

布拖换流站二期 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 评价内容说明	- 2 -
1.4 设计工作开展情况	- 3 -
1.5 环境影响评价工作过程	- 3 -
1.6 项目有关前期工程环保手续履行情况	- 3 -
1.7 关注的主要环境问题	- 4 -
1.8 环境影响报告书主要结论	- 4 -
2 编制依据	- 7 -
2.1 评价依据	- 7 -
2.2 相关文件	- 9 -
2.3 相关协议	- 9 -
2.4 设计文件	- 10 -
2.5 标准批复文件	- 10 -
2.6 评价因子	- 10 -
2.7 评价工作等级	- 10 -
2.8 评价范围、评价标准	- 13 -
2.9 环境保护目标	- 14 -
2.10 评价重点	- 20 -
3 工程概况及工程分析	- 21 -
3.1 工程概况	- 21 -
3.2 与政策法规等相符性分析	- 54 -
3.3 工程的环境合理性分析	- 59 -
3.4 环境影响因素识别	- 59 -
3.5 生态影响途径分析	- 61 -
3.6 主体设计环境保护措施	- 62 -

4 环境现状调查与评价	- 68 -
4.1 区域概况	- 68 -
4.2 自然环境概况	- 68 -
4.3 水文	- 70 -
4.4 动植物	- 71 -
4.5 土地利用现状	- 72 -
4.6 水土流失	- 72 -
4.7 工程区域生态敏感区分布情况	- 72 -
4.8 区域大气环境公报情况	- 74 -
4.9 电磁环境	- 74 -
4.10 声环境	- 82 -
5 施工期环境影响预测与评价	- 86 -
5.1 施工扬尘分析	- 86 -
5.2 污水排放分析	- 87 -
5.3 固体废物影响分析	- 89 -
5.4 声环境影响分析	- 90 -
5.5 生态环境影响分析	- 90 -
6 运行期环境影响预测与评价	- 91 -
6.1 电磁环境影响预测与评价	- 91 -
6.2 声环境影响预测与评价	- 147 -
6.3 居民敏感目标环境影响预测	- 160 -
6.4 地表水环境影响分析	- 164 -
6.5 固体废物影响分析	- 164 -
6.6 环境风险	- 165 -
7 生态环境影响评价	- 168 -
7.1 评价等级	- 168 -
7.2 评价范围	- 168 -
7.3 评价方法	- 169 -
7.4 生态环境现状调查及评价	- 171 -
7.5 生态影响预测及评价	- 198 -

7.6 生态影响防护与恢复措施.....	- 220 -
7.7 生态影响评价结论.....	- 232 -
8 环境保护措施及其经济、技术论证.....	- 236 -
8.1 变电站采取的环境保护措施.....	- 236 -
8.2 输电线路工程环境保护措施.....	- 237 -
8.3 环保措施的经济、技术可行性分析.....	- 243 -
8.4 环保措施投资估算.....	- 244 -
9 环境管理和监测计划.....	- 245 -
9.1 环境管理.....	- 245 -
9.2 环境监理.....	- 248 -
9.3 环境监测.....	- 249 -
10 评价结论与建议.....	- 251 -
10.1 工程概况.....	- 251 -
10.2 工程建设的符合性及必要性.....	- 252 -
10.3 环境概况.....	- 252 -
10.4 主要环境影响预测与评价结论.....	- 254 -
10.5 环境保护措施.....	- 262 -
10.6 生态环境保护措施.....	- 264 -
10.7 公众参与调查.....	- 274 -
10.8 工程环保投资估算.....	- 274 -
10.9 评价结论.....	- 274 -
10.10 建议.....	- 275 -

1 前言

1.1 工程建设必要性

白鹤滩水电站位于四川省凉山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《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。

布拖换流站二期 500kV 配套工程是白鹤滩电站接入系统及外送交流配套工程。通过布拖换流站二期 500kV 配套工程的建设，白鹤滩—浙江特高压直流送端换流站与四川主网将形成 3 回 500kV 线路的网架结构，可有效提高换流站的系统强度，保障换流站的安全稳定运行。四川电网富余水电可经本工程送至换流站并参与外送，增加四川富余水电外送通道。布拖换流站二期容量 8000MW，发生直流单极闭锁以后，短时间内将有较大功率需转送，工程的建设可在故障方式下提供潮流转移通道，确保换流站运行满足安全稳定要求，因此本工程的建设十分必要。

1.2 工程概况

布拖换流站二期 500kV 配套工程建设内容包括：普提 500kV 变电站改造工程、月城～普提双回 500kV 线路普提侧 π 接入布拖换流站二期线路工程、橄榄～普提一回 500kV 线路普提侧 π 接入布拖换流站二期线路工程。本工程建设地点位于四川省凉山州昭觉县、布拖县境内。

（1）普提 500kV 变电站改造工程

普提 500kV 变电站位于四川省凉山州昭觉县城东北方向约 5.0km 处的新城镇普提村。

本期变电站改造内容为：①将原至月城 I、II 回线路两台 90Mvar 高抗分别改接至 500kV II 母、I 母，作母线高抗使用；②原至橄榄 I 回线路一组 180Mvar 高抗退出运行；③改造 500kV GIS 设备、线路 PT 等设备；④原至橄榄 I 回线路串补装置退出运行，对至盐源线路串补装置进行改造。

普提 500kV 变电站前期工程已按终期规模征地，本期改造工程在变电站既有围墙内

进行，仅涉及设备安装及少量土建施工，不需额外新征地。

(2) 月城~普提双回 500kV 线路普提侧 π 接入布拖换流站二期线路工程

线路起于已建月城~普提双回 500kV 线路普提侧开 π 点，止于布拖换流站二期进线构架，新建线路长度约 $2\times 44.5\text{km}$ ，其中轻中冰区采用同塔双回路架设，长度约 $2\times 35.7\text{km}$ ；重冰区采用两个单回路架设，长度约 $2\times 8.8\text{km}$ 。分裂间距为 500mm，输送电流为 1000A，新建线路位于凉山州昭觉县（21.5km）和布拖县（23km）。

本线路工程新建段架设 1 根 72 芯和 1 根 24 芯 OPGW 光缆，与新建线路同塔架设。本线路工程还包含 500kV 月普线 π 接点~普提站 OPGW 光缆改造，将原普通地线改造为 72 芯光缆，光缆改造段长约 5.8km，位于昭觉县境内。

500kV 月普线开断后，月城侧接入布拖换流站一期，普提侧接入布拖换流站二期，本工程将拆除已建 500kV 月普线两个 π 接点中间段原线路约 20.392km，涉及铁塔 50 基。

(3) 橄榄~普提一回 500kV 线路普提侧 π 接入布拖换流站二期线路工程

线路起于已建橄榄~普提一回 500kV 线路普提侧开 π 点，止于布拖换流站二期进线构架，新建线路长度约 4.2km，全线为 15mm 冰区，采用单回路架设。分裂间距为 450mm，输送电流为 1000A，新建线路位于凉山州布拖县。

本线路工程新建段架设 1 根 72 芯 OPGW 光缆，与新建线路同塔架设。本线路工程还包含 500kV 榄普线 π 接点~普提站 OPGW 光缆改造，将原普通地线改造为 72 芯 OPGW 光缆，光缆改造段长约 41.3km，位于昭觉县和布拖县境内。

500kV 榄普一线开断后，橄榄侧接入布拖换流站一期，普提侧接入布拖换流站二期，本工程将拆除已建 500kV 榄普线两个 π 接点中间段原线路约 3.004km，涉及铁塔 9 基。

本工程总投资**万元，其中环保投资估算**万元，约占工程总投资的**。

1.3 评价内容说明

(1) 本工程将月城~普提双回 500kV 线路普提侧、橄榄~普提一线单回 500kV 线路普提侧 π 接入布拖换流站二期工程，涉及的布拖换流站二期 500kV 出线构架及相应间隔电气设备，已在布拖换流站二期工程中建设，不属于本工程建设和评价内容。

(2) 本工程新建 OPGW 光缆与新建 500kV 输电线路同塔架设；光缆改造工程与已建 500kV 输电线路同塔架设。鉴于配套的光纤通信工程产生的环境影响较小，故本“报告书”不对其进行介绍和评价。

1.4 设计工作开展情况

2019年8月，本工程可行性研究工作由中国电力工程顾问集团西南电力设计院有限公司完成。2019年9月，电力规划设计总院对本工程可行性研究报告进行了评审，于2019年10月以《关于印发四川布拖换流站二期500kV配套工程可行性研究报告评审意见的通知（电规规划〔2019〕382号）》出具了评审意见。2019年12月，国家电网有限公司以《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）对本工程可行性研究报告进行了批复。2020年3月，中国电力工程顾问集团西南电力设计院有限公司、四川电力设计咨询有限责任公司完成了本工程初步设计工作。本次环评按照初步设计成果开展工作。

1.5 环境影响评价工作过程

根据《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》、环保部令第44号《建设项目环境影响评价分类管理名录》及《关于修改〈建设项目环境影响评价分类管理名录〉部分内容的决定》（生态环境部令第1号），“500千伏及以上输变电工程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11月委托中国电力工程顾问集团西南电力设计院有限公司承担本工程环境影响评价工作（附件1）。

接受委托后，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。然后评价人员深入工程所在地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。同时向工程所在地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（附件7、8）。期间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，从环境保护角度论证了工程的可行性。根据环境影响评价技术导则、国家和四川省有关环境影响评价的规定，编制完成了《布拖换流站二期500kV配套工程环境影响报告书》。

1.6 项目有关前期工程环保手续履行情况

普提500kV变电站前期历经六期工程，前期工程分别包含在二滩水电站送出配套输变电工程（一期）、二滩输电系统加强工程（二期）、普提500kV开关站主变扩建工程

（三期）、西昌 500kV 变电站配套 220kV 输变电工程（四期）、西昌 500kV 输变电工程（五期）以及普提 500kV 变电站主变扩建工程（六期）中。普提 500kV 变电站前期建设内容及环保手续履行情况见表 3-3。

普提 500kV 变电站一期工程按要求开展了相应环境保护工作；第二～六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，该变电站前期工程自投运至今未出现过环境污染事件，也未收到因环境污染而引起的投诉事件。

根据现场调查，普提 500kV 变电站内已建有埋地式污水处理装置，生产运行人员产生的生活污水经埋地式生活污水处理装置处理后用于站区绿化，不外排；站内设有事故油池用以收集主变、高抗事故时产生的事故油，变电站运行至今未发生过事故油泄漏污染事件；运行人员产生的生活垃圾经站内设置的垃圾桶收集后由值守人员定期清运，未影响站外环境。

根据前期工程验收监测数据，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 类标准限值要求；站界敏感目标处噪声均满足《声环境质量标准》（GB12348-2008）中的 2 类标准限值要求。

1.7 关注的主要环境问题

本工程关注的主要环境问题有：

（1）变电站

变电站运行期对周围及环境敏感目标处的电磁环境、声环境影响。

（2）输电线路

1）输电线路施工期对沿线生态环境的影响，其中包括对水土流失、土地利用、生态系统、植物资源、动物资源的影响；

2）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、饮用水水源保护区的生态影响；

3）输电线路运行期产生的工频电场、工频磁场及噪声对周围环境敏感目标的影响。

1.8 环境影响报告书主要结论

（1）布拖换流站二期 500kV 配套工程是白鹤滩电站接入系统及外送交流配套工程。通过布拖换流站二期 500kV 配套工程的建设，白鹤滩—浙江特高压直流送端换流站与四川主网将形成 3 回 500kV 线路的网架结构，可有效提高换流站的系统强度，保障换流站

的安全稳定运行。四川电网富余水电可经本工程送至换流站并参与外送，增加四川富余水电外送通道。布拖换流站二期容量 8000MW，发生直流单极闭锁以后，短时间内将有较大功率需转送，工程的建设可在故障方式下提供潮流转移通道，确保换流站运行满足安全稳定要求，因此布拖换流站二期 500kV 配套工程的建设十分必要。

(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、布拖县规划等相关部门同意意见，符合地方规划要求。

(3) 本工程输电线路穿越了昭觉县龙恩乡日普村集中式饮用水水源地二级保护区，线路路径方案已取得昭觉生态环境局的书面同意意见，线路不涉及饮用水水源地一级保护区，线路工程在运行期不排放废水、废气、废渣，不属于污染类项目。施工时采取相应污染防治措施，并加强施工管理，可有效控制对水源保护区的影响，工程建设符合《中华人民共和国水污染防治法》、《四川省饮用水水源保护管理条例》等相关法律法规要求。

(4) 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、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、布拖县自然资源等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。

(5) 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。

(6) 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。

(7) “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》（2015 年 1 月 1 日起施行）；
- (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年 12 月 29 日修正）；
- (3) 《中华人民共和国大气污染防治法》（2018 年 10 月 26 日修正）；
- (4) 《中华人民共和国水污染防治法》（2017 年 6 月 27 日修正）；
- (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 日修正）；
- (7) 《中华人民共和国森林法》（2019 年 12 月 28 日修订）；
- (8) 《中华人民共和国水法》（2016 年 7 月 2 日修正）；
- (9) 《中华人民共和国土地管理法》（2019 年 8 月 26 日修改）；
- (10) 《中华人民共和国水土保持法》（2011 年 3 月 1 日起施行）；
- (11) 《中华人民共和国电力法》（2018 年 12 月 29 日修订）；
- (12) 《中华人民共和国城乡规划法》（2019 年 4 月 23 日修正）；
- (13) 《中华人民共和国防洪法》（2016 年 7 月 2 日修改）；
- (14) 《中华人民共和国野生动物保护法》（2018 年 10 月 26 日修改）；
- (15) 《中华人民共和国野生植物保护条例》（2017 年 10 月 7 日修改）；
- (16) 《基本农田保护条例》（国务院令第 257 号）；
- (17) 《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）；
- (18) 《关于划定并严守生态保护红线的若干意见》（中共中央办公厅 国务院办公厅 厅字〔2017〕2 号）；
- (19) 《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》（中共中央办公厅、国务院办公厅 厅字〔2019〕48 号）；
- (20) 《电力设施保护条例》及实施细则（国务院令第 239 号）；
- (21) 《中华人民共和国河道管理条例》（国务院令第 3 号）；
- (22) 《全国生态环境保护纲要》（国发〔2000〕38 号）；
- (23) 《“十三五”生态环境保护规划》（国发〔2016〕65 号）；
- (24) 《国务院关于印发全国主体功能区规划的通知》（国发〔2010〕46 号）；

(25) 《国务院关于加强环境保护重点工作的意见》（国发〔2011〕35号）；

(26) 《饮用水水源保护区污染防治管理规定》（原国家环保局、卫生部、建设部、水利部、地质矿产部（89）环管字第201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》（生态环境部令第1号，根据2018年4月28日公布的《关于修改〈建设项目环境影响评价分类管理名录〉部分内容的决定》修正）；

(3) 《产业结构调整指导目录（2019年本）》（2020年1月1日起施行）；

(4) 关于发布《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的公告（国环规环评〔2017〕4号）；

(5) 《关于印发〈输变电建设项目重大变动清单（试行）〉的通知》（环境保护部环办辐射〔2016〕84号文件）；

(6) 《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）；

(7) 《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）；

(8) 《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）；

(9) 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）。

2.1.3 地方性法规与规范

(1) 《四川省环境保护条例》（2017年9月22日修订）；

(2) 《四川省“十三五”生态保护与建设规划》（川办发〔2017〕33号）；

(3) 《关于印发四川省生态保护红线方案的通知》（川府发〔2018〕24号）；

(4) 《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）；

(5) 《四川省饮用水水源保护管理条例》（2012年1月1日起施行）；

(6) 《关于加强环境噪声污染防治工作的通知》（川环发〔2018〕66号）。

2.1.4 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》(HJ 2.1-2016)；
- (2) 《环境影响评价技术导则 输变电工程》(HJ 24-2014)；
- (3) 《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ 2.3-2018)；
- (4) 《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ 2.4-2009)；
- (5) 《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ 2.2-2018)；
- (6) 《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ 19-2011)；
- (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》(GB 8702-2014)；
- (9) 《交流输变电工程电磁环境监测方法》(试行)(HJ 681-2013)；
- (10) 《声环境质量标准》(GB 3096-2008)；
- (11) 《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)；
- (12) 《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》(GB 50545—2010)；
- (13) 《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)；
- (14) 《生产建设项目水土保持技术标准》(GB 50433-2018)；
- (15) 《生产建设项目水土流失防治标准》(GB 50434-2018)。

2.2 相关文件

- (1) 《委托书》(附件 1)；
- (2) 关于“布拖换流站二期 500 千伏配套工程”项目名称的函；
- (3) 国网四川省电力公司关于下达 2020 年 500 千伏电网项目前期工作计划的通知(川电发展〔2020〕42 号)。

2.3 相关协议

- (1) 昭觉县城乡规划和住房保障局文件 昭规建住〔2019〕38 号 《关于布拖换流站二期 500 千伏送出工程沿线收资及路径协议办理的复函》(附件 4)；
- (2) 布拖县城乡规划和住房保障局文件 布规建住函〔2019〕5 号 《关于布拖换流站 500 千伏配套工程沿线收资及路径协议办理的复函》(附件 5)；
- (3) 昭觉生态环境局文件 凉昭环函〔2020〕3 号 《关于布拖换流站二期 500 千伏送出工程施工图塔位坐标报备及路径协议办理的复函》(附件 6)。

2.4 设计文件

(1) 《关于印发四川布拖换流站二期 500 千伏送出工程可行性研究报告评审意见的通知（电规规划〔2019〕382 号）》电力规划设计总院，2019 年 10 月。

(2) 《布拖换流站二期 500 千伏送出工程 初步设计 第一卷 总论》中国电力工程顾问集团西南电力设计院有限公司，四川电力设计咨询有限责任公司，2020 年 2 月。

(3) 《布拖换流站二期 500 千伏送出工程（月城～普提线路“π”接普提侧） 初步设计 第一卷 第一册 总说明书及附图》中国电力工程顾问集团西南电力设计院有限公司，2020 年 2 月。

(4) 《布拖换流站二期 500 千伏配套工程（普提～布拖换流站二期Ⅲ回 500 千伏线路工程） 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，2019 年 12 月。

(5) 《普提 500kV 变电站改造工程 初步设计 综合部分》四川电力设计咨询有限责任公司，2020 年 2 月。

2.5 标准批复文件

(1) 凉山州生态环境局 凉环函〔2020〕81 号《关于布拖换流站二期 500 千伏配套工程（昭觉县境内段）项目环境影响评价执行标准的函》（附件 7）。

(2) 凉山州生态环境局 凉环函〔2020〕46 号《关于布拖换流站二期 500 千伏配套工程环境影响评价执行标准的函》（附件 8）。

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

2.7 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。

2.7.1 电磁环境影响评价

根据《环境影响评价技术导则 输变电工程》（HJ 24-2014），本工程电磁环境影响评价工作等级的划分依据见表 2-2。

表 2-2 电磁环境影响评价工作等级划分

分类	电压等级	工程	条件	评价等级
交流	500kV 及以上	变电站	户内式、地下式	二级
			户外式	一级
		输电线路	1、地下电缆 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	二级
			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

本工程普提变电站为 500kV 户外式变电站；输电线路为 500kV 电压等级，且边导线地面投影外 20m 范围内有电磁环境敏感目标，根据《环境影响评价技术导则 输变电工程》（HJ 24-2014）对评价等级的分级规定，本工程电磁环境影响评价工作等级为一级，对电磁环境影响进行全面、详细、深入评价。

2.7.2 声环境影响评价

根据凉山州生态环境局《关于布拖换流站二期 500 千伏配套工程（昭觉县境内段）项目环境影响评价执行标准的函》（附件 7）、《关于布拖换流站二期 500 千伏配套工程环境影响评价执行标准的函》（附件 8），本工程普提 500kV 变电站所处区域执行 GB3096 规定的 2 类标准；输电线路位于交通干线两侧区域执行 GB3096 规定的 4a 类标准；一般区域执行 GB3096 规定的 2 类标准，且本工程建设前后受噪声影响人口数量未显著增多。因此根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ 2.4-2009）对评价工作等级的分级规定，本工程的声环境影响评价工作等级为二级。

2.7.3 生态环境影响评价

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2011），生态环境影响评价工作等级依据见表 2-3。

表 2-3 生态影响评价工作等级划分

影响区域生态敏感性	工程占地（含水域）范围		
	面积 $\geq 20\text{km}^2$ 或长度 $\geq 100\text{km}$	面积 $2\sim 20\text{km}^2$ 或长度 $50\sim 100\text{km}$	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 33.98hm^2 ，其中永久占地 6.35hm^2 ，临时占地 27.63hm^2 ，小于 2km^2 ；输电线路总路径长度 48.7km ，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、金沙江下游干热河谷水土流失敏感生态保护红线，在昭觉县穿越了昭觉县龙恩乡日普村集中式饮用水水源地，穿越的生态保护红线区属于岷山—邛崃山—凉山生物多样性保护与水源涵养重要区、川滇干热河谷土壤保持重要区，区域生物多样性保护极其重要，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，评价时以线路穿越生态保护红线区段、饮用水水源保护区段作为生态影响评价重点。

2.7.4 地表水环境影响评价

普提 500kV 变电站在施工期生活污水经站内既有的地埋式生活污水处理装置处理后用于站区绿化，不外排；运行期变电站废污水主要是站区工作人员产生的生活污水，污染因子简单（主要是 COD 、 BOD_5 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ ），产生量很小，生活污水经站内既有的地埋式生活污水处理装置处理后用于站区绿化，不外排。

输电线路在运行期不产生废水，施工期废水主要来源于生产废水和施工人员产生的生活污水，产生量很小，生产废水经沉淀处理后回用，不外排；施工人员就近租用民房，生活污水排入居民点既有化粪池进行处理后用作农肥。因此，对本工程的水环境影响进行简要分析。

2.7.5 环境风险影响评价

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）判定，本工程不存在重大危险源。本工程变电站运行中涉及的化学品主要为事故油，其主要成分是烷烃、环烷族饱和烃、芳香族不饱和烃等化合物，为浅黄色透明液体，相对密度 0.895，凝固点<-45℃，闪点≥135℃，不属于 HJ169-2018 附录 A.1 中有毒、易燃、易爆物质；因此，本工程风险评价未达到分级要求。

2.8 评价范围、评价标准

2.8.1 评价范围

根据前述工程环境影响特点和评价等级，确定本工程环境影响评价范围，见表 2-4。

表 2-4 工程环境影响评价范围

序号	环境影响因素	变电站	输电线路
1	工频电场 工频磁场	变电站围墙外 50m 范围内。	线路边导线地面投影外两侧各 50m 以内的带状区域。
2	生态	普提 500kV 变电站本期改造工程在既有变电站围墙内进行，不新征用地，对站外生态环境无影响。	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；涉及生态敏感区的线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	变电站围墙外 200m 以内的区域。	线路边导线地面投影外两侧各 50m 以内的带状区域。

2.8.2 评价标准

根据凉山州生态环境局《关于布拖换流站二期 500 千伏配套工程（昭觉县境内段）项目环境影响评价执行标准的函》（附件 7）、《关于布拖换流站二期 500 千伏配套工程环境影响评价执行标准的函》（附件 8），本工程环境影响评价执行标准见表 2-5、表 2-6。

表 2-5 电磁环境评价标准

名称	标准限值	标准来源
工频电场强度	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、道路等场所控制限值：10kV/m	
工频磁感应强度	公众曝露控制限值：100μT	

表 2-6 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	变电站	一般区域： 昼间 60dB(A)，夜间 50dB(A)	《声环境质量标准》 (GB3096-2008)2 类标准
			位于交通干线两侧区域： 昼间 70dB(A)，夜间 55dB(A)	《声环境质量标准》 (GB3096-2008) 4a 类标准
		输电线路	线路通过一般区域： 昼间 60dB(A)，夜间 50dB(A)	《声环境质量标准》 (GB3096-2008)2 类标准
			线路位于交通干线两侧区域： 昼间 70dB(A)，夜间 55dB(A)	《声环境质量标准》 (GB3096-2008) 4a 类标准
	厂界噪声排放标准	变电站	昼间 60dB(A)，夜间 50dB(A)	《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008) 2 类标准
	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	地表水环境质量标准		III 类水域标准	《地表水环境质量标准》 (GB3838-2002) III 类水域标准
	排放标准		pH: 6~9, BOD ₅ ≤20mg/L, COD≤100mg/L, 氨氮≤15 mg/L, 石油 ≤5mg/L	《污水综合排放标准》 (GB8978-1996) 一级标准

2.9 环境保护目标

本工程在线路规划选线及环评过程中，对沿线地方政府、自然资源、生态环境、林草等相关部门进行了收资调研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修正与优化，尽量避让了沿线的环境敏感区域。

2.9.1 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，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、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**km，立塔约**基，永久占地面积约**hm²，见表 2-7，具体内容详见报告书第 7 章《生态环境影响评价专章》。

本工程输电线路在昭觉县穿越了昭觉县龙恩乡日普村集中式饮用水水源地，穿越水源地二级保护区范围约**km，在二级保护区内立塔**基，永久占地面积约**hm²，见表 2-8，具体内容详见报告书第 7 章《生态环境影响评价专章》。

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等特殊及重要生态敏感区，输电线路避让了沿线评价范围内的 2 处饮用水水源地等生态类保护目标，见表 2-8，具体内容详见报告书第 7 章《生态环境影响评价专章》。

表 2-7 本工程生态类保护目标一览表

序号	类别	行政区域	名称	生态功能	保护重点	主管部门	与本工程位置关系	示意图
1	生态保护红线	凉山州昭觉县	凉山—相岭生物多样性维护—水土保持生态保护红线	生物多样性保护极其重要。土壤侵蚀敏感性程度高，是土壤保持重要区域。	保护自然生态系统和野生动物及其生境，防治外来有害生物入侵，维护生物多样性保护功能；加强生态廊道建设；治理水土流失，防治地质灾害。	自然资源主管部门	本工程月普线π接普提侧线路穿越红线长度约**km，立塔约**基，永久占地面积约**hm ² 。	**
2		凉山州布拖县	金沙江下游干热河谷水土流失敏感生态保护红线	受山地地形和干热气候影响，该区域生态脆弱，水土流失敏感性高，是水土保持极重要区域。	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。		本工程月普线π接普提侧线路穿越红线长度约**km，立塔约**基，永久占地面积约**hm ² 。	
合计		本工程输电线路穿越生态保护红线长度约**km，立塔约**基，永久占地面积约**hm ² 。						

表 2-8 本工程水环境保护目标一览表

序号	行政区域	名称	保护级别	主要保护对象或景观特征	主管部门	建立（划定）时间	与本工程位置关系	示意图
1	凉山州昭觉县	龙恩乡日普村集中式饮用水水源地	乡镇级	地下水型饮用水源	昭觉生态环境局	2019 年	穿越。 本工程月普线 π 接普提侧线路穿越水源地二级保护区约 0.54km，在二级保护区内立塔 1 基，不在水中立塔。	**
2	凉山州布拖县	沙洛乡集中式饮用水水源地	乡镇级	地下水型饮用水源	布拖生态环境局	2019 年	已避让。 本工程月普双回普提侧 π 接线路东侧距水源保护区边界最近距离约 0.66km。	**
3	凉山州布拖县	木尔乡集中式饮用水水源地	乡镇级	地下水型饮用水源	布拖生态环境局	2019 年	已避让。 本工程月普双回普提侧 π 接线路西北侧距水源保护区边界最近距离约 90m。	**

2.9.2 电磁环境和声环境敏感目标

(1) 普提 500kV 变电站改造工程

普提 500kV 变电站评价范围内共有 6 处电磁环境和声环境敏感目标，约 102 户居民房屋，变电站与居民类敏感目标的最近距离约 7m，具体见表 2-9。

表 2-9 普提 500kV 变电站评价范围内电磁环境和声环境敏感目标

编号	敏感点名称		位置与最近距离	房屋特征	地形地貌	评价范围内户数	可能影响因子
1	凉山州昭觉县城北乡普提村1组	**	站界西南侧约**m	住人房屋，1层斜顶民房/高约3m，最近房屋为一层斜顶房屋	丘陵	**	E、H、N
2		**	站界西北侧约**m	住人房屋，1层斜顶民房/高约3m，最近房屋为一层斜顶房屋		**	N
3		**	站界南侧约**m	住人房屋，1层斜顶民房/高约3m，最近房屋为一层斜顶房屋		**	N
4		**	站界西南侧约**m	住人房屋，1层斜顶民房/高约3m，最近房屋为一层斜顶房屋		**	E、H、N
5		**	站界东南侧约**m	住人房屋，1层斜顶民房/高约3m，最近房屋为一层斜顶房屋		**	N
6		**	站界北侧约**m	住人房屋，1层斜顶民房/高约3m，最近房屋为一层斜顶房屋		**	E、H、N
注：1、具体位置见图2-1。 2、E—工频电场、H—工频磁场、N—噪声、▲—监测点； 3、表中最近距离为敏感目标离站界的最近距离（6处，约102户）。							

(2) 月城~普提双回 500kV 线路普提侧 π 接入布拖换流站二期线路工程

根据初步设计资料及现场调查,本段新建线路评价范围内共有 12 处电磁环境和声环境敏感目标,约 30 户居民房屋,线路与居民类敏感目标的最近距离约 10m,具体见表 2-10。

表 2-10 输电线路评价范围内电磁环境和声环境敏感目标

编号	敏感点名称		最近线路	房屋特征	工程拆迁后 与本线路的最近位置关系	评价范围 内户数	可能环境 影响因素
月城～普提双回 500kV 线路普提侧 π 接入布拖换流站二期线路工程							
1	**	**	双回路	住人房屋，1 层斜顶民房/高约 3m， 最近房屋为 1 层斜顶房屋	月普 π 接普提侧双回线路 东侧约**m	**	E、H、N
2		**	双回路	住人房屋，1 层斜顶民房/高约 3m， 最近房屋为 1 层斜顶房屋	月普 π 接普提侧双回线路 东侧约**m	**	E、H、N
3		**	双回路	住人房屋，1 层斜顶民房/高约 3m， 最近房屋为 1 层斜顶房屋	月普 π 接普提侧双回线路 东侧约**m	**	E、H、N
4	**	**	双回路	住人房屋，1 层斜顶民房/高约 3m	月普 π 接普提侧双回线路 东侧约**m	**	E、H、N
5		**	双回路	住人房屋，1 层斜顶民房/高约 3m， 最近房屋为 1 层斜顶房屋	月普 π 接普提侧双回线路 东侧约**m	**	E、H、N
6		**	双回路	住人房屋，1 层斜顶民房/高约 3m 最近房屋为 1 层斜顶房屋	月普 π 接普提侧双回线路 东侧约**m	**	E、H、N
7	**	**	单回三角	住人房屋，1 层斜顶民房，高约 3m， 最近房屋为 1 层斜顶房屋	月普 π 接普提侧单回线路 东侧约**m	**	E、H、N
8		**	单回三角	住人房屋，1 层斜顶民房，高约 3m	月普 π 接普提侧单回线路 东北侧约**m	**	E、H、N
9	**	**	双回路	住人房屋，1 层斜顶民房/高约 3m， 最近房屋为 1 层斜顶房屋	月普 π 接普提侧双回线路 西南侧约**m	**	E、H、N

10		**	双回路	住人房屋，1 层斜顶民房，高约 3m	月普 π 接普提侧双回线路 南侧约**m	**	E、H、N
11		**	双回路	住人房屋，1 层斜顶民房/高约 3m， 最近房屋为 1 层斜顶房屋	月普 π 接普提侧双回线路 北侧约**m	**	E、H、N
12	**	**	双回路	住人房屋，1 层斜顶民房/高约 3m	月普 π 接普提侧双回线路 东北侧约**m	**	E、H、N
注：1.▲—环境现状监测点位、 2.E—工频电场、H—工频磁场、N—噪声； 3.1~6、9~12 号敏感目标为本线路的双回线路敏感目标，7、8 号敏感目标为本线路的单回线路敏感目标； 4.表中与线路的最近距离为估算的敏感目标距线路边导线的最近距离，工程拆迁范围内的居民点不纳入本工程环境敏感点。 5.本线路的两回单回线路之间无共同居民敏感目标分布。 6.根据现场调查情况，本次统计的电磁环境及声环境类敏感目标根据初设阶段线路路径确定（约 12 处，约 30 户），上述敏感目标可能会因为工程设计的深入和优化而有所调整。建议下阶段线路路径设计时尽量优化，线路尽量远离环境敏感目标。							

(3) 橄榄～普提一回 500kV 线路普提侧 π 接入布拖换流站二期线路工程

根据初步设计资料及现场调查，本段新建线路评价范围内共有 2 处电磁环境和声环境敏感目标，约 13 户居民房屋，线路与居民类敏感目标的最近距离约 6m，具体见表 2-11。

表 2-11 输电线路评价范围内电磁环境和声环境敏感目标

编号	敏感点名称		线路排列方式	房屋特征	工程拆迁后 与本线路的最近位置关系	评价范围 内户数	可能环境 影响因素
橄榄～普提一回 500kV 线路普提侧π接入布拖换流站二期线路工程							
1	**	**	单边垂直布置	住人房屋，1 层斜顶民房/高约 3m， 最近房屋为 1 层斜顶房屋	榄普π接普提侧单回线路 东北侧约**m	10	E、H、N
2	**	**	单边垂直布置	住人房屋，1 层斜顶民房/高约 3m， 最近房屋为 1 层斜顶房屋	榄普π接普提侧单回线路 西北侧约**m	3	E、H、N
注：1.▲—环境现状监测点位、 2.E—工频电场、H—工频磁场、N—噪声； 3.表中与线路的最近距离为估算的敏感目标距线路边导线的最近距离，工程拆迁范围内的居民点不纳入本工程环境敏感点。 4.根据现场调查情况，本次统计的电磁环境及声环境类敏感目标根据初设阶段线路路径确定（约 2 处，约 13 户），上述敏感目标可能会因为工程设计的深入和优化而有所调整。建议下阶段线路路径设计时尽量优化，线路尽量远离环境敏感目标。							

2.10 评价重点

根据本工程污染源特点和区域自然环境、社会环境和生态环境现状，施工期评价重点为对生态环境的影响，其中包括对土地、植被、生物多样性、生物量、生态系统的结构与功能、生态保护红线、饮用水水源保护区的生态功能的的影响分析，施工管理及生态环境保护及恢复措施；运行期评价重点为变电站噪声影响预测，输电线路的工频电场、工频磁场及噪声影响预测，并对变电站、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）对普提 500kV 变电站附近、电磁环境和声环境保护目标，以及输电线路两侧生态类保护目标、电磁环境和声环境保护目标进行收资和实地调查；

（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）对施工期环境影响，主要是生态影响进行预测及分析，重点对生态类保护目标进行生态环境影响预测与评价，分析施工期可能存在的环保问题并提出相应的环境保护措施和生态影响减缓措施；

（4）对普提 500kV 变电站、输电线路运行期的电磁环境和声环境影响进行预测评价，并提出相应的环境保护措施。

3 工程概况及工程分析

3.1 工程概况

3.1.1 地理位置

本工程位于四川省凉山州昭觉县、布拖县境内，工程地理位置图见附图 1。

3.1.2 项目组成

布拖换流站二期 500kV 配套工程建设内容包括：

（1）普提 500kV 变电站改造工程

普提 500kV 变电站位于四川省凉山州昭觉县城东北方向约 5.0km 处的新城镇普提村。本期变电站改造内容为：①将原至月城 I、II 回线路两台 90Mvar 高抗分别改接至 500kV II 母、I 母，作母线高抗使用；②原至橄榄 I 回线路一组 180Mvar 高抗退出运行；③改造 500kV GIS 设备、线路 PT 等设备；④原至橄榄 I 回线路串补装置退出运行，对至盐源线路串补装置进行改造。

普提 500kV 变电站前期工程已按终期规模征地，本期改造工程在变电站既有围墙内进行，仅涉及设备安装及少量土建施工，不需额外新征地。

（2）月城～普提双回 500kV 线路普提侧 π 接入布拖换流站二期线路工程

线路起于已建月城～普提双回 500kV 线路普提侧开 π 点，止于布拖换流站二期进线构架，新建线路长度约 $2\times 44.5\text{km}$ ，其中轻中冰区采用同塔双回路架设，长度约 $2\times 35.7\text{km}$ ；重冰区采用两个单回路架设，长度约 $2\times 8.8\text{km}$ 。新建线路位于凉山州昭觉县（21.5km）和布拖县（23km）。

500kV 月普线开断后，月城侧接入布拖换流站一期，普提侧接入布拖换流站二期，本工程将拆除已建 500kV 月普线两个 π 接点中间段原线路约 20.392km，涉及铁塔 50 基。

（3）橄榄～普提一回 500kV 线路普提侧 π 接入布拖换流站二期线路工程

线路起于已建橄榄～普提一回 500kV 线路普提侧开 π 点，止于布拖换流站二期进线构架，新建线路长度约 4.2km，全线为 15mm 冰区，采用单回路架设。新建线路位于凉山州布拖县。

500kV 榄普一线开断后，橄榄侧接入布拖换流站一期，普提侧接入布拖换流站二期，本工程将拆除已建 500kV 榄普线两个 π 接点中间段原线路约 3.004km，涉及铁塔 9 基。本工程项目组成见表 3-1。

表 3-1

布拖换流站二期 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
普提 500kV 变电站改造工程	主体工程	普提 500kV 变电站为既有变电站，采用户外布置，本期在站内改造 500kV GIS 设备、出线 CVT、高抗及串补装置等电气设备，仅涉及少量土建施工及设备安装，不需额外新征地。								噪声、生活污水	工频电场、工频磁场、噪声、生活污水、事故油
		工程内容	一期规模	二期规模	三期规模	四期规模	五期规模	六期规模	本期规模		
		主变压器	—	—	1×750MVA	—	—	1×1000MVA	—		
		500kV 出线	6 回（至二滩 3 回，至洪沟 3 回）	1 回（至东坡）	—	—	2 回（至西昌）	—	原至月城 1、2 回、至橄榄 1 回线路改接至布拖二期		
		500kV 高抗	3×180MVar	—	—	—	2×90MVar	—	原至月城 1、2 回线路两台 90Mvar 高抗转为母线高抗使用；原至橄榄 1 回线路一组 180Mvar 高抗退出运行		
		220kV 出线	—	—	2 回	2 回	—	4 回	—		
	辅助工程	给、排水系统，站内道路等均已在前期工程中建成								无	—
	公用工程	进站道路已在前期工程中建成								无	—
	办公及生活设施	主控楼已在前期工程中建成								无	—
	仓储或其它	无								—	—
	环保工程	前期工程中站内已设有容量 90m ³ 的事故油池，已建成埋地式生活污水处理装置									

输电线路	主体工程	月城～普提双回 500kV 线路普提侧 π 接入布拖换流站二期线路工程	线路长度：新建线路长度约 2×44.5km（其中轻中冰区采用同塔双回路架设，长度约 2×35.7km，重冰区采用两个单回路架设，长度约 2×8.8km）。新建线路位于凉山州昭觉县（21.5km）和布拖县（23km）。500kV 月普线开断后，月城侧接入布拖换流站一期，普提侧接入布拖换流站二期，本工程将拆除两个π接点中间段原线路约 20.392km，涉及铁塔 50 基。 输送电流：1000A。 导线型号：10mm、15mm、20mm 冰区采用 JL/G1A—630/45 钢芯铝绞线，导线外径 33.8mm；30mm 冰区采用 JLHA1/G1A—725/90 钢芯铝合金绞线，导线外径 37.4mm。导线采用 4 分裂，分裂间距为 500mm。 架设方式：10mm、15mm 轻中冰区采用同塔双回路架设；20mm、30mm 重冰区采用两个单回路架设。 导线排列方式：双回线路采用同塔双回垂直逆相序排列；单回线路采用水平排列、三角排列。 杆塔型式：10mm、15mm 轻中冰区采用双回路垂直排列鼓型塔；20mm、30mm 重冰区，单回路直线塔采用酒杯型塔，耐张塔采用干字型塔。 基础型式：挖孔基础、灌注桩基础、大开挖板式基础。 铁塔数量及占地面积：全线新建铁塔135基，其中双回路铁塔81基，单回路铁塔54基。线路工程总占地29.68hm²（包括塔基永久占地和临时占地）。其中，永久占地5.19hm²；临时占地24.49hm²，分为：塔基施工临时场地占地5.70hm²，临时施工道路占地11.56hm²，牵张场及跨越占地7.23hm²。 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、金沙江下游干热河谷水土流失敏感生态保护红线约 2.76km，在生态保护红线内立塔 8 基；线路穿越昭觉县龙恩乡日普村集中式饮用水水源地二级保护区约 0.54km，在二级保护区内立塔 1 基，不在水中立塔。	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～普提一回 500kV 线路普提侧 π 接入布拖换流站二期线路工程	线路长度：新建线路长度约 4.2km，线路位于凉山州布拖县。500kV 榄普一线开断后，橄榄侧接入布拖换流站一期，普提侧接入布拖换流站二期，本工程将拆除两个π接点中间段原线路约 3.004km，涉及铁塔 9 基。 输送电流：1000A。 导线型号：采用 JNRLH1/LB14-350/55 铝包钢芯耐热铝合金绞线，导线外径 26.22mm。导线采用 4 分裂，分裂间距为 450mm。 架设方式：全线为 15mm 冰区，采用单回路架设。 导线排列方式：水平排列、三角排列、“F”型塔导线单边垂直布置。 杆塔型式：直线塔采用单回路酒杯型塔，耐张塔采用单回路干字型塔；在房屋密集区域采用“F”型塔。 基础型式：挖孔基础、斜柱式台阶基础、灌注单桩基础、承台灌注桩基础。 铁塔数量及占地面积：全线新建铁塔12基，均为单回路铁塔。线路工程总占地2.51hm²（包括塔基永久占地和临时占地）。其中，永久占地0.33hm²；临时占地2.18hm²，分为：塔基施工临时场地占地0.51hm²，临时施工道路占地1.03hm²，牵张场及跨越占地0.64hm²。 生态敏感区：不涉及。		
		工程总投资			
预投产期		2021 年			

3.1.3 与本工程有关的布拖换流站二期工程情况

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。布拖换流站二期工程包含在白鹤滩 $\sim$ 浙江 $\pm 800\text{kV}$ 特高压直流输电工程中，建设单位为国家电网有限公司。目前，白鹤滩 $\sim$ 浙江 $\pm 800\text{kV}$ 特高压直流输电工程还未建设，该工程的可行性研究工作正在进行中，国家电网公司直流建设部已委托中国电力工程顾问集团华东电力设计院有限公司等单位承担该工程的环境影响评价工作。

在布拖换流站二期工程中，交流部分建设内容包含 500kV 出线 7 回，其中至普提 3 回、至白鹤滩右岸水电站 4 回。

本工程将月城 $\sim$ 普提双回 500kV 线路普提侧、橄榄 $\sim$ 普提一回 500kV 线路普提侧接入布拖换流站二期工程，榄普线 π 接普提侧 1 回占用布拖换流站二期最东侧间隔，月普线 π 接普提侧 2 回占用换流站二期自东向西第 2 和第 3 两个间隔，涉及的布拖换流站二期 500kV 出线构架及相应间隔电气设备，在布拖换流站二期工程中建设，不属于本工程建设和评价内容。

3.1.4 占地面积

本工程总占地面积 33.98hm²，其中永久占地 6.35hm²，临时占地 27.63hm²；占地类型中耕地 0.2hm²、林地 16.48m²、草地 10.09hm²、其他用地 7.09hm²。工程占地面积按土地利用类型统计详见表 3-2。

表 3-2 布拖换流站二期 500kV 配套工程占地面积统计表 单位：hm²

序号	项目组成		占地面积										
			合计	永久占地					临时占地				
				小计	耕地	林地	草地	其他用地	小计	耕地	林地	草地	其他用地
1	变电站工程	普提变电站改造工程	站内改造，本期不新征用也不占用站外土地										
2	线路工程	塔基区	6.35	6.35	0.10	3.00	2.27	0.98					
3		施工临时场地	7.17						7.17	0.12	3.80	2.01	1.24
4		施工道路	12.60						12.60		5.67	3.53	3.40
5		牵张场及跨越占地	7.86						7.86	0.10	4.01	2.28	1.47
6		小计	33.98	6.35	0.10	3.00	2.27	0.98	27.63	0.22	13.48	7.82	6.11
7	合计		33.98	6.35	0.10	3.00	2.27	0.98	27.63	0.22	13.48	7.82	6.11

3.1.5 普提 500kV 变电站改造工程

3.1.5.1 前期工程概况

(1) 地理位置

普提 500kV 变电站为既有变电站，站址位于四川省凉山州昭觉县城东北方向约 5.0 公里处的新城镇普提村，海拔 2089m，原规划为 500kV 昭觉开关站，于 1998 年 7 月建成投运。

(2) 既有建设规模

①主变压器：1×750MVA+1×1000MVA。

②500kV 出线：9 回（其中至洪沟 3 回，至南天 1 回，至盐源 1 回，至橄榄 2 回，至月城 2 回）。至盐源、橄榄的 3 回出线均装设有 3×60Mvar 的高压并联电抗器和 315MVA 的串联补偿装置；至月城的 2 回出线均装设有 3×30Mvar 的高压并联电抗器。

③500kV 高抗：3×180MVar+2×90MVar。

④220kV 出线：8 回（其中至美姑河 2 回，至洛古 1 回，至联补（库依）1 回，至越西 2 回，至昭觉 2 回）。

⑤35kV 无功补偿：最终每组主变压器低压侧装设 4 组 60Mvar 并联电抗器；前期每组主变低压侧已各装设 3 组 60Mvar 并联电抗器。

(3) 总平面布置

普提 500kV 变电站采用户外布置，即主变采用户外布置，500kV 配电装置采用户内 GIS 方案布置在站区北侧，东西方向出线，500kV 串补装置布置在站区西侧；220kV 配电装置采用 AIS 方案布置在站区南侧，向南出线；1#、2#主变压器和 35kV 无功补偿及站用变布置在站区中间地带；主控综合楼等生产和辅助设施布置在北侧的站前区。进站道路从站区西侧的 S208 省道引接。1#主变事故油池布置在其东侧，2#主变事故油池布置在其西侧，高抗事故油池布置在高抗北侧，地埋式污水处理装置布置在站区北侧。变电站已按最终规模一次征地，围墙内占地面积约 8.8hm²。

(4) 竖向布置

本期改造工程在普提 500kV 变电站既有围墙内进行，前期工程已完成站址的场地平整设计。

(5) 站区排水

普提 500kV 变电站内已建有地埋式生活污水处理装置，站内已建有完善场地雨水

排水系统。变电站人员定额为 20 人，采用“三班倒”轮班制度，每天值班运行人员为 5 人，运行人员产生的生活污水经地埋式污水处理装置收集处理后用于站区绿化，不外排，对站外水环境无影响。

（6）事故油池

普提 500kV 变电站前期工程已在站内设有容量为 90m³ 的事故油池，用于收集主变、高抗事故时产生的事故油，事故油池容量可以满足事故排油的需要。事故时，事故油通过排油管道集中排至事故集油池，由具有处理资质的专业公司进行回收处理，不外排。普提 500kV 变电站投运至今未发生过主变、高抗事故情况，未出现事故油泄漏污染事件。

（7）站区固废

普提 500kV 变电站运行人员产生的生活垃圾经站内设置的垃圾桶收集后由保洁人员定期清运，由当地环卫车集中收集外运，统一处理，未影响站外环境。

（8）前期工程环保手续履行及环保措施落实情况

1）环保手续履行情况

普提 500kV 变电站是国网四川省电力公司第一批 500kV 变电站，于 1998 年 7 月建成投运，是二滩电站电力送出工程枢纽站。变电站前期历经六期工程，目前已有规模：主变两台，容量 1×750MVA+1×1000MVA，500kV 出线 9 回（至洪沟 3 回，至南天 1 回，至盐源 1 回，至橄榄 2 回，至月城 2 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（一期）、二滩输电系统加强工程（二期）、普提 500kV 开关站主变扩建工程（三期）、西昌 500kV 变电站配套 220kV 输变电工程（四期）、西昌 500kV 输变电工程（五期）以及普提 500kV 变电站主变扩建工程（六期）中。

普提 500kV 变电站前期建设内容及环保手续履行情况见表 3-3。普提 500kV 变电站一期工程包含在二滩水电站送出配套输变电工程中，当时为 500kV 开关站，为世界银行贷款建设项目，于 1998 年建成投运。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，2002 年）。根据表 3-3 可知，普提 500kV 变电站第 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，该变电站前期工程自投运至今未出现过环境污染事件，也未收到因环境污染而引起的投诉事件。

根据现场调查，普提 500kV 变电站内已建有地埋式污水处理装置，生产运行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；站内设有事故油池用以收集主变、高抗事故时产生的事故油，变电站运行至今未发生过事故油泄漏污染事件；运行人员产生的生活垃圾经站内设置的垃圾桶收集后由值守人员定期清运，未影响站外环境。变电站运行期间蓄电池的更换由厂家负责拆装，拆卸的废旧蓄电池交由厂家统一回收处理，不贮存在变电站内。

根据前期工程验收监测数据及本期现状监测结果，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 类标准限值要求；站界敏感目标处噪声均满足《声环境质量标准》（GB12348-2008）中的 2 类标准限值要求。

表 3-3 普提 500kV 变电站前期建设内容及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) ①	—	—	—	2×90MVar	—
220kV 出线	—	—	2 回	2 回	—	4 回
500kV 串补	—	3×315MVar	—	—	—	—
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。

2) 变电站已实施的环保措施及效果

普提 500kV 变电站前期工程已采取的主要环保措施如表 3-4。

表 3-4 普提 500kV 变电站已采取的防治措施及预期治理效果

内容 类型	污染物名称	防治措施	预期治理效果
水污染物	生活污水	经站内埋地式污水处理装置处理后用于站区绿化，不外排。	不外排
	事故油	经事故油池收集后由具有处理资质的专业公司进行回收处理，不外排。	不外排
固体废物	生活垃圾	站内垃圾桶收集后由当地环卫车集中外运处理	无影响
噪声	①优先选用低噪声设备。 ②对高噪声设备进行合理布局，并设有 2.3m 高围墙。减小对站外的噪声影响。 ③单相主变压器的两侧均设置了防火墙，能起到一定的隔声效果。		达标
电磁环境影响	①尽量不在电气设备上方设置软导线。电气设备上面没有带电导线，工频电场、工频磁场较小，便于进行设备检修。 ②对平行跨导线的相序排列要避免或减少同相布置，尽量减少同相母线交叉与相同转角布置。 ③提高设备和导线高度（所有设备和导线支架高度均在 3m 以上）。		达标

①变电站站外电磁环境状况

通过对普提500kV变电站现有规模运行状态下的电磁环境现状进行监测，变电站站界外工频电场强度满足公众曝露控制限值（4000V/m）要求，工频磁感应强度满足公众曝露控制限值（100μT）要求。

②变电站站外声环境质量状况

通过对普提 500kV 变电站现有规模运行状态下的噪声影响现状进行监测，变电站站界噪声满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准；站外居民敏感目标处噪声满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准。

③变电站生活污水处理设施

普提 500kV 变电站前期工程已建有埋地式生活污水处理装置，污水处理装置能够满足处理要求，运行人员产生的生活污水经污水处理装置收集处理后用于站区绿化，不外排。

④固体废物

普提 500kV 变电站固体废物主要为运行人员产生的少量生活垃圾，生活垃圾经站内设置的垃圾桶收集后由保洁人员定期清运，由当地环卫车集中收集外运，统一处理。

变电站运行期间蓄电池的更换由厂家负责拆装，拆卸的废蓄电池交由厂家回收处置，不在变电站内设置暂存间，对周围环境不会产生影响。

⑤变电站事故油池

普提 500kV 变电站前期工程已在站内设有容量为 90m³ 的事故油池，并制定了严格的检修操作规程。事故发生时，事故油通过排油管道集中排至事故集油池，由具有处理资质的专业公司进行回收处理，不外排。普提 500kV 变电站投运至今未发生过主变、高抗事故情况，未出现事故油泄漏污染事件。

⑥变电站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进行建设。根据对变电站现有规模运行状态下的电磁环境现状及声环境现状监测数据，普提 500kV 变电站站界及站外敏感目标处工频电场强度、工频磁感应强度及噪声均满足相应评价标准限值要求，无环境保护遗留问题。根据现场调查，普提 500kV 变电站前期工程自投运至今未出现过环境污染事件，也未收到因环境污染而引起的投诉事件。

3.1.5.2 本期工程概况

根据系统要求，普提~月城 2 回和普提~橄榄 1 回线路改接后，本期需对普提 500kV 变电站内 500kV GIS 设备、出线 CVT、高抗及串补装置等电气设备进行改造。

变电站前期工程已按终期规模征地，本期改造工程在普提 500kV 变电站既有围墙内进行，需进行设备安装及少量土建施工，不改变总平面布置和配电装置布置形式，不需额外新征地。相应的配套工程如主控楼、进站道路、电源、供水等均已在前期工程中建成。

（1）本期建设规模

①主变压器：无。

②500kV 出线：不新增出线，原至橄榄 I 回 500kV 线路改接至布拖换流站二期；原至月城 I、II 回 500kV 线路均改接至布拖换流站二期；部分改造 500kV 第 1 串~第 5 串 GIS 设备，改造第 1 串~第 3 串线路 PT，改造至盐源线路的串补装置。

③500kV 高抗：原至橄榄（一）回 500kV 线路改接至布拖换流站二期后，此回线路一组 180Mvar 高抗退出运行；原至月城两回 500kV 线路均改接至布拖换流站二期后，此两回线路两台 90Mvar 高抗转为母线高抗使用，将原至月城 I 回线路高抗转接至 500kV II 母，原至月城 II 回线路高抗转接至 500kV I 母。

④220kV 出线：无。

⑤35kV 无功补偿：无。

（2）本期改造后规模

①主变规模：1×750MVA+1×1000MVA。

②500kV 出线：9 回（至洪沟 3 回，至南天 1 回，至盐源 1 回，至橄榄 1 回，至布拖换流站二期 3 回）。

③500kV 高抗：2×180MVar+2×90MVar。

④220kV 出线：8 回（至美姑河 2 回，至洛古 1 回，至联补（库依）1 回，至越西 2 回，至昭觉 2 回）。

⑤35kV 无功补偿：最终每组主变压器低压侧装设 4 组 60Mvar 并联电抗器；前期每组主变低压侧已各装设 3 组 60Mvar 并联电抗器。

（3）总平面布置

普提 500kV 变电站前期工程建设时已按最终规模一次征地，本期改造工程在变电站既有围墙内进行，只对变电站内原有电气设备进行改造，不需额外新征地，不改变变电站原总平面布置和配电装置布置形式，不改变站外居民敏感目标与变电站之间的相对位置关系与距离。普提 500kV 变电站电气总平面及环保措施布置图详见附图 2。

（4）竖向布置

前期工程已完成站址的场地平整设计，本期改造区域竖向设计与原设计相协调，场地设计标高同原设计屋外配电装置的场地标高，排水坡向与坡度同原设计。

（5）站内外道路

前期工程道路设计能满足本期工程施工运输、检修等要求，本期不需新建扩建道路。

（6）给排水

本期改造工程完成后不增加变电站运行人员，不新增生活污水产生量，不新增耗水设备。本期改造在变电站既有围墙内进行，前期站内已建有完善场地雨水排水系统。因此，本期改造工程不增加供、排水设施、设备。

（7）本期改造工程环境保护措施可依托性分析

普提 500kV 变电站本期改造工程环境保护措施与前期工程的依托关系见表 3-5。

表 3-5 普提 500kV 变电站本期改造环保措施与前期工程依托关系一览表

项目		内容
站内永久设施	站内外道路	利用现有站内外道路，本期无需新建扩建
	供水管线	本期不新增耗水设备，无需增加供、排水设施、设备
	生活污水处理装置	不增加运行人员，不新增生活污水产生量，依托前期埋地式生活污水处理装置进行处理
	事故油池	前期工程已建 90m ³ 事故油池，本期不新增事故油池
	雨水排水	雨水排水系统已包含在前期工程中
	生活垃圾	经站内垃圾桶收集后由当地环卫部门集中外运处理
施工临时设施	施工用水、用电	利用站内现有水源及电源
	施工生产生活区	利用站内空地及建筑物灵活布置

由表 3-5 可以看出，普提 500kV 变电站本期改造工程完成后，不增加变电站运行人员（人员定额 20 人，每天运行人员 5 人），不新增生活污水产生量和生活垃圾产生量。站内既有埋地式生活污水处理装置容量可以满足生活污水处理量要求，本期无需新增生活污水处理设施，生活污水经污水处理装置收集处理后回用于站区绿化，不外排。生活垃圾经站内设置的垃圾桶收集后由保洁人员定期清运，由当地环卫车集中收集后统一外运处理。

站内前期已设有容量为 90m³的事故油池，事故油池容量可以满足事故排油的需要，本期不需新增事故油收集和处理设施，产生的事故油由具有相应处理资质的专业公司进行回收处理，不外排，不会造成对站外环境的污染。

变电站运行期间蓄电池的更换由厂家负责拆装，拆卸的废旧蓄电池交由厂家回收处置，不在变电站内设置暂存间，对周围环境不会产生影响。

本期改造工程施工期生活污水产生量较小，产生的少量施工生活污水可以依托站内既有污水处理装置进行收集处理后回用于站区绿化。施工人员产生的生活垃圾可以依托站内既有垃圾桶进行收集后集中外运处理。

3.1.6 输电线路工程

3.1.6.1 系统方案

根据系统方案，布拖换流站二期 500kV 配套工程包含月城～普提双回 500kV 线路普提侧 π 接入布拖换流站二期线路工程，和橄榄～普提一回 500kV 线路普提侧 π 接入布拖换流站二期线路工程，形成普提～布拖换流站二期 3 回 500kV 线路。

3.1.6.2 路径方案拟定原则

本工程在前期路径规划及选择阶段，除考虑工程设计技术条件与运行安全稳定性等因素外，还充分征求和听取了地方政府及规划等有关部门对路径方案的意见和建议，综合以下多方面原则对线路路径方案进行选择与优化：

(1) 根据电力系统规划要求, 综合考虑线路航空直线距离、区域地形地貌、地质条件、水文气象覆冰情况、交通条件、林木分布、矿产分布、重要设施、重要交叉跨越、施工运行条件、地方政府及相关部门意见等因素, 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, 选择生态价值相对较低的区域经过, 尽可能减小线路工程建设对生态环境的影响。

(3) 避让城镇规划区和居民集中区, 减小对城乡规划发展和居民生产生活的影响, 尽量节约用地;

(4) 避开军事设施、大型工矿企业、机场、通信等重要设施;

(5) 避让矿产开采区、采空区、规划开采区;

(6) 避让沿线险恶地形、滑坡、泥石流等不良地质地段, 保证输电线路施工及运行安全稳定性。

(7) 尽量避让沿线林木密集覆盖区域, 减少林木砍伐量, 尽可能保护地表植被完整性。

(8) 尽可能靠近现有国道、省道、县道及乡村公路, 改善线路施工与运行交通条件, 并减少施工新建道路的生态影响;

(9) 跨越河流沟谷处利用两侧有利地势, 尽量缩短档距;

(10) 综合协调本工程线路与已建、在建、拟建输电线路、铁路、高速公路、等级公路和其它重要设施之间的矛盾;

(11) π 接点选择应尽量缩短新建线路长度;

(12) 在换流站进出线范围及拥挤地段要考虑线路走廊统一规划;

(13) 对局部地段房屋较多且需要拆迁的地方, 应充分进行路径方案优化, 尽量减少房屋拆迁。

综合考虑上述多方面因素后, 选择出本工程线路最佳路径方案。

3.1.6.3 月城~普提双回 500kV 线路普提侧 π 接入布拖换流站二期线路工程

工程所在区域为金沙江流域高海拔高山大岭区, 区域地形地貌复杂, 地势起伏极大, 地质条件差, 输电线路走廊紧张, 且生态保护红线和饮用水水源保护区分布密集, 路径选择十分困难, 因此为减小生态环境影响、同时提高通道输送容量, 本线路在 10mm、15mm 轻中冰区段采用同塔双回路走线。为避免导线在高海拔重冰区覆冰不

均匀、导线脱冰跳跃引起上下排列的导线接近发生相间闪络事故，保证输电线路安全运行，根据《重覆冰架空输电线路设计技术规程》（DL/T5440-2009）相关规定及国内外重冰区线路设计、运行经验，线路在 20mm、30mm 重冰区段采用两个单回路走线。

（1）路径方案比选

已建月城～普提双回 500kV 线路从布拖换流站北侧约 27km 经过，根据布拖换流站位置及已建月普线走向，结合沿线地形、地质、海拔、冰区、城镇规划及环境敏感目标等情况，线路拟定了东、西、西支三个路径方案，以下对各路径方案进行比选：

1）东方案（比选方案）

线路自 500kV 月城～普提同塔双回线路 N2097 塔处 π 接点开始，采用同塔双回路连续跨越两回 220kV 线路、500kV 城沐同塔双回线路后，向南走线跨越昭觉河后至呷姑各则，此后线路自北向南走线，在龙恩乡以南约 1.4km 处跨越已建 110kV 美拖线，在美甘乡基本平行 110kV 美拖线向南走线，经瓦都乡采业村在俄木各则转向东南走线，经衣作老含村、菲土村至共寨家折向西方走线，在避让炸药库、光明村安置点后进入布拖换流站二期间隔。

东方案新建路径长约 2×47km，在昭觉县境内途经谷曲乡、龙恩乡、美甘乡，在布拖县境内途经瓦都乡、九都乡、火烈乡、木尔乡。沿线地形起伏较大，海拔 2000～3100m。线路沿线沿山腰走线，交通条件一般。

2）西方案（推荐方案）

线路自 500kV 月城～普提同塔双回线路 N2097 塔处 π 接点开始，采用同塔双回路连续跨越两回 220kV 线路、500kV 城沐同塔双回线路后，向南走线跨越昭觉河后至呷姑各则，此后线路自北向南走线，在龙恩乡以南约 1.4km 处跨越已建 110kV 美拖线，沿美甘乡南侧沟谷山脊走线，经四呷、木尔俄布，在吉色以西折向东南走线，在哈作瓦继续向南走线，经人普家在菲土村避让风机后，至共寨家折向西方走线，在避让炸药库、光明村安置点后进入布拖换流站二期间隔。

西方案新建路径长约 2×44.5km，在昭觉县境内途径谷曲乡、龙恩乡、美甘乡，在布拖县境内途经瓦都乡、九都乡、木尔乡。沿线地形起伏较大，海拔 2000～3100m。线路沿线沿山腰走线，仅有几条交叉乡道和山下县道可以利用，交通条件较东方案略好。

3) 西支方案（比选方案）

线路从 π 接点至布拖县九都乡哈作瓦北侧与西方案走向相同，随后折向西南方向走线，经木耳乡东侧山坡顶部走线至叶尔村与西方案合拢，直至进入布拖换流站二期间隔。

西支方案新建路径长约 $2\times 45.3\text{km}$ ，在昭觉县境内途径谷曲乡、龙恩乡、美甘乡，在布拖县境内途径瓦都乡、九都乡、木尔乡。沿线地形起伏较大，海拔 $2000\text{m}\sim 3100\text{m}$ 。线路沿线沿山腰走线，仅有几条交叉乡道和山下县道可以利用，交通条件同西方案，较东方案略好。

4) 比较结果

现对月普线 π 接普提侧线路上述三个路径方案从工程技术条件、生态环境影响等方面列表比较如下：

表 3-6 西、东、西支方案比较一览表

序号	路径方案 比较内容		东方案	西方案（推荐）	西支方案	方案比较
1	线路长度（km）		2×47 （其中同塔双回路 $2\times 31.3\text{km}$ ，单回路 $2\times 13\text{km}$ ）	2×44.5 （其中同塔双回路 $2\times 35.7\text{km}$ ，单回路 $2\times 8.8\text{km}$ ）	2×45.3 （其中同塔双回路 $2\times 33.8\text{km}$ ，单回路 $2\times 8.9\text{km}$ ）	西方案 优
2	地形	丘陵	4%	4.3%	5%	相当
		山地	11%	14.2%	12%	
		高山大岭	70%	70%	70%	
		峻岭	15%	11.5%	13%	
3	工程地质评价		沿线海拔高，地形起伏较大；工程地质条件差；不良地质作用以滑坡、冲沟和不稳定斜坡为主；路径附近区域矿产资源丰富，主要矿种为砂矿、页岩矿、铜矿和铅锌矿等，西支方案穿越一个矿权。			东、西 方案优
4	海拔高程（m）		$2000\sim 3100$	$2000\sim 3100$	$2000\sim 2950$	相当
5	冰区划分（km）	10mm 冰区	15.7	11	12.4	西、西 支方案 优
		15mm 冰区	15.1	24.7	25.5	
		20mm 冰区	8.3	5.3	4.7	
		30mm 冰区	7.9	3.5	2.7	
6	重冰区占比		34%	20%	16%	西、西 支方案 优
6	交通运输条件		主要利用少量交叉机耕道和乡村公路，交通条件一般。	仅有几条交叉乡道和山下县道可以利用。	仅有几条交叉乡道和山下县道可以利用。	西、西 支方案 优
7	交叉跨越		跨越 500kV 城沐线 1 次，跨 220kV 线路 2 次，跨 110kV 美拖线 2 次。	跨越 500kV 城沐线 1 次，跨 220kV 线路 2 次，跨 110kV 美拖线 4 次。	跨越 500kV 城沐线 1 次，跨 220kV 线路 2 次，跨 110kV 美拖线 4 次。	相当
8	重要设施情况		已避让重要设施。	已避让重要设施。	穿越布拖县木耳乡石灰岩矿详查	西方案 优

序号	路径方案 比较内容	东方案	西方案（推荐）	西支方案	方案比较
9	林区长度	林区长度约 39.0 km， 主要以松树、杂树、灌木丛为主。	林区长度约 35.6km， 主要以松树、杂树、灌木丛为主。	林区长度约 36.7km， 主要以松树、杂树、灌木丛为主。	东、西方案优
9	生态敏感区	穿越昭觉县龙恩乡日普村集中式饮用水水源地二级保护区	穿越昭觉县龙恩乡日普村集中式饮用水水源地二级保护区	穿越昭觉县龙恩乡日普村集中式饮用水水源地二级保护区、布拖县木尔乡集中式饮用水水源地二级保护区	东、西方案优
10	穿越生态保护红线线路长度（km）	3.34	2.76	2.35	西、西支方案优
11	是否推荐	路径长、覆冰重、林区长度长，不推荐	路径长、覆冰重、林区长度长，不推荐		

A.从技术经济角度

①**路径长度**：西方案、西支方案路径长度较东方案短约 2km，投资相对要小，经济性更好；

②**重冰区占比**：西方案、西支方案在 20mm、30mm 重冰区段占比分别为 20%、16%，而东方案重冰区占比约 34%，东方案覆冰情况较严重。

③**地形地质、海拔、交通运输**：三个路径方案在地形地质条件、海拔高度方面相当，交通运输条件西方案、西支方案略优于东方案；

④**沿线交叉跨越**：三个路径方案均需跨越 500kV 城沐线 1 次，跨 220kV 线路 2 次，跨 110kV 美拖线 4 次，施工难度相当；

⑤**重要设施**：东方案、西方案已避让沿线重要设施，西支方案穿越布拖县木耳乡石灰岩矿。

综合比较上述情况可见，东方案路径长度最长、重冰区占比最大，交通运输条件较差，故设计不予推荐。西方案与西支方案情况基本相同，仅在布拖县木尔乡段路径不同，西支方案在此处降低了海拔高度，缩短了重冰区长度，但西支方案穿越了布拖县木尔乡石灰岩矿，根据布拖县自然资源局意见，线路路径需避开木尔乡石灰岩矿。因此综合考虑三个路径方案的技术经济条件，**工程设计推荐采用西方案。**

B.从环境保护角度

①**路径长度**：西方案路径长度较东方案、西支方案短约 2km，塔基数相对较少，在塔基占地、地表扰动面积、植被破坏和开挖土石方量方面均较少，因此西方案对地表的扰动及造成的水土流失量均较少；

②**沿线林木覆盖情况**：西方案路径穿越林区长度约 35.6km，较东方案、西支方案穿越林区长度更短，塔基永久及临时占地砍伐林木面积相对较小，对沿线植被的影响相对较小；

③**生态敏感区影响情况**：东、西、西支方案在昭觉县美甘乡以北路径相同。受已建月普双回线路开 π 点位置、新建线路整体走向及地形地质条件限值，东、西、西支方案均无法避让昭觉县龙恩乡日普村集中式饮用水水源地，线路穿越水源地二级保护区约 0.54km。

除昭觉县龙恩乡日普村集中式饮用水水源地之外，东、西方案均不再涉及其他自然保护区、饮用水水源地等生态敏感区。而西支方案在布拖县木尔乡附近与西方案分开，折向西南方向沿海拔较低的木尔乡东侧山坡顶部走线，在叶尔村附近穿越了木尔乡集中式饮用水水源地二级保护区，穿越长度约 0.7km。因此相较于东、西方案，西支方案穿越了布拖县木尔乡集中式饮用水水源地二级保护区，涉及生态敏感区更多，因工程建设带来的对沿线区域的生态影响更大。

④**生态保护红线涉及情况**：东、西、西支方案在昭觉县、布拖县均涉及凉山-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，东方案穿越红线长度约 3.34km，西方案穿越红线长度约 2.76km，西支方案穿越红线长度约 2.35km，西方案、西支方案相较于东方案穿越生态保护红线长度较短，在生态保护红线内的立塔数量更少，塔基永久占地面积更小，无论是因施工期塔基基础开挖、修建临时道路，还是因运行期线下必要的通道清理，西方案和西支方案对生态保护红线的扰动和破坏均较东方案更小。

综上所述，从对生态环境保护角度综合考虑，西方案穿越生态保护红线长度较短，涉及生态敏感区数量更少，对线路沿线的生态影响相对更小，因此本次**环评推荐采用西方案**作为本线路路径方案，与工程设计推荐一致。

(2) 推荐路径方案特点

本线路推荐路径方案具有下列特点：①线路在轻中冰区采用同塔双回架设，最大限度节约了线路走廊，缩减了塔基数量，减少了塔基占地面积及林木砍伐量，减小了线路工程施工、运行对沿线生态环境的影响；②线路尽量靠近沿线既有县道、乡道走线，施工期可充分利用既有道路进行材料运输，施工临时道路新建量更小，有利于减少水土流失；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、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为减少占用生态保护红线、避让地质不良地段，线路无法避让昭觉县龙恩乡日普村集中式饮用水水源地，需穿越饮用水水源地二级保护区约**km，在二级保护区内立塔**基，线路穿越水源地二级保护区的路径方案已取得昭觉生态环境局的原则同意意见；⑤线路对居民房屋密集的乡镇、村落进行了有效避让，尽可能减小了对沿线居民敏感目标的影响。**从环保角度分析，本线路路径选择合理。**线路路径方案详见附图3。

3.1.6.4 橄榄～普提一回 500kV 线路普提侧 π 接入布拖换流站二期线路工程

(1) 路径方案

已建橄榄～普提一回 500kV 线路从布拖换流站西侧约 1.8km 附近经过，本线路起于橄榄～普提一回 500kV 线路普提侧 269#塔开 π 点，止于布拖换流站二期进线构架。

由于线路在布拖换流站出线段与白鹤滩两回直流线路及直流接地极线路共走廊，出线通道狭窄且沿线房屋密集，受上述条件限值，路径方案唯一。

线路从橄榄～普提一回 500kV 线路普提侧 269#塔开 π 点起，为避让布拖县城远期规划范围，线路从县城规划范围边缘绕行通过，向东南方向平行于拟建白鹤滩～浙江接地极线路走线。随后白鹤滩～浙江直流线路与接地极线路共塔，本线路左转平行于拟建白鹤滩～浙江直流线路走线，连续左转避开地质不良区域，在特木里镇四且村、勒吉村边缘穿越房屋密集区域，在换流站西北侧连续右转后进入布拖换流站二期。

新建线路长度约 4.2km，全线为 15mm 冰区，线路采用单回路架设。为尽可能减小对居民敏感目标的影响，线路在特木里镇四且村、勒吉村房屋密集区域采用“F”型塔架设、导线远离房屋单边垂直布置型式。新建线路位于凉山州布拖县境内。

(2) 路径方案特点

本线路路径方案具有下列特点：①线路避让了布拖县城规划范围，避免了对县城远期规划的影响，路径方案已取得布拖县规划等部门的书面同意意见（附件 5）；②线路对沿线居民房屋密集的村落进行了有效避让，对于无法避免的四且村、勒吉村房屋密集区，采取从边缘通过，并在穿越房屋集中区域采用导线远离房屋单边挂线的“F”型塔架设方式，以最大程度减小对居民敏感目标的环境影响。**从环保角度分析，本线路路径选择合理。**

3.1.6.5 穿越生态保护红线不可避让性论证

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），本工程月城～普提双回 500kV 线路普提侧 π 接入布拖换流站二期线路在昭觉县、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、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**km，立塔约**基，塔基永久占地面积约**hm²；本工程橄榄～普提一回 500kV 线路普提侧 π 接入布拖换流站二期线路不涉及生态保护红线。

具体情况详见下表 3-7：

表 3-7 本工程输电线路占用生态保护红线情况表

月城～普提双回 500kV 线路普提侧 π 接入布拖换流站二期线路		
线路回数	I回	II回
穿越生态保护红线	**	**
线路长度（km）	**	
橄榄～普提一回 500kV 线路普提侧 π 接入布拖换流站二期线路		
穿越生态保护红线	不涉及	
线路长度（km）		
合计穿越长度（km）	**	

本工程月城～普提双回 500kV 线路普提侧 π 接入布拖换流站二期线路从月普线普提侧 π 接点出线后，根据路径整体走向，线路需自北向南方向进行走线，至布拖换流站二期。

线路在昭觉县达洛乡跨越昭觉河，向南走线至龙恩乡奕洛布西附近后进入重冰区，线路分为两回单回线路继续向南走线。该区域在东西方向约 8km 的范围内，分布有大面积成片式的生态保护红线。线路若往东侧昭觉河河谷处偏移可以避让部分生态保护红线，但受河谷地带地形地貌影响，该区域河谷深切，沟壑纵横，河谷两侧边坡陡峭，地质条件不稳定，存在高度约 200m 的冲沟、不稳定斜坡等不良地质地带，对于 500kV 高压输电线路来说不具备安全、稳定的立塔条件，因此为保障工程施工及运行安全性，线路只能沿河谷西侧山脊走线。

为尽可能减小对生物多样性维护生态保护红线的影响，线路避免了穿越红线内成片式的密集林区，选择了生态保护红线南北距离较短的位置进行穿越，该路径方案同时尽可能减少了穿越昭觉县龙恩乡日普村集中式饮用水水源地的长度，因此输电线路在此不可避让的占用部分生态保护红线。

线路随后尽量靠近已建乡道，以同塔双回线路继续向南走线，同时尽量避让了沿

线的生态保护红线。

线路至布拖县哈作瓦附近后再次进入重冰区，线路分为两回单回线路走线。由于菲土村境内有已建风电场，为避让该区域的风机，两回单回线路从风机间宽约 400m 的间隙通过。该处分布有部分生态保护红线，线路若往东侧走线，可以避让这部分生态保护红线，但东侧为一宽约 500m、深约 150m 的深沟，线路无法在陡峭斜坡地势立塔；若往西侧避让生态保护红线，西侧山脚下为布拖县木尔乡集中式饮用水源地，水源保护区范围与生态保护红线范围仅间隔 70m。受上述条件限值，两回单回线路不得不沿山脊走线，因此在此无法完全避让这部分生态保护红线。

随后，线路在避让布拖县特木里镇叶尔村、先锋村集中居民区后，向西北方向走线，最终接入特木里镇布拖换流站二期。

综上所述，受线路路径整体走向限制，同时为避让沿线险恶地形、滑坡等地质不良地带、密集林区、饮用水水源保护区、集中居民区等设施，本工程无法完全避让生态保护红线，本工程月城~普提双回 500kV 线路普提侧 π 接入布拖换流站二期线路在昭觉县、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、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，工程永久占地仅为塔基占地，而塔基在空间中的分布为点位间隔式（如附图 9 所示）。根据生态保护红线矢量数据，本工程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、华山松等暖性针叶林、桉木等常绿阔叶林以及灌状栎等灌草丛植被为主。对穿越的两类生态保护红线来说，重点是保护自然生态系统，保护现有植被及野生动物生境，并加强水土流失治理，使其生物多样性保护功能、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，尽量避开生态价值较高的林地，占用生态价值较差的用地，如植被稀疏的灌丛或草地处。

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的影响，不会对其生态功能造成大的影响。

3.1.6.6 穿越昭觉县龙恩乡日普村集中式饮用水水源地及立塔原由

本工程月普线 π 接普提侧线路从 π 接点开始，以同塔双回线路自北向南向布拖换流站二期走线。到达昭觉县龙恩乡奕落布西附近后，进入海拔较高的 20mm 重冰区，线路按两个单回线路继续自南向北走线，而该区域沿东西方向分布有大面积成片式生态保护红线，输电线路无法完全避让这部分生态保护红线。为尽量减小对生态保护红线的影响，线路选择了生态保护红线南北距离较短的位置进行穿越。

在此位置，线路西侧为昭觉县龙恩乡日普村集中式饮用水水源地范围，若要避开该水源保护地范围，两回单回线路需向东侧进行避让，但东侧为一较大冲沟，宽度约 140m，冲沟处坡度大，地势陡峭，不具备安全立塔条件，因此两回单回线路不得不在冲沟西侧山脊上走线。该处可利用位置较窄，其中一回单回线路在此不可避免的穿越了龙恩乡日普村集中式饮用水水源地二级保护区。

线路在二级保护区范围内立塔原因为：

线路穿越水源保护区位置为山地地形，塔基必须在山脊立塔才能进行走线。而该位置最高山脊海拔约 2600m，山脊即位于水源地二级保护区范围内，线路无法一档跨越该山脊，必须在山脊处选择合适位置进行立塔才能跨过山脊走线，因此不得不在龙恩乡日普村集中式饮用水水源地二级保护区范围内立塔**基。

基于上述原因，本工程月城～普提双回 500kV 线路普提侧 π 接入布拖换流站二期线路不可避免的穿越了昭觉县龙恩乡日普村集中式饮用水水源地，线路穿越二级保护区长度约**km，在二级保护区范围内需立塔**基。

本工程输电线路为架空线路，在运行期不排放污染物，线路在二级保护区的建设不属于《中华人民共和国水污染防治法》、《四川省饮用水水源保护管理条例》中所禁止行为，在水源保护区附近施工时加强施工管理，严格控制施工范围，采取相应的污染防治措施后，不会对饮用水水源保护区的水质和水体功能产生影响。

3.1.7 主要交叉跨越和并行

3.1.7.1 交叉跨越情况

本工程输电线路与其它重要设施交叉跨越情况详见表 3-8。

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

表 3-8 本工程输电线路主要交叉跨越情况表

本工程 线路名称	被跨越物	跨越次数	规程规定的最小 垂直净距（m）	备注
月城～普提双 回 500kV 线路 普提侧 π 接入布 拖换流站二期 线路	高速公路 （规划昭西高速）	1 次	14.0	——
	等级公路 （县道）	8 次	14.0	
	河流 （昭觉河）	1 次	7.0	至五年一遇洪水位
	500kV 城沐线	1 次（跨越）	6.0	本工程线路为双回线路，采取上跨方式，在跨越处既有线路最高相导线对地高度为 54m，本工程线路导线高度不受既有线路限制，与既有线路间垂直净距能满足规程规定高度（6.0m）要求。
	220kV 久普线	1 次（跨越）	6.0	本工程线路为双回线路，采取上跨方式，在跨越处既有线路最高相导线对地高度为 27m，本工程线路导线高度不受既有线路限制，与既有线路间垂直净距能满足规程规定的高度（6.0m）要求。
	220kV 联普线	1 次（跨越）	6.0	本工程线路为双回线路，采取上跨方式，在跨越处既有线路最高相导线对地高度为 27m，本工程线路导线高度不受既有线路限制，与既有线路间垂直净距能满足规程规定的高度（6.0m）要求。
	110kV 美拖线	4 次（跨越）	6.0	本工程线路为双回线路，采取上跨方式，在跨越处既有线路最高相导线对地高度为 28m，本工程线路导线高度不受既有线路限制，与既有线路间垂直净距能满足规程规定的高度（6.0m）要求。
橄榄～普提一 回 500kV 线路 普提侧 π 接入布 拖换流站二期 线路工程	等级公路 （县道）	6 次	14.0	——

本工程新建输电线路与其他输电线路的交叉跨越情况见表 3-9，各交叉跨越点的位置详见附图 3。

表 3-9 本工程输电线路与其他输电线路交叉跨越情况表

序号	被跨线路名称	跨越位置	被跨线路排列方式	本工程线路排列方式	被跨越处导线线高（m）	规程要求最小间距（m）	本线路最低线高（m）	有无监测条件	共同评价范围内是否存在居民
月城～普提双回 500kV 线路普提侧π接入布拖换流站二期线路									
1	500kV 城沐线	日都洛附近	同塔双回	同塔双回	54（上导线）	6	60	有	无
2	220kV 久普线	乃妥觉莫村附近	三角	同塔双回	27（上导线）	6	33	有	
3	220kV 联普线	乃妥觉莫村附近	三角	同塔双回	27（上导线）	6	33	有	
4	110kV 美拖线	地莫村附近	三角	同塔双回	28（上导线）	6	34	有	
橄榄～普提一回 500kV 线路普提侧π接入布拖换流站二期线路									
无交叉跨越情况									

3.1.7.2 并行情况

经与设计收资及现场踏勘，本工程输电线路在区域 100m 范围内不与其他 110kV 及以上电压等级既有输电线路并行走线。

本工程月普线普提侧 π 入布拖换流站二期线路从普提侧 π 接点起，以同塔双回线路自北向南向布拖换流站走线，至昭觉县龙恩乡乃妥附近后进入重冰区，线路采用两回单回路并行走线至日普结木，并行走线长度约 1.90km，并行段两回单回线路边导线间距大多在 110m 以上（仅日普结木处并行线路边导线间最近距离约 90m）。随后线路以同塔双回线路继续向南走线，至布拖县火烈乡哈作瓦附近后再次进入重冰区，线路以两回单回路并行走线至火烈乡坡吉村，并行走线长度约 3.50km，并行段两回单回线路边导线间距大多在 100m 以上（仅坡吉村处并行线路边导线间最近距离约 80m）。

本工程并行线路间共同评价范围内无居民敏感目标分布，因此本次评价仅对并行线路通过耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所的叠加电磁环境影响进行预测。

本工程输电线路并行情况见下表 3-10：

表 3-10 本工程输电线路并行情况一览表

并行线路名称	并行线路边导线间最小间距(m)	并行走线长度(km)	并行段线路所处行政区	并行线路间居民敏感目标分布
本工程 2 回单回路并行	80	5.40	昭觉县龙恩乡乃妥、布拖县火烈乡哈作瓦	无

3.1.8 导地线及排列方式

本工程输电线路导线、地线及导线排列方式见表 3-11。

表 3-11 本工程输电线路导线、地线及排列方式

工程名称	冰区	导线	地线	导线排列方式
月城～普提双回500kV 线路普提侧π接入布拖换流站二期线路	10mm	JL/G1A－630/45 钢芯铝绞线	OPGW－120	10mm、15mm 轻中冰区采用同塔双回路垂直逆序排列
	15mm		OPGW－120 JLB20A－120	20mm、30mm 重冰区采用单回路水平排列、三角排列
	20mm	OPGW－240 JLB14－210		
	30mm	JLHA1/G1A－725/90 钢芯铝合金绞线		
橄榄～普提一回500kV 线路普提侧π接入布拖换流站二期线路工程	15mm	JNRLH1/LB14-350/55 铝包钢芯耐热铝合金绞线	OPGW-17-150-4 JLB20A－120	单回路水平排列、三角排列；房屋密集段采用“F”型塔导线单边垂直布置

3.1.9 铁塔型式及数量

(1) 月城～普提双回 500kV 线路普提侧 π 接入布拖换流站二期线路

本线路冰区划分为 10mm、15mm、20mm、30mm。

由于沿线走廊紧张，线路路径选择十分困难，本线路轻中冰区段（10mm、15mm 冰区）采用同塔双回路走线，铁塔采用导线垂直排列的同塔双回路鼓型塔。为保证线路的安全运行，避免导线覆冰不均匀、导线脱冰跳跃引起上下排列的导线接近发生相间闪络事故，本段线路重冰区段（20mm、30mm 冰区）采用两个单回路走线，直线塔采用酒杯型塔，耐张塔采用干字型塔。

本线路新建铁塔 135 基，其中直线塔 83 基，耐张塔 52 基。铁塔使用条件见下表 3-12，铁塔型式见附图 5。

表 3-12 月普双回普提侧 π 接线路——铁塔使用条件一览表

序号	塔型	呼高范围 (m)	转角度数
1	双回路直线塔	5E10-SZC1	24~48
2		5E10-SZC2	24~54
3		5E10-SZC3	24~60
4		5E10-SZC4	24~60
5		5E10-SZCK	54~72
6		SZC27151	24~54
7		SZC27152	24~60
8		SZC27153	32~66
9		SZC27154	37~72
10		SZC27155	53~84
11	双回路耐张塔	5E10-SJC1	0°~20°
12		5E10-SJC2	20°~40°
13		5E10-SJC3	40°~60°
14		5E10-SJC4	0°~30°
15		SJC2715K	0°~40°
16	双回路转角塔	SJC29151	0°~20°
17		SJC29152	20°~40°
18		SJC29153	40°~60°
19		SJC29154	60°~90°
20	单回路直线塔	ZBB261	24~48
21		ZBB262	24~60
22		ZBB263	34~72
23		ZBB362	24~60
24		ZBB36K	60~78
25	单回路耐张塔	JGB261	0°~30°
26		JGB262	30°~60°
27		JGB361	0°~30°
28		JGB362	30°~50°

(2) 橄榄~普提一回 500kV 线路普提侧 π 接入布拖换流站二期线路工程

本线路为 15mm 冰区，采用单回路走线，直线塔采用酒杯型塔，耐张塔采用干字型塔。为减少房屋拆迁，在房屋集密集区域采用“F”型塔导线单边垂直布置型式。

本线路新建铁塔 12 基，其中直线塔 2 基，耐张塔 10 基。铁塔使用条件见下表 3-13，铁塔型式见附图 6。

表 3-13 榄普一回普提侧 π 接线路——铁塔使用条件一览表

序号	塔型	代表性呼高 (m)	转角度数
1	单回路直线塔	ZB5151	51
2		ZB5154	57
3	单回路耐张塔	JGB5151	39
4		JGB5153	39
5		JGB5154	30
6		SJB5151	30
7		SJB5152	30

3.1.10 基础型式

根据本工程杆塔型式、沿线地形、工程地质及水文气象条件，因地制宜采用挖孔

基础、灌注桩基础、大开挖板式基础、斜柱式台阶基础、承台灌注桩基础。全线采用全方位长短腿设计，减少施工基面开方量，最大程度减少对塔位处自然环境的破坏，保护边坡稳定，防止水土流失。

本工程基础型式详见附图 7~8。

3.1.11 施工组织和施工工艺

3.1.11.1 普提 500kV 变电站

（1）交通情况及工地运输

普提500kV变电站进站道路已于前期工程中建成，本期改造工程直接利用变电站既有进站道路即可，交通条件较好。

（2）施工用水、用电、通讯

普提 500kV 变电站站内供排水、供电、通讯系统较完善，改造工程施工用水、用电、通讯可利用变电站内既有设施。

（3）施工工序

本期改造工程在普提 500kV 变电站既有围墙内进行，需对变电站内 500kV GIS 设备、出线 CVT、高抗及串补装置等电气设备进行改造，其施工工序包括少量土建施工及设备安装，土建施工量小，不改变变电站总平面布置和配电装置布置形式，不需额外新征地。施工集中在站内，不在站外设置施工临时场地。

（4）施工周期和人员配置

本期普提 500kV 变电站改造工程从人员及设备入场到改造工程完成，施工周期约需 30 天，平均每天布置技工约 5 人，民工约 10 人。

3.1.11.2 输电线路工程

（1）交通情况及工地运输

本工程月普线 π 接普提侧线路途经凉山州昭觉县、布拖县，位于金沙江干流河段左岸，区域地形以山地、高山峻岭为主，地形起伏大，受地形地势影响整体交通条件较差。沿线可利用道路较少，线路路径选择时已尽量沿已有交通道路走线，工程材料运输等主要利用山下县道、Y009 等乡村公路和几条交叉乡道。

本工程榄普线 π 接普提侧线路距离布拖县城较近，附近有 05 县道、换流站进路以及多条叉硬化乡村公路可利用，整体交通条件较好。

（2）施工场地布置

1) 塔基临时施工场地

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临时施工场地。根据类似线路施工的现场调查，山丘区临时占地约为塔基征地外 3~5m 范围，单基塔临时占地面积约 246m²~518m²。临时施工场地布设位置优先选择荒地，其次选择植被稀疏草地，最后考虑林地、耕地。

根据主体塔基、地形情况估计，本工程月普线 π 接普提侧线路工程塔基施工临时占地面积为 5.70hm²；榄普线 π 接普提侧线路工程塔基施工临时占地面积为 0.51hm²。

2) 牵张场地

本工程导线架设主要采用张力放线。牵张场设置主要原则是：位于塔基附近，便于放紧线施工；临近既有道路，便于材料运输；场址场地宽敞平坦，便于操作，利于减少场地平整的地面扰动和水土流失；优先选择荒地，其次选择植被稀疏草地，最后考虑林地、耕地；施工结束后应及时恢复原有土地使用功能。

根据工程实际情况及同类输变电工程，本工程每隔约 5~7km 需设置一处牵张场地，场地布设位置优先选择荒地，其次选择植被稀疏草地，最后考虑林地、耕地。

3) 跨越施工场地

本工程线路跨越公路、输电线路等设施需要搭设跨越架，采用门型构架或竹制构架置于跨越点两侧，每处占地面积约 100m²。场地布设位置优先选择荒地，其次选择植被稀疏草地，最后考虑林地、耕地。

4) 施工临时道路

本工程输电线路途经大量高海拔重冰区，工程量大，施工物资运输量大，而线路途径地势陡峭、人烟稀少区域或无人区，全线物资转运主要依托乡道及个别乡村道路，除极少量塔位可利用机耕道进行小运运输外，其余工程物资均需修筑小运道路。

本工程运输道路尽量利用现有道路，当现有道路不能满足工程设施运输要求时，需要在原有的乡、村道路上修补（拓宽）。经现场勘察确定，月城~普提双回 500kV 线路普提侧 π 接入布拖换流站二期线路在昭觉县达洛乡、布拖县沙洛乡一带交通条件不利于施工，附近乡村道路需进行修整，以满足灌注桩机械进场道路修筑维护。

5) 材料站布置

本工程沿线租用材料站，便于调度和保管施工材料，特别是妥善保管好导线、地线等主材，以防丢失和损坏。为便于调度和施工用材料保管，工程项目部和材料站宜设在离输电线路中心较近，交通方便运输费用省、地势较高、有足够的场地和就近可

租赁的房屋，通信和生活较为方便的城镇。

综合现场交通条件分析，本工程共设置 3 个材料站：布拖县 004 乡道与线路交叉点附近、昭觉县达洛乡 009 乡道与线路交叉点附近、布拖换流站附近。物资从以上材料站集中后分别运输至沿线各处。

6) 生活区布置

输电线路施工时由于线路塔基及牵张场较分散，施工周期短，沿线村庄较多，因此工程临时施工生活用房采用租用民房的方式解决。局部人烟稀少的路段可在塔基施工场地、牵张场临时租地范围内搭设临时施工工棚。

7) 砂、石材料来源

本工程输电线路单基塔施工中所使用的砂、石量不大，购买自线路施工沿线有开采许可证的采砂、采石场，购买和运输较方便，并在合同中明确水土流失防治责任由开采商承担。

(3) 施工方法与施工工艺

线路工程施工主要环节包括：施工准备、基础施工、组装铁塔、放紧线和附件安装几个阶段。对水土保持影响较大的是施工准备及基础施工两个阶段。

1) 施工准备

施工准备阶段涉及水土保持的有准备建筑材料，设置生产场地及人抬道路等。

2) 基础施工

基础施工流程大致如下：

①塔腿小平台开挖：设置挡土墙、排水沟时包括挡土墙基面、排水沟开挖；位于斜坡的塔基表面应回填成斜面，恢复自然排水，对可能出现较大汇水面且土层较厚的塔位，要求开挖排水沟，并接入原地形自然排水系统。

②砌筑挡土墙。

③开挖塔腿基础坑。凡能开挖成形的基坑，均采用以“坑壁”代替基础底模板方式开挖，尽可能减少开挖量。

④开挖接地槽，对位于附近人口稀少的塔位，接地沟开挖可不形成封闭环形（允许开断一点），以避免沿垂直方向开挖接地沟从而形成冲沟危及塔位边坡的安全。

⑤绑扎钢筋、浇注塔腿基础混凝土，埋接地线材。

⑥基坑回填，余土处置。基坑回填时采取“先粗后细”方式，方便地表迹地恢复。降基面及基坑开挖的弃土置于塔位范围内并修筑挡土墙，以防止弃土滑坡破坏塔位下

坡方向自然地貌，危及塔基安全。

3) 铁塔组立

当塔基础混凝土强度达到设计值的 70%以上后，便可在塔位上组装铁塔，本阶段在塔基区仅存在从加工厂运来的铁塔组件的堆放、组装。

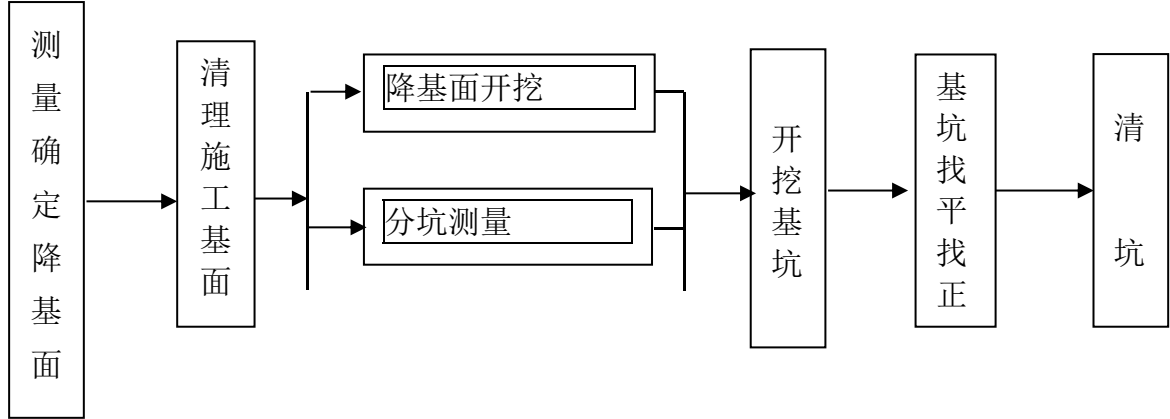
铁塔组立施工工序主要为抱杆起立、铁塔底部吊装、抱杆提升、铁塔上部吊装、抱杆拆除、螺栓复紧与缺陷处理。抱杆起立阶段先组立塔腿，再通过塔腿起立抱杆，采用专用螺栓连接；铁塔底部吊装：根据铁塔底部分段重力、跟开、主材长度和场地条件等，采用单根或分片吊装方法安装，底部吊装完毕后随即安装地脚螺帽或插入式角钢接头螺栓固定；抱杆提升：铁塔安装到一定高度后需抬升抱杆，利用滑车组和机动绞磨抬升至预定位置；铁塔上部吊装利用已抬升的抱杆，根据铁塔分段情况采用分片吊装塔材。铁塔组立完毕后，抱杆即可拆除，利用起吊滑车组将抱杆下降至地面，然后逐段拆除，拉出塔外，运出现场。铁塔组立完毕后进行螺栓复紧与缺陷处理，螺栓应全部复紧一遍，并及时安装防松或防卸装置。

4) 放紧线和附件安装

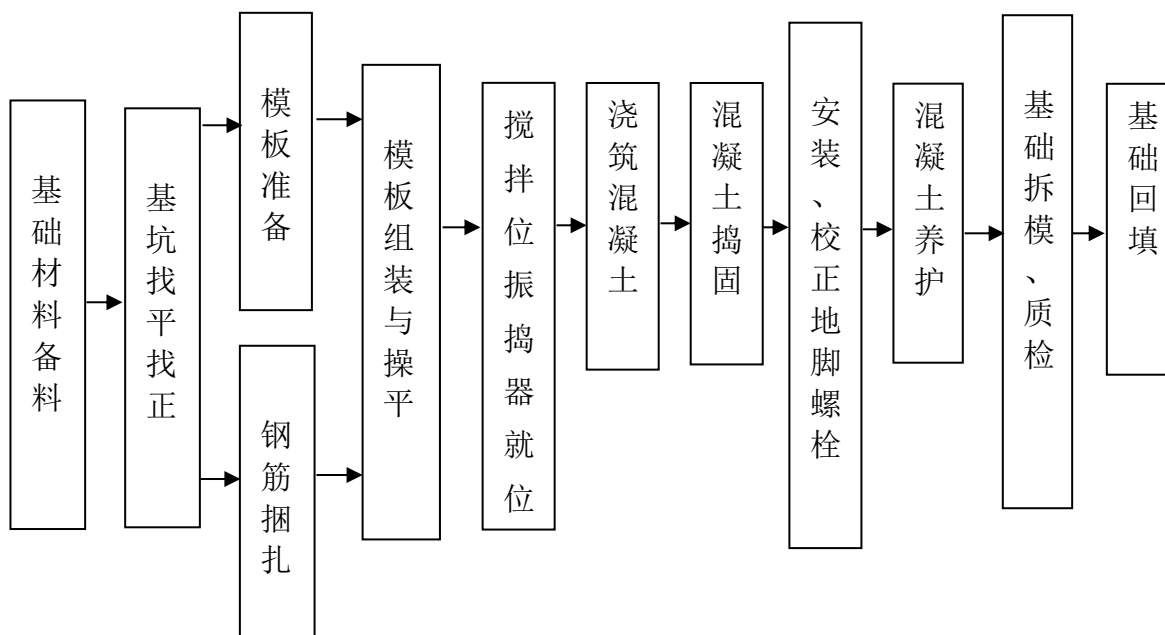
架线施工的主要流程：施工准备（包括通道清理）——放线——紧线——附件及金具安装。

架线主要采取张力放线的方式，首先利用飞艇将导线穿过铁塔挂线处，然后用牵张机进行张力牵张。

紧线完毕后，尽快进行耐张塔的附件安装和直线塔的线夹安装，及防振金具安装和间隔棒安装，避免导线因在滑车中受振和在挡距中相互鞭击而损伤。



土石方施工流程图



基础工程施工流程图

5) 跨越施工方法

①线路跨越高速公路需采取措施，跨越点采用门型构架或竹制构架置于跨越点两侧，架线后拆除脚手架。

②跨越 220kV 及以上线路时，根据与当地电力部门或交通部门协议情况，部分线路需设立脚手架进行跨越，跨越点采用门型构架或竹制构架置于跨越点两侧，架线后拆除脚手架。

③跨越 110kV 以下等级输电线时，被跨线暂时停用，把被跨线放下，待新线跨过后同时拉展。

④跨越一般车流量较小的公路时，道路两边暂停通车，迅速架线后再放行。

⑤跨越集中林区及其它重要跨越地段采用无人机放线等方法，可以减少地表和植被扰动。对于人可通行的稀疏林区，跨越时可少量砍伐，人工牵线。

6) 导线及铁塔拆除

1) 导线拆除

导线拆除施工工序主要有设置锚桩、附件拆除、导线拆除。钢丝绳一端通过铁塔挂线点附近的单滑轮与导线连接，另一端与三串连接，三串的出绳通过地面上的转向滑轮车连接机动绞磨。拆线滑车应靠近导线悬挂点，绑扎绳索要短，使滑车尽量靠近横担，减少过牵引。拆线地锚（钻桩群）的位置应设置在线路中心线上。

2) 铁塔拆除

铁塔拆除与铁塔组立的程序相反，采用自上而下逐段拆除。首先利用地线横担作为吊点，拆除导线横担，然后拆除地线横担、自上而下拆除整基铁塔。可采用内拉线悬浮抱杆散装单吊法施工或采用小抱杆无拉线法施工。内拉线悬浮抱杆法采用铝合金抱杆，小抱杆采用铝合金或木抱杆。

拆除原线路的铁塔、导地线、金具等均由国网四川省电力公司运检公司西昌分部进行回收与处置。

（4）施工周期和人员配置

本工程输电线路施工周期约需 10 个月，平均每天布置技工约 5 人，民工约 10 人。

3.1.11.3 穿越生态保护红线、饮用水水源保护区施工组织方案

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、金沙江下游干热河谷水土流失敏感生态保护红线、昭觉县龙恩乡日普村集中式饮用水水源保护区内施工时，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、饮用水水源保护区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、饮用水水源保护区内的植被破坏和新增水土流失。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、饮用水水源保护区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、饮用水水源保护区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

主体设计已对线路穿越生态保护红线、饮用水水源保护区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、饮用水水源保护区范围内立塔，减少在生态敏感区内的占地面积，尽可能减少植被破坏和水土流失。

在凉山—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范围内进行塔基定位时，尽量避开森林植被、灌草植被茂密的区域，尽量将塔基选择在植被较稀疏位置，并避开泥石流易发区、崩塌滑坡危险区、易引起水土流失和生态恶化的地带；在水源保护区范围进行塔基定位时，将塔基定位在植被稀少的地方，对施工场地的地表土进行分层保护，对可移栽的地表植被进行就近种植。施工结束后应立即恢复地表植被，从而减少塔基周围的水土流失，降低铁塔施工对保护区生态环境的影响。

（4）塔基基础施工

施工前对占用的林地、草地进行表土剥离，剥离的表土运至塔基临时占地区进行堆存，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，以减少植被破坏面积和土方开挖量。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、饮用水水源保护区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、饮用水水源保护区内设弃渣处置点。线路经过生态敏感区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，保护其水土保持及水源涵养功能。

（5）植被恢复

施工结束后，对生态保护红线、饮用水水源保护区内的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，优先选用当地适生植物，包括云南松、地盘松、腋花杜鹃、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，严禁未经处理直接排入生态保护红线内的林地或饮用水水源保护区的水系中。严禁在生态敏感区内随意丢弃生活垃圾等固废，应统一收集打包装袋，及时运出生态敏感区域外，交由当地环卫部门统一清运处置。

（7）施工噪声

施工期噪声主要来自施工机械和运输车辆的作业。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，减小对生态敏感区内野生动物栖息及活动的影响。

3.1.12 投资及计划工期

本工程总投资**万元，计划建设工期 12 个月，预计 2021 年建成投运。

3.2 与政策法规等相符性分析

3.2.1 与产业政策的相符性分析

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。

3.2.2 与电网规划的相符性分析

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《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±800kV 直流输电工程分别送电江苏和浙江两省消纳。布拖换流站二期 500kV 配套工程是白鹤滩电站接入系统及外送交流配套工程，项目已列入国网四川省电力公司 2020 年前期工作计划，因此本工程的建设符合电网规划。

3.2.3 与当地规划的相符性分析

（1）普提 500kV 变电站前期已按终期规模征地，本期改造工程在变电站既有围墙内进行，不需额外新征地，原站址征地时已取得站址所在地原国土及规划部门的书面意见，符合当地规划要求。

（2）本工程输电线路在路径选择阶段就充分考虑了与工程所在地区的规划相容性问题。在线路路径选择时，建设单位和设计单位广泛征询了当地有关部门的意见，

取得了相关协议，并在设计阶段对相应要求进行了落实，因此，本工程新建输电线路路径与所在地区的发展规划是相适应的。本工程新建线路协议情况见表 3-14。

综上所述，布拖换流站二期 500kV 配套工程与所在地区的发展规划是相适应的。

表 3-14 本工程线路路径协议及落实情况

附件	收资协议单位及函件	回函意见	对意见的落实情况
附件 4	昭觉县城乡规划建设 和住房保障局文件 昭规建住〔2019〕38 号《关于布拖换流站 二期 500 千伏送出工 程沿线收资及路径协 议办理的复函》	原则同意月普线 π 入布拖换流站二 期线路在我县境内 π 接东方案。 路径选址与高速公路之间交叉跨 越须满足国家法律法规要求。	本工程线路交叉跨越时导线 与高速公路之间的垂直距 离，按照《110kV~750kV 架空输电线路设计技术规 范》（GB50545-2010）考虑， 满足国家相关技术规范要 求，不会对高速公路运营造 成不利影响。
附件 5	布拖县城乡规划建设 和住房保障局文件 布规建住函〔2019〕5 号《关于布拖换流站 500 千伏配套工程沿线 收资及路径协议办理 的复函》	月普线 π 入布拖换流站及榄普线 π 入布拖换流站符合《四川省布拖县 县域镇村体系规划和布拖县县城 总体规划（2016-2030）》，不涉 及沿线乡镇规划区，不影响沿线乡 镇规划，原则同意月普线 π 入布拖 换流站及榄普线 π 入布拖换流站我 县境内路径方案。 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。	下阶段工作中，对土地征 （占）用、房屋拆迁等情况， 将按照国家或地方有关规定 进行补偿，并在项目建设前 办理有关用地手续。 设计中已对沿线居民集中区 域进行了有效避让，对于布 拖换流站出线区域无法避让 的密集房屋，线路采用导线 单边垂直布置型式，尽量减 小对居民敏感目标的影响。

3.2.4 工程穿越饮用水水源保护区法规相符性分析

3.2.4.1 穿越饮用水水源保护区协议情况

本工程月城~普提双回 500kV 线路普提侧 π 接入布拖换流站二期线路穿越昭觉县恩龙乡日普村集中式饮用水水源地，输电线路在运行期不排放污染物，在建设期及运行期加强管理并采取切实可行的环保措施后，对饮用水源地环境影响较小。线路穿越饮用水水源保护区的路径方案已取得昭觉县生态环境局的书面同意意见，见表 3-15。

表 3-15 本工程穿越饮用水水源保护区协议情况

附件	文件出具 部门	回函意见	对意见的落实情况
附件 6	昭觉生态 环境局	原则同意穿越昭觉县恩龙乡日普村集中 式饮用水水源地二级保护区。施工场地 混凝土搅拌做好防渗措施，确保饮用水 源地不污染。	本环评已对线路穿越水源保护区提出了相 应环境保护措施。下阶段施工过程中，将 严格按照昭觉生态环境局要求，落实相应 保护措施，做好混凝土搅拌防渗等污染防 治工作，加强施工管理，确保饮用水水源 地不受污染。

3.2.3.2 穿越饮用水水源保护区与法律相符性

根据《中华人民共和国水污染防治法》第六十四条：在饮用水水源保护区内，禁止设置排污口。第六十五条：禁止在饮用水水源一级保护区内新建、改建、扩建与供水设施和保护水源无关的建设项目；已建成的与供水设施和保护水源无关的建设项目，由县级以上人民政府责令拆除或者关闭。第六十六条：禁止在饮用水水源二级保护区内新建、改建、扩建排放污染物的建设项目；已建成的排放污染物的建设项目，由县级以上人民政府责令拆除或者关闭。第六十七条：禁止在饮用水水源准保护区内新建、扩建对水体污染严重的建设项目；改建建设项目，不得增加排污量。

根据《四川省饮用水水源保护管理条例》第二十条：在地下水饮用水水源保护区内，禁止设置排污口。第二十一条：地下水饮用水水源准保护区内，应当遵守下列规定：禁止新建、扩建对水体污染严重的建设项目；改建建设项目，不得增加排污量；禁止设置生活垃圾和工业固体废物的处置场所，生活垃圾转运站和工业固体废物暂存场所应当设置防护设施。第二十二条：地下水饮用水水源二级保护区内，除遵守本条例第二十一条规定外，还应当遵守下列规定：禁止新建、改建、扩建排放污染物的建设项目；已建成的排放污染物的建设项目，由县级以上人民政府责令拆除或者关闭。第二十三条：地下水饮用水水源一级保护区内，除遵守本条例第二十一条和第二十二条规定外，禁止新建、改建、扩建与供水设施和保护水源无关的建设项目；已建成的与供水设施和保护水源无关的建设项目，由县级以上人民政府责令拆除或者关闭。

本工程属于国家基础设施工程，输电线路为高压架空线路，在运行期不排放废水、废气、废渣，不属于污染类项目。在规划和设计阶段，本工程输电线路进行了多方案的比选和路径优化，已尽可能地避让了沿线的饮用水水源保护区，但在局部区域受地形条件的限制，**输电线路穿越昭觉县龙恩乡日普村集中式饮用水水源地二级保护区约**km，在二级保护区内立塔**基**，该水源地为地下水型饮用水源，线路塔位与取水口最近距离约**km。

本工程运行期不排放污染物，在加强施工管理、严格执行水环境保护措施的情况下，工程的建设不会对穿越的地下水饮用水水源保护区的水质和水体功能产生影响，线路工程在水源地二级保护区的建设不属于《四川省饮用水水源保护管理条例》中的所禁止行为，线路穿越昭觉县龙恩乡日普村集中式饮用水水源地二级保护区已取得水源地主管部门——昭觉生态环境局的书面同意意见（附件6），因此工程建设符合《中

华人民共和国水污染防治法》、《四川省饮用水水源保护管理条例》等相关法律法规要求。

3.2.5 与国家及四川省生态保护红线管控要求相符性

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、金沙江下游干热河谷水土流失敏感生态保护红线。目前，国家及四川省涉及生态保护红线的主要规章及管控要求如下：

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、自然保护区、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。

布拖换流站二期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。项目在选址选线 and 设计阶段进行了多次优化，已尽可能避让了沿线的生态保护红线、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生态敏感区，但受线路路径整体走向限制，为避让沿线滑坡、陡坡等地质不良地带，同时避让饮用水水源保护区等设施，本工程输电线路无法完全避让生态保护红线。设计中已采取相应生态影响减缓和恢复措施，在施工中将严格落实各项生态保护措施，最大程度减小对生态保护红线区的影响，不会破坏其生态功能，工程建设不违背四川省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。

本工程穿越凉山—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总长约2.76km，生态保护红线区域植被类型以云南松、华山松等暖性针叶林、桉木等常绿阔叶林以及灌状栎等灌草丛植被为主，分布的野生动物主要是适生于林地、草地的种类，对穿越的两类生态保护红线来说，重点是保护自然生态系统，保护现有植被及野生动物生境，并加强水土流失治理，使其生物多样性保护功能、水土保持功能不受影响。

本工程与生态保护红线的相对位置关系详见附图9。

3.3 工程的环境合理性分析

(1) 普提 500kV 变电站改造工程环境合理性分析

普提 500kV 变电站改造工程在既有变电站围墙内进行改造，站址可行性已在前期工程环评中予以充分论述，变电站选址合理可行。

(2) 输电线路路径选择的环境合理性分析

本工程输电线路避让了昭觉县、布拖县的建成区和规划区，避让了沿线乡镇集中居民区。线路不可避让地穿越了凉山—相岭生物多样性维护—水土保持生态保护红线、金沙江下游干热河谷水土流失敏感生态保护红线、昭觉县龙恩乡日普村集中式饮用水水源地，路径方案取得了地方自然资源及规划等部门的同意意见，涉及饮用水水源保护区的路径方案取得了地方生态环境主管部门的书面同意意见，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

本工程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，土方平衡中的回填土，以及建设过程中植被的破坏，会导致水土流失问题。

(2) 施工噪声

变电站及线路工程施工中的主要噪声有车辆运输的噪声，以及设备安装、基础、架线施工中各种机具的设备噪声等，可能对周围居民生活产生影响。普提变电站已建有围墙，本期站内改造施工量小；线路工程各施工点施工量小，施工时间短，因此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的、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若不妥善处理，会对环境产生不良影响。

（6）生态影响

普提 500kV 变电站本期改造工程在既有变电站围墙内进行，不新征用地，对站外生态环境无影响；线路工程建设中，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、废污水等。

（1）工频电场、工频磁场

普提 500kV 变电站站内的高压线及电气设备附近，因高电压、大电流产生较强的工频电场、工频磁场；线路运行时会产生工频电场、工频磁场。

（2）噪声

普提 500kV 变电站站内电气设备在运行时会产生各种噪声，主要有主变压器、高抗等电气设备所产生的电磁噪声和冷却风扇产生的空气动力噪声，主要以中低频为主；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）废污水

1) 普提 500kV 变电站

普提 500kV 变电站站内污水主要来源于生产运行人员产生的生活污水。本次普提 500kV 变电站改造工程为站内设备改造，改造工程完成后不增加变电站运行人员，不新增生活污水产生量，前期站内已建有地理式生活污水处理装置，生产运行人员产生的生活污水经污水处理装置收集处理后用于回站区绿化，不外排。

2) 输电线路

输电线路运行期间不产生废污水。

（4）油污水

普提 500kV 变电站前期工程建设时，已在主变压器、高抗附近分别设有主变事故油池、高抗事故油池。主变或高抗事故时，事故油可通过事故排油管排至带油水分离

功能的事故油池，由具有相应处理资质的专业公司回收处理，不外排。

3.5 生态影响途径分析

3.5.1 施工期生态影响途径分析

普提 500kV 变电站改造工程在既有变电站围墙内进行，不需新征地，对站外生态环境无影响。

线路工程建设过程中，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）线路塔基挖方、填方、浇筑等活动，会对附近的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；施工临时堆土、建筑垃圾等，如果不进行必要的防护，可能会影响当地的植物生长，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，需要租用牵张场地；为施工和运行检修方便，会新修部分临时道路，土建施工临时堆土也会占用一定的场地。这些临时占地将改变原有的土地利用方式，使部分植被和土壤遭到短期破坏，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，影响其光合作用；雨水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）本工程输电线路在昭觉县穿越凉山—相岭生物多样性维护—水土保持生态保护红线，该红线区域生物多样性丰富，生态功能突出，保护重点为自然生态系统和野生动物及其生境。施工期线路工程铁塔的现场组立及牵张放线需布设塔基施工场地及牵张场等临时用地，这些临时占地会改变占用的生物多样性维护生态功能重要区域的原有土地利用方式，使红线区域林地、灌草丛地生境内的野生动物栖息地遭到破坏，可能导致区域植被生产力下降和生物量损失。但线路工程塔基分布分散，单个塔基处施工量小，其施工期影响具有短期性、可逆性。

本工程输电线路在布拖县穿越金沙江下游干热河谷水土流失敏感生态保护红线，该红线区域位于干热气候的山丘区，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。

(6) 本工程输电线路穿越昭觉县龙恩乡日普村集中式饮用水水源地，在饮用水水源保护区范围内立塔会破坏部分地表植被，使微区域地表状态发生改变。因此，工程建设会造成水源保护区生物多样性的轻微下降。

3.5.2 运行期生态影响途径分析

本工程运行期可能造成的生态影响主要有：工程永久占地带来的影响；变电站运行噪声；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。

运行期工程永久占地主要为变电站占地、塔基占地，塔基占地是主体。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，本工程部分铁塔位于生态环境较为敏感脆弱地区，如不采取适当的工程防护和植被保护措施，现有植被一旦遭到破坏很难得到恢复。特别是山丘区塔基占地，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 主体设计环境保护措施

3.6.1 变电站工程

3.6.1.1 设计阶段采取的环保措施

(1) 电磁环境影响控制措施

普提 500kV 变电站本次改造不新增主变、500kV 出线回数、220kV 出线回数，不改变变电站原总平面布置和配电装置布置形式，本次改造工程完成后，站外电磁环境基本保持原有的电磁环境状况。

变电站对站外的电磁环境影响主要为工频电场、工频磁场。本期改造工程对普提

500kV 变电站内拟改造的电气设备采取安装接地装置的措施，可以有效控制变电站产生的电磁环境影响。

（2）声环境

普提 500kV 变电站本次改造不新增主变、高抗等高强噪声设备，本期将至橄榄（一）回线路一组高抗退出运行，减少了变电站噪声源，因此改造工程有利于降低对站界外声环境的影响。

（3）水污染防治措施

普提 500kV 变电站本期改造不增加变电站运行人员，不新增生活污水产生量，前期站内已建有地理式生活污水处理装置，其容量可以满足站内生活污水处理量要求，本期无需新增生活污水处理设施。生产运行人员产生的生活污水经污水处理装置收集处理后用于回站区绿化，不外排。

（4）事故油污水处理措施

普提 500kV 变电站前期已在站内设有容量为 90m³的事故油池，本期改造工程不新增主变、高抗，站内既有事故油池容量可以满足主变、高抗事故排油的需要。

（5）生态环境

本期改造工程在普提 500kV 变电站既有围墙内进行土建施工及设备安装，不在站外新征地，不涉及对站外区域的地表扰动和植被破坏，对站外生态环境无影响。

3.6.1.2 施工期采取的环保措施

（1）水土流失

普提 500kV 变电站本期改造工程在变电站既有围墙内进行，不需在站外新征地，站内改造土建施工量小，开挖面较小，对开挖面及时平整，对临时堆土采取拦挡、苫盖等措施后，不会造成站内水土流失。

（2）施工噪声

1) 施工场地设在变电站站内空地，不另外租地。

2) 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。

3) 依法限制夜间施工，站区施工主要安排在白天进行。如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。

（3）施工扬尘

加强材料转运、存放与使用的管理，合理装卸，规范操作，对于易起尘的材料以及临时堆土应采取覆盖措施。进出场地的车辆限制车速，场内道路、堆场及车辆进出道路应定时洒水，避免或减少产生扬尘。

（4）施工废污水

对施工场地的生产废水设置临时污水处理装置，对施工生活区的生活污水采用当地已有的污水处理装置，加强管理，防止无组织排放。

（5）施工固体废物

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堆放，并安排专人专车及时清运或定期运至环卫部门指定的地点处置。

3.6.1.3 运行期采取的环保措施

（1）对当地群众进行有关输变电工程和相关设备方面的环境宣传工作。

（2）依法进行运行期的环境管理和环境监测工作。

（3）建立各种警告、防护标识，避免意外事故发生。

3.6.2 输电线路工程

3.6.2.1 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，尽量避让城镇规划区、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

线路路径选择时已尽量避让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。对于线路附近无法避让的凉山—相岭生物多样性维护—水土保持生态保护红线、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，也尽量避开了植被茂密地带和易引起水土流失和生态恶化的地带。对于线路附近无法避让的昭觉县龙恩乡日普村集中式饮用水水源地，线路从水源地二级保护区穿越，并通过增加档距、合理选择塔基位置等措施，尽可能减少在二级保护区内的立塔数量，减小对水源地的生态环境影响；

线路路径选择时尽量避让林区，对于无法避让的林区尽量采用高跨方式通过，以减少通道下方林木砍伐量。

针对本工程所在的山丘区地形，杆塔设计时采用全方位高低腿铁塔，尽量减少占地和土石方开挖量。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。

3.6.2.2 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

线路工程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

线路工程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运至环卫部门指定的地点处置。

（5）水土流失

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，余土于塔基征地范围内摊平；施工完成后对施工扰动面进行恢复。

3.6.2.3 运行期采取的环保措施

- （1）加强对当地群众进行有关高压输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。

3.6.2.4 穿越生态敏感区时的保护措施

在凉山—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、昭觉县龙恩乡日普村集中式饮用水水源保护区等生态敏感区内修建线路时，还应注意以下几点：

（1）不在生态保护红线、饮用水水源保护区内设置集中材料堆场，牵张场等临时占地应尽量避免生态敏感区内易引起水土流失和生态恶化的地带，尽量避免植被茂密地带。

（2）在饮用水水源保护区内施工时，施工场地混凝土搅拌等工序应做好场地防渗措施，避免对地下水源水体造成污染。

（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，避免对生态敏感区内施工范围以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，以减少生态敏感区内的新增水土流失，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、饮用水水源保护区为山丘区，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，不在生态敏感区内另设弃土处置点。

（6）提高水土流失防治标准、优化施工工艺，尽量减少对生态敏感区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）施工期间修建施工便道时，应充分考虑动物的生活和活动通道不受较大影响，运输车辆经过生态保护红线区域时，应控制或禁鸣喇叭，减少交通噪声。

（10）施工结束后，对临时占地及时恢复原有用地形态，选用生态敏感区域适生的灌草植物及时恢复原有植被，修复动物的活动走廊。

4 环境现状调查与评价

4.1 区域概况

本工程位于四川省凉山州昭觉县、布拖县境内，输电线路途经昭觉县谷曲乡、龙恩乡、美甘乡、布拖县瓦都乡、九都乡、木尔乡。工程所经地段大部分为乡村自然环境，沿线生态环境质量较好。工程区域为少数民族聚集区，区域内居民大多为彝族。输电线路对沿线房屋密集的乡镇、村庄已尽量进行了避让，除布拖换流站外居民点分布较密集外，线路工程影响区域内民房大多数为分散型，居民点分布较少。

4.2 自然环境概况

4.2.1 地形地貌

（1）普提 500kV 变电站

站址位于昭觉河一级阶地上、局部位于二级阶地上，一级阶地地形平缓，二级阶地为一残丘，残丘呈浑圆状，地形坡度 $10\sim 20^\circ$ 。场地地形东北部高、西南低，地表标高在 2086~2073m。

（2）输电线路

工程区位于川西南横断山系东北缘，处于四川盆地与云贵高原之间。受构造、剥蚀和冲洪积、冰川堆积作用的复合影响，区内地形地貌主要表现为中山夹谷地，其中中山海拔高程多在 2050~3200m 之间，相对高差一般在 280~1100m 之间，受构造作用影响，山体多沿南北向（构造方向）延伸，同时在流水侵蚀等作用影响下，东西向（坡向）主冲沟及其支沟发育，多呈“V”型，将山体切割得破碎。谷地主要为布拖盆地，受河流冲积作用影响，地形宽大平坦，宽度多在 1~2km 之间。

工程区域地形地貌包括中起伏中山地貌、小起伏中山地貌和侵蚀堆积地貌。其中中起伏中山和小起伏中山地貌为区内的主要地貌类型。



中起伏中山地貌



小起伏中山地貌



侵蚀堆积地貌



侵蚀堆积地貌

图 4-1 线路区域地形地貌典型照片

4.2.2 工程地质

(1) 普提 500kV 变电站

变电站区域新构造活动微弱，构造活动相对稳定，区域稳定性好，无断裂通过。根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015），所在区域地震的峰值加速度为 0.20g，相对应的地震基本烈度为VIII度。

(2) 输电线路

工程区位于扬子准地台西部边缘，西临康滇地轴，处于川滇南北向构造带的中段，属上扬子台褶带，跨两个三级构造单元，即美姑、金阳陷褶束和凉山陷褶束以及宁南凹褶束。工程区自新生代以来晚近构造活动仍较强烈，沿安宁河、则木河及罗西大断裂（大凉山断裂布拖段）分别形成了安宁河河谷、西昌和布拖沉降盆地，使第三系和第四系地层发生了小褶曲和断裂，至今仍有多出继承性断裂活动，沿断裂有多处温泉出露。

根据《中国地震动参数区划图》GB18306—2015，路径在II类场地条件下地

震动峰值加速度均为 0.20g。工程区山顶及斜坡地段潜在塔位场地以I1 类场地为主，零星堆积地貌和斜坡下部地带为II类场地。

4.2.3 气象

(1) 普提 500kV 变电站

站址所在区域具有季风气候特点，雨热同季，干湿季分明和高原气候特点，冬季干寒而漫长，夏季暖和湿润，其主要气象资料特征如下：

表 4-1 普提 500kV 变电站所在区域气象站多年气象特征值表

项目 \ 气象站	昭觉气象站
海拔 (m)	2132.4
年平均气压 (hPa)	793.7
年平均气温(°C)	11.1
极端最高气温(°C)	33.1
极端最低气温(°C)	-20.6
年平均相对湿度 (%)	77
年平均降雨量 (mm)	1032.9
年平均蒸发量 (mm)	1433.6
主导风向	NNE
年平均雷暴日数(d)	57.9

(2) 输电线路

本工程输电线路所经的昭觉县、布拖县分别属川西高原雅砻江温带气候区、温带季风气候区，受季风影响较大。根据昭觉、布拖气象站资料，多年气象特征值统计见表 4-2。

表 4-2 输电线路所在区域气象站多年气象特征值表

项目 \ 气象站	昭觉气象站	布拖气象站
海拔 (m)	2132.4	2460
多年平均气温(°C)	10.9	10.3
多年极端最高气温(°C)	33.1	31.9
多年极端最低气温(°C)	-20.6	-25.4
多年平均雷暴日数(d)	57.9	48.3

4.3 水文

本工程位于金沙江流域。金沙江为长江的上游，发源于青海省唐古拉山主峰各拉丹冬雪山，穿行于川、藏、滇三省区之间，其间有最大支流雅砻江汇入，至四川宜宾纳岷江始名长江。从青海省的河源至宜宾市干流河长3481km，流域面积50.2万km²，约占长江流域面积26%。

工程区域内主要河流包括特木里河、合觉河、吉额依达河和昭觉河等。

(1) 变电站

普提500kV变电站站址位于昭觉河一级阶地上、局部位于二级阶地上，站址附近无地表水分布，西侧有昭觉河流过，站址距昭觉河最近距离约600m，经资料分析站址不受山洪影响。

(2) 输电线路

本工程月城~普提双回500kV线路普提侧 π 接入布拖换流站二期线路在昭觉县谷曲乡乃妥觉莫村附近跨越昭觉河、在布拖县沙洛乡哈石普村附近跨越吉额依达河，跨越点处河面宽度在40~150m之间。

根据设计资料，本工程输电线路跨越以上河流时均利用两岸地形采用一档跨越，不在水体中立塔，也不在水中进行施工活动。施工期间加强施工管理，不向水域排入施工废水和固体废物，不在河岸区域设置施工营地、牵张场等设施，线路工程的建设不会影响水体现有水环境功能。

本工程输电线路跨越主要地表水体功能情况见表4-3。

表 4-3 输电线路跨越主要水体水功能现状

地表水体名称	跨越地点	跨越处河宽	是否通航	线路与河流位置关系	水功能现状
月城~普提双回 500kV 线路普提侧π接入布拖换流站二期线路					
昭觉河	昭觉县谷曲乡 乃妥觉莫村附近	跨越点处河宽约150m	不通航	一档跨越，不在水中立塔	非水源保护区
吉额依达河	布拖县沙洛乡 哈石普村附近	跨越点处河宽约40m	不通航	一档跨越，不在水中立塔	非水源保护区

4.4 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、高山栲、桦木、杨树等，以及腋花杜鹃灌丛、地盘松灌丛、矮高山栎灌丛、蔷薇、栒子灌丛、扭黄茅草丛、珠牙蓼草甸等灌草植被，耕地栽培植物主要有小麦、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。鸟类有山斑鸠、大杜鹃、小杜鹃、大斑啄木鸟、高山旋木雀、小云雀等，兽类有野猪、豹猫、豪猪、草兔、大绒鼠、大耳姬鼠、岩松鼠等，两栖类有华西蟾蜍、昭觉林蛙、昭觉泛树蛙等，爬行类有白条锦蛇、草绿攀蜥、双斑锦蛇等；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。

4.5 土地利用现状

本工程所经区域土地利用类型以耕地、林地、草地为主，水田和旱地相对较少。

4.6 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），本工程所处的昭觉县、布拖县属于金沙江下游国家级水土流失重点治理区。工程区域土壤侵蚀类型以水力侵蚀为主，侵蚀强度以轻度侵蚀为主。

4.7 工程区域生态敏感区分布情况

经现场踏勘及收资，本工程输电线路沿线分布有凉山—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、昭觉县龙恩乡日普村集中式饮用水水源地、布拖县沙洛乡集中式饮用水水源地、布拖乐安市级自然保护区等生态敏感区。

其中，线路涉及的凉山—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、昭觉县龙恩乡日普村集中式饮用水水源地，以及线路评价范围内已避让的布拖县沙洛乡集中式饮用水源地生态敏感区具体生态环境概况详见本报告书第 7 章《生态环境影响评价专章》，工程区域未涉及的布拖乐安市级自然保护区情况见表 4-4：

表 4-4 工程区域生态敏感区分布情况

行政区域	名称	保护级别	主要保护对象	主管部门	建立（划定）时间	与本工程位置关系
布拖县	布拖乐安自然保护区	市级	湿地生态系统及黑鹳等野生动植物	布拖县林业和草原局	2001 年	未涉及。 月普双回普提侧π接线路东南侧距自然保护区边界最近距离约 1.49km。

（1）地理位置及范围

布拖乐安市级自然保护区位于四川省凉山彝族自治州布拖县城东南部，地理坐标位于 102°52'~103°03'E，27°27'~27°41'N 之间。保护区东及东南隔西溪河与金阳县相望，西北与昭觉县和布拖县补洛乡、补尔乡相邻，从西至南与布拖县拉果乡相邻，总面积 22754.3hm²。

（2）保护级别、保护对象

该保护区于 2003 年建立，是以湿地生态系统及黑鹳（*Ciconia nigra*）等野生动植物为主要保护对象的湿地类型自然保护区。作为珍稀濒危物种黑鹳的重要栖息地，保护区高原湿地、森林生态系统保存较好，发现的黑鹳多时达到 19 只，是四川省关于黑鹳记录最多的地方，也是已发现的四川省唯一的黑鹳种群越冬地。

（3）功能区划

布拖乐安市级自然保护区划分为三个功能区，分别为核心区、缓冲区、实验区。其中核心区面积 12960.3hm²，占保护区总面积的 56.96%；缓冲区面积 5034hm²，占保护区总面积的 22.12%；实验区面积 4760hm²，占保护区总面积的 20.92%。

（4）保护区动物资源

保护区的湿地主要作为迁徙鸟类的重要停歇地和食物补充点，目前发现的大向迁徙鸟类有黑鹳、黑颈鹤、苍鹭、斑头雁、赤麻鸭等，其中部分黑鹳在此越冬繁殖。

（5）保护区植物资源

乐安湿地是以莎草科植物生长为主的湿地，生长有大量的莎草科植物，外围地带生长有较多高大的黄花鸢尾（*Iris wilson*）。区内有国家二级重点保护植物水菜花（*Ottelia acuminata*）。

保护区典型生境为亚热带山地常绿阔叶林，同时受气候、水热条件和地形地貌以及其他自然和人文因素的长期影响，形成类型丰富多样的生境及微生境，总体上看整个生态系统结构复杂，功能较为稳定。

（6）与本工程相对位置关系

经核实，本工程位于布拖乐安市级自然保护区西北侧，月普双回普提侧π接线路东南侧距该保护区边界最近距离约**km，线路建设不会对保护区及其主要保护对象产生影响。

4.8 区域大气环境公报情况

根据本工程所经区域凉山州生态环境局官网上发布的上一年度大气环境公报，本次评价将部分公报内容进行摘录，如下：

根据《凉山州环境质量状况公告》（2019 年上半年），2019 年上半年凉山州环境空气质量保持良好，总体优良天数比例为 99.51%，其中达优为 63.89%，达良为 35.62%；轻度污染天数比例为 0.49%。全州主要污染物二氧化硫（SO₂）半年浓度均值为 15μg/m³，达到一级标准；二氧化氮（NO₂）半年浓度均值为 12μg/m³，达到一级标准；颗粒物（PM₁₀）半年浓度均值为 34μg/m³，达到二级标准；细颗粒物（PM_{2.5}）半年浓度均值为 16μg/m³，达到二级标准；一氧化碳（CO）第 95 百分位浓度为 1.1mg/m³，达到一级标准；全州臭氧（O₃）日最大 8 小时值第 90 百分位浓度为 116μg/m³，达到二级标准。

小结：根据《凉山州环境质量状况公告》（2019 年上半年），2019 年上半年凉山州全州环境空气中 SO₂、NO₂、CO 达到一级标准，PM₁₀、PM_{2.5}、O₃ 达到二级标准。

4.9 电磁环境

4.9.1 历史资料

根据现场调查，本期普提 500kV 变电站改造工程为第七期工程，变电站前期历经六期工程，均已建成投运。普提 500kV 变电站第六期工程于 2015 年 6 月进行了竣工环保验收，竣工环保验收监测时间为 2014 年 6 月，前期工程验收监

测时间与本期改造工程时间相距较长且已超过三年，因此本次对普提 500kV 变电站进行现状监测。

4.9.2 现状监测

2019 年 11~12 月、2020 年 4 月，四川鑫硕环境检测有限公司对布拖换流站二期 500kV 配套工程所经过地区的电磁环境现状进行了监测，监测内容包括工频电场强度、工频磁感应强度，监测点位共计 24 个。

4.9.3 监测点布置及合理性分析

(1) 普提 500kV 变电站

根据《环境影响评价导则 输变电工程》（HJ-2014）相关监测布点方法，对于改建变电站可在围墙四周均匀布点监测及站外较近环境敏感目标处布点监测。为了更好的反映普提变电站工频电场、工频磁场对站外环境的影响状况，本次监测在普提 500kV 变电站站界四周及其附近居民敏感目标处共布设了 12 个监测点，监测距地面 1.5m 高处的工频电场强度及工频磁感应强度。

现状监测期间普提 500kV 变电站正常运行，运行工况见表 4-10，监测数据能反映变电站运行期间对周围环境的影响。具体布点位置见图 2-1。监测点位布设情况见表 4-5。

表 4-5 普提 500kV 变电站监测布点情况

序号	监测点位	备注
1	站界东侧	站界四周监测点位
2	站界东侧	
3	站界南侧	
4	站界西侧	
5	站界西侧	
6	站界北侧	
7	站界西南侧约**m 处（**等住宅）	距站界各侧最近居民敏感目标处监测点位
8	站界西北侧约**m 处（**等住宅）	
9	站界南侧约**m 处（**等住宅）	
10	站界西南侧约**m（**等住宅）	
11	站界东南侧约**m（**等住宅）	
12	站界北侧约**m（**住宅）	

(2) 输电线路

本工程输电线路选线时已尽可能避开了居民集中区，沿线敏感目标多位于山地地区和丘陵地区。根据《环境影响评价技术导则 输变电工程》（HJ24-2014）要求，对输电线路评价范围内具有代表性的敏感目标和典型线位的电磁环境现状

应实测，因此本次监测布点在新建线路沿线居民敏感目标处及与 500kV、220kV、110kV 交流线路交叉跨越点处，共布设了 12 个监测点。

1) 本工程月普双回普提侧 π 接线路沿线共有 12 处居民类敏感目标，榄普线普提侧 π 接线路沿线共有 2 处居民类敏感目标。线路沿线电磁环境现状差别不大，布点时尽量考虑经过不同行政乡镇均匀布点，每个乡镇的居民敏感目标至少有一个监测点位；同时重点考虑对电磁环境、声环境影响相对敏感、距线路相对较近的敏感目标布设点位；监测点位尽可能沿线路相对均匀分布，以便使监测结果能够全面地反映工程区域的环境质量现状。

本次监测在月普双回普提侧 π 接线路、榄普线普提侧 π 接线路沿线不同行政乡镇、村落代表性敏感目标处共布设了 7 个监测点，考虑到居民敏感目标的分布特点，对**等 7 个敏感目标进行了布点监测，对**等 7 个敏感目标未布点监测。已布点监测的**等 7 个敏感目标，与未进行布点监测的**等 7 个敏感目标属于同一行政乡镇，居民房屋结构类似，区域环境特征相似，且各敏感目标处均无其他现有电磁干扰源，电磁环境背景相似。因此，这些布设的监测点位具有代表性，其背景监测数据能反映线路沿线区域的电磁环境现状。

2) 本次监测在 500kV 月普双回普提侧 π 接点处、500kV 榄普线普提侧 π 接点处共布设了 2 个监测点，其监测数据能反映线路开断点处的电磁环境现状。

3) 本工程月普双回普提侧 π 接线路跨越 500kV 城沐线 1 次、220kV 久普线 2 次、220kV 联普线 2 次、110kV 美拖线 4 次。根据输电线路电磁环境理论，对于同一条输电线路，其下导线对地高度越低，线下工频电场强度、工频磁感应强度越大，监测值也越大。因此对于被跨越 2 次以上的 220kV 久普线、220kV 联普线、110kV 美拖线，本次监测选取下导线对地高度相对较低的跨越点处进行背景监测。由于 220kV 久普线、220kV 联普线在跨越点处为并行走线，两回线路边导线间最近距离仅 40m，相互间存在叠加电磁环境影响，因此本次监测在线路跨越 220kV 久普线、220kV 联普线跨越点处布设了一个监测点。

综上所述，本次监测在 500kV 城沐线被跨越处（同塔双回垂直逆相序排列，被跨越处上导线对地高度 54m）、220kV 久普线、联普线被跨越处（均为单回架设、三角排列，被跨越处上导线对地高度 27m）、110kV 美拖线被跨越处（单回架设、三角排列，被跨越处上导线对地高度 28m）布设了 3 个监测点。本次布设的 3 个交叉跨越监测点位的被跨越线路导线对地高度相对较低，且监测环境相对

空旷，监测数据能够有效的反映本工程新建线路跨越其它交流线路时线下的电磁环境现状。

本工程输电线路具体监测点位详见附图 3~4、表 4-6。

表 4-6 本工程输电线路监测布点一览表

编号	监测点位	代表点位	备注
月城～普提双回 500kV 线路普提侧π接入布拖换流站二期线路			
1	500kV 月普线π接点	/	线路π接点监测点位
2	月普线π接普提侧跨越 500kV 城沐线 跨越点	/	本工程拟建双回线路 ABN002-ABN004 塔之间，被 跨越线路同塔双回垂直逆相 序排列，线高 54m
3	月普线π接普提侧跨越 220kV 久普线、 联普线跨越点	/	本工程拟建双回线路 ABN011-ABN012 塔之间，被 跨越线路单回架设、三角排 列，线高 27m
4	**	**	不同行政乡镇代表性保护目 标监测点位
		**	
5	**	**	
		**	
6	月普线π接普提侧跨越 110kV 美拖线 跨越点	/	本工程拟建双回线路 ABN068-ABN069 塔之间，被 跨越线路单回架设、三角排 列，线高 28m
7	**	**	不同行政乡镇代表性保护目 标监测点位
8	**	**	
		**	
9	**	/	
橄榄～普提一回 500kV 线路普提侧π接入布拖换流站二期线路			
1	500kV 榄普线π接点	/	线路π接点监测点位
2	**	/	不同行政乡镇代表性保护目 标监测点位
3	**	/	

4.9.4 监测方法及监测仪器

4.9.4.1 监测方法

《环境影响评价技术导则 输变电工程》（HJ24-2014）；

《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》HJ681—2013。

4.9.4.2 监测仪器

布拖换流站二期 500kV 配套工程电磁环境现状监测使用仪器见表 4-7。

表 4-7 电磁环境监测仪器一览表

项目	使用仪器及编号	测定范围	检定有效期	检定证书号	检定单位
工频电场	工频电磁场综合测试仪 KH5931 XS090	电场 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
			2020.04.07-2021.04.07	校准字第 202004001237 号	
工频磁场		磁场 1.5nT~3mT	2019.04.19-2020.04.18	校准字第 201904009065 号	
			2020.04.08-2021.04.08	校准字第 202004001680 号	

工程环境现状监测单位四川鑫硕环境检测有限公司通过了资质认证和计量认证，具备完整、有效的质量控制体系。

(1) 人员管理

所有监测人员均持证上岗。

(2) 仪器设备管理

- 1) 管理与标准化；
- 2) 计量器具的标准化；
- 3) 计量器具、仪器设备的检定。

(3) 记录与报告

- 1) 数据记录制度；
- 2) 报告质量控制。

本工程环境现状监测使用仪器都是经过计量检定部门检定的、在计量有效期内的监测仪器。

4.9.5 监测频次

各监测点位监测一次。

4.9.6 监测点自然环境条件

布拖换流站二期 500kV 配套工程环境现状监测时间为：

(1) 2019 年 11 月 30 日~12 月 03 日，监测期间天气晴、阴，环境温度：4.3~12.8℃，环境湿度：48.7~61.8%，风速：静风~0.8m/s。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。

(2) 2020 年 4 月 27 日~4 月 28 日，监测期间天气晴，环境温度：17.1~25.7℃，环境湿度：36.4~41.7%，风速：静风~1.7m/s。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。

4.9.7 监测期间运行工况

普提变电站为已建变电站，监测时站内主变、各主变散热风扇等设备均正常运行；监测期间，500kV 月普线、500kV 榄普一线、以及与本工程新建线路交叉跨越的 500kV 城沐线、220kV 久普线、220kV 联普线、110kV 美拖线均处于正常带电运行状态，运行工况见表 4-8。

表 4-8 监测期间既有变电站和线路运行工况

监测时间	名称	设备名称	运行负荷			
			有功(MW) min -Max	无功(MVar) min -Max	电压(kV) min -Max	电流(A) min -Max
2020 年 4 月 27~30 日	普提 500kV 变电站	1#主变	0-56	93-148	531-536	97-170
		2#主变	0-43	71-113	531-537	78-133
		百普线	210-555	54-71	525-531	238-615
		榄普二线	180-586	74-131	528-533	220-660
		榄普一线	204-671	93-164	529-534	246-749
		普洪一线	372-795	112-160	532-538	436-874
		普洪二线	371-790	111-160	532-537	436-871
		普洪三线	385-823	104-555	531-537	447-903
		普天线	257-520	90-125	531-537	303-591
		月普一线	383-551	13-73	530-536	429-615
		月普二线	385-554	16-75	531-536	428-618
2020 年 11 月 30 日	500kV 月普一线		382-545	14-75	529-535	429-614
	500kV 月普二线		383-550	13-73	530-532	427-620
2019 年 12 月 02 日	500kV 榄普一线		190-642	83-157	530-535	227-726
2019 年 11 月 30~12 月 02 日	500kV 城沐线		324-753	113-158	527-538	445-853
	220kV 久普线		69-71	15-17	228-230	173-175
	220kV 联普线		67-72	12-14	231-232	172-177
	110kV 美拖线		34-38	32-38	111-113	110-118

4.9.8 电磁环境现状监测结果

布拖换流站二期 500kV 配套工程电磁环境现状监测结果见表 4-9。

表 4-9 布拖换流站二期 500kV 配套工程电磁环境现状监测结果

编号	监测点位	工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）	备注
普提 500kV 变电站				
1	站界东侧	2.099×10 ³	5.470	500kV 出线侧
2	站界东侧	396.5	0.633	/
3	站界南侧	203.5	0.116	220kV 出线侧
4	站界西侧	71.10	1.330	/
5	站界西侧	1.423×10 ³	2.408	500kV 出线侧
6	站界北侧	25.30	0.276	/
7	站界西南侧约**m 处（**等住宅）	6.600	0.133	站外敏感目标
8	站界西北侧约**m 处（**等住宅）	85.80	0.337	
9	站界南侧约**m 处（**等住宅）	40.10	0.070	
10	站界西南侧约**m（**等住宅）	46.50	0.227	
11	站界东南侧约**m（**等住宅）	56.40	0.553	
12	站界北侧约**m（**住宅）	57.10	0.210	
月城～普提双回 500kV 线路普提侧π接入布拖换流站二期线路				
1	500kV 月普线π接点	2984	1.720	线路π接点背景值
2	月普线π接普提侧跨越 500kV 城沐线跨越点	369.5	0.479	本工程拟建双回线路 ABN002-ABN004 塔之间，被跨越线路同塔双回垂直逆相序排列，线高 54m
3	月普线π接普提侧跨越 220kV 久普线、联普线跨越点	488.8	0.524	本工程拟建双回线路 ABN011-ABN012 塔之间，被跨越线路单回架设、三角排列，线高 27m
4	**	10.66	0.012	不同行政乡镇代表性保护目标监测点位
5	**	3.119	0.011	
6	月普线π接普提侧跨越 110kV 美拖线跨越点	428.1	0.069	本工程拟建双回线路 ABN068-ABN069 塔之间，被跨越线路单回架设、三角排列，线高 28m
7	**	1.904	0.010	不同行政乡镇代表性保护目标监测点位
8	**	0.538	0.010	
9	**	0.515	0.005	
橄榄～普提一回 500kV 线路普提侧π接入布拖换流站二期线路				
1	500kV 榄普线π接点	1253	1.704	线路π接点背景值
2	**	2.516	0.011	不同行政乡镇代表性保护目标监测点位
3	**	0.546	0.012	

4.9.9 电磁环境现状评价

(1) 工频电场强度

1) 普提 500kV 变电站

从表 4-11 可以看出, 普提 500kV 变电站站界及附近居民敏感目标监测点位地面 1.5m 高处测得的工频电场强度在 6.600V/m~2099V/m 之间, 其中最大值出现在变电站站界东侧(500kV 出线侧), 实测值为 2099V/m, 满足工频电场强度公众曝露控制限值(4000V/m)要求。

2) 输电线路

本工程输电线路 π 接点、交叉跨越点及沿线居民敏感目标监测点位地面 1.5m 高处测得的工频电场强度在 0.515V/m~2984V/m 之间, 其中最大值出现在 500kV 月普线 π 接点处, 实测值为 2984V/m, 满足工频电场公众曝露控制限值(4000V/m)要求。

(2) 工频磁感应强度

1) 普提 500kV 变电站

普提 500kV 变电站站址及附近居民敏感目标监测点位地面 1.5m 高处测得的工频磁感应强度在 0.070 μ T~5.470 μ T 之间, 其中最大值出现在变电站站界东侧(500kV 出线侧), 实测值为 5.470 μ T, 满足工频磁感应强度公众曝露控制限值(100 μ T)要求。

2) 输电线路

本工程新建线路 π 接点、交叉跨越点及沿线居民敏感目标监测点位地面 1.5m 高处测得的工频磁感应强度在 0.005 μ T~1.720 μ T 之间, 其中最大值出现在 500kV 月普线 π 接点处, 实测值为 1.720 μ T, 满足工频磁感应强度公众曝露控制限值(100 μ T)要求。

4.10 声环境

4.10.1 现状监测

2019 年 11~12 月、2020 年 4 月, 四川鑫硕环境检测有限公司对布拖换流站二期 500kV 配套工程所经过地区的声环境现状进行了监测, 监测内容为噪声, 监测点位共计 12 个。声环境现状监测点位、布点原则同电磁环境现状监测。

4.10.2 监测方法及监测仪器

4.10.2.1 监测方法

《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB12348-2008；

《声环境质量标准》GB3096-2008。

4.10.2.2 监测仪器

布拖换流站二期 500kV 配套工程声环境现状监测使用仪器见表 4-10。

表 4-10 监测仪器一览表

项目	使用仪器及编号	检定有效期	检定证书号	检定单位
环境噪声	多功能声级计 AWA6228 XS062	2019.07.12- 2020.07.11	JE19J-LA4458 号	北京市 计量院
	多功能声级计 AWA6228 XS194	2019.09.01- 2020.09.01	L19AA002904006	深圳中航技 术检测所有 限公司
	多功能声级计 AWA6228 XS199	2019.06.11- 2020.06.10	第 201970182069 号	成都市计量 检定测试院

本工程环境现状监测使用仪器都是经过计量检定部门检定的、在计量有效期内的监测仪器。

4.10.3 监测频次

各监测点各测一天，每天监测 2 次（昼间 1 次，夜间 1 次）。

4.10.4 监测点自然环境条件

本项目监测期间自然环境条件同电磁环境状况监测期间自然条件。

4.10.5 监测期间运行工况

监测期间变电站及各线路运行工况见上表 4-8。

4.10.6 声环境现状监测结果

布拖换流站二期 500kV 配套工程声环境现状监测结果见表 4-11。

表 4-11 布拖换流站二期 500kV 配套工程声环境现状监测结果

序号	监测点位	测量值 dB(A)		执行标准	备注	
		昼间	夜间			
普提 500kV 变电站						
1	站界东侧	47	38	《工业企业厂界噪声排放标准》2 类	500kV 出线侧	
2	站界东侧	46	35		/	
3	站界南侧	45	39		220kV 出线侧	
4	站界西侧	49	38		/	
5	站界西侧	50	37		500kV 出线侧	
6	站界北侧	47	40		/	
7	站界西南侧约**m 处 (**等住宅)	44	37	《声环境质量标准》4a 类	站外敏感目标	距 S208 省道约 15m
8	站界西北侧约**m 处 (**等住宅)	54	42			距 S208 省道约 0m
9	站界南侧约**m 处 (**等住宅)	43	37			距 S208 省道约 30m
10	站界西南侧约**m (**等住宅)	48	37			距 S208 省道约 0m
11	站界东南侧约**m (**等住宅)	45	36	《声环境质量标准》2 类		/
12	站界北侧约**m (**住宅)	46	39			
月城~普提双回 500kV 线路普提侧π接入布拖换流站二期线路						
1	500kV 月普线普提侧π接点	41	34	《声环境质量标准》2类	线路π接点背景值	
2	月普线π接普提侧跨越 500kV 城沐线跨越点	34	29		本工程拟建双回线路 ABN002-ABN004 塔之间，被跨越线路同塔双回垂直逆相序排列，线高 54m	
3	月普线π接普提侧跨越 220kV 久普线、联普线跨越点	43	32		本工程拟建双回线路 ABN011-ABN012 塔之间，被跨越线路单回架设、三角排列，线高 27m	
4	**	36	33		不同行政乡镇代表性保护目标监测点位	
5	**	38	30			
6	月普线π接普提侧跨越 110kV 美拖线跨越点	36	29		本工程拟建双回线路 ABN068-ABN069 塔之间，被跨越线路单回架设、三角排列，线高 28m	
7	**	33	32		不同行政乡镇代表性保护目标监测点位	
8	**	38	33			
9	**	40	28			
橄榄~普提一回500kV 线路普提侧π接入布拖换流站二期线路工程						
1	500kV 榄普线普提侧π接点	42	40	《声环境质量标准》2类	线路π接点背景值	
2	**	44	37	《声环境质量标准》4a	沿线敏感目标背景值	距05县道约0m
3	**	49	44	《声环境质量标准》2类		/

4.10.7 声环境现状评价

(1) 普提 500kV 变电站

从表 4-13 可以看出,普提 500kV 变电站站界各测点昼间噪声值在 45dB(A)~50dB(A)之间;夜间噪声值在 35dB(A)~40dB(A)之间,均满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)2 类标准限值(昼间 60dB(A),夜间 50dB(A))要求。

站外居民敏感目标位于交通干线两侧区域的“站界西南侧约**m 处(**等住宅)”等 4 个测点昼间噪声值在 43dB(A)~54dB(A)之间,夜间噪声值在 37dB(A)~42dB(A)之间,均满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)4a 类标准限值(昼间 70dB(A),夜间 55dB(A))要求;站外其余居民敏感目标监测点位昼间噪声值在 45dB(A)~46dB(A)之间、夜间噪声值在 36dB(A)~39dB(A)之间,均满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)2 类标准限制(昼间 60dB(A),夜间 50dB(A))要求。

(2) 输电线路

输电线路沿线居民敏感目标位于交通干线两侧区域的“***”昼间噪声值为 44dB(A),夜间噪声值为 37dB(A),满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)4a 类标准限值(昼间 70dB(A),夜间 55dB(A))要求;沿线其余区域居民敏感目标监测点位昼间噪声值在 33dB(A)~49dB(A)之间、夜间噪声值在 28dB(A)~44dB(A)之间,均满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)2 类标准限值(昼间 60dB(A),夜间 50dB(A))要求。

5 施工期环境影响预测与评价

本工程普提 500kV 变电站改造工程施工场地布置在站区既有围墙范围内。变电站土建施工时会产生施工废水，施工人员将产生少量生活污水；各类作业机械及运输车辆产生的废气、道路扬尘、噪声等对当地环境均将带来一定的影响。

本工程输电线路施工的主要内容为塔基施工、塔体安装及挂线、塔体及导地线拆除。线路施工时对大气环境、水环境、声环境以及生态环境等都有不同程度的影响，但主要体现在生态影响方面。

5.1 施工扬尘分析

5.1.1 普提 500kV 变电站

（1）主要环境空气污染源分析

普提 500kV 变电站改造工程在变电站既有围墙内进行，不需额外新征地，主要建设内容为站内既有电气设备改造与安装。本期在站内改造断路器、隔离开关、电流互感器等电气设备，仅涉及少量土建施工，总体土石方开挖量小，扬尘源少且集中，在合理选择施工方法与工艺，合理安排施工时序的情况下，站内改造工程施工期产生的扬尘污染较小。

（2）施工扬尘影响分析

为尽量减少施工期扬尘对大气环境的影响，本环评建议变电站施工期还应采取如下扬尘污染防治措施：

- 1) 合理组织施工，尽量避免扬尘二次污染；
- 2) 改造工程土石方开挖量较小，但对开挖出的少量临时堆土应集中、合理堆放，并以密目网进行苫盖，遇天气干燥时应进行人工控制定期洒水；
- 3) 加强材料转运与使用的管理，合理装卸，规范操作，以防止扬尘对环境空气质量的影响；
- 4) 对土、石料等可能产生扬尘的材料，在运输时用防水布覆盖；
- 5) 对进出变电站的车辆应限制车速，控制车辆行驶扬尘；

采取上述措施后，普提 500kV 变电站改造工程在施工期对环境空气的影响能得到有效控制。

5.1.2 输电线路

线路工程施工期对大气环境的影响主要为施工扬尘，主要来源于线路塔基基础开挖和临时堆土，在短期内将使施工区域局部空气中的 TSP 增加。由于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。

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。

采取以上施工扬尘防治措施后，线路工程在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

5.2.1 普提 500kV 变电站

(1) 主要污染源

普提 500kV 变电站改造工程施工期间的废污水包括施工生产废水和施工人员生活污水。其中生产废水主要为设备清洗、物料清洗、进出车辆清洗等过程产生；生活污水主要来自于施工人员的生活排水。

(2) 施工期水环境影响分析

为尽量减少施工期废水对水环境的影响，施工期采取如下废水污染防治措施：

1) 施工人员产生的生活污水利用普提变电站内既有地埋式污水处理装置收集处理后用作站区绿化，不外排；

2) 对于施工过程中产生的生产废水，在施工场地附近设置施工废水沉淀池，将施工过程中产生的废水经沉淀处理后回用，不外排。

采取上述措施后，普提 500kV 变电站改造工程施工期废污水排放能得到有效控制。

5.2.2 输电线路

(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。

本工程月城～普提双回 500kV 线路普提侧 π 接入布拖换流站二期线路在昭觉县达洛乡达洛村附近跨越昭觉河，跨越点处河面宽度约 150m。输电线路利用两岸地形采用一档跨越河流，不在水中立塔，线路建成后不会改变被跨越河流现有水环境功能。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，本环评要求在线路跨越一般河流施工时采取如下措施：

- 1) 施工场地要尽量远离昭觉河等水体，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) 对饮用水源保护区影响分析

本工程月城～普提双回 500kV 线路普提侧 π 接入布拖换流站二期线路在昭觉县穿越了龙恩乡日普村集中式饮用水水源地，线路穿越水源地二级保护区约 **km，在二级保护区范围内立塔**基；此外本工程输电线路沿线分布有布拖县沙洛乡集中式饮用水水源地、布拖县木尔乡集中式饮用水水源地等水源保护区，线路在选线时已进行了避让。

对于上述输电线路穿越的、或分布于线路附近的饮用水水源保护区，本工程施工中产生的施工废水和生活污水可能会对其造成污染。本环评要求在线路穿越饮用水源保护区、或在饮用水源保护区附近施工时采取如下措施：

- 1) 施工场地附近设置废水沉淀池，将施工废水沉淀回用，不外排；
- 2) 施工生活污水应排入沿线居民点化粪池进行收集处理，不产生在施工现场；
- 3) 在施工区域和饮用水源保护区水体之间设置编织土袋，避免废水、废渣进入水源保护区水体造成污染。

5.3 固体废物影响分析

5.3.1 普提 500kV 变电站

本期普提 500kV 变电站改造工程施工人员产生的生活垃圾均可利用变电站内既有垃圾箱收集后交由当地环卫部门处理，对站外环境不会产生影响。

本次改造施工土石方开挖量小，挖方回填后，存在少量剩余土石方，将均铺于站内绿化区域，能在站内就地消纳，不对外弃土，也不会造成环境污染。对施工中的临时堆土，应集中、合理堆放，并以密目网进行苫盖，遇干燥天气时进行洒水。采取上述措施后，对当地环境影响很小。

5.3.2 输电线路

（1）铁塔拆除物资

1) 月城~普提双回 500kV 线路普提侧 π 接入布拖换流站二期线路工程

500kV 月普线开断后，月城侧接入布拖换流站一期，普提侧接入布拖换流站二期，本工程将拆除原 500kV 月普线两个 π 接点 N2053-N2096 中间段原线路约 20.392km，拆除铁塔 50 基、档间导地线及绝缘子等金具。

2) 橄榄~普提一回 500kV 线路普提侧 π 接入布拖换流站二期线路工程

500kV 榄普一线开断后，橄榄侧接入布拖换流站一期，普提侧接入布拖换流站二期，本工程将拆除 500kV 榄普一线两个 π 接点中间段原线路约 3.004km，拆除铁塔 9 基、档间导地线及绝缘子等金具。

（2）拆除物资处置方式

本工程线路拆除的铁塔、导地线、金具等物资，将统一运至国网四川省电力公司运检公司西昌分部，按《国家电网有限公司废旧物资管理办法》进行回收、保管与处置，因此本工程线路拆除施工不产生固体废弃物。

（3）固体废物

本线路工程施工期固体废物主要是施工人员产生的生活垃圾。生活垃圾主要产生在租住房屋处，利用租住房屋既有设施集中收集后交由当地环卫部门统一清运处置。

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袋或垃圾桶收集，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 声环境影响分析

5.4.1 普提 500kV 变电站

本期普提 500kV 变电站改造工程主要是对原站内电气设备进行改造及安装，仅涉及少量土建基础施工，施工期短，且集中在昼间于变电站围墙内进行，施工噪声较小，因此不影响站外居民的正常休息。

5.4.2 输电线路

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。在采取以上噪声污染防治措施后，线路工程施工噪声对声环境的影响将被减至最小程度。

5.5 生态环境影响分析

本工程施工期生态环境影响详见第 7 章生态评价专章。

6 运行期环境影响预测与评价

6.1 电磁环境影响预测与评价

6.1.1 普提 500kV 变电站

6.1.1.1 评价方法

普提 500kV 变电站本期为第七期改造工程，前六期工程均已建成投运。目前该站已有规模为：主变容量 $1\times 750\text{MVA}+1\times 1000\text{MVA}$ ，500kV 出线 9 回（至洪沟 3 回，至南天 1 回，至盐源 1 回，至橄榄 2 回，至月城 2 回），500kV 高抗 $3\times 180\text{MVar}+2\times 90\text{MVar}$ 。

本期对普提 500kV 变电站内 500kV GIS 设备、出线 CVT、高抗及串补装置等电气设备进行改造，不新增主变及其他高电磁环境影响设施设备，不新增 500kV 出线回数、220kV 出线回数，不改变变电站原总平面布置和配电装置布置形式，本期改造工程完成后，站外电磁环境基本保持现有的电磁环境状况，因此，本次环评普提 500kV 变电站电磁环境影响预测采用现状监测的方式，以本次电磁环境现状监测结果来预测评价变电站本期改造工程建成后的电磁环境影响。

6.1.1.2 普提 500kV 变电站电磁环境影响预测

由上述分析，本期普提 500kV 变电站改造工程完成后，变电站站界外区域基本维持原有电磁环境影响水平，因而直接引用本次环评电磁环境现状监测值来反映普提 500kV 变电站站界外电磁环境影响预测结果，具体分析结果见表 6-1。

表 6-1 本工程普提 500kV 变电站电磁环境影响预测分析表

点位描述		工频电场强度 (V/m)		工频磁感应强度 (μT)	
		监测值	预测值	监测值	预测值
1	站界东侧 (500kV 出线侧)	2.099×10^3	2.099×10^3	5.470	5.470
2	站界东侧	396.5	396.5	0.633	0.633
3	站界南侧 (220kV 出线侧)	203.5	203.5	0.116	0.116
4	站界西侧	71.10	71.10	1.330	1.330
5	站界西侧 (500kV 出线侧)	1.423×10^3	1.423×10^3	2.408	2.408
6	站界北侧	25.30	25.30	0.276	0.276

由表 6-1 可以预测，普提 500kV 变电站本期改造工程完成后站界外工频电场强度在 $25.30\text{V/m}\sim 2099\text{V/m}$ 之间，均满足工频电场公众曝露控制限值 (4000V/m) 要求；工频磁感应强度在 $0.116\mu\text{T}\sim 5.470\mu\text{T}$ 之间，均满足工频磁感应强度公众曝露控制限值 ($100\mu\text{T}$) 的要求。

因此，本期普提 500kV 变电站改造工程完成后，产生的工频电场、工频磁场均能满足评价标准限值的要求。

6.1.2 输电线路

6.1.2.1 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：

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

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； $\epsilon_0 = \frac{1}{36\pi} \times 10^{-9} F/m$ ；

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：

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

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：

$$E_x = \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \sum_{i=1}^m Q_i \left(\frac{x-x_i}{L_i^2} - \frac{x-x_i}{(L'_i)^2} \right) \quad (10)$$

$$E_y = \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \sum_{i=1}^m Q_i \left(\frac{y-y_i}{L_i^2} - \frac{y+y_i}{(L'_i)^2} \right) \quad (11)$$

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： E_{xR} ——由各导线的实部电荷在该点产生场强的水平分量；

E_{xI} ——由各导线的虚部电荷在该点产生场强的水平分量；

E_{yR} ——由各导线的实部电荷在该点产生场强的垂直分量；

E_{yI} ——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：

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

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

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

(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。

6.1.2.2 类比分析

(1) 类比线路选择

本工程新建 500kV 输电线路采用单回路架设和同塔双回架设两种架设方式。类比监测选择已运行 500kV 单回路架设输电线路及 500kV 双回路架设输电线路对线路运行产生工频电场、工频磁场进行分析。选择类比时，优先考虑类比线路与本工程线路在电压等级、架设方式、相序排列方式、架设高度及导线型号等参数上的类比可行性。

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。

本工程单回线路分为水平排列和三角排列。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单回线路类比线路。

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线路类比线路。

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）（HJ 681-2013）。

(4) 监测环境

表 6-2 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

本工程新建 500kV 输电线路与类比线路情况见下表 6-3 和 6-4。

1) 500kV 单回线路

表 6-3 本工程单回输电线路与类比线路情况一览表

项目	本工程单回线路		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		0.45m	
导线高度 (m)	12	12	24	中线 30, 边线 23
导线型号	4×JLHA1/G3A-725/90 4×JNRLH1/LB14-350/55		4×LGJ—400/35	
单根输送电流 (A)	1000	1000	83	245.16

由表 6-3 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虽然类比线路与本工程线路的导线类型、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，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 6-4 本工程双回输电线路与类比线路情况一览表

项目	本工程双回线路	类比线路
线路名称	同塔双回段	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	4×JL/G1A—630/45	4×JL/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 6-4 可知：①本工程双回线路与类比线路 500kV 雅安~尖山双回线路在电压等级、架线型式、导线排列方式、相分裂等方面相同；②虽然两条线路送电流存在较大差异，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另外，两条线路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虽然类比线路与本工程线路的导线类型、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，可以反映出理论预测的准确性。因此，采用 500kV 雅安~尖山双回线路作为本工程双回线路的类比线路是可行的。

（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 6-5、表 6-6 和表 6-7。

1) 500kV 单回线路

表 6-5 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 6-6 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 6-7 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 6-8。

表 6-8 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 (μT)
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 6-8 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，工频磁感应强度最大值出线在线路中心处，该值为 1.503μT，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。

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 6-9。

表 6-9 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 (μT)
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 6-9 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，工频磁感应强度最大值出线在距离线路中心 5m 处，该值为 1.764μT，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。

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 6-10。

表 6-10 500kV 雅尖线下方地面 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	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 6-10 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线路中心处，该值为 1826V/m，工频磁感应强度最大值出线在线路中心处，该值为 0.194 μ T，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。

（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 6-11 至表 6-13。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 6-11 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（ 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	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

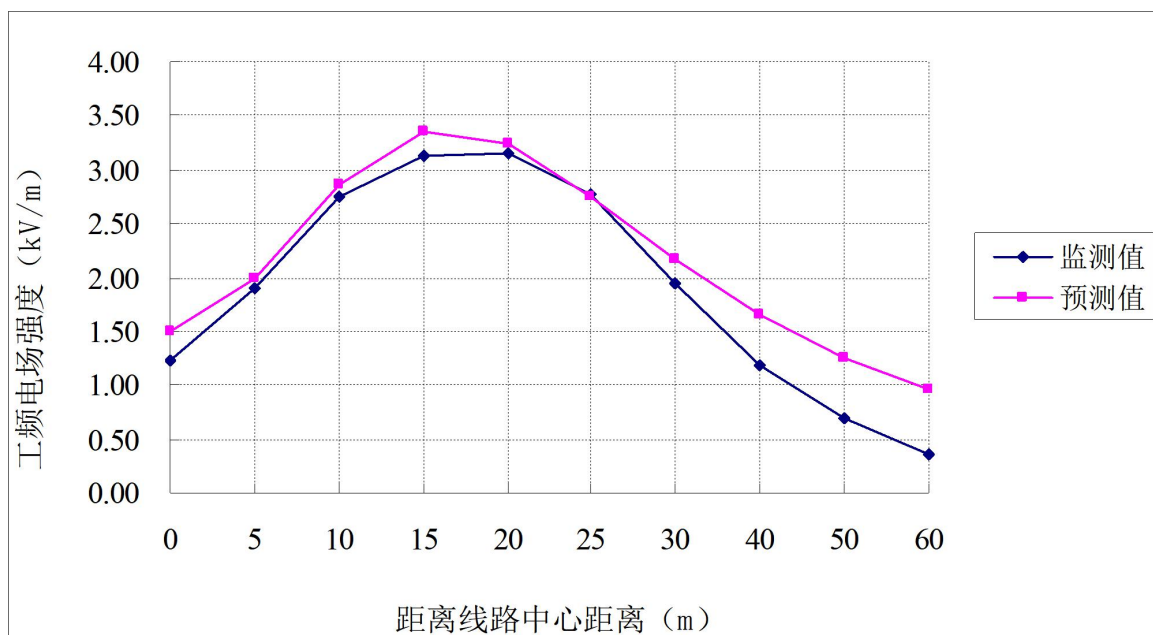


图 6-1 500kV 谭龙一线工频电场强度监测值与预测值对比图

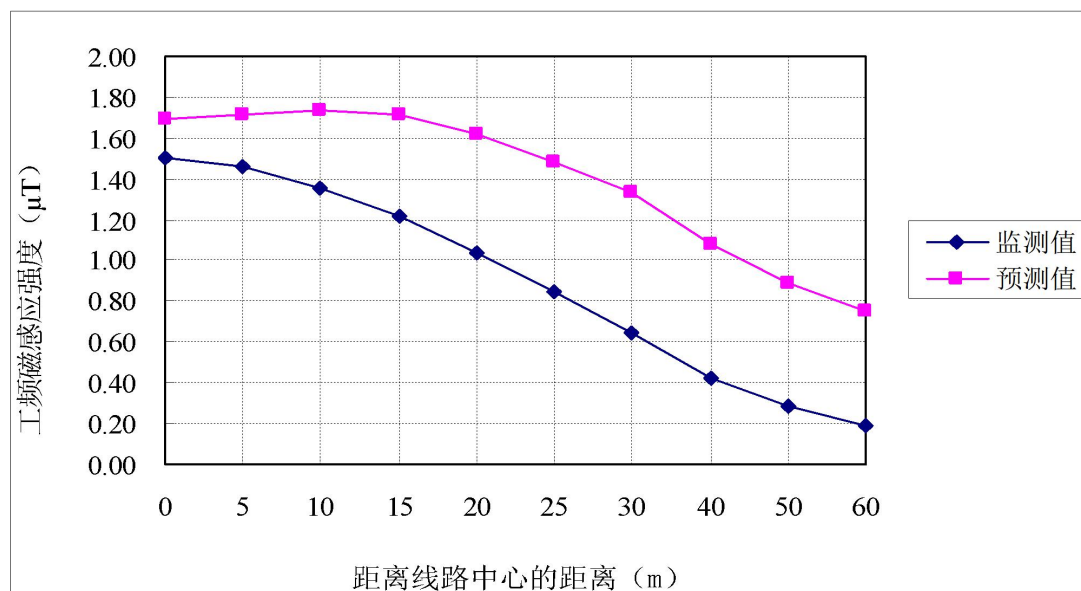


图 6-2 500kV 谭龙一线工频磁感应强度监测值与预测值对比图

由上表和图可知，500kV 单回水平排列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。所以本工程单回水平排列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 6-12 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 (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	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

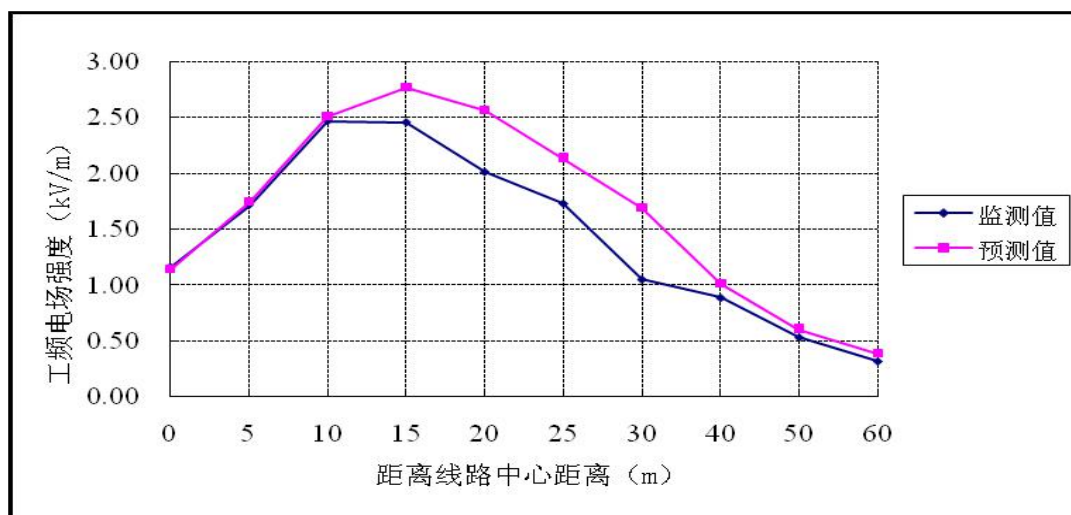


图 6-3 500kV 蜀山一线工频电场强度监测值与预测值对比图

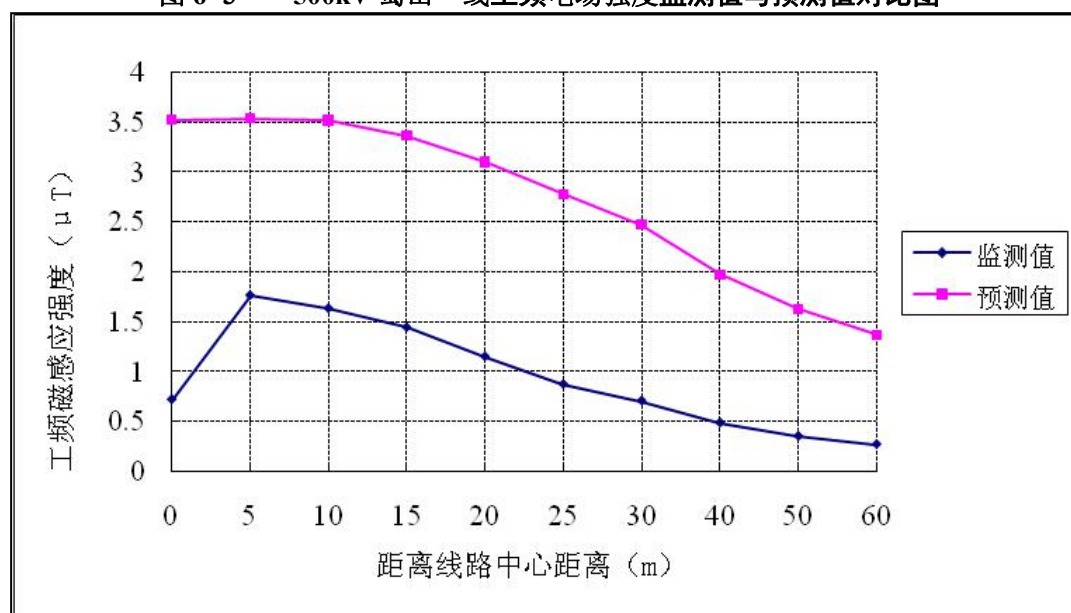


图 6-4 500kV 蜀山一线工频磁感应强度监测值与预测值对比图

由上表和图可知，500kV 单回三角排列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。所以本工程单回三角排列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- 13 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（ 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	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

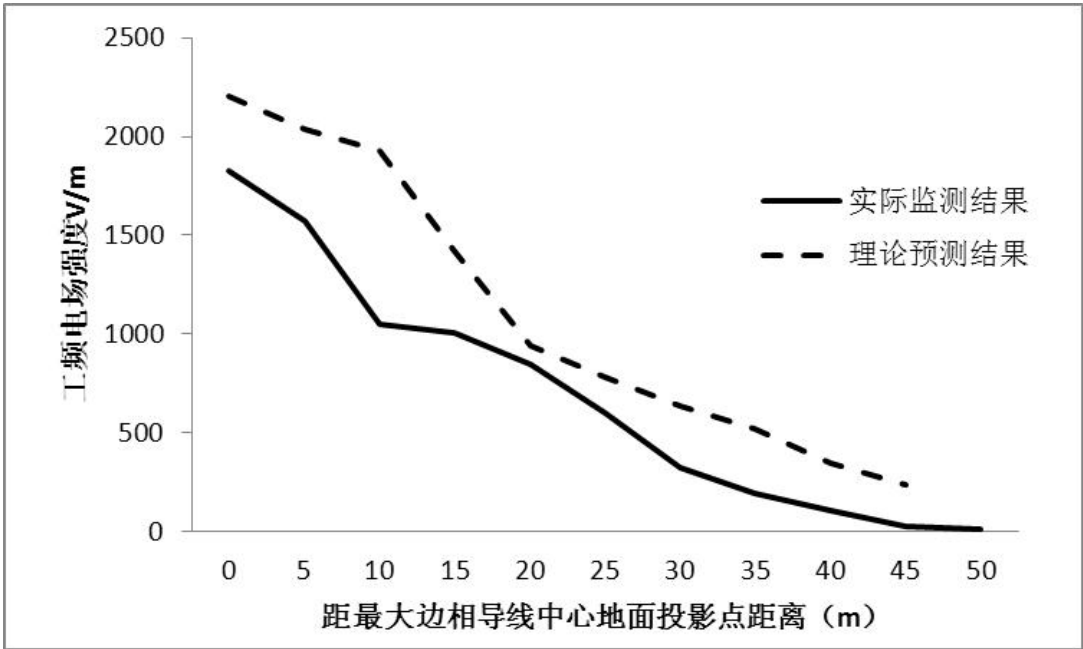


图 6- 5 500kV 雅安~尖山双回线路工频电场强度监测值与预测值对比图

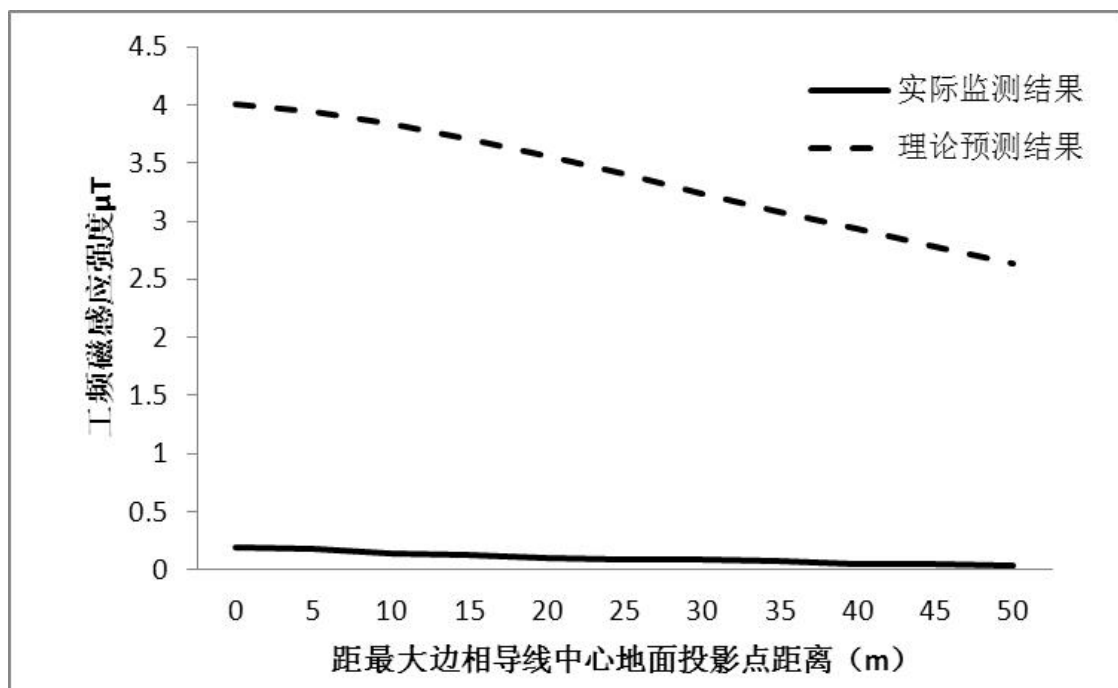


图 6-6 500kV 雅安~尖山双回线路工频磁感应强度监测值与预测值对图

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。所以本工程双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。

6.1.2.3 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。

本工程月普线 π 接普提侧线路在轻中冰区（10mm、15mm 冰区）采用同塔双回路垂直逆序排列，导线采用 JL/G1A—630/45 钢芯铝绞线，外径 33.8mm；在重冰区（20mm、30mm 冰区）采用单回线路水平排列、三角排列，导线采用 JLHA1/G3A—725/90 钢芯铝合金绞线，外径 37.4mm。因此，本线路双回段按照 JL/G1A-630/45 型导线进行预测，单回段按照 JLHA1/G3A—725/90 型导线进行预测。

本工程榄普线 π 接普提侧线路采用单回线路水平排列、三角排列，在房屋集中段采用采用“F”型塔导线单边垂直布置型式，导线采用 JNRLH1/LB14-350/55 铝包钢芯耐热铝合金绞线，外径 26.22mm。因此，本线路按照 JNRLH1/LB14-350/55 型导线进行预测。

(2) 预测工况及环境条件的选取

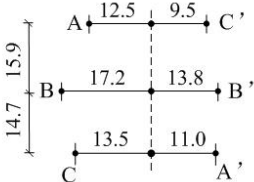
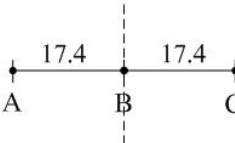
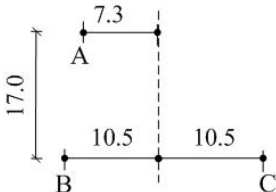
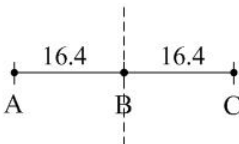
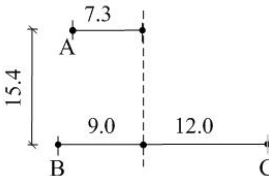
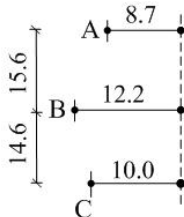
输电线路运行产生的工频电场、工频磁场及噪声主要由导线型式、导线对地高度、线间距离和线路运行工况（电压、电流）等因素决定，同时考虑线路对地面人员和楼房上人员的影响。本工程月普线 π 接普提侧双回线路评价范围内分布有 1 层尖顶房屋，单回线路（水平排列）评价范围内没有居民敏感目标，单回线路（三角排列）评价范围内分布有 1 层尖顶房屋；榄普线 π 接普提侧单回线路（水平排列）、单回线路（三角排列）评价范围内没有居民敏感目标，单回线路（导线单边垂直布置）评价范围内分布有 1 层尖顶房屋，因此本次针对不同导线排列方式的线路评价范围内的居民房屋分布特点，对地面 1.5m 高处的工频电场强度、工频磁感应强度进行预测。

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。

对于月普线 π 接普提侧线路，本次预测同塔双回段选取 SJC29154 塔进行预测，单回线路水平排列段选取 ZBB263 塔、单回线路三角排列段选取 JGB262 塔进行预测。对于榄普线 π 接普提侧线路，本次预测单回线路水平排列段选取 ZB5154 塔、单回线路三角排列段选取 JGB5154 塔进行预测，线路在房屋集中段采用“F”型塔导线单边垂直布置型式，因此选取 SJB5152 塔、仅对线路通过居民区的电磁环境影响进行预测。

具体预测参数详见表 6-14。

表 6-14 本工程输电线路电磁影响预测参数一览表

线路参数		500kV 输电线路		
(1) 月城~普提双回 500kV 线路普提侧 π 接入布拖换流站二期线路				
导线排列方式		同塔双回逆相序排列	单回水平排列	单回三角排列
导线型式		JL/G1A-630/45	JLHA1/G1A-725/90	
直径(mm)		33.8	37.4	
分裂间距(mm)		500		
预测导线最低对地距离 (m)		耕地、园地、牧草地、畜禽养殖地、养殖水面、道路等场所：11 居民区：14	耕地、园地、牧草地、畜禽养殖地、养殖水面、道路等场所：11	耕地、园地、牧草地、畜禽养殖地、养殖水面、道路等场所：10.5 居民区：14
工频电磁场	塔型	SJC29154	ZBB263	JGB262
	导线排列方式及相间距 (m)			
(2) 橄榄~普提一回 500kV 线路普提侧 π 接入布拖换流站二期线路工程				
导线排列方式		单回水平排列	单回三角排列	导线单边垂直布置
导线型式		JNRLH1/LB14-350/55		
直径(mm)		26.22		
分裂间距(mm)		450		
预测导线最低对地距离 (m)		耕地、园地、牧草地、畜禽养殖地、养殖水面、道路等场所：11	耕地、园地、牧草地、畜禽养殖地、养殖水面、道路等场所：10.5	居民区：14
工频电磁场	塔型	ZB5154	JGB5154	SJB5152
	导线排列方式及相间距 (m)			
导线电压等级 (kV)		500		
单根导线电流 (A)		1000		
预测高度 (m)		1.5 (一层地面)		

(3) 预测结果及评价

1) 月城~普提双回 500kV 线路普提侧 π 接入布拖换流站二期线路

①双回线路（垂直逆相序排列）

A.工频电场

a.通过耕地、园地、牧草地、畜禽养殖地、养殖水面、道路等场所

月普线 π 接普提侧双回线路（垂直逆相序排列）在通过通过耕地、园地、牧草地、畜禽养殖地、养殖水面、道路等场所导线最低允许离地高度 11m 时，及将导线高度提升至 11.5m 时，地面 1.5m 高处工频电场强度预测结果见表 6-15，工频电场强度分布曲线见图 6-8。

表 6-15 双回路典型塔型 SJC29154 塔线路工频电场强度预测结果（距地面 1.5m 高处）单位：kV/m

塔型	SJC29154	
线间距离	(12.5/17.2/13.5) + (9.5/13.8/11.0)	
导线高度 (m)	11	11.5
距线路中心距离 (m)	离地 1.5m 高处预测值	
-68	0.22	0.21
-65	0.24	0.24
-60	0.29	0.28
-55	0.36	0.35
-50	0.46	0.45
-45	0.60	0.59
-40	0.81	0.80
-35	1.19	1.19
-30	1.96	1.97
-25 (降至 4kV/m 以下, 边导线外 7.8m)	3.65	3.62
-20	6.80	6.54
-19	7.56	7.22
-18	8.30	7.88
-17	8.98	8.47
-16	9.54	8.96
-15	9.94	9.30
-14	10.13	9.45
-13	10.08	9.40
-12	9.80	9.15
-11	9.30	8.70
-10	8.63	8.10
-9	7.83	7.39
-8	6.95	6.60
-7	6.05	5.78
-6	5.16	4.96
-5	4.31	4.17
-4	3.54	3.45
-3	2.89	2.86
-2	2.47	2.47
-1	2.37	2.38
0	2.63	2.62
1	3.17	3.12
2	3.89	3.78
3	4.70	4.53
4	5.58	5.34
5	6.48	6.17

塔型	SJC29154	
线间距离	(12.5/17.2/13.5) + (9.5/13.8/11.0)	
导线高度 (m)	11	11.5
距线路中心距离 (m)	离地 1.5m 高处预测值	
6	7.38	6.98
7	8.22	7.74
8	8.97	8.41
9	9.57	8.94
10	9.97	9.30
11 (最大值出现位置, 边导线内 2.8m)	10.14	9.46
12	10.07	9.41
13	9.78	9.16
14	9.30	8.75
15	8.67	8.21
16	7.96	7.58
17	7.21	6.91
18	6.46	6.24
19	5.74	5.58
20	5.07	4.96
22 (降至 4kV/m 以下, 边导线外 8.2m)	3.91	3.87
25	2.63	2.64
30	1.42	1.44
35	0.86	0.86
40	0.57	0.57
45	0.42	0.41
50	0.32	0.31
55	0.26	0.25
60	0.22	0.21
64	0.20	0.19
降至 4kV/m 范围 (距中心线距离) / 电场强度值	-25m~22m (3.65~3.91)	-25m~22m (3.62~3.87)
电磁影响防护距离 (距边相导线最大距离)	8.2m	8.2m

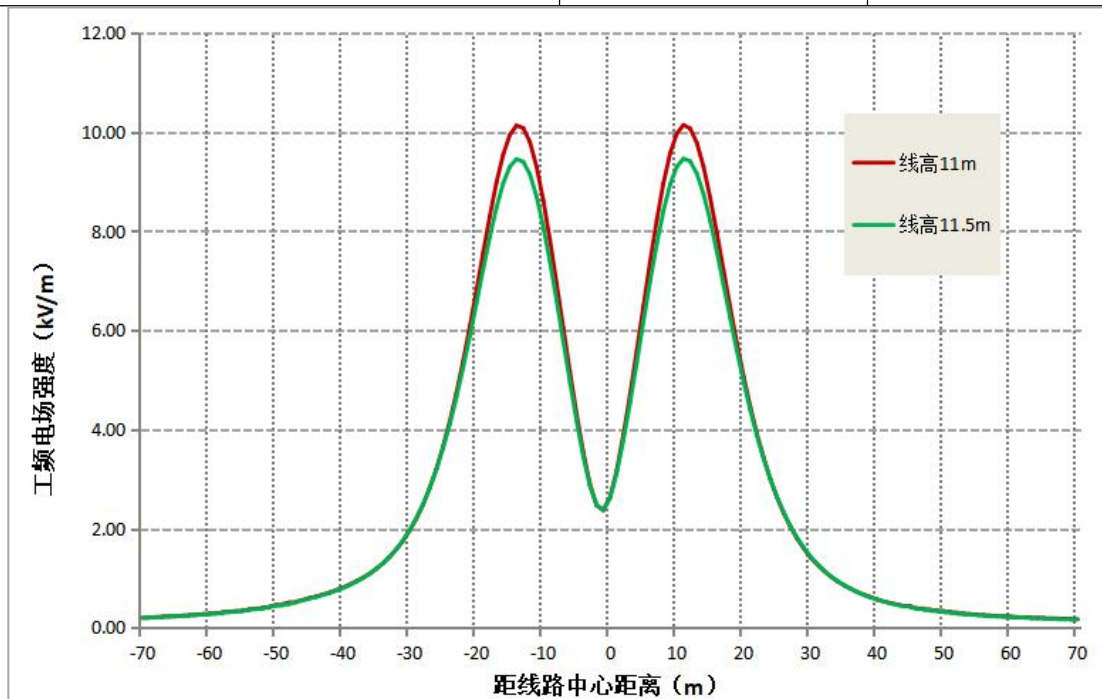


图 6-8 双回路典型塔型 SJC29154 塔线路工频电场强度预测结果 (距地面 1.5m 高处)

从表 6-15 及图 6-8 理论计算结果可知，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。

月普线 π 接普提侧双回线路（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，最低允许导线高度 11m 时，线下 1.5m 高处工频电场强度最大值为 10.14kV/m，不能满足工频电场强度公众曝露控制限值（10kV/m）要求。根据计算，在通过该区域将导线高度抬高至 11.5m 时，线下 1.5m 高处工频电场强度最大值为 9.46kV/m，满足耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所控制限值（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 22m（边导线外 8.2m）处，工频电场强度降到 4000V/m 以下。

因此，月普线 π 接普提侧双回线路（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，导线对地高度不低于 11.5m，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 8.5m 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.居民区

月普线 π 接普提侧双回线路（垂直逆相序排列）通过居民区导线最低允许离地高度 14m 时，线下地面 1.5m 高处工频电场强度预测结果见表 6-16,工频电场强度分布曲线见图 6-9。

表 6-16 双回路典型塔型 SJC29154 塔线路工频电场强度预测结果（距地面 1.5m 高处）单位：kV/m

塔型	SJC29154						
线间距离	(12.5/17.2/13.5) + (9.5/13.8/11.0)						
导线高度 (m)	14	15	16	17	18	19	20
距线路中心距离 (m)	离地 1.5m 高处预测值						
-68	0.19	0.17	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13
-65	0.20	0.19	0.18	0.17	0.17	0.16	0.15
-60	0.25	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.20
-55	0.31	0.30	0.29	0.28	0.27	0.27	0.27
-50	0.40	0.39	0.38	0.38	0.37	0.37	0.37
-45	0.54	0.54	0.53	0.53	0.53	0.54	0.54
-40	0.78	0.78	0.78	0.79	0.79	0.80	0.80
-35	1.20	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21	1.20
-30	1.98	1.97	1.95	1.92	1.89	1.84	1.80
-25	3.37	3.25	3.12	2.98	2.85	2.71	2.58
-23	4.13	3.91	3.70	3.49	3.29	3.10	2.91
-20	5.37	4.96	4.58	4.23	3.92	3.63	3.37
-19	5.77	5.28	4.85	4.45	4.10	3.78	3.49
-18	6.13	5.58	5.08	4.65	4.26	3.91	3.59
-17	6.45	5.82	5.28	4.80	4.38	4.00	3.67
-16	6.69	6.01	5.42	4.91	4.46	4.07	3.72
-15	6.85	6.13	5.50	4.97	4.50	4.09	3.73

塔型	SJC29154						
线间距离	(12.5/17.2/13.5) + (9.5/13.8/11.0)						
导线高度 (m)	14	15	16	17	18	19	20
距线路中心距离 (m)	离地 1.5m 高处预测值						
-14	6.90	6.16	5.52	4.97	4.49	4.08	3.71
-13	6.84	6.10	5.46	4.91	4.44	4.02	3.66
-12	6.68	5.95	5.33	4.79	4.33	3.92	3.57
-11	6.40	5.72	5.13	4.62	4.17	3.79	3.45
-10	6.04	5.41	4.86	4.39	3.97	3.61	3.29
-9	5.60	5.04	4.55	4.12	3.74	3.41	3.11
-8	5.10	4.62	4.19	3.81	3.47	3.18	2.91
-7	4.57	4.16	3.80	3.48	3.19	2.93	2.70
-6	4.03	3.70	3.41	3.14	2.90	2.68	2.49
-5	3.50	3.25	3.02	2.81	2.62	2.44	2.28
-4	3.01	2.84	2.67	2.52	2.37	2.23	2.10
-3	2.62	2.51	2.39	2.28	2.17	2.06	1.95
-2	2.37	2.30	2.22	2.13	2.04	1.96	1.87
-1	2.31	2.25	2.18	2.10	2.02	1.93	1.85
0	2.46	2.38	2.29	2.19	2.09	2.00	1.90
1	2.79	2.65	2.52	2.38	2.26	2.14	2.02
2	3.23	3.03	2.84	2.65	2.49	2.33	2.19
3	3.74	3.46	3.21	2.97	2.76	2.56	2.38
4	4.28	3.92	3.60	3.31	3.04	2.81	2.59
5	4.83	4.38	3.99	3.64	3.33	3.06	2.81
6	5.34	4.82	4.37	3.96	3.61	3.3	3.02
7	5.82	5.22	4.71	4.26	3.86	3.52	3.21
8	6.23	5.57	5.00	4.51	4.08	3.71	3.38
9	6.55	5.84	5.24	4.72	4.26	3.87	3.52
10	6.78	6.04	5.41	4.87	4.4	3.99	3.63
11	6.89	6.15	5.51	4.96	4.48	4.07	3.70
12	6.90	6.16	5.53	4.99	4.52	4.10	3.74
13	6.80	6.09	5.49	4.96	4.50	4.10	3.75
14	6.60	5.95	5.38	4.88	4.44	4.06	3.72
15	6.32	5.73	5.21	4.75	4.34	3.98	3.66
16	5.98	5.46	4.99	4.58	4.2	3.87	3.57
17	5.60	5.15	4.74	4.37	4.04	3.73	3.46
18	5.19	4.81	4.46	4.14	3.85	3.57	3.32
19	4.77	4.46	4.17	3.90	3.64	3.40	3.18
20	4.36	4.11	3.87	3.64	3.42	3.22	3.02
25	2.60	2.55	2.50	2.43	2.35	2.27	2.19
30	1.50	1.52	1.52	1.52	1.52	1.5	1.48
35	0.90	0.91	0.93	0.95	0.96	0.97	0.97
40	0.56	0.57	0.58	0.59	0.61	0.62	0.63
45	0.38	0.38	0.38	0.38	0.39	0.40	0.41
50	0.27	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.27
55	0.21	0.20	0.19	0.18	0.18	0.18	0.18
60	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13	0.13	0.12
64	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.10

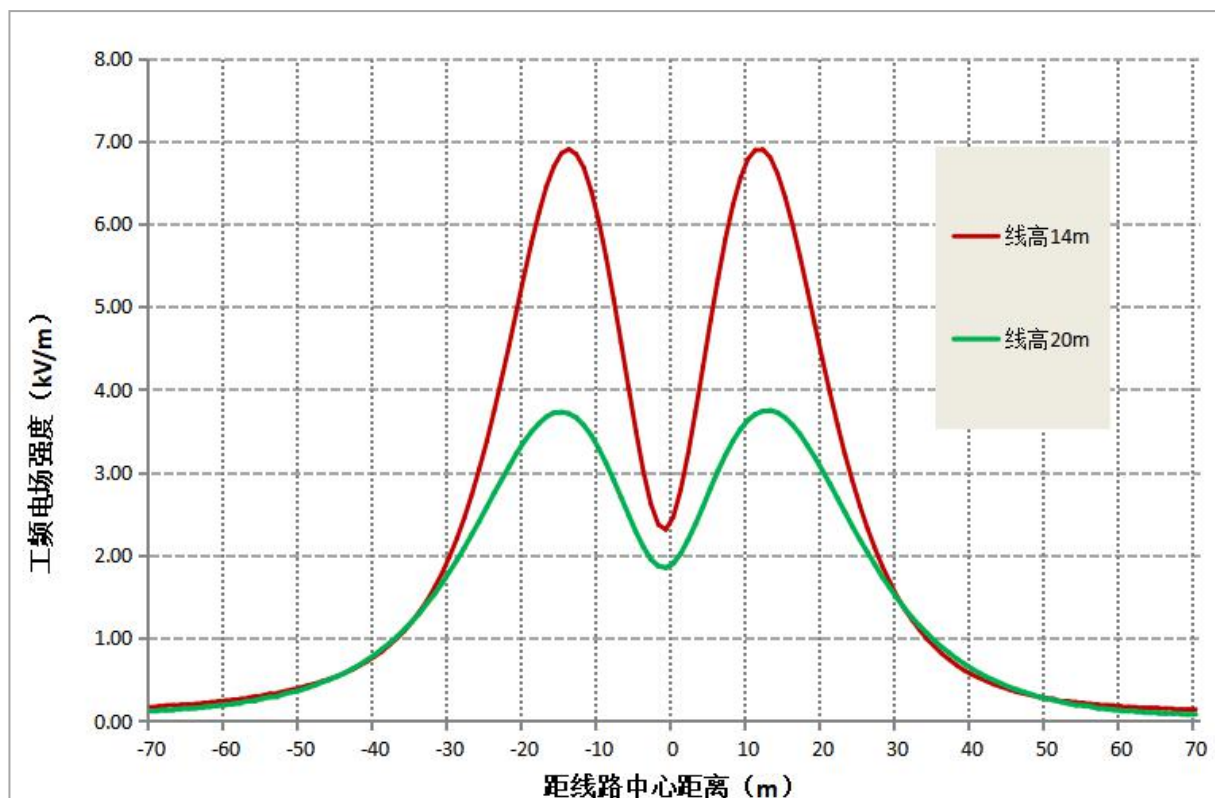


图 6-9 双回路典型塔型 SJC29154 塔线路工频电场强度预测结果（距地面 1.5m 高处）

从表 6-16 及图 6-9 理论计算结果可知，月普线 π 接普提侧双回线路（垂直逆相序排列）通过居民区，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 4.77kV/m，不满足居民区公众曝露限值 4000V/m 要求。

根据逐步试算，当导线对地高度抬高到 20m 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 3.75kV/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，月普线 π 接普提侧双回线路（垂直逆相序排列）评价范围的居民敏感目标均为 1 层尖顶房屋，为确保评价范围内各居民房屋处达标，按敏感点距边导线水平距离的不同，相应的控制线路与房屋水平距离，或优化导线对地高度，来确保评价范围内各居民房屋工频电场强度小于 4000V/m。具体见表 6-17 及图 6-10。

表 6-17 居民敏感目标距双回线路边导线距离相应最低导线高度

居民敏感目标距边导线 水平距离 (m)	不同水平距离及层高的居民敏感目标 满足工频电场强度小于 4000V/m 相应导线对低高度 (m)
	距地面 1.5m 高度 (1 层尖顶房屋)
0	20
1	19
2	19
3	19
4	18
5	17
6	16
7	14
8	14
9	14
10	14

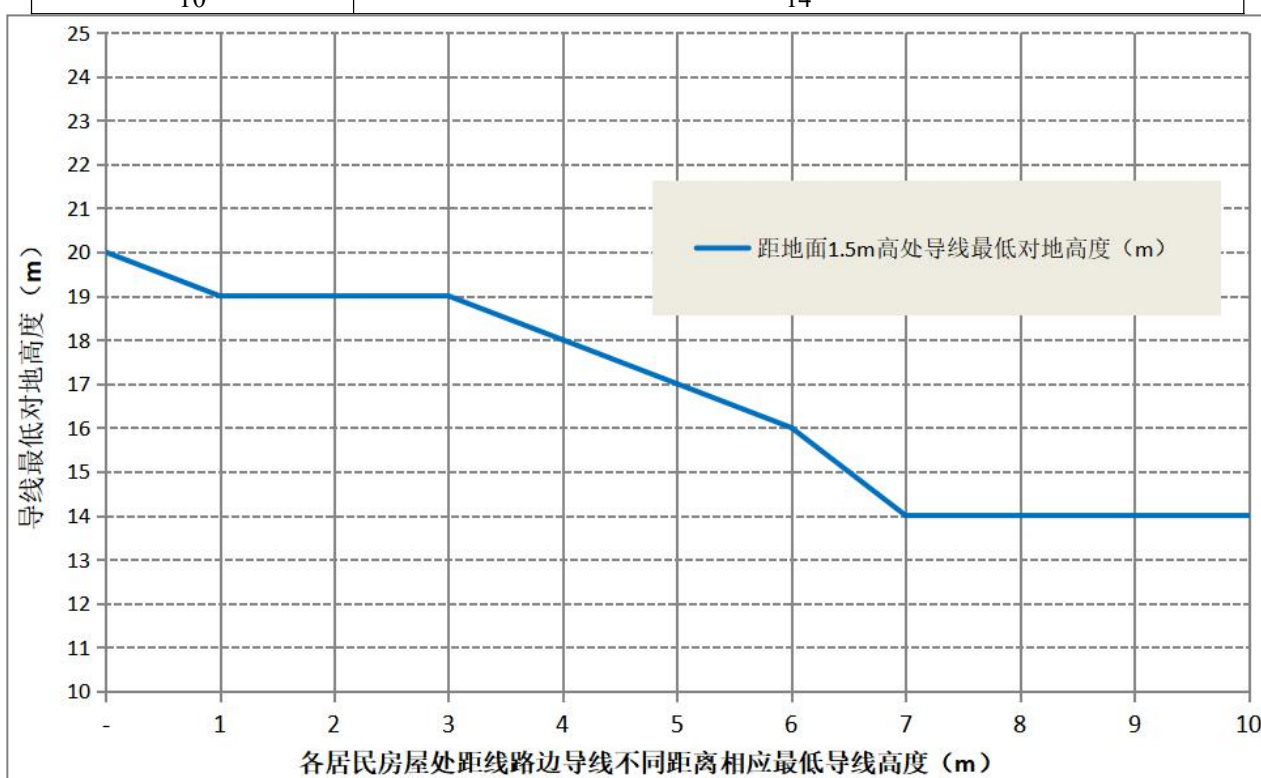


图 6-10 各居民房屋处距双回线路边导线不同距离相应最低导线高度关系图

由表 6-17 及图 6-10 可以看出，当月普线 π 接普提侧双回线路（垂直逆相序排列）距评价范围内不同层高的居民敏感目标水平距离大于 7m 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，月普线 π 接普提侧双回线路（垂直逆相序排列）距居民敏感目标的最近水平距离为 10m，因此，月普线 π 接普提侧双回线路（垂直逆相序排列）导线对地高度不低于 14m 时可满足相应标准限值要求。

B.工频磁场

月普线 π 接普提侧双回线路（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、道路等场所导线高度提升至 11.5m 时，及通过居民区导线最低允许离地高度 14m 时，工频磁感应强度预测结果见表 6-18 及图 6-11。

表 6-18 双回路典型塔型 SJC29154 塔线路工频磁感应强度预测结果（单位：μT）

塔型	SJC29154	
线间距离	(12.5/17.2/13.5) + (9.5/13.8/11.0)	
导线高度 (m)	11.5	14
距线路中心距离 (m)	离地 1.5m	离地 1.5m
-68	9.51	9.4
-65	9.90	9.77
-60	10.61	10.46
-55	11.43	11.25
-50	12.39	12.16
-45	13.53	13.25
-40	14.92	14.55
-35	16.68	16.15
-30	18.99	18.15
-25	22.08	20.62
-23	23.55	21.69
-20	25.86	23.24
-19	26.58	23.7
-18	27.22	24.09
-17	27.76	24.41
-16	28.14	24.64
-15	28.33	24.77
-14	28.30	24.78
-13	28.06	24.69
-12	27.61	24.5
-11	26.99	24.22
-10	26.26	23.88
-9	25.46	23.5
-8	24.65	23.09
-7	23.88	22.7
-6	23.19	22.34
-5	22.60	22.02
-4	22.13	21.76
-3	21.80	21.58
-2	21.61	21.47
-1	21.57	21.45
0	21.68	21.51
1	21.57	21.45
2	21.61	21.47
3	21.80	21.58
4	22.13	21.76
5	22.60	22.02
6	23.19	22.34
7	23.88	22.70
8	24.65	23.09
9	25.46	23.50
10	26.26	23.88
11	26.99	24.22
12	27.61	24.50

塔型	SJC29154	
线间距离	(12.5/17.2/13.5) + (9.5/13.8/11.0)	
导线高度 (m)	11.5	14
距线路中心距离 (m)	离地 1.5m	离地 1.5m
13	28.06	24.69
14	28.30	24.78
15	28.33	24.77
16	28.14	24.64
17	27.76	24.41
18	27.22	24.09
19	26.58	23.70
20	25.86	23.24
25	22.08	20.62
30	18.99	18.15
35	16.68	16.15
40	14.92	14.55
45	13.53	13.25
50	12.39	12.16
55	11.43	11.25
60	10.61	10.46
64	10.03	9.90

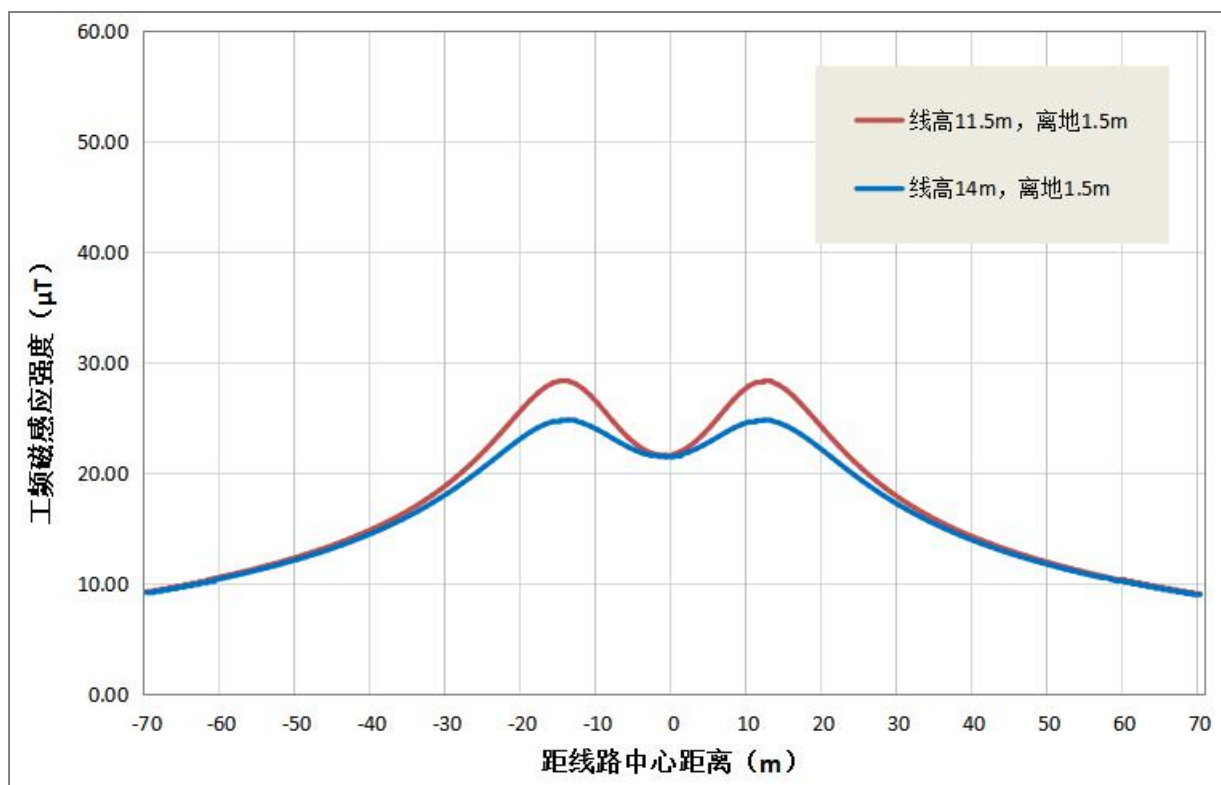


图 6-11 双回路典型塔型 SJC29154 塔线路工频磁感应强度分布图

从图 6-11 和表 6-18 可见，月普线 π 接普提侧双回线路（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，导线对地高度提升至 11.5m 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 15m 处，为 28.33 μ T，满足公众暴露控制限值（100 μ T）要求。

月普线 π 接普提侧双回线路（垂直逆相序排列）临近居民住房，导线最低对地高度为 14m 时，线下 1.5m 高处工频磁感应强度最大值为 24.78 μ T，满足公众曝露限值 100 μ T 要求。

因此，月普线 π 接普提侧双回线路（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，工频磁场不会成为线路建设的环境制约因素。

②单回线路（水平排列）

根据初步设计阶段线路路径，经现场踏勘测定，月普线 π 接普提侧单回线路（水平排列）评价范围内无居民敏感目标分布，因此本次仅对单回线路（水平排列）通过耕地、园地、牧草地、畜禽养殖地、养殖水面、道路等场所时的电磁环境影响进行预测与评价。

A. 工频电场

a.通过耕地、园地、牧草地、畜禽养殖地、养殖水面、道路等场所

月普线 π 接普提侧单回线路（水平排列）在通过通过耕地、园地、牧草地、畜禽养殖地、养殖水面、道路等场所，导线最低允许离地高度 11m 时，及将导线高度提升至 12m 时，地面 1.5m 高处工频电场强度预测结果见表 6-19，工频电场强度分布曲线见图 6-12。

表 6-19 单回路（水平排列）典型塔型 ZBB263 塔线路工频电场强度预测结果（距地面 1.5m 高处）
单位：kV/m

塔型	ZBB263	
线间距离	17.4+17.4	
导线高度（m）	11	12
距线路中心距离（m）	离地 1.5m 高处预测值	
-68	0.33	0.35
-65	0.38	0.41
-60	0.49	0.52
-55	0.65	0.69
-50	0.89	0.93
-45	1.25	1.31
-40	1.84	1.90
-35	2.84	2.88
-32（降至 4kV/m 以下，边导线外 14.6m）	3.77	3.76
-30	4.59	4.51
-25	7.48	7.02
-23	8.88	8.14
-20	10.64	9.46
-19	10.96	9.67
-18	11.07	9.73
-17	10.95	9.61
-16	10.60	9.31
-15	10.04	8.87
-14	9.34	8.31
-13	8.55	7.68
-12	7.76	7.05
-11	7.04	6.47
-10	6.48	6.01
-9	6.16	5.74
-8	6.14	5.70

塔型	ZBB263	
线间距离	17.4+17.4	
导线高度 (m)	11	12
距线路中心距离 (m)	离地 1.5m 高处预测值	
-7	6.41	5.89
-6	6.91	6.25
-5	7.56	6.73
-4	8.25	7.25
-3	8.90	7.74
-2	9.44	8.14
-1	9.79	8.40
0	9.91	8.49
1	9.79	8.40
2	9.44	8.14
3	8.90	7.74
4	8.25	7.25
5	7.56	6.73
6	6.91	6.25
7	6.41	5.89
8	6.14	5.70
9	6.16	5.74
10	6.48	6.01
11	7.04	6.47
12	7.76	7.05
13	8.55	7.68
14	9.34	8.31
15	10.04	8.87
16	10.60	9.31
17	10.95	9.61
18 (最大值出现位置, 边导线外 0.6m)	11.07	9.73
19	10.96	9.67
20	10.64	9.46
25	7.48	7.02
30	4.59	4.51
32 (降至 4kV/m 以下, 边导线外 14.6m)	3.77	3.76
35	2.84	2.88
40	1.84	1.90
45	1.25	1.31
50	0.89	0.93
55	0.65	0.69
60	0.49	0.52
65	0.38	0.41
68	0.33	0.35
降至 4kV/m 范围 (距中心线距离) / 电场强度值	-32m~32m (3.77~3.77)	-32m~32m (3.76~3.76)
电磁影响防护距离 (距边相导线最大距离)	14.6m	14.6m

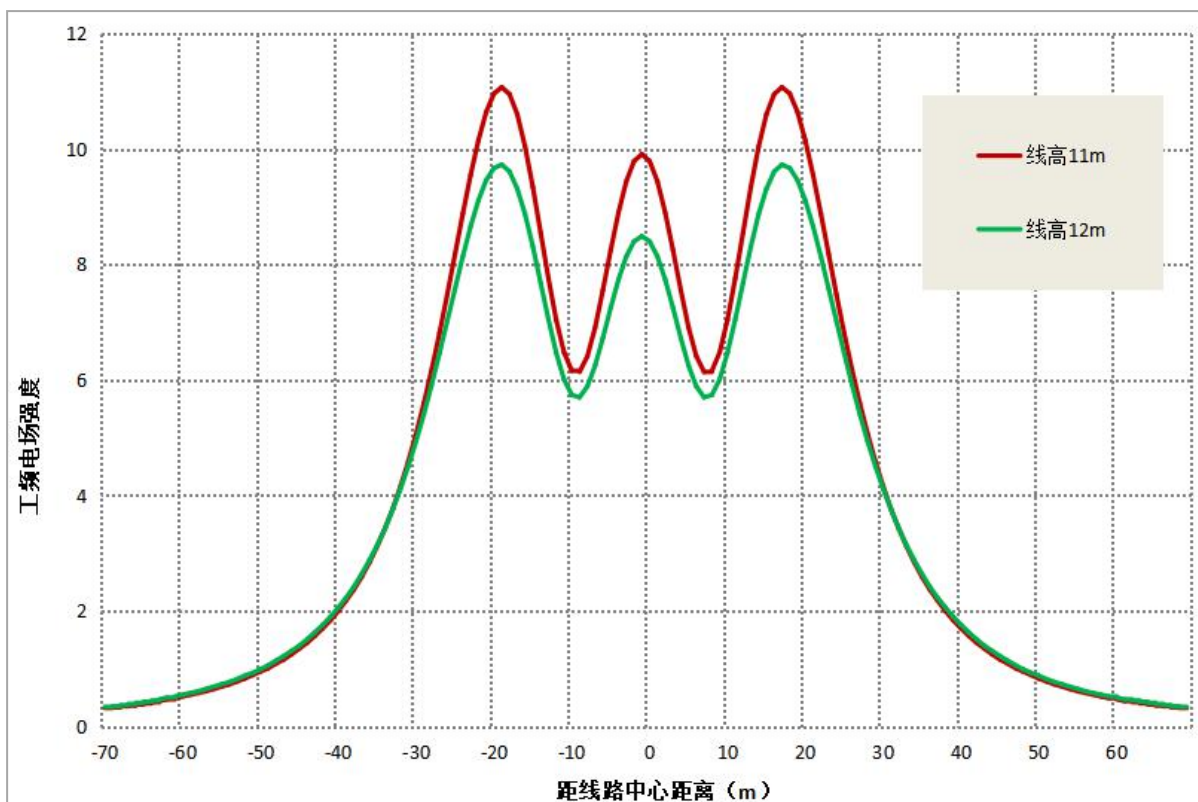


图 6-12 单回路（水平排列）典型塔型 ZBB263 塔线路工频电场强度预测结果（距地面 1.5m 高处）

从表 6-19 及图 6-12 理论计算结果可知，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。

月普线 π 接普提侧单回线路段（水平排列）通过耕地、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，线下 1.5m 高处工频电场强度最大值为 11.07kV/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 12m 时，线下 1.5m 高处工频电场强度最大值为 9.73kV/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 14.6m）处，工频电场强度降到 4000V/m 以下。

因此，月普线 π 接普提侧单回线路（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，导线对地高度不低于 12m，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. 工频磁场

月普线 π 接普提侧单回线路（水平排列）在通过耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养

殖水面、道路等场所导线高度提升至 12m 时，工频磁感应强度预测结果见表 6-20 及图 6-13。

表 6-20 单回路（水平排列）典型塔型 ZBB263 塔线路工频磁感应强度预测结果（单位：μT）

塔型	ZBB263
线间距离	17.4+17.4
导线高度（m）	12
距线路中心距离（m）	离地 1.5m
-68	5.34
-65	5.62
-60	6.14
-55	6.77
-50	7.55
-45	8.53
-40	9.81
-35	11.51
-30	13.76
-25	16.51
-23	17.54
-20	18.52
-19	18.58
-18	18.48
-17	18.20
-16	17.76
-15	17.17
-14	16.47
-13	15.69
-12	14.87
-11	14.03
-10	13.21
-9	12.42
-8	11.69
-7	11.02
-6	10.42
-5	9.91
-4	9.48
-3	9.14
-2	8.89
-1	8.74
0	8.69
1	8.74
2	8.89
3	9.14
4	9.48
5	9.91
6	10.42
7	11.02
8	11.69
9	12.42
10	13.21
11	14.03
12	14.87
13	15.69
14	16.47
15	17.17

塔型	ZBB263
线间距离	17.4+17.4
导线高度 (m)	12
距线路中心距离 (m)	离地 1.5m
16	17.76
17	18.20
18	18.48
19	18.58
20	18.52
23	17.54
25	16.51
30	13.76
35	11.51
40	9.81
45	8.53
50	7.55
55	6.77
60	6.14
65	5.62
68	5.34

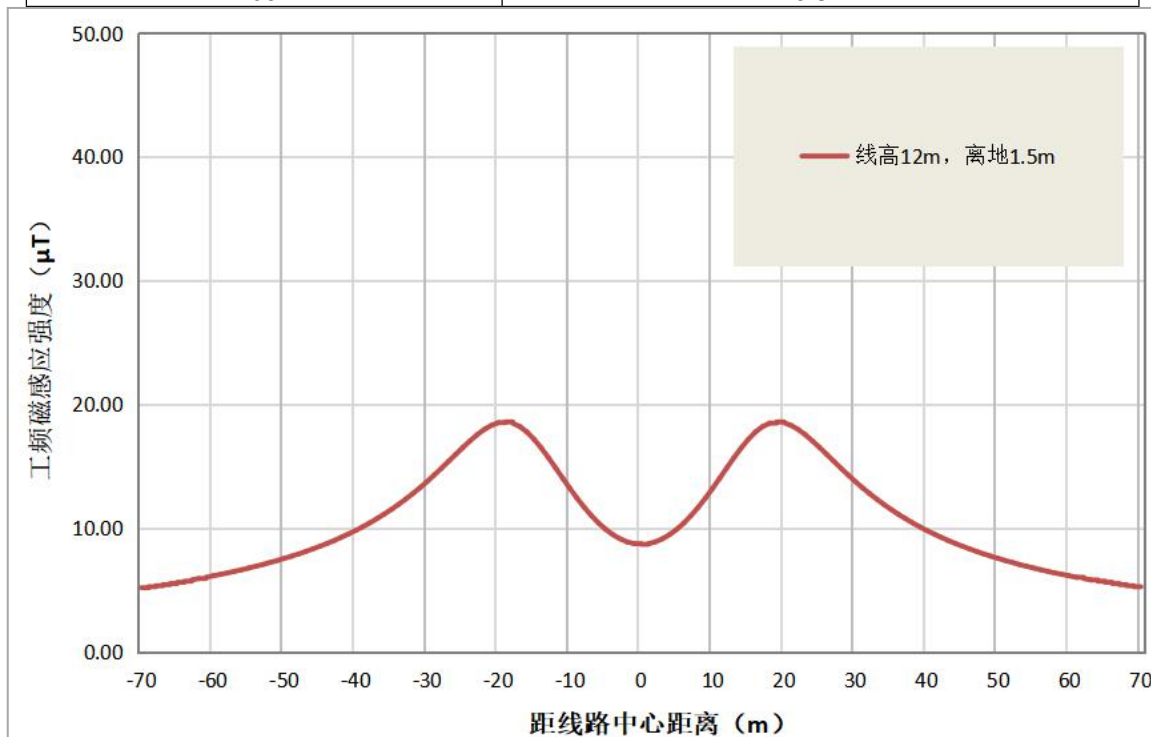


图 6-13 单回路（水平排列）典型塔型 ZBB362 塔线路工频磁感应强度分布图

从图 6-13 和表 6-20 可见，月普线 π 接普提侧单回线路（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，导线对地高度提升至 12m 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 18.58 μ T，满足公众曝露控制限值（100 μ T）要求。

因此，月普线 π 接普提侧单回线路（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。

③单回线路（三角排列）

A.工频电场

a.通过耕地、园地、牧草地、畜禽养殖地、养殖水面、道路等场所

月普线 π 接普提侧单回线路（三角排列）在通过耕地、园地、牧草地、畜禽养殖地、养殖水面、道路等场所，导线最低允许离地高度 10.5m 时，及将导线高度提升至 11.5m 时，地面 1.5m 高处工频电场强度预测结果见表 6-21，工频电场强度分布曲线见图 6-14。

表 6-21 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）
单位：kV/m

塔型	JGB262	
线间距离	(7.3)+(10.5/10.5)	
导线高度 (m)	10.5	11.5
距线路中心距离 (m)	离地 1.5m 高处预测值	
-61	0.53	0.53
-60	0.55	0.54
-55	0.64	0.63
-50	0.75	0.74
-45	0.89	0.88
-40	1.08	1.07
-35	1.37	1.37
-30	1.91	1.92
-25	3.02	3.02
-23 (降至 4kV/m 以下, 边导线外 12.5m)	3.76	3.72
-20	5.33	5.12
-19	5.99	5.69
-18	6.71	6.29
-17	7.47	6.91
-16	8.26	7.54
-15	9.03	8.13
-14	9.74	8.66
-13	10.32	9.08
-12	10.71	9.35
-11	10.86	9.43
-10	10.74	9.31
-9	10.34	8.99
-8	9.71	8.48
-7	8.88	7.82
-6	7.92	7.05
-5	6.91	6.23
-4	5.90	5.40
-3	4.96	4.63
-2	4.17	3.99
-1	3.66	3.57
0	3.52	3.46
1	3.81	3.70
2	4.44	4.23
3	5.30	4.94
4	6.28	5.76
5	7.32	6.61
6	8.35	7.46
7	9.32	8.24

塔型	JGB262	
线间距离	(7.3)+(10.5/10.5)	
导线高度 (m)	10.5	11.5
距线路中心距离 (m)	离地 1.5m 高处预测值	
8	10.17	8.92
9	10.82	9.45
10	11.23	9.79
11 (最大值出现位置, 边导线外 0.5m)	11.37	9.92
12	11.24	9.86
13	10.86	9.61
14	10.30	9.20
15	9.61	8.68
16	8.85	8.10
17	8.06	7.47
18	7.29	6.85
19	6.56	6.24
20	5.89	5.66
24 (降至 4kV/m 以下, 边导线外 13.5m)	3.78	3.77
25	3.39	3.40
30	2.03	2.09
35	1.30	1.36
40	0.89	0.93
45	0.65	0.68
50	0.50	0.52
55	0.41	0.42
60	0.34	0.35
61	0.33	0.33
降至 4kV/m 范围 (距中心线距离) / 电场强度值	-23m~24m (3.76~3.78)	-23m~24m (3.72~3.77)
电磁影响防护距离 (距边相导线最大距离)	13.5m	13.5m

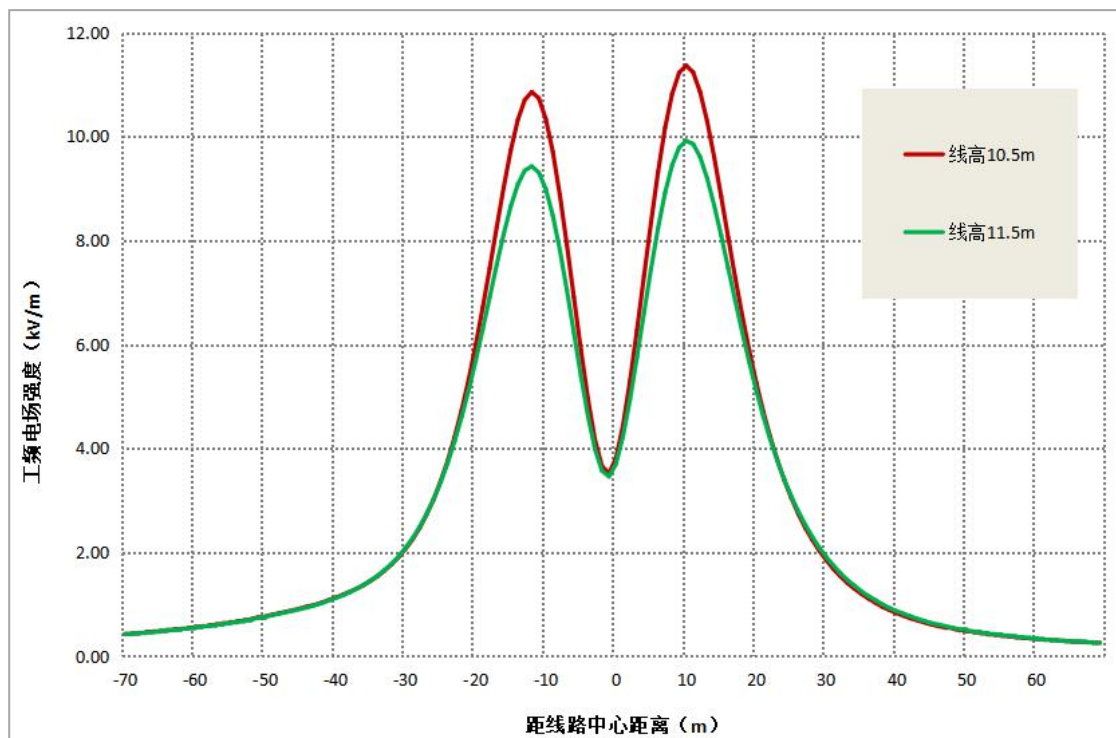


图 6-14 单回路（三角排列）典型塔型 JGB262 塔线路工频电场强度预测结果（距地面 1.5m 高处）

从表 6-21 及图 6-14 理论计算结果可知，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。

月普线 π 接普提侧单回线路（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，线下 1.5m 高处工频电场强度最大值为 11.37kV/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 11.5m 时，线下 1.5m 高处工频电场强度最大值为 9.92kV/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 24m（边导线外 13.5m）处，工频电场强度降到 4000V/m 以下。

因此，月普线 π 接普提侧单回线路（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 11.5m，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。

b.居民区

根据初步设计阶段线路路径，经现场踏勘测定，月普线 π 接普提侧单回线路（三角排列）评价范围内的居民敏感目标均为一层尖顶房屋，因此本次仅对月普线 π 接普提侧单回线路（三角排列）经过居民区导线最低允许离地高度 14m 时，线下地面 1.5m 高处的工频电场强度进行预测。

月普线 π 接普提侧单回线路（三角排列）通过居民区导线最低允许离地高度 14m 时，线下地面 1.5m 高处工频电场强度预测结果见表 6-22,工频电场强度分布曲线见图 6-15。

表 6-22 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）
单位：kV/m

塔型	JGB262							
线间距离	(7.3)+(10.5/10.5)							
导线高度 (m)	14	15	16	17	18	19	20	21
距线路中心距离 (m)	离地 1.5m 高处预测值							
-61	0.51	0.51	0.50	0.50	0.49	0.49	0.49	0.48
-60	0.53	0.52	0.52	0.51	0.51	0.50	0.50	0.50
-55	0.61	0.60	0.60	0.59	0.59	0.58	0.58	0.57
-50	0.72	0.71	0.70	0.70	0.69	0.69	0.68	0.68
-45	0.85	0.85	0.84	0.84	0.83	0.83	0.82	0.82
-40	1.06	1.05	1.05	1.05	1.04	1.04	1.03	1.02
-35	1.38	1.38	1.38	1.37	1.36	1.35	1.34	1.32
-30	1.94	1.93	1.92	1.89	1.87	1.83	1.80	1.76
-25	2.93	2.87	2.79	2.71	2.62	2.53	2.43	2.33
-20	4.52	4.28	4.04	3.80	3.58	3.37	3.17	2.98
-19	4.90	4.60	4.31	4.03	3.77	3.53	3.31	3.10
-18	5.28	4.92	4.57	4.25	3.96	3.69	3.43	3.20
-17	5.66	5.22	4.82	4.46	4.13	3.82	3.55	3.30
-16	6.02	5.51	5.05	4.65	4.28	3.94	3.64	3.37
-15	6.33	5.76	5.25	4.80	4.40	4.04	3.72	3.43
-14	6.60	5.96	5.40	4.92	4.49	4.10	3.77	3.47
-13	6.79	6.10	5.50	4.99	4.53	4.14	3.79	3.48
-12	6.89	6.16	5.54	5.00	4.54	4.13	3.77	3.46
-11	6.89	6.14	5.51	4.97	4.50	4.09	3.73	3.41
-10	6.77	6.04	5.41	4.87	4.41	4.00	3.65	3.34
-9	6.55	5.84	5.24	4.72	4.27	3.88	3.54	3.25
-8	6.23	5.57	5.00	4.52	4.09	3.73	3.41	3.13
-7	5.83	5.23	4.71	4.27	3.88	3.55	3.25	3.00
-6	5.36	4.84	4.38	3.99	3.65	3.35	3.08	2.85
-5	4.85	4.42	4.03	3.70	3.40	3.14	2.91	2.70
-4	4.34	4.00	3.69	3.41	3.16	2.94	2.74	2.56
-3	3.87	3.61	3.37	3.15	2.95	2.77	2.60	2.45
-2	3.49	3.30	3.12	2.95	2.79	2.64	2.49	2.36
-1	3.25	3.11	2.97	2.83	2.69	2.56	2.44	2.32
0	3.21	3.08	2.95	2.82	2.69	2.56	2.44	2.32
1	3.36	3.21	3.06	2.91	2.77	2.63	2.50	2.38
2	3.69	3.48	3.29	3.10	2.93	2.77	2.62	2.48
3	4.14	3.86	3.60	3.36	3.15	2.96	2.78	2.61
4	4.65	4.29	3.96	3.67	3.41	3.17	2.96	2.77
5	5.19	4.74	4.34	3.99	3.68	3.41	3.16	2.95
6	5.72	5.19	4.72	4.31	3.96	3.64	3.37	3.12
7	6.21	5.60	5.07	4.61	4.21	3.86	3.56	3.29
8	6.64	5.96	5.38	4.88	4.44	4.06	3.73	3.44
9	6.97	6.25	5.63	5.10	4.63	4.23	3.88	3.57
10	7.21	6.45	5.81	5.26	4.78	4.37	4.00	3.68
11	7.33	6.57	5.93	5.37	4.88	4.46	4.09	3.77
12	7.35	6.61	5.97	5.42	4.94	4.52	4.15	3.82
13	7.26	6.55	5.94	5.41	4.94	4.53	4.17	3.84

塔型	JGB262							
线间距离	(7.3)+(10.5/10.5)							
导线高度 (m)	14	15	16	17	18	19	20	21
距线路中心距离 (m)	离地 1.5m 高处预测值							
14	7.08	6.43	5.85	5.35	4.90	4.51	4.16	3.84
15	6.83	6.23	5.71	5.24	4.82	4.45	4.11	3.81
16	6.51	5.99	5.51	5.09	4.70	4.36	4.04	3.76
17	6.16	5.70	5.29	4.91	4.56	4.24	3.95	3.68
18	5.78	5.40	5.04	4.70	4.39	4.10	3.84	3.59
19	5.40	5.07	4.77	4.48	4.20	3.95	3.71	3.48
20	5.01	4.75	4.49	4.24	4.00	3.78	3.57	3.36
25	3.32	3.26	3.18	3.09	2.99	2.89	2.79	2.69
30	2.18	2.19	2.18	2.17	2.15	2.12	2.08	2.04
35	1.47	1.49	1.52	1.53	1.54	1.54	1.54	1.53
40	1.02	1.05	1.08	1.10	1.12	1.13	1.14	1.15
45	0.75	0.77	0.79	0.81	0.83	0.85	0.86	0.87
50	0.57	0.59	0.60	0.62	0.64	0.65	0.66	0.68
55	0.45	0.46	0.48	0.49	0.50	0.51	0.52	0.53
60	0.37	0.38	0.39	0.39	0.40	0.41	0.42	0.43
61	0.35	0.36	0.37	0.38	0.39	0.40	0.41	0.41

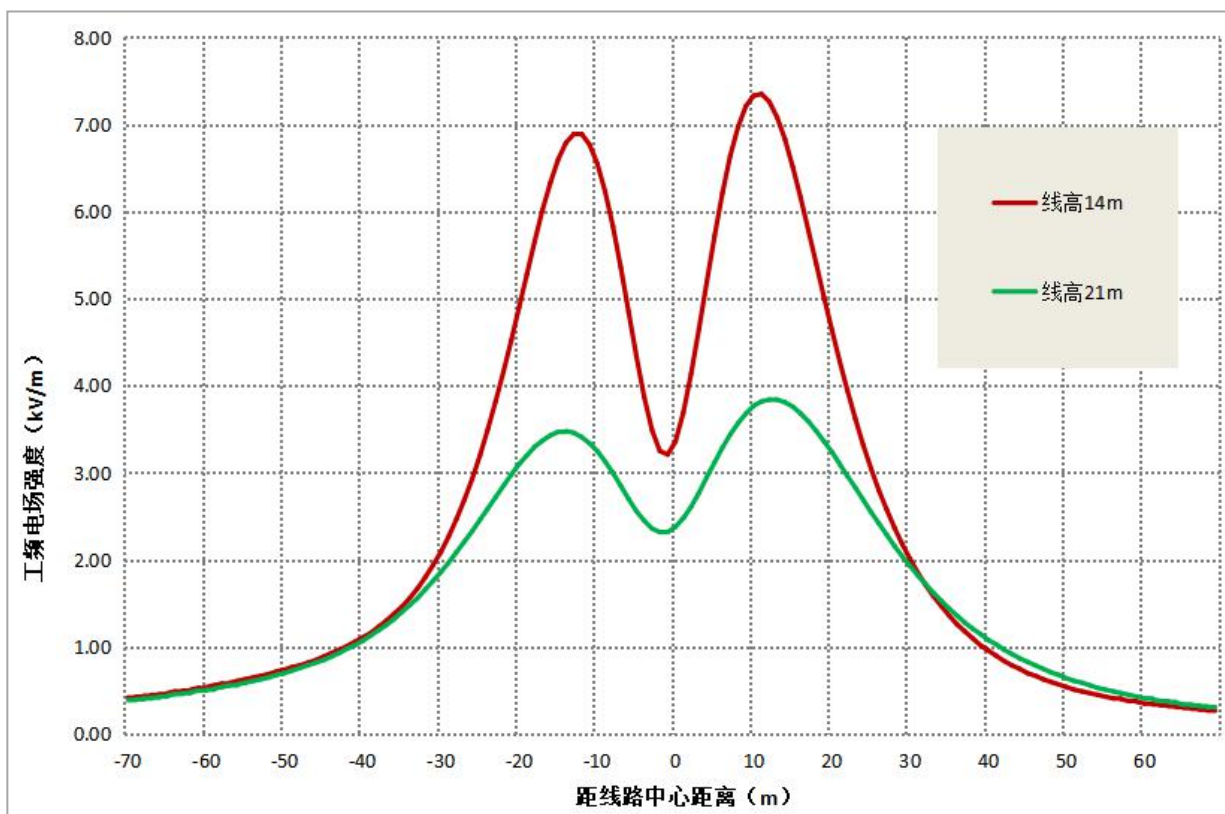


图 6-15 单回路（三角排列）典型塔型 JGB262 塔线路工频电场强度预测结果（距地面 1.5m 高处）

从表 6-22 及图 6-15 理论计算结果可知，月普线 π 接普提侧单回线路（三角排列）通过居民区时，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 6.51kV/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 21m 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 3.84kV/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，月普线 π 接普提侧单回线路（三角排列）评价范围的居民敏感目标共 2 处，均为 1 层尖顶民房，为确保评价范围内各居民房屋处达标，按敏感点距边导线水平距离的不同，相应的控制线路与房屋水平距离，或优化导线对地高度，来确保各居民房屋工频电场强度小于 4000V/m。具体见表 6-23 及图 6-16。

表 6-23 居民敏感目标距单回线路（三角排列）边导线距离相应最低导线高度

居民敏感目标距 边导线水平距离（m）	不同水平距离及层高的居民敏感目标 满足工频电场强度小于 4000V/m 相应导线对地高度（m）
	距地面 1.5m 高度（1 层尖顶房屋）
0	21
1	21
2	21
3	21
4	21
5	21
6	20
7	20
8	19
9	19
10	18
11	16
12	14
13	14
14	14

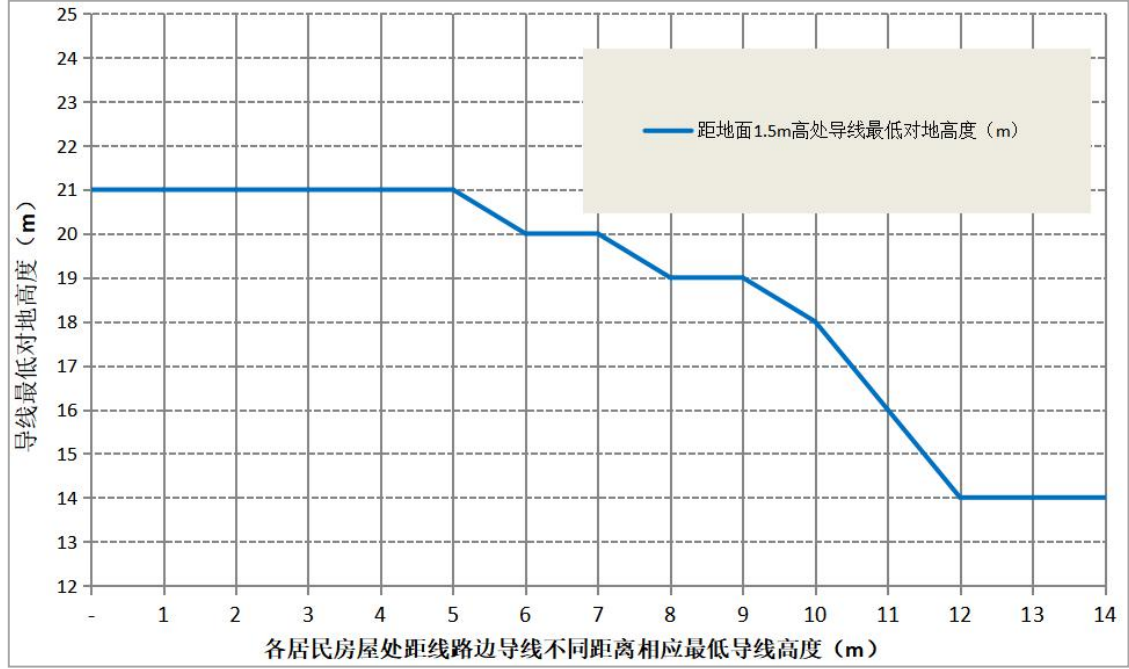


图 6-16 各居民房屋处距单回线路（三角排列）边导线不同距离相应最低导线高度关系图

根据初设阶段线路路径，结合现场调查情况，月普线 π 接普提侧单回线路（三角排列）距居民敏感目标的最近水平距离为 10m。由表 6-23 及图 6-16 可以得出，月普线 π 接普提侧

单回线路（三角排列）导线对地高度不低于 18m 时满足各敏感目标处工频电场强度公众暴露控制限值（4000V/m）要求。

B.工频磁场

月普线 π 接普提侧单回线路（三角排列）在通过耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所导线高度提升至 11.5m 时，及通过居民区导线最低允许离地高度 14m 时工频磁感应强度预测结果见表 6-24 及图 6-17。

表 6-24 单回路（三角排列）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	(7.3)+(10.5/10.5)	
导线高度 (m)	11.5	14
距线路中心距离 (m)	离地 1.5m	离地 1.5m
-61	6.16	6.07
-60	6.26	6.17
-55	6.85	6.73
-50	7.54	7.39
-45	8.39	8.18
-40	9.44	9.15
-35	10.77	10.36
-30	12.51	11.89
-25	14.86	13.83
-20	18.07	16.22
-19	18.81	16.73
-18	19.57	17.23
-17	20.34	17.71
-16	21.10	18.17
-15	21.81	18.59
-14	22.44	18.95
-13	22.96	19.24
-12	23.33	19.44
-11	23.52	19.54
-10	23.51	19.54
-9	23.31	19.44
-8	22.93	19.24
-7	22.41	18.96
-6	21.77	18.61
-5	21.07	18.20
-4	20.33	17.75
-3	19.58	17.28
-2	18.84	16.80
-1	18.12	16.31
0	17.44	15.83
1	16.79	15.35
2	16.18	14.89
3	15.61	14.45
4	15.07	14.03
5	14.56	13.62
6	14.09	13.23
7	13.64	12.86

塔型	JGB262	
线间距离	(7.3)+(10.5/10.5)	
导线高度 (m)	11.5	14
距线路中心距离 (m)	离地 1.5m	离地 1.5m
8	13.22	12.50
9	12.83	12.16
10	12.45	11.84
11	12.10	11.53
12	11.76	11.24
13	11.44	10.95
14	11.14	10.68
15	10.85	10.42
16	10.57	10.18
17	10.31	9.94
18	10.06	9.71
19	9.82	9.49
20	9.59	9.28
25	8.56	8.33
30	7.72	7.55
35	7.02	6.88
40	6.42	6.31
45	5.91	5.83
50	5.47	5.41
55	5.09	5.04
60	4.76	4.71
61	4.70	4.65

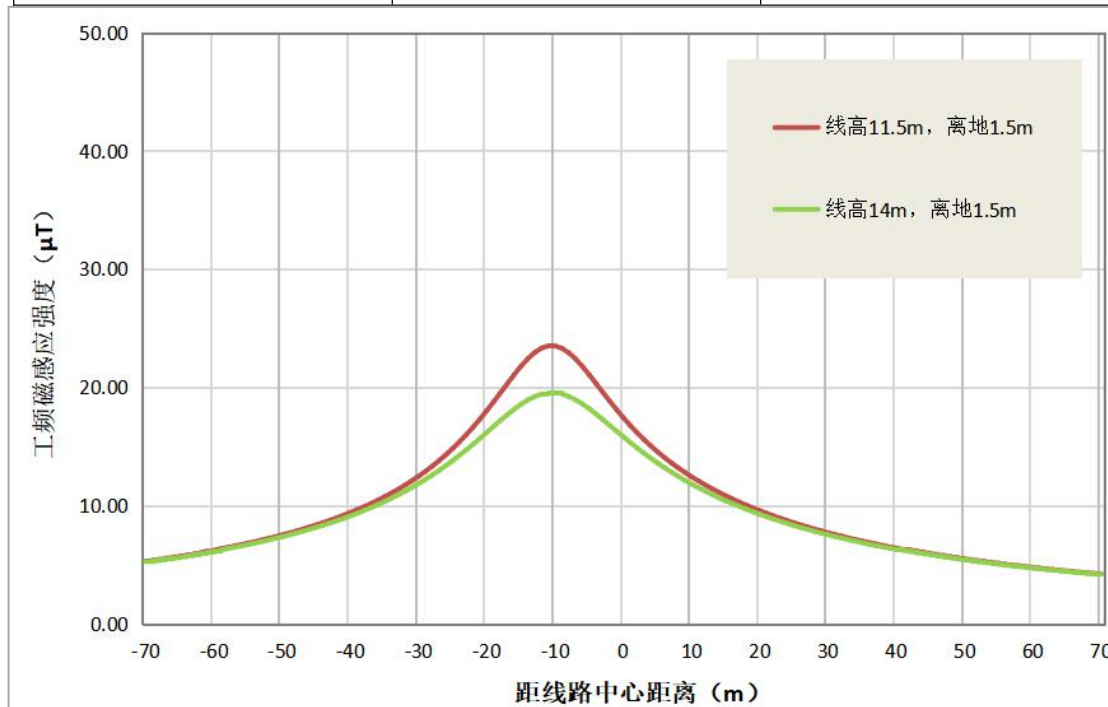


图 6-17 单回路（水平排列）典型塔型 JGB262 塔线路工频磁感应强度分布图

从图 6-17 和表 6-24 可见，月普线 π 接普提侧单回线路（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，导线对地高度提升至 11.5m 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 11m 处，为 23.52 μ T，满足公众暴露控制限值

(100 μ T) 要求。

月普线 π 接普提侧单回线路（三角排列）临近居民住房，导线最低对地高度为 14m 时，线下 1.5m 高处工频磁感应强度最大值为 19.54 μ T，满足公众曝露控制限值（100 μ T）要求。

因此，月普线 π 接普提侧单回线路（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。

2) 橄榄~普提一回 500kV 线路普提侧 π 接入布拖换流站二期线路

①单回线路（水平排列）

根据初步设计阶段线路路径，经现场踏勘测定，榄普线 π 接普提侧单回线路（水平排列）评价范围内无居民敏感目标分布，因此本次仅对单回线路（水平排列）通过耕地、园地、牧草地、畜禽养殖地、养殖水面、道路等场所时的电磁环境影响进行预测与评价。

A.工频电场

a.通过耕地、园地、牧草地、畜禽养殖地、养殖水面、道路等场所

榄普线 π 接普提侧单回线路（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，导线最低允许离地高度 11m 时，及将导线高度提升至 11.5m 时，地面 1.5m 高处工频电场强度预测结果见表 6-25，工频电场强度分布曲线见图 6-18。

表 6-25 单回路（水平排列）典型塔型 ZB5154 塔线路工频电场强度预测结果（距地面 1.5m 高处）
单位：kV/m

塔型	ZB5154	
线间距离	16.4+16.4	
导线高度 (m)	11	11.5
距线路中心距离 (m)	离地 1.5m 高处预测值	
-67	0.31	0.32
-65	0.34	0.35
-60	0.44	0.45
-55	0.58	0.60
-50	0.79	0.81
-45	1.10	1.13
-40	1.61	1.64
-35	2.46	2.49
-30 (降至 4kV/m 以下，边导线外 13.6m)	3.96	3.94
-25	6.49	6.32
-20	9.68	9.16
-19	10.13	9.54
-18	10.43	9.78
-17	10.52	9.85
-16	10.39	9.72
-15	10.04	9.40
-14	9.50	8.91
-13	8.82	8.31
-12	8.07	7.64
-11	7.33	6.99
-10	6.70	6.41

塔型	ZB5154	
线间距离	16.4+16.4	
导线高度 (m)	11	11.5
距线路中心距离 (m)	离地 1.5m 高处预测值	
-9	6.25	6.01
-8	6.07	5.84
-7	6.18	5.92
-6	6.54	6.22
-5	7.09	6.69
-4	7.71	7.22
-3	8.31	7.74
-2	8.81	8.16
-1	9.15	8.45
0	9.26	8.55
1	9.15	8.45
2	8.81	8.16
3	8.31	7.74
4	7.71	7.22
5	7.09	6.69
6	6.54	6.22
7	6.18	5.92
8	6.07	5.84
9	6.25	6.01
10	6.70	6.41
11	7.33	6.99
12	8.07	7.64
13	8.82	8.31
14	9.50	8.91
15	10.04	9.40
16	10.39	9.72
17 (最大值出现位置, 边导线外 0.6m)	10.52	9.85
18	10.43	9.78
19	10.13	9.54
20	9.68	9.16
25	6.49	6.32
30 (降至 4kV/m 以下, 边导线外 13.6m)	3.96	3.94
35	2.46	2.49
40	1.61	1.64
45	1.10	1.13
50	0.79	0.81
55	0.58	0.60
60	0.44	0.45
65	0.34	0.35
67	0.31	0.32
降至 4kV/m 范围 (距中心线距离) / 电场强度值	-30m~30m (3.96~3.96)	-30m~30m (3.94~3.94)
电磁影响防护距离 (距边相导线最大距离)	13.6m	13.6m

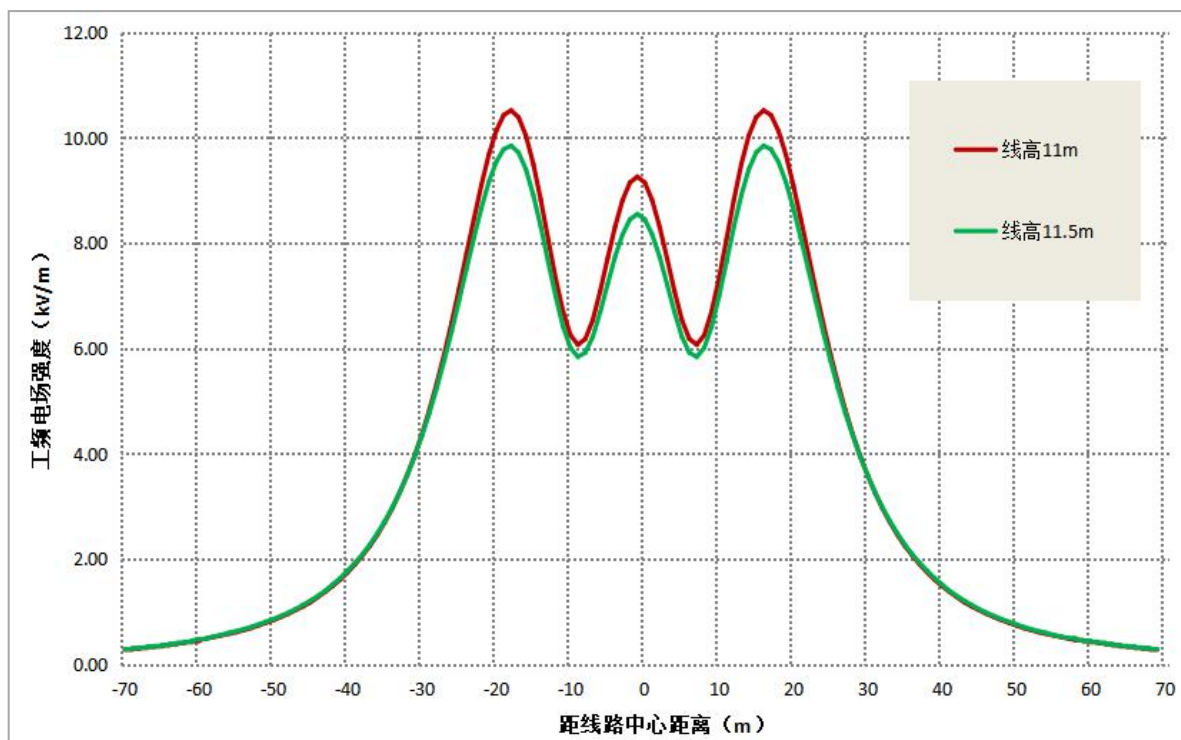


图 6-18 单回路（水平排列）典型塔型 ZB5154 塔线路工频电场强度预测结果（距地面 1.5m 高处）

从表 6-25 及图 6-18 理论计算结果可知，榄普线 π 接普提侧单回线路（水平排列）通过耕地、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，线下 1.5m 高处工频电场强度最大值为 10.52kV/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 11.5m 时，线下 1.5m 高处工频电场强度最大值为 9.85kV/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 30m（边导线外 13.6m）处，工频电场强度降到 4000V/m 以下。

因此，榄普线 π 接普提侧单回线路（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，导线对地高度不低于 11.5m，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 14m 的电磁环境影响防护距离，该防护距离内无人居分布，将来该区域不得修建居民房屋等敏感建筑物。

B. 工频磁场

榄普线 π 接普提侧单回线路（水平排列）在通过耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所导线高度提升至 11.5m 时，工频磁感应强度预测结果见表 6-26 及图 6-19。

表 6-26 单回路（水平排列）典型塔型 ZB5154 塔线路工频磁感应强度预测结果（单位：μT）

塔型	ZB5154
线间距离	16.4+16.4
导线高度（m）	11.5
距线路中心距离（m）	离地 1.5m
-67	5.40
-65	5.58
-60	6.09
-55	6.71
-50	7.48
-45	8.44
-40	9.69
-35	11.36
-30	13.61
-25	16.53
-20	19.21
-19	19.46
-18	19.55
-17	19.45
-16	19.15
-15	18.65
-14	17.99
-13	17.20
-12	16.33
-11	15.42
-10	14.50
-9	13.61
-8	12.77
-7	11.99
-6	11.30
-5	10.70
-4	10.19
-3	9.79
-2	9.51
-1	9.33
0	9.27
1	9.33
2	9.51
3	9.79
4	10.19
5	10.70
6	11.30
7	11.99
8	12.77
9	13.61
10	14.50
11	15.42
12	16.33
13	17.20
14	17.99
15	18.65
16	19.15
17	19.45
18	19.55

塔型	ZB5154
线间距离	16.4+16.4
导线高度 (m)	11.5
距线路中心距离 (m)	离地 1.5m
19	19.46
20	19.21
25	16.53
30	13.61
35	11.36
40	9.69
45	8.44
50	7.48
55	6.71
60	6.09
65	5.58
67	5.40

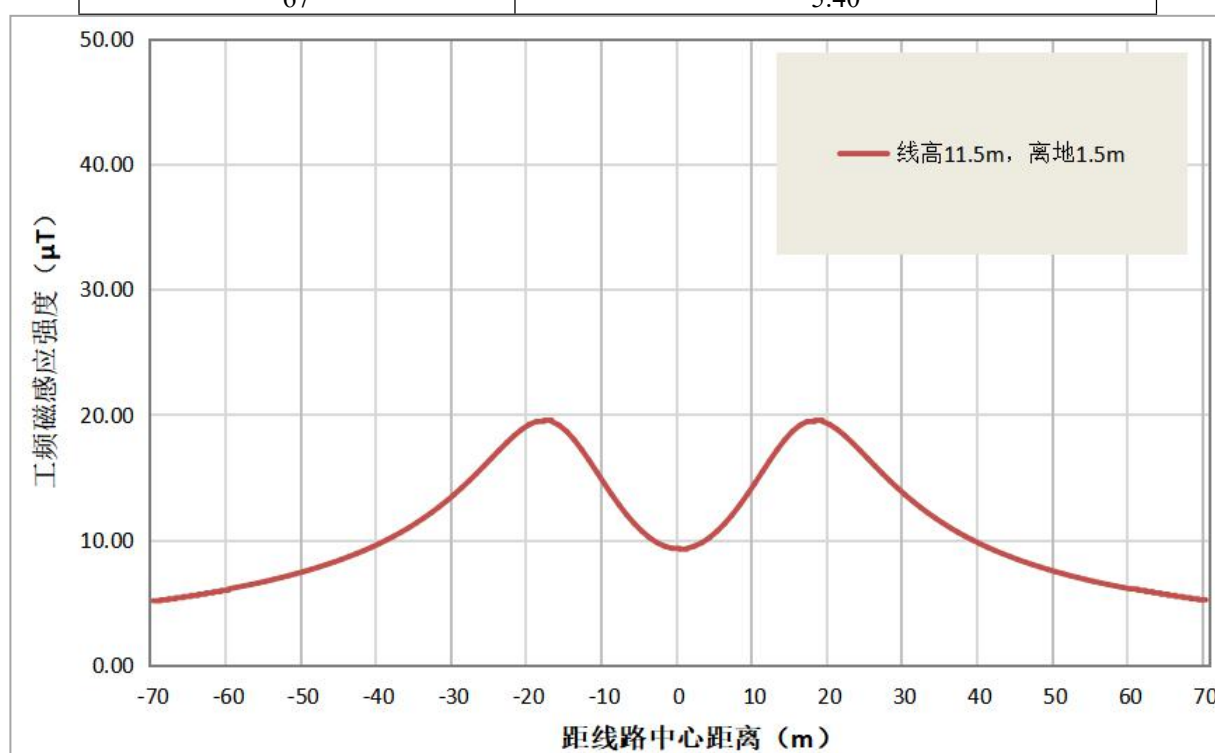


图 6-19 单回路（水平排列）典型塔型 ZB5154 塔线路工频磁感应强度分布图

从图 6-19 和表 6-26 可见，榄普线 π 接普提侧单回线路（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，导线对地高度提升至 11.5m 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 18m 处，为 19.55 μ T，满足公众暴露控制限值（100 μ T）要求。

因此，榄普线 π 接普提侧单回线路（水平排列）工频磁感应强度均能满足公众暴露控制限值要求，工频磁场不会成为本线路建设的环境制约因素。

②单回线路（三角排列）

根据初步设计阶段线路路径，经现场踏勘测定，榄普线 π 接普提侧单回线路（三角排列）

评价范围内无居民敏感目标分布，因此本次仅对单回线路（三角排列）通过耕地、园地、牧草地、畜禽养殖地、养殖水面、道路等场所时的电磁环境影响进行预测与评价。

A.工频电场

a.通过耕地、园地、牧草地、畜禽养殖地、养殖水面、道路等场所

榄普线 π 接普提侧单回线路（三角排列）在通过耕地、园地、牧草地、畜禽养殖地、养殖水面、道路等场所，导线最低允许离地高度 10.5m 时，及将导线高度提升至 11.5m 时，地面 1.5m 高处工频电场强度预测结果见表 6-27，工频电场强度分布曲线见图 6-20。

表 6-27 单回路（三角排列）典型塔型 JGB5154 塔线路工频电场强度预测结果（距地面 1.5m 高处）
单位：kV/m

塔型	JGB5154	
线间距离	(7.3)+(9.0/12.0)	
导线高度 (m)	10.5	11.5
-59	0.55	0.54
-55	0.62	0.61
-50	0.73	0.72
-45	0.87	0.85
-40	1.05	1.03
-35	1.30	1.29
-30	1.71	1.71
-25	2.53	2.53
-21 (降至 4kV/m 以下, 边导线外 12m)	3.82	3.76
-20	4.29	4.18
-19	4.82	4.65
-18	5.41	5.17
-17	6.08	5.73
-16	6.80	6.33
-15	7.55	6.94
-14	8.32	7.54
-13	9.05	8.09
-12	9.69	8.56
-11	10.17	8.90
-10	10.45	9.08
-9	10.46	9.07
-8	10.21	8.85
-7	9.70	8.44
-6	8.98	7.86
-5	8.10	7.16
-4	7.13	6.38
-3	6.13	5.56
-2	5.17	4.77
-1	4.32	4.08
0	3.68	3.55
1	3.36	3.31
2	3.47	3.40
3	3.97	3.82
4	4.73	4.46
5	5.66	5.23
6	6.67	6.06
7	7.69	6.91

塔型	JGB5154	
线间距离	(7.3)+ (9.0/12.0)	
导线高度 (m)	10.5	11.5
8	8.69	7.72
9	9.59	8.45
10	10.33	9.04
11	10.86	9.47
12	11.13	9.71
13 (最大值出现位置, 边导线外 1m)	11.14	9.75
14	10.89	9.59
15	10.42	9.26
16	9.80	8.81
17	9.09	8.27
18	8.32	7.67
19	7.56	7.06
20	6.83	6.45
25 (降至 4kV/m 以下, 边导线外 13m)	3.95	3.93
30	2.34	2.40
35	1.47	1.53
40	0.98	1.03
45	0.70	0.73
50	0.52	0.55
55	0.41	0.43
60	0.33	0.34
62	0.31	0.32
降至 4kV/m 范围 (距中心线距离) / 电场强度值	-21m~25m (3.82~3.95)	-21m~25m (3.76~3.93)
电磁影响防护距离 (距边相导线最大距离)	13m	13m

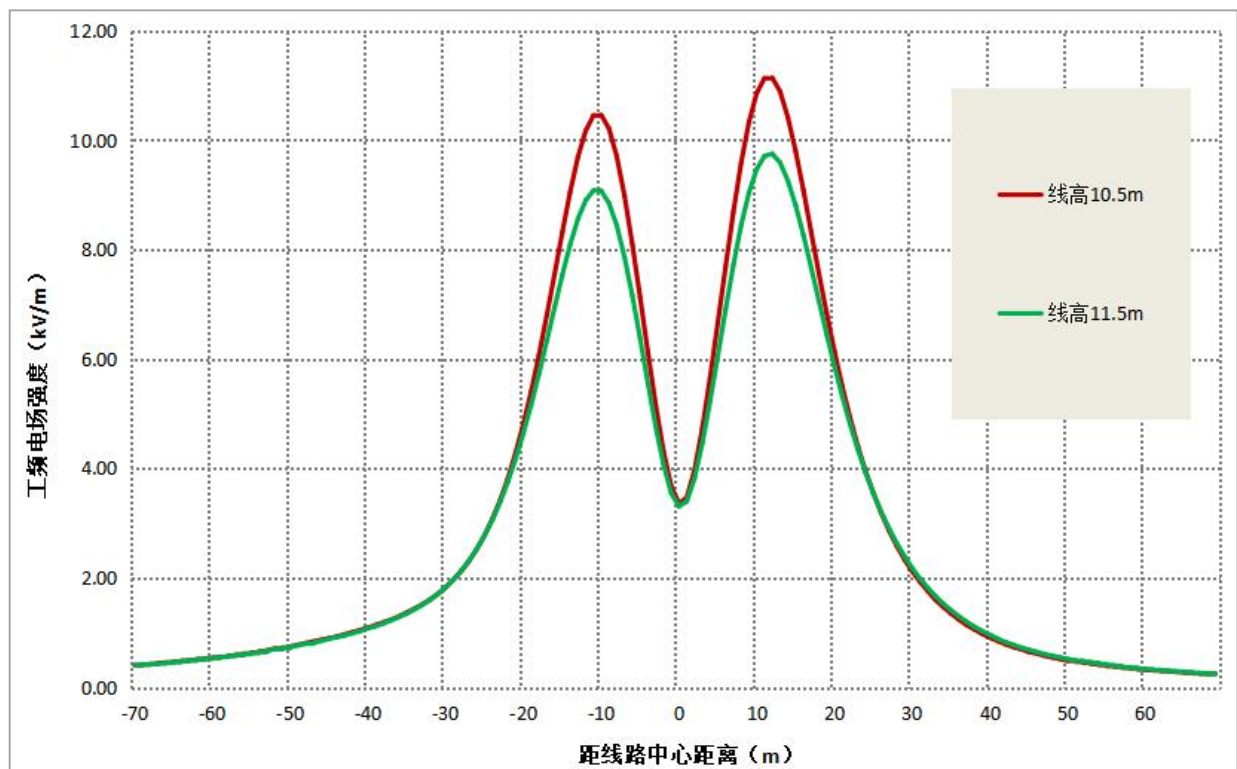


图 6-20 单回路（三角排列）典型塔型 JGB5154 塔线路工频电场强度预测结果（距地面 1.5m 高处）

上述理论计算结果显示，榄普线 π 接普提侧单回线路（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，线下 1.5m 高处工频电场强度最大值为 11.14kV/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 11.5m 时，线下 1.5m 高处工频电场强度最大值为 9.75kV/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 25m（边导线外 13m）处，工频电场强度降到 4000V/m 以下。

因此，榄普线 π 接普提侧单回线路（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 11.5m，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 13m 的电磁环境影响防护距离，该防护距离内无人居分布，将来该区域不得修建居民房屋等敏感建筑物。

B.工频磁场

榄普线 π 接普提侧单回线路（三角排列）在通过耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所导线高度提升至 11.5m 时，工频磁感应强度预测结果见表 6-28 及图 6-21。

表 6-28 单回路（三角排列）典型塔型 JGB5154 塔线路工频磁感应强度预测结果（单位： μT ）

塔型	JGB5154
线间距离	(7.3)+(9.0/12.0)
导线高度 (m)	11.5
距线路中心距离 (m)	离地 1.5m
-59	6.32
-55	6.78
-50	7.47
-45	8.29
-40	9.31
-35	10.58
-30	12.23
-25	14.42
-20	17.39
-19	18.09
-18	18.83
-17	19.59
-16	20.36
-15	21.14
-14	21.88
-13	22.56
-12	23.15
-11	23.61
-10	23.90
-9	24.00
-8	23.89
-7	23.60

塔型	JGB5154
线间距离	(7.3)+ (9.0/12.0)
导线高度 (m)	11.5
距线路中心距离 (m)	离地 1.5m
-6	23.15
-5	22.56
-4	21.88
-3	21.15
-2	20.39
-1	19.63
0	18.89
1	18.17
2	17.49
3	16.84
4	16.22
5	15.65
6	15.11
7	14.60
8	14.12
9	13.66
10	13.24
11	12.83
12	12.45
13	12.09
14	11.75
15	11.42
16	11.11
17	10.82
18	10.54
19	10.27
20	10.01
25	8.89
30	7.97
35	7.22
40	6.58
45	6.04
50	5.58
55	5.19
60	4.84
62	4.71

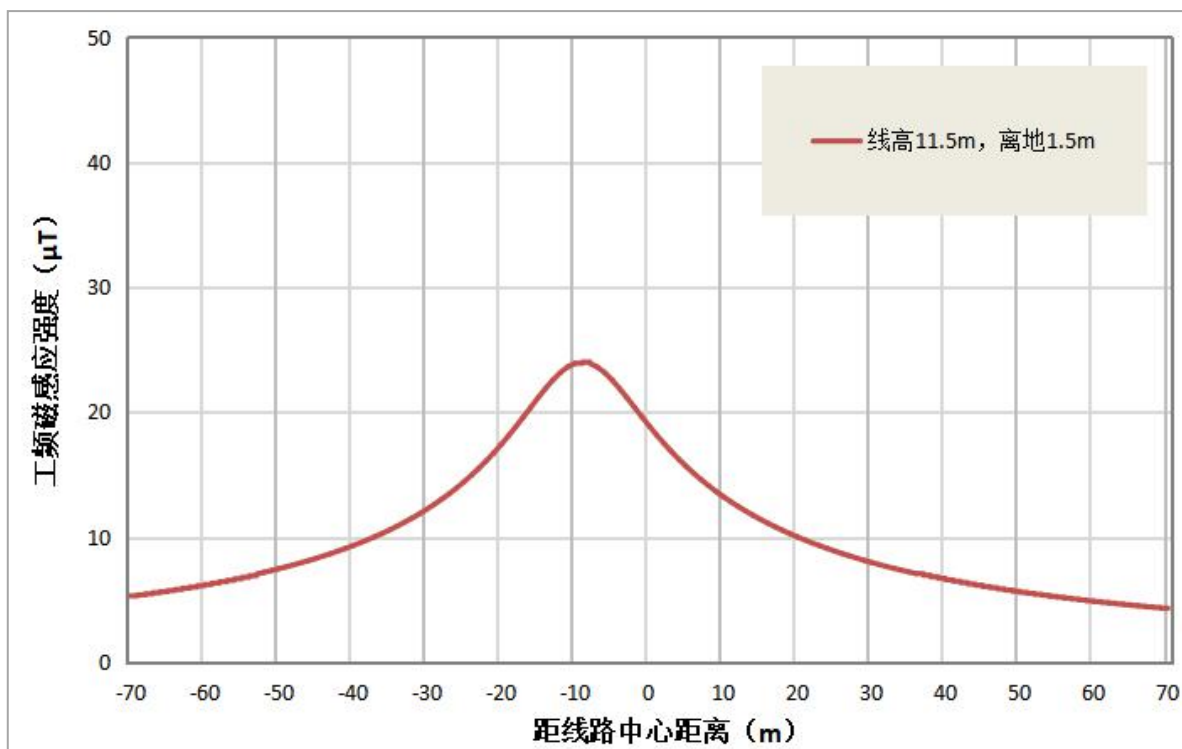


图 6-21 单回路（水平排列）典型塔型 JGB5154 塔线路工频磁感应强度分布图

从图 6-21 和表 6-28 可见，榄普线 π 接普提侧单回线路（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，导线对地高度提升至 11.5m 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 9m 处，为 24.00 μ T，满足公众曝露控制限值（100 μ T）要求。

因此，榄普线 π 接普提侧单回线路（三角排列）段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。

③单回线路（导线单边垂直布置）

榄普线 π 接普提侧线路在房屋集中段采用“F”型塔导线单边垂直布置型式，因此仅对本段线路通过居民区的电磁环境影响进行预测。

A. 工频电场

a. 居民区

根据初步设计阶段线路路径，经现场踏勘测定，榄普线 π 接普提侧单回线路（导线单边垂直布置）评价范围内的居民敏感目标均为 1 层尖顶房屋，因此本次仅对榄普线 π 接普提侧单回线路（导线单边垂直布置）经过居民区导线最低允许离地高度 14m 时，线下地面 1.5m 高处的工频电场强度进行预测。

榄普线 π 接普提侧单回线路（导线单边垂直布置）通过居民区导线最低允许离地高度 14m 时，线下地面 1.5m 高处工频电场强度预测结果见表 6-29,工频电场强度分布曲线见图

6-22。

表 6-29 单回路（导线单边垂直布置）典型塔型 SJB5152 塔线路工频电场强度预测结果（地面 1.5m 高处）
单位：kV/m

塔型	SJB5152							
线间距离	1×(8.7/12.2/10.0)							
导线高度 (m)	14	15	16	17	18	19	20	21
距线路中心距离 (m)	离地 1.5m 高处预测值							
-42	0.38	0.35	0.33	0.31	0.28	0.26	0.24	0.22
-40	0.38	0.35	0.32	0.30	0.28	0.25	0.23	0.21
-35	0.36	0.33	0.30	0.27	0.24	0.21	0.19	0.17
-30	0.31	0.27	0.24	0.20	0.17	0.15	0.13	0.12
-20	0.10	0.12	0.17	0.21	0.26	0.30	0.34	0.38
-19	0.12	0.16	0.22	0.27	0.32	0.36	0.40	0.44
-18	0.16	0.22	0.28	0.33	0.38	0.43	0.47	0.50
-17	0.22	0.29	0.35	0.40	0.45	0.50	0.54	0.57
-16	0.30	0.37	0.43	0.48	0.53	0.58	0.62	0.65
-15	0.38	0.45	0.52	0.57	0.62	0.66	0.70	0.73
-14	0.48	0.55	0.62	0.67	0.72	0.76	0.79	0.82
-13	0.59	0.66	0.73	0.78	0.83	0.86	0.89	0.92
-12	0.72	0.79	0.85	0.90	0.94	0.97	1.00	1.02
-11	0.86	0.93	0.98	1.03	1.07	1.10	1.12	1.13
-10	1.02	1.08	1.13	1.17	1.21	1.23	1.24	1.25
-9	1.19	1.25	1.30	1.33	1.35	1.37	1.37	1.37
-8	1.39	1.44	1.48	1.50	1.52	1.52	1.52	1.51
-7	1.60	1.65	1.67	1.69	1.69	1.68	1.67	1.65
-6	1.85	1.87	1.89	1.89	1.87	1.85	1.83	1.79
-5	2.11	2.12	2.12	2.10	2.07	2.04	1.99	1.95
-4	2.40	2.39	2.37	2.33	2.28	2.23	2.17	2.11
-3	2.72	2.68	2.63	2.57	2.50	2.43	2.35	2.27
-2	3.07	3.00	2.91	2.82	2.73	2.63	2.54	2.44
-1	3.44	3.33	3.21	3.09	2.97	2.84	2.72	2.61
0	3.84	3.68	3.52	3.36	3.21	3.06	2.91	2.78
1	4.25	4.04	3.83	3.64	3.45	3.27	3.10	2.94
2	4.68	4.41	4.15	3.91	3.69	3.48	3.28	3.10
3	5.11	4.77	4.46	4.18	3.92	3.67	3.45	3.25
4	5.53	5.13	4.76	4.43	4.13	3.86	3.61	3.39
5	5.93	5.46	5.04	4.66	4.33	4.03	3.76	3.51
6	6.29	5.75	5.28	4.87	4.50	4.17	3.88	3.62
7	6.60	6.00	5.48	5.03	4.64	4.29	3.98	3.70
8	6.83	6.18	5.63	5.15	4.74	4.37	4.05	3.76
9	6.97	6.29	5.72	5.23	4.80	4.42	4.09	3.80
10	7.01	6.33	5.75	5.25	4.82	4.44	4.10	3.81
11	6.95	6.28	5.71	5.22	4.79	4.41	4.09	3.79
12	6.80	6.16	5.61	5.13	4.72	4.36	4.04	3.75
13	6.56	5.96	5.45	5.00	4.61	4.26	3.96	3.68
14	6.24	5.71	5.24	4.83	4.46	4.14	3.85	3.59
15	5.87	5.41	4.99	4.62	4.29	3.99	3.72	3.48
16	5.47	5.07	4.71	4.38	4.09	3.82	3.58	3.36
17	5.04	4.71	4.41	4.13	3.87	3.63	3.41	3.21
18	4.61	4.34	4.09	3.86	3.64	3.43	3.24	3.06
19	4.18	3.97	3.77	3.58	3.40	3.22	3.06	2.90
20	3.77	3.62	3.46	3.31	3.16	3.01	2.87	2.74

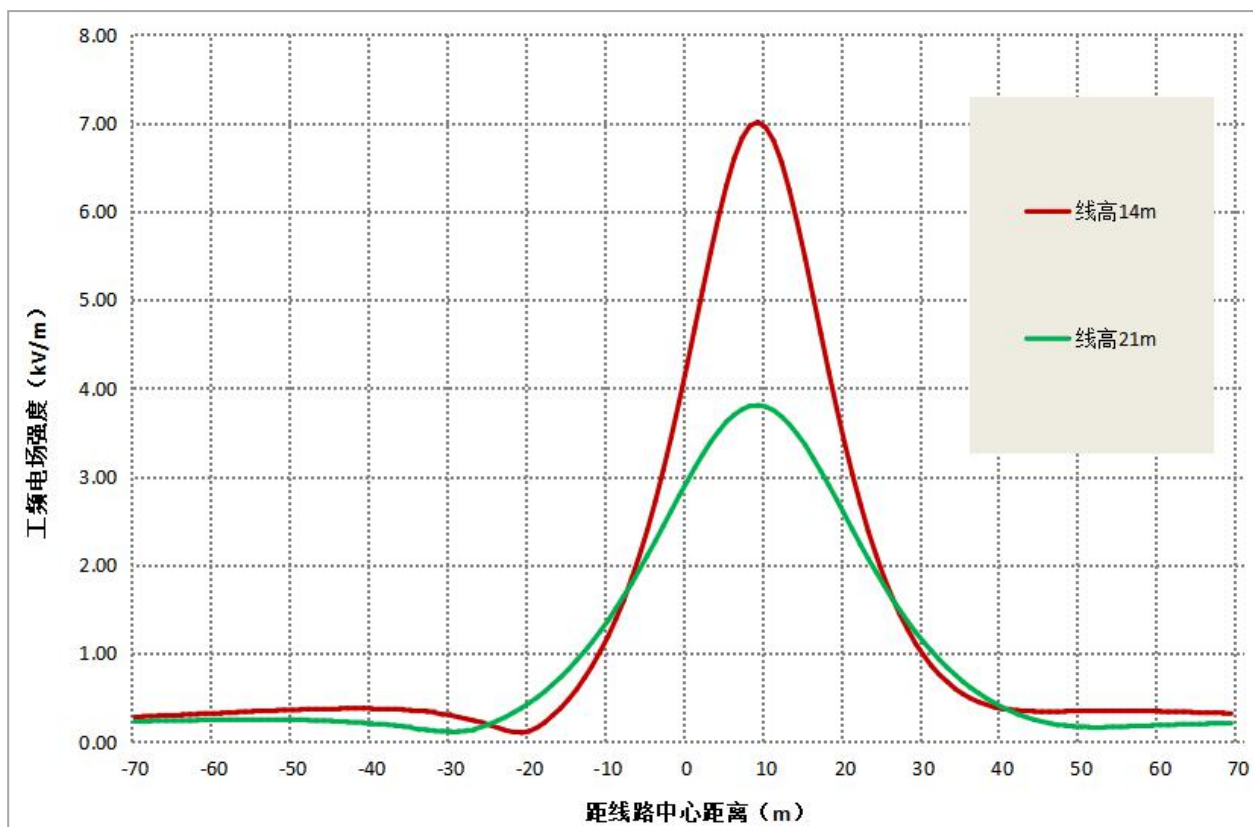


图 6-22 单回路（导线单边垂直布置）典型塔型 SJB5152 塔线路工频电场强度预测结果（距地面 1.5m 高处）

从表 6-29 及图 6-22 理论计算结果可知，榄普线 π 接普提侧线路（单回导线单边垂直布置）通过居民区时，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 5.11kV/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 21m 时，线下地面 1.5m 高处工频电场强度最大值为 3.81kV/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，榄普线 π 接普提侧线路（单回导线单边垂直布置）评价范围的居民敏感目标共 2 处，均为 1 层尖顶民房，为确保评价范围内各居民房屋处达标，按敏感点距边导线水平距离的不同，相应的控制线路与房屋水平距离，或优化导线对地高度，来确保各居民房屋工频电场强度小于 4000V/m。具体见表 6-30 及图 6-23。

表 6-30 居民敏感目标距单回线路（导线单边垂直布置）边导线距离相应最低导线高度

居民敏感目标 距边导线水平距离（m）	不同水平距离的居民敏感目标 满足工频电场强度小于 4000V/m 相应导线对低高度（m）
	距地面 1.5m 高度（1 层尖顶房屋）
0	21
1	20
2	20
3	20
4	19
5	18
6	17
7	16
8	14
9	14
10	14
11	14
12	14
13	14
14	14

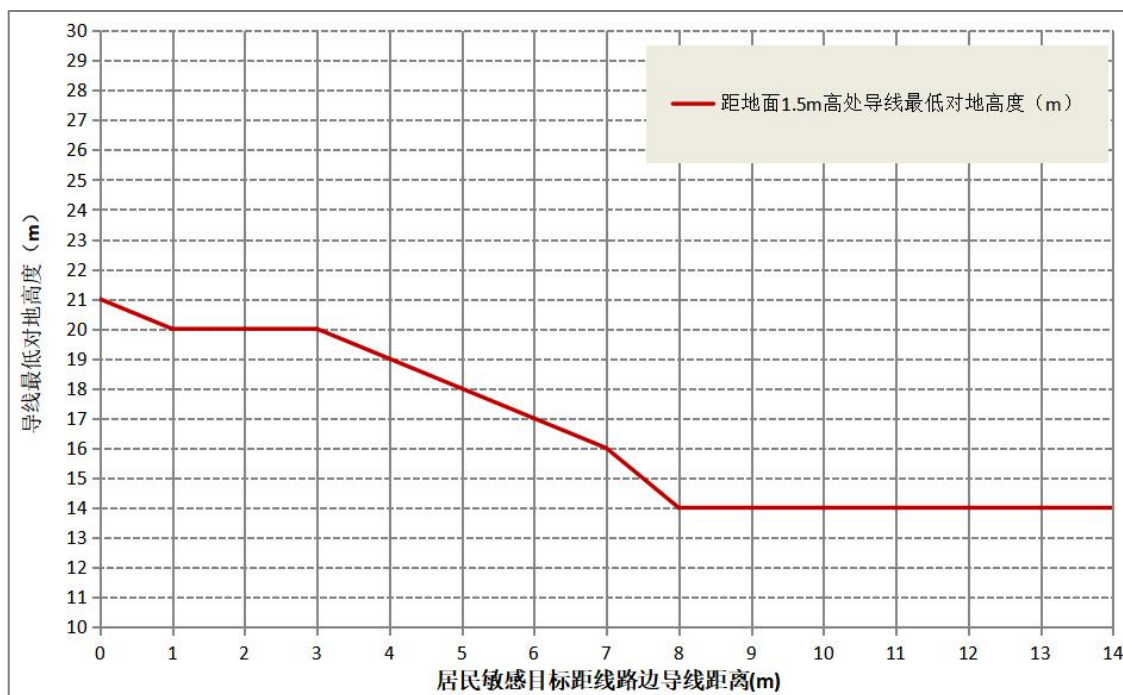


图 6-23 居民敏感目标距单回线路（导线单边垂直布置）边导线距离相应最低导线高度图

根据初设阶段线路路径，结合现场调查情况，榄普线 π 接普提侧线路（单回导线单边垂直布置）距居民敏感目标的最近水平距离为 6m。由表 6-30 及图 6-23 可以得出，榄普线 π 接普提侧线路（单回导线单边垂直布置）导线对地高度不低于 17m 时，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。

B. 工频磁场

榄普线 π 接普提侧线路（单回导线单边垂直布置）通过居民区导线最低允许离地高度 14m 时工频磁感应强度预测结果见表 6-31 及图 6-24。

表 6-31 单回路（导线单边垂直布置）典型塔型 SJB5152 塔线路工频磁感应强度预测结果（单位： μT ）

塔型	SJB5152
线间距离	1×(8.7/12.2/10.0)
导线高度 (m)	14
距线路中心距离 (m)	离地 1.5m
-42	5.65
-40	5.82
-35	6.29
-30	6.84
-25	7.49
-20	8.28
-19	8.46
-18	8.65
-17	8.84
-16	9.05
-15	9.27
-14	9.50

塔型	SJB5152
线间距离	1×(8.7/12.2/10.0)
导线高度 (m)	14
距线路中心距离 (m)	离地 1.5m
-13	9.74
-12	9.99
-11	10.26
-10	10.54
-9	10.84
-8	11.16
-7	11.49
-6	11.84
-5	12.22
-4	12.61
-3	13.03
-2	13.46
-1	13.91
0	14.37
1	14.84
2	15.32
3	15.79
4	16.24
5	16.66
6	17.04
7	17.35
8	17.59
9	17.74
10	17.79
11	17.74
12	17.60
13	17.37
14	17.06
15	16.68
16	16.26
17	15.81
18	15.35
19	14.87
20	14.40

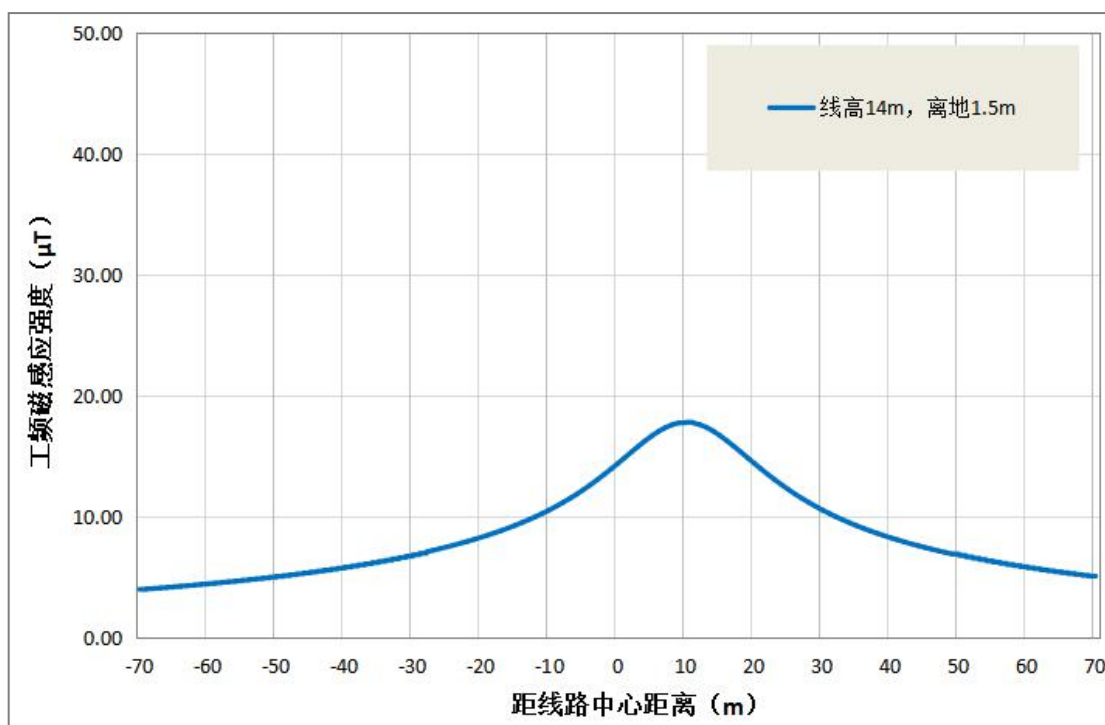


图 6-24 单回路（导线单边垂直布置）典型塔型 SJB5152 塔线路工频磁感应强度分布图

从图 6-24 和表 6-31 可见，榄普线 π 接普提侧线路（导线单边垂直布置）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为 17.79 μ T，满足公众曝露限值 100 μ T 要求。

因此，榄普线 π 接普提侧线路（导线单边垂直布置）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 输电线路和其它工程交叉跨越或并行时的影响分析

（1）与其它电力线交叉跨越的影响分析

本工程输电线路与已建输电线路交叉跨越时相互间距按照《110~750kV 架空输电线路设计规范》（GB50545-2010）的要求设计。由于 35kV 及其以下电压等级线路产生的电磁环境影响很小，本工程新建线路与其交叉跨越时不考虑电磁环境叠加影响。

本工程月普线 π 接普提侧线路跨越 500kV 城沐线 1 次、220kV 久普线 1 次、220kV 联普线 1 次、110kV 美拖线 4 次，具体交叉跨越情况见表 3-8。根据输电线路电磁环境理论，对于同一条输电线路，其下导线对地高度越低，线下工频电场强度、工频磁感应强度越大。因此对于被跨越多次的 110kV 美拖线，本次预测选取被跨越线路下导线对地高度相对较低的跨越点处进行预测，可以更为保守的反映本工程线路与其他线路交叉跨越时的叠加电磁环境影响。

由于 220kV 久普线、220kV 联普线在跨越点处为并行走线，两回线路边导线间最近距离仅 40m，相互间存在叠加电磁环境影响，因此本次预测在线路跨越 220kV 久普线、220kV 联普线跨越点处仅进行一次预测。

本次环评将对本工程线路与被跨越的既有线路的叠加电磁环境影响进行分析，预测的具体方法为：采用本工程线路在交叉跨越点处工频电场强度、工频磁感应强度的理论计算最大值与被跨越线路现状监测值相加得出。

交叉跨越点及现状监测点位置详见附图 3，预测参数见表 6-32，预测结果见表 6-33。

表 6-32 本工程线路与其它已建线路交叉跨越时预测参数

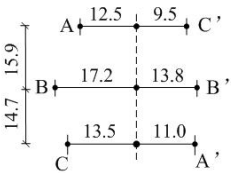
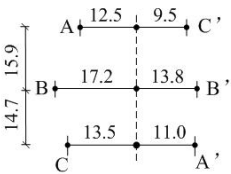
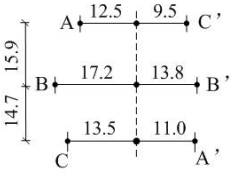
序号	被跨越线路		本工程新建线路		
	名称	塔型及排列方式	导线型号	塔型、架设方式及导线排列方式	对地高度 (m)
1	500kV 城沐线	同塔双回 垂直逆相序排列	JL/G1A-630/45	 SJC29154 垂直逆相序排列	60
2	220kV 久普线、联普线	单回架设 三角排列	JL/G1A-630/45	 SJC29154 垂直逆相序排列	33
4	110kV 美拖线	单回架设 三角排列	JL/G1A-630/45	 SJC29154 垂直逆相序排列	34

表 6-33 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

编号	位置	数值类别	电磁环境	
			工频电场强度 (V/m)	工频磁感应强度 (μT)
1	500kV 城沐线	被跨越线路现状监测值	369.5	0.479
		本工程线路理论计算值	420	9.27
		预测值	789.5	9.75
2	220kV 久普线、联普线	被跨越线路现状监测值	488.8	0.524
		本工程线路理论计算值	1440	14.73
		预测值	1928.8	15.25
3	110kV 美拖线	被跨越线路现状监测值	428.1	0.069
		本工程线路理论计算值	1430	14.68
		预测值	1858.1	14.75

根据现场踏勘,在本工程线路与其他已建线路交叉跨越点处无居民敏感目标分布。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。

由表 6-33 可以看出,本工程线路与其他工程线路交叉跨越点处的工频电场强度、工频磁感应强度满足耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所电场强度控制限值(10kV/m)要求,工频磁感应强度满足公众曝露控制限值(100μT)要求。

(2) 并行影响分析

1) 本工程月普线 π 接普提侧线路从普提侧 π 接点起,以同塔双回线路自北向南向布拖换流站走线,至昭觉县龙恩乡乃妥附近后进入重冰区,线路采用两个单回路并行走线至日普结木,并行走线长度约 1.90km,并行段两回单回线路边导线间距大多在 110m 以上(仅日普结木处并行线路边导线间最近距离约 90m)。

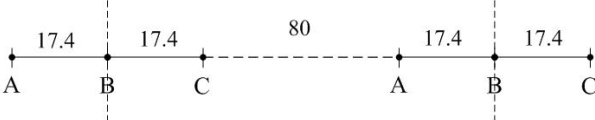
2) 随后线路以同塔双回线路继续向南走线,至布拖县火烈乡哈作瓦附近后再次进入重冰区,线路以两回单回路并行走线至火烈乡坡吉村,并行走线长度约 3.50km,并行段两回单回线路边导线间距大多在 100m 以上(仅坡吉村处并行线路边导线间最近距离约 80m)。

本环评对并行段线路预测的具体方法为:根据并行线路之间的最近间距,对两条线路在线下同一位置处的电磁环境影响进行叠加。对相同类型铁塔,采用线间距离较大的塔型下的工频电磁场预测结果,反映并行线路可能产生的最不利环境影响。本工程并行段单回线路选择线间距较大的 ZBB263 塔进行预测。

根据现场调查,在工程拆迁后,本工程并行线路间共同评价范围内无居民类敏感目标分布,故本环评仅对并行线路通过耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、

养殖水面、道路等场所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 6-34。

表 6-34 本工程并行段输电线路预测参数

线路参数		500kV 输电线路
分裂间距(mm)		500
本工程 2 回单回线路 并行段	预测塔型	单回水平 ZBB263+单回水平 ZBB263
	导线型式	JLHA1/G3A-725/90+JLHA1/G3A-725/90
	直径(mm)	37.4
	导线最低对地高度 (m)	12
	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

本工程并行线路预测分析，2 回单回线路均采用 ZBB263 塔进行预测。选取 2 回双回线路的中心点为坐标 0 点，并行线路在通过耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所，保证线下工频电场小于 10kV/m 相应导线高度提升至 12m 时，线下地面 1.5m 高处叠加电磁环境影响预测结果见表 6-35，叠加工频电场强度分布曲线见图 6-25，叠加工频磁感应强度分布曲线见图 6-26。

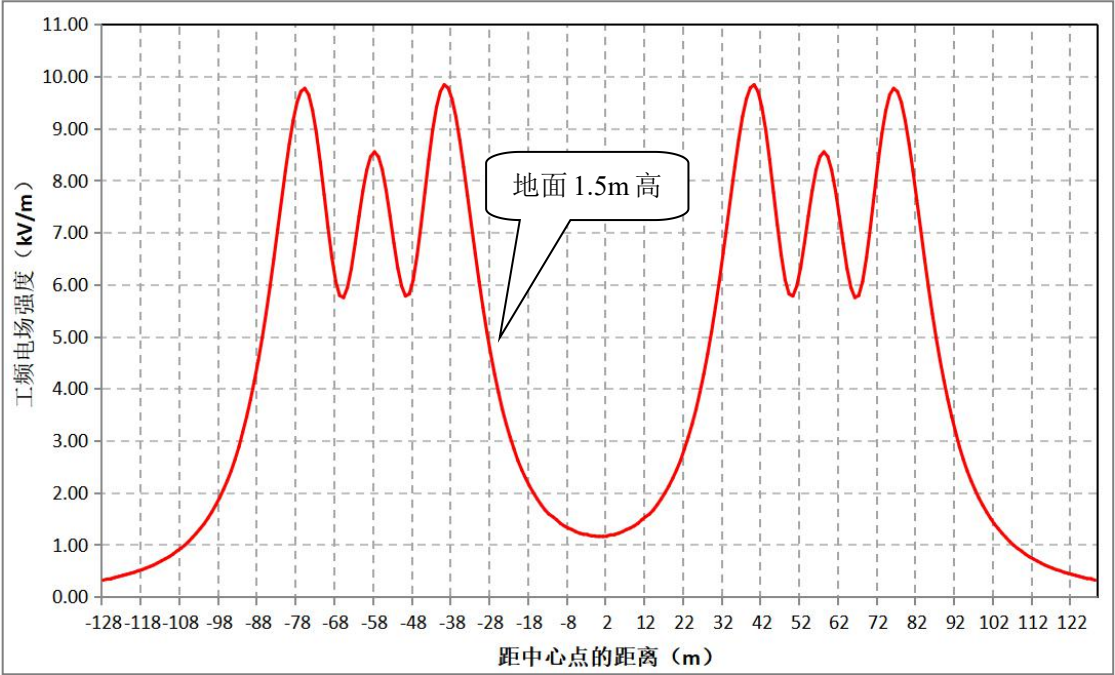


图 6-25 ZBB263 塔导线高度为 12m 时并行线下工频电场强度分布曲线

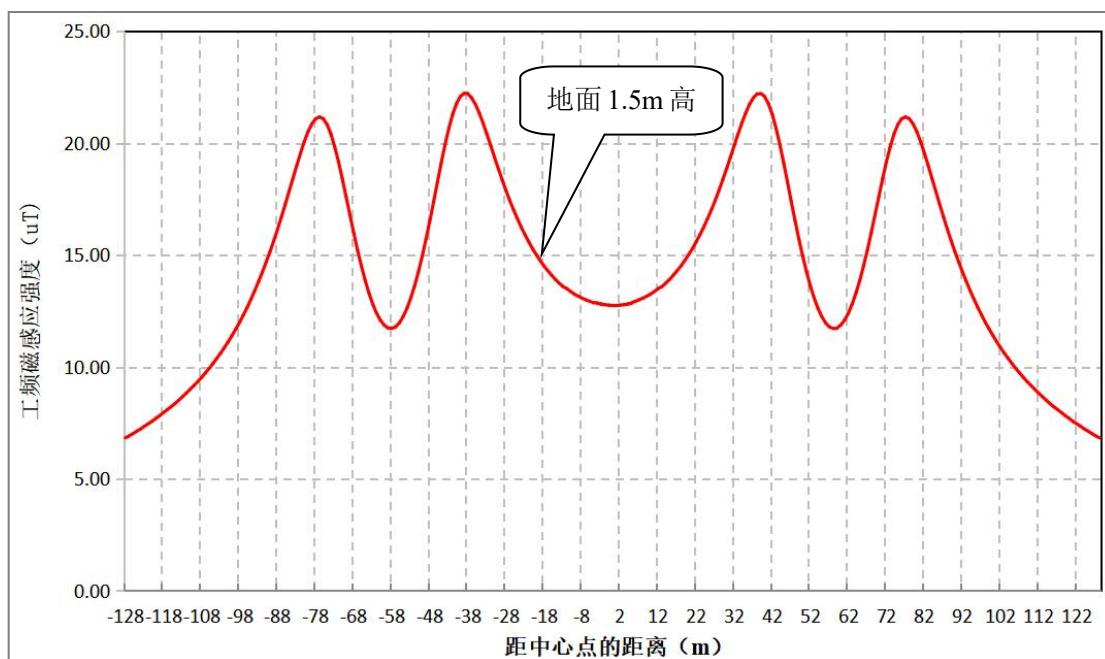


图 6-26 ZBB263 塔导线高度为 12m 时并行线下工频磁感应强度分布曲线

表 6-35 本工程 2 回单回线路并行段叠加电磁环境影响预测结果

预测塔型	ZBB263	
并行线路最小间距 (m)	80	
导线高度 (m)	12	
预测点高度	离地 1.5m	
测点距中心点距离 (m)	工频电场强度 (kV/m)	工频磁感应强度 (μT)
-120	0.47	7.70
-110	0.82	9.17
-100	1.63	11.40
-90	3.79	15.15
-80	8.70	20.51
-70	7.10	17.61
-60	8.20	11.87
-50	5.78	14.95
-40	9.84	22.08
-30	5.56	18.86
-20	2.44	15.01
-10	1.41	13.25
0	1.16	12.74
10	1.41	13.25
20	2.44	15.01
30	5.56	18.86
40	9.84	22.08
50	5.78	14.95
60	8.20	11.87
70	7.10	17.61
80	8.70	20.51
90	3.79	15.15
100	1.63	11.40
110	0.82	9.17
120	0.47	7.70
最大值及出现位置	9.84 (边导线下)	22.22 (边导线内侧 1m 处)

①工频电场环境影响

从图 6-25 及表 6-35 可以看出,本工程 2 回单回线路并行段在通过耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所,导线高度为 12m 时,线下地面 1.5m 高处工频电场强度最大值为 9.84kV/m (出现在边导线下),满足耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所电场强度控制限值(10kV/m)要求。

②工频磁场环境影响

从图 6-26 及表 6-35 可以看出,本工程 2 回单回线路并行段在通过耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所,导线高度为 12m 时,线下地面 1.5m 高处工频磁感应强度最大值为 22.22 μ T,满足公众曝露控制限值(100 μ T)要求。

6.1.3 电磁环境影响评价结论

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《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)规定的公众曝露限值要求。

6.2 声环境影响预测与评价

6.2.1 普提 500kV 变电站声环境影响预测与评价

6.2.1.1 预测模式

(1) 室外噪声源预测计算公式

采用 HJ2.4—2009《环境影响评价技术导则——声环境》中的工业噪声预测计算模式。

①计算某个室外声源在预测点产生的倍频带声压级:

$$L_{\text{Oct}}^{\text{R}}=L_{\text{Oct}}(r_0)-20\lg(r/r_0)-\Delta L_{\text{Oct}}$$

式中:

$L_{\text{Oct}}^{\text{R}}$ ——点声源在预测点产生的倍频带声压级, dB;

$L_{\text{Oct}}(r_0)$ ——参考位置 r_0 处的倍频带声压级, dB;

r ——预测点距声源的距离, m;

r_0 ——参考位置距声源的距离, m;

ΔL_{Oct} ——各种因素引起的衰减量（包括声屏障、遮挡物、空气吸收、地面效应引起的衰减量，计算方法详见导则）。

如果已知声源的倍频带声功率级 $L_{w \text{ oct}}$ ，且声源处于自由空间，则：

$$L_{\text{Oct}}(r_0) = L_{w \text{ oct}} - 20 \lg r_0 - 11$$

如果已知声源的倍频带声功率级 $L_{w \text{ oct}}$ ，且声源处于半自由空间，则：

$$L_{\text{Oct}}(r_0) = L_{w \text{ oct}} - 20 \lg r_0 - 8$$

②由各倍频带声压级合成计算该声源产生的 A 声级 $L_{eq}(A)$ 。

③计算总声压级

设第 i 个室外声源在预测点产生的 A 声级为 $L_{in,i}$ ，在 T 时间内该声源工作时间为 $t_{in,i}$ ；第 j 个等效室外声源在预测点产生的 A 声级为 $LA_{out,j}$ ，在 T 时间内该声源工作时间为 $t_{out,j}$ ，则预测点的总等效声级为：

$$L_{eq}(T) = 10 \lg \left(\frac{1}{T} \left[\sum_{i=1}^N t_{in,i} 10^{0.1 L_{in,i}} + \sum_{j=1}^M t_{out,j} 10^{0.1 L_{out,j}} \right] \right)$$

式中：

T ——计算等效声级的时间， h ；

N ——室外声源个数， M 为等效室外声源个数。

(2) 其它预测计算公式

①声压级扩散衰减计算

声压级的扩散衰减（又称距离衰减），规律与声源的面积和声源传播的距离有关。

设声源的两边长为 a 和 b ($a \leq b$)，从声源中心到任意二点间的距离分别为 r_1 和 r_2 ($r_1 < r_2$)，则声压级衰减量可由下式求出：

当 $r_2 \leq a/\pi$

$$\Delta L = 0 \quad (1)$$

当 $r_1 \geq a/\pi$, $r_2 \leq b/\pi$

$$\Delta L = 10 \lg (r_2/r_1) \quad (2)$$

当 $r_1 \geq b/\pi$

$$\Delta L = 20 \lg (r_2/r_1) \quad (3)$$

声学上把符合（1）式条件的声源称为面声源，（1）式称为面声源衰减规律，把符合（2）式条件的声源称为线声源，（2）式称为线声源衰减规律，把符合（3）式条件的声源称为点声源，（3）式称为点声源衰减规律。

②声压级合成计算

当存在多个噪声源时，需要计算多个噪声源的总辐射声压级，这就是声压级的合成。设有 n 个噪声源，其声压级分别为 L1, L2,Ln, 那么总的辐射声压级 L_p 按下式计算：

$$L_p = 10 \lg \left[\sum_{i=1}^n 10^{0.1 L_i} \right] \quad (4)$$

6.2.1.2 预测软件和预测方法

根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2009）中的工业噪声预测模式，本次环评采用 Soundplan 环境噪声模拟软件，预测普提 500kV 变电站本期退出运行的一组高抗的噪声贡献值，并按 5dB 的等声级线间隔绘制地面 1.2m 高度处的等声级线图，将该组高抗贡献值与噪声现状监测值进行叠减，计算出本期一组高抗退出运行后的变电站噪声预测值，然后与环境标准对比进行评价。

6.2.1.3 计算条件

（1）预测时段

变电站一般为 24h 连续运行，噪声源稳定，昼、夜间对周围环境的贡献值基本一致。本报告重点对变电站运行期噪声进行预测。

（2）衰减因素选取

预测计算时，在满足工程所需精度的前提下，采用了较为保守的考虑，在噪声衰减时考虑了几何发散（ A_{div} ）、大气吸收（ A_{atm} ）、地面效应（ A_{gr} ）、屏障屏蔽（ A_{bar} ）引起的衰减，而未考虑其他多方面效应（ A_{misc} ）以及绿化林带引起的衰减。变电站内对本期退出运行一组高抗的噪声起主要衰减作用的构筑物见下表。

表 6-36 普提 500kV 变电站主要建（构）筑物一览表

序号	建（构）筑物名称	数量	外形尺寸
1	围墙	/	长约 1560m，高 2.3m

（3）预测源强

国家电网公司根据已经运行的变电站中各种型号的主要声源的实际源强，编制了《国网电网有限公司输变电工程通用设备 35~750kV 变电站分册（上册）》。

变电站运行期间的噪声主要来自变压器、高抗等电气设备所产生的电磁噪声和冷却风机运行时产生的空气动力噪声，噪声以中低频为主。

本期普提 500kV 变电站改造工程将至橄榄（一）回线路一组 180Mvar 高抗退出运行，减少了变电站噪声源，有利于降低对站界外的噪声影响，预测时噪声源为该组退出运行的高抗，噪声源强声压级为 75dB（A）。

6.2.1.4 噪声环境影响预测结果

本次普提 500kV 变电站噪声预测采用德国 SoundPlan 环境噪声模拟软件，计算各网格点的 A 声级值。经计算普提 500kV 变电站本期退出运行的一组高抗噪声贡献值等值线分布图见图 6-26。本期改造工程投运后，变电站噪声预测值预测结果见表 6-37。

6-37 普提 500kV 变电站噪声预测结果 单位：（dB（A））

序号	项目	点位	（最大） 贡献值	昼 间		夜 间		达标 情况
				现状值	叠减值	现状值	叠减值	
1	站界	站址东侧	38.8	47	46.3	38	38.0	达标
2		站址东侧	37.3	46	45.4	35	35.0	达标
3		站址南侧	37.2	45	44.2	39	34.2	达标
4		站址西侧	42.6	49	47.9	38	38.0	达标
5		站址西侧	49.2	50	42.5	37	37.0	达标
6		站址北侧	41.5	47	45.6	40	40.0	达标
7	环境 敏感点	站界西南侧约**m 处 （**等住宅）	38.9	44	42.4	37	37.0	达标
8		站界西北侧约**m 处 （**等住宅）	39.7	54	53.8	42	38.2	达标
9		站界南侧约**m 处 （**等住宅）	36.5	43	41.9	37	27.6	达标
10		站界西南侧约**m （**等住宅）	44.3	48	45.6	37	37.0	达标
11		站界东南侧约**m （**等住宅）	32.3	45	43.6	36	33.6	达标
12		站界北侧约**m （**住宅）	39.3	46	45.0	39	39.0	达标

从表 6-37 可以看出，本期普提 500kV 变电站改造工程投运后，厂界环境噪声排放昼间预测值为 42.5dB(A)~47.9dB(A)，夜间预测值为 34.2dB(A)~40.0dB(A)，均满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准要求（即昼间 60dB(A)、夜间 50dB(A)）。

站外居民敏感目标位于交通干线两侧区域的 4 个点位昼间噪声值在 42.4dB (A)~53.8dB (A) 之间, 夜间噪声值在 27.6dB (A)~38.2dB (A) 之间, 均满足《声环境质量标准》(GB3096-2008) 4a 类标准限值(昼间 70dB (A), 夜间 55dB (A)) 要求; 站外其余居民敏感目标昼间噪声值在 43.6dB (A)~45.0dB (A) 之间、夜间噪声值在 33.6dB (A)~39.0dB (A) 之间, 均满足《声环境质量标准》(GB3096-2008) 2 类标准限制(昼间 60dB (A), 夜间 50dB (A)) 要求。

6.2.2 输电线路工程声环境影响预测与评价

6.2.2.1 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) 噪声类比监测

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

1) 类比监测资料

①500kV 单回线路

本工程单回路线路类比分析选取四川地区已投运的 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 蜀山一线进行了监测, 本工程线路类比分析利用其监测断面的噪声监测资料。

②500kV 双回线路

本工程双回线路采用同塔双回垂直逆相序排列, 本期双回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 500kV 雅安~尖山双回线路进行了监测, 本工程线路类比分析利用其监测断面的噪声监测资料。

2) 类比线路监测环境

表 6-38 类比线路监测环境一览表

监测项目	500kV 雅安~尖山双回线路	500kV 蜀山一线
线路电压	500kV	525.81kV
线路电流	500kV 雅安~尖山一线: 161.32A 500kV 雅安~尖山二线: 163.91 A	245.16A
导线对地高度	39m	23m
气象条件	环境温度: 15~17°C; 环境湿度: 65~71%; 天气状况: 晴; 风速: 0.8~1.1m/s	环境温度: 22.5°C; 环境湿度: 56.1%; 天气状况: 晴; 风速: 1.2m/s

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 6-39a 和 6-39b。

①500kV 单回线路

表 6-39a 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))	
		昼间	夜间
1	距线路中心 0m	33.9	31.5
2	距线路中心 5m	35.1	33.8
3	距线路中心 10m	39.2	37.4
4	距线路中心 15m	37.1	35.8
5	距线路中心 20m	36.9	24.8
6	距线路中心 25m	38.3	36.5
7	距线路中心 30m	33.3	31

②500kV 双回线路

表 6-39b 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

①500kV 单回线路

根据监测数据，500kV 蜀山一线监测断面昼间噪声最大值为 39.2dB(A)，夜间噪声最大值为 37.4dB(A)，昼、夜间噪声均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准限值（昼间 60dB（A），夜间 50dB（A））要求。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理论。

②500kV 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 47.4 dB(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。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理论。

6.2.2.2 输电线路噪声理论预测

输电线路噪声理论预测模式采用美国 BPA（邦维尔电力局）的预测公式，该预测公式是根据各种不同的电压等级、分裂方式的实际试验线路上长期实测数据推导出来的，并经与实测结果比较，比较结果表明，预测值与实测值非常接近。因此，认为该公式具有较好的代表性和准确性。具体预测公式如下。

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

式中： SLA ——A 计权声级（dBA）

R_i ——预测点到被测相导线的距离（m）

N ——相数

PWL_i ——相导线声功率级(dB)

其中， PWL_i 按下式计算：

$$PWL(i) = -164.6 + 120 \lg E + 55 \lg deq$$

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有效。本工程输电线路分裂间距 50cm，导线表面电位梯度在 13-18kV/cm，因此符合使用该公式要求。

(1) 月普线 π 接普提侧线路

①500kV 双回线路（垂直逆相序排列）

月普线 π 接普提侧双回线路（垂直逆相序排列）不同线高离地 1.2m 处的噪声预测结果见图 6-27 和表 6-40。

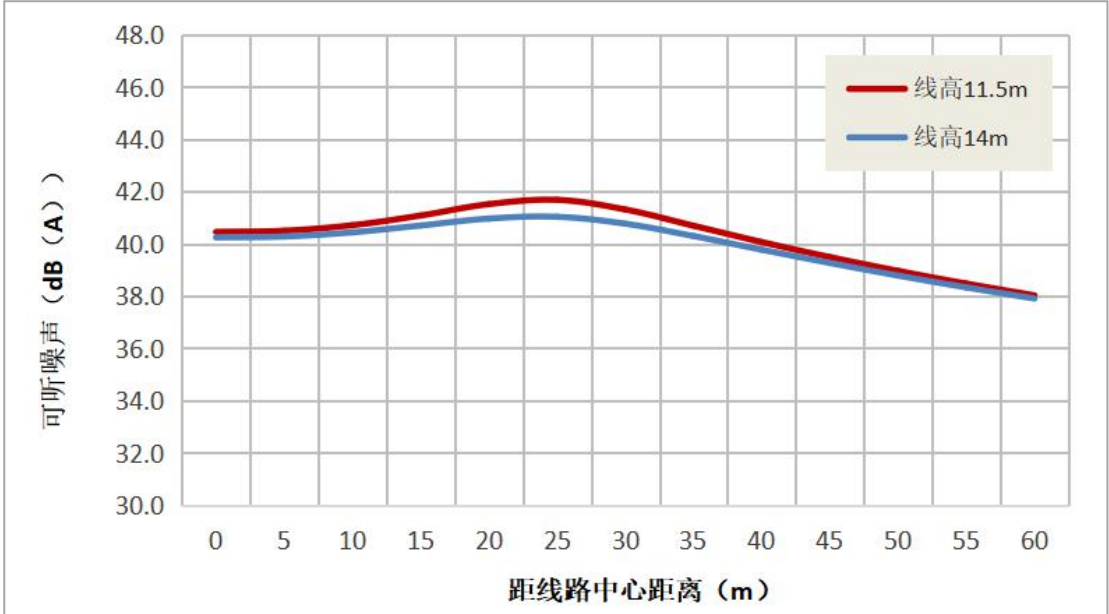


图 6-27 月普线 π 接普提侧双回线路（垂直逆相序排列）噪声预测结果

表 6-40 月普线 π 接普提侧双回线路（垂直逆相序排列）可听噪声预测结果

预测项目	可听噪声 (dB (A))	
预测塔型及导线排列方式	SJC29154、垂直逆相序排列	
导线对地高度 (m)	11.5	14
距线路中心距离 (m)		
0	40.5	40.2
5	40.5	40.3
10	40.7	40.4
15	41.1	40.7
20	41.5	41.0
25	41.7	41.0
30	41.3	40.8
35	40.7	40.3
40	40.1	39.8
45	39.5	39.3
50	39.0	38.8
55	38.5	38.3
60	38.0	37.9
边导线处	41.2	40.7
距离边导线 5m 处	40.6	40.2
距离边导线 10m 处	39.9	39.7

距离边导线 15m 处	39.4	39.2
距离边导线 20m 处	38.9	38.7

由图 6-27 和表 6-40 可见，月普线 π 接普提侧双回线路（垂直逆相序排列）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越低。导线对地高度为 11.5m、14m 时，线下可听噪声最大值分别为 41.7dB（A）和 41.0dB（A）；边导线 5m 处的可听噪声分别为 40.6dB（A）和 40.2dB（A）。与环境现状值叠加后，噪声敏感点预测值均低于相应评价标准限值。

②500kV 单回线路（水平排列）

月普线 π 接普提侧单回线路（水平排列）不同线高离地 1.2m 处的噪声预测结果见图 6-28 和表 6-41。

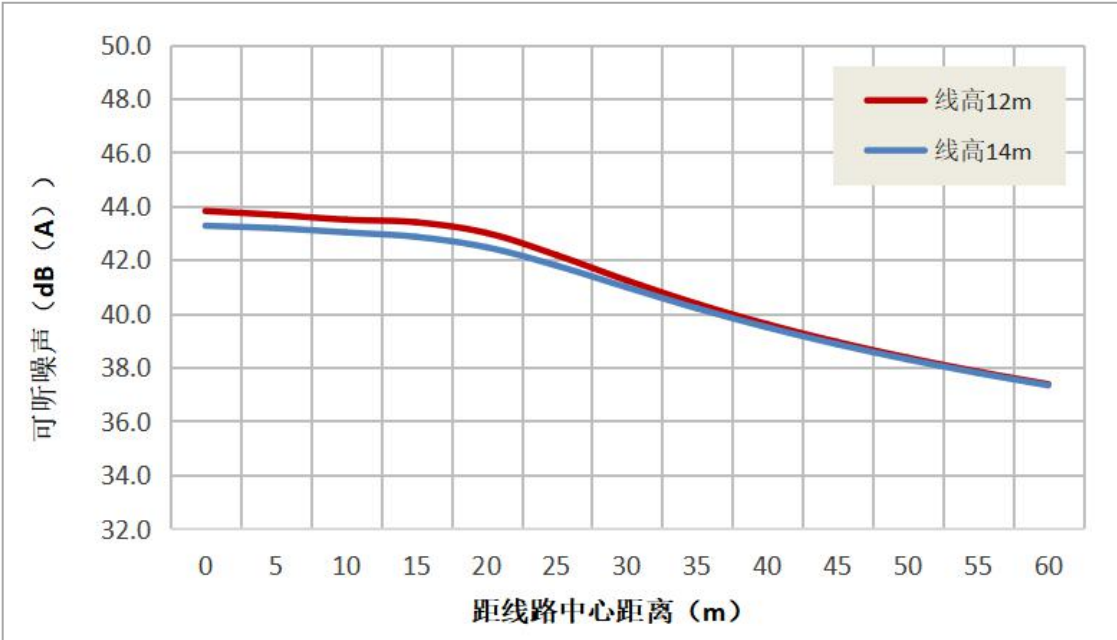


图 6-28 月普线 π 接普提侧单回线路（水平排列）噪声预测结果

表 6-41 月普线 π 接普提侧单回线路（水平排列）可听噪声预测结果

预测项目	可听噪声 (dB (A))
预测塔型及导线排列方式	ZBB263、水平排列
导线对地高度 (m)	12
距线路中心距离 (m)	
0	43.8
5	43.7
10	43.5
15	43.4
20	43.0
25	42.2
30	41.2
35	40.4
40	39.6
45	38.9
50	38.4

55	37.8
60	37.4
边导线处	43.3
距离边导线 5m 处	42.6
距离边导线 10m 处	41.7
距离边导线 15m 处	40.8
距离边导线 20m 处	40.0

由图 6-28 和表 6-41 可见，月普线 π 接普提侧单回线路（水平排列）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越低。导线对地高度为 12m、14m 时，线下可听噪声最大值分别为 43.8dB（A）和 43.3dB（A）；边导线 5m 处的可听噪声分别为 42.6dB（A）和 42.2dB（A）。与环境现状值叠加后，噪声敏感点预测值均低于相应评价标准限值。

③ 500kV 单回线路（水平排列）

月普线 π 接普提侧单回线路（三角排列）不同线高离地 1.2m 处的噪声预测结果见图 6-29 和表 6-42。

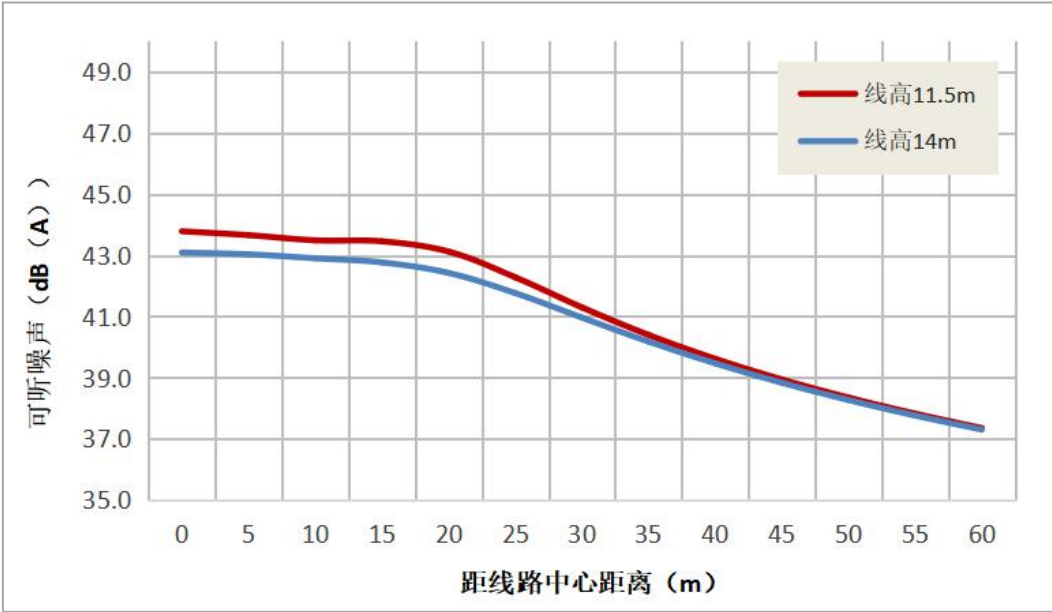


图 6-29 月普线 π 接普提侧单回线路（三角排列）噪声预测结果

表 6-42 月普线 π 接普提侧单回线路（三角排列）可听噪声预测结果

预测项目	可听噪声 (dB (A))	
预测塔型及导线排列方式	JGB262、三角排列	
导线对地高度 (m)	11.5	14
距线路中心距离 (m)		
0	43.8	43.1
5	43.7	43.0
10	43.5	42.9
15	43.5	42.8
20	43.1	42.4
25	42.3	41.8
30	41.3	41.0

35	40.4	40.2
40	39.6	39.5
45	38.9	38.8
50	38.3	38.3
55	37.8	37.8
60	37.4	37.3
边导线处	43.3	42.6
距离边导线 5m 处	42.7	42.1
距离边导线 10m 处	41.7	41.3
距离边导线 15m 处	40.8	40.5
距离边导线 20m 处	39.9	39.8

由图 6-29 和表 6-42 可见，月普线 π 接普提侧单回线路（三角排列）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越低。导线对地高度为 11.5m、14m 时，线下可听噪声最大值分别为 43.8dB（A）和 43.1dB（A）；边导线 5m 处的可听噪声分别为 42.7dB（A）和 42.1dB（A）。与环境现状值叠加后，噪声敏感点预测值均低于相应评价标准限值。

（2）榄普线 π 接普提侧线路

①500kV 单回线路（水平排列）

榄普线 π 接普提侧单回线路（水平排列）不同线高离地 1.2m 处的噪声预测结果见图 6-30 和表 6-43。

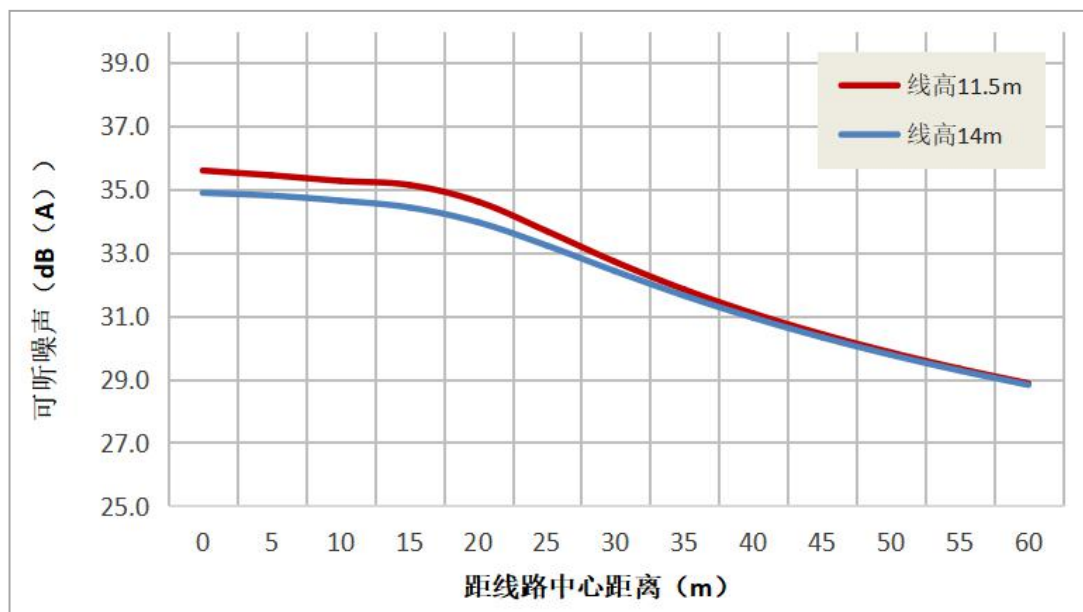


图 6-30 榄普线 π 接普提侧单回线路（水平排列）噪声预测结果

表 6-43 榄普线 π 接普提侧单回线路（水平排列）可听噪声预测结果

预测项目	可听噪声 (dB (A))
预测塔型及导线排列方式	ZB5154、水平排列
导线对地高度 (m)	11.5
距线路中心距离 (m)	
0	35.6
5	35.4
10	35.3
15	35.1
20	34.6
25	33.7
30	32.7
35	31.8
40	31.1
45	30.4
50	29.8
55	29.3
60	28.9
边导线处	35.0
距离边导线 5m 处	34.4
距离边导线 10m 处	33.4
距离边导线 15m 处	32.4
距离边导线 20m 处	31.6

由图 6-30 和表 6-43 可见，榄普线 π 接普提侧单回线路（水平排列）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越低。导线对地高度为 11.5m 时，线下可听噪声最大值为 35.6dB (A)；边导线 5m 处的可听噪声分别为 34.4dB (A)。

②500kV 单回线路（三角排列）

榄普线 π 接普提侧单回线路（三角排列）不同线高离地 1.2m 处的噪声预测结果见图 6-31 和表 6-44。

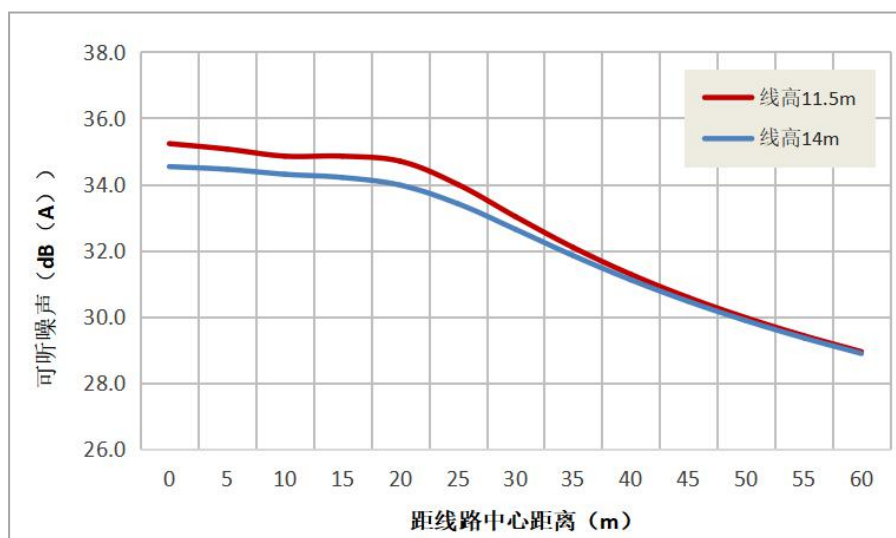


图 6-31 榄普线 π 接普提侧单回线路（三角排列）噪声预测结果

表 6-44 榄普线 π 接普提侧单回线路（三角排列）可听噪声预测结果

预测项目	可听噪声（dB（A））
预测塔型及导线排列方式	JGB5154、三角排列
导线对地高度（m）	11.5
距线路中心距离（m）	
0	35.2
5	35.1
10	34.8
15	34.8
20	34.7
25	34.0
30	33.0
35	32.1
40	31.3
45	30.6
50	30.0
55	29.4
60	28.9
边导线处	35.2
距离边导线 5m 处	35.1
距离边导线 10m 处	34.8
距离边导线 15m 处	34.8
距离边导线 20m 处	34.7

由图 6-31 和表 6-44 可见，榄普线 π 接普提侧单回线路（三角排列）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越低。导线对地高度为 11.5m 时，线下可听噪声最大值为 35.2dB（A）；边导线 5m 处的可听噪声为 35.1dB（A）。

③500kV 单回线路（导线单边垂直布置）

榄普线 π 接普提侧单回线路（导线单边垂直布置）线高 14m 时离地 1.2m 处的噪声预测结果见图 6-32 和表 6-45。

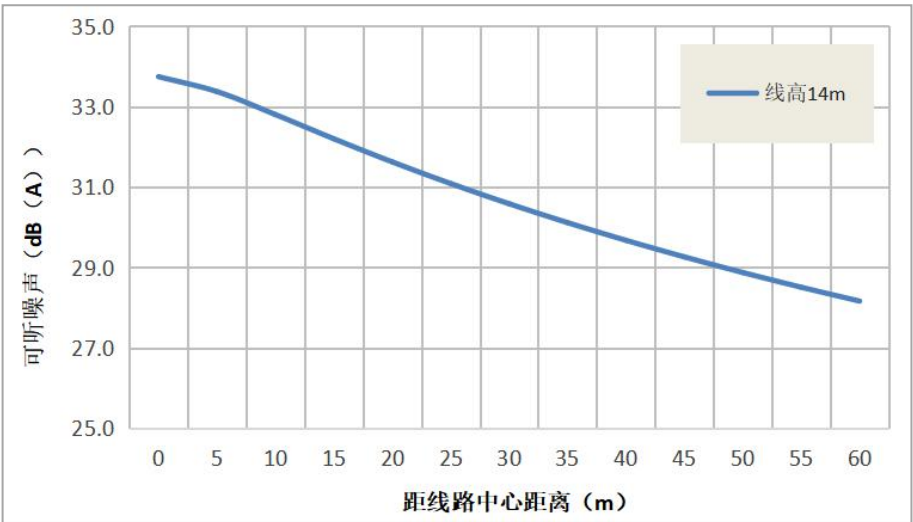


图 6-32 榄普线 π 接普提侧单回线路（导线单边垂直布置）噪声预测结果

表 6-45 榄普线 π 接普提侧单回线路（导线单边垂直布置）可听噪声预测结果

预测项目	可听噪声（dB（A））
预测塔型及导线排列方式	SJB5152、三角排列
导线对地高度（m）	14
距线路中心距离（m）	
0	33.7
5	33.4
10	32.8
15	32.2
20	31.6
25	31.1
30	30.6
35	30.1
40	29.7
45	29.3
50	28.9
55	28.5
60	28.2
边导线处	33.5
距离边导线 5m 处	32.9
距离边导线 10m 处	32.3
距离边导线 15m 处	31.8
距离边导线 20m 处	31.2

由图 6-32 和表 6-45 可见，榄普线 π 接普提侧单回线路（三角排列）线高不变时距边导线距离越远可听噪声越低。导线对地高度为 14m 时，线下可听噪声最大值为 33.7dB（A）；边导线 5m 处的可听噪声为 32.9dB（A）。与环境现状值叠加后，噪声敏感点预测值均低于相应评价标准限值。

6.3 居民敏感目标环境影响预测

（1）普提 500kV 变电站

根据现场踏勘，普提 500kV 变电站评价范围内涉及 6 处居民敏感目标（其中 3 处为电磁环境敏感目标）。由于本期普提变电站仅在站内进行电气设备改造，不新增主变及其他高电磁环境影响设施设备，不新增 500kV 出线回数、220kV 出线回数，不改变变电站原总平面布置和配电装置布置形式，本期改造工程完成后站外电磁环境基本保持现有的电磁环境状况，因此本期对站外居民敏感目标处的电磁环境影响采用本次电磁环境现状监测值进行预测；本期普提 500kV 变电站一组高抗退出运行，减少了变电站噪声源，有利于降低对站外居民敏感目标处的声环境影响，因此噪声预测采用该组高抗贡献值与敏感目标处噪声现状监测值进行叠加所得。

本工程普提 500kV 变电站改造工程对附近居民敏感点的影响预测结果见表 6-46。

表 6-46 普提 500kV 变电站对敏感点的影响预测结果

编号	敏感点名称		位置与最近距离	数据来源	E（V/m）	B（μT）	N（dB（A））	
							昼间	夜间
1	凉山州昭觉县城北乡普提村 1 组	**	站界西南侧约**m	现状值	6.600	0.133	44	37
预测值				6.600	0.133	42.4	37.0	
2		**	站界西北侧约**m	现状值	85.80	0.337	54	42
				预测值	85.80	0.337	53.8	38.2
3		**	站界南侧约**m	现状值	40.10	0.070	43	37
				预测值	40.10	0.070	41.9	27.6
4		**	站界西南侧约**m	现状值	46.50	0.227	48	37
				预测值	46.50	0.227	45.6	37.0
5		**	站界东南侧约**m	现状值	56.40	0.553	45	36
				预测值	56.40	0.553	43.6	33.6
6		**	站界北侧约**m	现状值	57.10	0.210	46	39
				预测值	57.10	0.210	45.0	39.0
注：1、E—工频电场、H—工频磁场、N—噪声、▲—监测点； 2、表中最近距离为敏感目标离站界的最近距离。								

(2) 输电线路

本工程输电线路评价范围内共有 14 处居民敏感点，本次环评对各敏感点处工频电场强度、工频磁感应强度的预测值按距线路边导线不同距离的理论计算值与现状监测值相叠加，噪声预测值则采用理论计算值与现状监测值叠加。预测参数选取原则如下：

(1) 根据各敏感点与导线高度关系表的计算结果，确定本工程评价范围内的各敏感点处的导线对地高度。

(2) 各保护目标处的电磁环境现状值：本次环评对评价范围内的 7 个居民敏感点的电磁环境、声环境现状进行了监测，工程所经地段均为乡村自然型环境，沿线电磁环境和声环境现状差异不大，对于未能进行监测的居民敏感点处，工频电磁场、噪声现状监测值采用同一行政乡镇、具有代表性的敏感目标处的工频电磁场、声环境监测值代替。

(3) 当同一档距内有不同水平距离的居民敏感点时，以最不利的居民敏感点对应的线高来决定该档导线对地高度。

(4) 本工程输电线路评价范围内分布有 1 层尖顶房屋，按照最不利条件的居民点的房屋类型，预测地面 1.5m 高处的电磁环境。

本工程输电线路对附近居民敏感点的影响预测结果见表 6-47。

表 6-47 本工程输电线路对敏感点的环境影响预测结果

序号	敏感点名称	导线排列方式	房屋类型/高度 (m)	与线路边导线的最近距离	导线高度	数据来源	E(V/m)	B(μT)	N（dB（A））			
									夜间	昼间		
月城～普提双回 500kV 线路普提侧π接入布拖换流站二期线路												
1	**	**	同塔双回 垂直逆相序排列	一层斜顶房屋	月普π接普提侧双回线路 东侧约**m	14m	现状值	10.66	0.012	36	33	
							理论值	270	10.76	36.7		
							预测值	280.66	10.77	39.4	38.2	
2		**	**	同塔双回 垂直逆相序排列	一层斜顶房屋	月普π接普提侧双回线路 东侧约**m	14m	现状值	10.66	0.012	36	33
								理论值	2450	19.09	39.7	
								预测值	2460.66	19.10	41.2	40.5
3		**	**	同塔双回 垂直逆相序排列	一层斜顶房屋	月普π接普提侧双回线路 东侧约**m	14m	现状值	10.66	0.012	36	33
								理论值	190	9.40	35.7	
								预测值	200.66	9.41	38.9	37.6
4	**	**	同塔双回 垂直逆相序排列	一层斜顶房屋	月普π接普提侧双回线路 东侧约**m	14m	现状值	3.119	0.011	38	30	
							理论值	450	12.57	37.7		
							预测值	453.12	12.58	40.9	38.4	
5		**	**	同塔双回 垂直逆相序排列	一层斜顶房屋	月普π接普提侧双回线路 东侧约**m	14m	现状值	3.119	0.011	38	30
								理论值	270	10.76	36.7	
								预测值	273.12	10.77	40.4	37.5
6		**	**	同塔双回 垂直逆相序排列	一层斜顶房屋	月普π接普提侧双回线路 东侧约**m	14m	现状值	3.119	0.011	38	30
								理论值	450	12.57	37.7	
								预测值	453.12	12.58	40.9	38.4
7	**	**	单回 三角排列	一层斜顶房屋	月普π接普提侧单回线路 东侧约**m	18m	现状值	1.904	0.010	33	32	
							理论值	3800	13.70	39.8		
							预测值	3801.90	13.71	40.6	40.5	
8		**	单回 三角排列	一层斜顶房屋	月普π接普提侧单回线路 东北侧约**m	14m	现状值	1.904	0.010	33	32	
							理论值	960	8.94	38.2		
							预测值	961.90	8.95	39.3	39.1	

序号	敏感点名称		导线排列方式	房屋类型/高度 (m)	与线路边导线的最近距离	导线高度	数据来源	E(V/m)	B(μT)	N（dB（A））	
										夜间	昼间
9	**	**	同塔双回 垂直逆相序排列	一层斜顶房屋	月普π接普提侧双回线路 西南侧约**m	14m	现状值	0.538	0.010	38	33
							理论值	2450	19.09	39.7	
							预测值	2450.54	19.10	41.9	40.5
10	**	**	同塔双回 垂直逆相序排列	一层斜顶房屋	月普π接普提侧双回线路 南侧约**m	14m	现状值	0.538	0.010	38	33
							理论值	2450	19.09	39.7	
							预测值	2450.54	19.10	41.9	40.5
11	**	**	同塔双回 垂直逆相序排列	一层斜顶房屋	月普π接普提侧双回线路 北侧约**m	14m	现状值	0.538	0.010	38	33
							理论值	450	12.57	37.7	
							预测值	450.54	12.58	40.9	39.0
12	**	**	同塔双回 垂直逆相序排列	一层斜顶房屋	月普π接普提侧双回线路 东北侧约**m	14m	现状值	0.515	0.005	40	28
							理论值	920	15.15	38.7	
							预测值	920.52	15.16	42.4	39.1
橄榄～普提一回 500kV 线路普提侧π接入布拖换流站二期线路											
13	**	**	单边垂直布置	一层斜顶房屋	榄普π接普提侧单回线路 东北侧约**m	16m	现状值	2.516	0.011	44	37
							理论值	3830	14.84	32.5	
							预测值	3832.52	14.85	44.3	38.3
14	**	**	单边垂直布置	一层斜顶房屋	榄普π接普提侧单回线路 西北侧约**m	17m	现状值	0.546	0.012	49	44
							理论值	3910	15.32	32.9	
							预测值	3910.55	15.33	49.1	44.3
注：1.▲—环境现状监测点位、 2.E—工频电场、H—工频磁场、N—噪声； 3.1~6、9~12 号敏感目标为双回线路敏感目标，7、8、13、14 号敏感目标为单回线路敏感目标； 4.表中与边导线的最近距离为工程拆迁民房后，估算的敏感目标距线路边导线的最近距离，工程拆迁范围内的居民，不纳入本工程环境敏感点。 5.工程拆迁后本工程两两相邻的线路之间无居民敏感目标分布。 6.根据现场调查情况，本次统计的电磁环境及声环境类环境保护目标根据可研阶段线路路径确定（约 14 处，约 43 户），上述保护目标可能会因为工程设计的深入和优化而有所调整。建议下阶段线路路径设计时尽量优化，线路尽量远离保护目标。											

从表 6-46 至 6-47 的预测可以看出，本工程建成投运后，变电站及输电线路对附近敏感点的影响均能满足相应评价标限值要求。

6.4 地表水环境影响分析

6.4.1 输电线路

输电线路运行期间无废污水产生。本工程输电线路主要跨越昭觉河、吉额依达河等，线路跨越上述河流时采用一档跨越，不在水中立塔，线路运行不会影响河道生态环境。因此，本工程运行期对当地水环境不会产生影响。

6.4.2 普提 500kV 变电站

（1）生活污水处理

普提变电站改造工程不新增生活用水设施，不需增设生活给水管网。改造场地内也无绿化，无需增设绿化给水管网。本期改造工程不新增运行维护人员，不增加生活污水量。生活污水经前期设计的地理式生活污水处理装置处理后，用于站区绿化，不外排。

（2）事故油处理

普提变电站前期新建工程已在站内附近设置有 90m³ 事故油池，本期不扩建事故油池。主变压器或高抗出现故障时，泄漏的变压器油流经储油坑内铺设的鹅卵石层（鹅卵石层可起到吸热、散热作用），并经事故排油管自流进入事故油池，事故油回收利用，产生的少量废油由有资质的专业公司收集、运输、贮存及回收利用，不外排。

6.5 固体废物影响分析

本工程建成后产生的固体废物主要为变电站内的生活垃圾。变电站正常情况下产生的固体废物主要为运行人员产生的生活垃圾。普提 500kV 变电站内已设有垃圾桶，生活垃圾经垃圾桶收集后由保洁人员定期清运，由当地环卫车集中收集后统一外运处理，因此，变电站产生固体废物对周围环境没有影响。

变电站在运行期间还会产生一定量的废旧蓄电池，这类废旧蓄电池由专门部门进行回收处理，不会对周围环境产生影响。

6.6 环境风险

6.6.1 环境风险识别

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）判定，本项目不存在重大危险源。本项目建设可能发生的环境风险事故的隐患主要为普提 500kV 变电站主变压器设备事故时的油泄漏，如不安全收集处置会对环境产生影响。普提 500kV 变电站正常运行状态下无油外泄，只有在变压器出现故障时才会有少量含油废水产生。

6.6.2 环境风险分析

变压器等电气设备为了绝缘和冷却的需要，其外壳内装有一定量的变压器油。当其注入电气设备后，不用更新，使用寿命与设备同步。变压器油的主要成分是烷烃、环烷族饱和烃、芳香族不饱和烃等化合物，为浅黄色透明液体，相对密度 0.895，凝固点 $<-45^{\circ}\text{C}$ ，闪点 $\geq 135^{\circ}\text{C}$ ，不属 HJ169-2018 附录 A.1 中有毒、易燃、易爆物质。

变压器等电气设备使用电力用油，这些冷却或绝缘油由于都装在电气设备的外壳内，平时不会造成对人身、环境的危害。但在设备事故并失控时，有可能造成泄漏，污染环境。

为防止油污染，本工程变电站按《火力发电厂与变电站设计防火标准》（GB 50229-2019）要求设置了事故油池和污油排蓄系统，即按最大一台变压器单项的油量，设置事故集油系统（含事故油池及排油槽等），发生事故时油将排入事故油池，不会造成对环境的污染。根据分区防渗原则，变电站内分为重点防渗区、一般防渗区。重点防渗区为事故油池，采用“抗渗混凝土+黏土防渗层”等措施后，达到等效黏土防渗层 $\geq 6.0\text{m}$ 、渗透系数 $\leq 10^{-7}\text{cm/s}$ 的要求；一般防渗区为预处理池，采取防渗混凝土硬化措施，满足等效黏土防渗层 $\geq 1.5\text{m}$ 、渗透系数 $\leq 10^{-7}\text{cm/s}$ 的要求。

根据中华人民共和国环境保护部、中华人民共和国国家发展和改革委员会颁布的环境保护部令第 1 号《国家危险废物名录》，变压器冷却油为矿物油，因其而产生的废弃沉积物、油泥属危险废物。为避免可能发生的变压器因事故漏油或泄油而产生的废弃物污染环境，进入事故油池中的废油在由厂家回收变压器油后

产生的油泥、含油污水等废物不得随意处置，必须送到指定的有资质的专业单位进行回收处理。

在严格遵循例行维修和事故状态检修的废油处理处置的操作规程前提下，本项目产生的环境风险处于可控状态，产生的风险影响较小。

6.6.3 环境风险应急预案

为进一步保护环境，环评提出本输变电工程投运后，建设单位必须针对变电站的电气火灾等可能事故，建立相应的事故应急管理部门，并制定相应的环境风险应急预案，风险发生时能紧急应对，及时进行救援和减少环境影响。

6.6.4 应急救援的组织

建设单位应按“通知”要求，成立公司突发环境事件处置领导小组、各单位突发环境事件处置领导小组。各成员职责明确，各负其责，建立监测预警、预警分析、预警响应、预警调整、应急响应、信息报告、后期处理、应急保障、应急管理、预案培训、预案演练与评价、预案备案等。

6.6.5 主变压器等电气设置油泄漏应急预案

（1）组织领导：

领导机构：运行管理单位相关部门负责变压器油泄漏处理问题，明确责任归属。

责任人：领导机构分管人员、站长、站内值班组长，值班巡视人员。

（2）事故应急预案(措施)：

1) 发生一般变压器油泄漏，当班值班人员应立即报告值班组长，站长、运行管理单位逐级上报，采取必要防护措施，避免发生火灾、爆炸等事故；

2) 发生变压器油泄漏事故时，当班值班人员应立即报告值班组长，站长、运行管理单位逐级上报，并按变电站火灾应急预案、人员伤亡预案组织救援；

3) 检查变压器油储存设施，确保泄漏的变压器油储存在事故油坑、管道及事故油池中，如有外泄，及时联系有资质单位对其进行回收；

4) 对事故现场进行勘察，对事故性质、参数与后果进行评估；

5) 对事故现场与邻近区域进行防火区控制，对受事故油污染的设备进行清除；

6) 应急状态终止，对事故现场善后处理，临近区域解除事故警戒及采取善后恢复措施，恢复开关站运行。

7 生态环境影响评价

7.1 评价等级

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2011），生态环境影响评价工作等级依据见表 7-1。

表 7-1 生态影响评价工作等级划分表

影响区域生态敏感性	工程占地（含水域）范围		
	面积 $\geq 20\text{km}^2$ 或长度 $\geq 100\text{km}$	面积 $2\sim 20\text{km}^2$ 或长度 $50\sim 100\text{km}$	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 33.98hm^2 ，其中永久占地 6.35hm^2 ，临时占地 27.63hm^2 ，小于 2km^2 ；输电线路总路径长度 48.7km ，小于 50km 。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、金沙江下游干热河谷水土流失敏感生态保护红线，输电线路在昭觉县穿越了昭觉县龙恩乡日普村集中式饮用水水源地。由于工程区域属于川滇干热河谷土壤保持重要区，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作用情况，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，评价时以线路穿越生态保护红线区段、饮用水水源保护区段作为生态影响评价重点。

7.2 评价范围

本工程属于线性工程，普提500kV变电站改造工程在既有变电站围墙内进行，不新征占地，对站外生态环境无影响；本工程主要生态影响在于输电线路塔基建设过程中的影响。考虑到本项目的特点，本次生态影响评价范围主要为输电

线路其周边300m的范围，涉及生态保护红线、饮用水水源保护区等生态敏感区的线路段扩大到线路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。调查阶段主要是在对评价区域的植被分布情况进行现场勘查的基础上，在项目评价范围内沿着拟建输电线路、施工场地、运输工程、其它辅助和生活设施区等永久和临时占地区、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境影响报告书、生态功能区划以及其他生态调查资料等，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物型组；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。

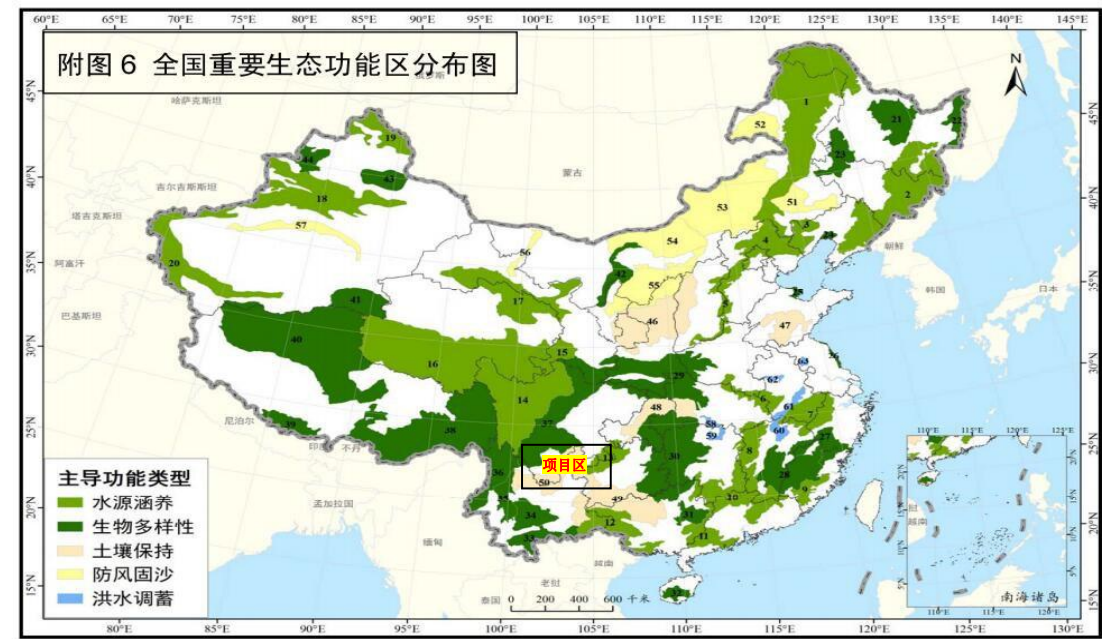


图 7-1 项目区在全国重要生态功能区的位置示意图

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

评价区总面积约 3384hm^2 ，海拔范围在 2000~3100m，地形起伏较大，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、高山栲、桦木、杨树等。云南松主要分布在海拔较高的地区，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，拟建项目经过川、滇金沙江峡谷，云南松、干热河谷植被区，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、棕胸岩鹟、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黑眉锦蛇、乌梢蛇、褐家鼠、家燕、麻雀等。

（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。其主要的特征是：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 2020 年 4 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。评价区植物样方简表见表 7-2，样方详见下表 7-3~7-6，样方采样图详见附图 11。

表 7-2 评价区植物群落样方简表

编号	行政区域	经度	纬度	海拔 (m)	植被类型
1	布拖县木尔乡	E102° 51' 28.62"	N27° 40' 40.86"	2652	云南松林
2	布拖县沙洛乡	E102° 51' 35.34"	N27° 45' 32.48"	2520	腋花杜鹃灌丛
3	昭觉县龙恩乡	E102° 51' 18.62"	N27° 55' 5.03"	2574	矮高山栎灌丛
4	昭觉县谷曲乡	E102° 52' 14.35"	N27° 58' 24.22"	2259	蔷薇灌丛

(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 7-3 常绿针叶林：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	
经度：E102° 51' 28.62"				纬度：N27° 40' 40.86"		海拔（m）：2652	
调查人：杨肖宇、朱俊玮				调查日期：2020 年 4 月 16 日			
种号	中文名	拉丁名	物候期	株（丛）数	高度/m	盖度/%	生活力
1	云南松	<i>Pinus yunnanensis</i>	营养期	19	6.00~9.00	60	优
2	华山松	<i>Pinus armandii Franch.</i>	营养期	8	3.00~7.50	20	良
3	金丝桃	<i>Hypericum monogynum L.</i>	营养期	9	0.65~0.80	18	良
4	忍冬	<i>Lonicera japonica Thunb.</i>	营养期	3	0.08~0.15	3	中
5	杜鹃	<i>Rhododendron simsii Planch.</i>	营养期	6	0.09~0.25	2	中
6	峨眉蔷薇	<i>Rosa omeiensis Rolfe</i>	营养期	9	0.15~0.25	6	良
7	夏枯草	<i>Prunella vulgaris L</i>	营养期	2	0.80~1.00	7	良
8	火绒草	<i>Leontopodium leontopodioides</i>	营养期	18	0.40~0.50	2	中
9	野草莓	<i>Fragaria vesca</i>	营养期	8	0.24~1.00	5	良
10	乌蕨	<i>Odontosoria chinensis</i>	营养期	5	0.70~0.95	1	中

表 7-4 常绿阔叶灌丛：腋花杜鹃灌丛样地表

植被类型：腋花杜鹃灌丛				样方号：2	样方面积：10m*10m		
经度：E102° 51' 35.34"				纬度：N27° 45' 32.48"	海拔（m）：2520		
调查人：杨肖宇、朱俊玮				调查日期：2020 年 4 月 16 日			
种号	中文名	拉丁名	物候期	株（丛）数	高度/m	盖度/%	生活力
1	腋花杜鹃	<i>Rhododendron racemosum</i> Franch.	营养期	25	1-3	60	中
2	水栒子	<i>Cotoneaster multiflorus</i> Bge.	营养期	7	2-4	8	优
3	光叶绢毛蔷薇	<i>Rosa sericea</i> Lindl. form. <i>pteracantha</i>	营养期	7	2	6	中
4	小子圆柏	<i>Sabina convallium</i>	营养期	18	1	25	优
5	甘青锦鸡儿	<i>Caragana tangutica</i>	营养期	3	0.2	1	优

表 7-5 栎类灌丛：矮高山栎灌丛样地表

植被类型：矮高山栎灌丛				样方号：3		样方面积：10m*10m	
经度：E102° 51' 18.62"				纬度：N27° 55' 5.03"		海拔（m）：2574	
调查人：杨肖宇、朱俊玮				调查日期：2020 年 4 月 17 日			
种号	中文名	拉丁名	物候期	株（丛）数	高度/m	盖度/%	生活力
1	矮高山栎	<i>Quercus monimotricha</i>	营养期	21	0.5-0.7	70	中
2	铁仔	<i>Myrsine africana</i> Linn.	营养期	6	0.2	6	中
3	女贞	<i>Ligustrum lucidum</i>	营养期	8	0.2-0.3	3	中
4	野丁香	<i>Leptodermis</i> Wall.	营养期	2	0.4-0.7	10	中
5	火绒草	<i>Leontopodium leontopodioides</i>	营养期	18	0.3-0.6	5	中
6	旱茅	<i>Eremopogon delavayi</i>	营养期	21	0.05	3	中

表 7-6 落叶阔叶灌丛：蔷薇灌丛样地表

植被类型：高山栲林、黄青冈林				样方号：4		样方面积：10m*10m	
经度：E102 52' 14.35"				纬度：N27° 58' 24.22"		海拔（m）：2259	
调查人：杨肖宇、朱俊玮				调查日期：2020 年 4 月 17 日			
种号	中文名	拉丁名	物候期	株（丛）数	高度/m	盖度/%	生活力
1	峨眉蔷薇	<i>Rosa omeiensis Rolfe</i>	营养期	17	0.8~1.5	50	优
2	栒子	<i>Cotoneaster schantungensis</i>	营养期	25	5.0~10.0	10	中
3	牛奶子	<i>Elaeagnus umbellate Thunb.</i>	营养期	15	0.6~1.3	20	中
4	扁黑木	<i>Prinsepia utilis Royle</i>	营养期	10	0.3	15	良
5	大白杜鹃	<i>Rhododendron decorum Franch.</i>	营养期	35	0.1-0.5	15	优
6	金丝桃	<i>Hypericum monogynum L.</i>	营养期	17	0.3	15	中

7	火绒草	<i>Leontopodium leontopodioides</i>	营养期	15	0.3	10	中
8	香薷	<i>Elsholtzia ciliata</i>	营养期	19	0.4	5	优
9	牛耳大黄	<i>Rumex madaio</i>	营养期	35	0.3	20	优
10	大蓟	<i>Cirsium japonicum</i> Fisch.	营养期	25	0.3	15	中

(4) 样地评价

样方 1 植被群落属于常绿针叶林，云南松为优势种，混有华山松等松柏类，层盖度在 60%以上，树高 6-9m，胸径平均 18cm，人工林；灌木物种少，盖度较小，灌木层主要有金丝桃、忍冬、杜鹃、峨眉蔷薇，草本有夏枯草、火绒草、野草莓、乌蕨。

样方 2 植被群落属于常绿阔叶灌丛，灌木层主要为腋花杜鹃，层盖度为 60%；灌草本植物较丰富，主要有小子圆柏、水栒子、光叶绢毛蔷薇、甘青锦鸡儿等，层盖度为 40%左右。

样方 3 植被群落属于栎类灌丛，灌木层主要为矮高山栎，海拔在 2200m 以上，，灌木层还常见铁仔、女贞、野丁香等，草本有火绒草、旱茅等。

样方 4 植被群落属于落叶阔叶灌丛，灌木层主要为峨眉蔷薇灌丛，其盖度在 50%，平均高度 1.30 m，与栒子、牛奶子、扁黑木、大白杜鹃、金丝桃共生，偶尔有山八角伴生。草本层以火绒草、香薷、牛耳大黄、大蓟、禾草类和蕨类为主要组成种类，盖度 50%左右。

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33目62科116属137种：其中蕨类植物共有4目10科10属10种，占总科数的16.13%，总属数的8.62%，总种数的7.30%；裸子植物1目2科3属5种，占评价区域总科数的3.23%，总属数的2.59%，总种数的3.65%；被子植物物种数最多，共有28目50科103属122种，占评价区域总科数的80.64%，总属数的88.79%，总种数的89.05%。具体见表7-7。

评价区植物名录见表7-8。

表 7-7 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		10	16.13	10	8.62	10	7.30
种子植物	裸子植物	2	3.23	3	2.59	5	3.65
	被子植物	50	80.64	103	88.79	122	89.05
合计		62	100	116	100	137	100

表 7-8 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>Antrophyum 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 var. <i>latiusculum</i> (Desv) Underw	调查
9			中国蕨科 Sinopteridaceae	粉背蕨属 Aleuritopteris	银粉背蕨	<i>Aleuritopteris argentea</i> (Gmel.) Fee	调查
10			鳞始(陵齿)蕨科 Lindsaeaceae	乌蕨属 Stenoloma	乌蕨	<i>Stenoloma chusana</i> L	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> var. <i>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</i> L.	调查
17				酸模属 Rumex	酸模	<i>Rumex acetosa</i> L.	调查
18				虎杖属 Reynoutria	虎杖	<i>Reynoutria japonica</i> Houtt.	调查
19		车前目 Plantaginales	车前科 Plantaginaceae	车前属 Plantago	车前	<i>Plantago asiatica</i> L.	调查
20		毛茛目 Ranales	毛茛科 Ranunculaceae	银莲花属 Anemone	银莲花	<i>Anemone cathayensis</i> Kitag.	调查
21				铁线莲属 Clematis	铁线莲	<i>Clematis florida</i> Thunb	调查
22				毛茛属 Ranunculus	毛茛	<i>Ranunculus japonicus</i> Thunb	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</i> Gamble	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</i> Cheng ex Yang	调查
27			小檗科 Berberidaceae	小檗属 Berberis	四川小檗	<i>Berberis sichuanica</i> Ying	调查

序号	门	目	科	属	中文	拉丁学名	来源
28		锦葵目 Malvales	锦葵科 <i>Hibiscaceae</i>	木槿属 <i>Hibiscus</i>	木槿	<i>Hibiscus syriacus</i>	调查
29			梧桐科 <i>Sterculiaceae</i>	梧桐属 <i>Firmiana</i>	梧桐	<i>Firmiana platanifolia</i> (L. f.) <i>Marsili</i>	资料
30		荨麻目 Urticales	桑科 <i>Moraceae</i>	构属 <i>Broussonetia</i>	构树	<i>Broussonetia papyrifera</i> (L.) <i>L'Hert. ex Vent</i>	调查
31				桑属 <i>Morus</i>	桑	<i>Morus alba</i> L.	资料
32				榕属 <i>Ficus</i>	小叶榕	<i>Ficus microcarpa</i> L. f.	调查
33			荨麻科 <i>Urticaceae</i>	水麻属 <i>Debregeasia</i>	水麻	<i>Debregeasia orientalis</i> C.J.Chen(<i>Debtegeasia deulis</i> <i>auct.non(Sieb.et Zucc.)Wedd.</i>)	调查
34		山毛榉目 Fagales	壳斗科 <i>Fagaceae</i>	锥属 <i>Castanopsis</i>	高山栲	<i>Castanopsis delavayi</i>	资料
35				青冈属 <i>Cyclobalanopsis</i>	黄毛青冈	<i>Cyclobalanopsis delavayi</i>	调查
36				柯属 <i>Lithocarpus</i>	多变石栎	<i>Lithocarpus variolosus</i>	资料
37				栎属 <i>Quercus</i>	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 <i>Wils.</i>	调查
41					铁橡栎	<i>Quercus cocciferoides</i> <i>Hand.-Mazz.</i>	调查
42			桦木科 <i>Betulaceae</i>	桦木属 <i>Betula</i>	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 <i>Theaceae</i>	山茶属 <i>Camellia</i>	山茶	<i>Camellia japonica</i> . L.	调查
45			大风子科 <i>Flacourtiaceae</i>	柞木属 <i>Xylosma</i>	柞木	<i>Xylosma racemosum</i> (Sieb. et <i>Zucc.</i>) Miq.	调查
46		无患子目 Sapindales	冬青科 <i>Aquifoliaceae</i>	冬青属 <i>Ilex</i>	冬青	<i>Ilex purpurea</i> Hassk	调查
47					齿叶冬青	<i>Ilex crenata</i> Thunb.	调查
48			马桑科 <i>Coriariaceae</i>	马桑属 <i>Coriaria</i>	马桑	<i>Coriaria nepalensis</i> Wall	调查
49			漆树科 <i>Anacardiaceae</i>	黄连木属 <i>Pistacia</i>	清香木	<i>Pistacia weinmannifolia</i> J. Pois <i>ex Franch.</i>	调查
50					黄连木	<i>Pistacia chinensis</i>	调查
51				漆属 <i>Toxicodendron</i>	漆树	<i>Toxicodendron verniciflum</i> (Stokes) F. A. Barkley	调查
52			黄杨科 <i>Buxaceae</i>	黄杨属 <i>Buxus</i>	黄杨	<i>Buxus microphylla</i> Sieb. et <i>Zucc. subsp. sinica</i> (Rehd. et <i>Wils.</i>) Hatusima	调查
53		杨柳目 Salicales	杨柳科 <i>Salicaceae</i>	杨属 <i>Populus</i>	青杨	<i>Populus cathayana</i> Rehd.	资料
54					川杨	<i>Populus szechuanica</i> Schneid.	调查
55				柳属 <i>Salix</i>	曲毛柳	<i>Salix plocotricha</i> Schneid.	资料
56		禾本目 Graminales	禾本科 <i>Gramineae</i>	扭黄茅属 <i>Heteropogon</i>	扭黄茅	<i>Heteropogon contortus</i>	调查

序号	门	目	科	属	中文	拉丁学名	来源
57				白茅属 <i>Imperata</i>	白茅	<i>Imperata cylindrica</i> (L.)Beauv.	调查
58				须芒草属 <i>Andropogon</i>	须芒草	<i>Andropogon yunnanensis</i> Hack.	调查
59				香茅属 <i>Cymbopogon</i>	芸香草	<i>Cymbopogon distans</i> (Nees)Wats.	调查
60				野青茅属 <i>Deyeuxia</i>	糙野青茅	<i>Deyeuxia scabrescens</i> (Griseb.)Munro ex Duthie	调查
61				蔗茅属 <i>Erianthus</i>	滇蔗茅	<i>Erianthus rockii</i>	调查
62				野古草属 <i>Arundinella</i>	野古草	<i>Arundinella hirta</i> (Thunb.) Tanaka	调查
63				早熟禾属 <i>Poa</i>	四川早熟禾	<i>Poa Szechuensis</i> Rendle	调查
64				狗尾草属 <i>Setaria</i>	狗尾草	<i>Setaria viridis</i> (L.)Beauv	调查
65				玉蜀黍属 <i>Zea</i>	玉蜀黍	<i>Zea mays</i> L.	调查
66				小麦属 <i>Triticum</i>	普通小麦	<i>Triticum aestivum</i> L.	调查
67				箭竹属 <i>Fargesia</i>	箭竹	<i>Fargesia spathacea</i> Franch.	调查
68		莎草目 Cyperales	莎草科 Cyperaceae	嵩草属 <i>Kobresia</i>	嵩草	<i>Kobresia bellardii</i> (All.) Beg.	调查
69				扁穗草属 <i>Blymus</i>	华扁穗草	<i>Blymus sinocompressus</i> Tang et Wang	资料
70				薹草属 <i>Carex</i>	苔草	<i>Carex</i> spp.	调查
71		胡桃目 Juglandales	胡桃科 Guglandaceae	胡桃属 <i>Juglans</i>	胡桃	<i>Juglans regia</i> L.	调查
72				化香树属 <i>Platycarya</i>	化香树	<i>Platycarya strobilacea</i> Sieb. et Zucc.	调查
73		芸香目 Rutales	芸香科 Rutaceae	花椒属 <i>Zanthoxylum</i>	花椒	<i>Zanthoxylum bungeanum</i> Maxim.	调查
74			楝科 Meliaceae	楝属 <i>Melia</i>	川楝	<i>Melia toosemdan</i> Sieb. et Zucc.	资料
75				香椿属 <i>Toona</i>	香椿	<i>Toona sinensis</i> (A.Juss)Roem	调查
76		伞形目 Umbelliflorae	伞形科 Umbelliferae	窃衣属 <i>Torilis</i>	窃衣	<i>Torilis scabra</i>	调查
77			五加科 Aalialeae	五加属 <i>Acanthopanax</i>	刺五加	<i>Acanthopanax senticosus</i> (Rupr.et Maxim.) Harms	调查
78		中央种子目 Centrospermae	藜科 Chenopodiaceae	藜属 <i>Chenopodium</i>	细穗藜	<i>Chenopodium gracilispicum</i> Kung	调查
79			石竹科 Caryophyllaceae	漆姑草属 <i>Sagina</i>	漆姑草	<i>Sagina japonica</i>	资料
80		茜草目 Rubiales	忍冬科 Caprifoliaceae	忍冬属 <i>Lonicera</i>	四川忍冬	<i>Lonicera szechuanica</i> Betal.	调查
81				接骨木属 <i>Sambucus</i>	接骨草	<i>Sambucus chinensis</i> Lindl.	调查
82				莢蒾属 <i>Viburnum</i>	烟管莢蒾	<i>Viburnum utile</i>	调查
83			茜草科 Rubiaceae	拉拉藤属 <i>Galium</i>	拉拉藤	<i>Galium aparine</i> Linn. var. <i>echinospermum</i> (Wallr.) Cuf.	调查
84					猪殃殃	<i>Galium aparine</i> Linn. var. <i>tenerum</i>	调查
85			川续断科 Dipsacaceae	川续断属 <i>Dipsacus</i>	川续断	<i>Dipsacus asperoides</i>	资料
86		管状花目 Tubiflorae	茄科 Solanaceae	烟草属 <i>Nicotiana</i>	烟草	<i>Nicotiana tabacum</i> L.	调查

序号	门	目	科	属	中文	拉丁学名	来源
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
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 Ostenf. et Pauls.</i>	调查
93					菱蒿	<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 (L.) Des Moul.</i>	调查
97				千里光属 Senecio	千里光	<i>Senecio scandens Buch. –Ham. ex D. Don</i>	调查
98				鬼针草属 Bidens	鬼针草	<i>Bidens pilosa L.</i>	调查
99				香青属 Anaphalis	香青	<i>Anaphalis sinica Hance</i>	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 Tratt.</i>	调查
103					扁刺峨眉蔷薇	<i>Rosa omeiensis f</i>	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 Kurz</i>	调查
106					川莓（四川悬钩子）	<i>Rubus setchuenensis Bureau et Franch.</i>	调查
107					高粱泡	<i>Rubus lambertianus Ser.</i>	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 (Maxim.) Li</i>	调查
112				花楸属 Sorbus	四川花楸	<i>Sorbus setschwanensis (Schneid.) Koehne</i>	调查
113				委陵菜属 Potentilla	委陵菜	<i>Potentilla chinensis</i>	调查
114				草莓属 Fragaria	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

序号	门	目	科	属	中文	拉丁学名	来源
116				虎耳草属 <i>Saxifraga</i>	虎耳草	<i>Saxifraga stolonifera</i> Curt.	调查
117			豆科 <i>Leguminosae</i>	槐属 <i>Sophora</i>	白刺花	<i>Sophora davidii</i> (Franch.)Skeels.	调查
118				羊蹄甲属 <i>Bauhinia</i>	羊蹄甲	<i>Bauhinia purpurea</i> L.	调查
119					小马鞍羊蹄甲	<i>Bauhinia faberi</i>	资料
120				木蓝属 <i>Indigofera</i>	大花木蓝	<i>Indigofera wisonii</i> Craib	调查
121					四川木蓝	<i>Indigofera szechuenensis</i> Graib	调查
122				绣线菊属 <i>Spiraea</i>	绣线菊	<i>Spiraea salicifolia</i> L.	调查
123				金合欢属 <i>Acacia</i>	金合欢	<i>Acacia farnesiana</i> (L.)Willd.	调查
124				大豆属 <i>Glycine</i>	大豆	<i>Glycine max</i> (Linn.)Merr.	调查
125		报春花目 <i>Primulales</i>	紫金牛科 <i>Myrsinaceae</i>	铁仔属 <i>Myrsine</i>	铁仔	<i>Myrsine africana</i> Linn.	资料
126		大戟目 <i>Euphorbiales</i>	大戟科 <i>Euphorbiaceae</i>	算盘子属 <i>Glochidion</i>	算盘子	<i>Glochidion puberum</i> (L.) Hutch.	调查
127		杜鹃花目 <i>Ericales</i>	杜鹃花科 <i>Ericaceae</i>	杜鹃属 <i>Rhododendron</i>	杜鹃	<i>Rhododendron simsii</i>	调查
128					四川杜鹃	<i>Rhododendron sutchunense</i> Franch.	调查
129		仙人掌目 <i>Opuntiales</i>	仙人掌科 <i>Cactaceae</i>	仙人掌属 <i>Opuntia</i>	仙人掌	<i>Opuntia dillenii</i>	调查
130		鼠李目 <i>Rhamnales</i>	鼠李科 <i>Rhamnaceae</i>	猫乳属 <i>Rhamnella</i>	猫乳	<i>Rhamnella franguloides</i>	调查
131		管状花目 <i>Tubiflorae</i>	唇形科 <i>Labiatae</i>	香茶菜属 <i>Rabdosia</i>	香茶菜	<i>Isodon amethystoides</i>	调查
132		桃金娘目 <i>Myrtiflorae</i>	柳叶菜科 <i>Onagraceae</i>	柳叶菜属 <i>Epilobium</i>	柳兰	<i>Epilobium angustifolium</i> L.	调查
133			胡颓子科 <i>Elaeagnaceae</i>	胡颓子属 <i>Elaeagnus</i>	胡颓子	<i>Elaeagnus pungens</i> Thunb.	调查
134			桃金娘科 <i>Eucalyptaceae</i>	桉属 <i>Eucalyptus</i>	桉	<i>Eucalyptus robusta</i>	调查
135			八角枫科 <i>Alangiaceae</i>	八角枫属 <i>Alangium</i>	八角枫	<i>Alingum chinense</i> (Lour) Harms.	调查
136		罂粟目 <i>Rhacadales</i>	十字花科 <i>Cruciferae</i>	碎米荠属 <i>Cardamine</i>	紫花碎米荠	<i>Cardamine tangutorum</i> O.E.Schlz	调查
137		马兜铃目 <i>Aristolochiales</i>	马兜铃科 <i>Aristolochiaceae</i>	马兜铃属 <i>Aristolochia</i>	贯叶马兜铃	<i>Aristolochia delavayi</i> Franch.	资料

(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7-9。

表 7-9 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	28	24.14
2 泛热带分布及其变型	20	17.25
3 热带亚洲至热带大洋洲	2	1.72
4 热带亚洲至热带非洲	3	2.59
5 热带亚洲和热带美洲间断分布	3	2.59
6 热带亚洲分布及其变型	7	6.03
7 旧世界热带分布及其变型	2	1.72
8 北温带分布及其变型	37	31.90
9 东亚和北美洲间断分布及其变型	2	1.72
10 东亚	6	5.17
11 地中海、西亚至中亚分布	1	0.86
12 旧世界温带分布及其变型	5	4.31
合计	116	100

分布区内的属可划分为 12 个类型，其中以世界分布、泛热带分布、北温带分布的植物为主：

世界分布有 28 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*)、鬼针草属(*Bidens*)、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 20 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*)、扁穗草属(*Blysmus*)、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 1 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 7 属：山胡椒属(*Lindera*)、润楠属(*Machilus*)、构属(*Broussonetia*)、青冈属(*Cyclobalanopsis*)、山茶属(*Camellia*)、野古草属(*Arundinella*)、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 37 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*)、藁草属(*Carex*)、胡桃属(*Juglans*)、漆姑草属(*Sagina*)、忍冬属(*Lonicera*)、接骨木属(*Sambucus*)、荚蒾属(*Viburnum*)、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*)、栒子属(*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，青藏高原向云贵高原过渡的凉山山脉，属

于亚热带湿润性季风气候，区内地形起伏较大，地形地貌受构造控制，地形强烈切割、高差悬殊，山势陡峭，形成中山及深切沟壑地貌。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 11。

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 7-10 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
		5. 柏木林	(7) 干香柏林
III 灌丛	(四) 山地灌丛	6. 落叶阔叶灌丛	(8) 蔷薇、构子灌丛
			(9) 白刺花、羊蹄甲、木蓝杂类灌丛
	(五) 亚高山-高山灌丛	7. 落叶阔叶灌丛	(10) 柳灌丛
			(11) 绣线菊灌丛
		8. 栎类灌丛	(12) 矮高山栎灌丛
		9. 常绿阔叶灌丛	(13) 腋花杜鹃灌丛
		10. 常绿针叶灌丛	(14) 地盘松灌丛
		11. 竹类灌丛	(15) 箭竹灌丛
IV 草丛	(六) 山地草丛	13. 禾草草丛	(16) 扭黄茅、白茅草丛

(1) 云南松林(Form. *Pinus yunnanensis*)

云南松林在评价区分布面积较广，垂直分布海拔一般为 1600 m~3000 m，上限可达海拔 3500 m，多为纯林，大多为飞机播种和人工直播造林。大都以云南松为主要优势树种，也有以云南松为主，混有常绿栎类、落叶阔叶树种、华山松等的云南松林。主要分布在阴坡或半阴坡，只有零星分布有少量其它乔木树种，该群落外貌深黑色，结构简单，层次明显，可分为乔木、灌木和草本三层，林内通视度好，透光性强，云南松树高平均 12m，胸径平均 18cm，盖度为 65%；灌木层多为喜阴耐旱种类，盖度 30%左右，主要种类为高山松（*Pinus densata*）、杜鹃（*Rhododendron simsii*）和云南松幼苗等；草本层常见萎蒿（*Artemisia*

selengensis)、野菊 (*Dendranthema indicum*)、米口袋 (*Gueldenstaedtia verna*)、香青 (*Anaphalis sinica*)、银莲花 (*Anemone cathayensis*)、川续断 (*Dipsacus asperoides*)、苔草 (*Carex spp.*) 等植物, 层盖度为 30%。

(2) 高山栲林 (*Form.Cupressus funebris*)

高山栲为常绿乔木, 高 20-25cm。群落外貌绿色, 林冠呈波浪形起伏。树皮暗灰色或灰褐色, 纵裂生于海拔 500-2800m 的针阔叶混交林或杂木林, 分布于评价区内多地。高山栲林乔木层高 15~25m, 胸径 40~60cm。伴生有落叶松、冷杉、云杉、松、桦木、杨等属植物分布。林下灌木稀少, 常见的有高山绣线菊、忍冬、冰川茶藨、金露梅、峨眉蔷薇、箭竹、杜鹃、小檗、锦鸡儿等植物。

由于林内阴湿、枯枝落叶层分解不良, 厚度 5~10cm, 不利于草本植物的生长和发育, 因而林下草本植物稀少, 盖度仅在 5% 左右。

(3) 高山栎 (*Quercus semicarpifolia Smith*) 灌丛

一般分布在 2700 m~3800 m 的阳坡、半阳坡, 次生植被, 与峨眉蔷薇、野葡萄、金丝桃、南烛、铁线莲、荨麻、野草莓、苎草等生长在一个群落内。群落生长密集, 丛冠平整, 灌木盖度高达 90%, 而草本仅有 10%。

(4) 腋花杜鹃 (*Rhododendron racemsum*) 灌丛

腋花杜鹃 (*Rhododendron racemsum*) 分布于评价区昭觉县、布拖县海拔 2100~3800m 的阳坡、阴坡、阶地、山脊。在海拔 3000m 以下, 腋花杜鹃常与其它灌木混生, 共同组成多优势种群落, 盖度常达 60% 以上, 腋花杜鹃盖度多在 30% 左右, 高 40~80cm。

(5) 绣线菊灌丛 (*Form.Spiraea salicifolia*)

绣线菊为直立灌木, 生长于河流沿岸、湿草原空旷地和山沟中, 夏季盛开粉红色、白色花朵。评价区的绣线菊、川莓灌丛灌木层主要有绣线菊 (*Spiraea salicifolia*) 和川莓 (*Rubus setchuenensis*), 伴生少量的烟管荚蒾 (*Viburnum utile*), 层盖度为 70%; 草本层植物有豚草 (*Ambrosia artemisiifolia*)、臭蒿 (*Artemisia hedinii*)、蕨 (*Pteridium aquilinum*)、穗花马先蒿 (*Pedicularis spicata*)、拉拉藤 (*Galium aparine*)、扭黄茅 (*Heteropogon contortus*)、糙野青茅 (*Deyeuxia scabrescens*) 等, 层盖度为 40%。

(6) 地盘松 (*Pinus densata var. pygmaea*) 灌丛

地盘松 (*Pinus densata var. pygmaea*) 灌丛广泛分布于评价区内, 多分布于

海拔 2700~3500m 的阳坡、陡坡和平缓山坡上部, 平均高度 0.66 m。

群落生长紧密, 丛冠整齐, 结构简单, 一般可分两层: 灌木层, 丛高 2m 以上, 盖度 70%~90%, 以地盘松为优势种, 伴生种有矮高山栎 (*Quercus monimotricha*)、腋花杜鹃 (*Rhododendron racemosum*)、两色杜鹃 (*Rhododendron dichroanthum*)、陕西绣线菊 (*Spiraea wilsonii*)、南烛 (*Lyonia ovalifolia*)、乌鸦果 (*Vaccinium fragile*) 等。草本层盖度在 20% 左右, 种类较少, 以羊茅 (*Festuca ovina*) 为优势种; 伴生种有穗序野古草 (*Arundinella chenii*)、疏花野青茅 (*Deyeuxia sylvatica* var. *laxiflora*)、丽江剪股颖 (*Agrostis schneideri*)、珠芽蓼 (*Polygonum viviparum*)、异叶米口袋 (*Gueldenstaedtia diversifolia*) 等。

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山间盆地、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 国家重点保护野生植物、古树名木和野生资源植物

(1) 国家重点保护野生植物

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, 本次调查期间在调查范围内没有发现名录中所列各等级国家重点保护野生植物。

(2) 古树名木

本次调查期间在调查范围内没有发现挂牌的名木古树。

(3) 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*)、烟管荚蒾 (*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 19 目 48 科 83 种，其中，两栖动物 2 目 5 科 8 种，爬行动物 1 目 5 科 9 种，鸟类 11 目 29 科 50 种，兽类 5 目 9 科 16 种。

表 7-11 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	5	8	0
爬行纲	1	5	9	0
鸟纲	11	29	50	3
哺乳纲	5	9	16	1
合计	19	48	83	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 8 种，分隶 2 目 5 科。两栖动物主要分布在山间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 6 种为东洋界物种、2 种为广布种。

（2）生态分布

华西蟾蜍（*Bufo andrewsi*）多分布在灌草丛、农田、水沟地带；昭觉林蛙（*Rana chaochiaoensis*）、昭觉泛树蛙（*Polypedates zhaojuensis*）、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*）与乡城齿蟾（*Oreolalax xiangchengensis*）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

本次调查期间在调查区域内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9种，分隶1目、5科（表）。

（1）区系分析

评价区内的爬行动物中，属东洋界的7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*)、长肢滑蜥(*Scincella doriae*)、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

本次调查期间在调查范围内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50种，隶11目29科。其中以雀形目鸟类居多，有19科36种，占评价区总种数的72.00%，非雀形目鸟类共10科14种，占28.00%。

（1）区系分析

评价区内鸟类中属古北界的有13种，占评价区内鸟类总数的26.00%；属东洋界的有13种，占评价区内鸟类总数的26.00%；属广布种的有24种，占评价区内鸟类总数的48.00%。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32种，占鸟类总数的64.00%；夏候鸟15种，约占30.00%；冬候鸟3种，占鸟类总数的6.00%。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9种，占鸟类总数的18.00%；南中国型2种，占鸟类总数的4.00%；全北型5种，占鸟类总数的10.00%；不易归型10种，占鸟类总数的20.00%；季风型5种，占鸟类总数的10.00%；东洋型12种，占鸟类总数的24.00%；古北型6种，占鸟类总数的12.00%；东北型1种，占鸟类

总数的 2.00%。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*)、山鹧鸪 (*Prinia superciliaris*)、棕胸岩鹛 (*Prunella strophiatea*)、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

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建设项目初步设计》(四川省凉山州林业调查规划设计院，2020 年 1 月)，本项目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*)。

以上保护动物均为资料记录，这些重点保护野生动物主要分布在工程建设区东南侧的乐安湿地自然保护区内。本次调查期间在调查区域内没有发现上述重点保护野生鸟类。

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，评价区范围内二级保护兽类有猕猴 (*Macaca mulatta*)。

表 7-12 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>Crociodura 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

根据调查及文献资料记载，评价区分布有国家二级保护兽类猕猴（*Macaca mulatta*），该保护动物为资料记录（四川资源动物志（第一卷，1985）、四川省珍贵动物调查报告（1977））。本次调查期间在调查区域内没有发现重点保护野生兽类。

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。黑鹳主要分布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。

1) 黑鹳

黑鹳（*Ciconia nigra*）属国家一级重点保护动物，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。

本工程拟建输电线路东南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 (*Accipiter nisus*) 属国家二级保护动物，小型猛禽，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 (*Milvus migrans*) 属国家二级重点保护动物，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 (*Macaca mulatta*) 属国家二级重点保护动物，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。

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，同时为避让沿线险恶地形、滑坡等地质不良地带，保证线路安全可靠建设及运行，本工程输电线路不可避让地穿越了凉山—相岭生物多样性维护—水土保持生态保护红线、金沙江下游干热河谷水土流失敏感生态保护红线及昭觉县龙恩乡日普村集中式饮用水水源地。

此外根据工程区域生态敏感区分布情况，本工程输电线路避让了评价范围内的布拖县沙洛乡集中式饮用水源地、布拖县木尔乡集中式饮用水源地等生态类保护目标。

7.4.5.1 生态保护红线

(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。

（2）本工程涉及的生态保护红线

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），本工程月城～普提双回 500kV 线路普提侧 π 接入布拖换流站二期线路在昭觉县、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、金沙江下游干热河谷水土流失敏感生态保护红线；在橄榄～普提一回 500kV 线路普提侧 π 接入布拖换流站二期线路不涉及生态保护红线。

1) 凉山—相岭生物多样性维护—水土保持生态保护红线

该区位于四川省南部，生态保护红线类型为生物多样性维护-水土保持生态功能重要区域，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，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。

2) 金沙江下游干热河谷水土流失敏感生态保护红线

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 km²，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，是四川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。

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。

（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。

（4）本工程与生态保护红线相对位置关系

本工程月城～普提双回500kV线路普提侧 π 接入布拖换流站二期线路在昭觉县穿越凉山—相岭生物多样性维护—水土保持生态保护红线、在布拖县穿越金沙江下游干热河谷水土流失敏感生态保护红线，穿越生态保护红线长度约**km，立塔约**基，塔基永久占地面积约**hm²。具体相对位置关系详见下表7-13。

表 7-13 本工程输电线路穿越生态保护红线情况表

月城～普提双回 500kV 线路普提侧 π 接入布拖换流站二期线路		
线路回数	I回	II回
穿越生态保护红线线路长度（km）	**	**
	**	
橄榄～普提一回 500kV 线路普提侧 π 接入布拖换流站二期线路		
穿越生态保护红线线路长度（km）	不涉及	
合计穿越长度（km）	**	

（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、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山间侵蚀堆积地貌，高山和山地地形，区域构造剥蚀强烈，地形变化大，地势陡峭。

根据现场调查记录及查阅现有资料，本工程线路穿越生态保护红线区域植被类型以云南松、华山松等常绿针叶林为主，以及地盘松灌丛、蔷薇灌丛等灌草丛植被。因穿越生态保护红线区域靠近道路和村庄，受人类活动影响，该区域分布的陆生动物主要为适生于林地、灌草地的种类，包括大林姬鼠、社鼠、野猪、岩燕、大嘴乌鸦、啄木鸟、小云雀、黄腹柳莺等。

7.4.5.2 昭觉县龙恩乡日普村集中式饮用水水源地

（1）概况

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源保护区的批复》（凉府函〔2019〕23号），同意昭觉县龙恩乡日普村集中式饮

用水水源地划定方案。昭觉县龙恩乡日普村集中式饮用水水源地类型为地下水型，位于龙恩乡日普村。

（2）保护区区划

该水源保护区划分为一级保护区、二级保护区，各保护区位置如下：

- 1) 取水口：东经 102°50'52.31"，北纬：27°55'06.25"；
- 2) 一级保护区：以取水口为中心，60m 为半径的圆形区域，面积为 0.0181km²；
- 3) 二级保护区：以取水口为中心，600m 为半径的圆形区域（一级保护区范围除外），面积为 1.2249km²。

（3）与本工程相对位置关系

根据上述水源地划定方案及现场踏勘定位，本工程月普线 π 接普提侧线路穿越昭觉县龙恩乡日普村集中式饮用水水源地二级保护区范围约 0.54km，在二级保护区内新建铁塔 1 基，不在水中立塔，永久占地约 0.06hm²。

7.4.5.3 布拖县沙洛乡集中式饮用水源地

（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），同意布拖县沙洛乡集中式饮用水源地划定方案，将水源保护区划分为一级保护区、二级保护区。

布拖县沙洛乡集中式饮用水源地类型为地下水型，位于沙洛乡飞吾村 5 组吃苦路。各保护区位置如下：

- 1) 取水口：东经 102°51'1.34"，北纬：27°46'29.85"；
- 2) 一级保护区：以取水口为中心，41m 为半径的圆形区域，面积为 0.0053km²；
- 3) 二级保护区：以取水口为中心，410m 为半径的圆形区域（一级保护区范围除外），面积为 0.7844km²。

（2）与本工程相对位置关系

根据上述水源地划定方案，本工程已避让布拖县沙洛乡集中式饮用水源地保护区范围。本工程月普双回普提侧 π 接线路东侧距该水源保护区边界最近距离约 0.66km。

7.4.5.4 布拖县木尔乡集中式饮用水源地

（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），同意布拖县木尔乡集中式饮用水源地划定方案，将水源保护区划分为一级保护区、二级保护区。

布拖县木尔乡集中式饮用水源地类型为地下水型，位于木尔乡叶尔村2组叶尔波。各保护区位置如下：

1) 取水口：东经 102°50'56.91"，北纬：29°41'9.09"；

2) 一级保护区：以取水口为中心，41m 为半径的圆形区域，面积为 0.0053km²；

3) 二级保护区：以取水口为中心，410m 为半径的圆形区域（一级保护区范围除外），面积为 0.7830km²。

（2）与本工程相对位置关系

根据上述水源地划定方案，本工程已避让布拖县木尔乡集中式饮用水源地保护区范围。本工程月城～普提 π 接普提侧线路东北侧距该水源保护区边界最近距离约 90m。

7.5 生态影响预测及评价

7.5.1 对生态系统的影响

7.5.4.1 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、高山栲、桦木、杨树、腋花杜鹃、地盘松、蔷薇、栒子、白刺花、羊蹄甲、木蓝、余甘子、清香木、木棉、扭黄茅、白茅等。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 3.00hm^2 ，减少面积占评价区森林生态系统面积的 0.18% ；灌草丛生态系统将减少 2.27hm^2 ，减少面积占评价区灌草丛生态系统面积的 0.23% ；人工生态系统将增加 5.27hm^2 ，增加面积占评价区人工生态系统面积的 0.71% 。

表 7-14 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	3384.00	3384.00	0
森林生态系统	1641.21	1638.21	-3.00
灌草丛生态系统	1004.84	1002.57	-2.27
人工聚落生态系统	737.95	734.22	+5.27

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。

7.5.4.2 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 33.98hm²，其中永久占地 6.35hm²，临时占地 27.63hm²，小于 2km²；输电线路总路径长度 48.7km。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；灌草地类型以杜鹃灌丛、地盘松灌丛、扭黄茅草丛为主；耕地主要种植有玉米、小麦以及果树等。

本项目占地情况详见下表 7-15。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 7-15 布拖换流站二期 500kV 配套工程占地面积统计表 单位: hm²

序号	项目组成		占地面积										
			合计	永久占地					临时占地				
				小计	耕地	林地	草地	其他用地	小计	耕地	林地	草地	其他用地
1	变电站工程	普提变电站改造工程	站内改造, 本期不新征用也不占用站外土地										
2	线路工程	塔基区	6.35	6.35	0.10	3.00	2.27	0.98					
3		施工临时场地	7.17						7.17	0.12	3.80	2.01	1.24
4		施工道路	12.60						12.60		5.67	3.53	3.40
5		牵张场及跨越占地	7.86						7.86	0.10	4.01	2.28	1.47
6		小计	33.98	6.35	0.10	3.00	2.27	0.98	27.63	0.22	13.48	7.82	6.11
7	合计		33.98	6.35	0.10	3.00	2.27	0.98	27.63	0.22	13.48	7.82	6.11

工程建设期评价区内林地面积 1641.21 hm²，占评价区的 48.50%；灌草丛地面积 1004.84 hm²，占评价区的 29.70%；耕地、交通用地以及建筑用地面积 737.95hm²，占评价区的 21.81%。占地后，评价区域内林地和灌草丛地分别减少 1.83‰和 2.27‰，耕地、交通用地以及建设用地增大 7.14‰，见表 7-16。

表 7-16 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	1641.21	1638.21	-3.00	-1.83
灌草丛	1004.84	1002.57	-2.27	-2.27
耕地、交通用地、建筑用地	737.95	734.22	+5.27	+7.14
合计	3384.00	3384.00	0	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、高山栲等树种，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、绿化种植等高标准植被修复措施，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布拖县沙洛乡、昭觉县美甘乡、龙恩乡一带。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、高山栲、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，交由当地环卫部门统一清运处置。

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二期 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 13.48hm²，灌草丛 7.82hm²，耕地 0.22hm²，使评价区域内相应植被分别减少 8.21‰、7.78‰和 0.30‰，具体结果见表 7-17。

表 7-17 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	1641.21	1627.73	—13.48	—8.21
灌草丛	1004.84	997.02	—7.82	—7.78
耕地	31.87	31.65	—0.22	—0.30
合计	2677.92	2656.40	—21.52	—8.04

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、高山栲、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主要为山地、河谷地形，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很有限，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。本工程占地区域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 1647.98t。按照工程设计方案，工程施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域进行植被恢复，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 7-18 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	13.48	3.00	1615.40
灌草地	7.82	2.27	32.58
合计	21.30	5.27	1647.98

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华西蟾蜍、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鸟类迁徙通道,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到则鲜有耳闻(《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，月城～普提双回 500kV 线路普提侧 π 接入布拖换流站二期线路在昭觉县、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、金沙江下游干热河谷水土流失敏感生态保护红线，穿越生态保护红线长度约 2.76km，永久占地面积约 0.32hm²。生态保护红线区域植被类型以常绿阔叶林、常绿与落叶阔叶混交林、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。

项目评价区属于川滇干热河谷土壤保持功能区、川西南山地土壤保持功能区，本工程对区域生态环境的影响主要是新建输电线路的施工活动造成的地面扰动和植被破坏所引起的水土流失影响。本项目塔基永久占地约 6.35hm²，临时占地约 27.63m²，包括：塔基施工临时占地面积约为 7.17hm²，施工临时道路占地面积约 12.60hm²，牵张场占地约 7.86hm²。

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蚀能力弱，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 对凉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，月城～普提双回 500kV 线路普提侧 π 接入布拖换流站二期线路在昭觉县、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、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**km，立塔约**基，在生态保护红线内的总占地面积约**hm²（其中永久占地面积约**hm²，临时占地面积约**hm²）。

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、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会造成不同程度影响。

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 0.32hm²，仅占该两类生态保护红线区总面积 1.5 万平方公里的 0.00002%。

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，项目占地造成生态保护红线区的生物量直接损失为 82.93t。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 7-19 工程建设对陆生植被生物量损失预算

占地类型	占地面积 (hm ²)	生物量损失 t
林地	0.83	81.29
灌草地	0.51	1.64
合计	1.34	82.93

(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、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生态保护红线的植被破坏和水土流失影响。

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—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，但运行期也可能会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、高山栲林等常绿针、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 0.32hm²，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、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 对饮用水水源保护区的影响分析

本工程输电线路穿越昭觉县龙恩乡日普村集中式饮用水水源地二级保护区约 0.54km，在二级保护区内立塔 1 基，仅涉及陆域范围，不影响其水体功能，但项目在水源保护区内的施工建设会对水源保护区产生一定影响：

（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，可能会影响水源保护区的水质。

（2）施工过程中产生的施工废水，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回用，不外排，不会对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 设计阶段生态保护措施

（1）科学选线，减轻沿线生态干扰

本工程在规划设计阶段进行了多方案比选，结合沿线生态环境、乡镇规划、生态类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，在设计与实地勘察阶段，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、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、矿区分布、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。

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,减少场地平整引起的水土流失;牵张场选址应尽量避免让植被密集区,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。

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、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，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。

对于不得不在定位在生态保护红线范围内的塔基，塔基定位时尽可能避开生态保护红线内林分较好的区域，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。

②合理划定施工范围

在生态保护红线内布设塔基施工区应严格控制占地。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，施工前在施工区域下边坡设置装土袋挡墙进行临时拦挡，对施工场地底取铺设彩条布进行隔离，不进行表土剥离，以减少地表扰动和破坏。施工结束后对塔基施工区进行土地整治，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，顶部以彩条布苫盖。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牵张场、材料堆场、拌和场，不设弃土场、弃渣场，尽量减少地表扰动和植被损坏范围，保护生态保护红线区域原生地貌和地表植被。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，同时在施工前对地表采取铺垫彩条布、棕垫等措施，严格进行临时防护；施工结束后及时进行土地整治、根据占用的生态保护红线区域植被和原始地貌进行撒播植草恢复，防

治新增水土流失。施工时严格按照施工红线进行施工，合理规划施工便道、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：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，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 对饮用水水源保护区的保护措施

对本工程穿越的昭觉县龙恩乡日普村集中式饮用水水源地,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) 严禁在龙恩乡日普村集中式饮用水水源地一级保护区内立塔。

(2) 在施工场地附近设置废水沉淀池,将施工废水沉淀处理后用于浇洒路面降尘,施工废水禁止排入水源地保护区内。混凝土拌和场地等临时占地不得设置在保护区范围内,防止施工废水排入附近河流或渗入地下,避免雨季施工,确保不会影响到保护区的水源水质。施工完成后对临时占用的土地进行清理,做到工完、料尽、场清、整洁,并恢复原有地貌,减少对水源保护区植被的影响。

(3) 在龙恩乡日普村集中式饮用水水源地二级保护区内施工时,严格控制施工带宽度,并要求各种机械和车辆固定行车路线,不得随意下道行驶或另开辟道路,尽量减少对水源地的影响,不在水源保护区范围内弃土弃渣,塔基开挖临时堆土及时回填,加强占地生态维护与管理。

(8) 施工区域设置临时围挡,避免废水、废渣进入保护区水体,对水源保护区造成污染。

(4) 施工工序应布置紧凑合理,尽量缩短在水源保护区内的施工工期。

(5) 施工完成后及时恢复场地原有面貌,对于防沉基基础,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水质产生影响。

(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。

(6) 加强施工人员的教育，做到文明施工，不得在保护区范围内乱丢乱弃。

(2) 严格划定施工范围，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，禁止施工人员及施工车辆随意进入水源保护区范围，防止对水源保护区地表的扰动破坏。

(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。

综上，线路建设需严格按照《中华人民共和国水污染防治法》、《四川省饮用水水源保护管理条例》等相关要求进行建设，进一步优化工程设计施工工艺、施工布局等，加强施工期环境管理，落实相关措施，控制和减缓项目建设对饮用水水源保护区造成的不利影响，确保环境和饮水安全。

在严格落实了上述保护措施后，本工程建设对饮用水水源保护区的影响较小，不会对其水体功能造成影响。

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昭觉河、吉额依达河等河流时，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、高山栲、桦木、杨树等，以及腋花杜鹃灌丛、地盘松灌丛、矮高山栎灌丛、蔷薇、栒子灌丛、扭黄茅草丛、珠牙蓼草甸等灌草植被，耕地栽培植物主要有小麦、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。鸟类有山斑鸠、大杜鹃、小杜鹃、大斑啄木鸟、高山旋木雀、小云雀等，兽类有野猪、豹猫、豪猪、草兔、大绒鼠、大耳姬鼠、岩松鼠等，两栖类有华西蟾蜍、昭觉林蛙、昭觉泛树蛙等，爬行类有白条锦蛇、草绿攀蜥、双斑锦蛇等；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。

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小云雀、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。

(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的动植物资源。

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、金沙江下游干热河谷水土流失敏感生态保护红线，穿越生态保护红线长度约 2.76km，立塔约 8 基，塔基永久占地面积约 0.32hm²。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，应根据生态环境保护工作要求，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。对于无法完全避让穿越饮用水水源保护区的线路段，避让了一级保护区范围，并尽量减

少在水源保护区内的塔基数量。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，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；输电线路穿越昭觉县龙恩乡日普村集中式饮用水水源地二级保护区，在采取相应的生态影响防护和恢复措施后，不会影响水源保护区水体功能，不会对水源保护区的生态环境产生大的影响。从生态保护角度分析，本工程的建设是可行的。

8 环境保护措施及其经济、技术论证

8.1 变电站采取的环境保护措施

8.1.1 设计阶段采取的环境保护措施

(1) 电磁环境影响控制措施

本期改造工程对普提 500kV 变电站内拟改造的电气设备采取安装接地装置的措施，可以有效控制变电站产生的电磁环境影响。

(2) 水污染防治措施

普提500kV变电站利用站内已设置的地理式生活污水处理装置收集处理后用于站区绿化，不外排。

(3) 事故油污水处理措施

普提500kV变电站内已设有容量为90m³的事故油池，油池具有油水分离功能，事故后油池中的油由具有相应处理资质的公司回收处理，不外排。

(4) 声环境防治措施

普提 500kV 变电站本期改造不新增主变、高抗等高强噪声设备，本期将至橄榄（一）回线路一组高抗退出运行，减少了变电站噪声源，有利于降低对站界外声环境的影响。

(5) 环境风险

为避免可能发生的高抗等用油电气设备因事故漏油或泄油而产生的废弃物污染环境，进入事故油池中的废油不得随意处置，如发生事故漏油，则由具备资质的单位对事故油进行回收处理，少量废油渣及含油污水由有资质的危险废物收集部门回收，不得随意丢弃、焚烧或简单填埋。

8.1.2 施工期采取的环境保护措施

(1) 环境空气污染防治措施

加强材料转运、存放与使用的管理，合理装卸，规范操作，对于易起尘的材料以及临时堆土应采取覆盖措施。进出场地的车辆限制车速，场内道路、堆场及车辆进出道路应定时洒水，避免或减少产生扬尘。

(2) 噪声控制措施

1) 施工场地设在变电站站内空地，不另外租地。

2) 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。

3) 依法限制夜间施工，站区施工均应安排在白天进行。如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。

（3）水污染防治措施

对施工场地的生产废水设置临时污水处理装置，对施工生活区的生活污水采用当地已有的污水处理装置，加强管理，防止无组织排放。

（4）施工期环境管理措施

1) 成立专门的环保组织体系，对施工人员进行文明施工和环境保护知识培训，加强施工期的环境管理及环境监控工作。

2) 按照环境保护部环办[2012]131号《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》，开展环境监理。

8.1.3 运行期环境保护措施

（1）对当地群众进行有关输变电工程和相关设备方面的环境宣传工作。

（2）依法进行运行期的环境管理和环境监测工作。

（3）建立各种警告、防护标识，避免意外事故发生。

8.2 输电线路工程环境保护措施

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、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) 月普线 π 接普提侧线路单回并行段在经过耕地、园地、牧草地、畜禽养殖地、养殖水面、道路等场所导线高度不低于 12m，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月普线 π 接普提侧双回线路（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，导线对地高度不低于 11.5m，并在边导线外设置 8.5m 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。

月普线 π 接普提侧双回线路（垂直逆相序排列）经过居民区时，导线对地高度不低于 14m。由于月普线 π 接普提侧双回线路（垂直逆相序排列）评价范围的居民敏感目标均为 1 层尖顶房屋，为确保评价范围内各居民房屋处达标，按敏感点距边导线水平距离的不同，相应的控制线路与房屋水平距离，或优化导线对地高度，来确保各居民房屋工频电场强度小于 4000V/m。具体见表 8-1。

表 8-1 居民敏感目标距双回线路边导线距离相应最低导线高度

居民敏感目标距边导线水平距离（m）	不同水平距离及层高的居民敏感目标 满足工频电场强度小于 4000V/m 相应导线对地高度（m）
	距地面 1.5m 高度（1 层尖顶房屋）
0	20
1	19
2	19
3	19
4	18
5	17
6	16
7	14
8	14
9	14
10	14

根据初设阶段线路路径，结合现场调查情况，月普线 π 接普提侧双回线路（垂直逆相序排列）距居民敏感目标的最近水平距离为 10m，因此，月普线 π 接普提侧双回线路（垂直逆相序排列）导线对地高度不低于 14m 时可满足相应标准限值要求。

②根据初步设计阶段线路路径，经现场踏勘测定，月普线 π 接普提侧单回线路（水平排列）评价范围内无居民敏感目标分布，因此仅对单回线路（水平排

列)通过耕地、园地、牧草地、畜禽养殖地、养殖水面、道路等场所时的电磁环境影响进行预测与评价。

月普线 π 接普提侧单回线路(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,导线对地高度不低于 12m,并在边导线外设置 15m 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。

③月普线 π 接普提侧单回线路(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,导线对地高度不低于 11.5m,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。

月普线 π 接普提侧单回线路(三角排列)经过居民区时,导线对地高度不低于 14m。由于月普线 π 接普提侧单回线路(三角排列)评价范围内的居民敏感目标均为 1 层尖顶房屋,为确保评价范围内各居民房屋处达标,按敏感点距边导线水平距离的不同,相应的控制线路与房屋水平距离,或优化导线对地高度,来确保各居民房屋工频电场强度小于 4000V/m。具体见表 8-2。

表 8-2 居民敏感目标距单回线路(三角排列)边导线距离相应最低导线高度

居民敏感目标距 边导线水平距离 (m)	不同水平距离及层高的居民敏感目标 满足工频电场强度小于 4000V/m 相应导线对地高度 (m)
	距地面 1.5m 高度 (1 层尖顶房屋)
0	21
1	21
2	21
3	21
4	21
5	21
6	20
7	20
8	19
9	19
10	18
11	16
12	14
13	14
14	14

根据初设阶段线路路径,结合现场调查情况,月普线 π 接普提侧单回线路(三角排列)距居民敏感目标的最近水平距离为 10m,因此,月普线 π 接普提侧单回线路(三角排列)导线对地高度不低于 18m 时能够满足相应标准限值要求。

④根据初步设计阶段线路路径，经现场踏勘测定，榄普线 π 接普提侧单回线路（水平排列）评价范围内无居民敏感目标分布，因此仅对单回线路（水平排列）通过耕地、园地、牧草地、畜禽养殖地、养殖水面、道路等场所时的电磁环境影响进行预测与评价。

榄普线 π 接普提侧单回线路（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，**导线对地高度不低于 11.5m，并在边导线外设置 14m 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。

⑤根据初步设计阶段线路路径，经现场踏勘测定，榄普线 π 接普提侧单回线路（三角排列）评价范围内无居民敏感目标分布，因此仅对单回线路（三角排列）通过耕地、园地、牧草地、畜禽养殖地、养殖水面、道路等场所时的电磁环境影响进行预测与评价。

榄普线 π 接普提侧单回线路（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，**导线对地高度不低于 11.5m，并在边导线外设置 13m 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。

⑥榄普线 π 接普提侧线路在房屋集中段采用“F”型塔导线单边垂直布置型式，因此仅对线路通过居民区的电磁环境影响进行预测。

榄普线 π 接普提侧单回线路（导线单边垂直布置）经过居民区时，导线对地高度不低于 14m。由于榄普线 π 接普提侧单回线路（导线单边垂直布置）评价范围内的居民敏感目标均为 1 层尖顶房屋，为确保评价范围内各居民房屋处达标，按敏感点距边导线水平距离的不同，相应的控制线路与房屋水平距离，或优化导线对地高度，来确保各居民房屋工频电场强度小于 4000V/m。具体见表 8-3。

表 8-3 居民敏感目标距单回线路（导线单边垂直布置）边导线距离相应最低导线高度

居民敏感目标 距边导线水平距离（m）	不同水平距离的居民敏感目标 满足工频电场强度小于 4000V/m 相应导线对地高度（m）
	距地面 1.5m 高度（1 层尖顶房屋）
0	21
1	20
2	20
3	20
4	19
5	18
6	17
7	16
8	14
9	14
10	14
11	14
12	14
13	14
14	14

根据初设阶段线路路径，结合现场调查情况，榄普线 π 接普提侧线路（单回导线单边垂直布置）距居民敏感目标的最近水平距离为 6m，因此，榄普线 π 接普提侧线路（单回导线单边垂直布置）导线对地高度不低于 17m 时能够满足相应标准限值要求。

5) 对当地群众进行有关高压输电线路和设备方面的环境宣传工作，帮助群众建立环境保护意识和自我安全防护意识。

6) 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。

7) 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。

8) 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) 尽量避让生态保护红线、自然保护区、饮用水水源保护区等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,降低对工程区域及生态保护红线的生态影响。

3) 进一步优化塔型及基础设计,减少线路走廊宽度,减少永久占地。

8.2.1.2 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) 对线路工程施工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。施工人员一般临时租用当地民房居住,生活污水排入居民点化粪池进行处理后用作农肥,不外排。

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。

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。如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

本工程对已建 500kV 月普线、500kV 榄普线 π 接点中间段原线路拆除的铁塔、导地线、金具等物资，将统一运至国网四川省电力公司运检公司西昌分部，按《国家电网有限公司废旧物资管理办法》进行回收、保管与处置，因此线路工程拆除施工不产生固体废弃物。

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、拆迁建筑垃圾分开收集，严禁混堆；生活垃圾应采用垃圾袋、垃圾桶收集，集中收集后交由当地环卫部门统一清运处置；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。

（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。

8.2.1.3 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) 生态保护目标附近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

工程建成投运后，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 环保措施的经济、技术可行性分析

本工程变电站在工程设计过程中采取了严格的污染防治措施，工程投运后电磁环境影响、声环境影响等均能符合国家环保标准要求。本次改造不新增生活污水，站内生活污水经处理后用于站区绿化，不外排，对水环境没有影响。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。

8.4 环保措施投资估算

本工程总投资为**万元，环保投资估算**万元，环保投资占总投资的**%。
本工程投资估算见表 8-4。

主体工程在设计中已充分考虑了减少工程建设对环境的影响问题，大部分污染防治设施都是和主体工程构成整体，不可分割，如输电线路在跨越公路、河流、通信线、其它输电线路、林区和居民点附近时加高铁塔、安装防护装置等，因此，下表 8-4 所列的环境保护投资仅为本工程环境保护投资的一部分。

表 8-4 环境保护投资一览表 单位：万元

项目		环保措施内容	投资（万元）		
			普提变电站	线路	合计
环保设施	大气治理	施工洒水降尘、遮盖挡护处理	**	**	**
	水处理	生活污水处理设施	不涉及	——	**
		主变事故油池	不涉及	——	**
	固体处置	垃圾袋、垃圾桶及清运费	不涉及	**	**
	电磁环境	抬高导线对地高度	计列到主体设计中		
	生态治理	挡土墙（板）、护坡、排水沟等工程措施费	不涉及	**	**
		植被恢复费、林木补偿费	不涉及	**	**
		水土保持投资	**		**
		水土保持监理费	**		**
		水土保持监测费	**		**
		环境影响评价费	**		**
		环保设施竣工验收费	**		**
		环保宣传教育、施工人员环保培训、标志牌等	不涉及	**	**
共计			**		
占总投资比例（总投资**万元）			**%		

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。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	项目是否经国家发改委核准，相关批复文件(包括环评批复、用地批复、水保批复、林木砍伐、压矿、文物等)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；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书中要求落实	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，

序号	验收对象	验收内容
		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。
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 4000V/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	变电站周围线路沿线的居民	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.中华人民共和国野生植物保护条例 5.建设项目环境保护管理条例 6.四川省自然保护区管理条例 7.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.中华人民共和国野生植物保护条例 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污水、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的同步性。
9	环境风险防范	环境风险防范与事故应急设施与措施。
10	生态敏感区附近施工	线路与沿线各生态敏感区位置关系变化情况；在生态敏感区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及变电站的工频电场、工频磁场、噪声环境监测工作可委托具有相应资质的单位完成，各项监测内容如下：

（1）监测点位布置：人类活动相对频繁线路段处。输电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；变电站监测点可布置在其站内及厂界。

（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	人类活动相对频繁线路段和变电站站址处。输电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；变电站监测点可布置在其站内及厂界。	本工程建成投运后第一年内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》(试行)(HJ 681-2013)

10 评价结论与建议

10.1 工程概况

布拖换流站二期 500kV 配套工程建设内容包括：普提 500kV 变电站改造工程、月城～普提双回 500kV 线路普提侧 π 接入布拖换流站二期线路工程、橄榄～普提一回 500kV 线路普提侧 π 接入布拖换流站二期线路工程。本工程建设地点位于四川省凉山州昭觉县、布拖县境内。

(1) 普提 500kV 变电站改造工程

普提 500kV 变电站位于四川省凉山州昭觉县城东北方向约 5.0km 处的新城镇普提村。

本期变电站改造内容为：①将原至月城 I、II 回线路两台 90Mvar 高抗分别改接至 500kV II 母、I 母，作母线高抗使用；②原至橄榄 I 回线路一组 180Mvar 高抗退出运行；③改造 500kV GIS 设备、线路 PT 等设备；④原至橄榄 I 回线路串补装置退出运行，对至盐源线路串补装置进行改造。

普提 500kV 变电站前期工程已按终期规模征地，本期改造工程在变电站既有围墙内进行，仅涉及设备安装及少量土建施工，不需额外新征地。

(2) 月城～普提双回 500kV 线路普提侧 π 接入布拖换流站二期线路工程

线路起于月城～普提双回 500kV 线路普提侧开 π 点，止于布拖换流站二期进线构架，新建线路长度约 $2 \times 44.5\text{km}$ ，导线截面 $4 \times 630\text{mm}^2$ ，其中轻中冰区采用同塔双回路架设，长度约 $2 \times 35.7\text{km}$ ；重冰区采用两个单回路架设，长度约 $2 \times 8.8\text{km}$ 。新建线路位于凉山州昭觉县（21.5km）和布拖县（23km）。

本线路工程新建段架设 1 根 72 芯和 1 根 24 芯 OPGW 光缆，与新建线路同塔架设。本线路工程还包含 500kV 月普线 π 接点～普提站 OPGW 光缆改造，将原普通地线改造为 72 芯光缆，光缆改造段长约 5.8km，位于昭觉县境内。

500kV 月普线开断后，月城侧接入布拖换流站一期，普提侧接入布拖换流站二期，本工程将拆除原 500kV 月普线两个 π 接点中间段原线路约 20.392km，涉及铁塔 50 基。

(3) 橄榄～普提一回 500kV 线路普提侧 π 接入布拖换流站二期线路工程

线路起于橄榄～普提一回 500kV 线路普提侧开 π 点，止于布拖换流站二期进线构架，新建线路长度约 4.2km，全线为 15mm 冰区，采用单回路架设。新建线路位于凉山州布拖县。

本线路架设 1 根 72 芯 OPGW 光缆，与拟建线路同塔架设。此外本线路工程还包含 500kV 榄普线 π 接点~普提站 OPGW 光缆改造，将原普通地线改造为 72 芯 OPGW 光缆，光缆改造段长约 41.3km，位于昭觉县和布拖县境内。

500kV 榄普一线开断后，橄榄侧接入布拖换流站一期，普提侧接入布拖换流站二期，本工程将拆除两个 π 接点中间段原线路约 3.004km，涉及铁塔 9 基。

本工程总投资**万元，其中环保投资估算**万元，约占工程总投资的**1%。

10.2 工程建设的符合性及必要性

白鹤滩水电站位于四川省凉山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《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 ± 800 kV 直流输电工程分别送电江苏和浙江两省消纳。

布拖换流站二期 500kV 配套工程是白鹤滩电站接入系统及外送交流配套工程。通过布拖换流站二期 500kV 配套工程的建设，白鹤滩—浙江特高压直流送端换流站与四川主网将形成 3 回 500kV 线路的网架结构，可有效提高换流站的系统强度，保障换流站的安全稳定运行。四川电网富余水电可经本工程送至换流站并参与外送，增加四川富余水电外送通道。布拖换流站二期容量 8000MW，发生直流单极闭锁以后，短时间内将有较大功率需转送，工程的建设可在故障方式下提供潮流转移通道，确保换流站运行满足安全稳定要求，因此本工程的建设十分必要。

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。线路选线取得了工程所在地昭觉、布拖县规划等相关部门同意意见，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，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、高山栲、桦木、杨树等，以及腋花杜鹃灌丛、地盘松灌丛、矮高山栎灌丛、蔷薇、栲子灌丛、扭黄茅草丛、珠牙蓼草甸等灌草植被，耕地栽培植物主要有小麦、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。鸟类有山斑鸠、大杜鹃、小杜鹃、大斑啄木鸟、高山旋木雀、小云雀等，兽类有野猪、豹猫、豪猪、草兔、大绒鼠、大耳姬鼠、岩松鼠等，两栖类有华西蟾蜍、昭觉林蛙、昭觉泛树蛙等，爬行类有白条锦蛇、草绿攀蜥、双斑锦蛇等；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。

3) 生态类敏感目标

本工程在线路选线及环评过程中，对沿线有关的地方政府、林业、规划、国土等部门进行了收资调研和路径方案协调工作，并根据有关部门的意见对线路进行了优化，尽量避免沿线的环境敏感区域。

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等特殊及重要生态敏感区。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，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、金沙江下游干热河谷水土流失敏感生态保护红线；输电线路在昭觉县穿越了昭觉县龙恩乡日普村集中式饮用水水源地二级保护区。

（3）水土流失：工程区域属于以水力侵蚀为主的西南岩溶区。工程区域土壤侵

蚀以轻度侵蚀为主。

10.4 主要环境影响预测与评价结论

10.4.1 施工期环境影响预测与评价结论

10.4.1.1 大气环境影响

(1) 普提 500kV 变电站

普提 500kV 变电站改造工程在变电站既有围墙内进行，本期在站内改造断路器、隔离开关、电流互感器等电气设备，仅涉及少量土建施工，总体土石方开挖量小，扬尘源少且集中，在合理选择施工方法与工艺，合理安排施工时序的情况下，站内改造工程施工期产生的扬尘污染较小。

(2) 输电线路

本工程施工对大气环境的影响主要为施工扬尘，主要来源于线路塔基基础开挖和临时堆土，在短期内将使施工区域局部空气中的 TSP 增加。线路工程施工集中在塔基处，施工位置分散、各施工位置产生扬尘量很小。

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。采取以上施工扬尘防治措施后，施工扬尘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

(1) 普提 500kV 变电站

普提 500kV 变电站改造工程施工期间的废污水包括施工生产废水和施工人员生活污水。其中生产废水主要为设备清洗、物料清洗、进出车辆清洗等过程产生；生活污水主要来自于施工人员的生活排水。

(2) 输电线路

输电线路施工废污水产生量很少，施工生产废水经沉淀处理后回用，不外排。施工人员产生的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。

本工程输电线路跨越昭觉河、吉额依达河等河流时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。

10.4.1.3 固体废物影响

(1) 普提 500kV 变电站

普提 500kV 变电站改造工程施工人员产生的生活垃圾均可利用变电站内既有垃

圾箱收集后交由当地环卫部门处理，对站外环境不会产生影响。

（2）输电线路

本工程将拆除原线路铁塔、档间导地线及绝缘子等金具，拆除物资将统一运至国网四川省电力公司运检公司西昌分部，按《国家电网有限公司废旧物资管理办法》进行回收、保管与处置，因此本工程线路拆除施工不产生固体废弃物。

线路工程施工期固体废物主要是施工人员产生的生活垃圾，集中收集后交由当地环卫部门统一清运处置。

施工期间各施工场所弃渣、垃圾不得随意丢弃，不得堆放于河道以及植被较多地段；对生产、生活垃圾进行分类收集，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。

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。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

本工程普提 500kV 变电站改造工程均在原有围墙范围内进行改造，工程不额外新征地，无水土保持限制性因素制约，对站外生态环境没有影响。

本工程生态环境影响主要来自于线路工程的建设。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 33.98hm²，其中永久占地 6.35hm²，临时占地 27.63hm²；输电线路总路径长度 48.7km。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；灌草地类型以杜鹃灌丛、地盘松灌丛、扭黄茅草丛为主；耕地主要种植有玉米、小麦以及果树等。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、高山栲、桦木、杨树、腋花杜鹃、地盘松、蔷薇、栒子、白刺花、羊蹄甲、木蓝、余甘子、清香木、木棉、扭黄茅、白茅等。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 147 基，塔基占地面积 6.35hm^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 27.63hm^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。

(5) 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、金沙江下游干热河谷水土流失敏感生态保护红线，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。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，不会改变区域生态功能，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。

(6) 对饮用水水源保护区的影响分析

本工程输电线路穿越龙恩乡日普村集中式饮用水水源地二级保护区约 0.54km，立塔 1 基，工程永久占地面积 0.06hm²。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回用，不外排，不会对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，因此不会对饮用水水源保护区的水质产生影响。

10.4.2 运行期环境影响预测与评价结论

本项目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 工频电场强度、工频磁感应强度

(1) 变电站

通过预测分析，普提 500kV 变电站本期改造工程完成后站外电磁环境基本保持现有电磁环境状况，站界外工频电场强度、工频磁感应强度均能满足相应评价标准的要求。

(2) 输电线路

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对周围环境产生的电磁环境影响均满足相应评价标准限值要求。

1) 工频电场

①耕地、园地、牧草地、畜禽养殖地、养殖水面、道路等场所

a. 月普线 π 接普提侧双回线路（垂直逆相序排列）

月普线 π 接普提侧双回线路（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，**导线对地高度不低于 11.5m**，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 **8.5m** 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. 月普线 π 接普提侧单回线路（水平排列）

月普线 π 接普提侧单回线路（水平排列）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 12m**，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 **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。

c. 月普线 π 接普提侧单回线路（三角排列）

月普线 π 接普提侧单回线路（三角排列）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 11.5m**，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 **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。

d. 榄普线 π 接普提侧单回线路（水平排列）

榄普线 π 接普提侧单回线路（水平排列）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 11.5m**，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 14m 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。

e. 榄普线 π 接普提侧单回线路（三角排列）

榄普线 π 接普提侧单回线路（三角排列）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 11.5m，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 13m 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

a. 月普线 π 接普提侧双回线路（垂直逆相序排列）

通过居民区时，导线对地高度不低于 14m。经现场踏勘测定，月普线 π 接普提侧双回线路（垂直逆相序排列）评价范围的居民敏感目标均为 1 层尖顶房屋。为确保评价范围内各居民房屋处达标，按敏感点距边导线水平距离的不同，相应的控制线路与房屋水平距离，或优化导线对地高度，来确保评价范围内各居民房屋工频电场强度小于 4000V/m，具体见表 10-1。

表 10-1 居民敏感目标距双回线路边导线距离相应最低导线高度

居民敏感目标距边导线水平距离（m）	不同水平距离及层高的居民敏感目标 满足工频电场强度小于 4000V/m 相应导线对地高度（m）
	距地面 1.5m 高度（1 层尖顶房屋）
0	20
1	19
2	19
3	19
4	18
5	17
6	16
7	14
8	14
9	14
10	14

b. 月普线 π 接普提侧单回线路（水平排列）

经现场踏勘测定，月普线 π 接普提侧单回线路（水平排列）评价范围内无居民敏感目标分布，因此不对单回线路（水平排列）通过居民区进行预测及评价。

c. 月普线 π 接普提侧单回线路（三角排列）

通过居民区时，导线对地高度不低于 14m。经现场踏勘测定，月普线 π 接普提侧单回线路（三角排列）评价范围的居民敏感目标均为一层尖顶房屋。为确保评价范围内各居民房屋不同楼层处达标，按敏感点距边导线水平距离的不同，相应的控制线路

与房屋水平距离，或优化导线对地高度，来确保评价范围内各居民房屋工频电场强度小于 4000V/m，具体见表 10-2。

表 10-2 居民敏感目标距单回线路（三角排列）边导线距离相应最低导线高度

居民敏感目标距 边导线水平距离（m）	不同水平距离及层高的居民敏感目标 满足工频电场强度小于 4000V/m 相应导线对地高度（m）
	距地面 1.5m 高度（1 层尖顶房屋）
0	21
1	21
2	21
3	21
4	21
5	21
6	20
7	20
8	19
9	19
10	18
11	16
12	14
13	14
14	14

d. 榄普线 π 接普提侧单回线路（水平排列）

经现场踏勘测定，榄普线 π 接普提侧单回线路（水平排列）评价范围内无居民敏感目标分布，因此不对单回线路（水平排列）通过区民区进行预测及评价。

e. 榄普线 π 接普提侧单回线路（三角排列）

经现场踏勘测定，榄普线 π 接普提侧单回线路（三角排列）评价范围内无居民敏感目标分布，因此不对单回线路（三角排列）通过区民区进行预测及评价。

f. 榄普线 π 接普提侧单回线路（导线单边垂直布置）

通过居民区时，导线最低对地高度 14m。经现场踏勘测定，榄普线 π 接普提侧单回线路（导线单边垂直布置）评价范围的居民敏感目标均为 1 层尖顶房屋。为确保评价范围内各居民房屋不同楼层处达标，按敏感点距边导线水平距离的不同、楼层的不同，相应的控制线路与房屋水平距离，或优化导线对地高度，来确保评价范围内各居民房屋工频电场强度小于 4000V/m，具体见表 10-3。

表 10-3 居民敏感目标距单回线路（导线单边垂直布置）边导线距离相应最低导线高度

居民敏感目标 距边导线水平距离（m）	不同水平距离的居民敏感目标 满足工频电场强度小于 4000V/m 相应导线对低高度（m）
	距地面 1.5m 高度（1 层尖顶房屋）
0	21
1	20
2	20
3	20
4	19
5	18
6	17
7	16
8	14
9	14
10	14
11	14
12	14
13	14
14	14

2) 工频磁场

a. 月普线 π 接普提侧双回线路（垂直逆相序排列）

月普线 π 接普提侧双回线路（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，导线对地高度提升至 11.5m 时，线下 1.5m 高处工频磁感应强度最大值为 28.33 μ T，满足公众曝露控制限值（100 μ T）要求。

双回线路临近居民住房，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为 24.78 μ T，满足公众曝露控制限值（100 μ T）要求。

b. 月普线 π 接普提侧单回线路（水平排列）

月普线 π 接普提侧单回线路（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，导线对地高度提升至 12m 时，线下 1.5m 高处工频磁感应强度最大值为 18.58 μ T，满足公众曝露控制限值（100 μ T）要求。

c. 月普线 π 接普提侧单回线路（三角排列）

月普线 π 接普提侧单回线路（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，导线对地高度提升至 11.5m 时，线下 1.5m 高处工频磁感应强度最大值为 23.52 μ T，满足公众曝露控制限值（100 μ T）要求。

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，线下 1.5m 高处工频磁感应强度最大值为 19.54 μ T，满足公众曝露控制限值（100 μ T）要求。

d. 榄普线 π 接普提侧单回线路（水平排列）

榄普线 π 接普提侧单回线路（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，导线对地高度提升至 11.5m 时，线下 1.5m 高处工频磁感应强度最大值为 19.55 μ T，满足公众曝露控制限值（100 μ T）要求。

e.榄普线 π 接普提侧单回线路（三角排列）

榄普线 π 接普提侧单回线路（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，导线对地高度提升至 11.5m 时，线下 1.5m 高处工频磁感应强度最大值为 24.00 μ T，满足公众曝露控制限值（100 μ T）要求。

f.榄普线 π 接普提侧单回线路（导线单边垂直布置）

榄普线 π 接普提侧单回线路（导线单边垂直布置）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为 17.79 μ T，满足公众曝露限值 100 μ T 要求。

10.4.2.2 声环境

（1）变电站

通过预测分析，普提 500kV 变电站本期改造工程完成后厂界噪声排放能满足相应评价标准的要求。

（2）输电线路

本工程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；噪声在线路中心附近处达到最大值。与环境现状值叠加后，噪声预测值均低于相应评价标准限值。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。

10.5 环境保护措施

（1）废水

变电站生产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。主变压器、高抗事故时产生的事故废油进入事故油池，事故油回收利用，产生的少量废油由有资质的专业公司收集、运输、贮存及回收利用，不外排。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

变电站改造工程和输电线路塔基施工各施工点施工量小，施工时间短。施工单位要加强施工管理，施工过程中做好施工组织设计，合理安排施工时间，严格控制夜间施工。

3) 工频电磁场

1) 变电站内电器设备接地；金属构件，如吊夹、保护环、保护角、垫片、接头、螺栓、闸刀片等应做到表面光滑，尽量避免毛刺的出现；保证变电站内高压设备、建筑物钢铁件均接地良好，所有设备导电元件间接触部位均应连接紧密，以减小因接触不良而产生的火花放电。

2) 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。

3) 在通过耕地、园地、牧草地、畜禽养殖地、养殖水面、道路等场所，单回线路并行段导线对地高度不低于 12m 时，满足 10kV/m 标准限值要求。

4) 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。月普线 π 接普提侧双回线路（垂直逆相序排列）在经过耕地、园地、牧草地、畜禽养殖地、养殖水面、道路等场所导线高度不低于 11.5m 时，满足 10kV/m 标准限值要求；月普线 π 接普提侧单回线路（水平排列）在经过耕地、园地、牧草地、畜禽养殖地、养殖水面、道路等场所导线高度不低于 12m 时，满足 10kV/m 标准限值要求；月普线 π 接普提侧单回线路（三角排列）在经过耕地、园地、牧草地、畜禽养殖地、养殖水面、道路等场所导线高度不低于 11.5m 时，满足 10kV/m 标准限值要求；榄普线 π 接普提侧单回线路（水平排列）在经过耕地、园地、牧草地、畜禽养殖地、养殖水面、道路等场所导线高度不低于 11.5m 时，满足 10kV/m 标准限值要求；榄普线 π 接普提侧单回线路（三角排列）在经过耕地、园地、牧草地、畜禽养殖地、养殖水面、道路等场所导线高度不低于 11.5m 时，满足 10kV/m 标准限值要求。

本工程输电线路经过居民区时，导线对地高度不低于 14m。经现场踏勘测定，月普线 π 接普提侧双回线路（垂直逆相序排列）评价范围的居民敏感目标均为 1 层尖顶房屋；月普线 π 接普提侧单回线路（水平排列）评价范围内无居民敏感目标分布；月普线 π 接普提侧单回线路（三角排列）评价范围的居民敏感目标共 2 处，均为 1 层尖顶民房；榄普线 π 接普提侧单回线路（导线单边垂直布置）评价范围的居民敏感目标共 2 处，均为 1 层尖顶民房。因此为确保评价范围内各居民房屋不同楼层处达标，按敏感点距边导线水平距离的不同、楼层的不同，相应的控制线路与房屋水平距离，或优化导线对地高度，来确保各居民房屋工频电场强度小于 4000V/m，具体见表 10-1~10-3。

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。

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免让植被密集区，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。

4) 灌草地植被保护措施

对于施工临时占用的草地，施工前应将其草皮剥离，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

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。

10.6.5 对生态保护红线的保护措施

在本工程输电线路穿越凉山一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。

10.6.6 对饮用水水源保护区的保护措施

对本工程穿越的昭觉县龙恩乡日普村集中式饮用水水源地，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）严禁在龙恩乡日普村集中式饮用水水源地一级保护区内立塔。

（2）在施工场地附近设置废水沉淀池，将施工废水沉淀处理后用于浇洒路面降尘，施工废水禁止排入水源地保护区内。混凝土拌和场地等临时占地不得设置在保护区范围内，防止施工废水排入附近河流或渗入地下，避免雨季施工，确保不会影响到保护区的水源水质。施工完成后对临时占用的土地进行清理，做到工完、料尽、场清、整洁，并恢复原有地貌，减少对水源保护区植被的影响。

（3）在龙恩乡日普村集中式饮用水水源地二级保护区内施工时，严格控制施工带宽度，并要求各种机械和车辆固定行车路线，不得随意下道行驶或另开辟道路，尽量减少对水源地的影响，不在水源保护区范围内弃土弃渣，塔基开挖临时堆土及时回填，加强占地生态维护与管理。

（8）施工区域设置临时围挡，避免废水、废渣进入保护区水体，对水源保护区造成污染。

（4）施工工序应布置紧凑合理，尽量缩短在水源保护区内的施工工期。

（5）施工完成后及时恢复场地原有面貌，对于防沉基基础，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水质产生影响。

（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。

（6）加强施工人员的教育，做到文明施工，不得在保护区范围内乱丢乱弃。

（2）严格划定施工范围，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，禁止施工人员及施工车辆随意进入水源保护区范围，防止对水

源保护区地表的扰动破坏。

(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。

综上，线路建设需严格按照《中华人民共和国水污染防治法》、《四川省饮用水水源保护管理条例》等相关要求进行建设，进一步优化工程设计施工工艺、施工布局等，加强施工期环境管理，落实相关措施，控制和减缓项目建设对饮用水水源保护区造成的不利影响，确保环境和饮水安全。

在严格落实了上述保护措施后，本工程建设对饮用水水源保护区的影响较小，不会对其水体功能造成影响。

10.6.4 跨越河流时采取的环境保护措施

(1) 本工程输电线路跨越昭觉河、吉额依达河等河流时，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。

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**万元，其中环保投资估算**万元，约占工程总投资的**%。

10.9 评价结论

布拖换流站二期 500kV 配套工程是白鹤滩电站接入系统及外送交流配套工程。通过布拖换流站二期 500kV 配套工程的建设，白鹤滩—浙江特高压直流送端换流站与四

川主网将形成 3 回 500kV 线路的网架结构，可有效提高换流站的系统强度，保障换流站的安全稳定运行。四川电网富余水电可经本工程送至换流站并参与外送，增加四川富余水电外送通道。布拖换流站二期容量 8000MW，发生直流单极闭锁以后，短时间内将有较大功率需转送，工程的建设可在故障方式下提供潮流转移通道，确保换流站运行满足安全稳定要求，因此本工程的建设十分必要。

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。本项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）》明确的鼓励类项目，符合国家现行产业政策。本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。