

国网四川检修公司西昌分部
500kV 榄普一线 228#、234#改造工程
环 境 影 响 报 告 书

(送审版)

建设单位：国网四川省电力公司超高压分公司
环评单位：四川电力设计咨询有限责任公司

二零二二年五月 成都

目 录

1	前言	1
1.1	项目建设必要性	1
1.2	项目概况	3
1.3	本次评价内容	3
1.4	设计工作开展情况	5
1.5	环境影响评价工作过程	5
1.6	主要环境影响	6
1.7	环境影响报告书主要结论	6
2	总则	7
2.1	编制依据	7
2.2	评价因子与评价标准	10
2.3	评价工作等级	11
2.4	评价范围	12
2.5	环境敏感目标	13
2.6	评价重点	14
3	工程概况与工程分析	15
3.1	工程概况	15
3.2	与政策法规的相符性	26
3.3	工程的环境合理性分析	27
3.4	环境影响因素识别	27
3.5	生态影响途经分析	28
3.6	设计阶段采取的环境保护措施	30
4	环境现状调查与评价	32
4.1	区域概况	32
4.2	自然环境	32
4.3	土地利用现状	34
4.4	电磁环境	34
4.5	声环境	37
4.6	生态环境	40
5	施工期环境影响评价	43
1.1	声环境影响分析	43
1.2	大气环境影响分析	43
1.3	水环境影响分析	44
1.4	固体废物影响分析	44
1.5	生态环境影响分析	44
1.6	小结	45
6	运行期环境影响预测与评价	46
1.7	电磁环境影响预测与评价	46
1.8	声环境影响预测与评价	92
1.9	水环境影响分析	94
1.10	固体废物影响分析	94
1.11	生态环境影响分析	94
1.12	风险分析	94
7	环境保护措施及其技术、经济论证	95
1.13	环境保护措施分析	95

1.14	输电线路采取的环境保护措施.....	95
1.15	环保措施的经济、技术可行性分析.....	102
8	环境管理与监测计划.....	104
1.16	环境管理	104
1.17	环境监理	105
1.18	环境监测	106
9	评价结论与建议.....	108
1.19	项目建设的必要性	108
1.20	项目建设与规划、法规、产业政策的符合性分析.....	108
1.21	项目及环境概况	108
1.22	主要环境影响	110
1.23	环境保护措施	112
1.24	公众参与	112
1.25	环境敏感目标影响	113
1.26	评价结论	113
1.27	建议	113

1 前言

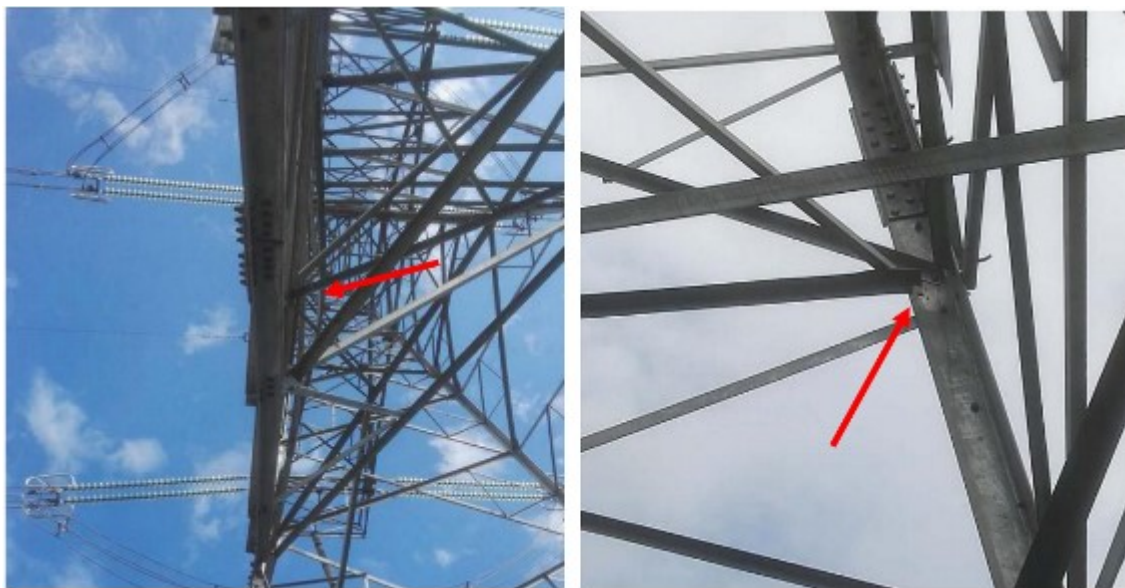
1.1 项目建设必要性

500kV 榄普一线始于四川省攀枝花市米易县境内的橄榄 500kV 变电站，止于四川省凉山彝族自治州昭觉县境内的 500kV 普提变电站，线路由原二普Ⅲ回线路（二滩水电站至普提 500kV 变电站） π 接入橄榄 500kV 变电站形成。2021 年，运维人员观测发现 500kV 榄普一线 228#塔、234#塔出现基础位移、塔体结构变形情况，存在严重安全隐患，目前全线已处于停电检查、待修状态，亟需对 228#塔、234#塔段进行改造。本次改造线路在包含在原二普Ⅲ回线路中，于 1998 年建成投运，其环境影响评价包含在《二滩水电站送出配套输变电工程环境评价报告》中，四川省生态环境厅（原四川省环境保护局）以川环发（1994）开字第 038 号文对其进行了批复。

本项目为国网四川检修公司西昌分部 500kV 榄普一线 228#、234#改造工程，其建设是为了保障 500kV 榄普一线送电安全、沿线人民群众人身财产安全，消除因地质问题导致的线路安全隐患，提高电网安全运行能力，提高四川电网稳定水平。本工程仅针对存在安全问题的 228#塔、234#塔段线路开展改造，避免大范围迁改，能够以尽量小的环境影响达成工程目的，保障电网安全及居民人身财产安全，具有较好的环境效益。因此，本工程建设是必要的。



图片 1-1 228#塔位基础沉降



图片 1-2 228#塔位结构变形（角钢弯曲、螺栓崩脱）



图片 1-3 234#塔位基础位移（滑坡、挡墙位移）



图片 1-4 234#塔位结构变形（角钢弯曲、扭曲）

1.2 项目概况

1.2.1 建设内容及规模

根据本项目设计资料，本工程**建设内容包括：500kV 榄普一线 228#、234#塔段改造线路**。改造线路均位于凉山州普格县境内。

500kV 榄普一线 228#、234#塔段改造线路，总长约 7.7km，包括 228#塔改造段、234#塔改造段。**228#塔改造段**长约 4.463km，包括 227#~230#塔改造段、221#~227#塔换线段。**227#~230#塔改造段**长约 1.363km，本次拆除既有 228#、229#塔，新建 228#G、229#G 塔，导、地线利旧，采用单回三角排列；**221#~227#塔换线段**长约 3.1km，分为三角排列段和水平排列段，本次铁塔利旧，仅换导、地线，其中**三角排列段**长约 1.9km，采用单回三角排列；**水平排列段**长约 1.2km，采用单回水平排列。**234#塔改造段**长约 2.9km，包括 232#~236#塔迁改段、236#~239#塔重新松紧线段。**232#~236#塔迁改段**长约 1.7km，本次拆除既有 233#、234#、235#塔，新建 233#G、234#G、234-1#G、235#G 塔，采用单回三角排列；**236#~239#塔重新松紧线段**长约 1.2km，分为三角排列段和水平排列段，本次铁塔和导、地线均利旧，重新松紧线不改变原导线对地高度，其中**三角排列段**长约 0.6km，采用单回三角排列；**水平排列段**长约 0.6km，采用单回水平排列。新建、利旧及更换导线型号均为 4×JL/G1A-400/50 钢芯铝绞线，导线采用四分裂，分裂间距为 450mm，设计输送电流为 1920A。共使用铁塔 19 基（新建 6 基，利旧 13 基），新增永久占地约 0.084hm²。

本次需拆除 500kV 榄普一线原 221#塔~227#塔间导、地线长度约 3.1km、原 232#塔~236#塔间导、地线长度约 1.3km，拆除铁塔 5 基（228#塔、229#塔、232#塔、233#塔、234#塔）。

(2) 配套通信工程

沿 221#~227#塔、232#~236#塔架设 1 根 72 芯光缆，长约 4.8km，光缆型号为 OPGW-120。

1.2.2 项目投资

本工程总投资为 1769.18 万元。

1.3 本次评价内容

500kV 榄普一线始于四川省攀枝花市米易县境内的橄榄 500kV 变电站，止于四川省凉山彝族自治州昭觉县境内的 500kV 普提变电站，线路由原二普III回线路（二滩水

电站至普提 500kV 变电站) π 接入橄榄 500kV 变电站形成。本次改造线路在包含在原二普III回线路中, 于 1998 年建成投运, 其环境影响评价包含在《二滩水电站送出配套输变电工程环境评价报告》中, 四川省生态环境厅(原四川省环境保护局)以川环发(1994)开字第 038 号文对其进行了批复。本次对本项目改造涉及的路径段进行评价。

本工程线路的评价内容及规模分析见表 1-1。

表 1-1 本项目线路的评价内容及规模

线路		导线排列方式	导线分裂形式	评价范围内居民分布情况	导线对地设计/实际最低高度(m)*	拟选/利旧塔中最不利塔型	导线型号	本次评价内容	
228#塔改造段	227#~230#塔改造段		三角排列	四分裂	边导线地面投影外两侧各50m范围内有零星居民分布	14 (设计)	ZM214	4×JL/G1A-400/50	按耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、道路等场所导线设计对地最低高度 14m，公众曝露区域导线设计对地最低高度 15m 进行评价。
	221#~227#塔换线段	三角排列段	三角排列	四分裂	边导线地面投影外两侧各50m范围内有零星居民分布	17 (实际)	ZM214	4×JL/G1A-400/50	按耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、道路等场所导线实际对地最低高度 17m，公众曝露区域导线实际对地最低高度 22m 进行评价。
		水平排列段	水平排列	四分裂	边导线地面投影外两侧各50m范围内有零星居民分布	18 (实际)	ZB222	4×JL/G1A-400/50	按耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、道路等场所导线实际对地最低高度 18m，公众曝露区域导线实际对地最低高度 25m 进行评价。
234#塔改造段	232#~236#塔迁改段		三角排列	四分裂	边导线地面投影外两侧各50m范围内有零星居民分布	18 (设计)	JGB262G	4×JL/G1A-400/50	按耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、道路等场所导线设计对地最低高度 18m，公众曝露区域导线设计对地最低高度 22m 进行评价。
	236#~239#塔重新松紧线段	三角排列段	三角排列	四分裂	边导线地面投影外两侧各50m范围内无居民分布	16 (实际)	JT211	4×JL/G1A-400/50	按耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、道路等场所导线实际对地最低高度 16m 进行评价。
		水平排列段	水平排列	四分裂	边导线地面投影外两侧各50m范围内无居民分布	14 (实际)	ZB222	4×JL/G1A-400/50	按耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、道路等场所导线实际对地最低高度 14m 进行评价。

注: 1、*—导线对地设计/实际最低高度基于设计资料平断面定位图确定。

2、环评预测参数根据本工程初步设计阶段设计资料确定。

配套的光缆通信工程与线路同塔架设, 不涉及土建施工, 施工量小, 按相关规程要求实施后, 运行期产生的环境影响较小。

综上所述, 本项目**环境影响评价内容**如下:

227#~230#塔改造段按单回三角排列、导线四分裂、导线对地高度按设计对地最低高度(耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、道路等场所 14m, 公众曝露区域 15m)进行评价;

221#~227#塔换线三角排列段按单回三角排列、导线四分裂、导线对地高度按实际对地最低高度（耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、道路等场所 17m，公众曝露区域 22m）进行评价；

221#~227#塔换线水平排列段按单回水平排列、导线四分裂、导线对地高度按实际对地最低高度（耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、道路等场所 18m，公众曝露区域 25m）进行评价；

232#~236#塔迁改段按单回三角排列、导线四分裂、导线对地高度按设计对地最低高度（耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、道路等场所 18m，公众曝露区域 22m）进行评价；

236#~239#塔重新松紧线三角排列段按单回三角排列、导线四分裂、导线对地高度按实际对地最低高度（耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、道路等场所 16m）进行评价；

236#~239#塔重新松紧线水平排列段按单回水平排列、导线四分裂、导线对地高度按实际对地最低高度（耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、道路等场所 14m）进行评价。

1.4 设计工作开展情况

2021 年 9 月，中国电力工程顾问集团西南电力设计院有限公司完成了本工程可研设计工作。2022 年 2 月，中国电力工程顾问集团西南电力设计院有限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

按照《中华人民共和国环境保护法》（中华人民共和国主席令第 9 号）、《中华人民共和国环境影响评价法》（中华人民共和国主席令第 24 号）、《建设项目环境保护管理条例》（国务院第 682 号令）、《建设项目环境影响评价分类管理名录》（生态环境部令 第 16 号），本工程属于 500 千伏输变电工程，其环境影响评价文件类别应为环境影响报告书。国网四川省电力公司超高压分公司于 2022 年 4 月 24 日委托四川电力设计咨询有限责任公司开展本工程环境影响评价工作。

我公司接受委托后，环评人员收集了输变电工程相关的国家环境保护法律法规、标准、行业规范、工程设计资料及区域环境状况、生态敏感区分布等资料，在初步掌握工程特点和区域环境特征的基础上，制定了工作大纲，进行人员分工。然后环评人员深入工程所经地区相关部门和工程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，并委托成都同洲科技有限责任公司进行了现状监测。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。结合工程实际情况进行了环境影响预测与评价，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，我公司编制完成了《国网四川检修公司西昌分部 500kV 榄普一线 228#、234#改造工程环境影响报告书》（送审稿），建设单位根据四川省相关要求并按《关于调整建设项目环境影响评价文件分级审批权限的公告》（2019 年第 2 号）上报四川省生态环境厅审批。

1.6 主要环境影响

本工程施工期和运行期产生的主要环境影响问题如下：

- （1）施工期：施工扬尘、噪声以及生态环境影响。
- （2）运行期：工频电场、工频磁场和噪声。

1.7 环境影响报告书主要结论

（1）本项目建设是为了保障 500kV 榄普一线送电安全、沿线人民群众人身财产安全，消除因地质问题导致的线路安全隐患，提高电网安全运行能力，提高四川电网稳定水平。因此，本工程建设是必要的。

（2）本项目为电网改造及建设工程，属电力基础设施建设，是国家发改委 2019 年第 29 号令《产业结构调整指导目录（2019 年本）》中“第一类鼓励类”——第四条“电力”——“500 千伏及以上交、直流输变电”项目，符合国家产业政策。

（3）本工程为既有线路改造项目，在原有线路通道附近进行改造，尽量减少新建塔基数，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，亦不涉及生态保护红线和国家公园。

（4）根据环境现状监测，本工程所在地区的电磁环境、声环境监测结果能满足相应评价标准要求，无制约本项目建设的环境因素。

（5）本工程施工期产生的环境影响主要有水土流失、施工噪声、施工扬尘、施工废水、固体废物、生态影响等，施工工程量小，时段短；运行期产生的环境影响主要有工频电场、工频磁场、噪声，通过模式预测结合类比监测分析，改造线路按设计方案实施后，产生的电场强度、磁感应强度、噪声均能满足相应评价标准要求。

（6）对输电线路在建设期提出了大气环境、水环境、声环境及生态环境等保护措施，在运行期提出了电磁环境、声环境及生态环境保护措施，通过认真落实，可减缓或消除工程建设可能产生的不利环境影响。

2 总则

2.1 编制依据

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 日起施行）
- (3) 《中华人民共和国水污染防治法》（2018 年 1 月 1 日起施行）
- (4) 《中华人民共和国大气污染防治法》（2018 年 10 月 26 日起施行）
- (5) 《中华人民共和国环境噪声污染防治法》（2022 年 6 月 5 日起施行）
- (6) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020 年 9 月 1 日起施行）
- (7) 《中华人民共和国野生动物保护法》（2018 年 10 月 26 日起施行）
- (8) 《中华人民共和国水法》（2016 年 7 月 2 日起施行）
- (9) 《中华人民共和国水土保持法》（2011 年 3 月 1 日起施行）
- (10) 《中华人民共和国电力法》（2018 年 12 月 29 日起施行）
- (11) 《中华人民共和国野生植物保护条例》（2017 年 10 月 7 日起施行）
- (12) 《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）
- (13) 《国务院关于修改<电力设施保护条例>的决定》（国务院令第 239 号）

2.1.2 部委规章及相关规定文件

- (1) 《国务院关于加强环境保护重点工作的意见》（国发〔2011〕35 号）
- (2) 《国务院关于落实科学发展观加强环境保护的决定》（国发〔2005〕39 号）
- (3) 《“十三五”生态环境保护规划》（国发〔2016〕65 号）
- (4) 《全国生态环境保护纲要》（国发〔2000〕38 号）
- (5) 《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）
- (6) 《国务院关于印发全国主体功能区规划的通知》（国发〔2010〕46 号）
- (7) 《电力设施保护条例实施细则》（国家发展和改革委员会令第 10 号）
- (8) 《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（国家发展和改革委员会 2019 年第 29 号令，2020 年 1 月 1 日起施行）

(9) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》(生态环境部令第 16 号, 2021 年 1 月 1 日起施行)

(10) 《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)

(11) 《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)

(12) 《环境影响评价公众参与办法》(生态环境部令第 4 号, 2019 年 1 月 1 日起施行)

(13) 《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)

2.1.3 地方性法规及相关规定文件

(1) 《四川省环境保护条例》(2018 年 1 月 1 日起施行)

(2) 《四川省辐射污染防治条例》(2016 年 6 月 1 日起施行)

(3) 《关于印发四川省“十三五”生态保护与建设规划的通知》(四川省人民政府川办发〔2017〕33 号)

(4) 《四川省饮用水水源保护管理条例》(2019 年 9 月 26 日修正)

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

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

(7) 《四川省打赢蓝天保卫战等九个实施方案》(川府发〔2019〕4 号)

(8) 《凉山州大气环境质量持续改善规划》(凉府办发〔2018〕40 号)

(9) 《四川省生态功能区划》(川府函〔2006〕100 号, 2006 年 5 月)

(10) 《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)

(11) 《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》(凉府函〔2021〕71 号)

2.1.4 技术规范、导则和标准

(1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ2.1-2016)

(2) 《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ2.2-2018)

(3) 《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ2.3-2018)

- (4) 《环境影响评价技术导则 声环境》 (HJ2.4-2009)
- (5) 《环境影响评价技术导则 生态影响》 (HJ19-2011)
- (6) 《环境影响评价技术导则 输变电》 (HJ24-2020)
- (7) 《声环境质量标准》 (GB3096-2008)
- (8) 《工业企业厂界环境噪声排放标准》 (GB 12348-2008)
- (9) 《地表水环境质量标准》 (GB3838-2002)
- (10) 《污水综合排放标准》 (GB8978-1996)
- (11) 《大气污染物综合排放标准》 (GB16297-1996)
- (12) 《环境空气质量标准》 (GB3095-2012)
- (13) 《建筑施工场界环境噪声排放标准》 (GB12523-2011)
- (14) 《电磁环境控制限值》 (GB8702-2014)
- (15) 《交流输变电工程电磁环境监测方法 (试行)》 (HJ681-2013)
- (16) 《建设项目竣工环境保护验收技术规范 输变电》 (HJ 705-2020)
- (17) 《生产建设项目水土保持技术标准》 (GB50433-2018)
- (18) 《生产建设项目水土流失防治标准》 (GB/T50434-2018)
- (19) 《土壤侵蚀分类分级标准》 (SL190-2007)
- (20) 《输变电建设项目环境保护技术要求》 (HJ 1113-2020)

2.1.5 工程设计资料

《国网四川检修公司西昌分部 500kV 榄普一线 228#、234#改造工程 初步设计》
(中国电力工程顾问集团西南电力设计院有限公司, 2021 年 12 月)

2.1.6 本工程委托文件

- (1) 技术服务合同 (附件 1)

2.1.7 本工程相关批复文件

(2) 《关于<二滩水电送出配套输变电工程环境影响分析>审查意见的函》(四川省环境保护局 (现四川省生态环境厅) 川环发〔1994〕开字第 038 号) (附件 5)

2.1.8 监测报告

《国网四川检修公司西昌分部 500kV 榄普一线 228#、234#改造工程电场强度、磁感应强度、噪声现状检测报告》

2.1.9 相关工程批复文件、参考文献等

- (1) 《普格县志》、《四川植被》等

(2)《国网四川检修公司西昌分部 500kV 榄普一线 228#、234#改造工程水土保持方案报告表》(四川电力设计咨询有限责任公司, 2022 年 5 月)

2.2 评价因子与评价标准

2.2.1 评价因子

(1) 现状评价因子

- 1) 电磁环境: 工频电场、工频磁场。
- 2) 声环境: 昼间、夜间等效 A 声级。
- 3) 生态环境: 生态系统结构和功能、植被、动物、土地利用、生物多样性等。

(2) 预测评价因子

1) 施工期

①声环境: 昼间、夜间等效 A 声级。

②生态环境: 水土流失、生态系统结构和功能、植被、动物、土地利用、生物多样性等。

③其他: 施工扬尘、生活污水、固体废物等。

2) 运行期

①电磁环境:

输电线路: 工频电场、工频磁场。

②声环境: 昼间、夜间等效 A 声级。

③生态环境: 生态系统结构和功能、植被、动物、土地利用、生物多样性等。

2.2.2 评价标准

本次评价执行的标准见表 2-1。

表 2-1 采用的评价标准

污染因子	标准名称		执行标准
工频电场	《电磁环境控制限值》 (GB8702-2014)		电场强度公众曝露控制限值为 4000V/m, 在耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所, 电场强度控制限值为 10kV/m。
工频磁场			公众曝露控制限值 100μT
噪声	声环境质量标准	《声环境质量标准》 (GB3096-2008)	2 类标准要求(昼间: 60dB(A)、夜间: 50dB(A))。
	施工期噪声排放标准	《建筑施工场界环境噪声排放标准》 (GB12523-2011)	昼间: 70dB(A)、夜间: 55dB(A)
大气环境	《环境空气质量标准》 (GB3095-2012)		二级标准

污染因子	标准名称		执行标准
地表水环境	质量标准	《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)	III类水域标准
	排放标准	《污水综合排放标准》(GB8978-1996)	一级标准
地下水环境	《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)		III类标准
生态环境	不减少区域内珍稀濒危动植物和不破坏生态系统完整性		
	以不增加土壤侵蚀强度为准		

2.3 评价工作等级

根据《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ2.1-2016)、《环境影响评价技术导则 输变电》(HJ24-2020)、《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)、《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ2.3-2018)和《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ610-2011)确定本次环境影响评价工作的等级。

2.3.1 电磁环境

根据《环境影响评价技术导则 输变电》(HJ24-2020)中电磁环境影响评价工作等级的划分原则,本工程电磁环境影响评价等级见表 2-2。

表 2-2 本工程电磁环境影响评价等级

工 程	电压等级	本工程条件	评价工作等级
线路	500kV	边导线地面投影外两侧各 20m 范围内有电磁环境敏感目标	一级

故确定本工程电磁环境影响评价工作等级为一级。

2.3.2 声环境

根据《声环境质量标准》(GB3096-2008)中的声环境功能区分类及本项目环保执行标准批复文件,输电线路所经区域为 2 类声环境功能区,线路噪声影响评价范围内有敏感保护目标分布,不会造成评价范围内敏感目标的噪声级增高量达 3dB(A)~5dB(A)。根据《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ2.4-2009),确定本项目声环境影响评价工作等级为二级。

2.3.3 生态环境

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ19-2011),生态环境影响评价工作等级划分见表 2-3。

表 2-3 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(水域)范围		
	面积 $\geq 20\text{km}^2$ 或长度 $\geq 100\text{km}$	面积 $2\text{km}^2 \sim 20\text{km}^2$ 或长度 $50\text{km} \sim 100\text{km}$	面积 $\leq 2\text{km}^2$ 或长度 $\leq 50\text{km}$

特殊生态敏感区	一级	一级	一级
重要生态敏感区	一级	二级	三级
一般区域	二级	三级	三级

经现场踏勘及收资，本项目不涉及自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地等环境敏感点，本项目也不涉及生态保护红线和国家公园。因此按照表 2-3，本项目生态环境评价工作等级为三级。

2.3.4 地表水环境

本工程施工期无施工废水，生活污水利用当地既有设施收集用于农肥，不排放。线路投运后无废污水产生。根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018），评价等级为三级 B，可不进行水环境影响预测。

2.3.5 大气环境

本工程线路塔基分散、施工量小，本项目施工期间的施工扬尘影响很小，本次对大气环境的影响评价将以分析说明为主。

2.3.6 环境风险

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）判定，本工程不涉及环境风险物质，因此本工程环境风险评价未达到分级要求，不需进行环境风险评价。

2.3.7 地下水环境

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2011）判定，本工程行业类别为 E 电力—35 送（输）变电工程，属于 IV 类建设项目，不需进行地下水环境影响评价。

2.4 评价范围

根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020）、《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）等规程规范要求、环境影响评价等级、环境敏感目标特点及本工程环境影响特点，确定本工程环境影响评价范围如下：

2.4.1 电磁环境

表 2-4 本项目电磁环境影响评价范围

项目	评价因子	电场强度	磁感应强度
	线路	边导线地面投影外两侧各 50m 以内的区域	

2.4.2 噪声

表 2-5 本项目声环境影响评价范围

项目 \ 评价因子	噪 声
线路	边导线地面投影外两侧各 50m 以内的区域

2.4.3 生态环境

表 2-6 本项目生态环境影响评价范围

项目 \ 评价因子	生态环境	
线路	位于生态敏感区以外线路段	边导线地面投影外两侧各 300m 内的带状区域

2.5 环境敏感目标

2.5.1 电磁环境和声环境敏感目标

本项目电磁环境和声环境影响评价范围内的民房等建筑物均为环境敏感目标。

根据设计资料及现场调查，线路评价范围内分布有 5 处居民，共约 37 户。本项目评价范围内的主要环境敏感目标见表 2-7，敏感目标均不在本项目线路与既有线路共同评价范围内，各敏感目标与工程的相对位置关系见错误!未找到引用源。至错误!未找到引用源。。

表 2-7 本项目输电线路评价范围内主要环境敏感目标一览表

编号	敏感目标名称及规模	功能	房屋类型及高度	导线排列/对地最低高度(m)	方位及距站/线路边导线最近距离	环境影响因子
1、228#塔改造段						
(1) 227#~230#塔改造段						
1#	特兹乡长寿村阿说拉要等居民☆(约 15 户)	居住	最近为 2 层尖顶房，总高约 6m；其余为 1~2 层尖顶房，总高约 3~6m	单回三角排列，22m	东南、西北/5m	E、B、N
(2) 221#~227#塔换线段						
1) 三角排列段						
2#	特兹乡长寿村拉吉土呷等居民(约 5 户)	居住	均为 1 层尖顶房，总高约 4m	单回三角排列，23m	东南、西北/4m	E、B、N
2) 水平排列段						
3#	特兹乡长寿村安子虫等居民☆(约 10 户)	居住	均为 1 层尖顶房，总高约 4m	单回水平排列，25m	跨越 1 户，其余：东南、西北/3m	E、B、N
4#	西洛镇博基村吉木尔杰等居民(约 2 户)	居住	均为 1 层尖顶房，总高约 4m	单回水平排列，30m	西北/40m	E、B、N
2、234#塔改造段						
(1) 232#~236#塔迁改段						
5#	特兹乡若地坡西村吉火日呷等居民(约 5 户)	居住	最近为 2 层尖顶房，总高约 6m；其余为 1 层尖顶房，总高约 3~4m	单回三角排列，23m	南/5m	E、B、N
(2) 236#~239#塔重新松紧线段						

编号	敏感目标名称及规模	功能	房屋类型及高度	导线排列/对地最低高度(m)	方位及距站/线路边导线最近距离	环境影响因子
1) 三角排列段						
无电磁及声环境敏感目标						
2) 水平排列段						
无电磁及声环境敏感目标						

注：1) E—电场强度，B—磁感应强度，N—噪声，☆—监测点。

2) 表中电磁环境和声环境敏感目标根据初设方案确定。

3) 表中敏感目标与本工程位置关系为工程拆迁后的居民分布情况。

2.5.2 生态环境敏感目标

根据设计资料和现场踏勘，并向当地自然资源、林业、生态环境等主管部门核实，本项目生态环境评价范围内不涉及自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地等环境敏感点，本项目也不涉及生态保护红线和国家公园。

2.6 评价重点

根据本项目污染源特点和区域自然环境、社会环境和生态环境现状，本项目施工期的评价重点为对生态环境的影响，包括对植被、动物、土地利用、生物多样性、生态系统结构的影响，施工管理、生态环境保护及恢复措施；运行期的评价重点为输电线路的工频电场、工频磁场及噪声影响预测；同时，进行环境保护措施的技术经济论证。主要工作内容包括：

(1) 对工程区域的电磁环境和声环境现状进行监测和评价；

(2) 对施工期生态环境影响进行预测及分析，分析施工期可能存在的环保问题并提出相应的环境保护及生态保护措施；

(3) 对输电线路运行期的电磁环境和声环境影响进行预测评价，提出相应的环境保护措施。

3 工程概况与工程分析

3.1 工程概况

3.1.1 工程一般特性

3.1.1.1 工程名称

国网四川检修公司西昌分部 500kV 榄普一线 228#、234#改造工程

3.1.1.2 建设性质

改建

3.1.1.3 地理位置

线路位于四川省凉山州普格县行政管辖范围内。本项目地理位置详见附图 1《项目地理位置图》。

3.1.1.4 建设内容

本工程建设内容包括：**500kV 榄普一线 228#、234#塔段改造线路**。本工程线路全部位于凉山州普格县境内。

3.1.1.5 项目组成

本工程项目组成见表 3-1。

表 3-1 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
输电线路工程	主体工程 500kV 榄普一线 228#、234#塔段改造线路 ,总长约 7.7km,包括 228#塔改造段、234#塔改造段。 228#塔改造段 长约 4.463km,包括 227#~230#塔改造段、221#~227#塔换线段。 227#~230#塔改造段 长约 1.363km,本次拆除既有 228#、229#塔,新建 228#G、229#G 塔,导、地线利旧,采用单回三角排列; 221#~227#塔换线段 长约 3.1km,分为三角排列段和水平排列段,本次铁塔利旧,仅换导、地线,其中 三角排列段 长约 1.9km,采用单回三角排列; 水平排列段 长约 1.2km,采用单回水平排列。 234#塔改造段 长约 2.9km,包括 232#~236#塔迁改段、236#~239#塔重新松紧线段。 232#~236#塔迁改段 长约 1.7km,本次拆除既有 233#、234#、235#塔,新建 233#G、234#G、234-1#G、235#G 塔,采用单回三角排列; 236#~239#塔重新松紧线段 长约 1.2km,分为三角排列段和水平排列段,本次铁塔和导、地线均利旧,重新松紧线不改变原导线对地高度,其中 三角排列段 长约 0.6km,采用单回三角排列; 水平排列段 长约 0.6km,采用单回水平排列。新建、利旧及更换导线型号均为 4×JL/G1A-400/50 钢芯铝绞线,导线采用四分裂,分裂间距为 450mm,设计输送电流为 1920A。共使用铁塔 19 基(新建 6 基,利旧 13 基),新增永久占地约 0.084hm ² 。 本次需拆除 500kV 榄普一线原 221#塔~227#塔间导、地线长度约 3.1km、原 232#塔~236#塔间导、地线长度约 1.3km,拆除铁塔 5 基(228#塔、229#塔、232#塔、233#塔、234#塔)。	施工扬尘 施工噪声 生活污水 固体废物 水土流失 植被破坏	工频电场 工频磁场 运行噪声
	辅助工程 完善配套光缆通信工程,沿 221#~227#塔、232#~236#塔架设 1 根 72 芯光缆,长约 4.8km,光缆型号为 OPGW-120。	无	无
	公用工程 无	无	无
	环保工程 无	无	无
	办公及生活设施 无	无	无
仓储或其它	塔基施工临时占地 :塔基施工场地布置在塔基附近,每个新建/拆除塔位处均需设置施工场地,共设 11 个(含新建铁塔 6 基,拆除铁塔 5 基),塔基施工临时占地面积共计约 0.066hm ² ; 牵张场 :线路拟设置牵张场 2 处,每个约 500m ² ,占地约 0.1hm ² ; 施工人抬便道 :利用既有乡道至施工现场间既有乡村小道约 2.4km,另需修整简易人抬便道长约 0.8km,宽约 1m,占地约 0.08hm ² ; 施工生活区和材料站 :租用项目区域附近房屋,不另行设置。	施工噪声 施工扬尘 生活污水 固体废物 水土流失 植被破坏	无

3.1.2 线路改造方案

根据设计资料，500kV 榄普一线 228#塔、234#塔出现基础位移、塔体结构变形情况，存在严重安全隐患，本次对存在安全隐患的铁塔段进行改造，线路改造路径选择基本原则如下：

- 尽量利用既有铁塔，减少新建塔基数量，尽量利用既有线路电力走廊；
- 尽量针对出现安全隐患的铁塔就近改造，缩短线路路径，减小环境影响；
- 尽量远离民房及耕地，减少对居民生活的影响；
- 尽量靠近现有公路，充分利用当地道路，减小新建道路和人力运输距离，便于施工和运行检修；
- 尽量避让林木密集地带，减少树木砍伐，保护自然生态环境；
- 尽量缩小电力走廊，节约占地；
- 避让不良地质区域。

按上述原则，建设单位和设计单位基于存在安全隐患铁塔位置、不良地质区域、既有线路走向，结合区域地形地貌条件、交通运输、植被分布、民房分布等因素优化线路改造方案。

3.1.2.1 路径及架线方式选择

既有 500kV 榄普一线为单回路架设，采用三角排列、水平排列。

本次针对存在安全隐患的塔位进行改造，不改变单回路架设方式；本次利旧铁塔不改变原三角排列、水平排列架线方式，新建铁塔根据转角、档距等环境条件，采用三角排列方式。

建设单位和设计单位在征求普格县自然资源局、普格县林业和草原局、凉山彝族自治州普格生态环境局等相关政府部门意见的基础上，拟选线路改造方案如下：

228#塔改造段：沿既有 500kV 榄普一线原线路路径，起于原 221#塔，止于原 230#塔，221#~227#塔段铁塔利旧，仅更换导、地线，在原 228#塔东北侧约 30m 处新设 228#G 塔，在原 229#塔西南侧新设 229#G 塔，227#~230#塔段在原线路通道内走线，导、地线利旧；**234#塔改造段：**路径避让 234#塔附近蠕滑变形区域，起于原 232#塔，止于原 239#塔，由原 232#塔向东北方向走线，经新设 233#G、234#G、234-1#G、235#G 塔，路径呈 U 型绕行避让原 234#塔蠕滑变形区域，至原 236#塔后，沿原路径走线，236#~239#塔段铁塔和导、地线均利旧，仅重新松紧线。

线路路径方案详见附图 2《输电线路路径及外环境关系图》。

500kV 榄普一线 228#、234#塔段改造线路，总长约 7.7km，包括 228#塔改造段、234#塔改造段。**228#塔改造段**长约 4.463km，包括 227#~230#塔改造段、221#~227#塔换线段。**227#~230#塔改造段**长约 1.363km，本次拆除既有 228#、229#塔，新建 228#G、229#G 塔，导、地线利旧，采用单回三角排列；**221#~227#塔换线段**长约 3.1km，分为三角排列段和水平排列段，本次铁塔利旧，仅换导、地线，其中**三角排列段**长约 1.9km，采用单回三角排列；**水平排列段**长约 1.2km，采用单回水平排列。**234#塔改造段**长约 2.9km，包括 232#~236#塔迁改段、236#~239#塔重新松紧线段。**232#~236#塔迁改段**长约 1.7km，本次拆除既有 233#、234#、235#塔，新建 233#G、234#G、234-1#G、235#G 塔，采用单回三角排列；**236#~239#塔重新松紧线段**长约 1.2km，分为三角排列段和水平排列段，本次铁塔和导、地线均利旧，重新松紧线不改变原导线对地高度，其中**三角排列段**长约 0.6km，采用单回三角排列；**水平排列段**长约 0.6km，采用单回水平排列。新建、利旧及更换导线型号均为 4×JL/G1A-400/50 钢芯铝绞线，导线采用四分裂，分裂间距为 450mm，设计输送电流为 1920A。共使用铁塔 19 基（新建 6 基，利旧 13 基），新增永久占地约 0.084hm²。

本次需拆除 500kV 榄普一线原 221#塔~227#塔间导、地线长度约 3.1km、原 232#塔~236#塔间导、地线长度约 1.3km，拆除铁塔 5 基（228#塔、229#塔、232#塔、233#塔、234#塔）。

3.1.2.2 线路路径方案特点

根据设计资料及现场调查，线路所经区域地形为山地，线路均位于普格县行政管辖范围内，线路路径外环境详见附图 2《输电线路路径及外环境关系图》。

本项目线路路径从环保角度分析具有以下特点：1）线路附近有普格~布拖 X05 县道，不需新建施工运输道路，材料运输采用人抬方式运输，仅需修整简易人抬便道，有利于减少水土流失量和植被破坏；2）线路避让了蠕滑变形等不良地质区域；3）线路路径所经区域不涉及自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区等环境敏感区，不涉及生态保护红线和国家公园，路径不存在环境制约因素；4）尽量减少迁改线路长度、塔基数，有利于节约土地资源、减少水土流失影响；5）线路路径选择时尽量避让集中居民区，根据本次环境影响预测分析，线路对居民的影响能满足相应评价标准要求。**从环保和规划角度分析，本项目线路路径选择合理。**

3.1.3 导地线及其排列方式

本工程为既有线路改造工程，考虑冰区分布，且便于运行检修维护，新架设导、

地线型号及分裂间距保持和原线路一致。本项目线路各段采用的导线、地线型号及导线排列方式见表 3-2。

表 3-2 本项目线路采用的导线、地线型号及排列方式

线路			导线	地线	导线排列方式
改造线路	228#塔改造段	227#~230#塔改造段		1根 OPGW-120 光缆, 1根 JLB20A-80 铝包钢绞线	单回三角排列 B A C
		221#~227#塔换线段	三角排列段	2根 GJ-70	单回三角排列 B A C
			水平排列段		单回水平排列 A B C
	234#塔改造段	232#~236#塔迁改段		1根 OPGW-120 光缆, 1根 JLB20A-80 铝包钢绞线	单回三角排列 B A C
		236#~239#塔重新松紧线段	三角排列段	2根 GJ-70	单回三角排列 B A C
			水平排列段		单回水平排列 A B C

3.1.4 塔型、基础及数量

3.1.4.1 塔型及数量

本项目线路拟选铁塔型号及数量见表 3-3，塔型图详见附图 3《输电线路铁塔一览表图》。

表 3-3 本项目线路铁塔选型一览表

线路				塔型	基数（基）	小计
改造 线路	228#塔 改造段	227#~230#塔改造段		ZM214	1（利旧）	19
				JG451	1	
				ZMK451	1	
				ZM212	1（利旧）	
		221#~227#塔换 线段	三角排列段	JT222	1（利旧）	
				ZM214	1（利旧）	
			水平排列段	ZB222	4（利旧）	
	234#塔 改造段	232#~236#塔迁改段		JT222	1（利旧）	
				JGB262G	4	
		236#~239#塔重新 松紧线段	三角排列段	JT211	1（利旧）	
			水平排列段	ZB222	3（利旧）	

3.1.4.2 基础型式

（1）基础型式

根据本工程沿线地形、地质及水文气象条件，塔基基础型式主要采用挖孔基础。

基础均按高低基础规划设计，配合铁塔长短腿，减少基面土石方开挖量，最大程度地减少对塔位处自然环境的破坏，防止水土流失。本工程铁塔基础型式详见附图 4《输电线路铁塔基础一览图》。

(2) 铁塔与基础连接方式

本工程线路新建铁塔采用地脚螺栓与基础连接。

3.1.5 主要交叉跨越

本项目线路对地及交叉跨越物的最小垂直距离见表 3-4，最小允许垂直距离按照《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》（GB50545-2010）考虑。

表 3-4 本项目输电线路导线对地及交叉跨越物的最小垂直距离表

序号	被交叉跨越物名称	最小允许垂直距离（m）	本项目线路设计/实际垂直距离（m）	备注
1	耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、道路等场所对地距离	10.5（单回三角排列）	227#~230#塔改造段：14（设计）	边导线地面投影外两侧各 50m 范围内无居民分布的耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、道路等场所，包括工程拆迁后无居民的区域。
			221#~227#塔换线三角排列段：17（实际）	
			232#~236#塔迁改段：18（设计）	
			236#~239#塔重新松紧线三角排列段：16（实际）	
		11.0（单回水平排列）	221#~227#塔换线水平排列段：18（实际）	
			236#~239#塔重新松紧线水平排列段：14（实际）	
2	公众曝露区域对地距离	14	227#~230#塔改造段：15（设计）	边导线地面投影外两侧各 50m 范围内有居民分布的区域
			221#~227#塔换线三角排列段：22（实际）	
			221#~227#塔换线水平排列段：25（实际）	
			232#~236#塔迁改段：22（设计）	
3	至公路路面	14	——	——
4	至不通航河流	6.5	——	至百年一遇洪水位
5	至电力线路	6.0	——	至导线、地线
6	至 I~III 级通信线	8.5	——	——
7	至最大自然生长高度树木顶部	7	——	——

3.1.6 与其他线路并行情况

本项目线路未与其他 110kV 及以上电压等级线路存在并行。

3.1.7 施工组织及施工工艺

3.1.7.1 交通运输

本项目线路附近有普格~布拖 X05 县道，能满足车辆运输要求，不需新建施工运输道路。原辅材料采用车辆通过既有道路运送至塔基附近，再经当地上山小道或修整施工人抬便道经人力运送至塔基处。本次利用的既有乡道至施工现场间既有山间小道

为当地村民放牧、采集等所用，基本满足人力运输条件，不需施工改造。本次利用区域相对平坦的缓坡、山脊微地形沿线修整施工人抬便道，连通各塔基施工点位及区域既有道路，不需进行大开挖和平整施工，仅对局部陡峭处进行削坡平整，对路线内影响运输安全的灌丛进行砍伐、修枝，不破坏便道内不影响运输的低矮草丛植被，不会造成成片地表裸露。施工过程中，人力运输作业将对整修的人抬便道内低矮草丛造成临时踩踏。

3.1.7.2 施工工序

本项目线路施工工序主要为：施工准备—基础施工—铁塔组立—导线架设—拆除既有导线—拆除铁塔。

(1) 施工准备

施工准备阶段主要是施工备料及临时道路的施工，本工程线路附近有县道，能满足车辆运输要求，不需新建施工运输道路。原辅材料采用车辆通过既有道路运送至塔基附近，再经当地上山小道或修整施工人抬便道经人力运送至塔基处。

(2) 基础施工

基础施工工序主要有基础开挖、基础浇注、基础回填等。本工程塔基基础采用挖孔基础，有效减少基坑开挖量。该基础型式开挖量较少，施工对环境的破坏小，能有效保护塔基周围的自然地貌，并有效解决在高陡边坡立塔的难题。本工程挖孔基础主要采取人工挖孔作业，不采用水磨钻等机械式挖孔机具，不涉及泥浆用水及排水，降低挖孔作业的环境影响。在基础施工阶段，特别注意隐蔽部位浇制和基础养护，基面土方开挖时，需注意铁塔不等腿及加高的配置情况，结合现场实际地形进行，尽量避免大开挖；凡能开挖成型的基坑，均应采用以“坑壁”代替基础底模板方式开挖，尽可能减少开挖量，并采用人工开挖，不使用爆破施工；位于斜坡的塔基表面应做成斜面，恢复自然排水，对可能出现较大汇水面且土层较厚的塔位，应开挖排水沟，并接入原地形自然排水系统；对部分塔位开挖后出现易风化、剥落、掉块的上边坡均采用浆砌块石护坡，对下边坡均采用浆砌块石保坎，对较好的岩石边坡，则按有关规定和现场地质情况作放坡处理。对位于较陡下边坡的塔腿一般采用毛石混凝土回填基坑。对位于陡坡地形、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。

对于坡度较陡的塔位，严禁将降基面及基坑开挖的弃土就地置于塔位下坡方向，应将弃土运到远离塔基、不易流失之处分散堆放，以防止弃土滑落破坏塔位下坡方向

自然地貌，危及塔基安全。

基坑开挖好后应尽快绑扎钢筋、浇注塔腿基础混凝土，埋接地线材。

基础拆模后，经监理验收合格进行回填，基坑回填采取“先粗后细”的方式进行分层回填、分层夯实，并清除掺杂的草、树根等杂物，方便地表迹地恢复。

基础施工时，尽量缩短基坑暴露时间，做到随挖随浇制基础，同时做好基面及基坑的排水工作；基坑开挖大时，尽量减少对基底土层的扰动。土石方及基础施工流程见下图。

（3）铁塔组立

本工程所在区域地形为山地，根据塔位处的地形、地质条件、现场交通条件、施工机械配置等因素，铁塔组立采用分解组立。分解组立包括抱杆分解组塔、起重机分解组塔、直升机分解组塔等方式，使用较多的抱杆分解组塔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）架线及附件安装

导线架设施工工序主要为放线、紧线和附件安装等，架线施工可采用无人机、动力伞、飞艇、直升机等飞行器进行导引绳展放，再通过牵引机、张力机等设备将导线架设到位。施工单位根据自身条件选择一牵四或一牵二两种放线方法。当导线采用一牵四方式张力放线时，每四根子导线应基本同时紧线，同时观测弧垂，并及时安装附件；当导线按一牵二方式张力放线时，先将四根子导线展放完毕，再将四根子导线同时紧线或分两次紧线；导、地线在放线过程中应防治导、地线落地拖拉及相互摩擦。紧线按先地线后导线的顺序进行，紧线布置与常规放线相同，导、地线采用直线塔紧线，耐张塔高空断线、高空压接、平衡对外拉线方式。紧线完毕后进行线夹、防振金具及间隔棒等附件安装。

（5）拆除既有导线

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。

（6）拆除既有铁塔

铁塔拆除与铁塔组立的程序相反，采用自上而下逐段拆除。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。

铁塔采用人工分解拆卸，在每拆除段主材上挂设滑车，将所拆除的铁塔小件通过挂钩用滑车将小件慢慢送下，拆除的铁塔材料（塔材、金具、绝缘子等）统一装车由建设单位回收处置。

拟拆除铁塔的塔基基础为钢筋混凝土桩结构，深入地下约 6m~15m 不等，若考虑拆除，则需对既有塔基进行大开挖，破坏已稳定的塔基处地表和已恢复的地表植被，形成新的环境问题。且铁塔四脚处基础占地少，仅 0.5m~1m 高度露出地表，表面已硬化处理，不会造成新的环境影响。既有铁塔四脚基础之间区域，已形成稳定地表，植被恢复基本达到周边类似区域状态。若本次考虑覆土掩埋原有塔基四脚混凝土基

础，将形成新的突出裸露堆体，造成水土流失、崩塌隐患，需考虑额外工程挡护措施，故本次不考虑拆除既有铁塔基础。

3.1.7.3 施工场地布置

（1）塔基施工临时场地

塔基施工临时场地主要用作塔基基础施工和铁塔组立，兼做材料堆放场地；拆除线路施工临时场地主要用作拆除物料的堆放。由于施工工艺需要，场地选择需紧邻塔基处，尽量选择塔基四周平坦、植被稀疏处，以减少土地平整导致的水土流失和植被破坏。每个塔位处均需设置塔基施工临时场地，塔基施工临时场地（具有物料堆放功能）布置在塔基附近。

（2）牵张场

牵张场主要用作导线、地线张紧和架线，也兼作材料使用前的临时堆放、转运以及工程临时指挥蓬房。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；选址应尽量避让植被密集区，以占用较低矮、稀疏的灌丛、草丛为主，以减少对当地植被和农作物的破坏；牵张场选址应尽可能远离居民区。牵张场具体位置在施工阶段根据现场实际地形条件按上述原则进行确定。

（3）施工人抬便道

对少量无法直接到达的塔位，需修整简易人抬便道，人抬便道占地呈线状，分布于塔基附近。人抬便道尽量利用既有上山小道进行修整，无上山小道可利用时，新建便道占地尽量避让植被密集区域，以减少植被破坏。

（4）施工生活区和材料站

施工生活区租用沿线当地房屋，不进行临时建设。根据线路施工材料的供应要求，材料站内设临时设施主要包括：水泥仓库（堆放在室内）、钢筋加工场地、施工工具和零星材料仓库等。本工程材料站租用附近乡镇带院落、交通方便的既有民房、厂房等，不另行占地，使用完毕后，拆除搭建的临时棚库。

（5）砂石、水泥、电、水、钢材来源

线路工程所用的砂、石料购买自当地具有开采许可证的采砂、采石场，并在合同中明确采砂、采石场的环保责任由采砂、采石场的业主负责。工程所需水泥、钢材考虑从附近乡镇购买。工程所需电源从附近村庄供电线路引接，所需水源主要来自附近村庄。

(6) 余土处置

根据区域同类输电线路工程建设经验，线路土石方来源于塔基开挖，由于施工位置分散，每个塔基挖方回填后余方较少，对位于平坦地形的塔基，回填后剩余弃土堆放在塔座基面四周，并进行平整、夯实；当铁塔四周为陡坡时，降底基面与基坑开挖的土石方无法就地堆稳时，选择塔基附近凹地进行堆放，堆放后需进行平整，并撒播草籽进行植被恢复。

3.1.7.4 施工时序

根据设计资料，本项目线路施工周期为 5 个月。本项目于 2022 年 8 月开工，2022 年 12 月建成并调试。线路施工进度表见表 3-5。

表 3-5 线路施工进度表

名称 \ 时间	2022 年				
	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
施工准备	■				
铁塔基础施工、铁塔组立		■	■	■	■
导线架设			■	■	■
拆除导线、铁塔	■	■			

3.1.7.5 施工人员配置

根据设计资料，本项目线路平均每天需技工 15 人左右，民工 30 人左右，施工人员沿线路分散分布。

3.1.8 工程土石方量

根据国网四川检修公司《国网四川检修公司西昌分部 500kV 榄普一线 228#、234#改造工程水土保持方案报告表》，见表 3-6，包括主体工程开挖和水土保持工程表土剥离两部分。

表 3-6 本工程土石方工程量

项目分项	开挖			回填			调入		调出		余方	
	表土剥离	土石方	小计	表土回覆	土石方	小计	数量	来源	数量	去向	数量	去向
铁塔基础	21	656	677	21	143	164					513	在各塔基及其施工场地占地范围内摊平处理
接地沟槽		455	455		455	455						
合计	21	1111	1132	21	598	619					513	

3.2 与政策法规的相符性

3.2.1 与产业政策的符合性分析

本项目为电网改造及建设工程，属电力基础设施建设，是国家发改委 2019 年第 29 号令《产业结构调整指导目录（2019 年本）》中“第一类鼓励类”——第四条“电力”——“500 千伏及以上交、直流输变电”项目，符合国家产业政策。

3.2.2 与当地规划的符合性分析

本项目线路位于凉山州普格县行政管辖范围内，在制定改造方案过程中与有关的自然资源、林业等部门进行了收资调研和路径协调工作，并根据相关部门的意见对线路路径进行了优化。本次改造线路不涉及城镇规划区，改造后线路基本沿原线路通道走线，线路路径已取得普格县自然资源局意见，不会影响当地规划。

3.2.3 与法规相容性分析

根据《电力设施保护条例实施细则》中的规定：500kV 线路边导线在计算导线最大风偏情况下，距建筑物的水平安全距离为 8.5m，本工程线路为 500kV 电压等级，区域无当地建筑物分布，满足《电力设施保护条例实施细则》的规定，因此本工程建设与相关法规是相容的。

本工程在选址选线 and 设计过程中严格遵守相关的法律法规，避开了各类自然保护区、风景名胜区、森林公园等需要特别保护的环境敏感区。因此，本工程建设与国家地方的法律法规是相容的。

3.2.4 与生态功能区划的符合性分析

根据《全国生态功能区划》（修编版）（环境保护部、中国科学院公告 2015 年第 61 号，2015 年 11 月 13 日）和《四川省生态功能区划》（川府函〔2006〕100 号，2006 年 5 月），本项目评价区属“川西南山地亚热带半湿润气候生态区—川西南横断山地偏干性常绿阔叶林生态亚区—安宁河流域城镇-农业生态功能区”。本次改造线路不涉及城镇区、耕地，不会影响安宁河流域城镇-农业生态功能区的结构和功能。本工程路径选择及塔基定位避开滑坡、崩塌等不良地质现象易发区，避开水土流失严重区，避开植被茂盛区，减小对地表附着植被的破坏；路径选择尽量避让茂密灌丛，对于无法避让的灌丛，采用提高导线对地高度的方式进行设计，且尽量使用占地面积小的铁塔，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，采取以上措施后，能最大限度地维持区域的生态环境与生态功能。

综上所述，本项目建设符合区域生态功能区划的要求。

3.3 工程的环境合理性分析

本项目输电线路是既有线路的改造工程，不涉及普格县的建成区和规划区，线路按相关规程规范进行设计，尽量抬高导线对地最低高度，确保线路电场强度、磁感应强度和噪声均能满足相应评价标准要求。线路不涉及自然保护区、风景名胜区、森林公园、世界文化和自然遗产地、生态保护红线、饮用水源保护区等环境敏感点，也不涉及文物保护单位等敏感点。故从环境保护的角度分析，本项目建设是合理的。

3.4 环境影响因素识别

3.4.1 施工期

本项目线路施工期的环境影响包括水土流失、施工噪声、施工扬尘、施工废污水、固体废物、生态影响等。

(1) 水土流失

塔基开挖，牵张场建立、清除，材料堆放等均会造成局部植被破坏，并由此引起水土流失。

(2) 施工噪声

线路施工中的主要噪声有工地运输噪声以及基础、架线施工中各种机具的设备噪声等。线路施工噪声集中于塔基处，塔基零星分散，施工强度低，噪声影响小且持续时间短，不会对周围环境敏感点产生明显影响。

(3) 施工扬尘

施工扬尘主要来源于塔基基础开挖，主要集中在施工区域内且产生量极小，仅在短期内使施工区域局部空气中的 TSP 增加。

(4) 施工废污水

施工废污水主要是施工人员产生的生活污水，若不经处理，则可能对地面水环境产生不良影响。平均每天配置施工人员约 30 人，产生生活污水量约 3.0t/d。

(5) 固体废物

固体废物主要为施工人员产生的生活垃圾和拆除固体废物。施工期平均每天配置施工人员约 30 人（沿线路分散分布在各施工点位），生活垃圾产生量约 15kg/d。本次需拆除原 500kV 榄普一线铁塔基和相应的导地线、金具。施工过程中产生的生活垃圾和拆除固体废物若不妥善处理，将会对周围环境产生不良影响。

（6）生态影响

线路塔基建设活动产生的永久占地与临时占地会使场地植被及微区域地表状态发生改变，从而改变土地利用功能，会对区域生态环境产生不同程度的影响，包括对水土流失、动植物资源等方面的影响。

3.4.2 运行期

本项目线路运行期的环境影响主要有工频电磁、工频磁场、噪声。

（1）工频电磁、工频磁场

当输电线路加上电压后，输电线路与大地之间会存在电位差，从而导致导线周围产生工频电场；当输电线路有电流后，在载流导体周围产生工频磁场。

（2）噪声

输电线路电晕放电将产生噪声，输电线路的可听噪声主要发生在雨天等恶劣天气条件下，在干燥条件下通常很小。

3.5 生态影响途经分析

3.5.1 施工期

本项目线路在塔基建设过程中，会使永久占地与临时占地区域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）塔基施工需进行挖方、填方、浇筑等活动，会对附近原生地貌和植被造成一定程度的破坏，从而降低植被覆盖度，可能形成裸露疏松的表土、施工弃土等，如果不进行必要的防护，可能会加剧土壤侵蚀与水土流失，影响当地植物生长，导致生产力下降和生物量损失；但是塔基占地面积小且分散，不会对区域野生动物的种类和分布格局造成较大影响，加之野生动物具有较强的适应能力，随着施工活动的结束其影响会逐渐消除。

（2）塔材运至现场进行铁塔组立，既有线路铁塔拆卸，均需在塔基周围占用一定范围的临时用地；张力牵张放线、紧线需设置牵张场；为便于施工材料运输，需修整部分人抬道路；开挖土方的临时堆放也会占用一定场地。这些临时占地将改变原有土地利用方式，使部分植被和土壤遭受短期破坏，导致生产力下降和生物量损失，但这种破坏是可逆转的，随着施工活动的结束，同时结合植被恢复，其影响会逐渐消除。

（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、迁徙、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。若在夜间施工，车辆灯光、照明灯光等也可能会对一些鸟类和夜间活动兽类产生干扰，影响其正常活动。

(4) 施工期间，土建施工可能产生少量扬尘，覆盖于附近植被枝叶上，将影响其光合作用；雨水冲刷松散土层流入场区周围区域，也会对植被生长会产生轻微影响，可能造成植物生产力的下降。

3.5.2 运行期

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；铁塔和输电线路对兽类、鸟类活动的影响；线路产生的工频电场、工频磁场、噪声对周围野生动植物的影响；线路维护和检修人员对野生动植物的影响。

运行期工程永久占地主要为塔基占地，但是塔基占地面积较小，呈点式分布，对水土流失和动植物的影响比较小，一方面会造成景观格局及植被覆盖状况的轻微变化，另一方面，部分铁塔位于生态环境较为脆弱地区，若不采取适当的工程防护和植被措施，现有植被一旦遭到破坏很难得到恢复。特别是位于山地坡度较大的塔基，塔基开挖产生的弃土若不妥善处理容易造成水土流失和坡下植被破坏。

本项目线路铁塔分散分布，塔基占地不会明显减少兽类的生境面积，且塔基附近的临时占地在施工结束后逐渐进行复垦或植被恢复，可恢复其生境；塔基占地面积小，且铁塔之间档距较大，不会阻断兽类活动通道，对种群交流影响小，不会对兽类种群数量、分布特征及活动习性产生明显影响。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，故本项目对鸟类飞行的影响很小。

本项目建成投运后，线路产生的工频电场、工频磁场及噪声可能会影响当地植物生长和野生动物活动。但结合区域内已投运的类似输变电工程来看，线路走廊附近的植被均能正常生长，也未出现工频电场、工频磁场和噪声对走廊附近的野生动物的生活习性、行为表现及生育率等产生明显影响的情况。

线路建成后需要进行定期维护和故障维修，维护人员会对植被造成踩踏，也可能因设备刮划等原因，对植被造成不利影响。通常线路维护检查1个月左右进行1次，运行及维护人员的数量和负重都有限，对植被的破坏程度小，不会带来明显的持续不利影响；加强维护人员管理，避免人为引入外来物种对本土植物造成威胁。维护人员工作时会对线路及周边区域的动物造成惊扰，但这种干扰强度很低，时间很短，对动物活动的影响极为有限。

3.6 设计阶段采取的环境保护措施

3.6.1 电磁环境保护措施

- (1) 线路在原有通道及附近进行改造，避免新开辟电力走廊。
- (2) 合理选择线路导线的截面和相导线结构，以降低电磁环境影响。
- (3) 采用紧凑型铁塔，降低电磁环境影响。

3.6.2 声环境保护措施

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，以降低线路的电晕噪声水平。严格按照相关规程及规范，结合项目区实际情况和工程设计要求，确保区域声环境满足相应声功能区的声级限值要求。

3.6.3 水环境保护措施

施工人员就近租用民房，生活污水利用当地已有的污水处理设施进行处理后用作农肥。

3.6.4 扬尘防治措施

- (1) 在施工期间应对施工区域进行洒水降尘，在大风和干燥天气条件下应增加洒水次数。
- (2) 施工开挖土方及施工材料应分开堆放在固定地点，并进行遮盖、洒水，材料运输车辆应进行封闭，施工结束后及时清理场地，并进行植被恢复，避免造成二次扬尘。

3.6.5 固体废物防治措施

- (1) 施工前应做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应收集清运。
- (2) 线路施工人员产生的生活垃圾经垃圾桶收集后由值守人员不定期清运至附近乡镇垃圾桶集中转运。
- (3) 拆除线路的导线、塔材等可回收利用部分由建设单位回收处置。
- (4) 对位于平坦地形的塔基，回填后剩余弃土堆放在塔座基面四周，并进行平整、夯实；当铁塔四周为陡坡时，降底基面与基坑开挖的土石方无法就地堆稳时，选

择塔基附近凹地进行堆放，堆放后需进行平整，并回覆表土，撒播草籽进行植被恢复。

3.6.6 生态环境保护措施

(1) 线路已避让自然保护区、风景名胜区、森林公园、饮用水源保护区等环境敏感区，不涉及世界遗产地、生态保护红线。

(2) 线路路径选择时充分听取当地环保部门的意见，优化设计，尽可能减少工程产生的生态环境影响。

(3) 线路路径尽量避让集中林木密集区，对不能避让的林木密集段线路采取适当增加铁塔高度的方式，减少树木砍伐量。

(4) 铁塔设计时采用全方位高低腿铁塔和高低基础配合使用，采用掏挖基础、人工挖孔基础等优化设计，尽可能减少塔基占地面积。

(5) 合理组织施工，尽量减少施工临时占地，通过加强施工管理，严控施工范围；采取表土剥离、塔基开挖面及时平整、临时排水沟、临时拦挡、临时遮盖等措施，尽量减少水土流失；施工完成后对扰动面进行恢复，及时采取植被恢复措施，对破坏的部分按规定进行补偿。

(6) 对拆除的线路塔基占地处进行植被恢复。

4 环境现状调查与评价

4.1 区域概况

4.1.1 行政区划及地理位置

本工程线路均位于四川省凉山州普格县行政管辖范围，地理位置详见附图 1。

4.1.2 交通

线路沿线有普格~布拖 X05 县道，总体交通条件较好。

4.1.3 项目区域环境质量

根据《凉山州环境质量状况公告》（2021 年上半年），2021 年上半年凉山州环境空气质量保持良好，达标天数比例为 99.69%，其中达优为 62.53%，达良为 37.16%，SO₂ 平均浓度为 9.8μg/m³，满足一级标准，NO₂ 平均浓度为 9.7μg/m³，满足一级标准，PM₁₀ 平均浓度为 38.5μg/m³，满足一级标准，PM_{2.5} 平均浓度为 17.7μg/m³，满足二级标准，CO 平均第 95 百分位浓度为 1.2mg/m³，满足一级标准，O₃ 平均第 90 百分位浓度为 104.6μg/m³，满足二级标准。本项目所在的普格县的环境空气质量综合指数为 2.44，环境空气质量较好，SO₂、NO₂、PM₁₀、PM_{2.5}、CO、O₃ 等指标监测结果均满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准要求，属于环境空气质量达标区域。

根据《凉山州环境质量状况公告》（2021 年上半年），本项目所在的普格县地表水、县级集中式饮用水源、乡镇集中式水源的水质的水质达标率为 100%，属于水环境质量达标区域。

4.2 自然环境

4.2.1 地形地貌

线路地处四川南部，区域地貌为中起伏中山，总体坡度约 10~25°，海拔高程在 1800~2500m 左右。线路区域地形地貌见至图片 4-1 至图片 4-4。



图片 4-1 线路沿线地形地貌（榄普一线 222#）



图片 4-2 线路沿线地形地貌（榄普一线 228#）



图片 4-3 线路沿线地形地貌（榄普一线 235#）



图片 4-4 线路沿线地形地貌（榄普一线 239#）

4.2.2 工程地质

塔位区域地质条件以泥岩为主，上覆粉质黏土，厚度 0.5m~4m 厚不等，塔位选择时避开崩塌、滑坡、泥石流、岩溶地段。

根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015），线路所经区域地震动反应谱特征周期为 0.45s，设计基本地震动加速度值 0.17-0.30g，对应的抗震设防烈度为Ⅷ度。

4.2.3 气象条件

本工程所在的普格县属热带高原季风气候区，具有冬暖夏凉、四季如春，雨量充沛、降雨集中，日照充足、光热资源丰富，四季不明显、干湿季分明，过渡季节气候多变，山地立体气候明显、气候类型多样等特点。本工程所在区域气象站多年平均气象特征值见表4-1。

表 4-1 本工程所在区域气象站气象特征

项 目	普格气象站
平均气温 (°C)	16.7
最高气温 (°C)	37.0
最低气温 (°C)	-4.6
平均相对湿度 (%)	67
年平均风速(m/s)	2.3
平均大风日 (d)	8.8
年平均降雨量 (mm)	1129.1
年平均雷暴日 (d)	55.4

4.2.4 水文特征

本项目线路基本沿半山走线，仅跨越季节性溪沟，不涉及跨越河流、水库等地表水土。

根据现场调查，本项目施工范围内不涉及居民取水点、饮用水源保护区水域和陆域保护范围，施工活动不会影响沿线居民用水现状。

4.3 土地利用现状

本项目线路位于四川省凉山州普格县行政管辖范围内，行政区域内土地利用现状详见表 4-2。

表 4-2 本项目线路所经行政区域的土地利用现状表

土地利用类型	面积小计 (km ²)	比例 (%)
耕地	462.1973	24.17
林地	877.4681	45.89
草地	566.3169	29.62
水域及滩地	2.2824	0.12
城镇用地	0.3703	0.02
农村居民用地	2.0308	0.11
工交建设用地	1.2603	0.07
土地总面积	2653.97	100

由表 4-2 可知，普格县行政区域内土地利用类型以林地、草地、耕地为主，本项目线路占用各类型的土地面积比例较小。

4.4 电磁环境

4.4.1 电磁环境现状监测点布置

根据现场调查，本项目线路所经区域除既有线路（500kV 榄普一线、110kV 牛螺线）外，无其它电磁环境影响源存在。本次现场监测期间，既有 500kV 榄普一线因安全隐患，处于停运状态。按照《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ 24-2020）中输电线路监测布点及监测要求，本次在线路典型线位（跨越既有线路边导线附近）、

代表性敏感目标处设置监测点，详见错误!未找到引用源。，具体点位详见附图 2。

表 4-3 本项目现状监测点布置情况一览表

监测点编号	监测点位置	备注
1☆	110kV 牛螺线交叉处边导线附近	跨越既有线路处
2☆	特兹乡若地坡西村吉火日呷居民住宅旁	5#敏感目标处
3☆	特兹乡长寿村阿说拉要居民住宅旁	1#敏感目标处
4☆	特兹乡长寿村安子虫居民住宅旁	3#敏感目标处

4.4.1.1 典型线位监测点的代表性分析

错误!未找到引用源。中，1☆监测点布置在既有 110kV 牛螺线与本项目线路交叉跨越处导线对地最低位置边导线附近，监测其最大值，现场踏勘期间，500kV 榄普一线处于停电待修状态，110kV 牛螺线处于正常运行状态，能反映既有 110kV 牛螺线交叉处的电磁环境影响状况，其监测点代表性分析见表 4-4，监测期间既有线路的运行工况详见表 4-5。

表 4-4 项目区域既有线路监测点位置及代表性一览表

监测点	监测点名称	监测点位置	代表的既有线路	既有线路架设特性	代表性分析
1☆	110kV 牛螺线交叉处边导线附近	既有 110kV 牛螺线交叉处导线对地最低位置边导线附近，监测其最大值	110kV 牛螺线交叉处	110kV 牛螺线：单回三角排列，导线单分裂，导线对地最低高度约 16m。	监测点能反映既有 110kV 牛螺线与本线路交叉处的电磁环境现状。

表 4-5 监测期间既有线路运行工况

名称	运行工况			
	电压 (kV)	电流 (A)	有功功率 (MW)	无功功率 (Mvar)
110kV 牛螺线	112~115	160~222	12~16	0.3~2.2
500kV 榄普一线	停运待修			

4.4.1.2 代表性环境敏感目标处监测代表性分析

错误!未找到引用源。中，2☆、3☆、4☆监测点分别布置在 5#、1#、3#环境敏感目标处，监测点代表性及其与各环境敏感目标关系见表 4-6，表中监测点能够反映本项目所有环境敏感目标及项目区域的电磁环境现状，监测点布置合理，具有代表性，符合《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ 24-2020）的要求。

表 4-6 各监测点代表性及其与各环境敏感目标关系

监测点	监测点名称	监测点位置	代表的环境敏感目标及区域	环境状况	代表性分析
2☆	特兹乡若地坡西村吉火日呷居民住宅旁	吉火日呷住宅旁	5#	5#敏感目标位于农村环境，区域无其他电磁环境影响源。	监测点布置在 5#敏感目标处，能反映 5#敏感目标处及线路所经区域的电磁环境现状，即区域背景值。
3☆	特兹乡长寿村阿说拉要居民住宅旁	阿说拉要住宅旁	1#、2#	1#、2#敏感目标均位于农村环境，位于既有 500kV 榄普一线影响范围内，监测期间 500kV 榄普一线处于停运状态。	监测点布置在 1#敏感目标处，能反映 1#、2#敏感目标处及线路所经区域的电磁环境现状，即区域背景值。

监测点	监测点名称	监测点位置	代表的环境敏感目标及区域	环境状况	代表性分析
				态,除此之外,区域无其他电磁环境影响源。	值。
4☆	特兹乡长寿村安子虫居民住宅旁	安子虫住宅旁	3#、4#	3#、4#敏感目标均位于农村环境,位于既有 500kV 榄普一线影响范围内,监测期间 500kV 榄普一线处于停运状态,除此之外,区域无其他电磁环境影响源。	监测点布置在 3#敏感目标处,能反映 3#、4#敏感目标处及线路所经区域的电磁环境现状,即区域背景值。

4.4.2 电磁环境现状监测

4.4.2.1 监测因子与监测频次

(1) 监测因子

输电线路:工频电场、工频磁场

(2) 监测频次

各监测点位监测 1 次。

4.4.2.2 监测方法及监测仪器

2022 年 5 月 18 日,成都同洲科技有限责任公司对本项目输电线路所在区域的电磁环境现状进行了监测。具体监测方法和仪器见表 4-7。

表 4-7 本项目电磁环境现状监测项目、方法、仪器

监测项目	监测方法	监测仪器	检出限	校准/检定证书号	校准/检定有效期	校准/检定单位	监测单位
地面 1.5 m 高度处的工频电场、工频磁场	《环境影响评价技术导则输变电工程》(HJ 24-2014)《交流输变电工程电磁环境监测方法(试行)》(HJ 681-2013)	SEM-600 电磁辐射分析仪 主机编号: SB31 探头编号: SB16-1	工频电场: 1) 检出下限: 0.01V/m; 2) 不确定度: U=0.8dB (k=2); 工频磁场: 1) 检出下限: 0.1nT; 2) Urel=1.0% (k=2)	工频电场: 校准字第 202004002579 号 工频磁场: 校准字第 202004002262 号	工频电场: 2020-04-10 至 2021-04-09 工频磁场: 2020-04-09 至 2021-04-08	中国测试技术研究院	成都同洲科技有限责任公司

4.4.2.3 监测期间自然环境条件

监测期间区域自然环境条件见表 4-8, 监测仪器见表 4-9。

表 4-8 监测期间区域自然环境条件

监测单位	天气	温度 (°C)	湿度 (RH%)	风速 (m/s)
成都同洲科技有限责任公司	阴, 无雷电, 无雨雪	14.2~15.6	64~68	0.2~0.3

表 4-9 自然环境条件监测仪器

监测项目	监测方法	监测仪器	检出限	校准/检定证书号	校准/检定有效期	校准/检定
------	------	------	-----	----------	----------	-------

						单位
温度	/	SW-572 数字式温湿度计 仪器编号: SB27 出厂编号: 18J100193	1) 温度测量范围: -20.0°C至 60.0°C 2) 不确定度 U=0.5°C, (k=2)	Z20211-C276012	2021-03-25 至 2022-03-24	深圳 天溯 计量 检测 股份 有限 公司
湿度	/	SW-572 数字式温湿度计 仪器编号: SB27 出厂编号: 18J100193	1) 湿度测量范围: 0% 至 100%) 不确定度 U=1.7%, (k=2)	Z20211-C276012	2021-03-25 至 2022-03-24	
风速	/	VICTOR 816B 数字风速计 仪器编号: SB37 出厂编号: 097251770	1) 检出上限: 45m/s 2) 不 确 定 度 U=0.3~0.9m/s, (k=2)	Z20202-F104363	2020-06-09 至 2021-06-08	

4.4.2.4 监测结果

本项目所在区域电磁环境现状监测结果见表 4-10。

表 4-10 本项目所在区域工频电场、工频磁场现状监测结果

编号	测点位置	电场强度 (V/m)	磁感应强度(μT)
1☆	110kV 牛螺线交叉处边导线附近	326.36	0.2770
2☆	特兹乡若地坡西村吉火日呷居民住宅旁	3.1780	0.0042
3☆	特兹乡长寿村阿说拉要居民住宅旁	0.6100	0.0269
4☆	特兹乡长寿村安子虫居民住宅旁	1.3600	0.0070

4.4.2.5 现状评价

由表 4-10 可知, 110kV 牛螺线交叉处离地 1.5m 处的电场强度现状值为 326.36V/m, 环境敏感目标离地 1.5m 处的电场强度现状值在 0.6100V/m~3.1780V/m 之间, 均满足电场强度不大于公众曝露控制限值 4000V/m 的要求; 110kV 牛螺线交叉处离地 1.5m 处的磁感应强度现状值为 0.2770μT, 环境敏感目标离地 1.5m 处的磁感应强度现状值在 0.0042μT~0.0269μT 之间, 均满足磁感应强度不大于公众曝露控制限值 100μT 的要求。

4.5 声环境

4.5.1 声环境现状监测点布置

根据现场调查, 本项目线路所经区域除既有线路(500kV 榄普一线、110kV 牛螺线)外, 无其它噪声源存在。本次现场监测期间, 既有 500kV 榄普一线因安全隐患, 处于停运状态。按照《环境影响评价技术导则 输变电》(HJ 24-2020)中输电线路监测布点及监测要求, 本次在线路典型线位(跨越既有线路边导线附近)、代表性敏感目标处设置监测点, 详见表 4-11, 具体点位详见附图 2。

表 4-11 本项目现状监测点布置情况一览表

监测点编号	监测点名称	备注
-------	-------	----

1★	110kV 牛螺线交叉处边导线附近	跨越既有线路处
2★	特兹乡若地坡西村吉火日呷居民住宅旁	5#敏感目标处
3★	特兹乡长寿村阿说拉要居民住宅旁	1#敏感目标处
4★	特兹乡长寿村安子虫居民住宅旁	3#敏感目标处

4.5.1.1 典型线位监测点的代表性分析

表 4-11 中, 1★监测点布置在既有 110kV 牛螺线本项目线路交叉跨越处导线对地最低位置边导线附近, 监测其最大值, 现场踏勘期间, 500kV 榄普一线处于停电待修状态, 110kV 牛螺线处于正常运行状态, 能反映既有 110kV 牛螺线交叉处的声环境影响状况, 其监测点代表性分析见表 4-12, 监测期间既有线路的运行工况详见表 4-13。

表 4-12 项目区域既有线路监测点位置及代表性一览表

监测点	监测点名称	监测点位置	代表的既有线路	既有线路架设特性	代表性分析
1★	110kV 牛螺线交叉处边导线附近	既有 110kV 牛螺线交叉处导线对地最低位置边导线附近, 监测其最大值	110kV 牛螺线交叉处	110kV 牛螺线: 单回三角排列, 导线单分裂, 导线对地最低高度约 16m。	监测点能反映既有 110kV 牛螺线本项目线路交叉处的电磁环境现状。

表 4-13 监测期间既有线路运行工况

名称	运行工况			
	电压 (kV)	电流 (A)	有功功率 (MW)	无功功率 (Mvar)
110kV 牛螺线	112~115	160~222	12~16	0.3~2.2
500kV 榄普一线	停运待修			

4.5.1.2 代表性环境敏感目标处监测代表性分析

表 4-11 中, 2★、3★、4★监测点分别布置在 5#、1#、3#环境敏感目标处, 监测点代表性及其与各环境敏感目标关系见表 4-14, 表中监测点能够反映本项目所有环境敏感目标及项目区域的声环境现状, 监测点布置合理, 具有代表性, 符合《环境影响评价技术导则 输变电》(HJ 24-2020) 的要求。

表 4-14 各监测点代表性及其与各环境敏感目标关系

监测点	监测点名称	监测点位置	代表的环境敏感目标及区域	环境状况	代表性分析
2★	特兹乡若地坡西村吉火日呷居民住宅旁	吉火日呷住宅旁	5#	5#敏感目标位于农村环境, 区域无其他声环境影响源。	监测点布置在 5#敏感目标处, 能反映 5#敏感目标处及线路所经区域的声环境现状, 即区域背景值。
3★	特兹乡长寿村阿说拉要居民住宅旁	阿说拉要住宅旁	1#、2#	1#、2#敏感目标均位于农村环境, 位于既有 500kV 榄普一线影响范围内, 监测期间 500kV 榄普一线处于停运状态, 除此之外, 区域无其他	监测点布置在 1#敏感目标处, 能反映 1#、2#敏感目标处及线路所经区域的声环境现状, 即区域背景值。

监测点	监测点名称	监测点位置	代表的环境敏感目标及区域	环境状况	代表性分析
				声环境影响源。	
4★	特兹乡长寿村安子虫居民住宅旁	安子虫住宅旁	3#、4#	3#、4#敏感目标均位于农村环境，位于既有 500kV 榄普一线影响范围内，监测期间 500kV 榄普一线处于停运状态，除此之外，区域无其他声环境影响源。	监测点布置在 3#敏感目标处，能反映 3#、4#敏感目标处及线路所经区域的声环境现状，即区域背景值。

4.5.2 声环境现状监测

4.5.2.1 监测因子与监测频次

等效连续 A 声级（Leq, dB(A)），昼、夜各监测一次。

4.5.2.2 监测方法及监测仪器

2022 年 5 月 18 日，成都同洲科技有限责任公司对本项目输电线路所在区域的声环境现状进行了监测。具体监测方法和仪器见表 4-15，监测由专业人员完成。

表 4-15 声环境质量监测方法和仪器

监测项目	监测方法	监测仪器	检出限	校准/检定证书号	校准/检定有效期	校准/检定单位
噪声	《声环境质量标准》GB 3096-2008	AWA6228 多功能声级计 仪器编号：SB07 出厂编号：203756	1) 测量范围： (30-120) dB(A) 2) 检定符合 2 级	检定字第 20004244887 号	2021-01-07 至 2022-01-06	成都市 计量检 定测试 院
		AWA6221B 声校准器 仪器编号：SB13 出厂编号：2007180	检定符合 2 级	检定字第 202007004428 号	2020-07-17 至 2021-07-16	

4.5.2.3 监测期间自然环境条件

监测期间区域自然环境条件见表 4-16，监测仪器见表 4-17。

表 4-16 监测期间区域自然环境条件

监测单位	天气	温度（℃）	湿度（RH%）	风速（m/s）
成都同洲科技有限责任公司	阴，无雷电，无雨雪	14.2~15.6	64~68	0.2~0.3

表 4-17 自然环境条件监测仪器

监测项目	监测方法	监测仪器	检出限	校准/检定证书号	校准/检定有效期	校准/检定单位
温度	/	SW-572 数字式温湿度计 仪器编号：SB27 出厂编号：18J100193	1) 温度测量范围： -20.0℃至 60.0℃ 2) 不确定度 U=0.5℃， (k=2)	Z20211-C276012	2021-03-25 至 2022-03-24	深圳 天溯 计量 检测 股份 有限 公司
湿度	/	SW-572 数字式温湿度计 仪器编号：SB27 出厂编号：18J100193	1) 湿度测量范围：0% 至 100%) 不确定度 U=1.7%，	Z20211-C276012	2021-03-25 至 2022-03-24	

			(k=2)			
风速	/	VICTOR 816B 数字风速计 仪器编号: SB37 出厂编号: 097251770	1) 检出上限: 45m/s 2) 不 确 定 度 U=0.3~0.9m/s, (k=2)	Z20202-F104363	2020-06-09 至 2021-06-08	

4.5.2.4 监测结果

本项目所在区域声环境现状监测结果见表 4-18。

表 4-18 本项目所在区域声环境现状监测结果

编号	监测点具体位置	测量数据 dB (A)	
		昼间	夜间
1★	110kV 牛螺线交叉处边导线附近	45	39
2★	特兹乡若地坡西村吉火日呷居民住宅旁	48	39
3★	特兹乡长寿村阿说拉要居民住宅旁	47	43
4★	特兹乡长寿村安子虫居民住宅旁	46	40

4.5.2.5 现状评价

由表 4-18 可知, 110kV 牛螺线交叉处的昼间噪声为 45dB (A), 夜间噪声为 39dB (A); 环境敏感目标处昼间等效连续 A 声级在 46dB (A)~48dB (A) 之间, 夜间等效连续 A 声级在 39dB (A)~43dB (A) 之间, 均满足《声环境质量标准》(GB3096-2008) 2 类标准要求 (昼 60dB (A)、夜 50dB (A))。

4.6 生态环境

4.6.1 植被

本项目植被调查主要采用了资料收集法和现场勘察法。根据收集的资料和现场踏勘, 本项目所在区域属金沙江下游安宁河植被小区, 评价区植被主要为栽培植被。根据调查, 本项目评价范围内自然植被主要为灌丛和草丛。**本次调查范围及项目占地范围内未发现珍稀濒危及国家和省级重点保护的野生植物和古树名木。**

4.6.2 动物

本项目野生动物调查主要采用了资料收集法和现场勘察法。根据收集的资料和现场踏勘, 本项目调查区域主要为农村环境, 评价区动物分布有兽类、鸟类、爬行类, 均为当地常见的野生动物。**在现场踏勘期间, 项目调查区域及项目占地范围内未发现珍稀濒危及国家和四川省重点保护的野生动物, 未发现重点保护野生动物栖息地及鸟类迁徙通道。**

4.6.3 生态环境敏感区

根据生态环境部网站上公布的《全国自然保护区名录》、四川省生态环境厅网站公布的《四川省自然保护区名录》、四川省住房和城乡建设厅网站公布的《四川省及各市风景名胜区名录》、四川省人民政府网站公布的《四川省人民政府办公厅关于公布四川省林业地方级自然保护区名录的通知》（川办函〔2013〕109号），以及咨询当地林业、规划等主管部门，**本项目生态环境调查范围内无自然保护区、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公布的《关于印发四川省生态保护红线方案的通知》（川府发〔2018〕24号）及其附件，同时向眉山市生态环境局天府新区分局核实，**本项目不在其划定的生态保护红线范围内。**

根据国家林业和草原局公布的第一批国家公园核实，本项目不涉及国家公园。

综上所述，**本项目建设区域范围内无自然保护区、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，亦不涉及生态保护红线和国家公园。**

4.6.4 水土流失现状

4.6.4.1 项目区水土流失防治分区

根据《全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果》（办水保〔2013〕188号）、《四川省省级水土流失重点预防区和重点治理区划分成果》（川水函〔2017〕482号），项目所处的凉山州普格县位于金沙江下游国家级水土流失重点治理区内，根据《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T 50434-2018）规定，本方案执行一级标准。

4.6.4.2 项目区水土流失现状

根据《国网四川检修公司西昌分部 500kV 榄普一线 228#、234#改造工程水土保持方案报告表》，本项目所在区域属西南岩溶区—滇北及川西南高山峡谷区—川西南高山峡谷保土减灾区，容许土壤流失量为 $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

根据本工程所在区域土壤侵蚀图及水土保持方案报告表分析结论，本工程所经区域以轻度水力侵蚀为主，沿线平均土壤侵蚀模数为 $1325\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ 。

4.6.4.3 值得借鉴的经验

本工程为既有线路的改造工程，原 500kV 榄普一线已投运多年。根据咨询及现场踏勘了解，既有线路在施工过程中已采取有效的水土保持措施，其经验值得本工程借鉴。

工程基础开挖前将剥离的表土置于土袋中堆放在塔基周围，辅以密目网遮盖，减小降雨对临时堆土的冲刷；对处于一定坡度上的塔基采用高低腿铁塔，减少土石方开挖量等工程防护措施，可有效地防治新增水土流失。

施工过程中，对位于平坦地形的塔基，回填后剩余土方堆放在铁塔下方夯实，土方的堆放高度不得超过塔基保护帽，以保证塔基的安全稳定性，减少塔基堆土的水土流失，施工结束后撒播草籽进行植被恢复，以减小水土流失。

施工完毕后，对塔基下方区域采用撒播草籽进行植被恢复，绿化的草籽选择工程区适宜生长的当地草种，提高绿化植被覆盖率；对塔基临时占地区进行迹地恢复。

上述水土保持措施相当程度上减轻了工程建设引起的水土流失，其经验值得本工程借鉴。

5 施工期环境影响评价

根据本项目建设特点及项目所在区域环境特征，本项目施工期产生的环境影响见表 5-1，主要的环境影响是水土流失。

表 5-1 本项目施工期主要环境影响识别

环境识别	输电线路
声环境	施工噪声
大气环境	施工扬尘
水环境	施工废污水
生态环境	水土流失、植被、动物
固体废物	生活垃圾、拆除固体物

5.1 声环境影响分析

本项目线路施工噪声主要来源于塔基施工和架线安装，施工点分散，每个点施工量小，施工期短，集中在昼间进行，且施工区域位于山顶，周边无居民分布，不会影响周围居民正常休息。

5.2 大气环境影响分析

本项目施工对大气环境的影响为施工扬尘，主要来源于铁塔基础开挖、施工材料和垃圾运输，线路塔基分散，各施工位置产生的扬尘量很小。

本项目位于农村地区，为了尽量降低施工扬尘影响，在施工期间，建设单位和施工单位应参照《四川省建筑工程扬尘污染防治技术导则（试行）》（川建发〔2018〕16 号）要求采取相应的扬尘控制措施，执行《四川省打赢蓝天保卫战等九个实施方案》（川府发〔2019〕4 号）、《凉山州大气环境质量持续改善规划》（州政府办 2018 年 7 月 16 日发布）等相关要求，加强施工工地扬尘管控，严格落实“六必须、六不准”管控要求，包括：

- ①合理组织施工，尽量避免扬尘二次污染。
- ②施工现场临时堆放的裸土及其他易起尘物料应使用防尘网进行覆盖。
- ③对施工区域、道路进行洒水、清扫，遇到干旱和大风天气时增加洒水降尘次数。
- ④易产生扬尘的钻孔、铣刨、切割、开挖、平整等施工作业时采取喷淋、喷雾等湿法降尘措施。
- ⑤线路施工结束后及时清理场地，并进行植被恢复，避免造成二次扬尘。
- ⑥建设单位应在施工合同中确定扬尘污染防治目标及施工单位扬尘污染防治责任，施工作业人员上岗前，施工单位应组织以国家法律法规、技术规范、管理制度和

操作规程为主要内容的扬尘防治入场教育培训和考核等。

⑦施工过程中，施工单位应落实施工环境管理责任人，加强施工扬尘防治，积极配合上级环境主管部门的监管工作。

可见，本工程施工点位分散、各施工点产生的扬尘量不大，采取上述扬尘控制措施后，施工期不会对区域大气环境产生明显影响。

5.3 水环境影响分析

本项目线路施工产生的废污水主要包括施工人员产生的生活污水。施工人员生活污水产生量见表 5-2。

表 5-2 施工期间生活污水产生量

位 置	人数(人/天)	用水量(t/d)	排放量 (t/d)
输电线路	30	3.0	2.4

线路施工人员就近租用当地现有民房，产生的生活污水利用附近居民既有设施收集后用作农肥，不直接排入天然水体，不会对项目所在区域的地表水产生影响。

根据现场调查，本项目施工范围内不涉及居民取水点、饮用水源保护区水域和陆域保护范围，施工活动不会影响沿线居民用水现状。

5.4 固体废物影响分析

本项目线路施工期间产生的固体废物主要是施工人员产生的生活垃圾、拆除固体废物。施工人员生活垃圾产生量见表 5-3。

表 5-3 施工期间生活垃圾产生量

位 置	人数(人/天)	产生量(kg/d)
输电线路	30	15

线路施工人员产生的生活垃圾经垃圾桶收集后清运至附近乡镇垃圾桶集中转运，对当地环境影响较小。

本次需拆除原 500kV 榄普一线铁塔 1 基和相应的导地线、金具。拆除固体废物中可回收利用部分如塔材、导线、金具等由建设单位回收处置。

5.5 生态环境影响分析

5.5.1 水土流失影响

根据《国网四川检修公司西昌分部 500kV 榄普一线 228#、234#改造工程水土保持方案报告表》，本项目区域土壤侵蚀类型以轻度水力侵蚀为主。建设过程中扰动地表、破坏水保设施而可能产生的水土流失量采用侵蚀模数法进行预测。根据上述水土保持方案报告表中的预测结果，本项目建设产生的水土流失总量 28.0t，新增水土流失量为

9.2t。根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）等标准规范的规定，本工程执行西南岩溶区水土流失防治一级标准，水土流失治理度为 97%。本项目线路在设计中采取全方位高低腿、掏挖基础等工程措施，在施工中采取剥离表土装袋等临时措施，施工结束后利用当地物种进行植被恢复等植物措施。

可见，本项目建设不会造成大面积的水土流失，不会改变当地区域土壤侵蚀类型，其影响将随着施工的结束而逐渐消失。

5.5.2 对植被的影响

本项目线路对植被的影响方式主要表现在两个方面：①塔基永久占地改变土地性质，原有植被将遭到破坏；②塔基周边由于施工活动将对地表植被产生干扰，如放线将导致植被践踏，灌木等物种枝条被折断、叶片脱落等。本项目永久占地面积和临时占地面积均很小，仅占生态评价区面积的 2.2‰和 4.2‰，本项目建设对评价区植被面积的改变极为微弱。线路路径尽量避让灌木密集区，施工期不进行施工通道砍伐，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，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物种进行植被恢复，能逐步恢复其原有土地性质和生态功能。

5.5.3 对动物的影响

本项目评价区野生兽类如高山姬鼠、大绒鼠等，均属于当地常见小型动物，具有较强的适应能力、繁殖快，施工不会使它们的种群数量发生明显波动；项目建设仅永久占地略微减少鸟类生活面积，不会对鸟类生境产生明显影响，在控制施工人员蓄意捕捉的前提下，项目建设对鸟类没有明显影响；通过加强施工期管理，规范施工人员活动行为，不会导致评价区爬行类动物的种群数量发生大的波动。

5.6 小结

本项目施工期通过加强施工管理等措施，产生的声环境影响、大气环境影响、水环境影响、固废废物均能得到有效控制，本工程建设不会改变区域内野生植物类型，不影响区域内野生动物的生存环境。本项目施工期最主要的环境影响是水土流失和植被破坏，采取有效的防治措施后，影响程度、面积小，不会破坏区域生态系统完整性，不会增加区域土壤侵蚀强度；同时，本项目施工期短、施工量小，对环境的影响随着施工结束而消失。

6 运行期环境影响预测与评价

本项目运行期产生的环境影响见表 6-1，主要环境影响为工频电场、工频磁场和噪声。

表 6-1 运行期主要环境影响识别

环境识别	输电线路
电磁环境	工频电场、工频磁场
声环境	噪声
地表水环境	无
固体废物	无
生态环境	植被、动物

6.1 电磁环境影响预测与评价

6.1.1 输电线路

本次环评期间，500kV 榄普一线因存在严重安全隐患，目前全线已处于停电检查、待修状态，不能通过监测反映既有线路产生的环境影响程度。故本次根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ 24-2020），对本项目线路电磁环境影响采用模式预测结合类比分析法进行预测分析。

6.1.1.1 理论预测

（1）预测模型

本工程输电线路产生的电场强度、磁感应强度按照《环境影响评价技术导则 输变电工程》（HJ24-2014）附录 C、附录 D 中模式进行计算。

1) 电场强度预测模型

①单位长度导线上等效电荷的计算

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

设输电线路为无限长并且平行于地面，地面可视为良导体，利用镜像法计算输电线上的等效电荷。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：

$$\begin{bmatrix} U_1 \\ U_2 \\ \vdots \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \lambda_{11} & \lambda_{12} & \cdots & \lambda_{1n} \\ \lambda_{21} & \lambda_{22} & \cdots & \lambda_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \end{bmatrix} \begin{bmatrix} q_1 \\ q_2 \\ \vdots \end{bmatrix} \quad (C1)$$

式中：U——各导线对地电压的单列矩阵；

Q ——各导线上等效电荷的单列矩阵；

λ ——各导线的电位系数组成的 m 阶方阵（ m 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 $i, j, \dots$ 表示相互平行的实际导线，用 $i', j', \dots$ 表示它们的镜像，电位系数可写为：

$$\lambda_{ii} = \frac{1}{2\pi \varepsilon_o} \ln \frac{2hi}{Ri} \quad (C2)$$

$$\lambda_{ij} = \frac{1}{2\pi \varepsilon_o} \ln \frac{L'_{ij}}{L_{ij}} \quad (C3)$$

$$\lambda_{ij} = \lambda_{ji} \quad (C4)$$

式中： ε_o ——真空介电常数， $\varepsilon_o = \frac{1}{36\pi} \times 10^{-9} F/m$ ；

Ri ——输电导线半径，对于分裂导线可用等效单根导线半径代入， Ri 的计算式为：

$$R_i = R \cdot \sqrt[n]{\frac{nr}{R}} \quad (C5)$$

式中： R ——分裂导线半径，m

n ——次导线根数；

r ——次导线半径，m。

由 $[U]$ 矩阵和 $[\lambda]$ 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：

$$\overline{U}_i = U_{iR} + jU_{iI} \quad (C6)$$

相应地电荷也是复数：

$$\overline{Q}_i = Q_{iR} + jQ_{iI} \quad (C7)$$

式（C1）矩阵关系即分别表示了复数量的实数和虚数两部分：

$$[U_R] = [\lambda][Q_R] \quad (C8)$$

$$[U_I] = [\lambda][Q_I] \quad (C9)$$

②计算由等效电荷产生的电场

为计算地面电场强度的最大值，通常取设计最大弧垂时导线的最小对地高度。

当各导线单位长度的等效电荷量求出后，空间任意一点的电场强度可根据叠加原理计算得出，在（x，y）点的电场强度分量 E_x 和 E_y 可表示为：

$$\begin{aligned} E_x &= \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \sum_{i=1}^m Q_i \left(\frac{x-x_i}{L_i^2} - \frac{x-x_i}{(L'_i)^2} \right) \\ E_y &= \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \sum_{i=1}^m Q_i \left(\frac{y-y_i}{L_i^2} - \frac{y+y_i}{(L'_i)^2} \right) \end{aligned} \quad (C10) \quad (C11)$$

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

m ——导线数目；

L_i ， L'_i ——分别为导线 i 及其镜像至计算点的距离， m 。

对于三相交流线路，可根据式（C8）和(C9)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：

$$\begin{aligned} \overline{E_x} &= \sum_{i=1}^m E_{ixR} + j \sum_{i=1}^m E_{ixI} \\ &= E_{xR} + jE_{xI} \end{aligned} \quad (C12)$$

$$\begin{aligned} \overline{E_y} &= \sum_{i=1}^m E_{iyR} + j \sum_{i=1}^m E_{iyI} \\ &= E_{yR} + jE_{yI} \end{aligned} \quad (C13)$$

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；

该点的合成的电场场强则为：

$$\begin{aligned} \overline{E} &= (E_{xR} + jE_{xI})\overline{x} + (E_{yR} + jE_{yI})\overline{y} \\ &= \overline{E_x} + \overline{E_y} \end{aligned} \quad (C14)$$

式中：

$$E_x = \sqrt{E_{xR}^2 + E_{xI}^2} \quad (C15)$$

$$E_y = \sqrt{E_{yR}^2 + E_{yI}^2} \quad (C16)$$

在地面处（ $y=0$ ）电场强度的水平分量：

$$E_x = 0$$

2) 磁感应强度预测模型

由于工频情况下电磁性能具有准静态特性，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感应强度。

和电场强度计算不同的是关于镜像导线的考虑，与导线所处高度相比这些镜像导线位于地下很深的距离 d ：

$$d = 660 \sqrt{\frac{\rho}{f}} (m) \quad (D1)$$

式中： ρ ——大地电阻率， $\Omega \cdot m$ ；

f ——频率，Hz。

在很多情况下，只考虑处于空间的实际导线，忽略它的镜像进行计算，其结果已足够符合实际。在不考虑导线 i 的镜像时，计算导线产生的磁场强度：

$$H = \frac{I}{2\pi\sqrt{h^2 + L^2}} \quad (D2)$$

式中： I ——导线 i 中的电流值，A；

h ——导线与预测点的高度，m；

L ——导线与预测点水平距离，m。

对于三相线路，由相位不同形成的磁场强度水平和垂直分量都应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任一点的磁场强度。合成的旋转矢量在空间的轨迹是一个椭圆。

(2) 预测参数

根据本工程线路的电压等级、输电容量、使用的典型塔型、导线排列方式、架设高度、弧垂距离、导线型号、线间距和导线结构等参数，预测输电线路距地 1.5m 处电场强度、磁感应强度。

根据实践，输电线路采用单回三角排列、单回水平排列架设时，在其它条件相同的情况下，塔型横担较宽产生的电场强度、磁感应强度影响较大，据此选择本工程电磁环境影响预测参数。

本次预测最不利塔型、导线对地最低高度、导线相位、导线参数等依据本工程初步设计塔型一览表、平断面图、相序图等资料以及复核现场实际既有铁塔塔型、实际

挂线相位、实际地形等条件确定。根据本项目输电线路铁塔一览表（附图 4），按上述原则，本项目线路电磁环境影响预测参数见表 6-2。将下列参数代入 6.1.3（1）预测模式中，可得本项目线路投运后的电磁环境影响。

表 6-2 本项目改造线路最不利塔型电磁环境影响预测参数

预测参数	电场强度	磁感应强度
(1) 228#塔改造段		
1) 227#~230#塔改造段		
最不利塔型	ZM214	
相导线坐标(m)	B (0.0, h+10.2) A (-11.6, h) , C (11.6, h)	
	h 为导线对地高度，本段线路在耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、道路等场所按设计最低对地高度 14.0m 考虑；在公众曝露区域按设计最低对地高度 15.0m 考虑。	
导线排列方式	单回三角排列	
导线型号	4×JL/G1A-400/50，分裂间距 450mm	
导线直径(mm)	27.6	
经济电流幅值(A)	1920	
地线型号	OPGW-120、JLB20A-80	
地线直径(mm)	15.2、11.4	
2) 221#~227#塔换线段		
①三角排列段		
最不利塔型	ZM214	
相导线坐标(m)	B (0.0, h+10.2) A (-11.6, h) , C (11.6, h)	
	h 为导线对地高度，本段线路在耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、道路等场所按实际最低对地高度 17.0m 考虑；在公众曝露区域按实际最低对地高度 22.0m 考虑。	
导线排列方式	单回三角排列	
导线型号	4×JL/G1A-400/50，分裂间距 450mm	
导线直径(mm)	27.6	
经济电流幅值(A)	1920	
地线型号	GJ-70	
地线直径(mm)	11.0	
②水平排列段		
最不利塔型	ZB222	
相导线坐标(m)	A (-16.2, h) , B (0.0, h) , C (16.2, h)	
	h 为导线对地高度，本段线路在耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、道路等场所按实际最低对地高度 18.0m 考虑；在公众曝露区域按实际最低对地高度 25.0m 考虑。	
导线排列方式	单回水平排列	
导线型号	4×JL/G1A-400/50，分裂间距 450mm	
导线直径(mm)	27.6	
经济电流幅值(A)	1920	
地线型号	GJ-70	
地线直径(mm)	11.0	

(续) 表 6-2 本项目改造线路最不利塔型电磁环境影响预测参数

预测参数	电场强度	磁感应强度
(2) 234#塔改造段		
1) 232#~236#塔迁改段		
最不利塔型	JGB262G	
相导线坐标(m)	B (10.8, h+7.5) A (-12.5, h) , A (10.5, h)	
	h 为导线对地高度, 本段线路在耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、道路等场所按设计最低对地高度 18.0m 考虑; 在公众曝露区域按设计最低对地高度 23.0m 考虑。	
导线排列方式	单回三角排列	
导线型号	4×JL/G1A-400/50, 分裂间距 450mm	
导线直径(mm)	27.6	
经济电流幅值(A)	1920	
地线型号	OPGW-120、JLB20A-80	
地线直径(mm)	15.2、11.4	
2) 236#~239#塔重新松紧线段		
①三角排列段		
最不利塔型	JT211	
相导线坐标(m)	B (-8.0, h+7.0) A (-7.5, h) , A (9.5, h)	
	h 为导线对地高度, 本段线路按实际最低对地高度 16.0m 考虑。	
导线排列方式	单回三角排列	
导线型号	4×JL/G1A-400/50, 分裂间距 450mm	
导线直径(mm)	27.6	
经济电流幅值(A)	1920	
地线型号	GJ-70	
地线直径(mm)	11.0	
②水平排列段		
最不利塔型	ZB222	
相导线坐标(m)	A (-16.2, h) , B (0.0, h) , C (16.2, h)	
	h 为导线对地高度, 本段线路按实际最低对地高度 14.0m 考虑。	
导线排列方式	单回水平排列	
导线型号	4×JL/G1A-400/50, 分裂间距 450mm	
导线直径(mm)	27.6	
经济电流幅值(A)	1920	
地线型号	GJ-70	
地线直径(mm)	11.0	

(3) 预测结果与评价

1) 228#塔改造段

① 227#~230#塔改造段

·电场强度

本段线路采用拟选塔中最不利塔型 ZM214 塔，在**耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、道路等场所**导线设计对地最低高度 14.0m 时，电场强度预测结果见表 6-3，电场强度随距离变化趋势见图 6-1，在**公众曝露区域**导线设计对地最低高度 15.0m 时，电场强度预测结果见表 6-4，电场强度随距离变化趋势见图 6-2。

从表 6-3 和图 6-1 中可以看出，本段线路采用拟选塔中最不利塔型 ZM214 塔，**通过耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、道路等场所**，导线对地设计最低高度为 14.0m，离地 1.5m 处电场强度最大值为 6660V/m ($<10\text{kV/m}$)，出现在距线路中心线投影 13m (边导线外 1.4m) 处，满足耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、道路等场所电场强度不大于控制限值 10kV/m 的评价标准要求，在距中心线投影-23m (边导线外 11.4m)、23m (边导线外 11.4m) 处电场强度分别为 3924V/m、3926V/m (小于 4000V/m)，此后随着距中心线距离增加而呈减小趋势，因此需将线路边导线外 12.0m 设置为电磁环境影响防护距离，在此范围内不得新建民房等敏感性建筑物。当导线对地最低高度抬升至 20.0m 时，离地 1.5m 处电场强度最大值为 3731V/m，出现在距中心线投影 15m (边导线外 3.4m) 处，能满足不大于公众曝露限值 4000V/m 的要求，则不需设置电磁环境影响防护距离。

从表 6-4 和图 6-2 中可以看出，本段线路采用拟选塔中最不利塔型 ZM214 塔，**通过公众曝露区域**，导线对地设计最低高度为 15.0m 时，离地 1.5m、4.5m 处电场强度最大值分别为 5971V/m、6756V/m，出现在距线路中心线投影 13m (边导线外 1.4m) 处，满足耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、道路等场所电场强度不大于控制限值 10kV/m 的评价标准要求，此后随着距线路中心线距离的增加呈减少趋势。当导线对地最低高度抬高至 21m 时，离地 1.5m、4.5m 处电场强度最大值分别为 3440V/m、3698V/m，分别出现在距中心线投影 15m (边导线外 3.4m)、14m (边导线外 2.4m) 处，能满足不大于公众曝露限值 4000V/m 的要求。

表 6-3 227#~230#塔改造段线路最不利塔型电场强度预测结果

最不利塔型	ZM214	
导线对地最低高度 (m)	h=14.0	h=20.0
距线路中心线距离 (m)	电场强度 (V/m)	
-50	524	630
-40	995	1104
-30	2170	2021
<u>-23 (边导线外 11.4m)</u>	<u>3924</u>	2968
-22	4254	3106
-20	4949	3363
-15	6454	3730
-14	6600	3727
-13	6658	3691
-12	6617	3622
-11	6471	3519
-10	6221	3383
-5	3815	2320
-4	3227	2079
0	1622	1495
4	3230	2080
5	3817	2322
10	6223	3384
11	6473	3521
12	6619	3624
<u>13 (边导线外 1.4m)</u>	<u>6660 (最大值)</u>	3693
14	6602	3728
<u>15 (边导线外 3.4m)</u>	6456	<u>3731 (最大值)</u>
20	4951	3365
22	4256	3108
<u>23 (边导线外 11.4m)</u>	<u>3926</u>	2970
30	2172	2022
40	997	1106
50	526	632

图 6-1 227#~230#塔改造段线路最不利塔型电场强度随距离变化趋势图

表 6-4 227#~230#塔改造段线路在公众曝露区域最不利塔型电场强度预测结果

最不利塔型	ZM214			
导线对地最低高度 (m)	15.0		21.0	
计算高度 (m)	离地 1.5m	离地 4.5m	离地 1.5m	离地 4.5m
距线路中心线距离 (m)	电场强度 (V/m)			
-50	545	542	642	639
-40	1025	1017	1107	1105
-30	2169	2165	1973	1990
-20	4646	4868	3155	3294
-15	5842	6470	3438	3686
-14	5942	6655	3427	3696
-13	5969	6754	3388	3676
-12	5916	6755	3321	3625
-11	5777	6650	3224	3544
-10	5555	6443	3099	3432
-8	4883	5769	2773	3133
-7	4455	5338	2579	2953
-6	3983	4876	2372	2763
-5	3485	4407	2159	2571
0	1623	2935	1455	1974
5	3487	4409	2161	2572
6	3985	4878	2374	2765
7	4457	5340	2581	2955
8	4885	5771	2775	3134
10	5557	6445	3101	3434
11	5779	6652	3226	3545
12	5918	6756	3322	3627
<u>13 (边导线外 1.4m)</u>	<u>5971 (最大值)</u>	<u>6756 (最大值)</u>	3390	3678
<u>14 (边导线外 2.4m)</u>	5944	6657	3429	<u>3698 (最大值)</u>
<u>15 (边导线外 3.4m)</u>	5843	6472	<u>3440 (最大值)</u>	3688
20	4648	4869	3157	3295
30	2171	2167	1975	1992
40	1027	1019	1109	1107
50	547	544	644	641

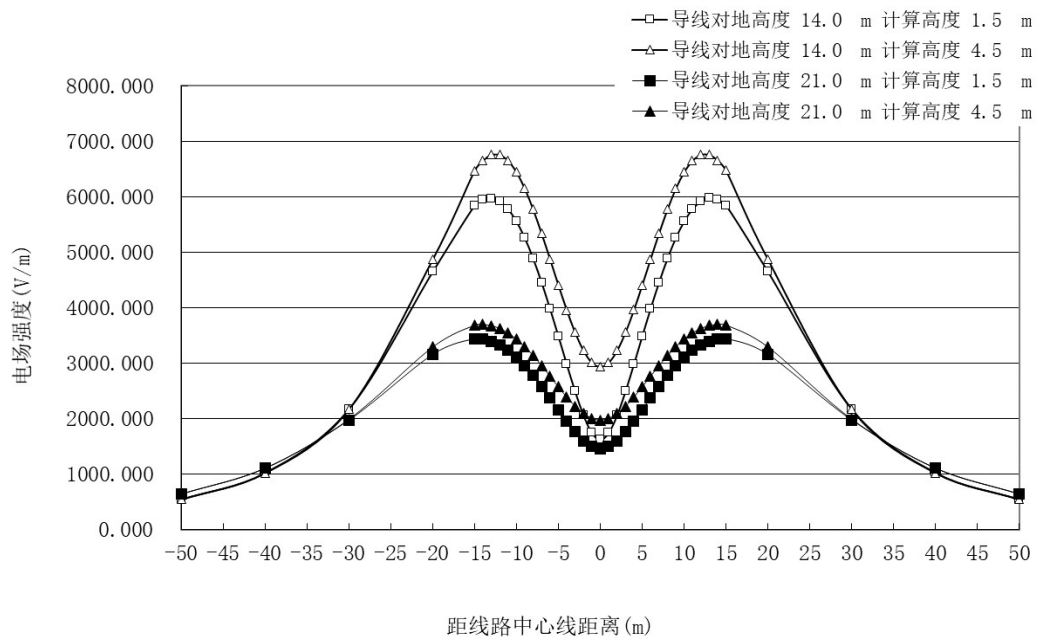


图 6-2 227#~230#塔改造段线路在公众曝露区域最不利塔型电场强度随距离变化趋势图

按初设路径方案，并结合现场踏勘，本段线路评价范围内为 1 层、2 层尖顶房屋，为确保居民房屋处电场强度满足不大于公众曝露限值 4000V/m 的要求，距线路边导线不同距离的居民房屋处对应的导线对地最低高度见表 6-5。

表 6-5 227#~230#塔改造段线路边导线不同距离的居民房屋处对应的导线对地最低高度

房屋距线路边导线距离 (m)	导线对地最低高度 (m)	
	1 层尖顶房屋	2 层尖顶房屋
0	20	21
3	20	21
5	20	21
6	19	20
7	19	20
8	19	19
9	18	18
10	17	17
11	16	16
12	15	15

由表 6-4、表 6-5 和图 6-2 可以看出，导线对地设计最低高度为 15.0m 时，本段线路边导线 12m 以外的居民敏感目标，电场强度能满足不大于公众曝露限值 4000V/m 的要求。若房屋距线路边导线距离小于 12m 时，需按照表 6-5 中的最低高度要求确定导线对地高度，确保居民房屋处电场强度满足不大于公众曝露限值 4000V/m 的要求。

根据现场踏勘并结合初设路径方案，本段线路敏感目标距线路最近距离约 5.0m，导线对地设计最低高度不低于 22m，最近敏感目标处的电场强度满足不大于公众曝露限值 4000V/m 的要求。

·磁感应强度

本段线路采用拟选塔中最不利塔型 ZM214 塔，在**耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、道路等场所**导线对地设计最低高度 14.0m 时，磁感应强度预测结果见表 6-6，磁感应强度随距离变化趋势见图 6-3；在**公众曝露区域**导线对地设计最低高度 15.0m 时，磁感应强度预测结果见表 6-7，磁感应强度随距离变化趋势见图 6-4。

从表 6-6 和图 6-3 可以看出，本段线路采用拟选塔中最不利塔型 ZM214 塔，在**耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、道路等场所**导线对地设计最低高度 14.0m 时，离地 1.5m 处磁感应强度最大值为 37.5 μ T；从表 6-7 和图 6-4 可以看出，通过**公众曝露区域**，导线对地设计最低高度为 15.0m 时，离地 1.5m、4.5m 处磁感应强度最大值分别为 34.4 μ T、45.3 μ T，均满足磁感应强度不大于公众曝露控制限值 100 μ T 的要求。

表 6-6 227#~230#塔改造段线路最不利塔型磁感应强度预测结果

最不利塔型	ZM214
导线对地最低高度（m）	h=14
距线路中心线距离（m）	磁感应强度（ μT ）
-50	4.7
-45	5.8
-40	7.2
-35	9.3
-30	12.2
-25	16.4
-20	22.5
-15	29.8
-10	35.4
-9	36.1
-8	36.6
-7	37.0
-5	37.4
-4	37.5
-3	37.5
-2	37.5
-1	37.5
0	37.5（最大值）
1	37.5
2	37.5
3	37.5
4	37.5
5	37.4
7	37.0
8	36.6
9	36.1
10	35.4
15	29.8
20	22.5
25	16.4
30	12.2
35	9.3
40	7.2
45	5.8
50	4.7

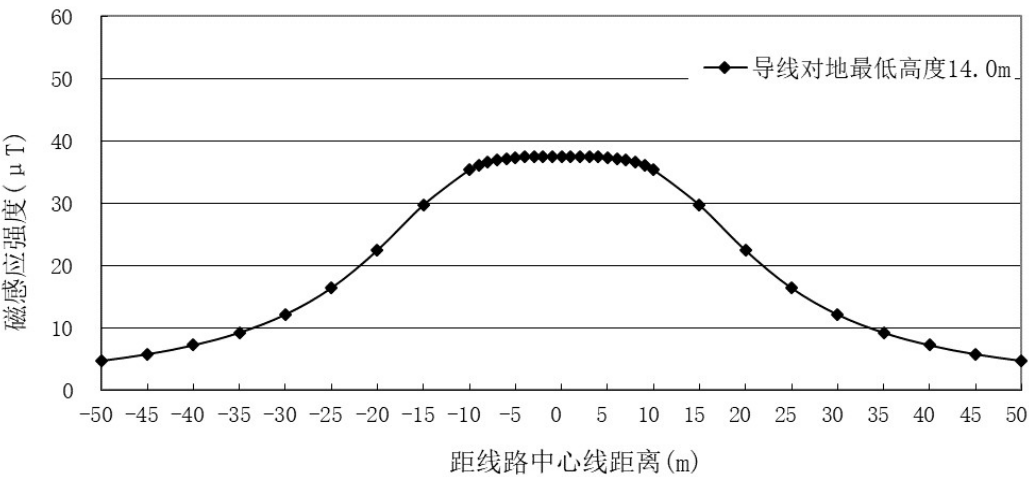


图 6-3 227#~230#塔改造段线路最不利塔型磁感应强度随距离变化趋势图

表 6-7 227#~230#塔改造段线路在公众曝露区域最不利塔型磁感应强度预测结果

最不利塔型	ZM214			
导线对地最低高度（m）	h=15		h=21	
计算高度（m）	离地 1.5m	离地 4.5m	离地 1.5m	离地 4.5m
距线路中心线距离（m）	磁感应强度（ μT ）			
-50	4.7	4.8	4.3	4.5
-40	7.1	7.5	6.2	6.7
-30	11.8	13.0	9.4	10.6
-25	15.7	18.1	11.7	13.5
-20	21.0	25.9	14.4	17.3
-15	27.2	36.1	17.2	21.3
-10	32.1	43.9	19.5	24.6
-9	32.7	44.6	19.9	25.1
-8	33.2	45.0	20.2	25.5
-7	33.6	45.2	20.5	25.9
-6	33.9	45.3（最大值）	20.7	26.2
-5	34.1	45.2	20.9	26.4
-4	34.3	45.1	21.0	26.6
-3	34.3	44.9	21.2	26.7
-2	34.4	44.8	21.2	26.8
-1	34.4	44.7	21.3	26.9
0	34.4（最大值）	44.7	21.3（最大值）	26.9（最大值）
1	34.4	44.7	21.3	26.9
2	34.4	44.8	21.2	26.8
3	34.3	44.9	21.2	26.7
4	34.3	45.1	21.0	26.6
5	34.1	45.2	20.9	26.4
6	33.9	45.3（最大值）	20.7	26.2
7	33.6	45.2	20.5	25.9
8	33.2	45.0	20.2	25.5
9	32.7	44.6	19.9	25.1
10	32.1	43.9	19.5	24.6
15	27.2	36.1	17.2	21.3
20	21.0	25.9	14.4	17.3
25	15.7	18.1	11.7	13.5
30	11.8	13.0	9.4	10.6
40	7.1	7.5	6.2	6.7
50	4.7	4.8	4.3	4.5

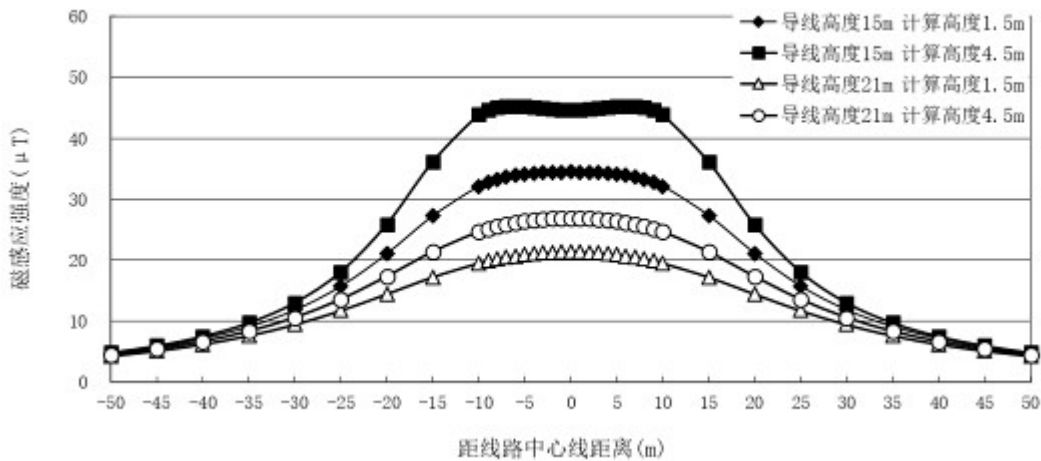


图 6-4 227#~230#塔改造段线路在公众曝露区域最不利塔型磁感应强度随距离变化趋势图

② 221#~227#塔换线段

A. 三角排列段

· 电场强度

本段线路采用实际塔中最不利塔型 ZM214 塔，在**耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、道路等场所**导线实际对地最低高度 17.0m 时，电场强度预测结果见表 6-3，电场强度随距离变化趋势见图 6-1，在**公众曝露区域**导线实际对地最低高度 22.0m 时，电场强度预测结果见表 6-4，电场强度随距离变化趋势见图 6-2。

从表 6-3 和图 6-1 中可以看出，本段线路采用实际塔中最不利塔型 ZM214 塔，**通过耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、道路等场所**，导线对地实际最低高度为 17.0m，离地 1.5m 处电场强度最大值为 4880V/m ($<10\text{kV/m}$)，出现在距线路中心线投影 14m (边导线外 2.4m) 处，满足耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、道路等场所电场强度不大于控制限值 10kV/m 的评价标准要求，在距中心线投影-21m (边导线外 9.4m)、21m (边导线外 9.4m) 处电场强度分别为 3873V/m、3875V/m (小于 4000V/m)，此后随着距中心线距离增加而呈减小趋势，因此需将线路边导线外 10.0m 设置为电磁环境影响防护距离，在此范围内不得新建民房等敏感性建筑物。当导线对地最低高度抬升至 20.0m 时，离地 1.5m 处电场强度最大值为 3731V/m，出现在距中心线投影 15m (边导线外 3.4m) 处，能满足不大于公众曝露限值 4000V/m 的要求，则不需设置电磁环境影响防护距离。

从表 6-4 和图 6-2 中可以看出，本段线路采用拟选塔中最不利塔型 ZM214 塔，通过**公众曝露区域**，导线对地实际最低高度为 22.0m 时，离地 1.5m 处电场强度最大值为 3179V/m，出现在距中心线投影 15m (边导线外 3.4m) 处，能满足不大于公众曝露限值 4000V/m 的要求。

表 6-8 221#~227#塔换线三角排列段线路最不利塔型电场强度预测结果

最不利塔型	ZM214	
导线对地最低高度（m）	h=17.0	h=20.0
距线路中心线距离（m）	电场强度（V/m）	
-50	584	630
-40	1070	1104
-30	2134	2021
-22	3658	3106
-21（边导线外 9.4m）	3873	3239
-20	4083	3363
-15	4837	3730
-14	4878	3727
-13	4868	3691
-12	4802	3622
-11	4678	3519
-10	4498	3383
-9	4263	3215
-8	3981	3019
-5	2933	2320
0	1593	1495
5	2935	2322
7	3661	2802
8	3983	3021
9	4265	3217
10	4499	3384
11	4680	3521
12	4804	3624
13	4870	3693
14（边导线外 2.4m）	4880（最大值）	3728
15（边导线外 3.4m）	4839	3731（最大值）
20	4085	3365
21（边导线外 9.4m）	3875	3241
22	3660	3108
30	2135	2022
40	1072	1106
50	586	632

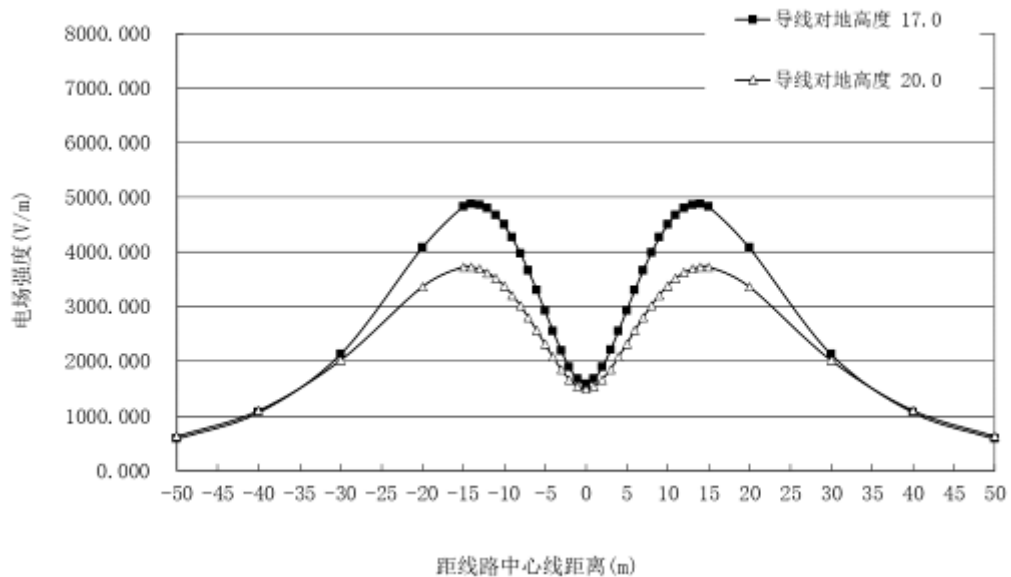


图 6-5 221#~227#塔换线三角排列段线路最不利塔型电场强度随距离变化趋势图

表 6-9 221#~227#塔换线三角排列段线路在公众曝露区域最不利塔型电场强度预测结果

最不利塔型	ZM214
导线对地最低高度 (m)	22.0
距线路中心线距离 (m)	电场强度 (V/m)
-50	652
-40	1108
-30	1922
-20	2962
-15	3177
-14	3160
-13	3119
-12	3054
-11	2963
-10	2849
-9	2712
-8	2556
-7	2384
-5	2016
-4	1835
0	1414
4	1836
5	2017
7	2386
8	2558
9	2714
10	2850
11	2965
12	3055
13	3121
14	3162
15 (边导线外 3.4)	3179 (最大值)
20	2963
30	1924
40	1109
50	654

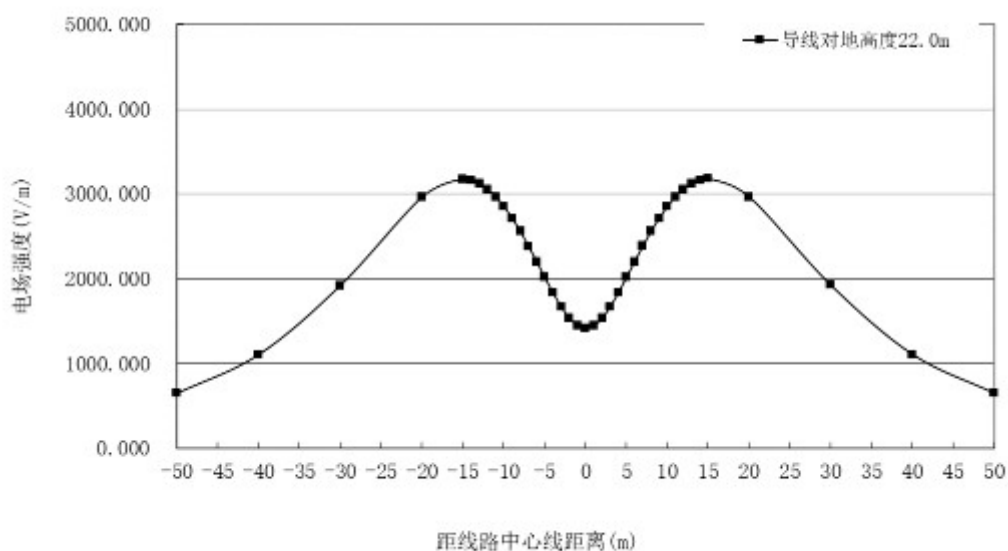


图 6-6 221#~227#塔换线三角排列段线路在公众曝露区域最不利塔型电场强度随距离变化趋势图

按初设路径方案，并结合现场踏勘，本段线路评价范围内为 1 层尖顶房屋，为确保居民房屋处电场强度满足不大于公众曝露限值 4000V/m 的要求，距线路边导线不同距离的居民房屋处对应的导线对地最低高度见表 6-5。

表 6-10 221#-227#塔换线三角排列段线路边导线不同距离的居民房屋处对应的导线对地最低高度

房屋距线路边导线距离 (m)	导线对地最低高度 (m)
	1 层尖顶房屋
0	20
3	20
5	20
6	19
7	19
8	19
9	18
10	17

由表 6-4、表 6-5 和图 6-2 可以看出，导线对地实际最低高度为 17.0m 时，本段线路边导线 10m 以外的居民敏感目标，电场强度能满足不大于公众曝露限值 4000V/m 的要求。若房屋距线路边导线距离小于 10m 时，需按照表 6-5 中的最低高度要求确定导线对地高度，确保居民房屋处电场强度满足不大于公众曝露限值 4000V/m 的要求。

根据现场踏勘并结合初设路径方案，本段线路敏感目标距线路最近距离约 4.0m，导线对地实际最低高度不低于 22m，最近敏感目标处的电场强度满足不大于公众曝露限值 4000V/m 的要求。

·磁感应强度

本段线路采用拟选塔中最不利塔型 ZM214 塔，在**耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、道路等场所**导线对地最低高度 17.0m 时，磁感应强度预测结果见表 6-6，磁感应强度随距离变化趋势见图 6-3；在**公众曝露区域**导线对地最低高度 22.0m 时，磁感应强度预测结果见表 6-7，磁感应强度随距离变化趋势见图 6-4。

从表 6-6 和图 6-3 可以看出，本段线路采用拟选塔中最不利塔型 ZM214 塔，在**耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、道路等场所**导线对地最低高度 17.0m 时，离地 1.5m 处磁感应强度最大值为 29.1 μ T；从表 6-7 和图 6-4 可以看出，通过**公众曝露区域**，导线对地最低高度为 22.0m 时，离地 1.5m 磁感应强度最大值为 19.8 μ T，满足磁感应强度不大于公众曝露控制限值 100 μ T 的要求。

表 6-11 221#~227#塔换线三角排列段线路最不利塔型磁感应强度预测结果

最不利塔型	ZM214
导线对地最低高度 (m)	h=17.0
距线路中心线距离 (m)	磁感应强度 (μT)
-50	4.6
-40	6.8
-35	8.6
-30	11.0
-25	14.2
-20	18.4
-15	23.1
-10	26.8
-9	27.3
-8	27.8
-7	28.1
-6	28.4
-5	28.7
-4	28.9
-3	29.0
-2	29.1
-1	29.1
0	29.1 (最大值)
1	29.1
2	29.1
3	29.0
4	28.9
5	28.7
6	28.4
7	28.1
8	27.8
9	27.3
10	26.8
15	23.1
20	18.4
25	14.2
30	11.0
35	8.6
40	6.8
50	4.6

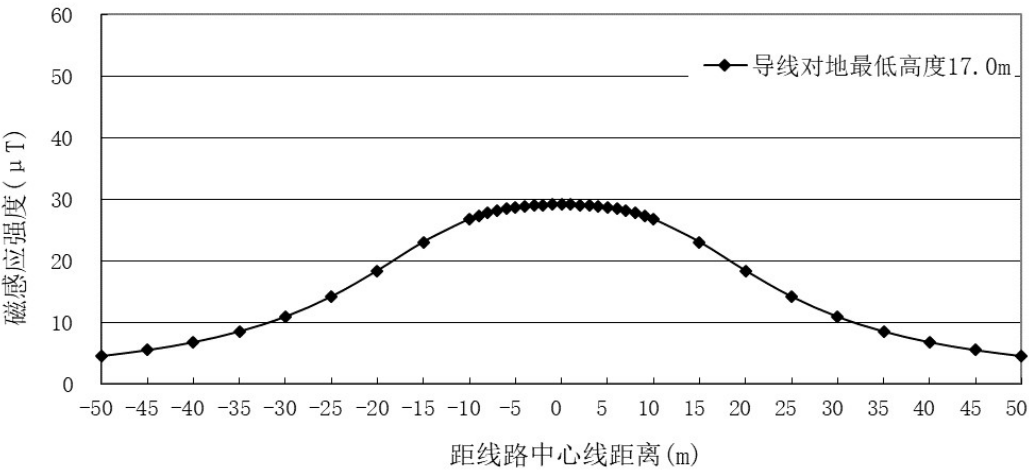


图 6-7 221#~227#塔换线三角排列段线路最不利塔型磁感应强度随距离变化趋势图

表 6-12 221#~227#塔换线三角排列段线路在公众曝露区域最不利塔型磁感应强度预测结果

最不利塔型	ZM214
导线对地最低高度（m）	h=22.0
距线路中心线距离（m）	磁感应强度（ μT ）
-50	4.2
-40	6.1
-35	7.4
-30	9.1
-25	11.2
-20	13.6
-15	16.1
-10	18.2
-9	18.5
-8	18.8
-7	19.0
-6	19.2
-5	19.4
-4	19.6
-3	19.7
-2	19.7
-1	19.8
0	19.8（最大值）
1	19.8
2	19.7
3	19.7
4	19.6
5	19.4
6	19.2
7	19.0
8	18.8
9	18.5
10	18.2
15	16.1
20	13.6
25	11.2
30	9.1
35	7.4
40	6.1
50	4.2

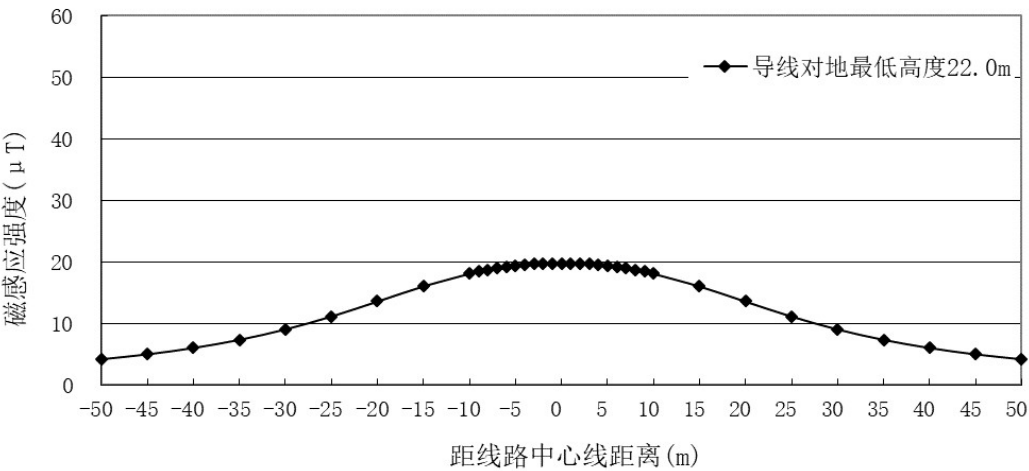


图 6-8 221#~227#塔换线三角排列段线路在公众曝露区域最不利塔型磁感应强度随距离变化趋势图

B.水平排列段

·电场强度

本段线路采用实际塔中最不利塔型 ZB222 塔，在**耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、道路等场所**导线实际对地最低高度 18.0m 时，电场强度预测结果见表 6-3，电场强度随距离变化趋势见图 6-1，在**公众曝露区域**导线实际对地最低高度 25.0m 时，电场强度预测结果见表 6-4，电场强度随距离变化趋势见图 6-2。

从表 6-3 和图 6-1 中可以看出，本段线路采用实际塔中最不利塔型 ZB222 塔，**通过耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、道路等场所**，导线对地设计最低高度为 18.0m，离地 1.5m 处电场强度最大值为 4517V/m ($<10\text{kV/m}$)，出现在距线路中心线投影 19m (边导线外 2.8m) 处，满足耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、道路等场所电场强度不大于控制限值 10kV/m 的评价标准要求，在距中心线投影-25m (边导线外 8.8m)、25m (边导线外 8.8m) 处电场强度分别为 3853V/m、3853V/m (小于 4000V/m)，此后随着距中心线距离增加而呈减小趋势，因此需将线路边导线外 9.0m 设置为电磁环境影响防护距离，在此范围内不得新建民房等敏感性建筑物。当导线对地最低高度抬升至 20.0m 时，离地 1.5m 处电场强度最大值为 3808V/m，出现在距中心线投影 19m (边导线外 2.8m) 处，能满足不大于公众曝露限值 4000V/m 的要求，则不需设置电磁环境影响防护距离。

从表 6-4 和图 6-2 中可以看出，本段线路采用拟选塔中最不利塔型 ZB222 塔，**通过公众曝露区域**，导线对地实际最低高度为 25.0m 时，离地 1.5m 处电场强度最大值为 2619V/m，出现在距中心线投影 21m (边导线外 4.8m) 处，能满足不大于公众曝露限值 4000V/m 的要求。

表 6-13 221#~227#塔换线水平排列段线路最不利塔型电场强度预测结果

最不利塔型	ZB222	
导线对地最低高度（m）	h=18.0	h=20.0
距线路中心线距离（m）	电场强度（V/m）	
-50	861	889
-40	1569	1556
-30	2953	2729
-26	3678	3276
<u>-25（边导线外 8.8m）</u>	3853	3401
-24	4019	3515
-20	4479	3797
<u>-19（边导线外 2.8m）</u>	<u>4517（最大值）</u>	<u>3808（最大值）</u>
-18	4517	3792
-15	4275	3575
-14	4124	3454
-13	3949	3317
-10	3398	2880
-6	3051	2519
-5	3064	2493
0	3239	2517
5	3064	2493
6	3051	2519
9	3250	2753
10	3398	2880
13	3949	3317
14	4124	3454
15	4275	3575
18	4517	3792
<u>19（边导线外 2.8m）</u>	<u>4517（最大值）</u>	<u>3808（最大值）</u>
20	4479	3797
24	4019	3515
<u>25（边导线外 8.8m）</u>	3853	3401
26	3678	3276
30	2953	2729
40	1569	1556
50	861	889

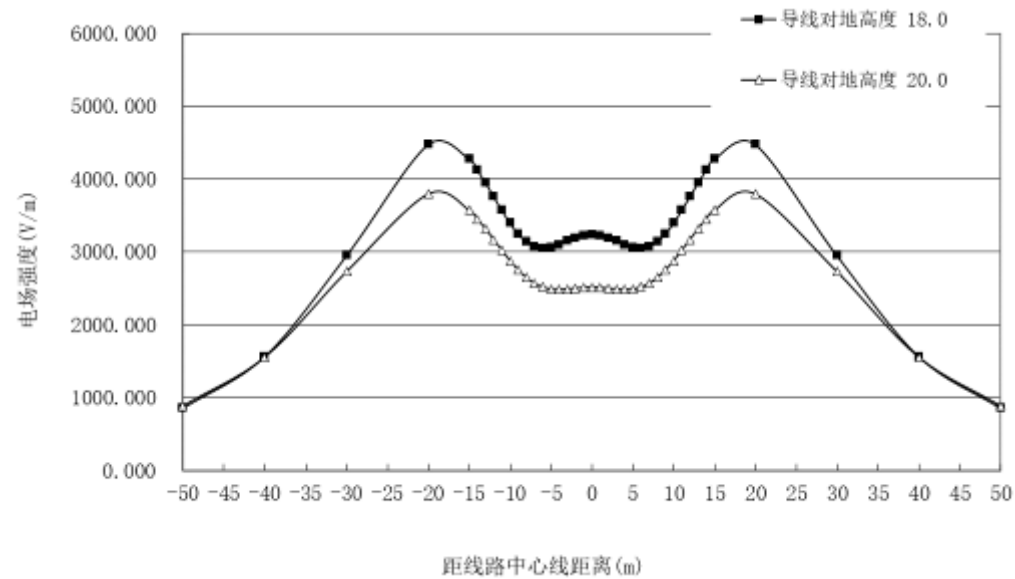


图 6-9 221#~227#塔换线水平排列段线路最不利塔型电场强度随距离变化趋势图

表 6-14 221#~227#塔换线水平排列段线路在公众曝露区域最不利塔型电场强度预测结果

最不利塔型	ZB222
导线对地最低高度 (m)	25.0
距线路中心线距离 (m)	电场强度 (V/m)
-50	913
-40	1453
-30	2196
-22	2609
<u>-21 (边导线外 4.8m)</u>	<u>2619 (最大值)</u>
<u>-20 (边导线外 3.8m)</u>	2615
-15	2397
-14	2317
-13	2229
-12	2134
-10	1938
-9	1842
-8	1752
-5	1535
-4	1486
0	1402
4	1486
5	1535
8	1752
9	1842
10	1938
12	2134
13	2229
14	2317
15	2397
<u>20 (边导线外 3.8m)</u>	2615
<u>21 (边导线外 4.8m)</u>	<u>2619 (最大值)</u>
22	2609
30	2196
40	1453
50	913

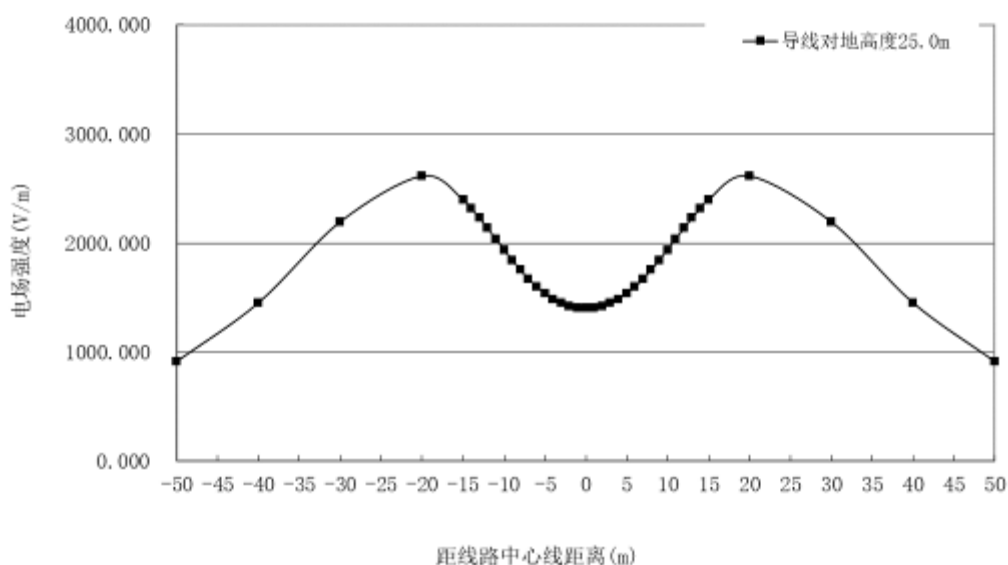


图 6-10 221#~227#塔换线水平排列段线路在公众曝露区域最不利塔型电场强度随距离变化趋势图

按初设路径方案，并结合现场踏勘，本段线路评价范围内为 1 层尖顶房屋，为确保居民房屋处电场强度满足不大于公众曝露限值 4000V/m 的要求，距线路边导线不同距离的居民房屋处对应的导线对地最低高度见表 6-5。

表 6-15 221#-227#塔换线水平排列段线路边导线不同距离的居民房屋处对应的导线对地最低高度

房屋距线路边导线距离 (m)	导线对地最低高度 (m)
	1 层尖顶房屋
0	20
3	20
5	20
6	20
7	19
8	19
9	18

由表 6-4、表 6-5 和图 6-2 可以看出，导线对地实际最低高度为 18.0m 时，本段线路边导线 9m 以外的居民敏感目标，电场强度能满足不大于公众曝露限值 4000V/m 的要求。若房屋距线路边导线距离小于 9m 时，需按照表 6-5 中的最低高度要求确定导线对地高度，确保居民房屋处电场强度满足不大于公众曝露限值 4000V/m 的要求。

根据现场踏勘并结合初设路径方案，本段线路敏感目标距线路最近距离约 0.0m（跨越），导线对地实际最低高度不低于 25m，最近敏感目标处的电场强度满足不大于公众曝露限值 4000V/m 的要求。

·磁感应强度

本段线路采用拟选塔中最不利塔型 ZB222 塔，在**耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、道路等场所**导线对地最低高度 18.0m 时，磁感应强度预测结果见表 6-6，磁感应强度随距离变化趋势见图 6-3；在**公众曝露区域**导线对地最低高度 25.0m 时，磁感应强度预测结果见表 6-7，磁感应强度随距离变化趋势见图 6-4。

从表 6-6 和图 6-3 可以看出，本段线路采用拟选塔中最不利塔型 ZB222 塔，在**耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、道路等场所**导线对地最低高度 18.0m 时，离地 1.5m 处磁感应强度最大值为 32.8 μ T；从表 6-7 和图 6-4 可以看出，通过**公众曝露区域**，导线对地最低高度为 25.0m 时，离地 1.5m 处磁感应强度最大值为 20.1 μ T，满足磁感应强度不大于公众曝露控制限值 100 μ T 的要求。

表 6-16 221#~227#塔换线水平排列段线路最不利塔型磁感应强度预测结果

最不利塔型	ZB222
导线对地最低高度 (m)	h=18.0
距线路中心线距离 (m)	磁感应强度 (μT)
-50	6.0
-40	9.2
-35	11.6
-30	15.0
-25	19.2
-20	24.0
-15	28.3
-10	31.0
-9	31.4
-8	31.7
-7	32.0
-6	32.2
-5	32.4
-4	32.5
-3	32.6
-2	32.7
-1	32.7
0	32.8 (最大值)
1	32.7
2	32.7
3	32.6
4	32.5
5	32.4
6	32.2
7	32.0
8	31.7
9	31.4
10	31.0
15	28.3
20	24.0
25	19.2
30	15.0
35	11.6
40	9.2
50	6.0

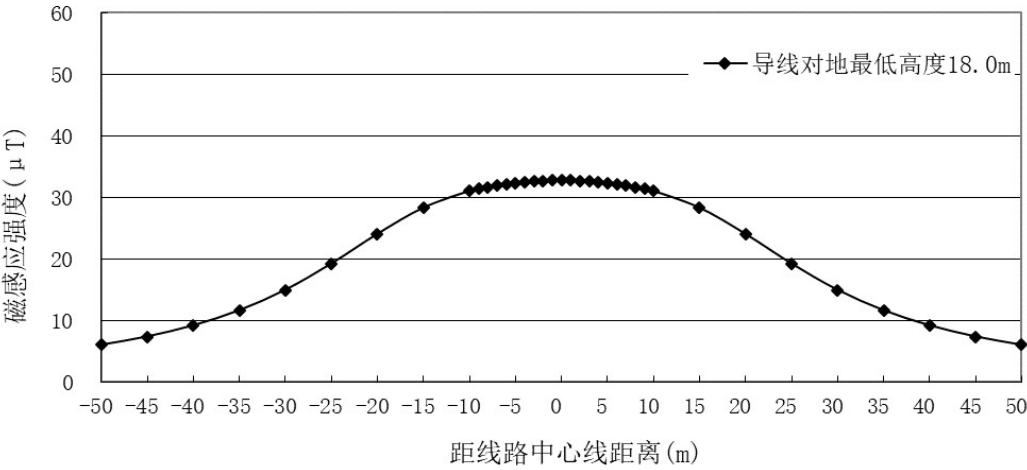


图 6-11 221#~227#塔换线水平排列段线路最不利塔型磁感应强度随距离变化趋势图

表 6-17 221#~227#塔换线水平排列段线路在公众曝露区域最不利塔型磁感应强度预测结果

最不利塔型	ZB222
导线对地最低高度 (m)	h=25.0
距线路中心线距离 (m)	磁感应强度 (μT)
-50	5.3
-40	7.6
-35	9.2
-30	11.1
-25	13.3
-20	15.5
-15	17.5
-10	19.0
-9	19.2
-8	19.4
-7	19.6
-6	19.7
-5	19.8
-4	19.9
-3	20.0
-2	20.1
-1	20.1
0	20.1 (最大值)
1	20.1
2	20.1
3	20.0
4	19.9
5	19.8
6	19.7
7	19.6
8	19.4
9	19.2
10	19.0
15	17.5
20	15.5
25	13.3
30	11.1
35	9.2
40	7.6
50	5.3

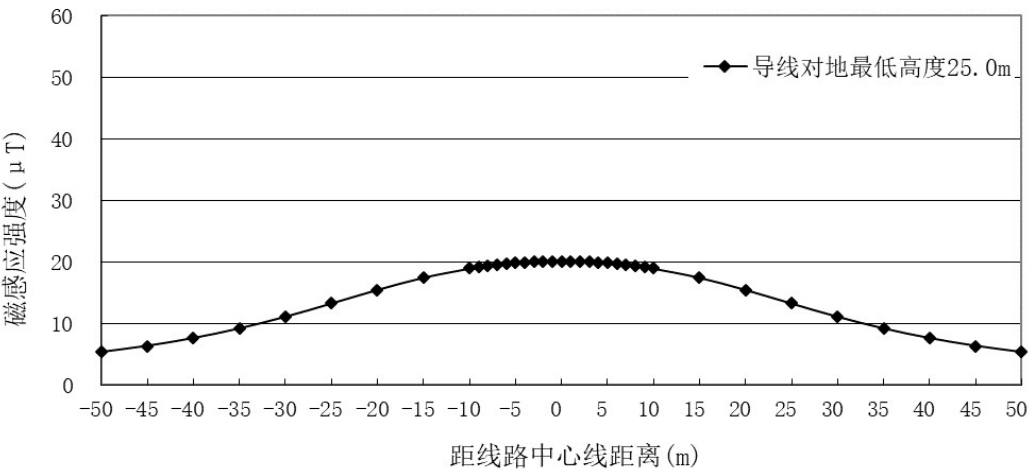


图 6-12 221#~227#塔换线水平排列段线路在公众曝露区域最不利塔型磁感应强度随距离变化趋势

图

2) 234#塔改造段

① 232#~236#塔迁改段

·电场强度

本段线路采用拟选塔中最不利塔型 JGB262G 塔，在**耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、道路等场所**导线对地设计最低高度 18.0m 时，电场强度预测结果见表 6-3，电场强度随距离变化趋势见图 6-1，在**公众曝露区域**导线对地最低高度 22.0m 时，电场强度预测结果见表 6-4，电场强度随距离变化趋势见图 6-2。

从表 6-3 和图 6-1 中可以看出，本段线路采用拟选塔中最不利塔型 JGB262G 塔，**通过耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、道路等场所**，导线对地最低高度为 18.0m 时，离地 1.5m 处电场强度最大值为 4880V/m ($<10\text{kV/m}$)，出现在距线路中心线投影 15m (边导线外 2.5m) 处，满足耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、道路等场所电场强度不大于控制限值 10kV/m 的评价标准要求，在距中心线投影 22m (边导线外 9.5m) 处电场强度为 3984V/m (小于 4000V/m)，此后随着距中心线距离增加而呈减小趋势，因此需将线路边导线外 10.0m 设置为电磁环境影响防护距离，在此范围内不得新建民房等敏感性建筑物。当导线对地最低高度抬升至 21.0m 时，离地 1.5m 处电场强度最大值为 3822V/m，出现在距中心线投影 15m (边导线外 2.5m) 处，能满足不大于公众曝露限值 4000V/m 的要求，则不需设置电磁环境影响防护距离。

从表 6-4 和图 6-2 中可以看出，本段线路采用拟选塔中最不利塔型 JGB262G 塔，**通过公众曝露区域**，导线对地最低高度为 23.0m 时，离地 1.5m、4.5m 处电场强度最大值分别为 3302V/m、3494V/m，分别出现在距中心线投影 16m (边导线外 3.5m)、15m (边导线外 2.5m) 处，能满足不大于公众曝露限值 4000V/m 的要求。

表 6-18 232#~236#塔迁改段线路最不利塔型电场强度预测结果

最不利塔型	JGB262G	
导线对地最低高度 (m)	h=18.0	h=21.0
距线路中心线距离 (m)	电场强度 (V/m)	
-50	755	802
-40	1335	1353
-30	2506	2335
-22 (边导线外 9.5m)	3985	3367
-21	4173	3481
-20	4350	3583
-15 (边导线外 2.5m)	4880 (最大值)	3822 (最大值)
-14	4877	3796
-13	4828	3742
-12	4732	3658
-11	4588	3546
-10	4399	3406
-9	4170	3242
-5	2981	2423
-4	2666	2209
-1	1944	1709
0	1856	1632
1	1871	1615
4	2387	1872
5	2630	2016
9	3463	2561
10	3588	2656
11	3671	2727
12	3711	2773
13	3710	2795
14	3671	2793
15	3597	2769
20	2924	2414
30	1575	1461
40	888	867
50	546	546

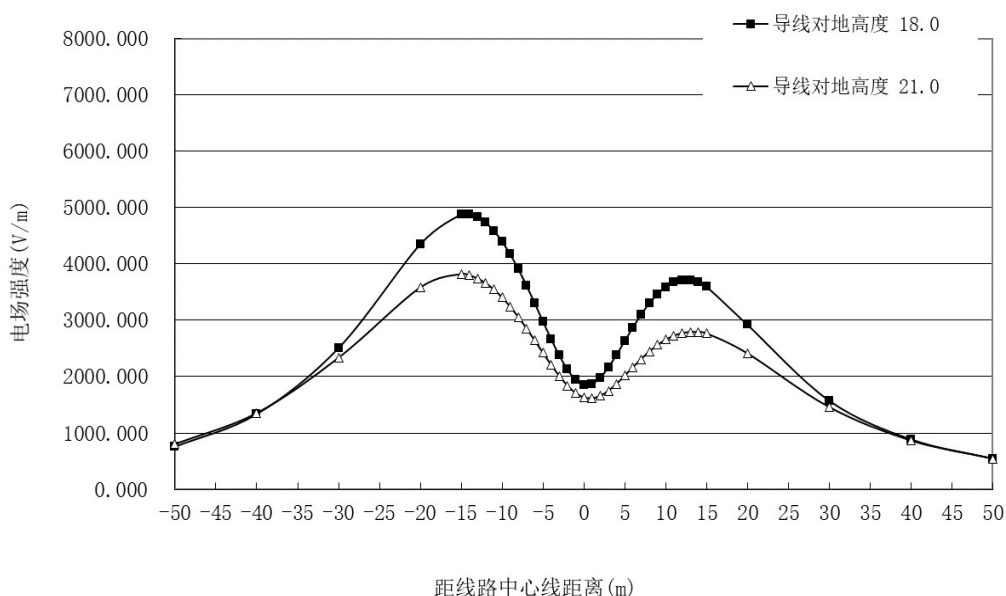


图 6-13 232#~236#塔迁改段线路最不利塔型电场强度随距离变化趋势图

表 6-19 232#~236#塔迁改段线路在公众曝露区域最不利塔型电场强度预测结果

最不利塔型	JGB262G	
导线对地最低高度（m）	h=23.0	
	离地 1.5m	离地 4.5m
距线路中心线距离（m）	电场强度（V/m）	
-50	823	820
-40	1344	1343
-30	2205	2229
-20	3164	3293
-17	3293	3468
-16	3302（最大值）	3491
-15	3291	3494（最大值）
-14	3259	3475
-10	2917	3175
-9	2783	3049
-8	2634	2909
-7	2472	2757
-6	2303	2599
-5	2131	2440
-4	1964	2286
-3	1807	2145
0	1494	1869
3	1536	1897
4	1618	1964
5	1718	2048
6	1826	2140
7	1935	2233
8	2038	2321
9	2130	2399
10	2209	2463
14	2353	2548
15	2346	2525
20	2122	2226
30	1376	1399
40	846	850
50	542	542

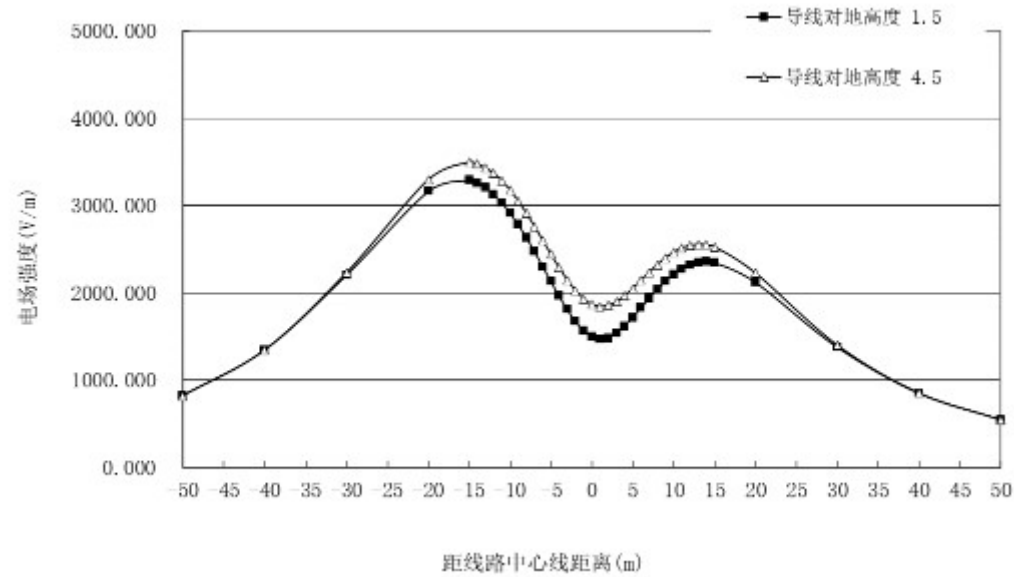


图 6-14 232#~236#塔迁改段线路在公众曝露区域最不利塔型电场强度随距离变化趋势图

按初设路径方案，并结合现场踏勘，本段线路评价范围内为 1 层、2 层尖顶房屋，为确保居民房屋处电场强度满足不大于公众曝露限值 4000V/m 的要求，距线路边导线不同距离的居民房屋处对应的导线对地最低高度见表 6-5。

表 6-20 232#~236#塔迁改段距线路边导线不同距离的居民房屋处对应的导线对地最低高度

房屋距线路边导线距离 (m)	导线对地最低高度 (m)	
	1 层尖顶房屋	2 层尖顶房屋
0	21	22
3	21	22
5	21	22
6	21	21
7	20	21
8	20	20
9	19	20
10	18	19
11	18	18

由表 6-4、表 6-5 和图 6-2 可以看出，本段线路边导线 11m 以外的居民敏感目标，导线对地最低高度为 18.0m 时，电场强度能满足不大于公众曝露限值 4000V/m 的要求。若房屋距线路边导线距离小于 11m 时，需按照表 6-5 中的最低高度要求确定导线对地高度，确保居民房屋处电场强度满足不大于公众曝露限值 4000V/m 的要求。

根据现场踏勘并结合初设路径方案，本段线路敏感目标距线路最近距离约 5m，导线对地最低高度不低于 23m 时，最近敏感目标处的电场强度满足不大于公众曝露限值 4000V/m 的要求。

·磁感应强度

本段线路采用拟选塔中最不利塔型 JGB262G 塔，在**耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、道路等场所**导线对地最低高度 18.0m 时，磁感应强度预测结果见表 6-6，磁感应强度随距离变化趋势见图 6-3；在**公众曝露区域**导线对地最低高度 23.0m 时，磁感应强度预测结果见表 6-7，磁感应强度随距离变化趋势见图 6-4。

从表 6-6 和图 6-3 可以看出，本段线路采用拟选塔中最不利塔型 JGB262G 塔，在**耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、道路等场所**导线对地最低高度 18.0m 时，离地 1.5m 处磁感应强度最大值为 28.5 μ T；从表 6-7 和图 6-4 可以看出，通过**公众曝露区域**，导线对地最低高度为 23.0m 时，离地 1.5m、4.5m 处磁感应强度最大值分别为 19.7 μ T、24.5 μ T，均满足磁感应强度不大于公众曝露控制限值 100 μ T 的要求。

表 6-21 232#~236#塔迁改段线路最不利塔型磁感应强度预测结果

最不利塔型	JGB262G
导线对地最低高度（m）	h=18.0
距线路中心线距离（m）	磁感应强度（μT）
-50	5.0
-40	7.4
-30	11.9
-25	15.3
-20	19.5
-15	23.8
-10	27.0
-9	27.5
-8	27.8
-7	28.1
-6	28.3
-5	28.4
-4	28.5
-3	28.5
-2	28.5（最大值）
-1	28.5
0	28.4
1	28.2
2	28.0
3	27.8
4	27.5
5	27.2
6	26.9
7	26.4
8	26.0
9	25.4
10	24.8
15	21.3
20	17.2
25	13.6
30	10.8
40	6.9
50	4.7

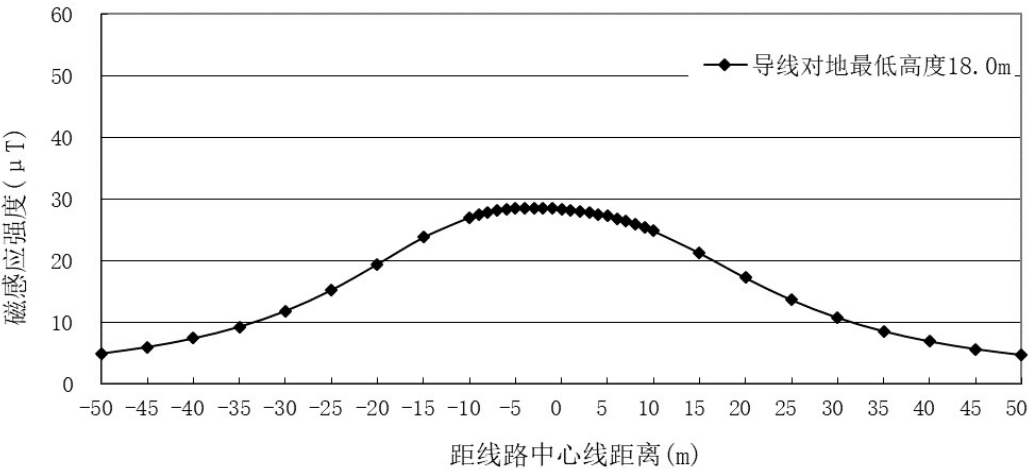


图 6-15 232#~236#塔迁改段线路最不利塔型磁感应强度随距离变化趋势图

表 6-22 232#~236#塔迁改段线路在公众曝露区域最不利塔型磁感应强度预测结果

最不利塔型	JGB262G	
导线对地最低高度（m）	h=23.0	
计算高度（m）	离地 1.5m	离地 4.5m
距线路中心线距离（m）	磁感应强度（ μ T）	
-50	4.6	4.8
-40	6.6	7.1
-30	9.8	11.0
-25	11.9	13.8
-20	14.4	17.2
-15	16.7	20.5
-10	18.5	23.1
-9	18.8	23.4
-8	19.0	23.7
-7	19.2	24.0
-6	19.4	24.2
-5	19.5	24.3
-4	19.6	24.4
-3	19.7	24.4
-2	19.7（最大值）	24.5（最大值）
-1	19.7	24.4
0	19.6	24.3
1	19.5	24.2
2	19.4	24.1
3	19.3	23.9
4	19.1	23.6
5	18.9	23.4
6	18.7	23.1
7	18.4	22.7
8	18.1	22.3
9	17.8	21.9
10	17.4	21.4
15	15.4	18.6
20	13.1	15.4
25	10.9	12.5
30	9.0	10.0
40	6.2	6.6
50	4.4	4.6

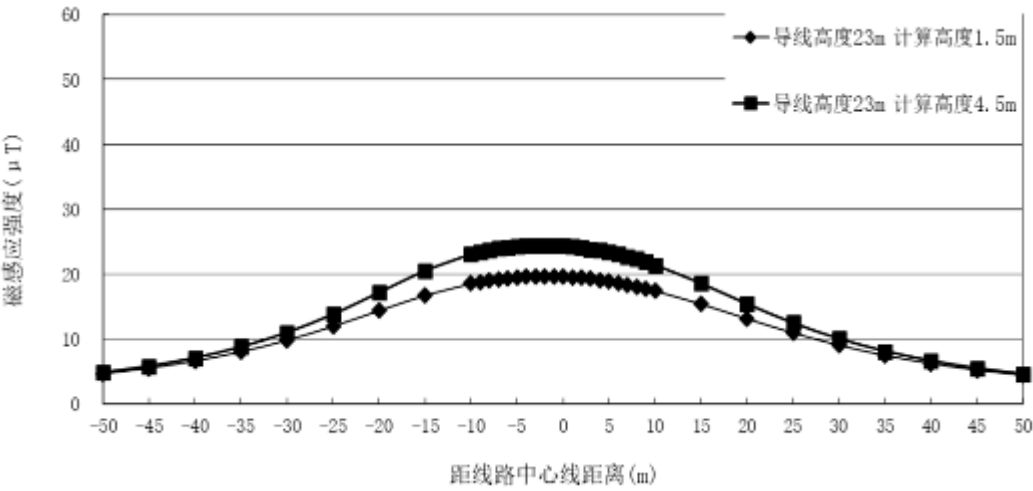


图 6-16 232#~236#塔迁改段线路在公众曝露区域最不利塔型磁感应强度随距离变化趋势图

② 236#~239#塔重新松紧线段

A. 三角排列段

· 电场强度

本段线路采用拟选塔中最不利塔型 JT211 塔，在**耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、道路等场所**导线对地最低高度 16.0m 时，电场强度预测结果见表 6-23，电场强度随距离变化趋势见图 6-17。

从表 6-23 和图 6-17 中可以看出，本段线路采用拟选塔中最不利塔型 JT211 塔，**通过耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、道路等场所**，导线对地最低高度为 16.0m 时，离地 1.5m 处电场强度最大值为 5324V/m，出现在距线路中心线投影 12m（边导线外 2.5m）处，满足耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、道路等场所电场强度不大于控制限值 10kV/m 的评价标准要求；在距中心线投影 12m（边导线外 4.5m）、20m（边导线外 10.5m）处电场强度分别为 3919V/m、3901V/m（小于 4000V/m），此后随着距中心线距离增加而呈减小趋势，因此需将线路边导线外 11.0m 设置为电磁环境影响防护距离，在此范围内不得新建民房等敏感性建筑物。当导线对地最低高度抬升至 20.0m 时，离地 1.5m 处电场强度最大值为 3693V/m，出现在距中心线投影 13.0m（边导线外 3.5m）处，能满足不大于公众曝露限值 4000V/m 的要求，则不需设置电磁环境影响防护距离。

表 6-23 236#~239#塔重新松紧线三角排列段最不利塔型电场强度预测结果

最不利塔型	JT211	
导线对地最低高度（m）	h=16	h=20
距线路中心线距离（m）	电场强度（V/m）	
-50	429	429
-40	695	676
-30	1230	1137
-20	2455	1986
-15	3423	2468
-13	3778	2601
-12（边导线外 4.5m）	3919	2641
-11	4022	2661
-10	4079	2657
-5	3527	2307
-4	3285	2203
0	2639	2040
4	3563	2585
5	3925	2779
9	5086	3454
10	5233	3561
11	5312	3637
12（边导线外 2.5m）	5324（最大值）	3681
13（边导线外 3.5m）	5274	3693（最大值）
14	5169	3676
15	5018	3632
19	4145	3256
20（边导线外 10.5m）	3901	3130
30	1925	1847
40	971	1032
50	539	606

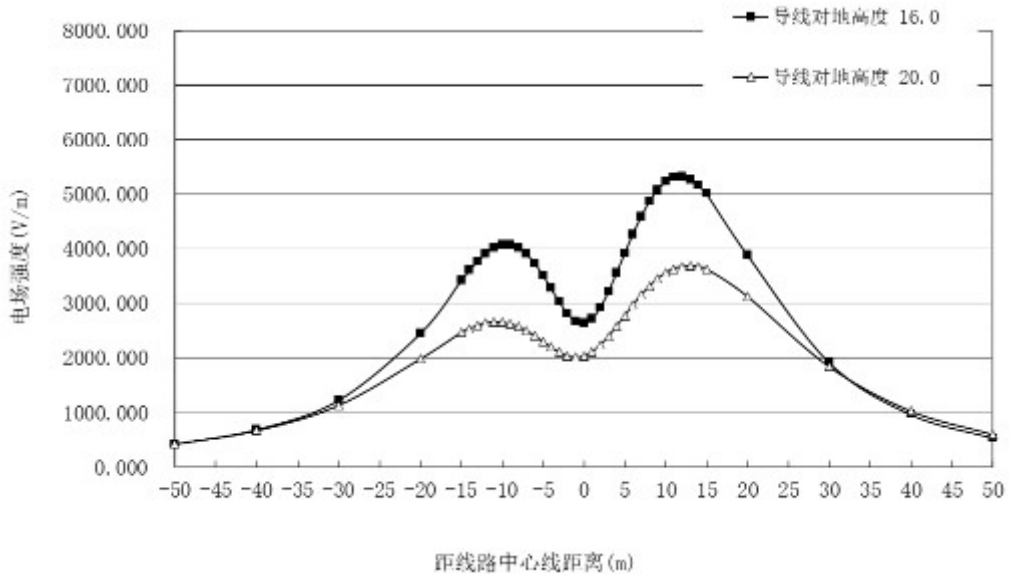


图 6-17 236#~239#塔重新松紧线三角排列段最不利塔型电场强度随距离变化趋势图

·磁感应强度

本段线路采用拟选塔中最不利塔型 JT211 塔，在**耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、道路等场所**导线对地最低高度 16.0m 时，磁感应强度预测结果见表 6-24，磁感应强度随距离变化趋势见图 6-18。

从表 6-24 和图 6-18 可以看出，本段线路采用拟选塔中最不利塔型 JT211 塔，通过**耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、道路等场所**，导线对地最低高度为 16.0m 时，离地 1.5m 处磁感应强度最大值为 30.4 μ T。

表 6-24 236#~239#塔重新松紧线三角排列段最不利塔型磁感应强度预测结果

最不利塔型	JT211
导线对地最低高度（m）	h=16
距线路中心线距离（m）	磁感应强度（ μT ）
-50	3.7
-40	5.5
-35	6.8
-30	8.7
-25	11.3
-20	14.8
-15	19.4
-10	24.4
-9	25.3
-8	26.2
-7	27.0
-6	27.7
-5	28.3
-4	28.9
-3	29.4
-2	29.7
-1	30.0
0	30.2
1	30.4
2	30.4（最大值）
3	30.3
4	30.2
5	29.9
6	29.6
7	29.1
8	28.5
9	27.8
10	26.9
15	21.8
20	16.6
25	12.4
30	9.4
35	7.2
40	5.7
50	3.8

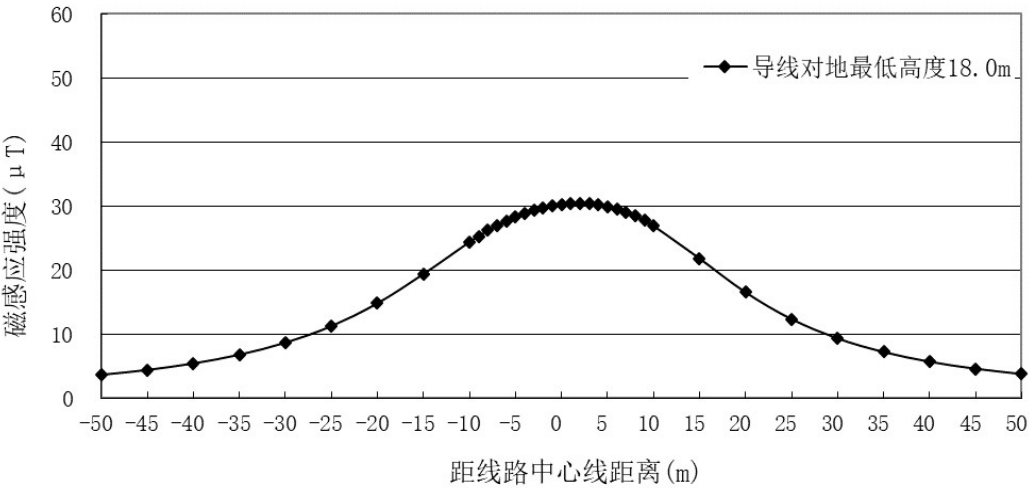


图 6-18 236#~239#塔重新松紧线三角排列段最不利塔型磁感应强度随距离变化趋势图

B.水平排列段

·电场强度

本段线路采用拟选塔中最不利塔型 ZB222 塔，在**耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、道路等场所**导线对地最低高度 14.0m 时，电场强度预测结果见表 6-23，电场强度随距离变化趋势见图 6-17。

从表 6-23 和图 6-17 中可以看出，本段线路采用拟选塔中最不利塔型 ZB222 塔，**通过耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、道路等场所**，导线对地最低高度为 14.0m 时，离地 1.5m 处电场强度最大值为 6725V/m，出现在距线路中心线投影 18m（边导线外 1.8m）处，满足耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、道路等场所电场强度不大于控制限值 10kV/m 的评价标准要求；在距中心线投影 28m（边导线外 11.8m）处电场强度分别为 3937V/m（小于 4000V/m），此后随着距中心线距离增加而呈减小趋势，因此需将线路边导线外 12.0m 设置为电磁环境影响防护距离，在此范围内不得新建民房等敏感性建筑物。当导线对地最低高度抬升至 20.0m 时，离地 1.5m 处电场强度最大值为 3808V/m，出现在距中心线投影 19m（边导线外 2.8m）处，能满足不大于公众暴露限值 4000V/m 的要求，则不需设置电磁环境影响防护距离。

表 6-25 236#~239#塔重新松紧线三角排列段最不利塔型电场强度预测结果

最不利塔型	ZB222	
导线对地最低高度（m）	h=14	h=20
距线路中心线距离（m）	电场强度（V/m）	
-50	768	889
-40	1516	1556
-30	3351	2729
-28（边导线外 11.8m）	3937	3007
-27	4257	3144
-20	6466	3797
-19（边导线外 2.8m）	6636	3808（最大值）
-18（边导线外 1.8m）	6725（最大值）	3792
-15	6436	3575
-13	5832	3317
-10	4784	2880
-5	4739	2493
0	5588	2517
3	5215	2493
5	4739	2493
10	4784	2880
13	5832	3317
15	6436	3575
18（边导线外 1.8m）	6725（最大值）	3792
19（边导线外 2.8m）	6636	3808（最大值）
20	6466	3797
27	4257	3144
28（边导线外 11.8m）	3937	3007
30	3351	2729
40	1516	1556
50	768	889

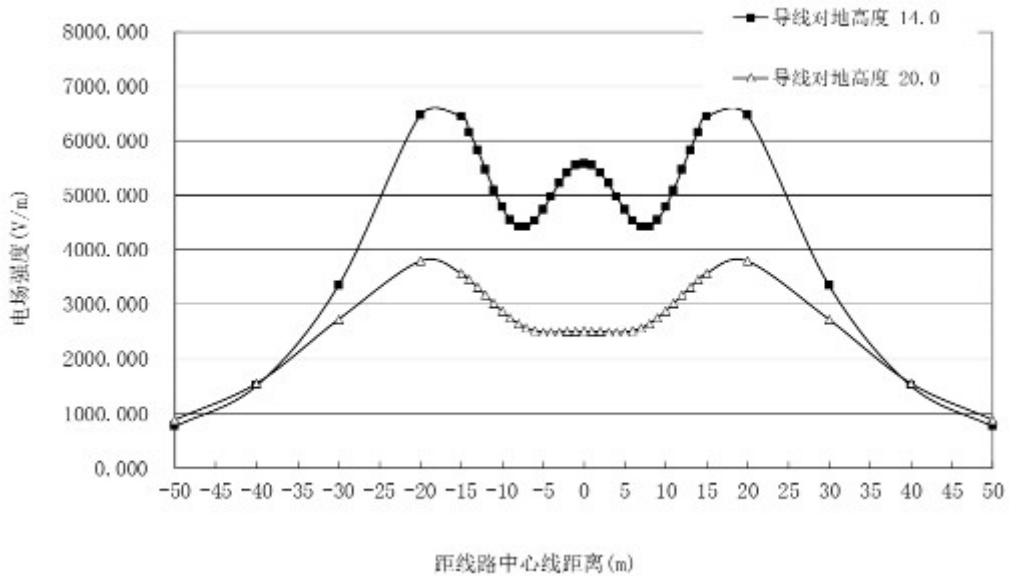


图 6-19 236#~239#塔重新松紧线三角排列段最不利塔型电场强度随距离变化趋势图

·磁感应强度

本段线路采用拟选塔中最不利塔型 ZB222 塔，在**耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、道路等场所**导线对地最低高度 14.0m 时，磁感应强度预测结果见表 6-24，磁感应强度随距离变化趋势见图 6-18。

从表 6-24 和图 6-18 可以看出，本段线路采用拟选塔中最不利塔型 ZB222 塔，通过**耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、道路等场所**，导线对地最低高度为 14.0m 时，离地 1.5m 处磁感应强度最大值为 45.4 μ T。

表 6-26 236#~239#塔重新松紧线三角排列段最不利塔型磁感应强度预测结果

最不利塔型	ZB222
导线对地最低高度 (m)	h=14
距线路中心线距离 (m)	磁感应强度 (μT)
-50	6.4
-40	10.1
-35	13.2
-30	17.8
-25	24.4
-20	32.8
-15	40.0
-10	43.6
-9	43.9
-8	44.2
-7	44.5
-6	44.7
-5	44.9
-4	45.1
-3	45.2
-2	45.4
-1	45.4
0	45.4 (最大值)
1	45.4
2	45.4
3	45.2
4	45.1
5	44.9
6	44.7
7	44.5
8	44.2
9	43.9
10	43.6
15	40.0
20	32.8
25	24.4
30	17.8
35	13.2
40	10.1
50	6.4

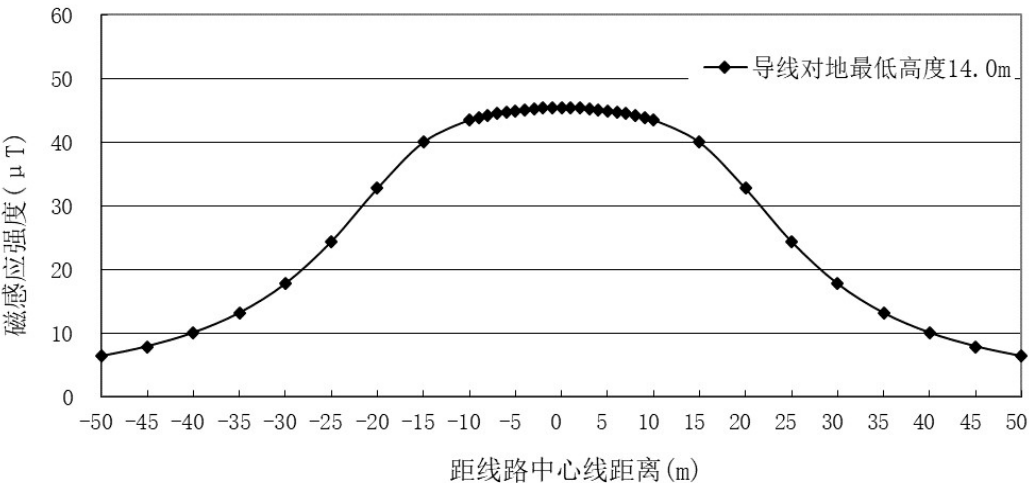


图 6-20 236#~239#塔重新松紧线三角排列段最不利塔型磁感应强度随距离变化趋势图

6.1.1.2 类比分析

(1) 类比条件分析

根据类比条件分析,本项目 227#~230#塔改造段、221#~227#塔换线三角排列段、232#~236#塔迁改段、236#~239#塔重新松紧线三角排列段选择 500kV 蜀山一线作为类比线路,本项目 221#~227#塔换线水平排列段、236#~239#塔重新松紧线水平排列段选择 500kV 谭龙一线作为类比线路,相关参数比较见表 6-27、表 6-28。

表 6-27 本项目 227#~230#塔改造段、221#~227#塔换线三角排列段、232#~236#塔迁改段、236#~239#塔重新松紧线三角排列段和类比线路(500kV 蜀山一线)相关参数

项目	227#~230#塔改造段	221#~227#塔换线三角排列段	232#~236#塔迁改段	236#~239#塔重新松紧线三角排列段	类比线路(500kV 蜀山一线)
电压等级	500kV	500kV	500kV	500kV	500kV
架线方式	单回	单回	单回	单回	单回
导线分裂型式	四分裂	四分裂	四分裂	四分裂	四分裂
导线排列方式	三角排列	三角排列	三角排列	三角排列	三角排列
输送电流(A)	1920	1920	1920	1920	245.16
导线高度(m)	15.0(按对地设计最低高度)	17.0(按对地实际最低高度)	18.0(按对地设计最低高度)	16.0(按对地实际最低高度)	23
背景状况	附近无其他电磁环境影响源				附近无其他电磁环境影响源

表 6-28 本项目 221#~227#塔换线水平排列段、236#~239#塔重新松紧线水平排列段和类比线路(500kV 谭龙一线)相关参数

项目	221#~227#塔换线水平排列段	236#~239#塔重新松紧线水平排列段	类比线路(500kV 谭龙一线)
电压等级	500kV	500kV	500kV
架线方式	单回	单回	单回
导线分裂型式	四分裂	四分裂	四分裂
导线排列方式	水平排列	水平排列	水平排列
输送电流(A)	1920	1920	83
导线高度(m)	18.0(按对地实际最低高度)	14.0(按对地实际最低高度)	24
背景状况	附近无其他电磁环境影响源		附近无其他电磁环境影响源

由表 6-27 可知,本项目 227#~230#塔改造段与类比线路(500kV 蜀山一线)电压等级均为 500kV,架线方式均为单回,导线分裂型式均为四分裂,导线排列方式均为单回三角排列,附近均无其他电磁环境影响源;虽然本段线路输送电流与类比线路有差异,但输送电流不影响电场强度,只影响磁感应强度绝对值大小,且不影响其总的变化趋势;虽然本段线路评价采用的高度(按设计规程规定的最低高度要求考虑)与类比线路有所不同,但其高度差异只影响电场强度、磁感应强度的绝对值,不影响其总体变化趋势;通过对类比线路的理论预测与监测,能反映类比线路的电场强度、磁

感应强度随距离的总体变化趋势，也能反映类比线路监测值与模式预测值之间的关系。可见，本次选择与本段线路参数相近的类比线路进行类比分析，也能反映本段线路的电场强度、磁感应强度随距离的总体变化趋势，**故本项目 227#~230#塔改造段选择 500kV 蜀山一线进行类比分析是可行的。**

由表 6-27 可知，本项目 221#~227#塔换线三角排列段与类比线路（500kV 蜀山一线）电压等级均为 500kV，架线方式均为单回，导线分裂型式均为四分裂，导线排列方式均为单回三角排列，附近均无其他电磁环境影响源；虽然本段线路输送电流与类比线路有差异，但输送电流不影响电场强度，只影响磁感应强度绝对值大小，且不影响其总的变化趋势；虽然本段线路评价采用的高度（按设计规程规定的最低高度要求考虑）与类比线路有所不同，但其高度差异只影响电场强度、磁感应强度的绝对值，不影响其总体变化趋势；通过对类比线路的理论预测与监测，能反映类比线路的电场强度、磁感应强度随距离的总体变化趋势，也能反映类比线路监测值与模式预测值之间的关系。可见，本次选择与本段线路参数相近的类比线路进行类比分析，也能反映本段线路的电场强度、磁感应强度随距离的总体变化趋势，**故本项目 221#~227#塔换线三角排列段选择 500kV 蜀山一线进行类比分析是可行的。**

由表 6-27 可知，本项目 232#~236#塔迁改段与类比线路（500kV 蜀山一线）电压等级均为 500kV，架线方式均为单回，导线分裂型式均为四分裂，导线排列方式均为单回三角排列，附近均无其他电磁环境影响源；虽然本段线路输送电流与类比线路有差异，但输送电流不影响电场强度，只影响磁感应强度绝对值大小，且不影响其总的变化趋势；虽然本段线路评价采用的高度（按设计规程规定的最低高度要求考虑）与类比线路有所不同，但其高度差异只影响电场强度、磁感应强度的绝对值，不影响其总体变化趋势；通过对类比线路的理论预测与监测，能反映类比线路的电场强度、磁感应强度随距离的总体变化趋势，也能反映类比线路监测值与模式预测值之间的关系。可见，本次选择与本段线路参数相近的类比线路进行类比分析，也能反映本段线路的电场强度、磁感应强度随距离的总体变化趋势，**故本项目 232#~236#塔迁改段选择 500kV 蜀山一线进行类比分析是可行的。**

由表 6-27 可知，本项目 236#~239#塔重新松紧线三角排列段与类比线路（500kV 蜀山一线）电压等级均为 500kV，架线方式均为单回，导线分裂型式均为四分裂，导线排列方式均为单回三角排列，附近均无其他电磁环境影响源；虽然本段线路输送电流与类比线路有差异，但输送电流不影响电场强度，只影响磁感应强度绝对值大小，

且不影响其总的变化趋势；虽然本段线路评价采用的高度（按设计规程规定的最低高度要求考虑）与类比线路有所不同，但其高度差异只影响电场强度、磁感应强度的绝对值，不影响其总体变化趋势；通过对类比线路的理论预测与监测，能反映类比线路的电场强度、磁感应强度随距离的总体变化趋势，也能反映类比线路监测值与模式预测值之间的关系。可见，本次选择与本段线路参数相近的类比线路进行类比分析，也能反映本段线路的电场强度、磁感应强度随距离的总体变化趋势，**故本项目 236#~239#塔重新松紧线三角排列段选择 500kV 蜀山一线进行类比分析是可行的。**

由表 6-28 可知，本项目 221#~227#塔换线水平排列段与类比线路（500kV 谭龙一线）电压等级均为 500kV，架线方式均为单回，导线分裂型式均为四分裂，导线排列方式均为单回水平排列，附近均无其他电磁环境影响源；虽然本段线路输送电流与类比线路有差异，但输送电流不影响电场强度，只影响磁感应强度绝对值大小，且不影响其总的变化趋势；虽然本段线路评价采用的高度（按设计规程规定的最低高度要求考虑）与类比线路有所不同，但其高度差异只影响电场强度、磁感应强度的绝对值，不影响其总体变化趋势；通过对类比线路的理论预测与监测，能反映类比线路的电场强度、磁感应强度随距离的总体变化趋势，也能反映类比线路监测值与模式预测值之间的关系。可见，本次选择与本段线路参数相近的类比线路进行类比分析，也能反映本段线路的电场强度、磁感应强度随距离的总体变化趋势，**故本项目 221#~227#塔换线水平排列段选择 500kV 谭龙一线进行类比分析是可行的。**

由表 6-28 可知，本项目 236#~239#塔重新松紧线水平排列段与类比线路（500kV 谭龙一线）电压等级均为 500kV，架线方式均为单回，导线分裂型式均为四分裂，导线排列方式均为单回水平排列，附近均无其他电磁环境影响源；虽然本段线路输送电流与类比线路有差异，但输送电流不影响电场强度，只影响磁感应强度绝对值大小，且不影响其总的变化趋势；虽然本段线路评价采用的高度（按设计规程规定的最低高度要求考虑）与类比线路有所不同，但其高度差异只影响电场强度、磁感应强度的绝对值，不影响其总体变化趋势；通过对类比线路的理论预测与监测，能反映类比线路的电场强度、磁感应强度随距离的总体变化趋势，也能反映类比线路监测值与模式预测值之间的关系。可见，本次选择与本段线路参数相近的类比线路进行类比分析，也能反映本段线路的电场强度、磁感应强度随距离的总体变化趋势，**故本项目 236#~239#塔重新松紧线水平排列段选择 500kV 谭龙一线进行类比分析是可行的。**

（2）类比分析方法

由表 6-27~表 6-28 可知，类比线路和本项目线路在架线高度、输送电流等方面存在差异，为了更好地反映本项目线路建成后产生的电磁环境影响，本次将类比线路现状监测结合模式预测进行分析。

(3) 类比监测条件及方法

1) 监测方法和监测布点

·监测方法

《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》（HJ681-2013）。

·监测布点

工频电场和工频磁场：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，顺序测至边向导线地面投影点外至接近本底值处，分别测量离地 1.5m 处的工频电场、工频磁场垂直分量和水平分量。

2) 类比监测单位及类比监测报告编号

监测单位及监测报告编号见表 6-29。

表 6-29 类比线路监测单位及监测报告编号

监测线路	监测单位	监测报告编号
500kV 蜀山一线	四川省电力环境监测研究中心站	SDY/131/BG/002-2008
500kV 谭龙一线	四川省电力环境监测研究中心站	SDY/131/BG/002-2008

类比线路工程环境现状监测单位四川省电力环境监测研究中心站，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。

3) 类比线路监测期间自然环境条件

类比线路监测期间自然环境条件见表 6-30。

表 6-30 类比线路监测期间自然环境条件

监测对象	天气	温度(℃)	湿度(RH%)
500kV 蜀山一线	晴	22.5	56.1
500kV 谭龙一线	晴	24.1	52.8

(4) 类比线路监测结果与模式预测结果对比分析

1) 本项目 227#~230#塔改造段、221#~227#塔换线三角排列段、232#~236#塔迁改段、236#~239#塔重新松紧线三角排列段类比线路（500kV 蜀山一线）

类比线路电场强度和磁感应强度监测结果见表 6-31，模式预测结果见表 6-32；电场强度变化趋势见图 6-21，磁感应强度变化趋势见图 6-22。

表 6-31 500kV 蜀山一线#6~#7 断面电场强度、磁感应强度监测结果

序号	测点位置	电场强度 (V/m)				磁感应强度 (μT)			
		E _X	E _Y	E _Z	E _T	B _X	B _Y	B _Z	B _T
1	距线路中心 0m	221	295	1101	1161	0.077	0.591	0.615	0.723
2	距线路中心 5m	292	332	1658	1716	0.102	1.136	1.333	1.764

3	距线路中心 10m	288	378	2422	2468	0.059	1.466	0.708	1.634
4	距线路中心 15m	271	295	2424	2457	0.478	1.283	0.448	1.443
5	距线路中心 20m	214	265	1983	2012	0.341	0.964	0.524	1.152
6	距线路中心 25m	166	223	1706	1729	0.112	0.691	0.525	0.876
7	距线路中心 30m	156	159	1025	1049	0.112	0.506	0.484	0.710
8	距线路中心 40m	97	106	873	0885	0.058	0.284	0.392	0.491
9	距线路中心 50m	23	30	423	530	0.124	0.137	0.302	0.356
10	距线路中心 60m	140	147	235	316	0.010	0.123	0.242	0.274

表 6-32 500kV 蜀山一线#6~#7 断面电场强度、磁感应强度模式预测值

序号	预测位置	电场强度(V/m)	磁感应强度(μT)
1	距线路中心 0m	1140	3.524
2	距线路中心 5m	1750	3.537
3	距线路中心 10m	2510	3.516
4	距线路中心 15m	2770	3.369
5	距线路中心 20m	2570	3.1
6	距线路中心 25m	2140	2.782
7	距线路中心 30m	1690	2.476
8	距线路中心 40m	1010	1.979
9	距线路中心 50m	610	1.626
10	距线路中心 60m	390	1.373

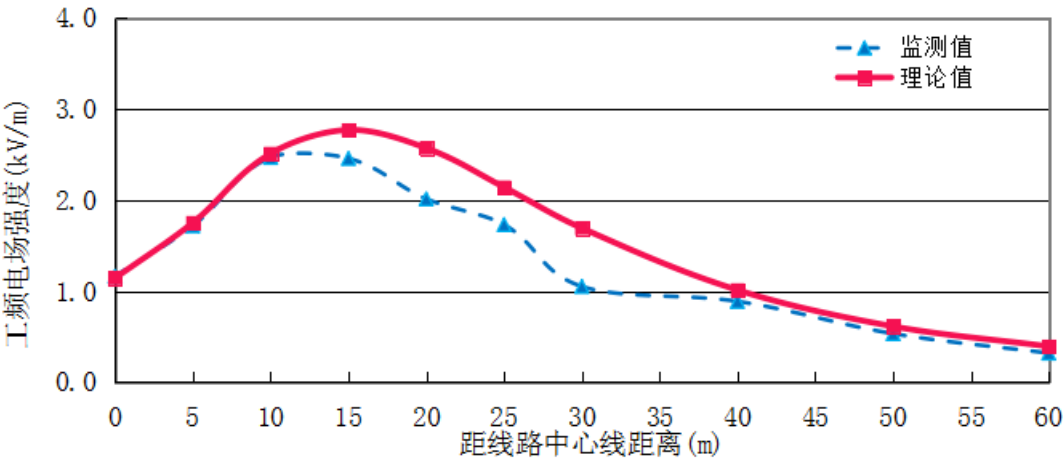


图 6-21 类比线路（500kV 蜀山一线）电场强度随距中心线距离变化趋势图

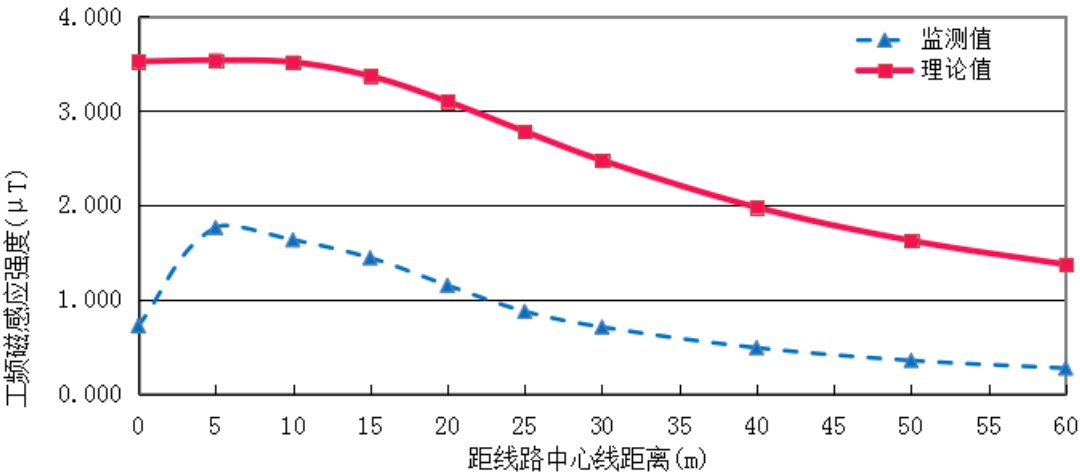


图 6-22 类比线路（500kV 蜀山一线）磁感应强度随距中心线距离变化趋势图

从表 6-31、表 6-32、图 6-21 可知，类比线路电场强度监测值在 316~2468V/m 之间，模式预测值在 390~2770V/m 之间，均满足评价标准要求（不大于电场强度公众曝露控制限值 4000V/m）。类比线路电场强度模式预测值在高值区域内大于监测值，但二者均随距中心线距离增加呈减小趋势。

从表 6-31、表 6-32、图 6-22 可知，类比线路磁感应强度监测值在 0.274~1.764 μ T 之间，模式预测值在 1.373~3.537 μ T 之间，均满足评价标准要求（不大于磁感应强度公众曝露控制限值 100 μ T）。类比线路磁感应强度模式预测值均大于监测值，但二者均随距中心线距离增加呈减小趋势。

2) 本项目 221#~227#塔换线水平排列段、236#~239#塔重新松紧线水平排列段类比线路（500kV 谭龙一线）

类比线路电场强度和磁感应强度监测结果见表 6-33，模式预测结果见表 6-34，电场强度变化趋势见图 6-23，磁感应强度变化趋势见图 6-24。

表 6-33 500kV 谭龙一线#120~#121 断面电场强度、磁感应强度监测结果

序号	测点位置	电场强度 (V/m)				磁感应强度 (μ T)			
		E_x	E_y	E_z	E_T	B_x	B_y	B_z	B_T
1	距线路中心 0m	118	400	815	916	0.137	0.455	1.429	1.503
2	距线路中心 5m	99	490	1225	1323	0.161	0.550	1.343	1.460
3	距线路中心 10m	175	143	2049	2061	0.269	0.879	1.001	1.358
4	距线路中心 15m	168	277	2319	2342	0.126	1.005	0.691	1.220
5	距线路中心 20m	343	196	2626	2656	0.145	0.968	0.317	1.032
6	距线路中心 25m	148	116	2159	2167	0.062	0.835	0.098	0.842
7	距线路中心 30m	60	688	1934	1937	0.042	0.634	0.140	0.649
8	距线路中心 40m	11	10	1184	1185	0.070	0.362	0.215	0.427
9	距线路中心 50m	12	7	713	695	0.086	0.201	0.188	0.288
10	距线路中心 60m	42.4	5	361	363	0.043	0.117	0.146	0.192

表 6-34 500kV 谭龙一线#120~#121 断面电场强度、磁感应强度模式预测值

序号	预测位置	电场强度(V/m)	磁感应强度(μ T)
1	距线路中心 0m	1497	1.689
2	距线路中心 5m	1979	1.715
3	距线路中心 10m	2861	1.737
4	距线路中心 15m	3363	1.711
5	距线路中心 20m	3242	1.617
6	距线路中心 25m	2741	1.479
7	距线路中心 30m	2161	1.332
8	距线路中心 40m	1656	1.075
9	距线路中心 50m	1262	0.885
10	距线路中心 60m	969	0.747

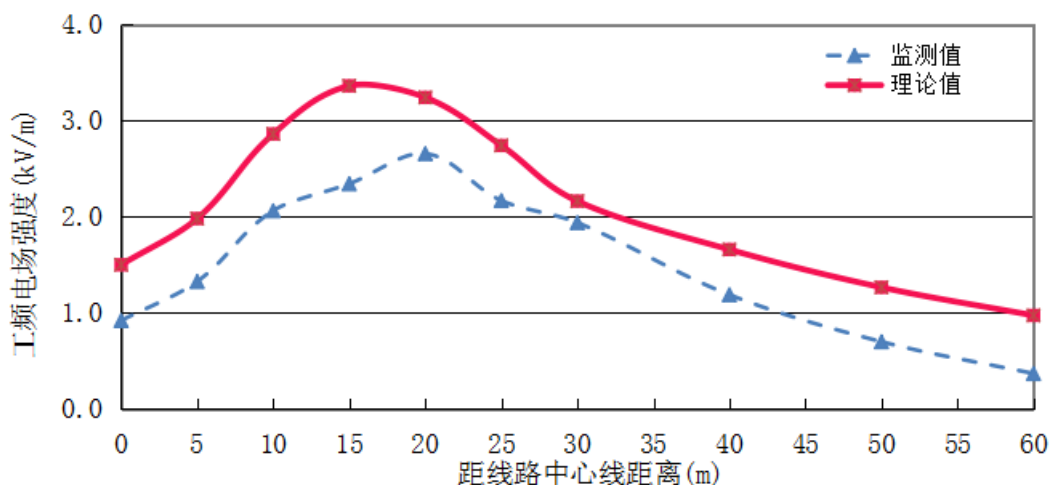


图 6-23 类比线路（500kV 谭龙一线）电场强度随距中心线距离变化趋势图

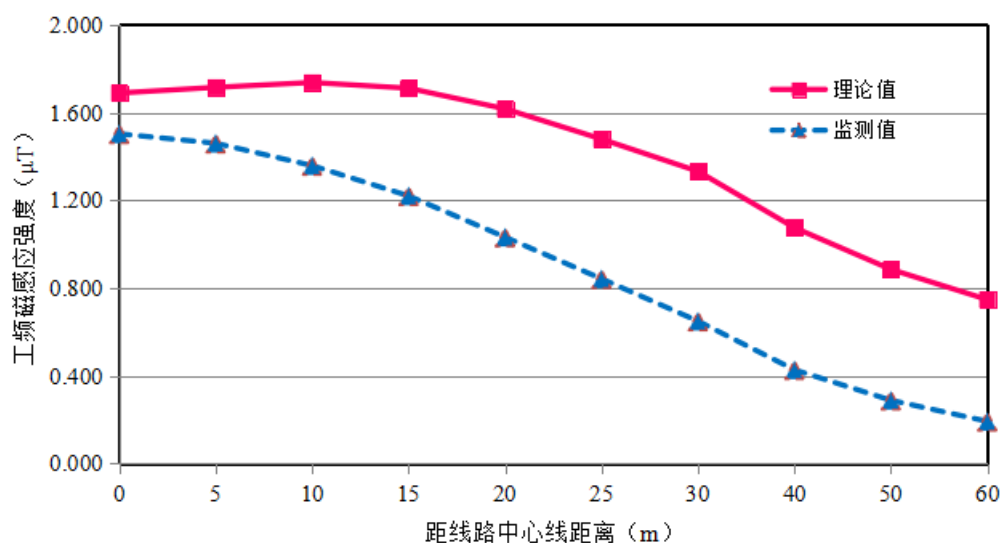


图 6-24 类比线路（500kV 谭龙一线）磁感应强度随距中心线距离变化趋势图

从表 6-33、表 6-34、图 6-23 可知，类比线路电场强度监测值在 363~2656V/m 之间，模式预测值在 969~3363V/m 之间，均满足评价标准要求（不大于电场强度公众暴露控制限值 4000V/m）。类比线路电场强度模式预测值均大于监测值，但二者均随距中心线距离增加呈减小趋势。

从表 6-33、表 6-34、图 6-24 中可知，类比线路磁感应强度监测值在 0.192~1.503μT 之间，模式预测值在 0.747~1.737μT 之间，均满足评价标准要求（不大于磁感应强度公众暴露控制限值 100μT）。类比线路磁感应强度模式预测值均大于监测值，但二者均随距中心线距离增加呈减小趋势。

综上所述，本项目线路通过类比分析，投运后产生的电场强度、磁感应强度均满足相应评价标准要求。类比线路不能完全反映本项目线路建成投运后电场强度、磁感应强度的影响程度，但从上述类比线路监测结果与分析可知，类比线路模式预测

最大值及在高值区域内大于监测值，变化趋势相似，模式预测值偏保守，故本评价以模式预测结果进行预测分析。

6.2 声环境影响预测与评价

6.2.1 类比分析

为了预测本工程输电线路运行后的噪声水平，对500kV线路运行产生的噪声进行了类比分析和理论预测。

6.2.1.1 类比分析

本工程500kV线路均选择四川地区已投运的500kV 蜀山一线作为类比线路。

(1) 类比对象

1) 500kV 单回线路（500kV 蜀山一线）

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。

(2) 类比线路监测条件

表 6-35 类比线路监测环境一览表

监测项目	500kV 蜀山一线
线路电压	525.81kV
线路电流	245.16A
导线对地高度	23m
气象条件	环境温度：22.5℃；环境湿度 55.6%；天气状况：晴；风速：1.2m/s

(3) 类比线路监测方法

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。

(4) 类比线路监测结果

类比线路运行产生的噪声监测结果见表6-36和错误!未找到引用源。。

表 6-36 类比线路（500kV 蜀山一线）噪声监测结果

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

根据表6-36中监测数据，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)，均能满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）1类功能区标准（昼间55dB（A），夜间45dB（A））要求。监测断面噪声值随着距线路中心线距离增加变化趋势不明显，表明500kV单回输电线路的运行噪声对周围环境噪声基本不构成增量贡献。

6.2.2 理论预测

6.2.2.1 预测模式

500kV 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 ——导线分裂数

d ——次导线直径（mm）

这个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 500kV 输电线路分裂间距 45cm，导线表面电位梯度在 11-21kV/cm，因此符合使用该公式要求。

6.2.2.2 预测结果

线路离地面1.2m高处的噪声预测均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2类功能区标准（昼间60dB（A），夜间50dB（A））要求。

6.3 水环境影响分析

本工程输电线路运行期间无废污水产生，不会影响区域水环境。

6.4 固体废物影响分析

本工程线路投运后无固体废物产生，不会对周围环境产生影响。

6.5 生态环境影响分析

6.5.1 对植被的影响

本工程线路运行期不进行林木砍伐，仅按相关规定对导线下方不满足垂直净距（ $<7\text{m}$ ）要求的林木进行削枝，以保证线路运行安全，但线路沿线总体削枝量小，不会对植物多样性产生影响。线路维护人员可能在运行维护过程中对植被造成一定踩踏和引入外来植物。加强维护人员管理，避免人为引入外来物种对本土植物造成威胁。本工程为既有西锦线的改造工程，从项目区域已运营的 500kV 榄普运行情况看，线路周围植物生长良好，输电线路产生的工频电场、工频磁场对周围植物生长无明显影响。

6.5.2 对动物的影响

根据现场踏勘、观察和询访，本项目调查区域及项目占地范围内未发现珍稀濒危及国家和四川省重点保护的野生动物，未发现重点保护野生动物栖息地及鸟类迁徙通道。本工程评价区域野生动物分布有兽类、鸟类、爬行类。兽类有高山姬鼠、大绒鼠等，鸟类有喜鹊、大嘴乌鸦、山麻雀、大杜鹃等，爬行类有王锦蛇、赤链蛇、南滑蜥、铜蜓蜥等。本项目线路建成后除了对鸟类飞行略有影响外，对兽类、爬行类等野生动物的生存和活动基本无影响。本项目评价区域内的鸟类均属于小型鸟禽，行动敏捷，且飞行高度一般高于线路架设高度，在飞行时碰撞杆塔的几率不大。从既有 500kV 榄普一线运行情况看，线路建成后并未对鸟类的飞行和生活习性造成影响，也未出现工频电场、工频磁场和噪声对走廊附近的野生动物的生活习性、行为表现及生育率等产生明显影响的情况。

6.6 风险分析

本工程输电线路无环境风险。

7 环境保护措施及其技术、经济论证

7.1 环境保护措施分析

根据本工程环境影响特点、工程所在区域环境特点、评价等级和相关环保要求，本工程在设计、施工、运行阶段均采取了相应的污染防治措施和生态保护措施，满足国家环境影响评价、环境保护的法律法规、环境保护技术政策、国家环境保护产业政策的要求。

7.2 输电线路采取的环境保护措施

7.2.1 设计阶段采取的环境保护措施

7.2.1.1 电磁、声环境影响控制措施

(1) 路径尽量避让了集中居民区。

(2) 在满足工程对导线机械物理特性要求的条件下，尽量选取噪声水平低的导线型号和相序排列方式。

(3) 导线选择合理的截面积和相导线结构，要求导线、均压环等提高加工工艺，防止尖端放电和起电晕。

7.2.1.2 生态环境保护措施

(1) 输电线路路径选择和设计时充分听取当地林业、自然资源、生态环境等政府部门的意见，尽量优化改造线路路径，降低对区域生态环境的影响。

(2) 在保证技术安全的前提下，线路路径选择时尽量缩短线路长度。

(3) 塔基位置选择尽可能避让集中林木，减少树木砍伐和植被破坏。

(4) 线路尽量采用提升架线高度减少树木砍削量。

(5) 线路采用全方位高低腿铁塔，塔基主要采用原状土基础（人工挖孔桩基础），不采用大开挖基础，尽量减少占地，减少土石方开挖量及水土流失影响。

(6) 采用占地面积较小的铁塔，减小林木砍伐和植被破坏。

(7) 塔基定位尽量避让植被茂盛区，尽量选择在植被稀疏的荒草地。

(8) 在技术可行的条件下，尽量增加档距，减少塔基数量，以减少塔位处的植被破坏；

(9) 充分利用既有电力走廊，减少新开辟走廊，优化走廊间距，降低环境影响；

(10) 线路避让了滑坡等不良地质区域，避免施工影响区域出现新的地质问题。

7.2.2 施工期采取的环境保护措施

7.2.2.1 环境空气污染防治措施

输电线路施工期施工位置分散、各施工位置产生的扬尘量很小，应采取的扬尘控制措施如下：

- ①合理组织施工，尽量避免扬尘二次污染。
- ②施工现场临时堆放的裸土及其他易起尘物料应使用防尘网进行覆盖。
- ③对施工区域、道路进行洒水、清扫，遇到干旱和大风天气时增加洒水降尘次数。
- ④易产生扬尘的钻孔、铣刨、切割、开挖、平整等施工作业时采取喷淋、喷雾等湿法降尘措施。
- ⑤线路施工结束后及时清理场地，并进行植被恢复，避免造成二次扬尘。
- ⑥建设单位应在施工合同中确定扬尘污染防治目标及施工单位扬尘污染防治责任，施工作业人员上岗前，施工单位应组织以国家法律法规、技术规范、管理制度和操作规程为主要内容的扬尘防治入场教育培训和考核等。
- ⑦施工过程中，施工单位应落实施工环境管理责任人，加强施工扬尘防治，积极配合上级环境主管部门的监管工作。

7.2.2.2 声环境污染防治措施

输电线路施工点分散，施工活动集中在昼间进行，能尽量减小施工噪声对周围居民的影响。

7.2.2.3 水环境污染防治措施

线路施工人员沿线路分散分布，施工人员就近租用当地现有民房，产生的生活污水利用附近居民既有设施收集后用作农肥，不直接排入天然水体，不会对项目所在区域的地表水产生影响。

7.2.2.4 固体废物污染防治措施

本项目线路施工人员产生的生活垃圾经垃圾桶收集后清运至附近乡镇垃圾桶集中转运，对当地环境影响较小。

本工程拆除固体废物中可回收利用部分如塔材、导线、金具等由建设单位回收处置，对外环境无影响。

7.2.2.5 生态环境保护及恢复措施

本工程对生态环境的影响主要是线路施工活动造成的地面扰动和植被破坏所引起的水土流失和对野生动植物的影响。根据本工程所在区域生态环境特点，优化设置牵

张场数量和位置，不在雨季施工，并选用适宜的塔基基础型式，严格控制施工作业区域和运输路线，对水土流失易发区域的塔基修筑挡土墙、护坡、排水沟等水土保持设施，施工结束后选择当地适生植物物种进行植被恢复等措施，能最大限度地保护区域生态环境。

本工程拟采取如下的生态保护措施：

（1）植物保护措施

①灌丛植被

- 在实施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灌木植株，减小生物量损失。

- 对于无法避让确需砍伐的林木，需按照林地管理相关规定办理林地使用许可同意书等相关手续，征得林业部门同意，在取得林地使用许可同意书前不得使用林地和采伐林木。严格按照林业主管部门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。

- 塔材、金具等材料运输到施工现场后应尽快进行组装，减少施工材料临时堆放点对植被的占压。

- 对施工人员进行防火宣传教育，遵循当地森林防火管理要求，严禁携带火种进入控制林区，林区严禁私自使用明火，对可能引发火灾的施工活动严格按规程规范及普格县林业部门的要求进行施工，确保区域林木安全。

- 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，严禁施工人员随意破坏当地灌丛植被。

- 在交通条件较好的塔位施工时，不新建施工人抬便道，尽量利用既有道路；在交通条件较差的塔位施工时，新建施工人抬便道需避让郁蔽度高的灌丛，尽量选择植被稀疏的荒草地，以减少林木砍伐，同时施工过程中不能随意下道行驶或另开辟便道，降低施工活动对周围地表和植被的扰动。

- 塔基施工临时占地应选择在塔基附近平坦、植被稀疏地带，尽量避让茂密灌丛，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。

- 减少土石方的开挖及回填工作量，并结合使用高低腿铁塔，优先采用人工挖孔桩基础等原状土基础，避免塔基处大开挖施工，减少灌丛植被破坏。

- 在输电线路跨越林木密集区时选用环境友好的架线施工手段，如无人机、动力伞、

飞艇、直升机放线等，减少对灌丛林木的扰动破坏。

- 施工结束后，鉴于施工过程对临时占地影响主要为机具材料占压及人员踩踏，通过采取铺垫措施，不会造成成片地表裸露，施工结束后对临时占地采用人工播撒草籽的方式进行植被恢复，撒播草籽应根据当地的土壤及气候条件，依照“适地适树”和乔、灌、草相接合的原则，选择当地的乡土草种进行植被恢复，进一步降低工程对林地植被造成的不利影响。

- 加强施工人员防治外来生物入侵相关宣传教育，禁止随意引种观赏植物，植被恢复过程严格筛选当地物种，避免引入外来物种破坏原有生态环境。

- 本次调查范围及项目占地范围内未发现珍稀濒危及国家和省级重点保护的野生植物和古树名木，但根据资料核实，本项目评价范围内可能分布有澜沧黄杉等国家重点保护的野生植物，因此在施工期间需加强施工人员有关环境保护法律法规、野生植物保护知识的宣传，一旦发现上述野生保护植物及古树名木，应立即停止施工活动，按照《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ 1113-2020）中相关要求“在保护植物周围设置栅栏或植物保护警示牌。不能避让需异地保护的，应选择适宜的生境进行植株移栽，并确保移栽成活率”，严禁砍削、折枝、挖根、摘采果实种子等破坏保护植物的行为，若采取移栽等保护措施需取得当地林业主管部门的许可，以避免对珍稀、保护野生植物造成破坏；同时施工临时占地尽量避让区域植被茂盛区，尽量选择在植被稀疏的荒草地。

②草丛植被

- 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，减少对草丛植被的占压。

- 可通过设置彩旗绳限界等方式严格划定施工红线范围，规定人抬道路运输路线，规范施工人员的行为，禁止对施工范围外的草丛植被进行踩踏和破坏。

- 施工临时占地（如施工人抬道路、牵张场、塔基施工临时场地等）应铺设草垫或棕垫，减弱施工机械、材料堆放、人员踩踏对原草丛植被直接接触破坏。

- 塔基占地基础开挖前应进行表土剥离，并对剥离的表土进行集中养护，施工结束后对塔基占地区域进行表土回覆、土地整治。

- 临时占地（塔基施工临时占地、牵张场占地、人抬便道占地）内不涉及地表平整开挖，仅清理影响施工作业的地表植被，不会造成成片地表裸露，施工过程涉及对地表低矮草丛的踩踏压占，施工结束后采用人工播撒草籽的方式进行植被恢复，撒播草

籽应根据当地的土壤及气候条件，选择当地的乡土草本植物（如羊茅等）进行植被恢复，进一步降低工程对草丛植被造成的不利影响。

- 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草丛中，避免对草丛植被的正常生长发育产生不良影响。

- 组塔过程中应避免塔材对草丛植被的长时间占压，架线时也要避免钢丝绳与草丛植被的摩擦造成植被破坏。

（2）野生动物保护措施

本项目调查区域及项目占地范围内未发现珍稀濒危及国家和四川省重点保护的野生动物，未发现重点保护野生动物栖息地及鸟类迁徙通道。

①兽类

本项目线路沿线以小型兽类为主，针对这些小型兽类，应做到如下保护措施：

- 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。
- 施工活动要集中时间快速完成，减少施工影响时长。
- 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）。
- 禁止偷猎、下夹、设置陷阱的捕杀行为，违者严惩。
- 通过减少施工震动、敲打、撞击和禁止施工车辆在集中林区鸣笛等措施避免对野生动物产生惊扰。

②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灌木草本植物，条件允许时边施工边进行植被快速恢复，缩短施工裸露面。
- 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。

- 禁止掏鸟窝、捡鸟蛋、捉幼鸟等行为，禁止捕捉和猎杀鸟类。

③爬行类

- 严防燃油及油污、废水泄漏对土壤环境造成污染。
- 对施工产生的固体废物要及时清运并进行妥善处理，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，施工若发现冬眠的蛇、蜥蜴等动物时应严禁捕捉。

(3) 水土保持措施

1) 主体工程措施

- 根据地形特点采用全方位高低腿铁塔，在土质条件适宜的情况下，优先采用人工挖孔桩基础等原状土基础，不采用大开挖基础，尽量减少占地，有效减少土石方开挖量及水土流失影响。

- 施工用房租用现有房屋设施，减少施工临时占地。

- 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。

- 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。

- 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。

- 在易受雨水冲刷的岩石和土质边坡及严重破碎的岩石边坡塔基处应修筑挡土墙和护坡防护，凡适宜于生长植物且坡度不大于 1: 1.5 的边坡，应优先采用植物防护，对不适宜植物生长的边坡，可根据其土石性质、高度及陡度，选择其他合适的工程护坡类型。

- 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来水汇集处修筑浆砌块石截水沟，在塔基下游排水区域修筑浆砌块石排水沟及末端消能措施，以利于排水，并根据实际地形情况确定其坡度。

- 塔基施工前应对塔基范围内的表土进行剥离并装袋，将表层的熟土和下部的生土分开堆放，剥离的表土堆放于塔基施工临时占地区域，施工结束后用于塔基占地处覆土绿化所用。

2) 临时工程措施

- 在塔基土石方施工时，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，顶面用密目网遮挡，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。

- 应根据实际地形、地质条件、沟槽土质等在临时堆土四周布设临时土质排水沟，多采用梯形断面，并根据需要在末端设置沉砂池。

- 对位于平坦地形的塔基，回填后剩余弃土堆放在塔座基面四周，并进行平整、

夯实；当铁塔四周为陡坡时，降底基面与基坑开挖的土石方无法就地堆稳时，选择塔基附近凹地进行堆放，堆放后需进行平整，并撒播草籽进行植被恢复。

3) 植物措施

施工前期对塔基开挖区域进行表土剥离，平均剥离厚度为 20cm，施工结束后，先将剩余土石方平铺到塔基占地内，平铺厚度 20cm~35cm，在平摊的土石方表面回覆表土，土源采用前期剥离的表土，回覆的表土厚度 20cm~30cm。对塔基占地进行土地整治，土地整治时，先将表土翻松，再进行细平工作，应将熟土覆盖在表层。土地整治后的塔基占地，及各类临时占地区采用人工播撒草籽方式进行植被恢复。

(4) 拆除工程采取的环境保护措施

- 本项目拆除施工活动集中在本次迁改段所在区域，利用本工程人抬道路运输拆除废物，降低施工影响范围。

- 拆除固体废物包括导线、塔材、绝缘子等，采取即时拆卸即时清运措施，避免在塔下大量堆存，减少对植被占压时间。

- 为避免拆除铁塔基础和掩覆塔基四脚施工造成新的水土流失、崩塌隐患，本次不考虑拆除既有铁塔基础。拆除塔基处，因拆除塔材临时摆放、清运造成局部地表植被扰动，施工过程铺垫减弱影响，施工结束后，对拆除塔基周边扰动区域，按需播撒草籽恢复植被。

- 拆除工程产生的导线、塔材、金具、绝缘子等，由建设单位清运回收利用。

7.2.2.6 施工期环境管理措施

- 在施工开始前，建设单位应要求施工单位签定施工期间自然生态及动植物保护承诺书。施工单位应与各个施工单元签订自然生态及野生动植物保护协议，各施工单元再与具体施工人员签订自然生态及野生动植物保护协议，建立保护生态环境、动植物资源的责任制度。

- 在施工开始前，对施工人员进行有关环境保护法律法规、野生动植物保护、生态保护红线等方面的培训，培训考核合格后方可施工。在施工区内设置一定数量的宣传牌和标语，随时提醒施工人员项目区域的野生动植物资源及自然生态环境受国家法律保护。

- 根据地形划定最小的施工作业区域，划定永久占地、临时占地范围红线，严禁施工人员和施工机械超出作业区域施工，避免对项目占地区周边的植被、植物物种造成破坏；

- 加强生态入侵风险管理，加强项目区危险性林业有害生物的预防和控制，强化森林资源的保护，确保区域生态安全。

- 施工单位应积极贯彻《森林防火条例》和普格县林业部门关于森林、草原防火的要求，加强防火宣传教育，做好施工人员吸烟以及其它生活和生产用火的火源管理。

- 加强火源管理，制定火灾应急预案。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通报，同时组织人员协同当地群众积极灭火，以确保施工期施工区附近区域的森林资源火情安全。

- 建设单位在工程实施时，应根据“三同时”要求落实生态保护措施，加强施工过程环境监理工作。

7.2.3 运行期污染防治措施

7.2.3.1 电磁环境污染防治措施

1) 导线选择合理的截面积和相导线结构，以减小电磁环境影响。

7.2.3.2 生态环境保护措施

本项目投运后，除线路塔基占地为永久性占地外，其他占地均为临时性占地，施工结束后及时恢复临时占地的原有功能，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：

- 对塔基处加强植被的抚育和管护。
- 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。
- 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。
- 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，保证在此附近活动的动物安全。
- 线路运行维护和检修人员在进行维护检修工作时，尽量不要影响区域内的动植物，不要攀折植物枝条，不要高声喧哗，以免影响动植物正常的生长和活动。
- 对项目临时占地区域的植被、迹地恢复应考虑连续性，与当地背景景观融为一体。

7.3 环保措施的经济、技术可行性分析

本工程输电线路通过优化线路路径和导线设计、提高导线加工工艺水平、控制导线对地高度、设置电磁环境影响防护距离，尽量减小对沿线电磁环境和声环境的影响；

通过尽量缩短位于生态保护红线区的线路长度，采取一系列生态环境保护措施，最大程度地降低对沿线生态环境的影响。本工程对区域生态环境的影响很小，其措施合理可行。

本工程采取的各项环境保护措施在该地区已投运的输变电工程中得到了较好地应用，具有技术、经济可行性。

8 环境管理与监测计划

8.1 环境管理

8.1.1 设计、施工招标阶段的环境管理

(1) 主体设计单位应在下阶段设计中，将环评报告及批复中提出的措施及相关要求纳入工程设计中。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，严格按照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，严格按设计文件执行并同时做好记录。

(3) 建设单位应将施工环保措施和环保要求纳入施工招标文件中，明确验收标准和细则，如对树木砍伐等情况均应按设计文件执行的同时做好记录，并按标段将记录整理成册；修建护坡、排水沟等，严格要求施工单位按设计文件施工，特别是按环保设计要求和水土保持方案报告提出的措施要求进行施工。

8.1.2 施工期环境管理

(1) 工程的施工承包合同中应包括有环境保护的条款，承包商应严格执行设计和环评报告及批复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》、《中华人民共和国水污染防治法》、《关于印发四川省生态保护红线方案的通知》等有关环保法规，做到施工人员知法、懂法和守法。

(3) 环境管理机构人员及环境监理人员应对施工活动进行全过程环境监督，通过严格检查确保施工中的每一道工序满足环保要求，使施工期环境保护措施得到全面落实。

(4) 施工参建各方要积极收集、整理、推广和实施工程建设中各项环境保护的先进经验和先进技术。

(5) 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。

(6) 对建设单位进行必要的环境管理培训，对施工人员进行适当的环境保护法

律法规和有关安全知识的教育和培训。

(7) 施工期需要监测工程建设时的水土流失情况，及时掌握工程区水土流失情况，了解工程区各项水土保持措施的实施效果，为水土保持方案的实施服务，并做相应的监测记录。

8.1.3 运行期环境管理

根据本工程特点，本项目应纳入既有500kV榄普一线环境保护管理体系，管理工作做到制度化。既有500kV榄普一线建设单位（国网四川省电力公司建设工程咨询分公司）设有专职环境保护人员负责环境管理工作，从管理上保证环境保护措施的有效实施，在运行期间实施以下环境管理的内容：

(1) 贯彻执行国家和地方的各项环保方针、政策、法规和各项规章制度，制定和实施各项环境管理计划。

(2) 建立工程档案系统，收集整理各工程设计资料、施工资料、项目环评文件及批复、工程立项资料、项目竣工验收资料等。

(3) 建立输电线路巡查制度，不定期地巡查环境保护对象，保护生态环境不被破坏，保证生态保护与工程运行相协调。

(4) 协调配合上级环保主管部门所进行的环境调查、生态调查等活动。

(5) 配合有关部门积极妥善处理项目附近群众对项目投运后所产生的电磁环境、噪声等投诉。

(6) 对项目运行的有关人员进行环境保护技术和政策方面的培训，加强环保宣传工作，增强环保管理的能力，减少运行产生的不利环境影响。具体的环保管理内容包括：《中华人民共和国环境保护法》、《建设项目环境保护管理条例》、《电力设施保护条例》、《电磁环境控制限值》、《声环境质量标准》及其他有关的国家和地方的规定。

(7) 按照国网公司要求，定期开展环保宣传工作，减少因不理解而导致的电磁环境、噪声等投诉。

既有 500kV 榄普一线环境管理机构人员配置、制度已完善，本工程建成后纳入原有体系中进行管理，不需增加机构、人员、制度措施。

8.2 环境监理

本工程建设应进行环境监理工作，以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。

建设单位应将本工程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。

施工单位应按照本工程环境影响报告书及批复、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的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依据本工程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。

8.3 环境监测

本工程环境监测计划结合竣工环境保护验收监测一并进行。

8.3.1 验收监测

8.3.1.1 监测项目

- (1) 电磁环境：电场强度（V/m）、磁感应强度（ μT ）；
- (2) 噪声：等效连续 A 声级（dB（A））。

8.3.1.2 输电线路监测点布置

监测点包括：线路评价范围内最大值点。

8.3.1.3 监测方法

监测方法见表 8-1，监测活动由建设单位出资，委托有监测资质的单位进行监测。

表 8-1 监测分析方法一览表

监测项目	监测方法	依据
电场强度 磁感应强度	仪器法	《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》（HJ 681-2013） 《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ 24-2020）

环境噪声	仪器法	《声环境质量标准》（GB3096-2008）
------	-----	------------------------

8.3.2 竣工环保验收

根据《建设项目环境保护管理条例》（2017 年 7 月 16 日），工程建设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。建设项目正式投产运行前，建设单位应按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评〔2017〕4 号）、《建设项目环境保护管理条例》（2017 年 7 月 16 日）等相关要求，及时组织开展本工程竣工环境保护验收工作。

本工程竣工环境保护验收主要内容见表 8-2。

表 8-2 本工程竣工环保验收主要内容

序号	验收对象	验收内容
1	相关批复文件	项目核准文件，相关批复文件（包括环评批复、初步设计批复等）是否齐备。
2	核查工程内容	核查工程内容及设计方案变化情况，以及由此造成的环境影响的变化情况，是否属于重大变更。
3	环保措施落实情况	核实工程环评文件及批复中各项环保措施、生态保护措施的落实情况及其实施效果。
4	敏感目标调查	核查线路环境敏感目标及变化情况，调查是否有新增环境敏感点。
5	污染物达标排放情况	工频电场、工频磁场、噪声是否满足评价标准要求。
6	公众意见收集与反馈情况	施工期及试运营期公众反映的环境问题是否得以解决。
7	环保制度落实情况	环境影响评价制度及其他环境保护规章制度执行情况。

9 评价结论与建议

9.1 项目建设的必要性

本项目为国网四川检修公司西昌分部 500kV 榄普一线 228#、234#改造工程，其建设是为了保障 500kV 榄普一线送电安全、沿线人民群众人身财产安全，消除因地质问题导致的线路安全隐患，提高电网安全运行能力，提高四川电网稳定水平。本工程仅针对存在安全问题的 228#塔、234#塔段线路开展改造，避免大范围迁改，能够以尽量小的环境影响达成工程目的，保障电网安全及居民人身财产安全，具有较好的环境效益。因此，本工程建设是必要的。

9.2 项目建设与规划、法规、产业政策的符合性分析

本项目为电网改造及建设工程，属电力基础设施建设，是国家发改委 2019 年第 29 号令《产业结构调整指导目录（2019 年本）》中“第一类鼓励类”——第四条“电力”——“500 千伏及以上交、直流输变电”项目，符合国家产业政策。

本项目线路位于凉山州普格县行政管辖范围内，在制定改造方案过程中与有关的自然资源、林业等部门进行了收资调研和路径协调工作，并根据相关部门的意见对线路路径进行了优化。本次改造线路不涉及城镇规划区，改造后线路基本沿原线路通道走线，线路路径已取得普格县自然资源局意见，不会影响当地规划。

9.3 项目及环境概况

9.3.1 项目概况

500kV 榄普一线 228#、234#塔段改造线路，总长约 7.7km，包括 228#塔改造段、234#塔改造段。228#塔改造段长约 4.463km，包括 227#~230#塔改造段、221#~227#塔换线段。227#~230#塔改造段长约 1.363km，本次拆除既有 228#、229#塔，新建 228#G、229#G 塔，导、地线利旧，采用单回三角排列；221#~227#塔换线段长约 3.1km，分为三角排列段和水平排列段，本次铁塔利旧，仅换导、地线，其中三角排列段长约 1.9km，采用单回三角排列；水平排列段长约 1.2km，采用单回水平排列。234#塔改造段长约 2.9km，包括 232#~236#塔迁改段、236#~239#塔重新松紧线段。232#~236#塔迁改段长约 1.7km，本次拆除既有 233#、234#、235#塔，新建 233#G、234#G、234-1#G、235#G 塔，采用单回三角排列；236#~239#塔重新松紧线段长约 1.2km，分为三角排列段和水平排列段，本次铁塔和导、地线均利旧，重新松紧线不改变原导线对地高度，

其中三角排列段长约 0.6km，采用单回三角排列；水平排列段长约 0.6km，采用单回水平排列。新建、利旧及更换导线型号均为 4×JL/G1A-400/50 钢芯铝绞线，导线采用四分裂，分裂间距为 450mm，设计输送电流为 1920A。共使用铁塔 19 基（新建 6 基，利旧 13 基），新增永久占地约 0.084hm²。

本次需拆除 500kV 榄普一线原 221#塔~227#塔间导、地线长度约 3.1km、原 232#塔~236#塔间导、地线长度约 1.3km，拆除铁塔 5 基（228#塔、229#塔、232#塔、233#塔、234#塔）。

9.3.2 地理位置

线路均位于凉山州普格县行政管辖范围内。

9.3.3 区域环境概况

（1）本工程线路所在区域的电场强度、磁感应强度及噪声均满足相应评价标准要求。

（2）生态环境：本项目植被调查主要采用了资料收集法和现场勘察法。根据收集的资料和现场踏勘，本项目所在区域属金沙江下游安宁河植被小区，评价区植被主要为栽培植被。根据调查，本项目评价范围内自然植被主要为灌丛和草丛。本次调查范围及项目占地范围内未发现珍稀濒危及国家和省级重点保护的野生植物和古树名木。本项目野生动物调查主要采用了资料收集法和现场勘察法。根据收集的资料和现场踏勘，本项目调查区域主要为农村环境，评价区动物分布有兽类、鸟类、爬行类，均为当地常见的野生动物。在现场踏勘期间，项目调查区域及项目占地范围内未发现珍稀濒危及国家和四川省重点保护的野生动物，未发现重点保护野生动物栖息地及鸟类迁徙通道。。

（3）水土流失：本工程所在区域土壤侵蚀以轻度水力侵蚀为主。

（4）本项目建设区域范围内无自然保护区、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，亦不涉及生态保护红线和国家公园。

（5）本项目所在区域地形主要为中山，根据设计资料，区域地质稳定，无断裂、泥石流等不良地质现象，局部存在小型滑坡区。

9.4 主要环境影响

9.4.1 施工期环境影响

9.4.1.1 声环境影响

本项目线路施工噪声主要来源于塔基施工和架线安装，施工点分散，每个点施工量小，施工期短，且集中在昼间进行，区域无居民分布，不会影响周围居民正常休息。

9.4.1.2 大气环境影响

本项目施工对大气环境的影响为施工扬尘，主要来源于基础开挖、物料运输等，在短期内将使局部区域空气中的 TSP 增加。线路施工期的扬尘主要来源于铁塔基础开挖、施工材料和垃圾运输，线路塔基处位置分散，各施工位置产生的扬尘量很小。

9.4.1.3 水环境影响

本项目线路施工产生的废污水主要包括施工人员产生的生活污水，线路施工人员沿线路分散分布，施工人员就近租用当地现有民房，产生的生活污水利用附近居民既有设施收集后用作农肥，不直接排入天然水体，不会对项目所在区域的地表水产生影响。

9.4.1.4 固体废物影响

本项目线路施工期间产生的固体废物主要是施工人员产生的生活垃圾、拆除固体废物。线路施工人员产生的生活垃圾经垃圾桶收集后清运至附近乡镇垃圾桶集中转运，对当地环境影响较小。

本工程拆除固体废物中可回收利用部分如塔材、导线、金具等由建设单位回收处置。

9.4.1.5 生态环境影响

(1) 水土流失影响

本工程对生态环境的影响主要是施工期土地占用、扰动地貌、基础开挖等活动导致的水土流失以及对区域植被的影响。本项目占地和影响面积较小，施工分散，通过采取优化塔基基础型式和施工工艺，加强对临时堆土的装袋、遮盖、坡脚挡护和坡面雨水的排导，施工结束后利用当地物种进行植被恢复等措施，能有效控制本项目建设引起的新增水土流失。

(2) 对植被的影响

本项目永久占地面积和临时占地面积均很小，项目建设对评价区植被面积的改变

极为微弱；本项目仅对位于塔基处无法避让的灌木进行砍伐，但砍伐的树种在项目区域广泛分布，工程建设不会对区域植物物种种类、数量、植被分布面积等造成明显影响。

（3）对动物资源的影响

本项目施工期占地面积小，施工临时占地在施工结束后通过植被恢复等措施能逐步恢复土地原有功能，不会改变野生动物的生存环境现状；同时，塔基施工量小，施工期短，施工噪声的影响将随着施工活动的结束而消失，项目建设不会对线路沿线评价区域野生动物的种类和数量造成明显影响。

9.4.2 运行期环境影响

本工程运行期产生的环境影响主要有工频电场、工频磁场和噪声等。

9.4.2.1 电磁环境影响

输电线路在采取相应措施后，运行期产生的电场强度满足相应标准要求。

9.4.2.2 声环境影响

根据类比分析和理论预测，本工程线路投运后产生的噪声满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的 2 类标准的要求。

9.4.2.3 水环境影响

本工程输电线路运行期间无废污水产生。

9.4.2.4 固体废物影响

本工程线路投运后无固体废物产生，不会对周围环境产生影响。

9.4.2.5 生态环境影响

（1）对植被的影响

本工程线路运行期不进行林木砍伐，仅按相关规定进行削枝，总体削枝量小，不会对植物多样性产生影响。加强维护人员管理，避免人为引入外来物种对本土植物造成威胁。从项目区域已运营的 500kV 榄普运行情况看，线路周围植物生长良好，输电线路产生的工频电场、工频磁场对周围植物生长无明显影响。

（2）对动物的影响

本项目线路建成后除了对鸟类飞行略有影响外，对兽类、爬行类等野生动物的生存和活动基本无影响。评价区域内的鸟类均属于小型鸟禽，在飞行时碰撞杆塔的几率不大。从既有 500kV 榄普一线运行情况看，线路建成后并未对鸟类的飞行和生活习

性造成影响,也未出现工频电场、工频磁场和噪声对走廊附近的野生动物的生活习性、行为表现及生育率等产生明显影响的情况。

9.4.2.6 风险分析

本工程输电线路无环境风险。

9.4.2.7 对居民保护目标影响

本项目环境影响评价范围内无电磁及声环境敏感目标分布。

9.5 环境保护措施

9.5.1 输电线路

9.5.1.1 电磁和声污染防治措施

路径选择不涉及集中居民区。在满足工程对导线机械物理特性要求的条件下,尽量选取噪声水平低的导线型号和相序排列方式。导线选择合理的截面积和相导线结构,以减小电磁环境影响。

9.5.1.2 水污染防治措施

本项目线路施工人员就近租用当地现有民房,产生的生活污水利用附近居民既有设施收集后用作农肥,不直接排入天然水体,不会对项目所在区域的地表水产生影响。

9.5.1.3 固体废物污染防治措施

本项目线路施工期间产生的生活垃圾经垃圾桶收集后清运至附近乡镇垃圾桶集中转运,对当地环境影响较小。本工程拆除固体废物中可回收利用部分如塔材、导线、金具等由建设单位回收处置。

9.5.1.4 生态环境保护措施

输电线路采取尽量优化线路路径、尽量缩短穿越生态敏感区的线路长度、优化塔基基础型式等措施降低对区域生态环境的影响。施工期通过采取一系列野生动植物保护措施、水土保持措施、植被恢复措施,能尽量减小对当地生态环境的影响。

9.6 公众参与

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)的要求开展了多种形式的公众参与工作。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。

9.7 环境敏感目标影响

本项目投运后在环境敏感目标处产生环境影响均满足相应标准要求。

9.8 评价结论

本项目建设符合当地社会经济发展规划，符合国家产业政策。本工程所在区域环境质量现状较好，采取适当措施后，本工程对环境的影响可接受，不会制约本工程建设。本工程为 500 千伏输变电工程，采用的技术成熟、可靠。在设计和施工过程中按本报告提出的污染防治措施落实后，线路投运后产生的电场强度、磁感应强度及噪声均满足相应环评标准要求，对当地声环境、电磁环境及生态环境的影响很小，不会改变项目所在区域环境现有功能，不会增加区域土壤侵蚀强度，不会破坏区域生态系统完整性。从环保角度分析，该项目建设是可行的。

9.9 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）建设单位在实施时若线路路径、建设规模、架线方式、建设地点等发生变化时，需按《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境保护管理条例》、《输变电建设项目重大变动清单（试行）》等规定办理环保相关手续。
- （2）本项目所在区域居民主要为彝族等少数民族，在施工活动中应尊重其民族风俗习惯，减少对其影响。