ² 等。 生态敏感区： 不涉及。			
		办公及生活设施		无	无	无
		仓储或其它		无	无	无
预投产期			2021 年			

3.1.2 布拖换流站一期改造工程简况

3.1.2.1 前期工程简况

(1) 地理位置

布拖一期换流站站址位于四川省凉山彝族自治州布拖县特木里镇，北临布拖县城，西北距西昌市约 45km，南距白鹤滩水电站约 51km。

(2) 前期环保手续履行及环保措施情况

根据表 1-1 可知，布拖一期换流站目前正在开展前期工作，新建工程包含在《白鹤滩-江苏±800kV 特高压直流输电工程环境影响报告书》，目前等待审查。

根据已编制环境影响报告书：布拖换流站设有污水处理装置，值班人员产生的生活污水经地埋式生活污水处理装置处理后用于站区绿化，不外排；站内设有事故油池；值班人员产生的生活垃圾，由站内垃圾桶收集后统一处理。换流站运行期间蓄电池的更换由厂家负责拆装，拆卸的废旧蓄电池立即统一交由按照《危险废物经营许可证管理办法》规定获得相应经营许可证的单位处理，不贮存在换流站内。

3.1.2.2 本期工程简况

(1) 建设规模

本期在换流站内扩建 500kV 出线侧融冰刀闸 7 组和相应融冰管母线，及部分设备支架及基础。本期 π 接线路间隔包含在布拖换流站新建工程。

(2) 小结

本期仅在站内扩建 500kV 出线侧融冰刀闸 7 组和相应融冰管母线等设备，不增加电磁环境影响源、噪声源，不新增污水、大气和固体废弃物排放，不会产生新的环境风险。因此，本次环评不再对本工程布拖换流站一期改造工程进行评价。

3.1.3 月城 500kV 变电站改造工程简况

3.1.3.1 前期工程简况

(1) 地理位置

月城 500kV 变电站（原西昌 500kV 变电站）位于西昌市西南面佑君镇站沟村，距西昌市区直线距离约 22km。东面约 1km 处为佑君镇（河西乡），安宁河谷位于站址东面 4.5km。

(2) 前期环保手续履行及环保措施情况

根据表 1-2 可知，月城 500kV 变电站前三期工程在建设过程中均履行了环评和竣工环保验收手续。根据调查，本项目变电站前期工程自投运至今未出现过环境污染事

件，也未收到环保投诉。

月城 500kV 变电站站内目前已建有污水处理装置，值班人员产生的生活污水经地埋式生活污水处理装置处理后用于站区绿化，不外排；站内建有事故油池，未发生过事故油泄漏污染事件；值班人员产生的生活垃圾，由站内垃圾桶收集后统一处理。变电站运行期间蓄电池的更换由厂家负责拆装，拆卸的废旧蓄电池立即统一交由按照《危险废物经营许可证管理办法》规定获得相应经营许可证的单位处理，不贮存在变电站内。

根据前期工程验收监测监测结果，月城 500kV 变电站站界外工频电场强度和工频磁感应强度均满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中相关要求；站界噪声均满足《工业企业厂界噪声排放标准》（GB12348-2008）中的 2 类要求。

月城 500kV 变电站前期工程环保设施及情况见如下：

	
站区内固体废弃物收集装置	事故油池
	
地埋式生活污水处理装置	站区内道路硬化

（3）前期工程存在的环保问题

月城 500kV 变电站前期工程已按相应环境影响报告书中相应环境保护措施建设，前期工程通过或正在开展竣工环保验收。根据验收调查报告结果，变电站中相应环保措施均较好落实，不存在环保遗留问题。

3.1.3.2 本期工程简况

(1) 建设规模

本期拆除原月城~普提 500kV 出线侧融冰短接刀闸，并在站内 500kV 配电装置场地预留位置扩建 2 组融冰刀闸及融冰管母线。

(2) 小结

月城 500kV 变电站现有规模情况下对当地环境影响较小，能满足前期环评相关要求。本期拆除原月城~普提 500kV 出线侧融冰短接刀闸，并在站内 500kV 配电装置场地预留位置扩建 2 组融冰刀闸及融冰管母线，不增加强电磁环境影响源、噪声源，不新增污水、大气和固体废弃物排放，不会产生新的环境风险。本期施工工作人员生活污水量极小，改造后不新增工作人员，本工程建设产生的生活污水依托既有污水处理装置进行收集处理。施工人员产生的生活垃圾可依托既有垃圾桶进行收集。因此，不再对月城 500kV 变电站改造工程进行环境影响评价。

3.1.4 普提 500kV 变电站保护改造工程简况

3.1.4.1 前期工程简况

(1) 地理位置

普提 500kV 变电站位于凉山州昭觉县城东北 5.0km 的城北乡普提村，变电站西侧为昭觉~普雄公路，相距约 40m。

(2) 前期环保手续履行及环保措施情况

根据表 1-3 可知，普提 500kV 变电站一期工程为一开关站，工程建设和运行中根据当时的相关要求开展了环境保护工作。第 2~6 期工程在建设过程中均履行了环评和竣工环保验收手续。根据调查，本项目变电站前期工程自投运至今未出现过环境污染事件，也未收到环保投诉。

普提 500kV 变电站站内目前已建有污水处理装置，值班人员产生的生活污水经地埋式生活污水处理装置处理后用于站区绿化，不外排；站内建有事故油池，未发生过事故油泄漏污染事件；值班人员产生的生活垃圾，由站内垃圾桶收集后统一处理。变电站运行期间蓄电池的更换由厂家负责拆装，拆卸的废旧蓄电池立即统一交由按照《危险废物经营许可证管理办法》规定获得相应经营许可证的单位处理，不贮存在变电站内。

根据前期工程验收监测监测结果，普提 500kV 变电站站界外工频电场强度和工频磁感应强度均满足《电磁环境控制限值》(GB8702-2014) 中相关要求；站界噪声均满

足《工业企业厂界噪声排放标准》（GB12348-2008）中的 2 类要求。

普提 500kV 变电站前期工程环保设施及情况见如下：

	
事故油坑	事故油池
	
地埋式生活污水处理装置	站区内道路硬化及绿化

（3）前期工程存在的环保问题

普提 500kV 变电站前期工程已按环境影响报告书中相应环境保护措施建设，前期工程通过或正在开展竣工环保验收。根据验收调查报告结果，变电站中相应环保措施均较好落实，不存在环保遗留问题。

3.1.4.2 本期工程简况

（1）建设规模

本期工程配置 2 套短引线保护，作用于 500kV 第三串 5031 和 5032 断路器，增设相关屏柜接地、电缆敷设、防火封堵等内容。

（2）小结

普提 500kV 变电站现有规模情况下对当地环境影响较小，能满足前期环评相关要求。本期工程配置 2 套短引线保护，作用于 500kV 第三串 5031 和 5032 断路器，增设相关屏柜接地、电缆敷设、防火封堵等内容，不增加强电磁环境影响源、噪声源，不新增污水、大气和固体废弃物排放，不会产生新的环境风险。本期间施工工作人员生活污水量极小，改造后不新增工作人员，本工程建设产生的生活污水依托既有污水处

理装置进行收集处理。施工人员产生的生活垃圾可依托既有垃圾桶进行收集。因此，不再对普提 500kV 变电站改造工程进行环境影响评价。

3.1.5 橄榄 500kV 变电站保护改造工程简况

3.1.5.1 前期工程简况

(1) 地理位置

橄榄 500kV 变电站（原米易 500kV 变电站）位于攀枝花市米易县城南面直线距离约 6km 的丙谷镇橄榄河村 3 组和新山乡坪山村 12 组交界地带。

(2) 前期环保手续履行及环保措施情况

根据表1-4可知，橄榄500kV变电站第1期工程在建设过程中履行了环评和竣工环保验收手续；第2期工程履行了环评手续，竣工环保验收手续正在进行中。根据调查，本项目变电站前期工程自投运至今未出现过环境污染事件，也未收到环保投诉。

橄榄 500kV 变电站站内目前已建有污水处理装置，值班人员产生的生活污水经地埋式生活污水处理装置处理后用于站区绿化，不外排；站内建有事故油池，未发生过事故油泄漏污染事件；值班人员产生的生活垃圾，由站内垃圾桶收集后统一处理。变电站运行期间蓄电池的更换由厂家负责拆装，拆卸的废旧蓄电池立即统一交由按照《危险废物经营许可证管理办法》规定获得相应经营许可证的单位处理，不贮存在变电站内。

根据前期工程验收监测监测结果，橄榄 500kV 变电站站界外工频电场强度和工频磁感应强度均满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中相关要求；站界噪声均满足《工业企业厂界噪声排放标准》（GB12348-2008）中的 2 类要求。

橄榄 500kV 变电站前期工程环保设施及情况见如下：

	
主变下方铺设鹅卵石、储油坑	事故油池



(3) 前期工程存在的环保问题

橄榄 500kV 变电站前期工程已按相应环境影响报告书中相应环境保护措施建设，前期工程通过或正在开展竣工环保验收。根据验收调查报告结果，变电站中相应环保措施均较好落实，不存在环保遗留问题。

3.1.5.2 本期工程简况

(1) 建设规模

本期改造范围为第五串的 II 母边断路器保护、中断路器保护、II 母出线保护等 4 面保护屏更换以及出线接地刀更换后的二次接线改造等。

(2) 小结

橄榄 500kV 变电站现有规模情况下对当地环境影响较小，能满足前期环评相关要求。本期改造范围为第五串的 II 母边断路器保护、中断路器保护、II 母出线保护等 4 面保护屏更换以及出线接地刀更换后的二次接线改造等，不增加强电磁环境影响源、噪声源，不新增污水、大气和固体废弃物排放，不会产生新的环境风险。本期间施工工作人员生活污水量极小，改造后不新增工作人员，本工程建设产生的生活污水依托既有污水处理装置进行收集处理。施工人员产生的生活垃圾可依托既有垃圾桶进行收集。因此，不再对橄榄 500kV 变电站改造工程进行环境影响评价。

3.1.6 布拖换流站一期 500kV 配套工程线路工程

3.1.6.1 线路路径选择和优化原则

(1) 根据电力系统规划要求，综合考虑线路长度、地形地貌、地质、水文气象、冰区、交通、林木、矿产、障碍设施、交叉跨越、施工、运行及地方政府意见等因素，进行多方案比较，使路径走向安全可靠，经济合理。

(2) 尽量避让开军事设施、城镇规划、大型工矿企业、自然保护区、旅游风景区及重要通信设施，减少线路工程建设对地方经济发展的影响。

(3) 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。

(4) 综合协调本线路路径方案与沿线已建线路或其它设施的矛盾，减少交叉跨越已建送电线路，特别是 110kV、220kV 的输电线路，以降低施工过程中的停电损失，提高运行的安全性。

(5) 在路径的选取和确定时统筹考虑今后拟建线路的路径走廊。

(6) 尽可能靠近现有国道、省道、县道及乡村公路，改善交通条件，方便施工和运行。

(7) 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。

(8) 应尽量避免从矿区通过，减少压矿，避开采空区，为线路的安全运行创造条件。

(9) 在线路路径跨越河流时，不在水中立塔，以避免线路对河道生态的影响。

(10) 由于本次 500kV 送电线路沿线有轻冰区段及重冰区段，需分别按同塔双回和两个单回架设。

(11) 尽量利用省、市分界地区，城镇、乡镇之间结合部，利用率较低的土地。路径方案技术可行，经济合理。

(12) 充分征求和听取地方政府及有关部门对路径方案的意见和建议，推荐路径方案取得了原则协议。

3.1.6.2 布拖换流站一期 500kV 配套工程线路工程

(1) 月城～普提双回 500kV 线路月城侧 π 入布拖换流站

1) π 接点选择

月城～普提 500kV 双回线路 2012 年建成投运，全线轻、中冰区按同塔双回架设，重冰区按两个单回路架设，路径长度 94.331km。线路从布拖换流站北侧约 27km 位置经过，相对位置关系如下：

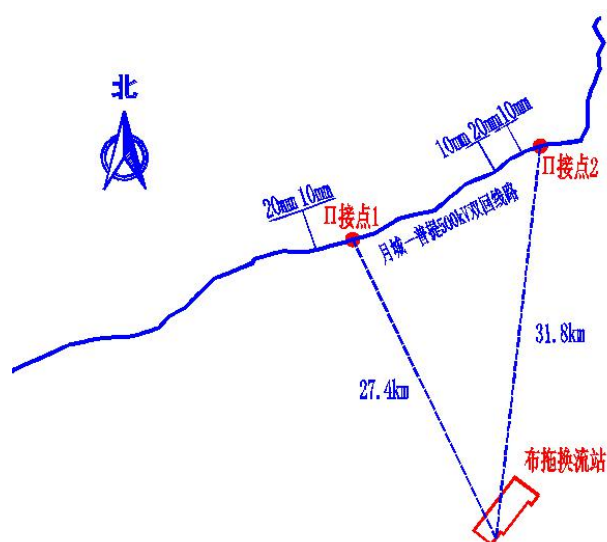


图 3-1 相对位置关系图

π 接点比较见下表：

表 3-2 π 接点对比表

序号	项目	π 接点 1	π 接点 2
1	π 接点冰区	10mm	10mm
2	π 接塔选择	利用已建耐张塔作为 π 接塔	线下开 π，停电组立 π 接塔
3	钻跨情况	采用同塔双回跨越月沐线后，采用两个单回路钻越锦苏特高压	同 π 接点 1
4	距布拖换流站直线距离	27.4km	31.8km

通过上表可知，π 接点 1 和 π 接点 2 所处冰区、开 π 方式和钻跨情况均相同；π 接点 1 可利用已建耐张塔作为 π 接塔，π 接方式较优；距离布拖换流站直线距离 π 接点 1 也较优。

根据 π 接点 1 和 π 接点 2 的位置，结合沿线乡镇、规划和已建电力线路、沿线房屋分布、矿区分布及交通、气象、地形地质条件等情况，拟定了东、西方案进行比较，通过路径方案的优劣比选进一步确定 π 接点的优劣。

2) 东、西方案比较见下表：

表 3-3 方案对比表

序号	比较项目		西方案（推荐）	东方案
1	路径长度（km）		2×35	2×41.5
2	地形划分（%）		丘陵：山地：高山=10%：40%：50%	丘陵：山地：高山=8%：17%：75%
3	海拔高程（m）		2200-2850	2200-3000
4	冰区划分（km）	10mm	2×2.4	2×2.5
		15mm	2×12	2×13
		20mm	2×20.6	2×17.5
		30mm	/	2×8.5
5	π 接后形成的月城-布拖换流站路径长度（km）		2×104.2	2×123.7
6	林区		约 38km	约 43km

7	交通情况	沿山腰走线, 距离山脚国道约 1km, 有乡村公路交叉, 整体交通条件一般	规划风电场段交通条件较差, 其余段同西方案, 整体交通条件一般
8	交叉跨越	跨越 500kV 月沐线 1 次、跨 500kV 榄普一线 2 次、跨规划高速 2 次、跨国道 1 次	较西方案多跨 500kV 榄普一线 1 次、规划接地极线路 2 次、规划高速 1 次、国道 1 次, 其余同西方案
9	生态敏感区	不涉及特殊及重要生态敏感区, 已避开饮用水水源保护区。	不涉及特殊及重要生态敏感区, 穿越美甘乡美甘村拉布卓洛集中式饮用水源地二级保护区。
10	生态红线	穿越生态红线约 20.43km。	穿越生态红线约 21.52km。



图 3-2 东西方案相对位置关系图

①从技术经济角度

a. 路径长度

西、东两个路径方案中，西方案总长度最短，此外在重冰区路径长度方面：东方案较西方案增加 30mm 重冰区 8.5km。

b. 地形比例

东方案较西方案路径走线塔位山势高，高山大岭占的比例大，高山大岭较西方案高约 26%。

c. 交通运输条件

东方案规划风电场段交通条件较差。

②从环境保护角度

a. 路径长度

西方案较东方案短 6.5km，工程占地和开挖土石方量较少，施工时对地表的扰动及造成的水土流失量均较东方案少；

b. 生态敏感区影响情况

东方案在昭觉县美甘乡美甘村附近受地形地势影响，无法避让美甘乡美甘村拉布卓洛集中式饮用水源地，需穿越该水源地的二级保护区；西方案不涉及各类特殊及重要生态敏感区，已避让了沿线的乡镇集中式饮用水源地，由线路工程施工及运行带来的生态影响较小。

c. 生态保护红线涉及情况

西方案和东方案在昭觉县、布拖县涉及凉山—相岭生物多样性维护—水土保持生态保护红线和金沙江下游干热河谷水土流失敏感生态保护红线，西方案穿越红线长度约 20.43km，东方案穿越红线长度约 21.52km，西方案相较于东方案穿越红线长度减少约 1.09km，无论是因施工期塔基开挖、修建临时道路，还是因运行期线下必要的通道清理，造成的对生态保护红线的扰动和破坏更小。

综合比较表 3-3 中东、西方案的技术和经济条件可知，西方案路径较短，重冰区长度也较短，生态影响也较小，因此**从环境保护角度分析，推荐西方案**，与工程设计推荐方案一致。

(2) 路径方案选择

据上述路径方案拟定原则，结合可研阶段拟定的路径大方案和 π 接点的选择，经现场进一步的勘察、收资、局部定线以及协议要求，最终拟定出西方案、西支方案、东方案三个路径方案。东、西方案的比较已经在 π 接点的选择中进行了论述，此处不

再进行重复叙述，以下仅对东方案进行路径描述，对西方案和西支方案进行比较。

1) 西方案

线路从月城-普提 500kV 双回线 201#塔起向东南方向走线，跨越月城-沐川 500kV 双回线、钻越±800kV 锦苏特高压直流线路、跨越拟建西昭高速、跨越 110kV 拉昭线、跨越拟建 220kV 龙昭线后继续向东南走线，经日尼洛、马拉呷转向南平行白鹤滩两回接地极线路走线，经尼微洛、洛达家，跨越拟建 220kV 龙火线后继续向南平行白鹤滩两回接地极线路走线，经阿伍吉勒、阿都俄布，跨越拟建昭觉-普格高速公路（隧道跨越）后继续向南走线，经四且，跨越橄榄-普提 500kV 线路后转向东北走线，连续跨越布拖换流站一期预留 12 回 220kV 线路和施工电源后进入布拖换流站一期。

西方案新建线路长度约为 $2 \times 35\text{km}$ ，其中 10mm 冰区 $2 \times 2.4\text{km}$ ，15mm 冰区 $2 \times 12\text{km}$ ，20mm 冰区 $2 \times 20.6\text{km}$ 。10mm、15mm 冰区按同塔双回架设（其中 10mm 冰区钻越锦苏特高压段按两个单回架设），20mm 冰区按单回路架设，曲折系数 1.24。线路走线于凉山州昭觉县、布拖县行政区域内。

2) 西支方案

线路从月城-普提 500kV 双回线 200#塔小号侧约 100 米处 π 接点起向东南方向走线，跨越月城-沐川 500kV 双回线、钻越±800kV 锦苏特高压直流线路、跨越拟建西昭高速、跨越 110kV 拉昭线、跨越拟建 220kV 龙昭线后右转向南走线，经合觉、新林左转向东南走线，经格物、八家罗古，之后路径走向与西方案一致，不再赘述。

西支方案新建线路长度约为 $2 \times 35.5\text{km}$ ，其中 10mm 冰区 $2 \times 3\text{km}$ ，15mm 冰区 $2 \times 10.5\text{km}$ ，20mm 冰区 $2 \times 20\text{km}$ ，30mm 冰区 $2 \times 2\text{km}$ 。10mm、15mm 冰区按同塔双回架设（其中 10mm 冰区钻越锦苏特高压段按两个单回架设），20mm、30mm 冰区按单回路架设，曲折系数 1.24。线路走线于凉山州昭觉县、布拖县行政区域内。

3) 东方案

线路从月城-普提 500kV 双回线 235#塔（月普一线运行编号）附近 π 接点起向南走线，跨越月城-沐川 500kV 双回线、钻越±800kV 锦苏特高压直流线路、跨越拟建西昭高速后继续向南走线，经拉拉尺侯、阿觉洛则、解乃此来，避让石灰岩探矿区、规划风电场区域后右转向西南走线，经黑木得勒左转向南平行 500kV 榄普一线走线，经子在布什右转跨越 500kV 榄普一线、规划 220kV 龙火线、G356 国道、规划两回接地极线路、规划昭觉-普格高速公路后接至西方案，之后路径走向与西方案一致，不再赘述。

东方案新建线路长度约为 $2 \times 41.5\text{km}$ ，其中 10mm 冰区 $2 \times 2.5\text{km}$ ，15mm 冰区 $2 \times 13\text{km}$ ，20mm 冰区 $2 \times 17.5\text{km}$ 、30mm 冰区 $2 \times 8.5\text{km}$ 。10mm、15mm 冰区按同塔双回架设（其中 10mm 冰区钻越锦苏特高压段按两个单回架设），20mm、30mm 冰区按单回路架设，曲折系数 1.29。线路走线于凉山州昭觉县、布拖县行政区域内。

4) 方案比选

根据沿线各县有关单位收资和线路路径现场踏勘结果，综合考虑线路长度、冰区划分、重要交叉跨越、交通条件、对生态敏感点影响和地方政府相关意见等因素，对西方案和西支方案进行了详细比较如下：

表 3-4 路径方案对比表

内容	西方案	西支方案
线路长度 (km)	2×35	2×34.9
曲折系数	1.27	同左
地形划分	丘陵：山地：高山=10%：40%：50%	同左
海拔高程 (m)	2200~2850	同左
设计风速	设计风速 27m/s	设计风速 27m/s、30m/s
冰区长度	10mm 冰区： $2 \times 2.4\text{km}$ 15mm 冰区： $2 \times 12\text{km}$ 20mm 冰区： $2 \times 20.6\text{km}$	10mm 冰区： $2 \times 3\text{km}$ 15mm 冰区： $2 \times 10.5\text{km}$ 20mm 冰区： $2 \times 20\text{km}$ 30mm 冰区： $2 \times 2\text{km}$
林区	线路穿越林区长度约 38km。	同左
交通运输条件	路径前段有四开乡乡道交叉，无平行道路利用；后段平行 G356 国道，平行距离约 1km，有乡村公路交叉可利用。整体交通条件一般。	路径前段平行四开乡乡道，平行距离约 0.6km；后段平行 G356 国道，平行距离约 1km，有乡村公路交叉可利用。整体交通条件一般。
人力运距	10mm 冰区： 0.9km 15mm 冰区： 1.2km 20mm 冰区： 1.4km	10mm 冰区： 0.9km 15mm 冰区： 1.05km 20mm 冰区： 1.25km 30mm 冰区： 0.7km
汽车运距	20km	同左
地质条件	较好，已避让不良地质区域	同左
跨越高速和重要道路情况	1) 拟建西昭高速 1 次，拟建昭觉-普格高速 1 次； 2) G356 省道 1 次	同左

内容	西方案	西支方案
重要电力线路交叉情况	1) 跨越 500kV 线路 2 次 (500kV 月城-普提同塔双回线路, 500kV 榄普一线) 2) 220kV 线路 14 次 (布拖换流站一期规划 12 回、规划龙火线 (华能风电)、规划龙昭线 (华能风电)) 3) 110kV 线路 1 次 (拉昭线 (昭觉电力公司, 系统外))	同左
房屋拆迁情况	拆迁房屋为 1983.2m ²	同左
沿线地质情况	地质条件良好, 不良地质区可避让。	同左
沿线矿产及设施情况	线路沿线均未压覆矿权。	同左
对沿线通信设施的影响	对沿线通信信号线、无线电站台等通信设施无危险和干扰影响。	同左
对生态敏感区影响	不涉及特殊及重要生态敏感区, 已避开饮用水水源保护区。	不涉及特殊及重要生态敏感区, 穿越柳且乡柳且村集中式饮用水源地二级保护区。
对生态红线影响	穿越生态红线约 20.43km	穿越生态红线约 16.73km
对沿线城乡规划的影响	无影响	同左
协议情况	沿线各县政府及相关部门均同意	同左
投资比较	0	755 万元
设计推荐意见	推荐	不推荐



图 3-3 西、西支方案相对位置关系图

①从技术经济角度

a. 重冰区比例

西支方案较西方案新增加 30mm 重冰区。

②从环境保护角度

a. 生态敏感区影响情况

西支方案在昭觉县柳且乡柳且村附近受地形地势影响，无法避让柳且乡柳且村集中式饮用水源地，需穿越该水源地的二级保护区；西方案不涉及各类特殊及重要生态敏感区，已避让了沿线的乡镇集中式饮用水源地，由线路工程施工及运行带来的生态影响较小。

b. 生态保护红线涉及情况

西方案和西支方案在昭觉县、布拖县涉及凉山—相岭生物多样性维护—水土保持生态保护红线和金沙江下游干热河谷水土流失敏感生态保护红线，西方案穿越红线长度约 20.43km，西支方案穿越红线长度约 16.73km。

综合比较表 3-4 中西支、西方案的技术和经济条件可知，西方案减少重冰区长度，居民敏感点较少，避让了沿线的乡镇集中式饮用水源地。因此，从环境保护角度分析，**推荐西方案**，与工程设计推荐方案一致。

(2) 橄榄～普提一线单回 500kV 线路橄榄侧 π 入布拖换流站

1) π 接点选择

已建橄榄～普提一线单回 500kV 线路从布拖换流站西侧约 2km 经过，改接路径绕行避让了布拖换流站西南侧 220kV 线路出线密集带， π 接点选择在换流站西南侧较平缓山梁上。 π 接点位于月普线 261#(N4072)，为耐张塔，原设计 262#为 30mm/20mm 冰区分界塔，本次拟在原线路 261#附近（线路正下方）新建一基 30mm/20mm 冰区分界塔。

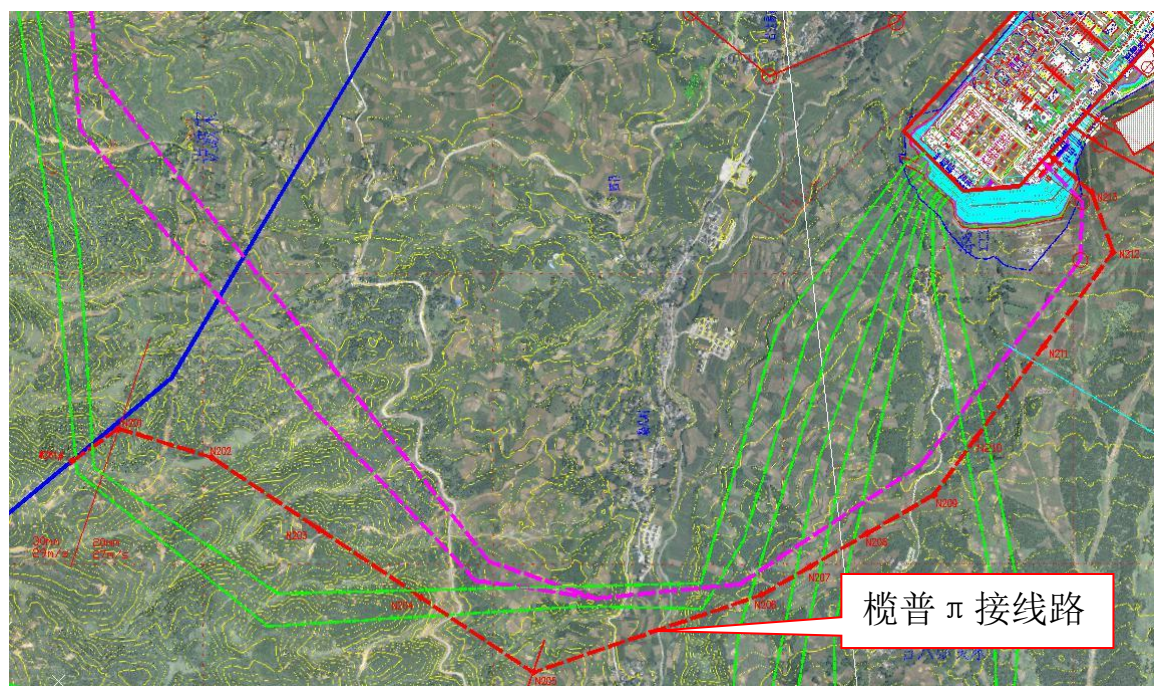


图 3-4 榄普一线 π 接点示意图

(2) 路径方案选择

根据布拖换流站及已建线路走向，布拖换流站一期工程经细致的图上定线及现场踏勘收资工作，拟定了路径走向。榄普一线改接线路均位于途经凉山州布拖县，路径长度仅 5.0km，且需考虑预留其他 220kV 及 500kV 通道、避让不良地质区和村庄，路径方案唯一。

3.1.6.3 推荐路径概况

(1) 月城～普提双回 500kV 线路月城侧 π 入布拖换流站

线路从月城-普提 500kV 双回线 201#塔起向东南方向走线，跨越月城-沐川 500kV 双回线、钻越±800kV 锦苏特高压直流线路、跨越拟建西昭高速、跨越 110kV 拉昭线、跨越拟建 220kV 龙昭线后继续向东南走线，经日尼洛、马拉呷转向南平行白鹤滩两回接地极线路走线，经尼微洛、洛达家，跨越拟建 220kV 龙火线后继续向南平行白鹤滩两回接地极线路走线，经阿伍吉勒、阿都俄布，跨越拟建昭觉-普格高速公路（隧道跨越）后继续向南走线，经四且，跨越榄普 500kV 线路后转向东北走线，连续跨越布拖换流站一期预留 12 回 220kV 线路和施工电源后进入布拖换流站一期。

西方案新建线路长度约为 $2 \times 35\text{km}$ ，其中 10mm 冰区 $2 \times 2.4\text{km}$ ，15mm 冰区 $2 \times 12\text{km}$ ，20mm 冰区 $2 \times 20.6\text{km}$ 。10mm、15mm 冰区按同塔双回架设（其中 10mm 冰区钻越锦苏特高压段按两个单回架设），20mm 冰区按单回路架设，曲折系数 1.24。线路走线于凉山州昭觉县、布拖县行政区域内。本段线路使用铁塔 155 基，其中悬垂塔 88 基，耐张塔 67 基。

(2) 榄普～普提一线单回 500kV 线路榄普侧 π 入布拖换流站

线路自布拖县乌科乡榄普～普提 500kV 一线单回线路 261#改接点新建转角塔开始，向东跨过 X05 县道后，在乃乌村和勒儿村之间通道经过，跨越 2 回规划的 220kV 线路通道，此后右转向东北，跨过 6 回规划 220kV 线路通道后进入布拖换流站东南侧的 500kV 一期间隔。榄普一线榄普侧改接方案新建路径长 $1 \times 5.0\text{km}$ ，在布拖县境内途径乌科乡、特里木镇。沿线地形起伏较大，平均海拔较高，海拔 2400m～2800m，曲折系数为 1.3。15mm 冰区路径长约 $1 \times 3.2\text{km}$ ，20mm 重冰区路径分别长约 $1 \times 1.8\text{km}$ （含 30mm/20mm 冰区分界塔 1 基）；基本风速为 27m/s。沿线林区约占 70%。沿线均为山地，有少量交叉道路可以利用，交通一般。线路走线于凉山彝族自治州布拖县行政区域内。本段线路使用铁塔 13 基，其中悬垂塔 8 基，耐张塔 5 基。

3.1.6.4 穿越生态保护红线不可避免性论证

根据四川省人民政府以川府发〔2018〕24号《四川省生态保护红线方案》，本工程输电线路无法完全避让生态保护红线，穿越两类生态红线。线路穿越生态红线段总长约20.43km，立塔57基。具体情况详见下表3-5：

表 3-5 本工程涉及的生态保护红线

生态红线保护类型	位置	长度 (km)	塔基数量 (基)	永久占地 (hm ²)	临时占地 (hm ²)
凉山—相岭生物多样性维护—水土保持生态保护红线	昭觉县	12.85	31	1.01	5.47
金沙江下游干热河谷水土流失敏感生态保护红线	布拖县	7.58	26	0.83	4.58

本工程月城～普提双回500kV线路月城侧 π 入布拖换流站线路从 π 接点出线后，根据路径整体走向，线路需由昭觉县向南往布拖县方向走线。（1）若向推荐线路西侧走线：①沿线区域交通条件差，部分地段不通公路，海拔较高，且较推荐线路增加30mm重冰区长度约3.5km，后期线路运行安全风险较西方案高；②推荐线路西侧分布有柳且乡集中式饮用水水源地、地质不稳定区域、集中居民房屋。（2）若向推荐线路东侧走线：①路径通道内已规划有昭觉-布拖-普格高速、白鹤滩直流特高压两回接地极线路以及布拖换流站-昭觉220kV线路，路径通道极其拥挤，不具备再规划一条500kV线路路径通道的条件；②推荐线路西侧分布有大坝乡集中式饮用水水源地、集中居民房屋。为避让集中式饮用水水源地、大量耕地及集中居民房屋，输电线路不得不沿推荐路径走线，在该处不可避免地穿越了部分生态保护红线。

线路随后继续向南走线进入布拖县拉达乡境内，该区两侧同样分布有大面积生态保护红线，且山脚下分布有拉达乡博石村等大面积村庄、集中居民房屋、其他规划线路，生态保护红线在此处紧邻集中居民区，输电线路通道选择困难。

为尽量减小输电线路建设对居民生产生活的影响，线路路径应尽量避免上述集中居民区，因此线路往西侧走线避让生态保护红线的方案不可行；线路若往东偏移，可以避让部分生态保护红线，但该区域分布有集中居民房屋，因此为避免线路穿越居民区造成大面积房屋拆迁，尽量减小工程施工及运行对居民生产生活的影响，线路在此只能沿山腰走线，在此不可避免的穿越部分生态保护红线。

线路继续向南走线，途经布拖县特木里镇，由于邻近公路的山脚处分布有特木里镇大面积密集村庄和成片式基本农田，因此线路必须往西侧绕行以避让上述集中居民区和耕地，而东侧有其他规划线路，为保证输电线路运行安全稳定，线路路径必须避

让上述区域。因此为避免线路穿越布拖县特木里镇集中居民区造成大面积房屋拆迁或占用耕地，同时避让附近规划电力线路，线路只能沿西侧山腰向南绕行走线，在此不可避让的穿越部分生态保护红线。

随后，线路在避让沿线分布的密集矿区及密集林区后，最终接入布拖县特木里镇布拖换流站一期。

综上所述，受线路路径整体走向限制，同时为避让沿线集中居民区、耕地、密集矿区、密集林区等设施，本工程月城～普提双回 500kV 线路月城侧 π 入布拖换流站线路无法完全避让生态保护红线，在昭觉县、布拖县穿越了凉山—相岭生物多样性维护—水土保持生态保护红线和金沙江下游干热河谷水土流失敏感生态保护红线。

本工程线路为架空输电线路，永久占地仅为塔基占地，在空间中的分布为点位间隔式。根据生态保护红线矢量数据，穿越的生态保护红线非成片式，而是间隔式。穿越生态保护红线区域植被类型以云南松、桦木等常绿阔叶林、常绿针叶林为主，分布的野生动物主要是适合栖息于林地、草地的种类，对此区域生态保护红线来说，重点是保护现有植被，加强水土流失治理，使其水土保持功能不受影响。

工程设计中已尽量将线路塔基定位在生态保护红线以外的区域，尽量避开红线范围立塔，但受地形地质条件及线路档距长度限制，无法做到完全不在生态保护红线中立塔。设计上通过增加线路档距，尽可能减少了在生态保护红线内的塔基数量，减少了塔基永久占地及临时占地面积；经过多次现场调查区域水土流失现状、植被覆盖情况及植被类型，及时调整塔基位置，避开泥石流易发区、崩塌滑坡危险区；对于不得不在生态保护红线内的塔基，设计上尽量避开了易引起水土流失和生态恶化的地带，选择了植被较稀疏处。

在严格落实相关生态环境保护措施和水土保持措施后，将最大化减小本工程建设对金沙江下游干热河谷水土流失敏感生态保护红线的影响，不会破坏其生态功能。

3.1.6.5 推荐路径方案特点

本线路推荐路径方案具有下列特点：①线路在轻中冰区段采用同塔双回架设，最大限度节约了线路走廊，缩减了塔基占地面积及林木砍伐量，减小了施工、运行对沿线生态环境的影响；②线路不涉及自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、饮用水水源保护区等特殊及重要生态敏感区，对线路附近的生态敏感区进行了有效避让；③线路无法完全避让生态保护红线，穿越了凉山—相岭生物多样性维护—水土保持生态保护红线和金沙江下游干热河谷水土流失敏感生态保护红线，线路路径已取得

昭觉县、布拖县自然资源主管部门的原则同意，不违背现行生态保护红线管控要求；④线路对居民房屋密集的乡镇、村落进行了避让，尽量减小了对沿线居民敏感点的影响。从环保角度分析，本线路路径选择合理。

3.1.7 线路并行情况

本工程在 10mm 冰区钻越锦苏特高压段拟采用两个单回路走线、20mm 重冰区拟采用两个单回路走线，单回路之间并行长度约 21.15km，单回路线路没有与其他工程线路并行；本工程同塔双回线路与本工程榄普 π 接单回线路并行，并行长度共 2.51km。并行段两线间距均在 70m 以上，两线路间工程拆迁后评价范围内无共同居民敏感目标。因此，本工程并行走线时不考虑居民区的叠加影响分析。

本工程线路与其他线路并行情况见下表 3-6。

表 3-6 本工程线路并行情况一览表

与本工程线路并行线路名称	并行线间最小间距(m)	并行走线长度(km)	并行段线路所处行政区	并行间居民点分布
本工程单回路之间并行	70	0.52	昭觉县合光村	无
	70	3.65	昭觉县合光村-柳且村	无
	70	16.98	布拖县特尔村、博石村、得机村、勒吉村	无

3.1.8 线路重要交叉跨越

3.1.8.1 导线对地和交叉跨越距离

根据《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》(GB50545-2010)，在最大弧垂情况下，导线对地距离以及交叉跨越的间隙要求不小于表 3-7 所列数值。

表 3-7 导线对地面最小距离 单位：m

线路经过地区	标准电压 500kV
居民区	14 (评价范围内有电磁环境和声环境敏感目标)
非居民区	水平排列及同塔双回排列 (11)、三角形排列 (10.5)，评价范围内没有电磁环境和声环境敏感目标)
公路路面	14
电力线 (至导线、地线)	6
至最大自然生长高度树木顶部	7
至最大自然生长高度果树顶部	7
至电气化铁路轨顶	16
至承力索或接触线	5

*说明：根据《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》，居民区是指工业企业地区、港口、码头、火车站、城镇等人口密集区。

3.1.8.2 交叉跨越线路及点位

本工程输电线路与其它电力线路交叉跨越情况详见表 3-8。

表 3-8 本工程输电线路新建工程主要交叉跨越情况表

序号	越线路名称	月普 π 接	橄普 π 接	跨越点位置	被跨越线路		是否具备施工条件	备注
		数量（次）			排列方式	最下/ 上导线距地高（m）		
1	500kV 月城-沐川线路	1	0	昭觉县帕也石附近	垂直逆向序排列	37/47	是	
2	500kV 橄榄～普提一线单回线路	2	0	布拖县说波尔附近	水平排列	21	是	
3	110kV 拉昭线	1	0	昭觉县柳打附近	三角排列	14/29	是	已建 110kV 拉昭线（昭觉电力公司，系统外）

线路跨越铁路、公路、河流和输电线路时考虑各类交叉跨越的安全净空距离，以保证各铁路、公路和河流的正常运输及其利用不受影响，以确保各电压等级电力线正常运行不出故障。

3.1.9 导线及排列方式

本工程输电线路导线、地线及导线排列方式见表 3-9。

表 3-9 本工程输电线路新建工程所用导、地线及排列方式

工程名称	导线	导线排列方式
月城～普提双回 500kV 线路 月城侧 π 入布拖换流站	4×JL/G1A—630/45 钢芯铝绞线	10mm、15mm 冰区：同塔双回段垂直逆向序排列 20mm 冰区：耐张塔：单回三角排列 悬垂塔：单回水平排列
橄榄～普提一线单回 500kV 线路 橄榄侧 π 入布拖换流站	4×JL/G1A—400/50 钢芯铝绞线	耐张塔：单回三角排列 悬垂塔：单回水平排列

3.1.10 铁塔型式

3.1.10.1 月普 π 接杆塔规划

该线路分为 10mm、15mm、20mm 冰区，月普 π 接使用铁塔 155 基，其中悬垂塔 88 基，耐张塔 67 基，具体铁塔使用条件一览表见表 3-10。

表 3-10 铁塔使用条件一览表

10mm 冰区					
序号	杆塔名称	塔型	转角度数 (°)	呼称高 (m)	备注
1	5E10-SZC3	双回路直线塔	0	24.0~60.0	
2	5E10-SZCk		0	54.0~72.0	
3	5E10-SJC1	双回路转角塔	0° ~20°	21.0~42.0	
4	5E10-SJC3		40° ~60°	21.0~42.0	
5	SJH461	双回路换位塔	0° ~30°	21.0~42.0	
6	JBZ461	单回路钻越塔	20° ~90°	19.0	
15mm 冰区					
7	SZB6151	双回路直线塔	0	24.0~48.0	
8	SZC4652		0	24.0~66.0	
9	SZC4653		3	32.0~72.0	
10	SZCK4651		0	48.0~81.0	
11	SJC4651	双回路转角塔	0~20°	21.0~48.0	
12	SJC4652		20~40°	21.0~48.0	兼冰区分界和分支
13	SJC4653		40~60°	21.0~48.0	
14	SJCK4651		0~35°	48.0~72.0	
15	SDJB61	双回路终端塔	0~60°	21.0~48.0	
20mm 冰区					
15	ZBA4621	单回路直线塔	0	24.0~57.0	
16	ZBA4622		0	24.0~78.0	
17	JGA4621	单回路转角塔	0~20°	21.0~48.0	
18	JGA4622		20°~40°	21.0~48.0	兼冰区分界

3.1.10.2 橄普 π 接杆塔规划

该线路分为 15mm、20mm、30mm 冰区，橄普 π 接使用铁塔 13 基，其中悬垂塔 6 基，耐张塔 7 基，具体铁塔使用条件一览表见表 3-11。

表 3-11 重冰区铁塔使用条件一览表

15mm 冰区					
序号	杆塔名称	塔型	转角度数 (°)	呼称高 (m)	备注
1	ZBB151	酒杯型直线塔	-	21.0~78.0	
3	JGB151	干字型耐张塔	0~30°	18.0~57.0	
4	JGB152		30~60°	18.0~57.0	
5	DJB151	单回路终端塔	0~90°终端	21.0~36.0`	
6	HJG451	单回路换位塔	0~90°终端	21.0~36.0	
20mm 冰区					
7	ZBB261	酒杯型直线塔	-	21.0~48.0	
8	ZBB262		-	21.0~60.0	
9	JGB21	干字型耐张塔	0~30°	18.0~45.0	
10	JGB262		30~60°	18.0~45.0	兼冰区分界
30mm 冰区					
11	JBB341	酒杯型耐张塔	30~60°	18.0~51.0	兼冰区分界

本工程共有铁塔 168 基，其中悬垂塔 94 基，耐张塔 74 基。规划塔型详见附图 3。

3.1.11 铁塔基础

(1) 月城～普提双回 500kV 线路月城侧 π 入布拖换流站

根据本工程地形、地质及水文气象条件，同时参照本地区已建线路工程，主要推荐采用挖孔基础、台阶式斜柱基础、灌注桩基础。

(2) 橄榄～普提一线单回 500kV 线路橄榄侧 π 入布拖换流站：

结合本工程具体地形、地貌、地质、气象条件及荷载特点，采用了掏挖基础、挖孔桩基础、板式基础。

工程基础型式详见附图 3。

3.1.12 施工组织和施工工艺

3.1.12.1 施工组织

(1) 施工组织网络图

布拖换流站一期 500kV 配套工程建设单位为国网四川省电力公司，建设管理单位为国网四川省电力公司建设咨询分公司。施工单位通过后期招标确定。本工程计划 2020 年 8 月开工，2021 年 8 月底建成投运。

布拖换流站一期 500kV 配套工程施工组织网络结构图详见图 3-5

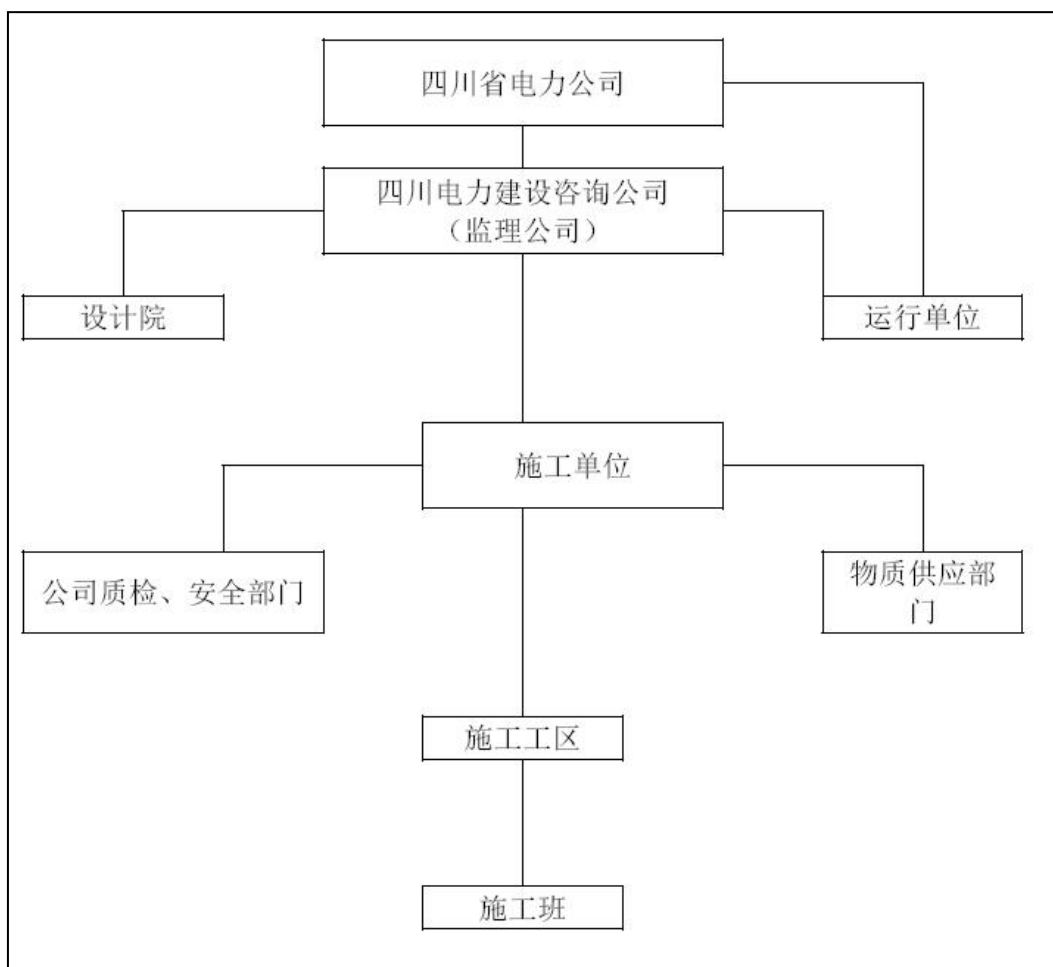


图 3-5 布拖换流站一期 500kV 配套工程施工组织网络结构图

(2) 材料供应

工程所用砂、石料购买自当地具有合法手续的采砂、采石场。导线、地线、绝缘子、金具、塔材、基础等材料的供应，由建设单位或施工单位选择符合国家标准且质量合格的产品，分段向施工单位供货。塔材、钢材、导、地线、绝缘子等采用招标方式采购。

(3) 材料站

为了便于工程施工用材料的调度和保管，本工程设置 2 个材料站，分别位于凉山州昭觉县、凉山州布拖县。

(4) 施工组织要求

由于工程区域内存在部分居民点，施工拆除过程中应做到文明施工，如拆除区域存在房屋或其他临建设施，应施工围栏和洒水抑尘，合理避开居民休息时段进行施工。搞好地方关系，尊重当地群众，临时修建施工简易道路不再利用时及时清除，损坏道路、桥涵及时修复。施工过程中受阻问题，应依靠当地政府，协调解决，进行合理的

经济补偿。

（5）交通运输

本工程线路路径区域经济欠发达，交通比较落后，线路主要沿山腰平行 G356 国道走线，直线距离约 1km，沿线有交叉的乡村公路可利用，部分乡村公路未硬化，运输条件较差，整体交通条件一般。以下针对本工程线路部分进行说明：

1) 施工布置

①塔基施工永久占地

根据类似线路施工的现场调查，本工程线路工程塔基永久占地面积约为 5.43hm²。

②塔基施工临时占地

为满足施工期间临时放置器材、材料及堆放开挖土石方等，需在每个塔基周围设置施工临时用地。线路工程塔基施工临时总占地面积为 5.35hm²。

③牵张场

布拖换流站一期 500kV 配套工程线路工程需要设置牵张场 19 处，总占地面积约为 1.90hm²。

④施工简易道路

经现场勘察，拟定本工程需新修简易人抬道路和施工临时道路，总计临时占地约 5.34hm²，以满足施工需求。

⑤跨越施工临时占地

布拖换流站一期 500kV 配套工程线路工程跨越公路等时需设跨越施工脚手架，采用门型构架或竹制构架置于跨越点两侧，总计约 2.58hm²。

⑥生活区布置

生活区就近租用周边现有民房，租用当地民房作为生活区的面积不计入工程建设区内。

⑦余土处理

根据相关输电线路工程建设经验，少量塔基区余方可摊于塔基区内作为回填方处置。线路工程所经区域主要占用农用地，地形较为开阔，线路工程产生的弃土主要来源于塔基处的基础开挖、平台及基面开挖等，主体设计中已考虑将余土运往周边乡镇消纳。

3.1.12.2 施工工艺

线路施工主环节包括：基础施工、铁塔组立、放紧线和附件安装、牵张场设置4

个阶段：

(1) 基础施工：板式斜柱基础一般可采用挖掘机开挖，灌注桩基础可使用冲孔或钻孔成型；混凝土浇注有条件的地区采用商砼，机械搅拌、机械振捣、串筒下料、一次成型、净水养护的施工方法。

(2) 铁塔组立：根据实际情况调查，本线路拟采用抱杆分片组塔和吊车分片组塔两种方式进行杆塔组立。道路及场地条件较好时，根据塔全高优先选择吊车进行组塔施工。道路条件较差时或者塔高较高时，选用抱杆组塔方式或者抱杆及吊车组合施工。

(3) 放紧线和附件安装

本工程导线为四分裂布置，宜采用“一牵四”放线施工工艺。放线前可在每相导线横担处悬挂五轮放线滑车，地线尖子悬挂单轮滑车，若垂直档距较大，可在原滑车前多增加一个滑车，悬挂双滑车，滑车之间刚性连接。在杆塔横担挂点处除正常的绝缘子串挂孔外，另增设 1 处临时滑车挂孔，用于悬挂放线滑车。

对地线展放线时，利用地线横担的滑车，使用小牵引绳一牵一方案。导线牵引时，为避免相邻滑车中导线因跳动发生鞭击受损，需采取安全保护措施：牵放过程中应随时调整各子导线的张力机出口张力，使牵引板保持水平，平衡锤保持垂直；放线过程中，如果发生牵引绳或导线跳槽，应立即停止牵引，将牵引绳或导线归槽后再继续牵引。

放线过程中应根据实际情况，通过调节与钢丝套连接的葫芦在放线滑车下部进行调整。当导线牵引板临近转角塔滑车时其监护人应及时通知牵引场负责人放慢牵引速度，并调整四线张力，使牵引板平面与倾斜后的滑车车轮平面基本一致，以使牵引板顺利通过。

(4) 牵张场设置

架线施工前根据现场情况对张牵场进行优选，一般控制在 5~8km 以内。张、牵场地理位置应便于张牵设备和材料的运输及布置，张牵引场两侧杆塔允许做直线锚线。转向场尽量避免下穿带电线路，如无法避开，在选场时，在确保张牵场所应满足的条件外，还应保证牵引绳索对带电线路的安全距离。

3.1.12.3 穿越生态保护红线施工组织方案

本工程在凉山—相岭生物多样性维护—水土保持生态保护红线和金沙江下游干热河谷水土流失敏感生态保护红线内施工时，应采用合理的施工方式，具体如下：

（1）施工临时道路

施工过程中加强管理，在生态保护红线内尽量利用现有道路作为施工道路，在交通条件不利的地区或密林区采用索道等方式运输施工材料，以减少生态保护红线内的地表占压和新增水土流失。对于必须修建临时道路的地段，应选择裸地或植被稀疏处设置。严格限制便道宽度和车辆行驶路线，施工结束后对临时道路区占地范围路面进行平整，并采取植被恢复措施。

（2）塔基施工区

根据施工工艺，塔基施工过程中，需在塔基区周边布设施工场地，用于塔基施工作业、布设材料堆放场地以及表土堆存场，砂石料等材料和工具，采用小型搅拌机进行混凝土搅拌，每处塔基都有一处施工临时用地作为施工场地。

在生态保护红线内布设塔基施工区应尽量减少占地。塔基施工区临时占地无需进行建构筑物的施工，不破坏地面仅占压，需在占压前对施工场地底部采取铺设彩条布进行隔离。施工结束后对该区域进行土地整治，恢复植被。塔基剥离的表土在该区域进行堆放，使用彩条布覆盖、固定，陡坡较大的表土堆场采用装土袋拦挡。在塔基施工区的施工过程中严格限制施工活动区域，设置醒目的标示牌、边界线，以保持与其他未扰动区域的有效隔离。在生态保护红线范围内尽量减少设置材料堆场，不设弃渣场，尽量减少地表扰动和植被损坏范围，保护工程区域原生地貌和地表植被。

（3）塔位选择

主体设计已对穿越金沙江下游干热河谷水土流失敏感生态保护红线的线路段增加了档距，能实现跨越的一档跨越，不能实现一档跨越的则通过增加档距以减少在生态保护红线区域立塔，减少生态保护红线内的占地面积，尽可能减少水土流失。在金沙江下游干热河谷水土流失敏感生态保护红线范围内进行塔基定位时，避开泥石流易发区、崩塌滑坡危险区、易引起水土流失和生态恶化的地带，避开植被茂密区域，尽量将塔基选择在植被较稀疏位置。

（4）塔基基础施工

施工前对占用的林地、草地、耕地进行剥离表土，剥离的表土运至塔基临时占地进行堆存，对汇水面积较大的塔位修建浆砌石排水沟，对塔基周边的临时堆土采取彩条布覆盖，施工结束后对区域进行土地整治，将剥离的表土全部用于区域表土回覆，并进行植被恢复。对位于山区的杆塔基础采用全方位高低腿设计，以减少土方开挖量和植被破坏面积。施工时合理确定杆塔基面范围，优先考虑原状土基础，采用适合当

地地质条件的塔基，减少水土流失面积和弃土弃渣量。塔基设置护坡、挡渣墙、排水沟，以有效减小水土流失影响。生态保护红线内塔基区开挖多余的土方，在施工完工后回填至塔基征地范围内，不在生态保护红线内设弃渣处置点。线路经过生态保护红线内的林区时采用加高杆塔跨越方式，并根据实际情况采用无人机放线等先进施工架线工艺，减少走廊内林木砍伐量或避免砍伐，尽可能保留地表原生植被。

（5）植被恢复

施工结束后，对生态保护红线内临时占地应及时恢复原有的用地形态，对恢复地域周围要及时种植植物，优先选用当地原生植物，包括云南松、地盘松灌丛、野花杜鹃灌丛、扭黄茅等。

（6）废污水、固体废物

加强对施工人员的培训，对施工过程中产生的污水和废水集中收集，严禁排入生态保护红线内的林地或水系中。严禁在生态保护红线内随意丢弃生活垃圾等固废，应统一收集打包装袋，运出生态保护红线区域外统一集中处理。

（7）施工噪声

施工期的噪声主要来自施工机械和运输车辆。施工过程中，施工单位必须选用符合国家有关标准的施工机具和运输车辆，选用低噪声的施工机械和工艺，尽量降低施工噪声，减小对生态保护红线内野生动物栖息及活动的影响。

3.1.13 工程占地

本工程征（占）地面积共计 20.82hm²，其中永久占地面积 5.65hm²，临时占地面积 15.17hm²。占地类型为耕地、林地、草地、公共管理与公共服务用地、住宅用地、其他土地、交通运输用地，工程占地面积按占地类型统计详见表 3-11。

表 3-11 布拖换流站一期 500kV 配套工程占地面积统计（按土地利用类型）单位：hm²

布拖换流站一期 500kV 配套工程	项目组成		占地类型						占地性质		合计
	一级分区	二级分区	耕地	林地	草地	交通运输用地	公共管理与服务用地	其他土地	永久占地	临时占地	
	线路工程	塔基工程	1.35	2.06	1.66	—	—	0.36	5.43	—	5.43
		塔基施工场地	1.28	2.15	1.75	—	—	0.17	—	5.35	5.35
		人抬道路	—	1.17	1.34	—	—	0.14	—	2.65	2.65
		施工临时道路	0.22	1.77	0.57	—	—	0.13	—	2.69	2.69
		其它施工临时占地	1.13	2.12	1.02	0.10	—	0.11	—	4.48	4.48
		小计	3.98	9.27	6.34	0.10	—	0.91	5.43	15.17	20.60
	变电站工程	布拖换流站一期改造	—	—	—	—	0.10	—	0.10	—	0.1
月城 500kV 变电站改造		—	—	—	—	0.12	—	0.12	—	0.12	
小计		—	—	—	—	0.22	—	0.22	—	0.22	
总计			3.98	9.27	6.34	0.10	0.22	0.91	5.65	15.17	20.82

3.1.14 计划工期

本工程计划 2022 年建成投运。

3.2 与政策、法规等相符性分析

3.2.1 与产业政策符合性分析

本工程属于国家发展和改革委员会令第 29 号《产业结构调整指导目录（2019 年本）》中鼓励类项目(第四项电力第 8 条 500 千伏及以上交、直流输变电)，符合国家产业政策。

3.2.2 与相关规划相符性分析

（1）与电网规划相容性分析

1) 落实国家电力发展“十三五”规划，保障白鹤滩水电站电力可靠送出

白鹤滩水电站位于四川省凉山州和云南省昭通市境内的金沙江干流河段上，是当前装机规模全球第二大、在建规模全球第一大水电站。电站总装机容量 16000MW，首批机组计划于 2021 年 6 月投产，2023 年全部机组投产完毕。国家电力发展“十三五”规划明确“十三五”开工建设白鹤滩水电站外送工程。

本工程拟依托白鹤滩左岸水电站（8000MW）新建白鹤滩～江苏±800kV 特高压直流输电工程，确保白鹤滩左岸水电站电力安全可靠送出。

2) 保障白鹤滩～江苏特高压直流安全稳定运行，满足汇集四川富余水电送出需求

白鹤滩～江苏特高压直流送端换流站通过本工程于四川主网相联，本工程的建设一方面提高了换流站的系统强度，保障换流站的安全稳定运行；另一方面增强了换流站与四川主网的电气联系，在直流工程投产前十年，每年可汇集送出四川富余水电 40～60 亿 kWh。

（2）与土地利用规划的符合性分析

本工程站式工程均在原换流站、变电站既有用地内实施，不新征用地。原站址征地时已取得当地国土及规划部门的书面意见，符合当地规划要求。

布拖换流站一期 500kV 配套工程线路工程选择在初期阶段就考虑了工程与所在地区的规划相容性的问题。在路径选择时建设和设计单位也广泛征询了当地有关部门的意见，取得了相关协议。因此，本工程变电站和输电线路路径与所在地区的发展规划是相适应的。本工程协议情况一览表见 3-12。

表 3-12 本工程协议情况一览表

协议单位	回函意见	对意见的落实情况
昭觉县城乡规划和住房保障局	①原则同意月普线 π 入布拖换流站我县境内路径方案。 ②经核实，线路路径方案对昭觉县城市规划和四开乡集镇规划实施无影响。其余乡镇无规划。 ③工程建设中涉及土地征（占）用、房屋拆迁等请按照国家或地方有关规定进行补偿，并在项目建设前及时办理有关用地手续。	项目选址地点避开了不良地质灾害隐患，周边无使用功能不协调的其他建设项目工程设计及施工中会确保周边居民的生产生活安全，并严格按项目建设基本程序办理相关项目建设手续。
布拖县城乡规划和住房保障局	①原则同意月普线 π 入布拖换流站我县境内路径方案。 ②工程建设中涉及土地征（占）用、房屋拆迁等请按照国家或地方有关规定进行补偿，并在项目建设前及时办理有关用地手续。请在设计时尽量避开居民集中区域。	线路避让在建或拟建项目及学校、聚集点等； 线路在可研和初设阶段均征求了沿线所在乡镇的意见； 工程采取了一系列保护生态环境的措施；项目实施符合国家相关法律法规要求。

3.2.3 与四川生态保护红线管控要求相符性分析

本工程输电线路途经凉山州昭觉县、布拖县。

本工程根据四川省人民政府《关于印发四川省生态保护红线方案的通知》（川府发〔2018〕24 号），本工程线路穿越了“凉山—相岭生物多样性维护—水土保持生态保护红线和金沙江下游干热河谷水土流失敏感生态保护红线”，穿越生态红线路径长度为 20.43km、塔基数为 57 基、占地面积为 11.89hm²。与生态保护红线的相对位置关系详见附图 4。目前，国家及四川省尚未出台生态保护红线管控办法，现阶段主要涉及生态保护红线的相关规章如下：

2016 年 10 月，原环境保护部印发《关于以改善环境质量为核心加强环境影响评价管理的通知》（环评〔2016〕150 号），提出：“除受自然条件限制、确实无法避让的铁路、公路、航道、防洪、管道、干渠、通讯、输变电等重要基础设施项目外，在生态保护红线范围内，严控各类开发建设活动”。

2018 年 8 月，生态环境部印发《关于生态环境领域进一步深化“放管服”改革，推动经济高质量发展的指导意见》（环规财〔2018〕86 号），提出：“对审批中发现涉及生态保护红线和相关法定保护区的输气管线、铁路等线性项目，指导督促项目优化调整选线、主动避让；确实无法避让的，要求建设单位采取无害化穿（跨）越方式，或依法依规向有关行政主管部门履行穿越法定保护区的行政许可手续、强化减缓和补偿措施。”

2019 年 11 月，中共中央办公厅、国务院办公厅印发《关于在国土空间规划中统

筹划定落实三条控制线的指导意见》（厅字〔2019〕48号），提出：生态保护红线内，自然保护地核心保护区原则上禁止人为活动，其他区域严格禁止开发性、生产性建设活动，在符合现行法律法规前提下，除国家重大战略项目外，仅允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动，主要包括：零星的原住民在不扩大现有建设用地和耕地规模前提下，修缮生产生活设施，保留生活必需的少量种植、放牧、捕捞、养殖；因国家重大能源资源安全需要开展的战略性能源资源勘查，公益性自然资源调查和地质勘查；自然资源、生态环境监测和执法包括水文水资源监测及涉水违法事件的查处等，灾害防治和应急抢险活动；经依法批准进行的非破坏性科学研究观测、标本采集；经依法批准的考古调查发掘和文物保护活动；不破坏生态功能的适度参观旅游和相关的必要公共设施建设；必须且无法避让、符合县级以上国土空间规划的线性基础设施建设、防洪和供水设施建设与运行维护；重要生态修复工程。

2020年6月，四川省人民政府印发《关于落实生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线制定生态环境准入清单实施生态环境分区管控的通知》（川府发〔2020〕9号），就落实生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线，制定生态环境准入清单（简称“三线一单”），建立生态环境分区管控体系并监督实施提出要求：全省行政区域从生态环境保护角度划分为优先保护、重点管控和一般管控三类环境管控单元；优先保护单元指以生态环境保护为主的区域，主要包括生态保护红线、自然保护地、饮用水水源保护区等，应以生态环境保护优先为原则，严格执行相关法律、法规要求，严守生态环境质量底线，确保生态环境功能不降低；重点管控单元指涉及水、大气、土壤、自然资源等资源环境要素重点管控的区域，应不断提升资源利用效率，有针对性地加强污染物排放控制和环境风险防控，解决生态环境质量不达标、生态环境风险高等问题；一般管控单元指除优先保护单元和重点管控单元之外的其他区域，主要落实生态环境保护基本要求。

布拖换流站一期500kV配套工程是白鹤滩电站接入系统及外送交流配套工程，属于国家重大线性基础设施工程。本工程在选址选线 and 设计阶段进行了多次优化，已最大限度地避让了沿途世界文化和自然遗产地、自然保护区、风景敏感区和饮用水源保护区等环境敏感区，但由于路径长、跨度大，受城镇规划、自然条件等因素的限制无法完全避让生态保护红线。根据四川省环境管控单元分布图，本工程所在区域位于环境优先保护单元、环境一般管控单元，项目在落实生态环境保护基本要求之外，对涉及生态保护红线的重点管控区域将采取针对性的生态影响减缓与恢复措施，在施工中

将严格落实各项生态保护措施，可有效控制工程建设对生态保护红线的影响，不会破坏其生态功能，工程建设不违背生态环境分区管控要求。因此，根据环环评〔2016〕150号、环规财〔2018〕86号文件、厅字〔2019〕48号以及川府发〔2020〕9号等相关文件，本工程不违背国家及四川省现行生态保护红线管控要求。因此，根据环环评〔2016〕150号和环规财〔2018〕86号文件，本工程不违背现行生态保护红线管理要求。

本工程穿越生态保护红线总长约 20.43km。该生态保护红线区域植被类型以云南松、桦木等常绿针叶林、阔叶林为主，分布的野生动物主要是适合栖息于林地、草地的种类，对此区域生态保护红线来说，重点是保护现有植被，加强水土流失治理，使其水土保持功能不受影响。

3.3 工程的环境合理性分析

本工程输电线路避让了昭觉县、布拖县的建成区和规划区；不涉及自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区等特殊及重要生态敏感区；输电线路不可避免让地穿越了凉山相岭生物多样性维护水土保持生态保护红线和金沙江下游干热河谷水土流失敏感生态保护红线，线路路径已取得昭觉县、布拖县自然资源主管部门的原则同意意见，设计中已采取相应生态影响减缓和恢复措施，尽可能减小对该水土流失敏感生态保护红线区域的影响；线路对居民房屋密集的乡镇、村落进行了有效避让，减小了对沿线居民的影响。故本工程线路路径选择合理可行。

3.4 环境影响因素识别

3.4.1 施工期环境影响因素识别

施工期的主要环境影响因素有：水土流失、施工噪声、施工扬尘、施工废污水、施工固体废物、生态影响、土地占用等。

（1）水土流失

施工时的土方开挖，土方平衡中的填土、弃土，以及建设过程中植被的破坏，导致水土流失问题。

（2）施工噪声

输电线路施工中的主要噪声有工地运输的噪声，以及基础、架线施工中各种机具的设备噪声等。因线路各施工点施工量小，施工时间短，不会对周围环境敏感点产生明显影响。

（3）施工扬尘

施工开挖，造成土地裸露，产生的二次扬尘可能对周围环境产生暂时性的和局部的影响。

（4）施工废污水

施工过程中产生的生活污水以及施工废水若不经处理，则可能对地面水环境以及周围其他环境要素产生不良影响。

（5）施工固体废物

施工过程中产生的建筑垃圾以及生活垃圾不妥善处理，会对环境产生不良影响。

（6）生态影响

工程建设中，线路塔基建设等活动会带来永久与临时占地，使场地植被及微区域

地表状态发生改变，对区域生态环境会产生不同程度的影响。

(7) 其他影响

土地占用影响，包括线路塔基占地及施工临时用地改变土地功能。

3.4.2 运行期环境影响因素识别

运行期的主要环境影响因素有：工频电场、工频磁场、噪声、污水等。

(1) 工频电场、工频磁场

线路运行时产生工频电场、工频磁场。

(2) 噪声

线路运行噪声主要来源于恶劣天气条件下，导线、金具产生的电晕放电噪声。

(3) 污水

输电线路运行期间不产生废污水。

3.5 生态影响途径分析

3.5.1 施工期生态影响途径分析

工程建设中，塔基建设等活动，会带来永久与临时占地，使场地植被及微区域地表状态发生改变，对区域生态环境造成不同程度的影响。主要表现在以下几个方面：

(1) 输电线路塔基施工需进行挖方、填方、浇筑等活动，会对附近原生地貌和植被造成一定程度破坏，降低植被覆盖度，可能形成裸露疏松表土；施工弃土、弃渣及建筑垃圾等，如果不进行必要的防护，可能会影响当地植物生长，加剧土壤侵蚀与水土流失。

(2) 杆塔运至现场进行组立，需要占用一定范围的临时用地；张力牵张放线、紧线也需牵张场地；为施工和运行检修方便，还会新修部分临时道路，土建施工弃渣的临时堆放也会占用一定场地。这些临时占地将改变原有土地利用方式，使部分植被和土壤遭受短期破坏，导致生产力下降和生物量损失，但这种破坏是可逆转的。

(3) 施工期间，施工人员出入、运输车辆的来往、施工机械的运行会对施工场地周边野生动物觅食、繁殖和发育等产生干扰，有可能限制其活动区域、觅食范围与栖息空间等。夜间运输车辆的灯光可能会对一些鸟类和兽类产生干扰，影响其正常的活动。

(4) 施工期间，容易产生少量扬尘，覆盖于附近的农作物和枝叶上，影响光合作用；雨水时冲刷松散土层流入场区周围的耕地与其它植被用地，也会对农作物及植

被生长会产生轻微影响，可能造成土地生产力的下降。

(5) 本工程输电线路穿越了凉山相岭生物多样性维护水土保持生态保护红线和金沙江下游干热河谷水土流失敏感生态保护红线，穿越区域生态脆弱，水土流失敏感性高。塔基施工土石方开挖等活动会破坏部分原地貌和地表植被，扰动原土层和岩层，降低植被覆盖度，如不进行必要的防护治理，可能影响地表植被生长，加剧水土流失。

3.5.2 运行期生态影响途径分析

项目运行期可能造成的生态影响主要有以下：工程永久占地带来的影响；铁塔和输电导线对兽类活动和鸟类迁徙的影响；输电线路电磁场对野生动植物的影响。

运行期永久占地主要为塔基占地。在局部范围内，塔基占地面积较小，对于水土流失和动植物的影响也比较小。但一方面会造成景观格局及植被覆盖的轻微变化，另一方面，部分铁塔位于生态环境较脆弱地区，如不采取适当的工程防护和植被措施，现有植被一旦遭到破坏很难得到恢复。特别是山坡塔基占地，工程弃渣容易造成坡下植被破坏和水土流失。同时，工程在农田立塔后，可能会给局部农业耕作带来不便，对农作物生长产生影响，造成局部土地生产力的下降。

根据高压输电工程噪音及电磁场影响的相关研究，按照限值控制工程噪声，不会对动植物产生不利影响，电磁场对人和动物有确定影响的阈值远高于输电线路下工频电场的限值，因此，两者对动植物的影响不大。

3.6 设计阶段环境保护措施

3.6.1 设计阶段采取的环保措施

(1) 电磁环境和声环境

工程选线时充分征求沿线政府及规划等相关职能部门的意见，优化路径，尽量避免城镇规划区、学校、居民密集区。

严格按照相关规程及规范，结合项目区周围的实际情况和工程设计要求，确保评价范围内常年住人的房屋电磁环境、声环境满足标准限值要求。

确定导线与地面、建筑物、树木、公路及各种架空线路的距离时，导线弧垂及风偏的选取按《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》(GB50545-2010) 执行。

选定导线对居民区、地面、公路等的对地距离时要限制地面工频电场。

合理选择导线直径及导线分裂数以降低线路电磁环境影响水平，要求导线、母线、均压环、管母线终端球和其它金具等提高加工工艺，防止尖端放电和起电晕。合理选

择导线截面和导线结构以降低线路的电晕噪声水平。

（2）生态环境

尽量避让自然保护区、森林公园、历史文化遗迹等特殊生态敏感区；尽量避让集中林区，线路经过林区时尽量采用高跨方式。

线路路径选择时尽量避让了附近的生态保护红线，对于无法避让的凉山—相岭生物多样性维护—水土保持生态保护红线和金沙江下游干热河谷水土流失敏感生态保护红线部分范围，设计中已尽量将塔基定位在生态保护红线以外的区域，尽可能避开红线范围立塔。对不得不定位在红线内的塔基，也尽量避开了易引起水土流失和生态恶化的地带。

杆塔设计时采用全方位高低腿铁塔，尽量减少占地、土石方开挖量。塔位有坡度时考虑修筑护坡、排水沟，减少水土流失，保护生态环境。

输电线路跨越水体时，采用一档跨越的方式，不在水体中立塔。

合理组织施工，减少施工临时占地。开挖面及时平整，临时堆土采取拦挡、防护等措施安全堆放。施工完成后对扰动面进行恢复，对破坏的部分按规定进行补偿。

3.6.2 施工期采取的环保措施

（1）施工扬尘

线路塔基基础开挖过程中，应定时、及时洒水使施工区域保持一定的湿度，对施工场地内松散、干涸的表土，也应定时、及时洒水或采取临时覆盖措施防止起尘。

（2）施工废污水

对施工过程中产生的少量生产废水，在施工场地附近设置沉淀池，生产废水经沉淀处理后回用，不外排。施工人员就近租用沿线民房，生活污水排入居民点化粪池进行处理后用作农肥，不会对地表水环境造成影响。

（3）施工噪声

对位于环境敏感目标附近的塔基应依法限制夜间施工。位于一般地区的塔基施工应尽量安排在白天进行；如果因工艺特殊情况要求，需在夜间施工而产生环境噪声污染时，应按《中华人民共和国环境噪声污染防治法》的规定，取得县级以上人民政府或者其有关主管部门的证明，并公告附近居民。

（4）固体废物

线路施工产生的固体废物主要是建筑垃圾和施工人员产生的生活垃圾。在工程施工前应作好施工机构及施工人员的环保培训，明确要求施工过程中的建筑垃圾及生活

垃圾应分别收集堆放，并安排专人专车及时清运或定期交由当地环卫部门统一清运处置。

（5）水土流失

合理组织施工，减少占用临时施工占地；开挖面及时平整，临时堆土采取拦挡、防护等措施安全堆放；施工完成后对施工扰动面进行恢复。

3.6.3 运行期采取的环保措施

（1）加强对当地群众进行有关高压送电线路和设备方面的环境宣传工作。

（2）建立各种警告、防护标识，避免意外事故发生。

（3）依法进行运行期的环境管理和环境监测工作。

3.6.4 工程穿越生态保护红线时的保护措施

（1）对生态保护红线内的塔基基础采用适合当地地质条件的塔基，优先选择原状土基础，尽量避免使用灌注桩基础，有效减少水土流失影响面积和土石方开挖量。对位于山丘区的塔基设置护坡、挡墙、排水沟，有效减小其水土流失影响。

（2）本工程不设置弃渣场，施工过程中在生态保护红线内不设置集中材料堆场、拌和场。对于不得不设置在生态保护红线内的牵张场等临时占地，应尽量避免红线内易引起水土流失和生态恶化的地带，避开植被茂密地带，以减少水土流失和植被破坏。

（3）严格控制作业区域和运输路线，并划定明确的施工范围，不得随意扩大，设置醒目的标示牌、边界线，避免在生态保护红线区域内对施工范围之外的植被造成碾压和破坏。

（4）施工道路以利用已有道路为主，在交通条件不利的地区或密林区采用索道等运输施工材料，以减少生态保护红线内的新增水土流失，对于必须修建临时道路的地段，应选择裸地和植被稀疏处设置。

（5）本工程穿越生态保护红线区域为山丘区，山丘区通常以挖孔桩或掏挖基础为主，余土量较小，塔基余土搬运下山难度大、投资高，因此塔基挖方在施工完工后回填至塔基征地范围内平摊，不在生态保护红线内另设弃土处置点。

（6）本工程穿越生态保护红线区域属于水土流失重点治理区，设计及施工中提高水土流失防治标准，按照建设类项目一级标准开展水土流失防治，对山丘区坡地型塔基区设置截排水沟以防止上坡侧雨水冲刷基面，对临时堆土采取彩条布铺垫、苫盖以及袋装土拦挡，严格控制水土流失。同时尽量缩短在生态保护红线内的工期，减少对水土流失敏感红线区域的地表扰动和植被损坏范围。

（7）合理协调安排施工工序与工期，避免暴雨频发季节施工，及时根据天气预报调整施工工序，雨天禁止开挖施工，防止新增水土流失。

（8）采用对植被和环境破坏较小的电线架设的方法架设电线，包括张力放线、无人机放线等，避免砍伐架线通道。

（9）施工结束后，对临时占地及时恢复原有用地形态，及时恢复原有植被，优先选用生态保护红线区域适生的灌草植物。

4 环境现状调查与评价

4.1 自然环境概况

4.1.1 地形地貌

本段线路位于四川省凉山州昭觉县、布拖县，地处四川省南部，线路走向大体呈南北向，受地质构造、岩性等控制和影响，路径区地形较复杂，地形以堆积平原、中山、中低山为主，沿线海拔高程 2200~2850m，相对高差一般 50~400m，地形坡度一般 5~35°，局部地形坡度大于 45°。

按地貌成因类型、形态线路路径区可分为侵蚀堆积河谷平原及山间盆地、侵蚀、剥蚀构造低中山区，现分述如下：

侵蚀堆积河谷平原及山间盆地区为三湾河、布拖河谷盆地地形，主要分布于布拖换流站出线一段及在四开乡柳打村附近，线路长度约 3.5km。布拖换流站位于布拖盆地边缘，盆地中心以冲洪积扇为主，边缘有冰渍、冰水堆积的二至四级基座阶地，在三湾河河谷盆地内，主要以冲洪积的一二级阶地，地势平坦、开阔。



4.1.2 地质条件

工程区位于凉山州境内，构造体系上处于著名的川滇南北向构造体系控制范围内，线路路径区地处川滇块体东边界的重要成员-罗西断裂带附近，边界断裂的新活动表现及其潜在地震能力对工程区的影响最为关键。线路工程区内构造与断裂发育，活动性断裂分布较多，与线路相关的断裂主要有凉山紧密褶皱断裂带等，地质构造复杂。凉山紧密褶皱断裂带分布于黑水河断裂以东，南北向压性断裂为主，向斜褶皱较舒缓，背斜褶皱紧密。线路路径区主要断裂为罗西断裂、四开-交际河断裂。

罗西断裂：长 60km，罗西以北断裂面东倾，倾角 $70-80^{\circ}$ ，罗西以南断裂面由直立转为西倾，倾角 $70-80^{\circ}$ ，上盘为古生界地层，下盘为二迭系峨眉山玄武岩，断裂破碎带宽 50-60m。线路路径已避开断裂带，断裂对线路影响小。

四开-交际河断裂：长度 75km，由 5 个断裂组成，破坏了四开-交际河背斜，断裂面多东倾，倾角 60° 以上，断裂角砾岩后 20 余米，钙质胶结，四开温泉出露于断裂影响带内。线路在 π 接点附近与该断裂大角度相交，对线路影响较小。

线路工程区区域构造发育，断裂活动性强，地震活动频繁，且强度大、频度高，区域稳定性整体较差。

4.1.3 地震烈度

该区域历史上发生过多级 4 级以上地震，其中最大的地震是 1850 年西昌市和普格县交界处的 7.5 级地震。线路附近区域发育有安宁河断裂和则木河断裂，历史上就是活跃的发震断裂带，活动性强，在路径段周边西昌市、昭觉县、普格县、宁南县等县城历史上均发生过 4 级以上地震。

根据《中国地震动峰值加速度区划图》、《中国地震动反应谱特征周期区划图》（GB18306-2015 图 B1，1: 400 万）、《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010,2016 版），按 II 类场地类别考虑，线路路径区地震动反应谱特征周期为 0.45s，设计基本地震动加速度值 0.20g，对应的抗震设防烈度为 8 度，设计地震分组为第三组。

4.1.4 地下水

根据地下水在介质中的赋存条件，线路路径区内地下水类型为第四系松散岩类孔隙水和基岩裂隙水。第四系松散岩类孔隙水主要分布于布拖换流站出线段，主要接受大气降水及地表水补给，向低洼地段及河流下游排泄，地下水补给充分，径流条件好，水量丰富，水位受季节变化而变化，砂卵石、漂砾石为主要含水层，地下水一般埋深

0.0~15.0m，变幅 0~3m。线路在该区段的塔位，建议在施工时应加强基坑支护及抽排水措施，对地下水位浅、水量丰富的塔位，也可采用钻孔灌注桩的基础形式。

此外对部分位于山坡台地上的塔位，由于坡面汇水的作用，在雨季基坑开挖，坑内可能会有积水或上层滞水，施工时应注意加强抽排水措施。

基岩裂隙水含水岩组为各类基岩，赋存于岩体构造裂隙或风化带裂隙中，富水性主要受地形、地貌、构造条件所控制，主要接受大气降水和融雪水的补给，以泉的形式排泄，水量一般较小。线路区大部分塔位均位于较高的山脊和山坡上，地形切割较深，地下水位埋深一般大于 30m，对线路铁塔基础及施工基本无影响。

4.1.5 气象

大凉山群峰绵延，相对高差大，立体气候明显，由于山脉的动力抬升和特有的地形作用，是“西南低涡”的发源地之一。本工程线路区域总体具有长冬无夏，气候寒冷，雨量充沛，干湿季分明，日照充足，无霜期短的气候特征；受暖气团相遇形成的准静止锋影响，极易形成雾凇和雨雾凇混合冻结，覆冰频繁，量级大；由于地形地势差异悬殊，也同时具有立体气候显著、垂直差异明显的气候特点。

工程沿线主要气象要素统计见表 4-1。

表 4-1 沿线气象站多年气象特征值表

气象站 项目	昭觉	布拖
观测场高程	2132.4	2385
平均气温（℃）	10.9	10.1
极端最高气温（℃）	33.1	31.9
出现年月日	1991.6.1	2014.6.2
极端最低气温（℃）	-20.6	-25.4
出现年月日	1997.2.9	1982.12.27
最冷月平均气温（℃）	1.4	1.6
最低日平均气温（℃）	-8.9	-10
平均相对湿度（%）	77	75
最大风速及风向（m/s）	24.5/NW	18/SW
平均雨日数（d）	160.7	169.1
平均大风日数（d）	10.7	14.7
多年平均雷暴日数（d）	57.9	49.2

4.1.6 动植物

本工程位于昭觉县、布拖县境内，区域为中山及深切谷地地貌，输电线路多处于

山地和河谷地带。本项目所经区域主要为山地地区，为农村环境，自然植被组合单纯，林地、灌草地分布广泛，主要有亚热带常绿针叶林、亚热带阔叶林，代表性物种为云南松、桦木、杨树等，以及地盘松灌丛、杜鹃灌丛、扭黄茅草丛、白茅草丛等灌草植被，耕地主要种植有小麦、玉米、马铃薯等，经济作物以核桃树、花椒树、烟叶等经济林木为主等。根据现场勘查以及《国家重点保护野生植物名录（第一批）修正案》（2001.8.4，农业部、国家林业局令第53号）、《中华人民共和国植物新品种保护名录》（林业部第二批），本次现场调查期间，在调查范围内没有发现珍稀濒危及国家和四川省重点保护的野生植物及名木古树分布。

本工程调查范围内野生动物分布有鸟类、兽类、爬行类和两栖类。鸟类有大嘴乌鸦、山斑鸠、烟腹毛脚燕等，兽类有黄鼬、大林姬鼠、大耳姬鼠等，两栖类有圆疣蟾蜍、林蛙等，爬行类有双斑锦蛇、蹼趾壁虎、草绿攀蜥等；人工饲养动物有猫、狗、猪、鸡、鸭等家禽家畜。根据现场踏勘以及《国家重点保护野生动物名录》（2003.3，国家林业局令第7号）、《四川省重点保护野生动物名录》（1990.3）、《四川省新增重点保护野生动物名录》（2000.9），本项目评价范围内评价区内记录国家一级重点保护动物黑鹳（*Ciconia nigra*）、国家二级重点保护鸟类雀鹰（*Accipiter nisus*）、黑鸢（*Milvus migrans*），二级保护兽类猕猴（*Macaca mulatta*），以上保护动物均为资料记录，本次调查期间在调查区域内没有发现上述重点保护野生动物，本项目占地范围不涉及其栖息地。

工程区动植物资源详见第7章生态评价专章，工程所在区域植被分布图详见附图5。

4.1.7 土地利用现状

工程经过区域土地利用以耕地和林地为主，建设用地和其它土地相对较少。耕地中旱地多、水田少；山区面积大、坝区面积小。本工程所在区域土地利用现状分布图详见附图6。

4.1.8 水文

本段线路位于四川西南部，属金沙江水系西溪河流域范围，线路主要跨越的河流为四开河、特木里河。工程所在区域水系图见附图8。

（1）四开河跨越

本工程线路在昭觉县四开乡柳恩马打村跨越四开河，该段河谷底宽约800m，主

河床宽 20m~30m，天然河流百年一遇设计洪水位变幅小于 3m，左岸塔位位于山上，右岸初拟塔位位于距离河岸 200m 以上的平坝，高出河床约 10m。输电线路一档跨越四开河，不在水中立塔。跨河塔位不受四开河 100 一遇设计洪水影响。

根据现场调查，四开河线路跨越段为自然河岸，河岸局部有坍塌现象，河床多年横向变化较小，左岸塔位位于山上，右岸塔位距离河岸约 200m，且与河岸之间有水泥道路阻隔，对比近十年河道影像图，综合分析跨越河段河势较为稳定，线路四开河跨越塔位不受河道未来 50 年变迁影响。

（2）特木里河跨越

本工程线路在布拖县特木里镇依达附近跨越特木里河，该段谷底宽约 40m，主河床宽 12m~15m，两岸有河谷阶地，输电线路一档跨越四开河，不在水中立塔。左、右岸塔位位于地势较高的山坡上，高出河床 30m 以上，线路跨越河段河势稳定，百年一遇设计洪峰流量为 $254\text{m}^3/\text{s}$ ，相应洪水变幅小于 4m，因此跨河塔位不受特木里河 100 一遇设计洪水影响，也不受河道未来 50 年变迁影响。

4.1.9 水土流失

工程区域属于以水力侵蚀为主的西南岩溶区。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》(办水保[2013]188 号)”、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），本工程所在的项目区昭觉县、布拖县属于金沙江下游国家级。工程所在区域土壤侵蚀现状图详见附图 9。

4.1.10 土壤

（1）布拖县

布拖县的土壤由于受成土母质、地形地貌、生物、气候等因素的影响，土壤种类多样，地带性和非地带性土壤兼容并存，并具有水平分布和垂直分布规律明显的特征。土壤垂直分布带谱为：海拔 700m 以下为红壤，700-1200m 为黄红壤，1200-1800m 为黄壤；沿线水平分布的土壤类型主要为红壤、黄壤及黄棕壤。线路经过地区的土壤质地多为砂壤~粘壤，土层薄，pH 值多呈微酸性~中性~微碱性，有机质含量较丰富，氮、磷含量普遍不足。

（2）昭觉县

昭觉县境内线路经过区域的土壤成土母质主要有冲、洪积物和残坡积物。受成土

母质、地形地貌、生物、气候等因素影响，土壤种类多样，地带性和非地带性土壤兼容并存，根据土壤普查资料统计，共有土类20种，主要土类有水稻土、紫色土、黄壤、黄棕壤、棕壤、石灰岩土、红壤、暗棕壤和亚高山草甸土等，水平分布明显。在区域东北部，发育了以黄壤、黄棕壤为主的土壤类型系列，而西南部土壤系列则以红壤和褐红壤为主。区域内水稻土因不受地域限制，分布最广；紫色土、石灰岩土等岩成土类在区内亦有较大面积分布；海拔3200m以上由于无林区，出现了草甸土。雷波县境内线路经过区域群山起伏，沟壑纵横，高差悬殊，与其地形、生物、气候相对应，土壤垂直分布规律明显，土壤垂直带谱为：海拔700m以下为红壤，700~1200m为黄红壤，1200~1800m为黄壤。

4.1.11 空气环境

根据《2018年凉山彝族自治州环境质量公报》，2018年，凉山州环境空气质量保持良好，达标天数比例为98.1%，较去年同期下降了0.6个百分点；西昌市达标天数比例为98.4%，较去年无变化；西昌市为非酸雨区，降水年均pH值为6.73，酸雨频率为0；凉山州河流水质状况总体以Ⅰ、Ⅱ类水质为主，主要湖泊水质监测点均达到规定的水功能区划要求；凉山州2个市级、24个县级集中式饮用水水源地水质全部达到规定的水功能区划要求，水质达标率为100%，乡镇集中式饮用水源地水质大部分达到规定的水功能区划要求；西昌市区域声环境质量较好，道路交通声环境质量好，各类功能区昼间、夜间噪声的达标率均为100%；凉山州农村环境质量综合状况总体良好，以优为主，无一般及以下的县。

4.2 电磁环境现状

4.2.1 本工程线路监测方法及监测仪器

4.2.1.1 布点原则

- (1) 本次监测选择新建线路附近敏感点；
- (2) 原则上每个行政乡或镇至少选取1个敏感点进行监测代表背景值；
- (3) 500kV和110kV的交叉跨越在地形条件允许时，至少各监测1处背景值；
- (4) 同一等级交叉跨越点有多处时，尽量选取被跨越线路最低处监测背景值；
- (5) π 接点位在地形条件允许时尽量监测。

4.2.1.2 监测点布置及合理性分析

根据收资和现场踏勘，月普双回500kV线路、城沐双回500kV线路、橄普单回

一线 500kV 线路、拉昭单回 110kV 线路目前已投运。故而本次在已运行的 π 接点、跨越点线路附近选择线路对地高度较低且具有监测条件的地方分别布设了 1 个监测点。

虽然开断线路较短，但房屋存在区域电磁环境现状差别较大，因此在拟建线路电磁环境、声环境影响敏感且距线路最近的居民分别布设 4 个居民敏感目标监测点位。上述 9 个监测点的数据能反映输电线路沿线区域电磁环境和声环境现状。输电线路具体监测点位详见表 4-2。

表 4-2 输电线路电磁环境现状监测布点一览表

序号	监测点位	备注
1	月普双回 500kV 线路月城侧 π 接点	背景点
2	跨越 500kV 城沐双回线	背景点
3	凉山州昭觉县柳且乡合光村阿普则组	环境敏感点
4	跨越 110kV 拉昭单回线	背景点
5	凉山州布拖县拉达乡特尔村 5 组	环境敏感点
6	跨越 500kV 橄普单回一线	背景点
7	500kV 橄普单回一线橄榄侧 π 接点	背景点
8	布拖县特木里镇乃乌村 2 组（1）	环境敏感点
9	布拖县特木里镇乃乌村 2 组（2）（橄普橄榄侧 π 接段）	环境敏感点

本期线路沿线共有 11 处村民小组，考虑到村民小组的分布情况，在合光村阿普则组等 4 个村民小组进行了布点监测，对合光村 2 组、特尔村 7 组、特尔村 6 组、特尔村 4 组、得机村 5 组、得机村 4 组、勒吉村 4 组等 7 处村民小组未进行布点监测。其中特尔村 5 组与特尔村 7 组、特尔村 6 组、特尔村 4 组均属同一行政村，得机村 5 组、得机村 4 组与乃乌村 2 组（1）均属同一行政乡镇；合光村阿普则组与合光村 2 组属于同一行政村。村民的房屋结构类似，电磁环境背景也相似。

综上所述，本工程监测点能满足《环境影响评价技术导则输变电工程》（HJ24-2014）中监测布点要求，监测布点合理，监测期间既有输电线路处于运行之中，运行工况详见 4.2.3。监测数据能反映项目所在区域环境现状，监测数据具有代表性。

4.2.1.3 监测频次

各监测点位监测一次。

4.2.1.4 监测方法及仪器

（1）监测项目

各监测点距离地面 1.5m 高度处的工频电场强度和工频磁感应强度。

（2）监测单位

四川省鑫硕环境检测有限公司。

(3) 监测时间及环境

本次监测时间为 2019 年 11 月 29 日~12 月 05 日，每个监测点监测一次，监测期间天气晴；气温：5.6~21.2℃，环境湿度：34.6%~61.4%。测试点已避开较高的建筑物、树木，测量地点相对空旷，测量高度为距地面 1.5m，满足测试要求。

(4) 监测方法

- 1) 《环境影响评价技术导则 输变电工程》(HJ24-2014)；
- 2) 《交流输变电工程电磁环境监测方法》(试行)(HJ681-2013)。

(5) 监测仪器

本次环境现状监测所使用的监测分析方法及监测仪器见表 4-3。

表 4-3 电磁环境监测仪器一览表

仪器设备	检出范围	有效日期	检定证书编号	检定单位
工频电磁场综合测试仪 KH5931XS090	0.5V/m~100kV/m	2019.04.19- 2020.04.18	校准字第 201904004907 号	中国测试技术研究院
	1.5nT~3mT		校准字第 201904009065 号	

4.2.2 监测结果

本工程工频电磁场现状监测结果分别见表 4-4。

表 4-4 本工程输电线路新建工程工频电磁场现状监测结果

序号	监测点位	工频电场强度(V/m)	工频磁感应强度(μT)
1	**	39.44	0.212
2	**	128.8	0.485
3	**	0.543	0.011
4	**	386.7	0.656
5	**	1.153	0.011
6	**	735.2	4.262
7	**	2984	2.820
8	**	0.630	0.010
9	**	5.805	0.011

4.2.3 运行工况

月普双回 500kV 线路、城沐双回 500kV 线路、橄普单回一线 500kV 线路、拉昭单回 110kV 线路处于正常运行阶段，监测期间的运行工况详见表 4-5。

表 4-5 与本工程有关线路监测期间运行工况

名称	电压 (kV)	电流 (A)	有功(MW)	无功 (MVar)
月普双回 500kV 线	525.64	936.54	-1114.21	97.51
城沐双回 500kV 线	521.25	1183.75	-1103.21	103.55
橄普单回一线 500kV 线	524.38	1038.52	-991.69	86.52
拉昭单回 110kV 线路	112.52	115.87	36.17	30.61

4.2.4 环境现状评价及结论

从表 4-5 可以看出，本工程输电线路沿线 9 个监测点位测得的工频电场强度在 0.543V/m 至 2984V/m 之间，其中最大值出现在 500kV 橄普单回一线橄榄侧 π 接点处，实测值为 2984V/m，满足工频电场强度公众暴露控制限值（4000V/m）要求；工频磁感应强度在 0.011 μ T 至 4.262 μ T 之间，其中最大值出现在跨越 500kV 橄普单回一线处，实测值为 4.262 μ T，满足工频磁感应强度公众暴露控制限值（100 μ T）要求。

（2）结论

工程所在区域区域电磁环境质量现状均满足相应评价标准要求。

4.3 声环境现状

4.3.1 本工程线路监测项目及频次

4.3.1.1 布点原则

同电磁环境布点。

4.3.1.2 监测频次

各点位昼夜各监测一次。

4.3.2 监测方法及仪器

（1）监测项目

等效连续 A 声级。

（2）监测单位

四川省鑫硕环境检测有限公司。

（3）监测时间及环境

同电磁环境监测。

（4）监测方法

《声环境质量标准》（GB3096-2008）；

（5）监测仪器

本次环境现状监测所使用的监测分析及监测仪器见表 4-6。

表 4-6 声环境监测仪器一览表

仪器设备	检出范围	有效日期	检定证书编号	检定单位
多功能声级计 AWA6228XS062	20dB~130dB	2019.07.12- 2020.07.11	证书编号： JE19J-LA4458 号	北京市计量院

4.3.3 监测结果

本工程工频电磁场现状监测结果分别见表 4-7。

表 4-7 本工程输电线路新建工程声环境现状监测结果[单位：dB（A）]

序号	监测点位	监测时段	
		昼间	夜间
1	**	42	33
2	**	41	36
3	**	46	28
4	**	47	29
5	**	34	30
6	**	42	35
7	**	37	33
8	**	38	34
9	**	44	38

4.3.4 环境现状评价及结论

（1）输电线路

从表 4-5 可以看出，本工程输电线路沿线 9 个监测点位测得的昼间噪声值在 34dB（A）至 47dB（A）之间，最大昼间等效 A 声级出现在跨越 110kV 拉昭单回线，实测值为 47dB（A）；夜间噪声值在 29dB（A）至 38dB（A）之间，最大夜间等效 A 声级出现在布拖县特木里镇乃乌村 2 组，实测值为 38dB（A）。输电线路沿线各测点噪声昼、夜均满足《声环境质量标准》（GB3096—2008）2 类标准。

（2）结论

工程所在区域区域站界和声环境质量现状均满足相应标准要求。

5 施工期环境影响评价

输电线路施工的主要内容为塔基施工、塔体安装及挂线。线路施工时对大气环境、水环境、声环境以及生态等都有不同程度的影响，但主要体现在生态方面。

5.1 施工扬尘分析

本项目输电线路施工集中在塔基处，施工位置分散、各施工位置产生扬尘量很小。在施工期间，建设单位应执行《四川省大气污染防治行动计划实施细则 2016 年度实施计划》（川办函〔2016〕62 号）和《四川省环境保护厅关于加强雾霾天气期间环保工作的紧急通知》（川环函〔2013〕46 号）等相关要求，做到防尘“六必须”（必须围挡作业、必须硬化道路、必须设置冲洗设施、必须及时洒水作业、必须落实保洁人员、必须定时清扫施工现场）、“六不准”（不准车辆带泥出门、不准运渣车辆冒顶装载、不准高空抛撒建筑垃圾、不准现场搅拌混凝土、不准场地积水、不准现场焚烧废弃物）。强化施工扬尘措施落实监督。施工过程中，建设单位及施工单位建立施工环境保护管理工作责任制，落实施工环境管理责任人，加强施工扬尘防治监管，积极配合上级环境主管部门的监测和监管工作。可见，本项目施工期不会对区域大气环境产生明显影响。

5.2 污水排放分析

（1）施工期水环境影响分析

输电线路的施工具有局地占地面积小、跨距长、点分散等特点，每个施工点的施工人员不多，废污水产生量很少。对施工过程中产生的少量生产废水，在施工场地附近设置沉淀池，生产废水经沉淀处理后用于浇洒路面降尘。施工人员就近租用沿线民房，生活污水排入居民点化粪池进行处理后用作农肥，不外排。因此，施工期废污水不会对地表水环境造成影响。

本工程输电线路利用两岸地形采用一档跨越，不在水中立塔，也不在水中进行施工活动，不向河流排入施工废水，不会影响跨越河流水质。本环评要求在线路跨越河流施工时采取如下措施：

- 1) 施工场地要尽量远离水体，并划定明确的施工范围，不得随意扩大；
- 2) 施工临时堆土点应远离跨越的水体；
- 3) 基础钻孔或挖孔的渣不能随意堆弃，应运到指定地点堆放；
- 4) 合理安排工期，抓紧时间完成施工内容，避免雨季施工；

5) 河流两岸的塔基尽量利用地形采用全方位高低腿设计, 塔基周围修筑护坡、排水沟等工程措施。

(2) 在饮用水源保护区附近施工时水环境影响分析

本工程选线时已避让了工程附近的昭觉县、布拖县集中式饮用水水源地等水源保护区, 项目不占用水源保护区范围, 不会造成水源保护区植被生产力减小及生物量损失。但线路距沿线的水源保护区边界最近距离仅 220m, 在施工期若施工人员随意扩大施工范围, 施工人员和车辆随意进出附近的水源保护区, 施工期产生的施工废水和生活污水可能会污染附近的水源保护区, 对附近水源地的水环境功能造成破坏, 存在对保护区产生不良影响的风险。

5.3 固体废物影响分析

固体废物主要是施工人员的生活垃圾。输电线路施工人员生活垃圾主要产生在租住房屋处, 利用租住房屋既有设施收集后转运至附近垃圾处理站, 对环境不会产生新的影响。

为避免施工及生活垃圾对环境造成影响, 在工程施工现场应作好施工机构及施工人员的环保培训; 明确要求施工过程中产生的生活垃圾、拆除建筑垃圾分开收集, 严禁混堆; 生活垃圾应采用垃圾桶收集, 集中收集后运至当地垃圾转运站; 建筑垃圾应及时清运出施工场地; 委托专门的垃圾清运单位, 落实环保责任; 严禁施工单位将生活垃圾、建筑垃圾作为农田区土方回填, 使工程建设产生的垃圾处于可控状态。

本工程输电线路拆迁范围内, 居民房屋拆迁的建筑物料考虑综合利用, 如废弃的砖块、预制板等可由当地村民回收利用, 废渣可用于当地村民修路等。

5.4 生态环境影响分析

本线路除各塔基长期占用土地以外, 施工期仍需临时占用部分土地, 使部分植被遭到损坏, 尤其是塔基施工和道路施工对植物的砍伐。

(1) 对植被及森林资源的影响

工程所经区域施工主要内容为临时道路修建、塔基施工、塔体安装和挂线。

输电线路工程除各塔基长期占用土地以外, 施工期仍需临时占用部分土地, 都会造成部分林地、草地植被的破坏, 尤其是塔基施工和道路施工对植物的砍伐和破坏。本工程输电线路新建铁塔 168 基, 塔基占地面积 5.43hm^2 。此外, 工程在施工过程中修建人抬道路、塔基施工等临时占地 15.17hm^2 , 会造成一定程度植被破坏、或被临时占压和干扰。线路工程在通过林区时不砍伐运行通道, 而以高塔跨越, 砍伐树木主要

位于塔基及其附近。本工程线路在工程上采取了绕行、加高塔身等措施，尽量减少对树木的砍伐。在临时占地区，工程完建后将植树种草，在一定程度上会减轻线路建设对植被资源的影响。

（2）工程建设对兽类的影响分析

工程施工对兽类的干扰和破坏，主要发生在塔基、布线和其它施工区域；施工人员的生产和生活对兽类栖息地生境也会造成干扰和局部破坏；施工机械噪声对兽类的驱赶。这些影响将使部分兽类迁移它处，远离施工区范围。结果是项目区兽类的数量可能减少。由于兽类对生活环境具有一定的自我调节能力，它会通过迁移来避免项目施工对其造成伤害，所以项目施工对兽类总的直接影响很小。

（3）工程建设对鸟类动物的影响

线路施工期间对工程附近的鸟类的影响主要表现在以下五个方面。

- 1) 施工活动对鸟类栖息地生境的干扰和破坏，主要表现在铁塔施工和施工便道有可能破坏生境干和扰林栖和灌丛栖息鸟类的小生境；
- 2) 线路施工人员的生活活动对鸟类栖息地生境的干扰和破坏；
- 3) 施工机械噪声对鸟类的惊吓和驱赶；
- 4) 施工人员对鸟类的捕捉；
- 5) 施工中对鸟类的栖息地如由于施工中砍伐树木对鸟类巢穴的破坏。

上述 5 项对鸟类的主要影响，其结果将使得部分鸟类迁移它处，远离施工区范围；一部分鸟类的种群数量由于巢穴被破坏而减少，特别是当施工期正在鸟类的繁殖季节中时（夏季）。总的结果是项目区范围内鸟类的数量将减少。

总之由于大多数鸟类会通过飞翔，短距离的迁移来避免项目施工对其造成伤害，故项目施工对鸟类总的影 响不大。

（4）工程建设对两栖和爬行动物的影响

据调查，线路工程对所跨越水体为直接跨越，不在水中立塔，在水中也不进行施工活动。因此，工程建设对水生动物的生长和繁殖不会产生影响。

工程施工对两栖和爬行动物的影响主要包括对其栖息地生境的干扰和破坏，特别是对两栖动物的交配活动，产卵和卵的孵化以及蝌蚪的生长等影响更大；施工机械噪声对两栖和爬行类的驱赶；施工中对溪流、水塘、水沟的挖方和填方将对两栖和爬行类，特别是对两栖类小生境造成破坏等。这些影响将使部分爬行动物迁移它处，远离施工区范围；一部分两栖和爬行类由于巢穴的被破坏而减少。总的结果是它们在项目

区范围内的数量将减少。当然，由于大多数爬行动物会通过迁移来避免项目施工对其造成伤害，所以项目施工对爬行动物的影响不大。

由于本工程输电线路的施工场地分散，而且每个施工场地很小，工程施工无论是对哺乳动物、鸟类还是两栖和爬行动物的影响都很小。

（5）对农业发展的影响

工程对农业生产的影响主要是线路塔基占地。塔基基础的开挖，塔基占地处的农作物将被清除，使农作物产量减少；另外塔基挖掘土石堆的堆放、人员的践踏、施工机具的碾压，亦会伤害部分农作物，同时还会伤及附近植物的根系，影响农作物的正常生长。

此外，塔基开挖将扰乱土壤耕作层，除开挖部分受到直接破坏以外，土石方混合回填后，亦改变了土壤层次、紧实度和质地，影响土壤发育，降低土壤耕作性能，造成土壤肥力的降低，影响作物生长。因此，施工时首先应尽量保存塔基开挖处的熟化土和表层土，并按照土层的顺序回填，松土、施肥，恢复为农用地，最大程度的减少对农业生产的影响。

本工程沿线大多为山地、丘陵，农业生产条件差，农业生产量低，且线路经过此农业区域的路径很短，因而影响有限。所以，线路对农业生产影响较小。

5.5 声环境影响分析

在输电线路施工期的场地平整、挖填土方、钢结构及设备安装等几个阶段中，主要噪声源有混凝土搅拌机、电锯及交通运输噪声等，这些施工机具运行时会产生较高的噪声。此外，在架线施工过程中，各牵张场内的牵张机、绞磨机等设备也产生一定的机械噪声，其声级值一般小于 70dB(A)，但牵张场一般距居民点较远。根据输电线路塔基施工特点，各施工点施工量小，施工时间短，单塔累计施工时间一般在 2 个月以内，不会对周围环境敏感点产生明显影响。施工结束，施工噪声影响亦会结束。

本环评依法限制夜间施工，如因工艺特殊要求，需在夜间施工而产生环境噪声污染时，应按《中华人民共和国环境噪声污染防治法》的规定，取得县级以上人民政府或者其有关主管部门的证明，并公告附近居民，同时在夜间施工时禁止使用产生较大噪声的机械设备如推土机、挖土机等。在采取以上噪声污染防治措施后，施工噪声对外环境的影响将被减至最小程度。

6 运行期环境影响评价

6.1 电磁环境影响预测与评价

本工程输电线路电磁环境影响预测采用类别分析和理论预测方法。

6.1.1 理论预测模式

根据导线排列方式、导线对地距离、线间距、导线结构和运行工况，本工程输电线路的工频电场、工频磁场预测采用《环境影响评价技术导则 输变电工程》（HJ24-2014）附录 C 和 D 中的计算方法。

（1）工频电场预测模型

高压送电线上的等效电荷是线电荷，由于高压送电线半径 r ，远小于架设高度 h ，所以等效电荷的位置可以认为是在送电导线的几何中心。

送电线路为无限长且平行于地面，地面可视为良导体，利用镜像法计算送电线上的等效电荷。为计算多导线线路中导线上的等效电荷，可写出下列矩阵方程：

$$\begin{bmatrix} U_1 \\ U_2 \\ \vdots \\ U_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \lambda_{11} & \lambda_{12} & \cdots & \lambda_{1n} \\ \lambda_{21} & \lambda_{22} & \cdots & \lambda_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \lambda_{n1} & \lambda_{n2} & \cdots & \lambda_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Q_1 \\ Q_2 \\ \vdots \\ Q_n \end{bmatrix} \quad \text{..... (1)}$$

式中： U_i ——各导线对地电压的单列矩阵；

Q_i ——各导线上等效电荷的单列矩阵；

λ_{ij} ——各导线的电位系数组成的 n 阶方阵（ n 为导线数目）。

$[U]$ 矩阵可由送电线的电压和相位确定，从环境保护考虑以额定电压的 1.05 倍作为计算电压。

$[\lambda]$ 矩阵由镜像原理求得。地面为电位等于零的平面，地面的感应电荷可由对应地面导线的镜像电荷代替，用 i, j ，表示相互平行的实际导线，用 i', j' ，表示它们的镜像，电位系数可写为：

$$\lambda_{ii} = \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \ln \frac{2h_i}{R_i} \quad (2)$$

$$\lambda_{ij} = \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \ln \frac{L'_{ij}}{L_{ij}} \quad (3)$$

$$\lambda_{ij} = \lambda_{ji} \quad (4)$$

式中： ε_0 ——空气介电常数； $\varepsilon_0 = \frac{1}{36\pi} \times 10^{-9} F/m$ ；

R_i ——送电导线半径，对于分裂导线可用等效单根导线半径带入， R_i 得计算式为：

$$R_i = R \sqrt{\frac{nr}{R}} \quad (5)$$

式中： R ——分裂导线半径；

n ——次导线根数；

r ——次导线半径。

由[U]矩阵和[λ]矩阵，利用式（1）即可解除[Q]矩阵。

对于三相交流线路，由于电压为时间向量，计算各相导线的电压时要用复数表示：

$$\overline{U}_i = U_{iR} + jU_{iI} \quad (6)$$

相应地电荷也是复数：

$$\overline{Q}_i = Q_{iR} + jQ_{iI} \quad (7)$$

式①矩阵关系即分别表示了复数量的实数和虚数两部分：

$$[U_R] = [\lambda][Q_R] \quad (8)$$

$$[U_I] = [\lambda][Q_I] \quad (9)$$

根据叠加原理可求出送电线下空间任一点（x，y）的电场强度分量 E_x 和 E_y 。即：

$$E_x = \frac{1}{2\pi\varepsilon_0} \sum_{i=1}^m Q_i \left(\frac{x-x_i}{L_i^2} - \frac{x-x_i}{(L'_i)^2} \right) \quad (10)$$

$$E_y = \frac{1}{2\pi\varepsilon_0} \sum_{i=1}^m Q_i \left(\frac{y-y_i}{L_i^2} - \frac{y+y_i}{(L'_i)^2} \right) \quad (11)$$

式中： x_i, y_i ——导线 i 的坐标（ $i=1, 2, \dots, m$ ）；

m ——导线数量；

L_i, L'_i ——分别为导线 i 及其镜像至计算点的距离。

对于三相交流线路，可根据式 8、式 9 求得的电荷计算空间任一点电场强度的水平和垂直分量为：

$$\begin{aligned} \overline{E}_x &= \sum_{i=1}^m E_{ixR} + j \sum_{i=1}^m E_{ixI} \\ &= E_{xR} + jE_{xI} \end{aligned} \quad (12)$$

$$\begin{aligned}\overline{E}_y &= \sum_{i=1}^m E_{iyR} + j \sum_{i=1}^m E_{iyI} \\ &= E_{yR} + jE_{yI}\end{aligned}\quad (13)$$

式中：ExR——由各导线的实部电荷在该点产生场强的水平分量；

ExI——由各导线的虚部电荷在该点产生场强的水平分量；

EyR——由各导线的实部电荷在该点产生场强的垂直分量；

EyI——由各导线的虚部电荷在该点产生场强的垂直分量；

该点的合成场强为：

$$\overline{E} = (E_{xR} + jE_{xI})\overline{x} + (E_{yR} + jE_{yI})\overline{y} = \overline{E}_x + \overline{E}_y \quad (14)$$

$$\text{式中： } E_x = \sqrt{E_{xR}^2 + E_{xI}^2} \quad (15)$$

$$E_y = \sqrt{E_{yR}^2 + E_{yI}^2} \quad (16)$$

(2) 工频磁场预测模型

由于工频情况下电磁性能具有准静态特性，输电线路的磁场仅由电流产生。应用安培定律，将计算结果按矢量叠加，可得出导线周围的磁场强度。

在本评价中忽略导线的镜像来计算送电线路下的工频磁场强度 H。

$$H = \frac{I}{2\pi\sqrt{h^2 + L^2}} \quad (17)$$

式中：I——导线 i 中的电流值，A；

h——导线对地高度，m；

L——导线对地投影离计算点的水平距离，m。

H——为计算点处磁场强度合成总量磁场强度，A/m。

$$B = \mu_0 H \quad (18)$$

式中：B——磁感应强度，T；

μ_0 ——常数，真空中磁导率 ($\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{H/m}$)。

由于相位不同形成的磁场强度水平和垂直分量都必须分别考虑电流间的相角，按相位矢量来合成即可得到三相导线下任一点的磁场强度。

6.1.2 类比分析

(1) 类比线路选择

1) 500kV 单回线路

根据国内众多对已运行高压输电线路的监测结果，无论架线型式、导线排列及导线对地最低高度如何，线路产生的电磁环境影响均呈现一定的规律分布。

本次评价将分析已运行 500kV 线路线下断面电磁环境监测数据的分布规律，并对同等参数条件下线路产生的电磁环境进行理论计算，经过对监测结果与理论计算值分析比较，从而佐证本次评价中选用的理论计算模式的可行性和合理性。

本工程单回段线路分为三角排列和水平排列。因此，分别选取四川地区已投运的 500kV 谭龙一线、500kV 蜀山一线作为本工程线路单回段类比线路。

本次类比引用 2009 年《成都市城市发展远景电力设施规划环境监测报告》（报告编号：SDY/131/BG/002-2008），四川省电力环境监测研究中心站对已运行的 500kV 谭龙一线 120#~121#塔间、500kV 蜀山一线 6#~7#塔间进行了监测，本工程拟建单回线路类比分析利用其监测断面的工频电场强度和工频磁感应强度的监测资料。

2) 500kV 双回线路

本工程双回段线路类比分析选取四川地区已投运的 500kV 雅安~尖山双回线路作为本工程双回段类比线路。

根据 2015 年《四川新津 500kV 输变电工程环境监测报告》（报告编号：CHDS 字[2015]第 0075 号），四川省创晖德盛环境检测有限公司对已运行的 500kV 雅安~尖山双回线路 237#~238#塔间进行了监测，本工程双回线路类比分析利用其监测断面的工频电场强度和工频磁感应强度的监测资料。

（2）监测布点

工频电场强度和工频磁感应强度：以档距中央导线弛垂最大处线路中心的地面投影点为测试原点，沿垂直于线路方向进行，测点间距为 5m，顺序测至 500kV 线路边向导线地面投影点外 50m 处止，分别测量离地 1.5m 处的工频电场强度和工频磁感应强度。

（3）监测方法

《交流输变电工程电磁环境监测方法》（试行）（HJ681-2013）。

（4）监测环境

表 6-1 类比线路监测环境一览表

监测项目	500kV 谭龙一线	500kV 蜀山一线
线路电压（kV）	500	525.81
线路电流（A）	83	245.16
导线对地高度	最大弛垂导线对地高度 24m	中线 30m，边线 23m
气象条件	晴天、气温 24.1℃、湿度 52.8%、风速 1.5m/s。	晴天、气温 22.5℃、湿度 56.1%、风速 1.2m/s。

(5) 类比条件分析

本工程 500kV 输电线路与类比线路情况见下表。

1) 500kV 单回线路

表 6-2 本工程单回输电线路与类比线路情况一览表

项目	本工程线路		类比线路	
线路名称	水平段	三角段	500kV 谭龙一线	500kV 蜀山一线
电压等级	500kV			
架线形式	单回路			
导线排列	水平排列	三角排列	水平排列	三角排列
导线相分裂	4 分裂			
相分裂间距	0.50m		0.45m	
导线高度 (m)	12	12	24	中线 30, 边线 23
导线型号	月普 π 接	20mm 冰区以下为 4xJL/G1A-630/45	4xLGJ-400/35	
	橄榄 π 接	20mm 冰区及以下为 4xJL/G1A-400/50		
单根输送电流 (A)	1000	1000	83	245.16

由表 6-2 可知：①本工程单回线路与类比线路在电压等级、架线型式、导线排列方式等方面相同，因此线路运行时在其周围产生的电磁环境影响的变化规律具有相似性；②本项目单根导线的输送电流是 1000A，类比线路 500kV 谭龙一线、500kV 蜀山一线均与本项目线路的电流有一定差异，但根据电磁理论，输送电流的大小不会影响工频电场强度，只影响工频磁感应强度的大小，且不会影响其变化趋势；③类比线路导线型号、导线对地高度与本工程输电线路存在较大差异，因此类比线路 500kV 谭龙一线、500kV 蜀山一线的类比监测结果不能完全反映本工程线路可能产生的最大环境影响，但完全可以反映出输电线路下工频电场强度、工频磁感应强度的分布规律；④虽然类比线路与本期线路的导线类型、输送电流、架设高度存在不同，但通过该类比线路的理论预测与实际监测结果对比，完全可以反映出理论预测的准确性。因此，采用 500kV 谭龙一线、500kV 蜀山一线作为本工程单回线路的类比线路是可行的。

2) 500kV 双回线路

表 6-3 本工程双回输电线路与类比线路情况一览表

项目	本工程线路		类比线路
线路名称	双回线路		500kV 雅安~尖山双回线路
电压等级	500kV		
架线形式	同塔双回		
导线排列	垂直逆相序排列		
导线相分裂	4 分裂		
相分裂间距	0.50m		0.45m
导线高度	非居民区 11m 居民区 14m（最低线高）		39m
导线型号	月普 π 接	4xJL/G1A-630/45	4xJL/G1A-630/45-45/7
单根输送电流（A）	1000		雅尖一线：161.32 雅尖二线：163.91

由表 6-3 可知：①本项目输电线路与类比线路在建设规模、电压等级、架线型式等方面都相同，因此线路运行时在其周围产生的电磁环境影响的变化规律具有相似性；②本项目单根导线的输送电流是 1000A，类比线路 500kV 谭龙一线、500kV 蜀山一线均与本项目线路的电流有一定差异，但根据电磁理论，输送电流的大小不会影响工频电场强度，只影响工频磁感应强度的大小，且不会影响其变化趋势；③两条线路导线型号、导线对地高度存在较大差异，导致 500kV 雅安~尖山双回线路类比监测结果不能完全反映本工程线路可能产生的最大环境影响，但完全可以反映出输电线路下工频电场强度、工频磁感应强度的分布规律；④虽然类比线路与本期线路的导线类型、输送电流、架设高度存在不同，但通过该类比线路的理论预测与实际监测结果对比，完全可以反映出理论预测的准确性。因此，选取 500kV 谭龙一线、500kV 蜀山一线类比本工程输电线路是可行的。

（6）类比线路监测期间运行工况

类比线路监测期间运行工况见表 6-4、表 6-5 和表 6-6。

1) 500kV 单回线路

表 6-4 500kV 谭龙一线监测期间运行工况

线路名称	导线对地高度 (m)	时间：2008.10.15			
		电压(kV)	电流(A)	有功功率 (MW)	无功功率 (MW)
500kV 谭龙一线	24	500	83	-16	-187

表 6-5 500kV 蜀山一线监测期间运行工况

线路名称	导线对地 高度 (m)	时间：2008.10.15			
		电压 (kV)	电流(A)	有功功率(MW)	无功功率(MW)
500kV 蜀山一线	23	525.81	245.16	-213.23	-49.96

2) 500kV 双回线路

表 6-6 500kV 雅安~尖山一线监测期间各线路运行工况

序号	线路名称	导线对地高度 (m)	时间: 2015.3.20			
			电压(kV)	电流(A)	有功功率(MW)	无功功率(MVar)
1	500kV 雅安~尖山一线	39	522.14	161.32	148.04	44.27
2	500kV 雅安~尖山二线		523.29	163.91	148.13	52.13

(7) 类比监测结果

1) 500kV 单回线路

①500kV 谭龙一线监测断面（单回架设，导线水平排列）类比监测结果见表 6-7。

表 6-7 500kV 谭龙一线下方地面 1.5m 高处工频电场、工频磁场监测结果

测点编号	测点位置	工频电场强度 (V/m)	工频磁感应强度 (μ T)
1	距线路中心 0m	916	1.503
2	距线路中心 5m	1323	1.460
3	距线路中心 10m	2061	1.358
4	距线路中心 15m	2342	1.220
5	距线路中心 20m	2656	1.032
6	距线路中心 25m	2167	0.842
7	距线路中心 30m	1937	0.649
8	距线路中心 40m	1185	0.427
9	距线路中心 50m	695	0.288
10	距线路中心 60m	363	0.192

从表 6-7 中可以看到，类比输电线路 500kV 谭龙一线工频电场强度最大值出线在距离线路中心 20m 处，该值为 2656V/m，满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）公众曝露控制限值（工频电场强度小于 4000V/m、工频磁感应强度小于 100 μ T）要求。

②500kV 蜀山一线监测断面（单回架设，导线三角排列）类比监测结果见表 6-8。

表 6-8 500kV 蜀山一线下方地面 1.5m 高处工频电场、工频磁场监测结果

测点编号	测点位置	工频电场强度 (V/m)	工频磁感应强度 (μ T)
1	距线路中心 0m	1161	0.723
2	距线路中心 5m	1716	1.764
3	距线路中心 10m	2468	1.634
4	距线路中心 15m	2457	1.443
5	距线路中心 20m	2012	1.152
6	距线路中心 25m	1729	0.876
7	距线路中心 30m	1049	0.710
8	距线路中心 40m	885	0.491
9	距线路中心 50m	530	0.356
10	距线路中心 60m	316	0.274

从表 6-8 中可以看到，类比输电线路 500kV 蜀山一线工频电场强度最大值出线在距离线路中心 10m 处，该值为 2468V/m，满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）公众曝露控制限值（工频电场强度小于 4000V/m、工频磁感应强度小于 100 μ T）要求。

2) 500kV 双回线路

500kV 雅安~尖山双回线路监测断面（同塔双回架设，导线垂直逆相序排列）类比监测结果见表 6-9。

表 6-9 500kV 雅安~尖山双回线路 1.5m 高处工频电场、工频磁场监测结果

测点编号	测点位置	工频电场强度 (V/m)	工频磁感应强度 (μT)
1	500kV 雅安~尖山一回线路 237#~238#杆塔边导线投影点处 0m	1826	0.194
2	500kV 雅安~尖山一回线路 237#~238#杆塔边导线投影点外 5m	1575	0.176
3	500kV 雅安~尖山一回线路 237#~238#杆塔边导线投影点外 10m	1052	0.145
4	500kV 雅安~尖山一回线路 237#~238#杆塔边导线投影点外 15m	1007	0.122
5	500kV 雅安~尖山一回线路 237#~238#杆塔边导线投影点外 20m	846.4	0.104
6	500kV 雅安~尖山一回线路 237#~238#杆塔边导线投影点外 25m	603.2	0.092
7	500kV 雅安~尖山一回线路 237#~238#杆塔边导线投影点外 30m	325.5	0.084
8	500kV 雅安~尖山一回线路 237#~238#杆塔边导线投影点外 35m	194.6	0.074
9	500kV 雅安~尖山一回线路 237#~238#杆塔边导线投影点外 40m	109.1	0.052
10	500kV 雅安~尖山一回线路 237#~238#杆塔边导线投影点外 45m	28.74	0.044
11	500kV 雅安~尖山一回线路 237#~238#杆塔边导线投影点外 50m	9.461	0.038

从表 6-9 可知，类比输电线路 500kV 雅安~尖山双回线路工频电场强度最大值出线在距离线路中心 0m 处，该值为 1826V/m，满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）公众曝露控制限值（工频电场强度小于 4000V/m、工频磁感应强度小于 100μT）要求。

（8）类比线路的理论计算与实测结果比较

本环评根据 500kV 谭龙一线（单回线路，导线水平排列）、500kV 蜀山一线（单回线路，导线三角排列）和 500kV 雅安~尖山双回线路（双回线路，导线垂直逆相序排列）的运行参数进行电磁环境预测计算，并对工频电场强度与工频磁感应强度的类比监测值与理论预测值进行分析比较，比较结果见表 6-10 至表 6-12。类比监测断面工频电场强度、工频磁感应强度监测值与理论预测图见图 6-1 至图 6-6。

① 500kV 单回线路

表 6-10 500kV 谭龙一线理论预测与实际监测结果对比

距边导线中心地面投影点距离 (m)	工频电场强度 (V/m)		工频磁感应强度 (μT)	
	实际监测结果	理论预测结果	实际监测结果	理论预测结果
0	916	1497	1.503	1.689
5	1323	1979	1.460	1.715
10	2061	2861	1.358	1.737
15	2342	3363	1.22	1.711
20	2656	3242	1.032	1.617
25	2167	2741	0.842	1.479
30	1937	2161	0.649	1.332

40	1185	1656	0.427	1.075
50	695	1262	0.288	0.885
60	363	969	0.192	0.747

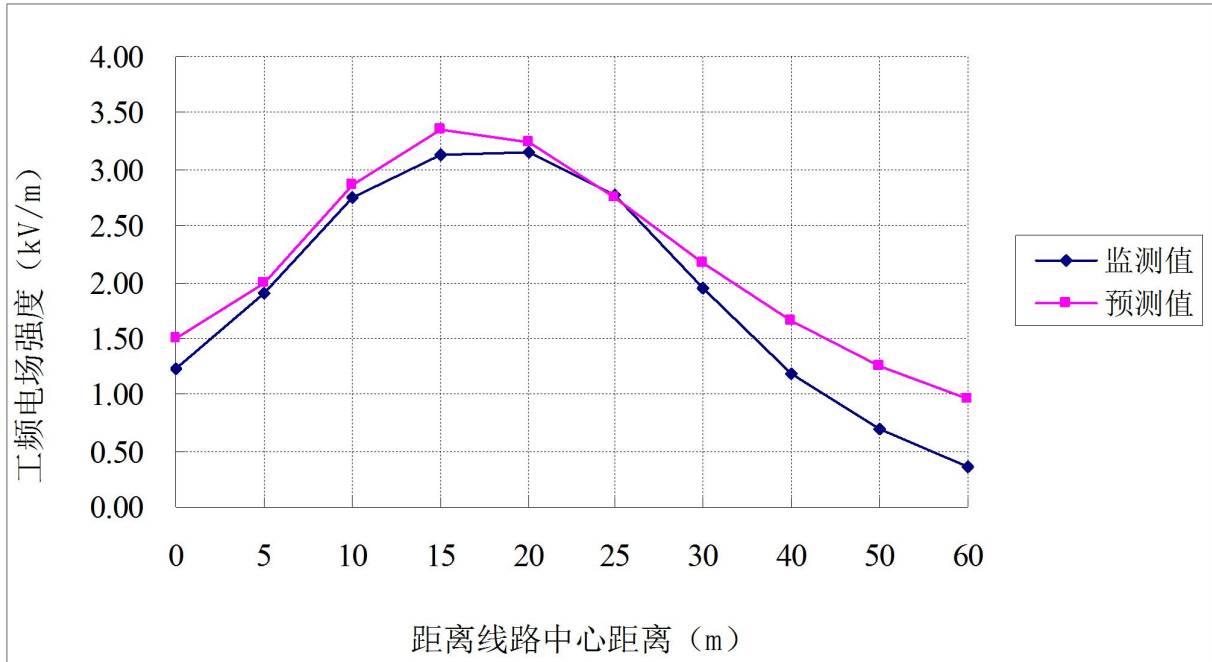


图 6-1 500kV 谭龙一线工频电场强度监测值与预测值对比图

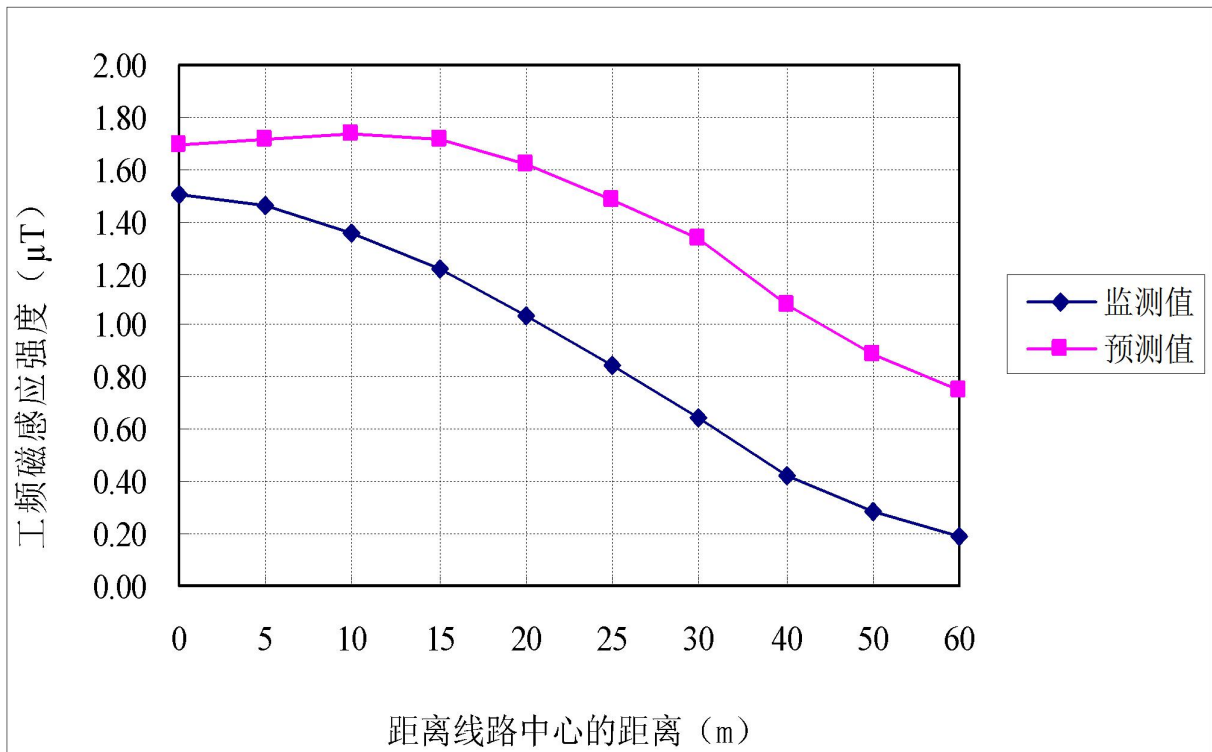


图 6-2 500kV 谭龙一线工频磁感应强度监测值与预测值对比图

由上表和图可知，500kV 单回输电线路理论预测值与实际监测值沿着衰减断面变化趋势基本一致，类比线路产生的工频电场强度与工频磁感应强度实际监测值较理论预测

计算值小。因此，采用模式预测得出的工频电场强度与工频磁感应强度计算结果是可信的、且是偏保守的。所以本工程单回输电线路电磁环境影响预测评价的结果主要采用理论预测值作为评价依据。

表 6-11 500kV 蜀山一线理论预测与实际监测结果对比

距边导线中心地面投影点距离(m)	工频电场强度 (V/m)		工频磁感应强度 (μ T)	
	实际监测结果	理论预测结果	实际监测结果	理论预测结果
0	1161	1140	0.723	3.524
5	1716	1750	1.764	3.537
10	2468	2510	1.634	3.516
15	2457	2770	1.443	3.369
20	2012	2570	1.152	3.1
25	1729	2140	0.876	2.782
30	1049	1690	0.710	2.476
40	885	1010	0.491	1.979
50	530	610	0.356	1.626
60	316	390	0.274	1.373

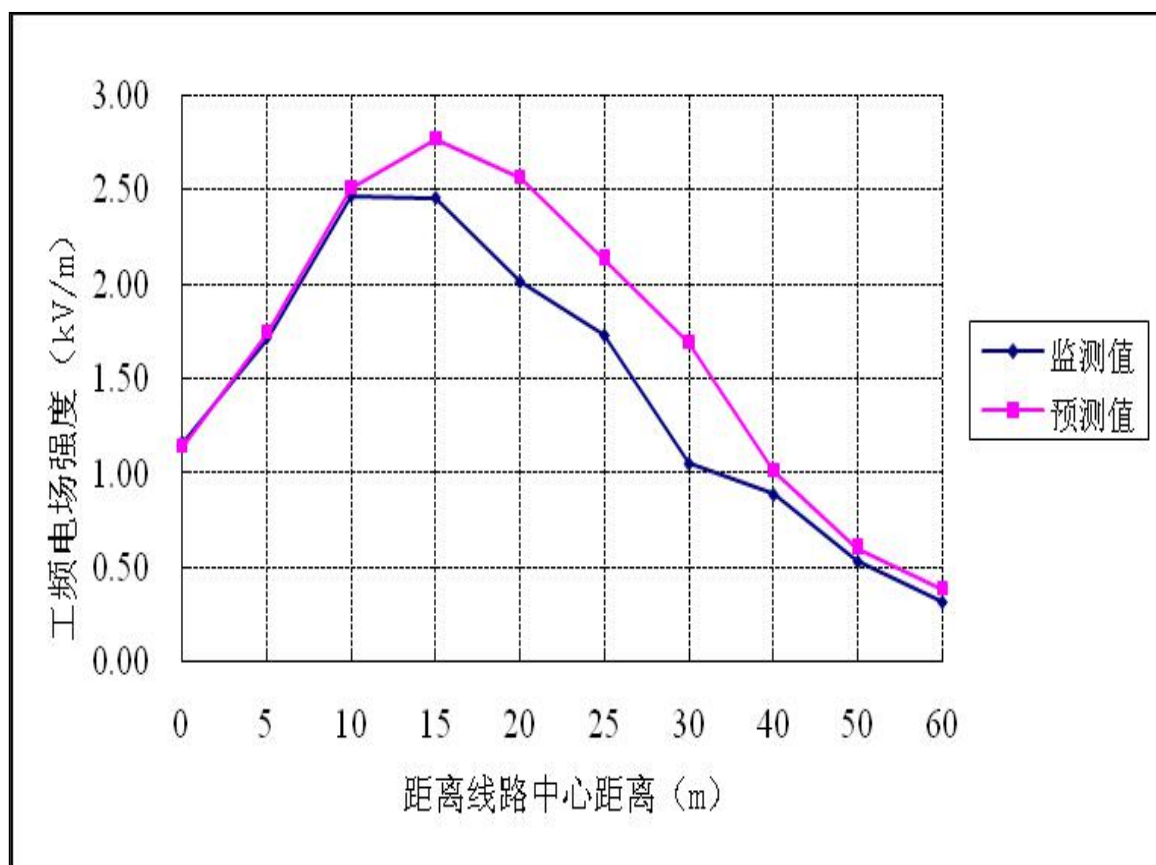


图 6-3 500kV 蜀山一线工频电场强度监测值与预测值对比图

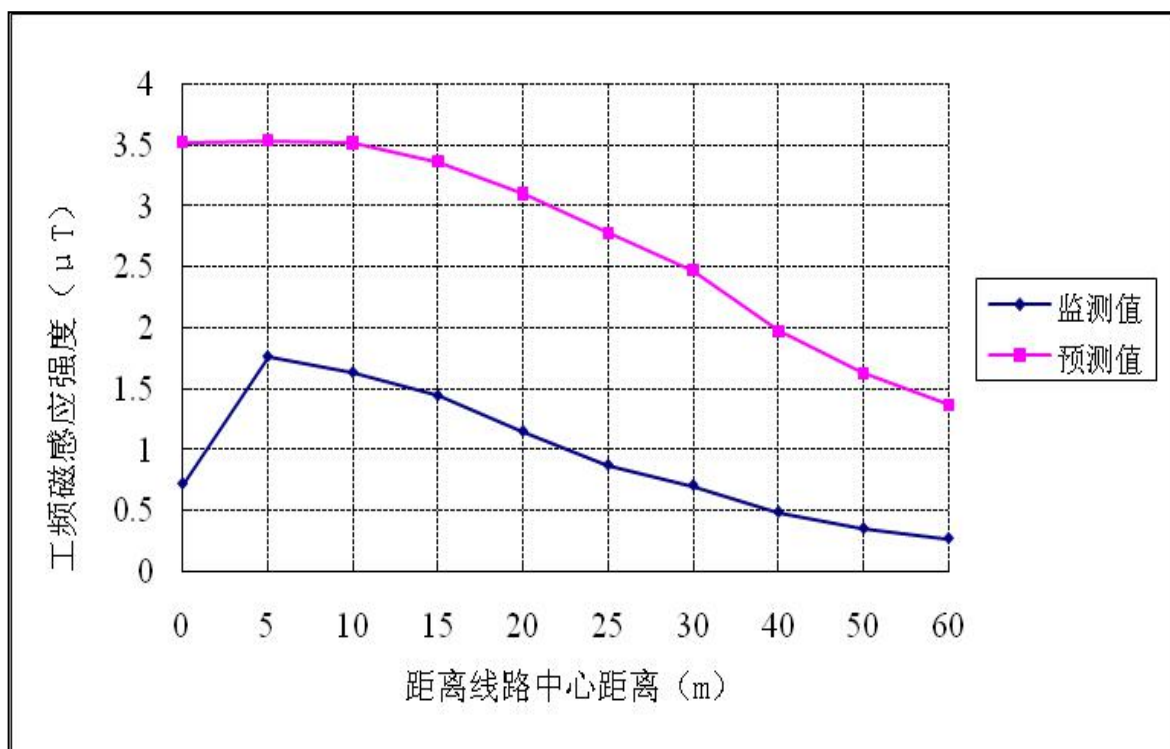


图 6-4 500kV 蜀山一线工频磁感应强度监测值与预测值对比图

由上表和图可知，500kV 单回输电线路理论预测值与实际监测值沿着衰减断面变化趋势基本一致，类比线路产生的工频电场强度与工频磁感应强度实际监测值较理论预测计算值小。因此，采用模式预测得出的工频电场强度与工频磁感应强度计算结果是可信的、且是偏保守的。所以本工程单回输电线路电磁环境影响预测评价的结果主要采用理论预测值作为评价依据。

② 500kV 双回线路

表 6-12 500kV 雅安~尖山双回线路理论预测与实际监测结果对比

距边导线中心地面投影点距离 (m)	工频电场强度 (V/m)		工频磁感应强度 (μT)	
	实际监测结果	理论预测结果	实际监测结果	理论预测结果
0	1826	2206	0.194	4.01
5	1575	2036	0.176	3.94
10	1052	1927	0.145	3.83
15	1007	1422	0.122	3.7
20	846.4	943.7	0.104	3.56
25	603.2	778.5	0.092	3.4
30	325.5	640.1	0.084	3.24
35	194.6	520.7	0.074	3.08
40	109.1	345.2	0.052	2.93
45	28.74	240.5	0.044	2.78
50	9.461	103.2	0.038	2.64

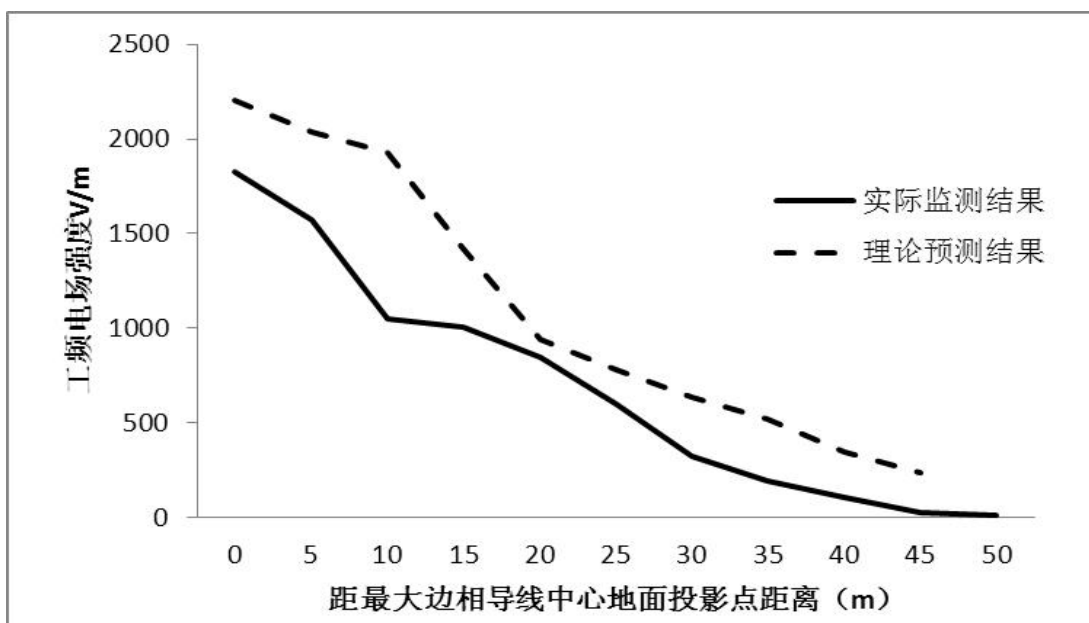


图 6-5 500kV 雅安~尖山双回线路工频电场强度监测值与预测值对比图

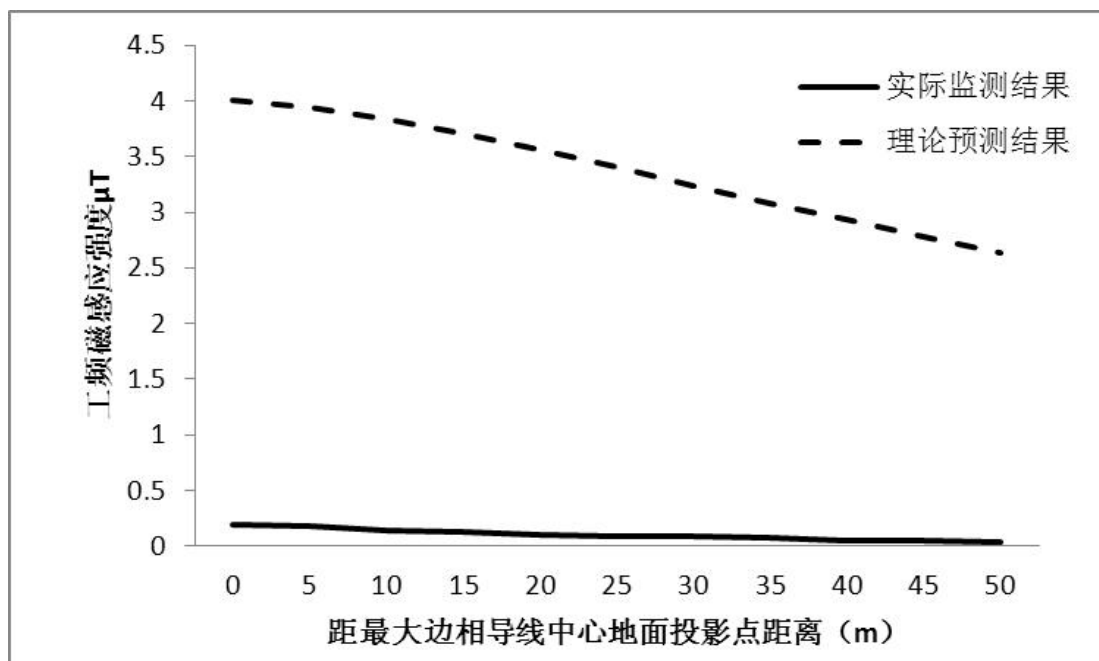


图 6-6 500kV 雅安~尖山双回线路工频磁感应强度监测值与预测值对比图

由上表和图可知，500kV 同塔双回输电线路在距线路中心地面投影点 0~50m 处，理论预测值均大于实际监测值，但理论预测值与实际监测值的变化趋势基本一致，均随着距离的增加而减少，因此采用模式预测工程对线路的模式预测计算结果是可信的、且是偏保守的。

6.1.3 理论预测

(1) 预测模型

根据理论预测模式、导线排列方式、导线对地距离、线间距、导线结构和运行工况，

本工程输电线路的工频电场、工频磁场预测采用《环境影响评价技术导则输变电工程》（HJ24-2014）附录 C 和 D 中的计算方法。

本工程线路分为：双回段（同塔双回逆相序排列），导线型式为 4×JL/G1A-630/45 型（外径 33.8mm）；单回段（月普 π 接：20mm 冰区以下为 4×JL/G1A-630/45，外径 33.8mm；橄榄 π 接：单回段为 4×JL/G1A-400/50，外径 27.6mm。

电磁预测时，我们选择最不利的情况，因此，本工程输电线路双回段选择 4×JL/G1A-630/45 型导线进行预测；单回段则选择 4×JL/G1A-630/45 型导线进行预测。

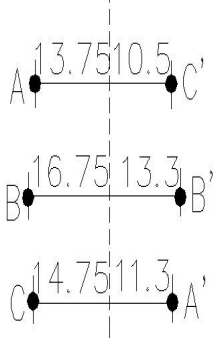
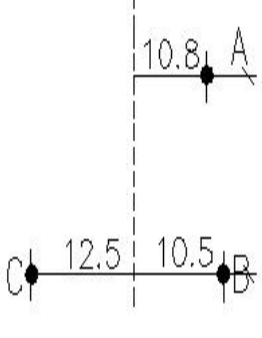
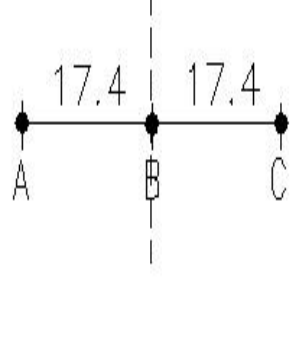
（2）预测工况及环境条件的选取

因输电线路运行产生的工频电场、工频磁场及噪声主要由导线型式、导线对地高度、相间距离和线路运行工况（电压、电流）等因素决定。本工程双回线路评价范围内分布有 1 层尖顶房屋，本工程单回线路（三角排列）评价范围内分布有 1 层尖顶房屋，单回线路（水平排列）评价范围内分布有 1 层尖顶房屋。因此本次针对不同导线排列方式的线路评价范围内的居民房屋分布特点，对地面 1.5m（1 层尖顶房屋）的工频电场强度、工频磁感应强度进行预测。

一般说来，对于同塔双回逆相序排列线路和单回架设线路，线间距离较大的塔型下工频电场强度和工频磁感应强度较线间距离较小的塔型下略大，边导线外高场强区范围略宽。因此，本工程相同类型铁塔采用线间距离较大的塔型下的工频电磁场预测结果来反映工程最不利的环境影响。本次预测同塔双回逆相序排列段线路选择相间距离较大的（SJCD4651）塔、对于单回三角排列段线路选择相间距离较大的（JGB262）塔、对于单回水平排列段选择相间距离较大的（ZBA4622）塔型下的工频电磁场预测结果来反映工程最不利的环境影响。具体计算参数见表 6-13。

表 6-13 线路预测参数

线路参数		500kV 输电线路		
线路架设方式		同塔双回逆相序排列	单回三角排列	单回水平排列
导线型式		4xJL/G1A—630/45	4xJL/G1A—630/45	4xJL/G1A—630/45
直径(mm)		33.8	33.8	33.8
分裂间距(mm)		500		
预测导线最低对地距离（m）		11、14	10.5、14	11、14
工	塔型	SJCD4651	JGB262	ZBA4622

频电磁场	导线排列方式及相间距 (m)			
导线电压等级/单根导线电流	500kV/1000A			
预测高度 (m)	1.5	1.5	1.5	1.5

(3) 同塔双回输电线路电磁环境影响预测与评价

①工频电场

本工程评价范围内只有一层尖顶房屋，本次环评对导线不同对地高度时，地面 1.5m 时的工频电场强度进行了预测。

本工程 500kV 双回线路（垂直逆相序排列）工频电场强度预测结果见表 6-14。

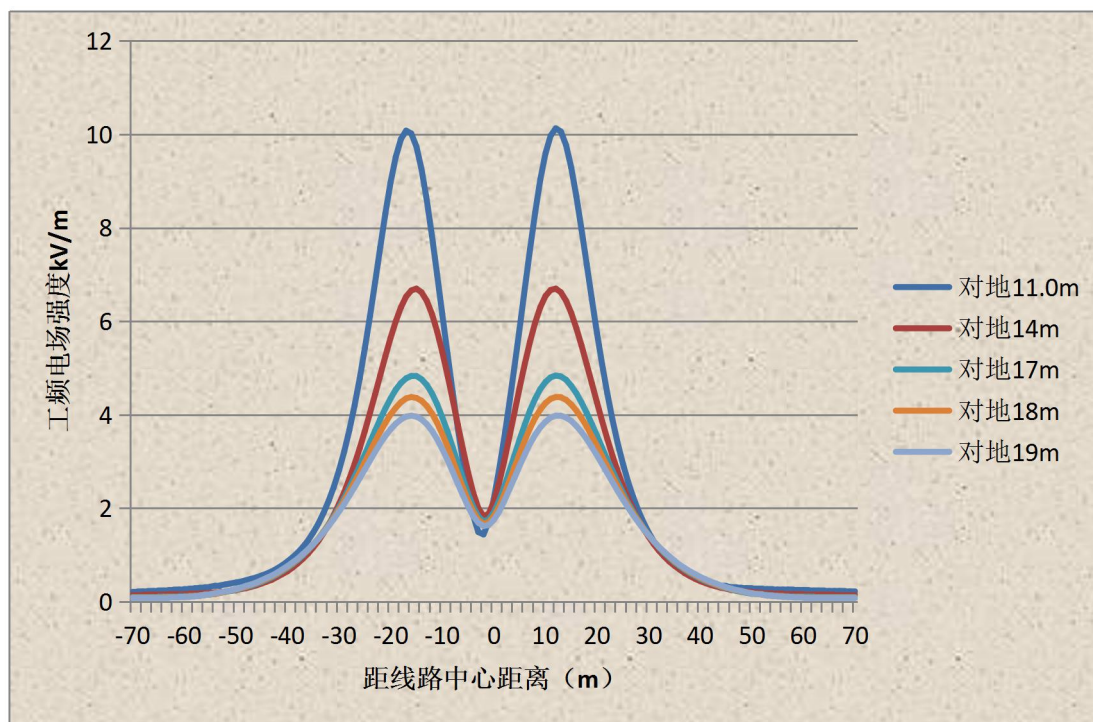


图 6-7 双回路典型塔型 SJCD4651 塔线路工频电场强度预测结果（距地面 1.5m 高处）

表 6-14 双回路典型塔型 SJCD4651 塔线路工频电场强度预测结果单位（距地面 1.5m 高处）：kV/m

塔型	SJCD4651				
线间距离	13.75+10.5/16.75+13.3/14.75+11.3				
导线高度（m）	11	14	17	18	19
距线路中心距离（m）	离地 1.5m 高处				
-70	0.18	0.14	0.1	0.09	0.08
-65	0.2	0.15	0.11	0.09	0.08
-60	0.23	0.16	0.12	0.11	0.1
-55	0.26	0.19	0.16	0.16	0.16
-50	0.31	0.25	0.25	0.26	0.27
-45	0.41	0.39	0.42	0.44	0.46
-40	0.61	0.65	0.72	0.74	0.76
-35	1.06	1.16	1.22	1.23	1.23
-30	2.03	2.09	2.02	1.98	1.93
工频电场强度降至 4kV 以下	3.54(-26)	3.28	2.91	2.77	2.64
-25	4.06	3.65	3.15	2.99	2.83
-21.75（边导线外 5m）	5.98	4.85	3.91	3.64	3.39
-20	7.45	5.65	4.35	4.01	3.69
-16.75（边导线外）	9.34	6.53	4.78	4.35	3.96
左侧工频电场强度最大值	9.83(-15)	6.7	4.83	4.36	3.96
-10	7.42	5.35	3.95	3.59	3.27
-5	3.26	2.77	2.31	2.17	2.04
0	2.29	2.14	1.91	1.83	1.75
5	6.1	4.58	3.47	3.17	2.91
10	9.59	6.54	4.7	4.25	3.85
右侧工频电场强度最大值	9.80(12)	6.7	4.84	4.38	3.98
13.3（边导线外）	9.56	6.62	4.82	4.37	3.98
15	8.54	6.18	4.62	4.22	3.87
18.3（边导线外 5m）	6.38	5.08	4.04	3.75	3.48
19	5.66	4.67	3.8	3.54	3.31
工频电场强度降至 4kV 以下	3.81(22)	3.48	3.04	2.89	2.75
25	2.51	2.49	2.34	2.26	2.19
30	1.28	1.39	1.43	1.42	1.42
35	0.71	0.77	0.84	0.86	0.88
40	0.45	0.44	0.49	0.51	0.53
45	0.33	0.28	0.29	0.3	0.31
50	0.27	0.2	0.17	0.18	0.18
55	0.23	0.17	0.12	0.12	0.11
60	0.21	0.15	0.11	0.09	0.08
65	0.19	0.15	0.1	0.09	0.08
70	0.17	0.14	0.1	0.09	0.08

上述理论计算结果显示，500kV 双回线路（垂直逆相序排列）工频电场强度随线高的增加而逐渐降低；线高不变时距边导线地面投影越远工频电场强度越低，工频电场强度一般在边导线投影附近达到最大值。

本工程 500kV 双回线路（垂直逆相序排列）在经过耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所最低线高为 11m 时，左侧线下 1.5m 高处工频电场强度最大值为 9.83kV/m；右侧线下 1.5m 高处工频电场强度最大值为 9.80kV/m，均满足工频电场强度控制限值（10kV/m）要求。随着距离的增加工频电场强度逐渐降低，在距离线路中心 26m（边导线外 10m）处，工频电场强度降到 4000V/m 以下。

因此，本工程双回线路（垂直逆相序排列）在通过耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所时，导线对地高度为 11.0m 时，满足线下工频电场强度公众曝露控制限值（10kV/m）要求，并在边导线两侧设置 9.5m 的电磁环境影响防护距离，该防护距离内现无人居分布，将来该区域不得修建居民房屋等敏感建筑物。

本工程 500kV 双回线路（垂直逆相序排列）经过居民区时，导线最低对地高度 14m 时，边导线外 5m 离地 1.5m 高处工频电场强度为左侧 4.85kV/m、右侧 5.08kV/m，不满足公众曝露限值 4000V/m 要求。

根据逐步试算，当导线对地高度抬高到 19m 时，线下地面 1.5m 高处（1 层尖顶房屋）工频电场强度最大值为 3.98kV/m，满足工频电场强度公众曝露控制限值（4000V/m）要求。

根据初步设计阶段线路路径，经现场踏勘测定，本工程双回线路（垂直逆相序排列）评价范围的居民敏感目标皆为 1 层尖顶房屋，本次仅针对地面 1.5m 高处进行预测。不同导线高度及相应工频电场强度满足 4kV/m 限值要求的位置见表 6-15 及图 6-8。

表 6-15 各居民房屋处距双回线路边导线不同距离相应最低导线高度关系表

各居民房屋处距边导线不同距离（m）	距地面 1.5m 高处导线最低对地高度（m）
1	19
2	19
3	19
4	18
5	17
6	16
7	15
8	14
9	14
10	14

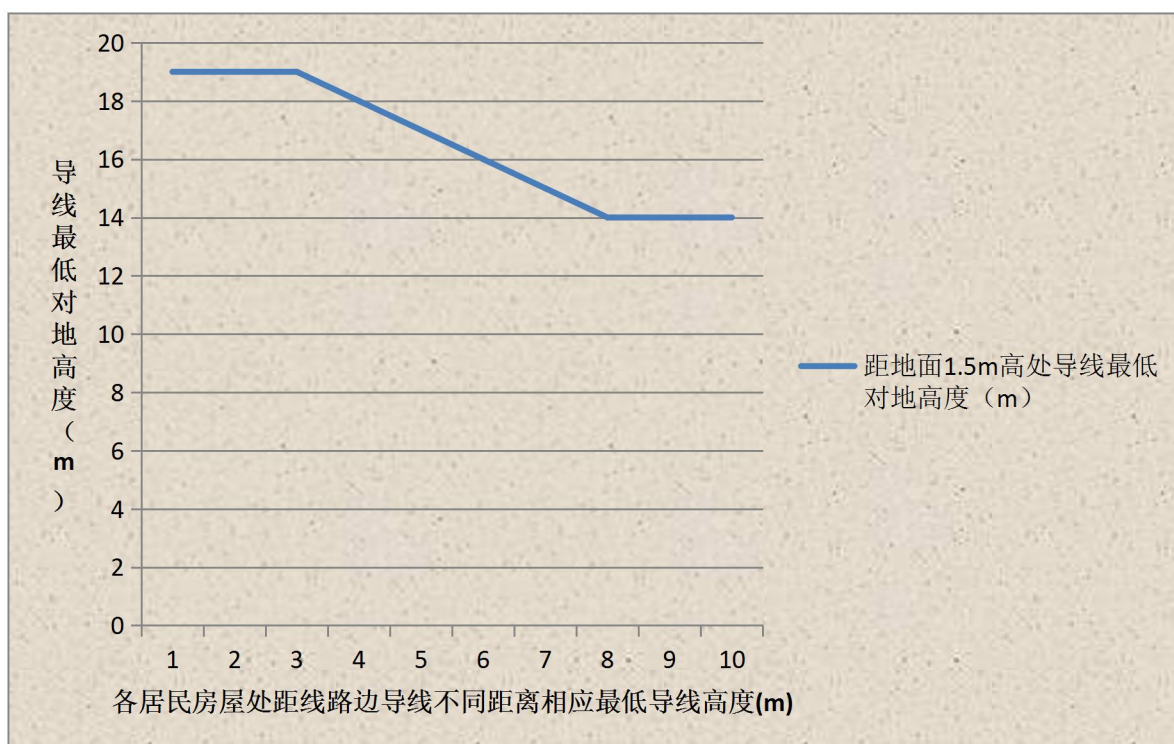


图 6-8 各居民房屋处距双回线路边导线不同距离相应最低导线高度关系图

由表 6-15 及图 6-8 可以看出，当本工程双回线路（垂直逆相序排列）距评价范围内居民敏感目标水平距离大于 8m 时，导线对地高度为 14m 均可满足各敏感目标处工频电场强度公众曝露控制限值（4000V/m）要求。

根据初设阶段线路路径，结合现场调查情况，本工程双回线路（垂直逆相序排列）距居民敏感目标的最近水平距离为 20m，因此，本工程双回线路导线对地高度为 14m 时可满足相应标准限值要求。

③ 工频磁场

本工程线路不同对地线高时线下距地面 1.5m 高处的工频磁感应强度的计算结果见表 6-16、图 6-9。

表 6-16 输电线路典型塔型 SJCD4651 塔线路工频磁感应强度预测结果单位：μT

塔型	SJCD4651	
线间距离	13.75+10.5/16.75+13.3/14.75+11.3	
导线高度 (m)	11	14
距线路中心距离 (m)	离地 1.5m	离地 1.5m
-70	9.52	9.39
-65	10.19	10.03
-60	10.95	10.76
-55	11.84	11.6
-50	12.88	12.58
-45	14.13	13.74
-40	15.66	15.14

塔型	SJCD4651	
线间距离	13.75+10.5/16.75+13.3/14.75+11.3	
导线高度 (m)	11	14
距线路中心距离 (m)	离地 1.5m	离地 1.5m
-35	17.6	16.86
-30	20.18	19
-25	23.66	21.55
-20	27.74	24.03
工频磁感应强度最大值	29.49(-16)	24.95
-15	29.37	24.93
-10	25.74	23.43
-5	21.82	21.53
0	21.24	21.22
5	24.29	22.76
10	28.7	24.68
工频磁感应强度最大值	29.46(12)	24.96
15	28.75	24.57
20	24.93	22.38
25	21.16	19.76
30	18.33	17.48
35	16.22	15.65
40	14.58	14.16
45	13.25	12.93
50	12.15	11.9
55	11.22	11.02
60	10.42	10.25
65	9.72	9.59
70	9.11	9

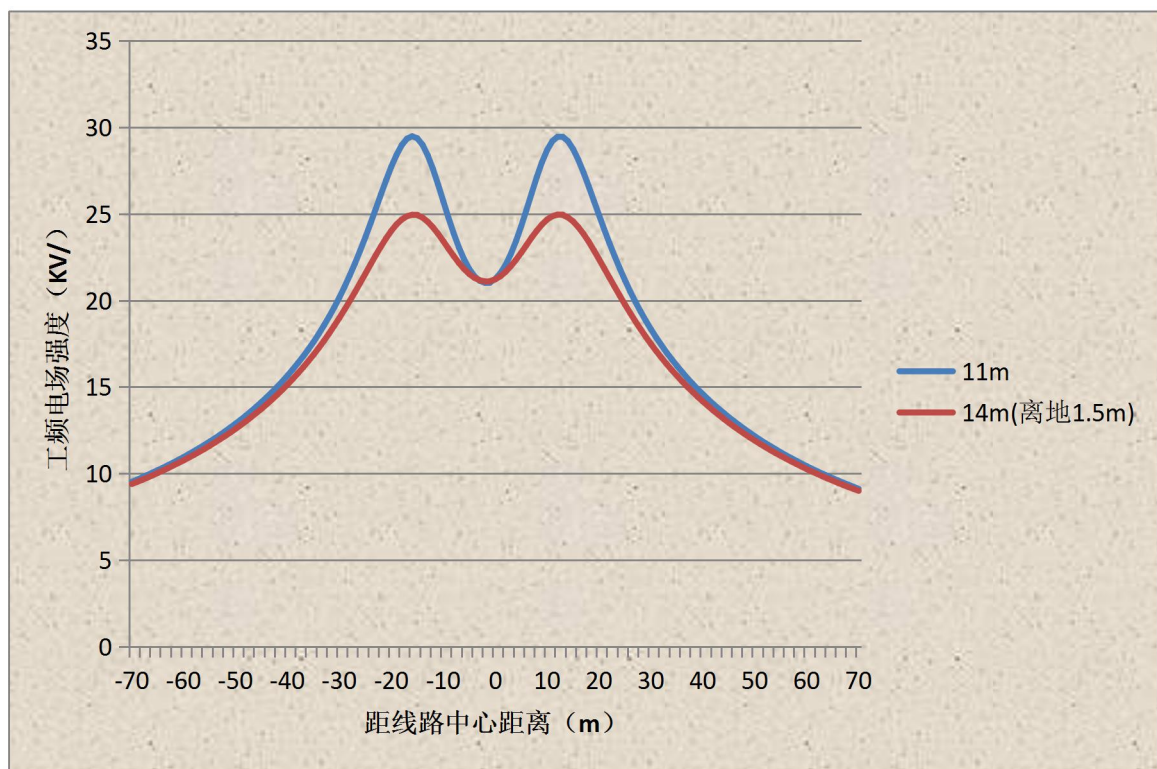


图 6-9 SJCD4651 塔地面 1.5m 高处工频磁感应强度分布曲线

从图 6-9、表 6-16 可见，本工程 500kV 双回线路（垂直逆相序排列）在通过耕作、畜牧养殖及道路区域，导线对地高度提升至 11 m 时，左侧线下 1.5m 高处工频磁感应强度最大值出现在距线路中心 16m 处，为 29.49 μ T;右侧线下 1.5m 高处工频磁感应强度最大值出现在距线路中心 12m 处，为 29.46 μ T，均满足公众曝露控制限值（100 μ T）要求。

本工程 500kV 双回线路（垂直逆相序排列）临近居民住房，导线最低对地高度为 14m 时，左侧线下 1.5m 高处工频磁感应强度最大值出现在距线路中心 16m 处，为 24.95 μ T;右侧线下 1.5m 高处工频磁感应强度最大值出现在距线路中心 12m 处，为 24.96 μ T，均满足公众曝露控制限值（100 μ T）要求。

因此，本工程 500kV 双回线路（垂直逆相序排列）工频磁感应强度均能满足公众曝露控制限值要求，工频磁场不会成为本线路建设的环境制约因素。

（4）单回三角排列输电线路

①工频电场环境影响

本工程 500kV 单回线路（三角排列）工频电场强度预测结果见表 6-17，图 6-10

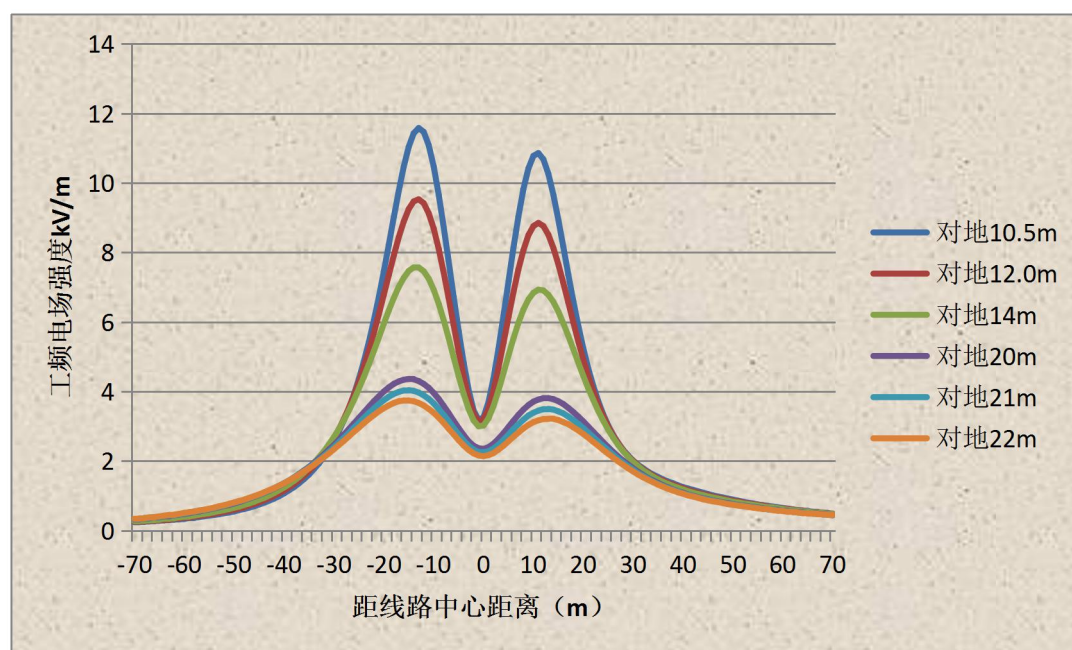


图 6-10 单回路（三角排列）典型塔型 JGB262 塔线路工频电场强度预测结果（距地面 1.5m 高处）

表 6-17 单回路（三角排列）典型塔型 JGB262 塔线路工频电场强度预测结果单位（距地面 1.5m 高处）：kV/m

塔型	JGB262					
线间距离	10.5+12.5/10.8+7.3					
导线高度（m）	10.5	12	14	20	21	22
距线路中心距离（m）	离地 1.5m 高处					
-70	0.24	0.25	0.27	0.32	0.33	0.34
-65	0.29	0.3	0.32	0.39	0.4	0.41
-60	0.34	0.37	0.4	0.48	0.49	0.51
-55	0.43	0.46	0.5	0.61	0.62	0.63
-50	0.55	0.6	0.66	0.78	0.8	0.81
-45	0.75	0.81	0.89	1.02	1.03	1.04
-40	1.07	1.15	1.24	1.36	1.36	1.36
-35	1.61	1.71	1.8	1.83	1.81	1.79
-30	2.58	2.66	2.69	2.46	2.4	2.34
工频电场强度降至 4kV 以下	3.91(-26)	3.89	3.75	3.08	2.96	2.84
-25	4.36	4.28	4.08	3.24	3.1	2.96
-20	7.45	6.78	5.95	4	3.75	3.52
-17.5（边导线外 5m）	9.77	8.44	7.01	4.29	3.99	3.72
-15	11.04	9.25	7.47	4.36	4.04	3.74
左侧工频电场强度最大值	11.58(-13)	9.53	7.57	4.3	3.97	3.67
-12.5（边导线下）	11.47	9.42	7.46	4.22	3.89	3.6
-10	10.48	8.69	6.93	3.96	3.66	3.39
-5	5.75	5.16	4.45	2.95	2.77	2.6
0	3.26	3.2	3.02	2.35	2.25	2.14
5	7.16	6.14	5.04	2.98	2.76	2.57
10.5（边导线下）	10.78	8.76	6.84	3.71	3.39	3.12
右侧工频电场强度最大值	10.86(11)	8.85	6.93	3.77	3.45	3.17
15.5（边导线外 5m）	8.94	7.66	6.3	3.72	3.43	3.18
20	5.24	4.92	4.45	3.14	2.95	2.78
工频电场强度降至 4kV 以下	3.72(23)	3.63	3.44	2.69	2.56	2.44
25	3.02	2.99	2.9	2.4	2.31	2.21
30	2.01	2	1.97	1.79	1.75	1.7
35	1.54	1.5	1.47	1.37	1.34	1.32
40	1.25	1.22	1.18	1.09	1.07	1.06
45	1.05	1.02	0.98	0.9	0.89	0.87
50	0.89	0.86	0.83	0.76	0.75	0.74
55	0.75	0.74	0.72	0.66	0.65	0.64
60	0.65	0.63	0.62	0.57	0.57	0.56
65	0.56	0.55	0.54	0.5	0.5	0.49
70	0.48	0.48	0.47	0.44	0.44	0.44

上述理论计算结果显示，500kV 单回线路（三角排列）工频电场强度随线高的增加

而逐渐降低；线高不变时距边导线地面投影越远工频电场强度越低，工频电场强度一般在边导线投影附近达到最大值。

本工程 500kV 单回线路（三角排列）在经过耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所最低线高为 10.5m 时，左侧线下 1.5m 高处工频电场强度最大值为 11.58kV/m；右侧线下 1.5m 高处工频电场强度最大值为 10.86kV/m，均不能满足工频电场强度控制限值（10kV/m）要求。根据计算，当导线对地最低高度抬升至 12.0m 时，线下 1.5m 高处工频电场强度最大值分别为（左侧 9.53kV/m、右侧 8.85kV/m），均满足耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所工频电场强度控制限值（10kV/m）要求。随着距离的增加工频电场强度逐渐降低，在距离线路中心 26m（边导线外 9m）处，工频电场强度降到 4000V/m 以下。

因此，本工程单回线路（三角排列）在通过耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所时，导线对地高度不低于 12.0m，满足线下工频电场强度控制限值（10kV/m）要求，并在边导线两侧设置 13.5m 的电磁环境影响防护距离，该防护距离内现无人居分布，将来该区域不得修建居民房屋等敏感建筑物。

本工程 500kV 单回线路（三角排列）经过居民区时，导线最低对地高度 14m 时，边导线外 5m 离地 1.5m 高处工频电场强度分别为（左侧 7.01kV/m、右侧 6.30kV/m），均不满足公众曝露限值 4000V/m 要求。

根据逐步试算，当导线对地高度抬高到 22m 时，线下地面 1.5m 高处（1 层尖顶房屋）工频电场强度最大值为 3.74kV/m，满足工频电场强度公众曝露控制限值（4000V/m）要求。

根据初步设计阶段线路路径，经现场踏勘测定，本工程单回线路（三角排列）评价范围的居民敏感目标皆为 1 层尖顶房屋，本次仅针对地面 1.5m 高处进行预测。不同导线高度及相应工频电场强度满足 4kV/m 限值要求的位置见表 6-18 及图 6-11。

表 6-18 各居民房屋处距单回线路（三角排列）边导线不同距离相应最低导线高度关系表

各居民房屋处距边导线不同距离（m）	距地面 1.5m 高处导线最低对地高度（m）
1	22
2	22
3	22
4	22
5	21
6	21
7	21
8	21
9	20
10	19
11	18
12	17
13	15
14	14
15	14

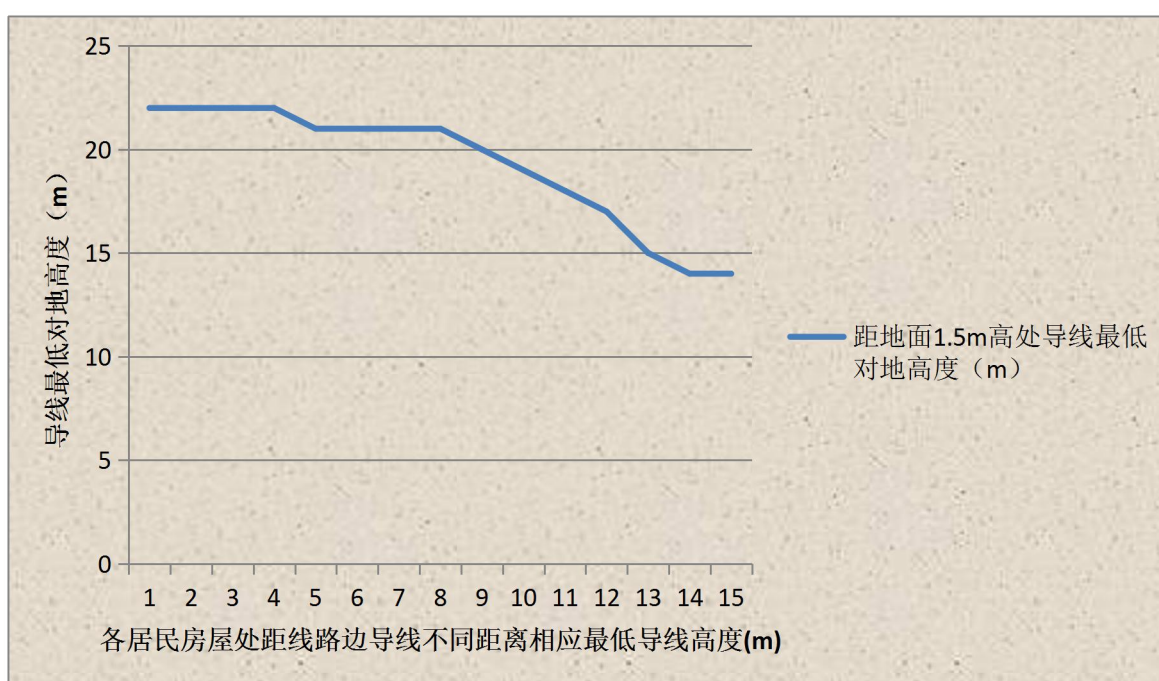


图 6-11 各居民房屋处距单回线路（三角排列）边导线不同距离相应最低导线高度关系图

由表 6-18 及图 6-11 可以看出，当本工程单回线路（三角排列）距评价范围内的居民敏感目标水平距离大于 14m 时，导线对地高度为 14m 即可满足各敏感目标处工频电场强度公众曝露控制限值（4000V/m）要求。

根据初设阶段线路路径，结合现场调查情况，本工程单回线路（三角排列）距居民敏感目标的最近水平距离为 20m，因此，本工程单回线路（三角排列）导线对地高度为 14m 时可满足相应标准限值要求。

②工频磁场

本工程线路不同对地线高时线下距地面 1.5m 高处的工频磁感应强度的计算结果见表 6-19、图 6-12。

表 6-19 输电线路典型塔型 JGB262 塔线路工频磁感应强度预测结果单位：μT

塔型	JGB262	
线间距离	10.5+12.5/10.8+7.3	
导线高度 (m)	12	14
距线路中心距离 (m)	离地 1.5m	
-70	4.12	4.1
-65	4.37	4.34
-60	4.66	4.62
-55	4.98	4.93
-50	5.34	5.29
-45	5.76	5.7
-40	6.25	6.17
-35	6.83	6.73
-30	7.51	7.38
-25	8.32	8.16
-20	9.32	9.1
-15	10.57	10.25
-10	12.17	11.7
-5	14.28	13.53
工频磁感应强度最大值	16.48(-1)	15.32
0	17.11	15.81
5	20.5	18.24
工频磁感应强度最大值	22.65(10)	19.60
15	21.14	18.65
20	17.77	16.31
25	14.8	13.97
30	12.57	12.06
35	10.89	10.54
40	9.59	9.34
45	8.54	8.36
50	7.69	7.55
55	6.98	6.88
60	6.39	6.3
65	5.88	5.81
70	5.44	5.39

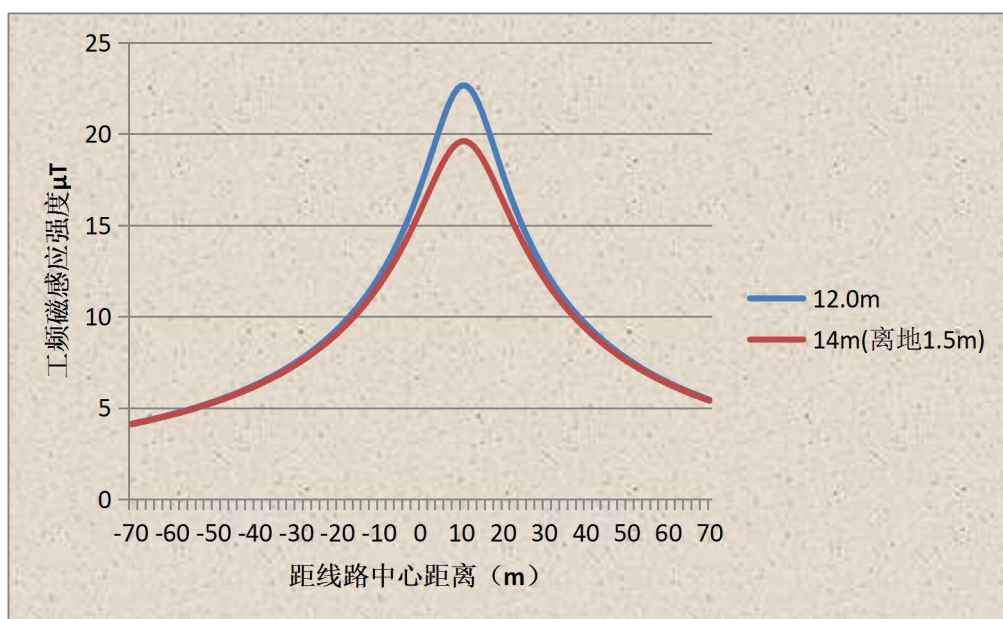


图 6-12 单回路（三角排列）典型塔型 JGB262 塔工频磁感应强度分布曲线

从图 6-12、表 6-19 可见，本工程 500kV 单回线路（三角排列）在通过耕作、畜牧养殖及道路区域，导线对地高度提升至 12.0m 时，左侧线下 1.5m 高处工频磁感应强度最大值出现在距线路中心 1m 处，为 16.48 μ T；右侧线下 1.5m 高处工频磁感应强度最大值出现在距线路中心 10m 处，为 22.65 μ T，均满足公众曝露控制限值（100 μ T）要求。

本工程 500kV 单回线路（三角排列）临近居民住房，导线最低对地高度为 14m 时，左侧线下 1.5m 高处工频磁感应强度最大值出现在距线路中心 1m 处，为 15.32 μ T；右侧线下 1.5m 高处工频磁感应强度最大值出现在距线路中心 10m 处，为 19.60 μ T，均满足公众曝露控制限值（100 μ T）要求。

因此，本工程 500kV 单回线路（三角排列）工频磁感应强度均能满足公众曝露控制限值要求，工频磁场不会成为本线路建设的环境制约因素。

（5）单回水平排列输电线路

①工频电场环境影响

本工程 500kV 单回线路（水平排列）工频电场强度预测结果见表 6-20，图 6-13。

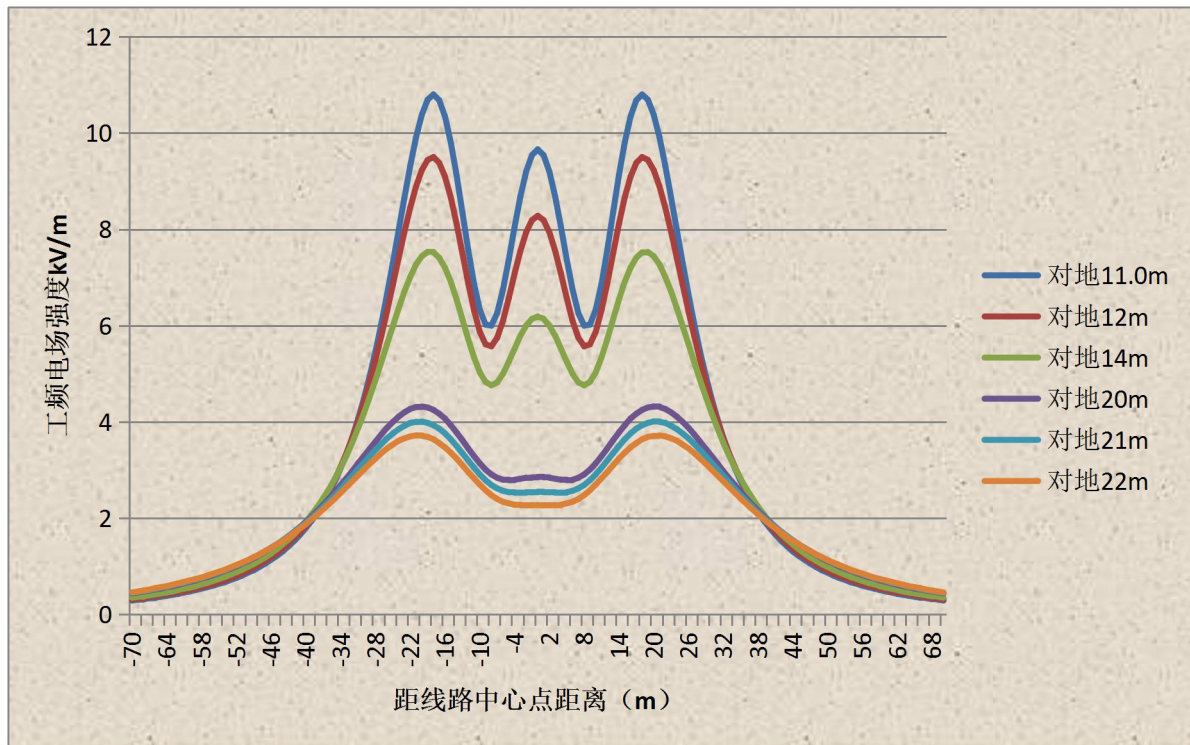


图 6-13 单回路（水平排列）典型塔型 ZBA4622 塔线路工频电场强度预测结果（距地面 1.5m 高处）

表 6-20 单回路（水平排列）典型塔型 ZBA4622 塔线路工频电场强度预测结果单位（距地面 1.5m 高处）：kV/m

塔型	ZBA4622					
线间距离	17.4/17.4					
导线高度（m）	11	12	14	20	21	22
距线路中心距离（m）	离地 1.5m 高处					
-70	0.29	0.31	0.35	0.44	0.45	0.46
-65	0.37	0.4	0.44	0.54	0.56	0.57
-60	0.48	0.51	0.56	0.68	0.7	0.71
-55	0.64	0.67	0.74	0.86	0.88	0.89
-50	0.87	0.91	0.99	1.11	1.13	1.13
-45	1.22	1.27	1.36	1.46	1.46	1.46
-40	1.8	1.85	1.93	1.93	1.91	1.88
-35	2.77	2.81	2.82	2.54	2.48	2.41
工频电场强度降至 4kV 以下	3.68(-32)	3.67	3.57	2.98	2.88	2.77
-30	4.48	4.4	4.18	3.29	3.15	3.01
-25	7.3	6.85	5.99	4	3.76	3.53
-22（边导线外 5m）	9.32	8.45	7.01	4.27	3.98	3.7
-20	10.38	9.23	7.44	4.32	4.01	3.71
左侧工频电场强度最大值	10.8(-18)	9.50	7.52	4.25	3.93	3.64
-17.4（边导线处）	10.68	9.38	7.41	4.17	3.86	3.56
-15	9.8	8.66	6.91	3.93	3.64	3.36
-10	6.33	5.87	5.03	3.14	2.91	2.7
-5	7.37	6.57	5.25	2.79	2.54	2.31
0	9.66	8.28	6.19	2.86	2.55	2.27

上述理论计算结果显示，500kV 单回线路（水平排列）工频电场强度随线高的增加而逐渐降低；线高不变时距边导线地面投影越远工频电场强度越低，工频电场强度一般在边导线投影附近达到最大值。

本工程 500kV 单回线路（水平排列）在经过耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所最低线高为 11.0m 时，线下 1.5m 高处工频电场强度最大值为 10.80kV/m，不能满足工频电场强度控制限值（10kV/m）要求。根据计算，当导线对地最低高度抬升至 12.0m 时，线下 1.5m 高处工频电场强度最大值为 9.50kV/m，满足耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所工频电场强度控制限值（10kV/m）要求。随着距离的增加工频电场强度逐渐降低，在距离线路中心 32m（边导线外 14m）处，工频电场强度降到 4000V/m 以下。

本工程 500kV 单回线路（水平排列）在通过耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所时，需提高导线对地高度至 12.0m 即可满足线下工频电场强度控制限值（10kV/m）要求，并在边导线两侧设置 15m 的电磁环境影响防护距离，该防护距离内现无人居分布，将来该区域不得修建居民房屋等敏感建筑物。

本工程 500kV 单回线路（水平排列）经过居民区时，导线最低对地高度 14m 时，边导线外 5m 离地 1.5m 高处工频电场强度分别为 8.45kV/m，不满足公众曝露限值 4000V/m 要求。

根据初步设计阶段线路路径，经现场踏勘测定，本工程单回线路（三角排列）评价范围的居民敏感目标皆为 1 层尖顶房屋，本次仅针对地面 1.5m 高处进行预测，不同导线高度及相应工频电场强度满足 4kV/m 限值要求的位置见表 6-21 及图 6-14。

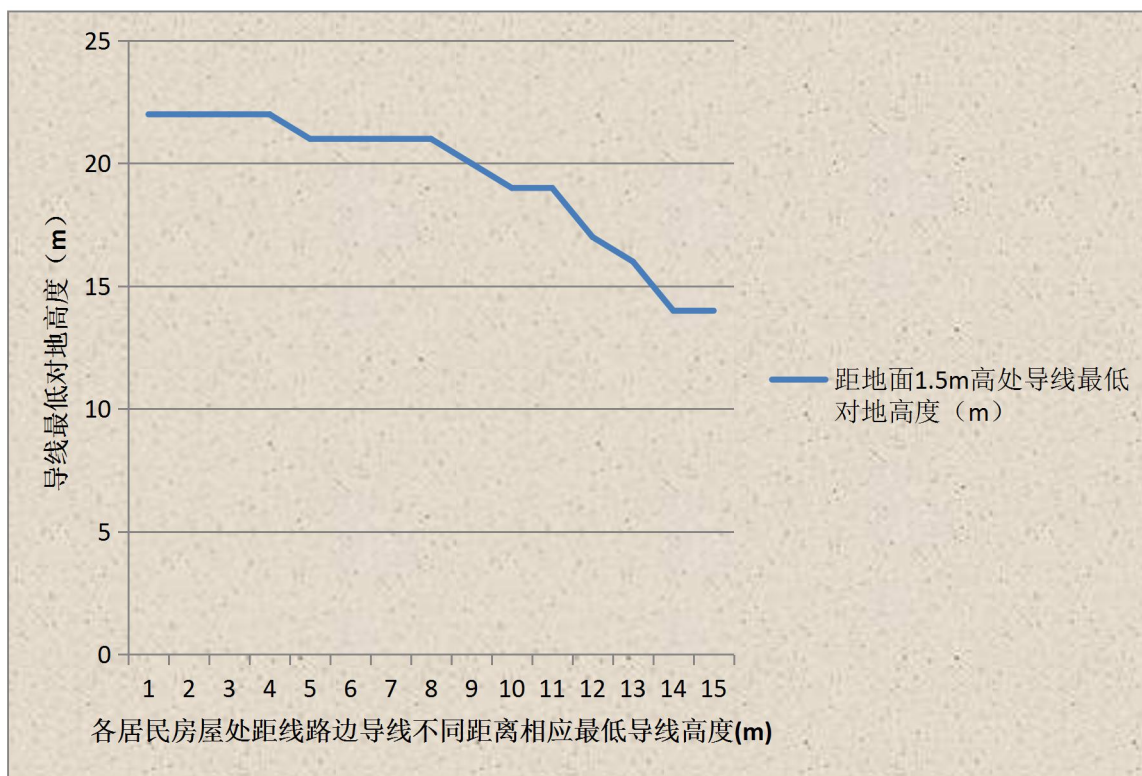


图 6-14 各居民房屋处距单回线路（水平排列）边导线不同距离相应最低导线高度关系图

表 6-21 各居民房屋处距单回线路（水平排列）边导线不同距离相应最低导线高度关系表

各居民房屋处距边导线不同距离（m）	距地面 1.5m 高处导线最低对地高度（m）
1	22
2	22
3	22
4	22
5	21
6	21
7	21
8	21
9	20
10	19
11	19
12	17
13	16
14	14
15	14

由表 6-21 及图 6-14 可以看出，当本工程单回线路（水平排列）距评价范围内的居民敏感目标水平距离大于 14m 时，导线对地高度为 14m 即可满足各敏感目标处工频电场强度公众曝露控制限值（4000V/m）要求。

根据初设阶段线路路径，结合现场调查情况，本工程单回线路（三角排列）距居民敏感目标的最近水平距离为 20m，因此，本工程单回线路（三角排列）导线对地高度为

14m 时可满足相应标准限值要求。

②工频磁场

本工程线路不同对地线高时线下距地面 1.5m 高处的工频磁感应强度的计算结果见表 6-22、图 6-15。

表 6-22 输电线路典型塔型 ZBA4622 塔线路工频磁感应强度预测结果单位：μT

塔型	ZBA4622	
线间距离	17.4/17.4	
导线高度（m）	12	14
距线路中心距离（m）	离地 1.5m	
-70	5.17	5.14
-65	5.6	5.57
-60	6.12	6.07
-55	6.75	6.68
-50	7.52	7.43
-45	8.49	8.35
-40	9.74	9.52
-35	11.39	11.02
-30	13.54	12.87
-25	16.07	14.89
-20	17.84	16.12
工频磁感应强度最大值	17.88(-19)	16.14
-15	16.61	15.19
-10	13.04	12.56
-5	10	10.21
0	8.87	9.32

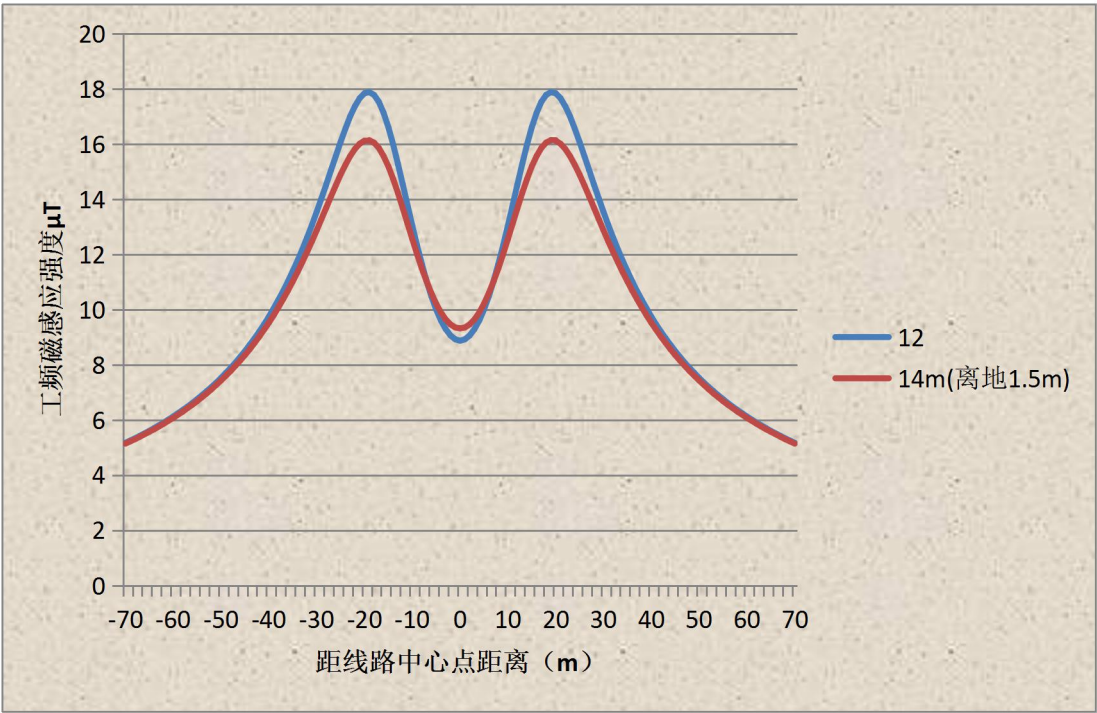


图 6-15 单回路（水平排列）典型塔型 ZBA4622 塔工频磁感应强度分布曲线

从图 6-15、表 6-22 可见，本工程 500kV 单回线路（水平排列）在通过耕作、畜牧

养殖及道路区域，导线对地高度提升至 12.0m 时，线下 1.5m 高处工频磁感应强度最大值出现在距线路中心 19m 处，为 17.88 μ T，满足公众曝露控制限值（100 μ T）要求。

本工程 500kV 单回线路（水平排列）临近居民住房，导线最低对地高度为 14m 时，线下 1.5m 高处工频磁感应强度最大值分别为 16.14 μ T，满足公众曝露限值 100 μ T 要求。

因此，本工程 500kV 单回线路（水平排列）工频磁感应强度均能满足公众曝露控制限值要求，工频磁场不会成为本线路建设的环境制约因素。

6.1.2.4 线路交叉或并行架设时的影响分析

本工程在 10mm 冰区钻越锦苏特高压段采用两个单回路架设、20mm 冰区采用两个单回路走线，单回路之间并行长度约 21.15km，单回路线路没有与其他工程线路并行；本工程同塔双回线路与本工程榄普 π 接单回线路并行，并行长度共 2.51km。

为了进一步分析两并行线路的叠加影响，本次还增加了并行线路叠加影响预测分析内容。并行段两线间距均在 70m 以上，两线路间工程拆迁后评价范围内无共同居民敏感目标。因此，本工程并行走线时不考虑居民区的叠加影响分析。

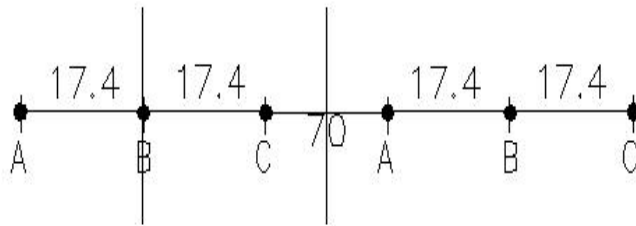
（1）本工程两单回线路并行的影响

表 6-23 本工程两单回线路并行情况

与本工程线路并行线路名称	并行线间最小间距(m)	并行走线长度(km)	并行段线路所处行政区	并行间居民点分布
本工程单回路之间并行	70	0.52	昭觉县合光村	无
	70	3.65	昭觉县合光村-柳且村	无
	70	16.98	布拖县特尔村、博石村、得机村、勒吉村	无

并行段线路 20mm 冰区悬垂塔采用酒杯型，20mm 冰区耐张塔采用干字型，此段并行线路中酒杯型塔即水平排列占大多数，水平排列塔型线间距也较三角排列大，因此该段并行选择单回线路水平排列中线间距较大的（ZBA4622）塔进行预测。且并行段之间工程拆迁后无居民敏感点，故本环评仅对并行线路通过耕作、畜牧养殖及道路区域进行电磁环境影响预测。并行线路叠加影响预测参数详见表 6-24。

表 6-24 本工程并行段输电线路预测参数

线路参数		500kV 输电线路
线路架设方式		水平排列
导线型式		4xJL/G1A—630/45
直径(mm)		33.8
分裂间距(mm)		500
预测导线最低对地距离 (m)		12
工频电 磁场	塔型	ZBA4622
	导线排列方式及相间距 (m)	
导线电压等级/单根导线电流		500kV/1000A

1) 工频电场环境影响

本工程输电线路采用 ZBA4622 铁塔，在通过耕作、畜牧养殖及道路区域，保证线下工频电场小于 10kV/m 相应导线高度为 12m 时，线下 1.5m 高处并行线路叠加电场强度分布曲线见图 6-16，相应的预测结果见表 6-15。

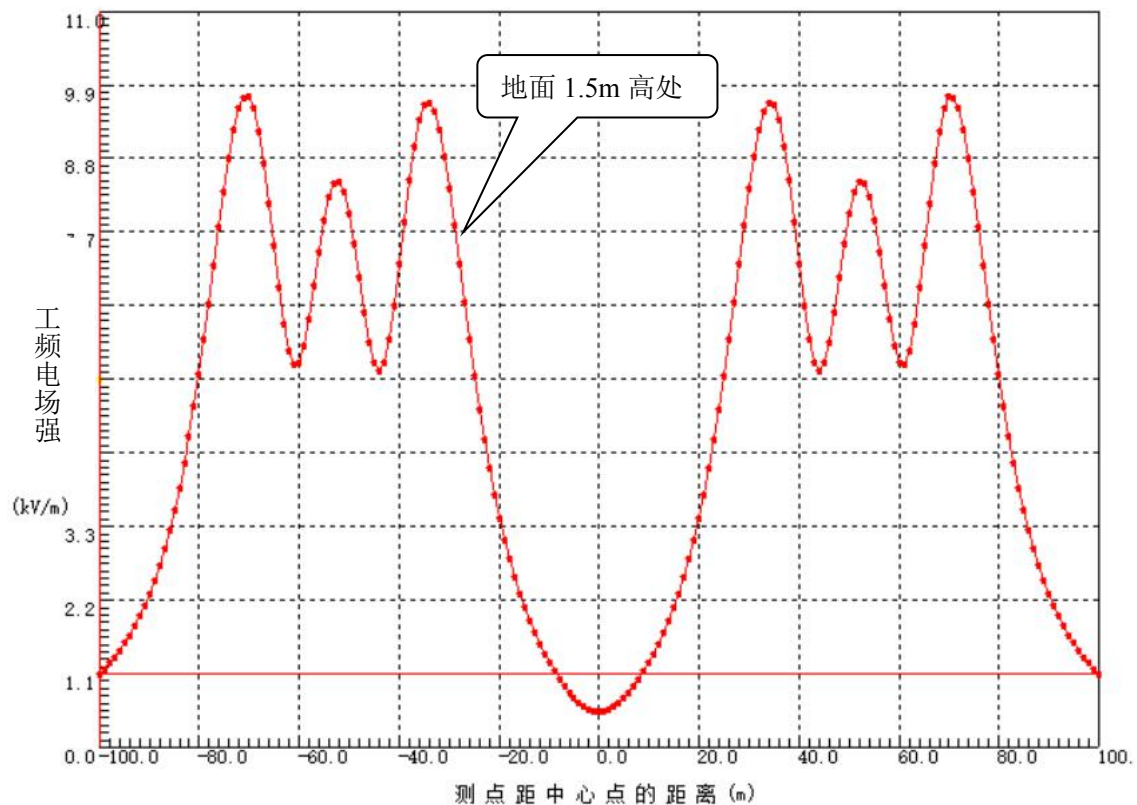


图 6-16 ZBA4622 塔导线高度分别为 12 时线下工频电场强度分布曲线

表 6-15 单回并行段走线叠加工频电场强度预测结果单位: kV/m

典型塔型	ZBA4622
线间距离 (m)	2×17.40
导线高度 (m)	12
距两线路中心距离 (m)	离地 1.5m
0	3.12
5	4.89
10	7.89
15	8.49
20	5.94
25	6.22
30	7.97
35	6.43
40	6.44
45 (工频电场强度最大值出现位置)	9.48
50	8.83
55	6.23
60 (降至 4kV/m 出现位置)	3.99
65	2.58
70	1.73
75	1.21
80	0.88
85	0.66
90	0.51
95	0.40
97	0.37

从图 6-16 和表 6-25 可以看到, 本工程输电线路采用 ZBA4622 铁塔, 在通过耕作、畜牧养殖及道路区域, 保证线下工频电场小于 10kV/m 相应导线高度为 12m 时, 线下 1.5m 高处并行线路叠加电场强度最大值为 9.48kV/m, 并行线路产生的工频电场强度满足非居民区 (10kV/m) 的要求。

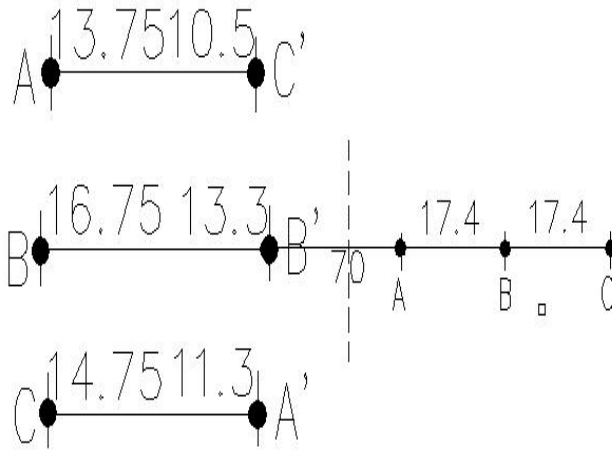
(2) 本工程同塔双回与单回线路并行的影响

表 6-26 本工程两单回线路并行情况

与本工程线路并行线路名称	并行线间最小间距(m)	并行走线长度(km)	并行段线路所处行政区	并行间居民点分布
本工程同塔双回线路与单回线路并行	70	2.51	布拖县勒吉村	无

并行段线路 15mm、20mm 冰区悬垂塔采用酒杯型、耐张塔采用干字型, 此段并行线路中酒杯型塔即水平排列占大多数, 水平排列塔型线间距也较三角排列大, 因此该段并行选择同塔双回垂直逆向序排列 (SJCD4651)、单回线路水平排列中线间距较大的 (ZBA4622) 塔进行预测。且并行段之间工程拆迁后无居民敏感点, 故本环评仅对并行线路通过耕作、畜牧养殖及道路区域进行电磁环境影响预测。并行线路叠加影响预测参数详见表 6-27。

表 6-27 本工程并行段输电线路预测参数

线路参数		500kV 输电线路
线路架设方式		垂直逆向序排列、水平排列
导线型式		4xJL/G1A—630/45
直径(mm)		33.8
分裂间距(mm)		500
预测导线最低对地距离 (m)		同塔双回为 11，单回水平排列为 12
工频电 磁场	塔型	SJCD4651、ZBA4622
	导线排列方式及相间距 (m)	
导线电压等级/单根导线电流		500kV/1000A

1) 工频电场环境影响

本工程输电线路采用 SJCD4651、ZBA4622 铁塔，在通过耕作、畜牧养殖及道路区域，保证线下工频电场小于 10kV/m 相应导线高度时，线下 1.5m 高处并行线路叠加电场强度分布曲线见图 6-17，相应的预测结果见表 6-28。

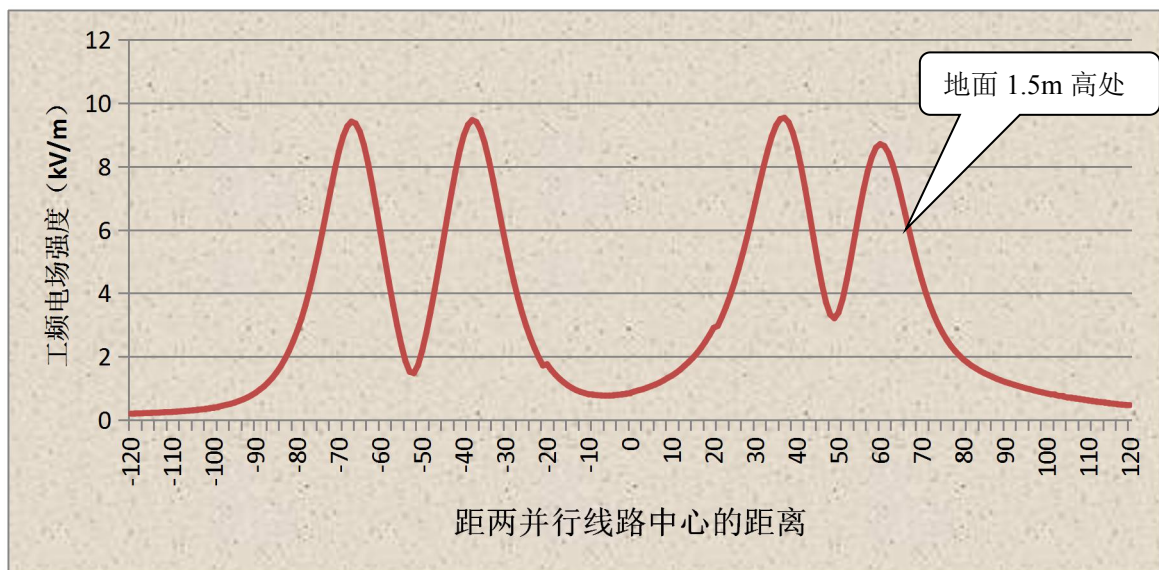


图 6-17 SJCD4651、ZBA4622 塔导线高度分别为 12 时线下工频电场强度分布曲线

表 6-28 双回并行段走线叠加工频电场强度预测结果单位: kV/m

塔型	SJCD4651、ZBA4622
线间距离	13.75+10.5/16.75+13.3/14.75+11.3、 17.4/17.4
导线高度 (m)	12.0
距线路中心距离 (m)	离地 1.5m 高处预测值
-120	0.2
-115	0.23
-110	0.26
-105	0.31
-100	0.33
-95	0.42
-90	0.6
-85	0.96
-80	1.69
降至 4kV/m 出现位置 (-75m)	3.64
-70	6.59
-65	9.27
-64 (工频电场强度最大值出现位置)	9.42
-60	8.1
-55	4.36
-50	1.52
-45	3.41
-40	7.15
-35	9.47
-30	7.59
-25	4.38
-20	2.26
-15	1.43
-10	0.94
-5	0.78
0	0.8
5	0.94
10	1.18
15	1.59
20	2.28
25	3.26
30	5.25
35	8
40	9.54
45	7.3
50	3.71
55	4.43
60	7.85
63 (工频电场强度最大值出现位置)	8.71
65	8.43
70	5.96
75 降至 4kV/m 出现位置	3.62
80	2.34
85	1.71
90	1.36
95	1.12

塔型	SJCD4651、ZBA4622
线间距离	13.75+10.5/16.75+13.3/14.75+11.3、 17.4/17.4
导线高度 (m)	12.0
距线路中心距离 (m)	离地 1.5m 高处预测值
100	0.93
105	0.79
110	0.67
115	0.57
120	0.49

从图 6-17 和表 6-28 可以看到，本工程输电线路采用 SJCD4651、ZBA4622 铁塔，在通过耕作、畜牧养殖及道路区域，保证线下工频电场小于 10kV/m 相应导线高度为 12m 时，线下 1.5m 高处并行线路叠加电场强度最大值为 9.54kV/m，并行线路产生的工频电场强度满足非居民区（10kV/m）的要求。

6.1.2.5 与其它电力线交叉跨越的影响

（1）与交流线路交叉跨越环境影响评价

本工程与已建的月城-沐川 500kV 同塔双回线路交叉 1 次、橄榄～普提一线单回 500kV 线路交叉 2 次、与 110kV 拉昭线路交叉 1 次，位于同塔双回路段、单回路路段。与其它输电线路交叉跨越时其相互间距按照《110～750kV 架空输电线路设计规范》（GB50545-2010）的要求。

本次分别选择被跨越的 500kV、110kV 线路中导线最低的交叉跨越点位进行背景监测，可以保守的代表其他导线对地距离较高的交叉跨越点位的背景值。

本工程输电线路与其它线路交叉跨越处的电磁预测值采用被跨越线路现状代表监测值与本工程线路理论计算值相加进行预测。具体详见表 6-29，预测结果见表 6-30。

表 6-29 本工程线路与其它已建线路交叉跨越时高度

序号	越线路名称	跨越点位置	被跨越线路		规程要求 最小间距 (m)	本线路最 低线高 (m)
			排列方式	最下/上导线 距地高 (m)		
1	500kV 月城-沐川线路	昭觉县帕也石附近	垂直逆向 序排列	37/47	6	53
2	500kV 橄榄～普提 一线单回线路	布拖县说波尔附近	水平排列	21	6	27
3	110kV 拉昭线	昭觉县柳打附近	三角排列	14/29	6	35

表 6-30 本工程线路与其他工程交叉跨越时电磁环境的影响预测结果

序号	跨越线路	工频电场强度 (V/m)			工频磁感应强度 (μT)		
		背景值	贡献值	叠加值	背景值	贡献值	叠加值
1	500kV 月城-沐川线路	128.8	1940	2068.8	0.485	10.64	11.125
2	500kV 橄榄～普提一	735.2	2650	3385.2	4.262	9.61	13.872

	线单回线路						
3	110kV 拉昭线	386.7	1730	2116.7	0.656	8.48	9.136

由表 6-30 可以看出,本工程线路与其它线路交叉跨越点处的工频电场强度和工频磁感应强度均满足公众曝露控制限 4kV/m 和 0.1mT 的要求,不会改变输电线路电磁环境控制范围。

根据现场调查,在线路交叉跨越点范围内没有居民敏感目标。因此,本工程输电线路与其它已建线路交叉跨越不存在对居民敏感目标的影响。

(2) 钻越±800kV 特高压直流线路环境影响分析

交流线路和直流线路交叉跨越时不产生叠加电磁环境影响,且在交叉跨越处评价范围内没有居民敏感点。因此,本工程不考虑交流线路与直流线路的叠加环境影响。

6.2 声环境影响预测与评价

6.2.1 类比分析

500kV 输电线路运行时,导线的电晕放电会产生一定量的噪声。

(1) 类比监测

为了预测本工程输电线路运行后的噪声水平,对 500kV 输电线路运行产生噪声进行了类比监测。

1) 类比监测资料

①500kV 单回线路

本工程单回段线路类比分析对象选择 500kV 谭龙一线、500kV 蜀山一线。类比监测资料来源于四川省电力环境监测研究中心站监测数据(2009 年《成都市城市发展远景电力设施规划环境监测报告》,报告编号:SDY/131/BG/002-2008。

②双回线路

本工程同塔双回垂直逆相序排列段线路类比分析对象选择 500kV 雅安~尖山双回线路。类比资料来源于四川省创晖德盛环境检测有限公司监测数据(2015 年《四川新津 500kV 输变电工程环境监测报告》,报告编号:CHDS 字[2015]第 0075 号。

2) 监测方法

按《声环境质量标准》(GB3096-2008)中的监测方法,评价线路运行时产生的噪声对周围环境的影响。

3) 监测结果

类比线路运行产生的噪声类比监测结果见表 6-31 和表 6-32。

① 500kV 单回线路

表 6-31 单回线路噪声类比监测结果

测点编号	测点位置	测量结果 (dB(A))			
		谭龙一线		500kV 蜀山一线	
		昼间	夜间	昼间	夜间
1	距线路中心 0m	45.1	43.2	33.9	31.5
2	距线路中心 5m	44.7	42.9	35.1	33.8
3	距线路中心 10m	44.5	42.2	39.2	37.4
4	距线路中心 15m	43.9	41.7	37.1	35.8
5	距线路中心 20m	43.2	41.1	36.9	24.8
6	距线路中心 25m	42.3	40.2	38.3	36.5
7	距线路中心 30m	41.9	39.7	33.3	31

② 双回线路

表 6-32 双回线路噪声类比监测结果

测点编号	测点位置	测量结果 (dB(A))	
		昼间	夜间
1	500kV 雅安~尖山一回线路 237#~238#杆塔边导线投影点处	47.4	36.5
2	500kV 雅安~尖山一回线路 237#~238#杆塔边导线投影点外 5m	45.2	37.4
3	500kV 雅安~尖山一回线路 237#~238#杆塔边导线投影点外 10m	44.8	37.8
4	500kV 雅安~尖山一回线路 237#~238#杆塔边导线投影点外 15m	45.6	37.5
5	500kV 雅安~尖山一回线路 237#~238#杆塔边导线投影点外 20m	44.5	36.9
6	500kV 雅安~尖山一回线路 237#~238#杆塔边导线投影点外 25m	43.6	36.4
7	500kV 雅安~尖山一回线路 237#~238#杆塔边导线投影点外 30m	43.2	37.4
8	500kV 雅安~尖山一回线路 237#~238#杆塔边导线投影点外 35m	44.3	36.2
9	500kV 雅安~尖山一回线路 237#~238#杆塔边导线投影点外 40m	42.7	36.8
10	500kV 雅安~尖山一回线路 237#~238#杆塔边导线投影点外 45m	42.6	37.1
11	500kV 雅安~尖山一回线路 237#~238#杆塔边导线投影点外 50m	41.4	36.3

5) 输电线路噪声类比结果预测评价

① 500kV 单回线路

根据监测数据, 500V 谭龙一线和 500kV 蜀山一线监测断面昼间噪声最大值分别为 45.1dB(A)、39.2dB(A), 夜间噪声最大值分别为 43.2dB(A)、37.4dB(A), 昼、夜间噪声均满足《声环境质量标准》(GB3096-2008) 2 类标准 (昼间 60dB (A)、夜间 50dB (A)) 要求。

② 500kV 双回线路

根据监测数据, 500kV 雅安~尖山双回线路监测断面昼间噪声最大值为 47.4dB(A), 夜间噪声最大值为 37.8dB(A), 昼、夜间噪声均满足《声环境质量标准》(GB3096-2008) 2 类标准 (昼间 60dB (A), 夜间 50dB (A)) 要求。

综述, 监测断面噪声值随着距离增加变化趋势不明显, 说明 500kV 输电线路的运行

噪声对周围环境噪声基本不构成增量贡献。

6.2.2 理论预测

(1) 线路噪声源

输电线路运行时，导线电晕放电会产生一定的噪声。输电线路下的可听噪声除了与天气条件有关外，还与导线的几何结构有关，随着导线截面的增大，噪声值降低。当分裂导线的总截面为给定值时，所用的次导线根数越多，噪声值就越低。

(2) 预测模式

由于美国 BPA 推荐的预测公式是根据各种不同电压等级、分裂方式的实际试验线路上长期实测数据推导出来的，并利用这些预测公式的结果与其它输电线路的实测结果作了比较，结果说明，预测值与实测值之间的绝对误差绝大多数在 1dB 之内。因此，认为该公式具有较好的代表性和准确性。美国 BPA 推荐的高压输电线路可听噪声预测公式如下：

$$SLA = 10 \lg \sum_{i=1}^N 10^{\frac{PWL_i - 11.4 \lg R_i - 5.8}{10}}$$

式中： SLA ——A 计权声级 (dBA)
 Ri ——预测点到被测相导线的距离 (m)
 N ——相数
 PWLi ——相导线声功率级(dB)

其中，PWLi 按下式计算：

$$PWL(i) = -1646 + 120 \lg E + 55 \lg deq$$

式中： E ——某相导线的表面电位梯度 (kV/cm)
 deq ——导线等效半径， $deq = 0.58n^{0.48}d$ (mm)
 n ——分裂导线数目
 d ——次导线直径 (mm)

该预测公式对于分裂间距为 30~50cm，导线表面梯度为 10~25kV/cm 的常规对称分裂导线均是有效的。采用 BPA 推荐公式所计算的结果为湿导线情况下可听噪声值。

500kV 输电线路的运行噪声伴随导线周围空气在电场作用下产生电离放电而产生，合理选择导线是控制线路运行噪声的最主要措施。本工程均采用导线型式为 JL/G1A-630/45 型，线路噪声预测计算所需各项参数见前文。

(3) 预测结果

1) 同塔双回段

同塔双回段段噪声预测结果见表 6-33 和图 6-18。

表 6-33 同塔双回路噪声预测结果（导线 JL/G1A-630/45）单位：dB（A）

距中心距离（m）	导线 JL/G1A-630/45	
导线高度（m）	对地 11m	对地 14m
距线路中心距离(m)	离地 1.5m	
0	40.49	40.25
5	40.54	40.29
10	40.76	40.46
15	41.15	40.73
20	41.67	41.04
25	42.03	41.21
30	41.79	41.04
35	41.13	40.59
40	40.43	40.04
45	39.78	39.49
50	39.20	38.98
55	38.68	38.50
60	38.19	38.05
最大值	42.03	41.21
边导线处	41.78	41.04
边导线 5m 处	41.12	40.58
边导线 10m 处	40.42	40.03
边导线 15m 处	39.78	39.49
边导线 20m 处	39.20	38.97

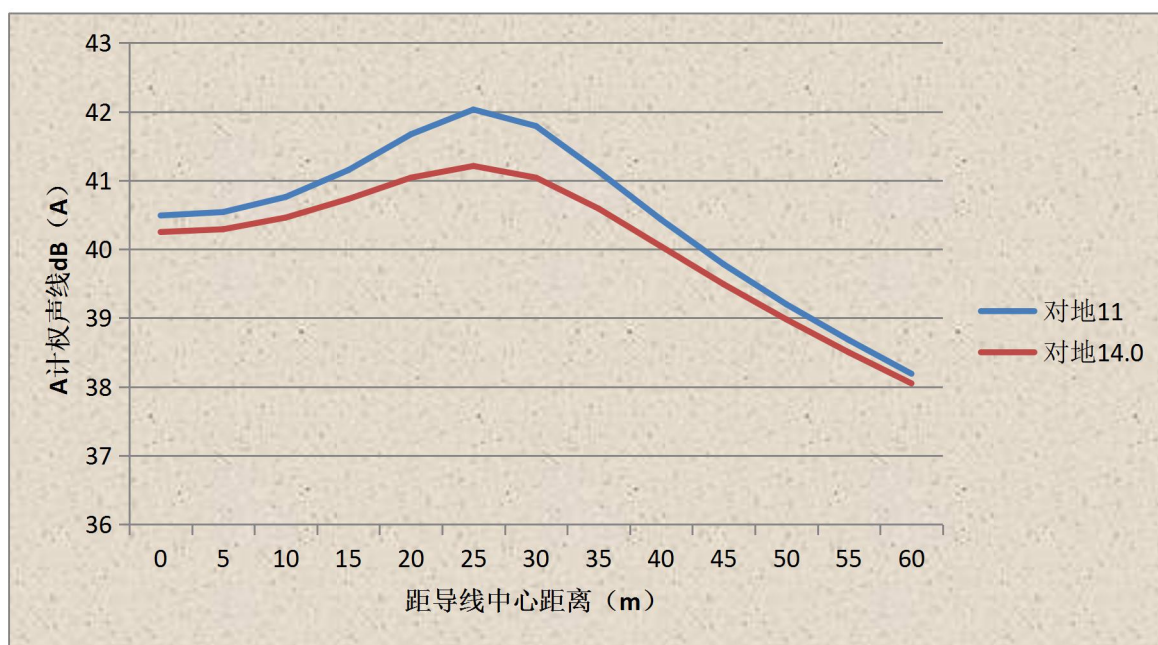


图 6-18 双回路噪声预测结果

2) 单回三角排列线路

单回三角排列线路噪声预测结果见表 6-34 和图 6-19。

表 6-34 单回三角排列线路噪声预测结果（导线 JL/G1A-630/45）单位：dB（A）

距中心距离（m）	导线 JL/G1A-630/45	
	对地 12m	对地 14m
0	40.68	40.09
5	40.26	39.76
10	39.56	39.20
15	38.90	38.63
20	38.35	38.12
25	37.87	37.66
30	37.41	37.23
35	36.96	36.79
40	36.50	36.36
45	36.05	35.93
50	35.61	35.51
55	35.19	35.10
60	34.78	34.71
最大值	40.68	40.09
边导线处	38.03	37.82
边导线 5m 处	37.57	37.38
边导线 10m 处	37.12	36.94
边导线 15m 处	36.66	36.51
边导线 20m 处	36.20	36.07

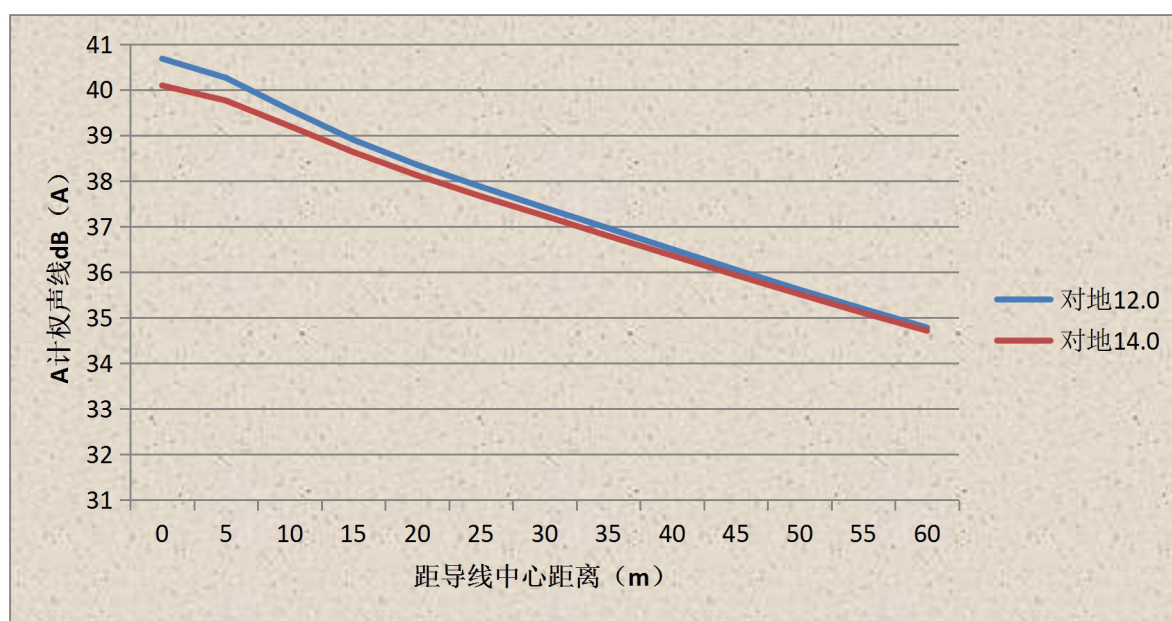


图 6-19 单回路三角排列段噪声预测结果

3) 单回水平排列线路

单回水平排列线路噪声预测见表 6-35 和图 6-20。

表 6-35 单回水平排列线路噪声预测结果（导线 JL/G1A-630/45）单位：dB（A）

距中心距离（m）	导线 JLHA1/G3A-710/90	
	对地 12m	对地 14m
0	41.49	40.93
5	41.33	40.83
10	41.15	40.67
15	41.07	40.51
20	40.67	40.12
25	39.82	39.42
30	38.85	38.60
35	37.97	37.80
40	37.20	37.09
45	36.54	36.45
50	35.95	35.89
55	35.43	35.38
60	34.96	34.92
最大值	41.49	40.93
边导线处	40.94	40.37
边导线 5m 处	40.30	39.82
边导线 10m 处	39.35	39.03
边导线 15m 处	38.42	38.21
边导线 20m 处	37.59	37.45

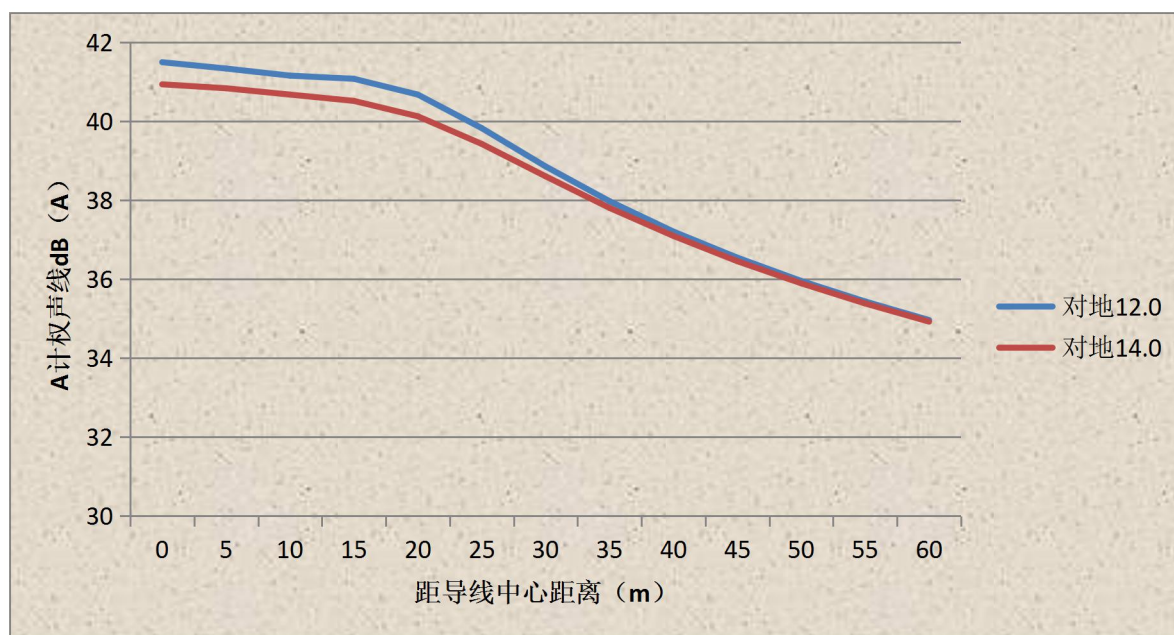


图 6-20 单回路水平排列段噪声预测结果

(4) 声环境影响评价

本工程单回路和同塔双回线路可听噪声随线高的增加而逐渐降低；线高不变时距边导线距离越远可听噪声逐渐降低；导线间距越大声环境影响反而较小；噪声在线路中心附近处达到最大值。

单回路三角排列：导线对地最低高度 12m、14m 时，线下可听噪声最大值分别为 40.68dB (A)、40.09dB (A)；边导线 5m 处的可听噪声分别为 37.57dB (A)、37.38dB (A)。与环境现状值叠加后，噪声敏感点噪声值均低于相应评价标准限值。

单回路水平排列：导线对地最低高度 12m、14m 时，线下可听噪声最大值分别为 41.49dB (A)、40.93dB (A)；边导线 5m 处的可听噪声分别为 40.30dB (A)、39.82dB (A)。单回路水平段的噪声影响贡献值较小；产生的噪声贡献值与环境现状值叠加后，各噪声敏感点噪声值均低于相应评价标准限值。

同塔双回路：导线对地最低高度 11m、14m 时，线下可听噪声最大值分别为 42.03dB (A)、41.21dB (A)；边导线 5m 处的可听噪声分别为 41.12dB (A)、40.58dB (A)。与环境现状值叠加后，噪声敏感点噪声值均低于相应评价标准限值。

6.2.3 声环境影响评价结论

根据类比工程的类比结果及理论预测结果来看，线下可听噪声均能满足限制要求。

6.3 电磁环境和声环境敏感目标环境影响预测结果

输电线路沿线敏感点工频电场强度、工频磁感应强度的预测值均采用理论值与现状监测值相加。本工程线路沿线共有 11 处居民敏感点，本次环评对工程新建线路附近的 4 个居民敏感点的电磁环境、声环境进行了监测。

根据现场踏勘，本工程线路沿线分布有 1 层同高度、不同距离的房屋，本次各敏感点处工频电场强度、工频磁感应强度的预测值按房屋距线路边导线不同距离的理论值与现状监测值相加；敏感点处噪声预测值则采用理论值与现状监测值叠加；对于未进行监测的居民敏感点处工频电磁场、噪声值则采用就近线路沿线其它点位的监测值代替。

本工程拆迁完成后，敏感点距导线最近水平距离为 20m。本工程输电线路对附近居民敏感点的影响预测结果见表 6-36。

表 6-36 本工程输电线路对敏感点的影响预测结果

序号	保护目标	与边导线的最近距离 (m)	房屋特征	导线高度 (m)	数据来源	E (V/m)	B (μT)	N (dB (A))	
								昼间	夜间
1	**	S20	一层坡顶	14	现状值	0.543	0.011	46	32
					理论值	2420	6.50	38.12	
					预测值	2420.543	6.511	46.66	39.07
		SE30	一层坡顶	14	现状值	0.543	0.011	46	32
					理论值	1190	7.96	37.23	
					预测值	1190.543	7.971	46.54	38.37
		SW25	一层坡顶	14	现状值	0.543	0.011	46	32

序号	保护目标	与边导线的最近距离(m)	房屋特征	导线高度(m)	数据来源	E(V/m)	B(μ T)	N(dB(A))	
								昼间	夜间
2	**	NE45	一层坡顶	14	理论值	1670	9.02	37.66	
					预测值	1670.543	9.031	46.59	38.7
					现状值	0.543	0.011	46	32
					理论值	510	5.86	35.93	
3	**	W35	一层坡顶	14	预测值	510.543	5.871	46.41	37.41
					现状值	1.153	0.011	34	30
					理论值	880	7.11	37.8	
					预测值	880.153	7.121	39.31	38.47
4	**	E30	一层坡顶	14	现状值	1.153	0.011	34	30
					理论值	1190	7.96	38.6	
					预测值	1190.153	7.971	39.89	39.16
					现状值	1.153	0.011	34	30
5	**	E20	一层坡顶	14	理论值	2420	10.38	40.12	
					预测值	2421.153	10.391	41.07	40.52
					现状值	1.153	0.011	34	30
					理论值	660	6.43	37.09	
6	**	E40	一层坡顶	14	预测值	661.153	6.441	38.82	37.87
					现状值	0.630	0.010	38	44
					理论值	460	4.8	36.45	
					预测值	460.630	4.810	40.30	44.70
7	**	E45	一层坡顶	14	现状值	0.630	0.010	38	44
					理论值	660	6.43	36.36	
					预测值	660.630	6.440	40.27	44.69
					现状值	0.630	0.010	38	44
8	**	E40	一层坡顶	14	理论值	920	16.13	41.04	
					预测值	920.630	16.140	42.79	45.78
					现状值	0.630	0.010	38	44
					理论值	320	13.26	41.04	
9	**	S20	一层坡顶	14	预测值	320.630	13.270	42.79	45.78
					现状值	0.630	0.010	38	44
					理论值	660	6.43	37.09	
					预测值	660.630	6.440	40.58	44.81
11	**	SE40	一层坡顶	14	现状值	0.630	0.010	38	44
					理论值	510	5.86	36.45	
					预测值	510.630	5.870	40.30	44.70
		SE45	一层坡顶	14	现状值	0.630	0.010	38	44
					理论值	510	5.86	36.45	
					预测值	510.630	5.870	40.30	44.70

注：工频电场强度、工频磁感应强度为地面 1.5m 高处预测值，噪声为地面 1.2m 处预测值。

从表 6-36 的预测可以发现，本工程建成投运后，输电线路对附近敏感点的影响均能满足评价标准的要求。

6.4 地表水环境影响分析

本工程输电线路运行期间无废水产生。本工程输电线路跨越四开河、特木里河。线路对跨越的水体均直接跨越，不在水中立塔，线路建设不会影响河道生态环境。因此，本工程输电线路运行期对水环境无影响。

6.5 大气环境影响分析

输电线路工程在运行期间无废气排放，本工程对当地大气环境不会产生影响。

6.6 固体废物影响分析

输电线路工程在运行期间无固体废物产生，本工程运行期不产生固体废物。

6.7 环境风险分析

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T169-2004）判定，本项目不存在重大危险源。

7 生态评价专章

7.1 评价等级

本工程变电站及输电线路附近不涉及自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、饮用水水源保护区等特殊生态敏感区和重要生态敏感区；但线路穿越了凉山—相岭生物多样性维护—水土保持生态保护红线和金沙江下游干热河谷水土流失敏感生态保护红线，因此，本工程生态影响评价工作等级按照**二级评价**。本工程着重对生态红线段作为生态评价重点。

7.2 评价范围

本工程属于线性工程项目，其主要生态环境影响在于输电线路塔基建设过程中的影响。考虑到该建设项目的特点，本生态环境影响评价的范围主要为：输电线路两侧300m的范围，涉及生态保护红线的路段为边导线地面投影外两侧各1000m以内的带状区域。

7.3 评价方法

7.3.1 野外调查方法

采用植物学、生态学、动物学、景观生态学等专业的野外工作规范要求进行。植物物种多样性和植物群落生态学调查采用路线的方式进行。具体调查方法分述如下：

（1）植物植被与多样性调查

在样线法和样方法的基础上，分植物区系学和植物群落学两方面考察进行。线路调查阶段主要是在评价区域的植被分布情况进行初步踏察的基础上，在改建项目评价范围内沿着施工场地、运输工程、其它辅助和生活设施区等临时和永久占地区、直接和间接影响区等不同生境，逐一进行线路调查，记录各区域的生境类型和植被类型。

（2）室内标本鉴定

本次野外植物区系调查重点是种子植物，对于个别样地中出现的蕨类植物也将一并采样鉴定。对于野外调查中不能立即鉴定的植物采集标本带回驻地，根据《中国植物志》、《中国高等植物图鉴》、《四川植物志》等分类学文献进行鉴定或将标本带到相关科研机构请植物分类专家鉴定，记录下植物的科、属、种名及其生境特征。同时，收集该地区的植物和植被的历史资料、科学考察报告、专项调查报告、林地资源清查报告、区域内其它建设工程的环评价报告等相关文献资料，结合本次野外调查的数据，汇总形成评价区域内维管束植物多样性目录。

（3）植被类型的划分

评价区内植被类型的划分按照《中国植被》分类系统，参考《四川植被》的划分方法，进行植被类型的划分，包括植物型组、植被型、群系组和群系（相当于群落类型）四个层次。将建群种生活型相近、群落的外貌形态相似的植物群落归为植被型组；第二级为植被型，将建群种生活型相同或近似，对温度、水分条件生态关系一致的植物群落归为植被型，同一植被型具有相似的区系组成、结构、形态外貌、生态特点、及动态演变历史；第三级为群系组，在植被型内根据建群种的亲缘关系（同属或者相近属），生活型或生境近似划分群系组；第四级为群系，将建群种或共建群种相同的植物群落的联合为群系。本次评价主要是根据样方调查数据分析的基础上，按照上述原则逐级划分评价区内的植被类型，直至群系（相当于群落类型）水平。

（4）生物量调查

典型群落调查的同时，对乔木、灌木、草本各层生物量进行调查。乔木层生物量通过分种实测不同径级树种的高、径以及各器官生物量，建立不同树种生物量估算模型，推算群落乔木层的生物量。灌木层生物量计算采用类比法，以每株灌木满 1 m 高按 1 kg 作为基本值推算，对丛生灌木，株数按一半计算。草本层生物量根据乔木层生物量（如果没有乔木层，则根据灌木层生物量）总量乘以 0.0052 计算。

（5）陆生动物调查

项目评价区动物的野外研究方法主要包括野外观察和识别、动物野外采集和数量统计、样线法和样方进行调查。根据实地调查结果、并结合资料查阅、检索和整理确定物种组成。

（6）景观调查

景观生态环境调查主要是从大尺度上对项目区域进行环境监测与调查。通过野外对景观要素的形状、大小、密度以及连接情况计算景观指数（破碎度指数、斑块形状指数、分离指数、多样性指数等），结合空间统计方法，采用空间分析，波谱分析等方法来描述景观在空间结构上的变化情况，景观格局的野外调查主要是结合地理信息系统的空间分布，现场核实、记录廊道、斑块的空间信息等。归并各类森林群落、灌丛群落、草地群落。

7.3.2 内业分析

将野外调查的样方调查等数据资料录入相应的 Excel 数据库，按照相关算法计算典型样地生物多样性指数、生物量和生态系统生物生产力等；开展评价区维管植物科

属种统计；按照李锡文划分的世界种子植物科的分布型和吴征镒对中国种子植物属所划分的分布区类型，对评价区内种子植物的科属地理分布类型进行分析整理；按照景观生态学的相关方法，计算各类生态系统的面积和斑块数、景观类型优势度值等。

查阅标本馆中有关评价区内珍稀濒危保护动植物的标本，并整理有分布的动植物种类、分布范围和生境（栖息地）等资料；查阅《四川植物志》、《中国药用植物志》、《四川油脂植物》等相关资料，整理评价区内的重要野生资源植物分布情况。

7.4 生态环境现状调查及评价

7.4.1 生态功能定位

7.4.1.1 评价区在全国生态功能区划中定位

评价区在《全国生态功能区划（修编版）》（2015）中被划入 **I-03-土壤保持功能区**，**I-03-14 川滇干热河谷土壤保持功能区**、**I-03-15 川西南山地土壤保持功能区**。

区域受地形影响，发育了以干热河谷稀树灌草丛为基带的山地生态系统。河谷区生态脆弱，水土流失敏感性程度高。

主要生态问题：河谷区植被破坏严重，生态系统保水保土功能弱，地表干旱缺水问题突出、土壤坡面侵蚀和沟蚀严重、崩塌和滑坡及泥石流灾害频发、侵蚀产沙量大，给金沙江乃至三峡工程带来较大危害。

生态保护主要措施：继续实施退耕还林还草；对已遭受破坏的生态系统，实施生态恢复与建设工程；在立地条件差的干热河谷区，坚持自然恢复，采取先草灌后林木的修复模式；改变落后粗放的生产经营方式，大力发展具有地方特色和优势资源的开发，合理布局和发展草地畜牧业和林果业，以此带动区域经济的增长。

7.4.1.2 评价区在四川省生态功能区划中定位

依据《四川省生态功能区划》，评价区属于**川西南山地亚热带半湿润气候生态区（II）-金沙江下游干热河谷稀树—灌丛—草地生态亚区（II-3）-金沙江下游资源开发与土壤保持生态功能区（II-3-1）**。本功能区在四川西南部金沙江下游沿岸，涉及凉山州和攀枝花市 11 个县级行政区，面积 1.69 万平方公里。本区沿金沙江分布，地貌以山地和河谷为主。年均气温 21°C ， $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 活动积温 $6400-7400^{\circ}\text{C}$ ，年降水量 750-1100 毫米，92% 的降水集中在 6-10 月，年蒸发量为降水量的 3 倍。森林植被类型主要为亚热带松栎混交林和暖温带阔叶栎林及稀树-灌丛-草地。矿产资源和水能资源富集，钒钛储量世界第一，是我国重要的水能、新材料和钢铁基地。

生态保护和发展的方向是发挥区域中心城市辐射作用，优化人居环境和投资环境。

恢复与保护植被，巩固长江上游防护林建设、天然林保护和退耕还林成果。防治地质灾害和水土流失，防止有害生物入侵。发展旅游业。改善能源结构，因地制宜发展清洁能源，鼓励利用太阳能资源。建设水电、钒钛新材料、特种钢、稀土有色金属工业基地和特色农产品生产加工基地，防止资源开发对环境的破坏、污染和不利影响，减少入江泥沙量，防治农业面源污染，严格控制水环境污染、大气环境污染。禁止在金沙江沿岸无序开垦荒坡荒地。

7.4.2 评价区生态系统现状调查

评价区总面积 4315.2hm²，海拔范围 2200~2850m。地形复杂，地貌以中山山原、侵蚀堆积地貌为主。区内生态系统类型主要有森林生态系统、灌草丛生态系统、农业生态系统、道路生态系统、人工聚落生态系统 5 大类。

7.4.2.1 自然生态系统

(1) 森林生态系统

评价区的森林生态系统主要有亚热带常绿针叶林、亚热带阔叶林，代表性物种为云南松、桦木、高山栲等。云南松主要分布在海拔较高的地区，云南松林在评价区分布面积较广，主要分布在阴坡或半阴坡，云南松通常以纯林出现，该群落外貌深黑色，结构简单，层次明显。

森林生态系统主要动物种类有山斑鸠、大杜鹃、小杜鹃、大斑啄木鸟、高山旋木雀、小云雀、岩燕、大嘴乌鸦、白鹡鸰、棕背伯劳、灰背伯劳、野猪、豹猫、豪猪等。

森林生态系统是评价区较为主要的生态类型，也是生产力较大的系统，拟建项目沿线植被较好，森林生态系统在评价区分布较为广泛，其生物多样性丰富，生态功能突出，为野生动物提供了良好的觅食、栖息条件。森林生态系统是地球生命系统的重要结构和功能单元，除了为众多的动物提供栖息地外，其生态服务功能还体现于生态系统和生态过程所形成的有利于生物生存和发展的生态环境条件与效用。包括水源涵养、调节气候、固碳释氧、水土保持、维持生物多样性等诸多方面。

(2) 灌草丛生态系统

灌丛生态系统是指植物群落以灌木占优势所组成的类型。群落高度一般均在 5m 以下，盖度大于 30%，建群种多为簇生的灌木类型，具有一个较为郁闭的植被；草地生态系统是亚高山和高寒地区常见生态系统类型。灌草丛生态系统在评价区有腋花杜鹃灌丛、地盘松灌丛、矮高山栎灌丛、蔷薇、栒子灌丛、扭黄茅草丛、珠牙蓼草甸，群落中常见有蔷薇、悬钩子、栒子、白刺花、羊蹄甲、木蓝等山地灌丛，以及扭黄茅、

白茅草丛等禾草草丛。

灌草丛生态系统中动物种类主要有华西蟾蜍、昭觉林蛙、昭觉泛树蛙、白条锦蛇、草绿攀蜥、双斑锦蛇、小云雀、棕胸岩鹛、山麻雀、雉鸡、草兔、大绒鼠、大耳姬鼠、岩松鼠等。

灌丛是地球陆地生态系统的主体之一，与森林一样，它也能通过光合作用，吸收、固定最主要的温室气体二氧化碳，将其存储在灌木的生物量中，并释放出氧气。灌丛生态系统的植被能够通过吸收污染物而净化空气和水等。而草地生态系统具有防风、固沙、保土、调节气候、净化空气、涵养水源等生态功能。草地生态系统是自然生态系统的重要组成部分，对维系生态平衡、地区经济、人文历史具有重要地理价值。

7.4.2.2 人工生态系统

评价区域内人工生态系统主要为农业生态系统、道路生态系统、人工聚落生态系统。在该生态系统动物种类主要有家燕、麻雀、乌梢蛇、褐家鼠等。

(1) 农业生态系统

农业生态系统是人工建立、经营的生态系统，其主要特点是人的作用非常关键。农田中的动植物种类较少，群落的结构单一。人们必须不断地从事播种、施肥、灌溉、除草和治虫等，才能够使农业生态系统朝着对人有益的方向发展。因此，可以说农业生态系统是受人工控制的生态系统，人的管理作用消失，农业生态系统就会很快退化；占优势地位的作物就会被杂草和其他植物所取代。

农业生态系统在评价内广泛分布，土地利用类型多样，栽培作物主要有小麦、玉米、马铃薯等，经济作物以核桃树、花椒树、烟叶等经济林木为主，靠近村庄地势平坦的地段，主要由人为管理、施肥等措施，提高产量。农业生态系统与其他生态系统的物质和能量交流不多，是一个相对孤立的系统。

(2) 道路生态系统

道路生态系统的定义是一个由道路及其附近环境复合而成的，是集物质循环与生态进化及其共同的自然环境和人工环境于一体的复杂系统。该系统属人工影响为主的区域，系人工形成的景观。道路生态系统自身的高连通性是建立在对其他生态系统切割、阻隔的基础之上的。

(3) 人工聚落生态系统

该生态系统是按人类的意愿建立的一种典型的人工生态系统，在重点评价区主要为居民建筑物。其主要特征是：以人为核心，对外部的强烈依赖性和密集的人流、

物流、能流、信息流、资金流等。人工聚落生态系统是当地居民与其环境相互作用而形成的统一整体，也是人类对自然环境的适应、加工、改造而建设起来的特殊的人工生态系统。

7.4.3 评价区陆生植物资源现状调查

项目组于 2019 年 10 月对影响评价区进行实地调查。

7.4.3.1 样线选取

采用线路调查与样地调查的方式进行，即在调查范围内沿道路和工程施工的主要影响区域选择具有代表性的线路进行调查，沿途记载植物种类、观察生境、目测多度等；对集中分布的植物群落进行样地调查。本项目样线设置主要以输电线路为主线，然后向四周分散设置支线。

7.4.3.2 植物样地调查

实地调查采取样线调查与样地调查相结合的方法，确定调查区域的植物种类、植被类型。

(1) 样地设置

植被调查取样的目的是通过样地的研究准确地推测评价区植被的总体，所选取的样地具有代表性，能通过尽可能少的抽样获得较为准确的有关总体的特征。本次评价区共设置 4 个样地，每个样地设置灌木、草本调查样方。乔、灌木调查面积为 100m²（10m×10m），草本调查面积为 1m²（1m×1m），记录样地内的所有植物种类，并利用 GPS 确定样地位置。建设区样地分布点见表 7-1。

表 7-1 植物群落样方调查表

样方号	海拔	经度	纬度	植被类型
1	2510.68	102° 44' 10"	27° 53' 46"	云南松林
2	2713.45	102° 45' 18"	27° 52' 41"	高山栲
3	2633.55	102° 45' 23"	27° 50' 5"	地盘松灌丛
4	2436.32	102° 45' 38"	27° 48' 32"	杜鹃灌丛

(2) 样地调查内容

在样方调查中，主要调查样地内乔木（胸径大于 4cm，枝下高大于 1.2m）的种名、个体数、胸径、树高、林冠郁闭度；灌木层主要是灌木种名、总盖度以及个体数（含乔木树种的幼树幼苗）。同时在每个样地四角及中央分别设置 1 个 1m²（1m×1m）的小样地对草本植物株数及总盖度进行调查。

(3) 样地调查结果

表 7-2 云南松林样地表

植被类型：云南松林				样方号：1		样方面积： 10m*10m	
102° 44′ 10″				纬度：27° 53′ 46″		海拔(m): 2510.68	
调查人：杨肖宇、朱俊玮				调查日期：2019 年 10 月 10 号			
种号	中文名	拉丁名	物候期	株（丛） 数	平均高度 /m	盖度 /%	生活力
1	云南松	Pinus yunnanensis	营养期	28	12	65	优
2	华山松	Pinus armandii Franch.	营养期	15	2	30	良
3	峨眉蔷薇	Rosa omeiensis Rolfe	营养期	5	1.5	10	良
4	夏枯草	Prunella vulgaris L	营养期	11	0.3	5	良
5	火绒草	Leontopodium leontopodioides	营养期	12	0.2	4	中
6	乌蕨	Odontosoria chinensi s	营养期	9	0.3	3	中
7	瓦韦	Lepisorus thunbergianus (Kaulf)	营养期	11	0.3	3	良
8	肾蕨	Nephrolepis auriculata	营养期	6	0.3	1	中

表 7-3 高山栲林样地表

植被类型：高山栲				样方号：3		样方面积： 10m*10m	
经度：102° 45′ 18″				纬度：27° 52′ 41″		海拔(m)：2713.45	
调查人：杨肖宇、朱俊玮				调查日期：2019 年 10 月 10 号			
种号	中文名	拉丁名	物候期	株（丛） 数	平均高度 /m	盖度 /%	生活力
1	高山栲	Castanopsis delavayi Franch.	营养期	15	14	70	优
2	香薷	Elsholtzia ciliata (Thunb.) Hyland.	营养期	7	6	10	良
3	葛藤	Argyreia seguinii (Levl.) Van. ex Levl	营养期	6	1.5	10	良
4	紫茎泽兰	Eupatorium adenophora Spreng	营养期	8	1.5	10	良
5	乌韭	Stenolomachus an um (Linn.) Ching	营养期	22	0.3	15	良
6	针茅	Stipa capillata	营养期	23	0.3	10	中
7	木蓝	Indigofera tinctoria Linn	营养期	19	0.3	10	中

表 7-4 地盘松灌丛样地表

植被类型：地盘松灌丛	样方号：4	样方面积：5m*5m
经度：102° 45′ 23″	纬度：27° 50′ 5″	海拔（m）：2633.55
调查人：杨肖宇、朱俊玮	调查日期：2019 年 10 月 10 号	

种号	中文名	拉丁名	物候期	株（丛）数	平均高度/m	盖度/%	生活力
1	地盘松	<i>Pinus yunnanensis pygmaea</i>	营养期	10	1.0	40	优
2	金丝桃	<i>Hypericum monogynum</i> L.	营养期	6	1.0	30	良
3	玉簪	<i>Hosta plantaginea</i> (Lam.) Aschers.	营养期	8	1.2	20	中
4	扭黄茅	<i>Heteropogon contortus</i>	营养期	30	0.3	15	中
5	凉山杜鹃	<i>Rhododendron huianum</i> Fang	营养期	22	0.3	15	良
6	野草莓	<i>Fragaria vesca</i>	营养期	19	0.3	15	良
7	火绒草	<i>Leontopodium leontopodioides</i>	营养期	21	0.3	10	中
8	凤尾蕨	<i>Pteris cretica</i> L. var. <i>nervosa</i>	营养期	9	0.4	5	中

表 7-5 杜鹃灌丛样地表

植被类型：杜鹃灌丛				样方号：5		样方面积：1m*1m	
经度：102° 45′ 38″				纬度：27° 48′ 32″		海拔(m)：2436.32	
调查人：杨肖宇、朱俊玮				调查日期：2019 年 10 月 10 号			
种号	中文名	拉丁名	物候期	株（丛）数	平均高度 /m	盖度 /%	生活力
1	凉山杜鹃	<i>Rhododendron huianum</i> Fang	营养期	31	0.3	60	优
2	火绒草	<i>Leontopodium leontopodioides</i>	营养期	15	0.3	5	良
3	高山柳	<i>Salix cupularis</i>	营养期	18	0.3	10	中
4	箭竹	<i>Fargesia spathacea</i> Franch)	营养期	20	0.4	7	中
5	莎草	<i>Cyperus rotundus</i> L.	营养期	11	0.3	5	中

(4) 样地评价

样方 1 植被群落属于云南松林，云南松为优势种，层盖度为 65%以上，树高平均 12m，胸径平均 18cm；灌木层多为喜阴耐旱种类，盖度 30%左右，主要种类为高山松、华山松和峨眉蔷薇等；草本层常见夏枯草、火绒草、野草莓、乌蕨。

样方 2 植被群落属于高山栲，灌木层主要有香薷、葛藤，盖度为 60%，草本层有紫茎泽兰、乌韭、苔草、木蓝等。

样方 3 植被群落属于地盘松灌丛，此群落外貌绿色，丛冠整齐，生长紧密，结构简单，灌丛内有金丝桃、玉簪、扭黄茅、小叶栒子、凉山杜鹃、茅叶杜鹃、金丝桃、匍匐荀子。草本有野草莓、火绒草、龙牙菜、凤尾蕨、青茅等。

样方 4 植被群落属于杜鹃灌丛，此群落结构较简单，丛冠整齐，色泽单调，凉山杜鹃灌丛内有毛瑞杜鹃、莎草、龙牙草、火绒草、紫茎泽兰、野草莓、知风草等植物种，

灌木平均盖度为 45~50%。在多鳞杜鹃灌丛中有凉山杜鹃、高山柳、箭竹、莎草、龙牙草、火绒草、野草莓、知风草等。

7.4.3.3 植物多样性与区系

(1) 维管束植物组成

根据调查与资料分析，评价区域共有维管束植物有 32 目 58 科 112 属 131 种：其中蕨类植物共有 4 目 9 科 9 属 9 种，占总科数的 15.51%，总属数的 8.03%，总种数的 6.87%；裸子植物 1 目 2 科 2 属 3 种，占评价区域总科数的 3.44%，总属数的 1.78%，总种数的 2.29%；被子植物物种数最多，共有 27 目 47 科 101 属 119 种，占评价区域总科数的 81.03%，总属数的 90.19%，总种数的 90.84%。具体见表 7-6。

评价区植物名录见表 7-7。

表 7-6 评价区维管植物科属种统计表

门类		科数	所占比例 (%)	属数	所占比例 (%)	种数	所占比例 (%)
蕨类植物		9	15.51	9	8.03	9	6.87
种子植物	裸子植物	2	3.44	2	1.78	3	2.29
	被子植物	47	81.03	101	90.19	119	90.84
合计		58	100	112	100	131	100

表 7-7 评价区植被名录

序号	门	目	科	属	中文	拉丁学名	来源
1	蕨类植物 门 PTERIDOPHYTES	石松目 Lycopodiales	石松科 Lycopodiaceae	石松属 Lycopodium	石松	<i>Lycopodium japonicum</i> Thunb.	调查
2		卷柏目 Selaginella	卷柏科 Selaginellaceae	卷柏属 Selaginella	薄叶卷柏	<i>Lycopodioides delicatula</i> (Desv.) li. S. Kung com. nov. <i>Lycopodium delicatulum</i> Desv	调查
3		木贼目 Equisetales	木贼科 Equisetaceae	木贼属 Equisetum	木贼	<i>Equisetum hyemale</i> L	调查
4		真蕨目 Eufilicales	里白科 Gleicheniaceae	芒萁属 Dicranopteris	铁芒萁	<i>Dicranopteris linearis</i> (Burm.) Underw.	调查
5			车前蕨科 Antrophyaceae	车前蕨属 Antrophyum	长柄车前蕨	<i>Autrophyum obovatum</i> Baker	调查
6			凤尾蕨科 Pteridaceae	凤尾蕨属 Pteris	凤尾蕨	<i>Pteris nervosa</i> Thunb	资料
7			铁角蕨科 Aspleniaceae	铁角蕨属 Asplenium	铁角蕨	<i>Asplenium trichomanes</i> L.	调查
8			蕨科 Pteridiaceae	蕨属 Pteridium	蕨	<i>Pteridium aquilinum</i> L. Kuhn	调查

序号	门	目	科	属	中文	拉丁学名	来源
						<i>var. latiusculum(Desv)</i> <i>Underw</i>	
9			中国蕨科 Sinopteridaceae	粉背蕨属 Aleuritopteris	银粉背蕨	<i>Aleuritopteris argentea (Gmel.) Fee</i>	调查
10			鳞始(陵齿)蕨科 Lindsaeaceae	乌蕨属 Stenoloma	乌蕨	<i>Stenoloma chusana L</i>	资料
11	裸子植物门 GYMNOSPERMAE	松杉目 Pinales	松科 Pinaceae	松属 Pinus	云南松	<i>Pinus yunnanensis</i>	调查
12					高山松	<i>Pinus densata</i>	调查
13					地盘松	<i>Pinus yunnanensis pygmaea</i>	调查
14			柏科 Cupressaceae	柏木属 Cupressus	柏木	<i>Cupressus funebris</i>	调查
15				圆柏属 Sabina	香柏	<i>Sabina pingii</i> <i>var. wilsonii</i>	调查
16	被子植物门 ANGIOSPERMAE	蓼目 Polygonales	蓼科 Polygonaceae	蓼属 Polygonum	毛蓼	<i>Polygonum barnatum L.</i>	调查
17				酸模属 Rumex	酸模	<i>Rumex acetosa L.</i>	调查
18				虎杖属 Reynoutria	虎杖	<i>Reynoutria japonica Houtt.</i>	调查
19		车前目 Plantaginales	车前科 Plantaginaceae	车前属 Plantago	车前	<i>Plantago asiatica L.</i>	调查
20		毛茛目 Ranales	毛茛科 Ranunculaceae	银莲花属 Anemone	银莲花	<i>Anemone cathayensis Kitag.</i>	调查
21				铁线莲属 Clematis	铁线莲	<i>Clematis florida Thunb</i>	调查
22				毛茛属 Ranunculus	毛茛	<i>Ranunculus japonicus Thunb</i>	调查
23				唐松草属 Thalictrum	唐松草	<i>Thalictrum aquilegifolium</i>	调查
24			樟科 Lauraceae	山胡椒属 Lindera	四川山胡椒	<i>Lindera setchuensis Gamble</i>	调查
25				木姜子属 Litsea	杨叶木姜子	<i>Litsea populifolia</i>	调查
26				润楠属 Machilus	润楠	<i>Machilus pingii Cheng ex Yang</i>	调查
27			小檗科 Berberidaceae	小檗属 Berberis	四川小檗	<i>Berberis sichuanica Ying</i>	调查
28		锦葵目 Malvales	锦葵科 Hibiscaceae	木槿属 Hibiscus	木槿	<i>Hibiscus syriacus</i>	调查

序号	门	目	科	属	中文	拉丁学名	来源
29			梧桐科 Sterculiaceae	梧桐属 Firmiana	梧桐	<i>Firmiana platanifolia</i> (L. f.) Marsili	资料
30		荨麻目 Urticales	桑科 Moraceae	构属 Broussonetia	构树	<i>Broussonetia papyrifera</i> (L.) L' Hert. ex Vent	调查
31				桑属 <i>Morus</i>	桑	<i>Morus alba</i> L.	资料
32				榕属 Ficus	小叶榕	<i>Ficus microcarpa</i> L. f.	调查
33			荨麻科 Urticaceae	水麻属 Debregeasia	水麻	<i>Debregeasia orientalis</i> C. J. Chen (<i>Debtegeasia deulis</i> auct. non (Sieb. et Zucc.) Wedd.)	调查
34		山毛榉目 Fagales	壳斗科 Fagaceae	锥属 Castanopsis	高山栲	<i>Castanopsis delavayi</i>	资料
35				青冈属 Cyclobalanopsis	黄毛青冈	<i>Cyclobalanopsis delavayi</i>	调查
36				柯属 Lithocarpus	多变石栎	<i>Lithocarpus variolosus</i>	资料
37				栎属 Quercus	栓皮栎	<i>Quercus variabilis</i>	调查
38					麻栎	<i>Quercus acutissima</i> Carr.	调查
39					槲栎	<i>Quercus aliena</i> Blume.	调查
40					川滇高山栎	<i>Quercus aquifolioides</i> Rehd. et Wils.	调查
41					铁橡栎	<i>Quercus cocciferoides</i> Hand. -Mazz.	调查
42			桦木科 Betulaceae	桦木属 Betula	亮叶桦	<i>Betula luminifera</i>	资料
43					白桦	<i>Betula platyphylla</i> Suk.	调查
44		侧膜胎座目 Parietales	山茶科 Theaceae	山茶属 Camellia	山茶	<i>Camellia japonica</i> . L.	调查
45			大风子科 Flacourtiaceae	柞木属 Xylosma	柞木	<i>Xylosma racemosum</i> (Sieb. et Zucc.) Miq.	调查
46		无患子目 Sapindales	冬青科 Aquifoliaceae	冬青属 Ilex	冬青	<i>Ilex purpurea</i> Hassk	调查
47					齿叶冬青	<i>Llex crenata</i> Thunb.	调查
48			马桑科 Coriariaceae	马桑属 Coriaria	马桑	<i>Coriaria nepalensis</i> Wall	调查
49			漆树科 Anacardiaceae	黄连木属 Pistacia	清香木	<i>Pistacia weinmannifolia</i> J. Pois	调查

序号	门	目	科	属	中文	拉丁学名	来源
						<i>ex Franch.</i>	
50					黄连木	<i>Pistacia chinensis</i>	调查
51				漆属 Toxicodendron	漆树	<i>Toxicodendron verniciflum (Stokes) F. A. Barkley</i>	调查
52			黄杨科 Buxaceae	黄杨属 Buxus	黄杨	<i>Buxus microphylla Sieb. et Zucc. subsp. sinica (Rehd. et Wils.) Hatusima</i>	调查
53		杨柳目 Salicales	杨柳科 Salicaceae	杨属 Populus	青杨	<i>Populus cathayana Rehd.</i>	资料
54					川杨	<i>Populus szechuanica Schneid.</i>	调查
55				柳属 Salix	曲毛柳	<i>Salix plocotricha Schneid.</i>	资料
56		禾本目 Graminales	禾本科 Gramineae	扭黄茅属 Heteropogon	扭黄茅	<i>Heteropogon contortus</i>	调查
57				白茅属 Imperata	白茅	<i>Imperata cylindrica (L.) Beauv.</i>	调查
58				须芒草属 Andropogon	须芒草	<i>Andropogon yunnanensis Hack.</i>	调查
59				香茅属 Cymbopogon	芸香草	<i>Cymbopogon distans (Nees) Wats.</i>	调查
60				野青茅属 Deyeuxia	糙野青茅	<i>Deyeuxia scabrescens (Griseb.) Munro ex Duthie</i>	调查
61				蔗茅属 Erianthus	滇蔗茅	<i>Erianthus rockii</i>	调查
62				野古草属 Arundinella	野古草	<i>Arundinella hirta (Thunb.) Tanaka</i>	调查
63				早熟禾属 Poa	四川早熟禾	<i>Poa Szechuensis Rendle</i>	调查
64				狗尾草属 Setaria	狗尾草	<i>Setaria viridis (L.) Beauv</i>	调查
65				玉蜀黍属 Zea	玉蜀黍	<i>Zea mays L.</i>	调查
66				小麦属 Triticum	普通小麦	<i>Triticum aestivum L.</i>	调查
67				箭竹属 Fargesia	箭竹	<i>Fargesia spathacea Franch.</i>	调查
68		莎草目 Cyperales	莎草科 Cyperaceae	嵩草属 Kobresia	嵩草	<i>Kobresia bellardii (All.) Beg.</i>	调查
69				扁穗草属 Blysmus	华扁穗草	<i>Blysmus sinocompressus Tang et Wang</i>	资料
70				藁草属 Carex	苔草	<i>Carex spp.</i>	调查

序号	门	目	科	属	中文	拉丁学名	来源
71		胡桃目 Juglandales	胡桃科 Guglandaceae	胡桃属 Juglans	胡桃	<i>Juglans regia L.</i>	调查
72				化香树属 Platycarya	化香树	<i>Platycarya strobilacea Sieb. et Zucc.</i>	调查
73		芸香目 Rutales	芸香科 Rutaceae	花椒属 Zanthoxylum	花椒	<i>Zanthoxylum bungeanum Maxim.</i>	调查
74			楝科 Meliaceae	楝属 Melia	川楝	<i>Melia toosemdan Sieb. et Zucc.</i>	资料
75				香椿属 Toona	香椿	<i>Toona sinensis (A. Juss) Roem</i>	调查
76		伞形目 Umbelliflorae	伞形科 Umbelliferae	窃衣属 Torilis	窃衣	<i>Torilis scabra</i>	调查
77			五加科 Aaliaceae	五加属 Acanthopanax	刺五加	<i>Acanthopanax senticosus (Rupr. et Maxim.) Harms</i>	调查
78		中央种子目 Centrospermae	藜科 Chenopodiaceae	藜属 Chenopodium	细穗藜	<i>Chenopodium gracilispicum Kung</i>	调查
79			石竹科 Caryophyllaceae	漆姑草属 Sagina	漆姑草	<i>Sagina japonica</i>	资料
80		茜草目 Rubiales	忍冬科 Caprifoliaceae	忍冬属 Lonicera	四川忍冬	<i>Lonicera szechuanica Betal.</i>	调查
81				接骨木属 Sambucus	接骨草	<i>Sambucus chinensis Lindl.</i>	调查
82				荚蒾属 Viburnum	烟管荚蒾	<i>Viburnum utile</i>	调查
83			茜草科 Rubiaceae	拉拉藤属 Galium	拉拉藤	<i>Galium aparine Linn. var. echinospermum (Wallr.) Cuf.</i>	调查
84					猪殃殃	<i>Galium aparine Linn. var. tenerum</i>	调查
85			川续断科 Dipsacaceae	川续断属 Dipsacus	川续断	<i>Dipsacus asperoides</i>	资料
86		管状花目 Tubiflorae	茄科 Solanaceae	烟草属 Nicotiana	烟草	<i>Nicotiana tabacum L.</i>	调查
87			马鞭草科 Verbenaceae	马鞭草属 Verbena	马鞭草	<i>Verbena officinalis L.</i>	调查
88			玄参科 Scrophulariaceae	马先蒿属 Pedicularis	穗花马先蒿	<i>Pedicularis spicata</i>	调查
89			唇形科 Labiatae	益母草属 Leonurus	益母草	<i>Leonurus artemisia</i>	调查
90				夏枯草属 Prunella	夏枯草	<i>Prunella vulgaris</i>	调查

序号	门	目	科	属	中文	拉丁学名	来源
91			旋花科 Convolvulaceae	马蹄金属 Dichondra	马蹄金	<i>Dichondra repens</i>	资料
92		桔梗目 Campanulales	菊科 Compositae	蒿属 Artemisia	臭蒿	<i>Artemisia hedinii</i> <i>Ostenf. et Pauls.</i>	调查
93					萎蒿	<i>Artemisia selengensis</i>	调查
94				豚草属 Ambrosia	豚草	<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	调查
95				蒲公英属 Taraxacum	蒲公英	<i>Taraxacum mongolicum</i>	调查
96				菊属 Dendranthema	野菊	<i>Dendranthema indicum</i> (L.) Des Moul.	调查
97				千里光属 Senecio	千里光	<i>Senecio scandens</i> Buch. - Ham. ex D. Don	调查
98				鬼针草属 Bidens	鬼针草	<i>Bidens pilosa</i> L.	调查
99				香青属 Anaphalis	香青	<i>Anaphalis sinica</i> Hance	调查
100				米口袋属 Gueldenstaedtia	米口袋	<i>Gueldenstaedtia verna</i>	资料
101				假藿香蓟属 Ageratina	破坏草	<i>Eupatorium adenophora</i>	调查
102		蔷薇目 Rosales	蔷薇科 Rosaceae	蔷薇属 Rosa	小果蔷薇	<i>Rosa cymosa</i> Tratt.	调查
103					扁刺峨眉蔷薇	<i>Rosa omeiensis</i> f	调查
104				悬钩子属 Rubus	西南悬钩子	<i>Rubus assamensis</i>	资料
105					凉山悬钩子	<i>Rubus fockeanus</i> Kurz	调查
106					川莓(四川悬钩子)	<i>Rubus setchuenensis</i> Bureau et Franch.	调查
107					高粱泡	<i>Rubus lambertianus</i> Ser.	调查
108				栒子属 Cotoneaster	平枝栒子	<i>Cotoneaster horizontalis</i>	调查
109					西南栒子	<i>Cotoneaster franchetii</i>	调查
110					麻核栒子	<i>Cotoneaster foveolatus</i>	资料
111				火棘属 Pyracantha	火棘	<i>Pyracantha fortuneana</i> (Maxim.) Li	调查
112				花楸属	四川花	<i>Sorbus setschwanensis</i>	调查

序号	门	目	科	属	中文	拉丁学名	来源
				Sorbus	楸	<i>(Schneid.) Koehne</i>	
113				委陵菜属 <i>Potentilla</i>	委陵菜	<i>Potentilla chinensis</i>	调查
114				草莓属 <i>Fragaria</i>	野草莓	<i>Fragaria vesca</i>	调查
115			虎耳草科 Saxifragaceae	茶藨子属 Ribes	四川茶藨子	<i>Ribes setchuense Jancz.</i>	调查
116				虎耳草属 Saxifraga	虎耳草	<i>Saxifraga stolonifera Curt.</i>	调查
117			豆科 Leguminosae	槐属 Sophora	白刺花	<i>Sophora davidii (Franch.) Skeels.</i>	调查
118				羊蹄甲属 Bauhinia	羊蹄甲	<i>Bauhinia purpurea L.</i>	调查
119					小马鞍羊蹄甲	<i>Bauhinia faberi</i>	资料
120				木蓝属 Indigofera	大花木蓝	<i>Indigofera wisonii Craib</i>	调查
121					四川木蓝	<i>Indigofera szechuenensis Graib</i>	调查
122				绣线菊属 Spiraea	绣线菊	<i>Spiraea salicifolia L.</i>	调查
123				金合欢属 Acacia	金合欢	<i>Acacia farnesiana (L.) Willd.</i>	调查
124				大豆属 Glycine	大豆	<i>Glycine max (Linn.) Merr.</i>	调查
125		报春花目 Primulales	紫金牛科 Myrsinaceae	铁仔属 Myrsine	铁仔	<i>Myrsine africana Linn.</i>	资料
126		大戟目 Euphorbiales	大戟科 Euphorbiaceae	算盘子属 Glochidion	算盘子	<i>Glochidion puberum (L.) Hutch.</i>	调查
127		杜鹃花目 Ericales	杜鹃花科 Ericaceae	杜鹃属 Rhododendron	杜鹃	<i>Rhododendron simsii</i>	调查
128					四川杜鹃	<i>Rhododendron sutchunense Franch.</i>	调查
129		仙人掌目 Opuntiales	仙人掌科 Cactaceae	仙人掌属 Opuntia	仙人掌	<i>Opuntia dillenii</i>	调查
130		鼠李目 Rhamnales	鼠李科 Rhamnaceae	猫乳属 Rhamnella	猫乳	<i>Rhamnella franguloides</i>	调查
131		管状花目 Tubiflorae	唇形科 Labiatae	香茶菜属 Rabdosia	香茶菜	<i>Isodon amethystoides</i>	调查

(2) 种子植物区系成分分析

植物区系是在长期的地质历史过程中形成的,是植物群体及其周围的自然地理环境,特别是在自然历史条件的综合作用下长期演化的结果。通过植物区系成分的统计分

析，可掌握该区域植物区系的组成和占优势科、属植物的组成，并通过与全世界、全国及周边区域植物区系成分的比较，明确该区域植物区系在全国植物区系中的特定地位。

在植物分类学上，属的形态特征相对稳定，并占有比较稳定的分布区；在演化过程中，随环境条件的变化而产生分化，表现出明显的地区性差异。同时，每一个属所包含的种常具有同一起源和相似的进化趋势。所以属比科更能反映植物系统发育过程中的进化与分化情况和地区特征。

根据吴征镒关于中国种子植物属的分布区类型划分的原则，可以将评价区的植物属分成个分布类型。其成分所占比例见表 7-8。

表 7-8 种子植物属的分布区类型

分布区类型	属数	占总属数%
1 世界分布	27	24.11
2 泛热带分布及其变型	19	16.96
3 热带亚洲至热带大洋洲	2	1.79
4 热带亚洲至热带非洲	3	2.68
5 热带亚洲和热带美洲间断分布	3	2.68
6 热带亚洲分布及其变型	6	5.36
7 旧世界热带分布及其变型	2	1.79
8 北温带分布及其变型	36	32.14
9 东亚和北美洲间断分布及其变型	2	1.79
10 东亚	6	5.36
11 地中海、西亚至中亚分布	1	0.89
12 旧世界温带分布及其变型	5	4.46%
合计	112	100

分布区内的属可划分为 12 个类型：

世界分布有 27 属：石松属(Lycopodium)、卷柏属(Selaginella)、铁角蕨属(Asplenium)、蕨属(Pteridium)、粉背蕨属(Aleuritopteris)、蓼属(Polygonum)、酸模属(Rumex)、虎杖属(Reynoutria)、车前属(Plantago)、银莲花属(Anemone)、铁线莲属(Clematis)、毛茛属(Ranunculus)、唐松草属(Thalictrum)、早熟禾属(Poa)、玉蜀黍属(Zea)、小麦属(Triticum)、窃衣属(Torilis)、藜属(Chenopodium)、拉拉藤属(Galium)、烟草属(Nicotiana)、千里光属(Senecio)、米口袋属(Gueldenstaedtia)、悬钩子属(Rubus)、槐属(Sophora)、大豆属(Glycine)、算盘子属(Glochidion)、碎米荠属(Cardamine)。

泛热带分布及其变型有 19 属：凤尾蕨属(*Pteris*)、芒萁属 (*Dicranopteris*)、车前蕨属(*Antrophyum*)、乌蕨属(*Stenoloma*)、木槿属(*Hibiscus*)、榕属(*Ficus*)、柞木属(*Xylosma*)、冬青属 (*Ilex*)、扭黄茅属 (*Heteropogon*)、白茅属 (*Imperata*)、香茅属 (*Cymbopogon*)、狗尾草属(*Setaria*)、花椒属(*Zanthoxylum*)、马鞭草属(*Verbena*)、马蹄金属 (*Dichondra*)、羊蹄甲属(*Bauhinia*)、木蓝属(*Indigofera*)、金合欢属(*Acacia*)、马兜铃属(*Aristolochia*)。

热带亚洲至热带大洋洲分布有 2 属：香椿属 (*Toona*)、桉属(*Eucalyptus*)。

热带亚洲至热带非洲分布有 3 属：水麻属(*Debregeasia*)、须芒草属 (*Andropogon*)、铁仔属(*Myrsine*)。

热带亚洲和热带美洲间断分布有 3 属：木姜子属(*Litsea*)、锥属 (*Castanopsis*)、仙人掌属 (*Opuntia*)。

热带亚洲分布及其变型有 6 属：山胡椒属(*Lindera*)、润楠属 (*Machilus*)、构属 (*Broussonetia*)、青冈属(*Cyclobalanopsis*)、山茶属(*Camellia*)、假藿香蓟属(*Ageratina*)。

旧世界热带分布及其变型有 2 属：楝属 (*Melia*)、八角枫属 (*Alangium*)。

北温带分布及其变型有 36 属：木贼属(*Equisetum*)、松属(*Pinus*)、柏木属(*Cupressus*)、圆柏属 (*Sabina*)、小檗属(*Berberis*)、桑属(*Morus*)、柯属 (*Lithocarpus*)、栎属(*Quercus*)、桦木属 (*Betula*)、马桑属 (*Coriaria*)、黄杨属 (*Buxus*)、杨属(*Populus*)、柳属(*Salix*)、野青茅属(*Deyeuxia*)、蔗茅属 (*Eriacanthus*)、薹草属 (*Carex*)、胡桃属(*Juglans*)、漆姑草属(*Sagina*)、忍冬属(*Lonicera*)、接骨木属 (*Sambucus*)、马先蒿属(*Pedicularis*)、夏枯草属(*Prunella*)、蒿属 (*Artemisia*)、豚草属 (*Ambrosia*)、蒲公英属 (*Taraxacum*)、菊属 (*Dendranthema*)、香青属(*Anaphalis*)、蔷薇属(*Rosa*)、花楸属(*Sorbus*)、委陵菜属 (*Potentilla*)、草莓属(*Fragaria*)、茶藨子属 (*Ribes*)、虎耳草属(*Saxifraga*)、绣线菊属 (*Spiraea*)、杜鹃花属(*Rhododendron*)、胡颓子属(*Elaeagnus*)。

东亚和北美洲间断分布及其变型有 2 属：黄连木属 (*Pistacia*)、漆属 (*Toxicodendron*)。

东亚分布有 6 属：梧桐属 (*Firmiana*)、嵩草属 (*Kobresia*)、化香树属 (*Platycarya*)、五加属 (*Acanthopanax*)、猫乳属 (*Rhamnella*)、箭竹属 (*Fargesia*)。

地中海、西亚至中亚分布有 1 属：川续断属 (*Dipsacus*)。

旧世界温带分布及其变型有 5 属：益母草属(*Leonurus*)、栌子属 (*Cotoneaster*)、火棘属 (*Pyracantha*)、香茶菜属(*Isodon*)、柳叶菜属 (*Epilobium*)。

7.4.3.4 评价区植被类型

本项目所在区域位于四川西南部，属于亚热带湿润性季风气候，区内地形地貌受构造控制，地形强烈切割、高差悬殊，形成中山及深切谷地地貌。依据《四川省生态功能区划》，评价区地带性植被类型为亚热带常绿针叶林、常绿阔叶林。本项目所在区域植被分布图见附图 5。

本工程输电线路所经区域主要为山地，林木分布较广，根据四川省植被图可知，该区域主要为自然植被和栽培植被。按照《中国植被》和《四川植被》的分类原则，即植被型、群系和群丛三级分类方法，以及野外调查、整理出的样方和样线资料，对本项目区的自然植被进行分类，区域自然植被类型主要有以下几种：

表 7-9 评价区自然植被类型

植被型	群系纲	群系组	群系
I 阔叶林	(一) 亚热带常绿阔叶林	1. 中山常绿阔叶林	(1) 黄青冈林
			(2) 高山栲林
			(3) 多变石栎林
	(二) 亚热带落叶阔叶林	2. 桦木林	(4) 桦木林
		3. 山杨林	(5) 杨树林
II 针叶林	(三) 亚热带中山常绿针叶林	4. 松林	(6) 云南松林
III 灌丛	(四) 山地灌丛	5 落叶阔叶灌丛	(7) 蔷薇、悬钩子、栒子灌丛
			(8) 白刺花、羊蹄甲、木蓝杂类灌丛
	(五) 亚高山-高山灌丛	6. 落叶阔叶灌丛	(9) 柳灌丛
			(10) 绣线菊灌丛
			(11) 腋花杜鹃灌丛
		7. 常绿阔叶灌丛	(12) 地盘松灌丛
		8. 常绿针叶灌丛	(13) 箭竹灌丛
IV 草丛	(六) 稀树灌木草丛	10. 干热河谷稀树灌木草丛	(14) 余甘子、清香木、木棉稀树灌草丛
	(七) 山地草丛	11. 禾草草丛	(15) 扭黄茅草丛

7.4.3.5 人工植被特征

受地形地貌及区域气候影响，评价区人工植被也有垂直分带的差异。项目区的人工植被主要分布于沿线海拔 2000m 以下的山地、河谷两岸、阶地及村边附近，作物以玉米为主，常见的农作物还有小麦、花生、荞麦、燕麦、马铃薯、向日葵等，常见的经济树种主要有苹果、核桃、花椒树、烟叶等。

7.4.3.6 国家重点保护植物、古树名木和野生资源植物

(1) 国家重点保护植物

通过现场实地调查和查询有关资料，按照中华人民共和国国务院 1999 年 8 月 4 日国函 92 号文(国务院关于《国家重点保护野生植物名录(第一批)》的批复)中所列物

种，本次调查期间没有发现名录中所列各等级国家级保护植物。

(2) 古树名木

本次调查期间没有发现挂牌的名木古树。

野生资源植物：评价区内野生植物资源种类相对较少，有突出的资源优势 and 潜在开发价值的种类不多，且当地群众对这些资源植物的利用仅限于零星的采收或个别利用，没有在他们的经济生活中形成对某类物种的依存关系。这些植物包括：野生观赏、食用植物、药用植物等。

观赏植物：杜鹃（*Rhododendron simsii*）、绣线菊（*Spiraea salicifolia*）、烟管莢蒾（*Viburnum utile*）、扁刺峨眉蔷薇（*Rosa omeiensis*）等

用材植物：桉树（*Eucalyptus robusta*）、柏木（*Cupressus funebris*）、云南松（*Pinus yunnanensis*）等

野生药用植物：川续断（*Dipsacus asperoides*）、刺五加（*Acanthopanax senticosus*）、黄连木（*Pistacia chinensis*）、益母草（*Leonurus artemisia*）等

7.4.4 评价区陆生动物资源现状调查

根据现场调查、访问和查阅相关文献资料（《四川动物志》、《四川凉山彝族自治州的鸟类区系》），本项目调查范围内野生动物分布有 17 目 44 科 79 种，其中，两栖动物 2 目 4 科 7 种，爬行动物 1 目 4 科 8 种，鸟类 9 目 27 科 48 种，兽类 5 目 9 科 16 种。

表 7-10 评价区陆生脊椎动物统计

类群	目	科	种	国家保护动物
两栖纲	2	4	7	0
爬行纲	1	4	8	0
鸟纲	9	27	48	3
哺乳纲	5	9	16	1
合计	17	44	79	3

7.4.4.1 两栖类分布现状

根据实地调查结果和有关文献资料的报道，评价区目前可以确定的两栖动物共有 7 种，分隶 2 目 4 科（表）。两栖动物主要分布在河谷或山溪等不同生境中，在灌丛生境中也有两栖类分布。由于两栖动物生存环境和湿度、温度明显相关，故两栖动物种类较少。

(1) 区系组成

评价区内分布的两栖动物有 5 种为东洋界物种、2 种为广布种。

（2）生态分布

圆疣蟾蜍 (*Bufo tuberculatus*)、中华蟾蜍 (*Bufo gargarizans*) 多分布在灌草丛、农田、水沟地带；昭觉林蛙 (*Rana chaochiaoensis*)、四川湍蛙 (*Amolops mantzorum*) 常见分布在树林、灌草丛以及农田地区；刺胸猫眼蟾 (*Scutiger mammatus*) 多出现在山溪、石滩地、灌草丛中；无蹼齿蟾 (*Oreolalax schmidtii*) 主要分布在草丛和农田地区；西藏山溪鲵 (*Batrachuperus tibetanus*) 主要生境为评价区内的农田水域中。

（3）保护物种

本次调查期间没有发现国家级和省级保护野生两栖类。

7.4.4.2 爬行类分布现状

评价区目前可以确定的爬行动物共有 8 种，分隶 1 目、4 科（表）。评价区没有国家级和省级保护爬行动物。

（1）区系分析

评价区内的爬行动物中，属东洋界的 6 种，属广布种的 2 种。

（2）生态分布

评价区高原蝮 (*Gloydius strauchi*) 分布于草地、农田等地；草绿攀蜥 (*Japalura flaviceps*) 分布于河谷、灌丛、岩石等地；南滑蜥 (*Scincella reevesii*)、棕网腹链蛇 (*Amphiesma johannis*) 分布于灌草丛中；白条锦蛇 (*Elaphe dione*)、黑眉锦蛇 (*Elaphe taeniura*) 常见于农田、森林中，双斑锦蛇 (*Elaphe bimaculata*) 常见于灌木草丛之间；蹼趾壁虎 (*Gekko subpalmatus*) 分布于灌草丛或农田地区。

（3）保护物种

本次调查期间没有发现国家级和省级保护野生爬行类。

7.4.4.3 鸟类分布现状

由于鸟类的种类组成随季节变化较大，在有限的调查时间中就只能调查到一个季节的部分鸟类。根据文献查阅及现场调研，评价范围内共有鸟类 48 种，隶 9 目 27 科。其中以雀形目鸟类居多，有 17 科 34 种，占评价区总种数的 70.83%，非雀形目鸟类共 10 科 14 种，占 29.17%。

（1）区系分析

评价区内鸟类中属古北界的有 12 种，占评价区内鸟类总数的 25.00%；属东洋界的有 13 种，占评价区内鸟类总数的 27.08%；属广布种的有 23 种，占评价区内鸟类总数的 47.92%。调查评价区内鸟类以广布种占优势。

（2）居留类型

评价区内有留鸟 31 种，占鸟类总数的 64.58%；夏候鸟 14 种，约占 29.17%；冬候鸟 3 种，占鸟类总数的 6.25%。调查评价区内鸟类以留鸟为主。

（3）地理分布类型

评价区内有喜马拉雅-横断山区型 8 种，占鸟类总数的 16.67%；南中国型 2 种，占鸟类总数的 4.17%；全北型 5 种，占鸟类总数的 10.42%；不易归型 9 种，占鸟类总数的 18.75%；季风型 5 种，占鸟类总数的 10.42%；东洋型 12 种，占鸟类总数的 25.00%；古北型 6 种，占鸟类总数的 12.50%；东北型 1 种，占鸟类总数的 2.04%。调查评价区内鸟类以东洋型、喜马拉雅-横断山区型和不易归型鸟类为主。

（4）评价区域鸟类的生态分布

根据生境状况和鸟类的分布特点，把评价区的鸟类生境类型可划分为 3 种。即农田河谷、森林、灌草丛。

农田河谷类型：主要是指栖息于评价区内河流的水域鸟类。如池鹭（*Ardeola bacchus*）、白鹭（*Egretta garzetta*）、赤麻鸭（*Tadorna ferruginea*）、河乌（*Cinclus cinclus*）等。

森林环境：是指常分布在评价区森林中的鸟类。阔叶林中常见的如大斑啄木鸟（*Picoides major*）、高山旋木雀（*Certhia himalayana*）等。在针叶林中分布的鸟类也较丰富，常见的有大山雀（*Parus major*）、大嘴乌鸦（*Corvus macrorhynchos*）、松鸦（*Garrulus glandarius*）等。

灌草丛环境：评价区的灌草丛分布比较分散，在道路边、林缘均有分布，主要为林下灌草丛、杂草丛、川滇高山栎灌丛。常见鸟类有小云雀（*Alauda gulgula*）、山鹳莺（*Prinia superciliaris*）、棕胸岩鹟（*Prunella strophilata*）、雉鸡（*Phasianus colchicus*）等。

除以上三类生境，评价区的鸟类在高山岩壁、农舍周边也可见。

（5）珍稀保护物种

评价区记录国家一级重点保护动物黑鹳（*Ciconia nigra*）、国家二级重点保护鸟类雀鹰（*Accipiter nisus*）、黑鸢（*Milvus migrans*），以上保护动物均为资料记录。

7.4.4.4 兽类分布现状

评价区内共有兽类 16 种，隶 5 目 9 科，多数小型兽类。食虫目 2 科 2 属 2 种、翼手目 2 科 2 属 2 种、食肉目 1 科 1 属 2 种、啮齿目 2 科 6 属 7 种、兔形目 2 科 2 属

3 种。据已有资料显示, 评价区范围二级保护兽类有猕猴 (*Macaca mulatta*)。

表 7-11 评价区兽类及分布

类别	区系分布	生境分布	保护级别	来源
一、食虫目 INSECTIVORA				
(一) 鼯鼠科 Soricidae				
(1) 麝鼯属 <i>Chodsigoa</i>				
1、灰麝鼯 <i>Crocidura attenuate</i>	东洋	灌草丛		调查
(二) 鼯科 Talpidae				
(2) 白尾鼯属 <i>Parascaptor</i>				
2、白尾鼯 <i>Parascaptor leucurus</i>	东洋	灌草丛		调查
二、翼手目 CHIROPTERA				
(三) 蝙蝠科 Vespertilionidae				
(3) 伏翼属 <i>Pipistrellus</i>				
3、灰伏翼 <i>Pipistrellus pulveratus</i>	东洋	林区、岩洞		资料
(四) 菊头蝠科 Rhinolophidae				
(4) 菊头蝠属 <i>Rhinolophus</i>				
4、皮氏菊头蝠 <i>Rhinolophus pearsonii</i>	东洋	林区、岩洞		资料
三、食肉目 CARNIVORA				
(五) 鼬科 Mustelidae				
(5) 鼬属 <i>Mustela</i>				
5、黄鼬 <i>Mustela sibirica</i>	古北	林缘、灌丛和草丘		资料
四、啮齿目 RODENTIA				
(六) 鼠科 muridae				
(6) 家鼠属 <i>Rattus</i>				
6、褐家鼠 <i>Rattus norvegicus</i>	古北	灌草丛、农区		调查
7、大足鼠 <i>Rattus nitidus</i>	东洋	灌草丛、农区		资料
(7) 姬鼠属 <i>Apodemus</i>				
8、大耳姬鼠 <i>Apodemus latronum</i>	古北	林灌丛		调查
9、大林姬鼠 <i>Apodemus peninsulae</i>	东洋	林灌丛、农区		调查
(8) 白腹鼠属 <i>Niviventer</i>				
10、社鼠 <i>Niviventer confucianus</i>	东洋	林灌丛		资料
(七) 松鼠科 Sciuridae				
(9) 花松鼠属 <i>Tamiops</i>				
11、隐纹花松鼠 <i>Tamiops swinhoei</i>	东洋	森林		调查
(10) 岩松鼠属 <i>Sciurotamias</i>				
12、侧纹岩松鼠 <i>Sciurotamias forresti</i>	东洋	森林		调查
五、兔形目 LAGOMORPHA				
(八) 兔科 Leporidae				
(11) 兔属 <i>Lepus</i>				
13、草兔 <i>Lepus capensis</i>	广布	草丛		调查
(九) 鼠兔科 Ochotonidae				
(12) 鼠兔属 <i>Ochotona</i>				
14、藏鼠兔 <i>Ochotona thibetana</i>	东洋	草丛		资料
六、灵长目 PRIMATES				
(十) 猴科 Cercopithecidae				
(13) 猕猴属 <i>Macaca</i>				
15、猕猴 <i>Macaca mulatta</i>	东洋	森林	II	资料

评价区内兽类中属古北界的有 3 种, 占评价区内兽类总数的 20.00%; 属东洋界的

有 11 种，占评价区内兽类总数的 73.33%；属广布界的有 1 种，占评价区内兽类总数 6.67 %。调查评价区内兽类以东洋界占绝对优势。

（2）生态分布

根据评价区植被分布特点，将调查区兽类分布的生境划分为以下几种类型：

灌草丛生境：主要为腋花杜鹃灌丛，以及针阔叶林下灌草丛。分布的兽类有高山姬鼠、社鼠、灰尾兔等。

森林生境：主要为云南松、雪松、柏木，分布于该生境的兽类主要有普通伏翼、侧纹岩松鼠、隐纹花松鼠等。

农区生境：主要为一些啮齿目动物在住宅区的房前屋后的农区中分布，常见有褐家鼠、大足鼠等。

（3）保护物种

评价区有国家二级保护兽类猕猴（*Macaca mulatta*），该保护动物为资料记录。

7.4.4.5 国家重点保护动物

评价区内记录国家一级重点保护动物黑鹳（*Ciconia nigra*）、国家二级重点保护鸟类雀鹰（*Accipiter nisus*）、黑鸢（*Milvus migrans*），二级保护兽类猕猴（*Macaca mulatta*），以上保护动物均为资料记录。黑鹳主要存在于线路西侧的布拖安乐湿地自然保护区中，雀鹰、黑鸢和猕猴在评价区内只是取食活动。

由于工程所在的区域人类活动非常频繁，适宜上述重点保护鸟类和兽类的栖息地相对比较少，所以保护动物在评价区内大多只是过境取食、停留。本次调查期间在调查区域内没有发现上述重点保护野生动物，本项目占地范围不涉及其栖息地。

1) 黑鹳

黑鹳（学名：Ciconia nigra）：是一种体态优美，体色鲜明，活动敏捷，性情机警的大型涉禽。成鸟的体长为 1~1.2 米，体重 2~3 千克；嘴长而粗壮，头、颈、脚均甚长，嘴和脚红色。身上的羽毛除胸腹部为纯白色外，其余都是黑色，在不同角度的光线下，可以映出变幻多种颜色。在高树或岩石上筑大型的巢，飞时头颈伸直。黑鹳是一种迁徙鸟，在俄罗斯东部和中国繁殖的种群，主要迁到中国长江以南越冬；迁徙时常成 10 余只至 20 多只的小群。主要在白天迁徙。迁徙时间秋季在中国主要在 9 月下旬至 10 月初开始南迁，春季多在 3 月初至 3 月末到达繁殖地。黑鹳在中国境内主要繁殖于新疆、青海、甘肃、内蒙古、山西、陕西等地。越冬在山西、河南、陕西南部、四川、长江中下游和台湾等地。黑鹳曾是一种分布较广、且较常见的大型涉禽，但种

群数量在全球范围内明显减少。在它传统的很多繁殖地，如瑞典、丹麦、比利时、荷兰、芬兰等国已经绝迹。目前，我国境内有统计的种群数量约在 600-1200 只之间。本期拟建线路西侧乐安湿地自然保护区为黑鹳的越冬栖息地，每年在 10 余只以上，最多的一年达到 18 只。乐安湿地与贵州省温宁草海、云南省大山包黑颈鹤自然保护区连成南北迁徙一线，每年冬季黑鹳途经此地，是我国西南重要的候鸟栖息地。

2) 雀鹰

雀鹰（学名：Accipiter nisus）属小型猛禽，为中国国家二级保护动物，体长 30-41 厘米。雌较雄略大，翅阔而圆，尾较长。雄鸟上体暗灰色，雌鸟灰褐色，头后杂有少许白色。下体白色或淡灰白色，雄鸟具细密的红褐色横斑，雌鸟具褐色横斑。尾具 4-5 道黑褐色横斑，飞翔时翼后缘略为突出，翼下飞羽具数道黑褐色横带，通常快速鼓动两翅飞一阵后接着又滑翔一会。栖息于针叶林、混交林、阔叶林等山地森林和林缘地带。日出性。常单独生活。或飞翔于空中，或栖于树上和电柱上。以雀形目小鸟、昆虫和鼠类为食，也捕食鸽形目鸟类和榛鸡等小的鸡形目鸟类，有时亦捕食野兔、蛇、昆虫幼虫。

雀鹰的分布广泛，数量较多，特别是捕食大量的鼠类和害虫，对于农业、林业和牧业均十分有益，对维持生态平衡也起到了积极的作用。

3) 黑鸢

黑鸢（学名：Milvus migrans）属中型猛禽，体长 54-69 厘米。上体暗褐色，下体棕褐色，均具黑褐色羽干纹，尾较长，呈叉状，具宽度相等的黑色和褐色相间排列的横斑；飞翔时翼下左右各有一块大的白斑。雌鸟显著大于雄鸟。栖息于开阔平原、草地、荒原和低山丘陵地带，也常在城郊、村屯、田野、港湾、湖泊上空活动，偶尔也出现在 2000 米以上的高山森林和林缘地带。白天活动，常单独在高空飞翔，秋季有时亦呈 2~3 只的小群。主要以小鸟、鼠类、蛇、蛙、鱼、野兔、蜥蜴和昆虫等动物性食物为食，偶尔也吃家禽和腐尸。

4) 猕猴

猕猴（学名：Macaca mulatta）是自然界中最常见的一种猴。头体长 47 - 64 厘米，尾长 19 - 30 厘米，雄猴体重 7.7 千克，雌猴体重 5.4 千克。栖息于热带、亚热带及暖温带阔叶林，从低丘到 3000-4000 米高海拔、僻静有食的各种环境都有栖息，是现存灵长类中对栖息条件要求较低的一种。喜欢生活在石山的林灌地带，特别是那些岩石嶙峋、悬崖峭壁又夹杂着溪河沟谷、攀藤绿树的广阔地段，往往是猴子最理想的生活

场所。主要分布于南方诸省（区），以广东、广西、云南、贵州等地分布较多，福建、安徽、江西、湖南、湖北、四川次之，陕西、山西、河南、河北、青海、西藏等局部地点也有分布。

7.4.5 生态类保护目标

本工程在前期规划和设计选线阶段，对工程所在地地方政府、林业和草原、规划、自然资源、生态环境等相关部门进行了收资调查和路径方案协调工作，并根据有关部门的意见对路径方案进行了多次调整与优化，尽量避让了沿线的生态保护红线、自然保护区、饮用水水源保护区等生态敏感区，但受线路路径整体走向限制，同时为避让沿线乡镇规划区、居民集中区域、基本农田等设施，本工程输电线路无法完全避让生态保护红线。根据四川省人民政府《关于印发四川省生态保护红线方案的通知》（川府发〔2018〕24号），本工程在昭觉县、布拖县穿越了凉山—相岭生物多样性维护—水土保持生态保护红线和金沙江下游干热河谷水土流失敏感生态保护红线。

根据收资及现场踏勘，本工程不涉及自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、饮用水水源保护区等特殊及重要生态敏感区，输电线路避让了评价范围内的昭觉县大坝乡特洛村集中式饮用水水源地、昭觉县地莫乡巴尔村集中式饮用水水源地、布拖县拉达乡集中式饮用水水源地等生态类保护目标。

7.4.5.1 四川省生态保护红线概况

根据四川省人民政府《关于印发四川省生态保护红线方案的通知》（川府发〔2018〕24号），四川省生态保护红线总面积 14.80 万 km²，占全省幅员面积的 30.45%。空间分布格局呈“四轴九核”，分为 5 大类 13 个区块，主要分布在川西高原山地、盆周山地的水源涵养、生物多样性维护、水土保持生态功能富集区和金沙江下游水土流失敏感区、川东南石漠化敏感区。

四川省生态保护红线主要分布于川西高山高原、川西南山地和盆周山地，分布格局为“四轴九核”。“四轴”指大巴山、金沙江下游干热河谷、川东南山地以及盆中丘陵区，呈带状分布；“九核”指若尔盖湿地（黄河源）、雅砻江源、大渡河源以及大雪山、沙鲁里山、岷山、邛崃山、凉山—相岭、锦屏山，以水系、山系为骨架集中成片分布。

7.4.5.2 本工程涉及的生态保护红线

根据《四川省生态保护红线方案》，本工程线路在昭觉县、布拖县穿越了凉山—相岭生物多样性维护—水土保持生态保护红线和金沙江下游干热河谷水土流失敏感生态保护红线。

第一类生态红线名称为“凉山—相岭生物多样性维护—水土保持生态保护红线”，位于凉山州昭觉县境内。线路穿越生态红线段总长约 12.85km，立 31 基。

该区位于四川省南部，属于岷山—邛崃山—凉山生物多样性保护与水源涵养重要区，行政区涉及米易县、乐山市沙湾区、乐山市金口河区、沐川县、峨边彝族自治县、马边彝族自治县、峨眉山市、洪雅县、宜宾县、屏山县、荣经县、汉源县、石棉县、西昌市、德昌县、普格县、昭觉县、喜德县、冕宁县、越西县、甘洛县、美姑县，总面积 1.10 万平方公里，占生态保护红线总面积的 7.40%，占全省幅员面积的 2.25%。

区内河流分属大渡河、金沙江水系，森林类型以常绿阔叶林、常绿与落叶阔叶混交林和亚高山针叶林为主，代表性物种有红豆杉、连香树、大熊猫、四川山鹧鸪、扭角羚、白腹锦鸡、白鹇、红腹角雉等，生物多样性保护极其重要。该区地貌以中高山峡谷为主，山高坡陡，泥石流滑坡强烈发育，土壤侵蚀敏感性程度高，是水土保持重要区域。

该区保护重点为保护自然生态系统和大熊猫等野生动物及其生境，防治紫茎泽兰等外来有害生物入侵，维护生物多样性保护功能；加强自然保护区建设与管护，加强生态廊道建设；治理水土流失，防治地质灾害，本工程穿越第一类生态红线长约 12.85km，无受保护的动植物群系。

第二类生态红线名称为“金沙江下游干热河谷水土流失敏感生态保护红线”，位于凉山州布拖县境内。线路穿越生态红线段总长约 7.58km，立 26 基。

该区位于川西南山地南部，属于川滇干热河谷水土保持重要区，行政区涉及攀枝花市东区、攀枝花市西区、攀枝花市仁和区、盐边县、会理县、会东县、宁南县、布拖县、金阳县、雷波县，总面积 0.40 万平方公里，占生态保护红线总面积的 2.73%，占全省幅员面积的 0.83%。

区内地貌以中山峡谷为主，受山地地形和干热气候影响，区域生态脆弱，水土流失敏感性高，是我省乃至全国水土保持极重要区域。植被类型以亚热带松栎混交林和暖温带阔叶栎林为主，代表性物种有攀枝花苏铁、大熊猫、四川山鹧鸪、黑颈鹤、林麝等。

该区保护重点为保护现有植被；加强退化生态区的自然恢复和生态修复；加强干热河谷区地质灾害防治和水土流失治理；加强金沙江及其支流水生生态系统保护。

7.4.5.3 生态保护红线区域水土流失现状

工程区域属于以水力侵蚀为主的西南岩溶区。本工程所在的昭觉县和布拖县属金

沙江下游国家级水土流失重点治理区，区域土壤侵蚀类型以水力侵蚀为主，昭觉县和布拖县侵蚀强度以中度、强度侵蚀为主。工程区域土壤侵蚀现状图见附图 9。

7.4.5.4 本工程与生态保护红线相对位置关系

本工程线路在昭觉县、布拖县穿越凉山—相岭生物多样性维护—水土保持生态保护红线和金沙江下游干热河谷水土流失敏感生态保护红线约20.43km，立塔约57基，永久占地面积约1.84hm²。本工程与生态保护红线的具体相对位置关系详见附图4。

7.4.5.5 穿越生态保护红线区域环境概况

本工程输电线路在昭觉县、布拖县穿越凉山—相岭生物多样性维护—水土保持生态保护红线和金沙江下游干热河谷水土流失敏感生态保护红线区域主要为侵蚀堆积河谷平原及山间盆地、侵蚀、剥蚀构造低中山区，沿线海拔高程在2200~2850m之间，区域构造剥蚀强烈，地形变化大，地形陡峭。

根据现场调查及查阅现有资料，线路穿越生态保护红线区域植被类型以云南松等常绿针叶林、地盘松灌丛等灌草丛植被为主。因线路靠近道路和村庄，受人类活动影响，该区域分布的陆生动物主要为适合栖息于林地、草地的种类，两栖爬行类包括圆疣蟾蜍、王锦蛇、乌梢蛇等，鸟类包括岩燕、大嘴乌鸦、啄木鸟、小云雀、黄腹柳莺等，兽类包括大林姬鼠、社鼠、野猪等。

7.4.5.6 昭觉县大坝乡特洛村集中式饮用水水源地

(1) 地理位置及范围

根据凉山彝族自治州人民政府《关于撤销、调整、划定乡镇集中式饮用水水源保护区的批复》（凉府函〔2019〕23号），同意昭觉县大坝乡特洛村集中式饮用水水源地划定方案，将水源保护区划分为一级保护区、二级保护区。

昭觉县大坝乡特洛村集中式饮用水水源地类型为地下水型，位于特洛村。各保护区位置如下：

- 1) 取水口：东经 102°45′25.92″，北纬：27°54′42.12″；
- 2) 一级保护区：以取水口为中心，65m 为半径的圆形区域，面积为 0.0192km²；
- 3) 二级保护区：以取水口为中心，650m 为半径的圆形区域（一级保护区范围除外），面积为 1.6928km²。

(2) 与本工程相对位置关系

根据上述水源地划定方案，本工程不涉及昭觉县大坝乡特洛村集中式饮用水水源地保护区范围，月城~普提双回 500kV 线路月城侧 π 入布拖换流站线路东侧距该水源

地边界最近距离约 0.95km。

7.4.5.7 布拖县拉达乡集中式饮用水水源地

(1) 地理位置及范围

根据凉山彝族自治州人民政府《关于撤销、调整、划定乡镇集中式饮用水水源保护区的批复》(凉府函〔2019〕23 号),同意布拖县拉达乡集中式饮用水水源地划定方案,将水源保护区划分为一级保护区、二级保护区。

布拖县拉达乡集中式饮用水水源地类型为地下水型,位于特尔村 4 组坡更冷莫。各保护区位置如下:

- 1) 取水口: 东经 102°44'29.40", 北纬: 27°49'8.91";
- 2) 一级保护区: 以取水口为中心, 34m 为半径的圆形区域, 面积为 0.0035km²;
- 3) 二级保护区: 以取水口为中心, 340m 为半径的圆形区域(一级保护区范围除外), 面积为 0.3466km²。

(2) 与本工程相对位置关系

根据上述水源地划定方案,本工程不涉及布拖县拉达乡集中式饮用水水源地保护区范围,月城~普提双回 500kV 线路月城侧 π 入布拖换流站线路西侧距边界最近距离约 0.94km。

7.4.5.8 昭觉县地莫乡巴尔村集中式饮用水水源地

(1) 地理位置及范围

根据凉山彝族自治州人民政府《关于撤销、调整、划定乡镇集中式饮用水水源保护区的批复》(凉府函〔2019〕23 号),同意昭觉县地莫乡巴尔村集中式饮用水水源地划定方案,将水源保护区划分为一级保护区、二级保护区。

昭觉县地莫乡巴尔村集中式饮用水水源地类型为地下水型,位于巴尔村。各保护区位置如下:

- 1) 取水口: 东经 102°44'51.69", 北纬: 27°50'49.88";
- 2) 一级保护区: 以取水口为中心, 100m 为半径的圆形区域, 面积为 0.0711km²;
- 3) 二级保护区: 以取水口为中心, 1000m 为半径的圆形区域(一级保护区范围除外), 面积为 3.3839km²。

(2) 与本工程相对位置关系

根据上述水源地划定方案,本工程不涉及昭觉县地莫乡巴尔村集中式饮用水水源地保护区范围,月城~普提双回 500kV 线路月城侧 π 入布拖换流站线路西侧距该水源

地边界最近距离约 0.22km。

7.5 生态影响预测与评价

7.5.1 对生态的影响

7.5.1.1 施工期对生态系统的影响

(1) 对生态系统多样性的影响

生态系统多样性指的是一个地区的生态多样化程度，是一个区域不同生态系统类型的总和。评价区内的生态系统类型主要有森林生态系统、灌草丛生态系统、农业生态系统、道路生态系统、人工聚落生态系统 5 大类。

线路工程塔基永久占地以及牵张场等各项临时占地将占用一定的林地、灌草地自然植被，但所占群落植物种类均为区域常见和广布种，如云南松、桦木、杨树、腋花杜鹃、地盘松、蔷薇、悬钩子、栒子、白刺花、羊蹄甲、木蓝、余甘子、清香木、木棉、扭黄茅等。同时，在项目施工期结束后，会采取相应恢复措施对临时占地区植被进行恢复，因此项目建成后评价区内的陆生生态系统组成类型不会减少，区域生态系统多样性影响较小。

(2) 对生态系统完整性的影响

生态系统完整性是在生物完整性概念的基础上发展起来的，且因“系统”的特性，其内涵更加丰富。从系统的角度考察完整性，包括三个层次：一是组成系统的成分是否完整，即系统是否具有本生的全部物种，二是系统的组织结构是否完整，三是系统的功能是否健康。

本项目建设会占用一定的土地，会改变了现有土地使用功能，特别是永久占地。永久占地将彻底改变土地利用方式和土壤功能，将减少林地、灌草地的数量。

但本线路工程永久占地仅为塔基占地，塔基分布点位分散且占地面积小，施工结束后对塔基进行植被恢复，项目建设对自然生态系统影响较小。对于评价区的人工生态系统，项目建设少量占用耕地，因此项目建设对评价区的人工生态系统有轻微影响。综上所述，项目建设对生态系统的组织结构完整性影响较小，生态系统的绝大部分区域原有生境不变，以这一生境为依托的动植物关系、生物与非生物环境关系、食物链及能流渠道都没有发生变化，因此生态系统总体的组织结构仍然完整，不会导致整个生态系统功能的崩溃，生态系统仍然具有良好的自我调控能力。

工程建设期不会使生态系统结构发生大的变化。从生态系统类型来看，工程将只占用森林生态系统、灌草丛生态系统和人工生态系统的少量面积，评价区内生态系统

类型不会减少（影响预测为小），主要影响来自于工程占地，包括临时占地和永久占地。从生态系统面积变化来看，评价区内森林生态系统将减少 2.06hm²，减少面积占评价区森林生态系统面积的 0.11%；灌草丛生态系统将减少 1.66hm²，减少面积占评价区灌草丛生态系统面积的 0.13%；人工生态系统将增加 3.12hm²，增加面积占评价区人工生态系统面积的 1.49%。

表 7-12 建设期评价区生态系统结构变化情况

生态系统	现状面积 (hm ²)	建设期面积 (hm ²)	变化面积 (hm ²)
合计	4315.2	4315.2	0
森林生态系统	1921.32	1919.26	-2.06
灌草丛生态系统	1314.04	1312.38	-1.66
人工聚落生态系统	209.33	212.45	+3.12

此外施工人员或进出评价区的其他人员捕猎工程附近区域的两栖类、爬行类、鸟类、兽类动物，以及破坏施工区外植被，可能会对一定区域内的生态系统群落结构带来轻微影响。

(3) 对生态系统稳定性的影响

项目建设造成的生态环境影响表现在工程占用土地，破坏局部区域环境；扰动地表、改变原有地貌、破坏植被，使其失去原有的防护、固土能力。但线路工程新占土地仅占整个评价区面积的很小比例，且又分散。从宏观上分析，项目建设区域及邻近区域自然体系生产力及稳定性不会因此发生明显变化。

施工活动的噪声、运输、施工人员的活动等会对陆地生态系统中的动物起到驱赶作用，会对植被生长地和动物栖息地造成直接破坏。但除了噪声、土石方开挖有一定的破坏性和干扰以外，项目区的施工活动范围小，且由于施工区人为活动频繁，野生动物分布稀少，一般不会对生态系统产生太大的影响。通过采取控制施工范围和人员活动范围、控制施工噪声等措施，可以在最大程度上减缓对生态系统稳定性的影响。而且，随着施工活动的结束，干扰因素的清除，生态系统结构和生态系统服务功能都能够在较短的时间内得到有效的恢复。在破坏程度较大、自我修复困难的地方，可以采用人工植被恢复促进生态系统的恢复速度和程度。

(4) 对生态系统功能的影响

项目建设期生态系统功能略有降低，主要表现在三个方面：第一，植物干物质质量减少。第二，生产力略有降低。工程占地区的部分森林、灌草丛生态系统消失，将使评价区内的生态系统生产力降低；施工过程中，大气中扬尘及 NO_x、SO₂ 等有毒有害物质浓度增大，也将降低强度影响区生态系统的生产效率。第三，生态功能略有降低。工程占地区部分森林、灌草丛生态系统消失，这些生态系统具备的涵养水源、保持水土、净化空气、净化水质等生态功能也将相应地消失。强度影响区，受大气污染物的影响，附着物生产力的降低，其固定 CO₂ 和释放 O₂ 的能力也将降低。但线路工程施工工期较短，在施工活动结束后，随着临时占地植被的恢复、对区域内植物的养护管理，其生态系统功能会得到提高。

7.5.1.2 运行期对生态系统的影响

在项目运行期，评价区域内的生态系统类型数将与现状保持一致，通过在牵张场、临时材料堆场等区域恢复植被或还原为原来的生态系统类型，生态系统减少的面积很小，不会明显改变生态系统的功能及结构，影响较小。且运营期生态系统类型数基本不发生变化，各类型所占比例变化甚微，故该区域生态系统多样性受输电工程的影响不明显。

通过恢复材料堆场、牵张场等区域的植被，评价区域内生态系统生物量和生产力比建设期有所提高。另外，由于这些区域植被的恢复，评价区域内森林、灌草丛生态系统涵养水源、保持水土、净化空气、净化水质等生态功能也将有所增强。另一方面塔基永久占地改变了原生态系统结构，使土壤硬化，地表水径流量增大，在一定程度上增加了水分的蒸发量，对大气水循环会产生一定的影响，但由于硬化断面较小，蒸发量也不大，因此这种影响还不致对该地区水循环造成大的改变。

7.5.2 对土地利用类型的影响分析

7.5.2.1 对地类变化的影响分析

本工程总占地面积 20.82hm²，其中永久占地 5.65hm²，临时占地 15.17hm²，小于 2km²；输电线路总路径长度 40.0km。根据现场调查，本工程所在区域土地利用类型以耕地、林地、草地为主。林地主要植被为云南松林、高山栲林等针、阔叶林及其它杂树，项目不涉及 I 级保护林地；耕地主要种植有玉米、小麦以及果树等；灌草地类型以杜鹃灌丛、地盘松灌丛、扭黄茅草丛为主。

本项目占地情况详见下表 7-113。工程永久及临时占地会破坏一定植被，所以在项目建设期、运营期满后，要施行土地复垦等措施来恢复占地区的植被，在采取相关措施后，整体上不会改变评价区内现有的土地利用类型的基本格局。但是土地是一种无法再生的资源，在工程建设中应当尽可能少的占用土地，严格在征地红线范围内施工，最大限度节约土地资源。

表 7-13 布拖换流站一期 500kV 配套工程占地面积统计表 单位: hm²

项目组成		占地类型						占地性质		合计
一级分区	二级分区	耕地	林地	草地	交通运输用地	公共管理与服务用地	其他土地	永久占地	临时占地	
线路工程	塔基工程	1.35	2.06	1.66	—	—	0.36	5.43	—	5.43
	塔基施工场地	1.28	2.15	1.75	—	—	0.17	—	5.35	5.35
	人抬道路	—	1.17	1.34	—	—	0.14	—	2.65	2.65
	施工临时道路	0.22	1.77	0.57	—	—	0.13	—	2.69	2.69
	其它施工临时占地	1.13	2.12	1.02	0.10	—	0.11	—	4.48	4.48
	小计	3.98	9.27	6.34	0.10	—	0.91	5.43	15.17	20.60
变电站工程	布拖换流站一期改造	—	—	—	—	0.10	—	0.10	—	0.1
	月城 500kV 变电站改造	—	—	—	—	0.12	—	0.12	—	0.12
	小计	—	—	—	—	0.22	—	0.22	—	0.22
总计		3.98	9.27	6.34	0.10	0.22	0.91	5.65	15.17	20.82

工程建设期评价区内耕地面积 824.90hm², 占评价区的 19.12%; 林地面积 1921.32hm², 占评价区的 44.52%; 灌草丛地面积 1314.04hm², 占评价区的 30.45%; 交通运输用地、公共管理与服务用地、其他土地面积 1079.84hm², 占评价区的 25.03%。占地后, 评价区域内林地和灌草丛地分别减少 4.77‰和 3.85‰, 耕地、交通用地以及建设用地增大 7.23‰, 见表 7-14。

表 7-14 建设期评价区域内各土地覆盖类型变化情况表

土地覆被类型	现状面积 (hm ²)	建设期后面积 (hm ²)	增(+)减(-)量 (hm ²)	增减率(‰)
林地	1921.32	1919.26	—2.06	—0.11
草地	1314.04	1312.38	—1.66	—0.12
交通运输用地、公共管理与服务用地、其他土地	209.33	212.45	+3.12	+1.49
合计	4315.2	4315.2	0	

7.5.2.2 占用林地的影响

拟建输电线路在凉山州昭觉县、布拖县内走线, 区域地形地貌复杂, 气候属川西高原雅砻江温带气候区和亚热带湿润性季风气候, 组成多种多样的植被类型, 森林生态系统在评价区内分布较为广泛, 其生物多样性丰富, 生态功能突出。区内分布有广

阔的常绿阔叶林，在高山峡谷地段分布有亚热带中山、高山针叶林。

本项目线路路径尽量避让林区，在保证线路技术安全的前提下，通过提升导线架设高度和增大线路档距，减少位于林区的铁塔数量，减少对林木的砍伐，塔基尽量选择在林木稀疏地带，在采取上述措施后，仅对无法避让位于塔基处的树木进行砍伐。经地方林业部门核实，**本项目不涉及Ⅰ级保护林地，不涉及国家Ⅰ级公益林地**，项目区砍伐的树木均为常见的云南松等树种，在项目所在区域广泛分布，因此本工程建设不会对其物种种类、数量、植被面积等造成明显影响。此外在施工期结束后及时采取对临时占地进行改良土壤、绿化种植等标准的植被修复措施，可最大程度补偿工程建设造成的林木量损失，尽量减少占用林地的影响。

7.5.2.3 占用灌草地的影响

灌草地在评价区内主要分布在昭觉县柳且乡、布拖县拉达乡等区域。拟建输电线路的建设将占用一定面积的灌草地，因此对灌草植被会有一定影响，如影响灌草丛物种的多样性水平和组成成分，且如果管理不善可能带来潜在的生态破坏，会对生态系统的结构和功能产生间接影响，使群落结构单一化，破坏灌草地的蓄水能力。

但输电线路工程塔基呈点状分散布置，不会连续占用灌草地，也不会造成大面积灌草地植被破坏。基础施工过程中在堆放砂石及水泥的地面，用彩条塑料布与地面隔离，以减少对地表植被的占压和破坏。塔基基础开挖时，先进行表土剥离，将表土和熟化土分开堆放，以便施工结束后尽快恢复植被。在占用的同时，可通过建立围栏等方式进行自然恢复，并设立观测点进行定位观测，做到“边占用，边恢复”同时进行，最大限度补偿工程施工期间对草地生态系统的破坏，减轻对草地生态系统的结构与功能以及物种多样性的不可逆性损伤，有利于维持草地生态系统的结构、功能与当地农牧业的持续发展。

线路工程塔基土石方开挖量小，施工期加强施工管理，通过规范施工人员的作业行为、禁止对草地随意踩踏、禁止乱堆乱放占压灌草植被等措施，能最大限度减小对灌草植被的干扰和破坏。施工结束后，对塔基永久占地未固化处和所有临时占地进行植被恢复。植被恢复时，应根据当地的土壤及气候条件，选择本地适生灌草种进行恢复，避免引入外来物种。

7.5.3 对植物及植物多样性的影响

7.5.3.1 对名木古树与珍稀濒危保护植物的影响

根据野外调查和资料查证，本次调查期间在调查范围内没有发现《国家重点保护

野生植物名录（第一批）》和《中国珍稀濒危保护植物名录（第一批）》中所列物种。本次调查期间在调查范围内没有发现挂牌的古树名木分布。

若在施工过程中发现重点保护植物或在线路附近发现有古树名木，则暂时停止施工并及时与当地林业部门取得联系，采取悬挂醒目的树牌进行保护，或在树体四周设置围栏加以重点保护等措施，对保护物种或古树名木进行及时的保护。

7.5.3.2 对资源植物的影响

本项目评价区内有一定的野生资源植物，主要为观赏植物、用材植物、药用植物。观赏植物有锈叶杜鹃(*Rhododendron siderophyllum*)、蒲公英(*Taraxacum mongolicum*)、扁刺峨眉蔷薇(*Rosa omeiensis*)等，用材植物有桉(*Eucalyptus robusta*)、柏木(*Cupressus funebris*)等，常见的野生药用植物主要以草本植物为主，如夏枯草(*Prunella vulgaris*)、益母草(*Leonurus artemisia*)、艾(*Artemisia argyi*)等。

尽管评价区域内存在有一定的野生资源植物种类，但调查发现，项目影响范围内的资源植物较少，本工程建设不会对这些资源植物开发造成影响；另一方面，这些资源植物物种均属于分布比较广的种类，生境范围并不十分局限，在评价区周边地区较大范围内都有分布，种质资源的可替代性强，本工程建设不会对这些资源植物种质资源产生潜在影响。除了工程占地影响以外，工程在建设和营运期间的粉尘、噪声对周边区域资源植物的影响较为有限。

因此，在做好相关保护措施的前提下，该项目的建设不会对评价区域内的资源植物开发和种质资源保存产生实质性影响。

7.5.3.3 对植物生物多样性的影响

本项目对评价区植物多样性的影响，主要集中在工程的永久及临时占地而引起的植物多样性变化。影响的方式主要包括：工程占地、生境阻隔两个方面。

本工程永久占地和临时占地均会对当地植被造成一定的破坏。永久占地将会改变原有地貌，扰动破坏部分区域植被生境。由于线路工程施工点位于塔基处，施工点分散，不会破坏大面积植被，因此不会对当地生态系统产生切割影响。项目永久占地不会改变整个区域的生态稳定性；临时占地区域在一定程度上会对区域植被产生影响，但线路工程临时占地时间短，施工结束后采取植被恢复措施，能减少影响程度。本工程线路所经区域主要为山地地区，沿线为农村环境，林地分布广泛，在山地上及沟谷的树木较多，主要树种是云南松、桦木等常绿针、阔叶林，以及果树等栽培植被；同时线路经过部分农业耕作区，其耕地经济作物以玉米、水稻、小麦、马铃薯等为主。

本工程线路路径尽量避让了林区，在保证线路技术安全的前提下，通过提升导线架设高度和增大线路档距，减少位于林木区铁塔数量，减少对林木的砍伐，塔基尽量选择在林木稀疏地带，在采取上述措施后，仅对无法避让位于塔基处的树木进行砍伐。根据野外调查和资料考证，评价区的植物种类多属于广泛分布于评价区及其周边区域的常见物种，物种分布格局呈现随机分布的态势，几乎没有发现呈现聚集分布于某一特定生境的物种。本工程输电线路占地范围内砍伐树木均为区域内的常见树种，在项目所在区域广泛分布。由于工程永久和临时占地的生境具有一定的可替代性，部分土地利用性质的改变不会引起特有物种生境的消失。因此，工程建设基本不会导致分布在该地块的物种消失，本工程不会对其物种种类、数量、植被面积等造成明显影响。

施工临时占地和临时交通道路的修建将会增加评价区域生境阻隔，增加评价区域内生境的破碎化程度，进而影响到植物的生长繁殖和生存，可能会造成对植物群落的切割，使其破碎化，进而使区域内植物的生长繁殖受到影响，产生一定的阻隔效应。由于评价区内的植物群落为常见类型，呈现出片状、斑块状等多种分布格局，且水热条件优越，物种传播扩散等基因交流途径与方式多样，因此，本项目建设导致的区域植被生境破碎化，并导致植物多样性受损的风险极小。

此外本工程施工过程中产生的粉尘、固体废物也会对植物造成一定影响。粉尘主要来自塔基基础施工土石方开挖、铁塔、导线、金具等材料的运输装卸、施工现场内车辆行驶时道路扬尘，对植物的影响主要为粉尘覆盖在叶片表面，会阻止光透性，降低光合效率，长时间附着会对叶片生长造成伤害。但本线路工程施工时间短，塔基开挖面小，因此受粉尘影响的区域小、影响的时间短，在采取一定降尘措施后，其影响会降低。固体废物主要是施工人员产生的生活垃圾，线路工程施工点分散，产生的生活垃圾经垃圾袋收集后，由施工人员清运至附近垃圾转运站收集后转运处置，对当地环境影响较小。

据此初步判定，本工程建设对评价区域的植物多样性的实质性影响相对较小，基本不存在因为工程建设而导致个别物种消失的风险。为了更准确掌握布拖换流站一期500kV 配套工程项目建设对评价区生物多样性的影响，建议在建设期和运行期适时开展必要的生态监测。

7.5.3.4 对区域植被类型的影响

(1) 施工期对区域植被类型的影响

施工期对区域植被的影响主要是基础施工过程中对地表植被的损坏。本工程基础

开挖主要为塔基基础开挖，塔基永久占地面积小，且呈点位间隔式分布，因此线路工程永久占地对区域植被的破坏程度有限。临时占地在一定程度上也会对区域植被造成破坏，但临时占地时间短，施工前采取表土剥离、施工结束后采取植树种草的措施进行植被恢复，能有效降低生态影响程度。

评价区内施工占地将占用林地 9.27hm²，灌草丛 6.34hm²，耕地 3.98hm²，使评价区域内相应植被分别减少 3.78‰、7.20‰和 3.39‰，具体结果见表 7-15。

表 7-15 建设期评价区域内植被变化情况

土地覆被类型	现状面积 (hm ²)	建设期面积 (hm ²)	增(+)减(-)量(hm ²)	增减率(‰)
林地	1921.32	1919.26	-2.06	-0.11
灌草丛	1314.04	1312.38	-1.66	-0.12
耕地	824.9	933.27	+3.12	+1.49
合计	4315.2	4315.2	0	

本工程施工过程中对区域主要植被的影响如下：

1) 对林地植被的影响

本项目评价区内涉及到的林地植被主要为云南松、多变石栎、桦木等。本工程施工期对上述林地植被的影响主要有：占地对植被的破坏，尤其是塔基永久占地将导致塔基处植被遭到永久破坏。本工程线路路径选线时尽量避让了林区，对无法避让的林区尽量采取高塔跨越或增大档距的措施，减少通过林区时对林木的砍伐量。由于线路工程塔基呈点位间隔式分布，所以总的来说本项目施工期间对乔木的砍伐量不大，不会造成大面积植被破坏，对植被的影响不大。在施工期结束后，对临时占地区域进行一定的植物恢复措施，可进一步减弱对林地植被的影响。

2) 对灌草丛植被的影响

本项目评价区内的灌草丛植被主要为地盘松灌丛、腋花杜鹃灌丛、扭黄茅草丛等，工程施工期塔基开挖、材料堆积、施工人员踩踏等施工活动会对上述灌草丛植被面积及结构产生一定的影响：如施工过程中塔基永久占地处会砍伐部分灌木植被，导致灌丛植被中个别物种数量减少，甚至暂时性丧失部分功能；铁塔等材料堆积、施工人员施工活动均会在一定程度上破坏草地植被。因此在施工过程中要加强文明施工，规范施工人员的行为，严格划定施工范围，禁止对灌草地随意踩踏，禁止施工材料乱堆乱放，减小灌草丛破坏面积。同时施工期间尽量对占地区域的表土进行剥离和集中堆放，保存植被生长条件，用于施工后的植被恢复。但由于线路工程塔基永久占地面积较小，且在地表呈点状间隔式分布，不会连续占用灌草地，也不会造成大面积灌草丛植被的

破坏；施工结束后对临时占地区域采用自然植被恢复和播撒当地适生草籽进行植被恢复，总的来说项目建设对灌草丛植被的影响轻微。

3) 对栽培植被的影响

本工程输电线路所经区域栽培植被分布于民房周边，主要为粮食作物和经济作物，包括水稻、小麦、玉米、马铃薯等。本工程设计选线时已尽量避让耕地，项目不涉及基本农田，路径经优化后塔基永久占用耕地面积很小，在施工期规范施工人员作业方式，尽量减小扰动栽培植物面积，施工结束后及时采取土地整治、复耕等措施，本项目建设不会对当地粮食作物、经济作物产量造成大的影响。

综上，本工程评价范围内植被均属于当地常见植物，现场调查期间在调查范围内未发现珍稀濒危及国家重点保护的野生植物和古树名木。本工程建设期间当地植物种类和结构不会发生变化，施工可能造成部分物种数量减少，甚至暂时性丧失部分功能，但总的来说本线路工程林木砍伐量少，灌草丛植被不会受到连续破坏，且占地区域植被在评价区域内广泛分布，因此本工程建设不会对植物物种结构及个体数量造成明显影响。

(2) 运营期对区域植被类型的影响

运营期对植物的影响主要有线路巡视维护和输电线路运行产生的电磁环境影响，包括工频电场、工频磁场对环境产生的影响。

1) 线路维护影响

线路工程在运行期不进行林木砍伐，仅对影响输电线路安全运行的树木进行削枝，以保证线路安全运行，但总体削枝量小，不会对植物多样性产生影响。此外输电线路建成后需要进行定期维护和故障维修，巡视维护人员会对植被造成踩踏，也可能会因设备刮划等原因，对植被造成不利影响。但通常线路维护检查1个月左右进行1次，运行及维护人员的数量和负重都有限，对植被的破坏强度小，不会带来明显的持续不利影响。通过禁止维护人员引入外来物种，可避免人为引入外来物种对本土植物造成威胁。

2) 线路产生的电磁环境影响

输电线路在运行期产生的工频电场、工频磁场对植物基本没有影响，因此本项目运行期不会对野生植物产生大的干扰破坏，塔基周围的植被也进入恢复期，临时占地内受损的植物物种和植物群落将逐步得以恢复。

7.5.3.5 植被生态系统生物量和生产力的损失估算

本工程在建设工程中因为永久和占地临时等原因，会对评价区内现有植被造成破坏，并导致相应的陆生植被生物量损失。根据评价区内植被现状调查和相关文献，本项目建设损失植被总生物量采用平均生物量×占用该植被类型的面积计算。本工程占地区植被平均生物量采用冯宗炜编著的《中国森林生态系统的生物量与生产力》中不同类型林分生物量与生产力的研究结果，同时结合项目区域植被类型特征，参考《我国森林植被的生物量和净生产量》和参考同类工程环境影响评价文件对平均生物量进行取值，其中林地平均生物量为 98.022t/hm²，灌草地平均生物量为 3.229 t/hm²，工程建设造成的生物量直接损失为 593.72t。按照工程设计方案，工程施工工期结束后各个区域（塔基区）及时将剥离表土回填复垦，并进行绿化种植。工程完工后将在临时占地区进行植被恢复，水土保持植被措施和复垦等也会恢复灌草植被。工程建设造成的生物量直接损失将会随着建设项目的结束和植被恢复措施的实施得到部分补偿。

表 7-16 工程建设对陆生植被生物量损失预算

占地类型	施工临时占地 (hm ²)	塔基永久占地 (hm ²)	生物量损失 (t)
林地	3.89	2.06	583.23
灌草地	1.59	1.66	10.49
合计	5.48	3.72	593.72

综上所述，从评价区主要植被类型的空间分布格局、施工影响程度和各种植被类型的抗干扰能力分析，项目中对植被生物量损失较大的区域是塔基永久占地，对植被生物量损失较大的土地类型为林地。由于自然植被在维持生物多样性、涵养水源和水土保持等方面发挥着重要作用，建议在施工过程中需要加强对现有自然植被，尤其是林地植被的保护。

7.5.4 对野生动物的影响

7.5.4.1 对陆生动物的影响

(1) 施工期对陆生动物的影响

项目建设以及生产对陆生动物造成的影响，主要表现为生产过程中产生的噪音、振动以及运输所产生的扬尘等。噪音主要为基础开挖、设备或架线安装、拆除产生的施工噪声和材料运输产生的交通噪声，噪音对动物的影响主要表现在可能对动物产生惊扰，影响其正常的取食、求偶活动，甚至影响其选择栖息地；振动主要体现为工程车辆运输所产生的地面振动，这些振动主要会对穴居动物产生影响，甚至逃离洞穴；

扬尘为施工的土方挖掘以及装修材料的运输装卸过程中产生的，长期悬浮在空中，可能会对部分鸟类的活动造成不良的影响。

1) 对两栖类的影响

本项目施工对两栖类最大的影响是施工可能对水环境造成的污染，受影响的主要是评价区内分布的圆疣蟾蜍、昭觉林蛙、刺胸猫眼蟾等。施工中对两栖类可能出现的影响有：工程占用和破坏其栖息地，使得两栖动物物种多样性下降。

工程占地：施工中永久或临时占地区域的植被将被清除，其原生环境将被破坏，工程对占地涉及的植被造成一定的破坏和水土流失，使原有的两栖动物栖息地有所缩小。

交通运输：来往运输的车辆可能将使原有的两栖动物直接碾压导致死亡，尤以早晚居多。

施工噪音：主要表现在对两栖动物活动节律上的影响，特别是繁殖季节，可能会干扰其繁殖行为从而影响其成功繁殖。

人为干扰：施工人员可能会捕获当地两栖动物，对经济两栖动物的影响可能比较严重，所以需要规范施工人员的行为，禁止捕获两栖动物。

本项目不在水体中立塔，线路塔基均不涉及水域环境，通过加强施工期管理，规范施工人员活动行为，防止水体收到污染，项目施工不会导致评价区两栖物种的种群种类和数量发生大的波动。

2) 对爬行类的影响

本项目对爬行类的影响主要是施工活动将侵占少量评价区植被，给爬行类动物的生境带来干扰，受影响的主要是评价区内的黑眉锦蛇、草绿攀蜥、蹼趾壁虎等。一方面，项目施工将会导致爬行动物远离施工建设区，以致很难再在施工区附近见到蛇的踪影。人的直接捕食蛇类，以及车辆碾压蛇类，将降低评价区爬行动物的物种多样性。另一方面，各类临时或永久建筑的修建将造成占地区域植被破坏，将使项目四周的植被覆盖度降低，从而影响爬行动物的种群数量。

本项目评价区爬行类种群数量很小且个体活动隐蔽，对人类活动干扰有一定适应能力，在加强施工人员的管理、杜绝捕猎爬行类的行为前提下，本项目建设不会使爬行类种群数量变化明显改变。

总体而言，爬行类将由原来的生境转移到远离施工区的相似生境的生活，本项目施工期会对其造成一定惊扰，但影响是暂时的。

3) 对鸟类的影响

本项目对鸟类的影响主要表现在施工区的灌丛、草丛等群落将遭到一定程度的破坏,减少鸟类活动地面积;同时施工活动影响鸟类在施工区周边的觅食、求偶等活动;并且施工中产生的生活污水、施工废水和生活垃圾,若处理不当会污染环境,使得永久性占地和临时性占地附近的环境也不适合鸟类生存,因此要采取相应措施进行处理;除此之外,人类的捕杀,因部分雀形目鸟类个体大、可食、外观漂亮,施工人员可能捕食雀形目鸟类。

由于线路工程塔基施工点分散,各塔基点占地面积小,施工结束后对临时占地采取植被恢复等措施能逐步恢复灌草丛等土地利用功能,不会对灌草地鸟类生境产生明显影响。线路施工不采用大型机械,施工噪声影响不大,且鸟类具有较强的迁移能力和躲避干扰的能力,工程建设对鸟类没有明显影响。

4) 对兽类的影响

本项目对兽类的影响主要是占地对其活动区域的破坏,受影响的主要是评价区广泛分布的啮齿目小型兽类。项目施工期对兽类的影响主要体现在:

a. 永久占地和临时占地使各类动物栖息地面积缩小。如原在此区域林地环境栖息的小型兽类,其栖息地将被直接侵占,迫使其迁往临近新的栖息地。在这个过程中,将导致小型兽类将因栖息地改变和领地冲突而死亡;

b. 各类施工活动可能直接破坏部分动物巢穴,使动物幼体死亡;

c. 破坏工程区内的植被,致使动物在该区域的觅食种类、活动面积减少;

d. 工程活动和工作人员产生的污染物造成水体或固体污染,危害动物健康,重度污染甚至危及动物生命;

e. 施工噪声惊吓动物,影响它们的繁殖及日常活动,迫使它们迁离。

f. 工程电磁场辐射可能会限值部分陆生动物的活动区域、觅食范围、生物繁殖交配等行为,对其产生轻度影响。

由于评价区植被类型相对简单,人为活动强,工程直接影响区的大中型兽类很少,受影响的主要是评价区广泛分布的啮齿目小型兽类,其中以半地下生活型的鼠类最多,工程对它们的影响相对较大,影响种类包括社鼠、褐家鼠、高山姬鼠等。但由于线路工程占地面积小且分散,小型兽类又都具有较强的适应能力、繁殖快,因此本项目施工活动不会使它们的种群数量发生明显波动。

(2) 运行期对野生动物的影响

输电线路运行期间的主要环境影响有工频电场、工频磁场、噪声。运营过程中，人为活动影响减弱，污染减少，工程占地区的部分区域自然环境逐步得到恢复，在建设期迁移减少的动物将逐渐回到现状区域附近，评价区域常见的动物不会受到较大影响。

1) 对两栖类、爬行类的影响

本项目塔基均远离河沟水域，运行期间无废污水排放，不会影响两栖类、爬行类的生境。

2) 对鸟类的影响

本项目评价区域内无黑鹳等鸟类迁徙通道，线路建成后不会影响鸟类的的生活习性。输电线路架设高度通常在 100m 以下，区域鸟类主要为小云雀、大杜鹃、大嘴乌鸦、家燕等小型鸟禽，其飞行高度在 200m 左右，高于输电线路高度，同时鸟类拥有适应空中观察的敏锐视力，很容易发现并躲避障碍物，飞行途中遇到障碍物时会在 100-200m 的范围内调节飞行高度避开，在飞行时碰撞铁塔的几率不大，对鸟类飞行的影响很小。目前关于输变电工程线路建设导致鸟类死亡的报告也经常见诸报端，甚至有鸟类在高压线上触电死亡的说法。但分析发现，这些调查和报到多限于 35kV 及以下电压等级的线路，对 220kV 及以上电压等级线路的报道则鲜有耳闻(《高压输电线路电磁辐射对环境的影响及对策》，郭星，2012)，由此可表明本项目的工程线路对应该不会产生使鸟类触电致死的现象。另外，线路维护检查正常情况下 1 个月左右进行 1 次，而且维护检修持续时间短暂，因此这种人为干扰强度很低，对保护鸟类的活动影响极为有限。

3) 对兽类的影响

本项目区域内主要为小型兽类，广泛分布于灌丛、草丛、农田中。本项目输电线路为架空线路，线路杆塔呈点状分散分布，塔基占地不会明显减少兽类的生境面积，不会阻断线路下方兽类活动通道，对种群交流影响小。线路采取架空方式，塔基呈点状分布，尽量避让动物活动区域，兽类可逐步适应输电线路的存在，项目区域也不存在大型兽类迁徙通道，因此本项目不会对兽类种群数量、分布特征产生明显影响。本项目运行期对野生动物及其栖息地的影响极为有限。

综上，运营期各项工程建设停止，噪声强度大大减少，人为活动减轻，因施工造成的环境污染也迅速减轻。因植被逐步恢复，建设期暂时迁离的部分野生动物也将回到原适生生境。因塔基、运行通道等永久占地区生态系统结构的改变，一些喜欢生活

于聚落的兽类和喜停留于电线上的鸟类动物却有一定数量的增加。总的来讲，项目建设对区域内野生动物资源的影响小。

7.5.4.2 对重点保护野生动物的影响

本次调查期间在调查区域内没有发现国家重点保护动物，根据历史文献及相关报道记载，以及《四川乐安湿地自然保护区一期工程项目初步设计》（四川省凉山州林业调查规划设计院，2020年1月），评价区内分布有国家一级重点保护动物黑鹳（*Ciconia nigra*）、国家二级重点保护鸟类雀鹰（*Accipiter nisus*）、黑鸢（*Milvus migrans*），二级保护兽类猕猴（*Macaca mulatta*）。这些重点保护野生动物主要分布在工程建设区东侧的乐安湿地自然保护区内，评价区内适宜上述重点保护动物的栖息地相对较少，但这些保护动物具有活动的特性，上述重点保护动物可能偶尔出现在评价区内的山区林地、河流沿岸以及农田、灌丛区域。

工程施工期可能部分占用上述重点保护动物的生存环境，施工噪音等干扰将减小这些动物在工程区附近的的活动，减少其在输电线沿线区域的活动频率。但是在工程影响区内以及其他广大的区域中，仍有很多适合它们生存的森林、灌丛、草甸等地域。线路工程永久及临时占地面积较小，这些占地可能减少重点保护动物的栖息地，但不会影响其正常的栖息繁殖及生存，并且待施工活动结束后及时进行植被恢复后，它们仍可回来原来的生境生活。因此本工程建设对国家重点保护野生动物及其栖息地的影响较小，且影响时间较短，这种影响将随着施工的结束和临时占地植被的恢复而缓解、消失。

综上所述，本项目建设对野生动物的不利影响是短暂和局部的，在采取保护野生动物栖息地，禁止捕杀和伤害野生动物等相应措施的前提下，并向作业施工人员宣传野生动物保护相关知识，工程建设不会导致评价区内动物多样性的明显减少，局部的不利影响可以得到有效的减轻、减免或消除。

7.5.5 对生态服务功能的影响

7.5.5.1 对土壤保持与水源涵养功能的影响

（1）对土壤保持功能的影响分析

本工程输电线路位于昭觉县、布拖县境内，布拖换流站一期500kV配套工程500kV线路在昭觉县、布拖县穿越了凉山—相岭生物多样性维护—水土保持生态保护红线和金沙江下游干热河谷水土流失敏感生态保护红线，穿越红线长度约20.43km，永久占地面积约1.84hm²。生态保护红线区域植被类型以亚热带松栎混交林和暖温带阔叶栎

林为主，生物多样性保护极其重要。区域地貌以山地和河谷为主，山高坡陡，泥石流滑坡强烈发育，土壤侵蚀敏感性程度高，是土壤保持重要区域。

本工程输电线路塔基基础开挖、地表清理、平整等施工过程中将会对地表植被、地表土壤结构造成不同程度的扰动和破坏，致使土层裸露，受降水及径流冲刷后，容易造成新增水土流失；人抬道路在路面平整时会产生少量土石方挖填，会引起水土流失；牵张场施工等活动对地表的开挖、扰动和再塑，使表层植被受到破坏，失去固土保水的能力，造成新增水土流失；剥离表土的临时堆放，新的松散堆放体表层抗冲刷能力弱，容易引起冲刷而造成水土流失。由于施工位置分散，每个塔基挖方回填后余方较少，少量余土堆放在塔基较低腿处摊平后种草，可于塔基区充分消纳，项目不专门设置弃渣场，但余土堆放不得影响基面的排水及基面的稳定。

从项目的施工情况和项目所处的地理位置看，应加大水土保持的力度，减少水土流失量。在工程设计期、施工准备期、施工期采取相应的措施，如施工前对施工人员广泛宣传生态环境保护的法律法规与政策，增强他们对生态环境的保护意识，避免对地表植被进行随意破坏；在雨季注意弃渣和表土的覆盖，采取工程措施、植物措施和临时措施相结合的水土保持措施体系，制定较为周密的水土流失防治体系，减少防治责任范围内的水土流失，改善项目区周边的环境。在采取相应水土保持措施后，项目对评价区的水土流失影响将会明显减弱。

（2）对水源涵养功能的影响分析

本项目占地对森林、灌草丛等生态系统会有一定影响，森林在评价区内发挥着较为重要的水源涵养功能。因此在施工结束及运行阶段应特别注重乔灌草种植和植被恢复，不仅具有涵养水源、调节气候的功效，还能够通土壤降水蓄渗、及枯枝落叶层吸收水分等方式对水资源进行充分利用。

7.5.5.2 对其它生态服务功能的影响

本项目占地对一些植被会造成影响，但区域内植被种类有限，多为一些常见物种，且主要是对草本植物的破坏，尽量减少了对乔木树种的破坏。所以项目建设对其他生态服务功能的影响较小，其自然生态系统肩负的净化空气、调节小气候等生态服务功能的任务不是十分急迫。除了维持生物多样性、保持水土和涵养水源外，其它生态服务功能不是很明显。本项目尽管破坏了一些乔木、灌草等植被，改变了部分土地利用类型，但对评价区其它生态服务功能的影响是间接和有限的。

综上所述，本项目建设会对评价区生态环境有一定的影响，但不会显著改变评价

区的植物物种多样性状况、植被组成类型、动物多样性和种群结构组成。工程建设和营运对景观生态系统的影响主要体现在导致部分土地利用情况会发生一定变化，但评价区内各类拼块构成、廊道类型和基质特点、各类环境资源拼块优势度等景观格局和动态不会发生明显变化；森林、灌草地和农业生态系统的稳定性和景观完整性没有显著影响。在采取植被恢复措施、水土流失防治措施、野生动植物保护等措施的情况下，本项目建设造成的生态影响可得到有效减缓，生态系统的稳定性仍然较强。

7.5.6 对生态保护红线的影响

本工程输电线路位于昭觉县、布拖县境内，布拖换流站一期 500kV 配套工程线路在昭觉县、布拖县穿越了凉山—相岭生物多样性维护—水土保持生态保护红线和金沙江下游干热河谷水土流失敏感生态保护红线，穿越红线长度约 20.43km，立塔约 57 基，在生态保护红线内的总占地面积约 11.89hm²（其中永久占地面积约 1.84hm²，临时占地面积约 10.05hm²）。

线路工程在凉山—相岭生物多样性维护—水土保持生态保护红线和金沙江下游干热河谷水土流失敏感生态保护红线内的塔基基础开挖、材料运输、铁塔组立、线路架设等活动会占压一部分林地和灌丛，使工程区域自然植被遭到一定程度的破坏，使穿越的生态保护红线微区域地表状态及场地植被发生改变，因此本工程在施工期和运行期对生态保护红线会造成不同程度影响。但在严格落实相关生态环境保护措施和水土流失防治措施后，可将本工程建设对生态保护红线的生态影响降低到可接受的程度。

7.5.6.1 施工期影响

本工程建设对生态保护红线区的影响集中体现在项目施工期。在生态保护红线区中，施工对生态保护红线区的影响突出体现在生态环境影响方面，主要表现在以下几个方面：

（1）对植被的影响

评价区域内的植被主要受施工占地等因素影响。工程施工期，占地范围内的地表植被遭到铲除、掩埋及践踏等破坏，其中堆料场、牵张场临时占地造成的地表植被破坏是可以恢复的，而塔基占地部分所减少的植被是永久和无法恢复的。因此，工程施工会对植被造成一定的不利影响，对当地植被生物量造成损失，但本工程永久占地面积较小，约 1.84hm²，仅占该生态保护红线区总面积 0.4 万平方公里的 0.000046%。

项目建设在生态红线区域内占地主要为林地、灌草地，工程造成地表植被破坏后，将减少工程占地上的生物量，按照林地平均生物量为 98.022t/hm²，灌草地平均生物量

为 3.229 t/hm² 计算，项目占地造成的生物量直接损失为 593.72t。因此项目占地的生物损失量影响不大，在完成施工后，及时恢复临时占地的植被，可以进一步将降低因此产生的损失和影响。同时占用的林地、灌草地物种均为常见种，如云南松林、地盘松灌丛、杜鹃灌丛等，本次调查期间在调查区域内没有发现重点野生保护植物分布。施工过程中若发现重点野生保护植物，应立即停止施工，并上报当地林业部门，请示是否采取避让、移栽等处理措施；施工时，严格控制施工范围，严禁超范围施工，不随意破坏、占压生态保护红线区内植被。

表 7-17 工程建设对陆生植被生物量损失预算

占地类型	施工临时占地 (hm ²)	塔基永久占地 (hm ²)	生物量损失 (t)
林地	3.89	2.06	583.23
灌草地	1.59	1.66	10.49
合计	5.48	3.72	593.72

(2) 水土流失影响

本工程塔基建设及空中架线时将不可避免地砍伐永久占地区域内的树木，主要是评价区内的云南松林、高山栲林、多变石栎林等常绿针、阔叶林；需要清理占地区域地表，破坏部分原地貌和地表植被，如地盘松灌丛、杜鹃灌丛、扭黄茅草丛等灌草植被；施工活动会扰动原土层和岩层，降低地表植被覆盖度；塔基施工需进行挖方、填方等活动，形成裸露疏松表土。

由于工程区域生态脆弱，水土流失敏感性高，项目建设会对占用的生态保护红线的原生地貌和植被造成一定程度破坏，可能导致土壤侵蚀；线路在沿线山丘区施工过程中因土石方开挖会形成开挖边坡，会损坏塔位处原有土体结构，易导致边坡失稳，施工过程中若不采取有效措施进行挡护，极易发生土石方溜坡现象；施工弃土、弃渣及建筑垃圾等如果不进行必要防护治理，可能会影响植被生长，加剧生态保护红线区域的水土流失；工程区属金沙江流域，线路工程在河道附近施工时，若不采取及时有效的防护治理，沙石流失将会随地表径流汇入河网，影响地表水水质。

拟建线路为架空输电线路，工程永久占地仅为塔基占地，而塔基在国土空间中的分布为点位间隔式，因此本工程穿越生态保护红线的线路段，对地表生态空间造成的扰动仅发生在塔基位置及附近。根据生态保护红线划定数据，本工程输电线路在昭觉县、布拖县穿越的凉山—相岭生物多样性维护—水土保持生态保护红线和金沙江下游干热河谷水土流失敏感生态保护红线大部分为分散间隔式，小部分为成片式。对于无

法避让的生态保护红线，设计中已尽量进行了优化，对面积较小、分布较分散的红线采取大档距一档跨越通过，将线路塔基定位在生态保护红线以外的区域，避开红线范围立塔；对于面积较大的成片式红线区域，受地形地质条件及线路档距长度限制，无法做到完全不在红线中立塔，设计中已通过在这些区域增加线路档距等措施，尽可能减少了在生态保护红线内的立塔数量，尽量减少了对生态保护红线区域的扰动。此外设计在规划选线及塔基定位过程中，多次现场调查区域水土流失现状、植被覆盖情况及植被类型，对于不得不在生态保护红线内的塔基，及时调整塔基位置，尽量避开了易引起水土流失和生态恶化的地带，尽量选择植被稀疏处，从而最大化减小了对凉山—相岭生物多样性维护—水土保持生态保护红线和金沙江下游干热河谷水土流失敏感生态保护红线的水土流失影响。

总的来说，在设计及施工阶段将采取严格的生态保护措施、水土保持措施和施工管理措施，能够极大减轻本工程对生态保护红线的影响，线路工程施工期不会对生态保护红线的生态功能产生显著影响。

（3）对动物的影响

线路工程施工对生态保护红线内野生动物的影响主要表现为以下 5 个方面：

①线路工程建设占地（包括塔基及其附近堆料场、施工通道、放线通道等）将破坏生态保护红线内分布的两栖类、爬行类、兽类和鸟类的栖息地，迫使其离开原来的栖息地；

②工程施工活动中施工挖掘、材料堆放、运输车辆运行等也会对生态保护红线内野生动物造成伤害，导致种群个体减少；

③施工扬尘会造成当地环境空气质量下降，会导致生态保护红线内两栖类、爬行类和部分鸟类远离原栖息地，且会对其生存、繁衍产生影响；

④施工噪声将会对鸟类、兽类造成驱逐，导致生态保护红线区域短期内鸟类、兽类数量减小；

⑤施工车辆灯光会惊扰沿线鸟类，造成其远离原活动范围；

⑥施工过程中若管理不严，可能会出现施工人员捕杀野生动物的现象，造成种群个体减少。但通过加强施工管理，规范文明施工，严禁施工人员捕杀当地野生动物等措施，此类影响可得到消除。

对于两栖类、爬行类而言，受工程影响的种类主要是圆疣蟾蜍、林蛙、刺胸猫眼蟾等，这些物种属于在整个评价区域分布范围较广、适应能力较强的种类，且种群数

量大，局部地段的个体收到损害，不会造成区域两栖类、爬行类物种的消失，项目施工对其影响较小。

对鸟类而言，项目穿越生态保护红线区域内分布的鸟类包括在林地、灌草丛、阶地农田区中常见的岩燕、大嘴乌鸦、啄木鸟、小云雀、黄腹柳莺等，现场调查期间在调查区域内未发现国家重点保护鸟类的分布，但由于鸟类迁移能力较强，或许会偶见重点保护鸟类在生态保护红线及其周边区域里觅食，因此要做好加强保护鸟类的保护措施。对于区域内的其他鸟类，施工一开始，啄木鸟、小云雀、岩燕等鸟类将迅速离开施工现场。由于工程占地，其栖息地面积将有所减少，环境质量将降低，自然度降低，但相对于区域内的整个栖息环境，影响较小。施工期这些鸟类可能在评价区域内暂时消失，但随着施工活动的结束，施工期各方面的影响将消失，这些鸟类在经过一段时间的适应后会重新回到该区域内活动。并且受影响的其他鸟类在评价区域内分布范围广、种群数量大，具有较强的迁移能力，其在受到生存威胁或不利环境时容易撤离异地生活，施工对它们直接干扰影响较小。

对兽类而言，项目穿越生态保护红线区域内分布的兽类主要为生活在森林、灌草丛生境中的高山姬鼠、社鼠、褐家鼠等小型兽类，现场调查期间在调查区域内未发现重点保护兽类栖息地分布，也未曾调查到其活动踪迹。在生态保护红线内的施工建设不会导致兽类受到大的影响，但施工期的人为干扰将使它们远离施工地点，造成其栖息地面积一定时期内的缩小，因此在施工过程中应尽量减少施工噪声、施工废水、固体垃圾的产生，避免对整个生态红线大环境造成影响。评价区域内分布的兽类均为广布物种，其适应范围广，迁移能力强，种群数量大，在项目区适宜生境多，不会因为施工作业而使其物种在评价区域内消失。

综上，本工程输电线路的建设会对凉山一相岭生物多样性维护—水土保持生态保护红线和金沙江下游干热河谷水土流失敏感生态保护红线内的野生动物产生一定影响，主要表现在施工会导致评价区域内野生动物物种丰富度、多样性和种群数量在短期内降低，但线路工程施工点位分散，不会造成生态保护红线内动物种群的大幅度减少，施工期影响总体来讲较小。

（4）对生态系统的影响

工程建设对凉山一相岭生物多样性维护—水土保持生态保护红线和金沙江下游干热河谷水土流失敏感生态保护红线内生态系统的影响集中体现在以下几个方面：

①区域内自然生态系统结构的变化：第一，从空间结构来看，评价区域内灌草丛

生态系统将减少，聚落生态系统增大，但所有生态系统类型数不会因线路工程建设减少；第二，从物种结构来看，目前生长于生态保护红线区域内的动物、植物、微生物种群数量将减少，而适生于裸露环境的小型动物、微生物等类物种将有所增加；第三，从生态系统基本成分来看，由于施工扰动，评价区域内作为生产者的各种陆生植物将减少，作为消耗者的现有适生动物也将减少，而适生于工程附近环境的小型动物又有可能增多；作为还原者的细菌、真菌、放线菌和原生动物等因占地也将明显减少；作为非生物环境的大气、声、水等环境质量将不同程度地有所降低。

②能量和物质循环发生变化：建设期，施工产生的扬尘、CO、NO_x、Pb 等物质，部分悬浮于大气中，影响大气环境质量，致使进入工程附近区域生态系统的太阳辐射减少，部分进入该区域土壤、水系统，通过植物根系吸入或动物饮水摄入体内，参与生态系统物质循环。

7.5.6.2 运行期影响

本工程建成后，施工期对生态保护红线的生态影响基本消除，但运行期也可能对生态保护红线产生一定生态影响，主要包括：永久占地对植被的影响；立塔和输电导线对野生动物活动的影响。

（1）对植被的影响

在线路穿越昭觉县、布拖县生态保护红线区段，区域植被分布的群系主要有云南松林、多变石栎林等常绿针、阔叶林，地盘松灌丛、扭黄茅草丛等灌草植被。运行期塔基占地为工程永久占地范围，项目在生态保护红线内的永久占地面积约 1.84hm²，虽然塔基永久占地面积相对较小，对上述植被及水土流失的影响也比较小，但本工程输电线路穿越的凉山—相岭生物多样性维护—水土保持生态保护红线和金沙江下游干热河谷水土流失敏感生态保护红线区域水土流失敏感性高，塔基永久占地位置植被一旦遭到破坏很难恢复，工程运行期容易发生水土流失。

由于线路工程塔基实际占地仅限于其 4 个支撑脚，只清除少量的塔基范围内植被，砍伐量相对较少，故工程永久占地损害植株数量较少，且这些植物均为该生态保护红线区的常见种类，不会使区域林木群落发生地带性植被的改变，也不会对生态保护红线内植被造成系统性的破坏。因此线路工程在运行期对生态保护红线内植被的影响有限。

（2）对动物的影响

运营期各项工程建设停止，噪声强度减少，人为活动减轻，因施工造成的环境污

染也迅速减轻。因植被恢复，建设期暂时迁离的部分野生动物大多会回到原适生生境。因此，项目运行期对生态保护红线内野生动物资源的影响很小。

7.5.7 对工程附近饮用水水源保护区的影响分析

本工程选线时已避让了工程附近的昭觉县大坝乡特洛村集中式饮用水水源地、昭觉县地莫乡巴尔村集中式饮用水水源地、布拖县拉达乡集中式饮用水水源地等水源保护区，项目不占用水源保护区范围。但线路距沿线的水源保护区边界最近距离仅 220m，因此项目在施工期应做好施工管理，在加强水污染防治措施的情况下，项目建设对工程附近饮用水水源保护区的影响较小，不会影响其水体使用功能。

线路工程在施工期间，由于塔基建设可能对工程附近饮用水水源保护区产生的影响主要包括：

（1）塔基建设时，需要清理占地区域的植被，临时堆放的开挖土方或开挖面未及时采取防护措施，雨水冲刷后易造成水土流失，可能会影响项目区附近水源保护区的水质。

（2）施工过程产生的施工废水，主要污染物为悬浮物，若处理不当一旦流入至水源保护区，也可能影响其水质。

（3）施工迹地附近如未及时清理建筑垃圾或生活，也可能对附近水源保护区造成水体污染。

（4）输电线路塔基及架线施工过程中材料运输、塔基开挖和施工人员的生产生活可能间接对附近水源保护区水质造成影响。

本项目施工生活污水不产生在施工现场，生活污水排入附近居民点化粪池进行处理后用作农肥，不外排，不会对工程区水环境产生影响；对施工过程中产生的少量生产废水，在施工场地附近设置施工废水沉淀池，生产废水经沉淀处理后用于浇洒路面降尘，不外排，不会对附近水源保护区造成影响；对位于水源保护区附近的施工区域修建挡土墙，对于施工现场临时堆土或开挖面采用下铺上盖，采取拦挡、苫盖等临时措施，避免废水、废渣进入保护区。

线路工程在运行期无废气、废水、废渣等污染物产生，不会向附近受保护水体排放污染物，因此不会对工程附近饮用水水源保护区的水质产生影响。

7.6 生态影响防护与恢复措施

7.6.1 生态环境保护措施

7.6.1.1 设计阶段生态影响防护措施

(1) 科学选线，减轻沿线生态干扰

本工程在可行性研究阶段进行了多方案比选，结合沿线生态环境、乡镇规划、生态保护目标等实际情况，科学走线，努力做到了工程建设与当地生态功能区划、环境保护及土地利用等相关规划的协调，做到经济技术指标高，工程量小，投资经济，对沿线自然生态与景观干扰小。

(2) 合理避让，避开多处生态敏感区

为最大限度减轻影响，在设计与实地勘查阶段，本工程尽可能避让了沿线的生态保护红线、自然保护区、饮用水水源保护区等生态敏感区，避开了众多林木密集覆盖区、经济作物田地，减少了林木砍伐与地表扰动，保护了生态环境。

根据生态保护红线划定数据，本工程输电线路在昭觉县、布拖县穿越的凉山—相岭生物多样性维护—水土保持生态保护红线和金沙江下游干热河谷水土流失敏感生态保护红线大部分为分散间隔式，小部分为成片式。由于本工程输电线路为架空线路，工程永久占地仅为塔基占地，而塔基在国土空间中的分布为点位间隔式，因此本工程穿越生态保护红线的线路段，对地表生态空间造成的扰动仅发生在塔基位置及附近。

对于无法避让的生态保护红线，工程设计中尽量进行了优化，对面积较小、分布较分散的红线采取加大档距一档跨越通过，尽量将线路塔基定位在生态保护红线以外的区域，避开红线范围立塔；对于面积较大的成片式红线区域，受地形地质条件及线路档距长度限制，无法做到完全不在红线中立塔，设计中采取在这些区域增加线路档距等措施，尽可能减少了在生态保护红线内的立塔数量，尽量避免了对生态保护红线的扰动。

(3) 统筹规划，减少占用生态价值较高的土地

生态价值越高，受损后恢复的成本越高，需要的恢复时间与管理费用越高，不占或减少占用较高价值土地，是目前国际公认的生态恢复基本原则。一般而言，林地生态价值较高，灌丛次之，草地较差，未利用地最差。本工程在设计阶段全面贯彻了这一原则，本工程所在区域林地分布范围较广，为最大程度的减少工程建设对当地生态环境的影响，工程在路径选择阶段进行了充分的线路走向规划与选线论证，在综合考虑工程地质条件、运行安全、生态敏感区等多项因素的基础上，对林区分布较集中的

地段采取尽量避让的原则，对于无法避让的成片林，工程设计时采用高跨方式通过，尽量减少砍伐通道，并尽可能采用无人机架线等较先进的施工工艺；此外，尽量占用生态价值较差的用地，如荒草地，或植被稀疏的灌丛或草地，避免生态影响负效应的放大。

7.6.1.2 陆生植物保护措施

(1) 施工期陆生植物保护措施

1) 加强施工管理

施工期应该按照矿段规划遵循有序施工、文明施工的原则，做到施工材料堆放有序，施工道路通畅，施工人员各尽其职，使施工有条不紊进行。对施工人员加强环保教育、生物多样性保护教育及有关法律、法规的宣传教育，严禁施工人员肆意破坏当地自然植被。若在实施工程中发现线路和塔基所在位置侵害珍稀动植物，则必须申报主管部门，由设计对此进行调整，避开此区域或对珍稀植物采取保护措施。

2) 加强用火管理

工程区受干热气候影响，火灾对区域山地植物、植被的影响是极其严重的，必须把火的管理放在首要位置，常抓不懈，杜绝一切隐患。积极贯彻《森林防火条例》，加强防火宣传教育，对可能引发火灾的施工活动严格按规程规范施工，做好施工人员吸烟及其它生活和生产用火的火源管理。建立施工区森林防火及火警警报系统和管理制度，一旦出现火情，立即向林业主管部门和地方有关主管部门进行通报，同时组织人员协同当地群众积极灭火。建立施工区防火及火警警报系统，务必确保施工期内施工区及附近区域的自然资源火情安全。

3) 林地植被保护措施

在施工前细化线路方案及施工方案，划定施工红线范围。施工运输及作业严格控制在划定的运输路线和作业区域，在施工红线范围内尽量保留乔木、灌木植株，减小生物量损失。

输电线路在跨越密集林区时，采用高跨方式通过，不砍伐导线下方通道，对线路走廊内的林木仅进行削枝，同时高大乔木在施工结束后进行植被恢复时能够为灌木层、草本层提供荫蔽，提升植被恢复速度和质量。在满足设计使用强度的要求下，尽量增大档距，减小林区内铁塔数量，以进一步减小林木砍伐量；并且选用先进的架线施工手段，如无人机放线等，减少林木破坏。

施工道路中施工简易道路以利用已有道路为主，在交通条件较好的塔位施工时，

不新建施工人抬便道，尽量利用乡间道路，减少新建施工道路；在交通条件较差的塔位施工时，新建施工人抬道路需避让蔽郁度高的阔叶林和针叶林地，尽量选择植被稀疏的荒草地，以减少林木砍伐，降低施工活动对周围地表和原生植被的扰动，同时避让林木生长茂盛区域，以免运输过程中设备材料刮擦林木。在山丘区坡度较大或植被覆盖度较好的林区，采用索道运输施工材料，减缓因修施工道路引起的水土流失及树木砍伐，条件不允许的区域可设人抬便道，采用畜力和人力运输，有效减少土石方开挖和扰动地表面积，减轻对线路沿线植被的破坏。

塔基施工临时占地应选择在塔基附近平坦、植被稀疏地带，尽量利用灌草地，使用前铺设彩条布或其他铺垫物，以减少土地平整导致的水土流失和植被破坏。塔材、金具等材料输运到施工现场应集中堆放在塔基施工临时占地区，并及时进行组装，减少现场堆放时间，减少对植被的占压。

牵张场应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；场址场地应宽敞平坦，减少场地平整的引起的水土流失；牵张场选址应尽量避让植被密集区，以占用植被较低矮、稀疏的灌丛、草地为主。

按照林地管理相关规定办理林地使用许可证、林木采伐证等相关手续，严格按照林业主管部门下发的林地使用许可证规定的占地范围和林木采伐证规定的林木采伐数量进行采伐作业，严禁超范围、超数量采伐林木，并缴纳植被恢复费，由当地林业部门进行异地造林，减少植被的损失。

对位于山丘区的铁塔采用全方位高低腿塔和主柱加高基础，减少土石方开挖和回填量及植被破坏面积。

禁止施工人员在施工过程中带入外来物种，保护原生生态环境。

对于水热条件较好的塔位及临时占地区域植被恢复尽可能利用自然更新。对确需采取人工栽种树种进行植被恢复的林地，选择当地适生的树种进行种植，严禁引入外来物种。

如输电线路塔基或索道、人抬道路、牵张场、塔基临时占地等施工临时场地区域发现有珍稀保护植物时，应尽量采取避让措施。因工程选线、地质等因素确实无法避让的，应采取移植、截干等措施予以保护，并及时上报林业主管部门，按相关程序办理易地保护方案。

4) 灌草地植被保护措施

对于施工临时占用的草地，施工前应将施工区域草皮剥离，并在施工期间对其进

行养护，待施工结束后将其回铺至施工区域；对于立地条件较好的塔位及临时占地区域灌草植被恢复尽可能利用植被自然更新，对确需进入人工播撒草籽进行植被恢复的区域，应采用当地物种，严禁带入外来物种。

加强对施工队伍的管理，严格遵守各项规章制度，加强对施工人员的生态环境保护教育，提高环保意识，避免施工机械、人员对施工区域外其他灌草地的破坏。塔材、金具等材料输运到施工现场需及时进行组装，减少现场堆放时间，减少对草地植被的占压；施工结束后，应及时清理施工现场，对施工过程中产生的生活垃圾等固体废物，应集中收集装袋，并在结束施工时带出施工区域，不得随意丢弃于施工区域的天然灌草丛中，避免对植被的正常生长发育产生不良影响。

对塔基施工基面遗留的弃土进行及时清理，对硬化地面进行翻松后植被恢复。6-9月份是灌草植被生长旺盛的季节，施工期尽量避免这个时期，避免影响草原动物的觅食；施工结束及时复草，避免造成食物的减少。

5) 耕地栽培植被保护措施

加强施工人员管理教育，施工运输及作业严格控制在划定的运输路线和作业区域，禁止施工人员超出施工区域踩踏当地作物。

施工时尽可能避开栽培植被收获期，减少对栽培植被的影响。

禁止施工人员采摘栽培植物。

(2) 运行期陆生植物保护措施

本工程投运后，除塔基占地为永久性占地外，其它占地均为临时性占地，施工结束后对临时占地及时恢复其原有功能，不影响其原有的土地用途，在线路运行维护过程中应采取以下措施：

- 1) 对塔基处加强植被的抚育和管护。
- 2) 在线路维护和检修中仅对影响安全运行的树木进行削枝，不进行砍伐。
- 3) 加强用火管理，制定火灾应急预案，在线路巡视时应避免带入火种，以免引发火灾，破坏植被。
- 4) 在线路巡视时应避免引入外来物种。

7.6.1.3 陆生动物保护措施

(1) 施工期陆生动物保护措施

本项目对野生动物的影响主要是对小型兽类和鸟类的影响，应采取如下保护措施：

- 1) 在项目建设期间，项目建设方必须加强对施工队伍及人员的野生动物资源保

护方面的宣传教育工作，项目建设前，项目建设方应与当地野生动物保护管理部门签订野生动物资源保护的责任书，把保护责任落实到单位和责任人，以建立完善的保护责任人制度。

2) 施工单位应同野生动物管理部门加强合作，针对实际情况制定相应的野生动物保护措施。严格禁止施工人员捕食鸟类、蛇类、兽类，以减少施工对当地陆生动物的影响。同时，在主要施工地段的显著位置设立严禁非法捕猎的警示牌，随时提醒施工人员不能触犯动物保护的法律法规。

3) 项目建设期间，当地林业系统的野生动物保护部门和森林公安一起组成联合巡逻组，加大工程评价区域的巡护力度。对出现的非法偷猎事件要及时查处和制止，严禁施工区人员乱捕野生动物。

4) 加强施工人员野生动物保护教育，加强识别重点保护动物的能力，施工过程中如发现黑鹳 (*Ciconia nigra*)、雀鹰 (*Accipiter nisus*)、黑鸢 (*Milvus migrans*) 等重点保护野生动物出现，应在其出没的区域设立警示牌，提醒施工人员不要大声喧哗，不要随意超出划定的施工区域作业，更不要非法捕猎野生动物。

5) 工程施工选用符合国家标准施工机具，尽量选用低噪声的施工机械或工艺，加强设备的维护和保养，保持机械润滑，震动较大的机械设备应使用减震基座，噪声值较高的施工机械尽量设置在有屏蔽的范围内作业，以从根本上降低噪声源，从而尽可能减少对周围野生动物的噪声影响。同时合理安排施工时间，避开早晨和黄昏时段开展高噪声作业（多为动物的休息和觅食时段）。

6) 加强对施工人员的用火管理，做好森林防火工作，以避免发生森林火灾对野生动物造成毁灭性影响。

7) 为尽量减小对两栖动物的影响，禁止将生产废水和生活污水排放至附近水体，加强对油料、燃料等重污染物质的安全责任制管理，严控泄漏事故对水质及两栖类产生影响。

8) 对于爬行动物：严防燃油及油污、废水泄漏对土壤环境造成污染；对工程废物要及时运出、妥善处理，防止遗留物对环境造成污染，防止对爬行动物本身及栖息环境的破坏和污染；早晚施工注意避免对爬行动物造成碾压危害；冬春季节施工发现冬眠的蛇窝及其他动物冬眠地，应采取措施将其安全移至远离工区的相似生境中。

9) 对于鸟类：尽量减少施工对鸟类活动区域的破坏，极力保留临时占地内的乔木、灌木草本，条件允许时边施工边进行植被快速恢复，缩短施工裸露面；同时应加

强水土保持，促进临时占地区植物群落的恢复，为鸟类提供良好的栖息、活动环境。

10) 对于兽类：严格控制最小施工范围，保护好小型兽类的活动区域；对工程废物和施工人员的生活垃圾进行彻底清理，尽量避免生活垃圾为鼠类等疫源性兽类提供生活环境，避免疫源性兽类种群爆发。

(2) 营运期陆生动物保护措施

要加强巡护管理，在线路巡视时应留意电晕发生相对频繁的输电线路段，及时联系工程建设方进行线路维护，严禁运检人员捕食鸟类、蛇类、兽类等。

7.6.1.4 对凉山—相岭生物多样性维护—水土保持生态保护红线和金沙江下游干热河谷水土流失敏感生态保护红线的保护措施

在本工程输电线路穿越凉山—相岭生物多样性维护—水土保持生态保护红线和金沙江下游干热河谷水土流失敏感生态保护红线区域，受区域地形地貌和气候影响，地表植被稀疏，生态环境脆弱，水土流失较为严重，因此项目建设过程中需采取措施防止植被破坏和水土流失，防止项目建设对生态保护红线的破坏或不利影响。

(1) 植被保护措施

1) 避免措施

①合理选线和选择施工位置

工程线路在设计时已尽量避让生态保护红线，对于无法避让的部分生态保护红线，塔基定位时尽可能避开了林分较好的区域。生态保护红线内牵张场、材料堆场等临时占地区的设置，应尽量选择植被稀疏地带，一般应选择在山势较为平缓的位置建设为宜，以减小工程占地。施工时严格按照施工红线进行施工，避免对林地造成破坏。

②合理划定施工范围

合理规划施工便道、牵张场地、材料堆放场等临时占地，严格限制施工机械和人员、车辆活动范围，避免对施工范围之外区域的植被造成碾压和破坏。

严格按照林业主管部门批准的在生态保护红线占用土地的位置和面积以及下发的林地使用许可证规定的占地范围清除植被，禁止超范围清除植被，禁止破坏占地审批范围以外的野生动物栖息地。

2) 减缓措施

①合理开挖，保留表层土

在林地较为集中分布的区段设置塔基时，应将表层土与下层土分开，暂时保存表层土用于今后的回填，以恢复土壤理化性质，利于植被的恢复，临时表土堆场应采取

临时防护措施。

②挡护坡面坡脚，防止水土流失

对于的确需要在坡度大于 15°的位置设置杆塔的区域，施工时应及时在坡脚处设置草袋挡土墙挡护，或坡面种植草本植物等防护措施加以防护，防止水土流失现象发生。

③临时垃圾及时清理。

对于临时占地，由于施工人员、施工车辆及施工材料压占临时设施区改变其土壤紧实度，会影响植被的自然生长，同时材料运输过程中部分沙石、水泥洒落，施工迹地会有部分建筑垃圾，因此在工程完工后应及时清除各种残留的建筑垃圾，对粒径大于 5.0cm 的碎石块进行捡选去除，在山丘区可采取人、畜力翻松。

3) 植被恢复与补偿措施

鉴于本工程对穿越的生态保护红线区域内植被存在一定的不利影响，为落实报告书中所提出的生态影响减缓措施，以及落实有关生态保护管理、生物监测、景观恢复等专项补偿经费和措施，建设单位将与线路沿线各区县林业主管部门签订相关协议，给予相应的经济补偿，以便管理部门采取相应修复措施，弥补本工程对生态保护红线内陆生植被造成的损失。

①植被修复措施

本工程线路途经地区海拔高差较大，地表植被类型存在差异，工程施工结束后应根据塔基所在地水热条件的差异，采用当地的土著种，按照“适树则树，适草则草”原则，进行塔基区、临时占地区及其附近植被的恢复，尽量与周围植被保持协调，对栽种的林木和灌草地要进行人工深度养护，确保林木和灌草植被的成活率。

②收集表层土充分利用，及时恢复植被

对于占用林地、草地部分的表层土予以收集保存，施工结束后及时清理、松土、覆盖表层土，尽量还原土壤结构，选择当地适宜植物及时恢复地表植被。

(2) 动物保护措施

1) 避免措施

在生态保护红线区域施工过程中，由于穿越的红线区域的植被类型主要是林地及灌草地，野生动物分布较密集，动物活动较频繁，要加强施工人员环保教育，提高施工人员的野生动物保护意识，施工人员必须遵守《中华人民共和国野生动物保护法》，严禁捕猎野生动物。

施工过程中尽量减少施工噪声，避免对生态保护红线内野生动物活动的影响。栖息在生态保护红线内林地和灌草地内的野生鸟类和兽类大多是晨昏外出觅食，正午休息，为了减少施工噪声对野生动物的惊扰，应做好施工方式和时间的计划，避免在晨昏和正午进行噪声较大的施工活动。

2) 减缓措施

加强施工人员对野生动物和生态环境的保护意识，在本工程穿越生态保护红线内的林地、灌草地中，兽类、鸟类、两栖和爬行类分布较密，应禁止施工人员猎杀兽类、鸟类和捕蛇捉蛙，施工过程中遇到鸟类、蛇等动物的卵应妥善移置到附近类似的环境中。

为最大程度地减少对生态保护红线内野生动物的影响，本工程施工期在接近山地、林地的施工段时，要避开大型哺乳动物的繁殖期，以免惊扰动物，影响其繁殖。为消减施工队伍对野生动植物的影响，要标明施工活动区，禁止到非施工区域活动，尤其要禁止在非施工区点火、狩猎等行为。

建立严格的森林防火管理制度，明确责任，作好施工人员用火管理，严禁一切野外用火，防止森林火灾发生，避免对动物栖息地和植被的破坏。

3) 管理措施

从生态环境保护的角度出发，本工程建设前应尽量做好施工规划前期工作，施工期间加强临时施工场所的防护，加强施工人员生活污水排放管理，减少水体污染，降低对野生动物生境影响。做好工程完工后的生态恢复工作，尽量减少因植被破坏、水土流失、水质污染等对生态保护红线内动物带来的不利影响。

定期对兽类分布较多地段、林地密集区进行跟踪监测，对其中受影响的兽类采取一定的保护措施，重视其栖息地环境的保护和相关设施的建设。严格按照规章制度执法，加强施工人员野生动物保护和生态环境保护意识，严禁捕猎野生动物和破坏动物生境的行为。

在项目区内特别是在生态保护红线内的林地区域内设置告示牌和警告牌，提醒施工人员和巡线人员注意保护野生动物及其栖息地生态环境，在进出此区域时，尽量减少不必要的人为活动，产生的噪声尽量控制在较小范围，避免对生态保护红线内的动植物及非生物环境造成明显影响。

(3) 水土流失防治措施

1) 工程措施

表土剥离：对于有植被覆盖的基础开挖区域，在施工前应将基础开挖区域内表土进行剥离，并单独堆放，待施工结束后回填于最上层，有利于对本工程所在的水土保持生态功能重要区域的植被修复。

排水及护坡工程：工程穿越生态保护红线区域位于金沙江下游干热河谷地带，区域生态脆弱，地表植被固土能力差，在塔基建设过程中，对位于山丘区的铁塔采用全方位高低腿塔和主柱加高基础，可有效减少土方开挖量和破坏植被的面积，尽量减少降基，最大限度地适应山地地形变化要求。同时尽量采用原状土开挖基础，有效减少水土流失。塔基根据需要，在坡度较大的塔位上游设置浆砌石排水沟，塔基下坡方向设置护坡，可有效防止土石方溜坡等现象。

塔基余土堆放：本工程穿越生态保护红线区域为山丘区，山丘区通常以挖孔桩或掏挖基础为主，余土量较小，塔基余土搬运下山难度大、投资高，因此塔基挖方在施工完工后回填至塔基征地范围内平摊，不在生态保护红线另设弃渣处置点。若塔位所在处坡度较大，可在堆土下坡侧修建挡渣墙，防止余土顺坡溜滑，有效减小水土流失影响。

土地整治：施工结束后对植被恢复区域进行回覆表土、带状整地，采取土地整治措施。

2) 植物措施

线路工程施工结束后应首先根据其原土地利用类型进行恢复，如不能恢复其原有功能，根据当地的气候特点，选择当地适生的树种和草种进行种植，提高植被的覆盖率。根据现场调查，在本工程穿越生态保护红线区域宜栽植树种主要有云南松、桦木、地盘松、杜鹃灌丛等，宜撒播的草籽主要有扭黄茅等。

3) 临时措施

施工前对施工场地设置彩条旗等围护，严格限制施工机械和人员活动范围。灌注桩基础设泥浆沉淀池。由于线路工程长度较长，土方量较大，在线路塔基等区域需设置一定的临时堆土场，对临时堆土采用装土编织袋拦挡、密目网苫盖进行防护，同时施工过程中加强剥离表土的保护，生熟土分开堆放。在塔线架设阶段，牵张场场地内采取铺垫彩条布措施，不涉及土石方开挖，施工活动和机械碾压仅损坏地表植被，对占地区地表扰动较小，可以有效地防治水土流失。施工道路以利用已有道路为主，在交通条件不利的地区或密林区采用索道等运输施工材料，以减少扰动和新增水土流失。

7.6.1.5 对工程附近饮用水水源保护区的保护措施

对本工程附近距离较近的饮用水水源保护区，在施工过程中应采取相应污染防治措施，避免对饮用水水源保护区造成不良影响：

（1）严格划定施工范围，严禁施工临时占地进入水源保护区内，禁止施工人员及施工车辆随意进入附近水源保护区范围，防止对附近水源保护区生态的扰动破坏。

（2）在水源保护区周围设置警示牌，提醒施工人员要注意保护水源地水生环境。

（3）施工场地附近设置废水沉淀池，将施工废水沉淀后用于浇洒路面降尘，防止排入水源保护区范围；

（4）加强对施工人员的教育，施工过程中禁止向水源保护区水体中排放生活污水、清洗设备车辆；

（5）合理进行施工组织，施工生活及机械检修应充分利用现有社会设施，禁止在水源保护区内建设施工营地，从源头上减少干扰与破坏。

（6）施工过程中要加强水土保持，控制开挖面，禁止在保护区范围内及外围保护地带设置集中弃土场、临时堆土场和施工营地。

（7）加强施工期生产废水和生活废水的收集处理，禁止向周边水域排放废水弃渣，防止对水源保护区产生污染。

（8）施工区域和饮用水源保护区之间设置临时围挡，避免废水、废渣进入保护区，对附近水源保护区造成污染。

（9）施工完成后及时恢复原有面貌，及时采取压实措施和植被恢复措施，防止雨水冲刷造成水土流失对附近水源保护区水质产生影响。

在严格落实上述保护措施与施工期环境管理措施后，项目施工对工程附近饮用水水源保护区的影响较小，不会对其水功能造成不利影响。

7.6.1.6 跨越河流时采取的环境保护措施

（1）本工程输电线路跨越交际河、依补河等河流时，尽量利用地势、缩短档距，合理选择架线位置，采取一档跨越，不在水中立塔，塔基位置应尽可能远离河岸，减少塔基对河流的影响。

（2）禁止向水体排放油类，禁止在水体装贮油类车辆，禁止向水体排放、倾倒废水、垃圾等。

（3）施工人员不得在靠近河流等水体附近搭建临时施工生活设施，严禁施工废水、生活污水、生活垃圾排入河流，影响河流水质。

(4) 在河流附近塔基施工时应加强水土保持，工程产生的余土应合理处置，禁止土石方下河。

(5) 施工结束后应及时全面清理废弃物，避免留下难以降解的物质；对临时施工便道、施工扰动区域等施工影响区域按原有土地类型进行恢复。

7.6.2 生态环境恢复措施

生态恢复是相对于生态破坏而言的。生态破坏可以理解为生态体系的结构发生变化，功能退化或丧失，其具体表现可以是生态系统、生境和物种等三方面的多样性丧失，或生物生产力下降，或空间异质性下降。生态恢复就是恢复系统合理的结构、高效的功能和协调的关系，恢复生态系统、生境和物种等三方面的多样性，或使生物生产力和空间异质性恢复到原先的状态。但是，由于自然条件的复杂性以及人类社会对自然资源利用的取向影响，生态恢复并不意味着总能或必须使生态系统恢复到原先的状态。生态恢复最本质的目的是恢复生态系统的相对稳定状态。

对于主体工程，施工结束后，应对临时占地进行植被恢复，植被恢复选择当地的乡土植物（扭黄茅、白茅等）进行植被恢复，进一步降低工程对植被造成的不利影响。

对于塔基区，施工前应剥离表土，表土剥离时应采取分层开挖、分层堆放、分层回填的方式，并在每个塔基处集中堆存，开挖出的土石方需要在堆土坡脚品字形堆码土袋进行挡护，顶面用塑料布遮挡，用剥离的表土装入编织袋，挡护基础开挖出的土石方，待施工完成后，倒出用于其区域覆土绿化。覆土满足绿化条件后，对能自然形成植被的塔基基面，无需进行人工植被恢复；对塔位表层为残积层或风化岩夹粘性土、无植被或植被很稀疏、边坡较缓的塔基，为防止水土流失，可采取人工植被，保护基面及边坡。人工植被应因地制宜，视具体情况植草皮或移植矮小杂草及灌木，选择区域原有物种，不得引入外来物种。植被恢复时尽量选用水热条件相对较好季节，以便植被尽快恢复。

对于其他临时占地地区，如牵张场地、人抬道路，施工结束后对其进行土地整治，经土地整治后的地区采取植物措施进行迹地恢复，视具体情况植草皮或移植矮小杂草及灌木，选择区域原有物种，不得引入外来物种。植被恢复时尽量选用水热条件相对较好季节，以便植被尽快恢复。

7.7 生态影响评价结论

7.7.1 区域生态环境概况

本工程位于昭觉县、布拖县境内，区域为中山及深切谷地地貌，输电线路多处于山地和河谷地带。本项目所经区域主要为山地地区，为农村环境，自然植被组合单纯，林地、灌草地分布广泛，主要有亚热带常绿针叶林、亚热带阔叶林，代表性物种为云南松、桦木、杨树等，以及地盘松灌丛、杜鹃灌丛、扭黄茅草丛、白茅草丛等灌草植被，耕地主要种植有小麦、玉米、马铃薯等，经济作物以核桃树、花椒树、烟叶等经济林木为主等。根据现场勘查以及《国家重点保护野生植物名录（第一批）修正案》（2001.8.4，农业部、国家林业局令第53号）、《中华人民共和国植物新品种保护名录》（林业部第二批），本次现场调查期间，在调查范围内没有发现珍稀濒危及国家和四川省重点保护的野生植物及名木古树分布。

本工程调查范围内野生动物分布有鸟类、兽类、爬行类和两栖类。鸟类有大嘴乌鸦、山斑鸠、烟腹毛脚燕等，兽类有黄鼬、大林姬鼠、大耳姬鼠等，两栖类有圆疣蟾蜍、林蛙等，爬行类有双斑锦蛇、蹼趾壁虎、草绿攀蜥等；人工饲养动物有猫、狗、猪、鸡、鸭等家禽家畜。根据现场踏勘以及《国家重点保护野生动物名录》（2003.3，国家林业局令第7号）、《四川省重点保护野生动物名录》（1990.3）、《四川省新增重点保护野生动物名录》（2000.9），本项目评价范围内评价区内记录国家一级重点保护动物黑鹳（*Ciconia nigra*）、国家二级重点保护鸟类雀鹰（*Accipiter nisus*）、黑鸢（*Milvus migrans*），二级保护兽类猕猴（*Macaca mulatta*），以上保护动物均为资料记录，本次调查期间在调查区域内没有发现上述重点保护野生动物，本项目占地范围不涉及其栖息地。

7.7.2 主要生态环境影响

（1）对植被的影响

本项目施工期建设不会使评价区及生态保护红线内的植被群落类型、生物量、生物多样性等发生明显改变，施工结束后采取当地植被进行植被恢复等措施，不会对植被生存构成威胁，也不会降低区域内的植物多样性。

（2）对动物的影响

工程评价范围内及工程影响区域内记录国家一级重点保护动物黑鹳（*Ciconia nigra*）、国家二级重点保护鸟类雀鹰（*Accipiter nisus*）、黑鸢（*Milvus migrans*），

二级保护兽类猕猴 (*Macaca mulatta*)，以上保护动物均为资料记录。本项目建设不会减少区域内珍稀濒危野生动植物种类，不会破坏生态系统完整性。本项目建成后对野生动物的影响主要是在雨雾天气条件下对鸟类飞行的影响，评价区域内的野生鸟类主要为麻雀、杜鹃等常见小型鸟类，行动敏捷，且飞行高度一般高于线路高度，从国内已建成线路情况来看，线路建成后并未对鸟类的飞行和生活习性造成影响。本项目评价区域内无黑鹳等鸟类迁徙通道，线路建成后不会影响鸟类的生活习性。

(3) 对水土流失的影响

本线路工程占地和影响面积较小，施工点位分散，施工过程中采取水土流失预防措施，施工结束后采取植被恢复措施，不会造成大面积的水土流失。

(4) 对生态保护目标的影响

本项目永久占地面积较小，不涉及特殊生态敏感区，施工结束后及时利用当地生态系统中原有物种进行植被恢复，不得引入外来物种，采取相应措施后，对生态环境无影响，不会改变环境生态功能。

本项目的生态环境保护的目标是维护项目所在区域生态系统的完整性，保障生态系统的整体功能和良性循环，使项目建设对生态环境所造成的影响或破坏控制在最低限度。由于本项目涉及生态保护红线，因此根据工程性质及周围环境特征，确定主要陆生生态保护目标为评价区域地表植被和野生动物资源以及金沙江下游干热河谷水土流失敏感生态保护红线的动植物资源。

本工程在昭觉县、布拖县穿越了凉山一相岭生物多样性维护—水土保持生态保护红线和金沙江下游干热河谷水土流失敏感生态保护红线，穿越红线长度约 20.43km，立塔约 57 基，永久占地面积约 1.84hm²。在生态红线区域内，工程施工会对植被造成一定的不利影响，对当地植被生物量造成损失，但由于占用面积较小，因此总体影响程度不大。本工程输电线路的建设会对生态保护红线内的野生动物产生一定影响，主要表现在施工会导致评价区域内野生动物物种丰富度、多样性和种群数量在短期内降低，但不会造成物种的消失，影响总体来讲较小。在本工程施工期间，应根据环境保护工作要求，在生态保护红线内开展施工期环境监理，全面监督和检查各施工单位环境保护措施的实施和效果，及时处理和解决突发的环境污染事件。

7.7.3 生态环境保护措施

本项目生态环境保护措施包括设计阶段、施工期和运行期生态环境保护措施。设计阶段生态环境保护措施包括尽量避让生态保护红线、自然保护区、饮用水水源保护

区等生态保护目标，对于无法完全避让穿越生态保护红线的线路段，尽量减少在生态红线内的塔基数量，避让集中林木，以减少树木砍伐等。施工期生态环境保护措施包括野生植物保护措施、野生动物保护措施、环境管理措施、生态红线区域保护措施等，运行期线路运行维护过程中对植被影响和环境风险的措施。

7.7.4 生态环境影响可行性结论

本工程穿越凉山一相岭生物多样性维护—水土保持生态保护红线和金沙江下游干热河谷水土流失敏感生态保护红线，在提高水土流失防治标准、优化施工工艺，并采取严格的生态影响防护和恢复措施后，不会改变生态保护红线区域的生态功能，项目的实施不会对生态保护红线的生态功能产生显著影响。**从生态保护角度分析，本工程的建设是可行的。**

8 环境保护措施及其技术、经济论证

8.1 污染控制措施分析

8.1.1 环境保护措施设置原则

本工程在设计、施工、运行阶段均采取了相应环保措施，具体参见本报告第 3.6 节“设计阶段环境保护措施”。这些措施符合环境影响评价技术导则中环境保护措施“预防、减缓、补偿、恢复”的基本原则，并体现了“预防为主、环境友好”的设计理念。本报告书将根据工程环境影响特点、工程区域环境特点、环境影响评价过程中发现的问题，补充相应的环境影响预防、减缓、补偿、恢复及环境管理措施，以保证本工程的建设符合国家环境影响评价、环境保护的法律法规、环境保护技术政策、国家环境保护产业政策的要求。

8.1.2 电磁环境保护措施分析

对于输电线路工程，可通过下列措施减小电磁环境影响：1) 优化线路路径尽量避让城镇规划区、学校、居民密集区等；2) 合理选择导线直径及导线分裂数，并提高线路的加工工艺；3) 选定导线对地距离时应考虑其电磁环境影响水平，使其满足相应的环保标准要求。

8.1.3 声环境保护措施分析

输电线路运行噪声主要来源于恶劣天气条件下，导线、金具产生的电晕放电噪声。

对于输电线路工程，其声环境保护措施与电磁环境保护措施基本一致。

8.1.4 地表水环境保护措施分析

对于输电线路工程运行期间，无污水产生，不会对地表水产生影响。

8.2 环保措施的经济、技术可行性分析

8.2.1 规划设计阶段采取的环境保护措施

(1) 电磁环境、声环境

1) 工程选线时充分征求沿线政府及规划等相关职能部门的意见，优化了路径，尽量避让城镇规划区、学校、居民密集区。

2) 严格按照相关规程及规范，结合项目区周围的实际情况和工程设计要求，确保评价范围内常年住人的房屋电磁环境、声环境满足标准限值要求。

(2) 电磁、声环境影响控制措施

1) 线路下阶段进行定位时, 应尽量向远离居民点的方向调整, 确保线路产生的电磁、噪声影响满足相应标准要求。

2) 在满足工程对导线机械物理特性要求和系统输送容量要求的前提下, 合理选择导线、子导线分裂间距及绝缘子串组装型式等, 以减小线路的电磁、噪声影响。

3) 双回并行段线路在经过耕作、畜牧养殖及道路等场所导线高度提升至 11.5m 时, 才能满足工频电场强度控制限值 (10kV/m) 要求; 单回并行段线路在经过耕作、畜牧养殖及道路等场所导线高度提升至 12m 时, 才能满足工频电场强度控制限值 (10kV/m) 要求。

4) 在确保环境敏感目标环保达标的前提下, 进一步优化导线最低对地距离。

①本工程 500kV 双回线路 (垂直逆相序排列) 在经过耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所, 导线对地高度不小于 11m 时, 并在边导线外设置 9.5m 的电磁环境影响防护距离, 该防护距离内现无人居住, 将来该区域内不得修建居民房屋等敏感建筑物。

本工程 500kV 双回线路 (垂直逆相序排列) 经过居民区时, 为确保边导线 5m 以外评价范围内各居民房屋处达标, 不同导线高度及相应工频电场强度满足 4kV/m 限值要求的位置见表 8-1。

表 8-1 各居民房屋处距双回线路边导线不同距离相应最低导线高度关系表

各居民房屋处距边导线不同距离 (m)	距地面 1.5m 高处导线最低对地高度 (m)
1	19
2	19
3	19
4	18
5	17
6	16
7	15
8	14
9	14
10	14

根据初设阶段线路路径, 结合现场调查情况, 本工程双回线路距居民敏感目标的最近水平距离为 20m, 因此, 本工程双回线路导线对地高度为 14m 时可满足相应标准限值要求。

②本工程 500kV 单回线路 (水平排列) 在经过耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所, 导线对地高度不小于 12m 时, 并在边导线外设置 15.0m 的电

磁环境影响防护距离，该防护距离内现无人居住，将来该区域内不得修建居民房屋等敏感建筑物。

本工程 500kV 单回线路（水平排列）经过居民区时，为确保边导线 5m 以外评价范围内各居民房屋处达标，不同导线高度及相应工频电场强度满足 4kV/m 限值要求的位置见表 8-2。

表 8-2 各居民房屋处距单回线路（水平排列）边导线不同距离相应最低导线高度关系表

各居民房屋处距边导线不同距离（m）	距地面 1.5m 高处导线最低对地高度（m）
1	22
2	22
3	22
4	22
5	21
6	21
7	21
8	21
9	20
10	19
11	19
12	17
13	16
14	14
15	14

根据初设阶段线路路径，结合现场调查情况，本工程双回线路距居民敏感目标的最近水平距离为 20m，因此，本工程单回线路（水平排列）导线对地高度为 14m 时可满足相应标准限值要求。

③本工程 500kV 单回线路（三角排列）在经过耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所，导线对地高度不小于 12m 时，并在边导线外设置 13.5m 的电磁环境影响防护距离，该防护距离内现无人居住，将来该区域内不得修建居民房屋等敏感建筑物。

本工程 500kV 单回线路（三角排列）经过居民区时，为确保边导线 5m 以外评价范围内各居民房屋处达标，不同导线高度及相应工频电场强度满足 4kV/m 限值要求的位置见表 8-3。

表 8-3 各居民房屋处距单回线路（三角排列）边导线不同距离相应最低导线高度关系表

各居民房屋处距边导线不同距离（m）	距地面 1.5m 高处导线最低对地高度（m）
1	22
2	22
3	22
4	22
5	21
6	21
7	21
8	21
9	20
10	19
11	18
12	17
13	15
14	14
15	14

根据初设阶段线路路径，结合现场调查情况，本工程单回线路（三角排列）距居民敏感目标的最近水平距离为 20m，因此，本工程双回线路导线对地高度为 14m 时可满足相应标准限值要求

5) 合理选择导线直径及导线分裂数以降低线路电磁环境水平，要求导线、母线、均压环、管母线终端球和其它金具等提高加工工艺，防止尖端放电和起电晕，降低电磁环境影响。

6) 合理选择导线截面和极导线结构以降低线路的电晕噪声水平。

7) 线路下阶段进行微调时，应尽量向离开居民点的方向调整；如果不能远离，应重新确认居民点的距离和环境影响情况，确保各项环境因子满足标准要求。

（3）生态环境保护措施

1) 尽量避让、远离特殊及重要生态敏感区。

2) 下阶段设计时，应继续优化线路路径及塔位，尽量选择植被稀疏处及生态价值较低的土地立塔，最大限度减轻植被破坏，降低生态影响。

3) 进一步优化塔型及基础设计，尽量减少线路走廊宽度，减少永久占地。

4) 如输电线路塔基或索道、人抬道路、牵张场、塔基临时占地等施工临时场地区域发现有珍稀保护植物时，应尽量采取避让措施，因工程选线、地质等因素确实无法避让的，应采取移植、截干等措施予以保护，并及时上报林业主管部门，按相关程序办理易地保护方案。

8.2.2 施工期环境保护措施

（1）施工扬尘

线路塔基基础开挖过程中，应定时、及时洒水使施工区域保持一定的湿度，对施工场地内松散、干涸的表土，也应定时、及时洒水或采取临时覆盖措施防止起尘。

（2）施工废水

1) 施工人员一般临时租用当地民房居住，生活污水可利用当地的污水处理设施进行处理。线路施工时在施工场地的外围设置围挡设施和修建临时排水沟，妥善排放施工废水，做到文明施工。

2) 线路跨越水体时尽量采用高跨一档方式通过，不在水体中立塔。

3) 施工期应尽量避免雨季，最大程度地减少雨季水力侵蚀；如无法完全避开雨季，则采取临时挡护和覆盖措施。

4) 施工中的临时堆土点应远离水体，施工弃土应选择远离水体的适当位置妥善处置。

5) 采用苫布对开挖的土方及砂石料等施工材料进行覆盖，避免水蚀和风蚀的发生。

6) 施工机具应避免漏油，如发生漏油应收集后外运至具有相应危废处理资质的专业单位妥善统一处置。

（3）施工噪声

1) 使用低噪声的施工方法、工艺和设备，最大限度降低噪声影响。

2) 依法限制夜间施工，施工尽量安排在白天进行。因工艺特殊情况要求，需在夜间施工而产生环境噪声污染时，应按《中华人民共和国环境噪声污染防治法》的规定，取得县区级以上人民政府或者其有关主管部门的证明，并公告附近居民；同时禁止高噪音设备（如装载机、切割机、打桩机等）作业。

（4）固体废弃物

固体废物主要是施工人员的生活垃圾。生活垃圾主要产生在租住房屋处，利用租住房屋既有设施收集后转运至附近垃圾处理站，对环境不会产生新的影响。

各施工场所垃圾不得随意丢弃，对生产、生活垃圾进行分类（可降解和不可降解）收集，弃渣不得堆放于河道以及植被较多地段；建筑废料、生活垃圾和弃渣分类处置，部分回收利用或集中运送至垃圾站处理。此外，施工结束后施工单位对拆迁场地进行清理或碾压整平，结合周边的土地利用现状及时恢复植被。

（5）生态保护措施

详见报告书第7章《生态环境影响评价专章》7.6节。

8.2.3 运行期环境保护措施

（1）运行管理和宣传教育

- 1) 加强对当地群众进行有关高压送电线路和设备方面的环境宣传工作。
- 2) 建立各种警告、防护标识，避免意外事故发生。
- 3) 依法进行运行期的环境管理和环境监测工作。
- 4) 生态类保护目标范围内尽量减少线路巡检和维护时的人员和车辆，减少对生态环境的影响。

（2）竣工环境保护验收

输电线路建成投运后，应进行竣工环境保护验收调查工作，确保居民生活环境满足相关标准要求。

8.3 措施的技术、经济可行性分析

本工程输电线路通过优化路径和导线设计，提高导线加工工艺水平，控制导线对地高度等措施，尽量减小其电磁、声环境影响。同时采取一系列生态保护措施，最大程度降低工程建设对当地生态环境的影响。

本工程采取的各项环境保护措施在该地区已投运输变电工程中得到了较好地应用，具有技术、经济可行性。

9 环境管理和监测计划

工程的建设会对所经地区的社会经济和自然环境造成一定影响。在施工期间，建设单位应加强环境管理，协调组织设计单位和施工单位落实各项环保措施与要求；为保证各项措施与要求得以切实落实，建设单位还应委托相关单位开展环境监理工作。工程正式投运后，根据国家有关建设项目竣工验收的管理规定，建设单位需委托专业机构进行工程的环境保护设施竣工验收和环境监测工作。

9.1 环境管理

9.1.1 环境管理机构

本工程不单独设立环境管理机构，但是建设单位或负责运行的单位应在其管理机构内配备必要的专职和兼职人员，负责环境保护管理工作。

9.1.2 设计、施工招标阶段的环境管理

(1) 主体工程设计单位应在下阶段设计中，将环评报告中提出的措施纳入工程设计中。设计中应统筹安排施工时序，合理安排环保措施的实施进度。

(2) 设计单位应遵循有关环保法规，严格按有关规程和法规进行设计。设计施工文件中详细说明施工期应注意的环保问题，按设计文件执行并同时作好记录。

(3) 建设单位应将施工环保措施纳入施工招标文件中，明确验收标准和细则。

9.1.3 施工期环境管理

(1) 在工程的承包合同中明确环境保护要求，承包商应严格执行设计和环境影响评价中提出的各项污染防治措施，遵守环境保护方面的法律法规。

(2) 施工期的环境管理由施工单位具体负责，建设单位和监理单位负责监督。施工单位在施工前应组织施工人员学习《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国水土保持法》、《中华人民共和国森林法》、《中华人民共和国野生植物保护条例》等环保法律、法规，做到施工人员知法、懂法、守法。

(3) 设计单位应遵守有关环保法规、严格按有关规程和法规进行设计，在设计阶段即贯彻环保精神。在下阶段设计中，将环评报告中提出的措施纳入工程设计中。设计中应统筹安排施工时序，合理安排环保措施的实施进度。

(4) 采用低噪声的施工设备，施工时尽量在白天进行，夜间施工禁止使用高噪声设备。

- (5) 施工场地要设置施工围栏，并对作业面定期洒水，防止扬尘破坏环境。
- (6) 施工中产生的生活污水要设置相应的处理设施。
- (7) 施工中少占耕地，临时用地及时植被恢复。
- (8) 施工中少破坏农作物，对无法恢复的破坏要按规定赔偿。
- (9) 输电线路与公路、河流等的交叉跨越施工应该先与交通等部门协商后，针对性设计施工方案，在规定时间内完成施工。
- (10) 施工参与各方要积极收集、整理、推广和实施工程建设中各项环境保护的先进经验和技能。
- (11) 施工单位要做好施工中各种环境问题的收集、记录、建档和处理工作，并根据问题严重程度及时或定期向各有关部门汇报。

9.1.4 环境保护设施竣工验收

根据《建设项目环境保护管理条例》，本工程的建设应执行污染治理设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的“三同时”制度。建设项目竣工后，建设单位应当按照国务院环境保护行政主管部门规定的标准和程序，对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告。主要内容应包括：(1) 建设期、运行期环境保护措施落实情况；(2) 工程试运行中的工频电场强度、工频磁感应强度、噪声对环境的影响情况；(3) 工程运行期间环境管理所涉及的内容。建设单位在环境保护设施验收过程中，应当如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的建设和调试情况，不得弄虚作假。除按照国家规定需要保密的情形外，建设单位应当依法向社会公开验收报告。

环境保护设施竣工验收的内容见表 9-1。

表 9-1 环境保护设施竣工验收一览表

序号	验收对象	验收内容
1	相关资料、手续	项目是否经四川省发改委核准，相关批复文件是否齐备，项目是否具备开工条件，环境保护档案是否齐全。
2	与法规、规划的相符性	本工程输电线路是否通过城镇规划区，是否避让沿线特殊及重要生态敏感区域核心区域；如通过法律允许的敏感区域，是否按照规定办理了相关的手续。
3	各类环境保护设施是否按报告中要求落实	工程设计及本环评提出的设计、施工、运行阶段的电磁环境、水环境、声环境保护措施落实情况及实施效果。
4	环境保护设施安装质量	环境保护设施安装质量是否符合国家和有关部门规定，包括电磁环境保护设施、声环境保护设施。例如，线路架设时是否按照设计选定的导线、子导线分裂间距及绝缘子串组型式，是否按照规范要求确定架线高度。与环评阶段相比，线路是否远离居民点，若没有，线路附近居民点处电磁环境是否满足标准要求。

序号	验收对象	验收内容
5	环境保护设施正常运转条件	各项环保设施是否有合格的操作人员、操作制度。
6	污染物排放及总量控制	电磁环境和声环境敏感目标处工频电场是否满足公众曝露控制限值；4kV/m，工频磁感应强度能否满足公众曝露控制限值 100 μ T，如不能，提出相应整改措施。 线路附近居民点的噪声水平能否满足相应声环境功能区类别标准。如不能，提出相应整改措施。
7	生态保护措施	是否落实本环评中提出的各项生态保护措施，各项生态保护措施的实施效果。
8	环境监测	落实环境影响报告书中环境管理内容，实施环境影响报告书监测计划。竣工验收中，应该对所有的环境影响因子如工频电场、工频磁场和环境噪声进行监测。
9	环境保护敏感点环境影响验证	监测线路附近环境敏感点的工频电磁场和噪声等环境影响指标是否与预测结果相符。

9.1.5 运行期环境管理

由于本工程不单独设立环境监测站，因此，业主应在该工程的管理机构内设立专门的环境管理机构。该机构的主要职责如下：

- (1) 运行期环境监测单位的组织和落实。
- (2) 制定运行期定期的环境监测计划。
- (3) 建立环境管理和环境监测技术文件。这些技术文件包括：污染源的监测记录技术文件；污染控制、环境保护设施的设计和运行管理文件；导致严重环境影响事件的分析报告和监测数据资料等。

(4) 根据《四川省辐射污染防治条例》第三十八条的要求“电力、广播电视、移动通信营运单位，应当于每年 1 月 31 日前向有审批权的环境保护主管部门报送上年度电磁环境保护报告。

9.1.6 环境管理培训

应对与工程项目有关的主要人员进行宣传教育，减少施工和运行产生的不利环境影响，并且能够更好地参与和监督本项目的环保管理；提高人们的环保意识，加强公众的环境保护和自我保护意识。具体的环保管理培训计划见下表。

表 9-2 环保管理宣传培训计划

项目	参加对象	宣传或培训内容
环境保护知识和政策宣传	线路沿线的居民	1.电磁环境影响的有关知识 2.声环境质量标准 3.电力设施保护条例 4.其他有关的国家和地方的规定
环境保护管理培训	建设单位或负责运行的单位、施工单位、其他相关人员	1.中华人民共和国环境保护法 2.中华人民共和国水土保持法 3.中华人民共和国野生动物保护法

		4.中华人民共和国野植物保护条例 5.建设项目环境保护管理条例 6.其他有关的管理条例、规定
水土保持和野生动植物保护要求培训	施工及其他相关人员	1.中华人民共和国水土保持法 2.中华人民共和国野生动物保护法 3.中华人民共和国野植物保护条例 4.国家重点保护野生植物名录 5.国家重点保护野生动物名录 6.其他有关的地方管理条例、规定

9.2 环境监理

工程进行环境监理的目的是确保国家和地方有关环境保护的法律法规和地方规章及主体设计、环境影响报告书、施工承包合同中的环境保护要求得到完全落实。

建设单位将环境监理纳入主体工程监理过程中，向监理单位明确工程环境监理范围、时间及职责，在工程施工现场对监理单位提交的有关环境问题及建议及时反馈给相关建设方并协调处理解决。

施工单位应按照环境影响评价文件及相关设计资料，落实各项环境保护措施和要求，配合监理单位完成现场检查，并对监理单位提出的不符合环保要求整改意见及时反馈并进行纠正。

监理单位按照“守法、诚信、公正、科学”的准则，管理勘测设计、科学试验合同和施工图纸供应协议；全面管理工程承建合同，审查承包人选择的分包单位资格及分包项目，并报业主批准；检查落实施工准备工作，审批施工组织设计、进度计划、技术措施和作业规程、工艺试验效果、使用的原材料；对施工期环保措施和要求的落实进行监督。

监理内容主要包括：①依据环境影响报告书及批复要求，核实工程污染防治、生态防护和水土保持等措施的相符性，监督其建设情况；②检查并监督工程建设期间废水、噪声等污染因子的排放情况；③对环境风险防范措施、各项环境风险对策情况进行检查，评价环境风险对策的执行情况；④检查是否有遗漏的环境风险，协助处理突发环境污染事件等。监理内容详见下表。

表 9-3 环境监理内容一览表

序号	监理对象	监理内容
1	相关批复文件	项目是否经发改委核准或审批，相关批复文件（包括环评批复、用地批复、水保批复、文物、林木砍伐、压矿等）是否齐备，项目是否具备开工条件。
2	项目变化情况	项目设计和施工过程中，项目的性质、规模、选线、平面布置、工艺及环保措施是否发生重大变动。

3	明确塔位	在工程施工前，监理人员和施工单位人员一同实地调查各塔基处及其附近占地范围内植被状况，特别是可能有珍稀动植物分布地段塔位的植被类型、植物种类、植物郁闭度、有无珍稀植物、对珍稀植物采取的具体保护措施等。
4	线路走廊清理	在满足设计净空高度要求的情况下，线路走廊内的树木均不需要砍伐，对部分超高需砍伐的树木，应取得林业部门许可后才能砍伐；并根据核定的砍伐数量、面积及是否满足相关法规要求进行现场监理。
5	施工临时场地确定	临时道路、材料场、牵张场位置确定是否满足生态要求，临时占地范围是否超出设计要求，表土存放及养育。
6	铁塔基础施工	铁塔基础施工前剥离表土装袋情况；基础开挖情况；施工机具和砂石、水泥、塔材、金具的搬运情况；基础回填后，余土处置情况；塔基处挡土墙、护坡挡护情况。
7	铁塔高度及导线净空高度	根据环保要求，复核设计资料上位于不同功能区的铁塔高度和最低允许高度能否满足要求。
8	“三同时”制度	主要环保设施与主体工程建设同步性。
9	环境风险防范	环境风险防范与事故应急设施与措施。
10	生态类保护目标附近施工	线路与沿线各生态类保护目标位置关系变化情况；在生态类保护目标附近施工临时场地布置情况、施工时间、架线方式；附近施工机械停放、清洗情况；附近临时堆土环保措施、建筑垃圾及生活垃圾处理情况等。
11	野生动植物保护措施	项目施工时遇有野生动植物时的保护措施。
12	植被恢复	施工场地清理及土地整治，表土层覆盖，植被抚育管理情况。

9.3 环境监测

运行期输电线路沿线周边的工频电场、工频磁场、噪声环境监测工作可结合竣工环境保护验收完成，各项监测内容如下：

（1）监测点位布置：输电线路附近人类活动相对频繁线路段，线路例行监测断面可布置在线路跨越重点公路处、两输电线路交叉或平行接近处。

（2）监测项目：工频电场、工频磁场、噪声。

（3）监测方法：执行国家相关的监测技术规范、方法。

（4）监测频次及时间：本工程投运后一年内结合竣工验收监测一次。

环境监测计划详见表 9-4。

表 9-4 环境监测计划一览表

监测项目	监测点位	监测频次及时间	监测方法
工频电场强度 工频磁感应强度 噪声	输电线路附近人类活动相对频繁线路段，线路例行监测断面可布置在线路跨越重点公路处、两输电线路交叉或平行接近处	结合竣工环境保护验收监测一次	《交流输变电工程电磁环境监测方法》 《声环境质量标准》；

10 评价结论与建议

10.1 工程概况

布拖换流站一期 500kV 配套工程包括：布拖换流站一期改造工程、月城 500kV 变电站改造工程、橄榄 500kV 变电站保护改造工程、普提 500kV 变电站保护改造工程、布拖换流站一期 500kV 配套工程线路工程、配套光缆改造工程。

(1) 布拖换流站一期改造工程

布拖±800kV 换流站位于四川省凉山州布拖县特木里镇。

本期在换流站内扩建 500kV 出线侧融冰刀闸 7 组和相应融冰管母线，及部分设备支架及基础。本期 π 接线路间隔包含在布拖换流站新建工程中，不属于本工程建设内容。

(2) 月城 500kV 变电站改造工程

月城 500kV 变电站位于四川省凉山州西昌市佑君镇。

本期拆除原月城~普提 500kV 出线侧融冰短接刀闸，并在站内 500kV 配电装置场地预留位置扩建 2 组融冰刀闸及融冰管母线。

(3) 橄榄 500kV 变电站保护改造工程

橄榄 500kV 变电站位于四川省攀枝花市米易县新山乡坪山村 12 组与丙谷镇橄榄河村。

本期改造范围为第五串的 II 母边断路器保护、中断路器保护、II 母出线保护等 4 面保护屏更换以及出线接地刀更换后的二次接线改造等。

(4) 普提 500kV 变电站保护改造工程

普提 500kV 变电站位于四川省凉山州昭觉县城东北 5.0km 的城北乡普提村。

本期工程配置 2 套短引线保护，作用于 500kV 第三串 5031 和 5032 断路器，增设相关屏柜接地、电缆敷设、防火封堵等内容。

(5) 布拖换流站一期 500kV 配套工程线路工程

①月城~普提双回 500kV 线路月城侧 π 入布拖换流站线路工程

线路自月城~普提同塔双回线路 201#塔(月普一线运行编号)耐张塔作为 π 接塔，至布拖换流站一期 500kV 进线构架止，新建路径长度约 2×35km，其中 10mm 冰区 2×2.4km，15mm 冰区 2×12km，20mm 冰区 2×20.6km。10mm 和 15mm 冰区采用同塔双回架设（其中 10mm 冰区钻越锦苏特高压段采用两个单回路架设），20mm 冰区

采用两个单回路架设，新建线路位于四川省凉山州昭觉县和布拖县境内。沿月普双回线路月城侧 π 接点至布拖换流站一期的500千伏新建双回线路上架设两根OPGW光缆，OPGW光缆路由长度约35km，OPGW光缆长约 $2\times 38.5\text{km}$ 。拆除同塔双回路路径长度1.5km。本工程将月城~普提双回500kV线路开断后，普提侧线路接至布拖换流站二期，形成普提~布拖双回500kV线路。

②橄榄~普提一线单回500kV线路橄榄侧 π 入布拖换流站线路工程

新建线路从橄榄~普提一线单回500kV线路261#大号侧改接点新建转角塔起，至布托换流站500kV进线构架止，橄普一线橄榄侧 π 接方案新建路径长约5km，全部位于布拖县境内。同塔架设1根OPGW光缆，新建光缆路径长约5.0km，OPGW光缆长约6.2km。本工程将橄榄~普提500kV线路开断后，普提侧线路接至布拖换流站二期，形成普提~布拖单回500kV线路。 π 接点间线路拆除部分不属于本工程内容。

（6）配套光缆改造工程

将月普线月城~ π 接点一线001#-201#（对应设计编号N1001~N2053）的普通地线更换为72芯OPGW光缆，全线路径长度为69.83km，OPGW光缆长约73.80km，共计201基铁塔更换OPGW及相应的金具；将橄榄站出线构架~榄普一线改接塔（对应设计编号N4074~N4075，运行编号261#~262#）的一根地线更换为72芯OPGW光缆（光缆改造），全线路径长度为131km，OPGW光缆长约148km，共计261基铁塔更换OPGW及相应的金具。

本工程布拖换流站一期改造工程、月城500kV变电站改造工程、橄榄500kV变电站保护改造工程、普提500kV变电站保护改造工程均属于站内设备技术改造，不增加电磁环境影响源、噪声源，不新增污水、大气和固体废弃物排放，不会产生新的环境风险；配套光缆改造工程对环境影响较小，也不会产生新的环境风险。布拖换流站一期新建工程正在建设中，月城500kV变电站、橄榄500kV变电站保护、普提500kV变电站前期工程均通过相关竣工环境保护验收，不存在遗留环保问题；因此本次环评不再对本工程布拖换流站一期改造工程、月城500kV变电站改造工程、橄榄500kV变电站保护改造工程、普提500kV变电站保护改造工程、配套光缆改造工程进行评价。

10.2 工程建设的符合性及必要性

本工程建设符合国家产业政策、电网建设规划。本工程选线符合地方规划要求。

10.3 环境概况

(1) 本项目所在区域工频电场、工频磁场及噪声强度均满足评价标准的要求。

(2) 生态环境

1) 植物

本工程位于昭觉县、布拖县境内，区域为中山及深切谷地地貌。本项目所经区域主要为山地地区，为农村环境，自然植被组合单纯，林地、灌草地分布广泛，主要有亚热带常绿针叶林、亚热带阔叶林，代表性物种为云南松、桦木、杨树等，以及地盘松灌丛、杜鹃灌丛、扭黄茅草丛、白茅草丛等灌草植被，耕地主要种植有小麦、玉米、马铃薯等，经济作物以核桃树、花椒树、烟叶等经济林木为主等。根据现场勘查以及《国家重点保护野生植物名录（第一批）修正案》（2001.8.4，农业部、国家林业局令第53号）、《中华人民共和国植物新品种保护名录》（林业部第二批），本次现场调查期间，在调查范围内没有发现珍稀濒危及国家和四川省重点保护的野生植物及名木古树分布。

2) 动物

本工程调查范围内野生动物分布有鸟类、兽类、爬行类和两栖类。鸟类有大嘴乌鸦、山斑鸠、烟腹毛脚燕等，兽类有黄鼬、大林姬鼠、大耳姬鼠等，两栖类有圆疣蟾蜍、林蛙等，爬行类有双斑锦蛇、蹼趾壁虎、草绿攀蜥等；人工饲养动物有猫、狗、猪、鸡、鸭等家禽家畜。根据现场踏勘以及《国家重点保护野生动物名录》（2003.3，国家林业局令第7号）、《四川省重点保护野生动物名录》（1990.3）、《四川省新增重点保护野生动物名录》（2000.9），本项目评价范围内评价区内记录国家一级重点保护动物黑鹳（*Ciconia nigra*）、国家二级重点保护鸟类雀鹰（*Accipiter nisus*）、黑鸢（*Milvus migrans*），二级保护兽类猕猴（*Macaca mulatta*），以上保护动物均为资料记录，本次调查期间在调查区域内没有发现上述重点保护野生动物，本项目占地范围不涉及其栖息地。

3) 生态类敏感目标

根据四川省人民政府《关于印发四川省生态保护红线方案的通知》（川府发〔2018〕24号），本工程无法完全避让生态保护红线，线路在昭觉县、布拖县穿越了凉山—相岭生物多样性维护—水土保持生态保护红线和金沙江下游干热河谷水土流失敏感生态保护红线。线路路径现已取得昭觉县、布拖县相关部门的原则同意意见。根据中共中

中央办公厅、国务院办公厅《关于在国土空间规划中统筹划定落实三条控制线的指导意见》（厅字〔2019〕48号）以及环环评〔2016〕150号、环规财〔2018〕86号等相关文件，本工程不违背现行生态保护红线管控要求。

根据收资及现场踏勘，本工程不涉及自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、饮用水水源保护区等特殊及重要生态敏感区，输电线路避让了工程附近的昭觉县大坝乡特洛村集中式饮用水水源地、昭觉县地莫乡巴尔村集中式饮用水水源地、布拖县拉达乡集中式饮用水水源地等水源保护区，项目不占用水源保护区范围。

（3）水土流失：本项目所在区域土壤侵蚀以低、中度侵蚀为主。

10.4 主要环境影响预测与评价结论

10.4.1 施工期环境影响与评价结论

10.4.1.1 大气环境影响

本项目输电线路施工集中在塔基处，施工位置分散、各施工位置产生扬尘量很小。在施工期间，建设单位应做到防尘“六必须”（必须围挡作业、必须硬化道路、必须设置冲洗设施、必须及时洒水作业、必须落实保洁人员、必须定时清扫施工现场）、“六不准”（不准车辆带泥出门、不准运渣车辆冒顶装载、不准高空抛撒建筑垃圾、不准现场搅拌混凝土、不准场地积水、不准现场焚烧废弃物）。强化施工扬尘措施落实监督。施工过程中，建设单位及施工单位建立施工环境保护管理工作责任制，落实施工环境管理责任人，加强施工扬尘防治监管，积极配合上级环境主管部门的监测和监管工作。可见，本项目施工期不会对区域大气环境产生明显影响。

10.4.1.2 地表水环境影响

本线路工程跨越的主要河流为跨越四开河、特木里河。线路在跨越河流时，均采用一档跨越，不在水中立塔，不会影响跨越河流水质。但在施工中产生的施工废水和生活污水可能会污染输电线路所跨越的河流及附近水库，本环评要求在线路跨越河流和水库附近施工时采取如下措施：

（1）施工期间施工场地要尽量远离水体，并划定明确的施工范围，不得随意扩大；施工临时道路要尽量利用已有人抬道路。

（2）施工中临时堆土点应远离跨越的水体。

（3）基础钻孔或挖孔的渣不能随意堆弃，应运到指定地点堆放。

（4）合理安排工期，抓紧时间完成施工内容，避免雨季施工。

(5) 河流两岸的塔基尽量利用地形采用全方位高低腿设计，塔基周围修筑护坡、排水沟等工程措施。

10.4.1.3 固体废物影响

本项目输电线路固体废物主要是施工人员的生活垃圾。输电线路施工人员生活垃圾主要产生在租住房屋处，利用租住房屋既有设施收集后转运至附近垃圾处理站，对环境不会产生新的影响。

为避免施工及生活垃圾对环境造成影响，在工程施工现场应作好施工机构及施工人员的环保培训；明确要求施工过程中产生的生活垃圾、拆除建筑垃圾分开收集，严禁混堆；生活垃圾应采用垃圾桶收集，集中收集后运至当地垃圾转运站；建筑垃圾应及时清运出施工场地；委托专门的垃圾清运单位，落实环保责任；严禁施工单位将生活垃圾、建筑垃圾作为农田区土方回填，使工程建设产生的垃圾处于可控状态。

此外，施工结束后施工单位对拆迁场地进行清理或碾压整平，结合周边的土地利用现状及时恢复植被。

10.4.1.4 生态环境影响分析

输电线路工程除各塔基长期占用土地以外，施工期仍需临时占用部分土地，使工程区域及生态保护红线内部分植被遭到损坏，尤其是塔基施工和道路施工对植被的砍伐。

(1) 对土地利用类型的影响

本工程总占地面积 20.82hm^2 ，其中永久占地 5.65hm^2 ，临时占地 29.60hm^2 ，小于 2km^2 ；输电线路总路径长度 40.0km 。根据现场调查，本工程所在区域土地利用类型以耕地、林地、草地为主。林地主要植被为云南松林、高山栲林等针、阔叶林及其它杂树，项目不涉及 I 级保护林地；耕地主要种植有玉米、小麦以及果树等；灌草地类型以杜鹃灌丛、地盘松灌丛、扭黄茅草丛为主。线路工程在通过林区时不砍伐运行通道，而以高塔跨越，砍伐树木主要位于塔基及其附近。本工程线路在工程上采取了绕行、加高塔身等措施，尽量减少对树木的砍伐。在临时占地区，工程完建后将植树种草，在一定程度上会减轻线路建设对植被资源的影响。

(2) 对生态系统及环境质量的影响

评价区主要有 5 类生态系统，项目建设塔基永久占地以及牵张场等各项临时占地将占用一定的林地、草地自然植被，但所占群落植物种类均为区域常见和广布种，如云南松、桦木、杨树、腋花杜鹃、地盘松、蔷薇、悬钩子、栒子、白刺花、羊蹄甲、

木蓝、余甘子、清香木、木棉、扭黄茅等。同时，在项目施工期结束后，会采取相应措施对临时占地植被进行恢复，因此项目建成后评价区内的陆生生态系统组成类型不会减少，区域生态系统多样性影响较小。

（3）对植被及森林资源的影响

本工程输电线路新建铁塔 168 基，塔基占地面积 5.43hm^2 。此外，工程在施工过程中施工临时占地、人抬道路、牵张场等临时占地 29.60hm^2 ，会造成一定程度植被破坏、或被临时占压和干扰。但线路工程铁塔实际占地仅限于其四个支撑脚，只砍伐少量的塔基范围内树木，并将向林业部门交纳植被恢复费，由林业部门采取异地造林等补偿措施，最大程度的减少林地损失，因此工程将不会对森林资源造成影响。

线路工程在通过林区时不砍伐运行通道，而以高塔跨越，砍伐树木主要位于塔基及其附近。本工程线路在工程上采取了加高塔身、飞艇架线等措施，尽量减少对树木的砍伐。在临时占地区，工程完建后将植树种草，在一定程度上会减轻线路建设对植被资源的影响。

工程影响范围内植被主要是针叶林、阔叶林、灌丛和农业植被。施工过程中将砍伐一些上述乔灌木树种，这些植物种均为工程区域常见的种类，它们分布广、资源丰富，适应性强，工程占地和砍伐不会造成区域植物种类的减少，不会减少当地生物的多样性。

（4）对野生动物的影响分析

施工活动对野生动物栖息地生境的干扰和破坏，主要发生在塔基施工、放线施工和其它施工区域；施工期间对鸟类、兽类的影响将使得部分鸟类、兽类迁移它处，远离施工区范围；施工人员的生产和生活对野生动物栖息地生境造成干扰和局部破坏；施工机械噪声对野生动物的驱赶。这些影响将使部分野生动物迁移它处，远离施工区范围，结果是项目区范围内野生动物的种类和数量可能减少。但由于兽类对生活环境具有一定的自我调节能力，会通过迁移来避免项目施工对其造成伤害，大多数鸟类具有较强的迁移能力和躲避干扰的能力，会通过飞翔、短距离的迁移来避免项目施工对其造成伤害，因此本工程建设对兽类、鸟类没有明显影响。本工程施工期对两栖和爬行类的影响将使得大部分爬行动物迁移它处，远离施工区范围；一部分两栖和爬行类由于巢穴的被破坏而减少，总的结果是项目区范围内两栖和爬行类种类和数量将减少。由于大多数爬行动物会通过迁移来避免项目施工对其造成伤害，在加强施工人员的管理、杜绝捕猎蛇类的行为前提下，项目施工对爬行动物的影响不会太大。

总的来讲，本工程对区域内野生动物资源的影响小。

(4) 对生态保护红线的影响

本工程输电线路穿越了凉山—相岭生物多样性维护—水土保持生态保护红线和金沙江下游干热河谷水土流失敏感生态保护红线。线路工程对生态保护红线的影响主要发生在施工期，由于塔基建设土石方开挖等施工活动可能对生态保护红线产生影响，如不进行必要的防护治理，可能影响地表植被生长，加剧区域水土流失。

本工程线路为架空输电线路，永久占地仅为塔基占地，在空间中的分布为点位间隔式。设计中通过增加线路档距，尽可能减少了在生态保护红线内的塔基数量；经过多次现场调查区域水土流失现状、植被覆盖情况及植被类型，及时调整塔基位置；对于不得不在生态保护红线内的塔基，也尽量避开了易引起水土流失和生态恶化的地带，选择了植被稀疏处。在提高水土流失防治标准、优化施工工艺，并采取严格的生态影响防护和恢复措施后，项目的实施不会改变区域生态功能，项目对沿线生态保护红线的环境影响可接受。

10.4.1.5 声环境影响分析

本项目输电线路在建设期的场地平整、挖填土方、钢结构及设备安装等几个阶段中，主要噪声源有混凝土搅拌机、电锯及交通运输噪声等，这些施工设备运行时会产生较高的噪声。此外，在架线施工过程中，各牵张场内的牵张机、绞磨机等设备也产生一定的机械噪声，其声级值一般小于 70dB(A)。根据输电线路塔基施工特点，各施工点施工量小，施工时间短，单塔累计施工时间一般在 2 个月以内。施工结束，施工噪声影响亦会结束。

本环评依法限制夜间施工，如因工艺特殊要求，需在夜间施工而产生环境噪声污染时，应按《中华人民共和国环境噪声污染防治法》的规定，取得县级以上人民政府或者其有关主管部门的证明，并公告附近居民，同时在夜间施工时禁止使用产生较大噪声的机械设备如推土机、挖土机等，禁止夜间打桩作业。在采取以上噪声污染防治措施后，施工噪声对外环境的影响将被减至最小程度。

10.4.2 运行期环境影响预测与评价结论

本工程输电线路采用同塔双回垂直逆相序排列、单回水平排列和单回三角排列。运行期产生的环境影响主要有工频电场、工频磁场及噪声。

10.4.2.1 电磁环境

根据类比监测结果及预测计算结果分析，本工程输电线路运行产生的电磁环境对

周围环境的影响均满足相应评价标准限值要求。

1) 工频电场理论预测结果

①耕作、畜牧养殖及道路区域

a 同塔双回排列

本工程 500kV 双回线路（垂直逆相序排列）在经过耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所最低线高为 11m 时，左侧线下 1.5m 高处工频电场强度最大值为 9.83kV/m；右侧线下 1.5m 高处工频电场强度最大值为 9.80kV/m，均满足工频电场强度控制限值（10kV/m）要求。随着距离的增加工频电场强度逐渐降低，在距离线路中心 26m（边导线外 10m）处，工频电场强度降到 4000V/m 以下。

因此，本工程双回线路（垂直逆相序排列）在通过耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所时，导线对地高度为 11.0m 时，满足线下工频电场强度公众曝露控制限值（10kV/m）要求，并在边导线两侧设置 9.5m 的电磁环境影响防护距离，该防护距离内现无人居分布，将来该区域不得修建居民房屋等敏感建筑物。

b 单回水平排列

本工程 500kV 单回线路（水平排列）在经过耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所最低线高为 11.0m 时，线下 1.5m 高处工频电场强度最大值为 10.80kV/m，不能满足工频电场强度控制限值（10kV/m）要求。根据计算，当导线对地最低高度抬升至 12.0m 时，线下 1.5m 高处工频电场强度最大值为 9.50kV/m，满足耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所工频电场强度控制限值（10kV/m）要求。随着距离的增加工频电场强度逐渐降低，在距离线路中心 32m（边导线外 14m）处，工频电场强度降到 4000V/m 以下。

本工程 500kV 单回线路（水平排列）在通过耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所时，需提高导线对地高度至 12.0m 即可满足线下工频电场强度控制限值（10kV/m）要求，并在边导线两侧设置 15.0m 的电磁环境影响防护距离，该防护距离内现无人居分布，将来该区域不得修建居民房屋等敏感建筑物。

c 单回三角排列

本工程 500kV 单回线路（三角排列）在经过耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所最低线高为 10.5m 时，左侧线下 1.5m 高处工频电场强度最大值为 11.58kV/m；右侧线下 1.5m 高处工频电场强度最大值为 10.86kV/m，均不能满足工频电场强度控制限值（10kV/m）要求。根据计算，当导线对地最低高度抬升至 12.0m

时，线下 1.5m 高处工频电场强度最大值分别为（左侧 9.53kV/m、右侧 8.85kV/m），均满足耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所工频电场强度控制限值（10kV/m）要求。随着距离的增加工频电场强度逐渐降低，在距离线路中心 26m（边导线外 9m）处，工频电场强度降到 4000V/m 以下。

因此，本工程单回线路（三角排列）在通过耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所时，导线对地高度不低于 12.0m，满足线下工频电场强度控制限值（10kV/m）要求，并在边导线两侧设置 13.5m 的电磁环境影响防护距离，该防护距离内现无人居分布，将来该区域不得修建居民房屋等敏感建筑物。

②居民区

为确保边导线 5m 以外评价范围内各居民房屋不同楼层处达标，按敏感点距导线水平距离的不同、楼层的不同，相应的提高导线高度来确保工频电场强度小于 4000V/m。

2) 工频磁场理论预测结果

单回路三角排列：本工程 500kV 单回线路（三角排列）在通过耕作、畜牧养殖及道路区域，导线对地高度提升至 12.0m 时，左侧线下 1.5m 高处工频磁感应强度最大值出现在距线路中心 1m 处，为 16.48 μ T；右侧线下 1.5m 高处工频磁感应强度最大值出现在距线路中心 10m 处，为 22.65 μ T，均满足公众曝露控制限值（100 μ T）要求。

本工程 500kV 单回线路（三角排列）临近居民住房，导线最低对地高度为 14m 时，左侧线下 1.5m 高处工频磁感应强度最大值出现在距线路中心 1m 处，为 15.32 μ T；右侧线下 1.5m 高处工频磁感应强度最大值出现在距线路中心 10m 处，为 19.60 μ T，均满足公众曝露控制限值（100 μ T）要求。

单回路水平排列：本工程 500kV 单回线路（水平排列）在通过耕作、畜牧养殖及道路区域，导线对地高度提升至 12.0m 时，线下 1.5m 高处工频磁感应强度最大值出现在距线路中心 19m 处，为 17.88 μ T，满足公众曝露控制限值（100 μ T）要求。

本工程 500kV 单回线路（水平排列）临近居民住房，导线最低对地高度为 14m 时，线下 1.5m 高处工频磁感应强度最大值分别为 16.14 μ T，满足公众曝露限值 100 μ T 要求。

同塔双回段（垂直逆相序排列）：本工程 500kV 双回线路（垂直逆相序排列）在通过耕作、畜牧养殖及道路区域，导线对地高度提升至 11 m 时，左侧线下 1.5m 高处工频磁感应强度最大值出现在距线路中心 16m 处，为 29.49 μ T；右侧线下 1.5m 高处工

频磁感应强度最大值出现在距线路中心 12m 处，为 29.46 μ T，均满足公众曝露控制限值（100 μ T）要求。

本工程 500kV 双回线路（垂直逆相序排列）临近居民住房，导线最低对地高度为 14m 时，左侧线下 1.5m 高处工频磁感应强度最大值出现在距线路中心 16m 处，为 24.95 μ T；右侧线下 1.5m 高处工频磁感应强度最大值出现在距线路中心 12m 处，为 24.96 μ T，均满足公众曝露控制限值（100 μ T）要求。

10.4.2.4 声环境

根据类比工程的类比结果及理论预测结果来看，线下可听噪声均能满足限制要求。

10.4.2.5 水环境影响

输电线路运行期间不产生废污水。

10.5 环境保护措施

（1）废水

输电线路工程施工期废污水产生量很少，在施工场地附近设置沉淀池，生产废水经沉淀处理后回用，不外排。施工人员生活污水排入居民点化粪池进行处理后用作农肥，不外排，处理措施可行。

（2）噪声

合理安排施工时间，严格控制夜间施工，施工单位要加强施工管理，做好施工组织设计，合理安排施工时间，严格控制夜间施工。

（3）工频电磁场

1) 线路选择时取得所在地区规划部门同意，并取得相关协议；线路选择时避开敏感点，在与其它电力线、通信线等交叉跨越时应严格按规程要求留有净空距离。

2) 并行段线路在经过耕作、畜牧养殖及道路等场所导线高度提升至 12.0m 时，才能满足 10kV/m 标准限值要求。

3) 在确保线旁环境敏感目标环保达标的前提下，进一步优化导线最小对地距离。本工程同塔双回输电线路在经过耕作、畜牧养殖及道路等场所导线高度为 11m 时，满足 10kV/m 标准限值要求。

由于本工程 500kV 双回线路（垂直逆相序排列）所经区域房屋分布皆为 1 层尖顶，本次仅针对地面 1.5m 高处进行预测。不同导线高度及相应工频电场强度满足 4kV/m 限值要求的位置见表 10-1。

表 10-1 各居民房屋处距线路边导线不同距离相应最低导线高度关系表

各居民房屋处距边导线不同距离（m）	距地面 1.5m 高处导线最低对地高度（m）
1	19
2	19
3	19
4	18
5	17
6	16
7	15
8	14
9	14
10	14

在确保线旁环境敏感目标环保达标的前提下，进一步优化导线最小对地距离。本工程单回三角排列输电线路在经过耕作、畜牧养殖及道路等场所导线高度提升至 12.0m 时，才能满足 10kV/m 标准限值要求。

由于本工程 500kV 单回线路（三角排列）所经区域房屋分布皆为 1 层尖顶，本次仅针对地面 1.5m 高处进行预测。不同导线高度及相应工频电场强度满足 4kV/m 限值要求的位置见表 10-2。

表 10-2 各居民房屋处距线路边导线不同距离相应最低导线高度关系表

各居民房屋处距边导线不同距离（m）	距地面 1.5m 高处导线最低对地高度（m）
1	22
2	22
3	22
4	22
5	21
6	21
7	21
8	21
9	20
10	19
11	18
12	17
13	15
14	14
15	14

在确保线旁环境敏感目标环保达标的前提下，进一步优化导线最小对地距离。本工程单回水平排列输电线路在经过耕作、畜牧养殖及道路等场所导线高度提升至 12.0m 时，才能满足 10kV/m 标准限值要求。

由于本工程 500kV 单回线路（水平排列）所经区域房屋分布皆为 1 层尖顶，本次仅针对地面 1.5m 高处进行预测，不同导线高度及相应工频电场强度满足 4kV/m 限值

要求的位置见表 10-3。

表 10-3 各居民房屋处距线路边导线不同距离相应最低导线高度关系表

各居民房屋处距边导线不同距离（m）	距地面 1.5m 高处导线最低对地高度（m）
1	22
2	22
3	22
4	22
5	21
6	21
7	21
8	21
9	20
10	19
11	19
12	17
13	16
14	14
15	14

10.6 生态环境保护措施

10.6.1 植被保护措施

（1）施工期陆生植物保护措施

1) 加强施工管理

施工期应该按照矿段规划遵循有序施工、文明施工的原则，做到施工材料堆放有序，施工道路通畅，施工人员各尽其职，使施工有条不紊进行。对施工人员加强环保教育、生物多样性保护教育及有关法律、法规的宣传教育，严禁施工人员肆意破坏当地自然植被。若在实施工程中发现线路和塔基所在位置侵害珍稀动植物，则必须申报主管部门，由设计对此进行调整，避开此区域或对珍稀植物采取保护措施。

2) 加强用火管理

工程区位于金沙江下游干热河谷地带，受干热气候影响，火灾对区域山地植物、植被的影响是极其严重的，必须把火的管理放在首要位置，常抓不懈，杜绝一切隐患。积极贯彻《森林防火条例》，加强防火宣传教育，对可能引发火灾的施工活动严格按照规程规范施工，做好施工人员吸烟及其它生活和生产用火的火源管理。建立施工区森林防火及火警警报系统和管理制度，一旦出现火情，立即向林业主管部门和地方有关主管部门进行通报，同时组织人员协同当地群众积极灭火。建立施工区防火及火警警报系统，务必确保施工期内施工区及附近区域的自然资源火情安全。

3) 林地植被保护措施

在施工前细化线路方案及施工方案，划定施工红线范围。施工运输及作业严格控制在划定的运输路线和作业区域，在施工红线范围内尽量保留乔木、灌木植株，减小生物量损失。

输电线路在跨越密集林区时，采用高跨方式通过，不砍伐导线下方通道，对线路走廊内的林木仅进行削枝，同时高大乔木在施工结束后进行植被恢复时能够为灌木层、草本层提供荫蔽，提升植被恢复速度和质量。在满足设计使用强度的要求下，尽量增大档距，减小林区内铁塔数量，以进一步减小林木砍伐量；并且选用先进的架线施工手段，如无人机放线等，减少林木破坏。

施工道路中施工简易道路以利用已有道路为主，在交通条件较好的塔位施工时，不新建施工人抬便道，尽量利用乡间道路，减少新建施工道路；在交通条件较差的塔位施工时，新建施工人抬道路需避让蔽郁度高的阔叶林和针叶林地，尽量选择植被稀疏的荒草地，以减少林木砍伐，降低施工活动对周围地表和原生植被的扰动，同时避让林木生长茂盛区域，以免运输过程中设备材料刮擦林木。在山丘区坡度较大或植被覆盖度较好的林区，采用索道运输施工材料，减缓因修施工道路引起的水土流失及树木砍伐，条件不允许的区域可设人抬便道，采用畜力和人力运输，有效减少土石方开挖和扰动地表面积，减轻对线路沿线植被的破坏。

塔基施工临时占地应选择在塔基附近平坦、植被稀疏地带，尽量利用灌草地，使用前铺设彩条布或其他铺垫物，以减少土地平整导致的水土流失和植被破坏。塔材、金具等材料运输到施工现场应集中堆放在塔基施工临时占地区，并及时进行组装，减少现场堆放时间，减少对植被的占压。

牵张场应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；场址场地应宽敞平坦，减少场地平整的引起的水土流失；牵张场选址应尽量避让植被密集区，以占用植被较低矮、稀疏的灌丛、草地为主。

按照林地管理相关规定办理林地使用许可证、林木采伐证等相关手续，严格按照林业主管部门下发的林地使用许可证规定的占地范围和林木采伐证规定的林木采伐数量进行采伐作业，严禁超范围、超数量采伐林木，并缴纳植被恢复费，由当地林业部门进行异地造林，减少植被的损失。

对位于山丘区的铁塔采用全方位高低腿塔和主柱加高基础，减少土石方开挖和回填量及植被破坏面积。

禁止施工人员在施工过程中带入外来物种，保护原生生态环境。

对于水热条件较好的塔位及临时占地区域植被恢复尽可能利用自然更新。对确需采取人工栽种树种进行植被恢复的林地，选择当地适生的树种进行种植，严禁引入外来物种。

如输电线路塔基或索道、人抬道路、牵张场、塔基临时占地等施工临时场地区域发现有珍稀保护植物时，应尽量采取避让措施。因工程选线、地质等因素确实无法避让的，应采取移植、截干等措施予以保护，并及时上报林业主管部门，按相关程序办理易地保护方案。

4) 灌草地植被保护措施

对于施工临时占用的草地，施工前应将施工区域草皮剥离，并在施工期间对其进行养护，待施工结束后将其回铺至施工区域；对于立地条件较好的塔位及临时占地区域灌草植被恢复尽可能利用植被自然更新，对确需进入人工播撒草籽进行植被恢复的区域，应采用当地物种，严禁带入外来物种。

加强对施工队伍的管理，严格遵守各项规章制度，加强对施工人员的生态环境保护教育，提高环保意识，避免施工机械、人员对施工区域外其他灌草地的破坏。塔材、金具等材料输运到施工现场需及时进行组装，减少现场堆放时间，减少对草地植被的占压；施工结束后，应及时清理施工现场，对施工过程中产生的生活垃圾等固体废物，应集中收集装袋，并在结束施工时带出施工区域，不得随意丢弃于施工区域的天然灌草丛中，避免对植被的正常生长发育产生不良影响。

对塔基施工基面遗留的弃土进行及时清理，对硬化地面进行翻松后植被恢复。6-9月份是灌草植被生长旺盛的季节，施工期尽量避免这个时期，避免影响草原动物的觅食；施工结束及时复草，避免造成食物的减少。

5) 耕地栽培植被保护措施

加强施工人员管理教育，施工运输及作业严格控制在划定的运输路线和作业区域，禁止施工人员超出施工区域踩踏当地作物。

施工时尽可能避开栽培植被收获期，减少对栽培植被的影响。

禁止施工人员采摘栽培植物。

(2) 运行期陆生植物保护措施

本工程投运后，除塔基占地为永久性占地外，其它占地均为临时性占地，施工结束后对临时占地及时恢复其原有功能，不影响其原有的土地用途，在线路运行维护过

程中应采取以下措施：

- 1) 对塔基处加强植被的抚育和管护。
- 2) 在线路维护和检修中仅对影响安全运行的树木进行削枝，不进行砍伐。
- 3) 加强用火管理，制定火灾应急预案，在线路巡视时应避免带入火种，以免引发火灾，破坏植被。
- 4) 在线路巡视时应避免引入外来物种。

10.6.2 动物保护措施

(1) 施工期陆生动物保护措施

本项目对野生动物的影响主要是对小型兽类和鸟类的影响，应采取如下保护措施：

1) 在项目建设期间，项目建设方必须加强对施工队伍及人员的野生动物资源保护方面的宣传教育工作，项目建设前，项目建设方应与当地野生动物保护管理部门签订野生动物资源保护的责任书，把保护责任落实到单位和责任人，以建立完善的保护责任人制度。

2) 施工单位应同野生动物管理部门加强合作，针对实际情况制定相应的野生动物保护措施。严格禁止施工人员捕食鸟类、蛇类、兽类，以减少施工对当地陆生动物的影响。同时，在主要施工地段的显著位置设立严禁非法捕猎的警示牌，随时提醒施工人员不能触犯动物保护的法律法规。

3) 项目建设期间，当地林业系统的野生动物保护部门和森林公安一起组成联合巡逻组，加大工程评价区域的巡护力度。对出现的非法偷猎事件要及时查处和制止，严禁施工区人员乱捕野生动物。

4) 在野生动物专家的配合下，如发现有未调查到的野生保护动物出现，应在有国家重点保护动物出没的区域设立警示牌，提醒施工人员不要大声喧哗，不要随意走出划定的施工区域，更不要非法捕猎野生动物。

5) 工程施工选用符合国家标准的施工机具，尽量选用低噪声的施工机械或工艺，加强设备的维护和保养，保持机械润滑，震动较大的机械设备应使用减震基座，噪声值较高的施工机械尽量设置在有屏蔽的范围内作业，以从根本上降低噪声源，从而尽可能减少对周围野生动物的噪声影响。同时合理安排施工时间，避开早晨和黄昏时段开展高噪声作业（多为动物的休息和觅食时段）。

6) 加强对施工人员的用火管理，做好森林防火工作，以避免发生森林火灾对野生动物造成毁灭性影响。

7) 为尽量减小对两栖动物的影响,禁止将生产废水和生活污水排放至附近水体,加强对油料、燃料等重污染物质的安全责任制管理,严控泄漏事故对水质及两栖类产生影响。

8) 对于爬行动物:严防燃油及油污、废水泄漏对土壤环境造成污染;对工程废物要及时运出、妥善处理,防止遗留物对环境造成污染,防止对爬行动物本身及栖息环境的破坏和污染;早晚施工注意避免对爬行动物造成碾压危害;冬春季节施工发现冬眠的蛇窝及其他动物冬眠地,应采取措施将其安全移至远离工区的相似生境中。

9) 对于鸟类:尽量减少施工对鸟类活动区域的破坏,极力保留临时占地内的乔木、灌木草本,条件允许时边施工边进行植被快速恢复,缩短施工裸露面;同时应加强水土保持,促进临时占地区植物群落的恢复,为鸟类提供良好的栖息、活动环境。

10) 对于兽类:严格控制最小施工范围,保护好小型兽类的活动区域;对工程废物和施工人员的生活垃圾进行彻底清理,尽量避免生活垃圾为鼠类等疫源性兽类提供生活环境,避免疫源性兽类种群爆发。

(2) 营运期陆生动物保护措施

要加强巡护管理,在线路巡视时应留意电晕发生相对频繁的输电线路段,及时联系工程建设方进行线路维护,严禁运检人员捕食鸟类、蛇类、兽类等。

10.6.3 水土保持措施

本工程在建设过程中将水土保持工程措施、植物措施、临时措施有机结合起来,提出了完整的、科学的水土流失防治措施体系和总体布局。在工程施工和运行过程中实施一系列针对性的水土保持措施后,能有效防止本工程建设对工程影响区域带来的新增水土流失影响。针对工程建设对生态系统及地表扰动造成的影响,本工程也将采取相应生态修复措施,防治水土流失。

(1) 主体工程措施

- 1) 根据区域山地地形特点采用全方位高低腿铁塔,尽量减少占地、土石方开挖量,降低水土流失影响。
- 2) 施工用房租用沿线现有房屋设施,减少施工临时占地。
- 3) 塔基基位应尽可能避开不良地质段,基础类型应根据地质条件选择适宜的基础,在条件许可时应优先采用原状土基础。
- 4) 能开挖成型的基坑,均采用以“坑壁”代替基础底模板方式开挖,减少开挖量。
- 5) 基坑回填后应在地面堆筑防沉土堆,其范围同基坑上口尺寸。

6) 对个别岩层裸露、表面破碎、极易产生水土流失的塔位，在清除表层破碎岩屑后，需进行砂浆抹面防护。

7) 位于斜坡的塔基表面应做成斜面，恢复自然排水。对可能出现汇水面的塔位要求塔位上方修浆砌块石排水沟，以利于排水。

8) 塔基施工前应对塔基单位内的表土进行剥离并装袋，剥离的表土堆放于塔基施工临时占地区域，以备施工结束后覆土绿化所用。

9) 施工结束后应对临时占地区域及时清除杂物和土地整治。

(2) 临时工程措施

1) 在塔基平台、基础、挡土墙等土石方施工时，剥离的表土，开挖出的土石方需要在堆土坡脚品字形堆码土袋进行挡护，顶面用塑料布遮挡，用剥离的表土装入编织袋，挡护基础开挖出的土石方，待施工完成后，倒出用于其区域覆土绿化。

2) 对处于一定坡度上的塔基，在其上坡面开挖永临结合的截水沟、排水沟，防治新增水土流失。

3) 施工期过雨季的，临时堆土需加以密目网遮盖，减小降雨对临时堆土的冲刷。

4) 线路沿线塔基区少量弃方采取堆放在杆塔下方夯实。

(3) 植物措施

线路工程施工结束后，应首先根据其原土地利用类型进行恢复，对临时占地及塔基区除复耕外均采用植被恢复措施，如不能恢复其原有功能，根据当地的气候特点，选择当地适生的树种和草种进行种植，提高植被的覆盖率。根据现场调查，工程区域宜栽植树种主要有云南松、栎木、桦木等，宜撒播的草籽主要有黄茅草等。

10.6.4 生态红线内保护措施

在本工程输电线路穿越凉山—相岭生物多样性维护—水土保持生态保护红线、金沙江下游干热河谷水土流失敏感生态保护红线区域，区域生物多样性保护极其重要，该区地貌以中高山峡谷为主，山高坡陡，泥石流滑坡强烈发育，地表植被稀疏，生态环境脆弱，水土流失较为严重，因此项目建设过程中需采取措施防止植被破坏和水土流失，防止项目建设对此两类生态保护红线的破坏或不利影响。

(1) 植被保护措施

1) 避免措施

①合理选线和选择施工位置

工程线路在设计时已尽量避让生态保护红线，对于无法避让的部分生态保护红线，

塔基定位时尽可能避开了林分较好的区域。生态保护红线内牵张场、材料堆场等临时占地区的设置，应尽量选择植被稀疏地带，一般应选择在山势较为平缓的位置建设为宜，以减小工程占地。施工时严格按照施工红线进行施工，避免对林地造成破坏。

②合理划定施工范围

合理规划施工便道、牵张场地、材料堆放场等临时占地，严格限制施工机械和人员、车辆活动范围，避免对施工范围之外区域的植被造成碾压和破坏。

严格按照林业主管部门批准的在生态保护红线占用土地的位置和面积以及下发的林地使用许可证规定的占地范围清除植被，禁止超范围清除植被，禁止破坏占地审批范围以外的野生动物栖息地。

2) 减缓措施

①合理开挖，保留表层土

在林地较为集中分布的区段设置塔基时，应将表层土与下层土分开，暂时保存表层土用于今后的回填，以恢复土壤理化性质，利于植被的恢复，临时表土堆场应采取临时防护措施。

②挡护坡面坡脚，防止水土流失

对于的确需要在坡度大于 15°的位置设置杆塔的区域，施工时应及时在坡脚处设置草袋挡土墙挡护，或坡面种植草本植物等防护措施加以防护，防止水土流失现象发生。

③临时垃圾及时清理。

对于临时占地，由于施工人员、施工车辆及施工材料压占临时设施区改变其土壤紧实度，会影响植被的自然生长，同时材料运输过程中部分沙石、水泥洒落，施工迹地会有部分建筑垃圾，因此在工程完工后应及时清除各种残留的建筑垃圾，对粒径大于 5.0cm 的碎石块进行捡选去除，在山丘区可采取人、畜力翻松。

3) 植被恢复与补偿措施

鉴于本工程对穿越的生态保护红线区域内植被存在一定的不利影响，为落实报告书中提出的生态影响减缓措施，以及落实有关生态保护管理、生物监测、景观恢复等专项补偿经费和措施，建设单位将与线路沿线各区县林业主管部门签订相关协议，给予相应的经济补偿，以便管理部门采取相应修复措施，弥补本工程对生态保护红线内陆生植被造成的损失。

①植被修复措施

本工程线路途经地区海拔高差较大，地表植被类型存在差异，工程施工结束后应根据塔基所在地水热条件的差异，采用当地的土著种，按照“适树则树，适草则草”原则，进行塔基区、临时占地区及其附近植被的恢复，尽量与周围植被保持协调，对栽种的林木和灌草地要进行人工深度养护，确保林木和灌草植被的成活率。

②收集表层土充分利用，及时恢复植被

对于占用林地、草地部分的表层土予以收集保存，施工结束后及时清理、松土、覆盖表层土，尽量还原土壤结构，选择当地适宜植物及时恢复地表植被。

（2）动物保护措施

1) 避免措施

在生态保护红线区域施工过程中，由于穿越的红线区域的植被类型主要是林地及灌草地，野生动物分布较密集，动物活动较频繁，要加强施工人员环保教育，提高施工人员的野生动物保护意识，施工人员必须遵守《中华人民共和国野生动物保护法》，严禁捕猎野生动物。

施工过程中尽量减少施工噪声，避免对生态保护红线内野生动物活动的影响。栖息在生态保护红线内林地和灌草地内的野生鸟类和兽类大多是晨昏外出觅食，正午休息，为了减少施工噪声对野生动物的惊扰，应做好施工方式和时间的计划，避免在晨昏和正午进行噪声较大的施工活动。

2) 减缓措施

加强施工人员对野生动物和生态环境的保护意识，在本工程穿越生态保护红线内的林地、灌草地中，兽类、鸟类、两栖和爬行类分布较密，应禁止施工人员猎杀兽类、鸟类和捕蛇捉蛙，施工过程中遇到鸟类、蛇等动物的卵应妥善移置到附近类似的环境中。

为最大程度地减少对生态保护红线内野生动物的影响，本工程施工期在接近山地、林地的施工段时，要避开大型哺乳动物的繁殖期，以免惊扰动物，影响其繁殖。为消减施工队伍对野生动植物的影响，要标明施工活动区，禁止到非施工区域活动，尤其要禁止在非施工区点火、狩猎等行为。

建立严格的森林防火管理制度，明确责任，作好施工人员用火管理，严禁一切野外用火，防止森林火灾发生，避免对动物栖息地和植被的破坏。

3) 管理措施

从生态环境保护的角度出发，本工程建设前应尽量做好施工规划前期工作，施工

期间加强临时施工场所的防护，加强施工人员生活污水排放管理，减少水体污染，降低对野生动物生境影响。做好工程完工后的生态恢复工作，尽量减少因植被破坏、水土流失、水质污染等对生态保护红线内动物带来的不利影响。

定期对兽类分布较多地段、林地密集区进行跟踪监测，对其中受影响的兽类采取一定的保护措施，重视其栖息地环境的保护和相关设施的建设。严格按照规章制度执法，加强施工人员野生动物保护和生态环境保护意识，严禁捕猎野生动物和破坏动物生境的行为。

在项目区内特别是在生态保护红线内的林地区域内设置告示牌和警告牌，提醒施工人员和巡线人员注意保护野生动物及其栖息地生态环境，在进出此区域时，尽量减少不必要的人为活动，产生的噪声尽量控制在较小范围，避免对生态保护红线内的动植物及非生物环境造成明显影响。

（3）水土流失防治措施

1) 工程措施

表土剥离：对于有植被覆盖的基础开挖区域，在施工前应将基础开挖区域内表土进行剥离，并单独堆放，待施工结束后回填于最上层，有利于对本工程所在的水土保持生态功能重要区域的植被修复。

排水及护坡工程：工程穿越生态保护红线区域位于金沙江下游干热河谷地带，区域生态脆弱，地表植被固土能力差，在塔基建设过程中，对位于山丘区的铁塔采用全方位高低腿塔和主柱加高基础，可有效减少土方开挖量和破坏植被的面积，尽量减少降基，最大限度地适应山地地形变化要求。同时尽量采用原状土开挖基础，有效减少水土流失。塔基根据需要，在坡度较大的塔位上游设置浆砌石排水沟，塔基下坡方向设置护坡，可有效防止土石方溜坡等现象。

塔基余土堆放：本工程穿越生态保护红线区域为山丘区，山丘区通常以挖孔桩或掏挖基础为主，余土量较小，塔基余土搬运下山难度大、投资高，因此塔基挖方在施工完工后回填至塔基征地范围内平摊，不在生态保护红线另设弃渣处置点。若塔位所在处坡度较大，可在堆土下坡侧修建挡渣墙，防止余土顺坡溜滑，有效减小水土流失影响。

土地整治：施工结束后对植被恢复区域进行回覆表土、带状整地，采取土地整治措施。

2) 植物措施

线路工程施工结束后应首先根据其原土地利用类型进行恢复，如不能恢复其原有功能，根据当地的气候特点，选择当地适生的树种和草种进行种植，提高植被的覆盖率。根据现场调查，在本工程穿越生态保护红线区域宜栽植树种主要有云南松、桦木、地盘松、杜鹃灌丛等，宜撒播的草籽主要有扭黄茅等。

3) 临时措施

施工前对施工场地设置彩条旗等围护，严格限制施工机械和人员活动范围。灌注桩基础设泥浆沉淀池。由于线路工程长度较长，土方量较大，在线路塔基等区域需设置一定的临时堆土场，对临时堆土采用装土编织袋拦挡、密目网苫盖进行防护，同时施工过程中加强剥离表土的保护，生熟土分开堆放。在塔线架设阶段，牵张场场地内采取铺垫彩条布措施，不涉及土石方开挖，施工活动和机械碾压仅损坏地表植被，对占地区地表扰动较小，可以有效地防治水土流失。施工道路以利用已有道路为主，在交通条件不利的地区或密林区采用索道等运输施工材料，以减少扰动和新增水土流失。

10.7 公众参与调查

建设单位按照《环境影响评价公众参与办法》（生态环境部令第4号）规定组织进行了公众参与工作。环境影响评价信息发布后，至意见反馈截止日期，未收到与本项目环境影响和环境保护措施有关的建议和意见。

10.8 工程环保投资估算

本工程总投资 45662 万元。其中，环境保护投资 540.22 万元，约占工程总投资的 1.18%。

10.9 评价结论

布拖换流站一期 500kV 配套工程保障白鹤滩~江苏特高压直流安全稳定运行，满足汇集四川富余水电送出需求，可以有效提高水电开发积极性、加快建设进度，推动水电等清洁能源开发、生产、输送和消费步入良性循环轨道，从而大力促进地方社会经济发展，因此建设布拖换流站一期 500kV 配套工程是必要的。

本工程为 500kV 输变电项目，建设及运营的技术成熟、可靠，工艺选择符合清洁生产要求；工程区域及评价范围的水、气、声、生态、电磁等环境质量现状较好，没有制约本项工程建设的环境要素。输电线路取得了四川省自然资源厅出具的《建设项目选址意见书》。本项工程属国家发展和改革委员会第 9 号令《产业结构调整指导目录（2013 年本）》明确的鼓励类项目，符合国家现行产业政策。本项工程施工期的环

境影响较小，对工程运营期可能产生的工频电场、工频磁场和噪声等主要环境影响，可采取相应环保措施予以缓解或消除。通过认真落实“报告书”和项目设计中提出的各项环保措施要求，可缓解或消除工程建设可能产生的不利环境影响。“公众参与”调查结果显示，当地群众均普遍支持本项目的建设。**从环保角度分析，本项工程的建设是可行的。**

10.10 建议

除严格按照本报告提出的环境保护措施外，建议还应加强以下管理措施：

（1）各项环保措施需用经费要随着工程设计的深入，分项仔细核算，确保环保经费到位用足。工程环保投资应设专帐管理，专款专用，确保工程各项环保措施的顺利实施。

（2）在下阶段设计和建设中，业主要进一步提高环境保护意识，充分重视和认真实施相关环保措施。

（3）业主单位在下阶段工程设计、施工及运营过程中，应随时听取及收集公众对本项工程建设的意见，充分理解公众对电磁环境影响的担心，及时进行科学宣传和客观解释，积极妥善地处理好各类公众意见，避免有关纠纷事件的发生

