卷册检索号
60-PH13281K-P01-01

夏州～庆阳北 750 千伏输变电工程

环境影响报告书

建设单位：国家电网有限公司西北分部

环评单位：中国电力工程顾问集团西北电力设计院有限公司

编制日期：2023 年 8 月

目　录

附件

1 前言

1.1 项目由来及建设必要性

夏州~庆阳北 750kV 输变电工程是陇东~山东特高压直流输电工程所配套的交流网架加强工程的重要组成部分。陇东～山东±800kV 特高压直流输电工程已纳入国家《电力发展“十四五”规划》，主要满足甘肃陇东能源基地煤电、新能源开发外送需要，送电山东电网消纳，输电容量为 8000MW，规划“十四五”期间建成投运。

本工程的建设使陇东换流站～平凉 750kV 变电站和陇东换流站～庆阳北 750kV 变电站～夏州 750kV 变电站两个 750kV 通道与主网连接，为换流站提供了交流网架支撑。同时，本工程建成之后，陕甘两网之间形成三个 750kV 联络通道：乾县 750kV 变电站～平凉 750kV 变电站双回、宝鸡 750kV 变电站～麦积山 750kV 变电站双回、夏州 750kV 变电站～庆阳北 750kV 变电站双回，陕甘电网功率交换能力及陕北电网送出能力均达到 11000MW 左右，得到较大提升，对于加强省间互济、保障陕北电力送出、满足关中及陕南电力供应，同时提升新能源消纳水平具有重要的意义。

夏州~庆阳北 750kV 输变电工程的建设能满足陕西电网向陇东~山东特高压直流工程送电的需要，为其提供交流网架支撑，提高了换流站运行的可靠性、灵活性。工程的建设有利于提高陕北电力外送能力，满足大规模新能源电力送出需要和关中及陕南电网负荷需要，提升陕甘两网功率交换能力，对陕北与关中功率输送及西北省间电力互济均具有重要的促进作用。同时本工程的建设加强省间联网，提升陕西与西北主网功率交换能力。

因此，建设夏州~庆阳北 750kV 输变电工程是必要的。

1.2 工程概况

1.2.1 总述

本工程建设内容包括：夏州 750kV 变电站间隔扩建工程、庆阳北 750kV 变电站间隔扩建工程、新建夏州~庆阳北 750kV 线路工程。工程涉及的行政区包括陕西省榆林市（定边县）、延安市（吴起县），甘肃省庆阳市（环县、华池县），共计 2 省 3 市 4 县。

1.2.2 夏州 750 千伏变电站间隔扩建工程

（1）站址

夏州 750kV 变电站间隔扩建工程站址在行政区划上隶属于陕西省榆林市定边县郝滩镇。

（2）建设内容及规模

夏州 750kV 变电站（以下简称夏州变）本期扩建 2 个 750kV 出线间隔至庆阳北 750kV 变电站（以下简称庆北变）。本期至庆阳北 750kV 变电站 2 回 750kV 出线侧分别装设 1 组 180Mvar 高压并联电抗器。

1.2.3 庆阳北 750 千伏变电站间隔扩建工程

（1）站址

庆阳北 750kV 变电站间隔扩建工程站址在行政区划上隶属于甘肃省庆阳市环县曲子镇。

（2）建设内容及规模

本期扩建 2 个 750kV 出线间隔至夏州 750kV 变电站。本期至夏州变 2 回 750kV 出线侧分别装设 1 组 210Mvar 高压并联电抗器。本期在#2 主变低压侧装设 1 组 120Mvar 低压电容器。

1.2.4 新建夏州～庆阳北 750kV 线路工程

新建夏州～庆阳北 750kV 线路，起于夏州 750kV 变电站，止于庆阳北 750kV 变电站，线路长度为 2×172km。除庆阳北 750kV 变电站出线 2×2.1km 本工程两回线路分别与备用线路采用同塔双回路架设（本期单侧带电）外，其余按两个单回路架设。线路涉及的行政区包括陕西省榆林市定边县、延安市吴起县，甘肃省庆阳市环县和华池县，共计 2 省 3 市 4 县。

1.3 设计工作过程

本工程可行性研究工作由中国电力工程顾问集团西北电力设计院有限公司和中国能源建设集团甘肃省电力设计院有限公司承担。电力规划设计总院、电力规划总院有限公司于 2022 年 11 月召开了本工程可行性研究报告评审会议，2023 年 2 月 2 日电力规划设计总院、电力规划总院有限公司以《关于印发夏州~庆阳北 750 千伏输变电工程可行性研究报告评审意见的通知》（电规电网〔2023〕152 号）印发了本工程可行性研究报告

评审意见。本工程初步设计工作目前正在开展中。

1.4 环境影响评价工作过程

2022 年 12 月 5 日，国家电网有限公司西北分部委托我单位开展本工程环境影响评价工作。接受环评任务后，我公司成立了本工程环评项目组，项目组对工程认真分析研究，进行现场踏勘，收集相关资料，并委托陕西秦洲核与辐射安全技术有限公司对本工程所在地区的环境质量现状进行监测。在现场踏勘、调查的基础上，结合本工程的实际情况，进行了环境影响预测及评价，制定了相应的环境保护措施。根据相关技术规范、技术导则要求，环评单位编制了《夏州～庆阳北 750 千伏输变电工程环境影响报告书》。

根据生态环境部令 2020 年第 16 号《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》第“五十五、核与辐射，161 输变电工程”规定，500kV 及以上的输变电工程应编制环境影响报告书。

在本工程环境影响评价工作中，得到了沿线各级地方政府、生态环境等行政部门、国家电网有限公司西北分部等单位的大力支持和协助，在此一并表示衷心的感谢！

1.5 关注的主要环境问题及环境影响

本工程环评关注的主要环境问题包括：工程施工对生态的影响（如植被破坏、土地占用等）；运行期产生的工频电场、工频磁场及噪声对周围环境敏感目标的影响等。

本工程施工期主要的环境影响为对生态的影响；运行期的主要环境影响为电磁环境影响（工频电场、工频磁场）和声环境影响。

1.6 环境影响报告书主要结论

夏州～庆阳北 750 千伏输变电工程的建设有利于提高陕北电力外送能力，满足大规模新能源电力送出需要，提升陕甘两网功率交换能力，对陕北至关中功率输送及西北省间电力互济均具有重要的促进作用。本工程属于《产业结构调整指导目录（2019 年本）》“第一类 鼓励类”中的“500 千伏及以上交、直流输变电”工程，符合国家产业政策。工程选线尽量避让了村庄和生态敏感区，已取得工程所在地自然资源等部门对选线的原则同意意见及建设项目用地预审与选址意见书，与沿线地方城乡规划不相冲突，符合地方城乡总体规划、土地利用规划、“三线一单”生态环境分区管控实施意见的相关要求。

本工程在设计、施工、运行过程中按照国家相关环境保护要求，分别采取了一系列的环境保护措施，使工程产生的电磁环境、声环境等影响符合国家有关环境保护法规、环境保护标准的要求。本工程的生态环境保护措施有效可行，在落实工程设计和本工程

环境影响报告中提出的相关生态环境保护措施后，可将工程施工、运行过程中的环境影响控制在国家相关环保规定、标准要求内。

因此，从环境保护的角度，本工程的建设是可行的。

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）；

（2）《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年 12 月 29 日）；

（3）《中华人民共和国水污染防治法》（2018 年 1 月 1 日）；

（4）《中华人民共和国噪声污染防治法》（2022 年 6 月 5 日）；

（5）《中华人民共和国大气污染防治法》（2018 年 10 月 26 日）；

（6）《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020 年 9 月 1 日）；

（7）《中华人民共和国水法》（2016 年 7 月 2 日）；

（8）《中华人民共和国电力法》（2018 年 12 月 29 日）；

（9）《中华人民共和国野生动物保护法》（修订版 2023 年 5 月 1 日起施行）；

（10）《中华人民共和国森林法》（2020 年 7 月 1 日）；

（11）《建设项目环境保护管理条例》（国务院令 2017 年第 682 号）；

（12）《中华人民共和国野生植物保护条例》（国务院令 2017 年第 687 号）；

（13）《关于划定并严守生态保护红线的若干意见》（中共中央办公厅、国务院办公厅 2017 年 2 月印发）；

（14）《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）；

（15）《关于进一步加强生物多样性保护的意见》（中共中央办公厅、国务院办公厅 2021 年 10 月印发）。

2.1.2 部委规章及规范性文件

（1）《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 版）》（生态环境部令 2020 年第 16 号，2021 年 1 月 1 日起施行）；

（2）《环境影响评价公众参与办法》（生态环境部令 2018 年第 4 号，2019 年 1 月 1 日起施行）；

（3）《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》（生态环境部令第 9

号）；

（4） 《生态环境部审批环境影响评价文件的建设项目目录（2019 年本）》（生态环境部公告 2019 年第 8 号，2019 年 2 月 26 日发布）；

（5） 《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（国家发展和改革委员会令 2019 年第 29 号）；

（6） 《国家危险废物名录（2021 年版）》（生态环境部令第 15 号）；

（7） 《危险废物转移管理办法》（生态环境部公安部交通运输部令第 23 号）；

（8） 《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）；

（9） 《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》（生态环境部环规财〔2018〕86 号）；

（10） 《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》（原环境保护部环办〔2012〕131 号）；

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

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

（13） 《关于进一步加强环境保护信息公开工作的通知》（原环境保护部环办〔2012〕134 号）；

（14） 《关于发布<环境影响评价公众参与办法>配套文件的公告》（生态环境部公告 2018 年第 48 号）；

（15） 《建设项目环境影响评价政府信息公开指南（试行）》（原环境保护部环办〔2013〕103 号）；

（16） 《国家重点保护野生动物名录》（国家林业和草原局、农业农村部公告，2021 年第 3 号）；

（17） 《国家重点保护野生植物名录》（国家林业和草原局、农业农村部公告，2021 年第 15 号）；

（18） 《关于实施“三线一单”生态环境分区管控的指导意见（试行）》（环环评〔2021〕108 号）；

（19） 中共中央办公厅 国务院办公厅《关于在国土空间规划中统筹划定落实三条

控制线的指导意见》；

（20）《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）；

（21）《关于以“多规合一”为基础推进规划用地“多审合一、多证合一”改革的通知》（自然资规〔2019〕2 号）；

（22）《自然资源部等 7 部门关于加强用地审批前期工作积极推进基础设施项目建设的通知》（自然资发〔2022〕130 号）；

（23）《自然资源部关于积极做好用地用海要素保障的通知》（自然资发〔2022〕129 号）；

（24）《自然资源部国土空间用途管制司关于提供建设用地审查要点的函》（自然资用途管制〔2020〕15 号）；

（25）《国务院办公厅关于加强密集输电通道安全管理工作的通知》（国办函〔2022〕50 号）。

2.1.3 地方性法规及规划

（1）《陕西省主体功能区规划》（2013 年 3 月）；

（2）《关于印发“十四五”生态环境保护规划的通知》（陕西省人民政府办公厅，陕政办发〔2021〕25 号）；

（3）《陕西省水污染防治工作方案》（2015 年 12 月 30 日起施行）；

（4）《陕西省大气污染防治条例》（2017 年 7 月 27 日起修订版施行）；

（5）《陕西省人民政府关于公布重点保护野生植物名录的通知》（陕政函〔2022〕54 号）；

（6）《陕西省人民政府关于公布重点保护野生动物名录的通知》（陕政函〔2022〕55 号）；

（7）《陕西省人民政府关于严禁破坏野生动物资源的通告》（陕政发〔2019〕12 号）；

（8）《陕西省实施<中华人民共和国环境保护法>办法》（2020 年修正）；

（9）陕西省人民政府《关于加快实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》（陕政发〔2020〕11 号）；

（10）延安市人民政府（关于印发《延安市“三线一单”生态环境分区管控方案》的通知）（延政发〔2021〕14 号）；

（11） 榆林市人民政府（关于印发《榆林市“三线一单”生态环境分区管控方案》的通知）（榆政发〔2021〕17 号）；

（12） 《甘肃省环境保护条例》（2020 年 1 月 1 日施行）；

（13） 《甘肃省辐射污染防治条例》（2021 年 1 月 1 日起修订版施行）；

（14） 《甘肃省主体功能区规划》（2012 年 7 月）；

（15） 《甘肃省水污染防治条例》（2021 年 1 月 1 日起施行）；

（16） 《甘肃省大气污染防治条例》（2019 年 1 月 1 日起施行）；

（17） 甘肃省人民政府办公厅《关于印发甘肃省“十四五”生态环境保护规划的通知》（甘政办发〔2021〕105 号）；

（18） 《甘肃省实施<中华人民共和国野生动物保护法>办法》（2019 年 1 月 1 日起施行）；

（19） 《甘肃省人民政府关于公布甘肃省重点保护野生动物名录（第二批）的通知》（2007 年 8 月 28 日）；

（20） 甘肃省人民政府《关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》（甘政发〔2020〕68 号）；

（21） 庆阳市人民政府《关于印发庆阳市“三线一单”生态环境分区管控实施方案的通知》（庆政发〔2021〕29 号文）。

2.1.4 评价技术导则及规范

（1） 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）；

（2） 《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020）；

（3） 《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021）；

（4） 《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022）；

（5） 《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018）；

（6） 《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ 2.2-2018）；

（7） 《环境噪声与振动控制工程技术导则》（HJ 2034-2013）；

（8） 《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ 1113-2020）；

（9） 《生态环境状况评价技术规范》（HJ192-2015）；

（10） 《土地利用现状分类标准》（GB/T21010-2017）。

2.1.5 环境质量与排放标准

（1） 《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）；

（2） 《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》（HJ681-2013）；

（3） 《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）；

（4） 《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）；

（5） 《声环境质量标准》（GB3096-2008）；

（6） 《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）；

（7） 《污水综合排放标准》（GB8978-1996）。

2.1.6 工程设计规程规范

（1）《110kV-750kV 架空输电线路设计规范》（GB50545-2010）；

（2）《220kV-750kV 变电站设计技术规程》（DL/T5218-2012）；

（3）《架空输电线路杆塔结构设计技术规定》（DL/T5154-2012）；

（4）《架空输电线路基础设计技术规程》（DL/T5219-2014）。

2.1.7 工程设计文件

（1）《夏州～庆阳北 750 千伏输变电工程可行性研究报告》（中国电力工程顾问集团西北电力设计院有限公司、中国能源建设集团甘肃电力设计院有限公司，2022 年 12 月）；

（2）《关于印发夏州～庆阳北 750 千伏输变电工程可行性研究报告评审意见的通知》（电规电网〔2023〕152 号）。

2.1.8 环评工作委托文件

《关于委托开展夏州~庆阳北 750 千伏输变电工程环评及水保工作的通知》。

2.1.9 环境质量现状监测相关文件

本工程环境质量现状监测报告（陕西秦洲核与辐射安全技术有限公司）。

2.2 评价因子与评价标准

2.2.1 评价因子

本工程为输变电项目，依据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020），各阶

段评价因子见表 2.2-1。

表 2.2-1 本工程主要环境影响评价因子汇总表

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，L_{eq}	dB（A）	昼间、夜间等效声级，L_{eq}	dB（A）
	生态环境	生态系统及其生物因子、非生物因子	--	生态系统及其生物因子、非生物因子	--
	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
注：pH 值无量纲					

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 2.2-2。

表 2.2-2 生态影响评价因子筛选表

受影响对象	评价因子	工程内容及影响方式	影响性质	影响程度
野生动、植物	分布范围、种群数量、种群结构、行为等	直接生态影响：施工噪声对野生动物行为产生干扰、施工临时占地及永久占地对野生动植物生境造成破坏	短期，可逆	弱
生境	生境面积、质量、连通性等	直接生态影响：施工活动及临时占地对物种组成造成影响，对群落结构产生一定影响	短期，可逆	弱
生物群落	物种组成、群落结构等	直接生态影响：施工活动对野生动物行为产生干扰、施工临时占地及永久占地造成植被覆盖度降低，生产力下降，生物量减少，从而对生态系统功能产生一定影响	短期，可逆	弱
生态系统	植被覆盖度、生产力、生物量、生态系统功能等	直接生态影响：施工活动对野生动物行为产生干扰、施工临时占地及永久占地造成植被覆盖度降低，生产力下降，生物量减少，从而对生态系统功能产生一定影响	短期，可逆	弱
生物多样性	物种丰富度、均匀度、优势度等	直接生态影响：施工活动对物种丰富度、均匀度、优势度等产生一定影响	短期，可逆	弱
自然景观	景观多样性、完整性等	直接生态影响：输电线路对区域自然景观产生的影响	长期、不可逆	弱

2.2.2 评价标准

本工程电磁环境影响评价采用如下标准，见表 2.2-3。本工程环评执行的声环境、地表水环境评价标准见表 2.2-4。

表 2.2-3 电磁环境评价标准

污染物名称	评价标准	标准来源或依据
工频电场	变电站和交流输电线路周边电磁环境敏感目标处工频电场强度公众曝露控制限值：4kV/m；架空输电线路线下的耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所，其频率 50Hz 的电场强度控制限值为 10kV/m，且应给出警示和防护指示标志。	《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）
工频磁场	变电站和交流输电线路周边电磁环境敏感目标处工频磁感应强度公众曝露控制限值：100μT。	
注：本工程输电线路的频率为 50Hz，根据《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中表 1 中 50Hz 对应的电场强度为 4000V/m，磁感应强度为 100μT。		

表 2.2-4 声环境、地表水环境评价标准

污染物	评价标准	
噪声	环境质量标准	夏州、庆阳北 750kV 变电站站外声环境保护目标执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准（昼间 60dB（A）、夜间 50dB（A））。
		输电线路经过居民住宅、医疗卫生、文化教育、科研设计、行政办公区执行《声环境质量标准》(GB3096-2008)中 1 类标准（昼间 55dB（A）、夜间 45dB（A））；交通干线两侧相应范围内执行 4a 类标准（昼间 70dB（A）、夜间 55dB（A））。
	运行期排放标准	夏州、庆阳北 750kV 变电站厂界噪声排放执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准（昼间 60dB（A）、夜间 50dB（A））。
	施工期排放标准	施工期排放执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）。
废水	夏州、庆阳北 750kV 变电站本期扩建工程不新增定员，不新增生活污水排放量，对周围水环境无影响。	
注：根据夏州、庆阳北 750kV 变电站前期工程环评及其批复文件，变电站厂界噪声排放执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准。变电站站外声环境保护目标执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准。本期间隔扩建工程站外声环境质量标准和厂界噪声排放标准与前期工程执行标准保持一致。		

2.3 评价工作等级

2.3.1 电磁环境影响评价

根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ 24-2020），本工程电磁环境影响评价工作等级为一级。

表 2.3-1 电磁环境影响评价工作等级

工程名称		条件	评价工作等级
夏州～庆阳北 750 千伏输变电工程	夏州 750kV 变电站	户外式	**一级**
	庆阳北 750kV 变电站	户外式	**一级**
	750kV 输电线路	架空线路，边导线地面投影外两侧各 20m 范围内有电磁环境敏感目标。	**一级**

2.3.2　声环境影响评价

根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021），结合夏州、庆阳北 750kV 变电站前期工程环评及批复文件，2 个变电站周边声环境均执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类标准。夏州 750kV 变电站评价范围内无声环境保护目标。庆阳北 750kV 变电站评价范围内有声环境保护目标，工程建成后环境保护目标处噪声级增量有超过 5dB（A）的情况。根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021），本工程变电站声环境影响评价工作等级确定为一级。

线路工程沿线按功能区分别执行 1 类和 4a 类标准，受噪声影响的人口数量变化不大，声环境保护目标噪声增加量不超过 5dB（A）。根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021），确定输电线路声环境影响评价工作等级为二级。

综上，本工程依据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021）评价等级确定原则，按较高等级评价，最终确定本工程声环境影响评价工作等级为一级。

2.3.3　生态环境影响评价

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022），依据建设项目影响区域的生态敏感性和影响程度，评价等级划分为一级、二级和三级。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；线性工程可分段确定评价等级。

本工程变电站及输电线路不涉及《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022）6.1.2 中 a）、b）、d）、e）、f）情景；线路虽然涉及 c）中生态保护红线，生态评价等级不低于二级，但是本工程采用一档跨越方式，在生态保护红线范围内无永久、临时占地，根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022）中 6.1.6 中“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”，因此本工程生态评价工作等级为三级。

2.3.4　地表水环境影响评价

根据输变电项目施工特点，各施工点施工量小，施工时间短。施工期的废污水包括施工生产废水和施工人员生活污水，主要污染因子为 pH、COD、BOD_5、NH_3-N 和石油类。对于扩建变电站，施工期合理组织施工，充分利用变电站现有生活污水处理设施，避免污染环境。线路施工期有少量施工生产废水和生活污水，其中生产废水经沉淀处理后可用于洒水降尘。施工人员通常租住周边农民房，生活污水依托当地农户的生活污水

系统处置；施工时的生活污水通过施工场地内的移动厕所进行收集处理，由当地环卫部门定期清运。

夏州、庆阳北 750kV 变电站运行期无工业废水产生，仅有运行人员生活污水。本期扩建的夏州 750kV 变电站前期工程已设计了化粪池和地埋式生活污水处理设施（最大处理能力约 10m^3/d），生活污水经化粪池预处理后再由地埋式生活污水处理设施进行二次处理，处理后排入回用水池中由当地环卫部门定期清运。本期扩建工程不新增定员，不新增生活污水量。本期扩建的庆阳北 750kV 变电站前期工程已设计了地埋式生活污水处理设施，生活污水经化粪池（容积 12.5m^3）沉淀后，排至地埋式生活污水处理设施（处理量 2.0m^3/h）处理后再排至站区污水集水池，委托当地环卫部门定期清运。本期变电站扩建不新增运行人员，不增加生活污水产生量。本工程输电线路运行期无废污水产生。

因此，根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018），地表水环境影响评价工作等级为三级 B。

2.4 评价范围

2.4.1 电磁环境

变电站：站界外 50m 范围内。

750kV 架空线路：边导线地面投影外两侧各 50m 范围内。

2.4.2 声环境

变电站：排放噪声为站界外 1m 处，环境噪声为站界外 200m 范围内区域。

750kV 架空线路：边导线地面投影外两侧各 50m 范围内。

2.4.3 生态环境

变电站：站界外 500m 范围内区域。

750kV 交流输电线路：对于不涉及生态敏感区的线路段，边导线地面投影外两侧各 300m 内带状区域为评价范围；涉及生态敏感区的线路段，以边导线地面投影外两侧各 1000m 范围内的带状区域作为评价范围。本工程输电线路不涉及生态敏感区，在陕西省延安市吴起县两次一档跨越生态红线。因此，本工程一档跨越生态保护红线处，以边导线地面投影外两侧各 1000m 范围内的带状区域作为评价范围；其余输电线路段以边导线地面投影外两侧各 300m 内带状区域为评价范围。

2.5　环境敏感目标

本项目将环境敏感区作为优先保护重点对象，设计单位按照优先避让环境敏感区的原则，在前期规划和选线阶段，尽量避让国家公园、自然保护区、风景名胜区、森林公园、湿地公园、世界自然遗产地、生态保护红线、饮用水水源保护区等环境敏感区。本工程已避让的环境敏感区见表 2.5-1。

经多方案比选和设计优化，输电线路路径受自然地形地质条件、工程安全稳定性和密集采油区、集中居民区分布等因素的限制，不可避免地在陕西省延安市吴起县两次一档跨越生态保护红线。

本工程夏州 750kV 变电站评价范围内无电磁环境敏感目标和声环境保护目标，庆阳北 750kV 变电站评价范围内有 1 处电磁环境敏感目标和 4 处声环境保护目标。输电线路沿线电磁环境敏感目标和声环境保护目标共 44 处（按自然村计列），其中甘肃段 26 处、陕西段 18 处。本项目变电站评价范围内环境敏感目标概况见表 2.5-3，输电线路沿线环境敏感目标概况见表 2.5-4。

表 2.5-1　本工程已避让的生态敏感区和水环境敏感区情况一览表

序号	类别	名称	行政区	级别	主管部门	与工程位置关系
1	饮用水源保护区	曲子东沟饮用水水源保护区	甘肃省庆阳市环县	乡镇	生态环境	线路南侧 0.15km
2		白马乡张下沟饮用水源保护区	甘肃省庆阳市华池县	乡镇	生态环境	线路西侧 0.70km
3		木钵乔儿沟饮用水源保护区	甘肃省庆阳市环县	乡镇	生态环境	线路东南 0.29km
4	生态红线	甘肃省庆阳市生态保护红线	甘肃省庆阳市	--	生态环境	距离生态红线距离约 20km

表 2.5-2　本工程沿线跨越的生态保护红线

序号	行政区	生态保护红线名称	生态保护红线类型	跨越长度	立塔数量
1	陕西省延安市吴起县	黄土丘陵沟壑水土流失防控生态保护红线	水土流失	0.19km+0.16km	0

表 2.5-3　本工程庆阳北 750kV 变电站评价范围内电磁环境敏感目标和声环境保护目标

<table>
<tr><th>序号</th><th>行政区</th><th>名称（村组）</th><th>功能</th><th>距厂界最近距离/m</th><th>评价范围内户数</th><th>评价范围内房屋结构/最近房屋结构</th><th>环境影响因子</th><th>声环境保护要求</th></tr>
<tr><td>1</td><td rowspan="4">甘肃省庆阳市环县曲子镇</td><td rowspan="4">双城村花旗组</td><td>居民点</td><td>E65m</td><td>约 11 户</td><td>1 层平顶、坡顶/平顶</td><td>N</td><td>2 类</td></tr>
<tr><td>2</td><td>居民点</td><td>NE25m</td><td>约 5 户</td><td>1 层平顶、坡顶/坡顶</td><td>E、B、N</td><td>2 类</td></tr>
<tr><td>3</td><td>居民点</td><td>N55m</td><td>约 5 户</td><td>1 层平顶、坡顶/平顶</td><td>N</td><td>2 类</td></tr>
<tr><td>4</td><td>居民点</td><td>NW145m</td><td>约 8 户</td><td>1 层平顶、坡顶/坡顶</td><td>N</td><td>2 类</td></tr>
<tr><td colspan="9">注：
1）庆阳北 750kV 变电站坐标为东经 107°30′11.62″，北纬 36°18′38.80″，高程约 1130m；
2）依据环境保护部办公厅关于印发《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）：四、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，庆北变东侧的双城村花旗组三户民房作为工程拆迁均不列入本次环评保护目标；
3）本项目环境敏感目标为根据当前设计阶段站址范围调查的环境敏感目标，可能随工程设计阶段的不断深化而有所变化；
4）表中所列距离均为变电站围墙距环境敏感目标的最近距离；
5）影响因子释义 E—工频电场强度，B—工频磁感应强度，N—噪声。</td></tr>
</table>

表 2.5-4　本工程输电线路电磁环境敏感目标和声环境保护目标

序号	行政区	名称（村组）	功能	评价范围内户数	建筑物楼层及结构	最近建筑物楼层及结构	与工程的最近位置关系	环境影响因子	声环境保护要求	评价范围内平台	备注
1	榆林市定边县郝滩镇	白坑村河山组*	居民点	5 户	1F 平顶	1F 平顶	I 回：NW10m II 回：SE20m	E、B、N	1 类	/	属单回并行，部分窑洞
2		大沙湾村大沙湾组	居民点	2 户	1F 平顶	1F 平顶	II 回：SE35m	E、B、N	1 类	/	/
3		柳树涧村崔嵝岘组	居民点	1 户	1F 平顶	1F 平顶	II 回：SE35m	E、B、N	1 类	/	/
4	榆林市定边县学庄乡	朱庄村唐坬组	居民点	1 户	1F 平顶	1F 平顶	I 回：NW40m	E、B、N	1 类	/	/
5		杨伏井村阳湾组	居民点	1 户	1F 平顶	1F 平顶	II 回：SE10m	E、B、N	1 类	/	/
6		罗山村唐渠组	居民点	3 户	1F 平顶	1F 平顶	II 回：NW50m、SE30m	E、B、N	1 类	/	/
7		罗山村姚渠组	居民点	2 户	1F 平顶	1F 平顶	I 回：NW40m II 回：NW40m	E、B、N	1 类	/	/
8	榆林市定边县新安边镇	新安边村走马梁组	居民点	1 户	1F 平顶	1F 平顶	II 回：SE10m	E、B、N	1 类	/	/
9		店子坪村	看护房	1 户	1F 平顶	1F 平顶	I 回：SE30m	E、B、N	4a 类	/	距国道 G244 10m
10		大北山村杨长队	居民点	1 户	1F 平顶	1F 平顶	I 回：SW15m	E、B、N	1 类	/	/
11	延安市吴起县吴仓堡镇	周关村高沟组	居民点	1 户	1F 平顶	1F 平顶	II 回：E10m	E、B、N	1 类	/	/
12		周关村老庄嵝岘组*	居民点	2 户	1F 平顶	1F 平顶	II 回：E30m	E、B、N	1 类	/	属单回并行

序号	行政区	名称（村组）	功能	评价范围内户数	建筑物楼层及结构	最近建筑物楼层及结构	与工程的最近位置关系	环境影响因子	声环境保护要求	评价范围内平台	备注
13	延安市吴起县铁边城镇	王河村张城组	居民点	1 户	1F 平顶	1F 平顶	I 回：SE30m	E、B、N	1 类	/	/
14		暴城村阳岸沟组	居民点	2 户	1F 平顶	1F 平顶	I 回：NW10m II 回：SE10m	E、B、N	1 类	/	/
15		新寨村新寨组	居民点	2 户	2F 平顶	2F 平顶	I 回：SE20m	E、B、N	4a 类	/	距县道吴定路 5m
16	延安市吴起县庙沟乡	吴水口村阳庄组	居民点	5 户	1F 平顶	1F 平顶	I 回：SE10m II 回：W40m、E50m	E、B、N	1 类	/	/
17		走马城村高庄涧组	居民点	2 户	1F 平顶	1F 平顶	I 回：SW10m	E、B、N	1 类	/	/
18		曾岔村路掌组	居民点	6 户	1F 平顶	1F 平顶 1F 平顶	I 回：SE20m II 回：SE20m	E、B、N	1 类	/	/
19	庆阳市华池县乔川乡	李崾岘村林崾岘组	居民点	6 户	1F 平、坡顶	1F 平顶	I 回：SE10m II 回：N10m	E、B、N	1 类	/	部分窑洞
20		李崾岘村李咀子组	居民点	2 户	1F 坡顶	1F 坡顶	II 回：S40m	E、B、N	1 类	/	/
21		徐背台村徐背台组	居民点	3 户	1F 平顶	1F 平顶	I 回：NW10m	E、B、N	1 类	/	/
22	庆阳市华池县白马乡	白马村高沟组	居民点	1 户	1F 平顶	1F 平顶	II 回：W15m	E、B、N	1 类	/	窑洞
23		白马村张兴庄组	居民点	3 户	1F 平、坡顶	1F 坡顶	I 回：SE10m	E、B、N	1 类	/	部分窑洞
24		白马村黄兴庄组	居民点	2 户	1F 平、坡顶	1F 平、坡顶	II 回：SW40m、E45m	E、B、N	1 类	/	部分窑洞

序号	行政区	名称（村组）	功能	评价范围内户数	建筑物楼层及结构	最近建筑物楼层及结构	与工程的最近位置关系	环境影响因子	声环境保护要求	评价范围内平台	备注
25	庆阳市环县八珠乡	杏树沟村王河组	居民点	3 户	1F 平顶	1F 平顶	I 回：SE10m、W50m	E、B、N	1 类	/	窑洞
26		杏树沟村陶老庄组	居民点	2 户	1F 平顶	1F 平顶	I 回：SE40m	E、B、N	1 类	/	窑洞
27		杏树沟村曹北咀组	居民点	3 户	1F 平顶	1F 平顶	I 回：NE10m II 回：E10m	E、B、N	1 类	/	窑洞
28		杏树沟村曹寺台组	居民点	3 户	1~2F 平、坡顶	2F 平顶	I 回：SW30m II 回：NE30m	E、B、N	1 类	/	部分窑洞
29		塔尔咀村塔尔咀组	居民点	3 户	1F 平、坡顶	1F 平顶	I 回：W10m、E40m	E、B、N	1 类	/	部分窑洞
30		湫坝沟村高坪组	居民点	2 户	1F 平顶	1F 平顶	I 回：SW25m II 回：SW10m	E、B、N	1 类	/	窑洞
31		马连掌村马连掌组	居民点	3 户	1F 平、坡顶	1F 平顶	II 回：W10m、E15m	E、B、N	1 类	/	部分窑洞
32		马连掌村石崾岘组	居民点	6 户	1F 平、坡顶	1F 平、坡顶	I 回：NW10m、SE15m	E、B、N	1 类	/	部分窑洞
33		马连掌村九沟台组	居民点	1 户	1F 平顶	1F 平顶	I 回：E40m	E、B、N	1 类	/	窑洞
34	庆阳市华池县五蛟镇	刘阳洼村刘南沟组	居民点	4 户	1F 平顶	1F 平顶	I 回：W25m、E20m	E、B、N	1 类	/	窑洞
35	庆阳市环县曲子镇	董家塬村高岭子组	居民点	1 户	平顶	1F 平顶	II 回：SE10m	E、B、N	1 类	/	窑洞
36		董家塬村董家塬组	居民点	3 户	平、坡顶	1F 坡顶	I 回：NW25m、SE20m	E、B、N	1 类	/	部分窑洞
37		小庄子村崾岘组	居民点	4 户	平顶	1F 平顶	I 回：E10m II 回：NW25m、SE15m	E、B、N	1 类	/	窑洞
38		小庄子村南塬组	居民点	3 户	平、坡顶	1F 平顶	I 回：SE30m II 回：NW25m、SE45m	E、B、N	1 类	/	部分窑洞

序号	行政区	名称（村组）	功能	评价范围内户数	建筑物楼层及结构	最近建筑物楼层及结构	与工程的最近位置关系	环境影响因子	声环境保护要求	评价范围内平台	备注
39		小庄子村段塬组	居民点	9 户	平、坡顶	1F 坡顶	I 回：NW10m II 回：SE10m	E、B、N	1 类	/	部分窑洞
40		宋家塬村李家塬组	居民点	13 户	平、坡顶	1F 坡顶	I 回：SW10m II 回：NE10m、SW20m	E、B、N	1 类	/	/
41		宋家塬村郭家塬组	居民点	1 户	坡顶	1F 坡顶	I 回：SE30m	E、B、N	1 类	/	/
42		宋家源村李旗沟组	居民点	1 户	平顶	1F 平顶	II 回：SE10m	E、B、N	1 类	/	窑洞
43		双城村谷家塬组	居民点	1 户	平顶	1F 平顶	II 回：SE10m	E、B、N	1 类	/	窑洞
44		双城村花旗组**	居民点	1 户	平顶	1F 平顶	II 回：SE15m	E、B、N	4a 类	/	距国道 G211 25m，窑洞

注：
1）本工程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）表中所列距离均为当前设计阶段交流输电线路边导线垂直投影距环境敏感目标的最近距离，可能随工程设计阶段的不断深化而变化；
3）根据《110kV-750kV 架空输电线路设计规范》（GB50545-2010），750kV 交流输电线路边导线与建筑物之间的最小水平距离不应小于 6m，边导线投影外 6m 以内范围为工程拆迁范围，在此范围内的住宅、学校、医院、办公楼、工厂等有公众学习和工作的建筑不列为环境敏感目标，不进行评价；
4）*表示该敏感目标为单回并行（输电线路中心对中心 100m 范围内的并行段）输电线路敏感目标，**表示该敏感目标为同塔双回输电线路敏感目标，未做*标记的为单回输电线路敏感目标；
5）影响因子释义：E-工频电场强度，B-工频磁感应强度，N-噪声。

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。

根据本工程的环境影响评价工作等级，本工程运行期评价重点为变电站和 750kV 交流输电线路的电磁环境、声环境影响。

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

本工程一般特性表见表 3.1-1，本工程地理位置示意图见附图 1。

表 3.1-1 工程一般特性表

<table>
<tr><td colspan="3">工程名称</td><td colspan="3">夏州～庆阳北 750 千伏输变电工程</td></tr>
<tr><td colspan="3">建设性质</td><td colspan="3">新建、扩建</td></tr>
<tr><td colspan="3">建设地点</td><td colspan="3">陕西省榆林市（定边县）、延安市（吴起县），甘肃省庆阳市（环县、华池县）</td></tr>
<tr><td colspan="3">建设单位</td><td colspan="3">国家电网有限公司西北分部</td></tr>
<tr><td colspan="3">主要建设内容</td><td colspan="3">1、夏州 750 千伏变电站间隔扩建工程;
2、庆阳北 750 千伏变电站间隔扩建工程
3、新建夏州～庆阳北 750kV 线路工程：线路长度为 2×172km，除庆阳北 750kV 变电站出线 2×2.1km 本工程两回线路分别与备用线路采用同塔双回路架设（本期单侧带电）外，其余按两个单回路架设。</td></tr>
<tr><td rowspan="12">变电站工程</td><td rowspan="12">夏州 750 千伏变电站间隔扩建工程</td><td>地理位置</td><td colspan="3">陕西省榆林市定边县郝滩镇</td></tr>
<tr><td rowspan="8">建设规模</td><td>电压等级</td><td colspan="2">750kV</td></tr>
<tr><td>项目</td><td>前期规模</td><td>本期规模</td></tr>
<tr><td>主变压器（MVA）</td><td>2×2100</td><td>-</td></tr>
<tr><td>750kV 出线（回）</td><td>4</td><td>2</td></tr>
<tr><td>750kV 高抗（Mvar）</td><td>2×210+1×360</td><td>2×180</td></tr>
<tr><td>330kV 出线（回）</td><td>9</td><td>-</td></tr>
<tr><td>66kV 低压电抗器（Mvar）</td><td>5×120</td><td>-</td></tr>
<tr><td>66kV 低压电容器（Mvar）</td><td>2×120</td><td>-</td></tr>
<tr><td>给排水及废水处理</td><td colspan="3">前期工程已建成完善的污水分流制排水系统，本期无新增生活污水排放点。本期扩建场地内的雨水经敷设在场地内的雨水口收集，通过地下雨水排水管道，排入前期已建排水系统。</td></tr>
<tr><td>事故油处置</td><td colspan="3">变电站前期工程已设置 3 座事故油池，为主变及高抗的事故排油。经核算前期高抗事故油池容积已按高抗 100%油量设计并留有裕度，本期扩建高抗的事故排油，经设备下部的油坑收集，通过地下排油管道汇入前期已建的高抗事故油池内，满足规范要求。故本期扩建不新增事故油池。在事故状态下产生事故油由有资质的单位回收处理。</td></tr>
<tr><td>占地面积</td><td colspan="3">变电站站址已按规划规模一次征地 18.05hm^2，本期工程在原围墙内扩建 2 回 750kV 出线间隔，扩建场地占地面积 0.38hm^2。</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td rowspan="14"></td><td></td><td>噪声治理措施</td><td colspan="3">夏州 750kV 变电站按终期规模一次规划，合理布局，主变与主变之间、高抗与高抗之间有防火隔声墙隔开，主变和高抗选用低噪声设备。变电站在前期工程已按规划容量一并考虑并实施了噪声治理措施。降噪围墙及隔声屏障墙在一期已经全部安装完毕，本期无新增降噪措施。</td></tr>
<tr><td rowspan="13">庆阳北750千伏变电站间隔扩建工程</td><td>地理位置</td><td colspan="3">甘肃省庆阳市环县曲子镇</td></tr>
<tr><td rowspan="8">建设规模</td><td>电压等级</td><td colspan="2">750kV</td></tr>
<tr><td>项目</td><td>前期规模</td><td>本期规模</td></tr>
<tr><td>主变压器（MVA）</td><td>3×2100</td><td>-</td></tr>
<tr><td>750kV 出线（回）</td><td>3</td><td>2</td></tr>
<tr><td>750kV 高抗（Mvar）</td><td>2×210</td><td>2×210</td></tr>
<tr><td>330kV 出线（回）</td><td>6</td><td>-</td></tr>
<tr><td>66kV 低压电抗器（Mvar）</td><td>3×120</td><td>-</td></tr>
<tr><td>66kV 低压电容器（Mvar）</td><td>6×120</td><td>1×120</td></tr>
<tr><td>给排水及废水处理</td><td colspan="3">前期工程已建成完善的污水分流制排水系统，本期无新增生活污水排放点。本期扩建场地内的雨水经敷设在场地内的雨水口收集，通过地下雨水排水管道，排入前期已建排水系统。</td></tr>
<tr><td>事故油处置</td><td colspan="3">变电站前期工程已设置事故油池。经核算原有事故油池容量可满足最大单台含油设备 100%含油量体积要求并留有裕度。本期扩建高抗的事故排油，经设备下部的油坑收集，通过地下排油管道汇入前期已建的事故油池内，满足规范要求。故本期扩建不新增事故油池。在事故状态下产生事故油由有资质的单位回收处理。</td></tr>
<tr><td>占地面积</td><td colspan="3">变电站站址已征地 12.91hm^2，本期间隔扩建工程在原围墙内扩建 2 回 750kV 出线间隔，扩建场地占地面积 0.85hm^2。</td></tr>
<tr><td>噪声治理措施</td><td colspan="3">变电站按终期规模一次规划，合理布局，主变与主变之间、高抗与高抗之间有防火隔声墙隔开，主变和高抗选用低噪声设备。在庆阳北 750kV 变电站一期工程设计中，已经综合考虑通过加高围墙和围墙上加装隔声屏障的措施，使得周围环境噪声满足要求。降噪围墙及隔声屏障均在一期工程中全部安装，本期无新增降噪措施。</td></tr>
<tr><td rowspan="8">输电线路</td><td rowspan="8">夏州～庆阳北双回750kV线路工程</td><td>电压等级（kV）</td><td colspan="3">750kV</td></tr>
<tr><td>输送功率（MW）</td><td colspan="3">单回正常输送功率：2300MW</td></tr>
<tr><td>地理位置</td><td colspan="3">陕西省（榆林市、延安市）、甘肃省（庆阳市）</td></tr>
<tr><td>架设形式</td><td colspan="3">单回、同塔双回（与备用线路采用双回路架设）架空线路</td></tr>
<tr><td>线路长度（km）</td><td colspan="3">线路路径长2×172km，除庆阳北750kV变电站出线2×2.1km本工程两回线路分别与备用线路采用同塔双回路架设（本期单侧带电）外，其余按两个单回路架设。</td></tr>
<tr><td>导线型号</td><td colspan="3">导线采用 6×JL3/G1A－400/50 钢芯高导电率铝绞线，六分裂，分裂间距 400mm</td></tr>
<tr><td>地线型号</td><td colspan="3">普通地线（JLB20A-150、JLB20A－120）和 OPGW 光缆（OPGW-150、OPGW－120）</td></tr>
<tr><td>杆塔形式及数量</td><td colspan="3">单回路悬垂塔酒杯型、单回路耐张塔干字型、双回路悬垂塔鼓型、双回路耐张塔鼓型。全线新建铁塔 660 基，其中直线塔 389 基，耐张塔 271 基。</td></tr>
<tr><td colspan="3">工程占地（hm^2）</td><td colspan="3">本工程占地总面积为 210.85hm^2，其中永久占地 28.40hm^2，临时占地 182.45hm^2。</td></tr>
<tr><td colspan="3">工程静态总投资（静态，万元）</td><td colspan="3">本工程静态总投资 184208 万元，其中夏州 750kV 变电站扩建工程静态投资 12108 万元，庆阳北 750kV 变电站扩建工程静态投资 13103 万元，夏州～庆阳北双回 750kV 线路工程静态投资 158997 万元。</td></tr>
<tr><td colspan="3">计划投产日期</td><td colspan="3">计划于 2023 年 10 月开工，2024 年 12 月建成投运，建设周期约 15 个月。</td></tr>
</table>

3.1.2　夏州 750 千伏变电站间隔扩建工程

3.1.2.1　已有项目概况

（1）前期规模

夏州 750kV 变电站站址在行政区划上隶属于陕西省榆林市定边县东部的郝滩镇。变电站设计名称为“定靖 750kV 变电站”，运行名称为“夏州 750kV 变电站”。变电站前期建设规模：

①主变压器：现有 2 组主变压器，主变容量 2×2100MVA，电压等级 750kV/330kV/66kV。

②750kV 出线：现有出线 4 回。分别至富县电厂 2 回，至榆横电厂 2 回。

③750kV 配电装置：采用户外敞开式 AIS 方式。

④330kV 出线：现有出线 9 回。分别至定边 2 回、延安西 2 回、统万 2 回、油房庄 1 回、郝滩 1 回、吉山梁 1 回。

⑤330kV 配电装置：采用户外敞开式 AIS 方式。

⑥高压电抗器：容量 2×210 Mvar +1×360Mvar。

⑦无功补偿装置：66kV 低压并联电抗器 5 组 120Mvar；66kV 低压并联电容器 2 组 120Mvar。

⑧事故油池：设置 3 座事故油池，为主变及高抗的事故排油。主变事故油池 1 座，容积约 146m³/座；高抗事故油池 2 座，容积约 75m³/座。

（2）总平面布置

变电站站区总平面格局前期工程建设中已经形成，站内采用由北向南分别为 750kV 配电装置、主变及 66kV 配电装置和 330kV 配电装置的三列式布置。750kV 配电装置区位于站区北侧，采用 AIS 布置；主变及 66kV 配电装置区位于站区中部；330kV 配电装置区位于站区南侧，采用 AIS 布置；主控楼、化粪池和地埋式生活污水处理设施位于站区西侧。站内共有高抗事故油池 2 座和主变事故油池 1 座，分别布置在 750kV 交流配电装置区东西两侧和南侧。总平面布置见图 3.1-1。

夏州 750kV 变电站站址已按规划规模一次征地 18.05hm^2，本期工程在原围墙内扩建 2 回 750kV 出线间隔，扩建场地占地面积 0.38hm^2。

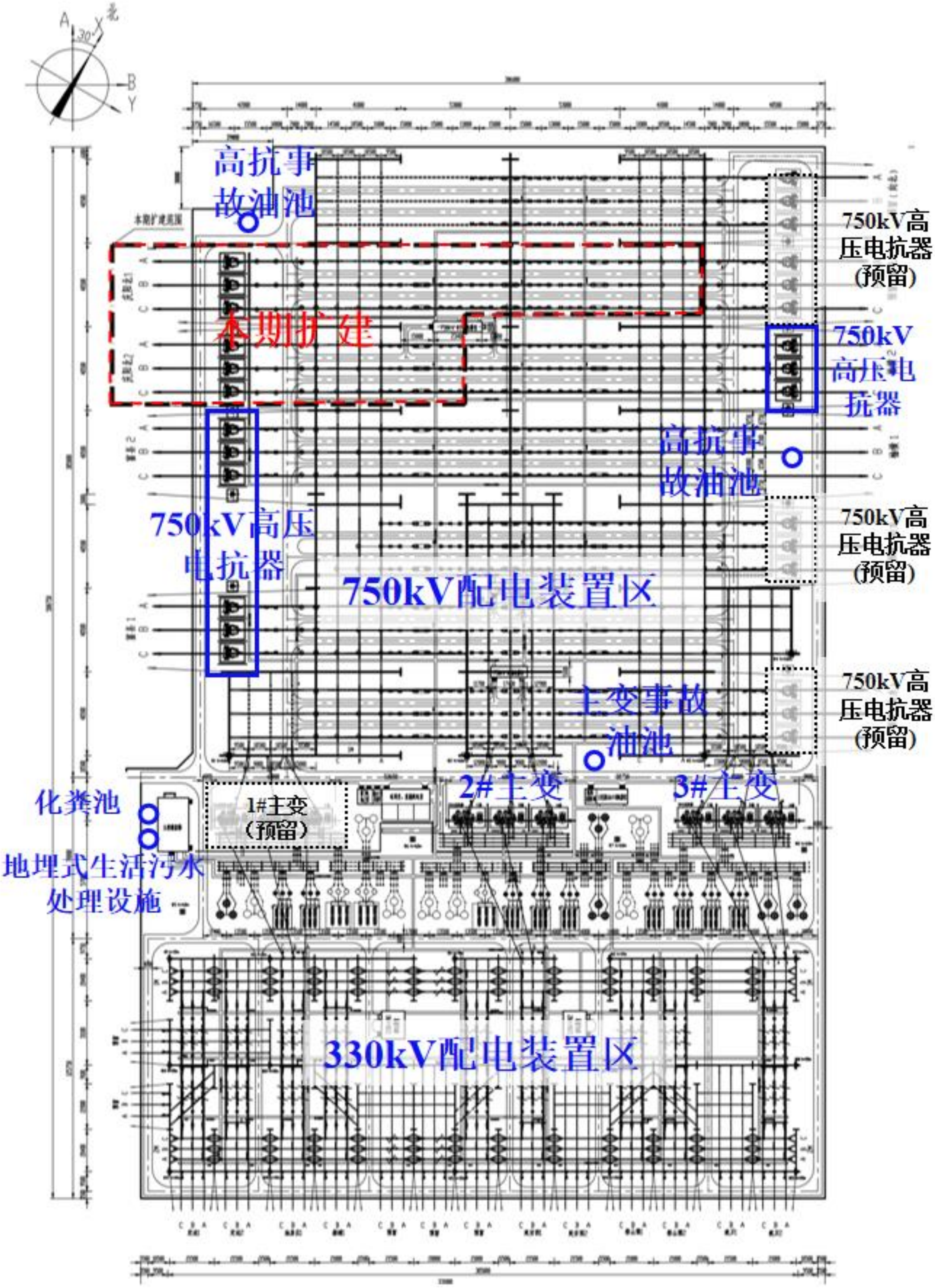


图 3.1-1 夏州 750kV 变电站站区总平面布置图

图 3.1-2 夏州 750kV 变电站现状

（3）公用工程和辅助设备

1）供排水系统

夏州750kV变电站水源为站区内深井地下水。

夏州750kV变电站采用雨污分流排水系统。站区雨水采用集中收集方式，在站外设有2处缓冲池，雨水经雨水管道汇至站外西侧缓冲池内。生活污水由站内工作人员产生，正常情况下站内工作人员数平均约10人，生活污水量约为2m^3/d。本期扩建的夏州750kV变电站前期工程已设计了化粪池和地埋式生活污水处理设施（最大处理能力约10m^3/d），生活污水经化粪池预处理后再由地埋式生活污水处理设施进行二次处理，处理后排入回用水池中由当地环卫部门定期清运。

2）事故油排蓄系统

变电站主变、电抗器、站用变等电气设备为了绝缘和冷却的需要，其外壳内装有变压器油，正常运行工况条件下，不会发生电气设备漏油、跑油的现象，亦无弃油产生。

一般情况下，变压器等设备正常投运后，将长期运行，根据变压器等设备依据技术评估结果，需进行检修时方才检修。检修时，设备中的油被抽到移动储油车中暂存，检修完后予以回用。当突发事故时设备废油排入事故油池，经隔油处理后，事故油由具备资质的单位回收，形成的油泥等危险废物交由有相应危废处理资质的单位处置。夏州750kV 变电站前期建有 3 座事故油池，其中主变事故油池 1 座，容积约 146m^3/座；高抗

事故油池 2 座，容积约 $75m^3$/座。

前期已建主变压器油量 92.5t，绝缘油密度 $0.895m^3/t$，理论所需油池容积约为 $103.35m^3$，已建主变事故油池 1 座容积为 $146m^3$，主变事故油池有效容积满足最大单台含油设备 100%含油量体积要求。

前期已建高压电抗器最大油重为 47.5t，绝缘油密度 $0.895m^3/t$，理论所需油池容积约为 $53.1m^3$，已建高抗事故油池 2 座容积均为 $75m^3$，事故油池有效容积满足最大单台含油设备 100%含油量体积要求。

（4）夏州 750kV 变电站噪声控制措施

夏州 750kV 变电站按终期规模一次规划，合理布局，主变与主变之间、高抗与高抗之间有防火隔声墙隔开，主变和高抗选用低噪声设备。变电站在前期工程已按规划容量一并考虑并实施了噪声治理措施。

站区已建噪声控制措施为：东侧围墙 5.05m 高围墙+1.95m 高隔声屏障，北侧围墙 5.05m 高围墙+0.95m 高隔声屏障，西部厂区大门以北为 5.05m 高围墙+1.95m 高隔声屏障，大门以南为 3.31m 高围墙，其余为 2.41m 高围墙。其中，北侧围墙、西侧围墙、东侧围墙采用增高围墙且在围墙基础上设置声屏障的措施，总高抬高至 6m，合计长度约 1050m；站区西南侧围墙（大门以南）抬高至 3.31m，长度 78m。

降噪围墙及隔声屏障墙在一期已经全部安装完毕。夏州 750kV 变电站厂界噪声满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类要求，即昼间 60dB（A），夜间 50dB（A）。变电站前期已按远期噪声情况采取噪声治理措施，本期新增噪声源厂界声环境达标，具体见 6.2.1 节。

夏州 750kV 变电站前期围墙设置见图 3.1-3。

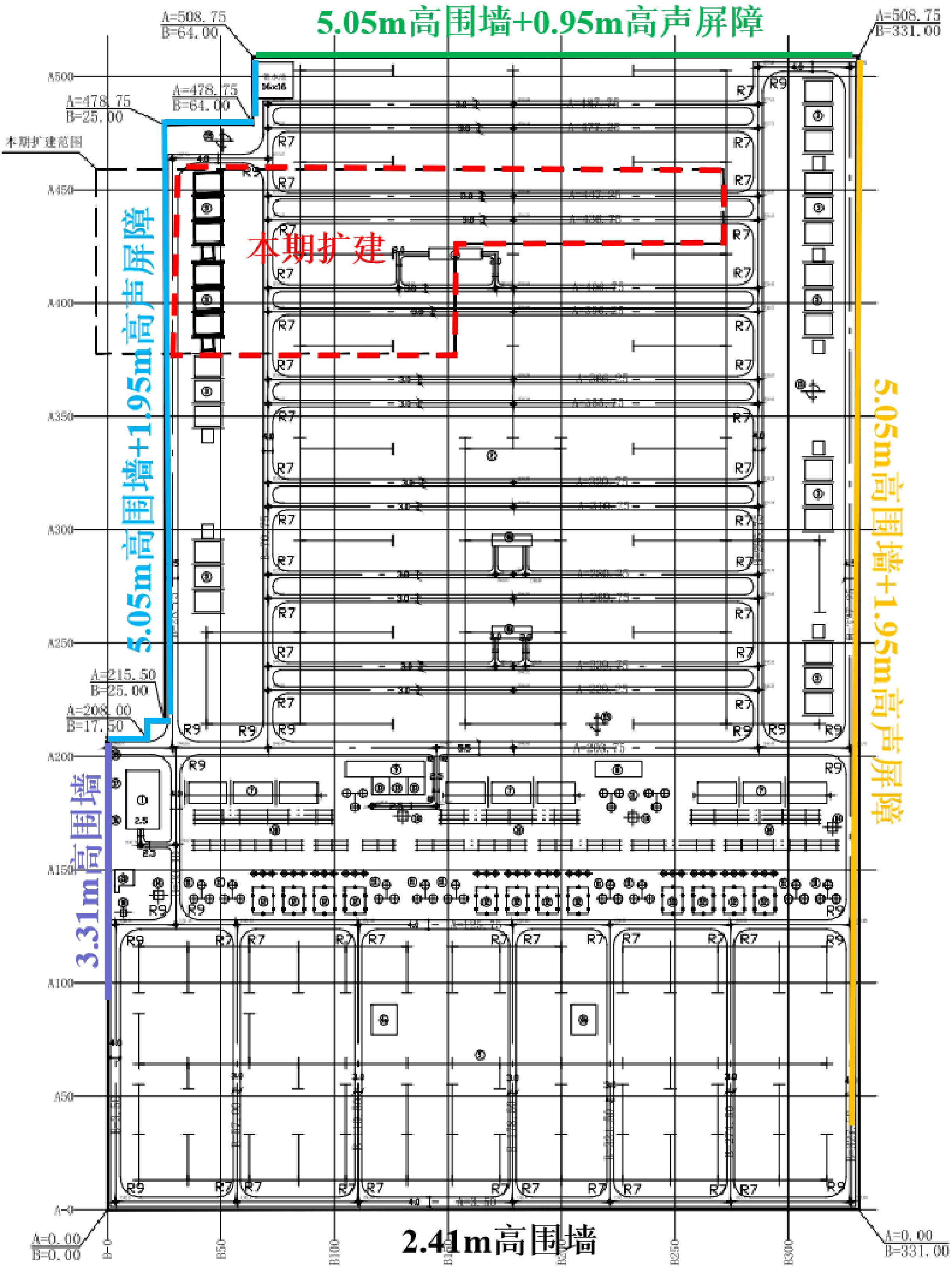


图 3.1-3　夏州 750kV 变电站前期围墙设置示意图

3.1.2.2 前期项目环评、环保验收情况及主要环保问题

夏州 750kV 变电站一期工程属于陕北风电 750kV 集中送出工程（陕北-关中 750kV 第二通道工程）建设内容之一，原陕西省环境保护厅于 2016 年 2 月 17 日以《关于陕北风电 750kV 集中送出工程（陕北-关中 750kV 第二通道工程）环境影响报告书的批复》（陕环批复〔2016〕83 号）对其工程环评进行了批复。

根据环境保护部办公厅《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》，国网陕西省电力公司组织相关单位对本工程的最终设计方案与原环评方案进行了梳理对比，确认本工程的建设性质、规模、地点、防治污染和防止生态破坏的施等均未发生重大变动，**变电站工程不存在变动情况**，输电线路路径大体走向与环评阶段路径一致，局部线路有调整，新增的电磁环境敏感目标和声环境保护目标数量超过原环评总数量的 30%。因此本项目涉及一项重大变动（输电线路评价范围内新增敏感目标总数量超过原环评总数量 30%以上）。针对构成重大变动的内容，陕西省生态环境厅于 2019 年 12 月 4 日以《关于陕北风电 750kV 集中送出工程（陕北-关中 750kV 第二通道工程）（变动）环境影响报告书的批复》（陕环批复〔2019〕447 号）予以批复。

2020 年 6 月 4 日，国网陕西省电力公司采取部分验收的形式以《国网陕西省电力公司关于印发陕北风电 750kV 集中送出工程（陕北-关中 750kV 第二通道工程）（部分）竣工环境保护验收意见的通知》（陕电科技〔2020〕11 号）同意通过竣工环保验收。验收内容为“新建定靖 750kV 变电站、富县 750kV 开关站；扩建榆横 750kV 变电站、洛川 750kV 变电站：新建榆横-定靖-富县 750kV 双回线路，新建富县-洛川 750kV 单回线路。”定靖 750kV 变电站运行名称为“夏州 750kV 变电站”。

夏州 750kV 变电站二期工程属于吉山梁新能源 330 千伏送出工程建设内容之一，陕西省生态环境厅于 2019 年 9 月 4 日以《关于吉山梁新能源 330kV 送出工程环境影响报告书的批复》（陕环批复〔2019〕331 号）对其工程环评进行了批复。

2020 年 12 月 15 日，国网陕西省电力公司召开了“吉山梁新能源 330 千伏送出工程竣工环境保护验收会”同意通过竣工环保验收。验收内容为“**定靖 750kV 变电站 330kV 间隔扩建，本期在定靖 750kV 变电站预留场地内新建 1 个 330kV 出线间隔，无需新征用地。**输电线路工程：吉山梁升压站~定靖 750kV 变电站 330kV 线路工程……”。

表 3.1-2 夏州 750kV 变电站前期环评、环保验收情况

项目	已建规模	变电站一期工程	变电站二期工程
		陕北风电 750kV 集中送出工程（陕北-关中 750kV 第二通道工程）	吉山梁新能源 330 千伏送出工程
主变压器	2×2100MVA	2×2100MVA	/
750kV 出线	4 回	4 回	/
330kV 出线	9 回	8 回	1 回
750kV 高抗	2×210+1×360 Mvar	2×210MVar+l×360MVar	/
66kV 低抗	5×120 Mvar	5×120Mvar	/
66kV 低容	2×120 Mvar	2×120Mvar	/
环评批复文号	/	陕环批复〔2016〕83 号	陕环批复〔2019〕331 号
环评单位	/	中国电力工程顾问集团西北电力设计院有限公司	陕西科荣环保工程有限责任公
验收批复文号（或自验收意见）	/	陕电科技〔2020〕11 号	同意通过竣工环保验收（自验收）
验收报告编制单位	/	陕西中试电力科技有限公司	陕西宝隆检测技术咨询服务有限公司
建设单位	/	国网陕西省电力公司	国网陕西省电力公司

3.1.2.3 本期工程

（1）建设规模

本期扩建 2 个 750kV 出线间隔至庆北变。本工程线路向西出线，出线间隔位于自北向南第 1 和第 2 间隔（即“庆阳北 1”、“庆阳北 2”间隔）。本期至庆阳北变 2 回 750kV 出线侧分别装设 1 组 180Mvar 高压并联电抗器。

（2）总平面布置及占地

变电站站址已按规划规模一次征地 18.05hm^2，其中围墙内占地 15.98hm^2。夏州 750kV 变电站本期扩建工程属围墙内扩建，不新增征地，在前期围墙内的预留场地进行。

（3）给排水方案

采用分流制排水，排水系统包括雨水排水系统及生活污水排水系统。前期工程已建成完善的污水分流制排水系统，本期无新增生活污水排放点。本期扩建场地内的雨水经敷设在场地内的雨水口收集，通过地下雨水排水管道，排入前期已建排水系统。

（4）事故废油处理措施

主变、高抗等带油设备在事故状态下产生的事故油经事故油池隔油处理后，事故油由具备资质的单位回收，形成的油泥等危险废物交由有相应危废处理资质的单位处置，不外排。夏州 750kV 变电站前期建有 3 座事故油池，其中主变事故油池 1 座，容积约 146m^3/座；高抗事故油池 2 座，容积约 75m^3/座。

经核算，前期高抗事故油池容积已按高抗 100%油量设计并留有裕度，本期扩建高抗的事故排油，经设备下部的油坑收集，通过地下排油管道汇入前期已建的事故油池内，

满足规范要求。故本期扩建不新增事故油池。在事故状态下产生事故油由有资质的单位回收处理。

（5）与前期项目依托关系

变电站在前期工程已按规划容量一并考虑并实施了噪声治理措施。降噪围墙及隔声屏障墙在一期已经全部安装完毕，本期无新增降噪措施。本期间隔扩建工程在一期围墙和声屏障基础上，建成后变电站厂界噪声满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类要求，即昼间 60dB（A），夜间 50dB（A）。本期工程与前期工程依托关系见下表。

表 3.1-3　夏州 750kV 变电站本期工程与前期工程依托关系一览表

<table>
<tr><th colspan="2">项目</th><th>内容</th></tr>
<tr><td rowspan="5">站内永久设施</td><td>进站道路</td><td>利用前期工程中建设的进站道路。</td></tr>
<tr><td>供水管线</td><td>利用前期项目中已建成的供水管网。本期扩建工程不新增用水点，不新增用供水管线。</td></tr>
<tr><td>生活污水处理装置</td><td>利用前期项目中已建成的地埋式生活污水处理设施。本期不新增运行维护人员，不增加生活污水量，依托原有地埋式生活污水处理设施。</td></tr>
<tr><td>雨水排水</td><td>站区内雨水排水已在一期中建成。本期扩建场地内的雨水经敷设在场地内的雨水口收集，通过地下雨水排水管道，排入前期已建排水系统。</td></tr>
<tr><td>事故油池</td><td>前期工程已设计 3 座事故油池（1 座主变事故油池和 2 座高抗事故油池），满足本期高抗事故排油，本期不新增。</td></tr>
<tr><td rowspan="2">施工临时设施</td><td>施工用水、用电</td><td>利用站内现有水源及电源。</td></tr>
<tr><td>施工生产生活区</td><td>施工生产利用站内空地及建筑灵活布置，生活区临时租赁周边农民房屋。</td></tr>
<tr><td colspan="2">噪声治理措施</td><td>前期一并按规划容量考虑并实施了噪声治理措施。</td></tr>
</table>

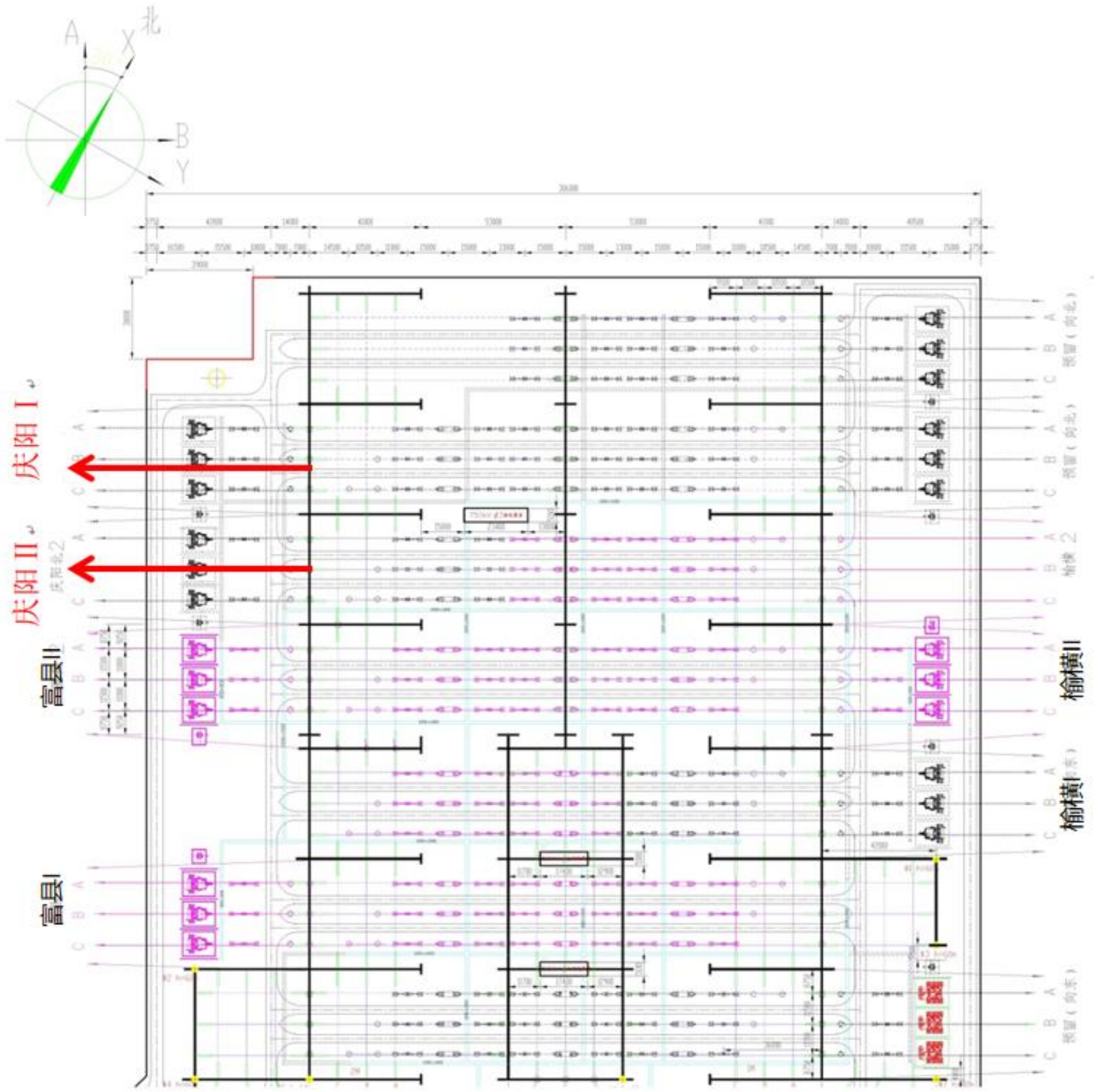


图 3.1-4　夏州 750kV 变电站 750kV 出线间隔布置示意图

2 号主变

3 号主变

本期间隔扩建区域

750kV 配电装置区

330kV 配电装置区

66kV 低压电抗器区域

66kV 低压电容器区域

主控楼

化粪池

地埋式生活污水处理设施

主变事故油池

高抗事故油池 1

高抗事故油池 2

站内道路

隔声屏障

隔声屏障

图 3.1-5　夏州 750kV 变电站前期工程现状

3.1.3　庆阳北 750 千伏变电站间隔扩建工程

3.1.3.1　前期项目概况

（1）前期规模

庆阳北 750kV 变电站站址在行政区划上隶属于甘肃省庆阳市环县曲子镇。庆阳北 750kV 变电站前期建设规模：

①主变压器：现有 3 组主变压器，主变容量 3×2100MVA，电压等级 750kV/330kV/66kV。

②750kV 出线：现有出线 3 回，至陇东换流站。

③750kV 配电装置：采用户外 HGIS 布置方式。

④330kV 出线：现有出线 6 回。分别至志远变 2 回、木钵变 2 回、萧关变 2 回。

⑤330kV 配电装置：采用户外 HGIS 布置方式。

⑥750kV 高压并联电抗器：容量 2×210Mvar。

⑦无功补偿装置：66kV 低压并联电抗器 3×（1×120）Mvar。66kV 低压并联电容器

3×（2×120）Mvar。

⑧事故油池：设置 1 座事故油池，容积约 125m³。

（2）总平面布置

站区总平面格局前期工程设计中已经形成，变电站总平面采用户外三列式布置。自北向南依次为 750kV 配电装置区、主变压器及 66kV 配电装置区和 330kV 配电装置区；进站道路由东南侧与变电站东面的公路引接。750kV 配电装置布置于站区北侧，750kV 线路向西北和向东南 2 个方向出线；站区南侧为 330kV 配电装置，采用户外 HGIS 设备，向南侧出线；主变和 66kV 配电装置布置在站区中部，采用户外中型布置。主控通信室布置在站区中部东侧，站区入口位于东侧。主控楼、化粪池和地埋式生活污水处理设施位于站区南侧。站内设有事故油池 1 座，位于主变区西侧。总平面布置见图 3.1-6。

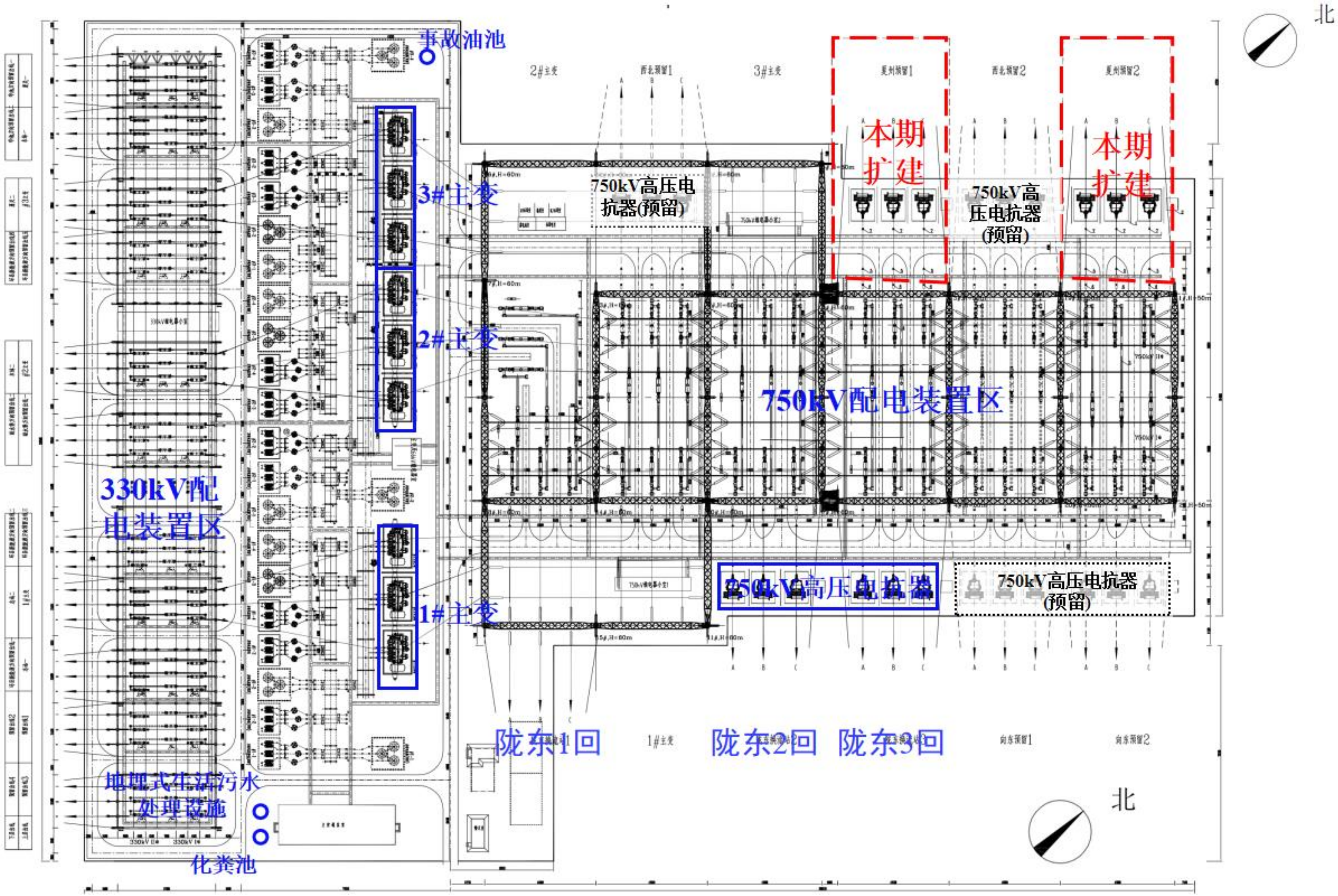


图 3.1-6　庆阳北 750kV 变电站站区总平面布置图

（3）公用工程和辅助设备

1）供排水系统

庆阳北 750kV 变电站水源引接自站址东侧约 0.7km 处的郑家庄村的自来水。

庆阳北 750kV 变电站采用雨污分流排水系统。全站雨水通过雨水管网至站外西南侧的环江，站外管道长度约 550m；生活污水经化粪池（容积 12.5m³）沉淀后，排至地埋式生活污水处理设施（处理量 2.0m³/h）处理后再排至站区污水集水池，委托当地环卫部门定期清运；电缆沟雨水就近排至站区雨水管网。

2）事故油排蓄系统

变电站主变、电抗器、站用变等电气设备为了绝缘和冷却的需要，其外壳内装有变压器油，正常运行工况条件下，不会发生电气设备漏油、跑油的现象，亦无弃油产生。

一般情况下，变压器等设备正常投运后，将长期运行，根据变压器等设备依据技术评估结果，需进行检修时方才检修。庆阳北 750kV 变电站内高压电抗器不单独设立事故油池。每台高压电抗器下均设有事故油坑（容积 $34m^3$），事故油坑内填充鹅卵石并通过管道与站内事故油池连接。庆阳北 750kV 变电站前期配套建有建设 1 座事故油池，容积约 125m³。在事故状态下产生的油污水经事故油池隔油处理后，变压器油由厂家回收，形成的油污水交由有危废处理资质的单位处置，不外排。

（4）庆阳北 750kV 变电站噪声控制措施

变电站按终期规模一次规划，合理布局，主变与主变之间、高抗与高抗之间有防火隔声墙隔开，主变和高抗选用低噪声设备。变电站在前期工程已按规划容量一并考虑并实施了噪声治理措施。

在庆阳北 750kV 变电站一期工程设计中，已经综合考虑通过加高围墙和围墙上加装隔声屏障的措施，确保厂界噪声达标排放。具体为：在变电站东侧部分围墙顶部设置隔声屏障，总高 7.5m（围墙高 5m+隔声屏障 2.5m），长约 334m；在变电站西侧部分围墙顶部设置隔声屏障，总高 7.5m（墙高 5m+隔声屏障 2.5m），长约 419m；在变电站北侧围墙顶部设置隔声屏障，总高 7.5m（墙高 5m+隔声屏障 2.5m），长约 165m；其余围墙高 2.5m，以衰减降低噪声。采取上述隔声措施后，即可将站外噪声水平控制在《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准。降噪围墙及隔声屏障均在一期工程中全部安装。

庆阳北 750kV 变电站前期围墙设置见图 3.1-7。

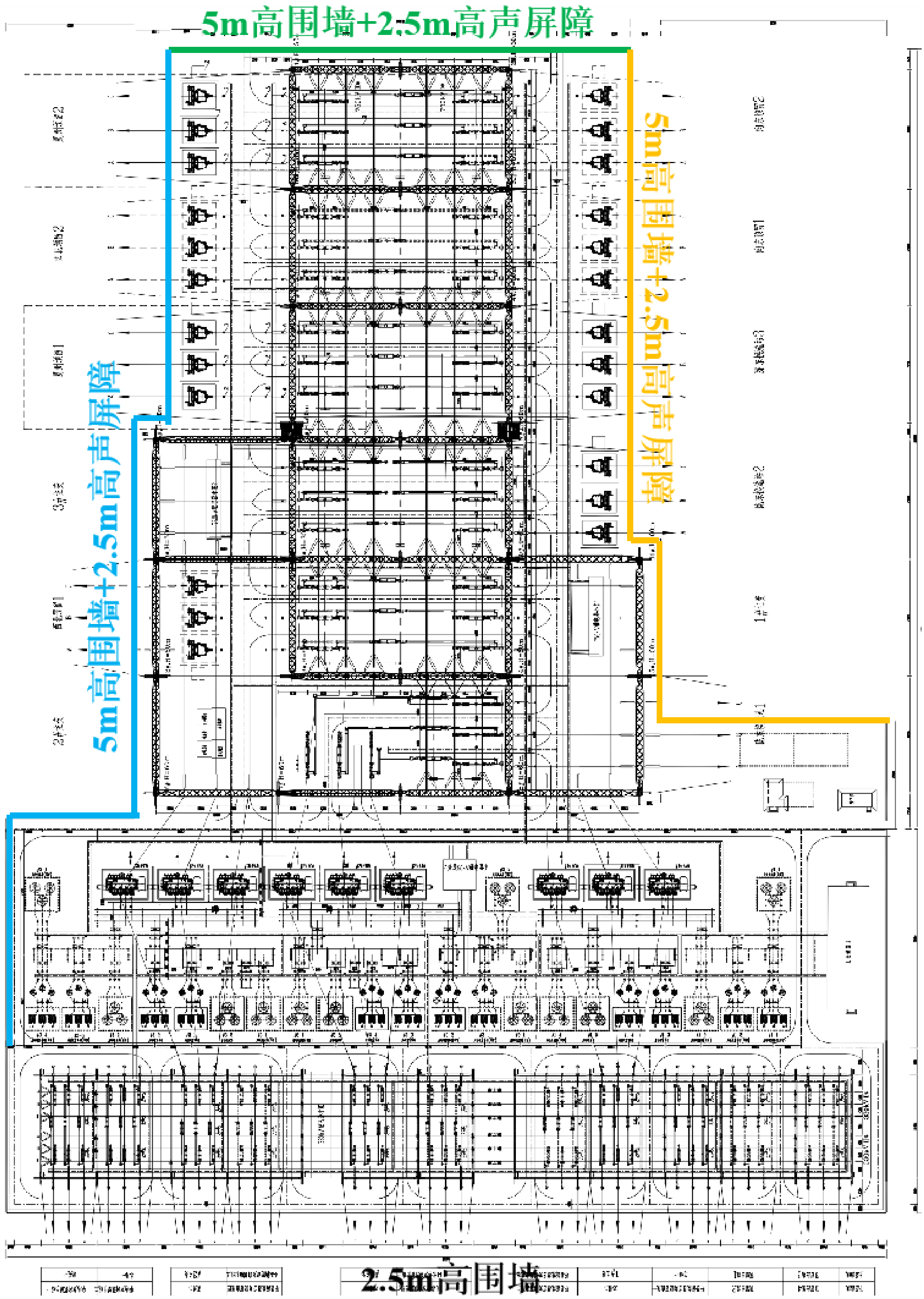


图 3.1-7　庆阳北 750kV 变电站前期围墙设置示意图

3.1.3.2 前期项目环评、环保验收情况及主要环保问题

庆阳北 750kV 变电站一期工程属于甘肃庆阳北 750 千伏输变电工程建设内容之一，甘肃省生态环境厅于 2023 年 1 月 3 日以《关于甘肃庆阳北 750 千伏输变电工程环境影响报告书的批复》（甘环核发〔2023〕2 号）对其工程环评进行了批复。

庆阳北 750kV 变电站一期工程已于 2023 年 7 月初开工建设，目前正处于施工阶段。

3.1.3.3 本期工程

（1）建设规模

本期扩建 2 个 750kV 出线间隔至夏州变。本工程线路由西北侧间隔出线，位于自南向北第 2 和第 4 间隔（即“夏州I”、“夏州II”间隔）。本期至夏州变 2 回 750kV 出线侧分别装设 1 组 210Mvar 高压并联电抗器。本期在#2 主变低压侧装设 1 组 120Mvar 低压电容器。

（2）总平面布置及占地

变电站站址已按规划规模一次征地 12.91hm^2，其中围墙内占地 9.65hm^2。庆阳北 750kV 变电站本期扩建工程属围墙内扩建，不新增征地，在前期围墙内的预留场地进行。

（3）给排水方案

采用分流制排水，排水系统包括雨水排水系统及生活污水排水系统。前期工程已建成完善的污水分流制排水系统，本期无新增生活污水排放。本期扩建场地内的雨水经敷设在场地内的雨水口收集，通过地下雨水排水管道，排入前期已建排水系统。

（4）事故废油处理措施

主变、高抗等带油设备在事故状态下产生的事故油经事故油池隔油处理后，事故油由具备资质的单位回收，形成的油泥等危险废物交由有相应危废处理资质的单位处置，不外排。

庆阳北 750kV 变电站前期配套设有建设 1 座事故油池，容积约 125m^3。经核算原有事故油池容量可满足最大单台含油设备 100%含油量体积要求并留有裕度。本期扩建高抗的事故排油经设备下部的油坑收集，通过地下排油管道汇入前期已建的事故油池内。故本期扩建不新增事故油池。在事故状态下产生事故油由有资质的单位回收处理。

（5）与前期项目依托关系

在庆阳北 750kV 变电站一期工程设计中，已综合考虑本期夏州变两回出线及高抗设备对环境噪声的影响，通过加高围墙和围墙上加装隔声屏障的措施，使得周围环境噪声满足要求。降噪围墙及隔声屏障均在一期工程中全部安装。本期扩建工程在前期围墙和

声屏障基础上，本期工程建成后变电站厂界噪声满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类要求，即昼间 60dB（A），夜间 50dB（A）。本期工程与前期工程依托关系见下表。

表 3.1-4 庆阳北 750kV 变电站本期工程与前期工程依托关系一览表

<table>
<tr><th colspan="2">项目</th><th>内容</th></tr>
<tr><td rowspan="5">站内永久设施</td><td>进站道路</td><td>利用前期工程中建设的进站道路。</td></tr>
<tr><td>供水管线</td><td>利用前期项目中已建成的供水管网。本期扩建工程不新增用水点，不新增供水管线。</td></tr>
<tr><td>生活污水处理装置</td><td>利用前期项目中已建成的地埋式生活污水处理装置。本期不新增运行维护人员，不增加生活污水量，依托原有地埋式生活污水处理设施。</td></tr>
<tr><td>雨水排水</td><td>站区内雨水排水已在一期中建成。本期扩建场地内的雨水经敷设在场地内的雨水口收集，通过地下雨水排水管道，排入前期已建排水系统。</td></tr>
<tr><td>事故油池</td><td>前期工程已设计 1 座事故油池满足本期高抗事故排油，本期不新增。</td></tr>
<tr><td rowspan="2">施工临时设施</td><td>施工用水、用电</td><td>利用站内现有水源及电源。</td></tr>
<tr><td>施工生产生活区</td><td>庆阳北 750kV 变电站一期工程目前正处于施工阶段，本期扩建工程可利用一期站外施工生产生活区，可不再新增，最大程度减少站外新增占地。</td></tr>
<tr><td colspan="2">噪声治理措施</td><td>前期一并按规划容量考虑并实施了噪声治理措施。</td></tr>
</table>

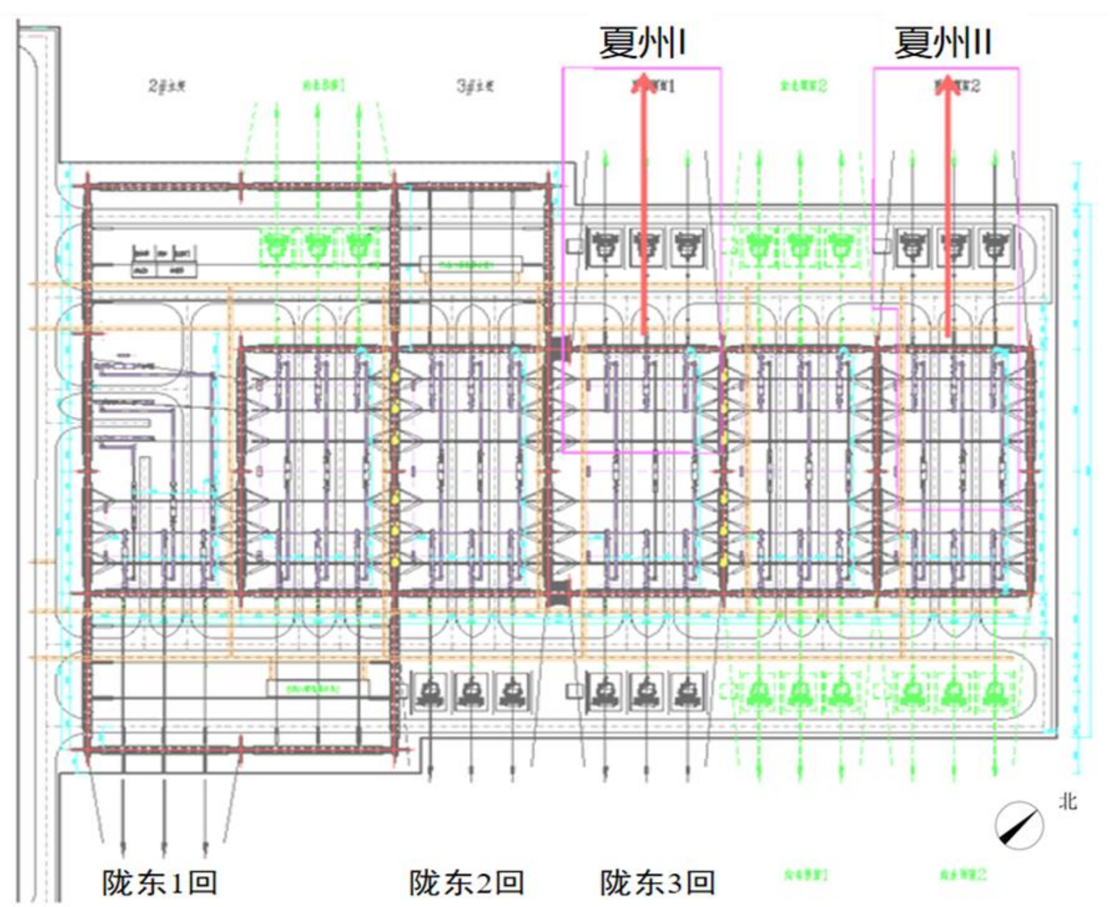


图 3.1-8　庆阳北 750kV 变电站 750kV 出线间隔布置示意图

图 3.1-9　庆阳北 750kV 变电站站址现状

3.1.4　新建夏州～庆阳北 750kV 线路工程

3.1.4.1　线路概况

夏州～庆阳北 750 千伏输变电工程起于夏州 750kV 变电站，止于庆阳北 750kV 变电站。线路涉及的行政区包括陕西省榆林市（定边县）、延安市（吴起县），甘肃省庆阳市（环县、华池县），共计 2 省 3 市 4 县。

推荐路径全长约为 2×172km，除庆阳北 750kV 变电站出线 2×2.1km 本工程两回线路分别与备用线路采用同塔双回路架设（本期单侧带电）外，其余按两个单回路架设。曲折系数为 1.16，线路沿线基本为平丘和一般山地，海拔 1100m～1830m。夏州～庆阳北 750 千伏输变电工程在各行政区内路径长度情况见下表。本工程架设情况示意图见图 3.1-10。

表 3.1-5　夏州～庆阳北 750 千伏输变电工程输电线路途经行政区域一览表

<table>
<tr><th colspan="3">行政区划</th><th>线路长度（km）</th></tr>
<tr><td rowspan="3">陕西省</td><td>榆林市</td><td>定边县</td><td>2×52</td></tr>
<tr><td>延安市</td><td>吴起县</td><td>2×47</td></tr>
<tr><td colspan="2">小计</td><td>2×99</td></tr>
<tr><td rowspan="3">甘肃省</td><td rowspan="2">庆阳市</td><td>华池县</td><td>2×26</td></tr>
<tr><td>环县</td><td>2×47</td></tr>
<tr><td colspan="2">小计</td><td>2×73</td></tr>
<tr><td colspan="3">合计</td><td>2×172</td></tr>
</table>

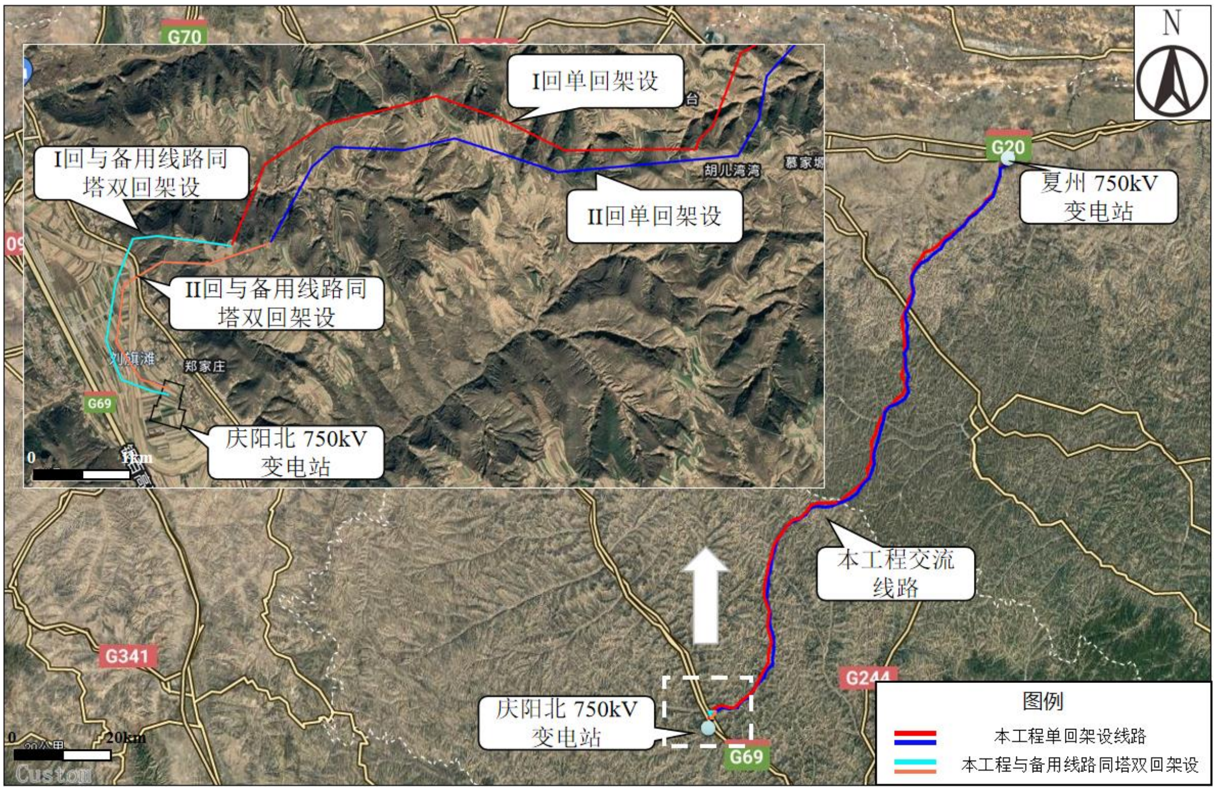


图 3.1-10 本工程线路架设情况示意图

3.1.4.2 推荐路径方案描述

输电线路途经陕西省榆林市（定边县）、延安市（吴起县），甘肃省庆阳市（环县、华池县），共计 2 省 3 市 4 县。

陕西段线路起于陕西省榆林市定边县郝滩镇附近已投运的夏州 750kV 变电站，自变电站向西出线后左转，跨过夏边双回 330kV、夏渠 330kV、夏尖 330kV 线路，线路左转进入华能一期风电场。线路穿风电场后至大沙湾村，继续下台塬地向西南，经学庄乡、黄掌、南湾、姚渠、陈梁头，在武家湾东侧左转向南，经武峁子乡的沟咀、任腰岭村、新安边镇的三里庙，在此线路跨越国道 G244、省道 S23，在高拐沟线路左转向东南，经长梁沟、董新庄、新庄湾、老庄腰岭，向东经寨子沟、张城子 村后，在东庄村北侧的山上钻过±800kV 灵绍特高压（从运行号 307#、308#、309#之间），线路继续向西南经新寨镇、庙沟镇到陕甘交界点董涧村。本段线路沿线海拔在 1350~1830m，路径长度约 2×99km。

甘肃段路径从陕甘交界点董涧村向西南走线，穿越规划的风电场后跨越姬白输油输气管道，线路继续向西南走线跨越待建的 G341 国道。线路继续向南走线，经高沟、杜家沟，线路在黄新庄附近避让了密集的房屋继续向南走线避让了白马乡张下沟饮用水水源地保护区，经阳庄、王河湾等地，线路在文家沟避让了西侧油井密集区域左转向东南

走线，经李家庄、庙沟湾、兰台、上岗等地，线路避让西侧木钵乔儿沟准水源地与油井密集区域后，在林子湾跨越 110kV 木华双回线，线路继续向南走线，在寺家附近线路小角度右转，经牛王沟、胡家庙高家庄等地，线路在南沟台东南侧±800kV 天中线 2991#小号侧和大号侧分别钻越后，在±800kV 天中线南侧平行走线约 2km 后，向西南走线，经李家塬、东山梁等地，避让曲子东沟饮用水水源保护区后向南跨越环江后，向东再次跨越环江后接入庆阳北 750kV 变电站。沿线海拔在 1100~1700m，路径长度约 2×73km。

3.1.4.3 导线和地线

（1）导线

本工程导线在庆阳北变进线档采用 JL3/G1A-630/45 钢芯高导电率铝绞线，其余均采用 JL3/G1A-400/50 钢芯高导电率铝绞线，6 分裂，分裂间距 400mm。

（2）地线

本工程线路与备用线路采用同塔双回路架设段的 2 根地线均为 OPGW 复合光缆，单回路段 1 根地线采用 OPGW 复合光缆，另一根地线采用普通地线。本工程变电站出线约 10km 范围内采用 JLB20A-150 铝包钢绞线和 OPGW-150 光缆，双回路段采用两根 OPGW-150，中间段线路采用 JLB20A-120 铝包钢绞线和 OPGW-120 光缆。

3.1.4.4 导线对地和交叉跨越距离

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

表 3.1-6 导线对地面及建筑物、树木的最小距离

序号	场　所	垂直距离（m）	净空距离（m）
1	居民区	19.5	/
2	非居民区	15.5	/
3	交通困难区	11.0	/
4	步行可达山坡	/	11.0
5	步行不可达山坡	/	8.5
6	建筑物	11.5	11.0
7	树木	8.5	8.5
8	果树、经济林木	8.5	8.5

表 3.1-7 导线对各种设施及障碍物的最小距离

序号	被跨越物名称		最小垂直距离（m）
1	标准铁路	轨顶	19.5
2	电气化铁路	轨顶	21.5
3	铁路	至承力索或接触线	7（10）
4	公路	路面	19.5
5	通航河流	至五年一遇洪水位	11.5

序号	被跨越物名称		最小垂直距离（m）
		至最高航行水位桅顶	8.0
6	不通航河流	百年一遇洪水位	8
		冬季至冰面	15.5
7	弱电线	至被跨越物	12.0
8	电力线	至被跨越物	7（12）
注：表中括号中数据为对杆顶的最小距离。			

3.1.4.5 杆塔和基础

（1）杆塔

单回路悬垂直线铁塔采用酒杯型，单回路耐张转角铁塔采用干字型，双回路铁塔采用悬垂塔鼓型，双回路耐张塔采用鼓型。

全线铁塔 660 基，其中直线塔 389 基，耐张塔 271 基。

（2）基础

结合本工程沿线地形、地质特点和水文条件，按照安全可靠、经济环保、因地制宜的原则选定本工程采用的基础型式主要有挖孔基础、直柱板式基础和灌注桩基础。

① 挖孔基础

挖孔基础是干作业成孔灌注桩的一种，采用人工或机械方式成孔，现浇基础成型的基础形式。由于开挖量较小，施工对环境破坏小，能有效保护塔基范围的自然地貌。本工程大部分塔位主要采用此种基础型式。

② 直柱板式基础

直柱板式基础是线路工程最常用的大开挖类基础型式之一。相对斜柱板式基础而言，直柱板式基础的支模和施工更为方便，可采用直地脚螺栓和高强度地脚螺栓。

本工程根据塔基所处的水环境，对黄土台塬地段的部分塔位采用直柱板式基础。

③ 灌注桩基础

灌注桩在基础作用力较大且地质条件较差的河网地区或者塘中立塔的塔位可使用。相对于其它软弱地基基础而言，具有施工方便、运行安全的特点，在遇到洪水冲刷深度大、水速高并伴有漂浮物撞击时，采用钻孔灌注桩基础可以保证铁塔安全运行。

本工程局部跨河区段对于河滩立塔的情况采用灌注桩基础方案。

3.1.4.6 重要交叉跨越

本工程交流输电线路的主要交叉跨越情况见下表。本工程交流输电线路与其他 330kV 及以上交直流输电线路交叉跨越处无电磁环境敏感目标和声环境保护目标。

表 3.1-8 本工程交流输电线路重要交叉跨越情况

<table>
<tr><td colspan="2">跨越物名称</td><td>次数</td><td>备注</td></tr>
<tr><td colspan="2">高速公路、国道</td><td>8</td><td>吴定高速（2 次）、G244 国道（2 次）、G211 国道（2 次）、G341 国道（2 次）</td></tr>
<tr><td rowspan="3">电力线（kV）</td><td>±800</td><td>4</td><td>钻越±800kV 天中线、灵绍线</td></tr>
<tr><td>750</td><td>/</td><td>/</td></tr>
<tr><td>330</td><td>4</td><td>330kV 夏边 I、II 回；330kV 夏尖线；330kV 夏渠线</td></tr>
<tr><td colspan="2">河流</td><td>5</td><td>环江、红柳河、乱石头川、北洛河</td></tr>
<tr><td colspan="4">注：330kV 夏尖线和 330kV 夏渠线为同塔双回架设。</td></tr>
</table>

3.1.4.7 与其他交流线路的并行、交叉跨越情况

受地质条件等因素限制，本工程除庆阳北 750kV 变电站出线 2×2.1km 与备用线路采用双回路架设（本期单侧带电）外，其余按两个单回路架设。对于单回架设部分，按输电线路中心对中心 100m 范围内并行段的长度约为 11.24km，线路中对中间距基本维持在 80m 左右，两条并行单回线路中间无电磁环境敏感目标和声环境保护目标。对于与备用线路同塔双回架设部分，本工程 I、II 回分别与备用线路以同塔双回的形式架线，按中心对中心 100m 范围并行段长度约为 0.71km。

本工程输电线路并行情况及交叉跨越情况见下表。

表 3.1-9 本工程与其他交流线路并行情况

<table>
<tr><td>序号</td><td>并行情况</td><td>并行线路最近中心距离（m）</td><td>并行段长度（km）</td><td>并行段行政区划</td></tr>
<tr><td>1</td><td>单回线路</td><td rowspan="2">45（变电站进出线位置）</td><td>2×11.24</td><td>陕西省榆林市定边县、延安市吴起县；甘肃省庆阳市环县、华池县；</td></tr>
<tr><td>2</td><td>与备用线路同塔双回架设</td><td>2×0.71</td><td>甘肃省庆阳市环县</td></tr>
<tr><td colspan="5">注：并行段长度指输电线路中心对中心 100m 范围内的长度。</td></tr>
</table>

表 3.1-10 本工程输电线路与其他主要输电线路的交叉跨越情况

<table>
<tr><td>序号</td><td>省份</td><td>交叉跨越线路名称</td><td>电压等级</td><td>交叉跨越次数</td><td>跨越地点</td></tr>
<tr><td>1</td><td rowspan="4">陕西省</td><td>±800kV 灵绍线</td><td>±800kV</td><td>2 次</td><td>延安市吴起县吴起镇</td></tr>
<tr><td>2</td><td>330kV 夏边 I、II 回</td><td>330kV</td><td>4 次</td><td>榆林市定边县郝滩镇</td></tr>
<tr><td>3</td><td>330kV 夏尖线</td><td>330kV</td><td>2 次</td><td>榆林市定边县郝滩镇</td></tr>
<tr><td>4</td><td>330kV 夏渠线</td><td>330kV</td><td>2 次</td><td>榆林市定边县郝滩镇</td></tr>
<tr><td>5</td><td>甘肃省</td><td>±800kV 天中线</td><td>±800kV</td><td>2 次</td><td>庆阳市曲子镇</td></tr>
<tr><td colspan="6">注：
1、330kV 夏尖线和 330kV 夏渠线为同塔双回架设。
2、跨越次数按两条单回线分别计列。</td></tr>
</table>

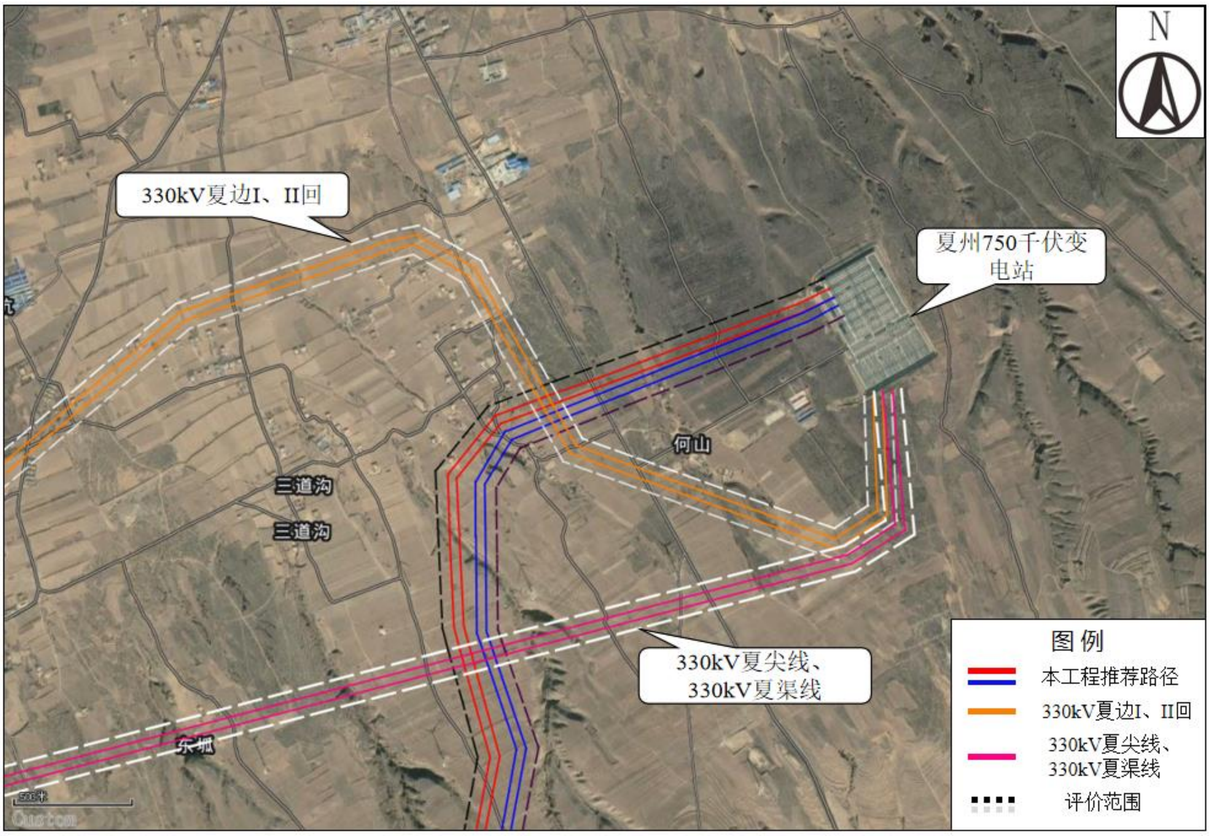


图 3.1-11　本项目与 330kV 同塔双回输电线路交叉跨越点情况

3.2　工程占地及土方

3.2.1　工程占地

本工程占地包括永久占地和临时占地，永久占地包括变电站间隔扩建区、输电线路塔基区等；临时占地包括输电线路塔基施工场地、牵张场、跨越施工场地和施工道路区等。本工程占地总面积为 210.85hm^2，其中永久占地 28.40hm^2，临时占地 182.45hm^2。按行政区统计，陕西省境内占地 129.07hm^2（永久占地 16.71hm^2，临时占地 112.36hm^2），甘肃省境内占地 81.78hm^2（永久占地 11.69hm^2，临时占地 70.09hm^2）。本工程占地面积汇总见下表。

表 3.2-1　本工程占地面积汇总表 单位：hm^2

项目分区		永久占地	临时占地	合计
夏州变	间隔扩建	0.38	/	0.38
庆阳北变	间隔扩建	0.85	/	0.85
小计		1.23	/	1.23
输电线路	塔基及施工场地	27.17	67.04	94.21
	牵张场	/	11.84	11.84
	跨越施工场地	/	5.92	5.92
	施工道路	/	97.65	97.65
	小计	27.17	182.45	209.62
合计		28.40	182.45	210.85
注：夏州变、庆北变站本期扩建工程属围墙内扩建，不新增征地，在前期围墙内的预留场地进行。				

3.2.2　工程土石方

本工程总挖方 29.01 万 m^3，总填方 28.71 万 m^3，余方 0.30 万 m^3，运至郝滩村生活垃圾填埋场作为垃圾表层覆土，进行综合利用。经核算，主体计列的土石方量既能满足基础施工需求，又可做到土石方平衡。本工程土石方平衡情况见表 3.2-2。

夏州 750kV 变电站间隔扩建工程，挖方 0.82 万 m^3，填方 0.52 万 m^3，产生的基槽余土约 0.30 万 m^3，全部进行综合利用。

庆阳北 750kV 变电站间隔扩建工程，挖方 0.65 万 m^3，填方 0.65 万 m^3，无弃土。

输电线路工程总挖方 27.54 万 m^3，总填方 27.54 万 m^3。输电线路挖方主要来源于塔基基坑和施工基面的开挖、填筑、牵张场地平整、道路平整及其临时排水沟开挖等。

表 3.2-2　本工程土石方平衡情况表　单位：万 m^3

地形地貌	项目组成		开挖量			回填量			调入	调出	借方	余方
			表土	土石方	小计	表土	土石方	小计				
黄土台塬区	夏州变	间隔扩建	/	0.82	0.82	/	0.52	0.52	/	/	/	0.30
	庆北变	间隔扩建	/	0.65	0.65	/	0.65	0.65	/	/	/	/
	输电线路	塔基及施工场地	0.73	1.82	2.55	0.73	1.82	2.55	/	/	/	/
		牵张场	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
		跨越施工场地	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
		施工道路	/	/	0.00	0.00	/	0.00	/	/	/	/
		小计	0.73	1.82	2.55	0.73	1.82	2.55	/	/	/	/
	合计		0.73	3.29	4.02	0.73	2.99	3.72	/	/	/	0.30
黄土丘陵区	输电线路	塔基及施工场地	0.57	18.91	19.48	0.57	18.91	19.48	/	/	/	/
		牵张场	/	2.52	2.52	/	2.52	2.52	/	/	/	/
		跨越施工场地	/	/	/	/	/	0.00	/	/	/	/
		施工道路	1.26	1.73	2.99	1.26	1.73	2.99	/	/	/	/
	合计		1.83	23.16	24.99	1.83	23.16	24.99	/	/	/	0.30
总计			2.56	26.45	29.01	2.56	26.15	28.71	/	/	/	/

注：余方 0.30 万 m^3，运至郝滩村生活垃圾填埋场作为垃圾表层覆土，进行综合利用。已取得余土综合利用协议。

3.3　工艺和方法

3.3.1　施工组织

（1）变电站

1）交通运输

两个变电站所在区域交通较为方便，所需大宗货物及设备可经过铁路、高速公路、省道、县道、乡镇道路及本工程进站道路运抵站址。

2）施工场地布置

夏州变间隔扩建工程施工场地可充分利用站内空地灵活布置，站外不新增施工场地。

庆阳北 750kV 变电站一期工程目前正处于施工阶段，本期扩建工程可利用一期站外施工生产生活区，可不再新增，最大程度减少站外新增占地。

3）建筑材料

变电站建设所需建筑材料在当地购买。

4）施工力能

对于夏州变间隔扩建工程的施工用水及施工用电均可从站内引接，站外无工程量。

庆阳北 750kV 变电站一期工程目前正处于施工阶段，本期扩建工程可利用一期施工用水及施工用电。

（2）750kV 交流输电线路

1）交通运输

线型工程对外交通主要解决建筑材料和牵引张拉设备等运输问题。本工程大型设备运输尽量利用项目沿线已有的等级公路。当现有道路不能满足运输要求时，需开辟新的简易施工道路。

因本工程为两条单回路并行段，因此可依据实际交通条件共用施工道路。项目区沿线可利用乡村公路、梁峁间的乡村道路等。

2）施工场地布置

①塔基区、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，塔基区仅限于塔基基础施工以及杆塔架设的临时堆放场地和施工场地占地范围内。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。

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。

本工程线路塔位多定位在较空旷的区域，为满足牵引机、张力机工作，本工程根据沿线实际情况及转角情况设置牵张场地。

③临时跨越场地

输电线路跨道路、各等级电力线路等设施需要搭设跨越架。平均每处跨越架临时占地面积约 400m^2，交叉跨越角尽量接近 90°，以减少临时占地的面积，跨越场地一般位于较平缓区域，型式为钢架或竹木塔架。

④施工营地

线路塔基较分散，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。

⑤材料站

根据沿线的交通情况，拟租用已有库房、场地或村民自建房屋作为材料站，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。

3）建筑材料

输电线路施工建材均由供货方运至现场。

4）施工能力

输电线路施工过程中可采用自备小型柴油发电机提供施工电源。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，通常采用水车就近输送水源来满足施工用水。通讯设施均依托项目所在区域附近已有的城市通讯设施，通常采用无线电通信方式。

3.3.2 施工工艺和方法

（1）扩建变电站施工工艺

扩建变电站在施工期主要包括施工准备、基础开挖、土建施工、设备安装调试等环节，主要环境影响为基础开挖产生的噪声、扬尘及调试安装产生的安装噪声等。变电站施工工艺及产污环节见图 3.3-1。

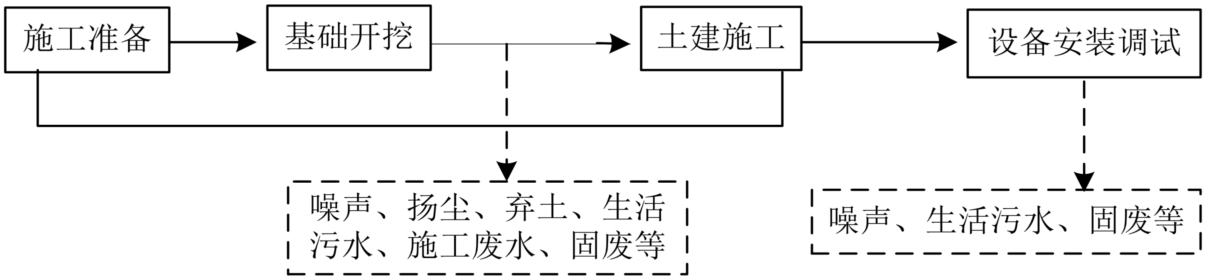


图 3.3-1 扩建变电站施工工艺及产污环节

（2）一般线路工程施工工艺

输电线路施工主要包括施工准备、基础施工、铁塔组立及架线等环节。输电线路施工工艺及产污环节见图 3.3-2。

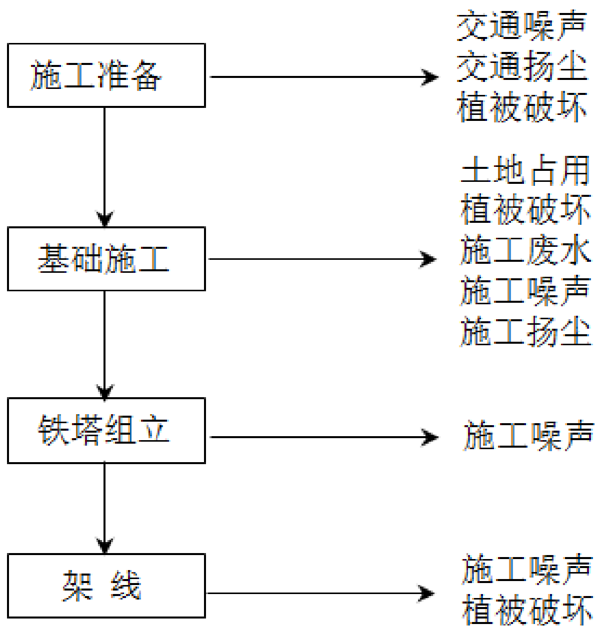


图 3.3-2 输电线路施工工艺及产污环节

① 施工准备

施工准备阶段主要进行施工备料及施工道路的建设。材料运输将充分利用现有道路，如无道路可以利用时将新修施工便道。便道施工将对地表产生扰动、破坏植被。新修施工便道依据地形采用机械与人工相结合的施工方法，对临时堆土做好挡护和苫盖。

② 基础施工

基础施工主要有人工开挖、机械开挖两种，剥离的表土单独堆放，并采取相应防护措施。开挖的土石方就近堆放，并采取临时防护措施。塔基基础开挖完毕后，采用汽车、人力把塔基基础浇注所需的钢材、水泥、砂石等运到塔基施工区进行基础浇注、养护。

线路施工要尽量减小开挖范围，减少破坏原地貌面积。地质比较稳定的塔位，基础底板尽量采用以土代模的施工方法，减少土石方的开挖量。

基坑开挖尽量保持坑壁成型完好。根据铁塔配置情况，结合现场实际地形进行挖方作业。基础施工中应尽量缩短基坑暴露时间，及时浇注基础，同时做好基面及基坑的排水工作。基础拆模后，回填土按要求进行分层夯实，并清除掺杂的草等杂物。

基坑开挖及基础施工工艺见图 3.3-3、图 3.3-4。

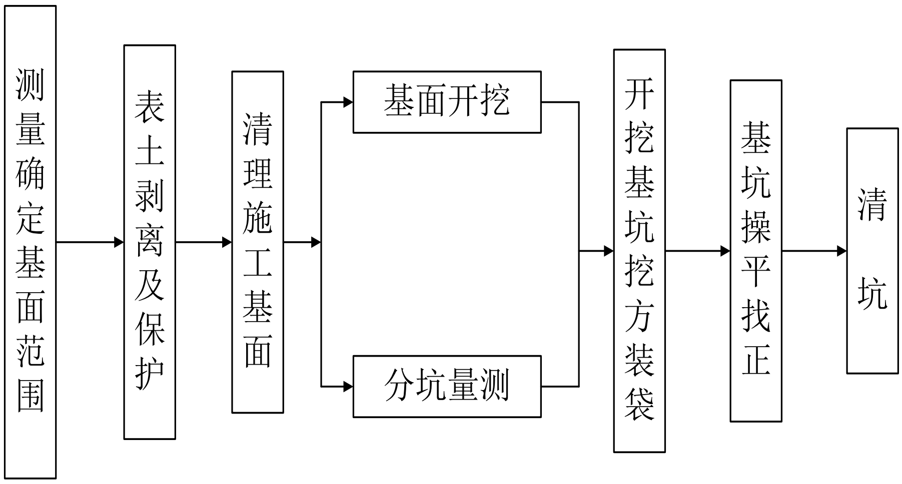


图 3.3-3　基坑开挖施工工艺流程图

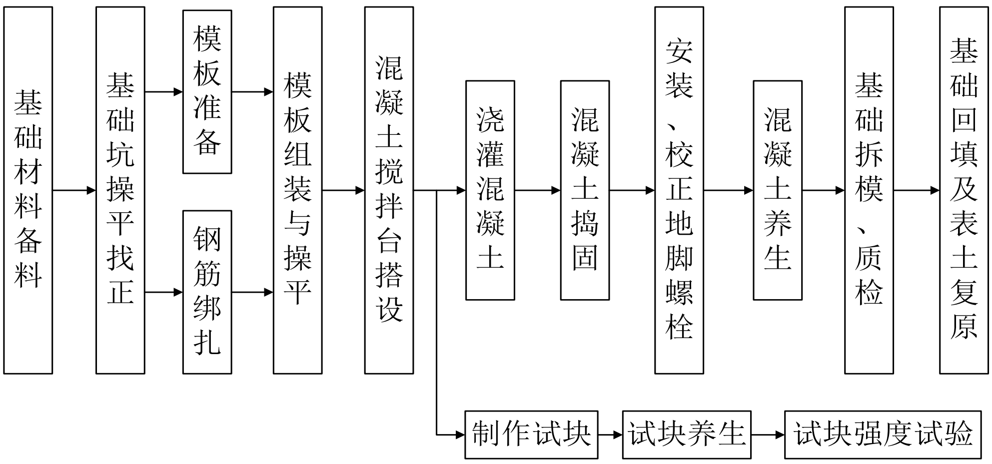


图 3.3-4　基础施工工艺流程图

③ 铁塔组立

根据铁塔结构特点，采用悬浮摇臂抱杆分解、吊车组装方式组立，见图 3.3-5。

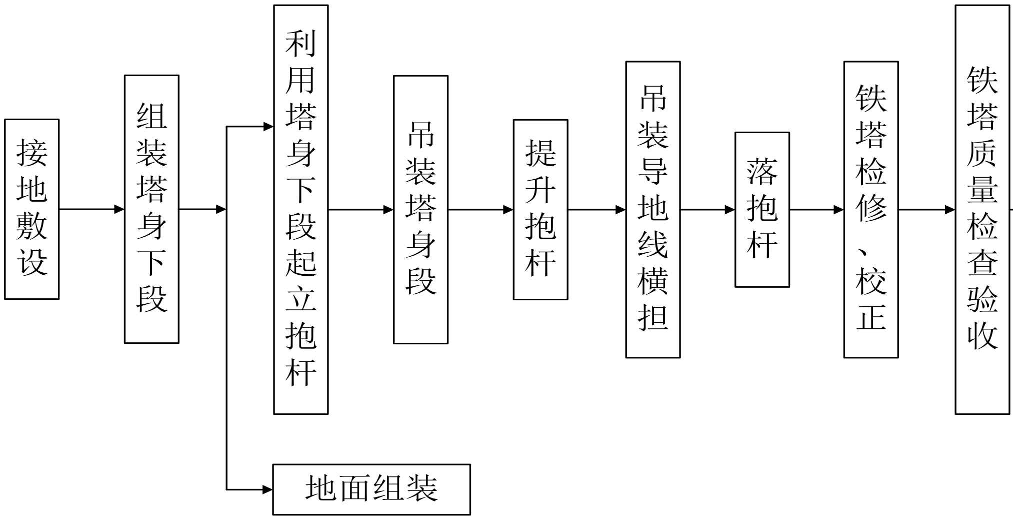


图 3.3-5 铁塔组立接地施工工艺流程图

④ 架线及附件安装

本线路工程设置牵张场，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。架线施工工艺流程详见图 3.3-6。

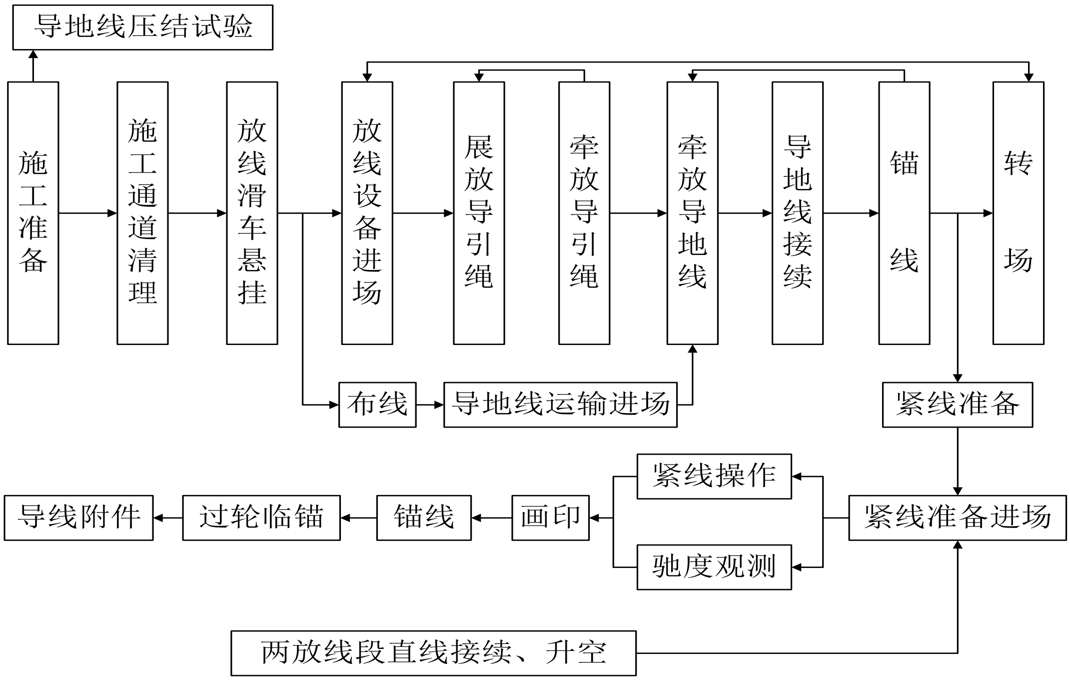


图 3.3-6 架线施工流程图

⑤ 牵张场建设

牵张场施工采用人工整平，以满足牵引机、张力机放置要求为原则，尽量减少土石方挖填量和地表扰动面积，对临时堆土做好挡护及苫盖。

3.4 主要经济技术指标

本工程静态投资总计 184208 万元，其中夏州 750kV 变电站扩建工程静态投资 12108 万元，庆阳北 750kV 变电站扩建工程静态投资 13103 万元，夏州～庆阳北双回 750kV 线路工程静态投资 158997 万元。其中，环保投资总计 1448.7 万元，环保投资占工程总投资的 0.78%。

本工程计划于 2023 年 10 月开工，2024 年 12 月建成投运，建设周期约 15 个月。

3.5 选址选线环境合理性分析

3.5.1 选址选线合理性

3.5.1.1 750kV 变电站

夏州变间隔扩建工程在原有站区内预留场地扩建，站址合理性已在前期工程环评中予以充分论述，一期工程已过竣工环保验收。

庆阳北变间隔扩建工程在原有站区内预留场地扩建，站址合理性已在前期工程环评中予以充分论述，工程目前正在进行施工。

变电站选址符合生态保护红线管控要求，选址按终期规模综合考虑了进出线走廊规划，进出线不涉及自然保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区。站址不位于 0 类声环境功能区，变电站选址合理可行。

3.5.1.2 交流输电线路

3.5.1.2.1 交流输电线路选择和优化原则

本工程线路路径方案，根据电力系统总体规划设计的要求，结合地方城市规划及建设情况，沿线自然保护及文物保护情况，军事设施及通信设施的布置情况、林业、矿产、水文及地质、交通及沿线污秽等情况，统筹兼顾，相互协调，按下述原则进行选择。

1）尽可能减少路径长度并靠近现有公路，方便施工运行；

2）避开林区、自然保护区、文物保护区及世界自然遗产；

3）尽量避开和缩短重污秽区段，提高线路可靠性、降低建设投资；

4）充分考虑沿线地质、水文条件及地形对线路可靠性及经济性的影响，控制高海拔、重冰区线路长度，避开不良地质地带；

5）应尽量避免从矿区、采空区通过，减少压矿，为线路安全运行创造条件；

6）在路径选择中，充分体现以人为本、保护环境的意识，尽量避免大面积拆迁民房；

7）综合协调本线路与沿线已建、在建、拟建送电线路、公路、铁路及其它设施之间的矛盾；

8）充分征求沿线政府的意见，综合协调本线路路径与沿线已建线路、规划线路及其它设施的矛盾，统筹考虑线路路径方案；

9）尽量利用省、市分界地区，城镇、乡镇之间结合部，利用率较低的土地；

10）针对本工程跨越铁路、高速公路、国道及电力线较多的特点，应尽量选好交叉跨越点，在保证线路运行安全可靠的前提下，力求减少工程投资；跨越标准轨距铁路、高速公路等重要设施时，应注意跨越点的选择，为施工、运行创造条件，并且采用独立耐张段跨越。

3.5.1.2.2 路径方案比选

夏州～庆阳北 750kV 线路工程，起于陕西省榆林市定边县的夏州 750kV 变电站，止于甘肃省庆阳市环县的庆阳北 750kV 变电站，线路途经定边、吴起、华池、环县，线路整体呈东北-西南走向。夏州 750kV 变电站和庆阳北 750kV 变电站站址位置均已确定。

根据设计提资，本工程选线区域受地质条件及破碎地形影响，若采用双回线同塔架设铁塔高度增高，相应基础开挖深度比单回路深。此外，鉴于两回线路同塔架设的情况，一旦出现倒塔或者掉线事故，将影响陕甘两省间电力输送。同时作为陕西电网向陇东~山东特高压直流工程送电的重要支撑，一旦出现倒塔或者掉线事故也将影响甘肃陇东能源基地煤电、新能源开发外送需要对大规模新能源电力送出的需要。因此为避免上述影响，本工程采用两条单回路架设，对两回线采用差异化设计保证运维安全，避免两回线同时倒塔或者掉线，同时也降低基础深挖对生态环境带来的影响。

本工程输电线路可研设计阶段，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、避让重要的环境敏感区、重要矿产资源等多种限制因素的基础上，在保证工程的经济社会效益、系统运行安全的前提下，尽量依托地形条件与现有的长距离高等级输电线路并行走廊，提出了西、中、东三个路径方案。

1、陕西段

本工程路径方案沿线地形复杂，陕西段路径以山地为主。影响陕西段线路走线主要因素有：风电场、油气井和山区道路，定边、吴起两县分布最广的是风电场、油气井，另外在吴起县境内山大沟深，地形条件差，农民居住分散，道路以土路为主，雨天无法通行，为避让油气井以及分散的民房窑洞等，根据现场踏勘及收资情况，可研阶段在预可研东西方案的基础上选定了西、中、东三个路径方案。

表 3.5-1 陕西段西、中、东方案比较

序号	路径方案 比较项目	西方案	中方案 （推荐方案）	东方案
1	线路长度（km）	2×106	2×99	2×100
2	地形比例	平地 23%，山地 77%	丘陵 19%，山地 81%	丘陵 23%，山地 77%
3	交通条件	从夏州变至武家湾段为沥青道路，长度约 39.0km，剩余地段基本为石油部门修的土路，交通条件总体优于东方案。	从夏州变至学庄乡湾段为沥青道路，长度约 25.0km，剩余地段基本为石油部门修的土路，交通条件与东方案基本相同。	丘陵段以村村通沥青路为主，山区段除有一条从胡尖山至吴仓堡的沥青路作为主要道路外，其它上山道路都是石油部门修的土路可利用，但是雨天无法通行，交通条件一般。
4	海拔高程（m）	1400m～1730m	1400m～1800m	1350m～1830m
5	基本风速（m/s）	风 27m/s	风 27m/s	风 27m/s
6	覆冰厚度（mm）	冰 10mm	冰 10mm	冰 10mm
7	交叉跨越情况	跨越 35kV 及以上线路相对较少。	跨越 35kV 及以上线路相对较少。	跨越 35kV 及以上线路相对较多。
8	涉及生态敏感区情况	穿越生态红线约 30km	两次一档跨越生态红线	穿越生态红线约 20km
9	推荐方案	/	推荐	/

2、甘肃段

甘肃段线路沿线大部分为山地，在庆北变出口有少量为平丘地。影响线路走线主要因素有：中石油长庆集团油井密集区域、饮用水水源保护区、±800kV 天中线钻越点、油气管道、居民集中区、城乡规划区等，根据现场踏勘、收资情况，并结合陕西段路径方案，本工程在甘肃段初选了西、中、东三个路径方案。

表 3.5-2　甘肃段西、中、东方案比较

序号	路径方案 比较项目	西方案	中方案 （推荐方案）	东方案
1	线路长度（km）	2×69	2×73	2×70
2	地形比例	平地 2%、一般山地 98%	平地 2%、一般山地 98%	平地 2%、一般山地 98%
3	交通条件	沿线有塬上分布的乡村道路和采油输油所修筑的土路可利用，交通条件一般。	沿线有塬上分布的乡村道路和采油输油所修筑的土路可利用，交通条件较好。	沿线有塬上分布的乡村道路和采油输油所修筑的土路可利用，交通条件一般。
4	海拔高程（m）	海拔 1150m～1650m	海拔 1150m～1700m	海拔 1150m～1680m
5	基本风速（m/s）	27 m/s	27 m/s	27 m/s
6	覆冰厚度（mm）	10mm	10mm	10mm
7	交叉跨越情况	钻越±800kV 天中线 2 次，跨越环江 4 次，跨越 110kV 木阜线 2 次，110kV 木华双回线 2 次，国道 2 次，地埋油气管线相对稀疏，交叉跨越较少。	钻越±800kV 天中线 2 次，跨越环江 4 次，跨越 110kV 木阜线 2 次，110kV 木华双回线 2 次，国道 2 次，地埋油气管线相对稀疏，交叉跨越较少。	钻越±800kV 天中线 2 次，跨越环江 4 次，跨越 110kV 木阜线 2 次，110kV 木华双回线 2 次，国道 2 次，地埋油气管线较为密集，交叉跨越众多。
8	山地段塔位情况	地形相对较好。	地形相对较好。	线路在白马川附近地形较为破碎，塔位选择较为困难。且油气管线密集，塔位选择较为困难。
9	其他	鉴于陕西段路径受生态红线影响，当地政府暂不同意陕西段西方案	/	/
10	推荐方案	/	推荐	/

（1）从技术经济角度

陕西段在综合考虑沿线地质地貌、水文水利、气象、污秽、矿产分布、电力设施、通讯设施、工业设施、交通状况、城建规划等相关情况，选定了东、中、西三个路径方案。从线路长度考虑，东、中方案线路长度短，西方案相对较长。中方案交通条件相对较好，跨越 35kV 及以上线路相对较少。

甘肃境内西方案线路长度较短，油井分布相对稀少，油气管线相对稀疏，走线相对流畅，地形条件较好，但西方案陕西段穿越生态红线，依据当地政府意见，暂不同意西方案。东方案路径在白马乡、怀安乡、元城镇一带油井分布众多、油气管线密集，线路穿行在油井之间。该区域油井属于长庆油田采油十厂，经与其接洽收资，沿线油气管线基本沿山梁中间走线，线路避让很困难，线路实施难度非常大。鉴于上述原因，路径选择采取尽量避让油井密集地段的原则。中方案线路长度最长，但油井分布相对稀少，油气管线相对稀疏，走线相对流畅，地形条件较好。中方案沿线途经油井及油气管线。

经综合考虑，从技术经济的角度，陕西段、甘肃段均推荐采用中方案。

（2）从环境保护角度

陕西段东方案首端穿越定边县生态红线约 30km，西方案在末端穿越生态红线约 20km，中方案以两次一档跨越的形式通过生态红线，对区域生态红线影响较小。同时陕西段、甘肃段中方案均已避让各类自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区，对生态环境影响更小。

因此，从环境保护的角度，推荐采用中方案。

3.5.2 与地方城乡规划的相符性分析

本工程在变电站前期选址、本工程线路选线阶段，已充分征求所涉地区地方政府及规划等部门的意见，对路径进行了优化，避开了城镇发展区域，不影响当地土地利用规划和城乡发展规划；同时尽量避开了居民集中区、国家公园、自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区、世界文化遗产地等环境保护目标，以减少对所涉地区的环境影响。在可研阶段，本工程已取得工程所在地自然资源等规划管理部门对本工程选线的原则性同意意见，与工程沿线区域的城乡规划不相冲突。相关协议文件内容详见表 3.5-3。

表 3.5-3 本工程协议情况一览表

序号	协议文件出具单位	协议意见和要求	对意见的落实情况
1	庆阳市自然资源局	原则同意。 1、路径方案路线不占用划定的生态保护红线和城镇开发边界范围，线路路径不得穿越生态保护红线应按规定办理准入手续； 2、对于涉及的油气矿权建议建设主体与油田单位协商签订互不影响协议； 3、涉及的煤碳矿产地成果建议项目建设主体委托有资质单位编制建设项目压覆重要矿产资源评估报告，提交省厅审核备案。	1、经路径核查，本工程庆阳段线路不涉及生态保护红线和城镇开发边界。工程已取得庆阳市用地预审与选址意见书； 2、建设主体与油田单位的协议正在协商中； 3、项目压覆重要矿产资源评估报告正在办理中。
2	庆阳市林业和草原局	1、我局原则同意所选中方案路径。 2、项目建设不涉及自然保护区、森林公园、沙化封禁区和风景名胜区，若占用林地和草地的需要提前办理林地和草地使用审批手续，否则将依法追究责任。 3、在工程建设过程中，如涉及砍伐树木，建设单位应按照国家或地方有关政策规定办理相关手续。	1、本工程林地和草地使用审批手续正在办理中； 2、本工程目前正在进行初步设计，工程建设如涉及砍伐树木，将按照国家或地方有关政策规定提前办理相关手续。
3	华池县自然资源局	原则同意。 1、该项目工程线路选址应尽量避免少占或不占耕地，严禁占用永久基本农田，项目选址确实难以避让的，项目立项前需报省级自然资源部门进行用地预审。项目用地涉及农地转用的需办理建设用地审批手续。 2、该项目工程线路选址不在自然保护区范围内，不在国家和省级森林公园，如占用林地和草地应严格按照程序办理使用林地审批手续，在未办理审批手续之前不得开工建设。 3、根据《甘肃省人民政府办公厅转省发改委关于加强甘肃电网发展若干意见的通知》（甘政办发〔2009〕86 号）和《甘肃电网发展若干意见的通知》（甘政办发〔2009〕86 号）和《甘肃省国土资源厅关于明确省内电网建设项目用地预审有关事宜的函》（甘国土资规划函〔2017〕18 号）相关要求，所涉及输电线路的无需办理压覆矿审查，但若建设变电站，仍需办理压覆矿审查，实行自然资源局主管部门逐级审查上报（县一市一省），最终由省自然资源厅出具审查意见。 4、该项目工程线路选址不在生态保护红线和城镇规划区范围内。在工程建设过程中，如涉及房屋拆迁、征地补偿、砍伐树木等，建设单位应按国家或地方有关政策规定办理相关手续。	1、本项目线路选线已最大程度优化路线方案，尽量少占或者不占用一般耕地和永久基本农田，且已取得庆阳市用地预审与选址意见书； 2、本工程目前正在进行初步设计，工程建设如涉及砍伐树木，将按照国家或地方有关政策规定提前办理相关手续； 3、本工程涉及变电站为间隔扩建工程，均为原围墙内扩建，不涉及新建变电站工程； 4、本工程目前正在进行初步设计，工程建设若涉及房屋拆迁、征地补偿、砍伐树木等，建设单位将按国家或地方有关政策规定办理相关手续。
4	环县自然资源局	1、该项目路线不占目前划定的生态保护红线和城镇开发边界范围，线路路径不得穿越乡镇和村庄规划确定的集中建设区域，不得穿越村庄居住区、公共服务	1、本项工程不涉及穿越乡镇和村庄规划确定的集中建设区域，未穿越村庄居住区、公共服务和基础设

序号	协议文件出具单位	协议意见和要求	对意见的落实情况
		和基础设施及重大项目用地范围。 2、路径方案应符合节约集约用地的原则，不占或少占耕地，不得占用永久基本农田。 3、该项目坐标范围内已设置曲子镇地热资源和长庆油田二厂油气矿业权。 4、根据《建设项目使用林地审核审批管理办法》（国家林业局第 35 号令）和《草原征占用审核审批管理规范》之规定取弃土场不得使用II级保护林地中的有林地，若需占用基本草原，项目必须取得省级人民政府及其有关部门以上的立项批复文件；对占用的林草地应在项目开工前及时办理使用林草地手续，林草地手续未批，不得开工建设，施工完毕后应及时恢复植被和生产条件。	施及重大项目用地范围； 2、本项目线路选线已最大程度优化路线方案，尽量少占或者不占用一般耕地和永久基本农田，且已取得庆阳市用地预审与选址意见书； 3、本工程已取得已取得庆阳市用地预审与选址意见书，相关内容已在办理工程中进行论证。 4、本工程目前正在进行初步设计，工程建设前将按照国家或地方有关政策规定提前办理相关占用手续；本工程核准目前正在办理中。本环评已对临时占地提出施工结束后及时恢复至原有土地用能的要求，工程设计已将植被恢复纳入预算中。
5	定边县自然资源和规划局	原则同意国家电网有限公司西北分部夏州~庆阳北 750 千伏输变电工程线路路径走向。	/
6	吴起县自然资源局	经审查该项目选址穿越吴起县境内，属输变电工程，你公司要按照国土空间规划的要求，固定建筑选址在允许建设区内，输电塔基不得占用生态红线、不得压占文物保护线、不得占用耕地、基本农田和永久基本农田储备区。我局原则同意该项目初步选址线路，待项目正式批复实施后，项目建设微观选址报我局审查，在未取得相关用地手续时，不得开工建设。该文件不作为项目用地的正式文件，有效期二年。	本工程选线过程中已按国土空间规划的要求在在允许建设区内；本工程塔基不涉及生态红线、不压占文物保护线，已尽量少占或者不占用一般耕地、基本农田和永久基本农田储备区。

3.5.3 与生态保护红线相关政策的相符性分析

按照《全国国土空间规划纲要（2021-2035 年）》确定的耕地和永久基本农田保护红线任务和《全国“三区三线”划定规则》，本工程全线涉及的陕西省和甘肃省均已完成“三区三线”划定工作，本次论述按照“三区三线”成果进行分析。本工程在甘肃省不涉及生态保护红线，在陕西省延安市吴起县两次一档跨越生态保护红线。

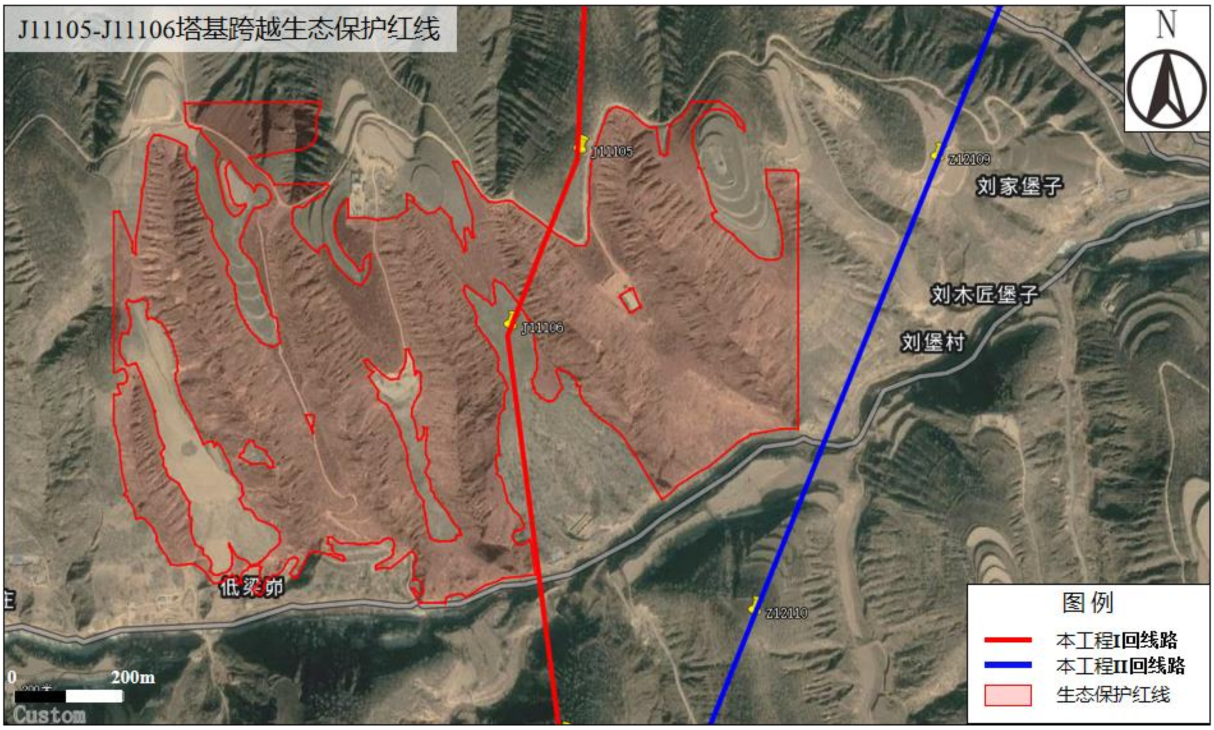
3.5.3.1 线路一档跨越陕西省生态保护红线的不可避让分析

（1）生态保护红线概况

本工程在陕西省涉及延安市吴起县部分生态保护红线，为黄土丘陵沟壑水土流失防控生态保护红线。

（2）本工程与生态保护红线的位置关系

本线路在陕西省延安市吴起县两次一档跨越黄土丘陵沟壑水土流失防控生态保护红线，跨越段线路长度分别为 0.19km 和 0.16km。本工程与陕西省生态保护红线的相对位置关系如下图所示。



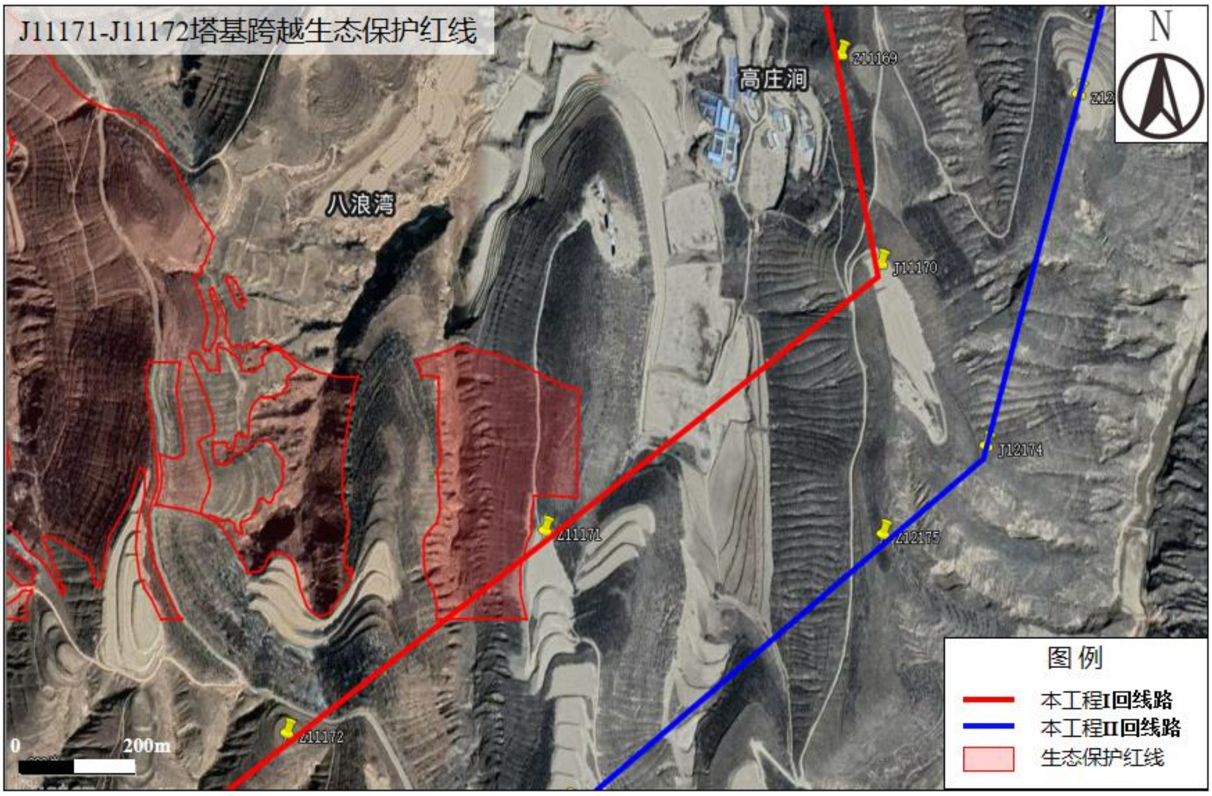


图 3.5-1　本工程输电线路与陕西省生态保护红线位置关系示意图

表 3.5-4　本工程输电线路穿越陕西省生态保护红线长度

属地	名称	类型	跨越长度（km）
陕西省延安市吴起县	黄土丘陵沟壑水土流失防控生态保护红线	水土流失	0.19
			0.16
总计长度			0.35

（3）路径不可避让性分析

由于吴起县属黄土高原梁状丘陵沟壑区，不良地质区域多，同时受到油气井、居民集中区、生态保护红线等因素的制约，线路选线困难。根据设计提资，若采用双回线同塔架设形式避让生态红线，铁塔高度增高，相应基础开挖深度比单回路深。受选线区域地质条件及大量油气井和配套的地下密集输油管线，不满足工程设计安全要求。本工程为两条单回线路，线路在行至塔号 J11105-J11106 号塔及 Z11171-Z11172 号塔附近时，生态红线呈东西分布，同时两回线路中间以及东南侧均存在众多油井，线路只能在两侧油井及密集输油管线的可利用区域根据地形向西南走线。受限于线路与油井、密集输油管线、两回线路间的距离要求，本工程线路无法从生态红线的东西两侧绕行，难以避让。针对两段段线路周边设施和敏感区分布情况，选定了东、西两个局部比选方案。对比分析如下：

1、J11105-J11106 号塔局部比选方案

1）西方案（推荐方案）

线路在此区域周边分布有大量油气井及配套的大量密集输油管线、居民集中区等制约线路选线因素。自西向东造成约 4 公里的选线障碍，自北向南造成约 10 公里的选线障碍。

设计选线过程中为考虑输电线路与输油管线安全距离，同时避让居民集中区，并综合考虑此区域地形、地质条件，其中一回线路不可避让的涉及生态保护红线区域。本工程采用一档跨越形式通过生态保护红线，以减小对生态保护红线的影响。东方案与西方案相比，跨越障碍物多，拆迁房屋数量过大且不利于线路安全稳定运行。因此，推荐西方案为本段路径推荐方案。

2）东方案（比选方案）

两回线路向东南走线避让生态红线，因地形限制、油气井及配套的大量密集输油管线，左回线路不得不跨越居民集中区，拆迁费用过高且不利于线路安全稳定运行。

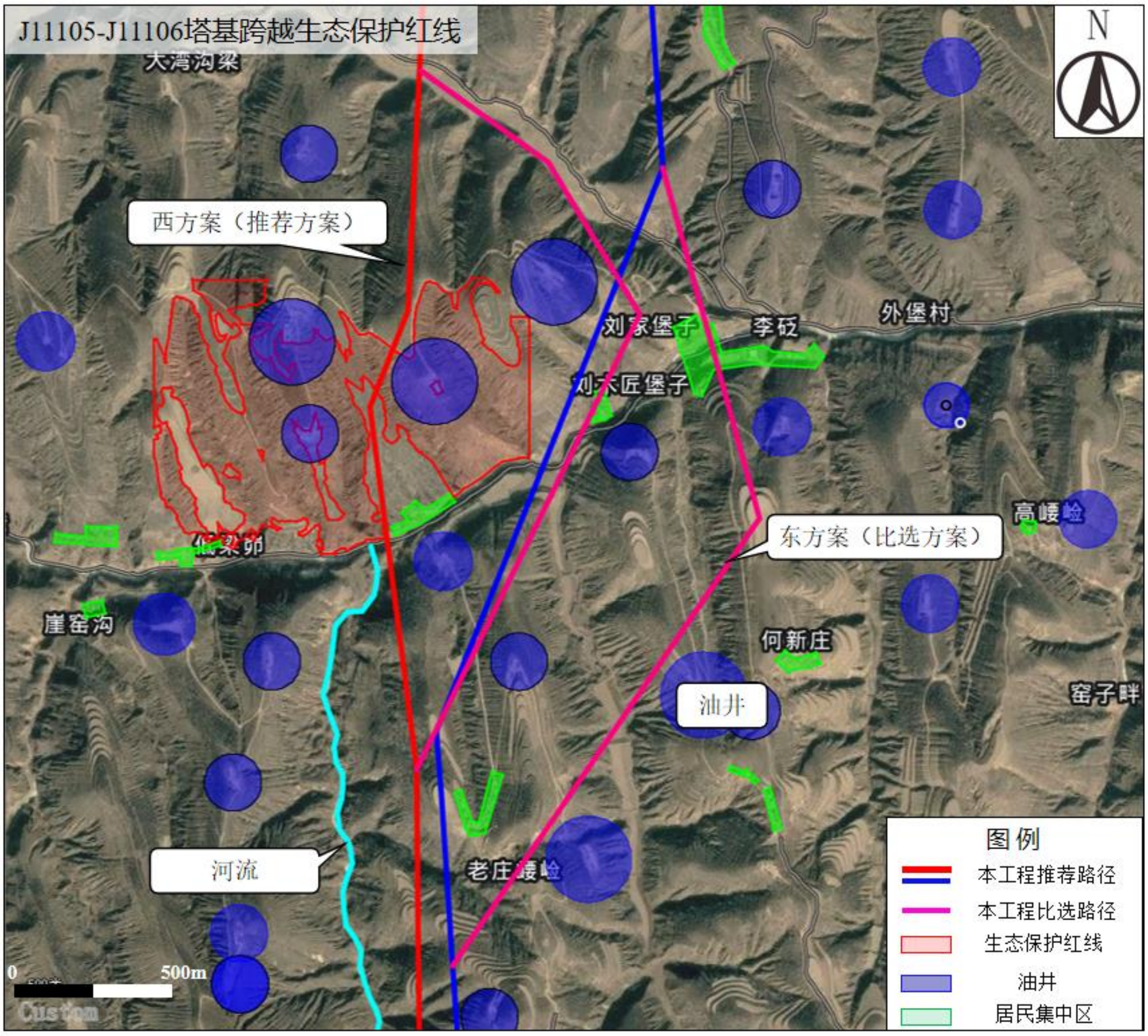


图 3.5-2 本工程一档跨越陕西省延安市吴起县生态保护红线段障碍物信息及方案比选图

2、Z11171-Z11172 号塔局部比选方案

1）西方案（推荐方案）

线路在此区域周边分布有大量油气井及配套的大量密集输油管线、居民集中区等制约线路选线因素。自西向东造成约 3 公里的选线障碍，自北向南造成约 5 公里的选线障碍。

设计选线过程中为考虑输电线路与输油管线安全距离，同时避让居民集中区，并综合考虑此区域地形、地质条件，其中一回线路不可避让的涉及生态保护红线区域。本工程采用一档跨越形式通过生态保护红线，以减小对生态保护红线的影响。因此，推荐西方案为本段路径推荐方案。

2）东方案（比选方案）

两回线路向东南走线避让生态红线。受地形、油气井及配套的大量密集输油管线的限制，东方案（比选方案）左侧I回线路不得不进入油气井的禁止建设区，不利于线路

安全稳定运行。

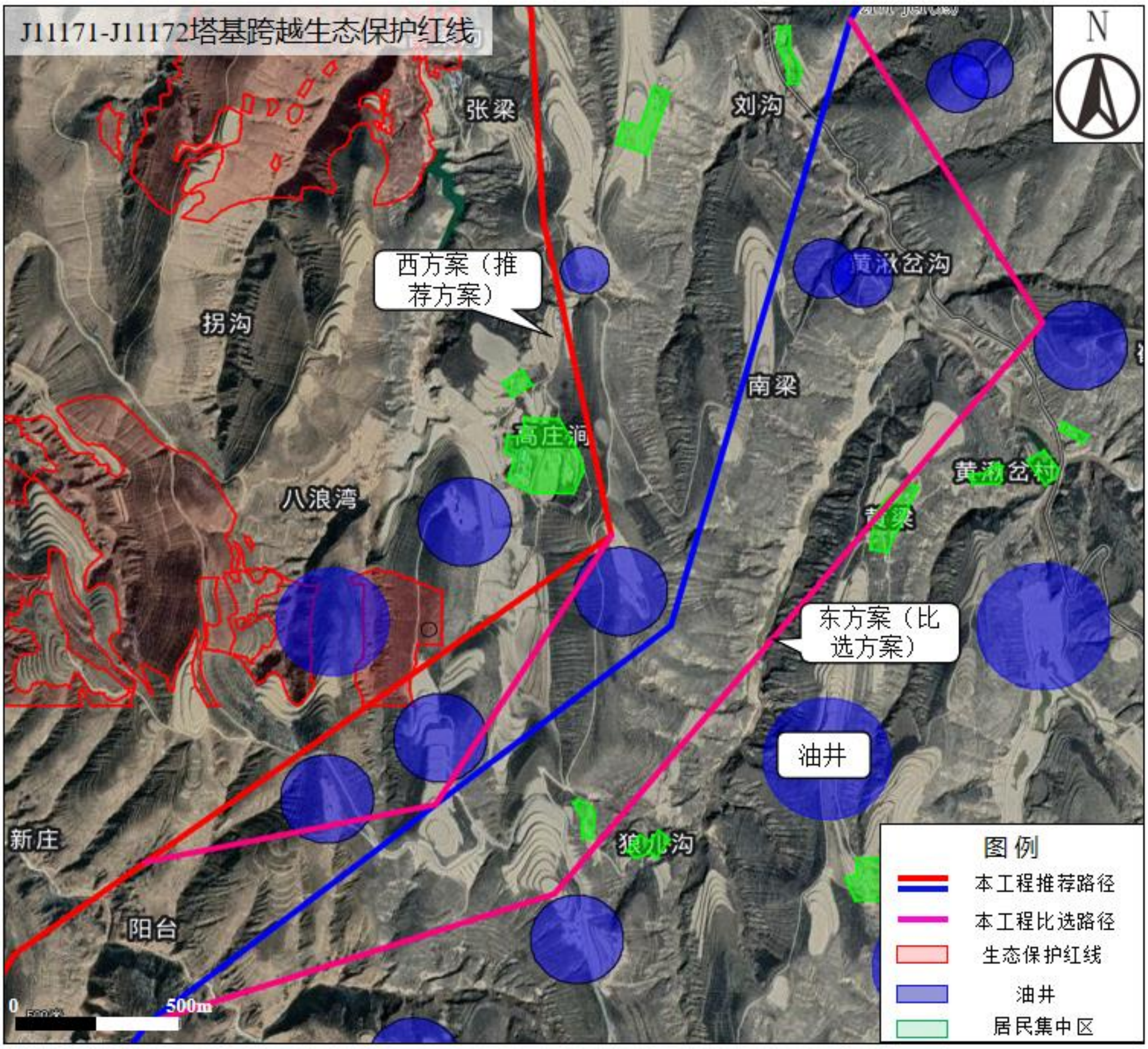


图 3.5-3　本工程一档跨越陕西省延安市吴起县生态保护红线段障碍物信息及方案比选图

3.5.3.2 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》（环环评〔2016〕150号）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。”

本工程属于长距离、大范围高压输变电基础设施项目，不属于《通知》中的严控开

发建设活动类别。

3.5.3.3 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

《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）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越法定保护区的行政许可手续、强化减缓和补偿措施。”

本工程属于长距离、大范围线性工程，工程选线在综合考虑地方规划、环境敏感区、重要矿床等多方限制性条件后，仍无法完全避让生态保护红线。基于工程点状线性分布特点，对必需经过生态保护红线的部分，均采取了一档跨越的无害化方式，与《意见》要求相符。

3.5.3.4 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

为统筹划定落实生态保护红线、永久基本农田、城镇开发边界三条控制线，2019 年 11 月中共中央办公厅、国务院办公厅印发了《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》。意见提出：生态保护红线内，自然保护地核心保护区原则上禁止人为活动，其他区域严格禁止开发性、生产性建设活动，在符合现行法律法规前提下，除国家重大战略项目外，仅允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动，主要包括：零星的原住民在不扩大现有建设用地和耕地规模前提下，修缮生产生活设施，保留生活必需的少量种植、放牧、捕捞、养殖；因国家重大能源资源安全需要开展的战略性能源资源勘查，公益性自然资源调查和地质勘查；自然资源、生态环境监测和执法包括水文水资源监测及涉水违法事件的查处等，灾害防治和应急抢险活动；经依法批准进行的非破坏性科学研究观测、标本采集；经依法批准的考古调查发掘和文物保护活动；不破坏生态功能的适度参观旅游和相关的必要公共设施建设；必须且无法避让、符合县级以上国

土空间规划的线性基础设施建设、防洪和供水设施建设与运行维护；重要生态修复工程。

本工程部分线路段由于各种制约因素必须且无法避让的需要经过生态保护红线范围，采取无害化一档跨越形式通过。作为国家重点基础能源设施的线性工程，本工程的建设与沿线地区的主体功能定位并不矛盾，不改变经过地区的主体功能，符合县级以上国土空间规划。同时本环评提出在施工期严禁在生态保护红线范围内设置牵张场等临时占地，本工程建设对于红线内生态系统的影响甚微。因此，本工程建设与《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》要求相符。

3.5.3.5 与《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）》的相符性分析

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）中第一（一）条："…生态保护红线内自然保护地核心保护区外，禁止开发性、生产性建设活动，在符合法律法规的前提下，仅允许以下对生态功能不造成破坏的有限人为活动。生态保护红线内自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区等区域，依照法律法规执行…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、通讯和防洪、供水设施建设和船舶航行、航道疏浚清淤等活动…"第一（二）条："加强有限人为活动管理，上述生态保护红线管控范围内有限人为活动，涉及新增建设用地、用海用岛审批的，在报批农用地转用、土地征收、海域使用权、无居民海岛开发利用时，附省级人民政府出具符合生态保护红线内允许有限人为活动的认定意见；不涉及新增建设用地、用海用岛审批的，按有关规定进行管理，无明确规定的由省级人民政府制定具体监管办法。上述活动涉及自然保护地的，应征求林业和草原主管部门或自然保护地管理机构意见。"

本工程作为国家重大基础设施项目，不属于开发性、生产性建设活动；输电线路作为典型的线性工程，在选线阶段进行了多次优化调整，确实无法完全避让沿线的生态保护红线，本工程已经避让了国家公园、自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区等区域，符合相关法律法规要求。工程在设计前期已根据地方自然资源主管部门要求，将项目用地布局及规模衔接所在地国土空间规划，因此本工程建设符合自然资发〔2022〕142 号文的要求。

综上分析，本工程为国家重大线性基础设施项目，项目选线阶段避让了生态保护红线内自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区等区域，符合现行法律法规要求，通过采取无害化一档跨越形式通过陕西省生态保护红线，提出施工期严禁在生态保护红线

范围内设置牵张场等临时占地的要求，可将项目建设对生态保护红线的影响降低到可接受的程度，项目建设符合现行的生态保护红线相关管理要求。

3.5.3.6 跨越陕西省生态保护红线意见

本项目输电线路为典型的线性工程，是《“十四五”电力发展规划》中的国家重大基础设施项目，不属于开发性、生产性建设活动。本工程采取无害化一档跨越形式通过陕西省延安市吴起县生态红线，不涉及生态保护红线内临时用地。同时提出施工期严禁在生态保护红线范围内设置牵张场等临时占地的要求，属于不会对生态保护红线内的生态功能造成破坏的有限人为活动。项目建设已取得延安市建设项目用地预审与选址意见书。本项目涉及生态保护红线路径后续将按照地方制定、发布的生态保护红线管理办法履行相应手续。

3.5.4 与各省“三线一单”生态环境分区管控政策的相符性分析

3.5.4.1 陕西省

2020 年 12 月，陕西省人民政府印发《陕西省人民政府关于加快实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》（陕政发〔2020〕11 号）。2021 年 11 月 26 日，榆林市人民政府印发《榆林市“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（榆政发〔2021〕17 号）。2021 年 11 月，延安市人民政府印发《延安市“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（延政发〔2021〕14 号）。

《意见》和《方案》中第二（一）条指出：行政区域统筹划定优先保护、重点管控和一般管控三类环境管控单元，实施生态环境分区管控。优先保护单元指以生态环境保护为主的区域，主要包括生态保护红线、自然保护地、集中式饮用水水源保护区等生态功能重要区、生态环境敏感区。重点管控单元涉及大气、水、土壤、自然资源等资源环境要素重点管控的区域，主要包括城镇规划区、重点开发区等开发强度高和污染物排放强度大的区域。一般管控单元指除优先保护单元、重点管控单元以外的其他区域。

本项目线路在陕西省境榆林市内所经地段主要为优先保护单元（定边县生态功能极重要极敏感区）和一般管控单元。延安市境内主要为优先保护单元（吴起县敏感极敏感区）、重点管控单元（吴起县重点管控单元）和一般管控单元。根据《方案》要求，优先保护单元以生态优先为原则，突出空间布局约束，依法禁止或限制大规模、高强度工业开发和城镇建设活动，开展生态功能受损区域生态保护修复活动，确保重要生态环境功能不降低。重点管控单元以提升资源利用效率、加强污染物减排治理为重点，解决突出生态环境问题。

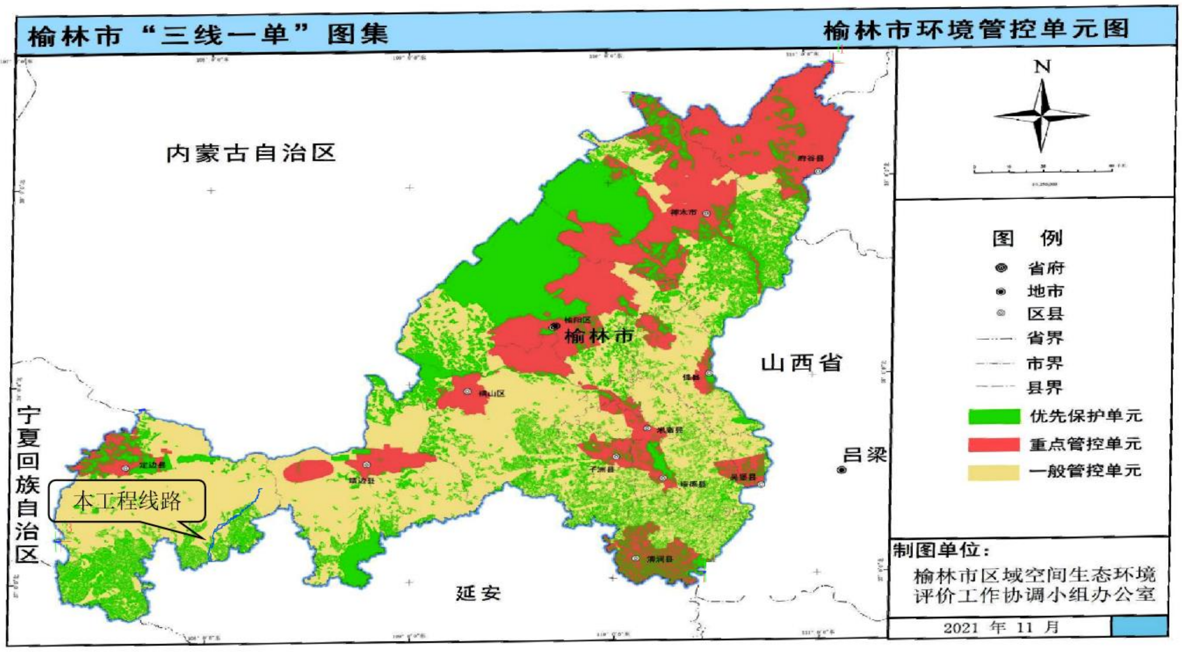


图 3.5-4 本项目与陕西省榆林市生态环境管控单元位置关系图

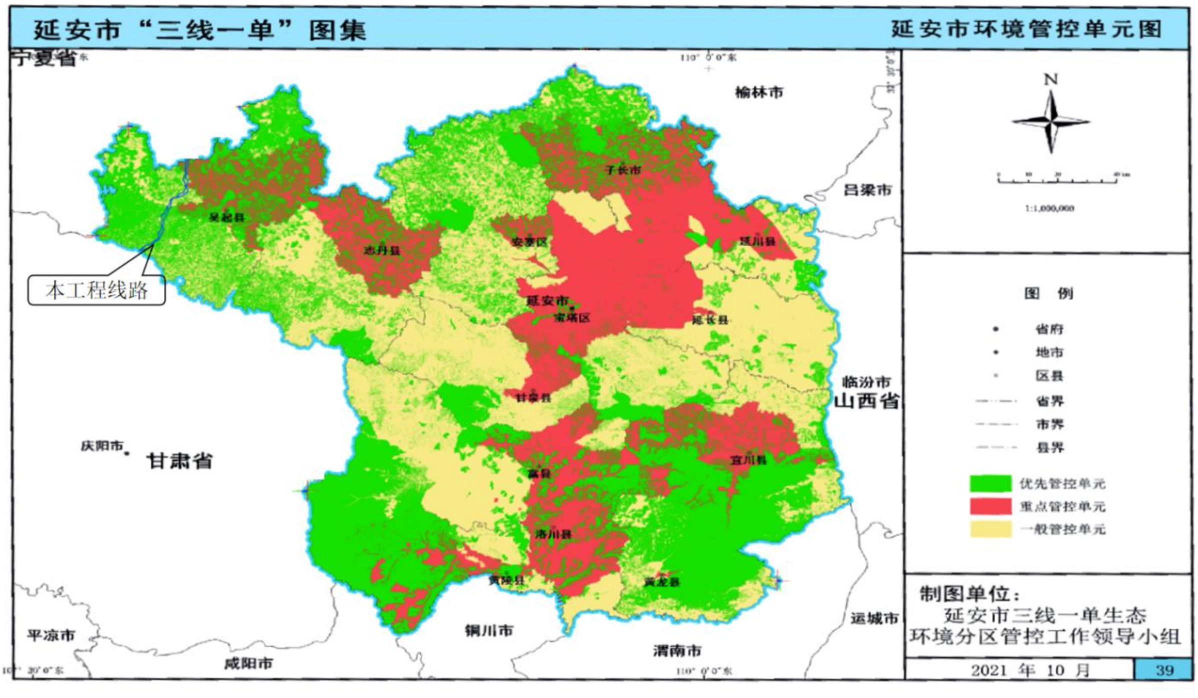


图 3.5-5 本项目与陕西延安市生态环境管控单元位置关系图

本项目在前期规划选线阶段充分考虑了工程环境合理性，将生态保护红线、自然保护地、饮用水水源保护区等作为优先保护的重点，线路工程作为典型的线性基础设施，受区域地形地质条件、工程安全稳定性等因素限制较大，在选线阶段进行了多方案比选，尽可能优化线路路径方案，最大限度避让各类法定保护地；对于不可避让穿越优先保护单元的线路段，严格按照相关法律法规要求履行行政审批手续，针对塔基占地呈点状分布的特点，采取无害化一档跨越形式通过，施工期严禁在生态保护红线范围内设置牵张

场等临时占地的要求，能够确保黄土丘陵沟壑水土流失防控生态保护红线的生态功能不降低，确保工程环境合理性。本项目为输电工程，工程运行期不排放废气、废水，不属于污染类项目。工程建成运行后的主要环境影响为电磁、噪声影响。根据预测结果，工程建成后沿线电磁环境、声环境均满足相应标准要求，符合生态环境质量底线要求。本工程不属于大规模、高强度工业开发和城镇建设活动，不会对区域生态环境功能造成明显影响。本工程为能源输送基础设施，线路在运行期仅传输电能，本身不消耗其他自然资源。

总体来说，本项目建设与《陕西省人民政府关于加快实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》、《榆林市“三线一单”生态环境分区管控方案》、《延安市“三线一单”生态环境分区管控方案》的相关要求相符。

3.5.4.2 甘肃省

2020 年 12 月，甘肃省人民政府印发《甘肃省人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》（甘政发〔2020〕68 号）。2021 年 6 月，庆阳市人民政府印发《庆阳市人民政府关于印发庆阳市“三线一单”生态环境分区管控实施方案的通知》（甘政发〔2021〕29 号）。

《意见》和《通知》中第二（一）条均要求：优先保护单元主要包括生态保护红线、自然保护地、集中式饮用水水源保护区等生态功能重要区和生态环境敏感区。该区域严格按照国家生态保护红线和省级生态空间管控区域管理规定进行管控。依法禁止或限制大规模、高强度的工业开发和城镇建设，严禁不符合国家有关规定的各类开发活动，确保生态环境功能不降低。重点管控单元主要包括中心城区和城镇规划区、各级各类工业园区及工业集聚区等开发强度高、环境问题相对集中的区域。该区域是经济社会高质量发展的主要承载区，主要推进产业结构和能源结构调整，优化交通结构和用地结构，不断提高资源能源利用效率，加强污染物排放控制和环境风险防控，解决突出生态环境问题。一般管控单元主要包括优先保护单元、重点管控单元以外的区域。该区域以促进生活、生态、生产功能的协调融合为主要目标，主要落实生态环境保护基本要求，加强生活污染和农业面源污染治理，推动区域生态环境质量持续改善和区域经济社会可持续发展。

本项目线路在甘肃省境内所经地段主要为重点管控单元和一般管控单元。工程在前期规划选线阶段充分考虑了工程环境合理性，将生态保护红线、自然保护地、饮用水水源保护区等作为优先保护的重点。线路工程作为典型的线性基础设施，受区域地形地质

条件、工程安全稳定性等因素限制较大，在选线阶段进行了多方案比选，尽可能优化线路路径方案，最大限度避让各类法定保护地；对于不可避让穿越优先保护单元的线路段，严格按照相关法律法规要求履行行政审批手续。本项目为输变电工程，工程运行期不排放废气、废水，不属于污染类项目，工程建成运行后的主要环境影响为电磁、噪声影响，根据预测结果，工程建成后沿线电磁环境、声环境均满足相应标准要求，符合生态环境质量底线要求。

总体来说，本项目建设与《甘肃省人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》《庆阳市人民政府关于印发庆阳市“三线一单”生态环境分区管控实施方案的通知》的相关要求相符。

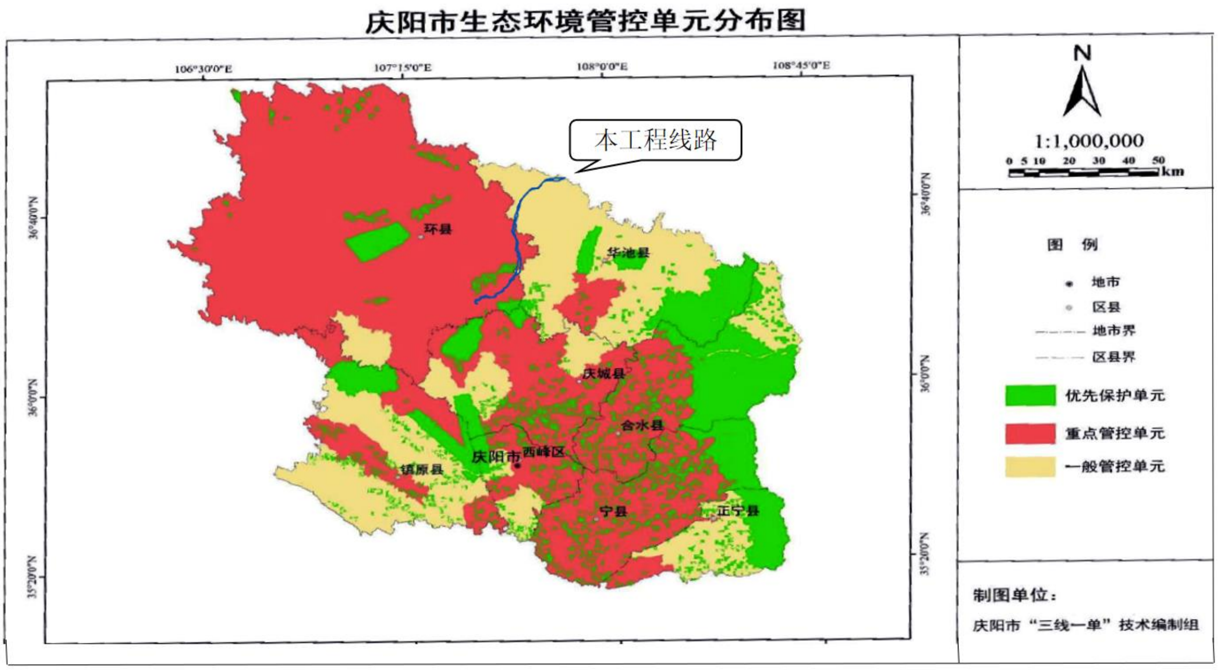


图 3.5-6　本项目与甘肃庆阳市生态环境管控单元位置关系图

3.5.5　与《输变电建设项目环境保护技术要求》的相符性分析

本工程与《输变电建设项目环境保护技术要求》的相符性见表 3.5-5。本工程环境保护工作将坚持保护优先、预防为主、综合治理、公众参与、损害担责的原则。严格按照相关法规规范要求履行环境保护行政审批相关手续，执行三同时制度。本环评要求建设单位应将环境保护纳入相关合同要求中，确保环境保护设施建设进度和资金，并在工程建设过程中同时组织实施环境影响评价文件及其审批部门审批决定中提出的环境保护对策措施。按规定开展竣工环境保护自验收工作。依法进行信息公开。因此从基本规定的角度看，与《输变电建设项目环境保护技术要求》是相符的。

表 3.5-5 本工程与《输变电建设项目环境保护技术要求》要求的符合性分析

项目	要求	本工程情况	符合性
选址选线	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路，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。	变电站前期选址符合生态保护红线管控要求，已避让各类环境敏感区。本工程采用无害化方式一档跨越生态保护红线。	符合
	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。	变电站在前期选址时已按终期规模综合考虑了进出线走廊规划，站址及进出线不涉及环境敏感区。	符合
	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。	变电站前期选址及进出线规划时考虑了以居住、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公等为主要功能的区域分布情况，尽可能避让上述区域，并采取措施减少了电磁环境和声环境影响。	符合
	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。	本工程属集中线路送出工程，750kV 线路受多种选线障碍影响，综合考虑架设情况因地制宜设计 750kV 线路路径。本工程采用两条单回路架设，对两回线采用差异化设计保证运维安全，避免两回线同时倒塔或者掉线，同时也降低基础深挖对生态环境带来的影响。优先采用并行架设形式以减少新开辟走廊，缩短线路走廊间距，降低环境影响。	符合
	原则上避免在 0 类声环境功能区建设变电工程。	变电站不位于 0 类声环境功能区。	符合
	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。	夏州、庆阳北 750kV 变电站为站内扩建，无需新增征地。	符合
	输电线路宜避让集中林区，以减少树木砍伐，保护生态环境。	本工程输电线路选线时已优先避让集中林区，尽可能采取高跨方式，以减少树木的砍伐。	符合
	进入自然保护区的输电线路，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。	本工程输电线路不涉及自然保护区。	符合
设计总体要求	输变电建设项目的初步设计、施工图设计文件中应包含相关的环境保护内容，编制环境保护篇章、开展环境保护专项设计，落实防治环境污染和生态破坏的措施、设施及相应资金。	本工程在初步设计、施工图设计文件中包含相关的环境保护内容，将编制环境保护篇章、开展环境保护专项设计，落实防治环境污染和生态破坏的措施、设施及相应资金。	符合
	改建、扩建输变电建设项目应采取措施，治理与该项目有关的原有环境污染和生态破	本工程扩建夏州、庆阳北 750kV 变电站，两站不存在原有环境污染和	符合

项目	要求	本工程情况	符合性
	坏。	生态破坏情况。	
	输电线路进入自然保护区实验区、饮用水水源二级保护区等环境敏感区时，应采取塔基定位避让、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。	本工程输电线路不涉及自然保护区，不涉及饮用水水源保护区。	符合
	变电工程应设置足够容量的事故油池及其配套的拦截、防雨、防渗等措施和设施。一旦发生泄漏，应能及时进行拦截处理，确保油及油水混合物全部收集不外排。	本工程扩建变电站前期已设计了主变及高抗事故油池，且能满足事故状态下的最大排油需要。高抗事故时事故油经排油管道收集后排入事故油池，事故油由具备资质的单位回收，形成的油泥等危险废物交由有相应危废处理资质的单位处置，不外排。	符合
设计电磁环境保护	工程设计应对产生的工频电场、工频磁场、直流合成电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。	本工程对产生的工频电场、工频磁场进行了预测，根据电磁环境影响预测结果及本次环评提出的要求，本工程电磁环境影响能满足国家标准要求。	符合
	输电线路设计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。	根据电磁环境影响预测结果，本工程选择的输电线路型式、架设高度、杆塔塔型、导线参数、相序布置方式等，均可以使工程的电磁环境影响满足国家标准要求。	符合
	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。	本工程尽可能避让电磁环境敏感目标，无法避让的本环评提出了最低导线高度的要求。	符合
	变电工程的布置设计应考虑进出线对周围电磁环境的影响。	变电工程的布置设计已考虑了进出线对周围电磁环境的影响。	符合
	330kV 及以上电压等级的输电线路出现交叉跨越或并行时，应考虑其对电磁环境敏感目标的综合影响。	本工程交流输电线路与其他 330kV 及以上交直流输电线路交叉跨越处无电磁环境敏感目标。	符合
设计声环境保护	变电工程噪声控制设计应首先从噪声源强上进行控制，选择低噪声设备；对于声源上无法根治的噪声，应采用隔声、吸声、消声、防振、减振等降噪措施，确保厂界排放噪声和周围声环境敏感目标分别满足 GB12348 和 GB3096 要求。	变电站选用低噪声设备，优化总平面布置，并采取隔声、加高围墙等措施。夏州、庆阳北 750kV 变电站前期设计及建设中已综合考虑通过加高围墙和围墙上加装隔声屏障的措施，使得周围环境噪声满足要求。经预测，变电站厂界排放噪声和周围声环境保护目标声环境分别满足 GB12348 和 GB3096 要求。	符合
	户外变电工程总体布置应综合考虑声环境影响因素，合理规划，利用建筑物、地形等阻挡噪声传播，减少对声环境敏感目标的影响。	本工程两个变电站总体布置综合考虑了声环境影响因素，合理规划，利用建筑物、地形等阻挡噪声传播，减少对声环境保护目标的影响。	符合

项目	要求	本工程情况	符合性
	户外变电工程在设计过程中应进行平面布置优化，将主变压器、换流变压器、高压电抗器等主要声源设备布置在站址中央区域或远离站外声环境敏感目标侧的区域。	本工程两个变电站优化了平面布置，主变布置在站区中部，厂界排放噪声满足 GB12348 要求。	符合
	变电工程位于 1 类或周围噪声敏感建筑物较多的 2 类声环境功能区时，建设单位应严格控制主变压器、换流变压器、高压电抗器等主要噪声源的噪声水平，并在满足 GB12348 的基础上保留适当裕度。	本工程两个变电站位于声环境 2 类区，厂界排放噪声满足 GB12348 要求。	符合
	位于城市规划区 1 类声环境功能区的变电站应采用全户内布置方式。位于城市规划区其他声环境功能区的变电工程，可采取户内、半户内等环境影响较小的布置型式。	本工程两个变电站不位于城市规划区。	符合
	变电工程应采取降低低频噪声影响的防治措施，以减少噪声扰民。	夏州、庆阳北 750kV 变电站前期设计及建设中已综合考虑通过加高围墙和围墙上加装隔声屏障的措施，使得周围环境噪声满足要求，以减少噪声扰民。	符合
设计生态环境保护	输变电建设项目在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。	本工程环评按照避让、减缓、恢复的次序提出生态影响防护与恢复的措施。	符合
	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础设计，以减少土石方开挖。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。	本工程输电线路在山丘区采用全方位长短腿与不等高基础设计，以减少土石方开挖。输电线路尽可能避让集中林区，确无法避让时尽可能采取高跨的方式通过，减少林木砍伐。	符合
	输变电建设项目临时占地，应因地制宜进行土地功能恢复设计。	本工程施工临时占地将进行恢复。	符合
	进入自然保护区的输电线路，应根据生态现状调查结果，制定相应的保护方案。塔基定位应避让珍稀濒危物种、保护植物和保护动物的栖息地，根据保护对象的特性设计相应的生态环境保护措施、设施等。	本工程输电线路不涉及自然保护区。	符合
设计水环境保护	变电工程应采取节水措施，加强水的重复利用，减少废（污）水排放。雨水和生活污水应采取分流制。	本工程两个变电站生活污水不外排，采取了雨污分流。	符合

项目	要求	本工程情况	符合性
	变电工程站内产生的生活污水宜考虑处理后纳入城市污水管网；不具备纳入城市污水管网条件的变电工程，应根据站内生活污水产生情况设置生活污水处理装置（化粪池、地埋式污水处理装置、回用水池、蒸发池等），生活污水经处理后回收利用、定期清理或外排，外排时应严格执行相应的国家和地方水污染物排放标准相关要求。	夏州、庆阳北 750kV 变电站前期工程已设计了地埋式生活污水处理设施，生活污水经处理后委托当地环卫部门定期清运。	符合

本工程扩建夏州、庆阳北 750kV 变电站前期选址已综合考虑环境敏感区，站址不涉及自然保护区、风景名胜区、世界自然和文化遗产地、饮用水水源保护区等环境敏感区，站址未在 0 类声环境功能区建设，扩建的夏州、庆阳北 750kV 变电站前期工程已取得了环评批复，站址选择合理可行。本期工程依托变电站前期事故油池及防雨、防渗等措施，确保事故油不外排。本工程交流输电线路在选线阶段，已充分征求所涉地区地方政府相关部门的意见，同时尽量避开了居民集中区，不涉及自然保护区、风景名胜区、世界自然遗产地、饮用水水源保护区等环境敏感区，取得了所在地人民政府相关部门对选线的原则同意意见。

在本工程施工阶段，将落实设计文件、环评文件及其审批部门审批决定中提出的环境保护要求。对于一档跨越生态保护红线的输电线路，同时提出施工期严禁在生态保护红线范围内设置牵张场等临时占地的要求。建设单位将加强施工过程的管理，开展环境保护培训，明确保护对象和保护要求，严格控制施工影响范围，确定适宜的施工方式，减少对环境保护对象的不利影响。

本工程在设计、施工和运行期均采取了一系列环境保护措施，从电磁环境防护、声环境保护、水环境保护、施工期环境空气污染控制、固废处置、生态保护等方面降低工程的环境影响，推动环境保护"三同时"制度的落实。因此，本工程建设符合《输变电建设项目环境保护技术要求》的相关规定。

3.5.6 与产业准入政策的相符性分析

本工程为 750kV 特高压输变电工程，属于国家发展和改革委员会令第 29 号发布的《产业结构调整指导目录（2019 年本）》中"500 千伏及以上交、直流输变电"类项目，属于"鼓励类"，符合国家产业政策。

3.6 环境影响因素识别与评价因子筛选

3.6.1 环境影响因素识别

3.6.1.1 施工期

施工期的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居民生活产生影响。

（2）施工扬尘

施工开挖造成土地裸露，可能引起的二次扬尘对周围环境产生暂时性、局部性影响。

（3）施工废水

施工过程中产生的生活污水以及施工废水若不经处理，则可能对地表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、水土流失等各项环境影响因素均可能对生态环境产生影响。

（6）其他影响

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

3.6.1.2 运行期

运行期的主要环境影响因素有：工频电场、工频磁场、噪声、生活污水、事故油等。

（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。交流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。夏州变本期至庆阳北变 2 回 750kV 出线侧分别装设 1 组 180Mvar 高压并联电抗器；庆阳北变本期至夏州变 2 回 750kV 出线侧分别装设 1 组 210Mvar 高压并联电抗器。本期在#2 主变低压侧装设 1 组 120Mvar 低压电容器。

交流输电线路运行噪声主要来源于导线、金具产生的电晕放电噪声。

（3）废水

变电站内污水主要来源于值班人员产生的生活污水。本期扩建工程不新增定员，不新增生活污水排放量。

输电线路运行期无废水产生。

（4）固体废物

夏州、庆阳北 750kV 变电站本期为扩建工程，变电站原有的固体废弃物收集措施能够满足环保要求，本期不新增运行人员，因此运行期不新增固体废物。

（5）事故油

变电站内正常运行工况条件下，不会发生设备漏油、跑油的现象，亦无弃油产生。各变电站均设置事故油池，当突发事故时设备废油排入事故油池，事故油经分离后由具备资质的单位回收。

（6）废铅蓄电池

变电站前期项目已上齐蓄电池，本期不增加蓄电池容量。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》有关规定，禁止在转移过程中擅自拆解、破碎、丢弃废旧蓄电池。待蓄电池到寿命周期时，由建设单位相关部门统一交由有资质单位处理，不会对环境造成影响。

3.6.2 评价因子筛选

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

3.6.2.1 施工期

声环境：昼、夜间等效声级，Leq；

地表水环境：pH、COD、BOD_5、NH_3-N、石油类；

生态环境：生态系统及其生物因子、非生物因子。

3.6.2.2 运行期

（1）电磁环境

变电站：工频电场、工频磁场；

交流线路：工频电场、工频磁场。

（2）声环境

昼、夜间等效声级，Leq。

（3）地表水环境

pH、COD、BOD_5、NH_3-N、石油类。

（4）生态环境

土地利用、植被、动物、景观等。

3.7 生态环境影响途径分析

（1）施工期

1）本期变电站扩建内容均在原站址围墙范围内预留场地进行。交流输电线路塔基施工需进行挖方、填方、浇筑等活动，会对附近的原生地貌和植被造成一定程度破坏，降低植被覆盖度，可能形成裸露疏松表土，周边的土壤也可能随之流失；同时施工临时堆土、建筑垃圾等，如果不进行必要的防护，可能会影响当地的植物生长，加剧土壤侵蚀与水土流失，导致生产力下降和生物量损失。

2）杆塔运至现场进行组立，需要占用一定范围的临时用地；张力牵张放线并紧线，需要租用牵张场地；为施工和运行检修方便，会新修部分临时道路，工程土建施工临时堆土也会占用一定的场地。这些临时占地将改变原有的土地利用方式，使部分植被和土壤遭到短期破坏，导致生产力下降和生物量损失，但这种破坏是可逆转的。

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

（2）运行期

工程建成运行后，施工对周围生态环境造成的影响基本得到消除。可能造成生态影响主要包括工程永久占地对植被的影响，铁塔和导线对兽类、鸟类活动的影响。

3.8 设计的环境保护措施

3.8.1 变电站扩建工程

3.8.1.1 设计阶段采取的环保措施

（1）电磁环境

在变电站总平面布置设计时，合理布置部分电气设备，减少相互之间的电磁干扰。合理选择电气设备、导线、金具、绝缘子串等，提高加工工艺，防止尖端放电和起电晕。对站内配电装置进行合理布局，提高导线对地高度。

（2）声环境

在设备选型时，优先选择低噪声的电气设备，包括高压电抗器、低压电抗器等设备，提出噪声水平限值，从控制声源角度降低噪声影响。

夏州、庆阳北 750kV 变电站前期设计及建设中已综合考虑通过加高围墙和围墙上加装隔声屏障的措施，使得周围环境噪声满足要求。

（3）水环境

本项目涉及的夏州、庆阳北 750kV 变电站扩建工程，人员不发生变化，生活污水产生量无新增，生活污水处理设施依托前期工程。

（4）固体废物

变电站站内设置垃圾箱等垃圾收集容器，并由环卫部门定期清运，统一处理，不得随意丢弃。

（5）事故油排蓄系统

变电站内主变压器、高压电抗器等带油设备下方设置事故油坑，站内设有事故油池用于事故状态下的事故油暂存。

夏州、庆阳北 750kV 变电站本期高抗接入前期已有的事故油池。事故状态下，事故油进入事故油池，废油交由危废处理资质的单位处置不外排。

3.8.1.2 施工期采取的环保措施

（1）施工噪声

选用低噪声的施工设备，施工活动主要集中在白天进行，尽量避免夜间施工。运输材料的车辆进入施工现场严禁鸣笛。

（2）施工扬尘

加强材料转运、存放与使用的管理，合理装卸，规范操作，对于易起尘的材料以及临时堆土应采取覆盖措施。

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

（3）施工废水

施工期间的废污水包括施工生产废水和施工人员生活污水。施工期设置临时沉淀池，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，沉淀的砂石清挖后回填综合利用。夏州变间隔扩建工程可利用前期变电工程已建的地埋式生活污水处理设施，施工生活污水经其处理后回用，避免污染环境。庆阳变间隔扩建工程可利用一期工程施工生产生活区设置的临时化粪池收集后，由环卫部门定期清运，不外排。

（4）施工固体废物

在工程施工前应作好施工机构及施工人员的环保培训。施工人员产生的生活垃圾可收集至垃圾桶，垃圾桶分类设置，明确要求施工过程中的建筑垃圾及生活垃圾分别堆放，并安排专人专车及时清运或定期运至环卫部门指定的地点处置。

（5）水土流失

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

3.8.1.3 运行期采取的环保措施

（1）当突发事故时，设备废油排入事故油池，经隔油处理后，事故油由具备资质的单位回收，形成的油泥等危险废物由有相应资质的单位处置，不外排。

（2）对当地群众进行有关高压输电工程和相关设备方面的环境宣传工作。

（3）依法进行运行期的环境管理和环境监测工作。

（4）建立各种警告、防护标识，避免意外事故发生。

3.8.2 输电线路

3.8.2.1 设计阶段采取的环保措施

（1）工程选线时充分征求沿线政府及规划等相关职能部门的意见，优化路径，避让城镇规划区、学校、居民密集区，尽量避让自然保护区、风景名胜区和饮用水源保护区等环境敏感区。

（2）合理选择导线直径及导线分裂数以降低线路电磁环境影响，要求导线和金具等提高加工工艺，防止尖端放电和起电晕。合理选择导线截面和导线结构以降低线路的电晕噪声水平。

3.8.2.2 施工期采取的环保措施

（1）生态环境

施工过程应合理规划，尽量减少施工占地；加强施工过程中的环境管理，减少对周围环境的扰动和破坏；施工结束后对施工场地进行整治和恢复植被。

（2）施工噪声

应合理安排施工工序，尽量避免高噪声施工机械同时施工。严格控制夜间施工和夜间行车，使施工场界噪声满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）有关规定，将施工噪声对周围环境的影响降至最小。

（3）施工废水

单塔施工周期短、施工量较小，施工废水量也较小，简单沉淀处理后用于洒水降尘。施工人员租住在沿线村庄，生活污水纳入当地村庄的生活污水处理系统进行处理。

（4）固体废物

施工人员产生的生活垃圾统一收集至垃圾桶，定期外运至环卫部门指定处置地点。建筑垃圾及生活垃圾应分别堆放，并安排专人专车及时清运。

3.8.2.3 运行期采取的环保措施

（1）运行单位定期进行检查及维护。

（2）建立各种警告、防护标识，避免意外事故发生。

（3）加强对当地群众进行有关高压输电线路和设备方面的环境宣传工作。

4 环境现状调查与评价

4.1 区域概况

本工程建设内容包括：夏州 750 千伏变电站间隔扩建工程、庆阳北 750 千伏变电站间隔扩建工程、新建夏州~庆阳北 750kV 线路工程。工程涉及的行政区包括陕西省榆林市（定边县）、延安市（吴起县），甘肃省庆阳市（环县、华池县），共计 2 省 3 市 4 县，详见下表。地理位置详见附图 1。

表 4.1-1 本工程所涉及的行政区

<table>
<tr><th>序号</th><th>项目名称</th><th>省级行政区</th><th>市级行政区</th><th>县级行政区</th></tr>
<tr><td>1</td><td>夏州 750 千伏变电站</td><td>陕西省</td><td>榆林市</td><td>定边县</td></tr>
<tr><td>2</td><td>庆阳北 750 千伏变电站</td><td>甘肃省</td><td>庆阳市</td><td>环县</td></tr>
<tr><td rowspan="4">3</td><td rowspan="4">输电线路</td><td rowspan="2">陕西省</td><td>榆林市</td><td>定边县</td></tr>
<tr><td>延安市</td><td>吴起县</td></tr>
<tr><td rowspan="2">甘肃省</td><td rowspan="2">庆阳市</td><td>华池县</td></tr>
<tr><td>环县</td></tr>
<tr><td colspan="2">总计</td><td>2 个</td><td>3 个</td><td>4 个</td></tr>
</table>

4.2 自然环境概况

4.2.1 地形地貌

（1）夏州 750 千伏变电站间隔扩建工程

该站址地貌类型属黄土梁半坡台地地貌，地形总体呈东南高西北低，地面高程 1516-1562m，自然地面坡度约 6.5%，夏州变站址所在区域海拔高度在 1522~1560m。

（2）庆阳北 750 千伏变电站间隔扩建工程

该站址原始地貌属于河流阶地，场地地形平坦开阔，西北高东南低，现为台阶耕地，站址区海拔高程在 1119~1130m 之间。

夏州 750kV 变电站现状

庆阳北 750kV 变电站现状

图 4.2-1　变电站地形地貌图

（3）新建夏州~庆阳北 750kV 线路工程

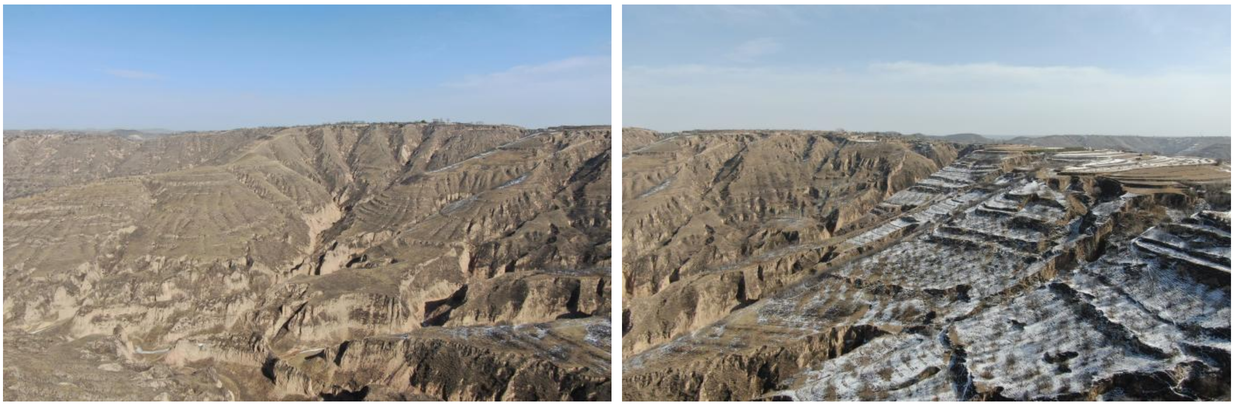
1）黄土丘陵地貌

线路沿线分布极为广泛，山梁顶部一般较缓、沟壑处较陡，缓坡丘陵起伏不大，整体海拔 1400~1700m。冲沟发育，梁峁起伏，顶面大多浑圆，较平坦开阔，多为台阶状耕地、其他草地等。表层为黄土或黄土状土覆盖，厚度大于 10m。

定边县

吴起县

华池县



环县

图 4.2-2 线路地貌现状（黄土丘陵地貌）

2）黄土台塬地貌

此部分路径区域地形较平坦、开阔，现多为水浇耕，相对高差小，交通条件较好。

图 4.2-3　线路地貌现状（黄土台塬区）

4.2.2　地质、地震

（1）夏州 750 千伏变电站间隔扩建工程

夏州变所在区域内涉及的地质构造单元只有鄂尔多斯地块，鄂尔多斯地块内部至今尚未发现活动性断层，地块内的几条北东向断层均为基底断层，属于前新生代断层，新生代以来未发现明显的活动。区域内既无区域性较大活动断裂通过，也无规模较小的次级活动断层存在，属地质构造相对稳定地带。

根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2001），夏州 750kV 变电站站址所在地区地震加速度为 0.1g，烈度为 VI 度。

（2）庆阳北 750 千伏变电站间隔扩建工程

庆北变所在区域及附近无其他全新活动断裂及其它地质构造线通过，区域地质构造相对稳定。通过勘探、现场地质调查及区域地质资料，站址区场地地层主要分为 3 个大层。①层为场地地表分布的冲积黄土状粉土（Q_3^{al}）层，层厚不均，分布于变电站全场地，区域层厚相差较大；②层为圆砾（Q_3^{al+pl}），层厚不均，部分区域有缺失。站址场地内层顶标高分布较为均匀，变化较小。

根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2001），庆阳北 750kV 变电站站址所在

地区地震加速度为 0.15g，烈度为 VII 度。

（3）新建夏州~庆阳北 750kV 线路工程

1）陕西段

拟建输电线路位于鄂尔多斯台向斜陕北台凹中陕甘宁盆地中部的下白垩系向斜部分，即陕甘宁拗陷向斜部分。在构造体系中位于祁（祁连山）、吕（吕梁山）、贺（贺兰山）山字形构造体系脊柱。东侧的伊陕盾地，为新华夏东一级沉降带中心部位。鄂尔多斯地块是华北地台的一部分，在中生代以前，地质发展与华北地台是同升降共沉浮。中生代时期，鄂尔多斯地块逐渐沉降成为一大型拗陷盆地，其中主要接受内陆河湖相沉积，构成一个大的沉积旋回，沉积范围由东向西逐渐退缩，沉积中心在鄂尔多斯地块的西缘，形成西深东浅的大型拗陷盆地，广泛堆积了三叠纪至早白垩世的沉积。

拟建输电线路位于鄂尔多斯地块口内部，第四纪以来，鄂尔多斯地块内部结构完整，以整体隆起运动为主。区域内既无区域或性较大活动断裂通过，也无规模较小的次级活动断层存在，属地质构造相对稳定地带。周缘活动断陷带距拟建线路均大于 100km，区域稳定性可满足输电线路建设要求，适宜建设。

2）甘肃段

路径区位于六盘山弧形构造带与鄂尔多斯地块中间的鄂尔多斯西缘断褶带的中部。路径区附近的断裂主要有萌城-张家山逆断层、青龙山-彭阳逆断层、高洼-古城逆断层及子旺-炭山-固原张性大断裂等。其中最近的萌城-张家山逆断层，是沙井子断褶带东缘大断层，北起萌城以北，向南经沙井子、车道坡，全长 184km，为一断面西倾向东仰冲的压性断裂。该断层距离路径区大于 10km，对路径区影响相对较小，区域构造体系图显示，路径区及附近无其他全新活动断裂及其它地质构造线通过，区域地质构造相对稳定。

依据《中国地震动参数区划图》（GB 18306-2015），在II类场地条件下，陕西段地震动峰值加速度为 0.05g，相应的地震基本烈度为VI度，特征周期为 0.45s。甘肃段地震动峰值加速度为 0.10g 和 0.05g，地震基本烈度为VIII度和VII度，设计地震分组为第三组。

4.2.3 水文特征

4.2.3.1 夏州 750 千伏变电站

站址附近无河流，站址不受河流洪水影响。站址区排水通畅，无内涝洪水。但站址南侧有少量坡面洪水，为防止站外地面雨水影响站址安全，前期工程已在站外南侧设置 1500×1500 的排水沟，排水沟长度为 584m。

4.2.3.2 庆阳北 750 千伏变电站

庆阳北 750kV 变电站站址位于环江左岸I级阶地，地势整体北高南低，北侧为双城村花旗组，南侧为环江，河宽为 60～80m，站址与环江主河槽的距离约为 65m，站址场地高于环江河床。变电站工程一期已做了防洪措施，并通过了防洪设计评价。

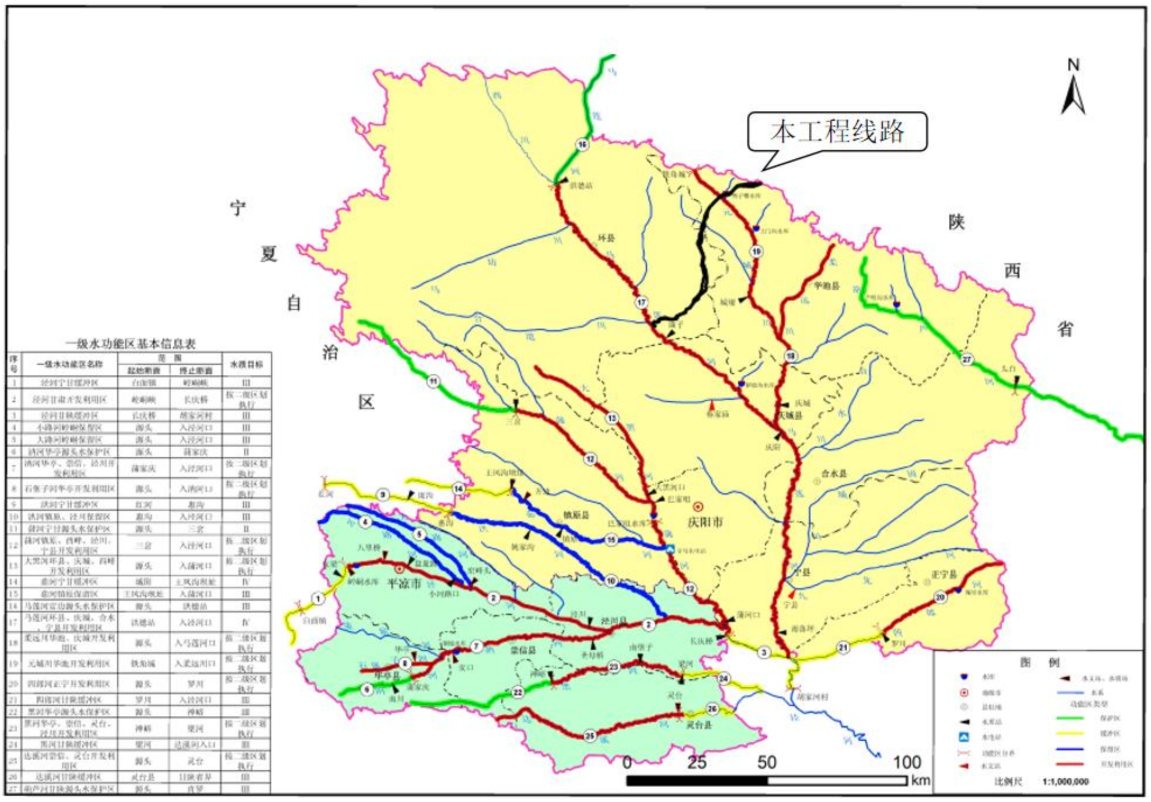
4.2.3.3 输电线路

项目所在区域水系分布图见图 4.2-4 和图 4.2-5。

陕西段线路沿线共跨越三条河流，分别是红柳河支流、乱石川河、北洛河，三条河相对较小，线路均可利用两岸地势一档跨越。线路在史家洼附件跨越红柳河支流，线路可以利用两岸地势一档跨越，不受红柳河百年一遇洪水的影响；线路在三里庙以北约 500m 处跨越乱石川河，线路可以利用两岸地势一档跨越，线路不受乱石川河百年一遇洪水的影响；线路在新寨镇东侧跨越北洛河，线路可以利用两岸地势一档跨越，线路不受北洛河百年一遇洪水的影响。

甘肃段线路跨越环江，环江属马莲河西川水系，发源于甜水乡樊家沟泉，在县内长 140km，是环县的主要水系。环江贯穿环县南北，有 171 条小支流汇入其中，季节性河流占多数，有常流水的只占 8.2%，有 34%为苦咸水，年均自产水量 1800 万 m^3。平均径流总量 13390 万 m^3，流域面积 7112km^2，其县内流域面积占全县总面积的 77.1%。本工程出线段在双城村花旗组跨越环江 2 次，跨越段河道宽约 50m，两侧为滩地，种有小麦等农作物。

图 4.2-4 本工程沿线水系分布图（陕西段）



一级水功能区基本信息表

序号	一级水功能区名称	范围 起始断面	范围 终止断面	水质目标
1	泾河宁甘缓冲区	白面镇	崆峒峡	III
2	泾河甘肃开发利用区	崆峒峡	长庆桥	按二级区划执行
3	泾河甘陕缓冲区	长庆桥	胡家河村	III
4	小路河崆峒保留区	源头	入泾河口	III
5	大路河崆峒保留区	源头	入泾河口	III
6	汭河华亭源头水保护区	源头	[illegible]	II
7	汭河华亭、崇信、泾川开发利用区	[illegible]	入泾河口	按二级区划执行
8	石堡子河华亭开发利用区	源头	入汭河口	按二级区划执行
9	洪河宁甘缓冲区	[illegible]	[illegible]	III
10	洪河镇原、泾川保留区	[illegible]	入泾河口	III
11	蒲河宁甘源头水保护区	源头	三岔	II
12	蒲河镇原、西峰、泾川、宁县开发利用区	三岔	入泾河口	按二级区划执行
13	大黑河环县、庆城、西峰开发利用区	源头	入蒲河口	按二级区划执行
14	茹河宁甘缓冲区	[illegible]	[illegible]	IV
15	茹河镇原保留区	[illegible]	入蒲河口	III
16	马莲河定边源头水保护区	源头	洪德站	III
17	马莲河环县、庆城、合水、宁县开发利用区	洪德站	入泾河口	IV
18	柔远川华池、庆城开发利用区	源头	入马莲河口	按二级区划执行
19	元城川华池开发利用区	铁角城	入柔远川口	按二级区划执行
20	四郎河正宁开发利用区	源头	罗川	按二级区划执行
21	四郎河甘陕缓冲区	罗川	入泾河口	III
22	黑河华亭源头水保护区	源头	神峪	III
23	黑河华亭、崇信、灵台、泾川开发利用区	神峪	[illegible]	按二级区划执行
24	黑河甘陕缓冲区	[illegible]	达溪河入口	III
25	达溪河崇信、灵台开发利用区	源头	灵台	按二级区划执行
26	达溪河甘陕缓冲区	灵台县	甘陕省界	III
27	葫芦河甘陕源头水保护区	源头	直罗	III

图 4.2-5 本工程沿线水系分布图（甘肃段）

4.2.4 气候气象

本工程位于陕西西北部和甘肃东部，经常处于中纬度西风带控制之下，线路所经区域地处内陆，远离海洋，属于典型的大陆性季风气候区。春季升温快，干燥，多冷空气活动；夏季炎热多雨降雨集中；秋季为过渡季节，秋凉湿润；冬季受蒙古冷高压控制，形成冬寒少雨。该地区四季分明，日照充足。

线路经过区域较近的气象站为定边县气象站（N37°37′，E108°48′）、吴起县气象站（N35°55′，E108°01′）、华池县气象站（N36°27′，E107°59′）和环县气象站（N36°35′，E107°18′）。气象站与线路地形地貌、气候特征接近，气象站观测序列连续、完整，具有良好的时效性、代表性、真实性，可较好的代表本线路沿线实际气象条件。项目区风季时段 12-3 月，雨季时段 7-9 月。沿线各气象站基本要素见下表，统计资料年限自 1970～2020 年。

表 4.2-1 工程沿线各县市气象特征值一览表

气象要素	定边县	吴起县	华池县	环县
极端最高气温（℃）	36.4	38.3	38.	38.6
极端最低气温（℃）	-28.5	-28.5	-26.5	-25.1
多年平均气温（℃）	8.2	8.0	8.3	9.4
≥10℃ 积温（℃）	2989	2950	2896	2800
多年平均相对湿度（%）	54	61	57	59
多年平均降水量（mm）	377.1	438.7	467.1	429.4
一日最大降水量（mm）	113.2	113.4	105.02	88
多年平均蒸发量（mm）	2430	1565	2200	2000
多年平均风速（m/s）	2.6	1.6	1.7	1.7
最大风速（m/s）	23	26.6	21.4	22.3
主导风向	SW	SW	NW	SE
多年平均大风日数（d）	25	26	24	6.7
无霜期（d）	141	146	180	200
最大冻土深度（cm）	133	95	80	109

4.3 电磁环境现状评价

4.3.1 电磁环境现状监测

4.3.1.1 监测布点原则

依据《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》（HJ681-2013）、《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ 24-2020），电磁环境敏感目标的布点方法以定点监测为主，监测点位附近如有影响监测结果的其他源项存在时，应说明其存在情况分析其对监测结果的

影响。

本次环境现状监测主要是在现场踏勘及对沿线环境敏感目标调查的基础上进行，在满足监测条件的前提下，输电线路沿线选取导线邻近有代表性的居民房屋作为监测点。变电站监测点选取在无进出线或远离进出线的围墙外，结合夏州、庆阳北 750kV 变电站前期工程环境影响报告书及批复和竣工环境保护验收资料，本期重点考虑扩建端的监测布点，并兼顾厂界其他方位的布点。变电站外敏感点选取变电站不同方向距离变电站最近的或有代表性的作为监测点。

4.3.1.2 监测点布设

根据上述布点原则，本次电磁环境现状监测共布设 60 个监测点，其中夏州 750kV 变电站厂界四周布设 7 个电磁环境监测点;待建庆阳北 750kV 变电站四周布设 4 个电磁环境监测点，庆北变电磁环境评价范围内环境敏感目标布设 1 个监测点；输电线路沿线选择有代表性的监测点（按自然村计列）布设 44 个。本工程交叉跨越直流线路及 330kV 线路共布设 4 个监测点。夏州、庆阳北 750kV 变电站监测点布设见图 4.3-1 及图 4.3-2，750kV 输电线路及交叉跨越监测布点示意图见附图 2。

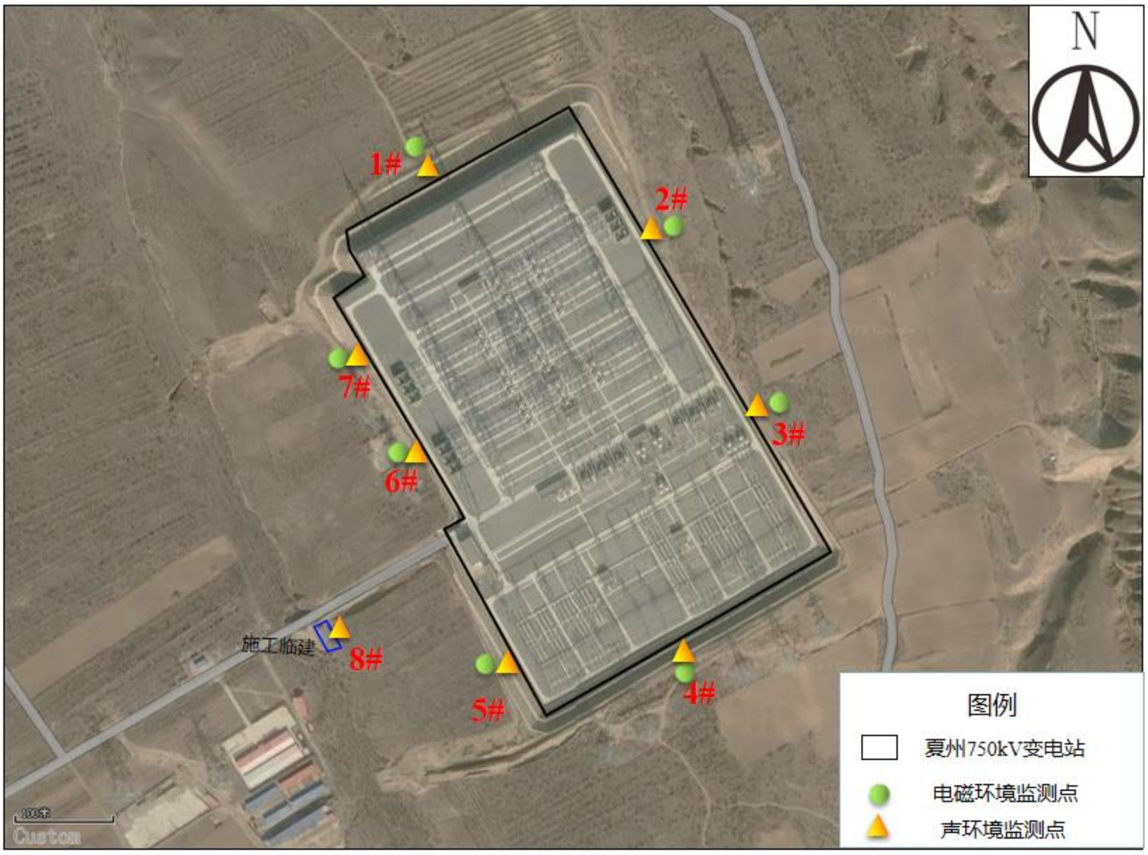


图 4.3-1　夏州 750kV 变电站监测点布设示意图

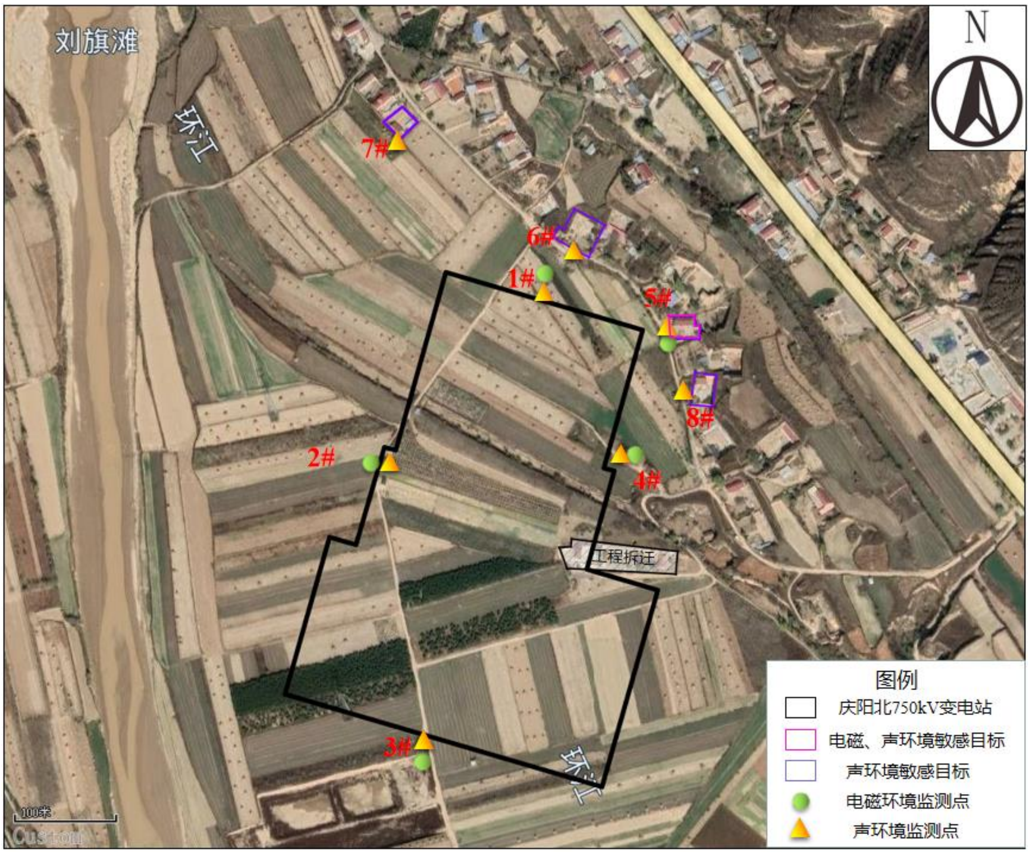


图 4.3-2　庆阳北 750kV 变电站监测点布设示意图

4.3.1.3 监测单位

陕西秦洲核与辐射安全技术有限公司。

4.3.1.4 监测时间、频次、环境及工况

（1）监测频次

各监测点位监测 1 次。

（2）监测时间、环境

本项目电磁环境现状监测时间和监测环境情况见下表。

表 4.3-1 本项目电磁环境现状监测时间和气象参数一览表

序号	检测时间	气 象 参 数			
		天气	气温（℃）	相对湿度（RH%）	风速（m/s）
1	2023 年 05 月 26 日（昼间）	晴	9~17	31.4~34.3	1.5~2.1
	2023 年 05 月 26 日（夜间）	晴	5~13	36.2~41.1	1.7~2.8
2	2023 年 05 月 27 日（昼间）	晴	6~18	32.7~34.4	1.6~2.3
	2023 年 05 月 27 日（夜间）	晴	2~ 11	37.8~ 40.9	1.5~2.2
3	2023 年 05 月 28 日（昼间）	晴	8~20	30.3~40.4	1.3~1.7
	2023 年 05 月 28 日（夜间）	晴	3~15	36.2~41.3	1.5~2.0
4	2023 年 05 月 29 日（昼间）	晴	10~21	37.4~38.2	1.7~2.2
	2023 年 05 月 29 日（夜间）	晴	6~12	35.5~41.8	1.8~2.1
5	2023 年 05 月 30 日（昼间）	晴	9~19	33.8~49.1	1.3~1.9
	2023 年 05 月 30 日（夜间）	晴	5~11	31.7~42.1	1.6~2.2
6	2023 年 05 月 31 日（昼间）	晴	9~18	36.7~39.8	1.7~2.1
	2023 年 05 月 31 日（夜间）	晴	3~8	37.4~41.5	1.8~2.4

（3）工况

监测期间夏州 750kV 变电站主变、高抗及 750kV 线路、330 kV 线路工况见表 4.3-2。

表 4.3-2 变电工程监测期间运行工况

监测时间	项目	电流（A）	电压（kV）	P 有功功率（MW）	Q 无功功率（MVar）
2023年5月31日	2 号主变	133.37~ 558.22	775.65~778.95	-870.20~ 9.48	170.45~ 302.20
	3 号主变	133.38~556.88	773.32~778.95	-868.46~506.97	170.47~304.18
	750kV 夏道I线高抗	146.46~147.36	744.15~765.55	0.70~0.95	196.77~200.42
	750kV 夏道II线高抗	146.27~147.42	745.32~769.78	0.00~0.99	0.00~200.66
	750kV 夏横II线高抗	245.19~249.38	746.15~762.59	1.25~1.44	331.08~337.49
	750kV 夏道I线	97.59~ 556.34	746.73~742.79	-482.22~733.92	-186.61~-104.56
	750kV 夏道II线	93.36~561.59	748.52~743.05	-480.63~731.14	-185.21~-103.48
	750kV 夏横I线	161.06~353.05	745.75~765.75	-315.07~373.43	-316.09~-201.19
	750kV 夏横II线	43.04~282.66	745.38~764.76	-313.85~376.25	16.29~132.53
	330kV 夏边I线	2.64~402.77	345.62~355.57	-236.34~-79.80	-10.87~45.17
	330kV 夏边II线	2.72~386.26	344.28~354.69	-237.92~-80.16	-7.79~36.57
	330kV 夏渠线	8.91~927.66	343.53~364.96	-579.98~-3.56	-26.67~52.25
	330kV 夏尖线	3.07~526.82	344.51~364.39	-316.66~47.27	-11.04~52.79
	330kV 夏统I线	15.53~402.39	345.22~362.12	-51.91~242.91	-39.48~-10.17
	330kV 夏统II线	17.21~410.67	343.26~360.29	-52.22~246.36	-32.07~-12.35
	330kV 夏永I线	12.08~306.21	355.32~372.33	-88.74~181.23	-30.72~-3.43
	330kV 夏永II线	11.95~300.82	335.45~375.52	-89.34~180.57	-35.05~0.00
	330kV 夏曹I线	34.08~469.40	335.78~362.45	-283.56~-5.72	0.00~54.78

4.3.1.5 监测方法、仪器及质量保证措施

（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

监测仪器参见表 4.3-3。

表 4.3-3 电磁环境监测仪器一览表

仪器名称	规格型号	仪器编号	测量范围	溯源单位/证书编号	有效期至
场强仪	SEM-600/LF-01	QNJC-YQ-008	探头频率范围：1Hz-100kHz 量程：5mV/m-100kV/m 0.1nT-10mT	磁场：中国测试技术研究院/校准字第202302002208 号	2024.02.09
				电场：中国测试技术研究院/校准字第202302001956 号	2024.02.09

（3）质量保证措施

1）监测分析方法采用国家有关部门颁布的标准方法。

2）所用的仪器与所测对象在频率、量程、响应时间等方面均符合。

3）监测仪器在其有效期内，在正常的工作状态。

4）监测人员持证上岗，满足监测技术规范中的对人员的要求。

5）监测结果的统计处理满足要求。严格执行三级审核制度。

6）有完整的监测文件档案。

4.3.1.6 监测结果

本工程各监测点工频电场强度、工频磁感应强度监测结果见下表。

表 4.3-4　本工程电磁环境现状监测结果

序号	名称		工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）
1#	夏州 750kV 变电站	站界西北侧	30.05	0.0375
2#		站界东北侧	579.91	0.5511
3#		站界东侧	79.88	0.6664
4#		站界东南侧	58.87	0.5463
5#		站界西南侧	201.08	0.4431
6#		站界西侧	102.19	0.0756
7#		站界（本期间隔扩建）	736.11	0.3318
1#	庆阳北 750kV 变电站	站界北侧	0.29	0.0064
2#		站界西侧	10.98	0.0084
3#		站界南侧	6.75	0.0067
4#		站界东侧	0.31	0.0064
5#		站界东北侧敏感目标	1.17	0.0131
1#	输电线路	陕西省榆林市定边县郝滩镇白坑村河山组	0.65	0.0073
2#		陕西省榆林市定边县郝滩镇大沙湾村大沙湾组	0.25	0.0066
3#		陕西省榆林市定边县郝滩镇柳树涧村崔崾岘组	1.94	0.0075
4#		陕西省榆林市定边县学庄乡朱庄村唐坬组	0.32	0.0062
5#		陕西省榆林市定边县学庄乡杨伏井村阳湾组	0.31	0.0165
6#		陕西省榆林市定边县学庄乡罗山村唐渠组	0.53	0.0645
7#		陕西省榆林市定边县学庄乡罗山村姚渠组	0.74	0.0062
8#		陕西省榆林市定边县新安边镇新安边村走马梁组	2.38	0.0066
9#		榆林市定边县新安边镇店子坪村	10.72	0.0304
10#		陕西省榆林市定边县新安边镇大北山村杨长队	0.25	0.0062
11#		陕西省延安市吴起县吴仓堡镇周关村高沟组	2.56	0.0122
12#		陕西省延安市吴起县吴仓堡镇周关村老庄崾岘组	0.28	0.0064
13#		陕西省延安市吴起县铁边城镇王河村张城组	0.63	0.0062
14#		陕西省延安市吴起县铁边城镇暴城村阳岸沟组	0.82	0.0066
15#		陕西省延安市吴起县铁边城镇新寨村新寨组	0.26	0.0085
16#		陕西省延安市吴起县庙沟乡吴水口村阳庄组	1.25	0.0093
17#		陕西省延安市吴起县庙沟乡走马城村高庄涧组	0.51	0.0067
18#		陕西省延安市吴起县庙沟乡曾岔村路掌组	0.27	0.0062
19#		甘肃省庆阳市华池县乔川乡李崾岘村林崾岘组	0.36	0.0066
20#		甘肃省庆阳市华池县乔川乡李崾岘村李咀子组	0.28	0.0067
21#		甘肃省庆阳市华池县乔川乡徐背台村徐背台组	0.75	0.0134
22#		甘肃省庆阳市华池县白马乡白马村高沟组	0.26	0.0066
23#		甘肃省庆阳市华池县白马乡白马村张兴庄组	0.86	0.0068
24#		甘肃省庆阳市华池县白马乡白马村黄兴庄组	0.26	0.0063
25#		甘肃省庆阳市环县八珠乡杏树沟村王河组	0.32	0.0064
26#		甘肃省庆阳市环县八珠乡杏树沟村陶老庄组	1.77	0.0066
27#		甘肃省庆阳市环县八珠乡杏树沟村曹北咀组	0.84	0.0063

序号	名称		工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）
28#		甘肃省庆阳市环县八珠乡杏树沟村曹寺台组	0.27	0.0063
29#		甘肃省庆阳市环县八珠乡塔尔咀村塔尔咀组	0.35	0.0066
30#		甘肃省庆阳市环县八珠乡湫坝沟村高坪组	0.36	0.0063
31#		甘肃省庆阳市环县八珠乡马连掌村马连掌组	5.31	0.0084
32#		甘肃省庆阳市环县八珠乡马连掌村石崾岘组	1.13	0.0185
33#		甘肃省庆阳市环县八珠乡马连掌村九沟台组	0.27	0.0062
34#		甘肃省庆阳市华池县五蛟镇刘阳洼村刘南沟组	1.82	0.0064
35#		甘肃省庆阳市环县曲子镇董家塬村高岭子组	1.17	0.0063
36#		甘肃省庆阳市环县曲子镇董家塬村董家塬组	0.32	0.0063
37#		甘肃省庆阳市环县曲子镇小庄子村崾岘组	0.51	0.0062
38#		甘肃省庆阳市环县曲子镇小庄子村南塬组	1.27	0.0062
39#		甘肃省庆阳市环县曲子镇小庄子村段塬组	0.33	0.0067
40#		甘肃省庆阳市环县曲子镇宋家塬村李家塬组	0.45	0.0103
41#		甘肃省庆阳市环县曲子镇宋家塬村郭家塬组	66	0.0241
42#		甘肃省庆阳市环县曲子镇宋家源村李旗沟组	0.24	0.0058
43#		甘肃省庆阳市环县曲子镇双城村谷家塬组	0.33	0.0066
44#		甘肃省庆阳市环县曲子镇双城村花旗组	0.34	0.0104
1#	交叉跨越	交叉跨越 330kV 夏边 I、II 回	1782.1	1.3298
2#		交叉跨越 330kV 夏尖线、330kV 夏渠线	1433.1	0.8510
3#		本工程钻越±800kV 灵绍线	0.95	0.0096
4#		本工程钻越±800kV 天中线	0.92	0.0112

4.3.2 监测结果分析

（1）工频电场强度

夏州 750kV 变电站站界工频电场强度监测结果在 30.05V/m ~736.11V/m 之间。庆阳北 750kV 变电站站界工频电场强度监测结果在 0.29V/m~10.98V/m 之间，庆北变外电磁环境评价范围内敏感目标工频电场强度监测结果为 1.17V/m。

输电线路沿线各敏感点工频电场强度监测结果在 0.24V/m~66.00V/m 之间，均满足 4000V/m 的公众曝露控制限值。

本工程交叉跨越 330kV 夏边 I、II 回、交叉跨越 330kV 夏尖线、330kV 夏渠线（与 330kV 夏尖线同塔双回）处工频电场强度分别为 1782.1 V/m、1433.1 V/m。本工程钻越±800kV 灵绍线、±800kV 天中线处工频电场强度分别为 0.95 V/m、0.92 V/m。交流线路的电磁环境影响因子工频电场不会与直流线路的影响因子合成电场产生叠加。根据监测结果，本工程交叉跨越处工频电场强度满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）相应标准限值要求。

（2）工频磁感应强度

夏州 750kV 变电站站界工频磁感应强度监测结果在 0.0375μT~0.6664μT 之间；庆阳北 750kV 变电站站界工频磁感应强度监测结果在 0.0064μT~0.0084μT 之间，庆北变外电

磁环境评价范围内敏感目标工频磁感应强度监测结果为 0.0131μT。

输电线路沿线各敏感点工频磁感应强度监测结果在 0.0058μT~0.0645μT 之间，均满足 100μT 的公众曝露控制限值。

本工程交叉跨越 330kV 夏边 I、II 回、交叉跨越 330kV 夏尖线、330kV 夏渠线（与 330kV 夏尖线同塔双回）处工频电场强度分别为 1.3298 μT、0.8510 μT。本工程钻越 ±800kV 灵绍线、±800kV 天中线处工频磁感应强度分别为 0.0096 μT、0.0112 μT。交流线路的电磁环境影响因子工频磁场不会与直流线路的影响因子合成电场产生叠加。根据监测结果，本工程交叉跨越处工频磁感应强度满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）相应标准限值要求。

4.4 声环境现状评价

4.4.1 声环境现状监测

4.4.1.1 监测布点原则

夏州、庆阳北 750kV 变电站噪声监测布点基本同电磁环境，结合夏州、庆阳北 750kV 变电站前期工程环境影响报告书及批复和竣工环境保护验收资料，本期噪声重点考虑扩建端的监测，并兼顾厂界其他方位的布点。

输电线路各监测点同电磁环境现状监测。

4.4.1.2 监测点位布设

根据上述布点原则，本次声环境现状监测共布设 63 个监测点，其中夏州 750kV 变电站厂界四周布设 7 个声环境监测点；庆阳北 750kV 变电站四周布设 4 个声环境监测点，声环境评价范围内环境保护目标布设 4 个监测点；输电线路沿线选择有代表性的监测点（按自然村计列）布设 44 个。本工程交叉跨越直流线路及 330kV 线路共布设 4 个监测点。夏州、庆阳北 750kV 变电站监测点布设见图 4.3-1 及图 4.3-2，750kV 输电线路及交叉跨越监测布点示意图见附图 2。

4.4.1.3 监测单位

陕西秦洲核与辐射安全技术有限公司。

4.4.1.4 监测时间、频次、环境及工况

每个监测点昼间、夜间各监测一次。

监测日期与电磁环境现状监测相同，环境条件见表 4.3-1，工况见表 4.3-2。

4.4.1.5 监测方法、仪器及质量保证措施

（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

监测仪器参见下表。

表 4.4-1　声环境监测仪器一览表

仪器名称	规格型号	仪器编号	测量范围	溯源单位/证书编号	有效期至
声级计	AWA5636	QNJC-YQ-050	30dB-130dB（A）	中国测试技术研究院/检定字第202207002873 号	2023.07.13
声校准器	AWA6221B	QNJC-YQ-042	声压级：94dB	中国测试技术研究院/检定字第202302000255 号	2024.02.02

（3）质量保证措施

同电磁环境监测质量保证措施。

4.4.1.6 监测结果

本工程各监测点昼间、夜间噪声监测结果见下表。

表 4.4-2　本工程噪声监测结果表（dB（A））

序号	名称		昼间 dB（A）	夜间 dB（A）	备注
1#	夏州750kV变电站	站界西北侧	44	42	/
2#		站界东北侧	41	40	/
3#		站界东侧	40	38	/
4#		站界东南侧	42	39	/
5#		站界西南侧	41	38	/
6#		站界西侧	40	38	/
7#		站界（本期间隔扩建）	41	40	/
8#		站外施工临建彩钢房	38	37	施工临建，不作为声环境敏感目标
1#	庆阳北750kV变电站	站界北侧	34	31	/
2#		站界西侧	34	32	/
3#		站界南侧	35	32	/
4#		站界东侧	34	31	/
5#		站界东北侧敏感目标	45	44	为庆北变声环境保护目标
6#		站界北侧敏感目标	43	41	
7#		站界西北侧敏感目标	45	41	
8#		站界东侧敏感目标	40	37	

序号	名称		昼间 dB（A）	夜间 dB（A）	备注
1#	输电线路	陕西省榆林市定边县郝滩镇白坑村河山组	37	35	/
2#		陕西省榆林市定边县郝滩镇大沙湾村大沙湾组	38	35	/
3#		陕西省榆林市定边县郝滩镇柳树涧村崔崾岘组	38	36	/
4#		陕西省榆林市定边县学庄乡朱庄村唐坬组	40	38	/
5#		陕西省榆林市定边县学庄乡杨伏井村阳湾组	40	38	/
6#		陕西省榆林市定边县学庄乡罗山村唐渠组	38	36	/
7#		陕西省榆林市定边县学庄乡罗山村姚渠组	36	35	/
8#		陕西省榆林市定边县新安边镇新安边村走马梁组	36	35	/
9#		榆林市定边县新安边镇店子坪村	37	35	执行 4a 类，距国道 G244 10m
10#		陕西省榆林市定边县新安边镇大北山村杨长队	40	38	/
11#		陕西省延安市吴起县吴仓堡镇周关村高沟组	35	34	/
12#		陕西省延安市吴起县吴仓堡镇周关村老庄崾岘组	37	34	/
13#		陕西省延安市吴起县铁边城镇王河村张城组	37	35	/
14#		陕西省延安市吴起县铁边城镇暴城村阳岸沟组	34	33	/
15#		陕西省延安市吴起县铁边城镇新寨村新寨组	40	37	执行 4a 类，距县道吴定路 5m
16#		陕西省延安市吴起县庙沟乡吴水口村阳庄组	35	33	/
17#		陕西省延安市吴起县庙沟乡走马城村高庄涧组	37	34	/
18#		陕西省延安市吴起县庙沟乡曾岔村路掌组	40	38	/
19#		甘肃省庆阳市华池县乔川乡李崾岘村林崾岘组	35	34	/
20#		甘肃省庆阳市华池县乔川乡李崾岘村李咀子组	37	34	/
21#		甘肃省庆阳市华池县乔川乡徐背台村徐背台组	36	32	/
22#		甘肃省庆阳市华池县白马乡白马村高沟组	38	36	/
23#		甘肃省庆阳市华池县白马乡白马村张兴庄组	36	34	/
24#		甘肃省庆阳市华池县白马乡白马村黄兴庄组	38	35	/
25#		甘肃省庆阳市环县八珠乡杏树沟村王河组	37	35	/
26#		甘肃省庆阳市环县八珠乡杏树沟村陶老庄组	37	35	/
27#		甘肃省庆阳市环县八珠乡杏树沟村曹北咀组	36	34	/
28#		甘肃省庆阳市环县八珠乡杏树沟村曹寺台组	34	31	/
29#		甘肃省庆阳市环县八珠乡塔尔咀村塔尔咀组	38	35	/
30#		甘肃省庆阳市环县八珠乡湫坝沟村高坪组	41	38	/
31#		甘肃省庆阳市环县八珠乡马连掌村马连掌组	35	31	/
32#		甘肃省庆阳市环县八珠乡马连掌村石崾岘组	34	31	/
33#		甘肃省庆阳市环县八珠乡马连掌村九沟台组	37	34	/
34#		甘肃省庆阳市华池县五蛟镇刘阳洼村刘南沟组	40	38	/
35#		甘肃省庆阳市环县曲子镇董家塬村高岭子组	39	34	/
36#		甘肃省庆阳市环县曲子镇董家塬村董家塬组	36	34	/
37#		甘肃省庆阳市环县曲子镇小庄子村崾岘组	38	35	/
38#		甘肃省庆阳市环县曲子镇小庄子村南塬组	44	40	/
39#		甘肃省庆阳市环县曲子镇小庄子村段塬组	40	38	/
40#		甘肃省庆阳市环县曲子镇宋家塬村李家塬组	38	35	/
41#		甘肃省庆阳市环县曲子镇宋家塬村郭家塬组	37	35	/
42#		甘肃省庆阳市环县曲子镇宋家源村李旗沟组	36	34	/
43#		甘肃省庆阳市环县曲子镇双城村谷家塬组	43	41	/
44#		甘肃省庆阳市环县曲子镇双城村花旗组	38	34	执行 4a 类，距国道 G211 25m
1#	交叉	交叉跨越 330kV 夏边 I、II 回	37	34	/

序号	名称		昼间 dB（A）	夜间 dB（A）	备注
2#	跨越	交叉跨越 330kV 夏尖线、330kV 夏渠线	41	39	/
3#		本工程钻越±800kV 灵绍线	41	39	/
4#		本工程钻越±800kV 天中线	40	38	/

4.4.2　监测结果分析

夏州 750kV 变电站站界各监测点噪声监测结果昼间在 40dB（A）~44dB（A）之间，夜间在 38dB（A）~42dB（A）之间。昼、夜间满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准。

本工程在进行声环境现状监测时，庆阳北 750kV 变电站一期工程暂未开工建设。庆阳北 750kV 变电站声环境监测点噪声监测结果昼间在 34dB（A）~35dB（A）之间，夜间在 31dB（A）~32dB（A）之间，均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准。

庆阳北 750kV 变电站站外声环境保护目标的噪声监测结果昼间在 40dB（A）~45dB（A）之间，夜间在 37dB（A）~44dB（A）之间，均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准。

输电线路沿线敏感点的噪声监测结果昼间在 34dB（A）~44dB（A）之间，夜间在 31dB（A）~41dB（A）之间，均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）相应类标准。可见，评价区各监测点声环境现状良好。

本工程交叉跨越 330kV 夏边 I、II 回、交叉跨越 330kV 夏尖线、330kV 夏渠线（与 330kV 夏尖线同塔双回）昼间噪声分别为 37 dB（A）、41 dB（A），夜间噪声分别为 34 dB（A）、39 dB（A）；本工程钻越±800kV 灵绍线、±800kV 天中线处昼间噪声分别为 41 dB（A）、40 dB（A），夜间噪声分别为 39 dB（A）、38 dB（A），监测结果满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）相应类标准。

4.5　生态环境现状

4.5.1　项目所在区域生态功能区划

依据《甘肃省生态功能区划》，本工程涉及“黄土高原农业生态区”中的“13 环县黄土丘陵、滩地强烈水土流失牧农生态功能小区”。

依据《陕西省生态功能区划》，本工程涉及“长城沿线风沙草原生态区”中的“5 白于山河源水土保持区”和“黄土高原农牧生态区”中的“9 白于山南麓水土保持控制区”。

图 4.5-1　本工程与甘肃省生态功能区划位置关系

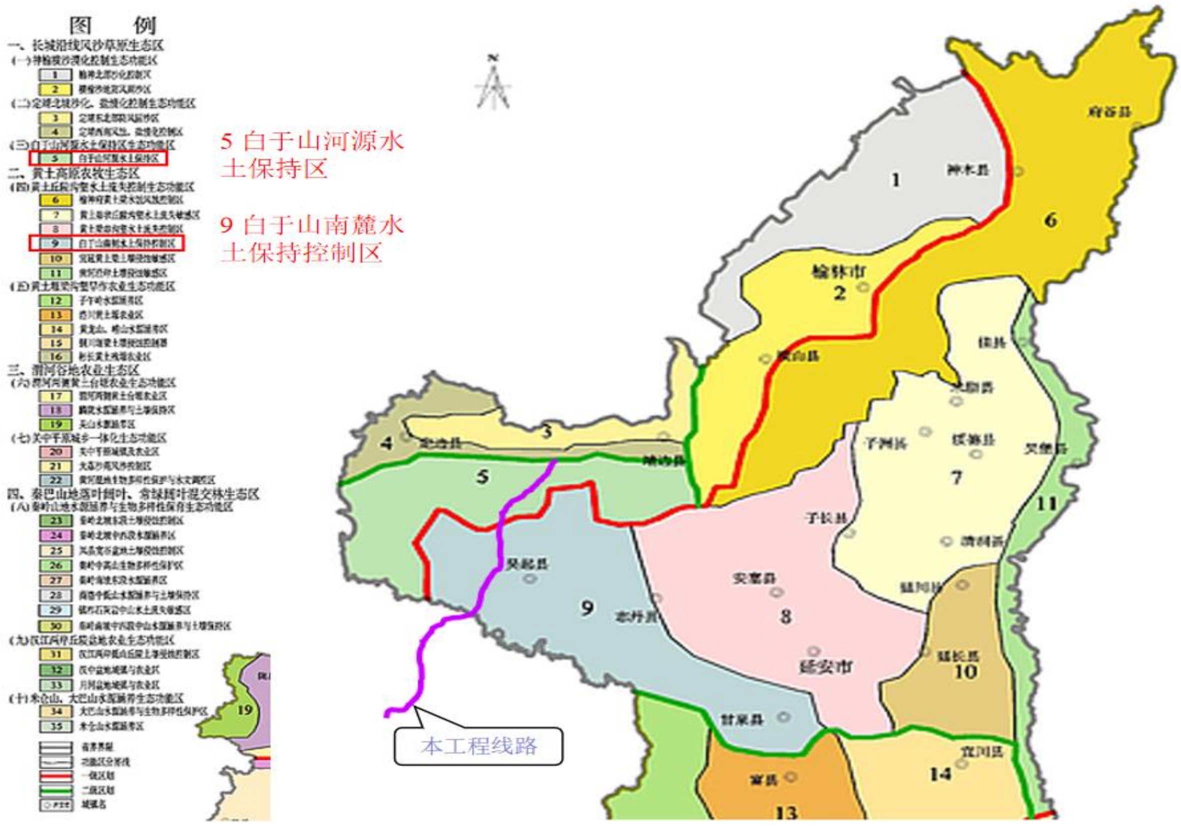


图 4.5-2　本工程与陕西省生态功能区划位置关系

4.5.2 生态现状调查方法

4.5.2.1 调查内容

包括工程区域土地利用类型以及主要植物物种组成，优势种、覆盖度、生物量，野生动物种类、数量、分布和评价区主要生态问题调查。

4.5.2.2 调查方法

本工程生态现状调查方法采用资料收集法、现场勘查、专家和公众咨询及遥感调查等多种方法结合的方式进行。

（1）资料收集

植被调查收集的资料主要有中国科学院中国植被图编辑委员会编辑的《中国植被图集》、2005 年甘肃科学技术出版社出版的《甘肃省植物志》、1996 年甘肃科学技术出版社出版的《甘肃珍稀濒危保护物种》《黄土高原植物志》《陕西省植物志》《中国植物区系与植被地理》《甘肃脊椎动物志》《陕西啮齿动物志》《中国动物地理》《中国动物志》等。

（2）现场调查

根据整体与重点相结合的原则，现场调查法应突出重点区域和关键时段的调查，并通过实地踏勘，核实收集资料的准确性，以获取实际资料和数据。

（3）专家和公众咨询

植物调查重点包括植物物种组成，优势种、覆盖度、生物量等。对于不确定的植物拍摄特征照片咨询相关植被分类专家和当地公众，或查阅《中国植被类型图谱》、《甘肃省植物志》、《陕西省植物志》以及中国植物图像库等进行确认。

（4）遥感调查

为了科学准确反映项目区植被类型、土地利用现状、植被覆盖度等主要生态要素信息，采用 3S 技术进行项目区生态信息的获取。首先，根据国家或相关行业规范，结合遥感图像的时相与空间分辨率，建立土地利用现状、植被类型、植被覆盖度、植被覆盖度分类或分级体系；其次，对环境 2A（HJ2A）遥感图像数据进行投影转换、几何纠正、直方图匹配等预处理；第三，以项目区环境 2A（HJ2A）遥感影像为信息源，结合项目区的相关资料，建立基于土地利用现状、植被类型、植被覆盖度的分类分级系统的遥感解译标志，采用人机交互目视判读对遥感数据进行解译，编制项目区土地利用现状、植被类型、植被覆盖度生态专题图件。第四，采用专业制图软件 ARCGIS 进行专题图件数字化，并进行分类面积统计。

4.5.3 土地利用现状

本次评价以高分辨率卫星影像作为源数据，基于 ArcGIS 平台，将原始影像进行校准、拼接、切割等预处理。之后借助面向对象的遥感解译软件 ERDAS IMAGINE 采用人机交互式解译方法提取土地利用数据。

按照《土地利用现状分类标准》（GBT21010-2017）进行地类划分，将评价区的土地利用现状类型分为水浇地、灌木林地、其他草地等 9 种土地利用类型。评价范围内土地利用现状见图 4.5-3~图 4.5-7。结合土地利用现状图，分别统计土地利用类型面积见下表。

表 4.5-1　工程沿线土地利用现状表

一级类	二级类		面积(hm^2)	比例(%)
	地类代码	地类名称		
耕地	0102	水浇地	3388.01	19.15
林地	0305	灌木林地	344.40	1.95
草地	0404	其他草地	13647.17	77.14
住宅用地	0701	城镇住宅用地	2.27	0.01
	0702	农村宅基地	11.62	0.07
公共管理与公共服务用地	0809	公用设施用地	16.59	0.09
交通运输用地	1003	公路用地	25.10	0.14
水域及水利设施用地	1101	河流水面	13.06	0.07
其他土地	1206	裸土地	243.17	1.37
合计			17691.38	100.00

项目设计阶段已对线路进行优化，尽量减少对林地耕地的占用。由表及图可知，评价区土地利用类型以其他草地为主，占评价区总面积的 77.14%，其次为水浇地，占评价区总面积的 19.15%，灌木林地、农村宅基地、公用设施用地等所占比例较少。

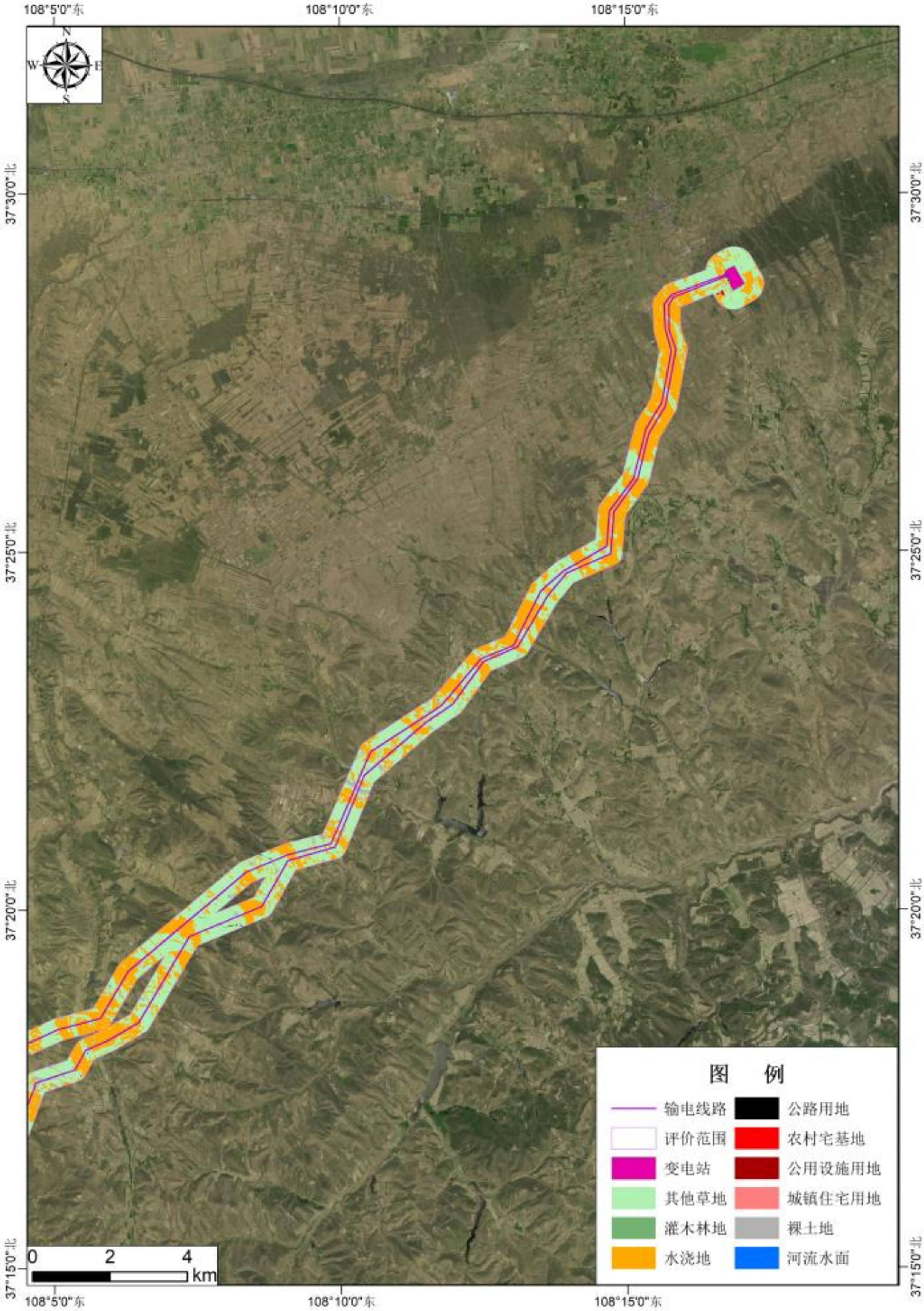


图 4.5-3 本工程土地利用现状（1）

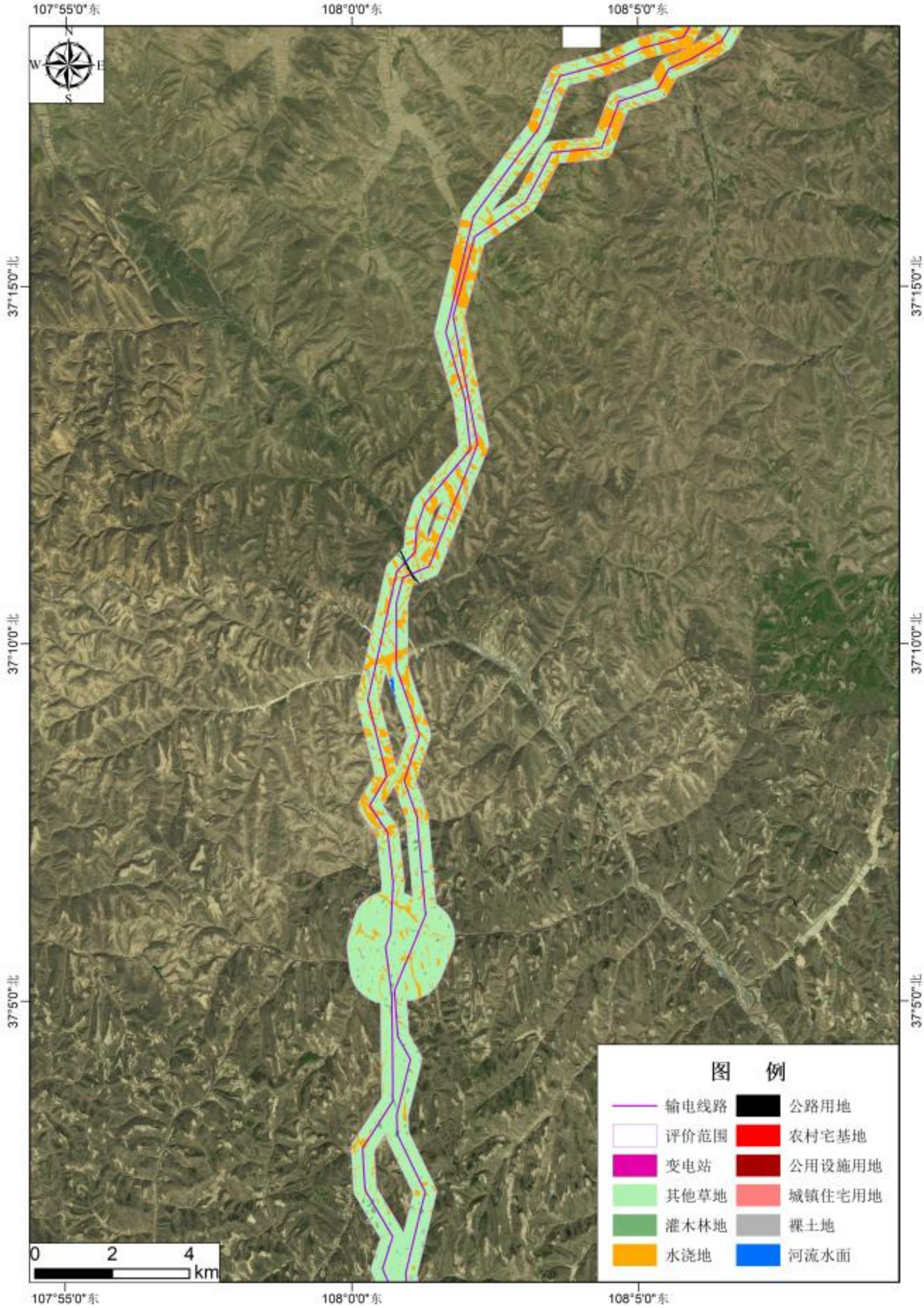


图 4.5-4　本工程土地利用现状（2）

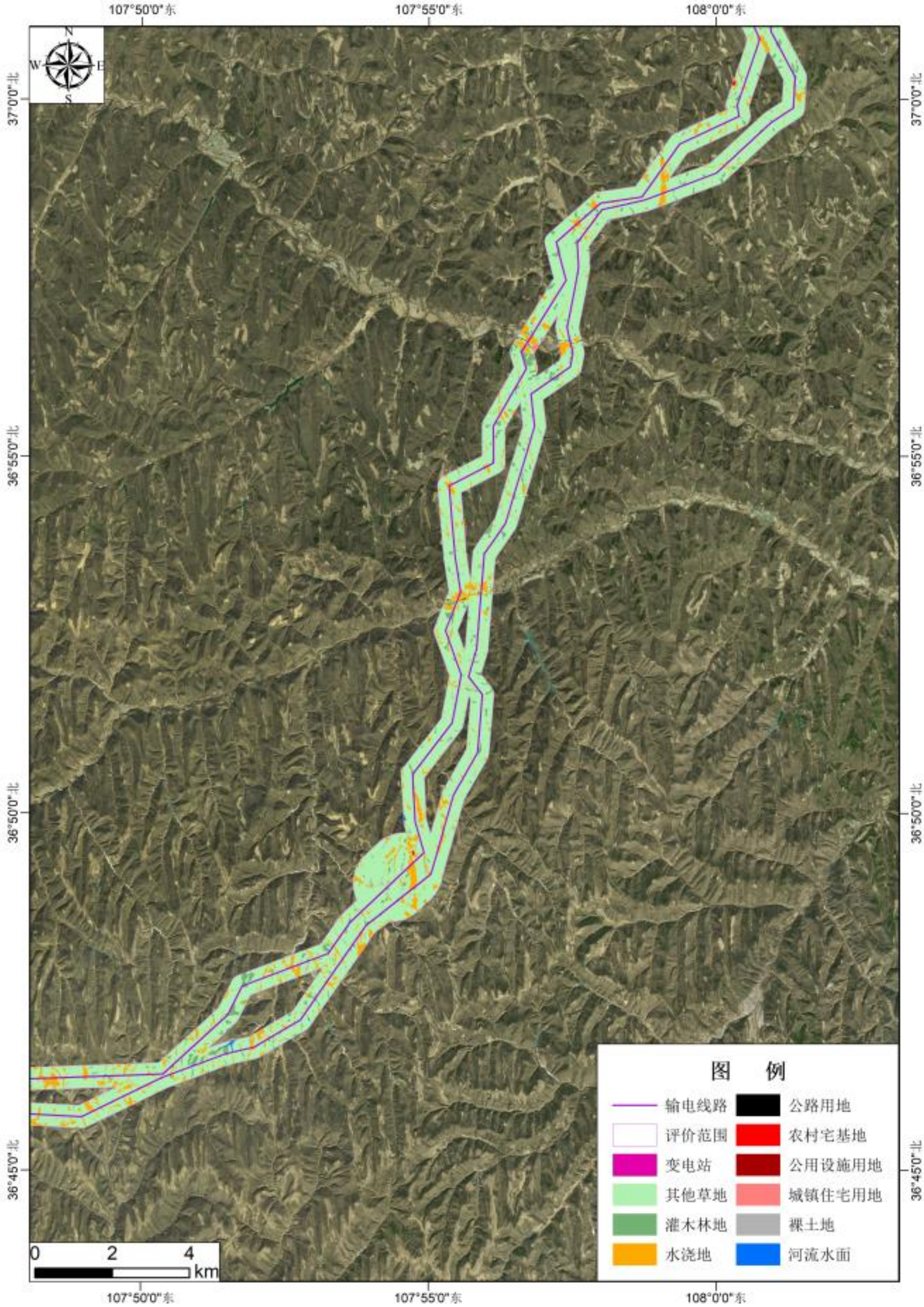


图 4.5-5 本工程土地利用现状（3）

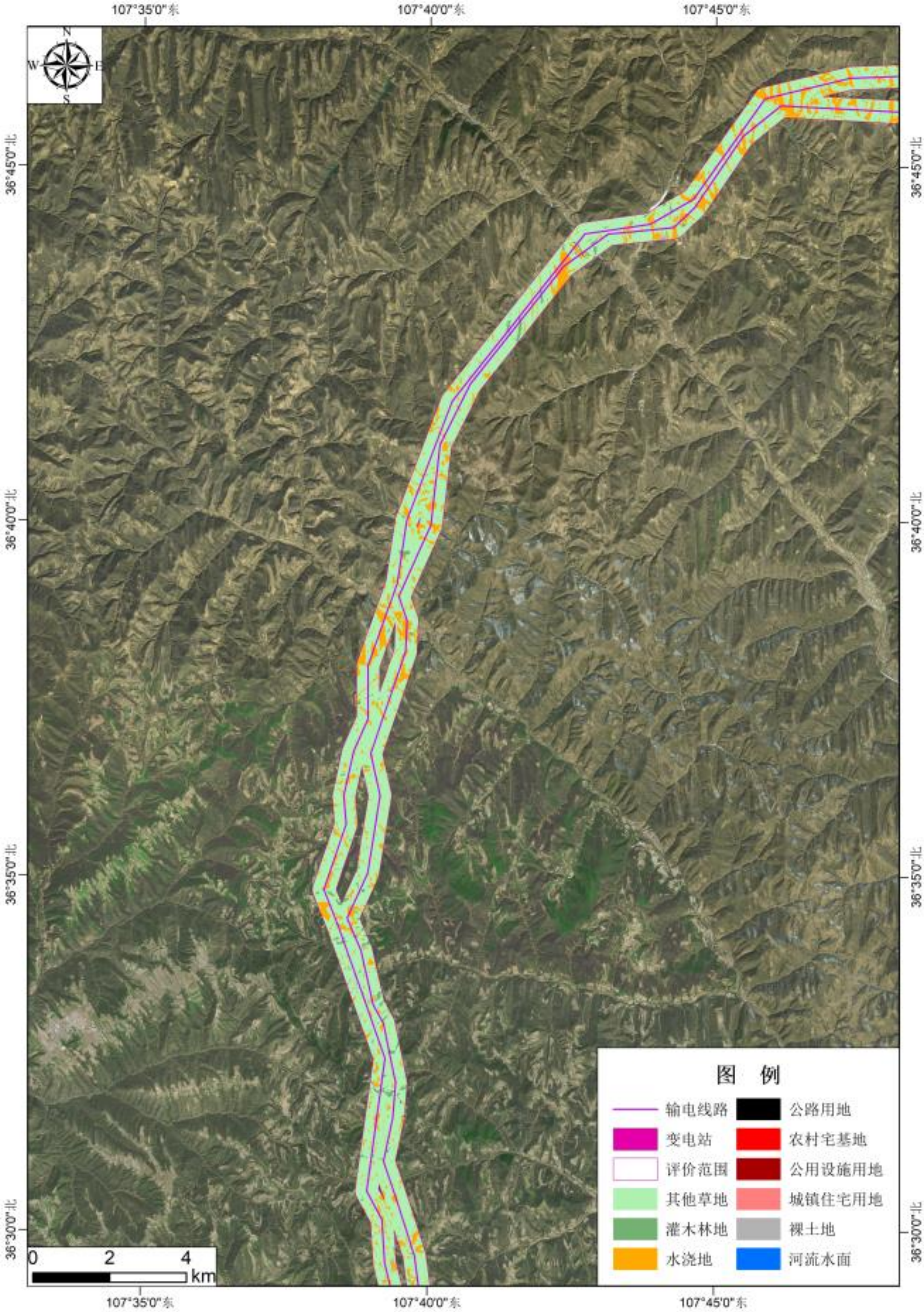


图 4.5-6 本工程土地利用现状（4）

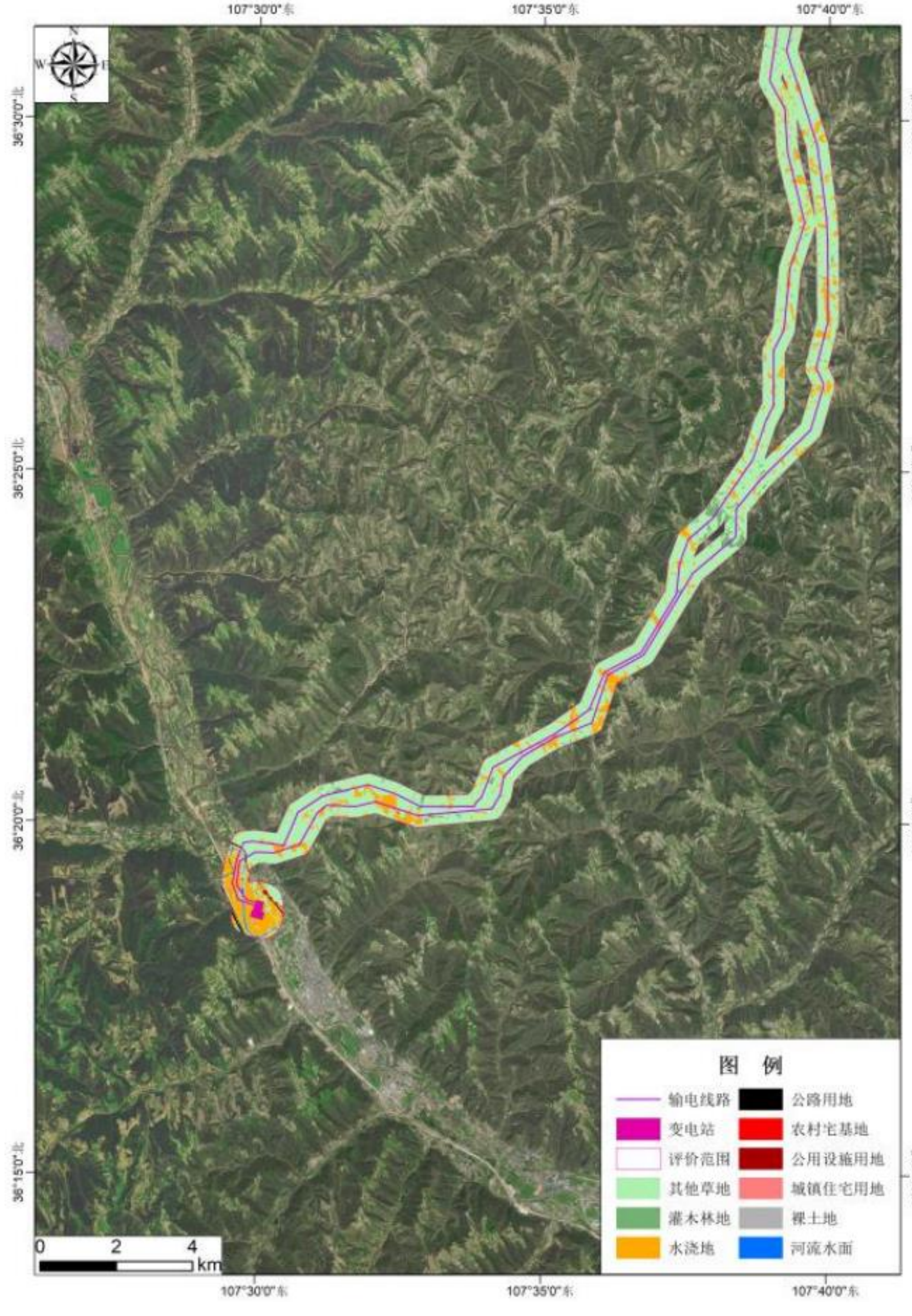


图 4.5-7　本工程土地利用现状（5）

4.5.4　植被及植物资源现状

4.5.4.1 植物区系

根据《中国植物区系与植被地理》，本地区域属于“VI温带草原地带”-“VIA 东部草原亚区域”-“VIAii 暖温带草原地带”-“VIAiia 暖温带草甸草原亚地带”中的“VIAiia-3 陕北黄土高原丘陵草原区”和“VIAiia-4 陇东-陇中黄土高原中部山地森林、草甸草原区”。

4.5.4.2 遥感解译植被覆盖度

植被覆盖度可用于定量分析评价范围内的植被现状。采用归一化植被指数（NDVI）估算植被覆盖度的方法如下：

$$FVC = (NDVI-NDVIs)/(NDVIv-NDVIs)$$

式中：*FVC*——所计算像元的植被覆盖度；*NDVI*——所计算像元的 *NDVI* 值；*NDVIv*——纯植物像元的 *NDVI* 值；*NDVIs*——完全无植被覆盖像元的 *NDVI* 值。

植被覆盖度情况见图 4.5-8。

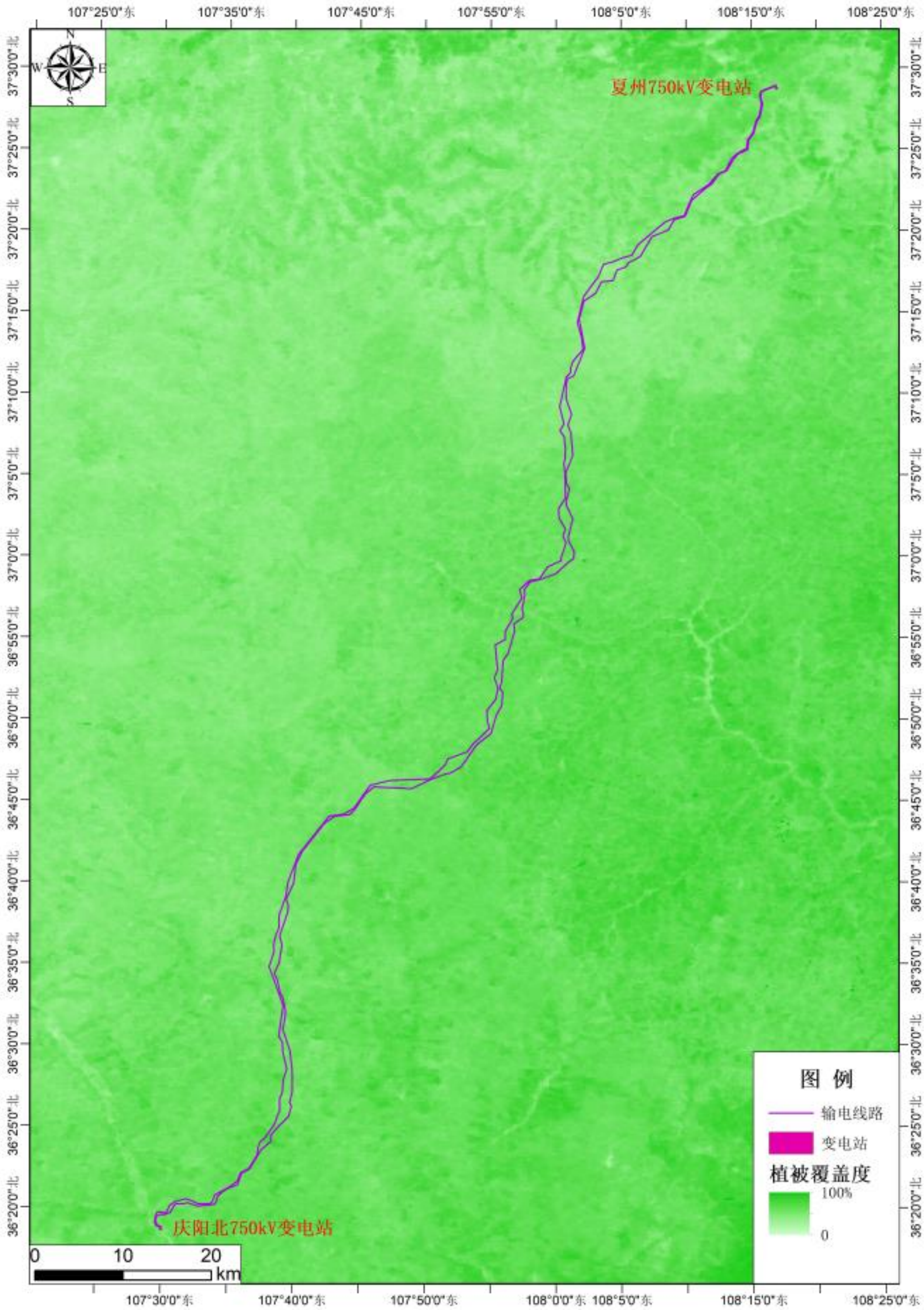


图 4.5-8 本工程植被覆盖度情况

4.5.4.3 遥感解译植被类型

（1）遥感信息源的选取

以 2023 年 5 月的环境 2A（HJ2A）影像数据作为基本信息源，全色空间分辨率 16 米，经过融合处理后的图像地表信息丰富，有利于生态环境因子遥感解译标志的建立，保证了各生态环境要素解译成果的准确性。

（2）环境 2A（HJ2A）影像图处理

在 ERDAS 等遥感图像处理软件的支持下，对环境 2A（HJ2A）影像数据进行了投影转换、几何纠正、直方图匹配等图像预处理。根据土地利用现状、植被类型等生态环境要素的地物光谱特征的差异性，选择全波段合成方案，全波段合成图像色彩丰富、层次分明，地类边界明显，有利于生态要素的判读解译。

（3）植被类型遥感解译结果

根据解译结果，基于文献资料收集及遥感解译分析，根据实地调查结果进行核准，项目评价区域植被类型分布情况详见下表和图 4.5-9~图 4.5-13。

表 4.5-2　评价区内植被类型面积统计表

<table>
<tr><td colspan="2">植被类型</td><td>面积(km^2)</td><td>比例(%)</td></tr>
<tr><td>灌丛植被</td><td>柠条灌丛</td><td>344.40</td><td>1.95</td></tr>
<tr><td rowspan="4">草地植被</td><td>长芒草草原</td><td>8376.99</td><td>47.35</td></tr>
<tr><td>白羊草、杂草类草原</td><td>703.04</td><td>3.97</td></tr>
<tr><td>百里香、丛生禾草草原</td><td>3967.07</td><td>22.42</td></tr>
<tr><td>茭蒿、禾草草原</td><td>600.07</td><td>3.39</td></tr>
<tr><td>栽培植被</td><td>栽培植被</td><td>3388.01</td><td>19.15</td></tr>
<tr><td rowspan="2">非植被区</td><td>无植被区域</td><td>298.75</td><td>1.69</td></tr>
<tr><td>水体</td><td>13.06</td><td>0.07</td></tr>
<tr><td colspan="2">合计</td><td>17691.38</td><td>100</td></tr>
</table>

由表及图可知，评价区植被以草地植被为主，占评价区总面积的 77.13%，其中长芒草草原最多，占评价区总面积的 47.35%；其次为栽培植被，占评价区总面积的 19.15%；灌丛植被和非植被区面积较少。

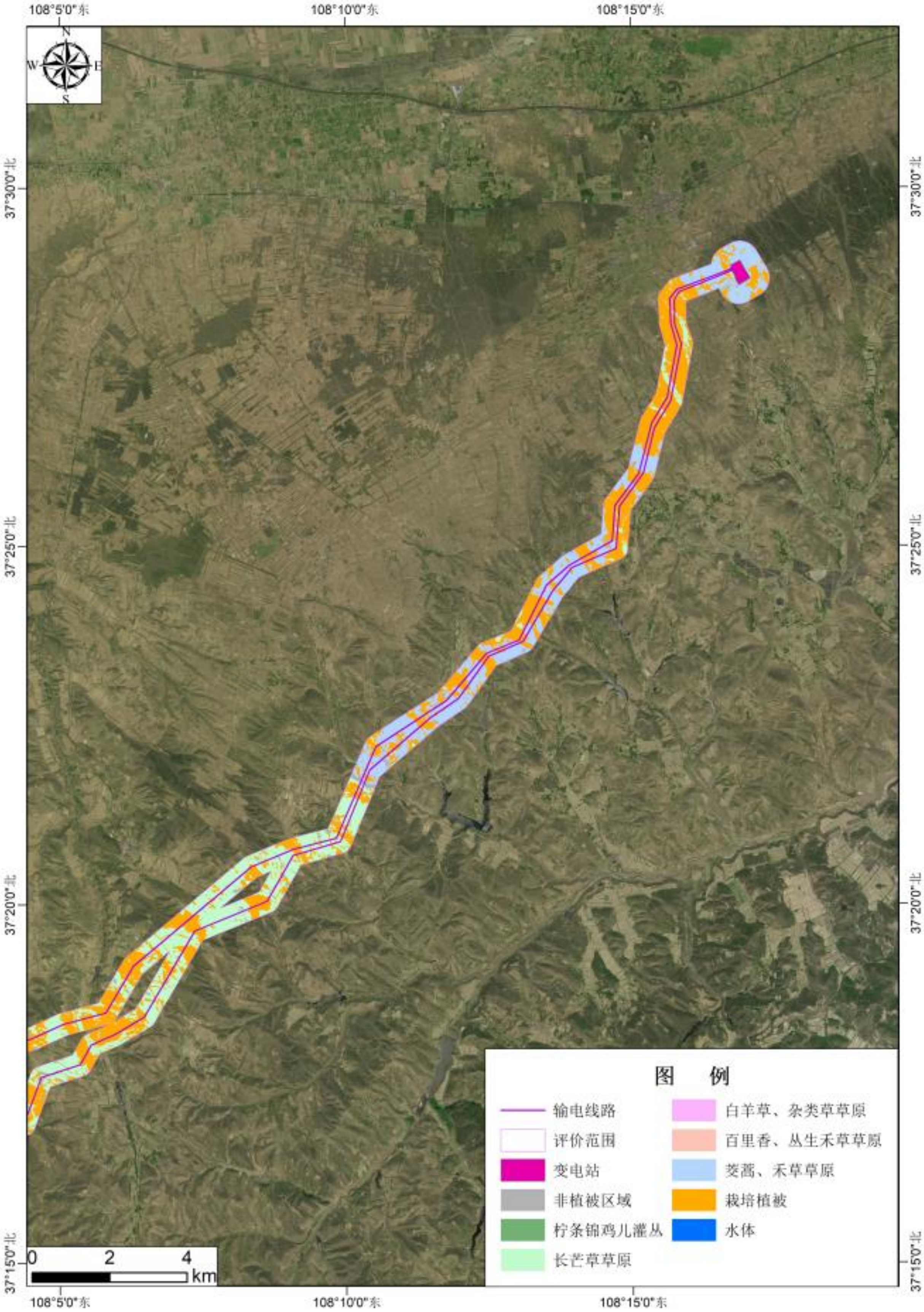


图 4.5-9 项目评价区域植被类型分布图（1）

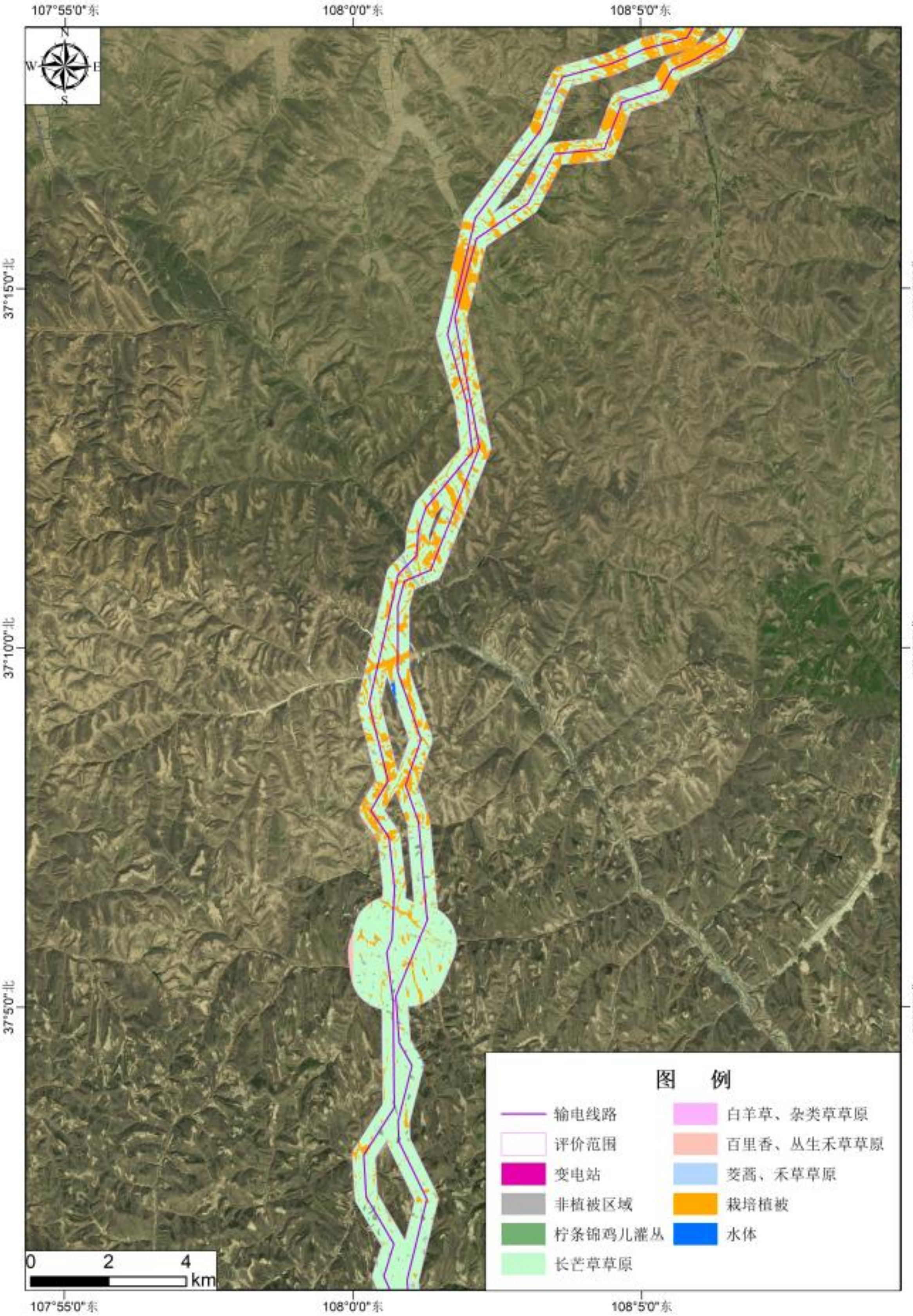


图 4.5-10　项目评价区域植被类型分布图（2）

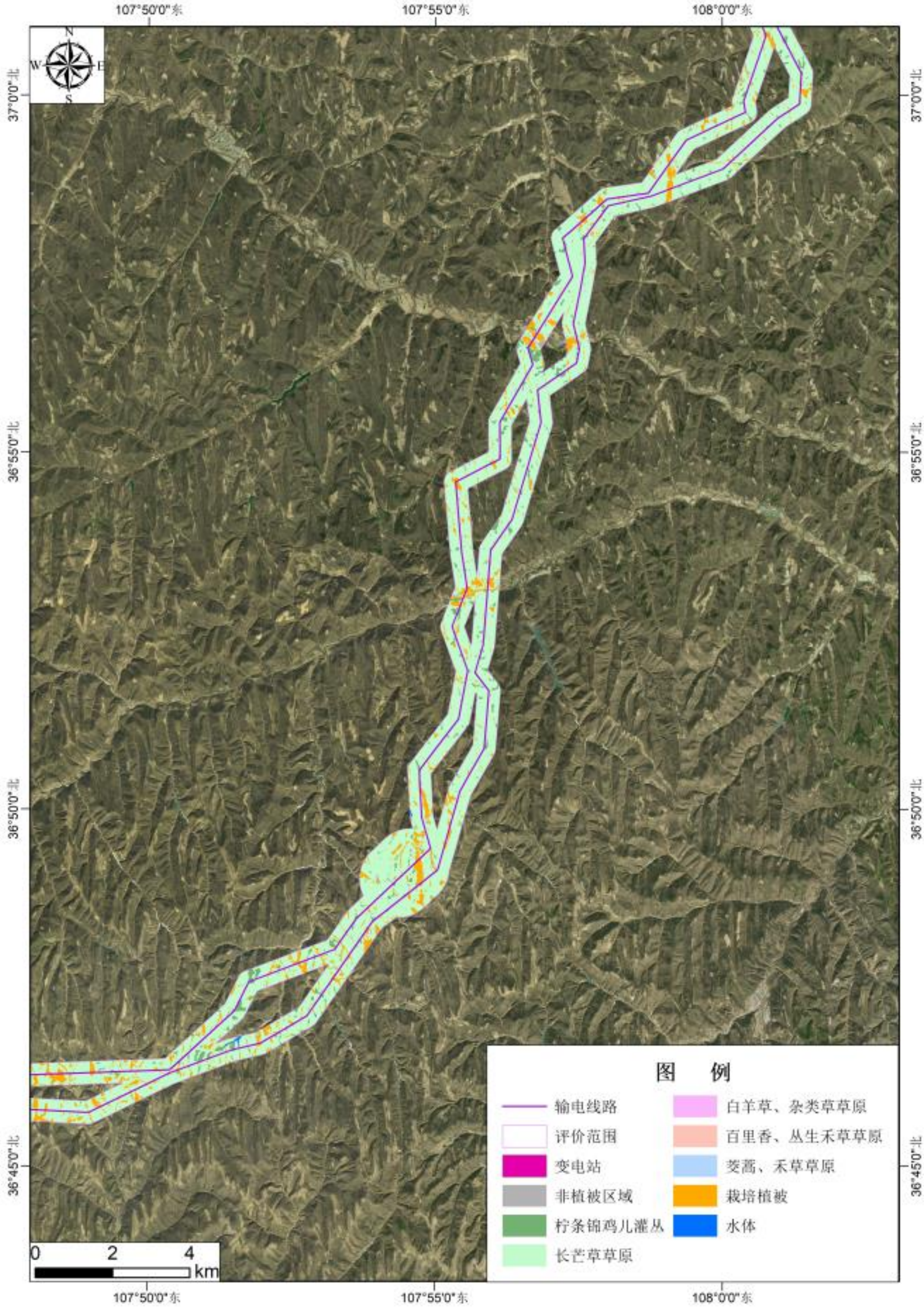


图 4.5-11　项目评价区域植被类型分布图（3）

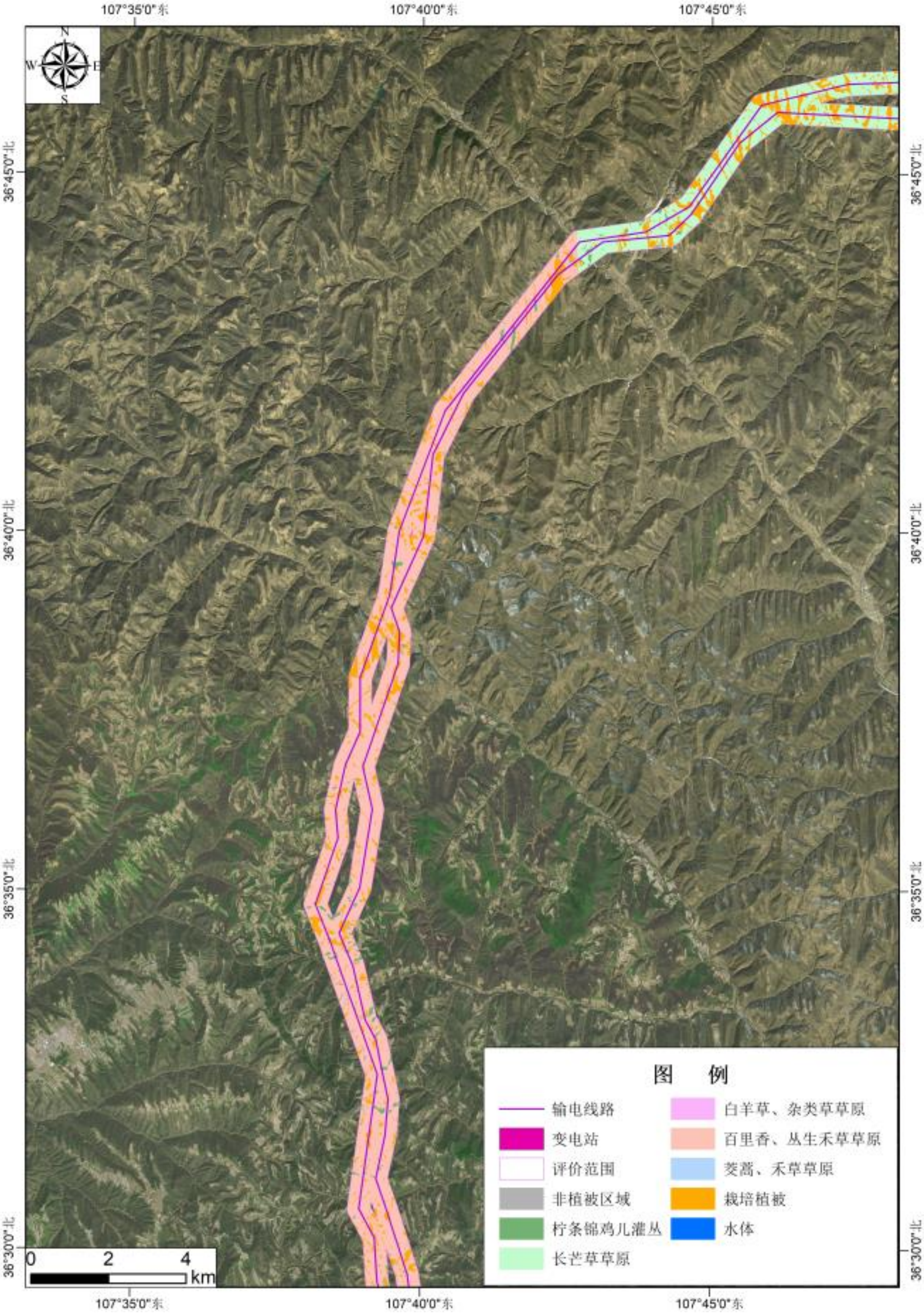


图 4.5-12 项目评价区域植被类型分布图（4）

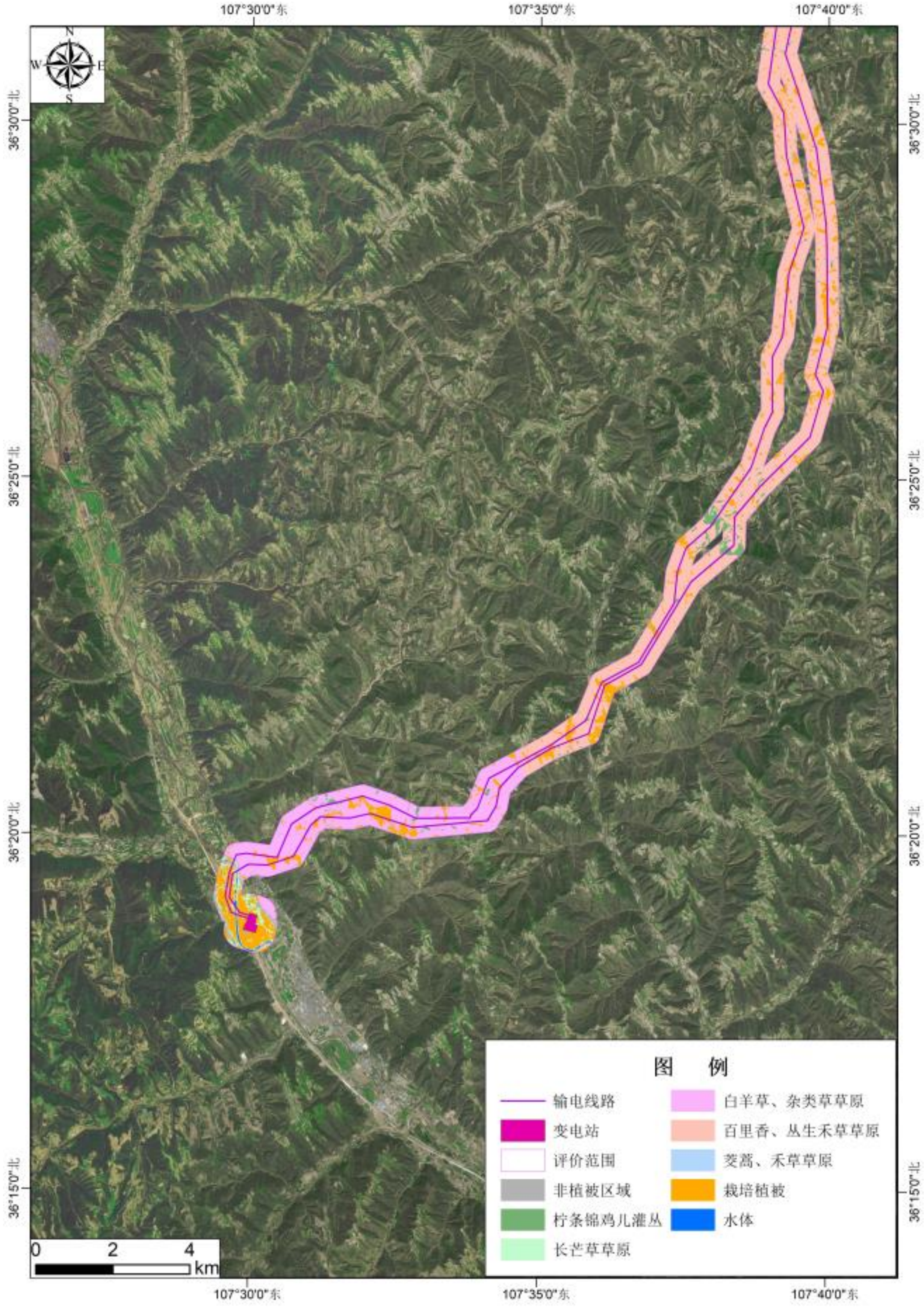


图 4.5-13　项目评价区域植被类型分布图（5）

4.5.4.4 植物多样性调查结果

本地区植被的优势植物种类多属蒙古区系成分和亚洲中部成分，多年生草类、半灌木和灌木是植被组成的主要生活型，代表性的优势植物有长芒草、大针茅、冰草、多叶隐子草、糙隐子草、冷蒿、白莲蒿、茭蒿、茵陈蒿、甘草、兴安胡枝子和百里香等，主要灌木种类有酸枣、荆条、黄蔷薇、黄刺玫、土庄绣线菊、枸杞、灌木铁线莲、沙棘、杠柳、柠条锦鸡儿、河蒴荛花、细叶小檗、狼牙刺和小叶锦鸡儿等。散生或栽培树种有榆树、青杨、小叶杨、旱柳、臭椿、槐、刺槐、桑、枣、杏和桃等。

（1）草原植被

本地区由于长期的广泛开垦，原生草原植被保存不多。除了长芒草群系广泛分散分布以外，百里香、白莲蒿和茭蒿等群系分布较多。长芒草草原为主要代表性群系，可在黄土垛峁顶部与沟坡边缘形成小面积的分布，因生境的差异，分别与兴安胡枝子、白莲蒿和茭蒿等多种植物组成不同群落，有些群落含有灌木。百里香群系在本地区东北部及白于山地区较缓的坡地上分布较多，适应于地表土壤面蚀作用较强的生境，仍以兴安胡枝子、长芒草、白莲蒿和冷蒿等为次优势植物。白莲蒿群系在侵蚀坡地上分布很多，常与长芒草群落，茭蒿群落的片段组成复合分布。茭蒿群落多出现在较陡的丘陵与低山阳坡上，东部的茭蒿群落伴生植物较多，有兴安胡枝子、长芒草和白羊草等混生，西部的群落中，糙隐子草与冷蒿等旱生植物成为主要伴生植物。白羊草草原群落在区内分布较少，主要见于东南部的丘陵坡地上，有些是白羊草与长芒草的混生群落。

（2）灌丛植被

灌丛植被的群落类型在本地区东部较多，黄蔷薇灌丛、酸枣灌丛和三裂绣线菊灌丛是丘陵坡地的粗骨土上分布的灌丛植被，群落中伴生细叶小檗、灌木铁线莲、沙棘、杠柳和狼牙刺等灌木及兴安胡枝子、白羊草等。河蒴荛花灌丛群落中半灌木与草本植物居多，主要有白莲蒿、茭蒿、长芒草和兴安胡枝子等。黄刺玫疏灌丛也是草本与半灌木层片比较发达的灌丛群落。

（3）栽培植被

农作物的种类比较多样，谷子、糜子和薯类是种植较多的作物，其次是小麦、高梁、玉米和豆类，东部有少量棉花种植。

结合本次调查，根据国家林业和草原局、农业农村部公告（2021 年第 15 号）公布的《国家重点保护野生植物名录》及国家林业部于 1987 年公布的《珍稀濒危保护植物名录》、《中国生物多样性红色名录》等资料，评价区内没有发现国家级保护植物，以及极危、濒危和易危的物种。

经过对当地林业局和居民的调查访问，结合本次调查，评价区内多为草本和栽培作物，未发现古树名木。

根据《重点管理外来入侵物种名录》(2023 年 1 月 1 日起正式施行)，结合本次调查，评价区内未发现外来入侵物种。

4.5.5 动物资源现状

4.5.5.1 动物调查方法

（1）访问调查

在工程评价区及其周边地区通过对当地有野外经验的农民进行访问和座谈，与当地林业部门的相关人员进行交谈，了解当地动物的分布、数量情况。

（2）实地考察

到评价现场进行实地考察，考察工程评价区沿线的各种主要生境。结合植物多样性调查，在线路沿线进行动物多样性调查。

（3）资料整合

比照相应的地理纬度和海拔高度，查阅当地及相邻地区的有关科学研究和野外调查资料。综合实地调查、访问调查和资料，通过分析归纳和总结，从而得出本工程现场及实施地和周边地区的动物物种、种群数量和分布资料，为评价和保护当地动物提供科学的依据。

4.5.5.2 动物区系

根据《中国动物地理》，本项目动物地理区划属于古北界-华北区-黄土高原亚区-IIIB 西部荒漠亚区中的“冀晋陕北部省-森林草原、农田动物群（IIB1）”。该亚区包括山西、陕西和甘肃南部的黄土高原及冀热山地。

4.5.5.3 动物多样性调查结果

根据相关资料整合，本地区主要动物有花鼠、红背鼮、社鼠、巢鼠、黑线仓鼠、大仓鼠、长尾仓鼠、中华鼢鼠、棕色田鼠、狍等；鸟类中有麻雀、喜鹊、翠鸟雨燕、红尾伯劳、山噪鹛等，均属华北区常见种类。

（1）大中型兽类

黄土高原及河谷地带有悠久的农业开发历史，自然景观已为黄土塬、梁和河阶地上的农田和零星分散的林地所替代，大型兽类在很多地方已经绝迹。黄土高原上广泛可见的食肉兽有赤狐、猪獾、狗獾、黄鼬、艾鼬、豹猫等，均属适应荒野的种类。其中以黄鼬数量最多。

（2）啮齿类

广大的黄土高原环境则为适应于荒野生活的种类所占据，最主要的是啮齿动物，主要以鼢鼠分布最广泛。同时还分布有长尾仓鼠、大仓鼠、黑线仓鼠、岩松鼠、花鼠等。黄土高原中部林灌较多。

（3）鸟类

黄土高原上的山地，通常有 4~5 个垂直带，由于林地的破坏，灌丛和草地环境广泛分布，可见于不同高度与高原密切相关的山麓带，即村落、农田环境，是高原上最广泛的景观之一。有一些鸟类广泛见于境内，是各地的优势种或常见种。它们主要是麻雀、山雀、三道眉草鹀、喜鹊、鸦、红嘴山鸦、岩鸽等。境内因水域和小片林地等环境的影响，鸟类有明显的生态分布。除麻雀为此区域优势种外，其他优势种和共有种数各不相同：

水域河漫滩：寒鸦、乌脚滨鹬等。

阶地农田：寒鸦、小鸥等。

丘陵：寒鸦、红嘴山鸦、岩鸽、凤头百灵等。

人工林：家燕、燕雀、田鸥等。

此外，秦岭北坡特征鸟类有：全北型：金雕、普通燕鸥、戴菊、旋木雀；古北型：领岩鹨、黄眉柳莺；东北型：黑眉苇莺、长尾雀；喜马拉雅-横断山型：白喉红尾鸲、异色树莺、橙斑翅柳莺、褐冠山雀、赤胸灰雀；高地型：林岭雀、白翅拟蜡嘴雀；中亚型：山鹛；地中海-中亚型：红嘴山鸦；华北一华中特有：白冠长尾雉、红腹山雀。

（4）爬行类

此区域爬行类中亚型的中介蝮蛇分布比较广泛。在本地区西北边缘，如陇东地区，则有变色沙蜥、草原沙蜥和密点麻蜥等中亚型成分渗入。另外，本地区产有黄土高原土著种耳疣壁虎。在陇东地区还有东洋型的双全白环蛇渗入。

（5）两栖类

与爬行动物类似，两栖类种类亦比较贫乏。普遍可见的种类，也是黄淮平原上的常见种，如中华大蟾蜍、花背蟾蜍和黑斑侧褶蛙。中国林蛙，也可见于高原的大部分地区。

现场调查得知，本工程变电站站址附近及输电线路沿线分布的动物主要为鸡、鸭、牛、羊等家禽家畜，其余为小型鸟类、啮齿类、爬行类及昆虫类等小动物，在田间、地头零星分布，未见狍、赤狐等大中型兽类。

4.5.5.4 重点保护动物调查

现场调查得知，本项目所在区域人类耕作历史悠久，因受人类活动影响较大，动物以人工养殖家禽、家畜为主，野生动物较少。评价范围内不涉及珍稀濒危野生动物集中分布区以及受保护的珍稀濒危野生动物集中栖息地。并且未在评价区内发现有重点保护动物，亦未见有珍稀濒危动物。

4.5.6 生态保护红线现状调查与评价

本线路在陕西省延安市吴起县两次一档跨越黄土丘陵沟壑水土流失防控生态保护红线，跨越位置属于黄土高原梁状丘陵沟壑区，跨越段线路长度分别为 0.19km 和 0.16km，生态保护红线内不立塔。本工程与陕西省生态保护红线的相对位置关系如下图所示。

本工程跨越生态保护红线评价范围内土地利用现状多为其他草地及水浇地，评价范围内植被类型多为长芒草草原及栽培植被。

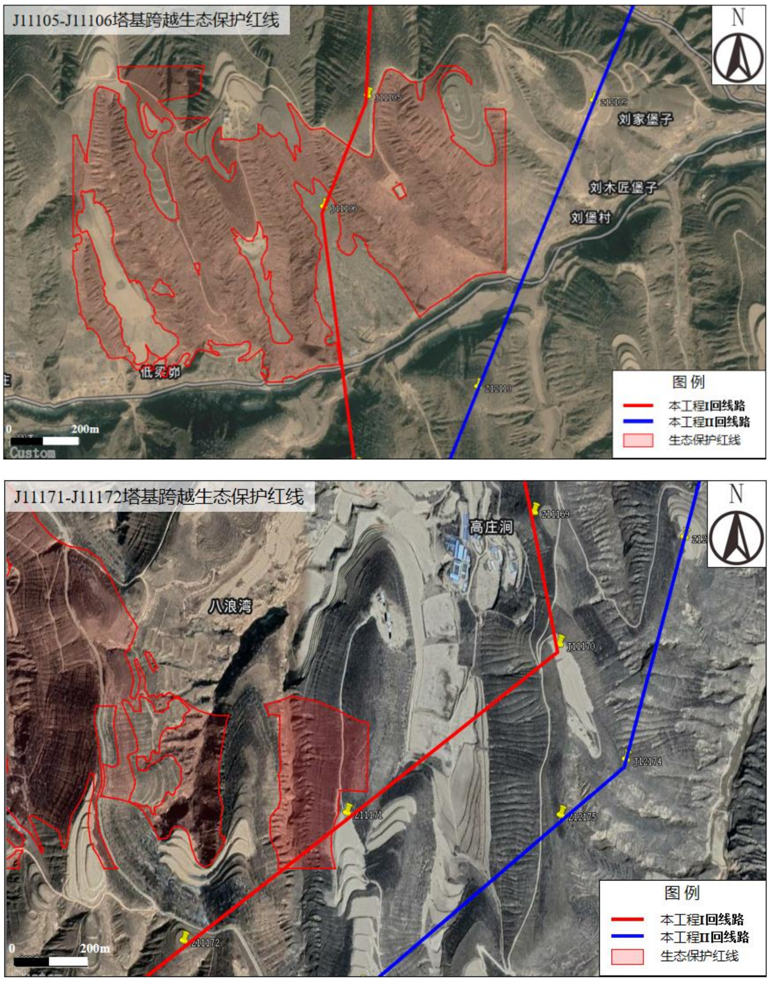


图 4.5-14 本工程输电线路与陕西省生态保护红线位置关系示意图

4.5.7 生态系统现状调查与评价

4.5.7.1 生态系统类型

通过比对前文的植被类型遥感解译结果和现场样方调查结果，将评价范围内生态系统类型及面积进行统计修正，按照全国生态状况调查评估技术规范——生态系统遥感解译与野外核查（HJ1166-2021）中的II级类型进行划分。评价区内生态系统分布图见图 4.5-15~图 4.5-19，评价区内生态系统分布见下表。

表 4.5-3 评价区内生态系统分布情况表

I 级代码	I 级分类	II 级代码	II 级分类	面积(hm^2)	比例(%)
2	灌丛生态系统	23	稀疏灌丛	344.40	1.95
3	草地生态系统	32	草原	13647.17	77.14
4	湿地生态系统	43	河流	13.06	0.07
5	农田生态系统	51	耕地	3388.01	19.15
6	城镇生态系统	61	住宅	13.89	0.08
		63	工矿交通	41.69	0.24
8	其他	82	裸地	243.17	1.37
合计				17691.38	100

由上表及附图可知，评价区内主要的生态系统类型为草地生态系统，占评价区面积的 77.14%，其次为农田生态系统，占评价区范围的 19.15%。森林生态系统、灌丛生态系统、湿地生态系统和城镇生态系统面积较少。

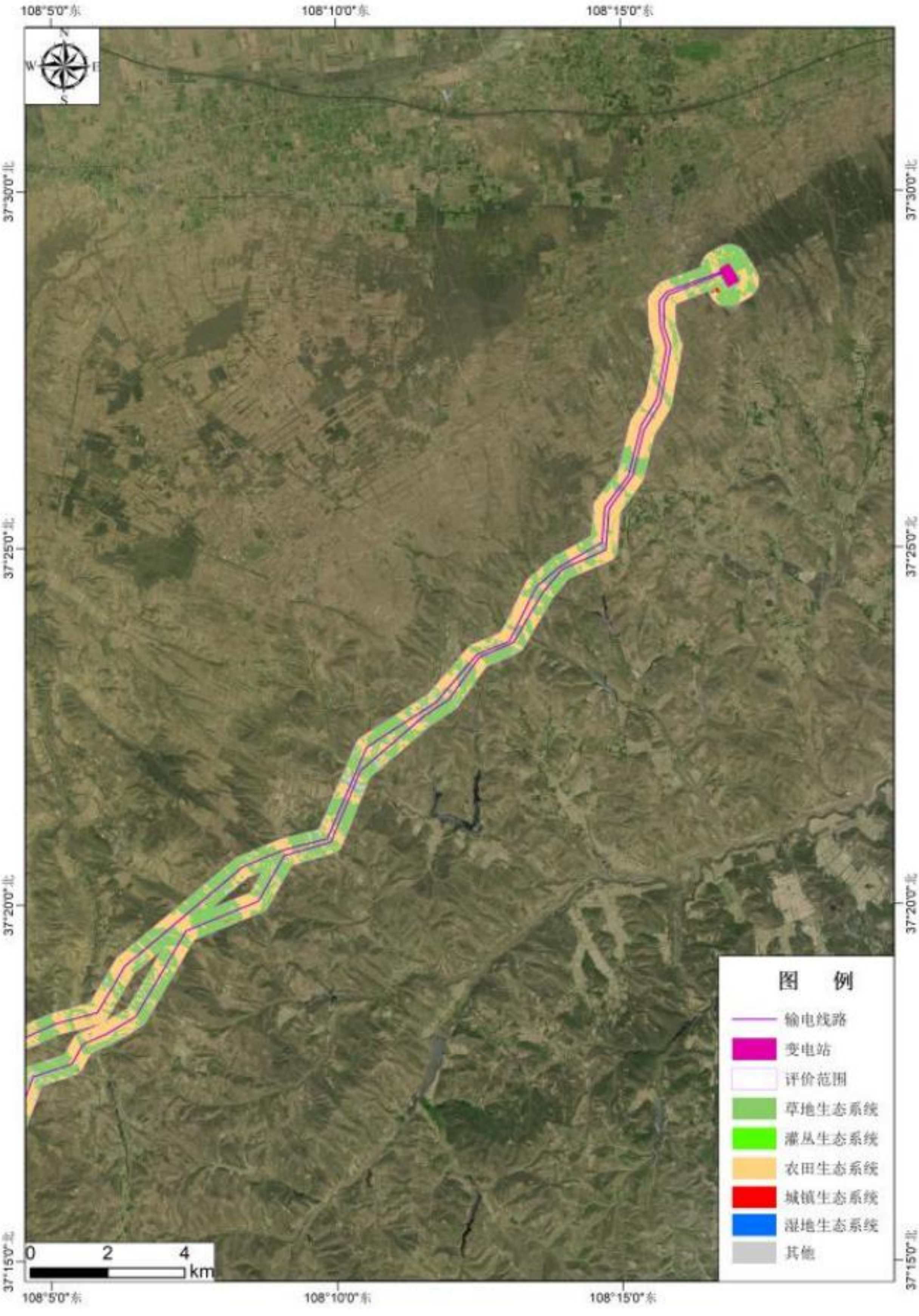


图 4.5-15　评价区内生态系统分布图（1）

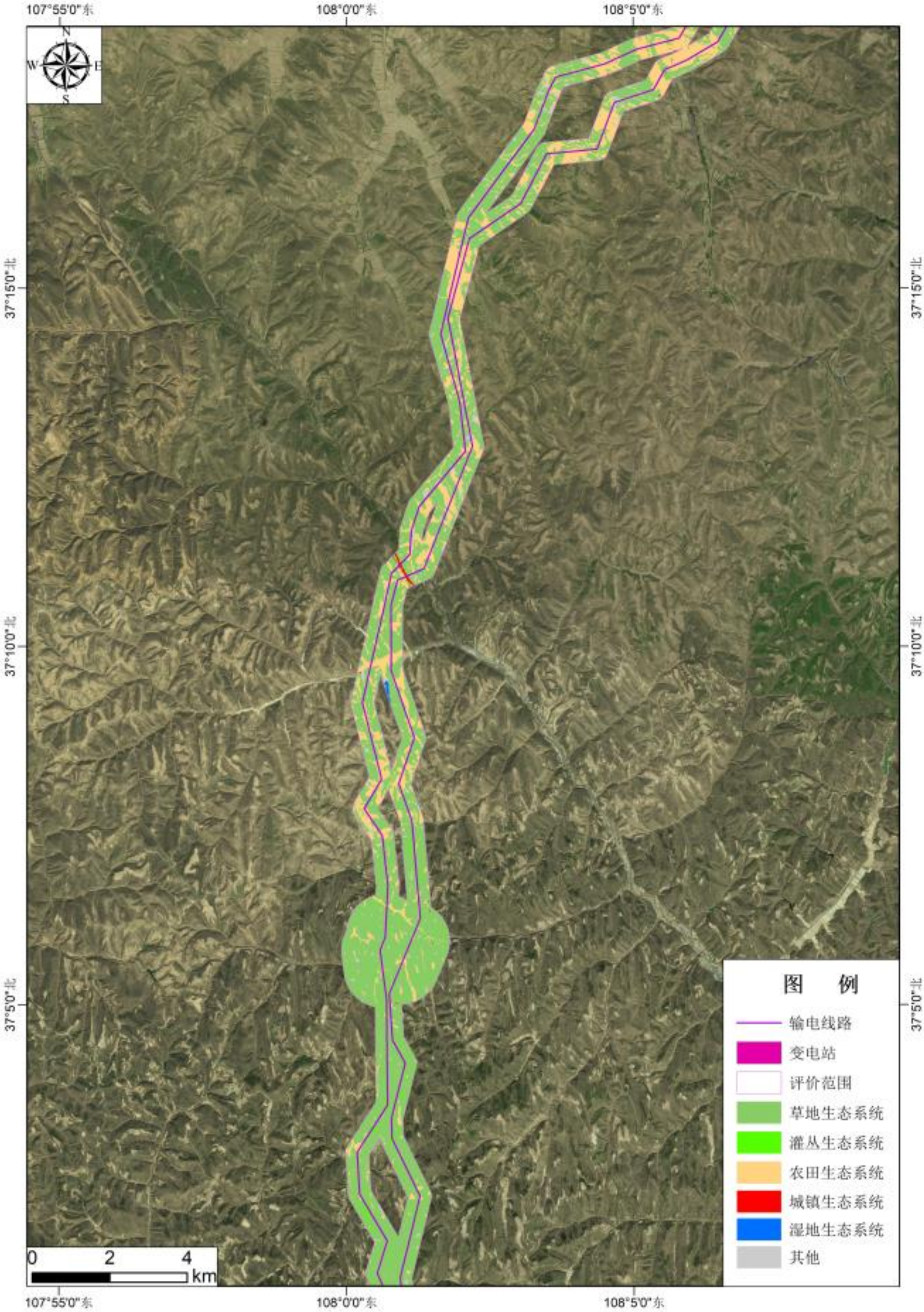


图 4.5-16　评价区内生态系统分布图（2）

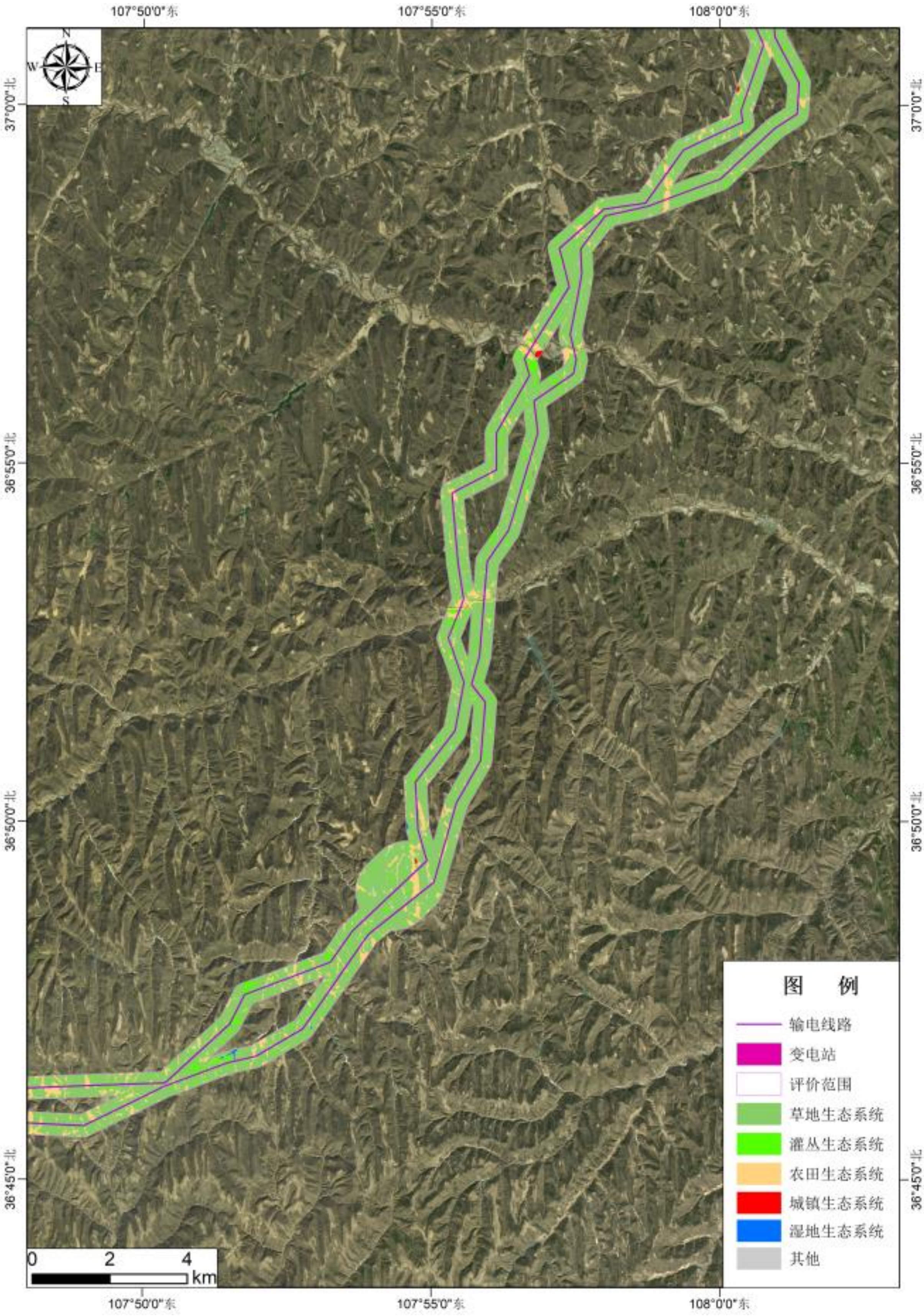


图 4.5-17 评价区内生态系统分布图（3）

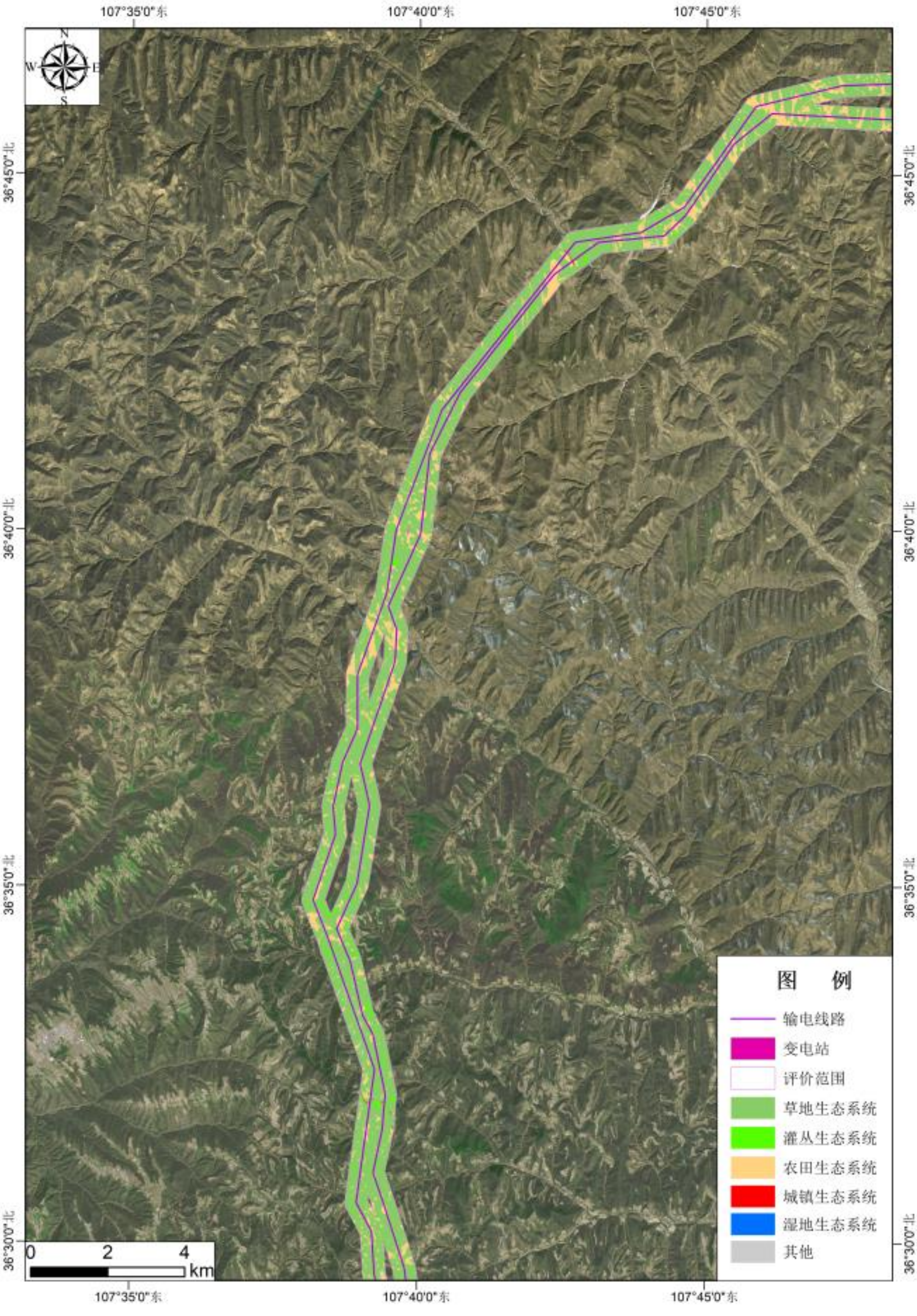


图 4.5-18 评价区内生态系统分布图（4）

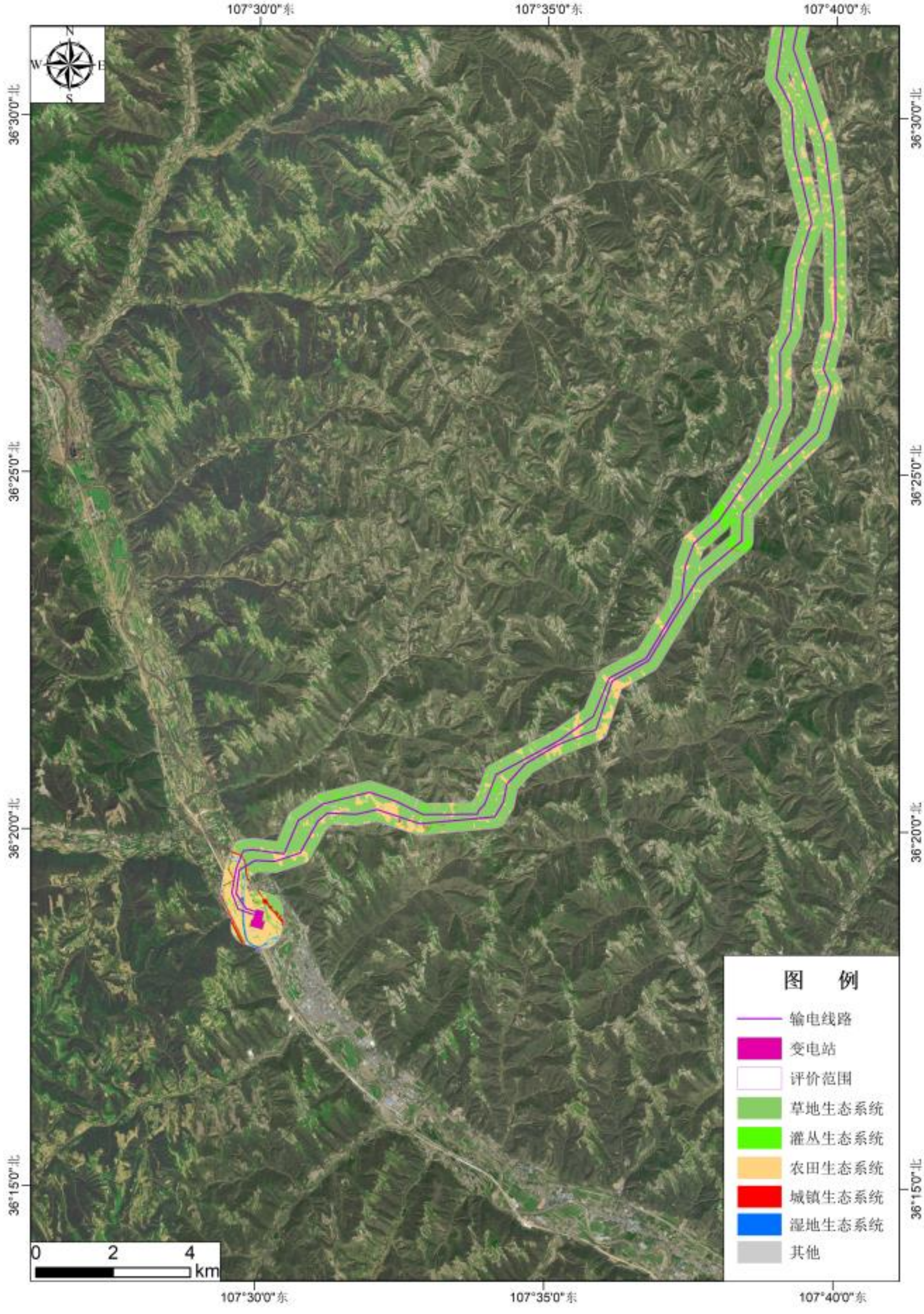


图 4.5-19　评价区内生态系统分布图（5）

4.5.7.2 生态系统质量现状

参考国内外有关生物生物量的相关资料，并根据当地的实际情况作适当调查，估算出评价区植被类型的生物量。本项目参考《我国森林植被的生物量和净生产量》（方精云，刘国华，徐蒿龄）、《中国森林生态系统的生物量和生产力》（冯宗炜等）、《中国森林生物量与生产力的研究》（肖兴威）等资料，估算评价区各植被类型平均生物量见表 4.5-4。

表 4.5-4 评价区内各植被类型的平均生物量估算

植被类型	平均生物量（t/hm^2）
灌丛植被	43.30
草地植被	21.18
栽培植被	6.50

评价区内各植被生物量现状如表 4.5-5 所示。

表 4.5-5 评价区内各类植被生物量现状

植被类型	平均生物量（t/hm^2）	面积（hm^2）	生物量（t）	生物量所占比例(%)
灌丛植被	43.30	344.4	14912.52	4.54
草地植被	21.18	13766.81	291581.04	88.76
栽培植被	6.50	3388.01	22022.08	6.70
合 计			328515.64	100

由上表可知，评价区内植被类型有灌丛植被、草地植被和栽培植被。其中草地植被面积最大，生物量最高，占评价区生物量的 88.76%。其次为栽培植被，占评价区内总生物量的 6.70%。灌木林地面积较少，但其平均生物量较高，占评价区内总生物量的 4.54%。

4.5.8 区域生态环境发展趋势及主要生态环境问题

工程所经区域人类活动相对较为频繁，主要表现为植被破坏、生物多样性减少、人为活动干扰等。

（1）水土流失，本区域气候条件较好，土地类型多样，但因长期耕种，加剧了水土流失，本地区作为黄土高原的北部地区，在华夏文明发展和长期的农业开发历史过程中，由于时代的局限，逐渐形成了千沟万壑地形破碎的景观。水土冲刷使熟化的土壤不断流失，造成了环境恶化与土地退化的严峻局面。

（2）植被破坏，在乡镇、村落附近，人类活动尤其是垦荒、边坡开挖等活动使当地植被受到影响。

（3）生物多样性减少，自然灾害和植被退化使得一些野生动植物的生境受损，人类活动的加剧造成局部栖息地生境破碎化程度增加，对野生动植物生存造成威胁，对该区域生物多样性产生不利影响。

20 世纪 50 年代以来，国家政府依靠科学，组织民众逐步开展了全面的综合治理，在广泛实践和科学研究中取得了成功的经验：确定了以生物治理措施为主，工程指施与生物措施相结合的方针；把植被建设与保护作为最根本的措施，以小流域为单元，大力植树造林种草，改善土地利用结构与农业生产方式。

当地政府极力加强污染恢复治理，生态涵养、水土保持等，积极推进修复治理项目建设进度，加快关停矿山恢复治理，并加大环境恢复治理项目。重点排查整治散乱污、高耗能、高污染企业，加强环评审批办理和执行情况的执法检查，严厉查处环境违法行为。目前当地生态环境保护综合行政执法队把排查整治作为生态环境保护的有效手段，确保筑牢守好生态安全屏障。全面排查水环境、土壤污染问题，加强环境空气质量监管，加大自然保护区排查力度，切实解决群众身边突出生态环境问题，持续改善生态环境质量。

4.6 地表水环境

（1）站址区域

夏州 750kV 变电站站址附近无河流，站址不受河流洪水影响。站址区排水通畅，无内涝洪水。但站址南侧有少量坡面洪水，为防止站外地面雨水影响站址安全，一期工程已在站外南侧设置 1500×1500 的排水沟，长度为 584m。

庆阳北 750kV 变电站站址位于环江左岸I级阶地，地势整体北高南低，北侧为双城村花旗组，南侧为环江，河宽为 60～80m，站址与环江主河槽的距离约为 65m，站址场地高于环江河床 10.0～1.0m 左右。变电站工程一期已做了防洪措施，并通过了防洪设计评价。

（2）输电线路

陕西段线路沿线共跨越三条较大的河流，分别是红柳河支流、乱石川河、北洛河，线路均可利用两岸地势一档跨越。甘肃段线路跨越环江，环江属马莲河西川水系。

由于输电线路属线性项目，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两个月内，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，施工时的生活污水通过施工场地内的移动厕所进行收集处理，由当地环卫部门定期清运，不会对当地地表水环境造成影响。

本项目线路不在河道管理范围内立塔，所立塔基位于干滩上，为防止河床变迁对现处于河漫滩的跨河塔位造成冲刷影响，跨河塔采用灌注桩基础。在采取相应水环境保护

措施后，不会对线路所跨越的河流的水环境造成影响。

表 4.6-1 本项目输电线路跨越地表水体概况

序号	名称		水系	经过地点	经过水体方式	水质标准	水功能区划	是否涉及饮用水水源保护区
1	甘肃省	环江	马莲河	庆阳市环县曲子镇	一档跨越	IV类	工业、农业用水	否
2	陕西段	北洛河	渭河	延安市吴起县铁边城镇	一档跨越	III类	工业、农业用水	否
3		红柳河支流	黄河	榆林市定边县新安边镇	一档跨越	III类	工业、农业用水	否
4		乱石川河	北洛河支流，渭河水系	榆林市定边县新安边镇	一档跨越	III类	工业、农业用水	否

5 施工期环境影响评价

5.1 生态环境影响预测与评价

5.1.1 项目生态环境影响因素分析

工程建设过程中，输电线路与变电站建设等活动，可能会带来永久与临时占地的占用，从而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。本工程建设过程中可能造成的生态影响途径主要为以下几个方面：

① 变电站施工活动，均位于变电站围墙范围内。变电站施工需进行剥离碎石、挖方、填方、浇筑等活动，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，导致生产力下降和生物量损失。

② 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，导致生产力下降和生物量损失。

③ 杆塔运至现场进行组立，需要占用一定范围的临时用地；张力牵张放线、紧线也需牵张场地；为施工和运行检修方便，还会新修部分临时道路，土建施工弃渣的临时堆放也会占用一定场地。这些临时占地将改变原有土地利用方式，使部分植被和土壤遭受短期破坏，导致生产力下降和生物量损失，但这种破坏是可逆转的。

④ 施工人员出入、运输车辆的来往、施工机械运行会对施工场地周边动物觅食、迁徙、繁殖和发育等产生干扰，有可能限制其活动区域、觅食范围与栖息空间等。夜间运输车辆灯光也可能会对一些鸟类和夜间活动兽类产生干扰，影响其正常活动。

5.1.2 对土地利用的影响分析

（1）变电站施工对土地利用的影响

夏州 750kV 变电站和庆阳北 750kV 变电站均为间隔扩建项目，扩建变电站永久占地的性质均为建设用地，本期不新增占地，不会对当地土地利用产生影响。

（2）输电线路施工对土地利用的影响

输电线路项目建设会临时和永久地占用一定面积的土地，使评价区范围内的各种土

地现状面积发生变化，对区域内土地利用结构产生一定影响。

本项目永久占地包括输电线路塔基区占地等，临时占地包括塔基材料堆放及施工作业面、塔基临时堆土占地、牵张场、跨越施工场地、施工便道等。本项目输电线路施工占地性质以临时占地为主，较为分散，输电线路不存在集中大量占用土地的情况。针对项目区域环境特点，环评提出本项目施工时应采取以下措施：

① 塔基施工时，首先应保存塔基开挖处的熟化土和表层土，并将表层熟土和生土分开堆放，在农田区域施工过程中的临时堆土应堆放至田埂或田头边坡上，不得覆压征用范围外的农田。回填时应按照土层的顺序回填，松土、施肥，恢复为农用地。

② 在施工过程中塔基施工区、牵张场区、施工便道区开挖的土方采用密目网进行苫盖，并设置草袋装土进行拦挡压盖，防止水土流失的产生，同时采取洒水降尘措施；施工时，严格落实水土保持方案报告书提出的各项水土流失防治措施，以减少水土流失。

③ 待施工结束后，及时对施工场地进行全面平整，农田表土全部作为复垦土进行回覆用，结合当地实际情况，原有农田作物恢复为农田作物，经济作物恢复为经济作物，草地及灌丛播撒当地适生草种，恢复原有地貌。

采取上述措施后，本工程不会明显改变工程沿线土地利用现状，对工程沿线土地利用影响轻微。

5.1.3 对植被的影响分析

5.1.3.1 变电站工程对植被的影响分析

夏州、庆阳北 750kV 变电站本期项目扩建区域均位于围墙内预留场地，不新增用地。因此，施工期对评价区内植被的影响主要由线路工程产生。

5.1.3.2 输电线路工程对植被的影响分析

（1）输电线路对各类植被的影响分析

① 对灌丛植被的影响

项目沿线未经过大型连片林地，穿过林地均为零星农田防护林、行道树以及灌木林地，线路采取跨越方案，线路塔位选择林间空地或其它空旷地带，而塔间线路占用林地上方的空间，高架电线不会对林地带来影响。

② 对草地植被的影响

本线路走线的区域内存在一定数量的草地，在施工期间不可避免的会对土壤产生扰动，对植被产生破坏。草原植被较为敏感与脆弱，施工过程中，不合理的弃土渣石堆放，有可能污染草原并使草原形成点状损害。因该地区干旱少雨，生境条件困难，破坏后较

难恢复，容易形成逆向演替，导致微区域生态质量下降。

施工过程中尽量避免对草地的破坏，减少占地面积，并要合理设计临时占地，施工临时占地尽量利用植被少的空旷地，少占有原始植被的土地，不得不占用时，应保存好表土层，施工结束后将表层土覆最上面，并进行植被恢复。采取一定保护措施后，输电线路施工过程中对植被损坏的数量有限，造成一定生物量及生产力损失，但是除塔基四脚无法恢复，其它区域均可恢复，且占地面积小，因此施工对沿线草地植被有一定影响，但影响程度有限。

③ 对栽培植被的影响

塔基施工基础开挖中，塔基占地处的栽培植被将被清除，使产量减少；另外塔基挖掘土石的堆放、人员的践踏、施工机具的碾压，可能会伤害部分农作物，同时还会伤及附近的植被的根系，影响栽培植被的正常生长。

本工程单个塔基施工时间短，可以避开农作物收获期，严格控制临时用地范围、加强施工管理等措施可将对栽培植被的影响降到最低。

5.1.4 对农业生态环境的影响分析

夏州、庆阳北 750kV 变电站本次仅在围墙内扩建，不新增占地，扩建工程不会对农业生态造成影响。

塔基基础开挖中，塔基占地处的农作物将被清除，使农作物产量减少；另外塔基挖掘土石的堆放、人员践踏、施工机具碾压，可能会伤害部分农作物占用的耕地。由于本工程塔基占地有限，不会大幅度减少农田面积，不会对地方农业生产带来影响，更不会对农业生态系统产生大的影响。

5.1.5 对生物多样性及生态系统稳定性的影响分析

（1）对生态系统稳定性影响分析

本工程涉及的主要生态系统为灌丛生态系统、草地生态系统、农田生态系统、城镇生态系统等，生态系统相对较稳定。输电线路属于线性工程，每个塔基之间相距约 600m，输电线路从空中架设，不会造成生态阻隔，基本不影响整个生态系统物种流动、能量流动、物质循环、信息传递；另外工程建设中除塔基开挖区对地表植被影响较大外，施工道路、牵张场等对地表影响相对较小，在施工结束后，采取相应的植物恢复措施。根据对工程所经区域已运行输电线路的调查来看，在工程投产后 1-2 年内，工程所经区域生态系统基本可恢复至原功能，因此认为本工程的建设对沿线生态系统稳定性影响较小。

（2）对生物量损失的影响分析

本项目参考《我国森林植被的生物量和净生产量》（方精云，刘国华，徐嵩龄）、《中国森林生态系统的生物量和生产力》（冯宗炜等）、《中国森林生物量与生产力的研究》（肖兴威）等资料，估算评价区各植被类型平均生物量见表 5.1-1。

表 5.1-1 项目建成各植被类型生物量损失情况

植被类型	占地面积（hm^2）	平均生物量（t/hm^2）	生物量损失（t）
灌丛植被	2.58	43.30	111.71
草地植被	183.61	21.18	3888.86
栽培植被	25.76	6.50	167.44
合计	211.95	/	4168.01
注：本期变电站扩建工程属围墙内扩建，不新增征地，在前期围墙内的预留场地进行，因此变电站扩建部分不计列项目建成各植被类型生物量损失。			

由上表可知，本项目建设损失生物量为 4168.01 t，仅占评价区总生物量的 1.27%。其中大部分地区为临时占用，项目建成后将对该部分植被进行恢复。因此本项目建设对该区域生物量影响较小。

5.1.6 对野生动物的影响分析

5.1.6.1 变电站施工对野生动物的影响

夏州 750kV 变电站和庆阳北 750kV 变电站均为间隔扩建项目，扩建区域位于站内，本期 750kV 间隔扩建项目对周围野生动物影响小。

5.1.6.2 输电线路施工对野生动物的影响

本工程施工期间对野生动物可能造成的影响包括噪声、人为活动对野生动物的干扰。施工人员的施工活动，如施工便道运输噪声、施工机械噪声等干扰野生动物栖息环境。此外，工程基础开挖、立塔架线和施工人员施工等人为干扰因素，如果处理不当，可能会缩小或影响野生动物的栖息空间和生存环境；施工干扰会使野生动物受到惊吓，也将被迫离开施工区周围的栖息地或活动区域。但由于施工时间短、施工点分散、施工人员少等原因，施工对动物的影响范围小，影响时间短，同时由于野生动物栖息环境和活动区域范围较大，食性广泛，且有一定迁移能力，只要在施工过程中只要加强管理、杜绝人为捕猎行为，施工不会对野生动物造成明显的影响。

5.1.7 对生态保护红线的影响分析

本工程两次一档跨越黄土丘陵沟壑水土流失防控生态保护红线属于水土保持类型，塔基等点位工程施工不可避免的对生态红线内水土保持功能产生一定影响，如水土流失

等，在严格落实水土保持相关保护措施后，工程实施对水土保持类型生态红线的影响可接受。同时，本环评提出，对于跨越生态保护红线的塔基施工时需采取以下措施：

① 跨越生态保护红线段空中架线选择无人机等环境友好型施工工艺，避免对线路下方进行扰动，避免在生态红线范围内设置牵张场地。

② 禁止生态保护红线内设置材料堆场和施工营地，避免在生态保护红线范围内开辟大型机械施工道路。

③ 施工过程中应确定严格的施工范围。施工结束后，施工单位应负责及时清理现场，使之尽快恢复原状，将施工期对生态环境的影响降到最低程度。

④ 项目设计单位及建设单位紧密跟踪生态保护红线划定结果以及相应的管理要求，做好工程实施与有关保护要求的衔接，确保工程建设满足国家及地方相应管控要求。

⑤ 加强施工队伍职工环境保护思想教育，规范施工人员行为。

在采取上述相应环保措施，并在严格落实水土保持相关保护措施后，工程实施对水土保持类型生态红线的影响可接受。

5.2 声环境影响分析

5.2.1 变电站扩建工程

5.2.1.1 声源概况

施工噪声是施工期对环境的主要污染源。变电站扩建在施工期需动用一些车辆及施工机具，其噪声强度较大，在一定范围内会对周围声环境产生影响。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、周边敏感点之间的距离一般都大于 2*Hmax*（*Hmax* 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。施工场地内（即站址内）机械设备大多属于移动声源，基本集中于站址间隔扩建处。

根据《环境噪声与振动控制工程技术导则》（HJ2034-2013），并结合工程特点，变电站施工常见施工设备噪声源声压级见表 5.2-1。

表 5.2-1 施工期主要噪声源源强一览表

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	电动挖掘机	83
		推土机	85
2	土建施工	液压挖掘机	86
		重型运输车	86
		静力压桩机	73

		混凝土振捣器	84
3	设备进场运输	重型运输车	86
注：*设备及网架安装阶段施工噪声明显小于其他阶段，在此不单独预测；**变电站施工所采用设备一般为中等规模，参考《环境噪声与振动控制工程技术导则》(HJ2034-2013)，选用适中的噪声源源强值。			

5.2.1.2 噪声影响预测

本项目线路施工主要为分散的点式塔基施工，施工量较小，施工时间较短，不会对周边保护目标产生较大噪声影响，本次主要对变电站间隔扩建工程施工期噪声影响进行分析。

本项目变电站间隔扩建工程施工噪声源主要有挖掘机、推土机、压路机、混凝土输送泵、混凝土振捣器、运输车等，由于施工期场地空旷，且噪声源相对不固定，因此将施工噪声近似等效到场界内的点声源进行计算。

（1）四通一平施工

四通一平施工期内的施工作业主要是进行场地平整，施工噪声源主要有挖掘机、推土机等，预测模式采用《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ2.4-2021)中点声源几何发散衰减模型。该阶段声源距施工场界按 50m 考虑。

点声源随传播衰减按下式计算：

$$L_p(r)=L_p(r_0)-20\lg(r/r_0) \qquad (1)$$

式中：$L_p(r)$—预测点处声压级，dB；$L_p(r_0)$—参考位置 r_0 处的声压级，dB；r—预测点距声源的距离，m；r_0—参考位置距声源的距离，m。

（2）主体土建施工

本时期内的施工作业主要是站内功能性建筑和配套设施施工，点声源随传播衰减按(1)式计算。该阶段考虑围墙，声源距施工场界按 65m 考虑。

（3）电气安装施工

该时期内的施工作业主要是将设备安装到位，除大件设备进场运输的噪声外，站内电气设备安装相较其他阶段声源源强低，因此不对该阶段进行影响计算。

本次考虑实际施工情况，在最不利条件下两个声压级最大的主要声源同时同处作用时，对于测点处声环境进行影响预测。

表 5.2-2 变电站施工设备声环境影响预测结果 单位：dB（A）

离场界距离(m) 阶段	1	10	20	30	40	50	60	80	100	120	140	160	180	200
施工场地四通一平	55.7	61.3	60.4	59.0	57.7	56.5	55.5	53.8	52.3	51.1	50.0	49.0	48.2	47.4
地基处理、土石方开挖、土建施工	55.3	61.2	60.2	59.0	57.9	56.9	56.1	54.5	53.3	52.1	51.2	50.3	49.5	48.7

从上表可以看出，变电站四通一平施工噪声在施工场界外1m处，可以达到《建筑施

工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)规定的昼间70dB(A)限值要求；土建施工阶段施工噪声在施工场界外1m处，可以达到《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)规定的昼间70dB(A)限值要求；电气安装阶段施工噪声远低于四通一平和土建阶段。

本项目夏州变评价范围内无声环境保护目标，庆北变评价范围内声环境保护目标共4 处，施工对声环境保护目标的噪声影响预测详见下表。

由下表可知，本项目庆北变施工阶段周边声环境保护目标处昼间噪声均满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)中 2 类标准(昼间 60dB(A))要求。

表 5.2-3 变电站施工对附近声环境保护目标昼间噪声影响 单位：dB(A)

序号	名称		距离	现状值	贡献值		预测值	
					四通一平	土建	四通一平	土建
1	甘肃省庆阳市环县曲子镇	双城村花旗组-1	E65m	45	55.0	55.7	55.4	56.1
2		双城村花旗组-2	NE25m	43	59.7	59.6	59.8	59.7
3		双城村花旗组-3	N55m	45	56.0	56.5	56.3	56.8
4		双城村花旗组-4	NW145m	40	49.7	50.9	50.1	51.2

5.2.1.3 拟采取的环保措施

为尽量降低施工噪声对周围环境的影响，施工单位在施工期应采取下列施工期噪声防治措施：

（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）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。

（3）施工机械尽量布置在场地中央，远离施工场界和声环境保护目标。

（4）合理安排施工工序，尽量避免高噪声施工机械同时施工。

（5）庆北变尽早建设围墙，以形成控制施工噪声影响的有利条件。

（6）依法限制夜间施工，站区施工均应安排在昼间进行。如因工艺特殊情况要求，需连续作业持续到夜间时，应按《中华人民共和国噪声污染防治法》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。

（7）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。

5.2.1.4 施工期声环境影响评价

在采取上述噪声防治措施后，可将变电站扩建工程施工期噪声对周边声环境的影响降至最低。同时，施工期对周围环境的噪声影响是短暂的，在施工结束后施工噪声影响也将随之消失。

综上所述，本工程变电站施工期间的噪声影响可以满足《建筑施工场界环境噪声排

放标准》（GB12523-2011）的要求。

5.2.2 输电线路

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，主要噪声源有混凝土搅拌机、电锯及交通运输噪声等，这些施工设备运行时会产生较高的噪声。此外，线路工程在架线施工过程中，各牵张场内的牵张机、绞磨机等设备及运输索道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 2 个月以内。施工结束，施工噪声影响亦会结束。

为尽量降低施工噪声对周围环境的影响，施工单位应采取下列施工期噪声防治措施：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；施工机械尽量布置在远离声环境保护目标一侧；避夜间施工，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；牵张场地等临时占地远离居民点设置；线路临近居民点施工时，在施工场地临近居民一侧采取必要的围挡隔声措施。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。本工程施工期的噪声影响可满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）的限值要求。

5.3 施工扬尘影响分析

变电站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扬尘等。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。输电线路施工扬尘主要来自土石方的开挖、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，保持道路清洁，管控料堆和渣土堆放，防止扬尘污染。施工场地应定期洒水抑尘，当出现风速过大等不利天气状况或重污染天气应急响应期间，应停止施工作业。

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）线路塔基基础开挖过程中，应及时洒水使施工区域保持一定湿度。塔基基础开挖过程中，应定时、及时洒水使施工区域保持一定的湿度；对施工场地内松散、干涸的表土，也应定时、及时洒水。

4）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。

5）设置固定垃圾存放点，垃圾应分类集中堆放并覆盖，及时清运，严禁焚烧、下埋和随意丢弃。

6）加强施工期间移动源污染控制，进出场地的车辆应限制车速。

采取上述措施后，施工期对环境空气的影响能得到有效控制。

5.4 固体废物环境影响分析

5.4.1 变电站扩建工程

本项目施工过程中产生的固体废物主要是生活垃圾、施工建筑垃圾。由于变电站扩建施工区域比较集中，施工过程中尽量做到土石方平衡，减少弃土的产生；对施工临时堆土，集中、合理堆放，予以苫盖，遇干燥天气时进行洒水。施工人员产生的生活垃圾可收集至垃圾桶。垃圾桶分类设置，明确要求施工过程中的建筑垃圾及生活垃圾分别堆放，并安排专人专车及时清运或定期运至环卫部门指定的地点处置。采取这些措施后，对当地环境影响很小。

5.4.2 输电线路

输电线路施工过程中产生的固体废弃物主要为生活垃圾和施工垃圾。输电线路的施工点位具有施工点位小且分散的特点，各施工点人员较少。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清运至当地政府部门指定地点处置，施工完成后及时做好迹地清理工作。

此外，本项目拆迁主要涉及输电线路工程拆迁范围内居民房屋，建筑垃圾主要为房屋拆迁产生的垃圾，拆迁后的建筑材料如木料、瓦被户主整理回用，其它的建筑垃圾施工单位已委托当地政府进行清运。施工结束后施工单位对拆迁场地进行清理或碾压整平，结合周边的土地利用现状及时恢复植被。

采取以上措施后，本工程在施工过程中产生的固废不会对环境产生不良影响。

5.5 地表水环境影响分析

5.5.1 变电站扩建工程

施工废污水包括施工生产废水和施工人员生活污水。其中生产废水主要在设备清洗、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污水对水环境的影响，采取如下水污染防治措施：

1）对于变电站扩建工程施工人员生活污水，夏州变间隔扩建工程可利用前期变电工程已建的地埋式生活污水处理设施，施工生活污水经其处理后回用，避免污染环境。庆阳变间隔扩建工程可利用一期工程施工生产生活区设置的临时化粪池收集后，由环卫部门定期清运，不外排。

2）设置临时沉淀池，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，沉淀的砂石清挖后回填综合利用。

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

采取上述措施后，变电站的施工期废污水污染能得到有效控制。

5.5.2 线路工程

（1）线路跨越地表水体的环保措施

施工过程的废水主要是机械设备冲洗和混凝土搅拌系统、基础养护废水等和施工人员的生活污水。施工和生活废水中含有悬浮物 SS、COD、BOD_5、氨氮等污染物，废水进入附近土壤或者水体会引起土壤生产能力下降和水体服务功能减退等不良影响。另外，由于未及时清理建筑垃圾或生活垃圾，也可能对附近水体造成污染。

本项目线路跨越河流等水体施工时拟采取如下措施：

1）加强施工期间人员管理，禁止将废污水和固体废物倾倒入河流等水体。

2）施工期间施工场地要尽量远离水体，并划定明确的施工范围，不得随意扩大，施工临时道路尽量利用已有道路。

3）合理安排工期，避免雨季施工。基础施工阶段，开挖过程中的临时堆土等应采取遮盖、铺垫和拦挡措施，防止雨水冲刷、无组织径流污染河流水体。基础钻孔或挖孔的渣不能随意堆弃，应运到指定地点堆放。

4）线路已采用一档跨越方式通过水体，不在河流内岸和河道中立塔，不会对跨越

水体构成影响。线路架线时采用牵张放线和无人机放线等先进的展放工艺，避免涉水施工。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。

5）施工中临时堆土点应远离跨越的水体并采取苫盖、拦挡等措施。不得在水体附近和河道范围内设置临时堆土点。

6）尽可能采用商品混凝土，如在施工现场拌和混凝土，应对砂、石料冲洗废水进行处置和循环使用，严禁排入河流影响受纳水体水质。

7）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。

8）本工程如采用灌注桩基础。灌注桩基础泥浆池采用四周钢板护壁，底部结合现场实际进行防渗封闭，避免污染周边农田或土壤；泥浆池四周原地面设置安全防护栏与绿色钢丝网，做好警示标志的设置。

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两个月内，影响区域较小；且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，施工人员租住在沿线村庄，生活污水纳入当地村庄的生活污水处理系统进行处理，不会对当地水环境造成影响；施工时的生活污水通过施工场地内的移动厕所进行收集处理，由当地环卫部门定期清运，不会对水环境造成影响。

施工期间在采取施工管理、文明施工、合理布置、防止漫排等环境管理措施和污染防治措施后，不会对线路附近地表水环境造成影响。

（2）线路附近饮用水水源保护区的保护措施

根据优化设计本工程已避让饮用水水源保护区，还有 3 处与本项目线路距离较近的饮用水水源保护区，为做好线路附近饮用水水源保护区的保护工作，建设单位应开展环境监理工作，工程开工前对距输电线路较近的 3 处饮用水水源保护区作为环境监理工作的重点，予以高度重视。

① 对于邻近水源保护区边界的塔基，所有施工临时占地应布设在远离水源保护区一侧。

② 施工前应在水源保护区边界外设置硬质围挡或彩条旗限界，避免施工人员、施工器具、材料进入水源保护区范围。

③ 根据现场地形可考虑在水源保护区一侧基础下边坡方向设置堡坎，防止基础开挖产生的土石向水源保护区滚落；临近水源保护区的基础开挖产生的土石不允许在坑口

下边坡方向堆放。

综上所述，本项目施工期对上述饮用水源保护区影响较小。

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 预测及评价方法

依据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020）确定电磁环境影响评价的方法。

（1）变电站工程：本工程扩建变电站的电磁环境影响预测采用类比监测的方式。通过对类似变电站进行类比监测来评价本工程变电站建成投运后产生的电磁环境影响。

（2）交流输电线路工程：对线路运行产生的工频电场强度、工频磁感应强度，采用理论计算和类比分析相结合的方法对本工程输电线路运行期电磁环境影响进行评价。

6.1.2 变电站电磁环境影响分析和评价

6.1.2.1 类比对象的选择

（1）类比对象选择的原则

类比对象应选择电压等级相同，总平面布置、建设规模、变电站进出线回数、配电装置布置方式、高抗数量、环境条件等因素类似，运行稳定，且已通过竣工环境保护验收的变电站。

（2）类比对象的选择及可比性分析

从电压等级、变电站出线回数、配电装置布置形式、主变容量、高抗容量等经过分析比对，本环评选取已完成竣工环保验收并投运的信义 750kV 变电站作为夏州 750kV 变电站类比监测对象，选取莫高 750kV 变电站作为庆阳北 750kV 变电站类比监测对象，类比工程参数分析见下表，平面布置相似性分析见表 6.1-3。

表 6.1-1 夏州 750kV 变电站与类比变电站参数对照表

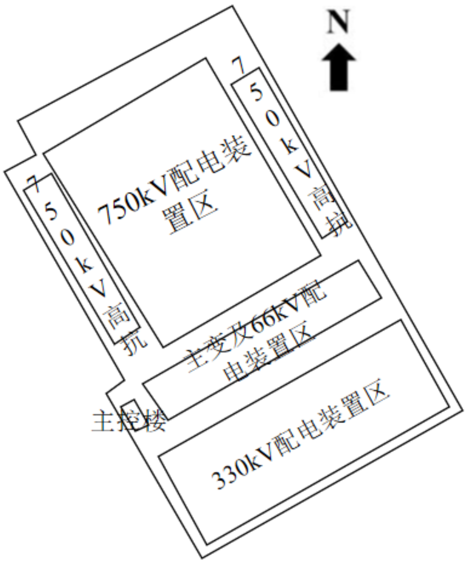
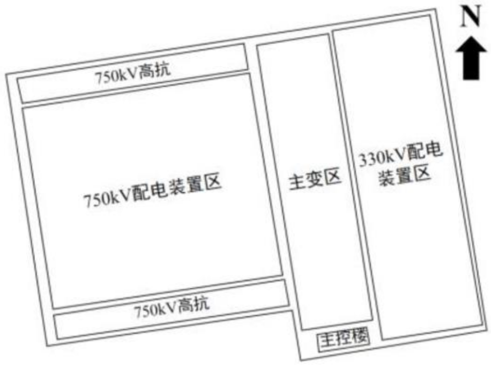
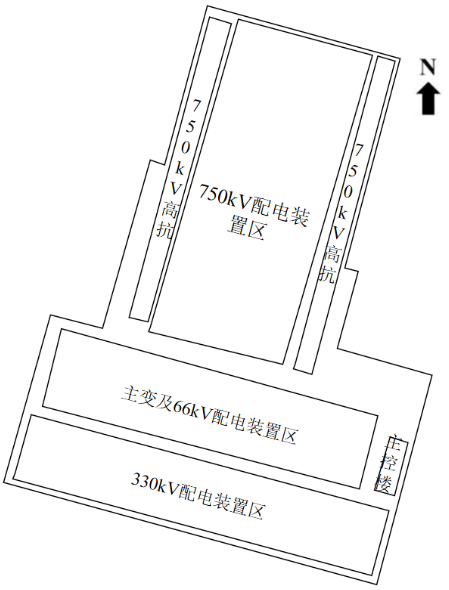
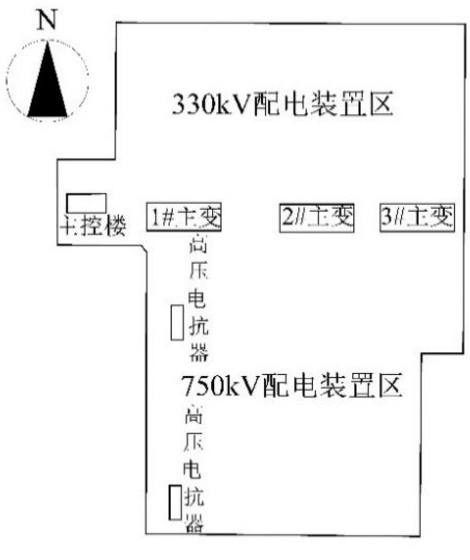
序号	项目	夏州 750kV 变电站 （现有规模+本期间隔扩建）	信义 750kV 变电站 （类比工程）	可比性分析
1	变电站形式	750kV 户外站	750kV 户外站	相同
2	总平面布置形式	主变室外布置，750kV 配电装置、主变、330kV 配电装置三列式布置	主变室外布置，750kV 配电装置、主变、330kV 配电装置三列式布置	相同

序号	项目	夏州 750kV 变电站 （现有规模+本期间隔扩建）	信义 750kV 变电站 （类比工程）	可比性分析
3	主变容量	2×2100MVA	2×2100MVA	相同
4	750kV 配电装置及出线	户外 AIS，4+2 回出线	户外 AIS，7 回出线	相近，具有可比性
5	330kV 配电装置及出线	户外 AIS，9 回出线	户外 AIS，12 回出线	相近，具有可比性
6	750kV 高抗	2×210 Mvar +1×360Mvar+2×180Mvar;	4×300Mvar	相近，具有可比性
7	地理位置	陕西省榆林市定边县郝滩镇	陕西省渭南市临渭区	相近，具有可比性
8	围墙内占地面积	15.98hm^2	16.47hm^2	相近，具有可比性
9	环境条件	站址周边没有其它同类电磁污染源	站址周边没有其它同类电磁污染源	相同
注：下划线字体为本期间隔扩建内容。				

表 6.1-2　庆阳北 750kV 变电站与类比变电站参数对照表

序号	项目	庆阳北 750kV 变电站 （现有规模+本期间隔扩建）	莫高 750kV 变电站 （类比工程）	可比性分析
1	变电站形式	750kV 户外站	750kV 户外站	相同
2	总平面布置形式	主变室外布置，750kV 配电装置、主变、330kV 配电装置三列式布置	主变室外布置，750kV 配电装置、主变、330kV 配电装置三列式布置	相同
3	主变容量	3×2100MVA	3×2100MVA	相同
4	750kV 配电装置及出线	采用户外 HGIS，3+2 回出线	户外 AIS，9 回出线	相近，具有可比性
5	330kV 配电装置及出线	采用户外 HGIS，6 回出线	户外 AIS，11 回出线	相近，具有可比性
6	地理位置	甘肃省庆阳市环县曲子镇	甘肃省酒泉市瓜州县	相近，具有可比性
7	围墙内占地面积	9.65hm^2	14.28hm^2	相近，具有可比性
8	环境条件	站址周边没有其它同类电磁污染源	站址周边没有其它同类电磁污染源	相同
注：下划线字体为本期间隔扩建内容。				

表 6.1-3　类比变电站平面布置分析

<table>
<tr><th>夏州 750kV 变电站
（本工程）</th><th>信义 750kV 变电站
（类比工程）</th><th>比较结果</th></tr>
<tr><td>
</td><td>
</td><td>相似</td></tr>
<tr><td>主变位于站区中部位置，东西呈“一”字排列，750kV、330kV配电设备采用户外AIS设备，分居主变“一”字两侧</td><td>主变位于站区中部位置，南北呈“一”字排列，750kV、330kV配电设备采用户外AIS设备，分居主变“一”字两侧</td><td>相似</td></tr>
<tr><td>围墙内占地面积 15.98hm^2</td><td>围墙内占地面积 16.47hm^2</td><td>相近</td></tr>
<tr><th>庆阳北 750kV 变电站
（本工程）</th><th>莫高 750kV 变电站
（类比工程）</th><th>比较结果</th></tr>
<tr><td>
</td><td>
</td><td>相近</td></tr>
<tr><td>主变位于站区中部位置，东西向呈“一”字排列，750kV、330kV 配电设备采用户外 HGIS 设备，分居主变“一”字两侧</td><td>主变位于站区中部位置，东西向呈“一”字排列，750kV 配电设备采用户外 AIS 设备、330kV 配电设备采用户外 AIS 设备，分居主变“一”字两侧</td><td>相似</td></tr>
<tr><td>围墙内占地面积 9.65hm^2</td><td>围墙内占地面积 14.28hm^2</td><td>相近</td></tr>
</table>

6.1.2.2 类比对象选择的合理性分析

（1）夏州 750kV 变电站类比对象选择的合理性分析

在综合考虑电压等级、变电站进出线回数、配电装置布置方式、高抗容量、总平面布置、地理位置、环境条件等，本工程选用信义 750kV 变电站作为夏州 750kV 变电站电磁环境影响预测类比对象。

本工程夏州 750kV 变电站与类比信义 750kV 变电站电压等级相同、主要设备主变压器单台容量相同、进出线回数和高抗容量接近、总平面布置类似、地理位置和环境条件相近。对于配电装置布置方式，夏州变与信义变 750kV、330kV 配电装置均采用户外 AIS 布置，与本工程变电站配电装置布置形式是相同的。

（2）庆阳北 750kV 变电站类比对象选择的合理性分析

根据多区域、多角度调研及资料收集，目前已过竣工环境保护验收的具有 3 台主变规模的 750kV 变电站数量有限，并且多数为户外 GIS 布置。在综合考虑电压等级、变电站进出线回数、配电装置布置方式、高抗容量、总平面布置、地理位置、环境条件等，本工程选用莫高 750kV 变电站作为庆阳北 750kV 变电站电磁环境影响预测类比对象。

本工程庆阳北 750kV 变电站与类比莫高 750kV 变电站电压等级相同、主要设备主变压器单台容量相同、进出线回数接近、总平面布置类似、地理位置和环境条件相近。本工程变电站的 750kV、330kV 配电装置均采用 HGIS 户外布置，类比变电站 750kV 及 330kV 配电装置均采用 AIS 户外布置，根据配电装置电磁环境影响分析，AIS 户外布置产生的电磁环境影响更大，类比对象选择较为保守，故本次评价选择莫高 750kV 变电站作为类比对象是合理可行的。

综上所述，在综合考虑高抗容量、750kV 及 330kV 配电装置布置方式，且 750kV 及 330kV 出线回数接近于本次扩建变电站的基础上，本次选用信义 750kV 变电站作为夏州 750kV 变电站类比监测对象，选取莫高 750kV 变电站作为庆阳北 750kV 变电站类比监测对象是较为合适。从占地面积、地理位置、环境条件等综合分析，两者也是接近的。用类比变电站监测结果来预测分析夏州、庆阳北 750kV 变电站扩建项目的电磁环境影响是相对合理的，基本上可以反映出本项目运行后对周围电磁环境的影响程度。

6.1.2.3 夏州 750kV 变电站类比对象监测情况

（1）类比监测因子

工频电场、工频磁场。

（2）监测布点

根据《交流输变电电磁环境监测方法（试行）》（HJ681-2013）中的规定，监测仪器探头距离地面 1.5m 高，每次测量 15s 以上，读取稳定状态下最大值。监测点应选择在无进出线或远离进出线（距离边导线地面投影不少于 20m）的围墙外且距离围墙 5m 处布置，围绕变电站厂界围墙监测。

图 6.1-1 类比的信义 750kV 变电站监测布点示意图

（3）监测单位、监测方法、监测仪器

1）监测单位

国网（西安）环保技术中心有限公司。

2）监测方法

《交流输变电电磁环境监测方法（试行）》（HJ681-2013）。

3）监测仪器

监测仪器具体见下表。

表 6.1-4 电磁环境监测仪器信息一览表

名称	测量范围	仪器编号	证书编号	证书有效期至
SEM-600 电磁辐射分析仪	电场：5mV/m-100kV/m 磁场：0.1nT-10mT	主机：S-0175 探头：G-0175	CEPRI-DC（JC）-2020-014	2021 年 5 月 12 日

（4）监测环境

监测期间环境条件见下表。

表 6.1-5 监测期间环境条件表

测点位置	时间	天气	海拔 m	大气压 hPa	温度℃	湿度%	风速 m/s
信义 750kV 变电站	2020 年 9 月 7 日	晴	345	965	29.0~32.2	44~48	0.2~0.4

（5）监测工况

监测期间运行工况见下表。

表 6.1-6 监测期间运行工况表

主变	电压（kV）		电流(A)		有功功率(MW)		无功功率(MVar)	
	最小值	最大值	最小值	最大值	最小值	最大值	最小值	最大值
信义 750kV 变电站 1 号主变	777.6	788.7	594.5	915.1	793.0	1204.9	172.5	281.6
信义 750kV 变电站 2 号主变	777.6	788.7	594.5	910.5	790.5	1201.6	171.1	281.6

（6）监测结果

信义 750kV 变电站厂界监测结果见下表。

表 6.1-7 信义 750kV 变电站四周工频电场强度、工频磁感应强度的监测结果

测点编号	监测位置		工频电场强度 V/m	工频磁感应强度 μT
1	信义 750kV 变电站	南侧中间（大门处）	4.08	0.359
2		南侧偏东	180.19	0.489
3		东侧偏南	364.83	1.896
4		东侧中间	448.07	1.917
5		东侧偏北	865.40	1.507
6		北侧偏东	14.81	0.072
7		北侧中间	18.87	0.080
8		北侧偏西	17.97	0.112
9		西侧中间	1078.02	0.651
10		西侧偏南	641.22	0.810
11		南侧偏西	2136.48	2.449

从监测结果可以看出，信义 750kV 变电站站界监测点在距地面 1.5m 高处的工频电场强度的监测值范围是 4.08~2136.48V/m，工频磁感应强度的监测值是 0.072~2.449μT。各测点处工频电场强度监测结果均小于《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)中 4000V/m 公众曝露控制限值要求，工频磁感应强度监测结果均满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）100μT 公众曝露控制限值要求。

综合上述类比监测结果，可以预计本项目夏州 750kV 变电站本期建成投运后，产生的工频电场强度满足 4000V/m 公众曝露控制限值要求，工频磁感应强度满足 100μT 公众曝露控制限值要求。

6.1.2.4 庆阳北 750kV 变电站类比对象监测情况

（1）类比监测因子

工频电场、工频磁场。

（2）监测布点

根据《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》（HJ681-2013），在变电站四周均匀布置工频电场、工频磁场监测点。根据现场实际地形条件，断面监测地点选择在了地势平坦、没有其他电力线路的空地上设置监测断面。

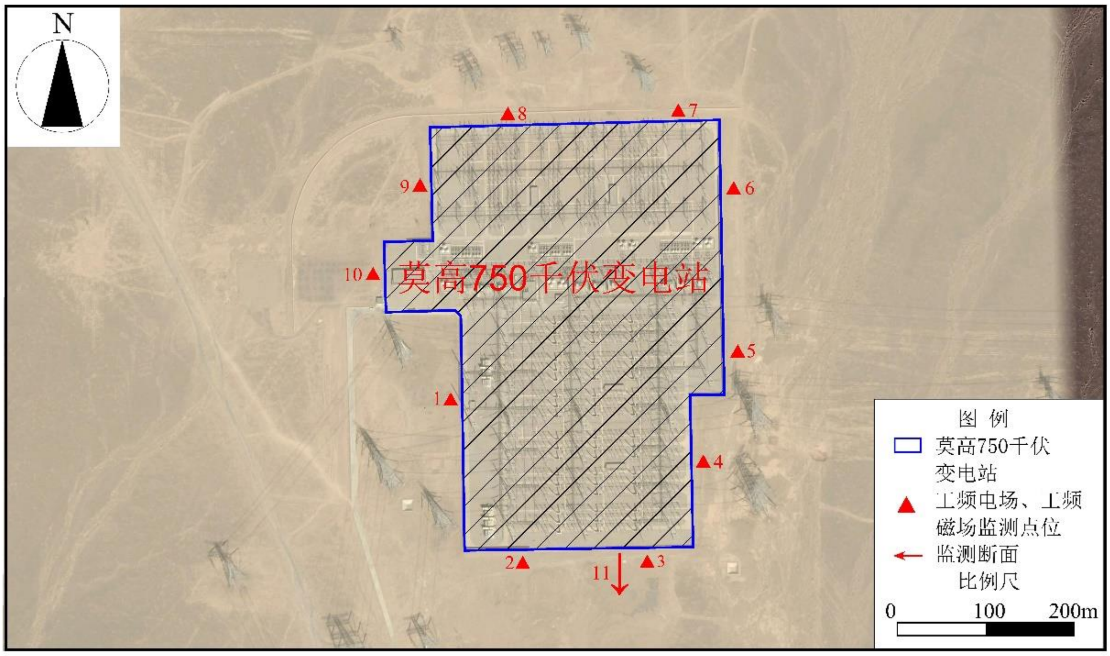


图 6.1-2　类比的莫高 750kV 变电站监测布点示意图

（3）监测单位、监测方法、监测仪器

1）监测单位

南京南环电力检测技术有限公司。

2）监测方法

《交流输变电电磁环境监测方法（试行）》（HJ681-2013）。

3）监测仪器

监测仪器具体见下表。

表 6.1-8　电磁环境监测仪器信息一览表

仪器名称	电磁场强仪
仪器型号	NBM-550 (主机)/EHP-50 (探头)
出厂编号	主机：G-0021/探头：000WX50435
生产厂家	德国 NARDA 公司
测量范围	工频电场：高量程 0.5V/m-100kV/m，低量程 0.005V/m-1kV/m 工频磁场：高量程 30nT-10mT，低量程 0.30nT-100µT

测量频率	主机频率范围 5Hz~600GHz，探头频率范围 1Hz~400kHz
校准单位	江苏省计量科学研究院
校准日期	2022 年 8 月 1 日~2023 年 7 月 31 日
监测规范	《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》 (HJ681-2013)

（4）监测环境

监测期间环境条件见下表。

表 6.1-9 监测期间环境条件表

日期	天气	温度（℃）	相对湿度（%）	风速（m/s）
2022 年 9 月 15 日 昼间 14:55～16:30	晴	25～28	40～42	2.4～2.7

（5）监测工况

监测期间运行工况见洗标。

表 6.1-10 监测期间运行工况表

工程名称		运行电压（kV）	运行电流（A）	有功功率（MW）	无功功率（Mvar）
莫高 750kV 变电站	1#主变	774.54	144.606	179.923	82.035
	2#主变	775.539	146.282	-178.489	82.869
	3#主变	776.145	144.831	-178.77	73.982

（6）监测结果

莫高 750kV 变电站工频电场强度、工频磁感应强度监测结果见下表。

表 6.1-11 莫高 750kV 变电站工频电场强度、工频磁感应强度的监测结果

检测点位（测点编号）	工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度(μT)
变电站西侧围墙外 5m 处 1#	671.2	0.5865
变电站南侧围墙外 5m 处 2#	1045	0.3814
变电站南侧围墙外 5m 处 3#	2072	0.8520
变电站东侧围墙外 5m 处 4#	653.9	2.311
变电站东侧围墙外 5m 处 5#	267.3	1.284
变电站东侧围墙外 5m 处 6#	306.0	1.874
变电站北侧围墙外 5m 处 7#	265.2	0.2426
变电站北侧围墙外 5m 处 8#	707.7	0.8444
变电站西侧围墙外 5m 处 9#	41.37	0.2257
变电站西侧围墙外 5m 处 10#	106.0	0.4541

表 6.1-12 莫高 750kV 变电站衰减断面处工频电场强度和工频磁感应强度监测结果

检测点位	工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度(μT)
变电站南侧围墙外 5m	2111	0.8504
变电站南侧围墙外 10m	1868	0.6253
变电站南侧围墙外 15m	1561	0.5450
变电站南侧围墙外 20m	1281	0.3966
变电站南侧围墙外 25m	1014	0.2520
变电站南侧围墙外 30m	858.3	0.2267
变电站南侧围墙外 35m	733.4	0.2094
变电站南侧围墙外 40m	624.3	0.1924
变电站南侧围墙外 45m	532.0	0.1823
变电站南侧围墙外 50m	452.7	0.1703

从监测结果可以看出，莫高 750kV 变电站厂界四周工频电场强度在 41.37V/m～2072V/m 之间；工频磁感应强度在 0.2257μT～2.311μT 之间。莫高 750kV 变电站衰减断面的工频电场强度 452.9V/m～2111V/m；工频磁感应强度为 0.1703μT～0.8504μT。监测结果均满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中电场强度 4000V/m、磁感应强度 100μT 的公众曝露控制限值。

庆阳北 750kV 变电站周边电磁环境保护目标为双城村花旗组，距离变电站为 25m。根据类比变电站监测断面结果，变电站在 25m 处产生的工频电场强度、工频磁感应强度分别为 1014V/m、0.2520μT。通过类比变电站断面监测结果可知，本工程运行后电磁环境保护目标双城村花旗组的工频电场强度、工频磁感应强度可满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）规定的公众暴露限值电场强度 4000V/m，磁感应强度 100μT 的标准限值要求。

6.1.3 交流输电线路电磁环境影响预测和评价

6.1.3.1 模式预测及计算参数选取

本项目输电线路的工频电场强度、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。本次评价结合线路架设方式、导线地线类型等设置预测情景，包括本工程单回路预测、两个单回路并行预测、同塔双回路单侧挂线预测。

因交流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。导线型式、对地高度和运行工况等相同时，对于工频电场强度和工频磁感应强度而言，相间距离大的塔型较相间距离小的塔型略大。鉴于线路沿线采用多种塔型，且直线塔运用最多，故本次评价选择相间距

最大的直线塔进行预测。

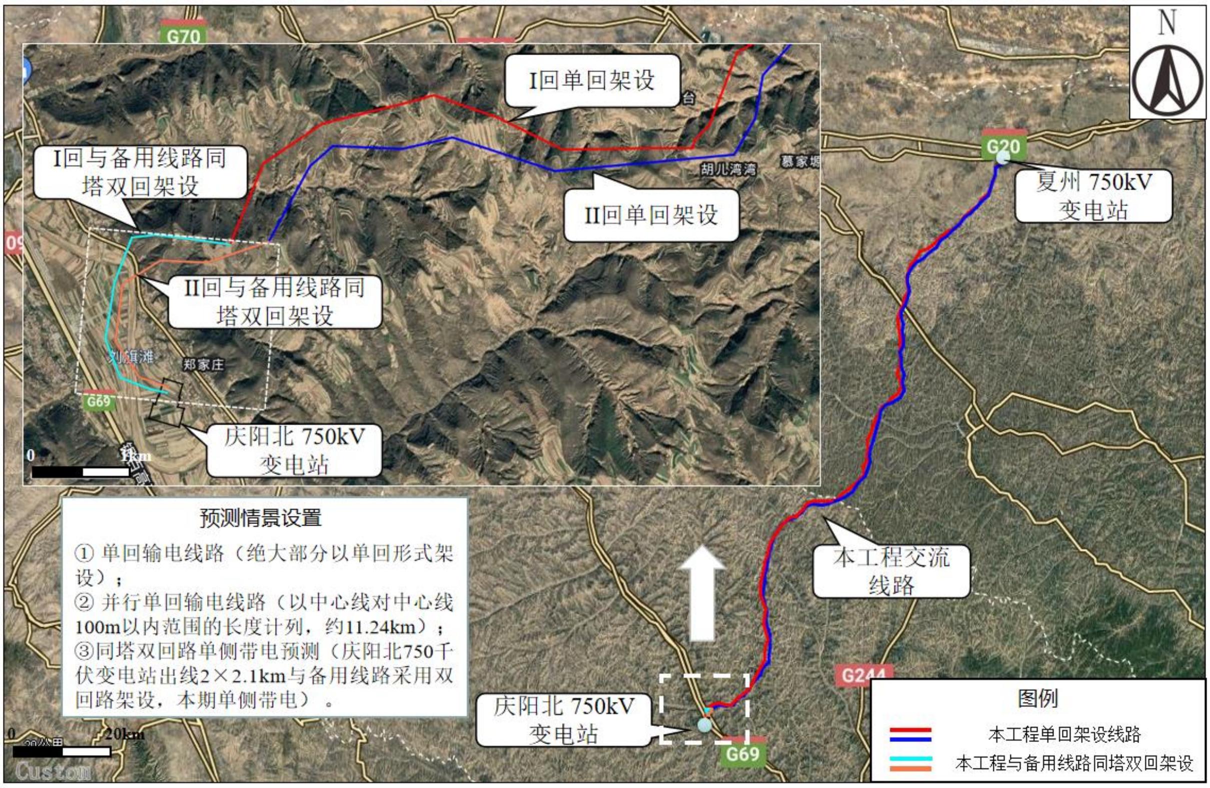


图 6.1-3　交流输电线路电磁环境影响预测情景示意图

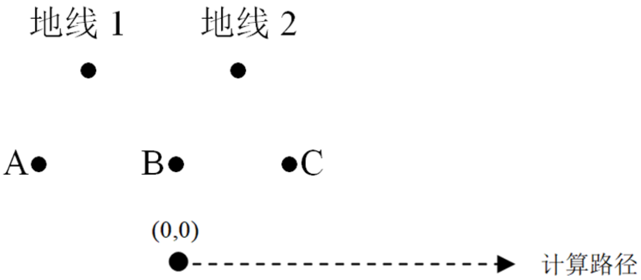
6.1.3.1.1 单回输电线路参数选取

鉴于线路沿线采用多种塔型，直线塔运用数量最多，故本次评价保守选择所有杆塔系列中相间距较大的 ZBC4 型直线塔（最大相间距 19.80m）。根据现场踏勘，线路经过居民区的房屋类型多为 1 层房屋，少数为 2 层房屋。因此，本次预测导线对地高度 19.5m（居民区）距地面 1.5m、4.5m 高度处的工频电场强度、工频磁感应强度；预测导线对地高度 15.5m（非居民区）距地面 1.5m 高度处的工频电场强度、工频磁感应强度。如果预测结果不达标，将按 0.5m 的步长逐渐抬升线高，直到达标为止。

750kV 单回输电线路电磁理论预测计算参数见下表，预测选取的典型直线塔型见下图。

表 6.1-13　750kV 单回输电线路电磁理论计算基础参数

项目	单回路
塔型	ZBC4 型直线塔
导线型式	JL3/G1A-400/50
分裂数	6
分裂间距	400mm
导线直径	27.6mm
地线型式	一根 OPGW-120 光缆（Φ=14.25 mm）、一根 JLB20A-120 普通地线（Φ=14.25 mm）
输送功率（MW）	2300MW

预测电压（kV）		787.5kV（额定电压上浮 5%）	
计算原点 *O*（0，0）		线路走廊中心	
计算距离		0～80m	
挂线方式和相序			
		坐标系	
		x（m）	*y*（m）
19.5	地线 1	-17.8	36.8
	地线 2	17.8	36.8
	A 相	-19.8	19.5
	B 相	0	19.5
	C 相	19.8	19.5
15.5	地线 1	-17.8	32.8
	地线 2	17.8	32.8
	A 相	-19.8	15.5
	B 相	0	15.5
	C 相	19.8	15.5

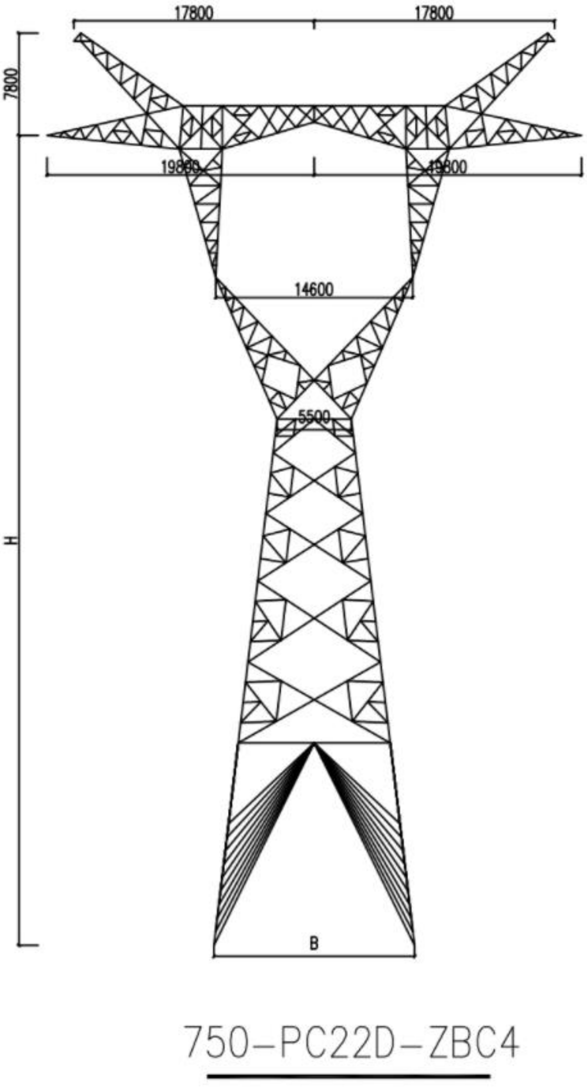
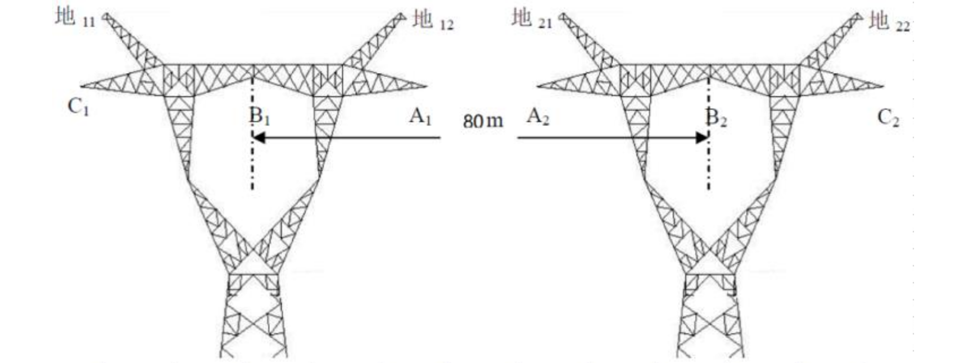


图 6.1-4 750kV 单回输电线路预测塔型图

6.1.3.1.2 单回并行输电线路参数选取

由于部分路段受地形及电磁环境敏感目标分布限制，存在 750kV 单回并行情况，根据现阶段设计并行间距约 80m（除变电站进出线位置外）。为考虑此种情况下电磁影响，同样保守选择所有杆塔系列中相间距较大的 ZBC4 型（最大相间距 19.80m）型直线塔进行预测。根据现场踏勘，此种情况下线路经过居民区的房屋类型为 1 层房屋。因此，本次预测经过居民区、非居民区导线对地最低高度 19.5m、15.5m 距地面 1.5m 高度处的工频电场强度、工频磁感应强度。如果预测结果不达标，将按 0.5m 的步长逐渐抬升线高，直到达标为止。同时给出导线距地面 1.5m 高度处的所有区域工频电场强度均小于 4000V/m 的线高和最外边导线 6m 处及以外区域距地面 1.5m 高度处的所有区域工频电场强度均小于 4000V/m 的线高。750kV 单回并行输电线路电磁理论预测计算参数见下表，预测选取的典型直线塔型见图 6.1-4。

表 6.1-14　750kV 单回并行输电线路电磁理论计算基础参数

<table>
<tr><td colspan="2">项目</td><td colspan="2">750kV 单回并行输电线路（并行间距 80m）</td></tr>
<tr><td colspan="2">塔型</td><td colspan="2">ZBC4 型直线塔</td></tr>
<tr><td colspan="2">导线型式</td><td colspan="2">JL3/G1A-400/50</td></tr>
<tr><td colspan="2">分裂数</td><td colspan="2">6</td></tr>
<tr><td colspan="2">分裂间距</td><td colspan="2">400mm</td></tr>
<tr><td colspan="2">导线直径</td><td colspan="2">27.6mm</td></tr>
<tr><td colspan="2">地线型式</td><td colspan="2">一根 OPGW-120 光缆（Φ=14.25 mm）、一根 JLB20A-120 普通地线（Φ=14.25 mm）</td></tr>
<tr><td colspan="2">输送功率（MW）</td><td colspan="2">2300MW</td></tr>
<tr><td colspan="2">预测电压（kV）</td><td colspan="2">787.5kV（额定电压上浮 5%）</td></tr>
<tr><td colspan="2">计算原点 O（0，0）</td><td colspan="2">线路走廊中心</td></tr>
<tr><td colspan="2">计算距离</td><td colspan="2">-120~120m</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="3">挂线方式和相序</td><td colspan="2">
</td></tr>
<tr><td colspan="2">坐标系</td></tr>
<tr><td>x（m）</td><td>y（m）</td></tr>
<tr><td rowspan="10">19.5</td><td>地线 11</td><td>-57.8</td><td>36.8</td></tr>
<tr><td>地线 12</td><td>-22.2</td><td>36.8</td></tr>
<tr><td>地线 21</td><td>22.2</td><td>36.8</td></tr>
<tr><td>地线 22</td><td>57.8</td><td>36.8</td></tr>
<tr><td>A1 相</td><td>-20.2</td><td>19.5</td></tr>
<tr><td>B1 相</td><td>-40</td><td>19.5</td></tr>
<tr><td>C1 相</td><td>-59.8</td><td>19.5</td></tr>
<tr><td>A2 相</td><td>20.2</td><td>19.5</td></tr>
<tr><td>B2 相</td><td>40</td><td>19.5</td></tr>
<tr><td>C2 相</td><td>59.8</td><td>19.5</td></tr>
<tr><td rowspan="10">15.5</td><td>地线 11</td><td>-22.2</td><td>32.8</td></tr>
<tr><td>地线 12</td><td>-57.8</td><td>32.8</td></tr>
<tr><td>地线 21</td><td>22.2</td><td>32.8</td></tr>
<tr><td>地线 22</td><td>57.8</td><td>32.8</td></tr>
<tr><td>A1 相</td><td>-20.2</td><td>15.5</td></tr>
<tr><td>B1 相</td><td>-40</td><td>15.5</td></tr>
<tr><td>C1 相</td><td>-59.8</td><td>15.5</td></tr>
<tr><td>A2 相</td><td>20.2</td><td>15.5</td></tr>
<tr><td>B2 相</td><td>40</td><td>15.5</td></tr>
<tr><td>C2 相</td><td>59.8</td><td>15.5</td></tr>
</table>

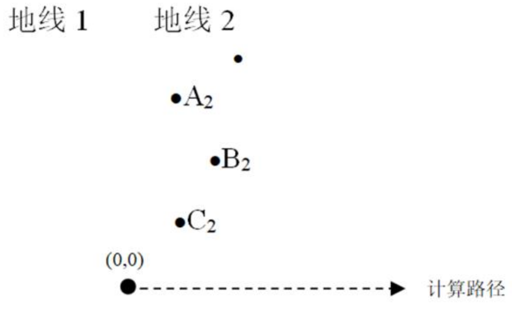
6.1.3.1.3 同塔双回单侧带电输电线路参数选取

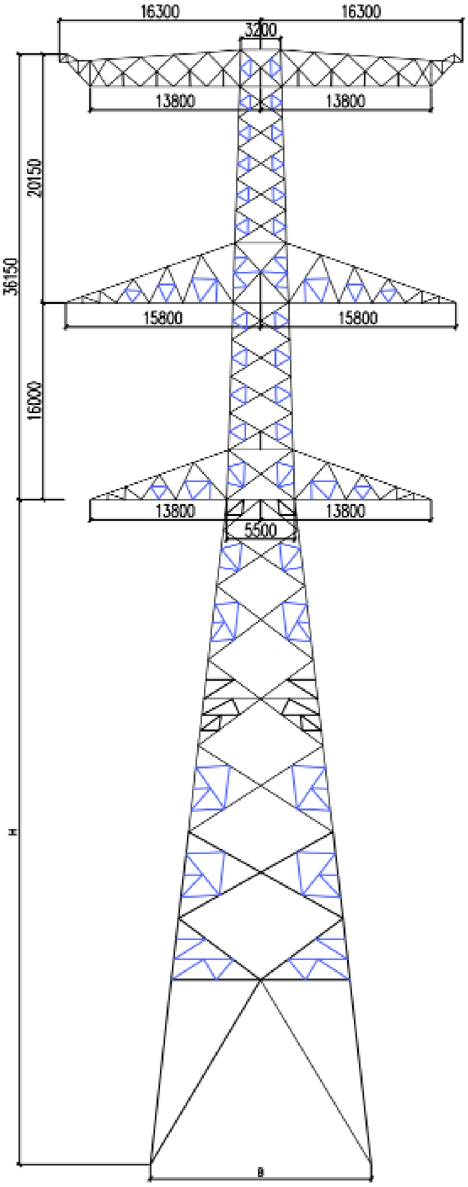
本工程线路长度为 2×172km，除庆阳北 750kV 变电站出线 2×2.1km 本工程两回线路分别与备用线路采用同塔双回路架设（本期单侧带电）外，其余按两个单回路架设。

为考虑此种情况下电磁影响，同样针对本工程设计的 750kV 同塔双回路架设输电线路的直线塔型选择相间距最大的 750-QC23S-Z1 型直线塔进行预测。根据现场踏勘，此种情况下线路经过居民区的房屋类型为 1 层房屋。因此，本次预测经过居民区、非居民区导线对地最低高度 19.5m、15.5m 距地面 1.5m 高度处的工频电场强度、工频磁感应强度。如果预测结果不达标，将按 0.5m 的步长逐渐抬升线高，直到达标为止。

750kV 同塔双回单侧带电输电线路电磁理论预测计算参数见下表，预测选取的典型直线塔型见下图。

表 6.1-15　750kV 同塔双回单侧带电输电线路电磁理论计算基础参数

<table>
<tr><td colspan="2">项目</td><td colspan="2">750kV 同塔双回单侧带电输电线路</td></tr>
<tr><td colspan="2">塔型</td><td colspan="2">750-QC23S-Z1 型</td></tr>
<tr><td colspan="2">导线型式</td><td colspan="2">JL3/G1A-500/45</td></tr>
<tr><td colspan="2">分裂数</td><td colspan="2">6</td></tr>
<tr><td colspan="2">分裂间距</td><td colspan="2">400mm</td></tr>
<tr><td colspan="2">导线直径</td><td colspan="2">27.6mm</td></tr>
<tr><td colspan="2">地线型式</td><td colspan="2">2 根 OPGW-120 光缆（Φ=15.75 mm）</td></tr>
<tr><td colspan="2">输送功率（MW）</td><td colspan="2">2300MW</td></tr>
<tr><td colspan="2">预测电压（kV）</td><td colspan="2">787.5kV（额定电压上浮 5%）</td></tr>
<tr><td colspan="2">计算原点 O（0，0）</td><td colspan="2">线路走廊中心</td></tr>
<tr><td colspan="2">计算距离</td><td colspan="2">0～80m</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="3">挂线方式和相序</td><td colspan="2">
</td></tr>
<tr><td colspan="2">坐标系</td></tr>
<tr><td>x（m）</td><td>y（m）</td></tr>
<tr><td rowspan="5">19.5</td><td>地线 1</td><td>-16.3</td><td>65.15</td></tr>
<tr><td>地线 2</td><td>16.3</td><td>65.15</td></tr>
<tr><td>A2 相</td><td>13.8</td><td>55.65</td></tr>
<tr><td>B2 相</td><td>15.8</td><td>35.5</td></tr>
<tr><td>C2 相</td><td>13.8</td><td>19.5</td></tr>
<tr><td rowspan="5">15.5</td><td>地线 1</td><td>-16.3</td><td>61.15</td></tr>
<tr><td>地线 2</td><td>16.3</td><td>61.15</td></tr>
<tr><td>A2 相</td><td>13.8</td><td>51.65</td></tr>
<tr><td>B2 相</td><td>15.8</td><td>31.5</td></tr>
<tr><td>C2 相</td><td>13.8</td><td>15.5</td></tr>
</table>



750-QC23S-Z1 型直线塔

图 6.1-5　750kV 同塔双回输电线路电磁理论预测典型塔型图

6.1.3.2 计算结果

6.1.3.2.1 单回输电线路计算结果

1、工频电场强度

本工程 750kV 单回输电线路工频电场强度预测结果见下表和下图。

表 6.1-16 750kV 单回输电线路工频电场强度预测结果 单位：kV/m

<table>
<tr><th rowspan="4">到线路走廊中心的距离（m）</th><th colspan="6">ZBC4 型直线塔</th></tr>
<tr><th colspan="4">过居民区</th><th colspan="2">过非居民区</th></tr>
<tr><th colspan="2">导线对地高度 19.5m</th><th>导线对地高度 29.0m</th><th>导线对地高度 29.5m</th><th>导线对地高度 15.5m</th><th>导线对地高度 16.5m</th></tr>
<tr><th>离地高度 1.5m</th><th>离地高度 4.5m</th><th>离地高度 1.5m</th><th>离地高度 4.5m</th><th colspan="2">离地高度 1.5m</th></tr>
<tr><td>0</td><td>5.635</td><td>6.643</td><td>2.122</td><td>2.439</td><td>9.036</td><td>7.992</td></tr>
<tr><td>1</td><td>5.614</td><td>6.620</td><td>2.126</td><td>2.443</td><td>8.976</td><td>7.945</td></tr>
<tr><td>2</td><td>5.553</td><td>6.555</td><td>2.140</td><td>2.453</td><td>8.802</td><td>7.810</td></tr>
<tr><td>3</td><td>5.460</td><td>6.454</td><td>2.163</td><td>2.472</td><td>8.530</td><td>7.598</td></tr>
<tr><td>4</td><td>5.344</td><td>6.330</td><td>2.197</td><td>2.499</td><td>8.183</td><td>7.330</td></tr>
<tr><td>5</td><td>5.222</td><td>6.197</td><td>2.242</td><td>2.535</td><td>7.796</td><td>7.032</td></tr>
<tr><td>6</td><td>5.110</td><td>6.073</td><td>2.300</td><td>2.582</td><td>7.408</td><td>6.737</td></tr>
<tr><td>7</td><td>5.028</td><td>5.975</td><td>2.371</td><td>2.640</td><td>7.064</td><td>6.481</td></tr>
<tr><td>8</td><td>4.991</td><td>5.921</td><td>2.455</td><td>2.710</td><td>6.811</td><td>6.302</td></tr>
<tr><td>9</td><td>5.015</td><td>5.923</td><td>2.551</td><td>2.790</td><td>6.690</td><td>6.231</td></tr>
<tr><td>10</td><td>5.106</td><td>5.988</td><td>2.657</td><td>2.880</td><td>6.726</td><td>6.285</td></tr>
<tr><td>11</td><td>5.262</td><td>6.118</td><td>2.772</td><td>2.978</td><td>6.923</td><td>6.469</td></tr>
<tr><td>12</td><td>5.476</td><td>6.305</td><td>2.893</td><td>3.083</td><td>7.264</td><td>6.766</td></tr>
<tr><td>13</td><td>5.734</td><td>6.537</td><td>3.018</td><td>3.191</td><td>7.715</td><td>7.151</td></tr>
<tr><td>14</td><td>6.018</td><td>6.799</td><td>3.143</td><td>3.301</td><td>8.233</td><td>7.590</td></tr>
<tr><td>15</td><td>6.313</td><td>7.074</td><td>3.267</td><td>3.409</td><td>8.776</td><td>8.048</td></tr>
<tr><td>16</td><td>6.600</td><td>7.342</td><td>3.385</td><td>3.513</td><td>9.305</td><td>8.495</td></tr>
<tr><td>17</td><td>6.866</td><td>7.589</td><td>3.497</td><td>3.611</td><td>9.784</td><td>8.902</td></tr>
<tr><td>18</td><td>7.097</td><td>7.800</td><td>3.599</td><td>3.701</td><td>10.185</td><td>9.247</td></tr>
<tr><td>19</td><td>7.285</td><td>7.963</td><td>3.690</td><td>3.780</td><td>10.486</td><td>9.511</td></tr>
<tr><td>20</td><td>7.422</td><td>8.070</td><td>3.768</td><td>3.847</td><td>10.674</td><td>9.684</td></tr>
<tr><td>21</td><td>7.504</td><td>8.117</td><td>3.833</td><td>3.901</td><td>10.742</td><td>9.759</td></tr>
<tr><td>22</td><td>7.530</td><td>8.102</td><td>3.882</td><td>3.941</td><td>10.690</td><td>9.738</td></tr>
<tr><td>23</td><td>7.501</td><td>8.027</td><td>3.917</td><td>3.966</td><td>10.529</td><td>9.624</td></tr>
<tr><td>24</td><td>7.421</td><td>7.897</td><td>3.937</td><td>3.977</td><td>10.269</td><td>9.428</td></tr>
<tr><td>25</td><td>7.294</td><td>7.719</td><td>3.941</td><td>3.974</td><td>9.928</td><td>9.161</td></tr>
<tr><td>26</td><td>7.126</td><td>7.499</td><td>3.932</td><td>3.957</td><td>9.525</td><td>8.837</td></tr>
<tr><td>27</td><td>6.924</td><td>7.246</td><td>3.909</td><td>3.928</td><td>9.076</td><td>8.470</td></tr>
<tr><td>28</td><td>6.694</td><td>6.969</td><td>3.873</td><td>3.886</td><td>8.599</td><td>8.073</td></tr>
<tr><td>29</td><td>6.444</td><td>6.674</td><td>3.825</td><td>3.833</td><td>8.107</td><td>7.658</td></tr>
<tr><td>30</td><td>6.179</td><td>6.370</td><td>3.768</td><td>3.771</td><td>7.614</td><td>7.236</td></tr>
<tr><td>31</td><td>5.905</td><td>6.060</td><td>3.701</td><td>3.700</td><td>7.128</td><td>6.815</td></tr>
<tr><td>32</td><td>5.628</td><td>5.752</td><td>3.626</td><td>3.621</td><td>6.657</td><td>6.401</td></tr>
<tr><td>33</td><td>5.350</td><td>5.448</td><td>3.544</td><td>3.537</td><td>6.206</td><td>6.000</td></tr>
<tr><td>34</td><td>5.075</td><td>5.151</td><td>3.457</td><td>3.447</td><td>5.777</td><td>5.615</td></tr>
<tr><td>35</td><td>4.806</td><td>4.864</td><td>3.365</td><td>3.353</td><td>5.374</td><td>5.249</td></tr>
<tr><td>36</td><td>4.546</td><td>4.588</td><td>3.270</td><td>3.257</td><td>4.996</td><td>4.903</td></tr>
<tr><td>37</td><td>4.295</td><td>4.325</td><td>3.172</td><td>3.158</td><td>4.644</td><td>4.577</td></tr>
<tr><td>38</td><td>4.055</td><td>4.075</td><td>3.073</td><td>3.058</td><td>4.318</td><td>4.273</td></tr>
<tr><td>39</td><td>3.826</td><td>3.838</td><td>2.973</td><td>2.958</td><td>4.015</td><td>3.989</td></tr>
<tr><td>40</td><td>3.608</td><td>3.614</td><td>2.873</td><td>2.857</td><td>3.736</td><td>3.724</td></tr>
<tr><td>41</td><td>3.402</td><td>3.404</td><td>2.773</td><td>2.758</td><td>3.478</td><td>3.479</td></tr>
<tr><td>42</td><td>3.208</td><td>3.206</td><td>2.675</td><td>2.660</td><td>3.240</td><td>3.251</td></tr>
<tr><td>43</td><td>3.025</td><td>3.020</td><td>2.578</td><td>2.563</td><td>3.021</td><td>3.040</td></tr>
<tr><td>44</td><td>2.853</td><td>2.846</td><td>2.483</td><td>2.469</td><td>2.819</td><td>2.845</td></tr>
<tr><td>45</td><td>2.692</td><td>2.683</td><td>2.390</td><td>2.376</td><td>2.633</td><td>2.664</td></tr>
<tr><td>46</td><td>2.541</td><td>2.531</td><td>2.299</td><td>2.286</td><td>2.462</td><td>2.497</td></tr>
<tr><td>47</td><td>2.399</td><td>2.388</td><td>2.211</td><td>2.199</td><td>2.304</td><td>2.342</td></tr>
</table>

到线路走廊中心的距离（m）	ZBC4 型直线塔					
	过居民区				过非居民区	
	导线对地高度 19.5m		导线对地高度 29.0m	导线对地高度 29.5m	导线对地高度 15.5m	导线对地高度 16.5m
	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 1.5m	
48	2.266	2.255	2.125	2.114	2.159	2.199
49	2.141	2.131	2.042	2.032	2.025	2.066
50	2.025	2.014	1.963	1.953	1.901	1.943
51	1.916	1.905	1.886	1.877	1.786	1.829
52	1.814	1.804	1.811	1.804	1.681	1.723
53	1.718	1.708	1.740	1.733	1.583	1.625
54	1.629	1.619	1.671	1.666	1.492	1.534
55	1.545	1.536	1.606	1.600	1.407	1.449
56	1.466	1.458	1.543	1.538	1.329	1.370
57	1.393	1.385	1.482	1.478	1.257	1.297
58	1.324	1.316	1.424	1.421	1.189	1.228
59	1.259	1.252	1.369	1.366	1.126	1.165
60	1.198	1.191	1.316	1.314	1.067	1.105
61	1.141	1.134	1.265	1.264	1.013	1.049
62	1.087	1.081	1.217	1.215	0.961	0.997
63	1.036	1.031	1.170	1.169	0.914	0.948
64	0.989	0.983	1.126	1.126	0.869	0.903
65	0.944	0.939	1.083	1.084	0.827	0.860
66	0.902	0.897	1.043	1.043	0.788	0.819
67	0.862	0.857	1.004	1.005	0.751	0.782
68	0.824	0.820	0.967	0.968	0.716	0.746
69	0.789	0.785	0.932	0.933	0.684	0.713
70	0.755	0.752	0.898	0.899	0.653	0.681
71	0.724	0.720	0.865	0.867	0.624	0.651
72	0.694	0.690	0.834	0.836	0.597	0.623
73	0.665	0.662	0.805	0.807	0.572	0.597
74	0.638	0.635	0.777	0.779	0.547	0.572
75	0.613	0.610	0.749	0.752	0.525	0.548
76	0.589	0.586	0.723	0.726	0.503	0.526
77	0.566	0.563	0.699	0.701	0.483	0.505
78	0.544	0.542	0.675	0.678	0.463	0.485
79	0.523	0.521	0.652	0.655	0.445	0.466
80	0.504	0.502	0.630	0.633	0.428	0.448
最大值	7.530	8.119	3.942	3.978	10.742	9.763
最大值点位置（距中心点距离）	22.0	21.3	24.8	24.3	21.1	21.3

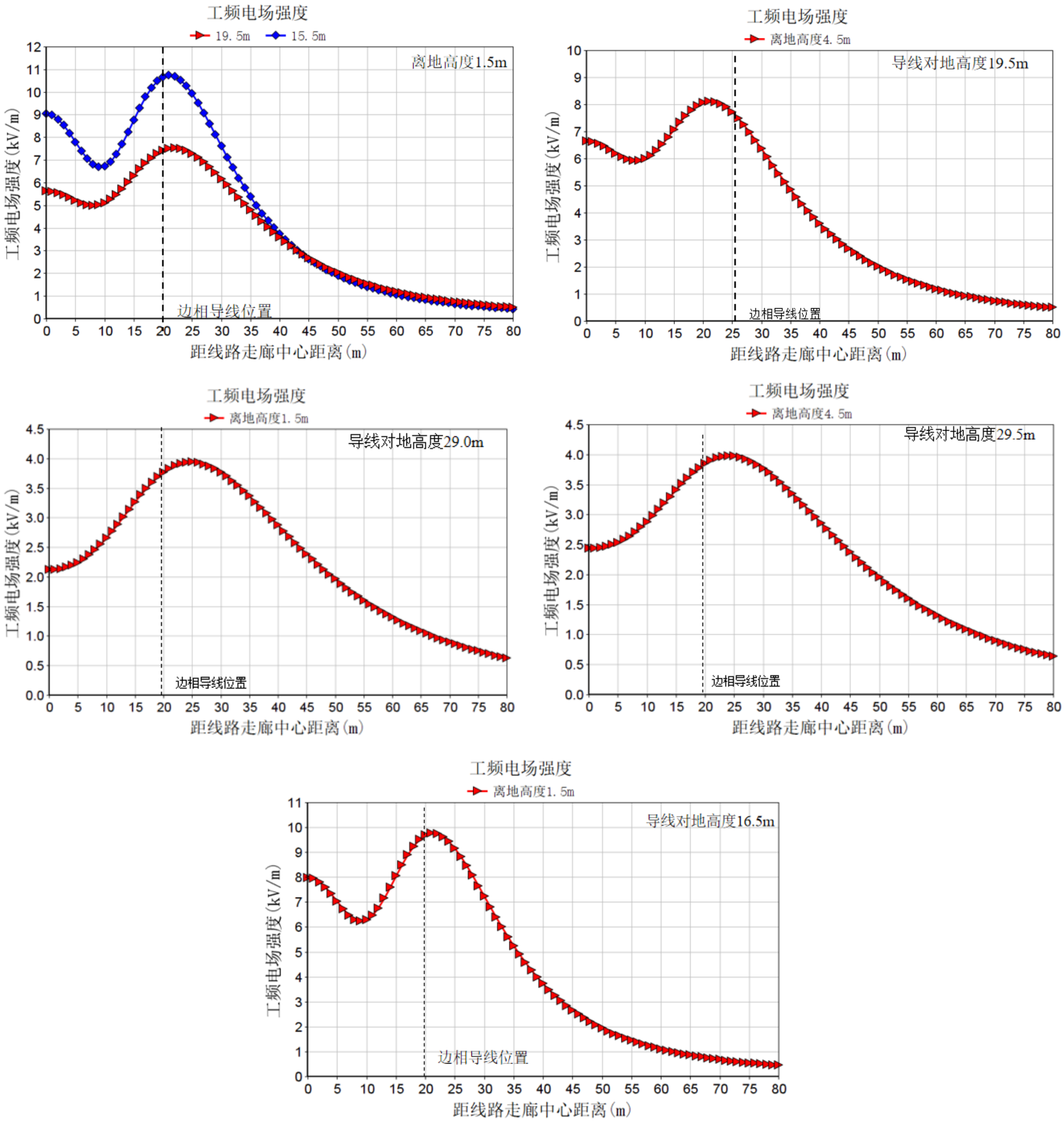


图 6.1-6　750kV 单回 ZBC4 型直线塔线路附近工频电场强度分布图

2、工频磁感应强度

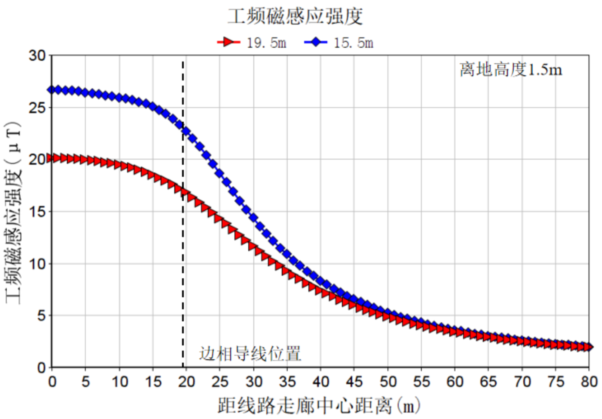
本工程 750kV 单回输电线路工频磁感应强度预测结果见下表和下图。

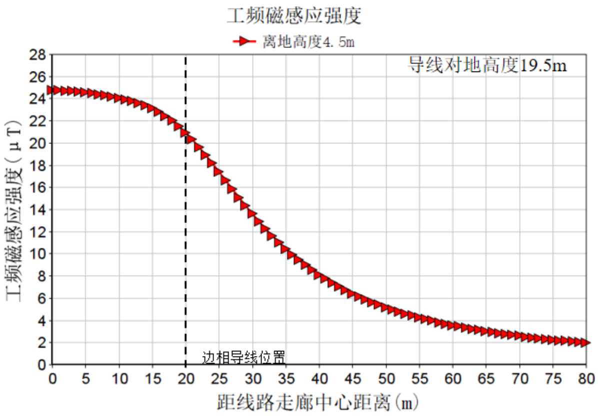
表 6.1-17　750kV 单回输电线路工频磁感应强度预测结果　单位：μT

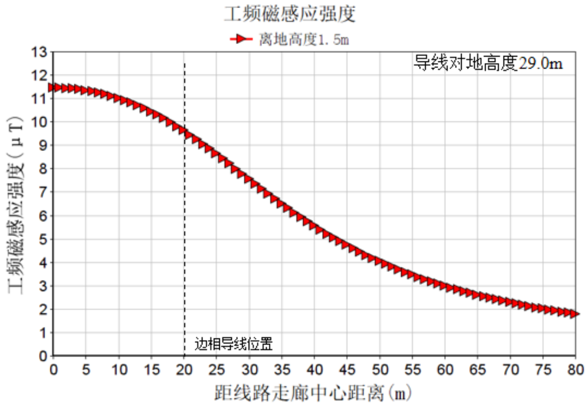
到线路走廊中心的距离（m）	ZBC4 型直线塔					
	过居民区				过非居民区	
	导线对地高度 19.5m		导线对地高度 29.0m	导线对地高度 29.5m	导线对地高度 15.5m	导线对地高度 16.5m
	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 1.5m	
0	20.09	24.74	11.45	13.13	26.66	24.74
1	20.08	24.74	11.45	13.12	26.65	24.74
2	20.07	24.71	11.44	13.11	26.61	24.71

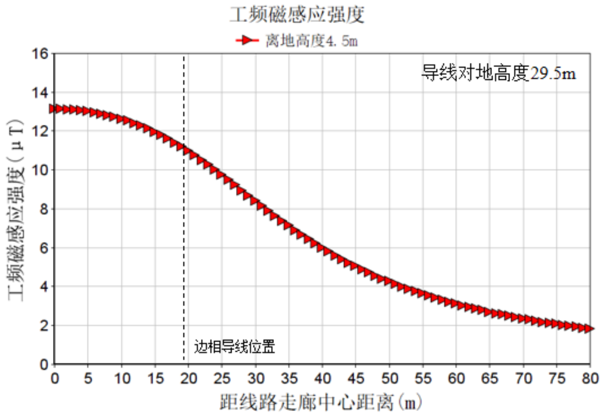
<table>
<tr><th rowspan="4">到线路走廊中心的距离（m）</th><th colspan="6">ZBC4 型直线塔</th></tr>
<tr><th colspan="4">过居民区</th><th colspan="2">过非居民区</th></tr>
<tr><th colspan="2">导线对地高度 19.5m</th><th>导线对地高度 29.0m</th><th>导线对地高度 29.5m</th><th>导线对地高度 15.5m</th><th>导线对地高度 16.5m</th></tr>
<tr><th>离地高度 1.5m</th><th>离地高度 4.5m</th><th>离地高度 1.5m</th><th>离地高度 4.5m</th><th colspan="2">离地高度 1.5m</th></tr>
<tr><td>3</td><td>20.04</td><td>24.66</td><td>11.41</td><td>13.09</td><td>26.56</td><td>24.66</td></tr>
<tr><td>4</td><td>19.99</td><td>24.61</td><td>11.38</td><td>13.05</td><td>26.49</td><td>24.61</td></tr>
<tr><td>5</td><td>19.94</td><td>24.54</td><td>11.35</td><td>13.01</td><td>26.40</td><td>24.54</td></tr>
<tr><td>6</td><td>19.87</td><td>24.46</td><td>11.30</td><td>12.95</td><td>26.31</td><td>24.46</td></tr>
<tr><td>7</td><td>19.79</td><td>24.37</td><td>11.24</td><td>12.89</td><td>26.22</td><td>24.37</td></tr>
<tr><td>8</td><td>19.70</td><td>24.27</td><td>11.17</td><td>12.82</td><td>26.12</td><td>24.27</td></tr>
<tr><td>9</td><td>19.59</td><td>24.17</td><td>11.10</td><td>12.73</td><td>26.02</td><td>24.17</td></tr>
<tr><td>10</td><td>19.47</td><td>24.06</td><td>11.01</td><td>12.63</td><td>25.91</td><td>24.06</td></tr>
<tr><td>11</td><td>19.32</td><td>23.92</td><td>10.92</td><td>12.52</td><td>25.80</td><td>23.92</td></tr>
<tr><td>12</td><td>19.16</td><td>23.77</td><td>10.81</td><td>12.40</td><td>25.66</td><td>23.77</td></tr>
<tr><td>13</td><td>18.97</td><td>23.59</td><td>10.70</td><td>12.27</td><td>25.50</td><td>23.59</td></tr>
<tr><td>14</td><td>18.76</td><td>23.38</td><td>10.57</td><td>12.12</td><td>25.29</td><td>23.38</td></tr>
<tr><td>15</td><td>18.51</td><td>23.11</td><td>10.44</td><td>11.96</td><td>25.04</td><td>23.11</td></tr>
<tr><td>16</td><td>18.24</td><td>22.80</td><td>10.30</td><td>11.79</td><td>24.73</td><td>22.80</td></tr>
<tr><td>17</td><td>17.92</td><td>22.43</td><td>10.14</td><td>11.60</td><td>24.34</td><td>22.43</td></tr>
<tr><td>18</td><td>17.58</td><td>21.99</td><td>9.98</td><td>11.40</td><td>23.88</td><td>21.99</td></tr>
<tr><td>19</td><td>17.20</td><td>21.49</td><td>9.81</td><td>11.19</td><td>23.33</td><td>21.49</td></tr>
<tr><td>20</td><td>16.78</td><td>20.93</td><td>9.63</td><td>10.97</td><td>22.70</td><td>20.93</td></tr>
<tr><td>21</td><td>16.33</td><td>20.30</td><td>9.44</td><td>10.74</td><td>22.00</td><td>20.30</td></tr>
<tr><td>22</td><td>15.86</td><td>19.63</td><td>9.25</td><td>10.50</td><td>21.22</td><td>19.63</td></tr>
<tr><td>23</td><td>15.36</td><td>18.91</td><td>9.05</td><td>10.26</td><td>20.40</td><td>18.91</td></tr>
<tr><td>24</td><td>14.85</td><td>18.16</td><td>8.85</td><td>10.00</td><td>19.54</td><td>18.16</td></tr>
<tr><td>25</td><td>14.32</td><td>17.39</td><td>8.64</td><td>9.74</td><td>18.65</td><td>17.39</td></tr>
<tr><td>26</td><td>13.78</td><td>16.61</td><td>8.42</td><td>9.48</td><td>17.76</td><td>16.61</td></tr>
<tr><td>27</td><td>13.25</td><td>15.84</td><td>8.21</td><td>9.21</td><td>16.87</td><td>15.84</td></tr>
<tr><td>28</td><td>12.71</td><td>15.07</td><td>7.99</td><td>8.94</td><td>16.00</td><td>15.07</td></tr>
<tr><td>29</td><td>12.18</td><td>14.32</td><td>7.78</td><td>8.68</td><td>15.15</td><td>14.32</td></tr>
<tr><td>30</td><td>11.66</td><td>13.60</td><td>7.56</td><td>8.41</td><td>14.34</td><td>13.60</td></tr>
<tr><td>31</td><td>11.16</td><td>12.90</td><td>7.34</td><td>8.15</td><td>13.56</td><td>12.90</td></tr>
<tr><td>32</td><td>10.67</td><td>12.24</td><td>7.13</td><td>7.88</td><td>12.82</td><td>12.24</td></tr>
<tr><td>33</td><td>10.19</td><td>11.61</td><td>6.92</td><td>7.63</td><td>12.13</td><td>11.61</td></tr>
<tr><td>34</td><td>9.74</td><td>11.01</td><td>6.71</td><td>7.38</td><td>11.47</td><td>11.01</td></tr>
<tr><td>35</td><td>9.31</td><td>10.45</td><td>6.51</td><td>7.13</td><td>10.86</td><td>10.45</td></tr>
<tr><td>36</td><td>8.89</td><td>9.92</td><td>6.31</td><td>6.89</td><td>10.28</td><td>9.92</td></tr>
<tr><td>37</td><td>8.50</td><td>9.42</td><td>6.11</td><td>6.66</td><td>9.74</td><td>9.42</td></tr>
<tr><td>38</td><td>8.12</td><td>8.95</td><td>5.92</td><td>6.43</td><td>9.24</td><td>8.95</td></tr>
<tr><td>39</td><td>7.76</td><td>8.52</td><td>5.74</td><td>6.21</td><td>8.77</td><td>8.52</td></tr>
<tr><td>40</td><td>7.43</td><td>8.10</td><td>5.56</td><td>6.00</td><td>8.33</td><td>8.10</td></tr>
<tr><td>41</td><td>7.11</td><td>7.72</td><td>5.38</td><td>5.79</td><td>7.92</td><td>7.72</td></tr>
<tr><td>42</td><td>6.80</td><td>7.36</td><td>5.21</td><td>5.60</td><td>7.54</td><td>7.36</td></tr>
<tr><td>43</td><td>6.52</td><td>7.02</td><td>5.05</td><td>5.41</td><td>7.18</td><td>7.02</td></tr>
<tr><td>44</td><td>6.25</td><td>6.70</td><td>4.89</td><td>5.22</td><td>6.85</td><td>6.70</td></tr>
<tr><td>45</td><td>5.99</td><td>6.40</td><td>4.73</td><td>5.05</td><td>6.54</td><td>6.40</td></tr>
<tr><td>46</td><td>5.75</td><td>6.12</td><td>4.58</td><td>4.88</td><td>6.25</td><td>6.12</td></tr>
<tr><td>47</td><td>5.52</td><td>5.86</td><td>4.44</td><td>4.71</td><td>5.97</td><td>5.86</td></tr>
<tr><td>48</td><td>5.30</td><td>5.61</td><td>4.30</td><td>4.56</td><td>5.72</td><td>5.61</td></tr>
<tr><td>49</td><td>5.10</td><td>5.38</td><td>4.17</td><td>4.41</td><td>5.47</td><td>5.38</td></tr>
<tr><td>50</td><td>4.90</td><td>5.16</td><td>4.04</td><td>4.26</td><td>5.25</td><td>5.16</td></tr>
<tr><td>51</td><td>4.72</td><td>4.96</td><td>3.92</td><td>4.13</td><td>5.03</td><td>4.96</td></tr>
<tr><td>52</td><td>4.54</td><td>4.76</td><td>3.80</td><td>3.99</td><td>4.83</td><td>4.76</td></tr>
</table>

到线路走廊中心的距离（m）	ZBC4 型直线塔					
	过居民区				过非居民区	
	导线对地高度 19.5m		导线对地高度 29.0m	导线对地高度 29.5m	导线对地高度 15.5m	导线对地高度 16.5m
	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 1.5m	
53	4.38	4.58	3.69	3.87	4.64	4.58
54	4.22	4.41	3.58	3.75	4.47	4.41
55	4.07	4.24	3.47	3.63	4.30	4.24
56	3.93	4.09	3.37	3.52	4.14	4.09
57	3.79	3.94	3.27	3.41	3.99	3.94
58	3.66	3.80	3.18	3.31	3.84	3.80
59	3.54	3.67	3.09	3.21	3.71	3.67
60	3.43	3.54	3.00	3.11	3.58	3.54
61	3.32	3.43	2.91	3.02	3.46	3.43
62	3.21	3.31	2.83	2.94	3.34	3.31
63	3.11	3.20	2.76	2.85	3.23	3.20
64	3.01	3.10	2.68	2.77	3.13	3.10
65	2.92	3.00	2.61	2.69	3.03	3.00
66	2.83	2.91	2.54	2.62	2.93	2.91
67	2.75	2.82	2.47	2.55	2.84	2.82
68	2.67	2.74	2.41	2.48	2.76	2.74
69	2.59	2.66	2.35	2.41	2.68	2.66
70	2.52	2.58	2.29	2.35	2.60	2.58
71	2.45	2.50	2.23	2.29	2.52	2.50
72	2.38	2.43	2.17	2.23	2.45	2.43
73	2.31	2.36	2.12	2.17	2.38	2.36
74	2.25	2.30	2.07	2.12	2.31	2.30
75	2.19	2.24	2.02	2.07	2.25	2.24
76	2.13	2.18	1.97	2.01	2.19	2.18
77	2.08	2.12	1.92	1.97	2.13	2.12
78	2.02	2.06	1.87	1.92	2.07	2.06
79	1.97	2.01	1.83	1.87	2.02	2.01
80	1.92	1.96	1.79	1.83	1.97	1.96
最大值	20.09	24.74	11.45	13.13	26.66	24.74
最大值点位置（距中心点距离）	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0









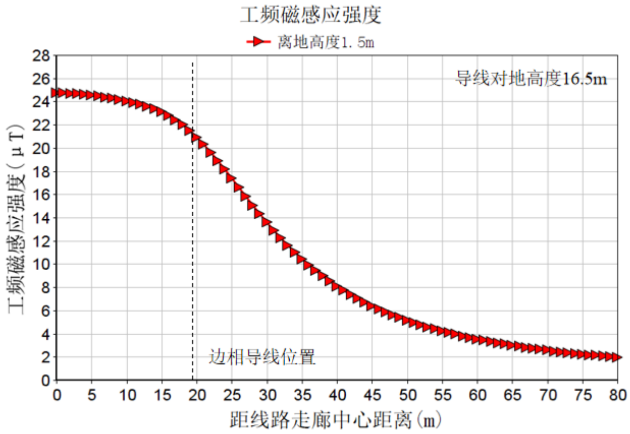


图 6.1-7　750kV 单回 ZBC4 型直线塔线路工频磁感应强度分布图

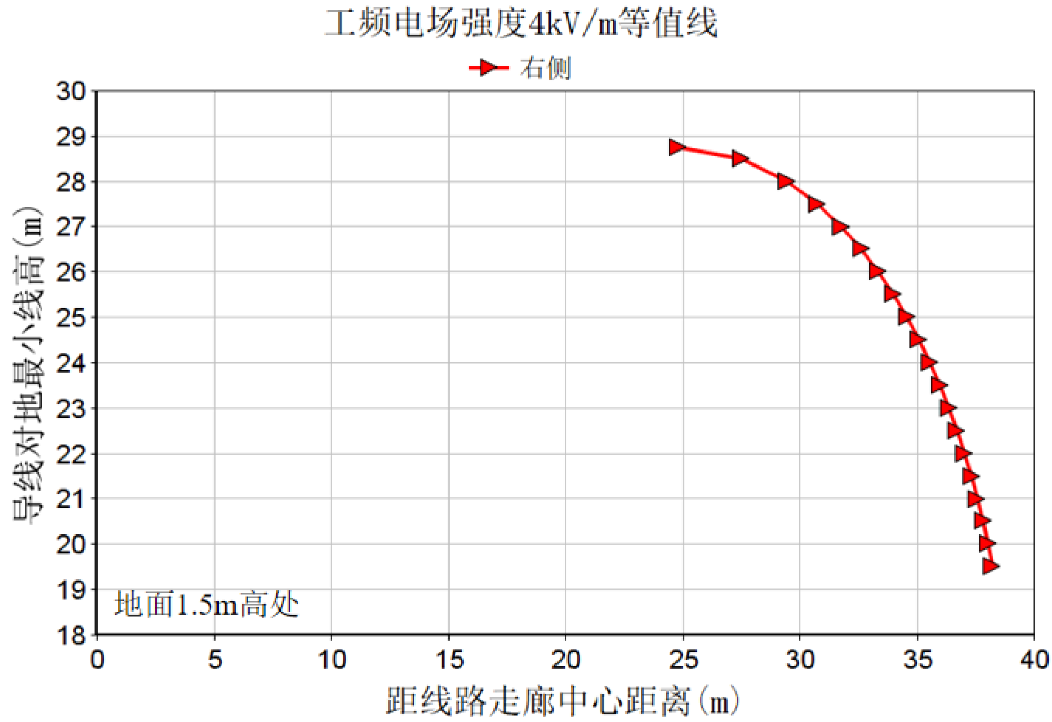
3、工频电场强度 4000V/m 等值线

鉴于本项目沿线居民点以一层平房为主，少数为二层房屋。本次评价对线下离地 1.5m、4.5m 处工频电场强度 4kV/m 等值线进行预测。ZBC4 型直线塔 4000V/m 等值线预测结果见下表，等值线分布情况见下图。

表 6.1-18　ZBC4 型直线塔工频电场强度 4000V/m 等值线预测结果

地面 1.5m 高度处			地面 4.5m 高度处		
导线对地距离（m）	距线路中心的距离（m）	距边导线的距离（m）	导线对地距离（m）	距线路中心的距离（m）	距边导线的距离（m）
	右边	右边		右边	右边
-	-	-	**29.5**	-	-
29.0	-	-	29.4	24.20	4.40
28.8	24.80	5.00	29.0	27.85	8.05
28.5	27.50	7.70	28.5	29.55	9.75
28.0	29.46	9.66	28.0	30.77	10.97
27.5	30.76	10.96	27.5	31.75	11.95
27.0	31.78	11.98	27.0	32.58	12.78
26.5	32.63	12.83	26.5	33.30	13.5
26.0	33.36	13.56	26.0	33.93	14.13
25.5	34.01	14.21	25.5	34.50	14.7
25.0	34.58	14.78	25.0	35.01	15.21
24.5	35.10	15.3	24.5	35.47	15.67
24.0	35.56	15.76	24.0	35.89	16.09

23.5	35.99	16.19	23.5	36.27	16.47
23.0	36.37	16.57	23.0	36.62	16.82
22.5	36.72	16.92	22.5	36.94	17.14
22.0	37.04	17.24	22.0	37.23	17.43
21.5	37.33	17.53	21.5	37.49	17.69
21.0	37.59	17.79	21.0	37.73	17.93
20.5	37.83	18.03	20.5	37.95	18.15
20.0	38.04	18.24	20.0	38.14	18.34
19.5	**38.23**	**18.43**	**19.5**	**38.31**	**18.51**



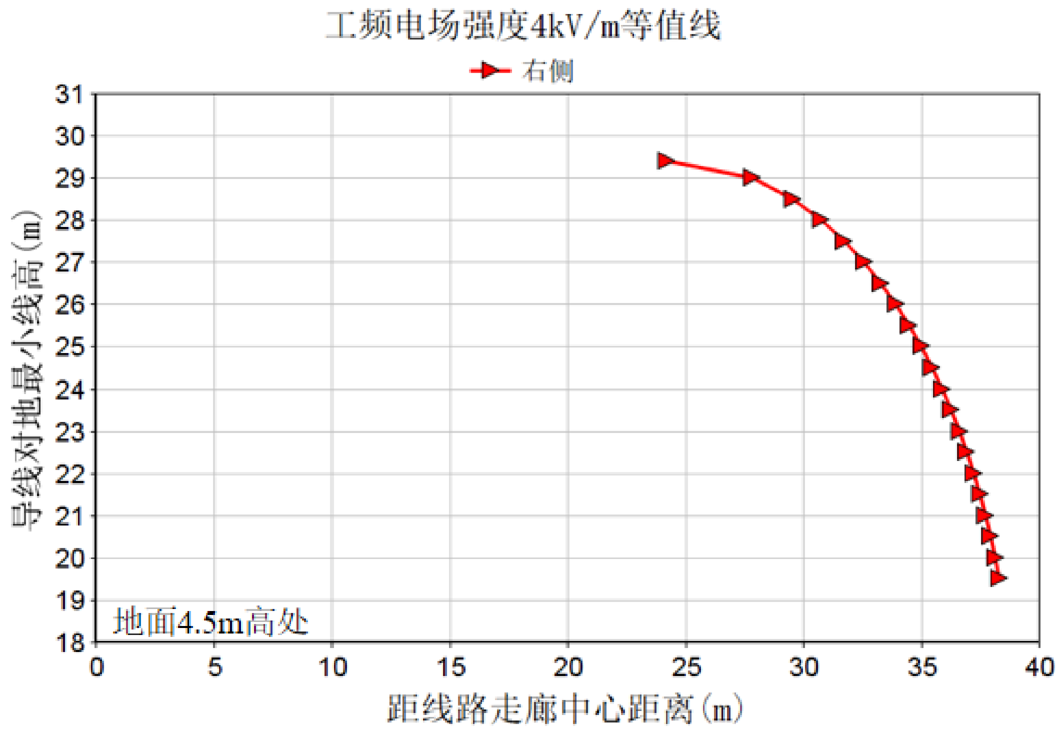


图 6.1-8　ZBC4 型塔工频电场强度 4000V/m 等值线图

对于 ZBC4 型塔而言，导线对地最小线高 19.5m（过居民区）时，距离边导线约 18.43m 之外区域离地面高度 1.5m 处工频电场强度均小于 4000V/m，当导线最低线高至 29.0m 时，线下距地面 1.5m 高度处的所有区域工频电场强度均小于 4000V/m。导线对地最小线高 19.5m（过居民区）时，距离边导线约 18.51m 之外区域离地面高度 4.5m 处工频电场强度均小于 4000V/m，当导线最低线高至 29.5m 时，线下距地面 4.5m 高度处的所有区域工频电场强度均小于 4000V/m。

4、控制线下工频电场强度小于 10kV/m 所需最低线高

根据《电磁环境控制限值》（GB8702-2014），线路经过耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、道路等场所时，需控制地面 1.5m 高度处工频电场强度小于 10kV/m。经预测，当导线对地线高 15.5m 时，本工程 750kV 单回输电线路预测的 ZBC4 型直线塔线下地面 1.5m 高度处工频电场强度最大值为 10.742kV/m，不能满足 10kV/m 控制限值要求，需采取抬高线高措施。

经预测，为使线下地面 1.5m 高度处工频电场强度小于 10kV/m 控制限值，ZBC4 型直线塔导线最小对地高度需达到 16.5m。相应线高工频电场强度、工频磁感应强度预测结果见下表及下图。

表 6.1-19　控制工频电场强度小于 10kV/m 对应线高的电磁预测结果

计算直线塔型		ZBC4 型（最大相间距）
满足 10kV/m 对应最低线高，m		16.5
工频电场强度	最大值，kV/m	9.763
	最大值点位置（与计算原点距离），m	21.3
	最大值点位置（与边导线距离），m	1.5
工频磁感应强度	最大值，μT	24.74
	最大值点位置（与计算原点距离），m	0.0
	最大值点位置（与边导线距离），m	-19.8

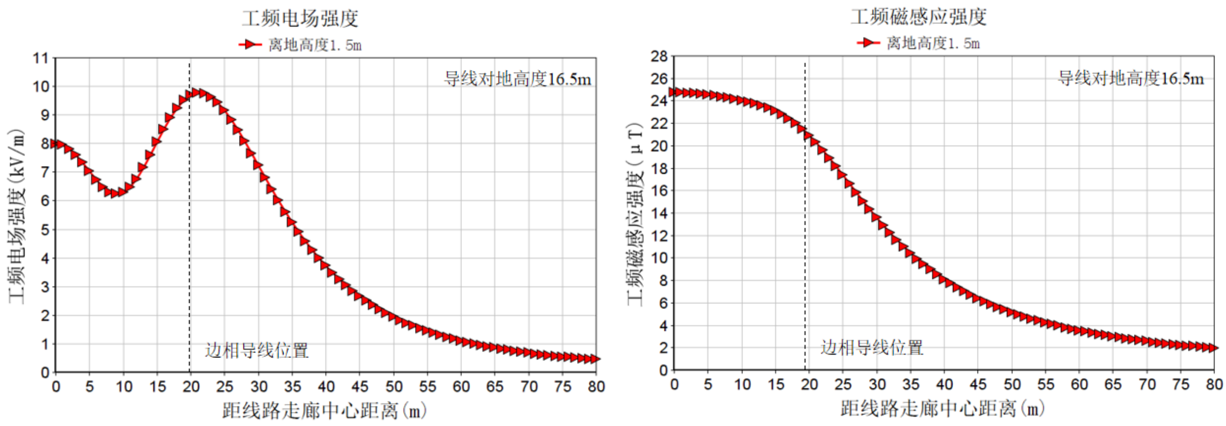


图 6.1-9　控制工频电场强度小于 10kV/m 对应线高的工频电场强度、工频磁感应强度分布图

6.1.3.2.2　单回并行输电线路计算结果

1、工频电场强度

本工程 750kV 单回并行输电线路工频电场强度预测结果见下表和下图。

表 6.1-20 750kV 单回并行输电线路工频电场强度预测结果 单位：kV/m

到线路走廊中心的距离（m）	ZBC4 型直线塔				
	过居民区			过非居民区	
	导线对地高度 19.5m	导线对地高度 36.5m	导线对地高度 29.0m	导线对地高度 15.5m	导线对地高度 17.5m
	离地高度 1.5m				
-120	0.491	0.671	0.622	0.414	0.454
-119	0.511	0.692	0.643	0.431	0.473
-118	0.531	0.713	0.666	0.449	0.492
-117	0.553	0.735	0.689	0.468	0.512
-116	0.576	0.758	0.714	0.489	0.534
-115	0.599	0.782	0.740	0.510	0.557
-114	0.625	0.807	0.767	0.532	0.581
-113	0.651	0.832	0.795	0.556	0.606
-112	0.679	0.859	0.824	0.582	0.633
-111	0.709	0.886	0.855	0.608	0.662
-110	0.741	0.915	0.887	0.637	0.692
-109	0.774	0.944	0.920	0.667	0.724
-108	0.809	0.975	0.956	0.700	0.758
-107	0.846	1.006	0.992	0.734	0.794
-106	0.886	1.039	1.031	0.770	0.832
-105	0.928	1.073	1.071	0.809	0.873
-104	0.972	1.108	1.113	0.851	0.917
-103	1.020	1.144	1.157	0.895	0.963
-102	1.070	1.181	1.203	0.943	1.012
-101	1.123	1.220	1.252	0.994	1.065
-100	1.180	1.260	1.302	1.048	1.121
-99	1.241	1.301	1.355	1.107	1.181
-98	1.306	1.343	1.410	1.169	1.245
-97	1.374	1.387	1.467	1.237	1.314
-96	1.448	1.431	1.528	1.309	1.387
-95	1.526	1.477	1.590	1.387	1.466
-94	1.609	1.524	1.656	1.471	1.551
-93	1.699	1.572	1.724	1.561	1.641
-92	1.794	1.621	1.795	1.659	1.739
-91	1.896	1.672	1.869	1.765	1.844
-90	2.004	1.723	1.946	1.879	1.956
-89	2.121	1.774	2.025	2.003	2.077
-88	2.245	1.827	2.108	2.136	2.208
-87	2.378	1.880	2.193	2.282	2.348
-86	2.519	1.933	2.280	2.439	2.499
-85	2.670	1.986	2.371	2.610	2.661
-84	2.832	2.039	2.463	2.796	2.836
-83	3.003	2.092	2.558	2.997	3.023
-82	3.186	2.145	2.655	3.216	3.225
-81	3.380	2.196	2.753	3.454	3.442
-80	3.586	2.247	2.852	3.711	3.674
-79	3.803	2.295	2.951	3.991	3.923
-78	4.032	2.342	3.051	4.293	4.188
-77	4.272	2.387	3.149	4.620	4.471
-76	4.523	2.428	3.246	4.972	4.770
-75	4.783	2.467	3.340	5.349	5.086
-74	5.051	2.501	3.431	5.753	5.417
-73	5.326	2.532	3.518	6.181	5.761
-72	5.603	2.558	3.599	6.632	6.117

到线路走廊中心的距离（m）	ZBC4 型直线塔				
	过居民区			过非居民区	
	导线对地高度 19.5m	导线对地高度 36.5m	导线对地高度 29.0m	导线对地高度 15.5m	导线对地高度 17.5m
	离地高度 1.5m				
-71	5.881	2.579	3.673	7.104	6.480
-70	6.155	2.594	3.739	7.589	6.845
-69	6.419	2.604	3.795	8.083	7.206
-68	6.669	2.607	3.841	8.574	7.556
-67	6.898	2.603	3.876	9.051	7.886
-66（最外边导线 6m 处）	7.099	2.592	**3.897**	9.500	8.187
-65	7.266	2.573	3.905	9.903	8.446
-64	7.393	2.548	3.898	10.243	8.655
-63	7.472	2.514	3.876	10.502	8.801
-62	7.499	2.473	3.839	10.663	8.877
-61	7.472	2.425	3.787	10.714	8.877
-60	7.388	2.369	3.719	10.645	8.795
-59	7.249	2.306	3.638	10.455	8.634
-58	7.060	2.236	3.543	10.152	8.398
-57	6.826	2.160	3.437	9.748	8.097
-56	6.557	2.078	3.321	9.267	7.744
-55	6.266	1.992	3.198	8.735	7.359
-54	5.969	1.902	3.070	8.188	6.964
-53	5.680	1.808	2.939	7.667	6.585
-52	5.419	1.713	2.809	7.213	6.250
-51	5.202	1.616	2.683	6.869	5.984
-50	5.043	1.521	2.563	6.670	5.809
-49	4.951	1.427	2.452	6.634	5.739
-48	4.927	1.337	2.353	6.757	5.771
-47	4.964	1.253	2.268	7.012	5.893
-46	5.048	1.177	2.196	7.359	6.080
-45	5.162	1.111	2.140	7.750	6.303
-44	5.288	1.060	2.099	8.141	6.533
-43	5.406	1.024	2.072	8.490	6.742
-42	5.504	1.006	2.058	8.765	6.908
-41	5.569	1.008	2.058	8.941	7.017
-40	5.596	1.031	2.070	9.004	7.057
-39	5.582	1.072	2.095	8.948	7.026
-38	5.531	1.131	2.132	8.780	6.929
-37	5.449	1.205	2.182	8.514	6.774
-36	5.349	1.292	2.246	8.178	6.581
-35	5.245	1.389	2.324	7.804	6.371
-34	5.157	1.494	2.418	7.434	6.171
-33	5.103	1.607	2.526	7.114	6.013
-32	5.100	1.724	2.648	6.890	5.923
-31	5.161	1.845	2.784	6.803	5.927
-30	5.290	1.968	2.930	6.876	6.034
-29	5.487	2.093	3.086	7.111	6.246
-28	5.742	2.219	3.249	7.488	6.548
-27	6.041	2.344	3.416	7.974	6.919
-26	6.368	2.467	3.584	8.526	7.334
-25	6.705	2.588	3.752	9.104	7.764
-24	7.036	2.706	3.915	9.669	8.187
-23	7.348	2.820	4.073	10.187	8.580
-22	7.629	2.930	4.224	10.632	8.926
-21	7.869	3.035	4.365	10.981	9.211

到线路走廊中心的距离（m）	ZBC4 型直线塔				
	过居民区			过非居民区	
	导线对地高度 19.5m	导线对地高度 36.5m	导线对地高度 29.0m	导线对地高度 15.5m	导线对地高度 17.5m
	离地高度 1.5m				
-20	8.063	3.134	4.495	11.222	9.426
-19	8.206	3.228	4.613	11.348	9.566
-18	8.298	3.316	4.719	11.362	9.632
-17	8.341	3.398	4.813	11.271	9.626
-16	8.337	3.474	4.894	11.090	9.557
-15	8.293	3.544	4.963	10.834	9.432
-14	8.213	3.607	5.020	10.522	9.262
-13	8.105	3.664	5.067	10.172	9.059
-12	7.976	3.716	5.104	9.801	8.833
-11	7.833	3.762	5.132	9.423	8.594
-10	7.683	3.802	5.153	9.053	8.352
-9	7.530	3.838	5.167	8.698	8.114
-8	7.382	3.868	5.176	8.368	7.887
-7	7.241	3.895	5.181	8.069	7.678
-6	7.112	3.917	5.183	7.803	7.489
-5	6.998	3.935	5.183	7.576	7.324
-4	6.902	3.950	5.182	7.388	7.187
-3	6.826	3.961	5.180	7.241	7.078
-2	6.770	3.968	5.179	7.135	7.000
-1	6.736	3.973	5.178	7.072	6.952
0	6.725	3.975	5.177	7.051	6.936
1	6.736	3.973	5.178	7.072	6.952
2	6.770	3.968	5.179	7.135	7.000
3	6.826	3.961	5.180	7.241	7.078
4	6.902	3.950	5.182	7.388	7.187
5	6.998	3.935	5.183	7.576	7.324
6	7.112	3.917	5.183	7.803	7.489
7	7.241	3.895	5.181	8.069	7.678
8	7.382	3.868	5.176	8.368	7.887
9	7.530	3.838	5.167	8.698	8.114
10	7.683	3.802	5.153	9.053	8.352
11	7.833	3.762	5.132	9.423	8.594
12	7.976	3.716	5.104	9.801	8.833
13	8.105	3.664	5.067	10.172	9.059
14	8.213	3.607	5.020	10.522	9.262
15	8.293	3.544	4.963	10.834	9.432
16	8.337	3.474	4.894	11.090	9.557
17	8.341	3.398	4.813	11.271	9.626
18	8.298	3.316	4.719	11.362	9.632
19	8.206	3.228	4.613	11.348	9.566
20	8.063	3.134	4.495	11.222	9.426
21	7.869	3.035	4.365	10.981	9.211
22	7.629	2.930	4.224	10.632	8.926
23	7.348	2.820	4.073	10.187	8.580
24	7.036	2.706	3.915	9.669	8.187
25	6.705	2.588	3.752	9.104	7.764
26	6.368	2.467	3.584	8.526	7.334
27	6.041	2.344	3.416	7.974	6.919
28	5.742	2.219	3.249	7.488	6.548
29	5.487	2.093	3.086	7.111	6.246
30	5.290	1.968	2.930	6.876	6.034

到线路走廊中心的距离（m）	ZBC4 型直线塔				
	过居民区			过非居民区	
	导线对地高度 19.5m	导线对地高度 36.5m	导线对地高度 29.0m	导线对地高度 15.5m	导线对地高度 17.5m
	离地高度 1.5m				
31	5.161	1.845	2.784	6.803	5.927
32	5.100	1.724	2.648	6.890	5.923
33	5.103	1.607	2.526	7.114	6.013
34	5.157	1.494	2.418	7.434	6.171
35	5.245	1.389	2.324	7.804	6.371
36	5.349	1.292	2.246	8.178	6.581
37	5.449	1.205	2.182	8.514	6.774
38	5.531	1.131	2.132	8.780	6.929
39	5.582	1.072	2.095	8.948	7.026
40	5.596	1.031	2.070	9.004	7.057
41	5.569	1.008	2.058	8.941	7.017
42	5.504	1.006	2.058	8.765	6.908
43	5.406	1.024	2.072	8.490	6.742
44	5.288	1.060	2.099	8.141	6.533
45	5.162	1.111	2.140	7.750	6.303
46	5.048	1.177	2.196	7.359	6.080
47	4.964	1.253	2.268	7.012	5.893
48	4.927	1.337	2.353	6.757	5.771
49	4.951	1.427	2.452	6.634	5.739
50	5.043	1.521	2.563	6.670	5.809
51	5.202	1.616	2.683	6.869	5.984
52	5.419	1.713	2.809	7.213	6.250
53	5.680	1.808	2.939	7.667	6.585
54	5.969	1.902	3.070	8.188	6.964
55	6.266	1.992	3.198	8.735	7.359
56	6.557	2.078	3.321	9.267	7.744
57	6.826	2.160	3.437	9.748	8.097
58	7.060	2.236	3.543	10.152	8.398
59	7.249	2.306	3.638	10.455	8.634
60	7.388	2.369	3.719	10.645	8.795
61	7.472	2.425	3.787	10.714	8.877
62	7.499	2.473	3.839	10.663	8.877
63	7.472	2.514	3.876	10.502	8.801
64	7.393	2.548	3.898	10.243	8.655
65	7.266	2.573	3.905	9.903	8.446
66（最外边导线 6m 处）	7.099	2.592	**3.897**	9.500	8.187
67	6.898	2.603	3.876	9.051	7.886
68	6.669	2.607	3.841	8.574	7.556
69	6.419	2.604	3.795	8.083	7.206
70	6.155	2.594	3.739	7.589	6.845
71	5.881	2.579	3.673	7.104	6.480
72	5.603	2.558	3.599	6.632	6.117
73	5.326	2.532	3.518	6.181	5.761
74	5.051	2.501	3.431	5.753	5.417
75	4.783	2.467	3.340	5.349	5.086
76	4.523	2.428	3.246	4.972	4.770
77	4.272	2.387	3.149	4.620	4.471
78	4.032	2.342	3.051	4.293	4.188
79	3.803	2.295	2.951	3.991	3.923
80	3.586	2.247	2.852	3.711	3.674
81	3.380	2.196	2.753	3.454	3.442

<table>
<tr><td rowspan="4">到线路走廊中心的距离（m）</td><td colspan="5">ZBC4 型直线塔</td></tr>
<tr><td colspan="3">过居民区</td><td colspan="2">过非居民区</td></tr>
<tr><td>导线对地高度 19.5m</td><td>导线对地高度 36.5m</td><td>导线对地高度 29.0m</td><td>导线对地高度 15.5m</td><td>导线对地高度 17.5m</td></tr>
<tr><td colspan="5">离地高度 1.5m</td></tr>
<tr><td>82</td><td>3.186</td><td>2.145</td><td>2.655</td><td>3.216</td><td>3.225</td></tr>
<tr><td>83</td><td>3.003</td><td>2.092</td><td>2.558</td><td>2.997</td><td>3.023</td></tr>
<tr><td>84</td><td>2.832</td><td>2.039</td><td>2.463</td><td>2.796</td><td>2.836</td></tr>
<tr><td>85</td><td>2.670</td><td>1.986</td><td>2.371</td><td>2.610</td><td>2.661</td></tr>
<tr><td>86</td><td>2.519</td><td>1.933</td><td>2.280</td><td>2.439</td><td>2.499</td></tr>
<tr><td>87</td><td>2.378</td><td>1.880</td><td>2.193</td><td>2.282</td><td>2.348</td></tr>
<tr><td>88</td><td>2.245</td><td>1.827</td><td>2.108</td><td>2.136</td><td>2.208</td></tr>
<tr><td>89</td><td>2.121</td><td>1.774</td><td>2.025</td><td>2.003</td><td>2.077</td></tr>
<tr><td>90</td><td>2.004</td><td>1.723</td><td>1.946</td><td>1.879</td><td>1.956</td></tr>
<tr><td>91</td><td>1.896</td><td>1.672</td><td>1.869</td><td>1.765</td><td>1.844</td></tr>
<tr><td>92</td><td>1.794</td><td>1.621</td><td>1.795</td><td>1.659</td><td>1.739</td></tr>
<tr><td>93</td><td>1.699</td><td>1.572</td><td>1.724</td><td>1.561</td><td>1.641</td></tr>
<tr><td>94</td><td>1.609</td><td>1.524</td><td>1.656</td><td>1.471</td><td>1.551</td></tr>
<tr><td>95</td><td>1.526</td><td>1.477</td><td>1.590</td><td>1.387</td><td>1.466</td></tr>
<tr><td>96</td><td>1.448</td><td>1.431</td><td>1.528</td><td>1.309</td><td>1.387</td></tr>
<tr><td>97</td><td>1.374</td><td>1.387</td><td>1.467</td><td>1.237</td><td>1.314</td></tr>
<tr><td>98</td><td>1.306</td><td>1.343</td><td>1.410</td><td>1.169</td><td>1.245</td></tr>
<tr><td>99</td><td>1.241</td><td>1.301</td><td>1.355</td><td>1.107</td><td>1.181</td></tr>
<tr><td>100</td><td>1.180</td><td>1.260</td><td>1.302</td><td>1.048</td><td>1.121</td></tr>
<tr><td>101</td><td>1.123</td><td>1.220</td><td>1.252</td><td>0.994</td><td>1.065</td></tr>
<tr><td>102</td><td>1.070</td><td>1.181</td><td>1.203</td><td>0.943</td><td>1.012</td></tr>
<tr><td>103</td><td>1.020</td><td>1.144</td><td>1.157</td><td>0.895</td><td>0.963</td></tr>
<tr><td>104</td><td>0.972</td><td>1.108</td><td>1.113</td><td>0.851</td><td>0.917</td></tr>
<tr><td>105</td><td>0.928</td><td>1.073</td><td>1.071</td><td>0.809</td><td>0.873</td></tr>
<tr><td>106</td><td>0.886</td><td>1.039</td><td>1.031</td><td>0.770</td><td>0.832</td></tr>
<tr><td>107</td><td>0.846</td><td>1.006</td><td>0.992</td><td>0.734</td><td>0.794</td></tr>
<tr><td>108</td><td>0.809</td><td>0.975</td><td>0.956</td><td>0.700</td><td>0.758</td></tr>
<tr><td>109</td><td>0.774</td><td>0.944</td><td>0.920</td><td>0.667</td><td>0.724</td></tr>
<tr><td>110</td><td>0.741</td><td>0.915</td><td>0.887</td><td>0.637</td><td>0.692</td></tr>
<tr><td>111</td><td>0.709</td><td>0.886</td><td>0.855</td><td>0.608</td><td>0.662</td></tr>
<tr><td>112</td><td>0.679</td><td>0.859</td><td>0.824</td><td>0.582</td><td>0.633</td></tr>
<tr><td>113</td><td>0.651</td><td>0.832</td><td>0.795</td><td>0.556</td><td>0.606</td></tr>
<tr><td>114</td><td>0.625</td><td>0.807</td><td>0.767</td><td>0.532</td><td>0.581</td></tr>
<tr><td>115</td><td>0.599</td><td>0.782</td><td>0.740</td><td>0.510</td><td>0.557</td></tr>
<tr><td>116</td><td>0.576</td><td>0.758</td><td>0.714</td><td>0.489</td><td>0.534</td></tr>
<tr><td>117</td><td>0.553</td><td>0.735</td><td>0.689</td><td>0.468</td><td>0.512</td></tr>
<tr><td>118</td><td>0.531</td><td>0.713</td><td>0.666</td><td>0.449</td><td>0.492</td></tr>
<tr><td>119</td><td>0.511</td><td>0.692</td><td>0.643</td><td>0.431</td><td>0.473</td></tr>
<tr><td>120</td><td>0.491</td><td>0.671</td><td>0.622</td><td>0.414</td><td>0.454</td></tr>
<tr><td>最大值</td><td>8.345</td><td>3.975</td><td>5.183</td><td>11.369</td><td>9.638</td></tr>
<tr><td>最大值点位置（距中心点距离）</td><td>-16.6</td><td>0.0</td><td>-5.6</td><td>-18.4</td><td>-17.6</td></tr>
<tr><td colspan="6">注：36.5m 为导线距地面 1.5m 高度处的所有区域工频电场强度均小于 4000V/m 所需的线高；29m 为最外边导线 6m 处及以外区域距地面 1.5m 高度处的所有区域工频电场强度均小于 4000V/m 所需的线高。</td></tr>
</table>

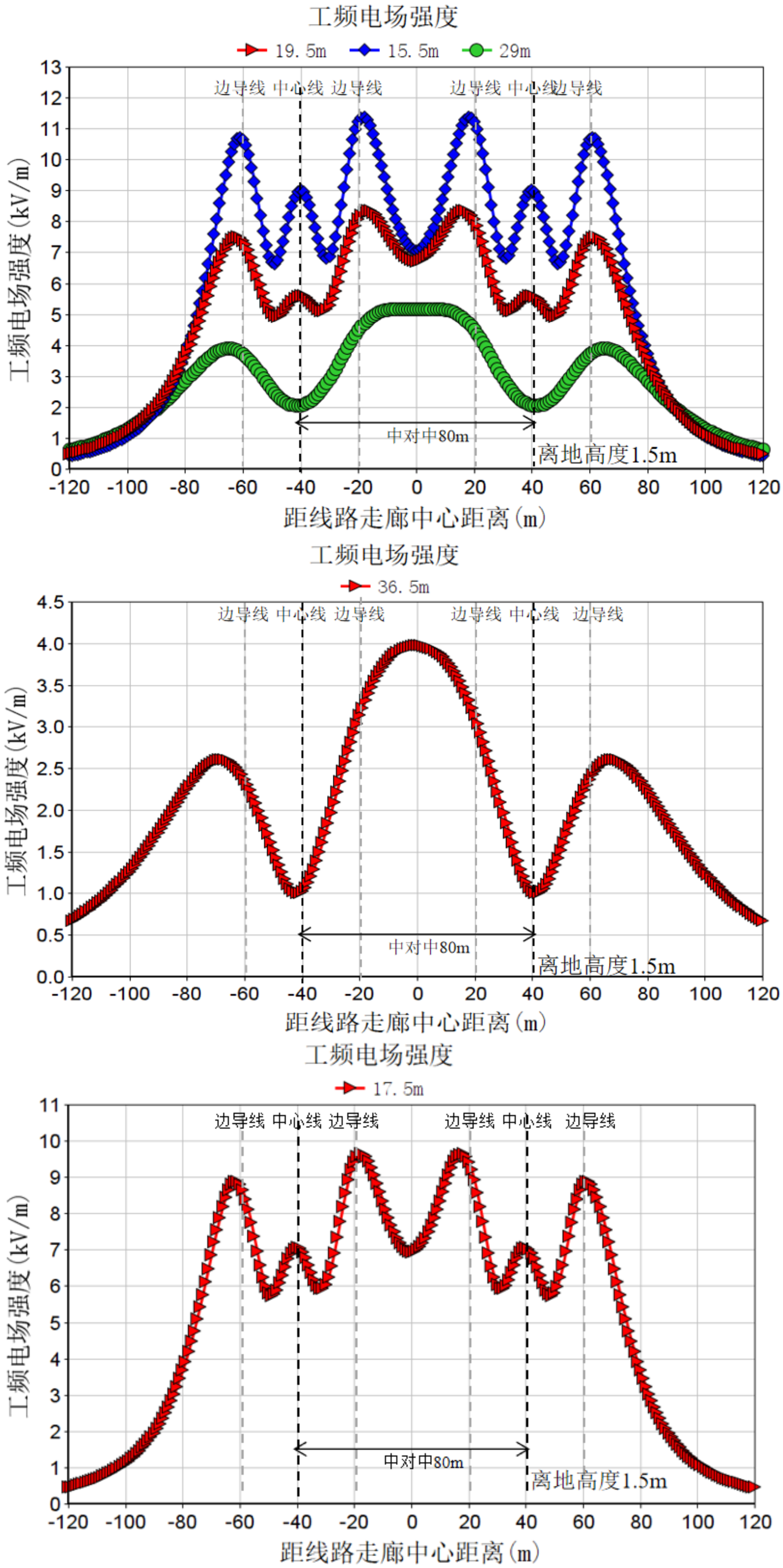


图 6.1-10 750kV 并行单回 ZBC4 型直线塔线路附近工频电场强度分布图

2、工频磁感应强度

本工程 750kV 单回并行输电线路工频磁感应强度预测结果见下表和下图。

表 6.1-21 750kV 单回并行输电线路工频磁感应强度预测结果 单位：μT

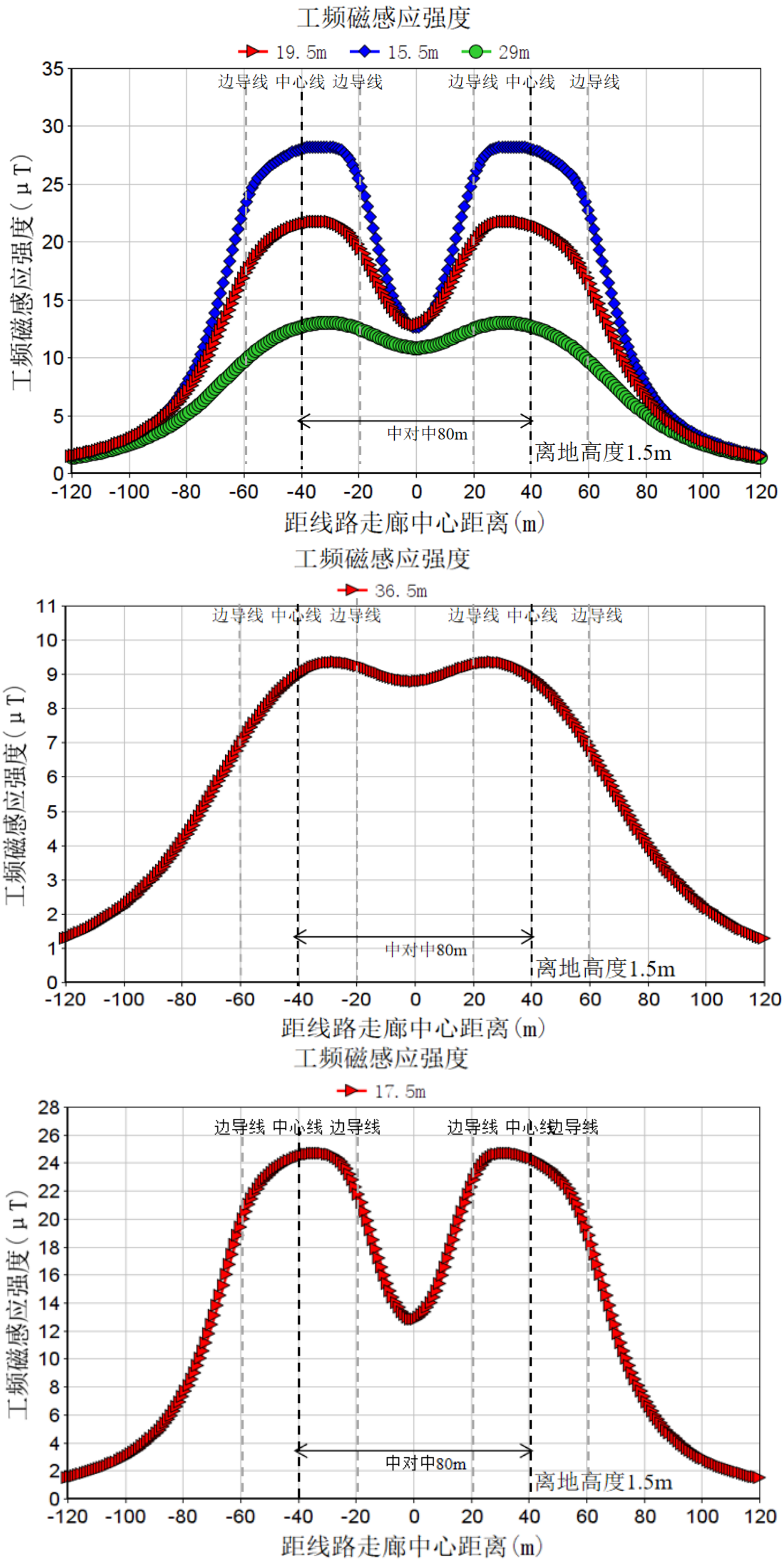
到线路走廊中心的距离（m）	ZBC4 型直线塔				
	过居民区			过非居民区	
	导线对地高度 19.5m	导线对地高度 36.5m	导线对地高度 29.0m	导线对地高度 15.5m	导线对地高度 17.5m
-120	1.48	1.27	1.37	1.51	1.50
-119	1.52	1.30	1.41	1.56	1.54
-118	1.57	1.34	1.45	1.61	1.59
-117	1.62	1.37	1.49	1.66	1.64
-116	1.67	1.41	1.53	1.71	1.69
-115	1.72	1.45	1.58	1.77	1.75
-114	1.78	1.49	1.62	1.83	1.80
-113	1.83	1.53	1.67	1.89	1.86
-112	1.89	1.57	1.72	1.95	1.92
-111	1.96	1.61	1.78	2.02	1.99
-110	2.02	1.66	1.83	2.09	2.06
-109	2.09	1.71	1.89	2.16	2.13
-108	2.16	1.76	1.94	2.24	2.20
-107	2.24	1.81	2.01	2.32	2.28
-106	2.32	1.86	2.07	2.40	2.36
-105	2.40	1.91	2.14	2.49	2.45
-104	2.49	1.97	2.21	2.59	2.54
-103	2.58	2.03	2.28	2.68	2.63
-102	2.67	2.09	2.35	2.79	2.73
-101	2.77	2.15	2.43	2.90	2.84
-100	2.88	2.21	2.51	3.01	2.95
-99	2.99	2.28	2.60	3.14	3.07
-98	3.11	2.35	2.69	3.26	3.19
-97	3.23	2.42	2.78	3.40	3.32
-96	3.36	2.49	2.87	3.55	3.46
-95	3.50	2.57	2.98	3.70	3.60
-94	3.65	2.65	3.08	3.86	3.76
-93	3.80	2.73	3.19	4.03	3.92
-92	3.96	2.82	3.30	4.22	4.09
-91	4.13	2.90	3.42	4.41	4.28
-90	4.31	3.00	3.55	4.62	4.47
-89	4.51	3.09	3.68	4.84	4.68
-88	4.71	3.19	3.81	5.08	4.90
-87	4.93	3.29	3.95	5.33	5.13
-86	5.15	3.39	4.10	5.60	5.38
-85	5.40	3.49	4.25	5.89	5.65
-84	5.65	3.60	4.41	6.20	5.93
-83	5.93	3.72	4.58	6.54	6.23
-82	6.21	3.83	4.75	6.89	6.55
-81	6.52	3.95	4.93	7.27	6.90
-80	6.85	4.07	5.11	7.68	7.26
-79	7.19	4.20	5.30	8.13	7.65
-78	7.55	4.33	5.50	8.60	8.07
-77	7.94	4.46	5.70	9.11	8.51
-76	8.35	4.59	5.91	9.65	8.98
-75	8.77	4.73	6.13	10.24	9.48
-74	9.22	4.86	6.35	10.87	10.01
-73	9.70	5.00	6.58	11.54	10.57

到线路走廊中心的距离（m）	ZBC4 型直线塔				
	过居民区			过非居民区	
	导线对地高度 19.5m	导线对地高度 36.5m	导线对地高度 29.0m	导线对地高度 15.5m	导线对地高度 17.5m
-72	10.19	5.15	6.81	12.25	11.17
-71	10.71	5.29	7.05	13.01	11.79
-70	11.24	5.44	7.29	13.82	12.44
-69	11.79	5.58	7.53	14.66	13.12
-68	12.36	5.73	7.78	15.55	13.82
-67	12.93	5.88	8.03	16.46	14.54
-66（最外边导线 6m 处）	13.51	6.03	8.27	17.40	15.27
-65	14.10	6.17	8.52	18.35	16.00
-64	14.67	6.32	8.77	19.29	16.73
-63	15.24	6.47	9.01	20.22	17.45
-62	15.80	6.61	9.25	21.12	18.14
-61	16.33	6.75	9.49	21.96	18.80
-60	16.84	6.90	9.72	22.74	19.43
-59	17.32	7.03	9.95	23.45	20.01
-58	17.77	7.17	10.16	24.08	20.54
-57	18.19	7.30	10.38	24.63	21.02
-56	18.57	7.43	10.58	25.09	21.44
-55	18.91	7.56	10.78	25.48	21.82
-54	19.22	7.68	10.96	25.81	22.15
-53	19.51	7.80	11.14	26.08	22.44
-52	19.76	7.92	11.31	26.31	22.70
-51	19.99	8.03	11.47	26.51	22.92
-50	20.20	8.14	11.63	26.69	23.13
-49	20.38	8.24	11.77	26.85	23.31
-48	20.55	8.34	11.91	27.01	23.47
-47	20.71	8.43	12.03	27.16	23.63
-46	20.85	8.52	12.15	27.31	23.77
-45	20.98	8.60	12.26	27.45	23.90
-44	21.10	8.68	12.36	27.59	24.03
-43	21.21	8.76	12.46	27.72	24.14
-42	21.31	8.83	12.55	27.84	24.24
-41	21.40	8.90	12.63	27.94	24.34
-40	21.48	8.96	12.70	28.02	24.41
-39	21.55	9.02	12.77	28.08	24.48
-38	21.61	9.07	12.83	28.13	24.54
-37	21.66	9.12	12.88	28.16	24.59
-36	21.70	9.16	12.92	28.18	24.62
-35	21.73	9.20	12.96	28.19	24.65
-34	21.76	9.23	12.99	28.19	24.67
-33	21.77	9.26	13.01	28.19	24.68
-32	21.77	9.29	13.02	28.19	24.68
-31	21.75	9.31	13.03	28.19	24.67
-30	21.72	9.33	13.03	28.18	24.64
-29	21.67	9.34	13.01	28.16	24.59
-28	21.59	9.35	12.99	28.11	24.52
-27	21.49	9.35	12.96	28.03	24.42
-26	21.36	9.35	12.92	27.89	24.27
-25	21.19	9.34	12.88	27.70	24.08
-24	20.99	9.34	12.82	27.43	23.84
-23	20.75	9.32	12.75	27.08	23.54
-22	20.46	9.31	12.68	26.64	23.18
-21	20.14	9.29	12.59	26.09	22.76

到线路走廊中心的距离（m）	ZBC4 型直线塔				
	过居民区			过非居民区	
	导线对地高度 19.5m	导线对地高度 36.5m	导线对地高度 29.0m	导线对地高度 15.5m	导线对地高度 17.5m
-20	19.77	9.26	12.50	25.45	22.28
-19	19.37	9.24	12.41	24.72	21.74
-18	18.94	9.21	12.30	23.91	21.15
-17	18.49	9.18	12.20	23.04	20.52
-16	18.01	9.15	12.09	22.13	19.87
-15	17.52	9.12	11.97	21.19	19.20
-14	17.03	9.09	11.86	20.24	18.52
-13	16.53	9.05	11.74	19.31	17.84
-12	16.05	9.02	11.63	18.41	17.18
-11	15.59	8.99	11.52	17.54	16.55
-10	15.14	8.96	11.42	16.73	15.95
-9	14.73	8.93	11.32	15.97	15.39
-8	14.34	8.90	11.23	15.29	14.87
-7	13.99	8.87	11.14	14.67	14.41
-6	13.69	8.85	11.07	14.13	14.00
-5	13.42	8.83	11.00	13.66	13.64
-4	13.20	8.82	10.95	13.28	13.35
-3	13.03	8.80	10.91	12.98	13.12
-2	12.90	8.79	10.88	12.76	12.96
-1	12.83	8.79	10.86	12.63	12.86
0	12.80	8.79	10.85	12.59	12.83
1	12.83	8.79	10.86	12.63	12.86
2	12.90	8.79	10.88	12.76	12.96
3	13.03	8.80	10.91	12.98	13.12
4	13.20	8.82	10.95	13.28	13.35
5	13.42	8.83	11.00	13.66	13.64
6	13.69	8.85	11.07	14.13	14.00
7	13.99	8.87	11.14	14.67	14.41
8	14.34	8.90	11.23	15.29	14.87
9	14.73	8.93	11.32	15.97	15.39
10	15.14	8.96	11.42	16.73	15.95
11	15.59	8.99	11.52	17.54	16.55
12	16.05	9.02	11.63	18.41	17.18
13	16.53	9.05	11.74	19.31	17.84
14	17.03	9.09	11.86	20.24	18.52
15	17.52	9.12	11.97	21.19	19.20
16	18.01	9.15	12.09	22.13	19.87
17	18.49	9.18	12.20	23.04	20.52
18	18.94	9.21	12.30	23.91	21.15
19	19.37	9.24	12.41	24.72	21.74
20	19.77	9.26	12.50	25.45	22.28
21	20.14	9.29	12.59	26.09	22.76
22	20.46	9.31	12.68	26.64	23.18
23	20.75	9.32	12.75	27.08	23.54
24	20.99	9.34	12.82	27.43	23.84
25	21.19	9.34	12.88	27.70	24.08
26	21.36	9.35	12.92	27.89	24.27
27	21.49	9.35	12.96	28.03	24.42
28	21.59	9.35	12.99	28.11	24.52
29	21.67	9.34	13.01	28.16	24.59
30	21.72	9.33	13.03	28.18	24.64
31	21.75	9.31	13.03	28.19	24.67

到线路走廊中心的距离（m）	ZBC4 型直线塔				
	过居民区			过非居民区	
	导线对地高度 19.5m	导线对地高度 36.5m	导线对地高度 29.0m	导线对地高度 15.5m	导线对地高度 17.5m
32	21.77	9.29	13.02	28.19	24.68
33	21.77	9.26	13.01	28.19	24.68
34	21.76	9.23	12.99	28.19	24.67
35	21.73	9.20	12.96	28.19	24.65
36	21.70	9.16	12.92	28.18	24.62
37	21.66	9.12	12.88	28.16	24.59
38	21.61	9.07	12.83	28.13	24.54
39	21.55	9.02	12.77	28.08	24.48
40	21.48	8.96	12.70	28.02	24.41
41	21.40	8.90	12.63	27.94	24.34
42	21.31	8.83	12.55	27.84	24.24
43	21.21	8.76	12.46	27.72	24.14
44	21.10	8.68	12.36	27.59	24.03
45	20.98	8.60	12.26	27.45	23.90
46	20.85	8.52	12.15	27.31	23.77
47	20.71	8.43	12.03	27.16	23.63
48	20.55	8.34	11.91	27.01	23.47
49	20.38	8.24	11.77	26.85	23.31
50	20.20	8.14	11.63	26.69	23.13
51	19.99	8.03	11.47	26.51	22.92
52	19.76	7.92	11.31	26.31	22.70
53	19.51	7.80	11.14	26.08	22.44
54	19.22	7.68	10.96	25.81	22.15
55	18.91	7.56	10.78	25.48	21.82
56	18.57	7.43	10.58	25.09	21.44
57	18.19	7.30	10.38	24.63	21.02
58	17.77	7.17	10.16	24.08	20.54
59	17.32	7.03	9.95	23.45	20.01
60	16.84	6.90	9.72	22.74	19.43
61	16.33	6.75	9.49	21.96	18.80
62	15.80	6.61	9.25	21.12	18.14
63	15.24	6.47	9.01	20.22	17.45
64	14.67	6.32	8.77	19.29	16.73
65	14.10	6.17	8.52	18.35	16.00
66（最外边导线 6m 处）	13.51	6.03	8.27	17.40	15.27
67	12.93	5.88	8.03	16.46	14.54
68	12.36	5.73	7.78	15.55	13.82
69	11.79	5.58	7.53	14.66	13.12
70	11.24	5.44	7.29	13.82	12.44
71	10.71	5.29	7.05	13.01	11.79
72	10.19	5.15	6.81	12.25	11.17
73	9.70	5.00	6.58	11.54	10.57
74	9.22	4.86	6.35	10.87	10.01
75	8.77	4.73	6.13	10.24	9.48
76	8.35	4.59	5.91	9.65	8.98
77	7.94	4.46	5.70	9.11	8.51
78	7.55	4.33	5.50	8.60	8.07
79	7.19	4.20	5.30	8.13	7.65
80	6.85	4.07	5.11	7.68	7.26
81	6.52	3.95	4.93	7.27	6.90
82	6.21	3.83	4.75	6.89	6.55
83	5.93	3.72	4.58	6.54	6.23

到线路走廊中心的距离（m）	ZBC4 型直线塔				
	过居民区			过非居民区	
	导线对地高度 19.5m	导线对地高度 36.5m	导线对地高度 29.0m	导线对地高度 15.5m	导线对地高度 17.5m
84	5.65	3.60	4.41	6.20	5.93
85	5.40	3.49	4.25	5.89	5.65
86	5.15	3.39	4.10	5.60	5.38
87	4.93	3.29	3.95	5.33	5.13
88	4.71	3.19	3.81	5.08	4.90
89	4.51	3.09	3.68	4.84	4.68
90	4.31	3.00	3.55	4.62	4.47
91	4.13	2.90	3.42	4.41	4.28
92	3.96	2.82	3.30	4.22	4.09
93	3.80	2.73	3.19	4.03	3.92
94	3.65	2.65	3.08	3.86	3.76
95	3.50	2.57	2.98	3.70	3.60
96	3.36	2.49	2.87	3.55	3.46
97	3.23	2.42	2.78	3.40	3.32
98	3.11	2.35	2.69	3.26	3.19
99	2.99	2.28	2.60	3.14	3.07
100	2.88	2.21	2.51	3.01	2.95
101	2.77	2.15	2.43	2.90	2.84
102	2.67	2.09	2.35	2.79	2.73
103	2.58	2.03	2.28	2.68	2.63
104	2.49	1.97	2.21	2.59	2.54
105	2.40	1.91	2.14	2.49	2.45
106	2.32	1.86	2.07	2.40	2.36
107	2.24	1.81	2.01	2.32	2.28
108	2.16	1.76	1.94	2.24	2.20
109	2.09	1.71	1.89	2.16	2.13
110	2.02	1.66	1.83	2.09	2.06
111	1.96	1.61	1.78	2.02	1.99
112	1.89	1.57	1.72	1.95	1.92
113	1.83	1.53	1.67	1.89	1.86
114	1.78	1.49	1.62	1.83	1.80
115	1.72	1.45	1.58	1.77	1.75
116	1.67	1.41	1.53	1.71	1.69
117	1.62	1.37	1.49	1.66	1.64
118	1.57	1.34	1.45	1.61	1.59
119	1.52	1.30	1.41	1.56	1.54
120	1.48	1.27	1.37	1.51	1.50
最大值	21.77	9.35	13.03	28.19	24.68
最大值点位置（距中心点距离）	-32.6	26.7	-30.9	32.0	-32.4



ZBC4 型（最大相间距）

图 6.1-11　750kV 单回并行输电线路工频磁感应强度分布图

3、工频电场强度 4000V/m 等值线

ZBC4 型直线塔 4000V/m 等值线预测结果见下表，等值线分布情况见下图。

表 6.1-22 ZBC4 型直线塔工频电场强度 4000V/m 等值线预测结果

<table>
<tr><td rowspan="3">导线对地距离（m）</td><td colspan="4">ZBC4 型直线塔</td></tr>
<tr><td colspan="2">距线路中心的距离（m）</td><td colspan="2">距边导线的距离（m）</td></tr>
<tr><td>左边</td><td>右边</td><td>左边</td><td>右边</td></tr>
<tr><td>36.5
（线下距地面 1.5m 高度处的所有区域均小于工频电场强度 4000V/m）</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td>29.0
（最外边导线 6m 外区域均小于工频电场强度 4000V/m）</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td>28.6</td><td>-64.8</td><td>64.8</td><td>5.00</td><td>5.00</td></tr>
<tr><td>28.5</td><td>-66.51</td><td>66.51</td><td>6.71</td><td>6.71</td></tr>
<tr><td>28</td><td>-69.01</td><td>69.01</td><td>9.21</td><td>9.21</td></tr>
<tr><td>27.5</td><td>-70.43</td><td>70.43</td><td>10.63</td><td>10.63</td></tr>
<tr><td>27</td><td>-71.52</td><td>71.52</td><td>11.72</td><td>11.72</td></tr>
<tr><td>26.5</td><td>-72.4</td><td>72.4</td><td>12.6</td><td>12.6</td></tr>
<tr><td>26</td><td>-73.16</td><td>73.16</td><td>13.36</td><td>13.36</td></tr>
<tr><td>25.5</td><td>-73.83</td><td>73.83</td><td>14.03</td><td>14.03</td></tr>
<tr><td>25</td><td>-74.42</td><td>74.42</td><td>14.62</td><td>14.62</td></tr>
<tr><td>24.5</td><td>-74.95</td><td>74.95</td><td>15.15</td><td>15.15</td></tr>
<tr><td>24</td><td>-75.42</td><td>75.42</td><td>15.62</td><td>15.62</td></tr>
<tr><td>23.5</td><td>-75.85</td><td>75.85</td><td>16.05</td><td>16.05</td></tr>
<tr><td>23</td><td>-76.24</td><td>76.24</td><td>16.44</td><td>16.44</td></tr>
<tr><td>22.5</td><td>-76.6</td><td>76.6</td><td>16.8</td><td>16.8</td></tr>
<tr><td>22</td><td>-76.92</td><td>76.92</td><td>17.12</td><td>17.12</td></tr>
<tr><td>21.5</td><td>-77.22</td><td>77.22</td><td>17.42</td><td>17.42</td></tr>
<tr><td>21</td><td>-77.48</td><td>77.48</td><td>17.68</td><td>17.68</td></tr>
<tr><td>20.5</td><td>-77.72</td><td>77.72</td><td>17.92</td><td>17.92</td></tr>
<tr><td>20</td><td>-77.94</td><td>77.94</td><td>18.14</td><td>18.14</td></tr>
<tr><td>19.5</td><td>-78.14</td><td>78.14</td><td>18.34</td><td>18.34</td></tr>
</table>

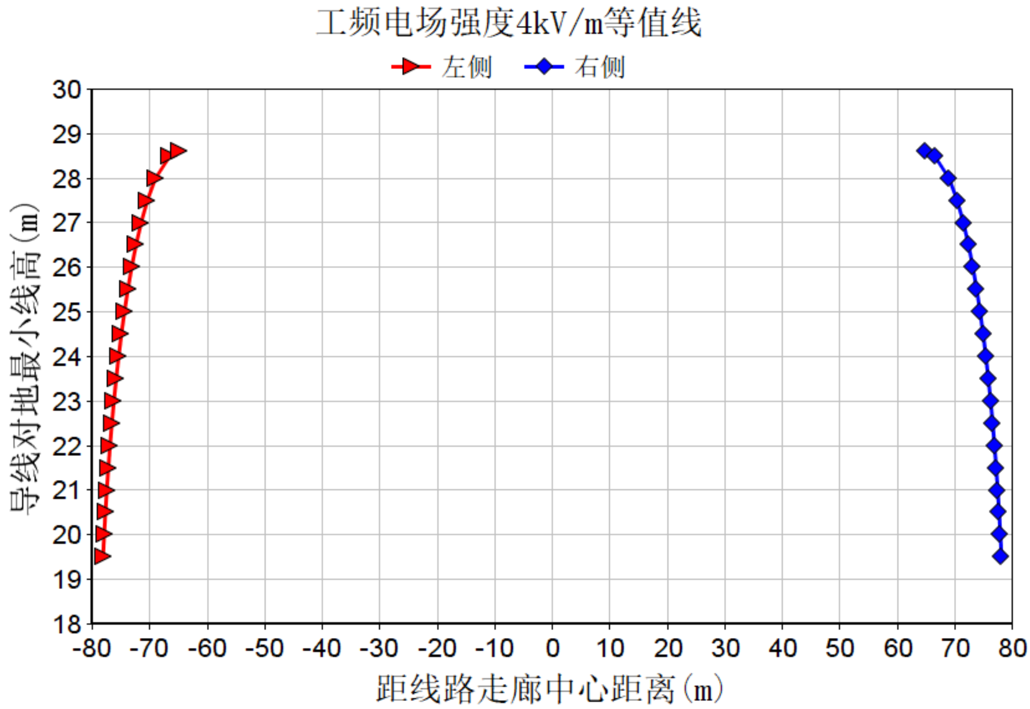


图 6.1-12 ZBC4 型直线塔工频电场强度 4000V/m 等值线图

对于 ZBC4 型直线塔而言，导线对地最小线高 19.5m（过居民区）时，距离左侧边导线约 18.34m 之外区域工频电场强度均小于 4000V/m，当导线最低线高至 29.0m 时，最外边导线 6m 外距地面 1.5m 高度处的所有区域工频电场强度均小于 4000V/m。当导线最低线高至 36.5m 时，线下距地面 1.5m 高度处的所有区域工频电场强度均小于 4000V/m。

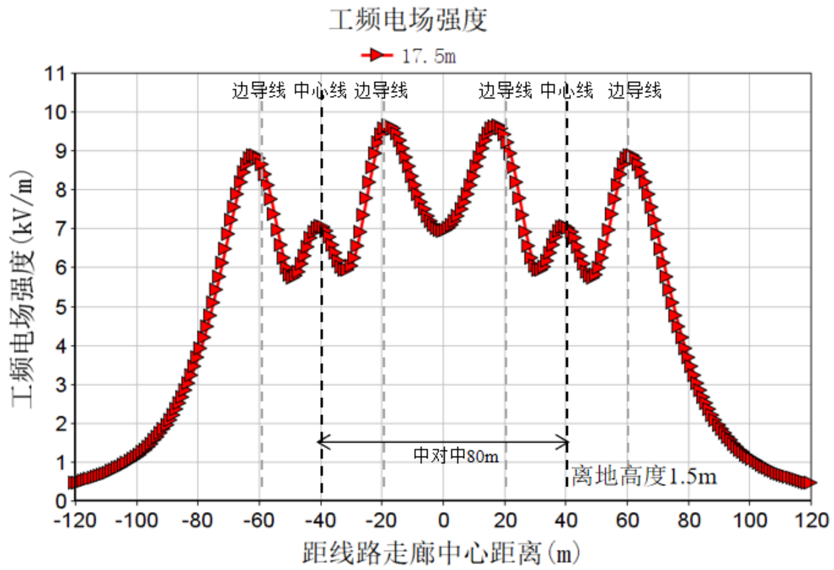
4、控制线下工频电场强度小于 10kV/m 所需最低线高

根据《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)，线路经过耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、道路等场所时，需控制地面 1.5m 高度处工频电场强度小于 10kV/m。经预测，当导线对地线高 15.5m 时，本工程 750kV 并行单回输电线路预测的 ZBC4 型直线塔线下地面 1.5m 高度处工频电场强度最大值分别为 11.369kV/m，不能满足 10kV/m 控制限值要求，需采取抬高线高措施。

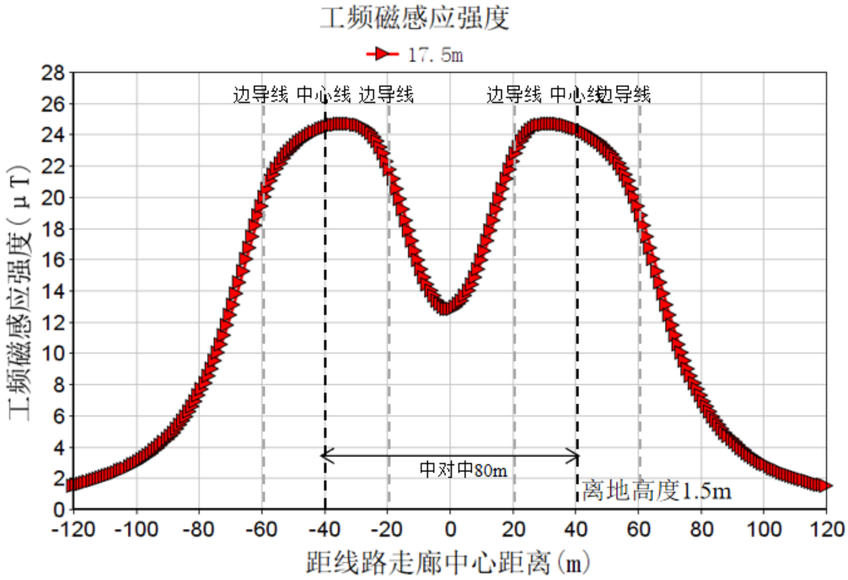
经预测，为使线下地面 1.5m 高度处工频电场强度小于 10kV/m 控制限值，ZBC4 型（直线塔导线最小对地高度需达到 17.5m。相应线高工频电场强度、工频磁感应强度预测结果见下表及下图。

表 6.1-23 控制工频电场强度小于 10kV/m 对应线高的工频电场强度预测结果

计算直线塔型		ZBC4 型直线塔
满足 10kV/m 对应最低线高，m		17.5
工频电场强度	最大值，kV/m	9.638
	最大值点位置（与计算原点距离），m	17.6
	最大值点位置（与边导线距离），m	-42.2
工频磁感应强度	最大值，μT	24.68
	最大值点位置（与计算原点距离），m	-32.4
	最大值点位置（与边导线距离），m	27.4
注：表中数值为距离长度，负值表示出现在边导线内侧。		



ZBC4 型直线塔-工频电场强度



ZBC4 型直线塔-工频磁感应强度

图 6.1-13 控制工频电场强度小于 10kV/m 对应线高的工频电场强度、工频磁感应强度分布图

6.1.3.2.3 同塔双回单侧带电输电线路计算结果

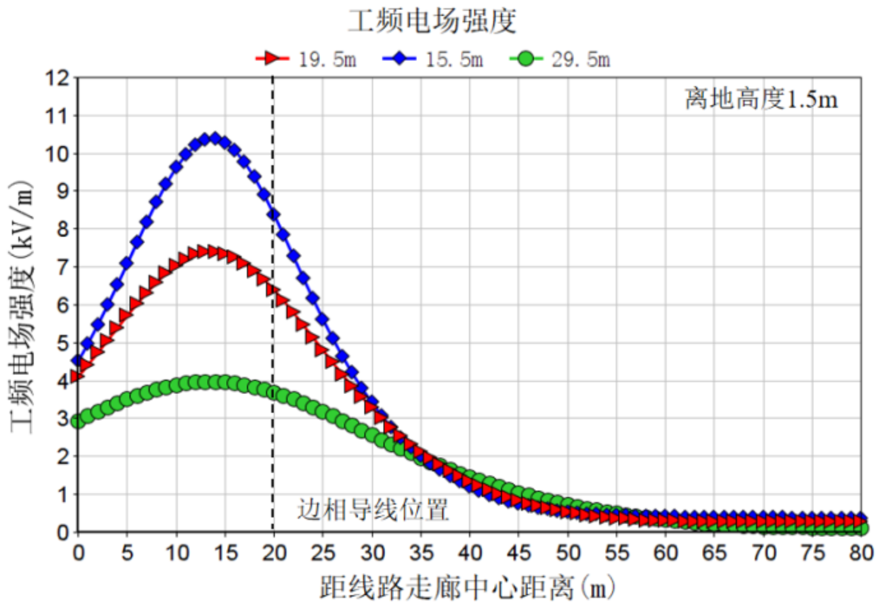
1、工频电场强度

本工程 750kV 同塔双回单侧带电输电线路工频电场强度预测结果见下表和下图。

表 6.1-24　750kV 同塔双回单侧带电输电线路工频电场强度预测结果　单位：kV/m

到线路走廊中心的距离（m）	750-QC23S-Z1 型直线塔			
	过居民区		过非居民区	
	导线对地高度 19.5m	导线对地高度 29.5m	导线对地高度 15.5m	导线对地高度 16.0m
0	4.101	2.941	4.514	4.473
1	4.413	3.061	4.976	4.913
2	4.734	3.179	5.468	5.380
3	5.060	3.293	5.986	5.869
4	5.386	3.401	6.526	6.376
5	5.709	3.504	7.080	6.892
6	6.022	3.599	7.638	7.410
7	6.319	3.686	8.187	7.916
8	6.594	3.762	8.712	8.397
9	6.838	3.828	9.195	8.838
10	7.046	3.882	9.618	9.222
11	7.210	3.924	9.962	9.533
12	7.326	3.952	10.210	9.756
13	7.389	3.967	10.350	9.882
14	7.398	3.967	10.374	9.903
15	7.351	3.954	10.280	9.818
16	7.251	3.926	10.073	9.630
17	7.100	3.885	9.764	9.350
18	6.904	3.832	9.367	8.989
19	6.668	3.766	8.900	8.564
20	6.399	3.689	8.383	8.091
21	6.104	3.603	7.835	7.586
22	5.791	3.507	7.271	7.065
23	5.466	3.403	6.708	6.540
24	5.136	3.293	6.155	6.023
25	4.805	3.178	5.623	5.522
26	4.479	3.059	5.118	5.043
27	4.161	2.937	4.643	4.591
28	3.854	2.813	4.202	4.169
29	3.561	2.688	3.795	3.777
30	3.282	2.564	3.422	3.416
31	3.019	2.440	3.082	3.086
32	2.772	2.318	2.774	2.784
33	2.541	2.198	2.495	2.510
34	2.326	2.081	2.243	2.262
35	2.127	1.966	2.018	2.039
36	1.943	1.856	1.815	1.837
37	1.773	1.749	1.634	1.656
38	1.617	1.646	1.472	1.494
39	1.474	1.547	1.328	1.349
40	1.343	1.452	1.201	1.219
41	1.223	1.362	1.087	1.104
42	1.113	1.276	0.987	1.001

到线路走廊中心的距离（m）	750-QC23S-Z1 型直线塔			
	过居民区		过非居民区	
	导线对地高度 19.5m	导线对地高度 29.5m	导线对地高度 15.5m	导线对地高度 16.0m
43	1.013	1.194	0.899	0.910
44	0.922	1.116	0.822	0.830
45	0.840	1.042	0.754	0.760
46	0.766	0.972	0.696	0.699
47	0.698	0.905	0.645	0.646
48	0.638	0.843	0.602	0.600
49	0.584	0.784	0.565	0.560
50	0.536	0.728	0.534	0.527
51	0.493	0.676	0.508	0.499
52	0.456	0.626	0.486	0.475
53	0.423	0.580	0.469	0.456
54	0.395	0.537	0.454	0.440
55	0.371	0.496	0.442	0.427
56	0.351	0.458	0.433	0.417
57	0.334	0.422	0.425	0.409
58	0.320	0.389	0.418	0.402
59	0.309	0.358	0.413	0.396
60	0.301	0.330	0.409	0.392
61	0.294	0.303	0.405	0.388
62	0.289	0.279	0.402	0.385
63	0.286	0.256	0.399	0.383
64	0.283	0.236	0.397	0.381
65	0.282	0.217	0.394	0.379
66	0.281	0.200	0.392	0.377
67	0.280	0.185	0.390	0.375
68	0.280	0.172	0.387	0.373
69	0.280	0.160	0.385	0.371
70	0.280	0.150	0.383	0.369
71	0.280	0.142	0.380	0.367
72	0.281	0.135	0.378	0.365
73	0.281	0.130	0.375	0.363
74	0.281	0.126	0.372	0.360
75	0.281	0.123	0.369	0.358
76	0.281	0.121	0.366	0.355
77	0.280	0.121	0.363	0.353
78	0.280	0.121	0.360	0.350
79	0.280	0.121	0.357	0.347
80	0.279	0.122	0.354	0.344
最大值	7.401	3.969	10.380	9.908
最大值点位置（距中心点距离）	13.7	13.5	13.7	13.7



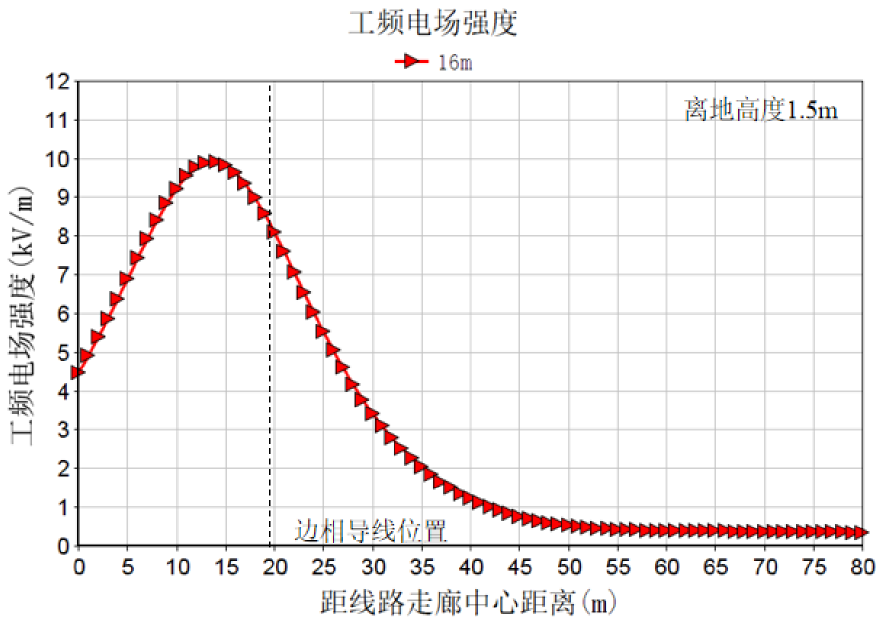


图 6.1-14　750kV 同塔双回单侧带电输电线路附近工频电场强度分布图

2、工频磁感应强度

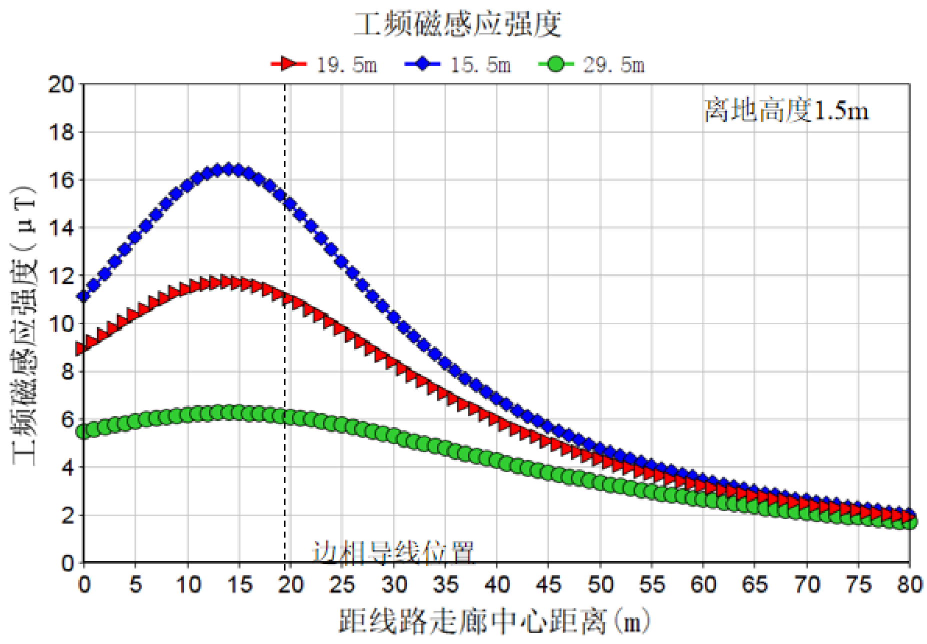
本工程 750kV 同塔双回单侧带电输电线路工频磁感应强度预测结果见下表和下图。

表 6.1-25　750kV 同塔双回单侧带电输电线路工频磁感应强度预测结果　单位：μT

到线路走廊中心的距离（m）	750-QC23S-Z1 型直线塔			
	过居民区		过非居民区	
	导线对地高度 19.5m	导线对地高度 29.5m	导线对地高度 15.5m	导线对地高度 16.0m
0	8.91	5.47	11.11	10.80
1	9.20	5.56	11.58	11.24
2	9.48	5.66	12.06	11.70
3	9.77	5.75	12.56	12.16
4	10.05	5.83	13.06	12.62

到线路走廊中心的距离（m）	750-QC23S-Z1 型直线塔			
	过居民区		过非居民区	
	导线对地高度 19.5m	导线对地高度 29.5m	导线对地高度 15.5m	导线对地高度 16.0m
5	10.32	5.91	13.56	13.08
6	10.57	5.98	14.06	13.54
7	10.82	6.04	14.53	13.97
8	11.04	6.10	14.98	14.38
9	11.23	6.15	15.39	14.74
10	11.40	6.19	15.74	15.06
11	11.54	6.23	16.03	15.33
12	11.63	6.25	16.25	15.52
13	11.69	6.27	16.38	15.64
14	11.71	6.27	16.42	15.67
15	11.69	6.27	16.37	15.63
16	11.63	6.25	16.23	15.51
17	11.53	6.23	16.01	15.31
18	11.40	6.20	15.72	15.04
19	11.23	6.16	15.36	14.72
20	11.04	6.11	14.95	14.36
21	10.82	6.05	14.51	13.95
22	10.58	5.99	14.04	13.52
23	10.32	5.91	13.55	13.08
24	10.05	5.84	13.06	12.62
25	9.78	5.75	12.57	12.16
26	9.50	5.67	12.08	11.71
27	9.22	5.58	11.60	11.26
28	8.93	5.48	11.13	10.82
29	8.65	5.38	10.68	10.40
30	8.37	5.28	10.25	9.99
31	8.10	5.18	9.83	9.59
32	7.84	5.08	9.43	9.22
33	7.58	4.98	9.05	8.85
34	7.32	4.87	8.69	8.50
35	7.08	4.77	8.34	8.17
36	6.84	4.66	8.01	7.86
37	6.62	4.56	7.70	7.55
38	6.40	4.46	7.40	7.27
39	6.18	4.36	7.11	6.99
40	5.98	4.26	6.84	6.73
41	5.78	4.16	6.59	6.48
42	5.59	4.06	6.34	6.25
43	5.41	3.97	6.11	6.02
44	5.24	3.87	5.89	5.80
45	5.07	3.78	5.68	5.60
46	4.91	3.69	5.48	5.40
47	4.75	3.60	5.29	5.22
48	4.61	3.52	5.10	5.04
49	4.46	3.43	4.93	4.87
50	4.33	3.35	4.76	4.71
51	4.19	3.27	4.61	4.55
52	4.07	3.20	4.45	4.40
53	3.95	3.12	4.31	4.26
54	3.83	3.05	4.17	4.13
55	3.72	2.97	4.04	4.00
56	3.61	2.90	3.91	3.87
57	3.50	2.84	3.79	3.75

到线路走廊中心的距离（m）	750-QC23S-Z1 型直线塔			
	过居民区		过非居民区	
	导线对地高度 19.5m	导线对地高度 29.5m	导线对地高度 15.5m	导线对地高度 16.0m
58	3.40	2.77	3.67	3.64
59	3.31	2.71	3.56	3.53
60	3.22	2.64	3.46	3.43
61	3.13	2.58	3.35	3.33
62	3.04	2.52	3.26	3.23
63	2.96	2.47	3.16	3.14
64	2.88	2.41	3.07	3.05
65	2.80	2.36	2.99	2.96
66	2.73	2.30	2.90	2.88
67	2.66	2.25	2.82	2.80
68	2.59	2.20	2.74	2.72
69	2.52	2.15	2.67	2.65
70	2.46	2.10	2.60	2.58
71	2.40	2.06	2.53	2.51
72	2.34	2.01	2.46	2.45
73	2.28	1.97	2.40	2.38
74	2.22	1.93	2.34	2.32
75	2.17	1.89	2.28	2.26
76	2.12	1.85	2.22	2.21
77	2.07	1.81	2.17	2.15
78	2.02	1.77	2.11	2.10
79	1.97	1.73	2.06	2.05
80	1.92	1.70	2.01	2.00
最大值	**11.71**	**6.27**	**16.42**	**15.67**
最大值点位置（距中心点距离）	**14.0**	**14.0**	**14.0**	**14.0**



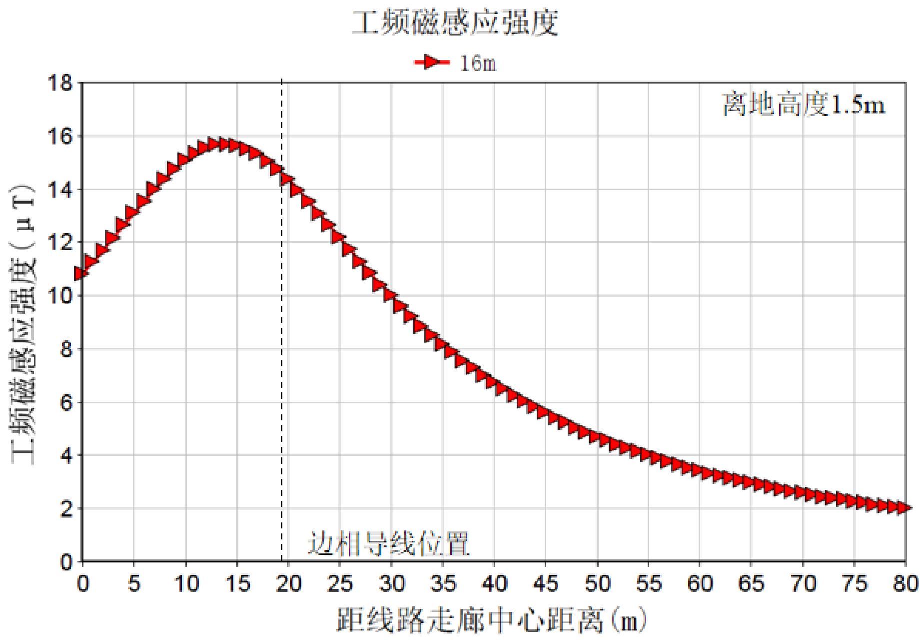


图 6.1-15　750kV 同塔双回单侧带电输电线路工频磁感应强度分布图

3、工频电场强度 4000V/m 等值线

750-QC23S-Z1 型直线塔 4000V/m 等值线预测结果见下表，等值线分布情况见下图。

表 6.1-26　750-QC23S-Z1 型直线塔工频电场强度 4000V/m 等值线预测结果

导线对地距离（m）	750-QC23S-Z1 型	
	距线路中心的距离（m）	距边导线的距离（m）
	右边	右边
29.5	-	-
29.4	13.60	-2.2
29.0	16.70	0.9
28.5	18.44	2.64
28.0	19.67	3.87
27.5	20.66	4.86
27.0	21.49	5.69
26.5	22.22	6.42
26.0	22.87	7.07
25.5	23.45	7.65
25.0	23.97	8.17
24.5	24.45	8.65
24.0	24.89	9.09
23.5	25.29	9.49
23.0	25.66	9.86
22.5	26.00	10.2
22.0	26.31	10.51
21.5	26.60	10.8
21.0	26.86	11.06
20.5	27.10	11.3
20.0	27.32	11.52
19.5	**27.52**	**11.72**
注：负值表示出现在边导线内侧。		

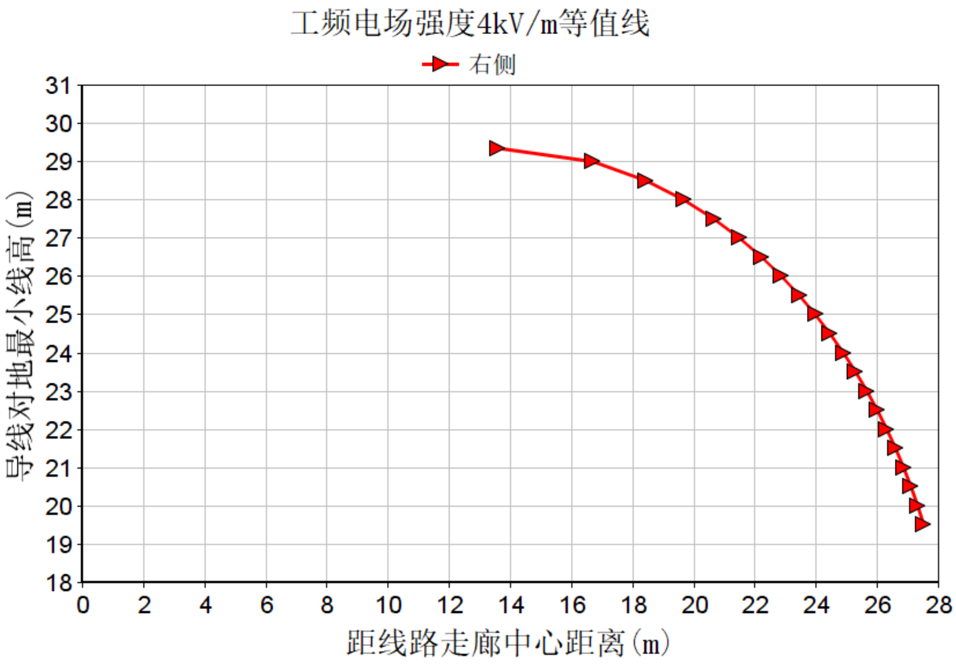


图 6.1-16 750-QC23S-Z1 型直线塔工频电场强度 4000V/m 等值线图

对于 750-QC23S-Z1 型直线塔而言，导线对地最小线高 19.5m（过居民区）时，距离边导线约 11.72m 之外区域工频电场强度均小于 4000V/m，当导线最低线高至 29.5m 时，线下距地面 1.5m 高度处的所有区域工频电场强度均小于 4000V/m。

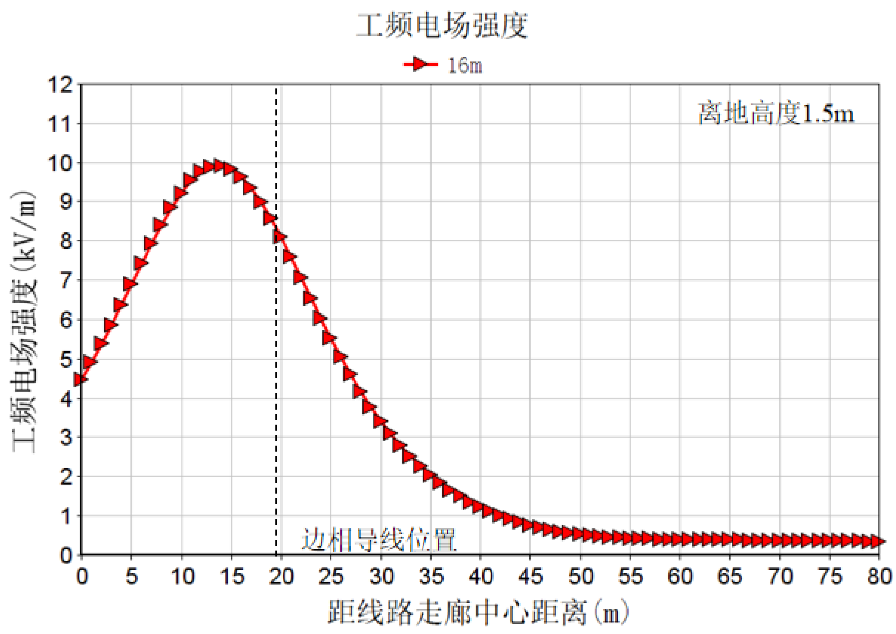
4、控制线下工频电场强度小于 10kV/m 所需最低线高

根据《电磁环境控制限值》（GB8702-2014），线路经过耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、道路等场所时，需控制地面 1.5m 高度处工频电场强度小于 10kV/m。经预测，当导线对地线高 15.5m 时，本工程 750kV 同塔双回单侧带电输电线路预测塔型线下地面 1.5m 高度处工频电场强度最大值分别为 10.380 kV/m，不能满足 10kV/m 控制限值要求，需采取抬高线高措施。

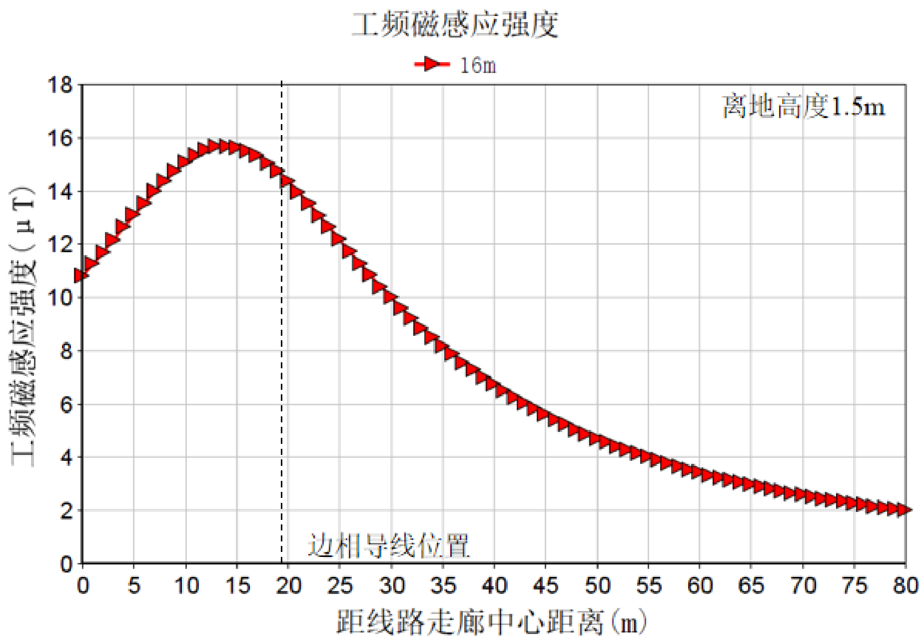
经预测，为使线下地面 1.5m 高度处工频电场强度小于 10kV/m 控制限值，750-QC23S-Z1 型直线塔导线最小对地高度需达到 16.0m。相应线高工频电场强度、工频磁感应强度预测结果见下表及下图。

表 6.1-27 控制工频电场强度小于 10kV/m 对应线高的电磁预测结果

计算直线塔型		750-QC23S-Z1 型直线塔
满足 10kV/m 对应最低线高，m		16.0
工频电场强度	最大值，kV/m	9.908
	最大值点位置（与计算原点距离），m	13.7
	最大值点位置（与边导线距离），m	-2.1
工频磁感应强度	最大值，μT	15.67
	最大值点位置（与计算原点距离），m	14.0
	最大值点位置（与边导线距离），m	-1.8



750-QC23S-Z1 型直线塔-工频电场强度



750-QC23S-Z1 型直线塔-工频磁感应强度

图 6.1-17　控制工频电场强度小于 10kV/m 对应线高的工频电场强度、工频磁感应强度分布图

6.1.3.3 结果分析

6.1.3.3.1 单回输电线路计算结果分析

根据本工程单回输电线路工频电场强度、工频磁感应强度预测结果，预测塔型对应工频电场强度、工频磁感应强度最大值汇总见下表。

表 6.1-28　单回输电线路工频电场强度预测汇总一览表

塔型				ZBC4 型直线塔
过居民区	导线对地高度 19.5m 时	预测高度 1.5m	工频电场强度最大值（kV/m）	7.530
			最大值点位置（距中线）（m）	22.0
			最大值点位置（距边线）（m）	2.2
		预测高度 4.5m	工频电场强度最大值（kV/m）	8.119
			最大值点位置（距中线）（m）	21.3
			最大值点位置（距边线）（m）	1.5
	导线对地高度 29.0m	预测高度 1.5m	工频电场强度最大值（kV/m）	3.942
			最大值点位置（距中线）（m）	24.8
			最大值点位置（距边线）（m）	5.0
	导线对地高度 29.5m	预测高度 4.5m	工频电场强度最大值（kV/m）	3.978
			最大值点位置（距中线）（m）	24.3
			最大值点位置（距边线）（m）	4.5
过非居民区	导线对地高度 15.5m	预测高度 1.5m	工频电场强度最大值（kV/m）	10.742
			最大值点位置（距中线）（m）	21.1
			最大值点位置（距边线）（m）	1.3
	导线对地高度 16.5m	预测高度 1.5m	工频电场强度最大值（kV/m）	9.763
			最大值点位置（距中线）（m）	21.3
			最大值点位置（距边线）（m）	1.5

表 6.1-29　单回输电线路工频磁感应强度预测汇总一览表

塔型				ZBC4 型直线塔
过居民区	导线对地高度 19.5m 时	预测高度 1.5m	工频磁感应强度最大值（μT）	20.09
			最大值点位置（距中线）（m）	0.0
			最大值点位置（距边线）（m）	-19.8
		预测高度 4.5m	工频磁感应强度最大值（μT）	24.74
			最大值点位置（距中线）（m）	0.0
			最大值点位置（距边线）（m）	-19.8
	导线对地高度 29.0m	预测高度 1.5m	工频磁感应强度最大值（μT）	11.45
			最大值点位置（距中线）（m）	0.0
			最大值点位置（距边线）（m）	-19.8
		预测高度 4.5m	工频磁感应强度最大值（μT）	13.13
			最大值点位置（距中线）（m）	0.0
			最大值点位置（距边线）（m）	-19.8
过非居民区	导线对地高度 15.5m	预测高度 1.5m	工频磁感应强度最大值（μT）	26.66
			最大值点位置（距中线）（m）	0.0
			最大值点位置（距边线）（m）	-19.8
	导线对地高度 16.5m	预测高度 1.5m	工频磁感应强度最大值（μT）	24.74
			最大值点位置（距中线）（m）	0.0
			最大值点位置（距边线）（m）	-19.8

ZBC4 型直线塔在导线对地高度为 19.5m（过居民区）时预测高度为 1.5m、4.5m 情况下，工频电场强度最大值分别为 7.530kV/m（最大值位置距线路中心 22.00m）、8.119kV/m（最大值位置距线路中心 21.30m），工频磁感应强度最大值分别为 20.09μT（最大值位置距线路中心 0m）、24.74μT（最大值位置距线路中心 0.0m）；导线对地最小线高 15.5m（过非居民区）时预测高度为 1.5m 情况下，工频电场强度最大值为 10.742kV/m

（最大值位置距线路中心 21.10m），工频磁感应强度最大值为 26.66μT（最大值位置距线路中心 0.0m）。

当导线最低线高至 29.0m 时，线下距地面 1.5m 高度处的所有区域工频电场强度均小于 4000V/m；导线最低线高至 29.5m 时，线下距地面 4.5m 高度处的所有区域工频电场强度均小于 4000V/m。当导线对地最低线高为 16.5m 时，满足架空输电线路下的耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所工频电场强度 10kV/m、工频磁感应强度 100μT 的限值要求，且应给出警示和防护指示标志。

6.1.3.3.2　单回并行输电线路计算结果分析

根据本工程 750kV 单回并行输电线路工频电场强度、工频磁感应强度预测结果，预测塔型对应工频电场强度、工频磁感应强度最大值汇总见下表。

表 6.1-30　750kV 单回并行输电线路工频电场强度预测汇总一览表

<table>
<tr><td colspan="4">塔型</td><td>ZBC4 型直线塔</td></tr>
<tr><td rowspan="9">过居民区</td><td rowspan="3">导线对地高度 19.5m</td><td rowspan="3">预测高度 1.5m</td><td>工频电场强度最大值（kV/m）</td><td>8.345</td></tr>
<tr><td>最大值点位置（距并行线中心）（m）</td><td>-16.6</td></tr>
<tr><td>最大值点位置（距边线）（m）</td><td>43.2</td></tr>
<tr><td rowspan="3">导线对地高度 29.0m</td><td rowspan="3">预测高度 1.5m</td><td>工频电场强度最大值（kV/m）</td><td>5.183</td></tr>
<tr><td>最大值点位置（距并行线中心）（m）</td><td>-5.6</td></tr>
<tr><td>最大值点位置（距边线）（m）</td><td>54.2</td></tr>
<tr><td rowspan="3">导线对地高度 36.5m</td><td rowspan="3">预测高度 1.5m</td><td>工频电场强度最大值（kV/m）</td><td>3.975</td></tr>
<tr><td>最大值点位置（距并行线中心）（m）</td><td>0</td></tr>
<tr><td>最大值点位置（距边线）（m）</td><td>59.8</td></tr>
<tr><td rowspan="6">过非居民区</td><td rowspan="3">导线对地高度 15.5m</td><td rowspan="3">预测高度 1.5m</td><td>工频电场强度最大值（kV/m）</td><td>11.369</td></tr>
<tr><td>最大值点位置（距并行线中心）（m）</td><td>-18.4</td></tr>
<tr><td>最大值点位置（距边线）（m）</td><td>41.4</td></tr>
<tr><td rowspan="3">导线对地高度 17.5m</td><td rowspan="3">预测高度 1.5m</td><td>工频电场强度最大值（kV/m）</td><td>9.638</td></tr>
<tr><td>最大值点位置（距并行线中心）（m）</td><td>-17.6</td></tr>
<tr><td>最大值点位置（距边线）（m）</td><td>42.2</td></tr>
</table>

表 6.1-31　750kV 单回并行输电线路工频磁感应强度预测汇总一览表

<table>
<tr><td colspan="4">塔型</td><td>ZBC4 型直线塔</td></tr>
<tr><td rowspan="9">过居民区</td><td rowspan="3">导线对地高度 19.5m</td><td rowspan="3">预测高度 1.5m</td><td>工频磁感应强度最大值（μT）</td><td>21.77</td></tr>
<tr><td>最大值点位置（距并行线中心）（m）</td><td>-32.6</td></tr>
<tr><td>最大值点位置（距边线）（m）</td><td>27.2</td></tr>
<tr><td rowspan="3">导线对地高度 29.0m</td><td rowspan="3">预测高度 1.5m</td><td>工频磁感应强度最大值（μT）</td><td>13.03</td></tr>
<tr><td>最大值点位置（距并行线中心）（m）</td><td>-30.9</td></tr>
<tr><td>最大值点位置（距边线）（m）</td><td>28.9</td></tr>
<tr><td rowspan="3">导线对地高度 36.5m</td><td rowspan="3">预测高度 1.5m</td><td>工频磁感应强度最大值（μT）</td><td>9.35</td></tr>
<tr><td>最大值点位置（距并行线中心）（m）</td><td>26.7</td></tr>
<tr><td>最大值点位置（距边线）（m）</td><td>86.5</td></tr>
<tr><td rowspan="2">过非居民区</td><td rowspan="2">导线对地高度 15.5m</td><td rowspan="2">预测高度 1.5m</td><td>工频磁感应强度最大值（μT）</td><td>28.19</td></tr>
<tr><td>最大值点位置（距并行线中心）（m）</td><td>32.0</td></tr>
</table>

塔型				ZBC4 型直线塔
			最大值点位置（距边线）（m）	-27.8
	导线对地高度 17.5m	预测高度 1.5m	工频磁感应强度最大值（μT）	24.68
			最大值点位置（距并行线中心）（m）	-32.4
			最大值点位置（距边线）（m）	27.4

本工程单回并行情况下，ZBC4 型直线塔在导线对地高度为 19.5m（过居民区）时预测高度为 1.5m 时，工频电场强度最大值分别为 8.345kV/m（最大值位置距线行中心-16.6m），工频磁感应强度最大值分别为 21.77μT（最大值位置距线行中心-32.6m）；导线对地最小线高 15.5m（过非居民区）时预测高度为 1.5m 情况下，工频电场强度最大值为 11.369kV/m（最大值位置距线行中心-18.4m），工频磁感应强度最大值为 28.19μT（最大值位置距线行中心-27.8m）。

当导线抬高至 29.0m 时，并行单回线路最外侧边导线 6m 及以外距地面 1.5m 高度处的所有区域工频电场强度均小于 4000V/m。当导线最低线高至 36.5m 时，线下距地面 1.5m 高度处的所有区域工频电场强度均小于 4000V/m。当导线对地最低线高为 17.5m 时，满足架空输电线路下的耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所工频电场强度 10kV/m、工频磁感应强度 100μT 的限值要求，且应给出警示和防护指示标志。

6.1.3.3.3 同塔双回单侧带电输电线路计算结果分析

根据本工程 750kV 同塔双回单侧带电输电线路工频电场强度、工频磁感应强度预测结果，预测塔型对应工频电场强度、工频磁感应强度最大值汇总见下表。

表 6.1-32 750kV 同塔双回单侧带电输电线路工频电场强度预测汇总一览表

塔型				750-QC23S-Z1 型直线塔
过居民区	导线对地高度 19.5m	预测高度 1.5m	工频电场强度最大值（kV/m）	7.401
			最大值点位置（距中线）（m）	13.7
			最大值点位置（距边线）（m）	-2.1
	导线对地高度 29.5m	预测高度 1.5m	工频电场强度最大值（kV/m）	3.969
			最大值点位置（距中线）（m）	13.5
			最大值点位置（距边线）（m）	-2.3
过非居民区	导线对地高度 15.5m	预测高度 1.5m	工频电场强度最大值（kV/m）	10.380
			最大值点位置（距中线）（m）	13.7
			最大值点位置（距边线）（m）	-2.1
	导线对地高度 16.0m	预测高度 1.5m	工频电场强度最大值（kV/m）	9.908
			最大值点位置（距中线）（m）	13.7
			最大值点位置（距边线）（m）	-2.1

表 6.1-33　750kV 同塔双回单侧带电输电线路工频磁感应强度预测汇总一览表

塔型				750-QC23S-Z1 型直线塔
过居民区	导线对地高度 19.5m	预测高度 1.5m	工频磁感应强度最大值（μT）	11.71
			最大值点位置（距中线）（m）	14.0
			最大值点位置（距边线）（m）	-1.8
	导线对地高度 29.5m	预测高度 1.5m	工频磁感应强度最大值（μT）	6.27
			最大值点位置（距中线）（m）	14.0
			最大值点位置（距边线）（m）	-1.8
过非居民区	导线对地高度 15.5m	预测高度 1.5m	工频磁感应强度最大值（μT）	16.42
			最大值点位置（距中线）（m）	14.0
			最大值点位置（距边线）（m）	-1.8
	导线对地高度 16.0m	预测高度 1.5m	工频磁感应强度最大值（μT）	15.67
			最大值点位置（距中线）（m）	14.0
			最大值点位置（距边线）（m）	-1.8

本工程 750kV 同塔双回单侧带电 750-QC23S-Z1 型直线塔在导线对地高度为 19.5m（过居民区）时预测高度为 1.5m 时，工频电场强度最大值分别为 7.401kV/m（最大值位置距线路中心 13.7m），工频磁感应强度最大值分别为 11.7μT（最大值位置距线路中心 14.0m）；导线对地最小线高 15.5m（过非居民区）时预测高度为 1.5m 情况下，工频电场强度最大值为 10.380kV/m（最大值位置距线路中心 13.7m），工频磁感应强度最大值为 16.42μT（最大值位置距线路中心 14.00m）。

当导线最低线高至 29.5m 时，线下距地面 1.5m 高度处的所有区域工频电场强度均小于 4000V/m。当导线对地最低线高为 16.0m 时，满足架空输电线路下的耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所工频电场强度 10kV/m、工频磁感应强度 100μT 的限值要求，且应给出警示和防护指示标志。

6.1.4　输电线路电磁环境影响类比分析

根据工程线路架设方式、导线地线类型等，本项目输电线路电磁环境影响类比分析分别对单回路输电线路、并行单回路输电线路和同塔双回路（单侧带电）输电线路进行类比分析。对于 750kV 同塔双回单侧带电情形，本次按最不利情况考虑，选择同塔双回路输电线路进行电磁环境影响类比分析。

6.1.4.1　单回输电线路类比分析

（1）类比对象

本项目 750kV 单回输电线路类比对象选择敦高 750kVII回线路（109#~110#塔之间）监测断面。类比对象与本项目线路的电压等级（均为 750kV）、输送容量（均为 2300MW）、相序排列方式（均为单回路水平排列）、子导线分裂间距（均为 400mm）及分裂数（均

为 6 分裂）相同，导线型号及子导线外径相同。因此本次评价选择该类比对象分析 750kV 输电线路下方工频电磁场分布规律，是合理可行的。类比对象与本项目相关情况见下表。

表 6.1-34　本项目输电线路与类比对象相关情况比较表

项目	本项目输电线路	敦高 750kVII回线路（109#~110#塔之间）监测断面	可比性分析
电压	750kV	750kV	相同，是影响电磁环境的首要因素。
导线型号	JL3/G1A-400/50	JL3/G1A-400/50	相同，是影响电磁环境的重要因素。
子导线外径（mm）	27.6	27.6	相同，是影响电磁环境的重要因素。
子导线分裂数	6	6	相同，是影响电磁环境的重要因素。
分裂间距	400mm	400mm	相同，是影响电磁环境的重要因素。
架线方式	单回路	单回路	相同，是影响电磁环境的重要因素。
排列方式	水平排列	水平排列	相同，是影响电磁环境的重要因素。
导线对地高度	居民区：19.5m(最低设计规范值) 非居民区：15.5m(最低设计规范值)	20.5m（实际）	基本相当，线高越高，电磁环境越小。
工程建设地点	甘肃省、陕西省	甘肃省	/

（2）类比监测因子

工频电场、工频磁场。

（3）类比监测单位

国电南京电力试验研究有限公司

（4）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

NBM-550 电磁场测量系统，主机频率为 5Hz~60GHz，主机出厂编号：H-0254，探头出厂编号：100WY70286，主机探头频率 1Hz~400Hz，电场低量程 5mV/m～1kV/m、高量程 500mV/m～100kV/m，磁场低量程 0.3nT～100μT、高量程 30nT～10mT。该设备年检有效期为 2017 年 10 月 27 日～2018 年 10 月 26 日。

（5）监测布点、监测环境及工况

类比监测时间：2018 年 6 月 28 日。

监测布点：以弧垂最低位置处中相导线对地投影点为起点，沿垂直于线路方向进行，测点间距为 2m、5m，测至边导线对地投影外 50m 止，最大值 1m 处加测 1 个点位，分别测量地面 1.5m 处的工频电场强度、工频磁感应强度。

监测环境条件：晴天、气温 29℃、湿度 35%、风速 1.2/s。

运行工况：线路电压 767kV~769kV，电流 197.87A~212.3A，最大弧垂导线对地高度 20.5m。监测期间，主体项目运行稳定，电压达到设计额定电压等级，运行工况正常。

（6）监测结果

敦高 750kVII回线路 109#~110#塔之间工频电场、工频磁场监测断面监测结果见下表，变化趋势见下图。

表 6.1-35　类比 750kV 单回线路工频电场、工频磁场监测断面监测结果

序号	距线路走廊中心地面投影处距离（m）		工频电场强度（kV/m）	工频磁感应强度（μT）
1	敦高 750kVII回线路（109#~110#塔之间）监测断面，导线线高 20.5m	0	4.030	8.636
2		5	4.082	8.625
3		10	4.611	8.347
4		15	5.766	7.767
5		18（边导线下）	6.089	7.600
6		22	6.171	6.581
7		23	6.187	6.377
8		24	6.038	6.022
9		28	5.739	5.312
10		33	4.738	4.380
11		38	3.584	3.252
12		43	2.763	2.619
13		48	1.982	2.117
14		53	1.436	1.675
15		58	1.441	1.363
16		63	0.879	1.111
17		68	0.727	0.933

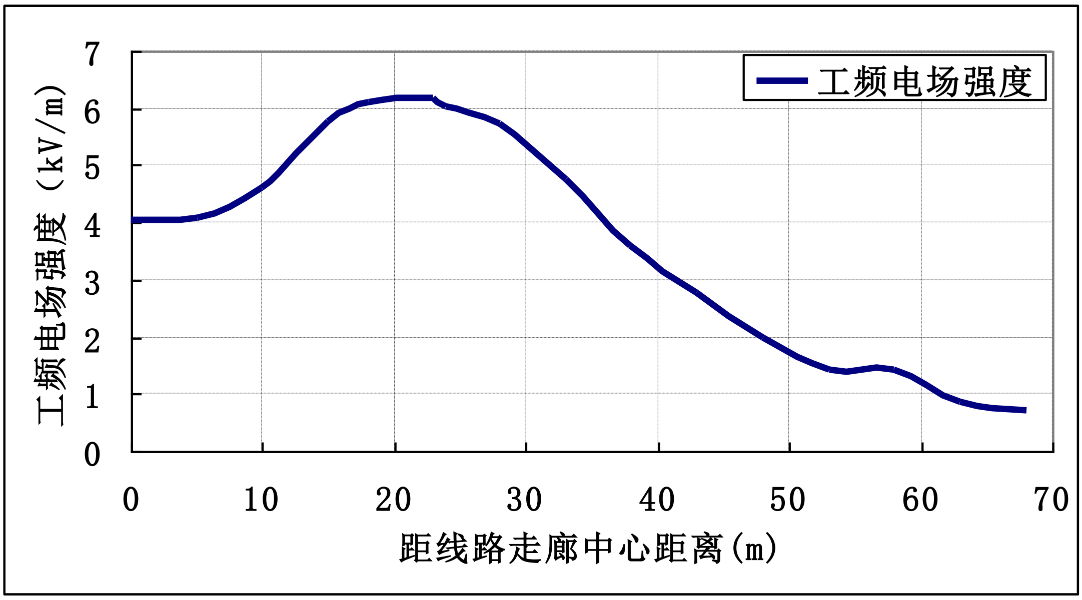


图 6.1-18 类比 750kV 单回线路工频电场强度变化趋势示意图

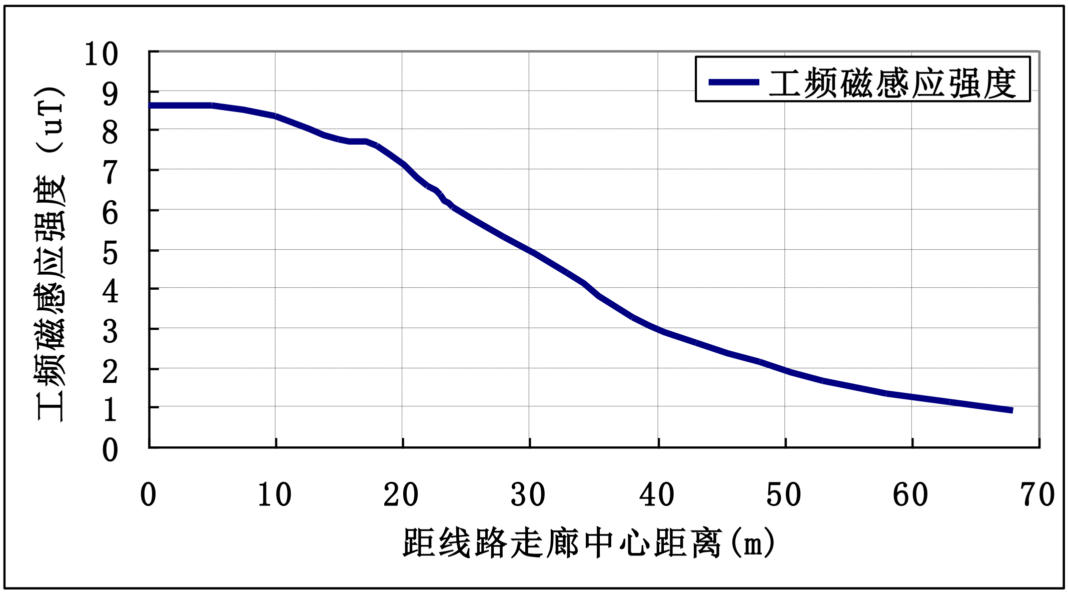


图 6.1-19 类比 750kV 单回线路工频磁感应强度变化趋势示意图

从类比监测结果分析，工频电场强度最大值出现在边导线外 5m 处，该值为 6.187kV/m，类比线路下工频电场强度最大值小于线路经过农业耕作、牧草地等区域 10kV/m 控制限值；由类比分析，当 750kV 线路导线提高到一定高度时，可以有效地降低地面工频电场强度，确保输电线路电磁评价范围内环境敏感目标处的工频电场强度满足 4kV/m 控制限值要求。

线路断面工频磁感应强度最大值为 8.636μT，出现在线路走廊中心线地面投影下方，并随着与线路距离的增加逐渐衰减，从类比监测结果分析，输电线路产生的工频磁感应强均小于 100μT 控制限值。

6.1.4.2 单回并行输电线路类比分析

（1）类比对象

本项目 750kV 单回并行输电线路类比对象选择 750kV 河泉I回线、750kV 河泉II回线 2 条并行单回路（I回线路 694#~695#塔之间、II回线路 705#~706#塔之间）监测断面进行类比。750kV 河泉I回线、750kV 河泉II回并行间距 96m（中心对中心），类比对象与本项目线路的电压等级（均为 750kV）、输送容量（均为 2300MW）、相序排列方式（均为单回路水平排列）、子导线分裂间距（均为 400mm）及分裂数（均为 6 分裂）相同，导线型号及子导线外径相同。因此本次评价选择该类比对象分析 750kV 输电线路下方工频电磁场分布规律，是合理可行的。类比对象与本项目相关情况见下表。

表 6.1-36 本项目输电线路与类比对象相关情况比较表

项目	本项目输电线路	750kV 河泉I回线（694#~695#塔之间）、750kV 河泉II回线（705#~706#塔之间）监测断面	可比性分析
电压	750kV	750kV	相同，是影响电磁环境的首要因素。
导线型号	JL3/G1A-400/50	JL3/G1A-400/50	相同，是影响电磁环境的重要因素。
子导线外径（mm）	27.6	27.6	相同，是影响电磁环境的重要因素。
子导线分裂数	6	6	相同，是影响电磁环境的重要因素。
分裂间距	400mm	400mm	相同，是影响电磁环境的重要因素。
架线方式	单回并行（80m）	单回并行（96m）	相同，是影响电磁环境的重要因素。
排列方式	水平排列	水平排列	相同，是影响电磁环境的重要因素。
相序排列	C-B-A/A-B-C	C-A-B/C-A-B	不同，变化趋势及规律相似。
导线对地高度	居民区：19.5m(最低设计规范值) 非居民区：15.5m(最低设计规范值)	19.5m/18.5m（实际）	基本相当，线高越高，电磁环境越小。
工程建设地点	甘肃省、陕西省	甘肃省	/

（2）类比监测因子

工频电场、工频磁场。

（3）类比监测单位

国电南京电力试验研究有限公司

（4）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

NBM-550 电磁场测量系统，主机频率为 5Hz~60GHz，主机出厂编号：H-0254，探头出厂编号：100WY70286，主机探头频率 1Hz~400Hz，电场低量程 5mV/m～1kV/m、高量程 500mV/m～100kV/m，磁场低量程 0.3nT～100μT、高量程 30nT～10mT。该设备年检有效期为 2017 年 10 月 27 日～2018 年 10 月 26 日。

（5）监测布点、监测环境及工况

类比监测时间：2018 年 6 月 29 日。

监测布点：I回线路外侧边导线外 50m 为起点，沿垂直线路朝II回线路方向进行，测点间距 5m、地面 1.5m 高处，测至II回线路边导线外 50m，在最大值两侧 1m 处加测 1 个点位，监测点布置示意见下图。

监测环境条件：晴天、气温 31℃、湿度 37%、风速 1.2m/s。

运行工况：电压 766~768kV，电流 254~277A，有功 320~371MW，无功 37~39MVar，最大弧垂导线对地高度 19.5m/18.5m。监测期间，主体项目运行稳定，电压达到设计额定电压等级，运行工况正常。

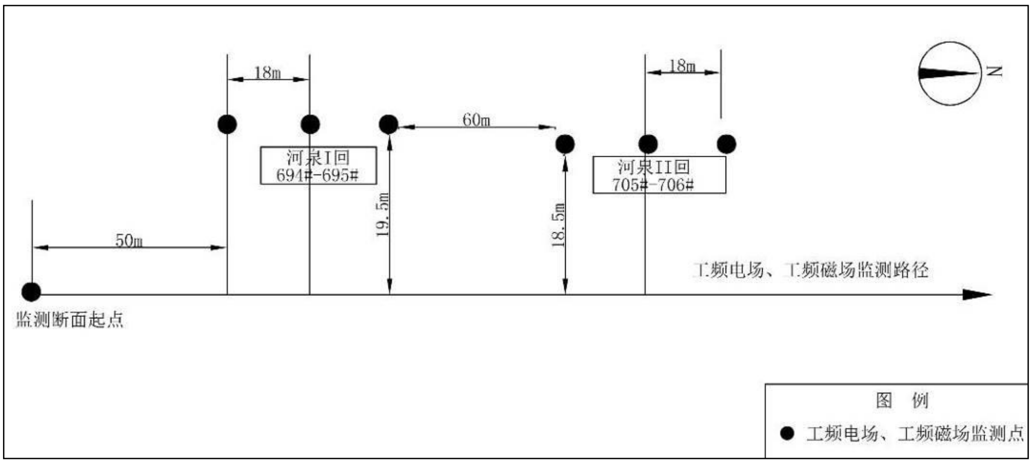


图 6.1-20　750kV 河泉I回线、750kV 河泉II回线路类比监测断面布点示意图

（6）监测结果分析

750kV 河泉I回线、750kV 河泉II回线 2 条并行单回路（I回线路#695~#694 塔之间、II回线路#706~#705 塔之间）监测断面类比监测结果见下表。工频电场强度、工频磁感应强度变化趋势见下图。

表 6.1-37　类比线路工频电场、工频磁场监测断面监测结果

序号	测点距离测量起点的距离（以I回线路外侧北侧边线地面投影处 50m 为起点）（m）		工频电场强度（kV/m）	工频磁感应强度（μT）
1	750kV 河	0	0.687	0.298
2		5	0.852	0.321

序号	测点距离测量起点的距离（以I回线路外侧北侧边线地面投影处 50m 为起点）（m）		工频电场强度（kV/m）	工频磁感应强度（μT）
3	泉I回线、750kV 河泉II回线 2 条并行单回路（I回线路 694#~695#塔之间、II回线路 705#~706#塔之间），导线线高 19.5m/18.5m	10	1.106	0.391
4		15	1.456	0.519
5		20	1.868	0.677
6		25	2.565	0.834
7		30	3.475	0.994
8		35	4.452	1.285
9		40	5.524	1.628
10		45	6.476	2.114
11		50（河泉 I 线北侧边导线投影下方）	6.348	2.569
12		55	5.289	2.856
13		60	4.532	3.024
14		65	4.735	3.053
15		68（河泉 I 线中心导线投影下方）	4.770	3.210
16		70	4.458	2.770
17		75	5.036	2.745
18		80	6.130	2.612
19		86（河泉 I 线南侧边导线投影下方）	6.573	2.369
20		91	6.529	2.088
21		96	5.562	1.767
22		101	4.238	1.415
23		106	3.135	1.186
24		111	2.505	0.981
25		116	2.363	0.983
26		121	2.742	1.069
27		126	3.341	1.227
28		131	4.548	1.647
29		136	5.596	2.148
30		141	6.377	2.479
31		146（河泉 II 线北侧边导线投影下方）	6.478	3.030
32		151	5.503	3.329
33		156	4.697	3.474
34		161	4.621	3.897
35		164（河泉 II 线中心线投影下方）	4.662	3.687
36		169	4.410	3.750
37		174	4.976	3.467
38		179	6.120	3.183
39		182（河泉 II 线南侧边导线投影下方）	6.573	3.017
40		184（河泉 II 线南侧边导线投影外 2m）	6.750	2.631
41		185（河泉 II 线南侧边导线投影外 3m）	6.818	2.598
42		186（河泉 II 线南侧边导线投影外 4m）	6.820	2.458
43		188（河泉 II 线南侧边导线投影外 6m）	6.527	2.375
44		192	6.611	2.109
45		197	4.094	1.632
46		202	3.180	1.332
47		207	2.362	1.019
48		212	1.754	0.785
49		217	1.391	0.668
50		222	1.074	0.562
51		227	0.855	0.444
52		232	0.707	0.418

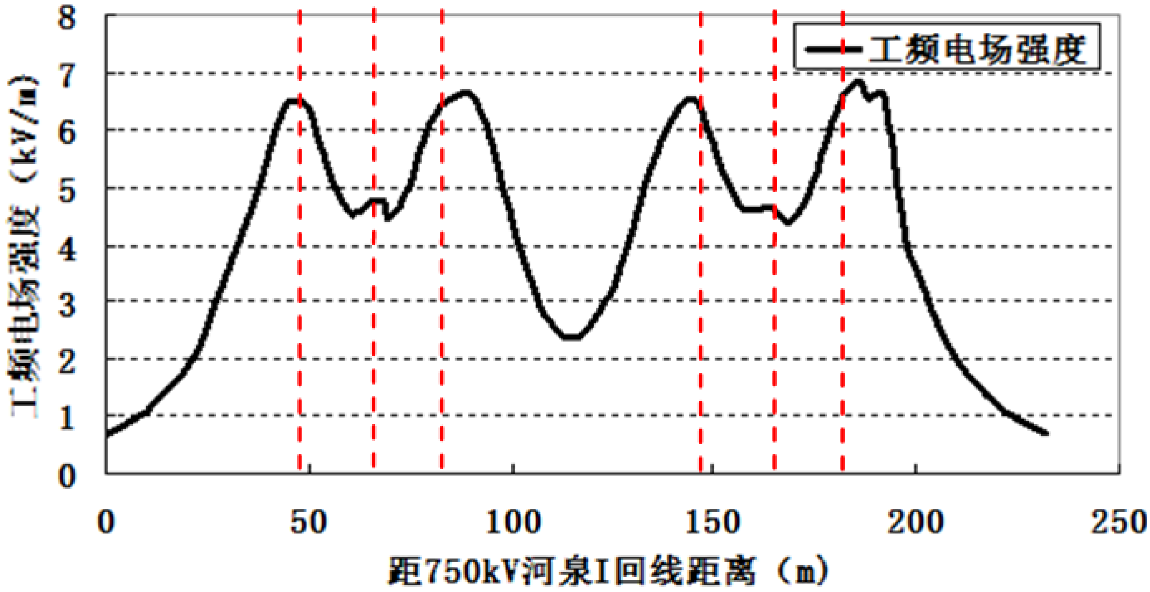


图 6.1-21　2 条并行 750kV 单回线路运行产生的工频电场强度变化趋势示意图

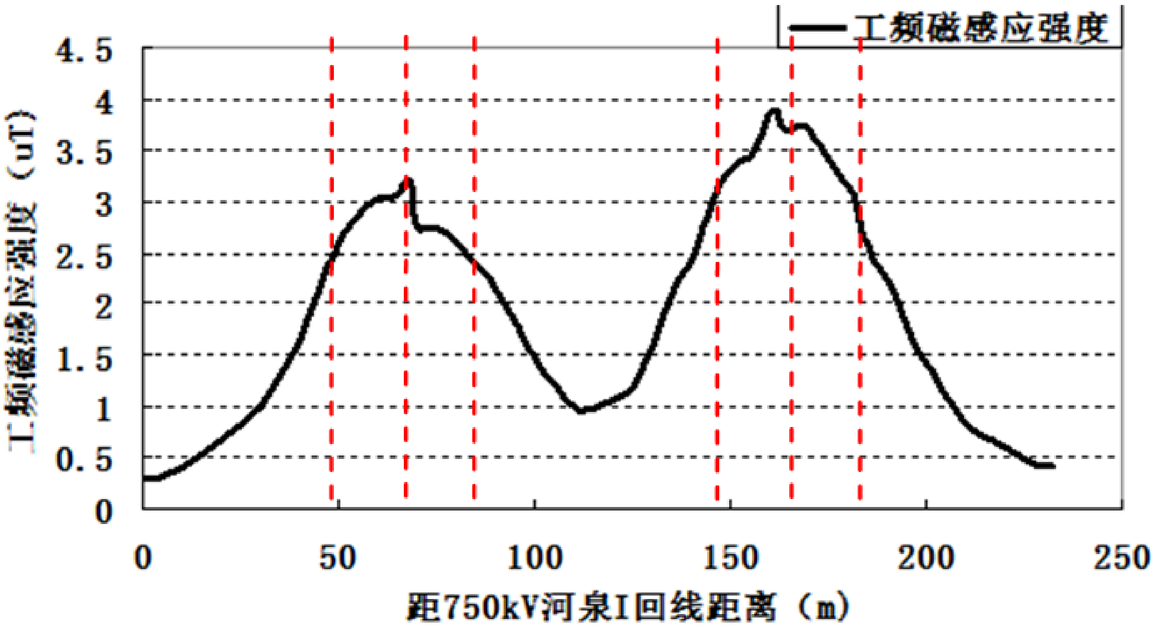


图 6.1-22　2 条并行 750kV 单回线路运行产生的工频磁感应强度变化趋势示意图

从类比监测结果分析，750kV 河泉I回线、750kV 河泉II回线 2 条并行单回路（I回线路 694#~695#塔之间、II回线路 705#~706#塔之间）并行走线时，750kV 河泉I回、II回线路产生的工频电场强度最大值 6.820kV/m，出现在 750kV 河泉II回线路边导线外投影 4m（距离计算线路原点 186m 处），且随着距离最外边导线的增大，工频电场强度呈明显降低的趋势，类比线路下工频电场强度最大值小于线路经过农业耕作、牧草地等区域 10kV/m 控制限值；由类比分析，当 750kV 线路导线提高到一定高度时，可以有效地降低地面工频电场强度，确保输电线路电磁评价范围内环境敏感目标处的工频电场强度满足 4kV/m 控制限值要求。

2 条 750kV 单回线路并行架设时，750kV 河泉I回、II回线路产生的工频磁感应强度最大值为 3.897μT，并随着与线路距离的增加逐渐衰减，从类比监测结果分析，输电线路产生的工频磁感应强均小于 100μT 控制限值。

6.1.4.3 同塔双回（单侧带电）输电线路类比分析

（1）类比监测对象

对于 750kV 同塔双回单侧带电情形，本次按最不利情况考虑，选择同塔双回路输电线路进行电磁环境影响类比分析。本项目 750kV 同塔双回（单侧带电）输电线路类比对象选择 750kV 黄妙I线 128#~129#、州妙 II 线 294#~295#之间监测断面。类比对象与本项目线路的电压等级（均为 750kV）、输送容量（均为 2300MW）、相序排列方式（均为垂直逆相序）、子导线分裂间距（均为 400mm）及分裂数（均为 6 分裂）相同，导线型号及子导线外径相同。因此本次评价选择该类比对象分析 750kV 输电线路下方工频电磁场分布规律，是合理可行的，见下表。

表 6.1-38 本项目输电线路与类比对象相关情况比较表

项目	本项目输电线路	750kV 黄妙I线 128#~129#、州妙 II 线 294#~295#之间监测断面	可比性分析
电压	750kV	750kV	相同，是影响电磁环境的首要因素。
导线型号	JL3/G1A-400/50	JL3/G1A-400/50	相同，是影响电磁环境的重要因素。
子导线外径（mm）	27.6	27.6	相同，是影响电磁环境的重要因素。
子导线分裂数	6	6	相同，是影响电磁环境的重要因素。
分裂间距	400mm	400mm	相同，是影响电磁环境的重要因素。
架线方式	同塔双回路	同塔双回路	相同，是影响电磁环境的重要因素。
排列方式	垂直逆相序	垂直逆相序	相同，是影响电磁环境的重要因素。
导线对地高度	居民区：19.5m(最低设计规范值) 非居民区：15.5m(最低设计规范值)	26m	相当，本工程仅为设计线高，实际线高与类比线路相当。当评价范围内存在敏感目标时，根据敏感目标与边导线距离相应抬高线高，线高越高，电磁环境越小，因此类比对象选择较为保守。
工程建设地点	甘肃省	宁夏	/

（2）类比监测因子

工频电场、工频磁场。

（3）类比监测单位

宁夏盛世蓝天环保技术有限公司

（4）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》（HJ681-2013）。

2） 监测仪器

本次类比监测所用监测仪器见下表。

表 6.1-39 监测仪器相关信息

监测单位	仪器设备名称	设备型号	检定/校准机构	测量范围	有效日期
宁夏盛世蓝天环保技术有限公司	电磁分析仪	SEM-600 LF-01	华东国家计量测试中心	0.5V/m-100kV/m 10nT-3mT	2021.3.18~ 2022.3.17

（5）监测布点、监测环境及工况

类比监测时间：2021 年 12 月 3 日。

监测布点：以弧垂最低位置处档距对应两杆塔中央连线对地投影为起点，沿垂直于线路方向进行，测点间距为 5m，顺序测至距离边导线对地投影外 50m 止，在测量最大值时，两相邻监测点的距离不大于 1m。监测布点图详见下图。

运行工况：线路电压 779.7kV~779.9kV，电流 447.3~513.1A，有功-666.9~578.6MW，无功-91.9~41.5MW，最大弧垂导线对地高度 26m。监测期间，主体项目运行稳定，电压达到设计额定电压等级，运行工况正常。

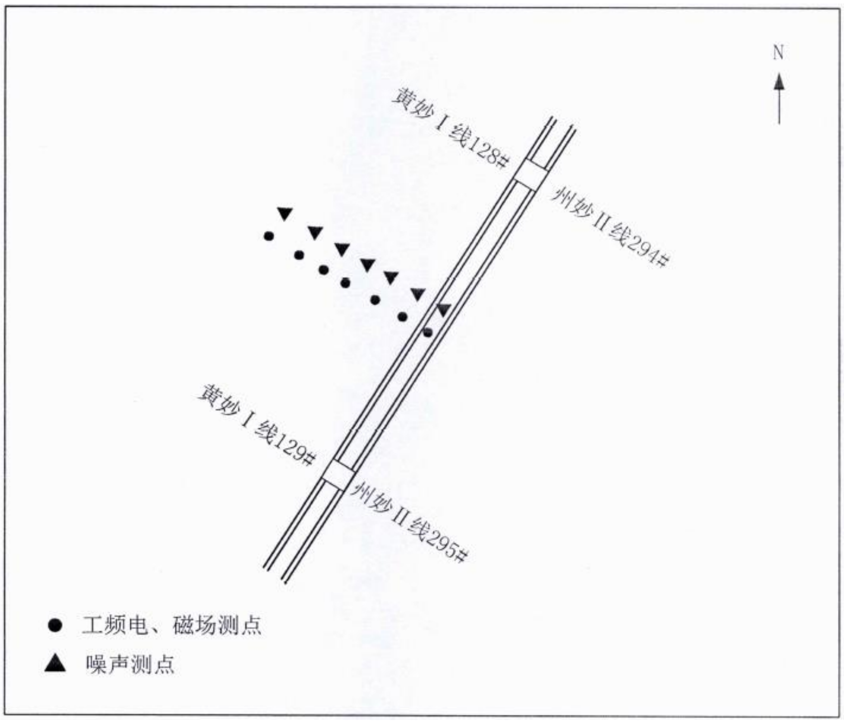


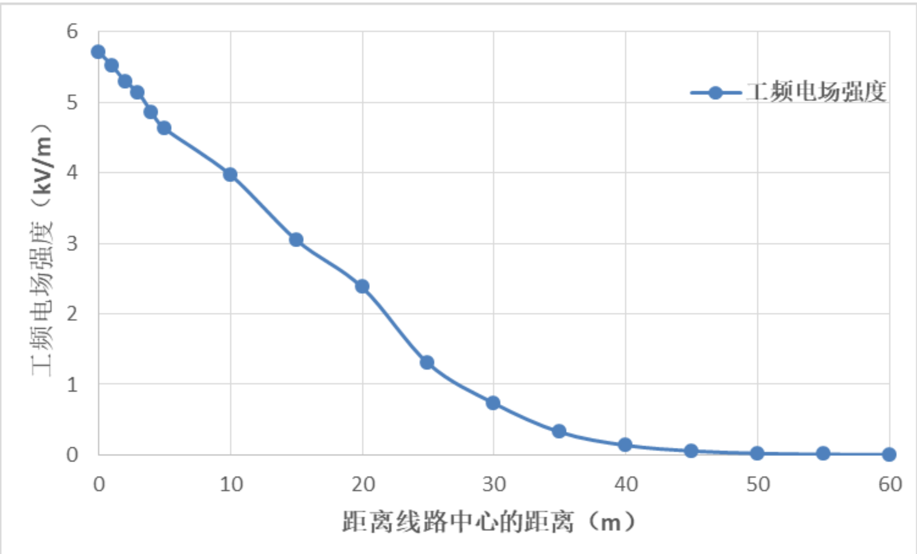
图 6.1-23 类比 750kV 同塔双回输电线路监测布点示意图

（6）监测结果

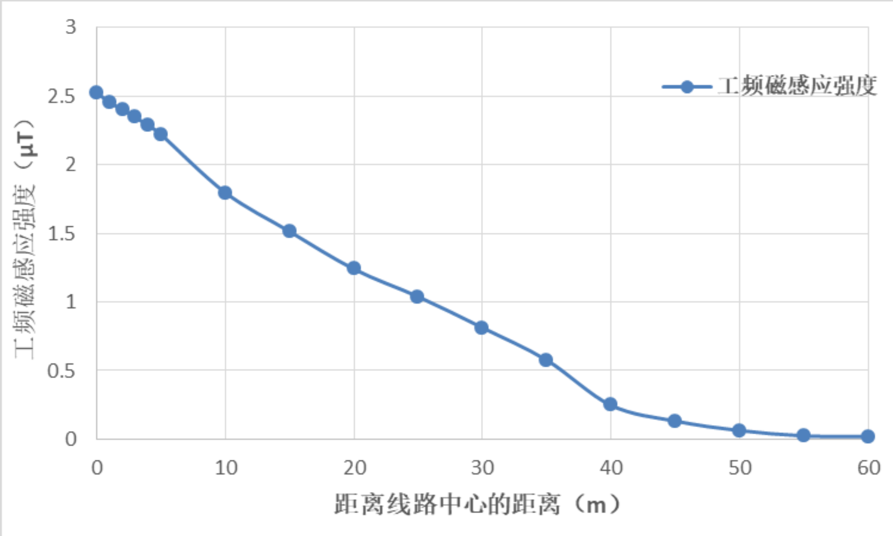
750kV 黄妙I线 128#~129#、州妙 II 线 294#~295#之间监测断面电磁类比监测结果见下表。

表 6.1-40 类比线路工频电场、工频磁感应强度监测断面监测结果

序号	测点距离测量起点的距离（m）（以线路中心为起点）		工频电场强度（kV/m）	工频磁感应强度（μT）
1	750kV 黄妙I线128#~129#、州妙 II 线294#~295#之间监测断面，导线线高26m	0	5.714	2.5261
2		1	5.524	2.4534
3		2	5.299	2.4036
4		3	5.137	2.3457
5		4	4.864	2.2863
6		5	4.627	2.2198
7		10	3.970	1.7964
8		15	3.048	1.5136
9		20	2.376	1.2397
10		25	1.298	1.0384
11		30	0.732	0.8126
12		35	0.324	0.5761
13		40	0.137	0.2473
14		45	0.056	0.1324
15		50	0.021	0.0632
16		55	0.008	0.0247
17		60	0.004	0.0186
18		65	0.002	0.0148



工频电场强度



工频磁感应强度

图 6.1-24 类比 750kV 同塔双回输电线路电磁环境变化趋势示意图

从类比监测结果分析，750kV 黄妙I线 128#~129#、州妙 II 线 294#~295#之间监测断面工频电场强度最大值出现在中央连线对地投影处，为 5.714kV/m，且随着距离的增大，工频电场强度呈逐渐减小的趋势，类比线路下工频电场强度最大值小于线路经过农业耕作、牧草地等区域 10kV/m 控制限值；由类比分析，至中央连线对地投影外 10m 处降至 3.970kV/m，当 750kV 线路导线提高到一定高度时，可以有效地降低地面工频电场强度，确保输电线路电磁评价范围内环境敏感目标处的工频电场强度满足 4kV/m 控制限值要求。

线路断面工频磁感应强度最大值为 2.5261μT，出现在中央连线对地投影处，并随着与线路距离的增加逐渐衰减，从类比监测结果分析，输电线路产生的工频磁感应强均小于 100μT 控制限值。

6.1.5 交叉跨越环境影响分析

6.1.5.1 750kV 输电线路交叉跨越 330kV 输电线路

本工程拟建 750kV 线路交叉跨越 330kV 夏尖线、330kV 夏渠线（与 330kV 夏尖线同塔双回架设）及 330kV 夏边 I、II 回，交叉跨越地点位于夏州 750kV 变电站进出线区域，属平地，跨越处没有居民住宅，对居民住宅处电磁环境没有影响。因西北地区目前没有相关单回 750kV 输电线路交叉跨越同塔双回 330kV 线路的类比监测资料，本次评价考虑选择 750kV 单回线路交叉跨越 330kV 单回线路监测结果作为类比分析。

（1）类比对象

为预测拟建 750kV 跨越 330kV 输电线路交叉跨越的电磁环境影响，类比监测对象

选择 750kV 河泉I回（403#~404#塔，导线对地高度为 36m）线路跨越 330kV 张驼I回线路（15#~16#塔、导线对地高度为 13m）。交叉跨越地点位于平地区，跨越处没有居民住宅，对居民住宅处电磁环境没有影响。类比对象与本项目交叉跨越相关情况见下表。

表 6.1-41 本项目输电线路交叉跨越与类比对象相关情况比较表

项目	本项目 750kV 跨越 330kV 线路	330kV 张驼I回线路 15#~16#塔钻越 750kV 河泉I回线路（403#~404#塔）
电压 （kV）	750/330	750/330
单回输送容量（MW）	2300/300	2300/300
导线型号	6×JL/G1A-400/50、JL/G1A-300/40	6×JL/G1A-400/50、JL/G1A-300/40
导线对地高度	45m/15m	36m/13m
子导线外径（mm）	27.6/23.9	27.6/23.9
子导线分裂数	6/2	6/2
分裂间距（mm）	400/400	400/400
架线方式	单回路/单回路	单回路/单回路
导线排列方式	水平排列/三角形排列	水平排列/三角形排列
注：330kV 夏尖线 7#-8#、330kV 夏渠线 7#-8#线高约 19m，交叉跨越 330kV 夏边 I、II 回 7#-8#线高 15m，表中按最不利情况计列。		

由上表可见，类比对象与本项目线路交叉跨越处的电压等级、输送容量、导线排列方式、子导线分裂间距及分裂数、导线型号及子导线外径均相同。类比对象交叉跨越处 750kV 和 330kV 导线对地最低垂直高度与本项目交叉跨越处导线对地高度基本相当。因此，本次评价选择该类比对象分析本期拟建 750kV 交叉跨越 330kV 输电线路下方工频电磁场分布规律，是合理可行的。

（2）监测因子

工频电场、工频磁场。

（3）监测布点

以 330kV 张驼I回线路（15#~16#塔、导线对地高度为 13m）钻越河泉 750kV 线路I回线路（403#~404#塔，导线对地高度为 36m）交叉跨越中心为地面投影为测试原点，沿对角线方向进行监测，测点间距为 5m，测至 110m 止，分别测量离地 1.5m 处的工频电场强度、工频磁感应强度。交叉跨越类比监测见示意见下图。

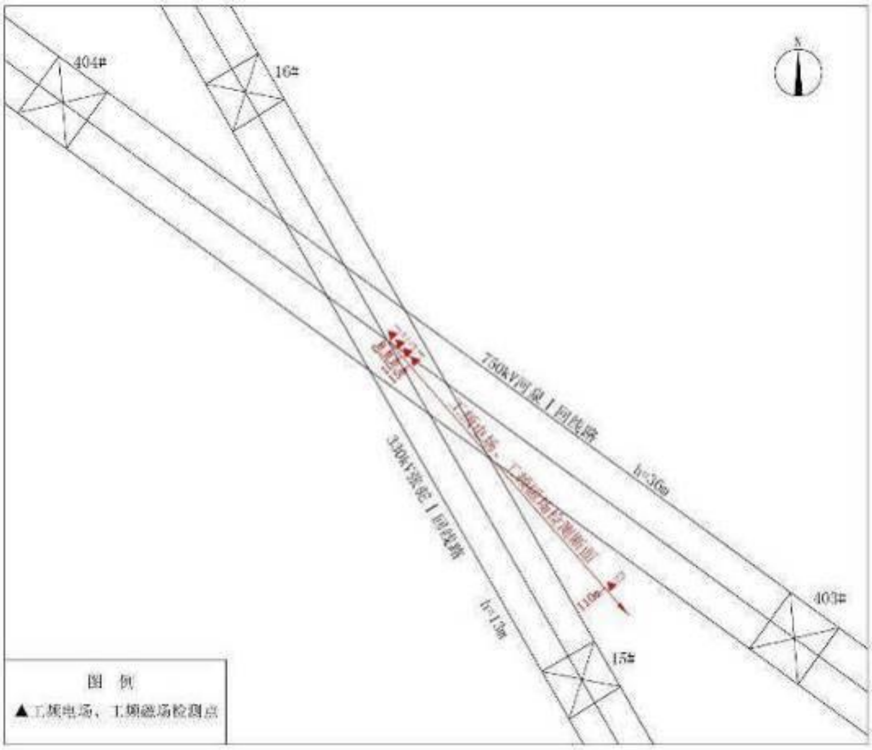


图 6.1-25　330kV 张驼I回线路钻越 750kV 河泉I回线路类比监测布点示意图

（4）监测设备

NBM-550 电磁场测量系统，主机频率为 5Hz~60GHz，主机出厂编号：H-0254，探头出厂编号：100WY70286，主机探头频率 1Hz~400Hz，电场低量程 5mV/m～1kV/m、高量程 500mV/m～100kV/m，磁场低量程 0.3nT～100μT、高量程 30nT～10mT。该设备年检有效期为 2017 年 10 月 27 日～2018 年 10 月 26 日。

（5）监测单位

国电南京电力试验研究有限公司。

（6）类比监测条件

监测时间：2018 年 6 月 30 日：环境温度 30℃；天气：晴天；湿度 35%；风速：1.5m/s。

750kV 河泉I回线路运行电压 766kV~768kV、运行电流 252A~264A；330kV 张驼I回线路运行电压 345kV、运行电流 230A。

（7）监测结果

330kV 张驼I回线路（15#~16#塔、导线对地高度为 13m）钻越 750kV 河泉I回（403#~404#塔，导线对地高度为 36m）线路监测断面类比监测结果见下表。

表 6.1-42 330kV 线路钻越 750kV 线路监测断面的监测结果

距交叉线路下中心投影距离（m）	工频电场强度（kV/m）	工频磁感应强度（μT）
0	1.409	0.655
5	1.445	0.661
10	1.558	0.723
15	1.639	0.668
20	1.860	0.727
25	2.192	0.762
30	2.343	0.828
35	2.692	0.780
40	2.961	0.866
45	3.097	0.823
50	3.394	0.866
55	3.452	0.876
60	3.471	0.895
65	3.426	0.889
70	3.340	0.899
75	3.232	0.868
80	2.994	0.783
85	2.712	0.761
90	2.631	0.762
95	2.474	0.701
100	2.315	0.713
105	2.148	0.698
110	2.005	0.630
最大值	3.471	0.899

根据类比监测，750kV 跨越 330kV 交叉跨越处衰减断面最大工频电场强度为 3.471kV/m，低于 10kV/m 控制限值，由于断面展开方向以交叉跨越中心地面投影为测试原点，沿对角线方向进行监测（方向为锐角平分线），从监测断面示意图上可以看出，虽然监测断面路径相对较长，且大部分监测点位于 330kV 边导线附近，主要受 330kV 线路影响；交叉跨越处衰减断面最大工频磁感应强度值为 0.899μT，小于 100μT 控制限制。

本工程交叉跨越同塔双回 330kV 线路处评价范围内无电磁环境敏感目标，根据土地利用现状交叉跨越处为耕地。由类比监测可以预计本项目运行后交叉跨越处产生工频电场强度满足架空线路线下的耕地、园地、牧草地等场所，其频率 50Hz 的工频电场强度满足 10kV/m 控制限值要求，工频磁感应强度满足 100μT 控制限值要求。

6.1.5.2 750kV 交流输电线路钻越±800kV 直流输电线路电磁环境影响分析

本期拟建 750kV 输电线路需钻越已建±800kV 输电线路，交叉跨越地点位于山地区，跨越处没有居民住宅，对居民住宅处电磁环境没有影响。直流线路的电磁环境影响评价因子为合成电场，交流线路的电磁环境影响评价因子为工频电场和工频磁场。根据相关专家的咨询成果：

（1）直流线路的影响因子不会对交流线路的工频电场、工频磁场影响因子产生影响。因此，本项目交流线路与直流线路交叉跨越时，线路附近区域的工频电场和工频磁场水平基本维持其现状水平。

（2）交流线路的电磁环境影响因子工频电场、工频磁场不会与直流线路的影响因子合成电场产生叠加。但由于交叉跨越时被跨越交流线路导线本身具有屏蔽效应，会导致直流线路下方合成电场强度降低。

综上所述，本项目 750kV 交流输电线路钻越±800kV 直流输电线路时，交叉跨越处地面附近的工频电场强度、工频磁感应强度基本维持交流线路单独运行时的影响程度和范围。

6.2 声环境影响预测与评价

6.2.1 变电站声环境影响预测和评价

6.2.1.1 预测模式和预测软件

本项目根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021）中规定的工业噪声预测模式，采用德国 Cadna/A 环境噪声模拟软件，该软件通过了原国家环境保护总局环境评估中心鉴定。预测变电站主要噪声源的噪声贡献值，并按 5dB 的等声级线间隔绘制地面 1.2m 高度处的等声级线图，然后与环境标准对比进行评价。

6.2.1.2 计算条件

（1）预测时段

变电站 24h 连续运行，噪声源稳定，均按其满负荷工况下噪声源强值进行预测的情况下，昼、夜间对周围环境的贡献值基本一致。

（2）衰减因素选取

噪声预测计算过程中，在满足工程所需精度的前提下，采用较为保守的方法。本次评价主要考虑几何发散（A_{div}）、大气吸收（A_{atm}）、地面效应（A_{gr}）、屏障屏蔽（A_{bar}）等引起的噪声衰减，而未考虑其他多方面效应（A_{misc66}）引起的噪声衰减。

本项目噪声源受到站内已有建筑物的遮挡屏蔽作用，站内声屏障主要有 750kV 继电器室，主变、330kV 及 66kV 继电器室，交流配电室、蓄电池室及 66kV 开关柜室，主控通信楼，防火防爆墙、围墙和声屏障。

夏州、庆阳北 750kV 变电站在前期工程设计中均已综合考虑远期工程规划降噪措施。夏州变降噪围墙及隔声屏障墙在前期已经全部安装，本期无新增降噪措施。庆阳北变已

在前期工程中统一考虑本期工程声源并提出相关降噪措施。具体见 3.1.2.1 和 3.1.3.1 小节。

表 6.2-1 夏州 750kV 变电站站区建筑物高度

序号	建筑物名称	建筑物高度（m）
1	主控通信楼	7.95
2	主变防火墙	9.1
3	高抗防火墙	8.0
4	主变及 66kV 继电器室	3.7
5	750kV 继电器室	3.6
6	330kV 继电器室	3.9
7	10kV 及站用配电室	3.9
8	泡沫消防设备间	3.7

表 6.2-2 庆阳北 750kV 变电站站区建筑物高度

序号	建筑物名称	建筑物高度（m）
1	主控通信楼	6.4
2	主变防火墙	8.45
3	高抗防火墙	6.8
4	主变及 66kV 继电器室	4.9
5	750kV 继电器室	4.8
6	330kV 继电器室	4.9

（3）预测参数

1）噪声源强参数及预测模型

变电站运行期间的噪声主要来自主变压器、高压电抗器等。预测模型将主变及高抗等效为面声源计算。根据《变电站噪声控制技术导则》（DL/T1518-2016），本次预测采用主要噪声源频谱进行计算。频谱信息及噪声模式预测源强参数见下表。

表 6.2-3 夏州 750kV 变电站主要设备噪声源强一览表

序号	噪声源	空间相对位置 m			声源类型	声压级 dB（A）	声功率级 dB（A）	数量	备注
		X	Y	Z					
1	750kV 高抗	45	460	3.9	面声源	72.0	93.4	2 组	本期扩建
2	750kV 高抗	45	442	3.9					

注：
1、以厂址西南角为坐标原点，沿厂界东侧围墙为 X 轴，厂界北侧围墙为 Y 轴；以声源布置中心位置为空间相对位置坐标。
2、变电站主要设备噪声源来自《变电站噪声控制技术导则》(DL/T1518-2016)。

表 6.2-4 庆阳北 750kV 变电站主要设备噪声源强一览表

序号	噪声源	空间相对位置 m			声源类型	声压级 dB（A）	声功率级 dB（A）	数量	备注
		X	Y	Z					
1	1#主变	268	148	4.5	面声源	75.2	98.6	3 组	一期声源
2	2#主变	146	148	4.5					
3	3#主变	74	148	4.5					
4	750kV 高抗（陇东高抗）	270	315	3.9	面声源	72.0	93.4	2 组	一期声源
5	750kV 高抗（陇东高抗）	270	360	3.9					
6	750kV 高抗（夏州高抗）	85	378	3.9	面声源	72.0	93.4	2 组	本期扩建
7	750kV 高抗（夏州高抗）	85	486	3.9					

注：
1、以厂址西南角为坐标原点，沿厂界东侧围墙为 X 轴，厂界北侧围墙为 Y 轴；以声源布置中心位置为空间相对位置坐标。
2、变电站主要设备噪声源来自《变电站噪声控制技术导则》（DL/T1518-2016）。

表 6.2-5 变电站主要噪声源频谱 单位：dB（A）

设备名称	频谱							
	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz	8000Hz
750kV 主变压器	68.2	76.2	75.4	76.3	65.9	62.6	53.7	45.0
750kV 高抗	70.9	73.5	78.7	64.3	64.7	55.7	51.3	45.3

2）预测高度

地面 1.2m 高处。

（4）预测内容

① 夏州 750kV 变电站

夏州 750kV 变电站站址地形平坦，地势开阔，变电站站界围墙外 200m 噪声评价范围内无声环境保护目标分布。因此，预测夏州 750kV 变电站本期扩建工程对厂界噪声的影响。夏州变目前已完成一期建设（2×2100MVA 主变、2×210MVar+l×360MVar 高压电抗器），一期已正式投运。本期进行 750kV 间隔扩建并分别装设 1 组 180Mvar 高压并联电抗器。本次噪声预测对本期扩建工程对厂界噪声的影响。

② 庆阳北 750kV 变电站

庆阳北 750kV 变电站站址地形平坦，地势开阔，变电站站界围墙外 200m 噪声评价范围内有声环境保护分布，为曲子镇双城村花旗组。庆北变一期项目环评已取得批复。本期进行 750kV 间隔扩建并分别装设 1 组 210Mvar 高压并联电抗器。考虑到一期工程暂未建设，本次预测综合考虑本期间隔扩建项目及一期待建项目对厂界噪声的预测分析。

6.2.1.3 声环境影响预测结果

（1）夏州 750kV 变电站预测结果及评价

夏州 750kV 变电站在前期工程设计中均已综合考虑远期工程并规划降噪措施。夏州变降噪围墙及隔声屏障墙在前期已经全部安装完毕，本期无新增降噪措施。站界噪声预测结果见下表、变电站噪声贡献值等声级曲线见下图。

表 6.2-6 夏州 750kV 变电站本期项目厂界噪声排放值预测结果 单位：dB（A）

<table>
<tr><th colspan="2">测点位置</th><th>时段</th><th>标准</th><th>站界环境噪声现状监测值</th><th>本期站界环境噪声排放贡献值</th><th>站界环境噪声排放预测值</th><th>预测值超标量</th></tr>
<tr><td rowspan="14">夏州750kV 变电站</td><td rowspan="2">站界西北侧围墙外 1m 处（1#）</td><td>昼间</td><td>60</td><td>44</td><td rowspan="2">≤31.2</td><td>44.2</td><td>—</td></tr>
<tr><td>夜间</td><td>50</td><td>42</td><td>42.3</td><td>—</td></tr>
<tr><td rowspan="2">站界东北侧围墙外 1m 处（2#）</td><td>昼间</td><td>60</td><td>41</td><td rowspan="2">≤22.7</td><td>41.1</td><td>—</td></tr>
<tr><td>夜间</td><td>50</td><td>40</td><td>40.1</td><td>—</td></tr>
<tr><td rowspan="2">站界东侧围墙外 1m 处（3#）</td><td>昼间</td><td>60</td><td>40</td><td rowspan="2">≤20.5</td><td>40.0</td><td>—</td></tr>
<tr><td>夜间</td><td>50</td><td>38</td><td>38.1</td><td>—</td></tr>
<tr><td rowspan="2">站界东南侧围墙外 1m 处（4#）</td><td>昼间</td><td>60</td><td>42</td><td rowspan="2">≤22.6</td><td>42.0</td><td>—</td></tr>
<tr><td>夜间</td><td>50</td><td>39</td><td>39.1</td><td>—</td></tr>
<tr><td rowspan="2">站界西南侧围墙外 1m 处（5#）</td><td>昼间</td><td>60</td><td>41</td><td rowspan="2">≤43.0</td><td>45.1</td><td>—</td></tr>
<tr><td>夜间</td><td>50</td><td>38</td><td>44.2</td><td>—</td></tr>
<tr><td rowspan="2">站界西侧围墙外 1m 处（6#）</td><td>昼间</td><td>60</td><td>40</td><td rowspan="2">≤43.0</td><td>44.8</td><td>—</td></tr>
<tr><td>夜间</td><td>50</td><td>38</td><td>44.2</td><td>—</td></tr>
<tr><td rowspan="2">站界西北侧围墙外 1m 处（7#）（本期间隔扩建）</td><td>昼间</td><td>60</td><td>41</td><td rowspan="2">≤43.0</td><td>45.1</td><td>—</td></tr>
<tr><td>夜间</td><td>50</td><td>40</td><td>44.8</td><td>—</td></tr>
</table>

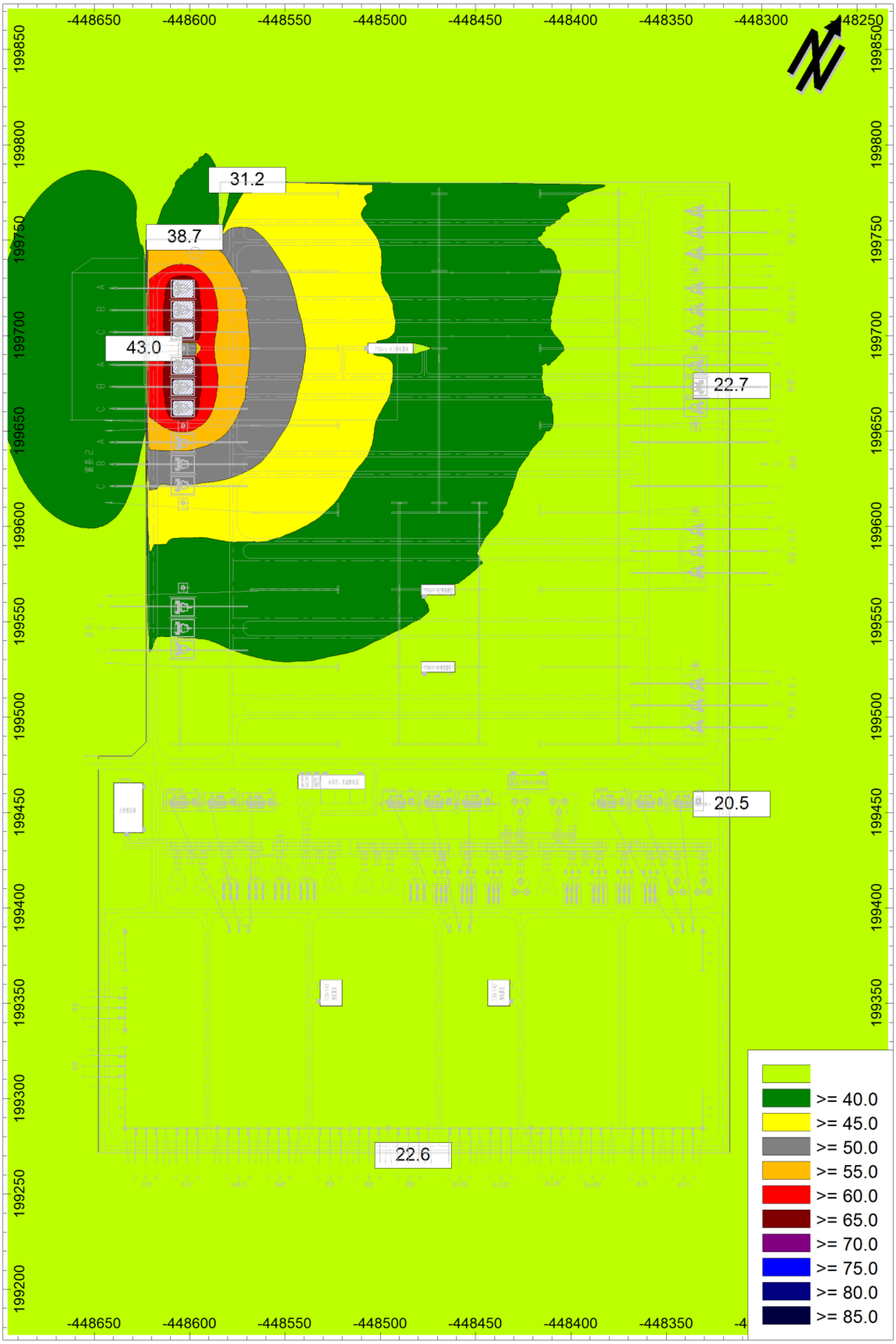


图 6.2-1 夏州 750kV 变电站本期间隔扩建项目噪声预测等声级曲线图

从预测结果可以看出，夏州 750kV 变电站本期项目建成投运后，在站界四周围墙外产生的昼、夜间噪声最大贡献值为 43.0dB（A），位于本期间隔扩建端南侧已建高抗处。

叠加现状监测值后，站界环境噪声排放预测值昼、夜间最大值分别为 45.1dB（A）、44.8dB（A），出现在站界本期间隔扩建端南侧已建高抗处围墙外 1m 处。昼、夜间噪声均可满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准要求。评价范围内无声环境保护目标。

（2）庆阳北 750kV 变电站预测结果及评价

庆阳北 750kV 变电站在前期工程设计中均已综合考虑远期工程并规划降噪措施。庆北变降噪围墙及隔声屏障墙已在一期工程中统一计列工程量，本期无新增降噪措施。由于庆北变现阶段暂未开工建设，本次环评一并考虑一期项目和本期扩建情况下对站界进行噪声预测，厂界噪声预测结果见下表、变电站对周围环境的贡献值等声级曲线预测图见下图。

表 6.2-7 庆阳北 750kV 变电站本期项目厂界噪声排放值预测结果（含一期待建项目）单位：dB（A）

测点位置		本期站界环境噪声排放贡献值
庆阳北 750kV 变电站	站界北侧围墙外 1m 处（1#）	≤35.6
	站界西侧围墙外 1m 处（2#）	≤44.5
	站界南侧围墙外 1m 处（3#）	≤43.8
	站界东侧围墙外 1m 处（4#）	≤44.9

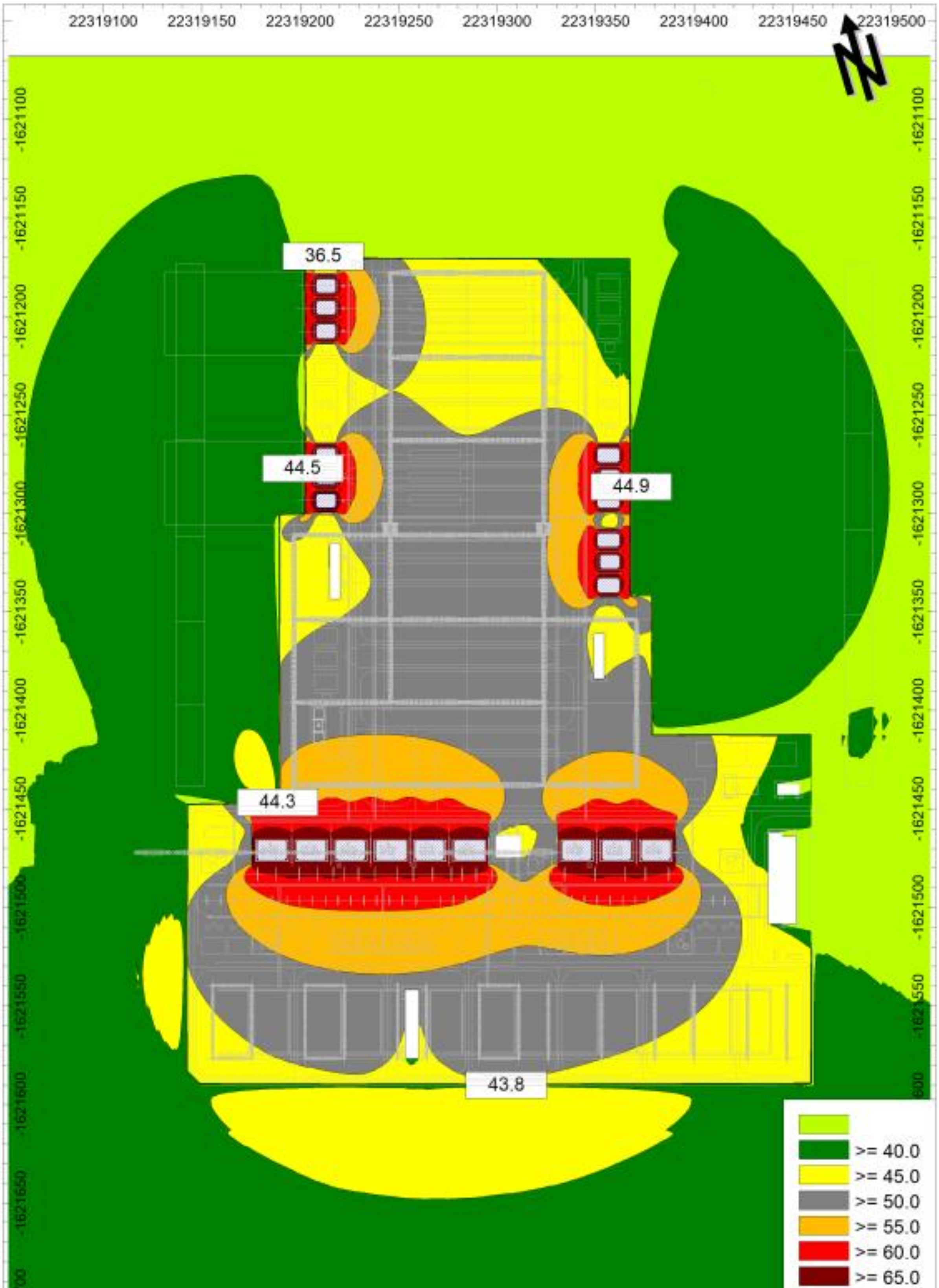


图 6.2-2 庆阳北 750kV 变电站本期间隔扩建项目（含一期待建项目）噪声预测等声级曲线图

表 6.2-8 庆北变电站厂界噪声排放对声环境保护目标的预测结果 单位：dB（A）

序号	名称	时段	标准	现状监测值	贡献值	预测值	预测值超标量
1	站界东北侧声环境保护目标	昼间	60	45	≤45.5	48.3	—
		夜间	50	44		47.8	—
2	站界北侧声环境保护目标	昼间	60	43	≤41.9	45.5	—
		夜间	50	41		44.5	—
3	站界西北侧声环境保护目标	昼间	60	45	≤38.6	45.9	—
		夜间	50	41		43.0	—
4	站界东侧声环境保护目标	昼间	60	40	≤43.7	45.2	—
		夜间	50	37		44.5	—

1）站界噪声预测结果

由噪声预测结果可知，在综合考虑一期噪声治理措施，一并考虑一期项目声源和本期扩建工程声源的情况下，庆阳北 750kV 变电站各侧厂界噪声各侧贡献值为 35.6dB（A）～44.9dB（A），可满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准限值要求。

2）站界外声环境影响预测

庆北变站外 200m 噪声评价范围内有 1 处声环境保护目标分布（按自然村计列），为曲子镇双城村花旗组。从预测结果可以看出，庆阳北 750kV 变电站本期（已综合考虑一期待建项目）建成投运后，在变电站周围声环境保护目标处产生的昼、夜间噪声最大贡献值为 45.5dB（A），叠加现状监测值后，声环境保护目标处预测值昼、夜间最大为 48.3dB（A）、43.0dB（A）。故本期项目建成后，变电站运行产生的噪声对周围环境敏感点造成的影响很小，能满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准要求。

6.2.2 交流输电线路声环境影响分析和评价

6.2.2.1 单回路类比分析

（1）类比对象

750kV 单回输电线路声环境影响类比对象选择 750kV 信山I线（101#~102#塔之间）的监测断面，类比条件分析见下表。

表 6.2-9 本工程 750kV 输电线路与类比对象相关情况比较表

类比条件	本工程新建线路	750kV 信山I线	可比性分析
电压等级	750kV	750kV	相同，是影响声环境的首要因素。
导线型号	JL3/G1A-400/50	JL3/G1A-400/50	相同，是影响声环境的重要因素。
子导线外径	27.6mm	27.6mm	相同，是影响声环境的重要因素。
分裂数	6 分裂	6 分裂	相同，是影响声环境的重要因素。

分裂间距	400mm	400mm	相同，是影响电磁环境的重要因素。
导线排列方式	水平排列	水平排列	相同，是影响声环境的重要因素。
导线对地高度	居民区：19.5m(最低设计规范值) 非居民区：15.5m(最低设计规范值)	22.5m	基本相当，线高越高，声环境影响越小。

由上表可以看出本工程输电线路与 750kV 信山I线电压等级、导线型号及外径、分裂数、分裂间距、导线排列方式均相同，架设高度基本相当，因此选用 750kV 信山I线作为本工程新建线路噪声类比监测对象是合理的。

（2）类比监测因子

昼间等效连续 A 声级。

（3）监测单位、监测方法及仪器

1）监测单位

国网(西安)环保技术中心有限公司。

2）监测方法

《声环境质量标准》（GB3096-2008）。

3）监测仪器

表 6.2-10 信山I线噪声监测仪器信息一览表

名称	测量范围	仪器编号	证书编号	证书有效期至
AWA6228+型声级计	20-132dB	00316214	ZS20201690J	2021 年 8 月 3 日
AWA6021A 型声级校准器	94dB	1009387	ZS20201730J	2021 年 8 月 3 日

（4）监测点位、环境及工况

选择输电线路档距中央弧垂最低处，沿线路中心线垂直方向向外断面展开监测，测至边导线外 50m 处止。测点间距 5m、地面 1.2m 高处，测至II回线路边导线外 50m。

750kV 信山I线监测期间环境条件及运行工况见下表。

表 6.2-11 750kV 信山I线监测期间环境条件表

时间		天气	温度℃	湿度%	风速 m/s
2021 年 4 月 21 日	昼间	晴	16.2-17.1	63-65	小于 0.4
	夜间	晴	9.3-10.1	75-77	小于 0.4

表 6.2-12 750kV 信山I线监测期间运行工况表

U 电压(kV)	I 电流(I)	Q 无功功率(Mvar)	P 有功功率(MW)
781-791	242-345	11-15	64-72

（5）监测结果

类比对象噪声监测断面监测结果见下表。

表 6.2-13 750kV 信山I线噪声监测断面监测结果

测点位置	昼间噪声(dB(A))	夜间噪声(dB(A))
线路中心线投影处	36.6	36.1
线路中心线投影与边导线投影中心处	36.4	35.5
边导线投影处	38.6	37.7
边导线投影外 5m	37.0	36.2
边导线投影外 10m	37.0	35.9
边导线投影外 15m	38.8	36.0
边导线投影外 20m	37.1	35.7
边导线投影外 25m	36.8	35.5
边导线投影外 30m	35.5	33.2
边导线投影外 35m	32.6	31.3
边导线投影外 40m	31.7	30.7

（6）监测结果分析

750kV 信山I线噪声衰减断面昼间噪声为 31.7dB(A)-38.8dB(A)，夜间为 30.7dB(A)-37.7dB(A)，满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 1 类标准昼间 55dB（A）、夜间 45dB（A）的标准要求。

本工程线路与类比线路的电压等级、架设方式、导线类型均一致，且工程所在地环境条件相似，由类比监测结果可知，本工程 750kV 单回输电线路运行产生的声环境满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中相应标准要求。

6.2.2.2 单回并行线路类比分析

（1）类比对象

与 750kV 单回并行输电线路电磁环境类比对象一致，噪声类比对象选用 750kV 河泉I回线、750kV 河泉II回线 2 条并行单回路（I回线路 694#~695#塔之间、II回线路 705#~706#塔之间）进行监测断面监测。监测单位、监测时间、监测工况、监测环境条件等见 6.1.4.2 节。

（2）监测布点

以I回线路中相导正投影为起点，沿垂直线路朝II回线路方向进行，测点间距 5m，测至II回线路边导线外 50m。

（3）监测方法及仪器

① 监测方法

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

② 监测仪器

表 6.2-14　监测仪器一览表

监测单位	仪器设备名称	设备型号	检定/校准机构	测量范围	有效日期
国电南京电力试验研究有限公司	噪声频谱分析仪	AWA6228+	上海市计量测试技术研究院	25~130dB（A）	2017.10.23~2018.10.22
	声校准器	AWA6221A		94/114 dB（A）	2017.10.20~2018.10.19

（4）类比监测结果

噪声类比监测结果见下表。

表 6.2-15　类比输电线路产生的噪声监测值

序号	测点距离测量起点的距离（以I回线路中相地面投影处为起点）（m）		昼间 dB（A）	夜间 dB（A）
1	750kV 河泉I回线、750kV 河泉II回线 2 条并行单回路（I回线路694#~695#塔之间、II回线路705#~706#塔之间），导线线高19.5m/18.5m	0m	39.8	39.2
2		5m	39.4	38.6
3		10m	38.8	37.9
4		18m（I回线路边相导线下）	38.2	37.4
5		20m	37.8	37.2
6		25m	37.2	36.7
7		30m	37.1	36.5
8		35m	36.9	36.2
9		40m	36.6	36.4
10		45m	35.5	35.1
11		50m	35.7	35.0
12		55m	35.0	34.9
13		60m	36.2	36.0
14		65m	36.7	36.2
15		70m	38.5	37.3
16		75m	39.3	38.7
17		78m（II回线路边相导线下）	40.2	39.3
18		80m	39.6	38.9
19		85m	38.7	38.1
20		90m	38.9	38.1
21		96m（II回线路中相导线下）	38.9	38.3
22		100m	38.6	38.0
23		105m	38.1	37.5
24		110m	38.7	38.1
25		114m（II回线路边相导线下）	39.3	38.8
26		120m	37.9	36.4
27		125m	36.7	36.2
28		130m	36.1	35.2
29		135m	35.7	34.8
30		140m	35.0	34.9
31		145m	34.0	33.8
32		150m	34.0	33.5
33		155m	34.2	33.4
34		160m	33.5	33.2
35		164m（II回线路边相导线外 50m 处）	33.6	33.1

（5）类比监测结果分析

750kV 单回并行输电线路运行时产生一定量的噪声，输电线路监测断面的噪声水平昼间为 33.5～40.2dB（A）、夜间 33.1～39.3dB（A），昼间、夜间均满足《声环境质量标

准》（GB3096-2008）中 1 类标准（昼间 55dB（A）、夜间 45dB（A））。

本工程线路与类比线路的电压等级、架设方式、导线类型均一致，且工程所在地环境条件相似，由类比监测结果可知，本工程 750kV 单回并行输电线路运行产生的声环境满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中相应标准要求。

6.2.2.3 同塔双回路

（1）类比对象

与 750kV 同塔双回输电线路电磁环境类比对象一致，噪声类比对象选用 750kV 黄妙I线 128#~129#、州妙 II 线 294#~295#之间监测断面。监测单位、监测时间、监测工况、监测环境条件等见 6.1.4.3 节。

（2）监测布点

以弧垂最低位置处档距对应两杆塔中央连线对地投影为起点，沿垂直线路方向进行，距离中心 10m 以内，测点间距 2m，超出 10m 之后测点间距 5m，线路边导线外 50m。

（3）监测方法及仪器

① 监测方法

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

② 监测仪器

表 6.2-16 监测仪器一览表

仪器设备名称	设备型号	检定/校准机构	测量范围	有效日期
多功能声级计	AWA5688	深圳天溯计量检测股份有限公司	30~105dB（A）	2021.4.1~2022.3.31
声校准器	AWA6221A		标准声压级 94dB（A）	2021.4.1~2022.3.31

（4）类比监测结果

噪声类比监测结果见下表。

表 6.2-17 类比输电线路产生的噪声监测值

序号	测点距离测量起点的距离（以I回线路中相地面投影处为起点）（m）		昼间 dB（A）	夜间 dB（A）
1	750kV 黄妙I线 128#~129#、州妙 II 线 294#~295#之间监测断面，导线线高 26m	0	38.9	37.8
2		2	38.8	37.9
3		4	38.6	37.6
4		6	38.7	37.5
5		8	38.9	37.4
6		10	38.5	37.1
7		15	38.4	37.2
8		20	38.3	37.0
9		25	38.1	36.9

序号	测点距离测量起点的距离（以I回线路中相地面投影处为起点）（m）		昼间 dB（A）	夜间 dB（A）
10		30	38.2	36.6
11		35	38.0	36.7
12		40	38.2	36.4
13		45	37.8	36.3
14		50	37.5	36.2
15		55	37.4	36.4
16		60	37.2	36.1
17		65	37.0	36.0

（5）类比监测结果分析

750kV 同塔双回输电线路运行时产生一定量的噪声，输电线路监测断面的噪声水平昼间为 37.0～38.9dB（A）、夜间 36.0～37.9dB（A），昼间、夜间均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 1 类标准（昼间 55dB（A）、夜间 45dB（A））。

本工程线路与类比线路的电压等级、架设方式、导线类型均一致，且工程所在地环境条件相似，由类比监测结果可知，本工程 750kV 单回并行输电线路运行产生的声环境满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中相应标准要求。

6.2.2.4 交叉跨越输电线路声环境影响分析

（1）类比对象

为预测 750kV 跨越 330kV 输电线路声环境影响分析，选择 750kV 州川 II 线（124#~125#塔，导线对地线高 57m）跨越 330kV 银川东~甜水河线（7#~8#塔，导线对地线高 12m）。类比对象与本项目交叉跨越相关情况见下表。

表 6.2-18　本项目输电线路交叉跨越与类比对象相关情况比较表

项目	本项目 750kV 跨越 330kV 线路	330kV 银川东~甜水河线 7#~8#塔钻越 750kV 州川 II 线（124#~125#塔）
电压　（kV）	750/330	750/330
单回输送容量（MW）	2300/300	2300/300
导线型号	6×JL/G1A-400/50、JL/G1A-300/40	6×JL/G1A-400/50、JL/G1A-300/40
导线对地高度	45m/15m	57m/12m
子导线外径（mm）	27.6/23.9	27.6/23.9
子导线分裂数	6/2	6/2
分裂间距（mm）	400/400	400/400
架线方式	单回路/单回路	单回路/单回路
导线排列方式	水平排列/三角形排列	水平排列/三角形排列
注：330kV 夏尖线 7#-8#、330kV 夏渠线 7#-8#线高约 19m，交叉跨越 330kV 夏边 I、II 回 7#-8#线高 15m，表中按最不利情况计列。		

由上表可见，类比对象与本项目线路交叉跨越处的电压等级、输送容量、导线排列方式、子导线分裂间距及分裂数、导线型号及子导线外径均相同。类比对象交叉跨越处 750kV 和 330kV 导线对地最低垂直高度与本项目交叉跨越处导线对地高度基本相当，可见，因此本次评价选择该类比对象分析本期拟建 750kV 交叉跨越 330kV 输电线路下方

声环境影响，是合理可行的。

（2）监测布点

以 330kV 银川东~甜水河线（7#~8#塔）钻越 750kV 州川 II 线（124#~125#）交叉跨越中心地面投影为测试原点，沿对角线方向进行监测，10m 以内测点间距为 2m，10m 以外测点间距为 5m，测至 50m 止。

（3）监测设备

表 6.2-19 监测仪器一览表

仪器设备名称	设备型号	检定/校准机构	测量范围	有效日期
多功能声级计	AWA6228	深圳天溯计量检测股份有限公司	30~130dB（A）	2020.4.19~2021.4.18
声校准器	AWA6221A		标准声压级 94dB（A）	2020.4.19~2021.4.18

（4）监测单位

宁夏维实工程咨询有限公司。

（5）类比监测条件

监测时间：2020 年 6 月 18 日：环境温度 27~31℃；天气：晴天；湿度 32~37%；风速：静风。

监测期间，750kV 州川 II 线路运行电压 769kV~779kV、运行电流 514A~1105A；330kV 线路运行正常，达到额定运行电压。

（6）监测结果

表 6.2-20 750kV 州川 II 线跨越 330kV 银川东~甜水河线监测断面噪声监测结果

编号	断面位置	测点位置	昼间（dB（A））	夜间（dB（A））
1	750kV 州川 II 线（124#~125#）跨越 330kV 银川东~甜水河线（7#~8#塔）交叉跨越断面（交叉点导线对地高度 57m/12m）	交叉点 0m	**44.2**	42.1
2		距交叉点 2m	44.0	41.9
3		距交叉点 4m	43.8	41.8
4		距交叉点 6m	43.8	41.7
5		距交叉点 8m	43.7	41.6
6		距交叉点 10m	43.4	41.5
7		距交叉点 15m	43.2	41.2
8		距交叉点 20m	42.8	40.9
9		距交叉点 25m	42.5	40.7
10		距交叉点 30m	42.1	40.3
11		距交叉点 35m	41.9	40.0
12		距交叉点 40m	41.6	39.6
13		距交叉点 45m	41.5	39.4
14		距交叉点 50m	41.0	39.1

从类比监测结果可知，750kV 州川 II 线跨越 330kV 银川东~甜水河线路交叉跨越区域噪声昼间在 41.0~44.2dB（A）之间，夜间在 39.1~42.1dB（A）之间。

上述监测结果可以看出本项目投运后，750kV 交叉跨越 330kV 输电线路附近声环境可满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中相应标准要求。

6.2.3 声环境影响评价结论

根据预测结果，在采取相应的工程措施后，夏州、庆阳北 750kV 变电站厂界噪声贡献值及预测值均能满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准要求；变电站周围声环境保护目标的噪声预测值均能满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准限值要求。通过类比分析可以推测，本工程线路投入运行后对沿线声环境影响很小。

6.3 地表水环境影响分析

（1）生活污水

变电站运行期对水环境产生影响的主要是站内工作人员产生的生活污水。本次夏州 750kV 变电站扩建工程，不新增运行管理人员，不新增生活污水。夏州 750kV 变电站前期工程已设计了化粪池和地埋式生活污水处理设施（最大处理能力约 10m^3/d），生活污水经化粪池预处理后再由地埋式生活污水处理设施进行二次处理，处理后排入回用水池中由当地环卫部门定期清运。本期扩建工程不新增定员，不新增生活污水量。本期扩建的庆阳北 750kV 变电站前期工程已设计了地埋式生活污水处理设施，生活污水经化粪池（容积 12.5m^3）沉淀后，排至地埋式生活污水处理设施（处理量 2.0m^3/h）处理后再排至站区污水集水池，委托当地环卫部门定期清运。变电站生活污水未对周围水环境产生不利影响。

输电线路运行期不产生废水，对沿线水环境无影响。

（2）事故油

事故油主要来自主变等带油设备的事故工况，污染因子主要为石油类。一般情况下，带油设备检修周期较长，检修时，设备中的油被抽到检修公司自带的专门贮油罐中暂存，检修完提纯后予以回用。当发生突发事故时，事故油排入事故油池，经隔油处理后，变压器油由厂家回收，形成的废油交由有危废处理资质的单位处置，不外排。

综上所述，通过落实采取以上措施，工程对当地水环境没有产生不利影响。

6.4 固体废物环境影响分析

夏州、庆阳北 750kV 变电站为间隔扩建项目，变电站均已设有生活垃圾分类收集箱，生活垃圾收集后，定期由当地环卫部门集中收集统一处理，不会对当地环境产生影响。

变电站扩建工程均不新增站内工作人员，无新增生活垃圾产生，沿用前期站内设计的生活垃圾处理设施及处置方式。

输电线路建成运行后无固体废弃物产生，不会对周围环境造成影响。

6.5 环境风险分析及应急预案

6.5.1 环境风险分析

变电站在施工期、运行期可能引发环境风险事故的主要隐患为变压器、高压电抗器的油泄露，如处置不当会对环境产生影响。根据《国家危险废物名录（2021 年版）》（生态环境部部令第 15 号），废变压器油属于 HW08 废矿物油与含矿物油废物，危险特性为毒性（T）和易燃性（I），废物代码 900-220-08。如若处置不当，可能引发废变压器油环境污染风险。

6.5.2 环境风险防范措施

（1）事故油收集设施

变电站内设置有污油排蓄系统。主变、高抗下设置有事故油坑，油坑内铺设卵石层，坑底四周设有排油槽并与事故油池相连。一旦设备发生事故时，所有的外泄变压器油或油水混合物将渗过卵石层，经排油槽收集，通过事故排油管道排至事故油池，进入事故油池中的废油由具备资质的单位对油进行回收利用，少量含油固废及含事故油交由有资质的危险废物处置单位妥善处置，不得随意丢弃、焚烧或简单填埋。

夏州 750kV 变电站前期建有 3 座事故油池，其中主变事故油池 1 座，容积约 146m³/座；高抗事故油池 2 座，容积分别为 75m³/座。经核算，前期高抗事故油池容积已按高抗 100%油重设计并留有裕度，本期扩建高抗的事故排油，经设备下部的油坑收集，通过地下排油管道汇入前期已建的事故油池内，满足规范要求。故本期扩建不新增事故油池。在事故状态下产生事故油由有资质的单位回收处理。

庆阳北 750kV 变电站前期配套建有建设 1 座事故油池，容积约 125m³。经核算，前期高抗事故油池容积已按高抗 100%油重设计并留有裕度，本期扩建高抗的事故排油经设备下部的油坑收集，通过地下排油管道汇入前期已建的事故油池内。故本期扩建不新增事故油池。在事故状态下产生事故油由有资质的单位回收处理。

（2）事故漏油防范能力

变电站设置的事故油池有效容积可以满足相应单台设备最大含油量的贮存需求，可

保证事故情况下事故漏油全部贮存于事故油池内，满足《火力发电厂与变电站设计防火标准》（GB50229-2019）“总事故贮油池的容量应按其接入的油量最大的一台设备确定，并设置油水分离装置”的要求，亦满足《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ1113-2020）“变电工程应设置足够容量的事故油池及其配套的拦截、防雨、防渗等措施和设施。一旦发生泄漏，应能及时进行拦截和处理，确保油及油水混合物全部收集、不外排”的要求。此外，事故油池采用抗渗等级较高的混凝土建造，一旦设备发生事故时排油或漏油，事故油进入油池后，应短时间内便由具备资质的单位进行回收处置，确保事故油不会外泄或下渗污染土壤和地下水。

为进一步控制、降低绝缘油外泄事故风险，建议加强施工管理和质量验评，严格落实相应的环境风险控制措施和设施，运行期对事故油池定期巡检，维持正常运行。在采取上述风险防范措施后，变电站绝缘油泄漏概率、风险水平较低，风险影响可得到有效控制。

6.5.3 环境风险应急预案

为进一步保护环境，环评提出本项目投运后，建设单位应针对变电站建立相应的事故应急管理部门，并制定相应的环境风险应急预案，以应对可能突发的环境风险，并及时进行救援和减少环境影响。

6.5.3.1 应急救援的组织

建设单位应成立应急救援指挥中心、应急救援抢救中心，各成员职责明确，各负其职。指挥中心要有相应的指挥系统（报警装置和电话控制系统），各生产单元的报警信号应进入指挥中心。

6.5.3.2 应急预案的建立

建设单位及下属各级电力公司应配备相应的应急预案，如事故灾难类的《设备事故处置应急预案》、《环境污染事件处理应急预案》等。应急预案应包括本项目运行期可能发生的主要的变压器油外泄事故应急预案。

建立应急预案后，运行单位应定期组织应急救援、消防预案演练，保障事故发生时应急处理机制做到及时、有效的响应。

6.5.3.3 风险评价结论

本项目涉及环境风险的物质为变压器油。在切实落实可研、设计和本环评提出的各项环境风险防范措施和应急预案，并加强风险管理的基础上，可定性判定本项目风险可防可控，防范措施是有效的。

企业应根据《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》(环发〔2012〕77 号）等相关文件要求，采取完善的风险防范措施，严格环境风险管理，制定突发环境事件应急预案。

6.6 对环境敏感目标的影响分析

6.6.1 变电站环境敏感目标预测结果

根据电磁环境影响预测结果和声环境影响预测结果，本工程变电站附近相关环境敏感目标电磁环境及声环境影响预测结果见表 6.6-1。

（1）工频电场、工频磁场

本工程变电站附近环境敏感目标处的工频电场强度预测结果均小于 4kV/m，工频磁感应强度均小于 100μT 的标准限值要求。

（2）噪声预测结果

根据预测结果，在采取相应声环境保护措施后，评价范围内敏感目标噪声级增高量部分超过 5dB（A），且受影响人口数量变化不大。本工程变电站评价范围内声环境保护目标处昼、夜间噪声均能满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）相应标准要求。

6.6.2 交流输电线路环境敏感目标预测结果

对位于输电线路沿线环境敏感目标，工频电场强度、工频磁感应强度是根据理论计算结果，按照实际情况选择了本工程 750kV 线路最不利塔型（导线采用水平排列、相间距最大时），对环境敏感目标进行电磁环境影响预测；750kV 线路噪声预测结果是根据类比线路产生噪声的最大值与环境敏感目标的背景监测值进行叠加，预测结果见表 6.2-1。

根据《110kV-750kV 架空输电线路设计规范》（GB50545-2010），本工程线路经过居民区时导线最小对地距离 19.5m，过非居民区时导线最小对地距离 15.5m。在设计规范要求的最低线高基础上以自然村（组）为一处敏感目标，分别预测距离边导线最近户处的工频电场强度、工频磁感应强度是否满足公众曝露控制限值。若不满足公众曝露控制限值，则给出导线需抬高的最低高度。

并在表中给出线路各环境敏感目标满足导线最小对地高度的情况下，工频电场强度满足 4000V/m 公众曝露控制限值，工频磁感应强度满足 100μT 公众曝露控制限值，昼间、夜间噪声满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）1 类、4a 类标准要求。

各环境敏感目标最终以实际架线高度为准，如果不满足相应的评价要求，则采取如相应抬高导线线高或线路远离敏感目标的措施使评价范围内电磁环境敏感目标处工频电场强度、工频磁感应强度及昼间、夜间噪声满足相应标准限值要求。在下阶段设计中如需要对线路进行微调，应尽可能向远离环境敏感目标一侧调整。如不能远离，应重新确认环境敏感目标的距离和环境影响情况，确保各项环境因子满足标准要求。

6.6.3 环境敏感目标影响结论

本工程变电站附近环境敏感目标处的工频电场强度预测结果均小于 4kV/m，工频磁感应强度均小于 100μT 的标准限值要求。根据预测结果，在采取相应声环境保护措施后，本工程变电站评价范围内声环境保护目标处昼、夜间噪声均能满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）相应标准要求。

各环境敏感目标满足导线最小对地高度的情况下，工频电场强度满足 4000V/m 公众曝露控制限值，工频磁感应强度满足 100μT 公众曝露控制限值，昼间、夜间噪声满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）1 类、4a 类标准要求。

表 6.6-1　庆阳北 750kV 变电站周围电磁环境敏感目标和声环境保护目标预测结果

序号	敏感点名称	最近居民点预测值									评价结果	
		工频电场强度	工频磁感应强度	噪声现状值（dB（A））		噪声贡献值（dB（A））	噪声预测值（dB（A））		噪声前后增量(dB（A）)			
				昼间	夜间		昼间	夜间	昼间	夜间	影响因子	评价结果
1	双城村花旗组（站界东北侧）	＜4kV/m	＜100μT	45	44	45.5	48.3	47.8	3.3	3.8	E、B、N	达标
2	双城村花旗组（站界北侧）	＜4kV/m	＜100μT	43	41	41.9	45.5	44.5	2.5	3.5	N	达标
3	双城村花旗组（站界西北侧）	＜4kV/m	＜100μT	45	41	38.6	45.9	43.0	0.9	2.0	N	达标
4	双城村花旗组（站界东侧）	＜4kV/m	＜100μT	40	37	43.7	45.2	44.5	5.2	7.5	N	达标

注：E—工频电场强度，B—工频磁感应强度，N—噪声。

表 6.6-2　本工程沿线电磁环境敏感目标和声环境保护目标预测结果

序号	行政区	名称（村组）	与线路边导线最近距离（m）	最低导线高度（m）	计算高度（m）	工频电场（kV/m）	工频磁场（μT）	噪声贡献值 dB（A）		噪声预测值（dB（A））		执行标准（dB（A））		评价结果	
								昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	因子	结果
1	榆林市定边县郝滩镇	白坑村河山组*	10m	28.0	1.5	3.933	7.60	36.7	36.2	39.9	38.7	55	45	E、B、N	达标
2		大沙湾村大沙湾组	35m	19.5	1.5	1.545	4.07	32.6	31.3	39.1	36.5	55	45	E、B、N	达标
3		柳树涧村崔崾岘组	35m	19.5	1.5	1.545	4.07	32.6	31.3	39.1	37.3	55	45	E、B、N	达标
4	榆林市定边县学庄乡	朱庄村唐坬组	40m	19.5	1.5	1.198	3.43	31.7	30.7	40.6	38.7	55	45	E、B、N	达标
5		杨伏井村阳湾组	10m	28.0	1.5	3.962	7.88	37.0	35.9	41.8	40.1	55	45	E、B、N	达标
6		罗山村唐渠组	30m	19.5	1.5	2.025	4.90	35.5	33.2	39.9	37.8	55	45	E、B、N	达标
7		罗山村姚渠组	40m	19.5	1.5	1.198	3.43	31.7	30.7	37.4	36.4	55	45	E、B、N	达标
8	榆林市定边县新安边镇	新安边村走马梁组	10m	28.0	1.5	3.962	7.88	37.0	35.9	39.5	38.5	55	45	E、B、N	达标
9		店子坪村	30m	19.5	1.5	2.025	4.90	35.5	33.2	39.3	37.2	70	55	E、B、N	达标
10		大北山村杨长队	15m	25.0	1.5	3.938	7.54	38.8	36.0	42.5	40.1	55	45	E、B、N	达标
11	延安市吴起县吴仓堡镇	周关村高沟组	10m	28.0	1.5	3.962	7.88	37.0	35.9	39.1	38.1	55	45	E、B、N	达标
12		周关村老庄崾岘组*	30m	19.5	1.5	2.004	4.31	34	33.8	38.8	36.9	55	45	E、B、N	达标
13	延安市吴起县铁边城镇	王河村张城组	30m	19.5	1.5	2.025	4.90	35.5	33.2	39.3	37.2	55	45	E、B、N	达标
14		暴城村阳岸沟组	10m	28.0	1.5	3.962	7.88	37.0	35.9	38.8	37.7	55	45	E、B、N	达标
15		新寨村新寨组	20m	19.5	4.5	3.614	8.10	37.1	35.7	41.8	39.4	70	55	E、B、N	达标
					1.5	3.608	7.43								
16	延安市吴起县庙沟乡	吴水口村阳庄组	10m	28.0	1.5	3.962	7.88	37.0	35.9	39.1	37.7	55	45	E、B、N	达标
17		走马城村高庄涧组	10m	28.0	1.5	3.962	7.88	37.0	35.9	40.0	38.1	55	45	E、B、N	达标
18		曾岔村路掌组	20m	19.5	1.5	3.608	7.43	37.1	35.7	41.8	40.0	55	45	E、B、N	达标
19	庆阳市华池县乔川乡	李崾岘村林崾岘组	10m	28.0	1.5	3.962	7.88	37.0	35.9	39.1	38.1	55	45	E、B、N	达标
20		李崾岘村李咀子组	40m	19.5	1.5	1.198	3.43	31.7	30.7	38.1	35.7	55	45	E、B、N	达标
21		徐背台村徐背台组	10m	28.0	1.5	3.962	7.88	37.0	35.9	39.5	37.4	55	45	E、B、N	达标
22	庆阳市华池县白马乡	白马村高沟组	15m	25.0	1.5	3.938	7.54	38.8	36.0	41.4	39.0	55	45	E、B、N	达标
23		白马村张兴庄组	10m	28.0	1.5	3.962	7.88	37.0	35.9	39.5	38.1	55	45	E、B、N	达标
24		白马村黄兴庄组	40m	19.5	1.5	1.198	3.43	31.7	30.7	38.9	36.4	55	45	E、B、N	达标
25	甘肃省庆阳市环县八珠	杏树沟村王河组	10m	28.0	1.5	3.962	7.88	37.0	35.9	40.0	38.5	55	45	E、B、N	达标
26		杏树沟村陶老庄组	40m	19.5	1.5	1.198	3.43	31.7	30.7	38.1	36.4	55	45	E、B、N	达标

序号	行政区	名称（村组）	与线路边导线最近距离（m）	最低导线高度（m）	计算高度（m）	工频电场（kV/m）	工频磁场（μT）	噪声贡献值dB（A）		噪声预测值（dB（A））		执行标准（dB（A））		评价结果	
								昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	因子	结果
27	乡	杏树沟村曹北咀组	10m	28.0	1.5	3.962	7.88	37.0	35.9	39.5	38.1	55	45	E、B、N	达标
28		杏树沟村曹寺台组	30m	19.5	4.5 1.5	2.014 2.025	5.16 4.90	35.5	33.2	37.8	35.2	55	55	E、B、N	达标
29		塔尔咀村塔尔咀组	10m	28.0	1.5	3.962	7.88	37.0	35.9	40.5	38.5	55	45	E、B、N	达标
30		湫坝沟村高坪组	10m	28.0	1.5	3.962	7.88	37.0	35.9	42.5	40.1	55	45	E、B、N	达标
31		马连掌村马连掌组	10m	28.0	1.5	3.962	7.88	37.0	35.9	39.1	37.1	55	45	E、B、N	达标
32		马连掌村石崾岘组	10m	28.0	1.5	3.962	7.88	37.0	35.9	38.8	37.1	55	45	E、B、N	达标
33		马连掌村九沟台组	40m	19.5	1.5	1.198	3.43	31.7	30.7	38.1	35.7	55	45	E、B、N	达标
34	庆阳市华池县五蛟镇	刘阳洼村刘南沟组	20m	19.5	1.5	3.608	7.43	37.1	35.7	41.8	40.0	55	45	E、B、N	达标
35	庆阳市环县曲子镇	董家塬村高岭子组	10m	28.0	1.5	3.962	7.88	37.0	35.9	41.1	38.1	55	45	E、B、N	达标
36		董家塬村董家塬组	20m	19.5	1.5	3.608	7.43	37.1	35.7	39.6	37.9	55	45	E、B、N	达标
37		小庄子村崾岘组	10m	28.0	1.5	3.962	7.88	37.0	35.9	40.5	38.5	55	45	E、B、N	达标
38		小庄子村南塬组	20m	19.5	1.5	3.608	7.43	36.8	35.5	44.8	41.3	55	45	E、B、N	达标
39		小庄子村段塬组	10m	28.0	1.5	3.962	7.88	37.0	35.9	41.8	40.1	55	45	E、B、N	达标
40		宋家塬村李家塬组	10m	28.0	1.5	3.962	7.88	37.0	35.9	40.5	38.5	55	45	E、B、N	达标
41		宋家塬村郭家塬组	30m	19.5	1.5	2.025	4.90	35.5	33.2	39.3	37.2	55	45	E、B、N	达标
42		宋家源村李旗沟组	10m	28.0	1.5	3.962	7.88	37.0	35.9	39.5	38.1	55	45	E、B、N	达标
43		双城村谷家塬组	10m	28.0	1.5	3.962	7.88	37.0	35.9	44.0	42.2	55	45	E、B、N	达标
44		双城村花旗组**	15m	19.5	1.5	3.019	8.10	38.4	37.2	41.2	38.9	70	55	E、B、N	达标

注：1、“环境敏感目标名称”中*表示该敏感目标为单回并行输电线路（输电线路中心对中心 100m 范围内的并行段）敏感目标，**表示该敏感目标为同塔双回输电线路敏感目标，未做*标记的为单回输电线路敏感目标。

2、表中预测数据为基于目前设计阶段线路与敏感目标的相对距离计算得出。表中最低导线高度为按目前设计阶段线路与敏感目标的相对距离进行预测提出，后期随设计深度推进线路可能向远离敏感目标的方向进行适当调整，线路高度也将随之进行相应的设计复核。

3、对于同一环境敏感目标有房屋分布在线路两侧，取本工程边 I、II 回两侧房屋预测值最大值作为该环境敏感目标处的预测值。

4、表中最低导线高度为现阶段线路与敏感目标相对距离情况下，敏感目标处能满足工频电场强度满足 4000V/m 公众曝露控制限值，工频磁感应强度满足 100μT 公众曝露控制限值的最低线高；后续根据工程设计优化需根据本环评提出的最低线高相应抬高导线高度以满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中相应公众曝露控制限值。

5、影响因子释义：E-工频电场强度，B-工频磁感应强度，N-噪声。

7 环境保护设施、措施分析与论证

7.1 环境保护设施、措施分析

本工程设计拟采取的环保措施详见本报告书第 3.8 节。这些措施符合环境影响评价技术导则中环境保护措施“预防、减缓、补偿、恢复”的基本原则，并体现了“预防为主、环境友好”的设计理念。本报告书将根据工程环境影响特点、工程区域环境特点、环境影响评价过程中发现的问题，补充相应的环境影响预防、减缓、补偿、恢复及环境管理措施，以保证本工程的建设符合国家环境影响评价、环境保护的法律法规、环境保护技术政策、国家环境保护产业政策的要求。

7.2 环境保护设施、措施论证

本工程拟采取的环保措施是根据本工程的特点、工程设计技术规范、环境保护要求拟定的。这些保护措施大部分是在已投产的 750kV 交流输电工程的设计、施工、运行经验的基础上，不断加以分析、改进，并结合区域特点确定的。通过类比同类工程，这些措施均具备了可靠性和有效性。

因此，本工程所采取的环保措施技术可行，经济合理，可使工程产生的环境影响符合国家有关环境保护法规、环境保护标准的要求。

7.3 环境保护设施、措施及投资估算

7.3.1 变电站环境保护措施

7.3.1.1 设计阶段环境保护设施、措施

（1）电磁环境

① 尽可能选择多分裂导线，并在设备定货时要求导线、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。

② 对变电站配电装置进行合理布局，尽量避免电气设备上方露出软导线，并增加导线对地高度。

（2）声环境

设备采购时，各项设备的噪声源强的声功率级不得超过环评中提出的规定。合理布置电抗器等噪声源，并尽可能远离噪声敏感点。

（3）地表水环境

本工程本期仅扩建 750kV 出线间隔、高压电抗器及增加相应的电气设备，不新增生活污水量，生活污水处理设施仍利用原有设施。

（4）固体废物

夏州、庆阳北 750kV 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。生站内设置垃圾箱存放生活垃圾等，定期清运，不会污染环境。本期工程不新增劳动定员，不新增固体废物等污染物，不改变站内现有环境保护设施，固体废物处置依托变电站前期固体废物设施处置。

（5）环境风险

变电站内主变、高抗等带油设备下方设置事故油坑，站内设有事故油池用于事故状态下的废油暂存。原有事故油池容量可满足最大单台含油设备 100%含油量体积要求并留有裕度。本期扩建高抗的事故排油，经设备下部的油坑收集，通过地下排油管道汇入前期已建的事故油池内，满足规范要求。故本期扩建不新增事故油池。在事故状态下产生事故油由有资质的单位回收处理。

7.3.1.2 施工期环境保护措施

（1）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，保持道路清洁，管控料堆和渣土堆放，防止扬尘污染。施工场地应定期洒水抑尘，当出现风速过大等不利天气状况或重污染天气应急响应期间，应停止施工作业。

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）设置固定垃圾存放点，垃圾应分类集中堆放并覆盖，及时清运，严禁焚烧、下埋和随意丢弃。

（2）施工废水

1）对于变电站扩建工程施工人员生活污水，夏州变间隔扩建工程可利用前期变电工程已建的地埋式生活污水处理设施，施工生活污水经其处理后回用，避免污染环境。庆阳变间隔扩建工程可利用一期工程施工生产生活区设置的临时化粪池收集后，由环卫部门定期清运，不外排。

2）设置临时沉淀池，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，沉淀的砂石清挖后回填综合利用。

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

4）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。

（3）施工噪声

1）加强施工期的环境管理工作，并接受环保部门的监督管理。

2）施工场地设在变电站内空地，不另外租地，可利用已有围墙及隔声屏障的隔声作用，以减缓施工噪声对周围环境的影响。

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。施工机械应尽量布置在场地中央，远离声环境保护目标。

4）应合理安排施工工序，尽量避免高噪声施工机械同时施工。严格控制夜间施工和夜间行车，使施工场界噪声满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）有关规定。

5）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，需在夜间施工时，应满足《中华人民共和国噪声污染防治法》的相关规定。

6）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。

（4）固体废物

在施工前应作好施工机构及施工人员的环保培训。施工人员产生的生活垃圾可收集至垃圾桶。垃圾桶分类设置，明确要求施工过程中的建筑垃圾及生活垃圾分别堆放，并安排专人专车及时清运或定期运至环卫部门指定的地点处置，使工程建设产生的垃圾处于可控状态。

（5）环境风险控制设施、措施

对于施工阶段主变油外泄的风险可以通过加强施工管理、避免野蛮施工、不按操作规程施工等方式从源头上控制；同时在含油设备的装卸、安装、存放区域设置围挡和排导系统，确保意外事故状态下泄露的变压器油导入事故油池，避免通过漫流或雨水排水系统进入外环境。

（6）施工管理和宣传教育

1）加强对施工人员的环境教育工作，提高其环保意识。

2）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。

7.3.1.3 运行期环境保护措施

（1）运行管理和宣传教育

1）对当地群众进行有关输变电工程和相关设备方面的环境宣传工作。

2）依法进行运行期的环境管理和环境监测工作。

3）在变电站周围设立警示标识，加强对当地群众的环境宣传工作，帮助群众建立环境保护意识和自我安全防护意识。

4）加强环境管理，使站内各项污染防治设施正常、稳定、持续运行。

5）加强环境监测，及时发现环境问题并按照相关要求进行处理。

（2）水环境污染防治设施、措施

充分利用变电站已建地埋式生活污水处理设施处理。带油设备在事故状态下产生的事故油经事故油池隔油处理后，交由有危废处理资质的单位处置，不外排。

及时检查站内生活污水处理设施是否运行良好，发现问题及时解决，确保生活污水不外排。

（3）固体废物影响控制设施、措施

变电站内设有分类垃圾收集箱，变电站原有的固体废弃物收集措施能够满足环保要求。

变电站前期项目已上齐蓄电池，本期不增加蓄电池容量。废旧蓄电池在收集、运输、更换时，严格执行《危险废物转移联单管理办法》有关规定，禁止在转移过程中擅自拆解、破碎、丢弃废旧蓄电池。待蓄电池到寿命周期时，由建设单位相关部门统一交由有资质单位处理，不会对环境造成影响。

（4）环境风险控制设施、措施

加强对事故油池及其排导系统的巡查和维护，做好运行期间的管理工作。

（5）运行期环境管理措施

1）加强运行期间的环境管理工作，确保变电站各项污染防治设施正常、稳定、持

续运行。

2）加强运行期间的环境监测工作，及时发现问题并按照相关要求进行处理。

7.3.2 输电线路环境保护措施

7.3.2.1 电磁环境影响控制

7.3.2.1.1 设计阶段环保措施

1）工程选线时充分征求沿线政府相关部门的意见，优化路径，尽量避让城镇规划区、学校、居民密集区。

2）严格按照相关规程及规范，结合工程所在区域周围的实际情况和工程设计要求，确保评价范围内常年住人的房屋电磁环境满足标准限值要求。

3）合理选择导线直径及导线分裂数以降低线路电磁环境影响，合理选择相间距离，要求导线、均压环及其它金具等提高加工工艺，防止尖端放电和起电晕。

7.3.2.1.2 电磁环境影响控制

设计在塔基定位微调线路对房屋距离时，可采用调整线路以达到达标控制距离要求或抬升导线对地高度的措施，确保工程线路附近环境敏感保护目标处的电磁环境影响能够满足相关标准限值要求。

（1）单回输电线路

若使本工程输电线路线下距地面 1.5m 高度处的所有区域工频电场强度均小于 4000V/m，导线最低线高需抬高至 29.0m；若使线下距地面 4.5m 高度处的所有区域工频电场强度均小于 4000V/m，导线最低线高需抬高至 29.5m。

当导线对地最低线高为 16.5m 时，满足架空输电线路下的耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所工频电场强度 10kV/m、工频磁感应强度 100μT 的限值要求，且应给出警示和防护指示标志。

（2）并行单回输电线路

若使本工程并行单回输电线路线下距地面 1.5m 高度处的所有区域工频电场强度均小于 4000V/m，导线最低线高需抬高至 36.5m。若使本工程并行单回输电线路最外侧边导线 6m 及以外距地面 1.5m 高度处的所有区域工频电场强度均小于 4000V/m，导线最低线高需抬高至 29.0m。

当导线对地最低线高为 17.5m 时，满足架空输电线路下的耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所工频电场强度 10kV/m、工频磁感应强度 100μT 的限值要求，且应给出警示和防护指示标志。

（3）同塔双回单侧带电输电线路

若使本工程同塔双回单侧带电输电线路线下距地面 1.5m 高度处的所有区域工频电场强度均小于 4000V/m，导线最低线高需抬高至 29.5m。当导线对地最低线高为 16.0m 时，满足架空输电线路下的耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所工频电场强度 10kV/m、工频磁感应强度 100μT 的限值要求，且应给出警示和防护指示标志。

（4）设计在塔基定位微调线路对房屋距离时，可采用调整线路以达到达标控制距离要求或抬升导线对地高度的措施，确保居民点处的工频电场强度不大于 4kV/m，工频磁感应强度不大于 100μT。

（5）本项目输电线路经过耕地、园地、牧草地、禽蓄饲养地、养殖水面、道路等场所，其频率 50Hz 的电场强度控制限值为 10kV/m，且应给出警示和防护指示标志。

（6）本项目输电线路在下阶段设计时，尽量采取优化措施，确保输电线路尽量远离本环评中环境敏感目标。

7.3.2.2 声环境影响控制

（1）合理选择导线截面和导线结构以降低线路的电晕噪声水平。

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

（3）线路后续优化时应尽量向远离居民点的方向调整，尽可能增加线路与民房的距离。

7.3.2.3 大气环境影响控制

（1）施工过程中，应当加强对施工现场和物料运输的管理，保持道路清洁，管控料堆和渣土堆放，防止扬尘污染。施工场地应定期洒水抑尘，当出现风速过大等不利天气状况或重污染天气应急响应期间，应停止施工作业。

（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）线路塔基基础开挖过程中，应及时洒水使施工区域保持一定湿度。塔基基础开挖过程中，应定时、及时洒水使施工区域保持一定的湿度；对施工场地内松散、干涸的表土，也应定时、及时洒水。

（4）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。

（5）设置固定垃圾存放点，垃圾应分类集中堆放并覆盖，及时清运，严禁焚烧、下埋和随意丢弃。

（6）加强施工期间移动源污染控制，进出场地的车辆应限制车速。

7.3.2.4 水环境影响控制

（1）加强施工期间人员管理，禁止将废污水和固体废物倾倒入河流等水体。

（2）施工期间施工场地要尽量远离水体，并划定明确的施工范围，不得随意扩大，施工临时道路尽量利用已有道路。

（3）合理安排工期，避免雨季施工。基础施工阶段，开挖过程中的临时堆土等应采取遮盖、铺垫和拦挡措施，防止雨水冲刷、无组织径流污染河流水体。基础钻孔或挖孔的渣不能随意堆弃，应运到指定地点堆放。

（4）线路尽量采用一档跨越方式通过水体，不在河流内岸和河道中立塔，不会对跨越水体构成影响。线路架线时采用牵张放线和无人机放线等先进的展放工艺，避免涉水施工。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。

（5）施工中临时堆土点应远离跨越的水体并采取苫盖、拦挡等措施。不得在水体附近和河道范围内设置临时堆土点。

（6）尽可能采用商品混凝土，如在施工现场拌和混凝土，应对砂、石料冲洗废水进行处置和循环使用，严禁排入河流影响受纳水体水质。

（7）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。

（8）临近水源保护区的塔基除采取前述措施外，在设计、施工中还应采取以下措施：

① 对于临近水源保护区边界的塔基，所有施工临时占地应布设在远离水源保护区一侧。

② 施工前应在水源保护区边界外设置硬质围挡或彩条旗限界，施工人员、施工器具、材料进入水源保护区范围。

③ 根据现场地形可考虑在水源保护区一侧基础下边坡方向设置堡坎，防止基础开挖产生的土石向水源保护区滚落；临近水源保护区的基础开挖产生的土石不允许在坑口下边坡方向堆放。

7.3.2.5 固体废物影响控制措施

在工程施工前应做好施工机构及施工人员的环保培训。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清运至当地政府部门指定地点处置，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，本项目拆迁主要涉及输电线路工程拆迁范围内居民房屋，建筑垃圾主要为房屋拆迁产生的垃圾，拆迁后的建筑材料如木料、瓦被户主整理回用，其它的建筑垃圾施工单位已委托当地当地政府进行清运。施工结束后施工单位对拆迁场地进行清理或碾压整平，结合周边的土地利用现状及时恢复植被。

7.3.2.6 生态环境影响控制措施

（1）总体措施

①生态保护意识教育

根据《中华人民共和国野生动物保护法》、《中华人民共和国野生植物保护条例》等法律法规，加强对施工人员的环境保护意识教育，要求文明施工，不得滥采滥挖滥伐，不得捡拾鸟卵、捕捉野生动物及其幼体等。

②划定施工范围

根据工程施工位点，划定施工范围，禁止随意扩展施工范围。

③施工组织方式优化

合理安排工期，避免大风及暴雨天气施工，提高施工效率，缩短施工时间，减少生态影响；可根据天气情况及时调整施工工序，工序布设紧凑合理，避免因工序安排不当而造成的大面积地表裸露，将水土流失控制在最小程度。

④加强施工人员管理

加强施工人员管理，禁止施工人员打猎、捡拾鸟卵。

⑤定期清理污染物

施工时，污染物排放不得超过国家和地方规定的污染物排放标准，定期安排人员收集垃圾和废污水，禁止向河流排放废污水、扔垃圾等。

⑥加强水土保持和植被恢复措施

工程施工应当尽量减少破坏植被；临时占地施工结束后应恢复原地貌和植被。

（2）植物保护措施

①严格控制塔基开挖面积，严格控制临时占地面积，尽量减少施工活动的扰动面积，减少对植被影响。

②禁止采挖、破坏野生保护植物，施工过程如遇野生保护植物应设置围栏进行保护。

③牵张场及材料堆放场地采取下垫措施。

④在耕地区域，待施工结束后积极进行土地整治及复耕，在草原及灌丛区域撒播草籽。合理选择施工便道，尽可能利用已有道路，减少施工便道的修筑。临时堆土进行苫盖，降低水土流失。

⑤合理选择施工便道，尽可能利用已有道路，减少施工便道的修筑。

（3）动物保护措施

①加强施工人员的教育和管理，加强施工监管。

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。

③要合理控制施工范围，控制施工噪声，减轻对野生动物的不良影响。

（4）农业生态保护措施

减少耕地占用，尽可能占用耕田边角的荒地与草地等。跨越耕地线路进行塔基定位时，应结合地形特点优化，尽量使塔位不落入耕地，或减少落入耕地中心的塔位，使塔位落于农田边角，减少对耕作的影响。施工中，临时堆土应堆放至田埂或田头边坡，不得覆压征用范围外农田，回填时按照土层顺序实施。施工结束后，立即清理施工场地，进行土地整治，复耕。

（5）水土流失预防措施

本工程各单项工程均属输电建设类项目，其主要水土保持防治类型均为各单项工程项目建设区中的永久占地区和临时占地区。

工程永久性占地区：该区开挖量较大，对地表扰动相对剧烈，水土流失防治以工程

措施为主，裸露地表部分必要时辅以植物措施。主体工程永久性占地区出于工程安全考虑，在主体工程设计中已采取了安全防护措施，这些措施一般具有水土保持功能。

工程临时性占地区：临时占地区主要是输电线路塔基施工场地、牵张场、跨越场地、施工道路等。对该区的水土流失防治主要以工程措施、植物措施以及临时措施为主。本工程按分区进行水土流失预防措施布置，详述如下：

①变电站扩建区施工过程中，对开挖的土方进行彩条布苫盖，施工结束后，在裸露地表进行覆压碎石。

②施工生产生活区采取洒水降尘，主体工程施工结束后，对扰动区域进行土地整治恢复植被。

③塔基和施工场地区：施工前确定塔基施工场地范围，严格限制施工机械和人员活动范围，并对塔基永久占用耕地开挖扰动区域剥离表土、集中堆放。施工中对临时堆土外侧设装土编织袋拦挡、彩条布苫盖等临时措施。施工结束后进行回覆表土、恢复耕地，对占用其他草地的结合土地整治，撒播草籽恢复植被，对占用林地的，施工结束后，结合土地整治，植树造林，对占用果园的，施工结束后，结合土地整治，栽植果树。

④牵张场区：施工前确定牵张场地位置，严格限制施工机械和人员活动范围。施工中对场地内采取彩条布铺垫等临时措施。施工结束后对占用耕地的，进行土地整治恢复耕地，对占用其他草地的结合土地整治，撒播草籽恢复植被。

⑤跨越场地区：施工前确定跨越场地范围，严格限制施工机械和人员活动范围。施工结束后对占用耕地的，进行土地整治恢复耕地，对占用其他草地的结合土地整治，撒播草籽恢复植被。

⑥施工便道：施工前确定施工道路走向、宽度等，严格限制施工机械和人员活动范围。施工结束后对占用耕地的，进行土地整治恢复耕地，对占用其他草地的结合土地整治，撒播草籽恢复植被。

（6）临时占地减缓和恢复措施

本工程输电线路在施工过程中临时占地主要包含了施工便道、材料场、牵张场等。施工结束后，对临时占地采用以下措施。

①严格控制施工面积，及时清运施工废物，尽量保护周围植被。施工期严格限定施工范围，不允许随意破坏和占用额外土地。

②施工中尽量减少植被占压、破坏。尽量选择未利用地为临时用地，尽可能减少对林地的占用，若必须占用林地，临时占地应选择在植被较为稀疏的区域。

③施工前对占用耕地的范围进行表土剥离，堆放于施工区域并采取防护措施。施工完成后，临时占地应及时清理，将收集的耕作土覆盖复耕，不能用作耕地的应种灌草等恢复植被。

（7）施工管理和宣传教育

①加强对施工人员的环境教育工作，提高其环保意识。

②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，向公众解释输变电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。

7.3.2.7 环境管理措施

（1）强化施工期的环境保护管理工作。组建环境管理组织体系，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工作。

（2）强化施工期环境监理工作。建设单位根据本环评提出的各项环保措施，分别针对设计、监理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，确保环境监理工作正常开展，以保证各项环保措施在工程建设阶段得以顺利实施，重点关注生态敏感区生态功能状况及其变化和临时占地的恢复情况。

（3）及时进行竣工验收。工程投运后，应进行竣工环境保护验收调查工作，确保沿线各环境敏感目标处的工频电场强度、工频磁感应强度及噪声满足相关标准要求。

（4）对当地群众进行有关高压送电工程方面的环境宣传工作，做好公众沟通工作。

（5）加强对线路巡检人员的环境教育工作，提高其环保意识，巡检过程中关注环保问题；生态类保护目标范围内尽量减少线路巡检和维护时的人员和车辆，减少对生态环境的影响。

7.3.3 对生态保护红线的保护措施

（1）设计阶段保护措施

① 在无法避让生态保护红线且塔基面积优化至最佳的条件下，结合周围实际情况，适当加大塔基与生态保护红线距离，减小工程建设可能对其产生的间接影响。

② 穿越生态保护红线段空中架线选择无人机等环境友好型施工工艺，避免对线路下方进行扰动。避免在生态红线范围内设置牵张场地。

③ 禁止生态保护红线内设置材料堆场和施工营地，严禁在生态保护红线范围内开

辟大型机械施工道路。

④ 项目设计单位及建设单位紧密跟踪生态保护红线划定结果以及相应的管理要求，做好工程实施与有关保护要求的衔接，确保工程建设满足国家及地方相应管控要求。

（2）施工期保护措施

① 强化施工阶段的环境管理。在施工期间，为保证施工质量，除了由质量监理部门派人进行监督，保证环境保护措施得到落实，还应建立环境监督制度，监督指导施工落实生态保护的施工措施。确保承包商、监理单位在工程实施过程中，执行国家、地方已有环境法律法规及其落实生态环境评价与规划中制定的生态环境保护方案。

② 生态保护红线内不设置牵张场、材料堆场等临时占地。划定施工作业范围，在施工带内施工。施工过程中应确定严格的施工范围，并使用显著标志（如彩旗或彩色条带）加以界定，严格控制工程施工过程中的人工干扰范围。在保证施工顺利进行的前提下，尽量减少占地面积。严格限制施工人员及施工机械活动范围。加快进度，尽可能缩短施工时间，减轻干扰。

③ 施工结束后，施工单位应负责及时清理现场，使之尽快恢复原状，将施工期对生态环境的影响降到最低程度。

④ 加强施工队伍职工环境保护思想教育，规范施工人员行为。

（3）运行期保护措施

① 生态恢复时，应尽量采用本地种类或常见绿化物种，严禁随意使用非本地物种，避免因生物侵袭给当地的生态系统带来严重伤害。

② 在线路工程保护线以外的临时性施工场所应以植树为主要生态恢复手段，树坑回填时应尽量争取以熟土回填。

7.3.4 环境保护措施责任主体及实施方案

建设单位国家电网有限公司西北分部是本工程环境保护措施的责任主体，建设管理单位、设计单位、施工单位、运行管理单位负责落实各建设阶段的具体环境保护措施。

施工期的环境管理工作由施工单位和建设管理单位共同负责。施工单位项目部对工程环境保护工作进行日常管理，建设单位对施工单位环保工作进行监督管理。工程施工采取招标制，将工程环保要求纳入投标文件中，将环境保护措施和要求落实到施工方案确定、设备安装等各个环节。建设单位定期对施工单位环保管理情况进行督查。

工程竣工后，建设单位应组织自验收，对环境保护措施进行验收，验收合格后方可

投入运行。运行期环境保护工作由国家电网有限公司西北分部统一管理，定期对环保设施进行检查、维护，确保环保设施正常工作，做好应急准备和应急演练。

7.3.5 环保措施投资估算

本工程静态投资总计 184208 万元，其中夏州 750kV 变电站扩建工程静态投资 12108 万元，庆阳北 750kV 变电站扩建工程静态投资 13103 万元，夏州～庆阳北双回 750kV 线路工程静态投资 158997 万元。其中，环保投资总计 1448.7 万元，环保投资占工程总投资的 0.78%。本工程环保措施投资估算见下表。

表 7.3-1 变电工程环保措施投资估算表

序号	**项目**	**费用（万元）**		**备注**
		夏州 750kV 变电站	**庆阳北 750kV 变电站**	
1	高抗油坑及卵石	140.9	64.8	计列在主体设备费用之中
2	噪声：防火墙等	122.2	92.8	计列在主体设备费用之中
3	施工期环保临时设施、措施	15	12	垃圾收集、垃圾清运；洒水降尘；土方密目网苫盖、拦挡，防止起尘和水土流失、土工布、吸油毡等。
4	环境管理	10	10	/
小计		288.1	179.6	/
合计		467.7		/

表 7.3-2 线路工程环保投资估算一览表

序号	**项目**	**环保措施内容**	**费用（万元）**
1	大气环境保护	密目网苫盖、洒水降尘等。	150.0
2	水环境保护	沉淀池、移动厕所、简易旱厕等。	64.0
3	固体废物处置	建筑垃圾运输处理、生活垃圾运输处理、垃圾箱。	76.0
4	土壤环境保护	土工布/吸油毡/彩条布铺垫等。	140.0
5	生态环境保护	植被保护及恢复、撒播草籽。	260.0
6	环境管理	环境保护宣传栏/宣传册/环境保护培训	8.0
合计			698.0

表 7.3-3　环保总投资估算汇总表

序号	项目	费用（万元）
1	变电站工程环保措施费用	467.7
2	线路工程环保措施费用	698.0
3	环境影响评价费用	118.0
4	施工期环境监理费	45.0
5	环境监测及环境保护验收费	120.0
环境保护总投资		1448.7
工程静态总投资		184208.0
环保投资占总投资比例（%）		0.78%

8 环境管理与监测计划

8.1 环境管理

8.1.1 环境管理机构

建设单位、施工单位、运行主管单位应在各自管理机构内配备专职或兼职人员，负责环境保护管理工作。

8.1.2 设计、施工招标阶段的环境管理

（1）主体工程设计单位应在下阶段设计中，将环评报告中提出的措施纳入工程设计中。设计中应统筹安排施工时序，合理安排环保措施的实施进度。

（2）设计单位应遵循有关环保法规，严格按有关规程和法规进行设计。设计施工文件中详细说明施工期应注意的环保问题，按设计文件执行并同时作好记录。

（3）建设单位应将施工环保措施纳入施工招标文件中，明确验收标准和细则。

8.1.3 施工期环境管理

本项目的施工应采取招投标制，施工招标中应对投标单位提出建设期间的环保要求。在施工设计文件中详细说明建设期应注意的环保问题、采取的防治措施。严格要求施工单位按设计文件施工，特别是按环保要求提出的措施要求进行施工。施工期环境管理的职责和任务包括：

（1）贯彻执行国家的各项环境保护方针、政策、法规和各项规章制度。

（2）制定本项目施工中的环境保护计划，负责项目施工过程中各项环境保护措施实施的监督和日常管理。

（3）收集、整理、推广和实施项目建设中各项环境保护的先进工作经验和技术。

（4）组织和开展对施工人员进行施工活动中应遵循的环保法规、知识的培训，提高全体员工文明施工的认识。

（5）负责日常施工活动中的环境监理工作，做好项目用地区域的环境特征调查，并应掌握环境敏感目标的相关情况。

（6）在施工计划中应适当计划设备运输道路，以避免影响当地居民生活，施工中

应考虑保护生态环境，合理组织施工以减少占用临时施工用地。

（7）做好施工中各种环境问题的收集、记录、建档和处理工作。

（8）监督施工单位，使施工工作完成后的环保设施等各项保护项目同时完成。

（9）项目竣工后，组织进行竣工环境保护验收。

8.1.4 竣工环境保护验收

本工程的建设应执行污染治理设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的“三同时”制度。本工程正式投产运行前，建设单位应做好本工程的竣工环境保护自验收工作，主要内容应包括：

（1）施工期环境保护设施、措施实施情况分析。

（2）工程运行中的工频电场、工频磁场、噪声对环境的影响情况。

（3）工程运行期间环境管理所涉及的内容。

工程竣工环境保护验收的内容见表 8.1-1。

表 8.1-1 工程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	相关批复文件是否齐备，环境保护档案是否齐全。
2	与法规、规划的相符性	本工程交流输电线路是否避让沿线环境敏感区；如通过法律允许的敏感区，是否按照规定办理了相关的手续。
3	各类环境保护设施是否按报告书中要求落实	工程设计及本环评提出的设计、施工、运行阶段的电磁环境、水环境、声环境保护措施落实情况及实施效果。
4	环境保护设施安装质量	环境保护设施安装质量是否符合国家和有关部门规定，包括电磁环境保护设施、声环境保护设施。与环评阶段相比，线路是否尽量远离居民点，若没有，线路附近居民点处电磁环境是否满足标准要求。
5	环境保护设施正常运转条件	各项环保设施是否有合格的操作人员、操作制度。
6	污染物排放及总量控制	工频电场、工频磁场、噪声水平是否满足评价标准要求。
7	生态保护措施	是否落实本环评中提出的各项生态保护措施，各项生态保护措施的实施效果。临时占地是否进行了植被恢复及恢复效果。
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。竣工验收中，应该对所有的环境影响因子如工频电场强度、工频磁感应强度和噪声进行监测。
9	环境保护目标环境影响验证	监测变电站及线路附近工频电场强度、工频磁感应强度和噪声等环境影响指标是否与预测结果相符。

8.1.5 运行期环境管理

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。监督国家法规、条例

的贯彻执行情况，制订和贯彻环保管理制度，监控本工程主要污染源，对各部门、操作岗位进行环境保护监督和考核。

运行期环境管理的职责和任务包括：

（1）制定和实施各项环境管理计划。

（2）建立工频电场、工频磁场及噪声环境监测。

（3）掌握项目所在地周围的环境特征和环境敏感目标情况。加强巡线工作，建立巡线记录，巡线人员发现线路下有新建永久住人房屋应及时上报，然后建设单位与居民加强沟通、协商解决问题。

（4）检查环境保护设施运行情况，及时处理出现的问题，保证环保设施正常运行。

（5）不定期巡查线路各段，重点关注沿线环境敏感目标情况，生态环境恢复状态，保障生态保护与项目运行相协调。

（6）协调配合上级环保主管部门所进行的环境调查，生态调查等活动。

8.1.6 环境管理培训

应对项目相关单位（重点是施工单位、运行单位）的主要参与人员，以及受项目影响区域内的公众，进行环境保护法规政策、技术标准等方面的宣传与培训，进一步增强施工、运行单位的环保管理水平，减少施工期、运行期产生的不利环境影响，提高公众科学的环境保护意识和对输变电项目的正确认识。

具体的环保管理培训计划见表8.1-2。

表 8.1-2 环境保护培训计划

项 目	参加培训对象	培训内容
环境保护知识和政策	变电站及输电线路附近的企业员工及其他相关人员	1.电磁环境影响的有关知识 2.声环境质量标准 3.电力设施保护条例 4.其他有关的国家和地方的规定
环境保护管理培训	建设单位或运行单位、施工单位及其他相关人员	1.中华人民共和国环境保护法 2.中华人民共和国水土保持法 3.中华人民共和国野生动物保护法 4.中华人民共和国野生植物保护条例 5.建设项目环境保护管理条例 6.其他有关的管理条例、规定
水土保持和野生动植物	施工及其他相关人员	1.中华人民共和国水土保持法 2.中华人民共和国野生动物保护法

项 目	参加培训对象	培训内容
保护		3.中华人民共和国野生植物保护条例 4.其他有关的地方管理条例、规定

8.2 环境监测

8.2.1 环境监测任务

根据输变电项目的环境影响特点，主要进行运行期的环境监测和环境调查。运行期的环境影响因子主要包括工频电场、工频磁场和噪声，针对上述影响因子，拟定监测计划如下，详见表 8.2-1。

（1）电磁环境监测

1）监测项目：工频电场、工频磁场。

2）监测方法：执行国家相关的监测技术规范、方法。

3）监测频次及时间：项目正式投运后结合竣工验收监测1次。

4）监测布点：变电站监测点布置在站址处及附近的环境敏感目标；输电线路监测点可在环境敏感目标列表中选择有代表性的对象进行监测，选择代表性对象时宜主要考虑已进行了现状监测的环境敏感目标，并兼顾不同的行政区划及地形地貌特点。

（2）声环境监测

1）监测项目：昼、夜间等效声级。

2）监测方法：执行国家相关的监测技术规范、方法。

3）监测频次及时间：本项目投运后结合竣工验收监测1次。

4）监测布点：同电磁环境。

表 8.2-1 电磁环境、声环境监测计划要求一览表

序号	名称		内容
1	工频电场 工频磁场	点位布设	变电站站界及站外环境敏感目标、线路沿线附近的环境敏感目标。
		监测项目	工频电场、工频磁场
		监测方法	《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》（HJ 681-2013）
		监测频次和时间	运行期如有环保投诉或纠纷，根据需要进行不定期监测。
2	噪声	点位布设	变电站站界及站外环境敏感目标、线路沿线附近的环境敏感目标。
		监测项目	等效连续 A 声级
		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）

		监测频次和时间	运行期如有环保投诉或纠纷，根据需要进行不定期监测。

（3）生态环境调查

1）调查范围：变电站周边区域、输电线路走廊附近区域。

2）调查时期：工程建设前、工程投运后。

3）调查内容：土地利用状况、临时占地恢复、拆迁迹地恢复、建设区域内的植被恢复。

4）重点调查对象：工程涉及的生态环境敏感段。

8.2.2 监测技术要求

运行期变电站、输电线路附近的工频电场、工频磁场和声环境监测工作可委托相关资质单位完成。主要声源设备大修前后，应对变电工程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。

监测范围应与项目实际建设的影响区域一致，监测位置与频次除按前述要求外，还应满足生态环境主管部门对于建设项目竣工环保自验收监测的相关规定。

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；监测单位应对监测成果的有效性负责。

9 环境影响经济损益分析

由于环境资源的不可再生性，项目建设对环境带来的社会经济效益和生态效益的损失越来越受到重视，但目前关于环境经济损益尚无成熟的定量估算方法，本报告对经济损益作定量分析，对环保投资的环境效益、社会经济效益作简要的定性分析。

9.1 环境效益

陇东~山东±800kV 特高压直流输电工程已纳入国家《电力发展“十四五”规划》，对促进陇东革命老区及黄河流域高质量发展、保障电力安全可靠供应、加快能源清洁低碳转型、助力新型能源体系规划建设、实现碳达峰碳中和具有重要意义。

夏州~庆阳北 750 千伏输变电工程的建设使陕甘两网之间形成三个 750kV 联络通道，为陇东~山东土 800kV 特高压直流输电工程提供了坚强交流网架支撑，提高了换流站运行的可靠性灵活性。对于加强省间互济、保障陕北电力送出、满足关中及陕南电力供应，提升新能源消纳水平具有重要的意义，对环境效益是明显的。

9.2 社会效益

（1）加强省间联网，提升陕西与西北主网功率交换能力

工程的建设有利于提高陕北电力外送能力，满足大规模新能源电力送出需要和关中及陕南电网负荷需要，提升陕甘两网功率交换能力，对陕北-关中功率输送及西北省间电力互济均具有重要的促进作用。同时本工程的建设加强省间联网，提升陕西与西北主网功率交换能力。

（2）为陇东换流站提供了坚强交流网架支撑，提高了换流站运行的可靠性、灵活性

陇东~山东土 800kV 特高压直流输电工程已纳入国家《电力发展“十四五”规划》，主要满足甘肃陇东能源基地煤电、新能源开发外送需要，送电山东电网消纳，输电容量 8000MW，规划“十四五”期间建成投运。根据陇东换流站接入系统方案，该换流站以 750kV 电压等级接入系统，并分别新建陇东换流站~庆阳北 3 回和陇东换流站~平凉 3 回 750kV 线路。夏州~庆阳北 750kV 输变电工程是陇东~山东特高压直流工程配套交流网架加强工程的重要组成部分，能满足陕西电网向陇东~山东特高压直流工程送电的需要，为其提供交流网架支撑。同时，为换流站提供了坚强交流网架支撑，提高了换流站运行

的可靠性、灵活性。

（3）增加就业机会

本项目的建设与投产，可以安置一批富余劳动力，增加就业机会，促进劳动力的转移，产生良好的社会效益。

9.3　经济效益

本工程主要经济指标情况详见表 9.3-1。

由表 9.3-1 可得，本工程经济效益指标较理想，从经济分析的角度来看，本工程是可行的。

表 9.3-1　本工程主要经济指标情况

项目	单位	指标
静态总投资	万元	184208
建设期利息	万元	5185
动态总投资	万元	189393
总投资收益率	%	4.31
财务净现值	万元	1237.26
投资回收期	年	18.08
内部收益率（资本金）	%	4.31
项目资本金净利润率	%	6.55
单位电量分摊金额（含税）	元/MW·h	2.92

10 评价结论与建议

10.1 工程概况

本工程建设内容包括：夏州 750 千伏变电站间隔扩建工程、庆阳北 750 千伏变电站间隔扩建工程、新建夏州~庆阳北 750kV 线路工程。工程涉及的行政区包括陕西省榆林市（定边县）、延安市（吴起县），甘肃省庆阳市（环县、华池县），共计 2 省 3 市 4 县。

（1）夏州 750 千伏变电站间隔扩建工程

夏州 750 千伏变电站间隔扩建工程站址在行政区划上隶属于陕西省榆林市定边县东部的郝滩镇。

夏州 750kV 变电站本期扩建 2 个 750kV 出线间隔至庆阳北 750kV 变电站。本期至庆阳北 750kV 变电站 2 回 750kV 出线侧分别装设 1 组 180Mvar 高压并联电抗器。

（2）庆阳北 750 千伏变电站间隔扩建工程

庆阳北 750 千伏变电站间隔扩建工程站址在行政区划上隶属于甘肃省庆阳市环县曲子镇。本期扩建 2 个 750kV 出线间隔至夏州 750kV 变电站。本期至夏州 750kV 变电站 2 回 750kV 出线侧分别装设 1 组 210Mvar 高压并联电抗器。本期在#2 主变低压侧装设 1 组 120Mvar 低压电容器。

（3）新建夏州～庆阳北 750kV 线路工程

新建夏州～庆阳北 750kV 线路，起于夏州 750kV 变电站，止于庆阳北 750kV 变电站，线路长度为 2×172km，除庆阳北 750kV 变电站出线 2×2.1km 本工程两回线路分别与备用线路采用同塔双回路架设（本期单侧带电）外，其余按两个单回路架设。线路涉及的行政区包括陕西省榆林市定边县、延安市吴起县，甘肃省庆阳市环县和华池县，共计 2 省 3 市 4 县。

10.2 环境现状

10.2.1 自然环境现状

（1）夏州 750 千伏变电站间隔扩建工程

该站址地貌类型属黄土梁半坡台地地貌，地形总体呈东南高西北低，地面高程 1516-1562m，自然地面坡度约 6.5%，夏州变站址所在区域海拔高度在 1522~1560m。

（2）庆阳北 750 千伏变电站间隔扩建工程

该站址原始地貌属于河流阶地，场地地形平坦开阔，西北高东南低，现为台阶耕地，站址区海拔高程在 1119~1130m 之间。

（3）新建夏州～庆阳北 750kV 线路工程

1）黄土丘陵地貌

线路沿线分布极为广泛，山梁顶部一般较缓、沟壑处较陡，缓坡丘陵起伏不大，整体海拔 1400~1700m。冲沟发育，梁峁起伏，顶面大多浑圆，较平坦开阔，多为台阶状耕地、其他草地等。表层为黄土或黄土状土覆盖，厚度大于 10m。

2）黄土台塬地貌

此部分路径区域地形较平坦、开阔，现多为水浇耕，相对高差小，交通条件较好。

10.2.2 生态环境现状

本工程生态环境总评价范围为 17691.38hm^2，按照《土地利用现状分类标准》（GBT21010-2017）进行地类划分，将评价区的土地利用现状类型分为水浇地、灌木林地、其他草地等 9 种土地利用类型。

经过对当地林业局和居民的调查访问，结合本次调查，评价区内多为草本和栽培作物，未发现古树名木。评价区内没有发现国家级保护植物，以及极危、濒危和易危的物种。现场调查得知，本项目所在区域人类耕作历史悠久，因受人类活动影响较大，动物以人工养殖家禽、家畜为主，野生动物较少。评价范围内不涉及珍稀濒危野生动物集中分布区以及受保护的珍稀濒危野生动物集中栖息地。并且未在评价区内发现有重点保护动物，亦未见有珍稀濒危动物。

10.2.3 电磁环境现状

（1）工频电场强度

夏州 750kV 变电站站界工频电场强度监测结果在 30.05V/m ~736.11V/m 之间。庆阳北 750kV 变电站站界工频电场强度监测结果在 0.29V/m~10.98V/m 之间，庆北变外电磁环境评价范围内敏感目标工频电场强度监测结果为 1.17V/m。

输电线路沿线各敏感点工频电场强度监测结果在 0.24V/m~66.00V/m 之间，均满足 4000V/m 的公众曝露控制限值。

本工程交叉跨越 330kV 夏边 I、II 回、交叉跨越 330kV 夏尖线、330kV 夏渠线（与 330kV 夏尖线同塔双回）处工频电场强度分别为 1782.1 V/m、1433.1 V/m。本工程钻越

±800kV 灵绍线、±800kV 天中线处工频电场强度分别为 0.95 V/m、0.92 V/m。交流线路的电磁环境影响因子工频电场不会与直流线路的影响因子合成电场产生叠加。根据监测结果，本工程交叉跨越处工频电场强度满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）相应标准限值要求。

（2）工频磁感应强度

夏州 750kV 变电站站界工频磁感应强度监测结果在 0.0375μT~0.6664μT 之间；庆阳北 750kV 变电站站界工频磁感应强度监测结果在 0.0064μT~0.0084μT 之间，庆北变外电磁环境评价范围内敏感目标工频磁感应强度监测结果为 0.0131μT。

输电线路沿线各敏感点工频磁感应强度监测结果在 0.0058μT~0.0645μT 之间，均满足 100μT 的公众曝露控制限值。

本工程交叉跨越 330kV 夏边 I、II 回、交叉跨越 330kV 夏尖线、330kV 夏渠线（与 330kV 夏尖线同塔双回）处工频电场强度分别为 1.3298 μT、0.8510 μT。本工程钻越 ±800kV 灵绍线、±800kV 天中线处工频磁感应强度分别为 0.0096 μT、0.0112 μT。交流线路的电磁环境影响因子工频磁场不会与直流线路的影响因子合成电场产生叠加。根据监测结果，本工程交叉跨越处工频磁感应强度满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）相应标准限值要求。

10.2.4 声环境现状

夏州 750kV 变电站站界各监测点噪声监测结果昼间在 40dB（A）~44dB（A）之间，夜间在 38dB（A）~42dB（A）之间。昼、夜间满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准。

本工程在进行声环境现状监测时，庆阳北 750kV 变电站一期工程暂未开工建设。庆阳北 750kV 变电站声环境监测点噪声监测结果昼间在 34dB（A）~35dB（A）之间，夜间在 31dB（A）~32dB（A）之间，均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准。

庆阳北 750kV 变电站站外声环境保护目标的噪声监测结果昼间在 40dB（A）~45dB（A）之间，夜间在 37dB（A）~44dB（A）之间，均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准。

输电线路沿线敏感点的噪声监测结果昼间在 34dB（A）~44dB（A）之间，夜间在 31dB（A）~41dB（A）之间，均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）相应类标准。

可见，评价区各监测点声环境现状良好。

本工程交叉跨越 330kV 夏边 I、II 回、交叉跨越 330kV 夏尖线、330kV 夏渠线（与 330kV 夏尖线同塔双回）昼间噪声分别为 37 dB（A）、41 dB（A），夜间噪声分别为 34 dB（A）、39 dB（A）；本工程钻越±800kV 灵绍线、±800kV 天中线处昼间噪声分别为 41 dB（A）、40 dB（A），夜间噪声分别为 39 dB（A）、38 dB（A），监测结果满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）相应类标准。

10.3 环境影响预测与评价

10.3.1 电磁环境影响评价结论

（1）变电站

由信义 750kV 变电站四周工频电磁场监测结果可以推测，夏州 750kV 变电站本期建成投运后，产生的工频电场强度满足 4000V/m 公众曝露控制限值要求，工频磁感应强度满足 100μT 公众曝露控制限值要求。

由莫高 750kV 变电站四周工频电磁场监测结果可以推测，庆阳北 750kV 变电站本期建成投运后，变电站周围环境保护目标处电磁环境能够满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中工频电场 4kV/m、工频磁感应强度 100μT 的限值要求。

（2）交流输电线路

① 单回输电线路

ZBC4 型直线塔在导线对地高度为 19.5m（过居民区）时预测高度为 1.5m、4.5m 情况下，工频电场强度最大值分别为 7.530kV/m（最大值位置距线路中心 22.00m）、8.119kV/m（最大值位置距线路中心 21.30m），工频磁感应强度最大值分别为 20.09μT（最大值位置距线路中心 0m）、24.74μT（最大值位置距线路中心 0.0m）；导线对地最小线高 15.5m（过非居民区）时预测高度为 1.5m 情况下，工频电场强度最大值为 10.742kV/m（最大值位置距线路中心 21.10m），工频磁感应强度最大值为 26.66μT（最大值位置距线路中心 0.0m）。

当导线最低线高至 29.0m 时，线下距地面 1.5m 高度处的所有区域工频电场强度均小于 4000V/m；导线最低线高至 29.5m 时，线下距地面 4.5m 高度处的所有区域工频电场强度均小于 4000V/m。

当导线对地最低线高为 16.5m 时，满足架空输电线路下的耕地、园地、牧草地、畜

禽饲养地、养殖水面、道路等场所工频电场强度 10kV/m、工频磁感应强度 100μT 的限值要求，且应给出警示和防护指示标志。

② 单回并行输电线路

本工程单回并行情况下，ZBC4 型直线塔在导线对地高度为 19.5m（过居民区）时预测高度为 1.5m 时，工频电场强度最大值分别为 8.345kV/m（最大值位置距线行中心-16.6m），工频磁感应强度最大值分别为 21.77μT（最大值位置距线行中心-32.6m）；导线对地最小线高 15.5m（过非居民区）时预测高度为 1.5m 情况下，工频电场强度最大值为 11.369kV/m（最大值位置距线行中心-18.4m），工频磁感应强度最大值为 28.19μT（最大值位置距线行中心-27.8m）。

当导线抬高至 29.0m 时，并行单回线路最外侧边导线 6m 及以外距地面 1.5m 高度处的所有区域工频电场强度均小于 4000V/m。当导线最低线高至 36.5m 时，线下距地面 1.5m 高度处的所有区域工频电场强度均小于 4000V/m。当导线对地最低线高为 17.5m 时，满足架空输电线路下的耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所工频电场强度 10kV/m、工频磁感应强度 100μT 的限值要求，且应给出警示和防护指示标志。

③ 同塔双回单侧带电输电线路

本工程 750kV 同塔双回单侧带电 750-QC23S-Z1 型直线塔在导线对地高度为 19.5m（过居民区）时预测高度为 1.5m 时，工频电场强度最大值分别为 7.401kV/m（最大值位置距线路中心 13.7m），工频磁感应强度最大值分别为 11.7μT（最大值位置距线路中心 14.0m）；导线对地最小线高 15.5m（过非居民区）时预测高度为 1.5m 情况下，工频电场强度最大值为 10.380kV/m（最大值位置距线路中心 13.7m），工频磁感应强度最大值为 16.42μT（最大值位置距线路中心 14.00m）。

当导线最低线高至 29.5m 时，线下距地面 1.5m 高度处的所有区域工频电场强度均小于 4000V/m。当导线对地最低线高为 16.0m 时，满足架空输电线路下的耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所工频电场强度 10kV/m、工频磁感应强度 100μT 的限值要求，且应给出警示和防护指示标志。

④ 交叉跨越

本工程交流输电线路在榆林市定边县郝滩镇以单回路的型式跨越 330kV 夏尖线、330kV 夏渠线和 330kV 夏边 I、II 回，交叉跨越处无环境敏感目标。330kV 夏尖线 7#-8#、330kV 夏渠线 7#-8#线高约 19m，交叉跨越 330kV 夏边 I、II 回 7#-8#线高 15m。本工程

跨越处导线高约为45m，该高度下地面1.5m高度的工频电场强度非常小（远小于10kV/m要求），因此交叉跨越处工频电场强度低于耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、道路等场所工频电场强度 10kV/m 的控制要求。工频磁感应强度满足相应标准要求。

直流线路的影响因子不会对交流线路的工频电场、工频磁场影响因子产生影响。因此，本工程交流线路与其他直流线路交叉跨越时，本工程交流线路附近区域的工频电场和工频磁场水平基本维持其现状水平。交流线路的电磁环境影响因子工频电场、工频磁场不会与直流线路的影响因子合成电场产生叠加。

⑤ 电磁环境敏感目标

本工程变电站附近环境敏感目标处的工频电场强度预测结果均小于 4kV/m，工频磁感应强度均小于 100μT 的标准限值要求。

各环境敏感目标满足导线最小对地高度的情况下，工频电场强度满足 4000V/m 公众曝露控制限值，工频磁感应强度满足 100μT 公众曝露控制限值。

10.3.2 声环境影响评价结论

施工期，声环境影响主要由施工机械噪声引起，夜间禁止使用噪声较大的施工机械，昼间施工时也应尽量合理安排，缩短高噪声设备的使用时间，在合理进行施工组织后声环境影响可以满足 GB12523-2011 限值要求。

在运行期根据预测结果，在采取相应的工程措施后，夏州、庆阳北 750kV 变电站厂界噪声贡献值及预测值均能满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2类标准要求。庆阳北 750kV 变电站周围声环境保护目标的噪声预测值均能满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准限值要求。通过类比分析可以推测，本工程交路输电线路运行后沿线噪声值均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中相应标准要求。

10.3.3 生态环境影响预测与评价结论

输电线路项目建设会临时和永久地占用一定面积的土地，使评价区范围内的各种土地现状面积发生变化，对区域内土地利用结构产生一定影响。

工程建设对评价区陆生植物的影响主要来源于施工期工程占地、施工扰动等因素。工程占地主要为水浇地、灌木林地、其他草地和公用设施用地，但占地面积小，在有效的实施保护措施后，工程对植物多样性的影响较小。

工程建设对工程影响区动物影响主要表现在两方面：一方面，工程占地、施工机械

和施工人员活动直接侵占工程影响区野生动物生境或对其个体造成直接伤害；另一方面，工程施工将对生态环境造成一定程度的污染，从而间接的影响到该区域野生动物的栖息。工程局部建设时间较短，且工程周围有相似生境较多，在采取相关保护措施后，严格控制工程施工和运营期的影响范围，工程对动物的影响可以控制在比较低的水平。本工程的建设对评价区自然系统生物量影响较小，对评价区自然生态系统的恢复稳定性、异质性和阻抗稳定性几乎不产生影响

本工程属于国家基础设施，输电线路不属于污染环境、破坏资源或者景观的生产设施，也不会排放污染物。在施工和运行过程中将采取积极有效的生态影响防护措施，将工程建设带来的负面影响减轻到满足国家有关规定的要求。本工程跨越的生态保护红线不存在制约工程建设的生态问题。

从生态环境影响角度而言，本工程是可行的。

10.3.4 水环境影响评价结论

在施工期变电站扩建工程与线路工程设置临时沉淀池，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，沉淀的砂石清挖后回填综合利用。对于变电站扩建工程施工人员生活污水，夏州变间隔扩建工程可利用前期变电工程已建的地埋式生活污水处理设施，施工生活污水经其处理后回用，避免污染环境。庆阳变间隔扩建工程可利用一期工程施工生产生活区设置的临时化粪池收集后，由环卫部门定期清运，不外排。采取相应措施后，本工程施工期产生的废污水对当地水环境影响很小。

夏州、庆阳北 750kV 变电站本期扩建不新增运行维护人员，不会增加生活污水量，前期工程已设计了生活污水处理设施，处理后由当地环卫部门定期清运。在正常检修时，设备中的油被抽到检修公司自带的专门贮油罐中暂存，检修完提纯后予以回用。当发生突发事故时，事故油排入事故油池，经隔油处理后，变压器油由厂家回收，形成的废油交由有危废处理资质的单位处置，不外排。本工程交流输电线路运行期间无废水产生。

10.3.5 固体废物影响分析

在施工期，明确要求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清运至当地政府部门指定地点处置，施工完成后及时做好迹地清理工作，不会对周围环境造成不利影响。

夏州、庆阳北 750kV 变电站为间隔扩建工程，变电站原有的固体废弃物收集措施能

够满足环保要求，本期不新增运行人员，因此运行期不新增固体废物。

输电线路建成运行后无固体废弃物产生，不会对周围环境造成影响。

10.3.6 环境风险分析

变电站内设置有污油排蓄系统。主变、高抗下设置有事故油坑，油坑内铺设卵石层，坑底四周设有排油槽并与事故油池相连。一旦设备发生事故时，所有的外泄变压器油或油水混合物将渗过卵石层，经排油槽收集，通过事故排油管道排至事故油池，进入事故油池中的废油由具备资质的单位对油进行回收利用，少量含油固废及含事故油交由有资质的危险废物处置单位妥善处置，不得随意丢弃、焚烧或简单填埋。

夏州 750kV 变电站前期建有 3 座事故油池，其中主变事故油池 1 座，容积约 146m³/座；高抗事故油池 2 座，容积分别为 75m³/座。经核算，前期高抗事故油池容积已按高抗 100%油重设计并留有裕度，本期扩建高抗的事故排油，经设备下部的油坑收集，通过地下排油管道汇入前期已建的事故油池内，满足规范要求。故本期扩建不新增事故油池。在事故状态下产生事故油由有资质的单位回收处理。

庆阳北 750kV 变电站前期配套建有建设 1 座事故油池，容积约 125m³。经核算，前期高抗事故油池容积已按主变 100%油重设计并留有裕度，本期扩建高抗的事故排油经设备下部的油坑收集，通过地下排油管道汇入前期已建的事故油池内。故本期扩建不新增事故油池。在事故状态下产生事故油由有资质的单位回收处理。

为进一步控制、降低变压器油外泄事故风险，建议加强施工管理和质量验评，严格落实相应的环境风险控制措施和设施，运行期对事故油池定期巡检，维持正常运行。在采取上述风险防范措施后，变压器油泄漏风险概率、风险水平较低，风险影响可得到有效控制。

10.4 选址选线环境合理性分析

10.4.1 与地方城乡规划的相符性

本工程在选线阶段，已充分征求所涉地区地方政府及规划等部门的意见，避开了城镇发展区域，不影响当地土地利用规划和城乡发展规划；同时尽量避开了居民集中区、自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区等环境保护区，以减少对所涉地区的环境影响。在可研阶段，本工程已取得工程所在地人民政府、规划等部门对选线的原则性规

划意见，与工程沿线区域的城乡规划不相冲突。

10.4.2 与《输变电建设项目环境保护技术要求》的相符性

本工程环境保护工作将坚持保护优先、预防为主、综合治理、公众参与、损害担责的原则，对可能产生的电磁、声、生态等不利环境影响进行防治。严格按照相关法律法规规范要求履行环境保护行政审批相关手续，执行三同时制度。本环评要求建设单位应将环境保护纳入相关合同要求中，并在工程建设过程中同时组织实施环境影响评价文件及其审批部门审批决定中提出的环境保护设施、环境保护对策措施。按规定开展竣工环境保护自验收工作。依法进行信息公开。本工程变电站不涉及环境敏感区及 0 类声环境功能区；输电线路避让了自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区等环境敏感区。

本工程在设计、施工和运行期均采取了一系列环境保护措施，从电磁环境防护、声环境保护、水环境保护、施工期环境空气污染控制、固废处置、生态保护等方面降低工程的环境影响。因此，本工程与《输变电建设项目环境保护技术要求》是相符的。

10.4.3 与产业准入政策的相符性分析

本工程为 750kV 特高压输变电工程，属于国家发展和改革委员会令第 29 号发布的《产业结构调整指导目录（2019 年本）》中“500 千伏及以上交、直流输变电”类项目，属于“鼓励类”，符合国家产业政策。

10.5 公众意见采纳与否的说明

本项目按照《环境影响评价公众参与办法》(生态环境部令第 4 号)相关要求，开展了环境影响评价首次信息公开、环境影响报告书征求意见稿公示、环境影响报告书送审稿公示，公示方式包括网络公示、报纸公示、现场张贴信息公告。截止公众意见反馈截止日期，未收到与本项目环境影响和环境保护措施有关的建议和意见。

10.6 环境管理与监测计划

建设单位应在其管理机构内配备必要的环境保护专职或兼职人员，负责环境保护管理工作。施工期和运行期加强环境管理、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情况，确保各项环境保护措施、设施的有效落实，并根据管理、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。

10.7 综合结论

本工程在设计、施工、运行过程中按照国家相关环境保护要求，分别采取了一系列的环境保护措施，使工程产生的电磁环境、声环境等影响符合国家有关环境保护法规、环境保护标准的要求。本工程的生态环境保护措施有效可行，在落实工程设计和本工程环境影响报告中提出的相关生态环境保护措施和水土流失防治措施后，可将工程施工、运行过程中的环境影响控制在国家相关环保规定、标准要求内。

因此，从环境保护的角度，本工程的建设是可行的。

附件

附件 1　本项目声环境影响评价自查表

<table>
<tr><td colspan="2">工作内容</td><td colspan="6">自查项目</td></tr>
<tr><td rowspan="2">评价等级与范围</td><td>评价等级</td><td colspan="6">一级☑　　二级☐　　三级□</td></tr>
<tr><td>评价范围</td><td colspan="6">200m☑　　大于200 m□　　小于200 m☑</td></tr>
<tr><td>评价因子</td><td>评价因子</td><td colspan="6">等效连续 A 声级☑　最大A 声级□　计权等效连续感觉噪声级□</td></tr>
<tr><td>评价标准</td><td>评价标准</td><td colspan="6">国家标准☑　　地方标准□　　国外标准□</td></tr>
<tr><td rowspan="4">现状评价</td><td>环境功能区</td><td>0 类区□</td><td>1 类区☑</td><td>2 类区☑</td><td>3 类区□</td><td>4a 类区☑</td><td>4b 类区□</td></tr>
<tr><td>评价年度</td><td>初期☑</td><td colspan="2">近期☑</td><td colspan="2">中期☑</td><td>远期☑</td></tr>
<tr><td>现状调查方法</td><td colspan="6">现场实测法☑现场实测加模型计算法□收集资料□</td></tr>
<tr><td>现状评价</td><td colspan="2">达标百分比</td><td colspan="4">100%</td></tr>
<tr><td>噪声源调查</td><td>噪声源调查方法</td><td colspan="6">现场实测□　　已有资料☑　　研究成果□</td></tr>
<tr><td rowspan="5">声环境影响预测与评价</td><td>预测模型</td><td colspan="6">导则推荐模型☑　　其他□</td></tr>
<tr><td>预测范围</td><td colspan="6">200 m☑　　大于 200 m□　　小于 200 m☑</td></tr>
<tr><td>预测因子</td><td colspan="2">等效连续 A 声级☑</td><td colspan="2">最大 A 声级□</td><td colspan="2">计权等效连续感觉噪声级□</td></tr>
<tr><td>厂界噪声贡献值</td><td colspan="6">达标☑　　不达标□</td></tr>
<tr><td>声环境保护目标处噪声值</td><td colspan="6">达标☑　　不达标□</td></tr>
<tr><td rowspan="2">环境监测计划</td><td>排放监测</td><td colspan="6">厂界监测☑固定位置监测□自动监测□手动监测☑无监测□</td></tr>
<tr><td>声环境保护目标处噪声监测</td><td colspan="3">监测因子：（等效连续 A 声级）</td><td colspan="2">监测点位数（/）</td><td>无监测□</td></tr>
<tr><td>评价结论</td><td>环境影响</td><td colspan="6">可行☑　不可行□</td></tr>
<tr><td colspan="8">注："□"为勾选项，可√；"（）"为内容填写项。</td></tr>
</table>

附件 2　本项目生态影响评价自查表

<table>
<tr><td colspan="2">工作内容</td><td>自查项目</td></tr>
<tr><td rowspan="3">生态影响识别</td><td>生态保护目标</td><td>重要物种□；国家公园□；自然保护区□；自然公园□；世界自然遗产□；生态保护红线 ☑；重要生境□；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□；其他□</td></tr>
<tr><td>影响方式</td><td>工程占地 ☑；施工活动干扰 ☑；改变环境条件□；其他 ☑</td></tr>
<tr><td>评价因子</td><td>物种 ☑（分布范围、种群数量、种群结构、行为等）
生境 ☑（ 生境面积、质量、连通性等）
生物群落 ☑（物种组成、群落结构等 ）
生态系统 ☑（植被覆盖度、生产力、生物量、生态系统功能等 ）
生物多样性□（物种丰富度、均匀度、优势度等）
生态敏感区 ☑（无）
自然景观□（景观多样性、完整性等）
自然遗迹□（遗迹多样性、完整性等）
其他□（ 无）</td></tr>
<tr><td colspan="2">评价等级</td><td>一级□　二级□　三级 ☑　生态影响简单分析□</td></tr>
<tr><td colspan="2">评价范围</td><td>陆域面积：（17691.38）hm^2</td></tr>
<tr><td rowspan="4">生态现状调查与评价</td><td>调查方法</td><td>资料收集 ☑；遥感调查 ☑；调查样方样线□；调查点位、断面□；专家和公众咨询法 ☑；其他□</td></tr>
<tr><td>调查时间</td><td>春季□；夏季 ☑；秋季□；冬季□
丰水期□；枯水期□；平水期□</td></tr>
<tr><td>所在区域的生态问题</td><td>水土流失 ☑；沙漠化□；石漠化□；盐渍化□；生物入侵□；污染危害□；其他□</td></tr>
<tr><td>评价内容</td><td>植被/植物群落 ☑；土地利用 ☑；生态系统 ☑；生物多样性 ☑；重要物种 ☑；生态敏感区 ☑；其他□</td></tr>
<tr><td rowspan="2">生态影响预测与评价</td><td>评价方法</td><td>定性□；定性和定量 ☑</td></tr>
<tr><td>评价内容</td><td>植被/植物群落 ☑；土地利用 ☑；生态系统 ☑；生物多样性 ☑；重要物种 ☑；生态敏感区 ☑；生物入侵风险□；其他□</td></tr>
<tr><td rowspan="3">生态保护对策措施</td><td>对策措施</td><td>避让 ☑；减缓 ☑；生态修复 ☑；生态补偿 ☑；科研□；其他□</td></tr>
<tr><td>生态监测计划</td><td>全生命周期□；长期跟踪□；常规 ☑；无□</td></tr>
<tr><td>环境管理</td><td>环境监理 ☑；环境影响后评价□；其他□</td></tr>
<tr><td>评价结论</td><td>生态影响</td><td>可行 ☑；不可行□</td></tr>
<tr><td colspan="3">注：　“□”为勾选项，可√；“（　　）”为内容填写项</td></tr>
</table>