山西朔州华能山阴“上大压小”煤电500kV送出工程

环境影响报告书

（征求意见稿）

建设单位：国网山西省电力有限公司

评价单位：山西绿景环保科技工程有限公司

编制日期：2026年8月

目 录

1 概述.....1
1.1 项目建设背景及特点.....1
1.2 环境影响评价工作过程.....3
1.3 主要环境问题及环境影响.....3
1.4 评价结论.....5
2 总则.....7
2.1 工作依据.....7
2.2 环境影响评价因子.....7
2.3 评价等级及评价范围.....8
2.4 评价标准.....10
2.5 政策及规划符合性分析.....12
2.6 主要环境保护目标.....41
3 工程分析.....45
3.1 工程分析.....45
3.2 选址选线环境合理性分析.....70
3.3 环境影响途径分析.....91
3.4 环境保护措施.....94
4 环境现状调查与评价.....99
4.1 自然环境现状调查.....99
4.2 环境敏感区.....104
4.3 环境质量现状调查与评价.....110
5 施工期环境影响评价.....154
5.1 生态影响评价.....154
5.2 声环境影响分析.....175
5.3 大气环境影响分析.....178
5.4 固体废物影响分析.....179
5.5 水环境影响分析.....180

6 运行期环境影响评价.....181
6.1 电磁环境影响预测与评价.....181
6.2 声环境影响预测与评价.....220
6.3 地表水环境影响评价.....224
6.4 固体废物环境影响分析.....225
6.5 环境风险评价.....225
7 环境保护措施.....227
7.1 施工期环境保护措施.....227
7.2 运行期环境保护措施.....246
7.3 环保投资及环保投资估算.....249
8 环境管理与监测计划.....251
8.1 环境管理.....251
8.2 环境监测.....256
9 环境影响评价结论.....259
9.1 项目概况.....259
9.2 环境质量现状.....259
9.3 环境保护措施.....260
9.4 主要环境影响.....260
9.5 公众意见采纳情况.....263
9.6 环境管理与监测计划.....263
9.7 评价结论.....263

附表：

附表 1 评价区植物名录
附表 2 评价区动物名录
附表 3 植物样方调查表
附表 4 动物样线调查表

1 概述

1.1 项目建设背景及特点

1.1.1 项目背景

1.1.1.1 项目建设的背景

煤电作为我国电力系统的基石，在保障电力安全稳定供应中发挥着不可替代的支撑作用。近年来，国家持续推进煤电行业结构优化和转型升级，“上大压小”是其中的核心政策导向，即关停能耗高、污染重的小火电机组，建设大容量、高参数、低排放的先进煤电机组。2025 年 3 月，国家发展改革委、国家能源局联合印发《新一代煤电升级专项行动实施方案（2025-2027 年）》（发改能源〔2025〕363 号），进一步明确了现役机组改造、新建机组、新一代煤电试点示范的分类技术要求。华能山阴 2×100 万千瓦“上大压小”煤电项目即是在此政策背景下，经国家能源局批复同意，由山西省能源局以晋能源规发〔2022〕108 号文同意开展前期工作。本项目程作为其配套送出工程，是保障电厂电力顺利送出的关键基础设施。

1.1.1.2 项目建设的必要性

华能山阴 2×100 万千瓦“上大压小”煤电项目是山西省首个煤电与新能源一体化综合能源基地项目，也是央企在山西响应“上大压小”政策首个开工建设的项目。基地规划总装机超 600 万千瓦，其中煤电项目规划容量为 4×1000MW，本期建设 2×1000MW 超超临界空冷燃煤发电机组，预计 2028 年上半年双机投产。华能山阴煤电项目的建设，将进一步增强山西北部电网的电源支撑能力，提高电网运行的灵活性和可靠性。本项目作为基地项目电力统一送出的关键通道，是实现煤电与新能源协同发展、提升清洁能源消纳水平的重要基础设施。

1.1.1.3 备案及前期手续情况

2026 年 8 月 21 日，中电联电力建设技术经济咨询中心、中电联电力发展研究院有限公司以技经〔2026〕724 号文印发了该项目可行性研究报告的评审意见。

本项目现已纳入《山西省国土空间规划（2021-2035 年）》重点项目安排表电力建设中的清单管理项目，同时，本项目也被列入山西省人民政府办公厅《关于印发 2026 年省级重点工程项目名单的通知》（晋政发办〔2025〕39 号）项目

名单，属于 2026 年省级重点工程项目。

1.1.2 项目特点

1.1.2.1 工程特点

本项目主要包括 2 个单项工程：（1）苗山开闭站 500kV 间隔扩建工程；（2）华能山阴电厂～苗山开闭站 500kV 线路工程。

（1）苗山开闭站 500kV 间隔扩建工程

本期扩建 2 个 500kV 出线间隔，至华能山阴电厂，占用西起第一、二串北侧出线间隔。扩建工程在苗山开闭站原有围墙内预留场地进行。

（2）华能山阴电厂～苗山开闭站 500kV 线路工程

本期新建华能山阴电厂～苗山开闭站 500kV 线路工程，线路起于华能山阴电厂，止于苗山开闭站，新建架空线路路径长度 48.4km，其中单回路 7.8km，同塔双回路 40.6km。导线截面采用 4×400mm^2。本项目沿线途经山西省朔州市山阴县、平鲁区及朔城区，动态总投资 26923 万元。

1.1.2.2 环境特点

（1）苗山开闭站电磁环境评价范围内无电磁环境敏感目标，声环境评价范围内无声环境保护目标。根据环境现状监测结果，苗山开闭站四周工频电场、工频磁场、噪声均满足相应标准限值要求；500kV 输电线路沿线有电磁环境敏感目标 6 处，声环境敏感目标 6 处，根据环境现状监测结果，敏感目标处工频电场、工频磁场及噪声均满足相应标准限值要求。

（2）本项目苗山开闭站 500kV 间隔扩建工程在开闭站原有围墙内预留场地进行，无选址的制约因素。

（3）华能山阴电厂～苗山开闭站 500kV 线路工程输电线路沿线涉及恒山以北防风固沙与土地沙化防控生态保护红线、公益林、永久基本农田、神头泉域重点保护区等环境敏感区。

项目输电线路涉及恒山以北防风固沙与土地沙化防控生态保护红线一般控制区，全线穿越生态保护红线总长 5.7792km，共计立塔 12 基，永久占用面积 05421hm^2。输电线路涉及神头泉域重点保护区范围内长度 4.53km，新建塔基 20 基，间隔扩建所在的苗山开闭站位于神头泉域重点保护区。项目范围与II级保护林地(二级国家公益林地、山西省永久性生态公益林地)重叠 0.0001 公顷，与III级

保护林地重叠 0.0003 公顷。本项目输电线路途经耕地长度 19.85km，途经耕地塔基数量 86 个；途径永久基本农田长度 18.69km，途径永久基本农田耕地塔基数量 78 个。

（4）本项目输电线路途经朔州市山阴县、平鲁区及朔城区，选线制约因素主要为项目所在区域城镇发展规划、沿线村庄、“三区三线”管控要求、线路沿线水源地保护区、生态保护红线等，本项目正在编制穿越生态保护红线不可避让性论证。本项目建设符合沿线的城乡规划要求及区域生态环境分区管控要求，同时该工程为山西电网“十四五”发展规划中建设项目，符合山西电网“十四五”发展规划。

1.2 环境影响评价工作过程

根据《中华人民共和国环境影响评价法》，本项目应进行环境影响评价，且应编制环境影响报告书。2026 年 7 月 20 日，国网山西省电力公司委托山西绿景环保科技工程有限公司（以下简称“编制单位”）承担《山西朔州华能山阴“上大压小”煤电 500kV 送出工程环境影响书》的编制工作。

接受委托后，编制单位专门成立了编制小组对沿线进行了现场踏勘，搜集了项目及沿线环境基础资料，对沿线污染源进行了调查。通过现场调查、相关部门咨询及资料分析，结合本项目生态环境影响及沿线环境敏感点、污染源分布及相关规划情况，确定了评价工作等级。在此基础上制订了环境质量现状监测方案，委托有资质的单位对电磁环境和声环境现状进行了现状监测，委托相关单位进行了生态现状调查，取得了环境质量与生态现状数据。

在上述工作的基础上，编制单位根据工程可研，针对本项目特点及沿线生态环境现状，进行了环境现状评价和影响预测与评价，制定了相应的生态保护和污染防治措施，于 2026 年 8 月编制完成了《山西朔州华能山阴“上大压小”煤电 500kV 送出工程环境影响报告书》（报审稿）。

1.3 主要环境问题及环境影响

1.3.1 主要环境问题

根据《环境影响评价技术导则输变电》（HJ24-2020）的要求，并结合交流输变电工程的特点，本项目关注的主要环境问题如下：

（1）施工期：扬尘、噪声、废水、固废对周围环境的影响，以及施工活动对沿线生态、恒山以北防风固沙与土地沙化防控生态保护红线、生态公益林、永久基本农田、神头泉域重点保护区等的影响。

（2）运行期：电磁辐射、噪声等对周围环境的影响以及生态恢复措施的有效性。

1.3.2 主要环境影响

1.3.2.1 施工期

（1）施工噪声：施工中的主要噪声源有运输噪声以及基础施工、安装施工各种机具的设备噪声等。在施工阶段应严格控制施工时间，并加强施工机械的操作、管理等措施，且间隔扩建所在的苗山开闭站距离居民点较远，考虑围墙隔声情况下，不会对周围声环境产生明显影响。线路施工中的主要噪声源有车辆运输的交通噪声以及土方作业中各种设备噪声等，由于线路沿线居民较少，且项目施工期较短，施工结束后影响也将消失。

（2）施工扬尘：施工期加强材料转运、存放与使用的管理，合理装卸，规范操作，对于易起尘的材料应采取覆盖措施；合理组织施工，尽量避免扬尘二次污染；施工弃土弃渣应集中、合理堆放，遇天气干燥时应进行人工控制定期洒水。在采取以上措施下施工扬尘影响较小。

（3）施工废水：本项目施工废水主要包括施工生产废水和施工人员生活污水。施工废水经过沉淀处理后回用于施工现场，苗山开闭站 500kV 间隔扩建工程施工人员产生少量生活污水将利用站内已有污水处理装置进行处理，线路施工人员生活污水利用当地民房已有的生活污水处理设施进行处理，不外排，不会对外环境产生影响。

（4）固体废物：施工过程中的建筑垃圾及生活垃圾应分别堆放，生活垃圾经分类收集后及时清运送至环卫部门指定地点处置，建筑垃圾回收利用或按照要求统一清运至当地政府部门指定地点处置。在采取以上措施下固体废物对周围环境不会产生明显影响。

（5）生态环境：苗山开闭站 500kV 间隔扩建工程在站内预留场地进行，无地表植被。在严格控制施工范围的措施下，不会对周围植被造成影响。本项目 500kV 输电线路属于“点-线”结合特点，单个塔基占地面积小，在采取严格限定

施工区域、施工后对临时占地实施植被生态恢复或复耕等报告中提出的相关措施下对周围生态环境影响较小。

本项目输电线路穿越恒山以北防风固沙与土地沙化防控生态保护红线。在生态保护红线范围施工期影响应重点关注跨越施工区和临时道路的影响，临时工程尽量避让生态保护红线范围，且总体施工占地面积小，施工结束后除塔基永久占地无法恢复，其余临时占地均可恢复，因此在采取报告中提出的措施下对生态保护红线生态影响较小。

本项目涉及神头泉域重点保护区。在泉域重点保护区范围施工期影响主要来源于间隔扩建、塔基、跨越施工区、临时道路施工等，总体施工占地面积小，施工结束后除塔基永久占地无法恢复，其余临时占地均可恢复，同时施工过程中严格做好防渗措施，施工期施工废水经处理后全部回用，不外排，因此在采取报告中提出的措施下对水源地的环境影响较小。

1.3.2.2 运行期

（1）工频电场、工频磁场：在采取报告中提出的相关措施后，根据电磁环境影响预测与评价结果，本项目运行期苗山开闭站四周及线路沿线工频电场、工频磁场满足相应控制限值要求。

（2）噪声：在采取报告中提出的相关措施后，根据声环境影响预测与评价结果，开闭站四周及线路沿线噪声满足相应标准限值要求。

（3）废水：本项目苗山开闭站生活污水经污水管网收集后进入化粪池，污水加压排至神头二电厂内污水管网，与电厂内生活污水统一处理。因此，运行期不会对周围水环境产生明显影响。

（4）固体废物：本项目苗山开闭站内现有值守人员产生的少量生活垃圾经分类收集后定期清运至指定地点，本项目不新增劳动定员，不新增生活垃圾产生量；500kV 输电线路运行期不产生固体废物。因此，在采取报告中提出的措施后，固体废物环境影响可控。

1.4 评价结论

本项目建设符合国家及地方产业政策，已纳入山西省国土空间总体规划，属于生态保护红线内对生态功能不造成破坏的有限人为活动，与朔州市、山阴县、

平鲁区及朔城区国土空间总体规划及相关环境保护政策规划协调，不违背生态环境分区管控的要求。

环境影响评价结论认为，本项目所采取的污染防治和生态保护措施技术经济可行，在切实落实本报告书中提出的各项环境保护措施的前提条件下，电磁环境、噪声、废水、固体废物均能实现达标排放和安全处置，符合达标排放的要求。预测结果表明，本项目建设对沿线的电磁环境、声环境均在可接受范围内。本项目在施工和运行过程中将采取积极有效的生态影响保护措施的前提条件下，生态影响可以得到有效缓解，影响可控，可以将项目建设带来的负面生态影响降至最低，从生态环境保护角度而言，本项目是可行。通过采取有效的事故防范和应急措施后，可以将环境风险的发生控制在可接受水平。从环境保护角度讲，本项目的建设是可行的。

2 总则

2.1 工作依据

2.1.1 任务依据

（1）山西朔州华能山阴“上大压小”煤电 500kV 送出工程环境影响评价委托书，2026 年 7 月 20 日；

（2）《中电联电力建设技术经济咨询中心关于山西朔州华能山阴“上大压小”煤电 500kV 送出工程可行性研究报告的评审意见》（技经〔2026〕724 号）；

（3）《关于将山西晋中-龙城第二回 500 千伏线路工程等 379 项电网项目纳入山西省电力工业规划的批复》（晋能源规函〔2025〕92 号）；

（4）《山西省人民政府办公厅关于印发 2026 年省级重点工程项目名单的通知》（晋政发办〔2025〕39 号）；

（5）《山西朔州华能山阴“上大压小”煤电 500kV 送出工程可行性研究阶段说明书（500kV 线路部分）》（中国能源建设集团山西省电力勘测设计院有限公司，2026 年 7 月）；

（6）《山西朔州华能山阴“上大压小”煤电 500kV 送出工程可行性研究阶段说明书（变电部分）》（中国能源建设集团山西省电力勘测设计院有限公司，2026 年 7 月）。

2.1.2 相关规划

（1）《山西省“十四五”生态环境保护规划》（晋环发〔2022〕3 号）；

（2）《山阴县国土空间总体规划（2021-2035）》；

（3）《平鲁区国土空间总体规划（2021-2035）》；

（4）《朔城区国土空间总体规划（2021-2035）》；

（5）《山西省电力工业“十四五”发展规划》；

（6）《山西省“十四五”电网规划》。

2.2 环境影响评价因子

本项目环境影响评价因子详见表 2.2-1。

表 2.2-1　本项目主要环境影响评价因子汇总表

项目			评价因子
施	生态影响	现状评价因子	土地利用类型、植被类型及覆盖度、生态系统、重要

工期			物种、重要生境、生物多样性等
		影响预测因子	土地利用类型、植被类型及覆盖度、生态系统、重要物种、重要生境、生物多样性等
运行期	电磁环境	现状评价因子	工频电场、工频磁场
		影响预测因子	工频电场、工频磁场
	声环境	现状评价因子	Leq
		影响预测因子	Leq
	固体废物	影响分析因子	废铅蓄电池、废矿物油、生活垃圾等
	环境风险	影响分析因子	事故油

2.3 评价等级及评价范围

2.3.1 电磁环境

（1）评价等级

本项目属于交流输变电建设项目，电压等级为500kV，苗山开闭站为户外式，输电线路属于架空线路。根据现场调查结果，边导线地面投影外两侧各20m范围内存在电磁环境敏感目标。根据《环境影响评价技术导则　输变电》（HJ24-2020），最终确定苗山开闭站电磁环境影响评价等级为一级，输电线路电磁环境影响评价等级为一级。具体见表2.3-1。

表2.3-1　电磁环境影响评价等级确定一览表

分类	电压等级	工程	条件	评价工作等级	本项目
交流	500kV	开闭站	户内式、地下式	二级	户外式
			户外式	**一级**	
		输电线路	1.地下电缆 2.边导线地面投影外两侧各20m范围内无电磁环境敏感目标	二级	边导线地面投影外两侧各20m范围内存在电磁环境敏感目标
			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**	
评价等级	开闭站		一级评价		
	输电线路		一级评价		

（2）评价范围

根据《环境影响评价技术导则　输变电》（HJ24-2020）的规定，将开闭站站界外50m内的区域以及输电线路边导线地面投影外两侧各50m内的区域作为电磁环境影响评价范围。

2.3.2 声环境

（1）评价等级

根据《环境影响评价技术导则　声环境》（HJ2.4-2021）中声环境影响评价工作等级划分原则，本期间隔扩建开闭站所在声环境功能区为 2 类标准地区，评价范围内无声环境保护目标，因此，最终确定开闭站声环境影响评价等级为二级；拟建输电线路沿线所在声环境功能区为 1 类、2 类、4a 类、4b 类标准地区，评价范围内声环境保护目标噪声级增量小于 3dB(A)，且受影响人口数量变化不大，因此，最终确定输电线路声环境影响评价等级为二级。

（2）评价范围

开闭站声环境影响评价范围为占地外扩 200m 范围以内区域。输电线路声环境影响评价范围为边导线地面投影外两侧各 50m 的带状区域。

2.3.3 地表水环境

（1）评价等级

本项目废水主要是本期间隔扩建的苗山开闭站运行期产生的生活污水，经污水管网收集后进入化粪池，污水加压排至神头二电厂内污水管网，与电厂内生活污水统一处理。故确定地表水环境影响评价等级为三级 B，仅对地表水环境影响进行简要分析。判定依据见表 2.3-2。

表 2.3-2　水污染影响型建设项目地表水评价等级判定参数表

评价等级	判定依据	
	排放方式	废水排放量 Q/（m^3/d）；水污染物当量数 W/（无量纲）
一级	直接排放	Q≥20000 或 W≥60000
二级	直接排放	其他
三级 A	直接排放	Q＜200 且 W＜6000
三级 B	间接排放	/

（2）评价范围

500kV 开闭站站区内设有生活污水排水系统，生活污水经污水管网收集后进入化粪池，污水加压排至神头二电厂内污水管网，与电厂内生活污水统一处理。因此，确定地表水环境评价范围确定为开闭站及施工区。

2.3.4 生态影响

（1）评价等级

本项目为线性工程，依据沿线影响区域的生态敏感性和影响程度确定评价等级。项目沿线涉及恒山以北防风固沙与土地沙化防控生态保护红线、国家二级公益林和省级公益林。本项目总占地面积约 0.76km^2，其中永久占地 0.06km^2，临时占地 0.70km^2，项目占地小于 20km^2。因此，确定本项目生态影响评价工作等级为二级。具体见表 2.3-3。

表 2.3-3　生态环境影响评价工作等级判定结果

序号	HJ19-2022 判定原则	本项目	评价等级
1	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	不涉及	/
2	涉及自然公园时，评价等级为二级	不涉及	/
3	涉及生态保护红线时，评价等级不低于二级	涉及	二级
4	根据 HJ2.3 判断属于水文要素影响型且地表水评价等级不低于二级的建设项目，生态影响评价等级不低于二级	不属于	/
5	根据 HJ610、HJ964 判断地下水水位或土壤影响范围内分布有天然林、公益林、湿地等生态保护目标的建设项目，生态影响评价等级不低于二级	涉及	二级
6	当工程占地规模大于 20km^2 时（包括永久和临时占用陆域和水域），评价等级不低于二级；改扩建项目的占地范围以新增占地（包括陆域和水域）确定	占地规模 0.76km^2	三级
最高评价等级			二级

（2）评价范围

本项目输电线路穿越恒山以北防风固沙与土地沙化防控生态保护红线，根据 HJ19-2022 和 HJ24-2020 的要求，进入生态保护红线的输电线路生态环境影响评价范围为以线路穿越段向两端外延 1000m、线路边导线地面投影外两侧各 1000m 内的带状区域，其余输电线路段生态环境影响评价范围为线路边导线地面投影外两侧各 300m 内的带状区域。苗山开闭站生态环境影响评价范围为站场边界外 500m 内。评价范围总面积为 4314.62hm^2。所有临时工程均包括在上述范围内。

2.4 评价标准

2.4.1 噪声评价标准

本项目输电线路沿线村庄及开闭站站址分别执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的 1 类、2 类、4a 类和 4b 类标准。施工期，噪声排放执行《建筑施工噪声排放标准》（GB12523-2025）。运行期苗山开闭站边界噪声执

行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中的 2 类标准。具体标准限值见表 2.4-1。

表 2.4-1　声环境评价标准

类别				评价标准/dB(A)		标准来源
				评价因子	标准限值	
环境质量标准	村庄			昼间等效 A 声级（L_d）	55	GB3096-2008 1 类标准
				夜间等效 A 声级（L_n）	45	
	苗山开闭站			昼间等效 A 声级（L_d）	60	GB3096-2008 2 类标准
				夜间等效 A 声级（L_n）	50	
	高速公路及两侧			昼间等效 A 声级（L_d）	70	GB3096-2008 4a 类标准
				夜间等效 A 声级（L_n）	55	
	铁路干线及两侧			昼间等效 A 声级（L_d）	70	GB3096-2008 4b 类标准
				夜间等效 A 声级（L_n）	60	
排放标准	施工期			昼间等效 A 声级（L_d）	70	GB12523-2025
				夜间等效 A 声级（L_n）	55	
	运行期	苗山开闭站		昼间等效 A 声级（L_d）	60	GB12348-2008 2 类标准
				夜间等效 A 声级（L_n）	50	
		输电线路	村庄	昼间等效 A 声级（L_d）	55	GB3096-2008 1 类标准
				夜间等效 A 声级（L_n）	45	
			高速公路及两侧	昼间等效 A 声级（L_d）	70	GB3096-2008 4a 类标准
				夜间等效 A 声级（L_n）	55	
			铁路干线及两侧	昼间等效 A 声级（L_d）	70	GB3096-2008 4b 类标准
				夜间等效 A 声级（L_n）	60	

2.4.2 电磁环境评价标准

本项目属于交流输变电建设项目，频率 50Hz，工频电场和工频磁场执行《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）表 1 公众曝露控制限值。输电线路线下的耕地、园地、牧草地、道路等场所，电场强度控制限值为 10kV/m，且应给出警示和防护指示标志。控制限值具体见表 2.4-2。

表 2.4-2　电磁环境评价标准

评价因子	评价标准	标准来源
工频电场	开闭站及输电线路沿线电磁环境敏感目标处工频电场强度限值为 4kV/m； 输电线路线下的耕地、园地、牧草地、道路等场所，电场强度控制限值为 10kV/m。	GB8702-2014
工频磁场	开闭站及输电线路沿线电磁环境敏感目标处工频磁感应强度限值为磁感应强度 100μT。	GB8702-2014

2.4.3 固体废物

固体废物分类执行《固体废物鉴别标准 通则》（GB 34330-2025）、《国家

危险废物名录（2025 年版）》。

一般固体废物执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）。危险废物贮存执行《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）。

2.5 政策及规划符合性分析

2.5.1 与相关电力规划、规划环评及审查意见的符合性分析

（1）与《山西省电力工业“十四五”发展规划》相关内容符合性分析

2023 年 2 月，山西省能源局、山西省发展和改革委员会发布了《山西省电力工业“十四五”发展规划》（晋能源规发〔2023〕44 号）；根据山西省能源局《关于将山西晋中-龙城第二回 500 千伏线路工程等 379 项电网项目纳入山西省电力工业规划的批复》（晋能源规函〔2025〕92 号），本项目纳入山西省电力工业“十四五”发展规划。本项目与《山西省电力工业“十四五”发展规划》符合性分析见下表 2.5-1。

表 2.5-1　本项目与《山西省电力工业“十四五”发展规划》符合性分析

相关内容		本项目情况	符合性
落实能源安全新战略	1.合理布局煤电项目建设。坚持生态优先、绿色发展，持续推进能源结构转型升级，推动煤电清洁高效发展。统筹煤电项目和电力供应安全，建设一定规模保障电力供应安全的支撑性电源和促进新能源消纳的调节性电源，加快推动煤电向基础保障性和系统调节性电源并重转型。在已投产煤电项目基础上，有序推动在建煤电项目投产。“十四五”时期将统筹淘汰关停、纳规、核准未建的机组容量按照等（减）容量替代原则，实施“上大压小”建设百万千瓦级高参数、大容量、低能耗、低排放机组。到 2025 年，全省煤电装机规模控制在 8300 万千瓦以上，力争达到 8900 万千瓦。	本项目为华能山阴 2×100 万千瓦“上大压小”煤电项目的配套送出工程，项目建成后保证“上大压小”煤电项目稳定送出，推动山西省煤电向“基础保障性和系统调节性电源并重”的战略转型。	符合
	2.升级改造配电网，提升智能化水平加强城镇配电网建设。满足用电需求，提高供电质量，着力解决配电网薄弱问题，促进智能互联，提高新能源就地消纳能力，推动装备提升与科技创新，加快构建现代配电网，积极服务乡村振兴战略实施。鼓励社会资本有序投资、运营增量配电网，促进配电网建设平稳健康发展。	本项目为输变电工程，项目的建设能够解决新增用电负荷需求，着力解决电网薄弱问题。	符合

环境影响评价	1.环境影响分析“十四五”以能源电力清洁降碳发展为目标，充分发挥电力规划引导约束作用，推动电力工业绿色低碳转型，通过实施优化电力装机结构，大力发展可再生能源，积极打造电力外送基地，持续推动电能替代工程，建设智慧新型电力系统，源网荷储一体化和多能互补发展等一系列政策措施，持续推进电力供需清洁化、低碳化，推动主要污染物排放总量减少，不断改善生态环境。严格执行环境影响评价制度，立足资源环境承载能力，确保规划实施后生态功能不退化、环境准入要求不降低。	项目选线阶段进行了综合比选和多次优化，相互协调。项目严格执行环境影响评价制度，强化减缓生态环境影响和生态补偿措施，实施后区域生态功能不退化，环境准入要求不降低。	符合
	2.环境保护措施坚持生态优先、保护优先的原则。严格落实“三区三线”“三线一单”生态环境分区管控意见，结合国土空间规划和自然保护地管理等要求，避让自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、饮用水水源保护区等环境敏感目标科学布局项目站址。坚守生态保护红线，加强电力产供储销全环节环境保护，预防和减轻环境影响。根据自然资源禀赋和负荷空间分布进行电源、变电站布点，正确处理项目站址与农业、其他工业、生态环保、国防设施和人民生活等方面的关系，使项目布局与城市规划相协调。在确保电网安全可靠前提下，线路规划要尽量减轻对土地利用的影响，线路走廊尽量避开景观阈值低的敏感区域，远离居民区，使规划输电线路走廊的建设对城市景观的影响最小化。	线路规划已尽量减轻对土地利用的影响，线路走廊尽量避开了景观阈值低的敏感区域，远离了居民区。铁塔设计已因地制宜选择了合适的线路型式、架设高度、杆塔塔型、导线参数、相序布置等，降低了电磁环境影响。已尽量避让自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、饮用水水源保护区等环境敏感目标，无法避让恒山以北防风固沙与土地沙化防控生态保护红线。本项目为电网工程，属于《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“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”的范畴，属于生态保护红线内允许的有限人为活动。	符合

（2）与《山西省电力工业“十四五”发展规划环境影响报告书》及审查意见符合性分析

表 2.5-2　本项目与《山西省电力工业“十四五”发展规划环境影响报告书》及审查意见符合性分析

序号	与本项目相关的审查意见	本项目情况	符合性分析
1	推进电力产业高质量发展。《规划》应贯彻生态文明建设和全方位推进高质量发展战略，统筹煤电发展和保供调峰严控煤电装机规模，进一步优化煤电布局和结构。规划实施项目应符合环保相关法律法规和坚决遏制“两高”项目盲目发展等相关政策要求。新建煤电项目应从厂区布置、工艺选择、设备选型、资源综合利用、生态环境治理等方面全面对标国内外最先进水	本项目为华能山阴 2×100 万千瓦“上大压小”煤电项目的配套送出工程，	符合

	平，打造“上大压小”百万机组标杆，不断提高我省大容量、高参数、低污染煤电机组装机比例，提升全省煤电行业发展质量和水平。	项目建成后保证“上大压小”煤电项目稳定送出。项目为煤电项目的送出线路工程，不涉及煤电项目电厂及灰场等内容建设，不涉及大气污染物排放；本项目间隔扩建及输电线路运行期不涉及用水，符合水资源管理要求；固体废物得到合理处置。	
2	落实最严格的大气污染防治措施。加快落实现役机组节能改造、供热改造、灵活性改造、深度治理改造，以及淘汰小机组和替代锅炉等措施；新建煤电机组应同步建设最先进高效的脱硫、脱硝和除尘设施，确保满足最严排放标准和要求；推进重项目运煤铁路专用线或输煤皮带走廊建设；统筹协调煤电建设与城镇集中供热，合理确定被替代机组所在区域热源配套方案，加快实施散煤替代，确保区域环境质量持续改善。		
3	落实最严格的水资源管理要求。坚持“以水定产量水而行”，加强项目的取水管理和区域节水。新建煤电项目禁止取用地下水，严格控制使用地表水，鼓励利用城市污水处理厂的中水或其它废水。新建机组采用空冷机组。对现有水冷机组进行空冷改造，特别是用水指标紧缺的地区应率先进行改造为新建项目腾出用水指标。		
4	推进固体废物综合利用和安全处置。落实《粉煤灰综合利用管理办法》《关于“十四五”大宗固体废弃物综合利用的指导意见》等有关要求，按照“减量化、资源化、无害化”的原则，提高粉煤灰、脱硫石膏等固废综合利用水平，加强工业固废政策引导、市场消纳、技术创新等保障措施，避免建设永久性粉煤灰堆场。		

2.5.2 生态分区管控符合性分析

（1）生态保护红线

依据本项目与区域生态环境分区管控的相对位置关系，本项目涉及的生态保护红线为恒山以北防风固沙与土地沙化防控生态保护红线。本项目为电网工程，属于《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“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”的范畴，属于生态保护红线内允许的有限人为活动。因此，项目建设符合生态保护红线要求。

（2）环境质量底线

本项目施工期采取有效措施防治废水、废气等污染。本项目为输变电工程，运行期无大气污染物及水污染物排放。因此，本项目对区域环境空气质量、水环境无影响，也不会对项目周边区域土壤环境造成影响。根据环境质量现状监测结果，项目所在区域的昼间和夜间等效连续 A 声级均能够满足《声环境质量标准》（GB3096～2008）的要求，电场强度和磁感应强度能够满足《电磁环境控制限

值》（GB8702-2014）要求。根据电磁环境和声环境预测与评价结果，本项目建成后工频电场、工频磁场和噪声均可实现达标排放。综上，本项目建设符合环境质量底线要求。

（3）资源能源利用上线

本项目为华能山阴 2×100 万千瓦“上大压小”煤电项目的配套送出工程，项目建成后保证“上大压小”煤电项目稳定送出，推动山西省煤电向“基础保障性和系统调节性电源并重”的战略转型，对促进地方资源开发，促进经济社会协调及可持续发展等十分有利。本项目属于重大建设项目，输电线路不征地，可研对塔基进行了优化，减少了对永久基本农田的占用，无法避让的按规定作一次性经济补偿；间隔扩建工程在原开闭站占地范围内进行，不额外征地。因此，项目建设符合资源利用上线要求。

（4）生态环境准入清单

1）项目与所在管控单元生态环境准入清单符合性

按照生态环境部《2023 年生态环境分区管控成果动态更新工作方案》要求，朔州市已完成朔州市生态环境分区管控成果动态更新工作，更新成果已经朔州市人民政府同意并报山西省生态环境厅备案。更新后，全市共划定 79 个环境管控单元，其中，优先保护单元更新后数量为 44 个，重点管控单元更新后数量为 29 个，一般管控单元数量为 6 个。

根据“山西省生态环境分区管控信息平台”的查询结果，依据项目所在区域单元管控要求进行研判分析，经查询，本项目共涉及 9 个单元。本项目与区域生态环境分区管控的位置关系见表 2.5-3 和附图 9。

表 2.5-3　与区域生态环境分区管控位置关系信息表

序号	行政区划	管控单元编码	管控单元名称	管控区分类
1	朔城区	ZH14060210006	神头泉域重点保护区水环境优先保护区优先保护单元	优先保护单元
2		ZH14060230001	朔州市朔城区一般管控单元	一般管控单元
3	平鲁区	ZH14060310001	平鲁区恒山以北防风固沙与土地沙化防控生态保护红线优先保护单元	优先保护单元
4		ZH14060310003	平鲁区防风固沙与土地沙化防控一般生态空间优先保护单元	优先保护单元
5		ZH14060330001	朔州市平鲁区一般管控单元	一般管控单元
6	山阴县	ZH14062110007	山阴县防风固沙与土地沙化防控一般生	优先保护单元

			态空间	
7		ZH14062120001	山阴县桑干河麻疃村控制单元水环境城镇生活污染重点管控单元	重点管控单元
8		ZH14062120003	山阴经济技术开发区西区大气环境高排放重点管控单元	重点管控单元
9		ZH14062130001	朔州市山阴县一般管控单元	一般管控单元

本项目与所在管控单元生态环境准入清单的符合性见下表。

表 2.5-4　本项目与所在管控单元生态环境准入清单的符合性分析结果

序号	管控单元名称及编号	管控单元分类	管控要求		本项目实际情况	符合性
1	神头泉域重点保护区水环境优先保护区优先保护单元(ZH14060210006)	优先保护单元	空间布局约束	1.执行泉域重点保护区相关空间布局约束的准入要求。	本项目已组织编制泉域水环评报告，属于省大型工程及重要民生工程确需经过或者进入泉域重点保护区，报告编制完成后经专家充分论证，采取严格保护措施后不会对泉域水资源造成污染和影响，最终经省人民政府水行政主管部门批准方可建设。因此，符合泉域重点保护区相关空间布局约束的准入要求。	符合
2	朔州市朔城区一般管控单元(ZH14060230001)	一般管控单元	空间布局约束	1.执行饮用水水源保护区空间布局约束的准入要求。	本项目不涉及水源地及水源保护区。	符合
			污染物排放管控	1、执行山西省、重点流域、朔州市的污染物排放控制要求。	本项目污染物排放执行山西省、重点流域、朔州市的污染物排放控制要求。	
3	平鲁区恒山以北防风固沙与土地沙化防控生态保护红线优先保护单元(ZH14060310001)	优先保护单元	空间布局约束	1.执行生态保护红线相关空间布局约束的准入要求。	本项目属于省内较长距离的线性基础设施项目，运行期间仅为电能的输送，不属于开发性、生产性的建设活动；依据《山西省自然资源厅、山西省生态环境厅、山西省林业和草原局关于印发<关于加强生态保护红线监管的实施意见（试行）>的通知》有关规定，本项目属于生态保护红线内允许有限人为活动中的“必须且无法避让、符合县级以上国土空间总体规划的线性基础设施”建设项目。已开展了不可避让生态保护红线论证。因此，符合生态保护红线空间布局约束的准入要求。	符合
4	平鲁区防风固沙与土地沙化防控	优先保护单元	空间布局约束	1.严格资源开发和建设项目的生态监管，控制新的人为	本项目不涉及陡坡垦殖、过度放牧，不乱砍乱伐，不涉及畜	符合

	一般生态空间优先保护单元(ZH14060310003)			土壤侵蚀。 2.严禁陡坡垦殖和过度放牧，严禁乱砍滥伐树木，限制经济开发活动。 3.严格控制放牧和草原生物资源的利用，禁止开垦草原，加强植被恢复和保护。 4.调整传统的畜牧业生产方式，大力发展草业，加快规模化圈养牧业的发展，控制放养对草地生态系统的损害。 5.积极推进草畜平衡科学管理办法，限制养殖规模。 6.实施防风固沙工程，恢复草地植被，大力推进调整产业结构，退耕还草，退牧还草等措施。 7.加强对矿产资源开发的监管，加大矿山生态环境整治修复力度。	牧业，同时施工结束后及时进行植被恢复，基本不影响该区域植被生物量。	
5	朔州市平鲁区一般管控单元(ZH14060330001)	一般管控单元	空间布局约束	1.执行山西省、朔州市空间布局的准入要求。 2.排放大气污染物的工业项目应当按照规划和环境保护规定进入工业园区。 3.禁止在邻近基本农田区域排放重金属和多环芳烃、石油烃等有机污染物的开发建设活动。	本项目现已纳入《山西省国土空间规划（2021-2035 年）》重点项目安排表电力建设中的清单管理项目，项目建设符合山西省、朔州市空间布局准入的要求；不属于工业项目，不涉及有机污染物的排放。	符合
			污染物排放管控	1.执行山西省、朔州市的污染物排放控制要求。	本项目污染物排放执行山西省、朔州市的污染物排放控制要求。	符合
6	山阴县防风固沙与土地沙化防控一般生态空间优先保护单元(ZH14062110007)	优先保护单元	空间布局约束	1.严格资源开发和建设项目的生态监管，控制新的人为土壤侵蚀。 2.严禁陡坡垦殖和过度放牧，严禁乱砍滥伐树木，限制经济开发活动。 3.严格控制放牧和草原生物资源的利用，禁止开垦草原，加强植被恢复和保护。 4.调整传统的畜牧业生产方式，大力发展草业，加快规模化圈养牧业的发展，控制放	本项目不涉及陡坡垦殖、过度放牧，不乱砍乱伐，不涉及畜牧业，同时施工结束后及时进行植被恢复，基本不影响该区域植被生物量。	符合

				养对草地生态系统的损害。 5.积极推进草畜平衡科学管理办法，限制养殖规模。 6.实施防风固沙工程，恢复草地植被，大力推进调整产业结构，退耕还草，退牧还草等措施。 7.加强对矿产资源开发的监管，加大矿山生态环境整治修复力度。		
7	山阴县桑干河麻疃村控制单元水环境城镇生活污染重点管控单元(ZH14062120001)	重点管控单元	空间布局约束	1.执行山西省、朔州市空间布局的准入要求。	本项目现已纳入《山西省国土空间规划（2021-2035 年）》重点项目安排表电力建设中的清单管理项目，项目的建设符合山西省、朔州市空间布局的准入要求。	符合
			污染物排放管控	1.执行山西省、朔州市的污染物排放控制要求。 2.到 2025 年，城市污泥无害化处理处置率达到 85%以上。 3.到 2025 年，具备生活污水处理能力的建制镇比例达到 90%以上。 4.污水处理厂进水溢流口实施非汛期封堵或设立闸阀，严禁非紧急状态下进水溢流口直排生活污水，排放的入河废水化学需氧量、氨氮、总磷三项主要污染物出水达地表水V类标准。 5.区域位于大气布局敏感区，严格控制涉气污染企业污染物排放。	本项目污染物排放执行山西省、朔州市的污染物排放控制要求。项目运行期不涉及污泥处置，不涉及大气污染物排放。间隔扩建所在的苗山开闭站生活污水经污水管网收集后进入化粪池，污水加压排至神头二电厂内污水管网，与电厂内生活污水统一处理，不外排。	符合
			环境风险防控	1.制定环境风险应急预案，成立应急组织机构，定期开展应急风险防范能力。 2.城镇污水集中处理设施的运营单位应当配套建设污水水质监测设施；在出现水质超标，或者发生影响城镇污水处理设施安全运行的突发情况时，应当立即采取应急处理措施。	本项目输电线路及间隔扩建运行期间不涉及环境风险。	符合
			资源开	1.工业生产、城市绿化、	本项目间隔扩建及输电线路	符合

			发效率要求	道路清扫、车辆冲洗、建筑施工以及生态景观等用水优先使用再生水，到2025年，城市再生水利用率力争达到25%以上。 2.严格用水定额管理。	运行期不涉及用水。	
8	山阴经济技术开发区西区大气环境高排放重点管控单元(ZH14062120003)	重点管控单元	空间布局约束	1.执行山西省、朔州空间布局的准入要求。 2.重大项目原则上布局在高排放区，新建涉工业炉窑的建设项目，原则上要入高排放区，配套建设高效环保治理设施，纳入重点管控范围。 3.根据水环境功能要求，严格控制重污染行业和高风险项目布局。	本项目现已纳入《山西省国土空间规划（2021-2035年）》重点项目安排表电力建设中的清单管理项目，项目建设符合山西省、朔州市空间布局准入的要求；不属于工业项目及高排放项目，不属于重污染行业和高风险项目。	符合
			污染物排放管控	1.执行山西省、朔州市的污染物排放控制要求。 2.入区项目生产工艺、装备水平、资源能源利用和污染控制水平应对标国际国内先进水平，煤电项目应落实最严环境限制及总量控制要求。 3.实行严格的污染物排放标准，推行清洁生产，加强颗粒物、挥发性有机物等大气污染物的全过程管控。 4.入园企业全部按规定建成污水集中处理设施，并安装自动在线监控装置，外排废水化学需氧量、氨氮、总磷三项主要污染物达地表水V类标准。 5.强化园区内化工企业废水处理，实现化工工艺废水零排放。	本项目污染物排放执行山西省、朔州市的污染物排放控制要求。本项目运行期无大气及水污染物排放，仅有工频电磁场、噪声的排放，无需设置总量控制指标。	符合
			环境风险防控	1.依托开发区环境保护相关机构，设立开发区环境风险应急管理办公室。 2.建立环境风险三级防控体系，落实开发区企业应急事故池、初期雨水收集池等应急设施的建设，控制和防止突发事件时事故水流出企业厂区，	本项目输电线路及间隔扩建运行期间不涉及环境风险。	符合

				实现应急情况下储存事故水、消防水、初期雨水的目的。		
			资源开发效率要求	1.加强园区能源替代利用，积极推广集中供汽供热或建设清洁低碳能源中心等，替代工业炉窑燃料用煤；充分利用园区内工厂余热、焦炉煤气等清洁低碳能源，加强分质与梯级利用，提高能源利用效率，促进形成清洁低碳高效产业链。 2.用水实施分质分级利用，工业用水优先使用污水处理厂再生水。 3.到2030年，一般工业固体废物处置利用率100%。 4.严格控制用地准入。	本项目运行期无大气及水污染物排放，间隔扩建所在的开闭站不涉及一般工业废物。项目在可研设计阶段已优化塔基占地，尽量采用占地面积少的塔型。	符合
9	朔州市山阴县一般管控单元(ZH14062120003)	一般管控单元	空间布局约束	1.执行山西省、重点流域、朔州市空间布局的准入要求。 2.排放大气污染物的工业项目应当按照规划和环境保护规定进入工业园区。 3.禁止在邻近基本农田区域排放重金属和多环芳烃、石油烃等有机污染物的开发建设活动。	本项目现已纳入《山西省国土空间规划（2021-2035年）》重点项目安排表电力建设中的清单管理项目，项目建设符合山西省、朔州市空间布局准入的要求；不属于工业项目，不涉及有机污染物的排放。	符合
			污染物排放管控	1.执行山西省、朔州市的污染物排放控制要求。	本项目污染物排放执行山西省、朔州市的污染物排放控制要求。	符合

2）项目与朔州市生态环境准入符合性

表 2.5-5　本项目与区域生态环境准入清单的符合性分析结果

生态环境准入清单		本项目实际情况	符合性
管控类别	相关条款		
空间布局约束	9.严格执行相关行业企业布局选址要求，禁止在居民区、学校、医疗和养老机构等周边规定范围内新建、扩建有色金属冶炼、焦化、煤焦油加工等行业企业，科学布局生活垃圾处理、危险废物处置、废旧资源再生利用等设施和场所。 12.生态保护红线内，自然保护地核心保护区禁止矿业活动，其他区域除因国家重大能源资源安全需要开展的战略	本项目不属于有色金属冶炼、焦化、煤焦油加工等行业企业，不涉及生活垃圾处理、危险废物处置、废旧资源再生利用等设施和场所。 本项目属于省内较长距离的线性基础设施项目，运行期间仅为电能的输送，不属于开发性、生产性的建设活动；依据《山西省自然资源厅、山西省生态环境厅、山西省林业和草原局关于印发<关于加强生态保护红线监管的实施意见	符合

		性能源资源勘查以及公益性自然资源调查和地质勘查外，禁止新设立矿产资源勘查开发项目。对已依法设立矿业权，除油气探矿权、铀矿矿业权外，均按有关规定依法处置或有序退出。矿产资源开发应避免侵占野生动物生态廊道。	（试行）>的通知》有关规定，本项目属于生态保护红线内允许有限人为活动中的“必须且无法避让、符合县级以上国土空间总体规划的线性基础设施”建设项目。已开展了不可避让生态保护红线论证。	
污染物排放管控		3.实施禁行区管理。低排放控制区禁止使用冒黑烟等高排放非道路移动机械、农用机械等。严禁混凝土运输车和各类散装物料运输车未密闭或密闭不严出入城市和建成区。 4.禁止生活污水直排入河，科学合理处置暗涵积存生活污水。	本项目施工期禁止使用冒黑烟等高排放非道路移动机械、农用机械等，采用商品混凝土，散装物料运输车需密闭。 间隔扩建所在的苗山开闭站生活污水经污水管网收集后进入化粪池，污水加压排至神头二电厂内污水管网，与电厂内生活污水统一处理，不外排。	符合
环境风险防控		2.依据土壤污染防治法开展永久基本农田集中区域划定试点，在永久基本农田集中区域，禁止新建可能造成土壤污染的有色金属冶炼、石油加工、化工、焦化、电镀、制革等建设项目。 3.管控严格管控类耕地用途，依法划定特定农产品禁止生产区域，严禁种植食用农产品，推进严格管控类耕地纳入退耕还林还草范围。	根据《山西省自然资源厅厅长办公会议纪要》（〔2023〕第 19 次）文件，电网项目输电线路选址涉及永久基本农田的，输电线路工程塔基选址要尽量避让耕地和永久基本农田；确实无法避让永久基本农田的，按照《山西省人民政府办公厅关于进一步优化电网项目审批流程的实施意见》（晋政办发〔2025〕22 号）有关规定：“输电线路走廊（包括杆、塔基础）原则上不征地，只作一次性经济补偿，无需办理用地预审”。同时施工结束后及时进行复耕，确保其土壤环境质量不下降。	符合
资源开发效率要求	水资源	1.桑干河流域水资源配置应当统筹兼顾上下游、左右岸和有关地区之间的需求，结合当地水资源实际情况，优先开发和利用地表水，合理利用外调水，充分利用非常规水，有效涵养和保护地下水，实现多源互补，恢复流域生态功能。 6.神头泉域水资源的开发利用，应当实行泉域用水总量控制和定额管理，统筹地表水和地下水，合理配置水资源。优先满足城乡居民生活用水需要，优先利用地表水，引导、鼓励使用再生水，提升非常规水利用率，推行水循环梯级利用。 8.到 2025 年，全市用水总量控制目标为 5.66 亿立方米。	本项目间隔扩建及输电线路运行期不涉及用水，满足用水相关要求。	符合
	能源	1.到 2025 年，全面完成省下达的能源消耗总量和强度“双控”目标，万元	本项目新建 500kV 输电线路，为新能源送出线路。	符合

		GDP 能耗下降 14.5%，煤炭产量稳定在 2 亿吨左右，先进产能占比保持在 90%以上，煤炭工业总产值达到 1000 亿元。全市建成煤电装机 1600 万千瓦、新能源 1600 万千瓦的“双 1600 万千瓦”中部电力外送基地，新能源和清洁能源装机容量占比 50%。储能规模达到 300 万千瓦，储电量 36 亿度，清洁能源供应能力实现大幅提升。		

本项目线路选址无法避让生态保护红线、神头泉域重点保护区等，经分析均符合相关管控单元的管控要求。本项目现已纳入《山西省国土空间规划（2021-2035 年）》重点项目安排表电力建设中的清单管理项目，且项目建设符合国家产业政策，符合水资源利用上限要求，与区域国土空间总体规划协调，不会导致区域水环境质量恶化。因此，项目建设与朔州市生态环境分区管控相符。

2.5.3 建设项目各部门征询意见的符合性分析

本项目在选址、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，对站址、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、风景名胜区等环境敏感区，以减少对所涉地区的环境影响。在可研阶段，本项目已取得项目所在地规划等部门对选线的原则性规划意见，符合项目沿线区域的城乡规划。项目选址、选线相关部门意见详见表 2.5-6。

表 2.5-6　项目选址、选线相关部门复函意见表

序号	征询部门		征询意见和要求	对意见的落实情况
1	山阴县	山阴县自然资源局	一、工程线路路径经与《山阴县国土空间总体规划(2021-2035 年)》数据库比对，与生态保护红线不重叠，但与部分城镇开发边界重叠，主要涉及山阴经济技术开发区西区，应征求山阴经济技术开发区管委会的意见。 二、塔基与永久基本农田重叠 9 个,涉及占用面积 0.0703 公顷。 三、工程线路路径不在已设矿产资源规划范围内，不压覆重要矿产资源，不涉及地质灾害隐患点。	①本项目涉及山阴经济技术开发区西区，已按要求征求山阴经济技术开发区管委会意见。 ②本项目途径永久基本农田长度 18.69km，途径永久基本农田耕地塔基数量 78 个。
2		山阴县林业局	1、项目范围与II级保护林地(二级国家公益林地、山西省永久性生态公益林地)重叠 0.0001 公顷，与III级保护林地重叠 0.0003 公顷，与其他草地重益 0.0002 公顷;与我县地质公园、	项目范围与II级保护林地(二级国家公益林地、山西省永久性生态公益林地)重叠 0.0001 公顷，与III级保护林地重叠 0.0003 公

			自然保护区、森林公园、湿地公园、一级国家公益林地、I 级保护林地、风景名胜区规划范围无重叠情况。 2、线路与II级保护林地(二级国家公益林地、山西省永久性生态公益林地)、III级保护林地、V 级保护林地、无等级林地、其他草地重叠；与我县地质公园、自然保护区、森林公园、湿地公园、一级国家公益林地、I 级保护林地、风景名胜区规划范围无重叠情况。该项目范围内涉及的林地、其他草地需避让或办理相关手续。	顷，评价要求项目开工建设前，依据《建设项目使用林地审核审批管理办法》、《建设项目使用林地审核审批管理规范》等有关规定办理林地使用手续。同时，在使用林地、草地之前必须依法办理使用林地、草地行政许可。
3		朔州市生态环境局山阴县分局	该项目新建华能山阴“上大压小”煤电 500KV 送出线路工程线路起于拟建华能山阴“上大压小”煤电项目，终点为已建的 500KV 苗山开闸站，线路途经朔城区、平鲁区和山阴县。山阴县境内线路途经北周庄镇(下神泉村、上神泉村、白淀沟村)。下喇叭乡(罗庄村、口子梁村、下喇叭村、榆坪村、榆树洼村、冻牛坡村、双井村、黑龙池村)，架空线路总长度 25km，其中双回路线路总长度为 19km，单回路线路为 6km，新建杆塔约 65 基。架空及电缆线路都不在乡镇饮用水源保护区范围内及敏感区域，我局原则同意该项目路径方案。该项目路径方案建设时，严格按照环境保护法律法规要求建设，不得进入乡镇饮用水源保护区范围内。	本项目不涉及水源地及水源地保护区。已按照要求，严格控制施工作业区，项目路径方案建设时，严格按照环境保护法律法规要求建设，不得进入乡镇饮用水源保护区范围内。
4		山阴县文化和旅游局（含文物局）	该工程线路路径距县级文物保护单位四户坪遗址 193.5 米，与四户坪遗址的建设控制范围重叠。四户坪遗址保护范围：以遗址外缘为基线向四周各扩 100 米作为边界。建设控制地带：自保护范围边界外扩 200 米作为边界。 要求项目实施单位在项目实施前，做好地下文物勘探，依法按程序办理文物行政许可事宜。	本项目正在进行文物调查工作，并编制文物调查报告。同时，建设单位已按要求进行考古勘探工作，项目拟用地范围内地下文物可能埋藏区文物保护工作结束前，不动工。
5		山阴县能源局	线路附近涉及山西联胜风能新能源有限公司风电场、晋控电力山西新能源有限公司风电场、国华投资山阴县 100MW 采煤沉陷区生态综合治理+光伏储氢基地项目、中煤华昱公司山阴县冻牛坡 100MW 光伏发电项目，经贵公司征求以上 4 家发电企业意见，风力发电机组塔筒中心与输电线路的避让距离宜大于轮毂高度与叶轮半径之和的 1.5 倍，并避让光伏厂区。线路沿线如涉及长输管道，请	本项目线路可研设计阶段已避让风电场风机，并留出安全距离，并避让光伏场区。线路不涉及长输管道。

			注意避让。原则同意该线路路径方案，请你单位加快推进工程前期工作，推进工程尽快实施。	
6		山阴县发展和改革委员会（山阴县人民政府国防动员办公室）	你单位拟建山西朔州华能山阴“上大压小”煤电 500kV 送出工程项目拟选址涉及到山阴县岱岳镇、北周庄镇、下喇叭乡，用地范围内暂未发现军事设施及标志。	本项目不涉及军事设施及标志。
7		山阴县防震减灾中心	经我中心商议研究，在不损坏全县范围内的地震预警台和监测站情况下，同意该线路经项目。请贵公司严格遵守《中华人民共和国突发事件应对法》、《中华人民共和国防震减灾法》、《山西省防震减灾条例》等相关法律法规。根据你公司提供的《山西朔州华能山阴“上大压小”煤电 500kv 送出工程线路路径方案图》所示，该线路途径范围距离山阴县南口前村地震观测站较远。如日后设计和施工发生变更，及时联系相关部门和本中心。	本项目距离山阴县南口前村地震观测站 39.9km，不影响地震预警台和监测站正常运行。如日后设计和施工发生变更，按要求及时联系相关部门。
8		山阴县水利局	根据《山西省泉域水资源保护条例》、山西省人民代表大会常务委员会《关于加强汾河、沁河、桑干河源区保护的决定》等相关规定，经核查，山西朔州华能山阴“上大压小”煤电 500KV 送出工程线路路径与神头泉域重点保护区以及汾河、沁河、桑干河保护区没有重叠情况。 该路径涉及行洪沟道，须编制防洪影响评价报告。	本项目不涉及山阴县境内的神头泉域重点保护区以及汾河、沁河、桑干河保护区；路径涉及行洪沟道，正在组织编制防洪影响评价报告。
9		山阴县交通运输局	经研究，我局原则同意该线路路径方案，项目实施时，请你单位按照《中华人民共和国公路法》、《中华人民共和国公路管理条例》等相关法律法规，对上跨的县乡、村道必须预留原道路下一步改扩建的宽度和高度。	评价要求本期 500kV 输电线路在跨越国道、省道时严格按照相关规范要求进行交叉跨越，与沿线交通部门密切沟通，严格落实《中华人民共和国公路法》、《中华人民共和国公路法公路安全保护条例》相关规定，在公路两侧预留远期改造升级的安全通道范围，跨越公路的净空距离达到相关规范要求。并采取搭设跨越架的方式通过，避免对公路设施和通行安全造成影响。
10		山阴县经济技术开	贵公司提出的 500kV 送出工程线路路径方案与山阴经济技术开发区现有规划及未来	①建设单位将严格按照电力规划管理办法》等国家及行业标

		发区管委会	发展不存在冲突，不影响开发区产业布局、安全生产及环境管控目标。我单位原则同意该线路路径方案通过开发区周边区域。 建议贵公司在后续建设中严格遵守《电力规划管理办法》等国家及行业标准，确保线路施工及运营期的安全性和环保性。 如需在路径周边开展临时用地、杆塔建设等工程，请提前与我单位沟通协调，确保符合开发区土地利用及建设管理要求。	准，确保线路施工及运营期的安全性和环保性。 ②施工前，向山阴县经济技术开发区管委会提交塔基永久占地及施工临时占地等资料，确保符合开发区土地利用及建设管理要求。
11	平鲁区	平鲁区自然资源局	该线路工程占用生态保护红线，按相关规定办理。该项目涉及永久基本农田，按照山西省自然资源厅（晋自然资发〔2024〕41号）文件执行。位于地质灾害中易发区，做好地质灾害防范工作。该项目用地范围涉及地类为耕地、林地、农村道路、其他草地。该线路与平鲁区辖区内已设矿业权无重叠，截止现在且与规划设置矿业权无影响。	①本项目线路穿越生态保护红线长度5.7792km，在生态保护红线内塔基数量12个。建设单位已按相关要求，编制完成《项目必须且不可避让生态保护红线和减缓生态环境影响措施论证报告》，办理相关准入手续。 ②项目位于地质灾害中易发区，塔基基础及线路严格按要求做好地质灾害防范工作，防止项目线路受到地质灾害的影响。 ③项目用地范围涉及平鲁区境内的耕地、林地、农村道路、其他草地，按照各用地的相关规定，施工前完善相应手续。
12		平鲁区林业局	我局原则上同意该项目的线路路径选址方案，在项目的建设中应不占或少占林草地，如无法避让，请严格按照相关规定程序办理使用林地和草地的审核审批手续。	项目范围与II级保护林地(二级国家公益林地、山西省永久性生态公益林地)重叠0.0001公顷，与III级保护林地重叠0.0003公顷，评价要求项目开工建设前，依据《建设项目使用林地审核审批管理办法》、《建设项目使用林地审核审批管理规范》等有关规定办理林地使用手续。同时，在使用林地、草地之前必须依法办理使用林地、草地行政许可。
13		朔州市生态环境局平鲁区分局	山西朔州华能山阴“上大压小”煤电500kV送出工程线路路径途经平鲁区，经初步核查坐标，该项目范围与平鲁区饮用水水源地保护区不重叠。项目在建设和运行时要严格执行环保相关规定，并按照规定办理环保手续。该意见仅作为项目前期办理相关手续的初步意见，不作为开工建设的依据。	本项目不涉及水源地及水源地保护区。建设单位已按照要求，项目路径方案建设时，在建设和运行时要严格执行环保相关规定，并按照规定办理环保手续。
14		平鲁区文化和旅游	1、山西朔州华能山阴“上大压小”煤电500KV送出工程线路路径范围内，在前期设	①本项目在前期设计阶段已避让烽火台主体四周550米距离，

		局（含文物局）	计时避让烽火台主体四周 550 米距离，古遗址、古墓葬主体四周 350 米距离。 2、该范围内地上不可移动文物经坐标核对不重叠，在新增用地建设施工前必须与区文物部门对接地下文物勘探事宜。 3、此意见不作为施工建设意见，此意见只供选址。	古遗址、古墓葬主体四周 350 米距离。 ②项目与平鲁区地上不可移动文物不重叠。建设单位已按要求进行考古勘探工作，项目拟用地范围内地下文物可能埋藏区文物保护工作结束前，不动工。
15		平鲁区能源局	经我局核对，目前该送出工程路径范围内不涉及长输油气管道企业、新能源企业，且暂无新建新能源项目规划。我局原则上同意该送出工程线路路径建设，要求在建设过程中注意避让周边风电、光伏企业。	本项目线路可研设计阶段已避让风电场风机及光伏场区，并留出安全距离。线路不涉及长输管道。
16		平鲁区防震减灾中心	经我中心商议研究，在不损坏全区范围内的地震预警台和监测站情况下，同意该线路经项目。请贵公司严格按照《中华人民共和国突发事件应对法》、《中华人民共和国防震减灾法》、《山西省防震减灾条例》等相关法律法规。 依据国家标准《GB/T19531.1-2004 地震台站观测环境技术要求第 1 部分:测震》《GB/T19531.3-2004 地震台站观测环境技术要求第 3 部分:地壳形变观测》有关规定开展。按贵公司目前设计图，线路途径平鲁区下面高乡花圪坨村附近，距下面高乡基准站约 6 公里左右，目前不影响该预警台运行。如日后设计和施工发生变更，途径平鲁区范围内预警台和监测站立即停止，及时联系相关本门和本中心。	本项目距离下面高乡基准站约 6.0km，不影响地震预警台和监测站正常运行。如日后设计和施工发生变更，按要求及时联系相关部门。
17		平鲁区水利局	原则同意该项目前期工作，项目如该遇供水管线请避开。如有水土保持相关的项目请与平鲁区水利局协商。我局原则同意该项目。该项目建设涉河时必须进行防洪影响评价分析，确保项目建设不影响河道行洪。该意见仅作为该项目前期办理相关手续的初步意见，不作为开工建设的依据。另外，项目建设前要完善水资源论证、水保方案等相关手续。	建设单位评价单位已按要求编制防洪影响评价报告、水资源论证报告、水土保持方案等相关手续。
18		平鲁区交通运输局	经研究，我局原则同意该线路路径方案。项目实施时，请你单位按照《中华人民共和国公路法》、《中华人民共和国公路管理条例》等相关法律法规，对上跨的县、乡、村道必须预留下一步改扩建的宽度和高度。	评价要求本期 500kV 输电线路在跨越国道、省道时严格按照相关规范要求进行交叉跨越，与沿线交通部门密切沟通，严格落实《中华人民共和国公路法》、《中华人民共和国公路法公路安全保护条例》相关规定，在公路两

				侧预留远期改造升级的安全通道范围，跨越公路的净空距离达到相关规范要求。并采取搭设跨越架的方式通过，避免对公路设施和通行安全造成影响。
19		平鲁区公安局	经核查，该线路途径平鲁区未压覆在用再建炸药库。	本项目不涉及炸药库。
20		平鲁区人民武装部	经我部核查，该线路路径与我部军事设施无影响，我部原则同意路径方案。后期施工时如发现军事设施，应立即停止施工并及时与我部联系。	本项目不涉及军事设施。后期施工时如发现军事设施，应立即停止施工并及时与武装部联系。
21		朔城区自然资源局	1、山西朔州华能山阴“上大压小”煤电500KV送出工程线路项目共17座塔基，项目占地总面积为9543.12平方米，合14.31亩，建设地点涉及大洼村、司马泊村、神西村、安庄村。现状地类为：建设用地、未利用地和农用地，建设用地面积为18.37平方米，未利用地面积为128.93平方米，农用地面积为9395.82平方米(其中耕地7583.93平方米，其它农用地137.95平方米，其它草地1673.94平方米)。 2、该线路路径不涉及生态保护红线。 3、该线路工程有15座塔基与永久基本农田存在重叠，重叠总面积7720平方米，1座塔基涉及耕地后备资源，涉及面积119平方米，根据《山西省自然资源厅山西省农业农村厅关于加强永久基本农田保护红线管理的通知》（晋自然资发〔2026〕20号），需编制永久基本农田不可避让及对耕作影响论证报告。输电线路走廊(包括杆、塔基础)原则上不征地，只做一次性经济补偿，在项目实施中要尽量避让耕地和永久基本农田。 4、该线路工程项目塔基90、91压占朔城区神头镇伏庄石灰岩集中开采区，塔基92距离神头镇伏庄石灰岩集中开采区不足300米，按照区政府2026年1月30日区长办公会同意该项目线路实施，但实施过程中需按照相关要求办理相关手续。 5、该线路路径跨越北同蒲铁路韩家岭至应县新建四线工程朔州至山阴联络线和山阴元营至朔城区高速公路(S5512)西影寺至城区改线工程，需征求相关部门意见。	①本项目塔基占地涉及建设用地、农用地、未利用地等。 ②项目线路路径不涉及朔城区范围内的生态保护红线。 ③项目已编制节约集约用地论证分析专章，充分论证了永久基本农田不可避让及对耕作影响。可研设计阶段阶段已尽量避让耕地及永久基本农田。 ④建设单位已组织编制《项目压覆矿产资源调查报告》。要求该段线路采取针对性的结构设计和地基处理措施后，确保铁塔不倾斜、不倒塌。
22		朔城区林业局	山西朔州华能山阴“上大压小”煤电501kV送出工程线路路径项目范围与我区地	本项目输电线路塔基占地涉及其他草地，可研设计阶段已尽量

			质公园、自然保护区、湿地公园、森林公园、一级国家公益林地、二级国家公益林地、I级保护林地、II级保护林地、山西省永久性生态公益林、风景名胜区范围无重叠。 该项目坐标范围涉及地类为其他草地，请尽量避让。如确需使用，请在施工前依法依规办理使用草地相关手续。	避让。在使用草地之前必须依法办理使用草地行政许可。
23		朔州市生态环境局朔城区分局	山西朔州华能山阴“上大压小”煤电501kV送出工程，拟选线路涉及朔城区部分地块，经我局核查，该项目拟选送出线路不在城镇和乡镇集中式饮用水水源地一级和二级保护区。	本项目不涉及水源地及水源地保护区。
24		朔城区文化和旅游局（含文物局）	一、线路与我区不可移动文物保护范围不重叠，原则上同意该工程路径。 二、输电路线经过省级重点文物保护单位马邑墓群一类建设控制地带，项目建设主要采用高架线方式，应在开工前对输电线路塔基用地范围内进行考古勘探，依法做好该区域内文物保护工作。 三、鉴于我区文物分布比较广泛，后期项目实施过程中如发现地下文物遗存，立即停工，并向区文物局报告，待妥善处理后再行施工。	本项目正在进行文物调查工作，并编制文物调查报告。同时，建设单位已按要求进行考古勘探工作，项目拟用地范围内地下文物可能埋藏区文物保护工作结束前，不动工。
25		朔城区能源局	经研究，我局原则同意该线路路径方案。线路附近涉及国能朔州新能源有限公司新建风电项目，经现场勘测满足规范安全距离，线路沿线如涉及长输管道，请注意避让。	本项目线路可研设计阶段已避让风电场风机，并留出安全距离。线路不涉及长输管道。
26		朔城区发展和改革局（国防动员办）	依据《军事设施保护法》、《关于建立区域驻军单位军事设施保护工作协调机制的通知》相关规定，地方经济建设项目需征求军事机关意见。为此，我办特向区人武部函询，经其核查，该项目涉及我瞎区神头镇和神头街道，拟选址区域内暂无军事设施，原则同意建设。此函仅为该项目开展前期工作，不作为后续施工依据，在项目后续开展过程中若发现军事设施应立即停止活动，并及时上报我办，如造成损坏由该建设单位负责。	本项目不涉及军事设施。
27		朔城区水利局	一、该项目位于神头泉域内，部分线路穿越重点保护区(与重点保护区位置关系以自然资源部门核查结果为准)。根据《山西省泉域水资源保护条例》第十六条规定,若本项目属于国家、省大型建设项目和重点工程因地形原因无法避让，或者重要民生工程确需经过或者进入泉域重点保护区,经专家充分	①本项目已编制泉域水环评报告，属于省大型工程及重要民生工程确需经过或者进入泉域重点保护区，报告编制完成后经专家充分论证，采取严格保护措施后不会对泉域水资源造成污染和影响，最终经省人民政府水行

			论证采取严格保护措施后不会对泉域水资源造成污染和影响，必须经省人民政府水行政主管部门批准方可建设，否则不得开工建设。 二、该项目跨越桑干河(源子河)，建设单位必须依法编报洪水影响评价报告。在工程开工前，临河、跨河工程施工方案需征得水行政主管部门同意。 三、该项目位于水土流失重点治理区，需依法编制该项目水土保持方案，并报相关部门批准，水土保持方案未经批准不得开工建设。 四、项目若取水，取水工程建设前必须依法开展建设项目水资源论证并办理取水许可审批手续。 五、项目建设和运营若对当地农村饮水工程设施、灌溉水源或工程设施造成影响，建设单位要负责解决有关问题。	政主管部门批准方可建设。 ②本项目跨越源子河，建设单位已组织编制洪水影响评价报告，最终取得水行政主管部门同意。 ③本项目位于永定河上游国家级水土流失重点治理区，已编制水保方案，未经批准不得开工建设。 ④本项目为华能山阴电厂配套的送出工程，不涉及取水工程。 ⑤本项目不涉及农村饮水工程设施、灌溉水源或工程设施造，施工时严格控制施工区域，防止对当地农村饮水工程设施、灌溉水源或工程设施造成影响。
28		朔城区交通运输局	山西朔州华能山阴上大压小煤电 500kV 送出工程线路路径横穿我区农村公路，你单位需预留改造拓宽空间，原则上在原公路等级基础上提高一个技术等级，跨线净空高度应符合公路工程技术标准要求。	评价要求本期 500kV 输电线路在跨越国道、省道时严格按照相关规范要求进行交叉跨越，与沿线交通部门密切沟通，严格落实《中华人民共和国公路法》、《中华人民共和国公路法公路安全保护条例》相关规定，在公路两侧预留远期改造升级的安全通道范围，跨越公路的净空距离达到相关规范要求。并采取搭设跨越架的方式通过，避免对公路设施和通行安全造成影响。
29		朔城区公安局	经对你公司提供的线路路径方案图进行查看，线路经过我朔城区辖区路径周边 600 米之内无民用爆炸物品储存库，从民爆物品储存库安全规范角度，原则上同意该线路路径施工。	本项目不涉及爆炸物品储存库。
30		朔城区防震减灾中心	根据你公司提供的《山西朔州华能山阴“上大压小”煤电 500kv 送出工程线路路径方案图》所示，该线路架设在朔城区域内需穿越晚更新世断层神头断裂带，附近无地震观察台站，该断裂带近年来未发生 3.1 级以上地震。	本项目不涉及朔城区范围内的地震观察台，由于穿越神头断裂带，建设单位施工时应做好塔基基础施工设计及风险防范措施，采取针对性的结构设计和地基处理措施后，确保铁塔不倾斜、不倒塌。

2.5.4 与相关环境敏感区法律法规政策的符合性分析

2.5.4.1 与生态保护红线相关法律法规的相符性分析

（1）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

该指导意见指出：“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。”

本项目属于上述符合县级以上国土空间规划的线性基础设施建设，穿越的生态保护红线为自然保护地外一般生态保护红线，本项目将严格按照占地审批流程进行建设，严禁超范围占用生态保护红线，因此，符合《关于在国土空间规划中统筹划定落实三条控制线的指导意见》的相关规定。

（2）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）》（自然资发〔2022〕142 号）的相符性分析

第一条（一）中指出：“规范管控对生态功能不造成破坏的有限人为活动。生态保护红线是国土空间规划中的重要管控边界，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。

1.管护巡护、保护执法、科学研究、调查监测、测绘导航、防灾减灾救灾、军事国防、疫情防控等活动及相关的必要设施修筑。

2.原住居民和其他合法权益主体，允许在不扩大现有建设用地、用海用岛、

耕地、水产养殖规模和放牧强度（符合草畜平衡管理规定）的前提下，开展种植、放牧、捕捞、养殖（不包括投礁型海洋牧场、围海养殖）等活动，修筑生产生活设施。

3.经依法批准的考古调查发掘、古生物化石调查发掘、标本采集和文物保护活动。

4.按规定对人工商品林进行抚育采伐，或以提升森林质量、优化栖息地、建设生物防火隔离带等为目的的树种更新，依法开展的竹林采伐经营。

5.不破坏生态功能的适度参观旅游、科普宣教及符合相关规划的配套性服务设施和相关的必要公共设施建设及维护。

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；已有的合法水利、交通运输等设施运行维护改造。

7.地质调查与矿产资源勘查开采。包括：基础地质调查和战略性矿产资源远景调查等公益性工作；铀矿勘查开采活动，可办理矿业权登记；已依法设立的油气探矿权继续勘查活动，可办理探矿权延续、变更（不含扩大勘查区块范围）、保留、注销，当发现可供开采油气资源并探明储量时，可将开采拟占用的地表或海域范围依照国家相关规定调出生态保护红线；已依法设立的油气采矿权不扩大用地用海范围，继续开采，可办理采矿权延续、变更（不含扩大矿区范围）、注销；已依法设立的矿泉水和地热采矿权，在不超出已经核定的生产规模、不新增生产设施的前提下继续开采，可办理采矿权延续、变更（不含扩大矿区范围）、注销；已依法设立和新立铬、铜、镍、锂、钴、锆、钾盐、（中）重稀土矿等战略性矿产探矿权开展勘查活动，可办理探矿权登记，因国家战略需要开展开采活动的，可办理采矿权登记。上述勘查开采活动，应落实减缓生态环境影响措施，严格执行绿色勘查、开采及矿山环境生态修复相关要求。

8.依据县级以上国土空间规划和生态保护修复专项规划开展的生态修复。

9.根据我国相关法律法规和与邻国签署的国界管理制度协定（条约）开展的边界边境通视道清理以及界务工程的修建、维护和拆除工作。

10.法律法规规定允许的其他人为活动。”

本项目属于第一条（一）中的第 6 点指出：“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；已有的合法水利、交通运输等设施运行维护改造”。且该项目属于长距离、大范围高压输变电基础设施，正在编制《山西朔州华能山阴“上大压小”煤电 500kV 送出工程必须且不可避让生态保护红线和减缓生态环境影响措施报告》。因此，该项目符合《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）中的“对生态功能不造成破坏的有限人为活动”的管控要求。

本项目属于上述县级以上国土空间规划的线性基础设施建设，穿越的生态保红线均为自然保护地核心保护区外的一般生态保护红线，本项目将严格按照占地审批流程进行建设，严禁超范围占用生态保护红线，建设内容符合《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）的相关规定。

（3）与《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、国务院办公厅于 2017 年 2 月 7 日印发）的相符性分析

该意见指出“生态保护红线原则上按禁止开发区域的要求进行管理。严禁不符合主体功能定位的各类开发活动，严禁任意改变用途。生态保护红线划定后，只能增加、不能减少，因国家重大基础设施、重大民生保障项目建设等需要调整的，由省级政府组织论证，提出调整方案，经环境保护部、国家发展改革委会同有关部门提出审核意见后，报国务院批准。因国家重大战略资源勘查需要，在不影响主体功能定位的前提下，经依法批准后予以安排勘查项目”。

本项目将严格按照审批流程进行建设，输电线路的架设不会改变所涉生态保护红线的主体结构和功能，项目活动主要是输电线路架设的运营，其内容符合《关于划定并严守生态保护红线的若干意见》的相关规定。

（4）与《山西省自然资源厅、山西省生态环境厅、山西省林业和草原局关于印发<关于加强生态保护红线监管的实施意见（试行）>的通知》相符性分析

该文件中三、（二）中指出：“建设项目要严格控制活动强度和规模，避免对生态功能造成破坏。有具体建设活动的，由项目立项机关同级的自然资源主管部门会同同级项目主管部门组织对项目必须且不可避让生态保护红线和减缓生态环境影响的措施进行论证，作为相关活动开展的依据。”

本项目属于省内较长距离的线性基础设施项目，选址选线在综合考虑地方规划、生态敏感区、环境敏感区、重要矿产资源等多种限制性因素后，仍无法完全避让生态保护红线。该项目根据《山西省自然资源厅、山西省生态环境厅、山西省林业和草原局关于印发<关于加强生态保护红线监管的实施意见（试行）>的通知》的要求，正在编制《山西朔州华能山阴“上大压小”煤电500kV送出工程必须且不可避让生态保护红线和减缓生态环境影响措施报告》，项目符合《山西省自然资源厅、山西省生态环境厅、山西省林业和草原局关于印发<关于加强生态保护红线监管的实施意见（试行）>的通知（晋自然资发〔2023〕38号）》中第三条款“（二）有限人为活动不涉及新增用地评审的项目”的管控要求。

2.5.4.2 与泉域重点保护区的相符性分析

本项目输电线路涉及神头泉域41.45km，其中涉及神头泉域重点保护区4.56km，新建塔基20基，间隔扩建所在的苗山开闭站位于神头泉域重点保护区。

根据《山西省泉域水资源保护条例》：第十一条 在泉域保护范围内新建、改建、扩建建设项目的，建设单位应当在开工前取得泉域所在地设区的市人民政府水行政主管部门或者集中审批部门批准的泉域水资源影响评价报告。

根据《山西省泉域水资源保护条例》、《朔州市神头泉域水资源保护条例》的规定，在神头泉域保护区内新建、改建、扩建的建设项目，应当进行项目水资源影响评价，按照审批权限报相关部门审批。山西朔州华能山阴“上大压小”煤电500kV送出工程位于神头泉域范围内，部分杆塔位于神头泉域重点保护区内。

根据《山西省泉域水资源保护条例》第十一条规定：在泉域保护范围内新建、改建、扩建建设项目的，建设单位应当在开工前取得泉域所在地设区的市人民政府水行政主管部门或者集中审批部门批准的泉域水资源影响评价报告。

第十六条规定：在泉域重点保护区内，不得从事下列行为：

（一）采煤、开矿、开山采石；

（二）擅自打井、挖泉、截流、引水；

（三）排放、倾倒工业废渣、城镇垃圾和其他废弃物；

（四）排放、倾倒工业废水、生活污水；

（五）将已污染含水层与未污染含水层的地下水混合开采；

（六）新建、改建、扩建与供水设施和保护水源无关的建设项目；

（七）法律、法规禁止从事的其他行为。

前款第六项规定的建设项目，属于国家、省大型建设项目和重点工程因地形原因无法避让，或者重要民生工程确需经过或者进入泉域重点保护区，经专家充分论证采取严格保护措施后不会对泉域水资源造成污染和影响，由省人民政府水行政主管部门决定批准的除外。

综上，本项目属于省重点工程因地形原因无法避让，报告编制完成后经专家充分论证，采取严格保护措施后不会对泉域水资源造成污染和影响，最终经省人民政府水行政主管部门批准方可建设。符合《山西省泉域水资源保护条例》、《朔州市神头泉域水资源保护条例》的规定。

2.5.4.3 与《山西省“十四五”“两山七河一流域”生态保护和生态文明建设、生态经济发展规划》（晋政发〔2021〕34 号）相符性分析

根据《山西省“十四五”“两山七河一流域”生态保护和生态文明建设、生态经济发展规划》（晋政发〔2021〕34 号）的要求，大力优化能源供给结构，因地制宜发展光伏、风电、煤层气等清洁能源产业，加快布局氢能、储能等新能源项目。依托我省丰富的风能、太阳能资源开发条件，结合可再生能源政策、技术进步趋势，推动风电、光伏发电等新能源和可再生能源大规模、高比例开发利用。到 2025 年，进一步降低煤炭在一次能源消费中所占比重，提升非化石能源消费比例，新能源装机占比达到 40%左右，天然气消费比重达到 12%以上。

华北电网特高压层面现有“两横”、“西电东送”通道已无法满足山西地区新增外送电力的送出需求，需要新增特高压输电通道，以增强特高压送端电网结构，提升特高压层面“西电东送”能力，以保障华北区域内送受两端的电力输送和供应需求。山西朔州华能山阴“上大压小”煤电 500kV 送出工程作为新能源发电与外送通道的配套系统接续工程，符合《山西省“十四五”“两山七河一流域”生态保护和生态文明建设、生态经济发展规划》（晋政发〔2021〕34 号）相关规划要求。

2.5.4.4 与《山西省“十四五”生态环境保护规划》相符性分析

根据《山西省“十四五”生态环境保护规划》的要求，统筹推进区域空间布局优化，加快产业结构转型升级，建设清洁低碳现代能源体系。本项目作为新能源发电与外送通道的配套系统接续工程，符合《山西省“十四五”生态环境保护规划》

相关规划要求。

2.5.4.5 与其他相关政策相符性分析

本项目与其他相关政策的符合性分析见表 2.5-7。

表 2.5-7 本项目与相关政策符合性分析

名称	相关要求	本项目情况	符合性
《基本农田保护条例》（国务院令第 257 号）	“经国务院批准占用基本农田的，占用单位应当按照占多少、垦多少的原则，负责开垦与所占基本农田的数量与质量相当的耕地；没有条件开垦或者开垦的耕地不符合要求的，应当按照省、自治区、直辖市的规定缴纳耕地开垦费，专款用于开垦新的耕地”的原则，考虑建设单位没有条件开垦新的耕地，因此以“缴纳耕地开垦费”为宜，占用基本农田量应根据下一阶段与地方确认的数量为准，缴纳同等数量的耕地开垦费。	根据《山西省自然资源厅厅长办公会议纪要》（〔2023〕第 19 次）文件及《山西省人民政府办公厅关于进一步优化电网项目审批流程的实施意见》（晋政办发〔2025〕22 号）有关规定：“输电线路走廊（包括杆、塔基础）原则上不征地，只作一次性经济补偿，无需办理用地预审”。本项目对于输电线路走廊（包括杆、塔基础）作一次性经济补偿，用于耕地开垦，符合《基本农田保护条例》要求。	符合
《永久基本农田保护红线管理办法》（自然资源部、农业农村部令第 17 号）	依法可以按照原地类管理的架空电力传输线路、通信设施涉及的点状杆、塔确实难以避让永久基本农田的，应当在不妨碍机械化耕作的前提下，尽可能沿田间道路、沟渠、田坎铺设。铺设方案应当对永久基本农田的不可避让性以及对耕作的影响进行论证，报县级人民政府自然资源主管部门备案并加强监管。	本次评价要求输电线路塔基在不妨碍机械化耕作的前提下，尽可能沿田间道路、沟渠、田坎铺设。项目开工建设前报自然资源主管部门备案并加强监管。	符合
《自然资源部农业农村部关于加强和改进永久基本农田保护工作的通知》（自然资规〔2019〕1 号）	临时用地一般不得占用永久基本农田，建设项目施工和地质勘查需要临时用地、选址确实难以避让永久基本农田的，在不修建永久性建（构）筑物、经复垦能恢复原种植条件的前提下，土地使用者按法定程序申请临时用地并编制土地复垦方案，经县级自然资源主管部门批准可临时占用，并在市级自然资源主管部门备案，一般不超过两年，同时，通过耕地耕作层土壤剥离再利用等工程技术措施，减少对耕作层的破坏。	本项目施工临时占地占用永久基本农田的，于施工前取得县级自然资源主管部门批准，在市级自然资源主管部门备案，且占用期限不超过两年，施工期采取表土剥离、分类存放和回填利用等措施，以减少对耕作层的破坏。	符合

《山西省自然资源厅 农业农村厅 山西省林业和草原局关于严格耕地用途管制的实施意见》（晋自然资发〔2022〕28号）	临时用地选址应当坚持“用多少、批多少、占多少、恢复多少”，尽量不占或少占耕地，可利用劣质耕地的，不占用优质耕地。临时用地确需占用永久基本农田的要符合《自然资源部 农业农村部关于加强和改进永久基本农田保护工作的通知》（自然资规〔2019〕1号）中的申请条件、土壤剥离、复垦验收等有关规定。	环评要求临时用地尽量不占或少占耕地，可利用劣质耕地的，不占用优质耕地。同时满足《自然资源部 农业农村部关于加强和改进永久基本农田保护工作的通知》（自然资规〔2019〕1号）中的要求。	符合
《国家级公益林管理办法》（林资发〔2013〕71号）	禁止在国家级公益林地开垦、采石、采沙、取土，严格控制勘查、开采矿藏和工程建设征收、征用、占用国家级公益林地。除国务院有关部门和省级人民政府批准的基础设施建设项目外，不得征收、征用、占用一级国家级公益林地。	本项目不在国家级公益林地开垦、采石、采沙、取土，不涉及矿藏的勘察、开采。本项目不涉及一级国家级公益林，属于省重点基础设施建设项目且无法避让，确需占用永久性生态公益林，符合相关规定。	符合
《山西省永久性生态公益林保护条例》（2016年12月8日山西省第十二届人民代表大会常务委员会第三十二次会议通过）	永久性生态公益林由国家级公益林和省级公益林组成。任何单位和个人不得改变永久性生态公益林用途或者占用永久性生态公益林地，下列情形除外：国家重点建设项目和省重点基础设施建设项目选址无法避让，确需占用永久性生态公益林地的，应当依照有关法律法规规定办理林地使用手续。	项目范围与II级保护林地(二级国家公益林地、山西省永久性生态公益林地)重叠0.0001公顷，与III级保护林地重叠0.0003公顷，但本项目属于省重点基础设施建设项目且无法避让，确需占用永久性生态公益林，符合相关规定。	符合

2.5.5 与《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ1113-2020）的符合性分析

本项目与《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ1113-2020）的符合性分析结果见表2.5-8。

表2.5-8 本项目与《输变电建设项目环境保护技术要求》的符合性

内容	相关规定	本项目情况	符合性
选址选线	1、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	本项目选址无法避让生态保护红线（恒山以北防风固沙与土地沙化防控生态保护红线），本项目属于生态保护红线内允许的有限人为活动，工程建设符合生态环境分区管控要求。 本项目不涉及自然保护区、用水水源保护区等环境敏感区。	符合

	害化方式通过。		
	2、变电工程在选址时应按终期规模综合考虑进出线走廊规划，避免进出线进入自然保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区。	本项目不涉及变电站工程选址问题。	
	3、户外变电工程及规划架空进出线选址选线时，应关注以居住、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公等为主要功能的区域，采取综合措施，减少电磁和声环境影响。	本项目已综合考虑各敏感区影响，选取敏感点分布较少的地区布置，并采取了同塔双回单边挂线架设方式，为走廊内其他线路预留挂线位置。	符合
	4、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。		
	5、原则上避免在 0 类声环境功能区建设变电工程。	不涉及 0 类声环境功能区。	符合
	6、变电工程选址时，应综合考虑减少土地占用、植被砍伐和弃土弃渣等，以减少对生态环境的不利影响。	本项目不新建变电站，在苗山开闭站占地范围内扩建 2 个间隔，苗山开闭站选址时，已综合考虑了减少土地占用、植被砍伐和弃土弃渣等，以减少对生态环境的不利影响。	符合
	7、输电线路宜避让集中林区，以减少林木砍伐，保护生态环境。	本项目不涉及一级生态公益林，受区域地形限制，项目占地与II级保护林地(二级国家公益林地、山西省永久性生态公益林地)重叠 0.0001 公顷，与III级保护林地重叠 0.0003 公顷，施工前需依法依规按照程序办理使用林地和林木采伐手续，严禁未批先占和未批先采。	符合
	8、进入自然保护区的输电线路，应按照 HJ 19 的要求开展生态现状调查，避让保护对象的集中分布区。	不涉及自然保护区。	符合
总体要求	1、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坏。	本项目不新建变电站，在苗山开闭站占地范围内扩建 2 个间隔，本次评价针对与本项目有关的原有环境污染和生态破坏问题提出了相应整改措施。	符合
	2、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。	本项目输电线路不涉及自然保护区实验区、饮用水水源二级保护区等环境敏感区。	符合
	3、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。	本项目不新建变电站，在苗山开闭站占地范围内扩建 2 个间隔，已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。	符合
电磁环境保护	1、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	根据电磁环境预测结果及环评提出的环保措施，本项目电磁环境影响能满足国家标准要求。	符合

	满足国家标准要求。		
	2、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。	根据电磁环境预测结果，本次选择的输电线路型式、架设高度、杆塔塔型、导线参数、相序布置等均能使电磁环境满足控制限值的要求。	符合
	3、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。	本项目尽可能避让了电磁环境敏感目标，无法避让的提出了最低导线高度的要求。	符合
	4、新建城市电力线路在市中心地区、高层建筑群区、市区主干路、人口密集区、繁华街道等区域应采用地下电缆，减少电磁环境影响。	本项目不涉及市中心地区、高层建筑群区、市区主干路、人口密集区、繁华街道等区域。	符合
	5、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
	6、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。	本项目 500kV 输电线路存在与其他已建 330kV 及以上输电线路的交叉跨越或并行情况。并考虑其对电磁环境敏感目标的综合影响。	符合
声环境保护	1、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。	本项目间隔扩建工程，不增加变压器和高压电抗器等设备，扩建间隔工程的噪声影响范围仅局限于扩建间隔附近区域，故扩建间隔工程带来的声环境变化很小。	符合
	2、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。		
	3、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。		
	4、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 GB 12348 的基础上保留适当裕度。		
	5、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。		
	6、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。		
生态	1、输变电建设项目在设计过程中应按照避	本项目设计与环评阶段已按照避让、减	符合

环境保护	让、减缓、恢复的次序提出生态影响防护与恢复的措施。	缓、恢复的次序提出了生态影响防护与恢复的措施。	
	2、输电线路应因地制宜合理选择塔基基础，在山丘区应采用全方位长短腿与不等高基础设计，以减少土石方开挖。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。	输电线路可研设计阶段已合理选择塔基基础，减少了土石方开挖。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。	
	3、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。	本项目设计与环评阶段已提出了临时占地的土地整治及植被恢复措施，要求施工结束后，项目临时占地将进行覆土回填，并进行植被恢复。	
	4、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。	本项目输电线路不涉及自然保护区。	
水环境保护	1、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。	本期间隔扩建工程所在的开闭站，生活污水经污水管网收集后进入化粪池，污水加压排至神头二电厂内污水管网，与电厂内生活污水统一处理，不外排。	符合
	2、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。		
	3、换流站循环冷却水处理应选择对环境污染小的阻垢剂、缓蚀剂等，循环冷却水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。		

2.5.6 与城市规划、国土空间规划等地方相关规划的符合性分析

本项目与国土空间规划的符合性分析结果见表 2.5-9。项目与国土空间控制线规划位置关系见附图 10、附图 11。

表 2.5-9　本项目与国土空间规划的符合性分析

名称	相关要求	本项目实际情况	符合性
《朔州国土空间总体规划（2021-2035年）》	优先划定耕地和永久基本农田保护红线。严格保护耕地资源，夯实粮食安全根基，确保耕地数量总体稳定，全市划定永久基本农田 3563.08 平方公里。	本项目属于 2026 年省级重点工程，输电线路不征地，可研对塔基进行了优化，减少了对永久基本农田的占用，无法避让的按规定作一次性经	符合

		济补偿。	
	优化完善生态保护红线。将整合优化后的自然保护地，生态功能极重要、生态极脆弱区，以及目前基本没有人类活动、具有潜在生态价值的生态空间划入生态保护红线。全市划定生态保护红线 2053.45 平方公里。	本项目属于生态保护红线内允许有限人为活动中的“必须且无法避让、符合县级以上国土空间总体规划的线性基础设施”建设项目，通过采取针对性的生态影响减缓和恢复措施，可将工程建设对生态保护红线的影响降低到可接受的程度，工程建设符合现行的生态保护红线相关管理要求。	符合
	科学集约划定城镇开发边界。在优先划定耕地和永久基本农田、生态保护红线的基础上，顺应自然地理格局，统筹发展和安全。全市划定城镇开发边界 246.42 平方公里。	本项目不涉及城镇开发边界。	符合
《山阴县国土空间总体规划（2021-2035 年）》	现状耕地应保尽保、应划尽划，优先确定耕地保护目标。按照“数量不减、质量提升、布局稳定”的原则，正向优化永久基本农田布局，将可以长期稳定利用的耕地优先划入永久基本农田实行特殊保护，并落实到具体地块和图斑，形成可靠的耕地和永久基本农田保护红线。规划至 2035 年，全县耕地保有量不低于 111.45 万亩，占县域国土面积 45.18%，永久基本农田保护任务不低于 97.39 万亩，占县域国土面积 39.48%。	本项目属于 2026 年省级重点工程，输电线路不征地，可研对塔基进行了优化，减少了对永久基本农田的占用，无法避让的按规定作一次性经济补偿。	符合
	规划至 2035 年，全县落实划定生态保护红线保护面积 41.00 平方千米，占县域国土面积的 2.49%。山阴县生态保护红线均为恒山以北防风固沙与土地沙化防控生态保护红线，类型为防风固沙，主要组成为山阴县桑干河国家级湿地自然公园（787.57 公顷）、山西桑干河省级自然保护区（407.45 公顷）、山西怀仁金沙滩国家沙漠自然公园（295.02 公顷）、山西省馒头山森林自然公园（403.21 公顷）、山西朔州紫金山省级自然保护区（0.04 公顷）和其他一般生态保护红线区域（2206.45 公顷）（含西部洪涛山一带防风固沙与土地沙化防控区和南部翠微山一带防风固沙与土地沙化防控区）等，主要集中分布在县域南部翠微山区、中部桑干河区域及西北部洪涛山区一带。	本项目属于生态保护红线内允许有限人为活动中的“必须且无法避让、符合县级以上国土空间总体规划的线性基础设施”建设项目，通过采取针对性的生态影响减缓和恢复措施，可将工程建设对生态保护红线的影响降低到可接受的程度，工程建设符合现行的生态保护红线相关管理要求。	符合
	城镇开发边界包括现状及规划的集中连片的城乡建设用地，依法合规设立的开发区，	本项目不涉及城镇开发边界。	符合

	以及国家、省、市确定的重大建设项目用地。同时，将对城镇生态、文化、景观以及重要设施建设有重要影响的地区一并纳入城镇开发边界。规划至 2035 年，全县共划定城镇开发边界面积 33.91 平方千米，全部为城镇集中建设区，占县域国土面积的 2.06%。		
	建设新型电力基地。提升“山电外送”能力，大力发展清洁能源，充分发挥风能、光能的资源优势，持续推进风力电站、光伏电站建设。利用采煤沉陷区、荒山、荒坡等资源开展地面光伏项目，积极推进分布式能源供应模式。到 2025 年实现新能源高比例接入。大幅提升新能源消纳水平和储能水平，积极建设“风光+储能”试点，全网优化煤电、风电、光伏发电、储能等电源配置，形成清洁高效的煤电气风光储一体化模式。	本项目为华能山阴 2×100 万千瓦“上大压小”煤电项目的配套送出工程，项目建成后保证“上大压小”煤电项目稳定送出，推动山西省煤电向“基础保障性和系统调节性电源并重”的战略转型。	符合
《平鲁区国土空间总体规划（2021-2035 年）》	平鲁区永久基本农田面积 676.06 平方公里，占全区面积的 29.20%。	本项目属于 2026 年省级重点工程，输电线路不征地，可研对塔基进行了优化，减少了对永久基本农田的占用，无法避让的按规定作一次性经济补偿。	符合
	平鲁区生态保护红线总面积为 427.69 平方公里，约占全区国土面积的 18.48%。	本项目属于生态保护红线内允许有限人为活动中的“必须且无法避让、符合县级以上国土空间总体规划的线性基础设施”建设项目，通过采取针对性的生态影响减缓和恢复措施，可将工程建设对生态保护红线的影响降低到可接受的程度，工程建设符合现行的生态保护红线相关管理要求。	符合
	平鲁区城镇开发边界 26.97 平方公里，全部为集中建设区。	本项目不涉及城镇开发边界。	符合
《朔城区国土空间总体规划（2021-2035 年）》	优先划定耕地和永久基本农田保护红线。严格保护耕地资源，夯实粮食安全根基，确保耕地数量总体稳定，全区划定永久基本农田 93.84 万亩。	本项目属于 2026 年省级重点工程，输电线路不征地，可研对塔基进行了优化，减少了对永久基本农田的占用，无法避让的按规定作一次性经济补偿。	符合
	优化完善生态保护红线。将整合优化后的自然保护地，生态功能极重要、生态极脆弱区，以及目前基本没有人类活动、具有潜	本项目属于生态保护红线内允许有限人为活动中的“必须且无法避让、符合县级	符合

	在生态价值的生态空间划入生态保护红线。全区划定生态保护红线 350.19 平方公里。	以上国土空间总体规划的线性基础设施”建设项目，通过采取针对性的生态影响减缓和恢复措施，可将工程建设对生态保护红线的影响降低到可接受的程度，工程建设符合现行的生态保护红线相关管理要求。	
	科学集约划定城镇开发边界。在优先划定耕地和永久基本农田、生态保护红线的基础上，顺应自然地理格局，统筹发展和安全。全区划定城镇开发边界 86.02 平方公里。	本项目不涉及城镇开发边界。	符合

2.6 主要环境保护目标

（1）生态保护目标

本项目不涉及自然保护区、世界文化和自然遗产地等特殊生态敏感区，涉及的生态红线保护区为涉及恒山以北防风固沙与土地沙化防控生态保护红线，相对位置关系见表 2.6-1 和附图 13。

表 2.6-1　本项目与生态保护目标和生态敏感区相对位置关系一览表

生态保护目标				保护要求	位置关系
序号	类别	名称	级别		
1	生态敏感区	恒山以北防风固沙与土地沙化防控生态保护红线	生态保护红线	以生态环境保护为主，依法禁止或限制大规模、高强度的工业和城镇开发建设，在功能受损的优先保护单元优先开展生态保护修复活动，恢复生态系统服务功能。	本项目输电线路涉及恒山以北防风固沙与土地沙化防控生态保护红线一般控制区，全线穿越生态保护红线总长 5.7792km，共计立塔 12 基。
2	重要物种	野生动物	国家级	国家一级重点保护野生动物	/
				国家二级重点保护野生动物	赤狐、豹猫、大天鹅、鸳鸯、白琵鹭、凤头蜂鹰、大鵟、纵纹腹小鸮、长耳鸮、红隼、红脚隼和云雀等。
			省级	山西省重点保护野生动物	东北刺猬、赤狐、黄鼬、猪獾、豹猫、狍、石鸡、斑翅山鹑、凤头潜鸭、鹊鸭、岩鸽、山斑鸠、四声杜鹃、大杜鹃、普通秧鸡、黑翅长脚鹬、凤头麦鸡、

					灰头麦鸡、苍鹭、戴胜、普通翠鸟、蓝翡翠、大斑啄木鸟、星头啄木鸟、灰头绿啄木鸟、黑枕黄鹂、红尾伯劳、棕背伯劳、楔尾伯劳、松鸦、红嘴山鸦、煤山雀、褐头山雀、大山雀、凤头百灵、家燕、白头鹎、银喉长尾山雀、山鹛、乌鶇、蓝歌鸲、红胁蓝尾鸲、红喉姬鹟、太平鸟、黄鹡鸰、灰鹡鸰、白鹡鸰、树鹨、黄眉鹀、白条锦蛇、黑眉锦蛇、虎斑颈槽蛇、花背蟾蜍、中国林蛙和黑斑侧褶蛙。等。
			中国生物多样性红色名录	濒危物种	/
				近危物种	/
				易危物种	豹猫、黑眉锦蛇和赤峰锦蛇等。
				中国特有种	岩松鼠、中华鼢鼠、山噪鹛和无蹼壁虎等。
3	其他敏感区	生态公益林	/	/	本项目输电线路项目范围与II级保护林地（二级国家公益林地、山西省永久性生态公益林地）重叠 0.0001 公顷。
		永久基本农田	/	/	本项目输电线路途经耕地长度 19.85km，途经耕地塔基数量 86 个；途径永久基本农田长度 18.69km，途径永久基本农田耕地塔基数量 78 个。

（2）声环境保护目标

根据现场查勘，本项目苗山开闭站 500kV 间隔扩建围墙外 200m 范围无声环境保护目标。拟建 500kV 线路边导线地面投影外两侧各 50m 的范围声环境保护目标有 6 处，具体位置关系见表 2.6-2 和附图 5。

表 2.6-2　声环境保护目标

序号	敏感目标名称	功能、数量	建筑物楼层、高度等特征	与工程相对位置关系（水平/垂直）（m）	保护要求
1	大窑村民房 1	居住，约 3 人	1 层，尖顶	拟建双回线路边导线地面投影西侧约 10m，垂直距离≥20m。	1 类（昼间≤55dB（A），夜间≤45dB（A））
2	大窑村民房 2	居住，约 3 人	1 层，尖顶	拟建双回线路边导线地面投影西侧约 11m，垂直距离≥20m。	
3	大窑村民房 3	居住，约 2 人	1 层，尖顶	拟建双回线路边导线地面投影西侧约 35m，垂直距离≥20m。	
4	大窑村民房 4	居住，约 3 人	1 层，尖顶	拟建双回线路边导线地面投影西侧约 18m，垂直距离≥20m。	
5	大窑村民房 5	居住，约 2 人	1 层，尖顶	拟建双回线路边导线地面投影西侧约 38m，垂直距离≥20m。	
6	大窑村民房 6	居住，约 1 人	1 层，尖顶	拟建双回线路边导线地面投	

				影西侧约 10m，垂直距离≥20m。	

（3）电磁环境保护目标

根据现场勘查，本项目苗山开闭站 500kV 间隔扩建围墙外 50m 范围无电磁环境敏感目标。拟建 500kV 线路边导线地面投影外两侧各 50m 的范围电磁环境敏感目标有 6 处，具体位置关系见表 2.6-3 和附图 5。

表 2.6-3　电磁环境保护目标

序号	敏感目标名称	功能、数量	建筑物楼层、高度等特征	与工程相对位置关系（水平/垂直）（m）	保护要求
1	大宕村民房 1	居住，约 3 人	1 层，尖顶	拟建双回线路边导线地面投影西侧约 10m，垂直距离≥20m。	1 类（昼间≤55dB（A），夜间≤45dB（A））
2	大宕村民房 2	居住，约 3 人	1 层，尖顶	拟建双回线路边导线地面投影西侧约 11m，垂直距离≥20m。	
3	大宕村民房 3	居住，约 2 人	1 层，尖顶	拟建双回线路边导线地面投影西侧约 35m，垂直距离≥20m。	
4	大宕村民房 4	居住，约 3 人	1 层，尖顶	拟建双回线路边导线地面投影西侧约 18m，垂直距离≥20m。	
5	大宕村民房 5	居住，约 2 人	1 层，尖顶	拟建双回线路边导线地面投影西侧约 38m，垂直距离≥20m。	
6	大宕村民房 6	居住，约 1 人	1 层，尖顶	拟建双回线路边导线地面投影西侧约 10m，垂直距离≥20m。	

（4）水环境敏感目标

本项目跨越河流为源子河，具体位置关系和保护要求见表 2.6-4。

表 2.6-4　本项目与沿线河流的位置关系信息表

行政区划	名称	位置关系	保护要求
平鲁区	源子河	线路 G71-G72 塔基、G81-G82 塔基跨越源子河 2 处，其中 G71 塔基施工区边界距离河道管理范围 235m，G72 塔基施工区边界距离河道管理范围 270m，G81 塔基施工区边界距离河道管理范围 220m，G82 塔基施工区边界距离河道管理范围 335m。	《地表水环境质量标准》（GB3838 -2002）Ⅳ标准
朔城区	源子河	线路 G96-G97 塔基跨越源子河 1 处，其中 G96 塔基施工区边界距离河道管理范围 260m，G97 塔基施工区边界距离河道管理范围 285m。	《地表水环境质量标准》（GB3838 -2002）Ⅳ标准

3 工程分析

3.1 工程分析

3.1.1 项目概况

本项目一般特性见表 3.1-1。本项目区域地理位置图见附图 1。

表 3.1-1　建设项目组成特性表

项目			工程概况		
项目名称			山西朔州华能山阴“上大压小”煤电 500kV 送出工程		
建设单位			国网山西省电力有限公司		
建设性质			新建		
工程地理位置			山西省朔州市朔城区、平鲁区、山阴县境内		
主要建设内容			①苗山开闭站 500kV 间隔扩建工程； ②华能山阴电厂～苗山开闭站 500kV 线路工程； ③原崇福电厂～神二电厂 500kV 双回线路加高改造工程		
项目总投资			31475 万元（动态）		
1、苗山开闭站 500kV 间隔扩建工程					
站址位置			山西省朔州市朔城区神头镇安庄村东 3km		
占地面积			扩建工程在原有围墙内预留场地进行，不需新征用地		
主体工程	项目		前期建设	本期	终期*
	500kV 出线间隔	回数	6 回（忻州 2 回、朔州 2 回、雁同 2 回）	2 回（至华能山阴电厂 2 回）占北出线东起第三、第四间隔	10 回（北出线：华能山阴电厂Ⅱ线、华能山阴电厂 I 线、雁同Ⅱ线、雁同 I 线；南出线：忻州 I 线、忻州Ⅱ线、备用 2 回、朔州 I 线、朔州Ⅱ线）
		型式	户外 GIS 设备	户外 GIS 设备	户外 GIS 设备
	高压电抗器		4×150Mvar	/	4×150Mvar
公用工程	给水		本期依托前序工程供水系统，本期扩建工程无新增生活和用水设施，水量可满足本次扩建需求。		
	排水		本期依前序有工程公用工程：前期工程建设有完善的雨污水排水系统（雨、污分流），本次扩建不涉及。		
环保工程	生活污水处理设施		本期依托前序工程环保设施：前期建设生活污水排水系统，经污水管网收集后进入化粪池，污水加压排至神头二电厂内污水管网，与电厂内生活污水统一处理。本期不新增劳动定员，不增加站内生活污水量。		
	高抗事故油池		开闭站建设 1 座有效容积 60m^3 高抗事故油池，采用抗渗混凝土和粘土层结构，每层厚度约 600mm。		
	危废贮存点		开闭站东南侧设危废贮存点 1 座，面积 10m^2，满足《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）要求。		

2、华能山阴电厂～苗山开闭站 500kV 线路工程			
主体工程	电压等级		500kV
	输送容量		1200MW（单回）
	额定电流		3172A
	地理位置		山西省朔州市朔城区、平鲁区、山阴县境内
	架设方式		同塔双回架设（垂直逆相序排列）和单回架设
	线路长度		新建线路长度 48.4km （其中同塔双回路长 40.6km，单回路长 7.8km）
	导线	型号	4×JL3/G1A-400/35 型钢芯高导电率铝绞线
		分裂间距	导线截面采用 4×400mm^2，分裂间距为 450mm
	杆塔形式和数量		全线铁塔 117 基，其中双回路铁塔 94 基，单回路铁塔 23 基
	塔基永久占地面积		5.7hm^2
3、原崇福电厂～神二电厂 500kV 双回线路加高改造工程			
主体工程	电压等级		500kV
	输送容量		1200MW（单回）
	额定电流		3172A
	地理位置		山西省朔州市朔城区
	架设方式		同塔双回架设
	线路长度		新建线路长度 0.6km
	导线	型号	4×JL3/G1A-400/35 型钢芯高导电率铝绞线
		分裂间距	导线截面采用 4×400mm^2，分裂间距为 450mm
	杆塔形式和数量		双回路铁塔 5 基
	塔基永久占地面积		0.31hm^2
	拆除塔基及线路		拆除线路约 0.53km，铁塔 3 基
辅助工程	塔基施工区		塔基施工区 125 处（含新建塔基 122 处、拆除塔基 3 处），临时占地 30.39hm^2，占地类型为耕地、林地和草地。
	牵张场		本项目线路共布设 10 处牵张场，每处牵引场按 45m×40m 布设，张力场按 55m×45m 布设，张力场、牵引场交替布设，牵张场临时占地 4.275hm^2，占地类型为耕地、林地和草地。
	跨越施工区		本项目线路共需要设置 34 处跨越施工区，每处按 0.04hm^2 取值，临时占地 1.36hm^2，占地类型为耕地、林地和草地。
	施工道路		新建临时施工道路长度约 51.54km，临时占地 33.57hm^2，占地类型为耕地、林地和草地。
	施工营地		工程线路施工呈点状分布，单个塔基施工期段，施工人员租用附近民房，不另设施工营地。
环保工程	生态		控制施工作业带宽度，减小施工占地；优化施工方案，减小施工对植被破坏。施工前收集表土及耕种土并妥善保存，施工结束后，及时进行植被恢复和耕地复垦，植被恢复优先选用本地物种；定期组织对施工人员和管理人员的宣传教育。严禁捕猎野生动物、破坏鸟巢等行为。合理安排施工时间和优化施工方案，以降低工程施工噪声对野生动物的惊扰。
	废气		各施工区四周设置围挡，粉状物料密闭运输、贮存，裸露地面及时苫盖，洒水抑尘、保洁等。

	废水	施工废水经过临时沉淀池处理后回用不外排；生活污水依托村庄现有设施或设旱厕，收集后定期清运，用于沿线农田施肥。
	固废	施工过程中的建筑垃圾及生活垃圾分类堆放，生活垃圾交由沿线环卫部门处置；建筑垃圾回收利用或按照要求统一清运至当地政府部门指定地点处置；拆除的杆塔、废旧导线及金具等统一由建设单位回收。
	噪声	采用低噪声施工机械，加强设备、车辆的日常维修保养；合理安排施工时间；优化施工布置，高噪声设备尽量远离居民区等；运营期加强巡查维护，降低线路的电晕噪声水平。
	电磁	合理选择导线及导线相序排列方式，提高导线对地高度。

注：开闭站终期规模不属于本报告评价内容。

3.1.2 苗山开闭站 500kV 间隔扩建工程

3.1.2.1 站址概况

苗山 500kV 开闭站位于山西省朔州市朔城区神头镇安庄村东 3km 处。开闭站总占地面积 1.9366hm^2，围墙内占地面积 1.5531hm^2。站址东侧为神头二电厂升压站；南侧、北侧区域主要以耕地为主；西侧为 S241 省道，站址利用 S241 省道进站。苗山 500kV 开闭站周围环境概况见图 3.1-1。



图 3.1-1　苗山开闭站站址周围环境概况

3.1.2.2 建设内容及规模

（1）建设规模

本期新建至华能山阴电厂 2 回，占用北出线东起第三、第四间隔。扩建 500kV 配电装置东起第 4 串和第 5 串，分别与忻州 I 回和备用出线形成两个完整串。建设 2 台 500kV 断路器，采用户外 GIS 设备。

（2）建设内容

本期扩建工程依托苗山 500kV 开闭站前期建设工程见表 3.1-2。

表 3.1-2　苗山 500kV 开闭站前期建设工程一览表

项目	内容

依托站内相关设施	进站道路	利用前期进站道路，本期无需扩建。
	生活污水处理设施	前期建设生活污水排水系统，经污水管网收集后进入化粪池，污水加压排至神头二电厂内污水管网，与电厂内生活污水统一处理。本期不新增劳动定员，不增加站内生活污水量。
	高抗事故油池	开闭站建设 1 座有效容积 60m^3 高抗事故油池，采用抗渗混凝土和粘土层结构，每层厚度约 600mm。
	固废处理设施	站内设垃圾分类收集箱，生活垃圾经分类集中收集后定期清运至地方环卫部门指定地点处置。开闭站东南侧设危废贮存点 1 座，面积 10m^2，满足《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）要求。
	雨水排水设施	建设有完善的雨污水排水系统（雨、污分流）。
施工临时设施	施工用水、用电	利用站内水源及电源。

（3）本期扩建工程内容

本期苗山开闭站 500kV 间隔扩建工程建设内容见表 3.1-3。

表 3.1-3　苗山 500kV 开闭站本期建设内容一览表

序号	项目	构建名称	单位	数量
1	500kV 配电装置区	氧化锌避雷器支架及基础	支	6
		电容式电压互感器支架及基础	支	6
2	电缆埋管	电气一次电缆埋管	m	36
3	碎石场地	/	m^2	158.4
4	地基处理	/	m^3	184.32

3.1.2.3 总平面布置

苗山 500kV 开闭站总平面呈矩型布置，开闭站入口朝西，进站道路从站区西侧引接，主控通信楼布置于站区西北角，500kV 继电器小室布置于站区东南角，继电器小室南侧布置有高抗事故油池及危废贮存点。500kV 配电装置采用户外 GIS 设备，布置在站区北侧，向北、南两个方向出线，部分间隔间隔配置线路高压电抗器，断路器采用“一”字式布置方式。

本期新建至华能山阴电厂 2 回，占用北出线东起第三、第四间隔，在原有围墙内预留场地进行，不新征用地，不改变开闭站现有总平面布置。苗山 500kV 开闭站总平面布置见附图 2。

3.1.3 输电线路工程

3.1.3.1 线路路径方案

本期 500kV 输电线路工程主要包括 2 部分，分别为华能山阴电厂～苗山开闭站 500kV 线路工程和神二电厂～朔州变 500kV 加高改造工程。500kV 输电线

路位于山西省朔州市朔城区、平鲁区、山阴县境内。线路路径示意见附图 3。本项目 500kV 线路在各行政区内的路径长度见下表。

表 3.1-4　本项目 500kV 输电线路途经行政区域线路长度一览表

序号	行政区	同塔双回线路长度/km	单回线路长度/km	塔基数/基	
				单回	双回
1	朔城区	7.61+0.6	/	/	27
2	平鲁区	12.3	4.42	11	25
3	山阴县	20.69	3.38	12	47
合计		41.2	7.8	122	

（1）华能山阴电厂～苗山开闭站 500kV 线路工程

华能山阴电厂～苗山开闭站 500kV 线路工程起自拟建华能山阴电厂升压站，采用双回路终端塔向南出线，转向西经上神泉村南，从规划山阴新能源 500kV 变电站北侧通过，经白殿沟村南，依次跨越拟建的山阴新能源～苗山 500kV 线路、S211 省道和右玉～翠微 220kV 双回线路。线路转向西北避让风机群，在口子梁村南转角向西，平行规划的山阴新能源～苗山 500kV 线路走线，经下喇叭乡南，转向西南方向，跨越 G18 荣乌高速隧道，经冻牛坡村南，跨越沐风～千佛寺 220kV 线路。线路在双井村南分为两个单回路，依次钻越鄂尔多斯～北岳 I 回 1000kV 线路、鄂尔多斯～北岳II回 1000kV 线路、蒙西～京津冀±800kV 线路（在建）后，再合为双回路，经黑龙池村南、莺房沟村北，避让风机后再通过 2 个单回路钻越雁门关～淮安±800kV 线路及神泉电厂～朔州 500kV 双回线路（已退运），之后再合成双回路。线路钻越规划的库布其～上海±800kV 线路，跨越吉庄～杏园 110kV 线路、东露天矿铁路专用电气化铁路，在江平村南第一次跨过源子河，经范庄村东、在宣阳坡村东第二次跨过源子河，在高阳坡村北转向南走线，避让朔州市平鲁区星瑞粘土有限公司和朔州市琪丞新型建材厂有限公司，与拟建的山阴新能源～苗山 500kV 线路并行穿过朔城区神头镇伏庄石灰岩集中开采区规划走廊，在神西村北先后跨越朔山电气化铁路、铺上～吉庄 I 回 220kV 线路、在建朔州环城高速公路、铺上～吉庄II回 220kV 线路、源子河、阳方口～金沙滩和阳方口～金沙滩首站两条天然气管道、G336 国道。线路经大窑村东转向西，钻越崇福电厂～神二电厂 500kV 双回线路（需升高改造），接入苗山 500kV 开闭站。

新建线路长度为 48.4km，其中同塔双回路长 40.6km，单回路长 7.8km。线路位于山西省朔州市朔城区、平鲁区、山阴县境内。

（2）原崇福电厂～神二电厂 500kV 双回线路加高改造工程

本项目华能山阴电厂～苗山开闭站 500kV 线路工程与现状原崇福电厂～神二电厂 500kV 双回线路形成交叉跨越。按照 500kV 输电线路设计规范，两处线路交叉位置无法满足规范规定的最小电气安全距离，存在重大运行隐患。为保障两条 500kV 线路长期安全稳定运行，拟对原崇福电厂～神二电厂 500kV 双回线路实施升高改造。改造线路选址于原线路通道附近，尽量利用原有线路走廊。

新建同塔双回线路长度 0.6km，杆塔 5 基，同步拆除改造范围内原有杆塔 3 基。线路位于山西省朔州市朔城区境内。

3.1.3.2 导线、地线选型

（1）华能山阴电厂～苗山开闭站 500kV 线路工程

本项目新建 500kV 输电线路导线采用 JL3/G1A-400/35 型钢芯高导电率铝绞线，每相 4 分裂，分裂间距 450mm，新建 500kV 双回线路采用垂直排列逆相序（ABC-CBA）布置，单回线路导线采用水平排列和三角排列布置；双回路段地线采用两根 48 芯 OPGW 光缆，单回路段一根地线采用 48 芯 OPGW 光缆，另一根地线采用 JLB35-120 铝包钢绞线。

（2）原崇福电厂～神二电厂 500kV 双回线路

本项目新建 500kV 输电线路导线采用 JL3/G1A-400/35 型钢芯高导电率铝绞线，每相 4 分裂，分裂间距 450mm，地线采用两根 48 芯 OPGW 光缆。

3.1.3.3 杆塔和基础

（1）杆塔

根据本项目的特点和设计条件，全线采用自立式角钢铁塔。单回路直线塔采用酒杯型塔，单回路耐张塔采用干字型塔，双回路塔采用鼓型塔。本项目使用杆塔情况见表 3.1-5，杆塔一览图见附图 4。

表 3.1-5　本项目线路新建杆塔情况一览表

编号	杆塔型式	呼称高（m）	单位	数量	相间距/m		备注
					水平	垂直	
华能山阴电厂～苗山开闭站 500kV 线路工程							
1	500-KD22S-DJ	33	基	1	9.0，8.0	上—下：	双回路塔

		39	基	3	13.5，11.5 11.5，9.5	12.0，11.5	
		42	基	1			
		48	基	1			
2	500-KD22S-J1	42	基	1	9.5，9.5 11.0，11.0 9.0，9.0	上—下： 11.9，11.2	
		51	基	1			
		60	基	2			
3	500-KD22S-J2	45	基	1	10.5，9.5 12.0，11.0 10.0，9.0	上—下： 11.9，11.1	
		51	基	2			
		57	基	3			
4	500-KD22S-J3	42	基	1	11.0，7.5 13.5，11.0 11.5，9.0	上—下： 12.0，11.4	
5	500-KD22S-J4	36	基	1	11.0，8.0 14.5，10.5 12.5，8.5	上—下： 12.0，11.5	
		42	基	1			
		45	基	1			
6	500-KD22S-JC1	54	基	3	7.73，7.73 10.77，10.77 9.73，9.73	上—下： 12.0，11.6	
		57	基	1			
		60	基	1			
		63	基	1			
7	500-KD22S-JC2	39	基	1	8.74，7.74 11.76，10.76 10.74，9.24	上—下： 12.0，11.6	
		45	基	1			
		48	基	1			
		54	基	2			
8	500-KD22S-JC3	48	基	2	8.97，7.47 13.47，10.97 11.47，8.97	上—下： 12.0，11.9	
		51	基	2			
		54	基	3			
		63	基	1			
9	500-KD22S-JC4	51	基	1	11.02，8.02 14.52，10.52 12.52，8.52	上—下： 12.0，12.0	
10	500-KD22S-Z2	48	基	1	9.0，9.0 11.25，11.25 9.5，9.5	上—下： 10.45，11.1	
		51	基	1			
		54	基	1			
		57	基	1			
		60	基	3			
		63	基	3			
		66	基	2			
11	500-KD22S-Z3	63	基	1	9.1，9.1 11.75，11.75 10.0，10.0	上—下： 13.05，11.6	
		72	基	1			
12	500-KD22S-ZC2	39	基	1	9.2，9.2 11.4，11.4 9.6，9.6	上—下： 13.0，11.6	
		42	基	2			
		45	基	1			
		51	基	1			

		54	基	3			
		57	基	4			
		60	基	6			
		63	基	2			
		66	基	2			
		69	基	1			
		75	基	2			
13	500-KD22S-ZC3	51	基	1	9.75，9.75 11.95，11.95 10.15，10.15	上—下： 13.2，11.8	
		57	基	3			
		60	基	1			
		63	基	1			
		69	基	3			
		87	基	1			
14	500-KD22S-ZCK	60	基	2	10.2，10.2 12.4，12.4 10.7，10.7	上—下： 13.3，12.2	
		63	基	1			
15	500-KD22S-ZK	96	基	2	9.1，9.1 11.55，11.55 9.8，9.8	上—下： 12.4，11.1	
16	500-KD22D-JC1	30	基	1	1.72 9.5，9.5	上—下：7.5	单回路耐张塔
		39	基	4			
		42	基	1			
		48	基	1			
17	500-KD22D-JC2	39	基	3	1.837 8.0，7.5	上—下：7.5	
		42	基	1			
		48	基	2			
18	500-KD22D-JC3	51	基	1	1.88 9.0，7.5	上—下：7.5	
19	500-KD22D-ZBC2	42	基	1	12.3，12.3	/	单回路直线塔
		57	基	1			
20	500-KD22D-ZBC4	63	基	1	13.6，13.6	/	
21	500-ZY	37	基	1	12.25，12.25	/	
		30	基	1			
		33	基	2			
		36	基	1			
		39	基	1			
原崇福电厂～神二电厂 500kV 双回线路加高改造工程							
1	500-KD22S-DJC	24	基	1	11.0，9.0 14.5，11.5 12.75，9.75	上—下： 13.0，12.5	双回路塔
		33	基	1			
2	500-KD22S-ZK	81	基	1	9.1，9.1 11.55，11.55 9.8，9.8	上—下： 12.4，11.1	
3	500-KD22S-J1	63	基	1	9.5，9.5	上—下：	

					11.0，11.0 9.0，9.0	11.9，11.2	
4	500-KD22S-J4	57	基	1	11.0，8.0 14.5，10.5 12.5，8.5	上—下： 12.0，11.5	

（2）基础

根据本项目的地形和地质条件，因地制宜的选用基础型式，在安全可靠的前提下，做到经济适用，便于施工，且利于环境保护。基础主要形式选择如下：

①钢筋混凝土板式基础：本工程部分挖孔无法成型区段杆塔采用钢筋混凝土板式基础。

②挖孔基础：本项目可挖孔成型区段的杆塔基础均优先采用挖孔基础。

③钻孔灌柱桩基础：本项目跨河段等地下水位较高区段以及塔位处流沙层较厚区段采用灌注桩基础。

3.1.3.4 线路并行及重要交叉跨越

（1）线路并行及跨越其他 330kV 及以上电压等级输电线路情况

线路并行情况：本项目 500kV 输电线路在朔州市朔城区大窑村苗山 500kV 开闭站出线段左侧分别平行原崇福电厂～神二电厂 500kV 双回线路、500kV 苗岳线、500kV 恢岳线，长度约 3km，边导线间距离约 30-60 米。具体情况见下表。

表 3.1-6　本项目输电线路与其他 330kV 及以上交流线路并行情况

并行线路名称	并行线路最近中心距离	并行段长度	并行段所在行政区	架线形式		并行线路中心线间距小于 100m 时有无电磁环境敏感目标
				本项目	并行线路	
原崇福电厂～神二电厂 500kV 双回线路	45m	0.2km	朔州市朔城区	同塔双回	同塔双回	无
500kV 苗岳线	50m	0.5km		同塔双回	同塔双回	无
	30m	0.8km		同塔双回	单回路（2 条）	大窑村民房（3 户）
500kV 恢岳线	50m	1.5km		同塔双回	同塔双回	无

线路交叉跨越情况：本项目 500kV 输电线路在山阴县黑龙池村东钻越 1000 kV 鄂岳 I、II 线；在平鲁区寺儿窑村北山钻越±800kV 雁淮线；在朔城区苗山站出现段钻越 500kV 原崇福电厂～神二电厂线路工程（本期进行加高改造工程）。

交叉跨越处评价范围无电磁、声环境保护目标。具体情况见下表。

表 3.1-7　本项目输电线路与其他 330kV 及以上交直流线路的交叉跨越情况

交叉跨越线路名称	电压等级	交叉次数	交叉形式	架线形式		交叉地点	共同评价范围有无电磁环境敏感目标
				本项目	交叉线路		
1000kV 鄂岳 I 线	1000kV	2	钻越	单回路	单回路	山阴县黑龙池村东	无
1000kV 鄂岳 II 线	1000kV	2	钻越	单回路	单回路		无
±800kV 雁淮线	±800kV	2	钻越	单回路	单回路	朔州市平鲁区下面高乡燕家山村东	无
原崇福电厂～神二电厂 500kV 双回线路	500kV	1	钻越	同塔双回	同塔双回	朔州市朔城区小平易乡大窑村南	无

（2）交叉跨越情况

根据项目可研资料且结合现场调查，本项目 500kV 线路沿线主要交叉跨越见表 3.1-8。交叉跨越时，严格按照有关规范要求留有足够净空距离，以满足被跨越设施正常运行及安全防护距离要求。

表 3.1-8　主要交叉跨越一览表

项目		数量（次）	备注
铁路	电气化铁路	2	东露天矿铁路专用线/北同浦铁路韩家岭至应县增建四段工程朔州至山阴联络线
公路	高速公路	1	山阴元营至朔城区高速公路（S5512）
	国道	1	G336 津神线
	省道	2	S211 虎山线/S206 大忻线
	一般公路	20	
	机耕路	50	
电力线	1000kV（单回）钻	4	
	±800kV（单回）钻	4	
	500kV（双回）钻	2	500kV 泉朔线（已退运）、500kV 原崇福电厂～神二电厂
	220kV(双回）	1	右翠 220kV
	220kV（单回）	3	220kV 沐千线/220kV 铺吉I线、220kV 铺吉II线
	110kV（双回）	1	
	110kV（单回）	1	110kV 吉杏线
	35kV（双回）	5	

	35kV（单回）	14	
	10kV 及以下	60	/
主要河流（非通航）		3	永定河

3.1.3.5 导线对地及交叉跨越距离

根据《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》（GB50545-2010)的要求，导线对地和交叉跨越距离见表 3.1-9，本项目线路在满足导线最小距离要求基础上设计建设。

表 3.1-9 输电线路导线对地和交叉跨越距离

被跨越物名称	允许最小距离（m）	本项目环评预测最小距离	本项目建设实际情况	备注
耕地等区域对地高度	11.0	单回线路三角排列 12m 单回线路水平排列 11m 同塔双回线路 19m	单回线路三角排列≥12m 单回线路水平排列≥11m 同塔双回线路≥19m	最大弧垂情况下
电磁敏感目标区域对地高度	14.0	单回线路三角排列 19m 单回线路水平排列 19m	单回线路三角排列≥19m 单回线路水平排列≥19m	最大弧垂情况下
导线与建筑物之间最小距离	9.0	/	≥9.0	最大弧垂情况下
边导线与建筑物之间的最小净空距离	8.5	/	≥8.5	最大计算风偏情况下
边导线与建筑物之间的水平距离	5.0	/	≥5.0	无风情况下
导线与树木之间的垂直距离	7.0	/	≥7.0	跨越时，导线与树木（考虑自然生长）情况下
导线与树木之间的净空距离	7.0	/	≥7.0	最大计算风偏情况下
导线果树树顶，树木自然生长高度	7.0	/	≥7.0	最大弧垂情况下
经济作物林及果树	7.0	/	≥7.0	

3.1.4 项目占地

本项目总占地面积为 75.605hm^2。其中永久占地 6.01hm^2，临时占地为 69.595hm^2。本项目最终占用土地类型及面积情况以自然资源部门文件为准。工程占地情况见表 3.1-12。

（1）变电工程

本项目间隔扩建工程在原有围墙内预留场地进行，不需新征用地。

（2）输电线路

本项目输电线路工程占地包括永久占地和临时占地两部分，由塔基区、牵张场区、跨越施工区、施工道路区等组成。

表 3.1-10　本项目 500kV 输电线路建设内容一览表

行政区	线路长度	塔基区	牵张场（个）	跨越施工区（个）	施工道路（km）
山阴县	24.07km，其中单回路 3.38km，双回路 20.69km	59	4	9	30.44
平鲁区	16.72km，其中单回路 4.42km，双回路 12.3km	36	3	10	17.23
朔城区	双回路 8.21km	30（新建塔基 27 处、拆除塔基 3 处）	3	15	3.87

1）塔基区

本工程共新建铁塔 122 基，塔基区总占地 6.01hm^2，全部为永久占地。

2）塔基施工区

本线路共设 125 处塔基施工区（新建塔基 122 基、拆除塔基 3 基），塔基施工区围绕塔基基础四周布设，每处施工区占地面积根据杆塔基形式的不同，占地大小略有不同。本项目塔基施工区总占地 30.39hm^2，全部为临时占地。

塔基永久占地与施工临时占地面积依据《国网山西省电力公司关于印发输电线路机械化施工设计技术指导意见的通知》（晋电建设〔2024〕30 号）中相关要求进行计算，塔基占地情况具体计算结果见表 3.1-11。

表 3.1-11　本项目新建 500kV 线路杆塔占地情况一览表

杆塔编号	塔基中心坐标（国家 2000 坐标）		永久占地	临时占地
	X	Y	面积（m^2）	面积(m^2)
华能山阴电厂～苗山开闭站 500kV 线路工程				
G1	4386869.605	394244.237	586.32	2902.69
G2	4386431.956	394225.481	399.52	2020.08
G3	4385939.408	394204.372	399.52	2020.08
G4	4385676.65	394193.112	588.06	2966.04
G5	4385552.379	393753.553	399.52	2020.08
G6	4385423.334	393297.103	324.29	1890.58
G7	4385280.485	392791.823	426.34	2063.24
G8	4385184.694	392452.996	426.34	2063.24
G9	4385068.764	392042.904	426.34	2063.24
G10	4384946.081	391608.958	454.03	2106.40
G11	4384827.116	391188.181	679.12	3140.93
G12	4384487.892	390830.461	679.12	3140.93
G13	4384401.15	390283.944	897.00	2671.59
G14	4384354.107	389987.918	897.00	2671.59
G15	4384266.963	389438.835	586.90	2297.24

G16	4384178.617	388882.417	486.91	2155.98
G17	4384078.293	388250.494	604.18	2931.24
G18	4384280.474	387915.772	625.50	2320.49
G19	4384551.923	387466.394	625.50	2320.49
G20	4384879.49	386924.108	612.56	3005.64
G21	4385027.947	386678.346	611.57	2330.20
G22	4385211.539	386374.389	702.25	3081.00
G23	4385068.816	385905.349	416.57	2047.67
G24	4384964.595	385562.917	454.97	2082.02
G25	4384822.38	385095.468	604.18	2931.24
G26	4384525.438	384921.558	518.47	2175.34
G27	4384069.066	384654.218	454.97	2082.02
G28	4383704.781	384440.845	454.97	2082.02
G29	4383474.555	384306.031	523.04	2886.37
G30	4383249.078	384146.943	486.20	2128.68
G31	4382956.109	383940.190	644.65	3087.46
G32	4382404.791	383679.419	700.13	3109.42
G33	4382249.131	383364.558	462.59	2093.56
G34	4382157.445	383179.065	630.01	3002.52
G35	4381730.978	382846.088	479.17	2118.31
G36	4381130.329	382377.190	549.90	2219.40
G37	4380647.937	382000.569	621.50	2315.30
G38	4380345.258	381764.262	454.97	2082.02
G39	4379970.349	381471.555	551.78	2221.99
G40	4379729.878	381283.820	479.17	2118.31
G41	4379135.063	380819.448	413.31	2017.22
G42	4378688.137	380470.527	424.77	2035.37
G43	4378317.223	380180.944	645.36	2964.73
G44	4378271.313	379862.094	306.60	2897.45
G45	4378284.114	379397.857	314.28	1275.66
G46	4378077.419	379218.894	277.16	1222.52
G47	4377890.374	379010.233	230.07	1187.83
G48	4377699.954	378966.789	219.34	2656.07
G44A	4378155.514	380040.584	306.60	2897.45
G45A	4377916.074	379780.993	209.90	1116.25
G46A	4377805.788	379678.019	242.36	1169.39
G47A	4377642.427	379580.630	179.77	1063.11
G48A	4377573.487	379473.970	133.63	1023.06
G49A	4377465.329	379306.633	416.57	3156.71
G50A	4377446.962	379143.703	306.60	2897.45
G49	4377450.35	378987.5493	596.04	2888.10
G50	4376915.533	378708.962	282.58	1812.23
G51	4376610.034	378549.815	542.89	2861.04
G52	4376256.739	378094.189	738.97	3134.35
G53	4376138.424	377788.14	313.64	2915.33
G54	4376127.491	377547.617	286.62	1276.63
G55	4376120.286	377312.873	313.64	2915.33
G56	4375930.028	376963.684	495.95	3323.00
G57	4375711.838	376894.186	416.57	3156.71
G58	4375198.084	376978.341	408.44	3138.83

G53A	4376011.609	377852.126	346.33	2995.79
G54A	4375677.771	377744.336	313.64	2915.33
G55A	4375488.484	377458.622	338.93	2977.91
G56A	4375298.473	377290.695	203.35	1160.76
G57A	4375133.691	377143.581	306.60	2897.45
G59	4374962.243	376912.802	503.28	2734.85
G60	4374809.2	376656.834	477.42	2141.85
G61	4374663.804	376413.667	307.30	1859.32
G62	4374414.866	375997.291	359.86	1953.50
G63	4374179.423	375603.476	387.70	2000.59
G64	4373997.163	375298.631	258.89	1765.15
G65	4373857.524	375065.095	424.36	2648.82
G66	4373585.696	374897.557	387.70	2000.59
G67	4373326.709	374737.925	477.42	2141.85
G68	4373158.993	374634.55	509.40	2188.94
G69	4372777.604	374399.453	501.76	2790.30
G70	4372067.474	374454.281	702.25	3081.00
G71	4371653.633	375014.845	711.82	3063.49
G72	4371189.148	374773.773	479.17	2118.31
G73	4371036.217	374694.396	387.70	2000.59
G74	4370609.292	374472.811	416.57	2047.67
G75	4370357.141	374341.948	282.58	1812.23
G76	4369987.874	374150.275	625.50	2320.49
G77	4369380.797	373835.187	446.48	2094.76
G78	4369118.495	373699.046	620.01	3017.52
G79	4368852.321	373733.215	416.57	2047.67
G80	4368229.352	373813.161	454.97	2082.02
G81	4367858.801	373860.722	691.69	3096.84
G82	4367497.402	374330.059	905.41	2587.88
G83	4367291.058	374597.985	863.18	3305.64
G84	4366875.956	374887.718	504.90	2182.40
G85	4366392.291	375225.348	652.29	3006.12
G86	4366214.827	375195.793	446.48	2094.76
G87	4365648.236	375101.404	562.16	2953.40
G88	4365335.198	374932.84	688.01	3154.49
G59	4364725.903	374710.485	662.55	2990.74
G90	4364428.567	374830.912	562.16	2953.40
G91	4364027.076	374895.048	562.16	2953.40
G92	4363695.23	375041.875	531.58	2931.06
G93	4363380.145	375109.038	591.46	3002.08
G94	4363072.766	374962.297	591.46	3002.08
G95	4362711.775	374646.811	649.54	3126.43
G96	4362153.03	374239.701	649.54	3126.43
G97	4361906.584	374134.875	425.43	2735.69
G98	4361677.362	374115.598	348.49	1933.75
G99	4361349.55	374088.03	373.57	1976.91
G100	4361020.579	374060.364	523.95	2828.81
G101	4360915.357	373886.767	314.99	1826.36
G102	4360770.041	373647.428	640.09	3049.20
G103	4360918.598	373470.463	509.86	2863.22

G104	4360924.674	373252.768	508.50	2772.90
G105	4360705.831	373129.802	615.73	2858.57
原崇福电厂～神二电厂 500kV 双回线路加高改造工程				
SS01	4360834.711	373434.3387	378.85	2504.97
SS02	4360868.577	373290.251	684.87	2424.38
SS03	4360895.294	373176.863	693.27	3146.61
SS04	4360927.966	373037.844	836.37	3204.10
SS05	4360830.455	372992.745	503.28	2734.85
神朔 2#	4360862.427	373415.649	/	1300
神朔 3#	4360879.059	373062.576	/	1300
神朔 4#	4360769.868	372905.758	/	1150
合计			60066.24	303904.68

3）牵张场

本项目 500kV 输电线路以 5km～8km 设置 1 处牵张场地进行交替布设，每处牵引场 45m×40m，张力场 55m×45m，共设牵张场 10 处，占地面积约为 4.275hm^2，占地类型为耕地、林地和草地。

4）跨越施工区

本项目新建线路主要考虑与公路、铁路、电力线路、河流等大型交叉跨越，共设置 34 对跨越施工区，每处占地面积 0.04hm^2，共占地 1.36hm^2。其中山阴县布设 9 对跨越施工区，平鲁区县布设 10 对跨越施工区，朔城区布设 15 对跨越施工区。占地类型为耕地、林地和草地。

5）施工便道

本项目线路施工期利用已有公路、机耕路等现有道路。部分塔位现有道路无法到达时，采取修建简易临时道路，根据估算全线需要修建施工便道 51.54km，总占地面积约 33.57hm^2，占地类型为耕地、林地和草地。

3.1.5 土石方平衡

本项目建设期挖填土石方总量为 19.08 万 m^3，其中挖方总量 9.54 万 m^3，填方总量 9.54 万 m^3。输电线路塔基余土在塔基占地范围内就近平整，施工中尽量做到土石方调配平衡，本项目土石方平衡见表 3.1-13。

表 3.1-13　本项目土石方平衡一览表　　单位：万 m^3

项目组成	挖方	填方	调入		调出	
			数量	来源	数量	去向
苗山开闭站 500kV 间隔扩建工程	0.02	0	/	/	0.02	塔基区

500kV输电线路区	塔基区	1.88	1.9	0.02	开闭站	/	/
	塔基拆除区	0.15	0.15	/	/	/	/
	施工道路区	7.1	7.1	/	/	/	/
	牵张场	0.18	0.18	/	/	/	/
	跨越施工区	0.21	0.21	/	/	/	/
合计		9.54	9.54	0.02	开闭站	0.02	塔基区

表 3.1-12　本项目占地汇总一览表　　单位：hm^2

行政区划	项目组成		占地类型								合计
			永久占地				临时占地				
			耕地	草地	林地	小计	耕地	草地	林地	小计	
苗山开闭站 500kV 间隔扩建工程在原有围墙内预留场地进行，不需新征用地											
山阴县	500kV 输电线路工程	塔基区	1.01	1.376	0.521	2.907	4.985	6.787	2.572	14.344	17.251
		跨越施工区	—	—	—	—	0.125	0.17	0.065	0.36	0.36
		牵张场区	—	—	—	—	0.594	0.809	0.307	1.71	1.71
		施工道路区	—	—	—	—	6.891	9.381	3.555	19.827	19.827
		小计	1.01	1.376	0.521	2.907	12.595	17.147	6.499	36.241	39.148
平鲁区	500kV 输电线路工程	塔基区	0.616	0.839	0.318	1.773	3.042	4.141	1.569	8.752	10.525
		跨越施工区	—	—	—	—	0.139	0.189	0.072	0.40	0.40
		牵张场区	—	—	—	—	0.446	0.607	0.23	1.283	1.283
		施工道路区	—	—	—	—	3.90	5.31	2.012	11.222	11.222
		小计	0.616	0.839	0.318	1.773	7.527	10.247	3.883	21.657	23.43
朔城区	500kV 输电线路工程	塔基区	0.462	0.629	0.239	1.33	2.535	3.451	1.308	7.294	8.624
		跨越施工区	—	—	—	—	0.208	0.284	0.108	0.60	0.60
		牵张场区	—	—	—	—	0.445	0.607	0.23	1.282	1.282
		施工道路区	—	—	—	—	0.876	1.193	0.452	2.521	2.521
		小计	0.462	0.629	0.239	1.33	4.064	5.535	2.098	11.697	13.027
合计			2.088	2.844	1.078	6.01	24.186	32.929	12.48	69.595	75.605

3.1.6 施工工艺和方法

3.1.6.1 苗山开闭站 500kV 间隔扩建工程

本期扩建在原有围墙内预留场地进行，不需新征用地。

（1）施工组织

①施工交通运输

本期扩建工程施工利用现有道路，无需新增施工道路。

②施工场地及施工生活区布置

直接利用站内空地用于堆放砂石料、钢筋、模板等材料作为施工场地。

③施工用水、用电

变电站扩建工程施工电源可从站内备用电源引接，用水取自站内已有供水。

（2）施工工艺和方法

本期扩建间隔工程的施工主要有四个阶段：土石方施工、混凝土施工、电气施工和设备安装。

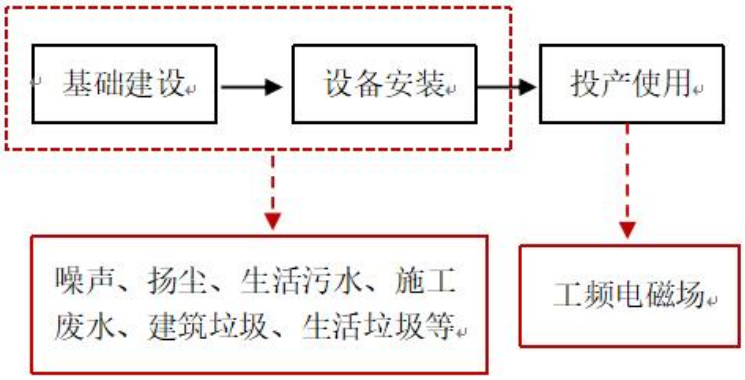


图 3.1-3　开关站间隔扩建施工工艺流程图

①土石方施工

本期扩建工程在预留场地内扩建 500kV 间隔设备支架及基础。

②混凝土施工

现场不设置混凝土搅拌站，将商用混凝土运至施工现场进行施工。

③设备安装施工

设备支架为浇制基础，预制构件在现场组立。

3.1.6.2 输电线路工程

（1）新建输电线路

本项目输电线路工程施工工艺包括施工准备、基础施工、铁塔组立、线路放线四个阶段。施工的主要机械设备有起重机、挖掘机、搅拌机、装载机、打夯机、振捣棒、砂轮锯、空气压缩机等设备。

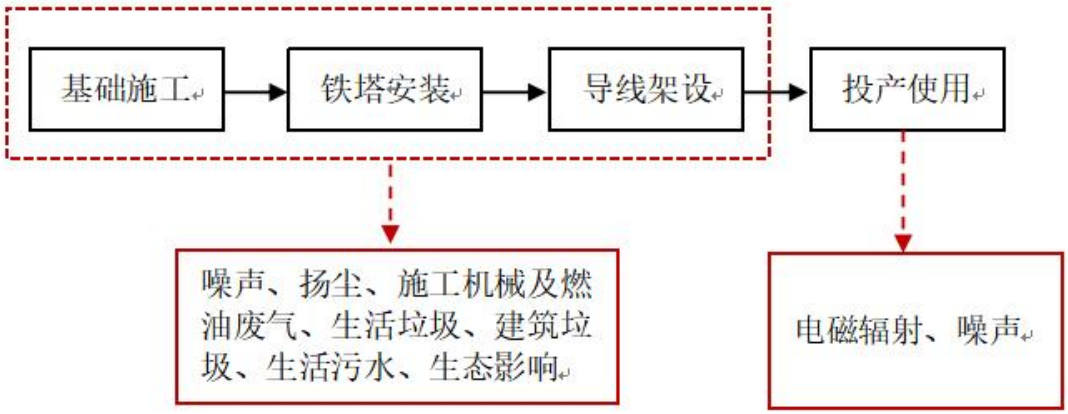


图 3.1-4　输电线路施工工艺流程示意图

1）施工准备

施工前根据铁塔基础图纸及技术资料，进行实地调查和勘测。根据每个塔基位置的实际情况，确认设计文件是否满足实际情况。工程铁塔占地类型主要为耕地、林地及草地等，根据各个塔基的占地现状以及塔基所涉及区域的生态敏感性，本项目沿线建设区域主要涉及生态保护红线、泉域重点保护区、基本农田、林地等区域。根据项目区域的敏感性对设计的塔型进行调整，力求在塔基施工时对周围环境的影响降到最低，在敏感区域范围施工内尽量选择跟开较小的塔型，在林地内选择跨高较高的高跨塔型。

2）基础施工工序

按设计、放样给定的中心桩位置来分坑，塔基要有四个坑，用以把塔的四个角分下去，经过开挖、扎钢筋、立模板、预埋地脚螺栓、浇筑，做成一个砼的底座。基础施工时，嵌固式基础需用人工开凿，以保证基坑的设计尺寸。

3）基础施工方法

线路塔基现浇混凝土要求必须机械搅拌，机械振捣，泥水坑基础施工时，需做碎石垫层，并采用钢梁及钢模板组合挡土板进行开挖施工，或采用单个基坑开

挖后先浇筑混凝土基础;在交通条件许可的塔位可采用挖掘机,以缩短挖坑时间,避免坑壁坍塌,基础施工建设过程中分层开挖,分层堆放,防止土壤层次紊乱,加强剥离表土的保护,施工结束后分层回填,注意夯实。邻近生态保护红线等区域施工要在施工前合理制定施工方案,控制施工区范围,禁止施工范围扩大至生态敏感区。生态保护红线、基本农田、林地、泉域重点保护区等区域进行施工要合理开挖和回填,使项目施工影响在可控范围内,位于耕地(特别是基本农田)范围内的铁塔,原则上选择在农闲时期进行施工,减少对农田的影响,避免对农作物产量等造成影响。位于泉域重点保护区范围基础施工要做好施工废水的收集处理及相关防渗措施,生态保护红线等主要涉及林地区域施工,塔型选型主要采用较小的塔型,条件允许人力开挖的情况下可以人力开挖,机械施工的情况下要减少塔基施工区的占地范围,采用较小的机械进行现场施工。可以采用高低腿的区域采用高低腿塔型单个塔腿逐个施工开挖和浇筑,避免大开挖施工形式。施工区域选择无立木区域或无高大乔木区域,减少对林木的砍伐和影响。

4)铁塔组立施工

铁塔组立施工时一般采用人字抱杆整体组立或通天抱杆分段组装,吊装塔身,林地组立需采用单片组装,减少占用空间。

5)线路放线施工

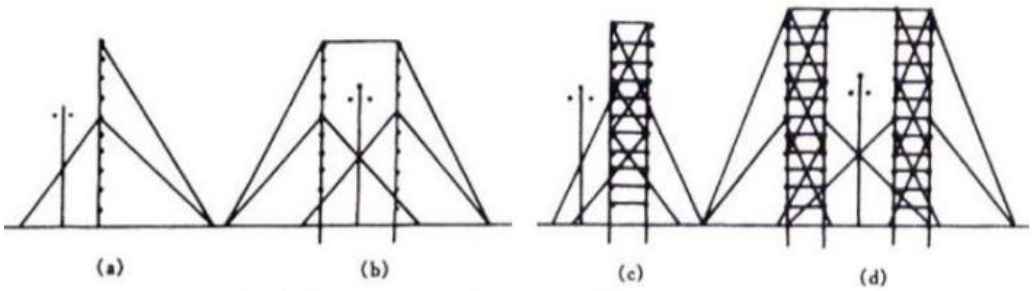
导线采用一牵一张力架线,地线采用一牵一张力架线;导引绳采用分次展放,初级导引绳(φ3.5 迪尼玛绳)采用动力伞展放逐基穿过放线滑车,分段展放后与邻段相连。然后用初级导引绳牵引二级导引绳(φ10 迪尼玛绳),再用二级导引绳带张力牵放牵引绳(φ20 防扭钢丝绳)。二级导引绳展放采用液压牵引机和液压张力机展放。尽量少砍伐施工通道树木、少踩踏植被,保护环境。线路放线施工通常采用导绳,导引绳一般用人力展放。先将每捆导引绳分散运到放线段内指定位置,用人力沿线路前后侧展放,导引绳之间用 30kN 抗弯连接器连接。

线路放线施工过程中尽量减少将牵力场和张力场布置在生态敏感区域及其周边,根据项目设计以及微观选址调整后牵张场不在生态保护红线区域布设,受终点苗山开闭站影响,本项目涉及神头泉域重点保护区长度 4.53km,在避无可避的情况下在林地、基本农田区域内、泉域重点保护区范围内布设牵张场,要尽量选择平坦区域,减少临时占地面积,降低对周边生态环境的影响。

6）跨越施工区

输电线路跨越铁路、道路、电力线路等设施需要搭设跨越架。本期共设 34 处跨越施工区，在施工前首先确定被跨越物的位置、跨越宽度、高度等跨越参数，然后核实线路的设计跨越位置、跨越角度、跨越高度等参数。跨越各类障碍物时均选择高跨塔型，一档跨越，跨越位置架线时选择搭设跨越架的方式。具体的跨越方案如下：

①跨越方式：跨越处应搭建跨越架，跨越架有单侧单排、双侧单排、单排双排及双侧双排，见下图。



（a）单侧单排 （b）双侧单排 （c）单侧双排 （d）双侧双排

图 3.1-5 木杆、竹竿、钢管跨越架的型式

②跨越架的搭设

架体立杆均应垂直埋入坑内，埋深不得小于 0.5m，且大头朝下，回填土后夯实。遇松土或地面无法挖坑立杆时应绑扎扫地杆。跨越架的横杆应与立杆呈直角搭设。

跨越架两端及每隔 6-7 根立杆应设置剪刀撑、支杆或拉线。拉线的挂点或支杆或剪刀撑的绑扎点应该设在立杆与横杆的交接处，且与地面的夹角不得大于 60°。支杆埋入地下的深度不得小于 0.3m。

跨越架的长度在 6m 以下时，一般设一副剪刀撑，大于 6m 而小于 12m 时设两副剪刀撑，以此类推。

主杆与主杆及横杆与横杆间搭接长度不得小于 2m。

主杆及大横杆搭至设计高度后，如为跨越电力线或弱电线时，应在两侧主杆间绑扎内交叉支撑杆，以保持顺线路方向的稳定。内交叉支撑杆与电力线或通信线间应满足安全距离的要求。

绑扎材料：木杆架一般用 8#铅丝绑扎，受力不大的地方也可用 10#铅丝。在

被跨越电力线上方绑扎跨越架时，应用棕绳绑扎。木杆架一般用铁丝绑扎。钢管架用专用的扣件连接钢管。

③跨越架的拆除

拆除跨越架与搭设相反，由上而下逐根拆除，先横杆再支杆，最后是主杆，分层进行。严禁主杆、横杆整体推倒，严禁上下层同时拆架。

④安全措施

跨越前应事先与相关管理部门取得联系，整个施工过程中应在监督人员的监督指导下进行。施工期间，应在跨越架两端悬挂醒目的警告标志。遵守电力建设安全工作相关规程。高空作业人员应遵守高空作业安全规定。

（7）施工便道

施工便道主要是通过填平、拓展、碾平压实等手段对原有道路进行改造或在无路区开辟临时道路。本项目新建输电线路由于地形起伏较大，需新建施工道路约 51.54km。要求尽量减少施工道路布置在生态保护红线、林地、基本农田、泉域重点保护区范围内占地，尽可能利用现有道路。对位于耕地内的临时施工道路，由于场地较为平整，主要在现有田间道路的基础上，采用碾平压实的方式对道路适当拓宽和平整，供施工机械通过即可；对位于林地内的临时施工道路，主要在现有林间小路的基础上，通过拓展、填平的方式开辟供施工机械通过的道路，对于林木或植被比较密集的区域，采用人抬道路的方式；在泉域重点保护区范围施工废水不外排、做好防渗措施。由于施工便道属于临时用地，且施工便道宽度较窄，因此主要采取小型机械结合人工平整的方式进行施工。

（2）拆除输电线路工程

本项目输电线路拆除工程工艺流程与产污过程图如下所示。

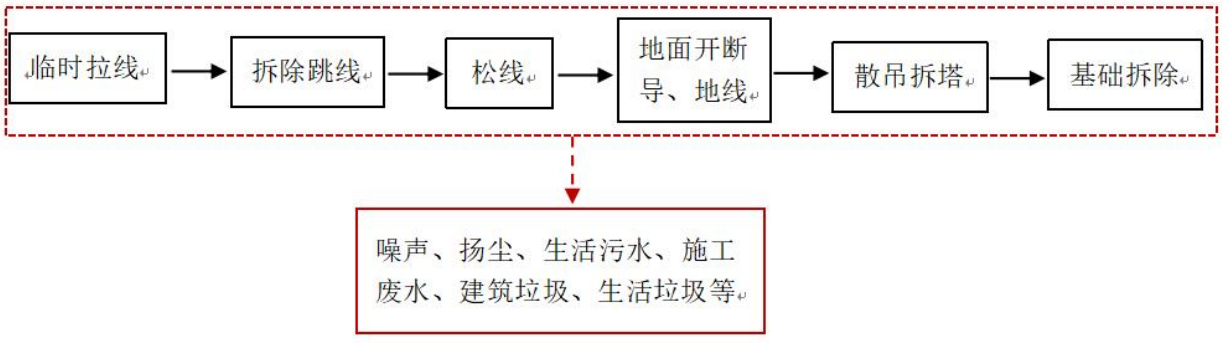


图 3.1-6　架空输电线路拆除施工流程及产污节点示意图

本项目需拆除现有 500kV 神朔线长度约 0.53km，铁塔 3 基。同时拆除原有铁塔、导地线、附件等。拆除下来的导、地线及附件等临时堆放在各施工场区，及时运出并由建设单位进行回收利用。为不增加对地表的扰动，尽量减小土方开挖量，拆除塔基混凝土基础深度应满足当地农业耕作和植被恢复要求。拆除基础产生的混凝土等少量建筑垃圾由相关单位清运至指定受纳场地。

具体步骤为：

①临时拉线：拆除导线前在需拆除的耐张段的外侧设置临时拉线，利用耐张塔松线开断回收。

②拆除跳线：将导、地线翻入滑车。

③松线：松线选用钢丝绳做总牵引或用带绞盘拖拉机，拖拉机前用地锚固定，防止受力后倾。

④在地面开断导、地线。

⑤拆塔施工方案：拆塔有三种方案，一种为整体倒塔，第二种为散吊拆除，第三种为半倒。

整体倒塔：自立式旧塔倒塔方向要求塔高范围内无任何障碍物，整基倒塔方法要求在杆塔倒塔方向两侧 30m 高处加装临时拉线，以控制杆塔沿规定方向倒落。杆塔腿部气割部位要求准确，施工人员及设备要求撤离倒塔范围，倒塔范围严禁闲杂人员进入，设专人巡视。

散吊拆除：首先自立式杆塔利用中横担拆下横担，地线支架拆上横担，同时检查地线支架锈蚀情况，必要时进行补强，塔身上应加装转向滑车以减轻地线支架及横担的下压力。

半倒：即先在杆塔顶部和中部分别设置四条固定拉线（与整倒相同），再将杆塔中部倒塔方向相反的两个包脚铁拆除，松开反向拉线，正向拉线牵引拉倒杆上部，最后将整基杆塔向合适的方向拉倒。

本项目根据施工需要优先采用占地面积较小的散吊拆除。

3.1.7 主要经济技术指标

根据项目可行性研究报告的批复，本项目总投资为 31475 万元，其中项目环保投资约 325 万元，占总投资的 1.03%。本项目拟定于 2027 年 1 月开始建设，至 2027 年 12 月建成，项目建设周期约 12 个月。

3.1.8 现有工程概况

（1）苗山 500kV 开闭站

根据现场调查，苗山 500kV 开闭站建设规模为：500kV 出线 6 回（忻州 2 回、朔州 2 回、雁同 2 回），配电装置采用 GIS 型式户外布置；4 组 150Mvar 线路高压电抗器（至忻州线路高抗、至保北线路高抗）。本期新建至华能山阴电厂 2 回，占用北出线东起第三、第四间隔。建设 2 台 500kV 断路器，采用户外 GIS 设备。扩建工程在原有围墙内预留场地进行，不需新征用地。苗山 500kV 开闭站建设情况见表 3.1-14。

表 3.1-14　苗山 500kV 开闭站前期工程建设情况

建设内容	建设内容
500kV 出线间隔	6 回（忻州 2 回、朔州 2 回、雁同 2 回）
500kV 配电装置	GIS，户外布置
高压电抗器	4×150Mvar

1）生活污水

苗山 500kV 开闭站建设生活污水排水系统，经污水管网收集后进入化粪池，污水加压排至神头二电厂内污水管网，与电厂内生活污水统一处理。

2）事故排油系统

开闭站建设 1 座有效容积 60m^3 高抗事故油池，采用抗渗混凝土和粘土层结构，每层厚度约 600mm。事故油池为地下钢筋混凝土结构，采用抗渗混凝土。高抗油坑铺一卵石层，四周设有排油槽并与事故油池相连，高抗发生事故时所产生的排油或漏油将渗过卵石层并通过排油槽到达事故油池，卵石层可以起到冷却油和隔离火源的作用，不易发生火灾。事故油池暂时存储事故时的排油，事故油交由有资质的单位处置，不外排。

根据现场名牌调查，开闭站现有单台高压电抗器绝缘油油重约 49.5t，绝缘油密度为 0.895t/m^3，折换成体积约 55.3m^3＜60m^3。满足《火力发电厂与变电站设计防火标准》（GB50229-2019）要求。

3）固体废物处置

站内设垃圾分类收集箱，生活垃圾经分类集中收集后定期清运至地方环卫部门指定地点处置。开闭站东南侧设危废贮存点 1 座，面积 10m^2，满足《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）要求。

苗山 500kV 开闭站现状见图 3.1-7。



图 3.1-7　苗山 500kV 开闭站现状图

4）前期工程环保手续情况

神头（苗山）500kV 开闭站新建工程为《山西北部 500kV 电网完善工程和神二电厂 3#、4#机组接入朔州变工程》的一个子工程，山西省环保厅于 2018 年 5 月以晋环审批函【2018】259 号文对该工程环评进行了批复。2022 年 1 月 14 日，国网山西省电力公司组织召开“山西北部 500kV 电网完善工程和神二电厂 3#、4#机组接入朔州变工程竣工环境保护验收”会议，取得验收意见：“项目建设符合环境保护验收要求，同意通过竣工环境保护验收”。

苗山 500kV 开闭站前期工程环保手续履行情况详见表 3.1-15。

表 3.1-15　苗山 500kV 开闭站前期工程环保手续履行情况

工程前期环保手续情况	
隶属工程	山西北部 500kV 电网完善工程和神二电厂 3#、4#机组接入朔州变工程
环境影响评价	2013 年 8 月取得山西省环保厅环评批复（晋环函[2013]1079 号）
竣工环保验收	已建成

根据前期工程竣工环境保护验收意见及现状监测结果，苗山 500kV 开闭站在落实了环境影响报告书的各项环境保护设施、环境保护措施情况下，电磁环境和声环境监测值均达到相关标准限值要求，水环境、生态环境等满足环保要求。苗山 500kV 开闭站环保措施、设施情况见表 3.1-16。

表 3.1-16　苗山 500kV 开闭站现有主要环境保护措施及设施情况一览表

类别	环境保护措施、设施落实情况	运行情况
生活污水处理	站内设生活污水排水系统，经污水管网收集后进入化粪池，污水加压排至神头二电厂内污水管网，与电厂内生活污水统一处理。	正常
噪声防治措施	采用低噪声设备，根据现状监测结果，开闭站厂界噪声排放满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 2 类标准。	达标
生态保护措施	站内采用砂砾敷设及道路固化，无生态破坏情况，生态保护效果良好。	正常
事故排油系统	站区建有 1 座有效容积 60m^3 高抗事故油池，采用抗渗混凝土和粘土层结构，每层厚度约 600mm。开闭站事故情况下产生的废油及含油污水交由有危废处理资质地单位进行处置，目前无事故油外排情况。	满足要求
固废处置措施	站内设垃圾分类收集箱，生活垃圾经分类集中收集后定期清运至地方环卫部门指定地点处置。开闭站东南侧设危废贮存点 1 座，面积 10m^2，满足《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）要求。	满足要求

（2）原崇福电厂～神二电厂 500kV 双回线路工程

1）线路状况概况

根据现有资料，原崇福电厂～神二电厂 500kV 双回线路工程原名称为河曲电厂～神头二电厂 500kV 输电线路工程，2004 年 9 月 27 日建成投运，采用双回路（两个单回路并行）架设，途经偏关县、神池县至朔城区；2007 年进行河曲电厂至神头二电厂Ⅰ、Ⅱ回双Π接入朔州变线路改造工程，2009 年 8 月转基建Π入朔州站重新命名，线路起于神头二电厂，止于朔州 500kV 变电站，神头二

电厂~朔州 500kV Ⅰ线（神朔Ⅰ线）长度 30.191km，神头二电厂~朔州 500kV Ⅱ线（神朔Ⅱ线）长度 30.425km，神朔Ⅰ线、Ⅱ线 2#-7#、68#-74#同塔架设，其余线路并行架设。

本项目涉及线路路径为神朔Ⅰ线、Ⅱ线 2#-4#采用同塔双回路架设。

2）环保手续履行情况

河曲电厂～神头二电厂 500kV 输电线路工程修建时间较早，无相关环保手续，2007 年 6 月 25 日，原国家环境保护总局以环审〔2007〕236 号文《关于山西省漳山电厂送出等 500 千伏输变电工程及山西省朔州等 500 千伏输变电工程环境影响报告书的批复》对“河曲电厂至神头二电厂Ⅰ、Ⅱ回双Π接入朔州变线路工程”进行批复。

3）线路沿线生态环境现状

根据本次评价现场调查、监测结果，原崇福电厂～神二电厂 500kV 双回线路沿线生态环境恢复较好，沿线电磁环境、昼夜声环境质量均满足相应标准限值和评价标准要求。沿线生态环境现状见图 3.1-8。



图 3.1-8　沿线生态环境现状图

4）本项目依托利用现有线路情况

本项目新建华能山阴电厂～苗山开闭站 500kV 线路工程与现状 500kV 神朔双线形成交叉跨越。拟对原崇福电厂～神二电厂 500kV 双回线路实施升高改造。改造线路选址于原线路通道附近，尽量利用原有线路走廊。新建同塔双回线路长度 0.6km，杆塔 5 基，同步拆除改造范围内原有杆塔 3 基（神朔 2#-4#）。

3.2 选址选线环境合理性分析

3.2.1 变电站选址环境合理性分析

本项目涉及的苗山 500kV 开闭站为已建开关站，本期仅在原有围墙内预留场地进行，不需新征用地，无选址情况。

3.2.2 输电线路选线环境合理性分析

本项目受线路起终点位置及变电站进出线走廊的限制，线路整体由西南向东北走线，综合考虑途经区域的城镇开发边界、生态保护红线、已建线路、机场净空限高区以及村庄居民点、地形地貌、水文气象、交通、施工运行及现行相关规划要求等因素，结合“三区三线”数据，利用地形图、谷歌地图等进行初步选线，并对初步选定的线路方案进行了全线实地踏勘，多次优化线路方案，最大限度的避让避让城镇开发边界、村庄居民点、生态保护红线核心区、I级保护林地等敏感区域，从环保、安全、技术、经济等角度提出两个路径方案进行比较。

（1）方案一

线路起自拟建华能山阴电厂升压站向南出线，转向西经上神泉村南，从规划山阴新能源 500kV 变电站北侧通过，经白殿沟村南，依次跨越拟建的山阴新能源～苗山 500kV 线路、S211 省道和右玉～翠微 220kV 双回线路。线路转向西北避让风机群，在口子梁村南转角向西，平行规划的山阴新能源～苗山 500kV 线路走线，经下喇叭乡南，转向西南方向，跨越 G18 荣乌高速隧道，经冻牛坡村南，跨越沐风～千佛寺 220kV 线路。线路在双井村南分为两个单回路，依次钻越鄂尔多斯～北岳 I 回 1000kV 线路、鄂尔多斯～北岳II回 1000kV 线路、蒙西～京津冀±800kV 线路（在建）后，再合为双回路，经黑龙池村南、莺房沟村北，避让风机后再通过 2 个单回路钻越雁门关～淮安±800kV 线路及神泉电厂～朔州 500kV 双回线路（已退运），之后再合成双回路。线路钻越规划的库布其～上

海±800kV 线路，跨越吉庄～杏园 110kV 线路、东露天矿铁路专用电气化铁路，在江平村南第一次跨过源子河，经范庄村东、在宣阳坡村东第二次跨过源子河，在高阳坡村北转向南走线，避让朔州市平鲁区星瑞粘土有限公司和朔州市琪丞新型建材厂有限公司，穿过朔城区神头镇伏庄石灰岩集中开采区规划走廊，在神西村北先后跨越朔山电气化铁路、铺上～吉庄 I 回 220kV 线路、在建朔州环城高速公路、铺上～吉庄II回 220kV 线路、源子河、阳方口～金沙滩和阳方口～金沙滩首站两条天然气管道、G336 国道。线路经大窑村东转向西，钻越崇福电厂～神二电厂 500kV 双回线路（需升高改造），接入苗山 500kV 开闭站。

（2）方案二

线路自华能山阴电厂升压站向南出线，出线后转向西南方向，绕避烽火台保护范围、李氏家族墓地保护范围及山阴电厂一期灰场，跨越两条 35kV 线路及 S211 省道后转向西北方向，绕避张士强宅院保护范围及风机安全控制区后转向西南方向进入下喇叭乡，经下喇叭村、榆坪村东，跨越 G18 荣乌高速、连续两次跨越 35kV 线路，经冻牛坡村南跨越 220kV 沐千线，经双井村南钻越 1000kV 鄂岳I线、1000kV 鄂岳II线及规划蒙西—京津冀特高压线路后合并恢复为同塔双回路，经黑龙池村南、莺房沟村北，避让风机安全控制区后再次由同塔双回路拆分为两个单回路，钻越±800kV 雁淮线后合并恢复为同塔双回路。

此后，方案二与方案一产生差异。线路向西南方向走线，避让公墓及风机建设控制区，经莺家沟村南跨越 35kV 线路后，经寺儿窑村北、东孙家庄村东继续向东南走线，跨越 220kV 孟吉线，经大石泉村南避让风机安全控制区后转向西南，经宋红沟村东、李家堡村东，避让石灰岩集中开采区，依次穿越 500kV 苗岳线、500kV 恢岳线、110kV 神山线，经庙山村东穿越规划铁路、省道大忻线、220kV 吉七线及 35kV 线路后转向西北，穿越 110kV 吉杏线、220kV 吉七线、110kV 吉水线、220kV 孟吉线、220kV 铺吉一线、110kV 神山线，三次跨越吉西双线及 206 省道后转向西南，在神西村西并入方案一，沿方案一电力走廊进入 500kV 苗山开闭站。

（3）线路方案比选分析及结果

各方案对比分析情况见图 3.2-1，两路径方案经济技术和环境条件比较详见表 3.2-1。

表 3.2-1　本项目 500kV 线路路径方案综合比选表

项目			方案一（推荐）	方案二（比选）	差值（方案一减方案二）	比较结果
建设规模	线路总长度（km）		48.4	50.9	-2.5	方案一优
	杆塔总数（基）		117	162	-45	
占用生态保护红线情况	途经生态保护红线长度（km）		5.7792	5.9727	-0.1935	方案一优
	生态保护红线范围内塔基数量（基）		12	20	-8	
	生态保护红线范围内涉及塔基面积（hm^2）		0.5421	1.16	-0.6179	
占用耕地情况	途经耕地长度（km）	永久基本农田	18.98	19.14	-0.16	方案一优
		一般耕地	0.99	1.1	-0.11	
	途经耕地塔基数量（基）	永久基本农田	79	91	-12	
		一般耕地	2	7	-5	
	耕地占项目总长度比例		41.3%	39.8%	/	
涉及泉域重点保护区情况			涉及神头泉域重点保护区范围内长度 5.13km，预立塔基 20 基	涉及神头泉域重点保护区范围内长度 6.85km，预立塔基 23 基	长度：-1.72km 塔基数：-3 基	方案一优
途径公益林情况			项目范围与II级保护林地重叠 0.0001hm^2	项目范围与II级保护林地重叠 0.2508hm^2	-0.2507	方案一优
矿产资源情况			涉及“山西省山阴县罗庄村矿区水泥石灰岩矿普查”，压覆面积为 1.81km^2	涉及“山西省山阴县罗庄村矿区水泥石灰岩矿普查”、“山西省朔州市朔城区苗山水泥石灰岩矿普查(延续)”，压覆面积为 2.78km^2	压覆面积：1.26km^2	方案一优
拆迁与安置			拆迁涉及房屋约 2000m^2（双回段 1700m^2、单回段 300m^2）、大棚 10 处、机井房 3 处、迁坟 50 处，以及废品回收站 1 座、煤场 1 座	拆迁涉及房屋约 3500m^2、大棚 12 处、机井房 3 处、迁坟 60 处，以及煤场 3 座	面积：-1500m^2 数量：-11 处	方案一优
投资情况（万元）			18650	20941	-2291	方案一

				优
综合结论	**方案一优**			

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

1）生态规划符合性分析

两个方案均未进入自然保护区、饮用水源保护区、I 级保护林地等法律法规明确禁止进入的区域，因此均符合有关生态规划要求。

2）环境合理性分析

①占用生态保护红线情况：方案一较方案二途径生态保护红线的长度短 0.1935km；在红线内的塔基数少 8 基；涉及红线面积少 0.0.6179hm^2。方案一优于方案二。

②涉及泉域重点保护区情况：方案一较方案二涉及神头泉域重点保护区范围内长度短 1.72km，预立塔基数少 3 基，方案一优于方案二。

③途经公益林情况：方案一较方案二项目范围与II级保护林地重叠面积少 0.2507hm^2，方案一优于方案二。

④从穿越耕地情况比较：方案一较方案二途经永久基本农田长度少 0.16km，于永久基本农田范围立塔数量方案一较方案二少 12 基；方案一较方案二途经一般耕地长度少 0.11km，于耕地范围内立塔数量方案一较方案二少 5 基。方案一优于方案二。

因此，从环境合理性角度分析，方案一更优。

3）建设项目可行性分析

建设规模情况：方案一较方案二线路总长度少 2.5km，杆塔总数少 45 基，施工过程产生的临时占地面积和土石方量更小，方案一总投资比方案二少 2291 万。方案一优于方案二。

矿产资源压覆情况：方案一较方案二压覆路径长度小，涉及杆塔数量少，压覆矿业权面积小。方案一优于方案二。

安全保护及社会风险情况：方案一远离村庄人口密集区，拆迁房屋约 2000 平方米，拆迁安置压力小，无明显社会稳定风险。方案二线位紧邻山阴县县城城镇开发边界，对城镇远期发展空间形成制约；途经村庄较多，拆迁房屋约 3500 平方米、迁坟 60 处，群众安置协调难度大，存在较高的社会稳定风险隐患。方

案一优于方案二。

因此，从工程技术经济角度分析，线路路径推荐采用方案一。

综上所述，通过从以上三个方面对 2 个路径方案比选分析，方案一更优。

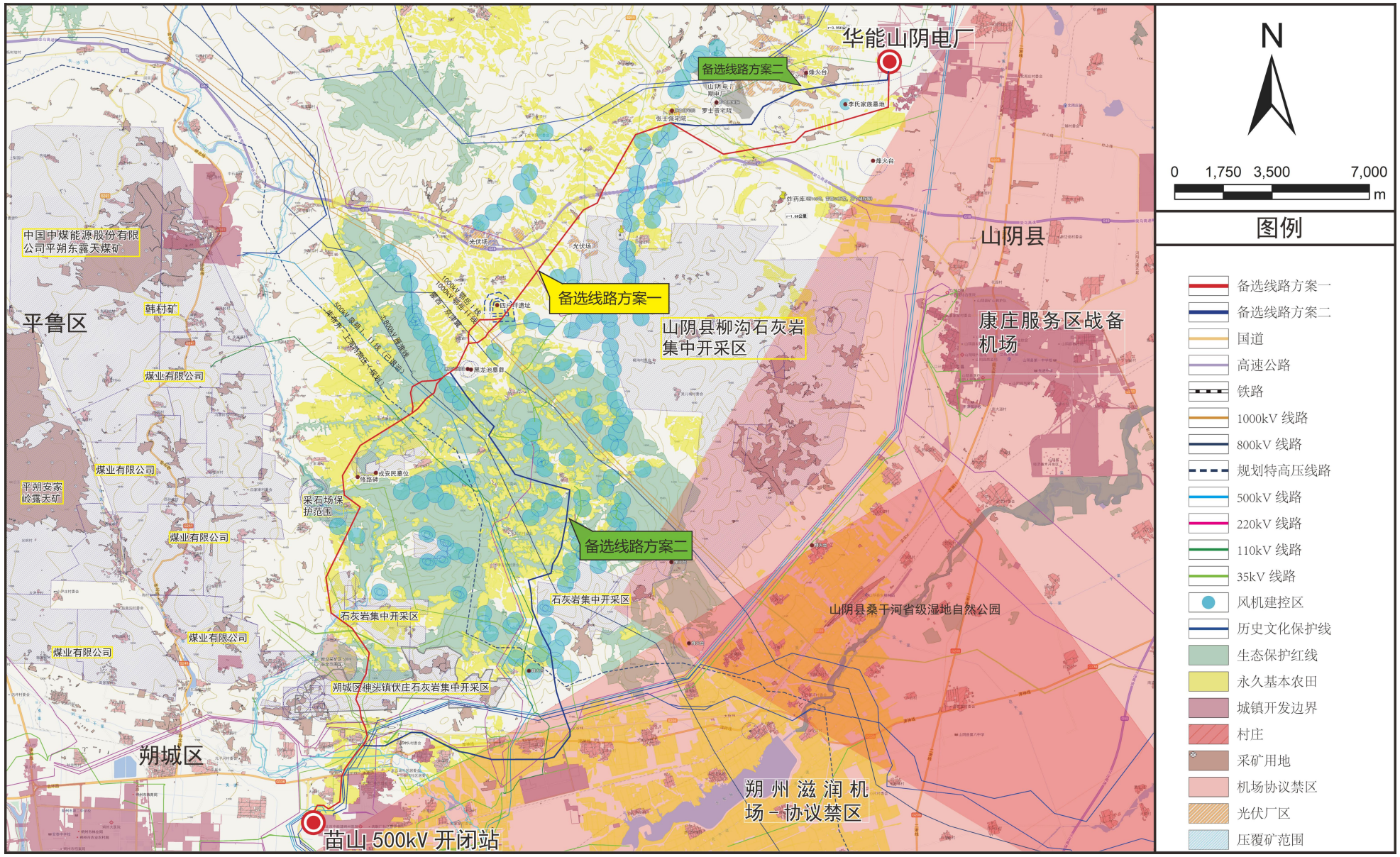


图 3.2-1　本项目比选方案图

3.2.3 穿（跨）越生态保护红线的唯一性论证

（1）绕行生态保护红线不可行说明

本项目线路起于华能山阴“上大压小”煤电项目，止于 500kV 苗山开闭站，线路两端位置固定，线路走向为东北至西南方向。拟建线路沿线受采石场、风电场、煤矿区、军事设施、文物古迹等众多因素制约，若考虑避让生态保护红线，有向西绕行、向南绕行两种方案，接下来对这两种绕行方案进行论述。拟建线路向西、向南绕行方案情况见下图 3.2-2。

①向南绕行方案

线路整体向东、向南偏移，避开中部黄土丘陵山区，全程沿山阴县、朔城区西侧山前冲洪积平原布设，绕开中部山体压覆矿区集中区域，走廊位于山阴县城及沿线乡镇西侧平坦盆地内，纵向贯穿山前平原地带。

向南绕行方案不可行综合分析：

南绕方案完整进入朔州滋润机场协议禁区。根据《朔州滋润机场净空和电磁环境保护管理办法》，该区域跑道两侧各 10km、两端外扩 20km 为净空巡视区，跑道端头 10km 半径范围为电磁防护区。500kV 线路杆塔高度 60～100m，无法满足障碍物限高要求，线路工频电磁场还会干扰机场导航、雷达、通信设备；同时走廊覆盖康庄服务区战备机场净空保护区，军用机场管控标准严于民用机场，严禁新建高大电力构筑物，机场相关管控约束无法协调，方案不具备落地条件。

从地形地貌条件分析，向南绕行方案全线穿行山前冲洪积平原地带，虽地势平缓，但区域土地开发高度饱和，连片城镇、工业园区、大面积永久基本农田密布，可用于布设线路的狭窄廊道无横向调整余量；平原低洼地带汇集山前径流，分布多处滞洪洼地、灌溉水系，地下水位偏高，广泛分布湿陷性黄土与淤泥质软土，塔基地基处理、防洪涉水工程工程量与投资大幅增加。同时平原区域高速、国省干道、铁路纵横交错，无山地高差条件实现立体避让，需频繁近距离交叉并行各类交通干线，施工与运行安全管控风险突出。

综上所述，向南绕行不具备实施条件。

②向西绕行方案

线路向西侧平鲁区山体偏移，沿源子河东侧岸坡走线，绕避中部大面积石灰岩开采区，但紧邻西部多处煤矿井田，沿河穿越大量乡村居民点。

向西绕行方案不可行综合分析：

大面积煤炭矿权压覆。西线紧邻、横穿平鲁区西侧多处煤业公司井田、中煤平鲁东露天煤矿，全域处于煤炭矿产资源压覆范围。煤炭井工开采对地面构筑物安全管控严苛，线路建设需大范围留设保安煤柱、承担高额压覆补偿，煤矿企业协调难度极大。

河道与沿线村庄协调难度极大。若避开煤矿压覆范围，则线路需紧贴源子河干流岸线布设，多次跨越河道管理范围，依据河道行洪、岸线管控相关规定，杆塔需大幅退让河道治导线，可供线路布设的空间被严重压缩；且河道两岸村落成片分布，线路无法避开大量民居，电气安全距离、电磁防护要求均难以达标，房屋征拆、群众沟通协调工作量巨大。此外沿河施工易扰动河道水土环境，河道防护、水土保持配套工程投入将显著增加。

且向西绕行走廊长度大幅增加，输电电能损耗上升，后期线路巡检、检修运维成本持续增高，综上所述，向西绕行不具备实施条件。

（2）线路穿越生态保护红线情况

本项目拟建线路附近分布众多生态保护红线，线路工程不可避免的多次穿越生态保护红线。将本项目穿越生态保护红线的区域分为 3 段，各段穿越红线长度、红线内塔基布设数量及属地信息详见表 3.2-2，以下将分段论述其不可避让性，分段情况及项目与生态保护红线位置关系见下图 3.2-3。

表 3.2-2　拟建线路穿越一般生态保护红线分段概况表

分段	行政区域	穿越红线长度（km）	红线内塔基总数（基）	涉及塔基情况	备注
第一段	平鲁区下面高乡	3.0999	8	G52-G59（2 次跨越）	恒山以北防风固沙与土地沙化防控生态保护红线
				G52-G63(12 次跨越）	
第一段		1.4233	3	G69-G75(8 次跨越）	
第一段		1.256	1	G85-G90(6 次跨越）	
合计	**--**	**5.7792**	**12**	G52、G53、G54、G55、G53A、G56、G54A、G57、G70、G72、G73、G89	

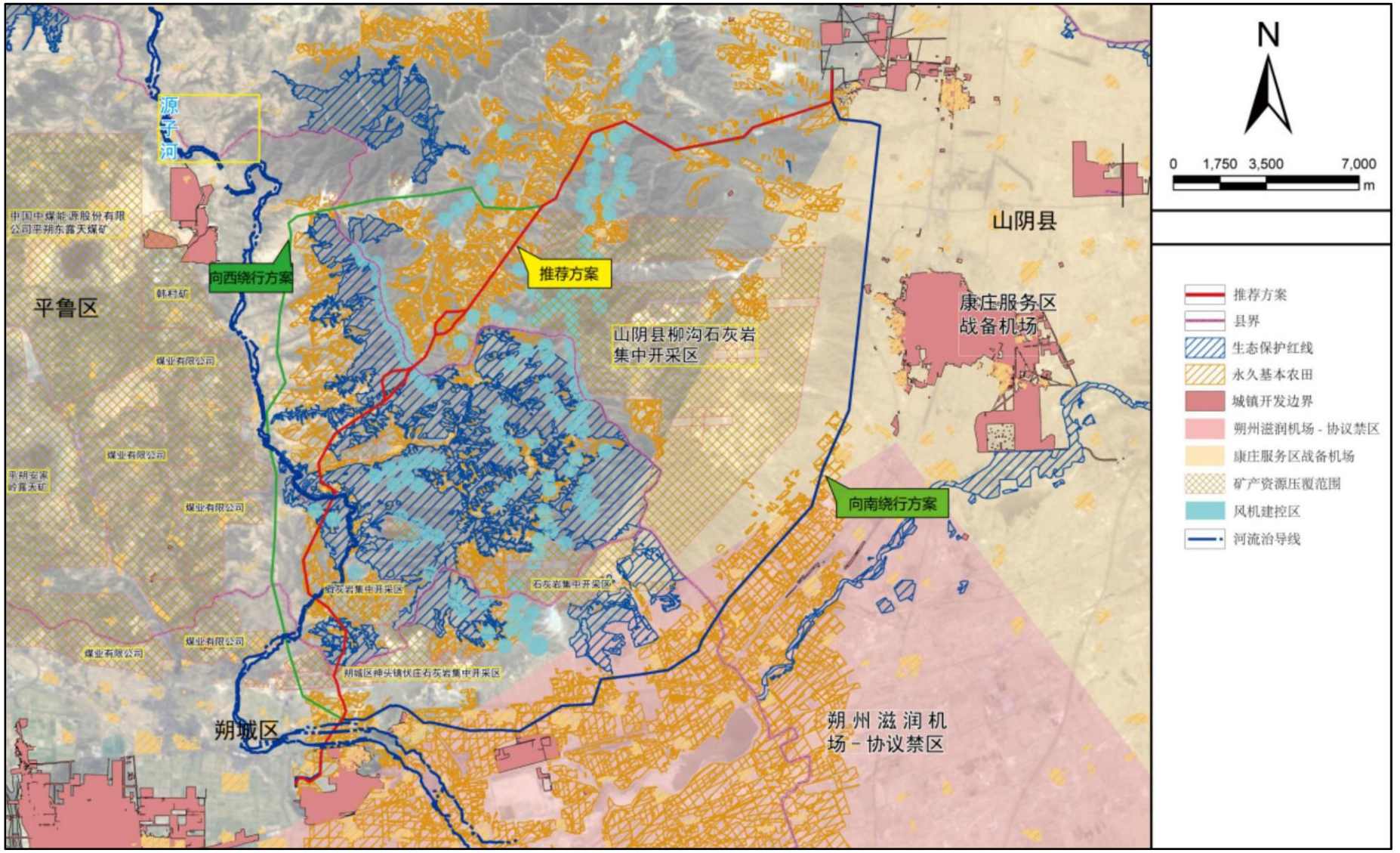


图 3.2-2　拟建线路向西、向南绕行方案情况图



图 3.2-3　拟建线路穿越生态保护红线分段图

3.2.3.1 第一段

（1）线路穿越生态保护红线概况

线路自华能山阴电厂出线后，在山阴县内经下神泉村南、白殿沟村南，先后跨越多条线路后在双井村南侧由同塔双回路拆分为两个单回路进行钻越，完成后合并恢复为同塔双回路后行至黑龙池村南侧进入平鲁区生态保护红线，为首次穿越生态保护红线区段。

区域属黄土丘陵沟壑地貌，冲沟破碎、地势起伏较大，海拔标高一般为1410～1680m。生态保护红线范围内零散镶嵌斑块状永久基本农田，二者交错分布，无完整无生态保护红线覆盖的山间通道可供全线避让。本段沿线无集中村镇、大型产业设施，线路沿天然沟谷采用架空双回走线，仅塔基点状占地扰动地表，工程对生态空间切割程度较低。

本段线路穿越恒山以北防风固沙与土地沙化防控生态保护红线（全部为生态保护红线一般区）的长度为 3.0999 千米，在生态保护红线范围内立塔 8 基，涉及生态保护红线 0.3164 公顷。

（2）不可避让论述

本线路自华能山阴电厂出线进入平鲁区生态保护红线，因线路南侧、西侧为大面积连续生态保护红线，又受文物保护范围、风机建控区阻隔，线路仅可向南走线，为避让煤矿集中分布区和风电场内风机，因此本段线路不可避免地穿越生态保护红线。

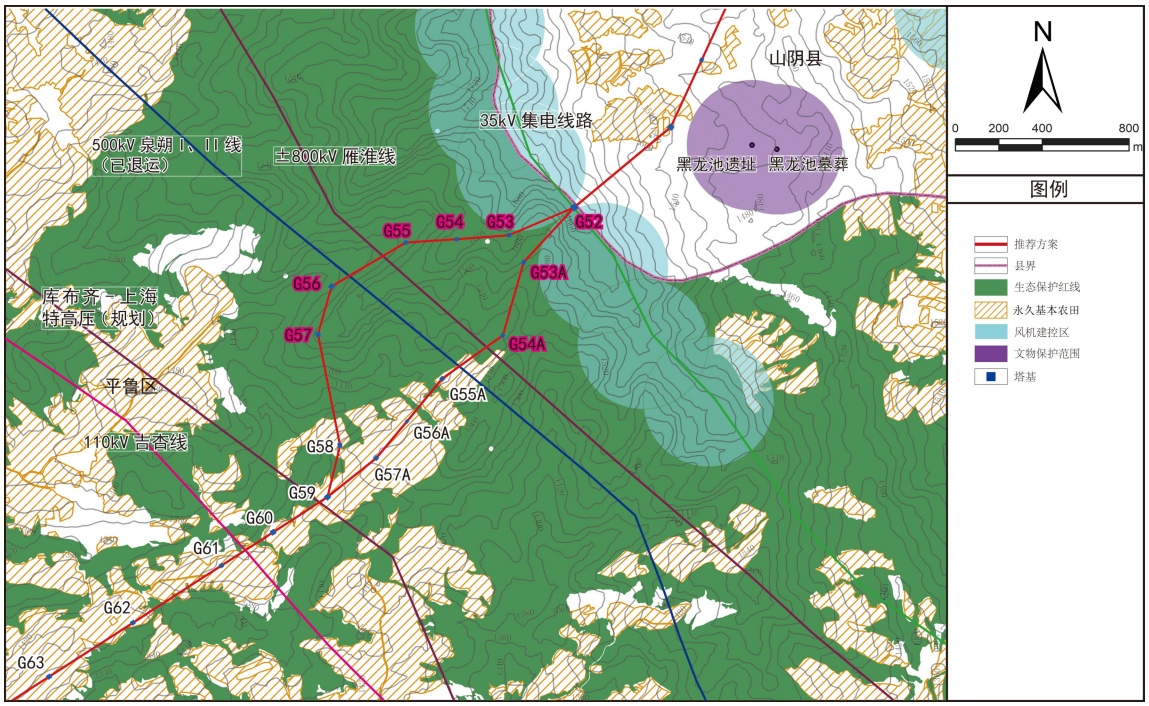


图 3.2-4　拟建线路穿越生态保护红线分段图—第一段

（3）塔基紧邻红线不可避让分析

1）塔基 G52：G52 位于 G51 与 G62 之间，线路自 G51 向西南方向走线，该段沿线密集分布已建及在建风机，风机组之间仅存宽约 300~500m 的狭长空隙供线路穿越，线路走向及塔位布置受限于该唯一通道，无水平偏移空间。G52 作为该通道内承担导线应力转换的关键转角塔，其位置受两端 G51 及后续塔位确定的线路方向、转角角度及档距参数严格约束，转角点和前后档距一经确定无法调整。若向东北方向挪移以避让生态保护红线，则进入东侧冲沟范围，该处地形起伏大、边坡不稳定，塔基将面临边坡失稳和地表径流冲刷风险，不能满足塔基稳定要求。因此 G52 号塔基不可避让地位于生态保护红线内。

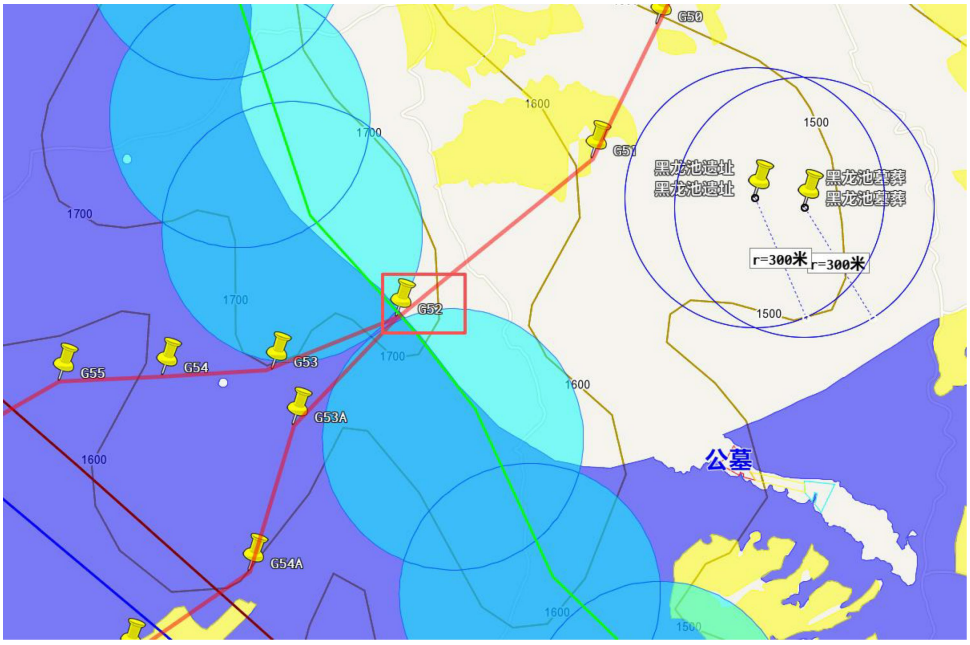


图 3.2-5　G52 杆塔位置情况示意图

2）塔基 G54A：G54A 为直线承力塔，塔位由 G53A、G55A 的既定位置严格约束，全线 500kV 线路设计存在标准档距控制区间，前后两基杆塔之间的水平距离、高差差均存在设计限值，若 G54A 向南移出生态保护红线，则需占用永久基本农田且与 G55A 档距距离大概为 150 米，依据《110kV～750kV 架空输电线路设计规范》（GB 50545-2010）相关要求，山区 500kV 四分裂导线经济档距宜控制在 300～600m，150m 远低于规范推荐档距下限，塔位纵向可调余量极窄。因此 G54A 号塔基不可避让地位于生态保护红线内。

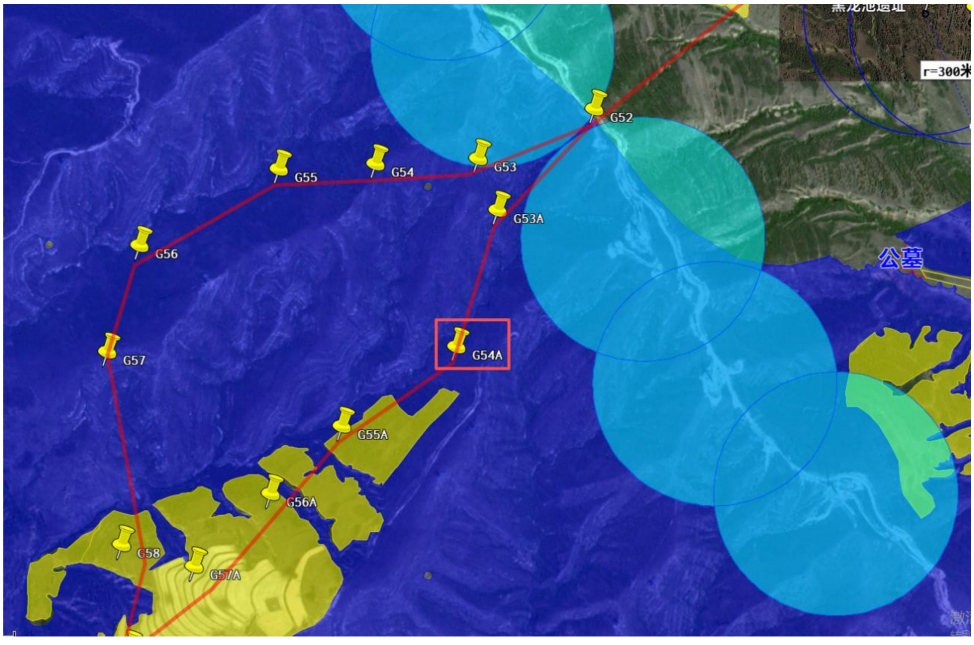


图 3.2-6　G54 杆塔位置情况示意图

3.2.3.2 第二段

（1）线路穿越生态保护红线概况

线路在为钻越±800kV 雁淮线及退运的 500kV 泉朔 I、II线，再次拆分为两个单回路实施钻越。钻越完成后合并为同塔双回路继续向西南走线，行至江家坪村周边区域，线路自东北向西南斜穿该片大面积连片山地型生态保护红线，为本工程第二段穿越生态保护红线区段。区域属低中山区，地形起伏较大，海拔标高一般为 1410～1680m。本段线路穿越平鲁区生态保护红线，全部为生态保护红线一般区。

本段线路穿越恒山以北防风固沙与土地沙化防控生态保护红线长度为 1.4233 千米，在生态保护红线范围内立塔 3 基，涉及生态保护红线 0.1569 公顷。

（2）不可避让论述

本线路完成钻越后向西南行进，线路东侧分布源子河河道管控范围与连片风机建控区，西侧为永久基本农田、采石场保护范围及范庄村集中居民点，东西两侧均存在约束，仅可沿东北至西南山间通道走线。若向东绕行避让生态保护红线，将受河道蓝线、风机安全间距限制；若向西绕行，将大面积占用永久基本农田，同时紧邻采石场与村庄，安全协调难度极大。若向南北翻山绕行规避生态保护红线，山体起伏陡峭、立塔施工困难，山间林木密集，导线最大弧垂无法满足林木安全间距要求，存在线路运行安全隐患。综上本段无可行绕行通道，线路不可避免地穿越生态保护红线。

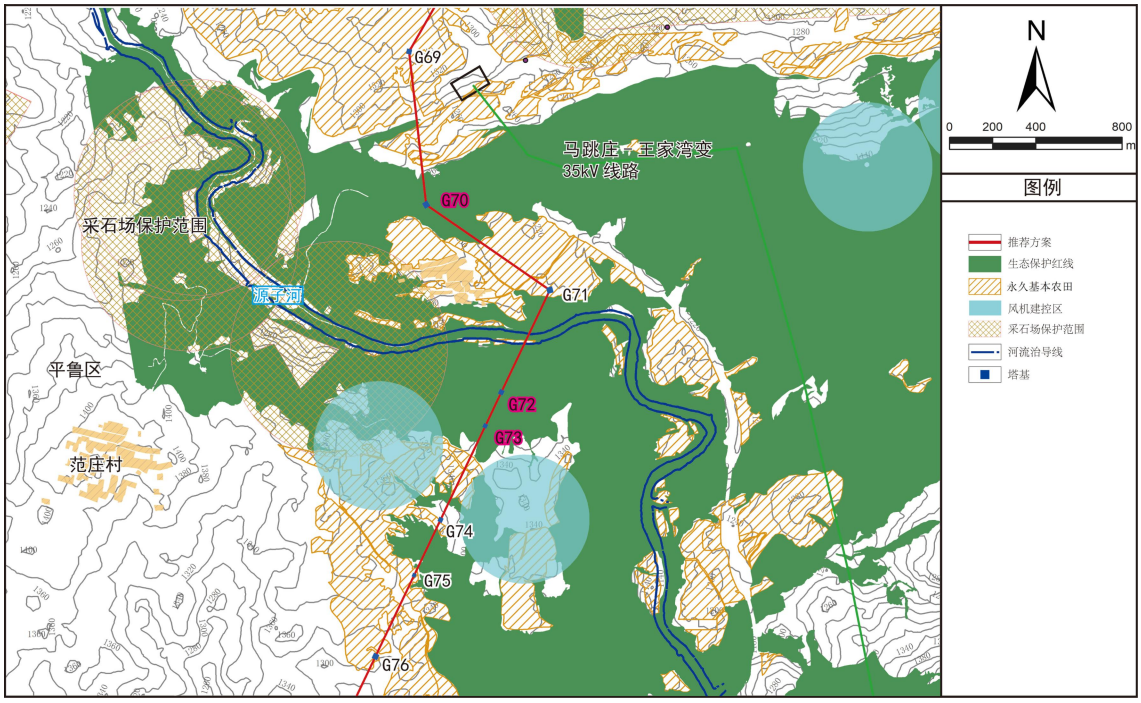


图 3.2-7　拟建线路穿越生态保护红线分段图—第二段

（3）塔基紧邻红线不可避让分析

1）塔基 G70：G70 直线承力塔受 G69、G71 档距指标约束，山区 500kV 线路经济档距为 300～600m，本段设计档距为 380m～420m。若向北偏移避让生态保护红线，塔基将进入北侧冲沟沟谷地带，该处地形高差达 45～65m，边坡坡度约 35°～45°，沟谷狭窄且地表径流冲刷强烈，不具备塔基稳定条件；同时该沟谷紧邻铁路线路安全保护区，依据《铁路安全管理条例》第二十七条，铁路线路安全保护区内禁止新建构筑物，塔基无法布设。若向南偏移避让生态保护红线，塔基将在永久基本农田范围内，且向南偏移后 G70-G71 档距将缩短至约 230m，远低于规范下限 300m，不满足设计规范要求。现状塔址位于平缓草坡，仅点状扰动植被，生态影响可控。因此 G70 号塔基不可避让地位于生态保护红线内。

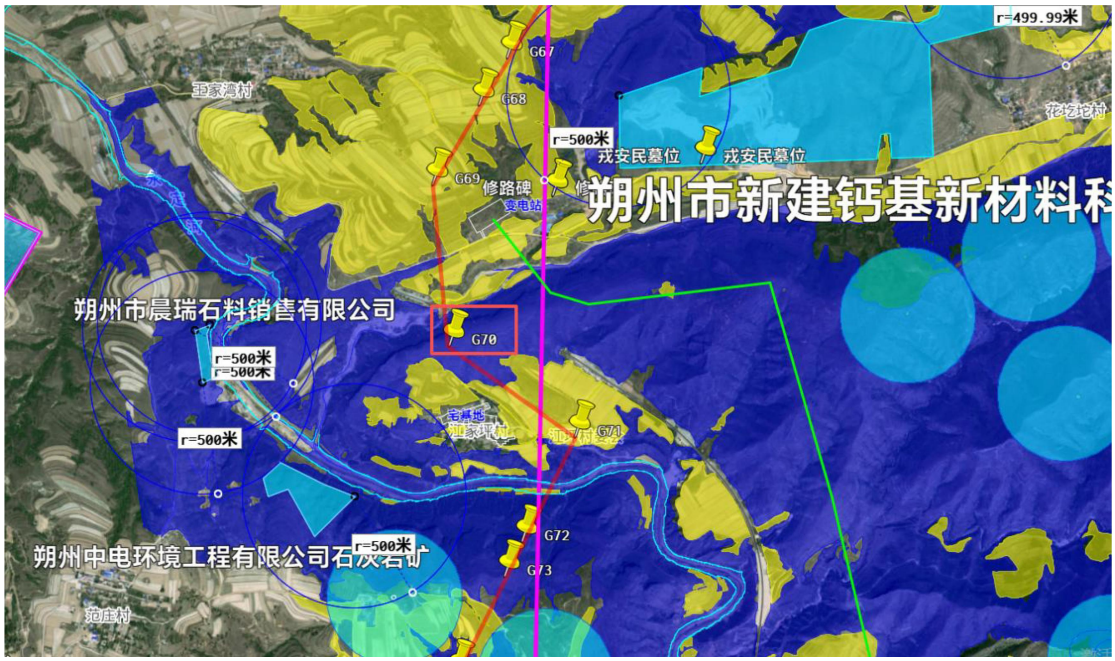


图 3.2-8　　G70 杆塔位置情况示意图

2）塔基 G73：G73 塔位于线路第二段穿越生态保护红线区间，线路整体走向沿东北至西南山间窄通道布设；同时该塔为直线承力塔，受前后 G72、G74 塔位及 500kV 山区线路 300-600m 规范经济档距约束，向南挪移会落入深切黄土冲沟，边坡松散易发生滑坡，地质条件不满足立塔要求，因此无法避让生态保护红线。

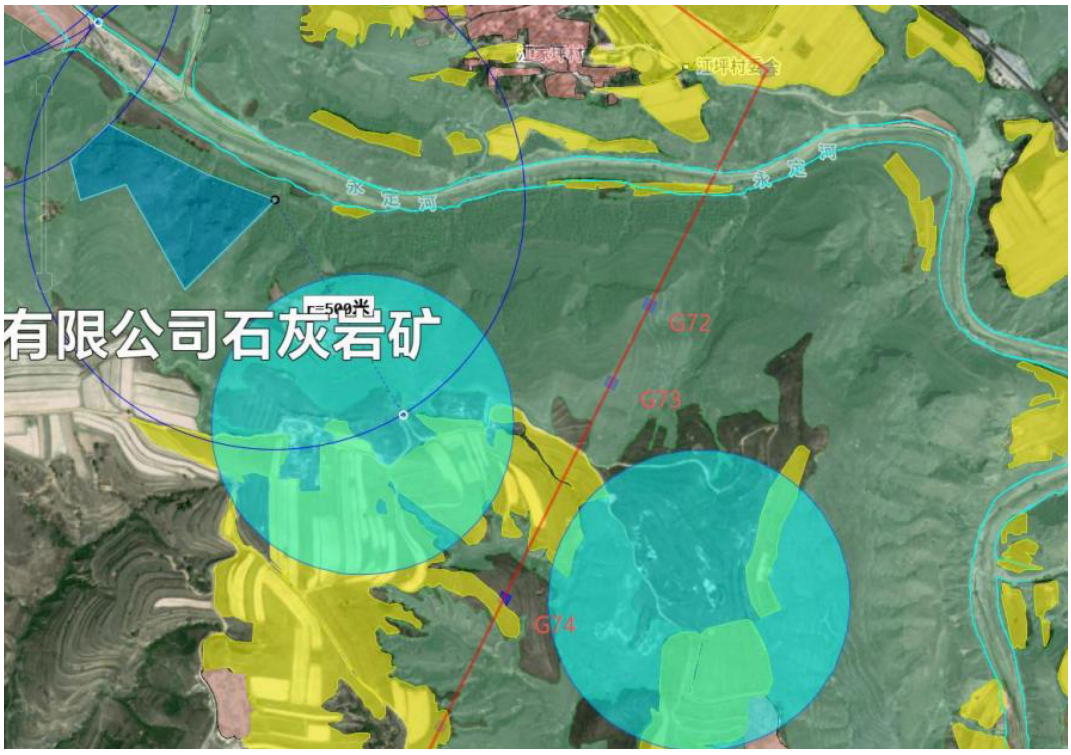


图 3.2-9　　G73 杆塔位置情况示意图

3.2.3.3 第三段

（1）线路穿越生态保护红线概况

线路经燕家山村南、江平村南跨越源子河，向南行进至高阳坡村东侧，为本工程第三段穿越生态保护红线区段。区域属黄土丘陵沟壑地貌，地势起伏较大，海拔标高一般为 1120～1380m。生态保护红线地块被斑块状永久基本农田分割包围，四周黄色永久基本农田连片分布，无横向绕行的连续山地空间。

本段线路穿越恒山以北防风固沙与土地沙化防控生态保护红线（全部为生态保护红线一般区）的长度为 1.2560 千米，在生态保护红线范围内立塔 1 基，涉及生态保护红线 0.0688 公顷。

（2）不可避让论述

本线路跨越源子河后向南行进至高阳坡村东侧，线路西侧为新设采矿区 500m 安全管控范围，东、南两侧连片分布永久基本农田，多方向存在阻隔，仅可沿现有山间廊道走线。若向西绕行避让生态保护红线，线路侵入矿山安全缓冲区，矿区开采将威胁输电线路运行安全；若向东、南绕行，将会使得线路大幅加长，且四周无连续山地避让通道，存在安全隐患。因此本段线路不可避免地穿越生态保护红线。

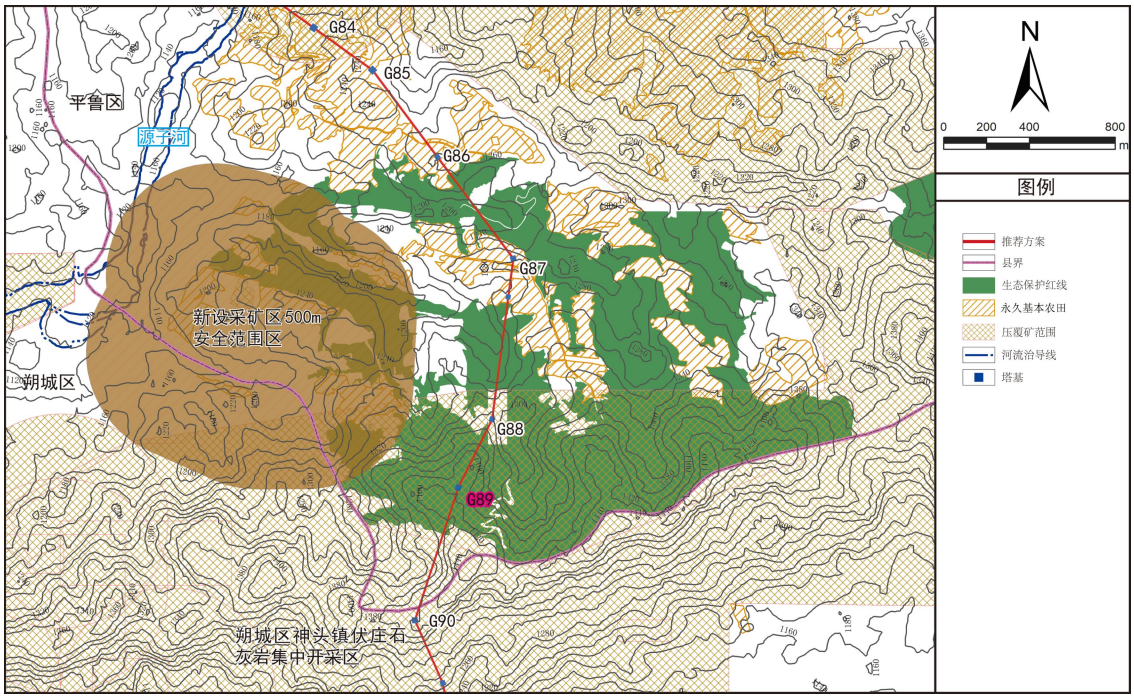


图 3.2-10　拟建线路穿越生态保护红线分段图—第三段

（3）塔基紧邻红线不可避让分析

塔基 G89：G89 直线承力塔受上游 G88、下游 G90 档距指标约束，山区 500kV 线路经济档距区间为 300～600m。塔基北侧、东侧、西侧全部为连片生态保护红线，三面无避让通道；若向南挪移避让红线，现场南侧实拍可见大面积深切陡峭沟壑，地形破碎不满足立塔地质条件，同时 G89-G90 档距将低于规范下限。因此 G89 号塔基不可避让地位于生态保护红线内。

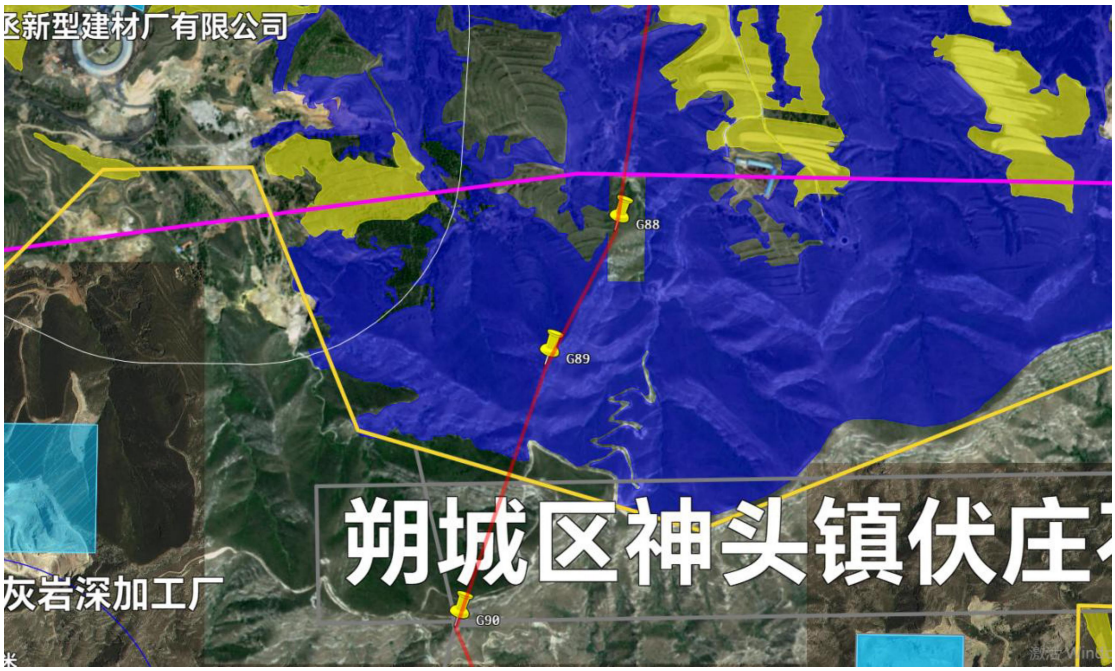


图 3.2-11　杆塔 G89 位置情况示意图

综合上述分析，本项目穿越生态保护红线具有不可避让性，线路已选择最短路径、最大限度克服地形地质限制、绕行采石场、风电场、煤矿区等敏感区域，将生态影响降至最低，已无更优路线可完全避让。处于红线边缘的塔基受档距控制、地形地质等约束无法移出。关键转角塔受两端塔位严格约束，移出将进入冲沟或边坡不稳定区域；直线承力塔受上下游塔位档距控制，山区 500kV 线路经济档距为 300～600m，移出将导致档距不满足规范要求，且周边多为连片生态保护红线、永久基本农田或深切沟壑，无避让通道。

3.2.4 穿（跨）越神头泉域重点保护区的唯一性论证

（1）线路穿越神头泉域重点保护区概况

本项目 500kV 线路涉及神头泉域重点保护区范围内长度 5.13km，新建塔基 20 基。

（2）线路穿越神头泉域重点保护区不可避让性分析

①工程接入硬性约束条件

苗山 500kV 开闭站地处洪涛山南麓山前冲洪积倾斜平原，站区内地形整体开阔平缓。站址东侧紧邻神头二电厂 500kV 升压站，厂站之间已布设多回既有 500kV 高压线路，无新增输电出线走廊；站址西侧向外延伸为洪涛山山前丘陵过渡带，区域冲沟发育、地形起伏较大，存在不良地质区段，出线建设技术难度极大；站址南侧紧邻神头镇区建成区、工矿厂区及密集既有高压线路，土地空间完全饱和，同时受源子河河道跨越点位、周边采石场安全防护距离、特高压线路钻越条件多重限制，交叉跨越风险极高，不具备新建线路敷设条件。受周边厂站布局、地形地貌、现状建设条件的天然阻隔与硬性制约，仅开闭站北侧区域具备平缓地形及合规出线空间，是本项目线路接入的唯一可行通道。

②多方案避让路径比选及不可行性论证

结合输电线路选线规范及沿线各类制约因素，经多轮现场踏勘、技术校核与路径比选，本项目无满足工程技术、合规管控及生态保护要求的泉域避让替代方案。东侧绕行需穿越密集风电场与山前丘陵沟壑区，无法满足风机安全防护距离要求，且沿线地形高差悬殊，不满足 500kV 线路架设标准；西侧绕行需深入洪涛山山体陡坡地段，地质条件恶劣复杂，无合法合规的线路敷设走廊；南侧绕行受既有特高压钻越限制、采石场安全距离及源子河河道跨越条件约束，无法实现合规进站接入。而北侧唯一可行通道，受洪涛山地形格局、石灰岩开采管控区、苗山开闭站固定出线方位三重条件限制，线路只能贯穿神头泉域重点保护区。项目全过程严格遵循生态优先、主动避让的选线原则，但受现状客观条件制约，无技术可行、经济合理、合规可控的替代避让路径。

因此，基于以上限制因此考虑，本项目 500kV 输电线路需不可避让神头泉域重点保护区，目前推荐方案走线的路径是唯一可行路径。

3.3 环境影响途径分析

3.3.1 施工期影响途径分析

施工期的主要环境影响因素有：施工扬尘、施工废污水、施工噪声、固体废弃物、土地占用和、动植物影响等生态影响。

（1）施工扬尘

开闭站扩建区域及线路塔基施工中土石方的开挖、回填将破坏原施工作业面的土壤结构，产生的二次扬尘可能对周围环境产生暂时性的和局部的影响；施工机械设备运行会产生少量废气，这些施工扬尘、废气等均为无组织排放，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。另外运输车辆在行驶过程中也会产生少量尾气以及道路扬尘。

（2）施工废水

施工期废水包括施工生产废水和施工人员生活污水，如不经处理随意排放，则可能对地面水环境以及周围其他环境要素产生不良影响。

施工废水主要为混凝土浇筑、机械设备清洗产生的废水及表土开挖遇大雨冲刷形成的地表径流浑浊度较高的雨水。废水量与施工设备的数量、混凝土工程量有直接关系，施工废水中 SS 污染物含量较高，如不经处理直接排放，必然会造成周边水体受到影响，因此必须采取措施对施工废水进行处理。对于施工废水一般采用修筑临时沉淀池的方法进行处理，经沉淀后废水部分可用于抑制扬尘，采取以上措施后，项目施工废水对周边水环境影响较小。在开关站施工人员生活污水利用站内现有污水处理装置处理，线路施工人员生活污水利用当地民房已有的生活污水处理设施进行处理。

施工生产废水主要含有油类污染物和大量 SS；生活污水主要污染物有 SS、COD、BOD_5 和氨氮等。

（3）施工噪声

施工期的噪声主要是由各种施工机械设备和运输车辆产生的噪声，可能会对周围居民生活产生影响。本项目施工噪声主要由开关站、塔基施工以及张力放线时各种机械设备和运输车辆产生，主要施工机械设备包括挖土机、牵引机组、张力机组和运输车辆等。

（4）固体废物

施工期间所产生的固体废物主要为施工人员产生的生活垃圾、开关站站区和塔基基础开挖产生的土方，新建及拆除塔基基础施工时产生的建筑垃圾及设备施工时产生的废旧设备包装物及材料等，如不妥善处理可能会对环境产生不良影响。

（5）生态影响

本项目施工过程中，输电线路塔基及开关站等施工活动，会带来永久和临时占地，从而使微区域地表状态及场地地表植被发生改变，对区域生态造成不同程度影响。主要表现在以下几个方面：

①输电线路塔基、开关站施工需进行挖方、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，降低覆盖度，可能形成裸露疏松表土，导致土壤侵蚀；施工弃土、弃渣及建筑垃圾等，如果不进行必要防护，可能会影响植被生长，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杆塔现场组立及牵张放线需占用临时用地，因施工需要会新修部分临时道路，工程土建施工期临时堆放也会占用少量场地。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到短期破坏，导致生产力下降和生物量损失。

③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。

④施工期间，容易产生少量扬尘，覆盖于开关站附近的农作物和枝叶上，影响光合作用；雨水时冲刷松散土层流入场区周围的耕地与其它植被用地，也会对农作物及植被生长会产生轻微影响，可能造成土地生产力的下降。

⑤线路跨越成片林地时，将采用高跨越方式，减少林木砍伐，导线与树木（考虑自然生长高度）之间的垂直距离控制在 7.0m 以上，对少量无法避免的树木砍伐按政策进行赔偿；因此，线路施工不可避免会砍伐树木，会对减少林地生物量，施工结束后，应按要求采取树木移栽、经济赔偿等措施。

本期变电站间隔扩建工程在站内原有预留场地进行，不会对生态环境产生不良影响。

3.3.2 运行期影响途径分析

本项目运行期的主要环境影响因素有：工频电场、工频磁场、噪声等。

（1）工频电场、工频磁场

开关站内电气设备及输电线路运行时产生工频电场、工频磁场。

（2）噪声

开关站高压电抗器等电气设备会产生噪声，本期项目无新增噪声源，对声环境影响保持现状。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）污水

苗山 500kV 开闭站站区排水采用雨、污分流制。站内设生活污水排水系统，经污水管网收集后进入化粪池，污水加压排至神头二电厂内污水管网，与电厂内生活污水统一处理。本期不新增劳动定员，不增加站内生活污水量。

输电线路运行期无废水产生。

（4）固体废物

苗山 500kV 开闭站为间隔扩建项目，运行期产生的固体废物主要为生活垃圾、废高压电抗器油。本期无新增工作人员，不新增生活垃圾产生量，同时无新增含油设备，因此苗山 500kV 开闭站本期扩建工程运行期无新增固体废物。

苗山 500kV 开闭站生活垃圾经收集后定期清运至环卫部门指定地点；站区东南侧设危废贮存点 1 座，面积 10m^2，紧邻西侧设 1 座有效容积 60m^3 高抗事故油池，可容纳其接入的油量最大的一台设备的 100%油量确定，满足《火力发电厂与变电站设计防火标准》（GB50229-2019）要求。

输电线路运行期间无固体废物产生，不会对周围环境产生影响。

（5）事故废油

开关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；当发生事故并失控时，有可能产生事故废油。废油及含油污水暂存于危废贮存点内，交由有资质的单位处置，不外排。

3.4 环境保护措施

3.4.1 施工期环境保护措施

3.4.1.1 大气环境保护措施

（1）合理规划施工期，减少材料堆场及土方堆放占地。

（2）施工现场严格落实建筑施工扬尘“六个百分之百”，做到施工区域围挡、物料堆放覆盖、土方开挖湿法作业、施工道路硬化、出入车辆清洗、渣土车辆密闭运输。

（3）使用商品混凝土，避免混凝土现场拌制。

（4）遇有大风或重污染天气，应停止土方开挖、回填等产生扬尘的作业。

（5）开关站施工尽早建设遮挡设施，进出场地的车辆应限制车速。

3.4.1.2 水环境保护措施

（1）开关站

①施工废水一般采用修筑临时沉淀池的方法进行处理，经沉淀后废水部分可用于抑制扬尘，加强管理，防止无组织漫排。

②变电站扩建工程施工人员产生少量生活污水利用站内现有的生活污水处理设施进行处理。

③做好施工场地周围的拦挡措施，尽量避免雨季开挖作业，施工期间禁止向水体排放、倾倒垃圾、弃土、弃渣，禁止排放未经处理的钻浆等废物。

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

⑤基础施工时采用商品混凝土。

（2）输电线路

①线路施工人员产生少量生活污水利用当地民房已有的生活污水处理设施进行处理。

②塔基施工废水采用临时沉淀池处理，经沉淀后废水部分可用于抑制扬尘。

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

④施工现场使用带油料的机械器具，应采取措施防止油料跑、冒、滴、漏，

防止对土壤和水体造成污染。

⑤基础施工时采用商品混凝土。

⑥线路采用一档跨越形式穿越河流等水体，不在河道两岸管理范围布设塔基、施工场地；严禁在河道、水体及河道变迁范围内堆放弃土弃渣。施工完成后及时清理施工场地，施工垃圾、弃土弃渣不得遗留于河道及河道变迁区域。

⑦泉域重点保护区内施工，施工废水经沉淀池处理后全部回用洒水抑尘；选用先进设备，机械车辆维修外委，优化塔基布置减少保护区内塔基数量；强化现场管理，严禁随意丢弃杂物，禁止向河道、渗坑、溶洞、废弃钻孔等排放废水、倾倒固废，防控施工对泉域水环境的不利影响。施工完成后按“工完、料尽、场地清”的要求及时将建筑垃圾、生产垃圾等固体废弃物清运出泉域重点保护区。

3.4.1.3 声环境保护措施

（1）变电工程

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

②使用低噪声的施工方法、工艺和设备，控制设备噪声源强，将噪声影响减到最低限度。

③施工期依法限制夜间施工。如因工艺特殊情况要求，需在夜间施工而产生环境噪声污染时，应按相关法律法规的规定公告附近居民，高噪声机械设备尽量避免夜间作业。

④合理安排车辆运输路线，优先使用低噪声运输工具，加强进出场地运输车辆管理，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。

（2）输电线路

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

②施工期依法限制夜间施工。如因工艺特殊情况要求，需在夜间施工而产生环境噪声污染时，应按相关法律法规的规定公告附近居民，高噪声机械设备尽量避免夜间作业。

3.4.1.4 固体废物污染防治措施

①在项目施工前应做好施工机构及施工人员的环保培训，明确要求施工过程

中的建筑垃圾及生活垃圾应分别堆放，生活垃圾及时清运送至环卫部门指定地点处置，建筑垃圾回收利用或按照要求统一清运至当地政府部门指定地点处置；

②拆除线路导地线、铁塔等均由建设单位统一回收处理，不得随意丢弃；

③塔基基础拆除均需拆至地表以下至少 0.5m，以保证土壤的耕植能力，拆除的塔基产生的建筑垃圾统一清运至市政部门指定地点处理处置，开挖形成的土方分层分区堆放，拆除结束后反序回填用于植被恢复；

④拆除期间严格控制施工范围，避免对周边农田及生态植被造成扰动；拆除作业避开雨季及大风天气，防止扬尘与水土流失；

⑤施工结束后做到“工完、料净、场地清”及时开展土地复垦与植被恢复，优先选用本地适生农作物或当地树种，保障区域生态功能连续性。

3.4.1.5 生态保护措施

（1）变电工程

开关站施工应对临时堆土采取遮盖和拦挡措施，避免水土流失，施工结束后对临时场地进行平整、硬化，对主变周围铺设砂砾。

（2）输电线路

①尽量优化线路穿越环境敏感区（生态保护红线）的塔基位置，优化线路路径及塔位，尽量选择植被稀疏处及生态价值较低的土地立塔，最大限度减轻植被破坏，降低生态影响。

②优化塔型及基础设计，减少线路走廊宽度，减少永久占地。

③严禁随意倾倒、丢弃开挖出的土石方。

④施工应做好表土剥离、分类存放和回填利用。

⑤施工期利用已有公路、机耕路等现有道路。

⑥施工结束后，应及时清理施工现场，因地制宜进行土地功能恢复。

（3）输电线路生态红线保护区域措施

①结合当地实际因地制宜地选择合适的方式提前做好保护工作，坚持先保护后治理的理念。

②施工前对基础开挖区域进行表土剥离，施工结束后将底土回填平整，上覆表土；严禁土石方随意倾倒。

③土方临时堆场采取表面拍实处理并在表面遮盖防尘网，四周设编织袋挡土

堰挡护。

④对塔基用地、跨越施工区和施工道路区等临时占地区域采用播撒草种方式进行植被恢复，草籽选用灌草结合（优先选用柠条等）。

3.4.2 运行期环境保护措施

3.4.2.1 电磁环境影响控制措施

（1）开关站：通过选择配电架构高度、对地和相间距离，控制设备间连线离地面的最低高度。

（2）输电线路：合理选择导线及导线相序排列方式，提高导线对地高度，减小电磁环境影响。

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

（4）定期开展环境监测，确保工频电场、工频磁场排放符合 GB8702-2014 等国家标准要求，并及时解决公众合理的环境保护诉求。

3.4.2.2 噪声污染控制措施

（1）开关站

定期巡检、开展环境监测，确保噪声排放符合 GB12348-2008 等国家标准要求，并及时解决公众合理的环境保护诉求。

（2）输电线路

①优化导线型式、子导线分裂间距、绝缘子串组装型式等，降低噪声影响。

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

④针对临近线路由静电引起的电场刺激等影响，建设单位或运行单位在线路附近设置警示标志，建立该类影响的应对机制，加强同当地群众的宣传、解释和沟通工作，配备专门人员和资金采取接地、屏蔽等措施以消除影响。

3.4.2.3 水污染防治措施

苗山 500kV 开闭站前期建设生活污水排水系统，经污水管网收集后进入化粪池，污水加压排至神头二电厂内污水管网，与电厂内生活污水统一处理。本期扩建工程不新增劳动定员，不增加站内生活污水量。

3.4.2.4 固体废物污染防治措施

（1）生活垃圾：苗山 500kV 开闭站内现有值守人员产生的生活垃圾在站内定点堆放，由环卫部门定期负责收集和处理，不会污染环境。

（2）废绝缘油：废绝缘油来源于高压电抗器等含油设备维护、更换和拆解或者事故情况下产生，产生的废矿物油应作为危险废物应交由有资质的单位回收处理，严禁随意丢弃。苗山 500kV 开闭站前期建设按规范要求设置了事故油池（60m^3）及危废贮存点（10m^3）。事故油池总容积满足《火力发电厂与变电站设计防火标准》（GB50229-2019）相关要求，不能立即回收处理的危险废物应暂存在危废贮存点内。

3.4.2.5 环境风险防控措施

（1）本期苗山 500kV 开闭站仅扩建 500kV 间隔 2 回，不增加含油设备，站内前期已设事故油池可以依托使用，事故油池四壁及底面均采取符合《危险废物贮存污染控制标准》有关规定的防渗措施，确保绝缘油不渗漏，防止废油渗漏产生环境污染事故。

（2）开关站前期设危废贮存点，不能立即回收处理的危险废物暂存在危废贮存点内，定期由有资质单位处置。

（3）针对高压电抗器绝缘油泄漏等可能事故，应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，以防风险发生时能够紧急应对，并及时进行救援和减少环境影响。

4 环境现状调查与评价

4.1 自然环境现状调查

4.1.1 地理位置

500kV 间隔扩建工程所在苗山开闭站位于山西省朔州市朔城区区神头镇安庄村东 3km，中心坐标为：东经 112°31′40.518″，北纬 39°22′10.399″，已于 2018 年投运，临近 G336、S303 和乡村道路，交通便利。

华能山阴电厂～苗山开闭站 500kV 线路工程起始于华能山阴电厂，向西南途径山阴县、平鲁区和朔城区，止于朔城区的苗山开闭站，线路路径长度为 48.4km，其中单回路 7.8km，涉及平鲁区；同塔双回路 40.6km，涉及山阴县、平鲁区和朔城区。本项目地理位置图见附图 1。

4.1.2 地形地貌

本项目位于山西省朔州市朔城区、平鲁区和山阴县境内，线路沿线地貌单元主要为低中山区、山前冲洪积扇、冲洪积平原区、河漫滩及河流阶地，地形起伏较大，海拔标高一般为 1060m～1700m。

朔城区地处长城两侧，地势平坦，境内西、南、北三面环山，中部和东部是平川，整个地势由西向东倾斜。地貌基本轮廓为北、西、南三面环山，中部为盆地，形似簸箕状向东倾斜。西部山地主要山峰有凤台梁、公鸡岭、鱼渠岭、双华岭、大梁山等；南部山区主要山峰有紫金山，海拔 2127m，山高峰巍，悬崖绝壁，一般山坡坡度在 35 至 40 度间，山上多松、桦等；北部山地主要山峰有黑驼山。全区“七分平原三分山”，总面积 1793 平方公里。

平鲁区地处山西最北部的洪涛山西延和管涔山北延斜轴部，东西两侧为高山，中部只有大沙沟两岸是冲积而成的断陷小块盆地。主要地貌类型为基岩石山区、黄土丘陵区、山间盆地。规划区为黄土丘陵地貌，地势北高南低，一般标高为 1200～1350m，全区森林覆盖率较低，水土流失、地面割切严重。境内山大坡陡、沟壑纵横，素有“朔北雄城，塞外天险”之称。全区国土总面积 2314 平方公里。

山阴县地处大同断陷盆地南部，境内南北高、中间低。西北有洪涛山、高汉梁，其中以洪涛山最高，海拔 1947 米；南为恒山支脉翠微山，其主峰馒头山海拔 2426 米；中部为大同盆地的一部分。全县山地 684 平方千米，丘陵 111 平方

千米，平原 856 平方千米，地形自西北向东南倾斜，最高点洪涛山主峰大贝山海拔 1947.5 米，最低处合盛堡乡北郭村海拔 1003 米。全县总面积 1651 平方公里。

全线地形划分为平地、丘陵和一般山区三类，其中平地 11.5km（占 23.6%）、丘陵 4.7km（占 9.7%）、一般山区 32.4km（占 66.7%）。平丘地段可利用沿线道路，交通条件较好；一般山区交通条件较差。

4.1.3 地质

山西朔州华能山阴“上大压小”煤电 500kV 送出工程线路从拟建华能山阴电厂出线，经过朔州市山阴县、平鲁区、朔城区，接入苗山开关站。线路基本呈东北-西南走向。沿线出露地层由老到新依次为下古生界寒武系（馒头组、徐庄组、张夏组、崮山组）和奥陶系（冶里组、亮甲山组、下马家沟组、上马家沟组）、上古生界石炭系（本溪组、太原组）及新生界第四系（上更新统、全新统）。寒武系以泥岩、页岩及多种灰岩（竹叶状、鲕状、泥质条带灰岩）为主；奥陶系主要为灰岩、白云岩及泥灰岩；石炭系含页岩、砂岩、灰岩及煤层；第四系为粉砂土、亚砂土、砂砾石等松散沉积物。本项目沿线无论从地质构造，还是从新构造运动上分析，均处于相对稳定地块。临近或与本项目相交的断裂活动相对较弱，杆塔避让了与线路相交断裂，断裂对本项目稳定性影响较小，地震活动相对较弱，适宜建设。根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）及《建筑抗震设计规范》(2016 年版）（GB50011-2010），项目所经地区的地震动参数为，山阴县、平鲁区和朔城区地震动峰值加速度分别为 0.2g、0.15g、0.2g，地震动反应谱特征值均为 0.40s，对应地震烈度分别为 VIII 度、VII度、VIII 度。

4.1.4 水环境

（1）地表水

本项目跨越的河流为源子河，本项目周边水系图见附图 14。

源子河是海河流域永定河水系桑干河的北源（一级支流），地理位置东经 112°05′～112°45′、北纬 39°20′～39°55′。发源于大同市左云县马道头乡截口山（尖口山）潘家窑村一带，自西北向东南流经左云县、右玉县、山阴县、平鲁区，于平鲁区花圪坨乡高阳坡村西南进入朔城区，最后在朔城区神头镇马邑村与恢河汇合。河流全长约 110km，流域面积约 2131km²，平均河宽 120～200m、河深 2～10m，上中游河型为分叉蜿蜒型，下游为顺直型，河床相对稳定。

该流域地形总趋势为西北高、东南低，自左云、右玉低山丘陵区向朔州盆地倾斜。上中游为地势起伏较大的黄土丘陵山区，沿河群山环绕，中间形成狭长的山间平川地带；进入朔城区后地势趋于平坦，地貌属盆地。河道纵坡自上游向下游逐渐变缓：右玉段平均约 1.5‰，平鲁段平均约 6.5‰，山阴段 3.0‰～6.2‰，朔城区段 2.5‰～5.7‰。流域地面高程一般在 1200～1650m 之间，最高点为山阴县堂子山大贝山（海拔 1947m），最低处为马邑河口（海拔 1040m）。流域内植被稀疏，基岩裸露、河谷切割较深，水土流失较为严重。

源子河为典型的季节性河流，径流主要由大气降水补给，暴雨集中于 6～9 月，其中 7、8 两月暴雨日数约占全年的 75%，洪水陡涨陡落；枯水期上游近百公里河道断流，至下游神头、新磨一带受神头泉群补给，清水流量可达 5～8m³/s（赵家口以上仅约 0.2m³/s）。一般年份洪水流量约 100m³/s，历史实测最大洪峰流量 1290m³/s，河水含沙量较大。干流上未建大中型水库，左云、平鲁、右玉等县区自 2024 年起相继实施防洪能力提升工程；两河汇合后桑干河干流上建有东榆林水库（中型，总库容 6500 万 m³，控制流域面积 3430km²，可控制恢河、源子河、七里河洪水）；汇合口附近出露的神头泉群为山西著名岩溶大泉，多年平均流量约 6.5m³/s，是桑干河清水的主要来源。

本项目线路 G71-G72 塔基、G81-G82 塔基、G96-G97 塔基跨越源子河 3 处，其中 G71 塔基施工区边界距离河道管理范围 235m，G72 塔基施工区边界距离河道管理范围 270m，G81 塔基施工区边界距离河道管理范围 220m，G82 塔基施工区边界距离河道管理范围 335m，G96 塔基施工区边界距离河道管理范围 260m，G97 塔基施工区边界距离河道管理范围 285m，跨越处主河宽约 5-8m。两岸地形起伏较大，当发生超标准洪水时将漫溢淹没两岸耕地，一般年份洪水流量约 100m³/s，水位高于两岸地面 0.2～0.8m，两岸有大量农田被淹。本项目 G71、G72、G81、G82 塔基位于山区，海拔较高能避开淹没范围；G96、G97 塔基位于平原，两岸较河底高约 2m，能避开淹没范围。本项目与源子河相对位置关系见图 4.1-1~图 4.1-3。

本项目 500kV 线路跨越沿线河流情况见表 4.1-1。

表 4.1-1　线路跨越河流情况一览表

序号	行政区	河流名称	塔基号	塔基中心坐标（国家 2000 坐标）

				X	Y
1	平鲁区	源子河	G71	4371653.633	375014.845
2			G72	4371189.148	374773.773
3			G81	4367858.801	373860.722
4			G82	4367497.402	374330.059
5	朔城区		G96	4362711.775	374646.811
6			G97	4362153.030	374239.701

（2）泉域

神头泉位于朔州市朔城区神头镇，大同盆地北部的神头、司马泊、新磨一带，沿桑干河支流源子河河道及两岸出露分布面积 5km^2，大小泉水 100 余处，呈散流排泄，水位标高 1059~1065m，地面标高 1044~1053m，为一构造上升泉。神头泉主要有三个泉组组成，分别为河道泉组、五花泉组和小泊泉组。

（1）泉域边界

神头泉域范围包括朔州市朔城区、平鲁区、山阴县和大同市的左云县以及忻州市的宁武县、神池县部分地区，泉域总面积为 4756km^2，其中大同市 215km^2，忻州市 1337km^2，朔州市 3204km^2。泉域裸露可溶岩面积为 2990km^2。

1）东部边界

南段：受马邑断层控制，断层呈阶梯状，埋深依次加大，断层以东埋深达 800～l000m，上覆新生界主要由砂质粘土和粘土组成，隔水性良好，构成了阻水边界。自北向南为朔城区的大夫庄—福善庄—神武村—保全庄。北段：马营河和大峪河之间分水岭，处于小京庄向斜东翼，由古老变质岩系和寒武系下统泥页岩构成隔水边界，自北向南为马道头—偏岭—甘庄—峪沟—大夫庄一线。

2）北部边界

在小京庄--平鲁城--杨家窑一线，标高 1450～1700m，地表水向北汇入十里河、三道理河，向南汇入马营河，基本上以马营河和十里河、三道河之分水岭即黄河水系与海河水系的分水岭为界，自西向东为杨家窑--平鲁城--麻黄头村--何家庄--高家堡--元堡子--小京庄。

3）西部边界

北段：北段以断层及黑驼山地表分水岭为界，自北向南由杨家窑--刘家窑--下水头--暖崖东；南段由暖崖东--大严备--义井镇--油梁沟，与天桥泉域为界。

4）南部边界

西段：西段以神池县南部两条北东东向断层及近南北向摩天岭断层与雷鸣寺泉域为界，自西向东由五寨大东沟--刘新峁疙旦--春景洼；东南段以宁武向斜轴结合地表水分水岭的连线为界，自西向东由榆庄--冯家谚--汪铁沟--神堂沟--薛家窳--盘道梁。

（2）泉域水资源保护区范围

1）重点（一级）保护区范围

一级保护区为：北部以担水沟断层为界，该断层位于洪涛山前，长约 32 米，为一走向近东西的导水断层，上盘为第四系松散层，下盘为奥陶系灰岩，自西向东由耿庄-神西-耿庄断层与马邑断层交汇处，长约 11.5 千米。东部以马邑断层为界，为一走向北北东的阶梯状阻水断层组。自北向南由上述两断层交汇处-小泊泉-郭家窑，长约 4.5 千米。西部以规划的城市大型供水水源地-耿庄水源地以西为界。自西向南由担水沟-耿庄，长约 3.0 千米。南部以神头二电厂南部为界。自西向东由耿庄-安庄南-神头电厂南-郭家窑，长约 12 千米。重点保护区面积 50 平方千米，包括神头泉群、神头电厂水源地、耿庄水源地及神头电厂。

2）二级保护区范围

二级保护区为：神头泉域灰岩裸露区渗漏段和县级以上城镇集中式岩溶水饮用水水源地。

3）三级保护区范围

三级保护区为：一级、二级保护区以外的神头泉域的其他范围。

本项目输电线路涉及神头泉域重点保护区范围内长度 4.53km，新建塔基 20 基，间隔扩建所在的苗山开闭站位于神头泉域重点保护区。本项目与水源地相对位置关系见附图 15。

4.1.5 气候特征

本项目所在区域属温带大陆性季风气候，受季风影响较为明显，四季分明。总体气候特征为春季升温快但降水少、风沙较大；夏季温暖湿润、降雨量较多；秋季凉爽、昼夜温差大；冬季寒冷干燥、降雪较少。朔州市境内空气干燥，日照丰富，昼夜温差较大。

朔城区属温带大陆性季风性气候，四季分明，冬夏风向更替明显，春秋短暂。年均气温 6.4℃，全年日照时数 2862.6 小时，冬春季多风，平均风速 4.2 米/秒，

主要风向多为西风、西北风。多年平均降水量400～438毫米，无霜期100～140天。

平鲁区属北温带半干旱大陆性季风气候，气温低、降雨少、多风，四季分明。春季少雨多风，常出现春旱和倒春寒；夏季炎热、雨量集中，多大雨、短时间暴雨和涝、旱、洪、雹等自然灾害；秋季凉爽、雨量减少；冬季严寒、多西北风。年均气温5.4℃，年降水量400毫米左右，无霜期140天左右。平鲁区处于晋北高寒地区，平均海拔1400米，全区十年九旱、风大沙多。

山阴县属北温带较干燥的大陆性气候，受季风影响强烈，并具有山区气候特征。多年平均气温7.6℃，年内1月份平均气温最低，7月份平均气温最高。多年平均降水量362.4mm，主要集中在7-8月份。多年平均风速为2.6m/s，汛期最大风速达20.0m/s。多年平均蒸发量为1967mm。

4.2 环境敏感区

本项目输电线路穿越恒山以北防风固沙与土地沙化防控生态保护红线、神头泉域重点保护区等环境敏感区。

4.2.1 恒山以北防风固沙与土地沙化防控生态保护红线

（1）生态保护红线概况

恒山以北防风固沙与土地沙化防控生态保护红线主要分布于恒山以内长城以北区域，包括大同市、朔州市及忻州市西北部的京津风沙源治理工程区域和土地沙化敏感区。主导生态功能为防风固沙和土地沙化防控。区内生态系统以草地生态系统和灌丛生态系统为主，其次为森林生态系统。其中，恒山一带主要为寒温带和温带山地针叶林、温带灌丛、温带丛生禾草典型草原等，具有极其重要的防风固沙生态功能，同时也是晋北地区水源涵养功能极重要区域。大同市及朔州市中部区域是以草地为主体的脆弱生态系统，土地沙化极敏感，是京津风沙源治理带的重要区域。其次，管涔山、洪涛山地区也有较大面积的京津风沙源与荒漠化治理工程，主要树种为刺槐林、小叶杨林、旱柳林、柠条灌丛，作为工程固土防沙、减少京津地区沙尘天气的重要生态屏障，划入山西省防风固沙功能生态保护红线。

（2）保护级别、保护对象及保护要求

恒山以北防风固沙与土地沙化防控生态保护红线的保护级别为省级，主要保护对象为生态服务功能——防风固沙。保护要求为降低地表植被扰动，防止土地沙化及水土流失问题。

（3）与项目相对位置关系

本项目涉及恒山以北防风固沙与土地沙化防控生态保护红线，全线穿越生态保护红线总长 5.7792km，共计立塔 12 基，涉及生态保护红线面积 0.5421hm²，均位于平鲁区。本项目与生态保护红线相对位置关系见附图 13。

表 4.2-1　本项目穿越生态保护红线范围内塔基坐标统计表

序号	杆塔	用地类型	占用生态保护红线面积（hm^2）	塔位中心坐标（国家 2000 坐标）		红线名称	行政区
				X	Y		
1	G52	其他草地	0.0679	4376256.739	378094.189	恒山以北防风固沙与土地沙化防控生态保护红线	平鲁区
2	G53	其他草地	0.0314	4376138.424	377788.140		
3	G53A	其他草地	0.0346	4376011.609	377852.126		
4	G54	其他草地	0.0287	4376127.491	377547.617		
5	G54A	其他草地	0.0314	4375677.771	377744.336		
6	G55	其他草地	0.0314	4376120.286	377312.873		
7	G56	其他草地	0.0496	4375930.028	376963.684		
8	G57	其他草地	0.0416	4375711.838	376894.186		
9	G70	其他草地	0.0702	4372067.474	374454.281		
10	G72	其他草地	0.0479	4371189.148	374773.773		
11	G73	其他草地	0.0388	4371036.217	374694.396		
12	G89	其他草地	0.0688	4365335.198	374932.840		
合计		/	0.5421	/	/	/	/

（4）生态现状

1）植物

项目穿越生态保护红线处周边主要植被类型有油松、小叶杨、沙棘、三裂绣线菊、白莲蒿、大籽蒿、赖草、狗尾草、狐尾草、茭茭草、斜茎黄芪及针茅。另外在周边分布有经济果林和农业植被--玉米、小麦、豆类等粮食作物等。根据植物种类的组成、分布、群落结构、群落外貌以及自然地理诸因素，参考《中国植被》和《山西植被》等著作和资料，评价范围自然植被划分为个植被型组、种植被型、个群系。植被类型见表 4.2-2。

表 4.2-2　植物群落调查结果统计表

植被	植被型	植被亚型	植被群系	分布区域

型组				
森林	常绿针叶林	暖性常绿针叶林	油松林	评价区北部土石山区
	落叶阔叶林	暖性落叶阔叶林	小叶杨林	评价区山区广泛分布
灌丛	落叶阔叶灌丛	暖性落叶阔叶灌丛	沙棘、三裂绣线菊	评价区中部山区
草本植被(草地)	丛生草类草地	丛生草类草甸草地	白莲蒿、大籽蒿、赖草、狗尾草、狐尾草、芨芨草、斜茎黄芪、针茅	评价区广泛分布

2）动物

根据野外调查和相关资料统计，沿线评价范围内共有野生脊椎动物 143 种，其中两栖动物 1 目 2 科 4 种，爬行动物有 1 目 3 科 7 种，兽类 6 目 12 科 18 种，鸟类 18 目 44 科 114 种。兽类、鸟类、两栖类、爬行类的种类情况见表 4.2-3。

表 4.2-3　沿线评价范围内野生动物组成一览表

动物类群	目	科	种
两栖纲（两栖类）	1	2	4
爬行纲（爬行类）	1	3	7
鸟纲（鸟类）	18	44	114
哺乳纲（兽类）	6	12	18

（5）保护现状与存在问题

①水土流失

项目区地貌类型属于黄土丘陵区，项目区水土流失的成因主要为地形地貌、土壤、植被等，属于易发生水土流失区域。

②土地沙化

根据《山西省防沙治沙规划（2021-2030 年）》，本项目位于桑干河谷沙化土地综合治理区。

桑干河谷沙化土地综合治理区主要问题为：区域内沙化土地面积 28.86 万公顷，占区域面积的 20.44%，其中流动沙地 22.31 公顷，半固定沙地 0.32 万公顷，固定沙地 23.27 万公顷，沙化耕地 5.27 万公顷。具有明显沙化趋势的土地 1.98 万公顷。区域内人为活动频繁，盐碱化土壤分布较多。风沙危害大，水土流失严重，治理手段单一，生态功能未能充分发挥。由于风沙危害，农作物产量低而不稳。

4.2.2 神头泉域

4.2.2.1 泉域概况

神头泉位于朔州市朔城区神头镇，大同盆地北部的神头、司马泊、新磨一带，沿桑干河支流源子河河道及两岸出露分布面积 5km^2，大小泉水 100 余处，呈散流排泄，水位标高 1059~1065m，地面标高 1044~1053m，为一构造上升泉。神头泉主要有三个泉组组成，分别为河道泉组、五花泉组和小泊泉组。

（1）泉域边界

神头泉域范围包括朔州市朔城区、平鲁区、山阴县和大同市的左云县以及忻州市的宁武县、神池县部分地区，泉域总面积为 4756km^2，其中大同市 215km^2，忻州市 1337km^2，朔州市 3204km^2。泉域裸露可溶岩面积为 2990km^2。

1）东部边界

南段：受马邑断层控制，断层呈阶梯状，埋深依次加大，断层以东埋深达 800～l000m，上覆新生界主要由砂质粘土和粘土组成，隔水性良好，构成了阻水边界。自北向南为朔城区的大夫庄—福善庄—神武村—保全庄。北段：马营河和大峪河之间分水岭，处于小京庄向斜东翼，由古老变质岩系和寒武系下统泥页岩构成隔水边界，自北向南为马道头—偏岭—甘庄—峪沟—大夫庄一线。

2）北部边界

在小京庄--平鲁城--杨家窑一线，标高 1450～1700m，地表水向北汇入十里河、三道理河，向南汇入马营河，基本上以马营河和十里河、三道河之分水岭即黄河水系与海河水系的分水岭为界，自西向东为杨家窑--平鲁城--麻黄头村--何家庄--高家堡--元堡子--小京庄。

3）西部边界

北段：北段以断层及黑驼山地表分水岭为界，自北向南由杨家窑--刘家窑--下水头--暖崖东；南段由暖崖东--大严备--义井镇--油梁沟，与天桥泉域为界。

4）南部边界

西段：西段以神池县南部两条北东东向断层及近南北向摩天岭断层与雷鸣寺泉域为界，自西向东由五寨大东沟--刘新峁疙旦--春景洼；东南段以宁武向斜轴结合地表水分水岭的连线为界，自西向东由榆庄--冯家谚--汪铁沟--神堂沟--薛家窝--盘道梁。

4.2.2.2 泉域水资源保护区范围

（1）重点（一级）保护区范围

一级保护区为：北部以担水沟断层为界，该断层位于洪涛山前，长约 32 米，为一走向近东西的导水断层，上盘为第四系松散层，下盘为奥陶系灰岩，自西向东由耿庄-神西-耿庄断层与马邑断层交汇处，长约 11.5 千米。东部以马邑断层为界，为一走向北北东的阶梯状阻水断层组。自北向南由上述两断层交汇处-小泊泉-郭家窑，长约 4.5 千米。西部以规划的城市大型供水水源地-耿庄水源地以西为界。自西向南由担水沟-耿庄，长约 3.0 千米。南部以神头二电厂南部为界。自西向东由耿庄-安庄南-神头电厂南-郭家窑，长约 12 千米。重点保护区面积 50 平方千米，包括神头泉群、神头电厂水源地、耿庄水源地及神头电厂。

（2）二级保护区范围

二级保护区为：神头泉域灰岩裸露区渗漏段和县级以上城镇集中式岩溶水饮用水水源地。

（3）三级保护区范围

三级保护区为：一级、二级保护区以外的神头泉域的其他范围。

4.2.2.3 与项目相对位置关系

本项目输电线路涉及神头泉域重点保护区范围内长度 4.53km，新建塔基 20 基，间隔扩建所在的苗山开闭站位于神头泉域重点保护区。本项目与神头泉域相对位置关系见附图 15。

4.2.2.4 保护现状与存在问题

（1）采煤破坏了泉域水资源开发利用条件

神头泉域范围内煤炭资源丰富，主要分布在大同煤田的南部以及宁武煤田北部，自北向南依次分布有大同矿区、平朔矿区、朔南矿区和轩岗矿区等 4 个矿区，泉域内矿区总面积 1275km^2，占泉域总面积的 26.8%。目前，泉域内共有煤矿 99 座，其中露天矿 3 座，井工矿 96 座，开采规模达到 2 亿 t/a。泉域内含煤地层具有浅埋藏、厚度大的特点，全区煤层平均厚度均大于 4m。

露天开采采用剥离—采矿—复垦方式，工程扰动大，煤层以上地层全部被剥离，穿越矿田的河流被改道，采矿直接影响区域内地表水产汇流条件及径流量，煤系地层及上覆岩层的含水层全部被破坏。

井工开采产生的导水裂缝带和地面沉陷引发的裂缝带可能沟通地表，使地表和井下连通，引起地表水渗漏至井下，且地面塌陷改变了地表水的产汇流条件，影响地表水产流。煤系地层及上覆地层含水层被疏干，转化为矿坑水，大量的矿井疏干性排水亦使区域地下水位大幅度下降，形成了以矿井为中心的地下水降落漏斗，加快了区域孔隙水、裂隙水、岩溶水转化过程，导致部分小泉小水断流、水井干涸。

泉域内煤层带压区主要分布在朔州盆地及宁武向斜内，总面积 842.85km^2，其石炭、二叠系地层全部处于岩溶地下水位之下，尤其是朔南矿区，开采 9 号煤层的突水系数大于 0.06MPa/m 的面积占整个规划井田面积的 79.4%，煤炭开采对下伏岩溶水影响较大。

（2）泉水流量持续衰减

神头泉水实测流量自上世纪六十年代中期以后，总体上出现了泉水流量下降的趋势，80 年代前平均流量为 7.96m^3/s，80 年代后平均流量为 5.52m^3/s，共减少 2.44m^3/s，占前期流量的 30.6%，到 2003 年流量仅为 4.62m^3/s，2019 年减少为 3.32m^3/s，2021 年衰减为 3.12m^3/s。

泉水流量衰减的原因不外乎是补给量减少和其它排泄量的增加。从补给方面，天然条件下神头泉主要以降雨入渗补给为主，地表河水的渗漏补给的量所占比例很小。据计算，1956～1979 年和 1980～2003 年前后两时段降雨量减少 10.2%，对应泉水流量约减少 0.7m^3/s。80 年代以后，泉域内由于气温的升高和陆面蒸发量（同比蒸发量）的增加，从而导致降雨入渗量的减少也是一个重要因素。排泄量方面，泉域内岩溶地下水自 50 年代就有少量开采，开采量总体上 1980 年以前增长缓慢；80 年代以后，开采量增长迅速，1997 年泉域岩溶地下水开采量达到最大为 1.51m^3/s，2003 年没有包括朔州盆地内松散层地下水的开采量为 0.72m^3/s。1956～1979 年和 1980～2003 年前后两期的泉域平均开采量分别是 0.14m^3/s 和 0.94m^3/s。朔州盆地松散层地下水与岩溶地下水有比较密切的联系，根据朔州市水资办资料，盆地内松散层地下水开采井的密度为 1.42 眼/km^2，这无疑会引起泉水流量的减少。此外，由于人类对泉域内土地利用而引起下垫面的改变，也改变了岩溶地下水的自然补给条件；采煤引起碎屑岩区地表产流量的减少；在碳酸盐岩裸露、覆盖区的公路、厂房、住宅等建设用地人为地制造了零入渗区，均成

为了泉水流量衰减的原因。

4.2.3 文物保护单位

根据本项目文物调查报告、项目所在区域文物局核查文件及现场调查，本项目用地范围不涉及各级文物保护单位与未定级不可移动文物。

4.3 环境质量现状调查与评价

4.3.1 电磁环境质量现状调查与评价

为全面了解本项目所在区域及评价范围内的电磁环境现状，本次影响评价委托山西明朗检测科技有限公司对本项目所在区域的电磁环境进行了现状监测。

4.3.1.1 监测因子及频次

工频电场、工频磁场：各监测点距离地面 1.5m 高处的工频电场、工频磁场。各监测点位监测一次。

4.3.1.2 监测方法

《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》（HJ 681-2013）。

4.3.1.3 监测点位及布点方法

1）监测布点原则

依据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ 24-2020）中的监测点位及布点方法，对苗山开闭站四周及间隔扩建侧、新建输电线路沿线进行电磁环境现状监测。电磁环境敏感目标布点原则为在满足监测条件的前提下，选择环境敏感目标中距离输电线路较近测点处进行布点监测。

2）监测点布设

本次评价在苗山开闭站站址四周及间隔扩建处设 5 个监测点位，输电线路沿线设 9 个监测点位，共设 14 个监测点位。电磁环境监测点位布设图见附图 7。

表 4.3-1 电磁环境质量现状监测点位信息表

编号	监测点位		备注
1#	输电线路	架空线路西侧大宊村民房 1 靠近输电线路一侧，且距离建筑物不小于 1m 处，地面上方 1.5m 处	敏感目标
2#		架空线路西侧大宊村民房 6 靠近输电线路一侧，且距离建筑物不小于 1m 处，地面上方 1.5m 处	敏感目标
3#		架空线路与崇福电厂～神二电厂 500kV 双回线路（现有）交叉点处，地面上方 1.5m 处	典型线位
4#		崇福电厂～神二电厂 500kV 双回线路（改造后）加高改造处，地面上方	典型线位

		1.5m 处	
5#		架空线路与±800kV 雁淮线交叉点处，地面上方 1.5m 处	典型线位
6#		架空线路与 1000kV 鄂岳 I 线交叉点处，地面上方 1.5m 处	典型线位
7#		架空线路与 1000kV 鄂岳 II 线交叉点处，地面上方 1.5m 处	典型线位
8#		拟建 500kV 双回线路下方，地面上方 1.5m 处	典型线位
9#		拟建 500kV 单回线路下方，地面上方 1.5m 处	典型线位
10#	苗山开闭站	站址东侧距离围墙 5m 处，地面上方 1.5m 处	厂界四周及间隔扩建处
11#		站址南侧距离围墙 5m 处，地面上方 1.5m 处	
12#		站址西侧距离围墙 5m 处，地面上方 1.5m 处	
13#		站址北侧距离围墙 5m 处（东起第三间隔扩建处），地面上方 1.5m 处	
14#		站址北侧距离围墙 5m 处（东起第四间隔扩建处），地面上方 1.5m 处	

4.3.1.4 监测仪器

工频电场、工频磁场监测仪器见表 4.3-2。

表 4.3-2　本项目电磁环境监测仪器一览表

仪器名称	主要仪器设备及仪器编号	仪器技术指标（量程）	有效期	检定/校准证书编号	单位
电磁辐射分析仪	NBM-550 场强仪（MLJC-C043）+EHP50F（探头）	工频电场强度：5mV/m~100kV/m 磁感应强度：0.3nT~100mT	2026.1.5-2027.1.4	XDdj2026-00038	山西明朗检测科技有限公司

4.3.1.5 监测时间、监测环境

表 4.3-3　本项目现状监测时间及监测条件一览表

监测日期	温度	湿度	气压	天气	风向	风速
2026.8.22	19~26℃	40~45%RH	89.78kPa	晴	S	1.6m/s
2026.8.23	20~26℃	40~45%RH	89.78kPa	晴	SE	1.4m/s

4.3.1.6 监测结果

表 4.3-4　本项目工频电场、工频磁场监测结果一览表

编号	监测点位	监测因子		监测结果	标准限值	达标情况
		名称	单位			
1	架空线路西侧大宕村民房 1	电场强度	V/m	37.51	4000	达标
		磁感应强度	μT	0.6793	100	达标
2	架空线路西侧大宕村民房 6	电场强度	V/m	25.32	4000	达标
		磁感应强度	μT	0.3901	100	达标
3	架空线路与崇福电厂～神二电厂 500kV 双回线路（现有）交叉点处	电场强度	V/m	4703	10000	达标
		磁感应强度	μT	4.814	100	达标
4	崇福电厂～神二电厂 500kV 双回线路（改造后）加高改造处	电场强度	V/m	3630	10000	达标
		磁感应强度	μT	4.940	100	达标
5	架空线路与±800kV 雁淮线交叉点处	电场强度	V/m	215.7	10000	达标
		磁感应强度	μT	1.026	100	达标
6	架空线路与 1000kV 鄂岳 I 线交叉点	电场强度	V/m	219.2	10000	达标

	处	磁感应强度	μT	1.116	100	达标
7	架空线路与1000kV鄂岳II线交叉点处	电场强度	V/m	207.6	10000	达标
		磁感应强度	μT	1.223	100	达标
8	拟建500kV双回线路下方	电场强度	V/m	26.95	10000	达标
		磁感应强度	μT	0.0457	100	达标
9	拟建500kV单回线路下方	电场强度	V/m	27.98	10000	达标
		磁感应强度	μT	0.0534	100	达标
10	站址东侧距离围墙5m处	电场强度	V/m	84.81	4000	达标
		磁感应强度	μT	0.4436	100	达标
11	站址南侧距离围墙5m处	电场强度	V/m	476.2	4000	达标
		磁感应强度	μT	0.6292	100	达标
12	站址西侧距离围墙5m处	电场强度	V/m	65.41	4000	达标
		磁感应强度	μT	0.4477	100	达标
13	站址北侧距离围墙5m处（东起第三间隔扩建处）	电场强度	V/m	3517	4000	达标
		磁感应强度	μT	4.835	100	达标
14	站址北侧距离围墙5m处（东起第四间隔扩建处）	电场强度	V/m	475.8	4000	达标
		磁感应强度	μT	0.6210	100	达标

4.3.1.7 电磁环境现状评价

（1）苗山开闭站500kV间隔扩建工程

苗山开闭站厂界四周电场强度为65.41~3517V/m，磁感应强度为0.4436~4.835μT，均满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中4kV/m、100μT的控制限值。

苗山开闭站间隔扩建处电场强度为475.8~3517V/m，磁感应强度为0.6210~4.835μT，满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中4kV/m、100μT的控制限值。

（2）华能山阴电厂～苗山开闭站500kV线路工程

拟建华能山阴电厂～苗山开闭站500kV线路工程沿线电磁环境敏感目标处电场强度为25.32~37.51V/m，磁感应强度为0.3901~0.6793μT，均满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中工频电场强度4kV/m、工频磁感应强度100μT的限值要求；其他典型线位代表性监测点处电场强度为26.95~4703V/m，磁感应强度为0.0457~4.940μT，满足架空输电线路线下的耕地、园地、牧草地、道路等场所电场强度控制限值为10kV/m，工频磁感应强度100μT的限值要求。

4.3.2 声环境质量现状调查与评价

为全面了解本项目所在区域及评价范围内环境敏感目标的声环境现状，本次

影响评价委托山西明朗检测科技有限公司对本项目所在区域的声环境敏感目标进行了现状监测。

4.3.2.1 监测因子

昼间和夜间等效连续 A 声级。

4.3.2.2 监测方法

采用《声环境质量》（GB3096-2008）中规定的方法。

4.3.2.3 监测点位及布点方法

（1）监测布点原则

本项目声环境主要对间隔扩建开闭站站址、声环境保护目标及线路沿线进行现状监测。

（2）监测点位布设

本次评价在苗山开闭站站址四周及间隔扩建处设 5 个监测点位，输电线路沿线设 9 个监测点位，共设 14 个监测点位。声环境监测点位布设图见附图 8。

表 4.3-5　声环境质量现状监测点位信息表

编号	监测点位		备注
1#	输电线路	架空线路西侧大窎村民房 1 靠近输电线路一侧，且距离建筑物不小于 1m 处，地面高度 1.2m 以上	敏感目标
2#		架空线路西侧大窎村民房 6 靠近输电线路一侧，且距离建筑物不小于 1m 处，地面高度 1.2m 以上	敏感目标
3#		架空线路与 500kV 神朔线（现有）交叉点处，地面高度 1.2m 以上	典型线位
4#		500kV 神朔线（改造后）加高改造处，地面高度 1.2m 以上	典型线位
5#		架空线路与±800kV 雁淮线交叉点处，地面高度 1.2m 以上	典型线位
6#		架空线路与 1000kV 鄂岳 I 线交叉点处，地面高度 1.2m 以上	典型线位
7#		架空线路与 1000kV 鄂岳 II 线交叉点处，地面高度 1.2m 以上	典型线位
8#		拟建 500kV 双回线路下方，地面高度 1.2m 以上	典型线位
9#		拟建 500kV 单回线路下方，地面高度 1.2m 以上	典型线位
10#	苗山开闭站	站址东侧厂界外 1m、地面高度 1.2m 以上	厂界四周及间隔扩建处
11#		站址南侧厂界外 1m、地面高度 1.2m 以上	
12#		站址西侧厂界外 1m、地面高度 1.2m 以上	
13#		站址北侧厂界外 1m、地面高度 1.2m 以上（东起第三间隔扩建处）	
14#		站址北侧厂界外 1m、地面高度 1.2m 以上（东起第四间隔扩建处）	

4.3.2.4 监测仪器

监测仪器见表 4.3-6。

表 4.3-6　本项目声环境监测仪器一览表

仪器名称及型号	仪器编号	有效期	检定/校准部门	单位
噪声频谱分析仪 HS5671+	MLJC-C039	2025.10.28-2026.10.27	山西省检验检测中心	山西明朗检测科技有限公司

4.3.2.5 监测时间及监测环境

表 4.3-7　本项目现状监测时间及监测条件一览表

监测日期	天气状况	风向	风速
2026.8.22 昼间	晴	S	1.6
2026.8.22 夜间	晴	SE	1.0
2026.8.23 昼间	晴	SE	1.4
2026.8.24 夜间	晴	SE	1.4

4.3.2.6 监测结果

（1）本期监测结果

表 4.3-8　本项目声环境质量现状监测结果一览表

编号	监测点位	监测结果（dB（A））		标准限值（dB（A））		达标情况	
		昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间
1	架空线路西侧大宊村民房 1	50.4	42.3	55	45	达标	达标
2	架空线路西侧大宊村民房 6	53.6	42.0	55	45	达标	达标
3	架空线路与崇福电厂～神二电厂 500kV 双回线路（现有）交叉点处	49.7	39.5	55	45	达标	达标
4	崇福电厂～神二电厂 500kV 双回线路（改造后）加高改造处	52.1	40.0	55	45	达标	达标
5	架空线路与±800kV 雁淮线交叉点处	49.9	40.4	55	45	达标	达标
6	架空线路与 1000kV 鄂岳 I 线交叉点处	50.1	39.3	55	45	达标	达标
7	架空线路与 1000kV 鄂岳 II 线交叉点处	49.2	40.8	55	45	达标	达标
8	拟建 500kV 双回线路下方	48.7	40.7	55	45	达标	达标
9	拟建 500kV 单回线路下方	49.9	42.5	55	45	达标	达标
10	站址东侧	51.0	40.9	60	50	达标	达标
11	站址南侧	51.7	39.9	60	50	达标	达标
12	站址西侧	51.9	41.9	60	50	达标	达标
13	站址北侧（东起第三间隔扩建处）	49.8	42.2	60	50	达标	达标
14	站址北侧（东起第四间隔扩建处）	49.8	41.5	60	50	达标	达标

4.3.2.7 声环境现状评价结论

（1）苗山开闭站 500kV 间隔扩建工程

苗山开闭站厂界四周昼间和夜间等效连续 A 声级分别为 49.8~51.9 dB(A)和 39.9~41.9dB(A)，满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 2 类标准限值要求。

苗山开闭站间隔扩建处昼间和夜间等效连续 A 声级分别为 49.81dB(A)和

41.5~42.2dB(A)，满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中2类标准限值要求。

（2）华能山阴电厂～苗山开闭站500kV线路工程

拟建华能山阴电厂～苗山开闭站500kV线路工程沿线各监测点，昼间和夜间等效连续A声级分别为48.7~53.6dB（A）和39.3~42.5dB（A），昼间、夜间均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中1类标准限值要求。

4.3.3 生态现状调查与评价

4.3.3.1 生态环境现状调查内容与方法

（1）调查时间

调查时间为2026年8月6日至2026年8月11日。

（2）调查内容

1）评价范围内的植物区系、植被类型，植物群落结构及演替规律，群落中的关键种、建群种、优势种；动物区系、物种组成及分布特征；生态系统的类型、面积及空间分布；重要物种的分布、生态学特征、种群现状，迁徙物种的主要迁徙路线、迁徙时间，重要生境的分布及现状。

2）收集生态敏感区的相关规划资料、图件、数据，调查评价范围内生态敏感区主要保护对象、功能区划、保护要求等。

3）调查区域存在的主要生态问题，如水土流失、沙漠化、盐渍化和污染危害等。调查已经存在的对生态保护目标产生不利影响的干扰因素。

（3）调查方法

1）资料收集

收集整理调查区域现有相关资料，包括工程及周边的统计年鉴以及林业、生态环境、农业、自然资源等部门提供的相关资料，以及各生态敏感区的相关资料，同时收集了《中国种子植物区系地理》《山西植被》等著作及相关科研论文。

2）土地利用现状调查

本次评价在掌握第三次全国土地调查资料的基础上，通过遥感解译分析与现场调查相结合的方法进行土地利用现状调查。遥感数据采用年月日卫星遥感影像，分辨率为1m。分析方法为首先应用地理信息系统软件进行手工解译，然后进行现场校验。土地类型参照《土地利用现状分类》（GB/T 21010-2017）中的用地

类型划分方法。

3）陆生植被及植物资源调查

植被调查采取遥感和现场调查相结合的方法。植物资源以及受保护的野生植物物种调查以资料调查为主，现场调查为辅。现场调查参照《全国生态状况调查评估技术规范 森林生态系统野外观测》（HJ1167-2021）《全国生态状况调查评估技术规范 草地生态系统野外观测》（HJ1168-2021）《全国生态状况调查评估技术规范 湿地生态系统野外观测》（HJ1169-2021）《生物多样性观测技术导则 陆生微管植物》（HJ710.1-2014），主要采用了样方法确定评价范围的植物种类、植被类型等。

①样方布设原则

样方布设的整体原则是代表性、典型性、经济性、可行性，具体如下：

在工程占地区、间接影响均要布设样方。人员无法到达的区域，在无人机观测、遥感调查及该地区植被资料的基础上，同时在周边分布有类似植被的区域布设样方。

评价范围内每种群落类型均布设样方，同时保证每种群系有样方数量不少于3个。

为反映植被的垂直地带性分布特点，在不同海拔高度的地带性植被分别布设样方。在坡位、坡向对植被生长有较大影响时，在不同坡位、坡向分别布设样方。

在涉及到的生态敏感区内均布设样方，为了反应其中的植被类型的完整性，其中个别样方位置超出了评价范围。

②样方调查内容

乔木样方：在10000m^{2}样地内，依据样地的地形、土壤、人为环境、群系类型等因素，布设10m×10m的样方，统计样方内的乔木种类、冠幅、株高、郁闭度，同时纪录GPS坐标。

灌丛样方：在10000m^{2}样地内，依据样地的地形、土壤、人为环境、群系类型等因素，布设5m×5m的样方，统计样方内的灌木种类、株高、覆盖度，同时纪录GPS坐标。

草地样方：在100m^{2}样地内，依据样地的地形、土壤、人为环境、群系类型等因素，布设1m×1m的样方，统计样方内的草本种类、观测长势，覆盖度，实

测典型样方的地上生物量，同时纪录 GPS 坐标。

③样方基本信息

在评价范围内每个典型群落类型上，设置 3-6 个样方，共设置了 39 个样方。样方信息具体见表 4.3-9 和附图 17。

4）陆生动物资源调查

野生动物资源以及受保护的野生动物情况调查以资料调查为主，现场调查为辅。按照《生物多样性观测技术导则 陆生哺乳动物》（H 710.3-2014）、《生物多样性观测技术导则 鸟类》（HJ 710.3-2014）、《生物多样性观测技术导则 爬行动物》（HJ 710.5-2014）、《生物多样性观测技术导则 两栖动物》（HJ 710.6-2014）等确定的技术方法，对各类野生动物开展了调查，主要采取了访谈法、样线法、总体计数法、痕迹计数法等方法，具体如下：

①访谈法

主要走访评价范围及周边的村民及林业局工作人员，先后共走访了 30 余人，重点询问了附近野生动物的种类及分布情况。

②样线法

样线法是指观测者在观测样地内沿着选定的一条线路记录一定空间范围内出现的物种相关信息的方法。每条样线 1km 左右，观测时行进速度 1.5~3.0km/h。设置了 11 条样线，具体见表 4.3-10 和附图 18。

③总量计数法

总量计数法是指通过肉眼或望远镜等观测设备对整个区域出现的大中型哺乳动物个体进行完全计数的方法。本次调查使用 8 倍双筒望远镜，观测到的主要为野生鸟类和兽类。

④痕迹计数法

痕迹计数法指观测者针对一些不容易捕捉的哺乳动物、哺乳类及两栖类动物，借助其遗留下的且易于鉴定的活动痕迹，推测动物的种类，估算其种类和数量的一种方法。本次调查发现了一些野生动物的粪便、毛发、爪印等痕迹及多处动物巢穴。

5）生物量的测定与估算

参考国内外有关生物量的相关资料，并根据当地的实际情况作适当调整，估算出评价范围植被类型的生物量。

表 4.3-9　样方信息汇总表

序号	植物群落	所在样地	位置	经纬度		涉及工程内容	海拔/m	坡位	坡向	取样方法	行政区域
				经度	纬度						
样方 1	虎尾草群落	样地一	塔基 G101 东 150m	E112°32'22.078"	N39°22'32.669"	施工道路、牵张场	1069	平坡	无坡向	随机	朔城区
样方 2		样地二	塔基 G101 东 135m	E112°32'55.638"	N39°23'55.510"	塔基施工区	1067	平坡	无坡向	随机	朔城区
样方 3		样地三	塔基 G100 东 120m	E112°32'24.421"	N39°22'33.668"	塔基施工区	1068	平坡	无坡向	随机	朔城区
样方 4	大籽蒿群落	样地一	塔基 G93 西 65m	E112°32'22.123"	N39°22'34.728"	塔基施工区	1089	平坡	无坡向	随机	朔城区
样方 5		样地二	塔基 G93 西 75m	E112°32'54.929"	N39°23'56.568"	塔基施工区	1090	平坡	无坡向	随机	朔城区
样方 6		样地三	塔基 G93 西 80m	E112°32'56.610"	N39°23'56.546"	塔基施工区	1090	平坡	无坡向	随机	朔城区
样方 7	白莲蒿群落	样地四	塔基 G86 西 50m	E112°32'55.411"	N39°25'19.866"	塔基施工区	1259	缓坡	阳坡	随机	平鲁区
样方 8		样地五	塔基 G86 西 70m	E112°32'57.838"	N39°25'19.577"	塔基施工区、牵张场	1260	斜坡	阳坡	随机	平鲁区
样方 9		样地六	塔基 G87 西 60m	E112°32'56.984"	N39°25'20.961"	塔基施工区	1259	斜坡	阴坡	随机	平鲁区
样方 10	三裂绣线菊群落	样地七	塔基 G70 西 210m	E112°32'11.807"	N39°28'32.724"	施工道路、牵张场	1274	缓坡	阳坡	随机	平鲁区
样方 11		样地八	塔基 G70 西 215m	E112°32'15.694"	N39°28'33.316"	施工道路、牵张场	1264	缓坡	半阳坡	随机	平鲁区
样方 12		样地九	塔基 G70 西 230m	E112°32'8.633"	N39°28'31.865"	施工道路、牵张场	1278	斜坡	阳坡	随机	平鲁区
样方 13	茏茏草群落	样地七	塔基 G67 东 50m	E112°32'35.490"	N39°29'1.564"	塔基施工区	1343	斜坡	阳坡	随机	平鲁区
样方 14		样地九	塔基 G67 东 65m	E112°32'36.345"	N39°29'2.668"	塔基施工区	1344	斜坡	阴坡	随机	平鲁区
样方 15		样地八	塔基 G68 东 75m	E112°32'36.765"	N39°29'1.676"	塔基施工区	1344	平坡	无坡向	随机	平鲁区
样方 16	赖草群落	样地九	塔基 G63 西 230m	E112°33'9.961"	N39°29'39.344"	施工道路	1401	斜坡	阴坡	随机	平鲁区
样方 17		样地七	塔基 G64 西 195m	E112°33'10.632"	N39°29'39.657"	施工道路	1401	斜坡	阳坡	随机	平鲁区
样方 18		样地八	塔基 G64 西 215m	E112°33'11.384"	N39°29'39.862"	施工道路	1401	斜坡	阴坡	随机	平鲁区
样方 19	狗尾草群落	样地十	塔基 G57 西 570m	E112°33'46.112"	N39°30'19.093"	施工道路、牵张场	1455	斜坡	阴坡	随机	平鲁区
样方 20		样地十一	塔基 G57 西 585m	E112°33'46.873"	N39°30'19.426"	施工道路	1451	平坡	无坡向	随机	平鲁区
样方 21		样地十二	塔基 G57 西 575m	E112°33'47.154"	N39°30'20.143"	施工道路	1451	斜坡	阴坡	随机	平鲁区

序号	植物群落	所在样地	位置	经纬度		涉及工程内容	海拔/m	坡位	坡向	取样方法	行政区域
				经度	纬度						
样方 22	针茅群落	样地十一	塔基 G55 西 390m	E112°34'4.904"	N39°30'38.794"	施工道路	1548	缓坡	阳坡	随机	平鲁区
样方 23		样地十二	塔基 G55 西 375m	E112°34'6.235"	N39°30'38.879"	施工道路	1550	斜坡	阳坡	随机	平鲁区
样方 24		样地十	塔基 G55 西 365m	E112°34'7.372"	N39°30'39.172"	施工道路	1553	缓坡	阴坡	随机	平鲁区
样方 25	斜茎黄芪群落	样地十一	塔基 G51 西 745m	E112°34'43.064"	N39°31'2.611"	施工道路	1717	平坡	无坡向	随机	平鲁区
样方 26		样地十	塔基 G51 西 758m	E112°34'43.358"	N39°31'3.336"	施工道路	1713	缓坡	阳坡	随机	平鲁区
样方 27		样地十二	塔基 G51 西 775m	E112°34'42.820"	N39°31'4.030"	施工道路	1716	缓坡	阴坡	随机	平鲁区
样方 28	小叶杨群落	样地十	塔基 G48 东 210m	E112°35'35.780"	N39°31'28.330"	施工道路、牵张场	1519	缓坡	半阳坡	随机	平鲁区
样方 29		样地十一	塔基 G48 东 175m	E112°35'39.055"	N39°31'29.109"	塔基施工区	1531	平坡	无坡向	随机	平鲁区
样方 30		样地十二	塔基 G48 东 190m	E112°35'38.146"	N39°31'27.166"	施工道路	1525	缓坡	阴坡	随机	平鲁区
样方 31		样地十三	塔基 G35 东 320m	E112°39'0.544"	N39°34'23.779"	施工道路	1614	斜坡	阳坡	随机	山阴县
样方 32		样地十四	塔基 G35 东 290m	E112°39'2.852"	N39°34'25.290"	施工道路	1605	缓坡	阴坡	随机	山阴县
样方 33		样地十五	塔基 G35 东 265m	E112°39'0.786"	N39°34'22.317"	施工道路	1620	斜坡	阳坡	随机	山阴县
样方 34	沙棘群落	样地十三	塔基 G30 东 175m	E112°38'0.435"	N39°33'21.291"	塔基施工区	1544	缓坡	半阳坡	随机	山阴县
样方 35		样地十四	塔基 G30 东 150m	E112°38'1.904"	N39°33'21.313"	塔基施工区、牵张场	1543	缓坡	阳坡	随机	山阴县
样方 36		样地十五	塔基 G30 东 128m	E112°38'3.119"	N39°33'21.146"	塔基施工区	1544	斜坡	阴坡	随机	山阴县
样方 37	油松群落	样地十六	塔基 G7 南 245m	E112°44'57.810"	N39°35'35.233"	施工道路	1213	平坡	无坡向	随机	山阴县
样方 38		样地十七	塔基 G7 南 220m	E112°44'59.583"	N39°35'37.394"	施工道路	1211	平坡	无坡向	随机	山阴县
样方 39		样地十八	塔基 G7 南 195m	E112°45'0.919"	N39°35'39.818"	施工道路	1207	平坡	无坡向	随机	山阴县

表 4.3-10　陆生动物调查样线一览表

名称	位置	生境	区域	起点 X	起点 Y	终点 X	终点 Y	长度(m)	海拔(m)	涉及工程内容
样线 1	朔城区司马泊村	耕地、草地	一般区域	E112°32'39.166"	N39°22'28.261"	E112°32'49.450"	N39°22'50.579"	1047.15	1068-1071	牵张场施工区、塔基施工区、施工道路等
样线 2	朔城区神西村	耕地、草地	一般区域	E112°33'28.131"	N39°23'44.280"	E112°33'06.791"	N39°24'03.704"	1081.79	1073-1099	塔基施工区、施工道路等
样线 3	平鲁区高阳坡村	耕地、草地、灌丛	生态保护红线	E112°32'56.595"	N39°25'25.883"	E112°33'34.038"	N39°25'14.043"	1105.35	1197-1294	牵张场施工区、塔基施工区、施工道路等
样线 4	平鲁区范庄村、胜西村	耕地、草地、灌丛	生态保护红线	E112°32'37.818"	N39°27'38.057"	E112°32'55.606"	N39°27'11.882"	979.86	1311-1383	塔基施工区、施工道路等
样线 5	平鲁区江坪村	湿地、林地、草地、灌丛	生态保护红线	E112°32'34.972"	N39°28'08.908"	E112°33'23.040"	N39°28'10.648"	1202.72	1178-1181	牵张场施工区、塔基施工区、施工道路等
样线 6	平鲁区燕家山村	耕地、林地、草地、灌丛	生态保护红线	E112°33'40.470"	N39°29'55.374"	E112°34'17.397"	N39°29'51.586"	1047.50	1338-1419	塔基施工区、施工道路等
样线 7	平鲁区花圪坨村、莺房沟村、山阴县黑龙池村	草地、灌丛	生态保护红线	E112°35'10.328"	N39°30'53.711"	E112°35'31.167"	N39°30'29.792"	948.96	1618-1718	牵张场施工区、塔基施工区、施工道路等
样线 8	山阴县黑龙池村、双井村	耕地、林地、草地	一般区域	E112°36'22.268"	N39°31'33.058"	E112°36'46.191"	N39°31'57.767"	1128.07	1548-1595	牵张场施工区、塔基施工区、施工道路等
样线 9	山阴县下喇叭村	耕地、林地、草地	一般区域	E112°39'45.634"	N39°35'14.855"	E112°40'03.039"	N39°34'59.762"	974.59	1542-1656	牵张场施工区、塔基施工区、施工道路等
样线 10	山阴县下喇叭村、甘庄村	林地、草地	一般区域	E112°41'56.067"	N39°35'26.219"	E112°41'16.683"	N39°35'21.935"	1034.93	1405-1460	塔基施工区、施工道路等
样线 11	山阴县上神泉村	林地、草地	一般区域	E112°44'23.352"	N39°35'30.753"	E112°45'11.787"	N39°35'32.648"	1184.00	1221-1282	塔基施工区、施工道路等

4.3.3.2 土地利用现状调查

本次评价采用现场调查与 GIS 技术相结合的方法。在 ARCGIS 地理信息系统软件的支持下进行数据采集、编辑、分析，综合分析和概述评价范围域内的土地利用状况。土地利用现状统计见表 4.3-11 和附图 21。

表 4.3-11　评价范围与占地范围土地利用类型统计

地类	评价范围	
	面积（hm^2）	比例/%
水浇地	218.40	5.06
旱地	1234.60	28.61
果园	0.14	0.00
乔木林地	637.02	14.76
灌木林地	64.96	1.51
其他林地	184.28	4.27
后备耕地	102.42	2.37
其他草地	1680.48	38.95
物流仓储用地	5.98	0.14
商业服务业设施用地	3.11	0.07
工业用地	8.77	0.20
采矿用地	32.19	0.75
农村宅基地	24.18	0.56
公用设施用地	2.55	0.06
广场用地	0.58	0.01
机关团体新闻出版用地	0.43	0.01
科教文卫用地	0.39	0.01
铁路用地	13.29	0.31
公路用地	20.79	0.48
城镇村道路用地	0.86	0.02
农村道路	43.80	1.02
河流水面	4.85	0.11
坑塘水面	0.04	0.00
内陆滩涂	2.87	0.07
沟渠	1.02	0.02
水工建筑用地	0.03	0.00
空闲地	0.70	0.02
设施农用地	3.66	0.08
裸土地	2.88	0.07
裸岩石砾地	16.52	0.38
特殊用地	2.85	0.07
合计	4314.62	100.00

由表 4.3-11 和附图 21 可知，评价范围内草地为主要用地，主要类型为其他

草地，面积 1680.48hm^2，占总面积的 38.95%；旱地次之，面积 1234.60hm^2，占总面积的 28.61%；乔木林地第三位，面积 637.02hm^2，占总面积的 14.76%；其它用地类型面积均很小，所占比例均为 10%以下。

4.3.3.3 陆生植物及植被现状

（1）植被区划

本项目所在区域地处北亚热带向暖温带的过渡地带，属北亚热带大陆性季风气候。根据《中国种子植物区系地理》（吴征镒，2011），调查区属 III 东亚植物区 Eastern Asiatic Kingdom，IIID 中国–日本森林植物亚区，IIID8 华北地区，IIID8c 华北山地亚地区。评价范围大致分为 1 个植被区域，1 个植被区，具体区划详见表 4.3-12。

表 4.3-12 评价范围植被区划信息表

植被区域	植被区	植被小区	相应工程区
III 东亚植物区 Eastern Asiatic Kingdom	IIID 中国–日本森林植物亚区	IIID8 华北地区	输电线路穿越区

1）IIID 中国–日本森林植物亚区

评价范围内自然植被呈现“森林—灌丛—草原”的过渡格局，兼具华北山地森林与黄土高原草原植被特征。

受长期人类活动影响，区域内原生植被多退化为次生类型，人工林与栽培植被占比高。落叶阔叶林多分布在山区，以小叶杨、山杨、毛白杨等为主，针叶林则以耐旱喜阳的油松林和侧柏林最为常见，多分布于低山丘陵，常形成纯林或与阔叶树混交。在更低山丘及水土流失区，植被退化为以沙棘、黄刺玫、胡枝子等为主的落叶灌丛与白莲蒿、赖草等构成的草丛，呈现明显的次生性。平原与盆地地带，自然植被多被农业栽培植被替代，主要种植玉米、小麦等旱作作物，村落及道旁常见槐、榆树、旱柳等人工防护林。

（2）物种类组成

评价范围共有野生维管植物 56 科、181 属、249 种，其中蕨类植物 2 科、2 属、4 种；裸子植物 2 科、3 属、3 种；被子植物 52 科、176 属、242 种；种子植物（裸子、被子植物）为 54 科、179 属、245 种，具体见表 4.3-13。

表 4.3-13 评价范围植物种类的组成

分类群	科	属	种
蕨类植物	2	2	4

分类群	科	属	种
裸子植物	2	3	3
被子植物	52	176	242
种子植物	54	179	245

（3）植被类型

根据植物种类的组成、分布、群落结构、群落外貌以及自然地理诸因素，参考《中国植被》和《山西植被》等著作和资料，评价范围自然植被划分为个植被型组、种植被型、个群系。植被类型见表 4.3-14、表 4.3-15 和附图 22。

表 4.3-14　植物群落调查结果统计表

植被型组	植被型	植被亚型	群系	分布区域	工程占地情况	
					占用面积/hm²	占用比例/%
森林	常绿针叶林	暖性常绿针叶林	油松林	评价区北部土石山区	/	/
	落叶阔叶林	暖性落叶阔叶林	小叶杨林	评价区山区广泛分布	13.85	41.75
灌丛	落叶阔叶灌丛	暖性落叶阔叶灌丛	沙棘、三裂绣线菊	评价区中部山区	6.74	20.32
草本植被（草地）	丛生草类草地	丛生草类草甸草地	白莲蒿、大籽蒿、赖草、狗尾草、狐尾草、茭蒿草、斜茎黄芪、针茅	评价区广泛分布	2.18	6.57

表 4.3-15　植被类型现状表

地类	评价范围	
	面积（hm²）	比例/%
暖性常绿针叶林	184.28	4.27
暖性落叶阔叶林	637.02	14.76
暖性落叶阔叶灌丛	64.96	1.51
丛生草类草甸草原	1782.90	41.32
粮食作物	1234.60	28.61
果园	0.14	0.00
其他经济作物	218.40	5.06
无植被地段	192.32	4.46
合计	4314.62	100.00

（4）植被分布特征

1）水平分布特征

评价范围内植被水平分布呈现从盆地向山地过渡的明显分异特征。评价区南部地处大同盆地西南缘，平川区多为典型温带草原植被，以菊科、禾本科草本植

物占优势，并广泛分布着农田栽培植被。向西北两侧山地海拔升高，植被逐渐过渡为灌丛带和森林带，分布有暖性常绿针叶林、暖性落叶阔叶林和暖性落叶阔叶灌丛，主要树种包括小叶杨、油松、毛白杨及沙棘、三裂绣线菊等。

2）垂直分布特征

评价范围内植被垂直分布特征显著，在海拔约 1000 米的山麓盆地与平川区，受干旱气候影响，植被以温带草原和灌草丛为主，常见赖草、蒿类及人工栽培植被。海拔 1200 米以上至 2000 米的中低山区，水热条件改善，植被过渡为灌丛带与针阔混交林带，分布有沙棘、三裂绣线菊等灌丛，以及小叶杨、山杨、毛白杨等阔叶树种与油松等针叶树。

（5）主要植被特点

根据现场对评价范围内植被的实地考察，参照《中国植被》、《山西植被》的分类原则对评价范围植被中主要植物群落的分布及特征简要描述如下。

1）针叶林

①油松群系（Form. *Pinus tabuliformis*）

评价范围内油松林以人工营造为主，主要分布在海拔 1200-1900m 的中低山区，集中于特定的生态工程区内，常与其他针叶树（如侧柏）或阔叶树（如毛白杨）进行块状或带状混交。林下灌草层常见有黄刺玫、三裂绣线菊、白莲蒿、针茅等物种。

2）阔叶林

①小叶杨群系（Form. *Populus simonii*）

评价范围内小叶杨林为人工营造的防护林，主要呈斑块状散在分布于海拔 1000-1700m 的黄土丘陵、平川盆地及河谷两侧，在沟底、半阳坡和半阴坡等水分条件相对较好的生境中长势更佳。现存成熟人工林群落结构相对简单，郁闭度较高，林下伴生沙棘、河朔荛花、三裂绣线菊等灌木，林下草本层盖度约在 15%至 40%之间，常见蒿类、披碱草、披针薹草等耐旱植物。

3）灌丛

①沙棘群系（Form. *Hippophae rhamnoides*）

评价范围内沙棘灌丛主要呈团块状或带状分布于海拔 1300-1700m 的黄土丘陵阳坡、半阳坡以及沟谷边缘，尤以土壤贫瘠、水分条件较差的退化撂荒地和疏林地带最为常见。沙棘凭其发达的根系和根蘖繁殖能力，在评价区干旱贫瘠的立地条件下形成了稳定的灌丛群落。沙棘群落盖度因立地条件而异，灌木层常见伴生黄刺玫、三裂绣线菊等耐旱灌木，草本层以蒿类、披碱草、委陵菜等旱生、中旱生草本为主。

②三裂绣线菊群系（Form. *Hippophae rhamnoides*）

评价范围内三裂绣线菊灌丛主要分布于海拔 1200-1650m 的黄土低山、石质丘陵阳坡与半阳坡，多呈斑块状零散分布，少有大面积连片群落。群落以三裂绣线菊为建群种，灌木层常伴生河朔荛花，物种组成相对简单。草本层以旱生、中旱生草原植物为主，优势种类包括白莲蒿、硬质早熟禾、苜蓿、草木犀状黄芪、委陵菜等，草原区系成分占比较高。

4）草地

①虎尾草群系（Form. *Chloris virgata*）

虎尾草群系多分布于海拔 1000-1300m 的盆地边缘、河漫滩、弃耕地、路旁及轻度盐碱化台地，是人为干扰后发育的一年生草本次生群落，呈片状、斑块状零散分布。群落物种组成简单，伴生常见狗尾草、小藜、苍耳、蒺藜等一年生耐旱耐盐碱草本，多年生草原植物占比偏低。

②大籽蒿群系（Form. *Artemisia sieversiana*）

大籽蒿群系主要分布于海拔 1000-1300m 的盆地缓坡、河漫滩、弃耕地与道路两侧，属于人为干扰驱动下形成的一、二年生次生草本群落，多呈斑块状、片状散布。群落物种组成较为简单，伴生黄花蒿、狗尾草、披碱草、狗娃花等耐旱一年生草本，多年生草原草本占比较低。

③白莲蒿群系（Form. *Artemisia gmelinii*）

白莲蒿群系常生于 1100-1700m 的山坡、路旁、灌丛地及森林草原地区，在山地阳坡局部地区常成为植物群落的优势种或主要伴生种。属于半灌木状草本群落，是区域植被演替中后期的次生类型，多呈斑块状集中分布。群落物种组成以

旱生草原植物为主，常与丛生禾草和杂类草伴生，如异叶败酱、小红菊、广布野豌豆、草木犀状黄芪等多年生草本，偶见少量灌木幼苗。

④芨芨草群系（Form. *Neotrinia splendens*）

芨芨草群系主要分布于海拔 1300-1600 m 的沟谷滩地、低洼缓坡、河谷阶地及局部轻度盐碱洼地。常伴生有蒿类、披碱草、狗尾草等中旱生或耐盐植物

⑤赖草群系（Form. *Leymus secalinus*）

赖草群系分布于海拔 1300-1600m 的河谷阶地、沟滩低洼处、弃耕地与沙质缓坡，常呈条带状或斑块状分布。伴生植物主要有蒿类、广布野豌豆等草本。

⑥狗尾草群系（Form. *Setaria viridis*）

狗尾草群系呈斑块状或零星散布于评价区丘陵缓坡、弃耕地、河滩阶地、路旁以及人为扰动迹地。群落物种组成较为简单，常与无芒稗、小藜、猪毛蒿等旱生或中生草本植物伴生。

⑦针茅群系（Form. *Stipa capillata*）

针茅群系多呈片状分布于梁顶、阳坡及山麓地带。在梁顶较干燥生境中，常伴生乳浆大戟、远志等；在沟坡或石质化阳坡，则与白莲蒿、鳞叶龙胆、百里香、委陵菜及胡枝子等杂类草或半灌木共存。

⑧斜茎黄芪群系（Form. *Astragalus laxmannii*）

斜茎黄芪群系常生于向阳山坡灌丛、林缘及撂荒地等半干旱生境，海拔可分布至 1100m 以上。伴生植物以旱生草原物种为主，主要有猪毛蒿、华北米蒿、狗尾草、香青兰等。

（6）植被覆盖度

通过归一化植被指数（NDVI）方法，可得到水源及下游评价范围的植被覆盖度情况，具体见表 4.3-16 及附图 23。

表 4.3-16　植被覆盖度

覆盖度	面积/（hm^2）	比例/%
0-0.2	511.12	11.85
0.2-0.4	740.66	17.17
0.4-0.6	1269.09	29.41
0.6-0.8	1035.30	24.00
0.8-1.0	758.44	17.58
合计	4314.62	100.00

（7）重要物种

根据现场调查及查阅相关资料可知，评价范围内无国家重点保护野生植物和省重点保护野生植物分布；评价范围内纳入《中国生物多样性红色名录》中的极危、濒危、易危种共 1 种，为易危种，为知母。特有种共 29 种，分别为中华卷柏、油松、石生蝇子草、内弯繁缕、柽柳、北柴胡、杠柳、华北米蒿、魁蓟、蚂蚱腿子、蒲公英、虎榛子、狭苞斑种草、接骨木、异叶败酱、蔓黄芪、多花胡枝子、角蒿、百里香、河朔荛花、披针薹草、粗齿铁线莲、翠雀、酸枣、山桃、黄刺玫、毛白杨、旱柳和筐柳。

根据《古树名木普查技术规范》（LY/T2738-2016，2017 年 1 月 1 日实施），评价范围内没有古树名木。评价范围重要野生植物详见表 4.3-17 和附图 19。

表 4.3-17　重要野生植物调查结果统计表

序号	物种名称	保护级别	濒危等级	特有种	极小种野生植物	分布区域	资料来源	工程占用情况
1	知母 *Anemarrhena asphodeloides*	/	易危（VU）	否	否	山坡、草原和杂草丛中	现地调查	否
2	中华卷柏 *Selaginella sinensis*	/	无危（LC）	是	否	灌丛中岩石上或土坡	现地调查	否
3	油松 *Pinus tabuliformis*	/	无危（LC）	是	否	土层深厚、排水良好的土壤	现地调查	否
4	石生蝇子草 *Silene tatarinowii*	/	无危（LC）	是	否	灌丛、疏林下	现地调查	否
5	内弯繁缕 *Stellaria infracta*	/	无危（LC）	是	否	海拔 800-2500 米的石隙或草地	资料记载	否
6	柽柳 *Tamarix chinensis*	/	无危（LC）	是	否	向阳山坡	资料记载	否
7	北柴胡 *Bupleurum chinense*	/	无危（LC）	是	否	向阳山坡路边、岸旁或草丛中	现地调查	否
8	杠柳 *Periploca sepium*	/	无危（LC）	是	否	干旱山坡，田边	资料记载	否
9	华北米蒿 *Artemisia giraldii*	/	无危（LC）	是	否	山坡、丘陵、路旁、滩地、林缘、草原、灌丛与林中空地	现地调查	否
10	魁蓟 *Cirsium leo*	/	无危（LC）	是	否	山谷、草地、林缘、河滩及石滩地	资料记载	否
11	蚂蚱腿子 *Pertya dioica*	/	无危（LC）	是	否	低海拔山坡或林缘、路旁	资料记载	否
12	蒲公英 *Taraxacum mongolicum*	/	无危（LC）	是	否	山坡草地、路边、农田、河滩	现地调查	否

序号	物种名称	保护级别	濒危等级	特有种	极小种野生植物	分布区域	资料来源	工程占用情况
13	虎榛子 *Ostryopsis davidiana*	/	无危（LC）	是	否	中海拔山坡	资料记载	否
14	狭苞斑种草 *Bothriospermum kusnetzowii*	/	无危（LC）	是	否	山坡道旁、干旱农田及山谷林缘	现地调查	否
15	接骨木 *Sambucus williamsii*	/	无危（LC）	是	否	山坡、灌丛、沟边、路旁、宅边	资料记载	否
16	异叶败酱 *Patrinia heterophylla*	/	无危（LC）	是	否	中高海拔石质丘陵坡地、阳坡草丛或岩缝中	现地调查	否
17	蔓黄芪 *Phyllolobium chinense*	/	无危（LC）	是	否	路边、沟岸、草坡及干草场	现地调查	否
18	多花胡枝子 *Lespedeza floribunda*	/	无危（LC）	是	否	石质山坡、林缘、灌木丛	现地调查	否
19	角蒿 *Incarvillea sinensis*	/	无危（LC）	是	否	山坡、田野	现地调查	否
20	百里香 *Thymus mongolicus*	/	无危（LC）	是	否	多石的山地、沟谷、路旁及杂草旁	现地调查	否
21	河朔荛花 *Wikstroemia chamaedaphne*	/	无危（LC）	是	否	山坡及路旁	现地调查	否
22	披针薹草 *Carex lancifolia*	/	无危（LC）	是	否	山坡疏林下	现地调查	否
23	粗齿铁线莲 *Clematis grandidentata*	/	无危（LC）	是	否	山坡、山沟、灌从	现地调查	否
24	翠雀 *Delphinium grandiflorum*	/	无危（LC）	是	否	山地草坡或丘陵砂地	现地调查	否
25	酸枣 *Ziziphus jujuba var. spinosa*	/	无危（LC）	是	否	向阳干燥的山坡、丘陵或平原	现地调查	否
26	山桃 *Prunus davidiana*	/	无危（LC）	是	否	向阳山坡、山谷沟底或荒野疏林内	现地调查	否
27	黄刺玫 *Rosa xanthina*	/	无危（LC）	是	否	中低海拔向阳坡灌丛	现地调查	否
28	毛白杨 *Populus tomentosa*	/	无危（LC）	是	否	海拔 1500 以下温和平原地区	现地调查	否
29	旱柳 *Salix matsudana*	/	无危（LC）	是	否	广布	现地调查	否
30	筐柳 *Salix linearistipularis*	/	无危（LC）	是	否	平原低湿地，河、湖岸边	现地调查	否

4.3.3.4 陆生动物现状调查

（1）区系地理成分

根据《中国动物地理》（张荣祖，2011），评价范围的动物群为华北区—黄土高原亚区—冀晋陕北部省—森林草原、农田动物群。

（2）动物物种组成

调查表明，评价范围内共有野生脊椎动物 143 种，其中两栖动物 1 目 2 科 4 种，爬行动物有 1 目 3 科 7 种，兽类 6 目 12 科 18 种，鸟类 18 目 44 科 114 种，具体见表 4.3-18。

表 4.3-18　评价范围动物组成

种类组成					区系						保护等级		
纲	目	科	种		东洋种		古北种		广布种		国家一级	国家二级	山西省级
			数量	占比	数量	占比	数量	占比	数量	占比			
两栖类	1	2	4	2.80	0	0.00	4	100.00	0	0.00	0	0	3
爬行类	1	3	7	4.90	0	0.00	5	71.43	2	28.57	0	0	3
鸟类	18	44	114	79.72	11	9.65	72	63.16	31	27.19	0	10	43
哺乳类	6	12	18	12.59	0	0.00	11	61.11	7	38.89	0	2	6
总计	26	61	143	100.00	11	7.69	98	68.53	40	27.97	0	12	54

1）两栖类

①种类

评价范围共有两栖动物 4 种，隶属于 1 目 2 科，其中蛙科 2 种、蟾蜍科 2 种。本区域分布有省级重点保护两栖类 3 种，分别为花背蟾蜍、中国林蛙和黑斑侧褶蛙。

②区系类型

本区域分布的 4 种两栖动物全部为古北种，占总种数的 100%。

③生活类型及分布

根据两栖类的生态习性，将评价范围的两栖动物分为以下 3 种生活类型：静水型（在静水或缓流中活动觅食）：有黑斑侧褶蛙 1 种。主要是在本区域的水塘及附近静水水体中生活，与人类活动关系较密切。

陆栖型（在陆地上活动觅食）：包括中华蟾蜍、花背蟾蜍、中国林蛙 3 种。它们主要是在本区域离水源不远的居民区、农田等陆地上活动，与人类活动关系较密切。

2）爬行类

①种类

本区域爬行类共有 7 种，隶属于 1 目 3 科。其中游蛇科的种类最多，有 4 种，占总种数的 57.14%；蜥蜴科次之，有 2 种。本区域分布有省级重点保护爬行类 3 种，分别为白条锦蛇、黑眉锦蛇和虎斑颈槽蛇。

②区系类型

本区域内的爬行动物共有 7 种，隶属于 2 种区系成分。其中，古北种 5 种，占总种数的 71.43%；广布种 2 种，占总种数的 28.57%。

③生活类型及分布

根据爬行类的生态习性，将评价范围的爬行动物分为以下 3 种生活类型。

灌丛石隙型（经常活动在灌丛下面，路边石缝中的爬行类）：包括丽斑麻蜥、山地麻蜥 2 种。它们主要在本区域内的山林灌丛中活动，也栖息于路边石缝中，也有的在人为活动频繁的地带出没。

住宅型（在住宅区的建筑物中筑巢、繁殖、活动的爬行类）：有无蹼壁虎和黑眉锦蛇 2 种。主要在本区域内的住宅区附近栖息和活动，有时也栖息在树洞和岩石下，与人类活动的关系密切。

林栖傍水型（在有溪流的近水岸边或山坡上活动）：包括虎斑颈槽蛇、白条锦蛇和赤峰锦蛇 3 种。主要在本区域内有溪流的近水岸边或阴湿山坡等环境中活动、觅食。

3）鸟类

①种类

本区域范围的鸟类 114 种，隶属于 18 目 44 科。其中国家二级重点保护野生动物 10 种，分别为大天鹅、鸳鸯、白琵鹭、凤头蜂鹰、大鵟、纵纹腹小鸮、长耳鸮、红隼、红脚隼和云雀；山西省重点保护野生动物 43 种，分别为石鸡、斑翅山鹑、凤头潜鸭、鹊鸭、岩鸽、山斑鸠、四声杜鹃、大杜鹃、普通秧鸡、黑翅长脚鹬、凤头麦鸡、灰头麦鸡、苍鹭、戴胜、普通翠鸟、蓝翡翠、大斑啄木鸟、星头啄木鸟、灰头绿啄木鸟、黑枕黄鹂、红尾伯劳、棕背伯劳、楔尾伯劳、松鸦、红嘴山鸦、煤山雀、褐头山雀、大山雀、凤头百灵、家燕、白头鹎、银喉长尾山雀、山鹛、乌鶇、蓝歌鸲、红胁蓝尾鸲、红喉姬鹟、太平鸟、黄鹡鸰、灰鹡鸰、白鹡鸰、树鹨和黄眉鹀。

②区系类型

在本区域 114 种鸟类中，属于广布种的有 31 种，占总种数的 27.19%；属于东洋界成分的种类有 11 种，占总种数的 9.65%；属于古北界分布的种类有 72 种，占总种数的 63.16%。由此可见，本区域处于古北界和东洋界的交界地段和古北界的黄土高原亚区，鸟类的区系组成中古北界分布种类较多，广布种次之，东洋种分布种类最少。

③居留型

在 114 种鸟类中，留鸟有 34 种、夏候鸟 33 种、旅鸟 32 种，相差不甚明显，分别占总种数的 29.82%、28.95%和 28.07%；冬候鸟 15 种，数量相对较少，占总种数的 13.16%。繁殖鸟类（包括留鸟和夏候鸟）有 67 种，占 58.77%；迁徙鸟类（包括夏候鸟、冬候鸟和旅鸟）有 80 种，占 70.18%。夏候鸟一般在每年的 4 月～10 月份来此栖息，冬候鸟一般在 11 月至次年 3 月来此栖息。旅鸟停留时间较短，留鸟一年四季在本区域均有分布。

④生活类型及分布

根据鸟类的生态习性，将评价范围内的鸟类分为以下 6 种生活类型：

游禽（具有扁阔或尖的嘴，脚趾间有蹼，走路和游泳向后伸，善于游泳，潜水和在水中获取食物。不善于在陆地上行走，但飞翔迅速，多生活在水上）：包括鹈鹕目、雁形目和鸻形目燕鸥科的鸟类，本次记录有小鹈鹕、豆雁、绿翅鸭、斑嘴鸭、普通秋沙鸭和普通燕鸥等。它们在本区域内主要分布于河流池塘等水域附近。

涉禽（嘴，颈和脚都比较长，脚趾也很长，适于涉水行进，不会游泳，常用长嘴插入水底或地面取食）：包括鸻形目、鹤形目的鸟类，有苍鹭、白鹭、白琵鹭等。它们在本区域内主要于山间河流、河流湿地和其他的浅水区域中活动。

陆禽（体格结实，嘴坚硬，脚强而有力，适于挖土，多在地面活动觅食）：主要包括雉科、鸠鸽科的鸟类，包括岩鸽、石鸡等。它们在本区域内主要分布于有人类活动的林地、农田、山区林地等生境。

猛禽（具有弯曲如钩的锐利嘴和爪，翅膀强大有力，能在天空翱翔或滑翔，捕食空中或地下活的猎物）：包括隼形目和鸮形目的鸟类，包括凤头蜂鹰、红隼、纵纹腹小鸮等。它们多在本区域内的山林中活动，活动范围比较广泛。

攀禽（嘴、脚和尾的构造都很特殊，善于在树上攀缘）：包括大斑啄木鸟和灰头绿啄木鸟等。它们在本区域内分布广泛，在各种类型的针、阔叶林，低矮的灌木林中都有它们的踪影，部分种类也偶尔到林缘、村庄及水域附近活动。

鸣禽（鸣管和鸣肌特别发达。一般体形较小，体态轻捷，活泼灵巧，善于鸣叫和歌唱，且巧于筑巢）：雀形目的所有鸟类都为鸣禽，它们在本区域范围内广泛分布。

4）兽类

①种类

评价范围内的兽类有 18 种，隶属于 6 目 12 科，其中啮齿目和食肉目种类较多。本区域有国家二级保护兽类 2 种，分别为赤狐和豹猫。本区域有省级重点保护兽类 6 种，分别为东北刺猬、赤狐、黄鼬、猪獾、豹猫和狍。

②区系组成

本区域分布的 18 种兽类中，古北种为 11 种，占 61.11%；广布种为 7 种，占 38.89%。

③生活类型及分布

根据兽类的生态习性，将评价范围内的 18 种兽类分为以下 5 种生活类型：

穴居型（主要在地面活动觅食，栖息、避敌于洞穴中，有的也在地下寻找食物）：包括东北刺猬、蒙古兔、黑线姬鼠、达乌尔黄鼠和褐家鼠等。它们在评价范围内主要分布于山林和农田中，有时也活动到居民区附近。

岩洞栖息型（在岩洞中倒挂栖息的小型兽类）：包括普通伏翼 1 种。在评价范围内主要分布于山区的岩洞洞穴中，常见于居民区附近。

地面生活型（主要在地面活动）：包括狍、赤狐等，它们主要分布于评价范围内的山区林地中。

树栖型（主要在树上栖息、觅食的兽类）：有岩松鼠 1 种。它们在大多数时间内都是在树上活动，评价范围内主要分布于山区林地。

半树栖型（在树上栖息，在地面上觅食的兽类）：主要包括豹猫等。它们活动于评价范围内的山地林区，亦见于沿河灌丛和林区居民点附近。

（3）迁徙物种及其季节分布

1）季节分布

除部分候鸟、旅鸟存在季节性迁移外，其余留鸟、哺乳类、两栖类及爬行类在评价范围内常年均有分布。

候鸟：评价范围内有夏候鸟 33 种、冬候鸟 15 种。夏候鸟多栖息于 4 月至 10 月，冬候鸟多栖息于 11 月至次年 3 月。

旅鸟：评价范围内有旅鸟 32 种，该类鸟仅在迁徙途中短暂途经，不在此区繁殖。

留鸟：其余鸟类均为留鸟，一年四季在评价范围均有分布。

2）迁徙鸟类组成

表 4.3-19　评价范围迁徙鸟类组成

序号	物种中文名	拉丁学名	居留型	序号	物种中文名	拉丁学名	居留型
1	鹌鹑	*Coturnix japonica*	旅	41	长耳鸮	*Asio otus*	旅
2	豆雁	*Anser fabalis*	旅	42	普通翠鸟	*Alcedo atthis*	夏
3	赤麻鸭	*Tadorna ferruginea*	旅	43	蓝翡翠	*Halcyon pileata*	夏
4	绿翅鸭	*Anas crecca*	旅	44	红脚隼	*Falco amurensis*	夏
5	绿头鸭	*Anas platyrhynchos*	夏	45	黑卷尾	*Dicrurus macrocercus*	夏
6	斑嘴鸭	*Anas zonorhyncha*	夏	46	黑枕黄鹂	*Oriolus chinensis*	夏
7	赤颈鸭	*Mareca penelope*	旅	47	红尾伯劳	*Lanius cristatus*	夏
8	红头潜鸭	*Aythya ferina*	旅	48	达乌里寒鸦	*Corvus dauuricus*	冬
9	凤头潜鸭	*Aythya fuligula*	旅	49	大嘴乌鸦	*Corvus macrorhynchos*	冬
10	鹊鸭	*Bucephala clangula*	旅	50	云雀	*Alauda arvensis*	冬
11	普通秋沙鸭	*Mergus merganser*	旅	51	棕扇尾莺	*Cisticola juncidis*	夏
12	大天鹅	*Cygnus cygnus*	旅	52	东方大苇莺	*Acrocephalus orientalis*	夏
13	鸳鸯	*Aix galericulata*	旅	53	家燕	*Hirundo rustica*	夏
14	小䴙䴘	*Tachybaptus ruficollis*	夏	54	白头鹎	*Pycnonotus sinensis*	夏
15	凤头䴙䴘	*Podiceps cristatus*	夏	55	黄眉柳莺	*Phylloscopus inornatus*	冬
16	四声杜鹃	*Cuculus micropterus*	夏	56	黄腰柳莺	*Phylloscopus proregulus*	旅
17	大杜鹃	*Cuculus canorus*	夏	57	灰椋鸟	*Spodiopsar cineraceus*	夏
18	普通雨燕	*Apus apus*	夏	58	乌髇	*Turdus mandarinus*	夏
19	普通秧鸡	*Rallus indicus*	旅	59	斑髇	*Turdus eunomus*	冬
20	黑水鸡	*Gallinula chloropus*	夏	60	赤颈髇	*Turdus ruficollis*	冬
21	白骨顶	*Fulica atra*	夏	61	蓝歌鸲	*Larvivora cyane*	旅
22	黑翅长脚鹬	*Himantopus himantopus*	夏	62	北红尾鸲	*Phoenicurus auroreus*	夏

序号	物种中文名	拉丁学名	居留型	序号	物种中文名	拉丁学名	居留型
23	凤头麦鸡	*Vanellus vanellus*	夏	63	红胁蓝尾鸲	*Tarsiger cyanurus*	夏
24	灰头麦鸡	*Vanellus cinereus*	夏	64	乌鹟	*Muscicapa sibirica*	旅
25	环颈鸻	*Charadrius alexandrinus*	旅	65	红喉姬鹟	*Ficedula albicilla*	旅
26	针尾沙锥	*Gallinago stenura*	旅	66	太平鸟	*Bombycilla garrulus*	冬
27	扇尾沙锥	*Gallinago gallinago*	旅	67	山麻雀	*Passer cinnamomeus*	夏
28	白腰草鹬	*Tringa ochropus*	旅	68	黄鹡鸰	*Motacilla tschutschensis*	旅
29	林鹬	*Tringa glareola*	旅	69	灰鹡鸰	*Motacilla cinerea*	旅
30	矶鹬	*Actitis hypoleucos*	旅	70	白鹡鸰	*Motacilla alba*	夏
31	黑尾鸥	*Larus crassirostris*	旅	71	树鹨	*Anthus hodgsoni*	旅
32	红嘴鸥	*Chroicocephalus ridibundus*	旅	72	田鹨	*Anthus richardi*	旅
33	普通燕鸥	*Sterna hirundo*	旅	73	燕雀	*Fringilla montifringilla*	冬
34	灰翅浮鸥	*Chlidonias hybrida*	夏	74	黄雀	*Spinus spinus*	冬
35	普通鸬鹚	*Phalacrocorax carbo*	夏	75	白头鹀	*Emberiza leucocephalos*	冬
36	白琵鹭	*Platalea leucorodia*	夏	76	田鹀	*Emberiza rustica*	冬
37	苍鹭	*Ardea cinerea*	夏	77	小鹀	*Emberiza pusilla*	冬
38	白鹭	*Egretta garzetta*	夏	78	黄眉鹀	*Emberiza chrysophrys*	旅
39	凤头蜂鹰	*Pernis ptilorhynchus*	旅	79	苇鹀	*Emberiza pallasi*	冬
40	大鵟	*Buteo hemilasius*	冬	80	芦鹀	*Emberiza schoeniclus*	冬
注：“夏”代表夏候鸟，“冬”代表冬候鸟，“旅”代表旅鸟							

3）鸟类迁徙路线

评价区位于中国中部候鸟迁徙通道—黄河流域迁徙和越冬区—中部桑干河-汾河水鸟迁徙区，评价范围鸟类迁徙路线见附图 20。

（4）重要野生动物

根据查阅资料和现场调查，并依据《国家重点保护野生动物名录》（2021 版）可知，本区域有国家重点保护野生动物 12 种，全部为国家二级重点保护野生动物，分别为赤狐、豹猫、大天鹅、鸳鸯、白琵鹭、凤头蜂鹰、大鵟、纵纹腹小鸮、长耳鸮、红隼、红脚隼和云雀。

评价范围内共有山西省重点保护野生动物 55 种，分别为东北刺猬、赤狐、黄鼬、猪獾、豹猫、狍、石鸡、斑翅山鹑、凤头潜鸭、鹊鸭、岩鸽、山斑鸠、四声杜鹃、大杜鹃、普通秧鸡、黑翅长脚鹬、凤头麦鸡、灰头麦鸡、苍鹭、戴胜、

普通翠鸟、蓝翡翠、大斑啄木鸟、星头啄木鸟、灰头绿啄木鸟、黑枕黄鹂、红尾伯劳、棕背伯劳、楔尾伯劳、松鸦、红嘴山鸦、煤山雀、褐头山雀、大山雀、凤头百灵、家燕、白头鹎、银喉长尾山雀、山鹛、乌鶇、蓝歌鸲、红胁蓝尾鸲、红喉姬鹟、太平鸟、黄鹡鸰、灰鹡鸰、白鹡鸰、树鹨、黄眉鹀、白条锦蛇、黑眉锦蛇、虎斑颈槽蛇、花背蟾蜍、中国林蛙和黑斑侧褶蛙。

根据《中国生物多样性红色名录—脊椎动物卷》（2020）可知，评价范围内有易危物种 3 种，分别为豹猫、黑眉锦蛇和赤峰锦蛇。特有种 4 种，分别为岩松鼠、中华鼢鼠、山噪鹛和无蹼壁虎。

综上可知，评价范围内共分布有重要物种 70 种，包括 ：国家重点保护动物 12 种；省级重点保护野生动物 55 种；易危种 3 种；特有种 4 种，具体见表 4.3-20。

表 4.3-20　重要野生动物调查结果统计表

序号	物种名称	保护级别	濒危等级	特有种	分布区域	资料来源	工程占用情况
1	赤狐 *Vulpes vulpes*	二级、省重点	近危（NT）	/	山地、丘陵、灌丛、森林	资料记载	否
2	豹猫 *Prionailurus bengalensis*	二级、省重点	易危（VU）	/	山地、丘陵、灌丛、森林	资料记载	否
3	东北刺猬 *Erinaceus amurensis*	省级	无危（LC）	/	山地、丘陵、农田、灌丛、森林	资料记载	否
4	黄鼬 *Mustela sibirica*	省级	无危（LC）	/	山地、丘陵、农田、灌丛、森林	资料记载	否
5	猪獾 *Arctonyx collaris*	省级	近危（NT）	/	山地、丘陵、农田、灌丛、森林	资料记载	否
6	狍 *Capreolus pygargus*	省级	近危（NT）	/	山地、丘陵、灌丛、森林	资料记载	否
7	岩松鼠 *Sciurotamias davidianus*	/	无危（LC）	是	山地、丘陵、灌丛、森林	资料记载	否
8	中华鼢鼠 *Eospalax fontanierii*	/	无危（LC）	是	山地、丘陵、农田、草地	资料记载	否
9	大天鹅 *Cygnus cygnus*	二级	近危（NT）	/	湖泊、水库、河口、沼泽	资料记载	否
10	鸳鸯 *Aix galericulata*	二级	近危（NT）	/	山地溪流、河谷、湖泊、水库、水塘	资料记载	否
11	白琵鹭 *Platalea leucorodia*	二级	近危（NT）	/	湖泊、水库、河口、沼泽	资料记载	否
12	凤头蜂鹰 *Pernis ptilorhynchus*	二级	近危（NT）	/	农田、森林	资料记载	否
13	大鵟 *Buteo hemilasius*	二级	无危（LC）	/	农田、森林	资料记载	否

序号	物种名称	保护级别	濒危等级	特有种	分布区域	资料来源	工程占用情况
14	纵纹腹小鸮 *Athene noctua*	二级	无危（LC）	/	农田、森林	现地调查	否
15	长耳鸮 *Asio otus*	二级	无危（LC）	/	农田、森林	资料记载	否
16	红隼 *Falco tinnunculus*	二级	无危（LC）	/	农田、森林	资料记载	否
17	红脚隼 *Falco amurensis*	二级	近危（NT）	/	农田、森林	现地调查	否
18	云雀 *Alauda arvensis*	二级	无危（LC）	/	草地、农田	现地调查	否
19	石鸡 *Alectoris chukar*	省级	无危（LC）	/	灌丛、农田、草地	现地调查	否
20	斑翅山鹑 *Perdix dauurica*	省级	无危（LC）	/	灌丛、农田、草地	现地调查	否
21	凤头潜鸭 *Aythya fuligula*	省级	无危（LC）	/	湖泊、水库、河流、沼泽	资料记载	否
22	鹊鸭 *Bucephala clangula*	省级	无危（LC）	/	湖泊、水库、河流、沼泽	资料记载	否
23	岩鸽 *Columba rupestris*	省级	无危（LC）	/	灌丛、农田、草地	现地调查	否
24	山斑鸠 *Streptopelia orientalis*	省级	无危（LC）	/	灌丛、农田、草地	资料记载	否
25	四声杜鹃 *Cuculus micropterus*	省级	无危（LC）	/	灌丛、农田、草地	现地调查	否
26	大杜鹃 *Cuculus canorus*	省级	无危（LC）	/	灌丛、农田、草地	现地调查	否
27	普通秧鸡 *Rallus indicus*	省级	无危（LC）	/	灌丛、农田、草地	现地调查	否
28	黑翅长脚鹬 *Himantopus himantopus*	省级	无危（LC）	/	湖泊、水库、河流、沼泽	现地调查	否
29	凤头麦鸡 *Vanellus vanellus*	省级	无危（LC）	/	河滩、沼泽、农田、草地	现地调查	否
30	灰头麦鸡 *Vanellus cinereus*	省级	无危（LC）	/	河滩、沼泽、农田、草地	资料记载	否
31	苍鹭 *Ardea cinerea*	省级	无危（LC）	/	湖泊、水库、河流、沼泽	现地调查	否
32	戴胜 *Upupa epops*	省级	无危（LC）	/	农田、草地、灌丛	现地调查	否
33	普通翠鸟 *Alcedo atthis*	省级	无危（LC）	/	河流、湖泊、水库	现地调查	否
34	蓝翡翠 *Halcyon pileata*	省级	无危（LC）	/	河流、湖泊、水库	资料记载	否
35	大斑啄木鸟 *Dendrocopos major*	省级	无危（LC）	/	森林、灌丛	现地调查	否
36	星头啄木鸟	省级	无危	/	森林、灌丛	现地	否

序号	物种名称	保护级别	濒危等级	特有种	分布区域	资料来源	工程占用情况
	Picoides canicapillus		（LC）			调查	
37	灰头绿啄木鸟 *Picus canus*	省级	无危（LC）	/	森林、灌丛	资料记载	否
38	黑枕黄鹂 *Oriolus chinensis*	省级	无危（LC）	/	森林、灌丛	资料记载	否
39	红尾伯劳 *Lanius cristatus*	省级	无危（LC）	/	森林、灌丛、草地	现地调查	否
40	棕背伯劳 *Lanius schach*	省级	无危（LC）	/	森林、灌丛、草地	现地调查	否
41	楔尾伯劳 *Lanius sphenocercus*	省级	无危（LC）	/	森林、灌丛、草地	资料记载	否
42	松鸦 *Garrulus glandarius*	省级	无危（LC）	/	森林、灌丛	资料记载	否
43	红嘴山鸦 *Pyrrhocorax pyrrhocorax*	省级	无危（LC）	/	河流、农田、草地、灌丛	资料记载	否
44	煤山雀 *Periparus ater*	省级	无危（LC）	/	森林、灌丛	资料记载	否
45	褐头山雀 *Poecile montanus*	省级	无危（LC）	/	森林、灌丛	现地调查	否
46	大山雀 *Parus minor*	省级	无危（LC）	/	森林、灌丛	现地调查	否
47	凤头百灵 *Galerida cristata*	省级	无危（LC）	/	农田、草地、灌丛	现地调查	否
48	家燕 *Hirundo rustica*	省级	无危（LC）	/	河流、农田、草地、灌丛	现地调查	否
49	白头鹎 *Pycnonotus sinensis*	省级	无危（LC）	/	河流、农田、草地、灌丛	现地调查	否
50	银喉长尾山雀 *Aegithalos glaucogularis*	省级	无危（LC）	/	森林、灌丛、河流	资料记载	否
51	山鹛 *Rhopophilus pekinensis*	省级	无危（LC）	/	森林、灌丛、草地	现地调查	否
52	乌鸫 *Turdus mandarinus*	省级	无危（LC）	/	灌丛、草地、农田	现地调查	否
53	蓝歌鸲 *Larvivora cyane*	省级	无危（LC）	/	森林、灌丛、河流	资料记载	否
54	红胁蓝尾鸲 *Tarsiger cyanurus*	省级	无危（LC）	/	森林、灌丛	现地调查	否
55	红喉姬鹟 *Ficedula albicilla*	省级	无危（LC）	/	森林、灌丛、河流	资料记载	否
56	太平鸟 *Bombycilla garrulus*	省级	无危（LC）	/	森林、灌丛、农田	现地调查	否
57	黄鹡鸰 *Motacilla tschutschensis*	省级	无危（LC）	/	河流、沼泽、草地	资料记载	否

序号	物种名称	保护级别	濒危等级	特有种	分布区域	资料来源	工程占用情况
58	灰鹡鸰 *Motacilla cinerea*	省级	无危（LC）	/	河流、沼泽、草地、农田	现地调查	否
59	白鹡鸰 *Motacilla alba*	省级	无危（LC）	/	河流、沼泽、草地、农田	现地调查	否
60	树鹨 *Anthus hodgsoni*	省级	无危（LC）	/	森林、草地、农田、灌丛	现地调查	否
61	黄眉鹀 *Emberiza chrysophrys*	省级	无危（LC）	/	农田、草地、沼泽、灌丛	现地调查	否
62	山噪鹛 *Pterorhinus davidi*	/	无危（LC）	是	森林、灌丛、草地	现地调查	否
63	白条锦蛇 *Elaphe dione*	省级	无危（LC）	/	农田、草地、灌丛、森林	资料记载	否
64	黑眉锦蛇 *Elaphe taeniura*	省级	易危（VU）	/	农田、草地、灌丛、森林	资料记载	否
65	虎斑颈槽蛇 *Rhabdophis tigrinus*	省级	无危（LC）	/	农田、河流、草地、灌丛	资料记载	否
66	赤峰锦蛇 *Elaphe anomala*	/	易危（VU）	/	森林、灌丛、农田、草地	资料记载	否
67	无蹼壁虎 *Gekko swinhonis*	/	无危（LC）	是	农田、居住地	现地调查	否
68	花背蟾蜍 *Strauchbufo raddei*	省级	近危（NT）	/	农田、草地、沼泽、河流、居住地	资料记载	否
69	中国林蛙 *Rana chensinensis*	省级	无危（LC）	/	森林、灌丛、河流	资料记载	否
70	黑斑侧褶蛙 *Pelophylax nigromaculatus*	省级	无危（LC）	/	河流、农田、草地	资料记载	否

（5）重要物种生境评价

由于野生动物栖息地的广泛性，生境评价范围外扩至工程区外 10km 范围，总面积 110541.69hm^2，各类适宜度生境的面积及分布情况具体见表 4.3-21。

表 4.3-21　评价范围各适宜度生境面积表

生境适宜度	面积（hm^2）	百分比（%）
最适宜生境	10399.19	9.41
适宜生境	34864.85	31.54
勉强适宜生境	51921.43	46.97
不适宜生境	13356.22	12.08
合计	110541.69	100.00

由表 4.3-21 可知，评价范围最适宜生境面积为 10399.19hm^2，占比 9.41%。最适宜生境共 4 处，主要分布于金沙滩省级森林公园、山西桑干河省级自然保护区、朔城区恢河省级湿地公园和生态保护红线，与重要物种分布现状吻合。该类

生境以森林生态系统和湿地生态系统为主体，植被覆盖度高，水源充沛，人为干扰轻微，生态功能完整。栖息于此的珍稀濒危野生动物丰富，其中国家一级重点保护动物有黑鹳、白尾海雕、大鸨等；国家二级重点保护野生动物有白琵鹭、大天鹅、灰鹤、小天鹅、白尾鹞、游隼、红隼、鸳鸯、大鵟、纵纹腹小鸮等；山西省重点保护动物有苍鹭、金眶鸻、普通夜鹰、蓝翡翠、黑枕黄鹂、红脚隼等。

适宜生境面积 34864.85hm^2，占比 31.54%，主要分布于朔州市平鲁区和山阴县境内。该区域以中低山、丘陵地貌为主，植被类型以天然次生林和人工林为主体，森林覆盖度较高，人类活动干扰轻微，为野生动物提供了相对稳定的栖息场所。区域内物种多样性较为丰富，但珍稀濒危物种种群数量有限，偶见大鵟、纵纹腹小鸮、红隼等国家二级重点保护野生动物活动踪迹。

勉强适宜生境面积 51921.43km^2，占比 46.97%。该类生境主要分布于输电线路沿线的农林交错区，大多远离城镇及居民点等人类活动密集区域，人类干扰强度相对较低。区域内野生动物分布零星，物种多样性有限，基本没有重要物种分布。

不适宜生境面积 13356.22km^2，占比 12.08%，主要分布于人口密集、公路网密集且植被覆盖度较低的区域。该区域人类活动干扰强烈，各类线性工程导致生境破碎化程度较高，重要物种罕见，动物群落以伴人鸟类和小型啮齿类为主。

4.3.3.5 土壤侵蚀现状

本项目选址位于朔州市朔城区、平鲁区和山阴县，根据《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T 50434-2018）和《土壤侵蚀分类分级标准》（SL 190-2007），评价范围属于永定河上游国家级水土流失重点治理区，评价范围内土壤侵蚀类型为水力侵蚀-西北黄土高原区，水土流失防治标准执行西北黄土高原区水土流失防治一级防治标准，容许土壤流失量为 1000t/（km^2·a）。根据评价范围内土地利用和土壤侵蚀调查结果，确定本项目平均综合地貌土壤侵蚀模数为 4690t/（km^2·a）。评价范围内土壤侵蚀强度及分布见表 4.3-23 和附图 15。

表 4.3-22　评价区土壤侵蚀度

序号	用地类型	评价区	
		面积（hm^2）	比例（%）
1	微度侵蚀	925.43	21.45
2	轻度侵蚀	837.12	19.40

3	中度侵蚀	1508.01	34.95
4	强烈侵蚀	843.76	19.56
5	极强烈侵蚀	188.06	4.36
6	剧烈侵蚀	12.24	0.28

由上表可知，评价范围内土壤主要为中度侵蚀，面积为1508.01hm^2，占总面积的34.95%；微度侵蚀、强烈侵蚀和轻度侵蚀次之，面积分别为925.431hm^2，843.76hm^{2}和837.12hm^2，占总面积的21.45%，19.56%和19.40%；极强烈侵蚀和剧烈侵蚀面积均较小。

4.3.3.6 生态系统现状

（1）生态系统类型

本次评价采用遥感解译的技术手段，根据《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》（HJ 1166-2021）的分类方法，对评价范围生态系统进行分类。

1）森林生态系统

评价区森林生态系统空间分布差异明显，北部呈连片集中分布，南部多零散散布。区内森林植被主要为落叶阔叶林与常绿针叶林，乔木优势树种以小叶杨、油松、毛白杨为主；林下伴生灌木常见三裂绣线菊、沙棘、黄刺玫、河朔荛花等物种。

2）灌丛生态系统

灌丛生态系统于评价区中部山区呈零星分布，群落优势种主要包括三裂绣线菊、沙棘等灌木物种。

3）湿地生态系统

评价范围内的湿地生态系统主要分布于南部永定河及周边沟渠。其中评价区内永定河河道较窄、水深较浅，河道两侧滩地面积狭小，地表物质以砾石为主；区内沟渠多为季节性断流。河道滩地及河岸带植被以草丛为主，草本优势种包括赖草、披碱草、狗尾草、蒿类等。

4）草地生态系统

草地生态系统在评价区内分布广泛，以中、高覆盖度草地类型为主，优势植物有针茅、蒿类、斜茎黄芪、茭茭草等，群落以草本植被占绝对优势，整体植被群落结构较为简单。

5）农田生态系统

农田生态系统在评价区内分布广泛，主要农作物为玉米，经济作物有胡麻、向日葵，局部试种小麦，配套种植苜蓿饲草。

6）其他

其他生态系统主要包括裸地、裸岩等类型，在评价区内分布范围有限，占地面积很小。

（2）生态系统面积

根据遥感解译结果，结合实地调查，评价范围共有 7 种生态系统类型，具体类型及特征见表 4.3-23 和附图 25。

表 4.3-23　评价范围生态系统类型及特征

序号	生态系统类型	主要物种	分布
1	森林生态系统	小叶杨、油松、毛白杨等	评价区北部呈连片集中分布，南部多零散散布
2	灌丛生态系统	沙棘、三裂绣线菊等	评价区中部山区呈零星分布
3	草地生态系统	以针茅、蒿类、斜茎黄芪、芨芨草等为主	评价区内分布广泛
4	湿地生态系统	以狗尾草、赖草、披碱草等为主	主要分布于评价区南部永定河及周边沟渠
5	农田生态系统	以玉米、向日葵、小麦等为主	评价区内分布广泛
6	城镇生态系统	无	评价区内呈零星分布
7	其他	无	评价区内分布面积极小

由表 4.3-23 和附图 25 可知，评价区以草地生态系统为主，广泛分布于缓丘、滩地及坡面，为区内分布面积最大的生态类型。农田生态系统次之，主要分布在草地生态系统的周边区域。森林生态系统建群种为小叶杨、油松等，以纯林或简单混交林为主，林分结构单一，具备水源涵养、水土保持等生态服务功能。灌丛生态系统零散分布于山地坡地、林缘及荒弃地，优势物种为沙棘、三裂绣线菊。草地生态系统以赖草、白莲蒿、芨芨草等中旱生草本为主，群落结构简单，覆盖度空间分布不均。评价区域各类生态系统结构与功能相对简单，生态完整性不足，区域整体抗干扰能力较弱。

（3）生态系统生产力和生物量

通过类比查阅资料（《非污染生态影响评价技术导则培训教材》，自然生态司，1999 年，表 4.3-24），及现场实测，并结合本区域植被生长状况，可计算出本区域第一性生产力和生物量，详见表 4.3-25。

表 4.3-24　地球上生态系统的净生产力和植物生物量(按生产力次序排列)

生态系统	面积（10^6km^2）	平均净生产力($t/hm^2/a$)	平均生物量(t/hm^2)
带雨林	17	20	440
热带季雨林	7.5	15	360
温带常绿林	5	13	360
温带阔叶林	7	12	300
北方针叶林	12	8	200
热带稀树干草原	15	7	40
农田	14	6.44	11
疏林和灌丛	8	6	68
温带草原	9	5	16
冻原和高山草甸	8	1.44	6.7
荒漠灌丛	18	0.71	6.7
岩石、冰和沙漠	24	0.033	0.2
沼泽	2	25	150
湖泊和河流	2.5	5	0.2
大陆总计	149	7.2	123
藻床和礁石	0.6	20	20
港湾	1.4	18	10
水涌地带	0.4	5	0.2
大陆架	26.6	3	0.1
海洋	332	1.27	10
海洋总计	361	1.53	0.1
整个地球	510	3.2	36.2

表 4.3-25　评价范围第一性生产力及生物量表

植被类型	面积（hm^2）	平均生产力（$t/hm^2.a$）	平均生物量（t/hm^2）	本区域平均生产力（$t/hm^2.a$）	本区域平均生物量（t/hm^2）
农田生态系统	1453.1352	6.44	11	6.50	66.33
森林生态系统	821.3021	11	287		
灌丛生态系统	64.9639	6	68		
草地生态系统	1782.8973	5	16		
湿地生态系统	8.7818	12	50		
城镇生态系统	164.1436	1.44	6.7		
其他生态系统	19.3953	0.033	0.2		

评价范围平均净第一性生产力为 $6.50t/hm^2.a$，与农田生产力（$6.44t/hm^2.a$）比较相近，低于全球大陆生产力平均值 $7.2t/hm^2.a$。平均生物量 $66.33t/hm^2$，处于温带草原生物量（$16t/hm^2$）和疏林和灌丛生物量（$68t/hm^2$）之间，低于全球大陆生物量平均值 $123t/hm^2$。

（4）生态系统稳定性

自然系统稳定状况从恢复稳定性和阻抗稳定性两方面进行分析。前者是指系统受到破坏后恢复到原来状态的能力，后者指系统抵御外界干扰的能力。

1）恢复稳定性

根据生态学相关理论，生态系统的恢复稳定性主要决定于自然系统中生物组分生物量水平，这是由于只有生物才具备对受损生态环境自动修补的能力。一般情况下，生物组分恢复能力的排序为：乔木>灌木>草地>耕地>裸地，受植被覆盖度、立地条件等因素影响，该排序在局部条件下可能发生改变。根据评价区的生物量资料及现场实测，该区域平均生物量为 66.33t/hm^2，低于灌丛的平均生物量，整体处于一般水平，区域生态系统恢复稳定性偏弱。

2）阻抗稳定性

阻抗稳定性主要由区域景观异质性决定，较高的景观异质性能够有效缓冲、阻隔外界干扰，提升生态系统抗扰动能力。评价区景观以森林、草地、城镇及农田斑块为主体，各类斑块交错分布，具备一定的景观异质性。但区内优势斑块突出，灌丛、河流、裸地等小型斑块数量稀少、分布零散，景观组分结构较为单一，空间格局复杂度不足。整体而言，评价区景观异质性水平一般，景观格局的抗干扰缓冲能力有限，区域生态系统整体阻抗稳定性偏弱。

（5）生态系统服务功能

生态系统服务功能是指生态系统与生态过程所形成及所维持的人类赖以生存的自然环境条件与效用，它不仅给人类提供生存必需的食物、医药及工农业生产的原料，而且维持了人类赖以生存和发展的生命支持系统（Daily，1997；欧阳志云等，1999）。生态系统服务功能可通过“生态系统服务价值”进行定量分析。生态系统服务价值是通过货币的形式表征生态系统的各项服务功能的大小。下面根据我国学者谢高地提出的中国各类生态系统各项生态服务的价值（见表 4.3-26），计算出评价范围的生态系统服务价值，详见表 4.3-27。

表 4.3-26　中国陆地生态系统单位面积服务价格表　元/hm^2

服务功能	耕地	林地	湿地	草地	水体	荒漠
气体调节	442.4	3097.0	1592.7	707.9	0.0	0.0
气候调节	787.5	2389.1	15130.9	796.4	407.0	0.0
水源涵养	530.9	2831.5	13715.2	707.9	18.3	26.5
土壤形成与保护	1291.9	3450.9	1513.1	1725.5	8.8	17.7
废物处理	1451.2	1159.2	16086.6	1159.2	16086.6	8.8

生物多样性保护	628.2	2884.6	2212.2	964.5	2203.3	300.8
食物生产	884.9	88.5	265.5	265.5	88.5	8.8
原材料	88.5	2300.6	61.9	44.2	8.8	0.0
娱乐文化	8.8	1132.6	4910.9	35.4	3840.2	8.8
总计	6114.3	19334	55489	6406.5	40676.4	371.4
注：表中数值是参考 Costanza 关于“全球生态系统价值和自然资本”的研究（1997 年发表于 Nature 杂志），并结合我国实际、由谢高地等人对我国 200 多位生态学者进行专家咨询的基础上研究制定						

表 4.3-27　评价范围生态系统服务价值表

生态系统	面积（hm^2）	单位面积服务价格（元/hm^2）	生态系统服务价值（万元）
农田生态系统	1453.1352	6114.3	888.49
森林生态系统	821.3021	19334	1587.91
灌丛生态系统	64.9639	19334	125.60
草地生态系统	1782.8973	6406.5	1142.21
湿地生态系统	8.7818	55489	48.73
城镇生态系统	164.1436	/	/
其他生态系统	19.3953	371.4	0.72

由表 4.3-27 可知，评价范围生态系统服务价值为 3793.66 万元，平均生态系统服务价值为 88 万元/km^2，远高于全国平均水平 50 万元/km^2（《中国陆地生态系统服务功能及其价值评价研究》，赵同谦 2004 年博士论文），说明评价范围生态服务功能较高。

（6）生态系统景观优势度

景观是由拼块（Patch）、廊道（Corridor）和模地（Matrix）组成的。景观生态学的理论认为，拼块大小、拼块之间的连通度等等，既是自然和人类活动影响的结果，又是影响区域生态环境的重要景观特征（肖笃宁，1991）。模地是景观的背景地域，是最重要的景观元素类型，在很大程度上决定着景观的性质，对景观的动态起着主导作用（许慧等、王家骥，1993）。从生态学角度讲，判定一个地区景观质量的好坏，关键因素是看模地是否是由对生态环境质量具有较强调控能力的地物类型构成。本课题依据景观生态学理论，对本区域进行景观生态学研究，分析并获取对区域生态过程评价有重要价值的景观生态学指标。

模地质量的判定有三个标准，即相对面积要大，连通程度要高，具有动态控制功能。目前对景观模地的判定可以采用传统生态学中计算植被重要值的方法决定某一拼块类型在景观中的优势，也叫优势度值。优势度值由 3 种参数计算得出，

即密度（Rd）、频率（Rf）和景观比例（Lp），这三个参数对模地判定中的前两个标准有较好的反映，第三个标准的表达不够明确，但依据景观中模地的判定步骤可以认为，当前两个标准的判定比较明确时，可以认为其中相对面积大，连通程度高的，即为具有生态质量调控能力的模地。

优势度计算的数学表达式如下：

$$密度\ Rd=\frac{斑块\ i\ 的数量}{斑块总数}\times 100\%$$

$$频率\ Rf=\frac{斑块\ i\ 出现的样方数}{总样方数}\times 100\%$$

$$频率\ Rf=\frac{斑块\ i\ 出现的样方数}{总样方数}\times 100\%$$

样方是以100m×100m为一个样方，对景观全覆盖取样，并用MerringtonMaxine“t-分布点的百分比表”进行检验。

$$景观比例\ Lp=\frac{斑块\ i\ 的面积}{样地总面积}\times 100\%$$

$$优势度\ Do=\frac{\frac{(Rd+Rf)}{2}+Lp}{2}\times 100\%$$

表 4.3-28　评价各类拼块优势度值

生态系统类型	Rd(%)	Rf(%)	Lp(%)	Do(%)
农田生态系统	28.94	28.06	19.04	23.77
森林生态系统	4.21	4.44	1.51	2.92
灌丛生态系统	22.16	23.51	41.32	32.08
草地生态系统	19.41	20.14	33.68	26.73
湿地生态系统	1.65	1.96	0.20	1.00
城镇生态系统	22.89	21.37	3.80	12.97
其他生态系统	0.73	0.52	0.45	0.54

评价区以草地为景观基质，草地生态系统优势度最高，为32.08%；其次为农田生态系统，为26.73%；第三为森林生态系统，为23.77%，其余生态系统优势度均较低。区域草地、森林、农田构成主要生态组分，草地具备水源涵养、水土保持等基础生态功能，森林可发挥生物多样性维持、固碳释氧作用，农田承担区域生产功能。整体生态本底条件较好，但生态系统类型组成较为单一，其余生

态组分占比不足，景观结构完整性一般，区域生态环境质量总体处于中等水平。

4.3.3.7 生物多样性评价

参考《区域生物多样性评价标准》（HJ 623-2011），对评价范围生物多样性进行评价。

（1）指标统计

根据对本区域生态系统及野生动植物资源的调查结果，对野生维管束植物丰富度、野生高等动物丰富度、生态系统类型多样性、物种特有性、外来物种入侵度、受威胁物种丰富度等 6 项生物多样性评价指标进行统计，见表 4.3-29。

表 4.3-29　各项评价指标值

指标	数值
植物丰富度	249
动物丰富度	143
生态系统多样性	12
物种特有性	0.01
外来物种入侵度	0.04
受威胁物种丰富度	0.05

（2）归一化处理

利用归一化方法，对本区域各项生物多样性指标进行归一化处理，结果见表 4.3-30。

表 4.3-30　归一化处理后各评价指标值

指标	数值
归一化后的植物丰富度	6.80
归一化后的动物丰富度	22.52
归一化后的生态系统多样性	9.68
归一化后的物种特有性	2.32
归一化后的外来物种入侵度	25.96
归一化后的受威胁物种丰富度	36.16

（3）生物多样性指数

生物多样性指数（*BI*）是指将上述六项指标，即野生维管束植物丰富度、野生高等动物丰富度、生态系统类型多样性、物种特有性、外来物种入侵度和受威胁物种丰富度加权求和，用来表征被本区域的生物多样性状况。其中外来物种入侵度为成本型指标，即指标的属性值越小越好，因此对该指标要作适当转换。

生物多样性指数（BI）=归一化后的野生维管束植物丰富度×0.20+归一化后

的野生高等动物丰富度×0.20+归一化后的生态系统类型多样性×0.20+归一化后的物种特有性×0.20+（100-归一化后的外来物种入侵度）×0.10+归一化后的受威胁物种丰富度×0.10 经计算，水源及下游区生物多样性指数（BI）为 19.28。

（4）生物多样性评价结果

参考生物多样性状况分级标准（表 4.3-31），评价区生物多样性指数（BI）为 19.28<20，整体生物多样性评价结果为低等水平。

表 4.3-31　生物多样性状况分级标准

生物多样性等级	生物多样性指数	生物多样性状况
高	BI≥60	物种高度丰富，特有属、种多，生态系统丰富多样
中	30≤BI＜60	物种较丰富，特有属、种较多，生态系统类型较多，局部地区生物多样性高度丰富
一般	20≤BI＜30	物种较少，特有属、种不多，局部地区生物多样性较丰富，但生物多样性总体水平一般
低	BI＜20	物种贫乏，生态系统类型单一、脆弱，生物多样性极低

4.3.3.9 水土流失调查

本项目区位于山西省朔州市山阴县、平鲁区和朔城区，根据水利部办公厅《关于印发<全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果>的通知》（办水保〔2013〕188 号），项目属于永定河上游国家级水土流失重点治理区，根据《生产建设项目水土流失防治标准》（GB50434-2018），本项目水土流失防治执行北方土石山区一级防治标准。本项目与永定河上游国家级水土流失重点治理区位置关系见图 4.3-10。

同时根据《山西省水土保持规划（2016-2030 年）》，本项目位于北方土石山区（一级区）——太行山山地丘陵区（二级区）——太行山西北部山地丘陵防沙水源涵养区（三级区)，该区水土保持主导功能为拦沙减沙和水源涵养，综合治理方向为：大面积营造防风固沙林，沙化地种植灌木林；比降缓、河床宽的河道两岸种植乔灌混交林，形成生物堤；河流源头、泉域和水库周边建设水源涵养林；适宜沟道建设淤地坝；正在耕种、生产条件较好的缓坡地建设水平梯田。

根据工程的建设特点、工程区环境现状等，明确本项目水土流失防治的基本目标为：

（1）项目建设范围内的新增水土流失得到有效控制，原有水土流失得到治理；

（2）项目建设区内各项水土保持设施安全有效；

（3）项目建设区内水土资源、林草植被得到最大限度的保护与恢复；

（4）各项水土流失防治指标达到《生产建设项目水土流失防治标准》（GB50434-2018）的要求。

水土流失防治目标值为：水土流失治理度 95%、土壤流失控制比 1.0、渣土防护率 97%、表土保护率 95%、林草植被恢复率 97%，林草覆盖率 27%。

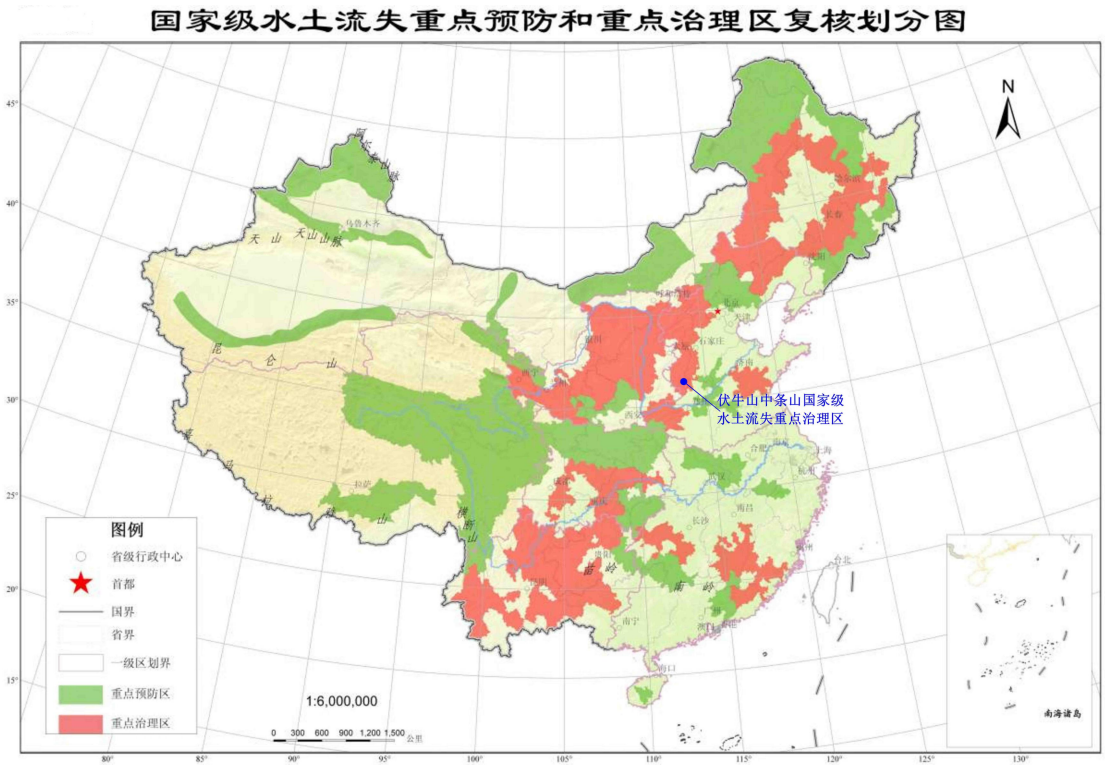


图 4.3-2　本项目与伏牛山中条山国家级水土流失重点治理区位置关系图

4.3.3.10 防沙治沙调查

根据《中华人民共和国防沙治沙法》、《山西省林业和草原局 山西省生态环境厅关于落实沙区开发建设项目环境影响评价制度的通知》（晋林造发〔2020〕30 号）规定，在防沙治沙范围内从事开发建设活动的，要增设专门的防沙治沙内容。

根据《全国防沙治沙规划（2021－2030 年）》，本项目位于京津冀山地丘陵沙地综合治理区。本项目与京津冀山地丘陵沙地综合治理区相对位置关系见图 4.3-11。

根据《山西省防沙治沙规划（2021-2030 年）》，本项目位于桑干河谷沙化土地综合治理区。本项目与山西省防沙治沙分区图相对位置关系见图 4.3-12。

桑干河谷沙化土地综合治理区区域范围包括朔城区、平鲁区（部分）、山阴

县、应县、右玉县（部分）、怀仁市、浑源县、云州区、阳高县（部分）、天镇县（部分）、左云县（部分）。区域面积 141.20 万公顷，主要土地利用类型为耕地，面积 55.78 万公顷；其次为林地和草地，面积分别为 37.16 万公顷和 35.23 万公顷。

该区域防沙治沙的主要治理对策为：通过土壤改良、耕作栽培、生物农艺等技术措施进行土壤水盐调控，改善土壤盐碱化。对流动沙地采取工程治沙或者生物固沙进行治理。在沙化严重区域开展封沙育林。在山坡沟底植树造林，提高植被覆盖度，提高水土保持能力，减少地表径流。加大农田防护林网建设，提高防风固沙效果。坚决杜绝不合理的开发利用，在稳定发挥防沙治沙功能前提下，通过调整林种和林分结构，营造特色经济林，发展沙产业，带动农民增收，巩固京津风沙源治理工程建设成果。加强水资源管理，严控地下水超采，控制农业用水规模。

4.3.3.11 生态公益林

（1）占用公益林情况

本项目范围与II级保护林地(二级国家公益林地、山西省永久性生态公益林地)重叠 0.0001 公顷，与III级保护林地重叠 0.0003 公顷。

（2）符合性分析

根据《建设项目使用林地审核审批管理办法》中的规定：任何建设项目均不得占用 I 级保护林地，取土场、弃土场、弃渣场、施工场地等临时工程也不得占用 I 级保护林地；同时国务院批准、同意的建设项目，国务院有关部门和省级人民政府及其有关部门批准的基础设施、公共事业、民生建设项目，可以使用II级及其以下保护林地。本项目不涉及 I 级保护林地，涉及 II 级保护林地，但属于 2026 年山西省级重点工程项目，为供电基础设施项目，因此占用 II 级保护林地符合管理规定的要求。

根据《国家级公益林管理办法》中有关林地占用征收的规定：禁止在国家级公益林地开垦、采石、采沙、取土，严格控制勘查、开采矿藏和工程建设征收、征用、占用国家级公益林地。除国务院有关部门和省级人民政府批准的基础设施建设项目外，不得征收、征用、占用一级国家级公益林地。本项目不涉及一级国家级公益林，符合相关规定。

根据《山西省永久性生态公益林保护条例》，永久性生态公益林由国家级公益林和省级公益林组成。任何单位和个人不得改变永久性生态公益林用途或者占用永久性生态公益林地，下列情形除外：国家重点建设项目和省重点基础设施建设项目选址无法避让，确需占用永久性生态公益林地的，应当依照有关法律法规规定办理林地使用手续。本项目涉及国家级公益林和省级公益林，但属于省重点基础设施建设项目且无法避让，确需占用永久性生态公益林，符合条例要求。

（3）林地保护措施

根据《山西省永久性生态公益林保护条例》规定：因批准征收、征用、占用林地而减少的永久性生态公益林地面积，应当按照占一补一的原则和划定程序进行调整补充，保证质量。因此，本项目严格履行林业相关手续并切实执行，施工前，必须按照有关规定办理用地审核，林木移栽审批手续，落实补偿措施；线路经过成片林地时，将采用高跨越方式，减少林木砍伐，导线与树木（考虑自然生长高度）之间的垂直距离控制在 7.0m 以上，对少量无法避免的林木砍伐按政策进行赔偿；应做好表土剥离、分类存放和回填利用；施工过程中，严格控制临时占地林地面积，并及时做好植被恢复措施，采取播撒草籽、种植树木，林草结合的方式及时对临时施工用地进行植被恢复，同时注意尽量使用当地植物物种，避免造成外来物种入侵。

4.3.3.12 永久基本农田

本项目输电线路途径永久基本农田长度 18.69km，途径永久基本农田耕地塔基数量 78 个，涉及占用永久基本农田和临时占用。由于建设单位没有条件开垦新的耕地，将按照国家、山西省有关法律和政策规定缴纳耕地开垦费，专款用于开垦新的耕地。

（1）缴纳耕地开垦费

根据《山西省自然资源厅厅长办公会议纪要》（〔2023〕第 19 次）文件，“电网项目输电线路选址涉及永久基本农田的，输电线路工程塔基选址要尽量避让耕地和永久基本农田；确实无法避让永久基本农田的，按照《山西省人民政府办公厅关于进一步优化电网项目审批流程的实施意见》（晋政办发〔2025〕22 号）有关规定：“输电线路走廊（包括杆、塔基础）原则上不征地，只作一次性经济补偿，无需办理用地预审”。

根据《基本农田保护条例》“经国务院批准占用基本农田的，占用单位应当按照占多少、垦多少的原则，负责开垦与所占基本农田的数量与质量相当的耕地；没有条件开垦或者开垦的耕地不符合要求的，应当按照省、自治区、直辖市的规定缴纳耕地开垦费，专款用于开垦新的耕地”的原则，考虑建设单位没有条件开垦新的耕地，因此以“缴纳耕地开垦费”为宜，占用基本农田量应根据下一阶段与地方确认的数量为准，交纳同等数量的耕地开垦费。

（2）基本农田耕作层处置

线路选线尽量利用荒地、劣地，少占用耕地特别是基本农田；应做好耕地耕作层剥离、分类存放和回填利用，塔基基础开挖完工后，尽快浇筑混凝土，按照原有土层顺序进行回填，缩短裸露时间；施工临时占地宜采取隔离保护措施，施工结束后应将混凝土余料和残渣及时清除，以免影响后期土地功能的恢复。

4.3.3.13 区域主要生态问题

根据《全国生态状况调查评估技术规范-生态问题评估》（HJ1174-2021），生态问题是由于人类活动和自然条件变化引起的自然生态系统退化及由此衍生的不良生态环境效应，包括水土流失、土地沙化、石漠化、生态系统退化等，其中生态系统退化包括森林退化、草地退化和湿地退化。根据对间隔扩建所在开闭站和线路沿线的现场考察和资料分析，项目区目前主要的生态问题包括以下几方面：

（1）水土流失问题

项目区位于山西省大同市新荣区、阳高县和云州区，根据水利部办公厅《关于印发<全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果>的通知》，(办水保(2013)188 号)，项目区属于永定河上游国家级水土流失重点治理区；同时根据《山西省水土保持规划(2016-2030 年)》，本项目位于北方土石山区(一级区)--太行山山地丘陵区(二级区)--太行山西北部山地丘陵防沙水源涵养区(三级区)。项目区水土流失的成因除自然因素如地形地貌、土壤、植被、降雨等外，人为因素是水土流失发生的重要原因之一。项目建设区的土壤类型以褐土为主,这种土壤抗蚀能力差,易受侵蚀，地表植被一旦遭到破坏，就容易造成严重的水土流失。随着近年来经济的发展，原材料、资源、交通等行业建设的大力推进，大批建设项目诸如开山采矿、林木砍伐、劈山建厂建路，加之因人口增

长压力带来的陡坡开荒、幼林放牧等都对沿线资源进行了掠夺性的利用。项目沿线土壤本身肥力不足，植被生长缓慢，涵养水源能力较差，使得水土流失日益加重。

（2）土地沙化

根据《山西省防沙治沙规划(2021-2030 年)》，本项目位于桑干河谷沙化土地综合治理区。桑干河谷沙化土地综合治理区主要问题为：区域内沙化土地面积 28.86 万公顷，占区域面积的 20.44%,其中流动沙地 22.31 公顷,半固定沙地 0.32 万公顷，固定沙地 23.27 万公顷，沙化耕地 5.27 万公顷。具有明显沙化趋势的土地 1.98 万公顷。区域内人为活动频繁，盐碱化土壤分布较多。风沙危害大，水土流失严重，治理手段单一，生态功能未能充分发挥。由于风沙危害，农作物产量低而不稳。

5 施工期环境影响评价

5.1 生态影响评价

5.1.1 项目占地对土地利用的影响分析

5.1.1.1 项目占地概况

（1）苗山开闭站 500kV 间隔扩建工程

苗山开闭站 500kV 间隔扩建工程在原有围墙内预留场地进行，无需新征用地。苗山开闭站占地面积 4.53hm^2，其中围墙内占地面积 4.01hm^2。

（2）华能山阴电厂～苗山开闭站 500kV 线路工程

输电线路占地包括塔基及施工区、牵张场区、跨越施工区和施工道路区等。

5.1.1.2 土地利用变化

本项目项目建设完成后，永久占地将变为塔基建设用地，临时占地恢复原状，土地利用类型发生变化。项目建设前后土地利用变化情况见表 5.1-2。

由表 5.1-2 可知，本项目建成后，塔基用地（公共设施用地）面积增加 5.65hm^2，耕地面积减少 0.88hm^2，林地面积减少 4.62hm^2，草地面积减少 0.17hm^2，园地面积减少 0.12hm^2。土地利用类型变化占到评价范围 17.46%，占比较少，对区域土地利用影响有限。

5.1.1.3 永久占地的影响分析

本项目新增永久占地主要为 500kV 输电线路塔基占地，塔基占地特点为点状分布，单个塔基永久占地面积很小，158 基塔基永久占地总计为 5.85hm^2，占评价范围的面积比例仅为 0.07%，且塔基除 4 个塔腿处无法恢复，塔基中间空档处可恢复植被，因此，本项目永久占地对当地土地利用结构影响极其轻微。

5.1.1.4 临时占地的影响分析

本项目新建 500kV 输电线路临时占地共计 27.34hm^2，主要类型为耕地 4.72hm^2、林地 20.17hm^2、草地 2.01hm^2、园地 0.28hm^2、公共设施用地 0.14hm^2。

（1）临时施工场地布设及规范管理要求

设计阶段应尽量优化布局，严格按照《自然资源部关于规范临时用地管理的通知》（自然资规〔2021〕2 号）中关于临时占地的要求进行施工建设，科学组织施工，节约集约使用临时占地，严格控制施工临时占地范围，设置合理的施工

作业带宽度。

1）塔基施工区

塔基施工区以单个塔基为单位零星布置。在塔基施工过程中每处塔基设置 1 处施工临时场地，用来临时堆置土方、材料和工具等。本项目混凝土外购，塔基处不设置混凝土搅拌站。

本项目输电线路新建塔基 158 基，临时占地 14.00hm^2，其中占用耕地面积 2.10hm^2，占用林地 11.06hm^2，占用草地 0.42hm^2，占用园地 0.28hm^2，占用公用设施用地 0.14hm^2。施工过程中严格限定塔基临时占地范围，在施工过程中加强对表土临时堆土的管理，采取下垫、苫盖等措施，在项目结束后及时土地平整并恢复植被或复耕，其对环境的影响可降至最低。因此，塔基临时施工场地对环境的影响较小。

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，应满足牵引机、张力机能直接运达到位，地形应平坦，能满足布置牵张设备、布置导线及施工操作等要求。本项目需设置牵张场 13 处，根据地形每处牵张场面积约为 1200m^2，临时占地 1.56hm^2，其中占用耕地 0.36hm^2，占用林地 1.08hm^2，占用草地 0.12hm^2。本项目线路已尽量避让居民区、植被茂密区、城镇规划区等区域。牵张场尽量利用植被覆盖度较低区域，施工结束后进行土地平整并恢复植被或复耕，对环境的影响较小。

3）跨越施工区

输电线路跨越公路、电力线路、河流等设施需要搭设跨越架。跨越施工区 47 对，临时占地 1.88hm^2，其中占用耕地 0.28hm^2，占用林地 1.32hm^2，占用草地 0.28hm^2。交叉跨越角尽量接近 90°，以减少临时占地的面积。施工前在跨越施工场地边界设置彩旗绳围栏限定施工场地；施工结束后进行土地平整，恢复植被或耕地，对环境影响较小。

4）施工道路

施工道路的生态影响主要是运输机械（车辆）碾压，破坏地表植被和土壤物理结构，导致植物生长不良或枯死，同时也加剧水土流失，影响沿线景观。一旦植被受到破坏，恢复周期将会延长，因此施工道路设置不合理对沿线生态系统和

景观影响较大。根据初步施工道路布置方案，临时占地总计约占地为 9.88hm^2，其中占用耕地 1.98hm^2，占用林地 6.71hm^2，占用草地 1.19m^2。为了降低项目建设区域生态环境的影响，在施工道路具体设置时，采取以下措施：

①尽量利用现有道路，减少新建施工道路的数量和长度。

②施工道路应尽量占用植被覆盖度较低的裸地，并严格规定施工道路宽度，避免施工车辆随意行驶，同时对施工过程中车辆行驶进行严格管理，禁止车辆随意出路行驶，尽量减少碾压的范围。

③施工期应严格限制施工区域，限制人的活动范围，施工车辆不得影响周围地块，减小影响范围。

施工道路的选择和布设根据现场调查情况确定，尽量避开植被良好区域，在施工中应严格按照施工路线施工，减少项目建设对项目区植被可能造成的影响，本项目施工道路对环境的影响是可以接受的。

5）生活区布置

输电线路塔基及牵张场较分散，且单个塔基施工周期短，经查阅资料及现场踏勘，沿线分布有村庄，因此本项目临时施工生活采用租用民房的方式解决。本项目依托沿线村庄设置 6 处施工营地。

综上所述，施工期间严格进行施工管理，做好临时占地的恢复，加强项目防护以及绿化措施，防止水土流失的发生。施工期间，暂时改变了临时占地原有土地功能，施工完毕后，可通过拆除临时设施、平整土地、恢复植被或复耕等措施，可恢复到原来土地使用功能水平，因此，临时占地不会对评价区的土地利用性质和功能、土壤的理化性质、土地利用格局造成显著影响。

5.1.2 对植被的影响分析

本项目为输变电工程，对植物及植被的影响主要来源于塔基占地、塔基施工区、施工道路等方面。

5.1.2.1 项目占地对植被的影响

（1）对植被生物量的影响

本项目占地不可避免的会破坏占地区植物及植被。根据工程布置，结合区域生态现状调查结果，项目沿线及各站场占地区植被主要以耕地、人工林地、灌丛和灌草丛为主，少部分区域为针叶林、阔叶林等。项目占地导致植被生物量损失

情况见表 5.1-3。

项目建设过程中会导致占用地表植被生物量损失，而对于项目建设后，除塔基处，其余临时占地可通过植被恢复使该部分生物量得以补偿。

（2）临时占地的影响

根据工程总布置，结合生态现状调查结果，施工区临时占地的植被主要群系及主要植物情况见表 5.1-4。

由表 5.1-4 可知，受施工临时占地影响的植被及群系均为常见类型，植物均为适应性强、抗逆性强、分布范围广的种类，施工占地对项目沿线植物及群系的影响主要为植物个体损失和植被生物量减少。根据项目沿线植被类型平均生物量，临时占地区生物量的损失主要体现在灌草地，且随着施工结束对临时占地区土地平整、土地复耕、植被恢复等，可使临时占地区植物及植被在适宜条件下迅速得到恢复。因此，项目临时占地对项目沿线植物及植被的影响较小。

（3）永久占地的影响

本项目永久占地会使占地区域土地利用类型发生改变，植物个体损失，植被生物量减少。根据工程布置，项目永久占地区域植被类型主要为北方农作物、灌草地和其他草地。根据生态现状调查，永久占地区域常见植被群系有刺槐、麻栎、荆条、酸枣、葎草、丝毛飞廉等。受永久占地影响的植物均为常见种，植被均为常见类型，永久占地对评价区内植物及植被的影响主要表现为个体损失、植被生物量减少。根据评价区各植被类型平均生物量，永久占地区植被损失的生物量约为 933.95t，占总生物量损失量的 18.41%，变化幅度较小，且施工结束后，植被恢复措施会在一定程度上缓解其影响。因此，永久占地对占地区植物种类、植被类型及生物量的影响较小。

5.1.2.2 项目施工对植物的影响

本项目塔基、牵张场、跨越施工区、临时道路等施工将对其上方植被造成直接破坏。各施工区及沿线植被主要为耕地、灌草地、林地。主干线常见为人工种植的小麦、玉米及蔬菜类，灌草地常见群系有荆条、酸枣等，林地常见群系有刺槐、麻栎等，工程开挖影响的植被多为人工植被，受影响的自然植被多为分布较广、适应性较强的灌木或草本植物。施工结束后，临时占地将进行覆土回填，并进行植被恢复或耕地复垦。因此，施工对植物和植被的影响较小。

5.1.2.3 施工人员活动对植物的影响

施工期，施工活动对区域植物及植被的影响主要为人为干扰及废水、扬尘等污染物的影响。

1）人为干扰的影响

施工期，施工区人员及机械增多，施工人员越界施工，随意砍伐、生火等不文明行为等可能会破坏项目沿线植物及其生境。虽然本项目建设规模较大，施工期人员及机械相对较多，施工期较长，但施工场地较分散，施工期成阶段性且多在项目沿线、各施工区施工。因此，施工期人为干扰的影响范围及程度有限。同时施工期人为干扰的影响可通过加强宣传教育活动，加强施工监理工作等进行缓解，在相关措施得到落实后，人为干扰对区域植物及植被的影响较小。

2）废水的影响

施工期施工活动产生的废水可分为生产废水和生活污水，生产废水主要来源于施工冲洗废水等，经沉淀后回用于施工场地洒水等，生活污水主要为施工人员生活污水，生活污水利用当地民房已有的生活污水处理设施进行处理。废水对植物的影响主要是废水的随意排放会改变土壤理化性质，改变植物生长及生存环境。但这种影响可通过对废水进行收集、处理、回用、处置等措施进行缓解。本项目废水回用不外排，对周边植被影响很小。

3）扬尘的影响

施工期扬尘主要来源于开辟施工道路、土石方调配等施工，直至工程竣工后场地清理、场地恢复等工程，其中以运输车辆引起的二次扬尘影响时间最长，对周围植物及植被影响最严重。扬尘粗颗粒随风飘落到附近地面或植物体表面，将对其生长及生存产生不利影响。随着施工期结束，施工期扬尘对植被的影响将逐渐消失。

5.1.2.4 对农田植被的影响

新建 500kV 输电线路需要占用部分耕地来作为塔基占地和临时用地。农田植被为人工栽植植被类型之一，其群落结构与生物多样性多是由人工控制，因而对农田植被的影响，主要体现在对农田植被光合作用的影响，农田面积的影响，以及由此造成的的生物量与生产力损失。塔基占地极为有限，完成建设后还可以耕种，对农业区，临时占地可利用当地原有道路等设施，农田植被的占用，不会

对地方粮食生产带来较大的影响，更不会对农业生态系统产生大的影响。临时占地会对一段时期农田的收成带来影响，但这种影响相对较小。通过后期的管理与恢复，影响极其轻微。

5.1.2.5 对重要植物的影响

结合本次生态影响评价生态现状野外调查结果，对照《国家重点保护野生植物名录》（2021 年）、《山西省重点保护野生植物名录》（2023 年）、《中国生物多样性红色名录—高等植物卷》、《全国极小种群野生植物保护实施方案》（2010 年）、《全国极小种群野生植物拯救保护工程规划（2011 年~2015 年）》〔林规发〔2012〕52 号〕等相关名录、资料，本项目生态影响评价范围未发现国家重点保护野生植物、极小种群、古树名木分布。沿线评价范围无极危、濒危、易危物种，无国家重点保护野生植物和省重点保护野生植物分布。

5.1.3 对陆生动物的影响分析

5.1.3.1 对陆生动物的影响

项目施工期随着人流车流的涌入和施工活动的干扰，会导致动物现有栖息地的破坏，除少数与人类活动密切相关的动物外，多数野生动物会采取趋避的方式远离施工区域，当临时占地的植被恢复后，它们可以回到原来的活动区域。其中鼠类和部分鸟类（麻雀等）却因为早已适应了与人类相处的生活，施工场地的剩余食物反而会吸引这类动物的聚集。项目生态影响评价范围内的爬行类种类则有可能在未能及时趋避的情况下遭到施工人员的捕捉和采食，必须在施工队伍中加强野生动物的保护宣传以避免此种情况的出现。

（1）对兽类的影响

本项目施工对哺乳类动物的影响主要是由项目占地占用其生境，施工噪声、震动及人为活动等引起。

项目占地对树栖型和地面生活型的兽类影响较大，它们一般在评价区内的林地或灌丛活动。项目占用这些动物的生境，而迫使其向周围地区迁移，由于输电线路影响区域为线形，影响两侧范围较小，在直接影响区周围具有类似生境，可以保证这些动物顺利迁移，因此，项目施工对其影响不大。

本项目对地下生活型和半地下生活型的动物影响也较大，尤其是塔基、牵张场、跨越施工区、施工道路等工程施工会影响这些动物的洞穴及繁殖，这种影响

仅局限于工程扰动区生活的动物，不会对动物种群产生大的影响。此外，半地下生活的啮齿类动物与人类关系密切，喜欢在人类活动范围如村落、菜地活动，施工人员的进驻、生活垃圾的堆放，会使这些啮齿类动物的数量增加，这可能导致疾病的传播，因此项目实施期间需加强卫生管理，防止疾病的传播。

总体说来，项目沿线的施工由于人为活动增多、施工噪声增加与废水废气污染增多等，将造成评价区兽类生存环境面积有所缩减，兽类会迁移到附近相似的生境栖息。但是由于施工纵向范围小，各段施工时间有限，这种影响不会长时间持续。随着项目的结束和当地植被的恢复，它们仍可回到原来的领地生活。

（2）对鸟类的影响

鸟类善于飞翔，行动灵敏、迁移能力强，其生活类型及生活环境也多种多样。本项目实施期间对鸟类的影响主要有：人类活动、项目占地对其生境的干扰和破坏，扬尘、生活垃圾、施工废水及生活污水对环境的污染，施工噪声对其的驱赶等。本项目输电线路沿线以林鸟和农田区鸟类为主。项目施工期间，施工噪声对这些鸟类的栖息会产生一定干扰。

表 5.1-5　施工噪声对鸟类影响方式表

影响方式	影响区域	鸟类反应	影响性质
施工噪声	施工机械噪声源强 100 分贝左右。研究表明，小于 50dB 的噪声对鸟类的正常活动无明显影响。据此推算，工程噪声影响范围为施工区 500m 以内区域，500m 以外区域，鸟类受施工噪声影响很小	施工区 280～500m 区域，鸟类会受到噪声影响，但不明显。500m 以外的区域，鸟类不会受到噪声的影响	暂时性逆影响
	研究表明，鸟类栖息地噪声平均 24h 噪声不能超过 65dB（Leq24h），超过这个阈值则对鸟类有明显影响，此范围为施工区外 126m 以内区域	施工区 1～280m 区域，鸟类会受到有明显影响	
	研究表明，一般鸟类耐受的最大噪声不超过 87dB（Lmax），超过该值鸟类会立刻逃离。 此范围为工程区外 10m 以内区域	施工区 0～10m 区域，鸟类无法承受噪声影响	

由表 5.1-5 可知，施工机械噪声源强 100dB（A）左右，在距离施工区 0～10m 区域，鸟类无法承受噪声影响；距离施工区 1～280m 区域，鸟类会受到明显影响；距离施工区 280～500m 区域，鸟类会受到噪声影响，但不明显；距离施工区 500m 以外的区域，鸟类不会受到噪声的影响。鸟类的感官非常灵敏，对噪声和震动反应较为敏感，项目施工期间挖掘机、推土机和混凝土搅拌机等的机械噪

声，运输车辆产生的噪声、土石方开挖等的噪声将对附近栖息的鸟类产生较大干扰，鸟类如果无法承受噪声影响后，会自动远离施工区，由于输电线路适宜生境比较广阔，施工噪声对其生存影响不大，而且项目结束后，噪声影响随即消失。因此，施工机械噪声对鸟类的影响是短期的，可恢复。

本项目主要占用林地、耕地、灌草地，分布的鸟类以生活于林灌及农田的鸣禽为主，评价范围内广泛分布。塔基、牵张场、跨越施工区、施工道路等施工区域占地对植被破坏的同时也破坏了喜栖于其中的鸟类生境，导致鸟类生境减少。在丘陵、山地中架设铁塔需要砍伐林地，在鸟类繁殖季节可能危害鸟卵、幼鸟，受占地影响的种类主要为鸣禽和陆禽，生境破坏使其活动和觅食范围减小。由于输变电工程占地为线性点，永久占地面积占比例很小，再加上区域内相似生境较多，鸟类活动能力较强，项目实施期间很容易找到替代生境。且施工结束后，临时占地区植被会及时恢复，总体上项目占地对其栖息地破坏影响不大。因此，项目占地对鸟类的影响较小。

（3）对两栖类的影响分析

两栖类动物的运动能力较弱，皮肤通透性较好，身体结构决定了其对水存在很大的依赖性，主要分布于输电沿线的河流、沟渠等水域附近。工程施工对其影响主要表现在近水区域工程施工对其造成的影响。由于输变电工程占地为线性点，永久占地面积占比例很小，影响范围有限。本项目不在河流、库塘等水域范围内新建塔基，塔基一般位于河流及其它山谷冲沟两岸地势较高较稳固的位置，对两栖类动物无影响。

（4）对爬行类的影响分析

爬行类动物对水也有一定依赖性，但其生理特点决定其对水的依赖性不如两栖类明显，其生存方式也较两栖类更为多样，有生活于灌丛石隙下的灌丛石隙型、生活于水域附近潮湿林间的林栖傍水型以及生活于人类居民点附近的住宅型等。项目施工期间对其影响主要有：施工占地破坏其生境，施工废水及生活污水对其生境的污染，生活垃圾对其觅食的影响，人类活动对其的干扰等，同时施工噪声、震动、扬尘对其也有一定影响。评价范围爬行类种类最多的是林栖傍水型，项目永久及临时占地将占用这些爬行类动物的生境，将其驱赶到远离项目区域的其他生境中生活。由于项目影响区域附近相似生境较多，爬行类可以顺利迁移，且施

工结束后临时占地区植被恢复，其可重新回到原来的栖息地生活。由于部分爬行类对水也有一定依赖性，施工过程中施工机械等产生的施工废水、生活污水及机械车辆油污等若未经处理直接排入水体，也会对其生境产生一定影响，但这种影响会随着施工的结束逐渐消失。施工过程中，施工人员的生活垃圾若随意丢弃，将对爬行类动物产生一定影响，生活垃圾的丢弃将吸引昆虫和鼠类的聚集，以昆虫和鼠类为食物的爬行类较多，会使这些爬行类聚集在这些区域，对其分布格局产生一定影响，同时可能会造成传染病的传播。这种影响可以通过对施工人员进行宣传教育、对生活垃圾及时处理等方式加以避免。在项目实施期间要加强对施工人员动物保护的宣力度，并制定相应的处罚措施，避免施工人员对这些爬行类动物造成伤害。总体而言，项目施工会使爬行类转移到施工区域以外的相似生境中，将一定程度改变爬行类在施工区及其范围外的分布格局，但是不会导致爬行类动物物种消失。待项目完工后，随着生态恢复措施的实行，被影响的生境会得到恢复，总的来说项目建设对爬行动物影响较小。

5.1.3.2 对重要野生动物的影响

根据查阅资料和现场调查，并依据《国家重点保护野生动物名录》（2021版）可知，本区域有国家重点保护野生动物 12 种，全部为国家二级重点保护野生动物，分别为赤狐、豹猫、大天鹅、鸳鸯、白琵鹭、凤头蜂鹰、大鵟、纵纹腹小鸮、长耳鸮、红隼、红脚隼和云雀。

评价范围内共有山西省重点保护野生动物 55 种，分别为东北刺猬、赤狐、黄鼬、猪獾、豹猫、狍、石鸡、斑翅山鹑、凤头潜鸭、鹊鸭、岩鸽、山斑鸠、四声杜鹃、大杜鹃、普通秧鸡、黑翅长脚鹬、凤头麦鸡、灰头麦鸡、苍鹭、戴胜、普通翠鸟、蓝翡翠、大斑啄木鸟、星头啄木鸟、灰头绿啄木鸟、黑枕黄鹂、红尾伯劳、棕背伯劳、楔尾伯劳、松鸦、红嘴山鸦、煤山雀、褐头山雀、大山雀、凤头百灵、家燕、白头鹎、银喉长尾山雀、山鹛、乌鶇、蓝歌鸲、红胁蓝尾鸲、红喉姬鹟、太平鸟、黄鹡鸰、灰鹡鸰、白鹡鸰、树鹨、黄眉鹀、白条锦蛇、黑眉锦蛇、虎斑颈槽蛇、花背蝮蛦、中国林蛙和黑斑侧褶蛙。

根据《中国生物多样性红色名录—脊椎动物卷》（2020）可知，评价范围内有易危物种 3 种，分别为豹猫、黑眉锦蛇和赤峰锦蛇。特有种 4 种，分别为岩松鼠、中华鼢鼠、山噪鹛和无蹼壁虎。

综上可知，评价范围内共分布有重要物种 70 种，包括：国家重点保护动物 12 种；省级重点保护野生动物 55 种；易危种 3 种；特有种 4 种。根据国家林业和草原局《陆生野生动物重要栖息地名录》（第一批），本项目评价区不是重要栖息地。同时，涉及物种栖息生境分布较宽泛，不涉及评价范围内不可替代的生境条件。

（1）野生动物栖息地局部破坏与碎片化

本项目包含苗山开闭站间隔扩建和输电线路工程，施工时线路塔基开挖以及临时施工道路、牵张场等的开辟，会直接破坏局部植被。而这些区域可能是鸟类筑巢前的觅食缓冲区，也可能是猛禽低空盘旋侦察猎物的区域。这种点状、线性的施工扰动会分割原本连贯的栖息空间，迫使鸟类调整领地范围，部分对栖息地依赖度高的个体可能被迫迁离至周边区域。不过因施工扰动区域分散且面积有限，对整体栖息地的破坏程度相对可控。

（2）施工噪声与人为活动的惊扰

项目施工中的机械作业会产生持续噪声，同时施工人员的频繁活动也会改变区域的安静环境。鸟类对外界干扰极为敏感，持续的噪声可能使其出现弃巢行为；施工干扰会使其减少在该区域的觅食频次。这种惊扰影响仅发生在施工期间，一旦施工停止，噪声和人为活动消失，周边环境会逐步恢复，鸟类大概率会重新回到该区域活动。

（3）繁殖期的直接伤害风险

若施工时段与鸟类繁殖期（通常为春夏季）重叠，风险会进一步加大。一方面，施工中塔基开挖、植被清理等作业，若不慎触及鸟类在高大树木或临时构筑物上的巢穴，可能导致鸟卵破碎、幼鸟坠落；另一方面，若施工人员存在不当行为，还可能对鸟类造成直接捕捉伤害。这类伤害会直接影响局部区域保护鸟类的种群数量增长，不过此类影响可通过施工管控提前规避。

（4）间接影响觅食与活动节律

施工过程中产生的扬尘、少量施工废水，可能会对周边小型昆虫、鱼虾等生物的生存环境造成轻微影响。而这些生物是众多鸟类的主要食物来源，食物资源的暂时减少，会让保护鸟类不得不扩大觅食范围，增加飞行能耗与觅食风险。同时，施工区域的围挡、临时设施等会成为鸟类低空飞行的障碍，打乱其原本稳定

的活动节律。

综上，项目建设施工期施工占地、施工噪声、环境污染等因素可能使局部生境破坏，从而使其种群个体数量及分布格局的改变，但采取积极的保护措施情况下不会造成物种的消失。在运行期由于项目建设后环境改善，生境趋于稳定状态，此时，对野生动物基本无影响。

5.1.4 对生态系统的影响分析

（1）对生态系统面积影响分析

本项目实施后，永久占地将导致农田生态系统减少1.00hm^2、森林生态系统减少3.33hm^2、灌丛生态系统减少1.29hm^2、草地生态系统减少0.17hm^2。临时占地占用农田生态系统面积为5.00hm^2、森林生态系统面积14.72hm^2、灌丛生态系统面积5.45hm^2、草地生态系统面积2.01hm^2。农田、森林、灌丛和草地生态系统受影响的面积分别为6.00hm^2、18.05hm^2、6.74hm^{2}和2.18hm^2，分别占评价区的0.07%、0.21%、0.08%和0.03%。各生态系统减少面积较小，占评价区比例较小，对生态系统面积的影响较小。具体见表5.1-6。

（2）生态系统生物量和生产力分析

本项目占地将导致生态系统生产力下降，具体见表5.1-7。

由表5.1-7可知，本项目实施后，评价范围平均生产力降低0.031t/hm^2，占建设前的0.38%，降低比例均较小，影响有限。

（3）生态系统服务功能影响

本项目实施后，评价范围生态系统结构、生产力和生物量的变化必然导致生态系统服务功能的变化，具体见表5.1-8。

由表5.1-8可知，本项目建成后，生态系统服务价值将减少44.86万元，占现状的0.066%。生态服务价值建设的主要原因是塔基占用耕地、林地和灌丛等，减少比例较小，因此，本项目建设对生态系统服务价值影响有限。

（4）生态系统稳定性分析

生态系统稳定性主要受生物量和景观异质性决定的，本项目实施后生态系统生物量变化较小。施工活动主要集中在塔基及附近区域，其影响也主要集中在塔基周围且呈点状分布。施工期材料运输及塔基基础开挖等施工活动会使局部地表受到破坏，导致局部地表水分、土壤等非生物环境改变以及原有地表植被消失或

扰动，会导致部分生活在地表土壤中的生物缺乏生存、穴居和繁衍的庇护地而逐渐消亡，但其影响仅局限于塔基周围和临时扰动区域。本项目占地区主要是农田生态系统和森林生态系统，而评价区内农田生态系统和森林生态系统面积大，本项目为点状线性工程，占地范围仅为塔基占地，施工后对临时占地进行恢复施工痕迹，因此，本项目施工期对区域生态系统稳定性影响较小。

（5）对景观优势度的影响

本工程实施后，区域农田、草地和森林等生态系统的面积和斑块数量也将发生变化，进而导致其优势度也随之变化，变化情况具体见表5.1-9。

表5.1-9可知，本项目建成后，区域灌丛生态系统优势度降低较多，降幅0.67%，其他生态系统优势度变化均不大。

（6）对生态系统完整性的影响分析

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

从第一个层次来看，本项目建设主要占地为塔基占地，点状分布，占地范围较小，对周边环境的侵占和干扰较弱，生态系统内的物种组成不会发生改变，因此，建设前后生态系统组成成分具有完整性。

从第二个层次来看，本项目建设后，除塔基永久占地内的植物群落环境发生改变外，生态系统的绝大部分区域原有生境不变，以这一生境为依托的动植物关系、生物与非生物环境关系、食物链及能流渠道都没有发生变化，因此生态系统总体的组织结构仍然完整。

从第三个层次来看，本项目建设仅对评价区生态系统的局部区域带来侵占和干扰影响，输电线路直接侵占区域面积占生态系统面积的占比很小。因此，输电线路建设的侵占和干扰不会导致整个生态系统功能崩溃，且生态系统仍然具有良好的自我调控能力。

综上所述，本项目建设不会破坏生态系统的完整性。

5.1.5 对生物多样性的影响分析

参考《区域生物多样性评价标准》（HJ623-2011），生物多样性分项指标主

要包括野生维管束植物丰富度、野生动物丰富度、生态系统类型多样性、物种特有性、受威胁物种的丰富度、外来物种入侵度。各指标数值参见表 5.1-10。

表 5.1-10　生物多样性指数相关指标

指标	归一化前评价指标体系	参考最大值（A）	权重	归一化系数	归一化后评价指标
野生维管束植物丰富度（RP）	2650	3600	0.2	0.015	48.03
野生动物丰富度（RV）	432	641	0.2	0.257	37.02
生态系统类型多样性（DE）	86	113	0.2	0.733	31.48
物种特有性（ED）	0.2056	0.306	0.2	327.055	30.24
受胁迫的物种丰富度（RT）	0.1182	0.1489	0.1	631.055	10.15
外来物种入侵度（EI）	0.0782	0.12348	0.1	677.159	18.14

生物多样性指数 BI 计算公示如下：

$BI=R_V\times0.2+R_P\times0.2+D_E\times0.2+E_D\times R_T\times0.2+(100-E_I)\times0.1$

式中：BI—生物多样性指数；

R_V—归一化后的野生动物丰富度；

R_P—归一化后的野生维管束植物丰富度；

D_E—归一化后的生态系统类型多样性；

R_T—归一化后的受胁迫物种的丰富度；

E_I—归一化后的外来物种入侵度。

计算得到生物多样性指数 BI=19.28。

根据生物多样性指数（BI）将生物多样性状况分为四级，即：高、中、一般和低，见表 5.1-11。

表 5.1-11　生物多样性状况分级标准

生物多样性等级	生物多样性指数	生物多样性状况
高	BI≥60	物种高度丰富，特有属。种多，生态系统丰富多样
中	30≤B＜60	物种较丰富，特有属、种较多，生态系统类型较多，局部地区生物多样性高度丰富
一般	20≤BI＜30	物种较少，特有属、种不多，局部地区生产多样性较丰富，但生物多样性总体水平一般
低	BI＜20	物种贫乏，生系统类型单一，脆弱，生物多样性极低

由以上分级标准可知，本项目调查范围生物多样性等级为低等。

项目建设和运行不会对物种交流产生阻隔，不会对生物产生屏障隔离，不会降低生物进化进程和遗传多样性水平。建设项目在选线时避让了自然完整度较高、

人为干扰较小、分布有珍稀濒危野生动植物的集中分布地区，本项目线路为架空线路，对生物的阻隔影响较小，不会导致生物的生殖隔离。项目所处区域罕见野生保护动物，避让了野生保护动物分布较多的中条山国家森林公园、山西涑水河源头地方级自然保护区、山西古城国家级湿地公园，不穿越动物主要栖息地、觅食地，区域内亦无极小种群物种分布。由于输变电建设项目封闭性极低，阻隔能力较弱。在施工过程中应该加强施工管理，严格控制施工范围，把对植物群落的影响降到最小。同时，本项目结束后进行土地平整，区域植被能逐渐恢复，项目建设和运行对生物多样性的影响较小。

5.1.6 对景观环境的影响分析

（1）对景观结构的影响

本项目建设将使评价区内新增工业景观类型，如铁塔和道路，在一定程度上增加了景观多样性，评价区域新增加的铁塔和道路等人工景观要素，呈点状和线状分布，增加了评价区的斑块和廊道数量，同时也使原有自然景观比例和结构发生变化，由于新的斑块和廊道的增加，对原有景观基址的面积造成一定的挤占，使原有基质及板块之间的连续性和连通性受到一定影响，对景观产生较强的分裂效果。

本项目占地以山地、丘陵为主，从景观生态现状调查评价得出，该区域以耕地、阔叶林、阔叶灌丛、草丛景观为主导。从整个工程的景观格局来看，当项目全部建成后，评价区内各类景观与目前的景观相比不会有较大的变化，虽然评价区内的景观拼块密度增加，但景观比例较低，说明这类景观拼块十分分散、破碎，而且连通性差，且不具备动态控制能力，对生态调控作用很少，因此尚不构成对生态环境起决定作用的景观模地。体现了项目占地面积的绝对值比较小，但十分分散、影响范围较大的特点。

该工程施工期间会直接影响到该地段的各类景观，由于项目施工对生态景观的影响是短暂的，随着施工结束后的复种、复垦而结束，农田及自然植被即可恢复到原来的景观，因此对生态景观影响不大，也就是说绝大部分区域生态景观的主导性仍然保留，景观整体生态格局没有发生大的变化。

（2）对景观完整性的影响

对区域自然体系生态完整性的影响是由工程占地引起的，由于输电线路的特

殊性，施工过程中占用了较多的土地，其中临时道路、塔基施工、牵张场、跨越施工区等占用的土地最多。施工结束后，临时占用的土地都会恢复，施工区域绝大部分是具有多年形成的较稳定的生态系统，且其工程影响范围是点状，因而施工不会影响生态系统的稳定性和完整性。

本项目塔基永久性占地面积约为 5.85hm^2，占项目评价区的 0.067%，由于塔基占地面积较小，呈点状分布于评价区内，选址绝大部分都是农田生态系统，且做好生态恢复措施，因而施工不会造成较大影响。

（3）对林地生态景观的影响

施工期对林地景观生态影响比较大。为了方便弃土堆放、车辆行驶、人员活动等使用临时占地，必然会砍伐一些林木，使原本完整的林地景观产生断带，带来景观的破碎化。因此，施工期对林地景观的影响是十分明显的。因此施工期间要尽可能减少对林木的砍伐和破坏，并及时进行复种，积极恢复原有的林地景观。

施工期内会有废弃土石产生，影响景观。对石料弃渣的处理，应该根据附近地形及土地利用现状，将废弃渣石堆在凹地或者荒地上，堆渣前将表层熟土集中堆放，凹地填平后，将事先准备好的表层熟土回铺在弃渣上面，并在其上积极进行植被恢复。

但从整个评价区的林地分布现状来看，呈不连续分布，总斑块数少，平均面积不大，且穿越区域形成点状破坏区域，不会对区域的林地生态系统产生明显影响。随着施工期结束，临时占地恢复后，其影响范围仅限于永久占地范围内。

（4）生态保护红线

本项目输电线路工程为线性工程，工程穿越生态红线，项目建成后会增加塔基人工景观斑块。

塔基施工场地、牵张场、临时道路等临时工程会导致局部景观格局的破碎化，增加景观斑块的数量，短期内会引起景观类型斑块数量的增加，施工结束后，就地按不低于原林地地类的平均生产力水平进行土壤质量恢复及植被恢复，运行期，通过植被再造及演替，被分割的景观会逐渐恢复，生态系统也会逐渐恢复到稳定状态。

按照生态学理论，沿线的植被破坏具有暂时性，一般随施工完工而终止。根据线路所经地区的土壤、气候等自然条件分析，施工结束后，周围植物渐次侵入，

开始恢复演替过程。要恢复植被覆盖，采用人工植树种草的措施，可以加快恢复进程，2~3 年恢复草本植被，3~5 年恢复灌木植被，10~15 年恢复乔木植被。

5.1.7 对生态保护红线的影响分析

5.1.7.1 生态保护红线内工程施工方案

本项目输电线路涉及恒山以北防风固沙与土地沙化防控生态保护红线一般控制区，全线穿越生态保护红线总长 5.7792km，共计立塔 12 基，永久占用面积 05421hm^2。

本项目在生态保护红线主要工程内容及施工方案如下：

（1）塔基：在生态保护红线内新建塔基 67 基，总计占地面积 7.72hm^2，其中永久占地面积 3.07hm^2，临时占地面积 4.65hm^2，占地类型主要为林地。塔基基础施工临时场地以单个塔基为单位零星布置，用来临时堆置土方、材料和工具等。本项目混凝土外购，塔基处不设置混凝土搅拌站。施工过程中严格限定塔基临时占地范围，在施工过程中加强对表土临时堆土的管理，采取下垫、苫盖等措施，在工程结束后及时土地平整并恢复植被，其对环境的影响可降至最低。

（2）牵张场：以尽量不在生态保护红线内设置牵张场的原则，按照张力放线段的长度 5～8km 设置牵张场，经分析本项目线路穿越生态保护红线段无连续超过 8km 段，因此，本项目不在生态保护红线内设置牵张场。

（3）跨越施工场：由于输电线路跨越公路、电力线路等设施需要搭设跨越架，因此不得不在生态保护红线内设置跨越施工场，共计设置 3 处跨越施工场。共计占地面积 0.12hm^2，占地类型主要为灌木林地。施工前在跨越施工场地边界设置彩旗绳围栏限定施工场地；施工结束后进行土地平整、恢复植被。

（4）临时施工道路：为了实施塔基建设，塔材及施工机械尽量利用已有道路运输至塔基施工场地，但部分区域仍无可利用道路时不得不在生态保护红线内修建施工临时道路。共计修建临时道路约 4.98km，临时占地面积 3.51hm^2，占地类型主要为林地、草地。施工道路应尽量占用植被覆盖度较低的裸地，并严格规定道路宽度，避免施工车辆随意行驶，同时对施工过程中车辆行驶进行严格管理，禁止车辆随意出路行驶，尽量减少碾压的范围。施工结束后对占用的林地、草地区域进行土地整治，恢复植被。

5.1.7.2 对生态保护红线区域植物及植被的影响

施工期对植被的影响主要表现在两个方面：一是永久占地造成的植被永久性生物量损失；二是临时占地造成地表植被的暂时性破坏，临时占地破坏后的植被恢复需要一定时间。输电线路施工过程中，塔基及其它临时施工场地考虑尽量选择在植被覆盖稀疏区域，如灌草丛、林间空挡等。

（1）永久占地对植被的影响

输电线路在生态保护红线内永久占地为塔基占地，占用 3.07hm^2，属于零星点状分布，总体占地面积小，其中占用较多的为乔木林地和灌木林地，且受永久占地影响的植物均为常见种，植被均为常见类型，永久占地对评价区内植物及植被的影响主要表现为个体损失、植被生物量减少。但施工结束后，除了塔腿外，其余部分占地植被会逐步恢复，一定程度上能够缓解影响。

（2）临时占地对植被的影响

输电线路在生态保护红线区域临时占地为塔基临时施工区域、跨越施工场、临时道路等，共计临时占用面积 8.28hm^2，约占项目在生态保护红线区域总占地的 72.95%，说明临时占地比例较大，而这些临时占地对植被造成暂时性的破坏会通过后期土地整治及植被恢复，因此，采取积极的植被恢复措施促进工程影响区内植被的恢复，临时占地对植被的影响是较小的。

5.1.7.3 对生态保护红线区域野生动物的影响

由于线路以架空形式穿越生态保护红线，在生态保护红线范围内有 67 基杆塔，因此，施工期对野生动物的影响主要来源于大型机械作业产生的噪声及引起的地表振动。尤其是陆栖动物、爬行动物和哺乳动物，对生境变化较为敏感，塔基施工作业期间连续的噪声和振动可能会对其捕食、栖息及繁殖等一系列生态行为造成惊扰，进而对生态保护红线内陆栖类、爬行类的种群密度产生影响；施工产生的振动和噪声会对附近的陆栖类、爬行类造成影响，导致其出现回避效应，在近工程周边的区域的活动将减弱。此外，生态保护红线内鸟类中的鸣禽对声音通讯具有极高的依赖度，施工过程产生的噪声一定程度降低了声信号的传播距离，形成噪声屏障，能阻碍鸟类同种间以及与周围环境的声音交流，或对鸟类建立和维持领域、吸引配偶、维持配对关系、躲避天敌等行为造成一定影响。

生态保护红线内爬行类、鸟类及兽类的运动及适应能力强，也并未对生态保

护红线区域表现出具有特殊生境依赖性，当其受扰后可就近寻找适宜栖息地，远离施工影响范围，这种暂时性的回避行为也将随工程竣工、影响减缓而减少，随后各类种群将逐渐重返原栖息地。由于记录到的物种在生态保护红线及周边地区广泛分布，加之生态保护红线周边人为活动频繁，物种未表现出明显的生境局限性，因此并不会对种群的多样性造成明显负面影响。

项目运营期间对动物产生的影响主要来源于线路运营时产生的电磁辐射，可能会增加鸟类误撞输电线路情况的发生，影响鸟类飞行、觅食和迁徙的生态安全；输电线路产生的电磁辐射会对野生动物产生一定影响，主要表现在短时间内可能导致鸟类飞行导航功能受阻，影响迁徙季节鸟类的正常迁徙。

5.1.7.4 对生态保护红线生态系统的影响

（1）生态保护红线生态系统占用情况

本项目在生态保护红线区域占用面积最大的是森林生态系统，占用 1.18hm^2，其次是灌丛生态系统，占用 0.46hm^2，其它生态系统类型占用面积均较小。

（2）对生态保护红线区域生物多样性维护功能的影响

工程建设对生物多样性维护功能的影响主要从对重要资源流失、生物栖息地连通性以及生物群落三个方面进行定性评价。

①对重要遗传资源流失的影响：该生态保护红线沿线分布的动植物主要为山西省的常见种，线路沿线也不是重点保护对象集中分布活动区域，且周边有大量同类生境，因此，不会造成生态红线内某些物种灭绝和遗传资源的丧失。

②对生物栖息地连通性的影响：该生态保护红线区域内输电线路以高跨的方式穿越，施工场地、施工道路以及牵张场等临时占地会对本区野生动物栖息地连通性造成局部分割，在一定程度上影响到陆生动物的自由通行，但分割时间较短，分割区域有限。施工期的噪声影响以及运行期输电线路噪声和工频电磁场会影响特定鸟类的飞行，由于此类鸟类飞翔高度较高，空中规避空间较大，所以噪声及工频电磁场对鸟类飞行影响较小。运行期输电线路噪声对会对沿线当地动物产生扰动影响，但向两侧的影响范围有限。随着植被恢复，本区野生动物栖息地连通性将在一定时间内得到改善。

③对生物群落的影响：该生态保护红线区域的生物群落是山西省乃至全国常见的植被类型，项目建设不会导致这些植被群落的改变。在红线区域内的永久占

地面积比例较小，且施工结束后临时占地将会进行就地植被恢复，可恢复至原有的植被群落类型，因此不会改变原有的群落结构。运行期输电线路的维修会对周边的植被和动物造成一定的扰动，不会改变原有生物群落结构。

因此，本项目建设对生态保护红线的生物多样性维护功能的影响较小。

（3）对生态保护红线水源涵养功能的影响

结合现场踏勘调查结果，本项目在生态保护红线内的建设内容包括输电线路施工，一方面要挖除现有地表植被，进行基础混凝土浇筑；另一方面，施工机械和人员的活动也会对地表植被造成破坏，引起土壤侵蚀及水土流失。针对以上环境影响，环评提出水源涵养保护措施如下：

（1）水源涵养保护措施要结合当地实际因地制宜地选择合适的方式提前做好保护工作，坚持先保护后治理的理念。

（2）施工前对基础开挖区域进行表土剥离，施工结束后将底土回填平整，上覆表土；严禁土石方随意倾倒。

（3）土方临时堆场采取表面拍实处理并在表面遮盖防尘网，四周设编织袋挡土堰挡护。

（4）对塔基用地、跨越施工区、牵张场区和施工道路区等临时占地区域采用播撒草种方式进行植被恢复，草籽选用灌草结合，防止水土流失，保护水源涵养功能。

采取以上措施后，可使项目区域水源涵养能力提高，保证项目区域内的植被覆盖率，减少水土流失，可有效预防与保护项目所在区的水源涵养功能。

5.1.8 对永久基本农田的影响分析

（1）占用情况

本项目输电线路途径永久基本农田长度 18.69km，途径永久基本农田耕地塔基数量 78 个。

（2）影响分析

本项目输电线路受生态保护红线、饮用水水源保护区、线路起终点、风电场内风机、村庄居民点、已建电力廊道等因素限制，推荐方案在综合考虑了地形地貌条件、工程地质条件、地质灾害、生态环境、工程量及投资、建设里程及线路走向顺直性、工程实施难易性、与周边电网衔接性、与城镇发展适应性、与沿线

居民生活点相协调等诸多因素的基础上，充分考虑耕地保护的要求，多次对线路进行了优化，但项目具有区域分布连续性和不可分割性，部分路径无法避让耕地和永久基本农田。

根据《山西省自然资源厅厅长办公会议纪要》（〔2023〕第 19 次）文件，电网项目输电线路选址涉及永久基本农田的，输电线路工程塔基选址要尽量避让耕地和永久基本农田；确实无法避让永久基本农田的，按照《山西省人民政府办公厅关于进一步优化电网项目审批流程的实施意见》（晋政办发〔2025〕22 号）有关规定："输电线路走廊（包括杆、塔基础）原则上不征地，只作一次性经济补偿，无需办理用地预审"。

本次评价要求输电线路线路途经耕地及基本农田区域时，在技术条件允许的情况下，应结合线路沿线耕地及基本农田分布特点，适当加大档距、利用农田分界线、田坎、靠近机耕路附近的土地建设，最大程度的减少塔基占用耕地及永久基本农田的面积；同时采用掏挖基础等综合措施，严格按照水土保持方案进行保护，以降低对地表的扰动影响，减少对区域耕作的影响，并做一次性经济补偿。在采取保护措施后对永久基本农田的影响在可接受范围内。

5.1.9 对生态公益林的影响分析

本项目范围与II级保护林地(二级国家公益林地、山西省永久性生态公益林地)重叠 0.0001 公顷，与III级保护林地重叠 0.0003 公顷。

根据《建设项目使用林地审核审批管理办法》、《国家级公益林管理办法》及《山西省永久性生态公益林保护条例》等有关林地占用征收的规定要求，本项目不涉及 I 级保护林地，涉及 II 级保护林地，但属于 2026 年山西省级重点工程项目，为供电基础设施项目，符合相关管理规定中占用 II 级保护林地的要求。

根据《山西省永久性生态公益林保护条例》规定：因批准征收、征用、占用林地而减少的永久性生态公益林地面积，应当按照占一补一的原则和划定程序进行调整补充，保证质量。因此，本项目严格履行林业相关手续并切实执行，施工前，必须按照有关规定办理用地审核，林木移栽审批手续，落实补偿措施；线路经过成片林地时，将采用高跨越方式，减少林木砍伐，导线与树木（考虑自然生长高度）之间的垂直距离控制在 7.0m 以上，对少量无法避免的林木砍伐按政策进行赔偿；应做好表土剥离、分类存放和回填利用；施工过程中，严格控制临时

占地林地面积，并及时做好植被恢复措施，采取播撒草籽、种植树木，林草结合的方式及时对临时施工用地进行植被恢复，同时注意尽量使用当地植物物种，避免造成外来物种入侵。在采取保护措施后对生态公益林的影响在可接受范围内。

5.1.10 生态影响评价自查表

生态影响评价自查表见表 5.1-12。

表 5.1-12　生态影响评价自查表

工作内容		自查项目		
生态影响识别	生态保护目标	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☑		
	影响方式	工程占用☑；施工活动干扰☑；改变环境条件□；其他□		
	评价因子	物种☑（分布范围、种群数量、种群结构等） 生境☑（生境面积、质量等） 生物群落☑（物种组成、群落结构、植被类型及面积等） 生态系统☑（生态系统类型及面积、植被覆盖度、生物量、生态系统功能等） 生物多样性☑（物种丰富度、生物多样性指数 BI 等） 生态敏感区☑（主要保护对象、生态功能等） 自然景观☑（景观面积） 自然遗迹□（） 其他☑（土地利用现状类型及面积、植被类型及面积　）		
评价等级		一级□　二级☑　三级□		生态影响简单分析□
评价范围		陆域面积：（43.15）km^2；水域面积：（　　）km^2		
生态现状调查与评价	调查方法	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□		
	调查时间	春季□；夏季☑；秋季□；冬季□ 丰水期□；枯水期□；平水期□		
	所在区域的生态问题	水土流失☑；沙漠化□；石漠化□；盐渍化□；生物入侵□；污染危害□；其他□		
	评价内容	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☑		
生态影响预测与评价	评价方法	定性□；定性和定量☑		
	评价内容	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☑		
生态保护对策措施	对策措施	避让☑；减缓☑；生态修复☑；生态补偿□；科研□；其他☑		
	生态监测计划	全生命周期□；长期跟踪☑；常规□；无□		
	环境管理	环境监理☑；环境影响后评价□；其他☑		
评价结论	生态影响	可行☑；不可行□		
注：“□”为勾选项，可√；“（　）”为内容填写项。				

5.2 声环境影响分析

本项目施工噪声主要来源于土方作业、车辆运输等，噪声源主要为挖掘机、钻机、混凝土输送泵、牵引张力机、绞磨机等，其中流动噪声源为自卸汽车。

5.2.1 噪声源强

（1）交通噪声

交通噪声源强与运输车辆载重类型、汽车流量和行驶速度密切相关。本项目采用自卸汽车，运行速度 20km/h，噪声级一般在 85～87dB（A）之间。车辆运输噪声具有流动性特点，噪声污染与经过的交通道路路况，以及经过地区的噪声背景值等密切相关。

（2）施工机械

本项目施工期施工机械设备一般为露天作业，噪声经几何扩散衰减后到达预测点。施工机械设备均为室外声源，且可等效为点声源，参考《环境噪声与振动控制工程技术导则》（HJ2034-2013）附录 A.2“常见施工设备噪声源不同距离声压级”，本项目施工期噪声源强见表 5.2-1。

表 5.2-1　施工期主要施工机械噪声源汇总结果

施工区		噪声源				作业时间（h/d）
		名称	数量	强度		
				测点位置/m	噪声级/dB(A)	
苗山开闭站间隔扩建工程		挖掘机	1	1	92.0	8
		蛙式打夯机	1	1	93.0	4
		混凝土搅拌车	1	1	88.0	4
		混凝土输送泵	1	1	91.0	4
		混凝土振捣器	1	1	92.0	4
输电线路	塔基施工区	挖掘机	1	1	92.0	8
		旋挖钻机	1	1	103.0	8
		推土机	1	1	98.0	8
		混凝土搅拌车	1	1	88.0	4
		混凝土输送泵	1	1	91.0	4
		混凝土振捣器	2	1	92.0	4
	牵张场	牵引张力机	1	1	85.0	3
		绞磨机	1	1	85.0	3

5.2.2 噪声影响预测与评价

（1）预测模式

施工机械噪声具有分散性、间歇性等特点，不同机械噪声源强相互叠加影响

并不明显，因此，本次评价采用《环境影响评价技术导则　声环境》（HJ2.4-2021）中推荐的无指向性点源户外声传播衰减模式。预测模式如下：

$$L_r = L_{r0} - 20\lg\frac{r}{r_0}$$

式中：Lr——距噪声源距离为 r 处声级值，dB(A)；

Lr_0——距噪声源距离为 r_0 处声级值，dB(A)；

r——关心点距噪声源距离，m；

r_0——距噪声源距离，m。

（2）预测与评价

1）施工机械噪声影响

施工机械噪声具有分散性、间断性的特点，不同机械噪声源强相互叠加影响并不明显；所以施工机械噪声预测均采用点源衰减模式。在噪声预测过程中，苗山开闭站间隔扩建工程考虑围墙的遮挡，输电线路不考虑噪声在传播过程中的几何发散、遮挡、空气吸收和地面效应作用下产生的衰减量。施工机械噪声预测结果见表 5.2-2。

表 5.2-2　施工机械噪声源在不同距离处的预测值

噪声源				预测结果/dB(A)						
名称		强度								
		测点位置/m	噪声级/dB(A)	10m	30m	50m	120m	150m	280m	500m
苗山开闭站间隔扩建工程	挖掘机	1	92.0	69.0	59.5	55.0	47.4	45.5	40.1	35.0
	蛙式打夯机	1	93.0	70.0	60.5	56.0	48.4	46.5	41.1	36.0
	混凝土搅拌车	1	88.0	65.0	55.5	51.0	43.4	41.5	36.1	31.0
	混凝土输送泵	1	91.0	68.0	58.5	54.0	46.4	44.5	39.1	34.0
	混凝土振捣器	1	92.0	69.0	59.5	55.0	47.4	45.5	40.1	35.0
输电线路	挖掘机	1	92.0	72.0	62.5	58.0	50.4	48.5	43.1	38.0
	旋挖钻机	1	103.0	83.0	73.5	69.0	61.4	59.5	54.1	49.0
	推土机	1	98.0	78.0	68.5	64.0	56.4	54.5	49.1	44.0
	混凝土搅拌车	1	88.0	68.0	58.5	54.0	46.4	44.5	39.1	34.0
	混凝土输送泵	1	91.0	71.0	61.5	57.0	49.4	47.5	42.1	37.0
	混凝土振捣器	1	92.0	72.0	62.5	58.0	50.4	48.5	43.1	38.0
	牵引张力机	1	85.0	65.0	55.5	51.0	43.4	41.5	36.1	31.0
	绞磨机	1	85.0	65.0	55.5	51.0	43.4	41.5	36.1	31.0

由表 5.2-2 可知，昼间施工 50m 范围内均可满足《建筑施工噪声排放标准》

（GB12523-2025）昼间 70dB(A)的要求，夜间 55dB(A)的最远达标距离为 280m，夜间施工对周围环境的影响较大。因此，为降低夜间施工对周边声环境的影响，应合理安排施工时间，禁止夜间施工作业。

本次评价要求施工过程中固定声源应尽量远离边界，高噪声设备处应设置围挡，以建设施工活动对周围声环境的影响。

2）声环境敏感目标影响分析

由表 5.2-2 可知，施工边界昼间噪声能够满足《建筑施工噪声排放标准》（GB12523-2025）的衰减距离最大为 50m，昼间施工时，施工区 50m 外敏感目标噪声基本能够满足《建筑施工噪声排放标准》（GB12523-2025）的限值要求。

根据现场调查，受塔基施工区影响范围内的村庄有神西村、大窑村等。本次评价提出施工时设置移动式声屏障，适当减低施工强度，降低施工噪声对居民的影响。施工噪声为非持续性噪声，随着施工期的结束，其对环境的影响也将随之消失。

3）交通运输噪声影响

本项目的交通运输重点在施工物料的运输。交通运输噪声主要来自于自卸汽车等运输车辆，发生在施工区、料场之间的道路上。

本项目车辆运输过程的噪声主要表现为汽车运输对沿途声环境的影响，如发动机声、鸣笛声。工程采用自卸汽车运输，预计自卸汽车的噪声级（源强 1m 处）约 88.8dB（A），不同距离处接受的噪声量见表 5.2-3。

表 5.2-3　单台运输车辆噪声贡献值

路面类型	预测结果/dB(A)							
	10m	20m	40m	60m	80m	100m	150m	200m
土路	71.8	65.8	59.8	56.2	53.7	51.8	48.3	45.8
混凝土路面	68.8	62.8	56.8	53.2	50.7	48.8	45.3	42.8

由表 5.2-3 可知，自卸汽车运输过程中对道路沿线 80m 范围内声环境有一定影响。车辆运输道路距离最近的村庄为大窑村，距离为 35m。环评要求施工期物料运输采用车况良好的车辆，并注意定期维修、养护；运输过程中应降低车速，禁止在鸣笛；合理安排运输时间。采取上述措施后运输噪声对沿线声环境的影响较小。

5.3 大气环境影响分析

本项目施工期对大气环境的影响主要表现为施工扬尘污染，其次为汽车运输产生的道路扬尘，各类施工机械、运输车辆等排放的废气等。

5.3.1 施工作业扬尘影响分析

苗山开闭站间隔扩建工程施工扬尘主要来自土方开挖，土石方开挖主要在露天进行，临时堆土及建筑材料需要露天堆放，在气候干燥且有风的情况下，可能会产生扬尘。由于扬尘源多且分散，源高一般在 15m 以下，属于无组织、间歇式排放。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。起尘风速与粒径和含水量有关，因此，减少露天堆放、保证一定含水量及减少地面裸露是抑制风力起尘的有效手段。

输电线路施工扬尘主要来自土石方的开挖等。在项目的施工阶段，尤其是施工初期，土石方的开挖将产生一定量的扬尘，特别是久旱无雨的大风天气，扬尘污染更为突出。施工开挖产生的粉尘短期内将使局部区域空气中的 TSP 明显增加。因此，施工过程中须对临时堆土及建筑材料进行遮盖，尤其是在干燥有风的天气情况下，并配合进行适当的洒水，能有效减少起尘量，增大尘粒的含水量，对附近环境空气的影响较小，对附近居民影响较小。

本项目区域属半干旱区，土质主要为砂壤土、壤土，土壤质地较轻，春、冬季干燥少雨，易起尘。另外，由于工程施工场地为线状分布，同一施工区域中不同工程内容施工时间不同，排放源密度不大，且施工区域地势平坦开阔，有较好的扩散条件，因此，在施工过程中做好降尘减尘措施后，土方挖掘、回填等施工操作对区域环境空气质量不会产生大的影响。

5.3.2 施工运输扬尘及汽车尾气影响分析

本项目施工期交通对环境空气的影响主要包括车辆运输过程中产生的扬尘和尾气排放的影响。目前国家已经对出厂及正在投入行驶的各类机动车辆制定了严格的检测、限制要求，施工期使用的运输将要求选择达到相应国家标准的车辆，其尾气排放中的主要污染物 CO、NO_2 等对沿线环境的影响很小。由于施工交通主要是大型车辆运输施工物料、建筑垃圾、弃渣等，运输过程中产生的 TSP 等对沿线的环境将产生一定影响。施工运输扬尘及汽车尾气主要影响对象为运输道

路临近的村庄，同时会对道路两侧的树木、植物等产生影响。本项目土石方、建筑材料运输量大，运输扬尘污染将是污染环境空气的重要因素，特别是在干燥有风时段，产生扬尘的情况将更加严重。运输车辆产生的尾气也会对环境空气产生影响，尾气产生的主要污染物为 CO、NOx，为无组织排放。

根据调查，本项目施工道路两侧 200m 范围内的村庄有神西村、大宓村等。工程所在区域主要以玉米等农作物种植为主，在长期的自然适应和人工优化选择过程中，工程沿线种植的农作物已比较适应干旱扬尘天气。同时施工区域地势平坦开阔，有较好的扩散条件。因此物料运输产生的扬尘不会对施工区及运输路线两侧的农作物生长带来显著影响，但为了降低运输扬尘对运输路线两侧的居民及农作物的影响，施工单位应以主要物料运输路线为主要降尘区域，通过保洁、洒水和限制车速相结合的方式做好降尘措施。

综上，施工期排放的车辆机械尾气伴随着施工活动的结束即行消失，在落实环评要求的保护措施后，在一定程度上有效降低施工期大气污染物对大气环境的影响，对周围大气环境质量影响较小。

5.4 固体废物影响分析

本项目施工期产生的固废主要有：施工过程产生的建筑垃圾和施工人员产生的生活垃圾。这些固废如处理不当，可能对大气环境、水环境等产生不利影响。

（1）建筑垃圾

苗山开闭站间隔扩建工程施工过程中产生的建筑垃圾主要有碎砖、混凝土、砂浆、包装材料等。建筑垃圾露天堆放影响空气质量，且长期堆放的建筑垃圾在雨水淋溶作用下渗滤出污水，将污染周围的地下水和地表水。建筑垃圾在进行分类收集、封闭贮存并及时进行处置情况下，影响不大。

（2）生活垃圾

施工人员产生的生活垃圾主要是对人群健康及水环境产生不利影响。生活垃圾中富含有机物及病原菌，随意排放，不仅影响环境美观、污染空气。另外，施工人员的生活垃圾经雨水淋溶等原因将导致污染物进入水体，对周边河流水质产生不利影响。评价要求本工程在各施工区设置垃圾箱，并指派专门人员负责生活垃圾清运，及时将生活垃圾就近运往开发区垃圾中转站，以降低生活垃圾对外环

境的不利影响。

5.5 水环境影响分析

5.5.1 变电站水环境影响分析

苗山开闭站 500kV 间隔扩建工程施工污水包括施工生产废水和施工人员生活污水。其中生产废水主要在设备清洗、物料清洗、进出车辆清洗及建筑结构养护等过程中产生；生活污水主要来自施工人员的生活排水。目前苗山开闭站处于正常运营阶段，本期扩建工程依托现有的环保设施处置，施工废水不外排。苗山开闭站间隔扩建工程的施工期废水对水环境影响能得到有效控制。

5.5.2 输电线路水环境影响分析

本项目施工期水污染源主要为施工人员生活污水、车辆机械冲洗废水。其中，车辆机械冲洗废水经处理后回用，废水不外排；各施工营地设环保旱厕，生活污水经化粪池收集后，定期清掏，用于周围农田施肥。

（1）施工生产废水影响分析

本项目施工期营地不进行机械修理，施工机械到附近城镇修理。施工生产废水主要产生于土建工程施工、材料和设备清洗。施工废水全部收集，并经沉淀池对其进行沉淀，处理后全部回用施工区洒水等，不外排；临时沉淀池严格做好防渗措施，施工废水对地表水环境的影响较小。

（2）施工人员生活污水影响分析

本项目输电线路临时施工生活采用租用沿线民房的方式解决，不单独设置。各施工营地产生的生活污水主要是施工人员在施工营地产生的洗漱废水、粪便污水等，为间歇式排放。利用当地民房已有的生活污水处理设施进行处理，不外排。采取上述措施后，生活污水对地表水环境不产生污染影响。

6 运行期环境影响评价

6.1 电磁环境影响预测与评价

根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ 24-2020），本项目变电站电磁环境影响预测采用类比监测的方式；输电线路电磁环境影响预测采用类比监测和模式预测相结合的方式；本项目 500kV 交流输电线路与其他 330kV 及以上电压等级的交流输电线路的交叉跨越和并行分别采用类比监测和模式预测的方式。

6.1.1 变电站电磁环境影响分析

6.1.1.1 类比变电站的选择

变电工程电磁环境影响的主要因素为建设规模、电压等级、总平面布置形式、占地面积、架线型式、电气形式、母线形式、环境条件及运行工况应与本项目类似，且已通过竣工环境保护验收的变电工程。

为预测本期苗山 500kV 开闭站运行产生的工频电场、工频磁场对站址周围电磁环境的影响，选取本项目前期工程神头 500kV 开关站作为类比对象（类比监测数据来源：山西明朗检测科技有限公司-《山西北部 500kV 电网完善工程和神二电厂 3#、4#机组接入朔州变工程竣工环境保护验收调查报告电磁环境质量现状监测报告》）。类比对象可比性分析结果件见表 6.1-1。

表 6.1-1　本项目开关站及类比变电站可比性分析表

项目	苗山 500kV 开闭站	神头 500kV 开闭站前期工程（类比）	可比性分析
电压等级	500kV	500kV	相同
高抗容量	4×150Mvar	4×150Mvar	一致
总平面布置	采用户外布置	采用户外布置	一致
500kV 出线	8 回（北出线：华能山阴电厂II线、华能山阴电厂 I 线、雁同II线、雁同 I 线；南出线：忻州 I 线、忻州II线、朔州 I 线、朔州II线）	8 回（北出线：雁同II线、雁同 I 线；南出线：忻州 I 线、忻州II线、保北 I 线、保北Ⅱ线、朔州 I 线、朔州II线）	神头 500kV 开闭站前期工程南出线保北 I 线、保北Ⅱ线目前已停运，本期项目扩建后 500kV 出线规模与前期工程保持一致
电气形式	户外 GIS 设备	户外 GIS 设备	一致
围墙内占地面积	总占地面积 1.9366hm^2，围墙内占地面积 1.5531hm^2	总占地面积 1.9366hm^2，围墙内占地面积 1.5531hm^2	一致

综上所述，神头 500kV 开关站（前期工程）与本项目开关站间隔扩建后电压等级、高

压并联电抗器台数及容量、电气设备布置方式、500kV 出线回数等方面一致，选用神头500kV 开关站（前期工程）的类比监测结果来预测分析本期苗山 500kV 开关站的电磁环境影响是合理的，可以反映出本项目建成后对周围电磁环境的影响程度。

6.1.1.2 类比监测因子

工频电场、工频磁场

6.1.1.3 监测方法、监测仪器及监测单位

（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

监测仪器见表所示。

表 6.1-2　监测使用的仪器信息一览表

监测项目	仪器名称	年检有效期	检定部门
工频电场、工频磁场	NBM-550场强仪（MLJC-C043）+EHP50F（探头）	至 2021.12.30	中国计量科学研究院

6.1.1.4 监测布点

1）监测点

根据开关站的平面布置示意图及 500kV 出线情况，在开关站四周均匀布点监测；在500kV 出线侧监测点离线路边导线距离不小于 20m；在围墙外 5m、地面 1.5m 高度处设置工频电场、工频磁场监测点；

2）断面监测

选择在开关站南侧围墙外 5m、地面 1.5m 高度处的工频电场、工频磁场监测值最大值处为起点，在垂直于围墙的方向上进行开关站衰减断面监测监测，监测点间距 5m，顺序测至距离围墙 50m 处止。

监测布点见图 6.1-1，苗山 500kV 开闭站总平面布置示意图见图 6.1-2。



图 6.1-1 苗山 500kV 开闭站监测布点示意图

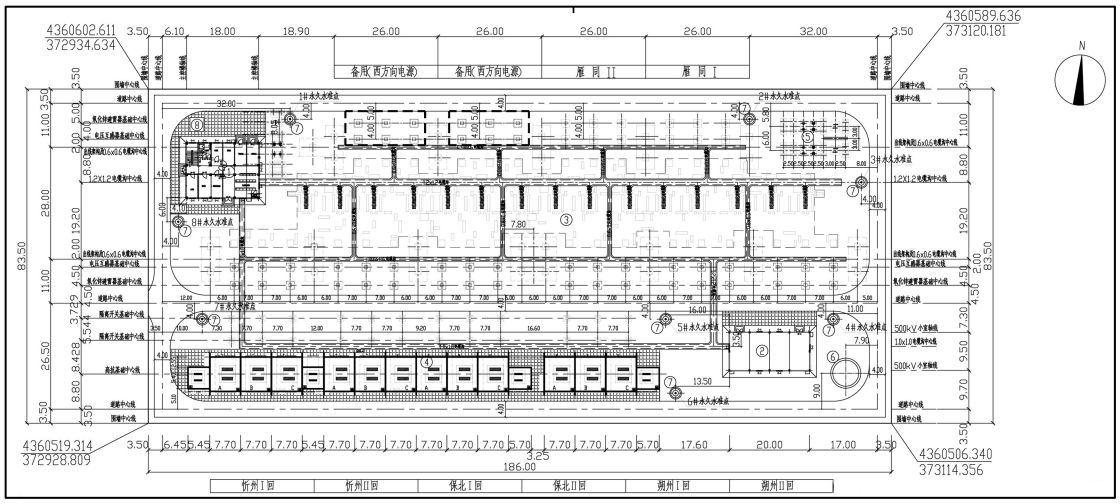


图 6.1-2 苗山 500kV 开闭站平面布置示意图

6.1.1.5 监测条件及运行工况

1）监测条件

2021 年 12 月 24 日~2021 年 12 月 25 日，晴，-10℃~5℃，相对湿度 30%~35%，风速 0.7m/s~0.8m/s。

2）运行工况

类比对象监测期间开关站运行工况见表 6.1-3。

表 6.1-3 神头 500kV 变电站工程验收监测工况负荷情况

监测时间	线路名称	工况参数			
		电压/kV	电流/A	有功功率	无功功率

				（MW）	（MW）
2021年12月24日	500kV 神朔I回	304.37/303.30/303.13	729.58/671.45/666.30	622.81	96.93
	500kV 神朔Ⅱ回	303.57/303.35/303.00	675.97/666.86/721.13	616.73	132.85
	500kV 神雁Ⅰ回	303.90/303.60/303.25	1384.22/1406.40/1464.99	1283.86	114.61
	500kV 神雁II回	304.03/303.18/303.11	1515.80/1561.94/1466.79	1371.06	117.32
	500kV 神忻Ⅰ回	304.21/303.17/303.40	781.44/768.97/792.58	709.42	95.38
	500kV 神忻II回	304.15/303.45/302.98	782.89/778.26/785.75	710.25	94.92
	500kV 神保Ⅰ回	304.11/303.43/303.33	1323.56/1356.13/1371.04	1226.78	52.49
	500kV 神保II回	304.22/303.28/303.28	1351.01/1367.49/1339.90	1227.04	54.71
2021年12月25日	500kV 神朔I回	304.47/302.89/303.05	744.21/684.21/674.93	622.87	97.30
	500kV 神朔Ⅱ回	303.53/303.03/302.95	685.92/676.70/729.81	624.98	122.60
	500kV 神雁Ⅰ回	303.94/303.35/303.24	1376.61/1400.56/1458.27	1273.04	103.45
	500kV 神雁II回	304.08/302.82/303.12	1506.59/1552.54/1460.58	1358.41	105.99
	500kV 神忻Ⅰ回	304.22/303.03/303.39	746.55/737.19/756.94	674.40	90.12
	500kV 神忻II回	304.19/303.15/302.97	747.98/745.96/750.54	676.13	90.75
	500kV 神保Ⅰ回	303.99/303.14/303.30	1365.67/1395.27/1410.01	1262.16	42.53
	500kV 神保II回	304.12/302.93/303.21	1388.90/1403.64/1375.91	1262.57	43.81

6.1.1.6 类比监测结果与分析

神头 500kV 开关站四周及衰减断面处电磁环境监测结果见表 6.1-4。

表 6.1-4　神头 500kV 开关站四周及衰减断面处电磁环境监测结果表

监测点位		监测结果	
类型	位置	电场强度（V/m）	磁感应强度（μT）
监测点	东侧围墙外 5m 处	381.4	0.6131
	南侧围墙外 5m 处	865.9	1.537
	西侧围墙外 5m 处	458.9	0.9586
	北侧围墙外 5m 处	250.9	0.4328
	神雁 I、II 回改接线路出线间隔处	1630	1.643
	神忻 I、II 回改接线路出线间隔处	1721	1.712
	神保 I、II 回改接线路出线间隔处	1886	1.986
	神头开关站至朔州 500kV 线路出线间隔处	1542	1.886
衰减断面	开关站南侧衰减断面距围墙 5m	802.3	1.532
	开关站南侧衰减断面距围墙 10m	626.5	1.402
	开关站南侧衰减断面距围墙 15m	561.8	1.268
	开关站南侧衰减断面距围墙 20m	520.3	1.090
	开关站南侧衰减断面距围墙 25m	480.4	0.8249
	开关站南侧衰减断面距围墙 30m	439.5	0.7424
	开关站南侧衰减断面距围墙 35m	388.2	0.7126
	开关站南侧衰减断面距围墙 40m	285.9	0.6752
	开关站南侧衰减断面距围墙 45m	192.3	0.6423
	开关站南侧衰减断面距围墙 50m	177.4	0.5354

从表 6.1-4 可以看到，神头 500kV 开关站四周站界围墙外 5m、地面 1.5m 高度处的电场强度为 250.9V/m~865.9V/m，磁感应强度为 0.4328μT~1.537μT；神头 500kV 开关站衰减断面地面 1.5m 处工频电场强度为 177.4V/m~802.3V/m，工频磁感应强度为 0.5354μT~1.532μT；监测结果均满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）规定的公众曝露限值工频电场强度 4000V/m、工频磁感应强度 100μT 控制限值。

根据上述类比监测结果分析，可以预计本期苗山 500kV 开闭站间隔扩建工程运行后产生的电场强度、磁感应强度均满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中控制限值要求。

6.1.2 输电线路电磁环境影响分析

6.1.2.1 输电线路类比评价

（1）类比线路的选择

本项目新建华能山阴电厂～苗山开闭站 500kV 线路工程采用单回路、同塔双回路混合方式架设；原崇福电厂～神二电厂 500kV 双回线路加高改造工程采用同塔双回路架设。

本次类比对象选择电压等级、架线方式、导线型号、导线排序方式、相间距离、线高等相同或相似，运行稳定、环境条件等线路工程。

本项目拟建 500kV 输电线路采用同塔双回架设和单回架设。根据上述类比原则，本次环评分别选取 500kV 密州 I、II 线 81#~82#塔间同塔双回输电线路、500kV 长久 I 线单回输电线路作为本项目单回路、同塔双回路的类比监测对象。

单回线路类比监测数据来源：《山西长治 500kV 长久 I 线、500kV 长久 II 线/III 线、1000kV 湛长 I 线衰减断面电磁环境及噪声》（博环检（电磁电力）字（2023）第 09 号）；同塔双回线路类比监测数据来源：《潍坊 1000kV 特高压站 500kV 送出工程竣工环境保护验收检测》（鲁波辐检(WT)字 2018 第 3455 号）。

本项目输电线路与类比对象的可比性分析见表 6.1-5。

表 6.1-5　本项目线路与类比对象相关情况比较一览表

项目	本项目单回路段	500kV 长久 I 线 6#~7#塔间	本项目同塔双回路段	500kV 密州 I、II 回 81#~82#塔间
电压等级	500kV	500kV	500kV	500kV
导线排列	水平排列/三角排列	水平排列	垂直排列	垂直排列
导线弧垂距离	线路经过耕地等场所时≥11m	19.7m	线路经过敏感目标等场所时≥19m	17m
导线型号	4×JL3/G1A-630/45	4×JL/G1A-400/35	4×JL3/G1A-630/45	4×JL/G1A-630/45

导线截面（mm^2）	4×630	4×400	4×630	4×630
分裂间距（mm）	500	450	500	500
周围地形	低山丘陵	低山丘陵	低山丘陵	低山丘陵
运行工况	--	见表 6.1-8	--	见表 6.1-8

本期类比线路选择的合理性分析如下：

①电压等级

本期拟建线路和类比线路的电压等级均为 500kV，根据电磁环境影响分析，电压等级是影响电磁环境的首要因素。

②架设型式

本项目拟建线路采用单回架设和同塔双回路架设两种架设方式，选取单回和双回路类比对象与本项目的回路数和架设方式相同，具有很好的可比性。

③导线型号、导线排列

本期 500kV 单回架设线路导线型号、分裂数与类比对象相同，导线直径和分裂间距略大于类比对象；本期同塔双回线路与类比对象导线型号类似，导线分裂数、分裂间距、导线直径相同，类比线路与本期线路基本相似，具有很好的可比性。

④导线弧垂距离

类比线路导线对地高度与本项目新建线路存在一定差异（表中类比线路导线高度为监测断面处的实际架设高度，本项目新建线路高度为根据《110kV～750kV 架空输电线路设计规范》（GB 50545-2010）规定的导线对地最低高度，进行模式预测后得出的最低高度），因此类比线路的类比监测结果虽不能完全反映本项目线路可能产生的最大电磁环境影响，但可以反映出输电线路下工频电场强度、工频磁感应强度的分布规律。

⑤环境条件

本期线路与类比线路沿线地形均较平坦，地形情况类似。地形对周围电磁环境影响不大。

综上所述，类比对象与本项目新建线路的电压等级、架设方式、导线排列方式均相同，导线型号相似，因此，类比对象的选择合理，可以通过类比对象的监测结果对本项目线路投运后产生的电磁环境进行类比预测。

（2）类比监测因子

工频电场、工频磁场

（3）监测条件及运行工况

单回线路类比监测单位是江苏博环检测技术有限公司（CMA111012340054）；

同塔双回线路类比监测单位为山东省波尔辐射环境技术中心（CMA161512340255）。

表 6.1-7　类比线路监测仪器相关信息

类比线路工程	仪器名称	检定有效期	仪器编号	测量范围
500kV 长久 I 线 6#~7#塔间	电磁辐射分析仪 LF-04/SEM-600	至 2023 年 8 月 9 日	I-1562/D-1562	电场强度：5mV/m~100kV/m；磁场强度：1nT~10mT
500kV 密州 I、II 回 81#~82#塔	EFA-300	至 2019 年 3 月 29 日	JC03-02-2014	工频电场测量范围：0.14V/m～100kV/m 工频磁场测量范围：0.8nT～31.6mT

表 6.1-8　类比线路监测期间工况负荷情况

类比线路工程	日期	工况
500kV 长久 I 线 6#~7#塔间	2023 年 2 月 17 日	500kV 长久 I 线：电压 529kV、电流 431A、功率 382MW
500kV 密州 I、II 回 81#~82#塔	2018 年 12 月 17 日	500kV 密州 I 线路：电压 524kV~534kV、电流 130A~400A； 500kV 密州 II 线路：电压 524kV~534kV、电流 120A~402A。

表 6.1-9　监测时间和监测环境条件

类比线路	监测时间	天气	温度（℃）	湿度（%）	风速（m/s）
500kV 长久 I 线 6#~7#塔间	2023 年 2 月 17 日	多云	3~7	37~39	1.3~1.6
500kV 密州 I、II 回 81#~82#塔	2018 年 12 月 17 日	晴	2~7	42~57	1.9~2.8

（4）监测方法

《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》（HJ681-2013））规定的监测方法。

（5）监测布点

单回架设：以档距中央导线弧垂最大处线路中心的地面投影点为测试原点，沿垂直于线路方向进行，监测至与线路走廊中心距离 65m 处，测点间距为 1m、5m，分别测量离地 1.5m 处的工频电场强度、工频磁感应强度。

同塔双回架设：线路弧垂较低处布设监测断面，以导线档距中央弧垂最低位置的横截面方向上，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，间距 5m 布设监测点，测至距线路两杆塔中央连线 55m 为止。在监测值最大值附近间距不大于 1m。

（6）类比监测结果及分析

1）500kV 单回线路

500kV 长久 I 线 6#~7#塔间线路类比监测结果见表 6.1-10，结果趋势图见图 6.1.6。

表 6.1-10　500kV 长久 I 线 6#~7#塔间线路工频电场、工频磁场监测结果

编号	监测点位	工频电场强度（kV/m）	工频磁感应强度（μT）
1	距线路走廊中心线地面投影外 0m	1.304	0.506
2	距线路走廊中心线地面投影外 5m	1.959	0.734
3	距线路走廊中心线地面投影外 10m	2.789	0.998
4	距线路走廊中心线地面投影外 11m	2.925	1.053
5	距线路走廊中心线地面投影外 12m	3.014	1.094
6	距线路走廊中心线地面投影外 13m	3.120	1.159
7	距线路走廊中心线地面投影外 14m	3.218	1.215
8	距线路走廊中心线地面投影外 15m	3.288	1.252
9	距线路走廊中心线地面投影外 16m	3.346	1.291
10	距线路走廊中心线地面投影外 17m	3.367	1.342
11	距线路走廊中心线地面投影外 18m	3.357	1.368
12	距线路走廊中心线地面投影外 19m	3.281	1.271
13	距线路走廊中心线地面投影外 20m	3.201	1.019
14	距线路走廊中心线地面投影外 25m	2.821	0.981
15	距线路走廊中心线地面投影外 30m	2.352	0.794
16	距线路走廊中心线地面投影外 35m	1.916	0.508
17	距线路走廊中心线地面投影外 40m	1.453	0.487
18	距线路走廊中心线地面投影外 45m	1.079	0.323
19	距线路走廊中心线地面投影外 50m	0.826	0.288
20	距线路走廊中心线地面投影外 55m	0.608	0.266
21	距线路走廊中心线地面投影外 60m	0.387	0.195
22	距线路走廊中心线地面投影外 65m	0.214	0.181

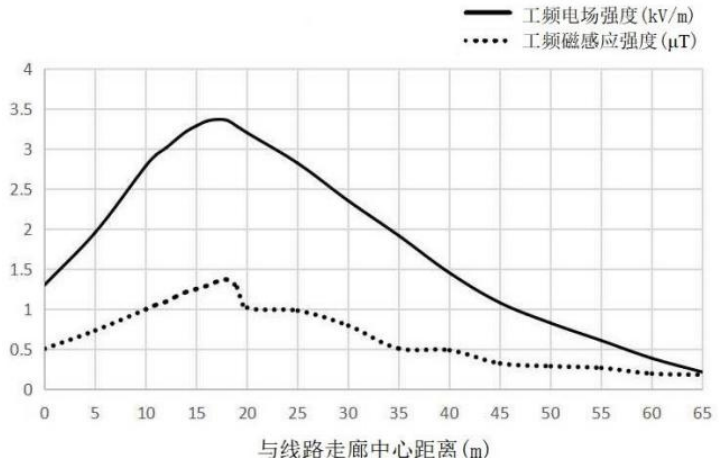


图 6.1-6　500kV 长久 I 线 6#~7#塔间线路工频电场、工频磁场变化趋势图

由表6.1-10类比监测结果可知，500kV长久I线导线最大垂弧处导线最低高度为19.7m，最大边相导线距离线路中心距离 12.0m，工频电场强度最大值出现在距离线路走廊中心 17m 处，为 3.367kV/m，满足工频电场强度公众曝露限值 4000V/m 的要求；工频磁感应强度最大值出现在距离线路走廊中心 18m 处，为 1.368μT，小于 100μT 的公众曝露控制限值

要求。

根据类比监测工况，500kV 长久 I 线监测期间最大电流 431A，工频磁感应强度最大值为 1.368μT。推算到本项目设计输送功率、额定电流（3380A）情况下，工频磁感应强度约为监测条件下的 7.84 倍，即工频磁感应强度最大值为 10.725μT。因此，即使是在设计最大输送功率情况下，本项目 500kV 单回输电线路运行时的工频磁感应强度亦能满足相应标准限值要求。

从表 6.1-10 和图 6.1-6 类比监测结果分析，500kV 单回输电线路投运后在电磁环境保护目标处工频电场强度、工频磁感应强度均满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中的限值要求。

2）500kV 同塔双回线路

500kV 密州 I、II 回 81#~82#塔间线路类比监测结果见表 6.1-11，结果变化趋势见示意图 6.1-7、图 6.1-8。

表 6.1-11　500kV 密州 I、II 回 81#~82#塔间线路工频电场、工频磁场监测结果

编号	监测点位		工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT)
1	500kV 密州 I、II 回 81#~82#塔（导线对地高度 17m）	0m	5382	2.152
2		1m	5761	2.177
3		2m	5542	2.246
4		3m	5253	2.178
5		4m	4981	2.142
6		5m	4703	2.111
7		6m	4492	2.096
8		7m	4134	2.073
9		10m	3410	1.983
10		15m	2643	1.638
11		20m	1247	1.452
12		25m	843.9	1.360
13		30m	394.3	1.105
14		35m	192.5	0.852
15		40m	89.86	0.594
16		45m	35.23	0.336
17		50m	16.69	0.185
18		55m	9.864	0.121

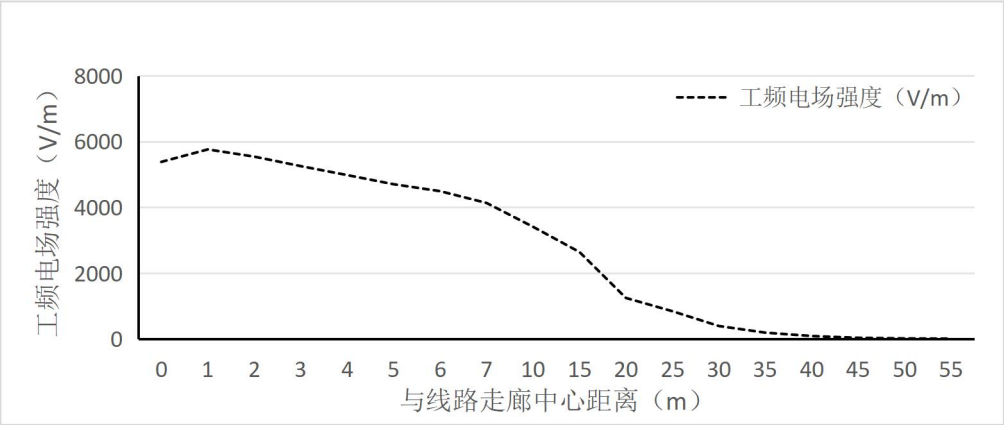


图 6.1-7　500kV 密州 I、II 线路工频电场强度变化趋势示意图

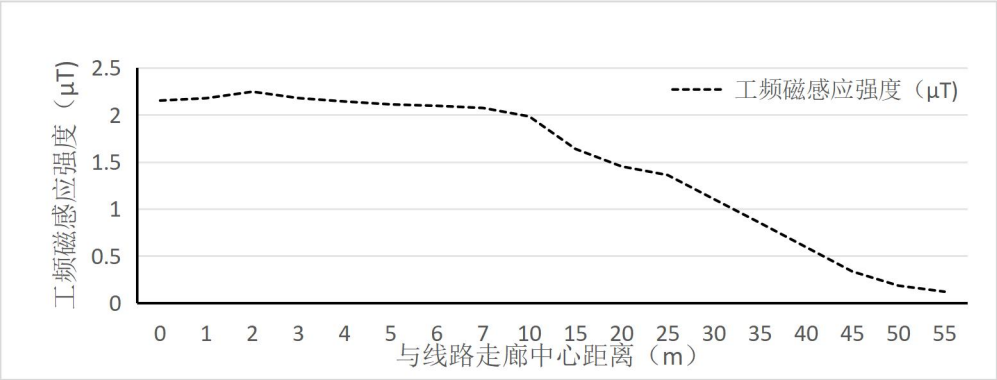


图 6.1-8　500kV 密州 I、II 线路工频磁感应强度变化趋势示意图

500kV 密州 I、II 线路导线最大垂弧处导线最低高度为 17m，工频电场强度为最大值出现在线路走廊中心 1m 处，为 5.761kV/m，满足架空输电线下的耕地、园地等场所电场强度控制限值 10kV/m 的要求，距离线路走廊 10m 及以外满足工频电场强度公众曝露限值 4000V/m 的要求；工频磁感应强度为（0.121~2.246）μT，最大值出现在距离线路走廊中心 2m 处，为 2.246μT，小于 100μT 的公众曝露控制限值要求。

依据《环境影响评价技术导则 输变电》(HJ24-2020)附录 D，工频磁感应强度与线路运行电流呈线性关系，类比线路 500kV 密州 I 线路监测期间最大电流 400A，500kV 密州 II 线路监测期间最大电流 402A，工频磁感应强度最大值为 2.246μT，占额定输送电流的 8.47%。由此可推算达设计额定负荷时，工频磁感应强度最大值为 26.517μT，仍将低于《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）规定的工频磁感应公众曝露控制限值 100μT。

根据类比分析结果，本项目输电线路运行产生的工频电场和工频磁场能满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中控制限值要求，并呈现与输电线路距离增加，工频电场强度和工频磁感应强度逐渐减小的趋势。

（7）模式复核及分析

①500kV 单回线路

由于工频电场为输电线路主要环境影响因子，工频磁场一般不会出现超标现象，故根据据 500kV 长久 I 线的运行参数进行工频电场强度理论计算，并对工频电场强度的类比监测值与理论预测值进行分析比较，比较结果见表 6.1-12。

表 6.1-12　500kV 长久 I 线监测结果与理论计算预测结果分析比较

与线路走廊中心地面投影点距离（m）	监测结果（kV/m）	预测结果（kV/m）	监测结果占预测结果比例
0	1.304	1.798	72.52%
5	1.959	2.269	86.34%
10	2.789	3.221	86.59%
11	2.925	3.381	86.51%
12	3.014	3.518	85.67%
13	3.120	3.625	86.07%
14	3.218	3.700	86.07%
15	3.288	3.743	87.84%
16	3.346	3.753	89.16%
17	3.367	3.734	90.17%
18	3.357	3.687	91.05%
19	3.281	3.616	90.74%
20	3.201	3.525	90.81%
25	2.821	2.898	97.34%
30	2.352	2.227	105.61%
35	1.916	1.672	114.59%
40	1.453	1.255	115.78%
45	1.079	0.951	113.46%
50	0.826	0.732	112.84%
55	0.608	0.572	106.29%
60	0.387	0.454	85.27%
65	0.214	0.295	72.54%

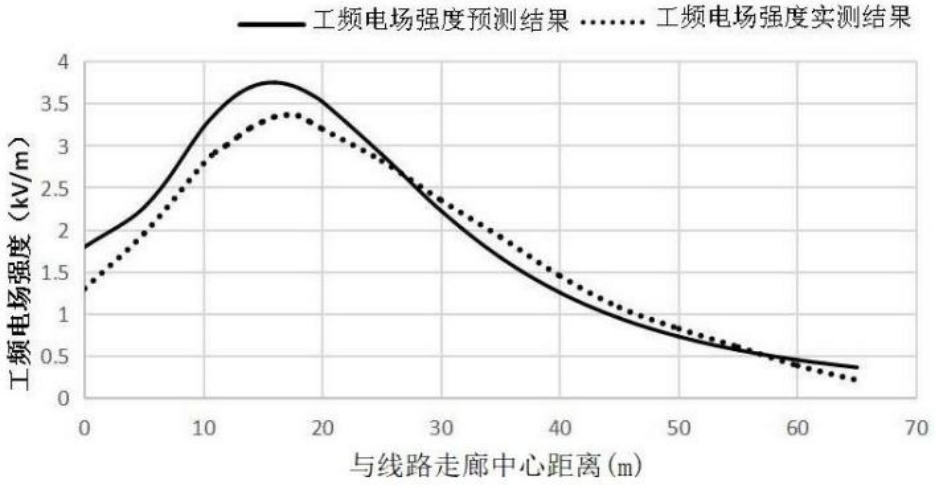


图 6.1-9　500kV 长久 I 线线路类比监测与理论计算比较示意图

由表 6.1-12 及图 6.1-9 可知，在 500kV 长久 I 线线路监测断面，从线路走廊中心地面投影点 0m~65m 处，工频电场强度均小于 4000V/m，实测结果占理论预测结果比例在 72.52%~115.78%。类比监测结果与理论计算结果基本相吻合，反映了工频电场强度的衰减规律是合理的。因此，用理论预测结果来反映 500kV 单回输电线路产生工频电场强度、工频磁感应强度对周围环境的影响可行的。

②500kV 同塔双回线路

由于工频电场为输电线路主要环境影响因子，工频磁场一般不会出现超标现象，故根据 500kV 密州 I、II 回 81#~82#线路的运行参数进行工频电场强度理论计算，并对工频电场强度的类比监测值与理论预测值进行分析比较，比较结果见表 6.1-13。

表 6.1-13　500kV 密州 I、II 回线路监测结果与理论计算预测结果分析比较

与线路走廊中心地面投影点距离（m）	监测结果（kV/m）	预测结果（kV/m）	预测结果与实测结果比较
0	5.382	7.162	实测值更小
1	5.761	7.162	实测值更小
2	5.542	7.162	实测值更小
3	5.253	7.157	实测值更小
4	4.981	7.144	实测值更小
5	4.703	7.116	实测值更小
6	4.492	7.066	实测值更小
7	4.134	6.987	实测值更小
10	3.410	6.529	实测值更小
15	2.643	5.054	实测值更小
20	1.247	3.289	实测值更小
25	0.844	1.865	实测值更小
30	0.394	0.922	实测值更小
35	0.193	0.371	实测值更小
40	0.090	0.194	实测值更小
45	0.035	0.293	实测值更小
50	0.017	0.378	实测值更小
55	0.010	0.421	实测值更小

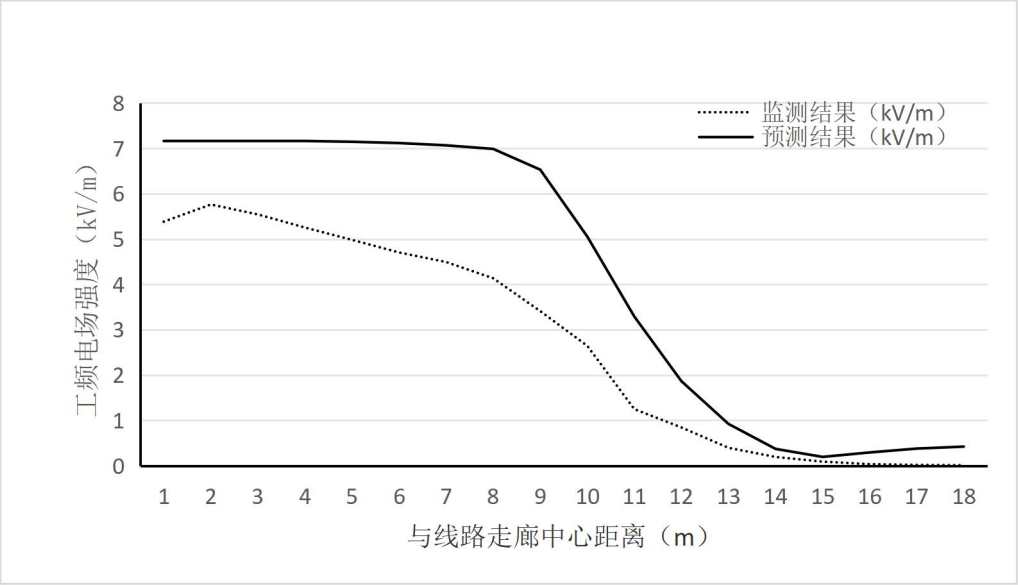


图 6.1-10　双回线路类比监测与理论计算比较曲线图

由表 6.1-13 及图 6.1-10 可知，，在 500kV 密州 I、II 回线路监测断面，从线路走廊中心地面投影点 0m~55m 处，工频电场强度均小于 10kV/m，类比监测结果与理论计算结果衰减趋势基本相吻合，反映了工频电场强度的衰减规律是合理的。因此，用理论预测结果来反映 500kV 双回输电线路产生工频电场强度、工频磁感应强度对周围环境的影响可行的。同时类比 500kV 双回线路导线对地高度为 17m，在经过电磁环境敏感目标等公众暴露区域时，不满足公众曝露限值 4000V/m 的要求，应相应提高导线对地高度。

6.1.2.2 模式预测及评价

（1）预测因子

预测因子为工频电场和工频磁场。

（2）预测模式

本次评价采用《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，进行运行期输电线路工频电场、工频磁场的影响预测。

①电场强度——单位长度导线下等效电荷的计算

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

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

多导线线路中导线上的等效电荷由下列矩阵方程计算：

$$\begin{bmatrix} U_1 \\ U_2 \\ \vdots \\ U_m \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \lambda_{11} & \lambda_{12} \cdots & \lambda_{1m} \\ \lambda_{21} & \lambda_{22} \cdots & \lambda_{2m} \\ \vdots & & \\ \lambda_{m1} & \lambda_{m2} \cdots & \lambda_{mm} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Q_1 \\ Q_2 \\ \vdots \\ Q_m \end{bmatrix}$$

式中：

U—各导线对地电压的单列矩阵；

Q—各导线上等效电荷的单列矩阵；

λ—各导线的电位系数组成的 m 阶方阵（m 为导线数目）。

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

由等效电荷产生的电场计算：为计算地面电场强度的最大值，通常取设计最大弧垂时导线的最小对地高度。当各导线单位长度的等效电荷量求出后，空间任意一点的电场强度可根据叠加原理计算得出，在（x，y）点的电场强度分量 Ex 和 Ey 可表示为：

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

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

式中：

xi、yi—导线 i 的坐标（i=1、2、…m）；

m—导线数目；

Li、Li′—分别为导线 i 镜像至计算点的距离，m。

②磁感应强度

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

导线下方 A 点处的磁场强度：

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

式中：

I—导线 i 中的电流值，A；

h—计算 A 点距导线的垂直高度，m；

L—计算 A 点距导线的水平距离，m。

（3）预测工况及环境条件的选取

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

①典型杆塔的选取

电磁环境理论预测根据水平相间距越大、工频电磁场影响越大的原则，选择计算结果最保守的塔型，计算出的数据是最不利的电磁场分布情况，可代表全线其他塔型的电磁场分布。

因此本项目线路工频电场和工频磁场计算时，新建 500kV 单回路（水平排列）选取 500-MD21D-ZBC4 塔型，500kV 单回路（三角排列）选取 500-MD21D-JC4K 塔型，新建 500kV 双回路选取 500-MD21S-ZK 塔型作为计算塔型。

②导线对地距离和相序排列

根据《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》（GB50545-2010）的要求和本项目设计资料中导线距地最低高度要求，500kV 线路导线与耕地等场所的地面距离不小于 11m。因本项目尚处于可研阶段，新建 500kV 线路经过耕地等区域的最新线高尚未确定，本次评价输电线路按经过以上区域的高度控制要求进行预测，不能满足标准时，对导线对地高度进行抬高。

根据设计资料，新建 500kV 双回架空线路导线相序采用垂直排列逆相序（ABC-CBA），新建 500kV 单回线路导线采用水平排列和三角排列。

③预测情景设置

情景 1：新建 500kV 同塔双回路段；

情景 2：新建 500kV 单回路段（水平排列）；

情景 3：新建 500kV 单回路段（三角排列）。

④理论计算参数选取

根据本项目输电线路设计资料，理论计算参数选取见表 6.1-13。

（4）预测结果及评价

1）本期拟建 500kV 同塔双回线路

①工频电场、工频磁场计算结果

本项目 500kV 同塔双回输电线路运行后产生的工频电场、工频磁场预测结果见表 6.1-14，线路运行产生的工频电场强度变化趋势见示意图 6.1-10，线路运行产生的工频磁感应强度变化趋势见示意图 6.1-11。

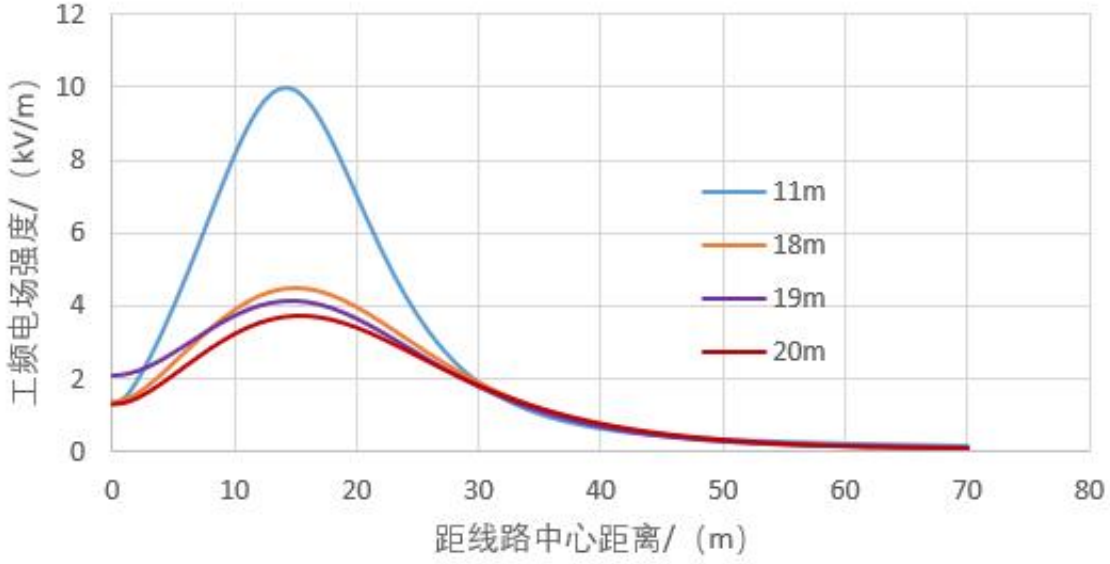
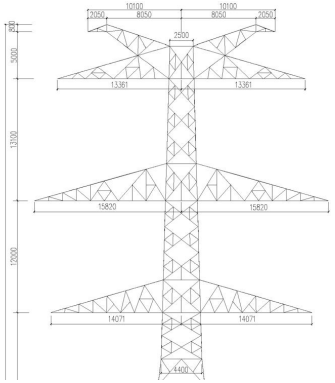
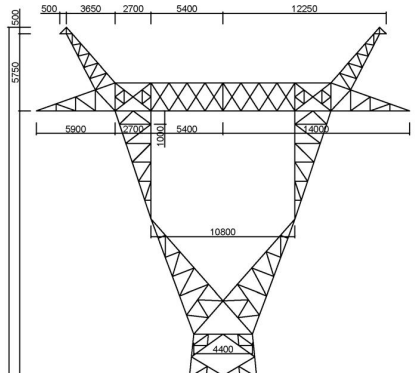
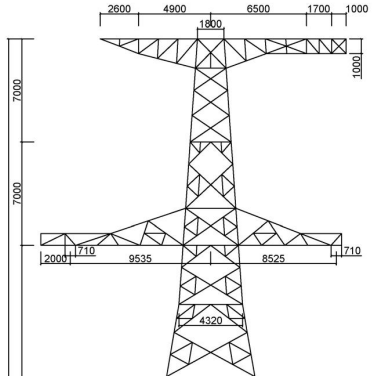


图 6.1-10　500kV 同塔双回线路工频电场强度变化趋势示意图

表 6.1-13　本项目架空线路理论计算参数表

项目	情景①	情景②	情景③
导线排列方式	垂直排列（逆相序）	水平排列	三角排列
导线型号	4×JL3/G1A-630/45	4×JL3/G1A-630/45	4×JL3/G1A-630/45
分裂间距	500mm	500mm	500mm
分裂数	4	4	4
导线半径	16.9mm	16.9mm	16.9mm
预测电压	500kV	500kV	500kV
预测电流	4748A/相	4748A/相	4748A/相
计算杆塔	 500-MD21S-ZK	 500-MD21D-ZBC4	 500-MD21D-JC4K
相间距（预测点坐标）	上 A（-13.36，h+25.1）， 上 C（13.36，h+25.1） 中 B（-15.82，h+12.0）， 中 B（15.82，h+12.0） 下 C（-14.07，h）， 下 A（14.07，h）	A（-14.0，h），B（0，h），C（14.0，h）	A（-9.75，h），B（0，7.0+h），C（7.1，h）
下相线导线对地最小距离	输电线路评价范围内无电磁敏感目标,按设计规范中架空线路经过耕地等场所 11m 算（不能满足标准时，计算抬高高度）		
预测点高度	1.5m		

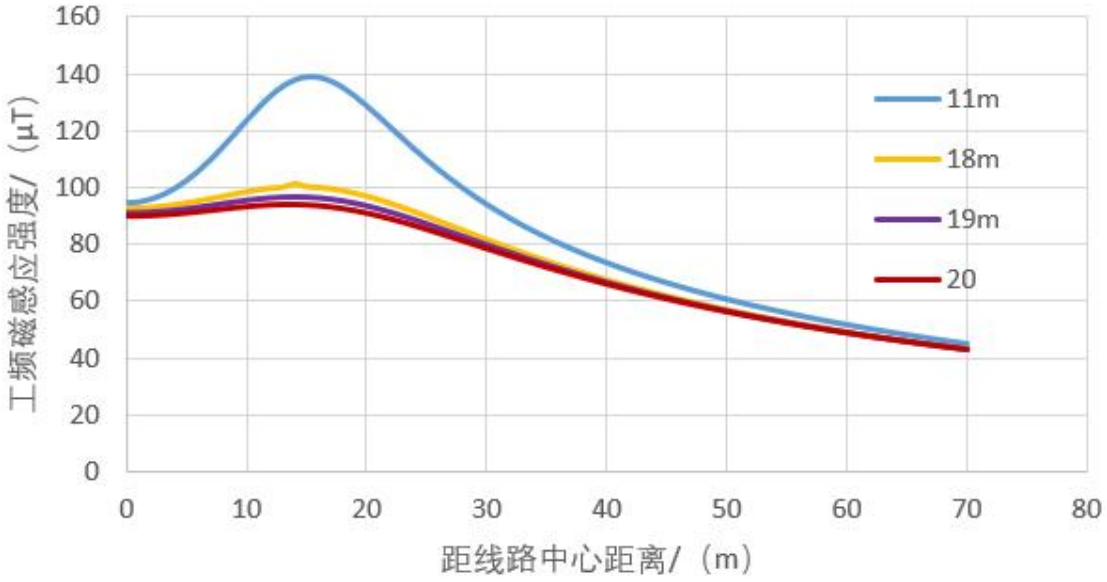


图 6.1-11　500kV 同塔双回线路工频磁感应强度变化趋势示意图

表 6.1-14　本项目 500kV 同塔双回输电线路运行产生的工频电场、工频磁感应强度预测结果

距线路走廊中心距离（m）	工频电场强度（kV/m）				工频磁感应强度（μT）			
	11m	18m	19m	20m	11m	18m	19m	20m
0	1.32	1.37	2.09	1.30	94.47	92.46	91.12	89.70
1	1.50	1.43	2.12	1.34	94.79	92.54	91.19	89.75
2	1.96	1.60	2.21	1.47	95.76	92.78	91.37	89.89
3	2.56	1.84	2.35	1.65	97.37	93.17	91.68	90.13
4	3.25	2.13	2.52	1.87	99.61	93.69	92.09	90.45
5	4.00	2.44	2.72	2.10	102.48	94.34	92.59	90.84
6	4.80	2.75	2.93	2.35	105.93	95.07	93.16	91.27
7	5.64	3.06	3.15	2.59	109.91	95.86	93.77	91.74
8	6.50	3.36	3.36	2.82	114.31	96.68	94.40	92.21
9	7.35	3.64	3.56	3.03	119.00	97.49	95.01	92.66
10	8.15	3.88	3.74	3.23	123.76	98.25	95.57	93.07
11	8.87	4.09	3.89	3.39	128.34	98.92	96.06	93.41
12	9.44	4.26	4.01	3.52	132.43	99.46	96.44	93.66
13	9.82	4.38	4.09	3.62	135.72	99.83	96.68	93.79
14	9.98	4.45	4.14	3.69	137.97	101.02	96.76	93.80
15	9.90	4.48	4.14	3.72	139.01	99.99	96.67	93.66
16 边导线	9.60	4.45	4.11	3.71	138.81	99.75	96.40	93.37
17	9.11	4.38	4.04	3.67	137.48	99.28	95.95	92.93
18	8.48	4.27	3.94	3.60	135.19	98.60	95.32	92.34
19	7.76	4.12	3.81	3.51	132.17	97.73	94.53	91.61
20	7.01	3.95	3.65	3.39	128.67	96.67	93.58	90.75
21	6.26	3.76	3.48	3.25	124.89	95.46	92.50	89.77
22	5.54	3.55	3.29	3.10	120.98	94.13	91.30	88.69
23	4.87	3.33	3.09	2.94	117.08	92.69	90.02	87.53

24	4.27	3.10	2.89	2.78	113.27	91.18	88.65	86.30
25	3.73	2.88	2.69	2.61	109.59	89.61	87.24	85.01
26	3.25	2.67	2.49	2.44	106.08	88.01	85.79	83.69
27	2.83	2.46	2.30	2.27	102.76	86.39	84.31	82.34
28	2.47	2.26	2.12	2.11	99.62	84.76	82.82	80.97
29	2.16	2.07	1.94	1.96	96.66	83.15	81.34	79.60
30	1.90	1.89	1.78	1.81	93.88	81.55	79.86	78.24
31	1.67	1.73	1.62	1.67	91.25	79.98	78.40	76.88
32	1.47	1.57	1.48	1.53	88.79	78.44	76.97	75.54
33	1.31	1.43	1.35	1.41	86.46	76.94	75.56	74.22
34	1.17	1.30	1.22	1.30	84.26	75.47	74.18	72.92
35	1.05	1.19	1.11	1.19	82.18	74.04	72.83	71.65
36	0.94	1.08	1.01	1.09	80.21	72.65	71.52	70.41
37	0.85	0.98	0.92	1.00	78.35	71.30	70.23	69.19
38	0.78	0.89	0.83	0.91	76.57	69.99	68.99	68.00
39	0.71	0.81	0.75	0.84	74.88	68.72	67.78	66.85
40	0.65	0.74	0.68	0.77	73.27	67.49	66.60	65.72
41	0.60	0.67	0.62	0.70	71.73	66.30	65.45	64.63
42	0.56	0.62	0.56	0.64	70.26	65.14	64.34	63.56
43	0.52	0.56	0.51	0.59	68.85	64.02	63.26	62.52
44	0.49	0.51	0.47	0.54	67.50	62.93	62.21	61.51
45	0.46	0.47	0.43	0.50	66.20	61.88	61.20	60.53
46	0.43	0.43	0.39	0.45	64.95	60.86	60.21	59.57
47	0.41	0.40	0.36	0.42	63.76	59.87	59.25	58.64
48	0.39	0.36	0.33	0.38	62.60	58.90	58.31	57.73
49	0.37	0.34	0.30	0.35	61.49	57.97	57.40	56.85
50	0.35	0.31	0.28	0.33	60.41	57.06	56.52	55.99
55	0.29	0.22	0.19	0.22	55.56	52.89	52.46	52.03
60	0.24	0.16	0.14	0.16	51.41	49.26	48.90	48.55
65	0.21	0.13	0.11	0.12	47.83	46.06	45.76	45.48
70	0.18	0.11	0.09	0.10	44.71	43.23	42.98	42.74
最大值	9.98	4.48	4.14	3.72	139.01	101.02	96.76	93.80

②预测结果分析

由表 6.1-14 和图 6.1-10~6.1-11 可知，本工程 500kV 同塔双回线路导线采用逆相序排列，线路经过耕地等场所时，导线对地高度 11m，地面 1.5m 高度处的工频电场强度最大值为 9.98kV/m、工频磁感应强度最大值为 139.01μT，不能满足耕地、园地等场所电场强度 10kV/m、磁感应强度 100μT 的控制限值；抬高导线对地高度 19m 时，地面 1.5m 高度处的工频电场强度最大值为 4.14kV/m、工频磁感应强度最大值为 96.76μT，满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中耕地、园地等场所电场强度 10kV/m、磁感应强度 100μT 的控制限值。经过电磁环境敏感目标处时，抬高导线对地高度 20m 时，地面 1.5m 高度处的工频电场强度最大值为 3.72kV/m、工频磁感应强度最大值为 93.80μT，满足《电磁环

境控制限值》（GB8702-2014）中电场强度 4kV/m、磁感应强度 100μT 的控制限值。

2）本期新建 500kV 单回线路（水平排列）

①工频电场、工频磁场计算结果

本项目 500kV 单回输电线路（水平排列）运行后产生的工频电场、工频磁场预测结果见表 6.1-15，线路运行产生的工频电场强度变化趋势见示意图 6.1-12，线路运行产生的工频磁感应强度变化趋势见示意图 6.1-13。

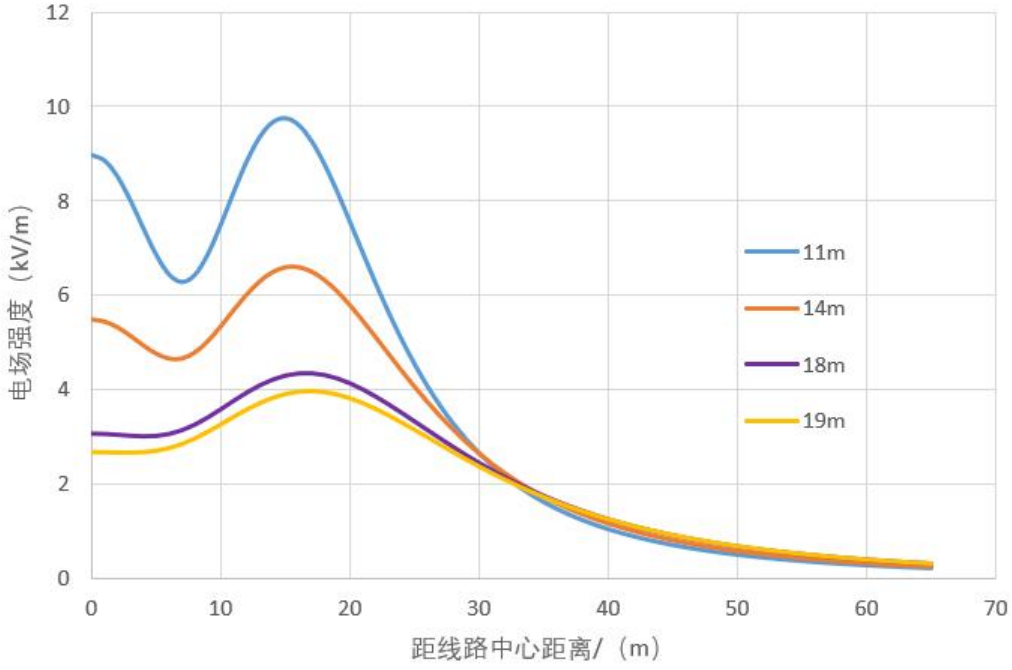


图 6.1-12　500kV 单回线路（水平排列）工频电场强度变化趋势示意图

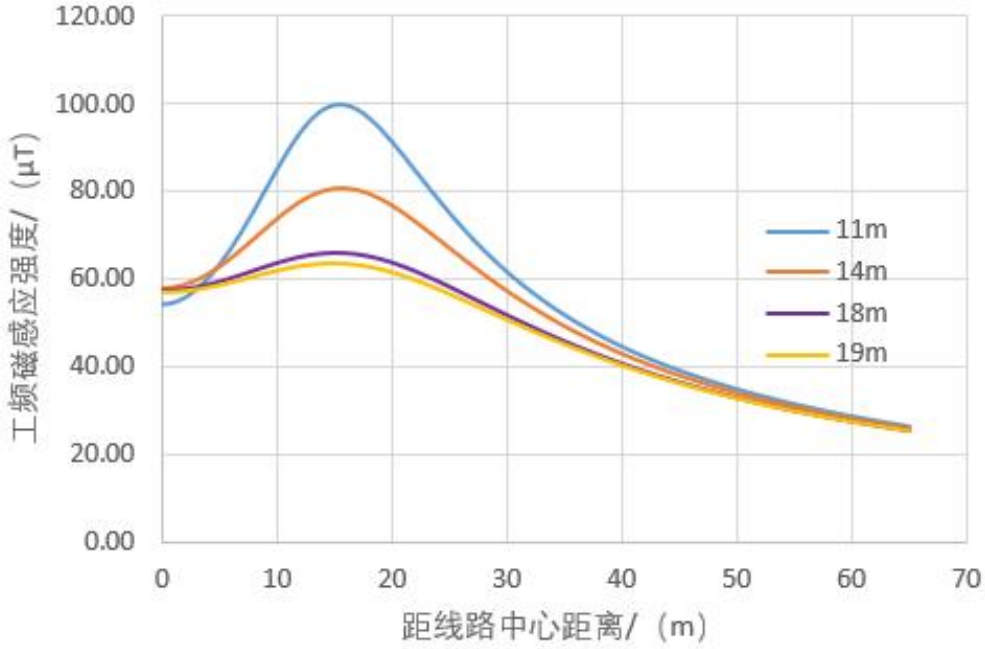


图 6.1-13　500kV 单回线路（水平排列）工频磁感应强度变化趋势示意图

表 6.1-15　本期 500kV 单回线路（水平排列）运行产生的工频电场、工频磁感应强度预测结果

距线路走廊中心距离（m）	工频电场强度（kV/m）				工频磁感应强度（μT）			
	11m	14m	18m	19m	11m	14m	18m	19m
0	8.98	5.49	3.07	2.68	54.03	57.81	57.40	56.75
1	8.86	5.45	3.06	2.68	54.40	58.01	57.49	56.82
2	8.52	5.33	3.04	2.67	55.51	58.62	57.74	57.02
3	8.01	5.15	3.02	2.67	57.34	59.62	58.16	57.35
4	7.42	4.95	3.01	2.68	59.84	60.98	58.72	57.79
5	6.86	4.77	3.02	2.71	62.97	62.65	59.40	58.33
6	6.45	4.67	3.06	2.76	66.65	64.60	60.18	58.95
7	6.29	4.67	3.14	2.85	70.81	66.74	61.03	59.62
8	6.45	4.80	3.26	2.97	75.31	69.02	61.91	60.30
9	6.89	5.04	3.41	3.11	80.01	71.33	62.79	60.98
10	7.51	5.36	3.59	3.26	84.71	73.58	63.63	61.63
11	8.21	5.70	3.77	3.42	89.17	75.67	64.39	62.20
12	8.85	6.03	3.94	3.58	93.12	77.49	65.03	62.68
13	9.37	6.30	4.09	3.71	96.31	78.96	65.52	63.04
14（边导线）	9.68	6.50	4.21	3.82	98.53	80.01	65.85	63.27
15	9.77	6.60	4.30	3.90	99.66	80.58	65.98	63.34
16	9.63	6.60	4.34	3.95	99.68	80.67	65.92	63.24
17	9.29	6.51	4.35	3.97	98.68	80.28	65.67	62.99
18	8.80	6.34	4.31	3.95	96.83	79.47	65.22	62.58
19	8.21	6.09	4.24	3.89	94.34	78.28	64.59	62.02

20	7.56	5.79	4.13	3.81	91.40	76.79	63.81	61.32
21	6.90	5.46	4.00	3.71	88.20	75.07	62.89	60.51
22	6.25	5.11	3.85	3.59	84.87	73.18	61.85	59.59
23	5.63	4.76	3.68	3.45	81.53	71.19	60.72	58.59
24	5.06	4.41	3.51	3.30	78.26	69.13	59.52	57.52
25	4.54	4.07	3.33	3.15	75.09	67.06	58.27	56.40
26	4.07	3.74	3.14	2.99	72.07	65.01	56.99	55.25
27	3.65	3.44	2.96	2.83	69.20	62.98	55.69	54.08
28	3.28	3.16	2.78	2.68	66.50	61.01	54.39	52.89
29	2.95	2.90	2.61	2.52	63.95	59.11	53.09	51.71
30	2.65	2.66	2.45	2.37	61.56	57.27	51.81	50.53
31	2.39	2.44	2.29	2.23	59.32	55.52	50.55	49.37
32	2.16	2.24	2.14	2.10	57.22	53.83	49.31	48.23
33	1.96	2.06	2.00	1.97	55.25	52.22	48.11	47.11
34	1.78	1.89	1.87	1.85	53.40	50.69	46.94	46.02
35	1.62	1.74	1.75	1.73	51.67	49.23	45.81	44.96
36	1.47	1.60	1.64	1.62	50.04	47.84	44.71	43.92
37	1.35	1.48	1.53	1.52	48.50	46.52	43.65	42.92
38	1.23	1.37	1.43	1.43	47.06	45.26	42.63	41.95
39	1.13	1.27	1.34	1.34	45.69	44.06	41.64	41.02
40	1.04	1.17	1.25	1.26	44.40	42.91	40.69	40.11
41	0.96	1.09	1.18	1.18	43.19	41.82	39.77	39.24
42	0.89	1.01	1.10	1.11	42.03	40.78	38.89	38.39
43	0.82	0.94	1.04	1.05	40.94	39.79	38.04	37.57
44	0.76	0.88	0.97	0.99	39.90	38.85	37.22	36.79
45	0.70	0.82	0.91	0.93	38.92	37.94	36.43	36.03
46	0.66	0.77	0.86	0.88	37.98	37.08	35.67	35.30
47	0.61	0.72	0.81	0.83	37.08	36.25	34.94	34.59
48	0.57	0.67	0.76	0.78	36.23	35.46	34.24	33.91
49	0.53	0.63	0.72	0.74	35.42	34.70	33.56	33.25
50	0.50	0.59	0.68	0.70	34.64	33.97	32.90	32.61
55	0.36	0.44	0.52	0.53	33.90	33.27	32.27	32.00
60	0.27	0.33	0.40	0.41	33.19	32.60	31.66	31.40
65	0.21	0.26	0.32	0.33	32.51	31.96	31.07	30.83
最大值	9.77	6.60	4.35	3.97	99.68	80.67	65.98	63.34

②预测结果分析

由表 6.1-15 和图 6.1-12~6.1-13 可知，本期 500kV 单回线路（水平排列）线路经过耕地等场所时，导线对地高度 11m，地面 1.5m 高度处的工频电场强度最大值为 9.77kV/m、工频磁感应强度最大值为 99.66μT，满足耕地、园地等场所电场强度 10kV/m、磁感应强度 100μT 的控制限值；经过电磁环境敏感目标处时，抬高导线对地高度 19m 时，地面 1.5m 高度处的工频电场强度最大值为 3.97kV/m、工频磁感应强度最大值为 63.34μT，满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中电场强度 4kV/m、磁感应强度 100μT 的控制限值。

3）本期新建 500kV 单回（三角排列）线路

①工频电场、工频磁场计算结果

本项目 500kV 单回输电线路（三角排列）运行后产生的工频电场、工频磁场预测结果见表 6.1-16，线路运行产生的工频电场强度变化趋势见示意图 6.1-14，线路运行产生的工频磁感应强度变化趋势见示意图 6.1-15。

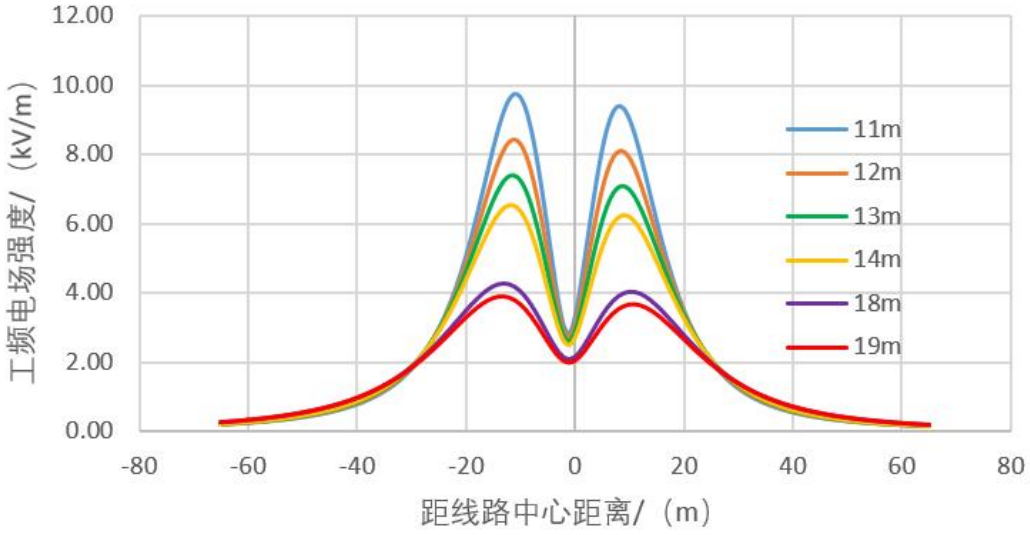


图 6.1-14　500kV 单回线路（三角排列）工频电场强度变化趋势示意图

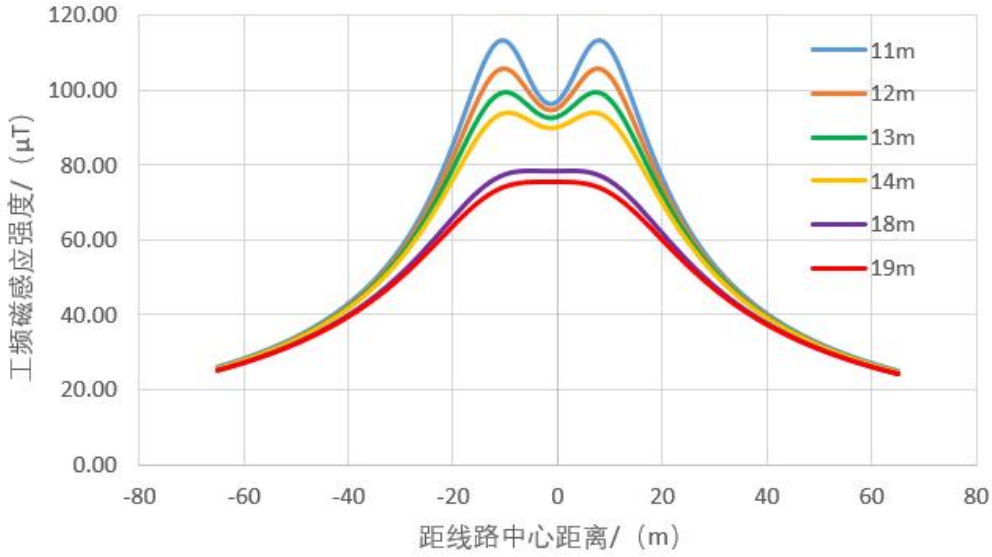


图 6.1-15　500kV 单回线路（三角排列）工频磁感应强度变化趋势示意图

表 6.1-16　本期 500kV 单回线路（三角排列）运行产生的工频电场、工频磁感应强度预测结果

距线路走廊中心距离（m）	工频电场强度（kV/m）						工频磁感应强度（μT）					
	11m	12m	13m	14m	18m	19m	11m	12m	13m	14m	18m	19m
-65	0.18	0.19	0.20	0.21	0.25	0.26	25.91	25.83	25.74	25.65	25.24	25.12
-60	0.22	0.24	0.25	0.27	0.32	0.33	28.13	28.03	27.93	27.81	27.29	27.14
-55	0.29	0.31	0.32	0.34	0.41	0.42	30.78	30.65	30.51	30.36	29.69	29.50
-50	0.38	0.41	0.43	0.45	0.53	0.54	33.97	33.80	33.62	33.42	32.52	32.27
-49	0.41	0.43	0.46	0.48	0.56	0.57	34.69	34.51	34.31	34.10	33.15	32.89
-48	0.43	0.46	0.49	0.51	0.59	0.61	35.45	35.25	35.04	34.82	33.80	33.52
-47	0.46	0.49	0.52	0.54	0.63	0.64	36.23	36.02	35.80	35.56	34.48	34.18
-46	0.49	0.52	0.55	0.58	0.66	0.68	37.05	36.83	36.59	36.33	35.18	34.86
-45	0.53	0.56	0.59	0.62	0.70	0.72	37.91	37.67	37.41	37.14	35.91	35.57
-44	0.56	0.59	0.63	0.66	0.75	0.76	38.81	38.55	38.27	37.98	36.66	36.30
-43	0.60	0.64	0.67	0.70	0.79	0.81	39.75	39.47	39.17	38.86	37.45	37.07
-42	0.65	0.68	0.72	0.75	0.84	0.86	40.73	40.43	40.11	39.77	38.26	37.86
-41	0.70	0.73	0.77	0.80	0.90	0.91	41.77	41.45	41.10	40.73	39.11	38.68
-40	0.75	0.79	0.83	0.86	0.95	0.97	42.86	42.51	42.13	41.74	39.99	39.53
-39	0.81	0.85	0.89	0.93	1.02	1.03	44.01	43.63	43.22	42.79	40.91	40.41
-38	0.88	0.92	0.96	1.00	1.08	1.09	45.22	44.80	44.36	43.89	41.86	41.33
-37	0.95	0.99	1.04	1.07	1.16	1.16	46.49	46.04	45.56	45.05	42.86	42.28
-36	1.03	1.08	1.12	1.16	1.23	1.24	47.84	47.34	46.82	46.27	43.89	43.27
-35	1.12	1.17	1.21	1.25	1.32	1.32	49.27	48.72	48.14	47.54	44.96	44.30
-34	1.22	1.27	1.32	1.35	1.41	1.41	50.78	50.18	49.54	48.88	46.08	45.36
-33	1.34	1.38	1.43	1.46	1.51	1.50	52.38	51.71	51.02	50.29	47.24	46.46
-32	1.46	1.51	1.55	1.59	1.61	1.60	54.08	53.34	52.57	51.78	48.45	47.61
-31	1.61	1.65	1.69	1.72	1.73	1.71	55.88	55.07	54.22	53.34	49.71	48.79
-30	1.77	1.81	1.85	1.87	1.85	1.82	57.81	56.90	55.95	54.98	51.01	50.02
-29	1.95	1.99	2.02	2.03	1.98	1.95	59.86	58.84	57.78	56.71	52.35	51.28
-28	2.15	2.18	2.21	2.22	2.12	2.07	62.04	60.89	59.72	58.52	53.75	52.58
-27	2.38	2.40	2.42	2.41	2.27	2.21	64.37	63.08	61.76	60.43	55.18	53.92
-26	2.63	2.65	2.65	2.63	2.42	2.35	66.86	65.40	63.92	62.43	56.66	55.30
-25	2.93	2.93	2.91	2.87	2.59	2.50	69.52	67.86	66.19	64.53	58.18	56.70
-24	3.25	3.23	3.19	3.13	2.76	2.65	72.35	70.46	68.58	66.72	59.73	58.12
-23	3.62	3.57	3.50	3.41	2.93	2.80	75.37	73.21	71.08	69.00	61.31	59.57
22	4.04	3.95	3.84	3.71	3.11	2.96	78.58	76.11	73.69	71.35	62.90	61.02
-21	4.50	4.36	4.21	4.03	3.29	3.12	81.98	79.14	76.40	73.78	64.50	62.48
-20	5.02	4.81	4.60	4.37	3.47	3.27	85.55	82.29	79.19	76.25	66.09	63.92
-19	5.58	5.29	5.01	4.72	3.65	3.42	89.28	85.54	82.03	78.74	67.66	65.34
-18	6.18	5.80	5.43	5.07	3.81	3.55	93.12	88.84	84.87	81.22	69.19	66.72
-17	6.83	6.33	5.86	5.42	3.96	3.67	97.01	92.12	87.68	83.64	70.66	68.04
-16	7.48	6.85	6.27	5.75	4.08	3.77	100.83	95.31	90.37	85.94	72.05	69.29
-15	8.13	7.35	6.66	6.04	4.18	3.84	104.47	98.29	92.87	88.07	73.33	70.45
-14	8.73	7.79	6.98	6.28	4.24	3.88	107.74	100.95	95.08	89.96	74.50	71.50
-13	9.23	8.14	7.23	6.45	4.27	3.88	110.44	103.14	96.92	91.54	75.52	72.44
-12	9.58	8.37	7.37	6.54	4.24	3.85	112.37	104.73	98.29	92.76	76.39	73.26
-11	9.73	8.44	7.39	6.51	4.17	3.78	113.35	105.63	99.14	93.57	77.11	73.94
-10	9.64	8.32	7.26	6.38	4.05	3.66	113.30	105.77	99.43	93.98	77.67	74.49
-9	9.30	8.01	6.97	6.12	3.87	3.50	112.22	105.19	99.20	93.99	78.07	74.92
-8	8.71	7.51	6.55	5.75	3.65	3.31	110.27	103.99	98.51	93.66	78.34	75.24

-7	7.90	6.85	5.99	5.27	3.40	3.09	107.69	102.33	97.49	93.08	78.50	75.46
-6	6.93	6.05	5.33	4.72	3.11	2.84	104.82	100.44	96.28	92.34	78.58	75.60
-5	5.86	5.18	4.61	4.13	2.82	2.59	101.98	98.55	95.05	91.56	78.59	75.68
-4	4.77	4.29	3.88	3.53	2.53	2.36	99.50	96.88	93.94	90.85	78.57	75.72
-3	3.76	3.47	3.22	2.99	2.30	2.16	97.63	95.61	93.10	90.30	78.54	75.74
-2	3.02	2.88	2.74	2.61	2.13	2.03	96.57	94.88	92.61	89.99	78.52	75.74
-1	2.81	2.71	2.61	2.50	2.08	1.98	96.40	94.77	92.54	89.94	78.51	75.74
0	3.25	3.05	2.86	2.70	2.14	2.03	97.16	95.29	92.88	90.16	78.53	75.74
1	4.11	3.73	3.40	3.12	2.31	2.16	98.76	96.38	93.61	90.64	78.56	75.73
2	5.15	4.57	4.08	3.67	2.55	2.36	101.05	97.93	94.64	91.30	78.58	75.70
3	6.21	5.44	4.79	4.25	2.82	2.58	103.80	99.77	95.85	92.07	78.59	75.64
4	7.22	6.26	5.47	4.81	3.09	2.81	106.70	101.68	97.08	92.83	78.54	75.52
5	8.09	6.97	6.06	5.31	3.35	3.03	109.42	103.45	98.19	93.48	78.41	75.33
6	8.76	7.53	6.53	5.71	3.57	3.23	111.63	104.83	99.01	93.91	78.18	75.05
7	9.19	7.91	6.86	6.01	3.76	3.39	113.03	105.65	99.41	94.02	77.82	74.66
8	9.37	8.09	7.05	6.19	3.90	3.52	113.45	105.76	99.30	93.76	77.32	74.15
9	9.30	8.09	7.09	6.25	3.99	3.61	112.83	105.13	98.65	93.09	76.66	73.51
10	9.02	7.92	6.99	6.20	4.03	3.65	111.21	103.77	97.46	92.01	75.84	72.74
11	8.57	7.61	6.78	6.06	4.02	3.66	108.76	101.78	95.77	90.55	74.87	71.84
12	8.00	7.19	6.48	5.85	3.97	3.63	105.66	99.27	93.68	88.76	73.76	70.83
13	7.38	6.72	6.11	5.57	3.89	3.57	102.14	96.38	91.27	86.71	72.51	69.70
14	6.73	6.20	5.71	5.26	3.77	3.48	98.36	93.25	88.64	84.46	71.16	68.48
15	6.08	5.68	5.29	4.92	3.63	3.37	94.48	89.99	85.86	82.08	69.72	67.19
16	5.47	5.18	4.87	4.57	3.48	3.24	90.62	86.69	83.02	79.61	68.21	65.83
17	4.90	4.69	4.46	4.23	3.31	3.11	86.84	83.42	80.18	77.12	66.65	64.42
18	4.38	4.24	4.07	3.89	3.14	2.96	83.21	80.23	77.37	74.64	65.06	62.99
19	3.91	3.82	3.71	3.57	2.96	2.81	79.75	77.15	74.63	72.19	63.46	61.53
20	3.49	3.44	3.37	3.27	2.78	2.65	76.47	74.21	71.98	69.81	61.86	60.08
21	3.12	3.10	3.06	2.99	2.61	2.50	73.39	71.41	69.44	67.51	60.28	58.63
22	2.79	2.79	2.77	2.73	2.44	2.35	70.49	68.75	67.01	65.29	58.72	57.19
23	2.50	2.52	2.52	2.50	2.28	2.21	67.77	66.24	64.70	63.16	57.19	55.78
24	2.24	2.27	2.28	2.28	2.13	2.07	65.22	63.88	62.50	61.12	55.70	54.40
25	2.01	2.05	2.08	2.08	1.98	1.94	62.84	61.64	60.42	59.18	54.24	53.05
26	1.81	1.86	1.89	1.90	1.85	1.81	60.60	59.54	58.45	57.33	52.84	51.73
27	1.63	1.68	1.72	1.74	1.72	1.70	58.51	57.56	56.58	55.58	51.47	50.45
28	1.48	1.53	1.57	1.60	1.60	1.58	56.54	55.69	54.81	53.90	50.16	49.22
29	1.34	1.39	1.43	1.46	1.49	1.48	54.70	53.93	53.14	52.32	48.89	48.02
30	1.22	1.27	1.31	1.34	1.39	1.38	52.96	52.27	51.55	50.81	47.66	46.86
31	1.11	1.16	1.20	1.23	1.29	1.29	51.33	50.70	50.05	49.37	46.48	45.74
32	1.01	1.06	1.10	1.14	1.21	1.21	49.79	49.22	48.63	48.01	45.35	44.66
33	0.92	0.97	1.01	1.05	1.12	1.13	48.33	47.82	47.27	46.71	44.26	43.62
34	0.85	0.89	0.93	0.97	1.05	1.06	46.96	46.49	45.99	45.47	43.21	42.62
35	0.78	0.82	0.86	0.89	0.98	0.99	45.66	45.23	44.77	44.29	42.21	41.66
36	0.72	0.76	0.79	0.83	0.91	0.93	44.42	44.03	43.61	43.17	41.24	40.73
37	0.66	0.70	0.74	0.77	0.86	0.87	43.26	42.89	42.51	42.10	40.31	39.83
38	0.61	0.65	0.68	0.71	0.80	0.81	42.15	41.81	41.46	41.08	39.42	38.97
39	0.56	0.60	0.63	0.66	0.75	0.76	41.09	40.78	40.45	40.10	38.56	38.14
40	0.52	0.56	0.59	0.62	0.70	0.72	40.09	39.80	39.50	39.17	37.73	37.34
41	0.49	0.52	0.55	0.57	0.66	0.67	39.13	38.87	38.58	38.28	36.93	36.57
42	0.45	0.48	0.51	0.54	0.62	0.63	38.22	37.97	37.71	37.43	36.17	35.82

43	0.42	0.45	0.48	0.50	0.58	0.60	37.35	37.12	36.87	36.61	35.43	35.11
44	0.39	0.42	0.45	0.47	0.55	0.56	36.51	36.30	36.07	35.82	34.72	34.42
45	0.37	0.39	0.42	0.44	0.52	0.53	35.72	35.52	35.30	35.07	34.03	33.75
46	0.34	0.37	0.39	0.41	0.49	0.50	34.95	34.77	34.56	34.35	33.37	33.11
47	0.32	0.35	0.37	0.39	0.46	0.47	34.22	34.05	33.86	33.66	32.74	32.48
48	0.30	0.33	0.35	0.36	0.43	0.45	33.52	33.36	33.18	32.99	32.12	31.88
49	0.29	0.31	0.33	0.34	0.41	0.42	32.85	32.69	32.53	32.35	31.53	31.31
50	0.27	0.29	0.31	0.32	0.39	0.40	32.20	32.06	31.90	31.73	30.96	30.74
55	0.20	0.22	0.23	0.25	0.30	0.31	29.32	29.21	29.09	28.96	28.37	28.20
60	0.16	0.17	0.18	0.19	0.23	0.24	26.91	26.82	26.73	26.63	26.17	26.04
65	0.13	0.13	0.14	0.15	0.18	0.19	24.86	24.79	24.72	24.64	24.27	24.17
最大值	9.73	8.44	7.39	6.54	4.27	3.88	113.35	105.77	99.43	93.98	78.59	75.68

②预测结果分析

由表 6.1-16 和图 6.1-14~6.1-15 可知，本期 500kV 单回线路（三角排列）经过耕地等场所时，导线对地高度 11m 时，地面 1.5m 高度处的工频电场强度最大值为 9.73kV/m、工频磁感应强度最大值为 105.77μT，不能满足耕地、园地等场所电场强度 10kV/m、磁感应强度 100μT 的控制限值；导线抬高至 12m 时，地面 1.5m 高度处的工频电场强度最大值为 8.44kV/m、工频磁感应强度最大值为 99.43，满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中电场强度 10kV/m、磁感应强度 100μT 的控制限值。经过电磁环境敏感目标处时，抬高导线对地高度 19m 时，地面 1.5m 高度处的工频电场强度最大值为 3.88kV/m、工频磁感应强度最大值为 75.68μT，满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中电场强度 4kV/m、磁感应强度 100μT 的控制限值。

6.1.2.3 交叉跨越和并行线路环境影响分析

本项目新建 500kV 线路与 330kV 及以上电压等级的线路交叉跨越或并行情况共 5 种。

6.1.2.3.1 新建 500kV 单回线路钻越 1000kV 单回线路电磁环境影响分析

本工程采用类比分析的方式对新建 500kV 单回线路钻越 1000kV 单回线路的电磁环境影响进行分析，张北~雄安 1000kV 交流输电线路已建设完成并通过竣工环境保护验收，程沿途多次交叉跨越 500kV 交流线路，与本工程新建 500kV 单回线路钻越 1000kV 单回线路有很强的可比性。对照表及类比工程监测值见下表。类比工程监测数据引自《张北~雄安（北京西）1000kV 特高压交流输变电工程竣工环境保护验收调查报告》（2020 年 12 月）。

表 6.1-19 1000kV 线路与 500kV 线路交叉跨越类比分析对照表

项目	本工程钻越	类比工程交叉跨越	交叉跨越处监测结果	
			电场强度 kV/m	磁感应强度 μT
500kV 单回线路钻越 1000kV 单回线路	1000kV 鄂岳 I 线 1000kV 鄂岳 II 线	张北-雄安 1000kV 线路跨越 500kV 海万线（被跨线高 13m，跨越线高 64m）	6.479	6.907

类比工程交叉跨越处工频电场强度监测值 6.479kV/m，工频磁感应强度监测值 6.907μT，小于 10kV/m 和 100μT。因此，根据类比本工程，本工程拟建交叉跨越处能够满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）控制限值要求。

6.1.2.3.2 新建 500kV 同塔双线路与 500kV 同塔双回线路交叉跨越电磁环境影响分析

本次选择 500kV 定固 I、II回线路（#0424~#0425 塔）跨越 500kV 源霸II回线路（#0427~#0428 塔）作为 500kV 双回线路与 500kV 单回线路交叉跨越的类比监测对象。

表 6.1-19　本项目交叉跨越线路与类比对象相关情况比较一览表

项目	500kV 定固Ⅰ、Ⅱ回线路（#0424~#0425 塔）跨越 500kV 源霸Ⅱ回线路（#0427~#0428 塔）
电压等级	500kV
导线排列	双回线路为同塔双回垂直排列，单回线路为三角排列
跨越处导线对地高度	500kV 源霸Ⅱ回线（单回线路）高约 24m，500kV 定固Ⅰ、Ⅱ回线（双回线路）高约 49m
周围地形	低山丘陵
运行工况	见表 6.1-20

本期类比线路选择的合理性分析如下：

①本项目交叉跨越线路与类比交叉跨越线路在电压等级一致，导线排列方式、周围地形相似，因此线路运行时在其周围产生的电磁环境影响的变化规律具有相似性；

②类比线路交叉跨越处最低线高与交叉跨越处下方最低线高基本接近，但上方导线线高低于类比线路，因此本次保守采取类比线路监测值叠加导线对地高度 41m 的同塔双回线路工频电磁场理论预测值的方法进行最终达标判断。

类比监测的具体情况见表 6.1-20，类比监测结果见表 6.1-21，测点位置示意图见图 6.1-17。

表 6.1-20　500kV 双回线路与 500kV 单回线路交叉跨越类比监测具体情况

项目	500 千伏源霸II回（50034）0427-0428 钻越 500 千伏定固I、II线 0424-0425 交叉跨越处
监测因子	工频电场、工频磁场
监测数据来源	《雄安 500 千伏输变电工程补充监测》，博环检（电磁电力）字〔2021〕36 号
监测方法	《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》（HJ681-2013）
监测单位	江苏博环检测技术有限公司
监测仪器	电磁场探头和读出装置 LF-04/SEM-600
监测时间	2021.11.12~14
监测期间天气状况	晴，温度 0℃~15℃，相对湿度 63%~73%
监测期间运行工况	500kV 源霸II回：电压 516.35kV，电流 204.56A，有功 186.47MW，无功 5.34Mvar 500kV 定固I回：电压 515.37kV，电流 233.67A，有功 201.44MW，无功 31.54Mvar 500kV 定固II回：电压 516.38kV，电流 235.76A，有功 201.87MW，无功 31.66Mvar
监测布点	路交叉中心地面投影点为测试原点，垂直于线路一侧方向进行监测，在最大值前后之间适当加密，按照 1m 间隔，20m 内测点间距 2m，20m 外测点间距 5m，测至边导线对地投影外 50m 处为止

表 6.1-21　500kV 双回线路与 500kV 单回线路交叉跨越类比监测结果

序号	测点位置描述		工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）
1	500kV 源霸Ⅱ回（50034）0427-0428 钻越 500kV 定固Ⅰ、Ⅱ线 0424-0425 交叉跨越处	0m	1391	1.985
2		1m	1402	2.000
3		2m	1386	1.986
4		3m	1341	1.992
5		4m	1284	1.950
6		5m	1233	1.921
7		6m	1204	1.887
8		7m	1199	1.840
9		8m	1157	1.817
10		9m	1079	1.729
11		10m	993.8	1.679
12		12m	826.4	1.504
13		14m	754.6	1.343
14		16m	696.2	1.233
15		18m	626.1	1.078
16		20m	589.4	0.986
17		25m	440.9	0.754
18		30m	236.3	0.615
19		35m	229.8	0.519
20		40m	212.3	0.413
21		45m	150.6	0.326

22		50m	114.5	0.281
23		55m	87.5	0.239
24		60m	65.8	0.215
25		65m	55.4	0.197

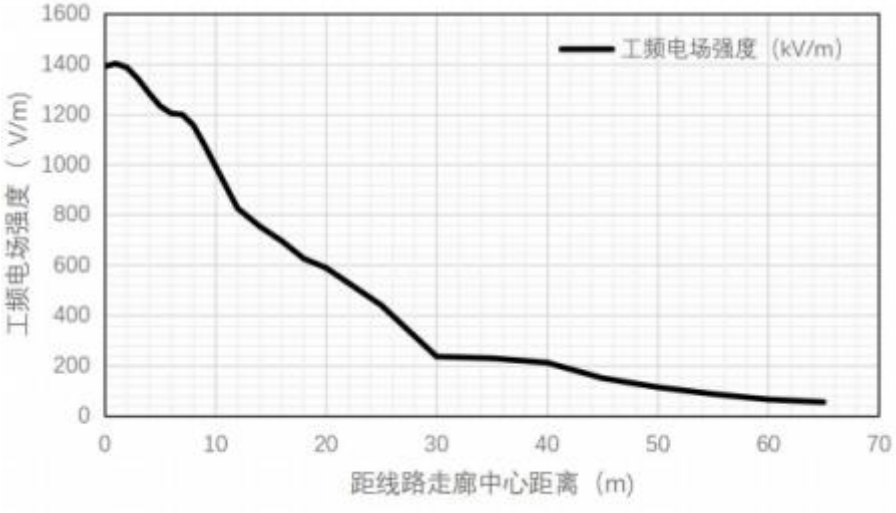


图 6.1-18　500kV 单回与 500kV 双回交叉跨越处工频电场变化趋势图

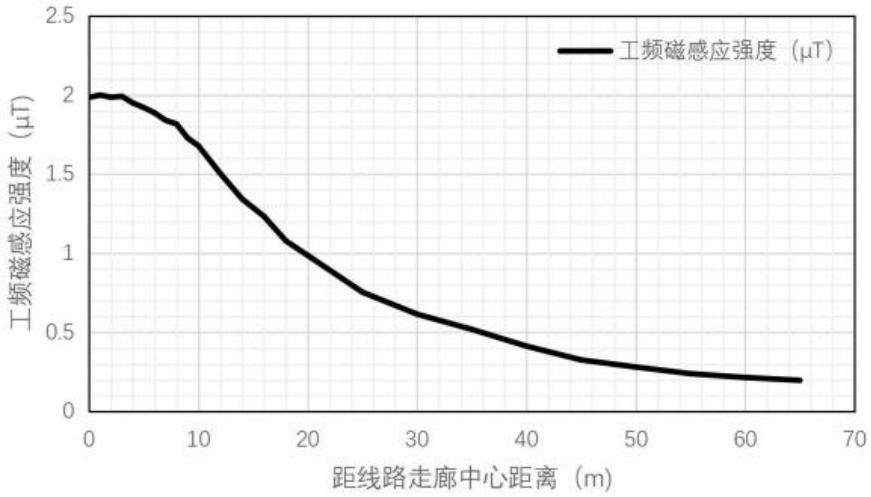


图 6.1-19　500kV 单回与 500kV 双回交叉跨越处工频磁场变化趋势图

监测结果表明，500kV 单回线路与 500kV 双回线路交叉跨越处距地面 1.5m 处工频电场强度最大值为 1402V/m，工频磁感应强度最大值为 2.000μT，满足线下耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所 10kV/m 控制限值的要求，随着与线路距离的增加，工频电场强度、工频磁感应强度逐渐较小，最终接近本底值。

本次采取类比线路监测值叠加导线对地高度 41m 的同塔双回线路工频电磁场理论预测值的方法进行最终达标判断。

表 6.1-22 类比线路监测值叠加理论预测值预测结果

序号	监测点位描述	类比监测		同塔双回线路（41m）理论计算值		叠加预测	
		工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）	工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）	工频电场强度(V/m)	工频磁感应强度（μT）
1	0	1391	1.985	794	62.344	2185	64.329
2	5	1233	1.921	819	62.088	2052	64.009
3	10	993.8	1.679	873	61.326	1866.8	63.005
4	14	754.6	1.343	904	60.368	1658.6	61.711
5	20	589.4	0.986	899	58.414	1488.4	59.4
6	25	440.9	0.754	844	56.408	1284.9	57.162
7	30	236.3	0.615	756	54.176	992.3	54.791
8	35	229.8	0.519	652	51.823	881.8	52.342
9	40	212.3	0.413	546	49.442	758.3	49.855
10	45	150.6	0.326	448	47.101	598.6	47.427
11	50	114.5	0.281	364	44.841	478.5	45.122
12	55	87.5	0.239	293	42.692	380.5	42.931
13	60	65.8	0.215	235	40.665	300.8	40.88
14	65	55.4	0.197	188	38.765	243.4	38.962

将 500kV 双回线路与 500kV 单回线路交叉跨越类比监测值叠加导线对地高度 41m 的同塔双回线路理论预测值，其叠加预测值距地面 1.5m 处工频电场强度最大值为 2185V/m，工频磁感应强度最大值为 64.329μT，满足线下耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所 10kV/m 控制限值的要求。

根据分析结果，本项目建成后，500kV 双回线路与 500kV 双回线路交叉跨越处产生的工频电场和工频磁场可以满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中规定的架空线下耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所 10kV/m 控制限值的要求，并呈现与输电线路距离增加，工频电场强度、工频磁感应强度值逐渐减小的衰减趋势。

6.1.2.3.3 新建 500kV 单回线路钻越±800kV 直流线路电磁环境影响分析

本项目线路在朔州市平鲁区下面高乡燕家山村东钻越雁门关~淮安±800kV 线路，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。根据相关研究成果：

（1）直流线路的影响因子不会对交流线路的工频电场、工频磁场的影响因子产生影响。因此，本项目交流线路与雁门关~淮安±800kV 直流线路交叉跨越时，被跨越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。

（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，本项目新建线路与雁门关~淮安±800kV 直流线路交叉跨越时，交叉跨越处地面附近的工频电场、工频磁场基本维持交流线路单独运行时的影响程度和范围。

6.1.2.3.4 500kV 同塔双回线路与 500kV 单回线路并行电磁环境影响分析

500kV 同塔双回线路与 500kV 单回线路模式预测保守按两并行线路中心线最小间距约 75m，导线对地高度按前述 500kV 单回线路经过耕地等场所对地最低高度 11m 高度计算。

表 6.1-18 输电线路理论计算参数表

项目	500kV 同塔双回与单回线路并行	
导线排列方式	水平排列	
导线型号	4×JL3/G1A-630/45	
分裂间距	500mm	
导线半径	16.9mm	
线路计算电压	500kV	
线路计算电流	4748A/相	
计算区域	0～100m	
相间距（预测点坐标）	A：（-51.5，h） B：（-37.5，h） C：（--23.5，h）	A：（23.5，20） B：（37.5，20） C：（51.5，20）
导线计算高度	按照前述 500kV 单回线路经过耕地等场所对地最低高度 11m 高度计算（不能满足标准时，计算抬高高度）	

表 6.1-19 单回线路并行电磁环境预测结果

距并行线路中心距离（m）	导线对地高度 11m		导线对地高度 12m		导线对地高度 12m	
	工频电场强度（kV/m）	工频磁感应强度（μT）	工频电场强度（kV/m）	工频磁感应强度（μT）	工频电场强度（kV/m）	工频磁感应强度（μT）
0	1.14	37.29	1.15	38.15	1.16	38.96
5	1.73	42.27	1.77	42.77	1.78	43.21
10	3.41	54.06	3.36	53.65	3.28	53.19
15	6.20	73.07	5.83	70.55	5.46	68.21
16	6.89	77.60	6.41	74.44	5.94	71.56
17	7.60	82.24	6.98	78.36	6.41	74.91
18	8.31	86.85	7.54	82.21	6.86	78.16
19	8.97	91.29	8.06	85.85	7.26	81.20
20	9.56	95.32	8.50	89.12	7.59	83.91
21	10.02	98.71	8.82	91.86	7.82	86.18
22	10.30	101.22	9.01	93.90	7.94	87.90
23	10.36	102.64	9.02	95.11	7.93	88.96

24	10.19	102.86	8.87	95.41	7.79	89.33
25	9.80	101.88	8.55	94.81	7.52	89.00
26	9.23	99.81	8.10	93.37	7.16	88.02
27	8.55	96.84	7.57	91.22	6.73	86.47
28	7.85	93.22	7.02	88.53	6.30	84.48
29	7.25	89.21	6.55	85.49	5.91	82.18
30	6.85	85.04	6.21	82.25	5.63	79.69
31	6.72	80.89	6.08	78.99	5.49	77.14
32	6.88	76.92	6.16	75.83	5.51	74.65
33	7.27	73.25	6.40	72.88	5.65	72.30
34	7.77	69.98	6.73	70.24	5.86	70.19
35	8.27	67.18	7.07	67.98	6.08	68.39
36	8.66	64.94	7.34	66.18	6.26	66.96
37	8.87	63.32	7.48	64.89	6.35	65.95
38	8.85	62.37	7.46	64.17	6.32	65.41
39	8.60	62.16	7.27	64.06	6.18	65.37
40	8.16	62.72	6.94	64.59	5.94	65.86
41	7.58	64.10	6.53	65.78	5.64	66.89
42	6.97	66.29	6.09	67.63	5.34	68.44
43	6.45	69.27	5.73	70.11	5.09	70.50
44	6.15	73.00	5.54	73.17	4.98	73.00
45	6.15	77.39	5.56	76.72	5.03	75.89
46	6.46	82.29	5.82	80.66	5.25	79.05
47	7.02	87.53	6.26	84.81	5.61	82.36
48	7.71	92.85	6.80	89.00	6.03	85.68
49	8.41	97.97	7.35	93.01	6.47	88.84
50	9.02	102.58	7.83	96.62	6.86	91.69
51	9.45	106.38	8.18	99.61	7.15	94.07
52	9.66	109.14	8.38	101.84	7.33	95.88
53	9.64	110.73	8.40	103.21	7.38	97.04
54	9.41	111.15	8.26	103.71	7.30	97.53
55	9.00	110.52	7.97	103.38	7.11	97.38
56	8.45	109.00	7.58	102.35	6.82	96.66
57	7.83	106.80	7.11	100.75	6.47	95.46
58	7.18	104.14	6.60	98.71	6.07	93.88
59	6.53	101.18	6.08	96.37	5.65	92.01
60	5.90	98.08	5.56	93.84	5.22	89.94
61	5.31	94.93	5.06	91.22	4.80	87.75
62	4.76	91.80	4.59	88.57	4.40	85.49
63	4.27	88.76	4.16	85.94	4.02	83.22
64	3.83	85.84	3.76	83.37	3.67	80.97
65	3.43	83.04	3.40	80.88	3.34	78.76
66	3.08	80.38	3.08	78.49	3.05	76.61
67	2.77	77.86	2.79	76.20	2.78	74.53
68	2.50	75.48	2.53	74.02	2.53	72.53
69	2.26	73.24	2.29	71.94	2.31	70.62
70	2.04	71.12	2.09	69.97	2.11	68.79
75	1.28	62.17	1.33	61.50	1.38	60.80
80	0.85	55.34	0.90	54.92	0.93	54.48
85	0.59	49.99	0.63	49.71	0.66	49.41

90	0.43	45.68	0.46	45.48	0.48	45.27
95	0.32	42.12	0.34	41.98	0.36	41.83
100	0.25	39.14	0.27	39.03	0.28	38.92
最大值	10.36	111.15	9.02	103.71	7.94	97.53
达标情况	超标	超标	达标	超标	达标	达标

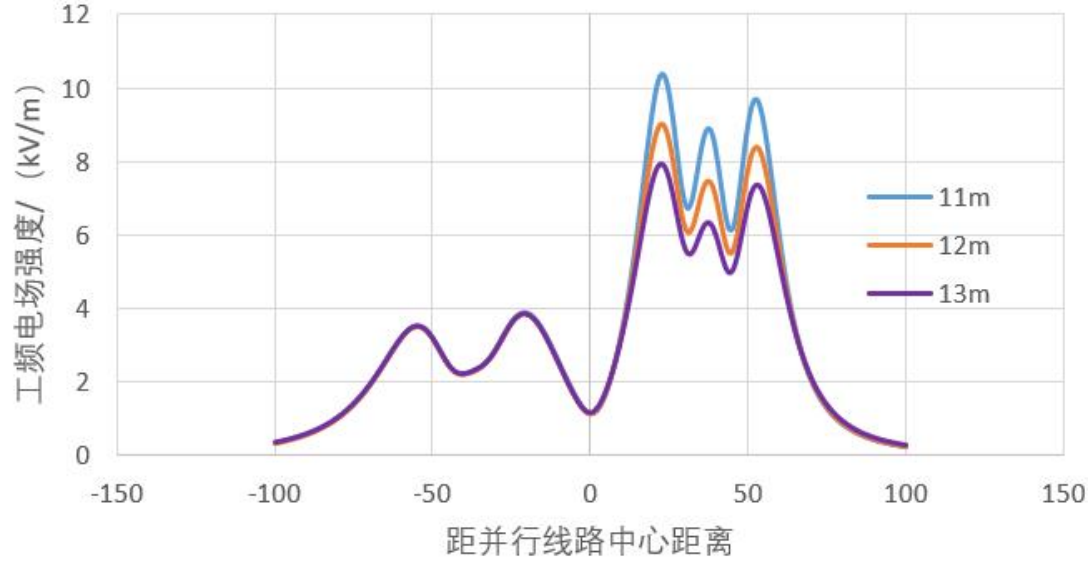


图 6.1-16　单回并行线路工频电场强度曲线图

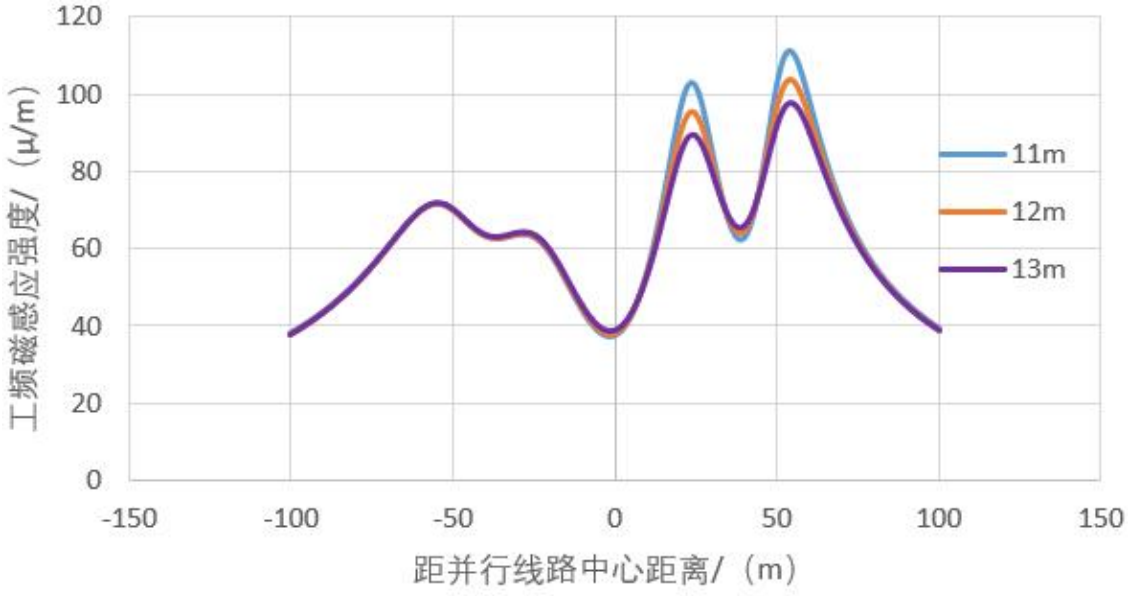


图 6.1-17　单回并行线路工频磁感应强度曲线图

通过理论计算，单回线路与 500kV 苗忻II线并行情形下，在导线对地最低高度为 13m 时，距地面 1.5m 处，工频电场强度的最大值为 7.94kV/m，工频磁感应强度的最大值为 97.53μT 满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）规定的耕

地、园地等场所电场强度 10kV/m 的控制限值、工频磁感应强度 100μT 的控制限值要求。

6.1.2.3.5 500kV 同塔双回线路与 500kV 同塔双回线路并行电磁环境影响分析

本期华能山阴电厂～苗山开闭站 500kV 线路工程与原崇福电厂～神二电厂 500kV 双回线路、500kV 苗岳线、500kV 恢岳线并行走线，间距约为 30m~50m。经现场调查该并行段线路经过区域，评价范围内有电磁环境敏感目标。并行线路运行产生的工频电场强度、工频磁感应强度预测结果见表 6.1-15，线路运行产生的工频电场强度趋势图见图 6.1-25，线路运行产生的工频磁感应强度趋势图见图 6.1-26。

表 6.1-15 并行线路经过耕地等场所时工频电场强度、工频磁感应强度计算结果

距计算原点的距离(m)	工频电场强度(kV/m) 导线对地高 11m	工频电场强度(kV/m) 导线对地高 11.5m	工频电场强度(kV/m) 导线对地高 19m	工频磁感应强度(μT) 导线对地高 11m	工频磁感应强度(μT) 导线对地高 11.5m	工频磁感应强度(μT) 导线对地高 19m
0	0.747	0.718	0.316	13.862	13.670	9.954
1	0.751	0.723	0.330	13.893	13.699	9.967
2	0.765	0.737	0.369	13.984	13.787	10.007
3	0.787	0.762	0.429	14.137	13.933	10.074
4	0.819	0.796	0.502	14.353	14.139	10.168
5	0.862	0.842	0.586	14.634	14.406	10.290
6	0.917	0.899	0.679	14.982	14.738	10.439
7	0.984	0.970	0.781	15.399	15.135	10.616
8	1.066	1.055	0.890	15.890	15.602	10.821
9	1.164	1.157	1.006	16.458	16.142	11.055
10	1.281	1.277	1.131	17.109	16.759	11.318
11	1.420	1.419	1.265	17.848	17.460	11.610
12	1.584	1.586	1.406	18.681	18.248	11.932
13	1.778	1.782	1.556	19.617	19.131	12.283
14	2.006	2.010	1.715	20.662	20.116	12.664
15	2.273	2.275	1.882	21.827	21.210	13.074
16	2.586	2.581	2.056	23.120	22.421	13.512
17	2.949	2.934	2.236	24.552	23.758	13.978
18	3.368	3.338	2.421	26.133	25.227	14.470
19	3.847	3.795	2.608	27.871	26.835	14.985
20	4.391	4.307	2.794	29.773	28.585	15.520
21	4.998	4.873	2.977	31.839	30.476	16.072
22	5.663	5.486	3.150	34.065	32.500	16.637
23	6.375	6.133	3.311	36.434	34.640	17.208
24	7.112	6.795	3.454	38.913	36.866	17.780
25	7.843	7.442	3.572	41.450	39.131	18.347
26	8.524	8.036	3.662	43.973	41.372	18.902

27	9.103	8.534	3.717	46.387	43.514	19.437
28	9.525	8.890	3.735	48.587	45.470	19.946
29	9.741	9.064	3.712	50.470	47.161	20.423
30	9.717	9.029	3.646	51.956	48.523	20.863
31	9.443	8.777	3.539	53.005	49.525	21.261
32	8.936	8.321	3.392	53.627	50.172	21.615
33	8.234	7.692	3.211	53.875	50.503	21.923
34	7.387	6.932	3.003	53.834	50.583	22.186
35	6.454	6.089	2.779	53.601	50.487	22.404
36	5.490	5.215	2.551	53.272	50.291	22.578
37	4.556	4.364	2.337	52.927	50.063	22.710
38	3.727	3.610	2.158	52.629	49.854	22.802
39	3.117	3.058	2.038	52.423	49.704	22.854
40	2.879	2.843	1.994	52.332	49.632	22.868
41	3.100	3.042	2.035	52.364	49.646	22.843
42	3.699	3.584	2.154	52.509	49.736	22.778
43	4.522	4.332	2.331	52.738	49.878	22.673
44	5.453	5.179	2.544	53.005	50.032	22.524
45	6.415	6.052	2.771	53.245	50.142	22.328
46	7.348	6.894	2.996	53.374	50.140	22.085
47	8.194	7.653	3.204	53.297	49.949	21.791
48	8.895	8.282	3.386	52.917	49.493	21.445
49	9.402	8.736	3.533	52.150	48.709	21.047
50	9.674	8.987	3.642	50.945	47.561	20.598
51	9.695	9.023	3.709	49.624	46.332	20.101
52	9.476	8.843	3.734	47.254	44.202	19.559
53	9.050	8.484	3.718	44.895	42.092	18.979
54	8.467	7.982	3.664	42.326	39.800	18.366
55	7.780	7.383	3.576	39.656	37.412	17.727
56	7.044	6.731	3.460	36.977	35.005	17.071
57	6.300	6.063	3.320	34.363	32.643	16.403
58	5.580	5.409	3.162	31.864	30.370	15.731
59	4.907	4.789	2.991	29.511	28.216	15.062
60	4.291	4.216	2.813	27.320	26.197	14.400
61	3.738	3.695	2.630	25.294	24.318	13.750
62	3.248	3.229	2.448	23.430	22.581	13.116
63	2.819	2.816	2.268	21.721	20.981	12.502
64	2.445	2.455	2.094	20.157	19.509	11.909
65	2.121	2.137	1.926	18.727	18.157	11.338
66	1.842	1.862	1.766	17.419	16.917	10.792
67	1.601	1.623	1.616	16.222	15.779	10.269
68	1.395	1.416	1.474	15.127	14.734	9.771
69	1.217	1.237	1.342	14.123	13.774	9.298
70	1.065	1.083	1.220	13.203	12.892	8.848
75	0.572	0.576	0.736	9.596	9.415	6.926
80	0.351	0.341	0.424	7.167	7.056	5.471
85	0.262	0.246	0.229	5.481	5.410	4.369
90	0.230	0.215	0.111	4.279	4.232	3.529
95	0.215	0.202	0.074	3.481	3.445	2.884
100	0.202	0.193	0.058	2.747	2.725	2.382

105	0.190	0.182	0.075	2.251	2.235	1.987
最大值	9.741	9.064	3.735	53.875	50.583	22.868

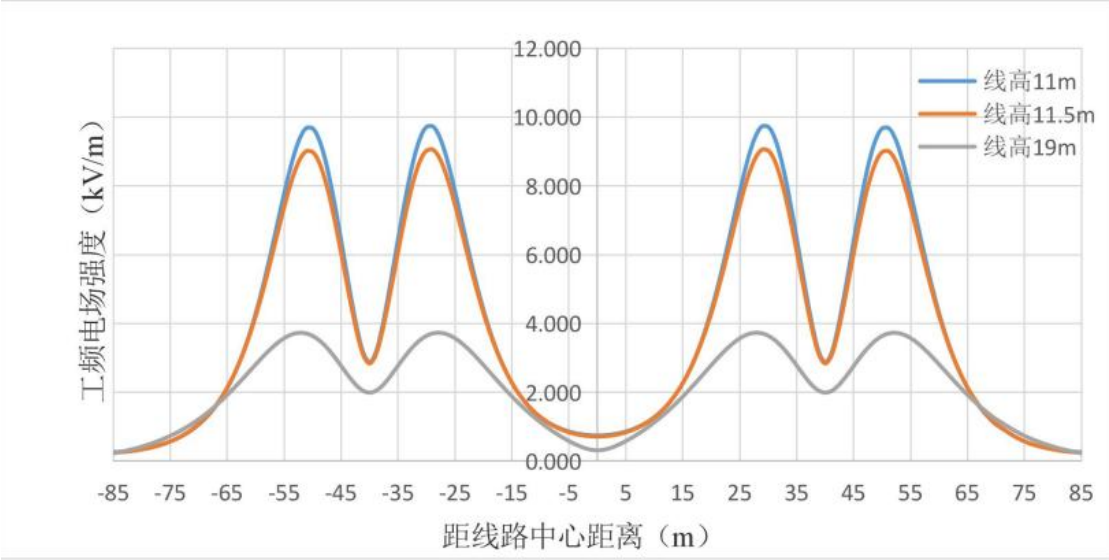


图 6.1-25 并行线路经过耕地等场所时工频电场强度预测结果

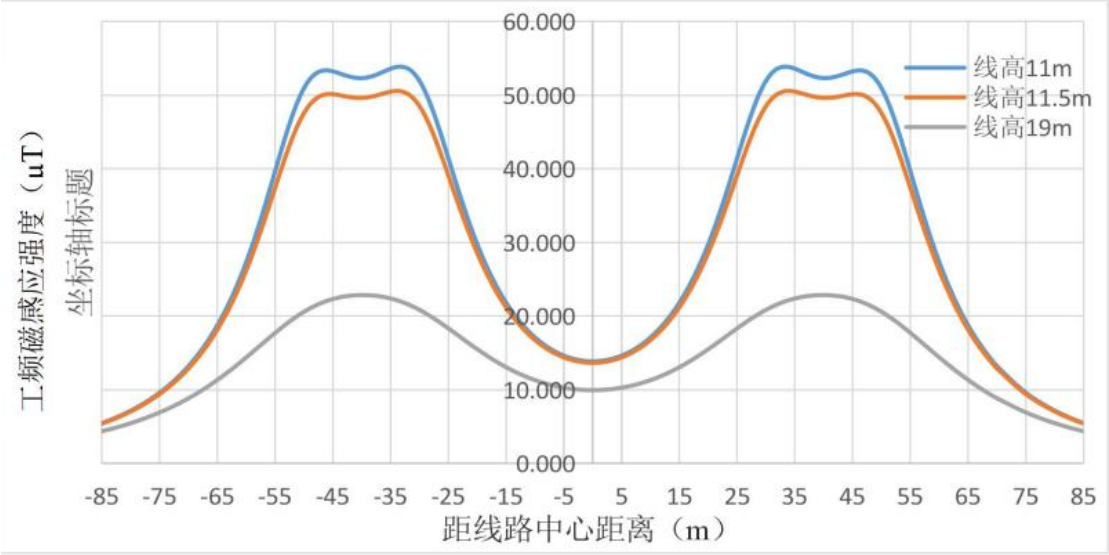


图 6.1-26 并行线路经过耕地等场所时工频磁感应强度预测结果

根据表 6.1-15 可知，本项目 500kV 并行段双回线路经过耕地等场所，新建线路导线对地高度为 11m 时，工频电场强度最大值为 9.741kV/m，工频磁感应强度最大值为 53.875μT，均可满足耕地、园地等场所电场强度 10kV/m、工频磁感应强度 100μT 的控制限值。

并行段双回线路经过电磁环境敏感目标处，新建线路导线对地高度为 19m 时，工频电场强度最大值为 3.735kV/m，工频磁感应强度最大值为 22.868μT，均能满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）4000V/m、100μT 的限值要求。

6.1.3 电磁环境敏感目标影响分析

本项目扩建苗山 500kV 开闭站围墙外 50m 范围无电磁环境敏感目标。

拟建 500kV 线路边导线地面投影外两侧各 50m 的范围电磁环境敏感目标有 6 处，主要为民房，电磁环境敏感目标处的预测结果见表 6.1-20。

由预测结果可知，本项目建成后，同塔双回线路段导线对地高度不低于 19m，电磁敏感目标处的工频电场强度、工频磁感应强度均能满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）规定的 4kV/m、100μT 的公众曝露控制限值要求。

6.1.4 电磁环境影响评价结论

（1）根据类比监测结果，可以预测本期苗山 500kV 开闭站间隔扩建工程运行后工频电场强度、工频磁感应强度均满足 4kV/m 和 100μT 的公众曝露控制限值要求。

（2）根据类比分析和模式预测可知：

①本工程 500kV 同塔双回线路导线采用逆相序排列，线路经过耕地等场所时，抬高导线对地高度 19m 时，地面 1.5m 高度处的工频电场强度最大值为 4.14kV/m、工频磁感应强度最大值为 96.76μT，满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中耕地、园地等场所电场强度 10kV/m、磁感应强度 100μT 的控制限值。经过电磁环境敏感目标处时，抬高导线对地高度 20m 时，地面 1.5m 高度处的工频电场强度最大值为 3.72kV/m、工频磁感应强度最大值为 93.80μT，满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中电场强度 4kV/m、磁感应强度 100μT 的控制限值。

②本期 500kV 单回线路（水平排列）线路经过耕地等场所时，导线对地高度 11m，地面 1.5m 高度处的工频电场强度最大值为 9.77kV/m、工频磁感应强度最大值为 99.66μT，满足耕地、园地等场所电场强度 10kV/m、磁感应强度 100μT 的控制限值；经过电磁环境敏感目标处时，抬高导线对地高度 19m 时，地面 1.5m 高度处的工频电场强度最大值为 3.97kV/m、工频磁感应强度最大值为 63.34μT，满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中电场强度 4kV/m、磁感应强度 100μT 的控制限值。

③本期 500kV 单回线路（三角排列）经过耕地等场所时，导线抬高至 12m 时，地面 1.5m 高度处的工频电场强度最大值为 8.44kV/m、工频磁感应强度最大

值为 99.43，满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中电场强度 10kV/m、磁感应强度 100μT 的控制限值。经过电磁环境敏感目标处时，抬高导线对地高度 19m 时，地面 1.5m 高度处的工频电场强度最大值为 3.88kV/m、工频磁感应强度最大值为 75.68μT，满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中电场强度 4kV/m、磁感应强度 100μT 的控制限值。

（3）电磁环境敏感目标预测：根据预测，本项目建成后，同塔双回线路单边挂线导线对地高度不低于 19m，单回线路导线对地高度不低于 20m 时，电磁环境敏感目标处的工频电场强度、工频磁感应强度均能满足《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)规定的 4kV/m、100uT 的公众曝露控制限值要求。

（4）交叉跨越和并行线路预测：根据类比分析或模式预测结果，本项目与已建线路交叉跨越或并行处工频电场和工频磁场均满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）规定的控制限值要求。

表 6.1-20　电磁环境敏感目标预测结果一览表

序号	子工程	电磁环境敏感目标	距边导线地面投影最近位置及距离	距线路中心距离	环境特征	线路架设方式	导线对地高度	预测高度	工频电场强度（kV/m）	工频磁感应强度（μT）
1	华能山阴电厂～苗山开闭站500kV线路工程	大窑村民房 1	拟建单回线路边导线地面投影东侧约 10m	25m	1 层尖顶	同塔双回架设	≥20m	1.5m	≤2.621	≤35.645
2		大窑村民房 2	拟建单回线路边导线地面投影东侧约 11m	26m	1 层尖顶		≥20m	1.5m	≤3.530	≤39.899
3		大窑村民房 3	拟建单回线路边导线地面投影东侧约 35m	50m	1 层尖顶		≥20m	1.5m	≤2.920	≤28.411
4		大窑村民房 4	拟建单回线路边导线地面投影东侧约 18m	33m	1 层尖顶		≥20m	1.5m	≤2.920	≤28.411
5		大窑村民房 5	拟建单回线路边导线地面投影西侧约 38m	52m	1 层尖顶		≥20m	1.5m	≤1.056	≤25.587
6		大窑村民房 6	拟建单回线路边导线地面投影西侧约 10m	25m	1 层尖顶		≥20m	1.5m	≤1.949	≤31.758

6.2 声环境影响预测与评价

6.2.1 变电工程声环境评价

苗山 500kV 开闭站间隔扩建工程本期扩建无新增噪声源，前期工程已采取噪声控制措施，根据苗山 500kV 开闭站（神头 500kV 开闭站）前期竣工环境保护验收监测结果，苗山 500kV 开闭站站界处四周昼间噪声监测值 51.7~53.6dB(A)，夜间噪声监测值 45.7~47.1dB(A)，厂界噪声满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准。

根据本期苗山 500kV 开闭站四周及间隔扩建侧厂界声环境现状监测结果，开闭站四周及间隔扩建侧昼间为 49.8~51.9dB（A）、夜间为 39.9~42.2dB（A），均满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准。

6.2.2 输电线路工程声环境影响预测及评价

6.2.2.1 选择类比对象

本次环评选取 500kV 长久 I 线单回输电线路和 500kV 长久 II 线/III 线双回输电线路分别作为本项目单回路和同塔双回路的类比监测对象。本项目与类比对象的可比性分析见表 6.2-4。

表 6.2-4　本项目线路与类比对象相关情况比较一览表

项目	本项目单回路段	500kV 长久 I 线 6#~7#塔间	本项目同塔双回路段	500kV 长久 II 线/III 线 4#~5#塔间	可比性
电压等级	500kV	500kV	500kV	500kV	一致
导线排列	水平排列/三角排列	水平排列	垂直排列	垂直排列	基本一致
导线弧垂距离	线路经过电磁环境敏感目标时≥20m	19.7m	线路经过电磁环境敏感目标时≥20m	17.5m	基本一致
导线型号	4×JL3/G1A-630/45	4×JL/G1A-400/35	4×JL3/G1A-630/45	4×JL/G1A-400/35	基本一致
导线截面（mm^2）	4×630	4×400	4×630	4×400	基本一致
分裂间距（mm）	450	450	450	450	一致
周围地形	低山丘陵	低山丘陵	低山丘陵	低山丘陵	一致

运行工况	--	见表 6.2-5	--	见表 6.2-5	

本期类比线路选择的合理性分析如下：

①本项目新建线路与类比线路在电压等级、架线形式、导线排列方式、分裂数等方面相同，因此线路运行时对其周围声环境影响的变化规律具有相似性。

②类比线路输送电流和导线对地高度与本项目输电线路存在一定差异（表中类比线路输送电流为正常运行工况下线路电流，导线高度为监测处的实际架设高度；而本项目输电电流为额定负荷下电流导线电流，线路高度为《110kV~750kV架空输电线路设计规范》（GB50545-2010）规定的导线对地最低高度），因此类比线路的类比监测结果虽不能完全反映本项目线路可能产生的最大环境影响，但可以反映出输电线路周围声环境的分布规律。

因此，虽然类比线路与本项目线路的输送电流和架设高度存在一定差异，但通过类比线路的理论预测与实际监测结果对比，可以反映出理论预测的准确性。因此，500kV 长久 I 线单回输电线路、500kV 长久 II 线/III 线同塔双回输电线路分别作为本项目单回路、同塔双回路的类比监测对象是基本可行的。

6.2.2.2 监测条件及运行工况

表 6.2-5 类比项目条件及运行工况

项目	山西长治 500kV 长久 I 线 6#~7#塔间、500kV 长久 II 线/III 线 4#~5#塔间
监测因子	监测因子噪声，监测指标为昼间、夜间等效声级，Leq，dB（A）
监测数据来源	《山西长治 500kV 长久 I 线、500kV 长久 II 线/III 线、1000kV 湛长 I 线衰减断面电磁环境及噪声》（博环检（电磁电力）字（2023）第 09 号））
监测单位	江苏博环检测技术有限公司
监测时间	2023 年 2 月 17 日
监测期间天气状况	多云，温度 3℃~7℃，风速 1.3m/s~1.6m/s，相对湿度 37%~39%
监测期间运行工况	500kV 长久 I 线：电压 529kV，电流 431A，有功 382MW，无功 38Mvar 500kV 长久 II 线：电压 531kV，电流 409A，有功 372MW，无功 39Mvar 500kV 长久 III 线：电压 529kV，电流 411A，有功 374MW，无功 40Mvar

6.2.2.3 监测布点

输电线路噪声监测断面布点以导线弧垂最大处线路中心的地面投影点为测量原点，沿垂直于线路方向进行，测点间距 5m，依次测量至线路中心地面投影点外 65m 止。

6.2.2.4 类比分析评价结论

（1）500kV 单回线路类比监测结果

①类比监测结果

500kV 长久 I 线 6#~7#塔间线路声环境类比监测结果见表 6.2-7。

表 6.2-7　500kV 长久 I 线 6#~7#塔间线路噪声监测结果

编号	测点位置	监测值（dB(A)）	
		昼间	夜间
1	距线路走廊中心线地面投影外 0m	43	41
2	距线路走廊中心线地面投影外 5m	43	40
3	距线路走廊中心线地面投影外 10m	43	40
4	距线路走廊中心线地面投影外 15m	42	41
5	距线路走廊中心线地面投影外 20m	41	39
6	距线路走廊中心线地面投影外 25m	41	39
7	距线路走廊中心线地面投影外 30m	40	39
8	距线路走廊中心线地面投影外 35m	40	38
9	距线路走廊中心线地面投影外 40m	40	38
10	距线路走廊中心线地面投影外 45m	39	38
11	距线路走廊中心线地面投影外 50m	40	37
12	距线路走廊中心线地面投影外 55m	39	36
13	距线路走廊中心线地面投影外 60m	39	36
14	距线路走廊中心线地面投影外 65m	39	36

根据表 6.2-7，500kV 长久 I 线线路沿线昼、夜噪声变化幅度不大，噪声衰减监测断面昼间最大值为 43dB（A），夜间最大值为 41dB（A），均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 1 类标准要求。

②类比分析评价结论

通过噪声类比监测分析可知，500kV 单回线路正常运行时对声环境的贡献值很小，可以满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 1 类标准要求。

（2）500kV 同塔双回线路类比监测结果

①类比监测结果

500kV 长久 II 线/III 线 4#~5#塔间噪声类比监测结果见表 6.2-8。

表 6.2-8　500kV 长久 II 线/III 线 4#~5#塔间线路噪声监测结果

编号	测点位置	监测值（dB(A)）	
		昼间	夜间
1	距线路走廊中心线地面投影外 0m	42	40
2	距线路走廊中心线地面投影外 5m	42	40

3	距线路走廊中心线地面投影外 10m	41	40
4	距线路走廊中心线地面投影外 15m	41	40
5	距线路走廊中心线地面投影外 20m	42	40
6	距线路走廊中心线地面投影外 25m	41	39
7	距线路走廊中心线地面投影外 30m	41	39
8	距线路走廊中心线地面投影外 35m	40	39
9	距线路走廊中心线地面投影外 40m	40	38
10	距线路走廊中心线地面投影外 45m	40	37
11	距线路走廊中心线地面投影外 50m	39	37
12	距线路走廊中心线地面投影外 55m	39	36
13	距线路走廊中心线地面投影外 60m	39	36
14	距线路走廊中心线地面投影外 65m	39	36

根据表 6.2-8，500kV 长久 II 线/III 线同塔双回输电线路运行时，沿线昼、夜噪声变化幅度不大，噪声衰减监测断面昼间最大值为 42dB（A），夜间最大值为 40dB（A），均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 1 类标准要求。

②类比分析评价结论

通过噪声类比监测分析可知，500kV 双回线路正常运行时对声环境的贡献值很小，可以满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 1 类标准要求。

6.2.2.4 声环境保护目标噪声预测

声环境保护目标处声环境采用类比输电线路产生的噪声最大值与现状监测值叠加的方法进行预测。本期线路运行噪声类比监测值采用保守预测，没有扣除环境背景值噪声贡献值，本项目线路运行噪声值将小于本项目线路运行噪声预测值。预测结果见表 6.2-6。

表 6.2-6　本项目 500kV 输电线路声环境保护目标噪声预测结果一览表

序号	声环境保护目标名称	噪声现状值（dB(A)）		噪声贡献值（dB(A)）		噪声预测值（dB(A)）		声功能区类别	达标/超标
		昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间		
1	大村民房 1	43.1	40.7	41.0	39.0	45.2	42.9	1 类	达标
2	大村民房 2	46.2	43.3	42.0	39.0	47.6	44.7	1 类	达标
3	大村民房 3	45.1	41.2	43.0	40.0	47.2	43.7	1 类	达标
4	大村民房 4	43.8	39.9	42.0	41.0	46.0	43.5	1 类	达标
5	大村民房 5	43.6	40.4	40.0	39.0	45.2	42.8	1 类	达标
6	大村民房 6	43.5	41.4	41.0	39.0	45.1	42.9	1 类	达标

根据预测，本期 500kV 输电线路运行后，声环境保护目标处的声环境预测值满足《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

苗山 500kV 开闭站仅涉及间隔扩建，本期扩建无新增噪声源，本期扩建投运后厂界环境噪声排放值昼间、夜间均满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准。

通过类比分析，本项目 500kV 输电线路运行后，在晴好天气条件下，线路运行对周围声环境的影响很小，线路沿线声环境能够满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中相应标准要求。

因此，本项目的建设不会改变区域声环境功能，不会产生噪声扰民现象。

6.2.4 声环境影响评价自查表

声环境影响评价自查表见表 6.2-7。

表 6.2-7　声环境影响评价自查表

工作内容		自查项目					
评价等级与范围	评价等级	一级□	二级☑	三级□			
	评价范围	200m☑	大于 200m□	小于 200m☑			
评价因子	评价因子	等效连续 A 声级☑	最大 A 声级□	计权等效连续感觉噪声级□			
评价标准	评价标准	国家标准☑	地方标准□	国外标准□			
现状评价	环境功能区	0 类区□	1 类区☑	2 类区☑	3 类区□	4a 类区☑	4b 类区□
	评价年度	初期☑	近期□	中期□	远期□		
	现状调查方法	现场实测法☑	现场实测加模型计算法□	收集资料□			
	现状评价	达标百分比	100%				
噪声源调查	噪声源调查方法	现场实测□	已有资料☑	研究成果□			
声环境影响预测与评价	预测模型	导则推荐模型☑	其他□ ---------				
	预测范围	200m☑	大于 200m□	小于 200m□			
	预测因子	等效连续 A 声级☑	最大 A 声级□	计权等效连续感觉噪声级□			
	厂界噪声贡献值	达标☑	不达标□				
	声环境保护目标处噪声值	达标☑	不达标□				
环境监测计划	排放监测	厂界监测☑	固定位置监测□	自动监测□	手动监测□	无监测□	
	声环境保护目标处噪声监测	监测因子：（等效连续 A 声级）	监测点位数（2）	无监测□			
评价结论	环境影响	可行☑	不可行□				
注：“□”为勾选项 ，可√ ；“（ ）”为内容填写项							

6.3 地表水环境影响评价

（1）苗山 500kV 开闭站

苗山 500kV 开闭站前期建设生活污水排水系统，经污水管网收集后进入化粪池，污水加压排至神头二电厂内污水管网，与电厂内生活污水统一处理。本期扩建工程不新增运行人员，不新增生活污水排放量，对周围水环境没有影响。

（2）输电线路

本项目输电线路运行期间无废水产生，不会对线路附近水体环境产生影响。运行期巡视检修人员的固体废物应妥善收集，禁止随意丢弃至水体中，不会对输电线路附近水环境产生影响。

6.4 固体废物环境影响分析

（1）苗山 500kV 开闭站

开闭站运行期产生的固体废物主要为生活垃圾、废高抗绝缘油。苗山 500kV 开闭站本期无新增工作人员，不新增生活垃圾产生量，同时无新增含油设备，因此苗山 500kV 开闭站本期扩建运行期无新增固体废物，依托现有设施或措施处理固体废物，运行期不会增加固体废物环境影响。

生活垃圾：工作人员正常工作和生活产生的生活垃圾在站内定点堆放，由环卫部门定期负责收集和处理，不会污染环境。

废绝缘油：废绝缘油来源于高压电抗器等含油设备维护或者事故情况下产生。苗山 500kV 开闭站站区已建设 1 座有效容积 60m^3 事故油池，事故油池容积按照可容纳其接入的油量最大的一台设备的 100%油量确定，满足《火力发电厂与变电站设计防火标准》（GB50229-2019）要求。事故油池为地下钢筋混凝土结构，采用抗渗混凝土。高抗油坑铺一卵石层，四周设有排油槽并与事故油池相连，高抗发生事故时所产生的排油或漏油将渗过卵石层并通过排油槽到达事故油池，卵石层可以起到冷却油和隔离火源的作用，不易发生火灾。事故油池暂时存储事故时的排油，废油及含油污水交由有资质的单位处置，不外排。

（2）输电线路

输电线路运行期不产生固体废弃物，不会对周围环境产生影响。

6.5 环境风险评价

6.5.1 环境风险识别

苗山 500kV 开闭站前期工程已建事故油池和污油排蓄系统（含事故油池及

排油槽、事故油坑等），本期不新增变压器、高压电抗器等含油设备，因此本期不新增环境风险源。因此本报告仅对其环境风险进行简单回顾性分析。

6.5.2 环境风险分析

根据现场调查，苗山 500kV 开闭站按规程要求对带油设备设置油坑，通过排油管道集中排至事故油池，并采取了满足《危险废物贮存设施污染控制标准》（GB18597-2023）中规定的防渗措施。

苗山 500kV 开闭站已建设 1 座有效容积 60m^3 事故油池，事故油池容积按照可容纳其接入的油量最大的一台设备的 100%油量确定，满足《火力发电厂与变电站设计防火标准》（GB50229-2019）要求。事故油池为地下钢筋混凝土结构，采用抗渗混凝土。高抗油坑铺卵石层，四周设有排油槽并与事故油池相连，高抗发生事故时所产生的排油或漏油将渗过卵石层并通过排油槽到达事故油池，卵石层可以起到冷却油和隔离火源的作用，不易发生火灾。事故油池暂时存储事故时的排油，废油及含油污水交由有资质的单位处置，不外排。

根据国网山西省电力公司文件《国网山西省电力公司关于印发《国网山西省电力公司废油及铅酸蓄电池处置管理规范》的通知》（晋电科信〔2016〕641 号）的有关规定，事故废油及事故油污水最终交由有危废处理资质的单位进行回收利用。本项目投运后存在的主要环境风险为主变压器等含油设备事故及检修期间变压器油泄漏产生的环境风险。在严格遵循例行维修和事故状态检修的废油处理处置的操作规程前提下，本项目产生的环境风险可控，产生的风险影响较小。

7 环境保护措施

7.1 施工期环境保护措施

7.1.1 大气环境保护措施

根据《国务院关于印发大气污染防治行动计划的通知》、《山西省深入推进扬尘污染防治工作方案》，针对本项目施工过程产生的扬尘，本报告提出以下防治措施：

（1）施工区大气污染防治措施

建设单位应按照扬尘污染防治的相关规定实行“绿色施工”，建立扬尘控制责任制度，制定施工扬尘污染防治方案。根据施工工序编制建设期内扬尘污染防治任务书，实施扬尘防治全过程管理，责任到每个施工工序。

1）加强裸露地面扬尘整治，全面清理建设期产生的建筑垃圾与弃渣，不能及时清理的必须采取苫盖等抑尘措施；

2）建设单位应在施工工地公示扬尘污染防治措施、负责人、扬尘监督管理主管部门等信息，确保做到工地周边围挡、物料堆放覆盖、土方开挖湿法作业、路面硬化、出入车辆清洗、渣土车辆密闭运输“六个百分之百”；重污染天气预警和采暖季期间，停止各类土方作业；

3）在施工边界设置围挡，任意两块围挡以及围挡与防溢座的拼接处都不能有大于 0.5cm 的缝隙，围挡不得有明显破损的漏洞；

4）应尽量避免在春季大风季节以及夏季暴雨时节施工，尽可能缩短施工时间，提高施工效率，减少裸地的暴露时间，遇有大风天气时，应避免进行挖掘、回填等大土方量作业或采取喷水抑尘措施；

5）施工期合理规划，减少材料堆场及土方堆放占地。每个杆塔建设完成后，及时进行土地平整及植被恢复，临时堆放的回填土方表面采用不透水帆布覆盖，防止扬尘产生；

6）车辆运输散体材料和废物时，必须密闭、包扎、覆盖，避免沿途漏撒；运载土方的车辆必须在规定的时间内，按指定路段行驶，控制扬尘污染；

7）环评要求施工过程中采用商品混凝土，混凝土须用罐装车运至施工点进行浇筑，避免因混凝土拌制产生扬尘；

8）丘陵地段施工，应边开挖、边回填，减少风蚀扬尘对大气环境的影响；

9）施工现场严禁焚烧各类废弃物。各种建筑用料选购应有合法来源，供应商环保手续齐全。

（2）运输扬尘防治措施

本项目利用其周边道路运输施工材料至项目沿线各施工区。施工物料运输过程中环境敏感目标主要为运输沿线的村庄，运输扬尘对居民区环境影响较大。环评要求本项目在进行物料、固体废物运输时应采取以下措施：

1）物料运输采用封闭箱式货车或集装箱运输车，严禁运输过程中出现散状物料散落情况，避免对沿线村庄及居民产生扬尘污染；

2）加强运输车辆的管理，路经村庄时应降低行驶车速，同时设置洒水车并及时对运输线路路面进行洒水抑尘；

3）装载物料高度不得超过车辆槽帮上沿，运输车辆采取密闭措施。为防止运输途中扬尘、散落，必须加盖毡布，苫布边缘至少要遮住槽帮上沿以下 15cm，保证物料、渣土不露出；

4）确保车辆不带泥土驶出工地；装卸渣土严禁凌空抛散；要指定专人清扫工地路面；

5）对于运输过程产生的撒漏，建设单位、施工单位均有责任对其进行清理，建设单位也可委托环卫部门，对运输线路分段派专人负责，保证撒漏得到及时有效的清理。

（3）燃油废气防治措施

建设期应使用符合国家有关排放标准的施工机械和运输车辆，使用符合标准的油料或清洁能源，使其排放的废气能够达到国家标准。应执行《在用汽车报废标准》，推行强制更新报废制度，对于发动机耗油多、效率低、排放尾气严重超标的老、旧车辆，要及时更新；按《汽车排污监管办法》和《汽车排放监测制度》要求，对运输车辆进行监督管理。施工机械应定期进行检修与保养，及时清洗、维修，确保施工机械及运输工具始终处于良好的工作状态，减少有害气体排放量，确保施工机械废气排放符合环保要求。施工机械应定期和不定期进行车辆尾气检测，对未达标的车辆实施处罚措施并禁止其在施工区的使用。

7.1.2 水环境保护措施

（1）苗山 500kV 开闭站间隔扩建工程

①施工场地设临时沉淀池，施工废水经临时沉淀池沉淀，处理后施工废水部分可用于抑制扬尘，加强管理，防止无组织漫排。

②施工人员生活污水利用开闭站现有生活污水处理设施，避免污染环境。

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。

（2）输电线路

1）一般性保护措施

①灌注桩泥浆池底部和四周结合现场实际采取防渗措施，避免污染周边农田或土壤。

②机械设备冲洗、基础养护、泥浆池废水等施工废水经沉淀后循环利用，禁止将废污水和固体废物倾倒入河流、湖泊等水体。

③钻孔多余的弃渣（废泥浆）应放置到指定地方，不得任意堆砌在施工场地内或者直接向施工现场周边河湖等水体排放、随意倾倒，应依法合规处置废泥浆，避免污染周边环境。

④线路施工人员租住在施工点附近的村庄，施工人员日常生活产生的生活污水纳入当地的生活污水处理系统处置。

⑤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的水质。

2）跨越河流的保护措施

①施工场地的布置要尽量远离水体，并划定明确的施工范围，不得随意扩大，施工临时道路要尽量利用已有道路。

②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、湖泊等水体。

③合理安排工期和施工工序，避免雨天施工。

④基础施工阶段，开挖过程中的临时堆土、钻渣等应尽量远离跨越的水体，并采取铺垫、遮盖和拦挡措施，防止雨水冲刷、无组织径流污染河流水体。

⑤线路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。施工中临时堆土点应远离跨越的水体，不得在水体附近和河道范围内设置临时堆土点。

⑥线路架线时采用牵张放线和无人机放线等先进展放工艺，避免涉水放线。

3）穿越神头泉域重点保护区的保护措施

为降低施工活动对神头泉域重点保护区的影响，提出以下环境保护措施：

①施工现场各种机械设备运转的冷却及洗涤用水经沉淀池处理后，回用于喷洒场地，以减少扬尘；生活污水主要施工人员日常办公、生活产生的污水，经沉淀池处理后回用于降尘洒水。在施工过程中提倡清洁生产，尽量选用先进的设备、机械，以有效减少跑、冒、滴、漏的数量及维修次数。机械设备及运输车辆的维修外委进行。

②优化在泉域范围内塔基设置，减少在泉域范围内塔基数量。塔基选择避开地形条件差、易发生滑坡、易发生水土流失区域。并严格控制施工范围；合理选择施工季节，避开雨季、大风天气等可能造成水土流失、风沙等生态问题的季节。

③工程施工时严格管理，严禁施工人员随意丢弃杂物等对泉域水质保护不利的行为。严禁将弃渣、弃土排入河道中，存放地点必须与当地环保、水利等有关部门协商选址。各类固体废弃物应及时清运，运送存放过程必须有环保监理人员监督，不允许随意丢弃钻渣；不得利用渗坑、渗井、溶洞、废弃钻孔等排放施工废水，倾倒污物、废渣和生活垃圾。

④在施工中根据不同材料的特点，有针对性的加强材料的堆放和保管，现场材料分类堆放，堆放处设立标识牌。特别是雨水季节，尽量减少材料遭受雨水侵害，防止雨水冲刷，施工材料要严格管理，不得随意堆放和丢弃，堆放处进行防渗处理以防止滤液入渗。

⑤施工过程中选用环保的添加剂，避免对水环境造成不利影响。

⑥加强施工期间的用水管理，对主要用水点、供用水设施及废污水管道随时巡视检查，防止废污水泄漏和水的浪费。施工现场使用带油料的机械器具，采取吸油毡、集油盒等措施防止油料跑、冒、滴、漏。

⑦施工结束后立即对施工场地进行清理，做到“工完、料净、场地清”，对临时占地因地制宜进行土地整治和生态恢复，恢复原有土地功能。

⑧项目施工前或施工期间要做好施工队伍的水资源保护培训与教育，严格贯

彻法律法规的相关规定，在泉域内做到文明施工。

7.1.3 声环境保护措施

（1）加大声源治理力度

选择低噪声施工机械，加强机械设备、车辆的日常维修保养，使施工车辆、机械设备保持良好运行状态，避免超过正常噪声运转。对于必须使用的高噪声设备，应采取加装隔声设施，尽量降低其噪音辐射强度。

1）固定点源控制

施工场地周围应尽早设立围墙等遮挡设施，选用符合国家有关标准的施工机具及车辆，如压桩机、钻机等。加强设备车辆的维护和保养，保持机械润滑，降低运行噪声。对商砼搅拌车等振动大的设备使用减振机座等措施。施工过程中场界环境噪声排放应满足 GB12523 中的要求，接受当地生态环境部门的监督管理。

2）交通噪声控制

①在主要公路的交叉口处设置警示牌，限制车速，禁止鸣笛，提醒来往车辆减速慢行。

②加强道路养护和车辆的维修保养，禁止使用高噪声车辆，在通过村庄时控制机动车辆行驶速度，并且禁止鸣笛；夜间禁止鸣放高音喇叭。

（2）加强对施工期噪声的监督管理

建设单位的环境管理机构应按国家规定的建筑施工场界噪声标准，对施工现场进行定期检查，实施规范化管理，对发现的违章施工现象和群众投诉的热点、重点问题及时进行查处，同时积极做好环境保护法规政策的宣传教育，加强与施工单位的协调，使施工单位做到文明施工。

（3）建设单位应加强施工管理，文明施工，错开高噪声设备使用时间，施工噪声应满足《建筑施工噪声排放标准》（GB12523-2025）的要求，加强施工噪声的管理，做到预防为主，文明施工，最大程度减轻施工噪声对周围环境的影响。靠近村庄施工作业时昼间应避开中午居民休息时间，缩短高噪声设备的使用时间，夜间禁止进行施工作业。如因工艺特殊要求需在夜间施工时，应按《中华人民共和环境噪声污染防治法》的规定，取得地方人民政府住房城乡建设主管部门、生态环境主管部门或者地方人民政府指定的部门的证明，并公告附近居民。同时积极做好环境保护法规政策的宣传教育，加强与施工单位的协调，使施工单

位做到文明施工。

7.1.4 固体废物污染防治措施

（1）为避免施工建筑垃圾及生活垃圾对环境造成影响，在施工现场应做好施工机构及施工人员的环保培训。

（2）施工现场不设置施工营地，施工人员租住在施工点附近的村庄，依托当地的生活垃圾收集和处理系统来处置施工人员日常生活产生的生活垃圾。

（3）施工单位应签订规范的生活垃圾及建筑垃圾清运协议，明确各方环保责任。施工过程中产生的生活垃圾、建筑垃圾分开收集，严禁混堆；生活垃圾应采用垃圾桶分类收集，并集中堆放，堆放处应采取必要的围护、地面防渗处理，避免垃圾飞扬及污染土壤和地下水，并及时清运；建筑垃圾应及时清运出施工场地。

（4）施工单位应按照水土保持方案开展施工，临时土石方应集中堆放、及时回填，以减少弃土弃渣的产生，余土综合利用。

（5）施工结束后将多余砂石料、混凝土残渣等及时清除，以免影响后期土地功能和植被恢复，做到“工完、料尽、场地清”。

针对线路拆除工程，本次环评提出以下环境保护措施：

①拆除线路导地线、铁塔等均由建设单位统一回收处理，不得随意丢弃；

②塔基基础拆除均需拆至地表以下至少 0.5m，以保证土壤的耕植能力，拆除的塔基产生的建筑垃圾统一清运至市政部门指定地点处理处置，开挖形成的土方分层分区堆放，拆除结束后反序回填用于植被恢复；

③拆除期间严格控制施工范围，避免对周边农田及生态植被造成扰动；拆除作业避开雨季及大风天气，防止扬尘与水土流失；

7.1.5 生态保护措施

本项目的实施将对项目建设区域生态产生一定影响，应采取积极的避让、减缓、修复和补偿措施。按照生态恢复原则，其优先次序应遵循“避让→减缓→修复→补偿”的顺序，能避让的尽量避让，不能避让则采取措施减缓，减缓不能生效的，制定修复和补偿方案。依据《输变电工程生态影响防控技术导则Q/GDW12202-2022》的要求提出以下生态保护措施。

7.1.5.1 总体原则

（1）对生态影响的对象、范围、时段、程度，提出避让、减缓、修复、补偿、管理、监测、科研等对策措施，分析措施的技术可行性、经济合理性、运行稳定性、生态保护和修复效果的可达性，选择技术先进、经济合理、便于实施、运行稳定、长期有效的措施，明确措施的内容、设施的规模及工艺、实施位置和时间、责任主体、实施保障、实施效果等，编制生态保护措施平面布置图，并估算（概算）生态保护投资。

（2）优先采取避让方案，从源头防止生态破坏，包括施工作业避让重要物种的繁殖期、越冬期、迁徙洄游期等关键活动期和特别保护期，取消或调整产生显著不利影响的工程内容和施工方式等。优先采用生态友好的工程建设技术、工艺及材料等。

（3）坚持山水林田湖草沙一体化保护和系统治理的思路，提出生态保护对策措施。必要时开展专题研究和设计，确保生态保护措施有效。坚持尊重自然、顺应自然、保护自然的理念，采取自然恢复措施或绿色修复工艺，避免生态保护措施自身的不利影响。不应采取违背自然规律的措施，切实保护生物多样性。

7.1.5.2 总体措施

7.1.5.2.1 避让措施

（1）合理选址选线。输电线路路径尽量避让生态敏感区，避让天然林、植被丰富区域，减少施工对植被的破坏，输电线路无法避让集中林区时，应采取高跨越方式，以减少林木砍伐，保护生态环境；在线路的选线和定位时，尽量避开陡坡和易发生塌方、滑坡、冲沟或其他地质灾害的不良地质段；牵张场、跨越施工场应尽量选择路边无植被地段或地表植被稀疏地段，施工临时道路应尽可能利用机耕路、林区小路等现有道路，新建道路应严格控制道路宽度。

（2）合理规划施工时间：根据野生动物活动规律，合理规划协调施工工期。沿线大部分动物在早晨和黄昏较为活跃，常外出觅食，施工尽可能避开早晨和黄昏阶段，减少对野生动物正常生活的影响；夜晚是两栖爬行类野生动物活动的高峰期，在河流水域附近施工时，应重视夜间运输车辆灯光对野生动物的影响，严格控制光源使用量或者进行遮蔽，减轻干扰。

（3）合理划定施工范围。合理规划施工临时道路、塔基施工区、牵张场地

等临时场地，严格划定施工范围和人员、车辆的行走路线，并采取彩条旗或硬质栏杆围挡等施工限界措施，避免对施工范围之外的区域植被造成碾压和破坏；应根据实地情况，采取斜拉牵张等占地面积小、对植被干扰较小的牵张方式；架设方式采用对地表植被破坏较小的架设方法，最大限度减少和避免导线在地面的摆动，减少可能由此导致的地表植被破坏。

（4）输电线路施工中，避让林木、灌丛密集分布区，塔基落点尽量选择林间空隙、林缘或树木稀疏区域，严格控制沿线林木的砍伐数量，施工中需要砍伐通道处林木时，应与当地林业部门联系，办理砍伐证明及相关函件。

7.1.5.2.2 减缓措施

（1）科学约束施工方式。严格按设计的占地面积、样式要求开挖，尽量采用原状土开挖方式，避免大规模开挖；缩小施工作业范围，施工材料有序堆放，减少对塔基周围生态的破坏；优先采用飞艇、直升机、无人机放线等跨越施工技术，减少植被破坏和林木砍伐。

（2）合理开挖，保留表土。施工占用耕地、林地和草地，应做好表土剥离、分类存放和回填利用，临时表土堆场应采取苫盖等临时防护措施。

（3）在塔基及临时道路等场地施工开挖过程中形成的临时堆土，易形成松散堆积体，重塑地形，破坏地表径流路径，为水蚀提供物料来源，需采取临时拦挡、苫盖等临时措施；对塔基及施工场地的建筑材料堆放底部铺垫彩条布，临时堆土顶部和四周苫盖密目网，实施有效防护。

（4）挡护坡面坡脚，防止水土流失。对于需要在坡度较大地区设置杆塔的区域，施工时应及时在坡脚处设置草袋挡土墙挡护，或坡面种植草本植物等防护措施加以防护，并在施工区设置临时排水沟。

（5）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。

（6）控制施工噪声强度：施工噪声易影响沿线鸟类、野生动物等的觅食、栖息，应采用噪声较小的施工工艺与机械设备，合理优化运输线路，控制施工机械、车辆等的噪声强度，减轻对野生动物的影响。

（7）加强栖息环境保护：严禁向河流等水体排放污废水，施工材料的堆放要远离水源，尤其是粉状材料与有害材料，注意不能被雨水携带或风吹至水体，

以免对两栖、爬行、鸟类、水生生物的生境造成污染；对塔基临时施工区以及牵张场、施工临时道路等，应结合植物保护与恢复措施，做好生境恢复，有利于动物适应新的生境。

（8）加强预防与警示：在野生动物活动频繁区域，塔基基坑开挖过程中，停工期间应该加盖基坑盖板，防止野生动物掉落受伤。必要时，可在河流等鸟类活动相对频繁区域，设计安装菱形反光贴等反光警示装置或动态旋转装置，预防与警示鸟类撞击，或设置人工鸟巢或护鸟挡板，辅助、保护鸟类筑巢和栖息。

（9）施工期选用本地的施工机械及材料，外地进入施工区的施工机械及材料等应经过严格检疫，加强施工机械设备的消毒，防止病虫害传播；加大监测力度，做好虫情测报与信息反馈工作，做好病虫害防疫工作。

（10）项目建设前应注意对保护植物的排查，必要时聘请专业人员现场指导。在项目占地区域如发现有重点保护野生植物分布，应上报相关部门，采取相应的迁地或就地保护等相应措施；对距离线路较近的保护植物，可采取柔性围栏等措施，进行有效防护，同时应及时进行洒水抑尘，减缓项目施工对保护植物带来的不利影响。

7.1.5.2.3 修复措施

（1）迹地清理：施工结束后及时对施工场地和施工扰动区域（如塔基临时占地、塔基拆除处、牵张场、跨越施工场、施工便道等）进行清理，清除剩余的砂石、水泥，杆塔构件等建材，收集和清理建材包装等建筑垃圾及生活垃圾。

（2）土地整治：对塔基施工区、牵张场地区、跨越施工场地区、施工道路区等线路施工占地进行回填、翻松土壤等土地整治，改善施工迹地的理化性质，以满足后期植物生长环境的要求。

（3）剥离表土回覆：剥离的表土具有种子库作用，且肥力较好，将剥离表土全部回覆至平整后的施工场地内，用于恢复迹地。

（4）恢复植被：施工结束后，对塔基施工区、塔基拆除区、跨越施工场地区、施工道路区等临时占用林草地区域，采取撒播草籽、栽植乔灌木等方式恢复植被，草籽及树种宜选用本地种；同时，应结合沿线的光热水条件差异，选择合适的生长季节实施恢复，并加强后期的维护与管理。

（5）复耕：临时占用耕地区域应及时复耕，达到原有的耕作条件。

7.1.5.2.4 补偿措施

（1）项目占用林地、草地的应按照国家和地方有关规定缴纳林木补偿费、林地补偿费、植被恢复费等。

（2）项目占用耕地的应按照国家和地方有关规定进行经济赔偿。

7.1.5.2.5 管理措施

（1）加强施工期生态环境保护宣传与现场指导：结合现场实际，对施工人员进行宣传教育，增强施工人员的生态保护意识，严禁施工人员对重点保护植物进行采挖与破坏，严禁追逐、猎杀野生动物。施工过程中遇到鸟类、蛇等动物卵，应联系野保部门处理，或妥善移置到附近类似生境中，同时建议聘请专业人员进行现场指导，遇到突发事件及时稳妥处理，避免对保护动物及其生境造成影响。

（2）项目施工和生态修复过程中，应按照国家与地方相关规定，加强建设中的检验和检疫工作，避免直接或间接引入外来种，并要加强外来入侵种的综合防控。

（3）林区施工注意防火。林区施工人员应该严禁吸烟或进行其他容易引发火灾的行为。

（4）定期对线路沿线生态保护和防护措施及设施进行检查，跟踪生态保护与恢复效果，以便及时采取后续措施。

7.1.5.3 分项措施

7.1.5.3.1 重要植物保护措施

项目施工活动扰动对其不利影响主要来自于施工扬尘及人工采挖等。应采取以下措施进行保护。

（1）项目施工前，施工单位应聘请专业技术人员及专家对施工人员进行宣传教育，加强施工人员对保护植物的识别鉴定能力，提高施工人员的保护意识。

（2）项目施工建设准备期，应对项目征地范围内的保护植物进行排查，在项目占地区域如发现有重点保护野生植物分布，应上报相关部门，采取相应的迁地或就地保护等相应措施。

（3）对距离线路较近的保护植物，可采取柔性围栏等措施，进行有效防护，同时应及时进行洒水抑尘，减缓项目施工对保护植物带来的不利影响。

（4）加强施工管理，严禁施工人员对有经济价值、药用价值和观赏价值的

保护植物进行采挖与破坏。

7.1.5.3.2 重要动物保护措施

（1）合理安排施工时序，降低施工噪声。穿越生态敏感区段施工时，应尽量避免或减少施工噪声对保护动物的惊扰。野生动物大多是晨、昏（早晨、黄昏）或夜间外出觅食，正午休息，5~8 月为交配繁殖时期。塔基施工应做好开挖方式、数量、时间的计划，并力求避免在晨昏和正午高噪声作业等。同时，施工时间应尽量避开重点保护野生动物交配繁殖时期。

（2）施工期间若在施工区周边发现鸟类等重点保护野生动物，可采取无伤的方式驱离；若野生动物数量较多，应暂停施工，等野生动物离开后再施工。

（3）加强预防与警示：在野生动物活动频繁区域，塔基基坑开挖过程中，停工期间应该加盖基坑盖板，防止野生动物掉落受伤；必要时，可在河流等鸟类活动相对频繁区域，设计安装菱形反光贴等反光警示装置或动态旋转装置，预防与警示鸟类撞击，或设置人工鸟巢或护鸟挡板，辅助、保护鸟类筑巢和栖息。

（4）施工期间若出现误伤保护动物的情况，应及时上报地方林业局和生态环境局，并积极采取措施对误伤的野生动物进行救护。

7.1.5.3.3 耕地保护措施

（1）线路选线尽量利用荒地、劣地，少占用耕地特别是基本农田。

（2）应做好耕地耕作层剥离、分类存放和回填利用。施工时要将耕作层按 0.3m 厚表土进行剥离，将剥离的表土临时集中就近堆放于塔基区占地范围内，塔基基础开挖完工后，尽快浇筑混凝土，按照原有土层顺序进行回填，缩短裸露时间。表土及塔基区的部分回填土方未能及时回填时，将其堆放于塔基区，将土方和表土分开堆放，土堆外侧用草袋填土进行临时防护，宽 0.6m、高 1.0m。同时在土堆表面用防尘网苫盖，以防止水土流失。

（3）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。

（4）足额支付经济补偿措施，施工结束后对临时占地进行土地复垦，复垦后的耕地功能不改变、质量不降低。

7.1.5.3.4 林地及公益林保护措施

（1）线路跨越成片林地时，将采用高跨越方式，减少林木砍伐，导线与树

木（考虑自然生长高度）之间的垂直距离控制在 7.0m 以上。

（2）遵循“最小化破坏、科学补偿”的原则，优化塔基、牵张场、临时道路等占地布置，压缩占地范围，尽量选择植被生长稀疏区域。

（3）对于不可避免占用林地时，尽可能采取人工措施，把占地区域的树木进行异地移栽，并采取可行的保活措施。

（4）对于不可避免要砍伐的树木，必须依法履行有关砍伐手续和给予应有的赔偿，以保证对植被影响降到最低。

（5）应做好占用林地区域表土剥离、分类存放和回填利用。施工时要将表土按 0.3m 厚表土进行剥离，将剥离的表土临时集中就近堆放于塔基区占地范围内，塔基基础开挖完工后，尽快浇筑混凝土，按照原有土层顺序进行回填，缩短裸露时间。表土及塔基区的部分回填土方未能及时回填时，将其堆放于塔基区，将土方和表土分开堆放，土堆外侧用草袋填土进行临时防护，宽 0.6m、高 1.0m。同时在土堆表面用防尘网苫盖，以防止水土流失。

（6）对施工范围内重点保护动植物进行排查，采取相应的迁地或就地保护等相应措施。

（7）对临时占用林地区域及时进行土地平整、植被恢复。采取播撒草籽、种植树木，林草结合的方式及时对临时施工用地进行植被恢复，同时注意尽量使用当地植物物种，避免造成外来物种入侵。对于恢复林地的较为平整的区域进行穴状整地，以满足后期栽植灌木的要求，穴状整地规格：穴径×坑深为 30cm×30cm；对于恢复林地的坡度较陡的区域进行鱼鳞坑整地，以满足后期栽植灌木的要求，鱼鳞坑整地规格：长径 1.0m，短径 0.6m，坑深 0.3m。

（8）项目占用林地、草地的应按照国家和地方有关规定缴纳林木补偿费、林地补偿费、植被恢复费等。

①根据《中华人民共和国土地管理法》（2019 年修订）、《关于＜建设项目使用林地审核审批管理规范＞的通知》（林资规〔2021〕5 号）、《国家林业局关于调整森林植被恢复费征收标准引导节约集约利用林地的通知》（晋财综〔2016〕14 号）、《山西省林业厅关于加强森林植被恢复费项目管理的通知》（晋林资发〔2013〕14 号)等相关规定，建设单位应在确定占用林地具体数量后，必须与林业主管部门协调后，确定林地补偿方案，把补偿林地的费用交由林业主

管部门，由林业部门主持综合实施。

②涉及生态公益林地的，需依据《建设项目使用林地审核审批管理办法》（国家林业局令第 35 号）、《国家级公益林管理办法》（林资发〔2017〕34 号）、《山西省永久性生态公益林保护条例》、《关于规范建设项目使用国家级公益林地和省级公益林地等有关问题的通知》（晋林办资〔2019〕57 号）要求，国家公益林和省级公益林实行“总量控制、趋于稳定、动态管理、增减平衡”的管理体制，因批准征收、征用、占用林地而减少的国家级公益林和省级公益林地面积，应当按照占一补一的原则和划定程序进行调整补充，保证质量。通过补偿机制，为异地造林提供了资金保障；通过森林植被恢复费的异地造林，保证占用的公益林等质等量得到补偿。

7.1.5.3.5 水土流失治理措施

本项目位于“永定河上游国家级水土流失重点治理区”，按要求加强水土流失治理措施。水土流失防治措施总体布局，遵循“预防为主、保护优先、全面规划、综合治理、因地制宜、突出重点、科学管理、注重效益”方针，按照预防和治理相结合的原则，坚持局部与整体防治、单项防治措施与综合防治措施相协调、兼顾生态效益和经济效益，按分区进行防治措施总体布置。本项目严格落实相关水土保持方案中措施，具体如下：

（1）苗山 500kV 变电站间隔扩建工程

在施工空闲区域布设 1 个临时堆土场，规模为 5m×8m，平均堆高 1.5m，坡比 1:1.5，作为回填土方临时周转场地。临时堆土人工拍实表面，遇大风或降雨在顶部苫盖防尘网，需防尘网约 200m^2，施工结束后，回收防尘网。

（2）输电线路工程

1）塔基及塔基施工区

塔基区占地类型为旱地、林地和草地，施工结束后要及时平整，进行土地整治，将余土堆至塔基土地征购范围内，平均堆高为 0.40m，坡比为 1：1.5。按 0.30m 厚表土进行剥离，将剥离的表土临时集中就近堆放于塔基区占地范围内，以便后期复耕和植被恢复利用。

施工结束后对占用的林地和草地等进行植被恢复，采用乔灌草结合的方式，乔木选用油松，灌木选用荆条，草籽选用紫花苜蓿。油松种植标准为株行距 3.0

m×3.0m，采用 60cm×60cm 的穴坑整地，采用植苗造林，苗木要求苗高 150cm，生长健壮，无病虫危害；荆条种植标准为株行距 1.5m×1.5m，3 株/穴，采用 30cm×30cm 的穴坑整地，采用植苗造林，苗木要求苗高 50cm，生长健壮，无病虫危害。紫花苜蓿种植密度为 60kg/hm^2。

2）跨越施工区

在施工结束后，要及时整平，进行土地整治。对占用的耕地及时复耕，恢复原有耕作功能；对占用的草地进行植被恢复，采用灌草结合的方式，灌木采用荆条，草籽采用紫花苜蓿。荆条种植标准为株行距 1.5m×1.5m，3 株/穴，采用 30cm×30cm 的穴状整地，采用植苗造林，苗木要求苗高 50cm，生长健壮，无病虫危害。紫花苜蓿种植方式为撒播，种植密度为 60kg/hm^2。

3）牵张场

在施工结束后，要及时整平，进行土地整治。对占用的耕地及时复耕，恢复原有耕作功能；对占用的草地进行植被恢复，采用灌草结合的方式，灌木采用荆条，草籽采用紫花苜蓿。荆条种植标准为株行距 1.5m×1.5m，3 株/穴，采用 30cm×30cm 的穴状整地，采用植苗造林，苗木要求苗高 50cm，生长健壮，无病虫危害。紫花苜蓿种植方式为撒播，种植密度为 60kg/hm^2。

4）施工道路

按 0.30m 厚表土进行剥离，将剥离的表土临时集中就近堆放于施工道路一侧占地范围内，以便复耕和恢复植被利用。

施工结束后对占用的林地和草地等进行植被恢复，采用乔灌草结合的方式，乔木选用油松，灌木选用荆条，草籽选用紫花苜蓿。油松种植标准为株行距 3.0m×3.0m，采用 60cm×60cm 的穴坑整地，采用植苗造林，苗木要求苗高 150cm，生长健壮，无病虫危害；荆条种植标准为株行距 1.5m×1.5m，3 株/穴，采用 30cm×30cm 的穴坑整地，采用植苗造林，苗木要求苗高 50cm，生长健壮，无病虫危害。紫花苜蓿种植密度为 60kg/hm^2。

7.1.5.3.6 防沙治沙措施

（1）防沙治沙时，要结合当地实际因地制宜地选择合适的方式提前做好保护工作，坚持先保护后治理的理念。

（2）施工前对基础开挖区域进行表土剥离，施工结束后将底土回填平整，

上覆表土；严禁土石方随意倾倒。

（3）土方临时堆场采取表面拍实处理并在表面遮盖防尘网，四周设编织袋挡土堰挡护。若遇大风天气，不仅要暂停土方作业并加密覆盖层，还应组织专人对覆盖区域进行巡查，防止覆盖物被大风掀开。

（4）在植被覆盖度较低且风大的山区施工时，设置砾石方格固沙带，覆盖砾石，固结表层土，防止起沙。

（5）对塔基用地、跨越施工区、牵张场区和施工道路区等临时占地区域采用播撒草种方式进行植被恢复，草籽选用灌草结合（优先选用柠条等），防治土地沙化。

7.1.5.3.7 自然景观保护措施

（1）严格按选线避让生态保护红线核心景观区，减少对自然风貌的切割。

（2）结合地形采用“全方位长短腿铁塔”等基础型式，减少土石方开挖和植被破坏，降低对景观的割裂感。

（3）采用紧凑型线路设计降低视觉突兀感。

（4）施工期使用雾炮机抑尘、密目网苫盖裸露地表，减少施工扬尘对景观通透性的影响。

（5）施工结束后及时恢复临时占地的植被，优先选用本地适生植物，确保与周边景观协调。

7.1.5.3.8 生态保护红线区域生态保护措施

除遵守以上生态保护措施以外，在生态保护红线区域应同时落实以下生态保护措施：

（1）优化在生态保护红线内塔基设置，减少在生态保护红线内塔基数量及其他临时占地。塔基选择植被相对稀疏，避开重要野生动植物集中分布区域；塔基选择避开地形条件差、易发生滑坡、易发生水土流失区域，并严格控制施工范围；合理选择施工季节，避开雨季、大风天气等可能造成水土流失、风沙等生态问题的季节。

（2）禁止在生态保护红线区域内设立堆料场、施工营地，施工机械维修在生态保护红线区域外进行，以减少对生态保护红线区域的人为干扰。

（3）加强施工人员生态教育，严格落实生态识别与管理，一旦发现重要保

护物种，要采取围隔措施，减少对植被的破坏。

（4）输电线路在生态保护红线区域，要选取声源强度和声功率小的施工设备和工艺，降低作业噪声，禁止爆破施工，组塔采用摇臂抱杆等人工组塔方式，放线采用无人机等先进设备和工艺，减少大型机械设备进入对生态保护红线区域的影响。

（5）禁止施工人员滥捕滥猎，野生动物误入施工区域时，施工人员不得恐吓、驱散，应采取喂食诱导等措施，将其引出施工区；并加强与相关管理机构合作，救助施工期遇到的受伤的鸟类与兽类。

（6）塔基采取高低腿基础，减少土石方开挖量，降低挡墙的使用量。

（7）施工期采取表土剥离措施，将表层土剥离单独堆放，回填时将表土附在最上面，便于植被恢复；对临时堆土底部采用土工布铺垫，防止堆土对堆土区域植被产生大的破坏，便于植被恢复，临时堆土顶部采取密目网苫盖措施、下坡侧设置填土编织袋进行拦挡、修筑截排水沟等措施；施工结束后进行土地平整、回覆表土、栽种植被、撒播草籽等。

（8）对生态保护红线区域内有坡度的塔位，为防止上坡侧汇水面的雨水及其它地表水对基面的冲刷影响，除塔位位于面包形山顶或山脊外，一般需在塔位上坡侧（如果基面有降基挖方，距挖方坡顶水平距离≥4m 处），依山势设置环状截（排）水沟，以拦截和排除周围山坡汇水面内的地表水。但对于塔位场地宽缓、散水面较大的塔位则不宜设置排水沟，施工时尽量将排水沟末端与自然沟道顺接在较平缓区域，排水沟出口段应设消能散水措施。

（9）对位于生态保护红线区域输电线路尽量采用人工掏挖方式。

（10）合理安排施工时序，紧凑合理，避免在雨季施工；根据野生动物活动规律，合理规划协调施工工期，最大限度避开野生动物的重要生理活动期，如繁殖期（5~8 月）中的高峰时段；大多数野生动物在早晨、黄昏和夜晚外出觅食，应做好施工计划，尽可能避免上述时间施工，减少对生态保护红线内野生动植物的影响。

7.1.5.4 生态恢复治理措施

根据前述生态保护措施，汇总出本项目主要生态保护措施如下：

表 7.1-1　生态保护措施汇总表

类别	主要保护与恢复措施
重要植物保护措施	（1)项目施工前，施工单位应聘请专业技术人员及专家对施工人员进行宣传教育，加强施工人员对保护植物的识别鉴定能力，提高施工人员的保护意识。 （2）项目施工建设准备期，应对项目征地范围内的保护植物进行排查，在项目占地区域如发现有重点保护野生植物分布，应上报相关部门，采取相应的迁地或就地保护等相应措施。 （3）对距离线路较近的保护植物，可采取柔性围栏等措施，进行有效防护，同时应及时进行洒水抑尘，减缓项目施工对保护植物带来的不利影响。 （4）加强施工管理，严禁施工人员对有经济价值、药用价值和观赏价值的保护植物进行采挖与破坏。
重要动物保护措施	（1）合理安排施工时序，降低施工噪声。 （2）施工期间若在施工区周边发现鸟类等重点保护野生动物，可采取无伤的方式驱离；若野生动物数量较多，应暂停施工，等野生动物离开后再施工。 （3）临近生态敏感区段，在铁塔上设置“鸟刺”装置，减少鸟类因为在铁塔上筑巢而触电的发生。 （4)施工期间若出现误伤保护动物的情况，应及时上报地方林业局和生态环境局，并积极采取措施对误伤的野生动物进行救护。
耕地保护措施	（1）线路选线尽量利用荒地、劣地，少占用耕地特别是基本农田。 （2）应做好耕地耕作层剥离、分类存放和回填利用，施工时要将耕作层剥离并采用上铺下盖等隔离措施单独堆放，塔基基础开挖完工后，尽快浇注混凝土，按照原有土层顺序进行回填，缩短裸露时间。 （3）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。 （4）对临时占用耕地区域及时进行土地平整、复耕。
林地（公益林）保护措施	（1）线路跨越成片林地时，将采用高跨越方式，减少林木砍伐，导线与树木（考虑自然生长高度）之间的垂直距离控制在 7.0m 以上，对少量无法避免的树木砍伐按政策进行赔偿。 （2）部分塔基占用公益林时应做好表土剥离、分类存放和回填利用。 （3）施工过程中，严格控制临时占地林地面积，并及时做好植被恢复措施，采取播撒草籽、种植树木，林草结合的方式及时对临时施工用地进行植被恢复，同时注意尽量使用当地植物物种，避免造成外来物种入侵。
草地保护措施	（1）表土剥离（0.30m）及回覆。 （2）对临时占用草地区域及时进行土地平整、植被恢复。采取撒播草籽方式恢复植被，草籽宜选用本地种。
跨越生态敏感区生态保护措施	针对跨越的生态保护红线等生态敏感区提出以下生态保护措施： （1）优化在生态敏感区内塔基设置，减少在生态保护红线内塔基数量。塔基选择植被相对稀疏，避开重要野生动植物集中分布区域；塔基选择避开地形条件差、易发生滑坡、易发生水土流失区域，并严格控制施工范围；合理选择施工季节，避开雨季、大风天气等可能造成水土流失、风沙等生态问题的季节。 （2）禁止在生态敏感区区域内设立堆料场、施工营地，施工机械维修在生态保护红线区域外进行，以减少对生态保护红线区域的人为干扰。 （3）加强施工人员生态教育，严格落实生态识别与管理，一旦发现重要保护物种，要采取围隔措施，减小对植被的破坏。 （4)输电线路在生态敏感区区域，要选取声源强度和声功率小的施工设备和工艺，

	降低作业噪声，禁止爆破施工，组塔采用摇臂抱杆等人工组塔方式，放线采用无人机等先进设备和工艺，减少大型机械设备进入对生态保护红线区域的影响。 （5）禁止施工人员滥捕滥猎，野生动物误入施工区域时，施工人员不得恐吓、驱散，应采取喂食诱导等措施，将其引出施工区；并加强与相关管理机构合作，救助施工期遇到的受伤的鸟类与兽类。
水土保持、防沙治沙措施	（1）塔基采取高低腿基础，减少土石方开挖量 （2）对临时堆土采取临时拦挡、苫盖等临时措施。 （3）在坡脚处设置草袋挡土墙挡护。 （4）坡面种植草本植物等防护措施加以防护。 （5）在施工区设置临时排水沟。

7.1.5.5 管理目标、管护时限和责任主体

（1）管理目标

①环境合规性：落实生态环境相关法律法规要求，实现全过程合法合规。

②植被恢复：临时占用的林地、草地全部恢复植被，无地表裸露状况；临时占用的耕地全部复耕，达到原有的耕作条件。

③水土流失防治：确保水土流失治理度≥95%、土壤流失控制比 1.0、渣土防护率≥97%、表土保护率≥95%。

④防沙治沙：确保施工区域遏止沙化趋势。

⑤生物多样性维护：减少施工对地表动植物及生态系统的扰动，保护生物多样性。

（2）管护时限

施工期：覆盖工程全周期，重点管控土方开挖、基础施工等关键阶段。

运营期：短期：植被恢复期为 1-2 年，需持续养护至植被稳定。

长期：水土保持设施需永久维护，定期检查并修复损毁设施。

（3）责任主体

建设单位：负责统筹生态保护方案实施，落实环保资金，组织验收。

施工单位：执行具体环保措施，包括扬尘控制、废水处理、生态保护等。

7.1.5.6 生态恢复目标指标

（1）临时占用的林地、草地全部恢复植被，无地表裸露状况。

其中林地满足以下要求①保证平整后地面坡度不超过 25°；②树种选择：乔木树种选择油松等本地物种，株行距为 3m×3m；灌木树种选择柠条，条播行距为 1.5m；草种选择紫花苜蓿、披碱草等，种植方式为撒播，选择品质优良的一

级草籽，播种量为 160kg/hm^2；③林木成活率达到 85%以上，五年后林木生产量逐步达到同地区条件相当地块的生长水平。

草地满足以下要求①草籽选用紫花苜蓿、披碱草等；②草地地形坡度不高于 25°；③土层厚度不低于 30cm；④综合植被覆盖度达到 35%以上。

（2）临时占用的耕地全部复耕，达到原有的耕作条件。并满足以下要求①地面坡度/（°）≦5，平整度±3cm 之内；②有效土层厚度为≥50cm、土壤容重≤1.4g/cm^3、土壤质地为粘质砂土至黏壤土、砾石含量≤15%。

（3）各项水土流失防治指标均可达到《水土保持方案》种水土流失防治目标，使水土流失得到有效控制。

7.2 运行期环境保护措施

7.2.1 电磁环境影响控制措施

（1）开闭站：通过选择配电架构高度、对地和相间距离，控制设备间连线离地面的最低高度。

（2）输电线路

合理选择导线及导线相序排列方式，提高导线对地高度，减小电磁环境影响。线路与其他电力线路、公路、通讯线等设施交叉跨越时，严格按照《110kV～750kV架空输电线路设计规范》（GB50545-2010）要求确保足够净空距离。

①本工程 500kV 同塔双回线路导线采用逆相序排列，线路经过耕地等场所时，抬高导线对地高度 19m 时，地面 1.5m 高度处的工频电场强度、工频磁感应强度满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中耕地、园地等场所电场强度 10kV/m、磁感应强度 100μT 的控制限值。经过电磁环境敏感目标处时，抬高导线对地高度 20m 时，地面 1.5m 高度处的工频电场强度、工频磁感应强度满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中电场强度 4kV/m、磁感应强度 100μT 的控制限值。

②本期 500kV 单回线路（水平排列）线路经过耕地等场所时，导线对地高度 11m，地面 1.5m 高度处的工频电场强度、工频磁感应强度，满足耕地、园地等场所电场强度 10kV/m、磁感应强度 100μT 的控制限值；经过电磁环境敏感目标处时，抬高导线对地高度 19m 时，地面 1.5m 高度处的工频电场强度、工频磁感应强度满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中电场强度 4kV/m、磁感应强度 100μT 的控制限值。

③本期 500kV 单回线路（三角排列）经过耕地等场所时，导线抬高至 12m 时，地面 1.5m 高度处的工频电场强度、工频磁感应强度满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中电场强度 10kV/m、磁感应强度 100μT 的控制限值。经过电磁环境敏感目标处时，抬高导线对地高度 19m 时，地面 1.5m 高度处的工频电场强度、工频磁感应强度满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中电场强度 4kV/m、磁感应强度 100μT 的控制限值。

④根据《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》（GB50545-2010）要求，

500kV 输电线路工程拆迁原则：在无风情况下，边导线与建筑物之间的水平距离小于 5m 的长期住人的建筑物予以拆除。

（3）运行期做好环境保护设施的维护和运行管理，加强巡查和检查，保障发挥环境保护作用；在架空线路附近及杆塔处设立警示和防护指示标志，加强有关高压输电方面的环境宣传工作。

（4）定期开展环境监测，确保工频电场、工频磁场排放符合 GB8702 等国家标准要求，并及时解决公众合理的环境保护诉求。

7.2.2 噪声污染控制措施

（1）变电站

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

（2）输电线路

①优化导线型式、子导线分裂间距、绝缘子串组装型式等，降低噪声影响。

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

④加强输电线路维护，确保导线、铁塔金具等正常运行，确保其表面光滑洁净，减少电晕放电噪声水平。

⑤针对临近线路由静电引起的电场刺激等影响，建设单位或运行单位在线路附近设置警示标志，建立该类影响的应对机制，加强同当地群众的宣传、解释和沟通工作，配备专门人员和资金采取接地、屏蔽等措施以消除影响。

7.2.3 水污染防治措施

苗山 500kV 开闭站前期建设生活污水排水系统，经污水管网收集后进入化粪池，污水加压排至神头二电厂内污水管网，与电厂内生活污水统一处理。

本期间隔扩建工程不新增运行人员，不新增生活污水排放量，生活污水经一体化污水处理设施处理后全部回用，不外排。

7.2.4 固体废物污染防治措施

开闭站运行期产生的固体废物主要为生活垃圾、废高抗绝缘油。苗山 500kV 开闭站本期无新增工作人员，不新增生活垃圾产生量，同时无新增含油设备，因

此苗山 500kV 开闭站本期扩建运行期无新增固体废物，依托现有设施或措施处理固体废物，运行期不会增加固体废物环境影响。

新建输电线路运行期无固体废物产生。

7.2.5 运行期生态影响缓解措施

7.2.5.1 植物保护措施

（1）强化对线路设备检修维护人员的生态保护意识教育，加强管理，禁止滥采滥伐，避免因此导致的沿线自然植被和生态破坏。

（2）对施工道路、临时堆土场、牵张场地，尤其是生态敏感区内的施工道路，实施生态恢复，并跟踪生态保护与恢复效果，以便及时采取后续措施。

（3）项目施工过程中如移植受保护植物，施工单位应加强项目建设后期的生态抚育与管理，保障移植的成活率。

（4）按设计要求进一步完善水土保持等各项工程措施、植物措施和土地复垦措施，确保项目实施前后区域损失与补偿的生物量达到平衡。

7.2.5.2 动物保护措施

（1）加强对线路维护人员的环保教育，严禁捕猎野生动物。

（2）了解线路铁塔驱鸟装置使用情况及效果，为后续输变电建设项目对鸟类保护设计提供经验资料。

（3）在野生动物活动较为频繁的季节，结合相关生态管理活动的开展，观察项目运行对野生动物的影响。

（4）线路检修作业应避开鸟类迁徙、繁殖时节，日常线路巡视、检修，塔基维护等作业以秋冬季为主，减少对鸟类的干扰。

（5）定期对线路沿线生态保护和防护措施及设施进行检查，及时修复遭破坏的设施。

7.2.5.3 生态敏感区保护措施

（1）线路巡检和维护时，应避免过多人员和机械进入生态保护红线等生态敏感区，减轻干扰强度。据野生动、植物分布情况，限定巡查检修路线和范围，巡查检修线路应避开野生动物栖息场所。为减少输变电工程巡查检修可能造成的植被损伤和生态扰动，建议采用无人机或直升机对输电线路进行飞行巡检，分辨和判断可能存在的故障，减少人力巡检造成的生态扰动。

（2）加强运行维护人员管理，禁止运维人员捕猎野生动物，捕捞水生生物，破坏植被。

（3）加强恢复后期的监管，定期对沿线生态保护和防护措施及设施进行检查，及时修复遭破坏的设施。

（4）采用先进的维修技术，尽量避免使用大型维修设备，尽可能空中作业。

7.2.6 其他保护措施

苗山 500kV 开闭站前期工程能够满足根据《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）、《地下水污染源防渗技术指南（试行）》等相关的防渗标准和规范。本期仅进行间隔扩建。

7.2.7 环境风险防控措施

（1）苗山 500kV 开闭站事故油池容积可容纳其接入的油量最大的一台设备的 100%油量确定，满足《火力发电厂与变电站设计防火标准》（GB50229-2019）要求。

（2）苗山 500kV 开闭站事故油坑、排油管道及事故油池四壁及底面均采取符合《危险废物贮存污染控制标准》有关规定的防渗措施，。

（3）运行期对事故油池的完好情况进行检查，确保无渗漏、无溢流。

（4）苗山 500kV 开闭站前期设 1 处 10m^2 危废贮存点，不能立即回收处理的危险废物应在危险废物贮存点暂存。

7.3 环保投资及环保投资估算

根据本项目特性以及拟采取的环保设施、措施，本项目环境保护投资主要有施工期废水、扬尘、固体废物处置、临时施工占地植被恢复；运行期危废贮存点、事故油池、噪声防治措施及其他防治措施。均由建设单位出资，环保投资估算详细情况见表 7.3-1。

表 7.3-1　项目环保投资估算一览表

污染类型	环境保护设施、措施	环保投资估算（万元）	责任主体
施工废水	临时沉淀池（防渗设计）	30	施工单位
	移动式环保旱厕	5	
施工废气	施工围挡、遮盖、洒水抑尘	20	
固体废物	土石方、建筑垃圾、生活垃圾分类集中收集并定期进行清运	25	

生态恢复	施工临时场地植被恢复费用（含表土剥离、表土回覆、土地整治、播撒草籽、栽植树木等、复耕）	120	
运行维护费		20	
加强宣传等费用		5	
环境影响评价费用		40	
竣工环保验收及监测费用		30	
施工期培训		10	
生态监测（仅包含施工期、运行初期）		20	
合计环保投资		325	--
本项目总投资		31475	--
环保投资占总投资的比例		1.03%	--

8 环境管理与监测计划

本项目的建设将会不同程度地对项目所在地附近的自然环境和社会环境造成一定的影响。施工期和运行期应加强环境管理、开展环境监理、执行环境监测计划，掌握项目建设前后、运行前后实际产生的环境影响变化情况，确保各项环境保护措施的有效落实，并根据管理、监理、监测中发现的信息及时解决相关问题，尽可能降低、减少项目建设及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。

8.1 环境管理

8.1.1 环境管理体系

环境管理是保证可研和环评要求的环境保护措施与主体工程同步实施和顺利运行的必要手段，也是保证各项环保措施稳定运行的前提。环评要求在建设单位或运行单位按照环评要求设置独立的环境管理机构，统一负责本项目的生态环境管理和监测工作。

环境管理机构共配 2 名人员，机构设置要求为：

（1）负责工程整体生态环境工作。

（2）配 1 名环保人员负责日常环境保护工作，污染物及环境质量自行监测工作。

环境管理机构的主要职责如下：

1）施工阶段，保证污染防治和生态保护设施”三同时”的实施及各施工现场的环境保护工作；

2）负责制定环境保护管理办法、环境保护规章制度、污染防治措施运行管理制度、风险事故防范和应急措施，并监督检查这些制度和措施的执行情况；

3）确定生态环境保护目标，对各部门及操作岗位进行监督与考核；

4）建立环境档案，包括环评报告、环境保护竣工验收报告、自行监测报告、环境管理台账以及其它环境统计资料；

5）收集与管理有关法律法规、部门规章、污染和排放标准及相关技术规范；

6）做好污染防治和生态保护措施与主体工程的协调管理，使生态保护及污染防治设施的配备与主体工程相适应，并与主体工程同时运行及检修，污染防治

设施出现故障时，生态环境管理机构应立即与生产部门共同采取措施，严防污染扩大，并负责污染事故的处理；

7）直接管理或协调工程的日常环境监测事宜，负责处理环境污染和扰民的投诉；

8）组织职工的环保教育，搞好环境宣传；

9）定期编制环境报表和年度环境保护工作报告，提交给上级和当地生态环境主管部门；

10）组织编写和填写政府部门要求的各种环境保护报告和记录；

11）为政府环境执法人员检查工作提供方便。

8.1.2 施工期环境管理要求

鉴于施工期环境管理工作的重要性，同时根据国家的有关要求，本项目的施工将采取招投标制。施工招标中应对投标单位提出施工期间的环保要求，并应对监理单位提出环境保护人员技术能力要求。在施工设计文件中详细说明施工期应注意的环保问题，严格要求施工单位按设计文件施工，特别是按环保设计要求提出的措施进行施工。

具体要求如下：

（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，负责工程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、推广和实施工程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，做好工程用地区域的环境特征调查，对于环境敏感目标要做到心中有数。

（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和避免水土流失，合理组织施工以减少占用临时施工用地。

（7）施工期尽量采用低噪声的施工设备，夜间施工禁止使用高噪声设备。

（8）施工场地要设置施工围栏，并对作业面定期洒水，防止扬尘破坏环境。

（9）施工中尽量减少破坏农作物，对无法恢复的破坏要按规定赔偿。

（10）施工结束后对临时用地及时植被恢复或复耕。

（11）输电线路与公路等的交叉跨越施工应该先与交通等部门协商后，针对性设计施工方案，在规定时间内完成施工。

（12）做好施工中各种环境问题的收集、记录、建档和处理工作。

（13）监督施工单位严格落实施工期各项污染防治、生态保护与恢复措施。

（14）项目竣工后，组织竣工环境保护验收。

8.1.3 环境保护设施竣工验收要求

根据《建设项目环境保护管理条例》、《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》以及建设项目竣工环境保护验收有关管理规定和技术规范，建设单位应要求自主组织竣工环境保护验收工作，项目环境保护设施竣工验收工作应根据《建设项目竣工环境保护验收技术规范 输变电》（HJ705-2020）的要求开展。竣工环境保护验收的主要内容为生态保护和污染防治措施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的“三同时”制度的落实情况。

竣工环境保护验收的内容见表 8.1-1。

表 8.1-1　本项目竣工环境保护验收一览表

序号	验收对象	验收内容
1	相关批复文件	项目是否进行了环境影响评价，取得了相关生态环境部门的环评批复；环境保护档案是否齐全。
2	核查工程变动情况	核查工程内容设计变化情况，以及由此造成的环境影响的变化情况。按照环境保护部《关于印发〈输变电建设项目重大变动清单（试行）〉的通知》（环办辐射〔2016〕84 号），核查该工程是否有重大变动情况，是否具备验收条件。
3	环保措施落实情况	施工期： ①生活污水、建筑垃圾、弃土弃渣和生活垃圾是否按规定进行妥善处置； ②是否出现施工噪声、施工扬尘扰民现象； ③是否在生态保护红线、泉域终点保护区等环境敏感区内严格落实各项避让、减缓、补偿、恢复等措施； ④临时占地是否恢复植被或复耕。 运行期： ①站内值守人员产生的少量生活污水及生活垃圾是否按规定进行妥善处理处置，是否有废污水外排现象； ②开闭站运行过程中，是否及时对事故油池的油水进行清理，清理出的废油交由有资质单位处理； ③导线对地高度是否满足要求。

4	敏感目标调查	核查是否新增环境敏感目标及其变化情况： ①调查评价范围内电磁敏感目标和声环境保护目标分布及其变化情况； ②调查生态影响评价范围内环境敏感区的分布及其变化情况； ③对比环评报告，说明上述人群和生态保护目标的变化情况、变更原因。
5	污染物达标排放情况	工频电场、工频磁场是否满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中工频电场强度 4kV/m、工频磁感应强度 100μT，以及架空输电线路线下的耕地、畜禽蓄养地、道路等场所电场强度控制限值为 10kV/m 的限值要求；开闭站扩建工程完工后厂界噪声是否满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类排放限值要求。
6	环保制度落实情况	调查建设单位环保机构、人员、规章、制度的建立，环境管理是否规范，环境监测计划的实施情况。

8.1.4 运营期环境管理要求

根据项目所在区域的环境特点，在运行主管单位宜设环境管理部门，配备相应专业的管理人员。环保管理人员应在各自的岗位责任制中明确所负的环保责任。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，监控本项目主要污染源，对各部门、操作岗位进行环境保护监督和考核。其主要工作内容如下：

（1）制定和实施各项环境管理计划，建立工频电场、工频磁场、噪声环境监测、生态环境现状数据档案及生态信息网络，并定期向当地生态环境行政主管部门申报。建设单位在危险废物处理、处置时采取以下措施：

①对承运人或接受人的主体资质和技术能力进行核实，依法签订书面合同，并在合同中约定运输、贮存、利用、处置危险废物的污染防治要求及相关责任；

②执行危险废物管理计划，明确拟转移危险废物的种类、重量（数量）和流向等信息；

③建立危险废物管理台账，对转移的危险废物进行计量称重，如实记录、妥善保管转移危险废物的种类、重量（数量）和接受人等相关信息；

④针对绝缘油泄漏等可能事故，建立相应的事故应急管理部门，并制定相应的环境风险应急预案，以防风险发生时能够紧急应对，并及时进行救援和减少环境影响。

（2）加强事故油池维护、清理，应定期对其墙体、管道等进行检查、维护，确保其运行正常，发现问题要及时整改。

（3）定期对事故油池进行清理，确保事故油池有较大的容量，清理出的废油交由有资质单位回收处置。

（4）检查各环保设施运行情况，及时处理出现的问题，保证环保设施的正常运行。

（5）协调配合生态环境主管部门所进行的环境调查等活动。

（6）对当地群众进行有关变电站和相关设备方面的环境宣传工作，如设置专题讲座、发放输变电设施电磁环境知识问答宣传手册、制作宣传片，利用网络、报刊及主流媒体宣传等。

（7）按照《企业环境信息依法披露管理办法》（生态环境部令 第 24 号）、《建设项目环境影响评价信息公开机制方案》（环发〔2015〕162 号）等法规的要求，及时公开环境信息。

（8）针对临近线路由静电引起的电场刺激等影响，建设单位或运行单位在线路附近设置警示标志，建立该类影响的应对机制，加强同当地群众的宣传、解释和沟通工作，配备专门人员和资金采取接地、屏蔽等措施以消除影响。

8.1.5 环境管理培训

建设单位应对与本项目相关的人员，包括施工单位、运行单位、受影响区域的公众，进行环境保护技术和政策方面的培训与宣传，进一步增强施工、运行单位的生态环境管理的能力，减少施工和运行产生的不利环境影响，并且能够更好参与和监督本项目的环保管理，提高人们的环保意识，加强公众的环境保护和自我保护意识。具体的环境管理培训计划见表 8.1-2。

表 8.1-2　环境管理培训计划

项目	参加培训对象	培训内容
环境保护管理培训	建设单位或负责运行的单位、施工单位、其他相关人员	中华人民共和国生态环境法典 中华人民共和国水土保持法 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 中华人民共和国文物保护法 电磁环境影响的有关知识 山西省永久性生态公益林保护条例 山西省文物保护条例 声环境质量标准 建筑施工场界环境噪声排放标准 工业企业厂界环境噪声排放标准 其他与环境保护相关的国家和地方的规定

8.2 环境监测

8.2.1 环境监测任务

根据本项目的环境影响和环境管理要求，制定了环境监测计划，以监督有关的环保措施能够得到落实，具体监测计划见表 8.2-1。

表 8.2-1　环境监测计划

阶段	监测内容	监测点位	监测因子	监测频次	执行排放标准
施工期	噪声	建筑施工场界外 1m 处	昼、夜间等效连续 A 声级	施工期抽查	《建筑施工噪声排放标准》（GB12523-2025）
	扬尘	建筑施工场界外 1m 处	TSP、PM_{10}	施工期抽查	《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）
	固体废物	/	建筑垃圾、生活垃圾等	施工期抽查	/
调试期	工频电场、工频磁场	开闭站站界、线路沿线附近的电磁环境敏感目标	电场强度 磁感应强度	本项目完成后正式投产后第一年结合竣工环境保护验收监测 1 次	《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）
	噪声	开闭站站界、线路沿线的声环境保护目标	昼、夜间等效连续 A 声级		《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）
运行期	工频电场、工频磁场	开闭站站界、线路沿线附近的电磁环境敏感目标	电场强度 磁感应强度	根据国网山西省电力公司的规定，开闭站厂界工频电场、工频磁场每四年监测 1 次，同时根据投诉情况安排监测	《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）
	噪声	开闭站站界、线路沿线附近的声环境保护目标	昼、夜间等效连续 A 声级	①主要声源设备大修后，应对开闭站厂界排放噪声和周围声环境保护目标环境噪声进行监测，监测结果向社会公开； ②根据国网山西省电力公司的规定，开闭站厂界噪声每四年监测 1 次，同时根据投诉情况安排监测。	《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）
若发生突发性环境事件时，根据实际情况开展相应环境因子的跟踪监测调查					

生态监测可委托有资质的单位完成，结合项目规模、生态影响特点及所在区域的生态敏感性，重点针对本项目跨越生态敏感区（生态保护红线区域）输电线路开展长期跟踪生态监测，监测时间为施工期、运行初期和运行期。生态监测计划见表 8.2-2。

生态监测点位原则设置要覆盖本期项目在生态敏感区内施工建设影响区域，本报告根据项目涉及生态敏感区情况，提出生态监测点位，后期进行生态监测时可实际情况进行调整。

表 8.2-2　生态监测计划

阶段	监测点位	监测因子	监测频次	监测方法	备注
施工期	项目施工扰动区，重点监测生态敏感区内输电线路工程占地区	①植物：扰动面积及类型（地类、植被类型等），物种组成，群落类型和结构，生物量等； ②动物：物种组成及分布等	施工期总计 1 次	野外调查法、遥感分析法等	与施工期环境监理同步开展。重点监测施工活动干扰下生态保护目标的受影响状况，如植物群落变化、重要物种的活动和分布变化、生境质量变化、生态系统服务功能变化等
调试期	项目施工扰动区，重点监测生态敏感区内输电线路工程占地区	①植物：植被恢复面积、质量和恢复率，物种组成，群落类型和结构，生物量等； ②动物：物种组成及分布变化等	运行初期总计 1 次	野外调查法、遥感分析法等	与项目竣工环境保护验收同步开展。重点监测对生态保护目标的实际影响、生态保护对策措施的有效性以及生态修复效果等
运行期	项目运行塔基及线路影响区域，重点监测生态敏感区内运行塔基及线路影响区域	①植物：植被恢复面积、质量和恢复率，物种组成，群落类型和结构，生物量等； ②动物：物种组成及分布变化等	运行期总计 1 次（第 5~10 年之间）	野外调查法、遥感分析法等	重点监测对生态保护目标的实际影响、生态保护对策措施的有效性以及生态修复效果等

8.2.2 监测点位布设

本项目运行后监测项目主要为：噪声、工频电场和工频磁场。

（1）噪声

根据《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）要求，在开闭站四周厂界围墙外 1m 处设置监测点位，测量厂界昼、夜间等效连续 A 声级。

根据《声环境质量标准》（GB3096-2008）要求，在站址周围及线路沿线电磁环境敏感目标处设置监测点位，测量其昼、夜间等效连续 A 声级。

（2）工频电场、工频磁场

根据《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》（HJ681-2013）要求，沿开闭站厂界四周大致均匀布置监测点。在开闭站四周围墙外 5m 处设置监测点位（监测点位距离进出线一般大于 20m），分别测量距地面 1.5m 高度处的工频电场强度和工频磁感应强度。

在开闭站四周及线路沿线电磁环境敏感目标处布设工频电场和工频磁场监测点，同时在导线距地最小处布设监测断面，工频电场强度、工频磁感应强度以导线中心线为起点，测点间距为 5m，距地面 1.5m 高度，测至距线路走廊中心 50m 处为止，其中在最大值处的测点间距不大于 1m。

8.2.3 监测技术要求

（1）监测方法

噪声的监测执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）、《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中相关规定；工频电场和工频磁场监测根据《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》（HJ681-2013）中相关规定。

（2）监测频次

结合工程竣工环境保护验收，正式运行后进行一次监测，并针对公众投诉进行必要的监测。同时根据国网山西省电力有限公司的规定，对变电站开展定期例行监测，每四年监测 1 次。

（3）质量保证

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

9 环境影响评价结论

9.1 项目概况

本项目位于山西省朔州市朔城区、平鲁区、山阴县境内。项目包括：（1）苗山开闭站 500kV 间隔扩建工程：本期扩建至至华能山阴电厂 2 回，占用北出线东起第三、第四间隔；（2）华能山阴电厂～苗山开闭站 500kV 线路工程：新建线路长度为 48.4km（其中同塔双回路长 40.6km，单回路长 7.8km），全线共计使用铁塔 117 基；（3）500kV 神朔Ⅰ线、Ⅱ线加高改造工程：新建同塔双回线路长度 0.6km，杆塔 5 基，同步拆除改造范围内原有杆塔 3 基。项目总投资约 31475 万元，环保投资为 325 万元。

9.2 环境质量现状

（1）电磁环境

苗山 500kV 开闭站站址四周工频电场强度、工频磁感应强度、均满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中 4kV/m、100μT 的控制限值。

500kV 输电线路电磁环境敏感目标处、其他代表性监测点处工频电场强度、工频磁感应强度均满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中 4kV/m、100μT 的控制限值，以及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、道路等场所电场强度控制限值为 10kV/m 的限值要求。

（2）声环境

苗山 500kV 开闭站厂界四周环境噪声监测值均能满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准要求。

500kV 输电线路周围声环境保护目标处声环境监测值昼间、夜间均能满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）相应标准要求。

（3）生态环境

本项目评价范围共有野生维管植物 56 科、181 属、249 种，其中蕨类植物 2 科、2 属、4 种；裸子植物 2 科、3 属、3 种；被子植物 52 科、176 属、242 种；种子植物（裸子、被子植物）为 54 科、179 属、245 种。根据现场调查及查阅相关资料可知，评价区没有重要野生植物和古树名木。

评价范围内共有野生脊椎动物 143 种，其中两栖动物 1 目 2 科 4 种，爬行动

物有 1 目 3 科 7 种，兽类 6 目 12 科 18 种，鸟类 18 目 44 科 114 种；根据查阅资料和现场调查，评价范围内共分布有重要物种 70 种，包括：国家重点保护动物 12 种；省级重点保护野生动物 55 种；易危种 3 种；特有种 4 种。

（4）环境敏感区

本项目输电线路穿越、恒山以北防风固沙与土地沙化防控生态保护红线等环境敏感区。穿越生态保护红线的长度总计 5.7792km，在生态保护红线范围内新建杆塔 12 基。

9.3 环境保护措施

本项目的环保设施、措施是根据项目特点、设计规范、环境保护要求拟定的，大部分是在已投产的 500kV 交流输变电建设项目的设计、施工、运行经验基础上，加以分析、改进，并结合本项目自身特点确定的。主要环保设施、措施如下：

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

（2）施工过程中的建筑垃圾及生活垃圾应分别堆放，生活垃圾及时清运送至环卫部门指定地点处置，建筑垃圾回收利用或按照要求统一清运至当地政府部门指定地点处置；废矿物油和废铅蓄电池作为危险废物应交由有资质的单位回收处理，严禁随意丢弃。

（3）输电线路通过优化路径和导线设计，提高导线加工工艺水平，确保工频电场强度、工频磁感应强度均小于 4kV/m、100μT 控制限值；线路经过耕地、园地、道路等场所满足工频电场强度 10kV/m 控制限值。

（4）在生态保护红线等环境敏感区内严格落实各项避让、减缓、补偿、恢复等措施。

本项目所采取的环境保护设施、措施投资均已纳入项目投资预算，主体工程在方案比选及方案审查时均综合比较了推荐方案的经济合理性。因此，本项目采取的环境保护措施在经济上是合理、可行的。

9.4 主要环境影响

9.4.1 电磁环境影响预测与评价

根据类比变电站运行产生的工频电场、工频磁场类比监测结果，可以预测本

期苗山 500kV 开闭站间隔扩建工程建成投运后厂界工频电场强度小于公众曝露控制限值 4kV/m 标准要求，工频磁感应强度均小于公众曝露控制限值 100μT 的标准要求。

根据模式预测：①500kV 同塔双回线路经过耕地、电磁环境敏感目标等区域时，导线对地高度 20m 时，满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）规定的公众曝露控制限值要求；②500kV 单回线路（水平排列）经过耕地等场所时，导线对地高度 11m 时，满足耕地、园地、道路等场所电场强度 10kV/m 的控制限值，当抬高导线高度至 19m 时，地面 1.5m 高度处满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）规定的公众曝露控制限值 4kV/m 和 100μT 的公众曝露控制限值要求；500kV 单回线路（三角排列）经过耕地等场所时，导线对地高度 12m 时，满足耕地、园地等场所控制限值，当抬高导线高度至 19m 时，地面 1.5m 高度处满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）规定的公众曝露控制限值 4kV/m 和 100μT 的公众曝露控制限值要求

9.4.2 声环境影响预测与评价

（1）施工期

施工中的主要噪声源有运输噪声以及基础施工、安装施工各种机具的设备噪声等。在施工阶段应严格控制施工时间，并加强施工机械的操作、管理等措施，且变电站距离居民点较远，考虑围墙隔声情况下，不会对周围声环境产生明显影响。线路施工中的主要噪声源有工地运输的噪声以及基础、架线中各种设备噪声等，由于线路沿线居民较少，且项目施工期较短，施工结束后影响也将消失。

（2）运行期

苗山开闭站仅涉及间隔扩建，本期扩建无新增噪声源，本期扩建投运后厂界环境噪声排放值昼间、夜间均满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准。通过类比分析，本项目 500kV 输电线路运行后，线路运行对周围声环境的影响很小，线路沿线声环境保护目标处声环境能够满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中相应标准要求。

9.4.3 地表水环境影响分析

（1）施工期

本项目施工污水主要包括施工生产废水和施工人员生活污水。施工废水经过

沉淀处理后回用于施工现场，苗山开闭站间隔扩建工程施工人员产生少量生活污水将利用站内已有污水处理装置进行处理，线路施工人员生活污水利用当地民房已有的生活污水处理设施进行处理，不外排，不会对外环境产生影响。

（2）运行期

苗山开闭站扩建工程不新增运行人员，不新增生活污水排放量，生活污水经站内原有的污水处理装置进行处理，雨水经站内原有雨水口汇集后进入雨水排水管道排入站外，对站址周围水环境没有影响。

输电线路运行期间无废水产生，不会对线路沿线水体环境造成影响。

9.4.4 固体废物影响分析

（1）施工期

本项目施工期固体废物主要是施工产生的建筑垃圾及施工人员产生的生活垃圾。施工过程中产生的建筑垃圾、生活垃圾应分类集中收集，其中生活垃圾及时清运送至环卫部门指定地点处置，建筑垃圾回收利用或按照要求统一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。在旱地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。

（2）运行期

苗山开闭站为间隔扩建项目，变电站运行期产生的固体废物主要为生活垃圾、废绝缘油。苗山开闭站本期无新增工作人员，不新增生活垃圾产生量，同时无新增含油设备，因此苗山开闭站本期扩建运行期无新增固体废物。

输电线路运行期间无固体废物产生，不会对周围环境产生影响。

9.4.5 生态环境影响评价

涉及变电站扩建工程在站内预留场地进行，无地表植被。在严格控制施工范围的措施下，不会对周围植被造成影响。

本项目 500kV 输电线路属于“点-线”结合特点，单个塔基占地面积小，在采取严格限定施工区域、施工后对临时占地实施植被生态恢复或复耕等报告中提出的相关措施下对周围生态环境影响较小。

9.5 公众意见采纳情况

本项目公众参与严格按照生态环境部令第 4 号《环境影响评价公众参与办法》，在本次环评进展的不同阶段开展公众参与相关工作。

按照《环境影响评价公众参与办法》的要求，国网山西省电力有限公司在确定环境影响报告书编制单位后 7 个工作日内，在公司网站上进行了山西朔州华能山阴“上大压小”煤电 500kV 送出工程建设内容首次环境影响评价信息公开。环境影响报告书征求意见稿形成后国网山西省电力有限公司分别在公司网站、项目所在地公众易于接触的报纸以及项目所在地民众易于聚集的场所公开环境影响报告书征求意见稿全文的网络链接及相关内容。

公示环境影响评价首次信息至今，未收到公众提出的意见反馈。在环境影响报告书征求意见稿公示后，未收到公众查阅环境影响报告书征求意见稿的要求，未收到公众提出的意见反馈。

9.6 环境管理与监测计划

环评明确规定了建设单位环境管理机构的设置及环境管理制度的制定和实施，制定了详细的环境监测计划，明确了监测项目、监测点位和监测频率，要开展自行环境监测工作。并要求企业按照《企业事业单位环境信息公开办法》的要求，对本企业环境信息进行公开。建设单位应严格按照环评的规定，配备专职的技术人员和监测人员，制定文件化、程序化、系统化的环境管理制度和执行体系，担负企业日常环境管理和监测工作，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、减少项目建设及项目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。

9.7 评价结论

山西朔州华能山阴“上大压小”煤电 500kV 送出工程建设与沿线国土空间总体规划和电网规划相容，符合相关法律法规和相关规划要求，线路路径选择合理，在严格执行环评要求的污染防治及生态保护措施后，本项目的建设对电磁环境、声环境的影响能够满足国家相关标准要求，对沿线生态影响能够控制在可以接受的水平。

从环境保护的角度，本项目的建设是可行的。