山西忻州北500kV输变电工程

环境影响报告书

（公式本）

建设单位：国网山西省电力公司

环评单位：江苏朗慧环境科技有限公司

2024年4月 中国·南京

目录

1 前言 1

1.1 建设项目特点 1
1.2 环境影响评价工作过程 3
1.3 关注的主要环境问题 4
1.4 环境影响报告书主要结论 4

2 总则 5

2.1 编制依据 5
2.2 评价因子与评价标准 10
2.3 评价工作等级 13
2.4 评价范围 16
2.5 政策及规划符合性分析 16
2.6 环境敏感目标 71
2.7 评价重点 81

3 建设项目概况与分析 83

3.1 项目概况 83
3.2 选址选线合理性分析 137
3.3 环境影响因素识别 182
3.4 生态影响途径分析 185
3.5 初步设计环境保护措施 187

4 环境现状调查与评价 195

4.1 区域概况 195
4.2 自然环境 195
4.3 电磁环境现状评价 204
4.4 声环境现状评价 208
4.5 生态环境 212
4.6 水土保持现状 213
4.7 防沙治沙 214
4.8 地表水环境 215
4.9 饮用水源保护区 215
4.10 山西泉域 217
4.11 文物保护单位 220

5 施工期环境影响评价 223

5.1 生态影响预测与评价 223
5.2 声环境影响分析 223
5.3 施工扬尘分析 228
5.4 固体废物影响分析 228
5.5 地表水环境影响分析 230
5.6 对泉域的环境影响分析 234
5.7 对文物遗址的影响分析 236

6 运行期环境影响评价 237

6.1 电磁环境影响预测与评价 237
6.2 声环境影响预测与评价 312
6.3 地表水环境影响分析 336

6.4 固体废物影响分析 337
6.5 环境风险分析 339

7 生态影响预测与评价 343

7.1 生态影响识别和评价因子筛选 343
7.2 生态现状调查与评价 345
7.3 生态影响预测与评价 409
7.4 生态保护措施 452
7.5 生态保护措施效果评价 462
7.6 生态监测及环境管理 463
7.7 生态影响评价结论 465

8 环境保护设施、措施分析及论证 467

8.1 环境保护设施、措施分析 467
8.2 环境保护设施、措施论证 483
8.3 环境保护设施、措施及投资估算 484

9 环境管理与监测计划 491

9.1 环境管理 491
9.2 环境监测 494
9.3 环境监理 496

10 环境影响评价结论 498

10.1 建设项目概况 498
10.2 环境现状 499
10.3 污染物排放情况 503
10.4 环境影响预测与评价 503
10.5 公众意见采纳情况 508
10.6 环境保护设施、措施 508
10.7 环境管理与监测计划 509
10.8 综合结论 510

1 前言

1.1 建设项目特点

1.1.1 项目建设必要性

忻朔电网位于山西电网的北部，由忻州、朔州两个供电网组成，目前忻朔电网通过明海湖一雁门关 3 回与雁淮直流雁门关换流站相连，通过明海湖~雁同 2 回 500kV 线路与大同电网相连，通过五寨~固贤 2 回、朔州~云顶山 1 回、忻州~侯村 2 回共 5 回 500kV 线路与山西中部电网相连。忻朔电网共有明海湖（4×1000MVA）、朔州（2×750MVA）、五寨（2×1000MVA）、忻州（2×750MVA）4 座 500kV 变电站，500kV 变电容量 9000MVA。现有 500kV 变电容量不能满足忻朔电网新能源送出需要。因此，忻朔电网亟需新增 500kV 变电容量及送电通道，以满足新能源发展和送出的需要。

综上所述，为满足忻朔电网新能源发展，提高区内新能源外送能力，忻州北 500kV 输变电的建设是必要的。

1.1.2 建设项目概况

山西忻州北 500kV 输变电工程包含 5 个子工程，具体如下。

（1）忻州北 500kV 变电站新建工程

变电站位于山西省忻州市代县枣林镇枣林西村北侧。

本期新建 2×1000MVA 主变压器（2#、3#），500kV 出线 4 回（至阳泉 2 回、平城 2 回），220kV 出线 5 回；忻州北~阳泉 500kV 线路忻州北出线侧装设高压并联电抗器 1 组，容量 1×150Mvar，忻州北~平城 500kV 线路忻州北出线侧装设高压并联电抗器 1 组，容量 1×120Mvar。新建主变低压侧各装设 2 组 60Mvar 低压电容器和 1 组 60Mvar 并联电抗器。

变电站按最终规模新征占地面积约 6.03hm^2，其中围墙内占地面积约 5.21hm^2。

（2）阳泉 500kV 变电站间隔完善工程

变电站位于山西省阳泉市郊区荫营镇东垴村东北侧。本期利用站内原有至桂山站 2 个 500kV 出线间隔（至忻州北变），同时将忻州北出线侧接地开关进行改造。本期在忻州北~阳泉 500kV 线路阳泉出线侧装设高压并联电抗器 1 组，容量 1×150Mvar，与忻州北~阳泉 500kV 线路忻州北侧线路高抗对角布置，需在站

区东侧围墙向外征地，新征占地面积约 0.26hm²；在 1#主变、2#主变低压侧各新增装设 1 组 60Mvar 并联电抗器。

（3）平城 500kV 变电站间隔扩建工程

变电站位于山西省大同市云州区峰峪乡。

本期扩建 500kV 出线间隔 2 个（至忻州北变）；在忻州北~平城 500kV 线路平城出线侧装设高压并联电抗器 1 组，容量 1×120Mvar，与忻州北~平城 500kV 线路忻州北侧线路高抗对角布置；在 1#主变低压侧新增装设 1 组 60Mvar 并联电抗器。

本期间隔扩建工程在原有围墙内预留场地进行，不需新征占地。

（4）忻州北~阳泉 500kV 线路工程

本期忻州北~阳泉 500kV 线路新建 500kV 线路长度 2×161km，其中同塔双回架设线路长 2×119.5km，单回路架设线路长 2×41.5km，导线采用 4×JL3/G1A-400/35 钢芯铝绞线；另利用原有阳泉至桂山 I 线、II 线同塔双回线路长 2×6km，导线采用 4×JL3/G1A-400/35 钢芯铝绞线。线路钻越忻州~石家庄北 I、II、III、IV 回 500kV 线路时需对原线路进行升高改造，改造段线路路径长共计 6.6km，升高改造段线路位于阳泉市盂县境内。本项目新建 500kV 线路途经忻州市代县、五台县，阳泉市盂县、郊区。

（5）忻州北~平城 500kV 线路工程

新建 500kV 线路长度 2×112km，其中同塔双回架设线路长 2×77km，单回路架设线路长 2×35km，导线采用 4×JL3/G1A-400/35 钢芯铝绞线。线路钻越神二电厂~保北 I、II 回和托克托~浑源 I、II、III、IV 回 500kV 线路时需对原线路进行升高改造，改造段线路路径长共计 10.7km，钻越神二电厂~保北 I、II 回线路位于应县境内，钻越托克托~浑源 I、II、III、IV 回 500kV 线路位于浑源县境内。本项目新建 500kV 线路途经忻州市代县，朔州市应县，大同市浑源县、云州区。

（6）项目投资

本项目总投资约***万元，环保投资约***万元，环保投资占总投资***。

1.1.3 建设项目特点

（1）本项目属于 500kV 新建、扩建输变电建设项目。

（2）本项目属于“点——线型式建设项目”，不连续占有土地资源，对土地功能的影响主要为变电站站址、输电线路塔基永久占地和施工期临时占地，施工

期的主要影响为生态、扬尘、噪声等。

（3）本项目运行期主要环境影响因子为工频电场、工频磁场、噪声、废水、固体废物等。

（4）本项目新建 500kV 线路进入恒山以北防风固沙与土地沙化防控生态保护红线、五台山生物多样性维护生态保护红线、太行山水源涵养生态保护红线等，穿越其线路路径长总计 56.11km，在生态保护红线立塔 129 基；新建线路生态影响评价范围涉及但没进入盂县梁家寨省级湿地公园；新建线路进入应县县城饮用水水源地；新建忻州北~阳泉 500kV 线路工程涉及娘子关泉域、坪上泉域两个泉域，阳泉 500kV 变电站间隔完善工程位于娘子关泉域内，项目选线具有不可避让性，符合区域“三线一单”生态环境分区管控要求及相关生态环境保护规划。

1.2 环境影响评价工作过程

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境保护管理条例》（国务院第 682 号令）及《建设项目环境影响评价分类管理名录》的要求，本项目需进行环境影响评价，编制环境影响报告书。为此，2023 年 2 月 3 日，国网山西省电力公司委托江苏朗慧环境科技有限公司（以下简称“我公司”，见附件 1）开展山西忻州北 500kV 输变电工程的环境影响评价工作。

我公司接受委托后，收集了项目可研报告及背景资料，对本项目所在地进行了现场踏勘，对项目周边的自然环境进行了调查。委托江苏博环检测技术有限公司（CMA211012340054）进行了电磁环境及声环境现状监测。在掌握了第一手资料后，我们进行了资料和数据的处理分析工作，对本项目运行后产生的工频电场、工频磁场、噪声等环境污染因子进行了环境影响预测与评价，分析本项目建设对周围环境的影响程度和影响范围，提出了相应的环境保护措施。

根据《环境影响评价公众参与办法》，本项目环评过程中，建设单位通过网络公示、报纸公示、现场张贴公告等方式开展公众参与，公示期间未收到与本项目环境影响和环境保护措施有关的建议和意见。

我公司从环境保护的角度论证了本项目的可行性，于 2023 年 10 月完成了《山西忻州北 500kV 输变电工程环境影响报告书》。本环评报告中建设规模与《国网经济技术研究院有限公司关于山西忻州北 500kV 输变电工程可行性研究报告

的评审意见》（经研咨〔2022〕660 号）中所确定的项目建设规模一致。

1.3 关注的主要环境问题

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

（1）施工期：生态影响、扬尘、噪声、废水、固体废物对周围环境的影响；

（2）运行期：工频电场、工频磁场、噪声、废水、固体废物等对周围环境及电磁环境敏感目标、声环境保护目标的影响。

1.4 环境影响报告书主要结论

（1）本项目主要建设内容包括：新建忻州北 500kV 变电站、阳泉 500kV 变电站间隔完善、平城 500kV 变电站间隔扩建、忻州北~阳泉 500kV 线路、忻州北~平城 500kV 线路。新建 500kV 输电线路长约 2×273km，途经山西省忻州市代县、五台县，阳泉市盂县、郊区，朔州市应县，大同市浑源县、云州区等境内。

（2）本项目选址、选线均已取得沿线自然资源局及相关部门的原则同意意见，项目建设符合沿线的城乡规划要求及区域“三线一单”生态环境分区管控要求。

（3）本项目生态影响评价范围进入生态保护红线 3 处；新建线路生态影响评价范围涉及但没进入盂县梁家寨省级湿地公园 1 处；新建线路进入应县县城饮用水水源地；新建忻州北~阳泉 500kV 线路工程涉及娘子关泉域、坪上泉域两个泉域，阳泉 500kV 变电站间隔完善工程位于娘子关泉域。

（4）本项目生态影响评价范围内生态环境良好，电磁环境和声环境现状各项监测值均低于相应标准及控制限值要求。

（5）经预测与评价，本项目在设计、施工、运行过程中分别采取一系列的环境保护措施后，本项目产生的工频电场、工频磁场、噪声、废水及固体废物等对环境的影响能够满足有关环境保护标准及控制限值要求。

（6）建设单位按照《环境影响评价公众参与办法》（生态环境部令第 4 号）规定组织进行了本项目的公众参与工作。至意见反馈截止日期，未收到与本项目环境保护有关的建议和意见。

因此，本项目在实施了本报告中提出的各项措施和要求后，从环境保护角度分析是可行的。

2 总则

2.1 编制依据

2.1.1 国家法律、法规及规范性文件

（1）《中华人民共和国环境保护法》（修订版），2015 年 1 月 1 日起施行。

（2）《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年修正版），2018 年 12 月 29 日施行。

（3）《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020 年修正版），2020 年 9 月 1 日起施行。

（4）《中华人民共和国噪声污染防治法》，2022 年 6 月 5 日起施行。

（5）《中华人民共和国大气污染防治法》（修订版），2018 年 10 月 26 日施行。

（6）《中华人民共和国电力法》（2018 年修正版），2018 年 12 月 29 日施行。

（7）《中华人民共和国土地管理法》（修订版），2020 年 1 月 1 日起施行。

（8）《中华人民共和国湿地保护法》2022 年 6 月 1 日起施行。

（9）《中华人民共和国水污染防治法》（2018 修正版），2018 年 1 月 1 日起施行。

（10）《中华人民共和国城乡规划法》（2019 年修正版）（2019 年 4 月 23 日修正）。

（11）《中华人民共和国基本农田保护条例》，2011 年 1 月 8 日起修订版施行。

（12）《中华人民共和国野生动物保护法》（2018 年 10 月 26 日起修正版施行）。

（13)《中华人民共和国野生植物保护条例》（2017 年 10 月 7 日起修订版施行）。

（14）《建设项目环境保护管理条例》国务院第 682 号令，2017 年 10 月 1 日起施行。

（15）《电力设施保护条例》（1987 年 9 月 15 日国务院发布根据 1998 年 1 月 7 日《国务院关于修改〈电力设施保护条例〉的决定》第一次修订根据 2011

年 1 月 8 日《国务院关于废止和修改部分行政法规的决定》第二次修订）。

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

2.1.2 部委规章及规范性文件

（1）《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》，生态环境部令第 9 号，2019 年 11 月 1 日起施行。

（2）《关于发布<建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法>配套文件的公告》，生态环境部令第 38 号，2019 年 11 月 1 日起施行。

（3）《生态环境部关于启用环境影响评价信用平台的公告》，生态环境部令第 39 号，2019 年 11 月 1 日起启用。

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

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

（6）《输变电建设项目重大变动清单（试行）》，原环境保护部办公厅，环办辐射〔2016〕84 号，2016 年 8 月 8 日。

（7）《国家危险废物名录（2021 年版）》（生态环境部令第 15 号）。

（8）《危险废物转移管理办法》（生态环境部、公安部、交通运输部令第 23 号）。

（9）环境保护部《关于印发<建设项目环境保护事中事后监督管理办法（试行）>的通知》（环发〔2015〕163 号），2016 年 1 月 4 日。

（10）《国家危险废物名录（2021 年版）》（生态环境部令第 15 号），2021 年 1 月 1 日起施行。

（11）《电力设施保护实施条例细则》（1999 年 3 月 18 日国家经济贸易委员会、公安部令第 8 号发布根据 2011 年 6 月 30 日国家发展和改革委员会令第 10 号修改）。

（12）《国家重点保护野生植物名录》（国家林业和草原局农业农村部公告 2021 年第 15 号），2021 年 9 月 7 日起实施。

（13）《国家重点保护野生动物名录》（国家林业和草原局农业农村部公告 2021 年第 3 号），2021 年 2 月 1 日起实施。

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

（15）《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）。

（16）《关于加强生态保护监管工作的意见》（生态环境部环生态〔2020〕73 号）。

（17））《世界文化遗产保护管理办法》（文化部令第 41 号）。

2.1.3 地方性法规及规范性文件

（1）山西省人民政府“晋政发〔2006〕14 号”《山西省人民政府贯彻国务院关于落实科学发展观加强环境保护的决定的实施意见》。

（2）《山西省减少污染物排放条例》（2010 年 9 月 29 日山西省第十一届人大常委会第十九次会议通过）。

（3）山西省人民政府《关于加快电网建设的意见》（晋政发〔2007〕6 号）。

（4）山西省国土资源厅《关于输电线路工程塔基用地预审有关问题的函》（晋国土资函〔2016〕402 号）。

（5）《山西省环境保护条例》（2016 年修订），2017 年 3 月 1 日实施。

（6）《<山西省环境保护条例>实施办法》（山西省人民政府令第 270 号）。

（7）山西省人民代表大会常务委员会《山西省泉域水资源保护条例》，2022 年 9 月 28 日山西省第十三届人民代表大会常务委员会第三十七次会议修订。

（8）山西省生态环境厅山西省发展和改革委员会《关于印发山西省“十四五”生态环境保护规划》的通知（晋环发〔2022〕3 号）。

（9）《山西省永久性生态公益林保护条例》（2021 年 7 月 29 日起修订版施行）。

（10）《山西省实施<中华人民共和国野生动物保护法>办法》（2020年3月31日起施行）。

（11）《山西省重点保护野生植物名录（2023 年）》晋政函〔2023〕126 号。

（12）《山西省重点保护野生动物名录》（晋政函〔2020〕168 号）。

（13）山西省人民政府《关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》（晋政发〔2020〕26 号）。

（14）忻州市人民政府《关于印发忻州市“三线一单”生态环境分区管控实施

方案的通知》（忻政发〔2021〕12 号）。

（15）阳泉市人民政府《关于印发阳泉市“三线一单”生态环境分区管控实施方案的通知》（阳政发〔2021〕12 号）。

（16）朔州市人民政府《关于印发“三线一单”生态环境分区管控实施方案的通知》（朔政发〔2021〕23 号）。

（17）大同市人民政府《关于印发“三线一单”生态环境分区管控实施方案的通知》（同政发〔2021〕23 号）。

（18）《朔州市桑干河流域生态修复与保护条例》2023 年 4 月 1 日经山西省第十四届人民代表大会常务委员会第二次会议批准，自 2023 年 5 月 1 日起施行。

（19）《山西省长城保护办法》2021 年 2 月 9 日山西省人民政府令第 285 号公布，自 2021 年 4 月 1 日起施行。

（20）《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）。

（21）《山西省“十四五”生态环境保护规划》（晋环发〔2022〕3 号）。

2.1.4 环境保护相关标准

2.1.4.1 技术导则及相关技术方法

（1）《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）。

（2）《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）。

（3）《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018）。

（4）《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021）。

（5）《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022）。

（6）《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020）。

（7）《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）。

（8）《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ1113-2020）。

（9）《环境噪声与振动控制工程技术导则》（HJ2034-2013）。

（10）《固体废物处理处置工程技术导则》（HJ2035-2013）。

（11）《废矿物油回收利用污染控制技术规范》（HJ607-2011）。

（12）《全国植物物种资源调查技术规定（试行）》（环境保护部公告2010年第27号，2010年3月4日）

（13）《全国动物物种资源调查技术规定（试行）》（环境保护部公告2010年第27号，2010年3月4日）。

（14）《生物多样性观测技术导则 陆生维管植物》（HJ710.1-2014）。

（15）《生物多样性观测技术导则 陆生哺乳动物》（HJ710.3-2014）。

（16）《生物多样性观测技术导则 两栖动物》（HJ710.6-2014）。

（17）《生物多样性观测技术导则 爬行动物》（HJ710.5-2014）。

（18）《生物多样性观测技术导则 鸟类》（HJ710.4-2014）。

（19）《全国生态状况调查评估技术规范 生态系统遥感解译与野外核查》（HJ1166-2021）。

（20）《土地利用现状分类标准》（GB/T21010-2017）。

2.1.4.2 环境质量标准

（1）《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）。

（2）《声环境质量标准》（GB3096-2008）。

（3）《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）。

2.1.4.3 污染物排放标准

（1）《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）。

（2）《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）。

（3）《污水综合排放标准》（GB8978-1996）。

（4）《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）。

（5）《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）。

2.1.4.4 环境监测相关标准

（1）《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》（HJ681-2013）。

（2）《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）。

（3）《声环境质量标准》（GB3096-2008）。

2.1.4.5 工程设计规程规范

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

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

（3）《架空输电线路杆塔结构设计技术规定》（DL/T5154-2012）。

（4）《架空输电线路基础设计技术规程》（DL/T5219-2014）。

（5）《火力发电厂与变电站设计防火标准》（GB50229-2019）。

2.1.5 项目设计资料

《山西忻州北 500kV 输变电工程可行性研究阶段说明书》及图纸，中国能源建设集团山西省电力勘测设计院有限公司，2022 年 2 月。

2.1.6 环评委托及其它批复文件

（1）国网山西省电力公司委托函（附件 1）。

（2）《山西省能源局关于将晋中介休 500 千伏输变电工程等 130 项电网项目列入山西省“十四五”电网规划的通知》（晋能源规发〔2021〕147 号），本项目是其中一个规划建设项目（附件 2）。

（3）《国网经济技术研究院有限公司关于山西忻州北 500kV 输变电工程可行性研究报告的评审意见》（经研咨〔2022〕660 号），2022 年 8 月 12 日（附件 3）。

（4）《山西省人民政府办公厅关于印发 2024 年省级重点工程项目名单的通知》（晋政办发〔2024〕5 号）（附件 4）

（5）山西忻州忻州北 500kV 输变电工程穿越生态保护红线专家评审意见（附件 5）。

（6）《山西省忻州北 500kV 输变电工程对坪上泉域和娘子关泉域水资源影响评价报告审批准予行政许可决定书》（晋水审批决〔2023〕451 号），2023 年 8 月 31 日（见附件 6）。

2.1.7 环境质量现状监测相关文件

本项目环境质量现状检测报告（附件 12）。

2.2 评价因子与评价标准

2.2.1 评价因子

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

表 2.1 本项目主要环境影响评价因子汇总表

评价阶段	评价项目	现状评价因子	单位	预测评价因子	单位
施工期	声环境	昼间、夜间等效声级，Leq	dB（A）	昼间、夜间等效声级，Leq	dB（A）
	生态环境	详见表 2.2	--	详见表 2.2	--

	地表水环境	pH、COD、BOD_5、NH_3-N、石油类	mg/L	pH、COD、BOD_5、NH_3-N、石油类	mg/L
运行期	电磁环境	工频电场	kV/m	工频电场	kV/m
		工频磁场	μT	工频磁场	μT
	声环境	昼间、夜间等效声级，Leq	dB（A）	昼间、夜间等效声级，Leq	dB（A）
	地表水	pH、COD、BOD_5、NH_3-N、石油类	mg/L	pH、COD、BOD_5、NH_3-N、石油类	mg/L
注：[1]pH 无量纲					

根据《环境影响评价技术导则生态影响》（HJ19-2022），生态影响评价因子筛选结果详见表 2.2。

表 2.2 本项目生态影响评价因子表

受影响对象	评价因子	工程内容及影响方式	影响性质	影响程度
施工期				
物种	分布范围	直接生态影响：项目永久/临时占地导致物种分布格局变化	长期、不可逆生态影响	弱
		间接生态影响：施工扰动导致周边野生动物分布格局变化	短期、可逆生态影响	弱
	种群数量、种群结构、行为	直接生态影响：项目开挖、材料运输造成个体死亡，特别关注重要物种	短期、不可逆生态影响	中
生境	生境面积	直接生态影响：永久占地导致生境丧失和破坏	长期、不可逆生态影响	中
		直接生态影响：临时占地导致生境丧失和破坏	短期、可逆生态影响	弱
	质量	直接生态影响：施工人为活动、弃渣、扬尘、水土流失等对生物生境影响	短期、可逆生态影响	弱
	连通性	直接生态影响：施工道路等对生境的阻隔影响	短期、可逆生态影响	弱
生物群落	物种组成、群落结构	直接生态影响：项目永久/临时占地导致群落结构局部轻微变化，以及对生态公益林等对象的影响	长期、不可逆生态影响	中
		间接生态影响：塔基处边缘效应等造成群落结构改变	长期、不可逆生态影响	弱
生态系统	植被覆盖度、生物量、生态系统功能	直接生态影响：施工永久、临时占地导致植被覆盖度降低、生物量降低、生态系统功能受到一定影响	长期、不可逆生态影响	中

生态敏感区	主要保护对象、生态功能等	直接生态影响：工程对保护对象分布、活动及其生态功能的影响	长期、不可逆生态影响	中
自然景观	遗迹多样性、完整性等	直接生态影响：工程建设造成景观面积变化	长期、不可逆生态影响	弱
运行期				
物种	分布范围、种群数量、种群结构	间接生态影响：输电线路运行产生的工频电场、工频磁场、噪声对动物分布的影响	长期、不可逆生态影响	弱
生境	连通性	直接生态影响：输电线路对鸟类飞行的阻隔	长期、不可逆生态影响	弱
生态系统	植被覆盖度、生产力、生物量、生态系统功能	直接生态影响：输电线路下方乔木高度修剪造成生物量下降	长期、不可逆生态影响	弱
自然景观	遗迹多样性、完整性等	直接生态影响：塔基对自然景观的干扰	长期、不可逆生态影响	弱

2.2.2 评价标准

根据《环境影响评价技术导则输变电》（HJ24-2020）、《环境影响评价技术导则声环境》（HJ2.4-2021），结合区域环境现状，确定本评价执行标准。详细标准介绍如下。

（1）声环境

忻州北变电站、阳泉变电站、平城变电站厂界噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准（昼间 60dB（A）、夜间 50dB（A）），变电站周围区域声环境执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准（昼间 60dB（A）、夜间 50dB（A））。

本项目 500kV 输电线路沿线乡村居民点执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）1 类标准（昼间 55dB（A）、夜间 45dB（A）），经过居住、商业、工业混杂区时执行 2 类标准（昼间 60dB（A）、夜间 50dB（A）），经过交通干道两侧时执行 4a 类标准（昼间 70dB（A）、夜间 55dB（A））。

施工期噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）（昼间 70dB（A）、夜间 55dB（A））。

（2）电磁环境

工频电场、工频磁场执行《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）“表 1”中频率为 50Hz 所对应的公众曝露控制限值，即工频电场强度为 4kV/m、工频磁感应强度为 100μT。

架空输电线路线下的耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所，其频率 50Hz 的电场强度控制限值为 10kV/m，且应给出警示和防护指示标志。

（3）固体废物

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》（GB 18599-2020）。

危险废物贮存执行《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）。

2.3 评价工作等级

2.3.1 电磁环境影响评价工作等级

根据《环境影响评价技术导则输变电》（HJ24-2020）规定，电磁环境影响评价工作等级的划分见表 2.3。

表 2.3 输变电项目电磁环境影响评价工作等级

分类		工程	条件	评价工作等级
交流	500kV	变电站	户内式、地下式	二级
			户外式	一级
		输电线路	1.地下电缆 2.边导线地面投影两侧各 20m 范围内无电磁环境敏感目标的架空线	二级
			边导线地面投影两侧各 20m 范围内有电磁环境敏感目标的架空线	一级

拟建忻州北 500kV 变电站、扩建阳泉 500kV 变电站及平城 500kV 变电站均为户外式变电站，新建 500kV 架空输电线路边导线地面投影两侧各 20m 范围内有电磁环境敏感目标，因此，本项目电磁环境影响评价工作等级为一级。

，2.3.2 生态影响评价工作等级

根据《环境影响评价技术导则生态影响》（HJ19-2022），依据建设项目影响区域的生态敏感性和影响程度，评价等级划分为一级、二级和三级。涉及国家公园、自然保护区、世界自然遗产、重要生境时，评价等级为一级；涉及生态保

护红线时，评价等级不低于二级；当评价等级判定同时符合上述多种情况时，应采用其中较高的评价等级；线性工程可分段确定评价等级。线性工程地下穿越或地表跨越生态敏感区，在生态敏感区范围内无永久、临时占地时，评价等级可下调一级。

本项目属于线性工程，本项目新建 500kV 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、五台山生物多样性维护生态保护红线、太行山水源涵养生态保护红线等生态保护红线，穿越线路路径长约 56.11km，在生态保护红线立塔 129 基，生态影响评价工作等级不低于二级；线路一档跨越盂县梁家寨省级湿地公园，其范围内无永久、临时占地，生态影响评价工作等级由二级下调为三级。因此穿越生态保护红线段输电线路生态影响评价工作等级为二级，其余段均生态影响评价工作等级为三级。

表 2.4 输变电项目生态环境影响评价工作等级

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

12		线性工程可分段确定评价等级。	①变电站生态评价等级三级; ②穿越生态保护红线段输电线路评价等级二级，其余输电线路段评价等级为三级

2.3.3 声环境影响评价工作等级

根据《环境影响评价技术导则声环境》（HJ2.4-2021）规定：

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

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

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

本项目所处的声环境功能区为《声环境质量标准》（GB3096-2008）规定的 1 类、2 类和 4 类地区，项目建设前后环境保护目标处的噪声级增高量不大于 5dB（A），受噪声影响的人口数量变化不大。因此，本项目声环境影响评价等级为二级。

2.3.4 地表水环境影响评价工作等级

本项目新增废水主要是新建变电站工作人员生活污水，污染因子简单，产生量很小，经一体化生活污水处理设施处理后，定期抽取回用于地面洒水等，不外排。本期扩建项目运行不新增工作人员，也不增加生活污水产生量。因此，本项目地表水环境影响作简单分析。

2.3.5 大气环境影响评价工作等级

本项目施工期间的施工扬尘影响很小，本次环评以分析说明为主。

2.3.6 环境风险评价工作等级

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）判定，本项目不存在重大危险源。依据《环境影响评价技术导则输变电》（HJ24-2020）规定，对变压器等设备在突发型事故情况下漏油产生的环境风险进行简要分析，主要分析

事故油坑、油池设置要求，事故油污水的处置要求。

2.4 评价范围

根据《环境影响评价技术导则输变电》（HJ24-2020）、《环境影响评价技术导则声环境》（HJ2.4-2021）和《环境影响评价技术导则生态影响》（HJ19-2022）有关内容及规定，确定本项目的环境影响评价范围。

2.4.1 电磁环境影响评价范围

500kV 变电站：站界外 50m 范围内区域。

500kV 架空线路：边导线地面投影外两侧各 50m 内的带状区域。

2.4.2 生态影响评价范围

500kV 变电站：围墙外 500m 范围内区域。

500kV 架空线路：穿越生态敏感区时，以线路穿越段往两端外延 1km、线路中心线向两侧外延 1km 为参考评价范围；穿越非生态敏感区时，以线路中心线向两侧外延 300m 内的带状区域为参考评价范围。生态影响评价范围见附图 13。

2.4.3 声环境影响评价范围

500kV 变电站：站界外 200m 范围内区域。

500kV 架空线路：边导线地面投影外两侧各 50m 内的带状区域。

2.5 政策及规划符合性分析

2.5.1 与电网规划的相符性分析

根据《国家能源局关于印发“十四五”电力发展规划的通知》（发改能源〔2021〕1869 号），本项目已纳入国家“十四五”电网规划。根据《山西省能源局关于将晋中介休 500 千伏输变电工程等 130 项电网项目列入山西省“十四五”电网规划的通知》（晋能源规发〔2021〕147 号），本项目已纳入山西省“十四五”电网规划。根据《山西省人民政府办公厅关于印发 2024 年省级重点工程项目名单的通知》（晋政办发〔2024〕5 号），该项目为 2024 年省级重点工程项目。

因此，山西忻州北 500kV 输变电建设项目与“十四五”电网规划是相符的。项目的建设对于满足忻朔电网新能源发展，提高区内新能源外送能力具有重要的作用。

2.5.2 选址选线与“三线一单”生态环境分区管控相符性分析

2.5.2.1“三线一单”环境管控单元

（1）根据忻州市人民政府《关于印发忻州市“三线一单”生态环境分区管控实施方案的通知》（忻政发〔2021〕12 号），全市范围内按优先保护、重点管控、一般管控三大类划分，共划定 198 个生态环境管控单元，其中优先保护单元 114 个，重点管控单元 70 个，一般管控单元 14 个。

（2）根据阳泉市人民政府《关于印发阳泉市“三线一单”生态环境分区管控实施方案的通知》（阳政发〔2021〕23 号），全市范围内共划定 94 个环境管控单元，其中：优先保护单元 33 个，面积占比 40.74%；重点管控单元 58 个，面积占比 29.66%；一般管控单元 3 个，面积占比 29.60%；

（3）根据朔州市人民政府《关于印发“三线一单”生态环境分区管控实施方案的通知》（朔政发〔2021〕23 号），全市范围内按优先保护、重点管控、一般管控三大类划分，共划定 91 个生态环境管控单元，其中优先保护单元 47 个，重点管控单元 38 个，一般管控单元 6 个；

（4）根据大同市人民政府《关于印发“三线一单”生态环境分区管控实施方案的通知》（同政发〔2021〕23 号），生态环境管控单元分为优先保护单元、重点管控单元、一般管控单元三类，实施分类管控。

2.5.2.2 本项目与“三线一单”生态环境分区管控的相符性

根据单元管控要求进行项目研判分析，忻州北~阳泉 500kV 线路共涉及 17 个环境管控单元，分别为：郊区太行山水源涵养与水土保持一般生态空间优先保护单元（ZH14031110008）、阳泉市郊区一般管控单元（ZH14031130001）、盂县梁家寨省级湿地自然公园生态保护红线优先保护单元（ZH14032210007）、盂县太行山水源涵养生态保护红线优先保护单元（ZH14032210008）、盂县太行山水源涵养与水土保持一般生态空间优先保护单元（ZH14032210010）、盂县五台山水源涵养一般生态空间优先保护单元（ZH14032210011）、阳泉市盂县大气环境布局敏感重点管控单元（ZH14032220006）、阳泉市盂县一般管控单元（ZH14032230001）、五台县五台山生物多样性维护生态保护红线优先保护单元（ZH14092210007）、五台县五台山水源涵养一般生态空间优先保护单元（ZH14092210010）、忻州市五台县大气环境布局敏感重点管控单元（ZH14092220004）、五台县滹泗河城区段控制单元水环境城镇生活污染重点管

控单元（ZH14092220001）、忻州市五台县一般管控单元（ZH14092230001）、代县五台山生物多样性维护生态保护红线优先保护单元（ZH14092310003）、代县五台山水源涵养一般生态空间优先保护单元（ZH14092310012）、忻州市代县大气环境布局敏感重点管控单元（ZH14092320004）、忻州市代县一般管控单元（ZH14092330001）

根据单元管控要求进行项目研判分析，忻州北~平城 500kV 线路工程共涉及 12 个单元，分别为：云州区恒山以北防风固沙生态保护红线优先保护单元（ZH14021510001）、云州区防风固沙与土地沙化防控一般生态空间优先保护单元（ZH14021510009）、云州区盆地河流生态廊道一般生态空间优先保护单元（ZH14021510010）、大同市云州区一般管控单元（ZH14021530001）、浑源县恒山以北防风固沙生态保护红线优先保护单元（ZH14022510001）、浑源县防风固沙与土地沙化防控一般生态空间优先保护单元（ZH14022510010）、大同市浑源县一般管控单元（ZH14022530001）、应县恒山以北防风固沙生态保护红线优先保护单元（ZH14062210001）、应县防风固沙与土地沙化防控一般生态空间优先保护单元（ZH14062210007）、应县盆地河流生态廊道一般生态空间优先保护单元（ZH14062210008）、朔州市应县一般管控单元（ZH1406223000）、忻州市代县一般管控单元（ZH14092330001）。

本项目与大同市、朔州市、忻州市、阳泉市“三线一单”生态环境分区位置关系示意图图 2.1。本项目与大同市、朔州市、忻州市、阳泉市“三线一单”生态环境分区管控要求的相符性分析见表 2.4~表 2.9。

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

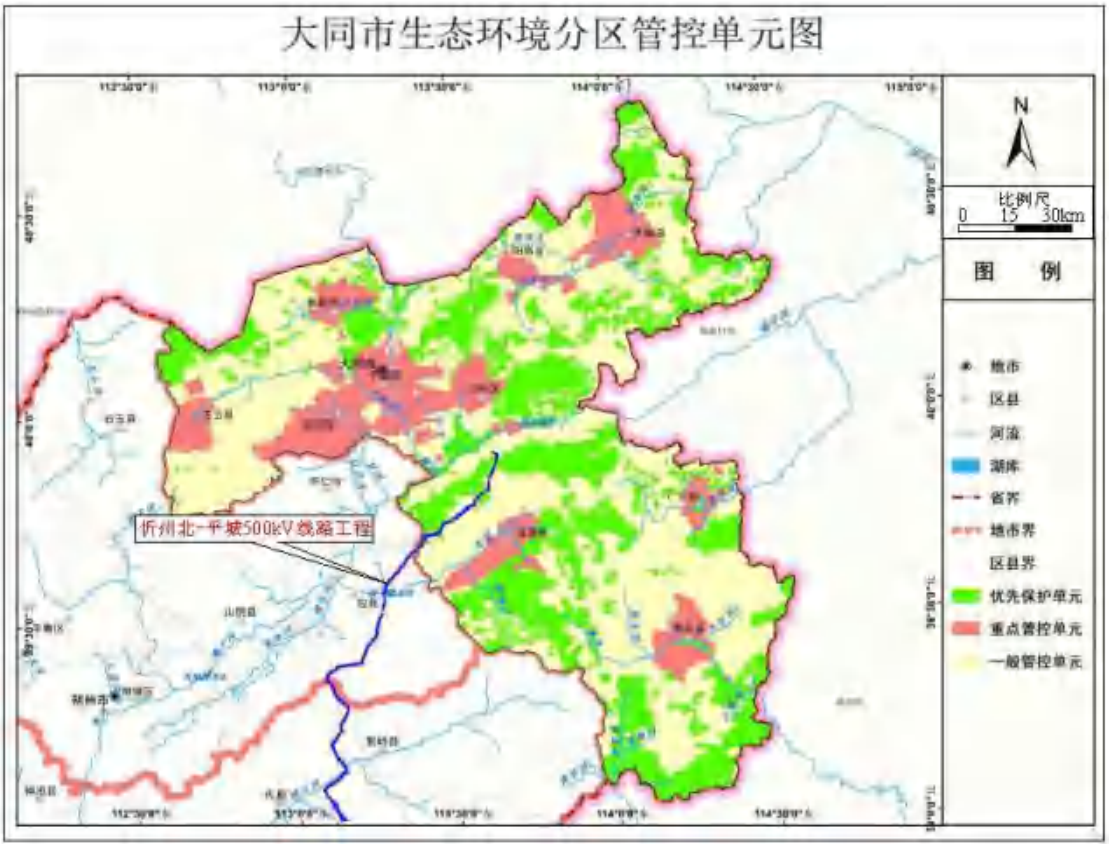


图 2.1（a)本项目与大同市“三线一单”生态环境分区位置关系示意图

图 2.1（b)本项目与朔州市“三线一单”生态环境分区位置关系示意图

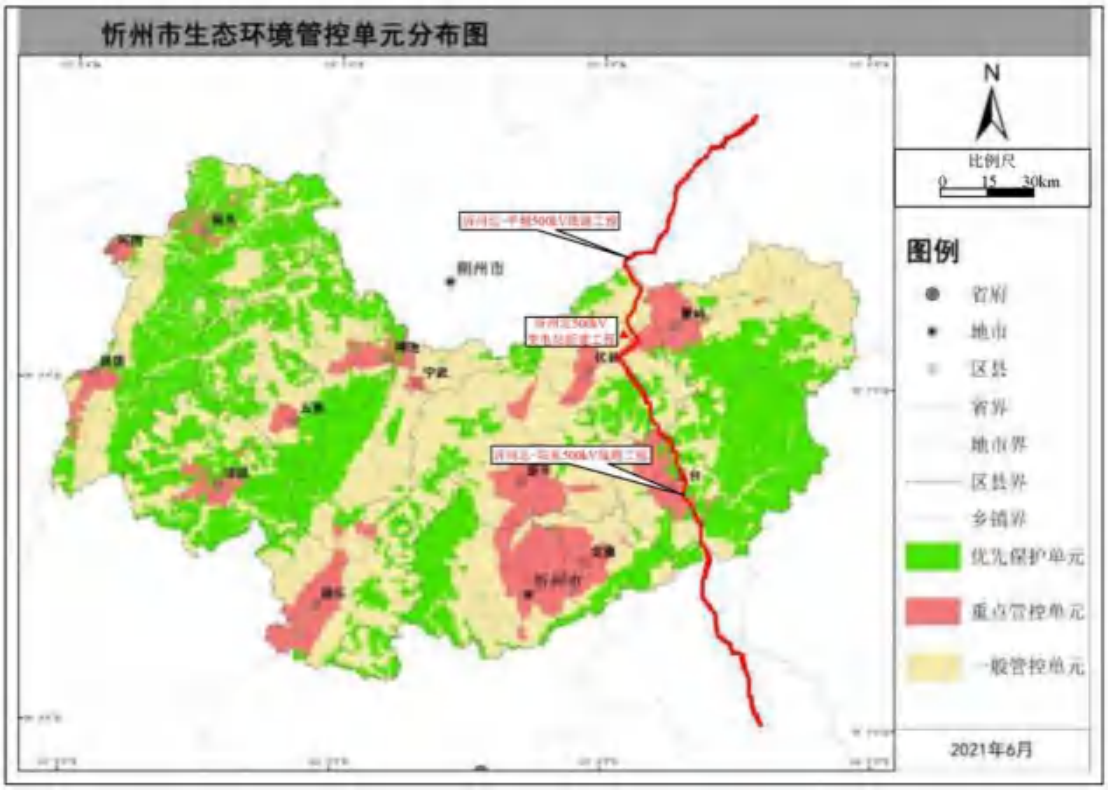


图 2.1（c)本项目与忻州市“三线一单”生态环境分区位置关系示意图

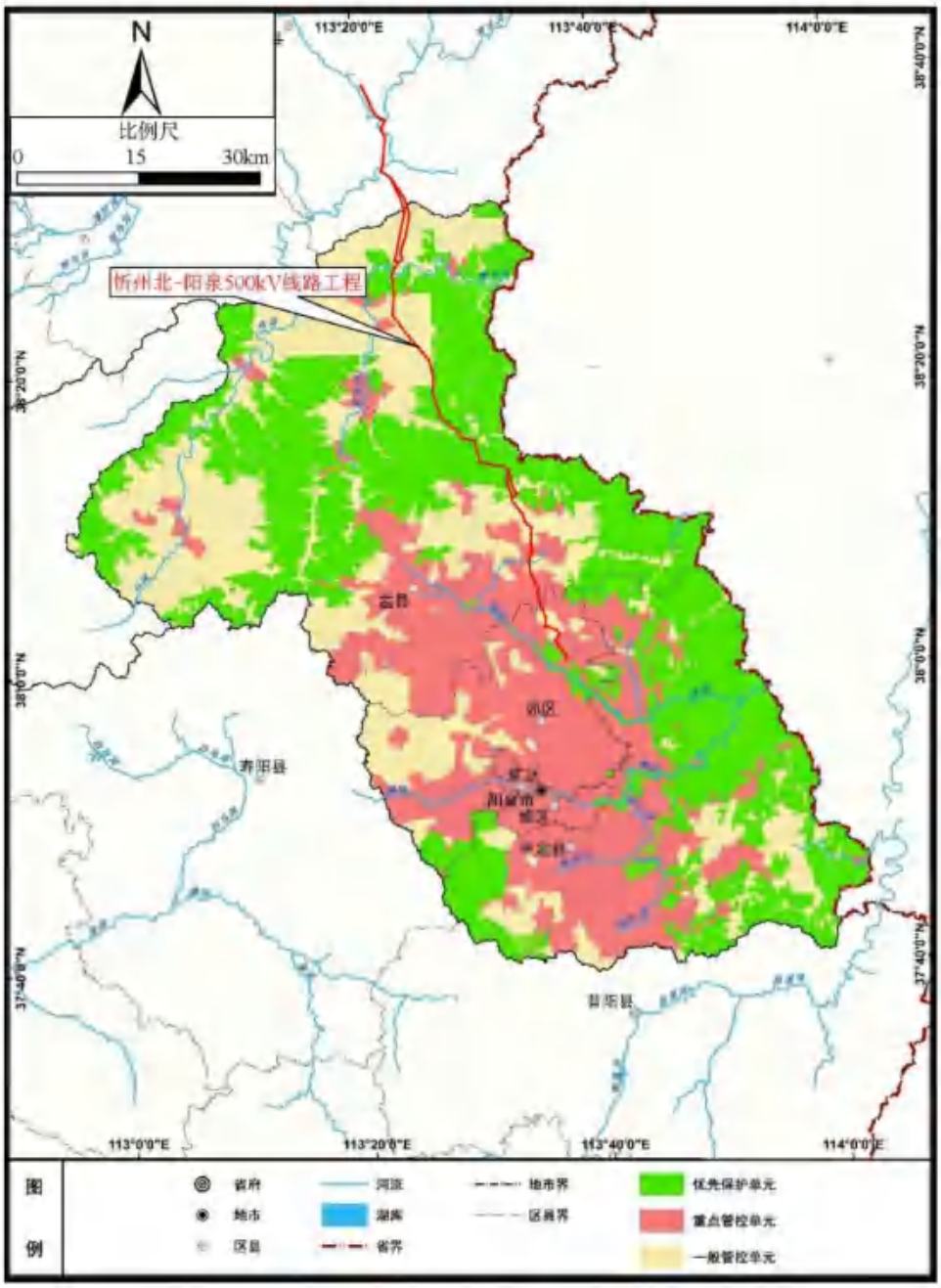


图 2.1（d）本项目与阳泉市“三线一单”生态环境分区位置关系示意图

本项目在规划选址选线阶段充分考虑了环境合理性，尽可能优化路径方案，进行了充分的路径比选，最大限度避让国家级和省级禁止开发区域。建设过程中除严格落实生态环境保护基本要求之外，采用全方位长短腿和高低不等基础设计、加大档距缩减塔基数量、优化施工工艺，针对性地制定生态影响减缓和补偿措施，以无害化方式穿越优先保护单元，能够确保生态功能不降低、面积不减少、性质不改变，与山西省生态环境空间布局约束、污染物排放管控、环境风险防控等总体准入要求不冲突。

综上所述，本项目符合大同市、朔州市、忻州市、阳泉市“三线一单”生态环境分区管控总体要求。

表 2.4 本项目与忻州市生态环境准入总体要求相符性分析一览表

管控类别	管控要求	相符性分析	是否相符
空间布局约束	各县（市、区）人民政府应当按照国民经济和社会发展规划、国土空间规划和环境保护要求，制定规划，统筹安排，依法逐步对不符合产业政策和布局不合理的重污染企业实施关停搬迁。	本项目属于输变电建设项目，不属于重污染建设项目，本项目选址选线已取得所在地各级政府和规划部门原则同意。因此本项目建设与当地城镇发展规划相符。	相符
	对纳入生态保护红线的，其管控规则应以自然资源部最终出台的《生态保护红线管理办法》为准。	本期变电工程不涉及生态保护红线，本期新建线路较长，在综合考虑地方发展规划、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，本期线路穿越生态保护红线长约51.66km。目前本项目不可避让生态保护红线和减缓生态环境影响措施报告已通过山西省自然资源厅组织召开的评审论证，出具了本项目穿越生态保护红线不可避让性论证意见。本工程纳入《山西省国土空间规划（2021-2035 年）》。施工过程通过针对性的生态影响减缓和补偿措施，能够确保生态环境功能不降低、面积不减少、性质不改变，满足生态保护红线管理办法要求。	相符
	新建、改建、扩建“两高”项目须符合生态环境保护法律法规和相关法定规划要求。	本项目属于输变电建设项目，不属于“两高”项目	相符
	石化、现代煤化工项目应纳入国家产业规划。新建、扩建石化、化工、焦化、有色金属冶炼、平板玻璃项目应布设在依法合规设立的产业园区。	本项目属于输变电建设项目，不属于石化、化工、焦化、有色金属冶炼、平板玻璃等项目。	相符
	禁止在零星建筑物、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、焦化等行业企业。	本项目属于输变电建设项目，不属于有色金属冶炼、焦化等行业项目。	相符
	加强矿山生态环境监管，禁止在自然保护区、水源地保护区域等重要生态保护地禁采区域内开矿。	本项目属于输变电建设项目，不属于矿山项目	相符
污染物排放管控	污染物排放总量严格落实“十四五”相关目标指标。	本项目属于输变电建设项目，运行不产生二氧化硫、氮氧化物、颗粒物和挥发性有机物等污染物	相符
	“1+30”区域重点行业二氧化硫、氮氧化物、颗粒物和挥发性有机物全面执行大气污染物特别排放限值。		相符
	产业集聚区、工业园区要逐步取消自备燃煤锅炉，积极推进“煤改	本项目属于输变电建设项目，不涉及自备燃煤锅炉。	相符

	气”“煤改电”工程。		
	新建“两高”项目应按照《关于加强重点行业建设项目区域削减措施监督管理的通知》要求，依据区域环境质量改善目标，制定配套区域污染物削减方案，采取有效的污染物区域削减措施，腾出足够的环境容量。	本项目属于输变电建设项目，不属于“两高”项目	相符
	国家或地方已出台超低排放要求的“两高”行业建设项目应满足超低排放要求。		相符
	鼓励企业使用新技术、新工艺、新设备、新产品、新材料，改造和提升传统产业，开展废弃物处理及再生资源综合利用，发展循环经济。	本项目属于输变电建设项目，运行产生生活污水、固体废物，定期处理，对周围环境基本没有影响	相符
	煤炭企业应当按照综合利用和处置煤矸石技术规范要求综合利用和处置煤矸石。	本项目属于输变电建设项目，不属于煤炭行业	相符
环境风险防控	建立健全突发环境事件应对工作机制，提高预防、预警、应对能力。	本项目属于输变电建设项目，国网山西省电力公司制定了突发环境风险应急预案	相符
	危险废物按规范收集、贮存、转运、利用、处置。	本项目属于输变电建设项目，变电站事故情况下产生危险废物（废旧蓄电池、废变压器油），变电站设置事故油池、废物暂存设施，定期委托有资质单位进行处理。	相符
资源利用效率	水资源、土地资源及能源利用上线严格落实“十四五”相关目标指标。能源利用上线严格落实碳达峰、碳中和相关要求。	项目建设已取得当地自然资源及规划部门的同意意见，项目建设满足土地资源利用要求；本项目运行不消耗能源，水资源利用量很少。	相符
	加快推进岩溶大泉泉源和重点保护区的保护和生态修复。	本项目属于输变电建设项目，不涉及岩溶大泉泉源和重点保护区的保护和生态修复	相符
	到 2022 年，全市用水总量控制目标为 7.9 亿立方米。	本项目属于输变电建设项目，运行期仅变电站运维人员、消防需要用水，用水量较小	相符
	忻州市忻府区、原平市、定襄县实现平原地区散煤清零。	本项目属于输变电建设项目，不涉及散煤	相符
	全市城市建成区绿化覆盖率 2022 年达到 42%以上，城市国土绿化品质有效提升。	本项目属于输变电建设项目，施工结束后，对变电站、沿线临时占地按照原有土地功能进行恢复	相符
	新建矿山必须按照绿色矿山标准建设，到 2025 年基本完成历史遗留矿山地质环境问题恢复治理工作，实现全市矿山地质环境根本好	本项目属于输变电建设项目，不属于矿山项目	相符

	转。		

表 2.5 本项目与阳泉市生态环境准入总体要求相符性分析一览表

管控类别	管控要求	相符性分析	是否相符
空间布局约束	1.严格控制“两高”项目建设，新建、改建、扩建“两高”项目须符合生态环境保护法律法规和相关法定规划，满足重点污染物排放总量控制、碳排放达峰目标、相关规划环评和相应行业建设项目环境准入条件、环评文件审批原则要求。	本项目属于输变电建设项目，不涉及	相符
	2.城市规划区、县城规划区范围内严禁新建、扩建焦化、钢铁、化工、有色金属冶炼和水泥等污染较重，以及危险化学品贮存、处理处置等高风险项目。	本项目属于输变电建设项目，不涉及	
	3.推进城市建成区及周边重污染企业搬迁退出，积极发展清洁、低碳、绿色产业。	本项目属于输变电建设项目，不涉及	
	4.对纳入生态保护红线的，原则上按照禁止开发区进行管理，严格禁止开发性、生产性建设活动，在符合现行法律法规前提下，除国家重大战略项目外，仅允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动。	本期变电工程不涉及生态保护红线，本期新建线路较长，在综合考虑地方发展规划、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，本期线路穿越生态保护红线长约 51.66km。目前本项目不可避让生态保护红线和减缓生态环境影响措施报告已通过山西省自然资源厅组织召开的评审论证，出具了本项目穿越生态保护红线不可避让性论证意见。本工程纳入《山西省国土空间规划（2021-2035 年）》。施工过程通过针对性的生态影响减缓和补偿措施，能够确保生态环境功能不降低、面积不减少、性质不改变，满足生态保护红线管理办法要求。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。	相符
	5.禁止在居民区、学校、医疗和养老机构、幼儿园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。	本项目属于输变电建设项目，不涉及	相符
	6.认真落实畜禽养殖禁养区有关规定，禁养区内严禁审批畜禽养殖建设项目，依法关闭或搬迁禁养区内畜禽养殖场。	本项目属于输变电建设项目，不涉及及	相符
污染物排放管	1.污染物排放总量严格落实“十四五”相关目标指标。	本项目属于输变电建设项目，运行期间不产生二氧化硫、氮氧化物、颗粒物及挥发性有机物等污染物。	相符

控	2.严禁新增焦化、电解铝、铸造、水泥、耐火等产能；确有必要新建的，要严格执行产能置换实施办法；新、改、扩建涉及大宗物料年货运量 150 万吨以上的大型工矿企业运输的建设项目，原则上全部修建铁路专用线，大宗货物铁路运输比例达到80%以上。 3.严格按照国家、省相关要求划定“禁煤区”，“禁煤区”范围内除煤电、集中供热和原料用煤企业外，禁止燃用煤炭。 4.原则上不再新建天然气热电联产和天然气化工项目。 5.依法淘汰涉重金属重点行业落后产能，严格执行重金属相关行业准入条件，禁止新建落后产能或产能严重过剩行业的新增产能建设项目。 6.市域范围内全面淘汰每小时 35 蒸吨以下燃煤锅炉，燃气锅炉完成低氮改造。 7.水泥行业完成超低排放改造，污染物排放达到《山西省水泥行业超低排放改造实施方案》排放要求。 8.工业和生活污水处理厂外排废水化学需氧量、氨氮、总磷三项主要污染物达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）V类标准要求，其余达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 排放标准。		本项目属于输变电建设项目，不涉及	相符
环境风险防控	1.强化重污染天气、饮用水污染、有毒有害气体释放等关系公众健康的重点领域风险预警与管控，健全环境风险应急预案和应急响应措施，提高突发环境污染事件应急处置能力。		本项目属于输变电建设项目，国网山西省电力公司制定了突发环境风险应急预案	相符
	2.科学布局危险废物处置设施和场所，危险废物暂存库按《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001 及其 2013 年修改单）的相关要求建设，填埋场要严格执行《危险废物填埋污染控制标准》（GB18598-2019）的相关要求。		阳泉市内与本项目相关的工程为阳泉变电站间隔完善工程和忻州北~阳泉 500kV 线路工程。阳泉变电站内已设有危废暂存间，危险废物委托有资质单位进行处理处置，线路工程运行不涉及危险废物产生	相符
资源利用效率	水资源利用	1.水资源利用上线严格落实“十四五”规划相关目标要求。 2.到 2022 年，全市用水总量控制在 2.27 亿立方米以内，万元地区生产总值用水量、万元工业增加值用水量较 2015 年分别降低 15%和 14%，农田灌溉	阳泉 500kV 变电站间隔完善工程不新增维护人员，500kV 输电线路运行期间不消耗水资源，满足区域水资源利用上限要求	相符

		水有效利用系数提高到 0.558，全市再生水利用率达到 20%以上，非常规水利用占比提高 2%。到 2025 年，用水总量落实“十四五”规划相关目标要求。 3.到 2035 年，全市用水总量控制在 2.40 亿 m^3 以内，水资源节约和循环利用达到先进水平。 4 加大矿井水综合利用，矿井水利用率应达到 75%以上。 5.新建企业和园区要在规划布局时，统筹供排水、水处理及循环利用设施建设，工业集聚区再生水利用率应达到 30%以上。		
	能源利用	1.能源利用上线严格落实碳达峰、碳中和相关要求以及“十四五”规划相关目标要求。 2.加强清洁低碳能源体系建设，大力发展非化石能源，严格落实煤炭消费等量减量替代措施。	本项目属于输变电建设项目，运行期间不消耗能源	相符
	土地资源	1.土地资源利用上线严格落实“十四五”规划相关目标要求。 2.严格永久基本农田划定和保护，严格控制建设占用耕地。统筹利用存量和新增建设用地，严控增量、盘活存量、优化结构、提高效率，实行建设用地总量和强度双控，提高土地节约集约利用水平。	项目建设已取得当地自然资源及规划部门原则同意，项目建设满足土地资源利用要求。	相符
重点流域	1.滹沱河及主要支流沿岸禁止新建焦化、化工、农药、有色冶炼、造纸、电镀等高风险项目和危险化学品仓储设施。 2.娘子关泉域重点保护区范围内原则上禁止新建、改建、扩建与供水设施和保护水源无关的建设项目。		1.本项目属于输变电建设项目，不涉及焦化、化工、农药、有色冶炼、造纸、电镀等高风险项目和危险化学品仓储设施。 2.本项目不在娘子关泉域重点保护区内。	相符

表 2.6 本项目与朔州市生态环境准入总体要求相符性分析一览表

管控类别	管控要求	相符性分析	是否相符
空间布局约束	新建、改建、扩建“两高”项目须符合生态环境保护法律法规和相关法定规划，满足重点污染物排放总量控制、碳排放达峰目标、生态环境准入清单、相关规划环评和相应行业建设项目环境准入条件、环评文件审批原则要求	本项目属于输变电建设项目，不属于“两高”项目	相符
	新建“两高”项目应按照《关于加强重点行业建设项目区域削减措施监督管理的通知》要求，依据区域环境质量改善目标，制定配套区域污染物削减方案，采取有效的污染物区域削减措施，腾出足够的环境容量		
	新建、扩建“两高”项目应采用先进适用的工艺技术和装备，单位产品物耗、能耗、水耗等达到清洁生产先进水平，依法制定并严格落实防治土壤与地下水污染的措施。		
	新建煤矿必须同步建设配套洗选煤企业（厂）。原则上全市不再新建社会独立洗选煤企业（厂）。在保持煤炭洗选总能力不变的基础上，按照“减量置换”原则，鼓励社会独立洗选煤企业（厂）通过采用新工艺、新技术进行改扩建或技术改造，逐步淘汰落后洗选能力，提高煤炭洗选煤企业（厂）先进产能占比	本项目属于输变电建设项目，不属于煤矿项目	相符
	对纳入生态保护红线的，原则上按照禁止开发区进行管理，严格禁止开发性、生产性建设活动，在符合现行法律法规前提下，除国家重大战略项目外，仅允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动	本期变电工程不涉及生态保护红线，本期新建线路较长，在综合考虑地方发展规划、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，本期线路穿越生态保护红线长约 51.66km。目前本项目不可避让生态保护红线和减缓生态环境影响措施报告已通过山西省自然资源厅组织召开的评审论证，出具了本项目穿越生态保护红线不可避让性论证意见。本工程纳入《山西省国土空间规划（2021-2035 年）》。施工过程通过针对性的生态影响减缓和补偿措施，能够确保生态环境功能不降低、面积不减少、性质不改变，满足生态保护红线管理办法要求。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	相符

		生态保护红线。	
	桑干河流域划定河源、泉域保护区，完成保护区的生态措施，完成流域生态修复的土地资源优化配置，基本建成水资源合理配置和高效利用体系	本项目评价范围内不涉及桑干河流域河源、泉域保护区	相符
污染物排放管控	污染物排放总量严格落实“十四五”相关目标指标	本项目属于输变电建设项目，运行不产生二氧化硫、氮氧化物、颗粒物及挥发性有机物等污染物。	相符
	煤矿矿井水和洗煤厂排放废水中化学需氧量、氨氮、总磷三项主要污染物达到地表III类水标准；其他区域外排废水达行业特别排放限值；工业园区集中处理设施排水按照山西省《污水综合排放标准》（DB14/1928-2019）要求执行，该标准内未规定的指标执行一级 A 标准限值	本项目属于输变电建设项目，不涉及煤矿矿井水和洗煤厂排放废水，不属于工业园区项目	相符
	火电行业执行超低排放标准	本项目属于输变电建设项目，不属于火电发电项目	相符
	在陶瓷、建材、制药等行业，特别是产业集聚区、工业园区要逐步取消自备燃煤锅炉，积极推进“煤改气”“煤改电”工程。陶瓷企业要求使用园区统一提供的天然气	本项目属于输变电建设项目，不属于陶瓷、建材、制药等行业项目	相符
	水泥行业完成超低排放改造，污染物排放执行超低排放标准	本项目属于输变电建设项目，不属于水泥行业项目	相符
	加强建筑施工扬尘动态监管，严格落实“六个百分之百”防治措施	本项目在施工期加强施工扬尘动态监管，严格落实“六个百分之百”防治措施，能够有效控制项目施工期间对环境影响	相符
	贮存煤炭、煤矸石、煤渣、煤灰、水泥、石灰、石膏、砂土等易产生扬尘的物料应当密闭；不能密闭的，应当设置不低于堆放物高度的严密围挡，并采取有效覆盖措施防止扬尘污染	本项目施工现场按要求设置不低于堆放物高度的严密围挡，并采取有效覆盖措施防止扬尘污染，对环境影响较小	相符
	运输煤炭、垃圾、渣土、砂石、土方、灰浆等散装、流体物料的车辆应当采取密闭或者其他措施防止物料遗撒造成扬尘污染，并按照规定路线行驶	本项目施工过程车辆运输散体材料和固体废物时，按要求采取密闭或其他遮盖措施防止物料遗撒造成扬尘污染，并按照规定路线行驶，对环境影响较小	相符
	到 2022 年，朔城区、开发区、平朔生活区要实现生活垃圾分类覆盖率达到 100%，其余县（市、区）生活垃圾分类覆盖率要达到 80%	本项目位于朔州市境内为线路工程，施工人员产生的生活垃圾进行分类收集，集中运送至政府指定地点	相符
环境风险防控	企事业单位和其他生产经营者按照相关规定编制突发环境事件应急预案并向所在地县（市、区）环保部门报备	本项目属于输变电建设项目，国网山西省电力公司制定了突发环境风险应急预案	相符

	所有危险废物一律规范收集、贮存、转运、利用、处置		本项目位于朔州市境内为线路工程，线路运行不产生危险废物，本项目线路不涉及危险废物	相符
资源利用效率	水资源利用	1.水资源利用上线严格落实“十四五”相关目标指标。 2.加快推进神头泉泉源和重点保护区的保护和生态修复。 3.大力推进工业节水改造，鼓励支持企业开展节水技术改造和再生水回用。 4.到 2022 年，全市用水总量控制目标为 6.79 亿 m^3。万元地区生产总值用水量、万元工业增加值用水量较 2015 年分别降低 18%和 12%，农田灌溉水有效利用系数提高到 0.55。 5.到 2022 年，全市再生水利用率达到 50%以上，非常规水利用占比提高 2%。	1.本项目属于输变电建设项目，输电线路运行不消耗水资源，满足区域水资源利用上限要求 2.本项目输电线路所在区域不涉及神头泉泉源和重点保护区 3.本项目输电线路运行不产生生产废水，不涉及工业用水 4.本项目输电线路运行不消耗水资源，不占用全市用水总量 5.本项目运行产生废水，不涉及再生水利用。	相符
	能源利用	1.能源利用上线严格落实碳达峰、碳中和相关要求以及“十四五”相关目标指标。 2.朔州市平鲁区、朔城区实现平原地区散煤清零。	1.本项目属于输变电建设项目，输电线路运行不消耗能源； 2.本项目属于输变电建设项目，不涉及煤炭使用。	相符
	土地资源	1.土地资源利用上线严格落实“十四五”和国土空间规划相关目标指标。 2.到 2023 年绿化面积达到 150 万亩，保护好环城生态休闲区内的自然山水地貌、景观特征和生物多样性，拓展城市绿色空间。 3.新建矿山必须达到绿色矿山建设标准，到 2025 年基本完成历史遗留矿山地质环境问题恢复治理工作，实现全市矿山地质环境根本好转。	本线古在朔州市境内为线路工程，项目建设已取得当地自然资源及规划部门的同意意见，项目建设满足土地资源利用要求。	相符

表 2.7 本项目与大同市生态环境准入总体要求相符性分析一览表

管控类别	管控要求	相符性分析	是否相符
空间布局约束	1.新建、改建、扩建“两高”项目须符合生态环境保护法律法规和相关法定规划，满足重点污染物排放总量控制、碳排放达峰目标、相关规划环评和相应行业建设项目环境准入条件、环评文件审批原则要求。	本项目属于输变电建设项目，不属于“两高”项目	相符
	2.严格控制高碳、高耗能、高排放项目建设，市城市规划区、县城规划区不再布局包括产能置换项目在内的任何钢铁（不含短流程炼钢）、铸造（不含高端铸件）、水泥、有色项目，区域内现有产能只减不增。	不涉及，本项目不属于高碳、高耗能、高排放项目建设项目	
	3.推进城市建成区及周边重污染企业搬迁退出，加快清理不符合城市功能定位的污染企业。	不涉及，本项目不属于重污染企业	
	4.生态保护红线范围内原则上按照禁止开发区进行管理，严格禁止开发性、生产性建设活动，在符合现行法律法规前提下，除国家重大战略项目外，仅允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动。	本期变电工程不涉及生态保护红线，本期新建线路较长，在综合考虑地方发展规划、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，本期线路穿越生态保护红线长约 51.66km。目前本项目不可避让生态保护红线和减缓生态环境影响措施报告已通过山西省自然资源厅组织召开的评审论证，出具了本项目穿越生态保护红线不可避让性论证意见。本工程纳入《山西省国土空间规划（2021-2035 年）》。施工过程通过针对性的生态影响减缓和补偿措施，能够确保生态环境功能不降低、面积不减少、性质不改变，满足生态保护红线管理办法要求。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	相符
	5.坚持以水定城、以水定地、以水定人、以水定产，严格限制煤炭开采和加工、化工、纺织、造纸等高耗水和低效用水产业发展。持续推进城市产业布局优化和升级替代，加快推进工业企业“退城入园”。	本项目属于输变电建设项目，不属于高耗水和低效用水项目	相符
	6.认真落实畜禽养殖禁养区有关规定，禁养区内严禁审批畜禽养	本项目属于输变电建设项目，不涉及	相符

	殖建设项目，依法关闭或搬迁禁养区内畜禽养殖场。		
污染物排放管控	1.污染物排放总量严格落实“十四五”相关目标指标。	本项目属于输变电建设项目，运行不产生二氧化硫、氮氧化物、颗粒物及挥发性有机物等污染物	相符
	2.钢铁企业稳定达到超低排放水平，各生产环节满足《关于推进实施钢铁行业超低排放的意见》（环大气〔2019〕35 号）相关要求。 2.钢铁企业稳定达到超低排放水平，各生产环节满足《关于推进实施钢铁行业超低排放的意见》（环大气〔2019〕35 号）相关要求。 3.水泥企业稳定达到超低排放水平，各生产环节满足《山西省水泥行业超低排放改造实施方案》（晋环发〔2021〕16 号）相关要求。 4.能源、冶金、建材、化工、工业涂装、包装印刷等重点行业逐步实施强制性清洁生产审核。 5.新、改、扩建涉及大宗物料年货运量 150 万吨以上的大型工矿企业运输的建设项目，原则上全部修建铁路专用线，大宗货物清洁运输比例达到省级要求。 6.禁燃区内禁止新建、扩建燃用高污染燃料的项目和设施，已建成的应逐步或依法限期改用天然气、电或者其他清洁能源。 7.市域范围内基本淘汰每小时 35 蒸吨以下燃煤锅炉，燃气锅炉完成低氮改造。 8.按照《大同市关于划定禁止使用高排放非道路移动机械区域的通告》有关要求，禁用区内禁止使用高排放道路移动机械。 9.严格落实污染物排放总量控制制度，把主要污染物排放总量指标作为建设项目环境影响评价审批的前置条件。排放主要污染物的建设项目，在环境影响评价文件（以下简称环评文件）审批前，须取得主要污染物排放总量指标。 10.用于建设项目的“可替代总量指标”不得低于建设项目所需替代的主要污染物排放总量指标。上一年度环境空气质量年平均浓度不达标的县（区）、水环境质量未达到要求的县（区），相关污	1.本项目属于输变电建设项目，为民生基础建设项目，不适用燃料，不设置锅炉；项目不需要申请总量排放指标 2.变电站运营期生活污水经一体化生活污水处理设施处理后，定期抽取回用于地面洒水等，不外排。500kV 输电线路运行期间不产生废水。	相符

	染物应按照建设项目所需替代的主要污染物排放总量指标的 2 倍进行削减替代（燃煤发电机组大气污染物排放浓度基本达到燃气轮机组排放限值的除外）；细颗粒物（PM2.5）年平均浓度不达标的县（区），二氧化硫、氮氧化物、烟粉尘、挥发性有机物四项污染物均需进行 2 倍削减替代（燃煤发电机组大气污染物排放浓度基本达到燃气轮机组排放限值的除外） 11.城镇生活污水处理厂外排废水全面执行山西省《污水综合排放标准》（DB14/1928-2019）。 12.工业废水外排主要三项污染物化学需氧量、氨氮、总磷须达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）V 类标准要求，其余执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 排放标准。 13.省级及以上工业集聚区应科学合理制定污水处理规划与工艺，按规定建设污水集中处理设施，外排口加装自动监控设施。 14.煤矿矿井水原则上废水全部循环利用，确需排放的煤矿矿井水需达到《地表水环境质量》III类水质要求。		
环境风险防控	1.强化重污染天气、饮用水水源地、有毒有害气体等重点领域风险预警，健全环境风险应急预案和应急响应措施，提高突发环境污染事件应急处置能力。	本项目属于输变电建设项目，国网山西省电力公司制定了突发环境风险应急预案	相符
	2.科学布局危险废物处置设施和场所，危险废物暂存库按《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001 及其 2013 年修改单）的相关要求建设，填埋场要严格执行《危险废物填埋污染控制标准》（GB18598-2023）的相关要求。	大同市境内与本项目相关的为平城 500kV 间隔扩建工程和忻州北~平城 500kV 线路工程，变电站间隔扩建工程不新增危险废物，原有变电站如危险废物将委托有资质单位进行处理处置，线路工程运行不产生危险废物	相符
	3.针对焦化、化工、农药、有色冶炼、造纸、电镀等水环境风险较大行业，全面开展摸底排查，建立水环境风险管控清单，定期评估沿河（湖、库）工业企业、工业集聚区环境风险，落实防控措施。	本项目属于输变电建设项目，不属于焦化、化工、农药、有色冶炼、造纸、电镀等水环境风险较大行业	相符
	4.严格落实“三线一单”生态环境分区管控要求。桑干河干流及主要支流浑河、口泉河、七里河、御河、十里河、坊城河等沿岸范围内的重要湖（库）和饮用水水源地保护区，禁止新建焦化、化工、	本项目严格落实“三线一单”生态环境分区管控要求；项目不在桑干河干流及主要支流浑河、口泉河、七里河、御河、十里河、坊城河等沿岸范围内的重要湖（库）和饮用水水源地保护区内	相符

	农药、有色冶炼、造纸、生物制药、电镀等高风险项目和危险化学品仓储设施。			
资源利用效率	水资源利用	1.水资源利用上线严格落实“十四五”相关目标指标。 2.加快推进城头会泉域和水神堂泉域重点保护区的保护和生态修复。 3.加强水资源开发利用红线管理，严格取用水总量汲取水许可管理，到 2030 年大同市用水总量控制在 7.4 亿 m^3 以内，万元工业增加值用水量控制在 $40m^3$ 以下。 4.大力推进工业节水，推动高耗水行业节水增效，积极推行水循环梯级利用，农田灌溉水有效利用系数提高到 0.6 以上。 5.严格规范地下水取水许可审批管理，实行取水许可区域限批制度和取水许可验收制度。对地下水取水总量已达到或超过控制指标的地区，暂停建设项目新增取水用地下水；对取水地下水总量接近控制指标的地区，限制审批新增取用地下水。	平城 500kV 间隔扩建工程不新增维护人员，不涉及新增生活用水量，变电站扩建工程运行及 500kV 输电线路运行不消耗水资源，满足区域水资源利用上限要求	相符
	能源利用	1.能源利用上线严格落实碳达峰、碳中和相关要求以及“十四五”相关目标指标 2.加强清洁低碳能源体系建设，大力发展非化石能源，严格落实煤炭消费等量减量替代措施 3.新建、改建、扩建项目“两高”项目须达到强制性能耗限额标准；现有企业和其他项目通过实施清洁生产改造，2030 年能耗水平显著下降	本项目属于输变电建设项目，运行期间不消耗能源	相符
	土地资源	1.土地资源利用上线严格落实“十四五”相关目标指标。 2.严格控制非农建设占用耕地工业项目，商业旅游、农村宅基地等建设项目在选址时应尽量利用未利用地及闲置土地，尽量不占或少占耕地。确	项目建设已取得当地自然资源及规划部门的同意意见，项目建设满足土地资源利用要求	相符

		需占用耕地的，必须符合土地利用总体规划和城市总体规划，做到“占一补一”“占优补优”，并依法办理农用地转用审批手续		
重点流域	1.严格控制高耗水、高污染的新建、改建、扩建项目，加快淘汰落后产能；开展桑干河流域工业企业用水能效评估，对用水效率低下的企业实施关停整改，用水效率严重低下的坚决取缔 2.清理整顿桑干河岸线内列入负面清单的产业和项目，严禁在桑干河干流及主要支流涉及的优先保护区、禁止开发区、限制开发区范围内新建“两高”项目及相关产业园区		本项目属于输变电建设项目，不属于高耗水、高污染项目，不属于桑干河岸线内列入负面清单的产业和项目	相符

表 2.8 忻州北~阳泉 500kV 线路工程所涉环境管控单元要求的相符性分析一览表

序号	管控单元名称及编号	管控单元分类	管控要求		相符性分析	是否相符
1	郊区太行山水源涵养与水土保持一般生态空间优先保护单元（ZH14031110008）	优先保护单元	空间布局约束	1.禁止无序采矿、过度放牧、毁林开荒、开垦草原、毁林采石、采砂、采土以及其他等损害或不利于维护水源涵养功能的人类活动 2.推进天然林草保护、退耕还林和围栏封育，维护或重建湿地、森林、草原等生态系统。巩固退耕还林、退牧还草成果 3.限制土地资源高消耗产业发展，禁止布局高水资源消耗产业 4.对水源涵养林和水土保持林只能进行抚育和更新性质的采伐，并在采伐后及时更新造林	1.本项目属于输变电建设项目，不涉及以上不利于维护水源涵养功能的人类活动 2.本项目属于输变电建设项目，不涉及 3.本项目属于输变电建设项目，本项目不属于土地资源、水资源高消耗产业 4.本项目采取高跨设计跨越林木，不砍伐水源涵养林和水土保持林	相符
			污染物排放管控	/	/	/
			环境风险防控	/	/	/
			资源开发利用效率要求	/	/	/

2	阳泉市郊区一般管控单元（ZH14031130001）	一般管控单元	空间布局约束	1.执行山西省、重点区域（京津冀及周边地区）、阳泉市空间布局准入的要求。 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。	1.与山西省、阳泉市空间布局准入要求符合性分析见表 3.23 2.本项目属于输变电建设项目，不涉及 3.本项目属于输变电建设项目，不涉及	相符
			污染物排放管控	1.执行山西省、重点区域（京津冀及周边地区）、阳泉市的污染物排放控制要求。	与山西省阳泉市污染物排放控制要求符合性分析见表 3.23	/
			环境风险防控	/	/	/
			资源开发利用效率要求	/	/	/
3	盂县梁家寨省级湿地自然公园生态保护红线优先保护单元（ZH14032210007）	优先保护单元	空间布局约束	1.执行湿地公园和生态保护红线相关空间布局约束的准入要求。	山西省自然资源厅已组织召开《山西忻州北 500kV 输变电工程不可避让生态保护红线和减缓生态环境影响措施报告》专家评审会，出具了本项目穿越生态保护红线不可避让性论证意见。本工程纳入《山西省国土空间规划（2021-2035 年）》。施工过程通过针对性的生态影响减缓和补偿措施，能够确保生态环境功能不降低、面积不减少、性质不改变，符合湿地公园和生态保护红线空间布局约束的准入要求。	相符
			污染物排放管控	/	/	/
			环境风险防控	/	/	/
			资源开发利用效率要求	/	/	/

4	盂县太行山水源涵养生态保护红线优先保护单元（ZH14032210008）	优先保护单元	空间布局约束	1.执行生态保护红线空间布局约束的准入要求。	同序号 3 空间布局约束符合性分析	相符
			污染物排放管控	/	/	/
			环境风险防控	/	/	/
			资源开发利用效率要求	/	/	/
5	盂县太行山水源涵养与水土保持一般生态空间优先保护单元（ZH14032210010）	优先保护单元	空间布局约束	1.禁止无序采矿、过度放牧、毁林开荒、开垦草原、毁林采石、采砂、采土以及其他等损害或不利于维护水源涵养功能的人类活动。 2.禁止布局高水资源消耗产业。 3.禁止新建化工、医药、金属冶炼等水污染型工业项目。 4.推进天然林草保护、退耕还林和围栏封育，维护或重建湿地、森林、草原等生态系统。巩固退耕还林、退牧还草成果。 5.对水源涵养林只能进行抚育和更新性质的采伐，并在采伐后及时更新造林。	1.本项目属于输变电建设项目，，不涉及以上不利于维护水源涵养功能的人类活动。 2.本项目属于输变电建设项目，不属于水资源高消耗产业。 3.本项目属于输变电建设项目，不涉及 4.本项目属于输变电建设项目，不涉及 5.本项目采取高跨设计跨越林木，不砍伐水源涵养林。	相符
			污染物排放管控	/	/	/
			环境风险防控	/	/	/
			资源开发利用效率要求	/	/	/
6	盂县五台山水源涵养一般生态空间优先保护单元（ZH14032210011）	优先保护单元	空间布局约束	1.禁止无序采矿、过度放牧、毁林开荒、开垦草原、毁林采石、采砂、采土以及其他等损害或不利于维护水源涵养功能的人类活动。 2.推进天然林草保护、退耕还林和围栏封育，维护或重建湿地、森林、草原等生态系统。巩固退耕还林、退牧还草成果。	1.本项目属于输变电建设项目，不涉及以上不利于维护水源涵养功能的人类活动 2.本项目属于输变电建设项目，不涉及 3.本项目属于输变电建设项目，不	相符

				3.限制土地资源高消耗产业发展，禁止布局高水资源消耗产业。 4.加强河流源头及主要支流的小流域治理和植树造林，减少面源污染。 5.对水源涵养林和水土保持林只能进行抚育和更新性质的采伐，并在采伐后及时更新造林。	属于土地资源、水资源高消耗产业 4.本项目属于输变电建设项目，不涉及 5.本项目采取高跨设计跨越林木，不砍伐水源涵养林和水土保持林。	
			污染物排放管控	/	/	/
			环境风险防控	/	/	/
			资源开发利用效率要求	/	/	/
7	阳泉市盂县大气环境布局敏感重点管控单元（ZH14032220006）	重点管控单元	空间布局约束	1.执行山西省、重点区域（京津冀及周边地区）、阳泉市空间布局的准入要求。 2.禁止新增钢铁、焦化、电解铝、铸造、水泥、平板玻璃产能。限制建设以石油焦、渣油、重油等为燃料的工业炉窑。 3.淘汰每小时 35 蒸吨以下燃煤锅炉。	1.与山西省阳泉市空间布局约束要求符合性分析见表 3.23 2.本项目属于输变电建设项目，不涉及 3.本项目属于输变电建设项目，不涉及	相符
			污染物排放管控	1.执行山西省、重点区域（京津冀及周边地区）、阳泉市污染物排放控制要求。 2.新建燃煤锅炉、生物质锅炉达到超低排放标准，燃气锅炉实现低氮燃烧。 3.所有新建、改建、扩建项目执行大气污染物特别排放限值。	1.与山西省阳泉市污染物排放控制要求符合性分析见表 3.23 2.本项目属于输变电建设项目，不涉及 3.本项目属于输变电建设项目，不涉及	相符
			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。	国网山西省电力公司已落实突发环境风险应急预案，定期开展应急风险防范能力	相符
			资源开发利用效率要求	1.宜电则电、宜气则气、宜煤则煤（超低排放）、宜热则热，清洁取暖覆盖率力争达到 60%。	本项目是为满足忻朔地区电力送出的需求，项目建设符合资源开发利用效率要求	相符

8	阳泉市盂县一般管控单元（ZH14032230001）	一般管控单元	空间布局约束	1.执行山西省、重点区域（京津冀及周边地区）、阳泉市空间布局准入的要求。 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。	1.与山西省阳泉市污染物排放控制要求符合性分析见表 3.23。 2.本项目属于输变电建设项目，不涉及 3.本项目属于输变电建设项目，不涉及	相符
			污染物排放管控	1.执行山西省、重点区域（京津冀及周边地区）、阳泉市污染物排放控制要求。	1.与山西省、阳泉市污染物排放管控要求符合性分析见表 3.23。	相符
			环境风险防控	/	/	/
			资源开发利用效率要求	/	/	/
9	五台县五台山生物多样性维护生态保护红线优先保护单元（ZH14092210007）	优先保护单元	空间布局约束	1.执行生态保护红线空间布局约束的准入要求。	同序号 3 空间布局约束符合性分析	相符
			污染物排放管控	/	/	/
			环境风险防控	/	/	/
			资源开发利用效率要求	/	/	/
10	五台县五台山水源涵养一般生态空间优先保护单元（ZH14092210010）	优先保护单元	空间布局约束	1.禁止无序采矿、过度放牧、毁林开荒、开垦草原、毁林采石、采砂、采土以及其他等损害或不利于维护水源涵养功能的人类活动。 2.禁止布局高水资源消耗产业。 3.禁止新建化工、医药、金属冶炼等水污染型工业项目。 4.推进天然林草保护、退耕还林和围栏封育，维护或重建湿地、森林、草原等生态系统。巩固退耕还林、退牧还草成果。 5.对水源涵养林只能进行抚育和更新性质的采伐，并在采伐后及时更新造林。	1.本项目属于输变电建设项目，不涉及以上不利于维护水源涵养功能的人类活动 2.本项目属于输变电建设项目，不属于水资源高消耗产业 3.本项目属于输变电建设项目，不涉及 4.本项目属于输变电建设项目，不涉及 5.本项目采取高跨设计跨越林木，不砍伐水源涵养林	相符

			污染物排放管控	/	/	/
			环境风险防控	/	/	/
			资源开发利用效率要求	/	/	/
11	忻州市五台县大气环境布局敏感重点管控单元（ZH14092220004）	重点管控单元	空间布局约束	1.执行山西省、重点区域（京津冀及周边地区）、阳泉市空间布局的准入要求。 2.禁止新增钢铁、焦化、电解铝、铸造、水泥、平板玻璃产能。限制建设以石油焦、渣油、重油等为燃料的工业炉窑。 3.淘汰每小时 35 蒸吨以下燃煤锅炉。	1.与山西省阳泉市空间布局约束要求符合性分析见表 3.23 2.本项目属于输变电建设项目，不涉及 3.本项目属于输变电建设项目，不涉及。	相符
			污染物排放管控	1.执行山西省、重点区域（京津冀及周边地区）、阳泉市污染物排放控制要求。 2.新建燃煤锅炉、生物质锅炉达到超低排放标准，燃气锅炉实现低氮燃烧。 3.所有新建、改建、扩建项目执行大气污染物特别排放限值。	1.与山西省阳泉市污染物排放控制要求符合性分析见表 3.23 2.本项目属于输变电建设项目，不涉及 3.本项目属于输变电建设项目，不涉及	相符
			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。	国网山西省电力公司已落实突发环境风险应急预案，定期开展应急风险防范能力	相符
			资源开发利用效率要求	1.宜电则电、宜气则气、宜煤则煤（超低排放）、宜热则热，清洁取暖覆盖率力争达到 60%。	本项目是为满足忻朔地区电力送出的需求，项目建设符合资源开发利用效率要求	相符
12	五台县滤泗河城区段控制单元水环境城镇生活污染重点管控单元（ZH14092220001）	重点管控单元	空间布局约束	1.执行山西省、忻州市空间布局的准入要求。	1.与山西省忻州市空间布局约束要求符合性分析见表 3.22	相符
			污染物排放管控	1.执行山西省、忻州市污染物排放控制要求。 2.城镇入河排污口水质应当达到地表水环境质量V类及以上标准。 3.城市污泥无害化处理处置率达到 80%以上。	1.与山西省忻州市污染物排放控制要求符合性分析见表 3.22 2.本项目属于输变电建设项目，不涉及	相符

				4.城镇生活污水实现全收集和全处理。实施雨污分流改造，合流制管网占排水管网的比例控制在 30%以内。	3.本项目属于输变电建设项目，不涉及 4.本项目属于输变电建设项目，不涉及	
			环境风险防控	1.城镇污水集中处理设施的运营单位水质、水量进行监测；在出现进水水质和水量发生重大变化可能导致出水水质超标，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。 2.道路交通严格控制融雪剂使用量，减少融雪剂对水环境的影响。	本项目属于输变电建设项目，不涉及	相符
			资源开发利用效率要求	1.积极推行低影响开发建设模式，建设滞、渗、蓄、用、排相结合的雨水收集利用设施，促进雨水收集、处理和资源化利用；新建城区硬化地面，可渗透面积要达到 40%以上。 2.2020 年，城市再生水利用率平均达到 25%以上。	本项目属于输变电建设项目，不涉及	相符
13	忻州市五台县一般管控单元（ZH14092230001）	一般管控单元	空间布局约束	1.执行山西省、重点区域（京津冀及周边地区）、阳泉市空间布局准入的要求。 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。	1.与山西省阳泉市污染物排放控制要求符合性分析见表 3.23 2.本项目属于输变电建设项目，不涉及 3.本项目属于输变电建设项目，不涉及	相符
			污染物排放管控	1.执行山西省、重点区域（京津冀及周边地区）、阳泉市污染物排放控制要求。	1.与山西省、阳泉市污染物排放管控要求符合性分析见表 3.23。	相符
			环境风险防控	/	/	/
			资源开发利用效率要求	/	/	/
14	代县五台山生物多样性维护生态保护红线	优先保护单元	空间布局约束	1.执行生态保护红线空间布局约束的准入要求。	同序号 3 空间布局约束符合性分析	相符

	优先保护单元（ZH14092310003）		污染物排放管控	/	/	/
			环境风险防控	/	/	/
			资源开发利用效率要求	/	/	/
15	代县五台山水源涵养一般生态空间优先保护单元（ZH14092310012）	优先保护单元	空间布局约束	1.禁止无序采矿、过度放牧、毁林开荒、开垦草原、毁林采石、采砂、采土以及其他等损害或不利于维护水源涵养功能的人类活动。 2.禁止布局高水资源消耗产业。 3.禁止新建化工、医药、金属冶炼等水污染型工业项目。 4.推进天然林草保护、退耕还林和围栏封育，维护或重建湿地、森林、草原等生态系统。巩固退耕还林、退牧还草成果。 5.对水源涵养林只能进行抚育和更新性质的采伐，并在采伐后及时更新造林。	1.本项目属于输变电建设项目，，不涉及以上不利于维护水源涵养功能的人类活动 2.本项目属于输变电建设项目，不属于水资源高消耗产业。 3.本项目属于输变电建设项目，不涉及 4.本项目属于输变电建设项目，不涉及 5.本项目采取高跨设计跨越林木，不砍伐水源涵养林。	相符
			污染物排放管控	/	/	/
			环境风险防控	/	/	/
			资源开发利用效率要求	/	/	/
16	忻州市代县大气环境布局敏感重点管控单元（ZH14092320004）	重点管控单元	空间布局约束	1.执行山西省、忻州市空间布局的准入要求。 2.禁止新增钢铁、焦化、电解铝、铸造、水泥、平板玻璃产能。限制建设以石油焦、渣油、重油等为燃料的工业炉窑。 3.淘汰每小时 35 蒸吨以下燃煤锅炉。	1.与山西省忻州市空间布局约束要求符合性分析见表 3.22。 2.本项目属于输变电建设项目，不涉及。 3.本项目属于输变电建设项目，不涉及。	相符
			污染物排放管控	1.执行山西省、忻州市污染物排放控制要求。 2.新建燃煤锅炉、生物质锅炉达到超低排放标准，	1.与山西省忻州市污染物排放控制要求符合性分析见表 3.22。	相符

				燃气锅炉实现低氮燃烧。 3.所有新建、改建、扩建项目执行大气污染物特别排放限值。	2.本项目属于输变电建设项目，不涉及。 3.本项目属于输变电建设项目，不涉及。	
			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。	国网山西省电力公司已落实突发环境风险应急预案，定期开展应急风险防范能力	相符
			资源开发利用效率要求	1.宜电则电、宜气则气、宜煤则煤（超低排放）、宜热则热，清洁取暖覆盖率力争达到 60%。	本项目是为满足忻朔地区电力送出的需求，项目建设符合资源开发利用效率要求。	相符
17	忻州市代县一般管控单元（ZH14092330001）	一般管控单元	空间布局约束	1.执行山西省、忻州市空间布局准入的要求。 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。	1.与山西省忻州市污染物排放控制要求符合性分析见表 3.22。 2.本项目属于输变电建设项目，不涉及。 3.本项目属于输变电建设项目，不涉及。	相符
			污染物排放管控	1.执行山西省、忻州市污染物排放控制要求。	1.与山西省、忻州市污染物排放管控要求符合性分析见表 3.22。	相符
			环境风险防控	/	/	/
			资源开发利用效率要求	/	/	/

表 2.9 忻州北~平城 500kV 线路工程所涉环境管控单元要求的相符性分析一览表

序号	管控单元名称及编号	管控单元分类	管控要求		相符性分析	是否相符
1	云州区恒山以北防风固沙生态保护红线优先保护单元（ZH14021510001）	优先保护单元	空间布局约束	1.执行生态保护红线空间布局约束的准入要求。	山西省自然资源厅已组织召开《山西忻州北 500kV 输变电工程不可避让生态保护红线和减缓生态环境影响措施报告》专家评审会，出具了本项目穿越生态保护红线不可避让性论证意见。本工程纳入《山西省国土空间规划（2021-2035 年）》。施工过程通过针对性的生态环境影响减缓和补偿措施，能够确保生态环境功能不降低、面积不减少、性质不改变，符合湿地公园和生态保护红线空间布局约束的准入要求。	相符
			污染物排放管控	/	/	/
			环境风险防控	/	/	/
			资源开发利用效率要求	/	/	/
2	云州区防风固沙与土地沙化防控一般生态空间优先保护单元（ZH14021510009）	优先保护单元	空间布局约束	1.实行禁牧、休牧制度。禁止滥樵、滥采、滥牧，禁止开垦草原，禁止一切破坏植被的活动。 2.禁止发展高耗水工业，加强对防风固沙区河流的规划和管理，保护沙区湿地。 3.加大退耕还林、退牧还草力度，恢复草原植被。 4.对防风固沙林只能进行抚育和更新性质的采伐，并在采伐后及时更新造林。 5.禁止非法露天采矿开采。加强对矿产资源开发的	1.本项目属于输变电建设项目，不涉及 2.本项目属于输变电建设项目，不涉及 3.本项目属于输变电建设项目，不涉及 4.本项目采取高跨设计跨越林木，不砍伐防风固沙林	相符

				监管，加大矿山环境整治修复力度。	5.本项目属于输变电建设项目，不涉及	
			污染物排放管控	/	/	/
			环境风险防控	/	/	/
			资源开发利用效率要求	/	/	/
3	云州区盆地河流生态廊道一般生态空间优先保护单元（ZH14021510010）	优先保护单元	空间布局约束	1.禁止无序采矿、过度放牧、毁林开荒、开垦草原、毁林采石、采砂、采土以及其他等损害或不利于维护水源涵养功能的人类活动。 2.禁止布局高水资源消耗产业。 3.禁止新建化工、医药、金属冶炼等水污染型工业项目。 4.推进天然林草保护、退耕还林和围栏封育，维护或重建湿地、森林、草原等生态系统。巩固退耕还林、退牧还草成果。 5.对水源涵养林只能进行抚育和更新性质的采伐，并在采伐后及时更新造林。	1.本项目属于输变电建设项目，不涉及以上不利于维护水源涵养功能的人类活动 2.本项目属于输变电建设项目，不属于水资源高消耗产业 3.本项目属于输变电建设项目，不涉及 4.本项目属于输变电建设项目，不涉及 5.本项目采取高跨设计跨越林木，不砍伐水源涵养林。	相符
			污染物排放管控	/	/	/
			环境风险防控	/	/	/
			资源开发利用效率要求	/	/	/
4	大同市云州区一般管控单元（ZH14021530001）	一般管控单元	空间布局约束	1.执行山西省、大同市空间布局准入的要求。 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。	1.与山西省大同市污染物排放控制要求符合性分析见表 3.25。 2.本项目属于输变电建设项目，不涉及。 3.本项目属于输变电建设项目，不涉及。	相符

			污染物排放管控	1.执行山西省、大同市污染物排放控制要求。	1.与山西省、大同市污染物排放管控要求符合性分析见表 3.25。	相符
			环境风险防控	/	/	/
			资源开发利用效率要求	/	/	/
5	浑源县恒山以北防风固沙生态保护红线优先保护单元（ZH14022510001）	优先保护单元	空间布局约束	1.执行生态保护红线空间布局约束的准入要求。	山西省自然资源厅已组织召开《山西忻州北 500kV 输变电工程不可避让生态保护红线和减缓生态环境影响措施报告》专家评审会，出具了本项目穿越生态保护红线不可避让性论证意见。本工程纳入《山西省国土空间规划（2021-2035 年）》。施工过程通过针对性的生态环境影响减缓和补偿措施，能够确保生态环境功能不降低、面积不减少、性质不改变，符合湿地公园和生态保护红线空间布局约束的准入要求。	相符
			污染物排放管控	/	/	/
			环境风险防控	/	/	/
			资源开发利用效率要求	/	/	/
6	浑源县防风固沙与土地沙化防控一般生态空间优先保护单元（ZH14022510010）	优先保护单元	空间布局约束	1.实行禁牧、休牧制度。禁止滥樵、滥采、滥牧，禁止开垦草原，禁止一切破坏植被的活动。 2.禁止发展高耗水工业，加强对防风固沙区河流的规划和管理，保护沙区湿地。 3.加大退耕还林、退牧还草力度，恢复草原植被。 4.对防风固沙林只能进行抚育和更新性质的采伐，	1.本项目属于输变电建设项目，不涉及 2.本项目属于输变电建设项目，不涉及 3.本项目属于输变电建设项目，不涉及	相符

				并在采伐后及时更新造林。 5.禁止非法露天采矿开采。加强对矿产资源开发的监管，加大矿山环境整治修复力度。	4.本项目采取高跨设计跨越林木，不砍伐防风固沙林。 5.本项目属于输变电建设项目，不涉及。	
			污染物排放管控	/	/	/
			环境风险防控	/	/	/
			资源开发利用效率要求	/	/	/
7	大同市浑源县一般管控单元（ZH14022530001）	一般管控单元	空间布局约束	1.执行山西省、大同市空间布局准入的要求。 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。	1.与山西省大同市污染物排放控制要求符合性分析见表 3.25 2.本项目属于输变电建设项目，不涉及 3.本项目属于输变电建设项目，不涉及	相符
			污染物排放管控	1.执行山西省、大同市污染物排放控制要求。	1.与山西省、大同市污染物排放管控要求符合性分析见表 3.25	相符
			环境风险防控	/	/	/
			资源开发利用效率要求	/	/	/
8	应县恒山以北防风固沙生态保护红线优先保护单元（ZH14062210001）	优先保护单元	空间布局约束	1.执行生态保护红线空间布局约束的准入要求。	山西省自然资源厅已组织召开《山西忻州北 500kV 输变电工程不可避让生态保护红线和减缓生态环境影响措施报告》专家评审会，出具了本项目穿越生态保护红线不可避让性论证意见。本工程纳入《山西省国土空间规划（2021-2035 年）》。施工过程通过针对性的生态环境影响减缓和	相符

					补偿措施，能够确保生态环境功能不降低、面积不减少、性质不改变，符合湿地公园和生态保护红线空间布局约束的准入要求。	
			污染物排放管控	/	/	/
			环境风险防控	/	/	/
			资源开发利用效率要求	/	/	/
9	应县防风固沙与土地沙化防控一般生态空间优先保护单元（ZH14062210007）	优先保护单元	空间布局约束	1.实行禁牧、休牧制度。禁止滥樵、滥采、滥牧，禁止开垦草原，禁止一切破坏植被的活动。 2.禁止发展高耗水工业，加强对防风固沙区河流的规划和管理，保护沙区湿地。 3.加大退耕还林、退牧还草力度，恢复草原植被。 4.对防风固沙林只能进行抚育和更新性质的采伐，并在采伐后及时更新造林。 5.禁止非法露天采矿开采。加强对矿产资源开发的监管，加大矿山环境整治修复力度。	1.本项目属于输变电建设项目，不涉及 2.本项目属于输变电建设项目，不涉及。 3.本项目属于输变电建设项目，不涉及。 4.本项目采取高跨设计跨越林木，不砍伐防风固沙林。 5.本项目属于输变电建设项目，不涉及。	相符
			污染物排放管控	/	/	相符
			环境风险防控	/	/	/
			资源开发利用效率要求	/	/	/
10	应县盆地河流生态廊道一般生态空间优先保护单元（ZH14062210008）	优先保护单元	空间布局约束	1.禁止无序采矿、过度放牧、毁林开荒、开垦草原、毁林采石、采砂、采土以及其他等损害或不利于维护水源涵养功能的人类活动。 2.禁止布局高水资源消耗产业。 3.禁止新建化工、医药、金属冶炼等水污染型工业	1.本项目属于输变电建设项目，不涉及以上不利于维护水源涵养功能的人类活动。 2.本项目属于输变电建设项目，不属于水资源高消耗产业。	相符

				项目。 4.推进天然林草保护、退耕还林和围栏封育，维护或重建湿地、森林、草原等生态系统。巩固退耕还林、退牧还草成果。 5.对水源涵养林只能进行抚育和更新性质的采伐，并在采伐后及时更新造林。	3.本项目属于输变电建设项目，不涉及。 4.本项目属于输变电建设项目，不涉及。 5.本项目采取高跨设计跨越林木，不砍伐水源涵养林。	
			污染物排放管控	/	/	/
			环境风险防控	/	/	/
			资源开发利用效率要求	/	/	/
11	朔州市应县一般管控单元（ZH1406223000）	一般管控单元	空间布局约束	1.执行山西省、朔州市空间布局准入的要求。 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。	1.与山西省朔州市污染物排放控制要求符合性分析见表 3.24。 2.本项目属于输变电建设项目，不涉及。 3.本项目属于输变电建设项目，不涉及。	相符
			污染物排放管控	1.执行山西省、朔州市污染物排放控制要求。	1.与山西省、朔州市污染物排放管控要求符合性分析见表 3.24。	相符
			环境风险防控	/	/	/
			资源开发利用效率要求	/	/	/
12	忻州市代县一般管控单元（ZH14092330001）	一般管控单元	空间布局约束	1.执行山西省、忻州市空间布局准入的要求。 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。	1.与山西省忻州市污染物排放控制要求符合性分析见表 3.22。 2.本项目属于输变电建设项目，不涉及。 3.本项目属于输变电建设项目，不涉及。	相符
			污染物	1.执行山西省、忻州市污染物排放控制要求。	1.与山西省、忻州市污染物排放管	相符

			排放管控		控要求符合性分析见表 3.22。	
			环境风险防控	/	/	/
			资源开发利用效率要求	/	/	/

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，对站址落点及线路路径进行了优化，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。本项目在可行性研究阶段已取得所在地规划或环保相关部门同意变电站站址及输电线路路径的原则性意见，总体上与当地的城乡发展规划相符。相关协议文件内容详见表2.10。

表 2.10 本项目选址选线意见一览表

序号	协议单位		协议意见和要求	对意见的采纳及落实情况	备注
1	忻州市	忻州市生态环境局代县分局	原则同意拟建项目开展前期工作，项目建设中应严格执行环境影响评价，确保建设区域内所涉水源地不受影响，生态植被不被破坏，当地环境质量不发生较大改变。	已采纳。 建设单位已于 2023 年 2 月 3 日委托我公司开展环境影响评价工作，建设过程将严格执行环保措施。	附件 7（1）
2		忻州市代县林业局	1、坐标范围内不涉及代县的自然保护区、森林公园、湿地公园、地质公园、风景名胜区、国家一级公益林、级保护林地不重叠。但与代县国家二级公益林（II级保护林地）和山西省五台山国有林管理局枣林林场、雁门关林场、峪口林场的省级公益林重叠。 2、坐标范围内涉及国家二级公益林和省级公益林地，根据山西省林业和草原局《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 号的规定：严格控制勘查、开采矿藏和工程建设使用国家级公益林地和省级公益林地，除国家重点建设项目和省重点基础设施建设项目符合省级以上自然保护区、森林公园、湿地公园沙漠公园总体规划的建设项目、保护国家级公益林和省级公益林的工程设施、其他法律法规规定无法避让、确需使用以外，其余建设项目应合理优化选址和建设方案，尽可能避免使用国家级公益林地和省级公益林地。建设项目使用国家级公益林地和省级公益林地，要严格按照《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》等有关规定办理使用林地手续。坐标范围内还涉及其他林地，如需占用，施工前需依法办理相关征占用林地手续。	已采纳。 根据国家林业局第35号令及山西省林草局“晋林办资〔2019〕57 号”等相关要求，本项目输电线路不属于国家级公益林等林地内的禁止建设项目。本项目开工建设前，将依据《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》等有关规定办理使用林地手续，后开工建设。	附件 7（2）
3		忻州市代县自然资源局	1、按照你公司提供的坐标范围，经我局依据现有资料初步核实，坐标范围内涉及矿产 11 处，分别为崔家庄铁矿普查、上锰矿普查、滩上一带金多金属矿普查区、黑山沟铁矿矿区、石家湾铁矿普查区、山西石湖矿业有限公司、岗上铁矿普查、鲍家沟铁矿普查区，	已采纳。 本项目正在编制《建设用地压覆重要矿产资源调查报告》并按要求报相关部门审批。	附件 7（3）

			黑山庄铁矿矿区、聂营镇客子村一带矿泉水普查区，枣林镇矿区铁矿预查区。 2、此项目是否压覆重要资源情况，请咨询省自然资源厅。若有压覆，需编制压覆矿产资源调查报告。		
4		忻州市代县文物局	1、该项目忻州北~阳泉 500kV 线路工程段（代县境内）占地面积范围内有省保单位东段景遗址、县保单位枣林遗址；忻州北~平城 500kV 线路工程段（代县境内）占地面积范围内有省保单位胡峪乡长城村长城 1 段、县保单位胡峪，项目选线要严格落实《中华人民共和国文物保护法》的相关规定。	建设单位承诺施工建设前与当地文物部门协商跨越长城、地下文物勘探事宜。	附件 7（4）
5		五台县自然资源局	原则同意路径方案。	按照初步设计要求进行	附件 7（5）
6		五台县林业局	1、山西忻州北 500kV 输变电工程路径与二级国家级公益林、山西省永久性生态公益林、二级保护林地重叠。 2、我局原则同意你公司“山西忻州北 500kV 输变电工程路径方案”的前期工作。（本函不作为项目建设使用林地依据） 3、依据《森林法》及其实施条例，《中华人民共和国自然保护区条例》、《山西省森林公园条例》、《山西省永久性生态公益林保护条例》、《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）、《湿地保护管理规定》等法律法规，该项目确立后，应合理选址，尽量避让国家级公益林和天然林地、特别是国家级公益林和天然林林地的乔木林地。 4、建设项目线路路径占用林地，严格按照国家有关规定办理征占用林地手续。	已采纳。 根据国家林业局第35号令及山西省林草局“晋林办资〔2019〕57 号”等相关要求，本项目 500kV 输电线路不属于国家级公益林等林地内的禁止建设项目。本项目开工建设前，将依据《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》等有关规定办理使用林地手续，后开工建设。	附件 7（6）
7		忻州市生态环境局五台分局	原则同意路径方案。	按照初步设计要求进行	附件 7（7）
8	阳泉市	阳泉市生态环境局郊区分局	阳泉 500kV 变电站扩建工程及 500kV 输电线路用地范围与我区集中式饮用水源地保护区无重叠部分。	按照初步设计要求进行	附件 7（8）

9		阳泉市郊区林业局	阳泉 500kV 变电站扩建工程意见：阳泉 500kV 变电站扩建工程变电站站址扩建范围不涉及森林公园、湿地公园、地质公园、自然保护区、风景名胜区，不涉及一级国家级公益林地、I 级保护林地，不涉及二级国家级公益林地（山西省永久性生态公益林、II 级保护林地），不涉及林地。我局原则上同意阳泉 500kV 变电站扩建站址方案。 500kV 输电线路路径意见：山西忻州忻州北 500kV 输变电工程路径不涉及森林公园、湿地公园、地质公园、自然保护区风景名胜区，不涉及一级国家级公益林地、二级国家级公益林地；不涉及丨级保护林地，不涉及山西省永久性生态公益林（级保护林地）。我局原则上同意该线路路径方案。但山西忻州北 500kV 输变电工程涉及林地，依据《中华人民共和国森林法》第三十七条及《中华人民共和国森林法实施条例》第十八条，开工前必须办理使用林地审核审批手续，严禁未批先占林地。如违反，将依法追究相关法律责任。	已采纳。 本项目开工建设前，将依据《中华人民共和国森林法》第三十七条及《中华人民共和国森林法实施条例》等有关规定办理使用林地审批手续，后开工建设。	附件 7（9）
10		阳泉市郊区水利局	经核实，该项目位于阳泉市郊区荫营镇和西南舁乡，属于娘子关泉域保护范围，不在泉域重点保护区，不在重点流域保护区，属于太行山国家级水土流失重点治理区。原则上同意项目建设，建设项目需做好以下工作： 1、依据《山西省泉域水资源保护条例》相关要求，做好泉域水环境和水资源保护工作。 2、如涉及取用水，依据《取水许可和水资源费征收管理条例》（国务院令第 460 号）第十一条规定，需编制《建设项目水资源论证报告书》，并办理取水许可证，缴纳水资源税。 3、依据《中华人民共和国水土保持法》第二十五条、二十六条规定，工程开工建设前需编制水土保持方案，并缴纳水土保持补偿费。 4、如涉及在河道范围内施工建设的，依据《中华人民共和国防洪法》相关规定，须进行防洪影响评价，施工前须到水行政主管部门办理入河施工许可。	已采纳。 1、本项目将按《山西省泉域水资源保护条例》相关要求，做好泉域水环境和水资源保护工作。 2、本项目将按要求编制防洪影响评价报告、水土保持方案，履行相关审批手续。	附件 7（10）

			5、项目新建线路应避免与“水务一体化 PPP 项目”和“温河灌区”供水管线相互影响，做好避让工作。		
11		阳泉市郊区自然资源局	阳泉 500kV 变电站站址扩建工程意见：根据阳泉 500kV 变电站站址扩建工程四至坐标，经与《阳泉市郊区土地利用总体规划》进行核对，占用了独立工矿区、城镇建设用地区，不涉及生态红线，你单位要充分征求相关部门意见，协商相关事宜，如涉及资源压覆需做矿产资源压覆报告，涉及地质灾害需做地质灾害报告，并征求所属地乡、镇（村）意见，该工程在建设中要尽量避让耕地和基本农田，尽快完善相关手续。 500kV 输电线路工程路径意见： 1、该输电线路建设地点途经我区境内的西南舁乡北大西庄村、霍树头村、西南舁村、荫营镇韩庄村、河底镇下章召村、北小西庄村等村庄。 2、根据你公司提供坐标，与《郊区土地利用总体规划》进行核对，占用了基本农田保护区、林地、耕地、草地等用地，在工程建设中尽量避让基本农田保护区，进一步对线路进行优化。 3、线路工程主要为塔基建设，依据《山西省人民政府关于加快电网建设的意见》（晋政发〔2007〕6 号）和《山西省国土资源厅关于输电线路塔基用地预审有关问题的函》（晋土发〔2016〕402 号）文件解释，应与线路所涉及乡镇村加强沟通，必须按国家有关规定落实补偿问题。 4、该输电线路涉及压覆矿产资源的，在施工前应征求已设采矿人的意见；不涉及压覆矿产资源的，应严格避让并预留一定安全距离。 5、建议进一步与交通、水利、林业、文物等部门沟通对接，避免相互影响，我局原则上基本同意你公司开展前期工作，此函不作为用地，尽快完善相关手续后，方开工建设。	已采纳。 1、阳泉 500kV 变电站扩建工程新征占地区域不涉及压覆矿产资源及地质灾害。 2、设计单位与阳泉市郊区有关部门充分沟通，进一步优化了输电线路路径，对基本保护农田保护区、林地等进行了尽量避让。 3、在施工设计阶段如涉及基本农田，将按照山西省人民政府及山西省国土资源局相关文件核算后足额支付补偿费和相关费用。 4、本项目输电线路涉及压覆矿产资源，本项目正在编制《建设用地压覆重要矿产资源调查报告》并按要求报相关部门审批。	附件 7（11）
12	阳泉市	盂县自然资源局	1、该输电线路从忻州北经过我县连接阳泉，北至梁家寨乡椿树底村，南至牛村镇西林江村，设计梁家寨乡、上社镇、北西庄乡、仙人乡、牛村镇共 5 个乡镇。	已采纳。 1、设计单位与盂县有关部门充分沟通，进一步优化了输电线路路径，受自然、规划等条件限制，	附件 7（12）

			2、线路拟选线避开了盂县规划区范围与沿线村庄及现状建（构）筑物，工程建设基本符合正在编制的《盂县国土空间利用总体规划（2020-2035）》的管控要求。 3、输电线路周边环境敏感程度较低，但在东麻河驿村至车轮村段与榆林坪村至上鹤山村段跨越省自然资源厅下发的生态红线保护区（未批复），需要对线路塔基进行优化，尽量避让。 4、线路工程主要为塔基建设，依据《山西省人民政府关于加快电网建设的意见》（晋政发〔2007〕6 号）和《山西省国土资源厅关于输电线路塔基用地预审有关问题的函》（晋土资函〔2016〕402 号）文件解释，应与线路所涉及乡镇村加强沟通，必须按照国家有关规定落实补偿问题。 5、输电线路沿线涉及压覆矿产资源的，在施工前应征求已设采矿权人的意见；不涉及压覆矿产资源的，应严格避让并预留安全距离。 6、线路路径基本符合涉及有关规划，建议进一步与交通、水利、林业、文物等部门沟通对接，避免相互影响，我局原则同意线路路径方案。	本项目部分输电线路仍需穿越生态保护红线，目前已编制《山西忻州北 500kV 输变电工程穿越生态保护红线不可避让性论证报告》，施工过程中将采取相应的污染防治和生态保护措施，减少对沿线生态环境的影响。 2、对土地征用和临时占地，建设单位将按照山西省人民政府及山西省国土资源局相关文件核算后足额支付补偿费和相关费用。 3、本项目输电线路涉及压覆矿产资源，本项目正在编制《建设用地压覆重要矿产资源调查报告》并按要求报相关部门审批。	
13		盂县林业局	原则同意该线路路径方案建设，涉及湿地公园应采取高跨方式穿越，不得在湿地公园内建塔基。在施工前，及时办理占用林地相关手续，方可施工。	已采纳。 阳泉~忻州北 500kV 输电线路跨越了山西省盂县梁家湾省级湿地公园，根据协议要求，采取一档跨越方式，不在湿地公园范围内立塔。	附件 7（13）
14		阳泉市生态环境局盂县	原则同意该项目的推进，有关环境事态事宜由环评及其环评批复为准。	已采纳。 建设单位已于 2023 年 2 月 3 日委托我公司开展环境影响评价工作。	附件 7（14）
15	朔州市	应县自然资源局	原则同意，尽量避开基本农田和生态保护区。	已采纳。 设计单位与朔州市应县各政府部门充分沟通，进一步优化了输电线路路径，对基本农田、生态保护区等进行了尽量避让。	附件 7（15）
16		应县文物局	1、路径走向与省级文物保护单位茹越口一马兰口长城保护范围重叠（跨越长城），建议路径走向避让省级文物本体保护范围，	已采纳， 建设单位承诺施工建设前与当地文物部门协商	附件 7（16）

			若无法避让，请到山西省文物局办理相关行政审批许可程序。 2、塔基位置与茹越口一马兰口长城（距离 47.53m）建设控制地带重叠，路径走向与省级文物保护单位镇子梁烽火台（距离 345m）建设控制地带重叠，与马兰庄村堡（距离 343.45m）建设控制地带重叠，与水泉沟 6 号烽火台（距离 449.66m）建设控制地带重叠，与刘海窑 1 号烽火台（距离 159.72m）建设控制地带重叠，与刘海窑 2 号烽火台（距离 139.95m）建设控制地带重叠，与刘海窑 5 号烽火台（距离 340.76m）建设控制地带重叠，与刘海窑 6 号烽火台（距离 66.07m）建设控制地带重叠，与刘海窑 7 号烽火台（距离 257.23m）建设控制地带重叠，与东安峪 2 号烽火台（距离 463.02m）建设控制地带重叠。 3、建议路径转角坐标避让明长城和烽火台建设控制地带，若无法避让，请到山西省文物局办理相关行政审批许可程序。 4、路径走向与一般文物赵家湾遗址、镇子梁遗址重叠，同意线路高空跨越，但塔基不得在文物保护范围内建设。 5、鉴于地下文物埋藏的不确定性，根据《中华人民共和国文物保护法》要求，项目开工前，由文物行政部门组织从事考古发掘的单位在工程范围内有可能埋藏文物的地方进行勘探。 本意见只作为项目选址的初审意见，只作参考，未经批准的，不得开工建设。	跨越长城、地下文物勘探事宜。	
17		应县林业局	经比对应县 2020 年森林督察暨森林资源“一张图”年度更新成果数据影像资料，该项目用地范围不涉及应县南山自然保护区、森林公园、镇子梁湿地公园、一级国家公益林地I级保护林地，我县没有规划风景名胜区，也没有地质公园；但县域内线路走向与应县 2020 年森林督察暨森林资源“一张图”年度更新成果数据相交。涉及国家二级公益林地及山西省永久性生态公益林矢量图斑，涉及面积为 288.18 公顷，涉及林地保护等级为II级矢量图斑，涉及面积为 359.33 公顷。山西忻州北 500kV 输变电工程占用林地部分需在办理完善相关征占用林地手续后方可实施。	已采纳。 本项目开工建设前，将依据《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》等有关规定办理使用林地手续，后开工建设。	附件 7（17）

18		朔州市生态环境局应县分局	一、根据《中华人民共和国水污染防治法》的有关规定，我局原则同意你公司建设项目穿越杨街水源地二级保护区的路径方案。 二、项目在施工过程中要严格落实环评及批复中提出的各项环保措施，不得对饮用水源水质造成影响。	下一阶段严格按照要求进行施工。	附件 7（18）
19	大同市	浑源县自然资源局	1、全力支持该项目建设。 2、该输变电工程路径沿途涉及我县吴城乡、南榆林乡、西留乡三个乡镇范围内划定生态红线，你单位需按《中共中央办公厅国务院办公厅关于划定并严守生态保护红线的若干意见》、《自然生态空间用途管制办法（试行）》等文件要求执行，充分论证该线路路径对生态空间的影响，并逐级征询省、市自然资源部门相关意见。 3、输电线路路径选线应进行充分的选址论证，科学处理与已建天黎高速、拟建左广高速及其他公路、已建输电线路等基础设施的关系，沿途必须按防护要求避开居民点、文保单位、重点建设项目、矿产资源等敏感地带，避免对城乡居民点的发展和生产、生活造成不利影响，并尽量利用未利用土地、少占耕地及永久基本农田。 4、项目前期应同步征询能源、林业、水利、环保、交通、武装部、文物、高速公路等管理部门意见。本意见不作为项目开工建设依据，项目建设前按照相关法律法规办理相关手续。	已采纳。 1、因本期新建线路路径较长，选线在综合考虑地方规划、环境敏感区、重要矿产资源等多种限制性因素后，本项目部分输电线路仍需穿越生态保护红线，目前已编制《山西忻州北 500kV 输变电工程穿越生态保护红线不可避让性论证报告》，施工过程中将采取相应的污染防治和生态保护措施，减少对沿线生态影响。 2、设计单位与浑源县有关部门充分沟通，进一步优化了输电线路路径，对基本保护农田保护区、林地等进行了尽量避让。	附件 7（19）
20		浑源县林业局	该工程拟建路径方案，浑源县林业局原则上同意开展前期工作，施工时使用林地的需办理使用林地手续后方可开工。	已采纳。本项目开工建设前，将依据《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》等有关规定办理使用林地手续，后开工建设。	附件 7（20）
21		大同市生态环境局浑源分局	500kV 输电线路浑源段未跨越乡镇集中式饮用水水源地，原则同意选址意见，要求严格按照环境影响评价技术导则和监测标准执行。	已采纳。本项目严格履行环境影响评价工作，经审批后项目开工。	附件 7（21）
22		云州区自然资源局	项目选址尽量避开生态红线，尽量避让基本农田，选择占用未利用土地。	按照初步设计要求进行	附件 7（22）

23		云州区林业局	经核查，该项目用地范围与我区集体管理的湿地公园、风景名胜区、森林公园、地质公园、国家级一级公益林、国家二级公益林、山西省永久性公益林、I 级保护林地、II级保护林地不重叠。	按照初步设计要求进行	附件 7（23）
24		大同市生态环境局云州分局	1、山西忻州北 500kV 输变电工程路径与云州区饮用水水源地不重叠，但项目建设要按照大同市人民政府《“三线一单”生态环境分区管控实施方案》（同政发〔2021〕23 号）文件要求，落实分区管控要求，并严格落实大同睡佛保护区相关规定。 2、按照规定编制环境影响评价文件，并经生态环境部门审批同意后，方可作为项目实施的依据。	已采纳。 1、严格按大同市人民政府《“三线一单”生态环境分区管控实施方案》（同政发〔2021〕23 号）要求实施，根据表 2.4，本项目符合大同市“三线一单”生态环境管控要求。线路选线过程对大同睡佛保护区进行了避让。 2、建设单位已于 2023 年 2 月 3 日委托我公司开展环境影响评价工作，经审批后方可开工建设。	附件 7（24）
25	省级	山西省文物局	一、该项目选址应避让上述各级文物保护单位及其保护区，确实无法避让的，需要编制文物环境影响评估报告，并履行相应的行政审批手续。 二、按照《山西省基本建设用地考古前置管理规定》（晋政办发〔2022〕8 号）有关规定，请你司对接考古勘探机构，协商开展地下文物可能埋藏区域的考古勘探。 三、项目拟用地范围内文物保护工作结束前，项目不得动工。	目前正在进行考古勘察工作，并编制文物环境影响评估报告。文物保护工作结束前，本项目不会开工。	附件 7（25）

2.5.4 与环境敏感区相关法律法规相符性分析

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均为保护地核心保护区外的一般生态保护红线和保护地一般控制区，可在不破坏生态功能的前提下进行建设，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"。线性基础设施由于其特殊性，有时确实难以避让生态保护红线，若强行避让会带来功能合理性出现问题或投资成本的大幅上升，本着实事求是的原则，应该允许其存在于生态保护红线。

该项目属于长距离、大范围高压输变电基础设施，2023 年 6 月 29 日山西省自然资源厅会同省生态环境厅、省林业和草原局、省能源局等部门组织通过对山

西忻州北 500kV 输变电工程不可避让生态保护红线和减缓生态环境影响措施的论证，并纳入了《山西省国土空间规划（2021-2035 年）》（附件 14）。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，穿越的生态保护红线均为自然保护地核心保护区外的一般生态保护红线和自然保护地一般控制区，可在不破坏生态功能的前提下进行建设，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《生态保护红线管理办法（试行）》（自然资源空间规划函〔2020〕234 号）的相符性分析

该管理办法第三章“有限人为活动管控”中第九条【正面清单】中规定：“生态保护红线内、自然保护地核心保护区外，在符合现行法律法规的前提下，除国家重大项目外，仅允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动，严禁开展与其主导功能定位不相符合的开发利用活动。”

本项目不涉及自然保护地核心保护区，塔基占地面积有限，主要以线路架空方式穿越，将严格按照占地审批流程进行建设，严禁超范围占地，仅进行符合主体功能定位的开发活动-输电线路架设。因此，本项目建设内容符合《生态保护红线管理办法（试行）》的相关规定。

（4）与《关于划定并严守生态保护红线的若干意见》（厅字〔2017〕2 号）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。

（5）与《关于生态环境领域进一步深化“放管服”改革，推动经济高质量发展的指导意见》（环规财〔2018〕86 号）的相符性分析

该指导意见中二、（六）中指出：“对审批中发现涉及生态保护红线和相关法定保护区的输气管线、铁路等线性项目，指导督促项目优化调整选线、主动避让；确实无法避让的，要求建设单位采取无害化穿（跨）越方式，或依法依规向有关行政主管部门履行穿越法定保护区的行政许可手续、强化减缓和补偿措施。”

本项目属于省内较长距离的线性基础设施项目，选址选线在综合考虑地方规划、环境敏感区、重要矿产资源等多种限制性因素后，仍无法完全避让生态保护红线。基于输变电项目点状线性分布特点，对穿（跨）越生态保护红线区域，均采取架空走线、间隔立塔的无害化穿（跨）越方式，并依法取得相关主管部门的行政许可，对占地区域将采取相应补偿措施。因此，该项目符合《关于生态环境领域进一步深化“放管服”改革，推动经济高质量发展的指导意见》的相关规定。

（6）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

该文件见中三、（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，有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，已于 2023 年 6 月 29 日山西省自然资源厅会同省生态环境厅、省林业和草原局、省能源局等部门组织通过对山西忻州北 500kV 输变电工程不可避让生态保护红线和减缓生态环境影响措施的论证，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《中华人民共和国湿地保护法》的相符性分析

《中华人民共和国湿地保护法》第十九条规定："建设项目选址、选线应当避让湿地，无法避让的应当尽量减少占用，并采取必要措施减轻对湿地生态功能的不利影响。建设项目规划选址、选线审批或者核准时，涉及国家重要湿地的，应当征求国务院林业草原主管部门的意见；涉及省级重要湿地或者一般湿地的，应当按照管理权限，征求县级以上地方人民政府授权的部门的意见"。

阳泉~忻州北 500kV 输电线路一档跨越山西省盂县梁家湾省级湿地公园，目前已取得盂县林业局路径协议，盂县林业局原则同意该线路路径方案建设，本项工程选址方案按照协议要求，在涉及湿地公园区域采取高跨方式穿越，不得在湿地公园内建塔基，不在湿地公园附近设置临时场地，采用无人机架线方式，减少人员在湿地公园作业。因此项目建设符合《中华人民共和国湿地保护法》的相关规定。

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

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

本项目在水源保护区一级保护区内无建设内容，该项目线路穿越应县县城饮用水水源保护区杨街水源地二级保护区，由于西北侧分布有机场净空区、应县新型产业科技创新园和应县经济园区后备发展区，东南侧分布有生态保护红线、规划机场、明内长城遗址、北齐长城遗址且遍布烽火台、堡垒、兵站等长城附属设施，因此该线路路径具有唯一性，朔州市生态环境局应县分局同意该项目穿越杨街水源地二级保护区的路径方案。架空输电线路本质上是一种电能传输介质，运行期不会产生废水、废气、废渣。施工中不在水源保护区内设置牵张场、堆料场和施工营地，施工废水沉淀后回用于塔基水泥养护，禁止生产与生活废水排放进入水体；施工完成后及时将建筑垃圾、生活垃圾等固体废物清运出水源保护区，按地方环卫部门要求进行处置，禁止在水源保护区内弃渣。在严格落实环评提出

的各项污染防治措施后，可将各种不利环境影响降至最低，对水源水质影响较小。

因此，本项目建设符合《中华人民共和国水污染防治法》、《饮用水水源保护区污染防治管理规定》相关规定。

2.5.4.4 与《朔州市桑干河流域生态修复与保护条例》相符性分析

根据《朔州市桑干河流域生态修复与保护条例》第三十六条：桑干河流域河道管理范围内，禁止从事下列活动：（一）建设妨碍行洪的建筑物、构筑物；（二）倾倒垃圾、渣土，弃置、堆放妨碍行洪物体；（三）种植阻碍行洪的林木或者高秆植物；（四）修建围堤、阻水渠道、阻水道路；（五）设置拦河渔具；（六）在堤防、护堤地建房、放牧、开渠、打井、挖窖、葬坟、晒粮、存放物料、开采地下资源、进行考古发掘以及开展集市贸易活动；（七）围垦河道；（八）法律、法规禁止的其他活动。

本项目距离桑干河 3.5km，距离相对较远，工程建设及运营对桑干河流域基本无影响。

2.5.4.5 与《山西省泉域水资源保护条例》相符性分析

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:（1）采煤、开矿、开山采石；（2）擅自打井、挖泉、截流、引水；（3）排放、倾倒工业废渣、城镇垃圾和其他废弃物；（4）排放、倾倒工业废水、生活污水；（5）将已污染含水层与未污染含水层的地下水混合开采；（6）新建、改建、扩建与供水设施和保护水源无关的建设项目；（7）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”。2023 年 1 月 2 日，国网山西省电力公司委托太原碧蓝水利工程设计股份有限公司编制了《山西忻州北 500kV 输变电工程对坪上泉域和娘子关泉域水资源影响评价报告》，并于 2023 年 8 月 31 日取得山西省水利厅《山西忻州北 500kV 输变电工程对坪上泉域和娘子关泉域水资源影响评价报告审批准予行政许可决定书》（晋水审批决〔2023〕451 号）,，同意该项目的建设，并要求加强水资源

保护工作，采取严格的水资源保护和防治措施。

本次工程利旧线路原 500kV 阳桂线线路位于娘子关泉域重点保护区和裸露岩溶区，线路长度 6km，利旧线路不新增铁塔，利用原有输电线路，500kV 阳桂线利旧段需将原线路两根地线更换为 1 根 72 芯 OPGW 光缆，1 根 96 芯 OGPW 光缆，同时对原线路直线塔进行双悬垂串改造，本次工程利旧线路双回路 500kV 阳桂线线路部分位于娘子关泉域重点保护区，重点保护区范围内线路长度为 0.72km，由于利旧线路现位于娘子关泉域重点保护区，因此无法避让。

2.5.4.6 与《长城保护条例》、《山西省长城保护办法》相符性分析

根据《山西省长城保护办法》第十七规定“任何组织或者个人不得在长城保护总体规划禁止工程建设的保护范围内进行工程建设。在建设控制地带或者长城保护总体规划未禁止工程建设的保护范围内进行工程建设，应当遵守文物保护法第十七条、第十八条的规定。进行工程建设应当绕过长城，无法绕过的，应当采取挖掘地下通道的方式通过长城；无法挖掘地下通道的，应当采取架设桥梁的方式通过长城。任何组织或者个人进行工程建设，不得影响长城安全,不得拆除、穿越、迁移长城。”

本项目输电线路采取架空线路方式通过长城，符合相关规定。不在长城保护范围内新建塔基及其他施工活动，对于在建设控制地带新建塔基，将按照文物保护法第十七条、第十八条的规定办理。

2.5.4.7 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。

由于现有 500kV 变电容量不能满足忻朔电网新能源送出需要，忻朔电网亟需新增 500kV 变电容量及送电通道，以满足新能源发展和送出的需要。本项目作为忻朔电网新能源送出配套 500kV 输电工程，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。

2.5.4.8 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。本项目作为忻朔电网新能源送出配套 500kV 输电工程，符合《山西省“十四五”生态环境保护规划》相关规划要求。

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

本项目环境保护工作将坚持“保护优先、预防为主、综合治理、公众参与、损害担责”的原则，对可能产生的电磁、声、生态、水、大气等不利环境影响和环境风险进行防治，在确保满足各项环境标准的基础上持续不断改善环境质量。严格按照相关法规规范要求履行环境保护行政审批相关手续，执行“三同时”制度。

本次环评要求建设单位、设计单位、施工单位应将环境保护纳入相关合同要求中，确保环境保护设施建设进度和资金，并在项目建设过程中同时组织实施环境影响评价文件及其审批部门审批决定中提出的环境保护对策措施。按规定开展竣工环境保护验收工作并依法进行信息公开。

山西忻州北 500kV 输变电建设项目在选址、选线阶段，已充分征求所涉地区地方政府相关部门的意见，优选了站址，对路径进行了优化，避开了居民集中区和集中林区，不涉及风景名胜区、森林公园、世界自然和文化遗产地等环境敏感区，以减少对所涉地区的环境影响，取得了所在地政府相关部门对选址、选线的原则同意意见。

本项目对设计、施工和运行期均提出了一系列切实可行的环境保护措施，从电磁环境防护、声环境保护、水环境保护、施工期环境空气污染控制、固废处置、生态保护等方面降低工程对环境的影响。

对照《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ1113-2020），本项目选址选线与环境保护技术要求相符性分析见表 2.11。

表 2.11 本项目与《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ1113-2020）相符性分析

项目	标准要求	本项目情况	符合性评价
选址选线	输变电建设项目选址选线应符合生态保护红线管控要求，避让自然保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区；确实因自然条件等因素限制无法避让自然保护区实验区、饮用水水源二级保护区等环境敏感区的输电线路，应在满足相关法律法规及管理要求的前提下对线路方案进行唯一性论证，并采取无害化方式通过。	本项目受地方城镇规划、现有障碍物、自然条件等因素限制，仍无法完全避让生态保护红线、饮用水水源二级保护区。无法避让时对线路路径进行了不可避让性论证。建设过程中除严格落实生态环境保护基本要求之外，采用全方位长短腿和高低不等基础设计、加大档距缩减塔基数量、优化施工工艺，针对性地制定生态影响减缓和补偿措施，以无害化方式通过，能够确保生态环境功能不降低、面积不减少、性质不改变。	符合
	变电工程在选址时应按终期规模综合考虑进出线走廊规划，避免进出线进入自然保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区。	本项目新建忻州北 500kV 变电站在选址时按终期规模综合考虑了进出线走廊规划，进出线未进入自然保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区。	符合
	户外变电工程及规划架空进出线选址选线时，应关注以居住、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公等为主要功能的区域，采取综合措施，减少电磁和声环境影响。	本项目新建忻州北 500kV 变电站及规划架空进出线选址选线时，避开了居民密集区域，开展环境保护专项设计，采取综合措施减少电磁环境和声环境影响。	符合
	同一走廊内的多回输电线路，宜采取同塔多回架设、并行架设等形式，减少新开辟走廊，优化线路走廊间距，降低环境影响。	本项目 500kV 输电线路主要采用同塔双回路架设，减少了线路走廊的开辟，充分优化了线路走廊间距，降低了环境影响。	符合
	原则上避免在 0 类声环境功能区建设变电工程。	本项目变电站新建和扩建工程均不涉及 0 类声环境功能区。	符合
	输电线路宜避让集中林区，以减少树木砍伐，保护生态环境。	本项目输电线路尽量避让了集中林区，经过林木密集地段采用高跨设计以减少林木砍伐，保护了生态环境。	符合
	进入自然保护区的输电线路，应按照 HJ19 的要求开展生态现状调查，避让保护对象的集中分布区。	本项目 500kV 输电线路未进入自然保护区。	符合
总体要求	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。	本项目输电线路不进入自然保护区，进入饮用水水源二级保护区，根据周围环境条件进行设计，减少进入长度、加大铁塔之间间距、提高导线对地高度等措施，减少了对环境保护对象的不利影响。	符合
	变电工程应设置足够容量的事故油池及其配套的拦截、防雨、防渗等措施和设施。一旦发生泄漏，应能及时进行拦截处理，	本项目拟在忻州北 500kV 变电站建设 4 座事故油池（有效容积 110m^3、30m^3、30m^3、20m^3），在阳泉 500kV 变电站建设 1 座事故油池（有效容	符合

	确保油及油水混合物全部收集不外排。	积 30m³），平城 500kV 变电站建设 1 座事故油池（有效容积 30m³），有效容积满足主变事故状态下的最大排油需要。主变事故时事故油经排油管道收集后排入事故油池，废油由有资质的单位回收处理，不外排。按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）要求采取防渗措施。	
电磁环境保护	工程设计应对产生的工频电场、工频磁场等电磁环境影响因子进行验算，采取相应防护措施，确保电磁环境影响满足国家标准要求。	根据电磁环境预测结果及本次环评提出的要求，本项目电磁环境影响能满足国家标准要求。	符合
	输电线路设计应因地制宜选择线路型式、架设高度、杆塔塔型、导线参数、相序布置等，减少电磁环境影响。	根据电磁环境预测结果，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
	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。	本项目已避让电磁环境敏感目标，无法避让的本环评提出了最低导线高度的要求。	符合
	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。	本项目选线不在城市规划范围内。	符合
	330kV 及以上电压等级的输电线路出现交叉跨越或并行时，应考虑其对电磁环境敏感目标的综合影响。	本期新建 500kV 输电线路不涉及与其他 500kV 及以上电压等级的输电线路出现交叉跨越，交叉跨越处无电磁环境敏感目标。 本期 500kV 输电线路与 1000kV 岳定 I 线并行走线长度约 1.5km，并行线路间距为 80m，并行线路段无电磁环境敏感目标。	符合
生态环境保护	输变电建设项目在设计过程中应按照避让、减缓、恢复的次序提出生态影响防护与恢复的措施；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。	本项目设计选线阶段对生态敏感目标进行了充分避让，对于无法避让的生态保护红线，因地制宜合理选择了塔基基础，减少对生态影响；输电线路避开了集中林区，经过林木密集地段采用高跨设计以减少林木砍伐。	符合
	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。	本项目临时占地在水土保持报告中因地制宜进行土地功能恢复设计。	符合
	进入自然保护区的输电线路，应根据生态现状调查结果，制定相应的保护方案。塔基定位应避让珍稀濒危物种、保护植物和保护动物的栖息地，根据保护对象的特性设计相应的生态环境保护措施、设施等。	本项目未进入自然保护区。	符合

综上，本项目选址选线、设计与《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ1113-2020）是相符的。

2.5.6 与国土空间规划等地方相关规划的符合性分析

（1）与《山西省国土空间规划（2021—2035 年）》相符性分析

根据山西省自然资源厅 2022 年 5 月 19 日《山西省国土空间规划编制工作领导小组办公室关于召开全省专项规划上图入库工作部署会的通知》要求，国网山西省电力公司对 2020 年至 2035 年 125 项电网规划项目按照《山西省国土空间“一张图”专项规划数据库规范（“三区三线”划定工作版）》要求，编制了电网规划项目相关矢量数据、表格数据、报表文档、专项规划数据库基本信息等资料，于 8 月 3 日完成 2020 年至 2035 年 125 项电网规划项目已录入山西省国土空间基础信息平台。本项目是《山西省国土空间规划（2021—2035 年）》中提出的“构建内联外通的综合电网系统，加快电力外送通道建设”中的重要的电力通道之一，作为忻朔电网新能源送出配套 500kV 输电工程，由于现有 500kV 变电容量不能满足忻朔电网新能源送出需要，忻朔电网亟需新增 500kV 变电容量及送电通道，以满足新能源发展和送出的需要，并纳入了《山西省国土空间规划（2021-2035 年）》。因此符合《山西省国土空间规划（2021—2035 年）》。

（2）与《大同市国土空间规划（2021—2035 年）》相符性分析

《大同市国土空间规划（2021—2035 年）》提出，构建多方向区域调剂电力通道，优化中心城区电网结构，保障电力廊道安全。本项目 500kV 平城变电站作为大同市重要的变电站，对大同市电力供应起到重要作用，建设 500kV 平城~忻州北输电线路，是构建多方向区域调剂电力通道重要举措，因此本项目建设符合《大同市国土空间规划（2021—2035 年）》。

（3）与《朔州市国土空间规划（2021—2035 年）》相符性分析

《朔州市国土空间规划（2021—2035 年）》提出，构建安全、可靠、绿色、高效的智能电网，打造电力外送基地。本项目作为忻朔电网新能源送出配套 500kV 输电工程，由于现有 500kV 变电容量不能满足忻朔电网新能源送出需要，忻朔电网亟需新增 500kV 变电容量及送电通道，以满足新能源发展和送出的需要。因此符合《大同市国土空间规划（2021—2035 年）》。

（4）与《忻州市国土空间规划（2021—2035 年）》相符性分析

《忻州市国土空间规划（2021—2035 年）》提出，完善供电网络，提高电力系统供应保障能力。本项目作为忻朔电网新能源送出配套 500kV 输电工程，由于现有 500kV 变电容量不能满足忻朔电网新能源送出需要，忻朔电网亟需新增 500kV 变电容量及送电通道，以满足新能源发展和送出的需要。因此符合《忻州市国土空间规划（2021—2035 年）》。

（5）与《阳泉市国土空间规划（2021—2035 年）》相符性分析

《阳泉市国土空间规划（2021—2035 年）》提出，构建绿色高效、保障有力、服务均等的城市化市政基础设施体系，科学确定给水、排水、电力、通信、燃气、环卫等设施的规划目标、规划标准、空间布局以及管控要求。本项目 500kV 阳泉变电站作为阳泉市重要的变电站，对阳泉市电力供应起到重要作用，建设 500kV 阳泉~忻州北输电线路，是保障有力、服务均等的城市化市政基础设施体系重要举措，因此本项目建设符合《阳泉市国土空间规划（2021—2035 年）》。

同时代县人民政府、五台县人民政府（五政函〔2023〕24 号文）、大同市云州区人民政府（云州政函〔2023〕47 号文）、浑源县人民政府、应县人民政府（应政函〔2023〕45 号文）、阳泉市郊区人民政府（阳郊政函〔2023〕25 号文）、盂县人民政府（盂政函〔2023〕48 号文）分别承诺将该项目纳入各县（区）国土空间总体规划（2021-2035 年）。

2.6 环境敏感目标

2.6.1 生态保护目标

本项目新建 500kV 线路进入恒山以北防风固沙与土地沙化防控生态保护红线、五台山生物多样性维护生态保护红线、太行山水源涵养生态保护红线等，穿越线路路径长总计 56.11km，在生态保护红线范围内立塔 129 基。除此以外，本项目忻州北~阳泉 500kV 线路工程拟一档跨越湿地公园恢复重建区，跨越长约 300m，跨越处两侧塔位分别距恢复重建区边界最近约 140m 和 400m，不在湿地公园范围内立塔。

表 2.12 本项目生态评价范围内涉及的生态保护目标一览表

保护目标类型	生态保护目标名称		与本项目相对位置关系	保护对象	保护要求
生态敏感区	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	穿越恒山以北防风固沙与土地沙化防控生态保护红线长为 16.26km，立塔 35 基	防风固沙与土地沙化防控	①降低地表植被扰动，防止土地沙化及水土流失问题；②表土剥离及回覆；③对临时占地及时恢复植被
		五台山生物多样性维护生态保护红线	穿越五台山生物多样性维护生态保护红线长为 23.30km，立塔 54 基	生物多样性维护	①降低地表植被扰动，保护野生动植物物种；②表土剥离及回覆；③对临时占地及时恢复植被
		太行山水源涵养生态保护红线	穿越太行山水源涵养生态保护红线长为 16.55km，立塔 40 基	水源涵养	①降低地表植被扰动，防止水土流失；②表土剥离及回覆；③对临时占地及时恢复植被
	自然公园	盂县梁家寨省级湿地公园	忻州北~阳泉 500kV 线路工程拟一档跨越湿地公园恢复重建区，跨越长度约 300m，跨越处两侧塔位分别距恢复重建区边界最近约 140m 和 400m，不在湿地公园范围内立塔。	湿地资源	一档跨越，避免对湿地资源破坏
	自然保护区	应县南山自然保护区	避让了应县南山自然保护区，位于南山自然保护区西南侧 0.95km	华北落叶松人工林	避让
	自然公园	应县镇子梁省级湿地公园	避让了镇子梁省级湿地公园，与镇子梁省级湿地公园最近距离约 0.35km	湿地资源	避让
	自然公园	尖山省级森林公园	避让了尖山省级森林公园，与尖山省级森林公园最近距离约 0.6km	森林资源	避让
重要物种	1、重要物种（植物） 山西省重点保护野生植物 1 种——鹿蹄草（Pyrola calliantha）。易危（VU）物种 1 种——华北落叶松（L*arix gmelinii var. principis-rupprechtii (Mayr) Pilg.*）（人工造林树种）。 2、重要物种（动物） （1）国家重点保护野生动物 19 种，其中国家 I 级重点保护野生动物 2 种，分别是黑鹳			/	施工过程中若发现重点保护野生动植物，应采取避让措施。

	（Ciconianigra）、大鸨（Otistarda）；国家 II 级重点保护野生动物 17 种，分别是白琵鹭（Platalealeucorodia）、大天鹅（Cygnuscygnus）、小天鹅（Cygnuscolumbianus）、苍鹰（Accipitergentilis）、雀鹰（Accipitergentilis）、松雀鹰（Accipitervirgatus）、大鵟（Buteohemilasius）、白尾海雕（Haliaeetusalbicilla）、白尾鹞（Circuscyaneus）、白头鹞（Circusaeruginosus）、猎隼（Falcocherrug）、游隼（Falcoperegrinus）、燕隼（Falcosubbuteo）、阿穆尔隼（红脚隼）（Falcoamurensis）、红隼（Falcotinnunculus）、纵纹腹小鸮（Athenenoctua）、短耳鸮（Asioflammeus）。 （2）山西省重点保护野生动物 5 种，包括大山雀（Parusmajor）、家燕（Hirundorustica）、中国林蛙（Ranachensinensis）、黑斑侧褶蛙（Pelophylaxnigromoculatus）、虎斑颈槽蛇（Rhabdophistigrinus）、白条锦蛇（Elaphedione）。 （3）濒危（EN）物种 2 种，分别是大鸨（Otistarda、猎隼（Falcocherrug）；近危（NT）物种白琵鹭（Platalealeucorodia）、大天鹅（Cygnuscygnus）、小天鹅（Cygnuscolumbianus）、苍鹰（Accipitergentilis）、白尾鹞（Circuscyaneus）、白头鹞（Circusaeruginosus）、游隼（Falcoperegrinus）、阿穆尔隼（红脚隼）（Falcoamurensis）、短耳鸮（Asioflammeus）、黑斑侧褶蛙（Pelophylaxnigromoculatus）；易危（VU）物种 3 种，分别是黑鹳（Ciconianigra）、大鵟（Buteohemilasius）、白尾海雕（Haliaeetusalbicilla）。			
其他生态保护目标	太行山生物多样性保护优先区域	本项目位于太行山生物多样性保护优先区域的忻州市的五台县和代县以及大同市的云州区部分，其中忻州市的五台县和代县线路长度约 132.5km，大同市的云州区部分线路长度约 7.5km。	生物多样性维护	降低地表植被扰动，保护野生动植物物种
	生态公益林	本项目新建忻州北 500kV 变电站占用省级生态公益林（三级）2.73hm^2。 新建 500kV 线路占用各级生态公益林总计 41.27hm^2，其中永久占用 9.40hm^2，临时占用 31.87hm^2。其中占用国家级公益林（二级）7.21hm^2，省级公益林（二级）2.70hm^2，省级公益林（三级）7.48hm^2，其他地方公益林 23.89hm^2。	/	按规定办理林业相关手续
	基本农田	本项目输电线路占用基本农田面积 40.94hm^2，其中永久占用面积 10.68hm^2，临时占用面积 30.26hm^2	/	按规定定缴纳耕地开垦费，并对临时占地进行整地复耕，恢复原有种植条件

2.6.1.1 生态敏感区

（1）生态保护红线

根据山西省生态保护红线的最新划定成果，本期 500kV 变电站生态影响评价范围涉及但没进入山西省生态保护红线。本项目新建 500kV 线路进入恒山以北防风固沙与土地沙化防控生态保护红线、五台山生物多样性维护生态保护红线、太行山水源涵养生态保护红线等，穿越线路路径总长约 56.11km，在生态保护红线范围内立塔 129 基。其中，穿越恒山以北防风固沙与土地沙化防控生态保护红线长约 16.26km，立塔 35 基；穿越五台山生物多样性维护生态保护红线长约 23.30km，立塔 54 基；穿越太行山水源涵养生态保护红线长约 16.55km，立塔 40 基。本项目穿越生态保护红线情况详见表 2.13。

按照穿越生态保护红线的性质、类型、区域等，将本项目穿越生态保护红线的区段分成十二段，分段情况及本项目与生态保护红线位置关系见示意图 2.2。

表 2.13 本项目穿越生态保护红线情况一览表

项目名称	生态保护红线名称	分段	穿越红线长度（km）	红线内塔基数（基）	穿越形式	红线类别	市、县
忻州北~平城 500kV 线路工程	恒山以北防风固沙与土地沙化防控生态保护红线	第一段	10.05	21	穿越	非自然保护地	应县
		第二段	4.33	9	穿越	非自然保护地	云州区
		第三段	1.14	3	穿越	非自然保护地	浑源县
		第四段	0.74	2	穿越	非自然保护地	云州区
		小计	16.26	35	-	-	-
忻州北~阳泉 500kV 线路工程	五台山生物多样性维护生态保护红线	第五段	7.72	18	穿越	非自然保护地	代县
		第六段	2.53	7	穿越	非自然保护地	代县
		第七段	6.59	13	穿越	非自然保护地	五台县
		第八段	5.51	14	穿越	非自然保护地	五台县
		第九段	0.95	2	穿越	非自然保护地	五台县
		小计	23.30	54	-	-	-
	太行山水源涵养生态保护红线	第十段	0.03	0	一档跨越	自然保护地一般控制区	盂县
			2.33	4	穿越	非自然保护地	盂县
		第十一段	2.74	6	穿越	非自然保护地	盂县
		第十二段	11.45	30	穿越	非自然保护地	盂县
		小计	16.55	40	-	-	-
总计			56.11	129	-	-	-

（2）其他生态敏感区

根据《环境影响评价技术导则生态环境》，本项目新建线路需要一档跨越湿地公园恢复重建区，避让了应县南山自然保护区、应县镇子梁省级湿地公园、尖山省级森林公园，具体情况见表 2.14。

表 2.14 本项目新建线路跨越或避让生态敏感区一览表

序号	类别	名称	行政区	级别	主管部门	与本项目的位置关系	图名
1	自然公园	盂县梁家寨省级湿地公园	阳泉市盂县	省级	山西省林业和草原局	忻州北~阳泉 500kV 线路工程拟一档跨越湿地公园恢复重建区，跨越长约 300m；跨越处两侧塔位分别距恢复重建区边界最近约 140m 和 400m，不在湿地公园范围内立塔。	图 2.3
2	自然保护区	应县南山自然保护区	朔州市应县	省级	山西省林业和草原局	避让了应县南山自然保护区，线路位于南山自然保护区西南侧约 0.95km	图 2.4
3	自然公园	应县镇子梁省级湿地公园	朔州市应县	省级	山西省林业和草原局	避让了镇子梁省级湿地公园，线路与镇子梁省级湿地公园最近距离约 0.35km	图 2.5
4	自然公园	尖山省级森林公园	阳泉市盂县	省级	山西省林业和草原局	避让了尖山省级森林公园，线路与尖山省级森林公园最近距离约 0.6km	图 2.6

2.6.1.2 重要物种

（1）重要物种（植物）

山西省重点保护野生植物 1 种——鹿蹄草（P*yrola calliantha*）。

易危（VU）物种 1 种——华北落叶松（L*arix gmelinii var. principis-rupprechtii (Mayr) Pilg.*）（人工造林树种）。

（2）重要物种（动物）

①国家重点保护野生动物 19 种，其中国家 I 级重点保护野生动物 2 种，分别是黑鹳（Ciconianigra）、大鸨（Otistarda）；国家 II 级重点保护野生动物 17 种，分别是白琵鹭（Platalealeucorodia）、大天鹅（Cygnuscygnus）、小天鹅（Cygnuscolumbianus）、苍鹰（Accipitergentilis）、雀鹰（Accipitergentilis）、松雀鹰（Accipitervirgatus）、大鵟（Buteohemilasius）、白尾海雕（Haliaeetusalbicilla）、白尾鹞（Circuscyaneus）、白头鹞（Circusaeruginosus）、猎隼（Falcocherrug）、游隼（Falcoperegrinus）、燕隼（Falcosubbuteo）、阿穆尔隼（红脚隼）（Falcoamurensis）、红隼（Falcotinnunculus）、纵纹腹小鸮（Athenenoctua）、

短耳鸮（Asioflammeus）。

②山西省重点保护野生动物 5 种，包括大山雀（Parusmajor）、家燕（Hirundorustica）、中国林蛙（Ranachensinensis）、黑斑侧褶蛙（Pelophylaxnigromoculatus）、虎斑颈槽蛇（Rhabdophistigrinus）、白条锦蛇（Elaphedione）。

③濒危（EN）物种 2 种，分别是大鸨（Otistarda、猎隼（Falcocherrug）；近危（NT）物种白琵鹭（Platalealeucorodia）、大天鹅（Cygnuscygnus）、小天鹅（Cygnuscolumbianus）、苍鹰（Accipitergentilis）、白尾鹞（Circuscyaneus）、白头鹞（Circusaeruginosus）、游隼（Falcoperegrinus）、阿穆尔隼（红脚隼）（Falcoamurensis）、短耳鸮（Asioflammeus）、黑斑侧褶蛙（Pelophylaxnigromoculatus）；易危（VU）物种 3 种，分别是黑鹳（Ciconianigra）、大鵟（Buteohemilasius）、白尾海雕（Haliaeetusalbicilla）。

详见第七章内容。

2.6.2 水环境保护目标

新建输电线路在选线阶段避让了城镇规划区，尽量避让了《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》第三条（一）中的环境敏感区。在采取避让的前提下，因工程线路路径长、跨度大，受地方城镇规划、现有障碍物、自然条件等因素限制，本项目线路仍需穿（跨）越水环境保护目标合计 4 处，其中饮用水水源保护区 2 处、泉域 2 处。

本项目穿（跨）越水环境敏感区见表 2.15。相对位置关系图见示意图 2.7~图 2.10。

表 2.15 本项目新建线路跨越或穿越水环境敏感区一览表

序号	类别	名称	行政区	级别	主管部门	与本项目的位置关系	图名
1	水源保护区	应县县城饮用水水源地	朔州市应县	县级	朔州市生态环境局应县分局	忻州北~平城 500kV 线路工程拟穿越二级饮用水水源保护区长约 3.2km，在二级保护区内立塔 7 基，距离杨街水源地一级饮用水水源保护区最近距离约 340m，不在一级饮用水水源保护区内立塔。	图 2.7
2		代县滩上镇集中供水水源保护区	忻州市代县	县级	忻州市生态环境局代县分局	忻州北~阳泉 500kV 线路工程一档跨越二级饮用水水源保护区，跨越长约 65m，不在一级、二级饮用水水源保护区内立塔。	图 2.8
3	泉域	坪上泉域	忻州市五台县	省级	山西省水利厅	忻州北~阳泉 500kV 线路工程涉及坪上泉域，位于坪上泉域裸露岩溶区及一般保护区，新建线路 48km，铁塔 134 基，距离坪上泉域重点保护区约 5.24km。	图 2.9、图 2.10
4		娘子关泉域	阳泉市盂县			忻州北~阳泉 500kV 线路工程涉及娘子关泉域重点保护区路线长度为 0.72km，属于利旧段线路，涉及娘子关泉域裸露岩溶区及一般保护区，线路长 34.6km，铁塔 79 基。阳泉 500kV 变电站间隔完善工程位于娘子关泉域裸露岩溶区。	

注：本工程利用 500kV 阳桂线 1#-15#段旧塔接入阳泉 500kV 变电站，该段无土建工程，本次仅更换两根地线为一根 72 芯 OPGW，另一根 96 芯 OPGW。

2.6.3 电磁环境敏感目标及声环境保护目标

根据《环境影响评价技术导则输变电》（HJ24-2020），电磁环境敏感目标指电磁环境影响评价与监测需重点关注的对象，包括住宅、学校、医院、办公楼、工厂等有公众居住、工作或学习的建筑物。

根据《环境影响评价技术导则声环境》（HJ2.4-2021），声环境保护目标为依据法律、法规、标准政策等确定的需要保持安静的建筑物及建筑物集中区。根据《中华人民共和国噪声污染防治法》，噪声敏感建筑物是指用于居住、科学研究、医疗卫生、文化教育、机关团体办公、社会福利等需要保持安静的建筑物。根据现场踏勘结果，本项目评价范围内电磁环境敏感目标、声环境保护目标见表 2.16。

根据表 2.16 可知，新建忻州北 500kV 变电站声环境影响评价范围涉及 2 处声环境保护目标，不涉及电磁环境敏感目标；阳泉 500kV 变电站声环境影响评价范围涉及 1 处声环境保护目标，不涉及电磁环境敏感目标；平城 500kV 变电站声环境影响评价范围涉及 1 处声环境保护目标，不涉及电磁环境敏感目标；忻州北~阳泉 500kV 输电线路评价范围涉及 5 处声环境保护目标和电磁环境敏感目标；忻州北~平城 500kV 输电线路评价范围涉及 3 处声环境保护目标和电磁环境敏感目标。

本项目新建忻州北 500kV 变电站周围环境概况见示意图 2.11，阳泉 500kV 变电站周围环境概况见示意图 2.12，平城 500kV 变电站周围环境概况见示意图 2.13，忻州北~阳泉 500kV 线路工程沿线电磁环境敏感目标及声环境保护目标相对位置示意图 2.14，忻州北~平城 500kV 线路工程沿线电磁环境敏感目标及声环境保护目标相对位置示意图 2.15。

表 2.16 本项目电磁环境敏感目标、声环境保护目标一览表

序号	地理位置	最近环境敏感目标名称	功能	分布	评价范围内数量	建筑物楼层	建筑物高度	与项目最近相对位置关系	导线对地高度	标准要求		主要环境影响因子	备注	图名
										声环境	电磁环境			
（1）忻州北 500kV 变电站新建工程														
1	忻州市代县枣林镇枣林西村	盛达练车场办公室	办公	/	1 处	1 层坡顶	约 3m	变电站东侧约 144m	/	2 类	/	N		图 2.10
2		苗圃看护房	看护房	/	1 户	1 层坡顶	约 3m	变电站西北侧约 165m	/	2 类	/	N		
（2）阳泉 500kV 变电站扩建工程														
3	阳泉市郊区荫营镇东垴村	养殖看护房	看护房	/	1 处	1 层平顶	约 3m	变电站西侧约 145m	/	2 类	/	N		图 2.11
（3）平城 500kV 变电站扩建工程														
4	大同市云州区峰峪乡	林场看护房	看护房	/	2 处	1 层平顶	约 3m	变电站北侧约 76m	/	2 类	/	N		图 2.12
（4）忻州北~阳泉 500kV 线路工程														
5	忻州市五台县茹村乡南大贤村	中铁十二局集团中心试验室	办公	/	1 处	1-2 层尖顶	约 3m-6m	拟建线路边导线地面投影西侧约 15m	≥21m	2 类	4000V/m、100μT	E、B、N	同塔双回路段	图 2.13（1）
6	忻州市五台县茹村乡北阳村	刘姓养殖户	居住、养殖	/	1 处	1 层平顶	约 3m	拟建线路边导线地面投影东北侧约 14m	≥21m	1 类		E、B、N		图 2.13（2）
7	阳泉市盂县牛村镇白土坡村	白土坡村安姓民房	居住	/	1 户	2 层尖顶	约 7m	拟建线路边导线地面投影西南侧约 42m	≥21m	1 类		E、B、N		图 2.13（3）

序号	地理位置	最近环境敏感目标名称	功能	分布	评价范围内数量	建筑物楼层	建筑物高度	与项目最近相对位置关系	导线对地高度	标准要求		主要环境影响因子	备注	图名
										声环境	电磁环境			
8	阳泉市郊区北舁村	***家民房	居住	/	1 户	1 层平顶	约 3m	拟建线路边导线地面投影东侧约 42m	≥21m	1 类		E、B、N		图 2.13（4）
9		***家合盛源建材店	居住、办公	/	1 处	1 层平顶	约 3m	拟建线路边导线地面投影西南侧 13m	≥21m	1 类		E、B、N		图 2.13（5）
（5）忻州北~平城 500kV 线路工程														
10	朔州市应县下马峪乡刘海窑村	***家民房等 6 户	居住	/	6 户	1 层坡顶	约 3m	拟建线路边导线地面投影西北侧约 11m	≥21m	1 类	4000V/m、100μT	E、B、N	单回路段	图 2.14（1）
11	忻州市代县枣林镇黄草院村	移动板房	临时居住、办公	/	2 排 8 间	1 层尖顶	约 3m	拟建线路边导线地面投影西南侧约 45m	≥21m	1 类		E、B、N		图 2.14（2）
12	忻州市代县枣林镇胡裕村	***家民房	居住	/	2 户	1 层尖、坡顶	约 3m	拟建线路边导线地面投影西北侧约 19m	≥21m	1 类		E、B、N	同塔双回路段	图 2.14（3）

注：1、表中 E 为工频电场；B 为工频磁场；N 为噪声。

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

2.6.4 其他敏感目标

本项目涉及的世界文化遗产及文物见表 2.17。

表 2.17 本项目涉及的世界文化遗产及文物一览表

名称	位置	管理范围	与本项目相对位置关系	图号
茹越口—马兰口长城	朔州市应县	以单体建筑基础外缘为基线向四周各延伸 50m。建设控制地带：以保护范围为基准向两侧各延伸 500m。 烽火台四周各扩 50m 为保护范围，保护范围外 500m 为建设控制地带。	线路一档跨越保护范围，需要在建设控制地带内立塔。最近塔位距离长城本体约 85m。另外线路位于镇子梁烽火台、马岚庄烽火台、水泉沟 6 号烽火台、刘海窑 1~7 号烽火台、东安峪 1~3 号烽火台的建设控制地带内。	图 2.16
胡峪乡长城村长城（省级保护单位）	忻州市代县	相关遗存的墙体外缘为基线向两侧各扩 50m 作为保护范围；保护范围边界外扩 500m 为建设控制地带范围。	线路一档跨越保护范围，需要在建设控制地带内立塔。最近塔位距离长城本体约 73m。	图 2.17
东段景遗址（省级保护单位）	忻州市代县聂营镇东段景村	以合地西部边缘为中心，南北 95m，东西 76m 为保护范围；以保护范围为中心，南北 255m，东西 180m 为建设控制地带。	线路及塔基不涉及保护范围及建设控制地带。距离建设控制地带最近距离约 402m。	图 2.18

本项目避让了大同睡佛保护区，最近距离约 200m，见表 2.18。

表 2.18 本项目涉及的大同睡佛保护区情况表

名称	位置	管理范围	与本项目相对位置关系	图号
大同睡佛保护区	云州区、浑源县	二级保护区面积 39.27 平方公里，三级保护区面积 21.09 平方公里	位于线路西北侧最近距离约 200m	图 2.19

2.7 评价重点

根据《环境影响评价技术导则输变电》（HJ24-2020），各要素评价等级在二级及以上时，应作为评价重点。本环评以项目污染源分析、生态影响途径和项目所在地区的自然环境及生态现状调查分析为基础，项目评价重点如下：

（1）施工期：评价重点为穿越生态保护红线、生态敏感区、水环境敏感区等的生态影响评价，分析施工期可能存在的环保问题并提出相应的环境保护及生态保护措施。

（2）运行期：评价重点为本项目涉及 500kV 变电站、500kV 输电线路的电磁环境、声环境影响。

3 建设项目概况与分析

3.1 项目概况

3.1.1 项目一般特性

本项目基本组成见表 3.1，本项目地理位置图见 3.1。

表 3.1 本项目组成一览表

<table>
<tr><th colspan="3">项目类别</th><th colspan="2">建设内容</th></tr>
<tr><td colspan="3">项目名称</td><td colspan="2">山西忻州北 500kV 输变电工程</td></tr>
<tr><td colspan="3">建设及运营管理单位</td><td colspan="2">国网山西省电力公司</td></tr>
<tr><td colspan="3">项目设计单位</td><td colspan="2">中国能源建设集团山西电力勘测设计院有限公司</td></tr>
<tr><td colspan="3">项目地理位置</td><td colspan="2">山西省忻州市、阳泉市、朔州市、大同市等境内</td></tr>
<tr><td colspan="3">项目组成</td><td colspan="2">1.忻州北 500kV 变电站新建工程
2.阳泉 500kV 变电站间隔完善工程
3.平城 500kV 变电站间隔扩建工程
4.忻州北~阳泉 500kV 线路工程
5.忻州北~平城 500kV 线路工程</td></tr>
<tr><td colspan="3">项目总投资</td><td colspan="2">***万元（静态投资）</td></tr>
<tr><td colspan="5">1.忻州北 500kV 变电站新建工程</td></tr>
<tr><td colspan="3">站址位置</td><td colspan="2">山西省忻州市代县枣林镇枣林西村北侧约 1.5km 处</td></tr>
<tr><td rowspan="10">主体工程</td><td colspan="2">项目</td><td>本期</td><td>终期</td></tr>
<tr><td rowspan="2">主变压器</td><td>容量</td><td>2×1000MVA（2#主变、3#主变）</td><td>4×1000MVA</td></tr>
<tr><td>型式</td><td colspan="2">户外、单相、自耦无励磁调压油浸风冷变压器</td></tr>
<tr><td rowspan="2">500kV 出线间隔</td><td>回数</td><td>4 回（至阳泉 2 回、平城 2 回）</td><td>12 回</td></tr>
<tr><td>型式</td><td>HGIS 设备户外布置</td><td>HGIS 设备户外布置</td></tr>
<tr><td rowspan="2">220kV 出线间隔</td><td>回数</td><td>5 回</td><td>16 回</td></tr>
<tr><td>型式</td><td>GIS 设备户外布置</td><td>GIS 设备户外布置</td></tr>
<tr><td rowspan="2">高压电抗器</td><td>容量</td><td>1×150Mvar+1×120Mvar</td><td>1×150Mvar+1×120Mvar+1 组母线高抗</td></tr>
<tr><td>型式</td><td colspan="2">户外、单相、油浸式</td></tr>
<tr><td colspan="2">低压电容器</td><td>2×（2×60）Mvar</td><td>4×（3×60）Mvar</td></tr>
<tr><td colspan="2">低压电抗器</td><td>2×（1×60）Mvar</td><td>4×（2×60）Mvar</td></tr>
<tr><td colspan="3">公用工程</td><td colspan="2">①给水：站内打井。
②排水：采用雨、污分流制。站区雨水经雨水管网汇集后排至站外。站内生活污水经地埋式一体化生活污水处理设施处理后，定期抽取回用于地面洒水等，不外排。</td></tr>
<tr><td colspan="3">环保工程</td><td colspan="2">配套建设地埋式一体化生活污水处理设施 1 套</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th colspan="2">项目类别</th><th colspan="2">建设内容</th></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="3"></td><td colspan="2">主变处事故油池 1 座，有效容积为 110m³；高抗处事故油池 2 座，每座有效容积为 30m³；站用变处设事故油池 1 座，有效容积为 20m³。事故油池具有油水分离功能，含油设备下设事故油坑，与事故油池相连，油坑容积按单台含油设备容量的 20%设计。</td></tr>
<tr><td colspan="2">主变压器之间设置防火墙；在本期高压电抗器侧围墙上分别加装长度约 55m、45m，高 2.7m 的隔声屏障（围墙（2.3m）和声屏障（2.7m）合计总高 5.0m）</td></tr>
<tr><td colspan="2">站内单独布置成品危废贮存库，布置于围墙东南角，面积 12m²</td></tr>
<tr><td colspan="2">辅助工程</td><td colspan="2">变电站建筑面积 1689.57m²</td></tr>
<tr><td colspan="2">临时工程</td><td colspan="2">施工生产生活区位于变电站东侧，占地面积为 1.00hm²</td></tr>
<tr><td colspan="2">占地面积</td><td colspan="2">总占地面积约为 6.03hm²，站区围墙内占地面积约为 5.78hm²，本期按终期建设规模一次征地，临时占地面积约 1.95hm²</td></tr>
<tr><td colspan="4">2.阳泉 500kV 变电站间隔完善工程</td></tr>
<tr><td colspan="2">站址位置</td><td colspan="2">山西省阳泉市郊区荫营镇东垴村东北侧</td></tr>
<tr><td rowspan="9">建设规模</td><td>项目</td><td>前期规模</td><td>本期扩建规模</td></tr>
<tr><td>主变压器</td><td>2×1000MVA</td><td>——</td></tr>
<tr><td>500kV 出线间隔</td><td>6 回</td><td>——</td></tr>
<tr><td>500kV 配电装置</td><td>HGIS，户外布置</td><td>HGIS，户外布置</td></tr>
<tr><td>220kV 出线间隔</td><td>6 回</td><td>——</td></tr>
<tr><td>220kV 配电装置</td><td>GIS，户外布置</td><td>GIS，户外布置</td></tr>
<tr><td>高压电抗器</td><td>无</td><td>1×150Mvar 线路高抗</td></tr>
<tr><td>低压电容器</td><td>2×（2×60）Mvar</td><td>——</td></tr>
<tr><td>低压电抗器</td><td>2×（2×60）Mvar</td><td>2×（1×60）Mvar</td></tr>
<tr><td colspan="2">公用工程</td><td colspan="2">本期依托现有工程已有公用工程：①前期工程给水：站内打井；②前期工程排水：采用雨、污分流制。站区雨水经雨水管网汇集后排至站外。站内生活污水经地埋式一体化生活污水处理设施处理后，定期抽取回用于地面洒水等，不外排。</td></tr>
<tr><td colspan="2">环保工程</td><td colspan="2">本期依托现有工程环保设施：①生活污水经地埋式一体化生活污水处理设施处理；②主变处设有 1 座事故油池，有效容积 90m³；③各单相变压器之间均设置防火墙，具有隔声作用；
本期新增环保设施：①新增 1 座有效容积为 30m³ 的高抗事故油池，新上高抗设备下设事故油坑，与新建事故油池相连；②在新建高抗场地北侧新建危废贮存库，面积 12m²；③在扩建高压电抗器侧围墙上分别加装长度约 46m、高 2.7m 的隔声屏障（围墙（2.3m）和声屏障（2.7m）合计总高 5.0m）。</td></tr>
<tr><td colspan="2">占地面积</td><td colspan="2">变电站原有全站总占地面积 5.5166hm²，其中围墙内占地面积 3.0765hm²。需在站区东侧围墙向外征地，新征用地面积 0.26hm²，临时占地面积约 0.57hm²。建成后，全站围墙内占地面积 3.3365hm²。</td></tr>
<tr><td colspan="4">3.平城 500kV 变电站间隔扩建工程</td></tr>
</table>

项目类别		建设内容	
站址位置		山西省大同市云州区峰峪乡 2.0km 处	
建设规模	项目	前期规模	本期扩建规模
	主变压器	2×1000MVA	——
	500kV 出线间隔	3 回	2 回
	500kV 配电装置	HGIS，户外布置	HGIS，户外布置
	220kV 出线间隔	7 回	——
	220kV 配电装置	GIS，户外布置	GIS，户外布置
	高压电抗器	无	1×120Mvar 线路高抗
	低压电容器	2×（2×60）Mvar	——
	低压电抗器	3×（1×60）Mvar	1×（1×60）Mvar
公用工程		本期依托现有工程已有公用工程：①前期工程给水：站内打井；②前期工程排水：采用雨、污分流制。站区雨水经雨水管网汇集后排至站外。站内生活污水经地埋式一体化生活污水处理设施处理后，定期抽取回用于地面洒水等，不外排。	
环保工程		本期依托现有工程已有公用工程：①前期工程设有污水处理设施；②前期工程主变处设有 1 座事故油池，有效容积 95m^3；③前期工程各单相变压器之间设置防火墙，具有隔声作用； 本期新增环保设施：①本期新增 1 座有效容积为 30m^3 的高抗事故油池，新上高抗设备下设事故油坑，与新建事故油池相连，油坑容积按单台含油设备容量的 20%设计；②本期站内单独布置成品危废贮存库，布置于 500kV 继电器 1#小室东侧设置，面积 12m^2；③在扩建高压电抗器侧围墙上分别加装长度约 41m、高 3.7m 的隔声屏障（围墙（2.3m）和声屏障（3.7m）合计总高 6.0m）。	
占地面积		变电站原有全站总占地面积 5.17hm^2，其中围墙内占地面积 4.16hm^2。本期变电站你间隔扩建工程在原有围墙内预留场地进行，不需新征用地	
4.忻州北~阳泉 500kV 线路工程			
地理位置		山西省忻州市代县、五台县，阳泉市盂县、郊区境内	
主体工程	输送电压	500kV	
	输送容量	1450MW	
	额定电流	3380A/相	
	线路长度	新建线路全长约 2×161km，其中 2×119.5km 采用同塔双回架设、其余 2×41.5km 采用单回架设；另外 500kV 桂线利旧段 2×6.0km；升高改造 500kV 忻州~石家庄北 I、II、III、IV 回 500kV 线路 6.6km。	
	架设型式	同塔双回架设、单回架设（三角排列）	
	导线型号和分裂间距	4×JL3/G1A-400/35 钢芯铝绞线，导线直径 26.8mm，分裂间距为 450mm	

项目类别		建设内容
	塔基数量	新建线路新建铁塔 460 基，升高改造线路新建铁塔 14 基，拆除原塔 12 基
5.忻州北~平城 500kV 线路工程		
地理位置		山西省忻州市代县、朔州市应县、大同市浑源县、云州区境内
主体工程	输送电压	500kV
	输送容量	1450MW
	额定电流	3380A/相
	线路长度	新建线路全长约 2×112km，其中 2×77km 采用同塔双回架设、其余 2×35km 采用单回架设；升高改造神二电厂~保北 I、II 回和托克托-浑源 I、II、III、IV 回 500kV 线路 10.7km
	架设型式	同塔双回架设、单回架设（三角排列）
	导线型号和分裂间距	4×JL3/G1A-400/35（50）钢芯铝绞线，导线直径 26.8mm，分裂间距为 450mm
	塔基数量	新建铁塔 324 基，升高改造线路新建铁塔 22 基，拆除原塔 22 基
辅助工程（含 2 条线路工程）	塔基施工区	本项目线路共新建塔基 820 处，拆除杆塔 34 基。塔基总占地面积为 75.5hm^2，其中永久占地面积约 32.80hm^2，临时占地 42.7hm^2，占地类型为耕地、林地和草地
	牵张场	本项目线路共布设 52 处牵张场，平均每处牵张场按 0.15hm^2 布设，因此，牵张场临时占地 7.8hm^2，占地类型为耕地和草地
	跨越施工区	本项目线路共需要设置 76 个跨越施工区，每处占地面积 0.030hm^2，临时占地 2.28hm^2，占地类型为耕地和草地
	施工道路	新建临时道路总长约 178.8km，总占地面积为 62.58hm^2
	材料站	沿线设材料站 4 处，材料站为临时租用民房

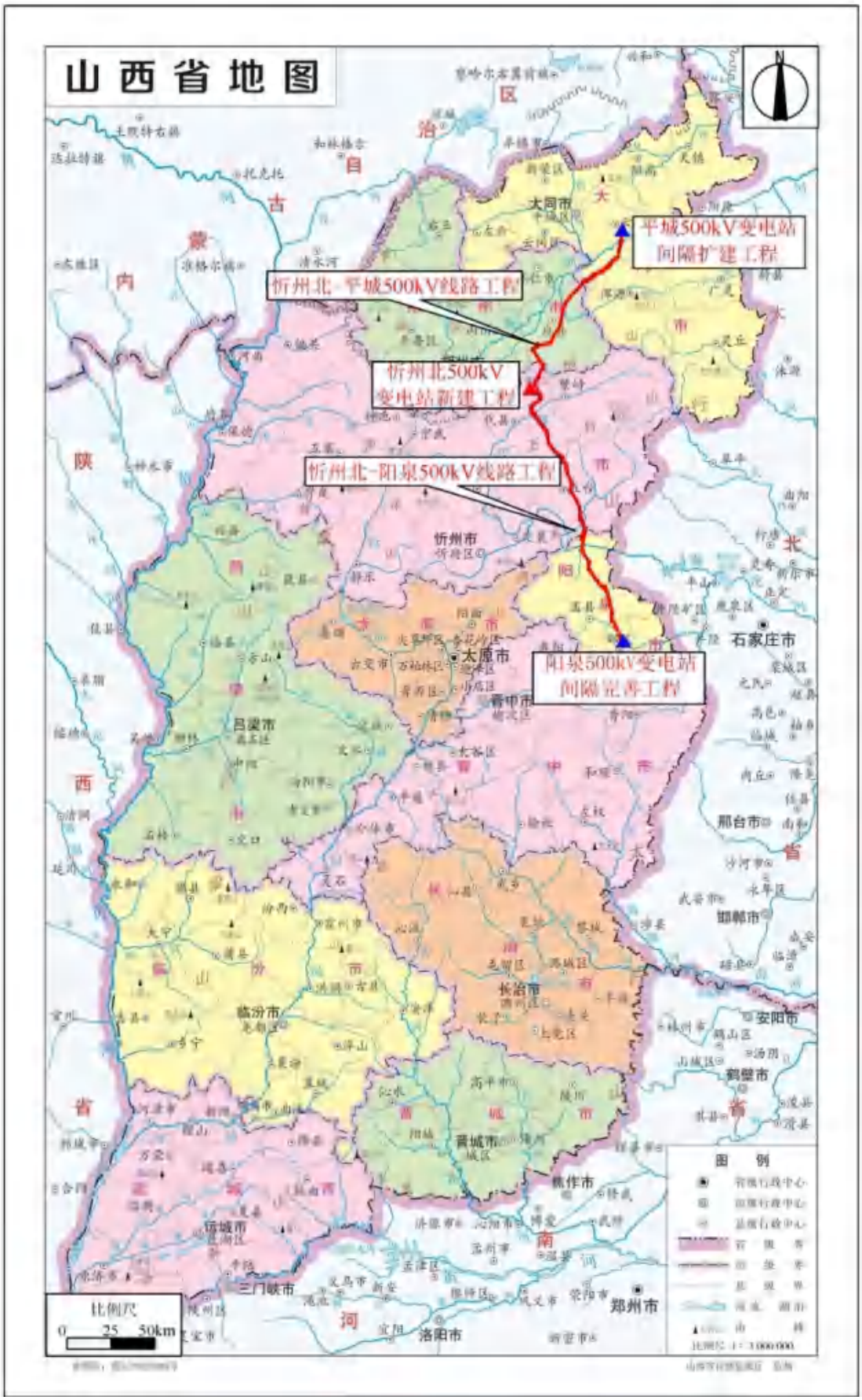


图 3.1 本项目地理位置示意图

3.1.2 忻州北 500kV 变电站新建工程

3.1.2.1 站址概况

拟建忻州北变电站位于山西省忻州市代县枣林镇枣林西村北侧。站址场地开阔平缓，但高差较大，地势北高南低。站址周围环境情况见图 3.2。

拟建变电站东侧	拟建变电站南侧
拟建变电站西侧	拟建变电站北侧

图 3.2 忻州北 500kV 变电站围环境情况

3.1.2.2 建设内容及规模

（1）建设规模

本期新建 2×1000MVA 主变（2#、3#），三相分体户外布置；500kV 出线 4 回（至阳泉 2 回、平城 2 回）500kV 配电装置采用 HGIS 型式户外布置；220kV 出线 5 回，220kV 配电装置采用 GIS 型式户外布置；忻州北~阳泉 500kV 线路忻州北出线侧装设高压并联电抗器 1 组，容量 1×150Mvar，忻州北~平城 500kV 线路忻州北出线侧装设高压并联电抗器 1 组，容量 1×120Mvar。新建主变低压侧各装设 2 组 60Mvar 低压电容器和 1 组 60Mvar 并联电抗器。

（2）总平面布置

忻州北 500kV 变电站总平面布置由北向南分别为 500kV 配电装置区、主变及无功补偿配电装置区、220kV 配电装置区，整体呈三列式布置。主变压器布置在场地中部；500kV 配电装置采用 HGIS 型式户外布置，布置在变电站北部，向西、北、东三个方向出线；220kV 配电装置采用 GIS 型式户外布置，布置在变电站南部，向南出线；主控通信楼布置在站区东部，从变电站东侧进站；新建主变处事故油池位于预留#4 主变的北侧，新建平城线路高抗处事故油池位于高抗的东侧，新建阳泉线路高抗处事故油池位于高抗的北侧，新建站用变处事故油池位于站用变西南侧，新建污水处理设施位于主控通信楼北侧、警务室的西侧。

本项目变电站按最终规模一次征地考虑，总征占地面积 6.03hm^2，其中围墙内占地面积 5.78hm^2。忻州北变电站电气总平面布置见示意图 3.3。

（3）公用工程

1）给水

采用站内打井，井深 200m，水量可满足站内生活消防用水需求。

2）排水

站区排水采用雨、污分流制。站区雨水经雨水管网汇集后排至站外。

（4）本期建设项目环保工程

1）一体化生活污水处理设施

本项目运行期站区废污水主要为站内工作人员的生活污水，主要污染因子为 pH、COD、BOD_5、NH_3-N 和石油类。根据项目可研，运行期间站内定员 5 人，用水量定额参照《山西省用水定额第 3 部分：服务业用水定额》（DB14/T1049.3-2021）中小城市普通住宅用水量上限 90L/（p·d），其中转化为生活污水的比例按 80%计算，即生活污水产生量约 0.36t/d，产生量很小。

忻州北变电站配套建设 1 座一体化生活污水处理设施，位于警卫室和主控通信楼中间。生活污水经一体化生活污水处理设施处理后，定期抽取回用于地面洒水等，不外排。

2）事故油排蓄系统

本期在站内主变压器处设 1 座有效容积为 110m^3 的事故油池；在高抗处设 2 座有效容积均为 30m^3 的事故油池；在站内站用变处设 1 座有效容积 20m^3 的事故油池。含油设备下方均设置事故油坑，并通过管道与事故油池相连。事故油池均具有油水分离功能。

根据《火力发电厂与变电站设计防火标准》（GB50229-2019）第 6.7.8 条的规定，“户外单台油量为 1000kg 以上的电气设备，应设置贮油或挡油设施，其容积宜按设备油量的 20%设计，并能将事故油排至总事故油池。总事故贮油池的容量应按其接入的油量最大的一套设备确定”。

绝缘油密度为 0.895t/m^3，根据设计资料，本期单台主变压器绝缘油油量约 65t，折换成体积约 72.6m^3；单台高压电抗器绝缘油油量约 20t，折换成体积约 22.3m^3；单台站内绝缘油油量约 12t，折换成体积约 13.4m^3。故本期建设的有效容积 110m^3 主变事故油池、有效容积 30m^3 高抗事故油池、有效容积 20m^3 站用变事故油池容积均能满足《火力发电厂与变电站设计防火标准》（GB50229-2019）

要求。站内事故油池及事故油坑基础按照《危险废物贮存设施污染控制标准》（GB18597-2023）要求进行防渗，事故油池防渗层应覆盖整个池体。油池顶板、底板及池壁均采用 C30 抗渗混凝土，抗渗级别不得低于 P6，垫层采用 C15 混凝土。为增加油池的不透水性，在油池内壁、底板表面均采用 1:2 水泥砂浆掺 5% 防水粉 20mm 进行抹面。在事故情况下，事故油经排油管道收集后排入事故油池，废油由有资质的单位回收处理，不外排。本期忻州北变电站设置事故油池结构见示意图 3.4。

3）危废贮存库或设施

根据《国家危险废物名录（2021 年版）》，变电站运行期主变等含油设备维护、更换等过程中产生的废变压器油（HW08 废矿物油与含矿物油废物，废物代码 900-220-08）、更换的废铅蓄电池（HW31 含铅废物，废物代码 900-052-31）均属于危险废物。

根据《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）（2023 年修订）的规定，忻州北变电站在站内单独布置成品危废贮存库，布置于围墙东南角，面积 12m^2。

4）噪声防治措施

①通过设备招标优先采用低噪声设备，本项目新建主变压器 1m 处声压级应不大于 72.4dB（A），高压电抗器 1m 处声压级应不大于 68.7dB（A），低压电抗器 1m 处声压级应不大于 75.0dB（A），站用变 1m 处声压级应不大于 60.0dB（A），从控制声源角度降低噪声影响。

②忻州北 500kV 变电站需在本期高压电抗器侧围墙上分别加装长度约 55m、45m，高 2.7m 的声屏障（围墙和声屏障总高 5.0m）。

3.1.3 阳泉 500kV 变电站间隔完善工程

3.1.3.1 站址地理位置

阳泉 500kV 变电站位于山西省阳泉市郊区荫营镇东垴村东北侧，进站道路由站区西侧乡村路引接。阳泉 500kV 变电站周围环境情况见图 3.5。

变电站东北侧

变电站东南侧

变电站西北侧

变电站西南侧

图 3.5 阳泉 500kV 变电站周围环境情况

3.1.3.2 前期工程概况

阳泉变电站前期已建设 2×1000MVA 主变压器（#1、#2），三相分体户外布置；500kV 出线 6 回，配电装置采用 HGIS 型式户外布置；220kV 出线 6 回，配电装置采用 GIS 型式户外布置；无功补偿为 2×（2×60）Mvar 低压电容器、2×（1×60）Mvar 低压电抗器。站内建有 1 套一体化生活污水处理设施，1 座主变事故油池（有效容积 90m^3）。前期项目建设情况详见表 3.2。

表 3.2 阳泉变电站前期工程建设情况

工程期数 建设内	原有一期工程	原有二期工程
	山西省阳泉 500kV 输变电工程	山西晋中东 500kV 输变电工程
主变压器	2×1000MVA，三相分体户外布置	——

500kV 出线间隔	4 回	2 回
500kV 配电装置	HGIS，户外布置	——
220kV 出线间隔	6 回	——
220kV 配电装置	GIS，户外布置	——
低压电容器	2×（2×60）Mvar	——
低压电抗器	2×（2×60）Mvar	——

（1）总平面布置

阳泉变电站主变压器布置于 500kV 和 220kV 配电装置间，主变位于站区中部；500kV 配电装置采用 HGIS 型式户外布置，布置于站区的北部，500kV 线路向东、西、北出线；220kV 配电装置采用 GIS 型式户外布置，布置于站区的西部，220kV 线路向南出线；主控综合楼布置在站前区，继电器保护小室分别布置于配电装置场地内。主变场地、配电装置内均设有环形道路，以便于安装、检修和消防；原有主变处事故油池位于原有#1 主变的北侧；原有污水处理设施位于通信楼的南侧。

该变电站总征地面积 5.5166hm^2，其中变电站围墙内占地面积 3.0765hm^2。

阳泉变电站原有设备情况见图 3.6，变电站总平面布置见图 3.7。

（2）生活污水

变电站生产设施没有经常性排水，废水主要来源于值班人员间断产生的生活污水，变电站值守人员较少，变电站内生活用水量较小，产生的生活污水经一体化生活污水处理设施处理后，定期抽取回用于地面洒水等，不外排。

根据现场调查可知，一体化生活污水处理设施处于正常运行状态。

（3）事故排油系统

阳泉变电站站内原有主变事故排油系统，主变下设事故油坑，与事故油池相连，油坑容积按单台含油设备容量的 20%设计。站内事故油池及事故油坑基础按照《危险废物贮存设施污染控制标准》要求进行防渗处理。

根据站内原有主变铭牌，阳泉变电站主变绝缘油油重 57.8t，绝缘油密度为 0.895t/m^3，折换成体积约 64.6m^3。一期工程建有 1 座有效容积 90m^3 的事故油池，满足《火力发电厂与变电站设计防火标准》（GB50229-2019）相关要求。

根据现场勘测可知，事故油池运行良好，变电站运行至今，未发生事故油泄漏现象。

（4）固体废物处置

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

生活垃圾分类收集后暂存于站内垃圾箱，定期外运至环卫部门指定处置地点。根据现场调查，对于废变压器油、废铅酸蓄电池等危险废物未建设专门的贮存设施，因此本期采取“以新带老”，在阳泉变电站站内单独布置成品危废贮存库，布置于新建高抗场地北侧，面积 12m^2，对产生的危险废物暂时存放在危废贮存库内，并及时委托有危废处理资质的单位进行回收处理。

（5）前期工程环保情况

阳泉变电站前期工程均环保手续履行情况详见表 3.3。

表 3.3 阳泉变前期工程环保手续履行情况

工程前期环保手续情况	一期工程	二期工程
隶属工程	阳泉变电站新建工程隶属山西省阳泉 500kV 输变电工程	阳泉变电站 500kV 间隔扩建工程隶属山西晋中东 500kV 输变电工程
环境影响评价	2007 年 12 月 30 日得到了原环境保护部的批复（环审〔2007〕525 号）	2016 年 7 月 18 日取得原山西省环境保护厅的环评批复（晋环辐射函〔2016〕19 号）
竣工环保验收	2010 年 5 月 25 日取得原环境保护部的验收意见（环验〔2010〕112 号）	2020 年 12 月通过国网山西省电力有限公司组织的竣工环保验收

根据最近一期工程竣工环境保护验收意见，阳泉变电站已基本落实了环境影响报告书及其批复文件的要求，各项环境保护设施正常运行、环境保护措施有效，电磁环境和声环境监测值均达到相关标准限值要求，项目建设满足环保要求，符合建设项目环境保护验收调查验收要求，建议通过竣工环保验收。

阳泉变电站现有环保措施、设施情况见表 3.4。

表 3.4 阳泉变电站现有各项环境保护措施及设施情况

类别	环境保护措施、设施落实情况	运行情况
生活污水处理	变电站设有生活污水处理装置，生活污水经一体化生活污水处理设施处理后，定期抽取回用于地面洒水等，不外排。	正常
生活垃圾收集	生活垃圾分类收集后暂存于站内垃圾箱，定期外运至环卫部门指定处置地点。	正常
噪声防治措施	采用低噪声设备，确保变电站厂界环境噪声排放满足《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，站外修建了护坡、排水沟等生态保护设施，生态保护效果良好。	正常

事故排油系统	建有 1 座主变事故油池，有效容积为 90m³。变电站事故情况下产生的事故油交由有危废处理资质的单位进行处置，不得随意外排	正常

3.1.3.3 本期扩建项目概况

（1）建设规模

本期利用站内原有至桂山站 2 个 500kV 出线间隔，建设至忻州北线路。

本期在忻州北~阳泉 500kV 线路阳泉出线侧装设 1 组高压并联电抗器，容量 1×150Mvar，与忻州北~阳泉 500kV 线路忻州北侧线路高抗对角布置，需在站区东侧围墙向外征地，新征用地面积为 0.26hm²；在原有 1#主变、2#主变低压侧各新增装设 1×60Mvar 并联电抗器。在新建高压电抗器处新增 1 座有效容积 30m³ 的高抗事故油池。

（2）本期扩建工程平面布置

本期阳泉变电站至忻州北变2个500kV出线间隔分别占用第五、第六串东侧出线间隔（利用原桂山I、桂山II出线间隔设备），本期每台主变低压侧新增低压电抗器，分别位于#1主变的西北侧、2#主变的南侧，新建事故油池位于新建高压电抗器的东侧。本期阳泉变电站间隔扩建工程位置见总平面布置示意图3.7，新建事故油池平面布置见示意图3.8。

（3）本项目采取的环保措施

1）事故油排蓄系统

需新增 1 座高抗事故油池。根据设计资料，单台高压电抗器绝缘油油量约 20t，折换成体积约 22.3m^3，本期新增 1 座容积 30m^3 的高抗事故油池，新建高抗设备下设事故油坑，与事故油池相连，油坑容积按单台含油设备容量的 20%设计，满足《火力发电厂与变电站设计防火标准》（GB50229-2019）要求。站内事故油池及事故油坑基础按照《危险废物贮存设施污染控制标准》要求进行防渗，防渗层至少为 2mm 厚、渗透系数≤10^{-10}cm/s 的人工材料。在事故情况下，事故油经排油管道收集后排入事故油池，废油由有资质的单位回收处理，不外排。

2）危险废物贮存库

对于废变压器油、废铅酸蓄电池等危险废物未建设专门的贮存设施，因此本期采取“以新带老”，在阳泉变电站站内单独布置成品危废贮存库，布置于新建高抗场地北侧，面积 12m^2，对产生的危险废物暂时存放在危废贮存库内，并及时委托有危废处理资质的单位进行回收处理。

3）噪声防治措施

①通过设备招标优先采用低噪声设备，本项目新建高压电抗器 1m 处声压级应不大于 68.7dB（A），低压电抗器 1m 处声压级应不大于 75dB（A），从控制声源角度降低噪声影响。

②本项目阳泉500kV变电站间隔完善工程需在本期扩建高压电抗器侧围墙上加装长度约46m，高2.7m的声屏障（围墙（2.3m）和声屏障（2.7m）总高5.0m）。

（4）与前期工程依托关系

阳泉500kV变电站本期间隔扩建工程与前期工程的依托关系见表3.5。

表 3.5 阳泉 500kV 变电站本期间隔扩建与前期工程依托关系一览表

项目		内容
站内永久设施	进站道路	利用前期进站道路，本期无需扩建。
	生活污水	不新增运行维护人员，不增加生活污水量，依托一体化生活污水处理设施处理后，定期抽取回用于地面洒水等，不外排。
	事故油池	变电站一期工程建有 1 座有效容积 90m^3 的事故油池，本期主变电站间隔扩建工程不依托原有事故油池。 本期新上 1×150Mvar 线路高抗，需新增 1 座高抗事故油池，与原有事故油池没有关联。 根据设计资料，单台高压电抗器绝缘油油量约 20t，折换成体积约 22.3m^3，本期新增 1 座有效容积 30m^3 的高抗事故油池，新上高抗设备下设事故油坑，与事故油池相连，油坑容积按单台含油设备

		容量的 20%设计，满足《火力发电厂与变电站设计防火标准》（GB50229-2019）要求。
	雨水排水	站内外雨水排水系统已包含在前期工程中。
施工临时设施	施工用水、用电	利用站内水源及电源。

3.1.4 平城 500kV 变电站间隔扩建工程

3.1.4.1 站址地理位置

平城 500kV 变电站位于山西省大同市云州区峰峪乡，进站道路由站区南侧引接。平城 500kV 变电站周围环境情况见图 3.9。

变电站东侧

变电站南侧

变电站西侧

变电站北侧

图 3.9 平城 500kV 变电站周围环境情况

3.1.4.2 前期工程概况

平城变电站前期已建设 2×1000MVA 主变压器（1#、2#主变），三相分体户外布置；500kV 出线 3 回，配电装置采用 HGIS 型式户外布置；220kV 出线 7 回，配电装置采用 GIS 型式户外布置；无功补偿为低压电容器 2×（2×60）Mvar，低压电抗器 3×（1×60）Mvar。站内建有 1 套一体化生活污水处理设施，1 座主变事故油池（有效容积 95m^3）。前期工程建设情况详见表 3.6。

表 3.6 平城 500kV 变电站前期工程建设情况

工程期数 建设内容	一期工程	二期工程
	大同东 500kV 输变电工程	山西同煤阳高 2×350MW 低热值煤发电项目 500kV 送出工程
主变压器	2×1000MVA，三相分体户外布置	——
500kV 出线间隔	2 回	1 回
500kV 配电装置	HGIS，户外布置	——
220kV 出线间隔	7 回	——
220kV 配电装置	GIS，户外布置	——
低压电容器	2×（2×60）Mvar	——
低压并联电抗器	2×（1×60）Mvar	1×60Mvar

（1）总平面布置

500kV 配电装置采用 HGIS 设备户外布置，布置于站区的西部，向南侧、北侧、西侧三个方向出线；220kV 配电装置采用 GIS 设备户外布置，布置在站区的东部，向东侧方向出线；35kV 配电装置采用单母线支持式管型母线布置方式；主变及无功补偿装置场地设在站区中部。主控综合楼布置在站前区，继电器保护小室分别布置于配电装置场地内。主控制楼及所前区的位置靠近进站主道路，布置在站区南部，从南侧进站。

该变电站总征地面积 5.17hm^2，其中变电站围墙内占地面积 4.16hm^2。本次扩建在一期工程围墙内进行，无需新征地。

平城变电站原有设备情况见图 3.10，变电站总平面布置见图 3.11。

（2）生活污水

变电站生产设施没有经常性排水，废水主要来源于值班人员间断产生的生活污水，变电站值守人员较少，变电站内生活用水量较小，产生的生活污水经一体化生活污水处理设施处理后，定期抽取回用于地面洒水等，不外排。

根据现场调查可知，一体化生活污水处理设施处于正常运行状态。

（3）事故排油系统

平城变电站站内已有主变事故排油系统，主变下设事故油坑，与事故油池相连，油坑容积按单台含油设备容量的 20%设计。站内事故油池及事故油坑基础按照《危险废物贮存设施污染控制标准》要求进行防渗处理。

根据站内已有主变铭牌，平城变电站主变绝缘油油重 64.9t，绝缘油密度为 0.895t/m^3，折换成体积约 72.5m^3。一期工程建有 1 座有效容积 95m^3 的事故油池，满足《火力发电厂与变电站设计防火标准》（GB50229-2019）相关要求。

根据现场勘测可知，事故油池运行良好，变电站运行至今，未发生事故油泄漏现象。

（4）固体废物处置

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

生活垃圾分类收集后暂存于站内垃圾箱，定期外运至环卫部门指定处置地点。根据现场调查，对于废变压器油、废铅酸蓄电池等危险废物未建设专门的贮存设施，因此本期采取“以新带老”，在平城变电站站内单独布置成品危废贮存库，布置于 500kV 继电器 1#小室东侧设置，面积 12m^2，对产生的危险废物暂时存放在危废贮存库内，并及时委托有危废处理资质的单位进行回收处理。

（5）前期工程环保情况

平城变电站前期工程均履行了相应的环保手续，详见表 3.7。

表 3.7 平城变电站前期工程环保手续履行情况

工程前期环保手续情况	一期工程	二期工程
隶属工程	平城变电站新建工程隶属大同东 500kV 输变电工程	山西同煤阳高 2×350MW 低热值煤发电项目 500kV 送出工程
环境影响评价	2013 年 6 月 26 日取得原山西省环境保护厅的环评批复（晋环函〔2013〕873 号）	2016 年 3 月 28 日取得原山西省环境保护厅的环评批复（晋环函

		〔2016〕218 号）
竣工环保验收	2016 年 9 月 28 日取得原山西省环境保护厅的验收意见（晋环辐射函〔2016〕51 号）	2019 年 7 月通过了国网山西省电力有限公司组织的竣工环保验收

根据前期工程竣工环境保护验收意见，平城变电站基本落实了环境影响报告书及其批复文件的要求，各项环境保护设施正常运行、环境保护措施有效，电磁环境和声环境监测值均达到相关标准限值要求，项目建设满足环保要求，符合建设项目环境保护验收调查验收要求，建议通过竣工环保验收。

表 3.8 平城 500kV 变电站现有各项环境保护措施及设施情况

类别	环境保护措施、设施落实情况	运行情况
生活污水处理	变电站设有生活污水处理装置，生活污水经一体化生活污水处理设施处理后，定期抽取回用于地面洒水等，不外排。	正常
生活垃圾收集	生活垃圾分类收集后暂存于站内垃圾箱，定期外运至环卫部门指定处置地点。	正常
噪声控制	采用低噪声设备，确保变电站厂界环境噪声排放满足《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	站内进行了砂砾化及道路固化，站外修建了护坡、排水沟等生态保护设施，生态保护效果良好。	正常
事故排油系统	建有 1 座主变事故油池，有效容积为 95m^3。变电站事故情况下产生的事故油交由有危废处理资质的单位进行处置，不得随意外排	正常

3.1.4.3 本期项目建设概况

（1）建设规模

本期平城 500kV 变电站扩建 500kV 出线间隔 2 个，至忻州北 500kV 变电站；在忻州北~平城 500kV 线路平城出线侧装设 1 组高压并联电抗器，容量 1×120Mvar，与忻州北~平城 500kV 线路忻州北侧线路高抗对角布置；在 1#主变低压侧新增装设 1 组 60Mvar 并联电抗器。本项目在原有围墙内预留场地建设，不需新征用地。在新建高压电抗器处新建 1 座有效容积 30m^3 的事故油池。

（2）本期扩建工程平面布置

本期平城500kV变电站扩建500kV出线2个间隔（至忻州北变2个），占用第二、第三串南侧出线间隔，新建2个不完整串。本期在2#主变低压侧新增低压电抗器，位于原有2#主变的东南侧，新建高亢处事故油池位于原有事故油池的南侧。本期平城变电站间隔扩建工程位置见总平面布置示意图3.11，新建事故油池平面布置见示意图3.12。

（3）本项目采取的环保措施

1）事故油排蓄系统

需新增 1 座高抗事故油池。根据设计资料，单台高压电抗器绝缘油油量约 20t，折换成体积约 22.3m^3，本期新增 1 座容积 30m^3 的高抗事故油池，新建高抗设备下设事故油坑，与事故油池相连，油坑容积按单台含油设备容量的 20%设计，满足《火力发电厂与变电站设计防火标准》（GB50229-2019）要求。站内事故油池及事故油坑基础按照《危险废物贮存设施污染控制标准》要求进行防渗，防渗层至少为 2mm 厚、渗透系数≤10^{-10}cm/s 的人工材料。在事故情况下，事故油经排油管道收集后排入事故油池，废油由有资质的单位回收处理，不外排。

2）危险废物贮存库

对于废变压器油、废铅酸蓄电池等危险废物未建设专门的贮存设施，因此本期采取“以新带老”，在平城变电站站内单独布置成品危废贮存库，布置于 500kV 继电器 1#小室东侧设置，面积 12m^2，对产生的危险废物暂时存放在危废贮存库内，并及时委托有危废处理资质的单位进行回收处理。

3）噪声防治措施

①通过设备招标优先采用低噪声设备，本项目新建高压电抗器 1m 处声压级应不大于 68.7dB（A），低压电抗器 1m 处声压级应不大于 75dB（A），从控制声源角度降低噪声影响。

②本项目平城500kV变电站需在本期扩建高压电抗器侧围墙上加装长度约41m，高3.7m的声屏障（围墙和声屏障总高6.0m）。

（4）与前期工程依托关系

平城变电站本期扩建与前期工程的依托关系见表3.9。

表 3.9 平城变电站本期扩建工程与前期原有工程依托关系一览表

项目		内容
站内永久设施	进站道路	利用前期进站道路，本期无需扩建
	生活污水	不新增运行维护人员，不增加生活污水量，依托一体化生活污水处理设施处理后，定期抽取回用于地面洒水等，不外排
	事故油池	变电站一期工程原有 1 座有效容积 95m^3 的事故油池，本期主变电站间隔扩建工程不依托原有事故油池。 本期新上 1×120Mvar 线路高抗，新建 1 座有效容积为 30m^3 的事故油池。新上高抗设备下设事故油坑，与事故油池相连，油坑容积按单台含油设备容量的 20%设计

	雨水排水	站内外雨水排水系统已包含在前期工程中。
施工临时设施	施工用水、用电	利用站内水源及电源。

3.1.5 忻州北~阳泉 500kV 线路工程

3.1.5.1 线路概况

本期忻州北~阳泉 500kV 线路新建 500kV 线路长 2×161km，其中同塔双回架设线路长 2×119.5km，单回架设线路长 2×41.5km，另利用原有阳泉至桂山 I、II 线同塔双回线路长 2×6km；线路钻越忻州~石家庄北 I、II、III、IV 回 500kV 线路时需对原线路进行升高改造，改造段路径长共计 6.6km。

本项目线路途经山西省忻州市代县、五台县，阳泉市盂县、郊区。

3.1.5.2 推荐线路路径及规模

（1）推荐线路路径

新建 500kV 线路自忻州北 500kV 变电站东侧采用同塔双回出线，向南跨越 G108 国道和滹沱河，转向西南沿滹沱河南岸走线，在西段景村西侧转向南，之后在鲍家沟村西侧采用两个单回线路架设，平行代县~永安 220kV 线路向东南走线，途经埠歌坪村、偏桥村、段家湾村、石家湾村、殷家会村，在高凡村东侧合为同塔双回向南走线，经滩上镇、马桥村、双柴树村，在崔家庄村西侧采用两个单回转向东南走线，避让五台现代农业产业示范园区后，在大石岭村西合为同塔双回路向东南走线，经七里沟村、南大贤村后跨越规划雄忻高速铁路，至南阳村转向南，途径刘建村、虎汉村，在东坪寨村跨越五保高速公路，之后在环椿坪村东南跨越清水河和耿镇镇风电场升压站~永安 220kV 线路，向南走线至耿家庄村南跨越清水河，继续向南经五西坪村至斜坡村，再次采用两个单回线路向南走线，钻越忻州-石家庄北 I、II、III、IV回 500kV 线路后合为同塔双回线路，继续向南一档跨越梁家湾省级湿地公园，经灯花村、猫铺村、芦芽沟村、秋林村后转向东南走线，经北大峪村、榆林只村后平行雁门关~淮安±800kV 线路走线，至东麻河驿村北侧和东侧分为两条单回路钻越雁门关~淮安±800kV 线路，继续向南经围沟村、石旧都村后，在郑家沟村南侧分为两条单回路连续钻越阳泉~桂山 I、II回 500kV 线路，之后合为同塔双回线路，平行阳泉~桂山 I、II回 500kV 线路经大洼沟村、西林江村、霍树头村，在西南舁乡西南侧钻越温池电厂~卧牛城 I、II回 500kV 线路后与原阳泉~桂山 I、II回 500kV 线路 15#塔相接，利用原阳泉一桂山双回 500kV 线路旧线接入阳泉变电站 500kV 出线间隔。

忻州北~阳泉500kV线路工程途经山西省忻州市代县、五台县，阳泉市盂县、郊区。

忻州北~阳泉500kV线路路径示意图见附图1。

（2）线路规模

本期忻州北~阳泉500kV线路新建500kV线路长2×161km，其中同塔双回架设线路长2×119.5km，单回架设线路长2×41.5km，另利用原有阳泉至桂山I、II线同塔双回线路长2×6km；线路钻越忻州~石家庄北I、II、III、IV回500kV线路时需对原线路进行升高改造，改造段路径长共计6.6km。导线为6×LGJ-300/40钢芯铝绞线。改造段线路位于阳泉市盂县境内。

3.1.5.3 导线、地线选型

忻州北~阳泉 500kV 线路导线采用 4×JL3/G1A-400/35 钢芯铝绞线，导线直径 26.8mm，导线分裂间距 450mm；双回路段地线采用 2 根 OPGW-150 光缆，单回路段地线采用 1 根 OPGW-150 光缆，1 根 JLB35-150 铝包钢绞线。

忻州~石家庄北 I、II、III、IV 回 500kV 线路导线为 6×LGJ-300/40 钢芯铝绞线，导线直径 23.94mm，导线分裂间距 400mm，导线采用倒三角排列；地线为一根为 OPGW 光缆或 JLB20A-100 铝包钢绞线。

3.1.5.4 铁塔

忻州北~阳泉 500kV 线路全线采用自立式铁塔，共新建铁塔 460 基，其中单回路塔 196 基，双回路塔 264 基。铁塔选择详见表 3.10。采用塔型见示意图附图 3。

表 3.10（1）忻州北~阳泉 500kV 线路采用铁塔一览表

同塔双回路塔（风速：29m/s；导线：覆冰 10mm；地线：覆冰 15mm，海拔 1000m~2000m）						
序号	塔型	呼高范围（m）	水平档距（m）	垂直档距（m）	计算呼高（m）	备注
1	500-KD22S-ZC1	27~39	440	550	39	
		42	420	550	42	
2	500-KD22S-ZC2	27~42	550	750	42	
		45	530	750	45	
3	500-KD22S-ZC3	27~45	750	1000	45	0°-3°
		48~51	710	1000	51	
4	500-KD22S-ZC4	27~48	900	1200	48	0°-3°
		51	870	1200	51	
5	500-KD22S-ZC4K	54~75	750	900	75	
6	500-KD22S-ZCK	48~54	550	750	54	
		57~60	500	750	60	

7	500-KD22S-ZCK2	63~69	610	650	69	
8	500-KD22S-JC1	21~33	450	800	33	0°～20°转角
9	500-KD22S-JC1K	36~45	450	800	45	
10	500-KD22S-JC2	21~33	450	800	33	20°～40°转角
11	500-KD22S-JC2K	36-45	450	800	45	
12	500-KD22S-JC3	21~33	450	800	33	40°～60°转角
13	500-KD22S-JC3K	36~45	450	800	45	
14	500-KD22S-JC4	21~33	450	800	33	60°～90°转角
15	500-KD22S-JC4K	36~45	450	800	45	
16	500-KD22S-DJC	21~33	450	800	33	0°～90°转角（分歧塔）
		21~33	350/200	700	33	0°～90°转角（终端塔）
17	SHJ	21~33	450	800	33	0°～30°转角（换位塔）

表 3.10（2）忻州北~阳泉 500kV 线路采用铁塔一览表

同塔双回路（风速：29m/s；导线：覆冰 10mm；地线：覆冰 15mm，海拔 0m~1000m）						
序号	塔型	水平档距（m）	垂直档距（m）	转角度数（°）	呼高（m）	计算高度（m）
1	500-KD21S-ZC1	440	550		27～39	39
		410	750		42	42
2	500-KD21S-ZC2	550	750		27～42	42
		520	750		45	45
3	500-KD21S-ZC3	750	1000		24～45	45
		650	1000		48～51	51
4	500-KD21S-ZCK	550	750		48～57	57
		490	750		60	60
5	500-KD21S-Z1	420	550		24～36	36
		390	550		39～42	42
6	500-KD21S-Z2	500	700		24～42	42
		440	700		45～48	48
7	500-KD21S-Z3	650	900		30～45	45
		620	900		48	48
8	500-KD21S-J1	450	650	0°～20°	21～33	33
9	500-KD21S-J1K	450	650	0°～20°	36～48	48
10	500-KD21S-J2	450	650	20°～40°	21～33	33
11	500-KD21S-J2K	450	650	20°～40°	36～42	42
12	500-KD21S-J3	450	650	40°～60°	21～33	33
13	500-KD21S-J4	450	650	60°～90°	21～33	33
					36～42	42
14	500-KD21S-JC1	450	500/±300	0°～20°	21～33	33
15	500-KD21S-JC2	450	500/±300	20°～40°	21～33	33
16	500-KD21S-JC3	450	500/±300	40°～60°	21～33	33
17	500-KD21S-JC4	450	500/±300	40°～60°	21～33	33

18	500-KD21S-DJC	350	150/±300	0°～90°	21～33	33

表 3.10（3）忻州北~阳泉 500kV 线路采用铁塔一览表

单回路塔（风速：29m/s；导线：覆冰 10mm；地线：覆冰 15mm）						
序号	塔型	呼高范围（m）	水平档距（m）	垂直档距（m）	计算呼高（m）	备注
1	500-KD22D-JC1	21～33	450	800	33	0°～20°
2	500-KD22D-JC1K	36～42	450	800	42	0°～20°
3	500-KD22D-JC2	21～33	450	800	33	20°～40°
4	500-KD22D-JC2K	36～42	450	800	42	20°～40°
5	500-KD22D-JC3	21～33	450	800	33	40°～60°
6	500-KD22D-JC4	21～33	450	800	33	60°～90°

表 3.10（4）忻州北~阳泉 500kV 线路采用铁塔数量一览表

铁塔基数	单回路（基）	双回路（基）	全线合计（基）
直线塔	128	186	314
耐张塔	68	76	144
换位塔	-	2	2
小计	196	264	460

忻州~石家庄北 I、II、III、IV 回 500kV 线路升高改造段新建 14 基杆塔，拆除 12 基杆塔。采用塔型见示意图附图 3。

表 3.10（5）忻州~石家庄北 I、II、III、IV 回 500kV 线路升高改造段新建铁塔一览表

铁塔基数	呼高（m)	单回路（基）
5JA3-ZC2、5JA3-ZC4、5E3-SZCK 直线塔	57~90	5
5JA3-JC1 耐张塔	30~63	9
小计		14

3.1.5.5 基础形式

忻州北~阳泉 500kV 线路工程基础采用钢筋混凝土板柱基础、挖孔基础、灌注桩基础、岩石锚杆基础等型式。

3.1.5.6 线路并行及重要交叉跨越

（1）线路并行情况

忻州北~阳泉 500kV 线路工程不涉及与其他输电线路（电压等级 330kV 及以上）的近距离并行走线情况。

（2）沿线重要交叉跨越

根据项目可研资料且结合现场调查，本期拟建 500kV 线路沿线重要交叉跨越见表 3.11。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 3.11 忻州北~阳泉 500kV 线路工程沿线跨越情况一览表

交叉跨越	项目	单位	双回路段数量	单回路段数量	备注
铁路	高铁	次	1	/	雄忻高铁（在建）
	电气化铁路	次	3	/	京原线、朔黄线、峨口铁矿专用线
公路	高速公路	次	3	/	京昆高速 1 次、天黎高速 2 次
	国道	次	7	/	G108、G337、G338、G207 各 1 次，G2393 次
	省道	次	4	/	S2142 次，S314、S352 各 1 次
电力线	±800kV	次	/	2	单回路段钻越雁门关~淮安±800kV 线路共计 2 次
	500kV（双回）	次	1	/	双回路段钻越 500kV 温卧 I、II 线
	500kV（单回）	次	/	12	单回路段钻越 500kV 忻石 I-IV 线共计 8 次；阳桂 I 线、II 线共计 4 次
	220kV（单回）	次	7	4	
	110kV（单回）	次	20	2	
主要河流（非通航）		次	12		滹沱河（枣林镇）；峪口河（滩上镇东）；虑泗河 2 次；清水河 3 次（环椿坪村、耿家村、五四坪）；滹沱河（御枣口北）；温河（马庄村）；龙华河（盂县上细腰村）；阴山河 2 次（盂县北下庄村与西山头村）

（3）本项目钻越 500kV 线路

忻州北~阳泉 500kV 线路工程在阳泉市盂县北下庄乡东麻河驿村东侧向南 2 次钻越±800kV 雁淮线，采用两条单回线路进行钻越，钻越后合为同塔双回线路。

忻州北~阳泉 500kV 线路工程在阳泉市郊区西南舁乡大洼村采用“耐-耐”钻越 500kV 温卧 I 回、II 回线 33#~34#档，需对温卧线线 34#塔进行加高改造，新建铁塔 1 基，拆除旧塔 1 基。导地线紧放线 3.3km。

忻州北~阳泉 500kV 线路工程在阳泉市盂县椿树底村钻越 500kV 忻石 I、II、III、IV 回单回线路，忻州北~阳泉 500kV 线路采用两条单回线路钻越钻越后合为同塔双回线路。500kV 忻石 I 线加高改造新建单回线路长度 2.2km，导地线重新紧放线 1.1km。新建铁塔 4 基。拆除旧塔 3 基。500kV 忻石 II 线加高改造新建单回线路长度 1.6km，导地线重新紧放线 3.2km。新建铁塔 4 基，拆除旧塔 3 基。500kV 忻石 III 线加高改造新建单回线路长度 1.6km，导地线重新紧放线 3.0km。新建铁塔 3 基，拆除旧塔 3 基。500kV 忻石 IV 线加高改造新建单回线路长度 1.2km，导地线重新紧放线 3.4km。新建铁塔 3 基，拆除旧塔 3 基。

忻州北~阳泉 500kV 线路工程在 500kV 阳桂 I 线 50#~51#~52#、阳桂 II 线 51#~52#~53#档进行钻越，其中阳桂 II 线 51#中相为 V 串边相为单 I 串，阳桂 II 线 53#为双悬垂串，其余直线塔为单悬垂串。本项目需对阳桂 1 线 50#、51#、52#和阳桂 II 线 51#边相、52#共计 5 基塔进行双串改造。新建线路采用两条单回线路进行钻越，钻越后合为同塔双回线路。

3.1.6 忻州北~平城 500kV 线路工程

3.1.6.1 线路概况

新建 500kV 线路长 2×112km，其中同塔双回架设线路长 2×77km，单回架设线路长 2×35km。线路钻越神二电厂~保北 I、II 回和托克托~浑源 I、II、III、IV 回 500kV 线路时需对原线路进行升高改造，改造段路径长共计 10.7km，钻越神二电厂~保北 I、II 回线路位于应县境内，钻越托克托~浑源 I、II、III、IV 回 500kV 线路位于浑源县境内。本项目线路途经山西省忻州市代县，朔州市应县，大同市浑源县、云州区。

3.1.6.2 推荐线路路径及线路规模

（1）线路路径

新建 500kV 线路自忻州北 500kV 变电站北侧采用同塔双回出线，向北跨越 S40 繁河高速公路后经长畛村至胡峪村，折向东北经麻地口村、分水岭村、蔡地沟村后跨越七里沟~繁峙 I、II回 220kV 线路，然后采用两条单回架设，转向西北平行北岳~保定 I、II回 1000kV 线路走线，途经黄花梁村、保安庄村后跨越北齐长城，经黄草院村至刘海窑村东钻越北岳~保定 I、II回 1000kV 线路，之后转向东北至下马峪村东侧钻越神二电厂~保北 I、II回 500kV 线路后合为同塔双回线路，向东经过西贾庄村、钗里村后折向东北，途经王宜庄村、南河种镇、唐庄村后转向北，跨越 S205 省道、S303 省道和 G18 荣乌高速公路后途经镇子梁村、北马庄村后转向东北，经水沟寺村、鱼沟村后，采用两条单回路穿越大片煤炭资源区，向东北经车坊村、南水头村后跨越 S45 天黎高速公路和 S203 省道，之后钻越托克托~浑源 I、II、III、IV回 500kV 线路，线路合为同塔双回路向东北走线经马鞍山村后转向北，至大东沟村后进入平城 500kV 变电站。

忻州北~平城 500kV 线路路径走向见见附图 2。

（2）线路规模

本期新建 500kV 线路长度 2×112km，其中同塔双回架设线路长 2×77km，单回路架设线路长 2×35km。线路钻越神二电厂~保北 I、II 回线路和托克托~浑源 I、II、III、IV 回 500kV 线路时需对原线路进行升高改造，改造段路径长度共计 10.7km。

3.1.6.3 导线、地线选型

忻州北~平城 500kV 线路导线采用 4×JL3/G1A-400/35 钢芯铝绞线，导线直径 26.8mm，导线分裂间距 450mm。双回路段地线采用 2 根 OPGW-150 光缆，单回路段地线采用 1 根 OPGW-150 光缆，1 根 JLB35-150 铝包钢绞线。

本项目线路钻越神二电厂~保北 I、II 回线路和托克托~浑源 I、II、III、IV 回 500kV 线路导线采用 4×JL3/G1A-400/35 钢芯铝绞线，导线直径 26.8mm，导线分裂间距 450mm。

3.1.6.4 铁塔

忻州北~平城 500kV 线路全线采用自立式铁塔，共新建铁塔 324 基，其中单回路塔 159 基，双回路塔 165 基。铁塔选择详见表 3.12。塔型见示意图 3.14。

项目线路钻越神二电厂~保北 I、II 回线路和托克托~浑源 I、II、III、IV 回 500kV 线路升高改造，共新建铁塔 22 基，拆除铁塔 18 基。塔型见示意图附图 3。

表 3.12（1）忻州北~平城 500kV 线路工程铁塔一览表

同塔双回路塔（风速：29m/s；导线：覆冰 10mm；地线：覆冰 15mm，海拔 1000m~2000m）						
序号	塔型	呼高范围（m）	水平档距（m）	垂直档距（m）	计算呼高（m）	备注
1	500-KD22S-ZC1	27~39	440	550	39	
		42	420	550	42	
2	500-KD22S-ZC2	27~42	550	750	42	
		45	530	750	45	
3	500-KD22S-ZC3	27~45	750	1000	45	0°-3°
		48~51	710	1000	51	
4	500-KD22S-ZC4	27~48	900	1200	48	0°-3°
		51	870	1200	51	
5	500-KD22S-ZC4K	54~75	750	900	75	
6	500-KD22S-ZCK	48~54	550	750	54	
		57~60	500	750	60	
7	500-KD22S-ZCK2	63~69	610	650	69	
8	500-KD22S-JC1	21~33	450	800	33	0°～20°转角
9	500-KD22S-JC1K	36~45	450	800	45	
10	500-KD22S-JC2	21~33	450	800	33	20°～40°转角

11	500-KD22S-JC2K	36-45	450	800	45	
12	500-KD22S-JC3	21~33	450	800	33	40°～60°转角
13	500-KD22S-JC3K	36~45	450	800	45	
14	500-KD22S-JC4	21~33	450	800	33	60°～90°转角
15	500-KD22S-JC4K	36~45	450	800	45	
16	500-KD22S-DJC	21~33	450	800	33	0°～90°转角（分歧塔）
		21~33	350/200	700	33	0°～90°转角（终端塔）
17	SHJ	21~33	450	800	33	0°～30°转角（换位塔）

表 3.12（2）忻州北~平城 500kV 线路采用铁塔一览表

同塔双回路（风速：29m/s；导线：覆冰 10mm；地线：覆冰 15mm，海拔 0m~1000m）						
序号	塔型	水平档距（m）	垂直档距（m）	转角度数（°）	呼高（m）	计算高度（m）
1	500-KD21S-Z1	420	550		24～36	36
		390	550		39～42	42
2	500-KD21S-Z2	500	700		24～42	42
		440	700		45～48	48
3	500-KD21S-Z3	650	900		30～45	45
		620	900		48	48
4	500-KD21S-ZK	500	700		48～60	54
5	500-KD21S-J1	450	650	0°～20°	21～33	33
6	500-KD21S-J2	450	650	20°～40°	21～33	33
7	500-KD21S-J3	450	650	40°～60°	21～33	33
8	500-KD21S-J4	450	650	60°～90°	21～33	33
					36～42	42

表 3.12（3）忻州北~平城 500kV 线路采用铁塔一览表

单回路塔（风速：29m/s；导线：覆冰 10mm；地线：覆冰 15mm）						
序号	塔型	呼高范围（m）	水平档距（m）	垂直档距（m）	计算呼高（m）	备注
1	500-KD22D-ZBC1	24～36	460	600	36	
		39～42	400	600	42	
2	500-KD22D-ZBC2	24～42	550	750	42	
		45～48	490	750	48	
3	500-KD22D-ZBC3	24～39	650	900	39	
		42～51	530	900	51	
4	500-KD22D-ZBC4	24～39	950	1250	39	
		42～51	830	1250	51	
5	500-KD22D-ZBCK	48～54	650	1000	54	
		57～60	590	1000	60	
6	500-KD22D-JC1	21～33	450	800	33	0°～20°
7	500-KD22D-JC2	21～33	450	800	33	20°～40°

8	500-KD22D-JC3	21～33	450	800	33	40°～60°
9	500-KD22D-JC4	21～33	450	800	33	60°～90°

表 3.12（4）忻州北~平城 500kV 线路采用铁塔一览表

单回路塔（风速：29m/s；导线：覆冰 15mm；地线：覆冰 20mm）						
序号	塔型	呼高范围（m）	水平档距（m）	垂直档距（m）	计算呼高（m）	备注
1	500-KD22D-ZBC1	24～36	460	600	36	
		39～42	400	600	42	
2	500-KD22D-ZBC2	24～42	550	750	42	
		45～48	490	750	48	
3	500-KD22D-ZBC3	24～39	650	900	39	
		42～51	530	900	51	
4	500-KD22D-ZBC4	24～39	950	1250	39	
		42～51	830	1250	51	
5	500-KD22D-ZBCK	48～54	650	1000	54	
		57～60	590	1000	60	
6	500-KD22D-JC1	21～33	450	800	33	0°～20°
7	500-KD22D-JC2	21～33	450	800	33	20°～40°
8	500-KD22D-JC3	21～33	450	800	33	40°～60°
9	500-KD22D-JC4	21～33	450	800	33	60°～90°

表 3.12（5）忻州北~平城 500kV 线路采用铁塔一览表

铁塔基数	单回路	双回路	全线合计
直线塔	108	118	226
耐张塔	51	45	96
换位塔	-	2	2
小计	159	165	324

3.1.6.5 基础形式

忻州北~平城 500kV 线路基础采用钢筋混凝土板柱基础、挖孔基础、灌注桩基础、岩石锚杆基础等型式。

3.1.6.6 线路并行及重要交叉跨越

（1）线路并行情况

忻州北~平城 500kV 线路与其他输电线路（电压等级 500kV 及以上）的近距离并行情况见表 3.13。

表 3.13 忻州北~平城 500kV 线路工程与其他线路的并行情况

序号	与本项目线路并行的线路名称	边导线间最近间距	并行走线长度	本项目架设方式
1	1000kV 岳定 I 线	约 80m	1.5km	单回

（2）沿线重要交叉跨越

根据项目可研资料且结合现场调查，忻州北~平城 500kV 线路工程沿线重要交叉跨越见表 3.14。交叉跨越时，严格按照有关规范要求留有足够净空距离，以满足被跨越设施正常运行及安全防护距离要求。

表 3.14 忻州北~平城 500kV 线路工程沿线跨越情况一览表

序号	交叉跨越名称		跨越次数	备注	跨越回路数
1	公路	高速公路	2	G18 荣乌高速 1 次、S45 天黎高速 1 次	双回
			2	S45 天黎高速 2 次	单回
2		国道省道	3	G336、S205、S303 各 1 次	双回
			2	S2032 次	单回
3	电力线路	钻越 1000kV（双回）	2	钻越岳定 I、II 线 2 次	单回
		钻越 500kV（单回）	12	钻越 500kV 托源 I、II、III、IV 线，500kV 神保 I 线、500kV 神保 II 线各 2 次	单回
4	主要河流		3	浑河 1 次、其他小型河流 2 次	双回

（3）本项目钻越 1000kV、500kV 线路

忻州北~平城 500kV 线路工程在朔州市应县下马峪乡刘家窑村东钻越北岳~保定I、II回同塔双回 1000kV 线路，忻州北~平城 500kV 线路采用两条单回线路钻越。

忻州北~平城 500kV 线路工程在朔州市应县下马峪乡下马峪村东侧钻越神二电厂~保北I、II回单回 500kV 线路时，由于原有线路高度不够，需要对 500kV 神二电厂~保北I、II回线路进行升高改造。本项目线路在 500kV 神保 I 线 143#~145#档内钻越，由于钻越距离不足，需对神保 I 线进行加高改造，采用 1 基耐张塔及 3 基直线塔在原路径下改造，拆除原 142#~145#段线路。本项目线路在 500kV 神保 II 线 142#~144#档内钻越，由于钻越距离不足，需对神保 II 线进行加高改造，采用 1 基耐张塔及 3 基直线塔在原路径下改造，拆除原 141#~144#段线路。忻州北~平城 500kV 线路采用两条单回线路钻越，新建线路钻越改造线路，忻州北~平城 500kV 线路合为同塔双回线路架设。

忻州北~平城 500kV 线路工程在大同市浑源县南榆林乡东圪塔铺村南侧钻越 500kV 托源 I、II、III、IV 回单回 500kV 线路时，由于原有线路高度不够，需要对 500kV 托源 I、II、III、IV 回单回 500kV 线路进行升高改造。本项目线路在 500kV 托源 I 线 440#~442#档内钻越，由于钻越距离不足，需对托源 I 线进行加

高改造，采用 2 基耐张塔及 1 基直线塔在原路径下改造，拆除原 440#-442#段线路。本项目线路在 500kV 托源 II 线 445#~447#档内钻越，由于钻越距离不足，需对托源 II 线进行加高改造，采用 2 基耐张塔及 2 基直线塔在原路径下改造，拆除原 445#~448#段线路。本项目线路在 500kV 托源 III 线 462#~464#档内钻越，由于钻越距离不足，需对托源 III 线进行加高改造，采用 3 基直线塔在原路径下改造，拆除原 462#~464#段线路。本项目线路在 500kV 托源 IV 线 462#~464#档内钻越，由于钻越距离不足，需对托源 III 线进行加高改造，采用 2 基耐张塔及 2 基直线塔在原路径下改造，拆除原 462#~465#段线路。新建忻州北~平城 500kV 线路采用两条单回线路钻越，新建线路钻越改造线路，忻州北~平城 500kV 线路合为同塔双回线路架设。

（4）本项目平行 1000kV 线路

本项目在朔州市应县刘海窑村南～忻州市代县黄花梁村南段平行已建 1000kV 岳定 I 线路。新建 500kV 线路与部分 1000kV 岳定 I 线路并行走线长度约 1.5km，两条并行线路中心间距约为 80m。

3.1.7 项目占地

根据项目相关资料和现场踏勘，本项目总占地面积为 156.97hm^2，其中永久占地 39.09hm^2，主要为阳泉扩建变电站、新建忻州北变电站、进站道路和塔基用地；临时占地为 117.88hm^2，包括阳泉变电站的临时施工道路区、施工生产区，新建忻州北变电站的排水管线区、站用电源、施工生产生活区，输电线路的塔基用地、跨越施工区、牵张场区和施工道路区。占地类型包括耕地、林地和草地等。本项目占地情况具体见表 3.16。

3.1.7.1 变电站占地面积

（1）忻州北 500kV 变电站新建工程

新建忻州北 500kV 变电站占地包括变电站站内、进站道路、排水管线区、站用电源、施工生产生活区等。

本项目变电站占地面积为 5.78hm^2，属于永久占地，占地类型为建设用地；进站道路长 140m，占地面积 0.25hm^2，属于永久占地，占地类型为耕地和草地。变电站临时占地面积为 1.95hm^2，其中排水管线长 500m，总占地面积 0.45hm^2，属于临时占地，占地类型为耕地和草地；站用电源长 1500m，总占地面积 0.50hm^2，属于临时占地，占地类型为耕地和草地；施工生产生活区位于变电站东侧，占地

面积为 1.00hm²，属于临时占地，占地类型为耕地。

（2）阳泉 500kV 变电站间隔完善工程

阳泉 500kV 变电站间隔完善工程包括扩建区、临时施工道路区和施工生产区。

本项目变电站 500kV 配电装置扩建区占地面积为 0.26hm²，属于永久占地，占地类型为林地。临时占地面积为 0.57hm²，其中临时施工道路长 585m，占地面积 0.37hm²，属于临时占地，占地类型为林；施工生产区位于变电站东侧，占地面积为 0.20hm²，属于临时占地，占地类型为林地。

（3）平城 500kV 变电站间隔扩建工程

平城 500kV 变电站站内扩建 2 个出线间隔，不新增占地。施工场地位于站区内，站外不新增临时占地。

3.1.7.2 输电线路占地面积

输电线路包括塔基区、牵张场区、跨越施工区和施工道路区。

（1）塔基区

本项目输电线路共布设塔基 820 基，拆除杆塔 34 基础。本项目塔基总占地面积为 75.5hm²，其中永久占地面积约 32.80hm²，临时占地 42.7hm²，占地类型为耕地、林地和草地。

（2）牵张场区

牵张场应选择在交通运输方便、视线开阔、锚线容易、直线升空方便的地方。牵张场地应满足牵引机、张力机能直接运送到位，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，同时尽量利用植被覆盖度较低区域。本项目共布设牵张场 52 处，共占地为 7.80hm²，属临时占地，占地类型为耕地、林地和草地。

（3）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，共需要设置 76 个跨越施工区，尽量利用植被覆盖度较低区域，每处占地面积 0.03hm²，共占地 2.28hm²，属于临时占地，占地类型为耕地和林地。

（4）施工道路区

尽量利用现有道路，减少新建施工便道的数量和长度，尽量避开植被良好区域，应尽量选择植被覆盖度较低的裸地。本项目线路需新建临时道路总长约

178.8km，总占地面积为 62.58hm²，属于临时占地，占地类型为林地、耕地和草地。

（5）施工营地及材料站

沿线设施工营地及材料站 4 处，材料站为临时租用民房，不计入本项目占地面积中。

500kV 线路工程施工区域一览表见表 3.15。

表 3.15　500kV 线路工程施工区域一览表

行政区		塔基区	牵张场（个）	材料站（个）	跨越施工区（个）	施工道路（km）
忻州市	代县	194	16	2	16	44.04
	五台县	141	10	-	8	42.96
阳泉市	盂县	168	10	1	18	53.87
	阳泉市郊区	41	2	-	5	3.03
朔州市	应县	134	8	-	11	12.48
大同市	浑源县	118	5	1	14	18.74
	云州区	24	1	-	4	3.68
合计		820	52	4	76	178.80

表 3.16 本项目占地汇总一览表（1）

序号	项目组成		占地类型										合计
			永久占地					临时占地					
			耕地	林地	草地	园地	小计	耕地	林地	草地	园地	小计	
1	新建忻州北 500kV 变电站区	变电站	1.06	4.72	/	/	5.78	/	/	/	/	/	5.78
		进站道路	0.17	/	0.08	/	0.25	/	/	/	/	/	0.25
		排水管线区	/	/	/	/	/	0.29	/	0.16	/	0.45	0.45
		站用电源	/	/	/	/	/	0.38	/	0.12	/	0.50	0.50
		施工生产生活区	/	/	/	/	/	1.00	/		/	1.00	1.00
		小计	1.23	4.72	0.08	/	6.03	1.67	/	0.28	/	1.95	7.98
2	阳泉 500kV 变电站间隔完善工程	扩建区	/	0.26	/	/	0.26	/	/	/	/	/	0.26
		临时施工道路	/	/	/	/	/	/	0.37	/	/	0.37	0.37
		施工生产区	/	/	/	/	/	/	0.20	/	/	0.20	0.20
		小计	/	0.26	/	/	0.26	/	0.57	/	/	0.57	0.83
3	平城 500kV 变电站间隔扩建工程		无新增占地										
4	500kV 输电线路工程	塔基区	10.68	12.40	9.24	0.48	32.80	14.25	16.30	11.55	0.60	42.70	75.50
		牵张场区	/	/	/	/	/	2.85	0.45	4.50	/	7.80	7.80
		跨越施工区	/	/	/	/	/	0.78	0.21	1.29	/	2.28	2.28
		施工道路区	/	/	/	/	/	12.38	31.03	19.18	/	62.58	62.58
		小计	10.68	12.40	9.24	/	32.80	30.26	47.99	36.52	/	115.36	148.16
总计			11.91	17.38	9.32	0.48	39.09	31.93	48.56	36.80	0.60	117.88	156.97

表 3.16 本项目占地汇总一览表（2）

序号	项目组成		行政区划														合计
			永久占地							临时占地							
			云州区	浑源县	应县	代县	五台县	盂县	郊区	云州区	浑源县	应县	代县	五台县	盂县	郊区	
1	新建忻州北 500kV 变电站区	变电站	/	/	/	5.78	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	5.78
		进站道路	/	/	/	0.25	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0.25
		排水管线区	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0.45	/	/	/	0.45
		站用电源	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0.50	/	/	/	0.50
		施工生产生活区	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	1.00	/	/	/	1.00
		小计	/	/	/	6.03	/	/	/	/	/	/	1.95	/	/	/	7.98
2	阳泉 500kV 变电站间隔完善工程	扩建区	/	/	/	/	/	/	0.26	/	/	/	/	/	/	/	0.26
		临时施工道路	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0.37	0.37
		施工生产区	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0.20	0.20
		小计	/	/	/	/	/	/	0.26	/	/	/	/	/	/	0.57	0.83
3	平城 500kV 变电站间隔扩建工程		无新增占地														
4	500kV 输电线路工程	塔基区	0.80	5.04	5.40	7.76	5.56	7.48	0.76	1.00	7.10	6.75	10.10	6.95	9.85	0.95	75.50
		牵张场区	/	/	/	/	/	/	/	0.15	0.75	1.20	2.40	1.50	1.5	0.30	7.80
		跨越施工区	/	/	/	/	/	/	/	0.12	0.42	0.33	0.48	0.24	0.54	0.15	2.28
		施工道路区	/	/	/	/	/	/	/	1.29	6.56	4.37	15.41	15.03	18.86	1.06	62.58
		小计	0.80	5.04	5.40	7.76	5.56	7.48	0.76	2.56	14.83	12.65	28.39	23.72	30.75	2.46	148.16
总计			0.80	5.04	5.40	13.79	5.56	7.48	1.02	2.56	14.83	12.65	30.34	23.72	30.75	3.03	156.97
公益林占用面积			0.68	0.60	0.52	4.57	1.68	3.76	0.32	1.81	1.18	1.03	5.28	6.89	14.57	1.11	44.00
永久基本农田占用面积			0.16	3.00	3.88	2.00	1.20	0.40	0.04	0.57	9.16	8.23	5.62	5.17	1.39	0.13	40.94

3.1.7.3 土石方平衡

本项目在工程施工中尽量做到土石方调配平衡。塔基余土在塔基占地范围内就近平整。

本项目建设期挖填土石方总量为 288.10 万 m^3，其中挖方总量为 143.52 万 m^3，填方总量为 144.58 万 m^3，购土 2.13 万 m^3，余土 1.07 万 m^3。其中建设期剥离表土总量为 73.13 万 m^3，表土回覆 73.13 万 m^3，全部用于后期复耕和植被恢复覆土。

忻州北 500 千伏变电站建设需要外购土方约 0.90 万 m^3，弃土约 0.16 万 m^3，建设单位已初步同山西省忻州市代县枣林镇枣林西村村委会达成购土和弃土综合利用意向。阳泉 500 千伏变电站建设需要外购土方约 1.23 万 m^3，弃土约 0.91 万 m^3，建设单位已初步同山西省阳泉市三郊乡东垴村村委会达成购土和弃土综合利用意向（承诺书见附件 13）。

本项目土石方平衡及流向一览表见表 3.17。

表 3.17（1）本项目土石方平衡及流向一览表单位：万 m^3

项目组成			挖方（万m^3）	填方（万m^3）	借方（万m^3）		余方（万m^3）	
					数量	来源	数量	去向
阳泉500kV变电站间隔完善工程	扩建区	土石方	0.89	0.26	0.25	外购	0.88	综合利用
	临时施工道路	土石方	0.03	0.98	0.98	外购	0.03	综合利用
	施工生产区	土石方	0.01	0.01	——	——	——	——
	小计		0.93	1.25	1.23		0.91	综合利用
平城500kV变电站间隔扩建工程		土石方	0.02	0.02	——	——	——	——
新建忻州北500kV变电站区	变电站（含进站道路）	土石方	2.79	3.53	0.90	外购	0.16	综合利用
	排水管线区	土石方	0.06	0.06	——	——	——	——
	站用电源	土石方	0.23	0.23	——	——	——	——
	施工生产生活区	土石方	0.03	0.03	——	——	——	——
	小计		3.11	3.85	0.90	外购	0.16	综合利用
500kV输电线路区	塔基区	土石方	58.32	58.32	——	——	——	——
	跨越施工区	土石方	0.54	0.54	——	——	——	——
	牵张场区	土石方	1.31	1.31	——	——	——	——
	施工道路区	土石方	6.18	6.18	——	——	——	——
	小计		66.34	66.34	——	——	——	——
合计			70.39	71.45	2.13	外购	1.07	综合利用

表 3.17（2）本项目表土平衡表单位：万 m^3

项目组成			挖方	填方	调入		调出		借方		余方	
					数量	来源	数量	去向	数量	来源	数量	去向
阳泉 500kV 变电站间隔完善工程	扩建区	表土	0.14	0.14								
新建忻州北 500kV 变电站区	变电站(含进站道路)	表土	3.22	3.22								
500kV 输电线路区	塔基区	表土	51.24	51.24								
	施工道路区	表土	18.53	18.53								
合计			73.13	**73.13**								

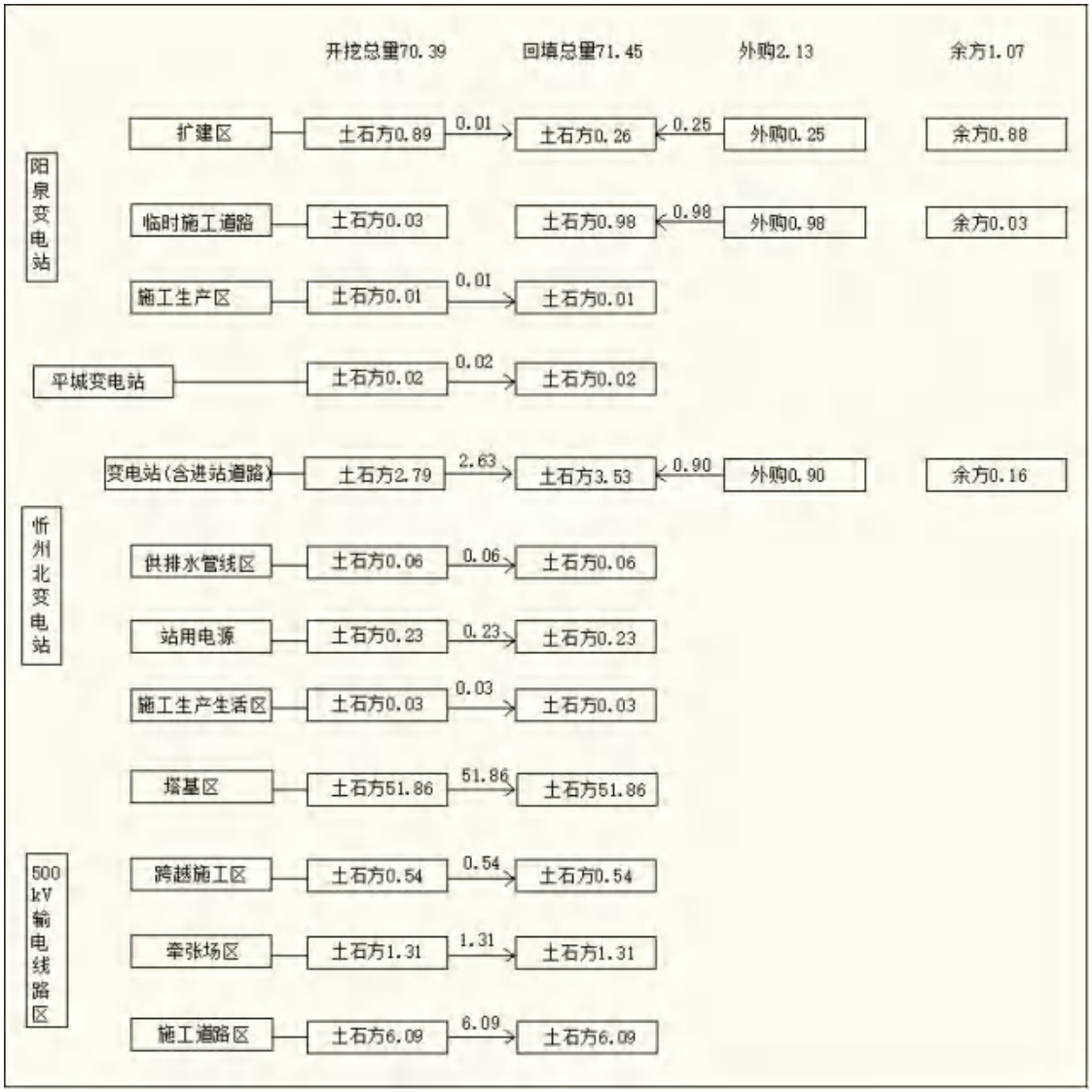


图 3.13 土石方流向框图

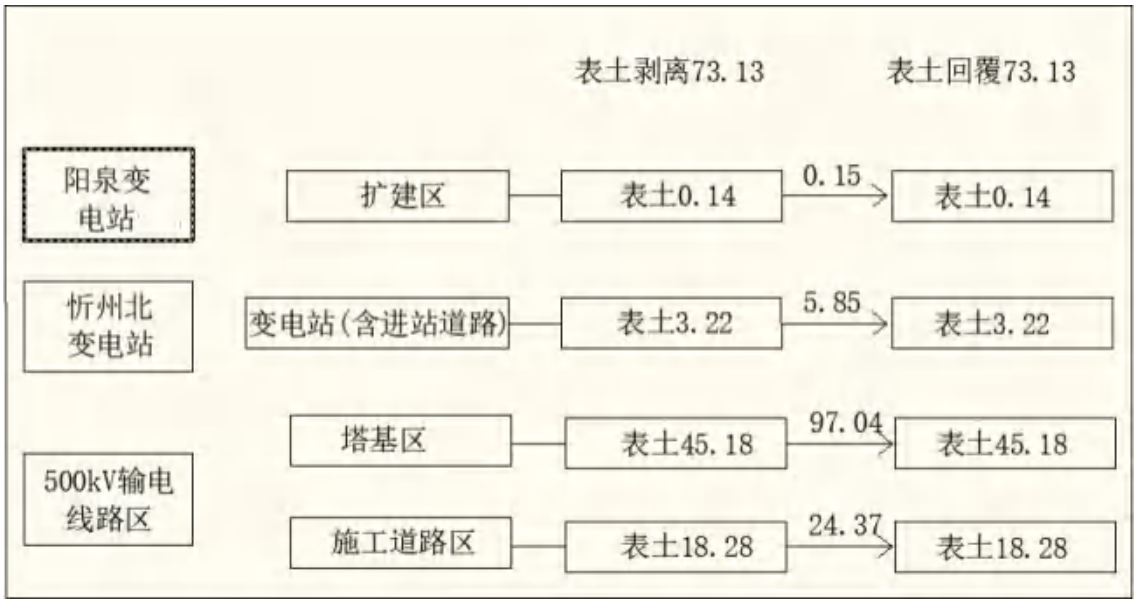


图 3.14 表土流向框图

3.1.8 施工工艺和方法

3.1.8.1 施工工艺

（1）忻州北 500kV 变电站新建工程

1）站区场地平整

本项目变电站施工过程中拟采用机械施工与人工施工相结合的方法，统筹、合理、科学安排施工工序。变电站场地整平时，利用大型机械挖掘、填筑、推平，并使厚度满足要求，振动碾压密实，边角部位采用平板振动夯实。回填施工应避开大雨期，场地内需做好排水措施。

挖方区按设计标高进行开挖，开挖宜从上到下分层分段依次进行。土方回填时填土需分层夯实填平，由于填土较深，为保证质量，回填土的含水率应严格控制，防止形成橡皮土；如土质过干，应洒水湿润再压实。分层填土后，经检查合格方可铺填上层土。施工生产区设置临时堆土场用于堆放站区未及时回填的基槽余土。土方堆置最高不宜超过 4.0m，堆置后需进行拍实，土体周边设置填土编织袋进行挡护，土体采用密目网苫盖。

2）建构筑物基础施工

采用机械、人工相结合的方式开挖基槽，钢模板浇筑钢筋混凝土。砖混、混凝土、预制构件等建材采用塔吊垂直提升。

基础挖填施工工艺流程为：测量定位、放线→土方开挖→清理→垫层施工→基础模板安装→基础钢筋绑扎→浇捣基础砼→模板拆除→人工养护→回填土夯实→成品保护。

3）设备安装

采用机械、人工相结合的方式开挖基槽，钢模板浇制基础，钢管人字柱及螺栓角钢梁构架均在现场组装，采用吊车；设备支架为浇制基础，预制构件在现场组立。

4）站外道路

路基工程土方开挖以机械施工为主，适当配合人力施工的方案，采用挖掘机推运，自卸汽车、压路机配合作业。不能及时利用的土方集中堆放，临时堆土需做好苫盖等防护措施。

5）管沟、管线施工

采用机械和人工相结合的方式开挖沟槽，管道敷设顺序为：测量定线→清除

障碍物→平整工作带→管沟开挖→管材运输、布管→组装焊接→下沟→回填→竣工验收。

堆土外侧采用填土编织袋进行拦挡，管线施工临时堆土顶部采取密目网进行苫盖。土方回填时按照后挖先填、先挖后填的原则进行施工。

（2）500kV 线路新建工程

1）塔基施工

①表土剥离

整个塔基区及周边塔基施工临时占地区在塔基基础开挖前需先对其剥离表土，剥离厚度约为 0.3m。剥离的表土及土方分别堆放在塔基临时施工场地内，堆放地底层铺设彩条布，周边设填土编织袋进行拦挡，顶部采用防尘网或彩条布进行苫盖，并设置临时隔离、拦挡等防护措施防护措施。

②基坑开挖

基坑开挖过程中做好表土的剥离和保护，坚持先挡后堆的原则，预防水土流失。剥离的表层土及土方分别堆放在塔基临时施工场地内，堆放地底层铺设彩条布，周边设填土编织袋进行拦挡，顶部采用防尘网或彩条布进行苫盖。

根据可研设计，本项目线路采用钢筋混凝土板柱基础、挖孔基础、灌注桩基础、岩石锚杆基础等型式。

挖孔桩基础具有埋深较深，底部扩底尺寸较小等特点。这种基础能利用侧壁摩阻力承受上拔荷载，并且深度修正可提高地基的地耐力、增强基础的下压稳定性，可减小塔基发生浅表性垮塌的机率。另外桩基础露头高度可以灵活调节（露头可以达到 3m~4m），减少了基面开方量与护坡量，从而最大限度的减少了对地表植被和周围环境的破坏和污染。这种基础主要用在坡度较陡、场地狭窄、采用其他基础开方量很大的山区塔位，施工时要做好混凝土护壁以保证施工安全。

岩石锚杆基础运用在中等风化且完整的岩石地区。岩石直锚基础采用地脚螺栓锚固；群锚式岩石基础采用机械钻孔，将锚筋直接锚固于灌浆的岩石孔内，借助岩石本身、岩石与细石混凝土、细石混凝土与锚筋的粘结力来抵抗上部铁塔结构传来的外力。

灌注桩基础施工采用钻机钻进成孔，成孔过程中为防止孔壁坍塌，在孔内注入人工泥浆或利用钻削下来的粘性土与水混合的自造泥浆保护孔壁。扩壁泥浆与钻孔的土屑混合，边钻边排出，集中处理后，泥浆被重新灌入钻孔进行孔内补

浆。当钻孔达到规定深度后，安放钢筋笼，在泥浆下灌注混凝土，浮在混凝土之上的泥浆被抽吸入泥浆沉淀池，干化后就地整平。灌注桩基础采用钻机钻进成孔时，每基施工场地需设置一个灌注桩泥浆沉淀池。

钢筋混凝土板柱基础型式是国内传统的基础形式之一。其特点是底板宽度与高度不受刚性角的限制，宽高比可增至 2.5 倍，且混凝土耗量较台阶式基础小，自重轻，可减小对地基的下压力。板式基础底板配有钢筋，柔性较大，抗变形能力强，不易断裂，总体抗地基变形能力强。本项目部分挖孔无法成型区段和压覆煤炭资源及采空区的塔位采用钢筋混凝土板式基础。

③土方堆放

塔基开挖回填后，尚余一定量的土方，考虑到塔基余土具有点多、分散的特点，因此将多余的土方就近堆放在塔基区，采取人工夯实方式对塔基开挖产生的土石方在塔基周边分层碾压，夯实工具采用夯锤。

④混凝土浇筑

采用商品混凝土浇筑，先从一角或一处开始，延入四周。混凝土倾倒入模盒内，其自由倾落高度一般不超过 2m，超过 2m 时设置溜管、斜槽或串筒倾倒，以防离析。混凝土分层浇筑和捣固，每层厚度为 0.2m，留有振捣窗口的地方在振捣后及时封严。

2）铁塔组装

本项目铁塔安装施工采用分解组塔的施工方法。在实际施工过程中，根据铁塔的形式、高度、重量以及施工场地、施工设备等施工现场情况，确定正装分解组塔或倒装分解组塔。利用支立抱杆，吊装铁塔构件，抱杆通过牵引绳的连接拉动，随铁塔高度的增高而上升，各个构件顶端和底部支脚采用螺栓连接。类似本项目线路铁塔组装现场照片见图 3.15。

图 3.15 类似线路工程铁塔组装现场照片

（3）线路架线

线路架线采用张力架线方法施工，不同地形采取不同的放线方法，如：人工拉氢气球、遥控汽艇等工艺，施工人员可充分利用施工道路等场地进行操作，不需新增占地，张力架线施工方法为：架空地线展放及收紧、展放导引绳、牵放牵引绳、牵放导线、锚固导线、紧线临锚、附件安装、压接升空、间隔棒安装、耐张塔平衡挂线和跳线安装等。线路沿线设置牵张场，采用张力机紧线，一般以张力放线施工段作为紧线段，以直线塔作为紧线操作塔。紧线完毕后进行附件、线夹、防振金具、间隔棒等安装。

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

随着科学技术的进步，新材料、新技术的不断出现，飞艇、动力伞和直升机放线技术在输电线路放线施工中得到了广泛应用，具体施工工艺如下：

飞艇放线：先在牵引场将飞艇准备就绪，将已缠在放线轮上的迪尼玛绳（单重5g/m，破断力8kN，具有很好的防紫外线和抗化学腐蚀性、耐疲劳磨损和耐弯曲性）连在飞艇尾部，遥控飞艇沿线路飞向张力场，把迪尼玛绳放到沿线铁塔的放线滑车槽中，飞艇飞到张力场后降落，迪尼玛绳就放通了整个架线区段，再用细绳牵粗绳，一绳牵多绳，相与相间渡绳等操作，最后用牵引绳牵放导线。飞艇放线程序是：飞艇—迪尼玛绳—引绳—导引绳一牵引绳一导线。

直升飞机放线：一般是在机身下悬挂一平衡重物，导引绳连接其上，在地面展放机械的配合下牵引飞过塔位。由塔上人员配合或机上操作人员借助导杆将导引绳放入牵引滑车槽内，再用导引绳牵牵引绳，通过相与相间渡绳等操作，最后用牵引绳牵放导线。

飞艇、直升飞机放线应用在线路穿越林地、山区和江河跨越段，可免除或减少砍伐放线通道和封江断航等代价高昂的作业。类似本项目线路架线组装现场照片见图3.16。

利用气艇架线施工照片

利用小型直升机架线施工照片

图 3.16 类似本项目线路架线组装现场照片

铁塔组立及接地工程施工流程见图 3.17，架线施工流程见图 3.18。

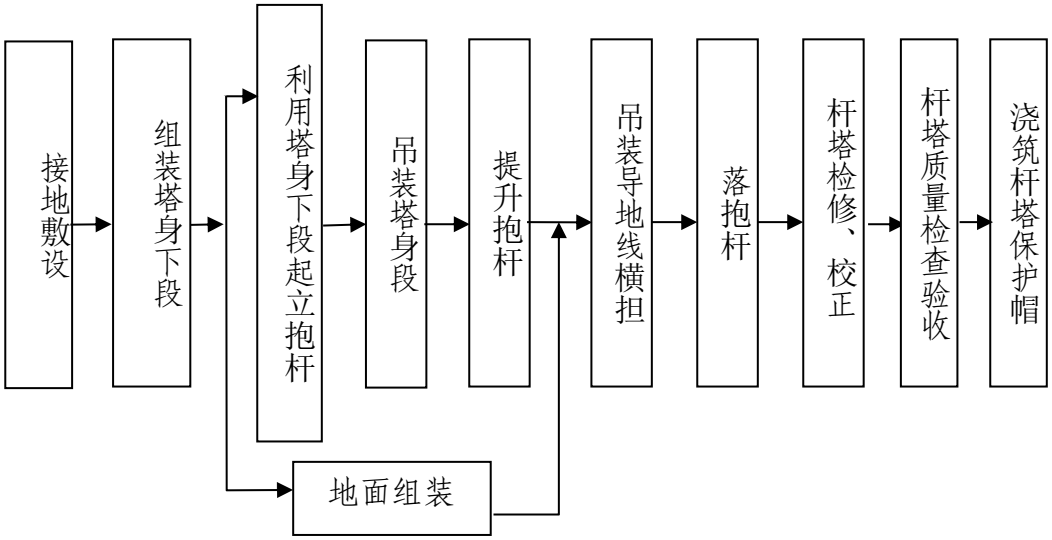


图 3.17 铁塔安装施工流程图

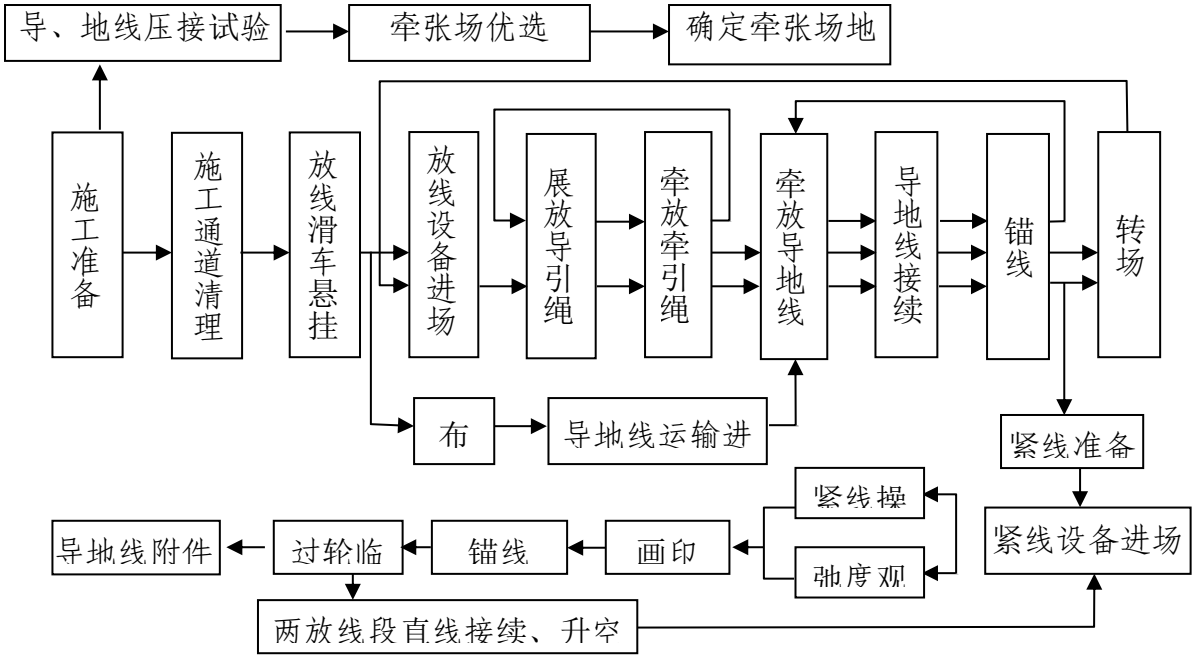


图3.18架线施工流程图

3.1.8.2 施工场地布设

（1）变电站工程

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

忻州北变电站新建工程施工除利用拟选站址区域外，拟在站址东侧设施工生产生活区，占地面积为 1.0hm^2，设置排水管道占地面积 0.45hm^2，设置临时电源线路临时占用约 0.5hm^2；阳泉变电站在站址东侧设置施工生产生活区，用于材料的堆放，面积为 0.20hm^2；平城变电站仅扩建站内间隔，不在站外设施工生产生活区。

（2）线路工程

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

1）塔基施工场地

塔基基础施工临时场地以单个塔基为单位零星布置。在塔基施工过程中每处塔基都有 1 处施工临时占地作为施工场地，用来临时堆置土方、水、材料和工具等。采用灌注桩基础，则需在塔基设置泥浆沉淀池，用于临时沉淀塔基施工泥浆和钻渣。

本项目 500kV 输电线路平均每基铁塔塔基施工场地占地约 0.1hm^2。

2）牵张场

为满足施工放线需要，输电线路沿线需设置牵张场地，牵张场应满足牵引机、张力机能直接运送到位，地形应平坦，能满足布置牵张设备、布置导线及施工操作等要求。

经现场实地调查，本项目线路已避开居民区、风景区、城镇规划区等区域，为满足牵引机、张力机工作，本项目 500kV 线路沿岸拟设 52 处牵张场地，线路平均每处牵张场占地面积约为 0.15hm^2。

牵张场平面布置包括施工通道、机械布置区、导线集放区、锚线区、压接区、工具集放区、工棚布置区、休息区、油料区和标志牌布置区。各区域四周采用硬围栏封闭，区域之间用红白三角旗隔开。

为方便机械设备和导线的运输与吊装，在牵张场地内规划出施工通道，通道宽度在 3.0m 左右，一般满足一辆大卡车通行便可，通道做适当平整后铺设 6mm 厚钢板，钢板铺设做到横平竖直，钢板搭头无上翘。类似项目线路沿线牵张场布置形式照片见图 3.19。

图 3.19 类似项目线路沿线牵张场布置形式照片

3）跨越施工场地

输电线路跨越铁路、道路、电力线路等设施需要搭设跨越架。跨越架一般有三种形式：

①采用木架或钢管式跨越架。

②金属格构式跨越架。

③利用杆塔作支承体跨越。通过调查同类输电工程确定 500kV 交流输电线路平均每处跨越架临时占地面积约 400m^2，交叉跨越角尽量接近 90°，以减少临时占地的面积。类似项目线路临时跨越形式照片见图 3.20。

图 3.20 类似项目线路临时跨越形式照片

4）材料站

根据沿线的交通情况，本项目沿线拟租用沿线民房作为材料站，具体地点将由施工单位选定，便于塔材、钢材、线材、水泥、金具和绝缘子的集散。如线路沿线无可供租用的场地，可将材料堆放于塔基施工场地和牵张场的材料堆放区。

5）施工生活区

输电线路施工时由于线路塔基及牵张场较分散，施工周期短，沿线村庄较多，因此本项目临时施工生活用房采用租用民房的方式解决。

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

3.1.8.3 施工材料运输

（1）变电工程施工材料运输

施工材料均就近采购运输，通过站址附近的国道、省道及县道运输至站址区。

拟建忻州北 500kV 变电站东侧有 119 县道（分枣线）及南侧有 108 国道通过。施工材料采购运输可由繁河高速至代县高速口下，沿 108 国道向繁峙方向行驶约 20km，至里程 443km 处向西北方向（胡峪乡方向）左转，沿 119 县道行约 1.5km 处即到站址，交通十分便利。

平城 500kV 变电站及阳泉 500kV 变电站扩建工程施工材料运输可利用站址周边现有道路和前期工程进站道路。

（2）线路工程施工材料运输

输电线路工程对外交通主要解决建筑材料和牵引张拉设备等运输问题。由于本项目线路沿线交通条件较好，沿线有国道、省道、县道及村道可直接利用，仅有少部分塔位需开辟新的简易道路。

3.1.8.4 施工力能供应

（1）变电工程

拟建忻州北 500kV 变电站施工电源可由站址附近的 10kV 长畛线机井支线 3#杆和 5#杆 T 接，线路长度约为 1.2km。变电站用水站内打井，施工水源按永临结合考虑。

平城 500kV 变电站及阳泉 500kV 变电站扩建工程施工用电分别利用站用电源作为本期扩建施工电源。施工水源利用站内已有水源作为本期扩建施工水源。施工期间的通讯采用无线移动通讯的方式。

（2）线路工程

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

3.1.8.5 生态保护红线、生态敏感区内施工

本项目线路需穿（跨）越生态保护红线、饮用水水源保护区等环境敏感区。根据环境敏感区的特征，有针对性地采用减轻不良环境影响的施工工艺，见表 3.18。

表 3.18 不同类型环境敏感区内施工工艺

类型	施工工艺具体要求
生态保护红线	**一、施工方案及工程内容** 在生态保护红线内永久占地为塔基占地，临时占地有塔基施工区、施工临时道路，不在生态保护红线内设置牵张场和跨越施工场。本项目在生态保护红线范围总占地面积为 24.19hm^2。 （1）塔基 在生态保护红线塔基共计 129 基，其中在恒山以北防风固沙与土地沙化防控生态保护红线立塔 35 基；在五台山生物多样性维护生态保护红线立塔 54 基；在太行山水源涵养生态保护红线内立塔 40 基。 （2）临时道路 本着尽量不在生态保护红线范围内设置牵张场、跨越施工区、临时道路的原则，本项目不在生态保护红线范围设置牵张场和跨越施工场，其中在生态保护红线范围内对于无现状道路情况下修建临时道路 34.88km。 **二、生态保护措施** （1）因地制宜选择塔基基础，在山丘地区采用全方位长短腿与高低不等基础，减少土石方开挖。无法避让集中林区时，采取提高铁塔高度，采用高跨方式，减少林木砍伐。 （2）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。 （3）禁止在生态保护红线区域内设立牵张场、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。 （4）施工临时场地采用宜永临结合，严格控制施工扰动范围，减少扰动面积。施工结束后对临时场地根据原有土地功能进行土地整治和生态恢复，减轻对生态影响。 （5）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。 （6）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。 （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）禁止向生态保护红线内排放污水、倾倒垃圾、废渣、废物及其他污染物。

	（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，减少对保护区内野生动植物的影响。
饮用水水源保护区	**一、施工方案及工程内容** （1）忻州北~平城 500kV 线路工程穿越应县县城饮用水水源保护区二级保护区长约 3.2km，在二级保护区内立塔 7 基，距离一级保护区最近距离约 340m，不在一级饮用水水源保护区内立塔。 （2）忻州北~阳泉 500kV 线路工程一档跨越代县滩上镇集中供水水源保护区二级饮用水水源保护区，跨越长约 65m，不在一级、二级饮用水水源保护区内立塔。 **二、生态保护措施** （1）严格按设计方案，一档跨越代县滩上镇集中供水水源保护区二级饮用水水源保护区，其他临时场地设置在水源地外。 （2）优化塔基设置，远离饮用水源保护区一级保护区范围，在二级保护区范围塔基施工严格控制施工范围，选择质量合格的施工机械，防止漏油等事件发生。 （3）禁止在水源地内设置牵张场、施工营地等临时站场。 （4）线路施工人员不在水源地内设置施工营地，生活污水利用沿线村庄已有设施处理。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，同时机械设备及运输车辆的维修在水源地外进行。 （5）施工期间，施工现场必须建造沉淀池，并在其底部及四周需进行防渗处理，施工废水经处理后全部回用。 （6）工程施工时严格管理，严禁施工人员随意丢弃杂物等对饮用水源保护区水质保护不利的行为。严禁将弃渣、弃土随意丢弃。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。 （7）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。
公益林等林地	**一、施工方案及工程内容** 新建忻州北 500kV 变电站占用省级生态公益林（三级）2.73hm^2。新建 500kV 线路占用各级生态公益林总计 41.27hm^2，其中永久占用 9.40hm^2，临时占用 31.87hm^2。其中占用国家级公益林 7.21hm^2，省级公益林（二级）2.70hm2，省级公益林（三级）7.48hm^2，其他地方公益林 23.89hm^2。 **二、生态保护措施** （1）优化塔基落点，避免塔基落在长势较好、连片分布的林地中央，选择树木稀疏的位置；优化杆塔设计，穿越高大林木时采取加高塔身、缩小输电线路走廊宽度、扩大塔间宽度等措施，减少林木砍伐。 （2）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。

	（3）线路穿越生物多样性较丰富林区时，施工时采用无人机等对生态影响较小的施工工艺进行展放线，减少对植被的影响。 （4）划定施工活动范围。线路穿越林地时，严格控制施工范围，搭建临时围栏，避免砍伐或者破坏施工场地之外的树木，减轻生态扰动的强度。 （5）加强施工人员生态保护意识教育。禁止施工人员在林区吸烟、生活及滥采滥伐，避免误伤野生保护动物，破坏保护植物。 （6）施工结束后，对临时占地造成的植被破坏和塔基四周，根据当地土壤和气候条件，选择乡土植物进行恢复。
文物保护单位建设控制地带	**一、施工方案及工程内容** （1）该项目 500kV 线路拟一档跨越茹越口—马兰口长城保护范围，需要在建设控制地带内立塔，最近塔位距离长城本体约 85m。另外线路位于镇子梁烽火台、马兰庄烽火台、水泉沟 6 号烽火台、刘海窑 1~77 号烽火台、东安峪 1~3 号烽火台的建设控制地带内。在该段长城及周边烽火台建设控制地带内共计新建塔基 9 基塔。 （2）该项目 500kV 线路一档跨越胡峪乡长城村长城保护范围，需要在建设控制地带内立塔 7 基。最近塔位距离长城本体约 73m。 （3）该项目 500kV 线路避让了东段景遗址（省级保护单位），不在其保护范围及建设控制地带建设，距离建设控制地带最近距离约 402m。 **二、生态保护措施** （1）严格按设计避让东段景遗址，不在长城及烽火台 50m 范围的保护范围内新建塔基及其他临时施工场地，采取无害化的一档跨越方式跨越茹越口—马兰口长城和峪乡长城村长城保护范围。 （2）在建设过程中严格控制施工范围，施工前制定有关保护长城的施工方案，确保不对长城相关建筑造成破坏。特别注意施工机械噪声、振动等作业强度，防止施工振动可能对长城相关建筑造成的间接影响。 （3）充分利用现状已有的山路，不新建施工道路。 （4）建设控制地带内杆塔基础推荐人工挖孔，优化施工工艺，以无害化方式跨越长城。 （5）建设控制地带内的杆塔形式、高度、体量、色调尽量与长城的环境风貌相协调，不对文物本体和环境风貌产生影响。
泉域保护区	**一、施工方案及工程内容** （1）忻州北~阳泉 500kV 线路工程涉及坪上泉域，位于坪上泉域裸露岩溶区及一般保护区，新建线路 48km，铁塔 134 基，距离坪上泉域重点保护区约 5.24km。 （2）忻州北~阳泉 500kV 线路工程涉及娘子关泉域重点保护区路线长度为 0.72km，属于利旧段线路，本工程利用 500kV 阳桂线 1#-15#段旧塔接入阳泉 500kV 变电站，该段无土建工程，本次仅更换两根地线为一根 72 芯 OPGW，另一根 96 芯 OPGW；涉及娘子关泉域裸露岩溶区及一般保护区，线路长 34.6km，铁塔 79 基。 （3）阳泉 500kV 变电站间隔完善工程位于娘子关泉域裸露岩溶区。 **二、生态保护措施** （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。在施工期废污水防治采取以下措施：1）施工期间，施工现场必须建造沉淀池，并在其底部及四周需进行防渗处理，位于泉域一般保护区防渗区域防渗层渗透系数应不大于 1.0×10^{-7}cm/s，施工废水经处理后全部回用。2）禁止在重点保护区范围内设置施工营地，临时材料仓库应进行严格防渗防渗层渗透系数应不大于 1.0×10^{-7}cm/s。 （2）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；不得在河道中排放施工产生的废污水及倾倒污物、废渣和生活垃圾。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。 （3）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。 （4）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。 （5）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。 （6）项目建设单位应针对实际情况编制风险事故防治预案，降低风险发生机率，同时制定事故发生后的紧急处理措施。 （7）项目建设单位就项目施工过程中存在的水环境问题要定期向水行政主管部门通报，接受各级水行政主管部门的跟踪检查管理。 （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。 （9）为保证区域水资源管理目标的实现，必须完善本项目的水资源管理监测系统。在本项目运营期，为了及时掌握项目区域水环境动态变化特征，项目单位应积极配合区域水资源管理部门做好周边区域水环境监测工作。

3.1.9 主要经济技术指标

根据项目可研评审意见，本项目静态总投资***万元，环保投资约为***万元，环保投资占总投资的***。本项目施工总工期为 24 个月。

3.1.10 原有项目环保手续情况

（1）阳泉 500kV 变电站

阳泉变电站一期工程隶属山西省阳泉 500kV 输变电工程，于 2007 年 12 月 30 日取得原环境保护部“环审〔2007〕525 号”关于项目环境影响报告书的批复，于 2010 年 5 月 25 日取得了原环境保护部“环验〔2010〕112 号”关于项目竣工环境保护验收意见的通知，通过了竣工环保验收。

阳泉变电站二期工程隶属山西晋中东 500kV 输变电工程，于 2016 年 7 月 18 日取得原山西省环境保护厅“晋环辐射函〔2016〕19 号”关于项目环境影响报告书的批复，于 2020 年 12 月通过了国网山西省电力有限公司组织的竣工环境保护自验收。

（2）平城 500kV 变电站

平城变电站一期工程隶属大同东 500kV 输变电工程，于 2013 年 6 月 26 日取得原山西省环境保护厅“晋环函〔2013〕873 号”关于项目环境影响报告书的批复，于 2016 年 9 月 28 日取得原山西省环境保护厅“晋环辐射函〔2016〕51 号”关于项目竣工环境保护验收意见的通知，通过了竣工环境保护验收。

平城变电站二期工程隶属山西同煤阳高 2×350MW 低热值煤发电项目 500kV 送出工程，于 2016 年 3 月 28 日取得原山西省环境保护厅“晋环函〔2016〕218 号”关于项目环境影响报告书的批复，于 2020 年 5 月通过了国网山西省电力有限公司组织的竣工环境保护自验收。

（3）500kV 输电线路

忻州北~阳泉 500kV 线路工程利用原双回 500kV 阳桂线旧线 2×6km（阳泉~桂山双回 500kV 线 15#~阳泉变），500kV 阳桂 I、II 线隶属山西省阳泉 500kV 输变电工程，其前期环保手续同阳泉 500kV 变电站一期工程。

根据原有项目验收批复意见，本项目涉及变电工程、线路工程沿线的工频电场和工频磁场监测值均小于控制限值，线路塔基周围植被恢复良好，工程采取了有效的生态保护和水土保持措施，未对周边生态产生影响。工程环保手续齐全，

基本落实了环境影响报告书及批复文件提出的污染防治及生态保护措施，公示期间未收到反对意见，工程竣工环境保护验收合格。

根据原有线路环保手续和现场调查情况来看，本项目涉及的变电工程及线路工程已落实了调查报告和批复文件提出的各项环保措施和要求，变电站及线路对周围环境影响符合相应标准要求，没有遗留环保问题。

本期新建500kV线路钻越忻州~石家庄北I、II回500kV线路隶属神木电厂~忻州~石家庄北I、II回500kV输变电工程，该工程环境影响报告书已取得原国家环境保护总局批复（环审〔2005〕296号）。

本期新建500kV线路钻越忻州~石家庄北IV回500kV线路隶属陕西锦界、府谷电厂送出500kV交流输变电工程，该工程环境影响报告书已取得环境保护部批复（环审〔2016〕128号），该工程竣工环境保护验收已取得国家电网有限公司批复（国家电网科〔2022〕147号）。

本期新建500kV线路钻越神二电厂~保北I、II回线路，对原500kV线路进行升高改造。神二电厂~保北I、II回线路工程隶属神保双回500kV输变电工程，该工程开工时间为2003年2月，根据《中华人民共和国环境影响评价法》（2003年9月1日起施行）要求，该工程没有履行环保手续。

本期新建500kV线路钻越托克托~浑源I回500kV线路，对原500kV线路进行升高改造，托克托~浑源I回500kV线路隶属托克托电厂I期500kV送出工程，该工程开工时间为2001年7月，根据《中华人民共和国环境影响评价法》（2003年9月1日起施行）要求，该工程没有履行环保手续；托克托~浑源II回500kV线路隶属托克托电厂II期500kV送出工程，该工程开工时间为2003年1月，根据《中华人民共和国环境影响评价法》（2003年9月1日起施行）要求，该工程没有履行环保手续；托克托~浑源III回500kV线路隶属托克托电厂III期500kV送出工程，该工程开工时间为2004年4月，2005年10月竣工，该工程已取得原国家环境保护总局批复（环审〔2005〕849号）；托克托~浑源IV回500kV线路隶属托克托电厂四回出线加装串补输变电工程，该工程开工时间为2005年11月，2007年10月竣工，该工程环境影响报告书已取得原国家环境保护总局批复（环审〔2006〕330号），该工程竣工环境保护验收已取得环境保护部批复（环验〔2008〕252号）。

3.2 选址选线合理性分析

3.2.1 本项目与周围环境合理性分析

3.2.1.1 变电站选址与环境合理性分析

根据可行性研究报告，设计提出了枣林西村（推荐站址）、枣林东村 2 个比选站址方案，两站址主要技术经济及环境条件比较详见表 3.19。

表 3.19 忻州北 500kV 变电站经济技术和环境条件比选

项目	枣林西村站址（推荐站址）	枣林东村站址	站址比选
地理位置	位于忻州市代县枣林镇，枣林西村北侧约 1.5km 处	位于忻州市代县枣林镇，枣林东村北侧约 2.0km 处	两个站址均位于忻州市代县枣林镇
系统条件	靠近负荷中心	靠近负荷中心	均靠近负荷中心，均具备建站条件
进出线条件	出线走廊较好	出线走廊较好	均具备建站条件
土地利用性质	已纳入国土空间规划	一般耕地，尚未纳入国土空间规划	两个站址国土空间不一样，枣林西村站址已经纳入国土空间总体规划，而枣林东村站址目前为耕地，该站址受到国土空间总体规划影响，不具备建站条件。
地形地貌	站址为恒山山前倾斜平原，以耕地为主，地势起伏较大，地势总趋势为北高南低，场地内南北最大高差约 7m 左右，东侧紧邻已建公路	站址为恒山山前倾斜平原，场地地面开阔平缓，但高差较大，地势总趋势为北高南低，场地内南北最大高差 8m 左右。场地东侧为一条较窄的冲沟	枣林西村站址地形地貌条件优于枣林东村站址
地质条件	场地（1-1）层黄土（粉土）为II级自重湿陷性黄土场地，该层最大厚度为 12.8m	场地（1-1）层黄土（粉土）为 III 级自重湿陷性黄土场地，该层最大厚度为 12.0m	两个站址地质条件基本相当，均具备建站条件
土石方工程量	挖方：60084 填方：67504	挖方：39258 填方：103631	枣林西村站址需要的土石方量少于枣林东村站址的土石方量
生态、水环境敏感区	无	无	均具备建站条件
工程造价	0	+500 万元	枣林西村站址
协议情况	已取得站址协议	未取得站址协议	枣林西村站址优于枣林东村站址

从环保角度分析，枣林西村站址地势较平坦，土方量相对小，土地性质满足要求，交通方便，出线走廊沿南北方向，满足总体规划路径。枣林东村站址场地位土方填方量大，购土多，地质条件较枣林西村站址差，地基处理费用高。同时结合政府已将枣林西村站址纳入国土空间总体规划，本环评同意设计上推荐的枣林西村站址作为推荐站址。

3.2.1.2 输电线路选线与环境合理性分析

本项目选线阶段，对已建、在建以及拟建的输电线路走廊进行了充分研究论证，在符合沿线地方规划、避让重要敏感区、军事设施等多种限制因素的基础上，在保证经济社会效益、系统运行安全的前提下，依托地形条件采取了大部分双回路架设，通过选择合适的塔型，优化线路走廊间距，降低对周围环境影响。

该项目优化路径方案，尽量避让自然保护地和地质遗迹。线路避让了应县南山自然保护区（最近距离 0.95km）、应县镇子梁省级湿地公园（最近距离 0.35km）、尖山省级森林公园（最近 0.6km）、大同睡佛保护区（最近距离 0.2km）；一档跨越盂县梁家寨省级湿地公园恢复重建区，跨越长约 300m，跨越处两侧塔位分别距恢复重建区边界最近约 140m 和 400m，不在湿地公园范围内立塔。

经现场踏勘及与政府部门收资核实，在采取避让的前提下，受地方城镇规划、现有障碍物、自然条件等因素限制，本期线路路径仍穿（跨）越 3 种生态保护红线和生态敏感区、水环境敏感区，但本项目不涉及国家级和省级禁止开发区域，总体符合生态环境保护要求。同时在满足国家、地方相关法律法规及管理要求的前提下对线路路径方案进行环境合理性分析，并将采取一系列环境保护措施减缓不利环境影响，做到无害化通过。本项目线路与与周边生态敏感区及障碍物相对位置关系见图 3.21。

3.2.1.2.1 忻州北~阳泉 500kV 线路工程

（1）路径选择原则

架空输电力线路的路径选择是整个工程建设的关键，它的合理与否直接影响到整个线路的经济和社会效益，本工程路径选择原则如下：

①路径选择应综合考虑施工、运行、交通条件等因素，进行详细的方案技术经济比较，做到安全可靠、经济合理；

②路径选择应充分考虑到 500kV、220kV 电力线的规划，既保证工程线路的经济合理，同时应兼顾同期或远期其他线路路径的走向；

③路径选择应尽量避开矿区和已探明但尚未开采储有重要矿藏地段；

④路径选择应尽量避开滑坡、冲沟等不良地质地带和严重影响安全进行的其他地区；

⑤路径选择应尽量避开林区、旅游开发区、自然保护区、森林公园等环境敏感区；若避让困难，应考虑树木自然生长高度，按跨越设计，减少树木砍伐和对生态的影响；

⑥路径选择应尽量避开城镇规划区和工业区、人口密集区，尽量减少房屋拆迁，减少对生态环境、群众生产、生活的影响；

⑦路径选择应充分考虑地方政府、军事单位等对路径的意见；

⑧路径选择应尽可能缩短线路长度、减少转角个数，降低工程造价。

⑨对标准轨距铁路、高速公路等重要设施时，应注意跨越点的选择，为施工、运行创造条件，并且采用独立耐张段跨越。

⑩综合协调本线路与沿线已建、在建、拟建线路、公路、铁路及其它设施之间的关系；

（2）影响本工程路径选择的因素

①本工程线路需多次跨越滹沱河，治导线内不能立塔，影响路径选择。

②代县、盂县、阳泉郊区境内铁矿、金属矿、粘土矿、采石场等厂矿众多，需要避让，影响路径选择。

③代县境内分布有军事区域、风场等敏感区域，需要避让，影响路径选择。

④五台境内分布有规划示范产业园区、地质遗迹保护区等区域，需要避让，影响路径选择。

⑤盂县境内分布有猫铺村乡村旅游项目、大泉古村原生态景区、规划三峡能

源盂县抽水蓄能项目、盂县藏山碳酸盐岩地貌保护区、光伏场区等区域，需要避让，影响路径选择。

⑥阳泉市郊区境内分布有众多厂矿、乡村旅游项目、光伏场区等区域，需要避让，影响路径选择。

⑦本工程需要钻越±800kV 雁淮线、500kV 忻石 IV、500kV 忻石 I 线、500kV 忻石 II 线、500kV 忻石 III 线、500kV 阳桂 I 线、500kV 阳桂 II 线等多条电力线路，钻越点受控，影响路径选择。

⑧线路沿线需跨越雄忻高铁（在建）、石太客运专线、京原铁路、朔黄铁路、沧榆高速、天黎高速等重要交通干线，跨越点受控，影响路径选择。

⑨线路沿线电力线众多，需跨越多条 220kV 线路、110kV 线路、35kV 线路，跨越点受控，影响路径选择。

（3）路径方案概述

1）忻州北-阳泉（代县段）

控制因素：代县境内铁矿、金属矿、采石场等厂矿众多，代县境内分布有军事管制区域、风场等敏感区域，均需要避让；线路沿线需跨京原铁路、朔黄铁路等重要交通干线，跨越点受控，影响路径选择。

该段线路地势起伏大，线路在尽量靠近公路的情况下并行已建电力线路。

2）忻州北-阳泉（五台县段）

控制因素：五台境内分布有白家庄露天煤矿、白家庄村铝土矿，地质遗迹保护区、黑山大峡谷风景区、规划现代农业产业示范产业园区等，均需避让；线路沿线需跨越雄忻高铁（在建）、沧榆高速等交通干线，跨越点受控，影响路径选择。

3）忻州北-阳泉（盂县段）

控制因素：盂县境内分布有铁矿、粘土矿、采石场等厂矿众多，黑山大峡谷风景区、大泉古村原生态景区、规划三峡能源盂县抽水蓄能项目、盂县藏山碳酸盐岩地貌保护区、光伏场区等区域，均需避让。需要钻越±800kV 雁淮线、500kV 忻石 IV 、500kV 忻石 I 线、500kV 忻石 II 线、500kV 忻石 III 线、500kV 阳桂 I 线、500kV 阳桂 II 线等多条电力线路，钻越点受控。

4）忻州北-阳泉（阳泉郊区段）

控制因素：盂县西山头村-郊区西南异乡段为避免与 500kV 阳桂同塔双回、

500kV 侯阳同塔双回形成密集通道。调整盂县西山头村-郊区西南异乡段路径，走廊宽度需大于 600m，避免形成密集通道。阳泉郊区境内粘土矿、采石场等厂矿众多，需要避让，影响路径选择。

（4）路径比选

设计单位结合线路起止点位置及沿线已有线路、城乡规划等因素，可行性研究阶段提出了东、西 2 个方案进行比选。各方案对比分析情况见图 3.22，两路径方案经济技术和环境条件比较详见表 3.20。

表 3.20 忻州北~阳泉 500kV 线路工程线路路径经济技术和环境条件比选

比较项目		东方案（推荐方案）	西方案（设想比选方案）	差值（东方案-西方案）
新建线路总长度（km）		2×161	2×168	-2×7.0
同塔双回路段长度（km）		119.5	126.5	-7.0
单回路段长度（km）		83	83	0
曲折系数		1.185	1.235	-0.05
地形比例（km）	平地	13	13	0
	丘陵	15	15	0
	一般山区	82	87.5	-5.5
	高山大岭	9.5	11	-1.5
铁塔数量（基）		460	487	-17
林区累计长度（km）		145	159	-14
交叉跨越	高速	3	4	-1
	高铁	1	1	0
	500kV	8	8	0
	220kV	11	14	-3
生态敏感区		一档跨越梁家寨省级湿地公园，不在湿地公园范围内立塔	分别两次一档跨越梁家寨省级湿地公园，不在湿地公园范围内立塔	东西两个方案均需要跨越省级湿地公园
生态保护红线		穿越生态保护红线长约 39.85km，需立塔 94 基	穿越生态保护红线长约 18.25km，需立塔 32 基	由于线路路径受到周围生态敏感区、压覆矿及城镇规划影响，两个方案线路路径均无法避让生态保护红线，东西两个方案均需要穿越生态保护红线，目前东方案占用生态保护红线不可避让性已通过山西省能源局组织专家论证

制约因素	/	①沿线矿产资源 ②规划区 ③生态敏感区	西方案制约因素较多
沿线敏感点分布情况	较少	较少	/
投资情况	0	+7077	/

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

1）生态规划相符性角度比选

由于受线路起止点位置限制，东方案、西方案均无法完全避让生态保护红线，均需穿越生态保护红线的一般生态保护红线及保护地一般控制区，对保护地核心保护区进行了避让；东方案穿越生态保护红线比西方案线路长 10.6km；两个方案均一档跨越梁家寨省级湿地公园，西方案比东方案多跨越 1 次，但均不在湿地公园立塔。因此，从生态规划符合性的角度分析，东方案、西方案穿越生态保护红线条件基本相同。

2）从环境保护角度分析

东方案比西方案双回路段路径短 7.0km，铁塔使用数量少 17 基，且跨越高速公路、电力线较少，项目施工产生的土石方量、临时占地等均要小于西方案。因此，从环境保护的角度分析，东方案优。

3）建设项目可行性分析

①沿线矿产资源：分布有山西五台县智家庄金矿预查区、五台县豆村镇白云村叶腊石普查区、五台县山金矿业有限公司岭底金、山西省五台县代银掌金多金属矿普查区、五台县同丰园新型墙体建材有限公司、五台县沟南乡马家庄鑫盛石料厂、五台县白家庄铝土矿、山西省五台县陈家庄金铜多金属矿预查区、五台县福地矿业有限公司东雷乡上庄铁矿、五台县山金矿业有限公司班掌沟铁矿、山西省五台县士集村铁、金矿普查区、山西省盂县下社-鹤山铌钽矿预查区、山西省盂县小岩沟铝土矿详查区、盂县圣辉石料有限公司、盂县北下庄乡西关头俊海石灰厂、山西省盂县白土坡矿区铝土矿详查区、盂县金源砂矿厂、盂县华行采砂厂、阳泉市佳世通建材有限公司（石灰岩）、阳泉瑞泽工贸有限公司（石灰岩）、阳泉市顺隆矿业有限公司（石灰岩）等矿产资源区。（不可穿越，《中华人民共和国电力设施保护条例实施细则》第十条规定：“任何单位和个人不得在距电力设施范围 500m 内进行爆破作业”）。

②规划区：五台县规划示范产业园区、规划三峡能源盂县抽水蓄能项目、定襄南庄抽水蓄能规划项目、西龙池抽水蓄能项目（不可穿越，需要合理选择线路路径和塔位，保证线路安全，避免线路与规划区发生冲突）。

③生态敏感区：

尖山省级森林公园：可穿越，根据《山西省森林公园条例》（2013 年）第二十八条规定“国家重点工程、省重点基础设施工程建设项目确需征收、征用、占用森林公园林地的，经原森林公园批准机关同意后，按照有关法律法规的规定报批”。

盂县藏山碳酸盐岩地貌地质遗迹：不可穿越，根据《地址遗迹保护管理规定》第十七条规定“任何单位和个人不得在地质遗迹保护区内及可能对地质遗迹造成影响的一定范围内进行采石、取土、开矿、放牧以及其他对保护对象有损害的活动……”。

坪上泉域重点保护区：不可穿越，根据《山西省泉域水资源保护条例》第十条规定，“在泉域的重点保护区内禁止新建、改建、扩建与供水设施和保护水源无关的建设项目”。

水源保护区（拟建）：不可穿越，根据《中华人民共和国水污染防治法》：“禁止在饮用水水源一级保护区内新建、改建、扩建与供水设施和保护水源无关的建设项目；已建成的与供水设施和保护水源无关的建设项目，由县级以上人民政府责令拆除或者关闭；禁止在饮用水水源二级保护区内新建、改建、扩建排放污染物的建设项目”，征询了五台县环保局的意见，该局认为线路不适合从此处经过，会违反国家饮用水水源保护区制度。

综上，西绕行设想线路需途径五台县、定襄县、盂县。线路为了避让生态保护红线，将穿越山西省五台县代银掌多金属矿普查区、矿产资源重点开发区、西龙池抽水蓄能项目、五台县环保局拟设一处地表水源保护区、下庄村西侧烽火台、坪上泉域重点保护区、梁家寨省级湿地公园（共计穿越 2 次），将跨越 500kV 西忻线、500kV 锦忻I-III、220kV 代县-永安单回线路、110kV 永安-滴流蹬牵引站线路，跨越五台-保德高速公路，众多村庄和人口密集区等。输电线路无法穿越矿产资源区，爆破会对线路本质安全造成隐患，而且也要尽量避让生态环境区，因此无法向西侧绕行，忻州北~阳泉 500kV 线路路径唯一。

3.2.1.2.2 忻州北~平城 500kV 线路工程

（1）路径选择原则

架空输电力线路的路径选择是整个工程建设的关键，它的合理与否直接影响到整个线路的经济和社会效益，本工程路径选择原则如下：

①路径选择应综合考虑施工、运行、交通条件等因素，进行详细的方案技术经济比较，做到安全可靠、经济合理；

②路径选择应充分考虑到 500kV、220kV 电力线的规划，既保证工程线路的经济合理，同时应兼顾同期或远期其他线路路径的走向；

③路径选择应尽量避开矿区和已探明但尚未开采储有重要矿藏地段；

④路径选择应尽量避开滑坡、冲沟等不良地质地带和严重影响安全进行的其他地区；

⑤路径选择应尽量避开林区、旅游开发区、自然保护区、森林公园等环境敏感区；若避让困难，应考虑树木自然生长高度，按跨越设计，减少树木砍伐和对生态的影响；

⑥路径选择应尽量避开城镇规划区和工业区、人口密集区，尽量减少房屋拆迁，减少对生态环境、群众生产、生活的影响；

⑦路径选择应充分考虑地方政府、军事单位等对路径的意见；

⑧路径选择应尽可能缩短线路长度、减少转角个数，降低工程造价。

⑨对标准轨距铁路、高速公路等重要设施时，应注意跨越点的选择，为施工、运行创造条件，并且采用独立耐张段跨越。

⑩综合协调本线路与沿线已建、在建、拟建线路、公路、铁路及其它设施之间的关系；

（2）影响本工程路径选择的因素

①避让应县南山省级自然保护区、应县镇子梁省级湿地公园、生态保护红线。

②线路附近存在明长城、北齐长城及烽火台、繁峙古城遗址，影响路径选择。

③本工程需要钻越鄂岳 I、II 线、托源 I、II、III、IV线和神保 I、II 线，钻越点跨越点受控，影响路径选择。

④线路沿线需跨越 G5 大运高速、荣乌高速等，影响路径选择。

⑤应县规划通用机场，影响路径选择。

（3）路径方案概述

1）忻州北-应县

控制因素：应县南山省级自然保护区、明长城、北齐长城及烽火台等文物。

该段线路翻越恒山山脉，地线起伏较大，线路在尽量靠近公路的情况下并行已建电力线路，向西侧绕行应县南山省级自然保护区。

2）应县-浑源县段

控制因素：规划应县通用机场、应县县城规划、明长城及烽火台、应县镇子梁省级湿地公园、应县水源地保护区等

该段线路翻越恒山山脉后处于应县平原地区，线路南侧沿山北麓为明长城及大量烽火台，西北侧为规划应县通用机场及应县县城规划，导致线路必须穿越应县二级水源地保护区。

3）浑源县-云州区段

控制因素：军用机场净空区、新能源厂区范围。

该段线路北侧为军用机场净空区，南侧为已建或规划光伏场区、风电场等。

4）云州区-平城 500kV 变电站

控制因素：睡佛地质遗迹保护区、山西桑干河省级自然保护区、新能源厂区范围、生态红线范围。

该段线路西北侧为睡佛地质遗迹保护区及山西桑干河省级自然保护区实验区、东侧分布有部分光伏厂区及大片生态红线，线路尽量贴近已建线路，尽量减少穿越生态红线长度。

（4）路径比选

结合线路起止点位置及沿线已有线路、城乡规划、矿区等因素，设想了 2 个绕行生态保护红线的方案（西绕行方案和东绕行方案）。各方案对比分析情况见图 3.24，两路径方案经济技术和环境条件比较详见表 3.21。

表 3.21 忻州北~平城 500kV 线路路径经济技术和环境条件比选

比较项目		推荐方案	东绕行方案	西绕行方案	比较
新建线路路径长度（km）		112	115	120	-3/-8
曲折系数		1.203	1.23	1.35	-0.027/-0.147
地形比例（km）	平地	33	57	58	-24/-25
	一般山区	64	43	42	21/22

	高山大岭	15	15	15	0
铁塔数量（基）		324	330	345	-7
交叉跨越	高速	3	3	3	0
	500kV	6	6	6	0
	220kV	8	8	8	0
	110kV	16	16	16	0
生态保护红线		穿越生态保护红线范围长度 16.26m，立塔 35 基	穿越生态保护红线区域约 1.845km，需立塔 2 基	穿越生态保护红线区域约 1.2km，需立塔 1 基	3 个方案均需要穿越生态保护红线，东西绕行方案涉及生态保护红线较少。目前推荐方案占用生态保护红线不可避让性已通过山西省能源局组织专家论证
永久基本农田		穿越永久基本农田长度约 34km	穿越永久基本农田长度约 82km	穿越永久基本农田长度约 89km	东西绕行方案跨越更多永久基本农田区域
限制因素		/	①规划机场 ②烽火台、北齐长城 ③风光储密集区 ④应县镇子梁省级湿地自然公园、山西省应县南山自然保护区、山西恒山省级自然保护区和应县龙首山生态公园 ⑤浑源县城规划区、政府后备规划开发区 ⑥蹑槽沟片麻岩矿 ⑦东绕行方案大面积穿越永久基本农田	①协议禁区 ②应县县城城镇开发边界 ③沿线村庄 ④山西桑干河省级自然保护区 ⑤魏庄遗址、繁峙古城遗址 ⑥西绕行方案需穿越大面积永久基本农田	东西绕行方案限制因素较多
沿线敏感点分布情况		较少	较多	较多	/
投资情况		0	+7077	+8200	/

根据上述综合比较，比选分析如下

1）西绕行设想方案不可行说明

①协议禁区（不可穿越，线路在应县涉及的协议禁区为重要设施）。

②应县县城城镇开发边界（不可穿越，为满足应县远期发展需求，并且保证与人口密集区的安全距离）。

③沿线分布较多村庄等敏感点：周庄村、水沟门村、北马庄村、于嘴村、南庄村、菜地沟村、马鞍山村、新村（不可穿越，村庄和人口密集区属于常见环境敏感区之一，根据国家《110kV～750kV 架空输电线路设计规范》（GB50545-2010）规定，500kV 及以上输电线路不应跨越长期住人的建筑物）。

④山西桑干河省级自然保护区（核心区和缓冲区不可穿越、实验区 500kV 输电线路可穿越。根据《中华人民共和国自然保护区条例》第三十二条规定：在自然保护区的核心区和缓冲区内，不得建设任何生产设施；在自然保护区的实验区内，不得建设污染环境、破坏资源或者景观的生产设施。该保护区大面积为生态保护红线区域，线路应尽量避开）。

⑤魏庄遗址、繁峙古城遗址（不可穿越，根据《中华人民共和国文物保护法》第十七条规定：文物保护单位的保护范围内不得进行其他建设工程或者爆破、钻探、挖掘等作业）。

⑥西绕行方案需穿越大面积永久基本农田。

综上，西绕行设想线路从忻州北 500kV 变电站出线，需途径代县、应县、怀仁县和云州区。线路为了避让生态保护红线、协议禁区、应县城镇开发边界、山西桑干河省级自然保护区、文物保护范围以及村庄和人口密集区，强行绕行会对线路本质安全造成威胁，同时不可避免要穿越大面积永久基本农田，因此西绕行设想线路不可行。

2）东绕行设想方案不可行说明

①规划机场（不可穿越，根据《中华人民共和国民航法》第八十六条规定“在距离航路边界三十公里以内的地带，禁止修建可能影响飞行安全的设施”）。

②烽火台、北齐长城（不可穿越，根据《中华人民共和国文物保护法》第十一条“文物保护单位的保护范围内不得进行其他建设工程”，线路应避让烽火台、北齐长城等国家级文物的保护范围）。

③风光储密集区（不可穿越，风机为电力设施，已划定保护区域，根据《电力设施保护条例》，该区域不可穿越）。

④应县镇子梁省级湿地自然公园、山西省应县南山自然保护区、山西恒山省级自然保护区和应县龙首山生态公园（可穿越，但其大面积为生态保护红线区域，

线路应尽量避开）。

⑤浑源县城规划区、政府后备规划开发区（不可穿越，为满足浑源县远期发展需求，并且保证与人口密集区的安全距离）。

⑥蹑槽沟片麻岩矿（不可穿越，《中华人民共和国电力设施保护条例实施细则》第十条规定："任何单位和个人不得在距电力设施范围 500m 内进行爆破作业"）。

⑦东绕行方案大面积穿越永久基本农田。

综上，东绕行设想线路从忻州北 500kV 变电站出线，需途径代县、应县、浑源县和云州区。线路为了避让山西省应县南山自然保护区、山西恒山省级自然保护区、应县镇子梁省级湿地自然公园、应县龙首山生态公园和一般生态保护红线，不可避让的穿越机场、烽火台、北齐长城、风光储密集区、浑源县城规划区、政府后备规划开发区以及蹑槽沟片麻岩矿，同时不可避免要穿越大面积永久基本农田，因此，东绕行设想线路不可行。

综合以上 3 个方案分析，拟建线路周边分布有多处不可穿越的限制因素，包括协议禁区、城镇开发边界、自然保护地、烽火台、北齐长城、机场、风光储密集区、蹑槽沟片麻岩矿以及村庄和人口密集区等，线路无法绕开上述障碍因素向西或向东走线，同时不可避免要穿越大面积永久基本农田。因此，线路只能沿中间走线至平城 500kV 变电站，该段选路路径方案唯一。

3.2.2 穿（跨）越生态保护红线的唯一性论证

3.2.2.1 线路穿越生态保护红线情况

本期新建忻州北 500kV 变电站站址不涉及山西省生态保护红线，忻州北 500kV 输变电工程穿越的生态保护红线类型共计 3 种，穿越生态保护红线的长度总计 56.11km（同塔双回线路穿越生态保护红线的长度为 28.06km，单回线路穿越生态保护红线的长度为 28.05km），在生态保护红线范围内立塔 129 基（同塔双回线路在生态保护红线范围内新建塔基 65 基，单回线路在生态保护红线范围内新建塔基 64 基）。其中，穿越恒山以北防风固沙与土地沙化防控生态保护红线长为 16.26km，立塔 35 基；穿越五台山生物多样性维护生态保护红线长为 23.30km，立塔 54 基；穿越太行山水源涵养生态保护红线长为 16.55km，立塔 40 基。

山西忻州北 500kV 输变电工程已于 2022 年 10 月 25 日由山西省能源局组织

召开了《山西忻州忻州北 500kV 输变电工程穿越生态保护红线不可避让论证报告》专家评审会，会议通过工程选线具有不可避让性；2023 年 6 月 29 日，山西省自然资源厅组织省生态环境厅、省林业和草原局、省能源局等部门召开了《山西忻州忻州北 500kV 输变电工程不可避让生态保护红线和减缓生态环境影响措施报告》专家论证会，会议通过工程选线具有不可避让性。

按照穿越生态保护红线的性质、类型、区域等，将本工程穿越生态保护红线的区段分成十二段，分段情况及项目与生态保护红线位置关系见示意图 3.26。

（1）穿越恒山以北防风固沙与土地沙化防控生态保护红线范围：本项目涉及的恒山以北防风固沙与土地沙化防控生态保护红线区域为第一至第四段，位于大同市云州区、浑源县及朔州市应县，涉及的生态保护红线为非自然保护地生态保护红线。该生态保护红线以灌丛生态系统为主，其次为森林生态系统，主导生态功能为防风固沙和土地沙化防控。穿越该生态保护红线范围长度为 16.26km，在生态保护红线内立塔 35 基。

（2）穿越五台山生物多样性维护生态保护红线范围：本项目涉及的五台山生物多样性维护生态保护红线区域为第五至第九段，位于山西省忻州市的代县及五台县，涉及的生态保护红线为非自然保护地生态保护红线。该生态保护红线以森林、灌丛、草地生态系统，主导生态功能为生物多样性维护和水源涵养。穿越生态保护红线长度 23.30km，在生态保护红线内立塔 54 基。

（3）穿越太行山水源涵养生态保护红线范围：本项目涉及的太行山水源涵养生态保护红线区域为第十至第十二段，位于山西省阳泉市盂县，涉及的生态保护红线为非自然保护地生态保护红线与自然保护地一般控制区。该生态保护红线以森林、灌丛和草地生态系统为主，其次是草地生态系统，主导生态功能为水源涵养和水土保持。涉及的自然保护地为盂县梁家寨省级湿地公园一般控制区。穿越生态保护红线长度为 16.55km，在生态保护红线内立塔 40 基。

本项目穿越生态保护红线情况详见表 3.22。

表 3.22 本项目线路穿越生态保护红线情况一览表

生态保护红线名称	分段	穿越红线长度（km）	红线内塔基数（基）	穿越形式	红线类型	涉及自然保护地名称	市、县	备注
恒山以北防风固沙与土地沙化防控生态保护红线	第一段	10.05	21	穿越	非自然保护地	/	应县	图3.26
	第二段	4.33	9	穿越	非自然保护地	/	云州区	图3.26

	第三段	1.14	3	穿越	非自然保护地	/	浑源县	图3.26
	第四段	0.74	2	穿越	非自然保护地	/	云州区	图3.26
	小计	6.26	35	–				
五台山生物多样性维护生态保护红线	第五段	7.72	18	穿越	非自然保护地	/	代县	图3.26
	第六段	2.53	7	穿越	非自然保护地	/	代县	图3.26
	第七段	6.59	13	穿越	非自然保护地	/	五台县	图3.26
	第八段	5.51	14	穿越	非自然保护地	/	五台县	图3.26
	第九段	0.95	2	穿越	非自然保护地	/	五台县	图3.26
	小计	23.30	54	-				
太行山水源涵养生态保护红线	第十段	0.03	0	一档跨越	自然保护地	盂县梁家寨省级湿地公园	盂县	图3.26
		2.33	4	穿越	非自然保护地	/	盂县	
	第十一段	2.74	6	穿越	非自然保护地	/	盂县	图3.26
	第十二段	11.45	30	穿越	非自然保护地	/	盂县	图3.26
	小计	16.55	40	-				
合计		56.11	129	-				

3.2.2.2 线路路径优化

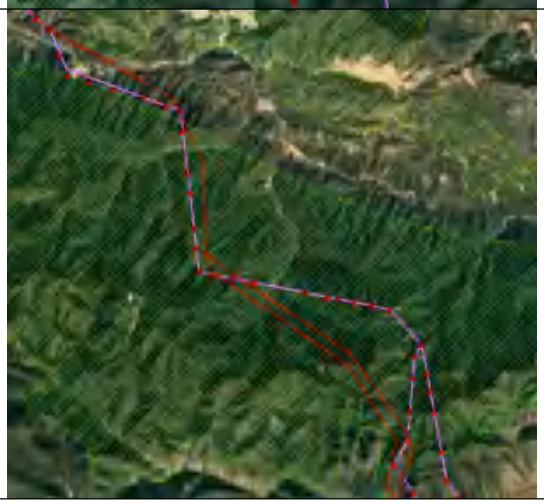
根据建设单位提出的环评单位和设计单位深度沟通、协调一致的要求，环评单位根据收资情况，针对线路涉及的生态保护红线向设计单位予以提资，并提出优化要求：针对线路进入生态保护红线段路径，向设计提出了深化设计、优化方案的要求，尽量避让生态保护红线等生态敏感区，确实无法避让时采取无害化跨越措施或尽量减少在保护区范围内立塔数量等措施要求。

工程设计根据环评要求对线路穿（跨）越生态保护红线段进行了深化优化设计，尽量优化线路路径，并尽量减少立塔数量。线路设计按环评要求针对生态保护红线的优化情况详见表 3-23。

表 3-23 本项目线路设计按环评要求针对环境敏感区的优化情况

序号	位置	可研阶段与线路的相对位置关系	根据环评要求优化后与线路的相对位置关系	图示
1	第五段	长度 10.37km，立塔 20 基	长度 7.72km，立塔 18 基	
2	第六段	长度 3.49km，立塔 8 基	长度 2.53km，立塔 7 基	

3	第七段	长度 7.35km，立塔 16 基	长度 6.59km，立塔 13 基	
4	第八段	长度 5.35km，立塔 15 基	长度 5.51km，立塔 14 基	
5	第十段	长度 3.05km，立塔 6 基	长度 2.33km，立塔 4 基	

6	第十一段	长度 4.66km，立塔 8 基	长度 2.33km，立塔 4 基	
7	第十二段	长度 15.39km，立塔 34 基	长度 11.45km，立塔 30 基	

注：紫色为可研阶段线路路径，红线为优化线路路径。

3.2.2.3 线路穿越生态保护红线的唯一性分析

山西忻州北 500kV 输变电工程已于 2022 年 10 月 25 日由山西省能源局组织召开了《山西忻州忻州北 500kV 输变电工程穿越生态保护红线不可避让论证报告》专家评审会，会议通过工程选线具有不可避让性；2023 年 6 月 29 日，山西省自然资源厅组织省生态环境厅、省林业和草原局、省能源局等部门召开了《山西忻州忻州北 500kV 输变电工程不可避让生态保护红线和减缓生态环境影响措施报告》专家论证会，会议通过工程选线具有不可避让性。

（1）第一段

1）线路穿越生态保护红线概况

该段线路位于应县，线路自忻州北 500kV 变电站北侧出线后向北走线，经代县，在应县北马庄村北侧进入恒山以北防风固沙与土地沙化防控生态保护红

线，之后继续向东北走线，在岑嘴村西北侧穿出生态保护红线，其间在岑嘴村西侧有部分线路不在生态保护红线内。本段线路穿越生态保护红线长度为10.05km，在生态保护红线范围立塔 21 基。

2）方案比选

该段线路大体呈西南-东北走向，若线路从 G118 处向西侧绕行，则无法避让协议禁区，因此，线路无法从西侧绕行走线。

针对该段线路（G118~G89）线路，考虑从 G118 处向东侧绕行作为该段线路的比选方案。其中方案一(推荐方案）为穿越生态保护红线路径，方案二（比选方案）为从东侧绕行完全避让生态保护红线路径。

表 3-24 线路第一段穿越生态保护红线路径方案比选

<table>
<tr><th>方案
项目</th><th>方案一（推荐方案）</th><th>方案二（比选方案）</th><th>比较结论</th></tr>
<tr><td>架空长度</td><td>12.7km</td><td>16.9km</td><td rowspan="2">方案一线路路径长度较短，塔基数少</td></tr>
<tr><td>杆塔基数（基）</td><td>30</td><td>39</td></tr>
<tr><td>地形</td><td>山地</td><td>山地、平地</td><td>方案一相对平缓</td></tr>
<tr><td>涉及生态保护红线情况</td><td>穿越生态保护红线总长度 10.05km，新建塔基 21 基</td><td>完全避让</td><td>/</td></tr>
<tr><td>涉及永久基本农田情况</td><td>从山上走线，避让永久基本农田</td><td>在永久基本农田内新建约 15 基塔</td><td>方案二占用较多永久基本农田</td></tr>
<tr><td>限制因素</td><td>生态保护红线</td><td>①跨越应县龙首山生态公园；
②多处跨越光伏场区、风光储密集区；
③跨越四联社村、浅涧村、高窑村等村庄和人口密集区；
④跨越大面积永久基本农田。</td><td>方案二主要受限于应县龙首山生态公园、风光储密集区、村庄和人口密集区、永久基本农田</td></tr>
<tr><td>结论</td><td colspan="3">通过以上 2 个线路方案总结，方案二线路路径长度更长，且沿线限制因素更多。如线路需跨越应县龙首山生态公园，多处跨越光伏场区、风光储密集区，对周边规划、产业布局有较大影响；跨越四联社村、浅涧村、高窑村等村庄和人口密集区，靠近人类生产生活区域，受到高压线路电磁影响更大，需要拆迁大量跨越区域房屋；线路跨越大面积永久基本农田，由于处于山区，优质的耕地资源较稀缺，因此不符合当地的节约土地资源管理要求。
因此基于以上限制因素，线路不可避免穿越生态保护红线，选择方案一作为推荐方案。</td></tr>
</table>

3）唯一性分析

通过以上 2 个路径方案比选，方案二线路路径长度更长，且沿线限制因素更多。如线路需跨越应县龙首山生态公园，多处跨越光伏场区、风光储密集区，对周边规划、产业布局有较大影响，特别是由于风机扇叶转动半径较大，线路临近风机存在较大安全风险；跨越四联社村、浅涧村、高窑村等村庄和人口密集区，靠近人类生产生活区域，受到高压线路电磁影响更大，需要拆迁大量跨越区域房屋；线路跨越大面积永久基本农田，由于处于山区，优质的耕地资源较稀缺，因此不符合当地的节约土地资源管理要求。

因此基于以上限制因素，线路不可避免穿越生态保护红线，为了尽量少的在生态保护红线内立塔，选择直线跨越该段生态保护红线，因此该段线路路径方案唯一。路径比选见示意图 3.27，线路穿越生态保护红线卫星影像见图 3.28。

（2）第二段

1）线路穿越生态保护红线概况

该段线路位于云州区，线路自上祝安村北侧进入恒山以北防风固沙与土地沙化防控生态保护红线，之后向东北走线，在南庄村东侧穿出生态保护红线，其间有部分线路不在生态保护红线内。该段线路因穿越高山大岭地区，同塔双回路易发生放电事故，因此采用两条单回路走线。西侧单回线路穿越生态保护红线长度为 2.41km，在生态保护红线范围立塔 5 基。东侧单回线路穿越生态保护红线长度为 1.92km，在生态保护红线范围立塔 4 基。因此，本段线路穿越生态保护红线长度共为 4.33km，在生态保护红线范围立塔 9 基。

2）方案比选

该段线路大体呈西南-东北走向，线路西侧分布大范围恒山以北防风固沙与土地沙化防控生态保护红线，因此，线路无法从西侧绕行走线，设想从东侧绕行的可能性。

针对该段线路（A74~A61X 和 B73~B61）线路，考虑从东侧绕行作为该段线路的比选方案。其中方案一(推荐方案）为穿越生态保护红线路径，方案二（比选方案）为从东侧绕行完全避让生态保护红线路径。

表 3-25 线路第二段穿越生态保护红线路径方案比选

项目＼方案	方案一（推荐方案）	方案二（比选方案）	比较结论
架空长度	A：6.1km B：5.7km	A：6.2km B：6.0km	方案一线路路径长度较短，塔基数少
杆塔基数（基）	27	31	
地形	山地	山地	相同
涉及生态保护红线情况	本段线路穿越生态保护红线长度共为 4.33km，在生态保护红线范围立塔 9 基。	完全避让	/
涉及永久基本农田情况	从山上走线，避让永久基本农田	在 A74、B73 向东穿越部分上祝安村永久基本农田，立塔约 3 基	方案二占用较多永久基本农田
限制因素	生态保护红线	①多处跨越浑源县已建的成片光伏场区、风光储密集区； ③跨越上祝安村等村庄和人口密集区； ④跨越永久基本农田。	方案二主要受限于风光储密集区、村庄和人口密集区、永久基本农田

结论	通过以上 2 个线路方案总结，方案二线路路径长度更长，且沿线限制因素更多。如线路需多处跨越浑源县已建的成片光伏场区、风光储密集区，对周边规划、产业布局有较大影响；跨越上祝安村等村庄和人口密集区，靠近人类生产生活区域，受到高压线路电磁影响更大，需要拆迁大量跨越区域房屋；线路跨越上祝安村永久基本农田，由于处于山区，优质的耕地资源较稀缺，因此不符合当地的节约土地资源管理要求。 因此基于以上限制因素，线路不可避免穿越生态保护红线，选择方案一作为推荐方案。

3）唯一性分析

通过以上 2 个线路方案总结，方案二线路路径长度更长，且沿线限制因素更多。如线路需多处跨越浑源县已建的成片光伏场区、风光储密集区，对周边规划、产业布局有较大影响，特别是由于风机扇叶转动半径较大，线路临近风机存在较大安全风险；跨越上祝安村等村庄和人口密集区，靠近人类生产生活区域，受到高压线路电磁影响更大，需要拆迁大量跨越区域房屋；线路跨越上祝安村永久基本农田，由于处于山区，优质的耕地资源较稀缺，因此不符合当地的节约土地资源管理要求。

因此基于以上限制因素，线路不可避免穿越生态保护红线，为了尽量少的在生态保护红线内立塔，在避让光伏场区的情况下在生态保护红线边缘走线，因此该段线路路径方案唯一。选择方案一作为推荐方案。路径比选见示意图 3.29，线路穿越生态保护红线卫星影像见图 3.30。

（3）第三段

1）线路穿越生态保护红线概况

该段线路位于浑源县，线路自菜地沟村北侧进入恒山以北防风固沙与土地沙化防控生态保护红线，之后向东北走线，在上窑村西北侧穿出生态保护红线。线路出生态保护红线后继续向东北走线，在吴城乡吴城村西侧两次穿越恒山以北防风固沙与土地沙化防控生态保护红线，均为一档跨越。本段线路共 3 次穿越恒山以北防风固沙与土地沙化防控生态保护红线，共穿越生态保护红线长度为 1.14km，在生态保护红线范围内立塔共 3 基。

2）线路穿越生态保护红线唯一性分析

该段线路呈西南-东北走向，500kV 托源I-IV已建输电线路大致呈东西走向，与拟建线路交叉。受钻越点限制，结合地形考虑，本段线路需从已建线路最高点处钻越。此外，线路首次穿越恒山以北防风固沙与土地沙化防控生态保护红线区域的西侧山势陡峭，高差较大，影响塔位的安全。G30、G31 北侧为发育阶段冲沟，地形破碎化严重，不符合立塔标准。因此，线路无法从西侧绕行走线；线路东侧为冲沟发育、地形破碎地带，不宜立塔，容易造成倒塔风险。除此之外，本段线路东侧还分布有大范围的风光储密集区、碾槽沟片麻岩矿以及村庄和人口密集区。因此，线路无法从东侧绕行走线。

综上，线路向西或东侧绕行均不可行，本段线路路径具有唯一性。障碍物见示意图 3.31，线路穿越生态保护红线卫星影像见图 3.32。

（4）第四段

1）线路穿越生态保护红线概况

该段线路位于云州区，线路自东后子口村西南侧穿越恒山以北防风固沙与土地沙化防控生态保护红线，穿越长度约为 0.74km，在生态保护红线范围内立塔 2 基。

2）方案比选

该段线路大体呈南-北走向，若线路向西侧绕行，由于生态保护红线分布，亦不可避免穿越生态红线，若考虑从狭窄区域穿越，需要穿越规划滑雪场，平行于已有 500kV 雁平线输电线路走线，则易发生线路覆冰现象。根据《110kV～750kV 架空输电线路设计规范》（GB50545-2010）》，线路覆冰的必要条件包括以下三方面：一是具有足够可冻结的气温，即零度以下；二是具有较高的湿度；三是具有可使空气中水滴运动的风速，即风速大于 1m/s。滑雪场这样的“微地形”、“微气象”给线路局部区域提供覆冰所需的气象条件，输电线路覆冰引起的故障严重影响了电力系统的安全正常运行，给社会经济带来巨大的损失。若线路沿着滑雪场外已有线路走线，则会穿越更长的生态保护红线。因此，线路无法从西侧绕行走线,设想从东侧绕行的可能性。

针对该段线路（G7~G2）线路，考虑从东侧绕行作为该段线路的比选方案。其中方案一(推荐方案）为穿越生态保护红线路径，方案二（比选方案）为从东侧绕行完全避让生态保护红线路径。

表 3-26 线路第四段穿越生态保护红线路径方案比选

方案 项目	方案一（推荐方案）	方案二（比选方案）	比较结论
架空长度	2.3km	3.5km	方案一线路路径长度较短，塔基数少
杆塔基数（基）	6	11	
地形	山地	山地，多位于发育冲沟，地形破碎	方案二多位于发育冲沟，地形破碎，不易立塔
涉及生态保护红线情况	穿越长度约为 0.74km，在生态保护红线范围内立塔 2 基。	完全避让	/
涉及永久基本农田情况	避让永久基本农田	避让永久基本农田	均避让永久基本农田

限制因素	生态保护红线	①多位于发育冲沟，地形破碎，不易立塔； ②需要 4 次跨越已有线路，无合适交叉跨越点位，亦增加了跨越处安全风险。	方案二主要受限于地形、多次跨越已有线路等因素，立塔条件差，存在安全风险
结论	通过以上 2 个线路方案总结，方案二线路路径长度更长，且沿线限制因素更多。如线路多位于发育冲沟，地形破碎化严重，不良地质导致倒塔等安全风险较高，不符合立塔标准；同时 4 次跨越已有线路，增加投资，亦增加了跨越处安全风险。 因此基于以上限制因素，线路不可避免穿越生态保护红线，选择方案一作为推荐方案。		

3）唯一性分析

通过以上 2 个线路方案比选，方案二线路路径长度更长，且沿线限制因素更多。如线路多位于发育冲沟，地形破碎化严重，不良地质导致倒塔等安全风险较高，不符合立塔标准；同时 4 次跨越已有线路，无合适交叉跨越点位，亦增加了跨越处安全风险。

因此基于以上限制因素，线路不可避免穿越生态保护红线，为了尽量少的在生态保护红线内立塔，选择在生态保护红线分布相对较较窄的区域直线跨越，因此该段线路路径方案唯一。路径比选见示意图 3.33，线路穿越生态保护红线卫星影像图见图 3.34。

（5）第五段

1）线路穿越生态保护红线概况

该段线位于代县，线路自宋王寺村东侧以 2 条单回路线进入五台山生物多样性维护生态保护红线，之后向东南走线，在殷家会村东南侧穿出生态保护红线，其间有部分线路不涉及生态保护红线。该段线路因穿越高山大岭地区，同塔双回路易发生放电事故，因此采用两条单回路走线。西侧单回线路穿越生态保护红线长度为 3.17km，在生态保护红线范围立塔 7 基。东侧单回线路穿越生态保护红线长度为 4.55km，在生态保护红线范围立塔 11 基。因此，本段线路穿越生态保护红线长度共为 7.72km，在生态保护红线范围立塔 18 基。

2）方案比选

该段线路大体呈西北-东南走向，线路东、西两侧分布大范围生态保护红线、协议禁区、地震台、代县新华能风电场、忻州市嘉恒矿业有限公司（金矿、银矿）、代县圣辉金矿有限公司（金矿等）一采区、矿产资源重点开发区以及王家会村、段家湾村、两家店村、石家湾村、玄泉村等村庄和人口密集区。

首先在殷家会村附近由于已有多条输电线路在两片生态保护红线之间占用了通道，因此本期线路（GB61~GB55 和 GA62~GA57）没法避让生态保护红线从其中间走线；其次线路东侧为矿产资源重点开发区和代县新华能风电场，因此线路无法从东侧绕行避让生态保护红线。设想从西侧（石家湾村~两家店村~段家湾村~王家会村）绕行的可能性。

针对该段线路（GB53~GB43 和 GA53~GA42）线路，考虑从西侧绕行作为该段线路的比选方案。其中方案一(推荐方案）为穿越生态保护红线路径，方案二（比选方案）为从西侧绕行完全避让生态保护红线路径。

表 3-27 线路第五段穿越生态保护红线路径方案比选

方案 项目	方案一（推荐方案）	方案二（比选方案）	比较结论
架空长度	GA：5.5km GB：5.8km	GA：8.4km GB：8.1km	方案一线路路径长度较短，塔基数少
杆塔基数（基）	22	36	
地形	山地	山地，多位于河谷地形，发育冲沟，地形破碎	方案二多位于河谷地形，发育冲沟，地形破碎，不易立塔

涉及生态保护红线情况	穿越生态保护红线长度共为7.72km，在生态保护红线范围立塔 18 基。	完全避让	/
涉及永久基本农田情况	避让永久基本农田	避让永久基本农田	均避让永久基本农田
限制因素	生态保护红线	①多位于河谷地形，发育冲沟，地形破碎，不易立塔； ②跨越石家湾村、两家店村、段家湾村、王家会村等村庄 ③4 次跨越已有线路，无合适交叉跨越点位，亦增加了跨越处安全风险。	方案二主要受限于地形、跨越村庄和人口密集区、多次跨越已有线路等因素，立塔条件差，存在安全风险
结论	通过以上 2 个线路方案总结，方案二线路路径长度更长，且沿线限制因素更多。如线路多位于河谷地形，发育冲沟，地形破碎化严重，不良地质导致倒塔等安全风险较高，不符合立塔标准；跨越石家湾村、两家店村、段家湾村、王家会村等村庄和人口密集区，靠近人类生产生活区域，受到高压线路电磁影响更大，需要拆迁大量跨越区域房屋；同时 4 次跨越已有线路，增加投资，亦增加了跨越处安全风险。 因此基于以上限制因素，线路不可避免穿越生态保护红线，选择方案一作为推荐方案。		

3）唯一性分析

通过以上 2 个线路方案比选，方案二线路路径长度更长，且沿线限制因素更多。如线路多位于河谷地形，发育冲沟，地形破碎化严重，不良地质导致倒塔等安全风险较高，不符合立塔标准；跨越石家湾村、两家店村、段家湾村、王家会村等村庄和人口密集区，靠近人类生产生活区域，受到高压线路电磁影响更大，需要拆迁大量跨越区域房屋；同时 4 次跨越已有线路，无合适跨越点位，亦增加了跨越处安全风险。

因此基于以上限制因素，线路不可避免穿越生态保护红线，为了尽量少的在生态保护红线内立塔，在生态保护红线边缘零碎区域直线跨越，因此该段线路路径方案唯一。路径比选示意图见图 3.35，线路穿越生态保护红线卫星影像见图 3.36。

（6）第六段

1）线路穿越生态保护红线概况

该段线路位于代县，线路自马桥村东北侧进入五台山生物多样性维护生态保护红线，之后向南走线，在龙王堂村北侧穿出生态保护红线，本段线路穿越生态保护红线长度为 2.53km，在生态保护红线范围立塔 7 基。

2）方案比选

该段线路大体呈北-南走向，线路东、西两侧分布大范围生态保护红线、忻州市嘉恒矿业有限公司（金矿、银矿）、代县圣辉金矿有限公司（金矿等）一采区、代县圣辉金矿有限公司（金矿等）二采区、代县新华能风电规划风机、代县宏发铁矿粉精加工有限公司、代县崔家庄铁矿普查区等。其中东侧大面积为代县新华能风电规划风机、代县宏发铁矿粉精加工有限公司、代县崔家庄铁矿普查区等，因此，线路向东侧绕行不可行。设想从西侧（穿越两片生态保护红线之间区域）绕行的可能性。

针对该段线路（G79A~G70）线路，考虑从西侧绕行作为该段线路的比选方案。其中方案一(推荐方案）为穿越生态保护红线路径，方案二（比选方案）为从西侧绕行完全避让生态保护红线路径。

表 3-28 线路第六段穿越生态保护红线路径方案比选

方案 项目	方案一（推荐方案）	方案二（比选方案）	比较结论
架空长度	4.6km	5.2km	方案一线路路径长度较短，塔基数少
杆塔基数（基）	10	14	
地形	山地	山地，多位于河谷地形，发育冲沟，地形破碎	方案二多位于河谷地形，发育冲沟，地形破碎，不易立塔
涉及生态保护红线情况	穿越生态保护红线长度为 2.53km，在生态保护红线范围立塔 7 基。	完全避让	/
涉及永久基本农田情况	避让永久基本农田	零星穿越永久基本农田，立塔 3 基	方案二需要穿越永久基本农田

限制因素	生态保护红线	①多位于河谷地形，发育冲沟，地形破碎，不易立塔； ②跨越马桥村等村庄 ③2 次跨越已有线路，无合适跨越点位，亦增加了跨越处安全风险。 ④零星穿越永久基本农田，立塔 3 基	方案二主要受限于地形、跨越村庄和人口密集区、永久基本农田、多次跨越已有线路等因素，立塔条件差，存在安全风险
结论	通过以上 2 个线路方案总结，方案二线路路径长度更长，且沿线限制因素更多。如线路多位于河谷地形，发育冲沟，地形破碎化严重，不良地质导致倒塔等安全风险较高，不符合立塔标准；跨越马桥村等村庄和人口密集区，靠近人类生产生活区域，受到高压线路电磁影响更大，需要拆迁大量跨越区域房屋；线路跨越上祝安村永久基本农田，由于处于山区，优质的耕地资源较稀缺，因此不符合当地的节约土地资源管理要求；同时 4 次跨越已有线路，增加投资，亦增加了跨越处安全风险。 因此基于以上限制因素，线路不可避免穿越生态保护红线，选择方案一作为推荐方案。		

3）唯一性分析

通过以上 2 个线路方案总结，方案二线路路径长度更长，且沿线限制因素更多。如线路多位于河谷地形，发育冲沟，地形破碎化严重，不良地质导致倒塔等安全风险较高，不符合立塔标准；跨越马桥村等村庄和人口密集区，靠近人类生产生活区域，受到高压线路电磁影响更大，需要拆迁大量跨越区域房屋；线路跨越上祝安村永久基本农田，由于处于山区，优质的耕地资源较稀缺，因此不符合当地的节约土地资源管理要求；同时 4 次跨越已有线路，无合适跨越点位，亦增加了跨越处安全风险。

因此基于以上限制因素，线路不可避免穿越生态保护红线，为了尽量少的在生态保护红线内立塔，在生态保护红线边缘零碎区域直线跨越，因此该段线路路径方案唯一。路径比选见示意图 3.37，线路穿越生态保护红线卫星影像见图 3.38。

（7）第七段

1）线路穿越生态保护红线概况

该段线路位于五台县，线路自代银掌村东侧进入五台山生物多样性维护生态保护红线，后线路向东南走线，在大石岭村北侧穿出生态保护红线，其间在庄子村北侧有部分线路不涉及生态保护红线。该段部分线路因穿越高山大岭地区，同塔双回路易发生放电事故，因此采用两条单回路走线。西侧单回线路穿越生态保护红线长度为 2.94km，在生态保护红线范围立塔 6 基。东侧单回线路穿越生态保护红线长度为 3.18km，在生态保护红线范围立塔 6 基。同塔双回线路穿越生态保护红线长度为 0.47km，在生态保护红线范围立塔 1 基。因此，本段线路穿越生态保护红线长度共为 6.59km，在生态保护红线范围立塔 13 基。

2）方案比选

该段线路大体呈西北-东南走向，线路东侧为大范围生态保护红线，东西宽约 5.5km。因此，线路无法从东侧绕行走线。设想部分线路从西侧（穿越两片生态保护红线之间区域）绕行的可能性。

针对该段线路（GA106~G94 和 GB105~G94）线路，考虑部分线路从西侧绕行作为该段线路的比选方案。其中方案一(推荐方案）为穿越生态保护红线路径，方案二（比选方案）为从西侧绕行部分避让生态保护红线路径。

表 3-29 线路第七段穿越生态保护红线路径方案比选

方案 项目	方案一（推荐方案）	方案二（比选方案）	比较结论
架空长度	10.3km	8.8km	方案二线路路径长度较短，塔基数少
杆塔基数（基）	21	19	
地形	山地	山地，多位于河谷地形，发育冲沟，地形破碎	方案二多位于河谷地形，发育冲沟，地形破碎，不易立塔
涉及生态保护红线情况	穿越生态保护红线长度共为 6.59km，在生态保护红线范围立塔 13 基	穿越生态保护红线长度共为 1.9km，在生态保护红线范围立塔 4 基	方案二穿越生态保护红线线路路径少
涉及永久基本农田情况	零星穿越永久基本农田，立塔 2 基	零星穿越永久基本农田，立塔 4 基	方案二在永久基本农田内立塔更多

限制因素	生态保护红线和永久基本农田	①多位于河谷地形，发育冲沟，地形破碎，不易立塔； ②跨越琵琶掌村、庄子村等村庄 ③杆塔 GB102 西侧山梁窄，山体陡峭，高差大，不宜立塔。 ④零星穿越永久基本农田，立塔 3 基	方案二主要受限于地形、跨越村庄和人口密集区、永久基本农田，立塔条件差，存在安全风险
结论	通过以上 2 个线路方案总结，方案二沿线限制因素更多。如线路多位于河谷地形，发育冲沟，地形破碎化严重，同时杆塔 GB102 西侧山梁窄，山体陡峭，高差大，不良地质导致倒塔等安全风险较高，不符合立塔标准；跨越琵琶掌村、庄子村等村庄和人口密集区，靠近人类生产生活区域，受到高压线路电磁影响更大，需要拆迁大量跨越区域房屋；线路跨越琵琶掌村、庄子村永久基本农田，由于处于山区，优质的耕地资源较稀缺，因此不符合当地的节约土地资源管理要求。 因此基于以上限制因素，线路不可避免穿越生态保护红线，选择方案一作为推荐方案。		

3）唯一性分析

通过以上 2 个线路方案总结，方案二沿线限制因素更多。如线路多位于河谷地形，发育冲沟，地形破碎化严重，同时杆塔 GB102 西侧山梁窄，山体陡峭，高差大，不良地质导致倒塔等安全风险较高，不符合立塔标准；跨越琵琶掌村、庄子村等村庄和人口密集区，靠近人类生产生活区域，受到高压线路电磁影响更大，需要拆迁大量跨越区域房屋；线路跨越琵琶掌村、庄子村永久基本农田，由于处于山区，优质的耕地资源较稀缺，因此不符合当地的节约土地资源管理要求。

因此基于以上限制因素，线路不可避免穿越生态保护红线，为了尽量少的在生态保护红线内立塔，同时满足立塔条件，在生态保护红线边缘跨越，因此该段线路路径方案唯一。路径比选见示意图 3.39，线路穿越生态保护红线卫星影像见图 3.40。

（8）第八段

1）线路穿越生态保护红线概况

该段线路位于五台县，线路自井湾村西侧进入五台山生物多样性维护生态保护红线，之后线路向东南走线，在南大贤村北侧穿出生态保护红线，其间在七里沟村附近、北大贤村西侧有部分线路不涉及生态保护红线。西侧单回线路穿越生态保护红线长度为 0.42km，在生态保护红线范围不立塔。东侧单回线路不穿越生态保护红线。同塔双回线路穿越生态保护红线长度为 5.09km，在生态保护红线范围立塔 14 基。因此，本段线路穿越生态保护红线长度共为 5.51km，在生态保护红线范围立塔 14 基。

2）方案比选

该段线路大体呈北-南走向，若线路向西侧绕行，则无法避让五台现代农业产业示范园区和五台县东雷乡大王村粘土矿。五台现代农业产业示范园区于 2020 年 7 月 23 日经省政府批准设立，纳入省级开发区管理序列。这是忻州市获批设立的第 3 个省级现代农业产业示范区，其主导产业为中药材种植加工和功能食品，辅助产业为特色农作物种植、设施蔬菜、家具制造等产业。此外，在罗谷岭村北分布着风机场区，东山底村和罗谷岭之间的地形为发育阶段的冲沟，不利于立塔。因此，线路无法从西侧绕行走线；线路东侧分布大范围五台山生物多样性维护生态保护红线，东西宽约 9.5km。同时，线路东侧还分布有井湾村、七里沟村、北大贤村、南大贤村、南阳村等村庄和人口密集区，因此，线路无法从东侧绕行走线。

设想 G125~G115 段线路从东侧绕行减少穿越生态保护红线的可能性。

针对该段线路（G125~G115）线路，考虑从东侧绕行作为该段线路的比选方案。其中方案一(推荐方案）为穿越生态保护红线路径，方案二（比选方案）为从东侧绕行部分避让生态保护红线路径。

表 3-30 线路第八段穿越生态保护红线路径方案比选

方案 项目	方案一（推荐方案）	方案二（比选方案）	比较结论
架空长度	5.3km	5.0km	方案二线路路径长度略短，塔基数少
杆塔基数（基）	11	10	

地形	山地	山地，多位于地形破碎，多冲沟	方案二地形破碎，多冲沟，不易立塔
涉及生态保护红线情况	零星穿越生态保护红线长度为 2.9km，在生态保护红线范围立塔 10 基。	零星穿越生态保护红线长度为 0.6km，在生态保护红线范围立塔 2 基。	方案二穿越生态保护红线更少，立塔更少
涉及永久基本农田情况	在永久基本农田内立塔 1 基	大面积穿越永久基本农田，立塔 4 基	方案二需要穿越大面积永久基本农田
限制因素	生态保护红线	①多位于地形破碎，多冲沟，不易立塔； ②跨越七里沟村等村庄 ③大面积穿越永久基本农田，立塔 4 基	方案二主要受限于地形、跨越村庄和人口密集区、永久基本农田，立塔条件差，存在安全风险
结论	通过以上 2 个线路方案总结，方案二线路路径略短，虽然减少了穿越生态保护红线，但沿线限制因素更多。如线路沿线地形破碎，多冲沟，不良地质导致倒塔等安全风险较高，不符合立塔标准；跨越七里沟村等村庄和人口密集区，靠近人类生产生活区域，受到高压线路电磁影响更大，需要拆迁大量跨越区域房屋；线路跨越永久基本农田，由于处于山区，优质的耕地资源较稀缺，因此不符合当地的节约土地资源管理要求。 因此基于以上限制因素，线路不可避免穿越生态保护红线，选择方案一作为推荐方案。		

3）唯一性分析

通过以上 2 个线路方案总结，方案二线路路径略短，虽然减少了穿越生态保护红线，但沿线限制因素更多。如线路沿线地形破碎，多冲沟，不良地质导致倒塔等安全风险较高，不符合立塔标准；跨越七里沟村等村庄和人口密集区，靠近人类生产生活区域，受到高压线路电磁影响更大，需要拆迁大量跨越区域房屋；线路跨越永久基本农田，由于处于山区，优质的耕地资源较稀缺，因此不符合当地的节约土地资源管理要求。

因此基于以上限制因素，线路不可避免穿越生态保护红线，为了避让永久基本农田和村庄，尽量少的在生态保护红线内立塔，同时满足立塔条件，在生态保护红线边缘跨越，因此该段线路路径方案唯一。路径比选见示意图 3.41，线路穿越生态保护红线卫星影像见图 3.42。

（9）第九段

1）线路穿越生态保护红线概况

该线路位于五台县，线路自南坡村西侧向南走线，跨越 35kV 单回线路后，向东南方向走线进入五台山生物多样性维护生态保护红线，随后在天黎高速隧道堆渣场旁穿出生态保护红线，穿越长度为 0.95km，在生态保护红线区域内立塔 2 基。

2）方案比选

该段线路西南、东北侧为大范围的生态保护红线区域，线路无法绕开这两处大范围生态保护红线区域，只能从两处生态保护红线之间穿过。两处生态保护红线中分布有斜坡村、去沟村等多处村庄和人口密集区及洗煤厂、小型炸药库、天黎高速隧道堆渣处、大面积风机场区等障碍物。

设想线路从东侧绕行减少穿越生态保护红线的可能性。

针对该段线路（G181~G177）线路，考虑从东侧绕行作为该段线路的比选方案。其中方案一(推荐方案）为穿越生态保护红线路径，方案二（比选方案）为从东侧绕行完全避让生态保护红线路径。

表 3-31 线路第九段穿越生态保护红线路径方案比选

方案 项目	方案一（推荐方案）	方案二（比选方案）	比较结论
架空长度	2.1km	1.8km	方案二线路路径长度略短，塔基数少
杆塔基数（基）	5	4	
地形	山地	山地，多位于地形破碎，多冲沟	方案二地形破碎，多冲沟，不易立塔
涉及生态保护红线情况	穿越长度为 0.95km，在生态保护红线区域内立塔 2 基。	完全避让	/
涉及永久基本农田情况	在永久基本农田内立塔 2 基	在永久基本农田内立塔 2 基	/
限制因素	生态保护红线	①分布有大面积风电场； ②跨越高速隧道堆渣场 ③临近小型炸药库	方案二主要受限于跨越风电场、高速隧道堆渣场，临近小型炸药库等，存在安全风险
结论	通过以上 2 个线路方案总结，方案二线路路径略短，虽然完全避让生态保护红线，但沿线限制因素更多。如线路需跨成片风电场区、高速隧道堆渣场，对周边规划、产业布局有较大影响；临近小型炸药库，不满足安全距离要求。 因此基于以上限制因素，线路不可避免穿越生态保护红线，选择方案一作为推荐方案。		

3）唯一性分析

通过以上 2 个线路方案总结，方案二线路路径略短，虽然完全避让生态保护红线，但沿线限制因素更多。如线路需跨成片风电场区、高速隧道堆渣场，对周边规划、产业布局有较大影响，特别是由于风机扇叶转动半径较大，线路临近风机存在较大安全风险；临近小型炸药库，不满足安全距离要求。

因此基于以上限制因素，线路不可避免穿越生态保护红线，为了避让风电场区，尽量少的在生态保护红线内立塔，同时满足立塔条件，在生态保护红线边缘跨越，因此该段线路路径方案唯一。路径比选见示意图 3.43，线路穿越生态保护红线卫星影像见图 3.44。

（10）第十段

1）线路穿越生态保护红线概况

该段线路位于盂县，线路自鳌头村西侧向西南走线，一档跨越盂县梁家寨省级湿地公园（属太行山水源涵养生态保护红线）0.03km，随后再次进入太行山水源涵养生态保护红线，穿越长度 2.33km，在生态保护红线区域内立塔 4 基，向南垂直穿越生态保护红线后穿出，进入盂县下社-鹤山铌钽预查区。该段线路穿越生态保护红线长度共 2.36km，在生态保护红线范围立塔 4 基。

2）方案比选

该段线路走向为北-南走向，东西向架设有 500kV 锦忻、忻石等四条已有线路，其为跨区域重要输电线路，故本工程需采取钻越方式走线，受钻越点高度限制，线路需从黄树底村附近走线。若线路向西侧绕行，则无法避让龙华口调水工程项目、三峡抽水蓄能项目、矿产资源重点开发区、上海普宝石材有限公司孙家口大理石厂；同时由于盂县梁家寨省级湿地公园在盂县北部呈东西向分布，呈线状分布，横向长度约 14.3km，流线较长，若选择从西侧绕行，会导致线路多次跨越该湿地公园才能绕到钻越点。因此，线路无法从西侧绕行走线。

设想线路从东侧绕行，在两片生态保护红线区域夹缝中与已有的天黎高速并行走线。

针对该段线路（G224~GA211 和 GB207）线路，考虑从东侧绕行作为该段线路的比选方案。其中方案一(推荐方案）为穿越生态保护红线路径，方案二（比选方案）为从东侧绕行完全避让生态保护红线路径。

表 3-32 线路第十段穿越生态保护红线路径方案比选

方案 项目	方案一（推荐方案）	方案二（比选方案）	比较结论
架空长度	6.9km	8.4km	方案一线路路径长度较短，塔基数少
杆塔基数（基）	17	21	
地形	山地	山地	/
涉及生态保护红线情况	穿越生态保护红线长度共 2.36km，在生态保护红线范围立塔 4 基	完全避让	/

涉及永久基本农田情况	不在永久基本农田内立塔	不在永久基本农田内立塔	/
限制因素	生态保护红线	①2 次跨越天黎高速，增加了高速运行安全风险； ②长距离与天黎高速并行走线，通道狭窄，部分塔位位于高速公路防止滑坡治理区，增加了高速公路运行安全风险 ③临近匝道、收费站及附属办公场所	方案二限制因素较多，在狭窄区域分布着错综复杂的高速干道、匝道、收费站和其他已有道路，存在安全风险
结论	通过以上 2 个线路方案总结，方案二线路路径较长，虽然完全避让生态保护红线，但沿线限制因素更多，在狭窄区域分布着错综复杂的高速干道、匝道、收费站和其他已有道路，存在安全风险。如线路 2 次跨越天黎高速，并在狭窄通道环境下与天黎高速长距离并行走线，部分塔位位于高速公路防止滑坡治理区，增加了高速公路及输电线路运行安全风险；临近费站及附属办公场所，受到高压线路电磁影响更大。 因此基于以上限制因素，线路不可避免穿越生态保护红线，选择方案一作为推荐方案。		

3）唯一性分析

通过以上 2 个线路方案总结，方案二线路路径较长，虽然完全避让生态保护红线，但沿线限制因素更多，在狭窄区域分布着错综复杂的高速干道、匝道、收费站和其他已有道路，存在安全风险。如线路 2 次跨越天黎高速，并在狭窄通道环境下与天黎高速长距离并行走线，部分塔位位于高速公路防止滑坡治理区，增加了高速公路及输电线路运行安全风险；临近费站及附属办公场所，受到高压线路电磁影响更大。

因此基于以上限制因素，线路不可避免穿越生态保护红线，为了尽量少的在生态保护红线内立塔，同时满足立塔条件，在生态保护红线分布较窄区域以直线跨越，因此该段线路路径方案唯一。路径比选示意图见图 3.45，线路穿越生态保护红线卫星影像见图 3.46。

（11）第十一段

1）线路穿越生态保护红线概况

该线路位于盂县，线路于乱石南侧向南走线，进入太行山水源涵养生态保护红线，经过秋林村东侧，随后在张城堡村北侧穿出生态保护红线，穿越长度为 2.74km，在生态保护红线区域内立塔 6 基。

2）方案比选

该线路东侧分布大范围太行山水源涵养生态保护红线，因此，线路无法从东侧绕行走线。设想线路从西侧绕行，避让该区域生态保护红线。

针对该段线路（G258~G245）线路，考虑从西侧绕行作为该段线路的比选方案。其中方案一(推荐方案）为穿越生态保护红线路径，方案二（比选方案）为从西侧绕行完全避让生态保护红线路径。

表 3-33 线路第十一段穿越生态保护红线路径方案比选

方案 项目	方案一（推荐方案）	方案二（比选方案）	比较结论
架空长度	6.2km	9.4km	方案一线路路径长度较短，塔基数少
杆塔基数（基）	14	21	
地形	山地	山地	/
涉及生态保护红线情况	穿越长度为 2.74km，在生态保护红线区域内立塔 6 基	完全避让	/
涉及永久基本农田情况	不在永久基本农田内立塔	在永久基本农田内立塔 3 基	方案二对永久基本农田影响大
限制因素	生态保护红线	①跨越山西省盂县下社-鹤山妮钽预查区、石灰岩矿； ②跨越河北村； ③占用永久基本农田	方案二主要受限于跨越山西省盂县下社-鹤山妮钽预查区、石灰岩矿等，存在安全风险

结论	通过以上 2 个线路方案总结，方案二线路路径较长，虽然完全避让生态保护红线，但沿线限制因素更多。如线路跨越山西省盂县下社-鹤山妮钽预查区、石灰岩矿，影响矿区开采，同时也增加了输电线路运行安全风险；跨越河北村等村庄和人口密集区，靠近人类生产生活区域，受到高压线路电磁影响更大，需要拆迁大量跨越区域房屋；线路跨越河北村永久基本农田，由于处于山区，优质的耕地资源较稀缺，因此不符合当地的节约土地资源管理要求 因此基于以上限制因素，线路不可避免穿越生态保护红线，选择方案一作为推荐方案。

3）唯一性分析

通过以上 2 个线路方案总结，方案二线路路径较长，虽然完全避让生态保护红线，但沿线限制因素更多。如线路跨越山西省盂县下社-鹤山妮钽预查区、石灰岩矿，影响矿区开采，同时也增加了输电线路运行安全风险；跨越河北村等村庄和人口密集区，靠近人类生产生活区域，受到高压线路电磁影响更大，需要拆迁大量跨越区域房屋；线路跨越河北村永久基本农田，由于处于山区，优质的耕地资源较稀缺，因此不符合当地的节约土地资源管理要求

因此基于以上限制因素，线路不可避免穿越生态保护红线，为了避让矿区，尽量少的在生态保护红线内立塔，同时满足立塔条件，采取直线跨越该段生态保护红线，因此该段线路路径方案唯一。路径比选见示意图 3.47，线路穿越生态保护红线卫星影像见图 3.48。

（12）第十二段

1）线路穿越生态保护红线概况

该线路位于盂县，线路自榆林只村南侧同塔双回路向东南走线，进入太行山水源涵养生态保护红线，到达大南沟村东南侧后向东走线，之后又分为两条单回路向南走线，在箭河村西侧穿出生态保护红线。同塔双回线路穿越生态保护红线长度为 1.99km，在生态保护红线范围立塔 5 基。西侧单回线路穿越生态保护红线长度为 4.85km，在生态保护红线范围立塔 13 基。东侧单回线路穿越生态保护红线长度为 4.61km，在生态保护红线范围立塔 12 基。因此，本段线路穿越生态保护红线长度共为 11.45km，在生态保护红线范围立塔 30 基。

2）线路穿越生态保护红线唯一性分析

线路西侧为盂县碳酸盐岩地貌地质遗迹、尖山省级森林公园以及大面积的生态保护红线。因此，线路无法从西侧绕行走线；线路东侧有盂县圣辉石料有限公司、I级保护林地、采石场。根据《建设项目使用林地审核审批管理办法》（2016），各类建设项目不得使用I级保护林地，同时考虑采石场爆破会对输电线路造成安全隐患等问题。因此，线路无法从东侧绕行走线。

综上，线路向西或东侧绕行均不可行，本段线路路径具有唯一性。障碍物见示意图 3.49，线路穿越生态保护红线卫星影像见图 3.50。

3.2.2.4 穿越生态保护红线的环境合理性

本项目属于长距离、大范围高压输变电基础设施，在选址选线中需要综合考虑地方规划、环境敏感区、重要矿产资源、永久基本农田等多种限制性因素，无法完全避让规划中的生态保护红线。选线阶段通过不断调整优化，对大范围集中分布生态保护红线采取短距离方式穿越，对小范围零星分布生态保护红线采取绕行方式避让，路径方案已避让了生态保护红线自然保护地核心保护区，减少了经过生态保护红线的长度。鉴于输变电项目点状间隔架空式的分布特征，且运行不排放废水、废气、废渣等污染物。建设过程中除严格落实生态影响保护基本要求之外，采用全方位长短腿和高度不等基础设计、加大档距缩减塔基数量、优化施工工艺，针对性地制定生态影响减缓和补偿措施，以无害化方式穿越生态保护红线，能够确保生态环境功能不降低、面积不减少、性质不改变，总体符合当前生态保护红线管控要求。

3.2.3 线路穿越饮用水源保护区唯一性论证

1）线路穿越生态保护红线概况

忻州北~平城 500kV 线路工程于南河种镇西北侧绕行后进入应县县城饮用水水源保护区，拟穿越二级饮用水水源保护区长约 3.2km，在二级保护区内立塔 7 基，距离一级饮用水水源保护区最近距离约 340m，不在一级饮用水水源保护区内立塔。

2）路径优化过程

根据建设单位提出的环评单位和设计单位深度沟通、协调一致的要求，环评单位根据收资情况，发现忻州北~平城 500kV 输电线路在应县北河种村穿越应县县城饮用水水源保护区长度 2.7km，共立塔 6 基，其中穿越一级保护区长度 0.35km，立塔 1 基，穿越二级保护区长度 2.35km，立塔 5 基。

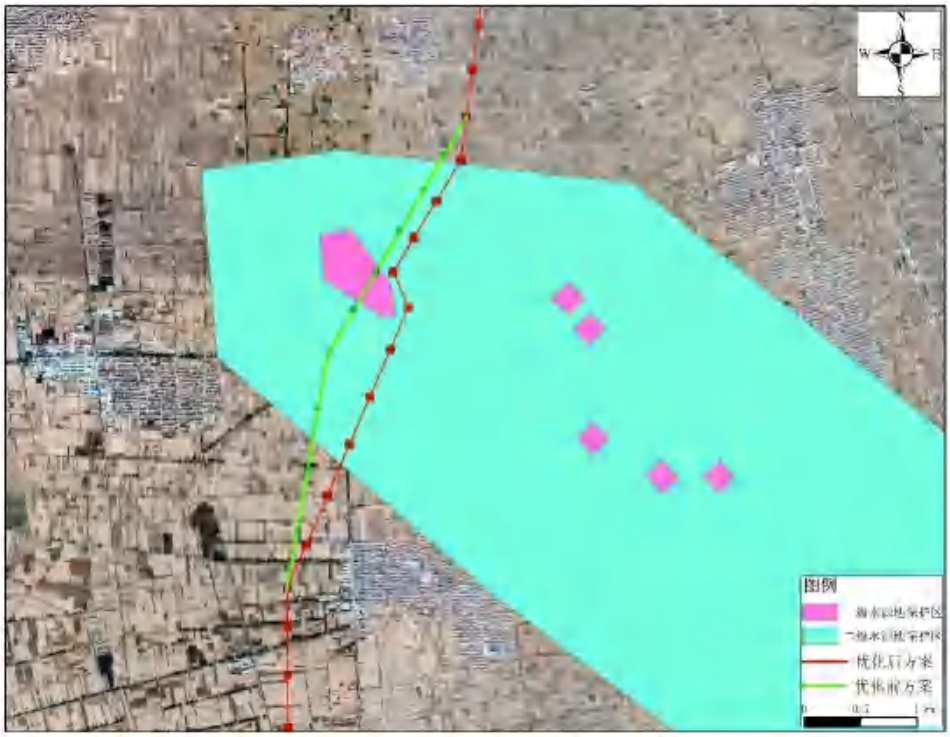
根据《中华人民共和国水污染防治法》第六十五条：禁止在饮用水水源一级保护区内新建、改建、扩建与供水设施和保护水源无关的建设项目。。根据《饮用水水源保护区污染防治管理规定》第十二条：一级保护区内“禁止新建、扩建与供水设施和保护水源无关的建设项目”。

因此环评单位提出优化该段线路，避让一级保护区。工程设计根据环评要求对线路穿（跨）越饮用水源保护区段进行了深化优化设计，优化线路路径。线路

设计按环评要求针对饮用水水源保护区的优化情况详见表 3-34。

表 3-34 本项目线路设计按环评要求针对饮用水水源保护区的优化情况

可研阶段与线路的相对位置关系	根据环评要求优化后与线路的相对位置关系	备注
穿越应县县城饮用水水源保护区长度 2.7km，共立塔 6 基，其中穿越一级保护区长度 0.35km，立塔 1 基，穿越二级保护区长度 2.35km，立塔 5 基。	穿越二级饮用水水源保护区长约 3.2km，在二级保护区内立塔 7 基，距离一级饮用水水源保护区最近距离约 340m，不在一级饮用水水源保护区内立塔	避让了水源地一级保护区，不在一级保护区内立塔，满足相关法律法规要求



3）方案比选

应县县城饮用水水源保护区从西北~东南宽幅约 9.5km，特别是其二级保护区范围较大，基本与该段线路走线呈垂直交叉。设想线路从西北侧和东南侧绕行，避让该饮用水水源保护区。

针对该段线路线路，考虑从西北侧和东南侧绕行作为该段线路的比选方案（分别为方案二和方案三），方案一(推荐方案）为穿越饮用水水源保护区路径。

表 3-35 线路穿越应县县城饮用水水源保护区路径方案比选

方案 / 项目	方案一	方案二	方案三	比较结论
架空长度	18.0km	18.5km	26.1km	方案一线路路径长度较短，塔基数少

杆塔基数（基）	44	45	63	
地形	平地	平地	平地，山地	除方案三由于要在水源保护区东南侧绕行进入山地，其余均为平地。
涉及饮用水源保护区情况	穿越二级饮用水水源保护区长约 3.2km，在二级保护区内立塔 7 基	完全避让	完全避让	/
拆迁情况	无	无	涉及跨越下设镇大片线下及边导线 5m 内房屋拆迁，	方案三由于避让水源地和规划机场，必然要从两者中间穿越，从而跨越下设镇大面积房屋，涉及大面积拆迁情况
限制因素	穿越饮用水水源保护区	临近应县县城，且必须穿越应县新型产业科技创新园和应县经济园区后备发展区，对应县城乡发展影响大	分布有明内长城遗址、北齐长城遗址且遍布烽火台、堡垒、兵站等长城附属设施	方案二对应县城乡规划影响大，方案三对长城保护影响大
结论	通过以上 3 个线路方案总结，方案二和方案三线路路径较长，特别是方案三路径长度相较方案一长了 8.1km，虽然完全避让饮用水水源保护区，但沿线限制因素更多。其中方案二临近应县县城，且必须穿越应县新型产业科技创新园和应县经济园区后备发展区，对应县城乡发展影响大；方案三线路分布有明内长城遗址、北齐长城遗址且遍布烽火台、堡垒、兵站等长城附属设施，不符合长城保护要求，且路径更长，不符合当地的节约土地资源管理要求，同时水源地保东南侧沟壑较多，地表植被为灌草丛，在此段立塔易造成水土流失等生态问题。 因此基于以上限制因素，线路不可避免穿越饮用水水源保护区，选择方案一作为推荐方案。			

4）唯一性分析

通过以上 3 个线路方案总结，方案二和方案三线路路径较长，特别是方案三路径长度相较方案一长了 8.1km，虽然完全避让饮用水水源保护区，但沿线限制因素更多。

其中方案二为从应县县城饮用水水源保护西北侧绕行方案。由于应县县城西北侧受怀仁军用机场和康庄军用机场净空区范围影响，县城主要发展方向为东南方向，根据应县政府及相关部门意见，向西侧绕行临近应县县城，且必须穿越应

县新型产业科技创新园和应县经济园区后备发展区，对应县城乡发展影响大。因此方案二不可行。

方案三为从应县县城饮用水水源保护东南侧绕行方案。应县县城饮用水水源地保护区东南侧为雁门山脉北麓，该处分布有明内长城遗址、北齐长城遗址且遍布烽火台、堡垒、兵站等长城附属设施，不符合长城保护要求；且从东侧绕行后，路径长度和塔基数明显增加，必然要增加占用东侧大量的农田地带，不符合当地的节约土地资源管理要求；在水源地与北齐长城间沟壑较多，地表植被为灌草丛，在此段立塔易造成水土流失等生态问题；同时由于避让水源地和规划机场，从两者中间穿越，从而必然要跨越下设镇大面积房屋，对下设镇镇区发展规划影响较大，且增加了对下设镇居民电磁及噪声环境不利影响。因此方案三不可行。

因此基于以上限制因素，线路不可避免穿越应县县城饮用水水源保护区，选择方案一作为推荐方案。同时方案一路径仅穿越了该饮用水源保护区二级保护区，避让了一级保护区，距离一级饮用水水源保护区最近距离约 340m，不在一级饮用水水源保护区内立塔。路径比选见示意图 3.51。

同时线路东侧已临近北河种村及附近养殖场，无法继续远离一级水源地保护区范围，且在此处需跨越陕京一线天然气管线，该天然气管线为西气东输重要通道，电力线路跨越该管线需保证交叉角度及铁塔距离。

综上所述，忻州北~平城 500kV 线路路径由于受应县城乡规划限制、规划通用机场、军用机场净空区、长城及烽火台位置影响，本项目线路设计选择上无法避让应县二级饮用水水源地保护区，线路路径具有唯一性。目前，线路穿越水源地已经取得了朔州市生态环境局应县分局的同意意见。

3.2.4 线路穿越长城唯一性论证

（1）茹越口-马兰口长城及烽火台建设控制地带

茹越口—马兰口长城（省级保护单位）位于朔州市应县。以单体建筑基础外缘为基线向四周各延伸 50m。建设控制地带：以保护范围为基准向两侧各延伸 500m。烽火台四周各扩 50m 为保护范围，保护范围外 500m 为建设控制地带。本期线路一档跨越茹越口—马兰口长城保护范围，需要在建设控制地带内立塔。最近塔位距离长城本体约 85m。另外线路位于镇子梁烽火台、马兰庄烽火台、水泉沟 6 号烽火台、刘海窑 1~7 号烽火台、东安峪 1~3 号烽火台的建设控制地带内。

该段线路为了避让两侧生态保护红线，从两片生态保护红线中间穿过，同时由于长城及周边烽火台呈东西横贯，与本期线路走线不可避免形成交叉，本期输电线路采取一档跨越该段长城保护范围，并避开了周边烽火台 50m 的保护范围。因此本项目穿越茹越口-马兰口长城及烽火台建设控制地带路径唯一。

根据设计规范要求及现场地形地质条件（特别是山地，一般塔位选择山脊线），本项目在长城及周边烽火台建设控制地带内共计新建塔基 9 基塔，因此在建设过程中严格控制施工范围，施工前制定有关保护长城的施工方案，确保不对长城相关建筑造成破坏。特别注意施工机械噪声、振动等作业强度，防止施工振动可能对长城相关建筑造成的间接影响。

（2）胡峪乡长城村长城

胡峪乡长城村长城（省级保护单位）位于忻州市代县。以相关遗存的墙体外缘为基线向两侧各扩 50m 作为保护范围；保护范围边界外扩 500m 为建设控制地带范围。

本期线路一档跨越胡峪乡长城村长城保护范围，需要在建设控制地带内立塔。最近塔位距离长城本体约 73m。

该段线路为了避让两侧生态保护红线，从两片生态保护红线中间穿过，同时长城呈东西横贯，与本期线路走线不可避免形成交叉，本期输电线路采取一档跨越该段长城保护范围。因此本项目胡峪乡长城村长城路径唯一。

根据设计规范要求及现场地形地质条件（特别是山地，一般塔位选择山脊线），本期线路从南侧进入胡峪乡长城村长城时，由于右侧已有两回线路，为了避免交叉，本期线路从其左侧走线，其中 1 基塔紧邻已有塔基左侧立塔可避让建

设控制地带，但另一回线路由于为了跨越山谷，所以必须在山脊上立塔，从而不可避免在建设控制地带立塔。本项目在长城建设控制地带内共计新建塔基 7 基塔，因此在建设过程中严格控制施工范围，施工前制定有关保护长城的施工方案，确保不对长城相关建筑造成破坏。特别注意施工机械噪声、振动等作业强度，防止施工振动可能对长城相关建筑造成的间接影响。

3.2.5 线路避让大同睡佛保护区

全长 14 公里的大同睡佛位于大同县、浑源县交界处，是由恒山山脉的马头山、殿山、小泉华山和马鞍山延绵组成。据考证，大同睡佛形成于 1.38 亿年前的燕山造山期，整体景观栩栩如生、蔚为壮观，其体量巨大完整，堪称天然睡佛之最。为了保护大同睡佛独特的自然地理景观，划定了大同睡佛景观区的保护范围，其中，二级保护区面积 39.27 平方公里，三级保护区面积 21.09 平方公里。

根据大同市生态环境局云州分局的要求，落实大同睡佛保护区相关规定。由于原线路穿越大同睡佛保护区二级保护区和三级保护区范围，设计单位深度优化路径，线路整体向东南侧偏移，从而避让了大同睡佛保护区。

3.3 环境影响因素识别

3.3.1 环境影响因素分析

3.3.1.1 施工期环境影响因素

本项目施工期主要环境影响因素有：噪声、扬尘、废污水、固体废物、生态影响等。

（1）噪声

各类施工机械噪声可能对周围环境产生影响。

（2）施工扬尘

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

（3）废污水

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

（4）固体废物

施工过程中产生的建筑垃圾以及生活垃圾不妥善处理时对环境产生不良影响。

（5）生态影响

施工期对生态影响为土地占用、植被破坏及对生态保护红线、环境敏感区的影响。本项目土地占用主要为新建及扩建变电站、新建塔基的永久占地以及施工临时占地，临时占地包括牵张场、跨越场、施工营地等。此外土地占用也会造成地表植被破坏。

本项目新建 500kV 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、五台山生物多样性维护生态保护红线、太行山水源涵养生态保护红线等生态保护红线，穿越线路路径长总计 56.11km，在生态保护红线范围内立塔 129 基；线路涉及盂县梁家寨省级湿地公园、应县县城饮用水水源地、代县滩上镇集中供水水源保护区、娘子关泉域、坪上泉域等生态敏感区。

3.3.1.2 运行期环境影响因素

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

（1）工频电场、工频磁场

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

（2）噪声

变电站内电气设备在运行时会产生各种噪声，主要以中低频为主。依据《变电站噪声控制技术导则》（DL/T1518-2016），本项目新上主变压器 1m 处声压级应不大于 72.4dB（A），高压电抗器 1m 处声压级应不大于 68.7dB(A)。500kV 输电线路运行噪声主要来源于恶劣天气条件下，导线、金具产生的电晕放电噪声。

（3）污水

变电站内污水主要来源于站内工作人员产生的生活污水，日常产生生活污水量很少。忻州北 500kV 变电站站区内排水包括生活污水和雨水。变电站采用雨水、污水分流制排水系统。站内生活污水经一体化生活污水处理设施处理后，定期抽取回用于地面洒水等，不外排。站区雨水及道路雨水根据站区竖向布置，经雨水口汇集后进入雨水排水管道排入站外。

输电线路运行期无污水产生。

（4）固体废物

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

变电站站内设置生活垃圾分类收集装置，生活垃圾经收集后定期清运至政府指定地点。忻州北 500kV 变电站站内设置 1 座有效容积 110m^3 的主变事故油池、2 座有效容积 30m^3 的高抗事故油池、1 座有效容积 20m^3 的站用变事故油池，阳泉 500kV 变电站、平城 500kV 变电站扩建工程各设置 1 座有效容积 30m^3 的高抗事故油池，事故油池有效容积可以满足《火力发电厂与变电站设计防火标准》（GB50229-2019）中事故油池设计容积要求。发生事故时事故油经事故排油管排入事故油池收集，事故废油及油污水由有资质的单位处置，不外排。变电站采用蓄电池作为备用电源，废弃的蓄电池含有重金属，废旧蓄电池应作为危险废物交由有资质的单位处理，严禁随意丢弃。

3.3.2 环境影响因子识别及筛选

本项目环境影响因子识别见表 3.35 及表 3.36。

表 3.35 施工期环境影响因子识别

序号	项目	环境影响
1	土地占用	变电站、塔基及施工临时占地改变土地利用
2	水土流失	项目建设带来土石方开挖、植被破坏造成水土流失
3	生态	变电站、线路施工导致部分原地貌及植被破坏
4	施工噪声	对环境有一定影响
5	施工扬尘	对环境有一定影响
6	施工期间生活污水	对环境有一定影响
7	施工期间施工废水排放	对环境有一定影响

表 3.36 运行期环境影响因子识别

序号	项目	环境影响
1	土地占用	变电站、塔基永久占地改变土地利用
2	工频电场、工频磁场	有一定影响，采取措施后满足相应环境保护标准
3	变电站、输电线路噪声	有一定影响，采取措施后满足相应环境保护标准
4	固体废物	对环境有一定影响
5	环境风险	对环境有一定影响

根据上表确定本项目评价因子如下：

（1）施工期

声环境：噪声。

生态环境：土地利用、水土流失、生物量。

地表水环境：pH、COD、NH_3-N、BOD_5、SS、石油类。

大气环境：施工扬尘、施工机械废气。

固体废物：生活垃圾、建筑垃圾、弃土弃渣、拆除的杆塔及基础等。

（2）运行期

电磁环境：工频电场、工频磁场。

声环境：噪声。

地表水环境：pH、COD、NH_3-N、BOD_5、SS、石油类。

固体废物：生活垃圾、更换下来的废铅酸蓄电池和废矿物油。

环境风险：变压器油、事故油污水泄漏。

3.4 生态影响途径分析

3.4.1 施工期生态影响途径分析

本项目建设中，塔基与变电站建设等活动，会带来永久与临时占地，使场地

植被及周围区域地表状态发生改变，对区域生态环境造成不同程度的影响。主要表现在以下几个方面：

（1）输电线路塔基、变电站施工需进行挖方、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，降低植被覆盖度，可能形成裸露疏松表土；施工弃土、弃渣及建筑垃圾等。如果不进行必要的防护，可能会影响当地植物生长，加剧土壤侵蚀与水土流失，导致生产力下降和生物量损失。

（2）铁塔运至现场进行组立，需要占用一定范围的临时用地；张力牵张放线、紧线也需牵张场地；为施工和运行检修方便，还会新修部分临时道路，土建施工弃渣的临时堆放也会占用一定场地。

（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，覆盖于变电站、线路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他植被用地，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。

3.4.2 运行期生态影响途径分析

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

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

结合高压输变电建设项目噪声及电磁环境影响的相关研究，按照标准控制输变电建设项目噪声，不会对动植物产生不利影响。工频电场、工频磁场对人和动物有确定影响的阈值远高于输电线路下工频电场强度的限值，运行期对动植物的影响不大。

3.5 初步设计环境保护措施

3.5.1 变电站工程环境保护措施

3.5.1.1 设计阶段采取的环保措施

（1）电磁环境

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

2）提高导线、母线、均压环等金具的加工工艺，防止尖端放电和起电晕。

3）合理布局变电站配电装置，采用 HGIS、GIS 组合电气，避免电气设备上方露出软导线。

（2）声环境

1）变电站在设备选型时，通过设备招标优先采用低噪声主变压器、高压并联电抗器等主要设备，应对设备厂家提出设备声级限值要求，从控制声源角度降低噪声影响。

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

3）为确保本项目 500kV 变电站厂界声环境达标，忻州北 500kV 变电站需在北侧高压电抗器对应凸出围墙上加装长度约 55m、高 2.7m 的声屏障（围墙（2.3m）和声屏障（2.7m）总高 5.0m），在东侧高压电抗器对应围墙上加装长度约 45m、高 2.7m 的声屏障（围墙（2.3m）和声屏障（2.7m）总高 5.0m）；阳泉 500kV 变电站需在本期扩建高压电抗器侧围墙上加装长度约 46m，高 2.7m 的声屏障（围墙（2.3m）和声屏障总高 5.0m）；平城 500kV 变电站需在本期扩建高压电抗器侧围墙上加装长度约 41m，高 3.7m 的声屏障（围墙（2.3m）和声屏障总高 6.0m）。

（3）地表水环境

新建变电站采用雨水、污水分流制排水系统。生活污水经过站内生活污水经一体化生活污水处理设施处理后，定期抽取回用于地面洒水等，不外排。站区雨水及道路雨水根据站区竖向布置，经雨水口汇集后进入雨水排水管道排入站外。变电站扩建工程不新增运维人员，不新增生活污水产生量。

（4）固体废物

新建变电站均设有垃圾收集箱，生活垃圾经分类收集后运送至政府指定地点，不会对当地环境产生影响。变电站扩建不新增运维人员，不新增生活垃圾产生量。

变电站采用蓄电池作为备用电源，废弃的蓄电池含有重金属，应作为危险废物交由有资质单位处理，严禁随意丢弃。

（5）环境风险

忻州北 500kV 变电站站内设置 1 座有效容积 110m^3 主变事故油池、2 座有效容积 30m^3 高抗事故油池、1 座有效容积 20m^3 站用变事故油池，阳泉 500kV 变电站、平城 500kV 变电站扩建工程各设置 1 座有效容积 30m^3 高抗事故油池，事故油池容积可以满足《火力发电厂与变电站设计防火标准》（GB50229-2019）中事故油池设计容积要求。发生事故时事故油经事故排油管排入事故油池收集，事故废油及油污水由有资质的单位处置，不外排。

3.5.1.2 施工期采取的环保措施

（1）施工噪声

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

2）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《中华人民共和国噪声污染防治法》的规定公告附近居民，高噪声机械设备尽量避免夜间作业。

（2）施工扬尘

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、回填等可能产生扬尘的作业。

（3）施工废水

1）对施工场地和施工生活区的生产废水和生活污水分别设置临时污水处理

装置，加强管理，防止无组织漫排。

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

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

4）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。

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

（4）固体废物

在工程施工前应做好施工机构及施工人员的环保培训，明确要求施工过程中的建筑垃圾及生活垃圾应分别堆放，并安排专人专车及时清运或定期运至环卫部门指定的地点处置。

（5）生态环境

1）施工期临时用地应永临结合，优先利用荒地、劣地。

2）施工占用耕地、园地、林地和草地，应做好表土剥离、分类存放和回填利用。

3）施工结束后，应及时清理施工现场，因地制宜进行土地功能恢复。

（6）施工期环境管理措施

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

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

3.5.1.3 运行期采取的环保措施

（1）运行管理和宣传教育

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

2）定期开展环境监测，确保工频电场、工频磁场、噪声排放符合 GB8702、

GB12348 等国家标准要求，并及时解决公众合理的环境保护诉求。

3）运行期对事故油池的完好情况进行检查，确保无渗漏、无溢流。

变电站运行过程中产生的废变压器油、高压电抗器油及低压电抗器油等矿物油应回收处理。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。不能立即回收处理的的应暂存在危险废物暂存间。

（2）竣工环境保护验收

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

（3）水环境保护

加强对变电站运行期生活污水的管理，确保各变电站生活污水经一体化生活污水处理设施处理后，定期抽取回用于地面洒水等，不外排。

（4）固体废物处置

1）变电站运行期产生的生活垃圾经分类收集后运送至政府指定地点，不会对当地环境产生影响。

2）废旧蓄电池应作为危险废物交由有资质的单位处理，严禁随意丢弃。

（5）环境风险防范措施

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

3.5.2 输电线路环境保护措施

3.5.2.1 设计阶段采取的环保措施

（1）电磁环境、声环境

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

2）合理选择导线及导线相序排列方式，提高导线对地高度措施，减小电磁环境影响；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。

3）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。

4）项目设计应对产生的工频电场、工频磁场等电磁环境影响因子进行验算，采取相应防护措施，确保电磁环境影响满足控制限值要求。

（2）生态环境

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

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

3）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。

4）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高低不等基础设计，以减少土石方开挖。

5）输电线路避让集中林区，经过林木密集地段采用高跨设计以减少林木，保护生态环境。

6）施工完毕后，应做到“工完、料尽、场地清”，保证整个施工基面干净，不留任何污染物，并对相关区域进行植被恢复。

（3）水环境

1）按照《中华人民共和国水污染防治法》等相关规定，不得在饮用水水源地一级保护区范围内立塔，尽量减少在二级保护区和准保护区内的穿越长度和立塔数量。

2）对位于水源保护区内的塔基，采用全方位长短腿与不等高基础，减少塔基占地面积和土石方开挖量；根据地形地质条件，优先选用掏挖基础、岩石锚杆基础等基础型式，减少土石方开挖量。

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

3.5.2.2 施工期采取的环保措施

（1）大气环境保护

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、回填等可能产生扬尘的作业。

（2）水环境保护

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

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

3）做好施工场地周围的拦挡措施，尽量避免雨季开挖作业，施工期间禁止向水体排放、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）水环境敏感区保护措施

①基础开挖优先采用人工掏挖，减少开挖土方量和临时占地面积；塔基剥离表土与基础土方应分层堆放，加强表土的拦挡、覆盖等防护措施，施工结束后用于塔基区表土回覆和迹地恢复。

②严格控制塔基区施工扰动范围，施工临时场地设置彩条旗围栏，禁止施工人员越界活动。

③基础施工时尽量采用商品混凝土，减少在施工现场拌和混凝土。

④施工避开降雨集中时段，塔基区应建设必要的水土流失防护措施，防止因雨水冲刷导致水土流失。

⑤禁止在饮用水水源保护区内设置牵张场、材料堆场和施工营地。

⑥架线采用无人机、动力伞等展放线，材料采用索道、人畜运输等施工工艺。

⑦施工临时道路应尽可能利用机耕道、林区小路等现有道路，减少新建临时施工便道，优先选择无植被或植被稀疏处，严格控制便道宽度，修建排水沟并定期清理沟内杂物，保持排水通畅。

⑧禁止向水体排放污水、倾倒垃圾、弃土、弃渣，禁止排放未经处理的钻浆等废弃物，设置临时厕所和垃圾收集箱，定期清运至环卫部门指定地点。

⑨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。

⑩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。植被恢复选用灌

草结合的方式进行，植被种类选择本地物种，并重点考虑根量多、根域广、林冠层郁闭度高的水源涵养性能高的林木。

（3）声环境保护

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《中华人民共和国噪声污染防治法》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）固体废物处置

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

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

（5）生态环境保护

1）施工期临时用地应永临结合，优先利用荒地、劣地。

2）施工占用耕地、园地、林地和草地，应做好表土剥离、分类存放和回填利用。

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

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

5）施工结束后，应及时清理施工现场，因地制宜进行土地功能恢复 o

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

（6）施工管理和宣传教育

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

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

时施工、同时投产”。

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

3.5.2.3 运行期采取的环保措施

（1）运行管理和宣传教育

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

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

3）环境敏感区内减少线路巡检和维护时的人员和车辆，减少对保护对象的影响。

（2）竣工环境保护验收

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

4 环境现状调查与评价

4.1 区域概况

本项目位于山西省忻州市、阳泉市、朔州市、大同市境内。

忻州市地处山西省北中部，北倚内长城与大同市、朔州市、内蒙古自治区为界，西临黄河与陕西省、内蒙古自治区相望，东傍太行山与河北省接壤，南抵石岭关与太原市、阳泉市、吕梁地区毗邻。介于东经 110°53'3″~113°58′，北纬 38°6′5″~39°40′之间，南北长约 170km，东西宽约 245km。

阳泉市地处山西省中部东翼，地理坐标为东经 112°5′~114°4′，北纬 37°40′~38°31′，位于太行山中部西侧，北接忻州定襄县、五台县，东临河北省石家庄平山县、井陉县，南连晋中昔阳县，西俟晋中寿阳县、太原阳曲县；南北长约 106km，东西宽约 42km。

朔州市地处山西省的北部，东经 111°52′~113°35′，北纬 39°06′~40°22′之间，大同盆地西南端，南邻忻州，北接大同，西北与内蒙古交界。东西宽约 145km，南北长约为 133km。

大同市地处山西省最北端，东经 112°34′~114°33′，北纬 39°03′~40°44′。北以外长城为界，与内蒙古自治区乌兰察布市的兴和县、丰镇市、凉城县毗邻，西、南与本省朔州市的右玉县、怀仁市、应县及忻州市的繁峙县相连，东与河北省张家口市的怀安县、阳原县、蔚县及保定市的涞源县、阜平县接。

4.2 自然环境

4.2.1 地形地貌

（1）忻州北 500kV 变电站新建工程

忻州北变电站位于山西省忻州市代县东北方向枣林镇枣林西村北侧。站址地貌属于恒山山前倾斜平原，以耕地为主，场地地面开阔平缓，但高差较大，地势总趋势为北高南低，场地内南北最大高差约 10m 左右。忻州北变电站周围地形地貌见图 4.1。

站址东侧

站址南侧

站址西侧

站址北侧

图 4.1 忻州北 500kV 变电站站址现状照片

（2）阳泉 500kV 变电站间隔完善工程

阳泉变电站位于山西省阳泉市郊区荫营镇东垴村东北侧，阳泉变电站周围地形地貌见图 4.2。

站址东北侧

站址东南侧

站址西南侧

站址西北侧

图 4.2 阳泉 500kV 变电站站址现状照片

（3）平城 500kV 变电站间隔扩建工程

平城变电站位于山西省大同市云州区峰峪乡，平城变电站周围地形地貌见图 4.3。

站址东侧

站址南侧

站址西侧

站址北侧

图 4.2 平城 500kV 变电站站址现状照片

（4）忻州北~阳泉 500kV 线路工程

忻州北~阳泉 500kV 线路途经地区地貌单元主要为山前倾斜平原、冲洪积平原、中低山区、低中山区、黄土丘陵区，地形起伏较大，沿线山势陡峭，冲沟较发育，海拔标高一般在 500m~1800m。

山间谷地-中低山丘陵区

山前冲洪积平原

图 4.3 忻州北~阳泉 500kV 线路工程沿线区域现状照片

（5）忻州北~平城 500kV 线路工程

忻州北~平城 500kV 线路途经区域主要为平地、一般山区和高山大岭，地形

比例为 30.4%、58.9%、10.7%；地形高差起伏较大，沿线海拔在 900m~1900m。

山间谷地-中低山丘陵区

山前冲洪积平原

图 4.4 忻州北~阳泉 500kV 线路工程沿线区域现状照片

4.2.2 地质

（1）忻州北 500kV 变电站新建工程

站址所处地貌单元为汾渭地震带北段中强地震活动强烈的忻定盆地南边，站址所在的恒山隆起区地震活动较弱，与活动断裂距离大于 1.5km，从地质构造和新构造运动上分析，处于相对稳定地块，拟建站址区属相对稳定地块，适宜建设。

根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）、《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010，2016 年版），地震基本烈度为VIII度。

（2）阳泉 500kV 变电站间隔完善工程

根据收集到的资料以及现场踏勘分析，阳泉 500kV 变电站站址区域为地质灾害低发区，一般不会发生崩塌、滑坡、泥石流、地面沉陷等地质灾害。

（3）平城 500kV 变电站间隔扩建工程

根据收集到的资料以及现场踏勘分析，平城 500kV 变电站站址区域为地质灾害低发区，一般不会发生崩塌、滑坡、泥石流、地面沉陷等地质灾害。

（4）忻州北~阳泉 500kV 线路工程

本项目线路穿越了不同的地貌单元、地质构造、地层岩性区及矿产资源分布区，沿线的地质条件复杂，路径方案基本绕避了重大的不良地质条件区，处于相对稳定地块，线路可行。根据《中国地震动峰加速度区划图》（GB18306-2001），线路所经区域地震基本烈度不高于VIII度。

（5）忻州北~平城 500kV 线路工程

本项目线路穿越了不同的地貌单元、地质构造、地层岩性区及矿产资源分布区，沿线的地质条件复杂，路径方案基本绕避了重大的不良地质条件区，处于相对稳定地块，线路可行。根据《中国地震动峰加速度区划图》（GB18306-2001），线路所经区域地震基本烈度不高于 VI 度。

4.2.3 水文特征

（1）忻州北 500kV 变电站新建工程

忻州北变电站站址西侧约 230m 为赤岸河，该河道宽约 200m。站址东侧有一小山洪沟，为东北向西南走向，该沟内平时无水，汛期排洪上游少量雨水。

（2）阳泉 500kV 变电站间隔完善工程

阳泉变电站站址周边无河流经过。

（3）平城 500kV 变电站间隔扩建工程

平城变电站站址周边无河流经过。

（4）忻州北~阳泉 500kV 线路工程

本项目忻州北~阳泉 500kV 线路主要跨越滹沱河、阴山河、清水河。

1）滹沱河

滹沱河属海河流域子牙河水系，发源于山西省繁寺县泰戏山西麓马跑泉河、桥儿沟一带，向西流经代县、原平至忻府区，在忻口受金山所阻，急转东流，经定襄、五台至盂县入河北境内，在河北献县与滏阳河汇合后称为子牙河。

新建 500kV 输电线路在代县枣林镇东村东侧由滹沱河北（右）岸向南（左）岸跨越滹沱河，跨河处两岸由黄土阶地组成，河床地势较为平缓，属平原型河流。目前主河槽宽约 30m，深约 2m~3m，新建线路采用一档跨越滹沱河。

2）阴山河

阴山河属温河的一级支流，发源于盂县北下庄乡西北尖山（白马山）南麓西麻河驿村，流经 17 个村庄，于牛村镇温池村汇入温河，因两岸高山林立，河床弯曲狭窄。河流长度 32km，流域面积约 167km^2。

新建 500kV 输电线路拟在盂县境内的北下庄村与西山头村附近两次跨越阴山河。线路跨河处两岸由土石山包组成，河道宽约 200m，新建 500kV 线路采用一档跨越阴山河，不在河道内立塔。

3）清水河

清水河源于五台县台怀镇的东台沟，由西北向东南流经金岗库、石咀、门限石、高洪口、陈家庄，在神西乡的坪上村汇入滹沱河。河道纵坡 21.2‰，受五台山脉控制，群山林立，沟壑纵横，10km 以上支沟有 27 条，10km 以下支沟有 2000 余条。主要为土石山区和黄土丘陵沟壑区为主。河长 113.2km，流域面积 2405km^2。

新建 500kV 输电线路 3 次跨越清水河河道：五台县环椿坪村南侧跨越清水河，跨河处河道两岸为土石山包，两岸间宽约 400m；五台县耿家庄村西侧跨越清水河，跨河处两岸由土石山包组成，河道宽约 350m；五台县南坡村西侧跨越清水河，跨河处河道两岸为土石山包，两岸间宽约 400m；新建线路均采用一档跨越，不在河道内立塔。

（5）忻州北~平城 500kV 线路工程

新建忻州北~平城 500kV 线路主要跨越浑河、若干山洪沟及季节性河流。

浑河是桑干河右岸的一条支流，发源于山西省浑源县东山乱岭关，由东向西流经浑源县，在怀仁县新桥村西汇入桑干河。河道长度 128km，流域面积 2077km^2。浑河上有镇子梁中型水库一座，位于朔州应县城东 6km 处镇子梁村，坝址以上控制流域面积 1840km^2，库容为 4940 万 m^3，浑河支流唐峪河上，有恒山小型水库一座，控制流域面积 163km^2。

新建 500kV 输电线路在南柳会村东南 1.1km 处跨越浑河，跨河点位于镇子梁水库下游 13km，之间无较大支流汇入。跨越处地势较平，主河槽较窄，新建线路采用一档跨越浑河，不在河道内立塔。

本项目沿线水系见示意图 4.1。

4.2.4 气候气象特征

忻州市属于温带大陆性季风气候，冬无严寒、夏无酷暑，四季分明。全年平均气温在 4.3℃~9.2℃之间。年降水量为 345mm~588mm。

阳泉市属暖温带半湿润大陆性季风气候区。受季风及复杂地形影响，不同地区的气候差异较大。总的特点是：冬夏长，春秋短，四季分明；日照比较充足，昼夜温差较大；春季干旱严重，夏季炎热多雨，秋季降温迅速，冬季寒冷干燥。太阳辐射总量多年平均值为 134kcal/cm^2；实际日照时数为 2700h~2900h。年均气温一般 8℃~12℃，年降水量 450mm~550mm。

朔州市属温带大陆性季风气候，根据山西气候区划方案，属晋北温带寒冷半干旱气候区。主要特征是四季分明。春季雨雪少，风沙大，蒸发量大，经常出现干旱天气；夏季雨量集中，间有大雨、暴雨、冰雹等；秋季雨水少，早晚凉爽，中午炎热；冬季风多雪少，气候寒冷。朔州境内气温水平分布的规律是由东南向西北递减。年平均气温一般为 3.6℃~7.3℃左右。1 月份最冷，平均气温为 -14.9℃~-9.4℃。全年日照时数为 2600h~3100h，年日照率为 63%~65%。

大同地处温带大陆性季风气候区，受季风影响，四季鲜明。大同市气候干寒多风，温差较大，年均气温 6.4℃，一月-11.8℃，最低温度-29.2℃，七月平均气温 21.9℃，年降水量 400mm~500mm，初霜期为九月下旬，无霜期 125 天左右。

本项目沿线各地区气象特征资料见表 4.1。

图 4.1 本项目沿线水系示意图

表 4.1 本项目途经各地区气象特征值统计表

气象站		海拔高度	多年平均气温	极端最高气温	极端最低气温	最多雷暴日数	平均雷暴日数	最大冻土深度
		（m）	（℃）	（℃）	（℃）	（d）	（d）	（cm）
阳泉市	阳泉站	741.9	11.2	41.7	-18.9	56	35.1	68
	盂县站	953.2	9.1	40.9	-21.6	61	42.8	88
忻州市	五台站	1096.2	6.9	39.5	-32.0	57	41.1	123
	定襄站	759.1	8.8	41.7	-29.9	49	33.9	134
	代县站	859.7	8.7	40.2	-26.7	50	37.9	103
	繁峙站	933.9	7.7	40.9	-28.5	50	37.9	128
大同市	浑源站	1092.1	6.6	39.7	-37.3	55	39.4	172
	云州站	1034	6.7	39.9	-31.9	55	38.3	132
朔州市	怀仁站	1044.6	8.3	39.3	-26.3	57	36.1	157
	应县站	1000.7	7.9	40.4	-28.5	54	35.6	116

4.3 电磁环境现状评价

为全面了解山西忻州北 500kV 输变电工程所在区域及评价范围内电磁环境敏感目标的电磁环境质量现状，本次环境影响评价委托江苏博环检测技术有限公司（CMA211012340054）对本项目所在区域的电磁环境进行了现状监测。

4.3.1 监测因子

工频电场、工频磁场。

4.3.2 监测点位及布点方法

（1）监测原则

对新建变电站站址中心、原有变电站站址四周、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，选择距离本项目最近的环境敏感目标进行布点监测，同时兼顾行政区。

（2）监测点布设

根据上述布点原则，本次电磁环境现状监测点位布设如下：

1）拟建忻州北 500kV 变电站站址附近无其他电磁设施，本次环评现状监测选择在站址中心布设 1 个监测点，监测点位位于地面 1.5m 高度。

2）本期阳泉 500kV 变电站、平城 500kV 变电站等扩建工程监测点位以变电站四周围墙外 5m、地面 1.5m 高度布设监测点位，并在高压侧或距带电构架较近的围墙外侧以及间隔扩建出线端适当增加监测点位，监测点离进出线距离不小于

20m。本次在阳泉 500kV 变电站、平城 500kV 变电站站址四周各布设 9 个测点。

3）输电线路电磁环境敏感目标的布点方法以定点监测为主，尽量沿线路路径均匀布点，兼顾县级行政区、现场环境特征、不同架设形式的代表性。在线路沿线评价范围内的每处电磁环境敏感目标选取距离拟建线路边导线地面投影侧最近的电磁环境敏感目标布设监测点，位于地面 1.5m 高度。本次拟建 500kV 线路沿线共布设 18 个测点，监测点保证每个县级行政区布设至少 1 个监测点，布点覆盖评价范围内所有电磁环境敏感目标处至少布设 1 个监测点。

本次现状监测点位示意图 2.10、图 2.11、图 2.12、图 2.13、图 2.14、图 3.13、图 3.15。

4.3.3 监测频次

电磁环境各监测点昼间监测一次。

4.3.4 监测方法及仪器

（1）监测方法

采用《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》（HJ681-2013）所规定方法进行。

（2）监测仪器

表 4.2 本项目电磁监测仪器一览表

名称	型号	编号	仪器适用范围	校准单位	有效期
电磁场探分析仪	LF-04/SEM-600	I-1562/ D-1562	探头频率响应范围：1Hz～400kHz 探头量程： 电场：5mV/m～100kV/m 磁场：1nT～10mT	江苏省计量科学研究院	2022.8.10~ 2023.8.9

4.3.5 监测时间、监测条件及监测工况

表 4.3 监测时间及监测条件一览表

测试时间		天气状况	温度（℃）	湿度（%RH）	风向风速（m/s）
2023 年 4 月 5 日	昼间	多云	8~12	56~58	1.5~2.3
	夜间	多云	-1~3	49~50	1.6~2.4
2023 年 4 月 6 日	昼间	多云	6~10	46~48	1.7~2.4
	夜间	晴	2~3	48~49	1.8~2.5
2023 年 4 月 7 日	昼间	晴	5~10	47~48	1.4~2.5
	夜间	晴	-1~2	49~50	1.6~2.8

注：夜间仅监测声环境现状值。

表 4.4 原有 500kV 变电站监测时运行工况一览表

序号	项目名称		电压（kV）	电流（A)	有功（MW）	无功（Mvar）
1	阳泉变电站	1#主变	521.11~521.56	234.38~234.98	124.22~124.75	163.19~163.78
		2#主变	519.73~520.11	220.31~221.02	99.86~100.17	165.69~167.21
2	平城变电站	1#主变	516.45~517.16	109.60~110.98	85.66~86.75	4.94~4.99
		2#主变	517.62~518.12	393.44~395.00	342.38~344.01	-5.16~6.01

4.3.6 监测结果

表 4.5 本项目工频电场、工频磁场监测结果一览表

监测点位	监测点名称		工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）	测点位置图名
忻州北 500kV 变电站新建工程					
▲1	拟建忻州北 500kV 变电站站址中心		0.34	0.0073	图 2.10
阳泉 500kV 变电站间隔完善工程					
▲1	变电站西北侧偏南厂界外 5m		28.12	0.2708	图 2.11
▲2	变电站西北侧中部厂界外 5m		665.43	1.0215	
▲3	变电站西北侧偏北厂界外 5m		786.54	2.5431	
▲4	变电站东北侧厂界外 5m		968.89	4.8319	
▲5	变电站东南侧偏北厂界外 5m		836.12	2.8207	
▲6	变电站东南侧中部厂界外 5m		647.81	1.0462	
▲7	变电站东南侧偏南厂界外 5m		105.18	5.5328	
▲8	变电站西南侧偏东厂界外 5m		940.43	10.403	
▲9	变电站西南侧偏西厂界外 5m		856.12	8.4690	
▲10	变电站东南侧新扩建场址外		548.43	2.8431	
平城 500kV 变电站间隔扩建工程					
▲1	变电站南侧偏东厂界外 5m		22.93	0.1814	图 2.12
▲2	变电站南侧中部厂界外 5m		148.24	0.4331	
▲3	变电站南侧偏西厂界外 5m		493.16	1.0526	
▲4	变电站西侧厂界外 5m		140.44	0.6186	
▲5	变电站北侧偏西厂界外 5m		1078.2	0.2397	
▲6	变电站北侧中部厂界外 5m		140.44	0.6186	
▲7	变电站北侧偏东厂界外 5m		47.29	0.9651	
▲8	变电站东侧偏北厂界外 5m		138.60	0.1723	
▲9	变电站东侧偏南厂界外 5m		149.43	0.1967	
忻州北~阳泉 500kV 线路工程					
▲1	忻州市五台县	拟建线路边导线地面投影西侧约 15m 茹村乡南大贤村中铁十二局集团中心试验室	0.23	0.0067	图 2.13（1）

监测点位	监测点名称		工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）	测点位置图名
▲2		拟建线路边导线地面投影东北侧约 14m 茹村乡北阳村刘姓养殖户	6.52	0.0068	图 2.13（2）
▲3	阳泉市盂县	拟建线路边导线地面投影西南侧约 42m 牛村镇白土坡村安姓民房	9.87	0.0505	图 2.13（3）
▲4	阳泉市郊区	拟建线路边导线地面投影东侧约 42m 北舁村***家民房	0.21	0.0106	图 2.13（4）
▲5		拟建线路边导线地面投影西南侧 13m 北舁村杜***家合盛源建材店	0.72	0.0113	图 2.13（5）
忻州北~平城 500kV 线路工程					
▲6	朔州市应县	拟建线路西北侧约 11m 下马峪乡刘海窑村***家民房	20.77	0.0698	图 2.14（1）
▲7	忻州市代县	拟建线路西南侧约 45m 枣林镇黄草院村移动板房	17.32	0.0081	图 2.14（2）
▲8		拟建线路西北侧约 19m 枣林镇胡裕村***家民房	0.83	0.0065	图 2.14（3）
▲9	大同市云州区	峰峪乡拟建线路沿线	3.49	0.0069	图 3.15（b）

4.3.7 评价结论

（1）忻州北 500kV 变电站新建工程

拟建忻州北 500kV 变电站站址中心区域地面 1.5m 高度的工频电场强度为 0.34V/m，工频磁感应强度为 0.0073μT，满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中 4000V/m、100μT 的控制限值。

（2）阳泉 500kV 变电站间隔完善工程

阳泉 500kV 变电站四周围墙外 5m、地面 1.5m 高度的工频电场强度为（28.12~968.89）V/m，工频磁感应强度为（0.2708~10.403）μT；本期阳泉 500kV 变电站新扩站址处工频电场强度 548.43V/m，工频磁感应强度为 2.8431μT，均满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中 4000V/m、100μT 的控制限值。

（3）平城 500kV 变电站间隔扩建工程

平城 500kV 变电站站址四周围墙外 5m、地面 1.5m 高度的工频电场强度为（22.93~1078.2）V/m，工频磁感应强度为（0.1723~1.0526）μT，满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中 4000V/m、100μT 的控制限值。

（4）忻州北~阳泉 500kV 线路工程

忻州北~阳泉 500kV 线路沿线监测点地面 1.5m 高度的工频电场强度为（0.21~9.87）V/m，工频磁感应强度为（0.0067~0.0113）μT，满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中 4000V/m、100μT 的控制限值。

（5）忻州北~平城 500kV 线路工程

忻州北~平城 500kV 线路工程沿线监测点地面 1.5m 高度的工频电场强度为（0.83~20.77）V/m，工频磁感应强度为（0.0065~0.0698）μT，满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中 4000V/m、100μT 的控制限值。

4.4 声环境现状评价

为全面了解山西忻州北 500kV 输变电工程所在区域及评价范围内声环境保护目标的声环境质量现状，本次环境影响评价委托江苏博环检测技术有限公司（CMA211012340054）对本项目所在区域的声环境质量进行了现状监测。

4.4.1 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）。

4.4.2 监测点位及布点

本期在拟建忻州北 500kV 变电站站址中心设置 1 个监测点，在拟建变电站声环境评价范围内保护目标最靠近变电站处设置监测点。监测点位距离地面 1.2m，距居民建筑物处监测点距离不小于 1m。在原有变电站靠近主要设备声源处及本期扩建处设置监测点，监测点位于围墙外 1m、围墙上方 0.5m 处。同时在本期阳泉 500kV 变电站新征占地围墙位置设置 1 个监测点，监测点离地面 1.2m 高度。

原有 500kV 变电站周围无声环境保护目标侧厂界噪声排放监测点位选在厂界外 1m、高度 1.2m、距任一反射面距离不小于 1m 的位置；有声环境保护目标侧厂界噪声排放监测点位选在厂界外 1m、高于围墙 0.5m 位置；声环境保护目标监测点位布设在靠近主要声源处、距离建筑物不小于 1m 处、距地面高度 1.2m 处。新建 500kV 线路经过地区，在线路沿线评价范围内的每处声环境保护目标选取距离本项目拟建线路边导线地面投影每侧最近的声环境保护目标处布点监测，位于建筑物围墙外 1m，离地面 1.2m 高度。

本期拟建忻州北 500kV 变电站工程现状监测点示意图 2.10，阳泉 500kV 变

电站工程现状监测点示意图 2.11，平城 500kV 变电站工程现状监测点示意图 2.12，新建 500kV 线路经过地区监测点示意图 2.10、图 2.11、图 2.12、图 2.13、图 2.14、图 3.13、图 3.15。

4.4.3 监测频次

昼间、夜间各监测一次。

4.4.4 监测方法及仪器

（1）监测方法

《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）、《声环境质量标准》（GB3096-2008）。

（2）监测仪器

表 4.6 本项目声环境监测仪器一览表

名称	型号	编号	仪器适用范围	校准单位	有效期
多功能声级计	AWA5688	00327605	量程范围：28dB（A）～133dB(A) 频率范围：10Hz～20kHz	江苏省计量科学研究院	2022.8.8~2023.8.7
声校准器	AWA6022A	2017053			2022.8.4~2023.8.3

4.4.5 监测时间及监测条件

与电磁环境现状监测时间、气象条件相同。

4.3.6 监测结果

本项目变电站及线路沿线声环境质量现状监测结果见表 4.7~表 4.11。

表 4.7 拟建忻州北 500kV 变电站声环境质量现状监测结果一览表

监测点位	监测点名称及监测点位	测量值 dB（A）		执行标准	图名
		昼间	夜间		
●1	忻州北 500kV 变电站站址中心	39	37	2 类	图 2.10
●2	变电站东侧约 144m 盛达练车场办公室	43	41		
●3	变电站西侧约 145m 苗圃看护房	39	37		

表 4.8 阳泉 500kV 变电站厂界环境噪声及周边声环境现状监测结果一览表

监测点位	监测点名称及监测点位	测量值 dB（A）		执行标准	图名
		昼间	夜间		
●1	变电站西北侧偏南厂界外 1m	45	43	2 类	图 2.11
●2	变电站西北侧中部厂界外 1m	46	43		
●3	变电站西北侧偏北厂界外 1m	45	42		

●4	变电站东北侧厂界外 1m	46	43		
●5	变电站东南侧偏北厂界外 1m	47	44		
●6	变电站东南侧中部厂界外 1m	46	43		
●7	变电站东南侧偏南厂界外 1m	38	36		
●8	变电站西南侧偏东厂界外 1m	47	43		
●9	变电站西南侧偏西厂界外 1m	46	42		
●10	变电站西侧约 145m 养殖看护房	39	35		
●11	变电站东南侧新扩站址处	45	43		

表 4.8 平城 500kV 变电站厂界环境噪声及周边声环境现状监测结果表

监测点位	监测点名称及监测点位	测量值 dB（A）		执行标准	图名
		昼间	夜间		
●1	变电站南侧偏东厂界外 1m	46	42	2 类	图 2.12
●2	变电站南侧中部厂界外 1m	47	43		
●3	变电站南侧偏西厂界外 1m	47	43		
●4	变电站西侧厂界外 1m	45	42		
●5	变电站北侧偏西厂界外 1m	47	43		
●6	变电站北侧中部厂界外 1m	48	44		
●7	变电站北侧偏东厂界外 1m	48	44		
●8	变电站东侧偏北厂界外 1m	48	43		
●9	变电站东侧偏南厂界外 1m	48	44		
●10	变电站北侧约 76m 林场看护房	40	35		

表 4.9 忻州北~阳泉 500kV 线路沿线声环境质量现状监测结果表

监测点位	监测点名称及监测点位		测量值 dB（A）		执行标准	图名
			昼间	夜间		
●1	忻州市五台县	拟建线路边导线地面投影西侧约 15m 茹村乡南大贤村中铁十二局集团中心试验室	52	41	2 类	图 2.13（1）
●2		拟建线路边导线地面投影东北侧约 14m 茹村乡北阳村刘姓养殖户	41	36	1 类	图 2.13（2）
●3	阳泉市盂县	拟建线路边导线地面投影西南侧约 42m 牛村镇白土坡村安姓民房	38	35	1 类	图 2.13（3）
●4	阳泉市郊区	拟建线路边导线地面投影东侧约 42m 北舁村***家民房	41	38	1 类	图 2.13（4）
●5		拟建线路边导线地面投影西南侧 13m 北舁村***家合盛源建材店	40	37	1 类	图 2.13（5）

表 4.10 忻州北~平城 500kV 线路沿线声环境质量现状监测结果表

监测点位	监测点名称及监测点位		测量值 dB（A）		执行标准	图名
			昼间	夜间		
●6	朔州市应县	拟建线路西北侧约 11m 下马峪乡刘海窑村***家民房	41	37	1 类	图 2.14（1）
●7	忻州市代县	拟建线路西南侧约 45m 枣林镇黄草院村移动板房	42	37	1 类	图 2.14（2）
●8		拟建线路西北侧约 19m 枣林镇胡裕村***家民房	38	34	1 类	图 2.14（3）
●9	大同市云州区	峰峪乡拟建线路沿线	38	35	1 类	图 3.15（b）

4.4.7 评价结论

（1）忻州北 500kV 变电站新建工程

拟建忻州北 500kV 变电站站址中心区域声环境质量监测值昼间为 39dB（A）、夜间为 37dB（A）；站址周边声环境保护目标处声环境质量监测值昼间为（39~43）dB（A）、夜间为（37~41）dB（A），昼间、夜间均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类标准要求（昼间 60dB（A）、夜间 50dB（A））。

（2）阳泉 500kV 变电站间隔完善工程

阳泉 500kV 变电站厂界环境噪声现状监测值昼间为（38~47）dB（A）、夜间为（36~44）dB（A），昼间、夜间均满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 2 类标准要求（昼间 60dB（A）、夜间 50dB（A））；阳泉 500kV 变电站新征地占地处声环境现状监测值昼间为 45dB（A）、夜间为 46dB（A），昼间、夜间满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准；站址周边声环境保护目标处声环境质量监测值昼间为 39dB（A）、夜间为 45dB（A），昼间、夜间均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类标准要求（昼间 60dB（A）、夜间 50dB（A））。

（3）平城 500kV 变电站间隔扩建工程

平城 500kV 变电站厂界环境噪声现状监测值昼间为（45~48）dB（A）、夜间为（42~44）dB（A），昼间、夜间均满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 2 类标准要求（昼间 60dB（A）、夜间 50dB（A））；站址周边声环境保护目标处声环境质量监测值昼间为 40dB（A）、夜间为 35dB（A），昼间、夜间均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类标准要求（昼间 60dB（A）、夜间 50dB（A））。

（4）忻州北~阳泉 500kV 线路工程

忻州北~阳泉 500kV 线路沿线监测点位于 2 类声功能区内的声环境保护目标处声环境质量监测值昼间为 52dB（A）、夜间为 41dB（A），昼间、夜间均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类标准要求（昼间 60dB（A）、夜间 50dB（A））；位于 1 类声功能区内的声环境保护目标处声环境质量监测值昼间为（38~41）dB（A）、夜间为（35~38）dB（A），昼间、夜间均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 1 类标准要求（昼间 55dB（A）、夜间 45dB（A））。

（5）忻州北~平城 500kV 线路工程

忻州北-平城 500kV 线路工程沿线声环境质量监测值昼间为（38~42）dB（A）、夜间为（34~37）dB（A），昼间、夜间均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 1 类标准要求（昼间 55dB（A）、夜间 45dB（A））。

4.5 生态环境

4.5.1 土地利用与景观生态

评价区土地利用类型以耕地和林地为主，其次为草地，工矿仓储用地、住宅用地、公共管理与公共服务用地、交通运输用地、水域及水利设施用地、其他土地等所占比例较少。从区域分布看，主要以林地为优势景观。

4.5.2 植被生态现状

根据《山西植被》中的植被区划，本项目由北向南跨越 2 个地带（温带草原地带和暖温带落叶阔叶林地带），3 个亚地带（温带南部草原亚地带、温带森林草原亚地带和北暖温带落叶阔叶林亚地带），4 个地区（“晋北丘陵盆地草原地区、恒山山地白桦林次生森林草原地区”、“晋中部山地丘陵、盆地，杆林、油松、辽东栎林地区”、“晋东南、晋南西山,油松林、辽东林地区”），6 个植被区。

根据《山西省森林植被生物量和碳储量估算研究》（卢景龙等，中国农学通报），研究了山西省不同森林植被类型的生物量，其研究结果对于本项目生物量估算具有参考价值。根据样方调查、资料及相关文献，评价区内生物量总计为 652141.34t，其中生物量分配最大的是油松林，占总生物量的 28.70%，其次为灌丛、华北落叶松林、辽东栎林等，分别占总生物量的 26.75%、21.06%、12.61%。

本次样方调查中物种均为常见物种，并未发现国家野生保护植物。因为人类活动频繁，原生植被基本破坏，现有植被基本为人工林和次生林，未见有野生保护植物分布。

详见第 7 章内容。

4.5.3 动物生态现状

利用各种渠道广泛收集评价范围内的野生动物背景资料，主要包括野生脊椎动物的资料和分布信息。这些信息资料涵盖了两栖类、爬行类、鸟类和哺乳类动物的种类、地理分布、丰富度，另外还检索有关动物的国内、国际保护地位等信息，这些信息资料是本文的重要数据来源之一。在实地调查的基础上，分析评价范围内野生动物物种多样性和重点保护动物现状，收集重要物种的相关资料，同时调查重要物种及其主要生境与建设项目的关系。

本次调查中并未发现有国家野生保护动物。

详见第 7 章内容。

4.5.4 环境敏感区调查

忻州北 500kV 输变电工程穿越的生态保护红线类型共计 3 种，穿越恒山以北防风固沙与土地沙化防控生态保护红线长、穿越五台山生物多样性维护生态保护红线、穿越太行山水源涵养生态保护红线。本项目采取无害化跨越方式，一档跨越盂县梁家寨省级湿地公园（恢复重建区）。本项目所穿越生态保护红线或跨越湿地公园等区域受人为活动等影响较大，现场调查期间未发现有重点保护野生动物及植物。

4.5.5 农业生态调查

本项目涉及农田生态系统主要分布于平原谷地、海拔较低的山坡上，村落周边，面积约占整个评价范围的 21.67%。以农业生产活动为中心，以输出农副产品为主要功能的区域。农业植被以小麦、玉米、马铃薯和豆类为主。

详见报告书第 7 章。

4.6 水土保持现状

根据《全国水土保持规划（2015-2030）》、《山西省水土保持规划（2016-2030）》，项目区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》（GB/T50434-2018），本项目水土流失防治执

行北方土石山区一级防治标准。

（1）水土流失防治要求

根据项目建设特点、区域环境现状等，明确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》（GB/T50434-2018）的要求。

本项目水土流失防治目标值为：水土流失总治理度 95%、土壤流失控制比 0.90、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%。

（2）对项目的制约因素

从水土保持角度分析，项目选址不受水土保持制约性因素制约。但因项目区处于永定河上游国家级水土流失重点治理区，一是应提高绿化标准，减少地表扰动和植被损坏范围，施工过程中加强工程管理，有效控制可能造成的水土流失；二是应将施工活动严格控制在界定的防治责任范围内，严格保护植物、地衣等，预防和减轻水土流失；三是应及时进行水土保持治理，认真落实各项水土保持措施，尽快恢复生态功能，以弥补工程施工造成的不利影响。

4.7 防沙治沙

根据《中华人民共和国防沙治沙法》、《关于做好沙区开发建设项目环评中防沙治沙内容评价工作的意见》（林沙发〔2013〕136 号、国家林业局）、《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，山西省林业和草原局、山西省生态环境厅），沙区开发建设项目应当包括具有防沙治沙内容的环境影响评价。

结合现场踏勘调查结果，本项目评价范围内尚未形成沙化。本项目的建设内容包括变电站施工、输电线路施工等，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，环评提出防沙措施如下：

（1）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。

（2）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。

（3）对供排水管线区、站用电源、施工生产生活区、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，防治风蚀、水蚀造成的水土流失。

采取以上措施后，可使项目区域防风固沙能力提高，保证项目区域内的植被覆盖率，减少风蚀、水蚀造成的土壤沙化，可有效预防项目所在区的土地沙化。

4.8 地表水环境

本项目沿线涉及地表水主要是浑河、滹沱河、阴山河、清水河等，根据《山西省地表水环境功能区划》（DB14/67-2019）。

本项目跨越浑河处位于镇子梁水库西岸，根据《山西省地表水环境功能区划》（DB14/67-2019）核实地表水功能为 IV 类。

本项目分别在代县聂营镇和盂县独自口村 2 次跨越滹沱河，根据《山西省地表水环境功能区划》（DB14/67-2019）核实地表水功能为 II 类。

本项目在五台县环椿坪村南侧、五台县耿家庄村西侧、五台县南坡村西侧 3 次跨越清水河，根据《山西省地表水环境功能区划》（DB14/67-2019）核实地表水功能为 IV 类及 II 类、III 类过渡区。

本项目在盂县境内的北下庄村与西山头村附近两次跨越阴山河，根据《山西省地表水环境功能区划》（DB14/67-2019）核实，该处未划定地表水功能。

4.9 饮用水源保护区

4.9.1 应县县城饮用水水源地

（1）水源保护区范围

2021 年，山西省人民政府下发的《关于对临汾市永和县等 8 个申请事项 25 个饮用水水源保护区划分调整的批复》（晋政函〔2021〕151 号）文件，对应县县城饮用水水源保护区的划分调整结果进行了批复，批复结果如下：

应县县城饮用水水源地共 4 个，分别为北河种水源地、鲍堡水源地、杨街水源地、小石口水源地，水源井为松散岩类孔隙水潜水型水源地。

一级保护区：北河种水源地取水井 3 眼，一级保护区范围以井为中心、140m

半径的圆形范围，保护区面积为 0.186km²；鲍堡水源地取水井 2 眼，一级保护区范围以井为中心、140m 半径的圆形范围，保护区面积为 0.124km²；杨街水源地取水井 7 眼，一级保护区范围以井为中心、100m 半径的圆形范围，保护区面积为 0.298km²；小石口水源地取水井 2 眼，一级保护区范围以井为中心、130m 半径的圆形范围，保护区面积为 0.110km²。

二级保护区范围：北河种、鲍堡、杨街、小石口水源地连片划分二级保护区，依据“划定的水源保护区范围应以便于实施环境管理为原则”，将县城集中式饮用水水源二级保护区半径统一确定外围井的外接多边形边界区域作为二级保护区。二级一级保护区连片后面积约 27.0069km²。

（2）相对位置关系

忻州北~平城 500kV 线路工程拟穿越应县县城饮用水水源地二级保护区长约 3.2km，在二级保护区内立塔 7 基，距离杨街水源地一级饮用水水源保护区最近距离约 340m，不在一级饮用水水源保护区内立塔。

本项目与应县县城饮用水水源地位置关系见图 2.6。

4.9.2 代县滩上镇集中供水水源保护区

（1）水源保护区范围

2013 年，山西省人民政府下发的《关于同意忻州市乡镇集中式饮用水水源地保护区划定方案的批复》（晋政文〔2013〕14 号）文件，对滩上镇集中供水水源保护区划分结果进行了批复，批复结果如下：

一级保护区：以 1#取水井为中心，设立长方形所围成的一级保护区较适宜。半径为 120m。以取水井的上游 200m，下游 40m，两边（南北）以河道宽度 120m 所围成的区域为一级保护区。一级保护区面积为 0.029km²。

二级保护区：半径为 1200m，二级保护区长度从一级保护区的上游边界向上游延伸 1000m，沿河道宽度 70m 所围成的区域。以取水井一级保护区长方形外侧为二级保护区边界围成的区域为二级长方形保护区。二级保护区面积为 0.07km²。

（2）相对位置关系

忻州北~阳泉 500kV 线路工程一档跨越二级保护区，跨越长度约 65m，不在一级、二级保护区内立塔。

本项目与代县滩上镇集中供水水源保护区位置关系见图 2.7。

4.10 山西泉域

4.10.1 娘子关泉域

（1）泉域概况

娘子关泉位于平定县娘子关镇附近，出露于桃河与温河汇集地段。由 11 个主要泉组组成，分布在自程家至苇泽关约 7km 长的河漫滩及阶地上，出露高程 360~392m。泉群多年平均流量 12.16m%（1956-1984 年），是我国北方最大的岩溶泉水。天然状态下，年际不稳定系数为 1.5，属稳定型泉水。

泉水为 $SO_4 \cdot HCO_3$-Ca·Mg 型水，矿化度 591.4mg/L，总硬度 434.5mg/L，水温 19.2℃。

泉域多年平均降水量为 560.2mm（1956-1984 年），其分布跨海河及黄河两大流域，主要河流为桃河、温河、松溪河、清漳河。

泉域分布范围包括阳泉市的平定、盂县，城郊，晋中地区的榆次，寿阳、昔阳、和顺、左权、太原市的南郊区等市（县、区）。从构造上看，处于沁水凹陷的北端，为一北东向翘起的大向斜。出露地层自东向西，由北向南，由老到新。沉积了厚度达 467m~628m 的中奥陶统岩溶含水层组。为岩溶水的存、运移提供了巨大的调蓄空间。岩溶水由北，西，南三面向娘子关一带径流汇集。由于该处下奥陶统相对隔水层的隆起，并被桃河侵蚀出露，使岩溶地下水溢出地表成泉。故娘子关泉基本上为全排型接触溢流泉。

（2）泉域范围

东部边界：南段：奥陶系下统及寒武系下统构成隔水边界，该边界北端以东为寒武系可溶岩组成的东固壁泉域。边界走向由北向南，由昔阳西回-白羊峪-和顺阳曲山（2059m）-左权沐池-北天池。中段：西回以北至苇泽关断层南端，成为娘子关泉域与河北省威州泉域的地下分水岭边界。泉水出露带以苇泽关断层为边界。北段：由北向南由盂县的崔家庄-苇泽关断层北端。为娘子关泉域盂县阴山河与威州泉域黑砚水河及神水泉河的地表分水岭，南端为地下分水岭。

北部边界：东段：蚍蜉垴至磁盒尖，构成泉域与滹沱河干流水系的地表分水岭，为阻水边界。中段：神泉至蚍蜉垴，为兴道泉与娘子关两泉域的地下分水岭。西北段：为寺家坪-张家河北东向的断褶带及太原东山背斜轴部，亦为地表分水岭。由东北至西南自盂县神泉-寿阳黄岭北-沿太原市与晋中行政界-杨家峪-郝庄，

西南段与兰村泉域水源保护区为界。

西部边界：为地表出露二、三叠系砂页岩，灰岩深埋 1000m~1200m 以下，构成隔水边界。西北段：由西至东自郝庄-榆次鸣谦北-寿阳段庄-瑶头。中段：为海河（清漳河东源）与黄河（潇河）两大水系分水岭。由北向南自瑶头-昔阳柳林背-和顺庙沟西-白万山-榆次市人头山。西南段：为清漳河西源与浊漳河北源的地表分水岭，亦为和顺、左权县与榆社县的行政边界。由北向南自人头山-和顺菜榆垴-左权刘家岭-东沟底。

南部边界：青草堙以北，左权县城以南，为地下分水岭边界。由西向东自东沟底-河神堙北-北天池。以南属辛安泉域。

上述各边界圈定的泉域范围面积 7217km^2，其中裸露可溶泉 2282km^2。按地（市）行政区域为：阳泉市 2430km^2，晋中地区 4688km^2，太原市 99km^2。

（3）重点保护区范围

泉水集中出露带，其保护范围为：西自温河下董寨以下河谷、桃河西武以下河谷。东至两河汇流后的绵河河谷苇泽关断层之间的泉水出露带。桃河、温河渗漏河段，其保护区范围为：温河河谷，自东至西由温池-下章召-白马庄-南庄巨城镇-下董寨，河流长度约 35km。桃河河谷：自西向东由白羊墅-乱流-岩会-上盘石-下盘石-西武庄，河流长度约 30km，以上重点保护区面积共 86.5km^2。

（4）位置关系

忻州北~阳泉 500kV 线路工程涉及坪上泉域，位于坪上泉域裸露岩溶区及一般保护区，新建线路 48km，铁塔 134 基，距离坪上泉域重点保护区约 5.24km。本项目不开采地下水，运行期不排放废水，项目建设对娘子关泉域影响很小。

本项目与娘子关泉域的相对位置关系见图 2.8。

4.10.2 坪上泉域

（1）泉域概况

坪上泉出露于五台县南部约 30km 的滹沱河、清水河会合口上下游河谷中，是以散泉群形式出流的岩溶水排泄带。据 1994 年调查，滹沱河甲子湾村以南、清水河胡家庄以西至戎家庄村东的泉域边界内，有大小泉点 221 个，构成 4 个泉组；其中滹沱河区有甲子湾、水泉湾、段家庄 3 个泉组；清水河区为李家庄泉组（含胡家庄、耿家会、李家庄、坪上散泉群）。此外，在泉域西南端水头沟有孤立出流的大湾泉，它们组成坪上泉。滹沱河在含水系统内三次切穿区域岩溶含水

层底板，故坪上泉属侵蚀、接触、溢流全排型泉。

泉水多年平均总流量为 4.10m^3/s（1967~1992 年），各泉组流量据 1994 年观测资料，水泉湾泉组 0.75m^3/s，段家庄泉组 0.66m^3/s，李家庄泉组 0.94m^3/s，大湾泉 0.20m^3/s，甲子湾泉 0.12m^3/s。水泉湾、段家庄、李家庄泉组是坪上泉主体。泉水出露标高：甲子湾泉组 710.9m~713.3m，水泉湾泉组 639.9m~699.7m，段家庄泉组 678.8m~672.8m，李家庄泉组 699m~659.4m，大湾泉 700m。泉水出露地层除水泉湾组为奥陶系中统下马家沟组外，其余均为寒武系上统或中统。

泉水水质优良，属 HCO_3-Ca·Mg 型水，矿化度一般在 212~333mg/L，个别 415mg/L（甲子湾泉），总硬度 187.2~241.2mg/L，为良好的生活及工农业用水。

泉域地处山西省中东部的五台山区及系舟山区的北端，属中山地形，间夹山间盆地（茹村、五台、豆村谷地）和河流谷地，地形高程一般 1000m~3000m，相对切割深度 500m~1000m，总地形是北高南低，北部最高峰北台顶 3058m，南庄附近滹沱河谷最低 590m。

泉域内主要河流有滹沱河及其支流清水河，属海河水系。滹沱河白北而南穿过本区为过境河流，区内河长 38km，多年平均径流量 14.87m/s（南庄站）。清水河发源于五台山中台，在坪上村汇入滹沱河，据南坡站资料，多年平均径流量 3.78m^3/s。其在岩溶区流长 50km，因清水漏失，胡家庄以上大部分为干谷，以下因泉水出流始有清水。

泉域属大陆性半干旱气候，高寒微湿。降水量受地形影响变化大，山区迎风坡大，盆地河谷区小，多年平均降水量分别为 537mm、463mm。

泉域内出露地层有：

①太古界、元古界深、浅变质岩，广泛分布于泉域北、东及东南部，是岩溶含水系统基底及补给岩溶水的地表水产流区。

②下古生界寒武系、奥陶系碳酸盐岩，分布于五台山南部及系舟山区，组成轴向北东的复式向斜构造，构成坪上泉岩溶含水系统。

③上古生界石碳系、二迭系碎屑岩，零星覆盖在奥陶系之上，使之成为埋藏型岩溶区。

④新生界上第二系、第四系松散岩，覆盖于各时代之上，在碳酸盐岩之上都形成覆盖型岩溶区。

岩溶水含水岩组主要是奥陶系中统下马家沟组及寒武系上、中统，以寒武系

最普遍。其中以下马家沟组及寒武系上统最强，中统次之。

岩溶水的补给来源主要是大气降水在灰岩裸露区的入渗，其次是清水河干、支流地表水的渗漏。地下水市要自东北、东、南方向向排泄区汇流，因河流侵蚀而成泉排泄。

（2）泉域范围

南、东、北部边界及西北部边界：为清水河流域的地表分水岭。南起五台县陈家庄村南分水岭、向东北经雷公顶-老虎头-南坨-长城岭-东台顶-北台顶-中台顶-香峪尖-凡支山-大柏山-娘娘垴，折向南沿小银河与滹沱河分水岭到黄土坡村的南山。

西部边界：由黄土坡村南山向西经南湾村、青山底至藏弧台村的系舟山麓，以寒武系下统与中统的地层线为界。

西南部边界：由藏孤台村南的系舟山北麓，沿黑小尖山-将军山（天翅垴）-白玉沟南山的地表分水岭再绕以南庄-戎家庄以东滹沱河两岸山坡至陈家庄南地表分水岭。

由上述边界确定泉域面积 3035km^2，由寒武、奥陶系碳酸盐岩组成的含水系统面积 855km^2，其中可溶岩裸露区面积 750km^2，覆盖埋藏区 105km^2。泉域以清水河流域为主体，行政区划上主要属忻州地区五台县，少部分为定襄县。

（3）重点保护区范围

清水河、滹沱河河谷泉水集中出露带：其范围为滹沱河南湾村、清水河胡家庄以下至滹沱河戎家庄以东泉域边界的两河河谷地带，面积约 8.0km^2。

（4）位置关系

忻州北~阳泉 500kV 线路工程涉及娘子关泉域重点保护区路线长度为 0.72km，涉及娘子关泉域裸露岩溶区及一般保护区，线路长 34.6km，铁塔 79 基。阳泉 500kV 变电站间隔完善工程位于娘子关泉域裸露岩溶区。本项目不开采地下水，运行期不排放废水，项目建设对坪上泉域基本没有影响。

本项目与坪上泉域的相对位置关系见图 2.9。

4.11 文物保护单位

（1）茹越口—马兰口长城（省级保护单位）

茹越口—马兰口长城（省级保护单位）位于朔州市应县。以单体建筑基础外

缘为基线向四周各延伸 50m。建设控制地带：以保护范围为基准向两侧各延伸 500m。烽火台四周各扩 50m 为保护范围，保护范围外 500m 为建设控制地带。本期线路一档跨越茹越口—马兰口长城保护范围，需要在建设控制地带内立塔。最近塔位距离长城本体约 85m。另外线路位于镇子梁烽火台、马兰庄烽火台、水泉沟 6 号烽火台、刘海窑 1~7 号烽火台、东安峪 1~3 号烽火台的建设控制地带内。

该段线路长城呈东北向西南横贯，与本期线路走线不可避免形成交叉，本期输电线路采取一档跨越该段长城保护范围，并避开了周边烽火台 50m 的保护范围。

本项目在长城及周边烽火台建设控制地带内共计新建塔基 9 基塔，因此在建设过程中严格控制施工范围，施工前制定有关保护长城的施工方案，确保不对长城相关建筑造成破坏。特别注意施工机械噪声、振动等作业强度，防止施工振动可能对长城相关建筑造成的间接影响。

（2）东段景遗址（省级保护单位）

东段景遗址（省级保护单位）位于忻州市代县聂营镇东段景村东南 100m 处。东段景遗址（省级保护单位）以合地西部边缘为中心，南北 95m，东西 76m 为保护范围；以保护范围为中心，南北 255m，东西 180m 为建设控制地带。

本期线路及塔基不涉及保护范围及建设控制地带。距离建设控制地带最近距离约 402m。

（3）胡峪乡长城村长城（省级保护单位）

胡峪乡长城村长城（省级保护单位）位于忻州市代县。以相关遗存的墙体外缘为基线向两侧各扩 50m 作为保护范围；保护范围边界外扩 500m 为建设控制地带范围。

本期线路一档跨越胡峪乡长城村长城保护范围，需要在建设控制地带内立塔。最近塔位距离长城本体约 73m。

该段线路长城呈东北向西南横贯，与本期线路走线不可避免形成交叉，本期输电线路采取一档跨越该段长城保护范围。

本项目在长城建设控制地带内共计新建塔基 7 基塔，因此在建设过程中严格控制施工范围，施工前制定有关保护长城的施工方案，确保不对长城相关建筑造成破坏。特别注意施工机械噪声、振动等作业强度，防止施工振动可能对长城相关建筑造成的间接影响。

5 施工期环境影响评价

5.1 生态影响预测与评价

详见报告书第 7 章《生态环境影响评价》专章。

5.2 声环境影响分析

5.2.1 变电工程

（1）声源概况

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

根据《环境噪声与振动控制工程技术导则》（HJ2034-2013），并结合项目特点，本项目施工设备噪声源声压级见表 5.1。

表 5.1 本项目施工期噪声源强一览表

序号	阶段	主要施工设备	声压级* （距声源 5m，单位 dB）（A））
1	施工场地三通一平	液压挖掘机	86
		推土机	88
2	基础施工	商砼搅拌车	86
		电锯	88
		混凝土振捣器	86
3	电气安装	重型运输车	86
		吊车	86
		空压机	88

（2）施工噪声环境影响分析

只考虑几何发散衰减时，预测点 r 处的 A 声级为：

$$L_A（r）=L_A（r_0）-20lg（r/r_0）$$

式中：$L_A（r）$-距声源 r 处的声级，dB（A）；

$L_A（r_0）$-参考位置的声级，dB（A）；

r-预测点与点声源之间的距离，m；

r_0-参考位置与点声源之间的距离，m。

同时考虑变电站围墙、建筑的衰减，衰减取值 15dB（A）~20dB（A）。

考虑到在各施工阶段，可能存在不同施工设备同时作业的情景，按各施工阶段典型施工设备组合计算多台施工设备同时运行时声环境影响。建设项目声源在预测点产生的等效声级贡献值（L_{eqg}）计算公式：

$$L_{eqg} = 10\log(\frac{1}{T}\sum t_i 10^{0.1L_{Ai}})$$

式中：

L_{eqg}—建设项目声源在预测点的等效声级贡献值，dB（A）；

L_{Ai}—声源在预测点产生的 A 声级，dB（A）；

T—预测计算的时间段，s；

t_i—i 声源在 T 时段内的运行时间，s。

不同施工阶段厂界噪声影响预测结果见表 5.2，最不利施工阶段声环境保护目标处噪声影响预测结果见表 5.3。

根据表 5.3 预测结果可知，本项目变电工程施工阶段变电站周边声环境保护目标预测值昼间满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类标准（昼间 60dB(A)）要求，夜间超过《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类标准（夜间 50dB(A)），由于变电工程夜间不进行施工作业，施工噪声夜间不会出现扰民。

（3）拟采取的环保措施

为了尽量降低施工噪声对周围环境的影响，本环评要求施工期间落实以下措施：

1）加强施工期的环境管理和环境监控工作，并接受环保部门的监督管理。

2）变电站施工场地周围应尽早设立围墙等遮挡设施。

3）采用噪声水平满足国家相关标准的施工机械或采取带隔声、消声设备的机械，控制设备噪声源强。

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

5）运输材料的车辆进入施工现场严禁鸣笛，装卸材料时应做到轻拿轻放。

表5.2不同施工阶段施工厂界噪声贡献值结果果一览表

项目名称	预测点位	距施工区最近距离（m）	贡献值（dB（A））			标准限值（dB（A））		超标量（dB（A））	
			三通一平	土建施工	设备安装	昼间	夜间	昼间	夜间
忻州北变电站新建工程	代县枣林镇林西村盛达练车场办公室	144	52	54	54	70	55	/	/
	代县枣林镇林西村苗圃看护房	165	51	53	53	70	55	/	/
阳泉变电站扩建工程	阳泉市郊区荫营镇东垴村看护房	145	52	54	54	70	55	/	/
平城变电站扩建工程	云州区峰峪乡看护房	76	57	59	59	70	55	/	4

表5.3最不利施工阶段声环境保护目标处噪声影响预测结果一览表

项目名称	声环境保护目标名称	与施工区域最近距离/m	噪声现状值（dB(A)）		噪声标准（dB(A)）		噪声贡献值（dB(A)）		噪声预测值（dB(A)）		较现状增量（dB(A)）		超标和达标情况（dB(A)）	
			昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间
忻州北变电站新建工程	代县枣林镇林西村盛达练车场办公室	144	43	41	60	50	54	54	54	54	/	4	达标	超标
	代县枣林镇林西村苗圃看护房	165	39	37	60	50	53	53	53	53	/	3	达标	超标
阳泉变电站扩建工程	阳泉市郊区荫营镇东垴村看护房	145	39	34	60	50	54	54	54	54	/	4	达标	超标
平城变电站扩建工程	云州区峰峪乡看护房	76	40	35	60	50	59	59	59	59	/	9	达标	超标

注*：贡献值取影响最大的设备安装阶段贡献值计算。

5.2.2 输电线路

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

（1）采用低噪声水平的施工机械设备，控制设备噪声源强。

（2）线路夜间不进行施工作业。

（3）合理组织运输，对运输车辆司机进行严格的培训教育，禁止随意鸣笛，装卸材料时应做到轻拿轻放避免噪声对附近居民产生影响。

在采取以上噪声污染防治措施后，施工噪声对外环境的影响将被减至最低程度，满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）的限值要求。

本项目线路工程建设对声环境保护目标的噪声影响按最不利阶段（即施工准备期）预测详见下表 5.4。

根据表 5.4 预测结果可知，本项目线路工程施工阶段线路位于朔州市应县下马峪乡刘海窑村康振华家民房处噪声预测值昼间超过《声环境质量标准》（GB3096-2008）1 类标准（昼间 55dB（A）），其它声环境保护目标处噪声预测值昼间均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）相应标准要求；线路位于朔州市应县下马峪乡刘海窑村康振华家民房处噪声预测值夜间满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准（夜间 50dB（A）），其它声环境保护目标处噪声预测值夜间均超过《声环境质量标准》（GB3096-2008）1 类标准（昼间 45dB（A）），由于线路工程夜间不进行施工作业，施工噪声夜间不会出现扰民问题。

表5.4最不利施工对附近声环境保护目标噪声预测值一览表

项目名称	声环境保护目标名称	与施工区域最近距离（m）	噪声现状值（dB(A)）		噪声标准（dB(A)）		噪声贡献值（dB(A)）		噪声预测值（dB(A)）		较现状增量（dB(A)）		超标和达标情况（dB(A)）	
			昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间
忻州北～阳泉500kV 线路工程	忻州市五台县茹村乡南大贤村中铁十二局集团中心试验室	190	52	41	60	50	46	46	53	47	/	/	达标	达标
	忻州市五台县茹村乡北阳村刘姓养殖户	195	41	36	55	45	46	46	47	46	/	/	达标	**超标**
	阳泉市盂县牛村镇白土坡村安姓民房	190	38	35	55	45	46	46	47	46	/	/	达标	**超标**
	阳泉市郊区北舁村***家民房	200	41	38	55	45	46	46	47	47	/	/	达标	**超标**
	阳泉市郊区北舁村杜玉柱家合盛源建材店	185	40	37	55	45	47	47	48	47	/	/	达标	**超标**
忻州北~平城500kV 线路工程	朔州市应县下马峪乡刘海窑村***家民房等6户	20	41	37	55	45	65	65	65	65	10	20	**超标**	**超标**
	忻州市代县枣林镇黄草院村移动板房	120	42	37	55	45	51	51	52	51	/	2	达标	**超标**
	忻州市代县枣林镇胡裕村***家民房	200	38	34	55	45	46	46	47	46	/	/	达标	**超标**

5.3 施工扬尘分析

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

线路工程施工期的扬尘主要来自土石方的开挖、房屋拆除、施工现场内车辆行驶等。

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）施工过程中，应当加强对施工现场和物料运输的管理，保持道路清洁，管控料堆和渣土堆放，防治扬尘污染。

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

（3）合理规划施工期，遇有大风或重污染天气，应停止土方开挖、回填、拆除等可能产生扬尘的作业。

（4）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。

（5）使用商品混凝土，避免混凝土现场搅拌。

（6）拟建变电站、扩建变电站应优先建设围墙，施工场地应设置硬质围挡，并在围墙或围挡上方布设喷雾抑尘系统。

（7））施工现场禁止将包装物、可燃垃圾等固体废物就地焚烧。

采取上述措施后，本项目施工期对环境空气的影响能得到有效控制。

5.4 固体废物影响分析

施工期固体废物主要为施工人员的生活垃圾和建筑施工垃圾，以及对忻州北变电站征地范围、阳泉变电站新征地范围和交流线路边导线外 5m 范围内的民房、临时施工用房、厂房等构筑物进行工程拆迁产生的建筑垃圾，拆迁过程中无危险废物产生。

施工期固体废物主要为废建筑材料、废弃土石方、施工人员生活垃圾。弃土全部用于塔座基面四周平整或就近回填；废建筑材料回收利用或按照要求统一运至环卫部门指定地点倾倒；生活垃圾及时清运送至环卫部门指定地点处置。

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。

另外，本项目涉及 500kV 线路升高改造线路路径长约 17.3km，铁塔 32 基。由于塔基基础埋深较深，为避免大开挖造成植被破坏和水土流失，非耕地范围内已建线路的拆除工程不拆除地下的塔基基础，仅拆除线路的架空部分；耕地范围内已建线路的拆除工程除了拆除铁塔、导地线和金具（绝缘子、线夹、间隔棒、防振锤等）外，还需拆除地面以下 0.8m~1m 内的基础并恢复原状。根据现场调查，需要拆除塔基基本位于场地区域，基本不拆除塔基基础，以减少对周围生态影响，对于废旧导线、废旧塔材、绝缘子、间隔棒等废旧材料若不妥善处理势必会造成金属资源浪费，不利于资源的再利用；混凝土块等建筑垃圾若处理不当，不利于土地原有功能的恢复；产生的生活垃圾若不妥善处置，会污染环境。针对旧线拆除工程的环境影响特点，本项目主要采取以下环境保护措施：

（1）临时措施。在拆除施工场地四周设置临时截水沟和沉沙池，截断雨水冲刷土壤形成的水流，并将其汇入沉沙池，沉沙池里的泥水自然渗透。裸露地表可用防尘网覆盖以减缓雨水击打冲刷土壤的力度，另外防尘网可以防止裸露土地产生的扬尘。对临时堆存的表土进行临时拦挡防止水土流失。

（2）植物措施。旧线拆除过程中加强塔基区植被保护，尽可能不砍伐现有林木。原有塔基拆除后，地下基础保留，在表面进行覆土，在塔基基础周围进行土地平整，并对不可避免而造成的局部植被破坏区域采用当地乡土植被进行植被恢复，恢复原有土地利用功能，使其与周围景观协调一致。

（3）废旧导线、废旧塔材、绝缘子、间隔棒等废旧材料属于可重复利用材料，由施工单位现场收集交由建设单位回收再利用。

（4）拆除的基础属建筑垃圾，应定期清运至当地政府部门指定地点处置，施工完成后及时做好迹地清理工作，以免影响后期土地功能的恢复。

（5）施工人员的生活垃圾由施工人员自行收集后带回租住地，随当地的生活垃圾一起处理，禁止在施工现场随意丢弃。

（6）在旧线拆除工程实施完毕后拆除施工机械和临时跨越架，并对拆除施

工场地和临时跨越场地进行全面清理，确保无残留混泥土块等建筑垃圾或其他固体废物（如损坏的绝缘子等）。

（7）由于旧线及铁塔拆除后将在原路径新建铁塔，本环评建议设计单位优化塔基定位，尽量在原址新建或靠近原铁塔位置新建塔基，尽量共用临时占地，减少对周边环境的影响。采取以上措施后，旧线升高改造工程对环境的影响可以接受。

5.5 地表水环境影响分析

5.5.1 变电工程

（1）主要污染源

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。

（2）拟采取的环保措施

为尽量减少施工期废水对水环境的影响，施工期应采取如下水污染防治措施：

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

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

3）将物料、车辆清洗废水、建筑结构养护废水集中，经过沉砂处理循环利用。

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

5）建设单位和施工单位应加强自我检查和监督意识，施工单位在施工期间应贯彻“预防为主”的原则，建立完善的水环境保护制度。

采取上述措施后，变电工程的施工期废水对水环境影响能得到有效控制。

5.5.2 线路工程

（1）主要污染源

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。

（2）拟采取的环保措施

在线路施工阶段产生的施工废水和施工生活污水可能会影响输电线路所跨越河流的水体环境。在上述线路段施工时应采取如下防治措施：

1）现场人员进驻现场前，学习《中华人民共和国环境保护法》和当地生态环境部门关于污水排放标准的有关条款，熟悉地方环保政策规定或行政要求。

2）做好施工场地周围的拦挡措施，尽量避免雨天开挖作业。施工场地设置沉淀池将施工废水集中收集，经处理后循环使用，不外排。

3）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，定期清运。

4）在跨越河流段附近施工时，应加强管理，禁止向水体排放、倾倒垃圾、弃土、弃渣等固体废物。

本期拟建 500kV 线路需要跨越约 8 条河流。线路工程在施工期，对水环境的影响主要在线路塔基基础开挖和基础浇筑期间。一方面由工场地扰动，开挖面和临时堆土由于未及时防护或防护不当可能产生水土流失；另一方面是施工人员在此期间产生生活污水；另外，由于未及时清理建筑垃圾或生活垃圾，也可能对附近水体造成污染。本项目线路跨越河流等水体施工时拟采取如下措施：

①加强施工期间人员管理，禁止将废污水和固体废物倾倒入河流等水体。

②各类施工场地要远离水体，并划定明确的施工范围，不得随意扩大施工范围，禁止侵占河道。

③合理安排工期和施工工序，避免雨季施工。基础施工阶段，开挖过程中的临时堆土、钻渣等应采取遮盖、铺垫和拦挡措施，防止雨水冲刷、无组织径流污染河流水体。

④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。线路架线时采用牵张放线和无人机放线等先进的展放工艺，避免涉水施工。

⑤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不在现场进行混凝土搅拌，利用商品混凝土进行基础浇注。

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

6）本项目涉及应县县城饮用水水源地、代县滩上镇集中供水水源保护区、娘子关泉域、坪上泉域，线路工程建设可能对水源保护区产生的影响主要包括：建设时，需要清理占地区域的植被；临时堆放的开挖土方或开挖面未及进采取防护措施，雨水冲刷后易造成水土流失，可能会影响水源保护区水质；施工过程产生的施工废水，主要污染物为悬浮物，若处理不当一旦流入至保护水体，也可能影响其水质；施工迹地附近如未及时清理建筑垃圾或生活垃圾，也可能对水源保护区造成水体污染。在工程施工期需采取相关针对性的保护措施，如不在水源保护区范围内弃土弃渣等临时施工占地，控制施工废水排放，实施异地处置，避免雨季施工，确保不会影响到保护区的水源水质。施工后及时做好临时占地的植被修复，加强占地生态维护和管理，不会造成明显的不利生态影响。

5.5.3 对穿越的饮用水水源保护区影响分析

（1）影响分析

按照《中华人民共和国水污染防治法》、《饮用水水源保护区污染防治管理规定》和地方相关规定，不得在饮用水水源地一级保护区范围内立塔，尽量减少在二级保护区和准保护区内的立塔数量。忻州北~平城 500kV 线路工程线路路径由于受应县城乡规划限制、规划通用机场、军用机场净空区、长城及烽火台位置影响，本项目线路设计优化后，已无法避让应县县城饮用水水源地，拟建线路需穿越二级饮用水水源保护区长约 3.2km，在二级保护区内立塔 7 基，距离杨街水源地一级饮用水水源保护区最近距离约 340m，不在一级饮用水水源保护区内立塔。

输电线路采用高空架线方式输送电能，运行期主要环境影响因子为工频电场、工频磁场和噪声，不产生废水、废气、废渣等污染物，不会对自然水体和水源水质产生影响。线路对水源保护区的影响主要在施工期，可能存在的影响有：

1）塔基施工时需清理地表植被，裸露的地表易发生水土流失，影响水源保护区水质；

2）基础开挖产生的临时堆土如未采取拦挡、覆盖等防护措施易造成水土流失，影响水源保护区水质；

3）施工废水、生活污水、垃圾、弃土弃渣等如未妥善处理，可能影响水源保护区水质。

应县饮用水源保护区取水井的井深约 100m 左右，而项目位于应县饮用水源保护区范围内铁塔建设挖孔基础最大基础埋深为 8m~15m，远远低于取水井深度。同时由于施工范围小、程度轻微，且影响仅限于施工阶段，是暂时性的，待铁塔基础施工结束后，对水源地地下水的影响将会逐渐消除。

在塔基基础开挖时，应注意土石方的堆放，并对开挖的土石方采取护栏措施，或对裸露部分及时移植草皮，并且在施工中注意不让泥水外溢而影响周围环境。在采取措施后可将影响减到最小。

（2）线路对穿越饮用水水源保护区的保护措施

为降低施工活动对饮用水水源保护区的影响，本环评提出以下环境保护措施：

1）基础开挖优先采用人工掏挖，减少开挖土方量和临时占地面积；塔基剥离表土与基础土方应分层堆放，加强表土的拦挡、覆盖等防护措施，施工结束后用于塔基区表土回覆和迹地恢复。

2）严格控制塔基区施工扰动范围，施工临时场地设置彩条旗围栏，禁止施工人员越界活动。

3）采用灌桩桩基础，在施工场地内设置沉淀池，施工废水澄清后回用，防止施工废水随意外排。

4）基础施工时采用商品混凝土，减少在施工现场拌和混凝土。

5）施工避开降雨集中时段，塔基区应建设必要的水土流失防护措施，防止因雨水冲刷导致水土流失。

6）禁止在饮用水水源保护区内设置牵张场、材料堆场和施工营地。

7）施工临时道路应尽可能利用机耕道、林区小路等现有道路，减少新建临时施工便道，优先选择无植被或植被稀疏处，严格控制便道宽度，修建排水沟并定期清理沟内杂物，保持排水通畅

8）禁止向水体排放污水、倾倒垃圾、弃土、弃渣，禁止排放未经处理的钻浆等废弃物，设置临时厕所和垃圾收集箱，定期清运至环卫部门指定地点。

9）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。

10）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。

（3）环境管理措施

1）建设单位、环境监理单位、施工单位应建立健全环境保护责任体系，制定相应的规章制度和管理办法，使得饮用水水源保护区环境保护工作制度化、规范化。

2）施工单位应对饮用水水源保护区环境保护进行环境风险评估，并制定应急预案定期演练。

3）施工单位应对饮用水水源保护区编制施工组织计划和专项施工方案，包括环境保护和水土保持措施。

4）加强对施工人员的环境保护宣传教育和现场管理，确保施工期饮用水水源保护区内各项环境保护措施得到有效落实。

5.5.4 对临近的饮用水水源保护区影响分析

本项目拟建 500kV 线路临近饮用水水源保护区，线路塔基不在保护区范围内。为做好线路临近饮用水水源保护区的环境保护工作，本次环评提出以下环境保护措施：

（1）项目开工前，建设单位应组织设计单位、施工单位、环境监理单位对临近饮用水水源保护区段的线路路径方案进行复核，确保线路路径和塔基不落入保护区内。

（2）施工临时占地不得进入临近的饮用水水源保护区内，环境监理单位负责监督、检查施工单位的施工组织设计和施工方案，严格禁止施工活动越界。

（3）加强施工期环境管理，严格禁止施工污水、弃土、弃渣、垃圾等固体废物排入临近的饮用水水源保护区。

综上所述，本项目施工期对上述饮用水源保护区影响较小。

5.6 对泉域的环境影响分析

（1）设计阶段

按照《中华人民共和国水污染防治法》、《饮用水水源保护区污染防治管理规定》和地方相关规定，忻州北~阳泉 500kV 线路工程涉及坪上泉域，位于坪上

泉域裸露岩溶区及一般保护区，新建线路 48km，铁塔 134 基，距离坪上泉域重点保护区约 5.24km；忻州北~阳泉 500kV 线路工程涉及娘子关泉域重点保护区路线长度为 0.72km，属于利旧段线路，涉及娘子关泉域裸露岩溶区及一般保护区，线路长 34.6km，铁塔 79 基。阳泉 500kV 变电站间隔完善工程位于娘子关泉域裸露岩溶区。本工程利用 500kV 阳桂线 1#-15#段旧塔接入阳泉 500kV 变电站，该段无土建工程，本次仅更换两根地线为一根 72 芯 OPGW，另一根 96 芯 OPGW。

（2）施工期污染防治措施

根据《山西省泉域水资源保护条例》在重点保护区以外的泉域范围内，应遵守下列规定：

1）控制岩溶地下水开采。

2）合理开发孔隙裂隙地下水。

3）严格控制兴建耗水量大或对水资源有污染的建设项目。

4）不得利用渗坑、渗井、溶洞、废弃钻孔等排放工业废水、城市生活污水，倾倒污物、废渣和城市生活垃圾。

本期输变电建设项目不开采地下水，耗水量很小，运行期不排放废水，不影响地下水。线路施工过程中产生的生活废水和施工开挖，加大了水土流失强度，使地表径流的浑浊度增加，可能使附近地表水水体的水质受到影响。

项目位于坪上泉域评价范围内铁塔建设挖孔基础最大基础埋深为 8m~15m。铁塔基础施工深度大于浅层孔隙水水位埋深，施工会对浅层孔隙水产生一定的扰动影响，但由于施工范围小、程度轻微，且影响仅限于施工阶段，是暂时性的，待铁塔基础施工结束后，对坪上泉域孔隙地下水的影响将会逐渐消除。

线路塔基最大基础埋深为 15m，铁塔基础埋深远小于岩溶地下水水位埋深，小于岩溶含水层隔水顶板埋藏深度，不会触及到奥陶系岩溶含水层，在该区域施工时应做好防渗措施，项目基础施工基本不会对泉域岩溶地下水环境造成影响。

因此，在塔基基础开挖时，应注意土石方的堆放，并对开挖的土石方采取护栏措施，或对裸露部分及时移植草皮，并且在施工中注意不让泥水外溢而影响周围环境。在采取措施后可将影响减到最小。

5.7 对文物遗址的影响分析

（1）遗址基本情况

1）茹越口—马兰口长城（省级保护单位）位于朔州市应县。以单体建筑基础外缘为基线向四周各延伸 50m。建设控制地带：以保护范围为基准向两侧各延伸 500m。烽火台四周各扩 50m 为保护范围，保护范围外 500m 为建设控制地带。

2）东段景遗址（省级保护单位）位于忻州市代县聂营镇东段景村东南 100m 处。东段景遗址（省级保护单位）以合地西部边缘为中心，南北 95m，东西 76m 为保护范围；以保护范围为中心，南北 255m，东西 180m 为建设控制地带。

3）胡峪乡长城村长城（省级保护单位）位于忻州市代县。以相关遗存的墙体外缘为基线向两侧各扩 50m 作为保护范围；保护范围边界外扩 500m 为建设控制地带范围。

（2）对文物遗址的影响分析

本期线路一档跨越茹越口—马兰口长城保护范围，需要在建设控制地带内立塔。最近塔位距离长城本体约 85m。另外线路位于镇子梁烽火台、马兰庄烽火台、水泉沟 6 号烽火台、刘海窑 1~7 号烽火台、东安峪 1~3 号烽火台的建设控制地带内。本期线路距离一档跨越胡峪乡长城村长城保护范围，需要在建设控制地带内立塔。最近塔位距离长城本体约 73m。

根据应县文物局、代县文物局及山西省文物局意见，本期线路不可避免涉及文物的建设控制地带，根据要求本项目选址应避让上述各级文物保护单位及其保护区，确实无法避让的，需要编制文物环境影响评估报告，并履行相应的行政审批手续。按照《山西省基本建设用地考古前置管理规定》（晋政办发〔2022〕8 号）有关规定，对接考古勘探机构，协商开展地下文物可能埋藏区域的考古勘探。项目拟用地范围内文物保护工作结束前，项目不得动工。本项目目前正在进行考古勘察工作，并编制文物环境影响评估报告。文物保护工作结束前，本项目不会开工。

本期线路及塔基不涉及东段景遗址（省级保护单位）保护范围及建设控制地带。距离建设控制地带最近距离约 402m。对该文物没有影响。

6 运行期环境影响评价

6.1 电磁环境影响预测与评价

6.1.1 预测与评价方法

根据《环境影响评价技术导则输变电》（HJ24-2020），对于变电工程，按要求采用类比分析方法进行电磁环境影响预测与评价；对于输电工程，按照要求采用类比监测和模式预测相结合的方法进行电磁环境影响预测与评价。

6.1.2 变电站

6.1.2.1 选择类比对象

（1）类比对象选择的原则

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。

（2）类比变电站的选择

为预测本项目变电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，选取与本项目条件相似的徐州 500kV 黄集变电站作为忻州北 500kV 变电站的类比对象，江都 500kV 变电站作为阳泉 500kV 变电站、平城 500kV 变电站的类比对象。类比可比性分析见表 6.1。

表 6.1（1）本项目新建 500kV 变电站及类比 500kV 变电站工程条件

项目名称	忻州北 500kV 变电站（本期）	徐州 500kV 黄集变电站（类比）	可比性分析
建成规模	2 台主变，500kV 出线 4 回，220kV 出线 5 回	2 台主变，500kV 出线 5 回，220kV 出线 12 回	主变数量和出线规模是影响电磁环境的重要因素，徐州 500kV 黄集变电站与忻州北 500kV 变电站相比，主变数量相同、500kV、220kV 出线规模均多于本项目变电站出线规模。选用黄集变电站作为类比变电站偏保守，类比变电站选择可行。
电压等级	500kV、220kV	500kV、220kV	电压等级相同，电压等级是影响电磁环境的首要因素，两个变电站电压等级一致，类比变电站选择可行。
主变容量	2×1000MVA	2×1000MVA	徐州 500kV 黄集变电站与忻州北 500kV 变电站主变容量相同，类比变电站选择可行。
总平面布置	采用户外三列式布置，主变压器布置在户外	采用户外三列式布置，主变压器布置在户外	两个变电站均采用三列式户外布置（500kV 配电装置-主变、无功补偿装置-220kV 配电装置），主变压器均采用三相分体户外，两个变电站总平面布置型式是一致的，类比变电站选择可行。
占地面积	围墙内占地为 5.21hm^2	围墙内占地面积 5.3396hm^2	两个变电站占地面积基本相近，类比变电站选择可行。
架线型式	500kV、220kV 架空出线	500kV、220kV 架空出线	两个变电站 500kV、220kV 进出线均采用架空方式出线，类比变电站选择可行。
电气形式	500kV 配电装置采用 HGIS 户外布置、220kV 配电装置采用 GIS 户外布置	500kV 配电装置采用 HGIS 户外布置、220kV 配电装置采用 GIS 户外布置	两个变电站电气形式相同，配电装置均采用（HGIS、GIS）布置，类比变电站选择可行。
母线型式	500kV：3/2 断路器接线；220kV：双母线双分段接线。	500kV：3/2 断路器接线；220kV：双母线双分段接线。	两个变电站采用母线型式一致，类比变电站选择可行。
环境条件	变电站所在位置地形为平地	变电站所在位置地形为平地	两个变电站周围地形均为平地，忻州北变电站海拔高度高于黄集变电站，黄集变电站周围平均相对湿度高于忻州北变电站，环境中相对湿度高低对变电站周围电磁环境影响较大，类比变电站选择可行。

运行工况	#1 主变运行电压 500kV~525kV、运行电流为 5000A	#1 主变运行电压 520.2kV~526.3kV、运行电流 48.1A~200.3A、有功功率为 18.2MW~169.3MW #2 主变运行电压 520.1kV~526.5kV、运行电流 48.1A~200.4A、有功功率为 16.4MW~169.2MW	/

表 6.1（2）本项目变电站及类比变电站工程条件

项目名称	阳泉 500kV 变电站（本期）	平城 500kV 变电站（本期）	扬州 500kV 江都变电站（类比）	可比性分析
建成规模	2 台主变，500kV 出线 8 回，220kV 出线 6 回	2 台主变，500kV 出线 5 回，220kV 出线 7 回	2 台主变，500kV 出线 8 回，220kV 出线 10 回	主变数量和出线规模是影响电磁环境的重要因素，本项目变电站主变数量与类比变电站一致，江都变电站 500kV 出线规模与本期阳泉变电站一致，比平城变电站多 3 回，选用江都变电站作为类比变电站偏保守，类比变电站选择可行。
电压等级	500kV、220kV	500kV、220kV	500kV、220kV	电压等级相同，电压等级是影响电磁环境的首要因素，两个变电站电压等级一致，类比变电站选择可行。
主变容量	2×1000MVA	2×1000MVA	2×1000MVA	江都变电站与本项目变电站扩建工程主变台数、容量均一致，类比变电站选择可行。
总平面布置	采用户外三列式布置，主变压器布置在户外	采用户外三列式布置，主变压器布置在户外	采用户外三列式布置，主变压器布置在户外	类比变电站与本项目变电站均采用三列式户外布置（500kV 配电装置-主变、无功补偿装置-220kV 配电装置），变电站总平面布置型式是相似，类比变电站选择可行。
占地面积	围墙内占地面积 3.3365hm^2	围墙内占地面积 4.16hm^2	围墙内占地面积 9.61hm^2	类比变电站与本期变电站占地面积不一致，但变电站电气设备均离围墙有 8m~10m 距离，类比变电站选择可行。
架线型式	500kV、220kV 架空出线	500kV、220kV 架空出线	500kV、220kV 架空出线	类比变电站与本期变电站 500kV、

				220kV 进出线均采用架空方式出线，类比变电站选择可行。
电气形式	500kV 配电装置采用 HGIS 户外布置、220kV 配电装置采用 GIS 户外布置	500kV 配电装置采用 HGIS 户外布置、220kV 配电装置采用 GIS 户外布置	500kV 配电装置采用 AIS 和 HGIS 户外布置、220kV 配电装置采用 GIS 户外布置	三个变电站 220kV 配电装置电气形式相同，500kV 配电装置略有不用，因 AIS 布置形式比 HGIS 布置对站址周围电磁环境影响大，因此类比变电站选择偏保守。
母线型式	500kV：3/2 断路器接线；220kV：双母线双分段接线。	500kV：3/2 断路器接线；220kV：双母线双分段接线。	500kV：3/2 断路器接线；220kV：双母线双分段接线。	三个变电站采用母线型式一致，类比变电站选择可行。
环境条件	变电站所在位置地形为平地	变电站所在位置地形为平地	变电站所在位置地形为平地	三个变电站周围地形均为平地，海拔高度基本相当，类比变电站选择可行。
运行工况	/	/	#1 主变电压 511.58~512.16kV、电流 600.44~609.06A、498.34~503.12MW、198.93~203.09Mvar #2 主变电压 512.15~514.71kV、电流 466.32~468.65A、499.31~502.31MW、178.96~179.86Mvar	/

从表 6.1 可比性分析可以看出，类比变电站的建设规模、电压等级、容量、总平面布置、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与本期拟建 500kV 变电站类似，因此，徐州 500kV 黄集变电站作为忻州北 500kV 变电站的类比对象是合理可行的。江都 500kV 变电站作为阳泉 500kV 变电站间隔完善工程、平城 500kV 变电站间隔扩建工程的类比对象进行类比分析是可行的，能反映本项目 500kV 变电站运行后的电磁环境影响程度。

6.1.2.2 类比监测因子

工频电场、工频磁场

6.1.2.3 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 6.2 所示。

表 6.2 监测使用的仪器信息一览表

类比变电站	监测项目	仪器名称	校准有效期	仪器编号	测量范围
徐州 500kV 黄集变电站	工频电场、工频磁场	NBM550/RHP-50P 低频场强仪	2021.12.22~2022.12.21	G-0184（主机）、000WX5103 4（探头）	电场强度：5mV/m~1kV/m&500mV/m~100kV/m 磁场强度：0.3nT~100μT&30nT~10mT
江都 500kV 变电站		电磁辐射分析仪 SEM-600/LF-04	2021.09.06~2022.09.05	ZRFS-SB-01 6/ZRFS-SB-0 17	电场强度：0.01V/m~100kV/m 磁感应强度：1nT~10mT

（3）监测单位

徐州 500kV 黄集变电站运行产生工频电场、工频磁场的监测单位为江苏省苏核辐射科技有限责任公司（CMA161012050455，见附件 10（1））。

江都 500kV 变电站运行产生工频电场、工频磁场的监测单位为江苏卓然辐射检测技术有限公司（检测博爱公安 ZRFS-ZH-2022 第 0003 号），见附件 10（2））。

6.1.2.4 监测布点

（1）徐州 500kV 黄集变电站

1）根据变电站的平面布置示意图及 500kV、220kV 出线情况，在黄集 500kV 变电站四周围墙外共布设 10 个监测点位，位于 500kV、220kV 出线侧监测点离

线路边导线距离不小于 20m，测量围墙外 5m、地面 1.5m 高度的工频电场、工频磁场。

2）由于黄集 500kV 变电站南侧断面监测受到外界条件限制，无法在南侧布设监测断面，选择在黄集 500kV 变电站北侧中端垂直于围墙的方向上进行变电站工频电场、工频磁场断面监测，监测点位间隔 5m，距地面 1.5m 高度，顺序测至距离围墙 50m 处为止。徐州 500kV 黄集变电站监测布点点位示意图 6.1（1）。

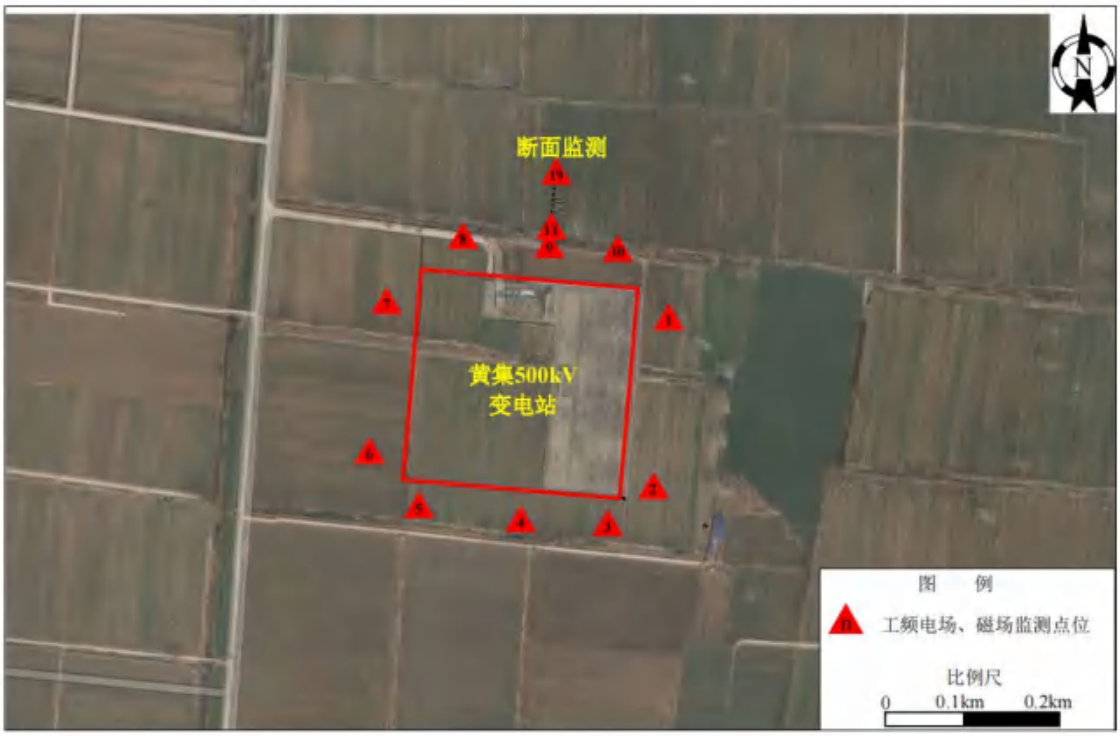


图 6.1（1）徐州 500kV 黄集变电站类比监测点位布置示意图

（2）江都 500kV 变电站

1）在变电站四周围墙外 5m 处布设 10 个监测点位，在电磁环境保护目标处布设 8 个测点，共计 18 个。

2）监测断面原则上应选择在变电站围墙外 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变电站断面监测，监测点间距 5m，顺序测至距离围墙 50m 处止。根据变电站的平面布置示意图并结合现场实际情况，变电站东侧、南侧、北侧为 500kV 出线方向，变电站西侧为 220kV 出线方向。北侧、南侧均有 500kV 进出线，地形条件均相对较好，但目前是水稻田无法布设断面监测；本期选择在变电站东侧偏南 500kV 配电装置构架侧设置断面监测，受到变电站周围环境状况及 500kV 出线影响相对较小。监测点位间隔 5m，距地面 1.5m 高度，顺序测至距离围墙 50m 处为止。

图6.1（2） 江都500kV变电站监测布点见示意图

6.1.2.5 监测条件及工况

（1）徐州 500kV 黄集变电站

1）监测条件

2022 年 1 月 17 日，晴，1℃~7℃，相对湿度 47%~54%，风速 0.9m/s~1.7m/s。

2）运行工况

类比监测期间变电站运行工况见表 6.3（1）。

表 6.3（1）黄集 500kV 变电站竣工环保验收监测工况负荷情况

监测时间段	设备名称	工况参数	最小值	最大值
2022.1.17	1#主变	U（kV）	520.2	526.3
		I（A）	48.1	200.3
		P（MW）	18.2	169.3
	4#主变	U（kV）	520.1	526.5
		I（A）	48.1	200.4
		P（MW）	16.4	169.2

（2）江都 500kV 变电站

1）监测条件

2022 年 8 月 8 日，监测时天气条件为：晴，气温 39℃~42℃，相对湿度 58%~60%，风速 0.7m/s~0.8m/s。

2）运行工况

类比监测期间变电站运行工况见表 6.3（2）。

表 6.3（2） 江都 500kV 变电站工程验收监测工况负荷情况

名称		电压（kV）	电流（A）	有功（MW）	无功（Mvar）
2 号主变压器（本期）	500kV 侧	512.15~514.71	466.32~468.65	499.31~502.31	178.96~179.86
1 号主变压器（现有）	500kV 侧	511.58~512.16	600.44~609.06	498.34~503.12	198.93~203.09
500kV 仪江 5241 线		512.16~513.12	355.12~358.21	296.37~298.00	95.41~96.21
500kV 邮江 5242 线		511.28~512.01	296.38~297.12	-958.21~-960.43	-10.15~-10.19
500kV 都港 5246 线		511.87~512.12	295.70~298.11	-520.76~-523.09	-84.24~-85.12
500kV 江港 5245 线		511.87~512.10	295.53~295.99	-520.76~-521.01	-66.27~-66.50
500kV 都梦 5292 线		511.28~511.98	295.36~295.89	1019.01~1019.89	99.47~99.98
500kV 江梦 5291 线		511.58~512.01	295.53~296.02	1072.80~2073.09	105.58~106.04
500kV 扬江 5203 线		512.46~513.11	296.04~297.23	-370.46~371.52	-119.26~-120.07
500kV 扬江 5204 线*		-	-	-	-
220kV 江张 2653 线		230.64~230.89	5.86~5.88	0.00~0.00	-2.79~-2.80
220kV 江张 4653 线		231.02~231.09	5.86~5.87	0.00~0.00	-2.79~-2.80
220kV 江凤 4957 线		230.90~231.12	213.89~214.32	83.16~84.21	-2.23~-2.25
220kV 江凤 4958 线		230.77~231.09	210.96~213.07	82.08~83.23	-5.58~-5.60
220kV 江龙 2656 线		230.64~231.07	206.56~207.89	78.15~78.99	-21.21~-21.79
220kV 江龙 2655 线		230.77~230.98	230.00~230.65	87.09~88.07	-16.19~-16.98
220kV 江大 2658 线		230.51~230.67	464.40~466.09	171.36~172.39	23.45~24.12
220kV 江联 2657 线		230.90~231.00	470.26~477.09	183.86~185.82	18.98~19.54
220kV 江砖 2H89 线		230.77~230.98	816.00~820.12	314.29~317.09	41.78~43.09
220kV 江双 2659 线*		-	-	-	-

注：*停运检修。

6.1.2.6 类比结果分析

（1）徐州 500kV 黄集变电站

黄集 500kV 变电站四周电磁环境监测结果见表 6.4（1）~表 6.4（2）。

表 6.4（1）黄集 500kV 变电站站界工频电场、工频磁场监测结果

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	东侧围墙外 5m 处北端	1073.2	1.302

2	东侧围墙外 5m 处南端	998.2	0.073
3	南侧围墙外 5m 处东端	483.2	0.175
4	南侧围墙外 5m 处中端	234.2	0.053
5	南侧围墙外 5m 处西端	1732.6	0.295
6	西侧围墙外 5m 处南端	1628.4	0.071
7	西侧围墙外 5m 处北端	1245.2	0.180
8	北侧围墙外 5m 处西端	1637.0	0.090
9	北侧围墙外 5m 处中端	1683.8	0.392
10	北侧围墙外 5m 处东端	212.5	0.291

表 6.4（2）黄集 500kV 变电站断面处工频电场、工频磁场监测结果

序号	测点位置描述	工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度 (μT)
9	北侧围墙外 5m 处中端	1683.8	0.392
11	北侧围墙外 10m 处中端	1312.4	0.323
12	北侧围墙外 15m 处中端	972.3	0.267
13	北侧围墙外 20m 处中端	831.2	0.232
14	北侧围墙外 25m 处中端	531.2	0.174
15	北侧围墙外 30m 处中端	232.4	0.112
16	北侧围墙外 35m 处中端	156.3	0.088
17	北侧围墙外 40m 处中端	71.2	0.045
18	北侧围墙外 45m 处中端	22.1	0.031
19	北侧围墙外 50m 处中端	7.5	0.028

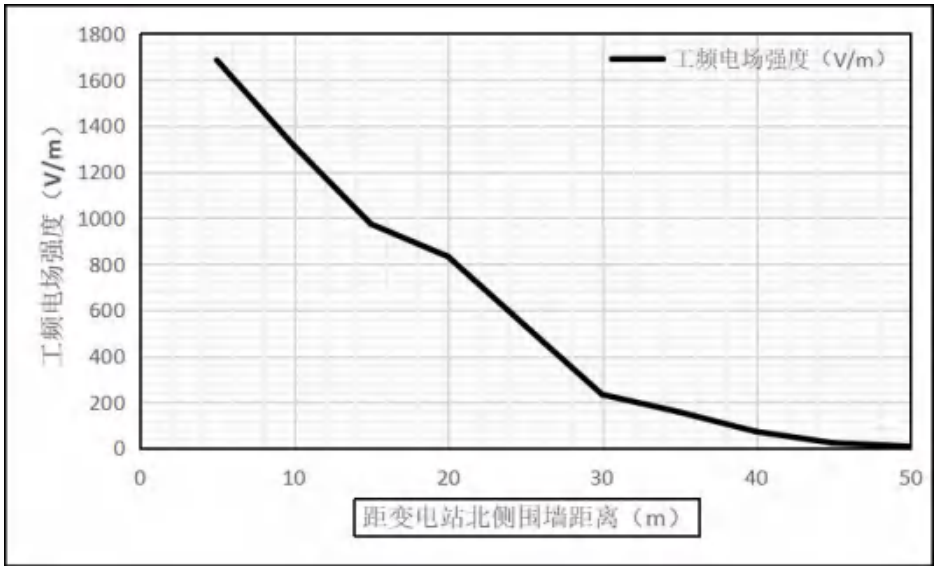


图 6.1 黄集 500kV 变电站北侧断面工频电场强度变化趋势示意图

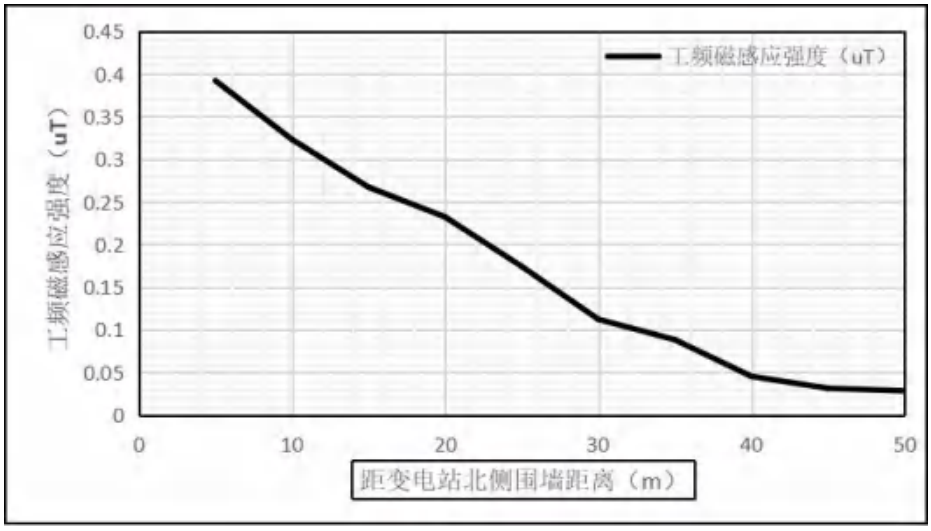


图 6.2 黄集 500kV 变电站北侧断面工频磁感应强度变化趋势示意图

由表 6.4（1）类比监测结果可知，黄集 500kV 变电站围墙外 5m、地面 1.5m 高度各测点处工频电场强度为 212.5V/m~1732.6V/m，工频磁感应强度为 0.053μT~1.302μT；监测结果均满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）规定的公众曝露控制限值工频电场强度 4000V/m、工频磁感应强度 100μT。

从表 6.4（2）可以看到，黄集 500kV 变电站北侧断面各测点处地面 1.5m 高度的工频电场强度为 7.5V/m~1683.8V/m，工频磁感应强度为 0.028μT~0.392μT；从图 6.1、图 6.2 变电站北侧断面工频电场强度、工频磁感应强度变化趋势示意图可以看出，工频电场、工频磁场随距离增大而逐步减小，工频电场、工频磁场监测结果均满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）规定的公众曝露控制限值工频电场强度 4000V/m、工频磁感应强度 100μT 的要求

根据上述类比监测结果分析，可以预测忻州北 500kV 变电站投运后产生的工频电场强度、工频磁感应强度能够满足控制限值的要求。

（2）江都 500kV 变电站

江都 500kV 变电站类比监测结果见表 6.4（3）所示。

表 6.4（3） 江都 500kV 变电站电磁环境现状监测结果

测点序号	测点位置		测量结果	
			工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）
1	厂界	变电站南侧围墙外 5m 处	39.88	1.3139
2		变电站南侧围墙外 5m 处（偏东）	617.63	3.5679
3		变电站东侧围墙外 5m 处（偏南）	90.07	1.6121
4		变电站东侧围墙外 5m 处（偏北）	232.12	1.4753

测点序号	测点位置		测量结果	
			工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）
5		变电站北侧围墙外 5m 处（偏东）	300.71	0.9680
6		变电站北侧围墙外 5m 处（中间）	1.45	0.5859
7		变电站北侧围墙外 5m 处（偏西）	1.74	0.1151
8		变电站西侧围墙外 5m 处（偏北）	31.90	0.2601
9		变电站西侧围墙外 5m 处（偏南）	76.93	0.2978
10		变电站南侧围墙外 5m 处（偏西）	6.51	0.4706
11	敏感目标	变电站东侧 10m 三荡村刘港组 33 号民房西侧	63.85	1.6181
12		变电站东侧 40m 三荡村石桥组 2 号民房西侧	144.90	0.6707
13		变电站东北侧 30m 三荡村石桥组高春华家民房南侧	75.53	0.1932
14		变电站东北侧 40m 三荡村石桥组 18 号民房南侧	89.69	0.4752
15		变电站西北侧 13m 三荡村林河组孙冬明家南侧	6.49	0.1192
16		变电站西北侧 7m 三荡村林河组朱义怀家民房东侧	47.30	0.0998
17-1		变电站西北侧 2m 三荡村林河组朱礼庆家民房南侧	21.31	0.1453
17-2		变电站西北侧 2m 三荡村林河组朱礼庆家民房二楼阳台封闭阳光房	1.32	0.1984
18	断面监测	变电站东侧（偏南）围墙外 5m	128.73	2.2723
19		变电站东侧（偏南）围墙外 10m	88.55	1.7067
20		变电站东侧（偏南）围墙外 15m	77.30	1.5336
21		变电站东侧（偏南）围墙外 20m	52.51	1.3617
22		变电站东侧（偏南）围墙外 25m	51.88	1.2755
23		变电站东侧（偏南）围墙外 30m	43.00	1.2095
24		变电站东侧（偏南）围墙外 35m	29.59	1.1148
25		变电站东侧（偏南）围墙外 40m	11.21	1.0771
26		变电站东侧（偏南）围墙外 45m	9.65	0.8749
27		变电站东侧（偏南）围墙外 50m	7.61	0.8302
标准限值			4000	100

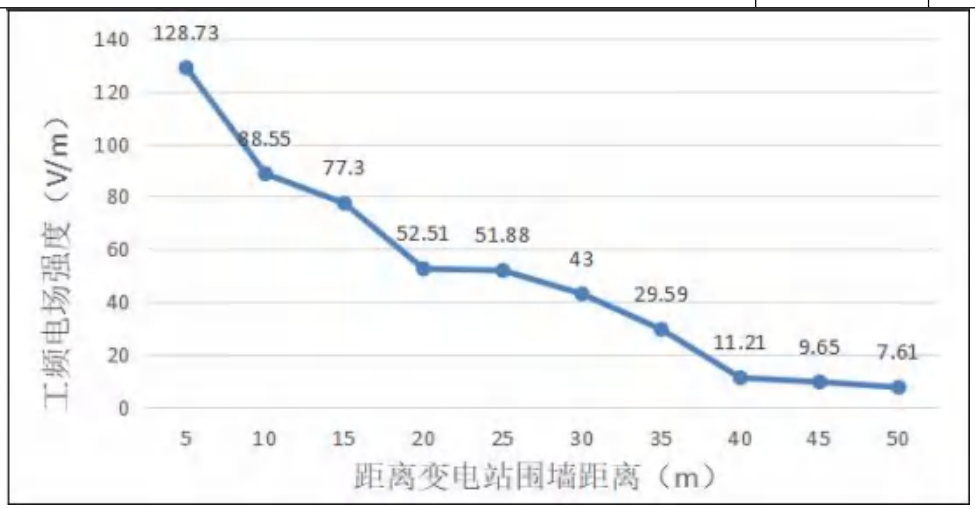


图 6.3　500kV 江都变东侧（偏南）厂界断面工频电场强度监测结果趋势线图

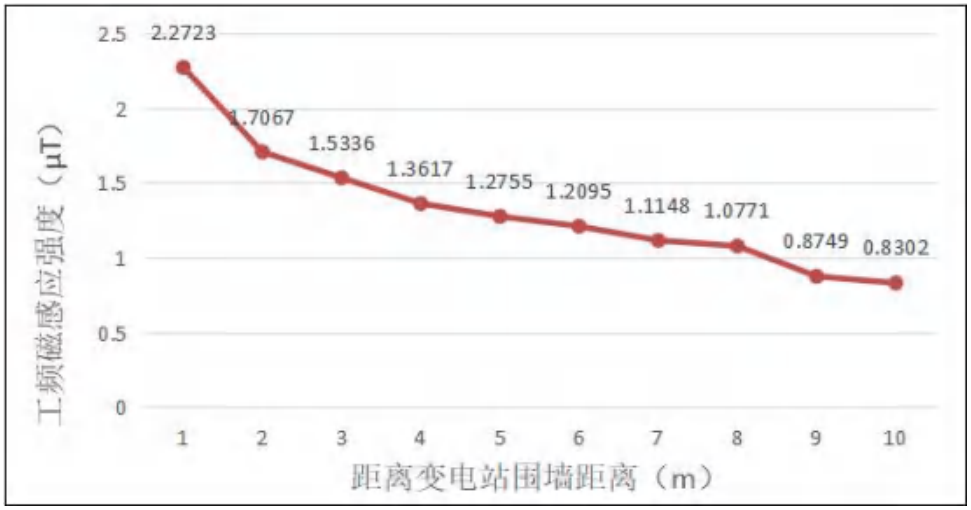


图 6.4　500kV 江都变东侧（偏南）厂界断面工频磁感应强度监测结果趋势线图

从表 6.4（3）可以看到，江都 500kV 变电站围墙外 5m、地面 1.5m 高度处的工频电场强度为 1.45V/m~617.63V/m、工频磁感应强度为 0.1151μT~3.5679μT；江都 500kV 变电站周围电磁环境敏感目标侧监测点处地面 1.5m 高度处的工频电场强度为 21.31V/m~144.90V/m、工频磁感应强度为 0.0998μT~1.6181μT；三荡村林河组朱礼庆家民房二楼阳台封闭阳光房处测量高度 1.5m 的工频电场强度为 1.32V/m、工频磁感应强度为 0.1984μT；江都 500kV 变电站电磁环境影响监测断面处地面 1.5m 的工频电场强度为 7.61V/m~128.73V/m、工频磁感应强度为 0.8302μT~2.2732μT，从图 6.3、图 6.4 变电站东侧断面工频电场强度、工频磁感应强度变化趋势示意图可以看出，工频电场、工频磁场随距离增大而逐步减小，工频电场、工频磁场监测结果均低于《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中 4000V/m 和 100μT 的控制限值。

根据江都 500kV 变电站类比监测结果分析，可以预计本期阳泉 500kV 变电站间隔完善工程、平城 500kV 变电站扩建工程运行后产生的工频电场强度、工频磁感应强度均满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中 4000V/m 和 100μT 的控制限值。

6.1.3 架空线路

6.1.3.1 类比分析

（1）类比对象选择的原则

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。

（2）类比对象的选取及可比性分析

本项目拟建 500kV 输电线路主要采用同塔双回、单回路（主要采用水平排列）两种方式架设。根据上述类比原则，本次环评分别选取山西长治境内的 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作为本项目单回路、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 6.5。

表 6.5 本项目线路与类比对象相关情况比较一览表

项目	500kV 长久 I 线 6#~7#塔间	500kV 长久 II 线/III 线 4#~5#塔间	本项目 500kV 单回线路段	本项目 500kV 同塔双回线路段
电压等级	500kV	500kV	500kV	500kV
架线型式	单回路架设	同塔双回架设	单回路架设	同塔双回架设
地理位置	长治市境内	长治市境内	忻州市、阳泉市、朔州市、大同市	忻州市、阳泉市、朔州市、大同市
导线排序方式	导线采用水平排列	垂直排列 （导线采用逆相序）	水平排列 （主要采用水平排列）	垂直排列 （导线采用同相序、逆相序）
导线对地高度	19.7m	17.5m	线路经过居民住宅等建筑物时≥21m；架空线路经过耕地等场所≥11.5m	线路经过居民住宅等建筑物时≥21m；架空线路经过耕地等场所≥11.5m
导线型号	4×JL/G1A-400/35	4×JL/G1A-400/35	4×JL/G1A-400/35	4×JL/G1A-400/35
导线分裂数	4	4	4	4
导线直径、分裂间距	26.82mm、450mm	26.82mm、450mm	26.82mm、450mm	26.82mm、450mm
环境条件	线路位于低山丘陵地区，周围地形平坦	线路位于低山丘陵地区，周围地形平坦	线路位于低山丘陵，与类比线路周围环境条件相当	线路位于低山丘陵，与类比线路周围环境条件相当
运行工况	最大电压 529kV，最大电流 431A，最大有功功率 382MW，最大无功功率 38Mvar	500kV 长久 II 线：最大电压 531kV，最大电流 409A，最大有功功率 372MW，最大无功功率 39Mvar 500kV 长久 III 线：最大电压 529kV，最大电流 411A，最大有功功率 374MW，最大无功功率 40Mvar	——	——

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同塔双回路架设、单回路架设两种架设方式，选取单回路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

上述类比监测对象导线截面均比本项目要大。由于导线截面越大，电流越大，且产生的工频磁感应强度越大，因此选择上述类比对象的监测结果相对保守。

4）导线弛垂距离

单回类比线路导线弧垂距离约为 19.7m、双回路约 17.5m，导线对地高度与本期线路近似。根据电磁环境影响分析，相间距离、导线弛垂距离是影响电磁环境的主要因素。

5）环境条件

本期线路与类比线路均位于低山丘陵区域，沿线地形平缓，地形情况类似。地形对周围电磁环境影响不大。

因此，类比对象的选择合理的，且类比监测结果相对保守，可以通过类比对象的监测结果对本项目线路投运后产生的电磁环境进行类比预测。

（3）500kV 单回线路（导线采用水平排列方式）

1）类比监测条件

500kV 长久 I 线 6#~7#塔间类比监测情况见表 6.6。

表 6.6 本项目单回输电线路类比监测具体情况

项目	500kV 长久 I 线 6#~7#塔线路
监测因子	工频电场、工频磁场
监测方法	《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》（HJ681-2013）
监测仪器	仪器名称：电磁场探头和读出装置；仪器型号：LF-04/SEM-600，仪器编号：I-1562/D-1562，仪器适用范围：探头频率响应范围：1Hz~400kHz 探头量程：电场：5mV/m~100kV/m、磁场：1nT~10mT；校准证书编号：E2022-0076543；校准有效期至：2022 年 8 月 10 日~2023 年 8 月 9 日
监测单位	江苏博环检测技术有限公司（CMA211012340054）
天气情况	时间 8：30~17：10，多云，3℃~7℃，湿度 37%~39%，风速 1.3m/s~1.6m/s

监测布点	以弧垂最大处中心线为测试原点，垂直于输电线路方向进行监测。距线路走廊中心线 10m~20m 段测点间隔 1m，其余测点间隔 5m，顺序测至中心线外 65m 处止。
监测位置条件	500kV 长久 I 线 6#~7#塔间，最大弧垂处线高 19.7m，周围平坦开阔，无其他建筑物遮挡
监测时间	2023 年 2 月 17 日
监测期间运行工况	最大电压 529kV，最大电流 431A，最大有功功率 382MW，最大无功功率 38Mvar

2）类比结果分析

500kV 长久 I 线 6#~7#塔间线路类比监测结果见表 6.7，结果变化趋势见示意图 6.5、图 6.6。

表 6.7500kV 长久 I 线 6#~7#塔间线路工频电场、工频磁场监测结果

编号	测点位置	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（线路边导线地面投影下）	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

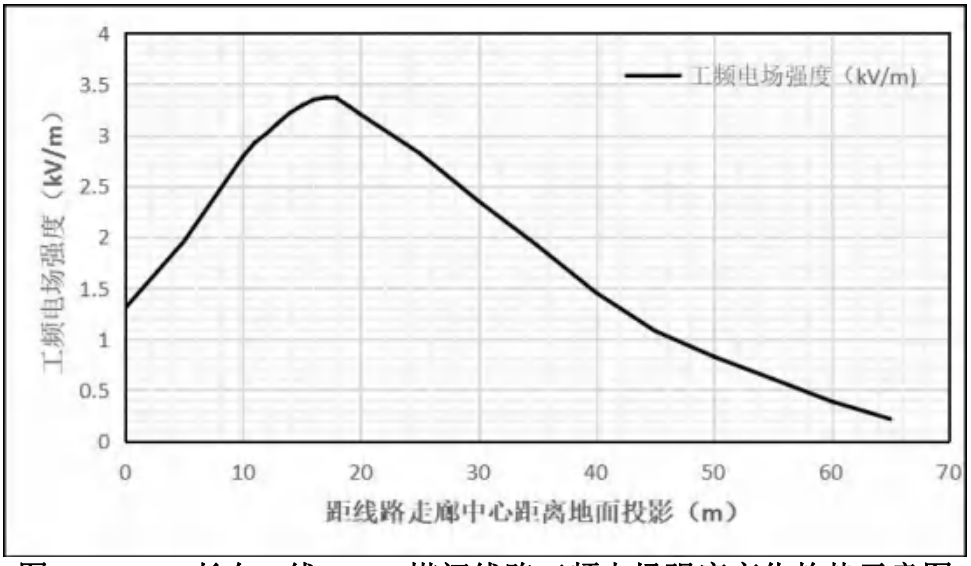


图 6.5500kV 长久 I 线 6#~7#塔间线路工频电场强度变化趋势示意图

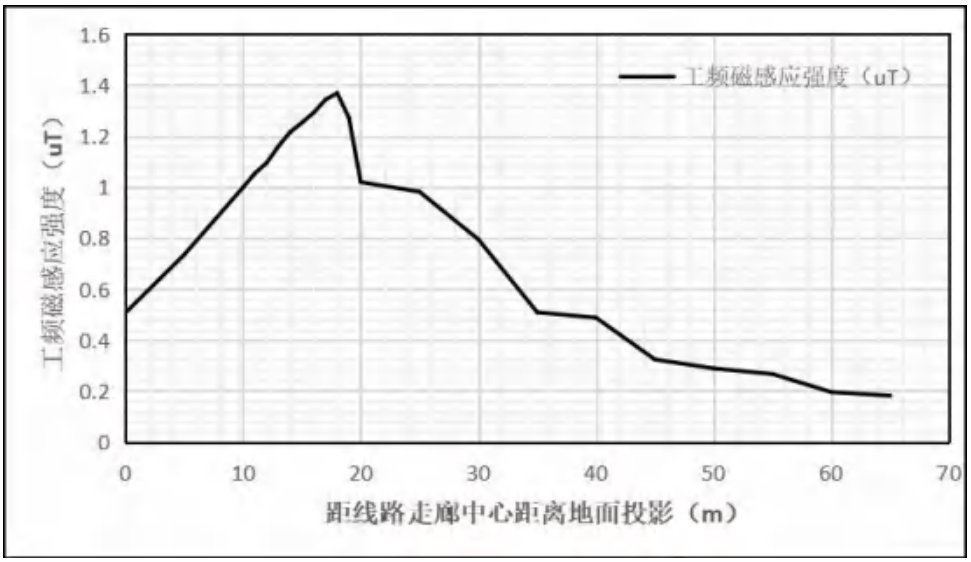


图 6.6500kV 长久 I 线 6#~7#塔间线路工频磁感应强度变化趋势示意图

由表 6.7 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，同时也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。

从表 6.7 和图 6.5、图 6.6 类比监测结果分析，500kV 单回输电线路产生的工频电场强度、工频磁感应强度随距度衰减很快。

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（2080A）情况

下，工频磁感应强度约为监测条件下的 4.83 倍，即工频磁感应强度最大值为 6.607μT。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。

3）类比测试与理论计算的结果比较

由于工频电场为输电线路主要环境影响因子，工频磁场一般不会出现超标现象，根据 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 6.8。

表 6.8500kV 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	85.24%
65	0.214	0.295	72.54%

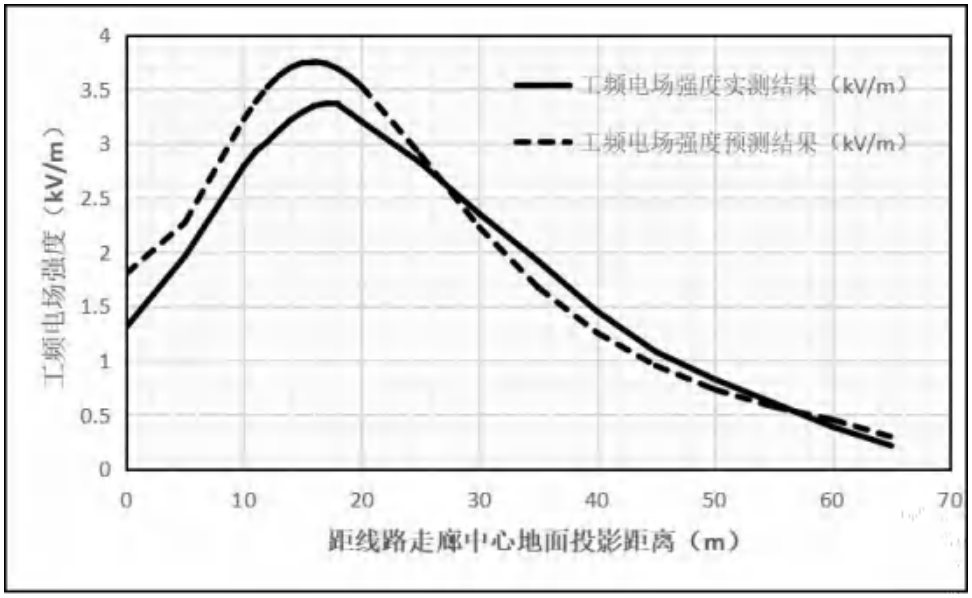


图 6.7500kV 长久 I 线线路类比监测与理论计算比较示意图

由表 6.8 及图 6.7 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。

4）结论

根据类比分析结果，本项目建成后，500kV 单回输电线路运行产生的工频电场和工频磁场均能满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中的控制限值要求，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。

（4）500kV 同塔双回线路（导线采用逆相序排列方式）

1）类比监测条件

500kV 长久 II 线/III 线同塔双回输电线路 4#~5#塔间类比监测情况见表 6.9。

表 6.9 本项目双回输电线路类比监测具体情况

项目	500kV 长久 II 线/III 线 4#~5#塔线路
监测因子	工频电场、工频磁场
监测方法	《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》（HJ681-2013）
监测仪器	仪器名称：电磁场探头和读出装置；仪器型号：LF-04/SEM-600，仪器编号：I-1562/D-1562，仪器适用范围：探头频率响应范围：1Hz~400kHz 探头量程：电场：5mV/m~100kV/m、磁场：1nT~10mT；校准证书编号：E2022-0076543；校准有效期至：2022 年 8 月 10 日~2023 年 8 月 9 日

监测单位	江苏博环检测技术有限公司（CMA211012340054）
天气情况	时间为 8：30~17：10，多云，3℃~7℃，湿度 37%~39%，风速 1.3m/s~1.6m/s
监测布点	以弧垂最大处中心线为测试原点，垂直于输电线路方向进行监测。距线路走廊中心线 5m~15m 段测点间隔 1m，其余测点间隔 5m，顺序测至中心线外 65m 处止。
监测位置条件	500kV 长久 II 线/III 线 4#~5#塔间，最大弧垂处线高 17.5m，周围平坦开阔，无其他建筑物遮挡
监测时间	2023 年 2 月 17 日
监测期间运行工况	500kV 长久 II 线：最大电压 531kV，最大电流 409A，最大有功功率 372MW，最大无功功率 39Mvar 500kV长久III线：最大电压529kV，最大电流411A，最大有功功率374MW，最大无功功率40Mvar

2）类比结果分析

500kV 长久 II 线/III 线 4#~5#塔间线路类比监测结果见表 6.10，结果变化趋势图见示意图 6.8、图 6.9。

表 6.10500kV 长久 II 线/III 线 4#~5#塔间线路工频电场、工频磁场监测结果

编号	测点位置	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	1.995	0.764
2	距线路走廊中心线地面投影外 5m	2.727	0.862
3	距线路走廊中心线地面投影外 6m	2.875	0.885
4	距线路走廊中心线地面投影外 7m	2.996	0.908
5	距线路走廊中心线地面投影外 8m	3.062	0.932
6	距线路走廊中心线地面投影外 9m	3.088	0.887
7	距线路走廊中心线地面投影外 10m（线路边导线地面投影下）	3.108	0.838
8	距线路走廊中心线地面投影外 11m	3.083	0.799
9	距线路走廊中心线地面投影外 12m	3.015	0.743
10	距线路走廊中心线地面投影外 13m	2.919	0.667
11	距线路走廊中心线地面投影外 14m	2.844	0.592
12	距线路走廊中心线地面投影外 15m	2.729	0.505
13	距线路走廊中心线地面投影外 20m	2.195	0.473
14	距线路走廊中心线地面投影外 25m	1.613	0.415
15	距线路走廊中心线地面投影外 30m	1.163	0.384
16	距线路走廊中心线地面投影外 35m	0.727	0.236
17	距线路走廊中心线地面投影外 40m	0.446	0.195
18	距线路走廊中心线地面投影外 45m	0.284	0.097
19	距线路走廊中心线地面投影外 50m	0.173	0.076
20	距线路走廊中心线地面投影外 55m	0.078	0.042
21	距线路走廊中心线地面投影外 60m	0.065	0.033

22	距线路走廊中心线地面投影外 65m	0.061	0.029

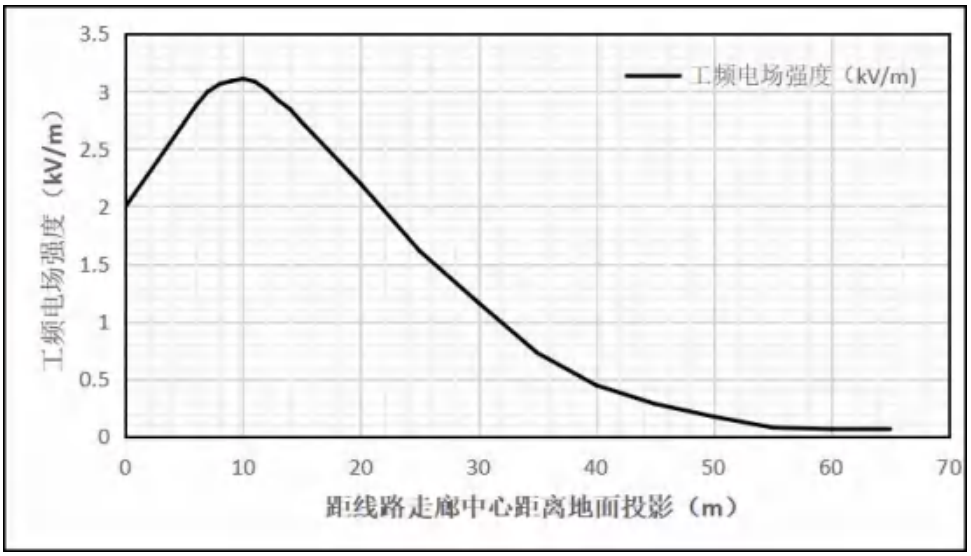


图 6.8 类比双回输电线路工频电场强度变化趋势示意图

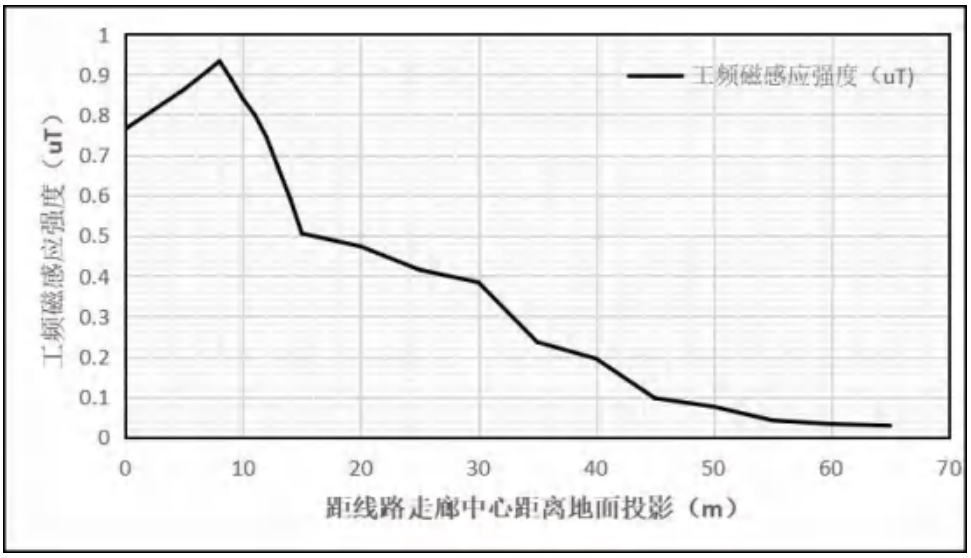


图 6.9 类比双回输电线路工频磁感应强度变化趋势示意图

由表 6.10 类比监测结果可知，500kV 长久 II 线/III 线同塔双回输电线路导线最大垂弧处导线最低高度为 17.5m，最大边相导线距离线路中心距离 10.0m，工频电场强度最大值出现在距离线路走廊中心 10m 处，为 3.108kV/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，同时也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线路走廊中心投影 8m 处，为 0.932μT，小于 100μT 的公众曝露控制限值要求。

从表 6.10 和图 6.8、图 6.9 类比监测结果分析，500kV 双回输电线路产生的工频电场强度、工频磁感应强度随距度衰减很快。

根据类比监测工况，500kV 长久 II 线监测期间最大电流 409A，500kV 长久

III 线监测期间最大电流 411A，工频磁感应强度最大值为 0.932μT。推算到本项目设计输送功率、额定电流（2080A）情况下，工频磁感应强度约为监测条件下的 5.09 倍，即工频磁感应强度最大值为 4.743μT。因此，即使是在设计最大输送功率情况下，本项目 500kV 双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。

3）类比测试与理论计算的结果比较

由于工频电场为输电线路主要环境影响因子，工频磁场一般不会出现超标现象，故根据 500kV 长久 II 线/III 线输电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 6.11。

表 6.11500kV 长久 II 线/III 线输电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）	监测结果占预测结果比例
0	1.995	2.109	94.59%
5	2.727	3.067	88.91%
6	2.875	3.333	86.26%
7	2.996	3.574	83.83%
8	3.062	3.780	81.00%
9	3.088	3.940	78.37%
10	3.108	4.050	76.74%
11	3.083	4.108	75.05%
12	3.015	4.113	73.30%
13	2.919	4.069	71.74%
14	2.844	3.980	71.46%
15	2.729	3.852	70.85%
20	2.195	2.891	75.93%
25	1.613	1.897	85.03%
30	1.163	1.173	99.15%
35	0.727	0.708	102.68%
40	0.446	0.423	105.44%
45	0.284	0.252	112.69%
50	0.173	0.152	113.81%
55	0.078	0.100	78.00%
60	0.065	0.080	81.25%
65	0.061	0.075	81.33%

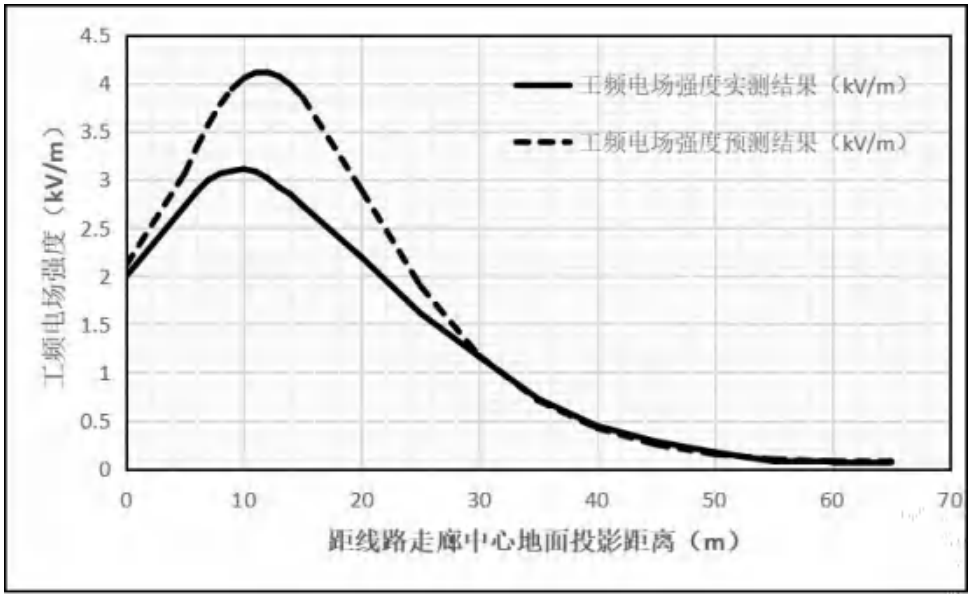


图 6.10500kV 长久 II 线/III 线输电线路类比监测与理论计算比较示意图

由表 6.11 及图 6.10 可知，在 500kV 长久 II 线/III 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 70.85%~113.81%。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。

4）结论

根据类比分析结果，本项目建成后，500kV 双回输电线路运行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）中的控制限值要求，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。

6.1.3.2 模式预测

6.1.3.2.1 预测因子

预测因子为工频电场、工频磁场。

6.1.3.2.2 预测模式

根据交流架空输电线路的架线型式、架设高度、相序、线间距、导线结构、额定工况等参数，计算期其周围工频电场、工频磁场的分布及对电磁环境敏感目标的贡献。

本期输电线路工频电场、工频磁场的预测模式将按照《环境影响评价技术导

则输变电》（HJ24-2020）附录 C、D。

（1）单位长度导线上等效电荷的计算

高压送电线上的等效电荷是线电荷，由于输电线半径 r 远远小于架设高度 h，因此等效电荷的位置可以认为是在输电导线的几何中心。

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

为了计算多导线线路中导线上的等效电荷，可写出下列矩阵方程计算：

$$\begin{bmatrix} U_1 \\ U_2 \\ \cdots \\ U_m \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \lambda_{11} & \lambda_{12} & \cdots & \lambda_{1m} \\ \lambda_{21} & \lambda_{22} & \cdots & \lambda_{2m} \\ \cdots & & \cdots & \cdots \\ \lambda_{m1} & \lambda_{m2} & \cdots & \lambda_{mm} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Q_1 \\ Q_2 \\ \cdots \\ Q_m \end{bmatrix}$$

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；

$[\lambda]$——各导线的电位系数组成的 m 阶方阵（m 为导线数目）。

$[U]$——矩阵可由输电线的电压和相位确定，从环境保护考虑以额定电压的 1.05 倍作为计算电压。

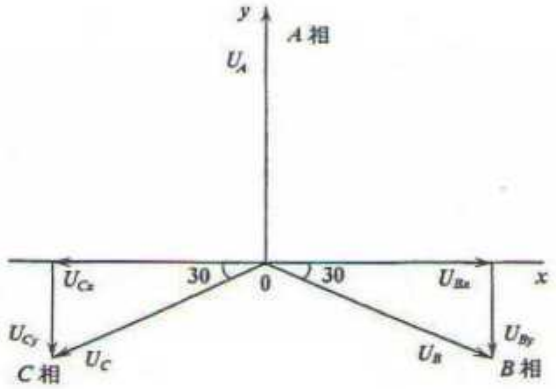


图6.11对地电压计算图

各导线对地电压分量为：

U_A=（303.1+j0）kV

U_B=（-151.6+j262.5）kV

U_C=（-151.6-j262.5）kV

[λ]矩阵由镜像原理求得。地面为电位等于零的平面，地面的感应电荷可由对应地面导线的镜像电荷代替，用 i，j，…表示相互平行的实际导线，用 i'，j'，…

表示他们的镜像，电位系数可写为：

$$\lambda_{ii} = \frac{1}{2\pi\varepsilon_0}\ln\frac{2h_i}{R_i}$$

$$\lambda_{ii} = \frac{1}{2\pi\varepsilon_0}\ln\frac{L'_{ij}}{L_{ij}}$$

$$\lambda_{ij}=\lambda_{ji}$$

式中：ε_0——空气的介电常数；$\varepsilon_0 = \frac{1}{36\pi}\times 10^{-9} F/m$；

h_i——导线与地面的距离；

L_{ij}——第i根导线与第j根导线的间距；

L'_{ij}——第i根导线与第 j 根导线的镜像导线的间距；

R_i——输电导线半径，对于分裂导线可用等效单根导线半径带入 R_i 计算式为：

$$R_i = R\sqrt[n]{\frac{nr}{R}}$$

式中：R——分裂导线半径，m；

n——次导线根数；

r——次导线半径，m。

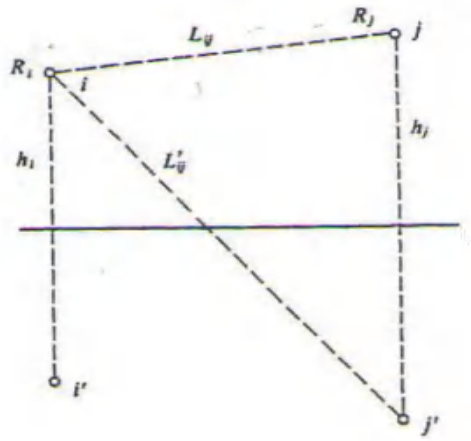


图6.12电位系数计算图

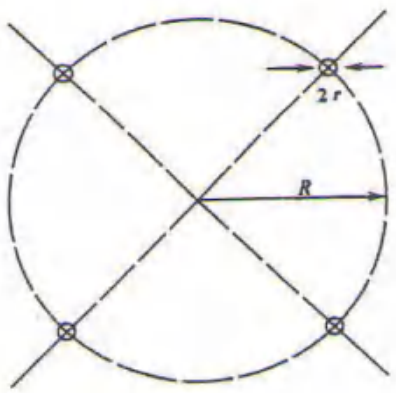


图6.13等效半径计算图

对于三相交流线路，由于电压为时间向量，计算各相导线的电压是要用复数表示：

$$\overline{U_i} = U_{iR} + jU_{iI}$$

相应地电荷也是复数量：

$$\overline{Q_i} = Q_{iR} + jQ_{iI}$$

矩阵方程中矩阵关系即分别表示了复数量的实部和虚部两部分：

$$[U_R] = [\lambda][Q_R]$$

$$[U_I] = [\lambda][Q_I]$$

为计算地面电场强度的最大值，通常取设计最大弧垂时导线的最小对地高度。

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

$$E_x = \frac{1}{2\pi\varepsilon_0}\sum_{i=1}^{m} Q_i\left(\frac{x-x_i}{L_i^2} - \frac{x-x_i}{(L_i')^2}\right)$$

$$E_y = \frac{1}{2\pi\varepsilon_0}\sum_{i=1}^{m} Q_i\left(\frac{y-y_i}{L_i^2} - \frac{y+y_i}{(L_i')^2}\right)$$

式中：x_i、y_i—导线 i 的坐标（i=1、2、…m）；

m—导线数目；

L_i、L_i'—分别为导线 i 及镜像至计算点的距离，m。

对于三相交流线路，可根据求得的电荷计算空间任一点电场强度的水平和垂直分量为：

$$\overline{E_x} = \sum_{i=1}^{m} E_{ixR} + j\sum_{i=1}^{m} E_{ixI} = E_{xR} + E_{xI}$$

$$\overline{E_y} = \sum_{i=1}^{m} E_{iyR} + j\sum_{i=1}^{m} E_{iyI} = E_{yR} + E_{yI}$$

式中：E_{xR}——由各导线的实部电荷在该点产生场强的水平分量；

E_{xI}——由各导线的虚部电荷在该点产生场强的水平分量；

E_{yR}——由各导线的实部电荷在该点产生场强的垂直分量；

E_{yI}——由各导线的虚部电荷在该点产生场强的垂直分量。

该点的合成场为：

$$\overset{\frown}{E} = (E_{xR} + jE_{xI})\overset{\frown}{x} + (E_{yR} + jE_{yI})\overset{\frown}{y} = \overline{E_x} + \overline{E_y}$$

式中：

$$E_x = \sqrt{E_{xR}^2 + E_{xI}^2}$$

$$E_y = \sqrt{E_{yR}^2 + E_{yI}^2}$$

在地面处（$y=0$）电场强度的水平分量：

$$E_x = 0$$

（2）工频磁感应强度预测

由于工频电磁场具有准静态性，线路的磁场仅由电流产生。应用安培定律，将计算结果按矢量叠加，可得出导线周围的磁场强度。

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

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

式中：ρ——大地电阻率，Ω.m；

f——频率，Hz。

在一般情况下，可只考虑处于空间的实际导线，忽略它的镜像进行计算，其结果已足够符合实际。如图6.14所示，不考虑导线i的镜像时，可计算在A点其产生的磁场强度：

$$H = \frac{I}{2\pi\sqrt{h^2 + L^2}} \text{（A/m）}$$

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。

对于三相线路，由相位不同形成的磁场强度水平和垂直分量都必须分别考虑电流间的相角，按相位矢量来合成。合成的旋转矢量在空间的轨迹是一个椭圆。

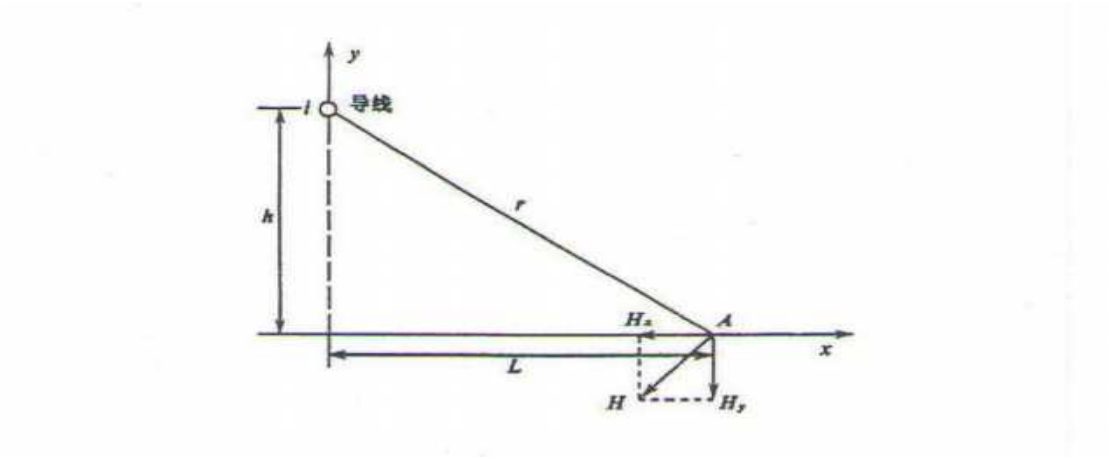


图6.14磁感应强度向量图

6.1.3.2.3 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 单回路选取 500-KD22D-ZBC4 塔型，新建 500kV 双回路选取 500-KD21S-ZC4 塔型作为计算塔型，升高改造 500kV 单回路段（紧凑型）选取 5JA3-ZC4 塔型。

（2）导线对地距离和相序排列

根据《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》（GB50545-2010）的要求和本项目设计资料中导线距地最低高度要求，500kV 线路导线与电磁环境敏感目标区域地面的距离不小于 14m，与耕地等场所的地面距离不小于 11m。因本项目尚处于可研阶段，新建 500kV 线路经过耕地、电磁环境敏感目标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。根据设计资料，升高改造 500kV 单回路段（紧凑型）中线高为 22m、60m，按照该高度进行升高改造线路预测。

根据设计资料，新建 500kV 双回架空线路导线相序采用异相序排列（BAC-BCA），新建 500kV 单回线路导线采用水平排列，升高改造 500kV 单回

路段采用倒三角排列，本次评价按照相应相序进行预测。

（3）预测工况和条件选取原则

交流输电线路运行产生的工频电场、工频磁场主要由导线型式、导线对地高度、相间距离和线路运行工况（电压、电流）等因素决定。导线型式、对地高度和运行工况等相同时，对于工频电场强度而言，相间距离大的塔型较相间距离小的塔型略大，故本项目理论预测在运行电流、电压及导线型式确定的情况下，选择相间距较大和合适的高度进行相关预测。

（4）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；

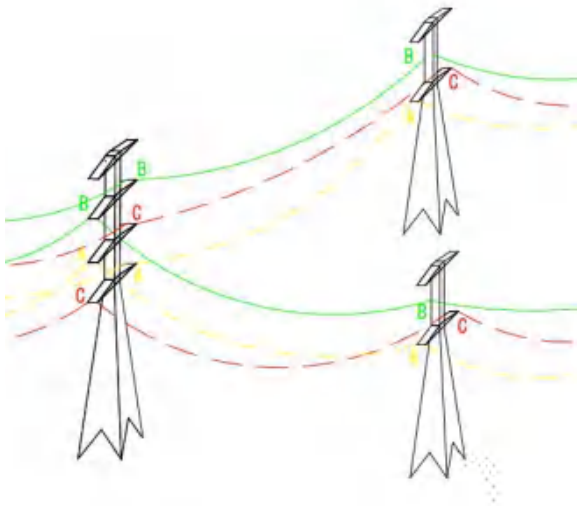
情景 3：升高改造 500kV 单回路段（紧凑型）。

（5）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 6.12 所示。

表 6.12（1）本期项目架空线路理论计算参数表

项目	计算参数	
	情景①	情景②
架线型式	同塔双回架设	单回路架设
架设高度	11m、11.5m、14m、15m、16m、17m、18m、19m、20m、21m、22m	
导线排列方式	异相序排列	水平排列
分裂间距	450mm	450mm
分裂数	4	4
导线半径	13.4mm	13.4mm
预测电压	525kV	525kV
预测电流	3380A/相	3380A/相
预测点高度	1.5m、4.5m	1.5m
计算杆塔	500-KD21S-ZC4	500-KD22D-ZBC4
相间距（预测点坐标）	上B(-11.9，h+26)，上B(11.9，h+26) 中A(-11.9，h+14.7)，中C(11.9，h+14.7) 下C(-10.1，h)，下A(10.1，h)，	A(-15.2，h)，B(0，h)，C15.2，h)



注：线路经过耕地、道路等场所设计最低导线对地高度为 11m；线路经过耕地、道路等场所，导线对地高度为 11m 时，产生的工频电场强度大于 10kV/m 控制限值，需要采取提高导线对地高度，导线对地高度为 11.5m 时，满足 10kV/m 控制限值；线路经过居民住宅等建筑物设计最低导线对地高度为 14m；线路经过居民住宅等建筑物，设计最低导线对地高度为 21m 时，地面 1.5m 高度处工频电场强度小于 4kV/m 控制限值；线路经过居民住宅等建筑物，设计最低导线对地高度为 22m 时，地面 4.5m 高度处工频电场强度小于 4kV/m 控制限值。

表 6.12（2）本期项目架空线路理论计算参数表

项目	计算参数
	情景③
架线型式	单回路架设（紧凑型）
架设高度*	22m、60m
导线排列方式	倒三角排列
分裂间距	400mm
分裂数	6
导线半径	13.4mm
预测电压	525kV
预测电流	4260A
预测点高度	1.5m
计算杆塔	5JA3-ZC4
相间距（预测点坐标）	A（-3.68，h+6.06），B（3.68，h+6.06） C（0，h）

备注：*——根据设计院提供资料，给出迁改线路补挂线路架设高度

6.1.3.2.3 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 6.13，线路运行产生的工频电场强度变化趋势见示意图 6.15，线路运行产生的工频磁感应强度变化趋势见示意图 6.16。

表 6.13（1）本期 500kV 同塔双回线路运行产生的工频电场、工频磁场预测结果

距线路走廊中心地面投影距离（m）	地面 1.5m 处的工频电场强度（kV/m）										地面 1.5m 处的工频磁感应强度（μT）			
	耕地等场所		电磁环境敏感目标区域								耕地等场所		电磁环境敏感目标区域	
	导线对地高度		导线对地高度								导线对地高度		导线对地高度	
	11m	11.5m	14m	15m	16m	17m	18m	19m	20m	21m	11m	11.5m	14m	21m
-65	0.486	0.473	0.421	0.400	0.379	0.358	0.338	0.317	0.298	0.278	14.703	14.664	14.481	13.907
-60	0.511	0.494	0.428	0.401	0.374	0.348	0.323	0.298	0.274	0.251	15.772	15.724	15.500	14.804
-55	0.524	0.503	0.417	0.383	0.349	0.317	0.286	0.256	0.227	0.199	16.995	16.935	16.658	15.805
-50	0.515	0.488	0.376	0.332	0.291	0.251	0.213	0.178	0.144	0.114	18.403	18.328	17.980	16.925
-45	0.465	0.429	0.285	0.231	0.181	0.135	0.095	0.065	0.055	0.070	20.039	19.943	19.501	18.178
-40	0.345	0.301	0.136	0.098	0.098	0.128	0.168	0.210	0.249	0.285	21.957	21.832	21.261	19.580
-35	0.217	0.207	0.309	0.370	0.428	0.481	0.529	0.571	0.607	0.637	24.235	24.069	23.315	21.141
-30	0.675	0.726	0.927	0.989	1.040	1.081	1.111	1.132	1.146	1.154	26.988	26.761	25.731	22.859
-25	1.865	1.914	2.022	2.032	2.026	2.008	1.979	1.943	1.901	1.855	30.403	30.074	28.584	24.691
-24	2.220	2.260	2.317	2.304	2.277	2.238	2.190	2.135	2.077	2.015	31.187	30.830	29.209	25.062
-23	2.624	2.652	2.639	2.599	2.545	2.481	2.411	2.335	2.258	2.179	32.011	31.619	29.851	25.431
-22	3.083	3.093	2.989	2.915	2.830	2.737	2.641	2.542	2.444	2.347	32.874	32.443	30.507	25.797
-21	3.599	3.586	3.365	3.251	3.129	3.004	2.878	2.754	2.632	2.515	33.776	33.300	31.174	26.157
-20	4.177	4.131	3.766	3.604	3.440	3.278	3.120	2.967	2.821	2.683	34.716	34.188	31.847	26.508
-19	4.814	4.727	4.187	3.970	3.758	3.555	3.362	3.179	3.008	2.848	35.687	35.098	32.519	26.850
-18	5.507	5.368	4.620	4.341	4.077	3.830	3.600	3.386	3.189	3.006	36.679	36.021	33.181	27.177
-17	6.244	6.042	5.056	4.710	4.391	4.098	3.830	3.584	3.361	3.156	37.675	36.940	33.820	27.489
-16	7.007	6.732	5.483	5.066	4.690	4.351	4.045	3.769	3.520	3.294	38.649	37.831	34.423	27.781
-15	7.767	7.412	5.886	5.398	4.965	4.581	4.240	3.935	3.662	3.417	39.565	38.661	34.973	28.052
-14	8.485	8.047	6.247	5.692	5.207	4.782	4.408	4.078	3.784	3.523	40.377	39.394	35.454	28.299

距线路走廊中心地面投影距离（m）	地面 1.5m 处的工频电场强度（kV/m）										地面 1.5m 处的工频磁感应强度（μT）			
	耕地等场所		电磁环境敏感目标区域								耕地等场所		电磁环境敏感目标区域	
	导线对地高度		导线对地高度								导线对地高度		导线对地高度	
	11m	11.5m	14m	15m	16m	17m	18m	19m	20m	21m	11m	11.5m	14m	21m
-13	9.115	8.599	6.549	5.935	5.405	4.946	4.545	4.193	3.883	3.609	41.035	39.985	35.849	28.521
-12	9.607	9.025	6.775	6.115	5.552	5.067	4.646	4.279	3.957	3.673	41.485	40.394	36.144	28.715
-11	9.915	9.290	6.911	6.224	5.640	5.140	4.708	4.332	4.004	3.715	41.689	40.590	36.329	28.883
-10	10.009	9.369	6.951	6.256	5.667	5.163	4.729	4.353	4.024	3.735	41.628	40.560	36.404	29.023
-9	9.881	9.257	6.893	6.211	5.633	5.138	4.712	4.341	4.018	3.733	41.311	40.314	36.375	29.138
-8	9.547	8.967	6.744	6.095	5.543	5.068	4.658	4.301	3.988	3.712	40.782	39.885	36.254	29.228
-7	9.045	8.531	6.518	5.919	5.405	4.961	4.575	4.237	3.939	3.675	40.102	39.325	36.064	29.297
-6	8.431	7.993	6.236	5.699	5.232	4.826	4.469	4.155	3.876	3.627	39.348	38.697	35.829	29.348
-5	7.762	7.405	5.922	5.453	5.040	4.675	4.352	4.063	3.805	3.573	38.592	38.060	35.575	29.383
-4	7.100	6.819	5.606	5.205	4.846	4.523	4.233	3.971	3.733	3.517	37.897	37.469	35.329	29.407
-3	6.503	6.288	5.316	4.978	4.668	4.384	4.124	3.886	3.668	3.467	37.312	36.968	35.113	29.422
-2	6.025	5.861	5.082	4.795	4.525	4.272	4.037	3.819	3.615	3.426	36.872	36.589	34.945	29.430
-1	5.714	5.583	4.930	4.675	4.432	4.200	3.981	3.775	3.581	3.400	36.600	36.354	34.839	29.434
0	5.606	5.487	4.877	4.634	4.399	4.175	3.961	3.760	3.570	3.391	36.508	36.274	34.803	29.436
1	5.714	5.583	4.930	4.675	4.432	4.200	3.981	3.775	3.581	3.400	36.600	36.354	34.839	29.434
2	6.025	5.861	5.082	4.795	4.525	4.272	4.037	3.819	3.615	3.426	36.872	36.589	34.945	29.430
3	6.503	6.288	5.316	4.978	4.668	4.384	4.124	3.886	3.668	3.467	37.312	36.968	35.113	29.422
4	7.100	6.819	5.606	5.205	4.846	4.523	4.233	3.971	3.733	3.517	37.897	37.469	35.329	29.407
5	7.762	7.405	5.922	5.453	5.040	4.675	4.352	4.063	3.805	3.573	38.592	38.060	35.575	29.383
6	8.431	7.993	6.236	5.699	5.232	4.826	4.469	4.155	3.876	3.627	39.348	38.697	35.829	29.348
7	9.046	8.531	6.519	5.919	5.405	4.961	4.575	4.237	3.939	3.675	40.102	39.325	36.064	29.297
8	9.547	8.967	6.745	6.096	5.543	5.068	4.658	4.301	3.988	3.712	40.782	39.885	36.254	29.228

距线路走廊中心地面投影距离（m）	地面 1.5m 处的工频电场强度（kV/m）										地面 1.5m 处的工频磁感应强度（μT）			
	耕地等场所		电磁环境敏感目标区域								耕地等场所		电磁环境敏感目标区域	
	导线对地高度		导线对地高度								导线对地高度		导线对地高度	
	11m	11.5m	14m	15m	16m	17m	18m	19m	20m	21m	11m	11.5m	14m	21m
9	9.881	9.257	6.894	6.211	5.633	5.138	4.712	4.341	4.018	3.733	41.311	40.314	36.375	29.138
10	10.010	9.369	6.952	6.256	5.667	5.163	4.729	4.353	4.024	3.735	41.628	40.560	36.404	29.023
11	9.915	9.290	6.912	6.224	5.640	5.140	4.708	4.333	4.004	3.715	41.689	40.590	36.329	28.883
12	9.607	9.025	6.775	6.115	5.552	5.067	4.646	4.279	3.957	3.673	41.485	40.394	36.144	28.715
13	9.115	8.599	6.549	5.935	5.405	4.946	4.545	4.194	3.884	3.609	41.035	39.985	35.849	28.521
14	8.485	8.048	6.247	5.692	5.207	4.782	4.408	4.078	3.784	3.523	40.377	39.394	35.454	28.299
15	7.767	7.412	5.886	5.398	4.965	4.581	4.240	3.935	3.662	3.417	39.565	38.661	34.973	28.052
16	7.007	6.733	5.483	5.066	4.690	4.351	4.045	3.769	3.520	3.294	38.649	37.831	34.423	27.781
17	6.244	6.042	5.056	4.710	4.391	4.098	3.830	3.585	3.361	3.156	37.675	36.940	33.820	27.489
18	5.507	5.368	4.620	4.341	4.077	3.830	3.600	3.387	3.189	3.006	36.679	36.021	33.181	27.177
19	4.814	4.727	4.187	3.970	3.758	3.555	3.362	3.179	3.008	2.848	35.687	35.098	32.519	26.850
20	4.177	4.131	3.766	3.604	3.440	3.278	3.120	2.967	2.822	2.683	34.716	34.188	31.847	26.508
21	3.600	3.586	3.365	3.251	3.129	3.004	2.878	2.754	2.633	2.515	33.776	33.300	31.174	26.157
22	3.083	3.093	2.989	2.915	2.830	2.737	2.641	2.542	2.444	2.347	32.874	32.443	30.507	25.797
23	2.624	2.652	2.639	2.599	2.545	2.481	2.411	2.335	2.258	2.180	32.011	31.619	29.851	25.431
24	2.220	2.260	2.317	2.304	2.277	2.238	2.190	2.135	2.077	2.015	31.187	30.830	29.209	25.062
25	1.865	1.914	2.023	2.032	2.026	2.008	1.979	1.943	1.901	1.855	30.403	30.074	28.584	24.691
30	0.675	0.726	0.927	0.989	1.040	1.081	1.111	1.133	1.146	1.154	26.988	26.761	25.731	22.859
35	0.217	0.207	0.309	0.370	0.428	0.481	0.529	0.571	0.607	0.637	24.235	24.069	23.315	21.141
40	0.345	0.301	0.136	0.098	0.098	0.128	0.168	0.210	0.249	0.285	21.957	21.832	21.261	19.580
45	0.465	0.429	0.285	0.231	0.181	0.135	0.095	0.065	0.055	0.070	20.039	19.943	19.501	18.178
50	0.515	0.488	0.376	0.332	0.291	0.251	0.213	0.178	0.144	0.114	18.403	18.328	17.980	16.925

距线路走廊中心地面投影距离（m）	地面 1.5m 处的工频电场强度（kV/m）										地面 1.5m 处的工频磁感应强度（μT）			
	耕地等场所		电磁环境敏感目标区域								耕地等场所		电磁环境敏感目标区域	
	导线对地高度		导线对地高度								导线对地高度		导线对地高度	
	11m	11.5m	14m	15m	16m	17m	18m	19m	20m	21m	11m	11.5m	14m	21m
55	0.524	0.503	0.417	0.383	0.349	0.317	0.286	0.256	0.227	0.199	16.995	16.935	16.658	15.805
60	0.511	0.494	0.428	0.401	0.374	0.348	0.323	0.298	0.274	0.251	15.772	15.724	15.500	14.804
65	0.486	0.473	0.421	0.400	0.379	0.358	0.338	0.317	0.298	0.278	14.703	14.664	14.481	13.907

表 6.13（2）本期 500kV 同塔双回线路运行产生的工频电场、工频磁场预测结果

距线路走廊中心地面投影距离（m）	地面 4.5m 处的工频电场强度（kV/m）			地面 4.5m 处的工频磁感应强度（μT）		
	电磁环境敏感目标区域			电磁环境敏感目标区域		
	导线对地高度			导线对地高度		
	14m	21m	22m	14m	21m	22m
-65	0.425	0.284	0.266	14.703	14.078	14.078
-60	0.434	0.261	0.240	15.772	15.010	15.010
-55	0.429	0.220	0.195	16.995	16.056	16.056
-50	0.399	0.163	0.143	18.403	17.233	17.233
-45	0.338	0.163	0.171	20.039	18.561	18.561
-40	0.280	0.341	0.365	21.957	20.062	20.062
-35	0.455	0.682	0.702	24.235	21.756	21.756
-30	1.039	1.202	1.200	26.988	23.654	23.654
-25	2.148	1.927	1.873	30.403	25.730	25.730
-24	2.453	2.094	2.026	31.187	26.157	26.157
-23	2.791	2.268	2.183	32.011	26.586	26.586
-22	3.164	2.446	2.343	32.874	27.013	27.013
-21	3.570	2.627	2.504	33.776	27.435	27.435

距线路走廊中心地面投影距离（m）	地面 4.5m 处的工频电场强度（kV/m）			地面 4.5m 处的工频磁感应强度（μT）		
	电磁环境敏感目标区域			电磁环境敏感目标区域		
	导线对地高度			导线对地高度		
	14m	21m	22m	14m	21m	22m
-20	4.011	2.808	2.665	34.716	27.850	27.850
-19	4.483	2.987	2.823	35.687	28.254	28.254
-18	4.981	3.162	2.976	36.679	28.642	28.642
-17	5.497	3.329	3.121	37.675	29.012	29.012
-16	6.017	3.484	3.256	38.649	29.357	29.357
-15	6.523	3.623	3.376	39.565	29.675	29.675
-14	6.992	3.745	3.481	40.377	29.962	29.962
-13	7.398	3.845	3.567	41.035	30.213	30.213
-12	7.713	3.921	3.634	41.485	30.428	30.428
-11	7.914	3.972	3.679	41.689	30.605	30.605
-10	7.984	3.998	3.704	41.628	30.744	30.744
-9	7.922	4.000	3.709	41.311	30.848	30.848
-8	7.739	3.980	3.696	40.782	30.920	30.920
-7	7.459	3.942	3.669	40.102	30.964	30.964
-6	7.115	3.891	3.631	39.348	30.986	30.986
-5	6.741	3.833	3.587	38.592	30.991	30.991
-4	6.375	3.774	3.542	37.897	30.986	30.986
-3	6.049	3.720	3.501	37.312	30.975	30.975
-2	5.793	3.677	3.468	36.872	30.964	30.964
-1	5.629	3.649	3.446	36.600	30.956	30.956
0	5.573	3.639	3.439	36.508	30.953	30.953
1	5.629	3.649	3.446	36.600	30.956	30.956
2	5.793	3.677	3.468	36.872	30.964	30.964

距线路走廊中心地面投影距离（m）	地面 4.5m 处的工频电场强度（kV/m）			地面 4.5m 处的工频磁感应强度（μT）		
	电磁环境敏感目标区域			电磁环境敏感目标区域		
	导线对地高度			导线对地高度		
	14m	21m	22m	14m	21m	22m
3	6.049	3.720	3.501	37.312	30.975	30.975
4	6.375	3.774	3.542	37.897	30.986	30.986
5	6.741	3.833	3.587	38.592	30.991	30.991
6	7.115	3.891	3.631	39.348	30.986	30.986
7	7.460	3.942	3.669	40.102	30.964	30.964
8	7.739	3.980	3.696	40.782	30.920	30.920
9	7.922	4.000	3.709	41.311	30.848	30.848
10	7.984	3.998	3.704	41.628	30.744	30.744
11	7.914	3.972	3.679	41.689	30.605	30.605
12	7.713	3.921	3.634	41.485	30.428	30.428
13	7.398	3.845	3.567	41.035	30.213	30.213
14	6.992	3.745	3.481	40.377	29.962	29.962
15	6.523	3.623	3.376	39.565	29.675	29.675
16	6.017	3.484	3.256	38.649	29.357	29.357
17	5.497	3.329	3.121	37.675	29.012	29.012
18	4.981	3.162	2.976	36.679	28.642	28.642
19	4.483	2.988	2.823	35.687	28.254	28.254
20	4.011	2.808	2.665	34.716	27.850	27.850
21	3.571	2.627	2.504	33.776	27.435	27.435
22	3.164	2.446	2.343	32.874	27.013	27.013
23	2.792	2.268	2.183	32.011	26.586	26.586
24	2.453	2.094	2.026	31.187	26.157	26.157
25	2.148	1.927	1.873	30.403	25.730	25.730

距线路走廊中心地面投影距离（m）	地面 4.5m 处的工频电场强度（kV/m）			地面 4.5m 处的工频磁感应强度（μT）		
	电磁环境敏感目标区域			电磁环境敏感目标区域		
	导线对地高度			导线对地高度		
	14m	21m	22m	14m	21m	22m
30	1.039	1.202	1.200	26.988	23.654	23.654
35	0.455	0.682	0.702	24.235	21.756	21.756
40	0.280	0.341	0.365	21.957	20.062	20.062
45	0.338	0.163	0.171	20.039	18.561	18.561
50	0.399	0.163	0.143	18.403	17.233	17.233
55	0.429	0.220	0.195	16.995	16.056	16.056
60	0.434	0.261	0.240	15.772	15.010	15.010
65	0.425	0.284	0.266	14.703	14.078	14.078

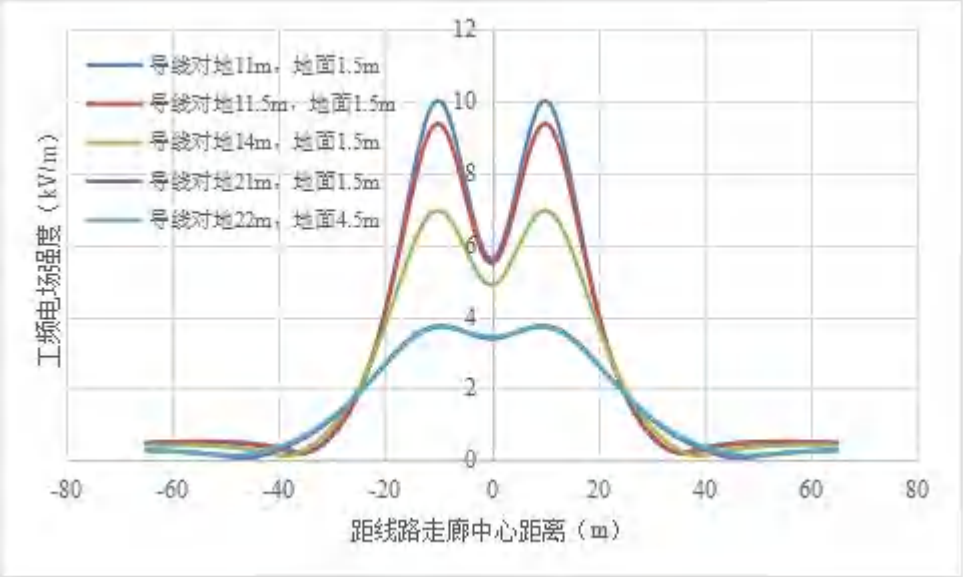


图 6.15 本期 500kV 同塔双回线路工频电场强度变化趋势示意图

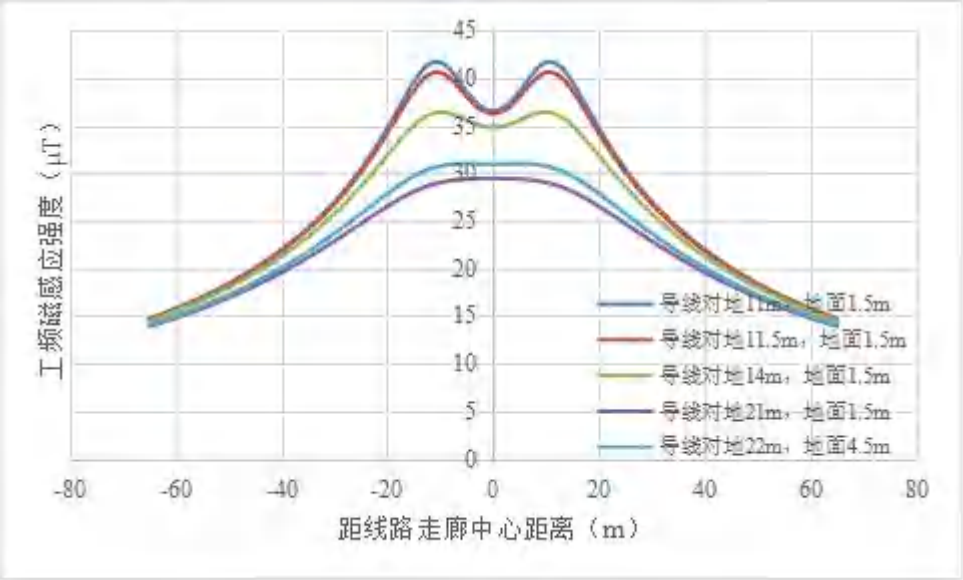


图 6.16 本期 500kV 同塔双回线路工频磁感应强度变化趋势示意图

2）工频电场强度预测结果分析

①线路经过耕地等场所时

根据预测结果表 6.13（1）及图 6.15，本期 500kV 同塔双回线路导线采用异相序排列、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 10.010kV/m（距线路走廊中心距离±10m 处），不能满足耕地、园地等场所电场强度 10kV/m 的控制限值。

需要采取抬高导线对地高度措施，当导线对地高度 11.5m 时，地面 1.5m 高度处的工频电场强度最大值为 9.369kV/m（距线路走廊中心距离±10m 处），能够满足耕地、园地等场所电场强度 10kV/m 的控制限值。

②线路经过电磁环境敏感目标区域时

根据预测结果表 6.13 及图 6.15，本期 500kV 同塔双回线路导线采用异相序排列、导线对地高度 14m 时，地面 1.5m 高度处的工频电场强度最大值为 6.952kV/m（距线路走廊中心距离±10m 处），在边导线外 5m（即距线路走廊中心距离±17m 处）处的工频电场强度 5.056kV/m，不能满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）规定的公众曝露控制限值电场强度 4000V/m 的要求。

需要采取抬高导线对地高度措施，当导线对地高度为 21m 时，地面 1.5m 高度处的工频电场强度最大值为 3.735kV/m（距线路走廊中心距离±10m 处），在边导线外 5m（即距线路走廊中心距离±17m 处）处的工频电场强度 3.156kV/m，均可满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）规定的公众曝露控制限值电场强度 4000V/m 的要求。

需要采取抬高导线对地高度措施，当导线高度至 22m 时，地面 4.5m 高度处的工频电场强度最大值为 3.709kV/m（距线路走廊中心距离±10m 处），在边导线外 5m（即距线路走廊中心距离±17m 处）处的工频电场强度 3.121kV/m，均可满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）规定的公众曝露控制限值电场强度 4000V/m 的要求。

3）工频磁感应强度预测结果分析

根据预测结果表 6.13 及图 6.16，本期 500kV 同塔双回线路导线对地高度 11m、11.5m、14m、21m 时，地面 1.5m 高度处的工频磁感应强度最大值分别为 41.689μT、40.590μT、36.404μT、29.436μT；导线对地 22m，地面 4.5m 高度处的工频磁感应强度最大值分别为 30.991μT；均满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）规定的公众曝露控制限值工频磁感应强度 100μT 的要求。

4）电磁环境预测达标等值线图

本次环评按照经过电磁环境敏感目标区域，导线最低对地高度 14m，计算了地面上不同高度处的电磁环境达标等值线图，等值线分布情况见图 6.17。

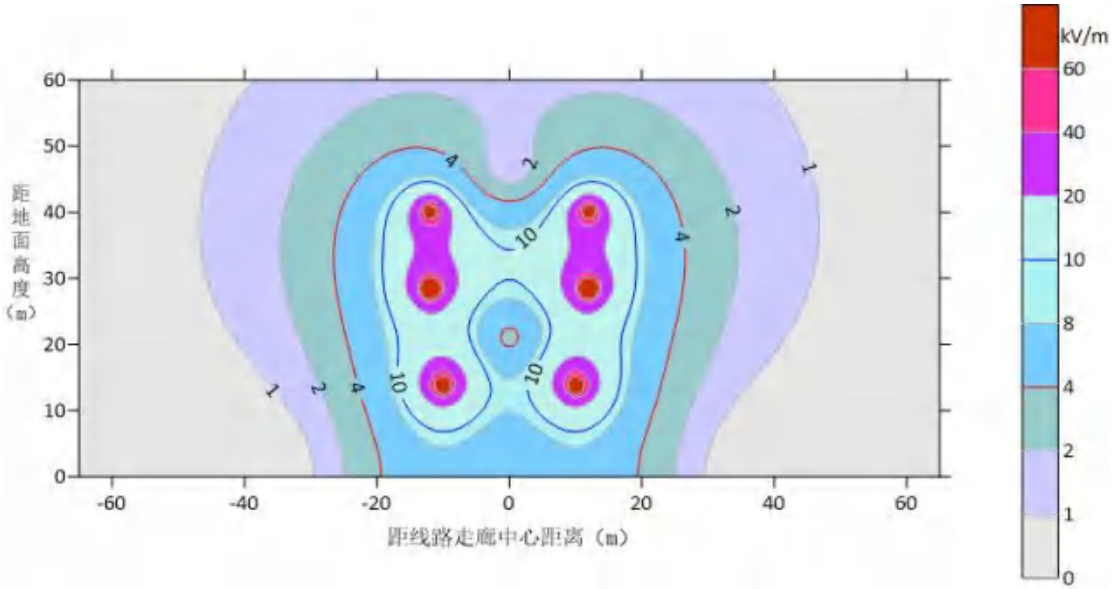


图 6.17（1）本期 500kV 同塔双回线路工频电场强度达标等值线图

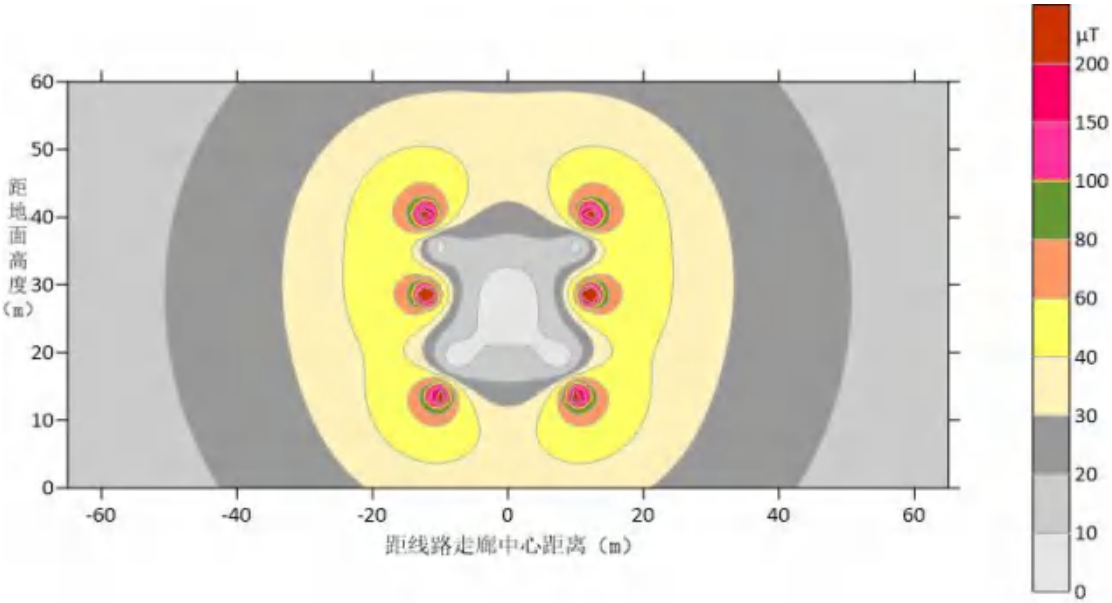


图 6.17（2）本期 500kV 同塔双回线路工频磁感应强度达标等值线图

根据图 6.17（1）工频电场强度空间分布分析，当导线对地高度为 14m 时，从预测地面 1.5m 高度到预测地面 42m~50m，在距线路走廊中心距离从-19.5m~19.5m 到-27.0m~27.0m，空间分布工频电场强度满足 4kV/m 控制限值，在此工频电场强度空间分布区域内控制民房住宅等建筑物。根据图 6.17（2）工频磁感应强度空间分布分析，当导线对地高度为 14m 时，从预测地面 1.5m 高度到预测地面 60m，在距线路走廊中心距离从-60m~60m，空间分布工频磁感应强度基本满足 100μT 控制限值，工频磁感应强度超过 100μT 控制限值区域均分布在导线附近，在此区域内均不会涉及民房住宅等建筑物。

结合表 6.13 预测结果，随着导线对地高度增加，4000V/m 的达标距离逐渐

变小，抬高导线对地高度为 21m 时，地面 1.5m 高度处均能满足 4000V/m 的控制限值要求，抬高导线对地高度为 22m 时，地面 4.5m 高度处均能满足 4000V/m 的控制限值要求。

（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 单回输电线路运行后产生的工频电场、工频磁场预测结果见表 6.14，线路运行产生的工频电场强度变化趋势见示意 6.18，线路运行产生的工频磁感应强度变化趋势见示意图 6.19。

表 6.14 本期 500kV 单回线路运行产生工频电场、工频磁场计算结果

距线路走廊中心地面投影距离（m）	地面 1.5m 处的工频电场强度（kV/m）										地面 1.5m 处的工频磁感应强度（μT）			
	耕地等场所		电磁环境敏感目标区域								耕地等场所		电磁环境敏感目标区域	
	导线对地高度		导线对地高度								导线对地高度		导线对地高度	
	11m	11.5m	14m	15m	16m	17m	18m	19m	20m	21m	11m	11.5m	14m	21m
-65	0.313	0.323	0.372	0.390	0.407	0.423	0.438	0.452	0.465	0.476	7.995	7.984	7.921	7.686
-64	0.328	0.339	0.390	0.409	0.426	0.442	0.458	0.472	0.485	0.497	8.126	8.115	8.048	7.801
-63	0.345	0.356	0.409	0.428	0.446	0.463	0.479	0.493	0.507	0.519	8.262	8.249	8.179	7.919
-62	0.362	0.374	0.429	0.449	0.468	0.485	0.501	0.516	0.530	0.542	8.402	8.389	8.315	8.041
-61	0.381	0.394	0.451	0.471	0.491	0.508	0.525	0.540	0.554	0.566	8.547	8.533	8.455	8.166
-60	0.401	0.414	0.474	0.495	0.515	0.533	0.550	0.566	0.580	0.592	8.697	8.682	8.599	8.295
-59	0.423	0.437	0.498	0.520	0.541	0.560	0.577	0.593	0.607	0.620	8.852	8.837	8.749	8.428
-58	0.446	0.460	0.525	0.547	0.569	0.588	0.606	0.622	0.636	0.649	9.014	8.997	8.904	8.565
-57	0.471	0.486	0.553	0.576	0.598	0.618	0.636	0.652	0.667	0.679	9.181	9.163	9.065	8.707
-56	0.498	0.514	0.583	0.607	0.630	0.650	0.668	0.685	0.699	0.712	9.355	9.336	9.231	8.852
-55	0.527	0.543	0.615	0.641	0.663	0.684	0.703	0.719	0.734	0.746	9.535	9.516	9.404	9.002
-54	0.558	0.575	0.650	0.676	0.700	0.721	0.740	0.756	0.771	0.783	9.723	9.702	9.583	9.157
-53	0.592	0.610	0.688	0.714	0.738	0.760	0.779	0.796	0.810	0.822	9.919	9.896	9.770	9.317
-52	0.629	0.647	0.728	0.755	0.780	0.802	0.821	0.838	0.851	0.863	10.123	10.098	9.963	9.482
-51	0.668	0.687	0.771	0.800	0.825	0.847	0.866	0.882	0.896	0.907	10.335	10.309	10.164	9.652
-50	0.711	0.731	0.818	0.847	0.873	0.895	0.914	0.930	0.943	0.953	10.557	10.529	10.373	9.827
-49	0.758	0.779	0.869	0.898	0.924	0.947	0.965	0.981	0.993	1.003	10.788	10.758	10.591	10.009
-48	0.809	0.830	0.924	0.954	0.980	1.002	1.021	1.035	1.047	1.055	11.030	10.998	10.818	10.196
-47	0.864	0.887	0.983	1.014	1.040	1.062	1.080	1.094	1.104	1.111	11.283	11.248	11.055	10.389
-46	0.925	0.949	1.047	1.078	1.104	1.126	1.143	1.156	1.165	1.170	11.548	11.511	11.301	10.589

距线路走廊中心地面投影距离（m）	地面 1.5m 处的工频电场强度（kV/m）										地面 1.5m 处的工频磁感应强度（μT）			
	耕地等场所		电磁环境敏感目标区域								耕地等场所		电磁环境敏感目标区域	
	导线对地高度		导线对地高度								导线对地高度		导线对地高度	
	11m	11.5m	14m	15m	16m	17m	18m	19m	20m	21m	11m	11.5m	14m	21m
-45	0.991	1.016	1.117	1.148	1.174	1.195	1.211	1.222	1.230	1.233	11.827	11.786	11.559	10.795
-44	1.064	1.090	1.193	1.224	1.249	1.269	1.283	1.293	1.299	1.300	12.118	12.074	11.828	11.008
-43	1.144	1.171	1.276	1.306	1.331	1.349	1.362	1.369	1.372	1.371	12.425	12.376	12.110	11.228
-42	1.232	1.259	1.366	1.396	1.419	1.435	1.445	1.450	1.450	1.446	12.748	12.695	12.404	11.454
-41	1.330	1.357	1.464	1.493	1.514	1.528	1.535	1.537	1.534	1.526	13.087	13.029	12.712	11.688
-40	1.437	1.465	1.572	1.598	1.617	1.628	1.632	1.630	1.622	1.610	13.445	13.382	13.035	11.929
-39	1.556	1.585	1.689	1.713	1.728	1.735	1.735	1.729	1.716	1.699	13.824	13.753	13.372	12.177
-38	1.688	1.717	1.817	1.838	1.849	1.851	1.846	1.834	1.816	1.793	14.223	14.145	13.726	12.433
-37	1.835	1.864	1.957	1.973	1.979	1.976	1.964	1.946	1.922	1.893	14.645	14.559	14.098	12.695
-36	1.998	2.026	2.110	2.121	2.120	2.110	2.091	2.065	2.033	1.997	15.093	14.997	14.486	12.965
-35	2.181	2.207	2.278	2.281	2.272	2.253	2.226	2.191	2.151	2.106	15.567	15.460	14.894	13.242
-34	2.384	2.409	2.461	2.455	2.436	2.407	2.369	2.325	2.274	2.219	16.070	15.950	15.321	13.525
-33	2.612	2.633	2.662	2.644	2.613	2.572	2.522	2.465	2.403	2.337	16.604	16.469	15.768	13.814
-32	2.868	2.884	2.880	2.848	2.802	2.746	2.682	2.612	2.537	2.459	17.172	17.019	16.236	14.108
-31	3.154	3.163	3.118	3.068	3.005	2.932	2.851	2.765	2.676	2.584	17.774	17.601	16.724	14.407
-30	3.474	3.474	3.376	3.305	3.220	3.127	3.028	2.924	2.818	2.712	18.413	18.217	17.231	14.709
-29	3.833	3.820	3.656	3.558	3.448	3.332	3.211	3.087	2.963	2.841	19.091	18.867	17.759	15.014
-28	4.234	4.204	3.955	3.826	3.688	3.544	3.399	3.253	3.109	2.969	19.808	19.552	18.303	15.319
-27	4.679	4.628	4.275	4.109	3.937	3.763	3.590	3.420	3.255	3.096	20.564	20.271	18.863	15.624
-26	5.173	5.093	4.613	4.404	4.193	3.985	3.782	3.586	3.398	3.218	21.356	21.020	19.433	15.926
-25	5.715	5.599	4.965	4.706	4.452	4.206	3.971	3.747	3.535	3.335	22.181	21.794	20.009	16.224
-24	6.303	6.143	5.327	5.011	4.709	4.423	4.153	3.900	3.663	3.442	23.029	22.586	20.583	16.515

距线路走廊中心地面投影距离（m）	地面 1.5m 处的工频电场强度（kV/m）										地面 1.5m 处的工频磁感应强度（μT）			
	耕地等场所		电磁环境敏感目标区域								耕地等场所		电磁环境敏感目标区域	
	导线对地高度		导线对地高度								导线对地高度		导线对地高度	
	11m	11.5m	14m	15m	16m	17m	18m	19m	20m	21m	11m	11.5m	14m	21m
-23	6.930	6.717	5.689	5.312	4.959	4.630	4.324	4.041	3.780	3.538	23.888	23.381	21.147	16.797
-22	7.585	7.308	6.043	5.600	5.193	4.820	4.479	4.167	3.881	3.619	24.737	24.163	21.688	17.068
-21	8.247	7.898	6.375	5.864	5.403	4.987	4.611	4.271	3.963	3.683	25.551	24.906	22.195	17.325
-20	8.886	8.459	6.670	6.093	5.580	5.124	4.716	4.351	4.023	3.727	26.293	25.582	22.653	17.566
-19	9.464	8.957	6.911	6.273	5.715	5.223	4.788	4.402	4.057	3.748	26.924	26.154	23.049	17.791
-18	9.934	9.354	7.082	6.393	5.797	5.278	4.822	4.419	4.062	3.744	27.401	26.590	23.371	17.997
-17	10.248	9.610	7.167	6.443	5.821	5.283	4.814	4.402	4.038	3.715	27.684	26.860	23.610	18.185
-16	10.366	9.694	7.157	6.415	5.782	5.237	4.763	4.348	3.983	3.659	27.751	26.946	23.764	18.353
-15	10.262	9.586	7.046	6.308	5.679	5.138	4.669	4.259	3.898	3.577	27.602	26.853	23.836	18.503
-14	9.937	9.287	6.838	6.125	5.516	4.991	4.536	4.136	3.785	3.473	27.267	26.604	23.838	18.636
-13	9.416	8.820	6.547	5.876	5.301	4.803	4.368	3.986	3.648	3.347	26.804	26.247	23.789	18.753
-12	8.754	8.232	6.195	5.580	5.048	4.583	4.175	3.814	3.493	3.206	26.286	25.842	23.710	18.856
-11	8.025	7.584	5.812	5.259	4.775	4.347	3.967	3.629	3.326	3.055	25.795	25.454	23.627	18.947
-10	7.317	6.955	5.436	4.943	4.504	4.111	3.758	3.442	3.156	2.899	25.401	25.143	23.561	19.028
-9	6.730	6.429	5.109	4.663	4.259	3.893	3.562	3.263	2.991	2.746	25.160	24.954	23.530	19.102
-8	6.361	6.091	4.871	4.448	4.062	3.711	3.392	3.102	2.840	2.602	25.102	24.912	23.546	19.168
-7	6.274	5.996	4.748	4.319	3.930	3.577	3.258	2.969	2.709	2.474	25.233	25.024	23.612	19.228
-6	6.473	6.148	4.747	4.284	3.868	3.497	3.165	2.868	2.603	2.365	25.535	25.274	23.723	19.282
-5	6.897	6.498	4.850	4.329	3.871	3.468	3.114	2.800	2.523	2.278	25.965	25.628	23.868	19.330
-4	7.445	6.957	5.019	4.429	3.920	3.479	3.096	2.762	2.470	2.213	26.466	26.038	24.028	19.371
-3	8.008	7.433	5.210	4.553	3.993	3.513	3.101	2.745	2.436	2.168	26.967	26.447	24.184	19.404
-2	8.488	7.839	5.380	4.667	4.064	3.552	3.116	2.741	2.419	2.140	27.394	26.795	24.313	19.429

距线路走廊中心地面投影距离（m）	地面 1.5m 处的工频电场强度（kV/m）										地面 1.5m 处的工频磁感应强度（μT）			
	耕地等场所		电磁环境敏感目标区域								耕地等场所		电磁环境敏感目标区域	
	导线对地高度		导线对地高度								导线对地高度		导线对地高度	
	11m	11.5m	14m	15m	16m	17m	18m	19m	20m	21m	11m	11.5m	14m	21m
-1	8.810	8.112	5.496	4.746	4.115	3.582	3.129	2.742	2.411	2.125	27.682	27.028	24.399	19.444
0	8.923	8.208	5.537	4.774	4.134	3.594	3.135	2.744	2.408	2.120	27.784	27.110	24.429	19.449
1	8.810	8.112	5.496	4.746	4.115	3.583	3.129	2.743	2.411	2.125	27.682	27.028	24.399	19.444
2	8.488	7.840	5.380	4.667	4.064	3.552	3.116	2.741	2.419	2.140	27.394	26.795	24.313	19.429
3	8.008	7.433	5.210	4.553	3.993	3.513	3.101	2.745	2.436	2.168	26.967	26.447	24.184	19.404
4	7.445	6.957	5.020	4.430	3.920	3.479	3.096	2.762	2.470	2.213	26.466	26.038	24.028	19.371
5	6.897	6.498	4.850	4.329	3.871	3.469	3.114	2.801	2.524	2.278	25.965	25.628	23.868	19.330
6	6.473	6.148	4.747	4.284	3.869	3.497	3.165	2.868	2.603	2.365	25.535	25.274	23.723	19.282
7	6.274	5.996	4.748	4.320	3.930	3.577	3.258	2.969	2.709	2.474	25.233	25.024	23.612	19.228
8	6.361	6.091	4.871	4.448	4.062	3.711	3.392	3.102	2.840	2.602	25.102	24.912	23.546	19.168
9	6.730	6.429	5.109	4.663	4.259	3.893	3.562	3.263	2.992	2.746	25.160	24.954	23.530	19.102
10	7.317	6.955	5.436	4.943	4.504	4.111	3.758	3.442	3.156	2.899	25.401	25.143	23.561	19.028
11	8.025	7.584	5.812	5.259	4.775	4.347	3.967	3.629	3.326	3.055	25.795	25.454	23.627	18.947
12	8.754	8.232	6.195	5.580	5.048	4.583	4.175	3.814	3.493	3.206	26.286	25.842	23.710	18.856
13	9.416	8.820	6.547	5.876	5.301	4.803	4.368	3.986	3.648	3.347	26.804	26.247	23.789	18.753
14	9.936	9.287	6.838	6.125	5.516	4.991	4.536	4.136	3.785	3.473	27.267	26.604	23.838	18.636
15	10.262	9.586	7.046	6.308	5.679	5.138	4.669	4.259	3.898	3.577	27.602	26.853	23.836	18.503
16	10.366	9.694	7.157	6.415	5.782	5.237	4.763	4.348	3.983	3.659	27.751	26.946	23.764	18.353
17	10.248	9.610	7.167	6.443	5.821	5.283	4.814	4.402	4.038	3.715	27.684	26.860	23.610	18.185
18	9.934	9.354	7.082	6.393	5.797	5.278	4.822	4.419	4.062	3.744	27.401	26.590	23.371	17.997
19	9.464	8.957	6.911	6.273	5.714	5.223	4.788	4.402	4.057	3.748	26.924	26.154	23.049	17.791
20	8.886	8.458	6.670	6.093	5.580	5.124	4.716	4.351	4.023	3.727	26.293	25.582	22.653	17.566

距线路走廊中心地面投影距离（m）	地面 1.5m 处的工频电场强度（kV/m）										地面 1.5m 处的工频磁感应强度（μT）			
	耕地等场所		电磁环境敏感目标区域								耕地等场所		电磁环境敏感目标区域	
	导线对地高度		导线对地高度								导线对地高度		导线对地高度	
	11m	11.5m	14m	15m	16m	17m	18m	19m	20m	21m	11m	11.5m	14m	21m
21	8.247	7.898	6.375	5.864	5.403	4.987	4.611	4.271	3.963	3.683	25.551	24.906	22.195	17.325
22	7.585	7.308	6.043	5.600	5.193	4.820	4.479	4.167	3.881	3.619	24.737	24.163	21.688	17.068
23	6.930	6.717	5.689	5.312	4.959	4.630	4.324	4.041	3.780	3.538	23.888	23.381	21.147	16.797
24	6.303	6.143	5.327	5.011	4.709	4.423	4.153	3.900	3.663	3.442	23.029	22.586	20.583	16.515
25	5.715	5.599	4.965	4.706	4.452	4.206	3.971	3.747	3.534	3.334	22.181	21.794	20.009	16.224
26	5.173	5.093	4.613	4.403	4.193	3.985	3.782	3.585	3.397	3.218	21.356	21.020	19.433	15.926
27	4.679	4.628	4.275	4.109	3.937	3.763	3.590	3.420	3.255	3.095	20.564	20.271	18.863	15.624
28	4.234	4.204	3.955	3.826	3.688	3.544	3.399	3.253	3.109	2.969	19.808	19.552	18.303	15.319
29	3.833	3.820	3.655	3.558	3.448	3.332	3.211	3.087	2.963	2.841	19.091	18.867	17.759	15.014
30	3.474	3.474	3.376	3.305	3.220	3.127	3.028	2.924	2.818	2.712	18.413	18.217	17.231	14.709
31	3.154	3.163	3.118	3.068	3.005	2.932	2.851	2.765	2.676	2.584	17.774	17.601	16.724	14.407
32	2.868	2.884	2.880	2.848	2.802	2.746	2.682	2.612	2.537	2.459	17.172	17.019	16.236	14.108
33	2.612	2.633	2.662	2.644	2.613	2.571	2.522	2.465	2.403	2.337	16.604	16.469	15.768	13.814
34	2.384	2.409	2.461	2.455	2.436	2.407	2.369	2.325	2.274	2.219	16.070	15.950	15.321	13.525
35	2.181	2.207	2.278	2.281	2.272	2.253	2.226	2.191	2.151	2.106	15.567	15.460	14.894	13.242
36	1.998	2.026	2.110	2.121	2.120	2.110	2.091	2.065	2.033	1.997	15.093	14.997	14.486	12.965
37	1.835	1.864	1.957	1.973	1.979	1.976	1.964	1.946	1.922	1.893	14.645	14.559	14.098	12.695
38	1.688	1.717	1.817	1.837	1.849	1.851	1.846	1.834	1.816	1.793	14.223	14.145	13.726	12.433
39	1.556	1.585	1.689	1.713	1.728	1.735	1.735	1.729	1.716	1.699	13.824	13.753	13.372	12.177
40	1.437	1.465	1.572	1.598	1.617	1.628	1.632	1.630	1.622	1.610	13.445	13.382	13.035	11.929
41	1.329	1.357	1.464	1.493	1.514	1.528	1.535	1.537	1.534	1.526	13.087	13.029	12.712	11.688
42	1.232	1.259	1.366	1.396	1.419	1.435	1.445	1.450	1.450	1.446	12.748	12.695	12.404	11.454

距线路走廊中心地面投影距离（m）	地面 1.5m 处的工频电场强度（kV/m）										地面 1.5m 处的工频磁感应强度（μT）			
	耕地等场所		电磁环境敏感目标区域								耕地等场所		电磁环境敏感目标区域	
	导线对地高度		导线对地高度								导线对地高度		导线对地高度	
	11m	11.5m	14m	15m	16m	17m	18m	19m	20m	21m	11m	11.5m	14m	21m
43	1.144	1.171	1.276	1.306	1.331	1.349	1.362	1.369	1.372	1.371	12.425	12.376	12.110	11.228
44	1.064	1.090	1.193	1.224	1.249	1.269	1.283	1.293	1.299	1.300	12.118	12.074	11.828	11.008
45	0.991	1.016	1.117	1.148	1.174	1.195	1.211	1.222	1.229	1.233	11.827	11.786	11.559	10.795
46	0.925	0.948	1.047	1.078	1.104	1.126	1.143	1.156	1.165	1.170	11.548	11.511	11.301	10.589
47	0.864	0.887	0.983	1.014	1.040	1.062	1.080	1.094	1.104	1.111	11.283	11.248	11.055	10.389
48	0.809	0.830	0.924	0.954	0.980	1.002	1.020	1.035	1.047	1.055	11.030	10.998	10.818	10.196
49	0.758	0.779	0.869	0.898	0.924	0.947	0.965	0.981	0.993	1.003	10.788	10.758	10.591	10.009
50	0.711	0.731	0.818	0.847	0.873	0.895	0.914	0.930	0.943	0.953	10.557	10.529	10.373	9.827
51	0.668	0.687	0.771	0.800	0.825	0.847	0.866	0.882	0.896	0.907	10.335	10.309	10.164	9.652
52	0.629	0.647	0.728	0.755	0.780	0.802	0.821	0.838	0.851	0.863	10.123	10.098	9.963	9.482
53	0.592	0.610	0.688	0.714	0.738	0.760	0.779	0.796	0.810	0.822	9.919	9.896	9.770	9.317
54	0.558	0.575	0.650	0.676	0.700	0.721	0.740	0.756	0.771	0.783	9.723	9.702	9.583	9.157
55	0.527	0.543	0.615	0.641	0.663	0.684	0.703	0.719	0.734	0.746	9.535	9.516	9.404	9.002
56	0.498	0.514	0.583	0.607	0.630	0.650	0.668	0.685	0.699	0.712	9.355	9.336	9.231	8.852
57	0.471	0.486	0.553	0.576	0.598	0.618	0.636	0.652	0.667	0.679	9.181	9.163	9.065	8.707
58	0.446	0.460	0.525	0.547	0.569	0.588	0.606	0.622	0.636	0.649	9.014	8.997	8.904	8.565
59	0.423	0.437	0.498	0.520	0.541	0.560	0.577	0.593	0.607	0.620	8.852	8.837	8.749	8.428
60	0.401	0.414	0.474	0.495	0.515	0.533	0.550	0.566	0.580	0.592	8.697	8.682	8.599	8.295
61	0.381	0.394	0.451	0.471	0.491	0.508	0.525	0.540	0.554	0.566	8.547	8.533	8.455	8.166
62	0.362	0.374	0.429	0.449	0.468	0.485	0.501	0.516	0.530	0.542	8.402	8.389	8.315	8.041
63	0.345	0.356	0.409	0.428	0.446	0.463	0.479	0.493	0.507	0.519	8.262	8.249	8.179	7.919
64	0.328	0.339	0.390	0.409	0.426	0.442	0.458	0.472	0.485	0.497	8.126	8.115	8.048	7.801

距线路走廊中心地面投影距离（m）	地面 1.5m 处的工频电场强度（kV/m）										地面 1.5m 处的工频磁感应强度（μT）			
	耕地等场所		电磁环境敏感目标区域								耕地等场所		电磁环境敏感目标区域	
	导线对地高度		导线对地高度								导线对地高度		导线对地高度	
	11m	11.5m	14m	15m	16m	17m	18m	19m	20m	21m	11m	11.5m	14m	21m
65	0.313	0.323	0.372	0.390	0.407	0.423	0.438	0.452	0.465	0.476	7.995	7.984	7.921	7.686

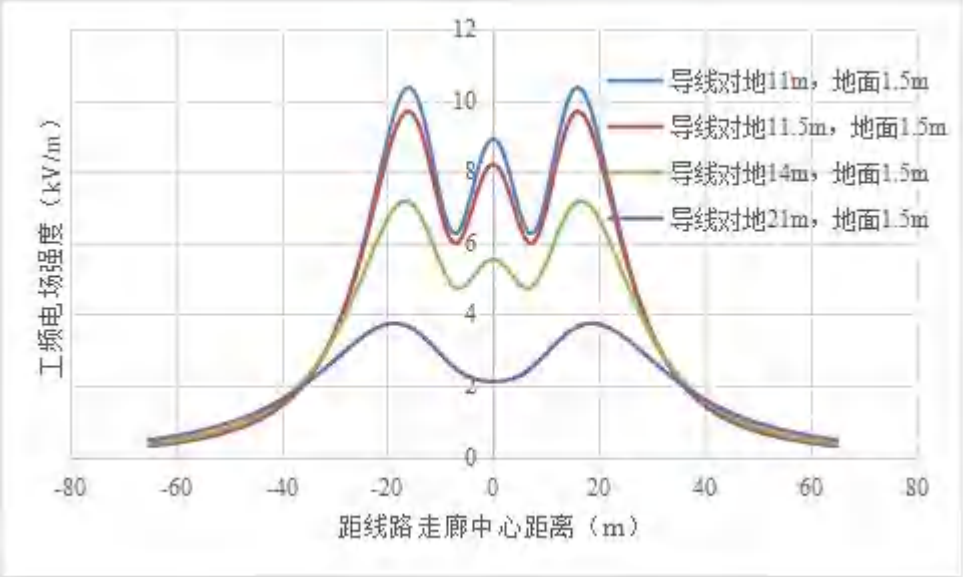


图 6.18 本期 500kV 单回线路工频电场强度变化趋势示意图

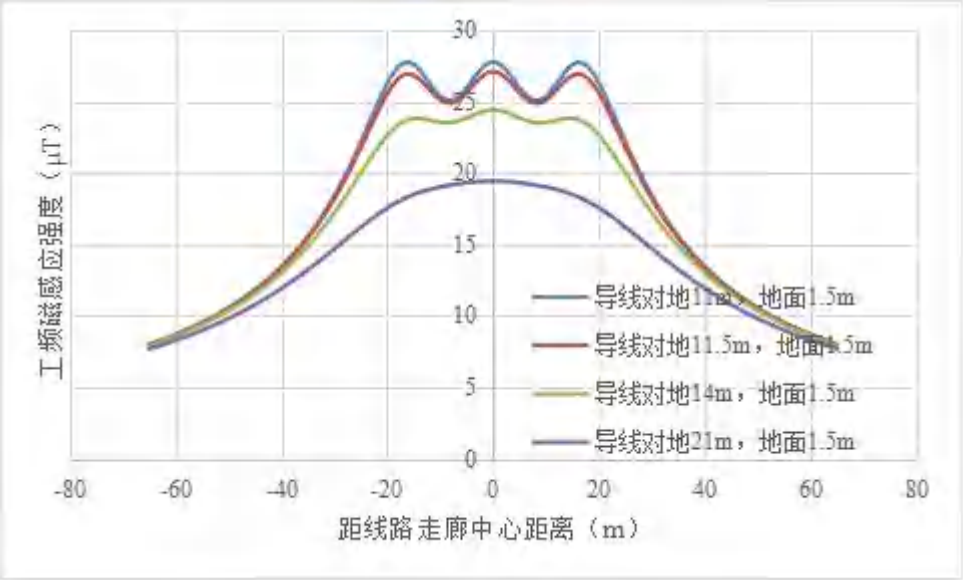


图 6.19 本期 500kV 单回线路工频磁感应强度变化趋势示意图

2）工频电场强度预测结果分析

①线路经过耕地等场所时

根据预测结果表 6.14 及图 6.18，本期 500kV 单回线路导线采用水平排列、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 10.366kV/m（距线路走廊中心距离±16m 处），不能满足耕地、园地等场所电场强度 10kV/m 的控制限值要求。

需要采取抬高导线对地高度措施，当导线对地高度为 11.5m 时，地面 1.5m 高度处的工频电场强度最大值为 9.694kV/m（距线路走廊中心距离±16m 处），能够满足耕地、园地等场所电场强度 10kV/m 的控制限值要求。

②线路经过电磁环境敏感目标区域时

根据预测结果表 6.14 及图 6.18，本期 500kV 单回线路导线对地高度 14m 时，地面 1.5m 高度处的工频电场强度最大值为 7.167kV/m（距线路走廊中心距离±17m 处），在边导线外 5m（即距线路走廊中心距离±20m 处）处的工频电场强度 6.670kV/m，不能满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）规定的公众曝露控制限值电场强度 4000V/m 的要求。

需要采取抬高导线对地高度措施，当导线对地高度为 21m 时，地面 1.5m 高度处的工频电场强度最大值为 3.748kV/m（距线路走廊中心距离±19m 处），在边导线外 5m（即距线路走廊中心距离±20m 处）处的工频电场强度 3.727kV/m，均可满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）规定的公众曝露控制限值电场强度 4000V/m 的要求。

3）工频磁感应强度预测结果分析

根据预测结果表 6.14 及图 6.19，本期 500kV 单回线路导线对地高度 11m、11.5m、14m、21m 时，地面 1.5m 高度处的工频磁感应强度最大值分别为 27.784μT、27.110μT、24.429μT、19.449μT，均满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）规定的公众曝露控制限值工频磁感应强度 100μT 的要求。

4）电磁环境预测达标等值线图

本次环评按照经过电磁环境敏感目标区域，导线最低对地高度 14m，计算了地面上不同高度处的电磁环境达标等值线图，等值线分布情况见图 6.20。

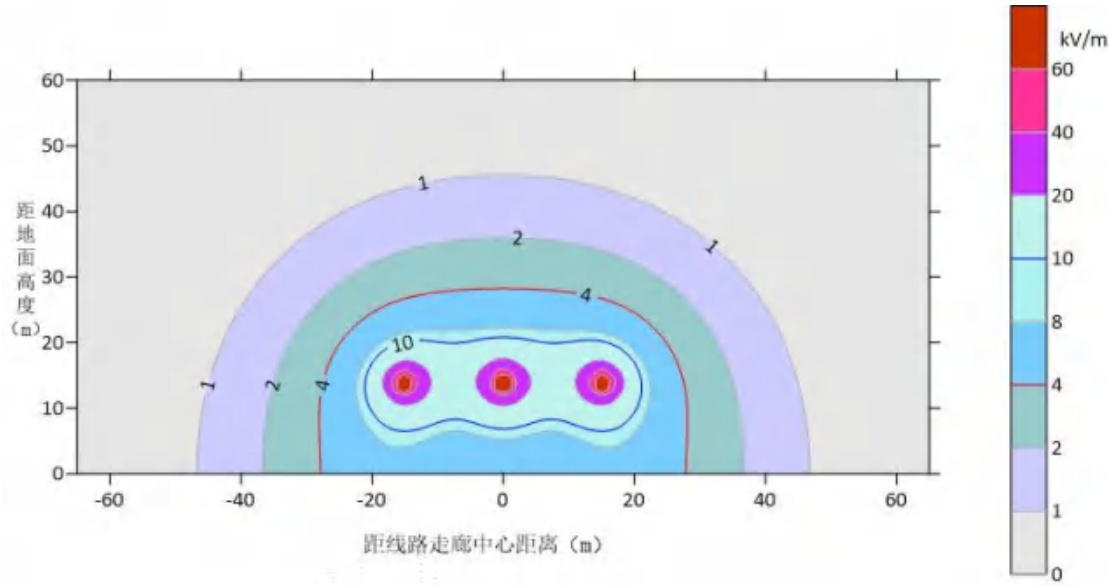


图 6.20（1）本期 500kV 单回线路工频电场强度达标等值线图

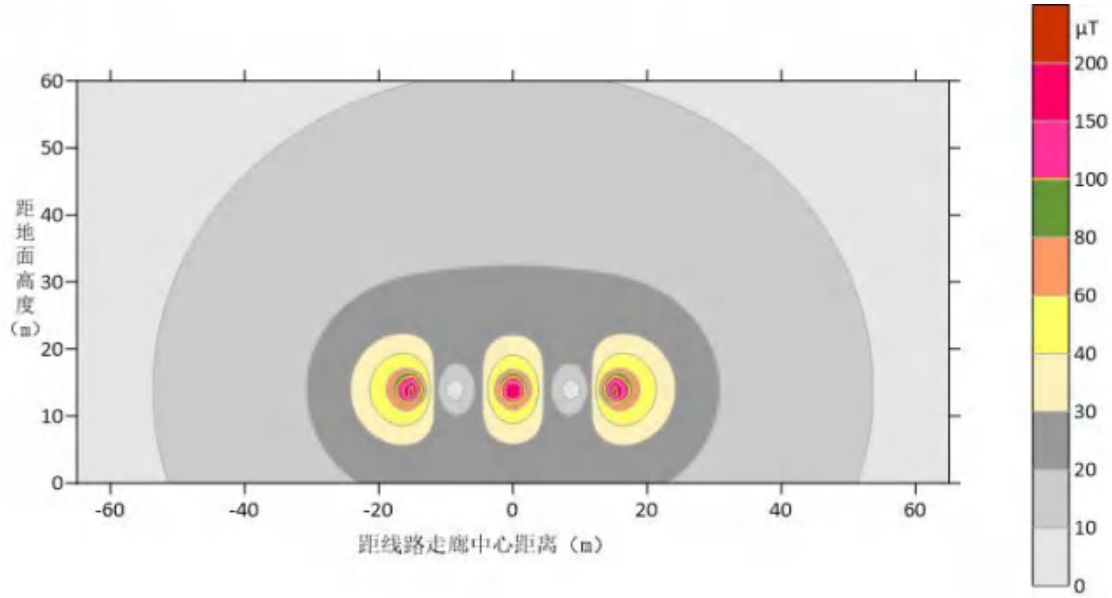


图 6.20（2）本期 500kV 单回线路工频磁感应强度达标等值线图

根据图 6.20（1）工频电场强度空间分布分析，当导线对地高度为 14m 时，从预测地面 1.5m 高度到预测地面 28m，在距线路走廊中心距离从-27.5m~27.5m，空间分布工频电场强度满足 4kV/m 控制限值，在此工频电场强度空间分布区域内控制民房住宅等建筑物。根据图 6.20（2）工频磁感应强度空间分布分析，当导线对地高度为 14m 时，从预测地面 1.5m 高度到预测地面 60m，在距线路走廊中心距离从-60m~60m，空间分布工频磁感应强度基本满足 100μT 控制限值，工频磁感应强度超过 100μT 控制限值区域均分布在导线附近，在此区域内均不会涉及民房住宅等建筑物。

结合表 6.14 预测结果，随着导线对地高度增加，4000V/m 的达标距离逐渐变小，抬高导线对地高度为 21m 时，地面 1.5m 高度处均能满足 4000V/m 的控制限值要求。

（5）本期新建 500kV 单回紧凑线路（倒三角排列）

1）工频电场、工频磁场计算结果

根据现场实际踏勘，在升高改造 500kV 单回紧凑线路附近均不存在居民住宅等建筑物。

本项目 500kV 单回紧凑型线路运行后产生的工频电场、工频磁场预测结果见表 6.15，线路运行产生的工频电场强度变化趋势见示意 6.21，线路运行产生的工频磁感应强度变化趋势见示意图 6.22。

表 6.15 本期 500kV 单回紧凑型线路运行产生工频电场、工频磁场计算结果

距线路中心地面投影距离（m）	工频电场强度（kV/m）		工频磁感应场强度（μT）	
	导线对地高度 22m	导线对地高度 60m	导线对地高度 22m	导线对地高度 60m
-60	0.268	0.153	1.785	0.997
-59	0.276	0.155	1.837	1.013
-58	0.285	0.158	1.892	1.030
-57	0.294	0.160	1.948	1.046
-56	0.303	0.163	2.007	1.063
-55	0.312	0.165	2.069	1.080
-54	0.322	0.168	2.133	1.097
-53	0.333	0.171	2.200	1.115
-52	0.343	0.173	2.270	1.132
-51	0.355	0.176	2.343	1.150
-50	0.366	0.179	2.419	1.169
-49	0.378	0.182	2.499	1.187
-48	0.391	0.185	2.583	1.205
-47	0.404	0.188	2.670	1.224
-46	0.418	0.191	2.762	1.243
-45	0.432	0.194	2.858	1.262
-44	0.447	0.197	2.958	1.281
-43	0.462	0.200	3.063	1.301
-42	0.479	0.204	3.173	1.320
-41	0.495	0.207	3.289	1.340
-40	0.512	0.210	3.410	1.360
-39	0.53	0.214	3.537	1.379
-38	0.549	0.217	3.671	1.399
-37	0.568	0.221	3.810	1.419
-36	0.588	0.224	3.957	1.439
-35	0.609	0.228	4.111	1.459
-34	0.631	0.232	4.273	1.479
-33	0.653	0.236	4.443	1.499
-32	0.676	0.239	4.621	1.518
-31	0.700	0.243	4.808	1.538
-30	0.725	0.247	5.003	1.557
-29	0.751	0.251	5.208	1.577
-28	0.777	0.255	5.423	1.596
-27	0.805	0.259	5.648	1.615
-26	0.834	0.263	5.883	1.634
-25	0.865	0.267	6.128	1.652
-24	0.897	0.271	6.384	1.67
-23	0.931	0.275	6.651	1.688
-22	0.967	0.279	6.928	1.705
-21	1.005	0.283	7.215	1.722
-20	1.047	0.287	7.512	1.738
-19	1.091	0.291	7.818	1.754
-18	1.140	0.294	8.133	1.77
-17	1.194	0.298	8.455	1.784
-16	1.252	0.302	8.783	1.798
-15	1.315	0.305	9.116	1.812
-14	1.384	0.308	9.451	1.825
-13	1.458	0.311	9.786	1.837

-12	1.537	0.314	10.119	1.848
-11	1.620	0.317	10.446	1.859
-10	1.707	0.320	10.765	1.868
-9	1.796	0.322	11.070	1.877
-8	1.885	0.324	11.359	1.885
-7	1.972	0.326	11.627	1.893
-6	2.054	0.328	11.870	1.899
-5	2.130	0.330	12.084	1.904
-4	2.196	0.331	12.265	1.909
-3	2.251	0.332	12.410	1.912
-2	2.291	0.333	12.515	1.914
-1	2.316	0.333	12.579	1.916
0	**2.324**	**0.333**	**12.601**	1.916
1	2.316	0.333	12.579	1.916
2	2.291	0.333	12.515	1.914
3	2.251	0.332	12.410	1.912
4	2.196	0.331	12.265	1.909
5	2.130	0.330	12.084	1.904
6	2.054	0.328	11.870	1.899
7	1.972	0.326	11.627	1.893
8	1.885	0.324	11.359	1.885
9	1.796	0.322	11.070	1.877
10	1.707	0.320	10.765	1.868
11	1.620	0.317	10.446	1.859
12	1.537	0.314	10.119	1.848
13	1.458	0.311	9.786	1.837
14	1.384	0.308	9.451	1.825
15	1.315	0.305	9.116	1.812
16	1.252	0.302	8.783	1.798
17	1.194	0.298	8.455	1.784
18	1.14	0.294	8.133	1.770
19	1.091	0.291	7.818	1.754
20	1.047	0.287	7.512	1.738
21	1.005	0.283	7.215	1.722
22	0.967	0.279	6.928	1.705
23	0.931	0.275	6.651	1.688
24	0.897	0.271	6.384	1.670
25	0.865	0.267	6.128	1.652
26	0.834	0.263	5.883	1.634
27	0.805	0.259	5.648	1.615
28	0.777	0.255	5.423	1.596
29	0.751	0.251	5.208	1.577
30	0.725	0.247	5.003	1.557
31	0.700	0.243	4.808	1.538
32	0.676	0.239	4.621	1.518
33	0.653	0.236	4.443	1.499
34	0.631	0.232	4.273	1.479
35	0.609	0.228	4.111	1.459
36	0.588	0.224	3.957	1.439
37	0.568	0.221	3.810	1.419
38	0.549	0.217	3.671	1.399
39	0.530	0.214	3.537	1.379
40	0.512	0.210	3.410	1.360

41	0.495	0.207	3.289	1.340
42	0.479	0.204	3.173	1.320
43	0.462	0.200	3.063	1.301
44	0.447	0.197	2.958	1.281
45	0.432	0.194	2.858	1.262
46	0.418	0.191	2.762	1.243
47	0.404	0.188	2.670	1.224
48	0.391	0.185	2.583	1.205
49	0.378	0.182	2.499	1.187
50	0.366	0.179	2.419	1.169
51	0.355	0.176	2.343	1.15
52	0.343	0.173	2.270	1.132
53	0.333	0.171	2.20	1.115
54	0.322	0.168	2.133	1.097
55	0.312	0.165	2.069	1.080
56	0.303	0.163	2.007	1.063
57	0.294	0.160	1.948	1.046
58	0.285	0.158	1.892	1.030
59	0.276	0.155	1.837	1.013
60	0.268	0.153	1.785	0.997

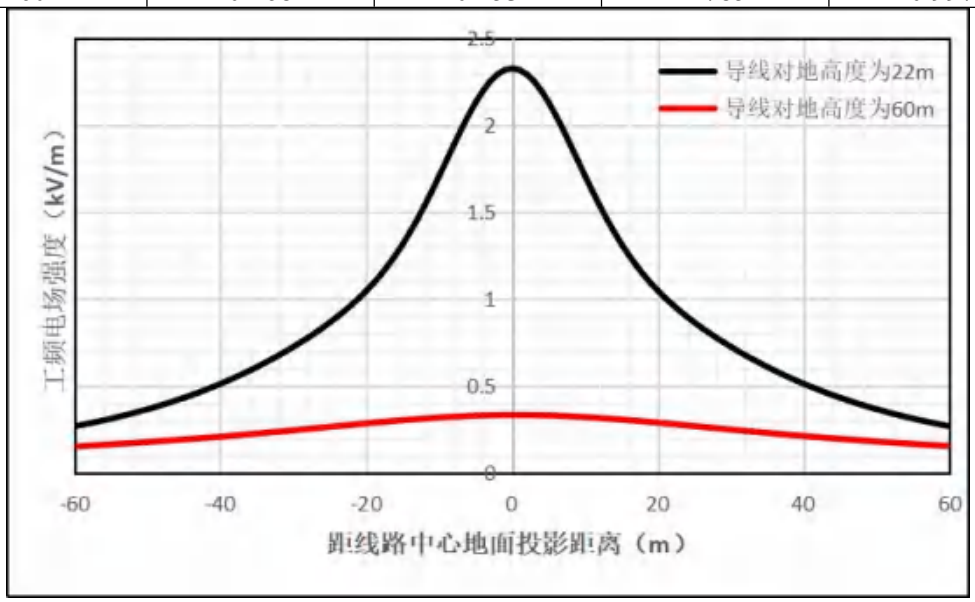


图 6.21 本期 500kV 单回线路工频电场强度变化趋势示意图

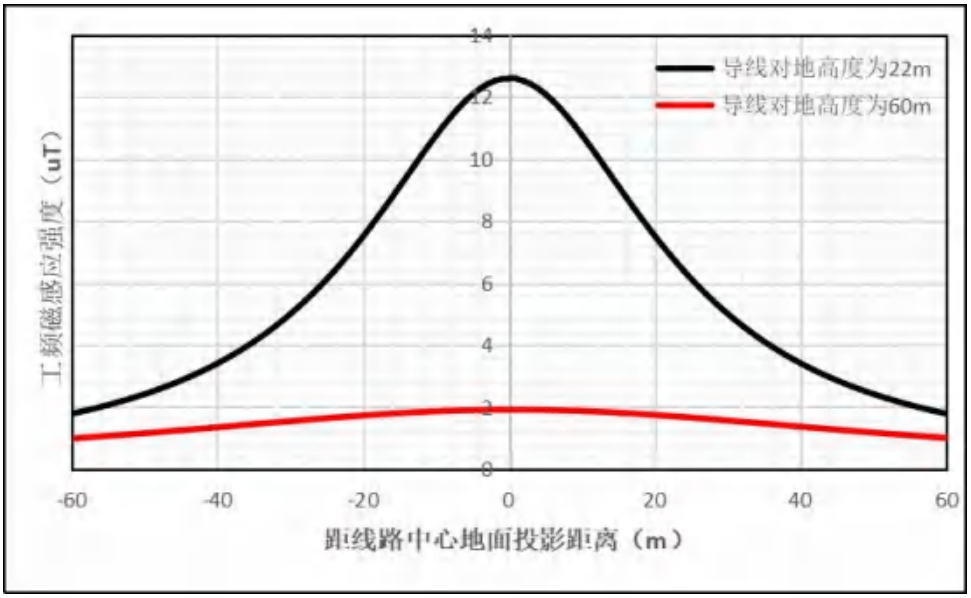


图 6.22 本期 500kV 单回线路工频磁感应强度变化趋势示意图

2）工频电场强度预测结果分析

根据预测结果表 6.15 及图 6.21，本期 500kV 单回紧凑型线路导线采用倒三角排列、导线对地高度 22m 时，地面 1.5m 高度处的工频电场强度最大值为 2.324kV/m（距线路走廊中心距离 0m 处），满足耕地、园地等场所电场强度 10kV/m 的控制限值要求。本期 500kV 单回紧凑型线路导线采用倒三角排列、导线对地高度 60m 时，地面 1.5m 高度处的工频电场强度最大值为 0.333kV/m（距线路走廊中心距离±2m 处），满足耕地、园地等场所电场强度 10kV/m 的控制限值要求。

3）工频磁感应强度预测结果分析

根据预测结果表 6.15 及图 6.21，本期 500kV 单回紧凑型线路导线采用倒三角排列、导线对地高度 22m 时，地面 1.5m 高度处的工频磁感应强度最大值为 12.601μT（距线路走廊中心地面投影距离 0m 处）。本期 500kV 单回紧凑型线路导线采用倒三角排列、导线对地高度 60m 时，地面 1.5m 高度处的工频磁感应强度最大值为 1.916μT（距线路走廊中心地面投影距离±1m 处）。

6.1.3.3 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，具体见表 6.16。

表 6.16 本项目新建 500kV 线路交叉跨越/并行情形一览表

情形		交叉跨越/并行	所属项目名称	备注
1	本期 500kV 单回线路钻越原有 500kV 单回线路	交叉跨越	忻州北~阳泉 500kV 线路工程	本期 500kV 单回路钻越 500kV 忻石 I、II、III、IV 线、阳桂 I 线、II 线
			忻州北~平城 500kV 线路工程	本期 500kV 单回路钻越 500kV 托源 I、II、III、IV 线，500kV 神保 I 线、500kV 神保 II 线
2	本期 500kV 双回线路钻越原有 500kV 双回线路		忻州北~阳泉 500kV 线路工程	本期 500kV 双回线路钻越原有 500kV 温卧 I、II 线双回线路
3	本期 500kV 单回线路钻越原有 1000kV 双回线路		忻州北~平城 500kV 线路工程	本期 500kV 单回线路钻越原有 1000kV 岳定 I、II 线
4	本期 500kV 单回线路钻越原有 ±800kV 直流线路		忻州北~阳泉 500kV 线路工程	本期 500kV 单回路钻越原有雁门关~淮安±800kV 直流线路
5	本期 500kV 单回线路与原有 1000kV 单回线路并行走线	并行	忻州北~平城 500kV 线路工程	本期 500kV 单回路与原有 1000kV 岳定 I 线并行走线，两条线路并行中心线间距约为 80m

6.1.3.3.1 新建 500kV 单回线路钻越 500kV 单回线路电磁环境影响分析

根据类比对象选择的原则，本次选择500kV源霸II回线路（#0402~#0401塔）钻越500kV慈保II回线路（#0046~#0045塔）作为500kV单回钻越500kV单回的类比监测对象。跨越处源霸线高约21.8m，慈保线高约46.9m，线路电压等级、架线方式、导线型号、线高等与本项目均相似，具有较好的类比性。

类比监测的具体情况见表6.17，类比监测结果见表6.18，测点位置示意图见图6.23。

表 6.17500kV 单回跨 500kV 单回交叉跨越类比监测具体情况

项目	500kV 源霸II线（50034）0402-0401 钻越 500kV 慈保II线（50098）0046-0045 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）第 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（CMA211012340054）
监测仪器	电磁场探头和读出装置 LF-04/SEM-600
监测时间	2021.11.12~2021.11.14
监测期间天气状况	晴，温度 0℃~15℃，相对湿度 63%~73%。

监测布点	交叉跨越处交叉横截面上，周围平坦开阔，无其他建筑物遮挡；距离地面 1.5m 高度处，线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

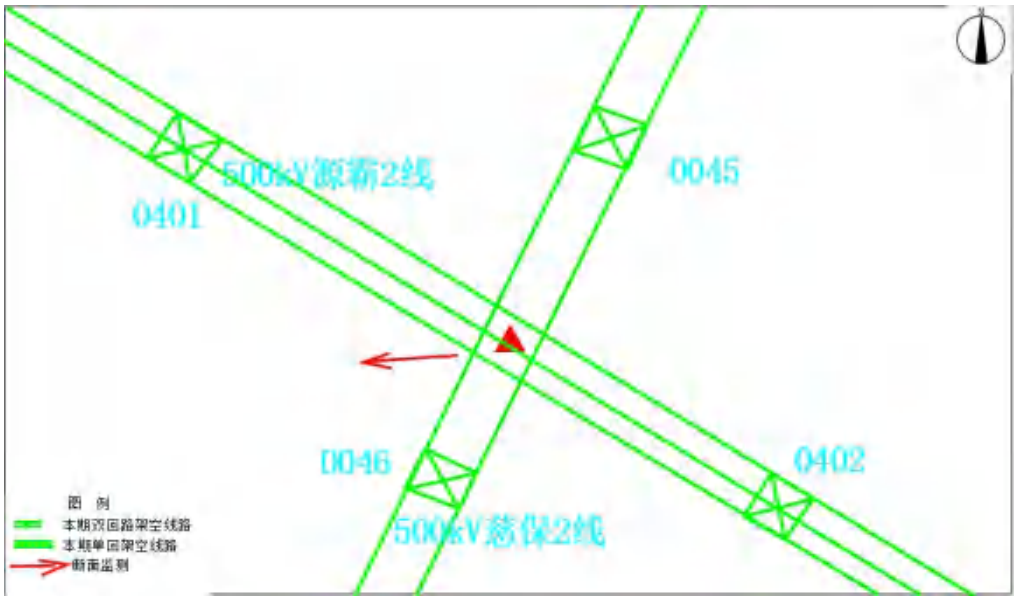


图 6.23500kV 源霸II线（50034）跨越 500kV 慈保II线（50098）监测示意图

表 6.18500kV 单回钻越 500kV 单回线路类比监测工频电场、工频磁场监测结果

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线（50034）0402-0401 钻越 500kV 慈保II线（50098）0046-0045 交叉跨越处	0m	1862	2.874
2		1m	1812	2.840
3		2m	1793	2.799
4		3m	1742	2.761
5		4m	1725	2.745
6		5m	1684	2.699
7		6m	1606	2.679
8		7m	1555	2.658
9		8m	1531	2.690
10		9m	1455	2.685
11		10m	1385	2.658
12		12m	1276	2.587
13		14m	1182	2.514
14		16m	1089	2.462
15		18m	1004	2.410
16		20m	929.1	2.366
17		25m	650.3	2.176

18		30m	491.5	1.967
19		35m	545.9	1.937
20		40m	484.5	1.769
21		45m	449.1	1.577
22		50m	421.6	1.448
23		55m	412.5	1.264
24		60m	401.7	1.129
25		65m	381.8	1.009

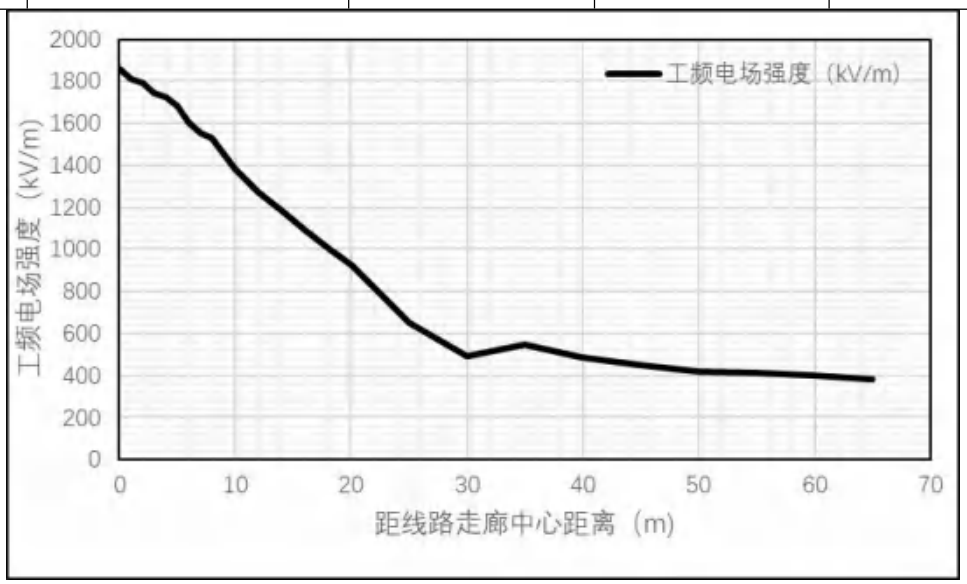


图 6.24（1）新建 500kV 单回线路与 500kV 单回线路交叉跨越处工频电场强度变化趋势示意图

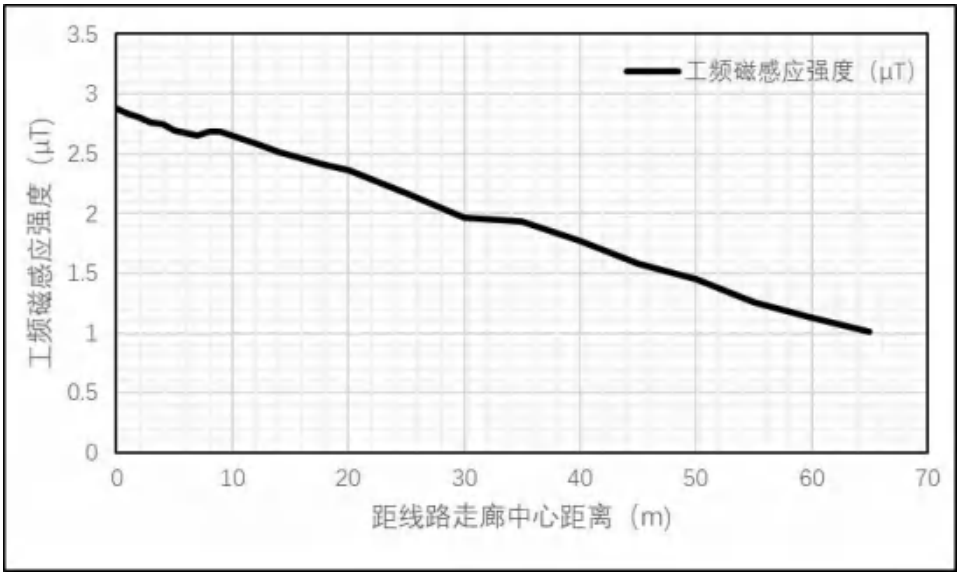


图 6.24（2）新建 500kV 单回线路与 500kV 单回线路交叉跨越处工频磁感应强度变化趋势示意图

监测结果表明，500kV 单回线路与 500kV 单回线路交叉跨越处距地面 1.5m 处工频电场强度最大值为 1862V/m，工频磁感应强度最大值为 2.874μT，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。

根据类比分析结果，本项目建成后，500kV 单回线路与 500kV 单回线路交叉跨越处产生的工频电场和工频磁场均能满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中的限值要求，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。

6.1.3.3.2 新建 500kV 双回线路钻越 500kV 双回线路电磁环境影响分析

根据类比对象选择的原则，本次选择500kV晋港5270/晋家5269双回线路#131~#132塔间跨越500kV兴斗5294/泰斗5293双回线路#159~#160作为500kV双回线路钻越500kV双回线路的类比监测对象。跨越处500kV晋港5270/晋家5269双回线路线导线最低对地高度为70.5m，500kV兴斗5294/泰斗5293双回线路线导线最低对地高度为16.5m，线路电压等级、架线方式、导线型号、线高等与本项目均相似，具有较好的类比性。

类比监测的具体情况见表6.19，类比监测结果见表6.20，测点位置间示意图6.25。

表 6.18500kV 双回与 500kV 双回交叉跨越类比监测具体情况

项目	500kV 兴斗 5294 线/泰斗 5293 线与 500kV 晋港 5270 线/晋家 5269 线交叉跨越处
监测因子	工频电场、工频磁场
监测数据来源	《无锡地区 500kV 兴斗 5294 线/泰斗 5293 线#159~#160 与 500kV 晋港 5270 线/晋家 5269 线#131~#132 塔间电磁环境及声环境现状检测报告》，（2019）苏核环监（综）字第（0267）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	江苏核众环境监测技术有限公司（CMA）
监测仪器	SEM-600 场强分析仪
监测时间	2019.6.28
监测期间天气状况	多云，温度 26℃~33℃，相对湿度 63%~68%。
监测布点	500kV 兴斗 5294 线/泰斗 5293 线#159~#160（导线对地高度为 16.5m）与 500kV 晋港 5270 线/晋家 5269 线#131~#132（导线对地高度为 70.5m）交叉横截面上，周围平坦开阔，无其他建筑物遮挡；距离地面 1.5m 高度处，线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，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
监测工况	500kV 泰斗 5293 线：电压 511kV~512kV、电流 1141A~1530A

	500kV 兴斗 5294 线：电压 511kV~512kV、电流 1158A~1553A 500kV 晋港 5270 线：电压 508kV~509kV、电流 448A~1173A 500kV 晋家 5269 线：电压 508kV~509kV、电流 450A~1235A

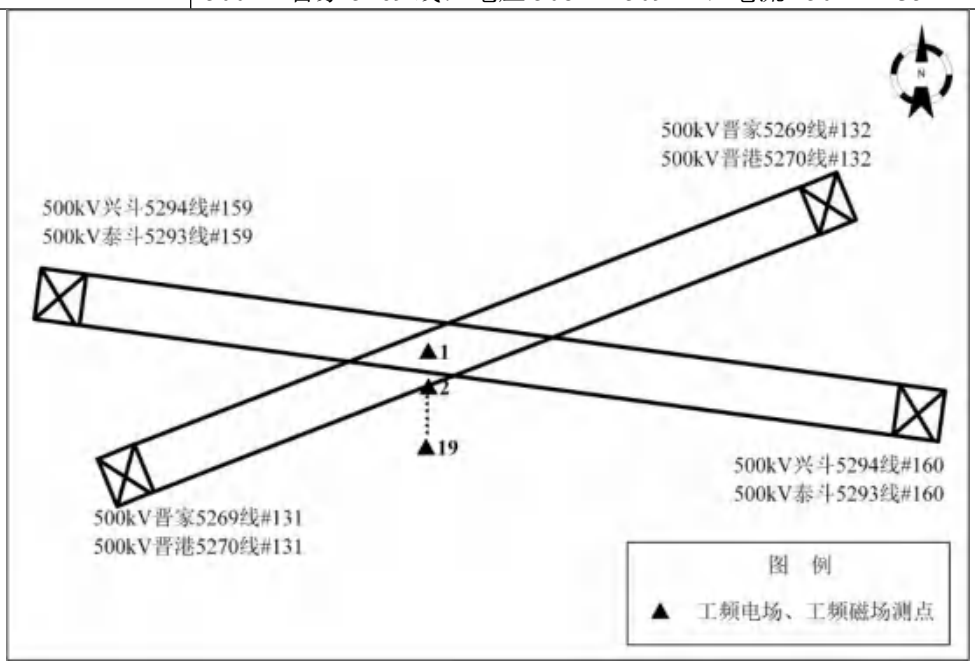


图 6.25 新建 500kV 双回与 500kV 双回交叉跨越处交叉跨越时监测示意图

表 6.20500kV 双回跨 500kV 双回线路类比监测工频电场、工频磁场监测结果

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 兴斗 5294 线/泰斗 5293 线#159~#160（导线对地高度为 16.5m）与 500kV 晋港 5270 线/晋家 5269 线#131~#132（导线对地高度为 70.5m）交叉跨越处交点连线对地投影横截面上	0m	3824.8	7.922
2		2m	3991.0	7.419
3		4m	3862.1	6.690
4		6m	3684.0	6.107
5		8m	3181.5	5.543
6		10m	2775.9	5.039
7		12m	2258.0	4.439
8		14m	1890.1	3.907
9		16m	1525.7	3.463
10		18m	1255.0	3.118
11		20m	1067.0	2.830
12		25m	739.0	2.203
13		30m	546.0	1.747
14		35m	436.7	1.423
15		40m	280.3	1.165
16		45m	239.7	0.958
17		50m	228.0	0.810
18		55m	193.2	0.693

19		60m	56.3	0.499

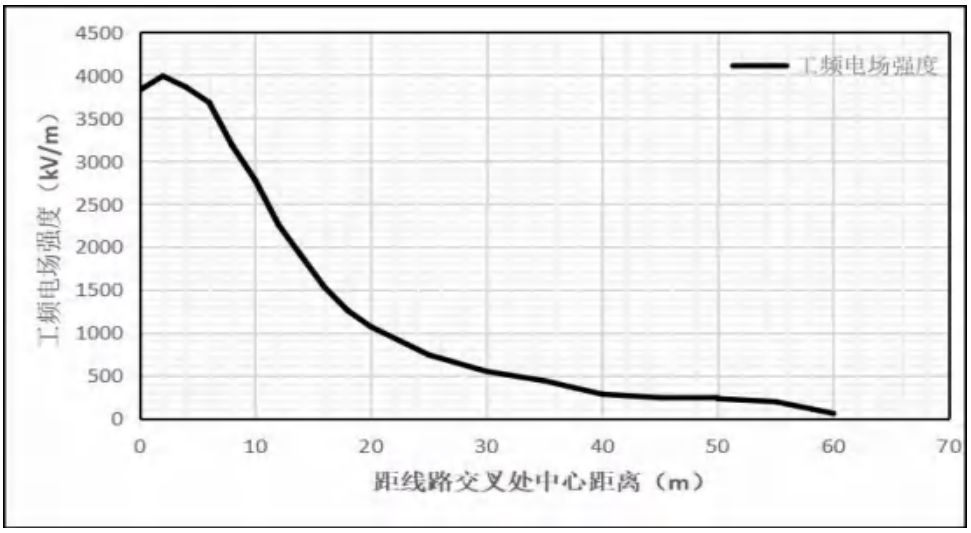


图 6.26（1）新建 500kV 双回线路与 500kV 双回线路交叉跨越处工频电场强度变化趋势示意图

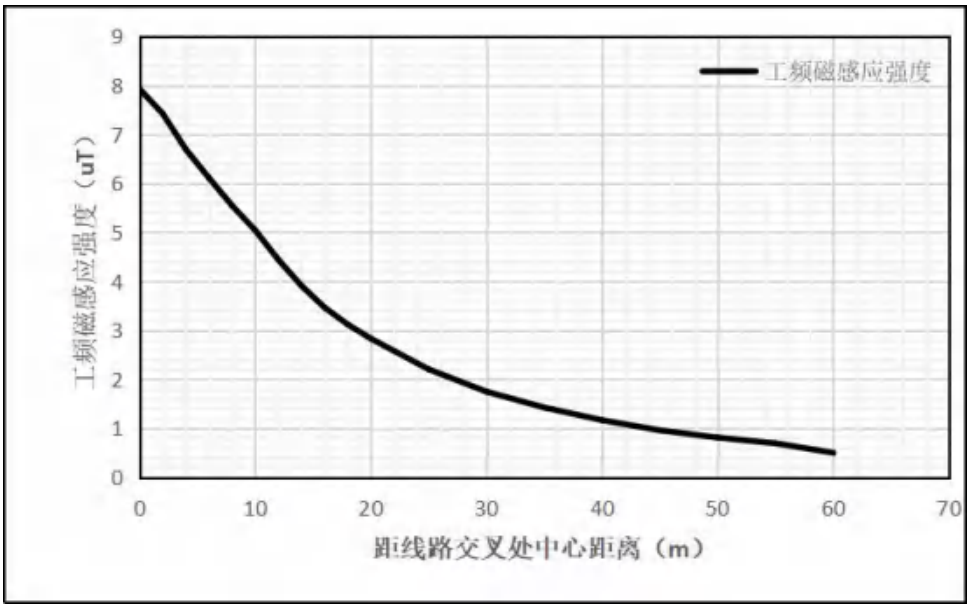


图 6.26（2）新建 500kV 双回线路与 500kV 双回线路交叉跨越处工频磁感应强度变化趋势示意图

监测结果表明，500kV 同塔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 3991.0V/m，工频磁感应强度最大值为 7.922μT，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。

根据类比分析结果，本项目建成后，500kV 同塔双回线路与 500kV 同塔双回交叉跨越处产生的工频电场和工频磁场均能满足《电磁环境控制限值》

（GB8702-2014）中的限值要求，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。

6.1.3.3.3 新建 500kV 单回线路钻越 1000kV 双回线路电磁环境影响分析

本期拟建忻州北~平城 500kV 线路工程钻越北岳~保定 I、II回 1000kV 线路，选择 500kV 恢岳II回线路（#133~#134 塔）钻越 1000kV 鄂岳I线 295~296/II线 302~303 双回线路，在交叉跨越处线路线下设置监测断面。跨越处恢岳线高约 15.5m，鄂岳线高约 75m。

类比监测的具体情况见表 6.21，测点位置间示意图 6.27，类比监测结果见表 6.22。

表 6.21500kV 单回线路与 1000kV 双回交叉跨越类比监测具体情况

项目	500kV 恢岳II回线路（#133~#134 塔）钻越 1000kV 鄂岳I线 295~296/II线 302~303 双回线路跨越处
监测因子	工频电场、工频磁场
监测方法	《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》（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	2023.4.6
监测期间天气状况	晴，温度 6℃~10℃，相对湿度 46%~48%。
监测布点	交叉跨越处交叉横截面上，周围平坦开阔，无其它建筑物遮挡；距离地面 1.5m 高度处，线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
监测期间运行工况	500kV 恢岳II回线路：电压 511kV~512kV、电流 1158A~1553A 1000kV 鄂岳I线：最大电压 1065kV、最大电流 702A、最大有功 1276MW、最大无功 137Mvar 1000kV 鄂岳II线：最大电压 1065kV、最大电流 702A、最大有功 1276MW、最大无功 137Mvar

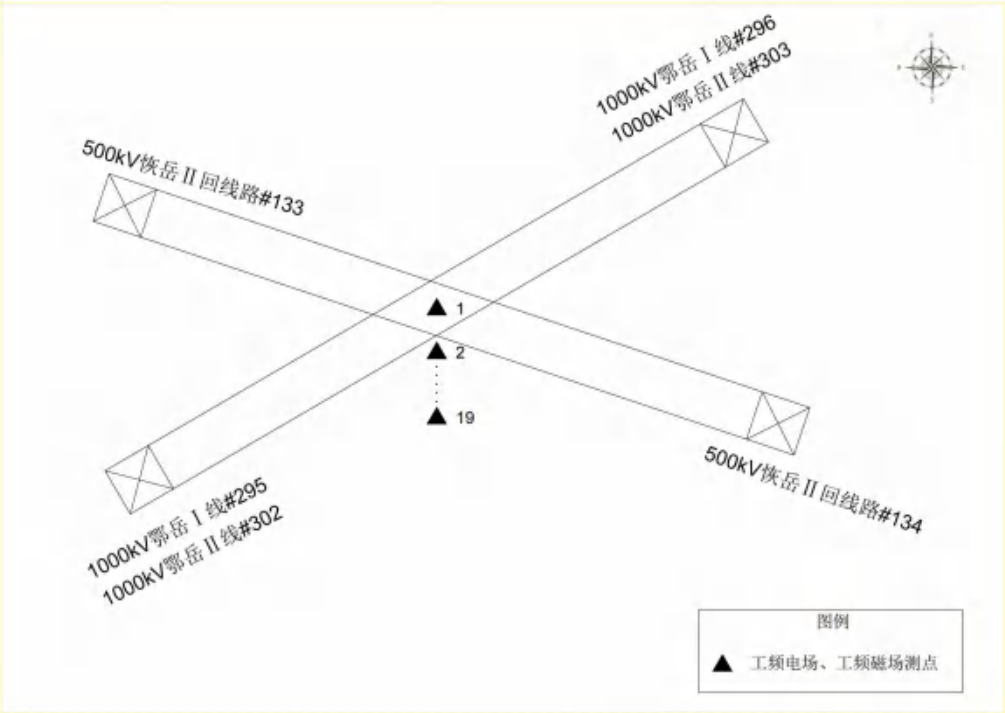


图 6.27500kV 恢岳II回线路（#133~#134 塔）钻越 1000kV 鄂岳I线 295~296/II线 302~303 双回线路跨越处监测示意图

表 6.22500kV 单回线路与 1000kV 双回交叉跨越线路类比

监测工频电场、工频磁场监测结果

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 恢岳II回线路（#133~#134 塔）钻越 1000kV 鄂岳I线 295~296/II线 302~303 双回线路跨越处	0m	2459.7	2.3827
2		2m	2222.0	2.4237
3		4m	3858.8	2.5069
4		6m	3077.2	2.6789
5		8m	4019.8	2.4436
6		9m	5410.9	2.5711
7		10m	4897.6	2.4844
8		12m	4106.3	2.4653
9		14m	4449.8	2.4178
10		16m	4179.2	1.8599
11		18m	3677.3	1.9153
12		20m	3403.7	1.6842
13		22m	2989.4	1.5246
14		24m	2582.6	1.4821
15		25m	2434.4	1.3916
16		30m	1565.5	1.1796

17		35m	1211.0	0.9385
18		40m	1157.4	0.7668
19		45m	1136.8	0.6068
20		50m	1161.7	0.4561
21		55m	1110.1	0.3937
22		60m	1015.1	0.3598
23		65m	940.96	0.2809
24		70m	744.96	0.2947
25		75m	749.55	0.2368
26		80m	645.98	0.2011

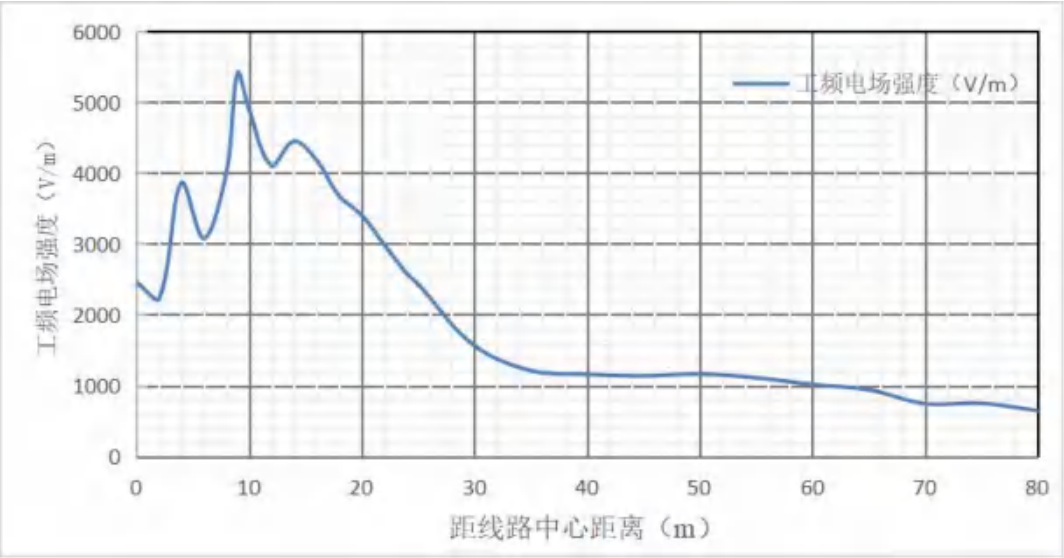


图 6.28（1）500kV 单回与 1000kV 双回交叉跨越处工频电场强度变化趋势图

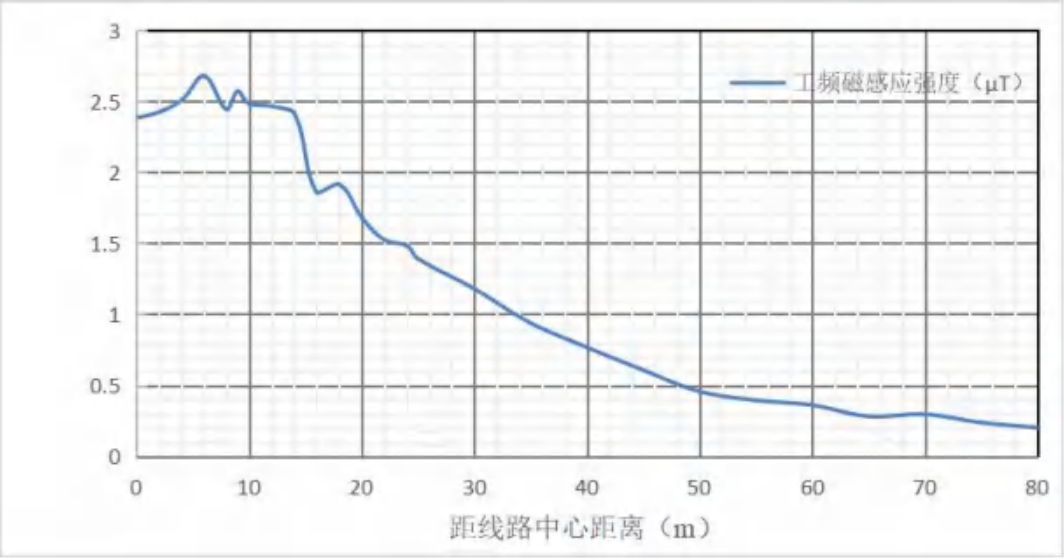


图6.28（2）500kV单回与1000kV双回交叉跨越处工频磁感应强度变化趋势图

监测结果表明，500kV 单回线路与 1000kV 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 5410.9V/m，工频磁感应强度最大值为 2.6789μT，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。

根据类比分析结果，本项目建成后，500k 单回线路与 1000kV 同塔双回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）中的限值要求，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。

6.1.3.3.4 新建 500kV 单回线路钻越±800kV 直流线路电磁环境影响分析

本项目线路在阳泉市盂县榆林只村钻越雁门关~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。

6.1.3.3.5 新建 500kV 单回线路并行 1000kV 单回线路电磁环境影响分析

本期忻州北~平城 500kV 线路工程单回路段与 1000kV 岳定 I 线并行走线长度约 1.5km，并行线路中心线之间距离约为 80m，本次采用类比监测的方式对并行线路产生的电磁环境影响进行预测分析。选择在 500kV 长久 I 线与 1000kV 湛长 I 线并行段设置类比监测断面，类比线路电压等级、架线方式、导线型号、线高等与本项目均相似，具有较好的类比性。

并行线路类比监测情况见表 6.23，类比监测结果见表 6.24，结果趋势见示意图 6.29。

表 6.23500kV 单回线路与 1000kV 单回线路并行段电磁类比监测情况

项目	500kV 长久 I 线#42~#43 与 1000kV 湛长 I 线#109~#110 并行段
监测因子	工频电场、工频磁场
监测方法	《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》（HJ681-2013）
监测仪器	仪器名称：电磁场探头和读出装置；仪器型号：LF-04/SEM-600，仪器编号：I-1562/D-1562，仪器适用范围：探头频率响应范围：1Hz~400kHz 探头量程：电场：5mV/m~100kV/m、磁场：1nT~10mT；校准证书编号：E2022-0076543；校准有效期至：2023 年 8 月 9 日
监测单位	江苏博环检测技术有限公司（CMA211012340054）
天气情况	8：30~17：10，多云，3℃~7℃，湿度 37%~39%，风速 1.3m/s~1.6m/s
监测布点	以弧垂最大处中心线为测试原点，垂直于输电线路方向进行监测。距线路走廊中心线 10m~20m 段测点间隔 1m，其余测点间隔 5m，顺序测至中心线外 65m 处止。
监测位置条件	500kV 长久 I 线#42~#43（导线对地高度为 17.6m，单回路且水平排列）、1000kV 湛长 I 线#109~#110（导线对地高度为 44.5m，单回路且水平排列），两并行线路中心线并行间距为 98m
监测时间	2023 年 2 月 17 日
监测期间运行工况	500kV 长久 I 线：最大电压 529kV，最大电流 431A，最大有功功率 382MW，最大无功功率 38Mvar 1000kV 湛长 I 线：最大电压 1065kV、最大电流 702A、最大有功 1276MW、最大无功 137Mvar

表 6.24 新建 500kV 单回线路与 1000kV 单回线路并行段
工频电场、工频磁场类比监测结果

序号	监测点位		工频电场强度（kV/m）	工频磁感应强度（μT）
1	500kV 长久 I 线 #42~#43 远离 1000kV 湛长 I 线 #109~#110 方向，以 500kV 长久 I 线路下方中心线对地投影为起点	距线路走廊中心线地面投影外 0m	1.313	1.350
2		距线路走廊中心线地面投影外 5m	1.944	1.399
3		距线路走廊中心线地面投影外 6m	2.096	1.528
4		距线路走廊中心线地面投影外 7m	2.177	1.663
5		距线路走廊中心线地面投影外 8m	2.268	1.911
6		距线路走廊中心线地面投影外 9m	2.293	1.544
7		距线路走廊中心线地面投影外 10m（500kV 长久 I 线边导线投影下 0m）	2.296	1.427
8		距线路走廊中心线地面投影外 11m	2.258	1.377
9		距线路走廊中心线地面投影外 12m	2.207	1.320
10		距线路走廊中心线地面投影外 13m	2.072	1.299
11		距线路走廊中心线地面投影外 14m	2.003	1.117
12		距线路走廊中心线地面投影外 15m	1.914	1.035
13		距线路走廊中心线地面投影外 20m	1.705	0.949
14		距线路走廊中心线地面投影外 25m	1.123	0.682
15		距线路走廊中心线地面投影外 30m	0.872	0.447

16		距线路走廊中心线地面投影外 35m	0.621	0.309
17		距线路走廊中心线地面投影外 40m	0.469	0.269
18		距线路走廊中心线地面投影外 45m	0.347	0.214
19		距线路走廊中心线地面投影外 50m	0.255	0.182
20		距线路走廊中心线地面投影外 55m	0.139	0.151
21		距线路走廊中心线地面投影外 60m	0.112	0.114
22	500kV 长久 I 线 #42~#43 靠近 1000kV 湛长 I 线 #109~#110 方向，以 500kV 长久 I 线路下方中心线对地投影为起点	距线路走廊中心线地面投影外 0m	1.313	1.350
23		距线路走廊中心线地面投影外 5m	1.662	1.567
24		距线路走廊中心线地面投影外 10m（500kV长久I线边导线投影下0m）	3.095	1.658
25		距线路走廊中心线地面投影外 11m	3.246	1.687
26		距线路走廊中心线地面投影外 12m	3.340	1.758
27		距线路走廊中心线地面投影外 13m	3.418	1.783
28		距线路走廊中心线地面投影外 14m	3.469	1.792
29		距线路走廊中心线地面投影外 15m	3.451	1.796
30		距线路走廊中心线地面投影外 16m	3.447	2.022
31		距线路走廊中心线地面投影外 17m	3.398	2.069
32		距线路走廊中心线地面投影外 18m	3.357	1.984
33		距线路走廊中心线地面投影外 19m	3.241	1.713
34		距线路走廊中心线地面投影外 20m	3.168	1.476
35		距线路走廊中心线地面投影外 25m	2.449	1.194
36		距线路走廊中心线地面投影外 30m	2.072	1.106
37		距线路走廊中心线地面投影外 35m	1.849	0.851
38		距线路走廊中心线地面投影外 40m	1.701	0.801
39		距线路走廊中心线地面投影外 45m	1.692	0.883
40		距线路走廊中心线地面投影外 50m	1.751	0.866
41		距线路走廊中心线地面投影外 55m	1.851	0.907
42		距线路走廊中心线地面投影外 60m	1.924	0.956
43		距线路走廊中心线地面投影外 65m	1.998	1.016
44		距线路走廊中心线地面投影外 66m	2.012	1.038
45		距线路走廊中心线地面投影外 67m	2.029	1.074
46		距线路走廊中心线地面投影外 68m	2.035	1.081
47		距线路走廊中心线地面投影外 69m	2.043	1.089
48		距线路走廊中心线地面投影外 70m	2.049	1.095
49		距线路走廊中心线地面投影外 71m	2.044	1.114
50		距线路走廊中心线地面投影外 72m	2.039	1.131

51		距线路走廊中心线地面投影外 73m	2.031	1.159
52		距线路走廊中心线地面投影外 74m	2.022	1.195
53		距线路走廊中心线地面投影外 75m	1.993	1.242
54		距线路走廊中心线地面投影外 80m（1000kV湛长I线边导线投影下0m）	1.847	1.278
55		距线路走廊中心线地面投影外 85m	1.659	1.343
56		距线路走廊中心线地面投影外 90m	1.252	1.357
57		距线路走廊中心线地面投影外 95m	1.012	1.417
58		距线路走廊中心线地面投影外 96m	0.932	1.457
59		距线路走廊中心线地面投影外 97m	0.811	1.489
60		距线路走廊中心线地面投影外 98m（1000kV湛长I线中心线投影下0m）	0.752	1.501
61	1000kV 湛长 I 线 #109~#110 远离 500kV 长久 I 线 #42~#43 方向，以 1000kV 湛长 I 线路下方中心线对地投影为起点	距线路走廊中心线地面投影外 0m	0.752	1.501
62		距线路走廊中心线地面投影外 5m	0.604	1.568
63		距线路走廊中心线地面投影外 6m	0.588	1.573
64		距线路走廊中心线地面投影外 7m	0.593	1.584
65		距线路走廊中心线地面投影外 8m	0.657	1.591
66		距线路走廊中心线地面投影外 9m	0.786	1.593
67		距线路走廊中心线地面投影外 10m	0.885	1.581
68		距线路走廊中心线地面投影外 11m	1.051	1.569
69		距线路走廊中心线地面投影外 12m	1.139	1.566
70		距线路走廊中心线地面投影外 13m	1.247	1.563
71		距线路走廊中心线地面投影外 14m	1.354	1.561
72		距线路走廊中心线地面投影外 15m	1.446	1.550
73		距线路走廊中心线地面投影外 18m（1000kV湛长I线边导线投影下0m）	1.673	1.517
74		距线路走廊中心线地面投影外 20m	1.785	1.468
75		距线路走廊中心线地面投影外 25m	1.909	1.388
76		距线路走廊中心线地面投影外 26m	1.917	1.375
77		距线路走廊中心线地面投影外 27m	1.956	1.349
78		距线路走廊中心线地面投影外 28m	1.955	1.320
79		距线路走廊中心线地面投影外 29m	1.952	1.306
80		距线路走廊中心线地面投影外 30m	1.946	1.298
81		距线路走廊中心线地面投影外 35m	1.888	1.251
82		距线路走廊中心线地面投影外 40m	1.706	1.081
83		距线路走廊中心线地面投影外 45m	1.561	1.023
84		距线路走廊中心线地面投影外 50m	1.372	0.941
85		距线路走廊中心线地面投影外 55m	0.418	0.713

86		距线路走廊中心线地面投影外 60m	0.354	0.654
87		距线路走廊中心线地面投影外 65m	0.298	0.594
88		距线路走廊中心线地面投影外 68m	0.286	0.522

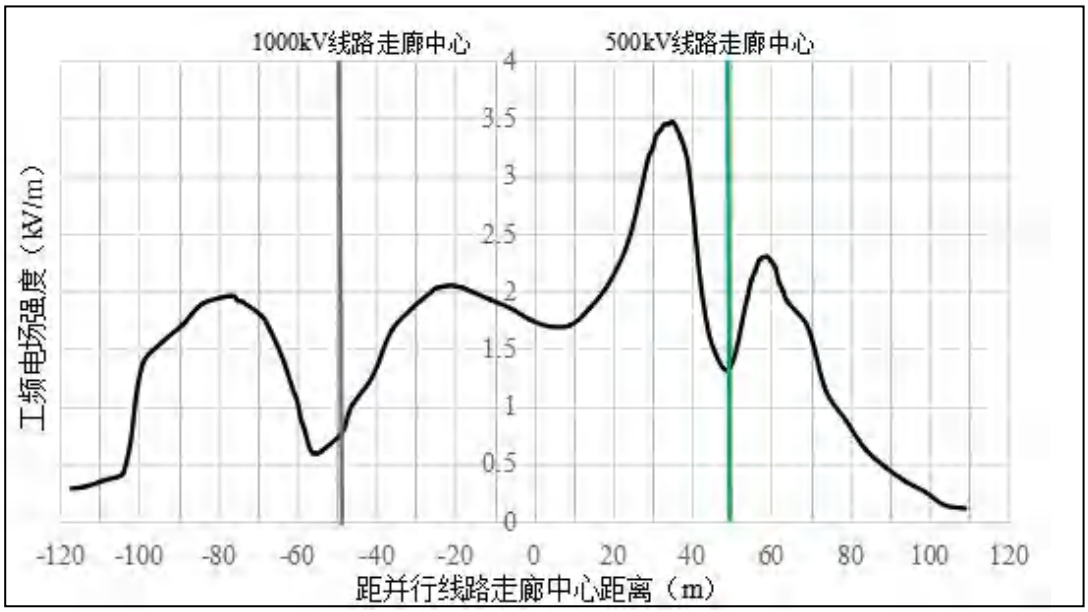


图 6.29（1）新建 500kV 单回线路与 1000kV 单回线路并行段工频电场强度变化趋势示意图

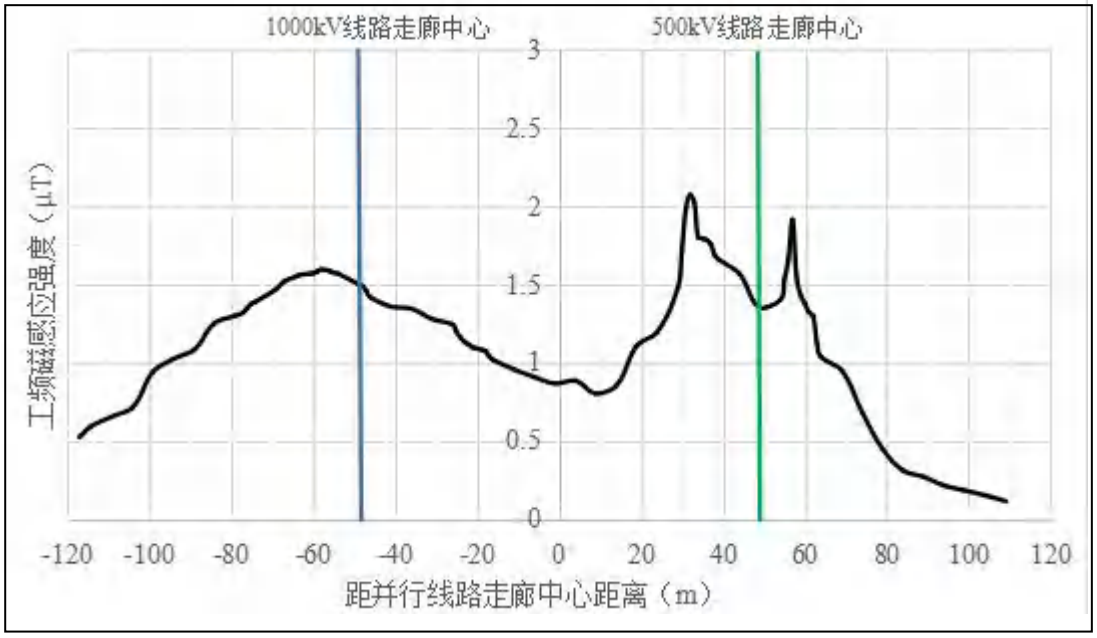


图 6.29（2）新建 500kV 单回线路与 1000kV 单回线路并行段工频磁感应强度变化趋势示意图

根据 500kV 长久 I 线与 1000kV 湛长 I 线并行段类比监测结果，工频电场强度最大值为 3.469kV/m，工频磁感应强度最大值为 2.069μT，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。

根据类比分析结果，本项目 500kV 单回线路与 1000kV 岳定 I 线并行段产生的工频电场和工频磁场均能满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中的相应控制限值要求。

6.1.4 电磁环境敏感目标影响分析

本项目忻州北 500kV 变电站、阳泉 500kV 变电站、平城 500kV 变电站评价范围内均没有电磁环境敏感目标。500kV 输电线路电磁环境敏感目标处的电磁环境按线路架设方式不同，分别参照同塔双回路段、单回路段预测结果进行预测分析，电磁环境敏感目标处的预测结果见表 6.25。

由表 6.25 的预测结果可知，本项目建成后，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）4000V/m、100μT 的限值要求。

表 6.25 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	忻州北~阳泉 500kV 线路工程	五台县茹村乡北阳村中铁十二局集团中心试验室	拟建线路边导线地面投影西侧约 15m	27m	1-2 层尖顶	双回线路段	≥21m	1.5m	≤1.575	≤23.958
								4.5m	≤1.637	≤25.366
2		五台县茹村乡北阳村刘姓养殖户	拟建线路边导线地面投影东北侧约 14m	26m	1 层平顶		≥21m	1.5m	≤1.715	≤24.325
							≥21m	4.5m	≤0.182	≤25.730
3		盂县牛村镇白土坡村安姓民房	拟建线路边导线地面投影西南侧约 42m	54m	2 层尖顶		≥21m	1.5m	≤0.185	≤16.029
								4.5m	≤0.182	≤16.291
4		郊区北舁村***家民房	拟建线路边导线地面投影东侧约 42m	54m	1 层平顶		≥21m	1.5m	≤0.185	≤16.029
								4.5m	≤0.191	≤16.291
5		郊区北舁村***家合盛源建材店	拟建线路边导线地面投影西南侧 13m	25m	1 层平顶		≥21m	1.5m	≤1.855	≤24.691
								4.5m	≤1.873	≤25.730
6	忻州北~平城 500kV 线路工程	***家民房等 6 应县下马峪乡刘海窑村	拟建线路边导线地面投影西北侧约 11m	26m	1 层坡顶	单回线路段	≥21m	1.5m	≤3.218	≤15.926
7		代县枣林镇黄草院村移动板房	拟建线路边导线地面投影西南侧约 45m	60m	1 层尖顶		≥21m	1.5m	≤0.592	≤8.295
8		代县枣林镇胡裕村***家民房	拟建线路边导线地面投影西北侧约 19m	34m	1 层尖、坡顶	双回线路段	≥21m	1.5m	≤0.726	≤21.473

*注：根据表 6.12 本项目不同架设方式下的预测塔型及敏感目标与边导线的距离方位关系，将位置关系转换为距线路中心的距离，预测结果与表 6.13、表 6.14 的预测结果相对应。

6.1.5 电磁环境影响评价结论

6.1.5.1 变电站电磁环境预测小结

根据徐州 500kV 黄集变电站类比监测结果分析，可以预测忻州北 500kV 变电站投运后产生的工频电场、工频磁场能够满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）控制限值的要求。

根据平鲁 500kV 变电站类比监测结果分析，可以预测本期阳泉 500kV 变电站间隔完善工程、平城 500kV 变电站间隔扩建工程运行后产生的工频电场、工频磁场能够满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）控制限值的要求。

6.1.5.2 线路电磁环境预测小结

（1）类比监测及评价小结

1）本项目拟建 500kV 输电线路主要采用同塔双回、单回路两种方式架设，根据山西长治境内的 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类比分析结果，本项目建成后，500kV 同塔双回、单回输电线路运行产生的工频电场和工频磁场均能满足《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、工频磁感应强度值逐渐减小的衰减趋势。

2）本项目拟建 500kV 输电线路与 330kV 及以上电压等级的输电线路交叉跨越或并行情况共 5 种，根据类比分析结果，本项目拟建 500kV 输电线路与其他线路交叉跨越或并行情况下，产生的工频电场和工频磁场均能满足《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、工频磁感应强度值逐渐减小的衰减趋势。

（2）模式预测及评价小结

1）500kV 同塔双回路段预测小结

经过耕地、园地等场所时，导线对地高度为 11m 时，地面 1.5m 高度处的工频电场强度不能满足耕地、园地等场所电场强度 10kV/m 的限值要求，需抬高导线对地高度至 11.5m。本项目拟建 500kV 线路导线对地高度不小于 11.5m。

经过电磁环境敏感目标区域时，导线对地高度为 14m 时，地面 1.5m 高度处的工频电场强度不能满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）规定的公众曝露控制限值电场强度 4000V/m 的要求；需要采用提高导线高度至 21m 时，地面 1.5m 高度处均可满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）规定的公众曝露控

制限值电场强度 4000V/m 的要求；提高导线高度至 22m 时，地面 4.5m 高度处均可满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）规定的公众曝露控制限值电场强度 4000V/m 的要求。

导线对地高度 11m、11.5m、14m、21m、22m 时，地面 1.5m、4.5m 高度处的工频磁感应强度均满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）规定的公众曝露控制限值工频磁感应强度 100μT 的控制限值要求。

2）500kV 单回路段预测小结

经过耕地、园地等场所时，导线对地高度为 11m 时，地面 1.5m 高度处的工频电场强度不能满足耕地、园地等场所电场强度 10kV/m 的限值要求，需抬高导线对地高度至 11.5m。

经过电磁环境敏感目标区域时，导线对地高度为 14m 时，地面 1.5m 高度处的工频电场强度不能满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）规定的公众曝露控制限值电场强度 4000V/m 的控制限值；抬高导线高度至 21m 时，地面 1.5m 高度处均可满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）规定的公众曝露控制限值电场强度 4000V/m 的控制限值。

导线对地高度 11m、11.5m、14m、21m 时，地面 1.5m 高度处的工频磁感应强度均满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）规定的公众曝露控制限值工频磁感应强度 100μT 的控制限值要求。

本项目 500kV 输电线路预测结果分析见表 6.26。

表 6.26 本项目 500kV 输电线路预测结果分析一览表

电压等级及架设方式		最低线高	预测点高度	工频电场强度（kV/m）	工频磁感应强度（μT）	达标分析		
						公众曝露控制限值		耕地等场所控制限值
						工频电场强度 4000V/m	工频磁感应强度 100μT	工频电场强度10kV/m
500kV	同塔双回路	11m	1.5m	最大值：10.010	最大值：41.689	-	达标	不达标
		11.5m	1.5m	最大值：9.369	最大值：40.590	-	达标	达标
		14m	1.5m	最大值：6.952 边导线外5m：5.056	最大值：36.404	不达标	达标	/
		21m	1.5m	最大值：3.735 边导线外5m：3.156	最大值：29.436	达标	达标	/
		22m	4.5m	最大值：3.709 边导线外5m：3.121	最大值：30.991	达标	达标	/
	单回路	11m	1.5m	最大值：10.366	最大值：27.784	-	达标	不达标
		11.5m	1.5m	最大值：9.694	最大值：27.110	-	达标	达标
		14m	1.5m	最大值：7.167 边导线外5m：6.670	最大值：24.429	不达标	达标	/
		21m	1.5m	最大值：3.748 边导线外5m：3.727	最大值：19.449	达标	达标	/

6.2 声环境影响预测与评价

6.2.1 变电工程

6.2.1.1 变电站声源分析

本期新建 500kV 变电站运行噪声源为主变压器、高压电抗器、低压电抗器、站用变等，本期变电站扩建工程运行噪声源为高压电抗器、低压电抗器等。主要声源设备主变压器、高压电抗器噪声源强参考《变电站噪声控制技术导则》（DL/T1518-2016）、低压电抗器噪声源强参考《35kV 油浸式并联电抗器采购标准》，设备声源噪声为主体 1/2 高度处测量值。本项目涉及 500kV 变电站设备噪声源见表 6.27。

表 6.27（1）忻州北 500kV 变电站主要设备噪声源一览表

序号	声源名称		空间相对位置/m			声压级/dB（A）	距声源距离/m	声源高度/m	声源控制措施	运行时段
			X	Y	Z					
1	2#主变压器（本期）	1	153	95	5	72.4	1	5	采用低噪声主变压器	24h 连续运行
		2	165	95	5					
		3	177	95	5					
2	3#主变压器（本期）	1	99	95	5	72.4	1	5	采用低噪声主变压器	24h 连续运行
		2	111	95	5					
		3	123	95	5					
		2	75	95	5					
		3	87	95	5					
3	忻州北～阳泉 500kV 线路高压电抗器（本期）	1	268	126	3.5	68.7	1	3.5	采用低噪声高压电抗器	24h 连续运行
		2	268	135	3.5					
		3	268	144	3.5					
4	忻州北～平城 500kV 线路高压电抗器（本期）	1	131	204	3.5	68.7	1	3.5	采用低噪声高压电抗器	24h 连续运行
		2	140	204	3.5					
		3	149	204	3.5					
5	2#主变处低压电抗器	1	147	60	2.5	60	1	2.5	采用低噪声低压电抗器	24h 连续运行
		2	154	57	2.5					
		3	147	54	2.5					
6	3#主变处低压电抗器	1	126	60	2.5	60	1	2.5	采用低噪声低压电抗器	24h 连续运行
		2	118	57	2.5					
		3	126	54	2.5					
7	#0 站用变		38	76	2	60	1	2	采用低噪	24h 连

8	#1 站用变	154	76	2	60	1	2	声站用变	续运行
9	#2 站用变	122	76	2	60	1	2		

备注：空间相对位置以变电站西南角为基准，西南角为坐标原点（0，0），水平方向为 X 轴（向东为正，向西为负），垂直方向为 Y 轴（向北为正，向南为负）；以变电站水平地面为 Z 轴原点，声源高度为 Z 轴。

表 6.27（2）阳泉 500kV 变电站本期新增设备噪声源一览表

序号	声源名称		空间相对位置/m			声压级/dB（A）	距声源距离/m	声源高度/m	声源控制措施	运行时段
			X	Y	Z					
1	忻州北～阳泉 500kV 线路高压电抗器（本期）	1	226	76	3.5	68.7	1	3.5	采用低噪声高压电抗器	24h 连续运行
		2	235	18	3.5					
		3	244	18	3.5					
2	1#主变压器新增装设 1 组 60Mvar 并联电抗器	1	38	18	2.5	60	1	2.5	采用低噪声低压电抗器	24h 连续运行
		2	43	122	2.5					
		3	43	125	2.5					
3	2#主变压器新增装设 1 组 60Mvar 并联电抗器	1	75	119	2.5	60	1	2.5	采用低噪声低压电抗器	24h 连续运行
		2	81	29	2.5					
		3	425	374	2.5					

备注：空间相对位置以变电站西南角为基准，西南角坐标为（0，0），水平方向为 X 轴（向东为正，向西为负），垂直方向为 Y 轴（向北为正，向南为负）；以变电站水平地面为 Z 轴原点，声源高度为 Z 轴。

表 6.27（3）平城 500kV 变电站本期新增设备噪声源一览表

序号	声源名称		空间相对位置/m			声压级/dB（A）	距声源距离/m	声源高度/m	声源控制措施	运行时段
			X	Y	Z					
1	忻州北～平城 500kV 线路高压电抗器（本期）	1	150	-19	3.5	68.7	1	3.5	采用低噪声高压电抗器	24h 连续运行
		2	159	-19	3.5					
		3	168	-19	3.5					
2	1#主变压器新增装设 1 组 60Mvar 并联电抗器	1	270	0	2.5	60	1	2.5	采用低噪声低压电抗器	24h 连续运行
		2	274	0	2.5					
		3	278	0	2.5					

备注：①空间相对位置以变电站西南角为基准，西南角坐标为（0，0），水平方向为 X 轴（向东为正，向西为负），垂直方向为 Y 轴（向北为正，向南为负）；以变电站水平地面为 Z 轴原点，声源高度为 Z 轴。

6.2.1.2 声环境影响预测模型

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

（1）基本公式

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

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

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

式中：$L_{p(r)}$——预测点处声压级，dB；

L_w——由点声源产生的声功率级（A 计权或倍频带），dB；

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

A_{div}——几何发散引起的衰减，dB；

A_{atm}——大气吸收引起的衰减，dB；

A_{gr}——地面效应引起的衰减，dB；

A_{bar}——障碍物屏蔽引起的衰减，dB；

A_{misc}——其他多方面效应引起的衰减，dB。

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

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

式中：

$L_{A(r)}$—建设项目声源在预测点的等效声级贡献值，dB(A)；

$L_{A(r0)}$—声源在 r_0 处的 A 声级，dB(A)；

A_{div}—几何发散衰减。

（2）几何发散衰减 A_{div} 计算方法

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

1）$r<a/\pi$时，几乎不衰减（$A_{div}\approx 0$）；

2）当 $a/\pi<r<b/\pi$，距离加倍衰减 3dB 左右，类似线声源衰减特性（$A_{div}\approx 10lg$

（r/r_0））；

3）当$r>b/\pi$时，距离加倍衰减趋近于6dB，类似点声源衰减特性（$A_{div}\approx 20lg$（r/r_0））。

本项目涉及 500kV 变电站站内主要建筑物参数见表 6.28。

表 6.28（1）忻州北 500kV 变电站站内建筑物的主要参数

序号	建筑物名称	长×宽×高（m）
1	主控制楼	40.8×14.8×3.8
2	500kV 继电器小室 1#	18.3×9.0×3.9
3	500kV 继电器小室 2#	18.3×9.0×3.9
4	主变、220kV 及 35kV 继电器小室 1#	15.0×10.8×3.7
5	主变、220kV 及 35kV 继电器小室 2#	15.0×10.8×3.7
6	交直流电源室及蓄电池室	15.2×8.3×3.7
7	警卫室	7.2×4.8×3.0
8	消防泵房	8.9×9.0×10.2
9	围墙	238×208.5×2.3
10	主变防火墙	13.7×0.4×8
11	高抗防火墙	11×0.3×6.5

表 6.28（2）阳泉 500kV 变电站站内主要建筑物的主要参数

序号	建筑物名称	长×宽×高（m）
1	主控制楼	32.5×13.6×8.0
2	主变及 35kV 继电室小室	7.5×4.8×3.5
3	500kV 继电器小室（2 座）	21.4×7.2×4.4
4	220kV 继电器小室（2 座）	21.4×5.5×4.7
5	围墙	238×208.5×2.3
6	高抗防火墙	11×0.3×6.5

表 6.28（3）平城 500kV 变电站站内建筑物的主要参数

序号	建筑物名称	长×宽×高（m）
1	主控制楼	32.5×13.6×7.8
2	主变及 35kV 继电室小室	7.5×4.8×4.3
3	500kV、220kV 继电器小室（2 座）	21.4×7.2×4.3
4	围墙	238×208.5×2.3
5	主变防火墙	13.7×0.4×8
6	高抗防火墙	11×0.3×6.5

6.2.1.3 噪声预测分析

6.2.1.3.1 忻州北 500kV 变电站新建工程噪声预测分析

（1）本期规模运行期声环境影响

根据忻州北 500kV 变电站的平面布置图，结合上述预测计算模式，噪声源强参考《变电站噪声控制技术导则》（DL/T1518-2016），经模式计算，忻州北 500kV 变电站本期规模运行期间厂界环境噪声排放预测结果见表 6.29，厂界环境噪声排放等值线见示意图 6.30。

表 6.29 忻州北 500kV 变电站厂界环境噪声排放预测结果（本期）

预测点位置	最大贡献值（dB（A））	时段	标准（dB（A））	达标情况
北侧围墙外 1m 处（临高压电抗器）	55.7	昼间	60	达标
		夜间	50	超标 5.7dB
东侧围墙外 1m 处（临高压电抗器）	52.2	昼间	60	达标
		夜间	50	超标 1.2dB
南侧围墙外 1m 处	45.5	昼间	60	达标
		夜间	50	达标
西侧围墙外 1m 处	38.3	昼间	60	达标
		夜间	50	达标

图 6.30 忻州北 500kV 变电站厂界环境噪声排放等值线示意图

由表 6.29 及图 6.30 可知，在不采取降噪措施的情况下，忻州北 500kV 变电站按本期规模投运后厂界噪声排放贡献预测值（38.3~55.7）dB（A），变电站北侧和东侧高压电抗器侧围墙外厂界噪声排放贡献值夜间均不能满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准，需要采取降噪措施。

（2）变电站本期降噪措施

根据前述噪声治理措施及本项目噪声超标情况分析，为确保忻州北 500kV 变电站本期规模运行期间夜间厂界环境噪声排放满足 GB1248-2008 中 2 类标准，本次环评提出采取以下降噪措施：

1）针对北侧厂界噪声排放超标情况，采取在高压电抗器对应凸出围墙上加装声屏障方案，加装长度约 55m，高 2.7m 的声屏障（围墙（2.3m）和声屏障（2.7m）总高 5.0m）。

2）针对东侧厂界噪声排放超标情况，采取在高压电抗器对应围墙上加装声屏障方案，加装长度约 45m，高 2.7m 的声屏障（围墙（2.3m）和声屏障（2.7m）总高 5.0m）。

表 6.30 忻州北 500kV 变电站新建工程噪声防治措施及投资表

噪声防治措施名称（类型）	噪声防治措施规模	材质及吸声效果	噪声防治措施效果	噪声防治措施投资/万元
加装声屏障	北侧高压电抗器对应凸出围墙上加装长度约 55m、高 2.7m 的声屏障（围墙（2.3m）和声屏障（2.7m）总高 5.0m），在东侧高压电抗器对应围墙上加装长度约 45m、高 2.7m 的声屏障（围墙（2.3m）和声屏障（2.7m）总高 5.0m）	隔声屏障采用钢板或玻璃钢等材质，隔声量不小于 15db	四周厂界环境噪声达标排放	15

噪声控制措施示意图 6.31 所示。

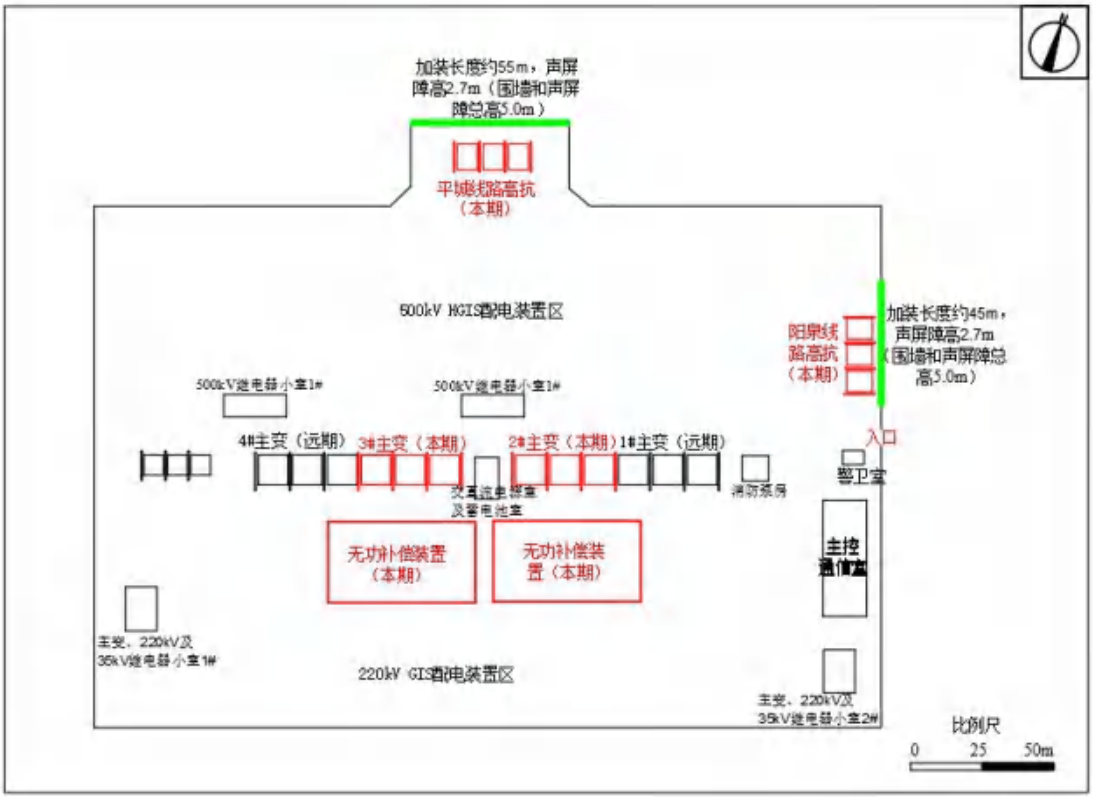


图 6.31 忻州北 500kV 变电站噪声控制措施示意图

（3）采取噪声控制措施后噪声预测结果

采取加装声屏障措施后，忻州北 500kV 变电站四周厂界环境噪声排放贡献预测值见表 6.31 所示，厂界环境噪声排放贡献预测值等值线见示意图 6.32。

表 6.31 忻州北 500kV 变电站厂界环境噪声排放预测结果（采取降噪措施后）

预测点位置	最大贡献值（dB（A））	时段	标准（dB（A））	达标情况
北侧围墙外 1m 处(临高压电抗器)	46.3	昼间	60	达标
		夜间	50	达标
东侧围墙外 1m 处(临高压电抗器)	41.1	昼间	60	达标
		夜间	50	达标
南侧围墙外 1m 处	45.3	昼间	60	达标
		夜间	50	达标
西侧围墙外 1m 处	37.5	昼间	60	达标
		夜间	50	达标

图 6.32 忻州北 500kV 变电站厂界环境噪声排放贡献预测值等值线示意图

（采取降噪措施后）

由表 6.31 及图 6.32 可知，采取加装声屏障措施后，忻州北 500kV 变电站本期规模运行状态下四周厂界环境噪声排放贡献预测值在（37.5~46.3）dB（A），昼间、夜间均能满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 2 类标准。

采取加装声屏障措施后，忻州北 500kV 变电站本期规模投运后声环境保护目标声环境预测结果见表 6.32。

表 6.32 忻州北 500kV 变电站声环境保护目标噪声预测结果与达标分析表

序号	声环境保护目标名称	噪声现状值/dB（A）		噪声标准/dB（A）		噪声贡献值/dB（A）		噪声预测值/dB（A）		较现状增量/dB（A）		超标和达标情况	
		昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间
1	变电站东侧约 144m 盛达练车场办公室	43	41	60	50	≤20		43	41	0	0	达标	达标
2	变电站西北侧约 165m 苗圃看护房	39	37	60	50	≤20		39	37	0	0	达标	达标

根据预测结果，采取噪声防护措施后，忻州北 500kV 变电站本期规模投运后声环境保护目标处噪声预测值昼间为（39~43）dB（A）、夜间为（37~41）dB（A），昼间、夜间均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类标准（昼间 60dB（A）、夜间 50dB（A））。

6.2.1.3.2 阳泉 500kV 变电站间隔完善工程噪声预测分析

（1）本期扩建后运行期声环境影响

根据阳泉 500kV 变电站的平面布置图，结合上述预测计算模式，噪声源强参考《变电站噪声控制技术导则》（DL/T1518-2016），经模式计算，阳泉 500kV 变电站本期扩建后厂界环境噪声排放预测值见表 6.33，厂界环境噪声排放等值线见示意图 6.33。

表 6.33 阳泉 500kV 变电站厂界环境噪声排放预测结果

序号	预测点位置	现状监测值（dB（A））	最大贡献值（dB（A））	预测值（dB（A））	时段	标准（dB（A））	达标情况
1	变电站西北侧偏南厂界外 1m	45	26.6	45.1	昼间	60	达标
		43		43.1	夜间	50	达标

2	变电站西北侧中部厂界外 1m	46	25.6	46.0	昼间	60	达标
		43		43.1	夜间	50	达标
3	变电站西北侧偏北厂界外 1m	45	28.5	45.1	昼间	60	达标
		42		42.2	夜间	50	达标
4	变电站东北侧厂界外 1m	46	34.3	46.3	昼间	60	达标
		43		43.5	夜间	50	达标
5	变电站东南侧偏北厂界外 1m（本期扩建高压电抗器侧）	47	63.7	63.8	昼间	60	超标 3.8dB
		44		63.7	夜间	50	超标 13.7dB
6	变电站东南侧中部厂界外 1m	46	40.7	47.1	昼间	60	达标
		43		45.0	夜间	50	达标
7	变电站东南侧偏南厂界外 1m	38	33.5	39.3	昼间	60	达标
		36		37.9	夜间	50	达标
8	变电站西南侧偏东厂界外 1m	47	32.2	47.1	昼间	60	达标
		43		43.3	夜间	50	达标
9	变电站西南侧偏西厂界外 1m	46	23.7	46.0	昼间	60	达标
		42		42.1	夜间	50	达标

图 6.33 阳泉 500kV 变电站间隔完善工程厂界环境噪声排放等值线示意图

由表 6.33 及图 6.33 可知，在不采取降噪措施的情况下，阳泉 500kV 变电站间隔完善工程投运后厂界噪声排放预测值昼间为（39.3~63.8）dB(A)，夜间为

（37.9~63.7）dB(A)。本期扩建高压电抗器侧围墙外厂界噪声昼、夜间均不能满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准，需要采取降噪措施。

（2）变电站本期降噪措施

根据阳泉 500kV 变电站本期扩建后厂界环境噪声排放预测结果可知，在不采取降噪措施的情况下，阳泉 500kV 变电站按本期规模投运后，变电站东南侧部分围墙（高压电抗器侧围墙）外厂界环境噪声超标，噪声超标区域为南侧靠东围墙外，围墙长约 46m，超标情况为昼间超标 3.8dB（A），夜间超标 13.7dB（A）。

为确保阳泉 500kV 变电站间隔完善工程投运后间昼间、夜间厂界环境噪声排放预测值满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 2 类标准，本次环评提出采取以下降噪措施：

针对变电站东南侧本期扩建高压电抗器侧围墙外厂界噪声排放超标情况，提出采取在高压电抗器对应凸出围墙上加装声屏障方案，加装长度约 46m，高 2.7m 的声屏障（围墙（2.3m）和声屏障（2.7m）总高 5.0m）

表 6.34 阳泉 500kV 变电站间隔完善工程噪声防治措施及投资表

噪声防治措施名称（类型）	噪声防治措施规模	**材质及吸声效果**	噪声防治措施效果	噪声防治措施投资/万元
加装声屏障	高压电抗器侧围墙上加装长度约 46m，高 2.7m 的声屏障（围墙（2.3m）和声屏障（2.7m）总高 5.0m）	隔声屏障采用钢板或玻璃钢等材质，隔声量不小于 15db	四周厂界环境噪声达标排放	13

噪声控制措施示意图 6.34 所示。

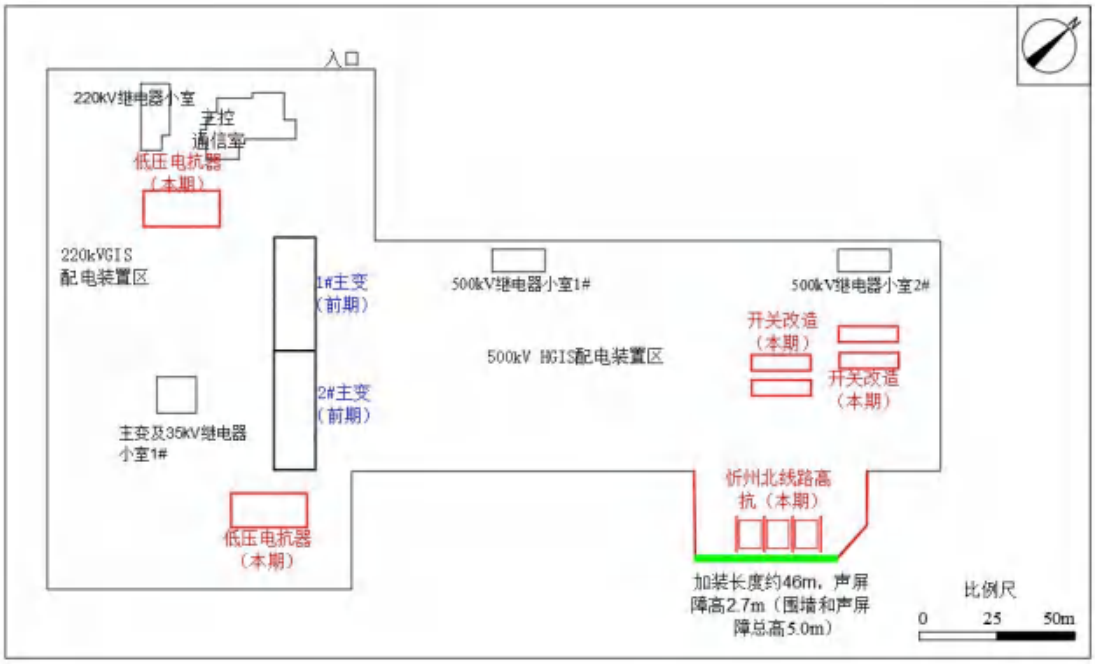


图 6.34 阳泉 500kV 变电站间隔完善工程噪声控制措施示意图

（3）采取噪声控制措施后噪声预测结果

采取加装声屏障措施后，阳泉 500kV 变电站四周厂界环境噪声排放预测值见表 6.35 所示，厂界环境噪声排放贡献值等值线见示意图 6.35。

表 6.35 阳泉 500kV 变电站厂界环境噪声排放预测结果（采取降噪措施后）

序号	预测点位置	现状监测值（dB（A））	最大贡献值（dB（A））	预测值（dB（A））	时段	标准（dB（A））	达标情况
1	变电站西北侧偏南厂界外 1m	45	25.1	45.0	昼间	60	达标
		43		43.1	夜间	50	达标
2	变电站西北侧中部厂界外 1m	46	23.5	46.0	昼间	60	达标
		43		43.0	夜间	50	达标
3	变电站西北侧偏北厂界外 1m	45	28.4	45.1	昼间	60	达标
		42		42.2	夜间	50	达标
4	变电站东北侧厂界外 1m	46	34.5	46.3	昼间	60	达标
		43		43.6	夜间	50	达标
5	变电站东南侧偏北厂界外 1m（本期扩建高压电抗器侧）	47	46.9	50.0	昼间	60	达标
		44		48.7	夜间	50	达标
6	变电站东南侧中部厂界外 1m	46	37.2	46.5	昼间	60	达标
		43		44.0	夜间	50	达标
7	变电站东南侧偏南厂界外 1m	38	33.4	39.3	昼间	60	达标
		36		37.9	夜间	50	达标
8	变电站西南侧偏东厂界外 1m	47	33.9	47.2	昼间	60	达标
		43		43.5	夜间	50	达标

9	变电站西南侧偏西厂界外 1m	46	28.0	46.1	昼间	60	达标
		42		42.2	夜间	50	达标

图 6.35 阳泉 500kV 变电站间隔完善工程厂界环境噪声排放贡献值等值线示意图（采取降噪措施后）

由表 6.35 及图 6.35 可知，采取加装声屏障措施后，阳泉 500kV 变电站间隔完善工程投运后厂界噪声排放预测值昼间为（39.3~50.0）dB(A)、夜间为（37.9~48.7）dB(A)，昼、夜间均能满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 2 类标准要求。

采取加装声屏障措施后，阳泉 500kV 变电站声环境保护目标声环境预测结果见表 6.36。

表 6.36 阳泉 500kV 变电站声环境保护目标噪声预测值与达标分析表

序号	声环境保护目标名称	噪声现状值/dB（A）		噪声标准/dB（A）		噪声贡献值/dB（A）		噪声预测值/dB（A）		较现状增量/dB（A）		超标和达标情况	
		昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间
1	变电站西侧约 145m 养殖看护房	39	35	60	50	≤20		39	35	0	0	达标	达标

根据预测结果，采取噪声防护措施后，阳泉 500kV 变电站本期规模投运后声环境保护目标处声环境质量昼间为 39dB（A）、夜间为 35dB（A），昼间、

夜间均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类标准要求（昼间 60dB（A）、夜间 50dB（A））。

6.2.1.3.3 平城 500kV 变电站间隔扩建工程噪声预测分析

（1）本期扩建后运行期声环境影响

根据平城 500kV 变电站的平面布置图，结合上述预测计算模式，噪声源强参考《变电站噪声控制技术导则》（DL/T1518-2016），经模式计算，平城 500kV 变电站本期扩建后厂界环境噪声排放预测结果见表 6.37，厂界环境噪声排放等值线见示意图 6.36。

表 6.37 平城 500kV 变电站厂界环境噪声排放预测值

序号	预测点位置	现状监测值（dB（A））	最大贡献值（dB（A））	预测值（dB（A））	时段	标准（dB（A））	达标情况
1	变电站南侧偏东厂界外 1m	46	26.5	46.0	昼间	60	达标
		42		42.1	夜间	50	达标
2	变电站南侧中部厂界外 1m	47	62.4	62.5	昼间	60	超标 2.5dB
		43		62.4	夜间	50	超标 12.4dB
3	变电站南侧偏西厂界外 1m	47	42.0	48.2	昼间	60	达标
		43		45.5	夜间	50	达标
4	变电站西侧厂界外 1m	45	21.9	45.0	昼间	60	达标
		42		42.0	夜间	50	达标
5	变电站北侧偏西厂界外 1m	47	26.3	47.0	昼间	60	达标
		43		43.1	夜间	50	达标
6	变电站北侧中部厂界外 1m	48	30.2	48.1	昼间	60	达标
		44		44.2	夜间	50	达标
7	变电站北侧偏东厂界外 1m	48	24.9	48.0	昼间	60	达标
		44		44.1	夜间	50	达标
8	变电站东侧偏北厂界外 1m	48	25.2	48.0	昼间	60	达标
		43		43.1	夜间	50	达标
9	变电站东侧偏南厂界外 1m	48	27.0	48.0	昼间	60	达标
		44		44.1	夜间	50	达标

图 6.36 平城 500kV 变电站厂界环境噪声排放等值线示意图

由表 6.37 及图 6.36 可知，在不采取降噪措施的情况下，平城 500kV 变电站间隔扩建工程投运后厂界噪声排放预测值昼间为（45.0~62.5）dB(A)，夜间为（42.0~62.4）dB(A)。本期扩建高压电抗器侧围墙外厂界噪声夜间不能满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准。

（2）变电站本期降噪措施

根据平城 500kV 变电站本期扩建后厂界环境噪声排放预测结果可知，在不采取降噪措施的情况下，平城 500kV 变电站按本期规模投运后，变电站南侧部分围墙（高压电抗器侧围墙）外厂界环境噪声超标，噪声超标区域为南侧围墙，围墙长约 41m，超标情况为昼间超标 2.5dB（A），夜间超标 12.4dB（A）。

为确平城 500kV 变电站间隔扩建工程投运后间昼、夜间厂界环境噪声排放均能满足 GB1248-2008 中 2 类标准要求，本次环评提出采取以下降噪措施：

针对变电站南侧本期扩建高压电抗器侧围墙外厂界噪声排放超标情况，采取在高压电抗器对应围墙上加装声屏障方案，加装长度约 41m，高 3.7m 的声屏障（围墙（2.3m）和声屏障（3.7m）总高 6.0m）

表 6.38 平城 500kV 变电站间隔完善工程噪声防治措施及投资表

噪声防治措施名称（类型）	噪声防治措施规模	材质及吸声效果	噪声防治措施效果	噪声防治措施投资/万元
加装声屏障	高压电抗器侧围墙上加装长度约 41m，高 3.7m 的声屏障（围墙（2.3m）和声屏障（3.7m）总高 6.0m）	隔声屏障采用钢板或玻璃钢等材质，隔声量不小于 15db	四周厂界环境噪声达标排放	15.2

噪声控制措施示意图见图 6.37 所示。

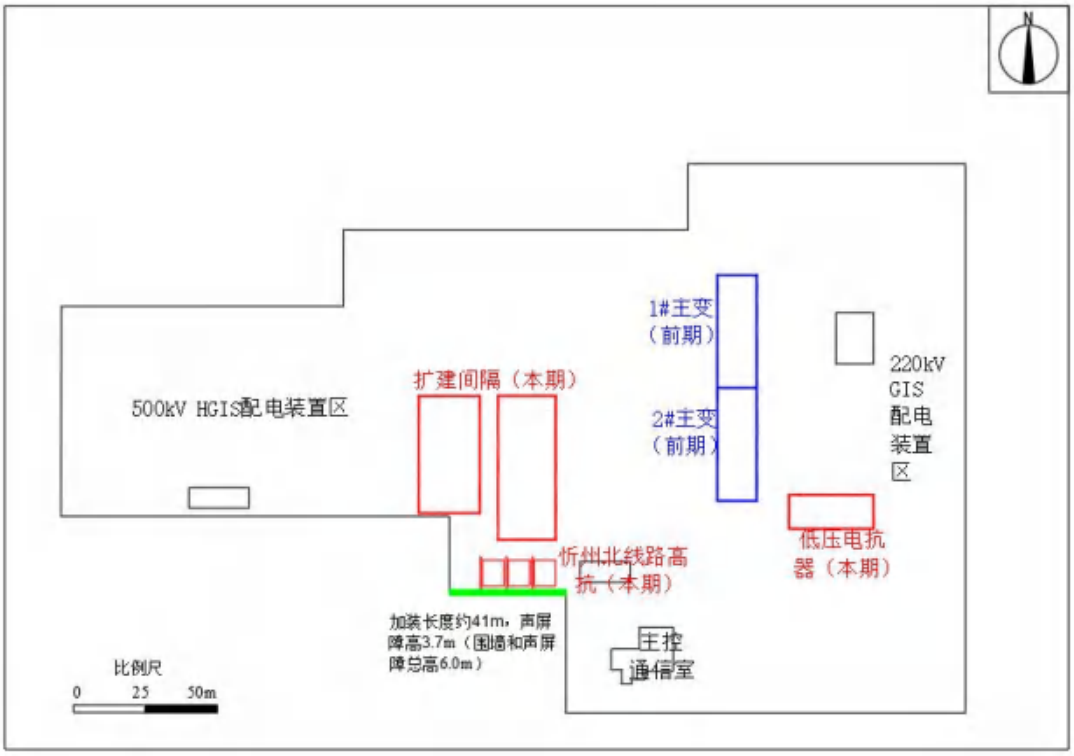


图 6.37 平城 500kV 变电站间隔扩建工程噪声控制措施示意图

（3）采取噪声控制措施后噪声预测值

采取加装声屏障措施后，平城 500kV 变电站四周厂界环境噪声排放预测值见表 6.39 所示，厂界环境噪声排放等值线见示意图 6.38。

表 6.39 平城 500kV 变电站厂界环境噪声排放预测结果（采取降噪措施后）

序号	预测点位置	现状监测值（dB（A））	最大贡献值（dB（A））	预测值（dB（A））	时段	标准（dB（A））	达标情况
1	变电站南侧偏东厂界外 1m	46	20.5	46.0	昼间	60	达标
		42		42.1	夜间	50	达标
2	变电站南侧中部厂界外 1m	47	46.3	49.7	昼间	60	达标
		43		48.0	夜间	50	达标
3	变电站南侧偏西厂界外 1m	47	26.5	47.1	昼间	60	达标
		43		43.2	夜间	50	达标

4	变电站西侧厂界外 1m	45	≤20	45.0	昼间	60	达标
		42		42.1	夜间	50	达标
5	变电站北侧偏西厂界外 1m	47	≤20	47.0	昼间	60	达标
		43		43.1	夜间	50	达标
6	变电站北侧中部厂界外 1m	48	20.5	48.1	昼间	60	达标
		44		44.3	夜间	50	达标
7	变电站北侧偏东厂界外 1m	48	≤20	48.0	昼间	60	达标
		44		44.1	夜间	50	达标
8	变电站东侧偏北厂界外 1m	48	21.0	48.0	昼间	60	达标
		43		43.1	夜间	50	达标
9	变电站东侧偏南厂界外 1m	48	25.2	48.0	昼间	60	达标
		44		44.1	夜间	50	达标

图 6.38 平城 500kV 变电站间隔完善工程厂界环境噪声排放贡献值等值线示意图（采取降噪措施后）

由表 6.39 及图 6.38 可知，采取加装声屏障措施后，平城 500kV 变电站间隔扩建工程投运后厂界噪声排放预测值昼间为（45.0~49.7）dB(A)，夜间为（42.1~48.0）dB(A)，昼、夜间均能满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 2 类标准。

采取加装声屏障措施后，平城 500kV 变电站声环境保护目标声环境预测结果见表 6.40。

表 6.40 平城 500kV 变电站声环境保护目标噪声预测结果与达标分析表

序号	声环境保护目标名称	噪声现状值/dB（A）		噪声标准/dB（A）		噪声贡献值/dB（A）		噪声预测值/dB（A）		较现状增量/dB（A）		超标和达标情况	
		昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间
1	变电站北侧约 76m 林场看护房	40	35	60	50	≤20		40	35	0	0	达标	达标

根据预测结果，采取噪声防护措施后，阳泉 500kV 变电站本期规模投运后声环境保护目标处声环境质量昼间为 40dB（A）、夜间为 35dB（A），昼间、夜间均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类标准（昼间 60dB（A）、夜间 50dB（A））。

6.2.1.4 声环境影响预测结论

（1）忻州北 500kV 变电站新建工程

在不采取降噪措施的情况下，忻州北 500kV 变电站按本期规模投运后厂界噪声排放预测值（38.3~55.7）dB（A），变电站北侧和东侧高压电抗器侧围墙外厂界噪声夜间均不能满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准要求。

本次环评提出在本期高压电抗器侧围墙上分别加装长度约 55m、45m，高 2.7m 的声屏障（围墙（2.3m）和声屏障（2.7m）总高 5.0m），采取降噪措施后，忻州北 500kV 变电站本期规模运行状态下四周厂界环境噪声排放在（37.5~46.3）dB（A），昼、夜间均能满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 2 类标准要求。声环境保护目标处声环境质量昼间为（39~43）dB（A）、夜间为（37~41）dB（A），昼间、夜间均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类标准。

（2）阳泉 500kV 变电站间隔完善工程

在不采取降噪措施的情况下，阳泉 500kV 变电站间隔完善工程投运后厂界噪声排放预测值昼间为（39.5~63.8）dB(A)，夜间为（38.2~63.7）dB(A)。本期扩建高压电抗器侧围墙外厂界噪声昼、夜间均不能满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准。

本次环评提出在本期扩建高压电抗器侧围墙上加装长度约 46m，高 2.7m 的声屏障（围墙（2.3m）和声屏障（2.7m）总高 5.0m）。采取加装声屏障措施后，

阳泉 500kV 变电站间隔完善工程投运后厂界噪声排放预测值昼间为（38.3~50.0）dB(A)，夜间为（36.4~48.7）dB(A)，昼、夜间均能满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 2 类标准要求。声环境保护目标处声环境质量昼间为 39dB（A）、夜间为 35dB（A），昼间、夜间均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类标准。

（3）平城 500kV 变电站间隔扩建工程

在不采取降噪措施的情况下，平城 500kV 变电站间隔扩建工程投运后厂界噪声排放预测值昼间为（45.0~62.5）dB(A)，夜间为（42.0~62.4）dB(A)。本期扩建高压电抗器侧围墙外厂界噪声夜间不能满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准。

本次环评提出在本期扩建高压电抗器侧围墙上加装长度约 41m，高 3.7m 的声屏障（围墙（2.3m）和声屏障（3.7m）高 6.0m）。采取加装声屏障措施后，平城 500kV 变电站间隔扩建工程投运后厂界噪声排放预测值昼间为（45.0~49.7）dB(A)，夜间为（42.0~48.0）dB(A)，昼、夜间均能满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 2 类标准要求。声环境保护目标处声环境质量昼间为 40dB（A）、夜间为 35dB（A），昼间、夜间均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类标准。

6.2.2 线路工程

6.2.2.1 类比监测及评价

本项目输电线路声环境影响预测采用类比监测的方式，声环境保护目标处噪声预测值采用类比输电线路产生的噪声贡献值与声环境现状监测值叠加的方法进行预测及评价。

（1）选择类比对象

根据上述类比原则，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 6.5。

（2）500kV 单回线路类比监测结果

1）类比监测条件

监测单位、监测位置、监测工况同表 6.6，其余类比监测情况见表 6.41。

表 6.41 本项目单回输电线路类比监测具体情况

项目	500kV 长久 I 线 6#~7#塔间
监测因子	昼间、夜间等效连续，Leq，dB（A）
监测方法	《声环境质量标准》（GB3096-2008）
监测仪器	仪器名称：噪声分析仪/声校准器；仪器型号：AWA5688 多功能声级计/AWA6022A 型声校准器，仪器编号：00327605/2017053，仪器适用范围：量程范围：28dB（A）~133dB（A）频率范围：10Hz~20kHz；噪声分析仪检定证书编号：E2022-0076540 有效期至 2023 年 8 月 7 日、声校准器检定证书编号：E2022-0076538 有效期至 2023 年 8 月 3 日
监测时间及天气情况	2023 年 2 月 17 日，昼间 8：30~17：10，多云，3℃~7℃，相对湿度 37%~39%，风速 1.3m/s~1.6m/s；夜间 22：00~24：00，多云，-2℃~-1℃，相对湿度 42%~43%，风速 2.0m/s~2.1m/s。
监测布点	以弧垂最大处中心线为测试原点，垂直于输电线路方向进行监测。以 5m 为间隔，顺序测至原点外 65m 处止。
监测单位	江苏博环检测技术有限公司（CMA211012340054）

2）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 6.42。

表 6.42 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 15m	42	41
4	距线路走廊中心线地面投影外 20m	41	39
5	距线路走廊中心线地面投影外 25m	41	39
6	距线路走廊中心线地面投影外 30m	40	39
7	距线路走廊中心线地面投影外 35m	40	38
8	距线路走廊中心线地面投影外 40m	40	38
9	距线路走廊中心线地面投影外 45m	39	38
10	距线路走廊中心线地面投影外 50m	40	37
11	距线路走廊中心线地面投影外 55m	39	36
12	距线路走廊中心线地面投影外 60m	39	36
13	距线路走廊中心线地面投影外 65m	39	36

根据表 6.42，500kV 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。

3）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。

（3）500kV 同塔双回线路类比监测结果

1）类比监测条件

监测单位、监测位置、监测工况同表 6.9，其余类比监测情况见表 6.43。

表 6.43 本项目双回输电线路类比监测具体情况

项目	500kV 长久 II 线/III 线 4#~5#塔间
监测因子	昼间、夜间等效连续，Leq，dB（A）
监测方法	《声环境质量标准》（GB3096-2008）
监测仪器	仪器名称：噪声分析仪/声校准器；仪器型号：AWA5688 多功能声级计/AWA6022A 型声校准器，仪器编号：00327605/2017053，仪器适用范围：量程范围：28dB（A）~133dB（A），频率范围：10Hz~20kHz；噪声分析仪检定证书编号：E2022-0076540 有效期至 2023 年 8 月 7 日、声校准器检定证书编号：E2022-0076538 有效期至 2023 年 8 月 3 日
监测时间及天气情况	2023 年 2 月 17 日，昼间 8：30~17：10，多云，3℃~7℃，相对湿度 37%~39%，风速 1.3m/s~1.6m/s；夜间 22：00~24：00，多云，-2℃~-1℃，相对湿度 42%~43%，风速 2.0m/s~2.1m/s。
监测布点	以弧垂最大处中心线为测试原点，垂直于输电线路方向进行监测。以 5m 为间隔，顺序测至原点外 65m 处止。
监测单位	江苏博环检测技术有限公司（CMA211012340054）

2）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 6.44 所示。

表 6.44 500kV 长久 II 线/III 线 4#~5#塔间运行时产生的噪声类比监测值

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 15m	41	40
4	距线路走廊中心线地面投影外 20m	42	40
5	距线路走廊中心线地面投影外 25m	41	39
6	距线路走廊中心线地面投影外 30m	41	39
7	距线路走廊中心线地面投影外 35m	40	39
8	距线路走廊中心线地面投影外 40m	40	38

9	距线路走廊中心线地面投影外 45m	40	37
10	距线路走廊中心线地面投影外 50m	39	37
11	距线路走廊中心线地面投影外 55m	39	36
12	距线路走廊中心线地面投影外 60m	39	36
13	距线路走廊中心线地面投影外 65m	39	36

根据表 6.44，500kV 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。

3）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。

6.2.2.2 声环境保护目标处声环境影响预测

线路声环境保护目标处的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 6.45。

表 6.45 声环境保护目标预测结果一览表

序号	声环境保护目标	与线路边导线地面投影最近距离位置关系	环境特征	线路架设方式	噪声（dB（A））											
					现状监测值		噪声标准		类比监测值		噪声预测值		较现状增量		超标和达标情况	
					昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间
本期新建忻州北~阳泉 500kV 线路工程																
1	五台县茹村乡北阳村中铁十二局集团中心试验室	拟建线路边导线地面投影西侧约 15m	1-2 层尖顶	同塔双回	52	41	60	50	41	39	52.3	43.1	0.3	2.1	达标	达标
2	五台县茹村乡北阳村刘姓养殖户	拟建线路边导线地面投影东北侧约 14m	1 层平顶		41	36	55	45	41	39	44.0	40.8	3.0	4.8	达标	达标
3	盂县牛村镇白土坡村安姓民房	拟建线路边导线地面投影西南侧约 42m	2 层尖顶		38	35	55	45	39	36	41.5	38.5	3.5	3.5	达标	达标
4	郊区北舁村***家民房	拟建线路边导线地面投影东侧约 42m	1 层平顶		41	38	55	45	39	36	43.1	40.1	2.1	2.1	达标	达标
5	郊区北舁村***家合盛源建材店	拟建线路边导线地面投影西南侧 13m	1 层平顶		40	37	55	45	41	39	43.5	41.1	3.5	4.1	达标	达标
本期新建忻州北~平城 500kV 线路工程																
1	***家民房等 6 应县下马峪乡刘海窑村户	拟建线路边导线地面投影西北侧约 11m	1 层坡顶	单回路	40	36	55	45	41	39	43.5	40.8	3.5	4.8	达标	达标
2	代县枣林镇黄草院村移动板房	拟建线路边导线地面投影西南侧约 45m	1 层尖顶		38	35	55	45	39	36	41.5	38.5	3.5	3.5	达标	达标
3	代县枣林镇胡裕村***家民房	拟建线路边导线地面投影西北侧约 19m	1 层尖、坡顶	同塔双回	37	35	55	45	41	39	42.5	40.5	5.5	5.5	达标	达标

根据表 6.45，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能够满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 1 类标准要求（昼间 55dB（A）、夜间 45dB（A））。

6.2.2.3 输电线路声环境影响评价结论

通过上述分析可知，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）相应功能区标准要求。

6.3 地表水环境影响分析

拟建忻州北 500kV 变电站站区内排水包括生活污水和雨水。新忻州北 500kV 变电站采用雨水、污水分流制排水系统。拟建变电站运维人员产生的生活污水经过站内生活污水经一体化生活污水处理设施处理后，定期抽取回用于地面洒水等，不外排。站区雨水及道路雨水根据站区竖向布置，经雨水口汇集后进入雨水排水管道排入站外。

阳泉 500kV 变电站、平城 500kV 变电站等前期已设有生活污水处理装置，生活污水经一体化生活污水处理设施处理后，定期抽取回用于地面洒水等，不外排。本期阳泉 500kV 变电站间隔完善工程、平城 500kV 变电站间隔扩建工程不新增运维人员，不新增生活污水产生量，本期变电站间隔完善工程、变电站间隔扩建工程投运后对周围水环境没有影响。

输电线路运行期无污、废水产生，对周围地表水环境没有影响。

为进一步减小拟建忻州北变电站对地下水的影响，本项目新建变电站按重点防渗区、简单防渗区进行划分，采取不同等级的防渗措施。

本次环评要求建设单位采取的分区防渗措施具体见表 6.46。

表 6.46　本项目需采取的分区防渗措施一览表

序号	场地	防渗分区	防渗技术及措施
1	事故油池	重点防渗区	事故油池防渗层应覆盖整个池体。油池顶板、底板及池壁均采用 C30 抗渗混凝土，抗渗级别不得低于 P6，垫层采用 C15 混凝土。为增加油池的不透水性，在油池内壁、底板表面均采用 1:2 水泥砂浆掺 5%防水粉 20mm 进行抹面。

<table>
<tr><td></td><td>危废贮存库</td><td></td><td>贮存设施地面与裙脚应采取表面防渗措施；表面防渗材料应与所接触的物料或污染物相容，可采用抗渗混凝土、高密度聚乙烯膜、钠基膨润土防水毯或其他防渗性能等效的材料。贮存的危险废物直接接触地面的，还应进行基础防渗，防渗层为至少 1m 厚黏土层（渗透系数不大于 10^{-7}cm/s），或至少 2mm 厚高密度聚乙烯膜等人工防渗材料（渗透系数不大于 10^{-10}cm/s），或其他防渗性能等效的材料。</td></tr>
<tr><td rowspan="2">2</td><td>污水处理设施</td><td rowspan="2">简单防渗区</td><td>处理池采用玻璃钢，使用的材料为玻璃纤维增强不饱和聚酯树脂的高强度玻璃纤维复合材料，基础土分层夯实。</td></tr>
<tr><td>主控楼、道路等</td><td>一般地面硬化，采用 C30 混凝土硬化；基础土分层夯实。</td></tr>
</table>

本项目建设时环评要求对场地进行硬化，危废贮存库进行地面和墙裙防渗，以防止对占地地下水的污染，当发生污染情况时能及时处置。本项目主要污染物无对地下水环境污染的途径及源强，本项目生产运行不会对周围地下水环境产生不利影响。

6.4 固体废物影响分析

输变电建设项目运行期间固体废物为工作人员产生的生活垃圾、事故废油及废旧蓄电池。

（1）忻州北变电站

拟建忻州北变电站站内设置生活垃圾分类收集装置，生活垃圾经收集后定期清运至政府指定地点。根据《国家危险废物名录（2021 年版）》，变电站运行期主变等含油设备维护、更换等过程中产生的废变压器油（HW08 废矿物油与含矿物油废物，废物代码 900-220-08），以及更换的废铅蓄电池（HW31 含铅废物，废物代码 900-052-31）均属于危险废物。

忻州北 500kV 变电站在站内单独布置成品危废贮存库，布置于围墙东南角，面积 12m^2。危险废物分类暂存后，定期送有资质单位处置。根据《建设项目危险废物环境影响评价指南》（环保部公告 2017 第 43 号）、《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）的要求，对危废贮存库的建设提出以下要求：

1）危险废物贮存设施、场所应按《危险废物识别标志设置技术规范》（HJ1276-2022）要求设置危险废物贮存设施或场所标志、危险废物贮存分区标志和危险废物标签等危险废物识别标志。

2）贮存设施污染控制要求

①贮存设施应根据危险废物的形态、物理化学性质、包装形式和污染物迁移途径，采取必要的防风、防晒、防雨、防漏、防渗、防腐以及其他环境污染防治措施。

②贮存设施应根据危险废物的类别、数量、形态、物理化学性质和污染防治等要求设置必要的贮存分区，避免不相容的危险废物接触、混合。

③贮存设施或贮存分区内地面、墙面裙脚、堵截泄漏的围堰、接触危险废物的隔板和墙体等应采用坚固的材料建造，表面无裂缝。

3）对本项目危险废物管理的要求

①事故废油、废旧蓄电池必须装入符合标准的容器内。

②装载危险废物的容器内必须留足够的空间，容器顶部与固体表面之间保留 100mm 以上的空间。

③盛装危险废物的容器上必须粘贴符合《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）附录 A 所示的标签。

④危险废物贮存库不得接收未粘贴上述规定的标签或标签填写不规范的危险废物.

⑤必须做好危险废物记录，记录上须注明危险废物的名称、来源、数量、特性和包装容器的类别、入库日期、存放库位、废物出库日期及接收单位名称。

⑥必须定期对所贮存的危险废物包装容器及贮存设施进行检查，发现破损，应及时采取措施清理更换。

⑦危险废物贮存库设置灭火器等防火设备，做好火灾的预防工作。

（2）扩建阳泉变电站和平城变电站

变电站扩建工程前期已设置垃圾收集装置。

阳泉变电站对于废变压器油、废铅酸蓄电池等危险废物未建设专门的贮存设施，因此本期采取“以新带老”，在阳泉变电站站内单独布置成品危废贮存库，布置于新建高抗场地北侧，面积 12m^2，对产生的危险废物暂时存放在危废贮存库内，并及时委托有危废处理资质的单位进行回收处理。

平城变电站对于废变压器油、废铅酸蓄电池等危险废物未建设专门的贮存设施，因此本期采取“以新带老”，在平城变电站站内单独布置成品危废贮存库，布置于 500kV 继电器 1#小室东侧设置，面积 12m^2，对产生的危险废物暂时存放在

危废贮存库内，并及时委托有危废处理资质的单位进行回收处理。

输电线路运行不产生固体废物，不会对周围环境产生影响。

综上，建设项目各项固体废物均得到妥善处理，对当地环境的影响在可接受范围内。

6.5 环境风险分析

6.5.1 事故油环境风险分析

变压器油的主要成分是烷烃、环烷族饱和烃、芳香族不饱和烃等化合物，为浅黄色透明液体，相对密度 0.895×10^3kg/m^3，凝固点＜-45℃，闪点≥135℃。根据《国家危险废物名录（2021 年版）》，检修或者事故情况下产生的废变压器油都是危险废物，类别为 HW08。

根据《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）“长期或短期生产、加工、运输、使用或贮存危险物质，且危险物质的数量等于或超过临界量的功能单元”定为重大危险源。本项目变压器油不属于重大危险源。由此可见，本项目不存在重大危险源。

设备正常运行状态下，无油外排，不会对人身、环境造成危害。但在设备事故并失控时，有可能造成泄漏，污染环境。当主变、高抗发生事故时，油将排入事故油坑，通过集油管道进出事故油池。流程如下图所示：

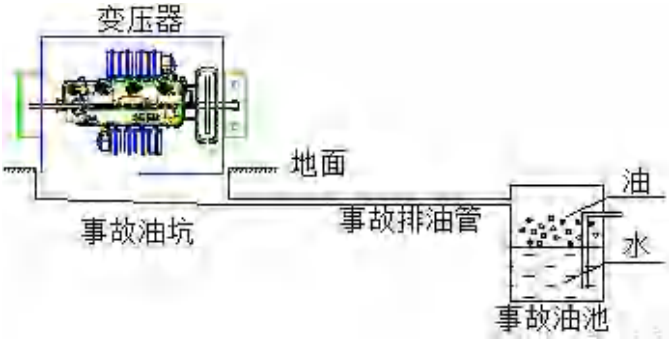


图 6.39 事故排油流程图

（1）忻州北 500kV 变电站站内设 1 座有效容积为 110m^3 的主变事故油池，位于远期 4#主变的西侧；设 2 座有效容积为 30m^3 的高抗事故油池，分别位于本期新建高压并联电抗器旁；设 1 座有效容积为 20m^3 的站用变事故油池，位于站用变南侧。含油设备下方均设置事故油坑，并通过管道与事故油池相连。绝缘油密度为 0.895t/m^3，根据设计资料，本期单台主变压器绝缘油油量约 65t，折换成

体积约 72.6m^3；单台高压电抗器绝缘油油量约 20t，折换成体积约 22.3m^3；单台站内绝缘油油量约 12t，折换成体积约 13.4m^3；故本期配套建设的有效容积为 110m^3 主变事故油池、有效容积为 30m^3 高抗事故油池，有效容积为 20m^3 站用变事故油池容积均能满足《火力发电厂与变电站设计防火标准》（GB50229-2019）要求。

本期设置事故油池表面防渗材料应与所接触的物料或污染物相容，可采用抗渗混凝土、高密度聚乙烯膜、钠基膨润土防水毯或其他防渗性能等效的材料。贮存的危险废物直接接触地面的，还应进行基础防渗，事故油池防渗层应覆盖整个池体。油池顶板、底板及池壁均采用 C30 抗渗混凝土，抗渗级别不得低于 P6，垫层采用 C15 混凝土。为增加油池的不透水性，在油池内壁、底板表面均采用 1:2 水泥砂浆掺 5%防水粉 20mm 进行抹面。

（2）阳泉 500kV 变电站站内已有主变事故排油系统，主变下设事故油坑，与事故油池相连，油坑容积按单台含油设备容量的 20%设计。站内事故油池及事故油坑基础按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）要求进行防渗，防渗层至少为 2mm 厚、渗透系数≤10^{-10}cm/s 的人工材料。

根据站内已有主变铭牌，阳泉 500kV 变电站主变绝缘油油重 57.8t，绝缘油密度为 0.895t/m^3，折换成体积约 64.6m^3。一期工程建有 1 座 90m^3 的事故油池，满足《火力发电厂与变电站设计防火标准》（GB50229-2019）相关要求。

本期新上 1×150Mvar 线路高抗，高抗距离主变事故油池较远，为满足高抗事故排油需求，需新增 1 座高抗事故油池。根据设计资料，单台高压电抗器绝缘油油量约 20t，折换成体积约 22.3m^3，本期新增 1 座有效容积 30m^3 的高抗事故油池，新上高抗设备下设事故油坑，与事故油池相连，油坑容积按单台含油设备容量的 20%设计，满足《火力发电厂与变电站设计防火标准》（GB50229-2019）要求。

（3）平城 500kV 变电站站内已有主变事故排油系统，主变下设事故油坑，与事故油池相连，油坑容积按单台含油设备容量的 20%设计。站内事故油池及事故油坑基础按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）要求进行防渗，事故油池防渗层应覆盖整个池体。油池顶板、底板及池壁均采用 C30 抗渗混凝土，抗渗级别不得低于 P6，垫层采用 C15 混凝土。为增加油池的不透水性，

在油池内壁、底板表面均采用 1:2 水泥砂浆掺 5%防水粉 20mm 进行抹面。

根据站内已有主变铭牌，平城 500kV 变电站主变绝缘油油重 64.9t，绝缘油密度为 0.895t/m^3，折换成体积约 72.5m^3。一期工程建有 1 座有效容积 95m^3 的事故油池，满足《火力发电厂与变电站设计防火标准》（GB50229-2019）相关要求。

本期新上 1×120Mvar 线路高抗，高抗距离主变事故油池较远，为满足高抗事故排油需求，需新增 1 座高抗事故油池。根据设计资料，单台高压电抗器绝缘油油量约 20t，折换成体积约 22.3m^3，本期新增 1 座有效容积 30m^3 的高抗事故油池，新上高抗设备下设事故油坑，与事故油池相连，油坑容积按单台含油设备容量的 20%设计，满足《火力发电厂与变电站设计防火标准》（GB50229-2019）要求。

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

6.5.2 废旧蓄电池环境风险分析

变电站运行期间更换的废旧蓄电池属于危险废物，蓄电池电解液主要成分为浓硫酸，由于酸性物质具有强烈的氧化性和腐蚀性，一旦发生泄漏，对周围的人和实物都有强烈的危害，且电解液中含有重金属铅，一旦流入外环境中，对周边环境也会产生较大危害。

废旧蓄电池属于《国家危险废物名录》中的 HW31 含铅废物，危险特性为毒性（Toxicity，T）、腐蚀性（Corrosivity，C），废物代码 900-052-31。贮存风险主要发生在工作人员装卸过程中导致电池外壳损坏破裂导致电解液泄漏，造成环境危害；运输风险主要来自人工转运或交通事故造成车辆倾覆、废旧电池包装破损，继而使电池及其电解液散落到环境中，进入水体、土壤，从而对环境造成危害。变电站废旧蓄电池在收集、运输、更换时，严格执行《危险废物转移联单管理办法》有关规定，禁止在转移过程中擅自拆解、破碎、丢弃废旧蓄电池。

对变电站运行期间退役的蓄电池，建设单位将按照《废铅蓄电池处理污染控制技术规范》（HJ 519-2020）和《国家电网有限公司电网废弃物环境无害化处置监督管理办法》（国家电网企管〔2019〕557 号）等相关固废管理的相关要求，交由按照《危险废物转移管理办法》规定获得相应经营许可证的相关资质单位回收处理。

同时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，废铅酸蓄电池由有危废处理资质的单位进行回收利用。

在严格遵循危险废物有关规定进行贮存、回收处理等措施下，本项目产生废铅酸蓄电池的环境风险处于可控状态，产生的风险影响较小。

7 生态影响预测与评价

7.1 生态影响识别和评价因子筛选

7.1.1 生态影响识别

本项目为输变电建设项目，项目建设对生态影响主要表现在施工期。

拟建变电工程（新征占地）、变电扩建工程（新征占地）对生态影响主要为变电站永久占地及施工临时占地将改变站址原有土地利用现状，破坏站内原有植被及生态环境，从而使站址及周边的植被及动物分布产生一定扰动。变电站扩建工程（不新征占地）在预留场地建设对周围生态基本没有影响。

线路工程对生态影响主要为塔基永久占地对原有用地性质的改变，此外，项目施工牵张场、施工便道、料场等临时占地对原有地表植物的扰动和农作物的破坏，同时，塔基处的开挖会破坏地表原有结构，短时间内可能加快水土流失。

7.1.2 生态影响评价因子筛选

在项目分析基础上按照《环境影响评价技术导则生态影响》（HJ19-2022）附录 A 生态影响评价因子筛选表进行评价因子筛选，评价因子筛选表见表 7.1。

表 7.1 生态影响评价因子筛选表

受影响对象	评价因子	工程内容及影响方式	影响性质	影响程度
施工期				
物种	分布范围	直接生态影响：项目永久/临时占地导致物种分布格局变化	长期、不可逆生态影响	弱
		间接生态影响：施工扰动导致周边野生动物分布格局变化	短期、可逆生态影响	弱
	种群数量、种群结构、行为	直接生态影响：项目开挖、材料运输造成个体死亡，特别关注重要物种	短期、不可逆生态影响	中
生境	生境面积	直接生态影响：永久占地导致生境丧失和破坏	长期、不可逆生态影响	中
		直接生态影响：临时占地导致生境丧失和破坏	短期、可逆生态影响	弱
	质量	直接生态影响：施工人为活动、弃渣、扬尘、水土流失等对生物生境影响	短期、可逆生态影响	弱
	连通性	直接生态影响：施工道路等对生境的阻隔影响	短期、可逆生态影响	弱
生物群落	物种组成、群落结构	直接生态影响：项目永久/临时占地导致群落结构局部轻微变化，以及对生态公益林等对象的影响	长期、不可逆生态影响	中
		间接生态影响：塔基处边缘效应等造成群落结构改变	长期、不可逆生态影响	弱
生态系统	植被覆盖度、生物量、生态系统功能	直接生态影响：施工永久、临时占地导致植被覆盖度降低、生物量降低、生态系统功能受到一定影响	长期、不可逆生态影响	中
生态敏感区	主要保护对象、生态功能等	直接生态影响：工程对保护对象分布、活动及其生态功能的影响	长期、不可逆生态影响	中
自然景观	遗迹多样性、完整性等	直接生态影响：工程建设造成景观面积变化	长期、不可逆生态影响	弱
运行期				
物种	分布范围、种群数量、种群结构	间接生态影响：输电线路运行产生的工频电场、工频磁场、噪声对动物分布的影响	长期、不可逆生态影响	弱
生境	连通性	直接生态影响：输电线路对鸟类飞行的阻隔	长期、不可逆生态影响	弱
生态系统	植被覆盖度、生物量、生态系统功能	直接生态影响：输电线路下方乔木高度修剪造成生物量下降	长期、不可逆生态影响	弱
自然景观	遗迹多样性、完整性等	直接生态影响：塔基对自然景观的干扰	长期、不可逆生态影响	弱

7.2 生态现状调查与评价

依据《环境影响评价技术导则生态影响》（HJ19-2022），在本项目沿线开展生态敏感区、生物资源等资料的收集、调查工作。利用野外调查和收集的资料，采用生态机理分析法、类比法、景观生态方法等方法进行评价。

7.2.1 生态现状调查内容及调查方法

7.2.1.1 陆生生态现状调查内容

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

7.2.1.2 调查方法

依据《环境影响评价技术导则生态影响》（HJ19-2022），在项目沿线开展生态保护红线、生物资源等资料的收集、调查工作。生态现状调查方法采用资料收集法、现场勘查、专家和公众咨询及遥感调查等多种方法结合的方式进行。

（1）资料收集法

植被调查收集的资料主要有 2023 年中国林业出版社出版的《山西林下植物识别》、2015 年山西科学技术出版社出版的《恒山资源植物志》。

（2）现场调查法

根据整体与重点相结合的原则，现场调查法应突出重点区域和关键时段的调查，并通过实地踏勘，核实收集资料的准确性，以获取实际资料和数据。本次主要针对项目涉及生态敏感区内采取样方（植被）、样线（野生动物）调查。

（3）专家和公众咨询法

植物调查重点包括植物物种组成，优势种、建群种，覆盖度、生物量等。对于不确定的植物采集样本咨询相关植被分类专家和当地公众，或查阅《山西植物志》、《山西植被》和《山西林下植物识别》进行确认。

（4）遥感调查法

为了科学准确反映项目区植被类型、土地利用现状、土壤侵蚀强度等主要生态要素信息，采用 3S 技术进行项目区生态信息的获取。首先，根据国家或相关行业规范，结合遥感图像的时相与空间分辨率，建立土地利用现状、植被类型、生态系统类型、植被覆盖度分类或分级体系；其次，对获取遥感图像数据进行投影转换、几何纠正、直方图匹配等预处理；第三，以项目区高分三号遥感影像为

信息源，结合项目区的相关资料，建立基于土地利用现状、植被类型、生态系统类型、植被覆盖度的分类分级系统的遥感解译标志，采用人机交互目视判读对遥感数据进行解译，编制项目区土地利用现状、植被类型、生态系统类型、植被覆盖度生态专题图件。第四，采用专业制图软件 ARCGIS 进行专题图件数字化，并进行分类面积统计。

7.2.2 土地利用现状调查

按照《土地利用现状分类》（GBT21010-2017）分类体系，采用人机交互式解译方法提取土地利用数据，根据实地调查结果，同时利用水系图、地形图等相关辅助资料，将评价范围内的土地按照《土地利用现状分类》（GBT21010-2017）分类体系进行划分，以解译获取到的土地利用数据为基础，以地理信息系统（GIS）为技术支撑，开展土地利用现状评价。本项目生态影响评价范围内土地利用现状示意图 7.1。结合土地利用现状解译数据分别统计土地利用类型面积见表 7.2。

表 7.2 本项目生态影响评价范围内土地利用现状统计表

土地类型		面积（hm^2）	占比
一级	二级		
耕地	小计	6247.46	21.67%
	旱地	6247.46	21.67%
林地	小计	20786.73	72.11%
	乔木林地	8672.55	30.09%
	灌木林地	12114.18	42.03%
草地	小计	700.88	2.43%
	其他草地	700.88	2.43%
工矿仓储用地	小计	34.53	0.12%
	工业用地	34.53	0.12%
住宅用地	小计	205.68	0.71%
	农村宅基地	205.68	0.71%
公共管理与公共服务用地	小计	33.28	0.12%
	公用设施用地	33.28	0.12%
交通运输用地	小计	595.10	2.06%
	公路用地	63.85	0.22%
	农村道路	531.25	1.84%
水域及水利设施用地	小计	108.26	0.38%
	河流水面	96.93	0.34%
	坑塘水面	11.33	0.04%
其他土地	小计	113.62	0.39%

	设施农用地	26.69	0.09%
	裸土地	86.93	0.30%
合计		28825.54	100.00%

由表 7.2 可知，本项目生态影响评价区总面积约为 28825.54hm^2，评价区土地利用类型以林地为主，占评价区总面积的 72.11%，其次为耕地，占评价区总面积的 21.67%。本项目生态影响评价范围内土地利用现状见附图 4。

7.2.3 陆生植物及植被现状调查

对生态影响评价区生物资源调查的的基础上，根据本项目路径方案确定调查路线及调查时间。项目组相关专业技术人员对线路沿线植物及植被进行了现场调查，实地调查采取样线与样方调查相结合的方法，确定生态影响评价区植物种类、植被类型及群系等，对重点保护野生植物、古树名木的调查采取野外调查方法进行。

7.2.3.1 植被区划及植被概况

根据《山西植被》中的植被区划，本项目由北向南跨越 2 个地带（温带草原地带和暖温带落叶阔叶林地带），3 个亚地带（温带南部草原亚地带、温带森林草原亚地带和北暖温带落叶阔叶林亚地带），4 个地区（“晋北丘陵盆地草原地区、恒山山地白桦林次生森林草原地区”、“晋中部山地丘陵、盆地，杆林、油松、辽东栎林地区”、“晋东南、晋南西山，油松林、辽东林地区”），6 个植被区，详见表 7.3 及图 7.1。

表 7.3 本项目生态影响评价区所处植被区划情况

编号	地带	亚地带	地区	植被区	分布情况
IAa-1	温带草原地带	温带南部草原亚地带	晋北丘陵盆地草原地区	大同盆地,小叶杨(人工)林、针茅、百里香草原及春麦、筱麦、葫麻为主的一年一熟栽培植被区	由北向南依次分布
IBb-1		温带森林草原亚地带	恒山山地白桦林次生森林草原地区	恒山山地丘陵，白桦林，三裂叶绣线菊灌丛、蒿类、百里香草原区	
IIAa-1	暖温带落叶阔叶林地带	北暖温带落叶阔叶林亚地带	晋中部山地丘陵、盆地，杆林、油松、辽东栎林地区	太白山丘陵，油松林、桦林及次生灌草丛区	
IIAa-2				五台山，具有臭冷杉的华北落叶松林及灌草丛区	
IIAa-3				系舟山、太原东部、寿阳山地丘陵，油松林及次生灌丛区	
IIAb-1			晋东南、晋南西山，油松林、辽东林地区	阳泉盆地，次生灌丛及玉米谷子小麦为主两年三熟栽培植被区	

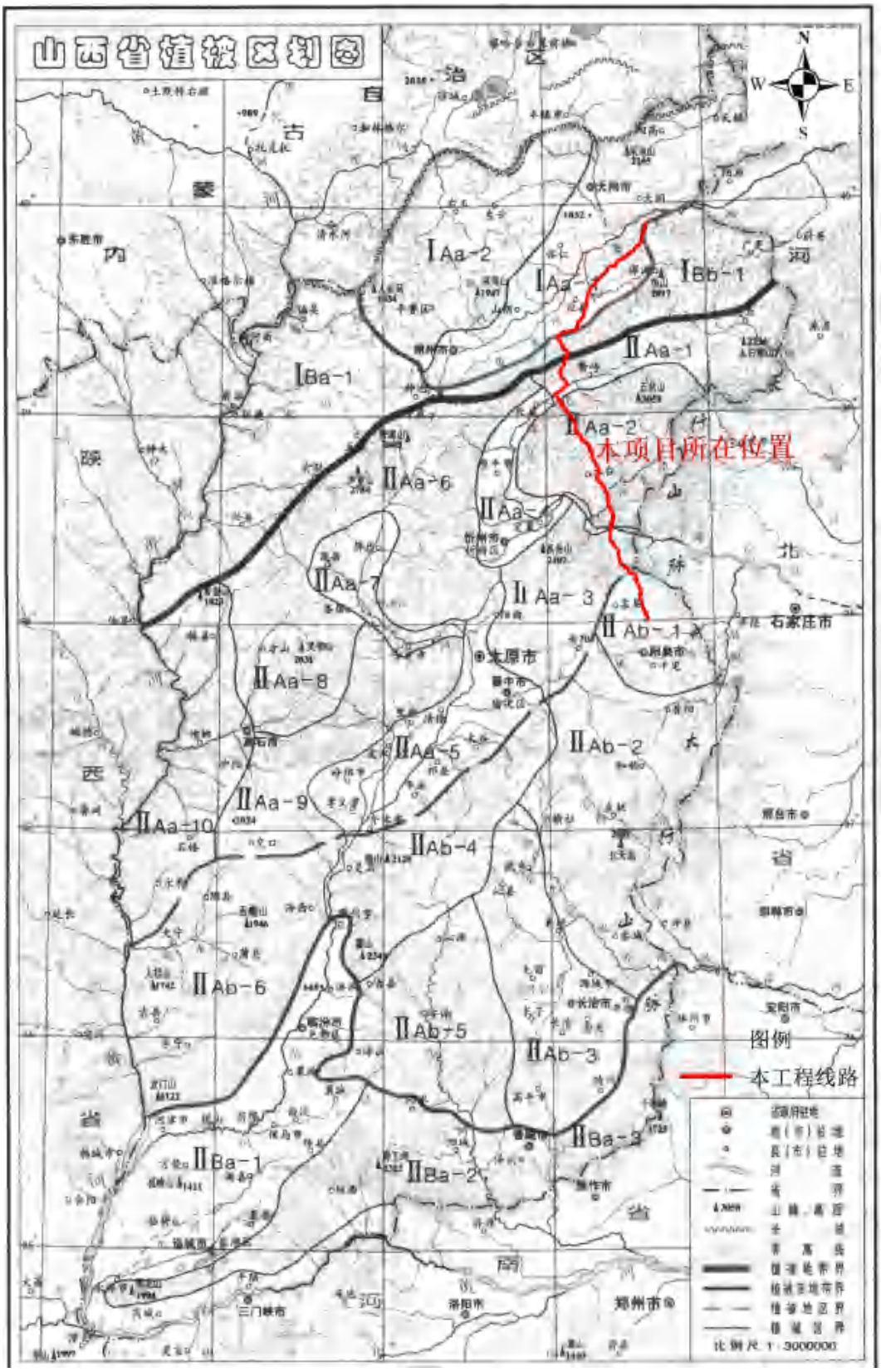


图 7.1 山西省植被区划示意图

（1）IAa-1 大同盆地，小叶杨（人工）林、针茅、百里香草原及春麦、筱麦、葫麻为主的一年一熟栽培植被区

本区包括大同盆地及东部黄土丘陵地区。北与内蒙相邻，南以恒山为界。土壤为栗钙土。年平均气温 6.0℃~7℃，最热月平均气温 21.5℃~22.5℃，最冷月平均气温-10.5℃~-12℃，≥0℃的年积温为 3200℃~3400℃，≥10℃的年积温为 2700℃~2900℃，无霜期为 120~130 天之间。年日照 2800h~2900h。年降水量 370mm~400mm，七八月降水量占全年的降水量的 60%以上。自然植被是以针茅为主的草本植物，还有达乌里胡枝子、百里香及蒿类等。低山丘陵和黄土丘陵区有百里香、针茅、铁杆蒿及针茅群落。本区针茅群落人为破坏较甚，多呈小片分布。海拔较高的低山局部地区有虎榛子、三裂绣线菊、沙棘群落和小片油松林。药用植物有黄芪、麻黄。自然植被稀疏，破坏较甚。盐碱下湿地面积较大，有赖草、盐地碱蓬等。栽培植被，人工小叶杨林分布面积最大，多栽植在河漫滩和下湿地。其他树种有榆树和复叶槭。农作物有春小麦、玉米、谷子、莜麦、马铃薯以及甜菜等温性作物，不能种植冬小麦，是本省春小麦基地之一。为一年一熟制。

（2）IBb-1 恒山山地丘陵，白桦林，三裂叶绣线菊灌丛、蒿类、百里香草原区

本区以山地丘陵为主体，恒山就分布在该区。本区南与太白山丘陵，油松林、桦林及次生灌草丛区连接，东与河北为邻，北以六棱山北麓为界，南以恒山山脊为界。包括广灵县、灵丘县北部、浑源县东部。土壤大部地区为山地栗钙土。年平均气温 7℃~9℃，最冷月平均气温-10℃~-12℃，最热月平均气温 22.5℃左右，≥0℃积温 2000℃~3400℃，≥10℃年积温 2800℃~3100℃，无霜期 120d~159d，年平均降水量 400mm~470mm。

本区自然植被，在山地阴坡和半阴坡分布有斑片状白桦林，林下灌木种类与暖温带区系有关相联，如毛榛，土庄绣线菊、沙棘、忍冬等属，灌丛和草原是本区主要植物群落。灌丛的优势种有三裂绣线菊、白蜡叶、荛花，沙棘、虎榛子等。草原成分优势种为蒿类、百里香、针茅、隐子草、兰花棘豆等。农作物以春麦、莜麦、胡麻、马铃薯、蚕豆、谷子等为主。人工栽培树种有小叶杨、油松、榆树等。恒山山脉植被垂直带谱比较简单，如图 7.2。

1）灌丛农田带：分布于南坡海拔 1300m，北坡海拔 1250m 以下，自然植被已遭破坏，代之为农田。在沟谷、田边灌木有白蜡叶荛花、沙棘、锦鸡儿等。草本植物有铁杆蒿、无芒雀麦、委陵菜、铁线莲、剪刀股。农田为莜麦、马铃薯、

黍子、豆类、胡麻。

2）人工油松林、灌丛带：分布于北坡海拔 1250m~1600m 为人工油松林。灌木有虎榛子、河朔荛花、三裂绣线菊、山桃、山杏、蚂蚱腿子。草本植物有北苍术、马蔺、防风、蓬子菜、莎草、歪头菜、野豌豆、黄芩、玉竹、射干、兰花棘豆。

3）山地灌丛带：南坡海拔 1300m~1750m。灌木种类有枸子木、沙棘、虎榛子、三裂绣线菊、六道木、金花忍冬等，群落中混生油松、华北落叶松、白桦、山杨等乔木树种。草本植物有野古草、野豌豆、大戟、柴胡、山葱、问荆、鹿蹄草、委陵菜、风毛菊、列当、大丁草、白芷、苍术、防风、益母草等。

4）针、阔叶混交林带：阳坡 1750m~1900m，阴坡 1600m~1950m。植物组成以油松、杜松、白杆、白桦、红桦、山杨为主，灌木种类有毛樱桃、山杏、虎榛子、沙棘、卫矛、三裂绣线菊等，草本植物有苔草、狗哇花、龙胆、火绒草、委陵菜、柳叶菜、蓁艽、柴胡、扁茎花芪、早熟禾、针茅、地榆等。

5）山地草甸带：阳坡 1900m 以上，阴坡 1950m 以上。草本植物有火绒草、委陵菜、苔草、野菊、无芒雀麦、蓬子菜、臭青兰、早熟禾、针茅、地榆、铁杆蒿等。

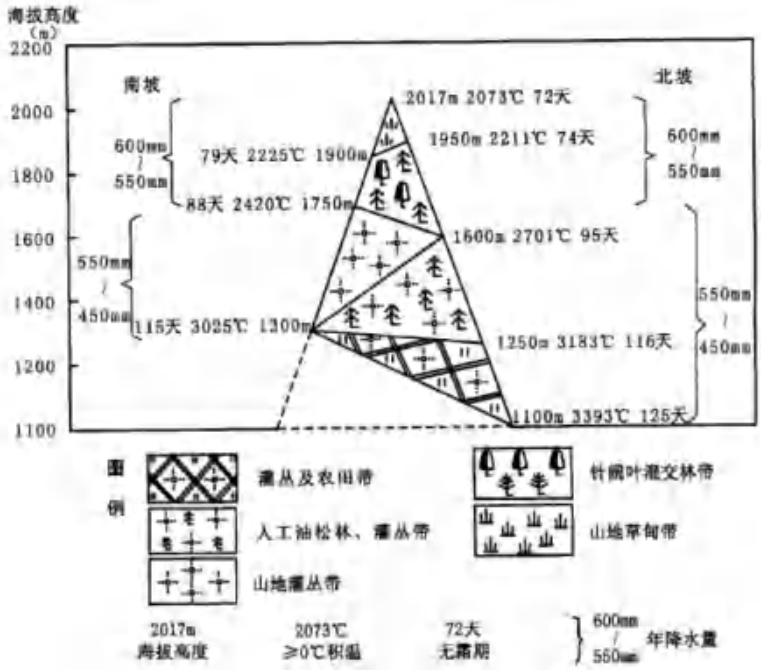


图 7.2 恒山植被垂直带谱示意图

（3）IIAa-1 太白山丘陵，油松林、桦林及次生灌草丛区

本区位于暖温带落叶阔叶林北部边缘。即灵丘县南部和繁峙县的大部分地

区。年平均气温 6℃~8℃，年降水量 450mm~500mm，≥0℃积温为 3000℃~3600℃，≥10℃积温为 2500℃~3100℃，无霜期为 120d~140d。土壤为淡褐土和山地淋溶褐土。自然植被以灌草丛，灌丛为主。主要建群有沙棘、虎榛子、三裂绣线菊、白腊叶荛花、万类、白羊草、野古草等。一些草原成分也渗入该区，如长芒草、冷蒿、百里香等。在灵邱南部荆条、酸枣形成群落，仅分布于河谷地带。该区自然森林植被残存不多，主要是油松林、山杨林及桦林，在一些山地，海拔 1800m 以上有华北落叶松分布。在灵邱县南部太白山地有小片的辽东栎林。农作物以玉米、谷子、黍、莜麦及马铃薯为多，其次为高粱、春小麦。个别地区种植冬小麦。也有少量的胡麻、油菜等油料作物，以及纤维植物麻类。在灵丘南部海拔较低的沟谷，盛产核桃、柿子、花椒。

（4）IIAa–2 五台山，具有臭冷杉的华北落叶松林及灌草丛区

本区包括五台山中高山及其周围低山、丘陵及间山盆地。海拔 1000m~3058m，植被垂直分布比较明显。气温从山基到山顶，逐渐降低，但降水量渐增，年平均气温从 7℃可降到-4℃，降水量一般只有 400mm，而山顶可达 900mm 左右。≥0℃积温，大部分地区 2000℃~3400℃，五台山顶只有 677℃。山间盆地和河谷为 3100℃~3400℃；≥10℃积温，大部分地区为 1500℃~2900℃。无霜期大部分为 75d~130d，而五台山顶只有 11d 左右。

自然植被垂直分布比较明显。天然林保存不多，有华北落叶松、青杆以及山杨、白桦分布，但在云杉中混有喜冷湿的臭冷杉是本区的特点。次生灌丛以土庄绣线菊、沙棘、虎榛子为主，以及蒿类、白羊草等，较高山地上的植物能见到蒿草、珠芽蓼、早熟禾等组成的亚高山草甸，药用植物有参、以及台菇等驰名中外。农物作以玉米、谷子、春麦为主，莜麦、马铃薯次之。

五台山是山西省最高的山峰，海拔 3058m。也是华北最高的山峰。植被垂直带明显，如图 7.3。

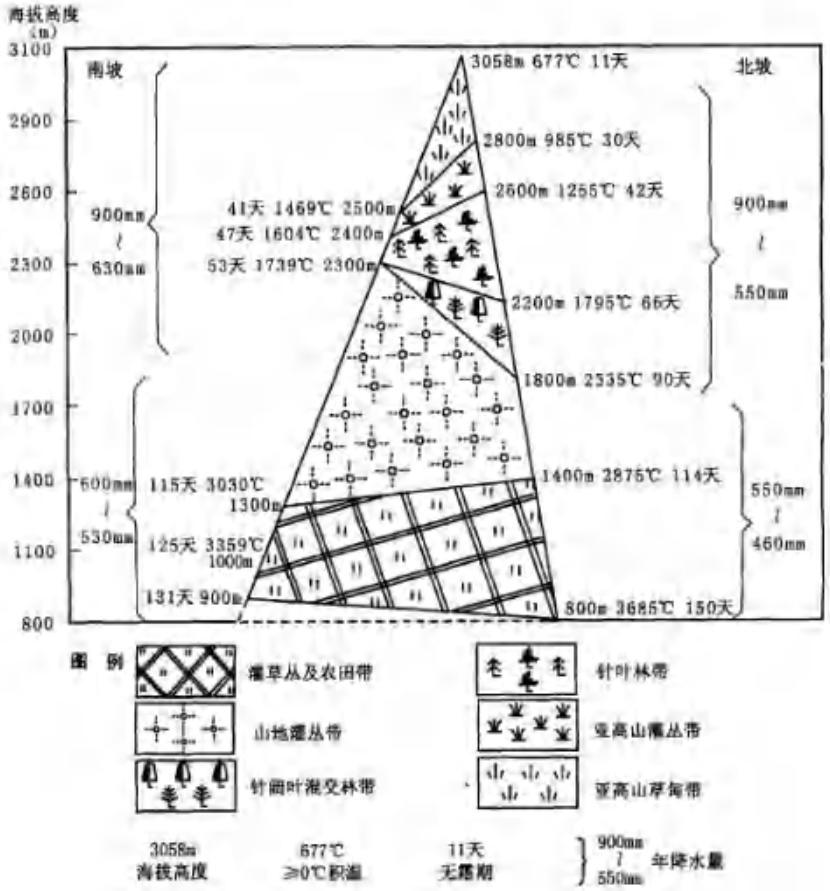


图 7.3 五台山植被垂直带谱示意图

1）灌草丛及农田带：阳坡海拔 900m~1300m，植物以白羊草、长芒草、蒿类占优势，散生荆条、酸枣。农作物有莜麦、马铃薯、蚕豆等。阴坡海拔 800m~1400m 有白羊草、扁穗鹅冠草、蒿类、针茅、野菊、三脉叶马兰、冰草。散生有荆条、蚂蚱腿子、三裂绣线菊。农作物有莜麦、马铃薯、蚕豆等。阴坡海拔 800m~1400m 有白羊草、扁穗鹅冠草、蒿类、针茅、野菊、三脉叶马兰、冰草。散生有荆条、蚂蚱腿子、三裂绣线菊。农作物有莜麦、马铃薯、蚕豆等。

2）山地灌丛带：土壤为山地褐色土。阳坡海拔 1300m~2300m，有土庄绣线菊、沙棘、黄刺玫，草本植物有白羊草、草地早熟禾、野青茅、兰花棘豆、针茅等。阴坡海拔 1400m~1800m，灌木有土庄绣线菊、蚂蚱腿子、虎榛子、二色胡枝子、沙棘、忍冬、蒙古荚速、丁香、构子木等。草本植物有藜漏、山野菊、柴胡、老鹳草、野青茅等。

3）针、阔叶混交林带：分布于阴坡海拔 1800m~2200m，土壤为淋溶褐土。乔木有青杆、华北落叶松、白桦、山杨等。灌木有沙棘、虎榛子、六道木、二色胡枝子、土庄绣线菊等。草本植物有草地早熟禾、鸢尾、马先蒿、万类、委陵菜、

糙苏、败酱等。

4）针叶林带：土壤为棕色森林土。阳坡海拔 2300m~2400m 主要为华北落叶松，次为青杆、白杆。而阴坡则为海拔 2200m~2600m，土壤湿润，分布有华北落叶松和含有臭冷杉的青杆、白杆林。灌丛有山柳、金露梅、银器梅、高山绣线菊，草本植物有地榆、唐松草、珠芽蓼、兰萼香茶菜等。

5）亚高山灌丛带：土壤为亚高山草甸土。阳坡海拔 2400m~2500m，灌木有山柳、锦鸡儿愁、金露梅、银露梅、高山绣线菊。草本植物有羊茅、草、兰花棘豆、野菊、紫苑、山萝卜、委陵菜、银莲花、地榆等。阴坡 2600m~2800m，山柳、金露梅、银器梅、箭叶锦鸡儿，草本植物有唐松草、藜漏、零零香等。

6）亚高山草甸带：2800m 以上为亚高山草甸。土壤为亚高山草甸土，其中 2500m~2700m（阳坡），主要由菊科、豆科、蔷薇科植物及混生一些苔草为主的亚高山五花草甸。阴坡 2700m 以上的北台、中台和西台地势平坦，排水不良，面积不大，年均温在 0℃左右，年降水量可达 860mm 以上，植被是以蒿草、苔草、珠芽蓼等组成的亚高山草甸。

（5）IIAa–3 系舟山、太原东部、寿阳山地丘陵，油松林及次生灌丛区

包括滹沱河以南的系舟山，寿阳、盂县西部、阳曲和太原东部等山地和黄土丘陵区。年平均气温 7℃~10.8℃，最热月平均气温 20℃~24℃，最冷月平均气温 -4℃~-10℃，≥0℃积温 3100℃~4100℃，≥10℃的年积温 2700℃~3600℃，平均无霜期 125d~170d，全年太阳辐射量 585.76kJ/cm^2 左右，年日照时数 2600h~2900h，平均年降水降 500mm~600mm。本区土壤主要为淡褐土性土，较高处为山地淡褐土。自然植被主要为油松林，在局部地段尚有灌木状辽东栎矮林。由于森林植被破坏严重，现状植被以次生灌丛为主。主要是沙棘、荆条、虎榛子和蚂蚱腿子等灌丛，荆条、酸枣，白羊草灌草丛，以及白羊草、蒿类草丛。农作物以玉米、谷子等杂粮为主，其次有马铃薯、大豆、莜麦等秋杂作物，一般种植冬小麦能安全越冬。栽培果树有苹果、梨、枣等。

（6）IIAb–1 阳泉盆地，次生灌丛及谷子、小麦、玉米为主的两年三熟栽培植被区

本区包括阳泉盆地及盂县、寿阳、昔阳的部分低山丘陵区。山地丘陵海拔 1200m~1600m，盆地海拔 700m~1000m。山地基岩裸露，侵蚀强烈、以石灰岩为主。盆地内有三趾马红土、黄土和第四纪河湖相沉积物堆积。盆地边缘为梁状丘

陵及砂页岩山地。土壤为山地褐土，盆地为淡褐土。

本区热量资源比周围地区较丰富，年平均气温 7℃~13.5℃，其中盆地 9℃~13℃；年降水量 450mm~580mm，≥0℃年积温为 3600℃~4400℃，其中阳泉盆地为 4100℃~4400℃；≥10℃积温为 2700℃~3900℃，其中阳泉盆地为 3500℃~3900℃，无霜期 150d~175d。农作物两年三熟，尤以盆地较稳定。

自然植被在山地有辽东栎林和油松林分布。是我省栓皮栎分布的北界，偶见零星植株，低山部分曾有栓皮栎、橿子栎的记载。但大部分地段森林植被已破坏殆尽，代之以灌丛和灌草丛。灌丛主要分布在基岩裸露的山地和盆地边缘的山地、丘陵地段，常见的有荆条灌丛、蚂蚱腿子灌丛、三裂绣线菊灌丛、虎榛子灌丛、野皂角灌丛、白刺花灌丛、黄刺玫灌丛等。灌丛破坏的后形成由白羊草、铁杆蒿为优势种的草丛，或与上述灌木种类组成的灌草丛。药用植物有荛花、远志等。农作物以玉米、小麦、谷子为主，其次为高粱、大豆和薯类等，为二年三熟栽培植被区。栽培经济植物有花椒、核桃、苹果等。从热量条件分析，盆地内可种植特早熟棉花。

7.2.3.1 植被样方调查

（1）样方布点情况

1）样方布设

本次调查重点施工区域（如线路穿（跨）越生态保护红线等）为中心，向四周辐射调查。调查时采用线路调查与样方调查相结合的方式进行，即在生态影响评价区内按不同方向选择具有代表性的线路沿线进行调查，沿途记录植物种类等，对集中分布的植物群落进行样方调查，共选取 36 个样方进行植被群系调查。样方调查点位示意图见附图 5。

2）样地选择和布设原则

①山西忻州北 500kV 输变电工程途经忻州市代县、五台县，阳泉市盂县、郊区，朔州市应县，大同市浑源县、云州区。新建 500kV 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、五台山生物多样性维护生态保护红线、太行山水源涵养生态保护红线，线路一档跨越盂县梁家寨省级湿地公园（恢复重建区），不在湿地公园内立塔。

②植被调查取样的目的是要通过样方的研究，推测评价区植被的总体，所选

取的样方应具有代表性，在相应的评价等级范围内达到导则规定的样方数量外能通过尽可能少的抽样获得较为准确的有关总体的特征。

③根据各区域实际情况适当安排，如在生态系统类型交错和复杂的区域可适当增加样地个数，在类型单一的区域可适当减少样地个数。

④样地选择应在生态系统类型一致的平或相对均缓坡面上。

⑤对于均一样地，样方布设应在区域内进行简单随机抽样代替整体分布。

⑥对于非均一样地，应根据样地内空间异质程度进行分层抽样，要求层内相对均一，并在层内进行局部均匀采样，表达各层的参数。

⑦根据不同植被类型设置不同样方大小，乔木林地大小为 20m×20m，灌丛大小为 5m×5m，草本植物样方大小为 1m×1m。

（2）样方设置代表性及合理性

本项目为线性工程，《环境影响评价技术导则生态影响》（HJ19-2022）进行分段评价，本项目新建 500kV 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、五台山生物多样性维护生态保护红线、太行山水源涵养生态保护红线生态影响评价等级为二级；其余区段生态影响评价等级为三级。按照生态导则要求，二级评价中主要植被群落调查的数量每种不少于 3 个。

根据文献资料和遥感解译分析结合现场实际调查确定二级评价区内的主要植被群落共需要布设调查 33 个植物样方，实际调查中共设置了 36 个植物样方。因此，本次调查植物样方的设置符合生态导则的数量要求，具体详见下表 7.4。

表7.4植物样方数量符合性

评价等级	主要植被群落	需布设的植物样方数量	实际布设的植物样方数量	符合性
二级评价	11	33	36	符合

因此以上样方调查符合《环境影响评价技术导则生态影响》（HJ19-2022）生态现状调查的要求。

（3）植被样方调查

在实地调查的基础上，结合生态影响评价区植被情况，确定典型的群落地段，采用典型样方法进行群落调查。根据评价区群落特点，乔木群落样方面积设置为 20m×20m，灌丛样方面积设置为 5m×5m，灌草丛样方面积设置为 1m×1m，记录样方内所有植物种类，选取的植物群落应涵盖针叶林、阔叶林、灌丛及草丛等常见且具有代表性的类型。

本项目新建 500kV 输电线路涉及生态保护红线主要以油松林、华北落叶松林、辽东栎（蒙古栎）林、小叶杨林、榆树林、刺槐林、胡枝子灌丛、沙棘灌丛、荆条灌丛、蒿类草丛、西伯利亚三毛草草甸等群落为主，共设置了 36 个样方。

表 7.5 样方设置情况汇总表

序号	植被类型	经度	纬度	样方大小
1	油松林	113.6273	39.90147	20m×20m
2		113.5847	39.80256	20m×20m
3		113.3723	39.66344	20m×20m
4		113.1091	39.02205	20m×20m
5	华北落叶松林	113.1251	39.31424	20m×20m
6		113.1774	39.32908	20m×20m
7		113.179	38.93854	20m×20m
8	辽东栎（蒙古栎）林	113.4045	38.44921	20m×20m
9		113.5246	38.22893	20m×20m
10		113.4717	38.26271	20m×20m
11	小叶杨林	113.3745	39.67279	20m×20m
12		113.2475	38.85079	20m×20m
13		113.6124	38.04009	20m×20m
14	榆树林	113.3709	39.66626	20m×20m
15		113.2461	38.85166	20m×20m
16		113.4716	38.26352	20m×20m
17	刺槐林	113.1479	38.9918	20m×20m
18		113.6065	38.01754	20m×20m
19		113.2878	38.82203	20m×20m
20	胡枝子灌丛	113.1787	38.93807	5m×5m
21		113.1814	38.93363	5m×5m
22		113.4399	38.29602	5m×5m
23		113.5596	38.12274	5m×5m
24	沙棘灌丛	113.2873	38.82157	5m×5m
25		113.2901	38.77157	5m×5m
26		113.1773	39.32925	5m×5m
27	荆条灌丛	113.6062	38.01975	5m×5m
28		113.4717	38.26293	5m×5m
29		113.4396	38.32092	5m×5m
30	蒿类草丛	113.4045	38.44921	1m×1m
31		113.2798	39.57641	1m×1m
32		113.2983	39.60797	1m×1m
33	西伯利亚三毛草草甸	113.371	39.66051	1m×1m
34		113.1474	38.99147	1m×1m
35		113.5409	38.19713	1m×1m
36		113.6383	39.89557	1m×1m

（4）样方调查内容

乔木层调查记录树种的组成、株数、胸径、树高、郁闭度等，灌木层调查记录物种组成、株数、地径、树高、盖度等，草本记录物种组成、多度、高度、盖度等。多度采用 Drude 的七级制表示，根据野外调查的数量估测，七个等级分别为：Soc（极多，植物地上部分郁闭）、Cop^3（数量较多）、Cop^2（数量多）、Cop^1（数量尚多）、Sp（数量不多而分散）、Sol（数量很少而稀疏）、Un（个别或单株）。

对于不确定的植物采集样本查阅《山西植物志》、《山西植被》等资料确认。样方记录见附表 3。

（5）植物群落调查结果

根据现场调查，36 个样方涉及植被群系包括 11 种：油松林、华北落叶松林、辽东栎（蒙古栎）林、小叶杨林、榆树林、刺槐林、胡枝子灌丛、沙棘灌丛、荆条灌丛、蒿类草丛、西伯利亚三毛草草甸。另外分布有农业植被——玉米、小麦、豆类、薯类等粮食作物等。依据《中国植被分类系统修订方案》（郭柯等，植物生态学报，2020 年）的植被类型划分，植被类型分为 4 个植被型组、6 个植被型、5 个植被亚型、12 个群系类型，详见表 7.7。

表 7.7 植被群落调查结果表

序号	植被型组	植被类型	植被亚型	植被群系	分布区域	项目占用情况	
						占用面积（hm^2）	占用比例
1	森林	常绿针叶林	温性常绿针叶林	油松林	分布沿线在丘陵山地	14.99	0.05%
2		落叶针叶林	寒温性与温性落叶针叶林	华北落叶松林	分布沿线在丘陵山地	3.84	0.01%
3		落叶阔叶林	温性落叶阔叶林	辽东栎（蒙古栎）林	分布沿线在丘陵山地	4.38	0.02%
4				小叶杨林	分布在沿线村庄周边山地	2.34	0.01%
5				刺槐林	分布在沿线村庄周边山地	/	/
6				榆树林	分布在沿线村庄周边山地	0.02	0.00%
7	灌丛	落叶阔叶灌丛	温性落叶阔叶灌丛	沙棘灌丛	分布在沿线丘陵山地坡下段或沟谷间	83.18	0.29%
8				荆条灌丛			
9				胡枝子灌丛			
10	草本植被	丛生草类草地	丛生草类草甸草原	蒿类草丛	分布在陡坡不宜造林区域，以及丘陵造林地块的	3.94	0.01%
11				西伯利亚三			

				毛草草甸	田坎周边		
12	农业植被	粮食作物	/	玉米、小麦、豆类、薯类等粮食作物	分布在村落周边的海拔较低的山坡上	44.29	0.15%

各样方的植物群系特征如下：

1）油松林

油松林是华北地区温性针叶林的代表类型，在山西省从南到北广泛分布，面积大，油松林占全省林地总面积的 32.6%。凡海拔 800m~1800m 的低、中山地均能良好生长，其中多分布于 1200m~1600m，1800m 以上的天然油松林分布很少。阳坡、半阳坡的油松林分布高度可达海拔 2000m 左右，但因气温偏低，生长不良。在高海拔的山脊由于山高风大，寒冷则生长不良。通过现场样方 1~4 调查可知，油松林大多为纯林，群落外貌较整齐，层次分明，郁闭度 70%~90%。林下灌木植被有虎榛子、沙棘、照山白、绣线菊等；草本层植物种类多样，以菊科、莎草科、毛茛科、唇形科及禾本科植物为多。

油松林比较稳定，破坏后成为疏林，或演替为油松、山杨、桦混交林，或油松、辽东栎（蒙古栎）混交林。经封山育林，仍可恢复成油松林。油松林材质优良，富松脂是很好的用材和经济树种；油松林具有耐干旱、耐贫瘠的特点，根系发达，适应性强，是广大地区最主要的水土保持造林的树种之一。

图 7.4 本项目沿线涉及的油松林

2）华北落叶松林

华北落叶松喜光，耐寒冷，适生于湿润凉爽的气候。山西省现有华北落叶松林是天然次生林，是我省中山以上垂直地带性的主要植被类型。通过现场样方 5~7 调查可知，该群落外貌整齐呈浅绿色，高 6m~9m，胸径 8cm~12cm，乔木层郁闭度 60%~80%。林下灌木稀疏，主要有绣线菊、胡枝子等；草木层以茜草和

蒿草为主，其次还有毛地黄、紫花地丁等。

华北落叶松林是山西省的重要用材林，华北落叶松是山地中山及北部地区速生丰产造林树种，适合于海拔 1400m 以上山地造林选用。近年来在低海拔地区试验、亦能较好生长。生长快，也稍耐瘠薄土壤。木材良好，材质坚硬，耐腐蚀、用途广，有较高的经济价值，树皮含单宁可提练化工产品。同时，对绿化山区，保持水土，改善环境，均有显著效能。

图 7.5 本项目沿线涉及的华北落叶林

3）辽东栎（蒙古栎）林

辽东栎学名蒙古栎，辽东栎（蒙古栎）林是暖温带落叶阔林区域典型地带性植被类型之一，在山西分布很广。其群落垂直分布为海拔 800m~2000m，2000m~2200m 则有零星生长。在低海拔区生长的地形部位多在山梁、山顶附近。海拔 1200m~2000m 是主要为分布地带。多生长在阳坡、半阳坡，且多成纯林。阴坡、沟谷地带也有分布，常与白桦、山杨，或油松等混交，组成阔叶混交林，或针阔混交林。通过现场样方 8~10 调查可知，辽东栎（蒙古栎）林郁闭度 40%~60%，胸径 6cm~8cm，高达 3m~7m。辽东栎（蒙古栎）林中多混生有油松、小叶杨、榆树等。灌木层有沙棘、虎榛子、绣线菊、荆条、照山白等。草本植物以蒿草占优势，其次有鹅观草、紫花地丁、劲唐松草等。

辽东栎（蒙古栎）是深根性、阳性至中性阔叶树种，又是寿命长而较稳定的森林群落，具有很大的生态效益和一定的经济价值。耐干旱、瘠薄，在石质阳坡和干旱山脊都能生长，辽东栎（蒙古栎）具有抗风、固沙、保持水土的良好性能。所以是暖温带落叶阔叶林地带顶极群的建群树种。

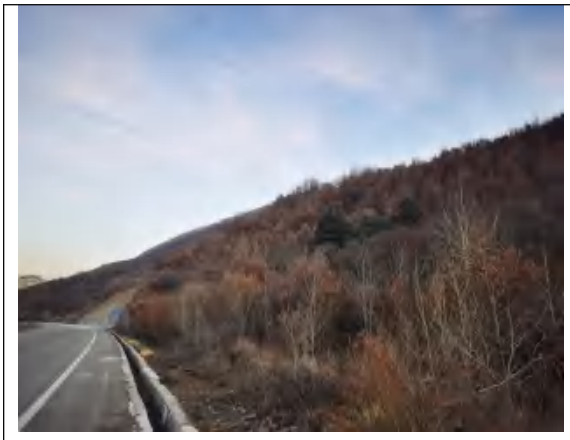


图 7.6 本项目沿线涉及的辽东栎（蒙古栎）林

4）小叶杨林

小叶杨林是山西省恒山以南，海拔 1400m~2l00m 山地，广泛分布的次生落叶阔叶林，多分布在阴坡湿润土壤，或阳坡光照充足的地方。小叶杨林多为小片纯林，也与油松、辽东栎（蒙古栎）组成混交林。小叶杨林是一种更新和演替变化比较快的森林植物群落，是适应性广，生长快、为群众喜爱的速生用材树种。通过现场样方 11~13 调查可知，小叶杨高 8m~12m，胸径 15cm~20cm，外貌整齐、树干通直。林下灌木有沙棘、绣线菊、虎榛子等。草本植物以蒿类为主。

图 7.7 本项目沿线涉及的小叶杨林

5）榆树林

榆树多在公路和村庄周围成带或零星种植，且面积大小不一，或带状，或团状。通过现场样方 14~16 调查可知，该群落郁闭度 60%~80%，树高 8m~l0m。林下灌木主要有沙棘、绣线菊、胡枝子等。林下草本植物常见有西伯利亚三毛草、蒿类等。

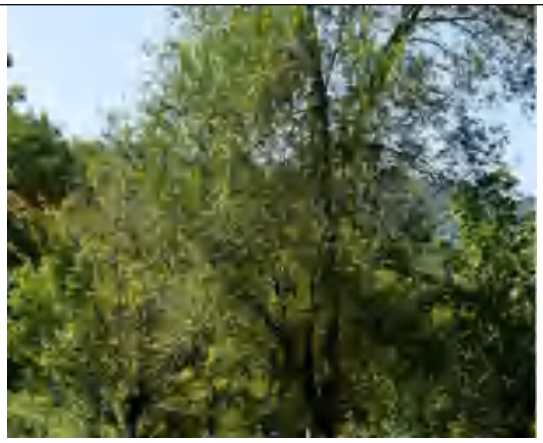


图 7.8 本项目沿线涉及的榆树林

6）刺槐林

刺槐林在铁路、公路和村庄周围成带或零星种植，且面积大小不一，或带状，或团状。通过现场样方 17~19 调查可知，刺槐林郁闭度 60%~80%，树高 10m 左右，胸径一般 10cm~18cm。灌木常见有沙棘、胡枝子等。草本植物有白羊草、铁杆蒿、沙蒿、黄花蒿等。

图 7.9 本项目沿线涉及的刺槐林

7）沙棘灌丛

沙棘灌丛分布广，面积大，适应性强。沙棘高度一般为 1m~2m。在破坏严重，生境条件较差的地带高度则为 0.4m~0.9m。群落外貌呈灰绿色。通过现场样方 24-26 调查可知，沙棘灌丛的总盖度达 70%~90%，灌木层的分盖度可达 50%以上，伴生灌木主要是胡枝子、绣线菊、照山白、等。草本层盖度 20%~30%，以蒿类为主还伴有狗牙根、山麦冬、茜草、大蓟、狗尾草等。

图 7.10 本项目沿线涉及的沙棘灌丛

8）荆条灌丛

通过现场样方 27~29 调查可知，荆条高一般为 0.5m~1.0m，黄刺玫灌丛总覆盖度为 40%~80%，灌木层的分盖度为 50%~80%，伴生灌木有刺榆、绣线菊、照山白、沙棘等。草本层盖度 40%~60%，主要有：铁杆蒿、狗尾草、鬼针草、蒲公英、山芝麻、紫菀等。

图 7.11 本项目沿线涉及的荆条灌丛

9）胡枝子灌丛

胡枝子灌丛分布广，面积大，适应性强。胡枝子高度一般为 1m~1.5m。在群落外貌呈灰绿色。通过现场样方 20-23 调查可知，沙棘灌丛的总盖度达 40%~60%，灌木层的分盖度可达 30%以上，伴生灌木主要是沙棘、绣线菊、照山白等。草本层盖度 20%~30%，以蒿类为主还伴有益母草、威灵仙、西伯利亚三毛草、狗尾草、茵陈、蒲公英。

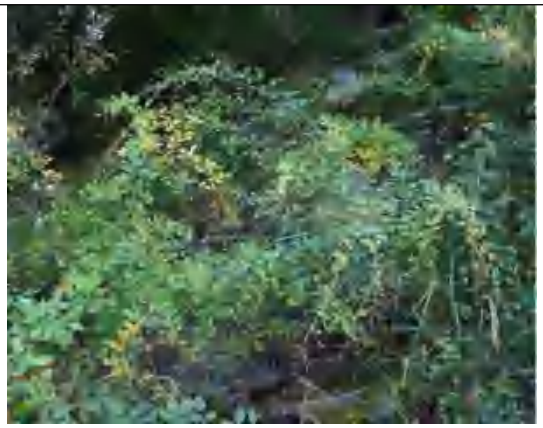


图 7.12 本项目沿线涉及的胡枝子灌丛

10）蒿类草丛

蒿类草丛是由菊科半灌木铁杆蒿、黄花蒿占优势组成的植物群落类型。其中铁杆蒿为半灌木，根系发达，根系主要分布在 10cm 以下，但主根可深达 30cm，抗旱能力较强。其结实量大，种子繁殖和根蘖性能力均很强。通过现场样方 30~32 调查可知，以铁杆蒿为单优势种组成的群落，群落总覆盖度一般为 50%~70%。铁杆蒿高 30cm~50cm，分盖度 35%~45%。伴生植物种有黄花蒿、野艾蒿、狗牙根等。

图 7.13 本项目沿线涉及的蒿类灌丛

11）西伯利亚三毛草草甸

通过现场样方 33~36 调查可知，群落覆盖度一般在 30%以上。主要种类有西伯利亚三毛草。草层高度一般 10cm~20cm。伴生种类也很多，以蒿草为主，还主要种类有沙蒿、铁杆蒿、狗尾草、唐松草等。

图 7.14 本项目沿线涉及的西伯利亚三毛草草甸

（6）植被类型统计

通过对本项目周边植被调查，主要植被类型可划分为 4 个植被型组、6 个植被型、5 个植被亚型、12 个群系类型。对生态影响评价范围遥感影像数据进行解译，得到本项目生态影响评价区植被类型见附图 6，评价范围有植被区域面积 27735.06hm^2，约占评价区 96.22%，其中面积最大的为荆条、沙棘等灌丛，面积为 12114.18hm^2，约占评价区 42.03%，其次为耕地种植的农业植物，面积为 6247.46hm^2，约占 21.67%，其后依次为油松、华北落叶松等，分别占比 14.58%、6.14%。无植被区域面积 1090.48hm^2，约占评价区 3.78%。评价区域植被类型分布情况详见表 7.8。

表 7.8 本项目生态影响评价区内植被类型面积统计表

序号	植被型组	植被类型	植被亚型	植被群系	面积（hm^2）	比例
1	森林	常绿针叶林	温性常绿针叶林	油松林	4202.49	14.58%
2		落叶针叶林	寒温性与温性落叶针叶林	华北落叶松林	1770.03	6.14%
3		落叶阔叶林	温性落叶阔叶林	辽东栎（蒙古栎）林	1198.81	4.16%
4				小叶杨林	1431.60	4.97%
5				刺槐林	23.94	0.08%
6				榆树林	45.69	0.16%
7	灌丛	落叶阔叶灌丛	温性落叶阔叶灌丛	沙棘灌丛	12114.18	42.03%
8				胡枝子灌丛		
9				荆条灌丛		
10	草本植被	丛生草类草地	丛生草类草甸草原	蒿类草丛	700.8791	2.43%
11				西伯利亚三毛草草甸		
12	农业植被	粮食作物	/	玉米、小麦、豆类、薯类等粮食作物	6247.46	21.67%

小计	27735.06	96.22%
无植被区域	1090.48	3.78%
合计	28825.54	100.00%

注：植被类型分类系统采用《中国植被分类系统修订方案》（郭柯等，植物生态学报，2020 年）。

7.2.3.3 植被覆盖度遥感解译

采用《环境影响评价技术导则生态影响》（HJ19-2022）附录 C 中推荐的基于遥感估算植被覆盖度方法—植被指数法。植被指数法主要是通过对各像元中植被类型及分布特征的分析，建立植被指数与植被覆盖度的转换关系。采用归一化植被指数（NDVI）估算植被覆盖度的方法如下：

$$FVC=（NDVI-NDVI_s）/（NDVI_v-NDVI_s）$$

式中：FVC——所计算像元的植被覆盖度；

$NDVI$——所计算像元的 NDVI 值；

$NDVI_v$——纯植物像元的 NDVI 值；

$NDVI_s$——完全无植被覆盖像元的 NDVI 值。

根据上述公式，利用 ARCGIS 中的栅格计算器来计算覆盖度，得到了评价区的植被覆盖度图，详见示意图附图 7。

区域植被覆盖度分级及面积统计见表 7.9。

表 7.9 本项目生态影响评价范围内植被覆盖度面积统计

覆盖度	面积（hm^2）	比例
I 低覆盖度：＜10%	3752.13	13.02%
II 较低覆盖度：10%~30%	12306.14	42.69%
III 中等覆盖度：30%~50%	8161.28	28.31%
IV 较高覆盖度：50%~70%	2883.46	10.00%
V 高覆盖度：≥70%	1722.53	5.98%
合计	28825.16	100.00%

根据遥感影像解译结果可知，其中低覆盖度（＜10%）面积为 3752.13hm^2，占总评价范围的 13.02%；较低覆盖度（10%~30%）面积为 12306.14hm^2，占总评价范围的 42.69%；中等覆盖度（30%~50%）面积为 8161.28hm^2，占总评价范围的 28.31%；较高覆盖度（50%~70%）面积为 2883.46hm^2，占总评价范围的 10.00%；高覆盖度（≥70%）面积为 1722.53hm^2，占总评价范围的 5.98%。

7.2.3.4 生物量估算

植被的生物量是指一定地段面积内植物群落在某一时期生存着的活有机物质之重量，以 t/hm^2 表示。

根据《山西省森林植被生物量和碳储量估算研究》（卢景龙等，中国农学通报，2012 年 31 期），研究了山西省不同森林植被类型的生物量，其研究结果对于本项目生物量估算具有参考价值。根据其研究结果，本项目油松林参考其中“油松”生物量（44.5434t/hm^2），华北落叶松林参考其中“落叶松”的生物量（77.5849t/hm^2），辽东栎（蒙古栎）林参考其中“栎类”生物量（68.5708t/hm^2），小叶杨林参考其中“杨树”生物量（46.9499t/hm^2），刺槐林参考其中“刺槐”生物量（17.5096t/hm^2），榆树林参考其中“硬阔类”生物量（31.5486t/hm^2）。

根据《中国北方温带灌丛生物量的分布及其与环境的关系》（杨弦等，植物生态学报，2017 年 01 期）可知，温带落叶灌丛平均生物量分别为 14.4t/hm^2，本项目参考该参数估算灌丛生物量。

本项目生物量估算中草地植被单位面积生物量引用《山西 4 类主要天然草地的生物量空间分布特征》（任敏等，草业科学，2017 年 11 期）中各草地类型中的最高生物量 270.77g/m^2，换算为 2.71t/hm^2。

考虑粮耕地区域农作物具有连续耕作、收获特征，其生物量不予估算。本项目生态影响评价区内各植被类型生物量估算结果见表 7.10 所示。

根据估算，评价区内生物量总计为 652141.34t，其中生物量分配最大的是油松林，占总生物量的 28.70%，其次为灌丛、华北落叶松林、辽东栎（蒙古栎）林等，分别占总生物量的 26.75%、21.06%、12.61%。

表 7.10 本项目生态影响评价范围内植物生物量估算

序号	植被群系	面积（hm^2）	单位面积生物量 t/hm^2	合计（t）	比例
1	油松林	4202.49	44.5434	187193.11	28.70%
2	华北落叶松林	1770.03	77.5849	137327.35	21.06%
3	辽东栎（蒙古栎）林	1198.81	68.5708	82203.42	12.61%
4	小叶杨林	1431.60	46.9499	67213.45	10.31%
5	刺槐林	23.94	17.5096	419.10	0.06%
6	榆树林	45.69	31.5486	1441.34	0.22%
7	沙棘灌丛	12114.18	14.4	174444.19	26.75%
8	胡枝子灌丛				
9	荆条灌丛				
10	蒿类草丛	700.8791	2.71	1899.38	0.29%
11	西伯利亚三毛草草甸				
总计		21487.61	/	652141.34	100.00%

7.2.3.5 古树名木

通过查阅资料、咨询当地林业部门及现场勘察，本项目生态影响评价范围无古树名木存在，因此项目建设对古树名木无影响。

7.2.3.6 重要物种（植物）

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。

对照《山西省重点保护野生植物名录》（晋政函〔2023〕126 号），本项目生态影响评价范围现场调查到山西省重点保护野生植物 1 种——鹿蹄草（P*yrola calliantha*）。

对照《中国生物多样性红色名录—高等植物卷（2020）》，本项目生态影响评价范围现场调查到易危（VU）物种 1 种——华北落叶松（L*arix gmelinii var. principis-rupprechtii (Mayr) Pilg.*），但主要为人工造林树种。

此外，对照《中国生物多样性红色名录—高等植物卷（2020）》，本项目生态影响评价范围现场调查到的特有种油松（P*inus tabulaeformis*）、华北落叶松（L*arix gmelinii var. principis-rupprechtii (Mayr) Pilg.*）、云杉（P*icea asperata*）、百里香（T*hymus mongolicus*）、早熟禾（P*oa sphondylodes*）、河朔荛花（W*ikstroemia chamaedaphne*）等，均为区域内广泛分布的物种或造林树种，不具有地方特有性，本次评价不列入特有树种。

表 7.11 本项目生态影响评价范围重要野生植物调查结果统计表

序号	物种名称（中文名/拉丁名）	保护级别	濒危等级	特有种（是/否）	极小种群野生植物（是/否）	分布区域	资料来源	项目占用情况（是/否）
1	华北落叶松 Larix gmelinii var.principis-rupprechtii(Mayr) Pilg.	/	VU	是	否	散布在沿线在丘陵山地	现场调查	是，本期线路工程占用华北落叶松林 3.84hm^2
2	鹿蹄草 Pyrola calliantha	省级	LC	否	否	散布在沿线在丘陵山地	现场调查	否

7.2.4 陆生动物调查

7.2.4.1 调查研究方法

本次调查重点针对输电线路涉及生态保护红线评价范围，以及输电线路临近应县南山省级自然保护区、镇子梁省级湿地公园和盂县梁家寨省级湿地公园，对其内陆生脊椎动物进行较全面的调查。调查研究方法包括文献分析、访谈调查和样线调查。

（1）文献分析

利用各种渠道广泛收集评价范围内的野生动物背景资料，主要包括野生脊椎动物的资料和分布信息。这些信息资料涵盖了两栖类、爬行类、鸟类和哺乳类动物的种类、地理分布、丰富度，另外还检索有关动物的国内、国际保护地位等信息，这些信息资料是本文的重要数据来源之一。参考《山西野生动物野外调查识别图鉴》（山西人民出版社，2013 年）、《山西省常见陆栖脊椎动物图鉴》（山西科学技术出版社，2016 年）、《应县南山自然保护区总体规划》、《五台山风景名胜区总体规划（2020-2035》、《镇子梁省级湿地公园总体规划》、《盂县梁家寨省级湿地公园总体规划》等权威资料。

在实地调查的基础上，分析本项目生态影响评价范围野生动物物种多样性和重点保护动物现状，收集重要物种的相关资料，同时调查重要物种及其主要生境与本项目的关系。

（2）访谈调查

访谈法是一种重要的动物学调查方法。许多野生动物行迹隐蔽，野外难以发现，需要长期的调查才能掌握有关情况。本次生态评价范围及其周边居民长期生活在这里，对野生动物的种类、数量、历史动态等有一定的了解。调查过程中，调查人员对评价范围内的林业管理人员、经常上山活动的当地村民进行访谈。访谈时，先让访谈对象列举在当地见过哪些动物，在请其初步描述动物的形态特征和生活习性，最后提供动物图片供其辨认以确定具体种类。访谈时，调查人员避免诱导性提问，尽可能获得客观信息。调查人员对访谈对象提供的信息进行综合分析，确定物种的有无情况。访谈法可以快速了解野生动物在调查范围内的种类、分布情况及大致数量等信息，是对野外调查的重要补充，有利于了解整个评价范围的动物资源状况。

（3）样线调查

1）样线设置及代表性、合理性

项目组在输电线路沿线涉及生态保护红线以及临近应县南山省级自然保护区、镇子梁省级湿地公园和盂县梁家寨省级湿地公园内设置了调查样线进行野生动物开展现场调查。

野生动物样线调查共设置了 13 个调查区段，共计 17 条样线，涵盖沿线全部生态敏感区，生态保护红线 12 段，南山省级自然保护区单独 1 段，镇子梁湿地公园和梁家寨湿地公园分别包含在第一段和第十段生态保护红线段。

17 条样线涵盖了生态敏感区范围主要生境类型，包括森林、灌草丛、湿地等 3 种生境类型，同时确保每种生境类型设置的野生动物调查样线数量不少于 3 条的要求，其中在森林生境中设置 11 条（样线 6、7、8、9、10、11、12、13、15、16、17），灌草丛生境中设置 15 条（样线 2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、15、16、17），湿地生境中设置 4 条（样线 1、9、12、14），调查样线布置具体见表 7.12 和示意图见附图 8。

2）样线调查技术方案

本次调查所设的调查样线综合考虑野生动物不同类群的生活习性、地形条件、植被覆盖和人为干扰程度等因素，尽可能穿越当地野生动物的不同生境类型。哺乳类在样线两侧约 20m 的范围内进行调查，观察动物实体、痕迹、粪便；鸟类在样线两侧 200m 范围内进行调查，以观察鸟类实体、分辨鸣声为主；两栖类和爬行类动物在样线两侧 20m 以内开展调查，重点调查河流边缘等地带。整个动物调查过程的调查时段主要为清晨和傍晚，其中鸟类和哺乳类动物观察集中在清晨（6：00~10：00）和下午（17：00~20：00），两栖类调查集中在夜间（20：00~24：00）。调查内容涉及动物足迹、粪便、卧迹、食迹、毛发、巢穴和叫声等。调查人员以 1km/h~1.5km/h 的速度记录样线附近所观察到的所有动物，记录物种名称、生境等信息。

表 7.12 动物样线设置情况表

调查区段		样线编号	生境类型
1	第一段生态保护红线及镇子梁省级湿地公园	样线 1	湿地（水库，镇子梁省级湿地公园）
		样线 2	灌草丛
		样线 3	灌草丛
2	第二段生态保护红线	样线 4	灌草丛

3	第三段生态保护红线	样线 5	灌草丛
4	第四段生态保护红线	样线 6	森林、灌草丛
5	临近南山省级自然保护区	样线 7	森林、灌草丛
6	第五段生态保护红线	样线 8	森林、灌草丛
		样线 9	森林、灌草丛、湿地（河沟）
7	第六段生态保护红线	样线 10	森林、灌草丛
8	第七段生态保护红线	样线 11	森林、灌草丛
9	第八段生态保护红线	样线 12	森林、灌草丛、湿地（河沟）
10	第九段生态保护红线	样线 13	森林、灌草丛
11	第十段生态保护红线及盂县梁家寨省级湿地公园	样线 14	湿地（河流，梁家寨省级湿地公园）
		样线 15	森林、灌草丛
12	第十一段生态保护红线	样线 16	森林、灌草丛
13	第十二段生态保护红线	样线 17	森林、灌草丛

7.2.4.2 调查结果

（1）第一段生态保护红线及镇子梁省级湿地公园区段

通过对第一段生态保护红线及镇子梁省级湿地公园区段的调查（样线 1~3），其中兽类 2 目 2 科 2 属 2 种；鸟类 2 目 3 科 3 属 3 种；两栖类 1 目 1 科 1 属 1 种；爬行类 1 目 2 科 3 属 3 种。现场调查期间未发现国家重点保护野生动物及濒危物种，山西省重点保护野生动物 1 种---白条锦蛇（Elaphedione）；特有种 2 种，分别为黄腹山雀（Parusvenustulus）和北草蜥（Takydromusseptentrionalis）。

表 7.13 动物现场调查结果

目	科	属	种名	保护级别	濒危等级	特有种（是/否）
一、哺乳纲（兽类）						
兔形目 Lagomorpha	兔科 Leporidae	兔属 Lepus	草兔 Lepuscapensis	/	LC	否
啮齿目 Rodentia	鼠科 Muridae	鼠属 Rattus	褐家鼠 Rattusnorvegicus	/	LC	否
二、鸟纲（鸟类）						
鸡形目 Galliformes	雉科 Phasianidae	雉属 Phasianus	雉鸡 Phasianuscolchicus	/	LC	否
雀形目 Passeriformes	山雀科 Paridae	山雀属 Parus	黄腹山雀 Parusvenustulus	/	LC	是
	雀科 Ploceidae	麻雀属 Passer	麻雀 Passermontanus	/	LC	否
三、两栖纲（两栖类）						
无尾目 Anura	蟾蜍科 Bufonidae	蟾蜍属 Bufo	中华蟾蜍 Bufogargarizans	/	LC	否
四、爬行纲（爬行类）						
有鳞目 Squamata	游蛇科 Colubrida	锦蛇属 Elaphe	白条锦蛇 Elaphedione	省级	LC	否
	蜥蜴科 Lacertidae	麻蜥属 Eremias	山地麻蜥 Eremiasbrenchleyi	/	LC	否

		草蜥属 Takydromus	北草蜥 Takydromusseptentrionalis	/	LC	是

注：1、保护级别依据《国家重点保护野生动物名录（2021）》、《山西省重点保护野生动物名录》（晋政函〔2020〕168 号，2020-12-21）；2、濒危等级和特有种依据《中国生物多样性红色名录》：（无危(LC)、极危(CR)、濒危(EN)、野外灭绝(EW)、绝灭(EX)、近危(NT)、地区灭绝(RE)、易危(VU)）。

同时根据《镇子梁省级湿地公园总体规划》及相关报告，镇子梁水库偶见有黑鹳、大天鹅等国家一、二级保护鸟类，现场调查期间未发现。本项目输电线路位于镇子梁省级湿地公园东侧 350m，中间隔着镇子梁村庄和农田，项目建设不占用镇子梁湿地生境，对其影响有限。

表 7.14 资料调查结果

目	科	属	种名	保护级别	濒危等级	特有种（是/否）
鸟纲（鸟类）						
鹳形目 Ciconiiformes	鹳科 Ciconiidae	鹳属 Ciconia	黑鹳 Ciconianigra	国家 I 级	VU	否
雁形目 Anseriformes	鸭科 Anatidae	天鹅属 Cygnus	大天鹅 Cygnuscygnus	国家 II 级	NT	否

（2）第二段生态保护红线区段

通过对第二段生态保护红线区段的调查（样线 4），其中兽类 1 目 1 科 1 属 1 种；鸟类 2 目 2 科 2 属 2 种；无两栖类动物；爬行类 1 目 1 科 2 属 2 种。现场调查期间未发现国家和地方重点保护野生动物及濒危物种，特有种 1 种，为北草蜥（Takydromusseptentrionalis）。

表 7.15 动物现场调查结果

目	科	属	种名	保护级别	濒危等级	特有种（是/否）
哺乳纲（兽类）						
兔形目 Lagomorpha	兔科 Leporidae	兔属 Lepus	草兔 Lepuscapensis	/	LC	否
鸟纲（鸟类）						
鸡形目 Galliformes	雉科 Phasianidae	雉属 Phasianus	雉鸡 Phasianuscolchicus	/	LC	否
雀形目 Passeriformes	雀科 Ploceidae	麻雀属 Passer	麻雀 Passermontanus	/	LC	否
爬行纲（爬行类）						
有鳞目 Squamata	蜥蜴科 Lacertidae	麻蜥属 Eremias	山地麻蜥 Eremiasbrenchleyi	/	LC	否
		草蜥属 Takydromus	北草蜥 Takydromusseptentrionalis	/	LC	是

（3）第三段生态保护红线区段

通过对第三段生态保护红线区段的调查（样线 5），其中兽类 1 目 1 科 1 属 1 种；鸟类 1 目 1 科 1 属 1 种；无两栖类动物；爬行类 1 目 1 科 1 属 1 种。现场调查期间未发现国家和地方重点保护野生动物、濒危物种、特有种。

表 7.16 动物现场调查结果

目	科	属	种名	保护级别	濒危等级	特有种（是/否）
哺乳纲（兽类）						
兔形目 Lagomorpha	兔科 Leporidae	兔属 Lepus	草兔 Lepuscapensis	/	LC	否
鸟纲（鸟类）						
雀形目 Passeriformes	雀科 Ploceidae	麻雀属 Passer	麻雀 Passermontanus	/	LC	否
爬行纲（爬行类）						
有鳞目 Squamata	蜥蜴科 Lacertidae	麻蜥属 Eremias	山地麻蜥 Eremiasbrenchleyi	/	LC	否

（4）第四段生态保护红线区段

通过对第四段生态保护红线区段的调查（样线 6），其中兽类 2 目 2 科 2 属 2 种；鸟类 2 目 2 科 2 属 2 种；无两栖类动物；爬行类 1 目 1 科 2 属 2 种。现场调查期间未发现国家重点保护野生动物及濒危物种，山西省重点保护野生动物 1 种---家燕（Hirundorustica）；特有种 2 种，分别为岩松鼠（Sciurotamiasdavidianus）和北草蜥（Takydromusseptentrionalis）。

表 7.17 动物现场调查结果

目	科	属	种名	保护级别	濒危等级	特有种（是/否）
哺乳纲（兽类）						
兔形目 Lagomorpha	兔科 Leporidae	兔属 Lepus	草兔 Lepuscapensis	/	LC	否
啮齿目 Rodentia	松鼠科 Sciuridae	岩松鼠属 Sciurotamias	岩松鼠 Sciurotamiasdavidianus	/	LC	是
鸟纲（鸟类）						
雀形目 Passeriformes	燕科 Hirundinidae	燕属 Hirundo	家燕 Hirundorustica	省级	LC	否
	雀科 Ploceidae	麻雀属 Passer	麻雀 Passermontanus	/	LC	否
爬行纲（爬行类）						
有鳞目 Squamata	蜥蜴科 Lacertidae	麻蜥属 Eremias	山地麻蜥 Eremiasbrenchleyi	/	LC	否
		草蜥属 Takydromus	北草蜥 Takydromusseptentrionalis	/	LC	是

（5）临近南山省级自然保护区区段

通过对临近南山省级自然保护区区段的调查（样线 7），其中兽类 2 目 2 科 2 属 2 种；鸟类 2 目 3 科 3 属 3 种；无两栖类动物；爬行类 1 目 2 科 3 属 3 种。现场调查期间未发现国家重点保护野生动物及濒危物种，山西省重点保护野生动物 1 种---白条锦蛇（Elaphedione）；特有种 3 种，分别为岩松鼠（Sciurotamiasdavidianus）、黄腹山雀（Parusvenustulus）和北草蜥（Takydromusseptentrionalis）。

表 7.18 动物现场调查结果

目	科	属	种名	保护级别	濒危等级	特有种（是/否）
哺乳纲（兽类）						
兔形目 Lagomorpha	兔科 Leporidae	兔属 Lepus	草兔 Lepuscapensis	/	LC	否
啮齿目 Rodentia	松鼠科 Sciuridae	岩松鼠属 Sciurotamias	岩松鼠 Sciurotamiasdavidianus	/	LC	是
鸟纲（鸟类）						
鸡形目 Galliformes	雉科 Phasianidae	雉属 Phasianus	雉鸡 Phasianuscolchicus	/	LC	否
雀形目 Passeriformes	山雀科 Paridae	山雀属 Parus	黄腹山雀 Parusvenustulus	/	LC	是
	雀科 Ploceidae	麻雀属 Passer	麻雀 Passermontanus	/	LC	否
爬行纲（爬行类）						
有鳞目 Squamata	游蛇科 Colubrida	锦蛇属 Elaphe	白条锦蛇 Elaphedione	省级	LC	否

	蜥蜴科 Lacertidae	麻蜥属 Eremias	山地麻蜥 Eremiasbrenchleyi	/	LC	否
		草蜥属 Takydromus	北草蜥 Takydromusseptentrionalis	/	LC	是

同时根据《南山自然保护区总体规划》及相关报告，南山自然保护区内分布有陆生脊椎动物 171 种，其中有两栖动物 3 种，爬行动物 9 种，鸟类 133 种，兽类 26 种。属于国家重点保护的野生动物 24 种，其中国家I级重点保护野生动物 2 种，分别为黑鹳、大鸨；国家II级重点保护的野生动物 17 种，有白琵鹭、大天鹅、小天鹅、苍鹰、雀鹰、松雀鹰、大鵟、白尾海雕、白尾鹞、白头鹞、猎隼、游隼、燕隼、阿穆尔隼、红隼、纵纹腹小鸮、短耳鸮。现场调查期间未发现。本项目输电线路位于南山自然保护区西南侧 950m，由于本项目输电线路沿线分布着油松、灌草从等生境，与临近南山自然保护区处于相同且连续的生境类型，因此将这些重点保护得野生动物列为本项目周边分布得野生动物。

表 7.19 资料调查结果

目	科	属	种名	保护级别	濒危等级	特有种（是/否）
鸟纲（鸟类）						
鹳形目 Ciconiiformes	鹳科 Ciconiidae	鹳属 Ciconia	黑鹳 Ciconianigra	国家 I 级	VU	否
鸨形目 Otidiformes	鸨科 Otididae	大鸨属 Otis	大鸨 Otistarda	国家 I 级	EN	否
鹈形目 Pelecaniformes	鹮科 Threskiornithidae	琵鹭属 Platalea	白琵鹭 Platalealeucorodia	国家 II 级	NT	否
雁形目 Anseriformes	鸭科 Anatidae	天鹅属 Cygnus	大天鹅 Cygnuscygnus	国家 II 级	NT	否
雁形目 Anseriformes	鸭科 Anatidae	天鹅属 Cygnus	小天鹅 Cygnuscolumbianus	国家 II 级	NT	否
鹰形目 Accipitriformes	鹰科 Accipitridae	鹰属 Accipiter	苍鹰 Accipitergentilis	国家 II 级	NT	否
鹰形目 Accipitriformes	鹰科 Accipitridae	鹰属 Accipiter	雀鹰 Accipitergentilis	国家 II 级	LC	否
鹰形目 Accipitriformes	鹰科 Accipitridae	鹰属 Accipiter	松雀鹰 Accipitervirgatus	国家 II 级	LC	否
鹰形目 Accipitriformes	鹰科 Accipitridae	鵟属 Buteo	大鵟 Buteohemilasius	国家 II 级	VU	否
鹰形目 Accipitriformes	鹰科 Accipitridae	海鵰属 Haliaeetus	白尾海雕 Haliaeetusalbicilla	国家 II 级	VU	否
鹰形目 Accipitriformes	鹰科 Accipitridae	鹞属 Circus	白尾鹞 Circuscyaneus	国家 II 级	NT	否
鹰形目 Accipitriformes	鹰科 Accipitridae	鹞属 Circus	白头鹞 Circusaeruginosus	国家 II 级	NT	否
隼形目 Falconiformes	隼科 Falconidae	隼属 Falco	猎隼 Falcocherrug	国家 II 级	EN	否
隼形目 Falconiformes	隼科 Falconidae	隼属 Falco	游隼 Falcoperegrinus	国家 II 级	NT	否

隼形目 Falconiformes	隼科 Falconidae	隼属 Falco	燕隼 Falcosubbuteo	国家 II 级	LC	否
隼形目 Falconiformes	隼科 Falconidae	隼属 Falco	阿穆尔隼（红脚隼）Falcoamurensis	国家 II 级	NT	否
隼形目 Falconiformes	隼科 Falconidae	隼属 Falco	红隼 Falcotinnunculus	国家 II 级	LC	否
鸮形目 Strigiformes	鸱鸮科 Strigidae	小鸮属 Athene	纵纹腹小鸮 Athenenoctua	国家 II 级	LC	否
鸮形目 Strigiformes	鸱鸮科 Strigidae	耳鸮属 Asio	短耳鸮 Asioflammeus	国家 II 级	NT	否

（6）第五段生态保护红线区段

通过对第五段生态保护红线区段的调查（样线 8~9），其中兽类 3 目 3 科 3 属 3 种；鸟类 2 目 3 科 3 属 4 种；两栖类 1 目 2 科 2 属 2 种；爬行类 1 目 2 科 3 属 4 种。现场调查期间未发现国家重点保护野生动物及濒危物种；山西省重点保护野生动物 3 种，分别为大山雀（Parusmajor）、中国林蛙（Ranachensinensis）、白条锦蛇（Elaphedione）；特有种 4 种，分别为岩松鼠（Sciurotamiasdavidianus）、黄腹山雀（Parusvenustulus）、中国林蛙（Ranachensinensis）和北草蜥（Takydromusseptentrionalis）。

表 7.20 动物现场调查结果

目	科	属	种名	保护级别	濒危等级	特有种（是/否）
一、哺乳纲（兽类）						
食虫目 Insectivora	刺猬科 Erinaceidae	猬属 Erinaceus	普通刺猬 Erinaceuseuropaeus	/	LC	否
兔形目 Lagomorpha	兔科 Leporidae	兔属 Lepus	草兔 Lepuscapensis	/	LC	否
啮齿目 Rodentia	松鼠科 Sciuridae	岩松鼠属 Sciurotamias	岩松鼠 Sciurotamiasdavidianus	/	LC	是
二、鸟纲（鸟类）						
鸡形目 Galliformes	雉科 Phasianidae	雉属 Phasianus	雉鸡 Phasianuscolchicus	/	LC	否
雀形目 Passeriformes	山雀科 Paridae	山雀属 Parus	黄腹山雀 Parusvenustulus	/	LC	是
			大山雀 Parusmajor	省级	LC	否
	雀科 Ploceidae	麻雀属 Passer	麻雀 Passermontanus	/	LC	否
三、两栖纲（两栖类）						
无尾目 Anura	蟾蜍科 Bufonidae	蟾蜍属 Bufo	中华蟾蜍 Bufogargarizans	/	LC	否
	蛙科 Ranidae	林蛙属 Rana	中国林蛙 Ranachensinensis	省级	LC	是
四、爬行纲（爬行类）						
有鳞目 Squamata	游蛇科 Colubrida	锦蛇属 Elaphe	白条锦蛇 Elaphedione	省级	LC	否
	蜥蜴科 Lacertidae	麻蜥属 Eremias	山地麻蜥 Eremiasbrenchleyi	/	LC	否

			丽斑麻蜥 Eremiasargus	/	LC	否
		草蜥属 Takydromus	北草蜥 Takydromusseptentrionalis	/	LC	是

（7）第六段生态保护红线区段

通过对第六段生态保护红线区段的调查（样线 10），其中兽类 3 目 3 科 3 属 3 种；鸟类 1 目 2 科 2 属 2 种；无两栖类动物；爬行类 1 目 1 科 2 属 2 种。现场调查期间未发现国家重点保护野生动物及濒危物种；山西省重点保护野生动物 1 种---大山雀（Parusmajor）；特有种 2 种，分别为岩松鼠（Sciurotamiasdavidianus）和北草蜥（Takydromusseptentrionalis）。

表 7.21 动物现场调查结果

目	科	属	种名	保护级别	濒危等级	特有种（是/否）
哺乳纲（兽类）						
食虫目 Insectivora	刺猬科 Erinaceidae	猬属 Erinaceus	普通刺猬 Erinaceuseuropaeus	/	LC	否
兔形目 Lagomorpha	兔科 Leporidae	兔属 Lepus	草兔 Lepuscapensis	/	LC	否
啮齿目 Rodentia	松鼠科 Sciuridae	岩松鼠属 Sciurotamias	岩松鼠 Sciurotamiasdavidianus	/	LC	是
鸟纲（鸟类）						
雀形目 Passeriformes	山雀科 Paridae	山雀属 Parus	大山雀 Parusmajor	省级	LC	否
	雀科 Ploceidae	麻雀属 Passer	麻雀 Passermontanus	/	LC	否
爬行纲（爬行类）						
有鳞目 Squamata	蜥蜴科 Lacertidae	麻蜥属 Eremias	丽斑麻蜥 Eremiasargus	/	LC	否
		草蜥属 Takydromus	北草蜥 Takydromusseptentrionalis	/	LC	是

（8）第七段生态保护红线区段

通过对第七段生态保护红线区段的调查（样线 11），其中兽类 3 目 3 科 3 属 3 种；鸟类 2 目 2 科 2 属 2 种；无两栖类动物；爬行类 1 目 1 科 2 属 2 种。现场调查期间未发现国家和地方重点保护野生动物及濒危物种；特有种 2 种，分别为岩松鼠（Sciurotamiasdavidianus）和北草蜥（Takydromusseptentrionalis）。

表 7.22 动物现场调查结果

目	科	属	种名	保护级别	濒危等级	特有种（是/否）
哺乳纲（兽类）						

食虫目 Insectivora	刺猬科 Erinaceidae	猬属 Erinaceus	普通刺猬 Erinaceuseuropaeus	/	LC	否
兔形目 Lagomorpha	兔科 Leporidae	兔属 Lepus	草兔 Lepuscapensis	/	LC	否
啮齿目 Rodentia	松鼠科 Sciuridae	岩松鼠属 Sciurotamias	岩松鼠 Sciurotamiasdavidianus	/	LC	是
鸟纲（鸟类）						
鸡形目 Galliformes	雉科 Phasianidae	雉属 Phasianus	雉鸡 Phasianuscolchicus	/	LC	否
雀形目 Passeriformes	雀科 Ploceidae	麻雀属 Passer	麻雀 Passermontanus	/	LC	否
爬行纲（爬行类）						
有鳞目 Squamata	蜥蜴科 Lacertidae	麻蜥属 Eremias	丽斑麻蜥 Eremiasargus	/	LC	否
		草蜥属 Takydromus	北草蜥 Takydromusseptentrionalis	/	LC	是

（9）第八段生态保护红线区段

通过对第八段生态保护红线区段的调查（样线 12），其中兽类 2 目 2 科 2 属 2 种；鸟类 2 目 3 科 3 属 3 种；两栖类 1 目 2 科 2 属 1 种；爬行类 1 目 1 科 2 属 2 种。现场调查期间未发现国家重点保护野生动物；山西省重点保护野生动物 1 种---黑斑侧褶蛙（Pelophylaxnigromoculatus）；近危（NT）物种 1 种---黑斑侧褶蛙（Pelophylaxnigromoculatus）；特有种 2 种，分别为岩松鼠（Sciurotamiasdavidianus）和北草蜥（Takydromusseptentrionalis）。

表 7.23 动物现场调查结果

目	科	属	种名	保护级别	濒危等级	特有种（是/否）
哺乳纲（兽类）						
兔形目 Lagomorpha	兔科 Leporidae	兔属 Lepus	草兔 Lepuscapensis	/	LC	否
啮齿目 Rodentia	松鼠科 Sciuridae	岩松鼠属 Sciurotamias	岩松鼠 Sciurotamiasdavidianus	/	LC	是
鸟纲（鸟类）						
鸡形目 Galliformes	雉科 Phasianidae	雉属 Phasianus	雉鸡 Phasianuscolchicus	/	LC	否
雀形目 Passeriformes	雀科 Ploceidae	麻雀属 Passer	麻雀 Passermontanus	/	LC	否
	山雀科 Paridae	山雀属 Parus	黄腹山雀 Parusvenustulus	/	LC	是
两栖纲（两栖类）						
无尾目 Anura	蟾蜍科 Bufonidae	蟾蜍属 Bufo	中华蟾蜍 Bufogargarizans	/	LC	否
	蛙科 Ranidae	侧褶蛙属 Pelophylax	黑斑侧褶蛙 Pelophylaxnigromoculatus	省级	NT	否

爬行纲（爬行类）						
有鳞目 Squamata	蜥蜴科 Lacertidae	麻蜥属 Eremias	丽斑麻蜥 Eremiasargus	/	LC	否
		草蜥属 Takydromus	北草蜥 Takydromusseptentrionalis	/	LC	是

（10）第九段生态保护红线区段

通过对第九段生态保护红线区段的调查（样线 13），其中兽类 2 目 2 科 2 属 2 种；鸟类 2 目 2 科 2 属 2 种；无两栖类动物；爬行类 1 目 1 科 2 属 2 种。现场调查期间未发现国家和地方重点保护野生动物；特有种 2 种，分别为岩松鼠（Sciurotamiasdavidianus）和北草蜥（Takydromusseptentrionalis）。

表 7.24 动物现场调查结果

目	科	属	种名	保护级别	濒危等级	特有种（是/否）
哺乳纲（兽类）						
兔形目 Lagomorpha	兔科 Leporidae	兔属 Lepus	草兔 Lepuscapensis	/	LC	否
啮齿目 Rodentia	松鼠科 Sciuridae	岩松鼠属 Sciurotamias	岩松鼠 Sciurotamiasdavidianus	/	LC	是
鸟纲（鸟类）						
鸡形目 Galliformes	雉科 Phasianidae	雉属 Phasianus	雉鸡 Phasianuscolchicus	/	LC	否
雀形目 Passeriformes	雀科 Ploceidae	麻雀属 Passer	麻雀 Passermontanus	/	LC	否
爬行纲（爬行类）						
有鳞目 Squamata	蜥蜴科 Lacertidae	麻蜥属 Eremias	丽斑麻蜥 Eremiasargus	/	LC	否
		草蜥属 Takydromus	北草蜥 Takydromusseptentrionalis	/	LC	是

（11）第十段生态保护红线及盂县梁家寨省级湿地公园区段

通过对第十段生态保护红线区段的调查（样线 14~15），其中兽类 4 目 4 科 4 属 4 种；鸟类 2 目 4 科 4 属 5 种；两栖类 1 目 2 科 3 属 3 种；爬行类 1 目 2 科 3 属 3 种。现场调查期间未发现国家重点保护野生动物；山西省重点保护野生动物 5 种，分别是大山雀（Parusmajor）、家燕（Hirundorustica）、黑斑侧褶蛙（Pelophylaxnigromoculatus）、中国林蛙（Ranachensinensis）、虎斑颈槽蛇（Rhabdophistigrinus）；近危（NT）物种 1 种---黑斑侧褶蛙（Pelophylaxnigromoculatus）；特有种 4 种，分别为岩松鼠（Sciurotamiasdavidianus）、黄腹山雀（Parusvenustulus）、中国林蛙（Ranachensinensis）和北草蜥（Takydromusseptentrionalis）。

表 7.25 动物现场调查结果

目	科	属	种名	保护级别	濒危等级	特有种（是/否）
哺乳纲（兽类）						
食虫目 Insectivora	刺猬科 Erinaceidae	猬属 Erinaceus	普通刺猬 Erinaceuseuropaeus	/	LC	否
兔形目 Lagomorpha	兔科 Leporidae	兔属 Lepus	草兔 Lepuscapensis	/	LC	否
啮齿目 Rodentia	松鼠科 Sciuridae	岩松鼠属 Sciurotamias	岩松鼠 Sciurotamiasdavidianus	/	LC	是
偶蹄目 Artiodactyla	猪科 Suidae	野猪属Sus	野猪Susscrofa	/	LC	否
鸟纲（鸟类）						
鸡形目 Galliformes	雉科 Phasianidae	雉属 Phasianus	雉鸡 Phasianuscolchicus	/	LC	否
雀形目 Passeriformes	雀科 Ploceidae	麻雀属 Passer	麻雀 Passermontanus	/	LC	否
	山雀科 Paridae	山雀属 Parus	黄腹山雀 Parusvenustulus	/	LC	是
			大山雀 Parusmajor	省级	LC	否
	燕科 Hirundinidae	燕属 Hirundo	家燕 Hirundorustica	省级	LC	否
两栖纲（两栖类）						
无尾目 Anura	蟾蜍科 Bufonidae	蟾蜍属 Bufo	中华蟾蜍 Bufogargarizans	/	LC	否
	蛙科 Ranidae	侧褶蛙属 Pelophylax	黑斑侧褶蛙 Pelophylaxnigromoculatus	省级	NT	否
		林蛙属 Rana	中国林蛙 Ranachensinensis	省级	LC	是
爬行纲（爬行类）						
有鳞目 Squamata	蜥蜴科 Lacertidae	麻蜥属 Eremias	丽斑麻蜥 Eremiasargus	/	LC	否
		草蜥属 Takydromus	北草蜥 Takydromusseptentrionalis	/	LC	是
	水游蛇科 Natricidae	颈槽蛇属 Rhabdophis	虎斑颈槽蛇 Rhabdophistigrinus	省级	LC	否

（12）第十一段生态保护红线区段

通过对第十一段生态保护红线区段的调查（样线 16），其中兽类 2 目 2 科 2 属 2 种；鸟类 2 目 4 科 4 属 4 种；无两栖类动物；爬行类 1 目 2 科 3 属 3 种。现场调查期间未发现国家重点保护野生动物；山西省重点保护野生动物 2 种，分别是家燕（Hirundorustica）、虎斑颈槽蛇（Rhabdophistigrinus）；特有种 3 种，分别为岩松鼠（Sciurotamiasdavidianus）、黄腹山雀（Parusvenustulus）和北草蜥

（Takydromusseptentrionalis）。

表 7.26 动物现场调查结果

目	科	属	种名	保护级别	濒危等级	特有种（是/否）
哺乳纲（兽类）						
兔形目 Lagomorpha	兔科 Leporidae	兔属 Lepus	草兔 Lepuscapensis	/	LC	否
啮齿目 Rodentia	松鼠科 Sciuridae	岩松鼠属 Sciurotamias	岩松鼠 Sciurotamiasdavidianus	/	LC	是
鸟纲（鸟类）						
鸡形目 Galliformes	雉科 Phasianidae	雉属 Phasianus	雉鸡 Phasianuscolchicus	/	LC	否
雀形目 Passeriformes	雀科 Ploceidae	麻雀属 Passer	麻雀 Passermontanus	/	LC	否
	山雀科 Paridae	山雀属 Parus	黄腹山雀 Parusvenustulus	/	LC	是
	燕科 Hirundinidae	燕属 Hirundo	家燕 Hirundorustica	省级	LC	否
爬行纲（爬行类）						
有鳞目 Squamata	蜥蜴科 Lacertidae	麻蜥属 Eremias	丽斑麻蜥 Eremiasargus	/	LC	否
		草蜥属 Takydromus	北草蜥 Takydromusseptentrionalis	/	LC	是
	水游蛇科 Natricidae	颈槽蛇属 Rhabdophis	虎斑颈槽蛇 Rhabdophistigrinus	省级	LC	否

（13）第十二段生态保护红线区段

通过对第十二段生态保护红线区段的调查（样线 17），其中兽类 4 目 4 科 4 属 4 种；鸟类 2 目 4 科 4 属 5 种；无两栖类动物；爬行类 1 目 2 科 3 属 3 种。现场调查期间未发现国家重点保护野生动物；山西省重点保护野生动物 3 种，分别是大山雀（Parusmajor）、家燕（Hirundorustica）、虎斑颈槽蛇（Rhabdophistigrinus）；特有种 3 种，分别为岩松鼠（Sciurotamiasdavidianus）、和北草蜥（Takydromusseptentrionalis）。

表 7.27 动物现场调查结果

目	科	属	种名	保护级别	濒危等级	特有种（是/否）
哺乳纲（兽类）						
食虫目 Insectivora	刺猬科 Erinaceidae	猬属 Erinaceus	普通刺猬 Erinaceuseuropaeus	/	LC	否
兔形目 Lagomorpha	兔科 Leporidae	兔属 Lepus	草兔 Lepuscapensis	/	LC	否
啮齿目 Rodentia	松鼠科 Sciuridae	岩松鼠属 Sciurotamias	岩松鼠 Sciurotamiasdavidianus	/	LC	是

偶蹄目 Artiodactyla	猪科 Suidae	野猪属Sus	野猪Susscrofa	/	LC	否
鸟纲（鸟类）						
鸡形目 Galliformes	雉科 Phasianidae	雉属 Phasianus	雉鸡 Phasianuscolchicus	/	LC	否
雀形目 Passeriformes	雀科 Ploceidae	麻雀属 Passer	麻雀 Passermontanus	/	LC	否
	山雀科 Paridae	山雀属 Parus	黄腹山雀 Parusvenustulus	/	LC	是
			大山雀 Parusmajor	省级	LC	否
	燕科 Hirundinidae	燕属 Hirundo	家燕 Hirundorustica	省级	LC	否
爬行纲（爬行类）						
有鳞目 Squamata	蜥蜴科 Lacertidae	麻蜥属 Eremias	丽斑麻蜥 Eremiasargus	/	LC	否
		草蜥属 Takydromus	北草蜥 Takydromusseptentrionalis	/	LC	是
	水游蛇科 Natricidae	颈槽蛇属 Rhabdophis	虎斑颈槽蛇 Rhabdophistigrinus	省级	LC	否

7.2.4.3 候鸟重要迁徙通道

根据《山西省林业和草原局关于公布候鸟重要迁徙通道范围的通知》晋林护发〔2023〕73 号，山西省属于中部候鸟迁徙通道中的黄河流域迁徙和越冬区，分为东部太行山候鸟迁徙区、中部桑干河—汾河水鸟迁徙区、西部吕梁山—黄河候鸟迁徙区。候鸟集中南迁的时段为每年 10 月中旬至 11 月下旬，集中北迁时段为次年 2 月下旬至 4 月下旬。

本项目沿线及临近的迁徙通道为山西桑干河和山西应县镇子梁水库，生态功能区属于候鸟迁徙停歇地。其中本项目距离桑干河 3.5km，距离相对较远，工程建设及运营对该区域侯鸟迁徙影响较小。

本项目输电线路位于镇子梁水库西侧走线，最近距离约 0.35km，与镇子梁水库中间隔着镇子梁村庄，因此本项目施工及运营期对候鸟的停歇捕食活动基本无影响。但对于候鸟在该区域起飞或降落过程可能造成的撞击事件，对鸟类迁飞影响分析如下：

①鸟类迁徙（迁飞）高度

目前普遍接受的观点认为，鸟类迁徙飞行高度受大气中氧含量限制，一般不高于海拔 5000 米，而绝大多数种类是在 400~1000 米高度飞行。通过雷达研究鸟类的迁飞发现，小型鸣禽的飞行高度一般约为 300 米，大型鸟类有些可达

3000~6300 米，有些大型种类（如天鹅、一些鹤）能飞越珠穆拉玛峰，飞行高度达 9000 米。雀形目鸟类大约有 90%的鸟类在距地面 2000m 以下的高度迁飞。输电线路架设高度通常在 100m 以下，区域鸟类主要为麻雀、大杜鹃、燕等小型鸟禽，其飞行高度在 200m 左右，高于输电线路高度，同时鸟类拥有适应空中观察的敏锐视力，很容易发现并躲避障碍物，飞行途中遇到障碍物时会在 100-200m 的范围内调节飞行高度避开，在飞行时碰撞铁塔的几率不大，对鸟类飞行的影响很小。

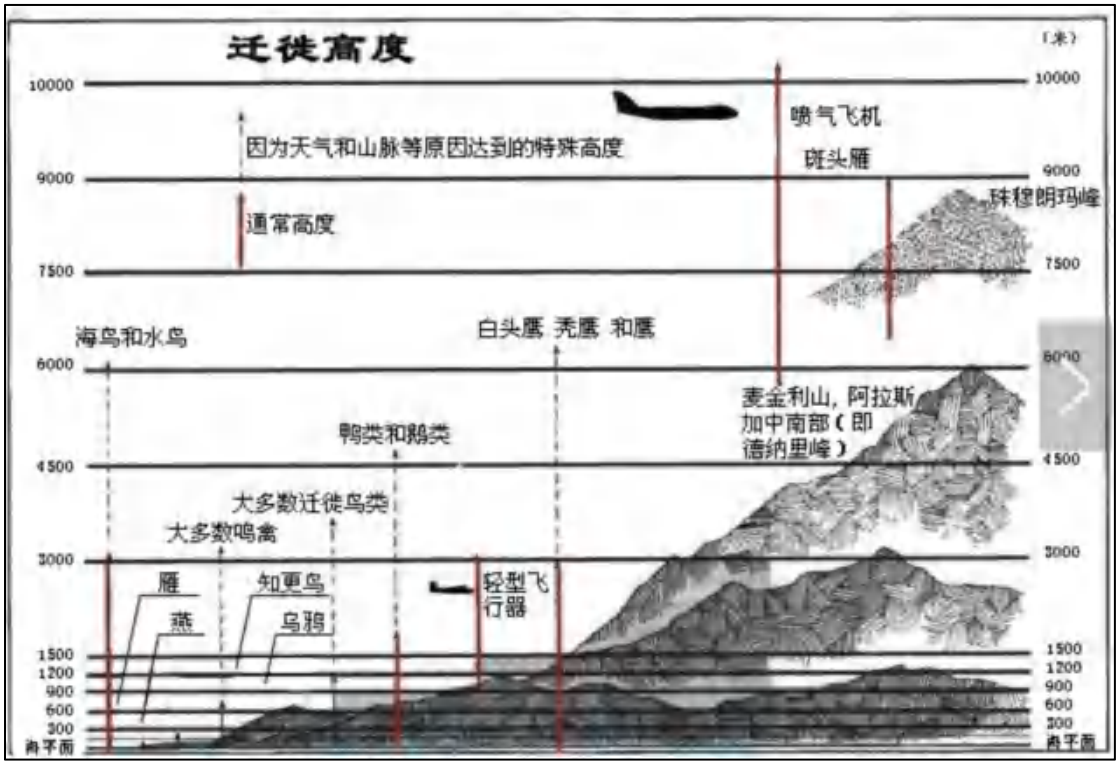


图 7.15　鸟类迁飞高度

②鸟撞塔基分析

目前关于输变电工程线路建设导致鸟类死亡的报告也经常见诸报端，甚至有鸟类在高压线上触电死亡的说法。但分析发现，这些调查和报到多限于 35kV 及以下电压等级的线路，对 220kV 及以上电压等级线路的报到则鲜有耳闻(《高压输电线路电磁辐射对环境的影响及对策》，由此可表明本项目的工程线路对应该不会产生使鸟类触电致死的现象。另外，线路维护检查正常情况下 1 个月左右进行 1 次，而且维护检修持续时间短暂，因此这种人为干扰强度很低，对保护鸟类的活动影响极为有限。

同时通过采取了在铁塔上“鸟刺”装置，减少了鸟类因为在铁塔上筑巢而触

电的发生，因此通过周边同类工程的运行情况，可以预计本工程运行期间对鸟类的迁徙的影响有限，工程建设不会导致鸟类种群数量显著减少或者灭绝。

7.2.4.4 重要物种（动物）

对照《国家重点保护野生动物名录》（2021 年）、《山西省重点保护野生动物名录》（2020 年）、《中国生物多样性红色名录—脊椎动物》等相关名录、资料，拟建输电线路生态敏感区路段评价范围内的野生动物中属于重要物种的有 28 种。

（1）对照《国家重点保护野生动物名录》（2021 年），属于国家重点保护野生动物 19 种，其中国家 I 级重点保护野生动物 2 种，分别是黑鹳（Ciconianigra）、大鸨（Otistarda）；国家 II 级重点保护野生动物 17 种，分别是白琵鹭（Platalealeucorodia）、大天鹅（Cygnuscygnus）、小天鹅（Cygnuscolumbianus）、苍鹰（Accipitergentilis）、雀鹰（Accipitergentilis）、松雀鹰（Accipitervirgatus）、大鵟（Buteohemilasius）、白尾海雕（Haliaeetusalbicilla）、白尾鹞（Circuscyaneus）、白头鹞（Circusaeruginosus）、猎隼（Falcocherrug）、游隼（Falcoperegrinus）、燕隼（Falcosubbuteo）、阿穆尔隼（红脚隼）（Falcoamurensis）、红隼（Falcotinnunculus）、纵纹腹小鸮（Athenenoctua）、短耳鸮（Asioflammeus）。

（2）对照《山西省重点保护野生动物名录》（2020 年），评价范围内山西省重点保护野生动物 5 种，包括大山雀（Parusmajor）、家燕（Hirundorustica）、中国林蛙（Ranachensinensis）、黑斑侧褶蛙（Pelophylaxnigromoculatus）、虎斑颈槽蛇（Rhabdophistigrinus）、白条锦蛇（Elaphedione）。

（3）对照《中国生物多样性红色名录—脊椎动物》，濒危（EN）物种 2 种，分别是大鸨（Otistarda、猎隼（Falcocherrug）；近危（NT）物种白琵鹭（Platalealeucorodia）、大天鹅（Cygnuscygnus）、小天鹅（Cygnuscolumbianus）、苍鹰（Accipitergentilis）、白尾鹞（Circuscyaneus）、白头鹞（Circusaeruginosus）、游隼（Falcoperegrinus）、阿穆尔隼（红脚隼）（Falcoamurensis）、短耳鸮（Asioflammeus）、黑斑侧褶蛙（Pelophylaxnigromoculatus）；易危（VU）物种 3 种，分别是黑鹳（Ciconianigra）、大鵟（Buteohemilasius）、白尾海雕（Haliaeetusalbicilla）。

（4）无国家和地方政府列入拯救保护的极小种群物种。

表 7.28 重要野生动物调查结果统计表

序号	物种名称（中文名/拉丁名）	保护级别	濒危等级	特有种（是/否）	分布区域	资料来源
1	黑鹳 Ciconianigra	国家 I 级	VU	否	主要分布在镇子梁水库（湿地生境）；以及临近南山自然保护区的针叶林生境均可能分布	文献记录
2	大鸨 Otistarda	国家 I 级	EN	否	主要在临近南山自然保护区的针叶林生境均可能分布	文献记录
3	白琵鹭 Platalealeucorodia	国家 II 级	NT	否	主要在临近南山自然保护区的针叶林生境均可能分布	文献记录
4	大天鹅 Cygnuscygnus	国家 II 级	NT	否	主要分布在镇子梁水库（湿地生境）；以及临近南山自然保护区的针叶林生境均可能分布	文献记录
5	小天鹅 Cygnuscolumbianus	国家 II 级	NT	否	主要在临近南山自然保护区的针叶林生境均可能分布	文献记录
6	苍鹰 Accipitergentilis	国家 II 级	NT	否	主要在临近南山自然保护区的针叶林生境均可能分布	文献记录
7	雀鹰 Accipitergentilis	国家 II 级	LC	否	主要在临近南山自然保护区的针叶林生境均可能分布	文献记录
8	松雀鹰 Accipitervirgatus	国家 II 级	LC	否	主要在临近南山自然保护区的针叶林生境均可能分布	文献记录
9	大鵟 Buteohemilasius	国家 II 级	VU	否	主要在临近南山自然保护区的针叶林生境均可能分布	文献记录
10	白尾海雕 Haliaeetusalbicilla	国家 II 级	VU	否	主要在临近南山自然保护区的针叶林生境均可能分布	文献记录
11	白尾鹞 Circuscyaneus	国家 II 级	NT	否	主要在临近南山自然保护区的针叶林生境均可能分布	文献记录
12	白头鹞 Circusaeruginosus	国家 II 级	NT	否	主要在临近南山自然保护区的针叶林生境均可能分布	文献记录
13	猎隼 Falcocherrug	国家 II 级	EN	否	主要在临近南山自然保护区的针叶林生境均可能分布	文献记录
14	游隼 Falcoperegrinus	国家 II 级	NT	否	主要在临近南山自然保护区的针叶林生境均可能分布	文献记录
15	燕隼 Falcosubbuteo	国家 II 级	LC	否	主要在临近南山自然保护区的针叶林生境均可能分布	文献记录
16	阿穆尔隼（红脚隼） Falcoamurensis	国家 II 级	NT	否	主要在临近南山自然保护区的针叶林生境均可能分布	文献记录
17	红隼 Falcotinnunculus	国家 II 级	LC	否	主要在临近南山自然保护区的针叶林生境均可能分布	文献记录
18	纵纹腹小鸮 Athenenoctua	国家 II 级	LC	否	主要在临近南山自然保护区的针叶林生境均可能分布	文献记录
19	短耳鸮 Asioflammeus	国家 II 级	NT	否	主要在临近南山自然保护区的针叶林生境均可能分布	文献记录
20	大山雀 Parusmajor	省级	LC	否	评价范围内的针叶林、阔叶林、灌草从、田野耕地、村庄附近均可能分布	环评现场调查

21	家燕 Hirundorustica	省级	LC	否	评价范围内的针叶林、阔叶林、灌草丛、田野耕地、村庄附近均可能分布	环评现场调查
22	中国林蛙 Ranachensinensis	省级	LC	是	评价范围内的针叶林、阔叶林、灌草丛、湿地附近均可能分布	环评现场调查
23	黑斑侧褶蛙 Pelophylaxnigromoculatus	省级	NT	否	评价范围内的针叶林、阔叶林、灌草丛、湿地附近均可能分布	环评现场调查
24	虎斑颈槽蛇 Rhabdophistigrinus	省级	LC	否	评价范围内的针叶林、阔叶林、灌草丛、田野耕地、村庄附近均可能分布	环评现场调查
25	白条锦蛇 Elaphedione	省级	LC	否	评价范围内的针叶林、阔叶林、灌草丛、田野耕地、村庄附近均可能分布	环评现场调查
26	岩松鼠 Sciurotamiasdavidianus	/	LC	是	评价范围内的针叶林、阔叶林、灌草丛、田野耕地、村庄附近均可能分布	环评现场调查
27	黄腹山雀 Parusvenustulus	/	LC	是	评价范围内的针叶林、阔叶林、灌草丛、田野耕地、村庄附近均可能分布	环评现场调查
28	北草蜥 Takydromusseptentrionalis	/	LC	是	评价范围内的针叶林、阔叶林、灌草丛、田野耕地、村庄附近均可能分布	环评现场调查

7.2.5 生态系统调查

7.2.5.1 生态系统类型

通过对本项目线路沿线生态系统组成进行调查，按照全国生态状况调查评估技术规范--生态系统遥感解译与野外核查（HJ1166-2021）中的II级类型进行划分，其结果见表 7.29 及示意图见附图 9。

（1）森林生态系统

森林生态系统是区域内分布较广的生态系统，占整个评价范围的 30.08%。其中针叶林主要有油松林和华北落叶松林，针叶林在该区域森林生态系统中占有较大的比重，广大的针叶林植被对区域森林生态系统的结构、功能、生产量及环境效应发挥着重要作用；阔叶林主要有辽东栎（蒙古栎）林、小叶杨林、榆树林、刺槐林等，大都是冬季落叶的阳性、半阳性落叶树种，林下的灌木也是冬季落叶的种类，草本植物到了冬季地上部分枯死或以种子越冬，形成主要的季相性林相。

（2）灌丛生态系统

灌丛是以灌木为优势种组成的植被类型，群落高度一般在 5.0m 以下，盖度一般大于 30%，建群种多以丛生或簇生的中生落叶灌木，生活型属中、小高位芽植物。灌丛或多或少具有一个较为郁闭的木本层，裸露地表不足 50%。包括原生性类型和在人为因素及其他因素影响下较长时期存在的相对稳定的次生植被。

项目所在区域山地、丘陵、平原均占一定比例，为灌丛的生长分布提供了多样的基质条件。构成该区域灌丛植被的建群植物，有 20cm~30cm 高的小灌木，也有高 3m~4m 的大灌木。灌木种类的生态习性也较复杂，绝大多数种类为阳性的旱中生至中生类型，在开敞的上坡上，也有一些耐阴的种类，生于林下或阴暗处。多数灌木为冬季落叶，个别种类则是半常绿灌木。在项目周边调查发现主要的灌木为柠条灌丛、沙棘灌丛、绣线菊灌丛、荆条灌丛，在项目评价范围内亦占有相当大比例，约 42.03%。

（3）草地生态系统

在项目周边无大范围的草地分布，大部分是由森林、灌丛遭受严重破坏后，过度放牧等情况下，导致水土流失，乔灌木无法生存，或是撂荒地上发展起来的，比较长久的保持草本植被状态的次生植被类型，是相对稳定的现状植被群落。项目周边主要分布有蒿类草丛等。

（4）湿地生态系统

项目周边湿地生态系统是以河流、湖泊生态系统为主。本项目沿线区域涉及的河流主要为滹沱河、清水河、浑河等，均可一档跨越，杆塔距离岸边 30m 外，放置于两岸地势较高较稳固的位置。本项目周边仅镇子梁水库 1 处，距离本工程线路约 530m，其它主要为小型水塘。

（5）农田生态系统

农田生态系统主要分布于平原谷地、海拔较低的山坡上，村落周边，面积约占整个评价范围的 21.67%。以农业生产活动为中心，以输出农副产品为主要功能的区域。农业植被以小麦、玉米、马铃薯和豆类为主。

（6）城镇生态系统

人工改造斑块中的聚居地，属人工形成，大多沿公路、河流分布于自然环境条件相对较好，有饮用水源、交通便利之处，通过公路网络形成村镇生态系统。该系统以人的生活、生产活动为中心，拥有大量人工建筑物，原生性的自然环境已不复存在。

（7）其他

其他主要是人工开挖后形成的地表裸露的区域。

表 7.29 本项目生态影响评价范围生态系统类型及面积统计

I 级代码	I 级分类	II 级代码	II 级分类	评价区

				面积（hm^2）	比例
1	森林生态系统	11	阔叶林	2700.03	9.37%
		12	针叶林	5972.52	20.72%
2	灌丛生态系统	21	阔叶灌丛	12114.18	42.03%
3	草地生态系统	31	草甸	700.88	2.43%
		33	草丛		
4	湿地生态系统	42	湖泊	11.33	0.04%
		43	河流	96.93	0.34%
5	农田生态系统	51	耕地	6247.46	21.67%
6	城镇生态系统	61	居住地	205.68	0.71%
		63	工矿交通	689.60	2.39%
8	其他	82	裸地	86.93	0.30%
合计				28825.54	100.00%

由表 7.29 可知：评价范围内以灌丛生态系统为主，其次为森林生态系统和农田生态系统。

7.2.5.2 生态系统服务功能

忻州北 500kV 输变电工程穿越的生态保护红线类型共计 3 种，其中，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 16.26km，该生态保护红线以灌丛和农田生态系统为主，其次为森林生态系统，主导生态功能为防风固沙和土地沙化防控；穿越五台山生物多样性维护生态保护红线 23.3km，该生态保护红线以森林、农田生态系统为主，其次为灌丛、草地生态系统，主导生态功能为生物多样性维护和水源涵养；穿越太行山水源涵养生态保护红线长度为 16.55km，该生态保护红线以森林、灌丛和农田生态系统为主，其次是草地生态系统，主导生态功能为水源涵养和水土保持。

7.2.6 涉及生态保护红线区域调查

7.2.6.1 涉及生态保护红线基本概况

忻州北 500kV 输变电工程穿越的生态保护红线类型共 3 种，穿越生态保护红线的长共计 56.11km（同塔双回线路穿越生态保护红线长约 28.06km，单回线路穿越生态保护红线长约 28.05km），在生态保护红线立塔 129 基（同塔双回线路在生态保护红线新建塔基 65 基，单回线路在生态保护红线新建塔基 64 基）。按照穿越生态保护红线的性质、类型、区域等，将本线路穿越生态保护红线的区段分成十二段，分段情况及项目与生态保护红线位置关系见示意图 2.1。

（1）穿越恒山以北防风固沙与土地沙化防控生态保护红线范围：本项目涉及的恒山以北防风固沙与土地沙化防控生态保护红线区域为第一至第四段，位于大同市云州区、浑源县及朔州市应县，涉及的生态保护红线为非自然保护地生态保护红线。该生态保护红线以灌丛生态系统为主，其次为森林生态系统，主导生态功能为防风固沙和土地沙化防控。穿越该生态保护红线长约 16.26km，在生态保护红线立塔 35 基。

（2）穿越五台山生物多样性维护生态保护红线范围：本项目涉及的五台山生物多样性维护生态保护红线区域为第五至第九段，位于山西省忻州市的代县及五台县，涉及的生态保护红线为非自然保护地生态保护红线。该生态保护红线以森林、灌丛、草地生态系统，主导生态功能为生物多样性维护和水源涵养。穿越生态保护红线长约 23.30km，在生态保护红线立塔 54 基。

（3）穿越太行山水源涵养生态保护红线范围：本项目涉及的太行山水源涵养生态保护红线区域为第十至第十二段，位于山西省阳泉市盂县，涉及的生态保护红线为非自然保护地生态保护红线与自然保护地一般控制区。该生态保护红线以森林、灌丛和草地生态系统为主，其次是草地生态系统，主导生态功能为水源涵养和水土保持。涉及的自然保护地为盂县梁家寨省级湿地公园一般控制区。穿越生态保护红线长约 16.55km，在生态保护红线立塔 40 基。

项目穿越生态保护红线汇总情况见表 7.30。

表 7.30 项目穿越生态保护红线情况汇总表

生态保护红线名称	分段	穿越红线长度（km）	红线内塔基数（基）	穿越形式	红线类型	涉及自然保护地名称	市、县	备注
恒山以北防风固沙与土地沙化防控生态保护红线	第一段	10.05	21	穿越	非自然保护地	/	应县	图2.1
	第二段	4.33	9	穿越	非自然保护地	/	云州区	图2.1
	第三段	1.14	3	穿越	非自然保护地	/	浑源县	图2.1
	第四段	0.74	2	穿越	非自然保护地	/	云州区	图2.1
	小计	16.26	35	-				
五台山生物多样性维护生态保护红线	第五段	7.72	18	穿越	非自然保护地	/	代县	图2.1
	第六段	2.53	7	穿越	非自然保护地	/	代县	图2.1

	第七段	6.59	13	穿越	非自然保护地	/	五台县	图2.1
	第八段	5.51	14	穿越	非自然保护地	/	五台县	图2.1
	第九段	0.95	2	穿越	非自然保护地	/	五台县	图2.1
	小计	23.30	54	-				
太行山水源涵养生态保护红线	第十段	0.03	0	一档跨越，没有在湿地公园内立塔	自然保护地	盂县梁家寨省级湿地公园	盂县	图2.1
		2.33	4	穿越	非自然保护地	/	盂县	
	第十一段	2.74	6	穿越	非自然保护地	/	盂县	图2.1
	第十二段	11.45	30	穿越	非自然保护地	/	盂县	图2.1
	小计	16.55	40	-				
合计		56.11	129	-				

7.2.6.2 涉及生态保护红线段植被现状

根据前文调查结果，输电线路途径生态保护红线区域主要植被类型分为 4 个植被型组、6 个植被型、5 个植被亚型、12 个群系类型。主要为油松林、华北落叶松林、辽东栎（蒙古栎）林、小叶杨林、榆树林、刺槐林、胡枝子灌丛、沙棘灌丛、荆条灌丛、蒿类草丛、西伯利亚三毛草草甸，另外分布有农业植被——玉米、小麦、豆类、薯类等粮食作物等，详见 7.2.3。

结合本次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（2011-2015 年）》〔林规发（2012）52 号〕等相关名录、资料，评价范围内未发现国家重点保护野生植物、极小种群、古树名木分布。

对照《山西省重点保护野生植物名录》（晋政函〔2023〕126 号），本项目生态影响评价范围现场调查到山西省重点保护野生植物 1 种——鹿蹄草（P*yrola calliantha*）。

对照《中国生物多样性红色名录—高等植物卷（2020）》，评价范围内现场调查到易危（VU）物种 1 种——华北落叶松（L*arix gmelinii var.*

principis-rupprechtii (Mayr) Pilg.）。

此外，对照《中国生物多样性红色名录—高等植物卷（2020）》，评价范围内现场调查到的特有种油松（P*inustabulaeformis*）、华北落叶松（L*arix gmelinii var. principis-rupprechtii (Mayr) Pilg.*）、云杉（P*iceaasperata*）、虎榛子（O*stryopsisdavidiana*）、百里香（T*hymusmongolicus*）、早熟禾（P*oasphondylodes*）、河朔荛花（W*ikstroemiachamaedaphne*）等，均为区域内广泛分布的物种，不具有地方特有性，本次评价不列入特有种。

忻州北~平城 500kV 线路（G5~G6）：草地植被（西伯利亚三毛草草甸等）

忻州北~平城 500kV 线路（B68~B69）：草地植被、灌丛植被

忻州北~平城 500kV 线路（G93~G113）：草地植被（西伯利亚三毛草草甸等）	
忻州北~阳泉 500kV 线路（GA59）：荆条灌丛	忻州北~阳泉 500kV 线路（GB59）：油松林
忻州北~阳泉 500kV 线路（G72）：油松林	忻州北~阳泉 500kV 线路（G73）：油松林
忻州北~阳泉 500kV 线路（G76）：小叶杨林	忻州北~阳泉 500kV 线路（GA98）：油松林

忻州北~阳泉 500kV 线路（GA101）：小叶杨	忻州北~阳泉 500kV 线路（GA103）：小叶杨
忻州北~阳泉 500kV 线路（G111）：沙棘灌丛	忻州北~阳泉 500kV 线路（G114）：沙棘灌丛
忻州北~阳泉 500kV 线路（G111）：荆条灌丛	忻州北~阳泉 500kV 线路（G254）：油松林
忻州北~阳泉 500kV 线路（G255）：油松林	忻州北~阳泉 500kV 线路（G255）：荆条灌丛

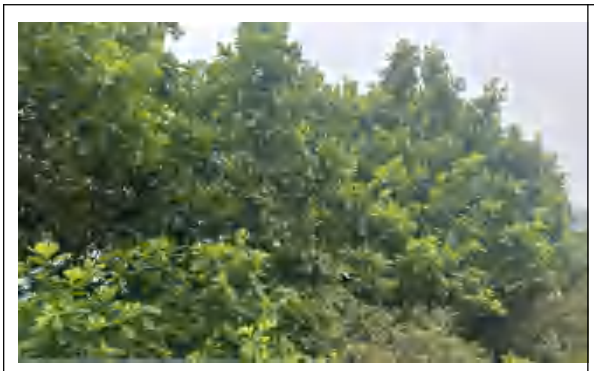
	
忻州北~阳泉 500kV 线路（G276）：辽东栎（蒙古栎）林	忻州北~阳泉 500kV 线路（GA281）：华北落叶松林
忻州北~阳泉 500kV 线路（GA283）：油松林	忻州北~阳泉 500kV 线路（GA283）：华北落叶松林
忻州北~阳泉 500kV 线路（GA284）：华北落叶松林	忻州北~阳泉 500kV 线路（GA287）：辽东栎（蒙古栎）林

图 7.16　本工程线路位于生态保护红线内植被现状照片

7.2.6.3 涉及生态保护红线段动物现状

涉及生态保护红线段动物现状调查详见章节 7.2.4。

（1）第一段

通过对第一段生态保护红线及镇子梁省级湿地公园区段的调查（样线 1~3），其中兽类 2 目 2 科 2 属 2 种；鸟类 2 目 3 科 3 属 3 种；两栖类 1 目 1 科 1 属 1 种；爬行类 1 目 2 科 3 属 3 种。现场调查期间未发现国家重点保护野生动物及濒危物种，山西省重点保护野生动物 1 种---白条锦蛇（Elaphedione）；特有种 2 种，分别为黄腹山雀（Parusvenustulus）和北草蜥（Takydromusseptentrionalis）。

（2）第二段

通过对第二段生态保护红线区段的调查（样线 4），其中兽类 1 目 1 科 1 属 1 种；鸟类 2 目 2 科 2 属 2 种；无两栖类动物；爬行类 1 目 1 科 2 属 2 种。现场调查期间未发现国家和地方重点保护野生动物及濒危物种，特有种 1 种，为北草蜥（Takydromusseptentrionalis）。

（3）第三段

通过对第三段生态保护红线区段的调查（样线 5），其中兽类 1 目 1 科 1 属 1 种；鸟类 1 目 1 科 1 属 1 种；无两栖类动物；爬行类 1 目 1 科 1 属 1 种。现场调查期间未发现国家和地方重点保护野生动物、濒危物种、特有种。

（4）第四段

通过对第四段生态保护红线区段的调查（样线 6），其中兽类 2 目 2 科 2 属 2 种；鸟类 2 目 2 科 2 属 2 种；无两栖类动物；爬行类 1 目 1 科 2 属 2 种。现场调查期间未发现国家重点保护野生动物及濒危物种，山西省重点保护野生动物 1 种---家燕（Hirundorustica）；特有种 2 种，分别为岩松鼠（Sciurotamiasdavidianus）和北草蜥（Takydromusseptentrionalis）。

（5）第五段

通过对第五段生态保护红线区段的调查（样线 8~9），其中兽类 3 目 3 科 3 属 3 种；鸟类 2 目 3 科 3 属 4 种；两栖类 1 目 2 科 2 属 2 种；爬行类 1 目 2 科 3 属 4 种。现场调查期间未发现国家重点保护野生动物及濒危物种；山西省重点保护野生动物 3 种，分别为大山雀（Parusmajor）、中国林蛙（Ranachensinensis）、白条锦蛇（Elaphedione）；特有种 4 种，分别为岩松鼠（Sciurotamiasdavidianus）、黄腹山雀（Parusvenustulus）、中国林蛙（Ranachensinensis）和北草蜥（Takydromusseptentrionalis）。

（6）第六段

通过对第六段生态保护红线区段的调查（样线 10），其中兽类 3 目 3 科 3 属 3 种；鸟类 1 目 2 科 2 属 2 种；无两栖类动物；爬行类 1 目 1 科 2 属 2 种。现场调查期间未发现国家重点保护野生动物及濒危物种；山西省重点保护野生动物 1 种---大山雀（Parusmajor）；特有种 2 种，分别为岩松鼠（Sciurotamiasdavidianus）和北草蜥（Takydromusseptentrionalis）。

（7）第七段

通过对第七段生态保护红线区段的调查（样线 11），其中兽类 3 目 3 科 3 属 3 种；鸟类 2 目 2 科 2 属 2 种；无两栖类动物；爬行类 1 目 1 科 2 属 2 种。现场调查期间未发现国家和地方重点保护野生动物及濒危物种；特有种 2 种，分别为岩松鼠（Sciurotamiasdavidianus）和北草蜥（Takydromusseptentrionalis）。

（8）第八段

通过对第八段生态保护红线区段的调查（样线 12），其中兽类 2 目 2 科 2 属 2 种；鸟类 2 目 3 科 3 属 3 种；两栖类 1 目 2 科 2 属 1 种；爬行类 1 目 1 科 2 属 2 种。现场调查期间未发现国家重点保护野生动物；山西省重点保护野生动物 1 种---黑斑侧褶蛙（Pelophylaxnigromoculatus）；近危（NT）物种 1 种---黑斑侧褶蛙（Pelophylaxnigromoculatus）；特有种 2 种，分别为岩松鼠（Sciurotamiasdavidianus）和北草蜥（Takydromusseptentrionalis）。

（9）第九段

通过对第九段生态保护红线区段的调查（样线 13），其中兽类 2 目 2 科 2 属 2 种；鸟类 2 目 2 科 2 属 2 种；无两栖类动物；爬行类 1 目 1 科 2 属 2 种。现场调查期间未发现国家和地方重点保护野生动物；特有种 2 种，分别为岩松鼠（Sciurotamiasdavidianus）和北草蜥（Takydromusseptentrionalis）。

（10）第十段

通过对第十段生态保护红线区段的调查（样线 14~15），其中兽类 4 目 4 科 4 属 4 种；鸟类 2 目 4 科 4 属 5 种；两栖类 1 目 2 科 3 属 3 种；爬行类 1 目 2 科 3 属 3 种。现场调查期间未发现国家重点保护野生动物；山西省重点保护野生动物 5 种，分别是大山雀（Parusmajor）、家燕（Hirundorustica）、黑斑侧褶蛙（Pelophylaxnigromoculatus）、中国林蛙（Ranachensinensis）、虎斑颈槽蛇（Rhabdophistigrinus）；近危（NT）物种 1 种---黑斑侧褶蛙（Pelophylaxnigromoculatus）；特有种 4 种，分别为岩松鼠（Sciurotamiasdavidianus）、黄腹山雀（Parusvenustulus）、中国林蛙（Ranachensinensis）和北草蜥（Takydromusseptentrionalis）。

（11）第十一段

通过对第十一段生态保护红线区段的调查（样线 16），其中兽类 2 目 2 科 2 属 2 种；鸟类 2 目 4 科 4 属 4 种；无两栖类动物；爬行类 1 目 2 科 3 属 3 种。现场调查期间未发现国家重点保护野生动物；山西省重点保护野生动物 2 种，分别

是家燕（Hirundorustica）、虎斑颈槽蛇（Rhabdophistigrinus）；特有种 3 种，分别为岩松鼠（Sciurotamiasdavidianus）、黄腹山雀（Parusvenustulus）和北草蜥（Takydromusseptentrionalis）。

（12）第十二段

通过对第十二段生态保护红线区段的调查（样线 17），其中兽类 4 目 4 科 4 属 4 种；鸟类 2 目 4 科 4 属 5 种；无两栖类动物；爬行类 1 目 2 科 3 属 3 种。现场调查期间未发现国家重点保护野生动物；山西省重点保护野生动物 3 种，分别是大山雀（Parusmajor）、家燕（Hirundorustica）、虎斑颈槽蛇（Rhabdophistigrinus）；特有种 3 种，分别为岩松鼠（Sciurotamiasdavidianus）、和北草蜥（Takydromusseptentrionalis）。

7.2.7 盂县梁家寨省级湿地公园

（1）森林公园概况

梁家寨省级湿地公园（2009 年 12 月经省林业厅批准建立），位于盂县北部。公园内湿地面积 401.63hm^2，其中河流湿地 270.86hm^2，人工湿地 130.77hm^2。区域内四周环山，地形多样，水资源丰富，地表水有龙华河、滹沱河，地下水主要是泉水，丰富的水资源为建立湿地公园提供了便利的自然条件。区域海拔约 500m，属暖湿带、湿带大陆性气候，区域内林木茂盛，已形成以核桃、花椒等经济树种为主体，伴有杨树、柳树等树种，属乔、灌、草相结合的生态模式，是盂县自然特性和生态特征比较明显的湿地区域。

（2）与项目相对位置关系

本项目采取无害化跨越方式，一档跨越盂县梁家寨省级湿地公园（恢复重建区），不在湿地公园立塔，跨越长度约 0.05km，其中塔基 G245 距离湿地公园 135m，塔基 G244 距离湿地公园 300m。本项目跨越盂县梁家寨省级湿地公园处现状照片见图 7.17，与盂县梁家寨省级湿地公园相对位置关系示意图 2.2。

图 7.17 本项目一档跨越盂县梁家寨省级湿地公园处现状照片

7.2.8 避让生态敏感区情况

7.2.8.1 应县南山省级自然保护区

（1）保护区概况

山西应县南山省级自然保护区位于应县最南端，地理坐标介于东经113°8′~113°34′，北纬 39°17′~39°27′之间，东为浑源县，西边为代县，南与繁峙县接壤，北界以应县下马峪乡团城村、箭杆村、麻峪村、梨树坪乡的莲花池村、梨树坪村、白马石乡的请佛庵村、道回峪村、麻燕寺村、土忽洞村、南沟村和尧峪村为界，东西长 46.5km，南北宽 4.5km，总面积 27425.6hm^2（按省政府批文，该保护区的总面积为 20810hm^2，规划阶段，在保护区四至界线不变的情况下，现地核实的保护区总面积为 27425.6hm^2，与批建面积有差异），其中有林地面积 2310.7hm^2，森林覆盖率为 8.4%。

山西应县南山省级自然保护区是一个集生态保护、科研监测、宣传教育和持续利用等多种功能于一体的综合性自然保护区。保护对象为华北落叶松人工林为主体的森林生态系统。保护区类型为森林生态系统类型自然保护区，华北落叶松人工林在保护区主要分布于土层深厚的阴坡、半阴坡的中部、中下部，在海拔超过 1700m 的山梁上没有华北落叶松人工林的分布。

山西应县南山省级自然保护区划分为核心区、缓冲区和实验区。

1）核心区

该区生态系统保护良好，物种丰富，是水源涵养林集中分布，野生动物栖息繁

衍的主要区域。核心区面积为 10795.1hm^2，占保护区总面积的 39.36%，其中林分面积 1687.5hm^2，森林覆盖率 15.63%。

2）缓冲区

缓冲区面积 8029.7hm^2，占保护区总面积的 29.28%，其中林分面积 354.6hm^2，森林覆盖率为 4.42%。

3）实验区

实验区面积 8600.8hm^2，占保护区总面积的 31.36%，其中林分面积 268.5hm^2，森林覆盖率为 3.12%。

（2）保护区自然资源

1）植被概述

保护区植被主要有人工华北落叶松防护林，沙棘灌木和以米口袋、针茅、狼尾草等为主的天然草地，局部分布有白桦和山杨天然次生林。植被总盖度 0.8~0.9，生态环境较为优越。保护区内野生木本植物主要有白桦、山杨、沙棘、山刺玫、山桃、山杏、榆叶梅等；野生草本植物重要有早熟禾、碱草、鹅冠草、野青茅、紫羊茅、蒿类等。

2）植物资源

根据调查并参考有关资料统计，应县南山自然保护区种子植物有 65 科、195 属、276 种。其中草本植物 169 种，占总数的 61.2%，木本植物 107 种，占总数的 38.8%。主要科的分析：自然保护区内植物各科所含种数差异悬殊，按科的植物种数排前五名的是：第一、蔷薇科 37 种，占总数的 13.4%；第二、菊科 30 种，占总数的 10.9%；第三、禾本科 21 种，占总数的 7.6%；第四、豆科 19 种，占总数的 6.9%；第五、杨柳科和唇形科各 14 种，各占总数的 5.1%。

3）动物资源

根据查阅资料，保护区区域内分布有陆生脊椎动物 171 种，其中有两栖动物 3 种，爬行动物 9 种，鸟类 133 种，兽类 26 种。属于国家重点保护的野生动物 24 种，其中国家I级重点保护野生动物 2 种，分别为黑鹳、大鸨；国家II级重点保护的野生动物 17 种，有白琵鹭、大天鹅、小天鹅、苍鹰、雀鹰、松雀鹰、大鵟、白尾海雕、白尾鹞、白头鹞、猎隼、游隼、燕隼、阿穆尔隼、红隼、纵纹腹小鸮、短耳鸮。

（3）主要保护对象

应县南山自然保护区主要保护对象为华北落叶松人工林。

（4）与项目相对位置关系

本项目不进入且生态影响评价范围不涉及应县南山自然保护区。本项目输电线路避让了应县南山自然保护区，位于南山自然保护区西南侧 0.95km，本项目与应县南山省级自然保护区相对位置关系见示意图 7.18。

图 7.18 本项目与应县南山省级自然保护区相对位置关系示意图

7.2.8.2 镇子梁省级湿地公园

（1）镇子梁省级湿地公园概况

应县镇子梁省级湿地公园，位于朔州市应县城东 6km，北依龙首山松林，南结安边镇遗址，其内水库占地面积 1840km^2，库容量 4940 万 m^3。2013 年 12 月，经山西省林业厅批准成立省级湿地公园，规划面积 2108.32ha，湿地面积 1322.79ha，湿地率 62.74%。公园主要有黑鹳、大天鹅等国家一、二级保护鸟类。

（2）与项目相对位置关系

本项目不进入且生态影响评价范围不涉及孟县梁家寨省级湿地公园。本项目避让了镇子梁省级湿地公园，与镇子梁省级湿地公园最近距离约 0.35km，中间隔着镇子梁村庄和农田，项目建设不占用镇子梁湿地生境，对其影响有限。本项目与镇子梁省级湿地公园相对位置关系见示意图 7.19。

图 7.19 本项目与镇子梁省级湿地公园相对位置关系示意图

7.2.8.3 尖山省级森林公园

（1）尖山省级森林公园概况

2016 年由山西省政府批准建立，落界面积 800.59ha，位于北下庄西麻河驿村北 2.5km 处，东连磁瓮尖，西接蚍蜉垴，北至暖窑。园内森林密布，物种繁多，是难得的天然氧吧。山顶建有尖山古庙，流传久远的“尖山故事”就发生于此。园内有白龙庙、七郎庙、拜水洞、古长城等名胜自然景观，有天然紫荆和刺梅为主的森林风景资源，有“三尖圣境”和拜水洞、古长城等自然文化资源，是弘扬传统乡村护林生态文化、提供生态休闲、科普健身等森林旅游服务的森林公园。

（2）与项目相对位置关系

本项目不进入且生态影响评价范围不涉及尖山省级森林公园。本项目避让了尖山省级森林公园，与尖山省级森林公园最近距离约 0.6km。本项目与尖山省级森林公园相对位置关系见示意图 7.20。

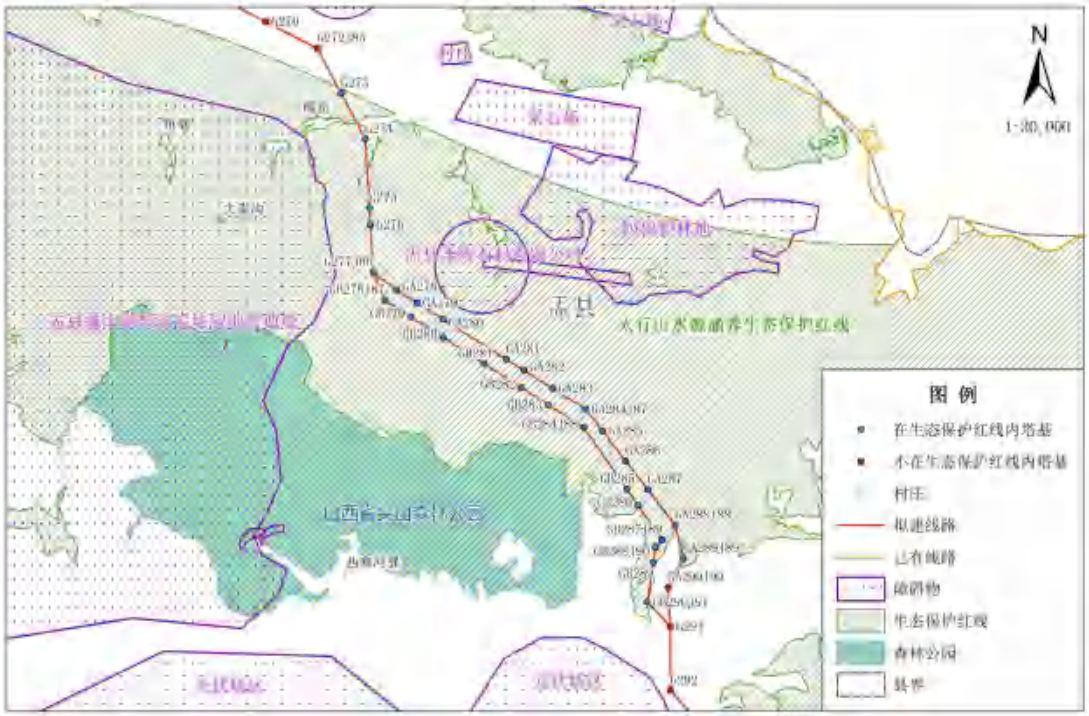


图 7.20 本项目与尖山省级森林公园相对位置关系示意图

7.2.9 太行山生物多样性保护优先区域调查

根据《中国生物多样性保护战略与行动计划（2011~2030 年）》和《山西省生物多样性保护优先区域规划》，山西省生物多样性保护优先区域位于太行山生物多样性保护优先区域的中段和南段，涉及山西省 9 个市、62 个县级行政区，总面积 40360.46km^2，占太行山生物多样性保护优先区域总面积的 64.51%，占山西省国土面积的 25.83%。西省生物多样性保护优先区域中森林、草地分布面积最大，约占优先区域总面积的 60%；其次为农田、灌丛，约占优先区域总面积的 35%；城镇、湿地、裸地分布面积较小，占优先区域总面积不足 5%。山西省生物多样性保护优先区域中分布有野生维管束植物种类 1999 种，其中被子植物 1899 种，裸子植物 14 种，蕨类 86 种；分布野生脊椎动物种类共 444 种，其中哺乳类 62 种，鸟类 304 种，爬行类 29 种，两栖类 11 种，鱼类 38 种。该域涉及自然保护区 29 个，森林公园 21 个，风景名胜区 15 个，世界文化自然遗产 1 个，地质公园 5 个，多样化的保护网络体系有效提升了优先区域生物多样性保护水平。

本项目位于太行山生物多样性保护优先区域的忻州市的五台县和代县以及大同市的云州区部分，其中忻州市的五台县和代县线路长度约 132.5km，大同市

的云州区部分线路长度约 7.5km。本项目与太行山生物多样性保护优先区域相对位置关系见示意图 7.21。

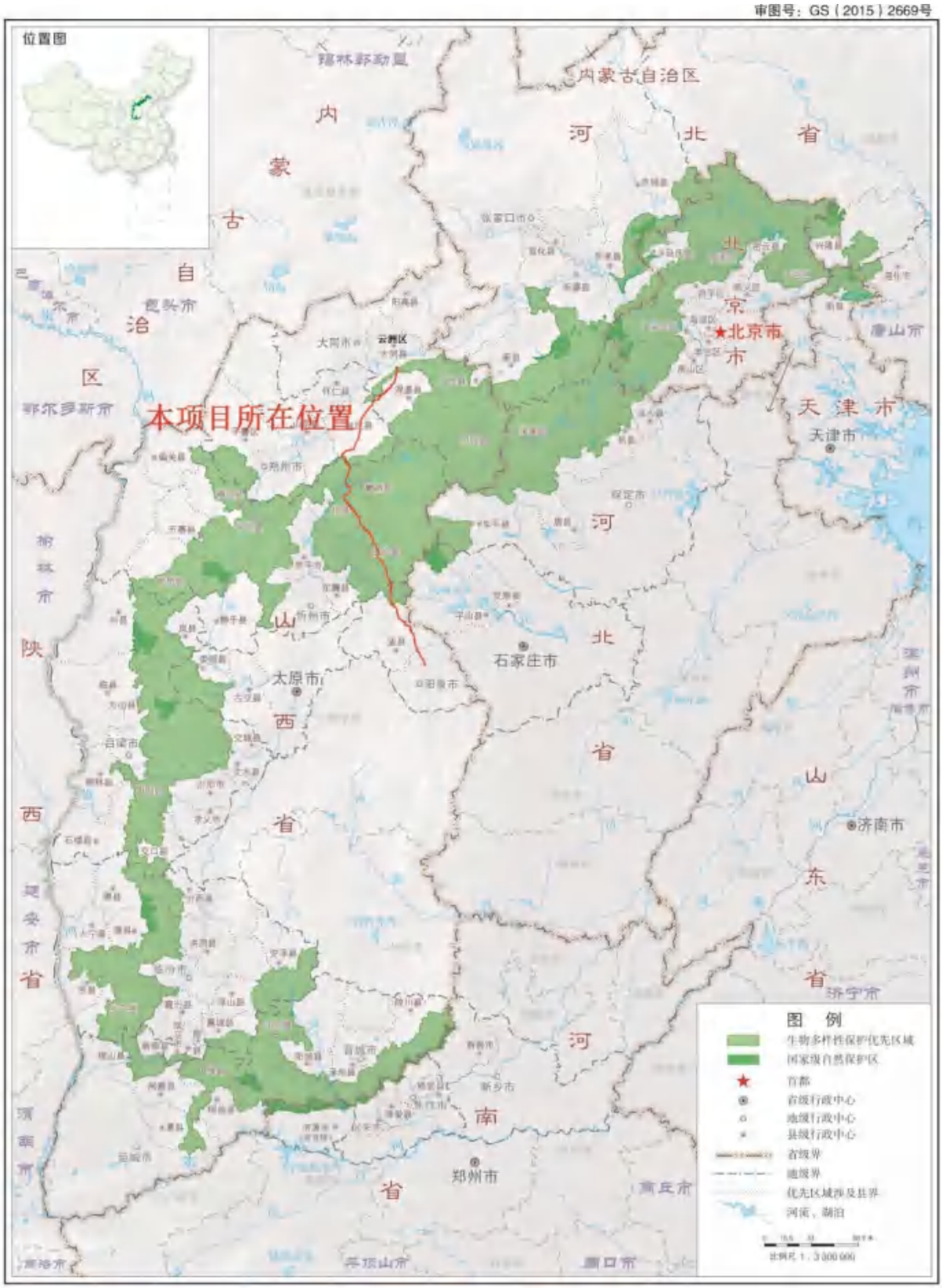


图 7.21 本项目与太行山生物多样性保护优先区域相对位置关系示意图

7.2.10 生态公益林

（1）占用公益林情况

本项目占用各级公益林总计 44.00hm²，其中永久占用 12.13hm²，临时占用 31.87hm²。其中占用国家级公益林 7.21hm²，省级公益林（二级）2.70hm²，省级公益林（三级）10.21hm²，其他地方公益林 23.89hm²。本项目与生态公益林相对位置关系见附图 10。

1）阳泉和平城 500kV 变电站扩建不新增占用各级生态公益林，新建忻州北 500kV 变电站占用省级生态公益林 2.73hm²。

2）输电线路

输电线路占用各级生态公益林总计 41.27hm²，其中永久占用 9.40hm²，临时占用 31.87hm²。其中占用国家级公益林（二级）7.21hm²，省级公益林（二级）2.70hm²，省级公益林（三级）7.48hm²，其他地方公益林 23.89hm²。输电线路按行政区划塔基、牵张场、跨越施工区、临时道路详细占用各级生态公益林情况详见表 7.31。

表 7.31 占用生态公益林统计一览表

行政区划		工程/施工区域		森林类别	等级	永久占地 hm²	临时占地 hm²	小计
忻州市	代县	新建忻州北 500kV 变电站区		省级公益林	三级	2.73	/	2.73
大同市	云州区	500kV 输电线路工程	塔基区	国家级公益林	二级	0.12	0.15	0.27
				省级公益林	三级	0.28	0.35	0.63
				其他地方公益林	三级	0.28	0.35	0.63
			牵张场区	其他地方公益林	三级	/	0.15	0.15
			跨越施工场区	国家级公益林	二级	/	0.06	0.06
			临时道路	国家级公益林	二级	/	0.12	0.12
				省级公益林	三级	/	0.54	0.54
				其他地方公益林	三级	/	0.09	0.09
			小计			0.68	1.81	2.49
	浑源县		塔基区	国家级公益林	二级	0.16	0.20	0.36
				省级公益林	三级	0.04	0.05	0.09
				其他地方公益林	三级	0.40	0.50	0.90
			牵张场区	/	/	/	/	0.00
			跨越施工场区	其他地方公益林	三级	/	0.03	0.03
			临时道路	国家级公益林	二级	/	0.05	0.05

				其他地方公益林	三级	/	0.35	0.35
			小计			0.60	1.18	1.78
朔州市	应县		塔基区	国家级公益林	二级	0.28	0.35	0.63
				省级公益林	三级	0.12	0.15	0.27
				其他地方公益林	三级	0.12	0.15	0.27
			牵张场区	/	/	/	/	0.00
			跨越施工场区	国家级公益林	二级	/	0.03	0.03
				其他地方公益林	三级	/	0.03	0.03
			临时道路	国家级公益林	二级	/	0.14	0.14
				省级公益林	三级	/	0.07	0.07
				其他地方公益林	三级	/	0.12	0.12
			小计			0.52	1.03	1.55
忻州市	代县		塔基区	国家级公益林	二级	0.40	0.50	0.90
				省级公益林	二级	0.04	0.05	0.09
				省级公益林	三级	0.36	0.45	0.81
				其他地方公益林	三级	1.04	1.30	2.34
			牵张场区	其他地方公益林	三级	/	0.30	0.30
			跨越施工场区	/	/	/		0.00
			临时道路	国家级公益林	二级	/	0.60	0.60
				省级公益林	二级	/	0.36	0.36
					三级	/	0.19	0.19
				其他地方公益林	三级	/	1.52	1.52
			小计			1.84	5.28	7.12
	五台县		塔基区	国家级公益林	二级	0.40	0.50	0.90
				省级公益林	二级	0.08	0.10	0.18
				其他地方公益林	三级	1.20	1.50	2.70
			牵张场区	国家级公益林	二级	/	0.15	0.15
				其他地方公益林	三级	/	0.30	0.30
			跨越施工场区	其他地方公益林	三级	/	0.60	0.60
			临时道路	国家级公益林	二级	/	0.48	0.48
				省级公益林	二级	/	0.18	0.18
				其他地方公益林	三级	/	3.08	3.08
			小计			1.68	6.89	8.57
阳泉市	盂县		塔基区	国家级公益林	二级	0.60	0.75	1.35
				省级公益林	二级	0.48	0.60	1.08
					三级	1.20	1.50	2.70
				其他地方公益林	三级	1.48	1.85	3.33
			牵张场区	国家级公益林	二级	/	0.15	0.15
				其他地方公益林	三级	/	0.60	0.60
			跨越施工场区	国家级公益林	二级	/	0.03	0.03
				省级公益林	三级	/	0.06	0.06
				其他地方公益林	三级	/	0.09	0.09
			临时道路	国家级公益林	二级	/	0.82	0.82

				省级公益林	二级	/	0.81	0.81
					三级	/	2.12	2.12
				其他地方公益林	三级	/	5.20	5.20
			小计			3.76	14.57	18.33
	郊区		塔基区	国家级公益林	二级	0.04	0.05	0.09
				其他地方公益林	三级	0.28	0.35	0.63
			牵张场区	其他地方公益林	三级	/	0.15	0.15
			跨越施工场区	其他地方公益林	三级	/	0.15	0.15
			临时道路	国家级公益林	二级	/	0.07	0.07
				其他地方公益林	三级	/	0.34	0.34
			小计			0.32	1.11	1.43
合计				国家级公益林	二级	2.00	5.21	7.21
				省级公益林	二级	0.60	2.10	2.70
					三级	4.73	5.48	10.21
				其他地方公益林	三级	4.80	19.09	23.89
				总计		12.13	31.87	44.00

（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。根据核实本项目不涉及 1 级保护林地，因此满足相关要求，同时本项目涉及 II 级保护林地，但是本项目属于 2024 年山西省级重点工程项目（附件 4），属于供电基础设施，因此占用 II 级保护林地是符合相关管理规定的。

本项目林地权属涉及代县、五台县、阳泉市郊区、盂县、应县、浑源县、大同市云州区，还涉及山西省五台山国有林管理局和山西省桑干河杨树丰产林实验局管理范围内林地，目前已取得了代县林业局、五台县林业局、阳泉市郊区林业局、盂县林业局、应县林业局、浑源县林业局、大同市云州区林业局及山西省桑干河杨树丰产林实验局、山西省五台山国有林管理局意见。

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。根据核实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。根据核实本项目涉及国家级公益林和省级公益林，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。

（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。因此该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，对少量无法避免的经济作物砍伐按政策进行赔偿；应做好表土剥离、分类存放和回填利用；施工过程中，严格控制临时占地林地面积，并及时做好植被恢复措施，采取播撒草籽、种植树木，林草结合的方式及时对临时施工用地进行植被恢复，同时注意尽量使用当地植物物种，避免造成外来物种入侵。

7.2.10 基本农田

本项目新建忻州北变电站、平城 500kV 变电站和阳泉 500kV 变电站扩建不占用基本农田。

本项目输电线路塔基占用基本农田面积 24.93hm^2，其中永久占用面积 10.68hm^2，临时占用面积 14.25hm^2；牵张场占用基本农田 19 处，临时占用面积 2.85hm^2；跨越施工场占用基本农田 36 处，临时占用面积 0.78hm^2；临时道路占用基本农田长度约 3.5371km，总占用基本农田面积 12.38hm^2。本项目与基本农田相对位置关系见附图 11。

表 7.32 占用基本农田情况汇总一览表

行政区划		工程内容/施工区域		永久占地（hm^2）	临时占地（hm^2）	小计（hm^2）
大同市	云州区	500kV 输电线	塔基区	0.16	0.20	0.36
			牵张场区	/	/	/

		路工程	跨越施工场区	/	/	/
			临时道路	/	0.37	0.37
			小计	0.16	0.57	0.73
	浑源县		塔基区	3.00	4.25	7.25
			牵张场区	/	0.60	0.60
			跨越施工场区	/	0.3	0.30
			临时道路	/	4.01	4.01
			小计	3.00	9.16	12.16
朔州市	应县		塔基区	3.88	4.85	8.73
			牵张场区	/	0.75	0.75
			跨越施工场区	/	0.24	0.24
			临时道路	/	2.39	2.39
			小计	3.88	8.23	12.11
忻州市	代县		塔基区	2.00	2.90	4.90
			牵张场区	/	0.75	0.75
			跨越施工场区	/	0.15	0.15
			临时道路	/	1.82	1.82
			小计	2.00	5.62	7.62
	五台县		塔基区	1.20	1.50	2.70
			牵张场区	/	0.60	0.60
			跨越施工场区	/	0.03	0.03
			临时道路	/	3.04	3.04
			小计	1.20	5.17	6.37
阳泉市	盂县		塔基区	0.40	0.50	0.90
			牵张场区	/	0.15	0.15
			跨越施工场区	/	0.06	0.06
			临时道路	/	0.68	0.68
			小计	0.40	1.39	1.79
	郊区		塔基区	0.04	0.05	0.09
			牵张场区	/	/	/
			跨越施工场区	/	/	/
			临时道路		0.08	0.08
			小计	0.04	0.13	0.17
合计				10.68	30.26	40.94

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

按照《山西省人民政府关于加快电网建设的意见》（晋政发〔2007〕6 号）关于“输电线路走廊（包括杆、塔基础）原则不征地，只作一次性经济补偿”的要求。

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，施工时要将耕作层剥离并采用上铺下盖等隔离措施单独堆放，塔基基础开挖完工后，尽快浇注混凝土，按照原有土层顺序进行回填，缩短裸露时间；施工临时占地宜采取隔离保护措施，施工结束后应将混凝土余料和残渣及时清除，以免影响后期土地功能的恢复。

7.2.12 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。根据对拟建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

拟建项目涉及的太山西省忻州市代县、五台县，阳泉市盂县和阳泉市郊区属于太行山国家级水土流失重点治理区，朔州市应县，大同市浑源县、云州区属于永定河上游国家级水土流失重点治理区。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、水电、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）生态系统退化问题

随着经济建设的高速发展，人口的增长和扩大对外开放，土地利用方式也发生了很大变化，园地、城镇和工矿用地增加，林地、草地、湿地面积和总体质量下降。因交通、水力、电力等工程建设强度增大和矿产不合理开采而造成的生态环境破坏也越来越严重，特别是在工程建设和矿山开采过程中因挖掘、压占、塌陷及产生的废物、废水，造成地下水位下降，野生动植物资源受损，土壤酸化和结板变性，土壤被侵占，从而导致了森林、草地、湿地退化等生态问题。

7.3 生态影响预测与评价

7.3.1 项目占地对土地利用的影响分析

本项目占地面积约 156.97hm^2，其中永久占地 39.09hm^2，主要为阳泉扩建变电站、新建忻州北变电站、进站道路和塔基用地；临时占地为 117.88hm^2，包括阳泉变电站的临时施工道路区、施工生产区，新建忻州北变电站的排水管线区、站用电源、施工生产生活区，输电线路的塔基用地、跨越施工区、牵张场区和施工道路区。

表 7.33 本项目占地汇总一览表（1）

序号	项目组成		占地类型										合计
			永久占地					临时占地					
			耕地	林地	草地	园地	小计	耕地	林地	草地	园地	小计	
1	新建忻州北 500kV 变电站区	变电站	1.06	4.72	/	/	5.78	/	/	/	/	/	5.78
		进站道路	0.17	/	0.08	/	0.25	/	/	/	/	/	0.25
		排水管线区	/	/	/	/	/	0.29	/	0.16	/	0.45	0.45
		站用电源	/	/	/	/	/	0.38	/	0.12	/	0.50	0.50
		施工生产生活区	/	/	/	/	/	1.00	/		/	1.00	1.00
		小计	1.23	4.72	0.08	/	6.03	1.67	/	0.28	/	1.95	7.98
2	阳泉 500kV 变电站间隔完善工程	扩建区	/	0.26	/	/	0.26	/	/	/	/	/	0.26
		临时施工道路	/	/	/	/	/	/	0.37	/	/	0.37	0.37
		施工生产区	/	/	/	/	/	/	0.20	/	/	0.20	0.20
		小计	/	0.26	/	/	0.26	/	0.57	/	/	0.57	0.83
3	平城 500kV 变电站间隔扩建工程		无新增占地										
4	500kV 输电线路工程	塔基区	10.68	12.40	9.24	0.48	32.80	14.25	16.30	11.55	0.60	42.70	75.50
		牵张场区	/	/	/	/	/	2.85	0.45	4.50	/	7.80	7.80
		跨越施工区	/	/	/	/	/	0.78	0.21	1.29	/	2.28	2.28
		施工道路区	/	/	/	/	/	12.38	31.03	19.18	/	62.58	62.58
		小计	10.68	12.40	9.24	/	32.80	30.26	47.99	36.52	/	115.36	148.16
总计			11.91	17.38	9.32	0.48	39.09	31.93	48.56	36.80	0.60	117.88	156.97

表 7.33 本项目占地汇总一览表（2）

序号	项目组成		行政区划														合计
			永久占地							临时占地							
			云州区	浑源县	应县	代县	五台县	盂县	郊区	云州区	浑源县	应县	代县	五台县	盂县	郊区	
1	新建忻州北 500kV 变电站区	变电站	/	/	/	5.78	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	5.78
		进站道路	/	/	/	0.25	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0.25
		排水管线区	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0.45	/	/	/	0.45
		站用电源	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0.50	/	/	/	0.50
		施工生产生活区	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	1.00	/	/	/	1.00
		小计	/	/	/	6.03	/	/	/	/	/	/	1.95	/	/	/	7.98
2	阳泉 500kV 变电站间隔完善工程	扩建区	/	/	/	/	/	/	0.26	/	/	/	/	/	/	/	0.26
		临时施工道路	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0.37	0.37
		施工生产区	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0.20	0.20
		小计	/	/	/	/	/	/	0.26	/	/	/	/	/	/	0.57	0.83
3	平城 500kV 变电站间隔扩建工程		无新增占地														
4	500kV 输电线路工程	塔基区	0.80	5.04	5.40	7.76	5.56	7.48	0.76	1.00	7.10	6.75	10.10	6.95	9.85	0.95	75.50
		牵张场区	/	/	/	/	/	/	/	0.15	0.75	1.20	2.40	1.50	1.5	0.30	7.80
		跨越施工区	/	/	/	/	/	/	/	0.12	0.42	0.33	0.48	0.24	0.54	0.15	2.28
		施工道路区	/	/	/	/	/	/	/	1.29	6.56	4.37	15.41	15.03	18.86	1.06	62.58
		小计	0.80	5.04	5.40	7.76	5.56	7.48	0.76	2.56	14.83	12.65	28.39	23.72	30.75	2.46	148.16
总计			0.80	5.04	5.40	13.79	5.56	7.48	1.02	2.56	14.83	12.65	30.34	23.72	30.75	3.03	156.97
公益林占用面积			0.68	0.60	0.52	4.57	1.68	3.76	0.32	1.81	1.18	1.03	5.28	6.89	14.57	1.11	44.00
永久基本农田占用面积			0.16	3.00	3.88	2.00	1.20	0.40	0.04	0.57	9.16	8.23	5.62	5.17	1.39	0.13	40.94

（1）忻州北 500kV 变电站新建工程

新建忻州北 500kV 变电站区包括变电站、进站道路、排水管线区、站用电源、施工生产生活区。

本项目变电站占地面积为 5.78hm²，属于永久占地，占地类型为林地（种植油松小苗）、耕地；进站道路长 140m，占地面积 0.25hm²，属于永久占地，占地类型为耕地和草地；排水管线长 500m，总占地面积 0.45hm²，属于临时占地，占地类型为耕地和草地；站用电源占地面积 0.50hm²，属于临时占地，占地类型为耕地；施工生产生活区位于变电站东侧，紧挨变电站，占地面积为 1.00hm²，属于临时占地，占地类型为耕地。

（2）阳泉 500kV 变电站间隔完善工程

阳泉 500kV 变电站间隔完善工程包括扩建区、临时施工道路区和施工生产区。本工程扩建区占地面积为 0.26hm²，属于永久占地，占地类型为林地（灌丛）；临时施工道路长 585m，占地面积 0.37hm²，属于临时占地，占地类型为林地（灌丛）；施工生产区位于变电站东侧，紧挨变电站，占地面积为 0.20hm²，属于临时占地，占地类型为林地（灌丛）。

（3）平城 500kV 变电站间隔扩建工程

平城 500kV 变电站站内扩建 2 个出线间隔，不新增占地。

（4）500kV 输电线路

输电线路包括塔基区（含拆除塔基）、牵张场区、跨越施工区和施工道路区。

1）塔基区

本项目输电线路共新建塔基 820 基，拆除 34 基杆塔，由于塔基基础均位于山地区域，对塔基基础不进行拆除。本项目塔基总占地面积为 75.5hm²，其中永久占地面积约 32.80hm²，临时占地 42.7hm²，占地类型为耕地、林地、草地等。

表 7.34 本项目新建 500kV 线路塔基占地一览表

行政区划/土地类型	永久占地（hm²）	临时占地（hm²）	合计（hm²）
代县	**7.76**	**10.10**	**17.86**
草地	**1.68**	**2.10**	**3.78**
其他草地	1.68	2.10	3.78
耕地	**2.00**	**2.90**	**4.90**
旱地	2.00	2.90	4.90
林地	**3.76**	**4.70**	**8.46**
灌木林地	2.76	3.45	6.21

乔木林地	1.00	1.25	2.25
园地	**0.32**	**0.40**	**0.72**
果园	0.32	0.40	0.72
浑源县	**5.04**	**7.10**	**12.14**
草地	**1.64**	**2.05**	**3.69**
其他草地	1.64	2.05	3.69
耕地	**3.00**	**4.25**	**7.25**
旱地	3.00	4.25	7.25
林地	**0.40**	**0.80**	**1.20**
灌木林地	0.28	0.65	0.93
乔木林地	0.12	0.15	0.27
郊区	**0.76**	**0.95**	**1.71**
耕地	**0.04**	**0.05**	**0.09**
旱地	0.04	0.05	0.09
林地	**0.72**	**0.90**	**1.62**
灌木林地	0.64	0.80	1.44
乔木林地	0.08	0.10	0.18
五台县	**5.56**	**6.95**	**12.51**
草地	**0.16**	**0.20**	**0.36**
其他草地	0.16	0.20	0.36
耕地	**1.20**	**1.50**	**2.70**
旱地	1.20	1.50	2.70
林地	**4.16**	**5.20**	**9.36**
灌木林地	3.60	4.50	8.10
乔木林地	0.56	0.70	1.26
园地	**0.04**	**0.05**	**0.09**
果园	0.04	0.05	0.09
应县	**5.40**	**6.75**	**12.15**
草地	**1.52**	**1.90**	**3.42**
其他草地	1.52	1.90	3.42
耕地	**3.88**	**4.85**	**8.73**
旱地	3.88	4.85	8.73
盂县	**7.48**	**9.85**	**17.33**
草地	**3.92**	**4.90**	**8.82**
其他草地	3.92	4.90	8.82
耕地	**0.40**	**0.50**	**0.90**
旱地	0.40	0.50	0.90
林地	**3.04**	**4.30**	**7.34**
灌木林地	1.68	2.45	4.13
乔木林地	1.36	1.85	3.21
园地	**0.12**	**0.15**	**0.27**
果园	0.12	0.15	0.27
云州区	**0.80**	**1.00**	**1.80**

草地	**0.32**	**0.40**	**0.72**
其他草地	0.32	0.40	0.72
耕地	**0.16**	**0.20**	**0.36**
旱地	0.16	0.20	0.36
林地	**0.32**	**0.40**	**0.72**
灌木林地	0.16	0.20	0.36
乔木林地	0.16	0.20	0.36
总计	32.80	42.70	75.50

2）牵张场区

牵张场应选择在交通运输方便、视线开阔、锚线容易、直线升空方便的地方。牵张场地应满足牵引机、张力机能直接运送到位，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。本项目共设牵张场 52 处，占地为 7.80hm^2，属临时占地，占地类型为耕地、林地和草地。

表 7.35 本项目牵张场占地一览表

行政区划/土地类型	临时占地（hm^2）
代县	**2.40**
草地	**1.50**
其他草地	1.50
耕地	**0.75**
旱地	0.75
林地	**0.15**
乔木林地	0.15
浑源县	**0.75**
草地	**0.15**
其他草地	0.15
耕地	**0.60**
旱地	0.60
郊区	**0.30**
草地	**0.15**
其他草地	0.15
林地	**0.15**
乔木林地	0.15
五台县	**1.50**
草地	**0.90**
其他草地	0.90
耕地	**0.60**
旱地	0.60

行政区划/土地类型	临时占地（hm^2）
应县	**1.20**
草地	**0.30**
其他草地	0.30
耕地	**0.75**
旱地	0.75
林地	**0.15**
灌木林地	0.15
盂县	**1.50**
草地	**1.35**
其他草地	1.35
耕地	**0.15**
旱地	0.15
云州区	**0.15**
草地	**0.15**
其他草地	0.15
总计	7.80

3）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 76 个跨越施工区，每处占地面积 0.03hm²，共占地 2.28hm²，属于临时占地，占地类型为耕地、草地和林地。

表 7.36 跨越施工场占地一览表

行政区划/土地类型	临时占地（hm²）		行政区划/土地类型	临时占地（hm²）
代县	**0.48**		**应县**	**0.33**
耕地	**0.15**		**耕地**	**0.24**
旱地	0.15		旱地	0.24
草地	**0.33**		**林地**	**0.03**
其他草地	0.33		灌木林地	0.03
浑源县	**0.42**		**草地**	**0.06**
耕地	**0.3**		其他草地	0.06
旱地	0.3		**盂县**	**0.54**
林地	**0.09**		**耕地**	**0.06**
灌木林地	0.09		旱地	0.06
草地	**0.03**		**林地**	**0.03**
其他草地	0.03		灌木林地	0.03
郊区	**0.15**		**草地**	**0.45**
草地	**0.15**		其他草地	0.45
其他草地	0.15		**云州区**	**0.12**
五台县	**0.24**		**林地**	**0.06**
耕地	**0.03**		灌木林地	0.06
旱地	0.03		**草地**	**0.06**
草地	**0.21**		其他草地	0.06
其他草地	0.21		**总计**	**2.28**

4）施工道路区

本项目线路需新建临时道路总长约 178.8km，总占地面积为 62.58hm²，属于临时占地，占地类型为林地、耕地和草地。

表 7.37 施工临时道路占地一览表

行政区划/土地类型	临时道路长度（m）	临时占地（hm²）	行政区划/土地类型	临时道路长度（m）	临时占地（hm²）
代县	**44036.22**	**15.41**	**应县**	**12476.07**	**4.37**
草地	**31753.27**	**11.11**	**草地**	**4448.10**	**1.56**
其他草地	31753.27	11.11	其他草地	4448.10	1.56
耕地	**5192.17**	**1.82**	**耕地**	**6817.18**	**2.39**
旱地	5192.17	1.82	旱地	6817.18	2.39
林地	**7090.78**	**2.48**	**林地**	**1210.79**	**0.42**
乔木林地	7090.78	2.48	乔木林地	1210.79	0.42
浑源县	**18742.31**	**6.56**	**盂县**	**53872.88**	**18.86**
草地	**6179.06**	**2.16**	**草地**	**115.05**	**0.04**
其他草地	6179.06	2.16	其他草地	115.05	0.04

耕地	**11445.42**	**4.01**
旱地	11445.42	4.01
林地	**1117.83**	**0.39**
乔木林地	1117.83	0.39
郊区	**3034.05**	**1.06**
草地	**1.91**	**0.00**
其他草地	1.91	0.00
耕地	**225.01**	**0.08**
旱地	225.01	0.08
林地	**2807.13**	**0.98**
灌木林地	2533.53	0.89
乔木林地	273.60	0.10
五台县	**42955.07**	**15.03**
草地	**10271.59**	**3.60**
其他草地	10271.59	3.60
耕地	**8680.52**	**3.04**
旱地	8680.52	3.04
林地	**24002.96**	**8.40**
灌木林地	18545.96	6.49
乔木林地	5457.00	1.91

耕地	**1952.24**	**0.68**
旱地	1952.24	0.68
林地	**51805.59**	**18.13**
灌木林地	41769.87	14.62
乔木林地	10035.71	3.51
云州区	**3684.91**	**1.29**
草地	**2021.75**	**0.71**
其他草地	2021.75	0.71
耕地	**1045.52**	**0.37**
旱地	1045.52	0.37
林地	**617.64**	**0.22**
乔木林地	617.64	0.22
总计	**178801.50**	**62.58**

5）材料站

沿线设材料站 4 处，材料站为临时租用民房，不计入本项目占地面积中。

7.3.1.1 永久占地的影响分析

本项目永久占地面积很小，总计为 39.09hm^2，占评价范围的面积比仅为 0.14%，且主要类型是耕地（11.91hm^2）、林地（17.38hm^2）、草地（9.32hm^2），其中林地主要以灌木林地为主，面积为 9.38hm^2，因此本项目永久占地主要为植被覆盖度较低区域，对土地利用结构影响极其轻微。

7.3.1.2 施工临时用地环境影响分析

新建忻州 500kV 变电站施工临时占地面积为 1.95hm^2，阳泉 500kV 间隔扩建施工临时占地 0.57hm^2，且主要类型是耕地（1.67hm^2）、林地（0.57hm^2）、草地（0.28hm^2）。

新建 500kV 输电线路临时占地共计 115.36hm^2，且主要类型是耕地（30.26hm^2）、林地（47.99hm^2）、草地（36.52hm^2），其中林地主要以灌木林地为主，面积为 34.41hm^2，输电线路塔基及牵张场较分散，且单个塔基施工周期短，经查阅资料及现场踏勘，沿线分布有村庄，因此工程临时施工生活采用租用民房的方式解决。根据可研设计资料，本项目输电线路不需设置施工营地。

（1）临时施工场地布设及规范管理要求

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

1）变电站

新建忻州 500kV 变电站施工临时占地面积为 1.95hm^2，需要在拟建厂址东侧紧邻设置临时施工生产生活区，临时占地约 1.00hm^2，占地类型为耕地；另外供排水管线临时占地 0.45hm^2，站用电源临时占地 0.50hm^2，占地类型为耕地和草地。

阳泉 500kV 间隔扩建施工临时占地 0.57hm^2。施工生产区位于变电站东侧，紧挨变电站，占地面积为 0.20hm^2，占地类型为林地（灌丛）；临时施工道路长 585m，占地面积 0.37hm^2，占地类型为林地（灌丛）。

2）输电线路

①塔基施工场地设置（含塔基拆除）

塔基基础施工临时场地以单个塔基为单位零星布置。在塔基施工过程中每处塔基都有一处施工临时占地作为施工场地，用来临时堆置土方、材料和工具等。

施工期间对临时堆土底部采取彩条布铺垫措施，临时堆土顶部采取密目网苫盖措施、下坡侧设置填土编织袋进行拦挡、修筑截排水沟；施工结束后进行土地平整、回覆表土、恢复植被或恢复耕地。

采取的工程措施有排水沟、表土剥离及回覆、土地整治、复耕等；植物措施有栽植本土植被、撒播草籽；临时措施有拦挡、土工布铺垫、防尘网苫盖、泥浆池等。

②牵张场设置

为满足施工放线需要，输电线路沿线需设置牵张场地，牵张场应满足牵引机、张力机能直接运达到位，地形应平坦，能满足布置牵张设备、布置导线及施工操作等要求。本项目需设置牵张场 52 处，占地类型为耕地和草地。

根据地形每处牵张场面积约为 1500m^2，并适当优化，尽量减少占地面积。

施工前在牵张场地边界设置彩旗绳围栏限定施工场地；施工期间建筑材料底部铺垫土工布；施工结束后进行土地平整，恢复植被或恢复耕地。

牵张场区域采取的工程措施有土地整治、复耕，植物措施有撒播草籽，临时措施有土工布铺垫、彩条绳围栏等。

③输电线路跨越公路、电力线路等设施需要搭设跨越架。跨越架一般有三种形式：采用木架或钢管式跨越架；金属格构式跨越架；利用杆塔作支承体跨越。跨越施工区 76 处，占地面积共约 2.28hm^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，恢复植被或恢复耕地。

跨越施工场地区域采取的工程措施有土地整治、表土剥离及回覆、复耕等，植物措施有栽植植被、撒播草籽，临时措施有土工布铺垫、彩条绳围栏等。

④施工便道

新建 500kV 输电线路需设置临时道路总长约 178.8km，总占地面积为 62.58hm^2，属于临时占地，占地类型为林地、耕地和草地。

施工期间陡坡路段开挖临时排水沟、排水沟末端顺接至自然沟道内、排水沟挖方临时拦挡在边坡处。施工结束后对占用的草地区域进行土地整治，恢复植被；占用旱地区域进行土地整治、恢复耕地。

施工便道区域采取的工程措施有土地整治、复耕、表土剥离及回覆等，植物措施有栽植植被、撒播草籽，临时措施有开挖临时排水沟、防尘网苫盖、拦挡等。

④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。局部人烟稀少的路段可在塔基施工场地、牵张场地内搭设临时工棚。本项目不需设置施工营地。

（2）变电站施工临时占地对环境的影响分析

变电站临时占地面积较小，在施工过程中采取严格的抑尘及污水收集措施，施工结束后拆除并进行土地整治，恢复原有土地功能，因此，变电站施工临时占地对环境的影响较小。

（3）塔基临时施工场地对环境的影响分析

塔基基础施工临时场地以单个塔基为单位零星布置。在塔基施工过程中每处塔基都有一处施工临时占地作为施工场地，用来临时堆置土方、材料和工具等。

本项目混凝土外购，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或复耕，其对环境的影响可降至最低。因此塔基临时施工场地对环境的影响较小。

（4）牵张场及跨越施工场地对环境的影响分析

为满足施工放线需要，输电线路沿线需设置牵张场地，牵张场应满足牵引机、张力机能直接运达到位，地形应平坦，能满足布置牵张设备、布置导线及施工操作等要求。经现场实地踏勘，本工程线路已避开居民区、风景区、城镇规划区等区域。本工程牵张场及跨越施工场地尽量利用植被覆盖度较低区域，施工结束后进行土地平整并恢复植被或复耕，对环境的影响较小。

（5）施工便道对环境的影响分析

施工便道的生态影响主要是运输机械（车辆）碾压，破坏地表植被和土壤物理结构，导致植物生长不良或枯死，同时也加剧水土流失，影响沿线景观。一旦植被受到破坏，恢复周期将会很长，因此便道设置不合理对沿线生态系统和景观影响较大。为了降低工程建设区域生态环境的影响，在便道具体设置时，采取以下措施：

1）尽量利用现有道路，减少新建施工便道的数量和长度。

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

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

施工便道的选择和布设根据现场调查情况确定，尽量避开植被良好区域，在施工中应严格按照施工路线施工，减少工程建设对项目区植被可能造成的影响。本工程的施工便道的影响是可以接受的。

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

7.3.2 项目建设对植物及植被影响分析

7.3.2.1 对植物多样性的影响

根据《山西植被》中的植被区划，本项目由北向南跨越 2 个地带（温带草原地带和暖温带落叶阔叶林地带），3 个亚地带（温带南部草原亚地带、温带森林草原亚地带和北暖温带落叶阔叶林亚地带），4 个地区（“晋北丘陵盆地草原地区、恒山山地白桦林次生森林草原地区”、“晋中部山地丘陵、盆地，杆林、油松、辽东栎林地区”、“晋东南、晋南西山,油松林、辽东林地区”），6 个植被区。典型群落有油松林、华北落叶松林、辽东栎（蒙古栎）林、小叶杨林、榆树林、刺槐林、胡枝子灌丛、沙棘灌丛、荆条灌丛、蒿类草丛、西伯利亚三毛草草甸，另外分布有农业植被——玉米、小麦、豆类、薯类等粮食作物等。占地范围内不涉及珍稀濒危保护植物。

本项目占用耕地 43.84hm^2，草地 46.12hm^2，林地 99.78hm^2（其中乔木林地 21.58hm^2，灌木林地 78.20hm^2），其中植被资源相对丰富的林地占用面积非常小，且占用的植被群落内无国家级及省级重点保护野生植物，主要为常见的植物物种。项目建设可能会造成植物数量上的减少，但对植物群落多样性的影响有限，不会造成评价范围内植物多样性及群落多样性的明显减少。

7.3.2.2 对植被及植被覆盖度的影响

（1）变电工程

平城 500kV 变电站扩建不占用植被区域。

新建忻州北 500kV 变电站主要占用植被为油松（幼龄）林、草丛、农业植被。其中以油松（幼龄）为主，占用面积为 4.72hm^2；其次为农业植被，占用面积为 2.90hm^2；另外占用了较少的草丛 0.36hm^2。因此忻州北 500kV 变电站建设占用的是植被覆盖度较低区域，且施工结束后临时占地可采取植被恢复或复耕，降低了项目建设的影响。

阳泉 500kV 变电站间隔完善工程主要占用植被为灌丛，占地面积为 0.83hm^2，总体占地面积小，且施工结束后临时占地可采取植被恢复或复耕，降低了项目建设的影响。

表 7.38 工程建设占地植被类型统计一览表

项目	植被类型	永久占地（hm^2）	临时占地（hm^2）	小计（hm^2）	比例
新建忻州北 500kV 变电站区	油松林	4.72	/	4.72	0.016%
	草丛	0.08	0.28	0.36	0.001%
	农业植被	1.23	1.67	2.90	0.010%
小计		6.03	1.95	7.98	0.028%
阳泉 500kV 变电站间隔完善工程	灌丛	0.26	0.57	0.83	0.003%

（2）线路工程

输电线路的建设主要包括基础施工、铁塔组立、架线工程等工程，对沿线的局部区域植被带来一定的影响。沿线基础、施工临时占地等以上工程均会破坏沿线地表植被。因此要合理进行施工组织设计，严格按设计的塔基基础、基础型式等要求开挖，减少施工临时占地和开挖的土石方量，以此减轻对沿线植被的破坏。在工程施工过程中，严格控制施工人员、车辆在规定的施工临时场地、施工便道内活动、行驶，以减少对沿线植被的破坏；运输等活动尽量利用沿线现有道路，以减少新开辟的施工便道，减少施工临时占地面积。开挖处的表层土应单独收集、妥善保存，并按照土层顺序回填；夯实或覆盖回填土方，及时进行植被种植及生态恢复，最大限度减轻施工占地对生态的影响。施工结束后，应及时清理施工现场，做到“工完、料净、场地清”。通过采取以上有效措施后，工程的建设对沿线植被产生的影响可以得到逐步消除。

本项目新建 500kV 线路建设总占用面积 148.16hm^2。占用最大的是林地，占用面积为 60.39hm^2，其中永久占用林地面积 12.40hm^2，临时占用林地面积 47.99hm^2；其次占用草地面积为 45.76hm^2，其中永久占用草地面积 9.24hm^2，临时占用草地面积 36.52hm^2；占用农业植被面积 40.94hm^2，其中永久占用 10.68hm^2，临时占用 30.26hm^2。占用各植被类型情况详见表 7.38。

本期输电线路总体占用面积不大，且塔基及其临时施工场地尽量选择植被覆盖低灌草丛或林间空地，而塔间线路占用林地上方的空间，高架电线不会对森林或林木带来影响。并且除塔基外其余临时占地，即其中 77.86%的占地，在施工结束后植被可以得到逐步恢复或实现复耕，从而降低了对周边植被的影响。

表 7.39（1）输电线路建设占地植被类型统计一览表

施工区域	植被类型	永久占地（hm^2）	临时占地（hm^2）	小计（hm^2）	比例（占整个评价区面积）
塔基区	油松林	1.52	2.05	3.57	0.012%
	华北落叶松林	0.80	1.00	1.80	0.006%
	辽东栎（蒙古栎）林	0.60	0.75	1.35	0.005%
	小叶杨林	0.36	0.45	0.81	0.003%
	灌丛	9.12	12.05	21.17	0.073%
	草丛（甸）	9.24	11.55	20.79	0.072%
	农业植被	11.16	14.85	26.01	0.090%
牵张场区	油松林	/	0.15	0.15	0.001%
	华北落叶松林	/	0.15	0.15	0.001%
	灌丛	/	0.15	0.15	0.001%
	草丛（甸）	/	4.50	4.50	0.016%
	农业植被	/	2.85	2.85	0.010%
跨越施工场区	灌丛	/	0.21	0.21	0.001%
	草丛（甸）	/	1.29	1.29	0.004%
	农业植被	/	0.78	0.78	0.003%
临时道路	油松林	/	3.79	3.79	0.013%
	华北落叶松林	/	1.71	1.71	0.006%
	辽东栎（蒙古栎）林	/	1.98	1.98	0.007%
	小叶杨林	/	1.53	1.53	0.005%
	榆树林	/	0.02	0.02	0.000%
	灌丛	/	22.00	22.00	0.076%
	草丛（甸）	/	19.18	19.18	0.067%
	农业植被	/	12.38	12.38	0.043%
合计	油松林	1.52	5.99	7.51	0.026%
	华北落叶松林	0.80	2.86	3.66	0.013%
	辽东栎（蒙古栎）林	0.60	2.73	3.33	0.012%
	小叶杨林	0.36	1.98	2.34	0.008%
	榆树林	/	0.02	0.02	0.000%
	灌丛	9.12	34.41	43.53	0.151%
	草丛（甸）	9.24	36.52	45.76	0.159%
	农业植被	11.16	30.86	42.02	0.146%
总计		32.80	115.36	148.16	0.514%

表 7.39（2）塔基占地植被类型统计一览表（按行政区划）

行政区划	永久占地（hm²）	临时占地（hm²）	小计（hm²）
代县	**7.76**	**10.10**	**17.86**
油松林	0.16	0.20	0.36
华北落叶松林	0.80	1.00	1.80
小叶杨林	0.04	0.05	0.09
灌丛	2.76	3.45	6.21
草丛（甸）	1.68	2.10	3.78
农业植被	2.32	3.30	5.62
浑源县	**5.04**	**7.10**	**12.14**
油松林	0.12	0.15	0.27
灌丛	0.28	0.65	0.93
草丛（甸）	1.64	2.05	3.69
农业植被	3.00	4.25	7.25
郊区	**0.76**	**0.95**	**1.71**
油松林	0.08	0.10	0.18
灌丛	0.64	0.80	1.44
农业植被	0.04	0.05	0.09
五台县	**5.56**	**6.95**	**12.51**
油松林	0.12	0.15	0.27
辽东栎（蒙古栎）林	0.12	0.15	0.27
小叶杨林	0.32	0.40	0.72
灌丛	3.60	4.50	8.10
草丛（甸）	0.16	0.20	0.36
农业植被	1.24	1.55	2.79
应县	**5.40**	**6.75**	**12.15**
草丛（甸）	1.52	1.90	3.42
农业植被	3.88	4.85	8.73
盂县	**7.48**	**9.85**	**17.33**
油松林	0.88	1.25	2.13
辽东栎林	0.48	0.60	1.08
灌丛	1.68	2.45	4.13
草丛（甸）	3.92	4.90	8.82
农业植被	0.52	0.65	1.17
云州区	**0.80**	**1.00**	**1.80**
油松林	0.16	0.20	0.36
灌丛	0.16	0.20	0.36
草丛（甸）	0.32	0.40	0.72
农业植被	0.16	0.20	0.36
总计	**32.80**	**42.70**	**75.50**

表 7.39（3）牵张场占地植被类型统计一览表（按行政区划）

行政区划	临时占地（hm^2）
代县	**2.40**
华北落叶松林	0.15
草丛（甸）	1.50
农业植被	0.75
浑源县	**0.75**
草丛（甸）	0.15
农业植被	0.60
郊区	**0.30**
油松林	0.15
草丛（甸）	0.15
五台县	**1.50**
草丛（甸）	0.90
农业植被	0.60
应县	**1.20**
灌丛	0.15
草丛（甸）	0.30
农业植被	0.75
盂县	**1.50**
草丛（甸）	1.35
农业植被	0.15
云州区	**0.15**
草丛（甸）	0.15
总计	**7.80**

表 7.39（4）跨越施工场占地植被类型统计一览表（按行政区划）

行政区划	临时占地（hm^2）
代县	**0.48**
农业植被	0.15
草丛（甸）	0.33
浑源县	**0.42**
灌丛	0.09
农业植被	0.3
草丛（甸）	0.03
郊区	**0.15**
草丛（甸）	0.15
五台县	**0.24**
农业植被	0.03
草丛（甸）	0.21

应县	**0.33**
灌丛	0.03
农业植被	0.24
草丛（甸）	0.06
盂县	**0.54**
灌丛	0.03
农业植被	0.06
草丛（甸）	0.45
云州区	**0.12**
灌丛	0.06
草丛（甸）	0.06
总计	**2.28**

表 7.39（5）临时道路占地植被类型统计一览表（按行政区划）

行政区划	临时占地（hm^2）
代县	**15.41**
油松林	0.74
华北落叶松林	1.71
小叶杨林	0.02
草丛（甸）	11.11
农业植被	1.82
浑源县	**6.56**
油松林	0.39
草丛（甸）	2.16
农业植被	4.01
郊区	**1.06**
油松林	0.02
辽东栎林	0.08
小叶杨林	0.00
灌丛	0.89
草丛（甸）	0.00
农业植被	0.08
五台县	**15.03**
油松林	0.36
辽东栎林	0.07
小叶杨林	1.47
灌丛	6.49
草丛（甸）	3.60
农业植被	3.04
应县	**4.37**
油松林	0.42

草丛（甸）	1.56
农业植被	2.39
盂县	**18.86**
油松林	1.64
辽东栎林	1.83
小叶杨林	0.03
榆树林	0.02
灌丛	14.62
草丛（甸）	0.04
农业植被	0.68
云州区	**1.29**
油松林	0.22
草丛（甸）	0.71
农业植被	0.37
总计	**62.58**

综上所述，本项目永久和临时占用土地将破坏原有的植被类型，其上生活着的植物将将被清除。项目占地范围内未发现珍稀濒危及野生保护植物分布，且项目永久占地数量相对较少，除塔基外其余临时占地，即其中 77.86%的占地，在施工结束后植被可以得到逐步恢复或实现复耕。

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。项目建设结束后进行土地平整，区域植被能逐渐恢复，对植物群落及植被覆盖度影响较小。

7.3.2.3 对植被生物量的影响

结合植被占用，参照前述有关参数，计算出生物量损失。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，除变电站、塔基处，其余临时占地可通过植被恢复使该部分生物量得以补偿，通过估算项目建设所造成的植被生物量损失见表 7.40。

表 7.40 本项目建设导致的评价范围内生物量损失

项目	植被类型	单位面积生物量（t/hm^2）	建设中生物量减少（t）	建设中生物量减少比例	建设后生物量减少（t）	建设后生物量减少比例
新建忻州北 500kV 变电站区	油松林	44.5434	210.24	0.0322%	210.24	0.0322%
	草丛	2.71	0.98	0.0001%	0.22	0.0000%
阳泉 500kV 变电站间隔完善工程	灌丛	14.4	11.95	0.0018%	3.74	0.0006%

500kV 输电线路	油松林	44.5434	334.56	0.0513%	67.71	0.0104%
	华北落叶松林	77.5849	284.33	0.0436%	62.07	0.0095%
	辽东栎（蒙古栎）林	68.5708	228.29	0.0350%	41.14	0.0063%
	小叶杨林	46.9499	109.78	0.0168%	16.90	0.0026%
	榆树林	31.5486	0.57	0.0001%	/	/
	灌丛	14.4	626.79	0.0961%	131.33	0.0201%
	草丛（甸）	2.71	124.00	0.0190%	25.04	0.0038%
合计		/	1931.50	0.2962%	558.39	0.0856%

从表 7.40 可以看出，项目建设中造成生物量损失 1931.50t，下降幅度仅占建设前水平的 0.2962%；项目建设完成后（采取植被恢复措施后），评价区植被生物量减少了 558.39t，下降幅度仅占建设前水平的 0.0856%。因此项目建设对区域总生物量水平影响较小。

7.3.2.4 对农田植被的影响

线路需要占用部分耕地来作为塔基建设地和临时用地。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有人工控制，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，且建设方也对受影响农民实现了补偿。通过后期的管理与恢复，影响极其轻微。

7.3.2.5 对古树名木的影响

通过查阅资料、咨询当地林业部门及现场勘察，本项目生态影响评价范围内无古树名木存在。因此，本项目建设对古树名木无影响。

7.3.2.6 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。

对照《山西省重点保护野生植物名录》（晋政函〔2023〕126 号），本项目生态影响评价范围现场调查到山西省重点保护野生植物 1 种——鹿蹄草（P*yrola calliantha*）。根据现场调查，鹿蹄草分别在样方 8（距离线路 1200m）、样方 17（距离线路 190m）、样方 18（距离 45m）、样方 19（距离线路 750m）有调查到，鹿蹄草喜冷凉阴湿环境，零星分布在线路沿线林份郁闭的林下，本项目塔基一般设置在山脊或坡上段，一般不属于鹿蹄草天然分布的生境，因此本项目塔基建设不会对鹿蹄草生长造成不利影响。

对照《中国生物多样性红色名录—高等植物卷（2020）》，本项目生态影响评价范围现场调查到易危（VU）物种 1 种——华北落叶松（L*arix gmelinii var. principis-rupprechtii (Mayr) Pilg.*），但主要为人工造林树种，无天然野生种分布，在本期沿线呈零星斑块状分布。本期线路建设共约 20 基塔基占用华北落叶松林，永久占用面积约 0.82hm^2，但塔基占用属于点状，单个塔基占地面积小，仅会造成原人工林分形成面积较小的“林窗”，不会对整个林分造成较大影响，同时由于“林窗”形成的林缘效应，一段时间内获得更多的阳光，使其获得更大的生长空间，这些位于边缘的华北落叶松将会生长更高大，一定程度上降低了塔基施工造成的影响。

7.3.3 项目建设对动物种群影响分析

7.3.3.1 施工期对动物种群影响

本项目生态影响评价范围内因为人类活动导致野生动物种类相当贫乏，且数量较少，项目施工期随着人流车流的涌入，会进一步加深人类活动对于野生动物的影响。施工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。啮齿类鼠科的种类和部分鸟类（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

项目建设对沿线大型陆生野生动物的影响，主要表现在施工期对野生动物生

境的干扰。主要表现为施工人员的施工活动、生活活动对动物的干扰以及施工机械噪声对动物的干扰。施工期，开挖或填筑会惊吓干扰附近的某些野生动物。由于上述原因的影响，将使得原先居住在附近的大部分啮齿类和兽类迁移它处，远离施工区范围，导致工程沿线周围环境内的动物数量有所减少，但是由于施工范围小，项目建设影响的范围不大且影响时间短，当植被恢复后，它们仍可回到原来的领域，因此项目施工对动物种类多样性和种群数量不会产生大的影响，更不会导致动物多样性降低。项目建设过程中可能影响的野生动物大多为常见的物种，且对其不利影响仅局限在施工区域，随着施工的结束这些影响也会随之消失，因此项目建设对当地野生动物不会产生显著的不良影响。

（2）对鸟类的影响

经现场调查，项目沿线附近的鸟类中，以雀形目为主，常见种为麻雀、喜鹊、乌鸦等，它们在评价范围内广泛分布，尤其是灌丛较多的地方。施工期对鸟类的影响主要有对栖息地植被的破坏、扬尘和噪声、灯光以及施工人员的捕杀等。项目施工对植被的影响一方面破坏了鸟类的栖息环境，另一方面也使鸟类的食物资源减少。施工期的扬尘、噪声以及灯光影响也将对鸟类产生不利影响，迫使其转移到施工区域附近的其它生境。但由于鸟类活动受空间限制较小，且长时间在天空翱翔搜寻食物，项目建设对沿线区域鸟类的觅食影响有限。鸟类会通过迁移和飞翔来避免工程施工所造成的影响，工程施工对鸟类种类多样性和种群数量不会产生大的影响，更不会导致鸟类多样性降低。这些影响都是短暂的，会随着施工期的结束而消失。

7.3.3.2 运行期对动物种群影响

运行期，单塔占地面积小、占地分散，不会造成动物栖息生境的破碎化，不会造成动物种群的隔离，更不会限制种群的个体与基因交流。同时线路两塔之间距离较长，不会因工程本身对兽类、两栖、爬行动物的迁移产生阻隔效应。沿线虽然有一些迁徙鸟类，但其迁飞高度一般均明显高于架线的高度，基本不会对迁徙鸟类的迁飞产生影响，国内外也鲜见鸟类碰撞高压输电线路死亡的报道。运行期对野生动物影响轻微。

7.3.4 对生物多样性的影响分析

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。建设项目在选线时绕避了自然完整度较高、人为干扰较小、分布有珍稀濒危野生动植物、生态系统敏感和脆弱的地区，本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应县南山省级自然保护区、镇子梁省级湿地公园，不穿越动物主要栖息地、觅食地，区域内亦无极小种群物种分布。由于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。

7.3.5 项目建设对生态系统的影响分析

根据前面分析可知，本项目生态影响评价范围内生态系统类型主要分为森林生态系统、灌丛生态系统等 7 个 I 级类，阔叶林、针叶林等等 11 个 II 级类。

本项目建设占用森林生态系统、灌丛生态系统、草地生态系统、农田生态系统 4 个 I 级类，占用阔叶林、针叶林、阔叶灌丛、草甸、草丛、耕地、园地等 7 个 II 级类。其中占用最多的是草地生态系统、灌丛生态系统和农田生态系统，总体占地面积较小，且主要呈点式分布，对生态系统的影响有限。施工结束后，对临时占地进行植被恢复，基本能够恢复其原有生态功能，施工活动采取有效防治措施后可将环境影响控制在较小的范围内，且随着施工活动的结束影响随之消失。

因此，本项目的建设和运行对森林生态系统、灌丛生态系统、草地生态系统及农田生态系统等的影响均较小，不会影响生态系统的群落演替，不会对各生态系统的结构和功能造成危害，更不会对生态系统造成不可逆转的影响。

表 7.41 项目建设占用生态系统类型统计一览表

项目	I 级分类	II 级分类	永久占地（hm^2）	临时占地（hm^2）	小计（hm^2）	比例
新建忻州北 500kV 变电站工程	森林生态系统	针叶林	4.72	/	4.72	0.016%
	草地生态系统	草丛	0.08	0.28	0.36	0.001%
	农田生态系统	耕地	1.23	1.67	2.90	0.010%
阳泉 500kV 变电站间隔完善工程	灌丛生态系统	阔叶灌丛	0.26	0.57	0.83	0.003%
新建 500kV 输电线路工程	森林生态系统	阔叶林	0.96	4.73	5.69	0.020%
		针叶林	2.32	8.86	11.18	0.039%

	灌丛生态系统	阔叶灌丛	9.12	34.41	43.53	0.151%
	草地生态系统	草甸	9.24	36.52	45.76	0.159%
		草丛				
	农田生态系统	耕地	11.16	30.86	42.02	0.146%
		园地				
合计			39.09	117.88	156.97	0.545%

7.3.6 项目建设对景观环境的影响分析

永久占地把未建设前的土地景观转变为建设用地景观，可能对生态影响评价范围内的景观生态产生影响。本项目完工后，评价范围内景观生态结构将发生改变，但评价范围内 99%的面积上的景观没有发生变化，保证了生态系统功能延续和对外界干扰的抵御。从景观要素的基本构成上看，评价范围内景观生态体系未出现质的变化，项目实施和运行对区域自然景观体系中基质组分的异质化程度影响很小。

具体而言，自然植被的景观优势度没有发生明显变化，农业景观、草地等的优势度有轻微下降，而建设用地的景观优势度略微提高，但在景观结构中的地位并未发生本质变化。项目建成后，原斑块的优势度变化不显著，项目施工和运行对评价范围内自然体系的景观质量不会产生大的影响。

7.3.7 防风固沙环境影响分析

根据《中华人民共和国防沙治沙法》、国家林业局《关于做好沙区开发建设项目环评中防沙治沙内容评价工作的意见》（林沙发〔2013〕136 号）、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），沙区开发建设项目应当包括具有防沙治沙内容的环境影响评价。

结合现场踏勘调查结果，本项目生态影响评价范围内尚未形成沙化。本项目建设内容包括变电站施工、输电线路施工等，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，环评提出防沙措施如下：

（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。

（4）对供排水管线区、站用电源、施工生产生活区、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），防治风蚀、水蚀造成的水土流失。

采取以上措施后，可使项目区域防风固沙能力提高，保证项目区域内的植被覆盖率，减少风蚀、水蚀造成的土壤沙化，可有效预防项目所在区的土地沙化。

7.3.8 对生态保护红线区域的影响

7.3.8.1 对生态保护红线区域土地利用的影响分析

忻州北 500kV 输变电工程穿越的生态保护红线类型共计 3 种，穿越生态保护红线长约 56.11km（同塔双回线路穿越生态保护红线长约 28.06km，单回线路穿越生态保护红线长约 28.05km），在生态保护红线立塔 129 基（同塔双回线路在生态保护红线新建塔基 65 基，单回线路在生态保护红线新建塔基 64 基）。

表 7.42 生态保护红线范围内塔基汇总表

线路工程	分段	序号	杆号	塔位中心坐标（2000坐标，3度带）		占用生态保护红线的土地利用类型	占用生态保护红线面积（hm^2）	塔基占地面积（hm^2）
				x	y			
忻州北~平城500kV线路工程	第一段（21）	1	G93	***	***	其他草地	0.0296	0.0296
		2	G94	***	***	其他草地	0.0455	0.0455
		3	G95	***	***	其他草地	0.0242	0.0242
		4	G96	***	***	其他草地	0.0289	0.0289
		5	G97	***	***	其他草地	0.0367	0.0367
		6	G98	***	***	其他草地	0.0396	0.0396
		7	G99	***	***	其他草地	0.0314	0.0314
		8	G101	***	***	其他草地	0.027	0.027
		9	G102	***	***	其他草地	0.0296	0.0296
		10	G103	***	***	其他草地	0.0352	0.0352
		11	G104	***	***	其他草地	0.0389	0.0389
		12	G105	***	***	其他草地	0.0396	0.0396
		13	G106	***	***	其他草地	0.0425	0.0425
		14	G107	***	***	其他草地	0.0296	0.0296
		15	G108	***	***	其他草地	0.0278	0.0278
		16	G109	***	***	其他草地	0.034	0.034
		17	G100	***	***	其他草地	0.0326	0.0326
		18	G110	***	***	其他草地	0.0352	0.0352

		19	G111	***	***	其他草地	0.0329	0.0329
		20	G112	***	***	其他草地	0.0296	0.0296
		21	G113	***	***	其他草地	0.0278	0.0278
		小计					0.6982	0.6982
	第二段（9）	22	A64	***	***	其他林地	0.0327	0.0335
		23	A65	***	***	灌木林地	0.0421	0.0422
						其他草地	0.0001	
		24	A67	***	***	灌木林地	0.0189	0.0189
		25	A68	***	***	其他草地	0.0283	0.0283
		26	B64	***	***	其他草地	0.0381	0.0381
		27	B65	***	***	灌木林地	0.0248	0.0248
		28	B67	***	***	灌木林地	0.0172	0.0172
		29	B68	***	***	其他草地	0.0211	0.0211
		30	B71	***	***	其他林地	0.0279	0.0279
		小计					0.2512	0.252
	第三段（3）	31	G31	***	***	其他草地	0.018	0.018
		32	G32	***	***	其他草地	0.0296	0.0296
		33	TYIIG448	***	***	乔木林地	0.0356	0.0356
		小计					0.0832	0.0832
	第四段（2）	34	G5	***	***	其他草地	0.0367	0.0367
		35	G6	***	***	其他草地	0.018	0.0241
		小计					0.0547	0.0608
	合计						1.0873	1.0942
忻州北~阳泉500kV线路工程	第五段（18）	36	GA43J13X	***	***	其他草地	0.0337	0.0346
						其他林地	0.0009	
		37	GA44X	***	***	其他草地	0.0166	0.0167
						乔木林地	0.0001	
		38	GA45J14	***	***	乔木林地	0.0346	0.0346
		39	GA47J14	***	***	乔木林地	0.0354	0.0354
		40	G48J15	***	***	乔木林地	0.0122	0.0225
						其他草地	0.0044	
		41	GA49	***	***	其他草地	0.0137	0.0217
						乔木林地	0.008	
		42	GA50	***	***	乔木林地	0.0177	0.0178
						其他草地	0.0001	
		43	GA51J16	***	***	其他草地	0.0381	0.0381
		44	GA58	***	***	其他草地	0.0176	0.0307
		45	GA59	***	***	其他草地	0.0133	0.0133
		46	GA60	***	***	其他草地	0.0126	0.0126
		47	GB46J16	***	***	其他草地	0.0302	0.0381
		48	GB48	***	***	其他草地	0.0079	0.0152
						乔木林地	0.0016	

		49	GB49J17	***	***	其他草地	0.0168	0.0253
						乔木林地	0.0031	
		50	GB50J18	***	***	其他草地	0.0447	0.0534
						其他林地	0.0087	
		51	GB56	***	***	其他草地	0.025	0.0346
		52	GB57	***	***	其他草地	0.0314	0.0314
		53	GB59	***	***	其他草地	0.0126	0.0126
		小计					0.441	0.4886
	第六点（7）	54	G72	***	***	乔木林地	0.0562	0.0562
		55	G73	***	***	乔木林地	0.0199	0.0364
						其他草地	0.0061	
		56	G74	***	***	其他草地	0.03	0.0364
		57	G75	***	***	其他草地	0.0562	0.0562
		58	G76	***	***	乔木林地	0.038	0.038
		59	G77J23	***	***	其他草地	0.0443	0.0548
		60	G78A	***	***	其他草地	0.0448	0.0528
		小计					0.2955	0.3308
	第七段（13）	61	G97J30	***	***	其他林地	0.0455	0.0455
		62	GA99	***	***	其他草地	0.0211	0.0211
		63	GA100J32	***	***	乔木林地	0.0474	0.0502
						灌木林地	0.0028	
		64	GA101	***	***	乔木林地	0.0211	0.0211
		65	GA102	***	***	其他草地	0.0139	0.0183
						其他林地	0.0044	
		66	GA103	***	***	其他草地	0.0194	0.0194
		67	G104AJ33	***	***	其他草地	0.0355	0.0355
		68	GB99	***	***	乔木林地	0.0194	0.0194
		69	GB100J32	***	***	乔木林地	0.0289	0.0289
		70	GB101	***	***	其他草地	0.0194	0.0194
		71	GB102	***	***	其他草地	0.02	0.02
		72	GB103J33	***	***	其他草地	0.0354	0.0354
		73	GB104	***	***	其他草地	0.0067	0.0162
		小计					0.3409	0.3504
	第八段（14）	74	G111	***	***	其他草地	0.0596	0.0596
		75	G112	***	***	其他草地	0.0431	0.0431
		76	G113	***	***	其他林地	0.0188	0.0237
						乔木林地	0.0049	
		77	G114	***	***	其他草地	0.0177	0.0303
		78	G115J38	***	***	其他草地	0.016	0.0454
		79	G116	***	***	乔木林地	0.0314	0.0314
		80	G117	***	***	其他草地	0.0463	0.0464
		81	G118	***	***	灌木林地	0.0418	0.0422
						乔木林地	0.0004	

	82	G119	***	***	乔木林地	0.0103	0.0462
					其他草地	0.0076	
	83	G120	***	***	其他林地	0.0008	0.0333
	84	G121	***	***	乔木林地	0.0495	0.0495
	85	G122	***	***	其他林地	0.0217	0.0217
	86	G124	***	***	乔木林地	0.0327	0.0421
					灌木林地	0.0094	
	87	G125	***	***	灌木林地	0.0314	0.0454
					其他林地	0.0012	
	小计					0.4446	0.5603
第九段（2）	88	G179J58	***	***	其他草地	0.0502	0.0502
	89	G180	***	***	其他草地	0.0371	0.0371
	小计					0.0873	0.0873
第十段（4）	90	G219J76	***	***	灌木林地	0.0245	0.0245
	91	G220	***	***	灌木林地	0.0303	0.0303
	92	G221	***	***	灌木林地	0.0329	0.0329
	93	G222J77	***	***	灌木林地	0.029	0.0292
					其他草地	0.0002	
	小计					0.1169	0.1169
第十一段（6）	94	G250	***	***	乔木林地	0.0248	0.0303
					灌木林地	0.0055	
	95	G251	***	***	其他草地	0.0365	0.0397
					其他林地	0.0032	
	96	G252	***	***	其他草地	0.0233	0.0346
					乔木林地	0.0113	
	97	G253	***	***	其他草地	0.0131	0.0221
					乔木林地	0.009	
	92	G254	***	***	其他草地	0.0219	0.0222
					灌木林地	0.0003	
	99	G255	***	***	其他草地	0.0146	0.0255
					乔木林地	0.0109	
	小计					0.1744	0.1744
第十二段（30）	100	G273	***	***	乔木林地	0.0173	0.0277
					灌木林地	0.0104	
	101	G274	***	***	灌木林地	0.0388	0.0416
					乔木林地	0.0028	
	102	G275	***	***	乔木林地	0.0301	0.0433
					灌木林地	0.0132	
	103	G276	***	***	乔木林地	0.0182	0.0348
					灌木林地	0.0166	
	104	G277J86	***	***	灌木林地	0.0408	0.0455
					乔木林地	0.0047	
	105	GA278	***	***	乔木林地	0.0225	0.0225

		106	GA279	***	***	灌木林地	0.0121	0.0121
		107	GA280	***	***	乔木林地	0.0086	0.0162
						灌木林地	0.0076	
		108	GA281	***	***	乔木林地	0.0287	0.0287
		109	GA282	***	***	乔木林地	0.0211	0.0211
		110	GA283	***	***	乔木林地	0.0194	0.0194
		111	GA284J87	***	***	乔木林地	0.0321	0.0321
		112	GA285	***	***	灌木林地	0.0133	0.0147
						乔木林地	0.0014	
		113	GA286	***	***	乔木林地	0.0114	0.0114
		114	GA287	***	***	乔木林地	0.0099	0.0114
						其他草地	0.0015	
		115	GA288J88	***	***	其他草地	0.026	0.026
		116	GA289J89	***	***	灌木林地	0.0392	0.0392
		117	GB278J87	***	***	乔木林地	0.0283	0.0283
		118	GB279	***	***	乔木林地	0.0162	0.0162
		119	GB280	***	***	乔木林地	0.0322	0.0346
						灌木林地	0.0024	
		120	GB281	***	***	乔木林地	0.0267	0.0267
		121	GB282	***	***	乔木林地	0.0211	0.0211
		122	GB283	***	***	乔木林地	0.0133	0.0133
		123	GB284J88	***	***	乔木林地	0.022	0.0289
						灌木林地	0.0069	
		124	GB285	***	***	其他草地	0.012	0.012
		125	GB286	***	***	灌木林地	0.0078	0.0162
		126	GB287J89	***	***	灌木林地	0.0294	0.0294
		127	GB288J90	***	***	灌木林地	0.026	0.026
		128	GB289	***	***	灌木林地	0.0194	0.0194
		129	GB290J91	***	***	其他草地	0.0199	0.0254
	小计						**0.7313**	**0.7452**
	合计						**2.6319**	**2.8539**
总计							**3.7192**	**3.9481**

在生态保护红线内永久占地为塔基占地，临时占地有塔基施工区、施工临时道路，不在生态保护红线内设置牵张场和跨越施工场。本项目在生态保护红线范围总占地面积为 24.19hm^2。

（1）塔基

在生态保护红线塔基共计 129 基，永久占地 3.72hm^2，临时占地 20.47hm^2。其中在恒山以北防风固沙与土地沙化防控生态保护红线立塔 35 基，占地总面积 3.39hm^2，其中永久占地面积 1.09hm^2，临时占地面积 2.30hm^2；在五台山生物多样性

维护生态保护红线立塔 54 基，占地总面积 5.26hm²，其中永久占地面积 1.61hm²，临时占地面积 3.65hm²；在太行山水源涵养生态保护红线内立塔 40 基，占地总面积 3.33hm²，其中永久占地面积 1.02hm²，临时占地面积 2.31hm²。占地类型主要为林地、草地，详细占用土地类型情况见下表。

表 7.43 生态保护红线内塔基占用土地类型统计一览表

生态保护红线类型	土地类型（一级/二级）	永久占地（hm²）	临时占地（hm²）	小计（hm²）
恒山以北防风固沙与土地沙化防控生态保护红线	小计	1.09	2.30	3.39
	草地	0.89	1.87	2.76
	其他草地	0.89	1.87	2.76
	林地	0.2	0.43	0.63
	乔木林地	0.04	0.07	0.11
	灌木林地	0.1	0.23	0.33
	其他林地	0.06	0.13	0.19
五台山生物多样性维护生态保护红线	小计	1.61	3.65	5.26
	草地	0.95	2.17	3.12
	其他草地	0.95	2.17	3.12
	林地	0.66	1.48	2.14
	乔木林地	0.47	1.05	1.52
	灌木林地	0.09	0.17	0.26
	其他林地	0.1	0.26	0.36
太行山水源涵养生态保护红线	小计	1.02	2.31	3.33
	草地	0.17	0.46	0.63
	其他草地	0.17	0.46	0.63
	林地	0.85	1.85	2.70
	灌木林地	0.44	1.07	1.51
	乔木林地	0.41	0.78	1.19
	其他林地	0.00	0.00	0.00
总计		3.72	8.26	11.98

（2）临时道路

本着尽量不在生态保护红线范围内设置牵张场、跨越施工区、临时道路的原则，本项目不在生态保护红线范围设置牵张场和跨越施工场，其中在生态保护红线范围内对于无现状道路情况下修建临时道路 34.88km，临时占地 12.21hm²，占地类型主要为林地和草地。本项目在生态保护红线范围内临时道路占用土地情况详见表 7.44。

表 7.44 生态保护红线内临时道路占用土地类型统计表

生态保护红线类型	土地类型	临时道路长度	临时占地

	（一级/二级）	（m）	（hm^2）
恒山以北防风固沙与土地沙化防控生态保护红线	小计	7934.78	2.78
	草地	2051.50	0.72
	其他草地	2051.50	0.72
	林地	5883.28	2.06
	灌木林地	4486.06	1.57
	乔木林地	1397.22	0.49
太行山水源涵养生态保护红线	小计	12683.99	4.44
	草地	94.45	0.03
	其他草地	94.45	0.03
	林地	12589.54	4.41
	灌木林地	8453.56	2.96
	乔木林地	4135.98	1.45
五台山生物多样性维护生态保护红线	小计	14265.92	4.99
	草地	1660.20	0.58
	其他草地	1660.20	0.58
	林地	12605.72	4.41
	灌木林地	9551.54	3.34
	乔木林地	3054.18	1.07
总计		34884.68	12.21

7.3.8.2 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。本项目在生态保护红线区域占用植被情况详见表 7.45。

表 7.45 生态保护红线占用植被类型统计表

区域	生态保护红线名称	植被类型	永久占地（hm^2）	临时占地（hm^2）	小计（hm^2）
塔基	恒山以北防风固沙与土地沙化防控生态保护红线	小计	1.09	2.3	3.39
		油松林	0.04	0.07	0.11
		灌丛	0.16	0.36	0.52
		草丛（甸）	0.89	1.87	2.76
	太行山水源涵养生态保护红线	小计	1.02	2.31	3.33
		油松林	0.21	0.52	0.73
		辽东栎（蒙古栎）林	0.23	0.55	0.78
		灌丛	0.41	0.78	1.19
		草丛（甸）	0.17	0.46	0.63
	五台山生物多样性维护生态保护红线	小计	1.61	3.65	5.26
		油松林	0.16	0.45	0.61
		华北落叶松林	0.03	0.25	0.28
		小叶杨林	0.28	0.35	0.63

		灌丛	0.19	0.43	0.62
		草丛（甸）	0.95	2.17	3.12
	合计		3.72	8.26	11.98
临时道路	恒山以北防风固沙与土地沙化防控生态保护红线	小计	/	2.78	2.78
		油松林	/	0.49	0.49
		灌丛	/	1.57	1.57
		草丛（甸）	/	0.72	0.72
	太行山水源涵养生态保护红线	小计	/	4.44	4.44
		油松林	/	0.96	0.96
		辽东栎（蒙古栎）林	/	0.47	0.47
		小叶杨林	/	0.01	0.01
		灌丛	/	2.96	2.96
		草丛（甸）	/	0.03	0.03
	五台山生物多样性维护生态保护红线	小计	/	4.99	4.99
		油松林	/	0.06	0.06
		华北落叶松林	/	0.43	0.43
		小叶杨林	/	0.59	0.59
		灌丛	/	3.34	3.34
		草丛（甸）	/	0.58	0.58
	合计		/	12.21	12.21
总计		油松林	0.41	2.55	2.96
		华北落叶松林	0.03	0.68	0.71
		辽东栎（蒙古栎）林	0.23	1.02	1.25
		小叶杨林	0.28	0.95	1.23
		灌丛	0.76	9.44	10.20
		草丛（甸）	2.01	5.83	7.84
合计			3.72	20.47	24.19

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

输电线路永久占地为塔基占地，属于零星点状分布，总体占地面积小，其中占用较多的为草丛（甸），占用 2.01hm^2，而植被相对丰富的乔木林地占用相对少。

（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和临时道路，共计临时占用面积 20.47hm^2，约占项目在生态保护红线区域总占地的 84.62%，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或复耕，因此，采取积极的植被恢复或复耕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。

7.3.8.3 对生态保护红线植物生物量的影响

结合输电线路在生态保护红线植被占用情况，参照前述有关参数，计算出生物量损失。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，通过估算项目建设所造成的植被生物量损失见附表 7.46。

表 7.46 本项目生态保护红线生物量损失量一栏表

植被类型	单位面积生物量（t/hm²）	建设中生物量减少（t）	建设中生物量减少比例	建设后生物量减少（t）	建设后生物量减少比例
油松林	44.5434	131.7075	0.0202%	18.2628	0.0028%
华北落叶松林	77.5849	54.9773	0.0084%	2.3275	0.0004%
辽东栎（蒙古栎）林	68.5708	85.7320	0.0131%	15.7713	0.0024%
小叶杨林	46.9499	57.7422	0.0089%	13.1460	0.0020%
灌丛	14.4	146.9074	0.0225%	10.9440	0.0017%
草丛（甸）	2.71	21.2522	0.0033%	5.4471	0.0008%
合计	/	498.3186	0.0764%	65.8987	0.0101%

从表 7.46 可以看出，本项目在生态保护红线区域项目建设中造成生物量损失 498.3186t，下降幅度仅占建设前水平的 0.0764%；项目建设完成后（采取植被恢复措施后），临时占地植被恢复，该损失量将得到补偿，评价区植被生物量减少了 65.8987t，下降幅度仅占建设前水平的 0.0101%。因此项目建设对生态保护红线区域总生物量水平影响甚微。

7.3.8.4 对生态保护红线区域野生动物的影响

（1）对兽类的影响分析

施工期对兽类的影响主要体现在对动物栖息觅食地所在生态环境的破坏，包括对施工区植被的破坏，施工所产生的噪声，各种施工人员以及施工机械的干扰等，使评价区及其周边环境发生改变，生于灌草丛的小型动物，将迁移至附近受干扰小的区域。但本工程在生态保护红线区域施工零星点状分布，建设影响的范围小且时间短，因此对野生兽类不会造成大的影响。而伴随人群生活的一些动物，其种群数量会有所增加。工程建成后，随着植被的逐渐恢复，生态环境的改善，人为干扰减少，许多外迁的兽类会陆续回到原来的栖息地。

本项目沿线现场调查期间未发现国家和地方重点保护、濒危哺乳动物及其栖

息地，因此本项目建设不会对重点野生保护兽类种群及栖息地造成影响。

（2）对鸟类的影响分析

施工期对鸟类的影响主要来自施工机械、车辆噪声等对鸟类的惊扰，导致鸟类沿未开发区域迁徙。施工机械噪声产生的惊吓、干扰，在一定程度上影响鸟类的南迁北往，进而间接影响鸟类的分布。

根据资料查询，项目周边属于国家重点保护野生动物（鸟类）19 种，其中国家 I 级重点保护野生动物 2 种，分别是黑鹳（Ciconianigra）、大鸨（Otistarda）；国家 II 级重点保护野生动物 17 种，分别是白琵鹭（Platalealeucorodia）、大天鹅（Cygnuscygnus）、小天鹅（Cygnuscolumbianus）、苍鹰（Accipitergentilis）、雀鹰（Accipitergentilis）、松雀鹰（Accipitervirgatus）、大鵟（Buteohemilasius）、白尾海雕（Haliaeetusalbicilla）、白尾鹞（Circuscyaneus）、白头鹞（Circusaeruginosus）、猎隼（Falcocherrug）、游隼（Falcoperegrinus）、燕隼（Falcosubbuteo）、阿穆尔隼（红脚隼）（Falcoamurensis）、红隼（Falcotinnunculus）、纵纹腹小鸮（Athenenoctua）、短耳鸮（Asioflammeus）。本次现场调查未发现国家重点保护动物，为《南山省级自然保护区总体规划》等资料记录，且主要分布于山西南山省级自然保护区核心区、缓冲区范围内。本项目输电线路位于南山自然保护区西南侧 950m，有一定距离，因此项目建设不会对这些国家重点保护鸟类主要栖息地（位于南山自然保护区）造成破坏，对其影响较小。

属于山西省重点保护鸟类 2 种，包括大山雀（Parusmajor）、家燕（Hirundorustica），但这些属于沿线比较常见的鸟类，分布的生境类型较广，施工过程中自然驱散至周边同类生境，同时若发现处于繁殖期的鸟类及鸟蛋，采取合理的救助措施，如将鸟窝迁移至临近的场所等，降低对鸟类繁殖的影响，因此该项目建设对其影响较小

总的来说建设区域内不属于鸟类的分布重点区域，区域内鸟类较少，仅有极少量小型鸟类在周边灌丛中觅食和栖息。施工对附近鸟类的影响是暂时的，随着施工结束，影响将会消失，因此，项目建设对飞行鸟类影响较小。

（3）对两栖类的影响分析

项目周边分布有属于山西省重点保护野生动物（两栖类）2 种，分别时中国林蛙（Ranachensinensis）、黑斑侧褶蛙（Pelophylaxnigromoculatus，但本项目不在河流、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

评价区分布的蛇类等爬行动物，由于施工噪声、车辆行驶、施工人员的出入，必然会受到惊扰，导致这些动物迁徙到工程影响区外相似生境内，影响这些动物的数量和分布。由于爬行动物具有较强的运动迁徙能力，项目建设可能会使一部分爬行动物迁徙栖息它地，但对该区域的种群数量影响较小，不会对爬行动物迁徙通道造成阻隔。本项目在生态保护红线范围内无国家级重点保护爬行野生动物分布，列入省级重点保护野生动物（爬行类）的有 2 种，有虎斑颈槽蛇（Rhabdophistigrinus）、白条锦蛇（Elaphedione），沿线分布较广，在森林生境、灌丛生境等均有可能活动，同类生境较多，项目施工单个塔基施工面积较小，总的来说工程建设对爬行动物影响较小。

7.3.8.5 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灌丛生态系统，占用 10.20hm^2，其次是草地生态系统，占用面积 7.84hm^2，其它生态系统类型占用面积均较小。

表 7.47 本项目建设占用生态系统类型统计表

I 级分类	II 级分类	永久占地（hm^2）	临时占地（hm^2）	小计（hm^2）	比例
森林生态系统	阔叶林	0.51	1.97	2.48	9.68%
	针叶林	0.44	3.23	3.67	14.31%
灌丛生态系统	阔叶灌丛	0.76	9.44	10.20	39.82%
草地生态系统	草甸	2.01	5.83	7.84	30.61%
	草丛				
合计		3.72	20.47	24.19	100%

（3）对生态保护红线区域水源涵养功能影响分析

水源涵养指植被对降水的截留、吸收和贮存，将地表水转为地表径流或地下水的作用。水源涵养林能够将所涵养的水转换为地下水，从而可以防止河流在旱季出现断流。森林通过土壤和生物来吸收大量降水，因此能够减少多雨季节时的地表径流量，当降雨透过林冠层后，直接进入了枯枝落叶层，枯枝落叶层吸收水分并达到饱和后产生的积水，一部分下渗到土壤里面，另一部分沿土壤表面在重力的作用下产生流动，形成地表径流。然而，这种地表径流又不同于裸露地面上的水流，因为受到了枯枝落叶的阻拦，不仅减少了径流量，而且降低了径流的速

度。同时，森林土壤具有很强的透水性及持水性，会对入渗水分进行第二次调蓄，在枯水期仍能保持一定量的水注入河川，使河川水流量在一年内分配的更均匀，能增加枯水季节的流量，缩短枯水期的长度，因此，能够提供持久的溪水来降低早季时的缺水现象，具有浓密的树冠、丰富的地被物的水源涵养林才能调蓄更多的水分。

目前，生态系统涵养水分服务功能评价方法主要有六种，分别是降水贮存量法、地下径流增长法、区域水量平衡法、林地涵养水分——林冠截留模型法、土壤蓄水量法、枯落物层持水量法。本次生态系统水源涵养服务功能影响分析，采用《全国生态状况调查评估技术规范生态系统服务功能评估》（HJ1173-2021）中推荐的方法。通过水量平衡方程计算：

$$Q_{WR} = \sum_{i=1}^{n} A_i \times (P_i - R_i - ET_i) \times 10^{-3}$$

式中：Q_{wr}——水源涵养量，m^3/a；

i——第 i 类生态系统类型；

n——生态系统类型总数；

A_i——i 类生态系统的面积，m^2；

P_i——产流降雨量，mm/a；

R_i——地表径流量，mm/a；

ET_i——蒸散发量，mm/a。

结合统计资料、基础数据的可获得性，本次生态影响评价对涉及生态保护红线的森林生态系统的水源涵养服务功能进行评估。

本项目线路路径位于忻州市、阳泉市、朔州市、大同市，项目区多年平均降水量为 345mm~588mm，因此本项目估算水源涵养量时年平均降水量采用 588mm。

地表径流量=降雨量×地表径流系数，其中地表径流系数采用《生态保护红线划定指南设计》（2017）中表 A2 中参数，阔叶林采用表 A2 中“落叶阔叶林”的地表径流系数 1.33%，针叶林采用表 A2 中“常绿针叶林”的地表径流系数 3.02%，阔叶灌丛采用表 A2 中“落叶阔叶灌丛”的地表径流系数 4.17%，草丛采用表 A2 中“草丛”的地表径流系数 9.37%，因此阔叶林年均地表径流量约为 7.82mm，针叶林的年均地表径流量约为 17.76mm，阔叶灌丛的年均地表径流量约为

24.52mm，草丛的年均地表径流量约为 55.10mm。

针对获取的山西省年平均地表蒸散量和潜在蒸散量数据集（2000-2014），统计得到项目区域多年平均蒸散发量为 390.06mm。

本项目在生态保护红线塔基永久占地共计 3.72hm^2;临时占地共计 20.47hm^2，临时占地均可采取植被恢复措施，恢复其水源涵养功能。可以预测出项目建设期和运营期造成的评价区水源涵养损失量。

表 7.48 项目建设前后评价区水源涵养损失量预测

生态系统类型	永久占地	临时占地	产流降雨量	地表径流量	蒸散发量	建设中水源涵养损失量（m^3.a^{-1}）	建设中水源涵养减少比例	建设后水源涵养损失量（m^3.a^{-1}）	建设后水源涵养减少比例
阔叶林	0.51	1.97	588	7.82	390.06	4715.24	0.0124%	969.61	0.0026%
针叶林	0.44	3.23	588	17.76	390.06	6604.40	0.0174%	792.79	0.0021%
阔叶灌丛	0.76	9.44	588	24.52	390.06	17692.14	0.0467%	1317.99	0.0035%
草甸 草丛	2.01	5.83	588	55.1	390.06	11201.73	0.0296%	2871.08	0.0076%
合计	3.72	20.47	/	/	/	40213.51	0.1061%	5951.48	0.0157%

项目建设期，由于占用生态保护红线评价区部分植被区域导致水源涵养生态服务功能下降。其中工程建设期造成水源涵养量减少约 40213.51m^3.a^{-1}，评价区域水源涵养量减少 0.1061%。

进入运营期后，临时占地均可采取植被恢复措施，恢复其水源涵养功能，仅永久占地造成生态保护红线评价区水源涵养量减少约 5951.48m^3.a^{-1}，评价区域水源涵养量减少 0.0157%。

因此本项目对生态保护红线区域水源涵养功能影响甚小。

（4）对生态保护红线区域水土保持功能影响分析

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），其中山西省忻州市代县、五台县，阳泉市盂县和阳泉市郊区属于太行山国家级水土流失重点治理区，朔州市应县，大同市浑源县、云州区属于永定河上游国家级水土流失重点治理区。工程在建设与运行过程中如果不采取有效的防护措施，原地面水土流失加剧，地表植被的破坏将产生严重的水土流失，造成本区域的生态环境退化，降低环境容量，影响当地的发展。

对环境的影响主要表现为施工过程中基础开挖和临时堆土，对地面扰动大，改变和破坏了本区域原有地貌、植被和土壤结构，在不同程度上对原有水土保持设施造成破坏。形成的松散堆积体和裸露地表，使土地原有的地表结皮抗蚀能力减弱，在遭遇大雨的情况下，水土流失量相应增加。如不采取有效的水土保持防护措施进行预防和治理，当发生区域常见的大风和大雨时可产生严重的水土流失，影响正常施工、生产，造成工程沿线及周边区域河道淤积和沙尘风扬，影响本区域生态环境状况。

根据《山西忻州北 500kV 输变电工程水土保持方案报告书》（2022 年）结论：本项目预测期（含自然恢复期）可能造成的水土流失总量为 17562.83t，新增水土流失量为 6851.30t。通过实施水土保持方案，使工程防治责任范围内新增水土流失得到有效控制。在严格执行和落实本方案报告提出的水土保持措施后可治理水土流失面积 284.86hm^2、植被恢复面积 123.64hm^2，临时堆土挡护量 2.99 万 m^3，表土剥离及保护量 73.13 万 m^3。方案实施后，水土流失治理度达到 98.49%，土壤流失控制比达到 1.01，渣土防护率达到 98%，表土保护率达到 97.49%，林草植被恢复率达到 99.18，林草覆盖率达到 42.36%。各项水土流失防治指标均可达到水土流失防治目标，使水土流失得到有效控制。

因此，本项目在建设和运行过程中，积极采用水土保持方案中植物措施及临时挡护措施与主体工程措施同时设计、同时施工、同时竣工验收、同时投产使用，可对因工程建设造成的裸露土壤、填挖、堆垫地貌进行有效防护，使新增水土流失得到控制，减少水土流失和环境污染，达到生产效益和环境效益促进发展。

7.3.9 对盂县梁家寨省级湿地公园的影响

本项目采取无害化跨越方式，一档跨越盂县梁家寨省级湿地公园（恢复重建区），不在湿地公园内立塔，跨越长度约 0.05km，其中塔基 G245 距离湿地公园 135m，塔基 G244 距离湿地公园 300m。不在盂县梁家寨省级湿地公园（恢复重建区）范围设置牵张场、跨越施工场及临时施工道路等临时场地，因此对湿地公园生态影响较小。

7.3.10 对泉域水资源影响

7.3.10.1 本项目对泉域水资源影响分析

根据山西省水利厅以晋水审批决〔2023〕451 号）对《山西省忻州北 500kV 输变电工程对坪上泉域和娘子关泉域水资源影响评价报告》中内容，本项目线路

涉及坪上泉域裸露岩溶区及一般保护区，新建 500kV 线路 48km，铁塔 134 基。本项目路线涉及娘子关泉域重点保护区路线长度为 0.72km，涉及娘子关泉域裸露岩溶区及一般保护区，线路长度 33.88km，铁塔 79 基，本项目线路涉及娘子关泉域范围总长度为 34.6km。阳泉 500kV 变电站间隔完善工程位于娘子关泉域裸露岩溶区。

本项目利旧线路原 500kV 阳桂线线路位于娘子关泉域重点保护区和裸露岩溶区，线路长度 6km，利旧线路不新增铁塔，利用原有输电线路，500kV 阳桂线利旧段需将原线路两根地线更换为 1 根 72 芯 OPGW 光缆，1 根 96 芯 OGPW 光缆，同时对原线路直线塔进行双悬垂串改造，本项目利旧线路双回路 500kV 阳桂线线路部分位于娘子关泉域重点保护区，重点保护区范围内线路长度为 0.72km，由于利旧线路现位于娘子关泉域重点保护区，因地形原因无法避让。本项目与坪上泉域和娘子关泉域位置关系见图 2.8、2.9。

本项目对泉域水资源影响主要表现为：

（1）施工期由于工程基础开挖等施工行为，可能会扰动地下含水层，改变当地地下水局部径流方向。

（2）施工、运营过程中产生的生产生活废污水、建筑材料堆放及施工废物对水资源的影响。

7.3.10.2 施工期对泉域水资源影响分析

（1）坪上泉域范围内线路施工对孔隙地下水的影响评价

本项目位于坪上泉域线路沿线出露地层主要为第四系上更新统（Q3）、第四系全新统（Q4）地层。第四系上更新统（Q3）主要分布在山前倾斜平原、山前洪积扇地段，岩性主要为黄土（粉土）、砂卵石；黄土（粉土），第四系全新统（Q4）主要分布在滹沱河II级阶地，岩性主要为粉土、细砂、卵石，厚度大于 20m。本项目沿线松散岩类孔隙地下水主要分布于滤泗河（G179、G183）和清水河一带河谷处（G195），含水介质为第四系全新统现代河沟谷堆积砂砾石，冲积平原冲积倾斜平原成因的中粗砂，该段线路沿线浅层孔隙水水位埋深 0m~5m。

坪上泉域范围内项目架空线路全部位于坪上泉域裸露岩溶区和一般保护区范围内，坪上泉域范围内塔基基础形式采用挖孔基础。项目位于坪上泉域评价范

围内铁塔建设挖孔基础最大基础埋深为 8m~14m。铁塔基础施工深度大于浅层孔隙水水位埋深，施工会对浅层孔隙水产生一定的扰动影响，但由于施工范围小、程度轻微，且影响仅限于施工阶段，是暂时性的，待铁塔基础施工结束后，对坪上泉域孔隙地下水的影响将会逐渐消除。

（2）线路施工对坪上泉域岩溶地下水的影响评价

本项目位于坪上泉域岩溶地下水段线路沿线（R95-G160）地层主要为太古界五台群（AW）、滹沱群（H）地层，岩性主要为黑云斜长片麻岩、变质砂砾岩、花岗片麻岩、凝灰岩、石英片岩、黑云变粒岩、长石石英岩、白云岩、白云质灰岩等。岩溶水位标高为 850m~1100m，埋深为 220m~500m。该段线路沿线（G161-G209）地层主要为古生界奥陶系（O）、寒武系（∈）地层，岩性主要为灰岩、白云质灰岩等，强风化厚度 1m~2m，其下为中风化岩。岩溶水位标高为 750m~780m，埋深为 110~620m。

根据本项目设计资料，项目坪上泉域范围内塔基基础形式采用挖孔基础，架空线路全部位于坪上泉域裸露岩溶区和一般保护区。本项目坪上泉域评价范围内铁塔建设挖孔基础最大基础埋深为 8m~14m。

线路塔基最大基础埋深为 14m，铁塔基础埋深远小于岩溶地下水水位埋深，小于岩溶含水层隔水顶板埋藏深度，不会触及到奥陶系岩溶含水层，在该区域施工时应做好防渗措施，项目基础施工基本不会对泉域岩溶地下水环境造成影响。

综上所述，本项目塔基基础施工可能会对泉域孔隙地下水环境造成短暂的扰动影响，施工结束后，影响将逐渐消除，塔基基础施工基本不会对岩溶地下水环境造成影响，但在灰岩浅埋区段仍应做好防护和保护措施。

7.3.10.3 施工期对娘子关泉域地下水影响分析

（1）娘子关泉域范围内线路施工对孔隙地下水的影响评价

本项目位于娘子关泉域地下水段线路沿线出露地层主要为第四系上更新统（Q3），湿陷土层厚度 6m~10m 左右。本项目沿线松散岩类孔隙地下水主要分布于阴山河（G326、G336），该段线路沿线浅层孔隙水水位埋深 0m~5m。

娘子关泉域范围内忻州北~阳泉 500kV 线路新建工程架空线路位于娘子关泉域裸露岩溶区和一般保护区范围内，本项目新建 77 基塔基，娘子关泉域范围内

塔基基础形式采用挖孔基础和板式基础。本项目位于娘子关泉域评价范围内铁塔建设挖孔基础最大基础埋深为 8m~15m。

铁塔基础施工深度大于浅层孔隙水水位埋深，施工会对浅层孔隙水产生一定的扰动影响，但由于施工范围小、程度轻微，且影响仅限于施工阶段，是暂时性的，待铁塔基础施工结束后，对娘子关泉域孔隙地下水的影响将会逐渐消除。

（2）娘子关泉域范围内工程施工对岩溶地下水的影响评价

1）忻州北~阳泉 500kV 线路新建工程对岩溶地下水的影响评价

该段线路沿线（R307-G372）出露地层主要为古生界奥陶系（O）、石炭系（C）地层，岩性主要为灰岩、白云岩、页岩等，强风化厚度 1m~2m，该段线路沿线奥陶系岩溶含水层顶板标高约为 580m~990m，埋深为 280m~470m。

娘子关泉域范围内忻州北~阳泉 500kV 线路新建工程架空线路位于娘子关泉域裸露岩溶区和一般保护区范围内，工程新建 77 基塔基，娘子关泉域范围内塔基基础形式采用挖孔基础和板式基础，其中挖孔基础最大挖深为 8m~15m，板式基础最大挖深为 8m。项目位于娘子关泉域评价范围内铁塔建设挖孔基础最大基础埋深为 8m~15m。

线路塔基最大基础埋深为 15m，铁塔基础埋深远小于岩溶地下水水位埋深，小于岩溶含水层隔水顶板埋藏深度，不会触及到奥陶系岩溶含水层，在该区域施工时应做好防渗措施，项目基础施工基本不会对娘子关泉域岩溶地下水环境造成影响。

2）500kV 阳松线站外改造工程对岩溶地下水的影响评价

娘子关泉域范围内 500kV 阳松线站外改造工程位于娘子关泉域裸露岩溶区范围内，上层地层为第四系黄土层，土层厚度约为 20m，该层未赋存浅层孔隙地下水，下层为古生界奥陶系（O）、石炭系（C）地层，岩性主要为灰岩、白云岩、页岩等，奥陶系岩溶含水层顶板标高约 400m，埋深约 450m。

本项目线路新建 2 基塔基，塔基基础形式采用挖孔基础。本项目位于娘子关泉域评价范围内铁塔建设挖孔基础最大基础埋深为 8m~10m。

线路塔基最大基础埋深为 10m，铁塔基础埋深远小于岩溶地下水水位埋深，小于岩溶含水层隔水顶板埋藏深度，不会触及到奥陶系岩溶含水层，在该区域施

工时应做好防渗措施，项目基础施工基本不会对娘子关泉域岩溶地下水环境造成影响。

3）阳泉 500kV 变电站间隔完善工程对岩溶地下水的影响评价

阳泉 500kV 变电站间隔完善工程位于娘子关泉域裸露岩溶区范围内，上层地层为第四系黄土层，土层厚度约为 20m，该层未赋存浅层孔隙地下水，下层为古生界奥陶系（O）、石炭系（C）地层，岩性主要为灰岩、白云岩、页岩等，奥陶系岩溶含水层顶板标高约 400m，埋深约 450m。

阳泉 500kV 变电站间隔完善工程包括扩建 2 个 500kV 出线间隔、2 组低压电抗器及 1 组线路高抗，扩建间隔位于站区东侧。扩建工程需在站区东侧围墙向外征地，新征用地 0.26hm^2。基础施工深度为 2m~3m。

阳泉 500kV 变电站间隔完善工程基础施工深度小于岩溶含水层隔水顶板埋藏深度，不会触及到奥陶系岩溶含水层，在该区域施工时应做好防渗措施，项目基础施工基本不会对娘子关泉域岩溶地下水环境造成影响。

4）500kV 阳桂 I 线和阳桂 II 线钻越档双串改造工程对岩溶地下水的影响评价

本项目建设内容主要为直线塔将单悬垂串改造为双串，改造工程塔基利旧，不进行改造，因此，不会对娘子关泉域岩溶地下水产生影响。

5）500kV 阳桂线利旧段改造工程对岩溶地下水的影响评价

本项目利旧线路不新增铁塔，利用原有输电线路。需对原阳桂线进行部分改造，本项目包含：将原线路直线塔导线悬垂串更换为双串，利旧段更换两根地线为一根 72 芯 OPGW，另一根 96 芯 OPGW，因此，不会对娘子关泉域岩溶地下水产生影响。

综上所述，本项目塔基基础施工会对泉域孔隙地下水环境造成短暂的扰动影响，施工结束后，影响将逐渐消除，塔基基础施工及阳泉 500kV 变电站施工基本不会对岩溶地下水环境造成影响，但在灰岩浅埋区段仍应做好防护和保护措施。

7.3.10.4 施工废污水排放对泉域水资源影响分析

项目施工过程中产生的废水主要有施工废水及施工人员的办公生活污水，这些废污水如果处置不当，有可能会对泉域水资源产生一定的影响。

（1）施工废水

施工产生的废水包括各种机械设备运转的冷却及洗涤用水。施工废水经沉淀池处理后回用于场地降尘洒水等，不外排。虽然项目施工过程中产生的生产废水量不大，但如果任意直接泼洒地表，将对泉域水资源产生影响。因此，施工期间，施工现场必须建造沉淀池，并在其底部及四周需进行防渗处理，防渗层渗透系数应不大于 1.0×10^{-7}cm/s，施工废水经处理后全部回用。

（2）生活污水

施工人员租赁周边村庄民房，生活污水排入民居化粪池，定期清运，不外排。采取以上措施后项目施工基本不会对坪上泉域和娘子关泉域水资源产生影响。

7.3.10.5 施工期固体废物排放对泉域水资源影响分析

重点保护区内禁止设置施工营地，工程建设过程产生的固体废物包括基础开挖土方、工人日常生活垃圾和沉淀池的沉淀物等。项目施工期不在灰岩裸露区及灰岩浅埋区设立材料堆放场，不在灰岩裸露区及灰岩浅埋堆放固体废弃物。灰岩裸露区及灰岩浅埋产生的固体废物统一清运至灰岩裸露区及灰岩浅埋外进行处理。

（1）基础开挖土方

本项目在建设中土石方量依据各类施工工艺分段进行调配，按照地貌单元及不同施工工艺分别进行平衡，尽量做到各类施工工艺及各标段土石方平衡。基础位于石方段时产生的废弃土石方按照有关部门的要求处置。项目建设产生的弃土、弃渣将占压土地，掩埋植被，遗弃的松散堆积物极易形成水土流失，破坏生态环境，为防止弃土对当地泉域水资源造成影响，土方要进行利用。

（2）生活垃圾

施工人员每天产生的生活垃圾人均约 1kg，如果不采取有效措施，随意堆放会滋生蚊虫，传染疾病影响健康，为防止生活垃圾随意堆放影响人员健康，生活垃圾集中堆放，定期送至由环卫部门指定的垃圾堆放场。本项目施工期固体废物分类处理，施工结束后及时组织人力和物力将工地建筑垃圾及渣土等处置干净，避免对泉域水资源产生不利影响。

在采取上述水环境保护措施后，本项目施工期基本不会对坪上泉域和娘子关泉域水资源造成明显影响。

7.3.10.6 运营期对泉域水资源影响分析

本项目线路运营期不进行取水，无废污水及固体废物产生，因此不会对泉域水资源造成影响。

阳泉 500kV 变电站依托现有供排水系统，取水从附近村庄拉水，生活污水排入站区地埋式污水处理设施处理，定期清运；本期变电站间隔扩建后职工人数不增加，不产生生活污水产生量，因此不会对泉域水资源造成影响。

变电站产生的固体废物主要为职工的生活垃圾及变电站产生的危险废物，生活垃圾集中收集，及时交由当地环卫部门处置。危险废物暂存于危险废物暂存间，定期交由有资质单位处置。

7.3.10.7 运营期对周边居民用水影响评价分析

本项目线路沿线周边主要村庄共 26 个村庄。其中 13 个村庄生活用水水源均为孔隙地下水，5 个村庄生活用水水源均为岩溶地下水，7 个村庄生活用水水源均为收集雨水，1 个村庄生活用水水源为裂隙水。

铁塔基础施工深度为 8m~15m，周边村庄生活饮用水源主要为孔隙和岩溶地下水，孔隙水水井深度在 70m 以上。本项目基础施工不会触及中深孔孔隙水含水层及岩溶含水层，不会改变地下水的径流状态，因此线路基础开挖不会对周边村庄用水造成影响。

本项目运营期不取水，因此不会对周边村庄用水造成影响。

7.3.10.8 运营期对对集中供水水源地的影响分析

（1）坪上泉域范围内水源地

本项目线路在坪上泉域涉及的集中水源地为五台县茹村乡镇水源地、五台县陈家庄乡镇水源地、五台县东雷乡镇水源地及五台县西庄水源地，本工程距五台县东雷乡镇水源地一级保护区最近距离约 6.3km，距五台县茹村乡镇水源地一级保护区最近距离约 2.8km，距五台县陈家庄乡镇水源地一级保护区最近距离约 3.3km，距五台县西庄水源地一级保护区最近距离约 5.6km，工程施工范围小、程度轻微，运营期不产生废污水及固体废弃物，本项目建设运营不会对区域中深孔孔隙水和岩溶地下水产生影响。因此，本项目不会对上述水源地产生影响。

（2）娘子关泉域范围内水源地

本项目线路在娘子关泉域涉及的集中水源地为盂县牛村乡镇水源地及盂县温池水源地。

本项目距盂县牛村镇乡镇水源地一级保护区最近距离约 4.6km，距盂县温池水源地一级保护区最近距离约 8.5km，工程施工范围小、程度轻微，运营期不产生废污水及固体废弃物，本项目建设运营不会对区域中深孔孔隙水和岩溶地下水产生影响。因此，本项目不会对上述水源地产生影响。

7.4 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。

7.4.1 设计阶段生态保护措施

（1）科学选线，减轻工程沿线生态干扰

本项目在可行性研究阶段，结合各类自然保护地规划、区域植被分布情况、环境保护及土地利用等相关情况，对塔基及线路进行优化调整，做到经济技术指标高，线形美观顺畅，工程量小，投资经济，对沿线景观与生态干扰小。

（2）合理避让，避开多处生态敏感区域

为最大限度减轻影响，避让了应县南山省级自然保护区、应县镇子梁省级湿地公园、尖山省级森林公园等生态敏感区域，采取无害化跨越方式，一档跨越盂县梁家寨省级湿地公园（恢复重建区），优化了线路穿越生态保护红线塔基位置，保护了生态环境，并在选线过程中尽可能将塔基布置在植被覆盖度较低的土地上，从源头上减少破坏。

（3）统筹规划，减少生态价值较高土地的占用

生态价值越高，受损后恢复的成本越高，需要的恢复时间与管理费用越高，不占或减少占用较高价值土地，是目前国际公认的基本原则。一般而言，林地与湿地生态价值较高，灌丛次之，农田与草地较差，未利用地最差。工程在设计经过生态保护红线段，严格贯彻了这一原则，进行了充分的线路走向论证与规划，在考虑地质条件、地形因素等多项安全问题的基础上，规划占用生态价值较差的用地，尽量占用草地或荒地，在生态保护红线内，尽量占用植被覆盖度较低的土地，从而避免了生态影响与负效应的放大，落实了生态优先原则与理念。

7.4.2 施工期生态保护措施

施工期生态保护重点是生态保护教育、施工生态管理、塔基及临时施工场地周边的生态防护、受保护植物的生态围挡及施工后期的生态恢复。

7.4.2.1 总体思路

本项目特别是输电线路经过多段恒山以北防风固沙与土地沙化防控生态保护红线、五台山生物多样性维护生态保护红线、太行山水源涵养生态保护红线，主导生态功能为防风固沙和土地沙化防控、生物多样性维护、水源涵养和水土保持，受到破坏后难以恢复，防护的重点是减小干扰面积，控制开挖面，加强拦挡、苫盖、围挡等措施的使用，严格控制对植被的破坏，保存生物赖以生长的基质环境，对沿线水源涵养和水土保持功能影响降到最低。

7.4.2.2 植物保护措施

施工对植被的主要影响因素包括开挖以及临时占地对植被的破坏，及施工工人滥采滥挖等人为活动，针对这些影响因素，具体提出了以下保护措施。

（1）生态保护意识教育

加强施工人员的环境保护意识教育与生态保护法律法规宣传，要求文明施工，不得进行滥采滥挖滥伐等植被破坏活动，在生态保护红线区域施工时，要加强施工人员的监督管理，必要时请专业人员现场指导。

（2）施工方式规范

合理组织塔基施工，选择科学的施工方式，减少临时占地面积；生态保护红线区域内必须设置牵张场时采取斜拉牵张等占地面积小、对植被干扰较小的牵张方式；生态保护红线区域内严禁设置堆料场、施工营地等临时工程；严格按设计占地面积、样式要求开挖，避免大规模开挖；缩小施工作业范围，施工人员和机械不得在规定区域外活动；施工材料有序堆放，减少对塔基周围的生态破坏；生活垃圾和建筑垃圾集中收集后运输处理，不得随意丢弃；尽可能实现挖填平衡，合理处置施工土石方。

（3）受保护植物的保护

开挖中，要注意保护周围植被，尤其是要控制对生态保护红线区域植被的破坏，保护植被赖以生存的环境；施工过程中若发现重点保护植物，应采取避让措施；施工期应设置醒目的保护标示牌，提醒施工人员注意保护，并在树体四周设

置简易围栏，围栏与树干的距离应不小于 3m，与受保护灌丛及草丛植被的距离不小于 1m；对永久占地范围内的幼苗与幼树实施移植，避免破坏。

沿线分布的省级保护植物——鹿蹄草，属于分布较广的草本植物，喜冷凉阴湿环境，在施工过程中应避开在山沟等潮湿阴凉区域，或在施工前对占用场地进行调查是否分布有重点保护植物。

（4）施工占地植被保护与恢复

对永久占地，塔基占地实质上仅限于四个支撑脚，其它地方进行植被自然恢复，促进塔基附近植被和地貌恢复原貌；对永久占地开挖的表土要进行剥离，覆盖防护以减少风、水蚀，施工结束后作为开挖占地的植被恢复用土。

对临时占地，施工完成后，应尽快实施植被生态恢复或复耕，并加强抚育管理。

对于新修临时道路，应避让树木，减少林木砍伐，临时道路避免硬化，减少径流系数，降低水土流失量；在工程施工结束后，临时道路应及时进行整治与恢复。

施工工序布设要紧凑合理，避免因工序安排不当而造成的大面积地表裸露；施工现场专设环保工作负责人，要从水土保持与生态恢复角度，合理协调安排施工程序。

（5）不同占地类型生态防护与恢复措施

1）耕地

线路选线尽量利用荒地、劣地，少占用耕地特别是基本农田；应做好耕地耕作层剥离、分类存放和回填利用，施工时要将耕作层剥离并采用上铺下盖等隔离措施单独堆放，塔基基础开挖完工后，尽快浇注混凝土，按照原有土层顺序进行回填，缩短裸露时间；施工临时占地宜采取隔离保护措施，施工结束后应将混凝土余料和残渣及时清除，以免影响后期土地功能的恢复；对临时占用耕地区域及时复耕。

对于永久基本农田应严格按照《中华人民共和国基本农田保护条例》管理规定执行，对于永久占用基本农田的按照占多少、垦多少的原则，负责开垦与所占基本农田的数量与质量相当的耕地；没有条件开垦或者开垦的耕地不符合要求的，应当按照省、自治区、直辖市的规定缴纳耕地开垦费，专款用于开垦新的耕地。

2）林地

严格履行林业相关手续并切实执行，施工前，必须按照有关规定办理用地审核，林木移栽审批手续，落实补偿措施；对永久征地范围内的林木能移植的应该移植，不能移植的应该在异地进行补种，应保证林地面积和林木质量。拟建项目永久占地范围内的林地采用采伐形式，缴纳植被恢复费，待林业部门审核同意后项自建设单位将森林植被恢复费缴纳至省财政专户，由政府对减少的国家级和省级公益林等按照“占一补一”的原则和划定程序进行调整补充，并保证质量。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。

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；应做好表土剥离、分类存放和回填利用；施工过程中，严格控制临时占地林地面积，并及时做好植被恢复措施，采取播撒草籽、种植树木，林草结合的方式及时对临时施工用地进行植被恢复，同时注意尽量使用当地植物物种，避免造成外来物种入侵。

3）草地

应做好表土剥离、分类存放和回填利用，在施工完成后，采取播撒草籽等方式及时对临时占用草地进行植被恢复。

（6）生态恢复目标指标

1）旱地、乔木林地经过覆土、培肥措施可恢复为原地类，灌木林地、其他林地可复垦为灌木林地，其他草地复垦为草地。

2）根据《山西忻州北 500kV 输变电工程水土保持方案报告书》，在严格执行和落实本方案报告提出的水土保持措施后可治理水土流失面积 284.86hm^2、植被恢复面积 123.64hm^2，临时堆土挡护量 2.99 万 m^3，表土剥离及保护量 73.13 万 m^3。方案实施后，水土流失治理度达到 98.49%，土壤流失控制比达到 1.01，渣土防护率达到 98%，表土保护率达到 97.49%，林草植被恢复率达到 99.18，林草覆盖率达到 42.36%。各项水土流失防治指标均可达到水土流失防治目标，使水土流失得到有效控制。

7.4.2.3 动物保护措施

（1）加强施工人员的教育和管理，加强施工生态监管，禁止将生活垃圾堆

放在生态保护红线区域范围内；教育施工人员不要捡拾鸟卵、捕捉野生动物及其幼体；野生动物误入施工区域时，施工人员不得恐吓、驱散，应采取喂食诱导等措施，将其引出施工区；并加强与相关管理机构合作，救助施工期遇到的受伤的鸟类与兽类。在南山自然保护区边缘施工时，禁止扩大施工范围，禁止非法进入自然保护区的缓冲区和核心区，禁止无关人员随意进入施工现场区，禁止越界施工。

（2）施工现场设置警示牌和宣传牌，提醒施工人员和过路人员保护野生动物，避免野生动物侵入。

（3）根据野生动物活动规律，合理规划协调施工工期，最大限度避开野生动物的重要生理活动期，如繁殖期（5~8 月）中的高峰时段；大多数野生动物在早晨、黄昏和夜晚外出觅食，应做好施工计划，尽可能避免上述时间施工。

（4）施工点应避开野生动物活动通道，无法避让的应提高施工地管理等级，减缓对其影响。

（5）要合理控制施工范围，要选取声源强度和声功率小的施工设备和工艺，降低作业噪声，减轻对野生动物的不良影响。施工机械、车辆等需要修理或维护时，安排在敏感区外进行，减小直接干扰。

（6）重视夜间运输车辆灯光对野生动物的影响，野生动物频繁出没线段，要合理设置交通运输线路，严格控制在敏感区界的夜间施工。

（7）加强施工期受伤野生动物保护和救治，遇到地栖型鸟类应诱导其离开施工区，加强与当地野保部门的联系，遇到受伤野生鸟类与兽类，联系保护机构救治。

（8）重点保护野生动物保护措施

1）合理安排施工时序，降低施工噪声。穿越生态保护红线段（特别是临近南山自然保护区段）施工时，应尽量避免或减少施工噪声对保护动物的惊扰。评价区内保护动物大多是晨、昏（早晨、黄昏）或夜间外出觅食，正午休息，6~9 月为交配繁殖时期。塔基施工应做好开挖方式、数量、时间的计划，并力求避免在晨昏和正午高噪声作业等。同时，施工时间应尽量避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）在铁塔上“鸟刺”装置，减少了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。

7.4.2.4 生态保护红线区域生态保护措施

除遵守以上生态保护措施以外，在生态保护红线区域应同时落实以下生态保护措施：

（1）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。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牵张场、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。常用消能散水型式有八字排水口等，跌水措施布设在排水沟出口段，所用材料与排水沟保持一致。

（9）对位于生态保护红线区域输电线路尽量采用人工掏挖方式。

（10）合理安排施工时序，紧凑合理，避免在雨季施工；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，减少对保护区内野生动植物的影响。

表 7.49 生态保护红线内生态保护措施一览表

分区	工程措施	植被措施	临时措施	治理面积	恢复时限
塔基区	排水沟，土地整治，表土剥离及回覆	①永久占地：缴纳植被恢复费；②临时占地：栽植油松、紫穗槐柠条等，撒播紫花苜蓿等草籽	临时拦挡、临时苫盖、临时铺垫	11.98hm^2	施工期及时同步开展相应工程措施和临时措施，并在施工结束后 3 个月内完成相应植被措施，确保临时占地区域 3 年内恢复原有土地功能
施工道路区	排水沟，土地整治，表土剥离及回覆	临时占地：栽植油松、紫穗槐、柠条等，撒播紫花苜蓿等草籽	临时排水沟、临时苫盖	12.21hm^2	

7.4.2.5 盂县梁家寨省级湿地公园生态保护措施

（1）严格按照涉及选线，采取无害化跨越方式，一档跨越盂县梁家寨省级湿地公园（恢复重建区），不在湿地公园立塔。

（2）合理组织塔基施工，选择科学的施工方式，减少临时占地面积，缩小施工作业范围，并尽量远离湿地公园范围，施工人员和机械不得超范围进入湿地公园范围。

（3）对输电线路跨越湿地公园段合适位置设置标识牌，告知施工人员相关禁止行为。

（4）对湿地公园内栖息的野生动物，特别是重点野生保护动物，在发现其在项目施工范围觅食等活动时，禁止实施捕猎等违法行为。

7.4.2.6 应县南山省级自然保护区、镇子梁省级湿地公园、尖山省级森林公园生态保护措施

（1）严格按照涉及选线，避让应县南山省级自然保护区、镇子梁省级湿地公园、尖山省级森林公园。

（2）合理组织塔基施工，选择科学的施工方式，减少临时占地面积，缩小施工作业范围，并尽量远离应县南山省级自然保护区、镇子梁省级湿地公园、尖山省级森林公园范围，施工人员和机械不得超范围进入其范围。

（3）对输电线路临近应县南山省级自然保护区、镇子梁省级湿地公园、尖山省级森林公园段合适位置设置标识牌，告知施工人员相关禁止行为。

（4）对应县南山省级自然保护区、镇子梁省级湿地公园、尖山省级森林公园内栖息的野生动物，特别是重点野生保护动物，在发现其在项目施工范围觅食等活动时，禁止实施捕猎等违法行为。

7.4.2.7 泉域水资源保护和防治措施

（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。

在施工期废污水防治采取以下措施：

1）施工期间，施工现场必须建造沉淀池，并在其底部及四周需进行防渗处理，位于泉域一般保护区防渗区域防渗层渗透系数应不大于 1.0×10^{-7}cm/s，施工废水经处理后全部回用；对阳泉 500kV 变电站区域进行严格的防渗处理事故油池、废水收集池等区域防渗层渗透系数应不大于 1.0×10^{-10}cm/s。

2）禁止在重点保护区范围内设置施工营地，临时材料仓库应进行严格防渗防渗层渗透系数应不大于 1.0×10^{-7}cm/s。

（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；不得在河道中排放施工产生的废污水及倾倒污物、废渣和生活垃圾。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。

（7）项目建设单位应针对实际情况编制风险事故防治预案，降低风险发生机率，同时制定事故发生后的紧急处理措施。

（8）项目建设单位就项目施工过程中存在的水环境问题要定期向水行政主管部门通报，接受各级水行政主管部门的跟踪检查管理。

（9）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。

（10）为保证区域水资源管理目标的实现，必须完善本项目的水资源管理监测系统。在本项目运营期，为了及时掌握项目区域水环境动态变化特征，项目单位应积极配合区域水资源管理部门做好周边区域水环境监测工作。

7.4.2.8 生物多样性保护优先区域生态保护措施

按照《关于做好生物多样性保护优先区域有关工作的通知》（环发[2015]177号）要求，针对项目经过生物多样性保护优先区域做好相关保护与恢复措施，具体措施如下：

（1）加强施工人员生物多样性保护意识教育

加强施工人员的生物多样性保护意识教育与法律法规宣传，要求文明施工，不得进行滥采滥挖滥伐等植被破坏活动，不要捡拾鸟卵、捕捉野生动物及其幼体，同时要加强施工人员的监督管理，必要时请专业人员现场指导。

（2）避开生态敏感区及重要物种栖息地

严格按照设计选线，避让应县南山省级自然保护区、镇子梁省级湿地公园、尖山省级森林公园，采取无害化跨越方式，一档跨越盂县梁家寨省级湿地公园（恢复重建区），不在湿地公园立塔。禁止扩大施工范围，禁止非法进入生态敏感区等野生动植物重要栖息地。

（3）努力做到区域内自然生态系统功能不下降，生物资源不减少

①合理组织塔基施工，选择科学的施工方式，减少临时占地面积，避免大规模开挖；施工材料有序堆放，减少对塔基周围的生态破坏；生活垃圾和建筑垃圾集中收集后运输处理，不得随意丢弃。

②塔基及其他临时场地选择植被相对稀疏，避开重要野生动植物集中分布区域。

③线路跨越成片林地时，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。

④及时做好林地、草地植被恢复措施，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。

⑤应对工程影响区域内的保护植物进行就地保护，设置围栏和植物保护警示牌。不能避让需异地保护时，应选择适宜的生境进行植株移栽，并确保移栽成活率。

⑥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。

⑦要合理控制施工范围，要选取声源强度和声功率小的施工设备和工艺，降低作业噪声，减轻对野生动物的不良影响。

⑧禁止施工人员滥捕滥猎，野生动物误入施工区域时，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。

⑨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。

（4）针对生物多样性保护优先区域内生态敏感区域项目建设开展长期跟踪

生态监测，对实际产生的不利影响以及生态保护和风险防范措施的有效性进行跟踪监测和验证评价，并提出补救方案或者改进措施。

7.4.3 运行期生态影响缓解措施

7.4.3.1 植物保护措施

（1）强化对线路设备检修维护人员的生态保护意识教育，加强管理，禁止滥采滥伐，避免因此导致的沿线自然植被和生态破坏。

（2）对施工便道、临时堆土场、牵张场地，尤其是生态保护红线内的施工便道，实施生态恢复，并跟踪生态保护与恢复效果，以便及时采取后续措施。

（3）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。

7.4.3.2 动物保护措施

（1）加强对线路维护人员的环保教育，严禁捕猎野生动物。

（2）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。

7.4.3.3 生态保护红线区域保护措施

（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，以减少对生态保护红线地表植被的破坏。特别避免越界进入附近的应县南山省级自然保护区、镇子梁省级湿地公园、尖山省级森林公园等。

（2）加强运行维护人员管理，避免滥采、滥猎行为。

7.5 生态保护措施效果评价

根据本项目性质及环境影响特点，本项目在设计阶段采取了相应环境保护措

施，如线路尽可能避让沿线生态敏感区，对于无法避让的采取“预防、减缓、补偿、恢复”的原则，尽量减少对生态敏感区的影响。施工阶段采取相应的生态保护措施，加强施工期的生态管理，塔基及临时施工场地周边的生态防护、受保护植物的生态围挡及施工后期的生态恢复，并有针对性的采取相应保护措施；对于各类临时占地，严格限制其面积，并且开工前做好策划，选择扰动小、对生态影响小的方案，并采取相应的保护和恢复措施，尽量减小对生态影响。

项目中采取的各项环保措施均在技术上是可行的，并且根据已运行的高压输变电项目设计和实际运行经验，同时根据保护区内已运行线路现场调查表明，保护区内植被恢复良好，没有造成不可逆的环境影响。

本项目在设计阶段就充分考虑了相应的保护措施，避免了先污后治的被动局面，减少了物财浪费，既保护了环境，又节省了经费；施工上对施工单位严格要求，确保设计的各项措施有效落实，监理单位做到尽职尽责，查漏补缺，及时改进和落实；施工结束后及时采取相应恢复措施，为生态恢复创造条件。因此本项目采取的生态环保措施在技术上、经济上均是可行的，能满足生态恢复要求。

7.6 生态监测及环境管理

7.6.1 生态监测

生态监测可委托有资质的单位完成，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（包括生态保护红线区域及梁家寨省级湿地公园）输电线路开展生态监测，监测时间为施工期、运行初期（投产运行后 2 年内）和运行期。生态监测计划见表 7.6-1。

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，详见生态监测布点图（附图 15），后期进行生态监测时可实际情况进行调整。

表 7.6-1 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施工扰动区	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	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

		分布等。			系统服务功能变化等
运行初期	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。	运营初期总计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

7.6.2 环境管理

根据国家环境保护管理规定，施工期间在工程管理机构之中应设置专门环保机构，安排专业环保人员负责各标段施工中的环境管理工作。项目环境管理机构由领导、组织、实施、协助、咨询等五部分机构组成。各机构间应紧密联系、分工明确、相互独立、互相协调。

（1）施工期环境管理

1）本项目施工招标应加强生态保护意识、采用有利于生态保护的施工工艺。

2）施工前对施工人员和监理人员进行生态保护教育，施工过程中做好施工现场管理工作，并根据需要请相关管理机构对生态保护措施的全程跟踪、检查和监督，配合建设单位开展生态保护的技术指导，协调处理项目建设过程中涉及的环境保护管理、耕地、草地、林地恢复等相关问题。

3）在施工设计文件中详细说明施工期应注意的环保问题，如对沿线树木砍伐，野生动植物保护、植被恢复等情况均应按设计文件执行的同时做好记录，并按标段将记录整理成册，严格要求施工单位按设计文件施工，特别是按环保设计要求施工。

4）施工方在施工期间应有专人负责环境管理工作，对施工中的每一道工序都应检查是否满足环保要求，并不定期地对各施工点位进行监督检查。

5）在生态保护红线施工时，施工前期应加强对施工人员进行生态保护红线、野生动植物相关法律法规等内容进行培训，规范施工队伍行为和施工现场管理。

（2）运行期环境管理

根据项目所在区域的环境特点，在运行主管单位分设环境管理部门。环境管理部门的职能为：

1）制定和实施各项生态环境监督管理计划。

2）建立生态环境现状数据档案及生态信息网络，并定期向当地生态环境行政主管部门汇报。

3）不定期地巡查线路各段，特别注意保护环境保护对象，保护生态环境不被破坏，保证生态保护与项目运行相协调。

7.7 生态影响评价结论

山西忻州北500kV输变电工程位于山西省忻州市代县、五台县，阳泉市盂县、郊区，朔州市应县，大同市浑源县、云州区。根据现场实际调查，本项目穿（跨）越的生态生态保护红线共3个，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、五台山生物多样性维护生态保护红线、太行山水源涵养生态保护红线；本项目线路一档跨越盂县梁家寨省级湿地公园恢复重建区；新建线路生态影响评价范围涉及但没进入盂县梁家寨省级湿地公园；新建忻州北~阳泉500kV线路工程涉及娘子关泉域、坪上泉域两个泉域，阳泉500kV变电站间隔完善工程位于娘子关泉域。本项目新建变电站、变电站扩建、塔基永久占地面积共39.09hm^2，施工临时占地117.88hm^2，占地将导致植被的损失，造成植被的破坏，但这些植物均为常见的种类。同时占地将动物生境的扰动，造成部分动物生境的损失，影响保护区部分动植物的正常生活和生长。项目建设对评价区陆生植物的影响主要来源于施工期占地、施工扰动等因素。本项目占地主要为耕地、草地及林地，但占地面积小，在有效的实施保护措施后，项目对植物多样性的影响较小。本项目建设对工程影响区动物影响主要表现在两方面：一方面，项目占地、施工机械和施工人员活动直接侵占工程影响区野生动物生境或对其个体造成直接伤害；另一方面，项目施工将对生态环境造成一定程度的污染，从而间接的影响到该区域野生动物的栖息。由于本项目建设时间较短，且工程周围有相似生境较多，在采取相关保护措施后，严格控制项目施工和运营期的影响范围，项目对动物的影响可以控制在比较低的水平。因此，本项目的建设对评价区自然系统生物量影响较小。

本项目属于国家基础设施，输电线路不属于污染环境、破坏资源或者景观的生产设施，也不会排放污染物。项目设计对生态敏感区采取了避让的原则，对无

法避让的生态敏感区，进行了多方案的路径方案比选，确认环评方案为满足当前保护区管理规定的最优工程方案。在施工和运行过程中将采取积极有效的生态影响防护措施，将项目建设带来的负面影响减轻到满足国家有关规定的要求。本项目穿越的生态保护红线不存在制约项目建设的生态问题。从生态影响角度而言，本项目建设是可行的。

8 环境保护设施、措施分析及论证

8.1 环境保护设施、措施分析

8.1.1 变电站

8.1.1.1 设计阶段

本项目新建忻州北 500kV 变电站选择时，已避让生态敏感区和居民密集区，并靠近城镇规划区、工业园区等用电负荷站区域。

（1）电磁环境影响控制措施

1）新建忻州北 500kV 变电站的配电装置进行合理布局，500kV 配电装置采用 HGIS 型式户外布置，220kV 配电装置采用 GIS 型式户外布置。

2）设备订货时要求导线、母线、均压环、管母线终端球和其他金具等提高加工工艺，防止尖端放电和起电晕。

（2）声环境影响防治措施

1）通过设备招标优先采用低噪声设备，新建变压器 1m 处声压级不大于 72.4dB（A）、高压电抗器 1m 处声压级不大于 68.7dB（A）、低压电抗器 1m 处声压级不大于 75dB（A）、站用变 1m 处声压级不大于 60dB（**A**），从控制设备声源角度降低运行噪声对周围声环境影响。

2）新建忻州北 500kV 变电站本期在北侧高压电抗器对应凸出围墙上加装长度约 55m、高 2.7m 的声屏障（围墙（2.3m）和声屏障（2.7m）总高 5.0m），在东侧高压电抗器对应围墙上加装长度约 45m、高 2.7m 的声屏障（围墙（2.3m）和声屏障（2.7m）总高 5.0m）；阳泉 500kV 变电站间隔完善工程本期在扩建高压电抗器侧围墙上加装长约 46m，高 2.7m 的声屏障（围墙（高度 2.3m）和声屏障（高度 2.7m）总高 5.0m）；平城 500kV 变电站间隔扩建工程本期在扩建高压电抗器侧围墙上加装长度约 41m，高 3.7m 的声屏障（围墙（高度 2.3m）和声屏障（高度 3.7m）总高 6.0m）。

（3）水环境影响防治措施

新建变电站、变电站扩建等工程均采用雨水、污水分流制排水系统。新建变电站的生活污水经过站内一体化生活污水处理设施处理后，定期抽取回用于地面洒水等，不外排。站区雨水及道路雨水根据站区竖向布置，经雨水口汇集后进入雨水排水管道排入站外。变电站扩建工程依托前期建设一体化污水处理设施，生

活污水处理后贮存在地下水池内，定期清运，不外排，本期不新增运维人员，不新增生活污水产生量。

（4）固体废物影响防治措施

新建变电站均设有垃圾收集箱，生活垃圾经分类收集后运送至政府指定地点，不会对当地环境产生影响。本期变电站扩建工程依托前期变电站设置垃圾收集箱。

变电站采用蓄电池作为备用电源，废弃的蓄电池含有重金属，作为危险废物交由有资质单位处理，严禁随意丢弃。

新建忻州北 500kV 变电站在站内单独布置成品危废贮存库，布置于围墙东南角，面积 12m^2，定期委托有资质单位进行处理，不外排。

阳泉变电站前期未建设专门的危险废物贮存设施，因此本期采取“以新带老”，在阳泉变电站站内单独布置成品危废贮存库，布置于新建高抗场地北侧，面积 12m^2，对产生的危险废物暂时存放在危废贮存库内，并及时委托有危废处理资质的单位进行回收处理。

平城变电站前期未建设专门的危险废物贮存设施，因此本期采取“以新带老”，在平城变电站站内单独布置成品危废贮存库，布置于 500kV 继电器 1#小室东侧设置，面积 12m^2，对产生的危险废物暂时存放在危废贮存库内，并及时委托有危废处理资质的单位进行回收处理。

（5）环境风险防范措施

新建忻州北 500kV 变电站设置 1 座有效容积 110m^3 的事故油池、2 座有效容积为 30m^3 的高抗事故油池、1 座有效容积为 20m^3 的站用变事故油池，阳泉 500kV 变电站间隔完善工程、平城 500kV 变电站扩建工程各设置 1 座有效容积为 30m^3 的高抗事故油池，事故油池有效容积可以满足《火力发电厂与变电站设计防火标准》（GB50229-2019）中贮存事故油量 100%的要求。发生事故时事故油经排油管排入事故油池收集，事故油及油污水由有资质的单位处置，不外排。

变电站设置事故油池平面布置见示意图 3.4、图 3.8、图 3.12。

8.1.1.2 施工期

（1）施工噪声

1）加强施工期的环境管理和环境监控工作，并接受生态环境部门的监督管理。

2）施工场地周围应尽早设立围墙等遮挡设施。

3）采用噪声水平满足国家相关标准的施工机械或采取带隔声、消声设备的机械，控制设备噪声源强。

4）依法限制夜间施工，站区产生环境噪声污染的施工均应安排在白天进行。如因工艺特殊情况要求，需在夜间施工而产生环境噪声污染时，应按《中华人民共和国噪声污染防治法》的规定，取得地方人民政府住房和城乡建设、生态环境主管部门或者地方人民政府指定的部门的证明，并在施工现场显著位置公示或者以其他方式公告附近居民，同时在夜间施工时禁止使用产生较大噪声的设备。线路夜间不进行施工作业。

5）运输材料的车辆进入施工现场严禁鸣笛，装卸材料时应做到轻拿轻放。

（2）施工扬尘

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）变电站基础浇注使用商品混凝土，减少二次扬尘污染大气环境。

4）遇有大风或重污染天气，应停止土方开挖、回填等可能产生扬尘的作业。

（3）固体废物

1）项目施工前应做好施工单位及施工人员的环保培训，明确要求施工过程中的建筑垃圾及生活垃圾应分别堆放，并安排专人专车及时清运或定期运至环卫部门指定的地点处置。

2）临时堆土应设置在站区空地，并进行拦挡和遮盖，防止雨水冲刷。施工过程中堆放的土石方，用彩条塑料布与地面隔离，以减少对地表植被的破坏。

（4）施工废水

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

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

3）将物料、车辆清洗废水、建筑结构养护废水集中，经过沉砂处理循环利用。

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

5）建设单位和施工单位应加强自我检查和监督意识，施工单位在施工期间应贯彻“预防为主”的原则，建立完善的水环境保护制度。

（5）生态影响

1）植物措施

①新建忻州北500kV变电站

进站道路绿化直接关系到变电站周围的生态环境，也是电网生产文明程度的具体体现，所以本方案选择绿化、美化效果较好的针叶树种-侧柏对其绿化，绿化模式为道路两侧、排水沟之外各栽植一行侧柏（H=150cm），株距为3m。共需种植侧柏94株。

排水管线区、站用电源临时占地占用了其它草地，施工完毕后对其植被恢复，采取灌草结合的方式恢复植被，灌木采用柠条，草籽采用高羊茅。

②阳泉500kV变电站间隔完善工程

临时施工道路区占用了其它草地，施工完毕后对其植被恢复，采取灌草结合的方式恢复植被，灌木采用柠条，草籽采用高羊茅。

2）工程措施

①新建忻州北500kV变电站

新建进站道路 140m，主体工程已对其进行了平整、碾压以及硬化等，并考虑了道路两侧的截水沟布设。

排水管线区、站用电源在施工结束后，要及时整平，进行土地整治。

②阳泉500kV变电站间隔完善工程

临时施工道路区在施工结束后，要及时整平，进行土地整治。

3）临时防护措施

①新建忻州北500kV变电站

●土工布铺垫

为防止对地表进行严重扰动，在施工生产生活区布置土工布铺垫措施，施工结束后立即清理，将土工布撤走，这样对地表扰动较小，特别是对地表植被生长不会产生太大的影响，铺垫面积 5000m^2。

●临时堆土防护

由于变电站基础开挖施工及挖填方区域施工，在挖填时间上不完全同步，为减少土石方的重复搬运，在施工生产生活区选取1个临时堆土场，规模为50m×60m，平均堆高2.5m，坡比1：1.5，作为回填土方，以及施工前变电站和进站道路剥离表土临时堆放场地。临时堆土场在堆土过程中，表土在下，基坑开挖土方在上，每次最大堆土量约为6000m^3，堆满后应及时清运或回填。堆放场采用彩钢板四周拦挡，人工拍实表面，定期洒水防尘，同时在土堆表面用防尘网遮盖，以防止水蚀和风蚀。防尘网3000m^2。施工结束后，回收防尘网。

②阳泉500kV变电站间隔完善工程

●土工布铺垫

在施工生产生活区布置土工布铺垫措施，施工结束后立即清理，将土工布撤走，铺垫面积 2000m^2。

●临时堆土防护

在施工生产生活区选取1个临时堆土场，规模为40m×20m，平均堆高2.5m，坡比1：1.5，作为回填土方，以及施工前变电站和进站道路剥离表土临时堆放场地。临时堆土场在堆土过程中，表土在下，基坑开挖土方在上，每次最大堆土量约为2000m^3，堆满后应及时清运或回填。堆放场采用彩钢板四周拦挡，人工拍实表面，定期洒水防尘，同时在土堆表面用防尘网遮盖，以防止水蚀和风蚀。防尘网1000m^2。施工结束后，回收防尘网。

③平城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 6m×10m，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 100m^2，施工结束后，回收防尘网。

8.1.1.3 运行期

（1）电磁环境、声环境污染防治措施

1）加强电磁环境、声环境监测，及时发现问题并按照相关要求进行处理。

2）在新建忻州北变电站周围设立警示标识，加强对当地群众的有关高压输电方面的环境宣传工作，帮助群众建立环境保护意识和自我安全防护意识。

（2）水环境污染防治措施

新建 500kV 变电站站区内排水包括生活污水和雨水。变电站采用雨水、污水分流制排水系统。生活污水经过站内一体化生活污水处理设施处理后，定期抽

取回用于地面洒水等，不外排。500kV 变电站扩建工程依托前期设置污水处理设施。

（3）固体废物污染防治措施

变电站站内设置生活垃圾分类收集装置，生活垃圾经收集后定期清运至政府指定地点。事故排油经事故排油管排入事故油池收集，事故废油及油污水由有资质的单位处置，不外排。变电站采用蓄电池作为备用电源，废旧蓄电池作为危险废物交由有资质的单位处理，严禁随意丢弃。

新建忻州北 500kV 变电站在站内单独布置成品危废贮存库，布置于围墙东南角，面积 12m^2，定期委托有资质单位进行处理，不外排。

阳泉变电站前期未建设专门的危险废物贮存设施，因此本期采取“以新带老”，在阳泉变电站站内单独布置成品危废贮存库，布置于新建高抗场地北侧，面积 12m^2，对产生的危险废物暂时存放在危废贮存库内，并及时委托有危废处理资质的单位进行回收处理。

平城变电站前期未建设专门的危险废物贮存设施，因此本期采取“以新带老”，在平城变电站站内单独布置成品危废贮存库，布置于 500kV 继电器 1#小室东侧设置，面积 12m^2，对产生的危险废物暂时存放在危废贮存库内，并及时委托有危废处理资质的单位进行回收处理。

（4）环境风险防范措施

发生事故时，废变压器油通过事故油坑渗入事故油池，运行主管单位委托由有资质的单位进行回收处理。

（5）运行期环境管理措施

加强运行期环境管理及环境监测工作，确保各项污染防治设施正常、稳定、持续运行，发现问题按照相关要求及时进行处理。

8.1.2 输电线路

8.1.2.1 设计阶段

（1）电磁环境保护措施

1）合理选择导线及导线相序排列方式，减小电磁环境影响；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）输电线路与公路、通信线、电力线交叉跨越时，严格按照《110kV～750kV 架空输电线路设计规范》（GB50545-2010）要求留有足够净空距离。新建 500kV

线路经过耕地、园地等场所时，导线对地高度不小于 11.5m；经过电磁环境敏感目标区域时，导线最小对地高度不小 21m 时，工频电场强度均满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）规定的公众曝露控制限值电场强度 4kV/m 的要求。

3）本项目输电线路经过耕地、园地等场所时，工频电场强度满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）规定的工频电场强度 10kV/m 的要求，同时需设立警示标识。

（2）声环境

1）合理选择导线截面和导线结构以降低线路的电晕噪声水平。

2）施工期间选用低噪声的施工设备，施工活动主要集中在白天进行，夜间不进行任何施工作业。运输材料的车辆进入施工现场严禁鸣笛，装卸材料时应做到轻拿轻放。

（3）水环境

施工期间对施工场地和施工生活区的生产废水和生活污水分别设置临时污水处理装置或环保厕所，加强管理，防止无组织排放进入其他天然水体。

（4）固体废物及扬尘

施工期间产生的固体废物主要是塔基开挖产生的施工弃土和施工人员的生活垃圾。

1）运输过程中应采取遮盖措施防止渣土随地洒落；运至施工地段应先铺设彩条布等，并设临时挡护措施，堆土上覆盖彩条布或纤维布。

2）各施工迹地生活垃圾不得随意丢弃，对生产、生活垃圾进行分类收集，弃渣不得堆放于植被较多地段；建筑废料、生活垃圾和弃渣分类处置，集中运送至政府指定地点；施工营地设置垃圾箱。

（5）风险防范措施

机械设备油污处理过程中产生的固态浸油废物、施工过程产生的废弃机具、配件、包装物等将单独收集、封装，运至垃圾场进行处理。

（6）生态环境

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

2）输电线路进入生态保护红线采取塔基定位避让、减少进入长度、控制导线高度等环境保护措施，减少对生态保护红线的不利影响。

3）优化线路路径及塔位，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。

4）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。

5）输电线路避让集中林区，经过林木密集地段采用高跨设计以减少林木，保护生态环境。

6）施工完毕后，应做到“工完、料尽、场地清”，保证整个施工基面干净，不留任何污染物，并对相关区域进行植被恢复。

8.1.2.2 施工期

（1）施工噪声

1）采用低噪声施工机械。

2）线路夜间不进行施工作业，施工噪声对外环境的影响将被减至最低程度，满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）的标准要求。

（2）施工扬尘

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）线路塔基基础浇注采用商品混凝土，减少二次扬尘污染大气环境。

4）遇有大风或重污染天气，应停止土方开挖、回填等可能产生扬尘的作业。

（3）固体废物

施工期固体废物主要为废建筑材料、废弃土石方、施工人员生活垃圾。弃土全部用于塔座基面四周平整或就近回填；废建筑材料回收利用或按照要求统一运至环卫部门指定地点倾倒；生活垃圾及时清运送至环卫部门指定地点处置；拆除的铁塔、导地线、附件等及时运出并由建设单位进行回收利用，位于耕地处塔基处清除塔基基础产生固体废物，送至指定地点处置。

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。

（4）施工废水

1）做好施工场地周围的拦挡措施，尽量避免雨天开挖作业。施工场地设置

沉淀池将施工废水集中收集，经处理后循环使用，不外排。

2）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，定期清运。

3）在跨越河流附近施工时，应加强管理，禁止向水体排放、倾倒垃圾、弃土、弃渣等废物。

4）在施工过程中提倡清洁生产，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。

（5）生态环境

1）塔基区

①工程措施

●土地整治

施工结束后要及时整平，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。

应遵循“挖填平衡”的设计原则进行坑凹回填、平整场地。土地整治应当与生态环境建设相协调，根据地形、土壤、降水等立地条件，采取以“坡度越小、地块越大”为原则的土地整治工程。

●表土剥离及回覆

本项目将 0.30m 厚表土进行剥离，做好分类存放和回填利用，以便后期复耕和植被恢复利用。将剥离的表土临时集中就近堆放于塔基区占地范围内。

②植物措施

施工结束后对塔基占地区域恢复植被。其中永久占地扣除塔基基座占地区域，采用撒播草籽的方式恢复植被，草籽选用高羊茅。对临时占用的林地和草地，采用灌草结合的方式恢复植被，灌木选用柠条，草籽选用高羊茅。

③临时防护措施

本防治区的临时防护措施主要包括：土工布铺垫、临时堆土拦挡、防尘网苫盖。

●土工布铺垫

为防止对地表进行严重扰动，在塔基施工区人为活动频繁区域布置土工布铺垫措施，将土石方堆放等施工在土工布上进行，施工结束后立即清理，将土工布撤走，对地表植被生长不会产生太大的影响。

●临时堆土防护

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，在土堆的周边用彩钢板进行临时防护，同时在土堆表面用防尘网苫盖，以防止水土流失，临时堆土坡比 1：1.5，堆高不超过 2.5m。

2）跨越施工区、牵张区

①工程措施

在施工结束后，要及时整平，进行土地整治。

②植物措施

施工结束后对占用的其它草地进行植被恢复。采用灌草结合的方式，灌木采用柠条，草籽采用高羊茅。

③临时防护措施

对每处跨越施工区、牵张区进行土工布铺垫，防止因施工造成的地表扰动和水土流失，土工布可重复利用。

3）施工道路区

①工程措施

●土地整治

施工结束后，对临时占地进行土地整治。

●表土剥离及回覆

本项目施工阶段按 0.30m 厚表土进行剥离，做好分类存放和回填利用，以便复耕和恢复植被利用，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。

②植物措施

施工结束后对占用的乔木林地、灌木林地和其它草地等进行植被恢复，采用乔灌草结合的方式，乔木选用侧柏，灌木选用柠条，草籽选用高羊茅。

③临时措施

●临时堆土

施工道路区开挖土方和剥离的表土需临时堆放到一侧，堆高按 1m~2m，边坡约 1：1 估算，在土堆表面用防尘网苫盖。

●临时排水沟

施工前沿简易道路一侧设置临时排水沟，尺寸为底宽 0.4m，深 0.3m，边坡

1：1 的梯形断面。

4）本项目涉及 500kV 线路升高改造线路路径长约 17.3km，铁塔 32 基。由于塔基基础埋深较深，为避免大开挖造成植被破坏和水土流失，非耕地范围内已建线路的拆除工程不拆除地下的塔基基础，仅拆除线路的架空部分；耕地范围内已建线路的拆除工程除了拆除铁塔、导地线和金具（绝缘子、线夹、间隔棒、防振锤等）外，还需拆除地面以下 0.8m~1m 内的基础并恢复原状。根据现场调查，需要拆除塔基基本位于场地区域，基本不拆除塔基基础，以减少对周围生态影响，对于废旧导线、废旧塔材、绝缘子、间隔棒等废旧材料若不妥善处理势必会造成金属资源浪费，不利于资源的再利用；混凝土块等建筑垃圾若处理不当，不利于土地原有功能的恢复；产生的生活垃圾若不妥善处置，会污染环境。针对旧线拆除工程的环境影响特点，本项目主要采取以下环境保护措施：

●临时措施。在拆除施工场地四周设置临时截水沟和沉沙池，截断雨水冲刷土壤形成的水流，并将其汇入沉沙池，沉沙池里的泥水自然渗透。裸露地表可用防尘网覆盖以减缓雨水击打冲刷土壤的力度，另外防尘网可以防止裸露土地产生的扬尘。对临时堆存的表土进行临时拦挡防止水土流失。

●植物措施。旧线拆除过程中加强塔基区植被保护，尽可能不砍伐现有林木。原有塔基拆除后，地下基础保留，在表面进行覆土，在塔基基础周围进行土地平整，并对不可避免而造成的局部植被破坏区域采用当地乡土植被进行植被恢复，恢复原有土地利用功能，使其与周围景观协调一致。

●废旧导线、废旧塔材、绝缘子、间隔棒等废旧材料属于可重复利用材料，由施工单位现场收集交由建设单位回收再利用。

●拆除的基础属建筑垃圾，应定期清运至当地政府部门指定地点处置，施工完成后及时做好迹地清理工作，以免影响后期土地功能的恢复。

●施工人员的生活垃圾由施工人员自行收集后带回租住地，随当地的生活垃圾一起处理，禁止在施工现场随意丢弃。

●在旧线拆除工程实施完毕后拆除施工机械和临时跨越架，并对拆除施工场地和临时跨越场地进行全面清理，确保无残留混泥土块等建筑垃圾或其他固体废物（如损坏的绝缘子等）。

●由于旧线及铁塔拆除后将在原路径新建铁塔，本环评建议设计单位优化塔

基定位，尽量在原址新建或靠近原铁塔位置新建塔基，尽量共用临时占地，减少对周边环境的影响。采取以上措施后，旧线升高改造工程对环境的影响可以接受。

本项目生态保护措施平面布置图及典型生态保护措施设计图见附图 16 和附图 17。

8.1.2.3 运行期

（1）电磁环境、声环境污染防治措施

1）加强电磁环境、声环境监测，及时发现问题并按照相关要求进行处理。

2）将变电站内电气设备接地，以减小工频电场、工频磁场。

3）保证变电站内高压设备、建筑物钢铁件均接地良好，所有设备导电元件间接触部位均应连接紧密，以减小因接触不良而产生的火花放电。

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）输电线路运行阶段在沿线杆塔上设置高压及警示标志，标明有关注意事项；运维单位加强输电线路巡线工作，确保输电线路的正常运行；对沿线居民进行有关高压输电方面的环境宣传工作，增强沿线居民环境保护意识和自我安全防护意识。

6）500kV 同塔双回路经过耕地、园地等场所时，导线对地高度不小于 11.5m；经过电磁环境敏感目标区域时，导线对地高度不低于 21m。

7）500kV 单回路段线路经过耕地、园地等场所时，导线对地高度不小于 11.5m；经过电磁环境敏感目标区域时，导线对地高度不低于 21m。

（2）运行期环境管理措施

加强运行期环境管理及环境监测工作，发现问题并按照相关要求及时处理。

8.1.3 穿越生态保护红线段的环境保护措施

8.1.3.1 建设方案优化措施

本项目输电线路经过多段恒山以北防风固沙与土地沙化防控生态保护红线、五台山生物多样性维护生态保护红线、太行山水源涵养生态保护红线，主导生态功能为防风固沙和土地沙化防控、生物多样性维护、水源涵养和水土保持，受到破坏后难以恢复，防护的重点是减小干扰面积，控制开挖面，加强拦挡、苫盖、围挡等措施的使用，严格控制对植被的破坏，保存生物赖以生长的基质环境，对沿线水源涵养和水土保持功能影响降到最低。

8.1.3.2 施工期

（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。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牵张场、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）输电线路在生态保护红线，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）塔基施工区域，施工期采取表土剥离措施，将表层土剥离单独堆放，回填时将表土附最上面，便于植被恢复或复耕；对临时堆土底部采用土工布铺垫，防止堆土对堆土区域植被产生大的破坏，便于植被恢复，临时堆土顶部采取密目网苫盖措施、下坡侧设置填土编织袋进行拦挡、修筑截排水沟等措施；施工结束后进行土地平整、回覆表土、栽种植被、撒播草籽或复耕等。

（8）对生态保护红线内有坡度的塔位，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。常用消能散水型式有八字排水口等，跌水措施布设在排水沟出口段，所用材料与排水沟保持一致。

（9）对位于生态保护红线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，减少对保护区内野生动植物的影响。

8.1.3.3 运行期

（1）项目运行后，建设单位需加强日常巡护和生态监测，建立一套针对生态保护红线内部的生态环境、水土保持、生物多样性现状及变化、电磁辐射等相对成熟的监测评价体系，根据监测结果，有针对性地及时调整保护与管理措施。

（2）对恒山以北防风固沙与土地沙化防控生态保护红线、五台山生物多样性维护生态保护红线、太行山水源涵养生态保护红线附近居民进行有关高压输电线路和设备方面的环境宣传工作，帮助群众建立环境保护意识。

8.1.4 盂县梁家寨省级湿地公园生态保护措施

（1）严格按照涉及选线，采取无害化跨越方式，一档跨越盂县梁家寨省级湿地公园（恢复重建区）。

（2）合理组织塔基施工，选择科学的施工方式，减少临时占地面积，缩小施工作业范围，并尽量远离湿地公园范围，施工人员和机械不得超范围进入湿地公园范围。

（3）对输电线路跨越湿地公园段合适位置设置标识牌，告知施工人员相关禁止行为。

（4）对湿地公园内栖息的野生动物，特别是重点野生保护动物，在发现其在项目施工范围觅食等活动时，禁止实施捕猎等违法行为。

8.1.5 应县南山省级自然保护区、镇子梁省级湿地公园、尖山省级森林公园生态保护措施

（1）严格按照涉及选线，避让应县南山省级自然保护区、镇子梁省级湿地公园、尖山省级森林公园。

（2）合理组织塔基施工，选择科学的施工方式，减少临时占地面积，缩小施工作业范围，并尽量远离应县南山省级自然保护区、镇子梁省级湿地公园、尖山省级森林公园范围，施工人员和机械不得超范围进入其范围。

（3）对输电线路临近应县南山省级自然保护区、镇子梁省级湿地公园、尖

山省级森林公园段合适位置设置标识牌，告知施工人员相关禁止行为。

（4）对应县南山省级自然保护区、镇子梁省级湿地公园、尖山省级森林公园内栖息的野生动物，特别是重点野生保护动物，在发现其在项目施工范围觅食等活动时，禁止实施捕猎等违法行为。

8.1.6 饮用水源保护区生态保护措施

（1）严格按设计方案，一档跨越代县滩上镇集中供水水源保护区二级饮用水水源保护区，其他临时场地设置在水源地外。

（2）优化塔基设置，远离饮用水源保护区一级保护区范围，在二级保护区范围塔基施工严格控制施工范围，选择质量合格的施工机械，防止漏油等事件发生。

（3）禁止在水源地内设置牵张场、施工营地等临时站场。

（4）线路施工人员不在水源地内设置施工营地，生活污水利用沿线村庄已有设施处理。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，同时机械设备及运输车辆的维修在水源地外进行。

（5）施工期间，施工现场必须建造沉淀池，并在其底部及四周需进行防渗处理，施工废水经处理后全部回用。

（6）工程施工时严格管理，严禁施工人员随意丢弃杂物等对饮用水源保护区水质保护不利的行为。严禁将弃渣、弃土随意丢弃。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。

（7）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。

8.1.7 泉域水资源保护和防治措施

（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。

在施工期废污水防治采取以下措施：

1）施工期间，施工现场必须建造沉淀池，并在其底部及四周需进行防渗处理，位于泉域一般保护区防渗区域防渗层渗透系数应不大于 1.0×10^{-7}cm/s，施工废水经处理后全部回用；对阳泉 500kV 变电站区域进行严格的防渗处理事故油池、废水收集池等区域防渗层渗透系数应不大于 1.0×10^{-10}cm/s。

2）禁止在重点保护区范围内设置施工营地，临时材料仓库应进行严格防渗防渗层渗透系数应不大于 1.0×10^{-7}cm/s。

（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；不得在河道中排放施工产生的废污水及倾倒污物、废渣和生活垃圾。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。

（7）项目建设单位应针对实际情况编制风险事故防治预案，降低风险发生机率，同时制定事故发生后的紧急处理措施。

（8）项目建设单位就项目施工过程中存在的水环境问题要定期向水行政主管部门通报，接受各级水行政主管部门的跟踪检查管理。

（9）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。

（10）为保证区域水资源管理目标的实现，必须完善本项目的水资源管理监测系统。在本项目运营期，为了及时掌握项目区域水环境动态变化特征，项目单位应积极配合区域水资源管理部门做好周边区域水环境监测工作。

8.1.8 长城及烽火台生态环境保护措施

（1）严格按设计避让东段景遗址，不在长城及烽火台 50m 范围的保护范围内新建塔基及其他临时施工场地，采取无害化的一档跨越方式跨越茹越口—马兰口长城和峪乡长城村长城保护范围。

（2）在建设过程中严格控制施工范围，施工前制定有关保护长城的施工方案，确保不对长城相关建筑造成破坏。特别注意施工机械噪声、振动等作业强度，防止施工振动可能对长城相关建筑造成的间接影响。

（3）充分利用现状已有的山路，不新建施工道路。

（4）建设控制地带内杆塔基础推荐人工挖孔，优化施工工艺，以无害化方式跨越长城。

（5）建设控制地带内的杆塔形式、高度、体量、色调尽量与长城的环境风貌相协调，不对文物本体和环境风貌产生影响。

8.2 环境保护设施、措施论证

本着以预防为主，在项目建设的同时保护好环境的原则，项目所采取的环保措施主要针对工程设计和施工阶段，即在本项目选址、选线时结合当地区域总体规划尽量避开环境敏感区，在设计过程中采取了严格的污染防治措施，本项目投运后电磁环境影响、声环境影响等均能符合国家环保标准要求。本期新建 500kV 变电站内设生活污水处理装置，生活污水经站内一体化生活污水处理设施处理后，定期抽取回用于地面洒水等，不外排。输电线路通过优化路径和导线设计，提高导线加工工艺水平，控制导线对地高度等措施，尽量减小其电磁环境、声环境影响。同时采取一系列生态保护措施，最大程度降低项目建设对当地生态影响。本项目采取的各项环境保护措施在已投运 500kV 输变电建设项目中得到了较好的应用，具有技术、经济可行性。

因此，本项目采取的环保措施在技术上、经济上是可行的。

8.3 环境保护设施、措施及投资估算

8.3.1 环境保护设施、措施

根据现场踏勘以及施工期、运行期的环境影响预测结果分析，针对本项目可能存在的环保问题，项目需采取的环境保护措施见表 8.1。

表 8.1 项目采取的环境保护措施汇总

阶段	影响类别	环境保护措施	环保措施责任单位	预期治理效果
设计阶段	环境风险	（1）主变压器、高压电抗器、低压电抗器、站用变下方设置事故油坑，事故油池有效容积可满足事故情况下贮存单相变压器最大油量 100%的要求。 （2）事故油池具有隔油、防渗、油水分离的功能。 （3）设置危废贮存库。	设计单位、建设单位	满足环境风险防范要求
	隔声降噪	（1）优先选用低噪声设备，主变声源不高于 72.4dB（A）、高压电抗器声源不高于 68.7dB（A）、低压电抗器声源不高于 75.0dB（A）、站用变声源不高于 60.0dB（A），从控制声源角度降低噪声影响。 （2）忻州北 500kV 变电站本期在北侧高压电抗器对应凸出围墙上加装长度约 55m、高 2.7m 的声屏障（围墙（2.3m）和声屏障（2.7m）总高 5.0m），在东侧高压电抗器对应围墙上加装长度约 45m、高 2.7m 的声屏障（围墙（2.3m）和声屏障（2.7m）总高 5.0m）；阳泉 500kV 变电站本期在扩建高压电抗器侧围墙上加装长度约 46m，高 2.7m 的声屏障（围墙（高度 2.3m）+声屏障（高度 2.7m）总高 5.0m）；平城 500kV 变电站本期在扩建高压电抗器侧围墙上加装长度约 41m，高 3.7m 的声屏障（围墙（高度 2.3m）+声屏障（高度 3.7m）总高 6.0m）。		声环境满足相关标准要求
施工期	污染影响	（1）声环境 ①施工场地周围尽早设立围墙、围挡等遮挡设施。 ②采用噪声水平满足国家相关标准的施工机械或采取带隔声、消声设备的机械，控制设备噪声源强。 ③依法限制夜间施工作业。 ④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）施工扬尘 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，不在现场进行混凝土搅拌。 ④遇有大风或重污染天气，应停止土方开挖、回填等可能产生扬尘的作业。 （3）固体废物 ①施工前应做好施工单位及施工人员的环保培训，明确要求施工过程中的建筑垃圾及生活垃圾应分	施工单位	降低施工期环境影响，满足相关标准要求

		别堆放，并安排专人专车及时清运或定期运至环卫部门指定的地点处置； ②变电站临时堆土应设置在站区空地，并进行拦挡和遮盖，防止雨水冲刷。施工过程中堆放砂石及水泥的地面，用彩条塑料布与地面隔离，以减少对地表植被的破坏。 ③线路工程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。 ④本项目拆除产生的废旧导线、金具和塔材等均由建设单位回收使用，拆除杆塔基础产生废弃混凝土块运至政府指定地点。 （4）水环境 ①对变电站施工场地和施工生活区的生产废水和生活污水分别设置临时污水处理装置，加强管理，做好防渗处理，防止无组织排放。 ②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。 ③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，定期清运。 ④在跨越河流段附近施工时，应加强管理，禁止向水体排放、倾倒垃圾、弃土、弃渣等废物。		
	生态影响	（1）线路经过一般地区 ①施工期尽量避开雨天施工。 ②施工过程中应加强施工管理，规范施工，对施工开挖土方应采取临时拦挡及雨天覆盖等措施，以减少水土流失。 ③划定施工区域，施工人员必须严格按照划定区域进行施工活动；站内开挖面及时平整，临时堆土采取拦挡、防护等措施安全堆放。 ④对施工时基础开挖多余的土石方应合理处置，多余的土方妥善处置，不允许随意倾倒。 （2）针对生态保护红线段的生态保护措施 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、穿越五台山生物多样性维护生态保护红线、穿越太行山水源涵养生态保护红线，应同时落实以下生态保护措施： ①禁止在生态保护红线区域内设立牵张场、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。 ②加强施工人员生态教育，严格落实生态识别与管理，一旦发现重要保护物种，要采取围隔措施，减小对植被的破坏。 ③输电线路在生态保护红线区域，要选取声源强度和声功率小的施工设备和工艺，降低作业噪声，禁止爆破施工，组塔采用摇臂抱杆等人工组塔方式，放线采用无人机等先进设备和工艺，减少大型		

		机械设备进入对太行山水源涵养生态保护红线区域的影响。 ④合理选择施工季节，限定施工时间，每日早8点以前、晚8点以后禁止施工。 ⑤禁止施工人员滥捕滥猎，野生动物误入施工区域时，施工人员不得恐吓、驱散，应采取喂食诱导等措施，将其引出施工区；并加强与相关管理机构合作，救助施工期遇到的受伤的鸟类与兽类。 ⑥塔基采取高低腿基础，减少土石方开挖量，降低挡墙的使用量。 ⑦塔基施工区域，施工期采取表土剥离措施，将表层土剥离单独堆放，回填时将表土附最上面，便于植被恢复或复耕；对临时堆土底部采用土工布铺垫，防止堆土对堆土区域植被产生大的破坏，便于植被恢复，临时堆土顶部采取密目网苫盖措施、下坡侧设置填土编织袋进行拦挡、修筑截排水沟等措施；施工结束后进行土地平整、回覆表土、栽种植被、撒播草籽或复耕等。 ⑧对生态保护红线区域内有坡度的塔位，为防止上坡侧汇水面的雨水及其它地表水对基面的冲刷影响，除塔位位于面包形山顶或山脊外，一般需在塔位上坡侧（如果基面有降基挖方，距挖方坡顶水平距离≥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。常用消能散水型式有八字排水口等，跌水措施布设在排水沟出口段，所用材料与排水沟保持一致。 ⑨对位于生态保护红线区域输电线路尽量采用人工掏挖方式。 ⑩合理安排施工时序，紧凑合理，避免在雨季施工，尽量安排在冬季，减少对保护区内野生动植物的影响。 （3）盂县梁家寨省级湿地公园生态保护措施的生态保护措施 ①严格按照涉及选线，采取无害化跨越方式，一档跨越盂县梁家寨省级湿地公园（恢复重建区）。 ②合理组织塔基施工，选择科学的施工方式，减少临时占地面积，缩小施工作业范围，并尽量远离湿地公园范围，施工人员和机械不得超范围进入湿地公园范围。 ③对输电线路跨越湿地公园段合适位置设置标识牌，告知施工人员相关禁止行为。 ④对湿地公园内栖息的野生动物，特别是重点野生保护动物，在发现其在项目施工范围觅食等活动时，禁止实施捕猎等违法行为。 （4）应县南山省级自然保护区、镇子梁省级湿地公园、尖山省级森林公园生态保护措施 ①严格按照涉及选线，避让应县南山省级自然保护区、镇子梁省级湿地公园、尖山省级森林公园。 ②合理组织塔基施工，选择科学的施工方式，减少临时占地面积，缩小施工作业范围，并尽量远离应县南山省级自然保护区、镇子梁省级湿地公园、尖山省级森林公园范围，施工人员和机械不得超范围进入其范围。		

		③对输电线路临近应县南山省级自然保护区、镇子梁省级湿地公园、尖山省级森林公园段合适位置设置标识牌，告知施工人员相关禁止行为。 ④对应县南山省级自然保护区、镇子梁省级湿地公园、尖山省级森林公园内栖息的野生动物，特别是重点野生保护动物，在发现其在项目施工范围觅食等活动时，禁止实施捕猎等违法行为。 （5）泉域水资源保护和防治措施 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；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。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。在施工期废污水防治采取以下措施：施工期间，施工现场必须建造沉淀池，并在其底部及四周需进行防渗处理，位于泉域一般保护区防渗区域防渗层渗透系数应不大于1.0×10^{-7}cm/s，施工废水经处理后全部回用；禁止在重点保护区范围内设置施工营地，临时材料仓库应进行严格防渗防渗层渗透系数应不大于1.0×10^{-7}cm/s。 ②项目施工时严格管理，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；不得在河道中排放施工产生的废污水及倾倒污物、废渣和生活垃圾。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。 ③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化学滤液入渗。 ④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。 ⑤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。		
调试期	污染影响	（1）电磁环境 ①加强电磁环境、声环境监测，及时发现问题并按照相关要求进行处理。 ②将变电站内电气设备接地，以减小工频电场、工频磁场。 ③保证变电站内高压设备、建筑物钢铁件均接地良好，所有设备导电元件间接触部位均应连接紧密，以减小因接触不良而产生的火花放电。 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在变电站及架空线路附近及杆塔处设立警示和防护指示标志，加强对当地群众的有关高压输电方面的环境宣传工作，帮助群众建立环境保护意识和自我安全防护意识。	运行管理单位	不新增污染物

		⑥500kV 同塔双回路经过耕地、园地等场所时，导线对地高度不小于 11.5m；经过电磁环境敏感目标区域时，抬高导线高度至 21m 时，地面 1.5m 高度处均可满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）规定的公众曝露控制限值电场强度 4kV/m 的要求；抬高导线高度至 22m 时，地面 4.5m 高度处均可满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）规定的公众曝露控制限值电场强度 4000V/m 的要求。 ⑦500kV 单回路段线路经过耕地、园地等场所时，导线对地高度不小于 11.5m；经过电磁环境敏感目标区域时，导线对地高度不小于 21m。 （2）声环境 变电站采用低噪声设备，项目投运后，调试期间，需对变电站厂界噪声进行跟踪监测，确保厂界达标。 （3）水环境 新建变电站生活污水经站内一体化生活污水处理设施处理后，定期抽取回用于地面洒水等，不外排。本期变电站扩建工程依托前期设置一体化生活污水处理设施，生活污水处理后，定期抽取回用于地面洒水等，不外排，本期变电站扩建工程不新增运维人员，不新增污水产生量。 （4）固体废物 新建变电站内值守人员产生的少量生活垃圾收集后定期清运至指定地点。本期变电站扩建工程依托前期设置垃圾收集箱，定期清运，本期变电站扩建工程不新增运维人员，不新增垃圾产生量。 变电站采用蓄电池作为备用电源，废旧蓄电池应作为危险废物交由有资质的单位处理，严禁随意丢弃。 （5）环境风险 变电站站内建设事故油池，并进行防渗处理。主变压器、电抗器的事故排油经排油管排入事故油池收集，事故废油及油污水由有资质的单位处置，不外排。		

8.3.2 环境保护投资估算

根据本项目特性以及拟采取的环保设施、措施，本项目环境保护投资主要有施工期生活污水、固体废物处置、事故油池建设费、临时施工占地植被恢复等，由建设单位出资，环保投资估算详细情况见表 8.2。

表 8.2 环保投资估算一览表

项目实施阶段	污染类型	环境保护设施、措施	环保投资估算（万元）	责任主体	资金来源
施工阶段	废水	临时沉淀池（防渗设计）	***	建设单位	建设单位自筹
		忻州北 500kV 变电站站内设置生活污水处理设施	***		
	废气	设置施工围挡、篷布遮盖、抑尘网等	***		
	噪声	变电站设置隔声屏障	***		
	固体废物	生活垃圾、建筑垃圾清运、拆除的杆塔、导线、绝缘子、金具串等材料回收利用	***		
	危险废物	忻州北 500kV 变电站站内设 1 座有效容积为 110m^3 的主变事故油池，2 座有效容积为 30m^3 的高抗事故油池，1 座有效容积 20m^3 的站用变事故油池	***		
		阳泉 500kV 变电站新增 1 座有效容积 30m^3 的高抗事故油池			
		平城 500kV 变电站新增 1 座有效容积 30m^3 的高抗事故油池			
		忻州北 500kV 变电站新增危废贮存库	***		
		阳泉 500kV 变电站“以新带老”新增危废贮存库	***		
		平城 500kV 变电站“以新带老”新增危废贮存库	***		
	生态恢复	临时占地补偿、施工临时场地植被恢复等费用（含栽种农作物、苗木、草籽等植物措施费）	***		
		站区绿化	***		
运行阶段	工程措施运行维护费		***		
	变电站、铁塔设置警示标识		***		
	加强宣传等费用		***		
其他费用	环境影响评价费用		***		
	环境监理费		***		
	生态监测费		***		
	竣工环保验收及监测费用		***		
	环保培训		***		
环保投资合计			***	-	-
工程总投资			***	-	-
环保投资占总投资比例（%）			***	-	-

9 环境管理与监测计划

本项目建设将不同程度地会对变电站附近、输电线路沿线的自然环境造成一定影响。因此，在施工期加强环境管理同时，实行环境监测计划，并应用监测得到的反馈信息，将项目建设前预测产生的环境影响与建成后实际产生的环境影响进行比较，及时发现问题，保证各项环境保护措施的有效实施。

9.1 环境管理

9.1.1 环境管理机构

建设单位、施工单位和负责运行监管单位应在管理机构内配备 1~2 名专职和兼职人员，负责环境保护管理工作。

9.1.2 设计、施工招标阶段的环境管理

（1）主体工程设计单位应在下阶段设计中，将环境影响报告书中提出的环保设施、措施纳入工程设计中。设计中应统筹安排施工工序，合理安排环保设施、措施的施工进度。

（2）设计单位遵循有关环保法规、严格按有关规程和法规进行设计。设计施工文件中详细说明施工应注意的环保问题，按设计文件执行并同时做好记录。

（3）建设单位将施工环保措施纳入施工招标文件中，明确验收标准和细则。

9.1.3 施工期环境管理

本项目施工应采取招投标制。施工招标中对投标单位提出建设期间的环保要求，并对监理单位提出环境保护人员资质要求。在施工设计文件中详细说明建设期应注意的环保问题、采取的防治措施，严格要求施工单位按设计文件施工，特别是按环保要求提出的措施要求进行施工。具体要求如下：

（1）施工人员严格执行设计和环境影响评价中提出的防治措施，遵守环保法规。

（2）施工期的环境管理由施工单位具体负责，建设单位和监理单位负责监督。施工单位在施工前应组织施工人员学习《中华人民共和国环境保护法》等环保法律、法规，做到施工人员知法、懂法、守法。

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

（4）做好施工中各种环境问题的收集、记录、建档和处理工作，并根据问

题严重程度及时或定期向各有关部门汇报。

（5）监督施工单位，使施工工作完成后的耕地恢复和补偿、环保设施等各项保护工程同时完成。

9.1.4 竣工环境保护验收

根据《建设项目环境保护管理条例》精神，项目建设执行污染治理设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的“三同时”制度。建设项目正式投产运行前，建设管理单位应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。

该竣工环保验收调查报告的主要内容有：

（1）施工期环境保护措施实施情况分析。

（2）项目运行产生的工频电场、工频磁场、噪声情况分析。

（3）项目运行期间环境管理所涉及的内容。

本项目“三同时”环保措施验收一览表见表 9.1。

表 9.1 本项目“三同时”环保措施验收一览表

序号	验收调查项目	竣工环境保护验收调查内容
1	相关批复文件	相关批复文件是否齐备，环境保护档案是否齐全
2	规划相符性	本项目变电站及线路的选址选线是否发生变化，是否符合经过区域总体规划。
3	工程规模	与环评报告进行对比，说明项目选址选线、建设规模的变化情况以及变更原因
4	敏感目标调查	调查边导线地面投影附近 50m 内的带状区域和变电站 50m 范围内的电磁环境敏感目标分布；调查边导线地面投影附近 50m 内的带状区域和变电站 200m 范围内声环境保护目标分布；调查建设项目生态影响评价范围内生态敏感区、生态保护目标的分布情况；对比环评报告，说明上述电磁环境敏感目标、声环境保护目标和生态敏感区、生态保护目标的变化情况以及变更原因。
5	施工期环保措施落实情况	施工工艺；废水处理措施；施工扬尘防治措施；固体废物处理措施；生态保护措施；上述措施的落实效果。
6	运行期环保措施落实情况	电磁环境影响防护措施；噪声排放控制措施；站内污水处理设施、固体废物处置、事故油池设施情况及运行效果
7	电磁环境监测	监测变电站厂界四周及线路沿线电磁环境敏感目标处的工频电场强度、工频磁感应强度；工频电场强度、工频磁感应强度监测值能够满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中控制限值，本期环境影响评价指标是否存在超标现象，如有，应提出处置措施。

序号	验收调查项目	竣工环境保护验收调查内容
8	声环境监测	监测变电站及线路沿线声环境保护目标处的噪声水平；变电站厂界噪声排放是否满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》中 2 类标准，500kV 输电线路沿线声环境现状监测值是否满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）相应声功能区标准。
9	生态影响调查	调查施工期间的林木砍伐量、砍伐树种、草种及其沿线分布情况；临时占地恢复数量、种类、位置等，与生态保护红线的位置关系，是否发生变更；是否满足有关法规和环保要求，存在问题如何处置；植被恢复情况，存在问题如何处置。
10	环境保护	环境管理、环境监理、环境监测落实情况；环保投资资金是否到位；项目所在区域各级生态环境主管部门是否收到相关环保投诉，投诉原因及处理结果。
11	存在的问题及其改进措施与环境管理建议	通过现场调查，总结建设项目施工期、运行期是否存在相应的环境问题并提出改进措施与环境管理建议。

9.1.5 运行期环境管理

环境保护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。

（1）环境管理的职能

1）制定和实施各项环境管理计划。

2）建立工频电场、工频磁场及噪声环境监测。

3）掌握项目所在地周围的环境特征和电磁环境敏感目标、声环境保护目标及生态保护目标情况。

4）检查环境保护设施运行情况，及时处理出现的问题，保证环保设施正常运行。

（2）生态环境管理

1）制定和实施各项生态环境监督管理计划。

2）不定期地巡查变电站和线路各段，特别注意环境保护对象，保护生态环境不被破坏，保证保护生态与项目运行相协调。

9.1.6 环境保护培训

应对与建设项目有关的主要人员，包括施工单位、建设单位、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、建设单位的环保管理的能力，减少施工和运行产生的不利环境影响，并且能够更好地参与

和监督环保管理；增强人们的环保意识，加强公众的环境保护和自我保护意识。具体的环保管理培训计划见表 9.2。

表 9.2 本项目环境保护培训计划一览表

项目	参加培训对象	培训内容
环境保护管理培训	建设单位或运行单位主管部门、施工单位、其他相关人员	1．中华人民共和国环境保护法
		2．中华人民共和国水土保持法
		3．中华人民共和国野生植物保护条例
		4．建设项目环境保护管理条例
		5．中华人民共和国文物保护法
		6．中华人民共和国电力法
		7．其他有关的管理条例、规定

9.2 环境监测

9.2.1 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 9.3。

表 9.3 环境监测计划一览表

时期	环境问题	环境保护措施	负责部门	监测频率
施工期	噪声	采用低噪声施工设备，尤其夜间不使用高噪声设备	施工单位	施工期抽查
	生态影响	土地利用状况、临时占地恢复、拆迁迹地恢复、建设区域内植被恢复	施工单位	施工期抽查
	扬尘	施工围栏，场地洒水，弃土及时清运	施工单位	施工期抽查
	固体废物	施工过程中的建筑垃圾及生活垃圾应分别堆放，并安排专人专车及时清运或定期运至政府指定地点	施工单位	施工期抽查
调试期	检查环保设施及效果	按照环境影响报告书的批复进行监测或调查	由建设单位进行自验收，报环保部门备案	本项目调试期监测一次

运行期	噪声	（1）变电站采用低噪声主变压器、高压电抗器、低压电抗器及站用变 （2）输电线路合理选择导线截面和相导线结构 （3）忻州北 500kV 变电站需在北侧高压电抗器对应凸出围墙上加装长度约 55m、高 2.7m 的声屏障（围墙（2.3m）和声屏障（2.7m）总高 5.0m），在东侧高压电抗器对应围墙上加装长度约 45m、高 2.7m 的声屏障（围墙（2.3m）和声屏障（2.7m）总高 5.0m）；阳泉 500kV 变电站需在本期扩建高压电抗器侧围墙上加装长度约 46m，高 2.7m 的声屏障（围墙和声屏障总高 5.0m）；平城 500kV 变电站需在本期扩建高压电抗器侧围墙上加装长度约 41m，高 3.7m 的声屏障（围墙和声屏障总高 6.0m）	国网山西省电力公司委托有资质监测单位	监测频次为昼间、夜间监测一次。结合竣工环境保护验收监测一次，其后变电站每四年监测一次或有环保投诉时监测。架空线路有环保投诉时监测。此外，变电工程主要声源设备大修前后，对变电工程厂界排放噪声和周围声环境保护目标环境噪声进行监测，监测结果向社会公开。
	工频电场、工频磁场	提高设备的加工工艺，以减少电晕发生，增加带电设备的接地装置	国网山西省电力公司委托有资质监测单位	监测频次为昼间监测一次。结合竣工环境保护验收监测一次，其后变电站每四年监测一次或有环保投诉时监测。架空线路有环保投诉时监测。
	事故油池	具有防渗功能，防止事故油外排	运行单位	定期检测事故油池，保证事故油池正常使用

9.2.2 监测点位布设

本项目运行后监测项目主要为：工频电场、工频磁场、噪声。

（1）工频电场、工频磁场

变电站监测点位布设在变电站厂界四周 5m 处，并结合变电站四周环境敏感目标分布情况布设监测点位。

线路监测点位：在沿线线路边导线地面投影电磁环境敏感目标最近处设置监测点，同时在导线距地最低处布设监测断面，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，测至距线路边导线地面

投影外 50m 处为止，最大值处进行适当加密，间距距离不大于 1m。

（2）噪声

变电站厂界环境噪声监测点位布设在四周厂界 1m 处，声环境监测点在变电站及输电线路边导线地面投影声环境保护目标处布设。

（3）生态影响调查

变电站周边区域、输电线路走廊附近区域。调查项目建设前、项目投运后。调查土地利用状况、临时占地恢复、拆迁迹地恢复、建设区域内植被恢复。重点调查项目涉及的生态敏感区。

9.2.3 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）监测频次及监测时间

电磁环境监测频次为昼间监测一次，声环境监测频次为昼间、夜间监测一次。结合竣工环境保护验收监测一次，其后变电站每四年监测一次或有环保投诉时监测。架空线路沿线有环保投诉时进行监测。变电工程主要声源设备大修前后，对变电工程厂界排放噪声和周围声环境保护目标处噪声进行监测，监测结果向社会公开。

（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。参加每项监测工作的人员不少于 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。

9.3 环境监理

（1）环境监理机构

环境监理机构是环境监理单位依据相关环保法规和环境监理合同，履行对工程周边环境和环保工程实施环境监理工作的组织机构。

（2）环境监理人员

环境监理人包括环境监理总监、环境监理工程师和环境监理员。环境监理人

员应具有强烈的环保意识和社会责任感，具有良好的环境监理职业道德，始终站在国家和公众的立场处理项目环境问题，具备必要的知识结构和工作实践经验，并以公正、科学的环境管理行为行使环境监理职责。

（3）环境监理实施方案

输变电工程环境监理单位在接受建设单位的委托和授权之后，根据有关环境保护法律法规标准、本项目环境影响报告书及其批复文件，环境监理合同等编制环境监理实施方案，并经相关主管部门审查。

（4）加强对输电线路跨越生态敏感区（生态保护红线等）的环境监理，并同步开展生态监测内容，重点监测施工活动干扰下生态敏感区的受影响状况，如重要物种的活动和分布变化、植物群落变化、生境质量变化、生态系统服务功能变化等。

10 环境影响评价结论

10.1 建设项目概况

山西忻州北 500kV 输变电工程包含 5 个子工程，具体如下。

（1）忻州北 500kV 变电站新建工程

拟建忻州北 500kV 变电站位于山西省忻州市代县枣林镇枣林西村，总征占地面积 6.03hm^2，其中围墙内占地面积 5.21hm^2。

新建 2×1000MVA 主变（2#、3#），500kV 出线 4 回（至阳泉 2 回、平城 2 回），220kV 出线 5 回；忻州北~阳泉 500kV 线路忻州北出线侧装设高压并联电抗器 1 组，容量 1×150Mvar，忻州北~平城 500kV 线路忻州北出线侧装设高压并联电抗器 1 组，容量 1×120Mvar；新建主变低压侧各装设 2 组 60Mvar 低压电容器和 1 组 60Mvar 并联电抗器。

（2）阳泉 500kV 变电站间隔完善工程

阳泉 500kV 变电站位于山西省阳泉市郊区荫营镇东垴村东北侧，本期利用站内原有至桂山站 2 个 500kV 出线间隔，建设至忻州北线路。本期扩建 2 个 500kV 出线间隔，需在站区东侧围墙向外征地，新征占地面积 0.26hm^2。

本期在忻州北~阳泉 500kV 线路阳泉出线侧装设高压并联电抗器 1 组，容量 1×150Mvar；在 1#、2#主变低压侧各新增装设 1 组 60Mvar 并联电抗器。

（3）平城 500kV 变电站间隔扩建工程

平城 500kV 变电站位于山西省大同市云州区峰峪乡，本期扩建 500kV 出线间隔 2 个（至忻州北 500kV 变电站）；在忻州北~平城 500kV 线路平城出线侧装设高压并联电抗器 1 组，容量 1×120Mvar；在 1#主变低压侧新增装设 1 组 60Mvar 并联电抗器。本期扩建工程在原有围墙内预留场地进行，不需新征用地。

（4）忻州北~阳泉 500kV 线路工程

新建忻州北~阳泉 500kV 线路 500kV 线路长度 2×161km，其中同塔双回架设线路长 2×119.5km，单回路架设线路长 2×41.5km，导线采用 4×JL3/G1A-400/35 钢芯铝绞线；另利用原有阳泉至桂山 I 线、II 线同塔双回线路长 2×6km，导线采用 4×JL3/G1A-400/35 钢芯铝绞线。线路钻越忻州~石家庄北 I、II、III、IV 回 500kV 线路时需对原线路进行升高改造，改造段线路路径长共计 6.6km，升高改造段线路位于阳泉市盂县境内。本项目新建 500kV 线路途经忻州市代县、五台县，阳

泉市盂县、郊区。

（5）忻州北~平城 500kV 线路工程

新建 500kV 线路长度 2×112km，其中同塔双回架设线路长 2×77km，单回路架设线路长 2×35km，导线采用 4×JL3/G1A-400/35 钢芯铝绞线。线路钻越神二电厂~保北 I、II 回和托克托~浑源 I、II、III、IV 回 500kV 线路时需对原线路进行升高改造，改造段线路路径长共计 10.7km，钻越神二电厂~保北 I、II 回线路位于应县境内，钻越托克托~浑源 I、II、III、IV 回 500kV 线路位于浑源县境内。本项目新建 500kV 线路途经忻州市代县，朔州市应县，大同市浑源县、云州区。

（6）项目投资

本项目总投资约***万元，环保投资约***万元，环保投资占总投资***。

10.2 环境现状

10.2.1 自然环境现状

项目区地貌类型包括土石山地区、冲积平原区和黄土丘陵阶地区。项目区属北温带大陆性季风气候区和中温带大陆性季风气候区，春季干旱多风，夏季温热多雨，秋季天清气爽，冬季寒冷干燥，降水少、日照多，昼夜温差大，四季分明。项目区年平均温度 6.5℃~9.1℃。多年平均降水量为 396mm~570mm，降雨多集中在 6~9 月，汛期降水量占全年降水量的 75%以上。多年平均蒸发量值为 1558mm~2260.2mm。无霜期为 122d~160d，最大冻土深度为 88cm~160cm。项目区属于海河流域，本项目主要跨越的河流为浑河、滹沱河、阴山河、清水河等。项目区的土壤类型主要为灰褐土、山地褐土、黄土、栗褐土和草甸土等，项目区植被类型包括森林草原植被向暖温带落叶阔叶林植被过渡地带、暖温带阔叶落叶植被、草原区植被和暖温带植物区系，植被覆盖率为 30%~50%左右。项目区地貌类型包括土石山地区、冲积平原区和黄土丘陵阶地区，地形起伏较大，海拔标高在 500m~1898m 之间。

10.2.2 生态现状评价

（1）陆生植被现状

根据《山西植被》中的植被区划，本项目由北向南跨越 2 个地带（温带草原地带和暖温带落叶阔叶林地带），3 个亚地带（温带南部草原亚地带、温带森林草原亚地带和北暖温带落叶阔叶林亚地带），4 个地区（“晋北丘陵盆地草原地

区、恒山山地白桦林次生森林草原地区”、“晋中部山地丘陵、盆地，杆林、油松、辽东栎林地区”、“晋东南、晋南西山，油松林、辽东林地区”），6 个植被区。

根据现场调查，本项目沿线主要涉及植被群系包括 11 种：油松林、华北落叶松林、辽东栎（蒙古栎）林、小叶杨林、榆树林、刺槐林、胡枝子灌丛、沙棘灌丛、荆条灌丛、蒿类草丛、西伯利亚三毛草草甸。另外分布有农业植被——玉米、小麦、豆类、薯类等粮食作物等。

通过对本项目周边植被调查，主要植被类型可划分为 4 个植被型组、6 个植被型、5 个植被亚型、12 个群系类型。对评价范围遥感影像数据进行解译，评价范围有植被区域面积 27735.06hm^2，约占评价区 96.22%，其中面积最大的为荆条、沙棘等灌丛，面积为 12114.18hm^2，约占评价区 42.03%，其次为耕地种植的农业植物，面积为 6247.46hm^2，约占 21.67%，其后依次为油松、华北落叶松等，分别占比 14.58%、6.14%。无植被区域面积 1090.48hm^2，约占评价区 3.78%。

（2）陆生动物现状

对照《国家重点保护野生动物名录》（2021 年），生态影响评价范围内属于国家重点保护野生动物 19 种，其中国家 I 级重点保护野生动物 2 种，分别是黑鹳、大鸨；国家 II 级重点保护野生动物 17 种，分别是白琵鹭、大天鹅、小天鹅、苍鹰、雀鹰、松雀鹰、大鵟、白尾海雕、白尾鹞、白头鹞、猎隼、游隼、燕隼、阿穆尔隼（红脚隼）、红隼、纵纹腹小鸮、短耳鸮。

对照《山西省重点保护野生动物名录》（2020 年），生态影响评价范围内山西省重点保护野生动物 5 种，包括大山雀、家燕、中国林蛙、黑斑侧褶蛙、虎斑颈槽蛇、白条锦蛇。

对照《中国生物多样性红色名录—脊椎动物》，濒危（EN）物种 2 种，分别是大鸨、猎隼；近危（NT）物种白琵鹭、大天鹅、小天鹅、苍鹰、白尾鹞、白头鹞、游隼、阿穆尔隼（红脚隼）、短耳鸮、黑斑侧褶蛙；易危（VU）物种 3 种，分别是黑鹳、大鵟、白尾海雕。

（3）生态保护红线

忻州北 500kV 输变电工程穿越 3 种生态保护红线（恒山以北防风固沙与土地沙化防控生态保护红线、五台山生物多样性维护生态保护红线、太行山水源涵养生态保护红线），穿越生态保护红线的长约 56.11km，其中同塔双回线路穿越生态保护红线的长约 28.06km，单回线路穿越生态保护红线的长约 28.05km；在生态保护红

线立塔 129 基，其中同塔双回线路在生态保护红线新建塔基 65 基，单回线路在生态保护红线新建塔基 64 基。

（4）生态敏感区

本项目新建 500kV 线路需要一档跨越湿地公园恢复重建区，避让了应县南山自然保护区、应县镇子梁省级湿地公园、尖山省级森林公园。

（5）水环境保护目标

本项目已无法避让应县县城饮用水水源地，拟建线路需穿越二级饮用水水源保护区长约 3.2km，在二级保护区内立塔 7 基，距离杨街水源地一级饮用水水源保护区最近距离约 340m，不在一级饮用水水源保护区内立塔。

本项目新建 500kV 线路涉及坪上泉域裸露岩溶区及一般保护区，新建线路 48km。本项目 500kV 线路涉及娘子关泉域重点保护区路线长度为 0.72km，属于利旧段线路，涉及娘子关泉域裸露岩溶区及一般保护区长度为 34.6km。阳泉 500kV 变电站间隔完善工程位于娘子关泉域裸露岩溶区。

10.2.3 电磁环境现状评价

（1）忻州北 500kV 变电站新建工程

拟建忻州北 500kV 变电站站址中心处工频电场强度为 0.34V/m，工频磁感应强度为 0.0073μT，满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中 4kV/m、100μT 的控制限值。

（2）阳泉 500kV 变电站间隔完善工程

阳泉 500kV 变电站站址围墙外 5m、地面 1.5m 高度的工频电场强度为（28.12~698.89）V/m，工频磁感应强度为（0.2708~10.403）μT；本期阳泉 500kV 变电站新扩站址处工频电场强度 548.43V/m，工频磁感应强度为 2.8431μT，均满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中 4000V/m、100μT 的控制限值。

（3）平城 500kV 变电站间隔扩建工程

平城 500kV 变电站站址围墙外 5m、地面 1.5m 高度的工频电场强度为（28.93~1078.2）V/m，工频磁感应强度为（0.1723~1.0526）μT，满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中 4kV/m、100μT 的控制限值。

（4）忻州北~阳泉 500kV 线路工程

忻州北~阳泉 500kV 线路沿线监测点地面 1.5m 高度的工频电场强度为（0.21~9.87）V/m，工频磁感应强度为（0.0067~0.0113）μT，满足《电磁环境控

制限值》（GB8702-2014）中 4000V/m、100μT 的控制限值。

（5）忻州北~平城 500kV 线路工程

忻州北~平城 500kV 线路工程沿线的工频电场强度为（0.83~20.77）V/m，工频磁感应强度为（0.0065~0.0698）μT，满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中 4kV/m、100μT 的控制限值。

10.2.4 声环境现状评价

（1）忻州北 500kV 变电站新建工程

拟建忻州北 500kV 变电站站址中心声环境现状监测值昼间为 39dB（A）、夜间为 37dB（A），站址周边声环境保护目标处声环境现状监测值昼间为（39~43）dB（A）、夜间为（37~41）dB（A），昼间、夜间满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类标准（昼间 60dB（A）、夜间 50dB（A））。

（2）阳泉 500kV 变电站间隔完善工程

阳泉 500kV 变电站厂界环境噪声现状监测值昼间为（38~47）dB（A）、夜间为（36~44）dB（A），昼间、夜间满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 2 类标准（昼间 60dB（A）、夜间 50dB（A））。阳泉 500kV 变电站新征地占地处声环境现状监测值昼间为 45dB（A）、夜间为 46dB（A），昼间、夜间满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准。站址周边声环境保护目标处声环境现状监测值昼间为 39dB（A）、夜间为 35dB（A），昼间、夜间满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类标准（昼间 60dB（A）、夜间 50dB（A））。

（3）平城 500kV 变电站间隔扩建工程

平城 500kV 变电站厂界环境噪声现状监测值昼间为（45~48）dB（A）、夜间为（42~44）dB（A），昼间、夜间均满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 2 类标准（昼间 60dB（A）、夜间 50dB（A））。站址周边声环境保护目标处声环境现状监测值昼间为 40dB（A）、夜间为 35dB（A），昼间、夜间满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类标准要求（昼间 60dB（A）、夜间 50dB（A））。

（4）忻州北~阳泉 500kV 线路工程

忻州北~阳泉 500kV 线路沿线监测点位于 2 类声功能区内的声环境保护目标处声环境质量监测值昼间为 52dB（A）、夜间为 41dB（A），昼间、夜间均满

足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类标准要求（昼间 60dB（A）、夜间 50dB（A））；位于 1 类声功能区内的声环境保护目标处声环境质量监测值昼间为（38~41）dB（A）、夜间为（35~38）dB（A），昼间、夜间均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 1 类标准要求（昼间 55dB（A）、夜间 45dB（A））。

（5）忻州北~平城 500kV 线路工程

新建忻州北~平城 500kV 线路工程沿线声环境现状监测值昼间为（38~42）dB（A）、夜间为（34~37）dB（A），昼间、夜间均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 1 类标准（昼间 55dB（A）、夜间 45dB（A））。

10.3 污染物排放情况

输变电项目主要污染因子为工频电场、工频磁场和噪声。根据预测结果分析，在采取有效的预防和减缓措施后，本项目各项污染物均可满足相关标准要求。

10.4 环境影响预测与评价

10.4.1 电磁环境影响评价结论

10.4.1.1 变电工程

根据徐州 500kV 黄集变电站类比监测结果分析，可以预测忻州北 500kV 变电站投运后产生的工频电场、工频磁场满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中的公众曝露控制限值。

根据江都 500kV 变电站类比监测结果分析，可以预测本期阳泉 500kV 变电站间隔完善工程、平城 500kV 变电站扩建工程运行后产生的工频电场、工频磁场满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中的公众曝露控制限值。

10.4.1.2 线路工程

（1）类比监测及评价小结

1）拟建 500kV 输电线路主要采用同塔双回、单回路两种方式架设，根据山西长治境内的 500kV 长久 I 线单回线路、500kV 长久 II 线/III 线同塔双回线路类比分析结果，新建 500kV 同塔双回、单回线路运行产生的工频电场和工频磁场满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中的控制限值，并呈现与输电线路距离增加，工频电场强度、工频磁感应强度逐渐减小的衰减趋势。

2）拟建 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。根据类比监测结果分析，拟建线路与其他线路交叉跨越或并行情况下，产生的工频电场和工频磁场满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中的控制限值，并呈现与输电线路距离增加，工频电场强度、工频磁感应强度逐渐减小的衰减趋势。

（2）模式预测及评价小结

1）500kV 同塔双回路段预测小结

经过耕地、园地等场所时，导线对地高度为 11m 时，地面 1.5m 高度处的工频电场强度不能满足耕地、园地等场所电场强度 10kV/m 的控制限值，需要采取提高导线对地高度措施，本项目新建线路导线最低对地高度不小于 11.5m。

经过电磁环境敏感目标时，导线对地高度为 14m 时，地面 1.5m 高度处的工频电场强度不能满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）规定的公众曝露控制限值电场强度 4kV/m 的要求；需要采取提高导线对地高度措施，当导线对地高度为 21m 时，地面 1.5m 高度处可满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）规定的公众曝露控制限值电场强度 4kV/m 的要求；导线对地高度为 22m 时，地面 4.5m 高度处可满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）规定的公众曝露控制限值电场强度 4kV/m 的要求。

导线对地高度 11m、11.5m、14m、21m、22m 时，地面 1.5m、4.5m 高度处的工频磁感应强度均满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）规定的公众曝露控制限值工频磁感应强度 100μT 的要求。

②500kV 单回路段预测小结

经过耕地、园地等场所时，导线对地高度为 11m 时，地面 1.5m 高度处的工频电场强度不能满足耕地、园地等场所电场强度 10kV/m 的限值，需要采取提高导线对地高度措施，本项目新建线路导线最低对地高度不小于 11.5m。

经过电磁环境敏感目标时，导线对地高度为 14m 时，地面 1.5m 高度处的工频电场强度不能满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）规定的公众曝露控制限值电场强度 4kV/m 的要求；需要采取提高导线对地高度措施，当导线对地高度为 21m 时，地面 1.5m 高度处均可满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）规定的公众曝露控制限值电场强度 4kV/m 的要求。

导线对地高度 11m、11.5m、14m、21m、22m 时，地面 1.5m、4.5m 高度处的工频磁感应强度均满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）规定的公众曝

露控制限值工频磁感应强度 100μT 的要求。

10.4.2 声环境影响预测与评价

10.4.2.1 施工期

经预测分析，本项目变电站施工机械产生的噪声在 200m 处基本可衰减至 55dB（A）及以下，施工期间对区域声环境影响较小。

线路夜间不进行施工作业，施工噪声对外环境的影响满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）的标准。

10.4.2.2 运行期

（1）忻州北 500kV 变电站新建工程

在不采取降噪措施的情况下，忻州北 500kV 变电站按本期规模投运后厂界噪声排放预测值（38.3~55.7）dB（A），变电站北侧和东侧高压电抗器侧围墙外厂界噪声夜间均不能满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准。

本次环评提出在本期高压电抗器侧围墙上分别加装长度约 55m、45m，高 2.7m 的声屏障（围墙（高度 2.3m）+声屏障（高度 2.7m）总高 5.0m），采取降噪措施后，忻州北 500kV 变电站本期规模运行状态下四周厂界环境噪声排放在（37.5~46.3）dB（A），昼间、夜间均能满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 2 类标准。声环境保护目标处噪声预测值昼间为（39~43）dB（A）、夜间为（37~41）dB（A），昼间、夜间均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类标准。

（2）阳泉 500kV 变电站间隔完善工程

在不采取降噪措施的情况下，阳泉 500kV 变电站间隔完善工程投运后厂界噪声排放预测值昼间为（39.5~63.8）dB(A)、夜间为（38.2~63.7）dB(A)。本期扩建高压电抗器侧围墙外厂界噪声昼间、夜间均不能满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准。

本次环评提出在本期扩建高压电抗器侧围墙上加装长度约 46m，高 2.7m 的声屏障（围墙（高度 2.3m）+声屏障（高度 2.7m）总高 5.0m）。采取加装声屏障措施后，阳泉 500kV 变电站间隔完善工程投运后厂界噪声排放预测值昼间为（38.3~50.0）dB(A)，夜间为（36.4~48.7）dB(A)，昼间、夜间均能满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 2 类标准。声环境保护目标

处噪声预测值昼间为 39dB（A）、夜间为 35dB（A），昼间、夜间均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类标准。

（3）平城 500kV 变电站间隔扩建工程

在不采取降噪措施的情况下，平城 500kV 变电站间隔扩建工程投运后厂界噪声排放预测值昼间为（45.0~62.5）dB(A)，夜间为（42.0~62.4）dB(A)。本期扩建高压电抗器侧围墙外厂界噪声昼间、夜间不能满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准。

本次环评提出在本期扩建高压电抗器侧围墙上加装长度约 41m，高 3.7m 的声屏障（围墙（高度 2.3m）+声屏障（高度 3.7m）总高 6.0m）。采取加装声屏障措施后，平城 500kV 变电站间隔扩建工程投运后厂界噪声排放预测值昼间为（45.0~49.7）dB(A)，夜间为（42.0~48.0）dB(A)，昼、夜间均能满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 2 类标准。声环境保护目标处噪声预测值昼间为 40dB（A）、夜间为 35dB（A），昼间、夜间均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类标准。

（4）500kV 线路工程

经线路噪声类比分析，本项目 500kV 输电线路运行后，在晴好天气条件下，线路运行噪声对周围声环境影响很小，线路沿线噪声水平能够满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）相应声功能区标准。

10.4.3 地表水环境影响分析

（1）施工期

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。本项目对变电站施工场地和施工生活区的生产废水和生活污水分别设置临时污水处理装置进行处理并将物料、车辆清洗废水、建筑结构养护废水集中，经过沉砂处理循环利用，在采取上述措施后，变电站的施工期废水对水环境影响能得到有效控制。

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

用一档跨越方式，不向周围水体排放废水，本项目建设不会对线路所跨越滹沱河、峪口河、虑泗河、清水河、温河、龙华河、阴山河的水环境造成影响。

（2）运行期

新建 500kV 变电站站区内排水包括生活污水和雨水。变电站采用雨水、污水分流制排水系统。站内生活污水经一体化污水处理设施处理后贮存在地下水池内，定期清运，不外排。站区雨水及道路雨水根据站区竖向布置，经雨水口汇集后进入雨水排水管道排入站外。变电站扩建工程依托前期设置一体化污水处理设施。

输电线路运行期无污、废水产生，对周围地表水环境没有影响。

10.4.4 固体废物影响分析

（1）施工期

施工期固体废物主要为施工人员的生活垃圾、建筑施工垃圾以及拆除下来的导线、金具和塔材、拆除杆塔基础的废弃混凝土等。施工过程中产生的土石方、建筑垃圾、生活垃圾应分类集中收集，并按国家和地方有关规定定期进行清运处置，施工完成后及时做好迹地清理工作。在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。拆除产生的废旧导线、金具和塔材等均由建设单位回收使用，拆除杆塔基础产生废弃混凝土块运至政府指定地点处理。

（2）运行期

变电站运行期产生的固体废物主要为站内工作人员产生的生活垃圾及变电站废旧蓄电池。变电站站内设置生活垃圾分类收集装置，生活垃圾经收集后定期清运至政府指定地点，严禁随意丢弃。变电站站内采用蓄电池作为备用电源，其主要为铅酸蓄电池，站内蓄电池一般 8~10 年更换一次。无法立即处置的危险废物放置在变电站站内设置危废暂存设施。变电站产生的废旧蓄电池为危险废物，国网山西省电力公司将委托有资质的单位进行处置。

输电线路运行不产生固体废物，不会对周围环境产生影响。

10.4.5 生态影响预测与评价结论

项目施工过程中采取有效的生态保护措施、恢复措施和水土保持措施后，可将施工中对项目所在地生态带来的负面影响减轻到最低。本项目在设计阶段采取

了相应环境保护措施，避让了应县南山省级自然保护区、镇子梁省级湿地公园、尖山省级森林公园等生态敏感区。对于无法避让的采取“预防、减缓、补偿、恢复”的原则，采取无害化跨越方式，一档跨越盂县梁家寨省级湿地公园（恢复重建区），不在湿地公园内立塔，减少对生态敏感区的影响。忻州北 500kV 输变电工程穿越 3 种生态保护红线（恒山以北防风固沙与土地沙化防控生态保护红线、五台山生物多样性维护生态保护红线、太行山水源涵养生态保护红线），穿越生态保护红线长约 56.11km，在生态保护红线立塔 129 基。施工中禁止在生态保护红线设立牵张场、堆料场、施工营地，施工机械维修在生态保护红线外进行，以减少对生态保护红线的人为干扰。施工阶段通过采取相应的生态保护措施，加强施工期的生态管理，塔基及临时施工场地周边的生态防护、受保护植物的生态围挡及施工后期的生态恢复，并有针对性的采取相应保护措施；对于各类临时占地，严格限制其面积，并且开工前做好策划，选择扰动小、对生态影响小的方案，并采取相应的保护和恢复措施，尽量减小对生态影响。

10.5 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了公众参与相关工作。

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忻州北 500kV 输变电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公司分别在公司网站、项目所在地公众易于接触的报纸《山西经济日报》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。

10.6 环境保护设施、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）新建变电站选址、新建线路选线阶段结合当地区域总体规划尽量避开环境敏感区。

（2）通过设备招标优先采用低噪声设备；为确保本项目 500kV 变电站厂界噪声排放达标，本次环评要求忻州北 500kV 变电站需在北侧高压电抗器对应凸出围墙上加装长度约 55m、高 2.7m 的声屏障（围墙（2.3m）和声屏障（2.7m）总高 5.0m），在东侧高压电抗器对应围墙上加装长度约 45m、高 2.7m 的声屏障（围墙（2.3m）和声屏障（2.7m）总高 5.0m）；阳泉 500kV 变电站需在本期扩建高压电抗器侧围墙上加装长约 46m，高 2.7m 的声屏障（围墙（高度 2.3m）+声屏障（高度 2.7m）总高 5.0m）；平城 500kV 变电站需在本期扩建高压电抗器侧围墙上加装长约 41m，高 3.7m 的声屏障（围墙（高度 2.3m）+声屏障（高度 3.7m）总高 6.0m）。

（3）拟建忻州北 500kV 变电站采用雨水、污水分流制排水系统。生活污水经过站内一体化生活污水处理设施处理后，定期抽取回用于地面洒水等，不外排。本期扩建变电站依托前期建设的一体化污水处理设施处理生活污水。

（4）忻州北 500kV 变电站设置 1 座有效容积 110m^3 的事故油池、2 座有效容积 30m^3 的高抗事故油池、1 座有效容积 20m^3 的站用变事故油池。阳泉 500kV 变电站、平城 500kV 变电站扩建工程各设置 1 座有效容积 30m^3 的高抗事故油池。新设置事故油池有效容积可以满足《火力发电厂与变电站设计防火标准》（GB50229-2019）中贮存事故油最大油量 100%要求。发生事故时事故油经排油管排入事故油池收集，事故油及油污水委托有资质的单位处置，不外排。

（5）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，新建 500kV 线路经过耕地、园地、道路等场所时，导线最小对地高度不小于 11.5m；新建 500kV 线路经过电磁环境敏感目标时，导线最小对地高度不小于 21m，工频电场强度、工频磁感应强度均小于 4kV/m、100μT 控制限值。

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。

10.7 环境管理与监测计划

建设单位应在其管理机构内配备必要的环境保护专职或兼职人员，负责环境

保护管理工作。施工期和运行期应加强环境管理、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情况，确保各项环境保护措施、设施的有效落实，并根据管理、监测中发现的信息及时解决相关问题，尽可能降低、减少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。

10.8 综合结论

山西忻州北 500kV 输变电工程的建设符合当地城乡规划和电网规划，站址、线路路径选择合理，对地区经济发展起到积极的促进作用。在严格执行设计中已有、本环评增加的环境保护措施后，可将项目建设对环境的影响控制在国家标准允许的范围内，使本项目建设对环境的影响满足国家相关标准要求。

从环境保护的角度分析，本项目的建设是可行的。

附表 1 生态影响评价自查表

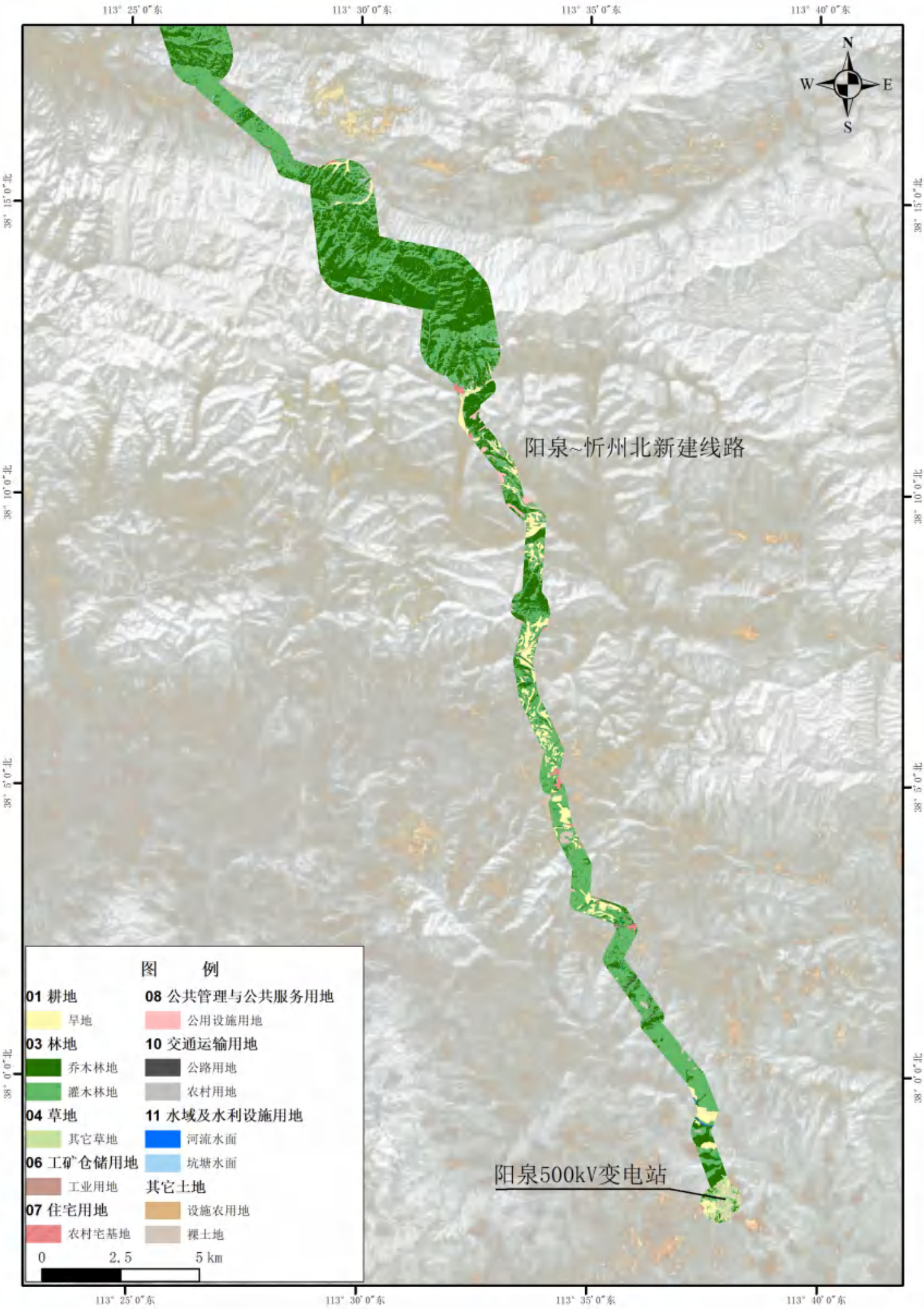
生态影响评价自查表

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、群落结构等 ） 生态系统☑（生态系统类型及面积、生物量、生态系统功能等 ） 生物多样性☑（物种丰富度等 ） 生态敏感区☑（主要保护对象、生态功能等 ） 自然景观□（ ） 自然遗迹□（ ） 其他□（ ）
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：（287.1728）km^2；水域面积（10.0826）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。		

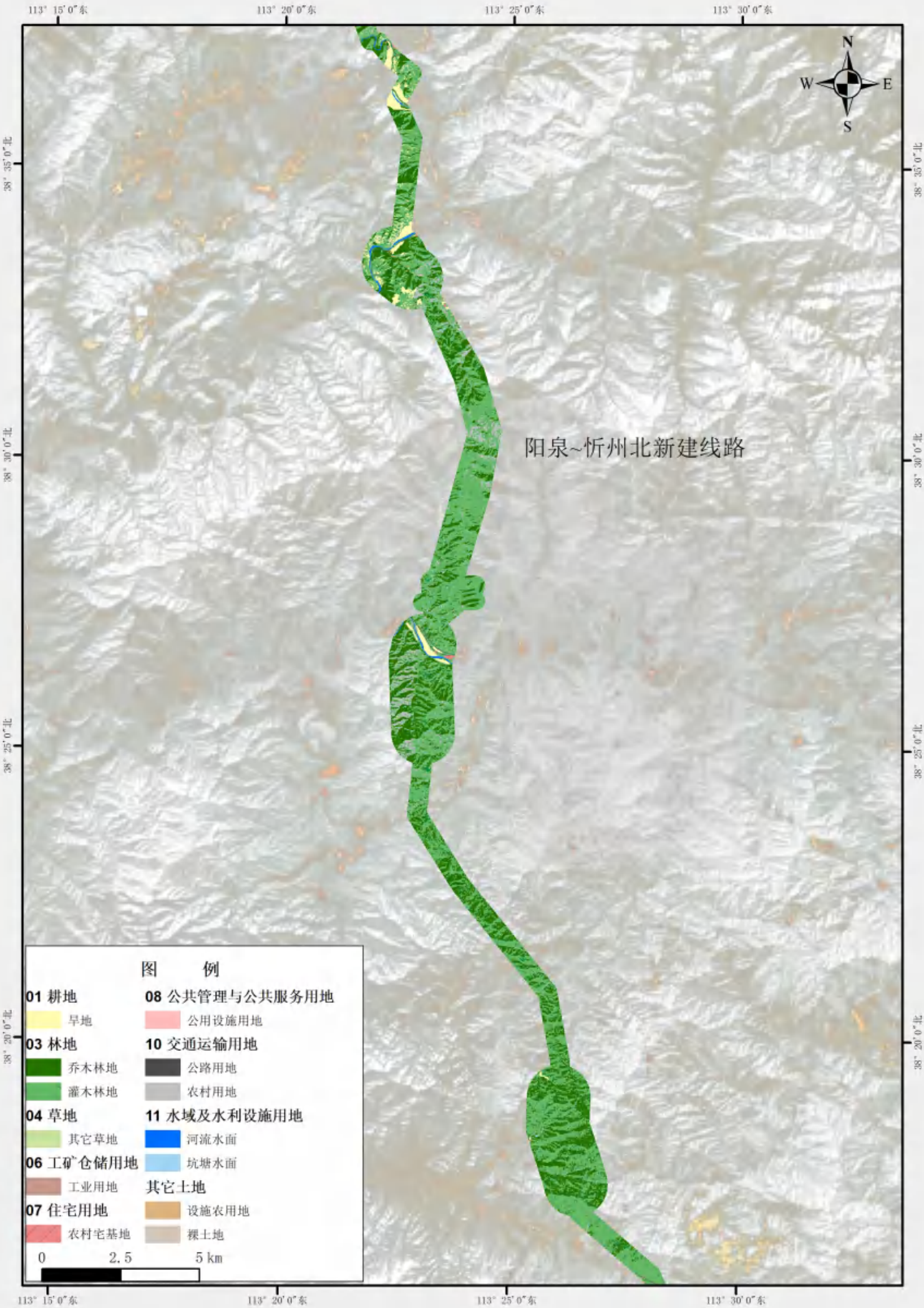
附表 2 声环境影响评价自查表

声环境影响评价自查表

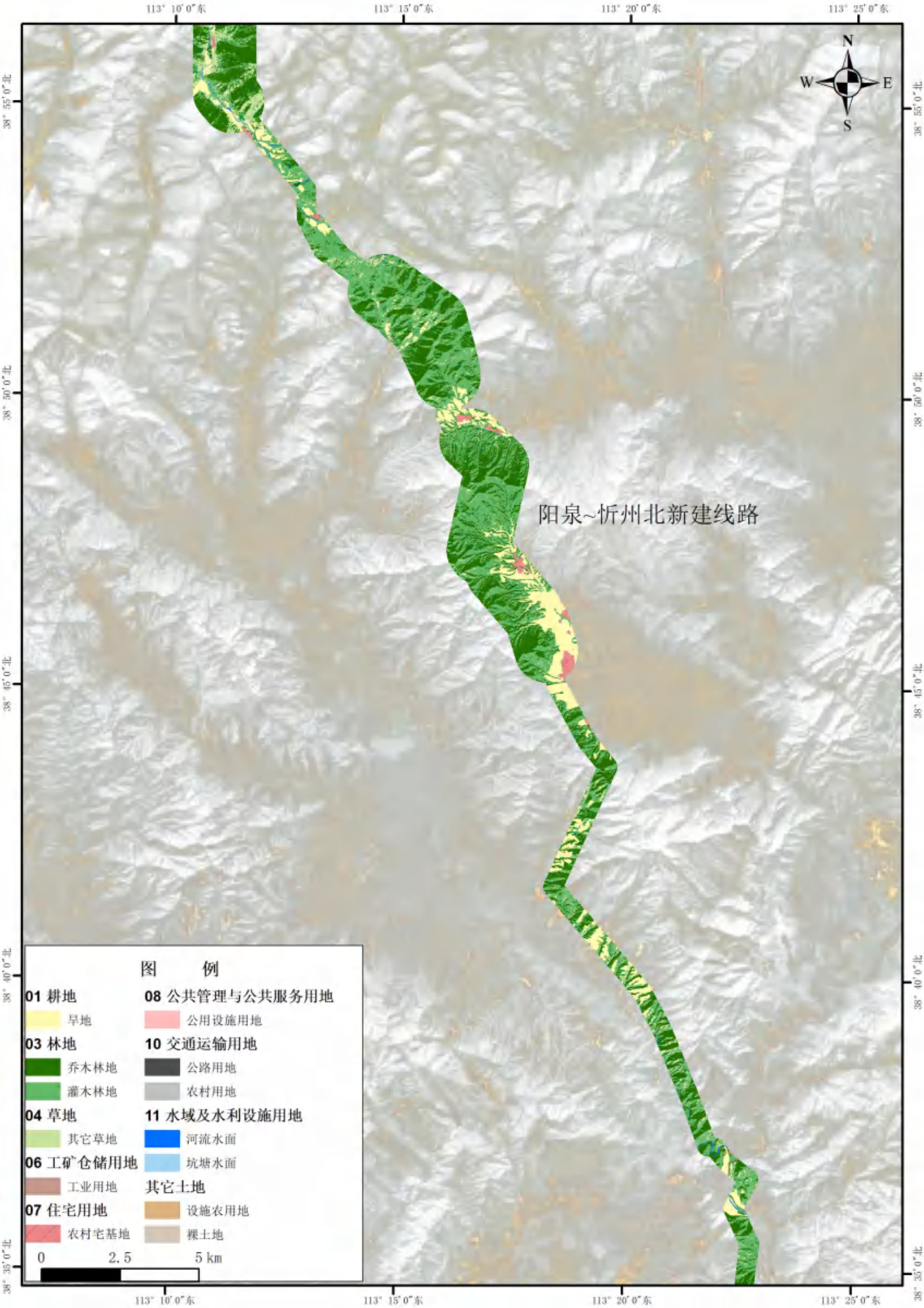
<table>
<tr><td colspan="2">工作内容</td><td colspan="6">自查项目</td></tr>
<tr><td rowspan="2">评价等级与范围</td><td>评价等级</td><td colspan="6">一级□二级☑三级□</td></tr>
<tr><td>评价范围</td><td colspan="6">200m☑大于 200m□小于 200m□</td></tr>
<tr><td>评价因子</td><td>评价因子</td><td colspan="6">等效连续 A 声级☑最大 A 声级□计权等效连续感觉噪声级□</td></tr>
<tr><td>评价标准</td><td>评价标准</td><td colspan="6">国家标准☑地方标准□国外标准□</td></tr>
<tr><td rowspan="4">现状评价</td><td>环境功能区</td><td>0 类区□</td><td>1 类区☑</td><td>2 类区☑</td><td>3 类区□</td><td>4a 类区☑</td><td>4b 类区□</td></tr>
<tr><td>评价年度</td><td colspan="2">初期☑</td><td colspan="2">近期□</td><td colspan="2">中期□</td><td colspan="2">远期□</td></tr>
<tr><td>现状调查方法</td><td colspan="6">现场实测☑现场实测加模型计算法□收集资料□</td></tr>
<tr><td>现状评价</td><td colspan="3">达标百分比</td><td colspan="3">100%</td></tr>
<tr><td>噪声源调查</td><td>噪声源调查方法</td><td colspan="6">现场实测□已有资料☑研究成果□</td></tr>
<tr><td rowspan="5">声环境影响预测与评价</td><td>预测模型</td><td colspan="3">导则推荐模型☑</td><td colspan="3">其他□</td></tr>
<tr><td>预测范围</td><td colspan="6">200m☑大于 200m□小于 200m□</td></tr>
<tr><td>预测因子</td><td colspan="6">等效连续 A 声级☑最大 A 声级□计权等效连续感觉噪声级□</td></tr>
<tr><td>厂界噪声贡献值</td><td colspan="6">达标☑不达标□</td></tr>
<tr><td>声环境保护目标处噪声值</td><td colspan="6">达标☑不达标□</td></tr>
<tr><td rowspan="2">环境监测计划</td><td>排放监测</td><td colspan="6">厂界监测☑固定位置监测□自动监测□手动监测□无监测□</td></tr>
<tr><td>声环境保护目标处噪声监测</td><td colspan="6">监测因子：（等效连续 A 声级）监测点位数（13 个）无监测□</td></tr>
<tr><td>评价结论</td><td>环境影响</td><td colspan="6">可行☑不可行□</td></tr>
</table>



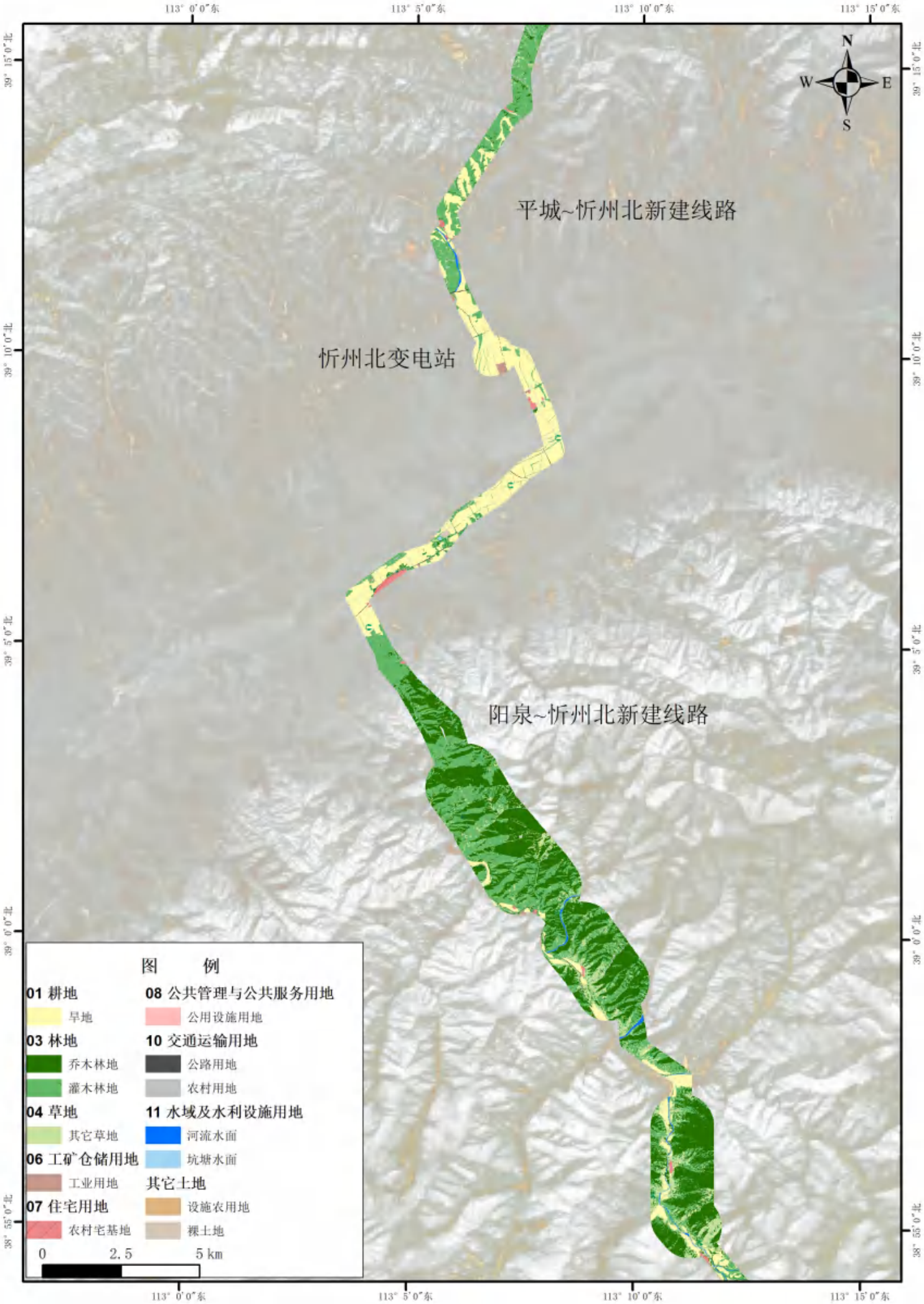
附图4 土地利用现状图（1）



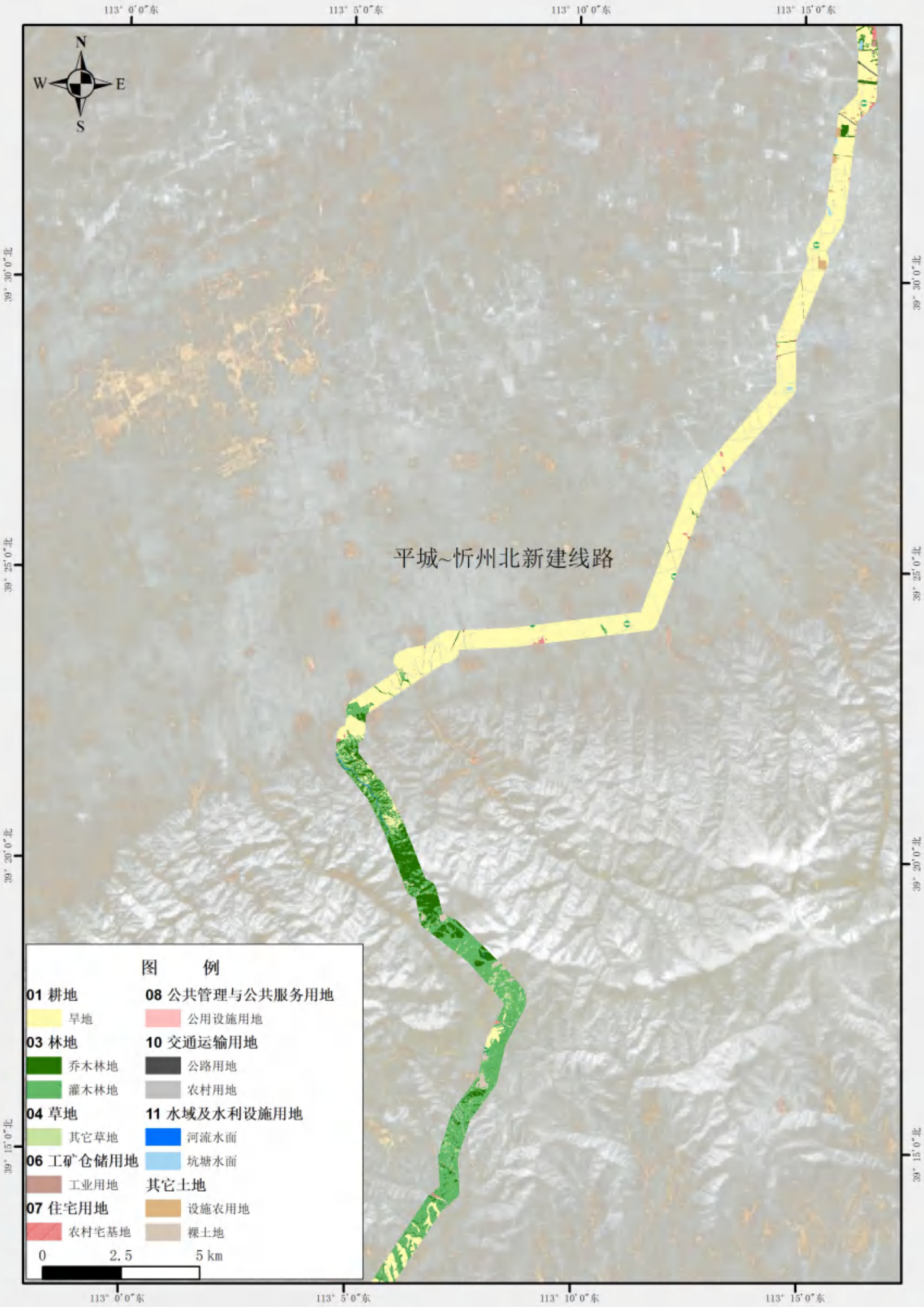
附图4 土地利用现状图（2）



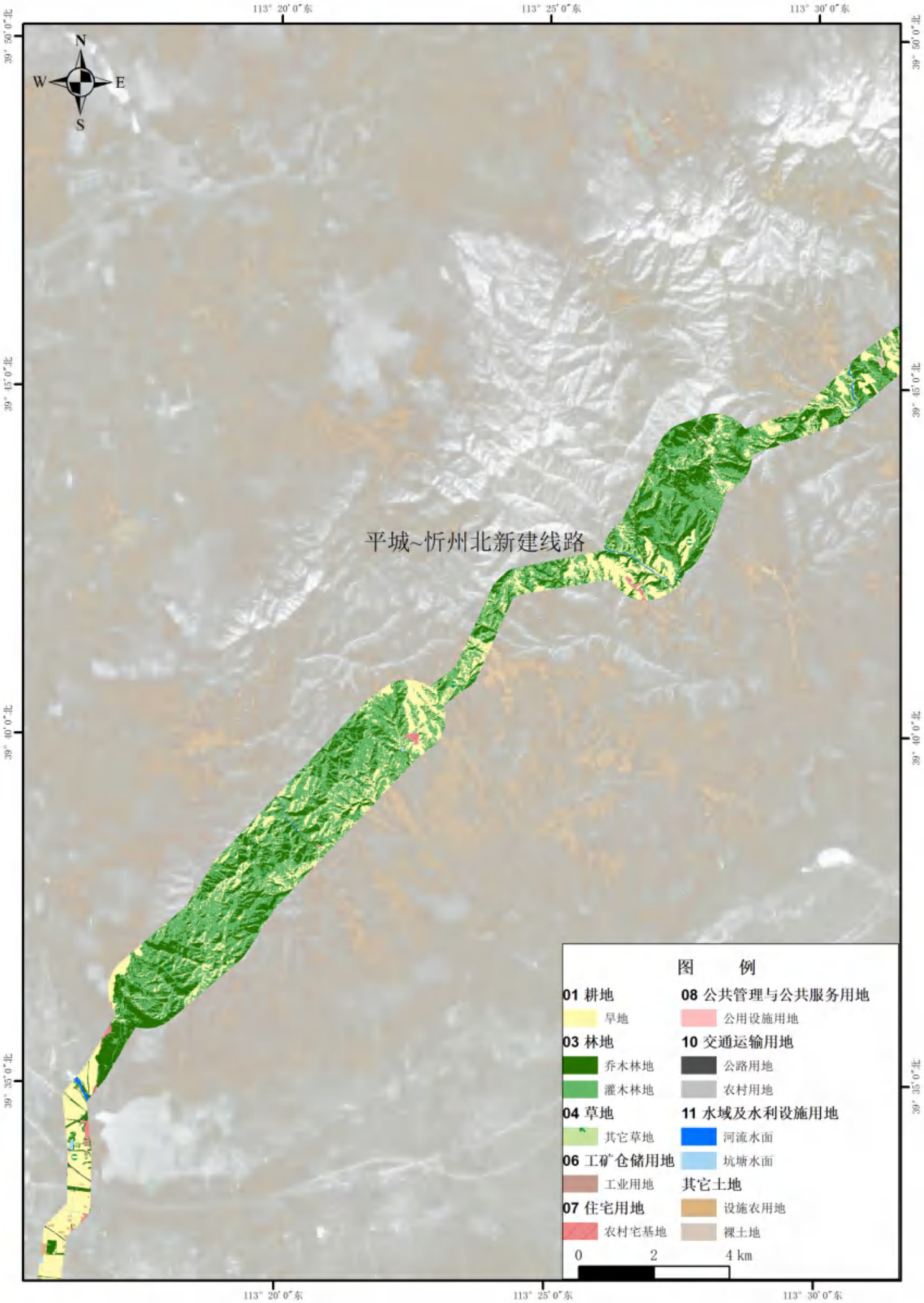
附图4 土地利用现状图（3）



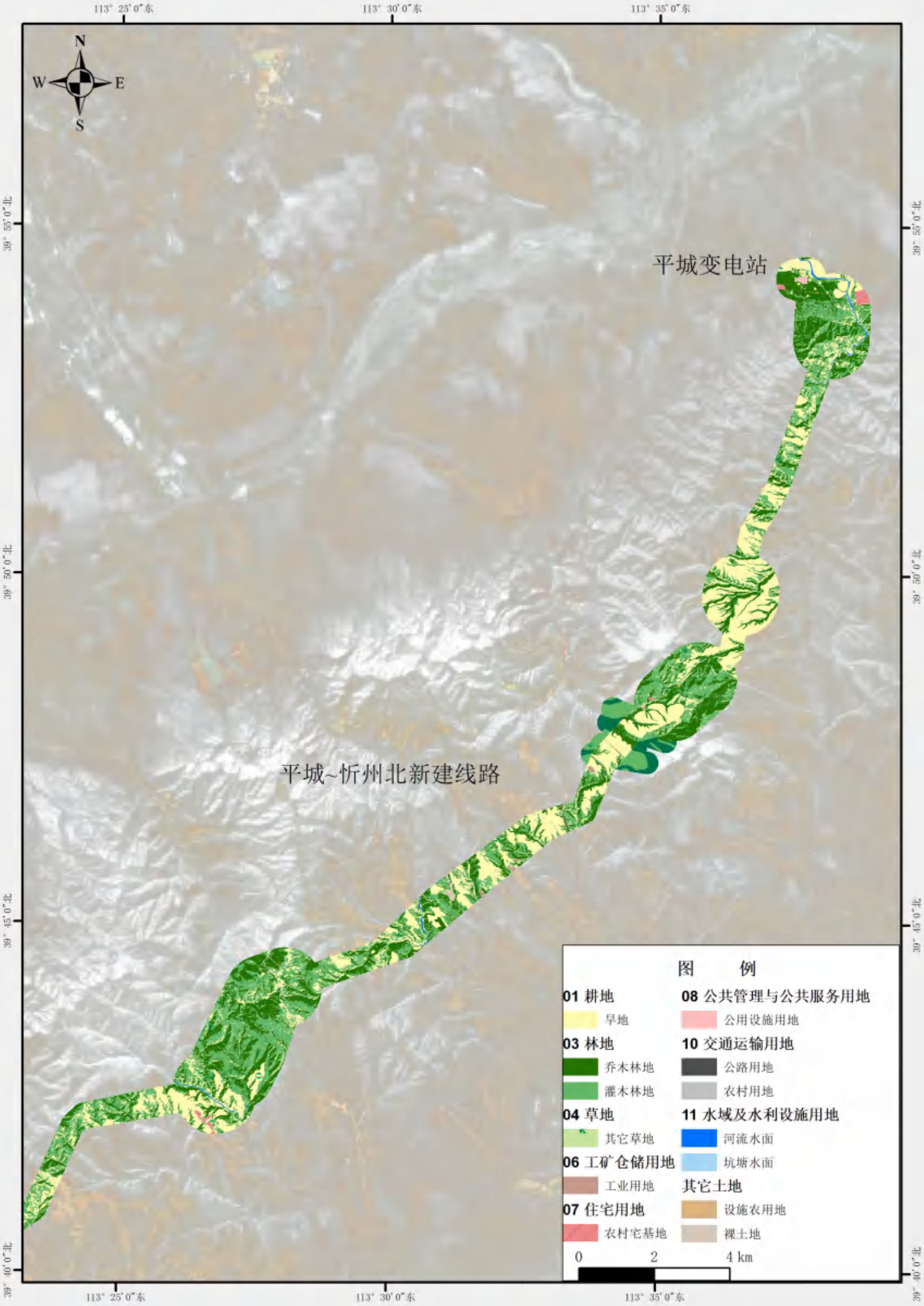
附图4 土地利用现状图（4）



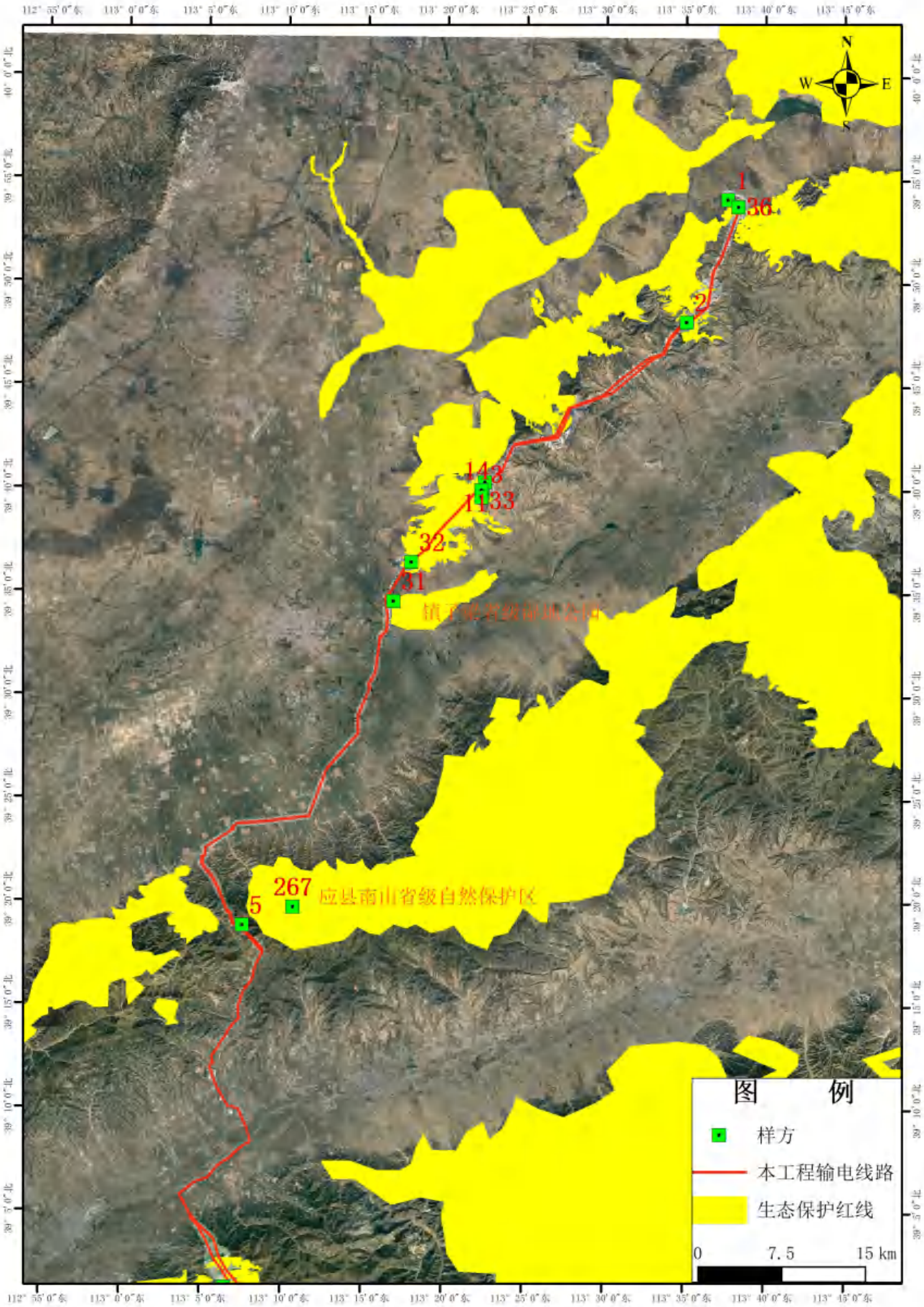
附图4 土地利用现状图（5）



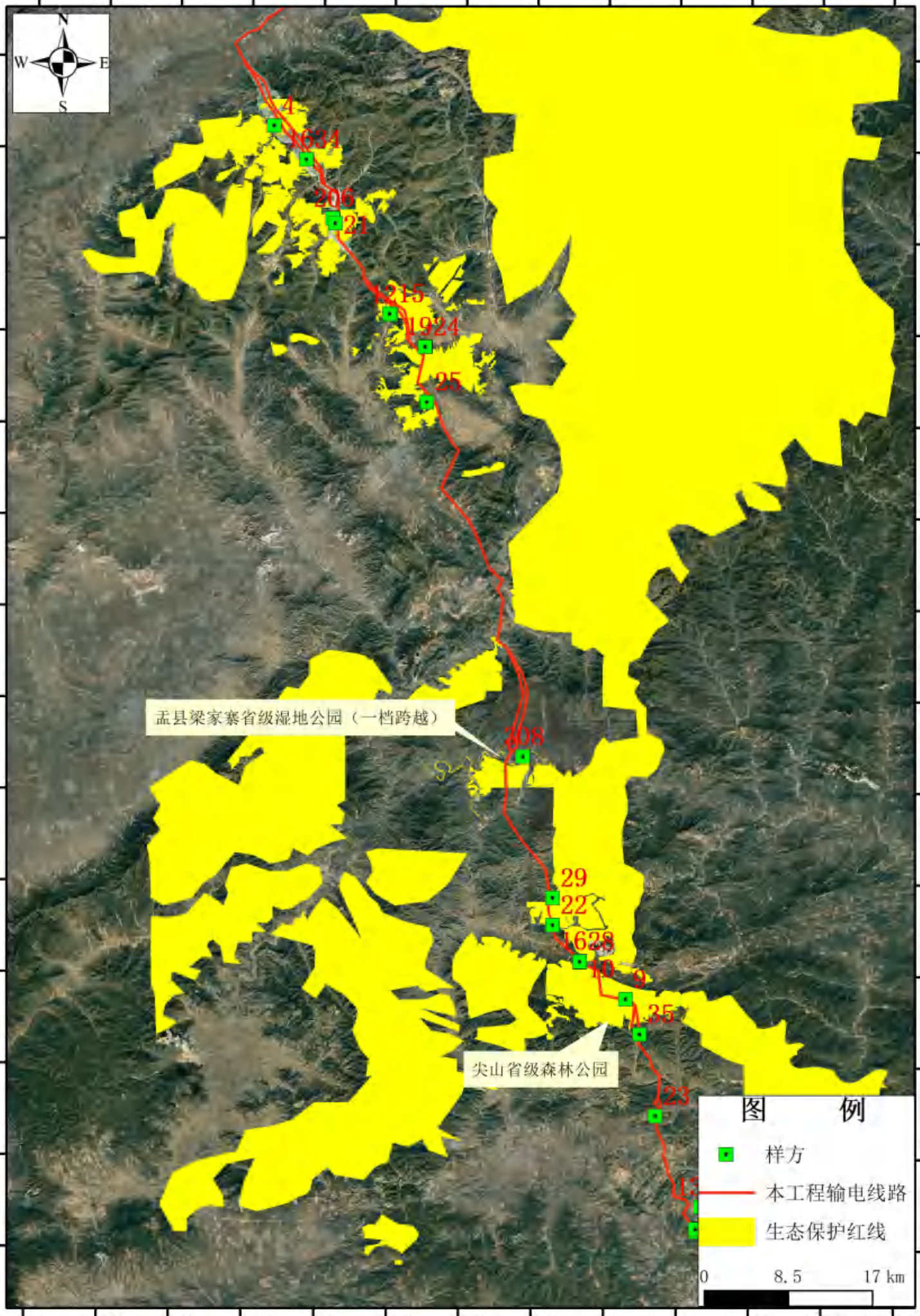
附图4 土地利用现状图（6）



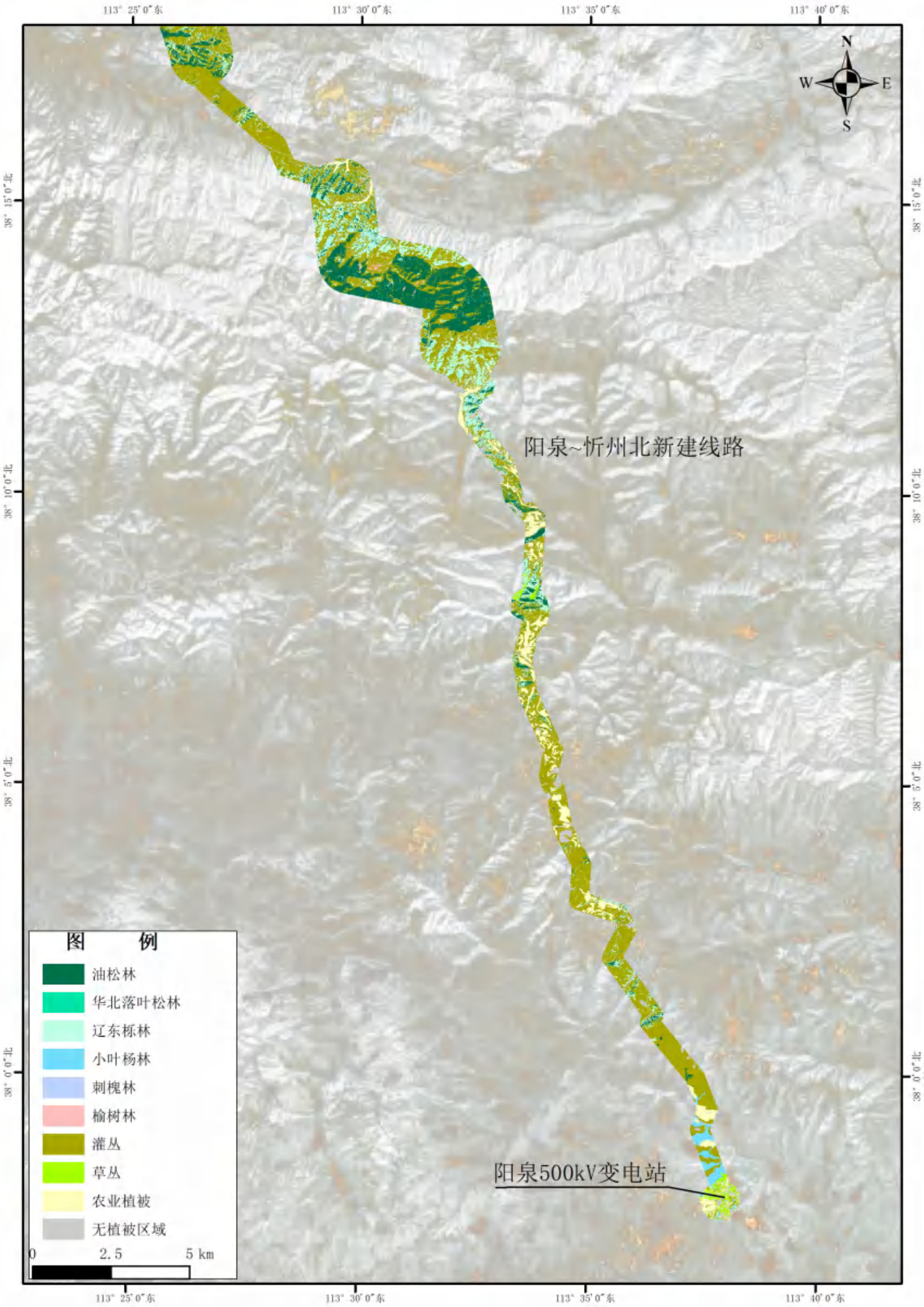
附图4 土地利用现状图（7）


N
W
E
S
1
36
2
143
133
32
31
镇平梁省级湿地公园
267
5
应县南山省级自然保护区
图 例
样方
本工程输电线路
生态保护红线
0
7.5
15 km

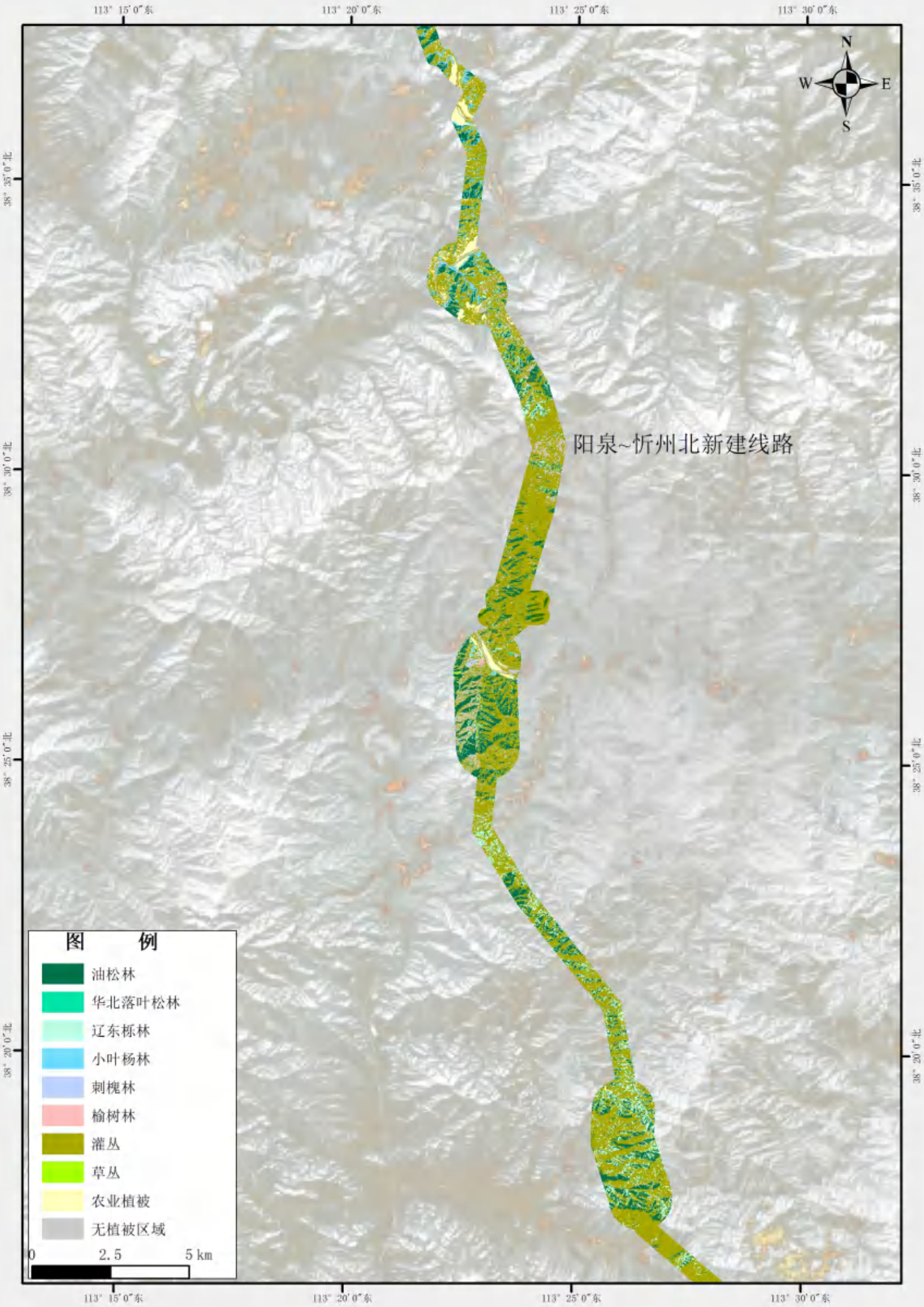
附图5 样方布置图（1）


N
S
W
E
4
1634
206
21
1215
1924
25
孟县梁家寨省级湿地公园（一档跨越）
308
29
22
1628
10
9
35
尖山省级森林公园
23
图 例
样方
本工程输电线路
生态保护红线
0
8.5
17 km

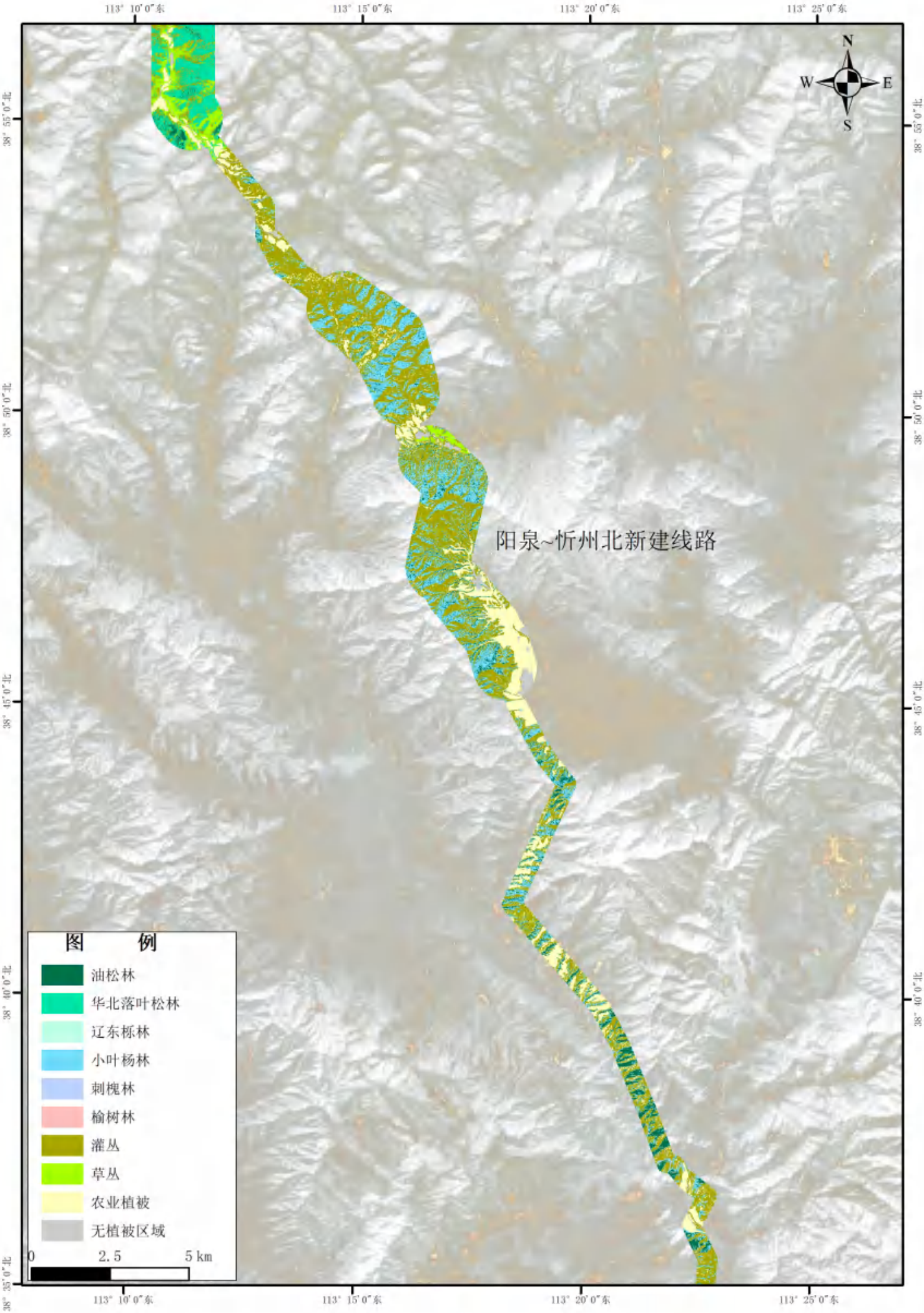
附图5 样方布置图（2）


113° 25′0″东
113° 30′0″东
113° 35′0″东
113° 40′0″东
38° 15′0″北
38° 10′0″北
38° 5′0″北
38° 0′0″北
N
W
E
S
阳泉~忻州北新建线路
阳泉500kV变电站
图 例
油松林
华北落叶松林
辽东栎林
小叶杨林
刺槐林
榆树林
灌丛
草丛
农业植被
无植被区域
0
2.5
5 km

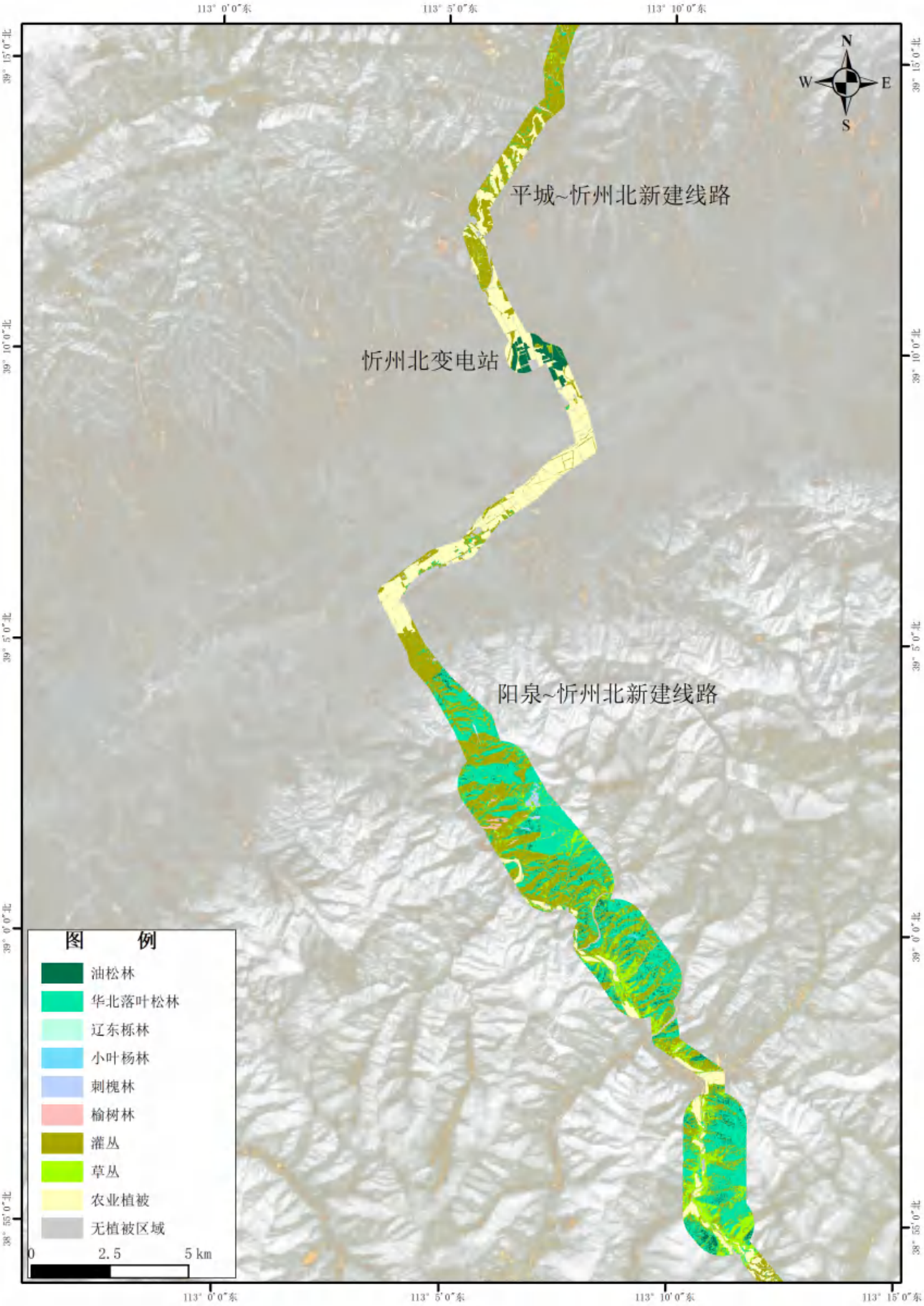
附图6 植被类型图（1）


113° 15′0″东
113° 20′0″东
113° 25′0″东
113° 30′0″东
38° 35′0″北
38° 30′0″北
38° 25′0″北
38° 20′0″北
N
W
E
S
阳泉~忻州北新建线路
图 例
油松林
华北落叶松林
辽东栎林
小叶杨林
刺槐林
榆树林
灌丛
草丛
农业植被
无植被区域
0
2.5
5 km

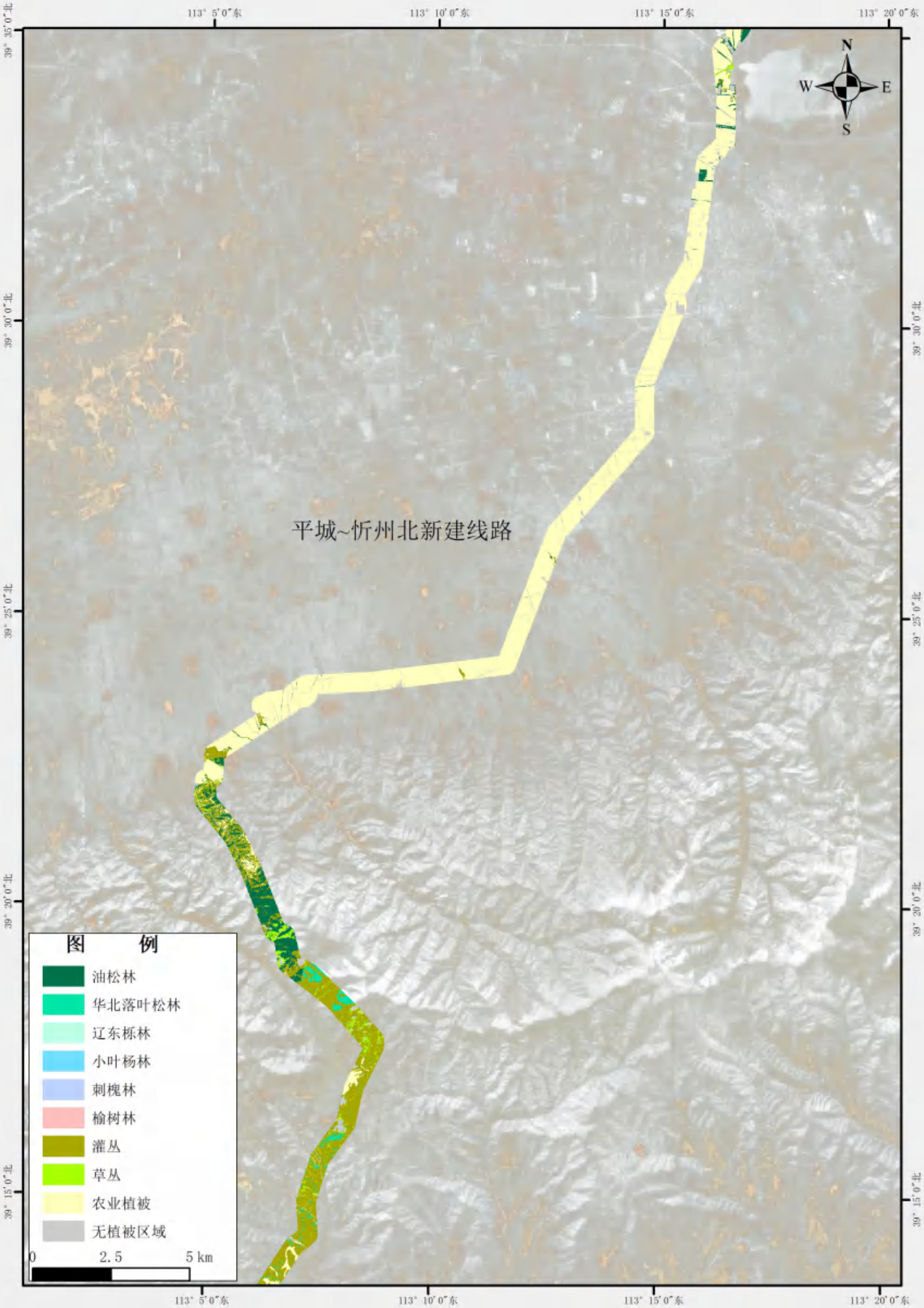
附图6 植被类型图（2）


113° 10′0″东
113° 15′0″东
113° 20′0″东
113° 25′0″东
38° 55′0″北
38° 50′0″北
38° 45′0″北
38° 40′0″北
38° 35′0″北
N
W
E
S
阳泉~忻州北新建线路
图 例
油松林
华北落叶松林
辽东栎林
小叶杨林
刺槐林
榆树林
灌丛
草丛
农业植被
无植被区域
0
2.5
5 km

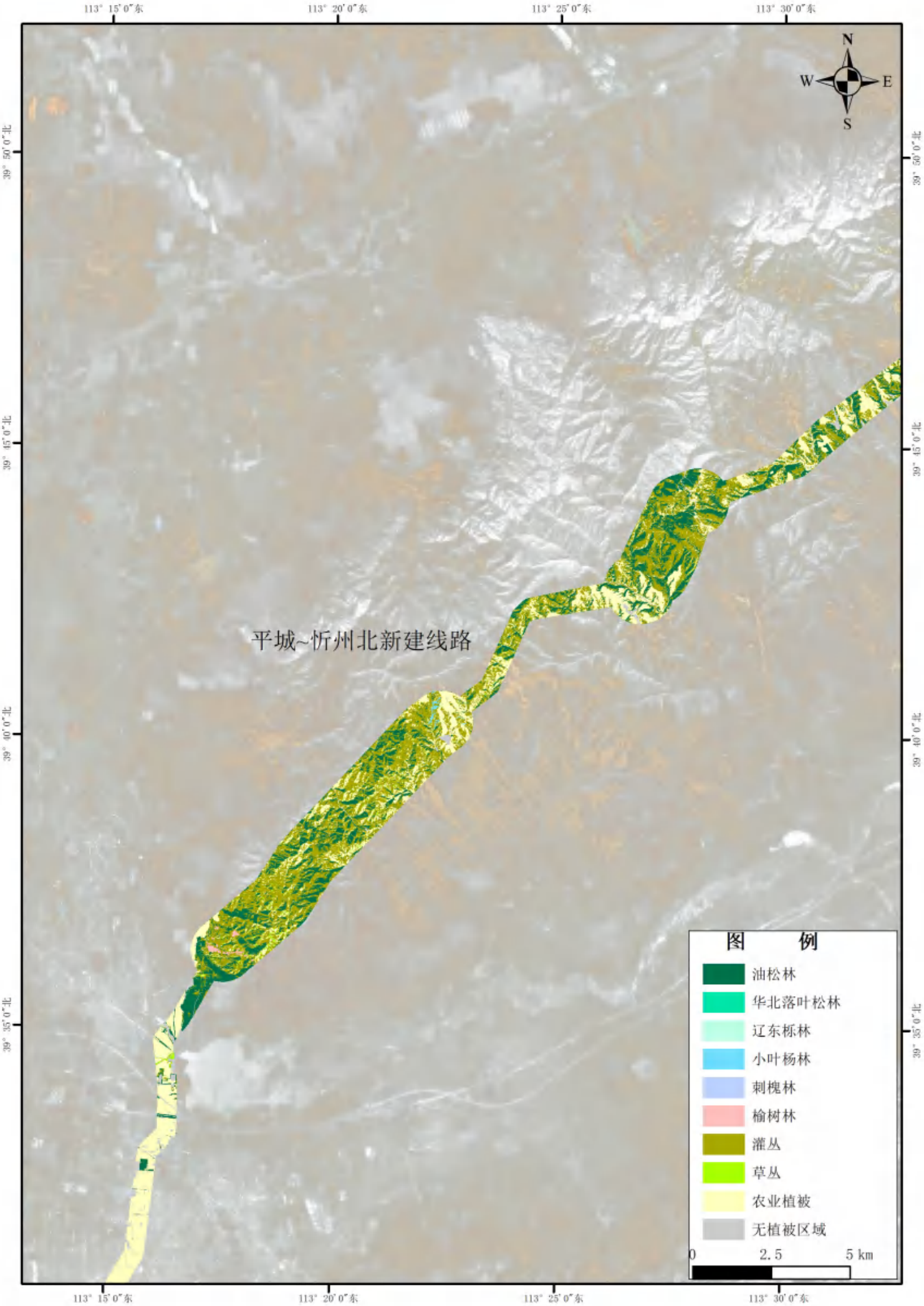
附图6 植被类型图（3）


113° 0′0″东
113° 5′0″东
113° 10′0″东
113° 15′0″东
39° 15′0″北
39° 10′0″北
39° 5′0″北
39° 0′0″北
38° 55′0″北
N
S
W
E
平城~忻州北新建线路
忻州北变电站
阳泉~忻州北新建线路
图 例
油松林
华北落叶松林
辽东栎林
小叶杨林
刺槐林
榆树林
灌丛
草丛
农业植被
无植被区域
0
2.5
5 km

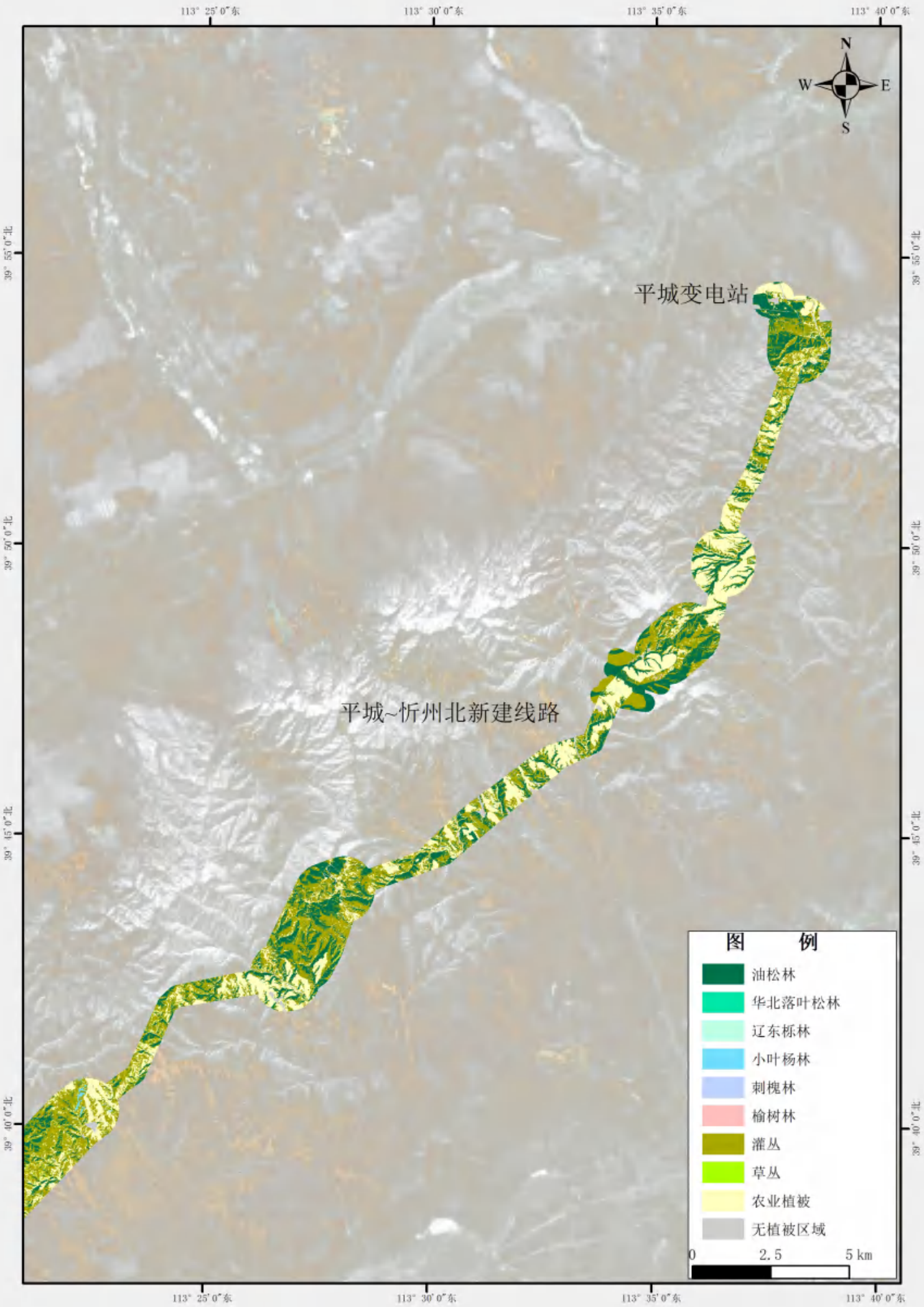
附图6 植被类型图（4）


113° 5′0″东
113° 10′0″东
113° 15′0″东
113° 20′0″东
39° 35′0″北
39° 30′0″北
39° 25′0″北
39° 20′0″北
39° 15′0″北
N
W
E
S
平城~忻州北新建线路
图 例
油松林
华北落叶松林
辽东栎林
小叶杨林
刺槐林
榆树林
灌丛
草丛
农业植被
无植被区域
0
2.5
5 km

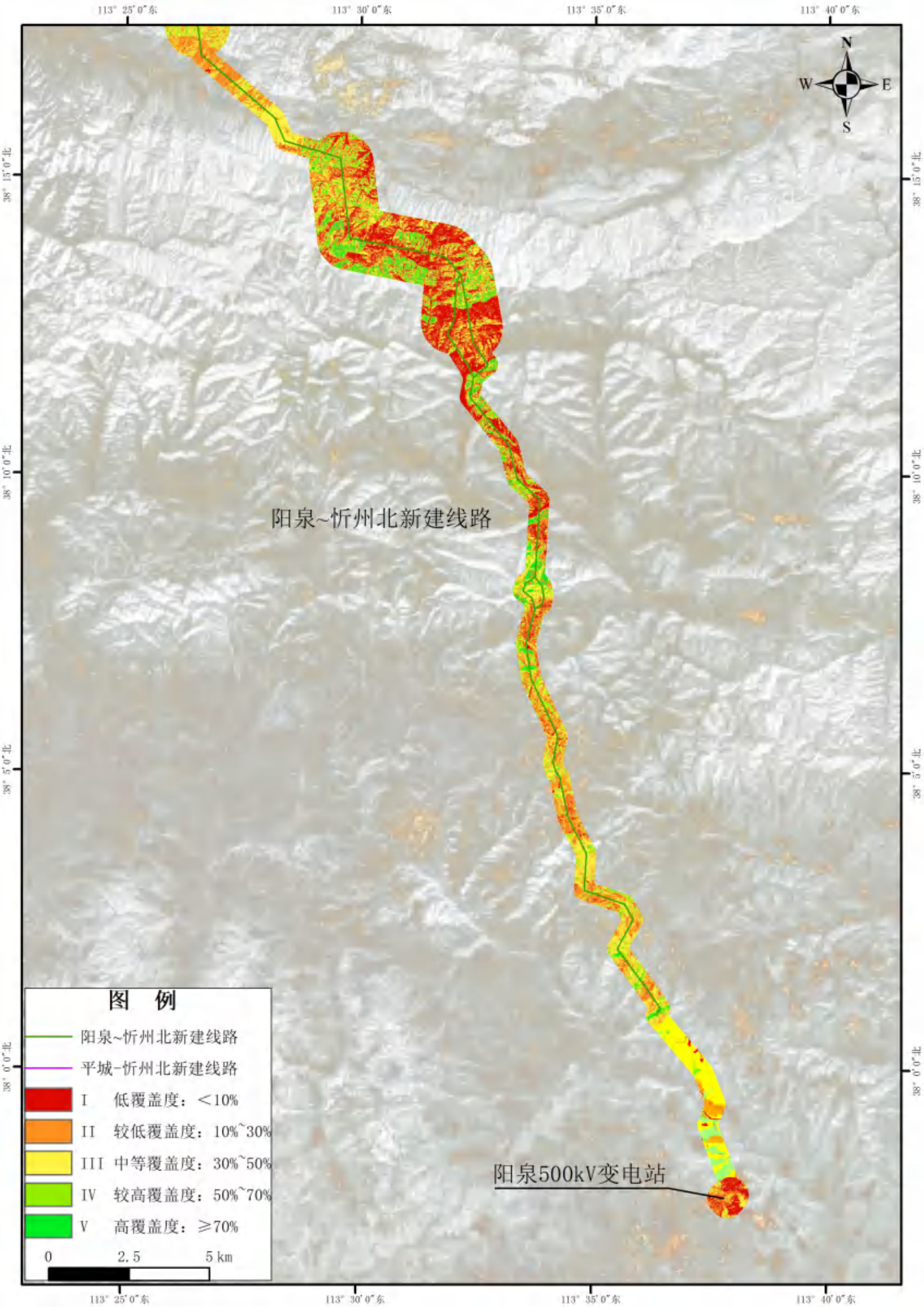
附图6 植被类型图（5）


113° 15′0″东
113° 20′0″东
113° 25′0″东
113° 30′0″东
39° 50′0″北
39° 45′0″北
39° 40′0″北
39° 35′0″北
N
W
E
S
平城~忻州北新建线路
图 例
油松林
华北落叶松林
辽东栎林
小叶杨林
刺槐林
榆树林
灌丛
草丛
农业植被
无植被区域
0
2.5
5 km

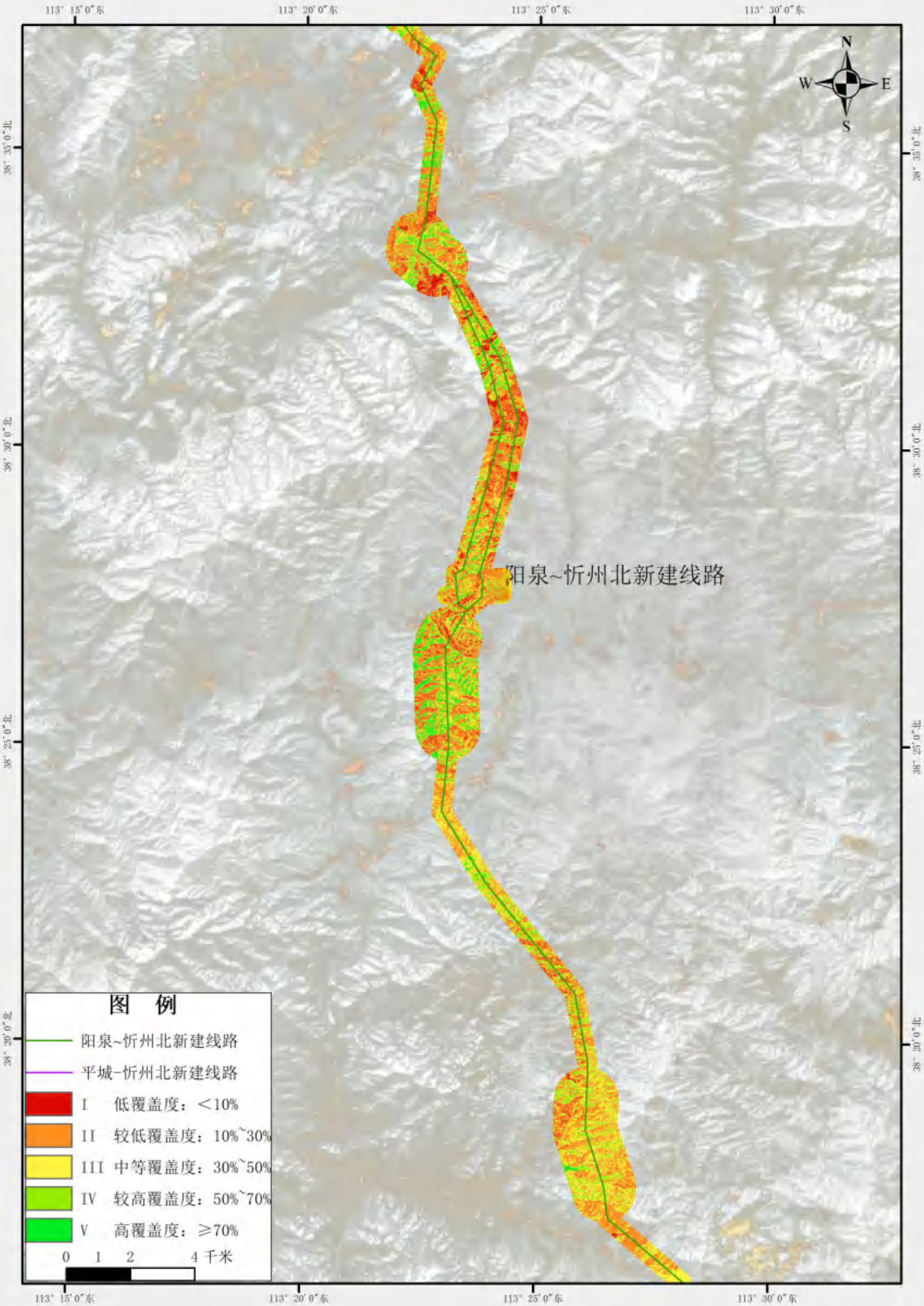
附图6 植被类型图（6）


113° 25′0″东
113° 30′0″东
113° 35′0″东
113° 40′0″东
39° 55′0″北
39° 50′0″北
39° 45′0″北
39° 40′0″北
N
W
E
S
平城变电站
平城~忻州北新建线路
图 例
油松林
华北落叶松林
辽东栎林
小叶杨林
刺槐林
榆树林
灌丛
草丛
农业植被
无植被区域
0
2.5
5 km

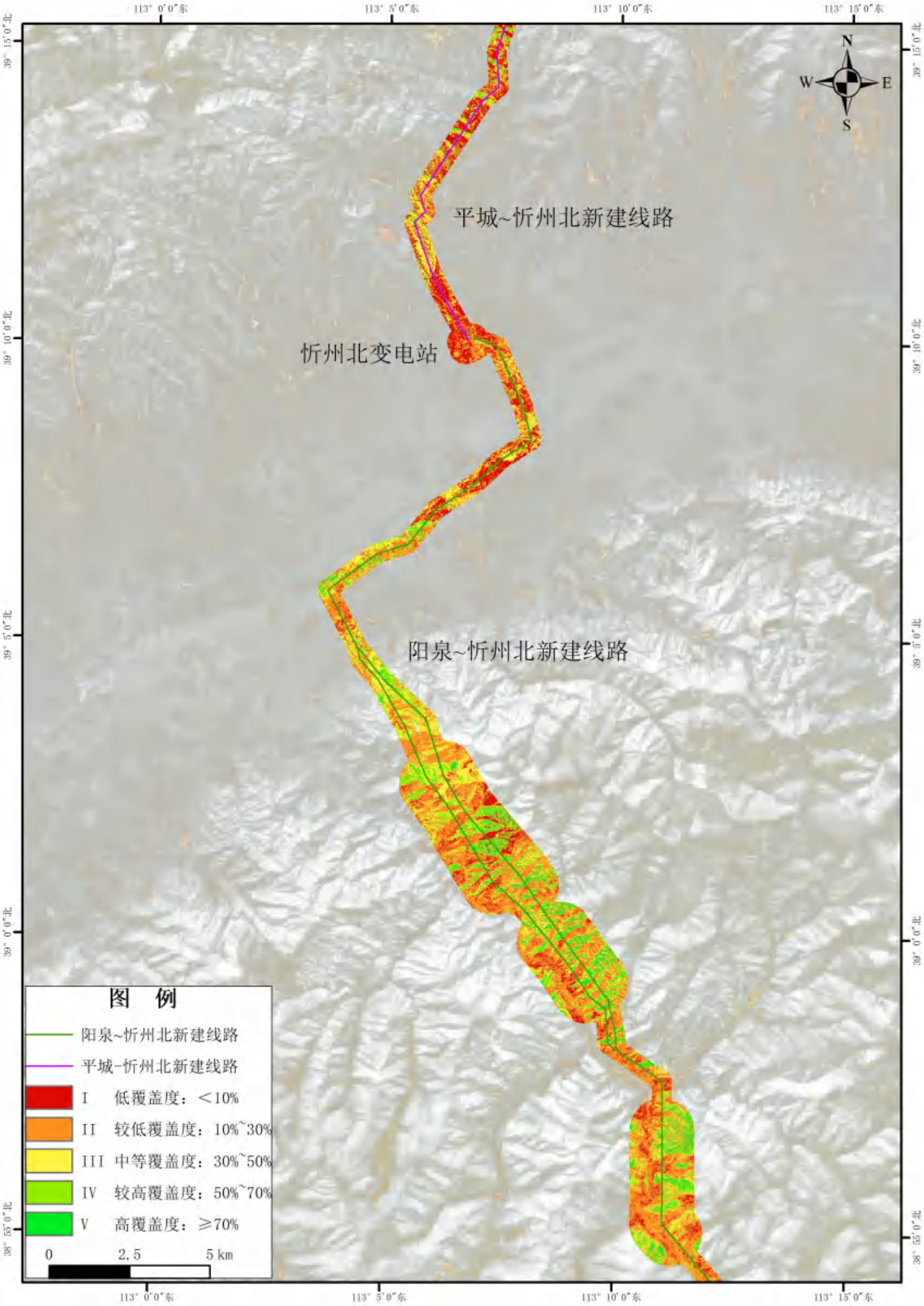
附图6 植被类型图（7）



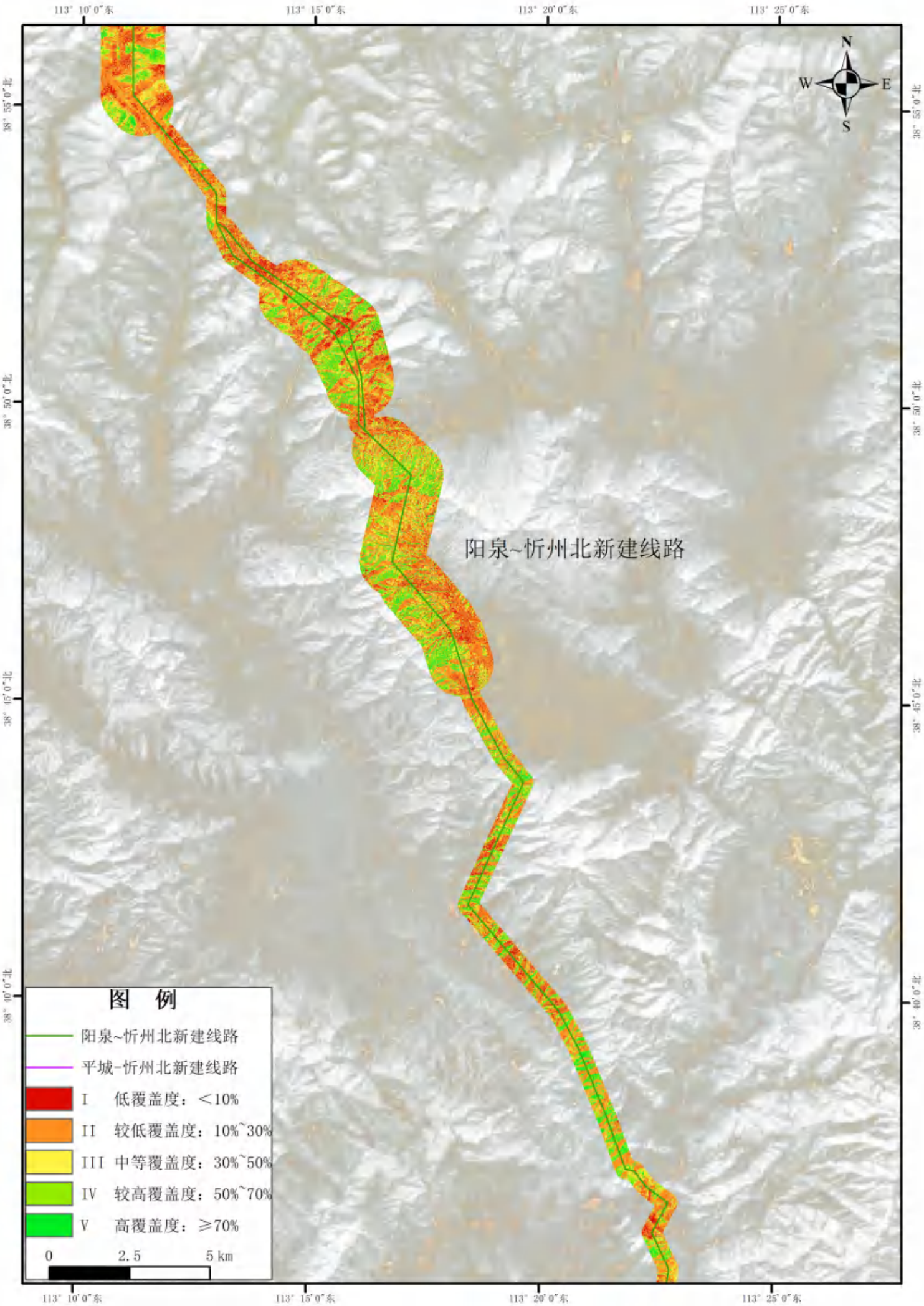
附图7 植被覆盖度空间分布图（1）



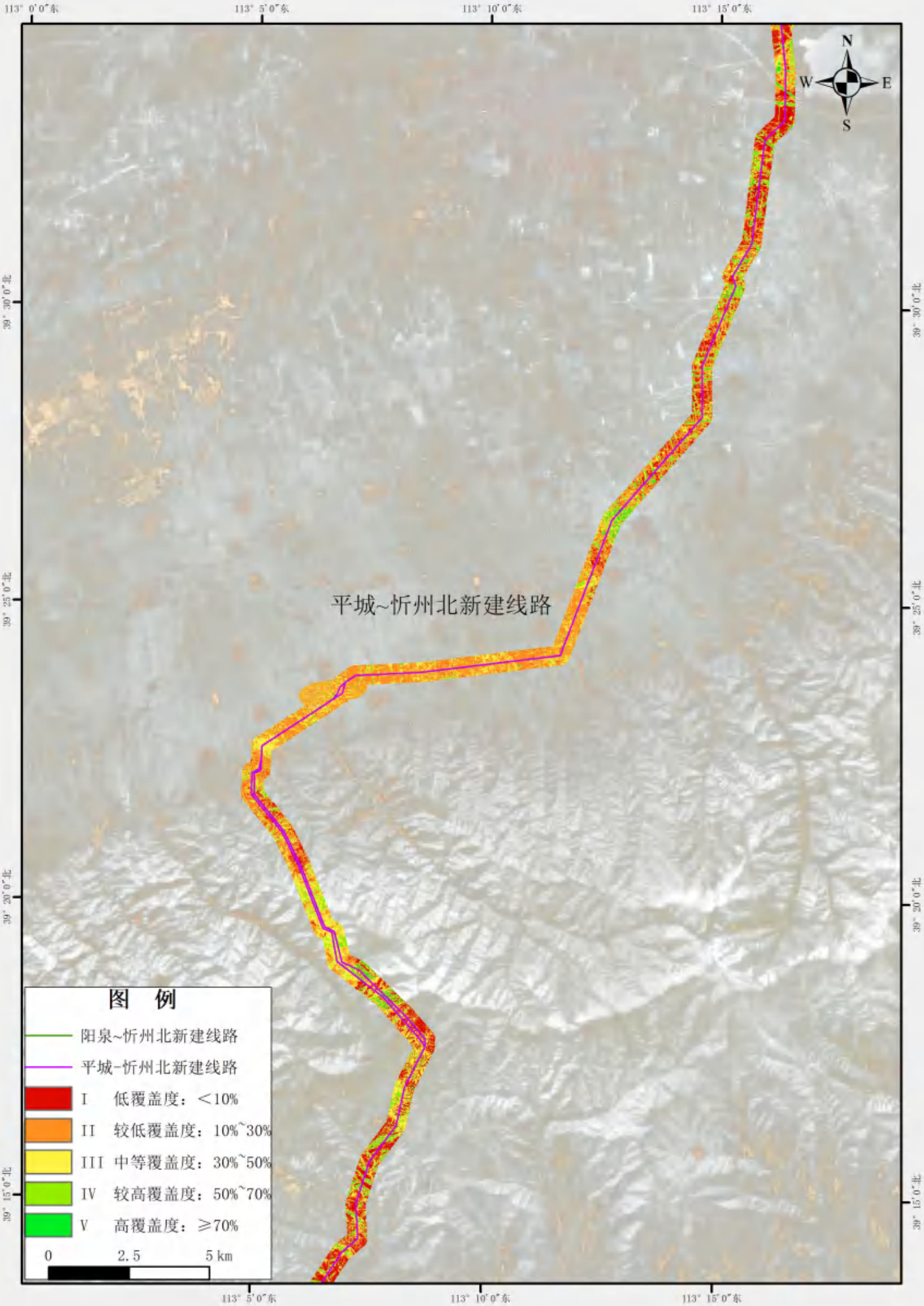
附图7 植被覆盖度空间分布图（2）



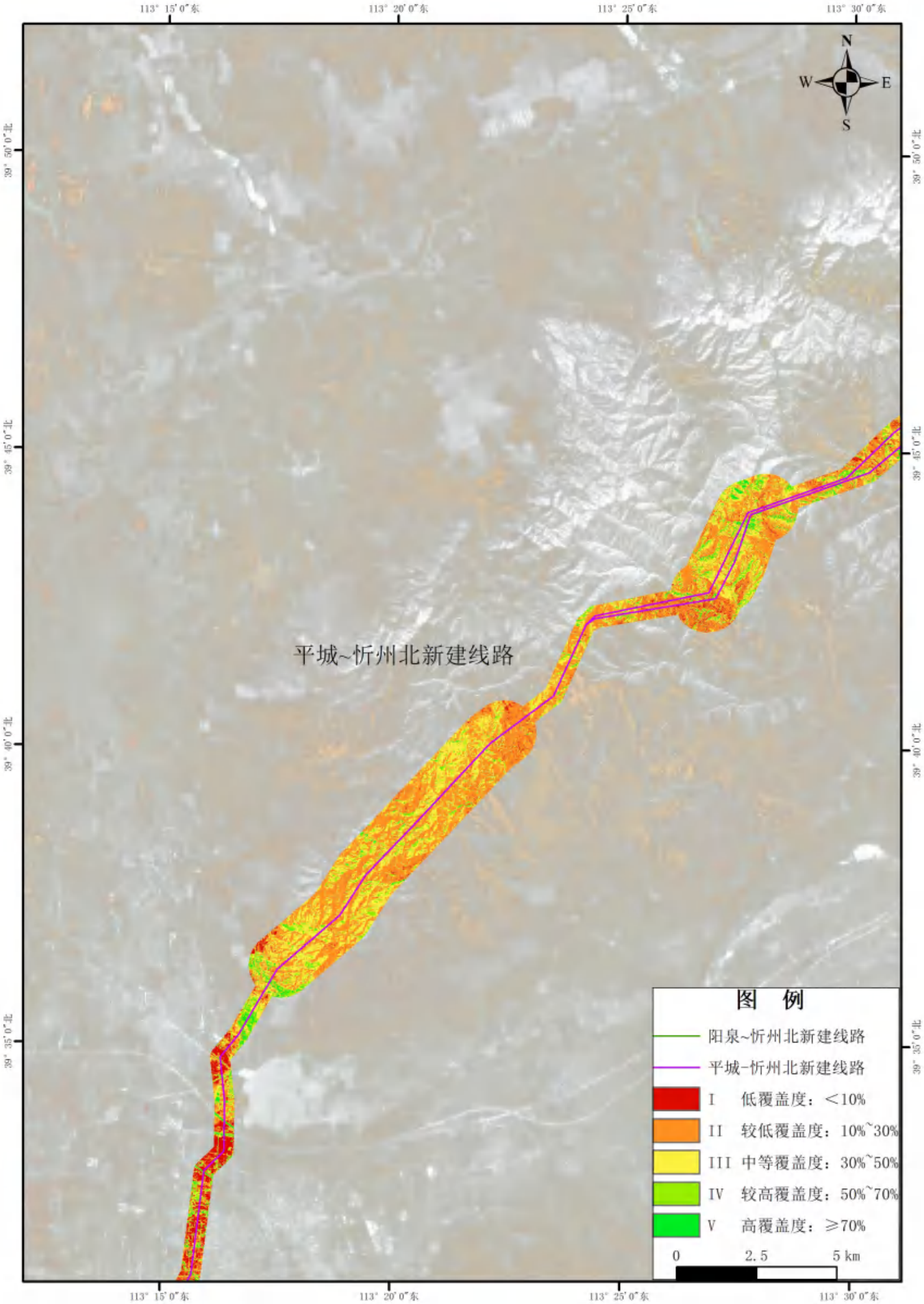
附图7 植被覆盖度空间分布图（3）



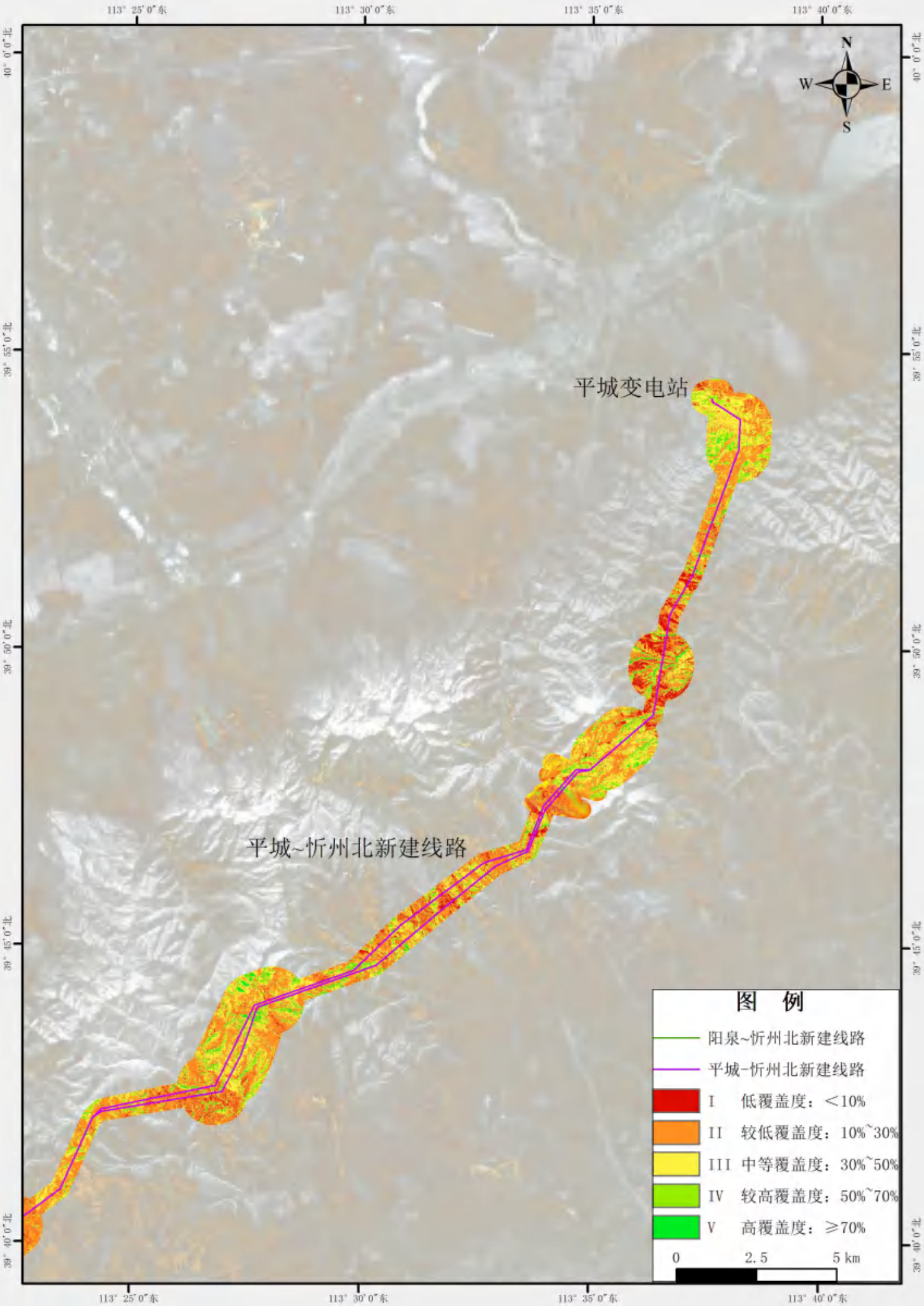
附图7 植被覆盖度空间分布图（4）



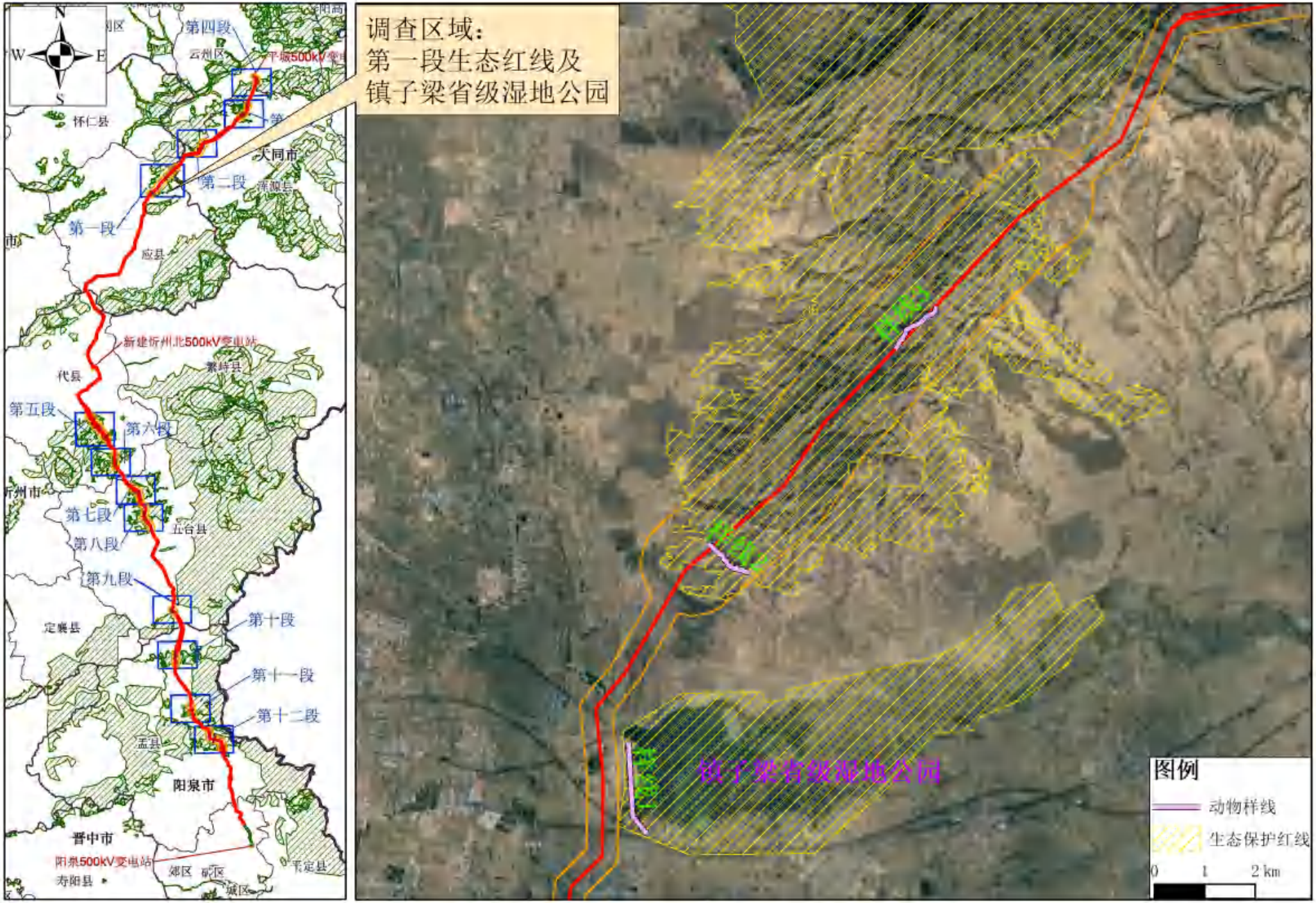
附图7 植被覆盖度空间分布图（5）



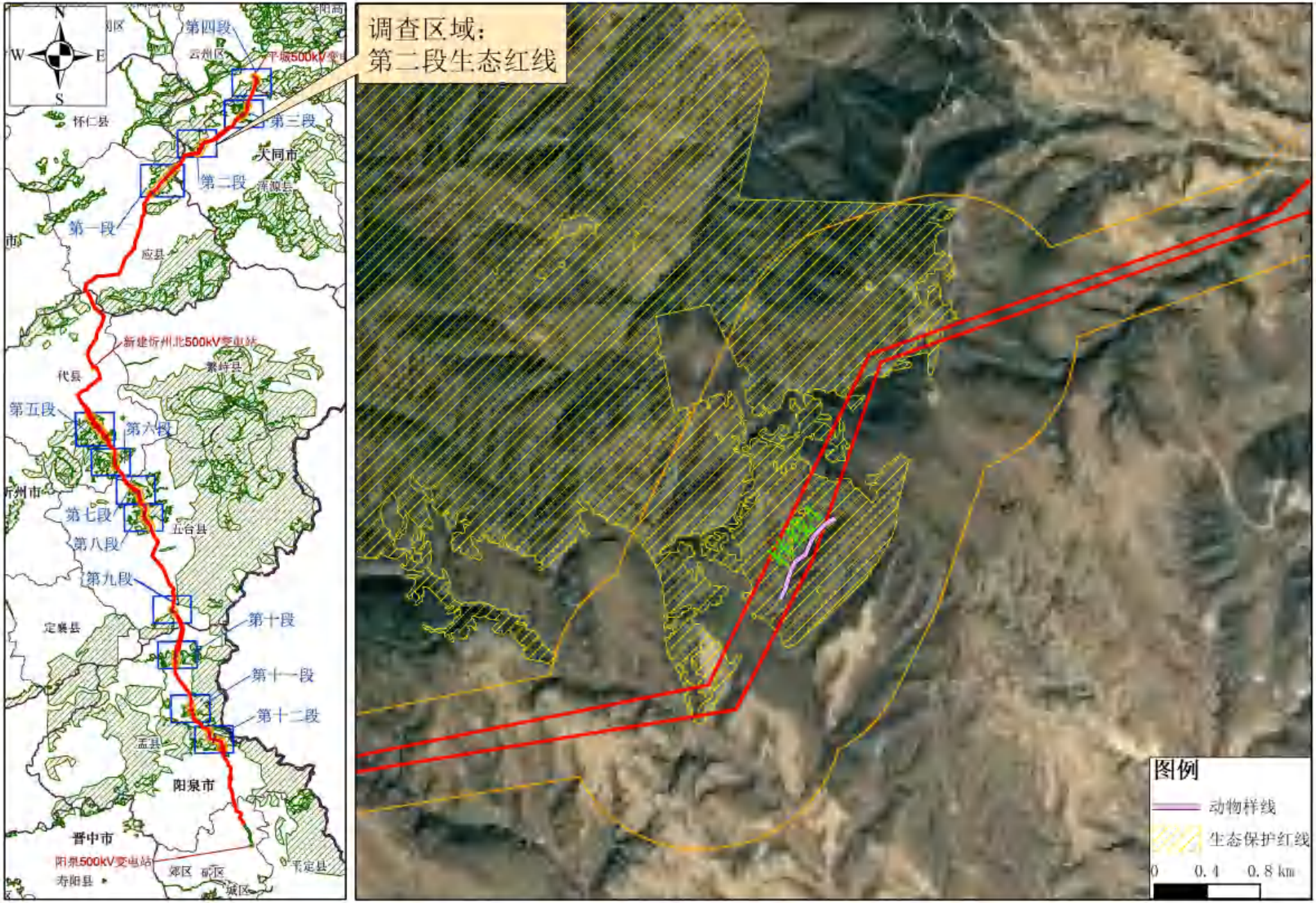
附图7 植被覆盖度空间分布图（6）



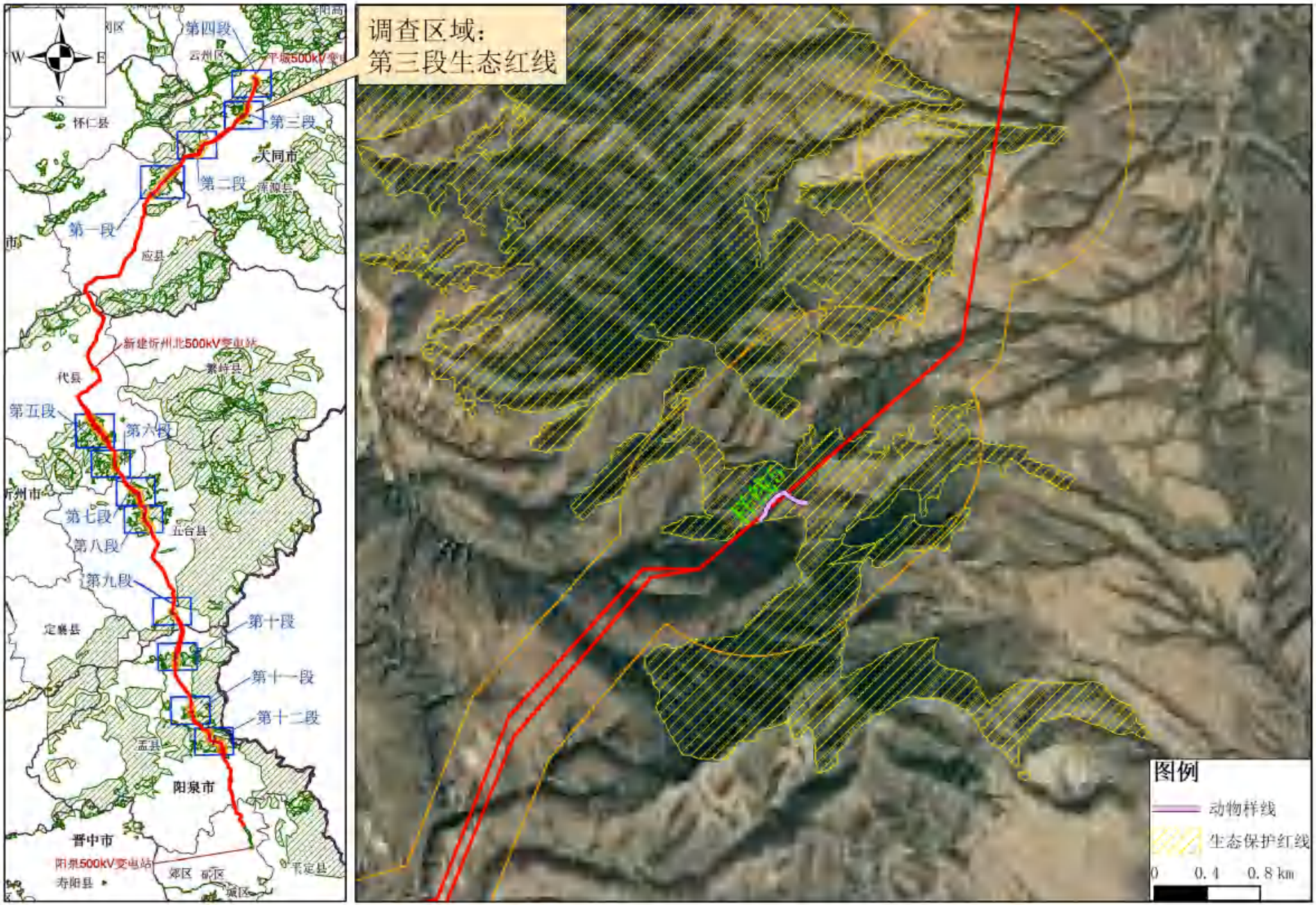
附图7 植被覆盖度空间分布图（7）


调查区域：
第一段生态红线及
镇子梁省级湿地公园
第四段
云州区
平城500kV变电
怀仁县
大同市
第二段
浑源县
第一段
应县
新建忻州北500kV变电站
繁峙县
代县
第五段
第六段
忻州市
第七段
五台县
第八段
第九段
定襄县
第十段
第十一段
第十二段
孟县
阳泉市
晋中市
阳泉500kV变电站
郊区
矿区
平定县
寿阳县
城区
镇子梁省级湿地公园
图例
动物样线
生态保护红线
0
1
2 km

附图8 样线布置图（1）


调查区域：
第二段生态红线
第四段
第三段
第二段
第一段
第五段
第六段
第七段
第八段
第九段
第十段
第十一段
第十二段
平城500kV变电
新建忻州北500kV变电站
阳泉500kV变电站
怀仁县
大同市
浑源县
应县
代县
繁峙县
五台县
定襄县
孟县
阳泉市
晋中市
寿阳县
平定县
图例
动物样线
生态保护红线
0 0.4 0.8 km

附图8 样线布置图（2）


调查区域：
第三段生态红线
第四段
第三段
第二段
第一段
第五段
第六段
第七段
第八段
第九段
第十段
第十一段
第十二段
怀仁县
大同市
浑源县
应县
新建忻州北500kV变电站
繁峙县
代县
五台县
定襄县
孟县
阳泉市
晋中市
阳泉500kV变电站
寿阳县
平定县
图例
动物样线
生态保护红线
0 0.4 0.8 km

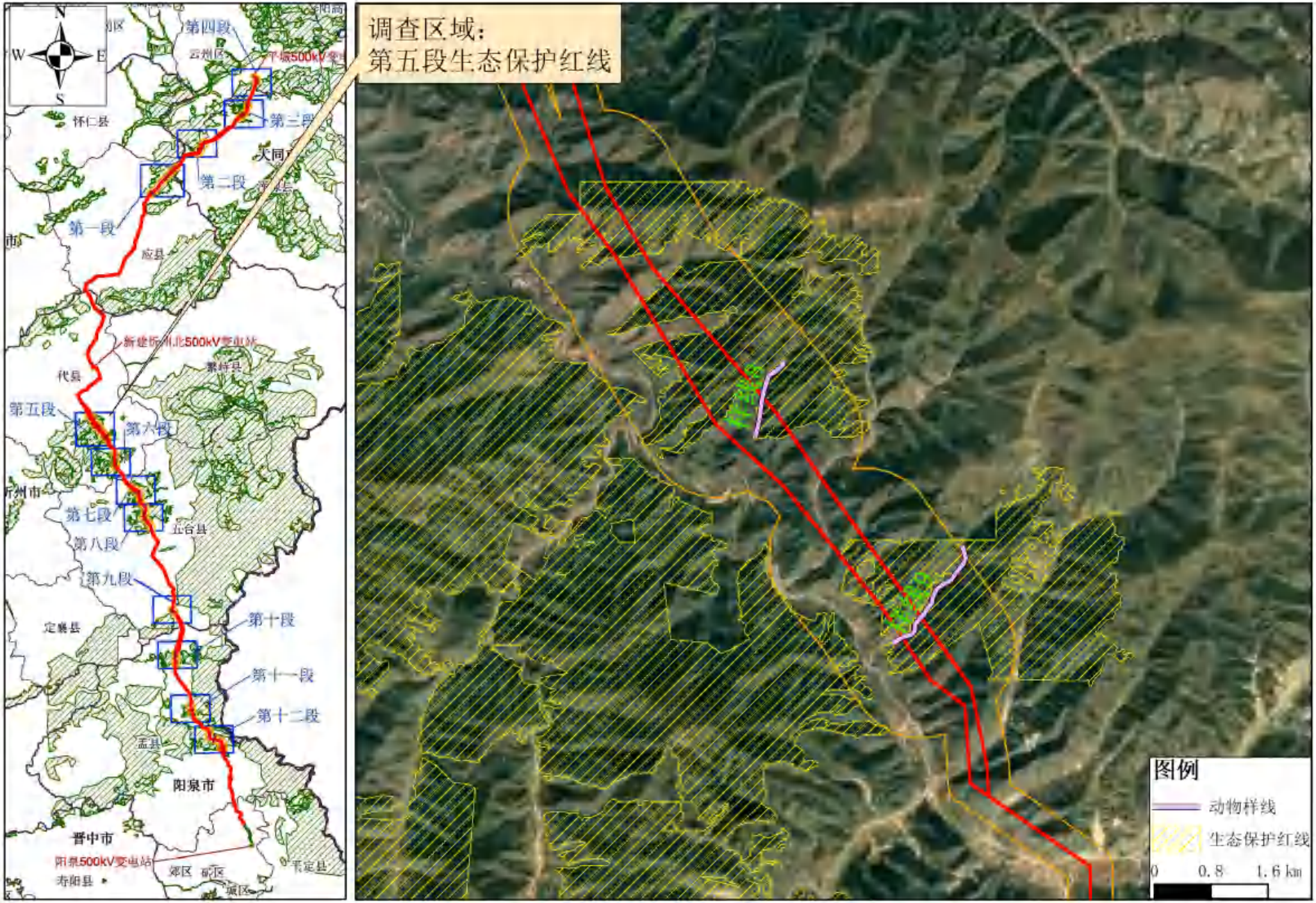
附图8 样线布置图（3）

调查区域：
第四段生态红线
第四段
第三段
第二段
第一段
第五段
第六段
第七段
第八段
第九段
第十段
第十一段
第十二段
云州区
平城500kV变
怀仁县
大同市
浑源县
应县
新建忻州北500kV变电站
繁峙县
代县
五台县
定襄县
孟县
阳泉市
晋中市
阳泉500kV变电站
寿阳县
郊区
矿区
城区
平定县
N
S
W
E
图例
动物样线
生态保护红线
0
0.45
0.9 km

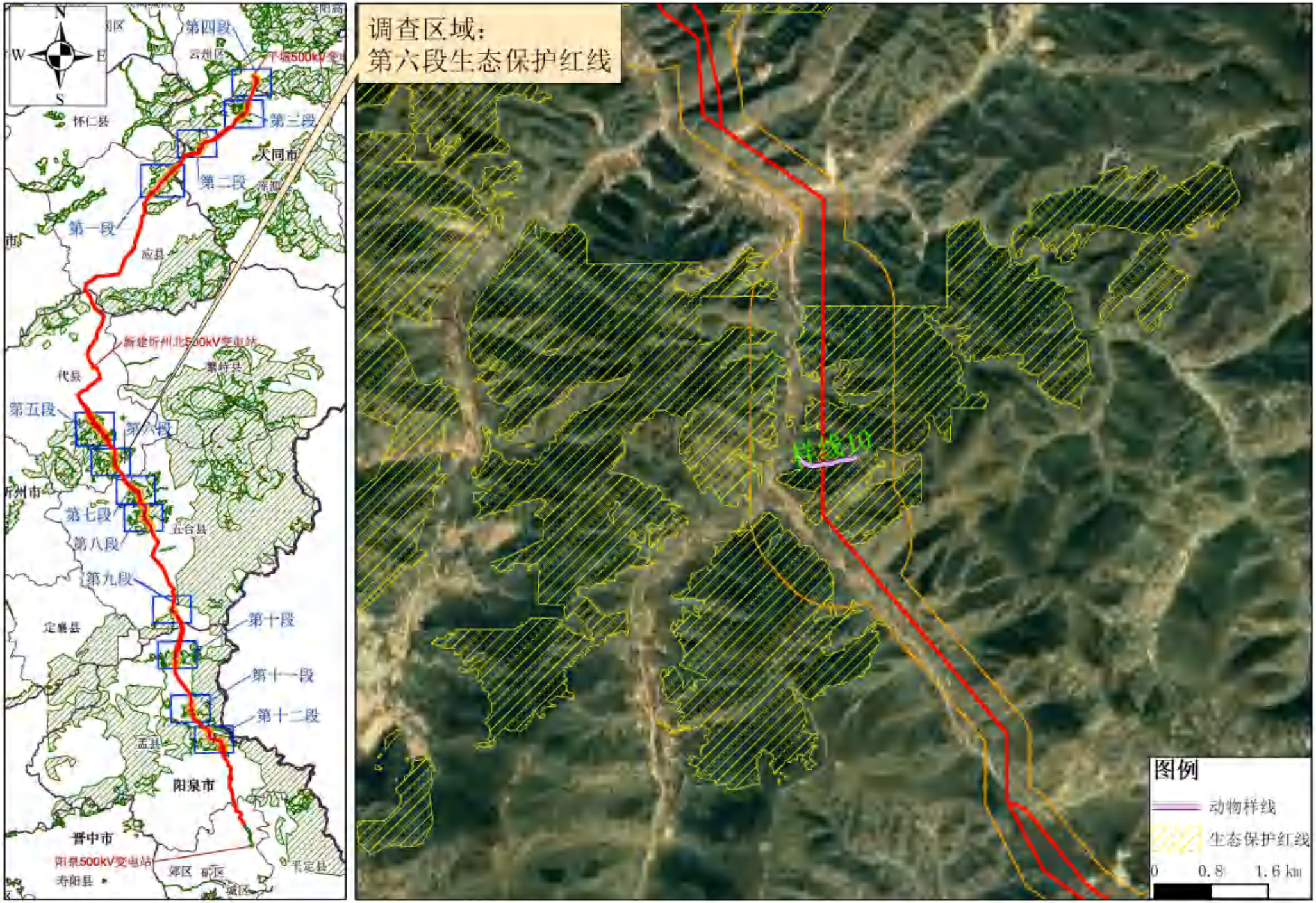
附图8 样线布置图（4）

调查区域：
应县南山省级自然保护区
南山省级自然保护区
样线1
图例
动物样线
生态保护红线
0 1 2 km
第四段
第一段
第五段
第六段
第七段
第八段
第九段
第十段
第十一段
第十二段
怀仁县
同市
浑源县
新建忻州北500kV变电站
代县
繁峙县
五台县
定襄县
孟县
阳泉市
晋中市
阳泉500kV变电站
寿阳县
平定县

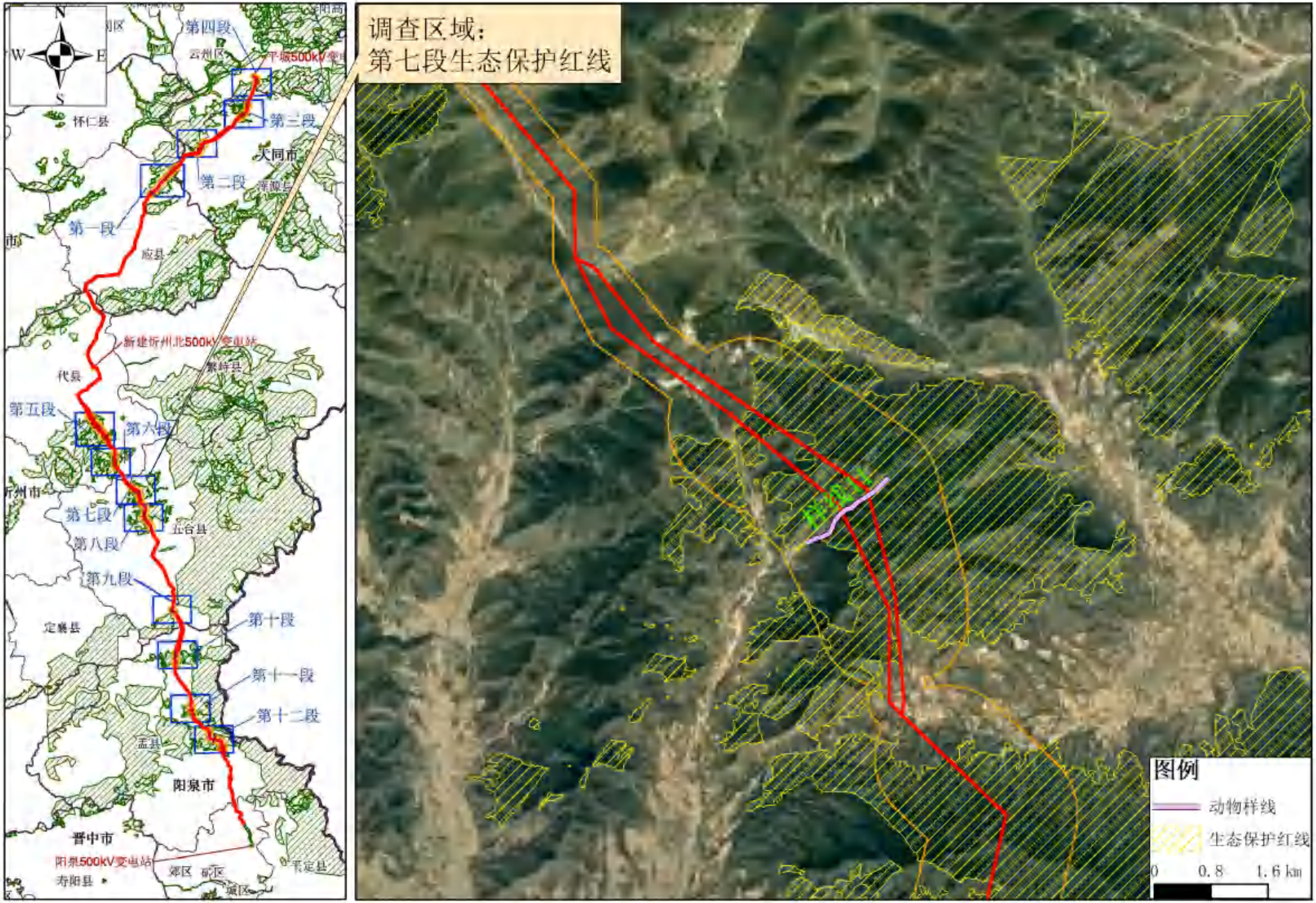
附图8 样线布置图（5）


调查区域：
第五段生态保护红线
N
S
W
E
第四段
第三段
第二段
第一段
第五段
第六段
第七段
第八段
第九段
第十段
第十一段
第十二段
怀仁县
应县
代县
五台县
定襄县
孟县
阳泉市
晋中市
寿阳县
平定县
新建忻州北500kV变电站
阳泉500kV变电站
图例
动物样线
生态保护红线
0
0.8
1.6 km

附图8 样线布置图（6）


调查区域：
第六段生态保护红线
样线10
图例
动物样线
生态保护红线
0 0.8 1.6 km
第一段
第二段
第三段
第四段
第五段
第六段
第七段
第八段
第九段
第十段
第十一段
第十二段
大同市
阳泉市
晋中市
怀仁县
应县
代县
繁峙县
五台县
定襄县
盂县
寿阳县
平定县
新建忻州北500kV变电站
阳泉500kV变电站

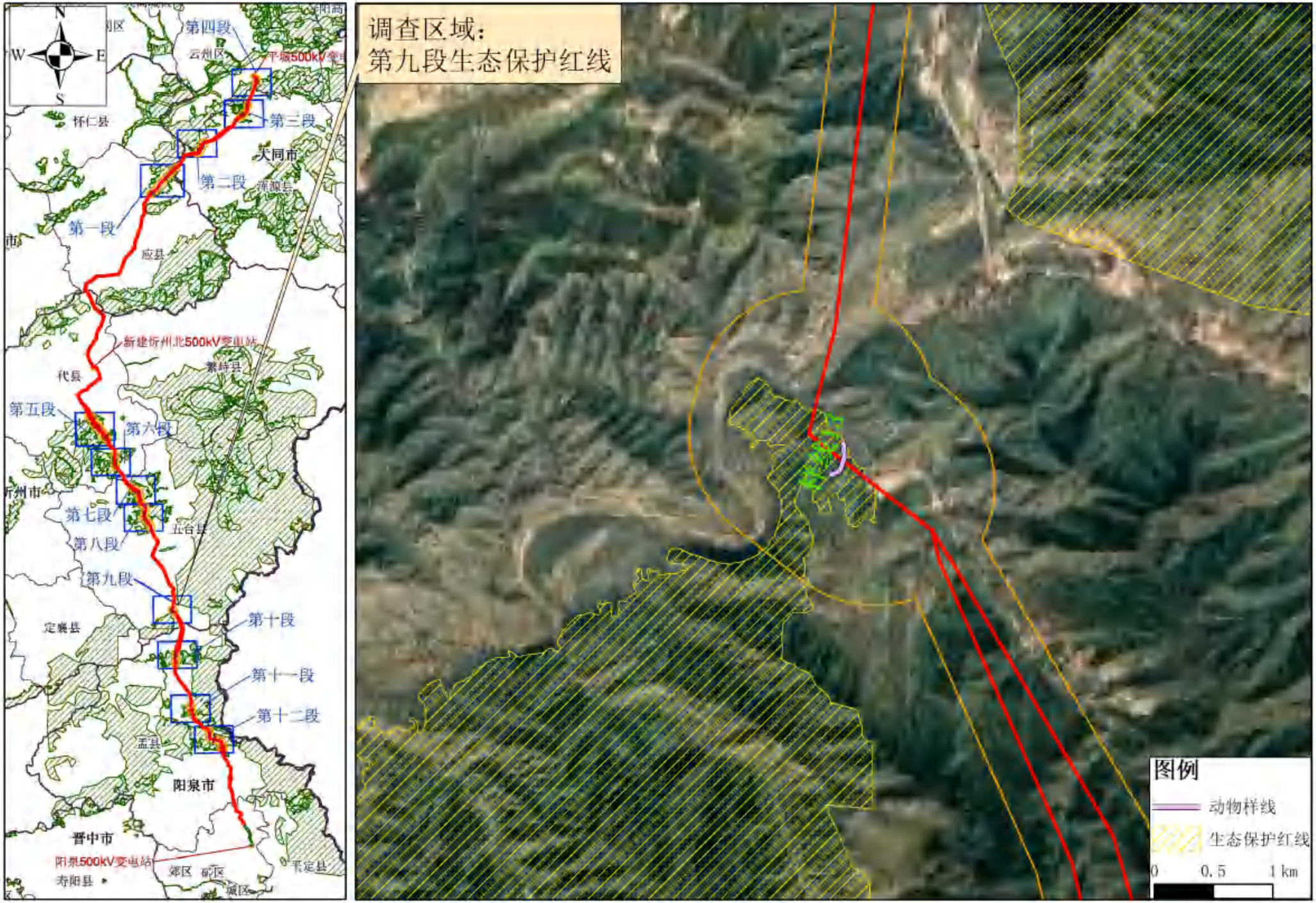
附图8 样线布置图（7）


调查区域：
第七段生态保护红线
图例
动物样线
生态保护红线
0 0.8 1.6 km
第四段
第三段
第二段
第一段
第五段
第六段
第七段
第八段
第九段
第十段
第十一段
第十二段
平城500kV变电
新建忻州北500kV变电站
阳泉500kV变电站
怀仁县
大同市
应县
代县
繁峙县
五台县
定襄县
孟县
阳泉市
晋中市
寿阳县
平定县
N
S
W
E

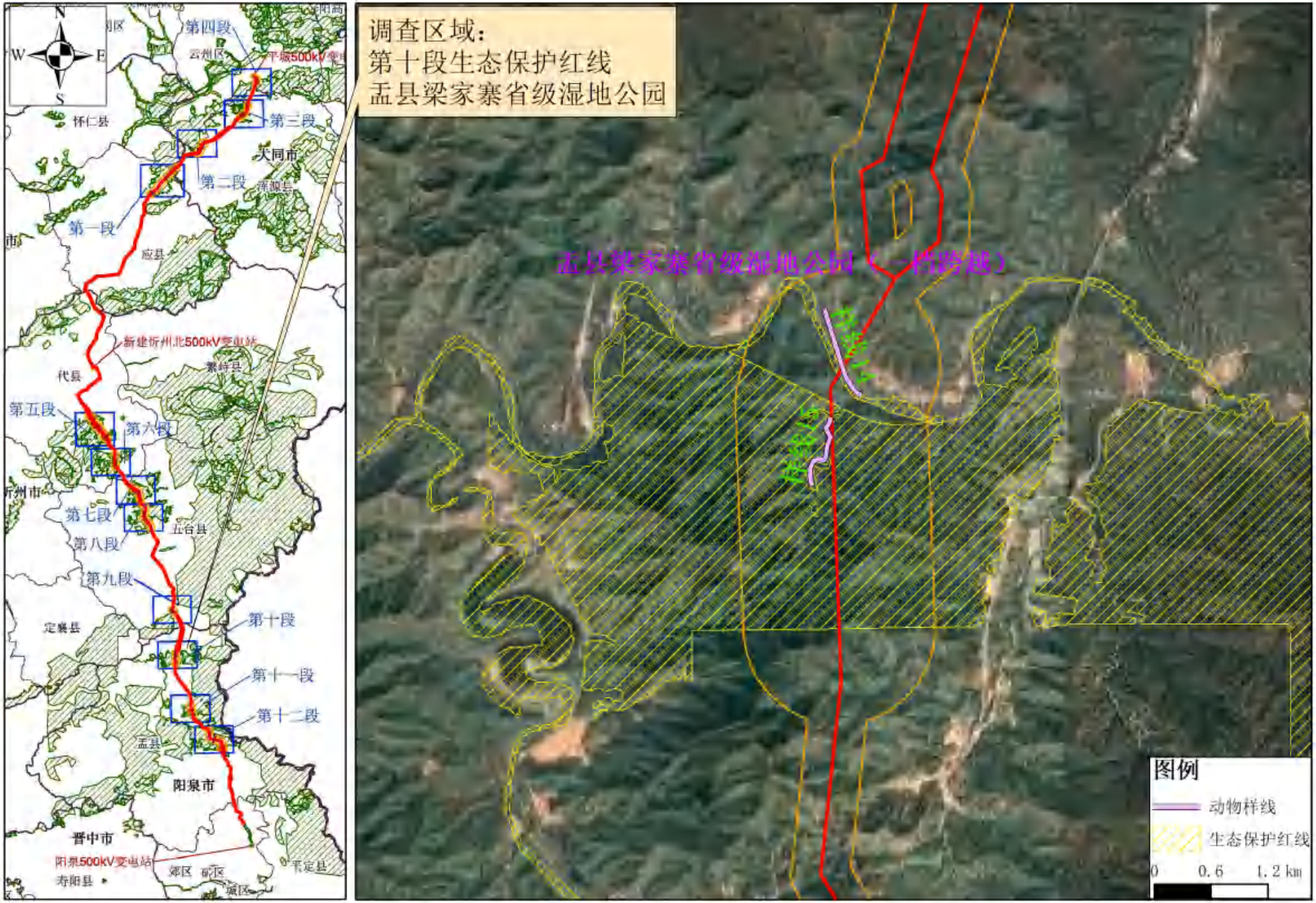
附图8 样线布置图（8）

调查区域：
第八段生态保护红线
图例
动物样线
生态保护红线
0 0.8 1.6 km
第一段
第二段
第三段
第四段
第五段
第六段
第七段
第八段
第九段
第十段
第十一段
第十二段
大同市
阳泉市
晋中市
怀仁县
应县
代县
五台县
定襄县
盂县
寿阳县
平定县
阳泉500kV变电站

附图8 样线布置图（9）


调查区域：
第九段生态保护红线
图例
动物样线
生态保护红线
0 0.5 1 km
第一段
第二段
第三段
第四段
第五段
第六段
第七段
第八段
第九段
第十段
第十一段
第十二段
大同市
浑源县
应县
新建忻州北500kV变电站
繁峙县
代县
五台县
定襄县
孟县
阳泉市
晋中市
阳泉500kV变电站
寿阳县
平定县
怀仁县
云州区

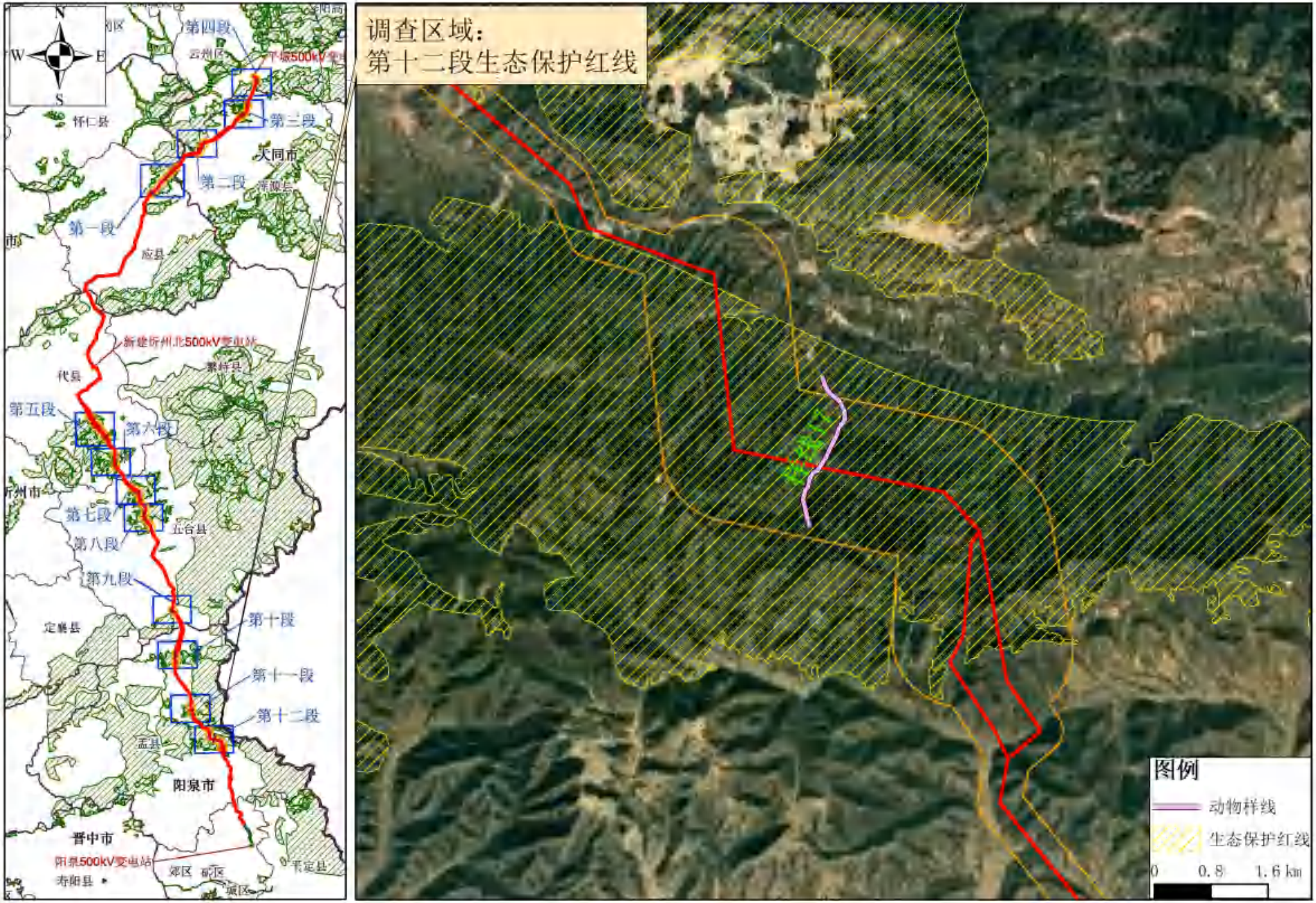
附图8 样线布置图（10）


调查区域：
第十段生态保护红线
盂县梁家寨省级湿地公园
盂县梁家寨省级湿地公园（一档跨越）
图例
动物样线
生态保护红线
0 0.6 1.2 km
第一段
第二段
第三段
第四段
第五段
第六段
第七段
第八段
第九段
第十段
第十一段
第十二段
平城500kV变电站
新建忻州北500kV变电站
阳泉500kV变电站
大同市
阳泉市
晋中市
怀仁县
应县
代县
繁峙县
五台县
定襄县
盂县
寿阳县
平定县
N
S
W
E

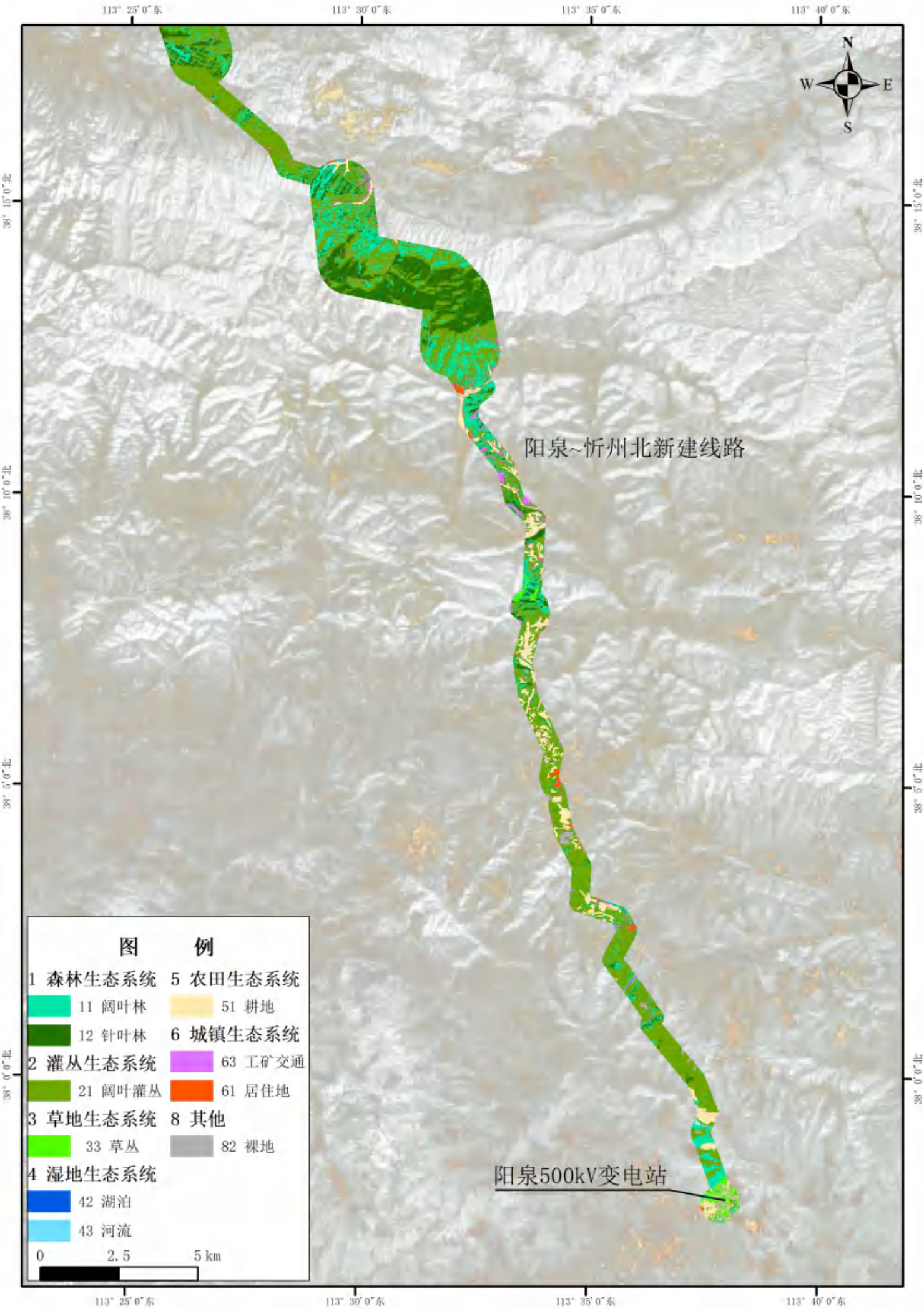
附图8 样线布置图（11）

调查区域：
第十一段生态保护红线
N
S
W
E
第四段
第三段
第二段
第一段
第五段
第六段
第七段
第八段
第九段
第十段
第十一段
第十二段
怀仁县
大同市
浑源县
应县
新建忻州北500kV变电站
繁峙县
代县
五台县
定襄县
孟县
阳泉市
晋中市
阳泉500kV变电站
寿阳县
平定县
郊区
矿区
城区
动物样线
图例
动物样线
生态保护红线
0
0.6
1.2 km

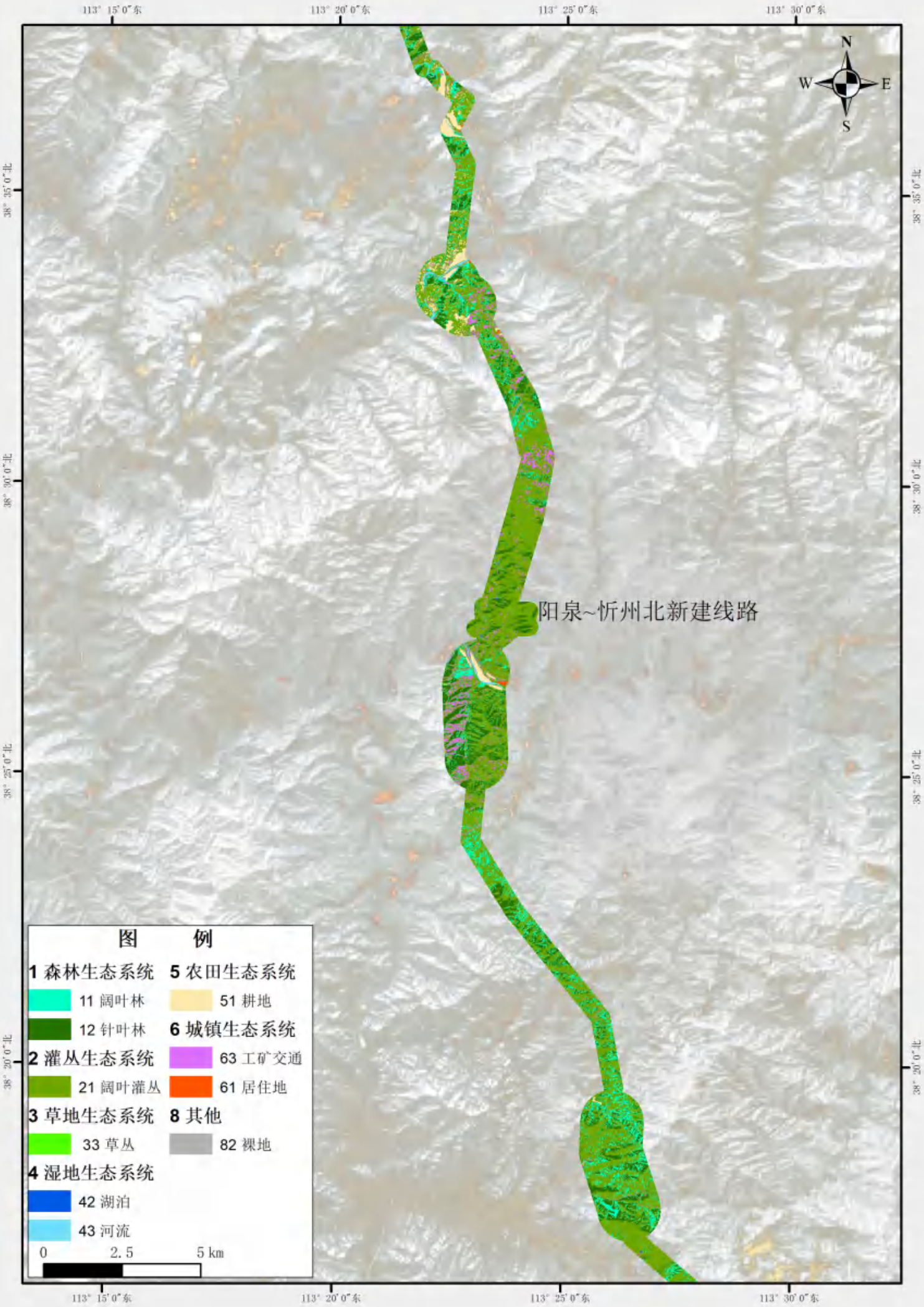
附图8 样线布置图（12）


调查区域：
第十二段生态保护红线
图例
动物样线
生态保护红线
0 0.8 1.6 km
第一段
第二段
第三段
第四段
第五段
第六段
第七段
第八段
第九段
第十段
第十一段
第十二段
大同市
阳泉市
晋中市
怀仁县
应县
代县
五台县
定襄县
盂县
寿阳县
平定县
阳泉500kV变电站

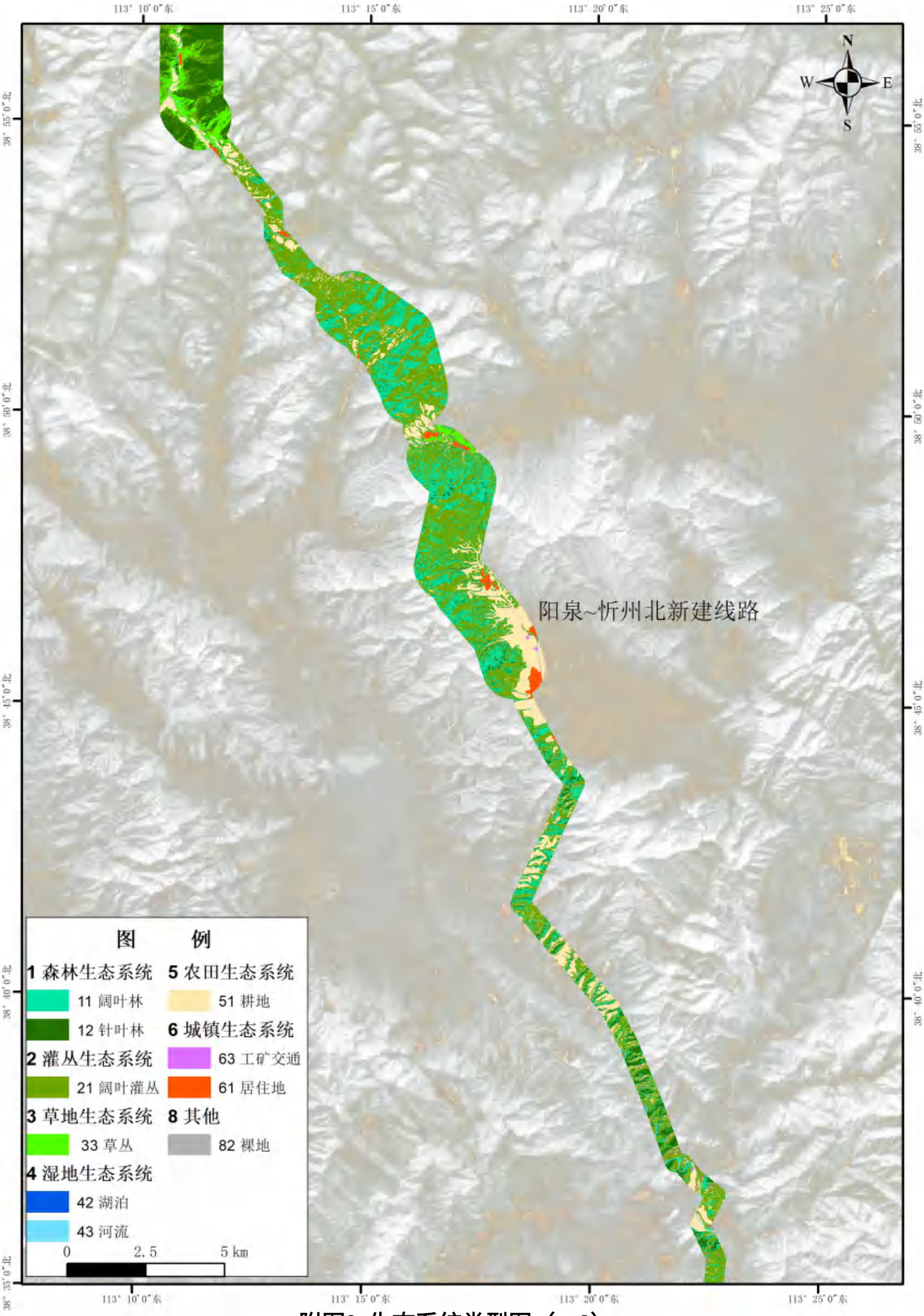
附图8 样线布置图（13）



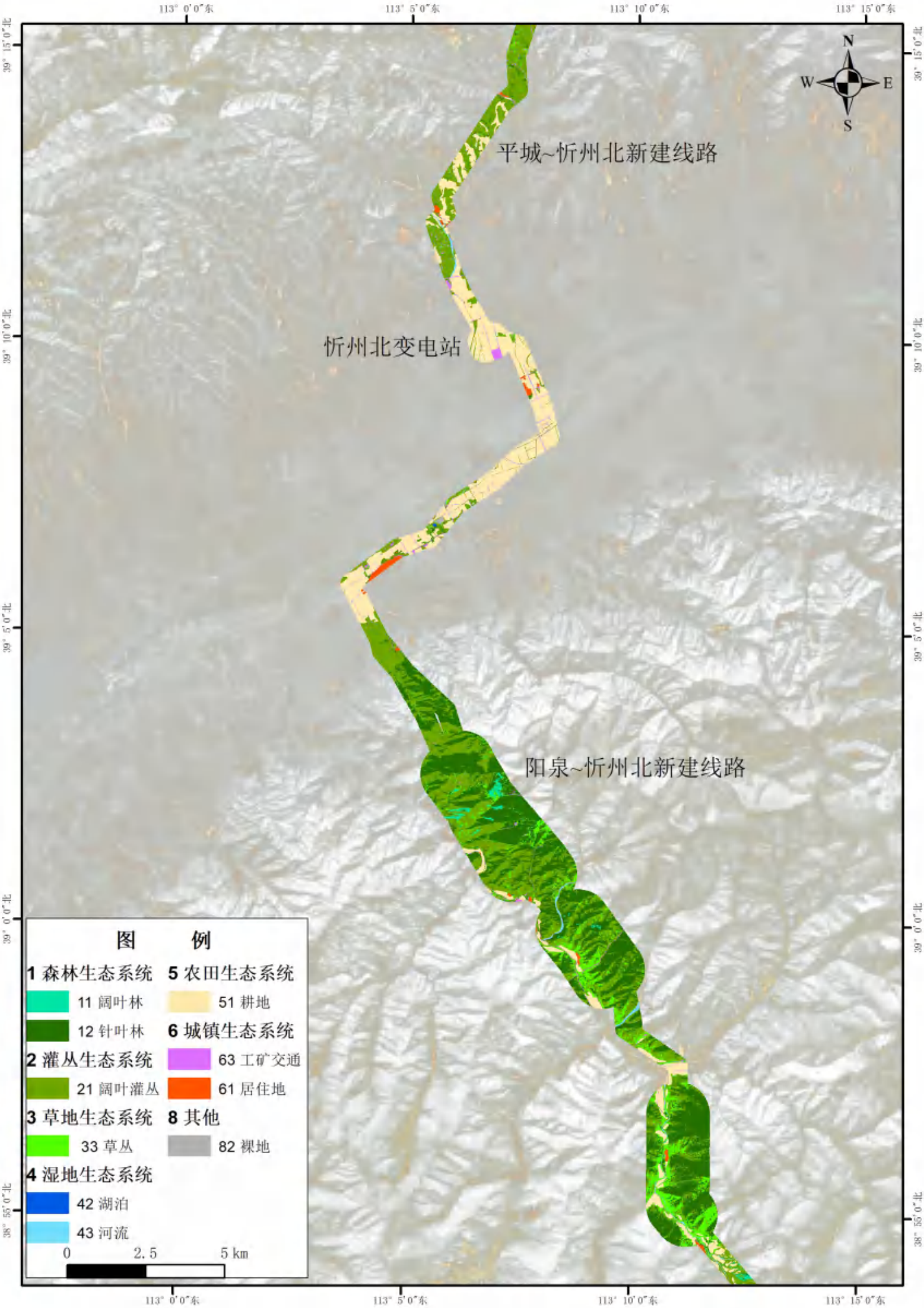
附图9 生态系统类型图（ 1）



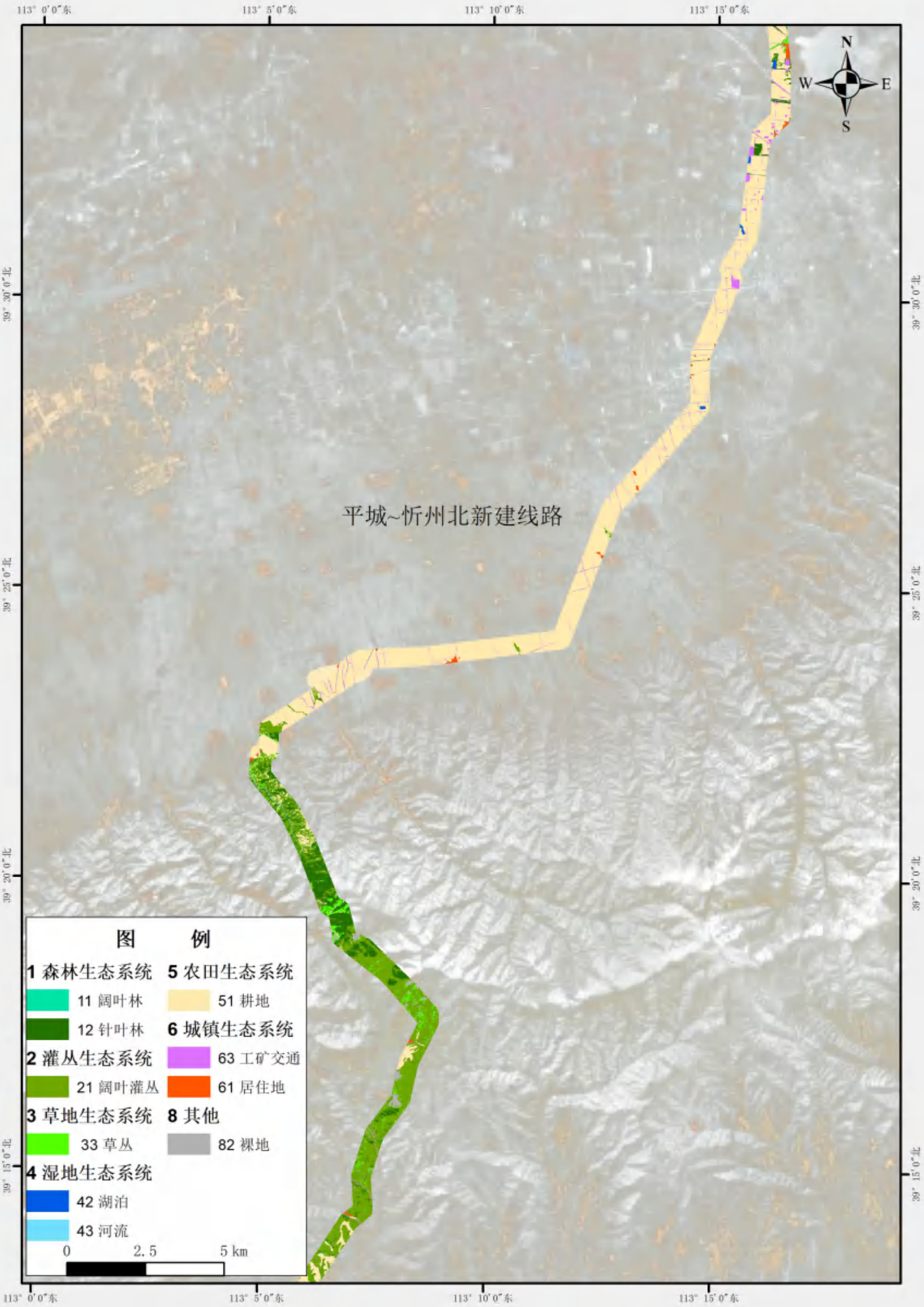
附图9 生态系统类型图（ 2）



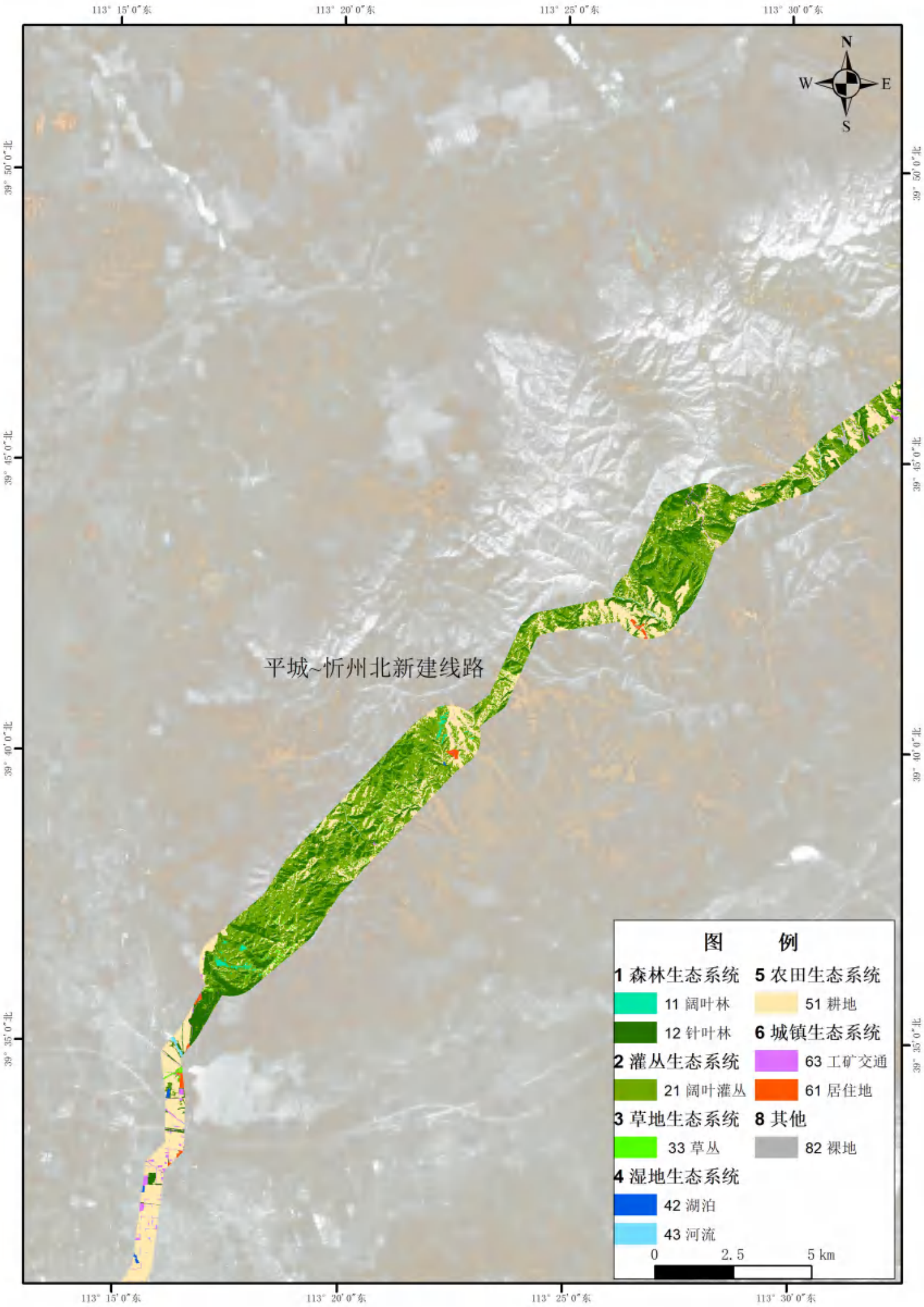
附图9 生态系统类型图（ 3）



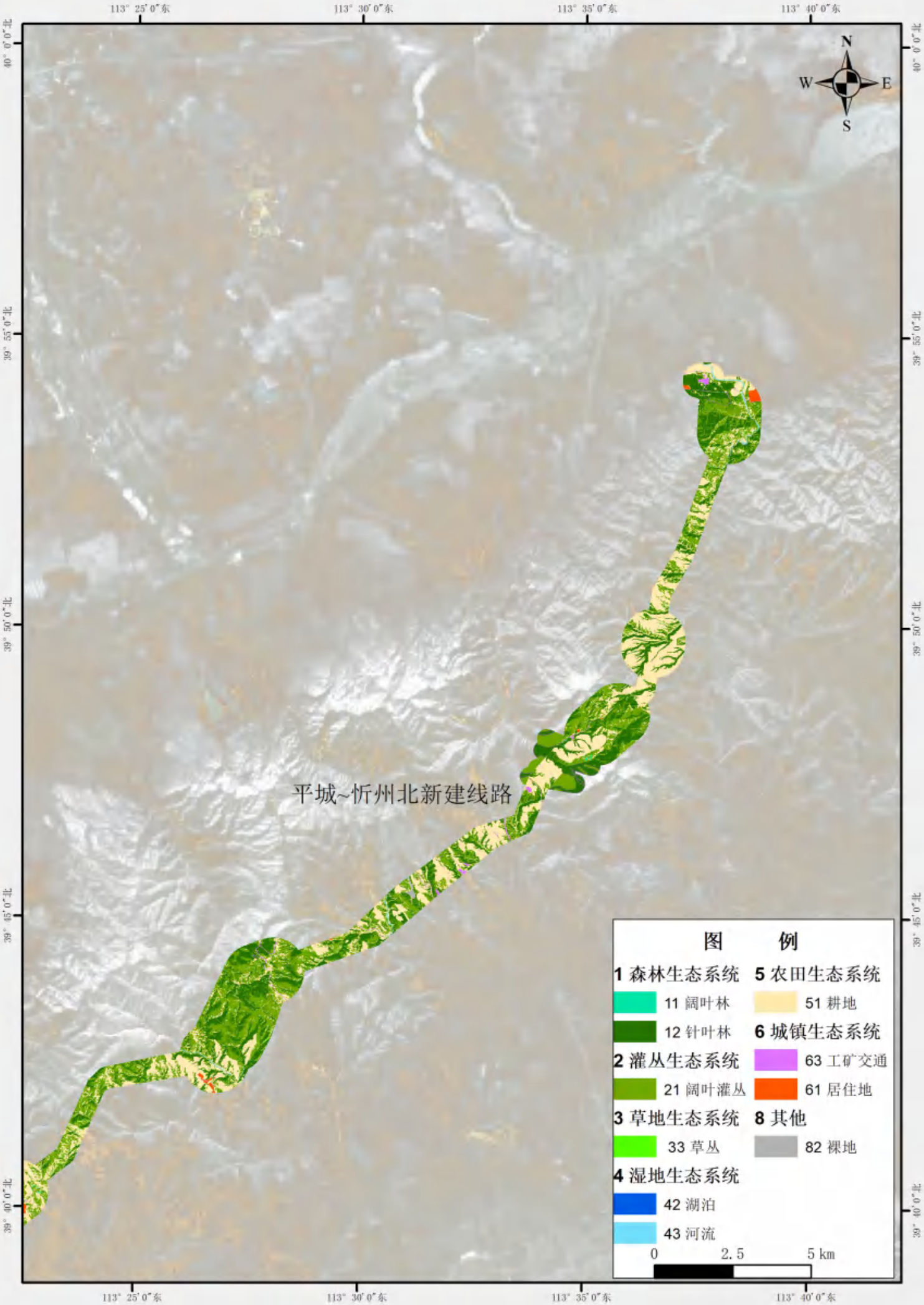
附图9 生态系统类型图（ 4）



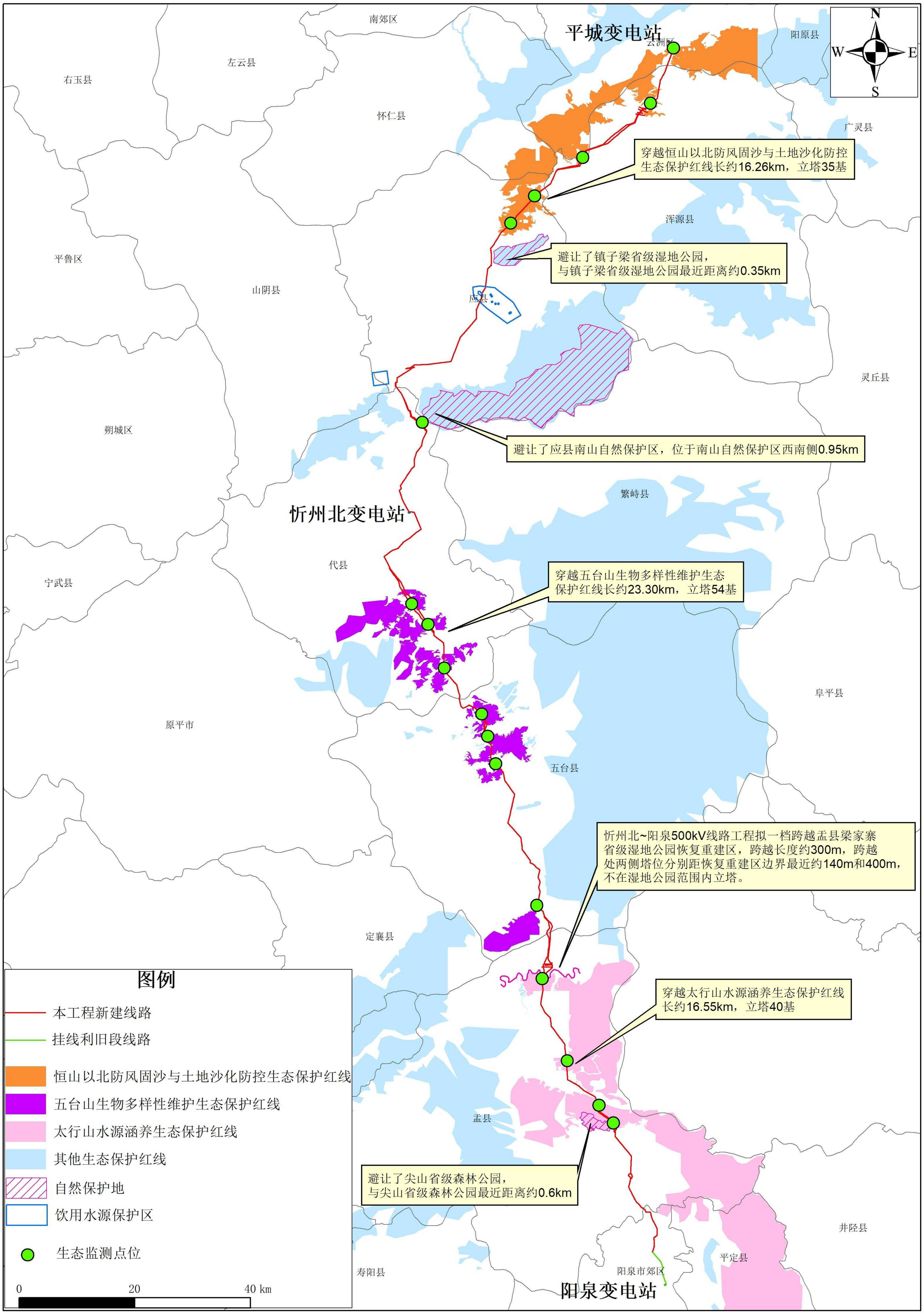
附图9 生态系统类型图（ 5）



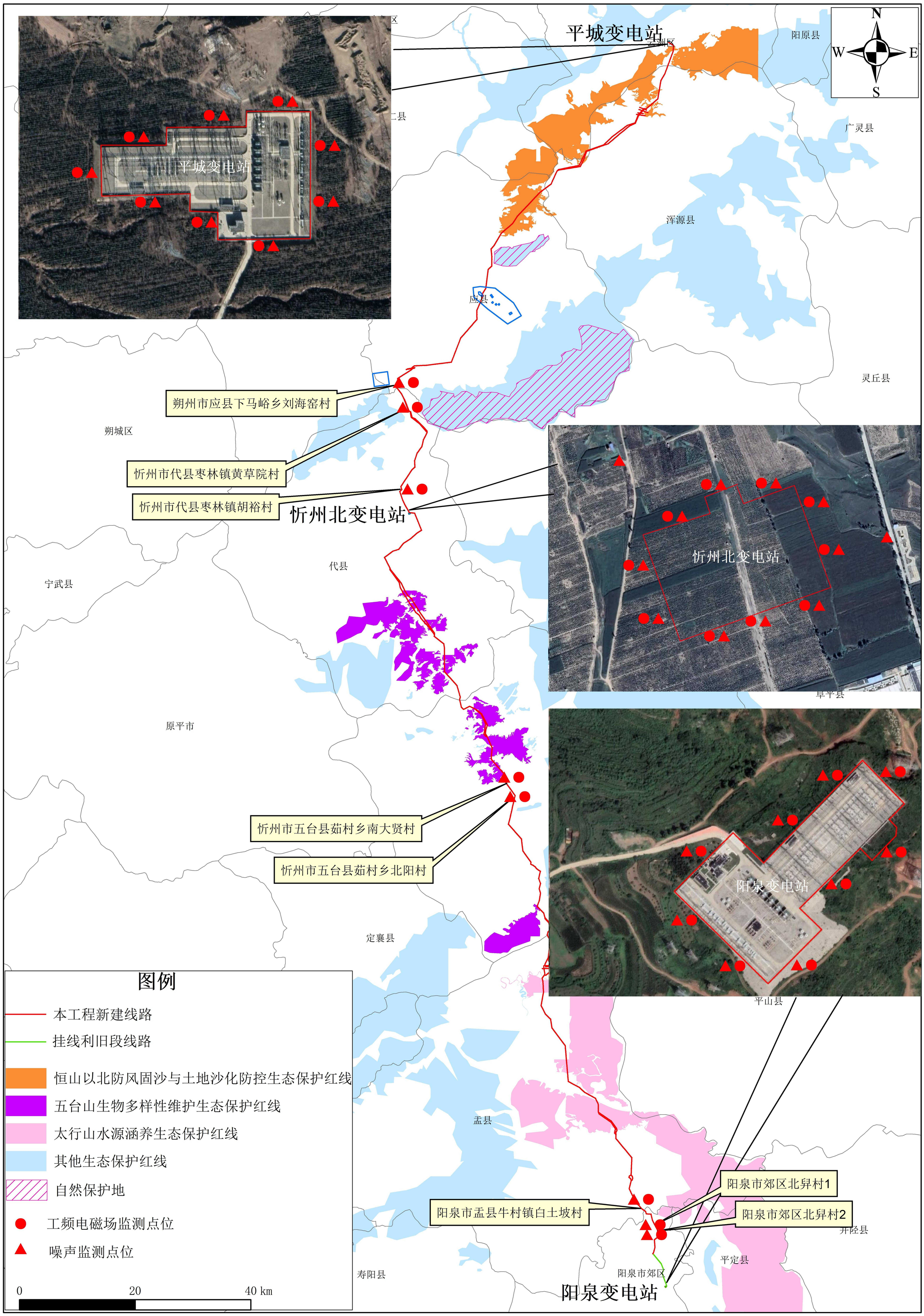
附图9 生态系统类型图（ 6）



附图9 生态系统类型图（ 7）



附图15　生态监测布点示意图



附图18　工频电磁场、噪声监测布点图