

福建汀州（龙西）500kV 输变电工程

环境影响报告书

（送审稿）

建设单位：国网福建省电力有限公司建设分公司

评价单位：南京普环电力科技有限公司

完成日期：2023年9月

目 录

1 前言	1
1.1 建设项目的特点	1
1.2 环境影响评价工作过程	3
1.3 关注的主要环境问题	4
1.4 环境影响报告书主要结论	4
2 总则	5
2.1 编制依据	5
2.2 评价因子与评价标准	8
2.3 评价工作等级	10
2.4 评价范围	13
2.5 环境敏感目标	13
2.6 评价重点	31
3 建设项目概况与分析	32
3.1 项目概况	32
3.2 选址选线环境合理性分析	79
3.3 环境影响因素识别与评价因子筛选	117
3.4 生态环境影响途经分析	119
3.5 初步设计环境保护措施	121
4 环境现状调查与评价	128
4.1 区域概况	128
4.2 自然环境	128
4.3 电磁环境	134
4.4 声环境	139
4.5 生态环境现状评价	143
4.6 地表水环境	143
5 施工期环境影响评价	144
5.1 生态环境影响评价	144
5.2 声环境影响分析	144
5.3 施工扬尘分析	146
5.4 固体废物影响分析	147
5.5 地表水环境影响分析	147
6 运行期环境影响评价	154
6.1 电磁环境影响预测与评价	154
6.2 声环境影响预测及评价	211
6.3 地表水环境影响分析	227
6.4 固体废物影响分析	228
6.5 环境风险分析	232
7 生态环境影响预测与评价	237
7.1 概述	237
7.2 项目评价区生态环境现状	239
7.3 生态影响预测与评价	317
7.4 生态保护措施	339
7.5 生态保护措施效果评价	346
7.6 生态监测及环境管理	347

8 环境保护设施、措施分析与论证	350
8.1 环境保护设施、措施分析	350
8.2 环境保护设施、措施论证	355
8.3 环境保护设施、措施及投资估算	356
9 环境影响经济损益分析	361
9.1 社会经济效益分析	361
9.2 环境损失分析	361
9.3 环境损益分析	361
10 环境管理与监测计划	363
10.1 环境管理	363
10.2 环境监测	366
11 环境影响评价结论	369
11.1 建设项目概况	369
11.2 环境现状与主要环境问题	370
11.3 污染物排放情况	373
11.4 主要环境影响评价结论	373
11.5 公众意见采纳情况	377
11.6 环境保护措施、设施	377
11.7 环境管理与监测计划	379
11.8 环境影响评价结论	380

附录

附录 1 评价区沿线植物名录

附录 2 评价区两栖动物名录

附录 3 评价区爬行动物名录

附录 4 评价区鸟类名录

附录 5 评价区哺乳动物及分布

附录 6 样方调查表

附录 7 生态影响评价自查表

附录 8 声影响评价自查表

附件

附件 1 委托函；

附件 2 国家电网有限公司《关于江苏盐城射阳港电厂送出等 5 项输变电工程可行性研究报告的批复》——国家电网发展〔2022〕18 号，2022 年 1 月 14 日；

附件 3 福建省发展和改革委员会《关于福建汀州（龙西）500kV 输变电工程项目核准的批复》——闽发改网审能源〔2023〕5 号，2023 年 1 月 16 日；

附件 4 龙西（汀州）500kV 变电站选址意见函

附件 5 线路路径意见复函

附件 6、福建省环境保护厅《关于批复福建桃源（永安）500 千伏输变电工程环境影响报告书的函》——闽环辐评〔2021〕37 号，2021 年 9 月 16 日；

附件 7 原环保部《关于福建省 500 千伏龙岩输变电工程及泉州北（大园）输变电工程惠女水库段路径变更环境影响报告书的批复》——环审〔2008〕464 号，2008 年 11 月 26 日；

附件 8、原环保部《关于 500 千伏龙岩变电站工程竣工环境保护验收意见的函》——环验〔2011〕121 号，2011 年 5 月 26 日；

附件 9、原环保部《关于福建龙岩 500 千伏输变电工程竣工环境保护验收意见的函》——环验〔2015〕156 号，2015 年 7 月 1 日；

附件 10、福建省环境保护厅《关于福建龙岩卓然变电站二期扩建及配套 500kV 输变电工程环境影响报告书的函》——闽环保辐射〔2015〕9 号，2015 年 4 月 29 日；

附件 11、国网福建省电力有限公司《关于印发福建龙岩卓然变电站二期扩建及配套 500 千伏输变电工程竣工环境保护验收意见的通知》——闽电科信〔2019〕323 号，2019 年 4 月 26 日；

附件 12、类比监测报告（晨阳 500kV 变电站）；

附件 13、类比监测报告（双草 500kV 变电站）；

附件 14、类比监测报告（500kV 单回线路电磁环境）；

附件 15、类比监测报告（500kV 双回线路电磁环境）；

附件 16、类比监测报告（噪声）；

附件 17、本项目监测报告。

附表：

建设项目环评审批基础信息表。

1 前言

1.1 建设项目的特点

1.1.1 项目建设的必要性

福建电网位于华东电网南部，是华东电网的重要组成部分，通过福州～浙南 2 回 1000kV 交流线路、宁德～金华 2 回 500kV 交流线路与华东主网相连。福建电网目前已形成“全省环网、沿海双廊”的 500kV 主网架结构；以 500kV 变电站和当地电源为支撑，形成“分区互补、区内多环”的 220kV 双电源主干网架。2020 年福建省全社会用电量和最大负荷分别为 2483 亿 kWh、42228MW，同比分别增长 3.4%、10.0%。

龙岩电网位于福建电网西南部，2020 年全社会用电量和最大负荷分别为 140 亿 kWh、2263MW，同比分别增长 4.2%、6.8%。目前，龙岩电网主要通过 500kV 卓然变（3×750MVA）和接入 220kV 电网的棉花滩水电站（600MW）、雁石电厂（2×300MW）供电，220kV 电网形成以卓然变为中心、棉花滩水电站和雁石电厂为支撑的多个 1~2 回路大环网结构。潮流计算结果表明，2024 年夏季负荷高峰方式，卓然变主变 N-1，剩余 2 台主变下送电力 1578MW，过载 11%；冬季负荷高峰方式，考虑雁石电厂 1 台机组检修，卓然主变 N-1，剩余 2 台主变下送电力 1778MW，过载 25%，需要新增 500kV 主变容量满足负荷增长需求。若考虑扩建卓然第 4 台主变，龙岩西北部地区现有 220kV 单环网结构难以满足潮流疏散和可靠供电需求，需要新建卓然～塘厦第 3 回 220kV 线路，同时对策武～旧县等 220kV 线路加强改造，新建及改造线路长、代价较高。此外，考虑到远景龙岩地区负荷持续增长，卓然变终期变电容量不足，仍需新增 500kV 变电站布点。

因此，为满足龙岩电网负荷发展需求，提高供区供电能力，减轻现有 500kV 主变供电压力，同时兼顾远期发展适应性，2024 年建设汀州（龙西）500kV 输变电工程是必要的。

1.1.2 建设项目概况

福建龙岩汀州（龙西）500kV 输变电工程包括汀州（龙西）500kV 变电站新建工程、桃源 500kV 变电站间隔扩建工程、卓然 500kV 变电站间隔扩建工程、卓然～汀州 500kV 线路工程、桃源～汀州 500kV 线路工程。

（1）汀州（龙西）500kV 变电站新建工程

拟建汀州（龙西）500kV 变电站位于龙岩市长汀县***，本期新建1×750MVA 主变，500kV 出线间隔 2 回（桃源、卓然各 1 回），220kV 出线间隔 5 回，本期新建主变低压侧装设 1×60Mvar 并联电容器和 2×60Mvar 并联电抗器。本工程按变电站最终规模一次征地，总征地面积 8.3706hm²，其中围墙内占地 3.90hm²。

（2）桃源 500kV 变电站间隔扩建工程

桃源 500kV 变电站位于福建省三明市永安市***，该变电站正在建设中。本期扩建 500kV 出线间隔 1 个，至汀州 500kV 变电站，在主变低压侧新增 1×60Mvar 并联电抗器。本期扩建工程在原有围墙内预留场地进行，不新征用地。

（3）卓然 500kV 变电站间隔扩建工程

卓然 500kV 变电站位于福建省龙岩市新罗区***，该变电站于 2009 年建成投运。本期扩建 500kV 出线间隔 1 个，将现有桃源出线调整至扩建间隔，出线侧高压并联电抗器随同搬迁，本期新建汀州 I 出线接入原桃源出线间隔。本期扩建工程在原有围墙内预留场地进行，不新征用地。

（4）卓然～汀州 500kV 线路工程

本期卓然～汀州 500kV 线路长约 63.2km，其中新建段长约 62.8km，卓三线还建段约 0.4km。卓然-汀州新建段除了汀州 500kV 变电站进线段约 1.7km 采用双回路（面向汀州变，本工程架设在双回路左侧，右侧预留给卓然～桃源 500kV 线路开断进汀州变形成的卓然～汀州 500kV 回线路）架设外，其余 61.1km 采用单回路架设。卓三线还建段均为单回路架设。线路途经龙岩市新罗区、上杭县、连城县、长汀县等 4 个县级行政区域。

（5）桃源～汀州 500kV 线路工程

桃源～汀州 500kV 线路总长度约 135.3km，其中新建段线路长度约 132.5km。①桃源 500kV 变电站出线段约 3.3km 为双回路，其中约 0.5km 为本工程新建双回路（本工程单回架线），利用在建卓然～三阳 500kV 线路开断进桃源变线路工程卓然侧线路约 2.8km（背对桃源变面向线路，本工程线路架设在双回路塔的右侧，导地线均已架设，本工程无相关工程量）；②汀州 500kV 变电站进线段约 1.7km 采用双回路建设（面向汀州变，本工程导线架设在双回路塔右侧，预留卓然～桃源 500kV 线路开断进汀州变线路工程桃源侧线路的导

线）；③其余段约 130.3km 采用单回路架设。线路途经三明市永安市、清流县和龙岩市连城县、长汀县等 4 个县级行政区域。

1.1.3 项目进展情况及建设计划

本项目可行性研究工作由中国电建集团福建省电力勘测设计院有限公司于 2021 年 8 月完成，国网经济技术研究院有限公司于 2021 年 8 月 19 日~20 日组织召开了本项目可行性研究报告评审会议，并于 2021 年 11 月 29 日下达了评审意见（经研咨〔2021〕963 号），国家电网有限公司于 2022 年 1 月 14 日对本项目可行性研究报告进行批复（国家电网发展〔2022〕18 号）。本项目计划于 2024 年 6 月开工建设，于 2025 年 12 月建成投运。

1.2 环境影响评价工作过程

根据《中华人民共和国环境保护法》、《建设项目环境保护管理条例》（国务院第 682 号令）及《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》的要求，本项目需进行环境影响评价，编制环境影响报告书。

2022 年 7 月 21 日，国网福建省电力有限公司建设分公司委托南京普环电力科技有限公司（以下简称“我公司”）进行本项目的环境影响评价。根据《中华人民共和国环境影响评价法》及《环境影响评价公众参与办法》的要求，建设单位对项目建设情况及项目可能存在的环境影响情况于 2022 年 7 月 26 日在国网福建省电力有限公司网站（<http://www.fj.sgcc.com.cn>）上进行了本项目首次信息公示。报告书征求意见稿完成后，于 2023 年 8 月 8 日~2023 年 8 月 23 日在国网福建省电力有限公司网站、海峡都市报以及项目所在地现场张贴的形式进行第二次环境信息公告，充分征求评价范围内的公民、法人和其他组织关于本项目环境保护方面的意见。

接受委托后，我公司收集了可研报告、背景资料，对项目涉及变电站及线路沿线进行了现场踏勘，对工程周边的自然环境进行了调查，确定环境敏感目标。并委托江苏博环检测技术有限公司对项目沿线的电磁环境和声环境质量现状进行了监测。我公司经过资料和数据分析，对本项目建设产生的环境影响进行了预测评价，于 2023 年 9 月形成了《福建龙岩汀州（龙西）500kV 输变电工程环境影响报告书》。

1.3 关注的主要环境问题

根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020）的要求，并结合超高压交流输电工程的特点，本项目关注的主要环境问题包括：

（1）施工期：生态环境影响，扬尘、噪声、废水、固体废物对周围环境的影响。

（2）运行期：工频电场、工频磁场、噪声等对周围环境的影响，变压器油泄漏产生的环境风险问题。

1.4 环境影响报告书主要结论

福建龙岩汀州（龙西）500kV 输变电工程的建设符合当地城乡规划和电网规划，符合区域“三线一单”生态环境分区管控要求，项目在设计、施工期和运行期将按照国家相关环境保护要求，采取一系列的环境保护措施来减小项目的环境影响；在严格执行各项环境保护措施后，可将项目建设对环境的影响控制在国家环保标准要求的范围内，满足国家相关标准要求。从环境角度考虑，项目建设是可行的。

2 总则

2.1 编制依据

2.1.1 国家法律、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) 《中华人民共和国噪声污染防治法》2022年6月5日起施行。
- (3) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020年4月29日修订，2020年9月1日起施行）。
- (4) 《中华人民共和国环境影响评价法》2018年12月29日实施。
- (5) 《中华人民共和国水土保持法》2011年3月1日起施行。
- (6) 《中华人民共和国土壤污染防治法》2019年1月1日起施行。
- (7) 《中华人民共和国大气污染防治法》2018年10月26日起施行。
- (8) 《中华人民共和国水污染防治法》（2017年修订版）2018年1月1日起施行。
- (9) 《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。

2.1.2 部委规章

- (1) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》，2021年1月1日施行。
- (2) 《建设项目危险废物环境影响评价指南》，原国家环境保护部公告2017年第43号，2017年8月29日。
- (3) 《环境影响评价公众参与办法》，生态环境部第4号令，2019年1月1日起施行。
- (4) 《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》原国家环境保护部（环办〔2012〕131号），2012年10月29日。
- (5) 《关于切实加强风险防范严格环境影响评价管理的通知》原国家环境保护部（环发〔2012〕98号），2012年8月7日。
- (6) 《国家危险废物名录（2021年版）》，2021年1月1日起施行。
- (7) 《关于以改善环境质量为核心加强环境影响评价管理的通知》（环环

评[2016]150号) 2016年9月22日。

(8) 《生态环境部关于生态环境领域进一步深化“放管服”改革，推动经济高质量发展的指导意见》（环规财〔2018〕86号）2018年8月30日。

(9) 《关于在国土空间规划中统筹划定落实三条控制线的指导意见》2019年11月1日。

(10) 《森林公园管理办法》（国家林业局令第42号修改）2016年9月22日。

2.1.3 地方法规

(1) 《福建省生态环境保护条例》，2022年5月1日起施行。

(2) 《福建省水污染防治条例》，2021年11月1日起施行。

(3) 《福建省森林和野生动物类型自然保护区管理条例》，1995年2月24日福建省第八届人民代表大会常务委员会第十五次会议通过，2017年11月24日修正并施行。

(4) 《福建省森林公园管理办法》，（2015年7月1日起施行，2017年修正本）；

(5) 《福建省固体废物污染环境防治若干规定》，2009年11月30日发布，2010年1月1日实施。

(6) 《福建省生态功能区划》（闽政文〔2010〕26号）。

(7) 《福建省水功能区划》（闽政文〔2013〕504号）。

(8) 《龙岩市地表水环境功能区划定方案》（闽政文〔2007〕14号）。

(9) 《龙岩市饮用水水源保护条例》（2018年11月23日福建省第十三届人民代表大会常务委员会第七次会议批准）

(10) 《三明市地表水环境和环境空气质量功能类别区划方案》（明政文〔2000〕32号）。

(11) 福建省人民政府《关于印发福建省生态保护红线划定成果调整工作方案的通知》（闽政办〔2017〕80号），2017年7月14日。

(12) 福建省人民政府《关于实施“三线一单”生态环境分区管控的通知》（闽政〔2020〕12号），2020年12月22日。

(13) 龙岩市人民政府《关于印发龙岩市“三线一单”生态环境分区管控方案

的通知》（龙政综〔2021〕72号），2021年8月13日。

（14）三明市人民政府《关于印发三明市“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（明政〔2021〕4号），2021年8月13日。

2.1.4 标准、技术规范及规定

- （1）《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）。
- （2）《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ1113-2020）。
- （3）《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）。
- （4）《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018）。
- （5）《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021）。
- （6）《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022）。
- （7）《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020）。
- （8）《220kV~750kV 变电所设计技术规程》（DL/T5218-2012）。
- （9）《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》（GB50545-2010）。
- （10）《火力发电厂与变电站设计防火标准》（GB50229-2019）。
- （11）《变电站噪声控制技术导则》（DL/T1518-2016）。
- （12）《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）。
- （13）《声环境质量标准》（GB3096-2008）。
- （14）《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）。
- （15）《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）。
- （16）《交流输变电工程电磁环境监测方法》（HJ681-2013）。
- （17）《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597—2023）。

2.1.5 工程设计资料

《福建龙岩汀州（龙西）500kV 输变电工程可行性研究报告》，中国电建集团福建省电力勘测设计院有限公司，2021年10月。

2.1.6 环评工作委托文件

《福建龙岩汀州（龙西）500kV 输变电工程建设项目环境影响评价委托书》，国网福建省电力有限公司建设分公司，2022年7月。

2.1.7 项目有关批复及协议

- （1）《国家电网有限公司关于江苏盐城射阳港电厂送出等5项输变电工程

可行性研究报告的批复》（国家电网发展〔2022〕18号），国家电网有限公司，2022年1月14日。

（2）《国网经济技术研究院有限公司关于福建龙岩汀州（龙西）500kV 输变电工程可行性研究报告的评审意见》（经研咨〔2021〕963号），国网经济技术研究院有限公司，2021年11月29日。

（3）《福建省环境保护厅关于批复福建桃源（永安）500千伏输变电工程环境影响报告书的函》（闽环辐评〔2021〕37号），2021年9月16日；

（4）《中华人民共和国环境保护部关于福建省500千伏龙岩输变电工程及泉州北（大园）输变电工程惠女水库段路径变更环境影响报告书的批复》（环审〔2008〕464号），2008年11月26日；

（5）《中华人民共和国环境保护部关于500千伏龙岩变电站工程竣工环境保护验收意见的函》（环验〔2011〕121号），2011年5月26日；

（6）《中华人民共和国环境保护部关于福建龙岩500千伏输变电工程竣工环境保护验收意见的函》（环验〔2015〕156号），2015年7月1日；

（7）《福建省环境保护厅关于福建龙岩卓然变电站二期扩建及配套500kV 输变电工程环境影响报告书的函》（闽环保辐射〔2015〕9号），2015年4月29日；

（8）《国网福建省电力有限公司关于印发福建龙岩卓然变电站二期扩建及配套500千伏输变电工程竣工环境保护验收意见的通知》闽电科信〔2019〕323号，2019年4月26日。

2.2 评价因子与评价标准

2.2.1 评价因子

依据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020）中要求选取本项目的主要环境影响评价因子，详见表2.1。

表2.1 本项目主要环境影响评价因子一览表

评价阶段	评价项目	现状评价因子	单位	预测评价因子	单位
施工期	声环境	昼间、夜间等效声级，Leq	dB(A)	昼间、夜间等效声级，Leq	dB(A)
	生态环境	详见表7.1-2	--	详见表7.1-2	/
	地表水环境	pH、COD、BOD ₅ 、NH ₃ -N、石油类	mg/L	pH、COD、BOD ₅ 、NH ₃ -N、石油类	mg/L
运行期	电磁环境	工频电场	kV/m	工频电场	kV/m

		工频磁场	μT	工频磁场	μT
	声环境	昼间、夜间等效声级, L_{eq}	dB(A)	昼间、夜间等效声级, L_{eq}	dB(A)
	地表水	pH、COD、 BOD_5 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、石油类	mg/L	pH、COD、 BOD_5 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、石油类	mg/L

2.2.2 评价标准

根据项目所在区域声环境功能区划及国家标准等，结合区域环境现状，本项目环评执行的电磁环境评价标准见表 2.2，声环境评价标准见表 2.3。

表 2.2 电磁环境评价标准

评价因子	评价标准及限值
工频电场	执行《电磁环境控制限值》（GB8702-2014），以 4000V/m 作为工频电场强度公众曝露控制限值，架空输电线路下的耕地、园地、牧草地、禽畜饲养地、养殖水面、道路等场所，工频电场强度控制限值为 10kV/m，且应给出警示和防护指示标志。
工频磁场	执行《电磁环境控制限值》（GB8702-2014），以 100 μT 作为工频磁感应强度公众曝露控制限值。

表 2.3 声环境评价标准

评价因子	评价标准		标准限值	
声环境	环境质量标准	变电站	汀州（龙西）变厂界外、声环境评价范围内的声环境保护目标执行 GB3096-2008 中 2 类标准	昼间：60dB(A) 夜间：50dB(A)
			卓然变噪声控制区外、声环境评价范围内的声环境保护目标执行 GB3096-2008 中 2 类标准	
			桃源变厂界外、声环境评价范围内的声环境保护目标执行 GB3096-2008 中 2 类标准	
	输电线路		经过以居民住宅、医疗卫生、文化教育、科研设计、行政办公为主要功能的区域时执行 GB3096-2008 中的 1 类标准	昼间：55dB(A) 夜间：45dB(A)
			经过居住、商业、工业混杂区域时执行 GB3096-2008 中的 2 类标准	昼间：60dB(A) 夜间：50dB(A)
			经过以工业生产、仓储物流为主要功能的区域时执行 GB3096-2008 中的 3 类标准	昼间：65dB(A) 夜间：55dB(A)
			经过交通干线两侧一定距离内执行 4a 或 4b 类标准	昼间：70dB(A) 夜间：55/60dB(A)
	排放标准	变电站	汀州（龙西）变厂界执行 GB12348-2008 中 2 类标准	昼间：60dB(A) 夜间：50dB(A)
			卓然变噪声控制区边界执行 GB12348-2008 中 2 类标准	
			桃源变厂界执行 GB12348-2008 中 2 类标准	
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)	

2.3 评价工作等级

依据《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》（HJ2.4-2021）和《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022）、《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018），确定本次评价工作等级。

2.3.1 电磁环境

按照《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020）规定，电磁环境影响评价工作等级的划分见表 2.4。

表 2.4 输变电项目电磁环境影响评价工作等级判定表

分类	电压等级	工程	条件	评价工作等级
交流	500kV 及以上	变电站	户内式、地下式	二级
			户外式	一级
		输电线路	地下电缆	二级
			边导线地面投影两侧各 20m 范围内无电磁环境敏感目标的架空线	二级
			边导线地面投影两侧各 20m 范围内有电磁环境敏感目标的架空线	一级

根据现场踏勘，本项目变电站为 500kV 户外式变电站，输电线路为 500kV 电压等级且边导线地面投影外两侧各 20m 范围内有电磁环境敏感目标的架空线，因此，根据表 2.4 分析，本项目电磁环境影响评价工作等级为一级。

2.3.2 生态环境

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022），6.1 评价等级判定：

6.1.1 依据建设项目影响区域的生态敏感性和影响程度，生态环境评价等级划分为一级、二级和三级。

6.1.2 按以下原则确定评价等级：

a) 涉及国家公园、自然保护区、世界自然遗产、重要生境时，评价等级为一级；

b) 涉及自然公园时，评价等级为二级；

c) 涉及生态保护红线时，评价等级不低于二级；

d) 根据 HJ2.3 判断属于水文要素影响型且地表水评价等级不低于二级的建设项目，生态影响评价等级不低于二级；

e) 根据 HJ610、HJ964 判断地下水水位或土壤影响范围内分布有天然林、公益林、湿地等生态保护目标的建设项目，生态影响评价等级不低于二级；

f) 当工程占地规模大于 20km² 时（包括永久和临时占用陆域和水域），评价等级不低于二级；改扩建项目的占地范围以新增占地（包括陆域和水域）确定；

g) 除本条 a)、b)、c)、d)、e)、f) 以外的情况，评价等级为三级；

h) 当评价等级判定同时符合上述多种情况时，应采用其中最高的评价等级。

6.1.6 线性工程可分段确定评价等级。线性工程地下穿越或地表跨越生态敏感区，在生态敏感区范围内无永久、临时占地时，评价等级可下调一级。

表 2.5 生态影响评价等级判断表

序号	评价等级	判断项	判断结果
1	一级评价	是否涉及国家公园	不涉及
2		是否涉及自然保护区	不涉及
3		是否涉及世界自然遗产	不涉及
4	二级评价	是否涉及重要生境	涉及：自然保护小区（一档跨越）
5		是否涉及自然公园	涉及：桂溪省级森林公园（一档跨越）
6		是否涉及生态保护红线	涉及
7		根据 HJ2.3 判断属于水文要素影响型且地表水评价等级不低于二级的建设项目	不涉及
8		根据 HJ610、HJ964 判断地下水水位或土壤影响范围内分布有天然林、公益林、湿地等生态保护目标的建设项目	不涉及
9		工程占地规模大于 20km ²	不涉及，远小于 20km ²
10	三级评价	除以上以外的情况，评价等级为三级	
11	特别规定	线性工程地下穿越或地表跨越生态敏感区，在生态敏感区范围内无永久、临时占地时，评价等级可下调一级	①一档跨自然保护小区，无永久、临时占地，因此由一级下调为二级； ②一档跨越桂溪省级森林公园，无永久、临时占地，因此由二级下调为三级
12		线性工程可分段确定评价等级。	①变电站生态影响评价等级三级； ②穿越生态保护红线

			段、跨越自然保护小区段输电线路评价等级二级，其余输电线路段评价等级为三级
--	--	--	--------------------------------------

本项目线路路径较长，无法对生态保护红线进行完全避让，另外一档跨越桂溪省级森林公园、自然保护小区。除此以外，本项目不进入其他法定生态保护区域、重要生境以及其他具有重要生态功能、对保护生物多样性具有重要意义的区域等《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022）中的生态敏感区，工程占地面积（永久占地与临时占地）远小于 20km²。因此，根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022），变电站生态影响评价等级三级，本项目穿越生态保护红线段、跨越自然保护小区段输电线路评价等级二级，其余输电线路段评价等级为三级。

2.3.3 声环境

根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021）规定：

（1）建设项目所处的声环境功能区为 GB3096 规定的 1 类、2 类地区，或建设项目建设前后评价范围内声环境保护目标噪声级增量达 3dB(A)~5dB(A)，或受噪声影响人口数量增加较多时，按二级评价。

（2）建设项目所处的声环境功能区为 GB3096 规定的 3 类、4 类地区，或建设项目建设前后评价范围内声环境保护目标噪声级增量在 3dB(A) 以下（不含 3dB(A)），或受影响人口数量变化不大时，按三级评价。

（3）在确定评价等级时，如果建设项目符合两个等级的划分原则，按较高等级评价。

本项目所处的声环境功能区为 GB3096 规定的 1 类、2 类和 4 类地区，项目建设前后环境敏感目标处的噪声级增高量不大于 5dB(A)，受噪声影响的人口数量变化不大。因此，按较高等级评价，本项目声环境影响评价等级为二级。

2.3.4 地表水环境

本项目运行期废水主要是变电站工作人员生活污水，污染因子简单，产生量很小，通过埋地式污水处理装置处理达标后站内回收利用，不外排。500kV 输电线路运行期不产生废水。

根据《环境影响评价技术导则 地面水环境》（HJ2.3-2018），确定本项目地表水影响评价工作等级为三级 B。

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》（HJ2.4-2021）和《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022）确定，确定本项目的环评评价范围。

2.4.1 电磁环境影响评价范围

汀州（龙西）500kV 变电站：站界外 50m 范围内区域；

桃源 500kV 变电站：站界外 50m 范围内区域；

卓然 500kV 变电站：间隔扩建侧站界外 50m 范围内区域；

500kV 架空线路：边导线地面投影外两侧各 50m 内带状区域。

2.4.2 生态环境影响评价范围

汀州（龙西）500kV 变电站：围墙外 500m 范围内区域；

桃源、卓然 500kV 变电站：间隔扩建侧围墙外 500m 范围内区域；

500kV 架空线路：进入生态敏感区的输电线路段以边导线投影外两侧各 1000m 内的带状区域（含两端外延 1000m）作为评价范围，其余输电线路段以边导线地面投影外两侧各 300m 内带状区域作为评价范围。

2.4.3 声环境影响评价范围

汀州（龙西）500kV 变电站：站界外 200m 范围内区域；

桃源 500kV 变电站：桃源变电站由于本期在主变低压侧新增 1×60Mvar 并联电抗器，新增了声源，因此桃源变电站声环境影响评价范围确定为站界外 200m 范围内区域；

卓然 500kV 变电站：间隔扩建侧站界外 200m 范围内区域；

500kV 架空线路：边导线地面投影外两侧各 50m 内带状区域。

2.5 环境敏感目标

根据现场踏勘、资料收集和调研工作，结合输电变项目的特点，本次评价将可能涉及的环境敏感目标分为三类，即电磁和声环境保护目标、水环境敏感目标和生态保护目标。

2.5.1 电磁和声环境保护目标

根据《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》（GB50545-2010）要求，500kV 输电线路工程拆迁原则：在无风情况下，边导线与建筑物之间的水平距

离小于 5m 的长期住人的建筑物将拆除。根据《关于印发〈输变电建设项目重大变动清单（试行）〉的通知》（环办辐射〔2016〕84 号）：“环评阶段，环境影响评价范围内明确属于工程拆迁的建筑物不列为环境敏感目标，不进行环境影响评价。”因此，本次环评不将工程拆迁范围内的建筑物计列为环境敏感目标。

根据现场踏勘结果，本项目 500kV 变电站及输电线路工程评价范围内电磁、声环境保护目标见表 2.6，具体相对位置示意图见附图 11。

表 2.6 本项目变电站及输电线路工程评价范围内电磁环境、声环境保护目标一览表

序号	地理位置	最近环境敏感目标名称	功能	评价范围内数量	建筑物楼层	建筑物高度	与项目最近相对位置关系 ^[1]	导线最低对地高度	主要环境影响因子 ^[2]	图名	
汀州（龙西）500kV 变电站新建工程											
1	龙岩市长汀县涂坊镇	何甫村	东林寺	宗教	1 处	1 层尖顶	4m	变电站南侧约 115m	/	N2	附图 11 (13)
2			妈祖庙	宗教	1 处	1 层尖顶	4m	变电站南侧约 120m	/	N2	
3			吴迺义家	居住	1 户	1~2 层平顶 (楼顶彩钢棚)	4m-7m	变电站东南侧约 85m	/	N2	
4			林奋头**民房等 7 户	居住	7 户	1 层尖顶、 3 层尖顶、 3 层平顶	4m-9m	变电站东侧约 125m	/	N2	
桃源 500kV 变电站间隔扩建工程											
5	三明市永安市大湖镇	瑶田村	***家民房	居住	1 户	1 层尖顶	4m	变电站西北侧约 60m	/	N2	附图 11 (25)
6			***民房	居住	1 户	1 层尖顶、 2~3 层平顶	4m-9m	变电站北侧约 185m	/	N2	
卓然 500kV 变电站间隔扩建工程											
7	龙岩市新罗区小池镇	卓洋村	纪念堂	看护	4 处	1 层尖顶	2m	变电站北侧（靠西）约 16m	/	E、B、N2	附图 11 (1)
8			卓然变办公用房	办公	1 处	1 层平顶	4m	变电站北侧（靠东）约 1m	/	E、B、N2	
9			纪念堂	看护	1 处	1 层尖顶	4m	变电站西北侧约 185m	/	N2	
卓然~汀州 500kV 线路工程											
10	龙岩市新罗区小池镇	卓洋村	纪念堂	看护	4 处	1 层尖顶	2m	拟建线路东侧边导线外约 21m	单回路，不低于 21m	E、B、N2	附图 11 (1)
11			纪念堂	看护	1 处	1 层尖顶	4m	拟建线路南侧边导线外约 45m	单回路，不低于 21m	E、B、N2	
12	龙岩市新罗	卓洋	***民房	居住	1 户	1 层尖顶	3m	拟建线路东侧边导线外	单回路，不低	E、B、N1	附图 11

序号	地理位置	最近环境敏感目标名称		功能	评价范围内数量	建筑物楼层	建筑物高度	与项目最近相对位置关系 ^[1]	导线最低对地高度	主要环境影响因子 ^[2]	图名
	区小池镇	村						约 8m	于 21m		(2)
13	龙岩市新罗区小池镇	儒芦村	***民房	居住	2 户	1~2 层尖顶	4m-7m	拟建线路东北侧边导线外约 12m	单回路, 不低于 21m	E、B、N1	附图 11 (3)
14	龙岩市上杭县古田镇	新生村	蚂蚁竹木加工场	生产	1 处	1~2 层尖顶	4m-7m	拟建线路西侧边导线外约 35m	单回路, 不低于 21m	E、B	附图 11 (5)
15	龙岩市连城县庙前镇	吕坊村	***辅助房	养殖、看护	1 户	1 层尖顶	2m	拟建线路东北侧边导线外约 5m	单回路, 不低于 21m	E、B、N1	附图 11 (6)
16	龙岩市连城县新泉镇	福建省德金源生态农牧有限公司		生产	1 处	1~2 层尖顶	4m-7m	拟建线路西南侧边导线外约 15m	单回路, 不低于 21m	E、B	附图 11 (7)
17		福建省德金源生态农牧有限公司		生产	1 处	/	4m-7m	拟建线路东北侧边导线外约 40m	单回路, 不低于 21m	E、B	
18	龙岩市连城县新泉镇	乐江村	在建民房	居住	1 户	1 层平顶	4m	拟建线路西南侧边导线外约 35m	单回路, 不低于 21m	E、B、N4a	附图 11 (8)
19			废品收集站	收储	1 处	1 层尖顶	4m	拟建线路东北侧边导线外约 25m	单回路, 不低于 21m	E、B	
20			养猪场	养殖	1 处	1 层尖顶	4m	拟建线路西南侧边导线外约 20m	单回路, 不低于 21m	E、B	
21	龙岩市连城县新泉镇	林国村	养猪场	养殖	1 处	1 层尖顶	4m	拟建线路西南侧边导线外约 15m	单回路, 不低于 21m	E、B	附图 11 (10)
22	龙岩市长汀县涂坊镇	何甫村	***民房等 2 户	居住	2 户	2 层平(尖)顶	4m-7m	拟建线路西南侧边导线外约 6m	双回路 逆相序≥18m	E、B、N1	附图 11 (11)
23			***民房等 7 户	居住	7 户	1 层尖顶、 1 层平顶、 2 层(楼顶彩钢棚)	4m-9m	拟建线路东北侧边导线外约 20m	双回路 逆相序≥17m	E、B、N1	
24	龙岩市长汀	何甫	***民房	居住	1 户	1 层尖顶	4m	拟建线路西南侧边导线	双回路	E、B、N1	附图 11

序号	地理位置	最近环境敏感目标名称	功能	评价范围内数量	建筑物楼层	建筑物高度	与项目最近相对位置关系 ^[1]	导线最低对地高度	主要环境影响因子 ^[2]	图名	
25	县涂坊镇	村					外约 20m	逆相序≥17m		(12)	
		***民房	居住	2 户	2 层（楼顶彩钢棚）、1~4 层尖顶	4m-12m	拟建线路东北侧边导线外约 20m		E、B、N1		
桃源~汀州 500kV 线路工程											
26	龙岩市长汀县涂坊镇	何甫村	***民房	居住	1 户	1~2 层平顶（楼顶彩钢棚）	4m-7m	拟建线路西南侧边导线外约 45m	双回路异相序≥20m	E、B、N2	附图 11 (13)
27			***民房	居住	1 户	1 层尖顶、3 层平顶	4m-9m	拟建线路东北侧边导线外约 40m	双回路异相序≥20m	E、B、N2	
28	龙岩市长汀县南山镇	南山水电站（峡水桥站）	生产	1 处	1 层平顶（尖）顶	4m	拟建线路西侧边导线外约 45m	单回路，不低于 21m	E、B	附图 11 (14)	
29	龙岩市长汀县童坊镇	上村	看护房	看护	4 处	1 层尖顶	4m	拟建线路东南侧边导线外约 20m	单回路，不低于 21m	E、B、N1	附图 11 (15)
30			纪念堂	看护	1 处	1 层尖顶	4m	拟建线路西北侧边导线外约 20m	单回路，不低于 21m	E、B、N1	
31	龙岩市长汀县馆前镇	到湖村	养殖场	养殖	1 处	1 层尖顶棚	4m	拟建线路东南侧边导线外约 40m	单回路，不低于 21m	E、B	附图 11 (16)
32	龙岩市长汀县馆前镇	珊坑村	功德亭	/	1 处	1 层尖顶	4m	拟建线路东南侧边导线外约 40m	单回路，不低于 21m	E、B、N1	附图 11 (17)
33	三明市清流县田源乡	田口村	***民房	居住	4 户	1 层尖顶、3 层（楼顶彩钢棚）等	4m-12m	拟建线路东南侧边导线外约 10m	单回路，不低于 21m	E、B、N1	附图 11 (18)
34	三明市清流县田源乡	沧龙村	看护房	看护	1 处	1 层尖顶	3m	拟建线路西北侧边导线外约 10m	单回路，不低于 21m	E、B、N1	附图 11 (19)

序号	地理位置	最近环境敏感目标名称		功能	评价范围内数量	建筑物楼层	建筑物高度	与项目最近相对位置关系 ^[1]	导线最低对地高度	主要环境影响因子 ^[2]	图名
35	三明市清流县嵩口镇	梓材村	***民房等4户	居住	4户	3层平顶、1层尖顶、2层平顶、3层（楼顶彩钢棚）	4m-9m	拟建线路东南侧边导线外约20m	单回路，不低于21m	E、B、N1	附图11（20）
36	三明市清流县余朋乡	东坑村	看护房	看护	1处	1层尖顶	3m	拟建线路西北侧边导线外约15m	单回路，不低于21m	E、B、N1	附图11（21）
37	三明市清流县余朋乡	富圩坪闲置房		居住	1户	1层尖顶	4m	拟建线路西北侧边导线外约40m	单回路，不低于21m	E、B、N1	附图11（22）
38	三明市永安市安砂镇	养殖场		养殖	1处	1层尖顶	4m	拟建线路东北侧边导线外约25m	单回路，不低于21m	E、B	附图11（23）
39	三明市永安市大湖镇	上甲村	木材加工厂	生产	1处	1层尖顶	4m	拟建线路西南侧边导线外约40m	双回路 异相序≥20m	E、B	附图11（25）
40		***民房		居住	1户	1层尖顶	4m	拟建线路东北侧边导线外约8m		E、B、N1	

注：[1]本报告中标注的距离均为参考距离，环境敏感目标为根据当前设计阶段路径调查的环境敏感目标，可能随工程设计阶段的不断深化而变化；

[2]表中 E 表示电磁环境质量要求为工频电场强度 $<4\text{kV/m}$ ；B 表示电磁环境质量要求为工频磁感应强度 $<100\mu\text{T}$ ；N1 表示环境噪声满足 1 类声环境功能区要求、N2 表示环境噪声满足 2 类声环境功能区要求、N4a 表示环境噪声满足 4a 类声环境功能区要求。

2.5.2 水环境敏感目标

《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018）中水环境敏感目标是指饮用水水源保护区、饮用水取水口，涉水的自然保护区、风景名胜区，重要湿地、重点保护与珍稀水生生物的栖息地、重要水生生物的自然产卵场及索饵场、越冬场和洄游通道，天然渔场等渔业水体，以及水产种质资源保护区等。

根据相关资料及现场踏勘，本项目变电站不涉及水环境敏感目标，输电线路工程不穿（跨）越水环境保护目标，均已避让。本项目已避让的线路沿线两侧 1km 范围内水环境敏感目标见表 2.7，本项目与沿线水环境敏感目标相对位置关系见附图 12。

表 2.7 本项目已避让的水环境敏感目标一览表

序号	工程名称	类型	行政区	级别	名称	审批情况	保护区范围	与本项目相对位置关系	主要保护对象
1.	卓然~汀州 500kV 线路工程	饮用水水源保护区	龙岩市长汀县	县级	龙岩市长汀县南山镇塘背水厂石门溪水库饮用水水源保护区	福建省人民政府，闽政文〔2020〕172号	一级保护区：长汀县石门溪水库整个汇水流域（长汀县辖区外流域除外）。取水口 2000 国家大地坐标系坐标为东经 116°32'02.851"，北纬 25°28'56.637"。	线路位于保护区西南侧约 0.065km	水源水质
2.	桃源~汀州 500kV 线路工程	饮用水水源保护区	龙岩市长汀县	县级	龙岩市长汀县涂坊镇洋坑村水厂村头坑水库饮用水水源保护区	福建省人民政府，闽政文〔2020〕172号	①一级保护区：长汀县村头坑水库多年平均水位对应的高程线（高程为 457 米）以下的全部水域及其沿岸外延至一重山脊范围陆域。取水口 2000 国家大地坐标系坐标为东经 116°29'46.831"，北纬 25°32'10.349"。 ②二级保护区：长汀县村头坑水库整个汇水流域（一级保护区范围除外；不含长汀县辖区外流域）。	线路位于保护区东侧约 0.23km	水源水质
3.		饮用水水源保护区	龙岩市长汀县	乡镇级	童坊镇黄坑水库水源保护区	福建省人民政府，闽政文〔2007〕342号	①一级保护区范围：黄坑水库库区水域及其沿岸外延 50 米范围陆域。 ②二级保护区范围：黄坑水库的整个汇水流域（一级保护区范围除外）。	线路位于保护区西侧约 0.08km	水源水质
4.		饮用水水源保护区	龙岩市连城县	县级	连城县城区第二水源北团河饮用水水源保护区（四堡乡蕉坑水库水源保护区）	福建省人民政府，闽政文〔2019〕23号	①一级保护区范围：连城县北团镇蕉坑电站大坝沿北团河上溯车大坝上游 1500 米范围水域，腊坑溪、长坑溪与北团河两个交汇门分别沿腊坑溪、长坑溪上溯至交汇口上游 500 米范围的水域以及该水域两侧沿岸外延 50 米范围陆域。 ②二级保护区范围：连城县北团镇蕉坑电站大坝上侧至增头桥（不含桥）范围水	线路位于保护区西侧约 0.92km	水源水质

							域，腊坑溪、长坑溪、埠头溪与北团河三个交汇口分别沿腊坑溪、长坑溪、埠头溪上溯至交汇口上游 1000 米范围的水域，以及该水域两侧沿岸外延至一重山山脊范围陆域（一级保护区范围除外）。		
5.	饮用水水源保护区	龙岩市连城县	乡镇	四堡乡团结水库水源保护区	福建省人民政府，闽政文〔2007〕443号		①一级保护区范围：团结水库库区水域及其两侧汇水陆域。 ②二级保护区范围：团结水库的整个汇水流域（一级保护区范围除外）。	线路位于保护区北侧约 0.09km	水源水质
6.	饮用水水源保护区	三明市清流县	乡镇	长校镇自来水厂水源保护区	福建省人民政府，闽政文〔2007〕241号		一级保护区范围：长校镇自来水厂蒲菇斜坑石寨取水口拦水坝处的整个汇水流域。	线路位于保护区北侧约 0.22km	水源水质
7	饮用水水源保护区	三明市永安市	乡镇	大湖镇自来水厂水源保护区	福建省人民政府，闽政文〔2007〕241号		①一级保护区范围：大湖镇自来水厂益溪取水口下游 100 米至上游白沙溪电站大坝水域及其两侧外延至一重山脊范围陆域。 ②二级保护区范围：白沙溪电站大坝至上游 3000 米水域及其两侧外延至一重山脊范围陆域。	线路位于保护区南侧约 0.15km	水源水质

2.5.3 生态保护目标

本项目不涉及国家公园、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、海洋特别保护区、饮用水水源保护区等《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021年版）第三条（一）中的环境敏感区。主要生态保护目标为生态保护红线、清流县桂溪省级森林公园、自然保护小区及沿线重要物种。

2.5.3.1 生态保护红线

本项目新建汀州（龙西）变电站评价范围不涉及生态保护红线，输电线路受地方城镇规划、现有障碍物、自然条件等因素限制，无法避让生态保护红线5个。最终进入生态保护红线的情况应以报国务院批复并由省政府发布的成果进行复核。

本项目变电站及输电线路工程进入生态保护红线情况见表 2.8，本项目与规划中生态保护红线的相对位置关系图见附图 13。

表 2.8 本项目变电站及输电线路工程进入生态保护红线情况

序号	生态保护红线名称	工程名称	行政区划	生态保护红线类型	穿越生态保护红线段长度及塔基分布	生态保护红线管控要求
1	玳瑁山河源水源涵养与生物多样性维护片区	卓然~汀州 500kV 线路工程	龙岩市新罗区、上杭县	水源涵养	约 4.3km，立塔约 10 基	依据《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》进行管理，严格禁止开发性、生产性建设活动，在符合现行法律法规前提下，除国家重大战略项目外，仅允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动，主要包括：零星的原住民在不扩大现有建设用地和耕地规模前提下，修缮生产生活设施，保留生活必需的少量种植、放牧、捕捞、养殖；因国家重大能源资源安全需要开展的战略性能源资源勘查，公益性自然资源调查和地质勘查；自然资源、生态环境监测和执法包括水文水资源监测及涉水违法事件的查处等，灾害防治和应急抢险活动；经依法批准进行的非破坏性科学研究观测、标本采集；经依法批准的考古调查发掘和文物保护活动；不破坏生态功能的适度参观旅游和相关的必要公共设施建设；必须且无法避让、符合县级以上国土空间规划的线性基础设施建设、防洪和供水设施建设与运行维护；重要生态修复工程。
2	汀江流域水源涵养与生物多样性维护片区		龙岩市上杭县、连城县	水源涵养	约 9.9km，立塔约 25 基	
3	长汀连城水土流失控制生态功能区	卓然~汀州 500kV 线路工程	龙岩市连城县、长汀县	水土保持	约 7.9km，立塔约 20 基	
		桃源~汀州 500kV 线路工程			约 24.9km，立塔约 58 基	
4	沙溪流域水源涵养与生物多样性维护片区	桃源~汀州 500kV 线路工程	龙岩市连城县、三明市清流县、永安市	水源涵养	约 20.9km，立塔约 55 基	
5	福建三明桂溪省级森林自然公园	桃源~汀州 500kV 线路工程	清流县	水土保持	穿越长度约 0.28km，一档跨越，不立塔	依据《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》《福建省森林公园管理办法》进行管理，禁止擅自改变森林公园内林地的用途，禁止在森林公园内修建坟墓和其他破坏自然景观、污染环境的工程设施，禁止在森林公园内进行任何形式的房地产开发。禁止在森林公园内毁林开垦、采矿、采石、挖沙、取土以及放牧，破坏和蚕食林地，损害自然景观。禁止擅自围、填、堵、截森林公园内自然水系。禁止未经处理直接向森林公园排放生活污水和超标准的废水、废气；禁止在森林公园内倾倒垃圾、废渣、废物及其他污染物。森林公园建设应当符合总体规划的要求，具体建设项目的选址、规模和风格等应当与周边景观、环境相协调。因提高森林风景资源质量或者开展森林生态旅游的需要，可以依法对森林公园内的林木进行抚育和更新性质的采伐。

2.5.3.2 生态敏感区

因本项目线路路径长、跨度大，受地方城镇规划、现有障碍物、自然条件等因素限制，本项目输电线路跨越福建三明桂溪省级森林自然公园长度 280m，一档跨越，不在森林公园内立塔。

另外桃源～汀州 500kV 线路工程生态影响评价范围内涉及福建永安龙头国家湿地公园，该湿地公园位于线路南侧约 900m。

本项目输电线路跨越 5 个自然保护小区，均一档跨越，不在保护小区内立塔，此外线路 1km 范围内涉及 13 个避让的自然保护小区。

本项目输电线路评价范围内涉及的生态敏感区（除生态保护红线）见表 2.9，本项目输电线路与生态敏感区相对位置关系见附图 14。

表 2.9 本项目评价范围内的生态敏感区（除生态保护红线）一览表

序号	工程名称	类型	行政区	级别	主管部门	名称	与本项目相对位置关系	备注
1	卓然~汀州 500kV 线路工程	自然保护 小区	龙岩市新罗区	县级	林业	小池镇黄连孟米楮等动 植物保护小区	避让，保护小区位于线路西侧约 50m	附图 14（2）
2			龙岩市上杭县	县级	林业	蛟洋镇石片寨老鹰保护 小区	避让，保护小区位于线路西侧约 60m	附图 14（3）
3			龙岩市上杭县	县级	林业	蛟洋镇尖峰寨老鹰保护 小区	避让，保护小区位于线路西侧约 900m	
4			龙岩市上杭县	县级	林业	蛟洋镇森坑老鹰保护小 区	穿越该保护小区 2 处，穿越长度分别 为 30m、100m，均一档跨越，不在 保护小区内立塔	
5			龙岩市上杭县	县级	林业	蛟洋镇下森坑老鹰保护 小区	穿越保护小区约 85m，一档跨越，不 在保护小区内立塔	
6			龙岩市上杭县	县级	林业	古田镇龙丰岩苏门羚黑 麂保护小区	避让，保护小区位于线路东北侧约 500m	附图 14（4）
7			龙岩市连城 县	县级	林业	新泉镇中华山细柄阿丁 枫保护小区	穿越保护小区约 230m，一档跨越， 不在保护小区内立塔	
8			龙岩市连城 县	县级	林业	庙前镇仙坪杜英科保护 小区	避让，保护小区位于线路南侧约 100m	
9			龙岩市上杭县	县级	林业	南阳镇石高山蟒蛇穿山 甲保护小区	避让，保护小区位于线路西南侧约 450m	附图 14（5）
10	桃源~汀州 500kV 线路 工程	自然保护 小区	龙岩市长汀县	县级	林业	松毛岭自然植被保护小 区	避让，保护小区位于线路东侧约 70m	附图 14（6）
11			龙岩市长汀县	县级	林业	石壁崇猴头杜鹃自然保 护小区	避让，保护小区位于线路东侧约 420m	附图 14（7）

12		自然公园	三明市清流县	省级	林业	福建三明桂溪省级森林自然公园	穿越森林公园 280m，一档跨越，不在森林公园内立塔	附图 14（8）
13		自然公园	三明市永安市	国家级	林业	福建永安龙头国家湿地公园	避让，该湿地公园位于线路南侧约 900m	附图 14（9）
14		自然保护小区	三明市清流县	县级	林业	太山村自然保护小区	穿越保护小区 3 处，穿越长度分别为 240m、180m、360m，均一档跨越，不在保护小区内立塔	
15			三明市永安市	县级	林业	安砂坑口酸枣保护小区	避让，保护小区位于线路南侧约 10m	
16				县级	林业	安砂大丰山米楮保护小区	避让，保护小区位于线路北侧约 650m	附图 14（10）
17		县级		林业	安砂石碧红豆杉保护小区	避让，保护小区位于线路南侧约 780m		
18		县级		林业	曹远富溪白水际米楮保护小区	避让，保护小区位于线路南侧约 150m	附图 14（11）	
19		县级		林业	大湖魏坊暗窠枫香保护小区	穿越保护小区约 225m，一档跨越，不在保护小区内立塔		
20		县级	林业	大湖魏坊丝栗栲保护小区	避让，保护小区位于线路北侧约 910m			

2.5.3.3 其他生态空间

(1) 清流县灵台山风景区

清流县灵台山风景区位于闽西北清流长校镇东侧，占地七点五平方公里。本项目线路避让了该风景区，线路位于其东南侧约 230m，本项目与灵台山风景区相对位置关系见图 2.1-1。

图 2.1-2 本项目与灵台山风景区相对位置关系图

(2) 培竹东梅庵猴儿谷休闲旅游景区

培竹东梅庵猴儿谷休闲旅游景区位于永安市安砂镇培竹村。本项目线路避让了该风景区，线路位于其西南侧约 240m，本项目与培竹东梅庵猴儿谷休闲旅游景区相对位置关系见图 2.1-4。

图 2.1-4 本项目与培竹东梅庵猴儿谷休闲旅游景区相对位置关系图

2.5.3.4 重要物种

(1) 植物

根据国家林业和草原局和农业农村部 2021 年发布的《国家重点保护野生植物名录》（2021 年第 15 号），工程评价区范围内发现国家一级保护物种红豆杉（*Taxuschinensis*），发现国家二级保护物种闽楠（*Phoebebournei*）、野大豆（*Glycinesoja*）、油樟（*Cinnamomumcamphora*）。红豆杉部分为人工种植物种、部分为野生生长物种。闽楠、野大豆、润楠均为野生种。闽楠、润楠分布在地带森林地带，分布较广泛。野大豆在调查区域内广泛分布于田边、沟旁、河岸等区域，分布较少。

表 2.10 重要野生植物调查结果统计表

序号	物种名称	保护级别	极小种群野生植物（是/否）	特性	分布区域	资料来源	工程占用情况
1	红豆杉 <i>Taxuschinensis</i>	一级	否	裸子植物，适应性较强，在我国的南北方均可以种植，喜欢凉爽的气候，可以耐寒，也可以耐阴。喜欢湿润，但是怕涝。土壤要求疏松、肥沃并要排水性良好，以砂质土壤为佳。	人工种植、野生物种	现场调查	不占用
2	闽楠 <i>Phoebebournei</i>	二级	是	被子植物，樟科、楠属植物。乔木，高可达20米，胸径达2.5米，树干端直，树冠浓密。树皮淡黄色，呈片状剥落。小枝有柔毛或近无毛，冬芽被灰褐色柔毛。叶革质，披针形或倒披针形，圆锥花序生于新枝中下部叶腋，紧缩不开展，被毛。果椭圆形或长圆形。花期4月，果期10~11月。	山地、田边、沟旁等	现场调查	不占用
3	野大豆 <i>Glycinesoja</i>	二级	是	豆科，大豆属一年生缠绕草本植物，长可达4米。7-8月开花，8-10月结果。有耐盐碱、抗寒、抗病等许多优良性状。野大豆适应性强，在全国范围内广泛分布。	路边、田边、沟旁、河岸等	现场调查	不占用
4	润楠 <i>Machilus nanmu</i>	二级	是	樟科润楠属的乔木。株高可达40米或更高，胸径40厘米；当年生小枝黄褐色，一年生枝灰褐色。润楠分布于中国海南、广东、广西、贵州、云南、西藏等地，缅甸均有栽培。喜温暖湿润，多生于中低山的湿润阴坡坡谷下部和溪流边上。	路边、田边、沟旁、河岸、湖边等	现场调查	不占用

注：保护级别根据国家及地方正式发布的重点保护野生植物名录确定。

（2）动物

评价区内记录国家二级重点保护鸟类鸳鸯（*Aix galericulata*）、小鸦鹛（*Centropus bengalensis*）、蛇雕（*Spilornis cheela*）、鹰雕（*Nisaetus nipalensis*）、黄嘴角鸮（*Otus spilocephalus*）、领角鸮（*Otus lettia*）、红角鸮（*Otus sunia*）、领鸺鹠（*Glaucidium brodiei*）、蓝喉蜂虎（*Merops viridis*）、画眉（*Garrulax canorus*）、红嘴相思鸟（*Leiothrix lutea*）、蓝喉歌鸲（*Luscinia svecica*）、红隼（*Falco tinnunculus*）、黑翅鸢（*Elanus caeruleus*）、黑鸢（*Milvus migrans*）；国家一级保护兽类黑鹿（*Muntiacus crinifrons*），国家二级保护兽类猕猴（*Macaca mulatta*）、穿山甲（*Manis pentadactyla*）、豺（*Cuon alpinus*）、水獭（*Lutra lutra*）、獐（河鹿）（*Hydropotes inermis*）；国家二级重点保护两栖动物虎纹蛙（*Hoplobatrachus rugulosus*）。

表 2.11 重要野生动物调查结果统计表

序号	脊椎动物类别	物种名称 (中文名/拉丁名)	国家/地方保护级别	濒危等级	是否特有种	资料来源	工程占用情况
1	两栖类	虎纹蛙 <i>Hoplobatrachus chinensis</i>	国家二级	EN	否	现场调查和历史资料	未占用
2	爬行类	—					
3	鸟类	鸳鸯 <i>Aix galericulata</i>	国家二级	NT	否	现场调查和历史资料	未占用
4		小鸦鹛 <i>Centropus bengalensis</i>	国家二级	LC	否	现场调查和历史资料	未占用
5		蛇雕 <i>Spilornis cheela</i>	国家二级	NT	否	现场调查和历史资料	未占用
6		鹰雕 <i>Nisaetus nipalensis</i>	国家二级	NT	否	历史资料	未占用
7		黄嘴角鸮 <i>Otus spilocephalus</i>	国家二级	NT	否	现场调查和历史资料	未占用
8		领角鸮 <i>Otus lettia</i>	国家二级	LC	否	历史资料	未占用
9		红角鸮 <i>Otus sunia</i>	国家二级	LC	否	历史资料	未占用
10		领鸺鹠 <i>Glaucidium brodiei</i>	国家二级	LC	否	现场调查和历史资料	未占用
11		蓝喉蜂虎 <i>Merops viridis</i>	国家二级	LC	否	历史资料	未占用

12		画眉 <i>Garrulax canorus</i>	国家二级	NT	否	现场调查和 历史资料	未占用
13		红嘴相思鸟 <i>Leiothrix lutea</i>	国家二级	LC	否	历史资料	未占用
14		蓝喉歌鸲 <i>Luscinia svecica</i>	国家二级	LC	否	历史资料	未占用
15		红隼 <i>Falco tinnunculus</i>	国家二级	LC	否	现场调查和 历史资料	未占用
16		黑翅鸢 <i>Elanus caeruleus</i>	国家二级	NT	否	历史资料	未占用
17		黑鸢 <i>Milvus migrans</i>	国家二级	LC	否	现场调查和 历史资料	未占用
18	哺乳类	黑鹿 <i>Muntiacus crinifrons</i>	国家一级	EN	是	历史资料	未占用
19		猕猴 <i>Macaca mulatta</i>	国家二级	LC	否	历史资料	未占用
20		穿山甲 <i>Manis pentadactyla</i>	国家二级	CR	否	历史资料	未占用
21		豺 <i>Cuon alpinus</i>	国家二级	EN	否	历史资料	未占用
22		水獭 <i>Lutra lutra</i>	国家二级	EN	否	历史资料	未占用
23		獐（河鹿） <i>Hydropotes inermis</i>	国家二级	VU	否	历史资料	未占用

2.6 评价重点

根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020），各要素评价等级在二级及以上时，应作为评价重点。根据本项目的环境影响评价工作等级，施工期的评价重点为生态环境影响，运行期的评价重点为电磁环境、声环境影响。

（1）施工期评价重点

①在对施工期及运行期环境影响分析和预测的基础上，针对施工中采取的环境保护措施，对本项目所存在的环境问题进行分析，提出需进一步采取的环境保护措施，以使本项目所产生的不利环境影响减小到最低程度，并提出环境管理与监测计划，作为项目影响区域的环境管理的依据。

②本项目施工期重点关注涉及生态环境敏感区和生态保护红线的线路，施工中采取的环境保护措施，对生态环境敏感目标的影响进行分析，并提出减缓或降低不利环境影响的措施。

（2）运行期评价重点

运行期产生的工频电场、工频磁场和噪声对周围环境的影响。

3 建设项目概况与分析

3.1 项目概况

3.1.1 项目一般特性

项目名称：福建龙岩汀州（龙西）500kV 输变电工程

项目性质：新建、扩建

建设单位：国网福建省电力有限公司建设分公司

建设地点：福建省龙岩市（新罗区、上杭县、连城县、长汀县）、三明市（永安市、清流县），本项目地理位置见附图 1。

本项目的项目组成及建设规模见表 3.1-1。

表 3.1-1 本项目组成及建设规模一览表

项目名称		福建龙岩汀州（龙西）500kV 输变电工程		
建设及运营管理单位		国网福建省电力有限公司建设分公司		
工程设计单位		中国电建集团福建省电力勘测设计院有限公司		
地理位置		福建省龙岩市（新罗区、上杭县、连城县、长汀县）、三明市（永安市、清流县）		
项目组成		①汀州（龙西）500kV 变电站新建工程、②桃源 500kV 变电站间隔扩建工程、③卓然 500kV 变电站间隔扩建工程、④卓然~汀州 500kV 线路工程、⑤桃源~汀州 500kV 线路工程		
项目总投资		***万元		
①汀州（龙西）500kV 变电站新建工程				
站址位置		龙岩市长汀县***		
主体工程	项目		本期	终期
	主变压器	容量	1×750MVA	4×750MVA
		型式	三相、自耦、油浸式	三相、自耦、油浸式
	500kV 出线间隔	回数	2 回（桃源、卓然各 1 回）	8 回（卓然 2 回、桃源 2 回、备用 4 回）
		型式	户外 HGIS 设备	户外 HGIS 设备
	220kV 出线间隔	回数	5 回	16 回
		型式	户外 GIS 设备	户外 GIS 设备
	低压电容器		1×（1×60）Mvar	4×（2×60）Mvar
	低压电抗器		1×（2×60）Mvar	4×（2×60）Mvar
高压电抗器		/	预留 3 组	
公用工程		①给水：站区用水主要为生活用水和消防用水，拟采用打井取水方式。 ②排水：采用雨污分流，站区雨水汇集后排至站外排水沟，站内生活污水经埋地式污水处理装置处理达标后站内回收利用，不外排。		

环保工程	生活污水处理设施		本期于站内配套建设一体化生活污水处理设施 1 套，处理能力 1m ³ /h		
	主变事故油池		本期于站内配套建设主变事故油池 1 座，容积为 95m ³ ，具有油水分离功能		
	固体废物处置		站内设置垃圾收集箱		
占地面积		本期按终期规模一次征地，总征地面积 8.3706hm ² ，其中围墙内占地 3.8966hm ²			
②桃源 500kV 变电站间隔扩建工程					
站址位置		三明市永安市***			
主体工程	项目		一期	本期	终期
	主变压器		1×1000MVA	/	4×1000MVA
	500kV 出线间隔	回数	2 回	1 回	8 回
		型式	户外 HGIS 设备	户外 HGIS 设备	户外 HGIS 设备
	220kV 出线间隔	回数	6 回	/	16 回
		型式	户外 GIS 设备	户外 GIS 设备	户外 GIS 设备
	低压电容器		1×60Mvar	/	8×60Mvar
	低压电抗器		1×60Mvar	1×60Mvar	8×60Mvar
高压电抗器		/	/	/	
公用工程		①给水：站区用水引接给水管网。 ②排水：采用雨、污分流，站区雨水汇集后排至站外排水沟			
环保工程	生活污水处理设施		依托站内原有生活污水处理装置，生活污水经地理式污水处理设施处理达标后站内回收利用，不外排		
	主变事故油池		依托站内原有的主变事故油池，容积为 90m ³ ，具有油水分离功能		
	固体废物处置		依托变电站现有垃圾收集箱和废铅酸蓄电池的处置方式		
占地面积		总占地面积 6.3811hm ² ，站区围墙内占地为 3.444hm ² ，本期无新增占地			
③卓然 500kV 变电站间隔扩建工程					
站址位置		龙岩市新罗区***			
主体工程	项目		现有	本期	终期
	主变压器		3×750MVA	/	4×750MVA
	500kV 出线间隔	回数	3 回	1 回	6 回
		型式	户外 HGIS 设备	户外 HGIS 设备	户外 HGIS 设备
	220kV 出线间隔	回数	10 回	/	14 回
		型式	户外 HGIS 设备	户外 HGIS 设备	户外 HGIS 设备
	低压电容器		3×60Mvar	/	8×60Mvar
	低压电抗器		4×60Mvar	/	8×60Mvar
高压电抗器		1×120Mvar	/	1×120Mvar	
公用工程		①给水：站区用水引接给水管网。 ②排水：采用雨、污分流，站区雨水汇集后排至站外排水沟			
环保工程	生活污水处理设施		依托站内原有生活污水处理装置，生活污水经地理式污水处理设施处理达标后站内回收利用，不外排		

	事故油池	依托站内原有的事故油池，变电站前期已建设有主变事故油池（容积为 90m ³ ）和高抗事故集油池（容积为 60m ³ ），具有油水分离功能
	固体废物处置	依托变电站现有垃圾收集箱和废铅酸蓄电池的处置方式
	占地面积	9.1hm ² ，本期无新增占地
④卓然~汀州 500kV 线路工程		
	电压等级	500kV
	地理位置	龙岩市新罗区、上杭县、连城县、长汀县
主体工程	架设方式	新建段：同塔双回架设、单回路架设 500kV 卓三线还建段：单回路架设
	线路长度	路径全长 63.2km，其中新建段长约 62.8km（其中单回路架设 61.1km，同塔双回路架设 2×1.7km），卓三线还建段约 0.4km，均为单回路架设。
	导线型号和分裂间距	新建段及还建段：4×JL3/G1A-500/45 钢芯铝绞线，导线截面采用 4×500mm ² ，分裂间距为 450mm
	塔基数量	新建铁塔 142 基
	塔基永久占地面积	4.29hm ²
环保工程	生态	塔基施工区、牵张场等临时占压区域施工前敷设土工布保护表土资源，施工结束后，对临时占地进行土地整治，植被恢复和复耕
辅助工程	塔基施工区	共布设塔基 142 处，每处塔基处均布设 1 处施工区，塔基施工区临时占地 4.75hm ²
	牵张场	本工程线路共布设 14 处牵张场，牵张场临时占地 2.8hm ²
	跨越施工区	本工程线路共需要设置 26 个跨越施工区，临时占地 0.78hm ² 。
	施工道路及索道	施工道路临时占地为 11.53hm ² ，索道支架 0.29hm ²
	材料站	沿线设材料站 1 处，材料站为临时租用民房
⑤桃源~汀州 500kV 线路工程		
	电压等级	500kV
	地理位置	三明市永安市、清流县和龙岩市连城县、长汀县
主体工程	架设方式	同塔双回架设、单回路架设
	线路长度	线路总长度约 135.3km，其中新建段线路长度约 132.5km，利用在建卓然~三阳 500kV 线路开断进桃源变线路工程卓然侧线路约 2.8km。
	导线型号和分裂间距	采用 4×JL3/G1A-500/45 钢芯铝绞线，导线截面采用 4×500mm ² ，分裂间距为 450mm
	塔基数量	新建铁塔 287 基
	塔基永久占地面积	7.95hm ²
环保工程	生态	塔基施工区、牵张场等临时占压区域施工前敷设土工布保护表土资源，施工结束后，对临时占地进行土地整治，植被恢复和复耕

辅助工程	塔基施工区	共布设塔基 287 处，每处塔基处均布设 1 处施工区，塔基施工区临时占地 8.22hm ²
	牵张场	本工程线路共布设 20 处牵张场，牵张场临时占地 4.0hm ²
	跨越施工区	本工程线路共需要设置 17 个跨越施工区，临时占地 0.51hm ² 。
	施工道路及索道	施工道路临时占地为 16.64hm ² ，索道支架 0.58hm ²
	材料站	沿线设材料站 1 处，材料站为临时租用民房

3.1.2 汀州（龙西）500kV 变电站新建工程

3.1.2.1 站址地理位置

拟建汀州（龙西）500kV 变电站推荐站址位于福建省龙岩市长汀县***。站址区域地貌单位属于低山丘陵，土地现状利用类型主要为林地、耕地。站址东侧 700m 为 X650 县道，交通便利。汀州（龙西）500kV 变电站周围环境现状照片见图 3.1-1。

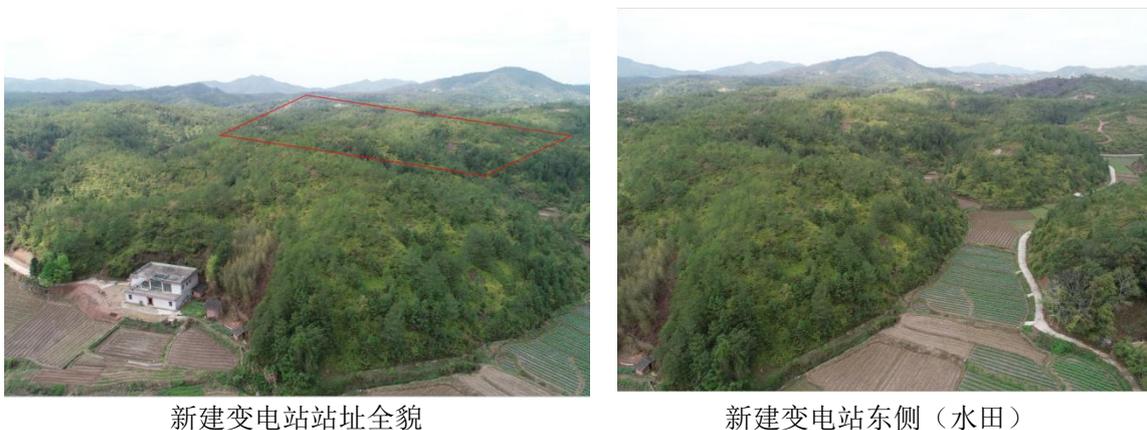


图 3.1-1 汀州（龙西）500kV 变电站推荐站址现状照片

3.1.2.2 站址方案比选

根据可行性研究报告，设计重点对吴坑站址、赖坊站址进行比选，主要技术经济比较详见表 3.1-2。

表 3.1-2 汀州（龙西）500kV 变电站比选主要技术经济表

序号	项目	吴坑站址（推荐）	赖坊站址（比选）
1	地理位置	龙岩市长汀县涂坊镇***	龙岩市***
2	出线条件	走廊较开阔，出线条件较好	朝东出线差，出线条件一般
3	土石方量	挖方量约 24.8 万 m ³ ，填方量约 24.8 万 m ³ ，无弃方	挖方量约 43.0 万 m ³ ，填方量约 43.4 万 m ³ ，站址无弃方
4	交通情况	主变运输条件较好，新建进站道路长度约 496m，改造道路长度约 513m。	主变运输条件较好，新建进站道路长度约 440m。
5	地质条件	无不良地质作用，场地稳定，适宜建设	无不良地质作用，场地稳定，适宜建设
6	水文条件	站址现状地势较高，不受区域洪涝水位影响	站址现状地势较高，不受区域洪涝水位影响
7	环境敏感区	站址不涉及环境敏感区	站址不涉及环境敏感区
8	生态保护红线	不涉及	不涉及
9	基本农田	基本农田面积约 0.7341hm ² 。站址占用永久基本农田按“数量不减、质量不降”的要求办理了土地用途调整方案暨永久基本农田补划手续	不涉及
10	环境保护目标	仅站址西南侧合浦村、东林寺及妈祖庙	站址东、南、北三面 200m 左右零散分布民房，预计建设期间外界干扰因素多

2020年3月27日，国网福建公司发展部组织省公司建设部、建设分公司、龙岩供电公司、经研院、长汀公司等各相关建管部门对站址的选址方案进行讨论，重点对电气布置、总平布置及出线情况进行了详细、综合的论证，并提出了设计重点优化的要求。设计人员结合会议要求，并对接长汀县自然资源局了解最新城乡规划的基础上，对吴坑站址进行了多种方案的对比，最大限度地减小占用基本农田的面积，并综合考虑远期出线走廊的可行性。最终福建公司同意将吴坑站址作为推荐站址、赖坊站址作为比选站址。

2020年6月11日，《长汀县人民政府专题会议纪要》（【2020】77号）中明确长汀县涂坊镇吴坑站址作为福建龙岩汀州（龙西）500kV变电站首选站址，涂坊镇赖坊站址作为备选站址。

2021年1月7日，在长汀县人民政府给国网福建省电力有限公司龙岩供电

公司的“长汀县人民政府关于福建龙岩汀州 500 千伏变电站基本农田调整及征地综合单价的确认函”中明确，吴坑站址项目已经纳入《长汀县国土空间总体规划（2020-2035 年）》，将站址涉及的基本农田适时予以调出，涉及永久基本农田 0.7341hm²，不涉及占用城市周边永久基本农田，长汀县涂坊镇已划补永久基本农田 0.9385hm²（均为水田），保证规划期内永久基本农田总量不减少，质量略有提高，划补平衡方案和用地预审已经获自然资源部审批同意。详见附件 5：自然资源部办公厅关于福建汀州（龙西）500 千伏输变电工程建设用地预审意见的函（自然资办函〔2022〕1759 号）。

从技术经济角度看，吴坑站址建设条件较好，施工方便，大件运输难度低，建设周期短；赖坊站址综合建站条件一般，出线条件较差，建设周期长。从环境保护角度看，赖坊站址土石方量工程量大，占地面积多，施工期对周边生态环境的扰动更大；且赖坊站站址东、南、北三面 200m 左右零散分布民房，预计建设期间外界干扰因素多，站址石方工程量较大，需要多次破碎爆破，且拆迁坟墓数量较多（26 座）。因此本环评同意汀州（龙西）变采用设计推荐的吴坑站址方案。

3.1.2.3 建设规模

本期新建 1×750MVA 主变，500kV 出线间隔 2 回（桃源、卓然各 1 回），220kV 出线间隔 5 回，新建主变低压侧装设 1×60Mvar 并联电容器和 2×60Mvar 并联电抗器。

3.1.2.4 总平面布置

汀州（龙西）500kV 变电站总平面采用三列式布置。从北向南依次为 220kV 配电装置区、主变及 35kV 配电装置区、500kV 配电装置区；在主变及 35kV 配电装置区东侧设主控通信楼，220kV 配电装置区东侧的继电器小室并入主控通信楼。500kV 配电装置区设 2 座继电器小室（均含雨淋阀间），西侧布置事故油池、消防泵房及消防水池；220kV 配电装置区设 1 座继电器小室；警卫室布置在 220kV 配电装置区东侧，临近主入口；主变及 35kV 配电装置区布置有：主变、主变及 35kV 继电器小室、电容器、电抗器等；本工程根据接入桃源 500kV 变电站要求，在站址南侧设置电抗器。进站主入口布置在站区东北侧，进站道路从站区东北侧向北，沿山包等高线展线至站址东北侧连接至既有水泥村道，利用既有水泥村道拓宽，向南连接至 X650 县道，进站道路与站区

主变侧主干道连接。

汀州（龙西）500kV 变电站总平面布置示意图见附图 2。

汀州 500kV 变电站终期有 8 个 500kV 出线间隔，分别是卓然一、卓然二、桃源一、桃源二和 4 个备用间隔，本期将建设投产西侧北起第 1 间隔卓然一间隔和南侧东起第 4 间隔桃源一间隔。

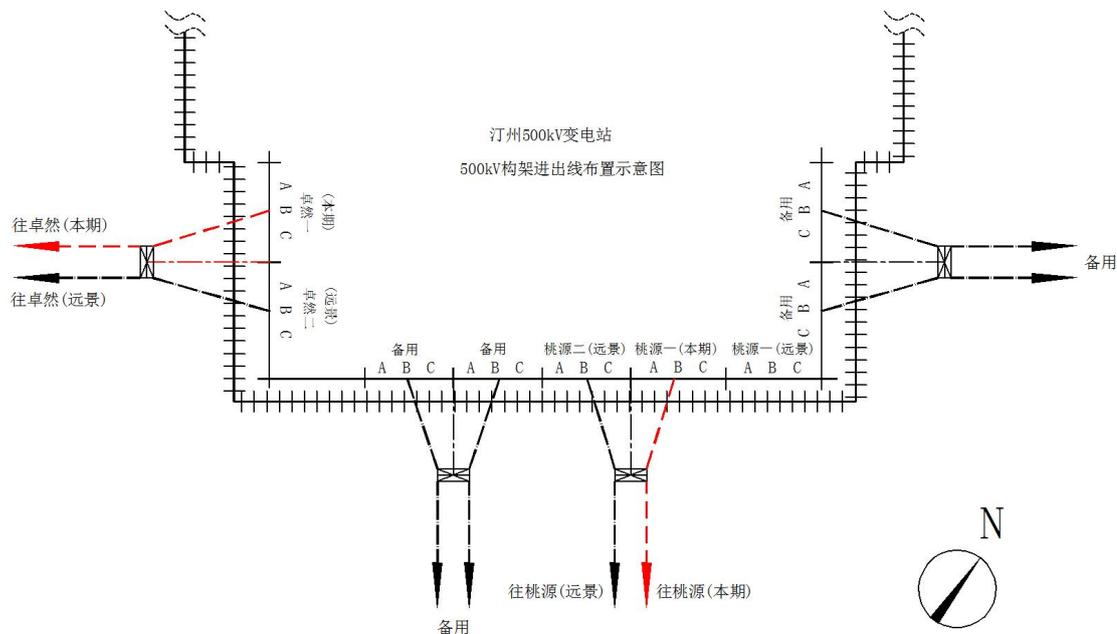


图 3.1-2 汀州变 500kV 进出线布置示意图

3.1.2.5 公用工程

(1) 给水系统

站区用水主要为生活用水和消防用水，拟采用打井取水方式。

(2) 站区排水系统

采用雨、污分流，站区雨水汇集后排至站外排水沟，站内生活污水经埋地式污水处理装置处理达标后站内回收利用，不外排。

3.1.2.6 环保工程

(1) 生活污水处理系统

汀州变电站运行管理模式按少人值班设计，但二次系统的设备配置和功能要求按无人值班模式设计，运行期汀州变电站日常值守人员按 5 人考虑，巡检维护人数按 30 人考虑，巡检维护频次为 2 次/月，日用水量最大为 2.3m³/d，生活污水产生量按日用最大用水量的 90% 计算，产生量为 2.07m³/d，生活污水产生量很少，主要污染物为 pH、COD、SS、NH₃-N、石油类。汀州（龙西）

500kV 变电站本期于站内配套建设一体化生活污水处理设施 1 套，生活污水经处理达标后站内回收利用，不外排。

（2）事故油池

根据设计资料，本站最大一台变压器油量约 80t（ $80/0.895=89.38\text{m}^3$ ），站区设置总事故油池一座，事故油池容积按《火力发电厂与变电站设计防火标准》（GB50229-2019）第 6.7.8 条单台主变最大油量的 100%设置，事故油池容积为 95m^3 。

当变压器发生事故时，事故排油通过主变油坑、排油管排入事故油池，事故油池具有油水分离的功能，事故废油由有资质单位回收处置。

（3）固体废物处置

变电站站内设置垃圾收集箱，生活垃圾经收集后定期清理外运至环卫部门指定地点进行统一处理；变电站运行期会发生蓄电池的更换，退役的铅酸蓄电池由公司物资部门统一处置，经鉴定不能再使用的废旧蓄电池作为危废按照危废处理办法交由有资质单位统一处置，不在站内贮存。

3.1.3 桃源 500kV 变电站间隔扩建工程

3.1.3.1 地理位置

桃源 500kV 变电站位于福建省三明市永安市***，该变电站正在建设中。

桃源 500kV 变电站周围环境情况见图 3.1-3，本期工程依托前期工程进行扩建，在围墙内预留场地进行，不影响地方城镇规划和土地利用。

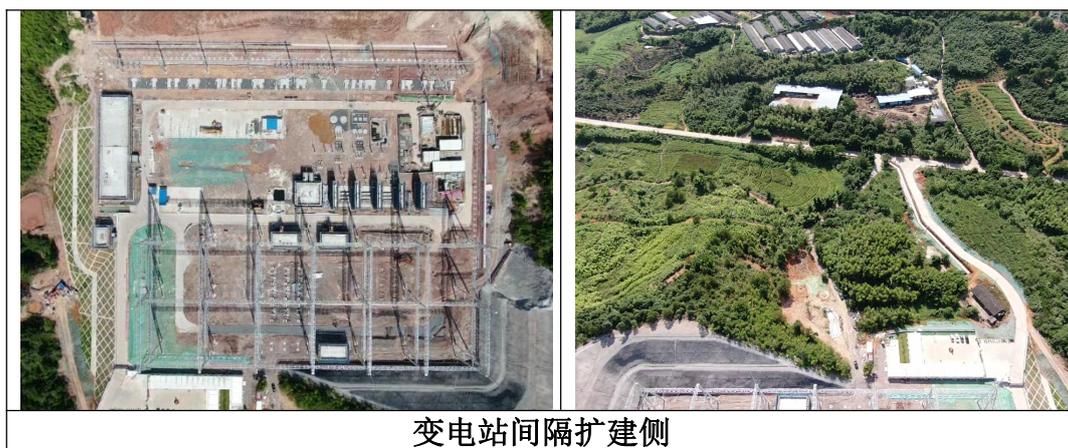


图 3.1-3 桃源 500kV 变电站间隔扩建侧环境概况

3.1.3.2 前期工程概况

桃源 500kV 变电站正在建设中，根据一期工程环评及环评批复文件，将建

设 1×1000MVA 主变压器，500kV 出线 2 回，220kV 出线 6 回，1×60Mvar 低压电容器，1×60Mvar 低压电容器。站内建设 1 套地埋式污水处理装置，事故油池 1 座（90m³）。

（1）总平面布置

桃源 500kV 变电站总平面呈三列式布置，其中中部区域布置主变压器及 35kV 配电装置，500kV 室外配电装置布置在站区的西北侧，220kV 室外配电装置布置在站区的东南侧，主控通信楼布置在站区的东北侧入口处，事故油池布置于变电站北侧、主控通信楼的西北侧，一体化地埋式污水处理装置位于主控通信楼西北侧，进站道路由站址西侧石林路引接。桃源 500kV 变电站总平面布置图见图附图 3。

桃源变是拟建的 500kV 变电站，终期有 8 个 500kV 进出线间隔，分别为北侧进出线 2 回（三阳一、三阳二）、西侧进出线 4 回（备用一、备用二、汀州、卓然）、南侧进出线 2 回（备用一、备用二），本期汀州间隔为西侧北起第 2 个进出线间隔。

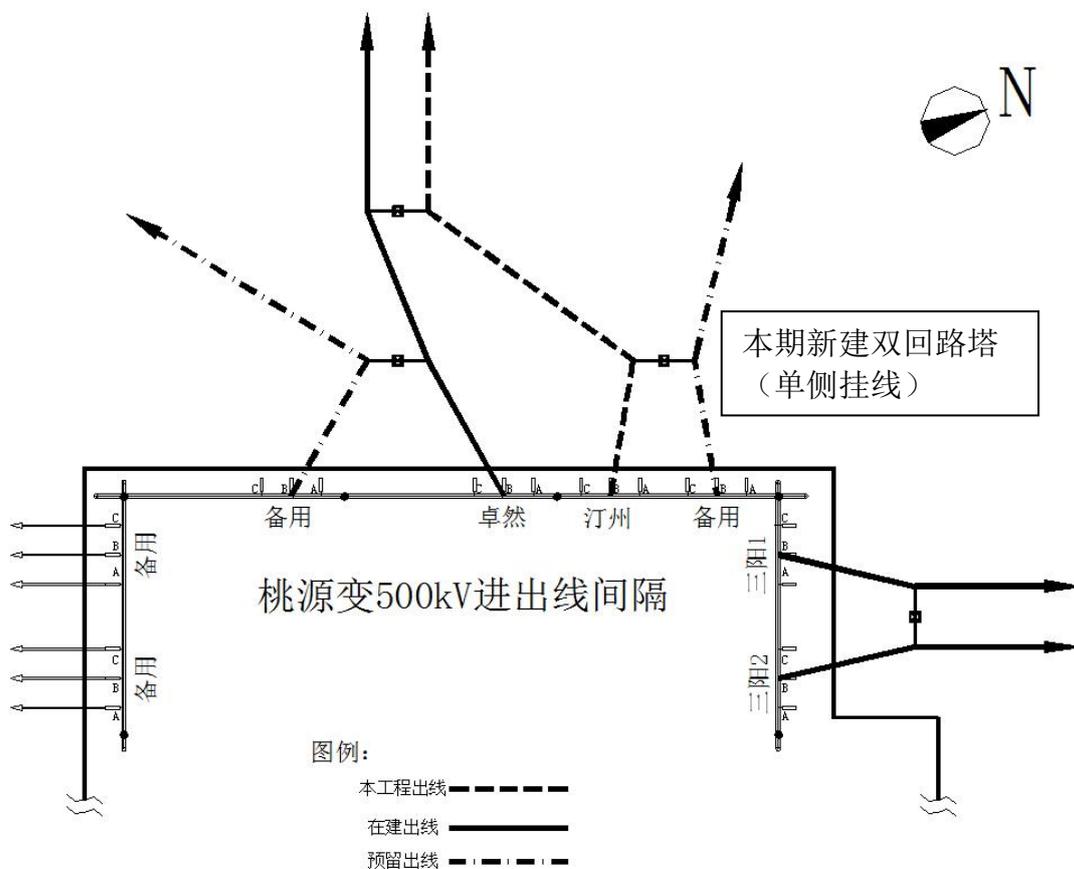


图 3.1-4 桃源变 500kV 进出线布置示意图

（2）生活污水

根据前期环评，运行期桃源变电站日常值守人员按 5 人考虑，巡检维护人数按 30 人考虑，巡检维护频次为 2 次/月，日用水量最大为 2.3m³/d，生活污水产生量按日用最大用水量的 90% 计算，产生量为 2.07m³/d，主要污染物为 pH、COD、SS、NH₃-N、石油类。生活污水产生量很少，生活污水经地理式污水处理设施处理达标后站内回收利用，不外排。

（3）事故排油系统

桃源 500kV 变电站设有主变事故集油池（容积约 90m³），满足《火力发电厂与变电站设计防火标准》（GB50229-2019）相关要求。

当主变压器发生事故漏油时，事故油排至主变压器下方的集油坑，再由排油管道排至事故集油池（具有油水分离功能），经过隔油处理后的主变压器油交由有资质的单位回收处理，不外排。

（4）固体废物处置

变电站运行期固体废物主要为值守人员产生的生活垃圾、主变等检修产生的废变压器油、废铅酸蓄电池。废变压器油和废铅酸蓄电池属于危险废物。

生活垃圾分类收集后暂存于站内垃圾箱，定期外运至环卫部门指定处置地点，废变压器油、废铅酸蓄电池作为危废按照危废处理办法交由有资质单位统一处置。

（5）前期工程环保情况

桃源变一期工程属于福建桃源（永安）500 千伏输变电工程，于 2021 年 9 月 16 日取得福建省生态环境厅的环评批复（闽环辐评〔2021〕37 号），目前变电站正在施工，尚未建成投运。根据前期工程环境影响报告书及其批复文件，桃源变建成后的主要环保措施、设施情况见表 3.1-3。

表 3.1-3 桃源变前期工程主要环境保护措施及设施情况

类别	环境保护措施、设施
生活污水处理	变电站设有地理式生活污水处理装置，生活污水经地理式生活污水处理装置处理达标后用于站内绿化，不外排
生活垃圾收集	生活垃圾分类收集后暂存于站内垃圾箱，定期外运至环卫部门指定处置地点
噪声控制	采用低噪声设备，确保变电站厂界环境满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 2 类标准要求

生态保护措施	站内进行植草绿化及道路固化，站外修建护坡、排水沟等生态保护设施
事故排油系统	设有主变事故集油池（容积约 90m ³ ），符合《火力发电厂与变电站设计防火标准》（GB50229-2019）相关规定。变电站运行过程中产生的事故油交由有危废处理资质的单位进行处置，不得随意外排
突发环境事件应急处置措施	设置突发环境事件应急组织机构，识别环境风险源和突发环境事件类别，制定应急预案，配备相应的环保设施及突发事件应急措施

在落实了上述环保措施、设施后，桃源500kV变电站运行产生的电磁、声环境均能达到相关标准限值要求，产生的废水、固体废物等均能得到妥善处理，对周围环境的影响较小。

3.1.3.3 本期工程概况

（1）与前期工程依托关系

桃源变本期扩建与前期工程的依托关系见表3.1-4。

表 3.1-4 桃源变本期扩建与前期工程依托关系一览表

项目		内容
站内永久设施	进站道路	利用前期进站道路，本期无需扩建
	供水管线	本期无新增用水点，沿用前期给水管网
	生活污水	不新增运行维护人员，不增加生活污水量，依托前期地理式生活污水处理装置
	事故油池	不新增含油电气设备，前期工程事故油池容积满足《火力发电厂与变电站设计防火标准》（GB50229-2019）相关要求
	雨水排水	站内外雨水排水系统已包含在前期工程中。
施工临时设施	施工用水、用电	利用站内水源及电源。

（2）本期建设规模及主要设备

桃源变本期仅扩建 500kV 出线间隔 1 回（至汀州变），本期建设新增 1 组低压电抗器（电抗器组 5），接入 35kV VIII 段母线。本期扩建工程在站址围墙内预留场地进行，不新征用地。

（3）生活污水

本期工程不新增运行人员，无新增污水量，生活污水处理设施仍利用原有设施。

（4）事故油池

新增油浸式电抗器事故油接入原电容器事故排油系统，电抗器油量约 12 吨，

原来电容器事故油池有效容积约 5m^3 ，需对原电容器事故油池进行扩建，扩建方式采用在电容器事故油池后串联一座有效容积不低于 10m^3 的新建事故油池。新建事故油池新建期间临时封堵原事故油池出水管，排水采用水泵抽排，待新事故油池修建完成后进行串联。

3.1.4 卓然 500kV 变电站间隔扩建工程

3.1.4.1 地理位置

卓然 500kV 变电站位于福建省龙岩市新罗区***，该变电站于 2009 年建成投运。

卓然 500kV 变电站周围环境情况见图 3.1-5，本期工程依托前期工程进行扩建，在围墙内预留场地进行，不影响地方城镇规划和土地利用。

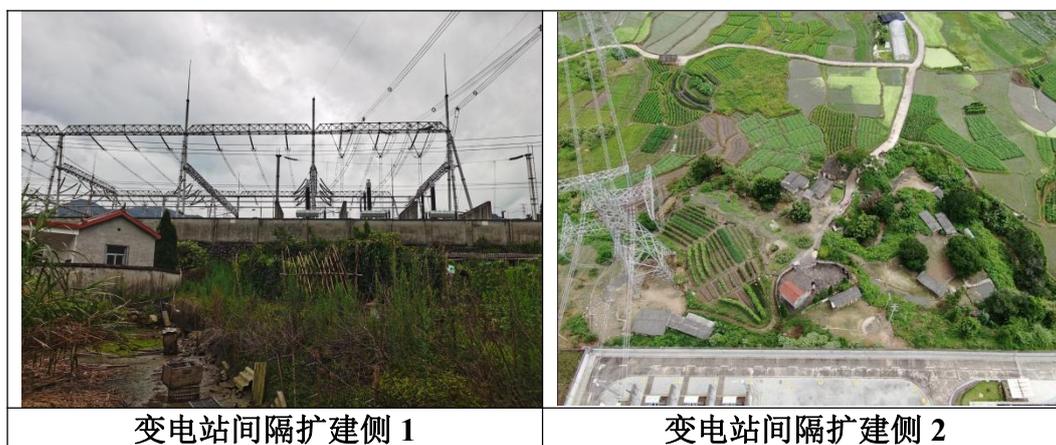


图 3.1-5 卓然 500kV 变电站间隔扩建侧环境概况

3.1.4.2 前期工程概况

卓然 500kV 变电站前期已建设 $3 \times 750\text{MVA}$ 主变压器（#1、#2、#3），500kV 出线 3 回，220kV 出线 10 回， $1 \times 120\text{Mvar}$ 高压电抗器， $3 \times 60\text{Mvar}$ 低压电容器， $4 \times 60\text{Mvar}$ 低压电抗器。站内建有 1 套地理式污水处理装置，建有主变事故油池（ 90m^3 ）和高抗事故油池（ 60m^3 ）各 1 座。

（1）总平面布置

卓然 500kV 变电站站区从东向西呈三列式布置，500kV 屋外配电装置布置在变电站西侧，向南、北两个方向出线；220kV 屋外配电装置布置在变电站东侧，向南、北两个方向出线；500kV 配电装置和 220kV 配电装置之间由西向东顺序分别布置主变及低压电容器、电抗器。高压电抗器及主控综合楼布置在 500kV 配电装置北侧，深井泵房、事故油池、生活污水处理装置等附属设施布

置在主控综合楼东侧，进站道路从变电站东北角接入。卓然 500kV 变电站总平面布置图见附图 4。

卓然变是已建的 500kV 变电站，位于龙岩市新罗区小池镇卓然村西南侧，终期有 6 个 500kV 出线间隔，已完成了三阳（桃源）、五峰一、五峰二间隔建设，本期汀州间隔为北侧西起第 1 间隔，与已建的三阳（桃源）间隔对调，三阳（桃源）间隔调至北侧西起第 2 间隔，远景长泰特（备用）间隔为南侧东起第 1 间隔、第 2 间隔。

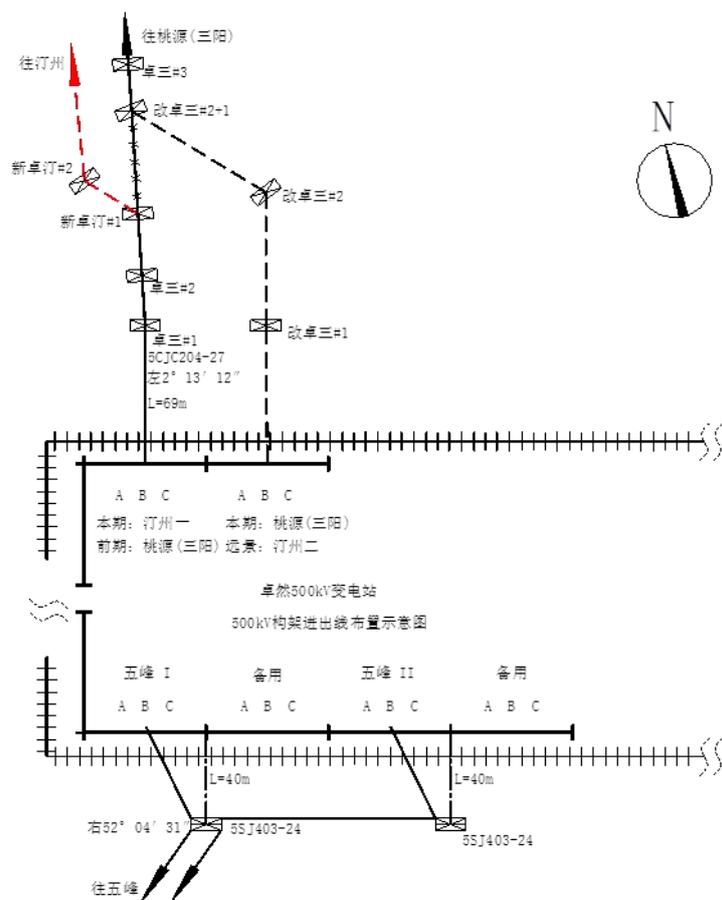


图 3.1-6 卓然变 500kV 进出线布置示意图

(2) 生活污水

卓然 500kV 变电站站内看守和值班人员约 5~6 人，生活污水经地理式污水处理设施处理达标后站内回收利用，不外排。

(3) 事故排油系统

卓然 500kV 变电站站内已建有 2 座事故油池，其中主变事故油池容积为 90m³、高抗事故油池容积为 60m³，均满足《火力发电厂与变电站设计防火标准》（GB50229-2019）相关要求。

当主变、高抗发生事故漏油时，事故油排至下方集油坑，再由排油管道排至事故油池（具有油水分离功能），经过隔油处理后的交由有资质的单位回收处理，不外排。

（4）固体废物处置

变电站运行期固体废物主要为值守人员产生的生活垃圾、主变等检修产生的废变压器油、废铅酸蓄电池。废变压器油和废铅酸蓄电池属于危险废物。

生活垃圾分类收集后暂存于站内垃圾箱，定期外运至环卫部门指定处置地点，废变压器油、废铅酸蓄电池作为危废按照危废处理办法交由有资质单位统一处置。

（5）前期工程环保情况

卓然变前期工程均按相关法律法规的要求履行了相应的环保手续，详见表 3.1-5。

表 3.1-5 卓然变前期工程环保手续履行情况

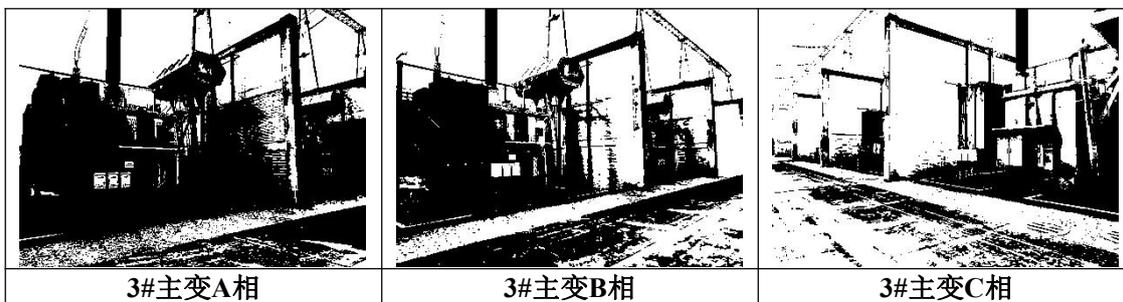
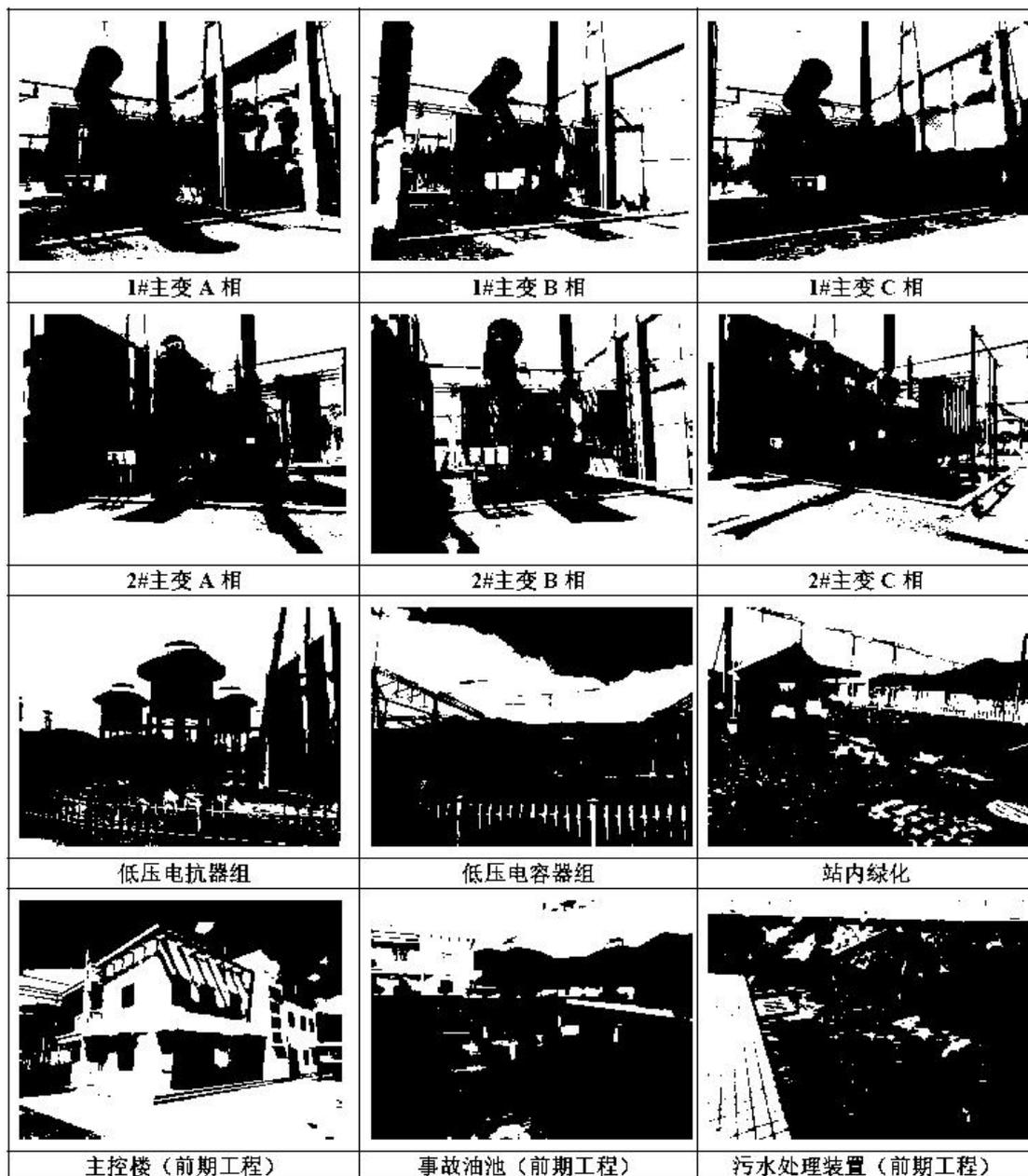
工程期数	一期	最新一期
环保手续	福建龙岩 500kV 输变电工程	福建龙岩卓然变电站二期扩建及配套 500kV 输变电工程
环境影响评价	2008 年 11 月 26 日取得环境保护部的环评批复（以环审〔2008〕464 号）	2015 年 4 月 29 日取得福建省环境保护厅的环评批复（闽环保辐射〔2015〕9 号）
竣工环保验收	2011 年 5 月 26 日取得环境保护部的验收意见（以环验〔2011〕121 号）	2019 年 3 月通过国网福建省电力有限公司组织竣工环保验收

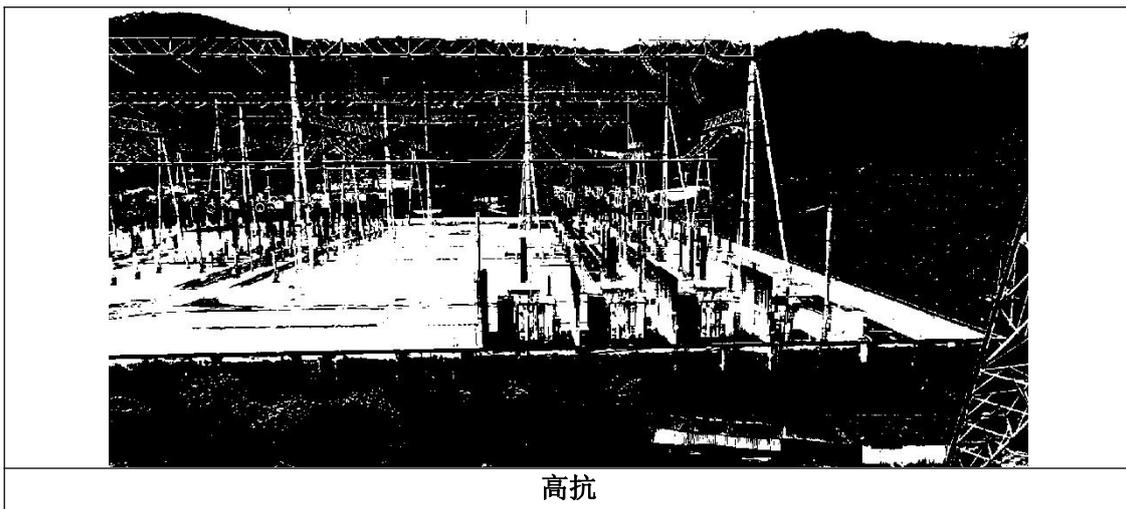
卓然变电站完成了一期、二期项目的环评和竣工环保验收手续，目前该工程环境保护手续齐全，落实了环境影响评价报告书和批复文件提出的污染防治及生态保护措施，工程竣工环境保护验收合格。根据《福建龙岩卓然变电站二期扩建及配套 500 千伏输变电工程竣工环境保护验收调查报告》及验收意见，该工程基本落实了环境影响报告书及其批复文件的要求，各项环境保护设施正常运行、环境保护措施有效，电磁环境和声环境监测值均达到相关标准限值要求，验收调查报告符合相关编制规范要求，同意通过竣工环境保护验收。

表 3.1-6 卓然变现有各项环境保护措施及设施情况

类别	环境保护措施、设施落实情况	防治效果及存在的问题
生活污水处理	变电站设有地理式生活污水处理装置，生活污水经地理式生活污水处理装置处理达标后用于站内绿化，不外排。	对站址周围的地表水环境无影响

生活垃圾收集	生活垃圾分类收集后暂存于站内垃圾箱，定期外运至环卫部门指定处置地点	站内生活垃圾得到了妥善处置
噪声控制	龙岩市新罗区城乡规划建设局在变电站西北侧出线端50m范围内高抗出线段设置为噪声达标控制区。在噪声影响控制区内不再建设居民住宅、学校、医院、疗养院等对噪声敏感的建筑物	根据前期验收监测结果，卓然变噪声控制区边界处以及其他侧厂界噪声排放均达标，站外声环境保护目标处声环境也达标。
生态保护措施	站内进行了植草绿化及道路固化，站外修建了护坡、排水沟等生态保护设施，生态保护效果良好。	各项生态环境保护措施有效，未对站外生态环境产生影响。
事故排油系统	建有2座事故油池，其中主变事故油池容积为90m ³ 、高抗事故油池容积为60m ³ 。变电站运行过程中产生的事故油交由有危废处理资质的单位进行处置，不得随意外排	事故油池有效容积能满足《火力发电厂与变电站设计防火标准》GB50229-2019）中最大单台主变油量100%回收的要求。
突发环境事件应急处置措施	变电站设置了突发环境事件应急组织机构，识别了环境风险源和突发环境事件类别，制定了应急预案，配备了相应的环保设施及突发事件应急措施。	符合国家、省对突发环境事件应急预案相关管理办法的要求，预案中组织指挥体系健全、合理，有利于应急指挥工作的顺利开展，应急保障措施可行，该预案具有较强的针对性、实用性和可操作性。





高抗

图 3.1-7 卓然变站内现有设备及环保设施照片

3.1.4.3 本期工程概况

(1) 与前期工程依托关系

卓然变本期扩建与前期工程的依托关系见表 3.1-7。

表 3.1-7 卓然变本期扩建与前期工程依托关系一览表

项目		内容
站内永久设施	进站道路	利用现有进站道路，本期无需扩建
	供水管线	本期无新增用水点，沿用现有给水管网
	生活污水	不新增运行维护人员，不增加生活污水量，依托已建地埋式生活污水处理装置
	事故油池	本期不新增含油电气设备，前期工程已建事故油池容积满足《火力发电厂与变电站设计防火标准》（GB50229-2019）相关要求
	雨水排水	站内外雨水排水系统已包含在前期工程中。
施工临时设施	施工用水、用电	利用站内现有水源及电源。

(2) 本期建设规模及主要设备

卓然变本期扩建 500kV 出线间隔 1 个，将现有桃源出线调整至扩建间隔，出线侧高压并联电抗器随同搬迁，本期新建汀州 I 出线接入原桃源出线间隔。本期扩建工程在站址围墙内预留场地进行，不新征用地。

(3) 生活污水

本期工程不新增运行人员，无新增污水量，生活污水处理设施仍利用原有设施。

(4) 事故油池

本期无新增含油电气设备。

3.1.5 卓然~汀州 500kV 线路工程

3.1.5.1 线路路径概况

(1) 本期拟建的卓然~汀州 500kV 线路起于卓然 500kV 变电站，止于汀州 500kV 变电站。线路全长约 63.2km（其中新建段长约 62.8km，卓三线还建段约 0.4km），曲折系数 1.07。其中汀州 500kV 变电站进线段约 1.7km 采用双回路（面向汀州变，本工程架设在双回路左侧，右侧预留给卓然~桃源 500kV 线路开断进汀州变形成的卓然~汀州 500kV 回线路）架设外，其余段均采用单回路架设。

线路沿线地形：丘陵 1.6%、山地 47.0%、高山 51.1%，沿线海拔在 300m~1000m 之间。线路途经龙岩市新罗区、上杭县、连城县、长汀县等 4 个县级行政区域。

(2) 卓三线还建段线路起自卓然 500kV 变电站扩建间隔，止于原卓三线 #2~#3 档中，线路长度约 0.4km，采用单回路架设。

500kV 卓三线于 2008 年 11 月 26 日取得原环境保护部的环评批复（《关于福建省 500 千伏龙岩输变电工程及泉州北(大园)输变电工程惠女水库段路径变更环境影响报告书的批复》，环审〔2008〕464 号），在其中线路名称为龙岩~三明 500kV 线路），并于 2015 年 7 月 1 日取得原环境保护部的竣工环境保护验收意见（环验〔2015〕156 号），验收结果显示线路周边环境敏感点的工频电场强度、工频磁感应强度、昼夜间噪声均满足相应标准要求。

3.1.5.2 线路路径选择和优化原则

(1) 根据电力系统规划要求，综合考虑线路起止点位置、线路长度、地形地貌、地质、水文气象、冰区、交通、林木、矿产、地震地磁台站、油气管线和其他障碍设施，以及交叉跨越、施工、运行及地方政府意见等因素，进行多方案比较，使路径走向安全可靠，经济合理。

(2) 充分征求沿线地方政府及有关部门的意见，避开机场、军事设施、城镇规划、大型工矿企业及重要通信设施，减少线路工程建设对地方经济发展的影响。

(3) 在经济合理的前提下尽量避开高山大岭、恶劣地质区和重冰区、已有的各种矿产采空区、开采区、规划开采区及险恶地形、水网、不良地质地段，尽量避让微地形微气象区、林木密集覆盖区等。

(4) 路径选择宜靠近现有国道、省道、县道及乡镇公路，充分使用现有的交通条件，方便施工和运行。

(5) 在路径选择中，应尽量避免人口密集区，尽量减少房屋拆迁，减少对生态环境、群众生产、生活的影响，充分体现以人为本、保护环境意识。

(6) 减少交叉跨越已建送电线路，特别是高电压等级的送电线路，以降低施工过程中的停电损失，提高运行的安全可靠。路径选择应充分考虑到 500kV、220kV 电力线的规划，保证工程线路的经济合理，同时兼顾同期或远期其它线路路径的走向。

(7) 综合协调线路与公路、铁路、油气管线及其它设施之间的关系，统筹考虑路径方案，在保证双方运行安全可靠的前提下，力求综合投资最省。

(8) 充分考虑地形、地貌，尽量避免大档距、大高差、相邻档距相差悬殊地段，为使新建线路安全可靠，力求避开严重覆冰地段和微地形地段。

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

(10) 轻、中、重冰区的耐张段长度分别不宜大于 10km、5km、3km，且单导线线路不宜大于 5km；当耐张段长度较长时应采取防串倒措施；在高差或档距相差悬殊的山区或重冰区等运行条件较差的地段，耐张段长度应适当缩短；输电线路与主干铁路、高速公路交叉，应采用独立耐张段。

3.1.5.3 路径方案比选

根据卓然 500kV 变电站和汀州 500kV 变电站所在的地理位置，卓然~汀州 500kV 单回线路航空线途经龙岩市新罗区、上杭县、连城县和长汀县等 4 个县级行政区域，航空线距离约 58.8km。航空线上主要的外部障碍有新罗区大池镇北部密集铁矿（开采）、上杭县蛟洋镇中心城区、220kV 塘厦变众多 220kV 出线线路、连城县庙前镇中心城区和新泉镇中心城区。

设计单位在可行性研究阶段根据现场收资、踏勘情况按南方案、北方案开展规划选线工作，南方案线路长约 66.3km、路径曲折系数 1.12，北方案约 63.2km、路径曲折系数 1.07。方案比选路径示意图见附图 5，两路径方案经济技术和环境条件比较详见表 3.1-8。

表 3.1-8 卓然~汀州 500kV 线路路径方案比选一览表

项目	北方案（推荐）	南方案	备注
路径长度	63.2km	66.3km	北方案较短，北方案优
地形地貌	线路地貌以低山、丘陵、高山为主，尚有山间平地与河网地貌。海拔高程在 300~1000m 之间，地形高差起伏较大，多数塔位坡度在 15°~25°之间、少数塔位坡度在 25°~40°之间	线路地貌以低山、丘陵、高山为主，尚有山间平地与河网地貌。海拔高程在 300~950m 之间，地形高差起伏较大，多数塔位坡度在 15°~30°之间、少数塔位坡度在 30°~40°之间	北方案地形略好，北方案优
基础地质情况	基础地质良好	线路在南阳镇溪背村一带地质发育存在小、微型边坡垮塌、基岩崩塌情况	北方案优
铁塔数量	142 基，其中单回路直线塔 98 基，单回路转角塔 39 基，双回路直线塔 2 基，双回路转角塔 3 基	151 基，其中单回路直线塔 107 基，单回路转角塔 39 基，双回路直线塔 2 基，双回路转角塔 3 基	北方案铁塔少，北方案优
民房拆迁面积	线路共拆迁框架砖混民房 5200m ²	线路共拆迁框架砖混民房 6490m ²	北方案优，南方案多 1290m ²
主要交叉跨越及交通条件	跨越 220kV 电力线 10 次、110kV 电力线 4 次、高速公路 4 次（隧道 1 次）、铁路 2 次（隧道 1 次）、国道 2 次、省道 6 次、西气东输三线管道 1 次。	跨越 220kV 电力线 6 次、110kV 电力线 12 次、高速公路 4 次（隧道 1 次）、铁路 3 次（隧道 3 次）、国道 2 次、省道 6 次、西气东输三线管道 3 次。	两方案交通条件均一般，交叉跨越基本相当
油气管道	跨越西气东输三线管道（地埋）1 次，跨越角及塔位至管道的距离均满足要求。	跨越西气东输三线管道（地埋）3 次，其中仅有 2 次跨越角及塔位至管道的距离满足要求，线路平行输油管道约 30km。	北方案优
矿产资源	按中心线 300m 压覆查询，线路压覆 3 个矿	按中心线 300m 压覆查询，线路压覆 3 个矿	基本相当
生态保护红线	涉及生态保护红线长度 22.1km	涉及生态保护红线长度约 17.52km	南方案更优
旅游风景区	古田会议会址景区，按要求避让	溪源生态公园，按要求避让	基本相当
水源地和保护区	均避让	均避让	基本相当

根据上述综合比较，本次环评从生态规划符合性、环境合理性、建设项目可行性分析三方面进行比选分析。

①生态规划相符性角度比选

经核实，南、北两方案均不涉及国家公园、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、海洋特别保护区、饮用水水源保护区等《建设项目环境

影响评价分类管理名录》（2021年版）第三条（一）中的环境敏感区。因此，南、北方案均符合当地相关生态环境保护规划。

②从环境保护角度

北方案比南方案线路短约 3.1km，新立杆塔数量少 9 基，工程占地和生态影响相对较小，且北方案整体位于山区，距离房屋密集区相对较远，房屋拆迁量较少，对城镇规划影响较小。本项目 500kV 线路按北方案实施对周围环境的影响更小。因此，从环境保护的角度，推荐采用北方案。

③从项目可行性角度分析

北方案压覆 3 个矿产资源，跨越西气东输管道 1 次，跨越角及塔位至管道的距离均满足要求。南方案压覆 3 个矿产资源，跨越西气东输管道 3 次，其中仅有 2 次跨越角及塔位至管道的距离满足要求，线路平行输油管道约 30km，南方案建设不能满足相关设计要求。且由于南方案线路路径较长，塔基数量较多，项目投资远高于北方案。因此，从项目可行性角度分析，推荐采用北方案。

因此，本次环评同意设计推荐方案—北方案。

3.1.5.4 推荐路径方案

（1）本期拟建的卓然~汀州 500kV 线路从卓然变北侧 500kV 构架出线后利用 500kV 卓三线#1、#2 至新建卓汀线#1，然后左转平行 500kV 卓三线走向，跨越 220kV 卓旧线（I 路、II 路）、220kV 卓塘一回 A 支线、220kV 卓塘一回 B 支线、110kV 电力线、220kV 卓塘二回线，后左转基本平行 220kV 卓塘线（二回、在建）走向，依次跨越厦蓉高速（明跨）、长龙高速（隧道）后途径桥头坪、鸡群山、金谷岩、七星赶月、跨赣龙高铁（隧道）、经大尖峰、寨下、在寨下起基本平行 220kV 塘莲线，经森坑、芋子英、上杭化肥厂、龙峰岩、冷水坑，线路在冷水坑南侧山顶上左转并依次跨越 220kV 塘莲线、220kV 塘冠线后，往西北方向走线，经仙坪、大垄坪，跨赣龙铁路（明跨）、跨长深高速（明跨）、洋梅滩村、朋坑、林国村、上坪坑、大坑角、杨家山、竹子排、坪坑、跨策武（露湖）—塘厦 220kV 线路、跨厦蓉高速（明跨）、跨西气东输三线管道后，采用双回路同塔（面向汀州变，本工程架设在双回路左侧，右侧预留给卓然~桃源 500kV 线路开断进汀州变形成的卓然~汀州 500kV VII 回线路）架设从枫树岗东边经过进入汀州 500kV 变电站。卓然~汀州 500kV 线路路径图见附

图 6。

线路途经龙岩市新罗区小池镇、上杭县古田镇、蛟洋镇、南阳镇、连城县庙前镇、新泉镇、长汀县涂坊镇等 4 个县级区域 7 个乡镇。沿线行政区一览表见表 3.1-9。

表 3.1-9 卓然~汀州 500kV 线路工程沿线行政区一览表

行政区		长度 (km)	比例
龙岩市	新罗区	8.0	12.7%
	上杭县	24.3	38.4%
	连城县	22.2	35.1%
	长汀县	8.7	13.8%
总计		63.2	100%

(2) 卓三线还建线路在原卓三线#2~#3 档间新建 2 基铁塔，分别为新卓汀#1 和改卓三#2+1 塔。卓然~汀州线路路由为卓然变汀州一间隔~（原）卓三#1 终端塔~（原）卓三#2~新卓三#1~汀州变卓然一间隔；卓然~三阳（桃源）线路路由为卓然桃源（三阳）间隔~改卓三#1~改卓三#2~改卓三#2+1~（原）卓三#3~桃源（三阳）变卓然间隔。

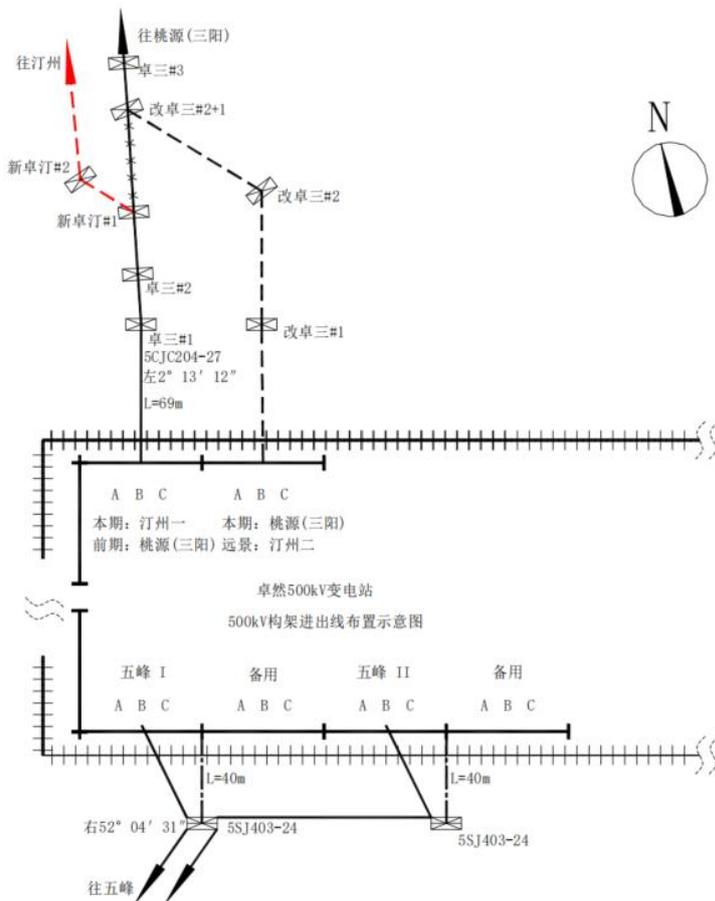


图 3.1-8 卓然变 500kV 构架进出线布置示意图



图 3.1-9 卓然变 500kV 构架进出线现场布置示意图

3.1.5.5 线路并行及重要交叉跨越

(1) 线路并行情况

卓然~汀州 500kV 线路工程除卓然变电站出线处（卓然变~新卓汀州#1 与卓然变~改卓三#1 并行约 200m，最小中心间距 40m）外，不涉及与其他已建 330kV 及以上电压等级输电线路近距离（中心间距 100m）并行的情况。

(2) 沿线重要交叉跨越

根据项目可研资料且结合现场调查，卓然～汀州 500kV 线路工程主要交叉跨越情况见表 3.1-10。交叉跨越时，严格按照有关规范要求留有足够净空距离，以满足被跨越设施正常运行及安全防护距离要求。根据设计方案，与 330kV 及以上电压等级输电线路不存在交叉跨越情况。

表 3.1-10 卓然～汀州 500kV 线路工程主要交叉跨越一览表

种类	次数	备注
220kV 电力线	10	卓然～旧县 I、II 回、卓然～塘厦 I 回 A、B 支线、卓然～塘厦 II 回、卓然～莲冠线、塘厦～冠豸山牵引站线路、策武～塘厦线
110kV 电力线	4	郭车～璜溪、塘厦～古田 I、II 回、塘厦～庙前线、塘厦～新泉线、南阳～新泉线
铁路	2	赣龙高铁 1 次（隧道）、赣龙铁路 1 次
高速公路	4	G76 厦蓉高速公路 3 次（明跨 2 次，隧道跨越 1 次）、G25 长深高速公路 1 次、
国道	2	G319 国道、G358 国道
省县道	6	X634 县道、X631 县道、G205 国道、X605 国道
河流	1	旧县河
西气东输三线管道	1	

3.1.5.6 导线、地线选型

(1) 导线型式

卓然～汀州 500kV 线路新建段及卓三线还建段导线均采用 4×JL3/G1A-500/45 钢芯铝绞线，导线直径 30.0mm，分裂间距 450mm；利用卓三线段导线换掉原来的 6×LGJ-240/40 钢芯铝绞线，采用 4×JL3/G1A-500/45 钢芯高导电率铝绞线。

(2) 地线型式

卓然～汀州 500kV 线路新建段两根地线均选用 72 芯 OPGW-150 型复合光缆，利用卓三线段地线需要将原 OPGW-24B1+12B4-140+JLB40-150 更换为 72 芯 OPGW-17-150-5 复合光缆。

卓三线还建段 500kV 线路两根地线均选用 72 芯 OPGW-17-150-5 复合光缆。

3.1.5.7 铁塔与基础

(1) 铁塔

卓然～汀州 500kV 线路工程共新建铁塔 142 基，其中单回路直线塔 98 基，转角塔 39 基；双回路新建直线塔 2 基，转角塔 3 基。本项目铁塔选择详见表 3.1-11。本项目塔型图见附图 9。

表 3.1-11 卓然~汀州 500kV 线路工程使用塔型一览表

杆塔模 块	杆塔名 称	回路数	呼称高 (m)	水平档 距 (m)	垂直档 距 (m)	转角度 数(°)	基 数	备注
LC21D	ZBC1	单回路	33~48 (51~60)	440	600	0	20	51~60呼 高缩档使 用
LC21D	ZBC2	单回路	33~51 (54~66)	530	750	0	7	54~66呼 高缩档使 用
LC21D	ZBC3	单回路	33~54 (57~66)	750	1000	0	17	54~66呼 高缩档使 用
LC21D	ZBC4	单回路	33~54 (57~69)	950	1250	0	5	57~69呼 高缩档使 用
LC21D	ZBCK	单回路	72~84	530	750	0	6	/
LC21D	JC1	单回路	21~36	450	800	0~20	12	/
LC21D	JC2	单回路	21~36	450	800	20~40	3	/
LC21D	JC3	单回路	21~36	450	800	40~60	3	/
LC21S	ZC2	双回路	42~51	540	750	0	2	/
LC21S	JC3	双回路	27~33	450	950	40~60	1	/
LC21S	DJC	双回路	27~33	450	950	终端塔	2	/
LC31D	ZBC1	单回路	33~48 (51~60)	440	600	0	12	51~60呼 高缩档使 用
LC31D	ZBC2	单回路	33~51 (54~66)	530	750	0	15	54~66呼 高缩档使 用
LC31D	ZBC3	单回路	33~54 (57~66)	750	1000	0	8	54~66呼 高缩档使 用
LC31D	ZBC4	单回路	33~54 (57~69)	950	1250	0	5	57~69呼 高缩档使 用
LC31D	ZBCK	单回路	72~84	530	750	0	2	/
LC31D	JC1	单回路	21~36	450	800	0~20	9	/
LC31D	JC2	单回路	21~36	450	800	20~40	6	/
LC31D	JC3	单回路	21~36	450	800	40~60	4	/
LC31D	JC4	单回路	21~36	450	800	60~90	2	/
LC31D	DJC	单回路	21~36	450	800	终端塔	1	/

(2) 基础

根据线路沿线地形地貌、工程地质、水文地质、基础荷载及交通运输等实际情况，卓然~汀州 500kV 线路工程使用基础型式为：

低山、丘陵段地层主要为硬塑状粉质粘土，下伏强风化~中风化岩石，物理

力学性质良好，建议采用挖孔桩基础等原状土基础。对于部分交通便利塔位，推荐采用旋挖钻机进行成孔。部分岩石覆盖层较薄，且塔位坡度较缓塔位采用微型桩基础，此基础形式所需要的材料小，开挖量少，因此土石方量也少，一方面可以降低工程造价，另一方面，对环境也影响较小。

山间平地段，地下水埋藏较浅，建议采用钻孔灌注桩，以碎块状强风化~中风化岩石为持力层，为端承摩擦型。

3.1.6 桃源~汀州 500kV 线路工程

3.1.6.1 线路路径概况

本期拟建的桃源~汀州 500kV 线路起于桃源 500kV 变电站，止于汀州 500kV 变电站。桃源~汀州 500kV 线路总长度约 135.3km，其中新建段线路长度约 132.5km。①桃源 500kV 变电站出线段约 3.3km 为双回路，其中约 0.5km 为本工程新建双回路（本工程单回架线），利用在建卓然~三阳 500kV 线路开断进桃源变线路工程卓然侧线路约 2.8km（背对桃源变面向线路，本工程线路架设在双回路塔的右侧，导地线均已架设，本工程无相关工程量）；②汀州 500kV 变电站进线段约 1.7km 采用双回路建设（面向汀州变，本工程导线架设在双回路塔右侧，预留卓然~桃源 500kV 线路开断进汀州变线路工程桃源侧线路的导线）；③其余段约 130.3km 采用单回路架设。

线路沿线地形：丘陵 3.7%、山地 50.1%、高山 46.2%，沿线海拔在 200m~1000m 之间。线路呈西南方向，途经三明市永安市、清流县和龙岩市连城县、长汀县等 4 个县级行政区域。

其中卓然~三阳 500kV 线路开断进桃源变线路工程于 2021 年 9 月 16 日取得福建省环境保护厅《关于批复福建桃源（永安）500 千伏输变电工程环境影响报告书的函》（闽环辐评〔2021〕37 号），目前处于在建中尚未投运验收。

3.1.6.2 路径方案比选

根据桃源 500kV 变电站和汀州 500kV 变电站所在的地理位置，线路航空先距离约 110.6km，呈西南往东北走向。航空线上主要外部障碍设施有永安市大湖镇规划区、曹远镇规划区、福建鳞隐石林风景区、96714 部队总部营管区、樟林村炸药库、永安市煤基带、500kV 卓三线、永安市罗坊稀土矿（普查）、连城县姑田尧家畲铜多金属矿普查、冠豸山风景区、连城冠豸山机场（军民两用）、连城县城区、连城县宣和稀土矿 X（采矿权）、连城县宣和乡中心镇区、

连城长汀县界南北约 39km 的自然保护小区、涂坊村头坑二级保护区，其中对线路方案选择影响最大的是连城冠豸山机场（军民两用），航空线正好从机场跑道正上方经过，其次就是由永安市大湖镇规划区+曹远镇规划区+福建鳞隐石林风景区+96714 部队总部营管区+樟林村炸药库+永安市煤基营+桃源变 500kV 进出线规划等组成控制区域。

设计单位在可行性研究阶段根据现场收资、踏勘情况按东方案、西方案开展规划选线工作，东方案线路长约 135.9km、路径曲折系数 1.228，西方案约 132.5km，曲折系数 1.234。方案比选示意图见附图 7，两路径方案经济技术和环境条件比较详见表 3.1-12。

表 3.1-12 桃源~汀州 500kV 线路路径方案比选一览表

项目	西方案（推荐）	东方案	备注
路径长度	132.5km	135.9km	东方案略长
地形地貌	线路地貌以低山、丘陵、高山为主，尚有山间平地与河网地貌。海拔高程在 300~1000m 之间，地形高差起伏较大，多数塔位坡度在 15°~25°之间、少数塔位坡度在 25°~40°之间	线路地貌以低山、丘陵、高山为主，尚有山间平地与河网地貌。海拔高程在 300~1400m 之间，地形高差起伏较大，多数塔位坡度在 15°~30°之间、少数塔位坡度在 30°~40°之间，约有 17km 海拔 1000~1400m 之间	西方案地形略好
基础地质情况	基础地质良好	基础地质良好	基本相当
铁塔数量	铁塔共计 287 基，其中直线塔 230 基，耐张转角塔 57 基。	305 基，其中直线塔 242 基，耐张转角塔 63 基	西方案铁塔少
民房拆迁面积	线路共拆迁框架砖混民房 2620m ²	线路共拆迁框架砖混民房 2860m ²	基本相当
主要交叉跨越及交通条件	跨越 220kV 电力线 4 次、110kV 电力线 4 次、35kV 电力线 13 次、高速公路 2 次（隧道 1 次）、铁路 3 次（隧道 3 次）、国道 2 次、省县道 6 次、九龙溪 1 次。	跨越 220kV 电力线 4 次、110kV 电力线 7 次、35kV 电力线 15 次、高速公路 4 次（隧道 2 次）、铁路 2 次（隧道 2 次）、国道 2 次、省县道 5 次、九龙溪 1 次。	基本相当
油气管道	跨越西气东输三线管道（地理）1 次，跨越角及塔位至管道的距离均满足要求	跨越西气东输三线管道（地理）1 次，跨越角及塔位至管道的距离均满足要求	基本相当
矿产资源	按中心线 300m 压覆查询，线路压覆 2 个矿（均过期）	按中心线 300m 压覆查询，线路压覆 5 个矿	西方案优
生态保护红线	涉及生态保护红线长度约 46.08km	涉及生态保护红线长度约 42.1km	东方案优
旅游景区	东梅庵峡谷保护区、永安龙头国家湿地公园、九龙湖风景名胜胜区清流县灵台山风景区，按要求避让	梅花山自然保护区、冠豸山污染源保护区，按要求避让	基本相当

水源地和保护区	均避让	从九龙溪水源二级保护区和莒溪镇第二自来水厂二级水源保护区经过，需要在莒溪镇第二自来水厂二级水源保护区建 4 基铁塔	西方案优
投资情况	***万元	***万元	西方案优势大
地方政府意见	支持路径方案	连城县林业局建议采用西方案；永安市人民政府和安砂镇、曹远镇、罗坊乡、小陶镇、96714 部队等均建议采用西方案；	西方案优势大

根据上述综合比较，本次环评从生态规划符合性、环境合理性、建设项目可行性分析三方面进行比选分析。

①生态规划相符性角度比选

经核实，西方案不涉及国家公园、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、海洋特别保护区、饮用水水源保护区等《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021年版）第三条（一）中的环境敏感区。东方案需要在莒溪镇第二自来水厂二级水源保护区建 4 基铁塔，项目建设对沿线水源保护区的影响较大。因此，西方案更符合当地相关生态环境保护规划。

②从环境保护角度

西方案比东方案线路少约 3.4km，新立杆塔数量少 9 基，工程占地和生态影响相对较小，因此，从环境保护的角度，推荐采用西方案。

③从项目可行性角度分析

西方案较东方案地形较为平坦，东方案约有 17km 海拔 1000~1400m 之间，海拔较高，工程建设及后期运行维护的难度较大，项目投资远高于西方案；且西方案压覆 2 个矿产资源（已过期），东方案压覆 5 个矿产资源，东方案建设可行性较低。因此，从项目可行性角度分析，推荐采用西方案。

综上所述，桃源~汀州 500kV 线路工程推荐西方案。

3.1.6.3 线路推荐路径描述

桃源~汀州 500kV 线路工程推荐路径（西方案）描述：

线路从桃源变西侧间隔出线至新建双回路终端塔后，利用拟建双回路（卓然~三阳 500kV 线路开断进桃源变线路工程卓然侧线路，由桃源变面向线路方向，本工程线路架设在双回路塔的右侧）高塔跨越 220kV 增田-龙津线路并避开了大湖镇一级水源保护区，然后继续往西采用单回路架设跨越泉南高速（石林

隧道），并平行 220kV 增田-龙津线路走向，经魏坊村、富溪源村、西坑，在吉布下南侧跨越溪底水库继续向西北走线，为了避让永安市坑口矿区萤石矿(探矿权)、永安市银坑矿区萤石矿(深部详查)、永安龙头国家湿地公园、九龙湖风景名胜區、东梅庵峡谷保护区等，线路在培竹村北侧右转跨过 220kV 增田-龙津线路后继续平行 220kV 增田-龙津线路走线，经十里桥工区、小岩岭，并在小岩岭南侧左转跨过 220kV 增田-龙津线路，经芹口跨越罗峰溪、跨 110kV 安秋线、35kV 沙余线，经里沙坪、藤吊垄、东坑村，跨越 G356 国道，后经村头、木南、跨九龙溪后左转经半村，跨越马头坑水库，后经过新村、田口村、跨浦梅铁路（隧道）、跨 110kV 龙田线、110kV 嵩田线、110kV 关秋线、35kV 田长双回线、经白石、大丰山林场、鱼龙岗、青龙洞、黄石坑，从长校镇赤溪饮用水源一级保护区和长校镇自来水厂水源保护区之间的空白区经过后右转，经九丰寨并从江坊村、新江坊、赤土岗北面经过，避开四堡乡自来水厂水源保护区后左转经竹筠山、云丰村、井口、王沙坪、庙前坑、肖岭村、灵山、避让了南坑哩附近 2 处露天采石场和童坊镇自来水厂保护区后，继续向南走向，经石沧、李坊、长春村、黄坊村、揭屋、荷树岭、板寮、跨策武-莲冠 220kV 线路、经卢地、大坑村、大邱田角、跨赣龙高铁(隧道)、避开了南山镇自来水厂水源保护区和一级公益林、跨赣龙铁路(隧道)、经老屋下、坑背、上官坊、塘背村、右转避开涂坊村头坑二级水源保护区后跨西气东输三线管道后采用双回路架设（面向汀州变，本期架设在双回路右侧），跨 G76 厦蓉高速公路（明跨）、跨策武(露湖)-塘厦 220kV 线路后经林畚头进入汀州 500kV 变电站。桃源～汀州 500kV 线路路径图见附图 8。

线路途经三明市（永安市大湖镇、曹远镇、安砂镇，清流县余朋乡、嵩口镇、田源乡、灵地镇、长校镇）、龙岩市（连城县四堡乡、北团镇，长汀县馆前镇、童坊镇、南山镇、涂坊镇）等 2 个地级市 4 个县级区域 15 个乡镇。沿线行政区一览表见表 3.1-13。

表 3.1-13 桃源～汀州 500kV 线路工程沿线行政区一览表

行政区		长度 (km)	比例
三明市	永安市	18.6	14.1%
	清流县	54.9	41.4%
龙岩市	连城县	6.1	4.6%
	长汀县	52.9	39.9%
总计		132.5	100%

3.1.6.4 线路并行及重要交叉跨越

(1) 线路并行情况

桃源～汀州 500kV 线路工程不涉及与其他已建 330kV 及以上电压等级输电线路近距离（中心间距 100m）并行的情况。

(2) 沿线重要交叉跨越

根据项目可研资料且结合现场调查，桃源～汀州 500kV 线路工程主要交叉跨越情况见表 3.1-14，交叉跨越时，严格按照有关规范要求留有足够净空距离，以满足被跨越设施正常运行及安全防护距离要求。根据设计方案，与 330kV 及以上电压等级输电线路不存在交叉跨越情况。

表 3.1-14 桃源～汀州 500kV 线路工程主要交叉跨越一览表

种类	次数	备注
220kV 电力线	4	增田～龙津 220kV 线路 2 次、策武～莲冠 220kV 线路 1 次、明光～塘厦 220kV 线路 1 次
110kV 电力线	4	安砂～秋竹 110kV 线路、龙津～田口 110kV VII 回线路、龙津～田口 110kV VI 回线路、关公凹～秋竹 110kV 线路各 1 次
铁路	3	浦梅铁路(隧道)、赣龙高铁(隧道)、赣龙铁路(隧道)
高速公路	2	G72 泉南高速(石林隧道)、G76 厦蓉高速公路(明跨)
国道	2	G319、G356
省道	6	S307 省道、X792 县道、S204 省道、X660 县道、X650 县道
河流	1	九龙溪
西气东输三线管道	1	

3.1.6.5 导线、地线选型

(1) 导线型式

桃源～汀州 500kV 线路导线均采用 4×JL3/G1A-500/45 钢芯铝绞线，导线直径 30.0mm，分裂间距 450mm；利用卓三线段导线换掉原来的 6×LGJ-240/40 钢芯铝绞线，采用 4×JL3/G1A-500/45 钢芯铝绞线。

(2) 地线型式

桃源～汀州 500kV 线路新建段两根地线均选用 72 芯 OPGW-150 型复合光缆。

3.1.6.6 铁塔与基础

(1) 铁塔

桃源～汀州 500kV 线路工程共新建铁塔 287 基，其中单回路直线塔 228 基，转角塔 53 基；双回路新建直线塔 2 基，转角塔 4 基。本项目铁塔选择详见表 3.1-15。本项目塔型图见附图 9。

表 3.1-15 桃源~汀州 500kV 线路工程使用塔型一览表

杆塔模块	杆塔名称	回路数	呼称高 (m)	水平档 距 (m)	垂直档 距 (m)	转角度 数 (°)	基数	备注
LC21D	ZBC1	单回路	33~48 (51~60)	440	600	0	34	51~60 呼 高缩档使用
LC21D	ZBC2	单回路	33~51 (54~66)	530	750	0	47	54~66 呼 高缩档使用
LC21D	ZBC3	单回路	33~54 (57~66)	750	1000	0	30	54~66 呼 高缩档使用
LC21D	ZBC4	单回路	33~54 (57~69)	950	1250	0	17	57~69 呼 高缩档使用
LC21D	ZBCK	单回路	72~84	530	750	0	6	/
LC21D	JC1	单回路	21~36	450	800	0~20	16	/
LC21D	JC2	单回路	21~36	450	800	20~40	6	/
LC21D	JC3	单回路	21~36	450	800	40~60	3	/
LC21D	JC4	单回路	21~36	450	800	60~90	1	/
LC21D	HJC	单回路	21~36	450	800	换位塔	2	/
LC21S	ZCK	双回路	60~75	540	750	0	2	/
LC21S	JC3	双回路	27~33	450	800	40~60	1	/
LC21S	DJC	双回路	27~33	450	800	终端塔	3	/
LC31D	ZBC1	单回路	33~48 (51~60)	440	600	0	19	51~60 呼 高缩档使用
LC31D	ZBC2	单回路	33~51 (54~66)	530	750	0	41	54~66 呼 高缩档使用
LC31D	ZBC3	单回路	33~54 (57~66)	750	1000	0	24	54~66 呼 高缩档使用
LC31D	ZBC4	单回路	33~54 (57~69)	950	1250	0	8	57~69 呼 高缩档使用
LC31D	ZBCK	单回路	72~84	530	750	0	2	/
LC31D	JC1	单回路	21~36	450	800	0~20	18	/
LC31D	JC2	单回路	21~36	450	800	20~40	3	/
LC31D	JC3	单回路	21~36	450	800	40~60	2	/
LC31D	JC4	单回路	21~36	450	800	60~90	1	/
LC31D	HJC	单回路	21~36	450	800	换位塔	1	/

(2) 基础

根据线路沿线地形地貌、工程地质、水文地质、基础荷载及交通运输等实

际情况，桃源～汀州 500kV 线路工程推荐基础型式为：

低山、丘陵段地层主要为硬塑状粉质粘土，下伏强风化~中风化岩石，物理力学性质良好，建议采用挖孔桩基础等原状土基础。对于部分交通便利塔位，推荐采用旋挖钻机进行成孔。部分岩石覆盖层较薄，且塔位坡度较缓塔位采用微型桩基础，此基础形式所需要的材料小，开挖量少，因此土石方量也少，一方面可以降低工程造价，另一方面，对环境也影响较小。

山间平地段，地下水埋藏较浅，建议采用钻孔灌注桩，以碎块状强风化~中风化岩石为持力层，为端承摩擦型。

3.1.6.7 导线对地和交叉跨越距离

根据《110~750kV 架空输电线路设计规范》（GB50545-2010）中的规定，500kV 输电线路导线对地距离和交叉跨越距离见表 3.1-16。

表 3.1-16 导线对地面及建筑物、树木的最小距离

序号	线路经过地区	最小允许垂直距离 (m)	最小允许水平距离 (m)
1	电磁敏感目标区域	14	-
2	耕地等非电磁敏感目标区域	11 (10.5)	-
3	交通困难行人很少的地区	8.5	-
4	铁路轨顶	14 (电气规 16.0)	交叉：30m；平行：最高塔加 3m
5	等级公路路面	14	交叉：20m；平行：最高塔高
6	非等级公路路面	14	交叉：10m；平行：最高塔高
7	通航河流至桅顶	6	最高塔高
8	不通航河流至百年一遇洪水位	6.5	
9	电力线（至导线、地线）	6	13m
10	电力线（至杆塔顶）	8.5	
11	I~III 级通信线	8.5	开阔地区：13m；拥挤地带：8m

注：在后续设计、建设阶段，随着工程方案的进一步优化，确保邻近环境敏感目标环保达标。

3.1.7 项目占地与土石方平衡

3.1.7.1 项目占地

本项目占地包括永久占地和临时占地，永久占地包括变电站站区、进站道路和输电线路塔基永久占地等；临时占地包括汀州变电站西北侧设置的临时施

工生产生活区、塔基临时占地、新修道路、拓宽道路、人抬道路、牵张场地、跨越场地等。本项目总占地面积为 71.2106hm²，其中永久占地 20.6106 hm²，临时占地 50.60hm²，占用土地类型为耕地、园地、林地、其他类型土地 4 类，其中耕地占用 2.4929hm²、园地占用 7.3716hm²、林地占用 58.4015hm²、其他类型土地 2.9446hm²。

(1) 汀州（龙西）500kV 新建变电站占地情况

拟建汀州(龙西)500kV 变电站永久占地为 8.3706hm²（为征地红线内面积，包含进站道路永久占地），其中变电站工程占用土地类型主要为林地，占地面积为 7.2815hm²，其次为耕地 0.5929hm²、园地 0.2116 hm²、其他用地 0.2846 hm²（包括建设用地和未利用用地）。

拟建汀州(龙西)500kV 变电站临时占地为站址西北侧设置的施工生产生活区，占地面积为 0.50hm²，占地类型为园地。



图 3.1-10 汀州变电站施工总平面布置图及生态保护措施平面布置图

（2）桃源 500kV 变电站间隔扩建工程占地情况

桃源 500kV 变电站位于福建省三明市永安市***，该变电站正在建设中。本期扩建工程在原有围墙内预留场地进行，不新征用地。

（3）卓然 500kV 变电站间隔扩建工程占地情况

卓然 500kV 变电站位于福建省龙岩市新罗区***，该变电站于 2009 年建成投运。本期扩建工程在原有围墙内预留场地进行，不新征用地。

（4）输电线路

①塔基

500kV 输电线路工程线路共建设塔基 429 基，永久占地面积为 12.24hm²，包括两条线路工程，其中卓然~汀州 500kV 线路工程塔基 142 基，占地面积 4.29 hm²，桃源~汀州 500kV 线路工程塔基 287 基，占地面积 7.95hm²。500kV 输电线路工程塔基主要占地类型为林地占地面积为 9.19hm²、其次是园地占地面积为 1.64hm²、耕地占地面积为 0.89 hm²、其他类型用地 0.52 hm²。

另外塔基临时占地 12.97hm²。

②牵张场

为满足施工放线需要，输电线路沿线需设置牵张场地，牵张场应满足牵引机、张力机能直接运达到位，地形应平坦，能满足布置牵张设备、布置导线及施工操作等要求。卓然~汀州输电线工程共设置牵张场 14 处，每处临时占地为 0.2hm²；桃源~汀州输电线工程共设置牵张场 20 处，每处临时占地面积 0.2 hm²。本项目牵张场临时占地面积 6.8hm²，占地类型主要为林地，面积为 5.02hm²。

③跨越施工场

输电线路跨越公路、电力线路等设施需要搭设跨越架。本项目跨越施工区跨越高压、高速公路、铁路共 43 处（除去跨越隧道），每处临时占地 0.03hm² 占地面积共约 1.29hm²。

④临时施工道路

输电线路需临时修建施工道路（包括拓宽道路）总占地面积为 11.53hm²，属于临时占地。其中卓然~汀州 500kV 线路工程共约 45 基塔位可以通过拓宽和新修进场道路进场，拓宽平整长度约为 10.19km，拓宽宽度约 1.5m，新修进场道路约 28.58km，新修道路宽度 3.5m；桃源~汀州 500kV 线路工程约 94 基塔位可以通过拓宽和新修进场道路进场，拓宽平整长度约为 22.83km，拓宽宽度约

1.5m；新修进场道路约 37.76km，新修进场道路约 28.58 公里，新修道路宽度 3.5m。临时施工道路主要占地类型主要为林地 9.85hm²，占新建临时道路面积的 85.42%，其次是园地 1.32hm²，占新建临时道路面积的 11.45%，耕地和其他类型土地所占面积较小。

⑤索道支架

基于经济性与环保性综合考虑，本工程基于以下原则推荐塔位采用索道运输：位于环境敏感区的塔位建议采用索道运输，减少环境的破坏；距离现有道路远、需要长距离的修筑进场道路的高山的塔位建议采用索道运输；因地形限制无法修筑临时道路进场的塔位，推荐采用索道运输。

根据机械化施工方案，全线共计设置索道支架 290 座，每座占地面积约 30m²，占地面积 0.87hm²，占地类型主要为林地。

⑥生活区布置

输电线路塔基及牵张场较分散，且单个塔基施工周期短，经查阅资料及现场踏勘，沿线分布有村庄，因此工程临时施工生活采用租用民房的方式解决。局部人烟稀少的路段可在塔基施工场地、牵张场地内搭设临时工棚。

表 3.1-17 项目占地面积统计表（按占地类型） 单位：hm²

项目	永久占地				小计	临时占地				小计	合计	
	耕地	园地	林地	其他		耕地	园地	林地	其他			
塔基工程	塔基	0.89	1.64	9.19	0.52	12.24	0.13	1.82	10.03	0.99	12.97	25.21
	牵张场地	/	/	/	/	/	0.43	0.83	5.02	0.52	6.8	6.8
	跨越场地	/	/	/	/	/	0.08	0.14	0.95	0.12	1.29	1.29
	临时道路	/	/	/	/	/	0.37	2.23	25.06	0.51	28.17	28.17
	索道支架	/	/	/	/	/	/	/	0.87	/	0.87	0.87
	小计	0.89	1.64	9.19	0.52	12.24	1.01	5.02	41.93	2.14	50.1	62.34
变电站工程	变电站及进站道路永久占地	0.5929	0.2116	7.2815	0.2846	8.3706	/	/	/	/		8.3706
	施工生产生活区	/	/	/	/	/	/	0.5	/	/	0.5	0.5
	小计	0.5929	0.2116	7.2815	0.2846	8.3706	/	0.5	/	/	0.5	8.8706
合计	1.4829	1.8516	16.4715	0.8046	20.6106	1.01	5.52	41.93	2.14	50.6	71.2106	

3.1.7.2 土石方平衡

根据本项目水保方案估算，土石方挖填方总量为 86.56 万 m³，总挖方 43.33 万 m³，总填方 43.23 万 m³。

表 3.1-18 土石方平衡汇总表

项目	开挖		回填		调入	来源	调出	去向	外借	外调	弃渣
	表土剥离	土方开挖	绿化覆土	填方							
线路工程	2.87	15.56	2.87	15.56	0.59	/	0.59	/	/	/	/
变电站工程	0.95	23.95	0.95	23.85	0.7	/	0.7	/	/	0.1	/
合计	3.82	39.51	3.82	39.41	1.29	/	1.29	/	/	0.1	/

(1) 变电工程土石方平衡

变电站站区主要是场地平整及基础挖填而产生较大量土方，进站道路、站外电源和站外排水设施区主要是施工挖填土方，弃土场主要是施工挖填土方，施工生产生活区主要是场地平整土方以及生活区建筑基础挖填土方。汀州变挖方 24.8 万 m³，填方 24.8 万 m³；桃源间隔扩建挖方 0.02 万 m³，外调 0.02 万 m³；卓然间隔扩建挖方 0.08 万 m³，外调 0.08 万 m³。

表 3.1-19 土石方平衡汇总表 万 m³

项目	开挖		回填		调入	来源	调出	去向	外借	外调	弃渣	
	表土剥离	土方开挖	绿化覆土	填方								
变电站工程	变电站	0.64	21.86	0.54	22.46	0.6	来自道路挖方	0.1	表土调至进站道路绿化覆土	/	/	/
	进站道路	0.31	1.99	0.41	1.39	0.1	来自站区剥离表土	0.6	调至站区回填	/	/	/
	桃源间隔扩建	/	0.02	/	/	/	/	/	/	/	0.02	/
	卓然间隔扩建	/	0.08	/	/	/	/	/	/	/	0.08	/
	合计	0.95	23.95	0.95	23.85	0.7	/	0.7	/	/	0.1	/

(2) 线路工程土石方平衡

塔基土石方开挖填筑活动主要集中在基坑、施工基面的开挖、填筑，山丘区通常以挖孔桩或掏挖基础为主，余土量较小，可就近堆放在塔基区。若塔位所在处坡度较大，可在堆土下坡侧修建挡渣墙，防止余土顺坡溜滑。

牵张场占地区一般选择地形平缓的区域，同时采用铺设钢板或铺垫彩条布

进行防护，仅在场平时有部分的土石方挖填量。跨越施工场地占地一般依地形搭建木架，跨越施工场地一般不涉及土石方挖填。施工道路及人抬便道主要是利用原有的道路和乡村小道，涉及土石方挖填主要是路面进行平整后就地回填，不涉及大量土石方基础开挖和弃渣。

表 3.1-20 土石方平衡汇总表 万 m³

项目	开挖		回填		调入	来源	调出	去向	外借	外调	弃渣	
	表土剥离	土方开挖	绿化覆土	填方								
桃源-汀州	塔基	0.96	1.33	1.02	1.86	0.59	来自排水沟及挡墙护坡	/	/	/	/	/
	接地沟槽	0.64	1.93	0.64	1.93	/	/	/	/	/	/	/
	排水沟及挡墙护坡	0.06	0.66	0	0.13	/	/	0.59	调至塔基永久范围	/	/	/
	施工道路（新修）	0.13	4.59	0.13	4.59	/	/	/	/	/	/	/
	施工道路（拓宽）	0.03	1.11	0.03	1.11	/	/	/	/	/	/	/
	小计	1.83	9.62	1.83	9.62	0.59	/	0.59	/	/	/	/
卓然-汀州	塔基	0.53	0.69	0.57	0.96	0.3	来自排水沟及挡墙护坡	/	/	/	/	/
	接地沟槽	0.36	0.95	0.36	0.95	/	/	/	/	/	/	/
	排水沟及挡墙护坡	0.04	0.33	0	0.07	/	/	0.3	调至塔基永久范围	/	/	/
	施工道路（新修）	0.1	3.47	0.1	3.47	/	/	/	/	/	/	/
	施工道路（拓宽）	0.02	0.49	0.02	0.49	/	/	/	/	/	/	/
	小计	1.04	5.94	1.04	5.94	/	/	/	/	/	/	/
合计	2.87	15.56	2.87	15.56	0.59	/	0.59	/	/	/	/	

线路工程挖方 18.43 万 m³，填方 18.43 万 m³，无外借和废弃土方。

3.1.8 施工工艺和方法

3.1.8.1 施工组织

本项目施工过程中采用机械施工与人工施工相结合的方法，统筹、合理、科学安排施工工序，避免重复施工和土方乱流。

3.1.8.1.1 变电站工程施工组织

(1) 施工场地

施工场地主要用以堆放土建施工阶段的砂石、砖、钢筋、模板等材料，木工和钢筋加工场，以及安装阶段的构支架和电气设备材料堆场等。

汀州变新建工程在变电站西北侧设置一处施工生产生活区，并在施工生产生活区内设置一处临时堆土场，用于堆放剥离的表土，后期用于植被恢复。

桃源变和卓然变间隔扩建施工场地区利用扩建区内空地。

（2）施工道路及运输

汀州变新建工程施工设备和建设材料运输量大、重量重，要求施工道路的结构层坚实、强度高，可利用规划的站内外道路兼作施工运输道路，站内外道路施工应尽量提前完成。但在施工期间宜铺砂石路面，待土建施工、构支架吊装施工基本结束，大型施工机具退场后，再铺筑永久路面面层。桃源变和卓然变扩建工程可利用站址周边现有道路和前期工程进站道路。

施工机具、建设材料和一般设备，可根据被运物品特点和发货点的不同，均就近采购运输，通过站址附近现有的国道、省道及县道运输，或利用站址附近的码头采用短途水运及陆路相结合。重大件设备采用水运+公路联运的运输方案。

（3）施工机具及设备

变电站施工现场主要施工机具及设备包括液压挖掘机、重型运输车、推土机、混凝土振捣器、起重机、压路机、配料机、装载机等。

（4）施工人员

汀州变新建工程施工人员配备按土建施工和安装施工阶段划分有所不同，最高峰一般在 150~200 人左右。桃源变和卓然变扩建工程施工人员一般在 20~50 人左右。

（5）施工力能供应

汀州变站外电源从 35kV 涂坊变扩建 10kV 间隔，从东侧沿 650 县道，往坝角村、田背村北侧，横穿下李屋村引至新建龙西变西侧，架设 JKLYJ-10-70 绝缘导线，线路路径长度约 3.2km。施工用水可结合变电站用水先行引接周边自来水。

桃源变和卓然变施工用电分别利用站用电源作为本期扩建施工电源，施工水源利用站内已有水源作为本期扩建施工水源。施工期间的通讯采用无线移动通信的方式。

3.1.8.1.2 输电线路施工组织

(1) 施工场地

线路工程施工场地主要有塔基施工场地，跨越铁路、公路、高架线路等重要设施的施工场地，另外是施工放线牵引的牵张场布置。

①塔基施工场地

塔基基础施工临时场地以单个塔基为单位零星布置。在塔基施工过程中每处塔基都有一处施工临时占地作为施工场地，用来临时堆置土方、砂石料、水、材料和工具等。线路大部分区域都可采购商品混凝土，个别塔位需现场搅拌，可在施工场地或牵张场内设小型混凝土搅拌站，不需另外租用场地。

②牵张场

为满足施工放线需要，输电线路沿线需设置牵张场地，牵张场应满足牵引机、张力机能直接运达到位，地形应平坦，能满足布置牵张设备、布置导线及施工操作等要求。经现场实地踏勘，本项目线路为避开居民区、环境敏感区、城镇规划区等区域，牵张场地多定位在荒草地。根据沿线实际情况各施工标段内每隔 4km~8km 设置一处牵张场地，500kV 线路平均每处占地面积约为 2000m²。

牵张场平面布置包括施工通道、机械布置区、导线集放区、锚线区、压接区、工具集放区、工棚布置区、休息区、油料区和标志牌布置区，区域之间用红白三角旗隔开。

为方便机械设备和导线的运输与吊装，在牵张场地内规划出施工通道，通道宽度在 3.0m 左右，一般满足一辆大卡车通行便可，通道做适当平整后铺设 6mm 厚钢板，钢板铺设做到横平竖直，钢板搭头无上翘。

③跨越施工场地

输电线路跨越铁路、道路、电力线路等设施需要搭设跨越架。跨越架一般有三种形式，即采用木架或钢管式跨越架、金属格构式跨越架和利用杆塔作支撑体跨越。通过调查同类输电工程确定输电线路平均每处跨越架临时占地面积约 300m²，交叉跨越角尽量接近 90°，以减少临时占地的面积。

④材料站

根据沿线的交通情况，本工程沿线拟租用已有库房或场地作为材料站，具体地点由施工单位选定，便于塔材、钢材、线材、水泥、金具和绝缘子的集散。

如线路沿线无可供租用的场地，可将材料堆放于塔基施工场地和牵张场的材料堆放区。

⑤施工生活区

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

（2）施工道路及索道运输

项目对外交通主要解决建筑材料和牵引张拉设备等运输问题。大型设备运输尽量利用项目沿线已有的高速公路、国道、省道、县道。当现有道路不能满足工程设施运输要求时，需要在原有的乡、村道路上拓宽或加固以满足运行要求，在无现有道路可利用的情况下，需开辟新的简易道路。

山丘区坡度较大或植被覆盖度较好的林区，可采用施工索道运输材料，减缓因修施工道路引起的水土流失及树木砍伐。索道运输一般有单跨单索、单跨多索、多跨多索等多种形式，根据本项目地形及建设特点，宜采取单跨单索往复式索道。由始端地锚、始端支点、承载索、货车、牵引索、终端支架、驱动装置及终端地锚等组成。两侧起点与终点支架一般安排在塔基施工场地及施工道路范围内，占地计入施工道路区。

其中卓然~汀州 500kV 线路工程共约 45 基塔位可以通过拓宽和新修进场道路进场，拓宽平整长度约为 10.19km，拓宽宽度约 1.5m，新修进场道路约 28.58km，新修道路宽度 3.5m；桃源~汀州 500kV 线路工程约 94 基塔位可以通过拓宽和新修进场道路进场，拓宽平整长度约为 22.83km，拓宽宽度约 1.5m；新修进场道路约 37.76km，新修进场道路约 28.58 公里，新修道路宽度 3.5m。

同时基于经济性与环保性综合考虑，本工程基于以下原则推荐塔位采用索道运输：位于环境敏感区的塔位建议采用索道运输，减少环境的破坏；距离现有道路远、需要长距离的修筑进场道路的高山的塔位建议采用索道运输；因地形限制无法修筑临时道路进场的塔位，推荐采用索道运输。根据机械化施工方案，全线共计设置索道支架 290 座。

（3）施工人员

基础工程可投入若干施工队，每队分测量、土石方、材料运输、基础制模、混凝土浇制等 5 个组进行流水作业。铁塔组立工程可投入若干施工队，每队分

材料运输、组塔 2 个组流水作业。架线工程施工时，按照张力架线要求，将若干施工队及一个机械作业班调配组成架线施工队，即准备队、放线队和安装队。

（4）施工力能供应

线路工程施工过程中用电根据周边设施情况安排，周围已有用电用户区，可按照安全用电规定引接用于施工用电，无用电用户区可采用自备小型柴油发电机提供施工电源。线路工程每个塔基施工用水量较少，施工过程中一般都根据塔基周边水源情况确定取水方案，塔基附近有水源的，可就近接取水管引用河水，如塔基附近无任何水源，则可考虑采用水车就近输送水源来满足施工用水。施工用水、用电布设应根据塔基附近的地形条件布置在塔基施工临时场地，不再另外占地，布设管、线尽量就近解决，以减少管线牵拉对地表的扰动，施工用水不应开挖引水明沟，而应采用地表敷设管材，可减少对地表的损坏。通讯设施均依托项目所在区域附近已有的城市通讯设施。

3.1.8.2 施工工艺和方法

3.1.8.2.1 变电站工程施工工艺和方法

变电站工程在施工过程中均采用机械施工和人工施工相结合的方法，主要施工工艺和方法见表 3.1-21。

表 3.1-21 变电站工程主要施工工艺和方法

序号	施工场所	施工工艺、方法
1	四通一平	四通一平部分属于变电站施工的前期准备工作，为确保施工紧张有序、科学合理，满足安全、质量、工期等要求，将四通一平工程划分为三个施工段，其中场内土石方开挖工程为一个施工段；土石方回填工程为一个施工段围墙及进站道路施工为一个施工段，组织三个土建施工队分段流水作业，严格按照批准的施工组织设计安排施工进度，合理调配，不延误工期，确保工程如期交工。
2	扩建站场地平整	清基及表土剥离：对站区进行表土剥离，剥离厚度根据实际情况按 10cm~35cm 考虑；剥离的表土暂时堆放后期回覆用于站区绿化。 开挖回填时，挖方区按设计标高进行开挖，开挖宜从上到下分层分段依次进行，随时作一定的坡度以利泄水；填方区的填土分层夯实填平，整个场地按设计进行填方平整。由于填土较深，为保证质量，回填土的含水率应严格控制，防止形成橡皮土；如土质过干，应洒水湿润再压实。回填土最佳含水率（重量比）：19%~23%，最大干密度（g/cm ³ ）：1.58~1.70。分层填土后，经检查合格方可铺填上层土。

3	新建站场地平整	<p>施工过程中采用机械施工与人工施工相结合的方法，统筹、合理、科学安排施工工序，避免重复施工和土方乱流。对挖填方较为集中的区域，单独进行施工组织大纲编制，组织大纲中增加水土保持要求，施工单位严格按照施工组织大纲施工。</p> <p>变电站场地整平可利用大型机械挖掘、填筑、推平，并使厚度满足要求振动碾压密实，边角部位采用平板振动夯实。</p> <p>清基及表土剥离：考虑到汀州变电站占用部分林地，植物根系发达，场地平整前应先清理去除枯木、树桩、根株等。清理完毕后，对站区进行表土剥离，剥离厚度根据实际情况按 10cm~35cm 考虑；剥离的表土及时进行外运综合利用。</p> <p>开挖回填时，挖方区按设计标高进行开挖，开挖宜从上到下分层分段依次进行，随时作一定的坡度以利泄水；填方区的填土分层夯实填平，整个场地按设计进行填方平整。由于填土较深，为保证质量，回填土的含水率应严格控制，防止形成橡皮土；如土质过干，应洒水湿润再压实。回填土最佳含水率（重量比）：19%~23%，最大干密度（g/cm³）：1.58~1.70。分层填土后，经检查合格方可铺填上层土。</p> <p>场地整平过程中宜避开雨季施工，严禁大雨期进行回填施工，并应做好防雨及排水措施。</p>
4	建（构）筑物	<p>采用人工开挖基槽，钢模板浇制钢筋混凝土。砖混、混凝土、预制构件等建材采用塔吊垂直提升，水平运输采用人力推车搬运。基础挖填施工工艺流程为：测量定位、放线→土方开挖→清理→垫层施工→基础模板安装→基础钢筋绑扎→浇捣基础砼→模板拆除→人工养护→回填土夯实→成品保护。</p>
5	屋外配电网架	<p>采用人工开挖基槽，钢模板浇制基础，钢管人字柱及螺栓角钢梁构架均在现场组装，采用吊车；设备支架为浇制基础，预制构件在现场组立。</p>
6	排水管线、管沟	<p>采用机械和人工相结合的方式开挖沟槽，管道敷设顺序为：测量定线—清除障碍物—平整工作带—管沟开挖—钢管运输、布管—组装焊接—下沟—回填—竣工。</p>
7	站内外道路	<p>站内外道路可永临结合，土建施工期间宜暂铺泥结砾石面层，待土建施工、构支架吊装施工基本结束，大型施工机具退场后，再铺筑永久路面层。</p>

3.1.8.2.2 输电线路工程施工工艺和方法

线路工程施工主要有：施工准备、基础施工、铁塔组立、架线几个阶段；采用机械施工与人工施工相结合的方法进行。

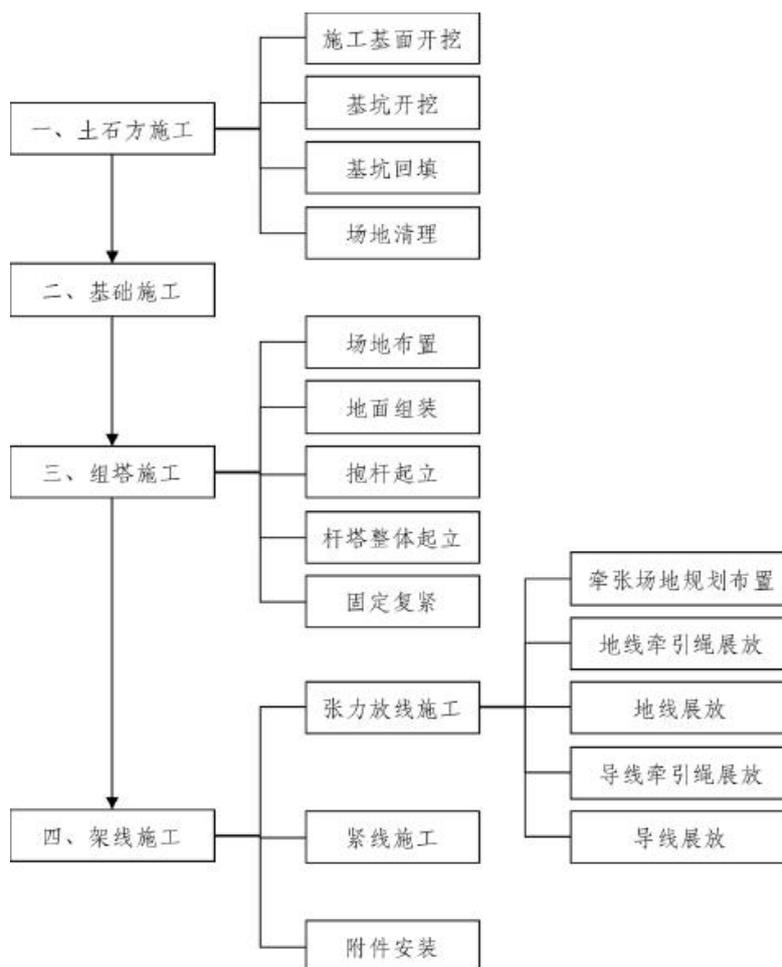


图 3.1-11 输电线路工程主要施工工艺和方法

(1) 基础施工

① 基坑开挖

——一般基坑开挖

一般土质基坑基础采用明挖方式，在挖掘前首先清理基面及基面附近的浮石等杂物，开挖自上而下进行，基坑四壁保持稳定放坡或用挡土板支护。

遇地下水水位较高时，采用钢梁及钢模板组合挡土板配合抽水机抽水进行开挖施工，或采用单个基坑开挖后先浇筑混凝土基础以及基坑周围采用明沟排水法进行开挖施工。

在交通条件许可的塔位采用挖掘机突击挖坑的方式，以缩短挖坑的时间，避免坑壁坍塌。基坑开挖尽量保持坑壁成型完好，并做好临时堆土处理，避免坑内积水以及影响周围环境和破坏植被，基础坑开挖好后应尽快浇筑混凝土。

——岩石基坑开挖

岩石基础施工分为清理施工基面、分坑、钻孔、安装锚筋或地脚螺栓、浇

灌砂浆、养护等步骤。

嵌固式和掏挖式岩石基础一般用于风化较严重的岩石地带，采用人工开挖或分层定向爆破，以及人工开挖和爆破二者相结合的方式，不能采用大开挖、大爆破的方式施工，以保证塔基及附近岩体的完整性和稳定性。近年推广采用微差爆破、光面爆破和非电起爆系统等技术运用于嵌固式岩石锚基基础的基坑开挖。

对于嵌固岩石基础及掏挖基础的基坑开挖，采用人工开挖或分层定向爆破，以及人工开挖和爆破二者相结合的方式，不能采用大开挖、大爆破的方式，以保证塔基及附近岩体的完整性和稳定性。

②塔基开挖弃土（渣）堆放

山丘区通常以挖孔桩或掏挖基础为主，余土量较小，塔基余土搬运下山难度大、投资高，因此，山丘区塔基挖方可就近堆放在塔基区。若塔位所在处坡度较大，可在堆土下坡侧修建挡渣墙，防止余土顺坡溜滑。

施工时应在工期安排上合理有序，先设置拦挡措施，后进行工程建设，尽量减少对地表的扰动，除施工必须不得不铲除或碾压植被外，不允许以其它任何理由铲除植被，以减少对生态环境的破坏。临时堆土采取四周拦挡、下铺上盖的措施，回填后及时整平。施工中要严格控制临时占地，减少破坏原地貌、植被的面积。严格控制施工范围，穿越水土保持敏感目标段，应尽量控制作业面，以保持生态系统的完整性。

③混凝土浇筑

购买成品混凝土或现场拌和的混凝土，需及时进行浇筑，浇筑先从一角或一处开始延入四周。混凝土倾倒入模盒内，其自由倾落高度不超过 2m，超过 2m 时设置溜管、斜槽或串筒倾倒，以防离析。混凝土分层浇筑和捣固，每层厚度为 20cm，留有振捣窗口的地方在振捣后及时封严。

（2）铁塔安装

工程铁塔安装施工采用分解组塔的施工方法。在实际施工过程中，根据铁塔的形式、高度、重量以及施工场地、施工设备等施工现场情况，确定正装分解组塔或倒装分解组塔。利用支立抱杆，吊装铁塔构件，抱杆通过牵引绳的连接拉动，随铁塔高度的增高而上升，各个构件顶端和底部支脚采用螺栓连接。

线路杆塔组立及接地工程施工流程见图 3.1-12。

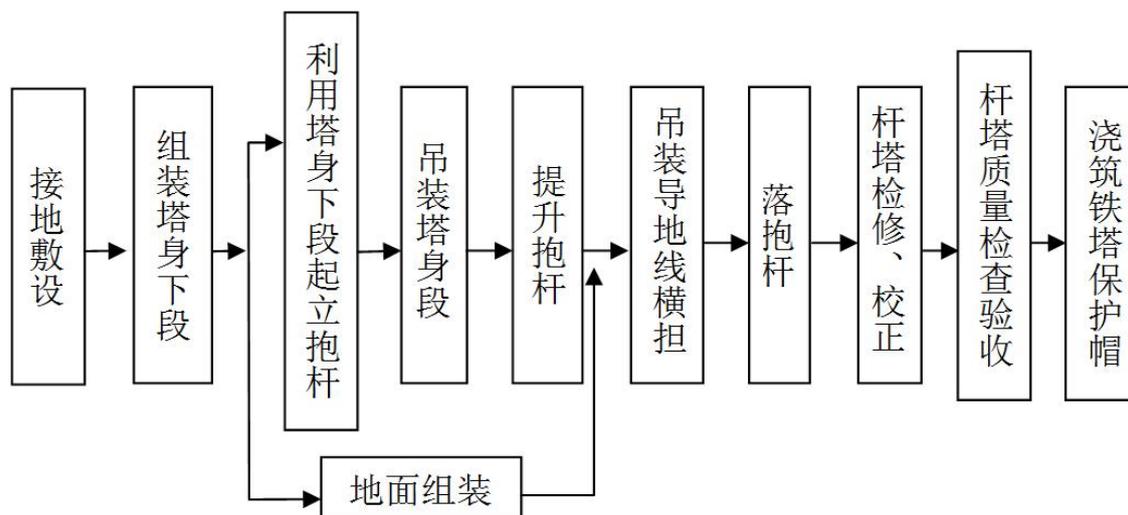


图 3.1-12 线路杆塔组立及接地工程施工流程图

(3) 架线

线路架线采用张力架线方法施工，不同地形采取不同的放线方法，目前多采用无人机架线，施工人员可充分利用施工道路等场地进行操作，不需新增占地，在线路穿越林地、山区和江河跨越段，可免除或减少砍伐放线通道和封江断航等代价高昂的作业。施工方法依次为：架空地线展放及收紧、展放导引绳、牵放牵引绳、牵放导线、锚固导线、紧线临锚、附件安装、压接升空、间隔棒安装、耐张塔平衡挂线和跳线安装等。

线路沿线设置牵张场，采用张力机紧线，一般以张力放线施工段作为紧线段，以直线塔作为紧线操作塔。紧线完毕后进行附件、线夹、防振金具、间隔棒等安装。

架线施工中对交叉跨越情况一般采用占地和扰动均较小的搭建跨越架的方法，在需跨越的线路、公路、铁路的两侧搭建跨越架，跨越架高度以不影响其运行为准。

架线施工流程见图 3.1-13。

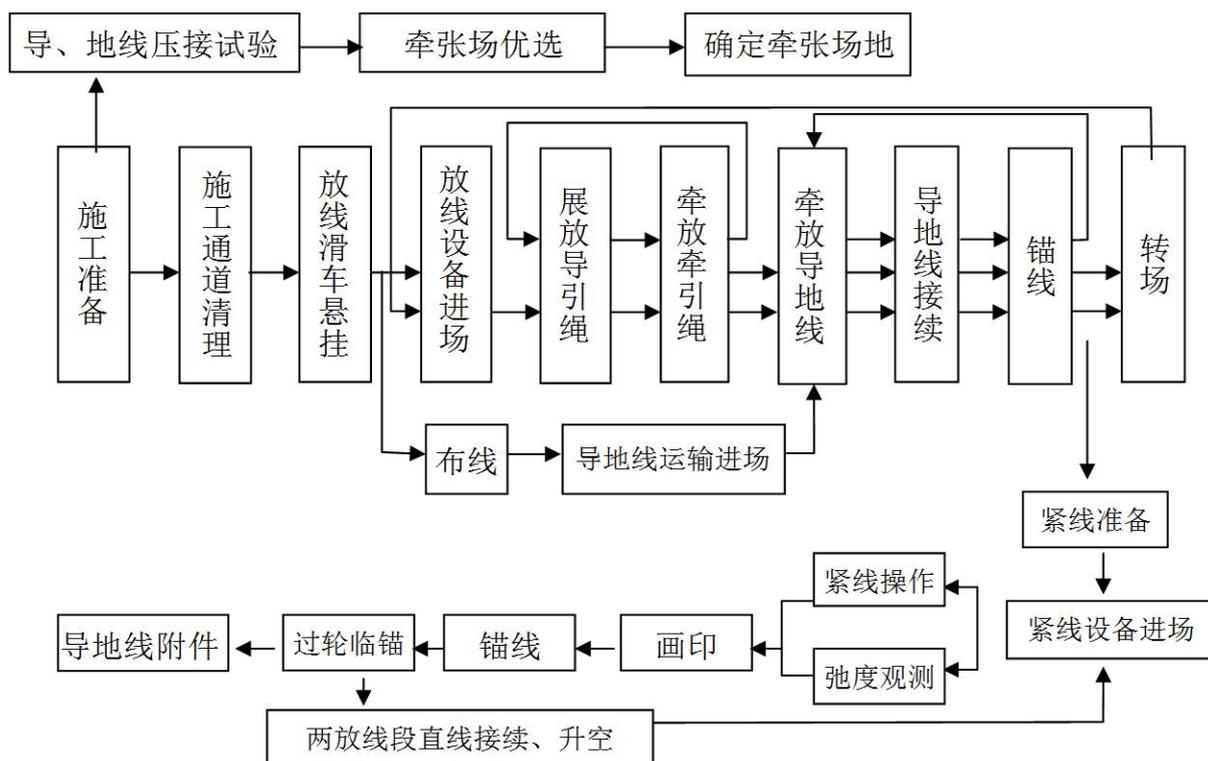


图 3.1-13 线路架线施工流程图

(4) 跨越河流施工

输电线路跨越河流等采用迪尼玛绳封网跨越技术，使用跨越塔代替跨越架作为支撑，用迪尼玛绳作为跨越承载绳架设在跨越档间。由于迪尼玛牵引绳的轻便且耐磨，极大地提高了跨越河流等的施工效率，极大的降低了施工作业的风险。

(5) 环境敏感区内施工

本项目输电线路需穿（跨）越生态保护红线、自然保护小区、森林公园等环境敏感区。根据环境敏感区的特征，有针对性的采用减轻不良环境影响的施工工艺，见表 3.1-22。

表 3.1-22 不同类型环境敏感区内的施工工艺

类别	与项目位置关系	施工工艺要求
生态保护红线	线路位于生态保护红线总长约 68.18km，立塔约 168 基	①因地制宜选择塔基基础，在山丘区采用全方位长短腿与不等高基础，塔基基础开挖采用人工掏挖的方式，以减少土石方开挖。无法避让集中林区时，采取高跨方式通过，以减少林木砍伐。②施工临时用地宜永临结合，严格控制施工扰动范围，减少扰动面积。施工结束后对临时占地因地制宜进行土地整治和生态恢复，最大程度减轻施工活动对动植物及其生境产生的影响。③施工时采用无人机、动力、飞艇等展放线，索道运输、人畜运输材料等对生态环境破坏较小的施工工艺。④禁止在生态保护红线内排放污水，倾倒垃圾、废渣、废物及其他污染物，设置临时厕所和垃圾收集箱，定期

		清运至环卫部门指定地点。
自然保护小区	跨5个自然保护小区，均一档跨越，不在保护小区内立塔	①严格控制塔基区施工扰动范围，施工临时场地设置彩条旗围栏，禁止施工人员越界活动。②采用无人机、动力伞、飞艇等展放线，材料采用索道、人畜运输等施工工艺，减少对地表植被的破坏。③合理选择施工时间避开保护动物的重要生理活动期，塔基区设置围栏或基坑盖板，防止野生动物误入跌落受伤。④禁止在保护小区倾倒垃圾、废渣、废物及其他污染物，设置临时垃圾收集箱，定期清运至环卫部门指定地点。
森林公园	线路跨越省级保护区约0.28km，一档跨越，不立塔	①禁止在森林公园内设置牵张场、材料堆场、施工道路和施工营地。②严格控制塔基区施工扰动范围，不在森林公园内施工，施工临时场地设置彩条旗围栏，禁止施工人员越界活动。③架线采用无人机、动力伞、飞艇等展放线，材料采用索道、人畜运输等施工工艺，减少对地表植被的破坏。④严禁乱砍滥伐，施工范围内的野生珍稀植物应合理避让、就地保护，设置围栏和植物保护警示牌。无法避让的应采取异地移栽等保护措施，并确保移栽成活率。⑤合理选择施工时间避开保护动物的重要生理活动期，塔基区设置围栏或基坑盖板，防止野生动物误入跌落受伤。⑥禁止在森林公园内倾倒垃圾、废渣、废物及其他污染物。

3.1.9 主要经济技术指标

根据本项目可行性研究报告批复，本项目估算静态总投资为***万元，估算动态投资为***万元，环保投资为***万元。本项目计划于2024年建成投运。

3.2 选址选线环境合理性分析

3.2.1 变电站选址环境合理性分析

根据前文“3.1.2.2 节”汀州（龙西）500kV 变电站站址方案比选，本项目选址阶段，对新建变电站初选站址进行了充分研究论证，在符合地方规划、避让重要环境敏感区、重要矿产资源、基本农田等多种限制因素的基础上，综合考虑进出线走廊规划、土地占用、植被砍伐和弃土弃渣等，以减少对电磁、声和生态环境的不利影响。

桃源 500kV 变电站、卓然 500kV 变电站前期工程已按终期规模征地，本次间隔扩建工程均在变电站现有围墙内进行，不新增永久占地。

3.2.2 输电线路选线环境合理性分析

根据前文“3.1.5.3”、“3.1.6.2”节路径方案比选，本项目选线阶段，对已建、在建以及拟建的输电线路走廊进行了充分研究论证，在符合沿线地方规划、避让重要敏感区、重要矿产资源、军事设施等多种限制因素的基础上，在保证经济社会效益、系统运行安全的前提下，依托地形条件采取了大部分单回路架设，

通过选择合适的塔型，优化线路走廊间距降低环境影响。

经现场踏勘及与政府部门收资核实，在尽量避让的前提下，受地方城镇规划、现有障碍物、自然条件等因素限制，线路路径仍穿（跨）越 5 个生态保护红线、5 个自然保护小区（一档跨越）、1 个森林公园（一档跨越），但不涉及国家级和省级禁止开发区域，总体符合生态环境保护要求。同时在满足国家、地方相关法律法规及管理要求的前提下对线路路径方案进行环境合理性分析，并将采取一系列环境保护措施减缓不利环境影响，做到无害化通过。

3.2.3 与产业政策相符性分析

本项目为 500kV 超高压输变电工程，属于基础设施、公共事业、民生建设项目，是国家发展和改革委员会《产业结构调整指导目录（2021 年本）》（国家发改委令 49 号）中的“第一类鼓励类”中的“500 千伏及以上交、直流输变电”鼓励类项目，符合国家产业政策。因此，本项目建设符合国家相关产业政策的要求。

3.2.4 与发展规划的相符性分析

（1）《福建省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》

到二〇三五年，我国基本实现社会主义现代化，我省基本实现全方位高质量发展超越，“机制活、产业优、百姓富、生态美”的新福建展现更加崭新的面貌。“十四五”期间在全方位推动高质量发展超越上迈出重要步伐，全省经济持续健康发展，地区生产总值年均增长 6.3%。经济结构更加优化，服务业增加值比重达 50% 以上。科技进步贡献率明显提升，研发经费投入年均增长 18% 以上，创新型省份格局基本形成，产业基础更加牢固，产业链现代化水平明显提高。数字福建建设和数字产业集群发展形成新高地，民营经济、海洋经济发展质量显著提升。常住人口城镇化率达 71.5%，城乡区域发展协调性明显增强，现代化经济体系建设取得重大进展。

为保障福建“十四五”经济社会发展的用电需求，将打造绿色、智慧、安全的现代化电网，进一步完善省内主干输电网架结构。作为“十四五”我省能源发展重大工程之一，本项目的建设可满足龙岩地区的用电需求，提高 220kV 及以上电网供电可靠性，有利于保障福建省国民经济和社会发展。

(2) 《龙岩市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》

根据龙岩市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要，“十四五”期间龙岩市实现经济持续健康发展，增长潜力、内需潜力充分发挥，地区生产总值年均增长速度保持在 6.6%左右，高于全省平均水平，位居山区地市前列。现代化经济体系建设取得重大进展，产业基础高级化、产业链现代化水平明显提高，大力发展“5+N”现代产业体系，千亿级产业集群达到 6 个，规上工业战略性新兴产业产值占规上工业产值比重达到 23%，第三产业增加值占 GDP 比重提升到 47.5%以上。城乡区域发展协调性明显增强。

本项目位于龙岩西部的长汀县，可为长汀创建稀土绿色生态循环经济产业园区以及周边连城工业园区、武平高新区（武平工业园区）等中西重点园区招商引资、行业发展带来便利，有利于龙岩市国民经济和社会发展的用电需求。

(3) 《三明市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》

根据《三明市人民政府工作报告》（2022）：“十四五”期间，三明市着重建设新兴工业之城。聚焦构建“433”现代产业体系，推动传统产业向绿色、高端、智能方向发展，支持现有企业技改提升、增资扩产、上市融资，力争到 2026 年，三钢集团打造成为千亿企业集团，全市新培育百亿龙头企业 8 家、十亿重点企业 50 家以上，新增上市企业 5 家以上，力争钢铁与装备制造产业产值突破 2000 亿元，高端纺织、新型建材产业产值分别突破 1000 亿元。坚定不移推动资源往产业走，突出高端产业和产业链高端，加强关键核心技术攻关和创新成果产业化，推动稀土、氟新材料、石墨（烯）、生物医药等战略性新兴产业倍增发展。加快产业数字化转型，用数字技术赋能传统产业改造升级，促进数字技术与实体经济深度融合；加快数字产业化发展，布局大数据、人工智能、区块链等重点领域，培育数字治理和卫星数据应用产业，促进共享经济、平台经济、总部经济发展。

本项目新建桃源～汀州～卓然线路，加强了福建北电南送西通道，提升了三明 500kV 电网的供电可靠性，有利于三明市国民经济和社会发展的用电需求。

(4) 国家《“十四五”电力发展规划》

汀州（龙西）500 千伏输变电工程已经纳入国家《“十四五”电力发展规划》（发改能源【2021】1869 号），项目代码：2201-350000-04-01- 509416。项目的建设符合国家“十四五”电力发展规划。

（5）《福建省“十四五”能源发展专项规划》

根据《福建省“十四五”能源发展专项规划》（闽政办〔2022〕30 号），“十四五”期间电网“北电南送”规模将呈逐年上升趋势，给电网安全稳定运行带来较大压力。同时西部山区电网网架相对薄弱，部分 500kV 电网线路仅单回连接，电力支援能力较差，山海电网发展的不平衡仍然存在。

根据规划提出的“十四五”能源发展主要任务，福建省电网网架优化完善工程需加快形成省内“四纵三横”主网架，构建北接华东电网、南联南方电网的主通道，重点推进闽粤联网工程和省内北电南送新增通道福州—厦门 1000kV 输变电工程建设，新建闽侯、莆南、石狮、漳浦、汀州、永安、福鼎等 7 个输变电站工程，闽侯东台等 16 个扩建及电源送出工程，新增变电容量 1375 万千伏安、线路长度约 1062km。

综上所述，本项目福建龙岩汀州（龙西）500kV 输变电工程为“十四五”能源发展专项规划中的重点工程，项目建设符合电网规划要求。

3.2.5 输电线路架设方式环境合理性分析

本项目为福建北电南送重要输电通道，新建线路走廊位于福建西南部，极易受台风季影响。基于系统重要性、安全性等方面的考虑，按照国家电网有限公司差异化设计导则的相关规定，重要输电线路应合理规划路径走廊，宜采用单回架设，降低两回线路同时发生事故的的概率，提高线路安全水平，避免发生重大的公共安全和电网安全事故。设计在可研过程中从不良地质、覆冰区、建设条件、运行维护等多角度进行了技术经济对比分析，结合同类工程设计经验，最终确定采用大部分单回路塔架设。

此外，为缩小线路走廊宽度，本项目卓然～汀州 500kV 线路工程汀州（龙西）500kV 变电站进线段约 1.7km 采用了同塔双回路架设（预留远景线路接入）；桃源～汀州 500kV 线路工程中桃源 500kV 变电站出线段约 3.3km 为双回路，其中约 0.5km 为本工程新建双回路（本工程单回架线），利用在建卓然～三阳 500kV 线路开断进桃源变线路工程卓然侧线路约 2.8km（背对桃源变面向线路，本工程线路架设在双回路塔的右侧，导地线均已架设，本工程无相关工

程量），汀州 500kV 变电站进线段约 1.7km 采用双回路建设（面向汀州变，本工程导线架设在双回路塔右侧，预留卓然～桃源 500kV 线路开断进汀州变线路工程桃源侧线路的导线），进一步减少了塔位占地面积，提高了土地利用效率。

综上，根据本项目所经地区的地形等自然条件，综合考虑技术经济、运行安全和环境影响，本项目架设方式具备合理性。

3.2.6 选址选线与《输变电建设项目环境保护技术要求》的相符性

对照《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ1113-2020），本项目选址选线与环境保护技术要求相符性分析见表 3.2-1。

表 3.2-1 本项目与 HJ1113-2020 的相符性分析

序号	标准要求	本项目情况	符合性评价
1	工程选址选线应符合规划环境影响评价文件的要求。	无	/
2	输变电建设项目选址选线应符合生态保护红线管控要求，避让自然保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区。确实因自然条件等因素限制无法避让自然保护区实验区、饮用水水源二级保护区等环境敏感区的输电线，应在满足相关法律法规及管理要求的前提下对线路方案进行唯一性论证，并采取无害化方式通过。	本项目受地方城镇规划、现有障碍物、自然条件等因素限制，仍无法完全避让生态保护红线、省级森林公园、自然保护区等环境敏感区，无法避让时对线路路径进行了不可避让性论证。建设过程中除严格落实生态环境保护基本要求之外，采用全方位长短腿和不等高基础设计、加大档距，应满足相关法律法规及管理要求的前提下对线路方案进行唯一性论证，制定生态环境影响减缓和补偿措施，以无害化方式通过，能够确保生态环境功能不降低、面积不减少、性质不改变。	符合
3	变电工程在选址时应按终期规模综合考虑进出线走廊规划，避免进出线进入自然保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区。	本项目新建汀州变在选址时按终期规模综合考虑了进出线走廊规划，进出线未进入自然保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区。	符合
4	户外变电工程及规划架空进出线选址选线时，应关注以居住、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公等为主要功能的区域，采取综合措施，减少电磁和声环境影响。	本项目新建汀州变规划架空进出线选址选线时，避开了居民密集区域，开展环境保护专项设计，采取综合措施减少电磁和声环境影响。	符合
5	同一走廊内的多回输电线路，宜采取同塔多回架设、并行架设等形式，减少新开辟走廊，优化线路走廊间距，降低环境影响。	本期 500kV 线路分别位于新建汀州变的两侧，无现有走廊可以利用，主要采用单回路架设。本项目卓然～汀州 500kV 线路工程汀州（龙西）500kV 变电站进线段约 1.7km 采用了同塔双回路架设（预留远景线路接入）；桃源～汀州 500kV 线路工程桃源 500kV 变电站出线段约 3.3km 为双回路，其中约 0.5km 为本工程新建双回路（本工程单回架线），利用在建卓然～三阳 500kV 线路开断进桃源变线路工程卓然	符合

		侧线路约 2.8km（背对桃源变面向线路，本工程线路架设在双回路塔的右侧，导地线均已架设，本工程无相关工程量），汀州 500kV 变电站进线段约 1.7km 采用双回路建设（面向汀州变，本工程导线架设在双回路塔右侧，预留卓然~桃源 500kV 线路开断进汀州变线路工程桃源侧线路的导线），即统筹考虑远期出线需要，减少线路走廊的开辟，降低了环境影响。	
6	原则上避免在 0 类声环境功能区建设变电工程。	本项目变电站新建和扩建工程不涉及 0 类声环境功能区。	符合
7	变电工程选址时，应综合考虑减少土地占用、植被砍伐和弃土弃渣等，以减少对生态环境的不利影响。	本项目新建汀州变选址时充分考虑了节约集约用地，尽量减少土地占用、植被砍伐和弃土弃渣等。	符合
8	输电线路宜避让集中林区，以减少林木砍伐，保护生态环境。	本项目输电线路尽量避让了集中林区，经过林木密集地段采用高跨设计以减少林木砍伐。	符合
9	进入自然保护区地输电线路，应按照 HJ19 的要求开展生态现状调查，避让保护对象的集中分布区。	本项目输电线路未进入自然保护区。	符合

综上，本项目与《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ1113-2020）是相符的。

3.2.7 选址选线与地方规划和国土空间规划的相符性分析

3.2.7.1 与地方规划的相符性分析

本项目选址选线阶段已充分征求沿线地方政府及规划等部门的意见，对站址落点及线路路径进行优化，避开城镇规划发展区域，不影响当地土地利用规划和城镇发展规划，并于 2022 年 9 月 29 日福建汀州（龙西）500 千伏变电站工程已取得长汀县自然资源局核发的《建设项目用地预审与选址意见书》（用字第 350821202200042 号），详见附件 4。

本项目在可行性研究阶段已取得所在地规划部门关于输电线路路径的原则性意见（附件 5），与当地的城乡发展规划相符。

本项目沿线规划部门意见及落实情况见表 3.2-2。

表 3.2-2 本项目规划部门意见及落实情况一览表

序号	协议文件出具部门	协议意见和要求	对意见的落实情况
1	龙岩市自然资源局	原则同意路径方案。路径走向应符合市、县、镇国土空间规划并经沿线乡镇等部门同意，应尽量避免永久基本农田、生态保护红线、矿产资源、水源保护区等。线路工程设计及现场架设时，应尽量避免建	（1）线路尽量避开了永久基本农田、生态保护红线、矿产资源、水源保护区等，线路基本从丘陵山地走线，不可避免进入生态保护红线，采取高跨等方法尽量避让生态保护红线，分散点

		设用地、耕地、现状居民点等，不影响城乡规划。同时应按照相关技术管理规定及规范要求预留足够安全防护距离。	状，对生态保护红线影响较小。 （2）本项目已取得龙岩市各相关部门及沿线乡镇同意意见，已避开现状居民集中点、尽量避开耕地，同时按照相关规定预留足够安全距离。
	三明市自然资源局	原则同意路径方案，线路路径应尽量规避穿越永久基本农田和生态保护红线，并在线路塔基选址时尽量少占耕地，避免占用永久基本农田和生态保护红线；线路走向应根据其影响范围内涉及的环境保护、水源保护、文物保护、地灾安全等情况，确保线路选址符合相关法律法规规范要求；项目建设应纳入所涉及县（市）、乡镇和村庄的国土空间规划和村庄规划，且与规划做好衔接，确保线路选址不影响远期城镇、村庄等规划建设空间；本工程线路规划选址应按要求纳入“多规合一”业务协同平台和国土空间基础信息平台，做好信息共享共用；项目建设应按照程序办理相关审批手续，依法取得批准后方可动工建设。	（1）线路尽量避开了永久基本农田、生态保护红线、矿产资源、水源保护区等，线路基本从丘陵山地走线，不可避免进入生态保护红线，采取架空线路，分散点状，对生态保护红线影响较小。 （2）本项目已取得三明市各相关部门及沿线乡镇同意意见，已避开现状居民集中点、避开耕地，同时按照相关规定预留足够安全距离。后续项目建设应按照程序办理相关审批手续，依法取得批准后方可动工建设。
	连城县自然资源局	同意路径方案，具体线路走向应符合乡镇国土空间规划和村庄规划，尽量避让生态红线、矿产资源规划、水源保护区等，线路工程设计及现场架设时，不得占用永久基本农田，应尽量避让一般耕地、现状居民点、不得影响国土空间总体规划，同时应按照相关技术管理规定及规范要求预留足够安全防护距离。项目涉及环境保护、地质灾害、抗震设防、消防安全、林地使用、文物保护等方面的问题应经相关政府部门审查同意。	（1）线路尽量避开了生态保护红线、矿产资源、水源保护区等，线路基本从丘陵山地走线，不可避免进入生态保护红线，采取高跨等方法尽量避让生态保护红线，分散点状，对生态保护红线影响较小。 （2）本项目已取得连城县各相关部门及沿线乡镇（街）的同意，塔位已避开耕地、现状居民点、建设用地以及保护区，同时按照相关规定预留足够安全距离。
4	龙岩市上杭县自然资源局	同意路径方案，具体线路走向须结合各乡镇总体规划、村庄规划和国土空间规划，并经沿线乡镇同意。线路工程设计及现场架设时，应尽量避开生态保护红线、永久基本农田、城市建设用地、村庄具名点，减少对居民点的影响，不得影响城市规划。同时要符合相关重要基础设施如西气东输、铁塔、高速公路等线性工程的安全防护距离。项目涉及环境保护、地质灾害、抗震设防、消防安全、林地使用、文物保护等方面的问题应经相关政府部门	（1）将继续优化设计，采用高跨等方法尽量避让生态保护红线； （2）本项目已取得上杭县各相关部门及沿线乡镇（街）的同意，塔位已避开耕地、现状居民点、建设用地以及保护区，同时按照相关规定预留足够安全距离。

		审查同意。	
5	长汀县自然资源局	同意路径方案，具体线路走向应符合乡镇国土空间规划和村庄规划，尽量避让生态红线、矿产资源规划、水源保护区等。线路工程设计及现场架设时，应尽量避开耕地、现状居民点，不得影响城市规划，同时应该按照相关技术管理规定及规范要求预留足够安全防护距离。项目涉及环境保护、地质灾害、抗震设防、消防安全、林地使用、文物保护等方面的问题应经相关政府部门审查同意。	<p>(1) 线路尽量避开了生态保护红线、矿产资源、水源保护区等，线路基本从丘陵山地走线，不可避免进入生态保护红线，采取高跨等方法尽量避让生态保护红线，分散点状，对生态保护红线影响较小。</p> <p>(2) 具体线路走向应符合乡镇国土空间规划和村庄规划，尽量避让生态红线、矿产资源规划、水源保护区等。线路工程设计及现场架设时，应尽量避开耕地、现状居民点，不得影响城市规划，同时应该按照相关技术管理规定及规范要求预留足够安全防护距离。项目涉及环境保护、地质灾害、抗震设防、消防安全、林地使用、文物保护等方面的问题应经相关政府部门审查同意。</p>
6	三明市清流县自然资源局	原则同意，具体线路走向须结合各乡镇总体规划、村庄规划和国土空间规划并经沿线乡镇同意。线路工程设计及现场架设时，应尽量避开耕地、现状居民点，不得影响城市规划，同时应该按照相关技术管理规定及规范要求预留足够安全防护距离。项目涉及环境保护、地质灾害、抗震设防、消防安全、林地使用、文物保护等方面的问题应经相关政府部门审查同意。	本项目已取得清流县各相关部门及沿线乡镇（街）的同意，塔位已避开耕地、现状居民点、建设用地以及保护区，同时按照相关规定预留足够安全距离。
7	永安市自然资源局	原则同意，审查意见如下： 路径有穿越基本农田，塔基应避免设置在基本农田范围内；进一步向线路路径所经的乡镇核实有关乡镇总体规划和村庄规划编制情况。项目涉及环境保护、地质灾害、抗震设防、消防安全、林地使用、文物保护等方面的问题应经相关政府部门审查同意。	按要求办理
8	自然资源部	原则同意，依法办理农用地转用和土地征收审批手续	按要求办理

3.2.7.2 与国土空间规划的相符性分析

本项目属于省内较长距离的线性基础设施项目，选址选线在综合考虑地方规划、环境敏感区、重要矿产资源、军事设施等多种限制性因素后，仍无法完全避让生态保护红线，不涉及生态保护红线内的自然保护地核心保护区。本项

目不属于开发性、生产性建设活动，为线性点状占地，且运行期不排放废水、废气、废渣等污染物。建设过程中除严格落实生态环境保护基本要求之外，采用全方位长短腿和不等高基础设计、加大档距缩减塔基数量、优化施工工艺，针对性地制定生态环境影响减缓和补偿措施，以无害化方式穿越生态保护红线，能够确保生态环境功能不降低、面积不减少、性质不改变。

本项目途经的龙岩市、三明市正在开展国土空间总体规划的编制工作，项目选址选线分别取得了沿线龙岩市、三明市自然资源局的同意意见，充分肯定了本项目与各地市在编国土空间规划的相符性。

综上所述，本项目属于《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》中提及的“必须且无法避让、符合县级以上国土空间规划的线性基础设施”和“生态保护红线内，自然保护地核心保护区原则上禁止人为活动，其他区域严格禁止开发性、生产性建设活动，在符合现行法律法规前提下，除国家重大战略项目外，仅允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动”。

3.2.7.2 与三区三线的相符性分析

（1）生态保护红线准入分析

本项目途经的龙岩市、三明市正在开展国土空间总体规划的编制工作，项目选址选线分别取得了沿线龙岩市、三明市自然资源局的同意意见，充分肯定了本项目与各地市在编国土空间规划的相符性。本项目进入 5 个生态保护红线，穿越生态保护红线段路径总长约 68.18km，分别为玳瑁山河水源涵养与生物多样性维护片区约 4.3km、汀江流域水源涵养与生物多样性维护片区约 9.9km、长汀连城水土流失控制生态功能区约 32.8km、沙溪流域水源涵养与生物多样性维护片区约 20.9km、福建三明桂溪省级森林自然公园约 0.28km。根据《自然资源部生态环境部 国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》（自然资发〔2022〕142 号）文件规定“6、必须且无法避让、符合县级以上国土空间规划的线性基础设施建设”，本项目属于有限人为活动情形，因此符合穿越生态保护红线的条件。

（2）永久基本农田准入分析

汀州变电站占用永久基本农田 0.7341hm²，目前站址项目已经纳入《长汀县国土空间总体规划（2020-2035 年）》，将站址涉及的基本农田适时予以调出，涉及永久基本农田 0.7341hm²，不涉及占用城市周边永久基本农田，长汀县涂坊

镇已划补永久基本农田 0.9385hm²（均为水田），保证规划期内永久基本农田总量不减少，质量略有提高，划补平衡方案和用地预审已经获自然资源部审批同意。符合永久基本农田相关管控要求。

本项目中输电线路属于线性工程，根据《福建省人民政府关于印发福建省电网建设若干规定的通知》（闽政〔2006〕31号）文件精神，电网建设工程的输电线路走廊不征地。因此，本项目中输电线路无需新增建设用地，不涉及用地，符合永久基本农田相关管控要求。

（3）城镇开发边界内管控要求的符合性分析

通过自然资源部质检的“三区三线”划定成果，本项目变电站及塔基全部位于城镇开发边界外。

本项目与龙岩市“三区三线”相对位置关系见图 3.2-1，本项目与三明市“三区三线”相对位置关系见图 3.2-2。

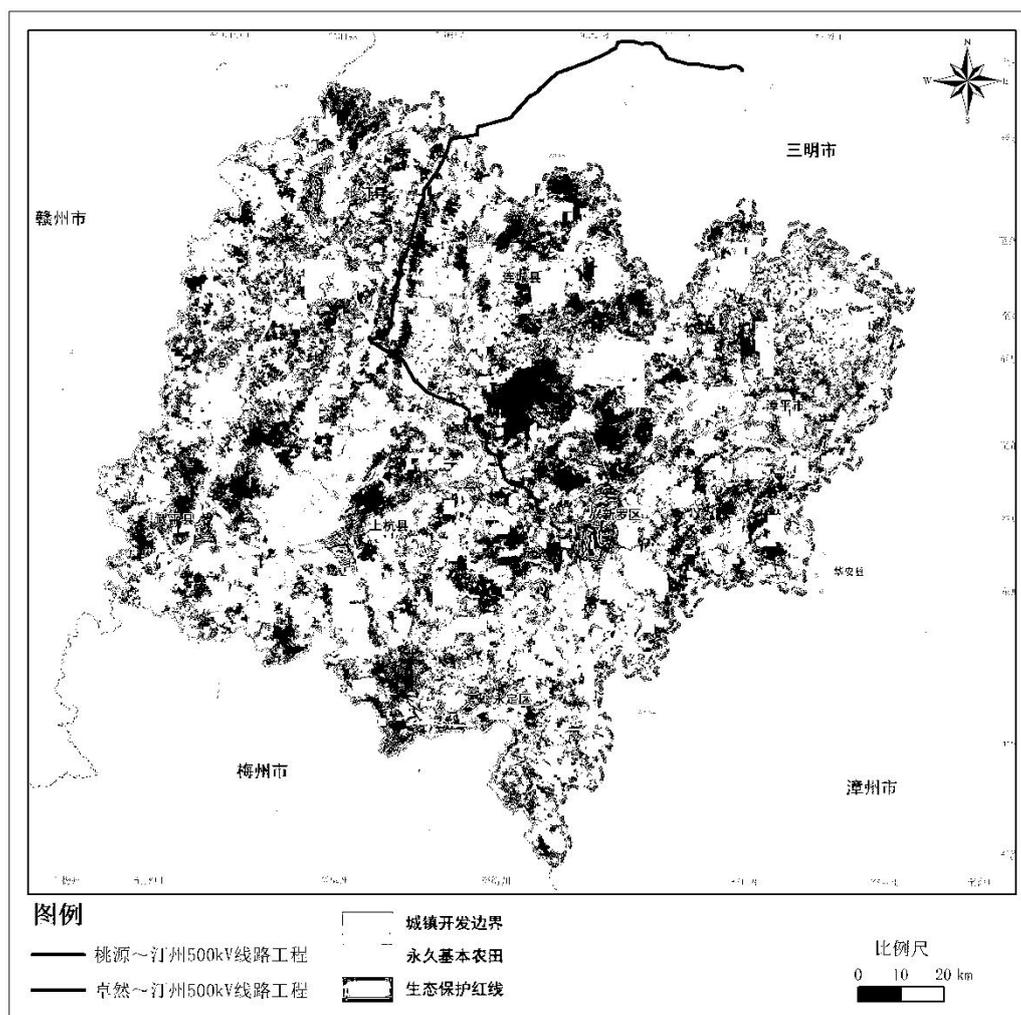


图 3.2-1 本项目与龙岩市三区三线相对位置关系示意图

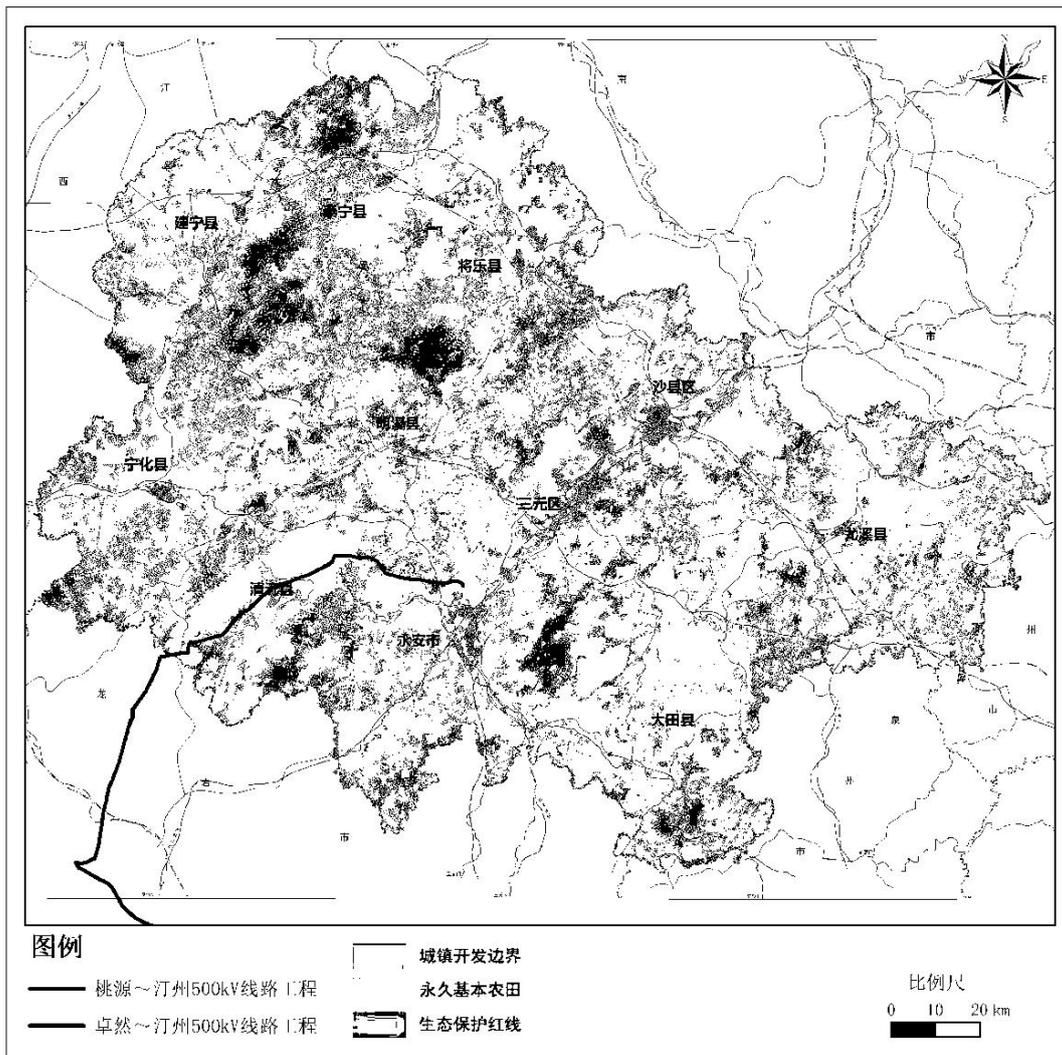


图 3.2-2 本项目与三明市三区三线相对位置关系示意图

3.2.8 与“三线一单”生态环境分区管控相符性分析

3.2.8.1 生态保护红线

按照福建省人民政府办公厅发布的《福建省人民政府办公厅关于印发福建省生态保护红线划定成果调整工作方案的通知》（闽政办〔2017〕80号）规定的调整范围及内容，根据科学评估结果，将评估得到的生态功能极重要区和生态环境极敏感区进行叠加合并，并与以下保护地进行校验，形成生态保护红线空间叠加图，确保划定范围涵盖国家级和省级禁止开发区域。国家级和省级禁止开发区域包括：

1. 国家公园；
2. 自然保护区；
3. 森林公园的生态保育区和核心景观区；

- 4.风景名胜区的核心景区；
- 5.地质公园的地质遗迹保护区；
- 6.世界自然遗产的核心区和缓冲区；
- 7.湿地公园的湿地保育区和恢复重建区；
- 8.饮用水水源地的一级保护区；
- 9.水产种质资源保护区的核心区等。

对于上述禁止开发区域内的不同功能分区，应根据生态评估结果，以及国家法律、法规规定，最终确定纳入生态保护红线的具体范围。位于生态空间以外或人文景观类的禁止开发区域，不纳入生态保护红线。此前的市县级自然保护区、库容一亿立方米以上的大型水库、水利风景名胜区等类型不再纳入红线。同时该工作方案调整生态公益林等其他需要纳入红线的保护地纳入范围。此前，省级以上生态公益林作为一个单独的红线保护类型，调整以后不再单列。结合福建省实际情况，根据生态功能重要性，将有必要实施严格保护的各类保护地纳入生态保护红线范围，主要涵盖：国家一级公益林、重要湿地、沙（泥）岸沿海基干林带等重要生态保护地。

福建省生态保护红线总体思路是全省生态保护红线将凸显对“山水林田湖”的整体保护，以山形水系为主框架，形成以闽西武夷山脉—玳瑁山脉和闽中鹫峰山—戴云山—博平岭两大山脉为核心骨架，以闽江、九龙江等主要流域和海岸带为生态廊道的基本生态保护空间格局。

本项目进入 5 个生态保护红线，穿越生态保护红线段路径总长约 68.18km，分别为玳瑁山河源水源涵养与生物多样性维护片区约 4.3km、汀江流域水源涵养与生物多样性维护片区约 9.9km、长汀连城水土流失控制生态功能区约 32.8km、沙溪流域水源涵养与生物多样性维护片区约 20.9km、福建三明桂溪省级森林自然公园约 0.28km，详见表 2.8。

本项目选址选线在尽量避让生态、水环境敏感区以及生态保护红线的前提下，因线路路径长、跨度大，受地方城镇规划、现有障碍物、自然条件等多种因素限制，仍无法避让规划中 5 个生态保护红线，但不涉及国家级和省级禁止开发区域。本项目不属于开发性、生产性建设活动，属于线性公共服务基础设施，为线性点状占地，且运行期不排放废水、废气、废渣等污染物。建设过程中除严格落实生态环境保护基本要求之外，采用全方位长短腿和不等高基础设

计、加大档距缩减塔基数量、优化施工工艺，针对性地制定生态环境影响减缓和补偿措施，以无害化方式穿越生态保护红线，能够确保生态环境功能不降低、面积不减少、性质不改变，总体符合生态保护红线管控要求，满足《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》的相关规定。

3.2.8.2 环境质量底线

根据本次环评现场调查项目的监测数据分析可知，本项目所在区域声环境质量能够满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）相应功能区的限值要求。工频电场强度、工频磁感应强度监测值满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中工频电场强度控制限值 4000V/m，工频磁感应强度控制限值 100 μ T 的要求。

本项目建成投运后主要环境影响为工频电场、工频磁场和噪声，在采取一系列环境保护措施后，项目产生的工频电场、工频磁场、噪声等对周边环境的影响能够满足环保标准要求，均在环境承载力范围内，不会降低现有环境功能，符合环境质量底线要求。

3.2.8.3 资源利用上线

本项目主要利用的资源为土地资源，输电线路为线性点状占地，建设区永久占地面积约 71.2106hm²，评价区土地总占地面积约为 29991.04m²，占比 0.24%，土地资源消耗量占区域资源利用总量相对较小，且选址选线已取得沿线地方政府或自然资源主管部门的同意，项目建设符合资源利用上线要求。

3.2.8.4 生态环境准入清单

（1）“三线一单”编制原则和方法

按照福建省、龙岩市、三明市人民政府发布的“三线一单”生态环境分区管控方案，环境管控单元划分根据区域发展战略定位，聚焦生态环境、资源能源、产业发展等方面存在的突出问题，结合发展方向，按照优先保护、重点管控、一般管控的优先顺序，以主体功能区规划为基础，衔接生态保护红线、国土空间规划以及生态、大气、水等环境要素分区管控要求，实施分类管理。

环境管控单元随国土空间规划、生态保护红线、全国国土调查等成果调整予以动态更新。鉴于福建省正在开展生态保护红线评估调整工作，“三线一单”中陆域生态保护红线暂采用 2018 年《福建省生态保护红线划定方案（报批稿）》，最终生态保护红线范围和面积以报国务院批复并由省政府发布的成果

为准，因福建省生态保护红线尚未批复发布，本环评暂按最新上报的生态保护红线评估调整成果校核。

基于生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线，依据现有法律法规、政策标准和管理要求等，衔接区域发展战略和生态功能定位，坚持目标导向和问题导向，从空间布局约束、污染物排放管控、环境风险防控和资源利用效率等方面明确允许、限制和禁止的要求，建立三级生态环境准入清单。

（2）“三线一单”环境管控单元

环境管控单元分为优先保护单元、重点管控单元和一般管控单元。

优先保护单元主要为生态环境重要敏感区域，将要素管控分区确定的生态保护红线及一般生态空间、水环境优先保护区、大气环境保护优先保护区叠加取并集划分为优先保护单元。优先保护单元以严格保护生态环境为导向，依法禁止或限制开发建设活动，确保生态环境功能不降低、面积不减少、性质不改变；优先开展生态功能受损区域生态保护修复活动，恢复生态系统服务功能。

重点管控单元主要为经济重点发展区域，将涉及水、大气、土壤、自然资源等资源环境要素重点管控的区域划分为重点管控单元。包含城镇规划边界、工业园区、矿区等开发强度高、污染物排放强度大的区域，以及环境问题相对集中的区域。

一般管控单元主要为预留发展区域，除优先保护单元和重点管控单元以外的其他区域划分为一般管控单元。

（3）本项目与“三线一单”生态环境分区管控的相符性

本项目不属于开发性、生产性建设活动，属于线性公共服务基础设施，为线性点状占地，且运行期不排放废水、废气、废渣等污染物，不属于优先保护单元内禁止建设的项目。

根据《龙岩市人民政府关于印发龙岩市“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（龙政综〔2021〕72号）及其图件，本项目输电线路涉及所在区域环境管控单元中优先保护单元、重点管控单元和一般管控单元。根据《三明市人民政府关于印发三明市“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（明政〔2021〕4号）及其图件，本项目输电线路涉及所在区域环境管控单元中优先保护单元、一般保护单元，详见表 3.2-3。本项目与龙岩市环境管控单元相对位置关系见附图 15，本项目与三明市环境管控单元相对位置关系见附图 16。

综上所述，本项目符合福建省、龙岩市、三明市“三线一单”管控要求。

表 3.2-3 本项目经过“三线一单”生态环境分区中环境管控单元要求及相符性分析

序号	行政区划	环境管控单元名称	管控单元类别	管控要求（生态环境准入清单）		相符性分析
	龙岩市新罗区	新罗区水源涵养生态保护红线	优先保护单元	空间布局约束	依据《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》进行管理，严格禁止开发性、生产性建设活动，在符合现行法律法规前提下，除国家重大战略项目外，仅允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动，主要包括：零星的原住民在不扩大现有建设用地和耕地规模前提下，修缮生产生活设施，保留生活必需的少量种植、放牧、捕捞、养殖；因国家重大能源资源安全需要开展的战略性能源资源勘查，公益性自然资源调查和地质勘查；自然资源、生态环境监测和执法包括水文水资源监测及涉水违法事件的查处等，灾害防治和应急抢险活动；经依法批准进行的非破坏性科学研究观测、标本采集；经依法批准的考古调查发掘和文物保护活动；不破坏生态功能的适度参观旅游和相关的必要公共设施建设；必须且无法避让、符合县级以上国土空间规划的线性基础设施建设、防洪和供水设施建设与运行维护；重要生态修复工程。	符合： 经与最新上报的福建省生态保护红线评估调整成果核对，本项目线路受多种因素限制穿越了玳瑁山河源水源涵养与生物多样性维护、汀江流域水源涵养与生物多样性维护、长汀连城水土流失控制、沙溪流域水源涵养与生物多样性生态保护红线及福建三明桂溪省级森林自然公园合计约 68.18km，立塔约 168 基。施工期临时道路尽可能利用机耕道、林区小路等现有道路，减少新建施工便道。线路建成投运后不排放废水、废气、废渣等可能对水体产生影响的污染物，不属于排放污染物的建设项目。经路径方案综合比选具备不可避免性和环境合理性，属于必要的线性基础设施，符合《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》的相关规定。
	龙岩市上杭县	上杭县水源涵养生态保护红线				
	龙岩市连城县	连城县水土流失控制生态保护红线				
	龙岩市长汀县	长汀县水土流失控制生态保护红线				
	三明市清流县	清流县水源涵养生态保护红线				
	三明市永安市	永安市水源涵养生态保护红线				
	龙岩市新罗区	新罗区重点管控单元	重点管控单元	空间布局约束	①强化源头管控或环保设施升级改造，实现区域内主要大气污染物排放总量逐步削减。 ②新建、改建、扩建规模化畜禽养殖场（小区）要实施雨污分流、粪便污水资源化利用。现有规模化畜禽养殖场（小区）要根据污染防治需要，配套建设粪便污水贮存、处理、利用设施。 ③推广低毒、低残留农药使用补助试点经验，开展农作物病虫害绿色防控和统防统治。敏感区域和大	符合： 本项目不属于大气、水污染物排放的工业生产项目，属于线性公共服务基础设施。项目运行期不排放废水、废气、废渣等污染物，不属于重点管控单元内禁止建设的项目。

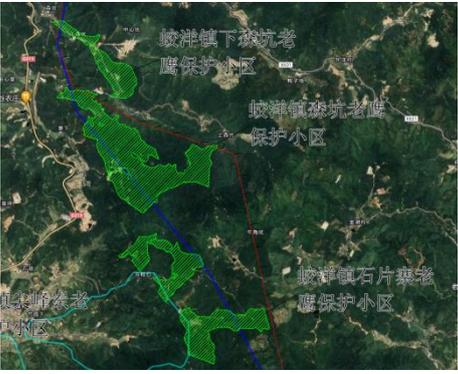
					中型灌区，应利用现有沟、塘、窖等，配置水生植物群落、格栅和透水坝，建设生态沟渠、污水净化塘、地表径流集营池等设施，净化农田排水及地表径流。	
	龙岩市 上杭县	上杭县一般管控单元	一般管控单元	空间布局约束	<p>①一般建设项目不得占用永久基本农田，重大建设项目选址确实难以避让永久基本农田的，必须依法依规办理。严禁通过擅自调整县乡国土空间规划，规避占用永久基本农田的审批。</p> <p>②禁止随意砍伐防风固沙林和农田保护林。</p> <p>③严格控制新建、扩建石化、化工、焦化、有色等高污染、高风险涉气项目。</p> <p>④限期搬迁或关停单元内布局不合理、装备水平低、环保设施差的小型污染企业。</p>	<p>符合：</p> <p>①本项目属于必要的基础设施项目，输电线路选线时已尽量避让基本农田，无法避让基本农田时，将按要求依法依规办理用地手续。</p> <p>②本项目经过林地等区域采取高跨等措施，不会对防风固沙林、农田保护林造成破坏。</p> <p>③本项目不属于石化、化工、焦化、有色等高污染、高风险涉气项目，不属于小型污染企业，输电线路建成投运后不排放废水、废气、废渣等可能对水体产生影响的污染物，属于必要的线性基础设施，符合生态环境准入要求。</p>
	龙岩市 连城县	连城县一般管控单元				
	龙岩市 长汀县	长汀县一般管控单元				
	三明市 清流县	清流县一般管控单元				
	三明市 永安市	永安县一般管控单元				

3.2.9 穿（跨）越环境敏感区的不可避免性和环境合理性

根据建设单位提出的环评单位和设计单位深度沟通、协调一致的要求，环评单位根据收资情况，针对线路涉及的环境敏感区向设计单位予以提资，并提出优化要求：针对线路进入环境敏感区段路径，向设计提出了深化设计、优化方案的要求，避让国家森林公园、饮用水水源保护区的一级区，尽量避让自然保护区、饮用水水源保护区的二级保护区，确实无法避让时采取无害化跨越措施或尽量减少在保护区范围内立塔数量等措施要求。

工程设计根据环评要求对线路穿（跨）越自然保护区段进行了深化优化设计，尽量优化线路路径，并尽量减少立塔数量。线路设计按环评要求针对环境敏感区的优化情况详见表 3.2-4。

表 3.2-4 本项目线路设计按环评要求针对环境敏感区的优化情况

序号	工程名称	环境敏感区名称	可研阶段与线路的相对位置关系	根据环评要求优化后与线路的相对位置关系	图示
1	卓然~汀州500kV线路工程	小池镇黄连孟米楮等动植物保护小区	穿越约630m，立塔2基	已避让，保护小区位于线路西侧约50m	
2		蛟洋镇石片寨老鹰保护小区	穿越约330m	已避让，保护小区位于线路西侧约60m	
3		蛟洋镇尖峰寨老鹰保护小区	穿越约240m	已避让，保护小区位于线路西侧约900m	
4		蛟洋镇森坑老鹰保护小区	穿越约1921m，立塔5基	减少穿越，穿越该保护小区2处，穿越长度分别为30m、100m，均一档跨越，不在保护小区内立塔	

5	古田镇 龙丰岩 苏门羚 黑麂保护 小区	穿越约 1095m, 立塔 2 基	已避让, 保 护小区位于 线路东北侧 约 360m	
6	南阳镇 石高山 蟒蛇穿 山甲保护 小区	穿越约 720m, 立 塔 1 基	已避让, 保 护小区位于 线路西南侧 约 450m	

本项目输电线路在选线阶段避让了城镇规划区，但因线路路径长、跨度大，受地方城镇规划、现有障碍物、自然条件等因素限制，本项目仍需穿（跨）越 5 个生态保护红线、5 个自然保护区（一档跨越）、1 个森林公园（一档跨越）。

本项目运行期不排放污染物，施工期通过加强环境保护管理，采取切实可行的环保措施，对穿越的环境敏感区环境影响很小，基本能够做到无害化通过。

3.2.9.1 生态保护红线

（1）相对位置关系

本项目穿越 5 个生态保护红线，红线内路径总长约 68.18km，分别为玳瑁山河源水源涵养与生物多样性维护片区约 4.3km、汀江流域水源涵养与生物多样性维护片区约 9.9km、长汀连城水土流失控制生态功能区约 32.8km、沙溪流域水源涵养与生物多样性维护片区约 20.9km、福建三明桂溪省级森林自然公园约 0.28km。

本项目输电线路进入生态保护红线情况见表 2.8，本项目输电线路与规划中生态保护红线的相对位置关系图见图附图 13。

（2）不可避让性分析

本项目输电线路路径长、跨度大，受地方城镇规划、现有障碍物、自然条件等因素限制，无法避让玳瑁山河源水源涵养与生物多样性维护片区、汀江流域水源涵养与生物多样性维护片区、长汀连城水土流失控制生态功能区、沙溪流域水源涵养与生物多样性维护片区、福建三明桂溪省级森林自然公园共 5 个生态保护红线。

1) 第一段

①线路穿越生态保护红线概况

该段线路为卓然~汀州 500kV 线路卓然变电站出线段，本段线路穿越生态保护红线区域长度为 7.0km，在生态保护红线区域内立塔 16 基。

②方案比选

针对该段线路（A~B）线路设计了 2 个方案，其中方案一为卓然-塘厦 220 千伏 II 回线路北侧平行走线，方案二为尽量少穿越生态保护红线的路径方案，在卓然-塘厦 220 千伏 II 回线路南侧走线。

表 3.2-5 线路第一段穿越生态保护红线路径方案比选

项目	方案一	方案二	比较结论
架空长度	10.61km	10.29km	方案二线路路径长度略短，塔基数少 1 基
杆塔基数（基）	26	25	
地形	山地	山地	相同
主要交叉跨越	跨越 110kV 及以上电力线 8 次；跨越重要公路 2 次	跨越 110kV 及以上电力线 8 次；跨越重要公路 2 次	相同
涉及生态保护红线情况	穿越生态保护红线区域长度为 7.0km，在生态保护红线区域内立塔 16 基。	穿越生态保护红线区域长度为 2.6km，在生态保护红线区域内立塔 8 基。	方案二相对穿越生态保护红线内线路长度短，且塔基数少
其他限制因素	避让了居民区及永久基本农田，立塔地质条件相对稳定，且避让了采矿区等立塔风险区	①穿越居民区及周边永久基本农田区域； ②部分塔基位于山谷沟地，立塔条件较差，对塔基存在安全风险； ③周边存在较多采矿区不利于立塔	方案二存在较多限制因素，存在安全风险

③路径穿越生态保护红线唯一性分析

该段线路方案一（推荐方案）虽然穿越生态保护红线线路长度相对较长，但方案二由于穿越居民区及周边永久基本农田区域，部分塔基位于山谷沟地，周边存在较多采矿区不利于立塔，立塔条件较差，对塔基存在安全风险。方案二穿越居民区增加了输电线路对沿线居民电磁、噪声等环境影响；占用永久基本农田对于山区本不多的优质土地资源来说不符合节约土地资源的要求；同时

由于周边采矿区众多，一方面增加了立塔成本，另一方面后期塔基安全风险高，存在倒塌风险，可能造成水土流失等二次生态破坏的风险，故方案二不可选。因此通过 2 个方案的比选，线路不可避免让穿越生态保护红线，推荐方案一作为该段线路唯一方案。

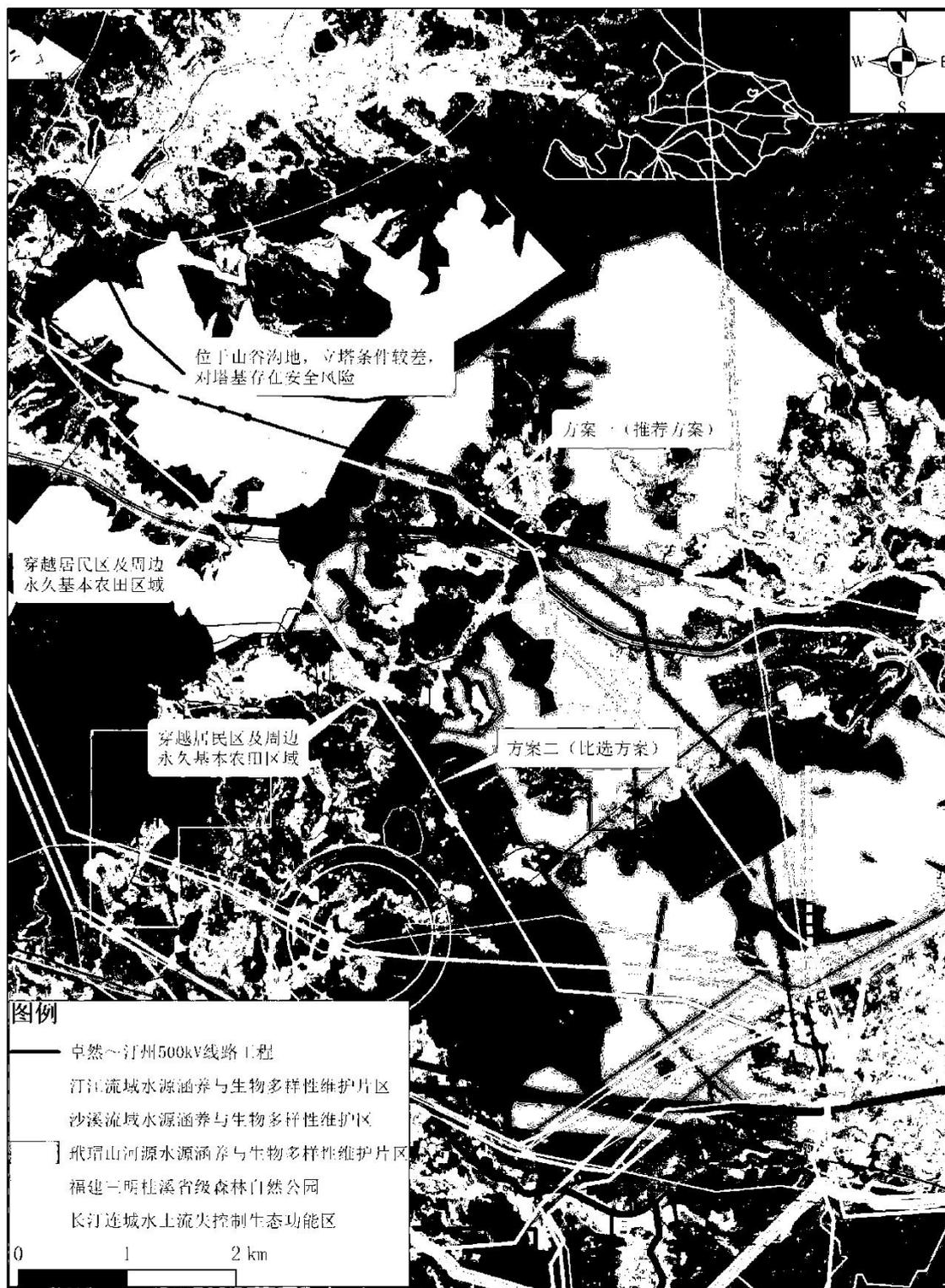


图 3.2-3 第一段涉及生态保护红线线路比选示意图

2) 第二段

①线路穿越生态保护红线概况

该段线路穿越生态保护红线区域长度为 4.4km，在生态保护红线区域内立塔 18 基。

②方案比选

该段线路其中 A 至 B 段线路由于周边生态保护红线、自然保护区及已有线路分布，通过对线路的优化，考虑从两个自然保护区中间穿越，从而导致部分线路无法避让生态保护红线，线路方案唯一。同时针对该段线路（B~C）线路设计了 2 个方案，其中方案一为主要从远离村庄的山上走线方案，方案二为尽量少穿越生态保护红线的路径方案。

表 3.2-6 线路第二段（B~C）穿越生态保护红线路径方案比选

项目	方案一	方案二	比较结论
架空长度	8.49km	8.03km	方案二线路路径长度略短，塔基数少 1 基
杆塔基数（基）	17	16	
地形	山地	山地、平原	方案二地形相对平坦
主要交叉跨越	跨越 110kV 及以上电力线 1 次；跨越重要公路 1 次	跨越 110kV 及以上电力线 1 次；跨越重要公路 1 次	相同
涉及生态保护红线情况	穿越生态保护红线区域长度为 4.3km，在生态保护红线区域内立塔 12 基。	穿越生态保护红线区域长度为 0.88km，在生态保护红线区域内立塔 2 基。	方案二相对穿越生态保护红线内线路长度短，且塔基数少
其他限制因素	避让了居民区及永久基本农田，立塔地质条件相对稳定	穿越居民区及周边永久基本农田区域	方案二穿越居民区及周边永久基本农田区域，增加了对居民电磁、噪声等环境影响，增加占用优质土地资源

③路径穿越生态保护红线唯一性分析

该段线路方案一（推荐方案）虽然穿越生态保护红线线路长度相对较长，但方案二穿越居民区增加了输电线路对沿线居民电磁、噪声等环境影响；占用永久基本农田对于山区本不多的优质土地资源来说不符合节约土地资源的要求，故方案二不可选。因此通过 2 个方案的比选，线路不可避免让穿越生态保护红线，

推荐方案一作为该段线路唯一方案。

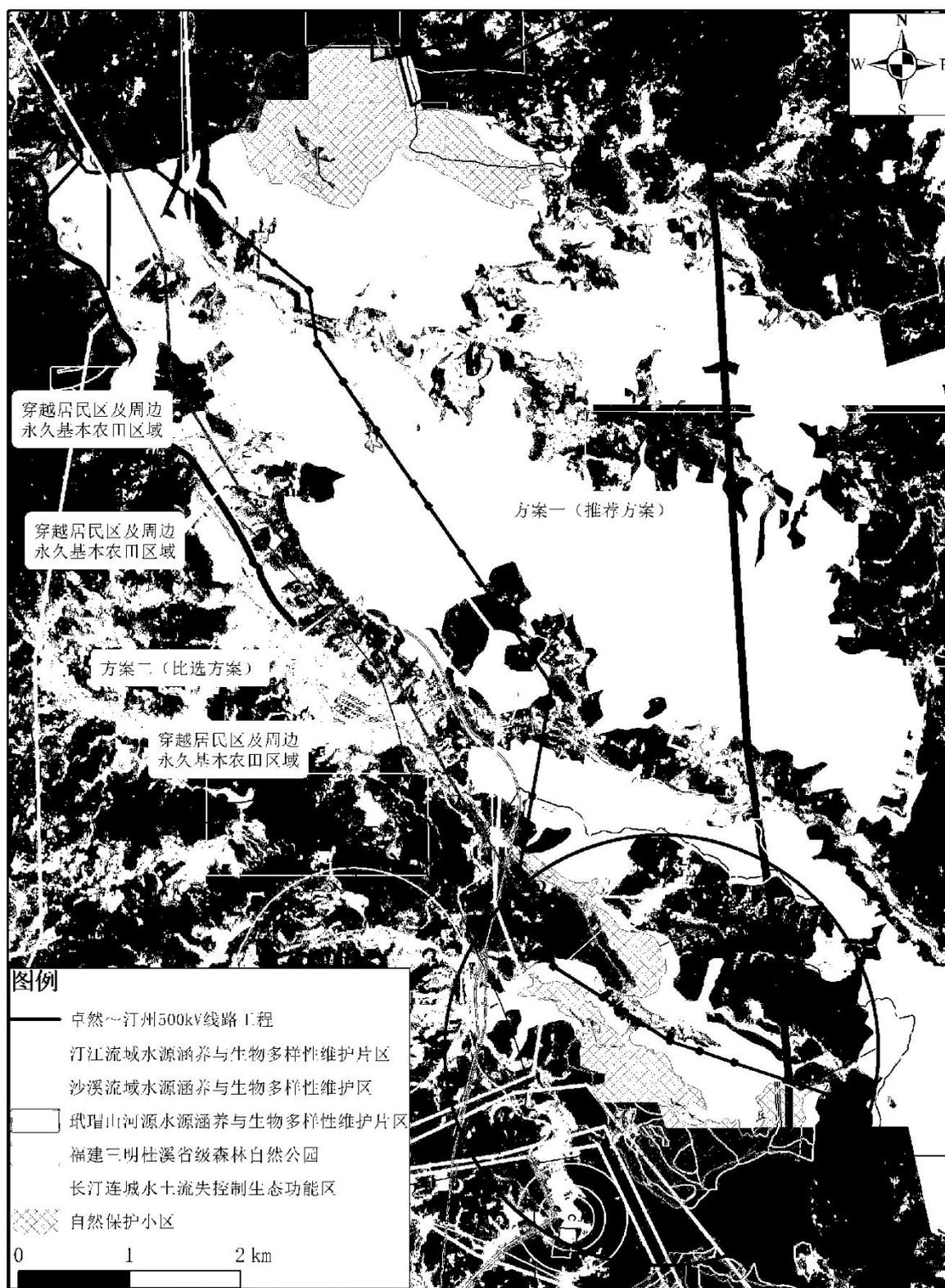


图 3.2-4 第二段涉及生态保护红线线路比选示意图

3) 第三段

①线路穿越生态保护红线概况

该段线路穿越生态保护红线区域长度为 3.0km，在生态保护红线区域内立塔 8 基。

②方案比选

针对该段线路（A~B）线路设计了 2 个方案，其中方案一为主要从远离村庄的山上走线方案，方案二为尽量少穿越生态保护红线的路径方案。

表 3.2-7 线路第三段（A~B）穿越生态保护红线路径方案比选

项目	方案一	方案二	比较结论
架空长度	5.76km	6.56km	方案一线路路径长度略短，塔基数少 3 基
杆塔基数（基）	12	15	
地形	山地	山地、平原	方案二地形相对平坦
主要交叉跨越	跨越 110kV 及以上电力线 1 次	跨越 110kV 及以上电力线 1 次	相同
涉及生态保护红线情况	穿越生态保护红线区域长度为 4.3km，在生态保护红线区域内立塔 12 基。	穿越生态保护红线区域长度为 0.88km，在生态保护红线区域内立塔 2 基。	方案二相对穿越生态保护红线内线路长度短，且塔基数少
其他限制因素	避让了居民区及永久基本农田，立塔地质条件相对稳定	穿越居民区，穿越大面积优质的永久基本农田区域	方案二穿越居民区及周边永久基本农田区域，增加了对居民电磁、噪声等环境影响，增加占用优质土地资源

③路径穿越生态保护红线唯一性分析

该段线路方案一（推荐方案）虽然穿越生态保护红线线路长度相对较长，但方案二穿越居民区增加了输电线路对沿线居民电磁、噪声等环境影响；占用永久基本农田对于山区本不多的优质土地资源来说不符合节约土地资源的要求，故方案二不可选。因此通过 2 个方案的比选，线路不可避让穿越生态保护红线，推荐方案一作为该段线路唯一方案。

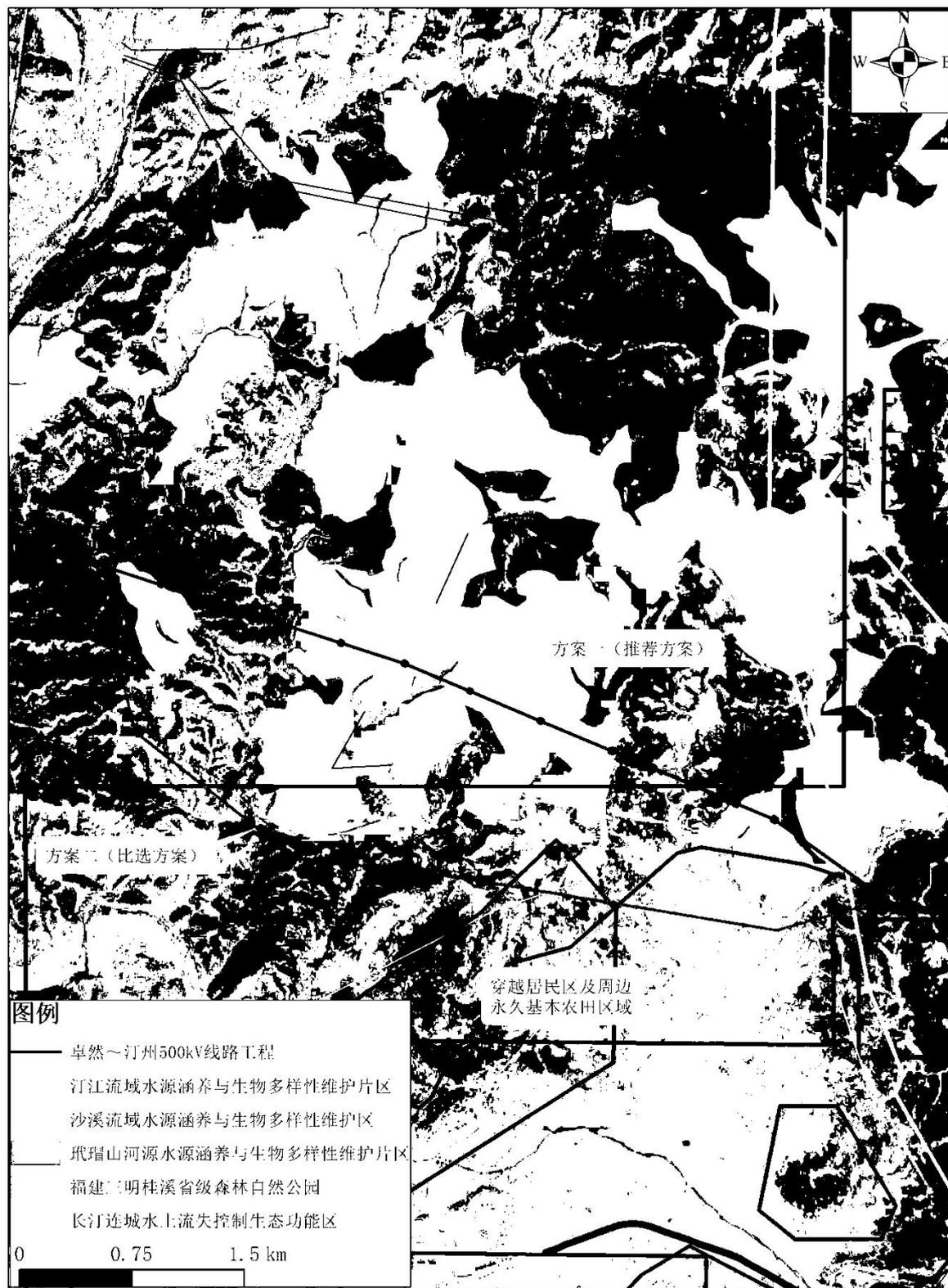


图 3.2-5 第三段涉及生态保护红线线路比选示意图

4) 第四段

①线路穿越生态保护红线概况

该段线路穿越生态保护红线区域长度为 4.4km，在生态保护红线区域内立塔 18 基。

②方案比选

该段线路其中 A 至 B 段线路由于生态保护红线南北纵贯，无法避让，通过对线路的优化，考虑从石门溪水库饮用水水源保护区和自然保护小区中间穿越，从而导致部分线路无法避让生态保护红线，线路方案唯一。同时针对该段线路（B~C）线路设计了 2 个方案，其中方案一为主穿越生态保护红线方案，方案二为完全避让生态保护红线的路径方案。

表 3.2-8 线路第四段（B~C）穿越生态保护红线路径方案比选

项目	方案一	方案二	比较结论
架空长度	2.54km	2.90km	方案一线路路径长度略短，塔基数少 2 基
杆塔基数（基）	7	9	
地形	山地	山地	相同
主要交叉跨越	跨越 110kV 及以上电力线 1 次	跨越 110kV 及以上电力线 1 次	相同
涉及生态保护红线情况	穿越生态保护红线区域长度为 1.0km，在生态保护红线区域内立塔 4 基。	完全避让生态保护红线	方案二完全避让生态保护红线
植被状况	林地，植被为马尾松等常绿针叶林	林地，植被为马尾松等常绿针叶林	相同，均为林地，植被为马尾松等常绿针叶林

③路径穿越生态保护红线唯一性分析

该段线路方案一为主穿越生态保护红线方案，方案二为完全避让生态保护红线的路径方案，虽然方案一穿越了生态保护红线，但两个方案线路沿线生境相同，均为林地，且植被类型主要为马尾松等常绿针叶林，从生态保护角度同等重要，但是方案二相对线路较长，增加了投资的同时，由于增加了塔基占地，从而增加

了对区域植被的破坏，对区域的生态影响更大。因此通过 2 个方案的比选，线路不可避免穿越生态保护红线，推荐方案一作为该段线路唯一方案。

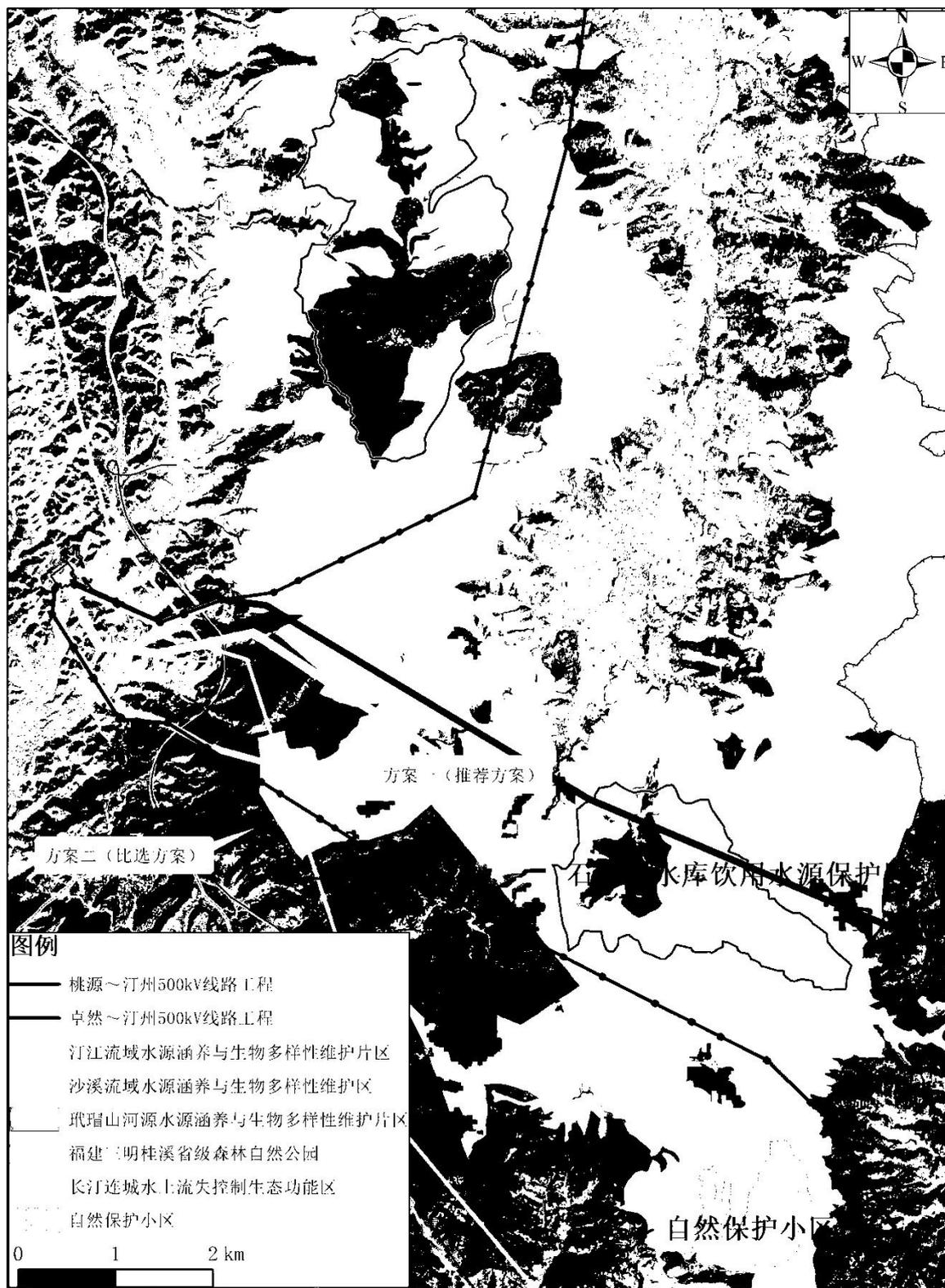


图 3.2-6 第四段涉及生态保护红线线路比选示意图

5) 第五段

①方案比选

针对该段线路（A~B）线路设计了3个方案，其中方案一为主要从远离村庄的山上走线方案，方案二为从西侧尽量少穿越生态保护红线的路径方案，方案三为从东侧尽量少穿越生态保护红线的路径方案。

表 3.2-9 线路第五段（A~B）穿越生态保护红线路径方案比选

方案 项目	方案一	方案二	方案三	比较结论
架空长度	58.7km	60.2km	56.9km	方案三最短，其次方案一
杆塔基数	132	135	129	
地形	山地	山地、平原	山地、平原	方案二、方案三途径山谷平地，涉及较多永久基本农田
主要交叉跨越	跨越 110kV 及以上电力线 2 次	跨越 110kV 及以上电力线 2 次	跨越 110kV 及以上电力线 2 次	相同
涉及生态保护红线情况	穿越生态保护红线区域长度为 28.8km，在生态保护红线区域内立塔 66 基。	穿越生态保护红线区域长度为 9.5km，在生态保护红线区域内立塔 18 基。	穿越生态保护红线区域长度为 25.3km，在生态保护红线区域内立塔 62 基。	方案二相对穿越生态保护红线内线路长度短，且塔基数少
其他限制因素	避让了居民区及永久基本农田，立塔地质条件相对稳定	穿越长汀县县城及沿线多处乡镇村落，穿越大面积优质的永久基本农田区域	穿越 3 处饮用水源保护区和四处自然保护小区，穿越沿线多处乡镇村落，穿越大面积优质的永久基本农田区域	方案三穿越 2 处饮用水源保护区和四处自然保护小区，增加对生态和水环境敏感区影响，同时方案二和方案三穿越居民区及周边永久基本农田区域，增加了对居民电磁、噪声等环境影响，增加占用优质土地资源

②路径穿越生态保护红线唯一性分析

该段线路方案一（推荐方案）虽然穿越生态保护红线线路长度相对较长，但方案三穿越 3 处饮用水源保护区和四处自然保护小区，增加对生态和水环境敏感区影响，同时方案二和方案三穿越居民区及周边永久基本农田区域，特别

是方案二穿越长汀县县城区域，增加了对居民电磁、噪声等环境影响，增加占用优质土地资源。因此通过 3 个方案的比选，线路不可避免让穿越生态保护红线，推荐方案一作为该段线路唯一方案。

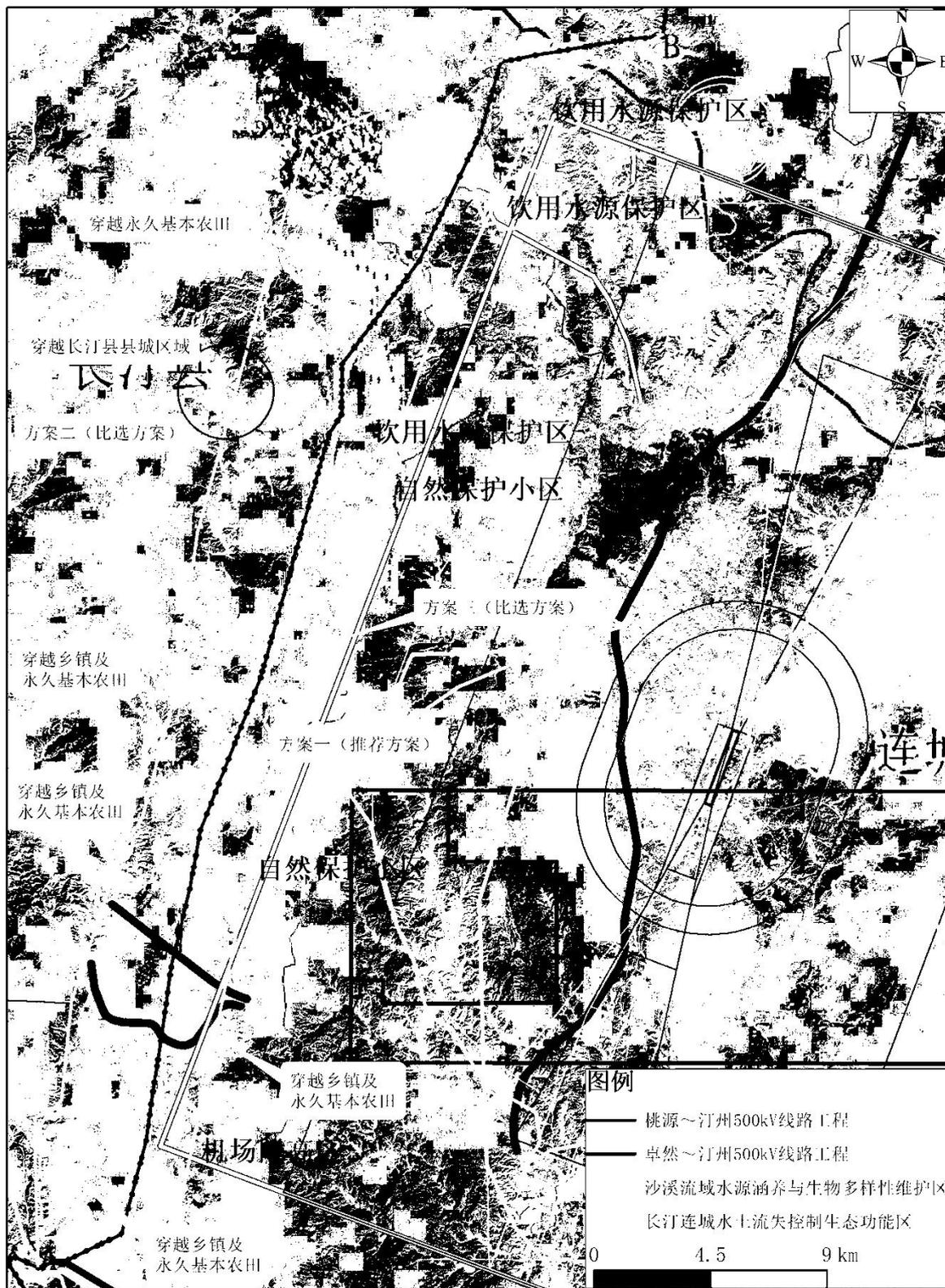


图 3.2-7 第五段涉及生态保护红线线路比选示意图

6) 第六段

①方案比选

该段线路其中 A 至 B 段线路由于清流县灵台山风景区和长校镇自来水厂水源保护区南北纵贯，通过对线路的优化，考虑从清流县灵台山风景区和长校镇自来水厂水源保护区中间穿越，从而导致部分线路无法避让生态保护红线，线路方案唯一。同时针对该段线路（B~C）线路设计了 2 个方案，其中方案一为主穿越生态保护红线方案，方案二为完全避让生态保护红线的路径方案。

表 3.2-10 线路第六段（B~C）穿越生态保护红线路径方案比选

项目	方案一	方案二	比较结论
架空长度	13.29km	15.68km	方案一线路路径长度略短，塔基数少 7 基
杆塔基数（基）	31	38	
地形	山地	山地	相同
主要交叉跨越	跨越 110kV 及以上电力线 7 次	跨越 110kV 及以上电力线 7 次	相同
涉及生态保护红线情况	穿越生态保护红线区域长度为 6.2km，在生态保护红线区域内立塔 4 基。	完全避让生态保护红线	方案二完全避让生态保护红线
植被状况	林地，植被为马尾松等常绿针叶林	林地，植被为马尾松等常绿针叶林	相同，均为林地，植被为马尾松等常绿针叶林
其他	/	穿越村庄及永久基本农田	方案二穿越村庄及永久基本农田，增加了对居民电磁、噪声等环境影响，增加占用优质土地资源

②路径穿越生态保护红线唯一性分析

该段线路方案一为主穿越生态保护红线方案，方案二为完全避让生态保护红线的路径方案，虽然方案一穿越了生态保护红线，但两个方案线路沿线生境相同，均为林地，且植被类型主要为马尾松等常绿针叶林，从生态保护角度同等重要，但是方案二相对线路较长，增加了投资的同时，由于增加了塔基占地，从而增加了对区域植被的破坏，对区域的生态影响更大。同时方案二穿越村庄及永久基本

农田，增加了对居民电磁、噪声等环境影响，增加占用优质土地资源。因此通过 2 个方案的比选，线路不可避免穿越生态保护红线，推荐方案一作为该段线路唯一方案。

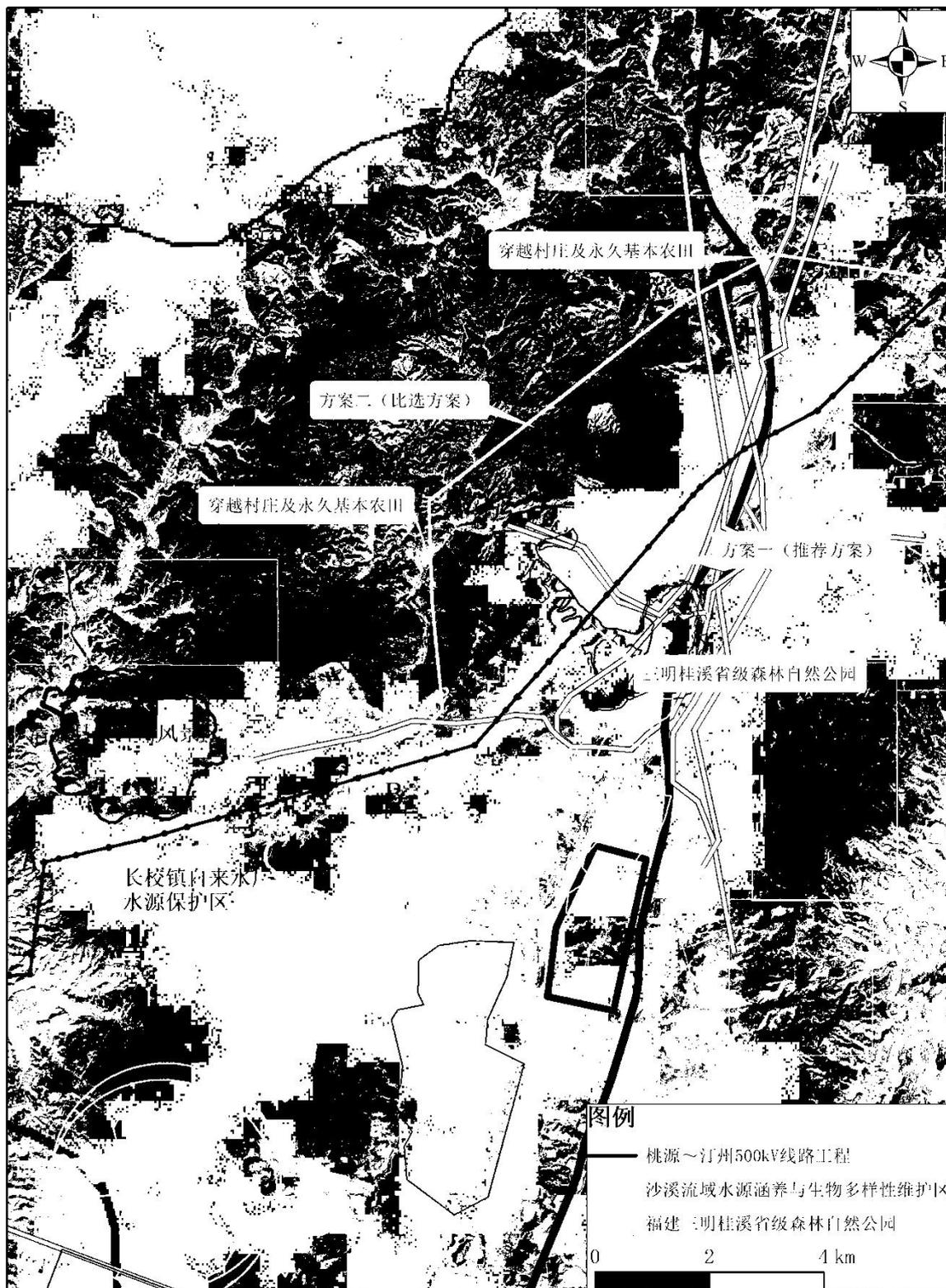


图 3.2-8 第六段涉及生态保护红线线路比选示意图

7) 第七段

①方案比选

针对该段线路（A~B）线路设计了2个方案，其中方案一为主要从远离村庄的山上走线方案，方案二为从西北侧避让生态保护红线的路径方案。

表 3.2-11 线路第七段（A~B）穿越生态保护红线路径方案比选

项目	方案一	方案二	比较结论
架空长度	7.68km	9.66km	方案一线路路径长度更短，塔基数少5基
杆塔基数（基）	14	19	
地形	山地	山地、平原	方案二途径山谷平地，涉及较多永久基本农田
主要交叉跨越	跨越 110kV 及以上电力线 1 次	跨越 110kV 及以上电力线 1 次	相同
涉及生态保护红线情况	穿越生态保护红线区域长度为 4.5km，在生态保护红线区域内立塔 8 基。	完全避让生态保护红线	方案二避让了生态保护红线
其他限制因素	避让了居民区及永久基本农田，立塔地质条件相对稳定	穿越多处乡镇村落，穿越大面积优质的永久基本农田区域	方案二穿越居民区及周边永久基本农田区域，增加了对居民电磁、噪声等环境影响，增加占用优质土地资源

②路径穿越生态保护红线唯一性分析

该段线路方案一（推荐方案）虽然穿越生态保护红线线路长度相对较长，但方案二穿越居民区及周边永久基本农田区域，增加了对居民电磁、噪声等环境影响，增加占用优质土地资源。因此通过2个方案的比选，线路不可避免穿越生态保护红线，推荐方案一作为该段线路唯一方案。

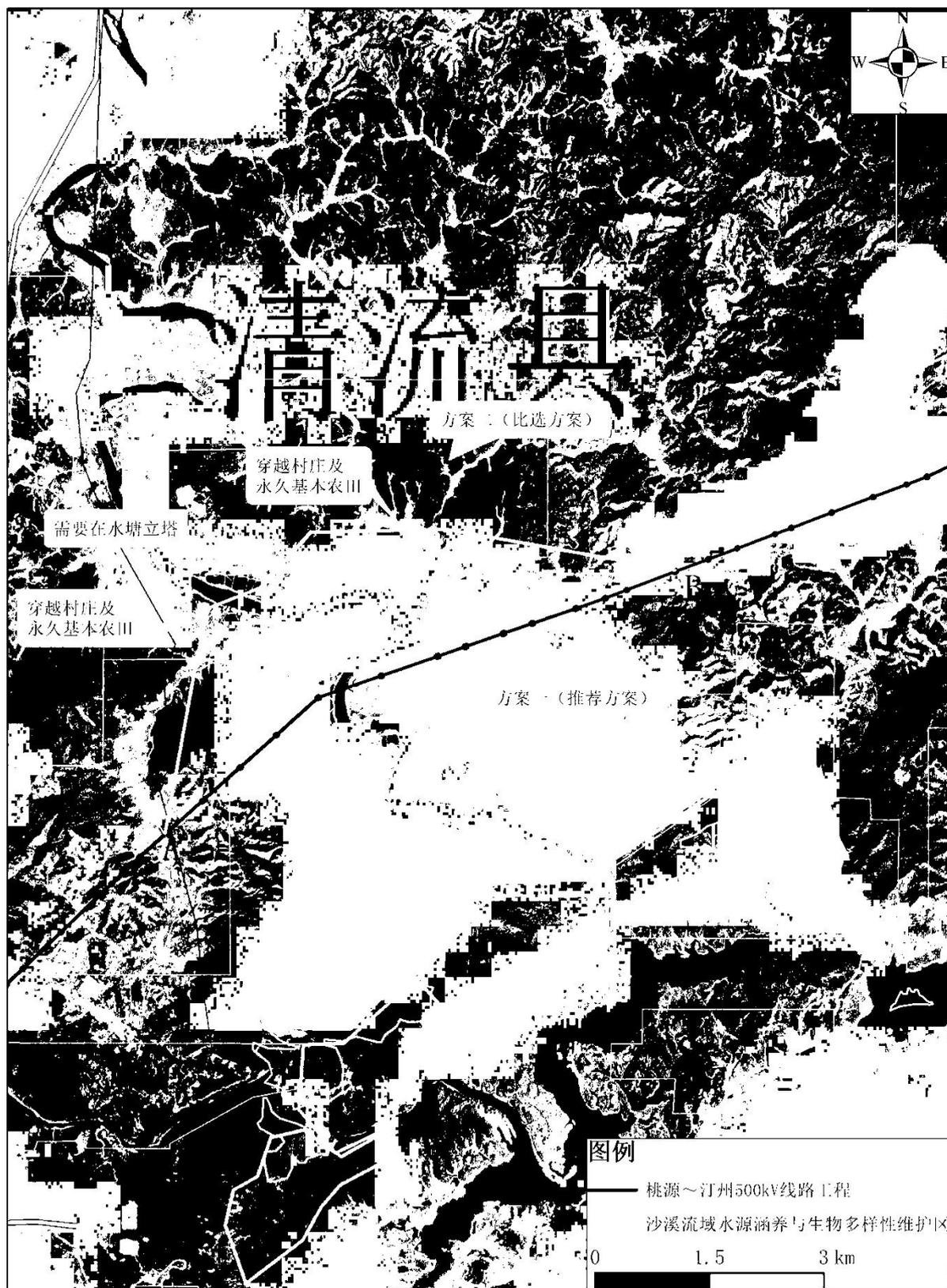


图 3.2-9 第七段涉及生态保护红线线路比选示意图

8) 第八段

该段线路由于北侧有大山村自然保护小区，南侧有安砂坑口酸枣自然保护小区和福建永安龙头国家湿地公园，因此通过路径优化，从大山村自然保护小区和安砂坑口酸枣自然保护小区中间地带跨越，不在自然保护小区内新建塔基，因此该段线路唯一方案。



图 3.2-10 第八段涉及生态保护红线线路比选示意图

9) 第九段

该段线路周边生态保护红线分布较零碎，前半段线路已经通过优化尽量避让了生态保护红线，后半段由于已有线路占用了线路通道，且北侧分布有村庄和永久基本农田，因此不可避免从南侧生态保护红线内穿越，因此该段线路唯一方案。



图 3.2-11 第九段涉及生态保护红线线路比选示意图

（3）环境合理性分析

本项目属于长距离、大范围高压输变电基础设施，在选址选线中需要综合考虑地方规划、基本农田、环境敏感区、重要矿产资源等多种限制性因素，无法完全避让 5 个生态保护红线。选线阶段通过不断调整优化，对大范围集中分布红线区域采取尽量短距离方式穿越，对小范围零星分布红线区域采取尽量绕行方式避让或采取一档跨越的方式，路径方案已尽量减少了位于生态保护红线的长度。

本项目输电线路运行期不排放废水、废气、废渣等污染物。建设过程中除严格落实生态环境保护基本要求之外，塔基开挖优先采用人工掏挖方式，采用全方位长短腿和不等高基础设计、加大档距缩减塔基数量、优化施工工艺，针对性地制定生态环境影响减缓和补偿措施，尽量减少生态红线内的塔基施工临时占地面积，以无害化方式穿越生态保护红线，能够确保生态环境功能不降低、面积不减少、性质不改变，总体符合当前生态保护红线管控要求。

3.2.9.2 桂溪省级森林自然公园

（1）相对位置关系

桃源～汀州 500kV 线路工程一档跨越桂溪省级森林自然公园，不在森林公园内立塔。线路与桂溪省级森林自然公园位置关系见附图 14（8）。

（2）不可避让性分析

本段不可避让分析详见生态保护红线不可避让分析第六段。受限于桂溪省级森林自然公园由西北向东南横贯，同时在森林公园南部分布有自然保护小区，无法绕行，本身该线路采取在森林公园相对窄幅小的位置一档跨越，属于无害化穿越方式，对森林公园的生态影响降到了最低。

3.2.10 选址选线与环境敏感区相关法律法规相符性

3.2.10.1 与《中华人民共和国水污染防治法》、《饮用水水源保护区污染防治管理规定》相符性分析

根据《中华人民共和国水污染防治法》第六十五条：禁止在饮用水水源一级保护区内新建、改建、扩建与供水设施和保护水源无关的建设项目。第六十六条：禁止在饮用水水源二级保护区内新建、改建、扩建排放污染物的建设项目。根据《饮用水水源保护区污染防治管理规定》第十二条：一级保护区内“禁止新建、扩建与供水设施和保护水源无关的建设项目”，二级保护区内“禁止新

建、改建、扩建排放污染物的建设项目”。

本项目输电线路对沿线饮用水源保护区进行了有效避让，在水源保护区内无建设内容，因此，本项目建设符合《中华人民共和国水污染防治法》、《饮用水水源保护区污染防治管理规定》相关规定。

3.2.10.2 与《森林公园管理办法》、《福建省森林公园管理办法》相符性分析

根据《森林公园管理办法》第十二条：占用、征收、征用或者转让森林公园经营范围内的林地，必须征得森林公园经营管理机构同意，并按《中华人民共和国森林法》及其实施细则等有关规定，办理占用、征收、征用或者转让手续，按法定审批权限报人民政府批准，交纳有关费用。依前款规定占用、征收、征用或者转让国有林地的，必须经省级林业主管部门审核同意。

根据《福建省森林公园管理办法》第三十条：“严格控制建设项目使用森林公园林地，禁止擅自改变森林公园内林地的用途，禁止在森林公园内修建坟墓和其他破坏自然景观、污染环境的工程设施，禁止在森林公园内进行任何形式的房地产开发”。

本项目输电线路一档跨越桂溪省级森林公园，不在森林公园范围内立塔，本项目不属于污染环境、破坏资源或者景观的生产设施，也不会排放污染物。设计单位进行了多方案的路径比选，经综合论证后，确认了满足当前森林公园管理规定的最优工程方案，在严格落实环评提出的各项污染防治和生态保护措施后，可将各种不利环境影响降至最低，对森林公园的环境影响较小。

因此，本项目建设符合《森林公园管理办法》、《福建省森林公园管理办法》相关规定。

3.2.10.3 与生态保护红线相关规定的相符性分析

目前，国家已发布了《关于以改善环境质量为核心加强环境影响评价管理的通知》（环环评〔2016〕150号）、《关于生态环境领域进一步深化“放管服”改革，推动经济高质量发展的指导意见》（环规财〔2018〕86号）、《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2019年11月印发）等若干关于生态保护红线管理的指导意见，国家及福建省暂未出台具体的生态保护红线管理办法。

（1）与《关于以改善环境质量为核心加强环境影响评价管理的通知》相符性分析

《关于以改善环境质量为核心加强环境影响评价管理的通知》（简称“通知”）中“一、强化“三线一单”约束作用—（一）生态保护红线是生态空间范围内具有特殊重要生态功能必须实行强制性严格保护的区域。相关规划环评应将生态空间管控作为重要内容，规划区域涉及生态保护红线的，在规划环评结论和审查意见中应落实生态保护红线的管理要求，提出相应对策措施。除受自然条件限制、确实无法避让的铁路、公路、航道、防洪、管道、干渠、通讯、输变电等重要基础设施项目外，在生态保护红线范围内，严控各类开发建设活动，依法不予审批新建工业项目和矿产开发项目的环评文件。”

本项目属于长距离、大范围高压输变电基础设施项目，不属于在生态保护红线范围内严控的开发建设活动，与《关于以改善环境质量为核心加强环境影响评价管理的通知》相关规定不冲突。

（2）与《关于生态环境领域进一步深化“放管服”改革，推动经济高质量发展的指导意见》相符性分析

根据《关于生态环境领域进一步深化“放管服”改革，推动经济高质量发展的指导意见》（简称“意见”）中“二、加快审批制度改革，激发发展活力与动力—（五）进一步提高环评审批效率，服务实体经济。各级生态环境部门要主动服务，提前指导，开展重大项目审批调度，拉条挂账形成清单，会同行业主管部门督促建设单位尽早开展环评，合理安排报批时间。优化审批管理，为重大基础设施、民生工程和重大产业布局项目开辟绿色通道，实行即到即受理、即受理即评估、评估与审查同步，审批时限原则上压缩至法定的一半。实施分类处理，对符合生态环境保护要求的项目一律加快环评审批；对审批中发现涉及生态保护红线和相关法定保护区的输气管线、铁路等线性项目，指导督促项目优化调整选线、主动避让；确实无法避让的，要求建设单位采取无害化穿（跨）越方式，或依法依规向有关行政主管部门履行穿（跨）越法定保护区的行政许可手续、强化减缓和补偿措施。”

本项目属于省内较长距离的线性基础设施项目，选址选线在综合考虑地方规划、环境敏感区、重要矿产资源、军事设施等多种限制性因素后，仍无法完全避让生态保护红线。基于输变电项目点状线性分布特点，对必须经过生态保护红线的部分，均采取了架空走线、间隔立塔的无害化穿（跨）越方式，与《关于生态环境领域进一步深化“放管服”改革，推动经济高质量发展的指导意

见》有关要求相符。

(3) 与《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》相符性分析

根据《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》（简称“意见”）中“二、科学有序划定—（四）按照生态功能划定生态保护红线。生态保护红线内，自然保护地核心保护区原则上禁止人为活动，其他区域严格禁止开发性、生产性建设活动，在符合现行法律法规前提下，除国家重大战略项目外，仅允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动，主要包括：零星的原住民在不扩大现有建设用地和耕地规模前提下，修缮生产生活设施，保留生活必需的少量种植、放牧、捕捞、养殖；因国家重大能源资源安全需要开展的战略性能源资源勘查，公益性自然资源调查和地质勘查；自然资源、生态环境监测和执法包括水文水资源监测及涉水违法事件的查处等，灾害防治和应急抢险活动；经依法批准进行的非破坏性科学研究观测、标本采集；经依法批准的考古调查发掘和文物保护活动；不破坏生态功能的适度参观旅游和相关的必要公共设施建设；必须且无法避让、符合县级以上国土空间规划的线性基础设施建设、防洪和供水设施建设与运行维护；重要生态修复工程。”

本项目属于省内较长距离的线性基础设施项目，选址选线在综合考虑地方规划、环境敏感区、重要矿产资源、军事设施等多种限制性因素后，仍无法完全避让生态保护红线，不涉及生态保护红线内的自然保护地核心保护区。项目路径方案取得了沿线龙岩市、三明市自然资源和规划局的同意意见，充分肯定了选址选线与在编国土空间规划的相符性，属于上述“指导意见”中提及的“必须且无法避让、符合县级以上国土空间规划的线性基础设施”和“生态保护红线内，自然保护地核心保护区原则上禁止人为活动，其他区域严格禁止开发性、生产性建设活动，在符合现行法律法规前提下，除国家重大战略项目外，仅允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动”。

3.3 环境影响因素识别与评价因子筛选

3.3.1 环境影响因素识别

3.3.1.1 施工期环境影响因素识别

本项目施工期主要环境影响因素有：施工噪声、施工扬尘、施工废污水、

施工固体废物、生态影响等。

（1）施工噪声

各类施工机械噪声可能对周围环境产生影响。

（2）施工扬尘

施工开挖造成土地裸露、材料堆放等遇大风天气产生的二次扬尘可能对周围环境产生暂时性的和局部的影响。

（3）施工废污水

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

（4）施工固体废物

施工过程中产生的建筑垃圾以及生活垃圾不妥善处理时对环境产生不良影响。

（5）生态影响

施工噪声、施工占地等各项环境影响因素均可能对生态环境产生影响。

3.3.1.2 运行期环境影响因素识别

本项目运行期的主要环境影响因素有：工频电场、工频磁场、噪声、污水、固体废物等。

（1）工频电场、工频磁场

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

（2）噪声

变电站内电气设备在运行时会产生各种噪声，主要以中低频为主。依据《变电站噪声控制技术导则》（DL/T1518-2016），建议汀州（龙西）500kV 变电站主变压器 1m 处声压级应不大于 72.4dB(A)。500kV 输电线路运行噪声主要来源于恶劣天气条件下，导线、金具产生的电晕放电噪声。

（3）污水

变电站内污水主要来源于站内工作人员产生的生活污水，日常产生生活污水量很少。汀州（龙西）500kV 变电站站区内排水包括生活污水和雨水。变电站采用雨水、污水分流制排水系统。站内生活污水经一体化生活污水处理设施（处理能力 1m³/h）处理后用于站前区绿化或定期清运，不外排。站区雨水及

道路雨水根据站区竖向布置，经雨水口汇集后进入雨水排水管道排入站外。

500kV 输电线路运行期无污水产生。

（4）固体废物

输变电工程运行期间固体废物为工作人员产生的生活垃圾、事故废油及事故油污水、废旧蓄电池。

变电站站内设置生活垃圾分类收集装置，生活垃圾经收集后定期清运至政府指定地点。汀州（龙西）500kV 变电站站内建设事故油池，容积约为 95m³，为水泥结构并进行防渗处理。主变压器事故排油经事故排油管排入事故油池收集，事故废油及油污水由有资质的单位处置，不外排。变电站运行期会发生蓄电池的更换，退役的铅酸蓄电池由公司物资部门统一处置，经鉴定不能再使用的废旧蓄电池作为危废按照危废处理办法交由有资质单位统一处置，不在站内贮存。

3.3.2 环境影响评价因子筛选

根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020），结合本项目的特点，筛选出本项目的评价因子如下：

（1）施工期

声环境：昼、夜间等效连续 A 声级，Leq。

生态环境：土地利用、水土流失、生物量。

地表水环境：pH、COD、NH₃-N、BOD₅、SS、石油类。

大气环境：施工扬尘、施工机械废气。

固体废物：生活垃圾、建筑垃圾、弃土弃渣等。

（2）运行期

电磁环境：工频电场、工频磁场。

声环境：昼、夜间等效连续 A 声级，Leq。

地表水环境：pH、COD、NH₃-N、BOD₅、SS、石油类。

固体废物：生活垃圾、更换下来的废旧蓄电池和废矿物油。

环境风险：变压器油、事故油污水泄漏。

3.4 生态环境影响途经分析

本项目属于 500kV 及以上输变电工程，对项目周边生态环境的影响主要在

于项目施工期，项目运行期对生态环境基本无影响。因此，项目对生态环境的影响途经主要与工程选址选线、施工组织、施工方式、对环境敏感区的影响等方面相关。

3.4.1 施工期生态影响途径分析

本项目施工过程中，变电站与塔基建设等施工活动会带来永久与临时占地，使场地植被及微区域地表状态发生改变，对区域生态环境造成不同程度的影响。主要表现在以下几个方面：

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

（2）施工临时用地将改变原有土地利用方式，使部分植被和土壤遭到短期破坏，导致生产力下降和生物量损失，但具有可逆性。

（3）施工期间，容易产生少量扬尘，覆盖于变电站附近的农作物和枝叶上，影响光合作用；雨水时冲刷松散土层流入场区周围的耕地与其它植被用地，也会对农作物及植被生长会产生轻微影响，可能造成土地生产力的下降。

（4）输电线路穿越生态保护红线、自然保护小区等生态敏感区域时，塔基开挖等施工活动会造成一定的水土流失，而且施工活动会造成一定的植被破坏，生物量和生产力损失，造成水土保持能力的降低。此外，施工活动还会对野生动物造成一定程度的影响。

3.4.2 运行期生态影响途径分析

项目建成运行后，施工对周围生态环境造成的影响基本得到消除。变电站运行期运行维护活动均在变电站内，不影响变电站周边生态环境。

输电线路运行期运行维护活动主要为线路例行安全巡检，巡检人员主要在已有道路活动，对交通不便的地段，采用步行方式到达，且例行巡检间隔时间长，对线路周边生态环境基本不产生影响。

3.5 初步设计环境保护措施

3.5.1 变电站工程环境保护措施

3.5.1.1 设计阶段采取的环境保护措施

（1）电磁环境

①变电站选址避让生态敏感区和居民密集区；变电站进出线方向选择尽量避开居民密集区，变电站附近高压危险区域设置相应警告牌。

②尽量提高导线、母线、均压环等金具的加工工艺，防止尖端放电和起电晕。

③合理布局站内配电装置，尽量避免电气设备上方露出软导线。

（2）声环境

①变电站在设备选型时，通过设备招标优先采用低噪声设备，应对设备厂家提出设备声级限值要求，汀州（龙西）500kV 变电站主变噪声源强不大于 72.4dB，从控制声源角度降低噪声影响。

②考虑到实际采购变电站设备的源强、设备质量、设备安装等的不确定性所带来的噪声影响具有不确定性，建议在变电站建成后进行厂界噪声监测，发现超标问题及时采取控制措施，确保厂界噪声排放达标。

③卓然变噪声控制区内不得新建居民住宅、学校、医院等噪声敏感建筑物。

（3）水环境

变电站采用雨水、污水分流制排水系统。站内生活污水经一体化生活污水处理设施处理达标后站内回收利用，不外排。

站区雨水及道路雨水根据站区竖向布置，经雨水口汇集后进入雨水排水管道排入站外。

（4）固体废物

变电站站内设置垃圾收集箱，生活垃圾经收集后运送至政府指定地点。变电站运行期会发生蓄电池的更换，退役的铅酸蓄电池由公司物资部门统一处置，经鉴定不能再使用的废旧蓄电池作为危废按照危废处理办法交由有资质单位统一处置，不在站内贮存。

（5）环境风险防范措施

汀州（龙西）500kV 变电站内主变压器下方设置事故油坑，且站内建设事

故油池，容积约为 95m³，为水泥结构并进行防渗处理。主变压器事故排油经事故排油管排入事故油池收集暂存，分离出来的油回用，事故废油及事故油污水由有资质的单位回收处置，不外排。

（6）生态环境

变电站选址尽量避开各类生态环境敏感区，尽量占用生态价值较低的土地。

3.5.1.2 施工期采取的环境保护措施

（1）施工噪声

①施工过程中场界环境噪声排放应满足 GB12523 中的要求，并接受当地生态环境部门的监督管理。

②尽量使用低噪声的施工方法、工艺和设备，控制设备噪声源强，将噪声影响减到最低限度。施工期依法限制夜间施工。如因工艺特殊情况要求，需在夜间施工而产生环境噪声污染时，应按《中华人民共和国噪声污染防治法》的规定，因特殊需要必须连续施工作业的，应当取得地方人民政府住房和城乡建设、生态环境主管部门或者地方人民政府指定的部门的证明，并在施工现场显著位置公示或者以其他方式公告附近居民。

（2）施工扬尘

①施工过程中，应当加强对施工现场和物料运输的管理，在施工工地设置硬质围挡，保持道路清洁，管控料堆和渣土堆放，防治扬尘污染；

②施工过程中，对易起尘的临时堆土、运输过程中的土石方等应采用密闭式防尘布（网）进行苫盖，施工面集中且有条件的地方宜采取洒水降尘等有效措施，减少易造成大气污染的施工作业；

③施工过程中，对易起尘的临时堆土、运输过程中的土石方等应采用密闭式防尘布（网）进行苫盖，施工面集中且有条件的地方宜采取洒水降尘等有效措施，减少易造成大气污染的施工作业。

（3）施工废水

①新建变电站工程施工时对施工场地和施工生活区的生产废水和生活污水分别设置临时污水处理装置，加强管理，防止无组织漫排。

②在不影响主设备区施工进度的前提下，合理施工组织，先行修筑生活污水处理设施，施工现场临时厕所的化粪池应进行防渗处理。

③已有变电站施工场地生产废水采用临时污水处理装置进行处理，生活污

水利用站区原有的污水处理设施进行处理，加强管理；

④施工期设置沉沙池、废水沉淀池，施工车辆、设备的冲洗废水经沉淀处理后上清液回用于场地喷洒。

⑤做好施工场地周围的拦挡措施，尽量避免雨季开挖作业，施工期间禁止向水体排放、倾倒垃圾、弃土、弃渣，禁止排放未经处理的钻浆等废弃物。

⑥施工现场使用带油料的机械器具，应采取措施防止油料跑、冒、滴、漏，防止对土壤和水体造成污染。

（4）固体废物

在工程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的建筑垃圾及生活垃圾应分别堆放，生活垃圾分类存于站内原有垃圾箱中，安排专人专车及时清运或定期运至环卫部门指定的地点处置。

（5）生态环境

①施工期临时用地应永临结合，优先利用荒地、劣地。

②施工占用耕地、园地、林地和草地，应做好表土剥离、分类存放和回填利用。

③施工结束后，应及时清理施工现场，因地制宜进行土地功能恢复。

（6）施工期环境管理措施

建设单位应成立专门的环保组织体系，对施工人员进行文明施工和环境保护培训，加强施工期的环境管理和环境监控工作。

建设单位应根据环评提出的各项环保措施，分别针对设计单位、监理单位和施工单位提出相应的验收标准及细则，并在合同条文中列入，以保证各项环保措施在工程建设阶段得以顺利实施，保证环保设施与主体工程“同时设计、同时施工、同时投产”。

3.5.1.3 运行期采取的环境保护措施

（1）运行管理和宣传教育

①运行期做好环境保护设施的维护和运行管理，加强巡查和检查，保障发挥环境保护作用。

②定期开展环境监测，确保电磁、噪声排放符合 GB8702、GB12348 等国家标准要求，并及时解决公众合理的环境保护诉求。

③运行期对事故油池的完好情况进行检查，确保无渗漏、无溢流。

④变电站运行过程中产生的废变压器油、废铅蓄电池交由有资质的单位回收处理，严禁随意丢弃。

（2）竣工环境保护验收

项目建成后，按相关法律法规及时开展竣工环境保护验收调查，确保各项环境影响因子满足国家标准要求。

（3）水环境保护

加强对变电站运行期生活污水的管理，确保各变电站生活污水经地埋式二级生活污水处理装置处理达标后站内回收利用，不外排。

（4）固体废物

变电站站内设置垃圾收集箱，生活垃圾经收集后运送至政府指定地点。废旧铅酸蓄电池由公司物资部门统一处置，经鉴定不能再使用的废旧蓄电池作为危废按照危废处理办法交由有资质单位统一处置，不在站内贮存。

（5）环境风险防范措施

为避免可能发生的用油设备因事故漏油或泄油而产生的废弃物污染环境，进入事故油池中的废油不得随意处置，如发生事故漏油，则由具备资质的单位对油进行回收处置，不外排。

3.5.2 输电线路工程环境保护措施

3.5.2.1 设计阶段采取的环境保护措施

（1）电磁、声环境

①工程选线时充分征求沿线政府及规划等相关职能部门的意见，通过优化路径，尽量避让城镇规划区、学校、居民密集区。

②合理选择导线直径及导线分裂数以降低线路电磁环境水平，要求导线、母线、均压环、管母线终端球和其它金具等提高加工工艺，防止尖端放电和起电晕，降低电磁环境影响。

③合理选择导线截面和结构以降低线路的电晕噪声水平。

④工程设计应对产生的工频电场、工频磁场等电磁环境影响因子进行验算，采取相应防护措施，确保电磁环境影响满足国家标准要求。

（2）生态环境

①输电线路选线尽量避开生态敏感区，少占用生态价值较高的土地。设计过程中应按照避让、减缓、恢复的次序提出生态影响防护与恢复的措施。

②输电线路进入环境敏感区时采取塔基定位避让、减少进入长度、控制导线高度等环境保护措施，减少对环境保护对象的不利影响。

③输电线路应因地制宜合理选择塔基基础，在山丘区应采用全方位长短腿与不等高基础设计，以减少土石方开挖。

④输电线路无法避让集中林区时，应采取控制导线高度设计，以减少林木砍伐，保护生态环境。

（3）水环境

①对饮用水源保护区进行避让，不在保护区内立塔，施工场地远离水源保护区。

②跨越河流时，塔基尽量定位在远离水域的山顶或背离水域的山坡上，选择裸地、林窗、林缘等植被稀疏区域，不在水体中立塔。

3.5.2.2 施工期采取的环境保护措施

（1）施工噪声

①尽量使用低噪声的施工方法、工艺和设备，控制设备噪声源强，将噪声影响减到最低限度。

②施工期依法限制夜间施工。如因工艺特殊情况要求，需在夜间施工而产生环境噪声污染时，应按《中华人民共和国噪声污染防治法》的规定，因特殊需要必须连续施工作业的，应当取得地方人民政府住房和城乡建设、生态环境主管部门或者地方人民政府指定的部门的证明，并在施工现场显著位置公示或者以其他方式公告附近居民。

（2）施工扬尘

①施工过程中，应当加强对施工现场和物料运输的管理，管控料堆和渣土堆放，防治扬尘污染；

②施工过程中，对易起尘的临时堆土的土石方等应采用防尘布（网）进行苫盖，施工面集中且有条件的地方宜采取洒水降尘等有效措施，减少易造成大气污染的施工作业；

③施工过程中，建设单位应当对裸露地面进行覆盖；暂时不能开工的建设用地超过三个月的，应当进行绿化、铺装或者遮盖。

④进出场地的车辆限制车速，场内道路、堆场及车辆进出道路应定时洒水，避免或减少产生扬尘。

（3）固体废物

施工过程中产生的土石方、建筑垃圾、生活垃圾应分类集中收集，并按国家和地方有关规定定期进行清运处置，施工完成后及时做好迹地清理工作。

（4）施工废水

①在交通较便利的施工段，施工人员可就近租用民房或工屋，生活污水可利用当地的污水处理设施进行处理；在交通不便、人烟稀少的施工段，可以修建简易的化粪池处理生活污水，防止污水无组织漫排；

②线路施工时在施工场地的外围设置围挡设施和修建临时排水沟，妥善排放施工废水，做到文明施工。

③做好施工场地周围的拦挡措施，尽量避免雨季开挖作业，施工期间禁止向旧县河、黄潭河和九龙溪等水体排放、倾倒垃圾、弃土、弃渣，禁止排放未经处理的钻浆等废弃物。

④施工现场使用带油料的机械器具，应采取措施防止油料跑、冒、滴、漏，防止对土壤和水体造成污染。

（5）生态环境

①施工期临时用地应永临结合，优先利用荒地、劣地。

②施工占用耕地、园地、林地和草地，应做好表土剥离、分类存放和回填利用。

③施工临时道路应尽可能利用机耕路、林区小路等现有道路，新建道路应严格控制道路宽度，以减少临时工程对生态环境的影响。

④施工时宜采用飞艇、动力伞、无人机等展放线，索道运输、人畜运输材料等生态环境破坏较小的施工工艺。

⑤施工结束后，应及时清理施工现场，因地制宜进行土地功能恢复。

⑥根据涉及生态敏感区的管理要求，因地制宜、有针对性落实生态保护措施，详见第 7.3 节“生态影响防护与恢复措施”。

（6）施工管理和宣传教育

①建设单位应成立专门的环保组织体系，对施工人员进行文明施工和环境保护培训，加强施工期的环境管理和环境监控工作。

②建设单位应根据环评提出的各项环保措施，分别针对设计单位、监理单位 and 施工单位提出相应的验收标准及细则，并在合同条文中列入，以保证各项

环保措施在工程建设阶段得以顺利实施，保证环保设施与主体工程“同时设计、同时施工、同时投产”。

③建设单位应做好公众沟通工作，通过现场解释、分发宣传手册或者树立宣传教育栏等方式，向公众解释交流输电工程的工程特点以及与环境保护有关的内容，并认真解答公众的问题，解除公众的疑惑，争取公众对工程的支持。

3.5.2.3 运行期采取的环保措施

（1）运行管理和宣传教育

①运行期做好环境保护设施的维护和运行管理，加强巡查和检查，保障发挥环境保护作用。

②定期开展环境监测，确保电磁、噪声排放符合 GB8702 等国家标准要求，并及时解决公众合理的环境保护诉求。

③环境敏感区内尽量减少线路巡检和维护时的人员和车辆，减少对保护对象的影响。

（2）竣工环境保护验收

项目建成后，按相关法律法规及时开展竣工环境保护验收调查，确保各项环境影响因子满足国家标准要求。

4 环境现状调查与评价

4.1 区域概况

本项目途径行政区域为龙岩市、三明市。本项目地理位置示意图见附图 1。

龙岩市位于福建省西部，通称闽西。全市地处东经 115°50'56"-117°44'15"，北纬 24°22'31"-26°2'35"。东与泉州、漳州两市接壤，西与江西省赣州市交界，南邻广东省梅州市，北接三明市，处于沿海地区与内陆腹地的结合部，是闽南沿海联接内地的主要通道。全境总面积 19028km²，辖 1 个县级市（漳平市）、2 个市辖区（新罗区，永定区）、4 个县（长汀县、上杭县、武平县、连城县）。

三明市位于福建省中部连接西北隅，地处北纬 25°30'-27°07'、东经 116°22'-118°39'之间。东依福州市，西毗江西省，南邻泉州市，北傍南平市，西南接龙岩市。三明市境域以中低山及丘陵为主，北西部为武夷山脉，中部为玳瑁山脉，东南角依傍戴云山脉。全境总面积 22965km²，辖 1 个县级市（永安市）、2 个市辖区（三元区，沙县区）、8 个县（明溪县、清流县、宁化县、建宁县、泰宁县、将乐县、尤溪县、大田县）。

4.2 自然环境

4.2.1 地形地貌

（1）500kV 变电站

汀州（龙西）500kV 变电站站址场地为低山丘陵地，站址自然地形高差为 384~420m，站址设计标高为 403.80m。场地内目前主要分布的植被有松树、杂树及坟墓等，局部为农田。汀州（龙西）500kV 变电站周围地形地貌见图 4.2-1。



新建变电站站址全貌

新建变电站东侧（水田）

图4.2-1 汀州（龙西）500kV变电站周边地形地貌



图4.2-2 卓然500kV变电站周边地形地貌



图4.2-3 桃源500kV变电站周边地形地貌

(2) 500kV线路工程

卓然~汀州 500kV 线路途经区域主要为丘陵、山地和高山，地形比例为丘陵 20.5%、山地 40.3%、高山 39.2%；地形高差起伏较大，多数塔位坡度在 15° ~ 25° 之间、少数塔位坡度在 25° ~ 40° 之间；沿线海拔在 300m~1000m 之间。

桃源~汀州 500kV 线路途经区域主要为丘陵、山地和高山，地形比例为丘陵 3.7%、山地 50.1%、高山 46.2%；地形高差起伏较大，多数塔位坡度在 15° ~ 25° 之间、少数塔位坡度在 25° ~ 40° 之间，海拔高程在 300~1000m 之间。

本项目 500kV 输电线路沿线地形地貌见图 4.2-4。



卓然~汀州500kV 线路沿线现状



桃源~汀州500kV 线路沿线现状

图4.2-4 本项目500kV输电线路沿线地形地貌

4.2.2 地质

（1）500kV 变电站

根据现场地质调查及勘测成果，拟选汀州（龙西）500kV 变电站站址属区域稳定区，未见岩溶土洞、滑坡、泥石流、采空区及危岩崩塌等不良地质作用，适宜建设 500kV 变电站工程。

根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）及《建筑抗震设计规范》（2016 年版）（GB50011-2010），该区 II 类场地基本地震动峰值加速度为 0.05g，基本地震动加速度反应谱特征周期为 0.35s，设计地震分组为第一组，对应的地震烈度为 6 度。站内场地类别除山凹填方区场地类别为 II 类外，其余均为 II 类场地，基本地震动峰值加速度调整为 0.04g，周期调整为 0.25s。

根据相关资料对地质条件和地震活动性的综合分析，无论是从地质构造，还是从新构造运动或地震活动上分析，拟选站址所在区域相对于周围其它地区而言，活动断裂不发育，地震活动微弱，对场址稳定性影响不大，适宜汀州（龙西）500kV 变电站的建设。

（2）500kV 线路工程

本期 500kV 线路工程途经区域属区域稳定区，未见岩溶土洞、滑坡、泥石流、采空区及危岩崩塌等不良地质作用，适宜建设线路工程。

根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）及《建筑抗震设计规范》（2016 年版）（GB50011-2010），本期 500kV 线路工程沿线地区的断裂均为非全新活动断裂，活动性较弱，根据历史地震和现代地震资料，沿线无破坏性地震的震中分布，沿线所经区域均处于相对稳定的地块中。沿线区域为相对稳定区，适宜项目建设。

4.2.3 水文特征

（1）500kV 变电站

拟建汀州（龙西）500kV 变电站周边无河流经过。

（2）卓然～汀州 500kV 线路工程

本项目卓然～汀州 500kV 线路区域水系主要为黄潭河、庙前溪、朝天岩溪、旧县河等。

①黄潭河

拟建卓然～汀州 500kV 线路于上杭县古田镇文元村附近一档跨越黄潭河，跨越处两侧有山体可以利用，跨越处不通航。

黄潭河为韩江上游支流汀江第二大支流，发源于龙岩上杭步云乡石坪，流经古田镇、蛟洋镇、新罗区的大池乡、溪口、太拔、蓝溪等，在永定区汇入汀江。流域集水面积达 1222km²，河长 139km，多年径流量 12.1 亿 m，平均流量 38m/s，河床平均坡降 3%。

②庙前溪

拟建卓然～汀州 500kV 线路于上杭县古田镇新生村附近一档跨越庙前溪，跨越处两侧有山体可以利用，跨越处不通航。

庙前溪是发源于上杭县步云乡之大源村东部的河流，又称为芑园溪，为朋口到新泉溪下游的主要支流，属于汀江水系。

它发源于上杭县步云乡之大源村东部，经枣树桥向西至老屋背进入连城县庙前镇，再经新泉镇的官庄村注入新泉河。在连城县境内全长 4.5 公里，比降为 34.7‰，流量 1.15 立方米/秒，十年最枯月平均流量为 0.3 立方米/秒。流域面积 126 平方公里。干、支流上已建水电站 2 个。

③朝天岩溪

拟建卓然～汀州 500kV 线路于连城县庙前镇朝天岩附近一档跨越朝天岩溪，跨越处两侧有山体可以利用，跨越处不通航。

④旧县河

拟建卓然～汀州 500kV 线路于连城县新泉镇乐江村附近一档跨越旧县河，跨越处两侧有山体可以利用。

旧县河为汀江中游的一条重要支流，又称连城小溪，发源于连城朋口以北，流经朋口、新泉、旧县，于上杭城郊九洲汇入汀江，旧县河全长 122km，多年平均径流量为 17 亿 m，平均流量 50m/s，上游河谷狭窄、水流湍急，下游河床坡度较缓，河床较宽，已兴建矾头电站、雁子滩水电站。

(3) 桃源～汀州 500kV 线路工程

本项目桃源～汀州 500kV 线路区域水系主要为中复溪、北团河、长潭溪、九龙溪、罗口溪、益溪。

①中复溪

本项目桃源～汀州 500kV 线路于长汀县南山镇南田迳村附近一档跨越中复

溪，跨越处两侧有山体可以利用。

②北团河

本项目桃源～汀州 500kV 线路于长汀县馆前镇到湖村附近一档跨越北团河，跨越处两侧有山体可以利用。

③长潭溪

本项目桃源～汀州 500kV 线路分别于清流县长校镇和田源乡境内一档跨越长潭溪，跨越处两侧有山体可以利用。

④九龙溪

本项目桃源～汀州 500kV 线路于清流县嵩口镇半村附近一档跨越九龙溪，跨越处两侧有山体可以利用。

九龙溪发源于武夷山脉南段的建宁县台田村，经宁化、清流、永安等县市后汇入闽江沙溪，九龙溪河谷狭窄，滩多流急，水力资源丰富。

根据福建省水功能区划，本项目输电线路跨越的主要地表水情况见表 4.2-1。本项目沿线地表水系图见附图 17。

表 4.2-1 本项目输电线路跨越主要地表水情况一览表

序号	跨越水体	跨越地点	跨越方式	水体主要功能	水质标准	是否涉及饮用水水源保护区
卓然～汀州 500kV 线路工程						
1	黄潭河	上杭县古田镇文元村	一档跨越	渔业、农业用水	III	否
2	庙前溪	上杭县古田镇	一档跨越	渔业、农业用水	III	否
3	朝天岩溪	连城县庙前镇	一档跨越	渔业、农业用水	III	否
4	旧县河	连城县新泉镇乐江村	一档跨越	渔业、农业用水	III	否
桃源～汀州 500kV 线路工程						
5	中复溪	长汀县南山镇	一档跨越	渔业、农业用水	III	否
6	北团河	长汀县馆前镇	一档跨越	渔业、农业用水	III	否
7	长潭溪	清流县长校镇和田源乡	2次一档跨越	渔业、农业用水	III	否
8	九龙溪	清流县嵩口镇	一档跨越	渔业、农业用水	III	否
9	罗口溪	清流县余朋乡	一档跨越	渔业、农业用水	III	否
10	益溪	永安市大湖镇	一档跨越	渔业、农业用水	III	否

4.2.4 气候气象特征

本项目位于福建省龙岩市、三明市境内。项目所在区域属亚热带海洋性季风气候，气候温和，四季分明。项目所在地气象特征资料见表 4.2-2。

表 4.2-2 本项目途径各地区主要气象特征值统计表

气象站	长汀站	连城站	上杭站	龙岩站	清流站	永安站
极端最高气温 (°C)	39.5	38.0	39.7	39.0	39.4	39.8
极端最低气温 (°C)	-8	-7.2	-5.0	-3.4	-8.9	-6.0
多年平均气温 (°C)	18.3	19.0	20.0	20.1	18.0	19.4
累年平均雷暴日数 (d)	74.7	64.5	73.1	61.6	62.7	65.4
累年最多雷暴日数 (d)	109	94	110	100	97	98
50 年一遇 10min 平均最大风速 (m/s)	22.8	21.9	24.4	22.8	21.5	25.7
全年主导风向	WNW	SE	NW	NNE	NE	NE

4.3 电磁环境

为全面了解龙岩汀州（龙西）500kV 输变电工程所在区域的电磁环境现状，南京普环电力科技有限公司委托江苏博环检测技术有限公司于 2023 年 6 月 29 日~7 月 3 日对项目所在地工频电场、工频磁场进行了监测。具体监测报告内容详见附件 17。

4.3.1 监测因子

工频电场、工频磁场。

4.3.2 监测点位及布点方法

(1) 监测原则

对变电站站址及四周、输电线路沿线分别进行电磁环境现状监测。环境敏感目标布点原则为在满足监测条件的前提下，选择距离本项目最近的环境敏感目标进行布点监测，同时兼顾行政区。

(2) 监测点布设

根据上述布点原则，本次电磁环境现状监测点位布设如下：

①在本地拟建汀州（龙西）500kV 变电站站址处由于目前处于森林植被覆盖区域无法在厂界四周布点，且附近无其他电磁设施，因此仅在站址位置空挡设 1 个测点，无电磁敏感目标监测点，见附图 11（13）。

②在桃源 500kV 变电站于在建站址扩建侧布设 4 个测点，无电磁敏感目标监测点，见附图 11（25）。

③在卓然 500kV 变电站间隔扩建侧布设 1 个测点；间隔扩建侧电磁环境敏感点处布设 2 个测点，见附图 11（1）。

④输电线路电磁环境敏感目标的布点方法以定点监测为主，尽量沿线路路径均匀布点，兼顾县级行政区、现场环境特征、不同架设形式的代表性。布点覆盖评价范围内所有最近电磁环境敏感目标处至少布设 1 个测点。

本次现状监测点位示意图见附图 11。

4.3.3 监测频次

各监测点位监测一次。

4.3.4 监测环境条件及监测运行工况

（1）监测环境条件

监测时间：2023 年 6 月 29 日~7 月 3 日

监测环境：

表 4.3-1 监测时间及监测条件一览表

测试时间		天气状况	温度 (°C)	湿度 (%RH)	风向风速 (m/s)
6 月 29 日 (卓然变电站附近)	昼间	多云	25~32	48.5~50.5	东南风 1.5
	夜间	多云	19~23	49.5~52.5	西南风 1.2
6 月 30 日	昼间	阴	27~29	55.5~57.5	南风 1.5
	夜间	阴	18~23	57.5~58.5	南风 1.2
7 月 1 日	昼间	阴	28~31	54.5~56.5	西风 2.0
	夜间	阴	20~24	54.5~57.5	西风 1.5
7 月 2 日	昼间	阴	27~30	53.5~55.5	东南风 1.8
	夜间	阴	17~20	54~55.5	东南风 1.5
7 月 3 日	昼间	阴	27~30	55.5~56.5	西南风 2.0
	夜间	阴	18~23	56~57.5	西南风 1.5

（2）监测运行工况

监测期间卓然变运行正常，运行工况见表 4.3-2。

表 4.3-2 监测时工程运行工况

设备名称	最大 U (kV)	最大 I (A)	最大 P (MW)	最大 Q (Mvar)
1 号主变	528.25~529.12	644.64~645.21	527.52~528.45	133.45~134.28
2 号主变	528.32~529.03	637.38~638.43	531.12~532.47	123.22~124.04
3 号主变	527.58~528.03	637.26~638.43	513.19~514.47	122.41~123.04

4.3.5 监测方法及仪器

(1) 监测方法

《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》（HJ681-2013）

(2) 监测仪器

监测仪器情况见表 4.3-3。

表 4.3-3 监测使用的仪器、仪表

设备名称	设备编号	测量范围	检定有效日期
电磁辐射分析仪 LF-04/SEM-600	I-1562/ D-1562	电场：5mV/m~100kV/m 磁场：1nT~10mT	2022年8月10日~2023 年8月9日

4.3.6 质量控制

参加每项检验工作的人员不少于 2 人，且有 1 人从事本专业工作至少 5 年，检验仪表接线后，须经第 2 人检查确认无误，各仪表设备均处于检定有效期内。在监测过程中，严格按照相关规范及监测工作方案的要求执行，采取严密的质控措施，做到数据的准确可靠。

4.3.7 监测结果

本项目变电站及周边电磁环境敏感目标各测点处工频电场、工频磁场环境现状监测结果见表 4.3-4，输电线路各测点处工频电场、工频磁场环境现状监测结果见表 4.3-5。

表 4.3-4 本项目 500kV 变电站及电磁环境敏感目标处电磁环境现状监测结果

序号	测点位置	测点编号	工频电场强度 (V/m)	工频磁感应强度 (μ T)
汀州（龙西）500kV 变电站新建工程				
1	拟建站址处	19#	0.16	0.005
桃源 500kV 变电站间隔扩建工程				
2	在建站址西北侧（间隔扩建侧）	35#	1.73	0.019
3	在建站址西南侧	36#	1.01	0.015
4	在建站址东南侧	37#	0.85	0.011
5	在建站址东北侧	38#	0.82	0.011
卓然 500kV 变电站间隔扩建工程				
6	间隔扩建处	1#	249.79	2.812
7	变电站北侧（靠西）约 16m 纪念堂	2#	202.25	1.016
8	变电站北侧（靠东）约 1m 卓然变办公用房	3#	920.36	1.118
标准限值			4000V/m	100 μ T

表 4.3-5 本项目 500kV 输电线路沿线电磁环境敏感目标处电磁环境现状监测结果

序号	测点位置	测点编号	工频电场强度 (V/m)	工频磁感应强度 (μT)
卓然~汀州 500kV 线路工程				
1	拟建线路东侧边导线外约 21m 纪念堂	2#	202.25	1.016
2	拟建线路南侧边导线外约 45m 纪念堂	4#	3.25	0.210
3	拟建线路东侧边导线外约 8m***家	5#	22.71 ^①	0.211
4	拟建线路东北侧边导线外约 12m***民房	6#	35.27 ^②	0.122
5	拟建线路西侧边导线外约 35m 蚂蚁竹木加工场	7#	0.79	0.009
6	拟建线路东北侧边导线外约 5m***辅助房	8#	1.71	0.007
7	拟建线路西南侧边导线外约 15m 福建省德金源生态农牧有限公司	9#	3.59	0.028
8	拟建线路东北侧边导线外约 40m 福建省德金源生态农牧有限公司	10#	3.28	0.022
9	拟建线路西南侧边导线外约 35m 在建民房	11#	0.26	0.009
10	拟建线路东北侧边导线外约 25m 废品收集站	12#	0.23	0.009
11	拟建线路西南侧边导线外约 20m 养猪场	13#	0.18	0.009
12	拟建线路西南侧边导线外约 15m 养猪场	14#	0.31	0.007
13	拟建线路西南侧边导线外约 6m***民房	15#	0.19	0.006
14	拟建线路东北侧边导线外约 20m***民房	16#	0.21	0.007
15	拟建线路西南侧边导线外约 20m***民房	17#	0.39	0.007
16	拟建线路东北侧边导线外约 20m***民房	18#	0.41	0.008
桃源~汀州 500kV 线路工程				
17	拟建线路西南侧边导线外约 45m***民房	20#	0.19	0.008
18	拟建线路东北侧边导线外约 40m***民房	21#	0.20	0.008
19	拟建线路西侧边导线外约 45m 南山水电站（峡水桥站）	22#	1.58	0.016
20	拟建线路东南侧边导线外约 20m 看护房	23#	0.19	0.007
21	拟建线路西北侧边导线外约 20m 纪念堂	24#	0.19	0.008
22	拟建线路东南侧边导线外约 40m 养殖场	25#	0.14	0.006
23	拟建线路东南侧边导线外约 40m 功德亭	26#	0.17	0.007
24	拟建线路东南侧边导线外约 10m***民房	27#	0.17	0.007
25	拟建线路西北侧边导线外约 10m 看护房	28#	0.15	0.006
26	拟建线路东南侧边导线外约 20m***家	29#	1.34	0.007

序号	测点位置	测点编号	工频电场强度 (V/m)	工频磁感应强度 (μT)
27	拟建线路西北侧边导线外约 15m 看护房	30#	0.16	0.007
28	拟建线路西北侧边导线外约 40m 富圩坪闲置房	31#	0.17	0.008
29	拟建线路东北侧边导线外约 25m 养殖场	32#	0.19	0.008
30	拟建线路西南侧边导线外约 40m 木材加工厂	33#	0.58	0.012
31	拟建线路东北侧边导线外约 8m***民房	34#	1.21	0.013
标准限值			4000V/m	100 μT

注：①、②受附近低压电力线路影响，导致监测值较大；2#测点属于变电站和线路敏感点共同测点。

4.3.8 电磁环境现状评价

(1) 变电站工程

由表 4.3-4 可知，新建汀州（龙西）500kV 变电站拟建站址处工频电场强度为 0.16V/m，工频磁感应强度为 0.005 μT ，分别符合《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中公众曝露控制限值工频电场强度 4000V/m、工频磁感应强度 100 μT 。

桃源 500kV 变电站在建站址四周工频电场强度为（0.82~1.73）V/m，工频磁感应强度为（0.011~0.019） μT ，分别符合《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中公众曝露控制限值工频电场强度 4000V/m、工频磁感应强度 100 μT 。

卓然 500kV 变电站间隔扩建侧围墙外 5m、地面 1.5m 高度处工频电场强度为 249.79V/m，工频磁感应强度为 2.812 μT ，卓然 500kV 变电站间隔扩建侧环境敏感目标处工频电场强度为（202.25~920.36）V/m，工频磁感应强度为（1.016~1.118） μT ，均符合《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中公众曝露控制限值工频电场强度 4000V/m、工频磁感应强度 100 μT 。

(2) 500kV 输电线路工程

由表 4.3-5 可知，拟建 500kV 线路环境敏感目标处的工频电场强度为（0.14~202.25）V/m，工频磁感应强度为（0.006~1.016） μT ，分别符合《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中公众曝露控制限值工频电场强度 4000V/m、工频磁感应强度 100 μT 。

(3) 小结

因此，本项目变电站站址处及四周、变电站间隔扩建处、站外电磁环境敏感目标处、输电线路沿线电磁环境敏感目标处的工频电场强度、工频磁感应强度监测结果均满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中公众曝露控制限值工频电场强度 4000V/m、工频磁感应强度 100 μ T 控制限值要求。

4.4 声环境

为全面了解龙岩汀州（龙西）500kV 输变电工程所在区域的声环境现状，南京普环电力科技有限公司委托江苏博环检测技术有限公司于 2023 年 6 月 29 日~7 月 3 日对项目所在地噪声进行了监测。具体监测报告内容详见附件 17。

4.4.1 监测因子

等效连续 A 声级（Leq）。

4.4.2 监测点位及布点方法

对变电站站址及四周、输电线路沿线分别进行声环境现状监测。声环境保护目标布点原则为在满足监测条件的前提下，选择距离本项目最近的声环境保护目标进行布点监测，同时兼顾行政区。

（2）监测点布设

根据上述布点原则，本次声环境现状监测点位布设如下：

①在本期拟建汀州（龙西）500kV 变电站站址处由于目前处于森林植被覆盖区域无法在厂界四周布点，且附近无其他噪声源，因此仅在站址位置空挡布设 1 个测点，声环境保护目标处布设 3 个测点，合计 4 个测点，见附图 11（13）。

②在桃源 500kV 变电站四周各布设 1 个测点，共 4 个，声环境保护目标处布设 2 个测点，见附图 11（25）。

③在卓然 500kV 变电站间隔扩建处布设 1 个测点，声环境保护目标处布设 3 个声环境监测点，合计 4 个测点，见附图 11（1）。

④本项目输电线路经过地区避开了沿线的城镇及其规划区，周围环境质量状况差异性较小。为了反映输电线路通过地区的声环境质量状况，本次环境现状监测布点覆盖评价范围内所有最近声环境保护目标处至少布设 1 个测点。

本次现状监测点位示意图见附图 11。

4.4.3 监测频次

昼间、夜间各监测一次。

4.4.4 监测环境条件及监测运行工况

监测时间与电磁环境现状监测同步，夜间仅监测噪声，监测条件同电磁环境现状监测，详见表 4.3-1。运行工况见表 4.3-2。

4.4.5 监测方法及仪器

(1) 监测方法

《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）。

《声环境质量标准》（GB3096-2008）。

(2) 监测仪器

表 4.4-1 监测使用的仪器、仪表

设备名称	仪器型号	仪器编号	技术指标	有效期限
噪声分析仪	AWA5688	00327605	量程范围：28dB（A）～133dB(A) 频率范围：10Hz～20kHz	2022年8月8日～2023年8月7日
声校准器	AWA6022	2017053		2022年8月4日～2023年8月3日

4.4.6 监测结果

本项目变电站及周边声环境保护目标各测点处噪声监测结果见表 4.4-2，输电线路各测点处声环境现状监测结果见表 4.4-3。

表 4.4-2 项目 500kV 变电站及声环境保护目标处噪声监测结果

序号	点位地理位置	测点编号	监测时段		备注	
			昼间	夜间		
汀州（龙西）500kV 变电站新建工程						
1	拟建站址处	13#	38	37	/	
2	变电站南侧约 115m 东林寺	14#	41	39	/	
3	变电站东南侧约 85m***家	15#	地面	39	38	2层（楼顶彩钢瓦棚）
			2层	39	38	
			2层楼顶	39	38	
4	变电站东侧约 125m***民房	16#	地面	40	39	3层平顶
			2层	38	38	
			3层	38	38	
			楼顶	40	39	
桃源 500kV 变电站间隔扩建工程						
5	在建站址西北侧（间隔扩建侧）	26#	42	39	/	

6	在建站址西南侧	27#	41	38	/	
7	在建站址东南侧	28#	41	38	/	
8	在建站址东北侧	29#	42	39	/	
9	变电站西北侧约 60m***家	25#	41	39	/	
10	变电站北侧约 185m***民房	30#	地面	42	39	3层平项
			二层	40	38	
			三层	40	38	
卓然 500kV 变电站间隔扩建工程						
11	间隔扩建处	1#	49	46	/	
12	变电站北侧（靠西）约 16m 纪念堂	2#	47	45	/	
13	变电站北侧（靠东）约 1m 卓然变 办公用房	3#	48	46	/	
14	变电站西北侧约 185m 纪念堂	4#	43	41	/	
标准限值			60	50	/	

表 4.4-3 本项目 500kV 输电线路沿线声环境保护目标处声环境现状监测结果

序号	测点位置	测点编号	噪声 (dB(A))		备注	声功能区类别	
			昼间	夜间			
卓然~汀州 500kV 线路工程							
1	拟建线路东侧边导线外约 21m 纪念堂	2#	47	45	/	2类	
2	拟建线路南侧边导线外约 45m 纪念堂	4#	43	41	/	2类	
3	拟建线路东侧边导线外约 8m***家	5#	45	42	/	1类	
4	拟建线路东北侧边导线外约 12m*** 民房	6#	51	41	虫鸣	1类	
5	拟建线路东北侧边导线外约 5m***辅 助房	7#	43	41	/	1类	
6	拟建线路西南侧边导线外约 35m 在建 民房	8#	46	41	临近 G205	4a类	
7	拟建线路西南侧边导线外约 6m***民 房	9#	42	40	/	1类	
8	拟建线路东北侧边导线外约 20m*** 民房	10#	地面	43	41	2层（楼 顶彩钢瓦 棚）	1类
			2层	43	41		
			2层 楼顶	43	41		
9	拟建线路西南侧边导线外约 20m*** 民房	11#	44	41	/	1类	
10	拟建线路东北侧边导线外约 20m*** 民房	12#	地面	45	41	2层（楼 顶彩钢瓦 棚）	1类
			2层	44	41		
			2层 楼顶	44	41		
桃源~汀州 500kV 线路工程							

序号	测点位置	测点编号		噪声 (dB(A))		备注	声功能区类别
				昼间	夜间		
11	拟建线路西南侧边导线外约 45m*** 民房	15#	地面	39	38	2层（楼顶彩钢瓦棚）	2类
			2层	39	38		
			2层楼顶	39	38		
12	拟建线路东北侧边导线外约 40m*** 民房	16#	地面	40	39	3层平顶	2类
			2层	38	38		
			3层	38	38		
			楼顶	40	39		
13	拟建线路东南侧边导线外约 20m 看护房	17#		39	37	/	1类
14	拟建线路西北侧边导线外约 20m 纪念馆	18#		40	39	/	1类
15	拟建线路东南侧边导线外约 40m 功德亭	19#		41	39	/	1类
16	拟建线路东南侧边导线外约 10m*** 民房	20#		43	41	/	1类
17	拟建线路西北侧边导线外约 10m 看护房	21#		39	38	/	1类
18	拟建线路东南侧边导线外约 20m*** 家	22#	地面	45	42	3层平顶	1类
			2层	44	40		
			3层	44	40		
19	拟建线路西北侧边导线外约 15m 看护房	23#		38	38	/	1类
20	拟建线路西北侧边导线外约 40m 富圩坪闲置房	24#		41	39	/	1类
21	拟建线路东北侧边导线外约 8m*** 民房	25#		41	39	/	2类

注：2#、25#测点属于变电站和线路敏感点共同测点

4.4.7 声环境现状评价

(1) 变电站工程

由表 4.4-2 可知，新建汀州（龙西）500kV 变电站拟建站址处噪声监测值昼间为 38dB(A)，夜间为 37dB(A)，周边声环境保护目标处噪声监测值昼间为（39~41）dB(A)，夜间为（38~39）dB(A)，均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2类标准限值要求。

桃源 500kV 变电站在建站址四周噪声监测值昼间为（41~42）dB(A)，夜间为（38~39）dB(A)，周边声环境保护目标处噪声监测值昼间为（40~42）dB(A)，夜间为（38~39）dB(A)，均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2类标准限值要求。

卓然 500kV 变电站间隔扩建处厂界环境噪声排放监测值昼间为 49dB（A），夜间为 46dB（A），符合《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 2 类标准限值要求。本期间隔扩建侧声环境保护目标处噪声监测值昼间为（43~48）dB(A)，夜间为（41~46）dB(A)，均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准限值要求。

（2）拟建 500kV 线路工程

由表 4.4-3 可知，本项目拟建线路声环境保护目标位于交通干线（临近 G205）两侧时，声环境保护目标处噪声监测值昼间为 46dB（A），夜间为 41dB（A），满足《声环境质量标准》（GB 3096-2008）4a 类标准限值要求。位于变电站出线侧声环境保护目标处噪声监测值昼间为（38~47）dB（A），夜间为（38~45）dB（A），满足《声环境质量标准》（GB 3096-2008）2 类标准限值要求。其余声环境保护目标处噪声监测值昼间为（38~51）dB（A），夜间为（37~42）dB（A），满足《声环境质量标准》（GB 3096-2008）1 类标准限值要求。

（3）小结

综上，本项目各测点噪声现状监测结果均满足相应标准限值要求。

4.5 生态环境现状评价

生态环境现状详见报告书第 7 章《生态环境影响预测与评价》专章。

4.6 地表水环境

4.6.1 地表水环境功能及现状

汀州（龙西）500kV 变电站、卓然 500kV 变电站、桃源 500kV 变电站周边无大型地表水体。

输电线路跨越的地表水体情况见表 4.2-1，水体水质均为 III 类，跨越处均不涉及饮用水水源保护区，均为一档跨越，不在水体里立塔。项目建设对所在区域地表水环境基本无影响。

4.6.2 水环境敏感区

本项目未穿越饮用水水源保护区。已避让 1km 范围内的饮用水水源保护区情况见表 2.7，本项目输电线路与已避让的饮用水水源保护区的位置关系见附图 12。

5 施工期环境影响评价

5.1 生态环境影响评价

详见报告书第 7 章《生态环境影响预测与评价》专章。

5.2 声环境影响分析

5.2.1 变电站工程

(1) 声源概况

新建变电站工程施工主要包括土石方开挖、土建及设备安装等几个阶段。噪声源主要包括工地运输车辆的交通噪声以及桩基、土建、设备安装施工中各种机具的设备噪声。施工机械设备一般露天作业，噪声经几何扩散衰减后到达预测点。主要施工设备与施工场界之间的距离一般都大于 $2H_{max}$ （ H_{max} 为声源的最大几何尺寸）。因此，变电站工程施工期的施工设备可等效为点声源。

根据《环境噪声与振动控制工程技术导则》（HJ2034-2013），并结合项目特点，本项目施工设备噪声源声压级见表 5.2-1。

表 5.2-1 本项目施工期噪声源强一览表

序号	阶段	主要施工设备	声压级* (距声源 5m, 单位 dB (A))
1	施工场地四通一平	液压挖掘机	86
		重型运输车	86
		推土机	86
2	地基处理、土石方开挖	液压挖掘机	86
		重型运输车	86
3	土建施工	静力压桩机	73
		重型运输车	86
4	设备进场运输	重型运输车	86

注：设备安装阶段施工噪声明显小于其它阶段，本次不单独考虑；参照 HJ2034-2013，本项目施工噪声源强取中值。

(2) 施工噪声环境影响分析

户外声传播衰减包括几何发散（ A_{div} ）、大气吸收（ A_{atm} ）、地面效应（ A_{gr} ）、屏障屏蔽（ A_{bar} ）、其他多方面效应（ A_{misc} ）引起的衰减。

只考虑几何发散衰减时，预测点 r 处的 A 声级为：

$$L_A(r) = L_A(r_0) - 20 \lg(r/r_0)$$

式中： $L_A(r)$ —距声源 r 处的声级，dB(A)；

$L_A(r_0)$ —参考位置的声级，dB(A)；

r —预测点与点声源之间的距离，m；

r_0 —参考位置与点声源之间的距离，m。

依据上述公式，可计算得到单台施工设备的声环境影响预测结果见表 5.2-2。

表 5.2-2 本项目施工机械在不同距离处的噪声预测一览表

机械类型	噪声预测值 dB (A)				
	10m	20m	40m	100m	200m
液压挖掘机	80	74	68	60	54
重型运输车	80	74	68	60	54
推土机	80	74	68	60	54
静力压桩机	67	61	55	47	41

根据计算结果，产生较大噪声的施工机械，其噪声在 40m 处基本可衰减至 70dB(A) 及以下，在 200m 处基本可衰减至 55dB(A) 及以下。本期汀州（龙西）500kV 变电站工程施工前先建好的围墙可进一步降低施工噪声，已建卓然 500kV 变电站前期工程已建围墙，桃源 500kV 变电站目前在建，本次扩建时将建好围墙，因此，本项目变电站施工场界处噪声排放能够满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）的要求。

为了尽量降低施工噪声对周围环境的影响，本环评要求施工期间落实以下措施：

- ①加强施工期的环境管理和环境监控工作，并接受环保部门的监督管理。
- ②新建变电站施工场地周围应尽早设立围墙等遮挡设施。
- ③采用噪声水平满足国家相关标准的施工机械或采取带隔声、消声设备的机械，控制设备噪声源强。
- ④依法限制夜间施工，站区产生环境噪声污染的施工均应安排在白天进行。如因工艺特殊情况要求，需在夜间施工而产生环境噪声污染时，应按《中华人民共和国噪声污染防治法》的规定，因特殊需要必须连续施工作业的，应当取得地方人民政府住房和城乡建设、生态环境主管部门或者地方人民政府指定的部门的证明，并在施工现场显著位置公示或者以其他方式公告附近居民；同时禁止高噪声设备同时作业。
- ⑤运输材料的车辆进入施工现场严禁鸣笛，装卸材料时应做到轻拿轻放。

在采取以上措施后，项目施工期对变电站周围声环境质量的影响可以得到有效控制，且因项目施工期较短，施工结束后影响也将消失。

5.2.2 输电线路声环境影响分析

输电线路工程在施工期的场地平整、挖土填方、钢结构及设备安装等几个阶段中，主要噪声源有起重机及交通运输噪声等，这些施工设备运行时会产生较高的噪声。此外，线路工程在架线施工过程中，各牵张场内的牵张机、绞磨机等设备也产生一定的机械噪声，其声压级水平一般小于 70dB(A)。根据输电线路塔基施工特点，各施工点施工量小，施工时间短，单塔累计施工时间一般在 1 个月以内。施工结束，施工噪声影响亦会结束。

本次环评建议：线路施工依法限制夜间施工，如因工艺特殊要求需在夜间施工时，应按《中华人民共和国环境噪声污染防治法》的规定，取得县级以上人民政府或者其有关主管部门的证明，并公告附近居民。在采取适当噪声污染防治措施后，施工噪声对外环境的影响将被减至最小程度，满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）的限值要求。

5.3 施工扬尘分析

变电站施工期环境施工扬尘主要来自土方挖掘、物料运输和使用、施工现场内车辆行驶等。由于扬尘源多且分散，源高一般在 15m 以下，属于无组织排放。同时，受施工方式、设备、气候等因素制约，产生的随机性和波动性较大。

输电线路工程施工期的扬尘主要来自土石方的开挖、房屋拆除、施工现场内车辆行驶等。

为尽量减少施工期扬尘对大气环境的影响，施工期应采取如下扬尘污染防治措施：

①施工过程中，应当加强对施工现场和物料运输的管理，在施工工地设置硬质围挡，保持道路清洁，管控料堆和渣土堆放，防治扬尘污染。

②施工过程中，对易起尘的临时堆土、运输过程中的土石方等应采用密闭式防尘布（网）进行苫盖，施工面集中且有条件的地方宜采取洒水降尘等有效措施，减少易造成大气污染的施工作业。

③施工过程中，建设单位应当对裸露地面进行覆盖；暂时不能开工的建设用地超过三个月的，应当进行绿化、铺装或者遮盖。

④施工现场禁止将包装物、可燃垃圾等固体废弃物就地焚烧。

采取上述措施后，本项目施工期对环境空气的影响能得到有效控制。

5.4 固体废物影响分析

施工期固体废物主要为施工人员的生活垃圾、建筑施工垃圾及工程拆迁产生的建筑垃圾等。

施工过程中产生的土石方、建筑垃圾、生活垃圾应分类集中收集，并按国家和地方有关规定定期进行清运处置，施工完成后及时做好迹地清理工作。

在农田和经济作物区施工时，施工临时占地宜采取隔离保护措施，施工结束后应将混凝土余料和残渣及时清除，以免影响后期土地功能的恢复。

此外，本项目涉及输电线路工程拆迁范围内房屋拆迁，沿线拆迁产生的建筑垃圾就近运至建筑垃圾集中堆放或处置场所，结合当地实际情况对具备相应条件的建筑垃圾进行综合利用。施工结束后施工单位统一对拆迁迹地进行清理、平整，结合周边的土地利用现状及时恢复植被。

5.5 地表水环境影响分析

5.5.1 变电站水环境影响分析

施工污水包括施工生产废水和施工人员生活污水。其中生产废水主要在设备清洗、物料清洗、进出车辆清洗及建筑结构养护等过程中产生；生活污水主要来自于施工人员的生活排水。

为尽量减少施工期废水对水环境的影响，施工期应采取如下水污染防治措施：

①对施工场地和施工生活区的生产废水和生活污水分别设置临时污水处理装置，加强管理，做好防渗处理，防止无组织排放。

②在不影响主设备区施工进度的前提下，合理开展施工组织作业，先行修筑生活污水处理设施，对变电站施工人员生活污水进行处理。

③将物料、车辆清洗废水、建筑结构养护废水集中，经过沉砂处理循环利用。

④做好施工场地周围的拦挡措施，尽量避免雨天开挖作业；同时要落实文明施工原则，不外排施工废水。

⑤建设单位和施工单位应加强自我检查和监督意识，施工单位在施工期间

应贯彻“预防为主”的原则，建立完善的水环境保护制度。

采取上述措施后，变电站的施工期废水对水环境影响能得到有效控制。

5.5.2 输电线路水环境影响分析

输电线路跨越的地表水体情况见表 4.2-1，水体水质均为 III 类，均为一档跨越，不在水体里立塔。本项目未穿越饮用水水源保护区，已避让 1km 范围内的饮用水水源保护区情况见表 2.7。

其中施工期塔基施工对饮用水水源保护区相对较近、可能造成影响的有：

- ①龙岩市长汀县南山镇塘背水厂石门溪水库饮用水水源保护区（距离约 65m）；
- ②龙岩市长汀县涂坊镇洋坑村水厂村头坑水库饮用水水源保护区（距离约 230m）；
- ③童坊镇黄坑水库水源保护区（距离约 80m）；
- ④四堡乡团结水库水源保护区（距离约 90m）；
- ⑤长校镇自来水厂水源保护区（距离约 40m）；
- ⑥大湖镇水源保护区（距离约 150m）。

①南山镇塘背水厂石门溪水库饮用水水源保护区

南山镇塘背水厂石门溪水库饮用水水源保护区保护范围为长汀县石门溪水库整个汇水流域（长汀县辖区外流域除外）。本期线路避开了其保护区范围，即不在石门溪水库汇水流域。通过对临近水源保护区的塔基施工点位施工废水可能流向分析，本项目塔基施工废水不会流向水源保护区范围，对该水源保护区无影响。

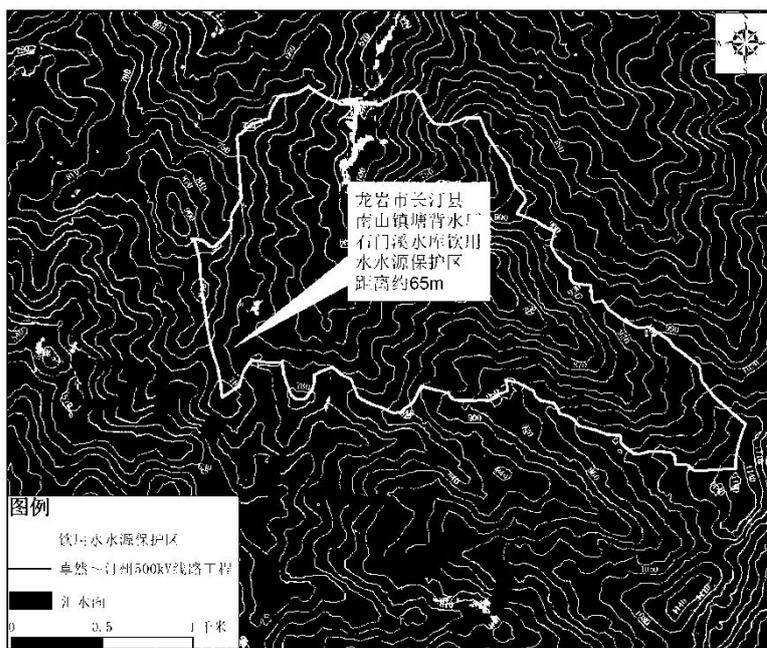


图 5.5-1 本项目塔基施工汇水面分析示意图

②涂坊镇洋坑村水厂村头坑水库饮用水水源保护区

涂坊镇洋坑村水厂村头坑水库饮用水水源保护区保护范围为：一级保护区：长汀县村头坑水库多年平均水位对应的高程线（高程为 457 米）以下的全部水域及其沿岸外延至一重山脊范围陆域。取水口 2000 国家大地坐标系坐标为东经 116°29'46.831"，北纬 25°32'10.349"；二级保护区：长汀县村头坑水库整个汇水流域（一级保护区范围除外；不含长汀县辖区外流域）。本期线路避开了其保护区范围，即不在头坑水库汇水流域。通过对临近水源保护区的塔基施工点位施工废水可能流向分析，本项目塔基施工废水不会流向水源保护区范围，对该水源保护区无影响。

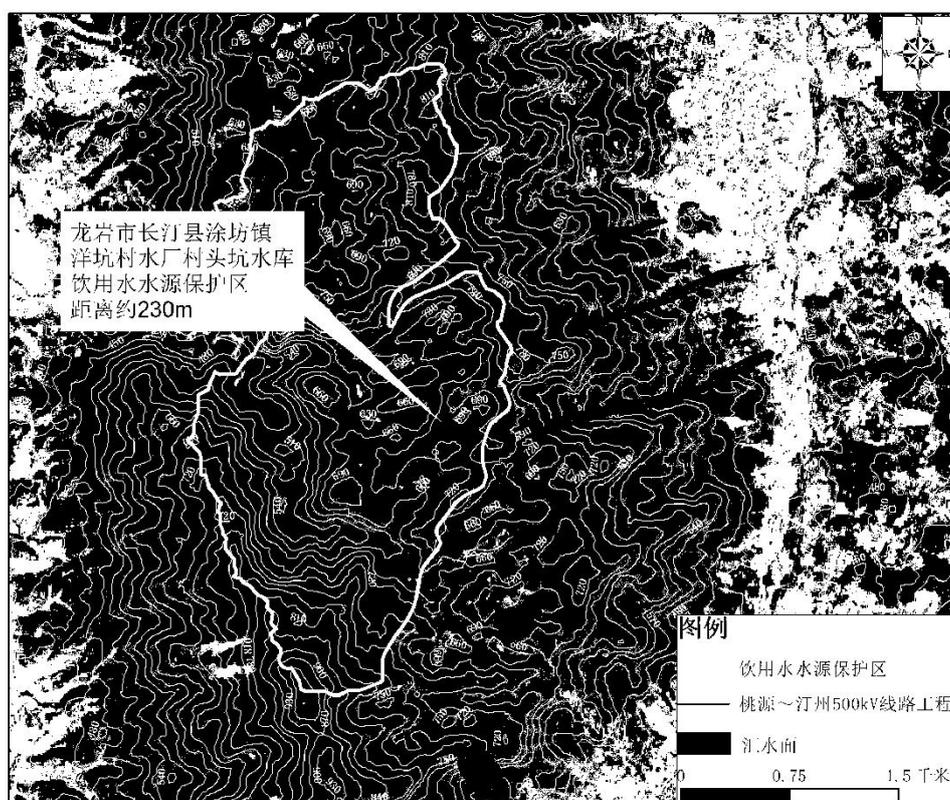


图 5.5-2 本项目塔基施工汇水面分析示意图

③童坊镇黄坑水库水源保护区

童坊镇黄坑水库水源保护区保护范围为：一级保护区范围：黄坑水库库区水域及其沿岸外延 50 米范围陆域；二级保护区范围：黄坑水库的整个汇水流域（一级保护区范围除外）。本期线路避开了其保护区范围，即不在黄坑水库汇水流域。通过对临近水源保护区的塔基施工点位施工废水可能流向分析，本项目塔基施工废水不会流向水源保护区范围，对该水源保护区无影响。

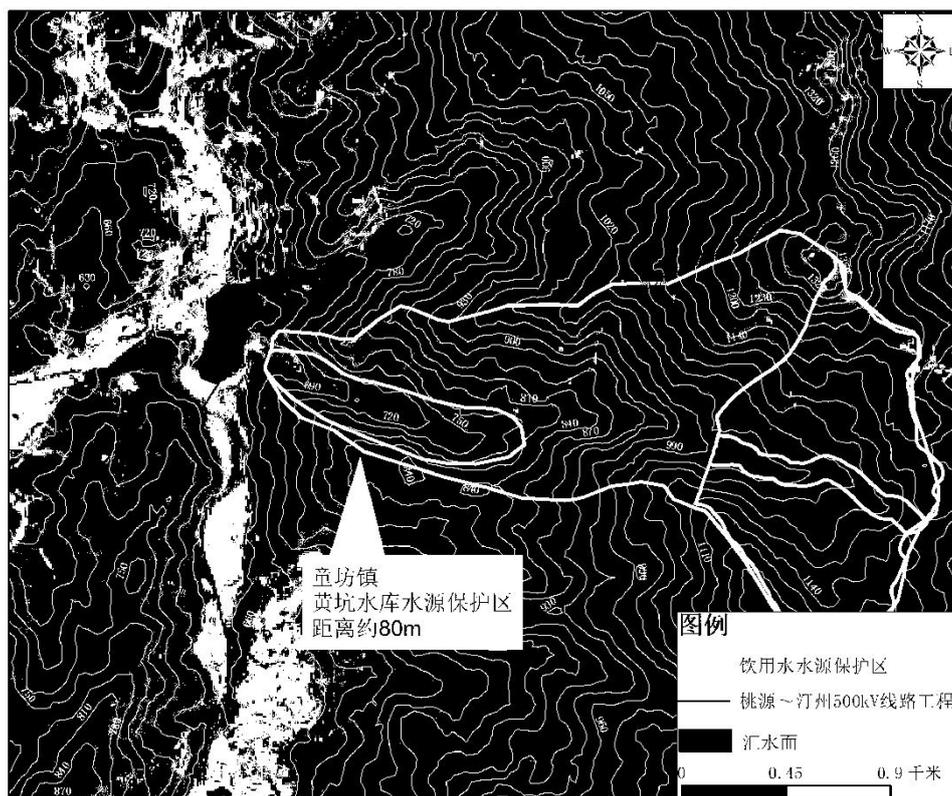


图 5.5-3 本项目塔基施工汇水面分析示意图

④四堡乡团结水库水源保护区

四堡乡团结水库水源保护区保护范围为：一级保护区范围：团结水库库区水域及其两侧汇水陆域；二级保护区范围：团结水库的整个汇水流域（一级保护区范围除外）。本期线路避开了其保护区范围，即不在团结水库汇水流域。通过对临近水源保护区的塔基施工点位施工废水可能流向分析，本项目塔基施工废水不会流向水源保护区范围，对该水源保护区无影响。

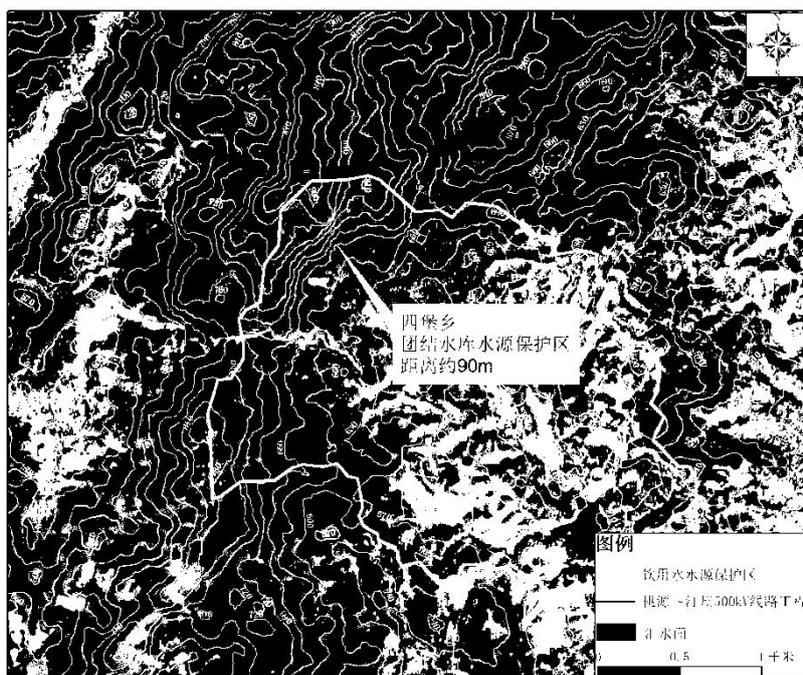


图 5.5-4 本项目塔基施工汇水面分析示意图

⑤长校镇自来水厂水源保护区

长校镇自来水厂水源保护区保护范围为：长校镇自来水厂蒲菇斜坑石寨取水口拦水坝处的整个汇水流域。本期线路避开了其保护区范围，即不在蒲菇斜坑石寨取水口汇水流域。通过对临近水源保护区的塔基施工点位施工废水可能流向分析，本项目塔基施工废水不会流向水源保护区范围，对该水源保护区无影响。

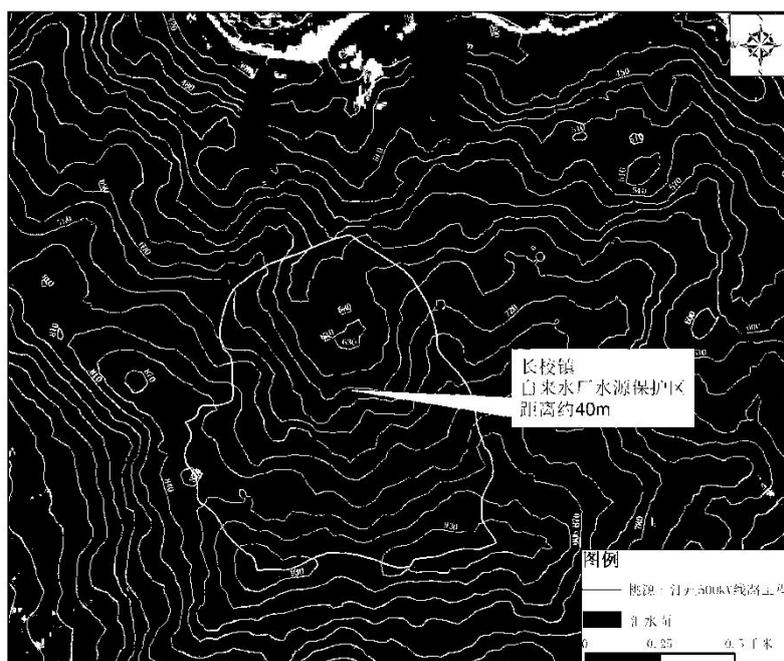


图 5.5-5 本项目塔基施工汇水面分析示意图

⑥大湖镇水源保护区

大湖镇水源保护区保护范围为：一级保护区范围：大湖镇自来水厂益溪取水口下游 100 米至上游白沙溪电站大坝水域及其两侧外延至一重山脊范围陆域；二级保护区范围：白沙溪电站大坝至上游 3000 米水域及其两侧外延至一重山脊范围陆域。本期线路避开了其保护区范围，即不在其一重山脊范围。通过对临近水源保护区的塔基施工点位施工废水可能流向分析，本项目塔基施工废水不会流向水源保护区范围，对该水源保护区无影响。

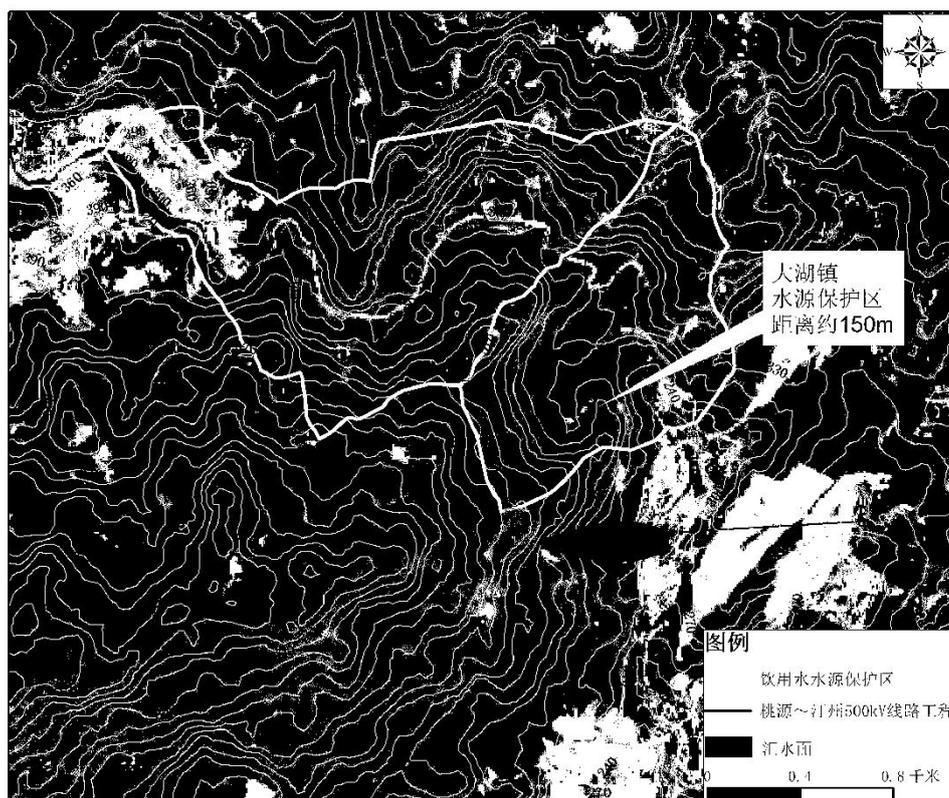


图 5.5-6 本项目塔基施工汇水面分析示意图

在线路施工阶段产生的施工废水和施工生活污水可能会影响输电线路所跨越河流等水体环境及临近饮用水水源保护区，在上述线路段施工时应采取如下防治措施：

①在跨越河流段附近及临近饮用水水源保护区施工时，应加强管理，做好污水排放措施，确保水环境不受影响。

②施工期间禁止向水体排放、倾倒垃圾、弃土、弃渣，禁止排放未经处理的钻浆等废弃物。

③施工时应先设置拦挡措施，后进行工程建设。架线时采用无人机放线等

先进的施工放线工艺。

④采用商品混凝土，不在现场拌和混凝土。

⑤合理安排工期，抓紧时间完成施工内容，尽量避免雨天施工。

⑥河流两岸的塔基尽量利用地形采用全方位高低腿设计，塔基周围修筑护坡、排水沟等工程措施，线路尽量采用一档跨越，不在水体中立塔。

由于输电线路属线性工程，单塔开挖工程量小，作业点分散，施工时间较短，单塔施工周期一般在 1 个月内，影响区域较小；输电线路的施工具有局地占地面积小、跨距长、点分散等特点，每个施工点上的施工人员很少，其生活污水排入当地农户的生活污水系统处置，不会对当地地表水环境造成影响。在采取相应水环境保护措施后，不会对线路所跨越河流的水环境造成影响。

6 运行期环境影响评价

6.1 电磁环境影响预测与评价

6.1.1 预测与分析方法

根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020）规定，本期 500kV 变电站采用类比监测的方式进行电磁环境影响预测与评价，500kV 架空输电线路采用类比监测和模式预测结合的方式进行电磁环境影响预测与评价。

6.1.2 变电站工程电磁环境影响预测与评价

6.1.2.1 选择类比对象

根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020），类比对象的建设规模、电压等级、容量、总平面布置、占地面积、电气形式、母线形式、环境条件及运行工况应与拟建工程相类似。

（1）汀州（龙西）500kV 变电站新建工程

汀州（龙西）500kV 变电站本期主变规模 1×750MVA，拟采用 500kV HGIS、220kV GIS 户外布置，主变户外布置形式。本次类比分析选取***500kV 变电站作为类比站。

（2）桃源 500kV 变电站间隔扩建工程

本期桃源 500kV 变电站扩建 1 个 500kV 出线间隔，在变电站围墙内预留位置建设，不增加站外占地面积。根据调查可知，桃源 500kV 变电站正在建设中，前期建设 1 组 1000MVA 主变压器，500kV 出线 2 回。本次类比分析选***500kV 变电站作为类比站。

（3）卓然 500kV 变电站间隔扩建工程

本期卓然 500kV 变电站扩建 1 个 500kV 出线间隔，在变电站围墙内预留位置建设，不增加站外占地面积。根据调查可知，卓然 500kV 变电站现有 3×750MVA 主变压器，500kV 出线 3 回。本次类比分析选取***500kV 变电站作为类比站。

本项目 500kV 变电站与类比变电站相关情况见表 6.1-1，类比 500kV 变电站监测布点见示意图 6.1。

表 6.1-1（1）本项目变电站与类比变电站相关情况比较一览表

项目	本项目变电站		类比变电站
	汀州（龙西）500kV 变电站	桃源 500kV 变电站	***500kV 变电站
地理位置	龙岩市长汀县涂坊镇	三明市永安市大湖镇	江苏省苏州市
主变布置方式	户外布置	户外布置	户外布置
变电站电压等级	500kV	500kV	500kV
主变规模	1×750MVA	1×1000MVA	1×1000MVA
500kV 进出线规模	2 回	3 回	4 回
220kV 进出线规模	5 回	6 回	8 回
500kV 配电装置布置方式	户外，HGIS 布置	户外，HGIS 布置	户外，HGIS 布置
220kV 配电装置布置方式	户外，GIS 布置	户外，GIS 布置	户外，GIS 布置
母线形式	500kV：一个半断路器接线 220kV：双母线双分段接线	500kV：一个半断路器接线 220kV：双母线双分段接线	500kV：一个半断路器接线 220kV：双母线双分段接线
围墙内占地	3.90hm ²	3.444hm ²	3.34hm ²
周围环境	周边较为空旷，乡村环境	周边较为空旷，乡村环境	周边较为空旷，乡村环境
运行工况	/	/	详见 6.1-3

表 6.1-1（2）本项目变电站与类比变电站相关情况比较一览表

项目	本项目变电站	类比变电站
	卓然 500kV 变电站	500kV***变电站
地理位置	龙岩市新罗区小池镇卓然村	江苏省盐城市大丰区小海镇无泊村
主变布置方式	户外布置	户外布置
变电站电压等级	500kV	500kV
主变规模	3×750MVA	3×1000MVA
500kV 进出线规模	4 回	6 回
220kV 进出线规模	10 回	13 回
500kV 配电装置布置方式	户外，HGIS 布置	户外，HGIS 布置
220kV 配电装置布置方式	户外，GIS 布置	户外，GIS 布置
母线型式	500kV：一个半断路器接线 220kV：双母线双分段接线	500kV：一个半断路器接线 220kV：双母线双分段接线
围墙内占地	5.79hm ²	5.25hm ²
周围环境	周边较为空旷，乡村环境	周边较为空旷，乡村环境
运行工况	/	详见 6.1-3

6.1.2.2 类比对象可比性分析

（1）主变容量及布置形式

汀州（龙西）500kV 变电站、桃源 500kV 变电站本期工程建成后主变容量分别为 $1\times 750\text{MVA}$ 、 $1\times 1000\text{MVA}$ ，采用户外布置，布置在场地中央。类比对象晨阳 500kV 变电站现有主变容量为 $1\times 1000\text{MVA}$ ，采用户外布置，类比变电站主变容量等于或大于本项目汀州（龙西）500kV 变电站、桃源 500kV 变电站，所以选用***500kV 变电站作为类比对象偏保守。

卓然 500kV 变电站本期工程建成后主变容量为 $3\times 750\text{MVA}$ 、采用户外布置，布置在场地中央。类比对象双草 500kV 变电站现有主变容量为 $3\times 1000\text{MVA}$ ，采用户外布置，类比变电站的主变容量大于卓然变，所以选用***500kV 变电站作为类比对象偏保守。

（2）出线回路数及布置形式

汀州（龙西）500kV 变电站、桃源 500kV 变电站本期工程建成后 500kV 出线分别为 2 回、3 回，220kV 出线分别为 5 回、6 回，均采用架空进线；类比***500kV 变电站 500kV 出线 4 回、220kV 出线 8 回，均采用架空进线。***500kV 变电站 500kV 出线和 220kV 出线回数均大于本项目变电站。因此，选用***500kV 变电站作为类比对象具有较好的可比性。

卓然 500kV 变电站本期工程建成后 500kV 出线 4 回、220kV 出线 10 回，均采用架空进线。类比的***500kV 变电站 500kV 出线 6 回、220kV 出线 13 回，均采用架空进线。***500kV 变电站 500kV 出线比卓然 500kV 变电站多 2 回，220kV 出线多 3 回，进线方式均一致。因此，选用***500kV 变电站作为类比对象具有较好的可比性。

（3）变电站总平面布置、占地面积

本项目变电站及类比变电站均采用三列式布置，主变位于站区中间，500kV、220kV 配电装置区距离围墙有一定的距离，本项目变电站与类比变电站站内面积相近，因此，类比变电站具有较好的可比性。

（4）周边环境条件

本项目变电站及类比变电站均位于农村地区，周边地势平坦。因此类比变电站和本项目变电站所处的环境状况基本相似，具有较好的可比性。

综上所述，本次环评选取***500kV 变电站作为汀州（龙西）500kV 变电站、

桃源 500kV 变电站电磁环境影响类比对象，选取***500kV 变电站作为卓然 500kV 变电站电磁环境影响类比对象是合理的，类比监测结果可以反映出本项目变电站建成后对周围电磁环境的影响程度。

6.1.2.3 类比监测因子

工频电场、工频磁场

6.1.2.4 类比监测布点

江苏***500kV 变电站四周围墙外共布设 10 个监测点位，位于 500kV、220kV 出线侧监测点离线路边导线距离不小于 20m，测量围墙外 5m、地面 1.5m 高度的工频电场、工频磁场；同时在江苏晨阳 500kV 变电站东侧垂直于围墙的方向上进行变电站工频电场、工频磁场衰减断面监测，监测点位间隔 5m，距地面 1.5m 高度，顺序测至距离围墙 50m 处为止。监测布点图见图 6.1-1。

***500kV 变电站站界共布设 12 个监测点，类比监测位置为围墙外 5m、距地面 1.5m 高处；变电站断面监测选取在站区东侧围墙外，避开进出线的影响，向东侧展开，测点间距为 5m、距地面 1.5m 高，测至距围墙外 50m 处为止。监测布点图见图 6.1-2。

图 6.1-1 ***500kV 变电站监测布点图

图 6.1-2 ***500kV 变电站监测布点图

6.1.2.5 监测单位、监测仪器及监测方法

(1) 监测单位

500kV 变电站：。

500kV 变电站：。

(2) 监测方法

《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》（HJ681-2013）。

(3) 监测仪器

监测仪器见表 6.1-2。

表 6.1-2 类比变电站监测仪器相关信息

类比变电站	仪器型号	仪器编号	测量范围	检定（校准）有效期
***500kV 变电站	NBM550/E HP-50F	G-0309/ 000WX5103	5mV/m~1kV/m&500mV/m~100kV/m 0.3nT~100μT&30nT~10mT	至 2020 年 1 月 8 日
***500kV 变电站	NBM550/E HP-50F	G-0187/ 000WX50657	5mV/m~1kV/m&500mV/m~100kV/m 0.3nT~100μT&30nT~10mT	至 2020 年 12 月 2 日

6.1.2.6 监测工况

表 6.1-3 类比变电站监测期间工况负荷情况

类比变电站	日期	对象	电压 (kV)	电流 (A)	有功功率 (MW)
***500kV 变电站	2017年10月24日	1#主变	506.09~512.97	414.85~519.14	356.30~443.59
***500kV 变电站	2020年8月6日	1#主变	513.96~519.41	205.66~361.82	125.74~293.80
		2#主变	513.96~519.41	195.13~351.31	124.22~287.40
		3#主变	513.96~519.41	209.77~361.52	126.96~294.40

6.1.2.7 监测环境条件

500kV 变电站和500kV 变电站监测时间和监测环境条件见表 6.1-4。

表 6.1-4 监测时间和监测环境条件

类比变电站	监测时间	天气	温度 (°C)	湿度 (%)	风速 (m/s)
***500kV 变电站	2019年7月4日	晴	25~30	50~56	1.6~2.2
***500kV 变电站	2020年8月6日	晴	33~36	66~72	1.0~1.2

6.1.2.8 类比监测结果及分析

(1) 站界及敏感目标监测结果

500kV 变电站和500kV 变电站站界及敏感目标处监测结果见表 6.1-5。

表 6.1-5 类比变电站站界及敏感目标处工频电场、工频磁场监测结果

点位编号	监测项目	测量点位置	工频电场强度 (V/m)	工频磁感应强度 (μ T)
1	***500kV 变电站站界	北侧围墙外 5m 西端 (▲1)	11.7	0.413
2		北侧围墙外 5m 东端 (▲2)	1392.6	2.371
3		东侧围墙外 5m 北端 (▲3)	773.7	1.073
4		东侧围墙外 5m 中端 (▲4)	1189.4	1.764
5		东侧围墙外 5m 南端 (▲5)	50.1	0.078
6		南侧围墙外 5m 东端 (▲6)	1.8	0.051
7		南侧围墙外 5m 西端 (▲7)	37.6	0.069
8		西侧围墙外 5m 南端 (▲8)	706.4	1.391
9		西侧围墙外 5m 中端 (▲9)	425.6	0.733
10		西侧围墙外 5m 北端 (▲10)	156.2	0.914
1	***500kV 变电站站界	变电站东侧围墙外5m	434.7	2.015
2		变电站南侧围墙外5m东端	1706.4	1.933
3		变电站南侧围墙外5m中端1	2114.8	2.616
4		变电站南侧围墙外5m中端2	665.6	0.391
5		变电站南侧围墙外5m西端	205.2	1.636
6		变电站西侧围墙外5m南端	814.1	1.934
7		变电站西侧围墙外5m中端	733.0	1.821
8		变电站西侧围墙外5m北端	913.6	2.132

9		变电站北侧围墙外5m西端	327.8	0.916
10		变电站北侧围墙外5m中端1	176.1	0.709
11		变电站北侧围墙外5m中端2	1752.4	1.764
12		变电站北侧围墙外5m东端	210.4	0.869

从上表可知，江苏***500kV 变电站周围各测点处工频电场强度为 1.8V/m~1392.6V/m，工频磁感应强度为 0.051 μ T~2.371 μ T；***500kV 变电站围墙外工频电场强度为（176.1~2114.8）V/m，工频磁感应强度为（0.391~2.616） μ T。工频电场强度、工频磁场测量值均符合《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中 4000V/m、100 μ T 的标准要求。

（2）断面监测结果

由于***变电站北侧围墙东端、东侧围墙北端和中端靠近 500kV 出线，西侧围墙南端、中端和北端靠近 220kV 出线，不具备断面监测条件，因此监测断面布置在东侧围墙南端；***500kV 变电站断面监测点选择在站区东侧围墙外，避开进出线的影响，向东侧展开，测点间距为 5m、距地面 1.5m 高，测至距围墙外 50m 处为止。断面监测结果见表 6.1-6。

表 6.1-6 监测断面处工频电场、工频磁场监测结果

序号	监测项目	测量点位置	工频电场强度 (V/m)	工频磁感应强度 (μ T)
1	***500kV 变电站断面	变电站东侧围墙外 5m 处	50.1	0.078
2		变电站东侧围墙外 10m 处	52.6	0.081
3		变电站东侧围墙外 15m 处	72.9	0.104
4		变电站东侧围墙外 20m 处	61.2	0.096
5		变电站东侧围墙外 25m 处	48.8	0.082
6		变电站东侧围墙外 30m 处	39.5	0.061
7		变电站东侧围墙外 35m 处	31.1	0.062
8		变电站东侧围墙外 40m 处	26.4	0.054
9		变电站东侧围墙外 45m 处	22.6	0.053
10		变电站东侧围墙外 50m 处	20.8	0.055
1.	***500kV 变电站断面	变电站东侧围墙外 5m	434.7	2.015
2.		变电站东侧围墙外 10m	404.7	1.993
3.		变电站东侧围墙外 15m	351.9	1.810
4.		变电站东侧围墙外 20m	305.8	1.755
5.		变电站东侧围墙外 25m	242.2	1.688
6.		变电站东侧围墙外 30m	182.5	1.506
7.		变电站东侧围墙外 35m	95.7	1.221
8.		变电站东侧围墙外 40m	60.9	0.801
9.		变电站东侧围墙外 45m	35.3	0.531
10.		变电站东侧围墙外 50m	25.7	0.310

由表 6.1-6 可见，江苏***500kV 变电站东侧断面各测点处工频电场强度为 20.8V/m~72.9V/m，工频磁感应强度为 0.053 μ T~0.104 μ T；***500kV 变电站东侧围墙外衰减断面处的工频电场强度为（25.7~434.7）V/m，工频磁感应强度为（0.310~2.015） μ T。工频电场强度、工频磁感应强度随着与变电站围墙距离的增加而衰减，监测值满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中工频电场强度 4000V/m、工频磁感应强度 100 μ T 控制限值要求。

6.1.2.9 变电站电磁环境影响评价结论

（1）汀州（龙西）500kV 变电站新建工程

通过类比***500kV 变电站运行产生的工频电场、工频磁场类比监测结果，可以预测本期汀州（龙西）500kV 变电站建成投运后，变电站周围及敏感目标处工频电场强度和工频磁感应强度均能够满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）的 4000V/m 和 100 μ T 公众曝露控制限值要求。

（2）桃源 500kV 变电站间隔扩建工程

通过类比***500kV 变电站运行产生的工频电场、工频磁场类比监测结果，可以预测本期桃源 500kV 变电站间隔扩建工程建成投运后，变电站周围及敏感目标处工频电场强度和工频磁感应强度均能够满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）的 4000V/m 和 100 μ T 公众曝露控制限值要求。

（3）卓然 500kV 变电站间隔扩建工程

通过类比***500kV 变电站运行产生的工频电场、工频磁场类比监测结果，可以预测本期卓然 500kV 变电站间隔扩建工程建成投运后，变电站周围及敏感目标处工频电场强度和工频磁感应强度均能够满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）的 4000V/m 和 100 μ T 公众曝露控制限值要求。

6.1.3 输电线路工程电磁环境影响预测与评价

6.1.3.1 类比评价

（1）类比对象选择的原则

类比对象选择电压等级、架线型式、架设高度、相序、线间距、导线结构等相同或相似，运行稳定，且已进行竣工环保验收监测的工程。

本项目 500kV 输电线路采用单回路和同塔双回两种架设方式，根据上述类比原则，单回线路类比监测对象选择***，同塔双回线路类比监测对象选择技术参数类似的***。

本项目与类比对象的可比性分析见表 6.1-7。

表 6.1-7 本项目 500kV 线路与类比对象相关情况比较一览表

项目	500kV 单回线路		500kV 双回线路	
	本项目	***	本项目	***
电压等级	500kV	500kV	500kV	500kV
导线排列	水平排列 (主要采用水平排列, 仅部分转角塔采用三角排列)	水平排列	垂直排列	垂直排列
导线型号	4×JL3/G1A-500/45	4×LGJ-630/35	4×JL3/G1A-500/45	4×JL/LB20A-800/55
导线分裂数	4 分裂	4 分裂	4 分裂	4 分裂
分裂间距	450mm	500mm	450mm	500mm
边导线与中心线最大距离	15.3m	约 12m	11.45m	约 13m
监测断面处导线对地距离	——	约 20m	——	约 27m
沿线地形条件	山地和丘陵区域	山地和丘陵区域	山地和丘陵区域	山地和丘陵区域

(2) 类比对象可比性分析

①电压等级

本期线路和类比线路的电压等级均为 500kV。根据电磁环境影响分析，电压等级是影响电磁环境的首要因素。因此，类比线路具有较好的可比性。

②回路数、架设方式

本期线路和类比线路采用相同的架设方式。根据电磁环境影响分析，回路数、架设方式是影响电磁环境的重要因素，因此，类比线路具有较好的可比性。

③导线型号、导线相序排列

本期线路导线型号、分裂数、分裂间距与类比线路导线均相似。本期单回线路采用水平排列，双回线路采用垂直排列，与类比线路排列方式相同，类比线路具有很好的可比性。

④海拔、地形

本期线路与类比线路位于山地区域，经过地形情况相似，因此，类比线路具有较好的可比性。

综上所述，类比对象与本项目新建线路的电压等级、架设方式、导线排列

方式均相同，导线型号相似，因此，类比对象的选择合理，可以通过类比对象的监测结果对本项目线路投运后产生的电磁环境进行类比预测。

（3）类比监测因子

工频电场、工频磁场

（4）类比监测布点

以档距中央导线弧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，监测至与线路走廊中心距离 55/50m 处，测点间距为 1m、5m，分别测量离地 1.5m 处的工频电场强度、工频磁感应强度。

实际监测时，选择了好天气条件下，测点避开了较高的建筑物、树木、高压线及金属结构，选择了比较空旷场地进行测试。

（5）监测单位、监测仪器及监测方法

①监测单位

***500kV I、II 回线路工程：福建省电力环境监测研究中心站。

***：山东省波尔辐射环境技术中心。

②监测方法

《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》（HJ681-2013）。

③监测仪器

监测仪器见表 6.1-8。

表 6.1-8 类比线路监测仪器相关信息

类比线路工程	仪器型号	仪器编号	测量范围	检定（校准）有效期
***	EFA-300	JC03-02-2014	0.14V/m~100kV/m 0.8nT~31.6mT	至 2019 年 3 月 29 日
***	EFA-300	W-0001 /H-0038	0.7V/m~200kV/m 4nT~87mT	至 2019 年 5 月 10 日

（6）监测工况

表 6.1-9 类比线路监测期间工况负荷情况

类比线路工程	日期	对象	电压（kV）	电流（A）
***	2018 年 12 月 17 日	500kV 密州~琅琊 II 回	523~532	25~200
***	2018 年 7 月 12 日	500kV 洲莆 I 路	500	776.4~782.8
		500kV 洲莆 II 路	500	781.3~782.6

(7) 监测环境条件

表 6.1-10 监测时间和监测环境条件

类比线路	监测时间	天气	温度 (°C)	湿度 (%)	风速 (m/s)
***	2018 年 12 月 17 日	晴	2~7	42~57	1.9~2.8
***	2018 年 7 月 12 日	晴	29.6~32.0	72.6~74.1	0.7~1.3

(8) 类比监测结果及分析

① 类比监测结果

和电磁环境类比监测结果详见表 6.1-11、表 6.1-12。

表 6.1-11 ***工频电场、工频磁场监测结果

编号	监测点位	工频电场强度 (V/m)	工频磁感应强度 (μT)
1	***	0m	1873
2		1m	1821
3		2m	1866
4		3m	1704
5		4m	1613
6		5m	1498
7		6m	1345
8		10m	986.3
9		15m	698.5
10		20m	421.7
11		25m	288.4
12		30m	159.6
13		35m	120.5
14		40m	67.98
15		45m	36.81
16		50m	20.77
17		55m	16.82

表 6.1-12 国投湄洲湾二厂~莆田 500kV I、II 回线路工程工频电场、工频磁场监测结果

测点	监测点位	工频电场强度 (kV/m)	工频磁感应强度 (μT)
1	***间线路中心线地面投影西北侧外	0m	1.226
2		5m	1.481
3		7m	1.558
4		8m	1.590

5		9m	1.557	1.511
6		10m	1.512	1.419
7		15m	1.315	1.284
8		20m	1.213	1.113
9		25m	1.186	0.992
10		30m	1.056	0.843
11		35m	0.856	0.717
12		40m	0.684	0.614
13		45m	0.553	0.520
14		50m	0.404	0.467

②类比监测结果分析

在***监测断面工频电场强度为（0.01682~1.873）kV/m，工频磁感应强度为（0.007~0.609） μ T，均满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中工频电场强度 4kV/m、工频磁感应强度 100 μ T 的标准限值要求。

在***500kV I、II回线路工程监测断面工频电场强度为（0.404~1.590）kV/m，工频磁感应强度为（0.467~1.644） μ T，均满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中工频电场强度 4kV/m、工频磁感应强度 100 μ T 的标准限值要求。

根据与本项目新建线路电压等级、架设方式、导线型式等相似的 500kV 输电线路的类比监测结果，可以预测本项目新建 500kV 输电线路采用增高导线对地高度等措施后，可以有效地降低地面工频电场强度，可保证线路运行产生的工频电场强度满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中公众曝露控制限值 4000V/m 的标准限值和耕地、园地、道路等区域 10kV/m 的标准限值；线路运行产生的工频磁感应强度满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中 100 μ T 的标准限值。

③类比测试与理论计算的结果比较

由于工频电场为输电线路主要环境影响因子，工频磁场一般不会出现超标现象，故根据 500kV***塔和***500kVI、II回线路工程的运行参数进行工频电场强度理论计算，并对工频电场强度的类比监测值与理论预测值进行分析比较，比较结果见表 6.1-13 和表 6.1-14。

表 6.1-13 500kV***监测结果与理论计算预测结果分析比较

与线路走廊中心地面 投影点距离 (m)	监测结果 (kV/m)	预测结果 (kV/m)	监测结果占预 测结果比例
0	1.873	1.821	97.2%
1	1.821	1.945	106.8%
2	1.866	1.904	102.0%
3	1.704	1.761	103.3%
4	1.613	1.622	100.6%
5	1.498	1.512	100.9%
6	1.345	1.335	99.3%
10	0.986	1.01	102.4%
15	0.7	0.823	117.6%
20	0.422	0.518	122.7%
25	0.288	0.324	112.5%
30	0.16	0.171	106.9%
35	0.121	0.131	108.3%
40	0.068	0.077	113.2%
45	0.037	0.045	121.6%
50	0.021	0.029	138.1%
55	0.017	0.02	117.6%

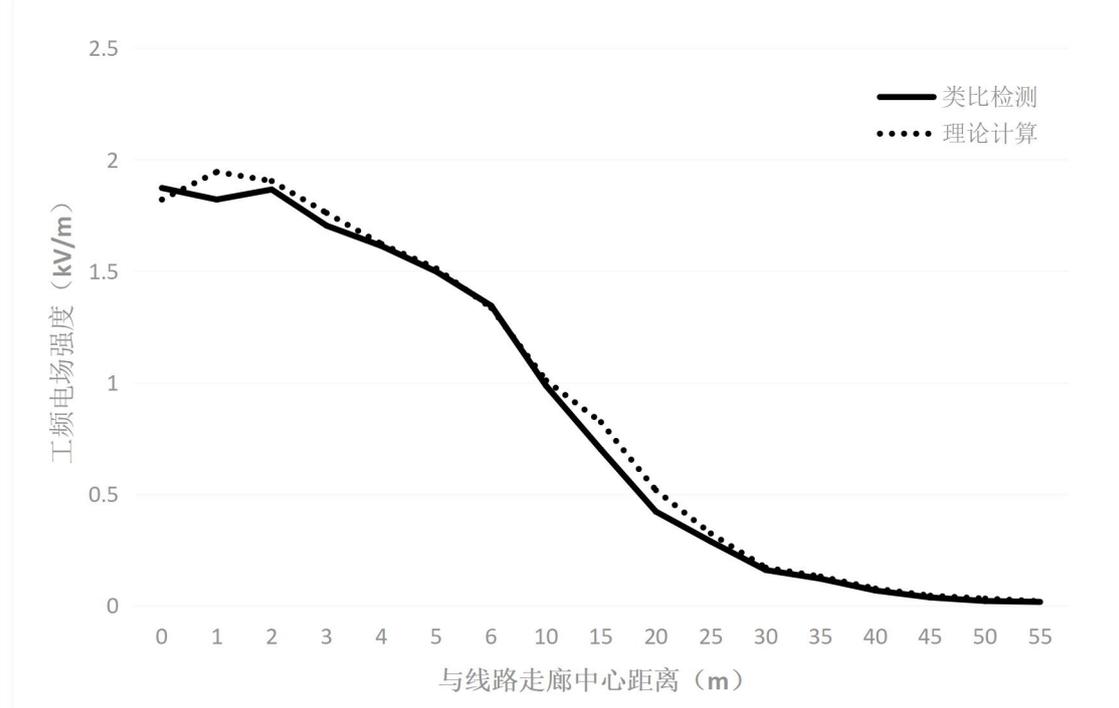


图 6.1-3 单回线路类比监测与理论计算比较曲线图

表 6.1-14 500kV***监测结果与理论计算预测结果分析比较

与线路走廊中心地面投影点距离 (m)	监测结果 (kV/m)	预测结果 (kV/m)	预测结果与实测结果比较
0m	1.226	1.371	实测值更小
5m	1.481	1.714	实测值更小
7m	1.558	1.891	实测值更小
8m	1.590	2.068	实测值更小
9m	1.557	2.243	实测值更小
10m	1.512	2.394	实测值更小
15m	1.315	2.509	实测值更小
20m	1.213	2.357	实测值更小
25m	1.186	2.193	实测值更小
30m	1.056	1.945	实测值更小
35m	0.856	1.665	实测值更小
40m	0.684	1.269	实测值更小
45m	0.553	0.903	实测值更小
50m	0.404	0.851	实测值更小

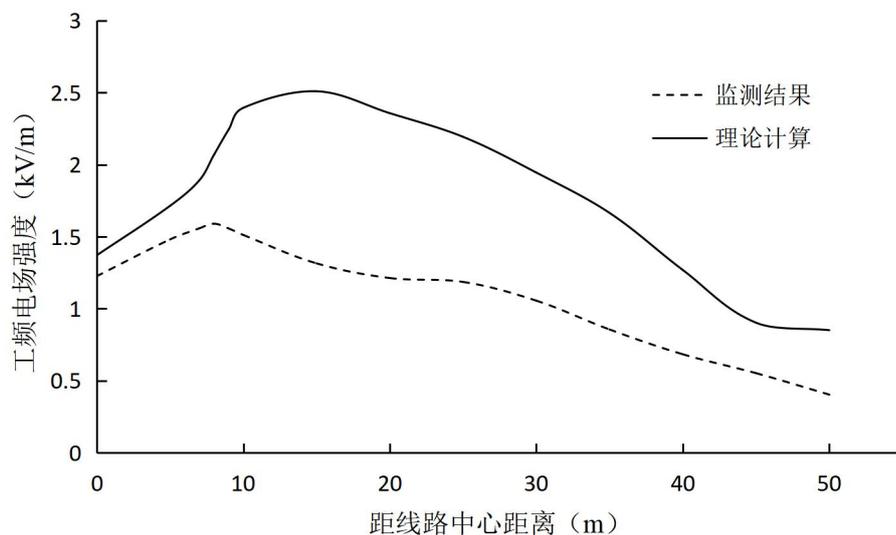


图 6.1-4 同塔双回线路类比监测与理论计算比较曲线图

理论预测是将线路参数代入数学模型得出的结果，由于实际线路监测过程中受到地形、地表植被屏蔽等因素影响工频电场易产生畸变，导致理论预测结果与监测结果存在一定差异。

由表6.1-13、表6.1-14及图6.1-3、图6.1-4可以看出，类比线路工频电场强度预测结果均大于监测结果，且预测结果及监测结果的变化趋势基本一致。因此对本期新建500kV输电线路运行产生的电磁环境采用模式预测计算，其结果是可信且保守的。

综上所述，本次类比线路运行产生的工频电场、工频磁场均能满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）规定的 4kV/m 及 100 μ T 标准限值要求。本工

程线路与类比线路具有较好的可比性，因此本项目 500kV 输电线路运行产生的工频电场、工频磁场也能满足 4kV/m 及 100 μ T 标准限值要求。

6.1.3.2 理论模式计算

6.1.3.2.1 计算模式

本项目输电线路工频电场强度、工频磁感应强度理论计算按照《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020）附录 C、D 推荐的计算模式进行。

①高压交流架空输电线路下空间工频电场强度的计算（附录 C）

●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 远远小于架设高度 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。

为了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：

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

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]矩阵可由输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。

[λ]矩阵由镜像原理求得。

●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：

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

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

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 及镜像至计算点的距离， m 。

② 高压交流架空输电线路下空间工频磁场强度的计算（附录 D）

由于工频电磁场具有准静态特性，线路的磁场仅有电流产生。应用安倍定律，将计算结果按矢量叠加，可得出导线周围的磁场强度。

在一般情况下，可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。如下图 6.4，不考虑导线 i 的镜像时，可计算其在 A 点产生的磁场强度：

(A/m)

$$H = \frac{I}{2\pi\sqrt{h^2 + L^2}}$$

式中： I ——导线 i 中的电流值，A；

h ——导线与预测点的高差， m ；

L ——导线与预测点的水平距离， m 。

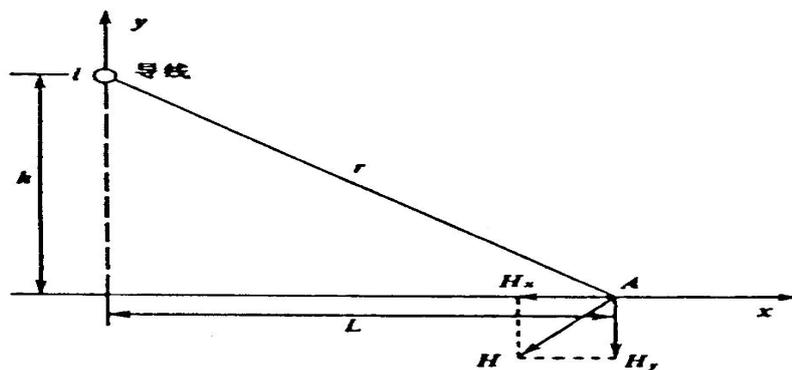


图6.1-5 磁场向量图

6.1.3.2.2 预测工况及环境条件的选取

500kV 输电线路运行产生的工频电场、工频磁场主要由导线型式、导线对地高度、相间距离和线路运行工况（电压、电流）等因素决定。主要计算参数确定过程如下：

(1) 典型杆塔的选取

电磁环境理论计算时选择直线塔计算，500kV 架空线路采用单回路架设时，水平相间距越大、工频电磁场影响越大；500kV 架空线路采用同塔双回架设时，根据导线水平相间距越大、工频电磁场影响越大的原则，分别选择计算结果最保守的塔型，计算出的数据是最不利的电磁场分布情况，可代表全线其他塔型的电磁场分布。

根据设计资料，本项目 500kV 单回路主要采用 LC21D 和 LC31D 模块系列塔型，因此，本项目 500kV 单回路选取铁塔水平相间距最大的 LC31D-ZBC4 塔型作为计算塔型。

同塔双回架设线路主要采用 LC21S 模块系列塔型。因此，本项目卓然~汀州 500kV 同塔双回路导线采用逆相序排列，选取铁塔水平相间距最大的 LC21S-ZC2 塔型作为计算塔型；本项目桃源~汀州 500kV 同塔双回路导线采用异相序排列，选取铁塔水平相间距最大的 LC21S-ZCK 塔型作为计算塔型。

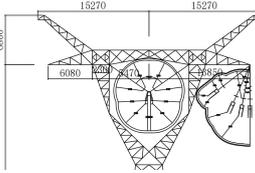
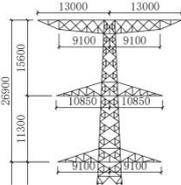
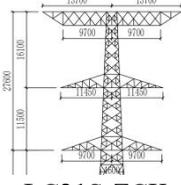
（2）导线对地距离和相序排列

根据《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》（GB50545-2010）的要求和本项目设计资料中导线距地最低高度要求，500kV 线路导线与电磁环境敏感目标区域地面的距离不小于 14m，与耕地等场所的地面距离不小于 11m。本项目线路按经过以上区域的高度控制要求进行预测。

本项目 500kV 单回线路为水平排列，本项目卓然~汀州 500kV 同塔双回路导线采用逆相序排列方式进行计算，本项目桃源~汀州 500kV 同塔双回路导线采用异相序排列方式进行计算。本项目输电线路电磁环境理论预测的有关参数详见表 6.1-15 所示。

表 6.1-15 输电线路理论计算参数表

项 目	单回线路	同塔双回线路
导线排列方式	水平排列	垂直排列
导线型号	4×JL3/G1A-500/45钢芯铝绞线	
分裂间距	450mm	
导线外径	30.0mm	
线路计算电压	500kV	
线路计算电流	3424A	
计算区域	0~70m	0~70m

<p>计算塔型</p>	<p>单回路</p>  <p>LC31D-ZBC4</p>	<p>卓然~汀州 500kV（逆相序排列）</p>  <p>LC21S-ZC2</p>	<p>桃源~汀州 500kV（异相序排列）</p>  <p>LC21S-ZCK</p>
<p>相间距（预测点坐标）</p>	<p>A (-13.85, h) B (0, h) C (13.85, h)</p>	<p>左侧： A (-9.1, h+26.9) B (-10.85, h+11.3) C (-9.1, h) 右侧： C (9.1, h+26.9) B (10.85, h+11.3) A (9.1, h)</p>	<p>左侧： A (-9.7, h+27.6) C (-11.45, h+11.5) B (-9.7, h) 右侧： C (9.7, h+27.6) A (11.45, h+11.5) B (9.7, h)</p>
<p>导线计算高度</p>	<p>架空线路经过耕地等场所11m，线路经过电磁环境敏感目标时14m（不能满足标准时，计算抬高高度）</p>		

6.1.3.2.3 单回线路电磁理论预测结果与分析

(1) 工频电场影响预测

① 经过耕地等场所时工频电场强度

500kV 单回线路经过耕地等场所时产生的工频电场强度预测结果见表 6.1-16。

表 6.1-16 500kV 单回线路经过耕地等场所时产生的工频电场强度预测结果

距线路走廊中心距离 (m)	距地面 1.5m 高处工频电场强度 (kV/m)	
	导线对地高度 11m	导线对地高度 12m
0	8.517	7.157
1	8.408	7.083
2	8.104	6.873
3	7.661	6.57
4	7.171	6.242
5	6.746	5.971
6	6.503	5.841
7	6.530	5.909
8	6.843	6.186
9	7.389	6.63
10	8.068	7.169
11	8.771	7.726
12	9.400	8.227
13	9.878	8.617
14	10.153	8.857
15	10.202	8.931
16	10.034	8.839
17	9.678	8.601

18	9.180	8.243
19（边导线外约 5m）	8.587	7.799
20	7.945	7.302
21	7.289	6.779
22	6.647	6.253
23	6.037	5.741
24	5.468	5.252
25	4.945	4.795
26	4.471	4.373
27	4.044	3.986
28	3.660	3.633
29	3.317	3.314
30	3.011	3.026
35	1.908	1.959
40	1.269	1.321
45	0.883	0.927
50	0.637	0.674
55	0.475	0.504
60	0.363	0.387
65	0.284	0.303
70	0.227	0.242
最大值	10.202	8.931
达标情况	不达标	达标

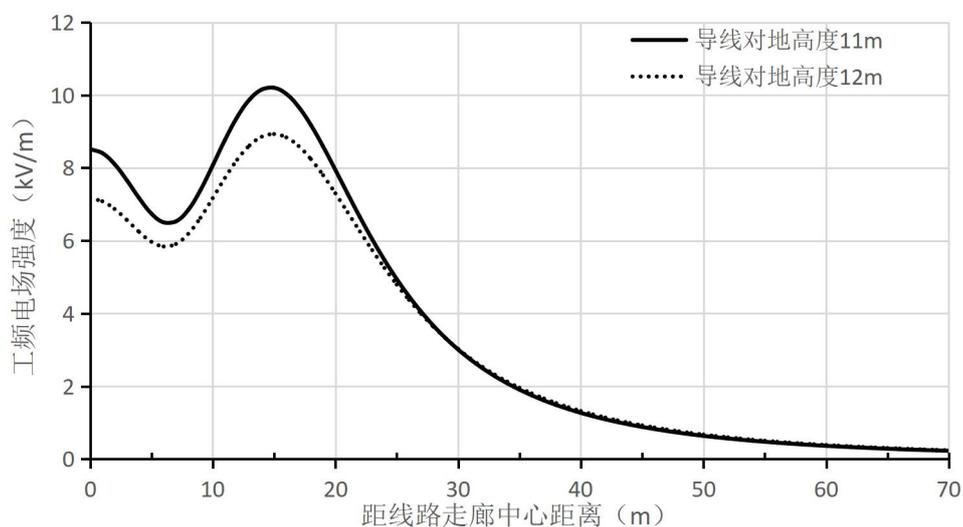


图 6.1-6 500kV 单回线路经过耕地等场所时工频电场强度曲线图

从表 6.1-16 及图 6.1-6 可以看出：

本工程 500kV 单回线路经过耕地等场所时，在对地最低高度设计值为 11m 时，距地面 1.5m 处，工频电场强度最大值（距线路走廊中心距离 15m 处）为 10.202kV/m，大于《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）规定的架空输电线

路线下的耕地、园林、牧草地、畜牧饲养地、养殖水面、道路等场所，其频率 50Hz 的电场强度控制限值 10kV/m 的标准要求。

在导线对地高度抬高至 12.0m 时，距地面 1.5m 处，工频电场强度最大值（距线路走廊中心距离 15m 处）为 9.159kV/m，小于《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）规定的架空输电线路下的耕地、园林、牧草地、畜牧饲养地、养殖水面、道路等场所，其频率 50Hz 的电场强度控制限值 10kV/m 的标准要求。

②经过电磁环境敏感目标区域时工频电场强度

500kV 单回线路经过电磁环境敏感目标区域时产生的工频电场强度预测结果见表 6.1-17。

表 6.1-17 500kV 单回线路经过电磁环境敏感目标区域时工频电场强度预测结果

距线路走廊 中心距离 (m)	导线对地不同高度、距地面 1.5m 高处工频电场强度 (kV/m)							
	14m	15m	16m	17m	18m	19m	20m	21m
0	5.153	4.407	3.786	3.266	2.828	2.457	2.141	1.871
1	5.120	4.387	3.775	3.262	2.830	2.463	2.150	1.882
2	5.028	4.331	3.748	3.255	2.837	2.482	2.177	1.915
3	4.901	4.260	3.716	3.254	2.858	2.518	2.225	1.972
4	4.777	4.199	3.702	3.272	2.901	2.578	2.297	2.052
5	4.699	4.180	3.725	3.326	2.975	2.667	2.395	2.155
6	4.708	4.230	3.804	3.424	3.087	2.787	2.519	2.281
7	4.828	4.363	3.946	3.572	3.236	2.936	2.666	2.425
8	5.058	4.578	4.148	3.763	3.418	3.109	2.831	2.582
9	5.375	4.856	4.395	3.987	3.622	3.297	3.006	2.746
10	5.741	5.167	4.666	4.225	3.836	3.491	3.184	2.910
11	6.113	5.481	4.936	4.462	4.046	3.680	3.356	3.068
12	6.452	5.769	5.184	4.679	4.240	3.855	3.515	3.213
13	6.728	6.007	5.393	4.865	4.406	4.006	3.654	3.342
14	6.918	6.178	5.548	5.007	4.538	4.128	3.767	3.448
15	7.011	6.272	5.642	5.099	4.628	4.215	3.852	3.530
16	7.003	6.287	5.673	5.140	4.675	4.267	3.907	3.587
17	6.902	6.226	5.640	5.129	4.679	4.283	3.930	3.616
18	6.718	6.097	5.551	5.069	4.642	4.263	3.924	3.620
19 (边导线 外约 5m)	6.468	5.910	5.412	4.967	4.569	4.211	3.889	3.599
20	6.169	5.678	5.232	4.828	4.462	4.131	3.830	3.556
21	5.837	5.413	5.021	4.661	4.330	4.026	3.748	3.493
22	5.486	5.127	4.788	4.471	4.176	3.902	3.648	3.413
23	5.129	4.830	4.542	4.267	4.007	3.762	3.533	3.319
24	4.776	4.531	4.289	4.054	3.828	3.612	3.407	3.213
25	4.432	4.235	4.036	3.837	3.643	3.454	3.273	3.100

距线路走廊 中心距离 (m)	导线对地不同高度、距地面 1.5m 高处工频电场强度 (kV/m)							
	14m	15m	16m	17m	18m	19m	20m	21m
26	4.104	3.949	3.786	3.621	3.456	3.293	3.134	2.980
27	3.795	3.674	3.544	3.408	3.270	3.130	2.992	2.857
28	3.505	3.415	3.312	3.202	3.087	2.969	2.850	2.732
29	3.236	3.170	3.092	3.004	2.909	2.811	2.710	2.607
30	2.987	2.942	2.884	2.815	2.739	2.657	2.572	2.484
31	2.759	2.730	2.688	2.636	2.575	2.509	2.437	2.363
32	2.549	2.534	2.506	2.467	2.420	2.367	2.308	2.245
33	2.356	2.352	2.336	2.309	2.274	2.231	2.183	2.131
34	2.180	2.185	2.178	2.161	2.135	2.103	2.064	2.021
35	2.020	2.031	2.031	2.023	2.005	1.981	1.951	1.916
36	1.873	1.889	1.896	1.894	1.884	1.867	1.844	1.816
37	1.738	1.759	1.771	1.774	1.770	1.759	1.742	1.720
38	1.616	1.640	1.655	1.663	1.663	1.657	1.646	1.630
39	1.503	1.530	1.548	1.559	1.564	1.562	1.555	1.544
40	1.401	1.429	1.449	1.463	1.471	1.473	1.470	1.463
41	1.307	1.336	1.358	1.374	1.385	1.390	1.390	1.386
42	1.220	1.250	1.274	1.292	1.304	1.312	1.315	1.314
43	1.141	1.171	1.196	1.215	1.229	1.239	1.244	1.246
44	1.068	1.099	1.124	1.144	1.159	1.171	1.178	1.181
45	1.001	1.031	1.057	1.078	1.094	1.107	1.116	1.121
50	0.737	0.764	0.789	0.810	0.829	0.844	0.857	0.868
55	0.557	0.580	0.602	0.621	0.639	0.655	0.669	0.681
60	0.430	0.450	0.469	0.486	0.502	0.516	0.530	0.542
65	0.339	0.356	0.371	0.386	0.400	0.413	0.425	0.436
70	0.272	0.286	0.299	0.312	0.324	0.335	0.346	0.356
最大值	7.011	6.287	5.673	5.140	4.679	4.283	3.930	3.620
达标情况	超标	超标	超标	超标	超标	超标	达标	达标

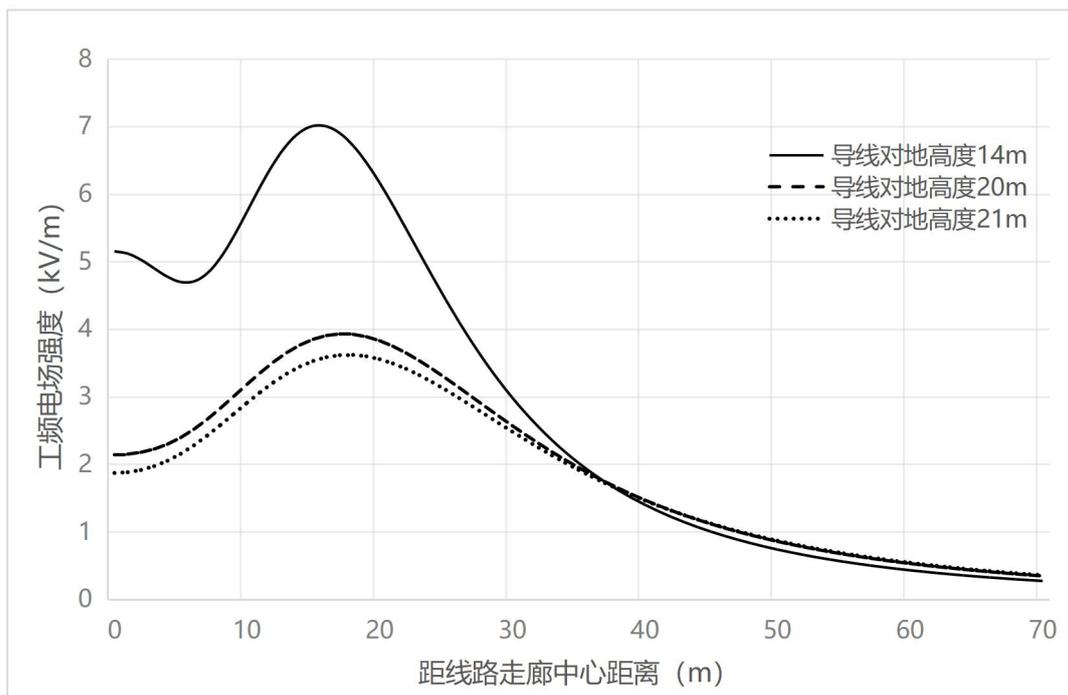


图 6.1-7 500kV 单回线路经过电磁环境敏感目标区域时工频电场强度曲线图

由表 6.1-17、图 6.1-7 可知：

本项目 500kV 单回线路经过电磁环境敏感目标区域时，在对地最低高度设计值为 14m 时，距地面 1.5m 高度处，工频电场强度最大值 7.011kV/m，出现在距离线路走廊中心地面投影 15m（即边导线外 1.15m 处），在边导线外 5m（即距线路走廊中心约 19m）处的工频电场强度 6.468kV/m，均大于《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）规定的公众曝露限值电场强度 4kV/m 的要求。

在导线对地高度抬高至 20m 时，距地面 1.5m 高度处，工频电场强度最大值 3.930kV/m，出现在距离线路走廊中心地面投影 17m 处，在边导线外 5m（即距线路走廊中心约 19m）处的工频电场强度 3.889kV/m，均满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）规定的公众曝露限值电场强度 4kV/m 的要求。虽然满足相应限值要求，但极接近限值标准，因此为了保守考虑达标要求，相应再对导线对地高度抬高至 21m。

在导线对地高度抬高至 21m 时，距地面 1.5m 高度处，工频电场强度最大值 3.620kV/m，出现在距离线路走廊中心地面投影 18m 处，在边导线外 5m（即距线路走廊中心约 19m）处的工频电场强度 3.599kV/m，均满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）规定的公众曝露限值电场强度 4kV/m 的要求。

(2) 工频磁感应强度影响预测

① 经过耕地等场所时工频磁感应强度

500kV 单回线路经过耕地等场所时产生的工频磁感应强度预测结果见表 6.1-18。

表 6.1-18 500kV 单回线路经过耕地等场所时产生的工频磁感应强度预测结果

距线路走廊中心距离 (m)	距地面 1.5m 高处工频磁感应强度 (μT)	
	导线对地高度 11m	导线对地高度 12m
0	29.553	28.207
1	29.461	28.148
2	29.203	27.982
3	28.826	27.739
4	28.398	27.46
5	27.993	27.192
6	27.677	26.978
7	27.503	26.851
8	27.496	26.828
9	27.657	26.907
10	27.957	27.069
11	28.34	27.277
12	28.733	27.481
13	29.056	27.632
14	29.237	27.683
15	29.226	27.599
16	29.002	27.365
17	28.571	26.983
18	27.964	26.467
19	27.221	25.844
20	26.385	25.141
21	25.495	24.386
22	24.583	23.603
23	23.673	22.813
24	22.783	22.03
25	21.923	21.265
26	21.101	20.525
27	20.319	19.815
28	19.58	19.137
29	18.882	18.492
30	18.224	17.88
31	17.605	17.3
32	17.023	16.752
33	16.474	16.232
34	15.958	15.741
35	15.471	15.277
36	15.012	14.837
37	14.578	14.42

距线路走廊中心距离 (m)	距地面 1.5m 高处工频磁感应强度 (μT)	
	导线对地高度 11m	导线对地高度 12m
38	14.168	14.025
39	13.78	13.65
40	13.412	13.293
41	13.064	12.955
42	12.732	12.633
43	12.417	12.326
44	12.118	12.033
45	11.832	11.754
46	11.56	11.488
47	11.299	11.233
48	11.051	10.989
49	10.813	10.755
50	10.585	10.531
51	10.367	10.317
52	10.158	10.111
53	9.956	9.913
54	9.763	9.722
55	9.578	9.539
56	9.399	9.362
57	9.227	9.192
58	9.061	9.029
59	8.901	8.87
60	8.747	8.718
61	8.598	8.57
62	8.454	8.428
63	8.315	8.29
64	8.18	8.157
65	8.05	8.028
66	7.924	7.903
67	7.801	7.781
68	7.683	7.664
69	7.568	7.55
70	7.457	7.439
最大值	29.553	28.207
达标情况	达标	达标

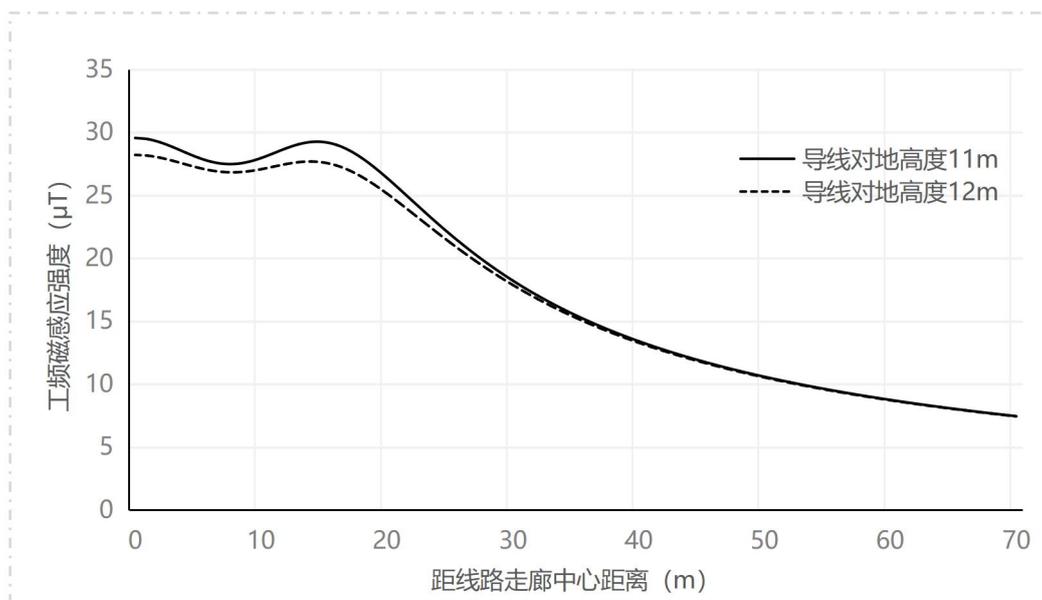


图 6.1-8 500kV 单回线路经过耕地等场所时工频磁感应强度曲线图

从表 6.1-18，图 6.1-8 可知：

本项目 500kV 单回线路经过耕地等场所时，在对地最低高度设计值为 11m 时，距地面 1.5m 处，工频磁感应强度的最大值为 29.553 μ T；在导线对地最低高度为 12m 时，距地面 1.5m 处，工频磁感应强度的最大值为 28.207 μ T，均小于《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）规定的公众曝露限值磁感应强度 100 μ T 的标准限值要求。

②经过电磁环境敏感目标区域时工频磁感应强度

500kV 单回线路电磁环境敏感目标区域时产生的工频磁感应强度预测计算结果见表 6.1-19。

表 6.1-19 500kV 单回线路电磁环境敏感目标区域时工频磁感应强度计算结果

距线路走廊中心 距离(m)	距地面 1.5m 高处工频磁感应强度 (μ T)		
	导线对地高度 14m	导线对地高度 20m	导线对地高度 21m
0	25.992	21.115	20.451
1	25.967	21.108	20.445
2	25.893	21.089	20.427
3	25.784	21.059	20.399
4	25.656	21.017	20.359
5	25.526	20.965	20.309
6	25.412	20.904	20.25
7	25.328	20.834	20.18
8	25.278	20.754	20.101
9	25.262	20.665	20.011
10	25.27	20.564	19.909
11	25.285	20.45	19.794

12	25.286	20.321	19.664
13	25.25	20.174	19.518
14	25.158	20.007	19.355
15	24.994	19.819	19.173
16	24.75	19.608	18.972
17	24.422	19.375	18.752
18	24.018	19.12	18.513
19	23.545	18.845	18.257
20	23.018	18.55	17.984
21	22.45	18.24	17.697
22	21.854	17.915	17.398
23	21.244	17.58	17.089
24	20.628	17.237	16.773
25	20.016	16.888	16.451
26	19.414	16.537	16.126
27	18.826	16.186	15.801
28	18.256	15.836	15.475
29	17.707	15.489	15.153
30	17.179	15.147	14.833
31	16.672	14.811	14.519
32	16.188	14.482	14.21
33	15.726	14.161	13.907
34	15.284	13.847	13.611
35	14.863	13.542	13.322
36	14.462	13.246	13.041
37	14.079	12.959	12.768
38	13.714	12.68	12.502
39	13.366	12.411	12.244
40	13.034	12.15	11.994
41	12.717	11.897	11.752
42	12.414	11.653	11.517
43	12.124	11.417	11.29
44	11.847	11.189	11.07
45	11.582	10.968	10.857
46	11.328	10.755	10.65
47	11.084	10.549	10.451
48	10.851	10.35	10.257
49	10.627	10.157	10.07
50	10.411	9.971	9.889
51	10.204	9.791	9.713
52	10.005	9.616	9.543
53	9.814	9.448	9.379
54	9.629	9.284	9.219
55	9.452	9.126	9.064
56	9.281	8.973	8.914
57	9.115	8.824	8.769
58	8.956	8.68	8.628

59	8.802	8.541	8.491
60	8.653	8.405	8.358
61	8.509	8.274	8.229
62	8.369	8.146	8.103
63	8.235	8.023	7.982
64	8.104	7.902	7.863
65	7.978	7.785	7.748
66	7.855	7.672	7.636
67	7.736	7.561	7.527
68	7.621	7.454	7.421
69	7.509	7.35	7.318
70	7.4	7.248	7.218
最大值	25.992	21.115	20.451

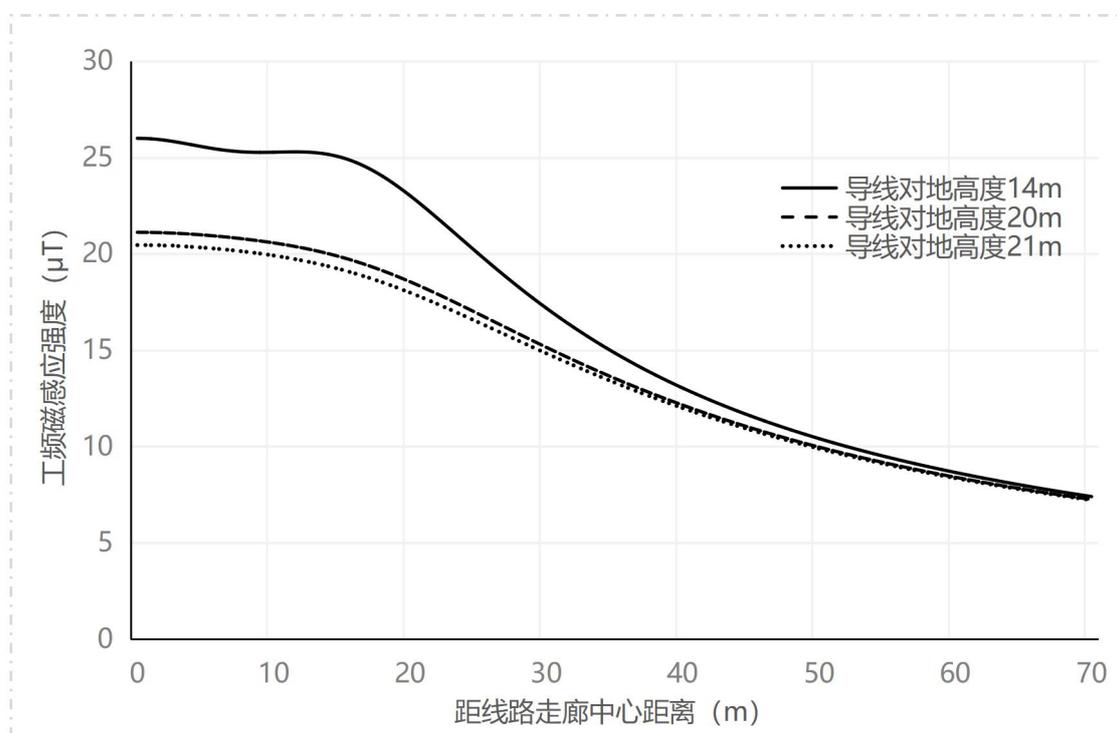


图 6.1-9 500kV 单回线路经过电磁环境敏感目标区域时工频磁感应强度曲线图

从表 6.1-19，图 6.1-9 可知：

本工程 500kV 单回线路经过电磁环境敏感目标区域时，在对地最低高度设计值为 14m 时，距地面 1.5m 处，工频磁感应强度的最大值为 25.992 μ T；在导线对地最低高度为 20m 时，距地面 1.5m 处，工频磁感应强度的最大值为 21.115 μ T；在导线对地最低高度为 21m 时，距地面 1.5m 处，工频磁感应强度的最大值为 20.451 μ T，均小于《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）规定的公众暴露限值磁感应强度 100 μ T 的标准限值要求。

6.1.3.2.4 同塔双回线路电磁理论预测结果与分析

(1) 工频电场影响预测

1) 经过耕地等场所时工频电场强度

500kV 双回线路经过耕地等场所时产生的工频电场强度预测结果见表 6.1-20。

表 6.1-20 500kV 双回线路经过耕地等场所时产生的工频电场强度预测结果

距线路走廊中心距离 (m)	距地面 1.5m 高处工频电场强度 (kV/m)		
	卓然~汀州 500kV 双回线路 逆相序排列	桃源~汀州 500kV 双回线路 异相序排列	
	导线对地高度 11m	导线对地高度 11m	导线对地高度 12m
0	3.135	8.144	7.909
1	3.372	8.208	7.954
2	3.992	8.393	8.084
3	4.827	8.685	8.287
4	5.748	9.056	8.541
5	6.663	9.469	8.818
6	7.500	9.876	9.082
7	8.196	10.223	9.295
8	8.699	10.454	9.419
9	8.972	10.522	9.423
10	9.001	10.397	9.285
11	8.797	10.071	9.003
12	8.396	9.561	8.586
13	7.845	8.906	8.057
14	7.201	8.153	7.448
15	6.511	7.350	6.792
16	5.817	6.542	6.121
17	5.150	5.759	5.460
18	4.527	5.027	4.829
19	3.960	4.358	4.240
20	3.453	3.759	3.703
21	3.006	3.230	3.219
22	2.615	2.771	2.789
23	2.276	2.376	2.412
24	1.983	2.039	2.085
25	1.730	1.757	1.803
26	1.512	1.521	1.563
27	1.325	1.328	1.361
28	1.164	1.172	1.192
29	1.025	1.049	1.055
30	0.905	0.953	0.944
31	0.801	0.880	0.857

32	0.711	0.825	0.790
33	0.634	0.786	0.739
34	0.567	0.758	0.703
35	0.509	0.738	0.677
36	0.459	0.724	0.659
37	0.416	0.714	0.647
38	0.379	0.707	0.639
39	0.348	0.701	0.634
40	0.321	0.696	0.630
41	0.299	0.691	0.627
42	0.281	0.686	0.624
43	0.265	0.681	0.622
44	0.253	0.676	0.619
45	0.242	0.670	0.616
46	0.234	0.664	0.612
47	0.227	0.657	0.608
48	0.221	0.650	0.603
49	0.216	0.643	0.598
50	0.212	0.635	0.593
51	0.208	0.627	0.587
52	0.205	0.618	0.580
53	0.202	0.610	0.574
54	0.200	0.601	0.567
55	0.197	0.592	0.560
56	0.195	0.583	0.552
57	0.192	0.574	0.545
58	0.190	0.565	0.537
59	0.188	0.555	0.529
60	0.185	0.546	0.521
61	0.183	0.537	0.513
62	0.180	0.528	0.505
63	0.178	0.518	0.497
64	0.176	0.509	0.489
65	0.173	0.500	0.481
66	0.171	0.491	0.474
67	0.168	0.483	0.466
68	0.165	0.474	0.458
69	0.163	0.465	0.450
70	0.160	0.457	0.442
最大值	9.001	10.522	9.423
达标情况	达标	不达标	达标

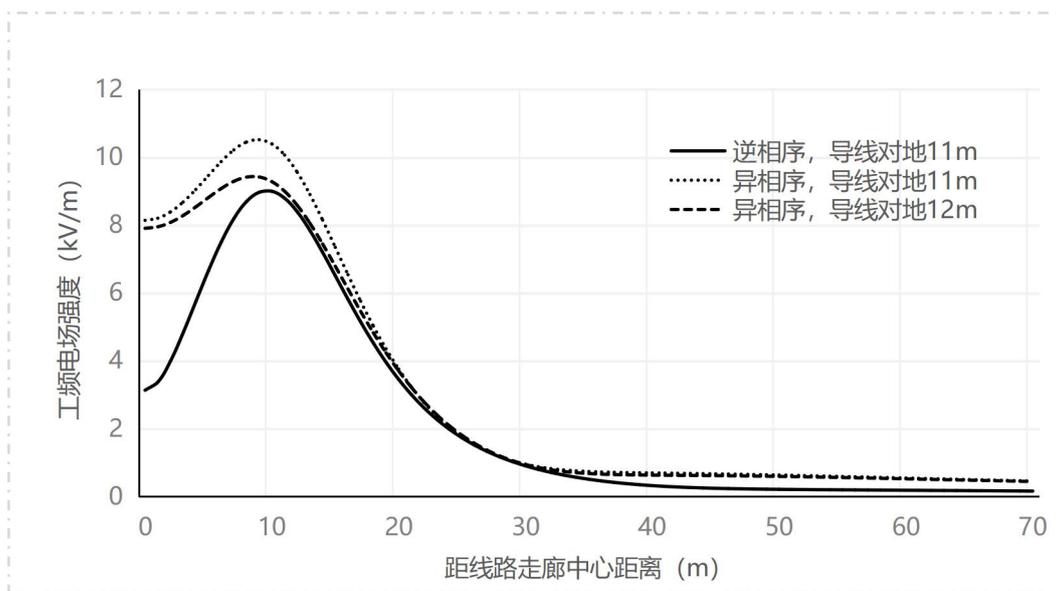


图 6.1-10 500kV 双回线路经过耕地等场所时工频电场强度曲线图

从表 6.1-20 及图 6.1-10 可知：

①当卓然~汀州 500kV 双回线路经过耕地等场所时，导线采用逆相序排列时，在对地最低高度设计值为 11m 时，地面 1.5m 高度处，工频电场强度最大值为 9.001kV/m，出现在距离线路走廊中心地面投影 10m 处，满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）规定的架空输电线路下的耕地、园林、牧草地、畜牧饲养地、养殖水面、道路等场所，其频率 50Hz 的电场强度控制限值 10kV/m 的标准要求。

②当桃源~汀州 500kV 双回线路经过耕地等场所时，导线采用异相序排列时，在对地最低高度设计值为 11m 时，地面高度 1.5m 高度处，工频电场强度最大值为 10.522kV/m，出现在距离线路走廊中心地面投影 9m 处，超过《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）规定的架空输电线路下的耕地、园林、牧草地、畜牧饲养地、养殖水面、道路等场所，其频率 50Hz 的电场强度控制限值 10kV/m 的标准要求。

在导线对地高度抬高至 12m 时，地面 1.5m 高度处，工频电场强度最大值 9.423kV/m，出现在距离线路走廊中心地面投影 9m（即边导线内 2.45m 处），可满足耕地、园地等场所电场强度 10kV/m 的限值要求。

2) 经过电磁环境敏感目标区域时工频电场强度

500kV 双回线路经过电磁环境敏感目标区域时产生的工频电场强度预测结果见表 6.1-21（1）和表 6.1-21（2）。

表 6.1-21 (1) 500kV 双回线路经过电磁环境敏感目标区域时产生的工频电场强度预测结果—异相序

距线路走廊中心距离 (m)	距地面 1.5m 高处工频电场强度 (kV/m)													
	14m	15m	16m	17m	18m	19m	20m	21m	22m	23m	24m	25m	26m	27m
0	7.304	6.972	6.638	6.309	5.989	5.682	5.390	5.113	4.851	4.606	4.375	4.158	3.956	3.766
1	7.324	6.985	6.646	6.312	5.990	5.681	5.387	5.110	4.848	4.602	4.371	4.155	3.952	3.762
2	7.383	7.022	6.667	6.322	5.992	5.678	5.381	5.101	4.837	4.591	4.359	4.143	3.940	3.751
3	7.473	7.078	6.698	6.336	5.993	5.671	5.368	5.084	4.819	4.571	4.339	4.123	3.921	3.732
4	7.581	7.142	6.731	6.347	5.990	5.657	5.348	5.060	4.792	4.543	4.311	4.095	3.893	3.705
5	7.692	7.204	6.758	6.351	5.977	5.633	5.317	5.025	4.755	4.505	4.273	4.058	3.858	3.671
6	7.786	7.249	6.769	6.339	5.950	5.596	5.273	4.978	4.707	4.457	4.226	4.012	3.813	3.629
7	7.843	7.263	6.755	6.304	5.902	5.541	5.214	4.917	4.646	4.397	4.167	3.956	3.760	3.578
8	7.847	7.234	6.704	6.241	5.831	5.466	5.137	4.841	4.571	4.324	4.098	3.890	3.697	3.519
9	7.781	7.151	6.611	6.143	5.731	5.366	5.040	4.747	4.481	4.239	4.017	3.814	3.626	3.452
10	7.636	7.008	6.471	6.007	5.601	5.242	4.923	4.636	4.376	4.140	3.925	3.727	3.545	3.377
11	7.410	6.802	6.282	5.832	5.439	5.092	4.784	4.507	4.256	4.029	3.821	3.631	3.456	3.293
12	7.107	6.536	6.046	5.620	5.248	4.918	4.624	4.360	4.122	3.905	3.707	3.525	3.358	3.203
13	6.737	6.217	5.768	5.375	5.028	4.721	4.446	4.198	3.974	3.769	3.582	3.410	3.252	3.105
14	6.314	5.856	5.454	5.100	4.785	4.504	4.251	4.022	3.814	3.623	3.449	3.288	3.139	3.001
15	5.855	5.464	5.115	4.803	4.523	4.271	4.042	3.834	3.643	3.468	3.307	3.158	3.020	2.891
16	5.377	5.053	4.759	4.491	4.248	4.026	3.823	3.636	3.465	3.306	3.159	3.023	2.896	2.777
17 (边导线外约 5m)	4.894	4.635	4.394	4.171	<u>3.965</u>	<u>3.774</u>	<u>3.597</u>	<u>3.433</u>	<u>3.280</u>	<u>3.139</u>	<u>3.006</u>	<u>2.883</u>	<u>2.767</u>	<u>2.659</u>
18	4.419	4.221	4.030	3.849	3.678	3.518	3.367	3.225	3.092	2.968	2.850	2.740	2.636	2.538

距线路走廊中心距离 (m)	距地面 1.5m 高处工频电场强度 (kV/m)													
	14m	15m	16m	17m	18m	19m	20m	21m	22m	23m	24m	25m	26m	27m
19	3.964	3.818	3.673	3.531	3.394	3.263	3.137	3.017	2.903	2.795	2.693	2.595	2.503	2.415
20	3.534	3.434	3.329	3.222	3.116	3.011	2.909	2.810	2.715	2.623	2.534	2.450	2.369	2.291
21	3.135	3.073	3.002	2.926	2.847	2.767	2.687	2.607	2.529	2.452	2.378	2.305	2.235	2.168
22	2.769	2.737	2.695	2.645	2.590	2.532	2.471	2.409	2.347	2.284	2.223	2.162	2.103	2.045
23	2.437	2.429	2.410	2.382	2.348	2.308	2.264	2.218	2.170	2.121	2.072	2.022	1.973	1.924
24	2.139	2.149	2.148	2.137	2.120	2.096	2.068	2.036	2.001	1.964	1.925	1.886	1.846	1.806
25	1.874	1.896	1.908	1.912	1.908	1.898	1.882	1.862	1.839	1.812	1.784	1.754	1.722	1.690
26	1.640	1.669	1.691	1.705	1.712	1.713	1.708	1.698	1.685	1.668	1.648	1.627	1.603	1.578
27	1.435	1.468	1.495	1.517	1.532	1.541	1.545	1.544	1.539	1.531	1.519	1.505	1.488	1.470
28	1.257	1.290	1.321	1.347	1.368	1.384	1.395	1.401	1.403	1.401	1.396	1.388	1.378	1.366
29	1.104	1.135	1.166	1.194	1.219	1.239	1.255	1.267	1.275	1.279	1.280	1.278	1.273	1.266
30	0.974	1.000	1.029	1.058	1.084	1.108	1.128	1.144	1.156	1.165	1.171	1.173	1.173	1.171
31	0.865	0.885	0.910	0.937	0.964	0.989	1.011	1.030	1.046	1.059	1.068	1.075	1.079	1.081
32	0.775	0.788	0.808	0.831	0.857	0.882	0.905	0.926	0.944	0.960	0.973	0.983	0.990	0.996
33	0.703	0.707	0.720	0.739	0.762	0.786	0.809	0.831	0.851	0.869	0.884	0.897	0.907	0.915
34	0.646	0.641	0.647	0.660	0.679	0.701	0.723	0.745	0.765	0.784	0.801	0.816	0.829	0.839
35	0.603	0.589	0.586	0.594	0.608	0.626	0.646	0.667	0.688	0.707	0.725	0.741	0.756	0.768
36	0.571	0.548	0.538	0.539	0.547	0.561	0.578	0.597	0.617	0.637	0.655	0.672	0.688	0.701
37	0.549	0.519	0.501	0.494	0.496	0.505	0.519	0.536	0.554	0.573	0.591	0.608	0.625	0.640
38	0.534	0.498	0.473	0.459	0.455	0.459	0.468	0.482	0.498	0.515	0.533	0.550	0.567	0.582

距线路走廊中心距离 (m)	距地面 1.5m 高处工频电场强度 (kV/m)													
	14m	15m	16m	17m	18m	19m	20m	21m	22m	23m	24m	25m	26m	27m
39	0.524	0.483	0.453	0.433	0.422	0.420	0.425	0.435	0.448	0.463	0.480	0.497	0.513	0.529
40	0.518	0.475	0.440	0.414	0.398	0.390	0.389	0.395	0.405	0.418	0.433	0.448	0.464	0.480
41	0.515	0.469	0.431	0.401	0.380	0.366	0.361	0.362	0.368	0.378	0.390	0.405	0.419	0.434
42	0.514	0.467	0.427	0.393	0.368	0.349	0.339	0.335	0.337	0.343	0.353	0.366	0.379	0.393
43	0.514	0.467	0.425	0.389	0.360	0.338	0.322	0.314	0.312	0.315	0.321	0.331	0.343	0.356
44	0.514	0.467	0.425	0.388	0.356	0.330	0.311	0.299	0.292	0.291	0.294	0.302	0.311	0.323
45	0.514	0.468	0.426	0.388	0.355	0.327	0.304	0.288	0.277	0.272	0.272	0.276	0.283	0.293
46	0.514	0.470	0.428	0.390	0.355	0.325	0.301	0.281	0.267	0.258	0.254	0.255	0.260	0.267
47	0.514	0.471	0.430	0.392	0.357	0.326	0.299	0.277	0.260	0.248	0.241	0.238	0.240	0.244
48	0.514	0.472	0.432	0.394	0.359	0.328	0.300	0.276	0.256	0.241	0.231	0.225	0.223	0.225
49	0.513	0.472	0.433	0.397	0.362	0.331	0.302	0.277	0.255	0.237	0.224	0.215	0.211	0.210
50	0.511	0.472	0.435	0.399	0.365	0.334	0.305	0.279	0.256	0.236	0.221	0.209	0.202	0.198
51	0.509	0.472	0.435	0.401	0.368	0.337	0.308	0.281	0.257	0.237	0.219	0.205	0.195	0.189
52	0.506	0.471	0.436	0.402	0.370	0.340	0.311	0.284	0.260	0.238	0.220	0.204	0.192	0.183
53	0.503	0.469	0.436	0.403	0.372	0.343	0.314	0.288	0.263	0.241	0.221	0.204	0.190	0.179
54	0.500	0.467	0.435	0.404	0.374	0.345	0.317	0.291	0.267	0.244	0.224	0.206	0.190	0.177
55	0.496	0.465	0.434	0.404	0.375	0.347	0.320	0.295	0.270	0.248	0.227	0.208	0.191	0.177
56	0.492	0.462	0.433	0.404	0.376	0.349	0.323	0.298	0.274	0.251	0.230	0.211	0.194	0.178
57	0.487	0.459	0.431	0.403	0.376	0.350	0.325	0.300	0.277	0.255	0.234	0.214	0.196	0.180
58	0.482	0.455	0.429	0.402	0.376	0.351	0.326	0.303	0.280	0.258	0.237	0.218	0.200	0.183

距线路走廊中心距离 (m)	距地面 1.5m 高处工频电场强度 (kV/m)													
	14m	15m	16m	17m	18m	19m	20m	21m	22m	23m	24m	25m	26m	27m
59	0.477	0.451	0.426	0.401	0.376	0.351	0.328	0.305	0.282	0.261	0.241	0.221	0.203	0.186
60	0.472	0.447	0.423	0.399	0.375	0.352	0.329	0.306	0.285	0.264	0.244	0.225	0.207	0.190
61	0.466	0.443	0.420	0.397	0.374	0.351	0.329	0.308	0.287	0.266	0.247	0.228	0.210	0.193
62	0.461	0.438	0.416	0.394	0.372	0.351	0.329	0.308	0.288	0.268	0.249	0.231	0.213	0.196
63	0.455	0.434	0.412	0.391	0.370	0.350	0.329	0.309	0.289	0.270	0.252	0.234	0.216	0.200
64	0.449	0.429	0.408	0.388	0.368	0.348	0.329	0.309	0.290	0.272	0.254	0.236	0.219	0.203
65	0.443	0.424	0.404	0.385	0.366	0.347	0.328	0.309	0.291	0.273	0.255	0.238	0.222	0.206
66	0.437	0.419	0.400	0.382	0.363	0.345	0.327	0.309	0.291	0.274	0.257	0.240	0.224	0.208
67	0.431	0.413	0.396	0.378	0.360	0.343	0.325	0.308	0.291	0.274	0.258	0.242	0.226	0.211
68	0.425	0.408	0.391	0.374	0.357	0.340	0.324	0.307	0.291	0.274	0.258	0.243	0.228	0.213
69	0.419	0.403	0.386	0.370	0.354	0.338	0.322	0.306	0.290	0.274	0.259	0.244	0.229	0.215
70	0.412	0.397	0.382	0.366	0.351	0.335	0.320	0.304	0.289	0.274	0.259	0.245	0.230	0.216
最大值	7.847	7.263	6.769	6.351	5.993	5.682	5.390	5.113	4.851	4.606	4.375	4.158	3.956	3.766
达标情况	不达标	不达标	不达标	不达标	边导线 5m 处达标	达标	达标							

表 6.1-21 (2) 500kV 双回线路经过电磁环境敏感目标区域时产生的工频电场强度预测结果-逆相序

距线路走廊中心距离 (m)	距地面 1.5m 高处工频电场强度 (kV/m)				
	14m	15m	16m	17m	18m
0	2.672	2.512	2.358	2.21	2.071
1	2.788	2.604	2.431	2.269	2.118

距线路走廊中心距离 (m)	距地面 1.5m 高处工频电场强度 (kV/m)				
	14m	15m	16m	17m	18m
2	3.103	2.857	2.634	2.433	2.251
3	3.545	3.215	2.925	2.67	2.445
4	4.041	3.621	3.259	2.945	2.673
5	4.537	4.031	3.599	3.229	2.91
6	4.993	4.411	3.917	3.497	3.137
7	5.379	4.735	4.193	3.731	3.338
8	5.672	4.987	4.41	3.92	3.502
9	5.858	5.154	4.56	4.056	3.624
10	5.932	5.232	4.639	4.133	3.699
11	5.897	5.222	4.647	4.153	3.726
12	5.762	5.131	4.588	4.117	3.708
13	5.542	4.969	4.469	4.031	3.647
14	5.257	4.75	4.301	3.903	3.549
15	4.924	4.488	4.094	3.739	3.42
16 (边导线外约 5m)	4.563	4.197	3.859	3.549	3.266
17	4.189	3.889	3.606	3.341	3.095
18	3.817	3.577	3.344	3.122	2.911
19	3.455	3.268	3.082	2.899	2.722
20	3.112	2.97	2.824	2.676	2.53
21	2.791	2.687	2.575	2.459	2.341
22	2.495	2.422	2.34	2.25	2.156
23	2.225	2.177	2.118	2.051	1.979
24	1.98	1.952	1.913	1.865	1.81
25	1.76	1.747	1.723	1.691	1.651
26	1.563	1.561	1.549	1.53	1.503
27	1.387	1.393	1.391	1.381	1.364

距线路走廊中心距离 (m)	距地面 1.5m 高处工频电场强度 (kV/m)				
	14m	15m	16m	17m	18m
28	1.23	1.242	1.247	1.245	1.237
29	1.091	1.106	1.116	1.12	1.119
30	0.967	0.985	0.998	1.007	1.011
31	0.857	0.876	0.892	0.904	0.911
32	0.76	0.779	0.796	0.81	0.821
33	0.673	0.692	0.71	0.725	0.738
34	0.597	0.614	0.632	0.648	0.663
35	0.529	0.545	0.562	0.579	0.594
36	0.469	0.483	0.499	0.516	0.531
37	0.416	0.428	0.443	0.459	0.475
38	0.369	0.379	0.393	0.408	0.423
39	0.328	0.336	0.348	0.362	0.376
40	0.293	0.298	0.307	0.32	0.334
41	0.262	0.264	0.272	0.283	0.296
42	0.235	0.235	0.24	0.249	0.261
43	0.213	0.209	0.212	0.219	0.23
44	0.194	0.188	0.188	0.193	0.202
45	0.179	0.17	0.167	0.17	0.177
46	0.166	0.155	0.149	0.15	0.155
47	0.157	0.143	0.134	0.132	0.135
48	0.149	0.133	0.123	0.118	0.118
49	0.144	0.126	0.113	0.106	0.104
50	0.14	0.122	0.107	0.096	0.092
51	0.138	0.118	0.102	0.09	0.082
52	0.136	0.117	0.099	0.085	0.075
53	0.135	0.116	0.098	0.082	0.07

距线路走廊中心距离 (m)	距地面 1.5m 高处工频电场强度 (kV/m)				
	14m	15m	16m	17m	18m
54	0.135	0.116	0.097	0.081	0.067
55	0.135	0.116	0.098	0.081	0.066
56	0.135	0.117	0.099	0.082	0.067
57	0.135	0.117	0.1	0.084	0.068
58	0.136	0.118	0.102	0.085	0.07
59	0.136	0.119	0.103	0.087	0.072
60	0.136	0.12	0.105	0.089	0.075
61	0.136	0.121	0.106	0.091	0.077
62	0.136	0.121	0.107	0.093	0.08
63	0.136	0.122	0.108	0.095	0.082
64	0.135	0.122	0.109	0.097	0.084
65	0.135	0.122	0.11	0.098	0.086
66	0.134	0.122	0.111	0.099	0.088
67	0.134	0.122	0.111	0.1	0.089
68	0.133	0.122	0.111	0.101	0.091
69	0.132	0.122	0.112	0.102	0.092
70	0.131	0.121	0.112	0.102	0.093
最大值	5.932	5.232	4.647	4.153	3.726
达标情况	不达标	边导线 5m 处达标	边导线 5m 处达标	边导线 5m 处达标	达标

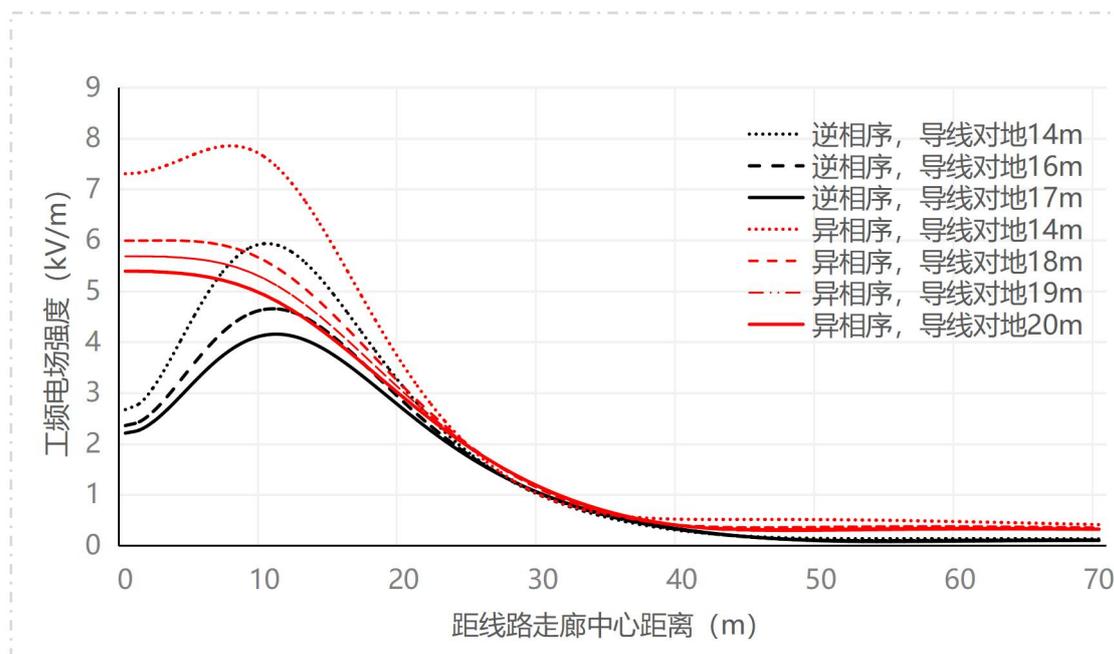


图 6.1-11 500kV 双回线路经过电磁环境敏感目标时工频电场强度曲线图

由表 6.1-21、图 6.1-11 可知：

①当桃源~汀州 500kV 双回线路导线采用异相序排列经过电磁环境敏感目标区域时，在导线对地最低高度设计值为 14m 时，地面 1.5m 高度处，工频电场强度最大值 7.847kV/m，在边导线外 5m（即距线路走廊中心约 17m）处的工频电场强度 4.894kV/m，均大于《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）规定的公众曝露限值电场强度 4kV/m 的要求。

在导线对地高度抬高至 18m 时，地面 1.5m 高度处，工频电场强度最大值 5.993kV/m，出现在距离线路走廊中心约 3m 处，大于 4kV/m，在边导线外 5m（即距线路走廊中心约 17m）处的工频电场强度 3.965kV/m，小于 4kV/m；在导线对地高度抬高至 19m 时，地面 1.5m 高度处，工频电场强度最大值 5.682kV/m，出现在线路走廊中心正下方，大于 4kV/m，在边导线外 5m（即距线路走廊中心约 17m）处的工频电场强度 3.774kV/m，小于 4kV/m。虽然在边导线 5m 处满足相应限值要求，但极接近限值标准，因此为了保守考虑达标要求，相应再对导线对地高度抬高至 20m。

在导线对地高度抬高至 20m 时，地面 1.5m 高度处，工频电场强度最大值 5.390kV/m，出现在线路走廊中心正下方，大于 4kV/m，在边导线外 5m（即距线路走廊中心约 17m）处的工频电场强度 3.597kV/m，均小于 4kV/m。因此双回路异相序排列，在导线对地高度抬高至 20m 时，同时在边导线 5m 以内房屋

拆迁的情况下，边导线 5m 以外的电磁环境敏感目标处满足相应标准限值要求。

②当卓然~汀州 500kV 双回线路导线采用逆相序经过电磁环境敏感目标区域时，在导线对地最低高度设计值为 14m 时，地面 1.5m 高度处，工频电场强度最大值 5.932kV/m，出现在距离线路走廊中心约 10m 处，在边导线外 5m（即距线路走廊中心约 16m）处的工频电场强度 4.563kV/m，均大于《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）规定的公众曝露限值电场强度 4kV/m 的要求。

在导线对地高度抬高至 16m 时，地面 1.5m 高度处，工频电场强度最大值 4.647kV/m，出现在距离线路走廊中心约 11m 处，大于 4kV/m，在边导线外 5m（即距线路走廊中心约 16m）处的工频电场强度 3.859kV/m，小于 4kV/m。虽然在边导线 5m 处满足相应限值要求，但极接近限值标准，因此为了保守考虑达标要求，相应再对导线对地高度抬高至 17m。

在导线对地高度抬高至 17m 时，地面 1.5m 高度处，工频电场强度最大值 4.153kV/m，出现在距离线路走廊中心约 11m 处，大于 4kV/m，在边导线外 5m（即距线路走廊中心约 16m）处的工频电场强度 3.549kV/m，小于 4kV/m。因此双回路逆相序，在导线对地高度抬高至 17m 时，同时在边导线 5m 以内房屋拆迁的情况下，边导线 5m 以外的电磁环境敏感目标处满足相应标准限值要求。

（2）工频磁感应强度预测

1) 经过耕地等场所时工频磁感应强度

本期拟建 500kV 双回线路经过耕地等场所时产生的工频磁感应强度预测结果见表 6.1-22。

表 6.1-22 500kV 双回线路经过耕地等场所时产生的工频磁感应强度预测结果

距线路走廊中心距离 (m)	距地面 1.5m 高处工频磁感应强度 (μT)		
	异相序排列		逆相序排列
	导线对地高度 11m	导线对地高度 12m	导线对地高度 11m
0	38.853	38.280	40.589
1	38.949	38.351	40.685
2	39.232	38.558	40.966
3	39.688	38.888	41.412
4	40.287	39.317	41.988
5	40.988	39.811	42.644
6	41.735	40.327	43.313
7	42.457	40.815	43.919
8	43.076	41.219	44.382

距线路走廊中心距离 (m)	距地面 1.5m 高处工频磁感应强度 (μT)		
	异相序排列		逆相序排列
	导线对地高度 11m	导线对地高度 12m	导线对地高度 11m
9	43.517	41.491	44.637
10	43.724	41.592	44.639
11	43.663	41.498	44.373
12	43.336	41.208	43.858
13	42.770	40.738	43.133
14	42.011	40.114	42.250
15	41.113	39.371	41.259
16	40.124	38.544	40.207
17	39.089	37.665	39.130
18	38.038	36.760	38.054
19	36.995	35.847	36.997
20	35.974	34.943	35.970
21	34.986	34.056	34.979
22	34.034	33.193	34.029
23	33.122	32.357	33.118
24	32.249	31.552	32.248
25	31.414	30.776	31.416
26	30.617	30.031	30.621
27	29.855	29.315	29.861
28	29.126	28.627	29.134
29	28.429	27.967	28.439
30	27.762	27.333	27.773
31	27.123	26.724	27.135
32	26.511	26.138	26.524
33	25.924	25.575	25.937
34	25.360	25.033	25.373
35	24.818	24.512	24.832
36	24.297	24.010	24.311
37	23.796	23.526	23.810
38	23.314	23.059	23.328
39	22.849	22.610	22.863
40	22.401	22.175	22.415
41	21.970	21.756	21.983
42	21.553	21.351	21.566
43	21.151	20.960	21.164
44	20.763	20.582	20.775
45	20.387	20.216	20.400
46	20.025	19.862	20.036
47	19.674	19.519	19.685
48	19.334	19.187	19.345
49	19.005	18.865	19.016
50	18.686	18.553	18.697
51	18.378	18.251	18.388

距线路走廊中心距离 (m)	距地面 1.5m 高处工频磁感应强度 (μT)		
	异相序排列		逆相序排列
	导线对地高度 11m	导线对地高度 12m	导线对地高度 11m
52	18.078	17.957	18.088
53	17.788	17.672	17.797
54	17.506	17.396	17.515
55	17.233	17.127	17.242
56	16.967	16.867	16.976
57	16.710	16.613	16.718
58	16.459	16.367	16.467
59	16.215	16.127	16.223
60	15.979	15.894	15.986
61	15.748	15.667	15.755
62	15.524	15.446	15.531
63	15.306	15.231	15.312
64	15.093	15.022	15.100
65	14.886	14.818	14.892
66	14.685	14.619	14.691
67	14.488	14.425	14.494
68	14.297	14.236	14.302
69	14.110	14.051	14.115
70	13.928	13.871	13.933
最大值	43.724	41.592	44.639
达标情况	达标	达标	达标

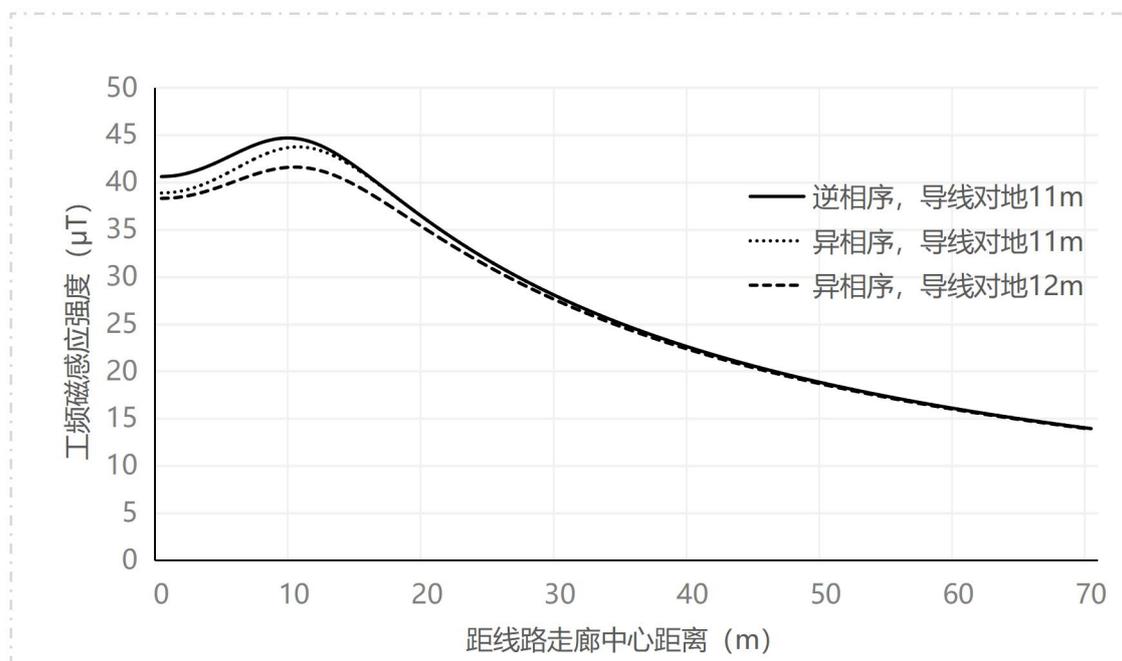


图 6.1-12 500kV 双回线路经过耕地等场所时工频磁感应强度曲线图

从表 6.1-22，图 6.1-12 可知：

当导线采用异相序排列时经过耕地等场所时，在导线对地最低高度为 11m

时，距地面 1.5m 处，工频磁感应强度的最大值为 43.724 μ T，出现在距离线路走廊中心约 10m 处，导线对地最低高度为 12m 时，距地面 1.5m 处，工频磁感应强度的最大值为 41.592 μ T，出现在距离线路走廊中心约 10m 处，小于《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）规定的公众曝露限值磁感应强度 100 μ T 的标准限值要求。

当导线采用逆相序排列时经过耕地等场所时，在导线对地最低高度为 11m 时，距地面 1.5m 处，工频磁感应强度的最大值为 44.639 μ T，出现在距离线路走廊中心约 10m 处，小于《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）规定的公众曝露限值磁感应强度 100 μ T 的标准限值要求。

2) 经过电磁环境敏感目标区域时工频磁感应强度

500kV 双回线路经过电磁环境敏感目标区域时产生的工频磁感应强度预测结果见表 6.1-23。

表 6.1-23 500kV 双回线路经过电磁环境敏感目标区域时工频磁感应强度预测结果

距线路走廊中心距离 (m)	距地面 1.5m 高处工频磁感应强度 (μ T)			
	逆相序排列		异相序排列	
	导线对地高度 14m	导线对地高度 17m	导线对地高度 14m	导线对地高度 20m
0	38.065	35.125	36.785	31.592
1	38.096	35.13	36.820	31.591
2	38.186	35.146	36.923	31.587
3	38.325	35.167	37.085	31.579
4	38.496	35.187	37.291	31.564
5	38.678	35.198	37.520	31.539
6	38.846	35.19	37.749	31.499
7	38.972	35.153	37.950	31.441
8	39.031	35.077	38.096	31.359
9	39.002	34.955	38.163	31.25
10	38.869	34.781	38.133	31.112
11	38.625	34.552	37.992	30.942
12	38.272	34.266	37.738	30.738
13	37.819	33.927	37.375	30.502
14	37.278	33.538	36.915	30.234
15	36.666	33.105	36.372	29.935
16	36.000	32.636	35.763	29.61
17	35.297	32.136	35.106	29.26
18	34.570	31.614	34.415	28.889
19	33.832	31.075	33.706	28.501
20	33.092	30.526	32.988	28.099
21	32.358	29.971	32.270	27.686

距线路走廊 中心距离 (m)	距地面 1.5m 高处工频磁感应强度 (μT)			
	逆相序排列		异相序排列	
	导线对地高度 14m	导线对地高度 17m	导线对地高度 14m	导线对地高度 20m
22	31.635	29.416	31.559	27.266
23	30.926	28.862	30.860	26.842
24	30.235	28.314	30.176	26.415
25	29.562	27.773	29.509	25.988
26	28.910	27.241	28.861	25.563
27	28.277	26.72	28.233	25.141
28	27.665	26.209	27.624	24.723
29	27.073	25.71	27.034	24.311
30	26.501	25.224	26.464	23.905
31	25.948	24.75	25.913	23.505
32	25.414	24.288	25.380	23.113
33	24.897	23.839	24.866	22.729
34	24.399	23.402	24.368	22.352
35	23.916	22.977	23.887	21.983
36	23.450	22.564	23.422	21.623
37	23.000	22.162	22.973	21.271
38	22.564	21.772	22.538	20.926
39	22.142	21.393	22.118	20.59
40	21.734	21.025	21.711	20.262
41	21.339	20.667	21.317	19.942
42	20.957	20.319	20.935	19.629
43	20.587	19.981	20.566	19.324
44	20.228	19.652	20.208	19.027
45	19.880	19.333	19.861	18.737
46	19.543	19.022	19.525	18.453
47	19.216	18.72	19.198	18.177
48	18.899	18.426	18.882	17.908
49	18.591	18.14	18.575	17.645
50	18.292	17.862	18.276	17.389
51	18.002	17.591	17.987	17.138
52	17.720	17.328	17.706	16.894
53	17.446	17.071	17.432	16.656
54	17.180	16.821	17.166	16.424
55	16.921	16.577	16.908	16.197
56	16.669	16.34	16.657	15.975
57	16.424	16.109	16.412	15.759
58	16.186	15.884	16.174	15.547
59	15.954	15.664	15.943	15.341
60	15.728	15.45	15.717	15.14
61	15.508	15.241	15.498	14.943
62	15.293	15.037	15.284	14.75
63	15.084	14.838	15.075	14.562
64	14.881	14.644	14.872	14.379

距线路走廊 中心距离 (m)	距地面 1.5m 高处工频磁感应强度 (μT)			
	逆相序排列		异相序排列	
	导线对地高度 14m	导线对地高度 17m	导线对地高度 14m	导线对地高度 20m
65	14.682	14.454	14.674	14.199
66	14.488	14.269	14.480	14.023
67	14.299	14.089	14.292	13.852
68	14.115	13.912	14.108	13.684
69	13.935	13.74	13.928	13.519
70	13.760	13.571	13.753	13.358
最大值	39.031	35.198	38.163	31.592
达标情况	达标	达标	达标	达标

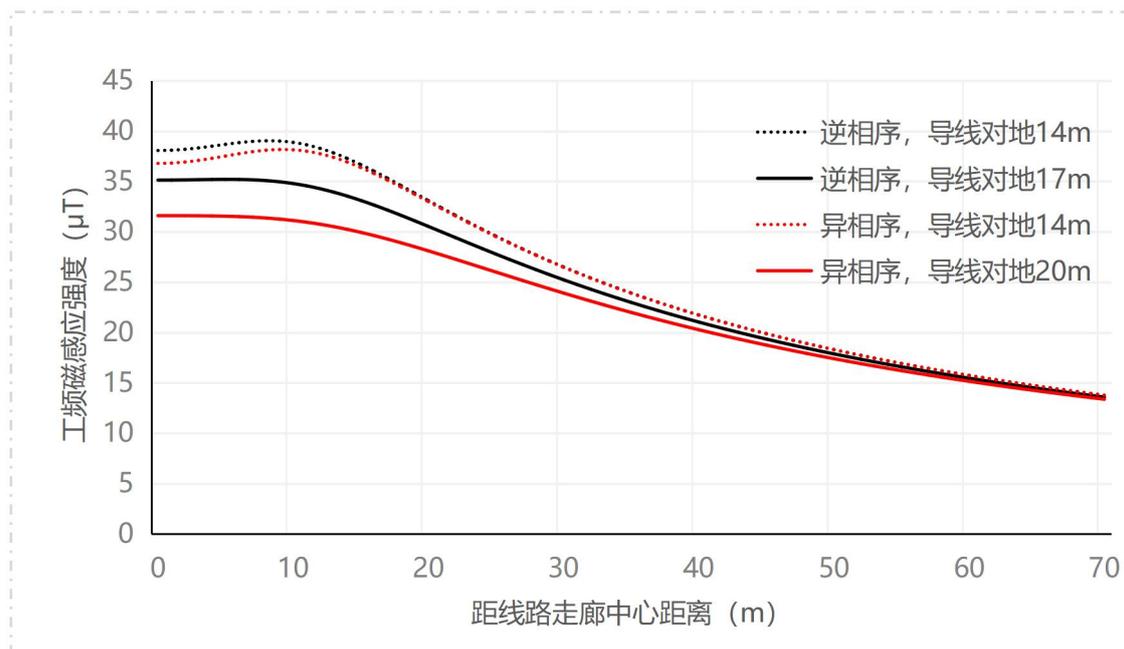


图 6.1-13 500kV 双回线路经过电磁环境敏感目标区时工频磁感应强度曲线图

从表 6.1-23，图 6.1-13 可知：

当导线采用逆相序排列时经过电磁环境敏感目标区域时，在导线对地最低高度为 14m 时，距地面 1.5m 处，工频磁感应强度的最大值为 $39.031\mu\text{T}$ ，出现在距离线路走廊中心约 8m 处；导线对地最低高度为 17m 时，距地面 1.5m 处，工频磁感应强度最大值为 $35.198\mu\text{T}$ ，出现在距离线路走廊中心约 5m 处，小于《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）规定的公众曝露限值磁感应强度 $100\mu\text{T}$ 的标准限值要求。

当导线采用同相序排列时经过电磁环境敏感目标区域时，在导线对地最低高度为 14m 时，距地面 1.5m 处，工频磁感应强度的最大值为 $38.163\mu\text{T}$ ，出现在距离线路走廊中心约 9m 处；在导线对地最低高度为 20m 时，距地面 1.5m 处，

工频磁感应强度的最大值为 31.592 μ T，出现在线路走廊中心，小于《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）规定的公众曝露限值磁感应强度 100 μ T 的标准限值要求。

(3) 工频电场强度 4000V/m 等值线

本次环评按照 500kV 单回线路、同塔双回异相序线路、同塔双回逆相序线路经过电磁环境敏感目标区域时，导线对地高度为 14m 分别计算了地面上不同高度处工频电场强度等值曲线，见图 6.1-14~6.16。

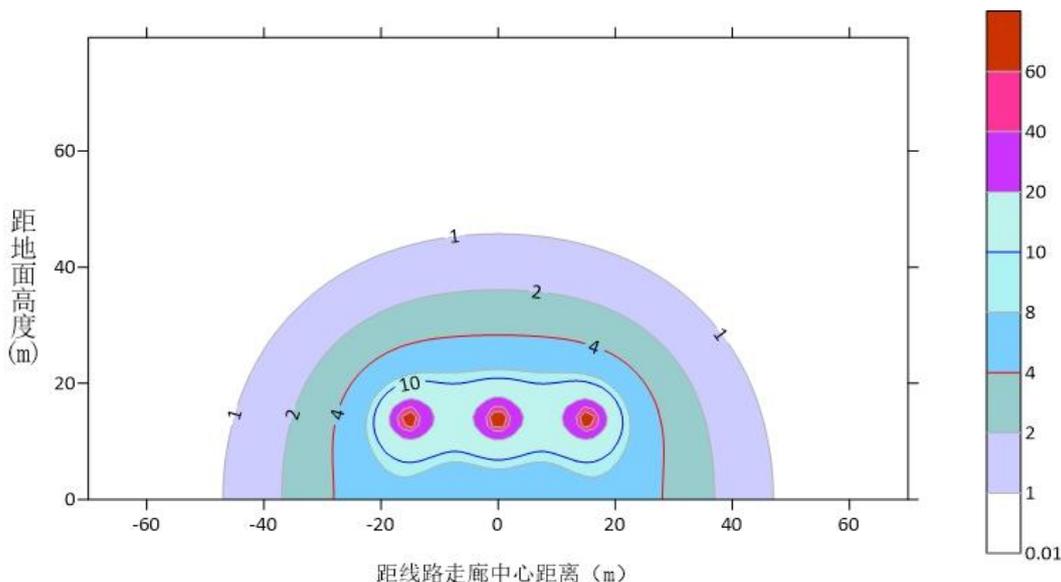


图 6.1-14 本期 500kV 单回线路工频电场强度等值线分布图

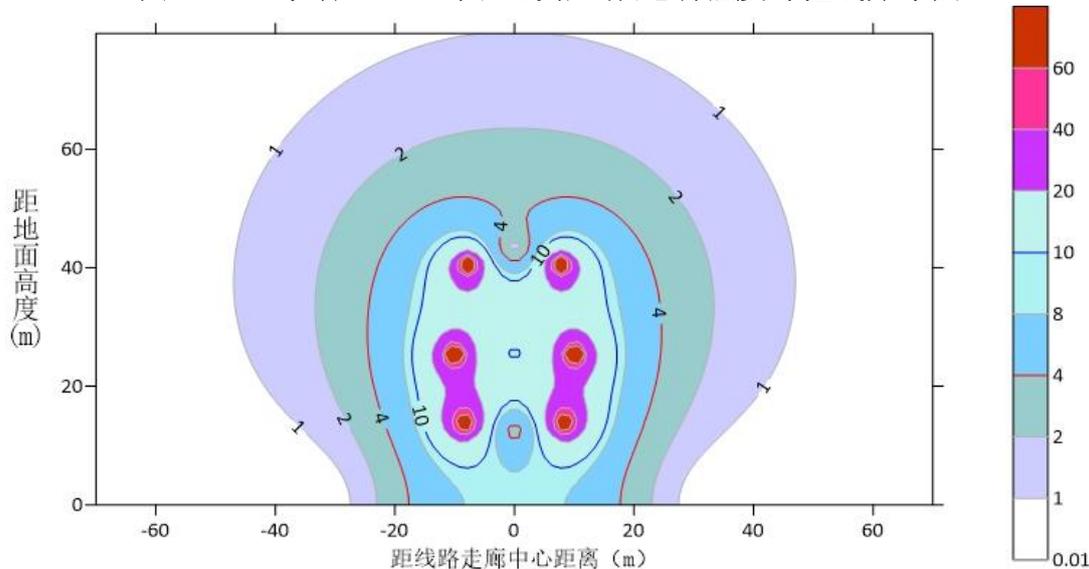


图 6.1-15 本期 500kV 同塔双回异相序线路工频电场强度等值线分布图

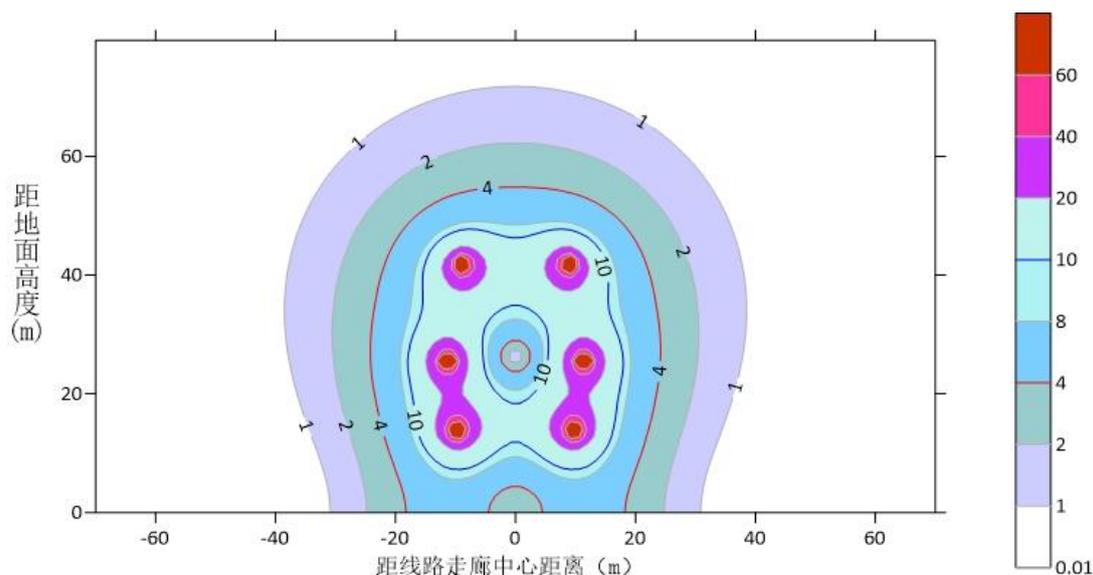


图 6.1-16 本期 500kV 同塔双回逆相序线路工频电场强度等值线分布图

经分析，本期 500kV 单回线路、500kV 同塔双回线路在线路走廊及边导线附近存在工频电场强度超过 4000V/m 的区域，随着距线路中心距离的增加，工频电场强度逐渐减小。

6.1.3.2.5 交叉跨越和并行线路环境影响分析

卓然~汀州 500kV 线路工程除卓然变电站出线处（卓然变~新卓汀州#1 与卓然变~改卓三#+1 并行约 200m，最小中心间距 40m）外，不涉及与其他已建 330kV 及以上电压等级输电线路近距离（中心间距 100m）并行的情况，同时不涉及与 330kV 及以上电压等级输电线路不存在交叉跨越情况。

桃源~汀州 500kV 线路工程不涉及与其他已建 330kV 及以上电压等级输电线路近距离（中心间距 100m）并行的情况，同时不涉及与 330kV 及以上电压等级输电线路不存在交叉跨越情况。

因此针对卓然~汀州 500kV 线路工程位于卓然变电站出线处存在两条 500kV 单回架空线路并行走线（卓然变~新卓汀州#1 与卓然变~改卓三#+1 并行约 200m，最小中心间距 40m），采取理论计算进行预测。

表 6.1-24 输电线路理论计算参数表

项 目	2条单回线路并行
导线排列方式	水平排列
导线型号	4×JL3/G1A-500/45钢芯铝绞线
分裂间距	450mm
导线外径	30.0mm
线路计算电压	500kV
线路计算电流	3424A

-73 米	0.823	14.806
-72 米	0.862	15.026
-71 米	0.904	15.251
-70 米	0.947	15.483
-69 米	0.994	15.722
-68 米	1.043	15.967
-67 米	1.095	16.219
-66 米	1.151	16.479
-65 米	1.210	16.746
-64 米	1.272	17.020
-63 米	1.339	17.303
-62 米	1.409	17.593
-61 米	1.483	17.891
-60 米	1.562	18.198
-59 米	1.646	18.513
-58 米	1.734	18.835
-57 米	1.827	19.166
-56 米	1.925	19.505
-55 米	2.027	19.852
-54 米	2.135	20.206
-53 米	2.247	20.567
-52 米	2.364	20.934
-51 米	2.485	21.307
-50 米	2.609	21.684
-49 米	2.736	22.064
-48 米	2.864	22.446
-47 米	2.993	22.829
-46 米	3.120	23.209
-45 米	3.244	23.586
-44 米	3.362	23.957
-43 米	3.473	24.319
-42 米	3.573	24.670
-41 米	3.660	25.007
-40 米	3.730	25.328
-39 米	3.782	25.632
-38 米	3.812	25.915
-37 米	3.819	26.178
-36 米	3.801	26.419
-35 米	3.757	26.639
-34 米	3.689	26.838
-33 米	3.597	27.018
-32 米	3.485	27.180
-31 米	3.355	27.326
-30 米	3.212	27.458
-29 米	3.062	27.579
-28 米	2.908	27.689

-27 米	2.756	27.791
-26 米	2.610	27.886
-25 米	2.471	27.973
-24 米	2.340	28.052
-23 米	2.216	28.125
-22 米	2.098	28.191
-21 米	1.983	28.250
-20 米	1.867	28.302
-19 米	1.749	28.349
-18 米	1.630	28.391
-17 米	1.511	28.430
-16 米	1.396	28.467
-15 米	1.291	28.504
-14 米	1.204	28.540
-13 米	1.142	28.578
-12 米	1.108	28.616
-11 米	1.104	28.655
-10 米	1.123	28.694
-9 米	1.157	28.731
-8 米	1.196	28.767
-7 米	1.234	28.799
-6 米	1.265	28.827
-5 米	1.286	28.851
-4 米	1.298	28.870
-3 米	1.303	28.885
-2 米	1.303	28.895
-1 米	1.302	28.901
0 米	1.301	28.903
1 米	1.302	28.901
2 米	1.303	28.895
3 米	1.303	28.885
4 米	1.298	28.870
5 米	1.286	28.851
6 米	1.265	28.827
7 米	1.234	28.799
8 米	1.196	28.767
9 米	1.157	28.731
10 米	1.123	28.694
11 米	1.104	28.655
12 米	1.108	28.616
13 米	1.141	28.578
14 米	1.204	28.540
15 米	1.291	28.504
16 米	1.396	28.467
17 米	1.511	28.430
18 米	1.630	28.391

19 米	1.749	28.349
20 米	1.867	28.302
21 米	1.983	28.250
22 米	2.098	28.191
23 米	2.216	28.125
24 米	2.340	28.052
25 米	2.471	27.973
26 米	2.610	27.886
27 米	2.756	27.791
28 米	2.908	27.689
29 米	3.062	27.579
30 米	3.212	27.458
31 米	3.355	27.326
32 米	3.485	27.180
33 米	3.597	27.018
34 米	3.689	26.838
35 米	3.757	26.639
36 米	3.801	26.419
37 米	3.819	26.178
38 米	3.812	25.915
39 米	3.782	25.632
40 米	3.730	25.328
41 米	3.660	25.007
42 米	3.573	24.670
43 米	3.473	24.319
44 米	3.362	23.957
45 米	3.244	23.586
46 米	3.120	23.209
47 米	2.992	22.829
48 米	2.864	22.446
49 米	2.736	22.064
50 米	2.609	21.684
51 米	2.485	21.307
52 米	2.364	20.934
53 米	2.247	20.567
54 米	2.135	20.206
55 米	2.027	19.852
56 米	1.925	19.505
57 米	1.827	19.166
58 米	1.734	18.835
59 米	1.646	18.513
60 米	1.562	18.198
61 米	1.483	17.891
62 米	1.409	17.593
63 米	1.339	17.303
64 米	1.272	17.020

65 米	1.210	16.746
66 米	1.151	16.479
67 米	1.095	16.219
68 米	1.043	15.967
69 米	0.994	15.722
70 米	0.947	15.483
71 米	0.904	15.251
72 米	0.862	15.026
73 米	0.823	14.806
74 米	0.787	14.593
75 米	0.752	14.385
76 米	0.719	14.184
77 米	0.688	13.987
78 米	0.659	13.796
79 米	0.631	13.609
80 米	0.605	13.428
81 米	0.580	13.251
82 米	0.557	13.078
83 米	0.534	12.910
84 米	0.513	12.747
85 米	0.493	12.587
86 米	0.474	12.431
87 米	0.456	12.279
88 米	0.439	12.131
89 米	0.423	11.986
90 米	0.407	11.844
91 米	0.392	11.706
92 米	0.378	11.571
93 米	0.365	11.440
94 米	0.352	11.311
95 米	0.340	11.185
96 米	0.328	11.061
97 米	0.317	10.941
98 米	0.306	10.823
99 米	0.296	10.708
100 米	0.287	10.595
最大值	3.819	28.903
达标情况	达标	达标

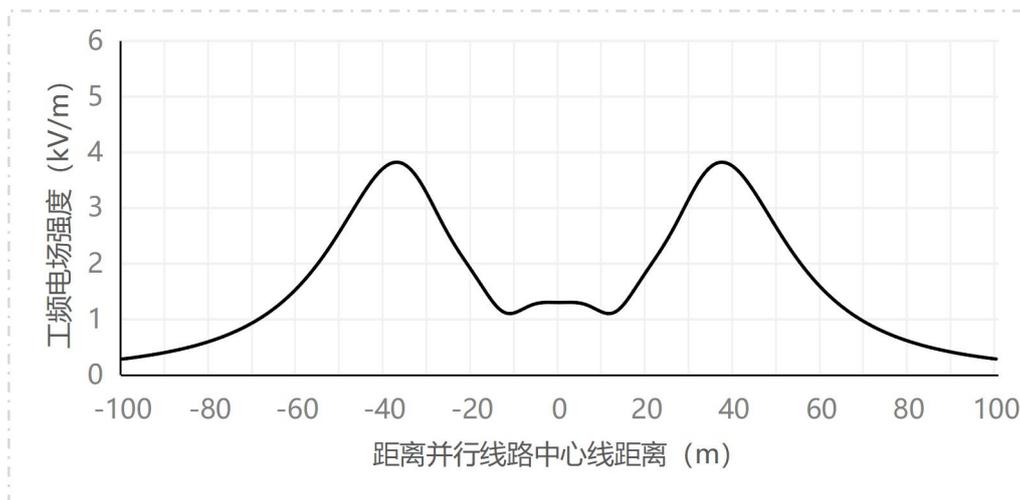


图 6.1-17 2 条单回并行线路工频电场强度曲线图

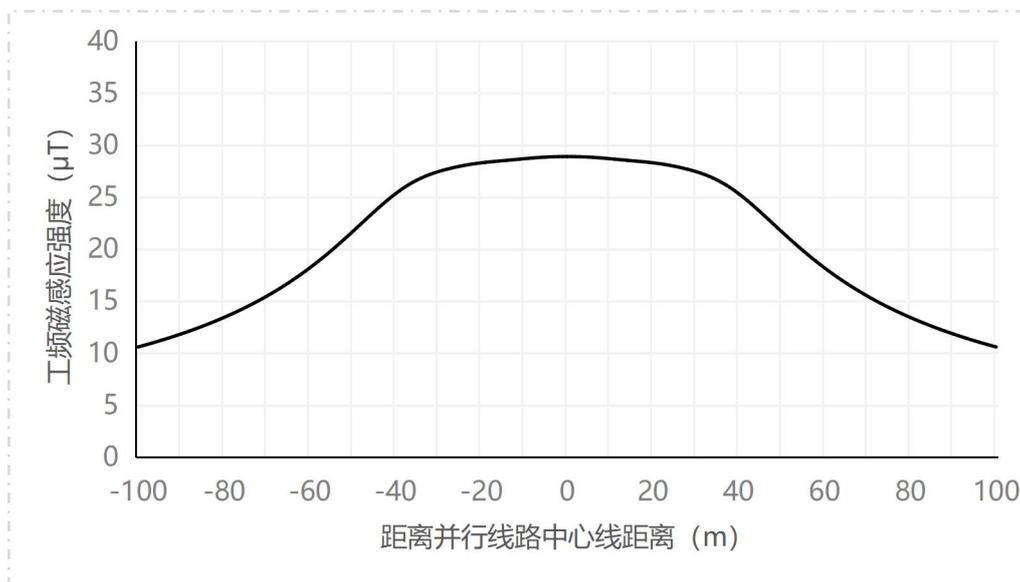


图 6.1-18 2 条单回并行线路工频磁感应强度曲线图

通过理论计算，2 条单回线路并行情形下，在导线对地最低高度为 21m 时，距地面 1.5m 处，工频电场强度的最大值为 3.819kV/m，小于《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）规定的公众暴露限值工频电场强度 4kV/m 的标准限值要求。

通过理论计算，2 条单回线路并行情形下，在导线对地最低高度为 21m 时，距地面 1.5m 处，工频磁感应强度的最大值为 28.903μT，小于《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）规定的公众暴露限值磁感应强度 100μT 的标准限值要求。

6.1.3.2.6 电磁环境敏感目标影响分析

电磁环境敏感目标处的预测结果见表 6.1-24。由表 6.1-24 的预测结果可知，本项目建成后，500kV 输电线路边导线 5m 以内房屋均按要求进行拆除，对于边导线 5m 以外的电磁环境敏感目标在满足以下导线对地高度情形下能满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）4000V/m、100 μ T 的限值要求：①单回路架空线经过电磁环境敏感目标处导线高度不低于 21m；②卓然~汀州 500kV 双回路架空线经过电磁环境敏感目标处，除何甫村***民房导线高度不低于 18m，其余采用逆相序时导线高度不低于 17m；③桃源~汀州 500kV 双回路架空线经过电磁环境敏感目标处，采用异相序时导线高度不低于 20m。

表 6.1-24 电磁环境敏感目标预测结果一览表

序号	电磁环境敏感目标	距边导线最近位置及距离	环境特征	架设方式	导线对地高度	预测高度	工频电场强度 (kV/m)	工频磁感应强度 (μ T)
卓然~汀州 500kV 线路工程								
1	卓洋村纪念堂	拟建线路东侧边导线外约 21m	1 层尖顶	2 条并行单回路架空线路东侧	21m	1.5m	<2.027	<19.852
2	卓洋村纪念堂	拟建线路南侧边导线外约 45m	1 层尖顶	2 条并行单回路架空线路西侧	21m	1.5m	<0.631	<13.609
3	卓洋村***家民房	拟建线路东侧边导线外约 8m	1 层尖顶	单回路架空	21m	1.5m	<3.413	<17.395
4	儒芦村***民房	拟建线路东北侧边导线外约 12m	1~2 层尖顶	单回路架空	21m	1.5m	<2.980	<16.126
						4.5m	<3.059	<17.416
5	新生村蚂蚁竹木加工场	拟建线路西侧边导线外约 35m	1~2 层尖顶	单回路架空	21m	1.5m	<0.913	<10.070
						4.5m	<0.908	<10.325
6	吕坊村***家辅助房	拟建线路东北侧边导线外约 5m	1 层尖顶	单回路架空	21m	1.5m	<3.599	<18.257
7	福建省德金源生态农牧有限公司 1	拟建线路西南侧边导线外约 15m	1~2 层尖顶	单回路架空	21m	1.5m	<2.607	<15.153
						4.5m	<2.649	<16.193
8	福建省德金源生态农牧有限	拟建线路东北侧边导线外约 40m	/	单回路架空	21m	1.5m	<0.714	<9.219

序号	电磁环境敏感目标	距边导线最近位置及距离	环境特征	架设方式		导线对地高度	预测高度	工频电场强度 (kV/m)	工频磁感应强度 (μ T)
	公司 2								
9	乐江村在建民房	拟建线路西南侧边导线外约 35m	1 层平顶	单回路架空	21m	1.5m	<0.913	<10.070	
						4.5m	<0.908	<10.325	
10	乐江村废品收集站	拟建线路东北侧边导线外约 25m	1 层尖顶	单回路架空	21m	1.5m	<1.544	<12.244	
11	乐江村养猪场	拟建线路西南侧边导线外约 20m	1 层尖顶	单回路架空	21m	1.5m	<2.021	<13.611	
12	林国村养猪场	拟建线路西南侧边导线外约 15m	1 层尖顶	单回路架空	21m	1.5m	<2.607	<15.153	
13	何甫村***民房	拟建线路西南侧边导线外约 6m	2 层平(尖)顶	双回路架空	逆相序	17m	1.5m	<3.341	<32.136
							4.5m	<3.611	<35.297
							7.5m	<4.187	<39.13
						18m	1.5m	<3.095	<31.209
							4.5m	<3.336	<34.175
							7.5m	<3.851	<37.772
14	何甫村***民房	拟建线路东北侧边导线外约 20m	2 层(楼顶彩钢棚)	双回路架空	逆相序	17m	1.5m	<0.904	<24.75
							4.5m	<0.941	<25.948
							7.5m	<1.011	<27.135
15	何甫村***民房	拟建线路西南侧边导线外约 20m	1 层尖顶	双回路架空	逆相序	17m	1.5m	<0.904	<24.75
16	何甫村***民房	拟建线路东北侧边导线外约 20m	2 层(楼顶彩钢棚)、1~4 层尖顶	双回路架空	逆相序	17m	1.5m	<0.904	<24.75
							4.5m	<0.941	<25.948
							7.5m	<1.011	<27.135
							10.5 m	<1.11	<28.266
桃源~汀州 500kV 线路工程									
17	何甫村***家民房	拟建线路西南侧边导线外约 45m	1~2 层平顶(楼)	双回路架	异相序	20m	1.5m	<0.325	<15.759
							4.5m	<0.334	<16.094

序号	电磁环境敏感目标	距边导线最近位置及距离	环境特征	架设方式	导线对地高度	预测高度	工频电场强度 (kV/m)	工频磁感应强度 (μT)	
			顶彩钢棚)	空		7.5m	<0.352	<16.412	
18	何甫村***民房	拟建线路东北侧边导线外约 40m	1层尖顶、3层平顶	双回路架空	异相序	20m	1.5m	<0.311	<16.894
							4.5m	<0.328	<17.309
							7.5m	<0.36	<17.706
							10.5m	<0.4	<18.078
19	南山水电站（峡水桥站）	拟建线路西侧边导线外约 45m	1层平（尖）顶	单回路架空	21m	1.5m	<0.566	<8.491	
						4.5m	<0.564	<8.636	
20	上村看护房	拟建线路东南侧边导线外约 20m	1层尖顶	单回路架空	21m	1.5m	<2.021	<13.611	
21	上村祠堂	拟建线路西北侧边导线外约 20m	1层尖顶	单回路架空	21m	1.5m	<2.021	<13.611	
22	到湖村养殖场	拟建线路东南侧边导线外约 40m	1层尖顶棚	单回路架空	21m	1.5m	<0.714	<9.219	
23	珊坑村功德亭	拟建线路东南侧边导线外约 40m	1层尖顶	单回路架空	21m	1.5m	<0.714	<9.219	
24	田口村***民房等 4 户	拟建线路东南侧边导线外约 10m	1层尖顶	单回路架空	21m	1.5m	<3.213	<16.773	
						21m	1.5m	<0.913	<10.070
							4.5m	<0.908	<10.325
		拟建线路东南侧边导线外约 35m	3层（楼顶彩钢棚）	单回路架空		7.5m	<0.900	<10.556	
25	沧龙村看护房	拟建线路西北侧边导线外约 10m	1层尖顶	单回路架空	21m	1.5m	<3.213	<16.773	
26	木南***家民房等 4 户	拟建线路东南侧边导线外约 20m	3层平顶	单回路架空	21m	1.5m	<2.021	<13.611	
						4.5m	<2.031	<14.326	
						7.5m	<2.046	<15.048	
						10.5m	<2.060	<15.741	
27	东坑村看护房	拟建线路西北侧边导线外约 15m	1层尖顶	单回路架空	21m	1.5m	<2.607	<15.153	
28	富圩坪闲置房	拟建线路西北侧边导线外约 40m	1层尖顶	单回路架空	21m	1.5m	<0.714	<9.219	
29	安砂镇养	拟建线路东	1层	单回路	21m	1.5m	<1.544	<12.244	

序号	电磁环境敏感目标	距边导线最近位置及距离	环境特征	架设方式		导线对地高度	预测高度	工频电场强度 (kV/m)	工频磁感应强度 (μ T)
	殖场	北侧边导线外约 25m	尖顶	架空					
30	上甲村木材加工厂	拟建线路西南侧边导线外约 40m	1层尖顶	双回路架空	异相序	20m	1.5m	<0.311	<16.894
31	***家民房	拟建线路东北侧边导线外约 8m	1层尖顶	双回路架空	异相序	20m	1.5m	<2.909	<28.099

6.1.4 电磁环境影响评价结论

6.1.4.1 变电站工程电磁环境影响评价结论

根据类比分析可知，本项目 500kV 变电站工程建成投运后，在正常运行工况下变电站周围工频电场强度和工频磁感应强度均能够满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）的 4000V/m 和 100 μ T 公众曝露控制限值要求。

6.1.4.2 输电线路工程电磁环境影响评价结论

（1）500kV 单回线路

①根据模式预测计算结果及其分布曲线，本项目 500kV 单回输电线路在经过耕地等场所时，导线最小对地高度 12m 条件下，工频电场强度满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中 10kV/m 的标准限值要求。

②本项目 500kV 单回输电线路经过电磁环境敏感目标时，导线最小对地高度 21m 条件下，距地面 1.5m 高处的工频电场强度满足 4000V/m 的公众曝露控制限值要求。

③本项目 500kV 单回线路工频磁感应强度预测值均小于 100 μ T 限值要求。

（2）500kV 双回线路

①根据模式预测计算结果及其分布曲线，本项目 500kV 同塔双回输电线路在经过耕地等场所时，在异相序架设最小对地高度 12m 或逆相序架设最小对地高度 11m 条件下，工频电场强度满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中 10kV/m 的标准限值要求。

②本项目 500kV 同塔双回输电线路经过电磁环境敏感目标（边导线 5m 外）时，在异相序架设最小对地高度 20m 或逆相序架设最小对地高度 17m 条件下，

距地面 1.5m 高处的工频电场强度满足 4000V/m 的公众曝露控制限值要求。

③本项目 500kV 同塔双回线路工频磁感应强度预测值均小于 100 μ T 限值要求。

(3) 并行线路

卓然~汀州 500kV 线路工程位于卓然变电站出线处两条 500kV 单回架空线路并行走线，在导线对地最低高度为 21m 时，距地面 1.5m 处，工频电场强度、工频磁感应强度满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）规定的公众曝露限值要求。

本项目 500kV 输电线路电磁环境预测结果总结见表 6.1-25。

表 6.1-25 本项目 500kV 架空线路电磁环境预测结果分析一览表

项目内容	单回线路		同塔双回线路				
	水平排列		异相序排列		逆相序排列		
途经区域	耕地等场所	电磁环境敏感目标	耕地等场所	电磁环境敏感目标	耕地等场所	何甫村***民房	其他电磁环境敏感目标
导线对地高度 (m)	12	21	12	20	11	18	17
最大值 (kV/m)	8.931	3.620	9.423	5.390	9.001	3.726	4.153
边导线 5m 处	7.799	3.599	5.460	3.597	5.817	3.266	3.549
综合分析	< 10kV/m	<4kV/m	< 10kV/m	< 4kV/m	< 10kV/m	<4kV/m	

根据本项目 500kV 同塔双回输电线路导线异相序排列和逆相序排列的电磁环境影响预测结果可知，导线采用逆相序排列比异相序排列运行产生的工频电场、工频磁场对周围环境影响更小，导线架设高度要求更小。因此，从环境、经济、技术等方面考虑，本次环评建议设计单位在后期设计阶段应优先采用导线逆相序排列的设计方案。

6.2 声环境影响预测及评价

6.2.1 评价方法

6.2.1.1 变电站工程

变电站工程包含新建汀州（龙西）500kV 变电站、扩建桃源 500kV 变电站、扩建卓然 500kV 变电站。对于新建汀州（龙西）500kV 变电站，按照环评技术

导则的要求采用模式预测方法。

桃源 500kV 变电站本期扩建新增 1×60Mvar 低压电抗器，按照环评技术导则的要求采用模式预测方法。同时由于桃源 500kV 变电站前期工程尚未建成投运，本期噪声预测时考虑前期声源。

卓然 500kV 变电站本期扩建无新增噪声源，前期工程已采取噪声控制措施，根据竣工环境保护验收监测结果，本期间隔扩建侧厂界噪声满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准，声环境保护目标处噪声满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准，无噪声遗留问题。

6.2.1.2 输电线路工程

对于 500kV 输电线路，本次环评声环境影响预测采用类比监测的方法。

6.2.2 汀州变电站声环境影响预测和分析

6.2.2.1 变电站声源分析

变电站运行噪声源主要来自于主变压器、电抗器等大型声源设备。汀州（龙西）500kV 变电站设备噪声源本期见表 6.2-1，终期见表 6.2-2。

表 6.2-1 汀州（龙西）500kV 变电站主要设备噪声源一览表（本期）

序号	声源名称		型号	空间相对位置/m			声功率级, dB (A)	声源控制措施	运行时段
				X	Y	Z			
1	4#主变压器	A 相	5T-DS-2B/250 型	447191.87	2821881.16	3.0	95.5	采用低噪声主变	24h 连续运行
		B 相		447201.27	2821888.30	3.0	95.5		
		C 相		447210.75	2821895.57	3.0	95.5		
2	低压电抗器 4	1 号	BL-OF3-60 型	447163.16	2821909.20	1.5	70	采用低噪声设备	24h 连续运行
		2 号		447170.39	2821916.26	1.5	70		
3	站用变	2 号	BST-O-800	447175.56	2821865.00	1.5	75	采用低噪声设备	24h 连续运行
		0 号		447179.42	2821867.70	1.5	75		
		1 号		447183.23	2821870.45	1.5	75		

备注：①采用大地 2000 坐标系（中央经线 117°），水平方向为 X 轴（向东为正，向西为负），垂直方向为 Y 轴（向北为正，向南为负）；以变电站水平地面为 Z 轴原点，声源（中心点）高度为 Z 轴。

②主要声源设备主变压器噪声源强参考《变电站噪声控制技术导则》（DL/T1518-2016），低压电抗器、站用变噪声源强参考设计资料。

表 6.2-2 汀州（龙西）500kV 变电站主要设备噪声源一览表（终期）

序号	声源名称		型号	空间相对位置/m			声功率级, dB (A)	声源控制措施	运行时段
				X	Y	Z			

1	1#主 变压器	A相	5T-DS- 2B/250 型	447088.08	2821804.05	3.0	95.5	采用低 噪声主 变	24h 连 续运行
		B相		447097.96	2821811.25	3.0	95.5		
		C相		447107.83	2821818.19	3.0	95.5		
2	2#主 变压器	A相	5T-DS- 2B/250 型	447117.17	2821825.93	3.0	95.5	采用低 噪声主 变	24h 连 续运行
		B相		447126.77	2821832.86	3.0	95.5		
		C相		447136.38	2821840.33	3.0	95.5		
3	3#主 变压器	A相	5T-DS- 2B/250 型	447146.25	2821847.27	3.0	95.5	采用低 噪声主 变	24h 连 续运行
		B相		447155.58	2821854.47	3.0	95.5		
		C相		447165.19	2821861.68	3.0	95.5		
4	4#主 变压器	A相	5T-DS- 2B/250 型	447191.87	2821881.16	3.0	95.5	采用低 噪声主 变	24h 连 续运行
		B相		447201.27	2821888.30	3.0	95.5		
		C相		447210.75	2821895.57	3.0	95.5		
5	高压 电抗 器 1	A相	/	447178.71	2821744.61	2.0	88.3	采用低 噪声主 变	24h 连 续运行
		B相	/	447186.11	2821750.24	2.0	88.3		
		C相	/	447193.33	2821755.62	2.0	88.3		
6	高压 电抗 器 2	A相	/	447199.72	2821760.24	2.0	88.3	采用低 噪声主 变	24h 连 续运行
		B相	/	447207.03	2821765.70	2.0	88.3		
		C相	/	447214.09	2821771.33	2.0	88.3		
7	高压 电抗 器 3	A相	/	447225.01	2821779.40	2.0	88.3	采用低 噪声主 变	24h 连 续运行
		B相	/	447232.24	2821784.94	2.0	88.3		
		C相	/	447239.80	2821790.57	2.0	88.3		
8	低压 电抗 器 1	1号	BL- OF3- 60型	447057.55	2821830.01	1.5	70	采用低 噪声设 备	24h 连 续运行
		2号		447064.73	2821836.83	1.5	70		
9	低压 电抗 器 2	1号	BL- OF3- 60型	447108.90	2821870.15	1.5	70	采用低 噪声设 备	24h 连 续运行
		2号		447117.57	2821875.01	1.5	70		
10	低压 电抗 器 3	1号	BL- OF3- 60型	447147.12	2821897.23	1.5	70	采用低 噪声设 备	24h 连 续运行
		2号		447154.32	2821904.40	1.5	70		
11	低压 电抗 器 4	1号	BL- OF3- 60型	447163.16	2821909.20	1.5	70	采用低 噪声设 备	24h 连 续运行
		2号		447170.39	2821916.26	1.5	70		
12	站用 变	2号	BST- O-800	447175.56	2821865.00	1.5	75	采用低 噪声设 备	24h 连 续运行
		0号		447179.42	2821867.70	1.5	75		
		1号		447183.23	2821870.45	1.5	75		

6.2.2.2 声环境影响预测模型

根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021），附录 B 典型行业噪声预测模型进行预测。户外声传播衰减的预测模式如下：

(1) 基本公式:

户外声传播衰减包括几何发散 (A_{div})、大气吸收 (A_{atm})、地面效应 (A_{gr})、障碍物屏蔽 (A_{bar})、其他多方面效应 (A_{misc}) 引起的衰减。

①在环境影响评价中, 应根据声源声功率级或参考位置处的声压级、户外声传播衰减, 计算测点的声级, 按下式计算:

$$L_p(r) = L_w + D_C - (A_{div} + A_{atm} + A_{gr} + A_{bar} + A_{misc})$$

式中: $L_{p(r)}$ ——预测点处声压级, dB;

L_w ——由点声源产生的声功率级 (A 计权或倍频带), dB;

D_C ——指向性校正, 它描述点声源的等效连续声压级与产生声功率级 L_w 的全向点声源在规定方向的声级的偏差程度, dB;

A_{div} ——几何发散引起的衰减, dB;

A_{atm} ——大气吸收引起的衰减, dB;

A_{gr} ——地面效应引起的衰减, dB;

A_{bar} ——障碍物屏蔽引起的衰减, dB;

A_{misc} ——其他多方面效应引起的衰减, dB。

②在只考虑几何发散衰减时, 建设项目声源在预测点产生的等效声级贡献值计算公式为:

$$L_A(r) = L_A(r_0) - A_{div}$$

式中:

$L_{A(r)}$ ——建设项目声源在预测点的等效声级贡献值, dB(A);

$L_{A(r_0)}$ ——声源在 r_0 处的 A 声级, dB(A);

A_{div} ——几何发散衰减。

(2) 几何发散衰减 A_{div} 计算方法

设面声源的长为 b , 宽为 a ($b > a$)。当预测点和面声源中心距离 r 处于以下条件时, 可按下述方法近似计算:

① $r < a/\pi$ 时, 几乎不衰减 ($A_{div} \approx 0$);

② 当 $a/\pi < r < b/\pi$, 距离加倍衰减 3dB 左右, 类似线声源衰减特性 ($A_{div} \approx 10 \lg(r/r_0)$);

③ 当 $r > b/\pi$ 时, 距离加倍衰减趋近于 6dB, 类似点声源衰减特性 ($A_{div} \approx 20 \lg(r/r_0)$)。

汀州（龙西）500kV变电站站内主要建（构）筑物情况见表6.2-3。

表 6.2-3 汀州（龙西）500kV 变电站站内主要建（构）筑物情况一览表

编号	建（构）筑物名称	建（构）筑物高度（m）
1.	主控通信楼	5.2
2.	主变及 35kV 继电器小室	5.4
3.	警传室	4.2
4.	220kV 继电器小室	5.2
5.	500kV 继电器小室 1	5.2
6.	500kV 继电器小室 2	5.2
7.	消防泵房	5.4
8.	主变压器防火墙	8.0
9.	站用变防火墙	4.4
10.	围墙	2.3

6.2.2.3 噪声预测计算结果及分析

（1）汀州（龙西）500kV 变电站本期规模噪声预测结果

汀州（龙西）500kV 变电站本期规模投运后预测结果见表 6.2-4，噪声等值线图见附图 18。

表 6.2-4 汀州（龙西）500kV 变电站本期规模投运后厂界环境噪声排放预测结果

测点位置	时段	标准	厂界环境噪声排放贡献值（dB（A））	达标/超标
变电站东北侧厂界外 1m（1）	昼间	60	38.4	达标
	夜间	50	38.4	达标
变电站东北侧厂界外 1m（2）	昼间	60	45.6	达标
	夜间	50	45.6	达标
变电站东北侧厂界外 1m（3）	昼间	60	40.8	达标
	夜间	50	40.8	达标
变电站东南侧厂界外 1m（4）	昼间	60	37.7	达标
	夜间	50	37.7	达标
变电站东南侧厂界外 1m（5）	昼间	60	36.6	达标
	夜间	50	36.6	达标
变电站东南侧厂界外 1m（6）	昼间	60	33.7	达标
	夜间	50	33.7	达标
变电站西南侧厂界外 1m（7）	昼间	60	28.8	达标
	夜间	50	28.8	达标
变电站西南侧厂界外 1m（8）	昼间	60	26.6	达标
	夜间	50	26.6	达标
变电站西南侧厂界外 1m（9）	昼间	60	28.7	达标
	夜间	50	28.7	达标
变电站西北侧厂界外 1m（10）	昼间	60	33.7	达标
	夜间	50	33.7	达标
变电站西北侧厂界外 1m（11）	昼间	60	38.3	达标
	夜间	50	38.3	达标

变电站西北侧厂界外 1m (12)	昼间	60	41.3	达标
	夜间	50	41.3	达标

本期工程投运后变电站声环境保护目标处噪声预测结果及达标分析见表 6.2-5。

表 6.2-5 汀州 500kV 变电站声环境保护目标噪声预测结果与达标分析表

序号	声环境保护目标名称	噪声现状值/dB (A)		噪声标准/dB (A)		噪声贡献值/dB (A)		噪声预测值/dB (A)		较现状增量/dB (A)		超标和达标情况	
		昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间
1	变电站南侧约 115m 东林寺	41	39	60	50	32.9	32.9	41.6	40.0	0.6	1.0	达标	达标
2	变电站南侧约 120m 妈祖庙*	41	39	60	50	32.9	32.9	41.6	40.0	0.6	1.0	达标	达标
3	变电站东南侧约 85m***家	39	38	60	50	36.4	36.4	40.9	40.3	1.9	2.3	达标	达标
4	变电站东侧约 125m 林畚头***民房等 7 户	40	39	60	50	35.1	35.1	41.2	40.5	1.2	1.5	达标	达标

注：变电站南侧妈祖庙临近东林寺，其噪声现状值引用东林寺噪声现状值。

由表 6.2-4 可知，汀州 500kV 变电站按本期工程规模投运后，厂界环境噪声排放值昼间为（26.6~45.6）dB（A），夜间为（26.6~45.6）dB（A），变电站厂界昼、夜间环境噪声排放均能够满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准要求（昼间 60 dB（A），夜间 50dB（A））。

由表 6.2-5 可知，汀州 500kV 变电站四周声环境保护目标处噪声能够满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准限值要求。

（2）汀州（龙西）500kV 变电站终期规模噪声预测结果

汀州（龙西）500kV 变电站终期规模投运后预测结果见表 6.2-6，噪声等值线图见附图 19。

表 6.2-6 汀州（龙西）500kV 变电站终期规模投运后厂界环境噪声排放预测结果

测点位置	时段	标准	厂界环境噪声排放贡献值 (dB (A))	达标/超标
变电站东北侧厂界外 1m (1)	昼间	60	39.9	达标
	夜间	50	39.9	达标
变电站东北侧厂界外 1m (2)	昼间	60	46.2	达标
	夜间	50	46.2	达标
变电站东北侧厂界外 1m (3)	昼间	60	43.2	达标
	夜间	50	43.2	达标
变电站东南侧厂界外 1m (4)	昼间	60	46.2	达标
	夜间	50	46.2	达标

变电站东南侧厂界外 1m (5)	昼间	60	51.2	达标
	夜间	50	51.2	超标
变电站东南侧厂界外 1m (6)	昼间	60	51.5	达标
	夜间	50	51.5	超标
变电站西南侧厂界外 1m (7)	昼间	60	46.4	达标
	夜间	50	46.4	达标
变电站西南侧厂界外 1m (8)	昼间	60	50.6	达标
	夜间	50	50.6	超标
变电站西南侧厂界外 1m (9)	昼间	60	47.4	达标
	夜间	50	47.4	达标
变电站西北侧厂界外 1m (10)	昼间	60	47.1	达标
	夜间	50	47.1	达标
变电站西北侧厂界外 1m (11)	昼间	60	47.4	达标
	夜间	50	47.4	达标
变电站西北侧厂界外 1m (12)	昼间	60	44.7	达标
	夜间	50	44.7	达标

根据表 6.2-6 可知，汀州（龙西）500kV 变电站终期规模，在变电站东南侧（靠近高压电抗器）夜间噪声超标（ $>50\text{dB(A)}$ ），同时在变电站西南侧（靠近 1#主变压器）夜间噪声超标（ $>50\text{dB(A)}$ ）。因此建议汀州（龙西）500kV 变电站远期建设中考考虑采取适当的噪声治理措施，如在超标侧部分围墙顶部设置隔声屏障或对高抗采取 box-in 等，确保厂界环境噪声排放达到相应标准限值要求。

如若考虑在东南侧部分围墙和西南侧部分围墙顶部设置 3m 高隔声屏障降噪措施下，汀州（龙西）500kV 变电站终期规模投运后预测结果见表 6.2-7，噪声等值线图见附图 20。

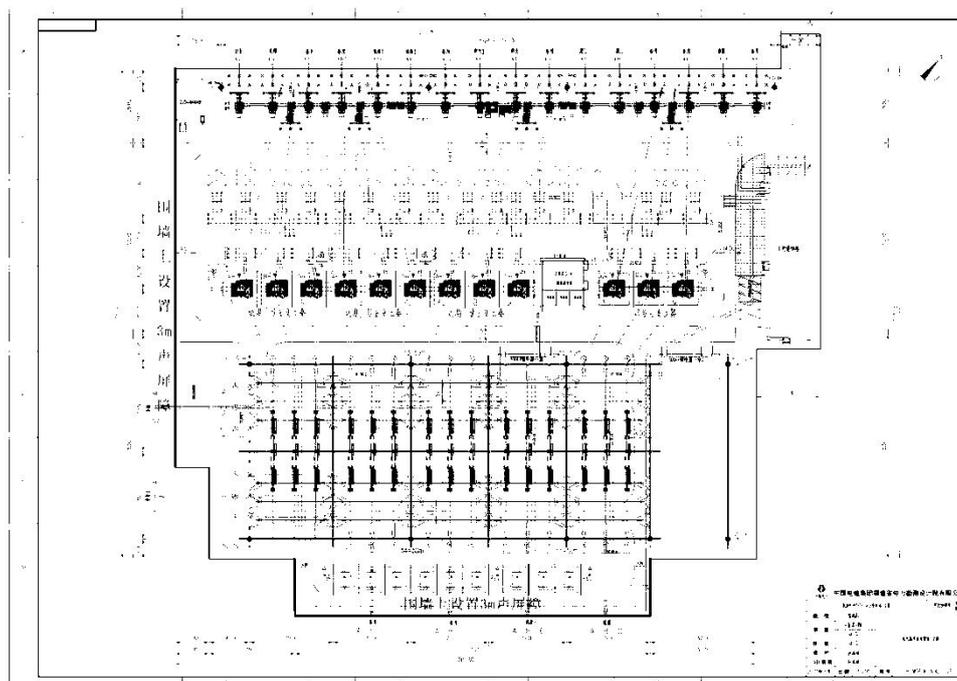


图 6.2-1 建议声屏障布置示意图

表 6.2-7 汀州（龙西）500kV 变电站终期规模投运后厂界环境噪声排放预测结果
(采取降噪措施后)

测点位置	时段	标准	厂界环境噪声排放贡献值 (dB (A))	达标/超标
变电站东北侧厂界外 1m (1)	昼间	60	39.9	达标
	夜间	50	39.9	达标
变电站东北侧厂界外 1m (2)	昼间	60	46.2	达标
	夜间	50	46.2	达标
变电站东北侧厂界外 1m (3)	昼间	60	43.0	达标
	夜间	50	43.0	达标
变电站东南侧厂界外 1m (4)	昼间	60	43.0	达标
	夜间	50	43.0	达标
变电站东南侧厂界外 1m (5)	昼间	60	41.5	达标
	夜间	50	41.5	达标
变电站东南侧厂界外 1m (6)	昼间	60	42.9	达标
	夜间	50	42.9	达标
变电站西南侧厂界外 1m (7)	昼间	60	44.3	达标
	夜间	50	44.3	达标
变电站西南侧厂界外 1m (8)	昼间	60	40.2	达标
	夜间	50	40.2	达标
变电站西南侧厂界外 1m (9)	昼间	60	40.6	达标
	夜间	50	40.6	达标
变电站西北侧厂界外 1m (10)	昼间	60	47.1	达标
	夜间	50	47.1	达标
变电站西北侧厂界外 1m (11)	昼间	60	47.4	达标
	夜间	50	47.4	达标
变电站西北侧厂界外 1m (12)	昼间	60	44.7	达标
	夜间	50	44.7	达标

根据表 6.2-7 可知，汀州（龙西）500kV 变电站终期规模，如若考虑在东南侧部分围墙和西南侧部分围墙顶部设置 3m 高隔声屏障降噪措施下，汀州（龙西）500kV 变电站终期规模投运后厂界环境噪声排放达到相应标准限值要求。

6.2.3 桃源变电站声环境影响预测和分析

6.2.3.1 变电站声源分析

桃源变电站本期仅新增 1 组低压电抗器（电抗器组 5），同时考虑桃源变电站尚未建成投用，预测时将前期声源纳入一同进行声环境影响预测。变电站运行噪声源主要来自于主变压器、电抗器等大型声源设备。桃源 500kV 变电站设备噪声源见表 6.2-8。

表 6.2-8 桃源 500kV 变电站主要设备噪声源一览表

序号	声源名称		型号	空间相对位置/m			声功率级, dB (A)	声源控制措施	运行时段
				X	Y	Z			
1	3#主 变压器	A 相	5T-DS- 2B/250 型	534369.25	2884498.24	3.0	95.5	采用低 噪声主 变	24h 连 续运行
		B 相		534373.59	2884509.77	3.0	95.5		
		C 相		534378.03	2884521.30	3.0	95.5		
2	低压 电抗 器	6 号	BL- DN1- 20 型	534417.18	2884509.76	1.5	70	采用低 噪声设 备	24h 连 续运行
		5 号		534419.09	2884520.01	1.5	70		
3	站用 变	2 号	BST- O-800	534391.79	2884532.21	1.5	75	采用低 噪声设 备	24h 连 续运行
		0 号		534393.30	2884536.33	1.5	75		
		1 号		534394.65	2884540.27	1.5	75		

备注：①采用大地 2000 坐标系（中央经线 117°），水平方向为 X 轴（向东为正，向西为负），垂直方向为 Y 轴（向北为正，向南为负）；以变电站水平地面为 Z 轴原点，声源（中心点）高度为 Z 轴。

②主要声源设备主变压器噪声源强参考《变电站噪声控制技术导则》（DL/T1518-2016），低压电抗器、站用变噪声源强参考设计资料。

6.2.3.2 声环境影响预测模型

根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021），附录 B 典型行业噪声预测模型进行预测。户外声传播衰减的预测模式如下：

（1）基本公式：

户外声传播衰减包括几何发散（ A_{div} ）、大气吸收（ A_{atm} ）、地面效应（ A_{gr} ）、障碍物屏蔽（ A_{bar} ）、其他多方面效应（ A_{misc} ）引起的衰减。

①在环境影响评价中，应根据声源声功率级或参考位置处的声压级、户外声传播衰减，计算测点的声级，按下式计算：

$$L_p(r) = L_w + DC - (A_{div} + A_{atm} + A_{gr} + A_{bar} + A_{misc})$$

式中： $L_{p(r)}$ ——预测点处声压级，dB；

L_w ——由点声源产生的声功率级（A 计权或倍频带），dB；

DC ——指向性校正，它描述点声源的等效连续声压级与产生声功率级 L_w 的全向点声源在规定方向的声级的偏差程度，dB；

A_{div} ——几何发散引起的衰减，dB；

A_{atm} ——大气吸收引起的衰减，dB；

A_{gr} ——地面效应引起的衰减，dB；

A_{bar} ——障碍物屏蔽引起的衰减，dB；

A_{misc} ——其他多方面效应引起的衰减，dB。

②在只考虑几何发散衰减时，建设项目声源在预测点产生的等效声级贡献值计算公式为：

$$L_A(r) = L_A(r_0) - A_{\text{div}}$$

式中：

$L_{A(r)}$ ——建设项目声源在预测点的等效声级贡献值，dB(A)；

$L_{A(r_0)}$ ——声源在 r_0 处的 A 声级，dB(A)；

A_{div} ——几何发散衰减。

(2) 几何发散衰减 A_{div} 计算方法

设面声源的长为 b ，宽为 a ($b > a$)。当预测点和面声源中心距离 r 处于以下条件时，可按下述方法近似计算：

① $r < a/\pi$ 时，几乎不衰减 ($A_{\text{div}} \approx 0$)；

② 当 $a/\pi < r < b/\pi$ ，距离加倍衰减 3dB 左右，类似线声源衰减特性 ($A_{\text{div}} \approx 10 \lg(r/r_0)$)；

③ 当 $r > b/\pi$ 时，距离加倍衰减趋近于 6dB，类似点声源衰减特性 ($A_{\text{div}} \approx 20 \lg(r/r_0)$)。

桃源 500kV 变电站站内主要建（构）筑物情况见表 6.2-9。

表 6.2-9 桃源 500kV 变电站站内主要建（构）筑物情况一览表

编号	建（构）筑物名称	建（构）筑物高度（m）
1	主控通信楼	3.6
2	主变及 35kV 继电器小室	3.6
3	警传室	3
4	500kV 继电器小室 1	3.6
5	500kV 继电器小室 2	3.6
6	消防泵房	5.1
7	主变压器防火墙	8.0
8	站用变防火墙	4.4
9	围墙	2.3

6.2.3.3 噪声预测计算结果及分析

桃源 500kV 变电站本期规模投运后预测结果见表 6.2-10，噪声等值线图见附图 21。

表 6.2-10 桃源 500kV 变电站本期规模投运后厂界环境噪声排放预测结果
单位：dB (A)

测点位置	时段	标准	厂界环境噪声排放贡献值 (dB (A))	达标/超标
变电站东北侧厂界外 1m (1)	昼间	60	32.1	达标
	夜间	50	32.1	达标
变电站东北侧厂界外 1m (2)	昼间	60	26.5	达标
	夜间	50	26.5	达标
变电站东南侧厂界外 1m (3)	昼间	60	33.6	达标
	夜间	50	33.6	达标
变电站东南侧厂界外 1m (4)	昼间	60	39.1	达标
	夜间	50	39.1	达标
变电站东南侧厂界外 1m (5)	昼间	60	43.0	达标
	夜间	50	43.0	达标
变电站西南侧厂界外 1m (6)	昼间	60	42.4	达标
	夜间	50	42.4	达标
变电站西南侧厂界外 1m (7)	昼间	60	41.5	达标
	夜间	50	41.5	达标
变电站西北侧厂界外 1m (8)	昼间	60	41.1	达标
	夜间	50	41.1	达标
变电站西北侧厂界外 1m (9)	昼间	60	38.6	达标
	夜间	50	38.6	达标
变电站西北侧厂界外 1m (10)	昼间	60	33.6	达标
	夜间	50	33.6	达标

本期工程投运后变电站声环境保护目标处噪声预测结果及达标分析见表 6.2-11。

表 6.2-11 桃源 500kV 变电站声环境保护目标噪声预测结果与达标分析表

序号	声环境保护目标名称	噪声现状值/dB (A)		噪声标准/dB (A)		噪声贡献值/dB (A)		噪声预测值/dB (A)		较现状增量/dB (A)		超标和达标情况	
		昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间
1	变电站西北侧约 60m***家	41	39	60	50	34.5	34.5	41.9	40.3	0.9	1.32	达标	达标
2	变电站北侧约 185m 瑶田村 ***民房	42	39	60	50	24.5	24.5	42.1	39.2	0.1	0.2	达标	达标

由表 6.2-10 可知，桃源 500kV 变电站按本期工程规模投运后，厂界环境噪声排放值昼间为 (26.5~43) dB (A)，夜间为 (26.5~43) dB (A)，昼、夜间工业企业厂界环境噪声排放均能够满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008) 2 类标准要求 (昼间 60 dB (A)，夜间 50dB (A))。

由表 6.2-11 可知，桃源 500kV 变电站四周声环境保护目标处噪声能够满足《声环境质量标准》(GB3096-2008) 2 类标准限值要求。

6.2.4 输电线路工程声环境影响预测和分析

6.2.4.1 噪声类比预测结果及分析

(1) 选择类比对象

本工程 500kV 输电线路为单回线路和同塔双回线路架设，按照建设规模、电压等级、容量、架线型式及使用条件，单回线路类比监测对象选择技术参数类似的***单回线路，同塔双回线路类比监测对象选择技术参数类似的 500kV*** 双回输电线路。

(2) 类比对象可比性分析

本项目 500kV 输电线路与类比对象的可比性分析见表 6.2-12。

表 6.2-12 类比对象与本工程线路条件一览表

项目	本项目 500kV 线路		类比 500kV 线路	
	单回线路	同塔双回线路	500kV***线	500kV***线
电压等级	500kV	500kV	500kV	500kV
导线排列	水平排列	垂直排列	水平排列	垂直排列
导线型号	4×JL3/G1A-500/45	4×JL3/G1A-500/45	4×JL/G1A-400/35	4×JL/LHA1-465/210
导线分裂数	4 分裂	4 分裂	4 分裂	4 分裂
分裂间距	450mm	450mm	450mm	450mm
导线对地最小距离	—	—	约 16m	约 21m

本期类比线路选择的合理性分析如下：

①电压等级

本期线路和类比线路的电压等级均为 500kV，根据声环境影响分析，电压等级是影响线路声环境的首要因素。因此，类比线路具有较好的可比性。

②回路数、架设方式

本期线路和类比线路采用相同方式架设，根据声环境影响分析，回路数、架设方式是影响声环境的重要因素，因此，类比线路具有较好的可比性。

③导线型号、导线相序排列

本期单回线路采用水平排列，双回线路采用垂直排列，与类比线路排列方式相同；导线截面越大，噪声影响越小，本期线路导线截面略大于类比线路导线截面，因此，类比线路具有很好的可比性。

综上所述，类比对象与本项目新建线路的电压等级、架设方式、导线排列方式、导线型号均相似，因此类比对象的选择合理，可以通过类比对象的监测结果对本工程投运后产生的声环境进行类比预测。

(3) 类比监测因子

等效连续 A 声级。

(4) 类比监测布点

以线路走廊中心为起点，沿垂直于线路方向进行，间距 5m 布点，测至 60m。

(5) 监测单位、监测仪器及监测方法

①监测单位

江苏核众环境监测技术有限公司。

②监测方法

《声环境质量标准》（GB3096-2008）。

③监测仪器

监测仪器见表 6.2-13。

表 6.2-13 类比线路监测仪器相关信息

序号	仪器型号	仪器编号	测量范围	检定（校准）有效期
1	AWA6218B 声级计	015733	35dB (A) ~130dB (A)	2017.10.16~2018.10.15
2	AWA6221B 声校准器	6221B0792	/	2017.11.22~2018.11.21

(6) 监测工况

表 6.2-14 类比线路监测期间工况负荷情况

类比线路工程	日期	对象	电压 (kV)	电流 (A)
500kV***线	2017年12月20日	500kV 斗南 5266 线	513.06~513.50	793.79~1094.82
500kV***线	2017年12月20日	500kV 茅斗 5265 线	512.17~513.05	928.15~1231.68
		500kV 斗南 5266 线	513.06~513.50	793.79~1094.82

(7) 监测环境条件

表 6.2-15 监测时间和监测环境条件

类比线路	监测时间	天气	温度 (°C)	湿度 (%)	风速 (m/s)
500kV***线、 500kV***线	2017年12月20日	晴	-2~11	48~59	0.5~1.1

(8) 类比监测结果及分析

①类比监测结果

500kV***线和 500kV***线声环境类比监测结果详见表 6.2-16、表 6.2-17。

表 6.2-16 单回路噪声类比-500kV***线噪声监测值

测点编号	监测点位	昼间 (dB(A))	夜间 (dB(A))	
1	500k***线#82~#83塔间弧垂最低位置横截面上	0m	46.1	43.3
2		5m	46.2	43.6
3		10m	46.5	43.1
4		15m	45.1	43.2
5		20m	45.5	42.1
6		25m	46.8	42.6
7		30m	46.9	42.1
8		35m	46.5	42.4
9		40m	46.2	42.7
10		45m	45.9	42.8
11		50m	45.5	42.4
12		55m	45.5	43.1
13		60m	45.3	42.0

表 6.2-17 双回路噪声类比-500kV***线噪声监测值

测点编号	监测点位	昼间 (dB(A))	夜间 (dB(A))	
1	500kV***塔间弧垂最低位置横截面上	0m	47.7	42.4
2		5m	47.5	43.3
3		10m	47.4	43.4
4		15m	47.3	43.7
5		20m	47.0	42.2
6		25m	46.4	43.2
7		30m	46.2	43.1
8		35m	45.9	42.6
9		40m	45.3	42.7
10		45m	44.9	42.2
11		50m	44.7	42.1
12		55m	45.7	42.6
13		60m	46.8	42.7

②类比监测结果分析

500kV***线单回类比断面昼间噪声为 45.1dB(A)~46.9dB(A)，夜间噪声为 42.0dB(A)~43.6dB(A)，500kV***双回类比断面昼间噪声为 44.7dB(A)~47.7dB(A)，夜间噪声为 42.1dB(A)~43.7dB(A)，均可满足《声环境质量标准》（GB3096-

2008) 的 1 类标准要求。且噪声测值基本处于同一水平值上, 说明线路噪声对周围声环境很小。

由以上类比监测结果分析可知, 在好天条件下, 可以预测本工程 500kV 输电线路 (包括单回架设和同塔双回架设) 在正常运行时产生的噪声较小, 线路沿线声环境质量水平可以满足《声环境质量标准》(GB3096-2008) 1 类标准限值的要求。

6.2.4.1 声环境保护目标处噪声预测结果及分析

本项目 500kV 输电线路声环境保护目标处噪声预测值采用类比输电线路产生的噪声最大值进行预测, 预测结果见表 6.2-18。

表 6.2-18 本项目 500kV 输电线路声环境保护目标噪声预测结果一览表

序号	测点位置	噪声预测值 (dB(A))		声功能 区类别	达标/ 超标	
		昼间	夜间			
卓然~汀州 500kV 线路工程						
3	拟建单回线路东侧边导线外约 21m 纪念堂	46.9	43.6	2 类	达标	
4	拟建单回线路南侧边导线外约 45m 纪念堂	46.9	43.6	2 类	达标	
5	拟建单回线路东侧边导线外约 8m***家	46.9	43.6	1 类	达标	
5	拟建单回线路东北侧边导线外约 12m 桥星路***民房	46.9	43.6	1 类	达标	
6	拟建单回线路东北侧边导线外约 5m***家 辅助房	46.9	43.6	1 类	达标	
7	拟建单回线路西南侧边导线外约 35m 在建 民房	46.9	43.6	4a 类	达标	
8	拟建双回线路西南侧边导线外约 6m***民 房	47.7	43.7	1 类	达标	
9	拟建双回线路东北侧边导线外约 20m***民房	地面	47.7	43.7	1 类	达标
		2 层楼 顶	47.7	43.7		
10	拟建双回线路西南侧边导线外约 20m 楼下 ***民房	47.7	43.7	1 类	达标	
11	拟建双回线路东北侧边导线外约 20m***民房	地面	47.7	43.7	1 类	达标
		2 层楼 顶	47.7	43.7		
桃源~汀州 500kV 线路工程						
12	拟建双回线路西南侧边导线外约 45m***家民房	地面	47.7	43.7	2 类	达标
		2 层楼 顶	47.7	43.7		
13	拟建双回线路东北侧边导线外约 40m***民房	地面	47.7	43.7	2 类	达标
		2 层	47.7	43.7		
		3 层 楼顶	47.7	43.7		
14	拟建单回线路东南侧边导线外约 20m 看护 房	46.9	43.6	1 类	达标	

15	拟建单回线路西北侧边导线外约 20m 祠堂	46.9	43.6	1 类	达标	
16	拟建单回线路东南侧边导线外约 40m 功德亭	46.9	43.6	1 类	达标	
17	拟建单回线路东南侧边导线外约 10m 田口村***民房	46.9	43.6	1 类	达标	
18	拟建单回线路西北侧边导线外约 10m 看护房	46.9	43.6	1 类	达标	
19	拟建单回线路东南侧边导线外约 20m***家	地面	46.9	43.6	1 类	达标
		2 层	46.9	43.6		
		3 层	46.9	43.6		
20	拟建单回线路西北侧边导线外约 15m 看护房	46.9	43.6	1 类	达标	
21	拟建单回线路西北侧边导线外约 40m 富圩坪闲置房	46.9	43.6	1 类	达标	
22	拟建双回线路东北侧边导线外约 8m***家民房	47.7	43.7	2 类	达标	

根据预测结果，500kV 输电线路运行时声环境保护目标处昼间、夜间噪声符合《声环境质量标准》（GB3096-2008）相应区域标准限值要求。

6.2.5 声环境影响评价结论

6.2.5.1 变电站工程声环境影响评价结论

汀州（龙西）500kV 变电站通过选用低噪声设备，本期工程投运后厂界噪声满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准，变电站四周声环境保护目标处噪声能够满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准限值要求。

汀州（龙西）500kV 变电站终期规模，在变电站东南侧（靠近高压电抗器）夜间噪声超标（ $>50\text{dB(A)}$ ），同时在变电站西南侧（靠近 1#主变压器）夜间噪声超标（ $>50\text{dB(A)}$ ）。因此建议汀州（龙西）500kV 变电站远期建设中考虑采取适当的噪声治理措施，如在超标侧部分围墙顶部设置隔声屏障或对高抗采取 box-in 等，确保厂界环境噪声排放达到相应标准限值要求。考虑在东南侧部分围墙和西南侧部分围墙顶部设置 3m 高隔声屏障降噪措施下，通过预测汀州（龙西）500kV 变电站终期规模投运后厂界环境噪声排放达到相应标准限值要求。

桃源 500kV 变电站通过选用低噪声设备，本期工程投运后厂界噪声满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准，变电站四周

声环境保护目标处噪声能够满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2类标准限值要求。

卓然 500kV 变电站本期扩建无新增噪声源，前期工程已采取噪声控制措施，根据竣工环境保护验收监测结果，本期间隔扩建侧厂界噪声满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2类标准，声环境保护目标处噪声满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2类标准，无噪声遗留问题。

6.2.5.2 输电线路工程声环境影响评价结论

根据类比评价结果推断，本项目投运以后，输电线路沿线地区及声环境保护目标处可满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）相应标准要求。

6.3 地表水环境影响分析

（1）汀州（龙西）500kV 变电站

汀州（龙西）500kV 变电站建成投运后不产生生产性废水，运行期对环境产生影响主要来源于站内值守人员产生的生活污水。变电站运行期日常值守人员按 5 人考虑，巡检维护人数按 30 人考虑，巡检维护频次为 2 次/月，日用水量最大为 2.3m³/d，生活污水产生量按日用最大用水量的 90%考虑，产生量为 2.07m³/d，站内值守人员产生的少量生活污水可经一体化地埋式污水处理装置集中收集、处理达标后站内回收利用，不外排，因此不会对区域水环境造成影响。

（2）卓然 500kV 变电站

卓然 500kV 变电站前期项目已设置生活污水处理装置、事故油池等设施。变电站生产设施没有经常性生产排水，通常只有间断产生的生活污水及雨水。500kV 卓然变电站值班人员产生的少量生活污水经过站内地埋式污水处理装置处理达标后站内回收利用。

本次扩建投运后不新增劳动定员，不增加生活污水量，因此，不会对周围水环境新增影响。

（3）桃源 500kV 变电站

桃源（永安）500kV 变电站尚未建成投用，根据环评报告可知：桃源（永安）500kV 变电站建成投运后不产生生产性废水，运行期对环境产生影响主要来源于站内值守人员产生的生活污水。变电站运行期日常值守人员按 5 人考虑，巡检维护人数按 30 人考虑，巡检维护频次为 2 次/月，日用水量最大为

2.3m³/d，生活污水产生量按日用最大用水量的 90%考虑，产生量为 2.07m³/d，站内值守人员产生的少量生活污水可经一体化地埋式污水处理装置集中收集、处理达标后站内回收利用，不外排，因此不会对区域水环境造成影响。

本次扩建投运后不新增劳动定员，不增加生活污水量，因此，不会对周围水环境新增影响。

（4）输电线路工程

输电线路运行期间无废水产生，不会对线路沿线水体环境造成影响。

6.4 固体废物影响分析

6.4.1 一般固体废弃物

变电站运行期产生的固体废物主要为工作人员正常工作和生活产生的生活垃圾。汀州（龙西）500kV 变电站站内设置垃圾收集箱，生活垃圾经收集后定期清理外运至环卫部门指定地点进行统一处理，不会污染环境。

卓然变电站和桃源变电站为站内扩建，本次扩建投运后不新增变电站内值班人员数量，因此不新增生活垃圾产生量。

6.4.2 危险废物

本项目运行过程中可能产生的危险废物主要为变电站运行期内产生的废铅酸蓄电池和检修及事故情况下的废变压器油和含油废物。

（1）汀州（龙西）500kV 变电站

①危险废物影响分析

根据设计资料，汀州变电站最大一台变压器油量约 80t（ $80/0.895=89.38\text{m}^3$ ），站区设置总事故油池一座，容积约为 95m³，事故油池容积按《火力发电厂与变电站设计防火标准》（GB50229-2019）第 6.7.8 条单台主变最大油量的 100%设置，事故油池容积为 95m³。当变压器发生事故时，事故排油通过主变油坑、排油管排入事故油池，事故油池具有油水分离的功能，事故废油由有资质单位回收处置。

针对变电站内各类变压器油，变电站内设置污油排蓄系统，主变下铺设一卵石层，四周设有排油槽，并与事故油池相连，事故油池采取有效的防渗措施，其防渗层为至少 1m 厚黏土层（渗透系数 $\leq 10^{-7}\text{cm/s}$ ），或至少 2mm 厚高密度聚乙烯或其他人工材料（渗透系数 $\leq 10^{-10}\text{cm/s}$ ），确保变压器油不渗漏。事故油池

日常仅作为事故备用，主变发生事故时，变压器油通过事故油坑渗入事故油池，公司立即按照事故应急响应机制要求交由有资质的单位进行转移处理，并按要求办理危险废物转移联单，并明确禁止在转移过程中擅自拆解、破碎、丢弃废旧蓄电池。废变压器油经收集后优先考虑回收利用，不能回收的部分交由有资质的单位处置。

变电站采用蓄电池作为备用电源，一般设置有容量为 800Ah 的蓄电池组两组。根据《国家危险废物名录（2021 年版）》，废弃的铅蓄电池属于危险废物，编号为 HW31，危险特性为毒性（T）。退役的铅酸蓄电池由公司物资部门统一处置，经鉴定不能再使用的废铅酸蓄电池作为危废按照危废处理办法交由有资质单位统一处置。

②危险废物处理、处置要求

根据《危险废物转移管理办法》生态环境部、公安部、交通运输部（部令第 23 号）中危险废物转移的相关规定，本项目产生的废变压器油、废铅酸蓄电池等危险废物在转移时应当执行危险废物转移联单制度，通过国家危险废物信息管理系统填写、运行危险废物电子转移联单，并依照国家有关规定公开危险废物转移相关污染防治信息。建设单位在危险废物处理、处置时采取以下措施：

- 1) 对承运人或接受人的主体资质和技术能力进行核实，依法签订书面合同，并在合同中约定运输、贮存、利用、处置危险废物的污染防治要求及相关责任；
- 2) 执行危险废物管理计划，明确拟转移危险废物的种类、重量（数量）和流向等信息；
- 3) 建立危险废物管理台账，对转移的危险废物进行计量称重，如实记录、妥善保管转移危险废物的种类、重量（数量）和接受人等相关信息；
- 4) 填写、运行危险废物转移联单，在危险废物转移联单中如实填写移出人、承运人、接受人信息，转移危险废物的种类、重量（数量）、危险特性等信息，以及突发环境事件的防范措施等；
- 5) 及时核实接受人贮存、利用或者处置相关危险废物情况。

建设单位应当按照国家有关要求开展危险废物鉴别。禁止将危险废物以副产品等名义提供或者委托给无危险废物经营许可证的单位或者其他生产经营者从事收集、贮存、利用、处置活动。

（2）卓然 500kV 变电站

卓然变电站前期工程已上齐蓄电池，本期间隔扩建工程不增加蓄电池容量。根据《国家危险废物名录（2021年版）》，废弃的铅蓄电池属于危险废物，编号为 HW31，危险特性为毒性（T）。退役的铅酸蓄电池由公司物资部门统一处置，经鉴定不能再使用的废铅酸蓄电池作为危废按照危废处理办法交由有资质单位统一处置。废旧蓄电池在收集、运输、更换时，严格执行《危险废物转移管理办法》生态环境部、公安部、交通运输部（部令第 23 号）中危险废物转移的相关规定，禁止在转移过程中擅自拆解、破碎、丢弃废旧蓄电池。

卓然 500kV 变电站前期工程建有 2 座事故油池，其中主变事故油池容积为 90m³、高抗事故油池容积为 60m³。针对变电站内各类变压器油，变电站内设置污油排蓄系统，主变下铺设一卵石层，周设有排油槽，并与事故油池相连，事故油池有一定的防渗等级。事故油池日常仅作为事故备用，当主变压器发生事故漏油时，事故油排至主变压器下方的集油坑，再由排油管道排至事故集油池（具有油水分离功能），经过隔油处理后的主变压器油交由有资质的单位回收处理，不外排。

（3）桃源 500kV 变电站

桃源变电站尚未建成投运，本期间隔扩建工程不增加蓄电池容量。根据《国家危险废物名录（2021年版）》，废弃的铅蓄电池属于危险废物，编号为 HW31，危险特性为毒性（T）。退役的铅酸蓄电池由公司物资部门统一处置，经鉴定不能再使用的废铅酸蓄电池作为危废按照危废处理办法交由有资质单位统一处置。废旧蓄电池在收集、运输、更换时，严格执行《危险废物转移管理办法》生态环境部、公安部、交通运输部（部令第 23 号）中危险废物转移的相关规定，禁止在转移过程中擅自拆解、破碎、丢弃废旧蓄电池。

桃源 500kV 变电站前期工程设有主变事故集油池（容积约 90m³），同时新增油浸式电抗器事故油接入原电容器事故排油系统，电抗器油量约 12 吨，原来电容器事故油池有效容积约 5m³，需对原电容器事故油池进行扩建，扩建方式采用在电容器事故油池后串联一座有效容积不低于 10m³ 的新建事故油池。新建事故油池新建期间临时封堵原事故油池出水管，排水采用水泵抽排，待新事故油池修建完成后进行串联。针对变电站内各类变压器油，变电站内设置污油排蓄系统，主变下铺设一卵石层，周设有排油槽，并与事故油池相连，事故油池

有一定的防渗等级。事故油池日常仅作为事故备用，当主变压器发生事故漏油时，事故油排至主变压器下方的集油坑，再由排油管道排至事故集油池（具有油水分离功能），经过隔油处理后的主变压器油交由有资质的单位回收处理，不外排。

6.5 环境风险分析

6.5.1 环境风险影响分析

根据《国家危险废物名录》（中华人民共和国环境保护部令第39号）、关于发布《建设项目危险废物环境影响评价指南》的公告（环境保护部公告2017年第43号，2017年10月1日施行），本项目运行过程主变等含油设备发生事故、检修时产生的变压器油为国家危险废物名录废物类别中废矿物油与含矿物油废物。变电站运行过程中更换的蓄电池为国家危险废物名录废物类别中的含铅废物。因此本项目可能产生环境风险的主要是变压器油和废旧蓄电池，危险废物特性汇总见表6.5-1。

表 6.5-1 危险废物特性汇总表

序号	危险废物名称	危险废物类别	危险废物代码	产生量(吨/年)	产生工序及装置	形态	主要成分	有害成分	产废周期	危险特性
1	变压器维护、更换和拆解过程中产生的废变压器油	HW08 废矿物油与含矿物油废物	900-220-08	/	主变等含油设备事故或检修	液态	环烷烃（68.3%）和芳香烃等	环烷烃（68.3%）和芳香烃	事故或检修时产生	毒性、易燃性
2	废弃的铅蓄电池	HW31 含铅废物	900-052-31	/	变电站内设备使用的蓄电池	固态	金属铅、镉、砷、铋、镉、铜、钙和锡等化学物质，以及硫酸钡、炭黑和木质素等膨胀材料等	铅为主的重金属	5~10年	毒性、腐蚀性

(1) 变压器油

①环境风险源

变压器油的主要成分是烷烃、环烷族饱和烃、芳香族不饱和烃等化合物，为浅黄色透明液体，相对密度 $0.895 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ ，凝固点 $< -45^\circ\text{C}$ ，闪点 $\geq 135^\circ\text{C}$ 。根据《国家危险废物名录（2021年版）》，检修或者事故情况下产生的废变压器油都是危险废物，类别为 HW08。

变压器油闪点 $\geq 135^\circ\text{C}$ ，根据《化学品分类和标签规范 第7部分：易燃液体》（GB 30000.7-2013），属于第4类易燃液体。

根据《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）“长期或短期生产、加工、运输、使用或贮存危险物质，且危险物质的数量等于或超过临界量的功能单元”定为重大危险源，本项目变压器油属于第4类易燃液体，不属于重大危

险源。

②变压器油可能产生的环境影响

在设备发生事故时，有可能造成变压器油泄漏，如果泄漏到外环境则可能造成污染。

（2）废铅酸蓄电池

变电站运行期产生的危险废物主要为蓄电池。变电站内设备使用的蓄电池主要为阀控式密封铅酸蓄电池，电池中的正负两极，由铅制成格栅，正极表面涂有二氧化铅，负极表面涂有多孔具有可渗透性的金属铅。通常还含有铅、锑、砷、铋、镉、铜、钙和锡等化学物质，以及硫酸钡、炭黑和木质素等膨胀材料。

阀控式铅酸蓄电池的正常使用寿命在 10 年以上，理论上可到 20 年，但在实际使用中经常出现容量不足或者早期失效的现象。影响阀控铅酸蓄电池使用寿命的因素很多，根据环境不同，使用寿命差别较大，实际情况中，变电站内使用寿命一般在 5~10 年。

因而变电站运行过程中，需要更换蓄电池，如若处置不当，可能引发以铅为主的重金属污染风险。

按照《废铅酸蓄电池处理污染控制技术规范》（HJ519—2009）要求，当对蓄电池进行拆除更换时，建设单位将废旧蓄电池交由有相应资质的单位回收处置，严禁随意丢弃。

综上所述，本项目投运后存在的主要环境风险为主变压器事故油泄露。在严格遵循例行维修和事故状态检修的废油处理处置的操作规程前提下，本项目产生的环境风险处于可控状态，产生的风险影响较小。针对本项目可能发生的突发环境事件，建设单位应按照国家有关规定制定环境风险应急预案，并定期演练。

6.5.2 环境风险防范措施

当变电站变压器发生事故时，变压器油将通过主变下方的事故油坑和排油管道进入事故油池。根据设计单位提供资料，本项目新建汀州（龙西）变电站设有 1 座事故油池，容积约为 95m³，按一台变压器最大事故油量的 100%设计。本期新建 4#主变油重 80t， $80t \div 0.895t/m^3 = 89.38m^3 < 95m^3$ 。根据《火力发电厂与变电站设计防火标准》（GB50229-2019）第 6.7.8 条的规定：“户外单台主变

油量为 1000kg 以上的电气设备，应设置贮油或挡油设施，其容积宜按设备油量的 20%设计，并能将事故油排至总事故油池。总事故贮油池的容量应按其接入的油量最大的一套设备确定”。因此本项目新建的事故油池有效容积可以 100%满足单台主变油量的容积要求。

变压器下事故油坑铺设一卵石层，四周设有排油槽并与集油池相连。变压器排油时，所有的油水混合物将渗过卵石层并通过排油槽到达集油池，在此过程卵石层起到冷却油的作用，不易发生火灾。由有资质的单位对废油全部回收处理，不外排。同时事故油坑、排油槽及事故油池四壁及底面均采取防渗措施，根据《危险废物贮存污染控制标准》有关规定，其防渗层为至少 1m 厚黏土层（渗透系数 $\leq 10^{-7}\text{cm/s}$ ），或至少 2mm 厚高密度聚乙烯或其他人工材料（渗透系数 $\leq 10^{-10}\text{cm/s}$ ），确保变压器油不渗漏，防止废油渗漏产生环境污染事故。因此，本项目运行后潜在的环境风险是可控的。

根据《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023），事故油池、油坑应按《危险废物识别标志设置技术规范》（HJ1276-2022）要求做好以下污染控制要求：

a.事故油池设置危险废物贮存设施或场所标志和危险废物标签等危险废物识别标志。

b.事故油池防渗层应覆盖整个池体，防渗层为至少 1m 厚黏土层（渗透系数不大于 10^{-7}cm/s ），或至少 2mm 厚高密度聚乙烯膜等人工防渗材料（渗透系数不大于 10^{-10}cm/s ），或其他防渗性能等效的材料。

c.事故油池应采取措施防止雨水、地面径流等进入，保证能防止当地重现期不小于 25 年的暴雨流入事故油池内。

d.事故油池应采取措施减少大气污染物的无组织排放。

6.5.3 环境风险应急预案

根据调查，建设单位积极开展重特大事故应急处理机制建立及预案制定工作，高度重视应急管理体系建设，逐步建立健全了电力应急管理体制和机制，编制有完善的事故应急预案（即：《国网福建省电力有限公司突发环境事件应急预案》（2021 年版），其中包括变压器油外泄事故及变电站火灾等应急预案）。

为进一步保护环境，环评提出本项目投运后，建设单位须针对汀州（龙西）

变电站的变压器油泄漏等可能事故，建立相应的事故应急管理部门，并制定相应环境风险应急预案，以防风险发生时能够紧急应对，并及时进行救援和减少环境影响。

（1）应急组织机构

建设单位设应急领导小组全面领导应急工作，应急领导小组下设安全应急办公室负责事件的归口管理，安全应急办公室归口管理突发环境事件应急工作。环境污染事件发生后，根据突发环境事件处置应急预案，成立突发环境事件处置办公室和环境污染事件处置现场指挥部。

（2）应急预案

①应急预案主要内容

建设单位应制定风险应急预案，主要包括发生火灾事故的预案、发生自燃灾害时的预案、生产控制系统发生故障时的预案等。应急预案主要内容及框架见表 6.5-2。

表 6.5-2 应急预案主要内容表

序号	项目	预案内容及要求
1	应急计划区	危险目标：主变区、配电装置区
2	应急组织机构	站区：负责全厂指挥、事故控制和善后救援 地区：对影响区全面指挥、救援疏散
3	预案分级响应条件	规定预案级别，分级响应程序及条件
4	应急救援保障	应急设施、设备与器材等
5	报警、通讯联络方式	规定应急状态下的报警通讯方式、通知方式
6	应急环境监测、抢险、救援及控制措施	由专业队伍负责对事故现场进行侦察监测，对事故性质、参数与后果进行评估，为指挥部门提供决策依据
7	应急防护措施	防火区域控制：事故现场与邻近区域消除 污染措施：清除污染设备与配置
8	应急救援关闭程序与恢复措施	规定应急状态终止程序：事故现场善后处理，恢复措施；邻近区域解除事故警戒及善后恢复措施
9	培训计划	人员培训：应急预案演练

②主变压器油泄漏应急预案

1) 组织领导：

领导机构：运行管理单位相关部门负责变压器油泄漏处理问题，明确责任归属。

责任人：领导机构分管人员、站长、站内值班组长，值班巡视人员。

2) 事故应急预案（措施）：

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

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

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

d) 对事故现场进行勘察，对事故性质、参数与后果进行评估；

e) 对事故现场与邻近区域进行防火区控制，对受事故油污染的设备进行清除；

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

7 生态环境影响预测与评价

7.1 概述

7.1.1 生态评价等级

本项目线路路径较长，无法对生态保护红线进行完全避让，另外一档跨越桂溪省级森林公园、自然保护小区。除此以外，本项目不进入其他法定生态保护区域、重要生境以及其他具有重要生态功能、对保护生物多样性具有重要意义的区域，以及《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022）中规定的生态敏感区域。工程占地面积（永久占地与临时占地共计约）远小于0.536986km²，根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022），变电站生态评价等级三级，本项目穿越生态保护红线段、跨越自然保护小区段输电线路评价等级二级，其余输电线路段评价等级为三级。

表 7.1-1 生态环境影响等级判定

序号	评价等级	判断项	判断结果
1	一级评价	是否涉及国家公园	不涉及
2		是否涉及自然保护区	不涉及
3		是否涉及世界自然遗产	不涉及
4		是否涉及重要生境	涉及；自然保护小区（一档跨越）
5	二级评价	是否涉及自然公园	涉及；桂溪省级森林公园（一档跨越）
6		是否涉及生态保护红线	涉及
7		根据 HJ2.3 判断属于水文要素影响型且地表水评价等级不低于二级的建设项目	不涉及
8		根据 HJ610、HJ964 判断地下水水位或土壤影响范围内分布有天然林、公益林、湿地等生态保护目标的建设项目	不涉及
9		工程占地规模大于 20km ²	不涉及，远小于 20km ²
10	三级评价	除以上以外的情况，评价等级为三级	
11	特别规定	线性工程地下穿越或地表跨越生态敏感区，在生态敏感区范围内无永久、临时占地时，评价等级可下调一级	①一档跨自然保护小区，无永久、临时占地，因此由一级下调为二级； ②一档跨越桂溪省级森林公园，无永久、临时占地，因此由二级下调为三级
12		线性工程可分段确定评价等级。	①变电站生态评价等级三级； ②穿越生态保护红线段、跨越自然保护小区段输电线路评价等级二级，其余输电线路段评价等级为三级

7.1.2 生态评价范围

根据以上确定的生态评价等级，本项目生态评价范围如下：

（1）汀州（龙西）500kV 新建变电站生态评价范围为围墙外 500m 范围内区域；桃源、卓然 500kV 变电站生态评价范围为间隔扩建侧围墙外 500m 范围内区域。

（2）进入生态敏感区的输电线路段以边导线投影外两侧各 1000m 内的带状区域作为评价范围；

（3）其余输电线路段以边导线地面投影外两侧各 300m 内带状区域作为评价范围。本工程具体生态评价范围见附图 22。

7.1.3 生态环境影响识别

在工程分析基础上按照《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022）附录 A 生态影响评价因子筛选表进行评价因子筛选，评价因子筛选表见表 7.1-2。

表 7.1-2 生态影响评价因子筛选表

评价阶段	受影响对象	评价因子	工程内容及影响方式	影响性质	影响强度
施工期	物种	分布范围、种群数量、种群结构、行为等	工程内容：变电站和输电线路施工； 影响方式：直接生态影响	短期、可逆生态影响	弱
	生境	生境面积、质量、连通性等	工程内容：变电站和输电线路施工； 影响方式：直接生态影响	短期、可逆生态影响	中
	生物群落	物种组成、群落结构等	工程内容：变电站和输电线路施工； 影响方式：直接生态影响	短期、可逆生态影响	中
	生态系统	植被覆盖度、生产力、生物量、生态系统功能等	工程内容：变电站和输电线路施工； 影响方式：直接生态影响	短期、可逆生态影响	弱
	生物多样性	物种丰富度、均匀度、优势度等	工程内容：变电站和输电线路施工； 影响方式：直接生态影响	短期、可逆生态影响	弱
	生态敏感区	主要保护对象、生态功能等	工程内容：输电线路施工； 影响方式：直接生态影响	短期、可逆生态影响	弱
	生态保护红线区域	主要保护对象、生态功能等	工程内容：输电线路施工； 影响方式：直接生态影响	短期、可逆生态影响	弱
	自然景观	景观多样性、完整性等	工程内容：变电站和输电线路施工； 影响方式：直接生态影响	短期、可逆生态影响	弱
运	物种	分布范围、种群	工程内容：输电线路巡	短期、可逆	弱

行期		数量、种群结构、行为等	线、维护； 影响方式：直接生态影响	生态影响	
	生态敏感区	主要保护对象、生态功能等	工程内容：输电线路巡线、维护； 影响方式：直接生态影响	短期、可逆生态影响	弱
	生态保护红线区	主要保护对象、生态功能等	工程内容：输电线路巡线、维护； 影响方式：直接生态影响	短期、可逆生态影响	弱
	自然景观	景观多样性、完整性等	工程内容：变电站及架空线路； 影响方式：直接生态影响	长期、不可逆生态影响	弱

7.1.4 评价原则

以可持续发展为指导思想，贯彻“预防为主、保护优先”、“开发与保护并重”的原则，从保护生态环境的要求出发，以野生动植物、土地资源、弃土（渣）场、大临工程为重点，注重保护土地资源，防治水土流失，维护生态系统的健康、完整及丰富的生物多样性，主要原则如下：

（1）坚持重点与全面相结合的原则。既要突出本项目所涉及的重点区域、关键时段和主导生态因子，又要从整体上兼顾本项目所涉及的生态系统和生态因子在不同时空等级尺度上结构与功能的完整性。

（2）坚持预防与恢复相结合的原则。预防优先，恢复补偿为辅。恢复、补偿等措施必须与项目所在地的生态功能区的要求相适应。

（3）坚持定量与定性相结合的原则。生态影响评价尽量采用定量方法进行描述和分析，当现有科学方法不能满足定量需要或因其他原因无法实现定量测定时，可通过定性或类比的方法进行描述和分析。

7.2 项目评价区生态环境现状

7.2.1 生态环境现状调查及评价方法

根据本工程建设线路长、影响跨度大的特点，评价采用“点线结合”的方法。本次评价在收集整理评价区及沿线相关区域生物资源现状资料、环境敏感区资料，充分利用 3S 技术，结合实地踏勘沿线具有代表性区域和工程重点实施区域，在地理信息系统的支持下，运用定性、定量分析相结合和类比同一区域内类似工程的方法评价工程沿线生态环境现状及预测工程建设造成的生态环境影响。

（1）资料收集法

收集沿线地区非生物因子特征、动植物类型及分布、土壤侵蚀、土地利用等资料，分析输电线路所经区域各生态要素现状情况，结合现场调查，得出沿线动植物分布、土地利用及水土流失等现状情况。

（2）遥感解译法

查清评价范围内土地利用现状及大概的植被分布类别，是生态影响评价的基础。本项目基于高分辨率遥感影像利用 GIS 软件对评价区域土地利用现状及植被分布状况基于进行人工目视解译，遥感影像采用区域 0.5m 分辨率卫星影像作为解译基础底图，进行数据统计和生态制图，得到项目评价区域土地利用、植被类型等生态现状信息。

（3）野生动植物现场调查法

根据本项目沿线植被类型分布情况、历史野生动物资料，结合工程特点，海拔和气候条件合理设置生态调查点位。由专业人员进行野外调查分析，具体工程沿线动植物调查点位设置和具体调查内容，详见 7.2.4 和 7.2.5 节。

（4）生态影响分析的主要评价方法

通过现状分析获得评价区动植物现状资料之后，根据工程施工活动的范围、类型、工期，类比类似工程预测分析施工期和营运期对植物的影响及恢复程度，并采用生态机理分析方法预测项目建设对动物的影响。本次利用 GIS 软件空间数据的叠置功能进行生态现状评价和生态影响评价。按叠置方式分视觉叠置和信息复合叠置，本次生态环境现状评价中绝大部分采用视觉叠置，将输电线路工程信息叠置在相应生态要素图件上，评价输电线路沿线的生态环境现状，生态影响预测评价主要采用信息复合叠置。

在遥感数据分析的基础上，运用景观生态学的原理，通过对比工程前后评价区内景观格局、多样性、优势度等特征的变化，预测分析工程建设对评价区生态完整性的影响。

对于其它方面的影响预测主要采取定性分析的方法。

7.2.2 土地利用现状调查与评价

本工程评价范围总面积 29991.04hm²，根据国家最新的土地利用类型分类标准(GB/T21010-2007)，结合卫星影像数据解析精度，将评价区土地用地类型划

分为耕地、林地、草地、建设用地、交通运输用地和水域及水利设施用地等 6 种地类。

表 7.2-1 评价区土地利用解译分类

类型	代码	内容
林地	1	包括常绿阔叶林、落叶阔叶林、常绿针叶林、落叶针叶林、针阔混交林、常绿阔叶灌木林、落叶阔叶灌木林、乔木园地、灌木园地、乔木绿地、灌木绿地等
草地	2	包括草甸、草原、草丛、草本绿地等
水域	3	包括森林沼泽、灌丛沼泽、草本沼泽、湖泊、水库/坑塘、河流、运河/水渠等
耕地	4	包括水田和旱地等
建设用地	5	包括居住地、工业用地、交通用地、采矿场等
未利用地	6	包括稀疏林、稀疏灌木林、稀疏草地、苔藓/地衣、裸岩、裸土、沙漠/沙地、盐碱地、冰川/永久积雪等

工程评价范围内土地利用解译结果见表 7.2-2。

表 7.2-2 评价区土地利用类型汇总表

一级类	二级类	面积 (hm ²)	占比 (%)	斑块数
耕地	0101 水田	146.80	0.49	29
	0103 旱地	1808.93	6.03	589
园地	0201 果园	222.57	0.74	128
	0202 茶园	133.62	0.45	139
林地	0301 乔木林地	24199.72	80.69	4993
	0302 竹林地	2384.12	7.95	743
	0305 灌木林地	85.72	0.29	26
工矿仓储及住宅用地	0601 工业用地	6.56	0.02	6
	0702 农村宅基地	294.77	0.98	139
交通运输用地	1003 公路用地	233.59	0.78	73
	1004 城镇村道路用地	47.07	0.16	60
水域及水利设施用地	1101 河流水面	208.78	0.70	43
	1103 水库水面	66.51	0.22	5
	1104 坑塘水面	44.05	0.15	28
其他土地	1201 空闲地	20.52	0.07	6
	1202 设施农用地	85.69	0.29	35
	1207 裸岩石砾地	2.02	0.01	6
合计		29991.04	100.00	7048

由表 7.2-2 可知，评价范围内土地利用类型以林地为主，占整个评价区域总面积的 88.93%；其次是耕地，占评价区域总面积的 6.52%；园地、工矿仓储及

住宅用地、交通运输用地、水域及水利设施用地、其他用地所占比例较少。评价区以林地为主要用地类型，自然生态背景相对较好。

分区段来看，三明段土地利用类型以林地为主，其次为未利用地、水域、耕地、草地、建设用地；龙岩段土地利用类型以林地为主，其次是未利用地、水域、耕地、草地、建设用地。详细土地利用情况见表 7.2-3 及附图 23。

表 7.2-3 评价区土地利用类型汇总表

市	类型	林地	水域	耕地	建设用地	未利用地	小计
三 明	面积 (hm^2)	8620.95	240.75	766.23	177.93	20.30	9826.16
	百分比 (%)	87.73	2.45	7.80	1.81	0.21	100
龙 岩	面积 (hm^2)	18035.92	78.58	1558.38	489.74	2.24	20164.88
	百分比 (%)	89.44	0.39	7.73	2.43	0.01	100

7.2.3 生态系统分布

评价范围内生态系统类型主要包括森林生态系统、湿地生态系统、草地生态系统、农田生态系统、城镇生态系统等。工程评价区范围内主要是森林生态系统占比 88.59%，其次是农田生态系统占比 8.18%，其他类型的生态系统类型面积较小。项目评价范围内生态系统分布类型见附图 24。

表 7.2-4 项目评价区范围内生态系统类型统计表

生态系统类型	分类	面积 (hm ²)	面积占比 (%)	环境特征
森林生态系统	11 阔叶林	9915.73	33.06	以半自然和人工种植的森林、竹林、经济林以及荒地、灌草地等为主，主要分为 3 层：乔木层优势种明显，灌木层不明显；草本层稀疏。主要生态功能是景观服务、水源涵养、气候调节、生物多样性保护等。
	12 针叶林	16655.42	55.53	
灌丛生态系统	22 针叶灌丛	85.72	0.29	由灌丛组成。灌丛是指由多种灌木树种组成的植被群落，通常生长在干旱或半干旱地区。灌丛生态系统在全球分布广泛，具有独特的生物多样性和生态功能。灌丛生态系统的特点是植物丰富多样，包括矮灌木、高灌木和亚灌木等不同类型的灌木。
湿地生态系统	42 湖泊	66.51	0.22	主要为湖泊、河流、沟渠、池塘等，是具有重要生态服务功能价值和生态脆弱性较强的生态系统。其挺水和浮水植被较多，沉水植被极少。主要生态服务功能是景观服务、水源涵养、调节气候、保护生物多样性等。
	43 河流	208.78	0.70	
农田生态系统	51 耕地	2085.47	6.95	以农业种植为主的点状村镇、农田等，以人工和半自然生态系统类型为主。旱地作物主要为花生、玉米和小麦；水田作物主要为水稻。
	52 园地	368.88	1.23	
城镇生态系统	61 居住地	294.77	0.98	以城市建成区和未来发展区为主，包括城关镇、工业区、居民点以及城市其它功能区，人口、建筑和经济密度较高，第三产业发达，其主要功能为生态良好的行政、商务、居住和经济发展区。
	63 工矿交通	287.21	0.96	
其他	82 裸地	22.54	0.01	裸土地
合计		29991.04	100.00	
草地生态系统	\	\	\	以杂草地及景观绿地等为主，主要生态功能是景观服务、水源涵养、生物多样性保护等。

7.2.4 陆地植被调查

7.2.4.1 评价区植被区划情况

福建地形复杂，武夷和戴云两大山脉东北西南走向平行于境内，造成山脉南北的不同气候条件；又因东南濒海，受海洋暖流的影响，造成沿海向内陆的

自东南向西北温度递减的现象，不受经度、纬度地带性的限制。雨量大多在1400-2000mm，因此降雨不是植物区系分布的主要因素，主要限制因素为地理条件和温度。

依据《福建植被》，福建隶属于中国3大植被区域中的“中国东部湿润森林区”。省内又分为两个植被带，即南亚热带雨林地带与中亚热带照叶林地带。其中，南亚热带雨林地带内典型植被类型基本上一致，因而仅划为一个植被区；中亚热带照叶林地带内植被类型均以照叶林为主，但闽西、闽中、闽东、浙江省东南部，以及粤赣交界以东与闽北地区植被在树种成分上有差异，故在中亚热带照叶林地带内，可划分为两个植被区。按建群种在区划上有一定的地域性、农作物和果树栽培上具有一定的特异性来划分。在上述3个植被区内可以又划分成6个植被小区。

工程途经福建省三明市、龙岩市两市。沿线植被类型包括1个植被地带、1个植被区、2个植被小区，即（1）Ⅱ中亚热带照叶林植被带-Ⅱ_B南岭东部山地常绿槠类照叶林区-Ⅱ_{B4}闽西博平岭西部常绿槠类照叶林小区；（2）Ⅱ中亚热带照叶林植被带-Ⅱ_B南岭东部山地常绿槠类照叶林区-Ⅱ_{B5}闽中、闽东戴云山一鹜峰山北部常绿槠类照叶林小区。工程沿线植被区划详见表7.2-5、图7.2-1。

表 7.2-5 工程沿线植被区划

植被区域	植被地带	植被区	植被小区	分布情况
中国东部湿润森林区	Ⅱ中亚热带照叶林地带	Ⅱ _B 南岭东部山地常绿槠类照叶林区	Ⅱ _{B4} 闽西博平岭西部常绿槠类照叶林小区	沿线路由南向北
			Ⅱ _{B5} 闽中、闽东戴云山一鹜峰山北部常绿槠类照叶林小区	

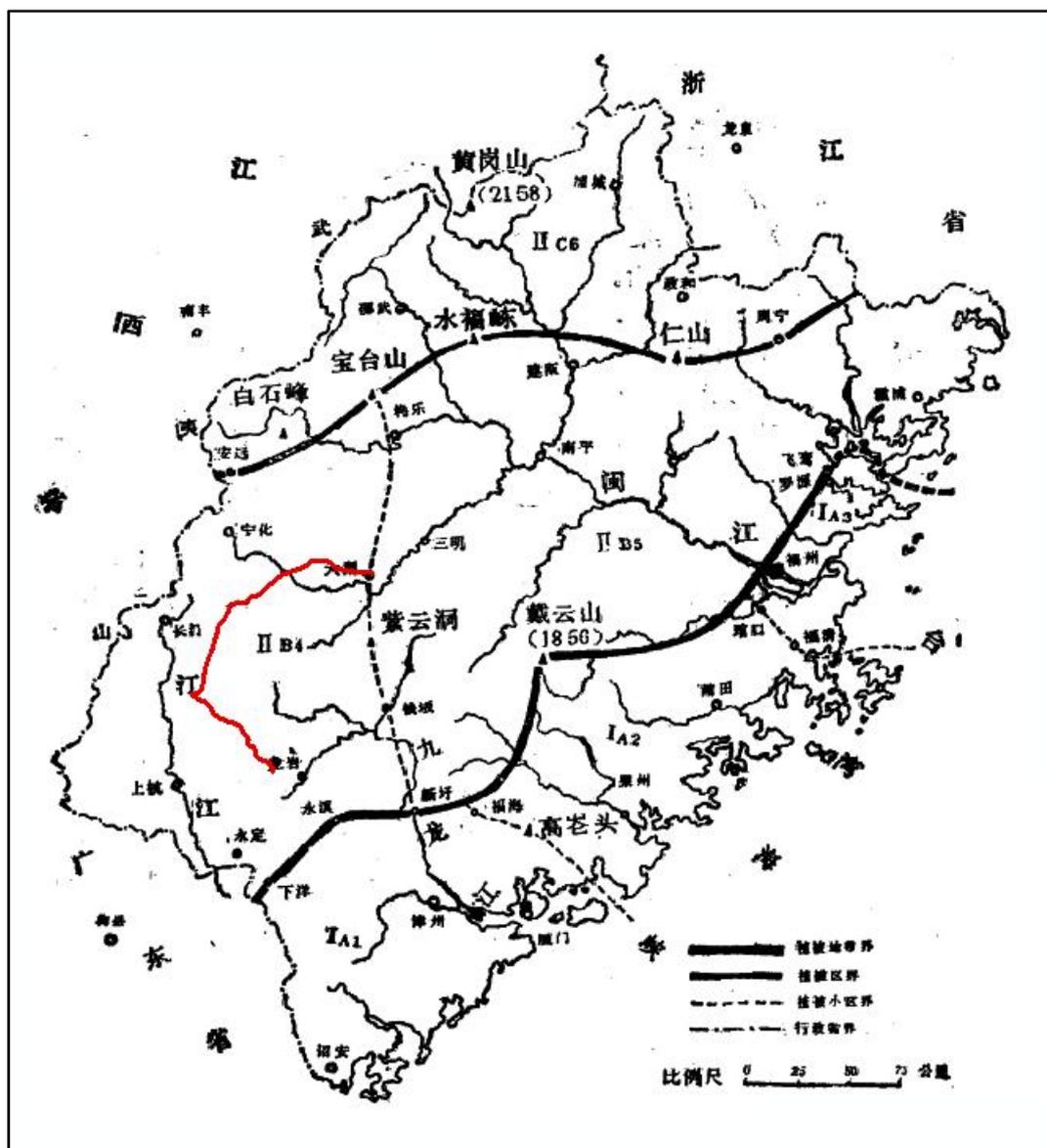


图 7.2-1 福建省植被区划图（红线为本工程路线）

工程穿越福建植被区划类型详细说明如下：

(1) II 中亚热带照叶林植被带

照叶林地带在我国面积辽阔，北自长江以南，南到南亚热带雨林区以北，西至四川盆地，东至沿海，相当于中国植被区划的“中亚热带常绿阔叶林亚带。”福建自南亚热带雨林北界以北的广大地区皆为中亚热带照叶林植被地带。

本地带气候温和而湿润，年均温 18--20℃(个别地区达 17℃)。土壤主要是沙页岩和花岗岩形成的红壤和山地黄壤，亦有部分石灰岩或流纹岩母岩所形成的土壤，呈中性、微酸性或微碱性反应。

本地带典型植被为中亚热带照叶林，无论在区系组成和栽培植物方面都具有一定的特点。组成本地带的主要植被的区系植物多为壳斗科常绿种属如槲属、青冈属、石栎属等以及樟科、山茶科、冬青科、山矾科、金缕梅科、蔷薇科、木兰科、木犀科、杨梅科、竹亚科等。这些科属都是在落叶阔叶林区基本上少见或没有的。在海拔较高山地的落叶阔叶林中，槭树科和桦木科以及壳斗科的栎属也占一定的比重。针叶树种有红豆杉科的红豆杉属、榧树属，三尖杉科的三尖杉属，松科的松属、金钱松属、油杉属，杉科的杉木属、柳杉属，柏科的福建柏属等都是代表性的乔木科属。

本带的地带性植被主要为中平热带照叶林，这些森林破坏后有许多次生植被出现。在较北海拔较高的武夷山麓也出现了白栎、茅栗等落叶性群落。全区除在闽东北有海岸线而出现低矮的秋茄红树林外，多是以内陆山地丘陵的多种次生植被为主。

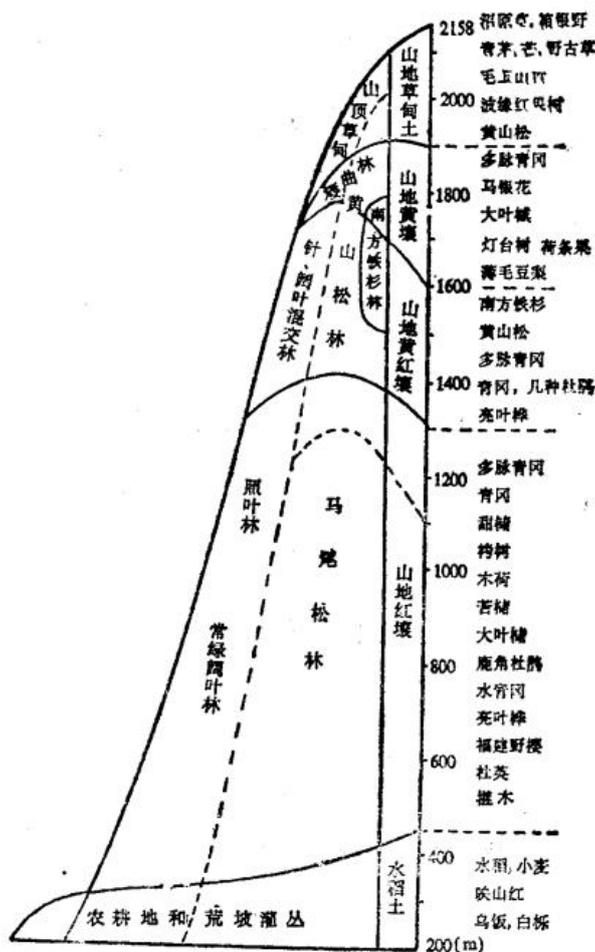


图 7.2-2 黄岗山东南坡植被垂直分布图

1) II_B 南岭东部山地常绿槲类照叶林区

本区范围在本区划中南界与亚热带雨林区的北界相叠，北界自江西广昌经宁化安远接泰宁宝台山、笔架山，经政和仁山至周宁与浙江南雁荡山相接。本区境内有东北部的鹫峰山、南部的戴云山、博平岭等山脉连续逶迤其中，大部分处于闽江、九龙江、江江的中上游地区。山地丘陵起伏，地形复杂，其地势除宁德地区近海海拔较低外，大都在海拔 200-500 米以上，也有高达 1600 米以上的中山（如龙岩尖峰山海拔 1730 米，上杭道天山 1797 米，屏南岗架头山 1815 米）。由于地势高，温度比上述亚热带雨林区低。在这些复杂地形中形成许多小气候，东部和西部有较大差别。

本区气候为中亚热带南部季风气候，夏长而冬暖和，雨量多。因大山屏障，除宁德沿海地区外，大陆性气候特征较上一区为明显。年均温在 20°C 或 18—19°C，个别地区还要低一些（如福鼎 17.5°C）。日均温大于等于 10°C 达 200-250 天，年积温 5300-6000°C，极端最低温 0--4°C 或个别更低（龙岩 -6.9°C，南平 -5.8°C）。霜期一般在 11 月中旬至次年 2 月下旬，每年凝霜 5-10 次，每次 1-3 天，平均霜日在 20 天左右。冰雪不多。年降水量 1600—1800（或 2000）毫米。相对湿度 75—85%。风速除闽东沿海外均较低。蒸发量一般小于降水量。

土壤母岩多属花岗岩、火山凝灰岩、流纹岩、石英斑岩、石英岩，部分地区有古老的沉积岩如石灰岩、砂页岩等，土壤多为红壤、黄壤，呈酸性或中性反应，土层一般厚达 1 米以上，在紫色页岩地区也有土层不足 60 厘米者。

本区发育良好的典型原生植被为照叶林<常绿阔叶林>，因多已被人为砍伐，目前以次生植被为主。在本区内某些保存较好的典型植被类型主要是甜槠林、米槠林、赤枝栲林以及大叶槠林，或以几种共建种组成的群落。分层明显，林冠平整，结构较简单有别于亚热带雨林。在种类组成上，未见如闽北的以许多落叶树种为主的次生群落。灌木也是以常绿种类为主。本区大致可划分为如下东、西两个小区。

①Ⅱ_{B4} 闽西博平岭西部常绿槠类照叶林小区

本小区气候温和，雨量充沛。年均气温 20~18°C。年霜期 41~130 天，终年无雪或偶有下雪。绝对最低气温 -5~-7°C。年雨量 1400~2300 毫米。土壤以地带性红壤为主，其母岩多为花岗岩。

植被的组成种类有：以壳斗科的甜槠为主，常为大片的纯林，米槠、闽粤栲、木荷等。在本小区较北地区，较多出现落叶树叶如茅栗、白栎等。针叶林

以马尾松居多。杉木林不如闽东、闽中和闽北等地多。次生灌丛以桃金娘、木、小叶赤楠、乌饭等居多。栽培作物主要有水稻，一年两熟，山地多为单季稻、小麦、烟草等。果树有板栗、李、枇杷、梨、桃、柿等。

②II_{B5} 闽中、闽东戴云山—鹭峰山北部常绿楮类照叶林小区

本小区气候温暖、雨量充沛。年均气温 20°C~18°C，最冷月均温 8.5~7.1°C，极端低温-7~-8°C，霜期约 80~140 天，终年无雪或短期有雪。年雨量除沿海宁德在 1400 毫米以下外，均达 1500~1800 毫米。土壤以红壤为主，其次为黄壤与山地草甸土等。母岩以花岗岩分布最广。

植被组成以壳斗科植物为主，主要优势乔木有米楮、栲树、南岭栲、大叶楮等。甜楮较少，苦楮星散分布于本小区北缘。群落中所含的植物区系组成与闽西博平岭常绿楮类照叶林小区相近。在个别地区或北部边缘可零星见到一些落叶树种如紫树、檫木等。小区南部及闽江中游一些谷地林中，夹杂有闽西与广东地区的热带植物如翅子树、蒲姜木、阴香、绒楠等。针叶林主要有马尾松林、杉木林等。

栽培作物以水稻为主，低平地区一年两熟或轮种小麦而为 3 熟。果树有杨梅、桃、柿、梨、李、枇杷等。板栗较少。

7.2.7.2 评价区植被概况

根据本工程输电线路所在植被区划的植被分布情况，利用高分辨率遥感影像人工目视解译工程沿线评价区范围植被分布概况。本工程沿线评价区域植被类型主要以马尾松、火炬松、杉木等亚热带针叶林为主，还有木荷、楠木、桉树、苦楮、栲树林、青冈等组成的亚热带常绿阔叶林、毛竹、丛生散生的杂竹组成的竹林、林下分布有白刺等亚热带灌丛，以及五节芒、芒萁等亚热带草丛及灌草丛、栽培经济作物主要有水稻，油茶，柑桔等。工程沿线评价区范围内植被类型见附图 25。

工程沿线评价范围内植被类型主要以森林植被为主，共占总面积 88.60%，以针叶林和阔叶林为主代表性植物物种有杉木、马尾松、木荷、毛竹等；其次是灌木和栽培植物等。工程沿线植被分布情况详见表 7.2-6。

表 7.2-6 工程评价区主要植被类型面积统计表

植被型组	植被型	群系	面积 (hm ²)	占比 (%)
针叶林	暖性针叶林	马尾松、杉木等	16655.42	55.53

阔叶林	常绿阔叶林	木荷、楠木、青冈、栲树等	215.17	0.72
	落叶阔叶林	苦槠、枫树等	7316.44	24.40
	亚热带竹林	毛竹、丛生散生杂竹	2384.12	7.95
灌木	落叶灌丛	枇杷叶紫珠、山乌桕、盐肤木等	85.72	0.29
栽培植被	一年两熟粮食作物田	水稻、小麦、甘薯等	1955.73	6.52
	落叶果园	桃、李、柿、柑桔、苹果、板栗等	235.26	0.78
	亚热带经济林	油茶、桉树、桂花等	133.62	0.45
无植被地段	-	建设用地	667.67	2.23
		水域	319.34	1.06
		未利用地	22.54	0.08
草地	-	-	-	-
合计			29991.04	100

7.2.7.3 评价区植被覆盖度

植被覆盖度可用于定量分析评价范围内的植被现状。本次评价通过遥感手段，采用归一化植被指数（NDVI）方法，对评价区的植被覆盖度进行分析。

NDVI 计算公式为如下：

$$NDVI=(NIR-R)/(NIR+R)$$

其中：NIR 为近红外波段，R 为红波段。

基于 NDVI，采用像元二分模型计算植被覆盖度，公式如下：

$$FVC=(NDVI-NDVI_s)/(NDVI_v-NDVI_s)$$

式中：FVC—所计算像元的植被覆盖度；

NDVI—所计算像元的 NDVI 值；

NDVI_v—纯植物像元的 NDVI 值；

NDVI_s—完全无植被覆盖像元的 NDVI 值。

本次计算采用的遥感影像数据为评价区域 2023 年 7 月哨兵二号（Sentinel-2）L2A 级数据产品，影像分辨率 10m，数据经过辐射校正、几何校正、辐射定标和大气校正。采用 ENVI 软件平台计算 FVC，并用 GIS 软件制作评价范围内植被覆盖度空间分布图。

对评价范围内不同覆盖度等级进行统计分析，评价范围内各等级植被覆盖度面积，具体如下表所示，工程沿线评价区详细植被覆盖度分布情况见附图 26。

表 7.2-7 评价范围植被覆盖度统计表

植被覆盖度（%）	面积（hm ² ）	占比（%）
0-35（低覆盖度）	3065.08	10.22
35-45（中低覆盖度）	854.74	2.85
45-60（中覆盖度）	2990.11	9.97
60-75（中高覆盖度）	8091.58	26.98
≥75（高覆盖度）	14989.52	49.98
合计	29991.04	100

工程沿线植被类型主要为森林，植被中高级别以上覆盖度占 76.96%，可知，工程评价范围内植被覆盖度较大，植被生长状况良好。

7.2.4.4 评价区植被调查方法及评价方法

（1）植被调查方法

本次调查于时间为 2023 年 6 月底开展，调查评价采用资料收集及现场调查方法，调查评价范围内植被区域的植物种类、区系、群落结构等，以及重要物种保护现状，植被类型分布情况。

1) 样地选择和布设

①样地选择需具有代表性和典型性，避免在变更频繁的地区选择样地。

②根据各区域实际情况适当安排，如在生态系统类型交错和复杂的区域可适当增加样地个数，在类型单一的区域可适当减少样地个数。

③样地选择应在生态系统类型一致的平或相对均缓坡面上。

④对于均一样地，样方布设应在区域内进行简单随机抽样代替整体分布。

⑤对于非均一样地，应根据样地内空间异质程度进行分层抽样，要求层内相对均一，并在层内进行局部均匀采样，表达各层的参数。

⑥根据不同植被类型设置不同样方大小，乔木林地大小为 20m×20m，灌木丛大小为 5m×5m，遥感解译工程评价范围内并无草地，在此不设置草地样方，仅对乔木和灌木层下典型草地类型进行说明。

2) 样方设置代表性及合理性

本次样方调查共设置了 42 个样方调查点（调查点位详见表 7.2-8，图 7.2-3），涵盖涉及生态保护红线范围内不同的植被类型及生境类型，保证杉木、马尾松、青冈、毛竹等林地和山乌桕、盐肤木等灌丛每种群落类型不少于 3 个样方的要求，调查时间选择植物生长相对旺盛季节，可以代表沿线天然植被的生

长情况，可以为工程建成后沿线的生态恢复情况提供参照和对比。因此以上样方调查符合《环境影响评价技术导则生态影响》(HJ19-2022)生态调查的要求。

野外调查时利用 GPS 和手机 APP“两步路户外助手”和记录调查路线和样点。在所选定的调查样方上，以 GPS 准确测定调查区域的空间范围，并根据植被类型、地形地貌特征等，选择不同类型的植物群落片段设置样地，每个样方的面积大于或等于群落的表现面积。根据群落的不同类型、地形等特点，采用巢式样方法确定群落的表现面积。

3) 样方调查内容

乔木层调查记录树种的组成、株数、胸径、树高、郁闭度等，灌木层调查记录物种组成、株数、地径、树高、盖度等，草本记录物种组成、多度、高度、盖度等。多度采用 Drude 的七级制表示，根据野外调查的数量估测，七个等级分别为：Soc（极多，植物地上部分郁闭）、Cop³（数量较多）、Cop²（数量多）、Cop¹（数量尚多）、Sp（数量不多而分散）、Sol（数量很少而稀疏）、Un（个别或单株）。

对于不确定的植物采集样本查阅《福建植物志》等资料确认。

4) 其它要求

在对每个样地进行调查时，记录该样地的地理坐标、海拔、位置等。

表 7.2-8 陆生植被调查样点汇总

调查点	X (经度)	Y (纬度)	海拔 (m)	样方植被类型	样方大小
1	117.3248	26.06779271	293	毛竹林	20m×20m
2	117.3202	26.07721228	842	杉木林	20m×20m
3	117.2926	26.07972474	844	山乌桕	5m×5m
4	117.2521	26.07857869	279	毛竹林	20m×20m
5	117.2084	26.09026937	378	苦槠	20m×20m
6	117.1697	26.10045	459	枇杷叶紫珠	5m×5m
7	117.1404	26.12818565	704	枫树	20m×20m
8	117.1111	26.13224687	696	马尾松林	20m×20m
9	117.0704	26.124388	421	盐肤木	5m×5m
10	117.0456	26.11713571	429	枫树	20m×20m
11	116.9827	26.08867866	473	木荷	20m×20m
12	116.9266	26.06993904	371	香樟林	20m×20m
13	116.8553	26.01929556	323	木荷	20m×20m
14	116.8166	25.99478422	332	苦槠	20m×20m
15	116.829	25.98551135	399	青冈	20m×20m
16	116.7556	25.95329146	451	杉木林	20m×20m
17	116.7121	25.93227984	441	杉木林	20m×20m

18	116.6427	25.8271001	561	枇杷叶紫珠	5m×5m
19	116.6144	25.82896918	975	苦楮	20m×20m
20	116.5897	25.75926189	722	青冈	20m×20m
21	116.5699	25.70873036	774	毛竹林	20m×20m
22	116.5411	25.65177251	432	青冈	20m×20m
23	116.5328	25.57990773	399	闽楠	20m×20m
24	116.5272	25.54598086	477	山乌柏	5m×5m
25	116.4742	25.50185405	400	青冈	20m×20m
26	116.5456	25.44042111	631	枫树	20m×20m
27	116.59	25.40416818	448	盐肤木	5m×5m
28	116.6225	25.38166448	379	香樟林	20m×20m
29	116.6627	25.36770767	466	马尾松	20m×20m
30	116.6664	25.35956449	477	马尾松	20m×20m
31	116.7256	25.33347347	854	马尾松林	20m×20m
32	116.7364	25.3048	384	山乌柏	5m×5m
33	116.7532	25.26462904	501	枫树	20m×20m
34	116.751	25.25414281	676	闽楠	20m×20m
35	116.7587	25.23703802	872	马尾松	20m×20m
36	116.7678	25.22351753	1064	盐肤木	5m×5m
37	116.793	25.20016689	711	闽楠	20m×20m
38	116.8451	25.17128098	785	香樟林	20m×20m
39	116.8435	25.16962965	754	木荷	20m×20m
40	116.8642	25.15835412	662	枇杷叶紫珠	5m×5m
41	116.8617	25.14421983	749	杉木林	20m×20m
42	116.8681	25.13617679	493	杉木林	20m×20m

图 7.2-3 评价范围生态调查点位图



图 7.2-4 评价范围野外调查现场图

(2) 生态系统评价方法

①生物量计算

对群落生物量的调查采用群落学的方法。根据样方群落类型，计算群落生物量，林木生物量的计算采用平均木法。评价区各群落的生物量随立地条件的不同而有一定的差异。计算公式：

$$W=S(W'/S')$$

式中：S——样地全部植株的胸面积；

W'、S'——样本的重量、胸面积。

根据上述公式，计算树干、枝、叶的重量及总量。草本层生物量确定采用全收割法称其总干重。

②生产力计算

生产力是生态系统的生物生产能力，反映生产有机质或积累能量的速率。群落（或生态系统）初级生产力是单位面积、单位时间群落（或生态系统）中植物利用太阳能固定的能量或生产的有机质的量。净初级生产力（NPP）是从固定的总能量或产生的有机质总量中减去植物呼吸所消耗的量，直接反映了植被群落在自然环境条件下的生产能力，表征陆地生态系统的质量状况。

在对评价区植被生产力进行评价时，主要根据评价范围内不同植被的平均

净第一性生产力（NPP）来推算评价范围平均净生产力，其计算公式为：

$$S_a = \sum(S_i \times M_i) / M_a$$

式中： S_a ：评价范围平均净生产力($gC/(m^2 \cdot a)$)；

S_i ：某一植被类型平均净生产力($gC/(m^2 \cdot a)$)；

M_i ：某一植被类型在评价区的面积(m^2)；

M_a ：评价范围总面积(m^2)。

7.2.4.5 评价区植物资源

(1) 植物种类

根据野外实地调查和资料查阅，工程范围内共有维管植物 90 科 181 属 205 种（包括亚种、变种和变型）见表 7.2-9。维管植物中主要是以裸子植物和被子植物为主，裸子植物和被子植物有 86 科 177 属 201 种，见表 7.2-10，裸子植物和被子植物分别占全国裸子植物和被子植物总科数的 26.63%，总属数的 3.92%，总种数的 0.61%。

表 7.2-9 工程内范围维管植物统计

分类等级 植物类群	科			属			种			
	野生	栽培	小计	野生	栽培	小计	野生	栽培	小计	
蕨类植物	4	0	4	4	0	4	4	0	4	
裸子植物	2	3	5	2	4	6	2	4	6	
被子植物	双子叶植物	29	46	75	52	105	157	69	111	180
	单子叶植物	2	4	6	4	10	14	4	11	15
合计	37	53	90	62	119	181	79	126	205	

表 7.2-10 工程范围内植物多样性统计表

区域	种子植物						合计		
	裸子植物			被子植物					
	科	属	种	科	属	种	科	属	种
评价区	5	6	6	81	171	195	86	177	201
全国	10	34	238	313	4477	32708	323	4511	32999
评价区占全国 (%)	50.00	17.65	2.52	25.88	3.82	0.60	26.63	3.92	0.61

注：查阅资料《福建植物志》和福建植物名录相关文献。

(i) 蕨类植物

根据野外调查统计，发现现有蕨类植物为 4 科 4 属 4 种，均为草本，本区蕨类植物中未见国家珍稀濒危保护植物。

(ii) 裸子植物

项目评价区有裸子植物 5 科 6 属 6 种，野生和栽培物种均有分布。

本区的 5 科裸子植物中，柏科（Cupressaceae）有 2 种外，松科（Pinaceae）有 2 种，其余各科均只含 1 种。从生活型看，本区 6 种裸子植物全部为木本植物，其中落叶种类有 2 个，常绿种类有 4 个。

（iii）被子植物

根据现场调查和查阅资料统计，工程评价范围现有被子植物 81 科 171 属 195 种，其中野生植物 31 科 56 属 73 种；栽培植物有 50 科 115 属 122 种，在维管植物的组成中占据主要地位。

7.2.4.6 评价区典型植被类型



图 7.2-5 评价区概况图

（1）植被概况

在野外实地踏勘的基础上，结合工程沿线地表自然植被覆盖现状和植被立地情况，共布设 42 个样方，杉木、马尾松、青冈、毛竹、山乌柏等群系至少三个样方。结合遥感解译和现场植被调查本工程评价范围内并未有草地，项目评价区域内共有植被型组 5 个（经济作物沿线均有零散分布，并未设置调查样方，

仅对人工沿线典型经济作物做出文字说明），植被亚型 5 个，群系 12 个，具体见表 7.2-11。

7.2-11 工程范围内陆生植被类型一览表

植被型组	植被型	植被亚型	群系	样方数	GPS 地理坐标 (°)
I. 针叶林	一、常绿针叶林	(一) 暖性常绿针叶林	1. 杉木林	1	26.07721228N, 117.3201878E
				2	25.95329146N, 116.755553E
				3	25.93227984N, 116.7121033E
				4	25.13617679N, 116.8680925E
				5	25.14421983N, 116.8617305E
			2. 马尾松	1	26.13224687N, 117.1110731E
				2	25.36770767N, 116.6627235E
				3	25.35956449N, 116.6663874E
				4	25.23703802N, 116.7587167E
				5	25.23703802N, 116.7587167E
II. 阔叶林	一、常绿阔叶林	(一) 暖性常绿阔叶林	3. 青冈林	1	25.98551135N, 116.8289805E
				2	25.75926189, 116.5896823E
				3	25.65177251N, 116.541128E
				4	25.50185405N, 116.4741824E
			4. 香樟林	1	26.06993904N, 117.09050208E
				2	25.38166448N, 116.622496E
				3	25.17128098N, 116.8451482E
			5. 苦槠林	1	25.99478422N, 116.8165561E
				2	26.09026937N, 117.2083563E
				3	25.75926189N, 116.5896823E
			6. 木荷	1	26.01929556N, 116.8552811E
				2	26.08867866N, 116.9826595E
				3	25.16962965N, 116.84350068E

植被型组	植被型	植被亚型	群系	样方数	GPS 地理坐标 (°)
			7.闽楠	1	25.57990773N, 116.5328483E
				2	25.20016689N, 116.7929528E
				3	25.25414281N, 116.7510363E
	二、落叶阔叶林	(一) 暖性落叶阔叶林	8.枫树林	1	26.12818565N, 117.1404206E
				2	26.11713571N, 117.0456453E
				3	25.44042111N, 116.5456296E
				4	25.26462904N, 116.7531569 E
	III.竹林	-	(一) 暖性竹林	9.毛竹林	1
2					26.06779271N, 117.32482311E
3					26.0785786N, 117.2520652E
IV. 灌丛	二、落叶灌丛	(一) 亚热带灌丛	10.盐肤木灌丛	1	26.124388N, 117.0704216E
				2	25.40416818N, 116.5899806E
				3	25.22351753N, 116.76777E
			11.山乌柏灌丛	1	25.82896918N, 116.6144172E
				2	25.54598086N, 116.5272483E
				3	25.26462904N, 116.7531569
			12.枇杷叶紫珠灌丛	1	26.12818565N, 117.1404206E
				2	25.15835412N, 116.86415461E
				3	25.33347347N, 116.7255784E

(2) 典型植被概述

I. 亚热带针叶林

亚热带以常绿阔叶林为代表性植被，但在亚热带北部由于气温较低，在海拔较高区域有针叶林分布。亚热带针叶林有暖性、温性、寒温性之分，类型十分复杂，是由各种松林、柏木林、杉木林及圆柏等构成。评价区内亚热带针叶林主要有马尾松林、杉木林和苦槠林。

(一) 暖性常绿针叶林

1. 杉木 (*Cunninghamialanceolata*) 林

杉木林多数为人工林，部分为半人工或天然次生林。杉木常作为马尾松林的伴生种，偶有杉木纯林分布。杉木林外貌整齐，呈深绿色或灰绿色，植株分布均匀，高度比较一致。杉木林高度达 20-30m，胸径一般在 15-40cm，冠幅 2-3m，居于乔木层上层。阔叶树种和毛竹居于乔木层次，高 10-20m。伴生树种主要有苦槠、青冈、樟树、赤楠等。

林下灌木有悬钩子、毛冬青、鹅掌柴、桃金娘等。草本层有狗脊蕨、卷柏、菝葜、凤尾蕨、海金沙、蕨、五节芒等。



图 7.2-6 杉木

2. 马尾松 (*Pinusmassoniana*) 林

马尾松林在线路沿线评价区内均有分布，是评价区内的主要植被，分布面积最大，多为人工林，部分为半人工或天然次生林。马尾松林林冠疏散翠绿色，平整，层次分明。群落结构一般分为三层。

乔木层高大整齐，以马尾松为主，郁闭度在 0.5-0.8，胸径 10-25cm。伴生有杉木、毛竹、桉树、苦槠、楠木等乔木。灌木层一般高 2-3m，盖度 30%左右，以灌木和乔木幼树为主。其中主要有悬钩子、桃金娘、通脱木、多花勾儿茶、白背叶、蔷薇、野桐、石斑木、毛冬青、紫金牛等。草本层一般高 0.5-1m，盖度 70%-80%，以芒萁属植物占优势，还有五节芒、藿香蓟、海金沙、狗脊蕨、苔草、斑茅、千里光等。藤本植物有少量的络石、华东菝葜等。



图 7.2-7 马尾松

II. 阔叶林

（一）暖性常绿阔叶林

1. 青冈 (*Quercus glauca*) 林

青冈林常为亚热带常绿阔叶林乔木层的伴生成份，生态适应性较强。群落总盖度在 80-95%。青冈树高在 8-20m，胸径 15-30cm。木层盖度 75%，层高 7-10m，伴生有马尾松、杉木、秋枫、木荷等。灌木层盖度 70%，主要有蔷薇、桃金娘、悬钩子、鸡爪茶、玉叶金花、野牡丹等。草本层盖度 30%，主要有芒萁、斑茅、五节芒等。



图 7.2-8 青冈

2. 香樟 (*Cinnamomum camphora*) 林

香樟林在线路沿线评价区分布较少零星分布，主要是分布在道路沿线，更多的属于观赏物种。还有少量樟树林分布在自然或半自然的林地生态系统中。

群落结构一般分为三层。乔木层高大整齐，以香樟为主，高度在 15m 左右，郁闭度在 0.6-0.8，胸径 20-45cm。伴生有马尾松、苦槠、毛竹、竹柏、枳椇等；灌木层一般高 2-3m，盖度 15% 左右，以灌木和乔木幼树为主。其中主要有覆盆子、白背叶、香花岩荳藤等。草本层一般高 0.2-0.8m，盖度 70%-80%，以鬼针草、一年蓬、海金沙、飞蓬、五节芒等为主。



图 7.2-9 香樟

3. 苦槠 (*Castanopsis sclerophylla*) 林

苦槠群落总盖度在 70-90%。10-15m，胸径在 20-35cm。乔木层盖度 70%，散生有白栎、马尾松、青冈、杉木等。灌木层盖度 50%，主要有绒润楠、山矾、乌饭、云实、悬钩子、豆腐柴、黄檀等。草本层盖度在 20%，主要有狗脊蕨、蕨、五节芒、芒萁、芒、白茅、紫萁、大叶鼠尾草等。



图 7.2-10 苦楮

4.木荷 (*Schima superba*) 林

木荷林群落总盖度在 60-75%。8-10m，胸径在 15-40cm。乔木层盖度 65%，散生有油桐、枫杨、枳椇、杉树等。灌木层盖度 50%，主要有葛藤、高粱泡、紫珠等。草本层盖度在 30%，主要有飞蓬、五节芒、紫菀、一年蓬、鬼针草、龙葵等。



图 7.2-11 木荷

5. 闽楠 (*Phoebe bournei*) 林

闽楠群落总盖度在 60-85%。平均 15-20m，胸径在 15-55cm。乔木层盖度 70%，散生有木荷、蓝莓果、交让木、马尾松、杉木。大果核果茶、红豆杉、细柄阿丁枫等。灌木层盖度 50%，主要有细齿叶柃等。草本层盖度在 20%，主要有飞蓬、一年蓬、黄花菜、蕨、五节芒、天名精、芒萁、叶下珠等。

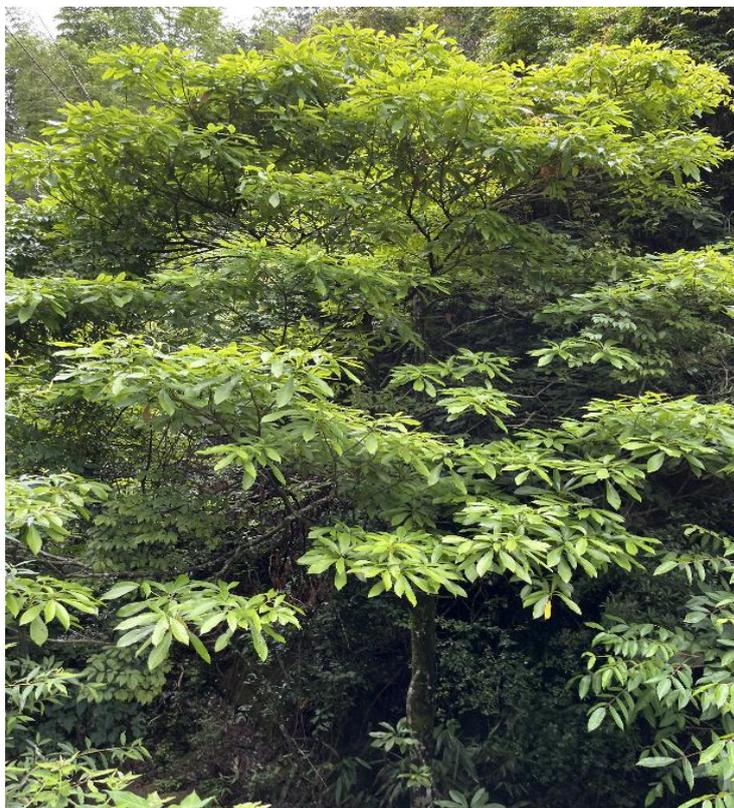


图 7.2-12 闽楠

(二) 暖性落叶阔叶林

1. 枫树 (*Staphylea forrestii*) 林

枫树群落总盖度在 80-90%。平均高度 15-18m，胸径在 35-50cm。乔木层盖度 65%，散生有马尾松、青冈、杉木等。灌木层盖度 60%，灌木层一般高 2-3m，主要有绒润楠、山矾、紫珠、乌饭、云实、悬钩子等。草本层盖度在 20%，主要有鬼针草、野蔷薇、地苣、五节芒、蕨、五节芒、芒萁、紫萁、大叶鼠尾草等。



图 7.2-13 枫树林

III. 竹林

竹林多由竹类植物组成的单优势种群落。竹类植物为多年生单子叶植物，适应性强，从河谷平原到山地丘陵均有分布。福建省为沿海及西北两部分不同的气候。福建省竹林分为南亚热带丛生竹林区和中亚热带混生竹林区。评价区主要分布有毛竹林、孝顺竹林等。

（一）暖性竹林

1. 毛竹（*Phyllostachys heterocycla*）林



图 7.2-14 毛竹林

毛竹林是福建省最主要的竹林，常混生在桉树林和杉木林中。毛竹林纯林外貌整齐，结构单一，树冠起伏不大，成单层水平郁闭，秆高约 10-20m，胸径

5-16cm。天然的毛竹林常与常绿阔叶树或松、杉类植物混交，混交树种常有栲树、青冈、马尾松、杉木、榕树、苦槠等。林下灌木有冬青、悬钩子、赤楠、桃金娘、白背叶、野桐等。草本植物常见的有狗脊蕨、芒萁、蛇莓、乌蕨、过江藤、五节芒、青风藤、猕猴桃等。人工林下灌木和草本稀少。

IV. 亚热带灌丛

亚热带灌丛是分布在亚热带山地丘陵的一种灌木植被类型。大多数是亚热带地区地带性植被-亚热带雨林或亚热带常绿阔叶林遭受破坏后的次生植被类型。由于受人为影响，常是一个普遍存在植被类型。评价区主要分布有盐肤木灌丛、山乌柏灌丛、枇杷叶紫珠灌丛等。

1. 盐肤木 (*Rhus chinensis*) 灌丛

盐肤木群落总盖度在 70-85%。3-5m，胸径在 6-10cm。灌木层盖度 50%，主要有石岩枫、云实等。草本层盖度在 30%，主要有地钱、飞蓬、胜红蓟、商陆、龙葵、五节芒等。



图 7.2-15 盐肤木

2. 山乌柏 (*Radicacochinchinensis*) 灌丛

山乌柏为大戟科乌柏属的乔木或灌木，在沿线区域主要是灌木形态，灌木呈丛散生，高 80-120cm，盖度 30-60%。组成种类以山乌柏、杉树、淡竹叶优势种，常见的伴生种有阔裂叶羊蹄甲等。草本层高 20cm，盖度 40-50%，以淡竹叶为优势种，常见的伴生种五节芒、飞蓬、一年蓬等，层间植物常有菝葜等。



图 7.2-16 山乌柏

2. 枇杷叶紫珠灌丛

枇杷叶紫珠灌丛群落外貌绿色或深绿色。植株高低参差，灌木层高 110-160 cm，盖度 30-50%，以中生性常绿树种为优势种。常伴生有桃金娘、冬青、石楠、胡枝子等。水分条件较好的区域还伴生有盐肤木、油茶、栀子等。藤本植物有菝葜、金樱子等。草本层高度在 60-90cm，常以芒萁、白茅、为优势种、还有芒等。



图 7.2-17 枇杷叶紫珠

V. 亚热带草丛及灌草丛

草丛一般分布在乔木或灌木层下，评价区范围内没有草地，因此在调查时不再单独设调查样方，这里仅对乔木和灌木层下的典型草地类型进行说明。

福建亚热带地区有一类群落中多年生草本植物盖度大，但仍有不少灌木种类，这一类型群落中草本层比灌木层占有相对重要的位置，称为灌草丛。灌草丛是森林或灌丛植被破坏之后形成的次生植被，是荒山、荒地的主要植被类型。评价区主要分布有芒萁灌草丛、五节芒灌草丛等。

（一）禾草草丛

1. 芒萁灌草丛

芒萁灌草丛在工程沿线森林和灌木层下有较多分布。群落外貌黄绿色，较整齐。草本层高度 50-90cm，在条件较好的区域可达 150cm。盖度 50-70%，在某些方面可达 90%以上。常见的伴生种有芒、五节芒、狗脊蕨、乌毛蕨、石松、淡竹叶等。散生的灌丛种类常以桃金娘、小叶赤楠、山芝麻等亚热带常见灌木为主，盖度一般不超过 40%。呈散生状。



图 7.2-18 芒萁草丛

2. 五节芒灌草丛

五节芒灌草丛在沿线均有分布，主要分布在马尾松林、杉木林、桉树林、竹林等林地边缘斜坡。群落草丛高 2-2.5m，常以五节芒为优势种，盖度可达 90%以上。群落外貌整齐，结构单一，呈密集的丛草状。在五节芒草丛伴生有芒萁、狗脊蕨、蕨、淡竹叶、海金沙、藿香蓟、野牡丹、华南毛蕨等草本。在密度较小的区域伴生有映山红、地榆、紫金牛、山鸡椒等散生高位灌丛。



图 7.2-19 五节芒灌草丛

3. 姬蕨草丛

姬蕨草丛在沿线部分地区有少量分布，主要分布在马尾松林、杉木林、竹林等林地边缘斜坡。群落草丛高 30-60cm，常以姬蕨、野茼蒿为优势种，盖度可 60%以上。群落外貌整齐，结构单一，呈密集的丛草状。草丛密度较小何首乌、龙须藤、石芥苎、飞蓬等分布。



图 7.2-20 姬蕨草丛

4. 飞蓬草丛

飞蓬草在沿线马尾松、竹林、杉木林边缘有少量分布，或在农田生态系统有少量分布。群落草丛高 30-80cm，以飞蓬为优势种，盖度可 60%以上。群落外貌整齐，结构单一。草丛密度较小的鬼针草、扛板归、一年蓬分布。



图 7.2-21 飞蓬草丛

VI.栽培植物

工程沿线分布有小面积零散分布的人工栽培物种，考虑到栽培物种的单一性，调查并没有设立单独的调查样方，这里仅对典型栽培植物进行说明。

（一）经济林植被

经济林是人工栽培的森林植被之一。经济林木适应性比较强，林木种类较多，大约有山茶科、大戟科、樟科、槭树科、芸香科、桃金娘科、棕榈科、胡桃科、木犀科等 10 多科。它普遍分布于山地、丘陵、河岸等。评价区主要分布有茶园和油茶林等。

1. 茶园

福建是全国重点茶区之一，茶园遍布全省各市县，茶园多数为分布于低山梯田实行条栽密植的群落结构，幼年茶树，树冠盖度小，地面空隙大，常与甘薯、马铃薯、花生、蔬菜等间作，多数间作铺地木兰、羽扇豆、木豆等豆科绿肥植物。此外，也常利用梯壁种植匍匐性绿肥，如铺地木兰、鸡眼菜等。有些地方还在梯田边缘种植油茶、梨树等。

2. 油茶

油茶是亚热带常绿阔叶灌木，是我国南方主要木本食用油料树种。常见的种类有油茶、犁茶、短柱茶等。评价区土层厚度、光照、水热条件差异明显，生长在坡中和坡下的油茶，长势好，产量高。油茶树通常高 1.8-2.2m，冠幅 1.5-2m，根茎粗 4-6cm，郁闭度 0.4-0.7。由于油茶多为人工栽培，人类活动频繁，林下小灌木和草本稀少。



图 7.2-22 常见茶树

（二）果林植被

果林植被为人工植被的一个类型，是农业生产的重要组成部分。其经济价值高，收入大，果实除提供鲜食外，也是食品工业的重要原料。福建省地理条件优越，果树栽培已有 2000 年历史，果树资源非常丰富。评价区主要分布有李子林、柑橘、柚子林等。



图 7.2-23 常见果树

（三）农作物植被

农作植被一般是指经过人类选择栽培的大田作物，包括粮食作物、经济作物和蔬菜。福建省农作植物种类丰富，按其用途可划分为粮、油、麻、糖、菜等。评价区内的山地、丘陵、山谷、河岸等分布有一定面积的农田。农业生产基本为一年两熟或三熟水旱轮作，粮食作物主要为水稻，还有小麦、甘薯等；油料作物有花生、大豆等；糖料作物主要为甘蔗。蔬菜有甘蓝菜、包菜、花椰菜、白菜、芥菜等。



图 7.2-24 常见农作物

7.2.4.7 评价区重要物种

本次生态评价区生态调查的重点植物物种主要参照国家和福建省颁布的重要物种名录确定。重点植物物种的国家级和地方保护级别、濒危等级主要参照《国家重点保护野生植物名录》、《中国生物多样性红色名录—高等植物卷（2020）》、《福建省珍稀植物名录_刘用焕》、《福建省《濒危野生动植物种国际贸易公约》附录物种名录_周冬良》，以及福建林业局官方发布的《福建省国家和省重点保护野生植物名录》http://lyj.fujian.gov.cn/bmsjk/201912/t20191216_5153316.htm 确定。重点植物是否极小种群野生植物物种主要参照《全国极小种群野生植物保护实施方案》（2010年）、《全国极小种群野生植物拯救保护工程规划（2011-2015年）》确定。

工程评价区范围内发现国家一级保护物种红豆杉（*Taxus chinensis*），发现国家二级保护物种闽楠（*Phoebe bournei*）、野大豆（*Glycinesoja*）、油樟（*Cinnamomum camphora*）。红豆杉部分为人工种植物种、部分为野生生长物种。闽楠、野大豆、润楠均为野生种。闽楠、润楠分布在地带森林地带，分布较广泛。野大豆在调查区域内广泛分布于田边、沟旁、河岸等区域，分布较少。

表 7.2-12 工程范围内重要野生植物调查结果统计表

序号	物种名称 (中文名/拉丁名)	国家/地方 保护级别	濒危 等级	是否特有种	极小种群野 生植物 (是/否)	特性	分布区域	资料来 源	工程占 用情况
1	红豆杉 <i>Taxus chinensis</i>	国家一级	VU	否	否	裸子植物，适应性较强，在我国的南北方均可以种植，喜欢凉爽的气候，可以耐寒，也可以耐阴。喜欢湿润，但是怕涝。土壤要求疏松、肥沃并要排水性良好，以沙质土壤为佳。	人工种植、野生物种	现场调查	不占用
2	闽楠 <i>Phoebe bournei</i>	国家二级	VU	是	是	被子植物，樟科、楠属植物。乔木，高可达 20 米，胸径达 2.5 米，树干端直，树冠浓密。树皮淡黄色，呈片状剥落。小枝有柔毛或近无毛，冬芽被灰褐色柔毛。叶革质，披针形或倒披针形，圆锥花序生于新枝中下部叶腋，紧缩不开展，被毛。果椭圆形或长圆形。花期 4 月，果期 10~11 月。	评价山地、田边、沟旁、等	现场调查	不占用
3	野大豆 <i>Glycine soja</i>	国家二级	LC	是	是	豆科，大豆属一年生缠绕草本植物，长可达 4 米。7-8 月开花，8-10 月结果。有耐盐碱、抗寒、抗病等许多优良性状。野大豆适应性强，在全国范围内广泛分布。	评价路边、田边、沟旁、河岸等	现场调查	不占用
4	润楠 <i>Machilus nanmu</i>	国家二级	EN	是	是	樟科润楠属的乔木。株高可达 40 米或更高，胸径 40 厘米；当年生小枝黄褐色，一年生枝灰褐色。润楠分布于中国海南、广东、广西、贵州、云南、西藏等地，缅甸均有栽培。喜温暖湿润，多生于中低山的湿润阴坡坡谷下部和溪流边上。	评价路边、田边、沟旁、河岸、湖边等	现场调查	不占用

注：（1）国家级和地方保护级别和濒危等级根据《国家重点保护野生植物名录》、《中国生物多样性红色名录—高等植物卷（2020）》、《福建省珍稀植物名录_刘用焕》、《福建省《濒危野生动植物种国际贸易公约》附录物种名录_周冬良》，以及福建林业局官方发布的《福建省国家和省重点保护野生植物名录》http://lyj.fujian.gov.cn/bmsjk/201912/t20191216_5153316.htm确定；（2）濒危等级符号含义：绝灭（EX）、野生绝灭（EW）、极危（CR）、濒危（EN）、易危（VU）、近危（NT）、无危（LC）、数据缺乏（DD）、未予评估（NE）。

7.2.4.8 评价区古树名木

根据资料收集及现场调查，项目评价范围内的赐福寺有树龄 250 年的古树名木细柄阿丁枫（上有保护标示牌）及群落（五株）、树龄 200 多年的杉树（与树龄 250 年的细柄阿丁枫距离只有十几米）。古树名木分布位置靠近小池镇黄连孟储等动植物保护小区，本工程已避开小池镇黄连孟储等动植物保护小区，在线路西侧约 50m 左右，古树名木的分布也避开线路直接穿越区，距离输电线路西侧约 800 米左右。由于距线路较远，输电线路工程建设期以及运营期对古树名木的影响较小。



树龄 250 年的细柄阿丁枫



古树名木保护牌



细柄阿丁枫（左）杉树（右）



杉树

图 7.2-25 评价区古树名木

7.2.4.9 评价区外来入侵物种

当外来物种在自然或半自然生态系统或生境中建立了种群，改变或威胁本地生物多样性时，就成为外来入侵种（李振宇和解炎，2002）。调查中发现该区外来入侵植物有鬼针草、胜红蓟、一年蓬、加拿大一枝黄花、垂序商陆等。

表 7.2-13 工程范围内主要外来入侵植物

中文名	拉丁名	科名	生活型	原产地
鬼针草	<i>Bidens pilosa</i>	菊科	一年生草本	热带美洲
胜红蓟	<i>Ageratum conyzoides</i>	菊科	一年生草本	亚洲
一年蓬	<i>Erigeron annuus</i>	菊科	一年生草本	北美洲
垂序商陆	<i>Phytolacca americana</i>	商陆科	多年生草本	北美洲
野胡萝卜	<i>Daucus carota</i>	伞形科	二年生草本	欧洲
加拿大一枝黄花	<i>Solidago canadensis</i>	菊科	多年生草本	北美洲
飞蓬	<i>Erigeron speciosus</i>	菊科	一年生草本	北美洲

7.2.4.10 评价区植被生物量及自然体系生产力

① 植被生物量

在样方调查的基础上，同时查阅工程沿线地区生物量统计资料，参考文献《我国森林植被的生物量和净生产量》《中国区域植被地上与地下生物量模拟》，参照闽南地区相关森林生态系统生物量与生产力的相关研究成果、各类统计年鉴，进行了生物量与生产力核算，具体见表 7.2-14。评价区总生物量为 $168.8962 \times 10^4 \text{t}$ ，林地生物量最大，达 $167.0262 \times 10^4 \text{t}$ 。

表 7.2-14 评价区各植被类型生物量 (t)

植被类型	乔木林地 (包括针叶林、阔叶林)	灌草丛	农作物 (栽培植物)	合计
平均生物量	62.86	15.3	7.5	/
面积 (hm ²)	26571.15	85.72	2325.61	28982.48
生物量 (10 ⁴ t)	167.0262	0.13	1.74	168.8962

② 自然体系生产力

在对评价区植被生产力进行评价时，主要根据评价范围内不同植被的平均净第一性生产力 (NPP) 来推算评价范围平均净生产力，其计算公式为：

$$S_a = \sum(S_i \times M_i) / M_a$$

式中：S_a：评价范围平均净生产力(gC/(m²·a))；

Si: 某一植被类型平均净生产力($\text{gC}/(\text{m}^2\cdot\text{a})$);

Mi: 某一植被类型在评价区的面积(m^2);

Ma: 评价范围总面积(m^2)。

植被的平均净生产力进行取值时，主要参照国内该区域中关于自然生态系统生产力和植被生物量的研究成果，《中国陆地净初级生产力时空特征模拟》、《福建省森林生态系统和时空模拟研究》、《基于 AVIM 的中国陆地生态系统净初级生产力模拟》、《2001-2013 年中国灌木生态系统净初级生产力的时空变化特征及其对气候变化的响应》，并结合评价区内地表植被覆盖现状和植被立地情况综合判断，福建植被单位面积的平均净初级生产力取值为 $759.63 \text{ gC}/(\text{m}^2\cdot\text{a})$ （取值来自文献《福建省森林生态系统 NPP 和 NPE 时空模拟研究》）。评价区各植被类型自然体系生产力情况见表 7.2-15。

表 7.2-15 评价区净初级生产力

植被类型*	面积 (hm^2)	平均净生产力标准 ($\text{gC}/(\text{m}^2\cdot\text{a})$)**	评价区平均净生产力($\text{gC}/(\text{m}^2\cdot\text{a})$)**
针叶林	16655.42	1032	1017.33
阔叶林	9915.73	1024	
灌丛	85.72	823	
农作物	2325.61	891	
总计	28982.48	—	

注:*表中未包括道路和建筑用地面积；**各植被类型平均净生产力取值参考 smith (1976) 和陶波等《中国陆地净初级生产力时空特征模拟》(地理学报 VO158, No3)、《福建省森林生态系统和时空模拟研究》、《基于 AVIM 的中国陆地生态系统净初级生产力模拟》、《2001-2013 年中国灌木生态系统净初级生产力的时空变化特征及其对气候变化的响应》的研究结果；***评价标准采用取中科院地理科学和资源研究所陈利军等对国内大陆生态系统平均净生产力值的研究结果。

根据计算，评价区平均净生产力为 $1017.33(\text{gC}/(\text{m}^2\cdot\text{a}))$ ，高于评价标准 $759.63(\text{gC}/(\text{m}^2\cdot\text{a}))$ 。这与评价区以林业植被为主有关。

7.2.5 陆生脊椎动物资源现状调查

根据现场调查、访问和查阅相关文献资料，两栖动物 2 目 8 科 24 种，爬行动物 3 目 12 科 41 种，鸟类 9 目 24 科 73 种，哺乳类 8 目 15 科 42 种。

表 7.2-16 评价区陆生脊椎动物统计

类群	目	科	种	国家I保护动物	国家 II 保护动物
两栖纲	2	8	24	0	1
爬行纲	3	12	41	0	0
鸟纲	9	24	73	0	15
哺乳纲	8	15	42	1	5
合计	21	59	180	1	21

7.2.5.1 两栖动物现状

两栖动物作为从水生向陆生进化的过渡中间态类群，皮肤的高通透性使其对栖息地环境有较高要求，环境的细微变化都可能造成种群数量的动态变化，因而两栖动物是揭示环境变化的指示物种。同时，两栖动物也因其其在营养结构中所处的重要位置和自身所具有的生态功能，对生态系统的稳定发展和功能维持起着重要作用。此外，两栖类迁移能力相对较弱，在选择栖息地时通常局限在一定范围，城市化进程、水田和森林开发对无尾两栖类的种类和数量均具有较强的负面影响。近年来，随着环境改变、栖息地破坏以及季节性等诸多因素之间复杂的相互作用，这导致了一些两栖类的数量减少和灭绝。两栖类迁移能力相对较弱，在选择栖息地时通常局限在一定范围，以便种群之间遗传交流，因此城市化进程、水田和森林开发对无尾两栖类的种类和数量均具有较强的负面影响。两栖动物数量的减少和种群的衰退不仅会导致营养关系发生混乱，而且会对其他物种的生存和分布产生直接或间接的影响，甚至会导致区域内整个群落结构的崩溃。

但是，研究区内两栖类多样性及时空分布情况尚不明晰。拟通过样线法对区域内两栖类实施观测，分析两栖类物种组成及相对多度，探究两栖类物种多样性的时空格局，旨在了解两栖类动态变化及影响因素，为两栖类保护和管理提供参考。

（1）调查方法

因两栖类不同种类活动时间不同，调查时间应分为白昼调查和夜晚调查两次进行，采用样线法结合样点法进行调查。在调查评价区按照一定的抽样强度进行分层布设样线或样点，仔细搜索并记录发现的动物名称及数量。评价区调查生境包括林地、灌丛、农田、湿地、城镇五类，按照每个生境类型不少于三条样线的原则，在评价范围内共设置 18 条样线，样线涵盖所有生境类型，评价区内林地生境设置 4 条样线，农田、城镇、湿地（包含湖泊）、灌丛生境类型各设置 3 条样线。样点一般设置在湖边，农田或开阔的池塘，各样点之间至少间隔 200 米。在农田生态系统、湿地生态系统、沿线湖泊河流处各设置 3 个样点，共设置 9 个样点。

根据两栖动物的生活习性和《中国第二次全国陆地野生动物调查技术计划》中的监测原则，样线调查于傍晚 7 点左右开始，11 点左右结束（日落 0.5 小时至日落后 4 小时内）。限时步行调查并记录单侧 2 米内发现的两栖动物种类及数量，使用手持 GPS 记录样线起始点和轨迹，对监测到的物种进行拍照保留，依据《中国两栖动物彩色图鉴》、《中国动物志两栖纲》以及中国两栖类 <http://www.amphibiachina.org/> 进行物种鉴定。



图 7.2-26 两栖类动物样线样点布置示意图

(2) 两栖动物组成

两栖类是最早由水登上陆地的脊椎动物，它们的幼体（蝌蚪）具有外鳃，且能在以后成为内鳃，所以它们的繁殖离不开水，幼体也在水中生活。现生的两栖类包括蛙类、蝾螈类和真蚓类，这三大类两栖动物的体形迥然不同。其中，蛙类具有前肢和后肢，成体无尾；蝾螈类具尾，有些种类后肢次生性地消失；真蚓类的四肢完全消失。世界已知的两栖动物约 4000 种，中国已知的约 280 种，福建省已知的 50 种。

实际监测结果共发现两栖动物 43 只个体，隶属 1 目 5 科 7 种，他们分别为中华蟾蜍 *Bufo gargarizans*、黑眶蟾蜍 *Duttaphrynus melanostictus*、长肢林蛙 *Rana longicrus*、棘胸蛙 *Paa spinosa*、泽陆蛙 *Fejervarya limnocharis*、大树蛙 *Rhacophorus dennysi* 和饰纹姬蛙 *Microhyla ornata*。均为无尾目种类，中华蟾蜍、饰纹姬蛙、泽陆蛙为广布种。



泽陆蛙



饰纹姬蛙



中华蟾蜍



黑眶蟾蜍

图 7.2-27 部分两栖类动物照片

根据历史资料分析显示。评价区可能有两栖动物 24 种。有尾目蝾螈科 Salamandridae 1 种。无尾目两栖动物共有 23 种，其中角蟾科 Megophryidae 二种；蟾蜍科 Bufonidae 二种；雨蛙科 Hylidae 二种；蛙科 Ranidae 八种；叉舌蛙科 Dicroglossidae 四种；树蛙科 Rhacophoridae 二种；姬蛙科 Microhylidae 三种。其中，虎纹蛙为国家二级保护（表 7.3.3.1-3）。两栖类优势科为蛙科。国际自然及自然资源保护联盟（IUCN）的保护等级揭示，大绿臭蛙 *Odorrana graminea* 和泽陆蛙 *Fejervarya limnocharis* 数据调查评估缺乏（DD），黄岗臭蛙 *Odorrana huanggangensis* 为濒危动物（EN）；长肢林蛙 *Rana longicrus* 为易危动物（VU）；其他动物均为无危（LC）。物种种类、濒危等级（Endangered

category, IUCN) 以及生境类型详情见附录评价区两栖动物名录。两栖动物主要分布在河谷或山溪等不同生境中, 在灌丛生境中也有两栖类分布。由于两栖动物生存环境和湿度、温度明显相关, 故两栖动物种类较少。

(3) 两栖动物分布

评价区的两栖类资源并不丰富, 仅占福建省两栖类总数的 28%。在本次调查发现, 分布最广的是泽陆蛙和黑眶蟾蜍, 他们是评价区的优势种。数量其次的为大绿臭蛙和中华蟾蜍。不同生境下两栖类分布存在一定差异, 福建省两栖动物的生境类型主要分为: 人工水渠、水田、溪流、河流、池塘、静水塘、农田 7 种生境类型。两栖动物在溪流生境类型中占 46%, 共监测到 11 种动物。人工水渠类型两栖动物数量占到了 42%; 水田生境和池塘生境类型分别占到了 33% 和 29%; 在河流和农田生境中的两栖动物占 25%; 有 4 个物种在静水塘生境中被发现。半数以上的两栖动物占有一个以上的生境类型。

由于两栖动物对环境的依赖性较强, 因而其分布受环境自然条件的影响很大。在评价区, 两栖动物栖息的小生境通常在水环境或水源附近生活, 如水塘与河沟旁、小溪边以及草地等。水体对两栖动物生活史各个阶段都有至关重要的作用, 是重要的环境要素之一。两栖动物虽然在失水风险这一生存压力上采取了行为、形态结构和生理上等一系列方面的适应性进化, 但不完善的身体构造和独特的生活方式仍不能允许其长时间缺水或者距水体较远。同时, 水体可以为两栖动物提供生长、繁殖、庇护等多种生态学功能, 因此拥有稳定水体的生境具有较高的物种丰富度。并且在实际监测中, 水资源丰富的样线更容易吸引两栖动物。

两栖动物的繁殖一般在水中进行, 因此环境的水体质量是影响两栖类繁殖成功的主要因素。水质相对较好的样区, 其两栖动物种群密度相对较高。湿地环境变迁是影响两栖动物分布的重要因素, 随着池塘、河流、湖泊等水域环境的缩小, 两栖动物的分布范围也愈来愈小。两栖动物是对环境变化非常敏感的动物, 因此可以作为环境变化的“指示种”。换句话说, 两栖动物丰富的地区环境自然是比较好的, 反之, 环境遭到破坏时, 最先受害和受害最重的必定是两栖动物。在评价区, 有些两栖动物的种群数量正在减少, 有的已处于灭绝的边缘, 有的已经在局部消失。

此次调查未观测到有尾目两栖类。这可能与该类群所分布海拔较高（通常>1000m）有关，并未覆盖有尾类的适宜生境。

（4）两栖动物生态类型

两栖动物在进化的历程中，经过了长期的自然选择并适应了多种多样的生态环境，包括不同的水域、陆地、植被以及多样的气候等生态因子，因此在不同的生态环境中生活着不同类型的两栖动物；人们根据两栖动物的这种习性，划分出4种不同的生态类型：静水型、溪流型、陆栖静水型、树栖型。

静水型：成体一般栖息在稻田、池塘、水坑、沼泽、湖边浅水区或岸边陆地上，不远离水域，并产卵在静水中。评价区的东方蝾螈即为静水型。

溪流型：成体生活在溪流内或岸边，不远离水域，并在溪流内产卵；包括花臭蛙和棘胸蛙等。

陆栖静水型：此类型成体一般在陆地上生活，可远离水域摄食，繁殖期进入湖泊、水塘等静水域产卵，包括黑眶蟾蜍、中华蟾蜍、泽陆蛙等。

树栖型：成体喜欢栖息在树上或灌草丛中，卵产在静水域、水边泥土中或水域上方的叶子上。主要为雨蛙属和树蛙属动物。

主要动物——中华蟾蜍（蟾蜍科 *Bufo*idae）

形态性状：雄性体长约70毫米，雌性体长约100毫米。头宽大于头长，鼓膜明显，耳后腺长椭圆形，隆起。无颌齿和犁骨齿。皮肤极粗糙，背面密布大小不等的圆形瘰粒，头侧及上眼睑具小疣粒，体侧及腹面也布满疣粒。雄性体色较深，多为褐棕色、褐绿色或棕黄色，少数在体侧有浅色斑。雌性背面色浅，多为土黄色、姜黄色，少数在体侧有深色纹或深浅相间的斑纹。捕食昆虫及其它小动物。

分布范围：该种分布区范围极其广泛，调查发现中华蟾蜍在评价区内的水稻田、池塘及沟渠边的草丛及湿地中都有分布，田埂及房屋附近也有活动。

生态类型：主要栖息地为农田、河流等各类湿地，部分林地、城镇周边草丛等生境类型也是其喜好的栖息环境。



图 7.2-28 中华蟾蜍

主要动物——黑眶蟾蜍（蟾蜍科 Bufonidae）

形态性状：黑眶蟾蜍个体较大，雄蟾体长平均 63 毫米，雌蟾为 96 毫米。头部吻至上眼睑内缘有黑色骨质脊棱。皮肤粗糙，除头顶部无疣，其它部位密布大小不等的疣粒。耳后腺较大，长椭圆形。腹面密布小疣柱。所有疣上有黑棕色角刺。体色一般为黄棕色，有不规则的棕红色花斑。腹面胸腹部的乳黄色上有深灰色花斑。

分布范围：全球主要分布在华东地区，此外在香港、台湾及东南亚等地均有发现。夜行性，日间主要躲藏在土洞及墙缝中休息，至晚间才外出寻找昆虫为食，偶而也吃蚯蚓等。少跳跃，多以爬行形式活动。



图 7.2-29 黑眶蟾蜍

生态类型：黑眶蟾蜍的适应性强，能在不同环境下生存。主要栖身于阔叶林、河边草丛及农林等地，亦会出没在人类活动的地区，如庭院及沟渠等。

7.2.5.2 爬行动物现状

爬行动物彻底摆脱了对水环境的依赖，能够完全适应陆地生活的需要，是脊椎动物从水生到陆生的一次重大飞跃。其分布格局与大的山系和水系的自然地理特征密切相关，海拔梯度、小区的自然地理界限、森林植被覆盖率、人为

活动对栖息地的压力等因素造成的生境变化，对爬行动物的分布影响比较明显，会引起爬行动物较大的分布变化。

现生爬行类包括蛇类、蜥蜴类、鳄类和龟鳖类，它们的体形结构差别很大，例如蛇类没有四肢，龟鳖类的躯干部包在骨盒内，但它们的体表都被有干燥的角质鳞或角质板。爬行类产有壳的卵，胚胎发育过程中具有羊膜和尿囊，它们在胚胎发育中起呼吸器官的作用。因此爬行动物的卵产在陆上，不像两栖类那样在水中度过幼体期。世界已知的爬行动物约 6500 种，中国已知的约 390 种，福建省已知爬行动物 2 目 25 科 72 属 126 种。

（1）调查方法

现场调查：因爬行动物不同种类活动时间不同，调查时间应分为白昼调查和夜晚调查两次进行，采用样点和样线法进行调查。在调查评价区按照一定的抽样强度进行分层布设样线，在所经样线仔细搜索并记录发现的动物名称及数量。爬行类生境复杂，活动场所不确定，因此主要采用样线法。调查生境包括林地、灌丛、农田、湿地、城镇五类，重点调查路边灌丛和石堆（某些蜥蜴和蛇类）、水域附近（捕食蛙类的蛇类）、民舍及建筑物周围（壁虎及蛇类）等。按照每个生境类型不少于三条样线的原则，在评价范围内共设置 18 条样线，样线涵盖所有生境类型，评价区内林地生境设置 4 条样线，农田、城镇、湿地（包含湖泊）、灌丛生境类型各设置 3 条样线。样线长度根据生境而定，样线长大于 1 公里。爬行动物分类鉴定主要根据《中国蛇类》、《中国爬行动物图鉴》和《中国爬行纲动物分类厘定》。在样线或样点上设若干样方，仔细搜索并记录发现的动物名称及数量；湿地生境沿实际调查路线布设一定数量的调查样方。

查阅文献：根据已发表的文献、林业志、考察报告等资料对保护区的物种名录进行整理，对文献中有记录而调查中未发现的物种进行重点访问调查。

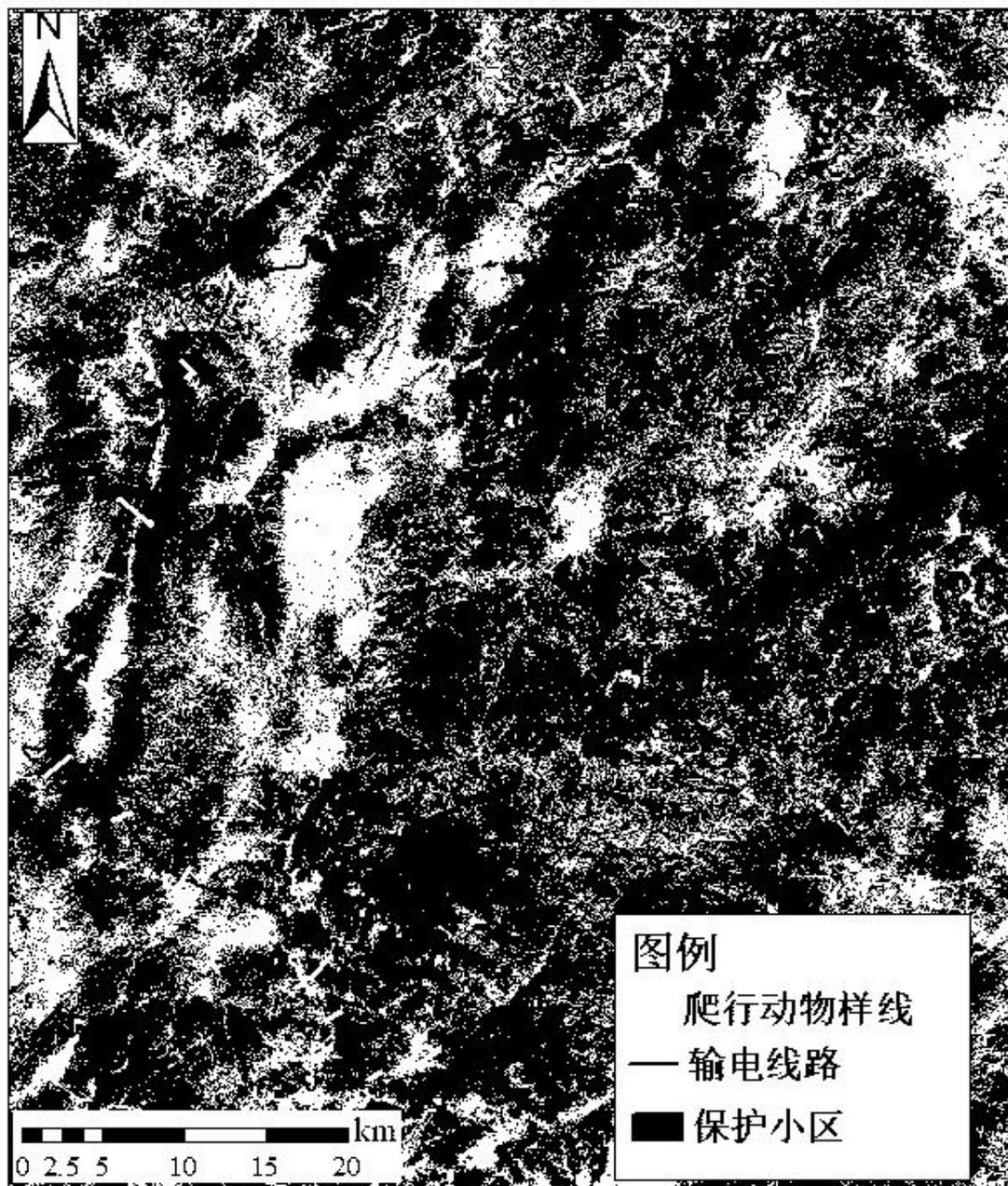


图 7.2-30 爬行动物样线布置示意图

(2) 爬行动物组成

现场调查中仅发现爬行动物 2 种。分析其原因，可能一方面由于爬行动物活动的隐蔽性，另一方面，可能评价区内的爬行动物种类和数量非常有限，遇见率较低。

经文献查阅和资料收集，评价区爬行动物有 3 目 12 科 41 种（见附录表 3）。其中龟鳖目 3 科 4 种，占总种数的 9.76%；蜥蜴亚目 4 科 10 种，占总物种数的 24.39%；蛇亚目 8 科 27 种，占总物种数的 65.85%。其中 IUCN 保护级别为濒

危（Endangered）的物种有 7 种，易危（Vulnerable）物种 3 种，低危物种 30 种，缺乏数据（Data Deficient）的一种。

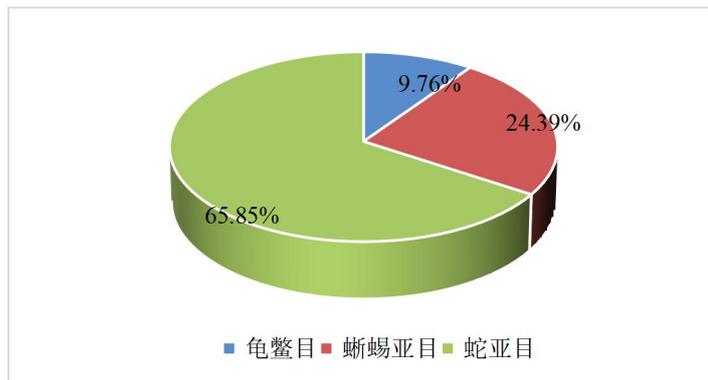


图 7.2-31 爬行动物目级物种组成分析

评价区爬行类的组成以蛇亚目的物种数量为最多，共计 27 种，占总物种数的 65.85%，而游蛇科共计 19 种，占总蛇类的 79%，占爬行类总物种数的 46%。眼镜蛇科有 3 个物种，占据蛇亚目物种数的 11%，该类群均为 IUCN 受威胁物种。蝰科动物 2 种，分别为尖吻蝮 *Deinagkistrodon acutus* 和原矛头蝮 *Protobothrops mucrosquamatus*，占总蛇类的 8%，占爬行类总物种数的 7.41%。盲蛇科、闪皮蛇科、水游蛇科和两头蛇科动物仅 1 种。

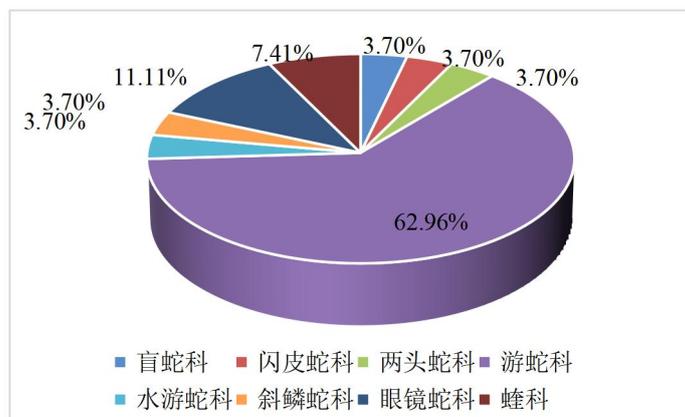


图 7.2-32 蛇亚目动物物种组成分析

（3）爬行动物区系与分布型

在区系组成上，该区域的 41 种爬行动物有 6 种为广布种，如铜蜓蜥、乌梢蛇和短尾蝮等，约占 15%。其它 35 种为东洋界分布，约占 85%。该地区为亚热带生境，区系组成也与之相适应，以东洋界物种为主，显示了亚热带特色。

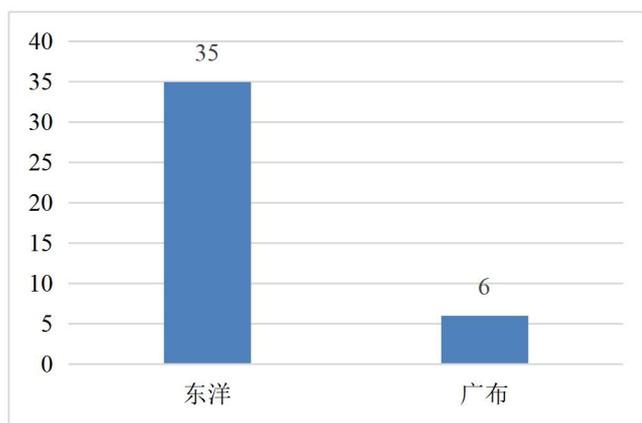


图 7.2-33 项目区爬行动物区系特点

荣祖（2009）对中国陆栖脊椎动物分布型的划分中，本区域 41 个爬行类中，21 种为南中国型，约占比 51%，14 种为东洋型，约占比 34%，6 种为季风区型，约占 14%。分布型以南中国型为主，显示了项目区位于中国南方的地域特点。

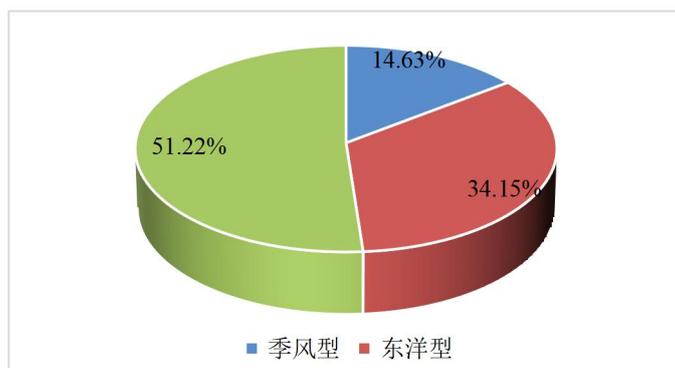


图 7.2-34 项目区爬行动物分布型特点

（4）爬行动物生态类型

爬行动物相比两栖动物，其运动能力更强。分布范围广，在长期适应各种生境的生活中，不同的种类逐渐形成了对某种生境类型的倾向性，如一些蛇类的生存离不开水，而有些爬行动物则生活在干燥的沙漠区域，根据爬行动物生境选择的特征，结合相关资料文献将评价区的爬行动物划分为如下 5 种生态类型：

1、住宅型：多疣壁虎、蹼趾壁虎均属壁虎属；壁虎四肢上长具有极强黏附能力的刚毛，可飞檐走壁，经常被发源于民房房顶；壁虎昼伏夜出，主要以各种小昆虫及虫卵为食，在野外也偶尔有发现，其受到惊吓后会断尾逃生。

2、灌丛石隙性：主要包括蜥蜴科、石龙子科的小型爬行动物以及部分蛇类。调查中发现北草蜥、蓝尾石龙子、黄链蛇、原矛头蝮等。这些动物喜欢生活在灌丛和石隙中，特别是在早晨和正午阳光充足的时候，仔细观察便能发现这些小

动物经常趴在石头上晒太阳，受到惊吓后迅速逃进石缝，过一两分钟觉得安全后又钻出来。向阳的石隙植被丰富，昆虫众多，为这些动物提供了良好的生存条件；它们喜欢栖息在草丛、农田等环境中，它们主要以蚯蚓、蛙类以及小型哺乳动物为食。

3、土栖型：文献记录仅有1种即钝尾两头蛇，此种蛇类较小，一般仅有十几厘米，该蛇最明显的特征是首尾两端有相似的黄色斑块。钝尾两头蛇一般生活在潮湿的泥土下，行动隐秘，主要以蚂蚁、蚯蚓为食。

4、树栖型：喜缠绕在树枝上，其受到惊吓后迅速顺着树枝往上爬，与爱往石缝中钻的其他蛇类型成鲜明对比。如评价区的翠青蛇，成体均为绿色，形成良好的保护色，若其不动便很难发现。

5、林栖傍水型：喜生活在距离水源较近的灌丛、石隙中，主要以蛙类、蜥蜴、小型哺乳动物为食。评价区的爬行类如：银环蛇、乌梢蛇、虎斑颈槽蛇，在此生态类型下，该种蛇类更容易找到食物。银环蛇为中国第一毒蛇，具有强烈的神经性毒素，但性情温顺，遇到人后会逃跑，外形与无毒的链蛇属较为相近。



图 7.2-35 红纹滞卵蛇和赤链蛇

7.2.5.3 鸟类资源

鸟类的生态位广泛，食性多样并使用多种物理资源，对环境变化敏感，是环境健康状况和环境变化的优秀指示物。鸟类群落是生态系统典型生物类群，对环境变化较为敏感。群落内物种组成是群落研究最基本的内容。某一区域鸟类群落的组成种类，主要受种的扩散能力、种群大小、食物供应、区域面积、栖息地适合度、种间相互作用、种源库与区域的距离、种的生物学特性等因素的影响。

（1）调查方法

样线法：

采用固定距离样线法进行调查统计，在样线中以步行调查统计鸟类种类和数量。记录单侧宽度为 50 米内所有观察到的鸟类，包括向后飞越过样带的个体，向前飞越过样带的个体不记录。步行速度平均每小时 1 公里。调查在天气晴朗、风力不大（一般在 3 级以下）的条件下进行；最佳调查时间为清晨或傍晚。根据《陆生野生动物调查技术细则》的要求进行野外数据记录。

评价范围内主要的生境类型包括林地、灌丛、农田、湿地、城镇五类，其中林地占地面积最大；其次是农田、城镇、湿地、灌丛。该评价地区有明显的生境异质性，不同的鸟类种群可能对不同类型的生境有不同的偏好。同时，每种生境都具有独特的生态特征，如植被类型、植被密度、水体特性、食物资源、巢穴条件等，这些特征会影响鸟类的分布和活动。不同的鸟类物种通常在不同的生境中出现，某些物种可能更常出现在林地生境中，而其他物种则更常见于湿地或农田生境中。为全面了解整个评价范围内的鸟类物种多样性，样线应同时覆盖林地、农田、湿地等多种生境。

按照每个生境类型不少于三条样线的原则，在评价范围内共设置 18 条样线，样线涵盖所有生境类型，评价区内林地生境设置 4 条样线，农田、城镇、湿地、灌丛生境类型各设置 3 条样线。

样点法：

样点的数量应有效地估计大多数鸟类的密度，各样点之间至少间隔 200 米。到达样点后，安静休息 3 分钟后，以调查人员所在地为样点中心，观察并记录四周发现的鸟类名称、数量、距离样点中心距离等信息。每个个体只记录一次，能够判明是飞出又飞回的鸟不进行计数。每个样点的计数时间为 10 分钟。调查时间为清晨（日出后 0.5 小时至 3 小时）或傍晚（日落前 3 小时至日落）。



图 7.2-36 鸟类样线样点布置示意图



图 7.2-37 调查工作照

（2）资料收集与走访调查：

由于很多鸟类具有长距离迁徙的习性，鸟类群落存在显著的季节性组成，因此，完整的鸟类群落研究需要一整年的数据收集，包括鸟类的越冬季、春季迁徙、繁殖季以及秋季迁徙。清晰的调查清楚当地鸟类群落结构，现场调查通常需要涵盖一整年周期，即包括迁徙季、繁殖季和越冬季调查。由于本评价区域涉及范围较小，本地又多以农田生境为主，现场调查到物种数量较少，且没有完成一整年周期的鸟类跟踪调查。因此，本报告的编制主要以历史资料和参考文献的数据作为支撑数据。

对照鸟类图谱，通过与周边老百姓访谈，核对图谱中鸟类生态照片与分布，以及历史文献资料收集等手段，获取当地鸟类物种信息。由于鸟类观察所需要的专业知识，日常数据收集以及鸟类爱好者的沟通交流（实时更新），收集已有资料（发表和未发表的文献），据调查区域内的物种组成及分布的历史记录，整理出评价区鸟类名录。

（3）分析方法

本次调查的数据统计及分析，具体参照全国第二次陆生野生动物资源调查制订的《湿地生态系统陆生野生动物资源调查技术细则》。其中对鸟类调查的数量统计分析方法如下：

（4）种类统计

以实际调查观察到的物种为准。物种确认原则：有两人以上同时观察到鸟类实体，或具有影像资料的佐证。同时还辅以资料查询、访问和实地调查等方

法来确定物种的分布区。近五年内有人捡到某种动物或者存在某种动物出现的确切证据的，认为该物种在该调查样区内有分布。野外调查发现某种鸟类的活动痕迹或者听见其叫声，认为该物种在该调查样区内有分布。

（5）种群密度估计

种群密度估计是进行各物种种群数量估计的重要因子。对不同的调查方法，其密度估计计算方法如下：

1) 样线法

若以 D 表示密度， N 表示观察到的个体数， L 表示样线长度， X_i 表示第 i 个个体到样线的距离， \bar{w} 表示观察到的个体到样线的平均距离，即：

$$\bar{w} = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N}$$

当动物的发现概率随至样线中线距离的增加呈负指数方式减少时，以负指数分布探测函数拟合：

$$D = (N-1) / 2L\bar{w}$$

当动物的发现概率随至样线中线距离的增加呈半正态函数方式减少时，以半正态截尾分布探测函数拟合：

$$D = \left(\sqrt{N\pi} \sum X_i (N-0.8) \right) / 2L$$

2) 样点法

样点法种群密度的估计：若以 D 表示密度， N 表示每个样点所观测的鸟类个体数， r 表示样点平均半径，则：

$$D = N/\pi r^2$$

$$\bar{r} = \frac{\sum_{i=1}^N d_i}{N}$$

3) 集群地鸟类计数法

D 调查样本上动物密度， A 表示集群地面积，则密度计算公式为：

$$D = \frac{\sum_{i=1}^N M_i}{A}$$

评价区调查共发现鸟类有 122 种，隶属于 16 目 42 科。其中雀形目调查到了 24 科 73 种，构成了评价区及周边鸟类的主体。它们主要以本地留鸟为主类。

评价区及周边的中、大型迁徙水鸟较少，主要的水鸟构成类群为鹭类。

其中，所含物种数和科级数目最多的为雀形目，共包括鸟类 24 科 73 种，分别占总科数和物种数的 57.14%和 59.84%，优势极其显著。其次为佛法僧目，包括鸟类 3 科 4 种，分别占总科数和物种数的 7.14%和 3.28%。鹳形目和啄木鸟目各包括鸟类 7 种，占物种数的 5.74%；鸨形目和鹰形目各包括鸟类 5 种，占物种数的 4.10%；佛法僧目和鸮形目各包括鸟类 4 种，占物种数的 3.28%；鹤形目包括鸟类 3 种，占物种数的 2.46%；鸽形目、鸡形目、鹃形目、鸛鷗目、雁形目和夜鹰目各包括鸟类 1 种，占物种数的 1.64%；隼形目和犀鸟目各包括鸟类 1 种，占物种数的 0.82%。

表 7.2-17 评价区鸟类群落组成一览表

分类地位	科	科所占比例	种	种所占比例
鸡形目 GALLIFORMES	1	2.38%	2	1.64%
雁形目 ANSERIFORMES	1	2.38%	2	1.64%
鸛鷗目 PODICIPEDIFORMES	1	2.38%	2	1.64%
鸽形目 COLUMBIFORMES	1	2.38%	2	1.64%
夜鹰目 CAPRIMULGIFORMES	1	2.38%	2	1.64%
鹃形目 CUCULIFORMES	1	2.38%	2	1.64%
鹤形目 GRUIFORMES	1	2.38%	3	2.46%
鸨形目 CHARADRIIFORMES	2	4.76%	5	4.10%
鹳形目 PELECANIFORMES	1	2.38%	7	5.74%
鹰形目 FALCONIFORMES	1	2.38%	5	4.10%
鸮形目 STRIGIFORMES	1	2.38%	4	3.28%
犀鸟目 BUCEROTIFORMES	1	2.38%	1	0.82%
佛法僧目 CORACIIFORMES	3	7.14%	4	3.28%
啄木鸟目 PICIFORMES	1	2.38%	7	5.74%
隼形目 FALCONIFORMES	1	2.38%	1	0.82%
雀形目 PASSERIFORMES	24	57.14%	73	59.84%
合计	42	100.00%	122	100.00%

(6) 鸟类区系组成

动物区系是指在历史发展过程中形成而在现代生态条件下存在的许多动物类型的总体，是在历史因素和生态因素共同作用下形成的。1857 年，斯克莱特根据各地鸟类的差别，将全球分为六大鸟区。1876 年，英国著名的博物学家、进化论的泰斗华莱士和达尔文都肯定了六大区划分的正确性，并提出了一些修改，形成六大动物地理区，这六大动物地理区为：古北界（Palearctic realm）、

新北界（Nearctic realm）、新热带界（Neotropical realm）、旧热带界（Ethiopian realm）、东洋界（Oriental realm）和澳洲界（Australian realm）。

中国陆地动物区划属于世界动物地理分区的古北界与东洋界。两界在我国境内的分界线西起横断山脉北部，经过川北的岷山与陕南的秦岭，向东至淮河南岸，直抵长江口以北。我国动物区系根据陆栖脊椎动物特别是哺乳类和鸟类的分布情况，下分七个区：东北区、华北区、蒙新区、青藏区、西南区、华中区、华南区。其中前4个区属于古北界；后3个区属于东洋界。

从动物地理区划看，调查区域在动物地理上属于东洋界。从鸟类区系组成来看，评价区内东洋界鸟类有48种，占总物种数的55%（图2），东洋界特征明显。这与评价区所处的地理位置相关，评价区在地理区划上属于东洋界的华中区和华南区的交界处，四季分明，雨热同季，光热资源丰富，气候条件较为优越，东洋界鸟类种类众多。



夜鹭（亚成体）



白头鹎



棕背伯劳



珠颈斑鸠



白鹊鸂

黄斑苇鳉

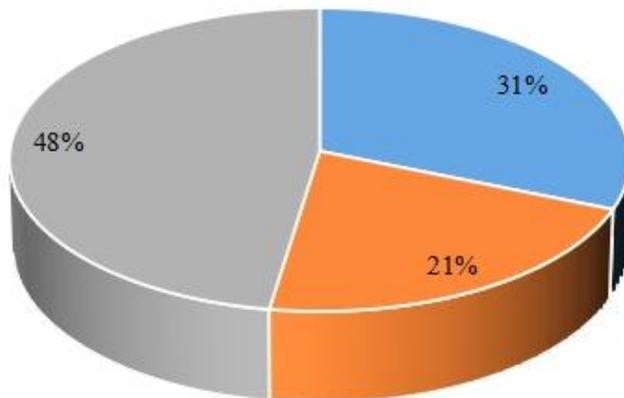


灰喜鹊



戴胜

图 7.2-38 调查的部分鸟类



■ 东洋界 ■ 古北界 ■ 广布种

图 7.2-36 评价区鸟类种类的区系组成

广布种鸟类有 58 种，占总物种数的 48%，评价区内的广布种鸟类有黑水鸡（*Gallinula chloropus*）、北红尾鸂（*Phoenicurus auroreus*）、灰椋鸟（*Spodiopsar cineraceus*）等；



图 7.2-40 灰椋鸟（左）、黑水鸡（右）

东洋界鸟类有 38 种，占总物种数的 31%，评价区内的鸟类有灰胸竹鸡 (*Bambusicola thoracicus*)、灰卷尾 (*Dicrurus leucophaeus*)、白鹭 (*Egretta garzetta*)、红嘴相思鸟 (*Leiothrix lutea*)、棕脸鹟莺 (*Abroscopus albogularis*)、灰胸竹鸡 (*Bambusicola thoracicus*) 等。



图 7.2-41 白鹭

古北界鸟类有 26 种，占总物种数的 21%，评价区内的鸟类有黑尾蜡嘴雀 (*Eophona migratoria*)、绿头鸭 (*Anas platyrhynchos*)、虎斑地鸫 (*Zoothera aurea*) 等。



图 7.2-42 黑尾蜡嘴雀

（8）鸟类居留型组成

很多鸟类会根据季节的变化，迁移到不同的地方去过冬或繁殖。留鸟、冬候鸟、夏候鸟、旅鸟统称为鸟类居留型。所谓留鸟，即一年四季均在某地区可见到的鸟类，并在该地区完成繁殖和过冬阶段的鸟类；候鸟是指只在该地区完成繁殖或过冬阶段的鸟类；完成过冬阶段的为冬候鸟，完成繁殖阶段的为夏候鸟，这些鸟在该地区的可见期因不同鸟种而异。旅鸟是指迁徙中途经某地区，而又不在于该地区繁殖或越冬；候鸟在依不同季节而从一个栖居地飞到另一个栖居地的过程中，经过某些地区，不在这个地区繁殖，也不在这个地区越冬，这种候鸟就成为该地区的旅鸟。不同的鸟类因繁殖和越冬的地域不同，使得留鸟和候鸟之间没有截然界限，有些鸟类的居留型特征很明显，有些就不是那么明显。



图 7.2-43 评价区鸟类种类的居留型组成



图 7.2-44 红耳鹎

根据居留型划分：留鸟 71 种，占总数 58%；旅鸟 8 种，占总数 6%；夏候鸟 19 种，占总数 16%；冬候鸟 24 种，占总数 20%（图 3）。在评价区，占总

数一半以上的留鸟是组成该地区鸟类群落中的稳定成分。评价区为亚热带季风气候，四季分明，雨热同季，光热资源丰富，春季干湿冷暖多变，夏季炎热雨水集中，秋季温和天高气爽，冬季寒冷雨雪稀少，气候条件较为优越，评价区内植被丰富，为留鸟的生存繁殖提供了相对稳定的环境，这些留鸟大多为栖居于评价区内的乔木之中。冬候鸟、夏候鸟两者之和为鸟类总数的 43%，它们的组成显现出显著的季节特异性，是评价区范围内鸟类群落中周期变动的成分，也是引起鸟类季相更替的主要因素。在各居留型中，以旅鸟种数最少，它们多为春秋季迁徙路过的类群。冬季常见的鸟类主要为留鸟，迁徙性鸟类有雀形目鹟科、鸫类等鸟类，是评价区冬季常见的鸟类，在种数和数量上均起着调节作用。

7.2.5.4 哺乳动物分布现状

(1) 调查方法

由于哺乳动物生活习性和活动特点，很难在短期调查中观测到动物实体。因此，一般通常采用现场调查和资料收集方法。现场调查一般分为样线法、样方法和踪迹判断法。根据兽类活动时留下的踪迹足印、粪便、体毛、爪印、食痕、睡窝、洞穴等来判定留下的踪迹物种、个体大小、家域面积大小、数量、昼行或夜行、季节性迁移和生境偏好等。

现场调查到的物种非常有限，更多的需要根据历史资料收集与当地调查访问结合的方式，调查整理评价区已有资料（发表和未发表的文献、馆藏标本等），结合访谈调查，掌握评价区域内的物种组成及分布的历史记录。

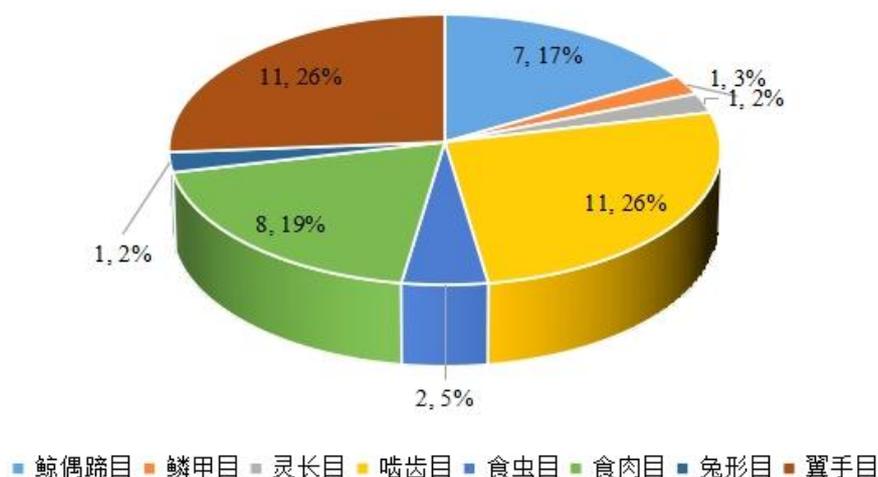


图 7.2-45 评价区哺乳动物物种组成

（2）调查结果

现场共调查到黄鼬（*Mustela sibirica*）、赤腹松鼠（*Callosciurus erythraeus*）、东亚刺猬（*Erinaceus europaeus*）三种，由于现场观察的物种和个体数目均较少，因此，本文哺乳动物调查数据以历史资料收集为主。

根据文献查阅并结合访问调查，在评价区哺乳动物有 42 种，分别隶属于 8 目 15 科。评价区中，啮齿目和翼手目物种数最多，啮齿目 4 科 11 种，翼手目 2 科 11 种，各占总物种数的 26%；其次食肉目，2 科 8 种，占总物种数的 19%。然后为鲸偶蹄目，2 科 7 种，占总物种数的 17%。食虫目 2 科 2 种，占总物种数的 5%。最后为灵长目、鳞甲目和兔形目，它们均只有 1 科 1 种，分别仅占物种总数的 2%。



图 7.2-46 东亚刺猬

7.2.5.5 国家重点保护动物

结合现场调查、文献和历史资料等关于动物物种记录确定评价区动物物种分布情况，其中国家级和地方野生动物保护级别根据《国家重点保护野生动物名录》和《福建省重点保护野生动物名录》确定；濒危等级和特有种根据《中国生物多样性红色名录—脊椎动物卷》确定。

国家重点保护脊椎动物物种共 22 种，其中两栖类国家Ⅱ级保护动物虎纹蛙（*Hoplobatrachus rugulosus*）1 种；爬行类未发现国家重点保护物种；鸟类发现国家Ⅱ级重点保护物种 15 类，鸟类鸳鸯（*Aix galericulata*）、小鸦鹛（*Centropus bengalensis*）、蛇雕（*Spilornis cheela*）、鹰雕（*Nisaetus nipalensis*）、黄嘴角鸮（*Otus spilocephalus*）、领角鸮（*Otus lettia*）、红角鸮（*Otus sunia*）、领鸺鹠（*Glaucidium brodiei*）、蓝喉蜂虎（*Merops viridis*）、画眉（*Garrulax canorus*）、红嘴相思鸟（*Leiothrix lutea*）、蓝喉歌鸲（*Luscinia svecica*）、红

隼（*Falco tinnunculus*）、黑翅鸢（*Elanus caeruleus*）、黑鸢（*Milvus migrans*）；哺乳类国家I保护兽类黑鹿（*Muntiacus crinifrons*），国家II级保护兽类猕猴（*Macaca mulatta*）、穿山甲（*Manis pentadactyla*）、豺（*Cuon alpinus*）、水獭（*Lutra lutra*）、獐（河鹿）（*Hydropotes inermis*）；国家二级重点保护。具体的重点物种保护等级和濒危情况详见表 7.2-18 。

工程的主要线路避开一部分保护动物的保护小区如古田镇龙丰岩苏门羚黑鹿保护小区、小池镇黄连孟储等动植物保护小区、蛟洋镇石片寨老鹰保护小区、蛟洋镇尖峰崇老鹰保护小区、南阳镇石高山蟒蛇穿山甲保护，对于没有避开的动物保护小区蛟洋镇森坑老鹰，蛟洋镇下森坑老鹰保护小区，采用一档跨过的形式，不在保护小区立塔，不占用保护小区动物活动空间。因此输电线路工程对重点动物的影响较小。

表7.2-18 工程范围内重要野生动物调查结果统计表

序号	脊椎动物类别	物种名称 (中文名/拉丁名)	国家/地方保护级别	濒危等级	是否特有种	资料来源	工程占用情况
1	两栖类	虎纹蛙 <i>Hoplobatrachus chinensis</i>	国家二级	EN	否	现场调查和历史资料	未占用
2	爬行类	—					
3	鸟类	鸳鸯 <i>Aix galericulata</i>	国家二级	NT	否	现场调查和历史资料	未占用
4		小鸦鹃 <i>Centropus bengalensis</i>	国家二级	LC	否	现场调查和历史资料	未占用
5		蛇雕 <i>Spilornis cheela</i>	国家二级	NT	否	现场调查和历史资料	未占用
6		鹰雕 <i>Nisaetus nipalensis</i>	国家二级	NT	否	历史资料	未占用
7		黄嘴角鸮 <i>Otus spilocephalus</i>	国家二级	NT	否	现场调查和历史资料	未占用
8		领角鸮 <i>Otus lettia</i>	国家二级	LC	否	历史资料	未占用
9		红角鸮 <i>Otus sunia</i>	国家二级	LC	否	历史资料	未占用
10		领鸺鹠 <i>Glaucidium brodiei</i>	国家二级	LC	否	现场调查和历史资料	未占用
11		蓝喉蜂虎 <i>Merops viridis</i>	国家二级	LC	否	历史资料	未占用
12		画眉 <i>Garrulax canorus</i>	国家二级	NT	否	现场调查和历史资料	未占用
13		红嘴相思鸟 <i>Leiothrix lutea</i>	国家二级	LC	否	历史资料	未占用

14		蓝喉歌鸲 <i>Luscinia svecica</i>	国家二级	LC	否	历史资料	未占用
15		红隼 <i>Falco tinnunculus</i>	国家二级	LC	否	现场调查和历史资料	未占用
16		黑翅鸢 <i>Elanus caeruleus</i>	国家二级	NT	否	历史资料	未占用
17		黑鸢 <i>Milvus migrans</i>	国家二级	LC	否	现场调查和历史资料	未占用
18	哺乳类	黑麂 <i>Muntiacus crinifrons</i>	国家一级	EN	是	历史资料	未占用
19		猕猴 <i>Macaca mulatta</i>	国家二级	LC	否	历史资料	未占用
20		穿山甲 <i>Manis pentadactyla</i>	国家二级	CR	否	历史资料	未占用
21		豺 <i>Cuon alpinus</i>	国家二级	EN	否	历史资料	未占用
22		水獭 <i>Lutra lutra</i>	国家二级	EN	否	历史资料	未占用
23		獐（河鹿） <i>Hydropotes inermis</i>	国家二级	VU	否	历史资料	未占用

注：（1）国家级和地方保护级别根据《国家重点保护野生动物名录》和《福建省重点保护野生动物名录》确定，濒危等级和特有种根据《中国生物多样性红色名录—脊椎动物卷》确定；（2）濒危等级符号含义：绝灭（EX）、野生绝灭（EW）、极危（CR）、濒危（EN）、易危（VU）、近危（NT）、无危（LC）、数据缺乏（DD）、未予评估（NE）；

部分国家重点物种特性和分布区域介绍：

1) 红隼

红隼 *Falco tinnunculus* 为隼形目隼科 Falconidae 鸟类体长雄性 31 厘米，雌性 37 厘米。雄鸟：头上至后头鼠灰色；背、覆羽红褐色，有黑色斑点，飞羽黑色。尾羽略长，无横斑，仅末端具一道黑宽横带及一道细白横带。雌鸟：头栗褐色，体背及翼栗褐色有黑褐色横斑点。尾红褐色，有多道暗色窄横带。飞行时，翼面色淡，但背部的红褐色与翼端的黑色对比明显。经常悬停，尾全张，扇形。相似种：游隼的体型较大，颊有一白斑。甚常见留鸟及季候鸟，指名亚种繁殖于中国东北及西北；北方鸟冬季南迁至中国南方、海南岛及台湾越冬。

IUCN 评估其为低危物种，主要栖息于山区混交林、开垦地、灌丛等。常单独行动，翅尖而飞行速度快。常见在空中定点振翅捕食地面猎物，以中小型兽类和鸟类、两爬、昆虫为食。

2) 黑翅鸢

黑翅鸢 (*Elanus caeruleus*) 隶属于鹰形目鹰科 Accipitridae。体长雄性 33 厘米，雌性 37 厘米。头白色，头顶灰色，眼红色、有短黑眼后线。蜡膜黄色，背、翼及尾淡灰色，肩部小覆羽和中覆羽黑色。腹面白色，足黄色。翼长尾端，翼尖超过尾端。飞行时，翼下白色覆羽与黑色飞羽对比明显。虹膜：红色；嘴：黑色，蜡膜黄色；脚：黄色。见于云南、广西、广东及香港的开阔低地及山区，高可至海拔 2000 米。在评价区该鸟属于过境鸟。

IUCN 评估其为低危物种，飞行速度快，滑翔时双翼上扬呈深 V 形，常于低空悬停觅食。喜停栖在荒地上的独立树或电线杆上，尾部常上下摆动。

3) 黑鸢

黑鸢 (*Milvus migrans*) 是鹰形目鹰科 Accipitridae 的鸟类。黑鸢白天活动，常单独在高空飞翔，秋季有时亦呈 2-3 只的小群。飞行快而有力，能很熟练地利用上升的热气流升入高空长时间地盘旋翱翔，两翅平伸不动，尾翼散开，像舵一样不断摆动和变换形状以调节前进方向，两翅亦不时抖动。通常呈圈状盘旋翱翔，边飞边鸣，鸣声尖锐，似吹哨一样，很远即能听到。视力亦很敏锐，在高空盘旋时即能见到地面动物的活动。性机警，人很难接近。黑鸢栖息于开阔平原、草地、荒原和低山丘陵地带，也常在城郊、村屯、田野、港湾、湖泊上空活动，偶尔也出现在 2000m 以上的高山森林和林缘地带。

IUCN 评估其为低危物种，觅食主要通过敏锐的视觉，通常通过在空中盘旋来观察和觅找食物，当发现地面猎物时，即迅速俯冲直下，扑向猎物，用利爪抓劫而去，飞至树上或岩石上啄食。

4) 画眉

画眉 (*Garrulax canorus*) 是雀形目噪鹛科 *Leiothrichidae* 的鸟类。画眉留生活于中国长江以南的山林地区，喜在灌丛中穿飞和栖息，常在林下的草丛中觅食，不善作远距离飞翔。画眉多栖居在山丘灌丛和村落附近或城郊的灌丛、竹林或庭院中。喜欢单独生活，秋冬结集小群活动。性机敏胆怯、好隐匿。常立树梢枝杈间鸣啭，引颈高歌，音韵多变、委婉动听，还善仿其它的鸟鸣声、兽叫声和虫鸣，尤其是在 2-7 月间，喜欢在傍晚鸣唱。IUCN 评估其为低危物种。

5) 黑麂

黑麂 (*Muntiacus crinifrons*) 是鹿科麂属的哺乳动物，是麂类中体型较大的种类。体长 100~110 厘米，肩高 60 厘米左右，冬毛上体暗褐色；夏毛棕色成分增加。尾较长，一般超过 20 厘米，背面黑色，尾腹及尾侧毛色纯白，白尾十分醒目。黑麂是中国的特产动物，没有亚种分化，分布范围十分狭小，仅见于浙江省。栖息于海拔为 1000 米左右的山地常绿阔叶林及常绿、落叶阔叶混交林和灌木丛。主要以草本植物的叶和嫩枝等为食，种类多达近百种。

6) 猕猴

猕猴 (学名: *Macaca mulatta*) 是自然界中最常见的一种猴。头体长 47-64 厘米，尾长 19-30 厘米，雄猴体重 7.7 千克，雌猴体重 5.4 千克。栖息于热带、亚热带及暖温带阔叶林，从低丘到 3000-4000 米高海拔、僻静有食的各种环境都有栖息，是现存灵长类中对栖息条件要求较低的一种。喜欢生活在石山的林灌地带，特别是那些岩石嶙峋、悬崖峭壁又夹杂着溪河沟谷、攀藤绿树的广阔地段，往往是猴子最理想的生活场所。主要分布于南方诸省 (区)，以广东、广西、云南、贵州等地分布较多，福建、安徽、江西、湖南、湖北、四川次之，陕西、山西、河南、河北、青海、西藏等局部地点也有分布。

7) 穿山甲

穿山甲 (*Manis pentadactyla*) 又名鱗鲤，是穿山甲科动物的通称，属于脊索动物门哺乳纲，广泛分布于非洲和亚洲各地。穿山甲头体长 42-92 厘米，尾长 28-35 厘米，体重 2~7 千克；鳞片棕褐色，吻细长，脑颅大，呈圆锥形；栖

息于丘陵、山麓、平原的树林潮湿地带，喜炎热，能爬树，能在泥土中挖深 2—4 米、径 20—30 厘米的洞，末端的巢径约 2 米，以长舌舔食白蚁、蚁、蜜蜂或其他昆虫。

8) 豺

豺 (*Cuon alpinus*) 别名豺狗、红狼，属于犬科。外形与狗、狼相近，体型比狼小，体长 100 厘米左右，体重 20 千克左右。豺为典型的山地动物，栖息于山地草原、亚高山草甸及山地疏林中。多结群营游猎生活，性警觉，嗅觉很发达，晨昏活动最频繁。十分凶残，喜追逐，发现猎物后聚集在一起进行围猎，主要捕食狍、麝、羊类等中型有蹄动物。发情期随地区和气候不同稍有差异，最早的在秋季，晚的在冬季，孕期约两个月，冬季或冬末春初产仔。豺狗属于国家二级保护动物。

9) 水獭

水獭 (*Lutra lutra*) 为鼬科水獭属动物，又名獭猫、鱼猫、水狗；獭是旱獭和水獭的总称。水獭为世界珍贵的毛皮动物，是国家二级重点保护动物。水獭是半水栖兽类，流线型的身体，头部宽而略扁，躯体长，吻短，眼睛稍突而圆，耳朵小，四肢短，体背部为咖啡色，腹面呈灰褐色，喉部、颈下灰白色，毛色还呈季节性变化，夏季稍带红棕色。它们傍水而居，喜欢栖息在湖泊、河湾、沼泽等淡水区。水獭的洞穴较浅，多居自然洞穴，常位于水岸石缝底下或水边灌木丛中。

10) 獐（河麋）

獐（河麋） (*Hydropotes inermis*) 无角，体重约 15—20(雄 15、雌 20) 千克，体长约 1 米。四肢粗壮发达，肩高略低于臀高。体毛多棕黄色、灰黄色、浓密粗长，体侧及腰部的冬毛长达 30 毫米。无额腺，眶下腺小。耳相对较大，尾极短，被臀部的毛遮盖。毛粗而脆。幼獐毛被有线色斑点，纵行排列。体长 0.78~1.00 米；肩高 0.45~0.55 米；毛粗硬，体侧和臀部毛长约 4 厘米；背和体侧毛色沙黄，毛尖黑色，头顶灰褐至红褐色，颈、喉、嘴周围和腹毛白色；幼獐背部有白斑和白纹；上犬齿发达，雄兽的尤其长而大（约 5 厘米），略弯，呈獠牙状，露于口外，雌雄均有腹股沟腺。生活于山地草坡灌丛、草坡中，不上高山，喜欢在河岸、湖边等潮湿地或沼泽地的芦苇中生活。

11) 虎纹蛙

虎纹蛙（*Hoplobatrachus rugulosus*）它的个头长得魁梧壮实，有“亚洲之蛙”之称。雌性比雄性大，体长可超过 12 厘米，体重 250~500 克。皮肤极为粗糙，头部及体侧有深色不规则的斑纹。背部呈黄绿色略带棕色，有十几行纵向排列的肤棱，肤棱间散布小疣粒。腹面白色，也有不规则的斑纹，咽部和胸部还有灰棕色斑。前后肢有横斑。由于这些斑纹看上去略似虎皮，因此得名。趾端尖圆，趾间具全蹼。前肢粗壮，指垫发达，呈灰色。雄蛙具外声囊一对。已列为国家Ⅱ级重点保护动物。

7.2.6 生态敏感区调查

7.2.6.1 输变电路穿（跨）越的生态敏感区

本项目输电线路穿（跨）越生态敏感区 6 处，且均一档跨越，不在生态敏感区立塔。穿（跨）生态敏感区的类型分别为省级森林自然公园 1 处、自然保护区 5 处，详见表 7.2-19，本项目与生态敏感区的相对位置关系见附图 14。

表 7.2-19 本项目输电线路穿（跨）越的生态敏感区

工程名称	类型	序号	行政区	级别	主管部门	名称	与本项目相对位置关系
卓然 ~ 汀州 500kV 线路工程	自然保护区	1	龙岩市上杭县	县级	林业	蛟洋镇森坑老鹰保护小区	穿越该保护小区 2 处，穿越长度分别为 30m、100m，均一档跨越，不在保护小区内立塔
		2	龙岩市上杭县	县级	林业	蛟洋镇下森坑老鹰保护小区	穿越保护小区约 85m，一档跨越，不在保护小区内立塔
		3	龙岩市连城县	县级	林业	新泉镇中华山细柄阿丁枫保护小区	穿越保护小区约 230m，一档跨越，不在保护小区内立塔
桃源 ~ 汀州 500kV 线路工程	森林自然公园	4	三明市清流县	省级	林业	福建三明桂溪省级森林自然公园	穿越森林公园 280m，一档跨越，不在森林公园内立塔
	自然保护区	5	三明市清流县	县级	林业	太山村自然保护区	穿越保护小区 3 处，穿越长度分别为 240m、180m、360m，均一档跨越，不在保护小区内立塔
		6	三明市永安市	县级	林业	大湖魏坊暗窠枫香保护小区	穿越保护小区约 225m，一档跨越，不在保护小区内立塔

(1) 蛟洋镇森坑老鹰保护小区

蛟洋镇森坑老鹰保护小区位于龙岩市上杭县，为县级保护小区，由上杭县林业局管理，经营面积约 169.79hm²，海拔 650m 左右。保护小区地貌类型主要为山地，土壤类型为红壤。线路穿越该保护小区 2 处，穿越长度分别为 30m、100m，均一档跨越，不在保护小区内立塔，穿越段为山地地形，主要为林地。

线路沿线植物资源：蛟洋镇森坑老鹰保护小区紧挨蛟洋镇下森坑老鹰保护小区，其植被类型跟蛟洋镇下森坑老鹰保护小区大致相同，林地以硬阔叶树种为主，典型植被乔木层为杉树、苦槠、松树、盐肤木、木荷、阔叶润楠、闽楠、毛竹等；灌木层主要为山乌柏、大青叶、高粱泡、云实、香花崖豆藤、拉拉藤、

空心泡等；草本层主要为五节芒、飞蓬、一年蓬、地钱、胜红蓟、龙葵、大叶鼠尾草、蕨类等。

沿线动物资源：该区常见的两栖类有中华蟾蜍 *Bufo gargarizans*、黑眶蟾蜍 *Duttaphrynus melanostictus*、泽陆蛙 *Fejervarya limnocharis*，均为无尾目种类。现生爬行类包括蛇类、蜥蜴类、鳄类和龟鳖类。爬行动物铜蜓蜥、乌梢蛇和短尾蝮等。鸟类可见老鹰、鹁形目和啄木鸟、鸽形目和鹰形目各包括鸟类 5 种，鸽形目、鸡形目、鹁形目、鸚鷁目、雁形目和夜鹰目各包括鸟类 1 种。主要以本地留鸟为主类。评价区及周边的中、大型迁徙水鸟较少，主要的水鸟构成类群为鹭类。哺乳类可见小鹿、豪猪、黄鼬（*Mustela sibirica*）、赤腹松鼠（*Callosciurus erythraeus*）、东亚刺猬、野猪、小鹿等。

（2）蛟洋镇下森坑老鹰保护小区

新泉镇中华山细柄阿丁枫保护小区位于龙岩市上杭县，为县级保护小区，由上杭县林业局管理，经营面积约 40.64hm²，海拔 450m 左右。保护小区地貌类型主要为山地，土壤类型为红壤。线路穿越保护小区约 85m，一档跨越，不在保护小区内立塔，穿越段为山地地形，主要为林地。

沿线林地以硬阔叶树种为主，典型植被乔木层为杉树、盐肤木、苦槠、木荷、阔叶润楠、闽楠、毛竹等；灌木层主要为山乌桕、大青叶、高粱泡、云实、香花崖豆藤、拉拉藤等；草本层主要为五节芒、飞蓬、一年蓬、地钱、胜红蓟、龙葵等。该区常见的两栖类有中华蟾蜍 *Bufo gargarizans*、黑眶蟾蜍 *Duttaphrynus melanostictus*、泽陆蛙 *Fejervarya limnocharis*，均为无尾目种类。现生爬行类包括蛇类、蜥蜴类、鳄类和龟鳖类。爬行动物铜蜓蜥、乌梢蛇和短尾蝮等。鸟类可见老鹰、鹁形目和啄木鸟、鸽形目和鹰形目各包括鸟类 5 种，鸽形目、鸡形目、鹁形目、鸚鷁目、雁形目和夜鹰目各包括鸟类 1 种。主要以本地留鸟为主类。评价区及周边的中、大型迁徙水鸟较少，主要的水鸟构成类群为鹭类。哺乳类可见小鹿、豪猪、黄鼬（*Mustela sibirica*）、赤腹松鼠（*Callosciurus erythraeus*）、东亚刺猬等。

（3）新泉镇中华山细柄阿丁枫保护小区

新泉镇中华山细柄阿丁枫保护小区位于龙岩市上杭县，为县级保护小区，由上杭县林业局管理，经营面积约 30.29hm²，海拔 520m 左右。保护小区地貌

类型主要为山地，土壤类型为红壤。线路穿越保护小区约 230m，一档跨越，不在保护小区内立塔，穿越段为山地地形，主要为林地。

沿线林地以硬阔叶树种为主，主要乔木层为细柄阿丁枫、枫树林、杜鹃、杜英、润楠、杉木、交让木、阿丁枫、木荷等；灌木层主要为山乌柏、杜鹃、猕猴桃、菝葜、胡颓子、猕猴桃、土茯苓、厚皮香（山茶科）等；草本层主要为胜红蓟、蕨类、五节芒，飞蓬、地榆、一年蓬等；藤本植物为广东蛇葡萄、粉防己等。根据调查、资料分析和咨询，沿线不是野生动物的集中分布区，沿线基本为常见动物。

（4）福建三明桂溪省级森林自然公园

福建三明桂溪省级森林自然公园位于三明市清流县，森林公园由清流县林业局管理，公园规划面积约 392.30hm²，海拔 390 左右，森林公园地貌以低山类型为主。线路穿越福建三明桂溪省级森林自然公园约 280m，一档跨越，不在森林公园立塔，穿越段为山地地形，主要为林地，森林公园穿越一条河流长潭河，周围村庄较少，植被生长茂密，生境较好，不过部分片区杉木，毛竹较多。

森林公园植被类型可分为常绿阔叶林、针叶林针润混交林、毛竹林、灌丛、栽培植被（较少）等 5 个植被类型。典型植物乔木层主要为杉树、松树、毛竹、马尾松、枫树、红花羊蹄甲、白苏、青冈、盐肤木、茶树等；灌木层主要为葛藤、紫珠、高粱泡、广东蛇葡萄等；草本层主要为鬼针草、五节芒、黄花酢浆草、胜红蓟、飞蓬、一年蓬等。森林公园自然生态系统稳定，森林覆盖率达 96.7%。根据调查、资料分析和咨询，沿线不是野生动物的集中分布区，沿线基本为常见动物。

该区常见的两栖类有中华蟾蜍 *Bufo gargarizans*、黑眶蟾蜍 *Duttaphrynus melanostictus*、长肢林蛙 *Rana longicrus*、棘胸蛙 *Paa spinosa*、泽陆蛙 *Fejervarya limnocharis*、大树蛙 *Rhacophorus dennysi* 和饰纹姬蛙 *Microhyla ornata*。均为无尾目种类，中华蟾蜍、饰纹姬蛙、泽陆蛙为广布种。现生爬行类包括蛇类、蜥蜴类、鳄类和龟鳖类。爬行动物铜蜓蜥、乌梢蛇和短尾蝮等。鸟类可见夜鹭、白头鹮、珠颈斑鸠、棕背伯劳、灰喜鹊等鸽形目、鸡形目、鹃形目、鸛形目、雁形目和夜鹰目各包括鸟类 1 种。主要以本地留鸟为主类。评价区及周边的中、大型迁徙水鸟较少，主要的水鸟构成类群为鹭类。哺乳类啮齿目和翼手目物种数最多虫目 2 科 2 种，占总物种数的 5%。最后为灵长目、鳞甲目和兔形目，它

们均只有 1 科 1 种，分别仅占物种总数的 2%，小鹿、豪猪、黄鼬（*Mustela sibirica*）、赤腹松鼠（*Callosciurus erythraeus*）、东亚刺猬、野猪。

（5）太山村自然保护小区

太山村自然保护小区位于三明市清流县，为县级自然保护小区，由清流县林业局管理，经营面积约 380.72hm²，分散的五块组成，最高处海拔 900m 左右，最低处海拔 320m 左右。保护小区地貌类型主要为山地，土壤类型为红壤。线路穿越保护小区 3 处，穿越长度分别为 240m、180m、360m，均一档跨越，不在保护小区内立塔，穿越段为山地地形，主要为林地。

保护小区植被林地以硬阔叶树种为主，主要为苦楮林和青冈林、毛竹林。典型乔木层主要为枫树、松树、杉树、青冈、毛竹、青桐、黄杨木、盐肤木、苦楮、油桐、南酸枣、黄杨木、白杜、杜英、木荷等；灌木层为大青叶、虎杖、金条、白背叶、土荆芥、鸡血藤等；草本植物为车前草、鱼腥草、野芋、五节芒、博落回、苍耳、大叶鼠尾草、魔芋，黄药子、苕麻、鹅肠菜、冷水花等；藤本植物：紫藤等；栽培植物李子等。公园丰富的植被条件为野生动物提供了栖息繁衍的环境。根据调查、资料分析和咨询，沿线不是野生动物的集中分布区，沿线基本为常见动物。

（6）大湖魏坊暗窠枫香保护小区

大湖魏坊暗窠枫香保护小区位于三明市永安市，为县级保护小区，由永安市林业局管理，经营面积约 46.58hm²，海拔 810m 左右。保护小区地貌类型主要为山地，土壤类型为红壤。线路穿越保护小区约 225m，一档跨越，不在保护小区内立塔，穿越段为山地地形，主要为林地。

沿线林地以硬阔叶树种为主，典型乔木层主要为桉树、枫香树、杉树、马尾松、松树等；灌木层主要为紫珠、金樱子、紫藤等；草本层主要为鬼针草、胜红蓟、茜草、野胡萝卜等。根据调查、资料分析和咨询，沿线不是野生动物的集中分布区，沿线基本为常见动物。

7.2.6.2 本项目输电线路已避让的 1km 范围内生态敏感区

本项目输电线路已避让的 1km 范围内生态敏感区 14 处，其中卓然～汀州 500kV 线路工程避让保护小区 6 处，桃源～汀州 500kV 线路工程避让自然公园 1 处，自然保护小区 7 处，详情情况见表 7.2-20，已避让保护小区和自然公园与输电线路工程的位置关系见附图 14。

表 7.2-20 本项目输电线路已避让的 1km 范围内生态敏感区

工程名称	类型	序号	行政区	级别	主管部门	名称	与本项目相对位置关系
卓然~汀州500kV线路工程	自然保护区	1	龙岩市新罗区	县级	林业	小池镇黄连孟米楮等动植物保护小区	避让, 保护小区位于线路西侧约50m
		2	龙岩市上杭县	县级	林业	蛟洋镇石片寨老鹰保护小区	避让, 保护小区位于线路西侧约60m
		3	龙岩市上杭县	县级	林业	蛟洋镇尖峰崇老鹰保护小区	避让, 保护小区位于线路西侧约900m
		4	龙岩市上杭县	县级	林业	古田镇龙丰岩苏门羚黑鹿保护小区	避让, 保护小区位于线路东北侧约500m
		5	龙岩市上杭县	县级	林业	南阳镇石高山蟒蛇穿山甲保护小区	避让, 保护小区位于线路西南侧约450m
		6	龙岩市连城县	县级	林业	庙前镇仙坪杜英科保护小区	避让, 保护小区位于线路南侧约100m
桃源~汀州500kV线路工程	自然保护区	7	龙岩市长汀县	县级	林业	松毛岭自然植被保护小区	避让, 保护小区位于线路东侧约70m
		8	龙岩市长汀县	县级	林业	石壁崇猴头杜鹃自然保护小区	避让, 保护小区位于线路东侧约420m
	自然公园	9	三明市永安市	国家级	林业	福建永安龙头国家湿地公园	避让, 该湿地公园位于线路南侧约900m
	自然保护区	10	三明市永安市	县级	林业	安砂坑口酸枣保护小区	避让, 保护小区位于线路南侧约10m
		11	三明市永安市	县级	林业	安砂大丰山米楮保护小区	避让, 保护小区位于线路北侧约650m
		12	三明市永安市	县级	林业	安砂石碧红豆杉保护小区	避让, 保护小区位于线路南侧约780m
		13	三明市永安市	县级	林业	曹远富溪白水际米楮保护小区	避让, 保护小区位于线路南侧约150m
		14	三明市永安市	县级	林业	大湖魏坊丝栗栲保护小区	避让, 保护小区位于线路北侧约910m

7.2.7 本项目输变电路穿（跨）越的生态保护红线

福建省生态红线划定以国家和省《主体功能区规划》、《生态功能区划》和《水土保持规划（2016-2030年）》等规（区）划为重要基础和依据。陆域生态保护红线划定面积约3.2万平方公里。从格局上看，福建省陆域生态保护红线分布呈现“两纵一带”格局：“两纵”指闽西武夷山脉-玳瑁山脉和闽中鹞峰山-戴云山-博平岭山脉，主要生态功能是水源涵养、生物多样性维护和水土保持；“一带”指以沿海防护林体系和海岸带为主的防风固沙、海岸生态稳定功能保护带，是我国沿海生态防护带的重要组成部分。

按生态系统服务功能和生态环境敏感性性质，可分为5大类，包括：水源涵养、生物多样性维护、水土保持、防风固沙4类生态功能极重要区域，以及水土流失生态环境极敏感区域。本项目共穿越生态保护红线5处，具体穿越生态保护红线具体情况如下：（1）卓然~汀州500kV线路工程穿越生态保护红线3处，穿越玳瑁山河源水源涵养与生物多样性维护片区约4.3km，立塔约10基；穿越汀江流域水源涵养与生物多样性维护片区约9.9km，立塔约25基；穿越长汀连城水土流失控制生态功能区约7.9km，立塔约20基。（2）桃源~汀州500kV线路工程穿越生态保护红线3处，穿越长汀连城水土流失控制生态功能区约24.9km，立塔约58基；穿越沙溪流域水源涵养与生物多样性维护片区约20.9km，立塔约55基，穿越福建三明桂溪省级森林自然公园穿越长度约0.28km，一档跨越，不立塔。福建三明桂溪省级森林自然公园生态红线区的现状、影响分析与缓解措施内容等在生态敏感区部分已体现，对生态保护红线的影响分析部分不再赘述。本项目穿越生态保护红线的详细情况见表7.2-21，本工程输电线路具体穿越生态保护红线区域见附图13。

表 7.2-21 本项目变电站及输电线路工程涉及的生态保护红线情况

序号	生态保护红线名称	工程名称	行政区划	生态保护红线类型	穿越生态保护红线段长度及塔基分布	生态保护红线管控要求
1	玳瑁山河源水源涵养与生物多样性维护片区	卓然~汀州500kV线路	龙岩市新罗区、上杭县	水源涵养	约4.3km，立塔约10基	依据《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》进行管理，严格禁止开发性、生产性建设活动，在符合现

2	汀江流域水源涵养与生物多样性维护片区	工程	龙岩市上杭县、连城县	水源涵养	约9.9km，立塔约25基	行法律法规前提下，除国家重大战略项目外，仅允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动，主要包括：零星的原住民在不扩大现有建设用地和耕地规模前提下，修缮生产生活设施，保留生活必需的少量种植、放牧、捕捞、养殖；因国家重大能源资源安全需要开展的战略性能源资源勘查，公益性自然资源调查和地质勘查；自然资源、生态环境监测和执法包括水文水资源监测及涉水违法事件的查处等，灾害防治和应急抢险活动；经依法批准进行的非破坏性科学研究观测、标本采集；经依法批准的考古调查发掘和文物保护活动；不破坏生态功能的适度参观旅游和相关的必要公共设施建设；必须且无法避让、符合县级以上国土空间规划的线性基础设施建设、防洪和供水设施建设与运行维护；重要生态修复工程。
3	长汀连城水土流失控制生态功能区	卓然～汀州500kV线路工程	龙岩市连城县、长汀县	水土保持	约7.9km，立塔约20基	
		桃源～汀州500kV线路工程			约24.9km，立塔约58基	
4	沙溪流域水源涵养与生物多样性维护片区	桃源～汀州500kV线路工程	龙岩市连城县、三明市清流县、永安市	水源涵养	约20.9km，立塔约55基	
5	福建三明桂溪省级森林自然公园	桃源～汀州500kV线路工程	清流县	水土保持	穿越长度约0.28km，一档跨越，不立塔	

7.2.7.1 线路穿越玳瑁山河源水源涵养与生物多样性维护片区情况

位于闽西南九龙江与汀江、闽江的分水岭区域，区域总面积为 8783.48 平方千米，其中，生态保护红线划定面积 2904.68 平方千米，占全省陆域生态保护红线面积的 9.15%。本区山体高耸峻峭，山坡坡度较大。本区气候属湿润和潮湿中亚热带气候，年平均气温为 19.9~20.1℃，年降水量 1509~1716mm。区内主要河流为万安溪，属九龙江上游最重要支流，河网密度 0.8~2.0km/平方千米，年径流系数 0.55~0.70 之间，径流深度 900~1400mm，多年平均径流量达 27.33×10⁸ m³。本区的水源涵养对于九龙江的径流调控和九龙江下游的供水具有重要意义。本区地带性植被为中亚热带常绿阔叶林，属南岭东部山地常绿槠类林区、闽西常绿槠类照叶林小区，由于长期的人为干扰作用，原生植被多为次生林和人工林所替代。林地面积占土地总面积的 85% 以上，其中阔叶林面积仅占 14.7%，而针叶林占 52.9%，竹林占 19.9%，其他林占 12.5%。土壤主要是红壤、黄红壤和黄壤，在一些盆谷地分布有水稻土、山地草甸土和沼泽土。经济以农林业为主，在农业总产值中，林业产值占 40% 以上，畜禽养殖业约占 23%。林业生产与生物多样性保护存在较大矛盾。本区对土壤侵蚀敏感，地质灾害敏感和高度敏感，对酸雨敏感和轻度敏感，对生境高度敏感。重要生态服务功能为生物多样性维护、水源涵养，营养物质保持的功能也较重要。

7.2.7.2 线路穿越汀江流域水源涵养与生物多样性维护片区情况

位于闽西南汀江流域，包含武平县、上杭县、连城县、永定区、平和县西北、新罗区西南角，区域总面积为 8937.31 平方千米，其中，生态保护红线划定面积 2890.75 平方千米，占全省陆域生态保护红线面积的 9.11%。本区气候属湿润和潮湿中亚热带季风气候。年平均气温 16~19℃，年平均降雨量 1520~2130mm，主要集中于 4~9 月，占全年降雨量 75%。本区水资源丰富，水资源总量约 50 亿 m³，是汀江最主要的集水区，同时也是汀江棉花滩水库最主要供水水源地。本区的水源涵养和水质保护对下游城镇的用水安全具有重要意义。本区原生地带性植被为中亚热带常绿阔叶林，现存植被以马尾松林等针叶林为主。土壤类型有红壤、黄壤、紫色土和山地草甸土等，土壤垂直分带明显。因此，本区的山地生态恢复对于区域可持续发展具有重要意义。区内矿产资源较丰富，上杭紫金山是我国当前规模最大的金铜矿区之一，连城庙前、珠地等地有以锰为主的多种金属矿藏，矿产资源的开发对生态环境造成一定的破坏。本区

对土壤侵蚀敏感，对酸雨敏感和轻度敏感，对地质灾害敏感和高度敏感。局部地区生境高度敏感，水源涵养、生物多样性保护和可持续林产业环境保障等生态服务功能很重要。

7.2.7.3 线路穿越长汀连城水土流失控制生态功能区情况

主要位于龙岩市长汀县和连城县，区域总面积为 3806.72 平方千米，其中，生态保护红线划定面积 1267.80 平方千米，占全省陆域生态保护红线面积的 3.99%。本区气候属湿润中亚热带季风气候，温暖湿润，雨量充沛。年平均气温 18.3℃左右，年平均降水量 1705.7mm。本区位于汀江上游，主要水系是汀江干流及其支流濯田河、浏坊河等。由于地势较缓，水库多为中小水库，有角际水库、红畚水库、赖溪水库等。本区地带性植被为亚热带常绿阔叶林，由于长期受到人为因素的干扰，目前为次生植被替代，植被类型有针叶林、阔叶林、针阔叶混交林、竹林、亚热带灌丛和亚热带草丛等 6 种。植被分布：中部低山丘陵地区以马尾松为主，向周围扩展，在边缘山区以常绿阔叶林、竹林或针阔叶混交林为主。本区土壤类型以红壤和水稻土为主，海拔 600m 以下基本为红壤，600~800m 为黄红壤，800~1100m 为黄壤。经济以农业为主，经济发展水平较低。本区土壤侵蚀敏感和轻度敏感相间分布，酸雨敏感和高度敏感，地质灾害敏感，主要生态服务功能是土壤保持和水源涵养。

7.2.7.4 线路穿越沙溪流域水源涵养与生物多样性维护片区

主要位于三明市中西部、龙岩市北部，区域总面积为 12251.74 平方千米，其中，生态保护红线划定面积 3409.30 平方千米，占全省陆域生态保护红线面积的 10.74%。本区在地质构造上属闽西北隆起带、闽西南拗陷带。本区气候以中亚热带湿润气候为主，年均温 14~19℃，年平均降雨量 1500~1800mm。本区属中亚热带常绿阔叶林区，现状植被主要为次生和人工植被，主要有常绿阔叶林、常绿针叶林、竹林、次生针阔叶混交林、经济林和灌木林等。区内共有维管束植物 169 科 586 属 1059 种，其中属于国家重点保护的植物有福建柏、银杏、金钱松、南方红豆杉、长叶榧、水杉、闽楠、香樟、花榈木、观光木、厚朴等；属省级重点保护的植物有江南油杉、红锥、黑锥、福建青岗、茅栗、沉水樟、黄樟、中华猕猴桃、柳杉等。本区的土壤主要有红壤、黄壤、紫色土、石灰土、山地草甸土和水稻土，其中以红壤分布最广，约占 70%。经济以农林业为主，是闽北闽西农民收入水平较高的地区之一。本区对土壤侵蚀敏感，对

地质灾害敏感与高度敏感，酸雨敏感与轻度敏感，部分地区生境高度敏感。主要生态服务功能是水源涵养、营养物维持和林业生产生态环境。

7.7.8 生态公益林

(1) 卓然~汀州 500kV 线路工程占用生态公益林情况

根据林勘核对，卓然~汀州 500kV 线路工程涉及国家级公益林（Ⅱ级）约 9 基，省级公益林（Ⅱ级、Ⅲ级）约 15 基，生态公益林占用情况如下图。

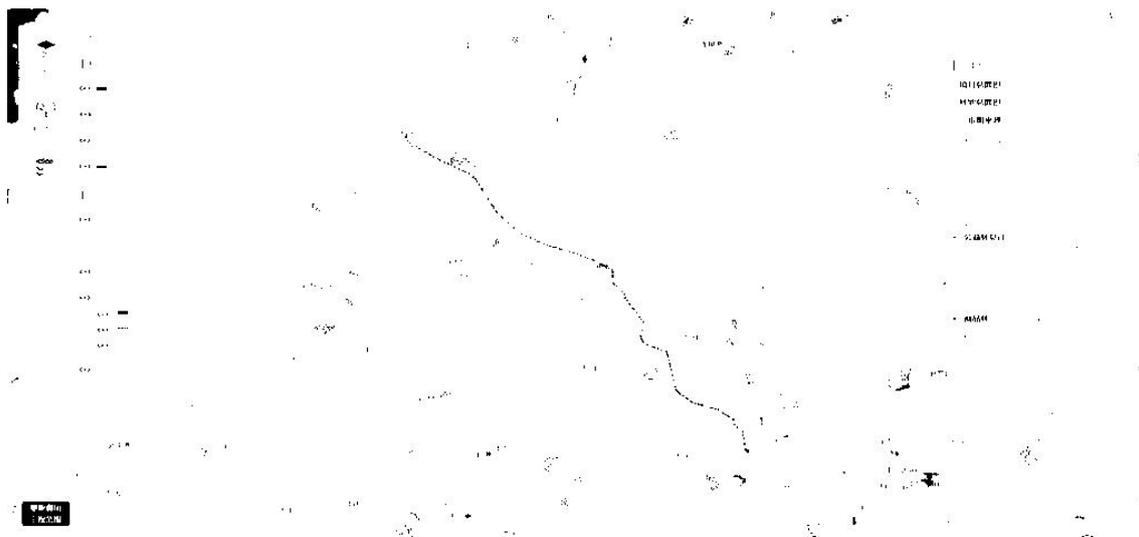


图 7.2-47 公益林占用情况分布图

(2) 桃源~汀州 500kV 线路工程占用生态公益林情况

根据林勘核对，桃源~汀州 500kV 线路工程涉及国家级公益林（Ⅱ级）约 42 基，省级公益林（Ⅱ级、Ⅲ级）约 17 基，生态公益林占用情况如下图。

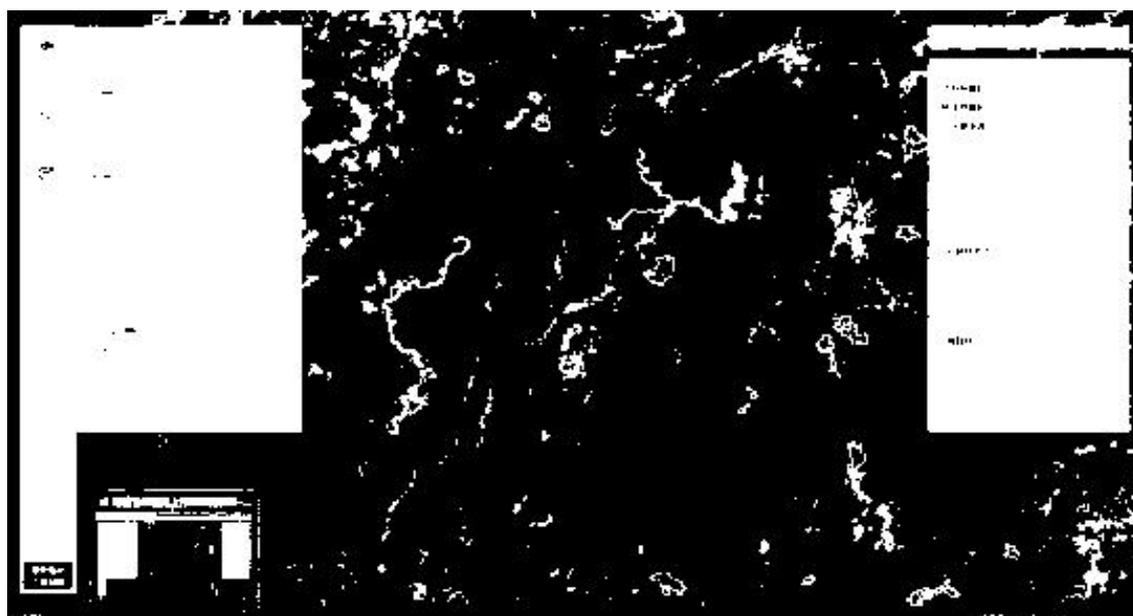


图 7.2-48 公益林占用情况分布图

7.3 生态影响预测与评价

7.3.1 工程占地对土地利用的影响分析

(1) 工程占地概况

本项目占地包括永久占地和临时占地，永久占地包括变电站站区、进站道路和输电线路塔基永久占地等；临时占地包括汀州变电站西北侧设置的临时施工生产生活区、塔基临时占地、新修道路、拓宽道路、人抬道路、牵张场地、跨越场地等。本项目总占地面积为 71.2106hm²，其中永久占地 20.6106 hm²，临时占地 50.60hm²，占用土地类型为耕地、园地、林地、其他类型土地 4 类，其中耕地占用 2.4929hm²、园地占用 7.3716hm²、林地占用 58.4015hm²、其他类型土地 2.9446hm²。

表 7.3-1 本项目占地类型总计

地类 (hm ²)	永久占地	临时占地	总计
耕地	1.4829	1.01	2.4929
园地	1.8516	5.52	7.3716
林地	16.4715	41.93	58.4015
其他	0.8046	2.14	2.9446
总计	20.6106	50.60	71.2106

(2) 永久占地情况

本项目变电站和塔基永久占地 20.6106hm²，占用土地类型为林地、耕地、园地，其他类型用地，占用面积分别为 16.4715hm²、1.4829hm²、1.8516hm²、0.8046hm²。

①500kV 输电线路工程塔基永久占地情况

500kV 输电线路工程线路共建设塔基 429 基，永久占地面积为 12.24hm²，包括两条线路工程，其中卓然~汀州 500kV 线路工程塔基 142 基，占地面积 4.29 hm²，桃源~汀州 500kV 线路工程塔基 287 基，占地面积 7.95hm²。500kV 输电线路工程塔基主要占地类型为林地占地面积为 9.19hm²、其次是园地占地面积为 1.64hm²、耕地占地面积为 0.89 hm²、其他类型用地 0.52 hm²。

②汀州（龙西）500kV 新建变电站永久占地情况

拟建汀州(龙西)500kV 变电站位于龙岩市长汀县涂坊镇河甫村（吴坑村东北面约 700m 的坡地上），变电站工程永久占地为 8.3706hm²（包含进站道路永久占地，施工临时生产生活区设置在征地红线范围内），变电站工程占用土地类型主要为林地，占地面积为 7.2815hm²，其次为耕地 0.5929hm²、园地 0.2116hm²、其他用地 0.2846 hm²（包括建设用地和未利用用地）。

③桃源 500kV 变电站间隔扩建工程永久占地情况

桃源 500kV 变电站位于福建省三明市永安市大湖镇上甲村，该变电站正在建设中。本期扩建工程在原有围墙内预留场地进行，不新征用地。

④卓然 500kV 变电站间隔扩建工程永久占地情况

卓然 500kV 变电站位于福建省龙岩市新罗区小池镇卓然村，该变电站于 2009 年建成投运。本期扩建工程在原有围墙内预留场地进行，不新征用地。

表 7.3-2 本项目永久占地统计

地类 (hm ²)	塔基工程	变电站工程	小计
	塔基永久占地	变电站永久占地及进站道路永久占地	
耕地	0.89	0.5929	1.4829
园地	1.64	0.2116	1.8516
林地	9.19	7.2815	16.4715
其他	0.52	0.2846	0.8046
合计	12.24	8.3706	20.6106

(3) 工程临时占地情况

本项目临时占地面积为 50.60hm²，临时占地包括汀州变电站施工生产生活区临时占地 0.50hm²，塔基临时占地 12.97hm²，牵张场地 6.80hm²，跨越场地 1.29hm²，临时修建道路 28.17hm²（包括拓宽道路），索道支架 0.87hm²。主要临时占用土地类型为林地，占临时用地面积的 82.87%，其次为园地，占临时用地面积的 10.91%。

表 7.3-3 本项目临时占地统计

地类 (hm ²)	变电站工程	输电线路工程					小计
	施工生产生活区	塔基临时占地	牵张场地	跨越场地	临时道路	索道支架	
耕地	/	0.13	0.43	0.08	0.37	/	1.01
园地	0.5	1.82	0.83	0.14	2.23	/	5.52
林地	/	10.03	5.02	0.95	25.06	0.87	41.93
其他	/	0.99	0.52	0.12	0.51	/	2.14
合计	0.50	12.97	6.8	1.29	28.17	0.87	50.60

7.3.1.1 项目永久占地影响分析

工程永久占地面积为 20.6106hm²，占本项目评价区范围的面积比仅为 0.069%，永久占地面积很小，占地类型为林地、耕地、园地、林地、其他类型土地 5 类，主要占地为林地占永久占地面积的 83.41%。

总体上看，工程永久占地占评价区面积比例非常小，对沿线土地利用结构影响轻微。且沿线降雨充分，光热条件充足，马尾松、杉木、竹林等林木恢复能力强。

7.3.1.2 施工临时占地环境影响分析

本工程临时占地面积为 50.60hm²，占本项目评价区范围的面积比仅为 0.17%，临时占地面积较小，占地类型为林地、耕地、园地、其他类型土地等，主要占地为林地占临时占地面积的 82.87%。

(1) 临时施工场地布设及规范管理要求

设计阶段应尽量优化布局，严格按照《自然资源部关于规范临时用地管理的通知》（自然资规〔2021〕2 号）中关于临时占地的要求进行施工建设，科学组织施工，节约集约使用临时占地，严格控制施工临时用地范围，设置合理的施工作业带宽度。

① 塔基施工场地设置

塔基基础施工临时场地以单个塔基为单位零星布置。在塔基施工过程中每处塔基都有一处施工临时占地作为施工场地，用来临时堆置土方、材料和工具等。

施工期间对临时堆土底部采取彩条布铺垫措施，临时堆土顶部采取密目网苫盖措施、下坡侧设置填土编织袋进行拦挡、修筑截排水沟；施工结束后进行土地整地、回覆表土、恢复植被或恢复耕地。

采取的工程措施有排水沟、表土剥离及回覆、土地整治、复耕等；植物措施有栽植本土植被、撒播草籽；临时措施有拦挡、土工布铺垫、防尘网苫盖、泥浆池等。

② 牵张场设置

为满足施工放线需要，输电线路沿线需设置牵张场地，牵张场应满足牵引机、张力机能直接运达到位，地形应平坦，能满足布置牵张设备、布置导线及施工操作等要求。本项目牵张场临时占地面积 6.8hm²，卓然~汀州输电线工程

共设置牵张场 14 处，每处临时占地为 0.2hm^2 ；桃源~汀州输电线工程共设置牵张场 20 处，每处临时占地面积 0.2hm^2 。牵张场主要占地类型主要为林地，面积为 5.02hm^2 。

根据地形每处合理设置每处牵张场面积，并适当优化，尽量减少占地面积。

施工前在牵张场地边界设置彩旗绳围栏限定施工场地；施工期间建筑材料底部铺垫土工布；施工结束后进行土地整地，恢复植被或恢复耕地。

牵张场区域采取的工程措施有土地整治、复林、复耕，临时措施有土工布铺垫、彩条绳围栏等。

③ 输电线路跨越公路、电力线路等设施需要搭设跨越架。跨越架一般有三种形式：采用木架或钢管式跨越架；金属格构式跨越架；利用杆塔作支承体跨越。跨越施工区跨越高压、高速公路、铁路共 43 处，每处临时占地 0.03hm^2 占地面积共约 1.29hm^2 。交叉跨越角尽量接近 90° ，以减少临时占地的面积。

施工前在跨越施工场地边界设置彩旗绳围栏限定施工场地；施工结束后进行土地整地，恢复植被或恢复耕地。

跨越施工场地区域采取的工程措施有土地整治、表土剥离及回覆、复耕等，植物措施有栽植植被、撒播草籽，临时措施有土工布铺垫、彩条绳围栏等。

④ 临时施工道路

输电线路需临时修建施工道路（包括拓宽道路）总占地面积为 11.53hm^2 ，属于临时占地。其中卓然~汀州 500kV 线路工程共约 45 基塔位可以通过拓宽和新修进场道路进场，拓宽平整长度约为 10.19km ，拓宽宽度约 1.5m ，新修进场道路约 28.58km ，新修道路宽度 3.5m ；桃源~汀州 500kV 线路工程约 94 基塔位可以通过拓宽和新修进场道路进场，拓宽平整长度约为 22.83km ，拓宽宽度约 1.5m ；新修进场道路约 37.76km ，新修进场道路约 28.58 公里，新修道路宽度 3.5m 。临时施工道路主要占地类型主要为林地 9.85hm^2 ，占新建临时道路面积的 85.42% ，其次是园地 1.32hm^2 ，占新建临时道路面积的 11.45% ，耕地和其他类型土地所占面积较小。

施工期间陡坡路段开挖临时排水沟、排水沟末端顺接至自然沟道内、排水沟挖方临时拦挡在边坡处。施工结束后对占用的林地区域进行土地整治，恢复植被，占用耕地和园地区域进行土地整治、恢复耕地。

施工便道区域采取的工程措施有土地整治、复耕、表土剥离及回覆等，植物措施有栽植植被、撒播草籽，临时措施有开挖临时排水沟、防尘网苫盖、拦挡等。

⑤索道支架

基于经济性与环保性综合考虑，本工程基于以下原则推荐塔位采用索道运输：位于环境敏感区的塔位建议采用索道运输，减少环境的破坏；距离现有道路远、需要长距离的修筑进场道路的高山的塔位建议采用索道运输；因地形限制无法修筑临时道路进场的塔位，推荐采用索道运输。

根据机械化施工方案，全线共计设置索道支架 290 座，每座占地面积约 30m²，占地面积 0.87hm²，占地类型主要为林地。

⑥生活区布置

输电线路塔基及牵张场较分散，且单个塔基施工周期短，经查阅资料及现场踏勘，沿线分布有村庄，因此工程临时施工生活采用租用民房的方式解决。局部人烟稀少的路段可在塔基施工场地、牵张场地内搭设临时工棚。

（2）变电站施工临时占地对环境的影响分析

变电站临时占地面积较小，在施工过程中采取严格的抑尘及污水收集措施，施工结束后拆除并进行土地整治，恢复原有土地功能，因此，变电站施工临时占地对环境的影响较小。

（3）塔基临时施工场地对环境的影响分析

塔基基础施工临时场地以单个塔基为单位零星布置。在塔基施工过程中每处塔基都有一处施工临时占地作为施工场地，用来临时堆置土方、材料和工具等。本工程混凝土外购，塔基处不设置混凝土搅拌站。施工过程中严格限定塔基临时占地范围，在施工过程中加强对表土临时堆土的管理，采取下垫、苫盖等措施，在工程结束后及时土地平整并恢复植被或复耕，其对环境的影响可降至最低。因此塔基临时施工场地对环境的影响较小。

（4）牵张场及跨越施工场地对环境的影响分析

为满足施工放线需要，输电线路沿线需设置牵张场地，牵张场应满足牵引机、张力机能直接运达到位，地形应平坦，能满足布置牵张设备、布置导线及施工操作等要求。经现场实地踏勘，本工程线路已避开居民区、风景区、城镇

规划区等区域。本工程牵张场及跨越施工场地尽量利用植被覆盖度较低区域，施工结束后进行土地平整并恢复植被或复耕，对环境的影响较小。

（5）施工便道对环境的影响分析

施工便道的生态影响主要是运输机械(车辆)碾压，破坏地表植被和土壤物理结构，导致植物生长不良或枯死，同时也加剧水土流失，影响沿线景观。一旦植被受到破坏，恢复周期将会很长，因此便道设置不合理对沿线生态系统和景观影响较大。为了降低工程建设区域生态环境的影响，建议在便道具体设置时，采取以下措施：

①尽量利用现有道路，减少新建施工便道的数量和长度。

②施工便道应尽量占用植被覆盖度较低的裸地，并严格规定便道宽度，避免施工车辆随意行驶，同时对施工过程中车辆行驶进行严格管理，禁止车辆随意出路行驶，尽量减少碾压的范围。

③施工期应严格限制施工区域，限制人的活动范围，施工车辆不得影响周围地块，减小影响范围。

施工便道的选择和布设根据现场调查情况确定，尽量避开植被良好区域，在施工中应严格按照施工路线施工，减少工程建设对项目区植被可能造成的影响。本工程的施工便道的影响是可以接受的。

综上所述，在施工期间进行严格的施工管理，做好临时占地的恢复工程，加强工程防护以及绿化措施，防止水土流失的发生。在施工期间，暂时改变了临时占地原有土地利用功能，施工完毕后，可通过拆除临时设施、平整土地、恢复植被或复耕等，均可恢复到原来土地使用功能水平，因此临时占地不会对评价区的土地利用性质和功能、土壤的理化性质、土地利用格局造成显著影响。

7.3.2 工程占地对植被影响分析

7.3.2.1 对各类型植被的影响分析

（1）对森林植被的影响

沿线均有森林植被分布，亚热带常绿阔叶林为地带性植被，沿线分布较多的为马尾松林、苦槠林、桉树林、杉木林、竹林，受人为干扰与破坏严重，多数为人工林，天然林少。

塔间线路经过林区时采取高跨方式，占用林地上方的空间，不会对森林植被带来影响。塔基及临时占地可能会占用这些林地，势必会带来区内林木的损

失，但塔基占地面积小，造成的森林生物量与生产力损失有限，临时占地工程结束后会快速恢复。并且通过科学选址与严格论证，可把损失量降到最低。结合资料与实地调查得知，评价区内人工林均为常见种，未调查到以珍稀保护植物为建群种的森林群落，工程的建设不会造成人工林的严重破坏。运行期电磁对森林植被的影响非常小，线路检修会对森林植被产生扰动影响，但不会造成生物量和生产力损失等实质性影响，而且扰动频率非常低，影响非常小。

（2）对灌丛植被的影响

亚热带地区降水充足，很难形成单一的灌木群落植被，在沿线永安市、清流县、长汀县、上杭县沿线的一些山坡处有山乌柏灌丛、有桃金娘灌丛、枇杷叶紫珠灌丛等分布。本项目塔基可能会占用灌丛，造成少量生产力及生物量的永久损失，临时占地也可能导致小尺度的灌丛结构轻微破坏和部分功能的暂时丧失。但是，灌丛群落适应性强，生长旺盛，受到一定扰动后，只要加强后期保护，减少人类活动干扰，很快就能自我恢复。这些灌丛植被组成物种多为常见灌木与草本植物，调查中未见珍稀濒危植物存在。运行期电磁不会对灌丛造成影响，线路检修会造成轻微影响，造成少量生物量损失，但扰动频率非常低，不会产生较大影响。项目建设对灌丛植被影响并不大。

（3）对草丛及灌草丛植被的影响

灌草丛是森林或灌丛植被破坏之后形成的次生植被，沿线较少荒山、荒地分布有芒萁灌草丛、五节芒灌草丛。线路塔基及临时占地可能会占用芒萁灌草丛、五节芒灌草丛等，造成草丛少量生产力及生物量的永久性损失。但芒萁、五节芒、类芦等属于福建常见种类，面积分布广，适应性强，生长快，恢复力强，在工程结束后，该类植被会迅速恢复，影响较小。运行期线路维修会造成草丛植被少量的生产力和生物量损失，但扰动频率非常低，结束后能快速恢复，不会产生较大影响。

7.3.2.2 对植被生物量损失分析

结合植被占用，参照前述有关参数，计算出工程永久占地和临时占地生物量损失量。工程建设过程中会导致占用地表植被生物量损失，而对于工程建设后，除变电站、塔基处，其余临时占地可通过植被恢复使该部分生物量得以补偿。

工程建设对原生地貌将产生一定的破坏作用，从而降低两侧范围内植被的覆盖度，使评价区内的生物量减少，生产能力减弱。根据表 7.3-4、7.3-5，工程永久占地造成的植被生物量损失约 1065.645t，占评价区总生物量约 0.06%，占比很小。工程临时占地造成的生物量损失为 2698.4468t，占评价区总生物量约 0.16%，所占比例较小。

永久占地和临时占地主要生物量损失均为林地，约占所有损失生物量的 97.53%。工程占地会造成评价区内一定的植被生物量损失。工程建成后，考虑临时占地的生态恢复后，评价区内生物量会有一定程度的恢复。从本项目各类用地占评价区的比例判断，工程建设对生物量的影响程度处于评价区生态系统能够接受的范围之内。但采取积极的植被恢复措施促进沿线生物量的尽快恢复，仍是十分必要的。

表 7.3-4 本工程永久占地生物量损失 (t)

植被类型	乔木林地	耕地	园地	其他	合计
平均生物量	62.86	7.5	7.2	7.2	/
面积	16.4715	1.4829	1.8516	0.8046	20.6106
生物量	1035.398	11.12175	13.33152	5.79312	1065.645

注：其他用地类型生物量按照园地平均生物量计

表 7.3-5 本工程临时占地生物量损失 (t)

植被类型	乔木林地	耕地	园地	其他	合计
平均生物量	62.86	7.5	7.2	7.2	/
面积	41.93	1.01	5.52	2.14	50.60
生物量	2635.7198	7.5750	39.7440	15.4080	2698.4468

注：其他用地类型生物量按照园地平均生物量计

总体来看，工程建设对评价范围损失生物量非常有限。工程占用的植被类型为该区域主要的地带性植被，植物物种多为当地常见种，工程建设不会对评价区植被类型、数量及稳定性造成较大影响。工程建设造成的植被损失面积占沿线地区同一植被类型面积的比例极小，对沿线植被资源数量影响不大，仅是造成沿线植被的生物量略有减少，对区域生态完整性的破坏影响很小。而且，由于工程占地大部分为临时用地，后续会对临时占地破坏的植被进行人工和自然恢复。总的来说，故工程建设对植被的影响较小。

7.3.2.3 对古树名木的影响

根据资料收集及现场调查，项目评价范围内的赐福寺有树龄 250 年的古树名木细柄阿丁枫及群落（五株）、树龄 200 多年的杉树。古树名木分布位置靠近小池镇黄连孟储等动植物保护小区，本工程已避开小池镇黄连孟储等动植物保护小区，在线路西侧约 50m 左右，古树名木的分布也避开线路直接穿越区，距离输电线路西侧约 800 米左右。由于距线路较远，输电线路工程建设期以及运营期对古树名木的影响较小。

7.3.2.4 对农田植被的影响

线路需要占用部分耕地来作为塔基建设用地和临时用地。农田植被为人工栽植植被类型之一，其群落结构与生物多样性多是由人工控制，因而对农田植被的影响，主要体现在对农田植被光合作用的影响，农田面积的影响，以及由此造成的生物量与生产力损失。塔基占地极为有限，完成建设后还可以耕种，对农业区，临时占地可利用当地原有道路等设施，农田植被的占用，不会对地方粮食生产带来较大的影响，更不会对农业生态系统产生大的影响。临时占地会对一段时期农田的收成带来影响，但这种影响相对较小，且建设方也对受影响农民实现了补偿。通过后期的管理与恢复，影响极其轻微。

7.3.3 工程占地对沿线陆生野生动物影响分析

7.3.3.1 施工期对野生动物的影响

项目建设以及生产对野生动物造成的影响，主要表现为生产过程中产生的噪音、振动以及运输所产生的扬尘等。噪音主要为基础开挖、设备或架线安装、拆除产生的施工噪声和材料运输产生的交通噪声，噪音对动物的影响主要表现在可能对动物产生惊扰，影响其正常的取食、求偶活动，甚至影响其选择栖息地；振动主要体现为工程车辆运输所产生的地面振动，这些振动主要会对穴居动物产生影响，甚至逃离洞穴；扬尘为施工的土方挖掘以及装修材料的运输装卸过程中产生的，长期悬浮在空中，可能会对部分鸟类的活动造成不良的影响。

输电线路塔基的建设将形成永久占地，一方面会导致野生动物永久丧失同等面积的栖息地，另一方面则会减少野生动物栖息地的可食饲草产量。但本工程永久占地面积占区域总面积的比例很小，区域微小面积上土地性质的改变，对食草类野生动物的饲草供给的影响极其微小，不会影响到这些食草类动物的繁衍生息和改变它们的生活习性，也不会造成野生动物的栖息地破碎。此外，

工程施工将形成临时占地，临时占地范围内的地表植被将遭到不同程度的破坏。在地表植被得到有效恢复前，会使栖息于该范围的动物暂时失去对这些地段的有效利用，对野生动物造成一定程度的不利影响。鉴于临时占地占用时间相对较短，施工结束后，及时进行地表植被恢复，其影响程度十分有限，不会对野生动物种群带来不利影响。

此外，铁塔等施工活动，会对施工区域周边一定范围内野生动物的栖息环境产生一定程度的干扰和影响：施工期间的机械噪声和金属碰撞声，会干扰和影响周边野生动物原有的宁静生活；施工人员的生活及娱乐活动，也会在一定范围内对野生动物的栖息环境产生影响。这些因素的出现，会对施工区周边的野生动物产生驱赶效应，使它们远离工地迁往它处，并导致一定范围内的野生动物种类和数量的减少。但施工结束后，此类影响将会自行消除。

（1）对两栖爬行类可能造成的影响

输电线路工程在施工期对两栖和爬行类的影响主要表现为：输电线路施工人员的施工活动对两栖和爬行类栖息地生境的干扰和破坏，对两栖动物的影响最为严重；施工人员的生活活动对两栖和爬行类栖息地生境的干扰和破坏，特别是对两栖动物的交配活动，产卵和卵的孵化以及蝌蚪的生长等影响更大；施工机械噪声对两栖和爬行类的栖息地声环境的破坏和机械噪声对两栖和爬行类的驱赶；施工人员对两栖和爬行类的捕捉；施工中对两栖和爬行类的栖息地小生境的破坏，特别是对两栖类小生境的破坏。对两栖和爬行类的主要影响，其结果将使得大部分爬行动物迁移它处，远离施工区范围；大部分两栖类由于栖息地的破坏和散失而在项目区消失，特别是在繁殖季节；一部分两栖和爬行类由于巢穴的被破坏而减少。总的结果是项目区范围内特别是在因繁殖季节施工种类和数量将减少。

由于大多数爬行动物会通过迁移来避免项目施工对其造成伤害，所以项目施工对爬行动物的影响不会太大。但是两栖动物的活动范围相对狭小和有限，因此项目的施工可能对两栖动物的交配活动、产卵和卵的孵化以及蝌蚪的生长等产生一定的影响。

（2）对鸟类可能造成的影响

主要是输电线路施工人员的施工活动对鸟类栖息地生境的干扰和破坏，如塔基施工和放线的施工，临时性施工道路等均有可能破坏生境和干扰灌丛栖息

鸟类的小生境；施工人员的生活活动对鸟类栖息地生境的干扰和破坏；施工机械噪声对鸟类栖息地声环境的破坏和机械噪声对鸟类的驱赶；施工人员对鸟类的捕捉；施工中对鸟类的栖息地小生境如由于施工中砍伐树木对鸟类巢穴的破坏。对鸟类的主要影响，其结果将使得大部分鸟类迁移它处，远离施工区范围；小部分鸟类地栖和灌木林栖鸟类由于栖息地的散失而从项目区消失；一部分鸟类的种群数量由于巢穴被破坏而减少，特别是当施工期正在鸟类的繁殖季节中时（夏季）。总的结果是项目区范围内鸟类的种类和数量将减少。

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

（3）对兽类可能造成的影响

输电线路施工人员的施工活动对兽类栖息地生境的干扰和破坏，主要表现在塔基区域的施工和放线施工，以及临时性施工道路等；施工人员的生活活动对兽类栖息地生境的干扰和破坏；施工机械噪声对兽类的栖息地声环境的破坏和机械噪声对兽类的驱赶；施工人员可能对兽类的猎杀。对兽类的主要影响，其结果将使得大部分兽类迁移它处，远离施工区范围；小部分小型兽类由于栖息地的散失而可能从项目区消失。总的结果是项目区范围内兽类的种类和数量将减少。

总之由于兽类会通过迁移来避免项目施工对其造成伤害，所以项目施工对兽类总的影晌不大。

7.3.3.2 营运期对野生动物的影响

工程建设对陆生动物的影响主要的发生在施工期，故在施工期间对陆生动物的影响是相对较大的，而在运行期间对陆生动物的整体影响很小。输电线路运行期间的主要环境影响有工频电场、工频磁场、噪声。运营过程中，人为活动影响减弱，污染减少，工程占地区的部分区域自然环境逐步得到恢复，在建设期迁移减少的动物将逐渐回到现状区域附近，评价区域常见的动物不会受到较大影响。

（1）对两栖动物、爬行动物的影响

塔基均远离河沟水域，运行期间无废污水排放，不会影响两栖动物、爬行动物的生境。

（2）对鸟类的影响

目前全球共有 8 条主要的候鸟迁徙路线，经过我国的路线有 3 条。项目区属于东部候鸟迁徙区，也是东亚-澳大利西亚水鸟迁徙路线的重要组成部分。项目区周边有不少村庄，线路下人工种植果园密布，人为活动密集，区域内鸟类物种数和出现频率都较低。人类活动频繁、干扰程度大，与多数鸟类所需求的隐蔽环境条件不符。尽管项目区域内有可以为部分鸟类使用作为栖息地和觅食地，但是由于人为干扰较大。在繁殖地到越冬地的迁徙宽度因物种而异，有些可能会横跨 50 个经度，位于我省沿海热点地区，鸟类分布宽度亦有 50 千米；而有些沿海栖息觅食的鸟类，如中杓鹬，活动范围距离潮间约 8km。有研究表明，某些鸟类会改变其飞行路线，以避免通过飞行，这可能具有减少碰撞风险的有益效果，也可能说明输电线路成为鸟类活动和迁飞路线混乱的障碍。有少量的鸟类可能在迁徙过程中，穿越项目区施工区域，施工所产生的噪声将导致飞越项目选址的鸟类因不适改变飞行路线，因而对鸟类迁徙路线的影响甚微。但不排除迁徙中的鸟类因为食物资源下降及相对不足的原因的情况下冒险进入项目区域觅食。由于迁徙通道的主要迁徙路径距离项目区域距离甚远，故发生此现象的几率很小。本项目评价区域不在鸟类主要迁徙通道上。

目前普遍接受的观点认为，鸟类迁徙飞行高度受大气中氧含量限制，一般不高于海拔 5000 米，而绝大多数种类是在 400~1000 米高度飞行。通过雷达研究鸟类的迁飞发现，小型鸣禽的飞行高度一般约为 300 米，大型鸟类有些可达 3000~6300 米，有些大型种类（如天鹅、一些鹤）能飞越珠穆拉玛峰，飞行高度达 9000 米。雀形目鸟类大约有 90% 的鸟类在距地面 2000m 以下的高度迁飞。输电线路架设高度通常在 100m 以下，区域鸟类主要为麻雀、大杜鹃、燕等小型鸟禽，其飞行高度在 200m 左右，高于输电线路高度，同时鸟类拥有适应空中观察的敏锐视力，很容易发现并躲避障碍物，飞行途中遇到障碍物时会在 100-200m 的范围内调节飞行高度避开，在飞行时碰撞铁塔的几率不大，对鸟类飞行的影响很小。

目前关于输变电工程线路建设导致鸟类死亡的报告也经常见诸报端，甚至有鸟类在高压线上触电死亡的说法。但分析发现，这些调查和报到多限于 35kV 及以下电压等级的线路，对 220kV 及以上电压等级线路的报到则鲜有耳闻(《高压输电线路电磁辐射对环境的影响及对策》(郭星，2012)，由此可表明本项目的工程线路对应该不会产生使鸟类触电致死的现象。另外，线路维护检查正常

情况下 1 个月左右进行 1 次，而且维护检修持续时间短暂，因此这种人为干扰强度很低，对保护鸟类的活动影响极为有限。

（3）对兽类的影响

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

（4）生境阻隔的影响

一般认为输变电工程线路对陆生脊椎动物的生境和活动起着一定分离和阻隔的作用，但是对鸟类和其他陆生动物的影响不大（《输变电工程对鸟类的影响及减缓措施》，王辉，2014）。对鸟类的生境阻隔影响主要体现在输电线路架设对鸟类飞行的影响，但是影响不大。另一方面，输变电工程杆塔为较高大的人工建构物，这些设施的建设在一定程度上为某些喜欢在高处筑巢的鸟类提供了有利的栖息环境，如在河南省安阳市境内的某条 220kV 高压输电线路，沿线超过六成的杆塔上都有鸟巢分布，部分杆塔上甚至达到 3 个巢。由此说明输变电工程线路对鸟类的生境影响较小，不会影响其种群内繁殖、交流活动（《高压输变电工程生态影响评价若干问题的思考》宗秀雨，2012）。对其他陆生动物的生境阻隔主要体现在塔基占地，但输变电工程为点状的线性工程，塔基占地面积小且分散，因此不会对其的生存繁衍造成影响。

（5）线路产生的电磁环境影响

输电线路的电磁效应主要是通过电场、磁场和电晕等 3 种形式对动物产生影响。

从本项目测得的工频电场强度、工频磁场数值来看，本工程运行期产生的工频电场强度、工频磁感应强度均满足国家相关标准要求。且电场研究表明：人体暴露在电场强度达 20kV/m 的电场中，除了身体表面会感应电荷的刺激外，对身体构成的影响只属轻微，而且无害，至今仍未有资料显示工频电场会对动物的繁殖或发展造成影响。而磁场研究表明：只有极少经确定的实验证据证明

住宅或环境的极低频磁场会影响人体及动物生理及行为。因此表明，本项目输电线路产生的工频电场、工频磁场对区域内的动物几乎无影响。

输电线路的电晕放电产生的噪声会对动物产生一些影响，会对动物造成潜在的威胁和影响，干扰动物的生殖活动和行为。但输电线路的电晕放电主要受线路本身特性（线路电压、线路导线直径、导线的表面光洁度）的影响，同时，它还受到环境因素的影响，如空气污染越严重，电晕放电就越强。相对空气密度越小，电晕放电就越弱。相对空气密度越大，电晕放电就越强。风速越大，电晕放电就越强。在大气环境质量较差的地区和天气比较恶劣的气候条件下，输电线路的电晕放电现象总是比较强烈的。因此可以采取合理选择导线截面积和相导线结构，降低线路的电晕；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等措施，以此来减弱电晕放电产生的噪声会对动物的影响。

综上，运营期各项工程建设停止，噪声强度大大减少，人为活动减轻，因施工造成的环境污染也迅速减轻。因植被恢复，建设期暂时迁离的部分野生动物也将回到原适生生境。因塔基、运行通道等永久占地区生态系统结构的改变，一些喜欢生活于聚落的兽类和喜停留于电线上的鸟类动物却有一定数量的增加。总的来讲，其对区域内野生动物资源的影响小。

7.3.3.3 对重点野生保护动物的影响

评价区内记录国家重点保护动物仅三种猛禽，现场调查并未发现，其均为历史记录。说明，项目所在地，保护动物种群数目较小，活动频次较低。评价区内适宜于这些保护动物栖息、觅食、繁殖的场所非常有限，因此项目建设对这类国家重点保护鸟类的影响较小。但由于鸟类具有较强的迁移能力，偶尔会在评价区上空盘旋飞或经过，因此工程建设期间产生的施工噪音、灯光也可能对其造成影响。所以建设期间应加强重点鸟类的保护，宣传相关知识，严禁工作人员捕杀行为，要求施工人员必须遵守《中华人民共和国野生动物保护法》，严禁在施工区及其周围捕猎野生动物，特别是国家保护动物，在施工时严禁进行猎捕，严禁施工人员和当地居民捕杀珍稀保护动物。

综上所述，工程项目对野生动物的不利影响是短暂和局部的，在采取保护野生动物栖息地，禁止捕杀和伤害野生动物等相应措施的前提下，并向作业施

工人员宣传野生动物保护相关知识，工程建设不会导致评价区内动物多样性的明显减少，局部的不利影响可以得到有效的减轻、减免或消除。

7.3.4 对自然生态的影响分析

(1) 对生物多样性的影响分析

工程的建设和运行不会对物种交流产生阻隔，不会对生物产生屏障隔离，不会降低生物进化进程和遗传多样性水平。工程在选线时绕避了自然完整度较高、人为干扰较小、分布有珍稀濒危野生动植物、生态系统敏感和脆弱的地区，本工程线路为架空线路，对生物的阻隔影响较小，不会导致生物的生殖隔离。

工程所处区域罕见野生保护动物，避让了野生保护动物分布较多的应县南山省级自然保护区、镇子梁省级湿地公园，不穿越动物主要栖息地、觅食地，区域内亦无极小种群物种分布。由于本工程为输电线路，封闭性极低，阻隔能力较弱。在施工过程中应该加强施工管理，严格控制施工范围，把对植物群落的影响降到最小。同时，由于本工程结束后进行土地平整，区域植被能逐渐恢复，工程建设和运行对生物多样性的影响较小。

(2) 对森林生态系统的影响分析

项目评价区以半自然天然林、竹林、经济林等为主，乔木种类多为苦槠、杉木、竹林、樟、马尾松等常见广布种为主。工程实施占用林地占用为主，不过占地面积小，永久占用林地面积为 16.4715 hm^2 ，临时占用林地面积为 26.23 hm^2 。施工结束后临时占地恢复原植被，工程施工对森林生态系统功能的影响随之消失。永久占地对林地面积影响较小，因此对森林动物生境及迁徙阻隔影响很小，对区域水系基本不产生阻隔，对沿线森林生态系统类型影响很小。因此，工程实施对项目评价区森林生态系统影响很小。

(3) 对农田生态系统的影响分析

农田生态系统组成简单，并深受人工活动影响。工程施工永久占用农田包括耕地和园地永久占地约 3.3345 hm^2 ，临时占地为 4.989 hm^2 。由于工程线路长，工程占地以塔基、变电站和临时占地等为主，整体而言线路沿线局部占地面积较小，对农业生态影响不大，对农业生产影响不大，对农田动物的阻隔和生境损失影响不大。因此，对评价区域农田生态系统服务功能影响不大。

7.3.5 工程建设对景观环境的影响分析

永久占地把未建设前的土地景观转变为建设用地景观，可能对评价范围内的景观生态产生影响。本工程完工后，评价范围内景观生态结构将发生改变，但评价范围内 99%的面积上的景观没有发生变化，保证了生态系统功能延续和对外界干扰的抵御。从景观要素的基本构成上看，评价范围内景观生态体系未出现质的变化，工程实施和运行对区域自然景观体系中基质组分的异质化程度影响很小。

具体而言，自然植被的景观优势度没有发生明显变化，农业景观、草地等的优势度有轻微下降，而建设用地的景观优势度略微提高，但在景观结构中的地位并未发生本质变化。工程建成后，原斑块的优势度变化不显著，工程施工和运行对评价范围内自然体系的景观质量不会产生大的影响。

7.3.6 工程对穿（跨）越生态敏感区的影响分析

（1）对保护对象的影响分析：

物种保护：生态敏感区可能是珍稀、濒危或受保护的物种的栖息地。输变电工程的建设运营可能导致栖息地破坏，对物种的生存和繁殖产生负面影响。对于鸟类来说，白胸苦恶鸟、家燕、丝光椋鸟等夏候鸟在该地区繁殖，在施工期和运营期，过大或长时间噪声可能会对鸟类繁殖率有一定影响，但评价区内并无鸟类繁殖地，因此对鸟类繁殖产生的影响较小；鸳鸯、绿头鸭、灰椋鸟等冬候鸟冬季会在该地区越冬，施工产生的噪声、强光和废水可能会对冬候鸟的觅食、栖息产生影响；而对于麻雀、灰喜鹊等留鸟来说，这些鸟类终年栖居在该地区而不迁徙，施工和运营期间产生的噪声、强光和废水可能会对留鸟的繁殖、栖息和觅食产生影响，但这种鸟类多适应城镇生境的生活，因此受到的影响也相对较少；

栖息地保护：工程涉及森林、湿地、水体等生态系统，导致生境破坏或变化，危及栖息地保护的目标物种；

（2）对生态服务功能的影响分析：

水资源调节：输变电工程可能涉及到水资源的调配和使用，可能导致水文条件的变化，影响洪水控制、水质净化和供水服务；

生物多样性维护：工程可能导致生态敏感区中的植被破坏和土壤侵蚀，对生物多样性和生态系统稳定性产生负面影响；

碳储存和气候调节：输电线路的建设可能涉及树木清除，减少森林的碳储存能力，也可能导致温室气体排放，对气候调节产生不利影响。

（3）对生态问题的影响分析：

栖息地破坏：输变电工程通常需要清除土地，可能导致栖息地破坏，对野生动植物物种产生负面影响；

土壤和水质问题：施工过程中可能产生土壤侵蚀和水质污染，对生态系统和水体质量产生负面影响；

碰撞风险：高压输电线路可能对飞行中的鸟类构成碰撞风险，可能导致鸟类死亡；

视觉污染：输电塔和线路可能对景观产生视觉污染，影响景观价值和生态旅游。

（4）对穿越森林自然公园的生态影响分析

工程穿越福建三明桂溪省级森林自然公园，采用一档跨过，不在森林公园立塔，因此不会破坏森林公园的植被完整度和动物的生活空间。不会造成植被生物量损失和动物数量减小，因此本工程对福建三明桂溪省级森林自然公园影响较小。

（5）对穿越自然保护区的生态影响分析

工程穿越太山村自然保护区、大湖魏坊暗窠枫香保护区、新泉镇中华山细柄阿丁枫保护区、蛟洋镇下森坑老鹰保护区、蛟洋镇森坑老鹰保护区。保护区除主要保护的动植物外还有小面积的苦槠和青冈、马尾松为优势种的亚热带阔叶林。

工程均不在保护区内立塔，因此不占用保护区内土地，总体来看对保护区植被和野生动物影响较小。

运行期，工程无三废排放，但会产生一定的电磁影响。从已建工程线路沿线的植被情况来看，线路下方的植被生长状况与其周围的植被之间并没有显著差异，不会因为工程的运行而造成生物量的损失。

7.3.7 工程对穿（跨）越生态保护红线的影响分析

输变电线路穿（跨）生态敏感区并建立塔基的生态保护红线区域主要是玳瑁山河源水源涵养与生物多样性维护片区、汀江流域水源涵养与生物多样性维护片区、长汀连城水土流失控制生态功能区、沙溪流域水源涵养与生物多样性维护片区，详细的占地情况及损失生物量详见表 7.3-6。

表 7.3-6 工程穿（跨）越生态保护红线永久损失生物量统计

生态保护红线区域	塔基数	塔基占地面积 (hm ²)	塔基占地生物量 (t)	评价区总的生物量 (t)	塔基/评价区生物量
玳瑁山河源水源涵养与生物多样性维护片区	10	0.31878	20.038511	1688962	0.0012%
汀江流域水源涵养与生物多样性维护片区	25	0.78554	49.379044		0.0029%
长汀连城水土流失控制生态功能区	78	2.3465	147.50099		0.0087%
沙溪流域水源涵养与生物多样性维护片区	55	1.664211	104.6123		0.0062%

本工程输变电线路对生态敏感区具体的影响分析如下：

(1) 对玳瑁山河源水源涵养与生物多样性维护片区生态功能影响分析

线路穿越玳瑁山河源水源涵养与生物多样性维护片区约 4.3km，立塔约 10 基。经测算，永久占地约 0.31878hm²，永久占地损失生物量 20.038511hm²（由于占地面积较少，占地类型几乎均为林地，生物量按林地计），占评价区总生物量的 0.0012%，总体损失量不大。

1) 对生态系统的影响分析

玳瑁山河源水源涵养与生物多样性维护片区针叶林面积较大，类型较多，基本上以常绿针叶林为主。可分为 2 个亚型，9 个主要群系。本项目输变电线路穿越区域在海拔 800-1000 米之间，主要为亚热带常绿阔叶林，主要有马尾松、刺栲林，马尾松、甜槠林，马尾松、米槠林、木荷林，马尾松、青冈栎林，杉木、泡桐林，杉木、等群系。一般分布在海拔 800~1000 米之间。亚热带山地常绿阔叶林生物多样性丰富，但由于人类活动的破坏，目前剩少量次生天然植被。

本工程穿越段小面积阔叶林，工程通过优化塔基位置等措施，设置塔基所占面积较小。工程穿（跨）越玳瑁山河源水源涵养与生物多样性维护片区主要涉及马尾松林、杉木林、竹林等生态系统。但这些生态系统均为人工林生态系统，生物多样性相对较低。且工程穿（跨）越距离较短，塔基占地面积较小，而且通过多次优化线路，塔基占地主要分布在林缘、林窗等区域，对穿越段少量的常绿阔叶林和人工林生态系统产生的影响非常有限。项目运营期，无三废排放，除项目检修等必要活动以外，施工人员不会进入玳瑁山河源水源涵养与生物多样性维护片区，检修活动时间短暂，多为高空活动，不造成生物量的损失，不会对生态系统及其功能产生影响。

2) 对濒危植物的影响分析

线路穿越段基本为人工林，多为常见植物，在野外调查过程中，塔基处并未发现有濒危植物、国家与地方重点保护植物等分布，项目对玳瑁山河源水源涵养与生物多样性维护片区野生濒危植物的影响极小。工程运行期无三废排放。从已建工程线路沿线的植被情况来看，线路下方的植被生长状况与周围植被之间并没有显著差异，不会因为工程运行而造成生物量损失，不会对受保护植物产生影响。

3) 对野生受保护动物的影响分析

因动物活动性较强，可能会偶尔出现在施工场地附近，但其受到影响后会避开干扰，完成建设生境恢复后又重新回到熟悉的栖息地。本项目点状施工，施工期短，不会对动物栖息环境及水源地等造成明显影响。同时，工程建设中，还将采取有力的野生动物保护措施，强化与规范施工管理，不会对野生动物造成影响。

运营期，除项目检修等必要活动以外，施工人员不会进入保护区内，而且塔基占地很小，高空架线，除鸟类外，基本不会对其它动物产生影响。但鸟类撞线机率较小，工程运行不会对野生保护动物产生显著的影响。

(2) 对汀江流域水源涵养与生物多样性维护片区生态功能影响分析

线路穿越汀江流域水源涵养与生物多样性维护片区约 9.9km，立塔约 25 基。经测算，永久占地约 0.78554hm²，永久占地损失生物量 49.379044hm²（由于占地面积较少，占地类型几乎均为林地，生物量按林地计），占评价区总生物量的 0.0029%，总体损失量不大。

1) 对生态系统的影响分析

汀江流域水源涵养与生物多样性维护片区主要保护对象为原生性的中亚热带常绿阔叶林生态系统，汀江源头重要水源涵养林，主要为亚热带常绿阔叶林，有维管束植物 184 科 734 属 1628 种，蕨类植物 30 科 62 属 107 种，种子植物 154 科 672 属 1521 种，其中裸子植物 7 科 18 属 22 种，被子植物 147 科 654 属 1499 种。野生动物方面，上杭县陆栖脊椎动物有 4 个大类，30 目 78 科 362 种。其中：两栖类 2 目 8 科 29 种，爬行类 3 目 10 科 40 属 69 种，鸟类 17 目 40 科 198 种，兽类 8 目 20 科 66 种。工程沿线经汀江流域水源涵养与生物多样性维护片区东部部分区域，输电线路穿越区域在海拔 500-800m 之间，沿线植被典型植被主要是竹林、马尾松、青冈林、杉木林等群系。

本工程穿越段小面积阔叶林，工程通过优化塔基位置等措施，设置塔基所占面积较小。工程穿（跨）越玳瑁山河源水源涵养与生物多样性维护片区主要涉及马尾松林、杉木林、竹林等生态系统。但这些生态系统均为人工林生态系统，生物多样性相对较低。且工程穿（跨）越距离较短，塔基占地面积较小，而且通过多次优化线路，塔基占地主要分布在林缘、林窗等区域，对穿越段少量的常绿阔叶林和人工林生态系统产生的影响非常有限。项目运营期，无三废排放，除项目检修等必要活动以外，施工人员不会进入玳瑁山河源水源涵养与生物多样性维护片区，检修活动时间短暂，多为高空活动，不造成生物量的损失，不会对生态系统及其功能产生影响。

2) 对濒危植物的影响分析

线路穿越段基本为人工林，多为常见植物，在野外调查过程中，塔基处并未发现有濒危植物、国家与地方重点保护植物等分布，项目对玳瑁山河源水源涵养与生物多样性维护片区野生濒危植物的影响极小。工程运行期无三废排放。从已建工程线路沿线的植被情况来看，线路下方的植被生长状况与周围植被之间并没有显著差异，不会因为工程运行而造成生物量损失，不会对受保护植物产生影响。

3) 对野生受保护动物的影响分析

因动物活动性较强，可能会偶尔出现在施工场地附近，但其受到影响后会避开干扰，完成建设生境恢复后会重新回到熟悉的栖息地。本项目点状施工，施工期短，不会对动物栖息环境及水源地等造成明显影响。同时，工程建设中，

还将采取有力的野生动物保护措施，强化与规范 施工管理，不会对野生动物造成影响。

运营期，除项目检修等必要活动以外，施工人员不会进入保护区内，而且塔基占地很小，高空架线，除鸟类外，基本不会对其它动物产生影响。但鸟类撞线机率较小，工程运行不会对野生保护动物产生显著的影响。

（3）对长汀连城水土流失控制生态功能区生态功能影响分析

线路穿越汀长汀连城水土流失控制生态功能区约 32.80km，立塔约 78 基。经测算，永久占地约 2.3465hm²，永久占地损失生物量 147.50099hm²（由于占地面积较少，占地类型几乎均为林地，生物量按林地计），占评价区总生物量的 0.0087%，总体损失量不大。

1) 对环境因素影响分析

穿越段主要为山地地形，降水量较大，为水土流失的产生提供了客观的自然基础。塔基开挖等施工活动会造成一定的水土流失，塔基永久占地面积只有 2.3465hm²，占地面积相对较小；同时施工活动会避开降雨集中的雨季，尽量缩短工期，采用高低脚等施工工艺，降低水土流失的风险。

运营期，多为高空检修活动，不存在土方作业，不会引起水土流失。

2) 对土地利用类型的影响分析

穿越段多为林地，水土保持能力较强，发生水土流失的可能性较低。施工活动会造成一定的林地转变为建设用地，塔基永久占地面积较小，相比于周边大片的林地，土地利用改变微乎其微，不会改变其土地利用性质，穿越段还是以林地为主，不会造成明显的水土流失。

运营期，除项目检修等必要活动以外，不进行任何的施工活动，不会造成土地利用类型的改变。

3) 对植被影响分析

施工活动会造成一定的植被破坏，生物量和生产力损失，造成水土保持能力的降低。但穿越段植被主要以桉树、马尾松、杉木等为建群种的人工林为主，均为福建省常见植被类型，恢复能力强。同时，塔基占地多选择林间间隙、林角荒地，尽量避免占用林地，且工程水土流失防治执行一级标准，施工过程中会严格控制施工范围，优化施工工艺，进一步减少植被损失。施工结束后会对塔基四角及周边等区域及时进行植被恢复。

运营期，线路检修活动等均为高空作业，会采用无人机检修等先进工艺，不会对树木林冠层造成破坏。

（4）对沙溪流域水源涵养与生物多样性维护片区生态功能影响分析

线路穿越汀长汀连城水土流失控制生态功能区约 20.9km，立塔约 55 基。经测算，永久占地约 1.6642hm²，永久占地损失生物量 104.61hm²（由于占地面积较少，占地类型几乎均为林地，生物量按林地计），占评价区总生物量的 0.0062%，总体损失量不大。

1) 对生态系统的影响分析

沙溪流域水源涵养与生物多样性维护片区主要保护对象为原生性的中亚热带常绿阔叶林生态系统，工程沿线沙溪流域水源涵养与生物多样性维护片区东部部分区域，输电线路穿越区域在海拔 300-800m 之间，线路跨越区域较长，建立塔基数多，沿线植被典型植被也主要是竹林、桉树林、马尾松、青冈林、杉木林等群系。工程通过优化塔基位置等措施，设置塔基所占面积较小，这些生态系统均为人工林生态系统，生物多样性相对较低。且工程虽建塔基较多，但单个塔基占地面积较小，而且通过多次优化线路，塔基占地主要分布在林缘、林窗等区域，对穿越段少量的常绿阔叶林和人工林生态系统产生的影响非常有限。

项目运营期，无三废排放，除项目检修等必要活动以外，施工人员不会进入玳瑁山河源水源涵养与生物多样性维护片区，检修活动时间短暂，多为高空活动，不造成生物量的损失，不会对生态系统及其功能产生影响。

2) 对濒危植物的影响分析

线路穿越段基本为人工林，多为常见植物，在野外调查过程中，塔基处并未发现有濒危植物、国家与地方重点保护植物等分布，项目对玳瑁山河源水源涵养与生物多样性维护片区野生濒危植物的影响极小。工程运行期无三废排放。从已建工程线路沿线的植被情况来看，线路下方的植被生长状况与周围植被之间并没有显著差异，不会因为工程运行而造成生物量损失，不会对受保护植物产生影响。

3) 对野生受保护动物的影响分析

因动物活动性较强，可能会偶尔出现在施工场地附近，但其受到影响后会避开干扰，完成建设生境恢复后又重新回到熟悉的栖息地。本项目点状施工，

施工期短，不会对动物栖息环境及水源地等造成明显影响。同时，工程建设中，还将采取有力的野生动物保护措施，强化与规范施工管理，不会对野生动物造成影响。

运营期，除项目检修等必要活动以外，施工人员不会进入保护区内，而且塔基占地很小，高空架线，除鸟类外，基本不会对其它动物产生影响。但鸟类撞线机率较小，工程运行不会对野生保护动物产生显著的影响。

7.4 生态保护措施

本工程的实施将对工程建设区域生态产生一定影响，应采取积极的避让、减缓、补偿和重建措施。按照生态恢复原则，其优先次序应遵循“避让→减缓→补偿→重建”的顺序，能避让的尽量避让，不能避让则采取措施减缓，减缓不能生效的，制定补偿和重建方案。依据《输变电工程生态影响防控技术导则 QGDW 12202-2022》的要求提出以下生态保护措施。

7.4.1 设计阶段生态保护措施

（1）科学选线，减轻工程沿线生态干扰

本工程在可行性研究阶段，结合各类自然保护地规划、区域植被分布情况、环境保护及土地利用等相关情况，对塔基及线路进行优化调整，做到经济技术指标高，线形美观顺畅，工程量小，投资经济，对沿线景观与生态干扰小。

（2）合理避让，避开多处生态敏感区域

为最大限度减轻影响，避让了自然保护小区和森林自然公园等生态敏感区，采取无害化跨越方式，一档跨越，优化了线路穿越生态保护红线塔基位置，保护了生态环境，并在选线过程中尽可能将塔基布置在植被覆盖度较低的土地上，从源头上减少破坏。

（3）统筹规划，减少生态价值较高土地的占用

生态价值越高，受损后恢复的成本越高，需要的恢复时间与管理费用越高，不占或减少占用较高价值土地，是目前国际公认的基本原则。一般而言，林地与湿地生态价值较高，灌丛次之，农田与草地较差，未利用地最差。工程在设计经过生态保护红线段，严格贯彻了这一原则，进行了充分的线路走向论证与规划，在考虑地质条件、地形因素等多项安全问题的基础上，规划占用生态价值较差的用地，尽量占用草地或荒地，在生态保护红线内，尽量占用植被覆盖

度较低的土地，从而避免了生态影响与负效应的放大，落实了生态优先原则与理念。

7.4.2 施工期生态保护措施

施工期生态保护重点是生态保护教育、施工生态管理、塔基及临时施工场地周边的生态防护、受保护植物的生态围挡及施工后期的生态恢复。

7.4.2.1 总体思路

本项目特别是输电线路经过多段生态保护红线区域主要是玳瑁山河水源涵养与生物多样性维护片区、汀江流域水源涵养与生物多样性维护片区、长汀连城水土流失控制生态功能区、沙溪流域水源涵养与生物多样性维护片区主导生态功能为生物多样性维护、水源涵养和水土保持，受到破坏后难以恢复，防护的重点是减小干扰面积，控制开挖面，加强拦挡、苫盖、围挡等措施的使用，严格控制对植被的破坏，保存生物赖以生长的基质环境，对沿线水源涵养和水土保持功能影响降到最低。

7.4.2.2 植物保护措施

施工对植被的主要影响因素包括开挖以及临时占地对植被的破坏，及施工工人滥采滥挖等人为活动，针对这些影响因素，具体提出了以下保护措施。

（1）生态保护意识教育

加强施工人员的环境保护意识教育与生态保护法律法规宣传，要求文明施工，不得进行滥采滥挖滥伐等植被破坏活动，在生态保护红线区域施工时，要加强施工人员的监督管理，必要时请专业人员现场指导。

（2）施工方式规范

合理组织塔基施工，选择科学的施工方式，减少临时占地面积；生态保护红线区域内必须设置牵张场时采取斜拉牵张等占地面积小、对植被干扰较小的牵张方式；生态保护红线区域内严禁设置堆料场、施工营地等临时工程；严格按设计占地面积、样式要求开挖，避免大规模开挖；缩小施工作业范围，施工人员和机械不得在规定区域外活动；施工材料有序堆放，减少对塔基周围的生态破坏；生活垃圾和建筑垃圾集中收集后运输处理，不得随意丢弃；尽可能实现挖填平衡，合理处置施工土石方。

（3）受保护植物的保护

开挖中，要注意保护周围植被，尤其是要控制对生态保护红线区域植被的破坏，保护植被赖以生存的环境；施工过程中若发现重点保护植物，应采取避让措施；施工期应设置醒目的保护标示牌，提醒施工人员注意保护，并在树体四周设置简易围栏，围栏与树干的距离应不小于 3m，与受保护灌丛及草丛植被的距离不小于 1m；对永久占地范围内的幼苗与幼树实施移植，避免破坏。

（4）施工占地植被保护与恢复

对永久占地，塔基占地实质上仅限于四个支撑脚，其它地方进行植被自然恢复，促进塔基附近植被和地貌恢复原貌；对永久占地开挖的表土要进行剥离，覆盖防护以减少风、水蚀，施工结束后作为开挖占地的植被恢复用土。

对临时占地，施工完成后，应尽快实施植被生态恢复或复耕，并加强抚育管理。

对于新修临时道路，应避让树木，减少林木砍伐，临时道路避免硬化，减少径流系数，降低水土流失量；在工程施工结束后，临时道路应及时进行整治与恢复。

施工工序布设要紧凑合理，避免因工序安排不当而造成的大面积地表裸露；施工现场专设环保工作负责人，要从水土保持与生态恢复角度，合理协调安排施工程序。

（5）不同占地类型生态防护与恢复措施

①耕地：

线路选线尽量利用荒地、劣地，少占用耕地特别是基本农田；应做好耕地耕作层剥离、分类存放和回填利用，施工时要将耕作层剥离并采用上铺下盖等隔离措施单独堆放，塔基基础开挖完工后，尽快浇注混凝土，按照原有土层顺序进行回填，缩短裸露时间；施工临时占地宜采取隔离保护措施，施工结束后应将混凝土余料和残渣及时清除，以免影响后期土地功能的恢复；对临时占用耕地区域及时复耕。

对于永久基本农田应严格按照《中华人民共和国基本农田保护条例》管理规定执行，对于永久占用基本农田的按照占多少、垦多少的原则，负责开垦与所占基本农田的数量与质量相当的耕地；没有条件开垦或者开垦的耕地不符合要求的，应当按照省、自治区、直辖市的规定缴纳耕地开垦费，专款用于开垦新的耕地。

②林地：严格履行林业相关手续并切实执行，施工前，必须按照有关规定办理用地审核，林木移栽审批手续，落实补偿措施；对永久征地范围内的林木能移植的应该移植，不能移植的应该在异地进行补种，应保证林地面积和林木质量。拟建项目永久占地范围内的林地采用采伐形式，缴纳植被恢复费，待林业部门审核同意后项目建设单位将森林植被恢复费缴纳至省财政专户，通过森林植被恢复费的异地造林，保证占用的公益林等质等量得到补偿。

线路经过成片林地时，将采用高跨越方式，减少林木砍伐，导线与树木（考虑自然生长高度）之间的垂直距离控制在 7.0m 以上，对少量无法避免的经济作物砍伐按政策进行赔偿；应做好表土剥离、分类存放和回填利用；施工过程中，严格控制临时占地林地面积，并及时做好植被恢复措施，采取播撒草籽、种植树木，林草结合的方式及时对临时施工用地进行植被恢复，同时注意尽量使用当地植物物种，避免造成外来物种入侵。

③草地：应做好表土剥离、分类存放和回填利用，在施工完成后，采取播撒草籽等方式及时对临时占用草地进行植被恢复。

（6）生态恢复目标指标

乔木林地经过覆土、培肥措施可恢复为原地类，灌木林地、其他林地可复垦为灌木林地。

7.4.2.3 动物保护措施

（1）加强施工人员的教育和管理，加强施工生态监管，禁止将生活垃圾堆放在生态保护红线区域范围内；教育施工人员不要捡拾鸟卵、捕捉野生动物及其幼体；野生动物误入施工区域时，施工人员不得恐吓、驱散，应采取喂食诱导等措施，将其引出施工区；并加强与相关管理机构合作，救助施工期遇到的受伤的鸟类与兽类。在自然保护小区边缘施工时，禁止扩大施工范围，禁止越界施工。

（2）施工现场设置警示牌和宣传牌，提醒施工人员和过路人员保护野生动物，避免野生动物侵入。

（3）根据野生动物活动规律，合理规划协调施工工期，最大限度避开野生动物的重要生理活动期，如繁殖期(5~8月)中的高峰时段；大多数野生动物在早晨、黄昏和夜晚外出觅食，应做好施工计划，尽可能避免上述时间施工。

(4) 施工点应避开野生动物活动通道，无法避让的应提高施工地管理等级，减缓对其影响。

(5) 要合理控制施工范围，要选取声源强度和声功率小的施工设备和工艺，降低作业噪声，减轻对野生动物的不良影响。施工机械、车辆等需要修理或维护时，安排在敏感区外进行，减小直接干扰。

(6) 重视夜间运输车辆灯光对野生动物的影响，野生动物频繁出没线段，要合理设置交通运输线路，严格控制在敏感区界的夜间施工。

(7) 加强施工期受伤野生动物保护和救治，遇到地栖型鸟类应诱导其离开施工区，加强与当地野保部门的联系，遇到受伤野生鸟类与兽类，联系保护机构救治。

(8) 重点保护野生动物保护措施

① 合理安排施工时序，降低施工噪声。穿越生态保护红线段施工时，应尽量避免或减少施工噪声对保护动物的惊扰。评价区内保护动物大多是晨、昏（早晨、黄昏）或夜间外出觅食，正午休息，6~9月为交配繁殖时期。塔基施工应做好开挖方式、数量、时间的计划，并力求避免在晨昏和正午高噪声作业等。同时，施工时间应尽量避免重点保护野生动物交配繁殖时期。

② 施工期间若在施工区周边发现鸟类等重点保护野生动物，可采取无伤的方式驱离；若野生动物数量较多，应暂停施工，等野生动物离开后再施工。

③ 施工期间若出现误伤保护动物的情况，应及时上报地方林业局和生态环境局，并积极采取措施对误伤的野生动物进行救护。

7.4.2.4 生态保护红线区域生态保护措施

除遵守以上生态保护措施以外，在生态保护红线区域应同时落实以下生态保护措施：

(1) 禁止在生态保护红线区域内设立堆料场、施工营地，尽量不在生态保护红线区域内设置牵张场，施工机械维修在生态保护红线区域外进行，以减少对生态保护红线区域的人为干扰。

(2) 加强施工人员生态教育，严格落实生态识别与管理，一旦发现重要保护物种，要采取围隔措施，减小对植被的破坏。

(3) 输电线路在生态保护红线区域，要选取声源强度和声功率小的施工设备和工艺，降低作业噪声，禁止爆破施工，组塔采用摇臂抱杆等人工组塔方式，

放线采用无人机等先进设备和工艺，减少大型机械设备进入对太行山水源涵养生态保护红线区域的影响。

(4) 合理选择施工季节，限定施工时间，每日早 8 点以前、晚 8 点以后禁止施工。

(5) 禁止施工人员滥捕滥猎，野生动物误入施工区域时，施工人员不得恐吓、驱散，应采取喂食诱导等措施，将其引出施工区；并加强与相关管理机构合作，救助施工期遇到的受伤的鸟类与兽类。

(6) 塔基采取高低腿基础，减少土石方开挖量，降低挡墙的使用量。

(7) 塔基施工区域，施工期采取表土剥离措施，将表层土剥离单独堆放，回填时将表土附最上面，便于植被恢复或复耕；对临时堆土底部采用土工布铺垫，防止堆土对堆土区域植被产生大的破坏，便于植被恢复，临时堆土顶部采取密目网苫盖措施、下坡侧设置填土编织袋进行拦挡、修筑截排水沟等措施；施工结束后进行土地整地、回覆表土、栽种植被、撒播草籽或复耕等。

(8) 对生态保护红线区域内有坡度的塔位，为防止上坡侧汇水面的雨水及其它地表水对基面的冲刷影响，除塔位位于面包形山顶或山脊外，一般需在塔位上坡侧（如果基面有降基挖方，距挖方坡顶水平距离 $\geq 4\text{m}$ 处），依山势设置环状截（排）水沟，以拦截和排除周围山坡汇水面内的地表水。但对于塔位场地宽缓、散水面较大的塔位则不宜设置排水沟，施工时尽量将排水沟末端与自然沟道顺接在较平缓区域，排水沟出口段应设消能散水措施。常用消能散水型式有八字排水口等，跌水措施布设在排水沟出口段，所用材料与排水沟保持一致。

(9) 对位于生态保护红线区域输电线路尽量采用人工掏挖方式。

(10) 合理安排施工时序，紧凑合理，避免在雨季施工，尽量安排在冬季，减少对保护区内野生动植物的影响。

表 7.4-1 生态保护红线内生态保护措施一览表

分区	工程措施	植被措施	临时措施	恢复时限
塔基区	排水沟，土地整治，表土剥离及回覆	①永久占地：缴纳植被恢复费；因受铁塔限制，塔基区以播撒早熟禾、芒萁、五节芒等草本种子为主 ②临时占地：施工结束后，尽量采取“乔-灌-草”复合形式恢复植被，	临时拦挡、临时苫盖、临时铺	施工期及时同步开展相应工程措施

		底层为灌草，上层为乔木。物种选择应根据当地土壤和气候条件，选择当地乡土植物进行恢复，杜绝引进外来物种。根据当地土壤和气候条件，选择青冈、杉木、马尾松、香樟等乔木、山乌柏、紫珠等灌木和芒萁、五节芒等草本等植物进行恢复。	垫、沉淀池	和临时措施，并在施工结束后3个月内完成相应植被措施，确保临时占地区域3年内恢复原有土地功能
施工道路区	排水沟，土地整治，表土剥离及回覆	临时占地：物种选择应根据当地土壤和气候条件，选择当地乡土植物进行恢复，杜绝引进外来物种。根据当地土壤和气候条件，选择青冈、杉木、马尾松、香樟等乔木、山乌柏、紫珠等灌木和芒萁、五节芒等草本等植物进行恢复。	临时排水沟、临时苫盖	

7.4.2.5 对穿（跨）越自然保护区和省级森林公园生态保护措施

(1) 严格按照涉及选线，采取无害化跨越方式，一档跨越自然保护区和省级森林公园。

(2) 合理组织塔基施工，选择科学的施工方式，减少临时占地面积，缩小施工作业范围，并尽量远离湿地公园范围，施工人员和机械不得超范围进入湿地公园范围。

(3) 对输电线路跨越自然保护区和森林公园段合适位置设置标识牌，告知施工人员相关禁止行为。

(4) 对生态敏感区的野生动物，特别是重点野生保护动物，在发现其在项目施工范围觅食等活动时，禁止实施捕猎等违法行为。

7.4.3 运行期生态影响缓解措施

7.4.3.1 植物保护措施

(1) 强化对线路设备检修维护人员的生态保护意识教育，加强管理，禁止滥采滥伐，避免因此导致的沿线自然植被和生态系统的破坏。

(2) 对施工便道、临时堆土场、牵张场地，尤其是生态保护红线区域内的施工便道，实施生态恢复，并跟踪生态保护与恢复效果，以便及时采取后续措施。

(3) 工程施工过程中如移植受保护植物，施工单位应加强工程后期的生态抚育与管理，保障移植的成活率。

(4) 按设计要求进一步完善水土保持等各项工程措施、植物措施和土地复垦措施，确保工程实施前后区域损失与补偿的生物量达到平衡。

7.4.3.2 动物保护措施

(1) 加强对线路维护人员的环保教育，严禁捕猎野生动物。

(2) 运行检测中，了解猛禽类鸟类对塔身的利用状况，为后续输变电工程鸟类保护设计提供经验资料。

(3) 在野生动物活动较为频繁的季节，结合相关生态管理活动的开展，观察工程对野生动物的影响。

(4) 线路检修作业应避开鸟类迁徙、繁殖时节，日常线路巡视、检修，塔基维护等作业以秋冬季为主，减少对鸟类的干扰。

(5) 定期对线路沿线生态保护和防护措施及设施进行检查，及时修复遭破坏的设施。

7.4.3.3 生态保护红线区域保护措施

运行期生态保护目标生态保护措施具体情况如下：

(1) 线路巡检和维护时，应避免过多人员和机械进入生态保护红线区域，以减少对生态保护红线区域地表植被和结皮的破坏。特别避免越界进入附近的自然保护小区、省级森林公园等。

(2) 加强运行维护人员管理，避免滥采、滥猎行为。

7.5 生态保护措施效果评价

根据本工程性质及环境影响特点，本工程在设计阶段采取了相应环境保护措施，如线路尽可能避让沿线生态敏感区，对于无法避让的采取“预防、减缓、补偿、恢复”的原则，尽量减少对生态敏感区的影响。施工阶段采取相应的生态保护措施，加强施工期的生态管理，塔基及临时施工场地周边的生态防护、受保护植物的生态围挡及施工后期的生态恢复，并有针对性的采取相应保护措施；对于各类临时占地，严格限制其面积，并且开工前做好策划，选择扰动小、对生态影响小的方案，并采取相应的保护和恢复措施，尽量减小对生态环境的影响。

工程中采取的各项环保措施均在技术上是可行的，并且根据已运行的高压输变电工程设计和实际运行经验，同时根据保护区内已运行线路现场调查表明，保护区内植被恢复良好，没有造成不可逆的环境影响。

本项目在设计阶段就充分考虑了相应的保护措施，避免了先污后治的被动局面，减少了物财浪费，既保护了环境，又节省了经费；施工上对施工单位严格要求，确保设计的各项措施有效落实，监理单位做到尽职尽责，查漏补缺，及时改进和落实；施工结束后及时采取相应恢复措施，为生态恢复创造条件。因此本工程采取的生态环保措施在技术上、经济上均是可行的，能满足生态恢复要求。

7.6 生态监测及环境管理

7.6.1 生态监测

生态监测可委托有资质和丰富经验的单位完成，结合项目规模、生态影响特点及所在区域的生态敏感性，重点监测工程穿越的生态敏感区，各项监测内容如下：

（1）植物监测

1) 监测点位的布设

监测点选择在穿越生态保护红线区域、跨越自然保护区和省级森林公园内输电线路塔基及其它临时施工场地，并遵从典型性代表性原则对不同的植被类型进行监测。

2) 监测内容

监测输电线路塔基及其它临时施工场地受破坏的植物物种种类、植被类型、面积、生物量等，同时可采取与周边未被破坏的具有可比性的植被群落的相关指标进行比较。监测指标包含但不限于以下参数：各层物种的种类、优势种、建群种、郁闭度（盖度）、高度、胸径（地径）、生物量等。

3) 监测时间

重点开展施工期生态监测，必要时开展投入运营后生态恢复状况及质量。

（2）野生动物监测

1) 监测点位的布设

监测点选择在穿越生态保护红线、跨越自然保护区和省级森林公园区域输电线路施工区附近。

2) 监测内容

野生动物的种类、分布、密度和季节动态变化，监测输电线路对鸟类迁徙、起飞和降落的影响。

3) 监测时间

覆盖整个施工期，针对施工场地及周边监测野生动物分布及动态；投入运营后监测野生动物分布及动态，特别是鸟类监测每年分两次（即繁殖期、越冬期），繁殖期一般为每年3月~7月，越冬期一般为10月~次年3月。

7.6.2 环境管理

根据国家环境保护管理规定，工程施工期间在工程管理机构之中应设置专门环保机构，安排专业环保人员负责各标段施工中的环境管理工作。工程环境管理机构由领导、组织、实施、协助、咨询等五部分机构组成。各机构间应紧密联系、分工明确、相互独立、互相协调。

(1) 施工期环境管理

1) 本工程施工招标应选择具有较强生态保护意识、掌握无人机等有利于生态环保新技术的施工单位。

2) 施工前对施工人员和监理人员进行生态保护教育，施工过程中做好施工现场管理工作，并根据需要请相关管理机构对生态保护措施的全程跟踪、检查和监督，配合建设单位开展生态环境保护的技术指导，协调处理工程建设过程中涉及的环境保护管理、耕地、林地恢复等相关问题。

3) 在施工设计文件中详细说明施工期应注意的环保问题，如对沿线树木砍伐，野生动植物保护、植被恢复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，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施工。

4) 施工方在施工期间应有专人负责环境管理工作，对施工中的每一道工序都应检查是否满足环保要求，并不定期地对各施工点位进行监督检查。

5) 在生态保护红线进行施工时，施工前期应加强对施工人员进行生态保护红线、野生动植物相关法律法规等内容进行培训，规范施工队伍行为和施工现场管理。

(2) 运行期环境管理

根据项目所在区域的环境特点，在运行主管单位分设环境管理部门。环境管理部门的职能为：

- 1) 制定和实施各项生态环境监督管理计划；
- 2) 建立生态环境现状数据档案及生态信息网络，并定期向当地环境保护行政主管部门汇报；
- 3) 不定期地巡查线路各段，特别注意保护环境保护对象，保护生态环境不被破坏，保证保护生态与工程运行相协调。

8 环境保护设施、措施分析与论证

8.1 环境保护设施、措施分析

8.1.1 设计中已采取的环境保护设施、措施

(1) 电磁环境

①高压一次设备采取均压措施。

②通过选择配电架构高度、对地和相间距离，控制设备间连线离地面的最低高度，从而保证电磁环境符合标准。

③输电线路选线阶段尽量避让集中电磁环境敏感区，远离沿线特殊及重要生态敏感区，远离城镇规划区，尽量减少项目建设对环境的影响。

④在线路设计中严格执行有关设计规程、规范，应因地制宜选择线路型式、架设高度杆塔塔型、导线参数、相序布置等，减少电磁环境影响；架空输电线路经过电磁环境敏感目标时，应采取避让或增加导线对地高度等措施，减少电磁环境影响。

a.本项目 500kV 单回输电线路在经过耕地等场所时，导线最小对地高度 12m 条件下，工频电场强度满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中 10kV/m 的标准限值要求。

b.本项目 500kV 单回输电线路经过电磁环境敏感目标时，导线最小对地高度 21m 条件下，距地面 1.5m 高处的工频电场强度、工频磁感应强度预测值均分别满足 4000V/m、100 μ T 的公众曝露控制限值要求。

c.本项目 500kV 同塔双回输电线路在经过耕地等场所时，在异相序架设最小对地高度 12m 或逆相序架设最小对地高度 11m 条件下，工频电场强度满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中 10kV/m 的标准限值要求。

d.本项目 500kV 同塔双回输电线路经过电磁环境敏感目标时，在异相序架设最小对地高度 20m 或逆相序架设最小对地高度 17m（除***民房导线高度不低于 18m）条件下，距地面 1.5m 高处的工频电场强度、工频磁感应强度预测值均分别满足 4000V/m、100 μ T 的公众曝露控制限值要求。

(2) 声环境

①对高噪声设备进行合理布局，减小对站外的影响。

②主变周围的防火墙能起到一定的隔声效果。

③优先选用低噪声设备，新增主变声功率级不高于 93.5dB（A）、1m 处声压级不高于 70dB（A）。

（3）危险废物控制措施

汀州（龙西）变内设置事故油池一座，有效容积约 95m³的主变事故油池，满足事故时单台单相最大主变容量变压器油 100%不外溢的要求。变压器下事故油坑铺设一卵石层，四周设有排油槽并与集油池相连。变压器排油时，所有的油水混合物将渗过卵石层并通过排油槽到达集油池，在此过程卵石层起到冷却油的作用，不易发生火灾。由有资质的单位对废油全部回收处理，不外排。

桃源变电站新增油浸式电抗器事故油接入原电容器事故排油系统，电抗器油量约 12 吨，原来电容器事故油池有效容积约 5m³，需对原电容器事故油池进行扩建，扩建方式采用在电容器事故油池后串联一座有效容积不低于 10m³的新建事故油池。新建事故油池新建期间临时封堵原事故油池出水管，排水采用水泵抽排，待新事故油池修建完成后进行串联。由有资质的单位对废油全部回收处理，不外排。

（4）生态环境

1) 输电线路选线尽量避开生态敏感区、占用生态价值较差的土地，设计过程中应按照避让、减缓、恢复的次序提出生态影响防护与恢复的措施。

2) 输电线路应因地制宜合理选择塔基基础，在山丘区应采用全方位长短腿与不等高基础设计，以减少土石方开挖。

3) 输电线路无法避让集中林区时，应采取控制导线高度设计，以减少林木砍伐，保护生态环境。

8.1.2 施工期环境保护措施

（1）水环境

1) 变电站

对于卓然变电站和桃源变电站扩建，施工期间施工人员利用站内现有的生活污水处理装置，生活污水经处理达标后站内回收利用，不外排。汀州（龙西）新建变电站施工期需做好以下措施：

①对施工场地和施工生活区的生产废水和生活污水分别设置临时污水处理装置，加强管理，做好防渗处理，防止无组织排放。

②在不影响主设备区施工进度的前提下，合理开展施工组织作业，先行修

筑生活污水处理设施，对变电站施工人员生活污水进行处理。

③将物料、车辆清洗废水、建筑结构养护废水集中，经过沉砂处理循环利用。

④做好施工场地周围的拦挡措施，尽量避免雨天开挖作业；同时要落实文明施工原则，不外排施工废水。

⑤建设单位和施工单位应加强自我检查和监督意识，施工单位在施工期间应贯彻“预防为主”的原则，建立完善的水环境保护制度。

2) 输电线路

在线路施工阶段产生的施工废水和施工生活污水可能会影响输电线路所跨越河流的水体环境，在上述线路段施工时应采取如下防治措施：

①在跨越河流段附近施工时，应加强管理，做好污水排放措施，确保水环境不受影响。

②施工期间禁止向水体排放、倾倒垃圾、弃土、弃渣，禁止排放未经处理的钻浆等废弃物。

③施工时应先设置拦挡措施，后进行工程建设。架线时采用无人机放线等先进的施工放线工艺。

④采用商品混凝土，不在现场拌和混凝土。

⑤合理安排工期，抓紧时间完成施工内容，尽量避免雨天施工。

⑥河流两岸的塔基尽量利用地形采用全方位高低腿设计，塔基周围修筑护坡、排水沟等工程措施，线路尽量采用一档跨越，不在水体中立塔。

(2) 声环境

①加强施工期的环境管理和环境监控工作，并接受环保部门的监督管理。

②新建变电站施工场地周围应尽早设立围墙等遮挡设施。

③采用噪声水平满足国家相关标准的施工机械或采取带隔声、消声设备的机械，控制设备噪声源强。

④依法限制夜间施工，站区产生环境噪声污染的施工均应安排在白天进行。如因工艺特殊情况要求，需在夜间施工而产生环境噪声污染时，应按《中华人民共和国噪声污染防治法》的规定，因特殊需要必须连续施工作业的，应当取得地方人民政府住房和城乡建设、生态环境主管部门或者地方人民政府指定的部门的证明，并在施工现场显著位置公示或者以其他方式公告附近居民；同时

禁止高噪声设备同时作业。

⑤运输材料的车辆进入施工现场严禁鸣笛，装卸材料时应做到轻拿轻放。

（3）固体废物

施工过程中产生的土石方、建筑垃圾、生活垃圾应分类集中收集，并按国家和地方有关规定定期进行清运处置，施工完成后及时做好迹地清理工作。

在农田和经济作物区施工时，施工临时占地宜采取隔离保护措施，施工结束后应将混凝土余料和残渣及时清除，以免影响后期土地功能的恢复。

此外，本项目涉及输电线路工程拆迁范围内房屋拆迁，沿线拆迁产生的建筑垃圾就近运至建筑垃圾集中堆放或处置场所，结合当地实际情况对具备相应条件的建筑垃圾进行综合利用。施工结束后施工单位统一对拆迁迹地进行清理、平整，结合周边的土地利用现状及时恢复植被。

（4）扬尘

①施工过程中，应当加强对施工现场和物料运输的管理，在施工工地设置硬质围挡，保持道路清洁，管控料堆和渣土堆放，防治扬尘污染。

②施工过程中，对易起尘的临时堆土、运输过程中的土石方等应采用密闭式防尘布（网）进行苫盖，施工面集中且有条件的地方宜采取洒水降尘等有效措施，减少易造成大气污染的施工作业。

③施工过程中，建设单位应当对裸露地面进行覆盖；暂时不能开工的建设用地超过三个月的，应当进行绿化、铺装或者遮盖。

④施工现场禁止将包装物、可燃垃圾等固体废弃物就地焚烧。

（5）生态环境：详见第七章

8.1.3 运行期环境保护措施

（1）电磁环境

①将变电站内电气设备接地，以减小工频电场、工频磁场。

②保证变电站内高压设备、建筑物钢铁件均接地良好，所有设备导电元件间接触部位均应连接紧密，以减小因接触不良而产生的火花放电。

③不在电气设备上方设置软导线。电气设备上面没有带电导线，工频电场、工频磁场较小，便于进行设备检修。

④输电线路运行阶段在沿线杆塔上设置高压及警示标志，标明有关注意事项；运维单位加强输电线路巡线工作，确保输电线路的正常运行；对沿线居民

进行有关高压输电方面的环境宣传工作，增强沿线居民环境保护意识和自我安全防护意识。

⑤在线路设计中严格执行有关设计规程、规范，应因地制宜选择线路型式、架设高度 杆塔塔型、导线参数、相序布置等，减少电磁环境影响；架空输电线路经过电磁环境敏感目标时，应采取避让或增加导线对地高度等措施，减少电磁环境影响。

a.本项目 500kV 单回输电线路在经过耕地等场所时，导线最小对地高度 12m 条件下，工频电场强度满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中 10kV/m 的标准限值要求。

b.本项目 500kV 单回输电线路经过电磁环境敏感目标时，导线最小对地高度 21m 条件下，距地面 1.5m 高处的工频电场强度、工频磁感应强度预测值均分别满足 4000V/m、100 μ T 的公众曝露控制限值要求。

c.本项目 500kV 同塔双回输电线路在经过耕地等场所时，在异相序架设最小对地高度 12m 或逆相序架设最小对地高度 11m 条件下，工频电场强度满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中 10kV/m 的标准限值要求。

d.本项目 500kV 同塔双回输电线路经过电磁环境敏感目标时，在异相序架设最小对地高度 20m 或逆相序架设最小对地高度 17m（除何甫村三百份 2#民房导线高度不低于 18m）条件下，距地面 1.5m 高处的工频电场强度、工频磁感应强度预测值均分别满足 4000V/m、100 μ T 的公众曝露控制限值要求。

（2）声环境

变电站采用低噪声设备，从设备声源上控制噪声对周围环境的影响。

（3）水环境

汀州（龙西）500kV 变电站新建生活污水处理装置，变电站运行产生的生活污水经地理式污水处理装置处理达标后站内回收利用，不外排。

卓然 500kV 变电站前期项目已设置生活污水处理装置，桃源（永安）500kV 变电站规划建设了生活污水处理装置，收集、处理达标后站内回收利用。

500kV 输电线路运行期间不产生废水。

（4）固体废物

汀州（龙西）500kV 变电站站内设置垃圾收集箱，生活垃圾经收集后定期清理外运至环卫部门指定地点进行统一处理。

卓然变电站和桃源变电站为站内扩建，本次扩建投运后利用站内原有垃圾收集箱。

（5）危险废物

汀州（龙西）变电站设有 1 座事故油池，容积约为 95m³，按一台变压器最大事故油量的 100%设计。变压器油将通过主变下方的事故油坑和排油管道进入事故油池。事故油池采取有效的防渗措施，其防渗层为至少 1m 厚黏土层（渗透系数 $\leq 10^{-7}$ cm/s），或至少 2mm 厚高密度聚乙烯或其他人工材料（渗透系数 $\leq 10^{-10}$ cm/s），确保变压器油不渗漏。事故排油通过主变油坑、排油管排入事故油池，事故油池具有油水分离的功能，事故废油由有资质单位回收处置，不外排。

桃源变电站新增油浸式电抗器事故油接入原电容器事故排油系统，电抗器油量约 12 吨，原来电容器事故油池有效容积约 5m³，需对原电容器事故油池进行扩建，扩建方式采用在电容器事故油池后串联一座有效容积不低于 10m³的新建事故油池。新建事故油池新建期间临时封堵原事故油池出水管，排水采用水泵抽排，待新事故油池修建完成后进行串联。由有资质的单位对废油全部回收处理，不外排。

变电站后期运行过程中，产生的废旧蓄电池由公司物资部门统一处置，经鉴定不能再使用的废铅酸蓄电池作为危废按照危废处理办法交由有资质单位统一处置。

危险废物管理按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）、《危险废物识别标志设置技术规范》（HJ1276-2022）等有关标准、技术规范执行。

8.2 环境保护设施、措施论证

（1）汀州（龙西）500kV 变电站内一次设备采取均压措施，并且通过选择配电架构高度、对地和相间距离，控制设备间连线离地面的最低高度，可有效降低电磁环境影响，项目投运后电磁环境影响均能符合国家环保标准要求；本项目降噪方案实施后，项目投运后声环境影响均能符合国家环保标准要求；施工期设置了临时污水处理装置、固废收集、防尘降尘等污染防治措施，运行期变电站内设置了生活污水处理装置和垃圾收集箱等措施；设置了足够容量的事

故油池（95m³）及防渗措施，防止了环境风险发生。

（2）卓然变电站和桃源变电站属于站内扩建工程，前期工程各项环境保护设施正常运行、环境保护措施有效。

（3）架空输电线路通过优化线路路径和导线设计，提高线路材料加工工艺水平，控制导线对地高度或水平达标距离，沿线各环境敏感目标处电磁环境和声环境均满足相关标准要求，项目所采取的污染防治措施技术先进，有效合理。

综上所述，本项目采取的环保措施技术上合理可行。

同时本项目环保投资***万元，所采取的环境保护措施投资合理且均已纳入项目投资预算，因此，本项目采取的环境保护措施在经济上也是合理、可行的。

8.3 环境保护设施、措施及投资估算

8.3.1 环境保护设施、措施

根据现场踏勘以及施工期、运行期的环境影响预测结果分析，针对本项目可能存在的环保问题，项目需采取的环境保护措施见表 8.3-1。

表 8.3-1 项目采取的环境保护设施、措施汇总

阶段	影响类别	环境保护设施、措施	环保措施责任单位	预期治理效果
设计阶段	环境风险	①汀州变电站设置了 1 座容积约 95m ³ 的主变事故油池，可满足事故时单台单相最大主变容量变压器油 100% 不外溢的要求。 ②新建事故油池具有隔油、防渗、油水分离的功能。	设计单位、建设单位	满足环境风险防范要求
	隔声降噪	①优先选用低噪声设备，新增主变声功率级不高于 93.5dB（A）、1m 处声压级不高于 70dB（A）。 ②对高噪声设备进行合理布局。		声环境满足相关标准要求
	电磁环境	①高压一次设备采取均压措施。 ②通过选择配电架构高度、对地和相间距离，控制设备间连线离地面的最低高度，从而保证电磁环境符合标准。 ③输电线路选线阶段尽量避让集中电磁环境敏感区，远离城镇规划区，尽量减少项目建设对环境的影响。 ④架空输电线路经过电磁环境敏感目标时，应采取避让或增加导线对地高度等措施，减少电磁环境影响。		电磁环境满足相关标准要求
	生态环境	①输电线路选线尽量避开生态敏感区、占用生态价值较差的土地，设计过程中应按照避让、减缓、恢复的次序提出生态影响防护与恢复的措施。 ②输电线路应因地制宜合理选择塔基基础，在山丘区应采用全方位长短腿与不等高基础设计，以减少土石方开挖。 ③输电线路无法避让集中林区时，应采取控制导线高度设计，以减少林木砍伐，保护生态环境。		降低生态影响
施	污染	（1）水环境	施工单	降低施

工期	<p>影响</p> <p>①施工人员生活污水设置临时污水处理装置进行处理； ②施工废水经过沉砂处理循环利用。 ③线路尽量采用一档跨越，不在水体中立塔，施工期间禁止向水体排放、倾倒垃圾、弃土、弃渣，禁止排放未经处理的钻浆等废弃物。</p> <p>（2）大气环境</p> <p>①加强材料转运、存放与使用的管理，合理装卸，规范操作，对于易起尘的材料应采取覆盖措施； ②进出场地的车辆限制车速，场内道路、堆场及车辆进出道路应定时洒水，保持湿润，避免或减少产生扬尘； ③合理组织施工，尽量避免扬尘二次污染； ④施工弃土弃渣应集中、合理堆放，遇天气干燥时应进行人工控制定期洒水。</p> <p>（3）声环境</p> <p>①变电站施工时选用低噪声的施工设备，施工应安排在白天进行，依法限制夜间施工。确需进行夜间施工时，应取得县级以上人民政府或者其有关主管部门的证明，并公告附近居民； ②合理布置施工机械，尽量将高噪声源强施工机具布置在远离站界的位置； ③合理组织运输，对运输车辆司机进行严格的培训教育，禁止随意鸣笛，装卸材料时应做到轻拿轻放避免噪声对附近居民产生影响； ④集中配制或使用商品混凝土，避免因混凝土拌制产生噪声。</p> <p>（4）固体废物</p> <p>①工程施工前应做好施工单位及施工人员的环保培训，明确要求施工过程中的建筑垃圾及生活垃圾应分别堆放、分类收集，建筑垃圾可经分类收集后清运至有关部门指定地点进行处理、生活垃圾运至环卫部门指定的地点处置； ②在农田和经济作物区施工时，施工临时占地宜采取隔离保护措施，施工结束后应将混凝土余料和残渣及时清除，以免影响后期土地功能的恢复。</p>	位	工期环境影响，满足相关要求
生态影响	<p>①施工期尽量避开雨季施工。 ②施工过程中应加强施工管理，规范施工，对施工开挖土方应采取临时拦挡及雨天覆盖等措施，以减小水土流失。 ③划定施工区域，施工人员必须严格按照划定区域进行施工活动；站内开挖面及时平整，临时堆土采取拦挡、防护等措施安全堆放。 ④对施工时基础开挖多余的土石方应合理处置，多余的土方妥善处置，不允许随意倾倒。 ⑤施工期临时用地应永临结合，优先利用荒地、劣地。 ⑥施工占用园地、林地，应做好表土剥离、分类存放和回填利用。 ⑦施工临时道路应尽可能利用机耕路、林区小路等现有道路，新建道路应严格控制道路宽度，以减少临时工程对生态环境的影响。 ⑧施工时宜采用飞艇、动力伞、无人机等展放线，索道运输、人畜运输材料等生态环境破坏较小的施工工艺。 ⑨施工结束后，应及时清理施工现场，因地制宜进行土地功能恢复。</p>		

运行期	污染影响	<p>(1) 电磁环境</p> <p>①将变电站内电气设备接地，以减小工频电场、工频磁场。</p> <p>②保证变电站内高压设备、建筑物钢铁件均接地良好，所有设备导电元件间接触部位均应连接紧密，以减小因接触不良而产生的火花放电。</p> <p>③不在电气设备上方设置软导线。电气设备上面没有带电导线，工频电场、工频磁场较小，便于进行设备检修。</p> <p>④输电线路运行阶段在沿线杆塔上设置高压及警示标志，标有有关注意事项；运维单位加强输电线路巡线工作，确保输电线路的正常运行；对沿线居民进行有关高压输电方面的环境宣传工作，增强沿线居民环境保护意识和自我安全防护意识。</p> <p>(2) 声环境</p> <p>变电站采用低噪声设备，项目投运后，需对变电站厂界噪声进行跟踪监测，确保厂界达标。</p> <p>(3) 水环境</p> <p>①汀州（龙西）500kV 变电站新建生活污水处理装置，变电站运行产生的生活污水经地理式污水处理装置处理达标后站内回收利用，不外排。</p> <p>②卓然 500kV 变电站前期项目已设置生活污水处理装置，桃源（永安）500kV 变电站规划建设了生活污水处理装置，收集、处理达标后站内回收利用。</p> <p>(4) 固体废物</p> <p>①汀州（龙西）500kV 变电站站内设置垃圾收集箱，生活垃圾经收集后定期清理外运至环卫部门指定地点进行统一处理。</p> <p>②卓然变电站和桃源变电站为站内扩建，本次扩建投运后利用站内原有垃圾收集箱。</p> <p>(5) 危险废物</p> <p>①汀州变电站设置了 1 座容积约 95m³ 的主变事故油池，可满足事故时单台单相最大主变容量变压器油 100% 不外溢的要求。事故油池采取有效的隔油、防渗、油水分离的措施，确保变压器油不渗漏。事故排油通过主变油坑、排油管排入事故油池，事故油池具有油水分离的功能，事故废油由有资质单位回收处置，不外排。</p> <p>②桃源变电站新增油浸式电抗器事故油接入原电容器事故排油系统，电抗器油量约 12 吨，原来电容器事故油池有效容积约 5m³，需对原电容器事故油池进行扩建，扩建方式采用在电容器事故油池后串联一座有效容积不低于 10m³ 的新建事故油池。新建事故油池新建期间临时封堵原事故油池出水管，排水采用水泵抽排，待新事故油池修建完成后进行串联。由有资质的单位对废油全部回收处理，不外排。</p> <p>③产生的废旧蓄电池由公司物资部门统一处置，经鉴定不能再使用的废铅酸蓄电池作为危废按照危废处理办法交由有资质单位统一处置。</p> <p>④危险废物管理按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）、《危险废物识别标志设置技术规范》</p>	运行管理单位	不新增污染物
-----	------	--	--------	--------

	(HJ1276-2022)等有关标准、技术规范执行。		
--	----------------------------	--	--

8.3.2 环境保护投资估算

根据本项目特性以及拟采取的环保设施、措施，本项目环境保护投资主要有施工期固体废物处置、事故油池建设费、站内临时施工占地植被恢复、环境影响评价费、环保竣工验收费等，由建设单位出资，环保投资估算详细情况见表 8.3-2。

表 8.3-2 项目环保投资估算一览表

序号	项目名称	费用（万元）
一	汀州（龙西）500kV 变电站新建工程	343.57
1	主变集油坑及事故油池	188.39
2	主变优化选型（选用低噪声主变）	50.00
3	变电站一体化地埋式污水处理装置	10.50
4	施工期废水处置费	2.00
5	施工扬尘防治费	3.36
6	施工期固体废物处置	2.00
7	站区及站址周边绿化	27.32
8	施工临时场地植被恢复费用	60.00
二	桃源 500kV 变电站间隔扩建工程	15
1	低抗油池	10
2	扬尘防治措施	1
3	污水防治措施	0.5
4	固废处置措施	0.5
5	场地平整	3
三	卓然 500kV 变电站间隔扩建工程	5
1	扬尘防治措施	1
2	污水防治措施	0.5
3	固废处置措施	0.5
3	场地平整	3
四	输电线路工程	469.78
1	污水防治措施费用	15
2	扬尘防治措施费用	25
3	固废处置措施费用	10
4	植被恢复费用（含表土剥离、表土回覆、土地整治、播撒草籽、栽植树木等）	419.78
五	其他	350
1	环评及竣工环保验收费用	175

2	生态监测费用（针对项目跨越生态敏感区的开展长期跟踪生态监测（施工并延续至正式投运后 5~10 年））	90
3	环境监理费用	40
4	其他环境管理相关费用	45
六	合计环保投资	1183.35
七	本项目动态投资	***
八	环保投资占动态总投资的比例	1.15%

9 环境影响经济损益分析

项目环境经济损益分析为从投资费用和收益效果两方面因素来衡量建设项目的可行性，一般从经济、社会和环境效益三个方面来体现项目的总收益效果。

9.1 社会经济效益分析

本项目属于电网建设内容，是以服务于社会为主要目的，主要是为了保障龙岩市、三明市地区受电，项目建成运行后将满足龙岩电网负荷发展需求，提高供区供电能力。

本项目投产后主变可增加 250000 万千瓦时的电能，假定火电运行按 0.2 元千瓦时计算，每年可节约燃煤的效益约 5 亿元。

本工程投运后年可降低网损约 7MW，每年因此而节省的电量约 2240 万 kWh。假定火电运行按 0.2 元千瓦时计算，本项目每年网损可节余 448 万元。

500kV 电网建设对我国经济社会资源及相关多领域产业发展的影响是复杂且巨大的。环保效益、抵御灾害、国民经济发展等方面都是难以用具体数值估量的。

9.2 环境损失分析

本项目为新建输变电工程，项目的环境损失主要体现在项目临时占地、施工活动及项目运行带来的影响。但由于本项目永久占地面积较小，且呈点式分布，对各生态系统的影响有限；临时占地施工结束后进行植被恢复，基本能够恢复其原有生态功能；施工活动采取有效防治措施后可把环境影响控制在较小的范围内，且随着施工活动的结束影响随之消失。

9.3 环境损益分析

①禁止多余的土石方随意堆置，处置措施满足水保要求，项目建设完成后对站内临时占地进行植被恢复，减少了生态影响。

②项目划定施工区域，施工人员必须严格按照划定区域进行施工活动，施工弃土弃渣应集中、合理堆放，场内道路、堆场及车辆进出道路应定时洒水等防尘处理，减少对周边大气环境的影响。

③在设备选型上优先选用低噪声设备，减小变电站厂界噪声的排放。

④新建一座事故油池，事故油池总容积满足设计规范要求，避免在事故油发生泄漏后对周边环境产生影响。

⑤抬高架空线路最低对地线高度，减少了对沿线敏感点的工频电磁场影响。
项目环保投资产生的不可量化的效益见表 9.1。

表 9.1 项目采取的环境保护措施汇总

环保投资	环境效益	社会效益	综合效益
施工期环保措施	(1) 防止噪声扰民 (2) 防止水环境污染 (3) 防止空气污染 (4) 防止固体废物污染	(1) 保护人们生活、生产环境 (2) 保护土地、农业及植被等 (3) 保护国家财产安全、公众人身安全	(1) 使施工期对环境的不利影响降低到最低程度 (2) 项目建设得到社会公众的支持
事故油池	避免发生变压器油泄漏时对四周环境产生影响	保护站址周围居民的居住和工作环境	保护站址四周生态环境
站址及沿线的绿化及水保措施	(1) 站址及沿线景观 (2) 水土保持 (3) 改善生态环境	(1) 与整体环境相协调 (2) 防止土壤侵蚀加剧	改善地区的生态环境
抬高线路架空高度	防止工频电磁场对沿线居民的生活产生影响	保护沿线两侧居住和工作环境	保护人们生产、生活环境质量及人们的身体健康

10 环境管理与监测计划

本项目的建设将会不同程度地对工程所在地附近的自然环境和社会环境造成一定的影响。施工期和运行期应加强环境管理、开展环境监理、执行环境监测计划，掌握工程建设前后、运行前后实际产生的环境影响变化情况，确保各项环境保护措施的有效落实，并根据管理、监理、监测中发现的信息及时解决相关问题，尽可能降低、减少工程建设及工程运行对环境带来的负面影响，力争做到经济、社会、环境效益的统一和可持续发展。

10.1 环境管理

10.1.1 环境管理机构

建设单位、施工单位、监理单位以及项目运检单位应成立相应的管理机构，并配备 1~2 名专职人员，负责项目的实施、运行过程中环境保护管理工作。

10.1.2 施工期环境管理

鉴于施工期环境管理工作的重要性，同时根据国家的有关要求，本项目的施工将采取招投标制。施工招标中应对投标单位提出施工期间的环保要求，并应对监理单位提出环境保护人员技术能力要求。在施工设计文件中详细说明施工期应注意的环保问题，同时做好记录，并按标段将记录整理成册，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提出的措施要求进行施工。具体要求如下：

（1）项目的施工承包合同中应包括有环境保护的条款、项目环境保护设施建设内容并配置相应资金情况，承包商应严格按照施工承包合同中条款，建设环境保护设施，执行设计和环境影响评价报告中提出的环境影响防治措施，遵守环保法规。

（2）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》、《中华人民共和国大气污染防治法》等有关环保法规，做到施工人员知法、懂法和守法。

（3）环境管理机构人员应对施工活动进行全过程环境监督，以保证施工期环境保护措施的全面落实。

（4）设计单位应遵守有关环保法规、严格按有关规程和法规进行设计，在

设计阶段即贯彻环保精神。

(5) 尽量采用低噪声的施工设备，夜间施工禁止使用高噪声设备。

(6) 施工场地要设置施工围栏，并对作业面定期洒水，防止扬尘破坏环境。

(7) 监督施工单位，使设计、施工过程的各项环境保护措施与主体工程同步实施。

(8) 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。

10.1.3 环境保护设施竣工验收

根据《建设项目环境保护管理条例》（国务院令第 682 号），本项目的建设应执行污染治理设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的“三同时”制度。本建设项目正式投产运行前，应依据《国网福建省电力有限公司关于印发电网建设项目竣工环境保护验收实施细则（试行）的通知》（闽电科信规〔2018〕4 号）编制“建设项目竣工环境保护验收调查报告”，主要内容应包括：

- (1) 环境影响报告书及批复提出的环保措施及设施落实情况。
- (2) 施工期环境保护措施实施情况。
- (3) 项目调试期变电站厂界的电磁环境和声环境水平。
- (4) 项目运行期间环境管理所涉及的内容

本项目环境保护设施竣工验收内容见表 10.1。

表 10.1 项目竣工环境保护验收一览表

序号	验收对象	验收内容
1	相关资料、手续	项目相关环保批复文件、核准文件是否齐备，环境保护档案是否齐全。
2	工程变动情况	按照环境保护部《关于印发〈输变电建设项目重大变动清单（试行）〉的通知》（环办辐射[2016]84号），核查该工程是否有重大变动情况，是否具备验收条件。
3	各类环境保护设施是否按报告书中要求落实	工程设计及本环评提出的设计、施工及运行阶段的电磁环境、声环境、固废处置、扬尘控制、水环境、生态环境等保护措施落实情况、实施效果。
4	环境保护设施正常运转条件	各项环保设施是否有合格的操作人员、操作制度。
5	污染物排放及总量控制	工频电场、工频磁场、噪声水平是否满足评价标准要求。
6	生态保护措施	调查工程涉及的生态敏感区情况，是否有因线路偏移进入新的生态

序号	验收对象	验收内容
		敏感区；线路与各生态敏感区的位置关系，不得在自然保护区缓冲区、核心区、核心控制区内设立塔位；对生态敏感区内的临时占地进行调查，不得在生态敏感区内设置牵张场、材料堆场；施工过程中是否落实了表土防护、控制施工范围、临时堆土拦挡、植被恢复等生态保护措施。线路涉及的生态敏感区域的生态影响防护措施、水土流失防治措施和植被恢复措施是否落实到位。
7	生态恢复措施落实情况	是否按照前述生态影响恢复措施的原则和具体要求进行植被恢复，并根据基本原则评估生态恢复效果。
8	环境监测	落实环境影响报告书中环境管理内容，实施环境影响报告书监测计划及生态环境监测计划。竣工验收中，应该对所有的环境影响因子（工频电场、工频磁场、噪声）进行监测，对出现超标情况的环境敏感目标必须采取措施；对变电站厂界噪声进行监测，发现超标问题及时采取控制措施，确保厂界噪声排放达标。调查施工期间采取的生态保护措施，尤其是生态敏感区内是否造成不可逆转的生态破坏，评估过程建设和运行对生态敏感区的总体影响。
9	环境敏感目标的环境影响验证	监测输电线路附近环境敏感目标的工频电场、工频磁场、噪声是否与预测结果相符；工程涉及的生态敏感区与环评阶段是否一致。

10.1.4 运行期环境管理

运行主管单位宜设环境管理部门，配备相应专业的管理人员，环保管理人员应在各自的岗位责任制中明确所负的环保责任，其主要工作内容如下：

（1）运行期环境监测单位的组织和落实，制定运行期的环境监测计划，建立环境管理和环境监测技术文件。

（2）加强油池维护、清理，应定期对其墙体、管道等进行检查、维护，确保其运行正常，发现问题要及时整改。

（3）定期对事故油池进行清理，确保事故油池有较大的容量，清理出的废油交由有资质单位回收处置。

（4）检查各环保设施运行情况，及时处理出现的问题，保证环保设施的正常运行。

（5）协调配合环保主管部门所进行的环境调查等活动。

（6）对当地群众进行有关变电站和相关设备方面的环境宣传工作，如设置专题讲座、发放输变电设施电磁环境知识问答宣传手册、制作宣传片，利用网络、报刊及主流媒体宣传等。

10.1.5 环境保护培训

应对与建设项目有关的主要人员（包括施工单位、运行单位）进行环境保护

技术和政策方面的培训与宣传，从而进一步增强施工、运行单位的环保管理的能力，减少施工和运行产生的不利环境影响，并且能够更好地参与和监督本项目的环保管理；增强人们的环保意识，加强公众的环境保护和自我保护意识。

10.2 环境监测

10.2.1 环境监测任务

根据项目特点，对项目施工期和运行期主要环境影响要素及因子进行监测，制定环境监测计划，为项目的环境管理提供依据。并在国家电网公司的统一管理下，建设单位制作项目环保数据库系统，每4年对项目进行一次常规监测。其中监测项目主要包括项目运行期噪声、工频电场、工频磁场。具体监测计划见表10.2。

表 10.2 环境监测计划要求一览表

时期	监测内容	环境保护措施	负责部门	监测频率	监测点位	监测方法
施工期	噪声	尽量采用低噪声施工设备，尤其夜间不使用高噪声设备	施工单位、监理单位	施工期抽查	建筑施工现场界外 1m 处	《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）
	扬尘	施工围挡，场地洒水，土石方及时回填	施工单位、监理单位	施工期抽查	建筑施工现场界外 1m 处	/
	生态环境	站内材料堆放占地的生态恢复等措施	施工单位、监理单位	施工期抽查	施工场地附近	/

运行期	工频电场、工频磁场	提高设备的加工工艺，以减少电晕发生，增加带电设备的接地装置。	建设单位	<p>① 本项目完成后正产第一年竣工环保验收监测一次；</p> <p>② 主要声源设备大修前后，应对变电站厂界排放噪声和周围声环境保护目标环境噪声进行监测，监测结果向社会公开；</p> <p>③ 投运后每4年1次。</p>	<p>变电站围墙外 5m、距地面 1.5m 高度处。电磁环境敏感目标测点布设在建筑物靠近变电站围墙侧，距离建筑物不小于 1m，距地面 1.5m 高度处。</p> <p>输电线路监测点位布设在边导线地面投影外 50m 带状区域内的环境敏感目标靠近线路的一侧，距离建筑物不小于 1m，距地面 1.5m 高度处。同时在导线档距中央弧垂最低位置处布设电磁环境监测断面，以线路走廊中心线为起点，测点间距为 5m，距地面 1.5m 高度，顺序测至距线路边导线对地投影外 50m 处为止。</p>	《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》（HJ681-2013）
	噪声	采用低噪声设备	建设单位	<p>变电站围墙外 1m、距地面 1.2m 高度处。声环境保护目标测点布设在建筑物靠近变电站围墙侧，距墙壁或窗户 1m，距地面 1.2m 高度处。</p> <p>输电线路监测点位布设在边导线地面投影外 50m 带状区域内的噪声敏感建筑物靠近线路的一侧，距墙壁或窗户 1m，距地面 1.2m 高度处。</p>	《声环境质量标准》（GB3096-2008）、《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）	

10.2.2 监测点位布设

变电站和输电线路沿线的电磁及声环境水平监测工作可委托有资质单位完成，并可结合竣工环保验收监测进行，各项监测内容及要求如下。

（1）工频电场、工频磁场

根据《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》（HJ681-2013）要求，沿变电站厂界四周大致均匀布置监测点。在变电站四周围墙外 5m 处设置监测点位（监测点位距离进出线一般大于 20m），分别测量距地面 1.5m 高度处的工频电场强度和工频磁感应强度。其中卓然变本期仅扩建 1 个间隔，监测布点在间隔扩建侧。

输电线路监测点位布设在边导线地面投影外 50m 带状区域内的环境敏感目标靠近线路的一侧，距离建筑物不小于 1m，距地面 1.5m 高度处。同时在导线档距

中央弧垂最低位置处布设电磁环境监测断面，以线路走廊中心线为起点，测点间距为 5m，距地面 1.5m 高度，顺序测至距线路边导线对地投影外 50m 处为止。

（2）噪声

根据《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）要求，在变电站四周厂界围墙外 1m 处设置监测点位，测量厂界昼、夜间噪声值。其中卓然变监测点位布设在本期间隔扩建侧围墙外 1m、距地面 1.2m 高度处。

输电线路监测点位布设在边导线地面投影外 50m 带状区域内的噪声敏感建筑物靠近线路的一侧，距墙壁或窗户 1m，距地面 1.2m 高度处。

10.2.3 监测技术要求

（1）监测范围应与建设项目的环境影响区域相符。

（2）监测位置与频次应根据监测数据的代表性、生态环境质量的特征、变化和环境影响评价、建设项目竣工环境保护验收的要求确定。

（3）监测方法与技术要求应符合国家现行的有关环境监测技术规范和环境监测标准分析方法。

（4）监测结果应在原始数据基础上进行审查、校核、综合分析后整理编印，存档备查。

（5）应对监测提出质量保证要求。

11 环境影响评价结论

11.1 建设项目概况

福建龙岩汀州（龙西）500kV 输变电工程包括汀州（龙西）500kV 变电站新建工程、桃源 500kV 变电站间隔扩建工程、卓然 500kV 变电站间隔扩建工程、卓然～汀州 500kV 线路工程、桃源～汀州 500kV 线路工程。

（1）汀州（龙西）500kV 变电站新建工程

拟建汀州（龙西）500kV 变电站位于龙岩市长汀县涂坊镇***，本期新建 1×750MVA 主变，500kV 出线间隔 2 回（桃源、卓然各 1 回），220kV 出线间隔 5 回，本期新建主变低压侧装设 1×60Mvar 并联电容器和 2×60Mvar 并联电抗器。本工程按变电站最终规模一次征地，总征地面积 8.3706hm²，其中围墙内占地 3.90hm²。

（2）桃源 500kV 变电站间隔扩建工程

桃源 500kV 变电站位于福建省三明市永安市***，该变电站正在建设中。本期扩建 500kV 出线间隔 1 个，至汀州 500kV 变电站，在主变低压侧新增 1×60Mvar 并联电抗器。本期扩建工程在原有围墙内预留场地进行，不新征用地。

（3）卓然 500kV 变电站间隔扩建工程

卓然 500kV 变电站位于福建省龙岩市新罗区***，该变电站于 2009 年建成投运。本期扩建 500kV 出线间隔 1 个，将现有桃源出线调整至扩建间隔，出线侧高压并联电抗器随同搬迁，本期新建汀州 I 出线接入原桃源出线间隔。本期扩建工程在原有围墙内预留场地进行，不新征用地。

（4）卓然～汀州 500kV 线路工程

本期卓然～汀州 500kV 线路长约 63.2km，其中新建段长约 62.8km，卓三线还建段约 0.4km。卓然-汀州新建段除了汀州 500kV 变电站进线段约 1.7km 采用双回路（面向汀州变，本工程架设在双回路左侧，右侧预留给卓然～桃源 500kV 线路开断进汀州变形成的卓然～汀州 500kVII 回线路）架设外，其余 61.1km 采用单回路架设。卓三线还建段均为单回路架设。线路途经龙岩市新罗区、上杭县、连城县、长汀县等 4 个县级行政区域。

(5) 桃源~汀州 500kV 线路工程

桃源~汀州 500kV 线路总长度约 135.3km，其中新建段线路长度约 132.5km。①桃源 500kV 变电站出线段约 3.3km 为双回路，其中约 0.5km 为本工程新建双回路（本工程单回架线），利用在建卓然~三阳 500kV 线路开断进桃源变线路工程卓然侧线路约 2.8km（背对桃源变面向线路，本工程线路架设在双回路塔的右侧，导地线均已架设，本工程无相关工程量）；②汀州 500kV 变电站进线段约 1.7km 采用双回路建设（面向汀州变，本工程导线架设在双回路塔右侧，预留卓然~桃源 500kV 线路开断进汀州变线路工程桃源侧线路的导线）；③其余段约 130.3km 采用单回路架设。线路途经三明市永安市、清流县和龙岩市连城县、长汀县等 4 个县级行政区域。

本项目估算静态总投资为***万元，估算动态投资为***万元，环保投资为***万元，环保投资占总投资的 1.15%。

11.2 环境现状与主要环境问题

11.2.1 电磁环境现状评价

(1) 汀州（龙西）500kV 变电站新建工程

拟建汀州（龙西）500kV 变电站拟建站址处工频电场强度为 0.16V/m，工频磁感应强度为 0.005 μ T，分别符合《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中公众曝露控制限值工频电场强度 4000V/m、工频磁感应强度 100 μ T。

(2) 桃源 500kV 变电站间隔扩建工程

桃源 500kV 变电站在建站址四周工频电场强度为（0.82~1.73）V/m，工频磁感应强度为（0.011~0.019） μ T，分别符合《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中公众曝露控制限值工频电场强度 4000V/m、工频磁感应强度 100 μ T。

(3) 卓然 500kV 变电站间隔扩建工程

卓然 500kV 变电站间隔扩建侧围墙外 5m、地面 1.5m 高度处工频电场强度为 249.79V/m，工频磁感应强度为 2.812 μ T，卓然 500kV 变电站间隔扩建侧环境敏感目标处工频电场强度为（202.25~920.36）V/m，工频磁感应强度为（1.016~1.118） μ T，均符合《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中公众曝露控制限值工频电场强度 4000V/m、工频磁感应强度 100 μ T。

（3）500kV 输电线路工程

拟建 500kV 线路环境敏感目标处的工频电场强度为（0.14~202.25）V/m，工频磁感应强度为（0.006~1.016） μ T，分别符合《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中公众曝露控制限值工频电场强度 4000V/m、工频磁感应强度 100 μ T。

11.2.2 声环境现状评价

（1）汀州（龙西）500kV 变电站新建工程

拟建汀州（龙西）500kV 变电站站址区域声环境质量昼间为 38dB(A)，夜间为 37dB(A)，昼间、夜间均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类标准要求（昼间 \leq 60dB（A），夜间 \leq 50dB（A））。变电站周边声环境保护目标处噪声监测值昼间为（39~41）dB(A)，夜间为（38~39）dB(A)，均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准限值要求。

（2）桃源 500kV 变电站间隔扩建工程

桃源 500kV 变电站尚未建成投运，桃源 500kV 变电站在建站址四周噪声监测值昼间为（41~42）dB(A)，夜间为（38~39）dB(A)，周边声环境保护目标处噪声监测值昼间为（40~42）dB(A)，夜间为（38~39）dB(A)，均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准限值要求。

（3）卓然 500kV 变电站间隔扩建工程

卓然 500kV 变电站间隔扩建侧厂界环境噪声排放监测值昼间为 49dB（A），夜间为 46dB（A），符合《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 2 类标准限值要求。本期间隔扩建侧声环境保护目标处噪声监测值昼间为（43~48）dB(A)，夜间为（41~46）dB(A)，均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准限值要求。

（2）500kV 输电线路工程

本项目拟建线路声环境保护目标位于交通干线（临近 G205）两侧时，声环境保护目标处噪声监测值昼间为 46dB（A），夜间为 41dB（A），满足《声环境质量标准》（GB 3096-2008）4a 类标准限值要求。位于变电站出线侧声环境保护目标处噪声监测值昼间为（38~47）dB（A），夜间为（38~45）dB（A），满足《声环境质量标准》（GB 3096-2008）2 类标准限值要求。其余声环境保护目标处噪声监测值昼间为（38~51）dB（A），夜间为（37~42）dB（A），

满足《声环境质量标准》（GB 3096-2008）1 类标准限值要求。

10.2.3 生态环境现状评价

（1）土地利用现状

本项目生态环境影响评价区总占地面积约为 29991.04hm²，土地利用类型以林地为主，其次为耕地、园地等。评价区以林地为主要用地类型，自然生态背景相对较好。

（2）项目所在区域主要生态系统

根据对项目影响区土地利用现状的分析，结合动植物分布的调查，对项目影响区的生态环境进行生态系统划分，要是森林生态系统占比 88.59%，其次是农田生态系统占比 8.18%，其他类型的生态系统类型面积较小。

（3）植被现状调查及评价

本项目沿线植被类型包括 1 个植被地带、1 个植被区和 2 个植被小区，即（1）II 中亚热带照叶林植被带-II_B 南岭东部山地常绿栎类照叶林区-II_{B4} 闽西博平岭西部常绿栎类照叶林小区；（2）II 中亚热带照叶林植被带-II_B 南岭东部山地常绿栎类照叶林区-II_{B5} 闽中、闽东戴云山一鹭峰山北部常绿栎类照叶林小区。沿线植被类型主要以针叶林和阔叶林为主代表性植物物种有杉木、马尾松、木荷、毛竹等；其次是灌木和栽培植物等。工程评价区范围内发现国家一级保护物种红豆杉（*Taxus chinensis*），发现国家二级保护物种闽楠（*Phoebe bournei*）、野大豆（*Glycine soja*）、油樟（*Cinnamomum camphora*）。红豆杉部分为人工种植物种、部分为野生生长物种。闽楠、野大豆、润楠均为野生种。闽楠、润楠分布在地带森林地带，分布较广泛。野大豆在调查区域内广泛分布于田边、沟旁、河岸等区域，分布较少。

（4）动物现状调查及评价

本项目途经福建省龙岩市、三明市，所经区域属于华南区的闽广沿海亚区。境内地形复杂，气候炎热多雨，植物生长非常茂盛，主要为热带雨林和季雨林，为动物提供了很好的食物条件和隐蔽条件。根据现场调查、访问和查阅相关文献资料，两栖动物 2 目 8 科 24 种，爬行动物 3 目 12 科 41 种，鸟类 9 目 24 科 73 种，哺乳类 8 目 15 科 42 种。

11.3 污染物排放情况

变电站主要污染因子为工频电场、工频磁场和噪声。根据环评分析，在采取有效的预防和减缓措施后，变电站各项污染物排放均可长期、稳定地满足相关标准要求。

11.4 主要环境影响评价结论

11.4.1 电磁环境影响预测与评价

（1）汀州（龙西）500kV 变电站新建工程

通过类比晨阳 500kV 变电站运行产生的工频电场、工频磁场类比监测结果，可以预测本期汀州（龙西）500kV 变电站建成投运后，变电站周围工频电场强度和工频磁感应强度均能够满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）的 4000V/m 和 100 μ T 公众曝露控制限值要求。

（2）桃源 500kV 变电站间隔扩建工程

通过类比晨阳 500kV 变电站运行产生的工频电场、工频磁场类比监测结果，可以预测本期桃源 500kV 变电站间隔扩建工程建成投运后，变电站周围工频电场强度和工频磁感应强度均能够满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）的 4000V/m 和 100 μ T 公众曝露控制限值要求。

（3）卓然 500kV 变电站间隔扩建工程

通过类比双草 500kV 变电站运行产生的工频电场、工频磁场类比监测结果，可以预测本期卓然 500kV 变电站间隔扩建工程建成投运后，变电站周围工频电场强度和工频磁感应强度均能够满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）的 4000V/m 和 100 μ T 公众曝露控制限值要求。

（2）500kV 输电线路工程

1) 500kV 单回线路

①根据模式预测计算结果及其分布曲线，本项目 500kV 单回输电线路在经过耕地等场所时，导线最小对地高度 12m 条件下，工频电场强度满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中 10kV/m 的标准限值要求。

②本项目 500kV 单回输电线路经过电磁环境敏感目标时，导线最小对地高度 21m 条件下，距地面 1.5m 高处的工频电场强度满足 4000V/m 的公众曝露控制限值要求。

③本项目 500kV 单回线路工频磁感应强度预测值均小于 100 μ T 限值要求。

2) 500kV 双回线路

①根据模式预测计算结果及其分布曲线，本项目 500kV 同塔双回输电线路在经过耕地等场所时，在异相序架设最小对地高度 12m 或逆相序架设最小对地高度 11m 条件下，工频电场强度满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中 10kV/m 的标准限值要求。

②本项目 500kV 同塔双回输电线路经过电磁环境敏感目标时，在异相序架设最小对地高度 20m 或逆相序架设最小对地高度 17m（除***民房导线高度不低于 18m）条件下，距地面 1.5m 高处的工频电场强度满足 4000V/m 的公众曝露控制限值要求。

③本项目 500kV 同塔双回线路工频磁感应强度预测值均小于 100 μ T 限值要求。

11.4.2 声环境影响预测与评价

(1) 施工期声环境影响

施工中的主要噪声源有运输噪声以及基础施工、安装施工各种机具的设备噪声等，本次项目施工具有工程量小、时期短的特点。在施工阶段应严格控制施工时间，并加强施工机械的操作、管理等措施，且变电站距离居民点较远，不会对周围声环境产生明显影响。

(2) 运行期声环境影响

汀州（龙西）500kV 变电站、桃源 500kV 变电站通过选用低噪声设备，本期工程投运后厂界噪声满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准，变电站四周声环境保护目标处噪声能够满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准限值要求。

卓然 500kV 变电站本期扩建无新增噪声源，前期工程已采取噪声控制措施，根据竣工环境保护验收监测结果，本期间隔扩建侧厂界噪声满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准，声环境保护目标处噪声满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准，无噪声遗留问题。

11.4.3 地表水环境影响分析

(1) 汀州（龙西）500kV 变电站

汀州（龙西）500kV 变电站建成投运后不产生生产性废水，运行期对环境产生影响主要来源于站内值守人员产生的生活污水。站内值守人员产生的少量生活污水可经一体化地理式污水处理装置集中收集、处理达标后站内回收利用，不外排，因此不会对区域水环境造成影响。

（2）卓然 500kV 变电站

卓然 500kV 变电站前期项目已设置生活污水处理装置、事故油池等设施。变电站生产设施没有经常性生产排水，通常只有间断产生的生活污水及雨水。500kV 卓然变电站值班人员产生的少量生活污水经过站内地埋式污水处理装置处理达标后站内回收利用，不外排。

本次扩建投运后不新增劳动定员，不增加生活污水量，因此，不会对周围水环境新增影响。

（3）桃源 500kV 变电站

桃源（永安）500kV 变电站尚未建成投用，根据环评报告可知：桃源（永安）500kV 变电站建成投运后不产生生产性废水，运行期对环境产生影响主要来源于站内值守人员产生的生活污水。站内值守人员产生的少量生活污水可经一体化地理式污水处理装置集中收集、处理达标后站内回收利用，不外排，因此不会对区域水环境造成影响。

本次扩建投运后不新增劳动定员，不增加生活污水量，因此，不会对周围水环境新增影响。

（4）输电线路工程

输电线路运行期间无废水产生，不会对线路沿线水体环境造成影响。

11.4.4 固体废物影响分析

（1）施工期固废环境影响

施工期固体废弃物主要为施工人员的生活垃圾、建筑施工垃圾及工程拆迁产生的建筑垃圾等。

施工过程中产生的土石方、建筑垃圾、生活垃圾应分类集中收集，并按国家和地方有关规定定期进行清运处置，施工完成后及时做好迹地清理工作。

在农田和经济作物区施工时，施工临时占地宜采取隔离保护措施，施工结束后应将混凝土余料和残渣及时清除，以免影响后期土地功能的恢复。

此外，本项目涉及输电线路工程拆迁范围内房屋拆迁，沿线拆迁产生的建

筑垃圾就近运至建筑垃圾集中堆放或处置场所，结合当地实际情况对具备相应条件的建筑垃圾进行综合利用。施工结束后施工单位统一对拆迁迹地进行清理、平整，结合周边的土地利用现状及时恢复植被。

（2）运行期固废环境影响

生活垃圾：变电站运行期产生的固体废物主要为工作人员正常工作和生活产生的生活垃圾。汀州（龙西）500kV 变电站站内设置垃圾收集箱，生活垃圾经收集后定期清理外运至环卫部门指定地点进行统一处理，不会污染环境；卓然变电站和桃源变电站为站内扩建，本次扩建投运后不新增变电站内值班人员数量，因此不新增生活垃圾产生量。

废蓄电池：变电站采用蓄电池作为备用电源，电池使用寿命结束后需进行更换，更换下来的废蓄电池交由有资质的单位进行处置，不随意丢弃。

11.4.5 生态环境影响评价

项目施工过程中采取有效的生态环境保护措施、恢复措施和水土保持措施后，可将项目施工中对工程所在地生态环境带来的负面影响减轻到最低。

本项目 500kV 输电线路穿（跨）越 5 个生态保护红线、5 个自然保护区（一档跨越）、1 个森林公园（一档跨越）。在设计、施工和运行阶段采取积极有效的生态环境管理措施、环境预防和补偿措施后，可有效减轻工程建设带来的负面影响。

11.4.6 环境风险评价结论

本项目新建汀州（龙西）变电站设有 1 座事故油池，容积约为 95m³，可接纳最大单台单相主变 100% 变压器油泄漏的风险防范要求，同时事故油坑、排油槽及事故油池四壁及底面均采取防渗措施，运维单位已制定了严格的风险管理制度和措施，环境风险可控。

卓然 500kV 变电站前期工程建有 2 座事故油池，其中主变事故油池容积为 90m³、高抗事故油池容积为 60m³，可接纳最大单台单相主变 100% 变压器油泄漏的风险防范要求，同时事故油坑、排油槽及事故油池四壁及底面均采取防渗措施，运维单位已制定了严格的风险管理制度和措施，环境风险可控。

桃源 500kV 变电站前期工程设有主变事故集油池（容积约 90m³），可接纳最大单台单相主变 100% 变压器油泄漏的风险防范要求，同时事故油坑、排油

槽及事故油池四壁及底面均采取防渗措施，运维单位已制定了严格的风险管理制度和措施，环境风险可控。

11.5 公众意见采纳情况

引用建设单位提供的《福建龙岩汀州（龙西）500kV 输变电工程公众参与说明》中的结论，在本项目环境影响评价公示和公告期间，建设单位未收到任何与本项目环境保护有关的公众意见及建议。

11.6 环境保护措施、设施

11.6.1 设计阶段环境保护措施、设施

本项目在设计、施工、运行中将贯彻执行国务院颁布的《电力设施保护条例》实施细则等相关法规。

（1）输电线路选线阶段尽量避让集中电磁环境敏感区，远离沿线特殊及重要生态敏感区，远离城镇规划区，尽量减少项目建设对环境的影响。

（2）在线路设计中严格执行有关设计规程、规范，应因地制宜选择线路型式、架设高度 杆塔塔型、导线参数、相序布置等，减少电磁环境影响；架空输电线路经过电磁环境敏感目标时，应采取避让或增加导线对地高度等措施，减少电磁环境影响。

a. 本项目 500kV 单回输电线路在经过耕地等场所时，导线最小对地高度 12m 条件下，工频电场强度满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中 10kV/m 的标准限值要求。

b. 本项目 500kV 单回输电线路经过电磁环境敏感目标时，导线最小对地高度 21m 条件下，距地面 1.5m 高处的工频电场强度、工频磁感应强度预测值均分别满足 4000V/m、100 μ T 的公众曝露控制限值要求。

c. 本项目 500kV 同塔双回输电线路在经过耕地等场所时，在异相序架设最小对地高度 12m 或逆相序架设最小对地高度 11m 条件下，工频电场强度满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中 10kV/m 的标准限值要求。

d. 本项目 500kV 同塔双回输电线路经过电磁环境敏感目标时，在异相序架设最小对地高度 20m 或逆相序架设最小对地高度 17m（除***民房导线高度不低于 18m）条件下，距地面 1.5m 高处的工频电场强度、工频磁感应强度预测值均分别满足 4000V/m、100 μ T 的公众曝露控制限值要求。

(3) 噪声：①对高噪声设备进行合理布局，减小对站外的影响；②主变周围的防火墙；③优先选用低噪声设备，新增主变声功率级不高于 93.5dB（A）、1m 处声压级不高于 70dB（A）。

(4) 汀州（龙西）变内设置事故油池一座，有效容积约 95m³ 的主变事故油池，满足事故时单台单相最大主变容量变压器油 100%不外溢的要求。变压器下事故油坑铺设一卵石层，四周设有排油槽并与集油池相连。变压器排油时，所有的油水混合物将渗过卵石层并通过排油槽到达集油池，在此过程卵石层起到冷却油的作用，不易发生火灾。由有资质的单位对废油全部回收处理，不外排。

(5) 生态环境：①输电线路选线尽量避开生态敏感区、占用生态价值较差的土地，设计过程中应按照避让、减缓、恢复的次序提出生态影响防护与恢复的措施；②输电线路应因地制宜合理选择塔基基础，在山丘区应采用全方位长短腿与不等高基础设计，以减少土石方开挖；③输电线路无法避让集中林区时，应采取控制导线高度设计，以减少林木砍伐，保护生态环境。

11.6.2 施工期环境保护措施、设施

(1) 施工期在施工场地洒水抑尘、施工场地周围设置围栏，施工期选择低噪音机械降低施工噪声，加强对施工队伍的管理，减少人为噪声。

(2) 施工单位在施工前应制定拟采取的环境保护措施。施工人员在施工前应先接受有关环保知识的教育和培训。

(3) 施工期间禁止向水体排放、倾倒垃圾、弃土、弃渣，禁止排放未经处理的钻浆等废弃物。

(4) 建筑垃圾及生活垃圾应分别堆放、分类收集，建筑垃圾可经分类收集后清运至有关部门指定地点进行处理、生活垃圾运至环卫部门指定的地点处置。

(5) 施工监理人员中应有环境监理人员，保证工程施工过程中环保措施得以落实和执行。

(6) 对施工人员进行文明施工和环保知识培训。通过加强施工期的环境管理、环境监控工作，减少施工活动对环境的影响。

11.6.3 运行期环境保护措施、设施

①建立健全环保管理机构，搞好建设项目的环保竣工验收工作，对项目施

工和运行中出现的环保问题及时处理。

②变电站采用低噪声设备，从设备声源上控制噪声对周围环境的影响。

③生活污水经地理式污水处理装置处理达标后站内回收利用，不外排。生活垃圾经收集后定期清理外运至环卫部门指定地点进行统一处理。

④当主变压器发生事故时，事故油池总容积能满足变压器油的储存量。废变压器油由有相应资质的单位回收处置，不外排。

⑤变电站内为二次系统提供能源的蓄电池采用阀控式密封铅酸蓄电池，属于全封闭免维护型蓄电池，日常运行和检修时均不会有酸性液体排出。该类蓄电池的使用寿命一般约 5~10 年，废旧蓄电池由有资质的单位处理、处置，不会随意丢弃。

⑥输电线路运行阶段在沿线杆塔上设置高压及警示标志，标明有关注意事项；运维单位加强输电线路巡线工作，确保输电线路的正常运行；对沿线居民进行有关高压输电方面的环境宣传工作，增强沿线居民环境保护意识和自我安全防护意识。

本项目环保投资 1183.35 万元，所采取的环境保护措施投资合理且均已纳入工程投资预算，因此，本项目采取的环境保护措施在经济上也是合理、可行的。

11.7 环境管理与监测计划

11.7.1 环境管理

在施工设计文件中详细说明施工期应注意的环保问题，同时做好记录，并按标段将记录整理成册，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提出的措施要求进行施工。

根据项目所在区域的环境特点，在运行主管单位宜设环境管理部门，配备相应专业的管理人员。环保管理人员应在各自的岗位责任制中明确所负的环保责任。应对与建设项目有关的主要人员（包括施工单位、运行单位）进行环境保护技术和政策方面的培训与宣传，从而进一步增强施工、运行单位的环保管理的能力，减少施工和运行产生的不利环境影响，并且能够更好地参与和监督本项目的环保管理；增强人们的环保意识，加强公众的环境保护和自我保护意识。

11.7.2 环境监测

根据项目特点，对项目施工期和运行期主要环境影响要素及因子进行监测，制定环境监测计划，为项目的环境管理提供依据。并在国家电网公司的统一管理下，建设单位制作项目环保数据库系统，每4年对项目进行一次常规监测。其中监测项目主要包括项目运行期噪声、工频电场、工频磁场。

11.7.3 生态监测

根据项目特点及涉及生态敏感区情况，针对涉及的生态敏感区长期跟踪生态监测。

11.8 环境影响评价结论

福建龙岩汀州（龙西）500kV 输变电工程的建设符合国家产业政策和电力建设规划，站址、线路路径选择合理，对地区经济发展起到积极的促进作用。在设计、施工和运营过程中采取报告书中提出的各项环境保护对策措施后，建设项目对环境的影响程度均能符合国家环保标准要求。因此，从环境保护角度分析，本项目建设是可行的。

