

500 千伏鹤城输变电工程
(鹤城~多乐线路)

环境影响报告书
(送审稿)

建设单位：云南电网有限责任公司

编制单位：广西泰能工程咨询有限公司

2022 年 6 月



打印编号: 1654651376000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	9787gt		
建设项目名称	500千伏鹤城输变电工程（鹤城~多乐线路）		
建设项目类别	55--161输变电工程		
环境影响评价文件类型	报告书		
一、建设单位情况			
单位名称（盖章）	云南电网有限责任公司		
统一社会信用代码	915300007134058253		
法定代表人（签章）	甘霖		
主要负责人（签字）	梅毅充		
直接负责的主管人员（签字）	赵治钦		
二、编制单位情况			
单位名称（盖章）	广西泰能工程咨询有限公司		
统一社会信用代码	914501007630841181		
三、编制人员情况			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
黎如	2014035420352013423070000420	BH003455	黎如
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
黎如	1前言；2总则；7生态影响评价；10环境影响评价结论	BH003455	黎如
张海萍	3建设项目概况与分析；5施工期环境影响评价；6运行期环境影响评价	BH001322	张海萍
韦亚芳	4环境现状调查与评价；8环境保护设施、措施分析与论证；9环境管理与监测计划	BH003279	韦亚芳

目录

1 前言	1
1.1 工程概况及建设必要性	1
1.2 工程建设项目特点	3
1.3 环境影响评价工作过程	3
1.4 关注的主要环境影响和环境问题	4
1.5 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	11
2.3 评价工作等级	14
2.4 评价范围	17
2.5 环境敏感目标	17
2.6 评价重点	32
3 建设项目概况与分析	33
3.1 项目概况	33
3.2 与政策、法规及规划的相符性分析	56
3.3 环境影响因素识别	85
3.4 生态影响途径及评价因子分析	87
4 环境现状调查与评价	90
4.1 区域概况	90
4.2 自然环境	91

4.3 电磁环境现状评价	95
4.4 声现状监测及评价	97
4.5 生态敏感区及生态环境现状	99
4.6 地表水环境现状	99
4.7 环境空气质量现状调查与评价	100
5 施工期环境影响评价.....	101
5.1 生态影响预测与评价	101
5.2 声环境影响预测与评价	101
5.3 施工扬尘分析	102
5.4 固体废物环境影响分析	103
5.5 地表水环境影响分析	104
5.6 对水环境保护目标的影响分析.....	105
5.7 施工期环境影响评价小结	106
6 运行期环境影响评价.....	107
6.1 电磁环境影响预测与评价	107
6.2 声环境影响预测与评价	130
6.3 地表水环境影响分析	133
6.4 固体废物环境影响分析	133
6.5 生态影响分析	133
6.6 环境风险分析	133
6.7 运行期环境影响评价小结.....	133
7 生态影响评价.....	134
7.1 总论.....	134

7.2 评价区生态现状调查.....	138
7.3 生态影响预测与评价.....	174
7.4 生态保护与恢复措施.....	184
7.5 生态影响评价结论.....	191
8 环境保护设施、措施分析与论证.....	192
8.1 环境保护措施.....	192
8.2 拟采取环境保护措施经济、技术可行性分析.....	197
8.3 环境保护设施、措施及投资估算.....	198
9 环境管理与监测计划.....	199
9.1 环境管理.....	199
9.2 环境监测.....	204
10 环境影响评价结论.....	207
10.1 工程概况.....	207
10.2 工程与产业政策及相关规划的相符性.....	207
10.3 环境质量现状评价结论.....	209
10.4 环境影响评价结论.....	211
10.5 环境保护措施分析.....	214
10.6 公众参与结论.....	214
10.7 综合结论.....	214

一、附录

附录 1：评价区植物名录；

附录 2：评价区动物名录；

附录 3：植被样方调查表。

二、附件

附件 1：委托书；

附件 2：国家能源局（国能综函电力[2020]183 号）《国家能源局综合司关于同意云南 500 千伏柳井输变电工程等 3 个项目补充纳入 2020 年电网主网架规划的复函》；

附件 3：中华人民共和国国家发展和改革委员会（发改办能源[2021]754 号）《国家发展改革委办公厅关于 500 千伏鹤城输变电工程（鹤城~多乐线路）相关工作的复函》；

附件 4：昭通市生态环境局（昭环函[2020]59 号）《关于确认昭通电网增容及 500kV 网架加强工程环境影响评价标准的复函》；

附件 5：毕节市生态环境局威宁分局（威环境执函[2021]6 号）《关于“昭通电网增容及 500kV 网架加强工程”环境影响评价执行标准的复函》；

附件 6：昭通市昭阳区自然资源局《关于昭通电网增容及 500kV 网架加强工程项目范围涉及生态红线情况说明》；

附件 7：鲁甸县自然资源局《关于昭通电网 500kV 网架加强工程线路生态红线查询情况的说明》；

附件 8：威宁县自然资源局《关于昭通电网增容及 500kV 网架加强工程项目选址方案审查的情况说明》；

附件 9：500KV 鹤城输变电工程（昭通电网增容及 500KV 网架加强工程）之鹤城—多乐线路工程建设项目涉及生态保护红线评估报告论证意见；

附件 10：贵州省人民政府（黔府函[2022]43 号）《贵州省人民政府关于报送重庆经赤水至叙永高速公路（赤水段）等 7 个建设项目占用生态保护红线论证意见的函》；

附件 11：电力规划设计总院电力规划总院有限公司（电规电网[2021]749 号）《关于云南 500kV 鹤城输变电工程（昭通电网增容及 500kV 网架加强工程）初步设计的评

审意见》;

附件 12: 昭通市人民政府《关于昭通电网增容及 500kV 网架加强工程鹤城变站址及线路路径征求意见的复函》;

附件 13: 昭通市发展和改革委员会《关于昭通电网增容及 500kV 网架加强工程鹤城变站址及线路路径征求意见的复函》;

附件 14: 昭通市自然资源和规划局《关于昭通电网增容及 500kV 网架加强工程鹤城变站址及线路路径征求意见的复函》;

附件 15: 昭通市生态环境局(昭环函[2020]24 号)《关于昭通电网增容及 500kV 网架加强工程鹤城变站址及线路路径征求意见的复函》;

附件 16: 昭通市昭阳区人民政府《关于昭通电网增容及 500kV 网架加强工程鹤城变站址及线路路径征求意见的复函》;

附件 17: 昭阳区发展和改革委员会《关于昭通电网增容及 500kV 网架加强工程鹤城变站址及线路路径征求意见的复函》;

附件 18: 昭通市昭阳区自然资源局《关于昭通电网增容及 500kV 网架加强工程鹤城变站址及线路路径征求意见的复函》;

附件 19: 昭阳区林业和草原局《关于昭通电网增容及 500kV 网架加强工程鹤城变站址及线路路径征求意见的复函》;

附件 20: 昭通市生态环境局昭阳分局《关于昭通电网增容及 500kV 网架加强工程鹤城变站址及线路路径征求意见的复函》;

附件 21: 昭通市昭阳区农业农村局《关于昭通电网增容及 500kV 网架加强工程鹤城变站址及线路路径征求意见的复函》;

附件 22: 鲁甸县人民政府《关于昭通电网增容及 500kV 网架加强工程鹤城变站址及线路路径征求意见的复函》;

附件 23: 鲁甸县发展和改革委员会(鲁发改发[2020]55 号)《关于昭通电网增容及 500kV 网架加强工程鹤城变站址及线路路径征求意见的复函》;

附件 24: 鲁甸县自然资源局《关于昭通电网增容及 500kV 网架加强工程鹤城变站址及线路路径征求意见的复函》;

附件 25：鲁甸县林业和草原局文件；

附件 26：昭通市生态环境局鲁甸分局《关于昭通电网增容及 500kV 网架加强工程鹤城变电站址及线路路径征求意见的复函》；

附件 27：鲁甸县农业农村局《关于昭通电网增容及 500kV 网架加强工程鹤城变电站址及线路路径征求意见的复函》；

附件 28：威宁彝族回族苗族自治县人民政府《城规委专题会议纪要》；

附件 29：威宁彝族回族苗族自治县发展和改革局回复意见；

附件 30：威宁彝族回族苗族自治县自然资源局《威宁自治县自然资源局关于昭通电网增容及 500kV 网架加强工程线路路径征求意见的复函》；

附件 31：威宁彝族回族苗族自治县林业局复函；

附件 32：毕节市生态环境局威宁分局《关于明确昭通电网增容及 500kV 网架加强工程线路不涉及饮用水源保护区意见的函》；

附件 33：中华人民共和国环境保护部（环审[2008]510 号）《关于 500 千伏昭通输变电工程环境影响报告书的批复》；

附件 34：云南省生态环境厅（云环审[2022]2-13 号）《云南省生态环境厅关于 500kV 鹤城输变电工程（昭通电网增容及 500kV 网架加强工程）环境影响报告书的批复》。

三、附图

附图 1：500 千伏鹤城输变电工程（鹤城～多乐线路）地理位置图；

附图 2：500kV 鹤城～多乐线路路径走线及环境保护目标分布图；

1 前言

1.1 工程概况及建设必要性

1.1.1 工程概况

2020 年 4 月，受云南电网有限责任公司委托开展 500kV 鹤城输变电工程（原名“昭通电网扩容及 500kV 网架加强工程”）环境影响评价工作。本工程拟建的 500kV 鹤城～多乐线路原名“永丰～多乐 I 回 500kV 线路改接工程（鹤城侧）”，其电网规划和勘察设计均包含在“500kV 鹤城输变电工程”中考虑。根据《国家发展改革委办公厅关于 500 千伏鹤城输变电工程（鹤城～多乐线路）相关工作的复函》（发改办能源[2021]754 号）（附件 3），500kV 鹤城～多乐线路起止点均位于云南省境内，部分线路途经贵州省，国家发展改革委同意该线路工程由云南、贵州两省发展改革委联合核准。由于线路路径跨省走线，本工程 500kV 鹤城～多乐线路单独立项，单独进行环评工作。

本工程名称为“500 千伏鹤城输变电工程（鹤城～多乐线路）”，主要建设内容为新建 500kV 鹤城～多乐线路，采用单回路架设，线路全长 44km，其中 6km 位于云南省昭通市昭阳区境内，8.5km 位于昭通市鲁甸县境内，29.5km 位于贵州省毕节市威宁县境内。

本工程 500kV 鹤城～多乐线路的勘察设计工作包含在 500kV 鹤城输变电工程中进行，其环评工作与 500kV 鹤城输变电工程环评一起委托，先期现场调查、监测等环评工作也一并进行，因此 500kV 鹤城输变电工程中办理的相关支持性文件及出具的监测报告等在本工程环评中继续沿用。

1.1.2 工程建设必要性

截至 2020 年底，云南发电装机容量 103400MW，其中水电 75560MW，煤电 15110MW、风电 8810MW、光伏 3930MW。2020 年，云南全社会用电量 2026×10^8 kWh，同比增长 11.8%；最大用电负荷约 33000MW，同比增长 12.6%。预计 2025 年，云南全社会用电量和最大负荷将分别达到 3000×10^8 kWh 和 49000MW，“十四五”期间年均增长率分别为 8.4%和 8.7%。

截至 2020 年底，昭通市全社会用电量 $150 \times 10^8 \text{kWh}$ ，同比增加 21.1%；全社会用电最高负荷 2520MW，同比增加 16.0%。截至 2020 年底，昭通电网有牛寨土 500kV 换流站，甘顶变（ $2 \times 750 \text{MVA}$ ）、永丰变（ $2 \times 750 \text{MVA}$ ）、荣兴变（ $1 \times 750 \text{MVA}$ ）500kV 变电站 3 座，变电容量 3750MW。昭通电网通过永丰~多乐双回 500kV 线路、镇雄电厂~多乐 500kV 线路与云南电网主网相联。

为充分发挥云南省水电清洁能源优势，“打造绿色能源牌”，构筑硅光伏、硅电子、硅化工产业链，提升硅产业创新驱动能力，促进硅产业集群发展，努力将云南省打造成为面向东南亚的中国绿色水电硅材一体化制造基地，落实《云南省人民政府关于水电硅材加工一体化产业的实施意见》（云政发[2017]78 号文），合盛硅业水电硅循环经济项目已提交了用电申请。昭通合盛硅业水电硅项目一、二期用电量共 $120 \times 10^8 \text{kWh}$ ，最大负荷 2300MW，计划 2022 年全部投产。预计 2022 年、2025 年昭通市全社会用电量分别为 $315 \times 10^8 \text{kWh}$ 、 $344 \times 10^8 \text{kWh}$ ，最大负荷分别为 5410MW、6100MW。2022 年昭通南部片区 500kV 最大负荷达 4207MVA，明通变（ $2 \times 750 \text{MVA}$ ）投产后片区变电容量 3000MVA，不能满足供电要求；同时，永丰~多乐双回 500kV 线路枯大方式发生 N-1 故障时，剩余一回线路过载，需加强昭通电网与云南主网断面。

现状昭通电网与主网断面“500kV 永多双回线+镇多线”2000MW 送电能力无法满足昭通电网的符合发展，昭通电网 5 座 500kV 变电站、1 座换流站及 3 座大型电源整体来看仅通过 500kV 多乐变与云南主网相连，是一个典型的末端单点接入型电网，可靠性较差，存在严重故障情况下重大事故风险。根据电力平衡计算，2022 年昭通即使在考虑火电开机丰期 2 台枯期 4 台的情况下，昭通电网的最大电力缺额也高达 4180MW，至 2025 年最大电力缺额 4830MW。即使考虑溪洛渡出力和直流外送基本匹配的情况下，2022 年、2025 年昭通电网最大电力缺额也分别达到 3180MW、3830WM，远远超出了镇雄电厂~多乐线路检修期间昭通电网与主网断面潮流的控制极限 560MW，检修镇多线期间 500kV 永多线发生 N-2 故障后最大需切除昭通电网负荷 3270MW。

综上所述，结合昭通电网水电铝、水电硅规划，为满足近期昭通电网用电负荷高速增长的需求，满足昭通电网与主网断面电力交换需求，提升昭通电网供电可靠性，降低运行风险，有必要在 2022 年前后建设昭通电网至主网的 500kV 新通道。因此建设 500 千伏鹤城输变电工程（鹤城～多乐线路）是必要的。

1.2 工程建设项目特点

本工程属于 500kV 超高压交流输变电工程。工程施工期的环境影响主要为生态、施工扬尘、废水、噪声、固体废弃物等影响。工程运行期无环境空气污染、无工业废水产生，环境影响主要为工频电场、工频磁场、噪声等。

1.3 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》、《建设项目环境影响评价分类管理目录》（2021 年版）和《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020），本工程环境影响评价文件类型为环境影响报告书。

2020 年 4 月，云南电网有限责任公司委托广西泰能工程咨询有限公司开展本工程的环境影响评价工作（见附件 1）。

接受委托后，我公司通过组织有关环评技术人员对工程区域的自然环境、生态环境、敏感目标、污染源现状进行了现场踏勘和资料搜集调研工作，期间为配合线路路径设计优化，尽量完善环评报告，于 2020 年 6 月、2020 年 8 月、2022 年 4 月多次进行现场外业工作。通过现场调查、相关部门咨询及资料收集和分析，结合项目排污特征和周边环境敏感点、污染源分布，以及区域相关规划情况，确定环境影响评价工作等级，并进行了必要的环境现状监测，在此基础上进行现状评价与影响预测分析，根据相关环评规程规范于 2022 年 6 月编制完成本工程环境影响报告书（送审稿）。

本次环评工作得到了云南省生态环境厅、贵州省生态环境厅、云南省生态环境工程评估中心、昭通市生态环境局、曲靖市生态环境局、毕节市生态环境局威宁分局、昭通市昭阳区自然资源局、鲁甸县自然资源局、威宁县自然资源局、云南电网

有限责任公司的大力支持和协助，在此一并致谢！

1.4 关注的主要环境影响和环境问题

通过对项目建设特点、所在区域的环境特点、环境质量现状监测数据等基础资料进行分析，确定此次环评关注的主要环境问题有：

（1）施工期生态环境影响，以及噪声、废水、扬尘、固体废弃物影响；

（2）运行期工频电场、工频磁场、噪声影响；

（3）项目涉及贵州省生态保护红线。关注工程与生态保护红线相关法律法规的相符性分析、施工期及运行期对生态保护红线的影响分析及采取的生态保护与恢复措施等。

（4）各项环保措施的技术、经济及可依托性论证。

1.5 环境影响报告书主要结论

500千伏鹤城输变电工程（鹤城～多乐线路）的建设符合国家产业政策，符合区域电网规划，符合城乡规划，符合相关法律法规和相关规划要求，在设计、施工、运行过程中将按照国家相关环境保护要求，分别采取一系列环境保护措施，本环评在对其论证分析的基础上，针对本工程特点新增了一系列环境保护措施。在严格执行设计中已有和本环评新增的环境保护及污染防治措施后，本工程的建设对电磁环境、声环境的影响能够满足国家相关标准要求，对区域的生态影响能够控制在可以接受的水平。

从环境保护的角度，本工程的建设是可行的。

2 总则

2.1 编制依据

2.1.1 国家的法律法规

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》（2014 年修订，2015 年 1 月 1 日实施）；
- (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年 12 月修订）；
- (3) 《中华人民共和国水污染防治法》（2017 年 6 月修订，2018 年 1 月 1 日实施）；
- (4) 《中华人民共和国环境噪声污染防治法》（2021 年 12 月修订）；
- (5) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020 年 4 月第二次修订，2020 年 9 月 1 日施行）；
- (6) 《中华人民共和国土地管理法》（2019 年 8 月修订）；
- (7) 《中华人民共和国森林法》（2019 年 12 月修订）；
- (8) 《中华人民共和国水土保持法》（2011 年 3 月 1 日施行）；
- (9) 《中华人民共和国野生动物保护法》（2018 年 10 月 26 日修订）；
- (10) 《中华人民共和国草原法》（2021 年 4 月 29 日修订）；
- (11) 《中华人民共和国电力法》（2018 年 12 月修订）；
- (12) 《中华人民共和国水法》（2016 年 7 月修订）；
- (13) 国务院令[1994]第 167 号《中华人民共和国自然保护区条例》（2017 年 10 月修订）；
- (14) 国务院令[1998]第 253 号《建设项目环境保护管理条例》（2017 年修订）；
- (15) 国务院令[1996]第 204 号《中华人民共和国野生植物保护条例》（2017 年修订）；
- (16) 《电力设施保护条例》（2011 年修订）；
- (17) 《中华人民共和国土地管理法实施条例》（2021 年 7 月修订）。

2.1.2 部委规章

- (1) 《国务院关于加强环境保护重点工作的意见》（国发[2011]35 号）；
- (2) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年 1 月 1 日施行）；

- (3) 《国务院办公厅关于做好自然保护区管理有关工作的通知》（国办发[2010]63号）；
- (4) 《关于进一步加强涉及自然保护区开发建设活动监督管理的通知》（原环境保护部环发[2015]57号）；
- (5) 《产业结构调整指导目录（2019年本）》（国家发展改革委员会2021年12月30日修订）；
- (6) 《关于切实加强风险防范严格环境影响评价管理的通知》（环境保护部环发〔2012〕98号）；
- (7) 《关于进一步加强输变电类建设项目环境保护监管工作的通知》环境保护部环办〔2012〕131号；
- (8) 《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》环境保护部环发〔2012〕77号；
- (9) 《关于进一步加强环境保护信息公开工作的通知》环境保护部环办〔2012〕134号；
- (10) 《电力设施保护条例实施细则》（根据2011年6月30日国家发展和改革委员会令第10号修改）
- (11) 《饮用水水源保护区污染防治管理规定》（2010年12月修订）；
- (12) 《关于印发〈输变电建设项目重大变动清单（试行）〉的通知》环境保护部环办辐射〔2016〕84号；
- (13) 《环境影响评价公众参与办法》生态环境部（生态环境部令2018年第4号）（2019年1月1日起施行）；
- (14) 《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8月7日；
- (15) 《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；
- (16) 《饮用水水源保护区划分技术规范》（HJ338-2018）；
- (17) 《建设项目环境影响评价政府信息公开指南（试行）》环境保护部；
- (18) 《关于印发〈生态保护红线划定指南〉的通知》环境保护部办公厅、国家发展

和改革委员会办公厅（环办生态[2017]48号）；

（19）《关于在国土空间规划中统筹划定落实三条控制线的指导意见》中共中央办公厅、国务院办公厅（厅字[2019]48号）；

（20）《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（厅字[2017]2号）。

2.1.3 有关的地方环保法规、规划

（1）《云南省环境保护条例》（1997年12月3日施行，2004年6月修正）；

（2）《云南省生物多样性保护条例》（2019年1月1日施行）；

（3）《云南省自然保护区管理条例》（2018年11月29日修正）；

（4）《云南省陆生野生动物保护条例》（1997年1月1日施行）；

（5）《云南省珍贵树种保护条例》（2002年1月21日起施行）；

（6）《云南省森林条例》（2018年11月29日修正）；

（7）《云南省陆生野生动物保护条例》（2014年7月27日第二次修正）；

（8）《云南省林地管理办法》（2018年9月1日起施行）；

（9）《云南省林地管理条例》（自2010年10月1日起施行）；

（10）《云南省生物多样性保护条例》（2019年1月1日起施行）；

（11）《云南省生物多样性保护战略与行动计划（2012-2030）》（2013年5月9日施行）；

（12）《云南省建设项目环境保护管理规定》云南省人民政府文件（云政发[2001]105号）；

（13）《云南省电力设施保护条例》（2008年1月1日施行）；

（14）云南省环境保护厅云环发〔2013〕48号《云南省环境保护厅转发环境保护部〈关于进一步加强输变电类建设项目环境保护监管工作的通知〉的通知》；

（15）《云南省环水功能区划（2014年修订）》云南省水利厅2015年8月；

（16）《云南省人民政府关于划分水土流失重点防治分区的公告》云南省人民政府文件（云政发[2007]165号）；

（17）《云南省人民政府关于进一步加强自然保护区建设和管理的意见》云南省人

民政府云政发[2011]225 号；

（18）《云南省人民政府关于加强环境保护重点工作的意见》云南省人民政府 云政发〔2012〕86 号；

（19）《云南省第一批省级重点保护野生植物名录》（1989 年）；

（20）《云南省珍稀保护动物名录》（1989 年）；

（21）《云南省主体功能区规划》（2014 年）；

（22）《云南省生态功能区划》（2009 年）；

（23）《云南省珍贵树种名录》（1995）；

（24）《云南省地方公益林管理办法》（2009 年）；

（25）《云南省人民政府关于发布云南省生态保护红线的通知》（云政发[2018]32 号）；

（26）《云南省自然资源厅关于规范过渡期建设项目占用生态保护红线管理的通知》（云自然资[2020]88 号）；

（27）《关于认真贯彻落实“关于加强国家重点生态功能区环境保护和管理的意见”的通知》云环评估字〔2013〕5 号；

（28）《关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》云南省人民政府云政发〔2020〕29 号；

（29）《昭通市“三线一单”生态环境分区管控实施方案》昭通市人民政府 昭政发〔2021〕14 号；

（30）《云南省打赢蓝天保卫战三年行动实施方案》；

（31）《云南省牛栏江保护条例》；

（32）《贵州省生态环境保护条例》（2019 年 8 月 1 日起施行）；

（33）《贵州省环境噪声污染防治条例》（2018 年 1 月 1 日起施行）；

（34）《贵州省水污染防治条例》（2018 年 2 月 1 日起施行）；

（35）《贵州省大气污染防治条例》（2018 年 11 月 29 日修订）；

（36）《贵州省固体废物污染环境防治条例》（2021 年 5 月 1 日起施行）；

（37）《贵州省生态文明建设促进条例》（2018 年 11 月 29 日修订）；

- (38) 《贵州省文物保护条例》（2017 年 11 月修正）；
- (39) 《贵州省风景名胜区条例》（2018 年 11 月 29 日修订）；
- (40) 《贵州省森林公园管理条例》（2017 年 11 月修正）；
- (41) 《贵州省水土保持条例》（2013 年 3 月 1 日起施行）；
- (42) 《贵州省湿地保护条例》（2016 年 1 月 1 日起施行）；
- (43) 《贵州省主体功能区规划》（黔府发[2013]12 号）；
- (44) 贵州省人民政府关于印发《贵州省生态保护红线管理暂行办法的通知》（黔府发[2016]32 号）；
- (45) 贵州省人民政府（黔府发[2018]16 号）《关于发布贵州省生态保护红线的通知》；
- (46) 贵州省环境保护厅（黔环通[2018]303 号）《贵州省建设项目环境准入清单管理办法(试行)的通知》；
- (47) 贵州省人民政府《关于印发贵州省饮用水水源环境保护办法的通知》（黔府发〔2018〕29 号）；
- (48) 《贵州省陆生野生动物保护办法》（2008 年 10 月 1 日起施行）；
- (49) 贵州省人民政府《省人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的通知》（黔府发[2020]12 号）；
- (50) 《毕节市“三线一单”生态环境分区管控实施方案》（毕府发[2020]12 号）。

2.1.4 环评技术导则、环境保护标准及技术规范

1) 环境影响评价技术导则

- (1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）；
- (2) 《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020）；
- (3) 《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）；
- (4) 《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018）；
- (5) 《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022）；
- (6) 《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021）；
- (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)。

2) 环境保护标准

- (1) 《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)；
- (2) 《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 及其修改单；
- (3) 《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)；
- (4) 《污水综合排放标准》(GB8978-1996)；
- (5) 《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)；
- (6) 《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)；
- (7) 《声环境质量标准》(GB3096-2008)；
- (8) 《危险废物贮存污染物控制标准》(GB18598-2001) 及其修改单。

3) 技术规范

- (1) 《220kV～500kV 变电所设计技术规程》(DL/T5218-2005)；
- (2) 《110kV～750kV 架空输电线路设计规范》(GB50545-2010)；
- (3) 《高压配电装置设计规范》(DL/T5352-2018)；
- (4) 《火力发电厂与变电站设计防火标准》(GB50229-2019)；
- (5) 《交流输变电工程电磁环境监测方法(试行)》(HJ681-2013)。

2.1.5 工程设计文件

(1) 《昭通电网增容及 500kV 网架加强工程可行性研究报告 第一卷第一册 总报告》，中国能源建设集团云南省电力设计院有限公司（2020.6）。

(2) 《昭通电网增容及 500kV 网架加强工程可行性研究报告 第四卷第二册 线路可研报告(收口版)》，中国能源建设集团云南省电力设计院有限公司（2020.6）。

(3) 电力规划设计总院（电规规划[2021]132 号）《关于报送云南 500kV 鹤城输变电工程（昭通电网增容及 500kV 网架加强工程）可行性研究报告评审意见的报告》（2021 年 5 月 8 日）。

(4) 中国南方电网有限责任公司（南方电网规划[2021]43 号）《关于云南 500 千伏鹤城输变电工程（昭通电网增容及 500 千伏网架加强工程）可行性研究报告的批复》（2021 年 6 月 7 日）。

2.1.6 项目立项依据文件

(1) 国家能源局（国能综函电力[2020]183 号）《关于同意云南 500 千伏柳井输变电工程等 3 个项目补充纳入 2020 年电网主网架规划的复函》2020 年 11 月 6 日（附件 2）；

(2) 中华人民共和国国家发展和改革委员会（发改办能源[2021]754 号）《国家发展改革委办公厅关于 500 千伏鹤城输变电工程（鹤城~多乐线路）相关工作的复函》（附件 3）。

2.2 评价因子与评价标准

2.2.1 评价因子

根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020），本工程主要环境影响评价因子见表 2.2-1。

表 2.2-1 本工程主要环境影响评价因子汇总表

评价阶段	评价项目	现状评价因子	单位	预测评价因子	单位
施工期	声环境	昼间、夜间等效声级, Leq	dB(A)	昼间、夜间等效声级, Leq	dB(A)
	生态环境	生态系统及其生物因子、非生物因子	—	生态系统及其生物因子、非生物因子	—
	地表水环境	pH、COD、BOD ₅ 、NH ₃ -N、石油类	mg/L	pH、COD、BOD ₅ 、NH ₃ -N、石油类	mg/L
	大气环境	TSP	μg/m ³	TSP	μg/m ³
运行期	电磁环境	工频电场	V/m	工频电场	V/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
	生态环境	生态系统及其生物因子、非生物因子	—	生态系统及其生物因子、非生物因子	—

2.2.2 评价标准

根据本工程的污染特点和所在区域的环境功能区划分情况，经昭通市生态环境局、毕节市生态环境局威宁分局确认（附件 4、5），本工程环境影响评价中执行如下标准：

a) 环境质量标准

(1) 环境空气质量：工程线路区域执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准。详见表 2.2-2。

表 2.2-2 环境空气质量标准

序号	污染物项目	平均时间	浓度限值	单位
			二级	
1	总悬浮颗粒物	年平均	200	μg/m ³
		24 小时平均	300	
2	颗粒物（粒径小于等于 10μm）（PM ₁₀ ）	年平均	70	
		24 小时平均	150	
3	颗粒物（粒径小于等于 2.5μm）（PM _{2.5} ）	年平均	35	
		24 小时平均	75	
4	二氧化硫（SO ₂ ）	年平均	60	
		24 小时平均	150	
		1 小时平均	500	
5	二氧化氮（NO ₂ ）	年平均	40	
		24 小时平均	80	
		1 小时平均	200	
6	臭氧（O ₃ ）	日最大 8 小时平均	160	
		1 小时平均	200	
7	一氧化碳（CO）	24 小时平均	4	mg/m ³
		1 小时平均	10	

(2) 地表水环境质量：本工程输电沿线地表水执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准。详见表 2.2-3。

表 2.2-3 地表水环境质量标准 单位：mg/L（pH 值除外）

项目	pH值	COD	BOD ₅	NH ₃ -N	石油类
III类标准	6~9	≤20	≤4	≤1.0	≤0.05

(3) 声环境质量：输电线路沿线乡村地区执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）1 类标准；沿线居住、商业、工业混杂区执行 2 类标准；输电线路经过交通干线执行 4a 类标准。详见表 2.2-4。

表 2.2-4 声环境质量标准 单位：dB(A)

声环境功能类别	标准限值		适用区域
	昼间	夜间	
4a	70	55	交通干线两侧一定距离之内，需要防止交通噪声对周围环境产生严重影响的区域。
2	60	50	评价范围内的学校、医院等特殊敏感建筑；工业活动较多的村庄以及有交通干线经过的村庄（指执行 4 类声环境功能区要求以外的地区）
1	55	45	以居住为主的区域，无等级公路通达的村庄

(3) 地下水质量：执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中 III 类水质标准。详见表 2.2-5。

表 2.2-5 地下水质量标准 单位：mg/L（pH 值、总大肠菌群除外）

项目	pH 值	NH ₃ -N	总硬度	耗氧量
III 类标准	6.5~8.5	≤0.50	≤450	≤3.0

b) 污染物排放标准

(1) 污水：执行《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级标准。

表 2.2-6 《污水综合排放标准》 单位：mg/L

项目	pH 值	COD	BOD ₅	NH ₃ -N	石油类
一级标准	6~9	≤100	≤20	≤15	≤5

(2) 噪声：施工期噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）标准。

表 2.2-7 建筑施工场界环境噪声排放标准单位：dB(A)

时段	昼间	夜间
标准限值	70	55

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

c) 电磁环境标准

输变电工作频率为 50Hz，频率范围属于 0.025kHz~1.2kHz 之间，根据《电磁环境控制限值》（GB8702-2014），电场强度执行 200/f 标准（f 为频率，下同），磁感应强度执行 5/f 标准，公众曝露控制限值见表 2.2-9。

表 2.2-8 公众曝露控制限值

频率范围	电场强度 E (V/m)	磁感应强度 B (μT)
0.025kHz~1.2kHz	200/f	5/f

注：频率 f 的单位未所在行中第一栏的单位。100kHz 以下频率，需同时限制电场强度和磁感应强度；架空输电线下的耕地、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。

因此，本项目以 $200/0.05=4000\text{V/m}$ 作为工频电场强度公众暴露控制限值，以 $5/0.05=100\mu\text{T}$ 作为工频磁感应强度公众暴露控制限值。架空输电线下的耕地、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。

表 2.2-9 电磁场控制限值

污染物名称	评价标准	标准来源
工频电场	4000V/m	《电磁环境控制限值》 (GB8702-2014)
工频磁场	100 μT	
架空输电线下的耕地、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。		

2.3 评价工作等级

(1) 电磁环境

按照《环境影响评价技术导则 输变电》(HJ24-2020)，本工程新建架空线路电压等级为 500kV，边导线地面投影外两侧各 20m 范围内有电磁环境敏感目标，电磁环境影响评价等级为一级。

(2) 生态环境

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ19-2022) 中评价等级确定原则，评定本项目评价等级，见表 2.3-1。

表 2.3-1 生态环境影响评价工作等级确定表

序号	评价等级确定原则	建设项目情况
1	涉及国家公园、自然保护区、世界自然遗产、重要生境时，评价等级为一级	评价范围内不涉及国家公园、自然保护区、世界自然遗产、重要生境
2	涉及自然公园时，评价等级为二级	评价范围内不涉及自然公园
3	涉及生态保护红线时，评价等级不低于二级	有 3km 线路段穿越生态保护红线，期间 8 基杆塔位于生态保护红线范围内

序号	评价等级确定原则	建设项目情况
4	根据 HJ2.3 判断属于水文要素影响型且地表水评价等级不低于二级的建设项目，生态影响评价等级不低于二级	根据 HJ2.3，本项目不属于水文要素影响型
5	根据 HJ610、HJ964 判断地下水水位或土壤影响范围内分布有天然林、公益林、湿地等生态保护目标的建设项目，生态影响评价等级不低于二级	在地下水和土壤影响方面，本工程项目类别均为IV类，不进行相关的影响评价，在地下水和土壤方面不涉及天然林、公益林、湿地等生态保护目标的影响
6	当工程占地规模大于 20km ² 时（包括永久和临时占用陆域和水域），评价等级不低于二级；改扩建项目的占地范围以新增占地（包括陆域和水域）确定	总占地面积为 18.30hm ² ，其中永久占地 2.46hm ² ，临时占地 15.84hm ² ，工程占地规模小于 20km ²
7	上述情况以外，评价等级为三级	除穿越生态保护红线的 3km 路段外，其余路段不涉及上述敏感情况
项目评价等级评定		分段确定评价等级，位于生态保护红线内的线路段定为二级，其余路段定为三级

本工程约有 3km 线路段穿越生态保护红线，其间 8 基杆塔位于生态保护红线范围内，根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022），线性工程可分段确定评价等级，因此位于生态保护红线内的线路段生态影响评价工作等级定为二级，其余路段评价等级定为三级。

（3）声环境

根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021），输电线路沿线执行 1 类标准，但新建线路工程对沿线环境敏感点的噪声影响较小（噪声增加量在 3dB(A)以下），受影响人口数量不会显著增加，因此本工程噪声影响评价等级定为二级。

（4）地表水环境

本工程输电线路施工期有少量生活废水和施工废水产生，主要污染因子为 COD、BOD₅、氨氮、石油类等，施工人员生活污水利用当地居民污水处理设施（如化粪池、厕所等）进行收集处理，施工废水经简易沉淀后回用。线路运行过程中无生产废水排放。因此，确定本项目地表水环境影响评价等级为三级 B，主要进行水污染控制和水环境影响减缓措施有效性评价和依托污水处理设施的环境可行性评价。

（5）地下水环境

根据《环境影响评价技术导则地下水影响》（HJ610-2016），送（输）变电工程为地下水影响评价的IV类项目，不需要开展地下水环境影响评价。

（5）大气环境

根据项目工程分析，本项目施工期主要空气污染因子为施工扬尘，经采取措施治理后其污染物排放量较少，且施工结束后其扬尘污染消失；运营期无工艺废气产生。根据《环境影响评价技术导则大气环境》（HJ2.2-2018）中关于大气环境影响评价工作等级划分表的依据，可确定环境空气评价等级为三级。

（5）土壤环境

根据《环境影响评价技术导则 土壤环境》（HJ964-2018），输变电工程属于土壤环境影响评价项目类别IV类，不开展土壤环境影响评价。

项目环境影响评价工作等级确定见表 2.3-2。

表 2.3-2 评价工作等级划分表

评价内容	工作等级	判据	建设项目情况
电磁环境	一级	边导线地面投影外两侧各 20m 范围内有电磁环境敏感目标的 500kV 架空线。	本工程新建架空线路边导线地面投影外两侧 20m 范围内有居民住宅分布。
生态环境	二级或三级	依据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022），涉及生态保护红线时，评价等级不低于二级，线性工程可分段确定评价等级。	除 3km 线路段穿越生态保护红线外，其余高于三级评价等级的情况均不涉及，线性工程可分段确定评价等级，因此位于生态保护红线内的线路段工作等级定为二级，其余路段评价等级定为三级。
声环境	二级	依据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021），建设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 类地区。	输电线路沿线执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）1 类标准。项目对声环境敏感目标的噪声增加量在 3dB(A) 以下，受影响人口数量不会显著增加。
地表水环境	三级 B	依据 HJ2.3-2018 表 1 水污染影响型建设项目评价等级判定中注 10：建设项目生产工艺中有废水产生，但作为回水利用，不排放到外环境的，按三级 B 评价。	施工期施工人员生活污水利用当地居民污水处理设施收集处理，施工废水经简易沉淀后回用。输电线路运行过程中无废水排放。
地下水环境	/	根据 HJ610-2016，IV 类建设项目不需要开展地下水环境影响评价。	本工程属于 IV 类建设项目，不需要开展地下水环境影响评价。

评价内容	工作等级	判据	建设项目情况
大气环境	三级	依据 HJ2.2-2018，最大地面质量浓度占标率 $P_{max} < 1\%$ ，按三级评价。	本项目主要空气污染因子为施工扬尘，经采取措施治理后其污染物排放量较少（施工结束后其扬尘污染消失）。运行期无废气产生。
土壤环境	/	根据《环境影响评价技术导则 土壤环境》（HJ964-2018），输变电工程属于土壤环境影响评价项目类别IV类，不开展土壤环境影响评价。	本工程属于IV类建设项目，不需要开展土壤环境影响评价。

2.4 评价范围

（1）工频电场、工频磁场

输电线路：输电线路边导线地面投影外两侧各 50m 的带状区域内。

（2）声环境

输电线路：线路边导线地面投影外两侧各 50m 的带状区域范围内。

（3）生态环境

输电线路：不涉及生态敏感区的输电线路段生态环境影响评价范围为线路边导线地面投影外两侧各 300m 内的带状区域；涉及生态保护红线路段生态环境影响评价范围为穿越段向两端各外延 1000m、线路边导线地面投影外两侧各外延 1000m 的带状区域。

（4）地表水环境

本工程输电线路运行过程中无废水排放，因此本输变电工程不需设置地表水环境影响评价范围。

（5）大气环境

本工程输电线路运行过程中无废气产生，因此，本输变电工程不需设置大气环境影响评价范围。

2.5 环境敏感目标

为了使工程建设对环境的影响程度降到最低，本工程在规划选线过程中，详细调查了沿线自然保护区、风景名胜区、生态保护红线、饮用水水源保护区、居民点、工厂、学校等环境敏感区域和保护目标的分布情况，同时也注意与沿线城镇发展等规划相协调，并向当地政府有关部门（如人民政府、生态环境局、自然资源局、林业草原

局、旅游文化局等）征询意见，对线路路径进行了优选，已最大限度地避让了各类环境敏感区。

根据现场踏勘、资料收集和调研工作，本环评将评价范围内的环境保护目标分为生态类环境保护目标、水环境类环境保护目标和电磁环境及声环境类环境保护目标三大类。工程沿线敏感区域及环境保护目标调查情况如下：

（1）生态类环境保护目标

①生态保护红线

本项目输电线路选线时避让了《建设项目环境影响评价分管理名录》（2021 年版）第三条（一）中的环境敏感区（国家公园、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地和饮用水水源保护区）。

线路在云南省昭通市境内不涉及云南省生态保护红线，路路径受城镇规划、自然条件、周边生态敏感区等因素的限制，线路在贵州省毕节市威宁县境内无法完全避让贵州省生态保护红线。此外，工程评价范围内无其他生态敏感区分布，除生态保护红线外，与线路距离最近的生态敏感区为大山包黑颈鹤国家级自然保护区，距离线路约 25km。

根据《500kV 鹤城输变电工程（昭通电网增容及 500kV 网架加强工程）之鹤城-多乐线路工程建设项目占用生态保护红线不可避免性论证方案》，本工程威宁县境内约有 3km 线路经过生态保护红线，类型为乌蒙山-北盘江流域石漠化生态保护红线，位于生态红线内塔基共 8 基，塔基永久占地约 0.201hm²，临时占地约 0.57hm²。工程穿越生态红线区域植被以云南松林和石灰岩灌草丛为主，8 基塔基占地区现状植被为云南松林、农作物、灌草丛，植被类型较简单，且不涉及石灰岩生态脆弱地区的林地和灌丛。线路与生态保护红线位置关系见图 2.5-1，详见表 2.5-1。

②重要野生植物

评价区分布有国家 II 重点保护野生植物 1 种：金荞麦，不受施工占地影响；评价区未发现省级重点保护野生植物；评价区列入 IUCN 物种红色名录濒危物种（EN）有 1 种：珍珠莢蒨；近危物种（NT）有 3 种：云南栉、乌鸦果、云南油杉，不受施工占地影响；评价区分布有特有植物 43 种，可能受施工占地影响的特有种主要有 14 种，主要有云南松、粉叶小檗、金花小檗、中华老鹳草、尖萼金丝桃、窄叶火棘、火

棘、峨眉蔷薇、滇榛、爆杖花、醉鱼草、接骨木、艾叶火绒草、密枝龙胆，属于广布和常见种，工程占用特有种仅对植物个体数量造成减少，不会对区域资源量、生物多样性造成影响。

③重要野生动物

评价区可能出现的列入国家Ⅱ级重点保护野生动物 9 种，雀鹰、凤头鹰、普通鵟、松雀鹰、鹊鹑、红隼、领角鸮、红胁绣眼鸟、细脆蛇蜥；贵州重点保护动物 17 种；滇侧褶蛙、无指盘臭蛙、泽蛙、双团棘胸蛙、云南小狭口蛙、粗皮姬蛙、王锦蛇、绿瘦蛇、繁花林蛇、昆明小头蛇、黑线乌梢蛇、大杜鹃、八声杜鹃、星头啄木、戴胜、大山雀、小鹿。《中国生物多样性红色名录》中濒危（EN）3 种：细脆蛇蜥、双团棘胸蛙、王锦蛇；易危（VU）2 种：黑线乌梢蛇、小鹿；近危（NT）7 种：凤头鹰、鹊鹑、无指盘臭蛙、鹧鸪、云南半叶趾虎、贵州菊头蝠、狗獾；分布有特有种 2 种：小鹿、贵州菊头蝠。工程不涉及保护及特有动物的集中分布区。

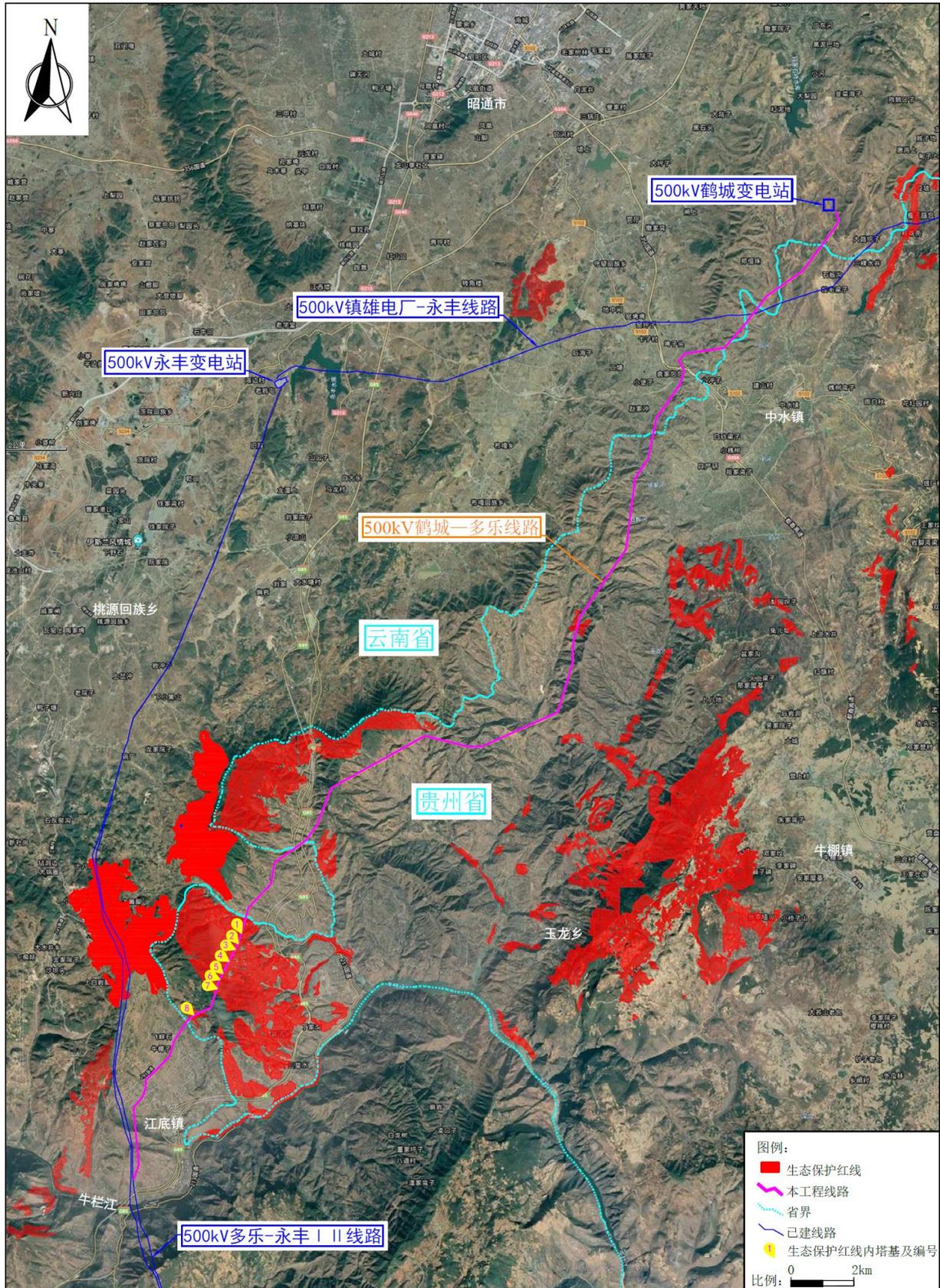


图 2.5-1 项目与生态保护红线位置关系示意图

(2) 水环境类环境保护目标

① 饮用水水源保护区

站址及线路路径方案选择时，已尽量避让了饮用水水源保护区。经调查，本工程线路不涉及饮用水水源保护区，线路沿线已避让了昭通市、毕节市威宁县各级饮用水水源保护区，线路最近距威宁县玉龙乡新发水库集中式饮用水水源二级保护区边界约 170m，距离一级保护区约 1500m，距离取水口约 2500m。

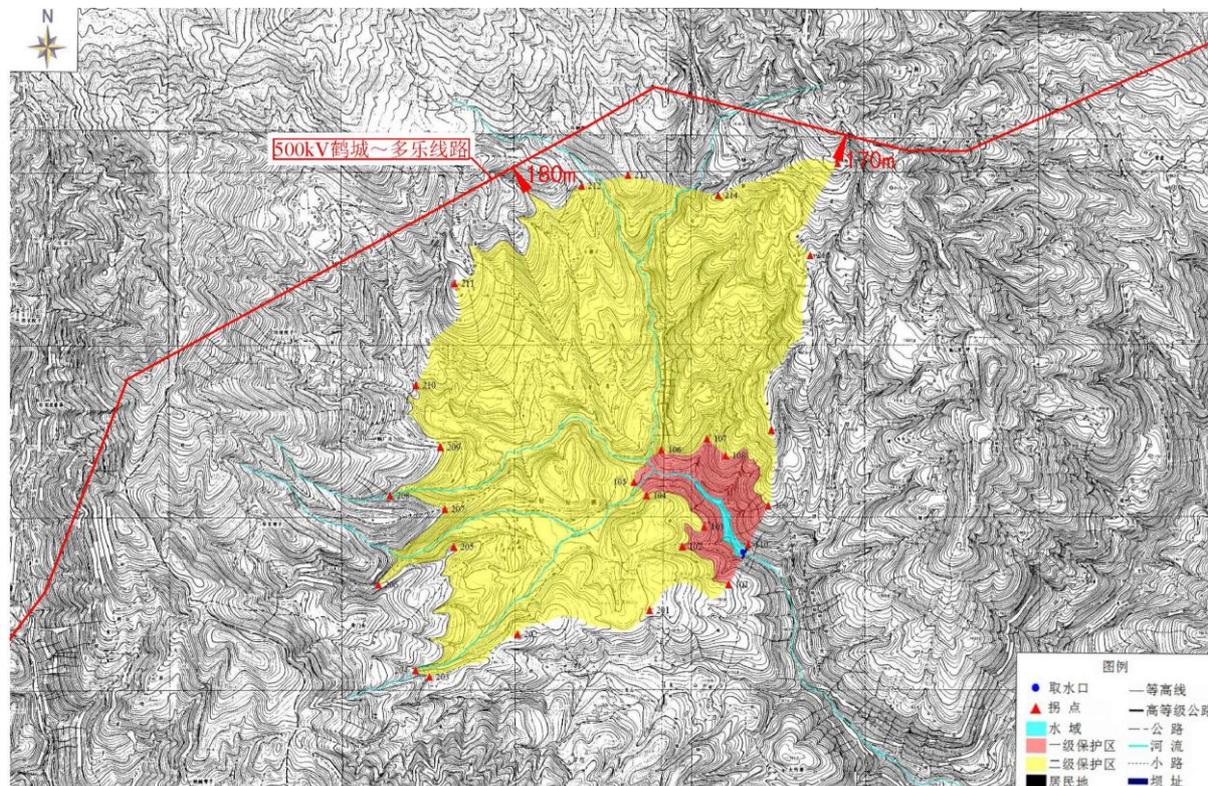


图 2.5-2 线路与威宁县玉龙乡新发水库集中式饮用水水源保护区相对位置关系

③牛栏江

本输电线路终点接至昭通市鲁甸县江底镇境内原永丰～多乐 I 回 500kV 线路，约 1km 线路位于牛栏江流域（云南段）德泽水库以下生态环境保护区下游区污染控制区，位置关系见图 2.5-3。线路不跨越牛栏江，所经区域不属于饮用水源地保护区。

(3) 电磁环境及声环境类环境保护目标

经现场踏勘和调查，本工程线路沿线主要途经乡村野外，在线路评价范围内分布有农村居民点，沿线农村居民点与拟建线路位置关系见图 2.5-4。

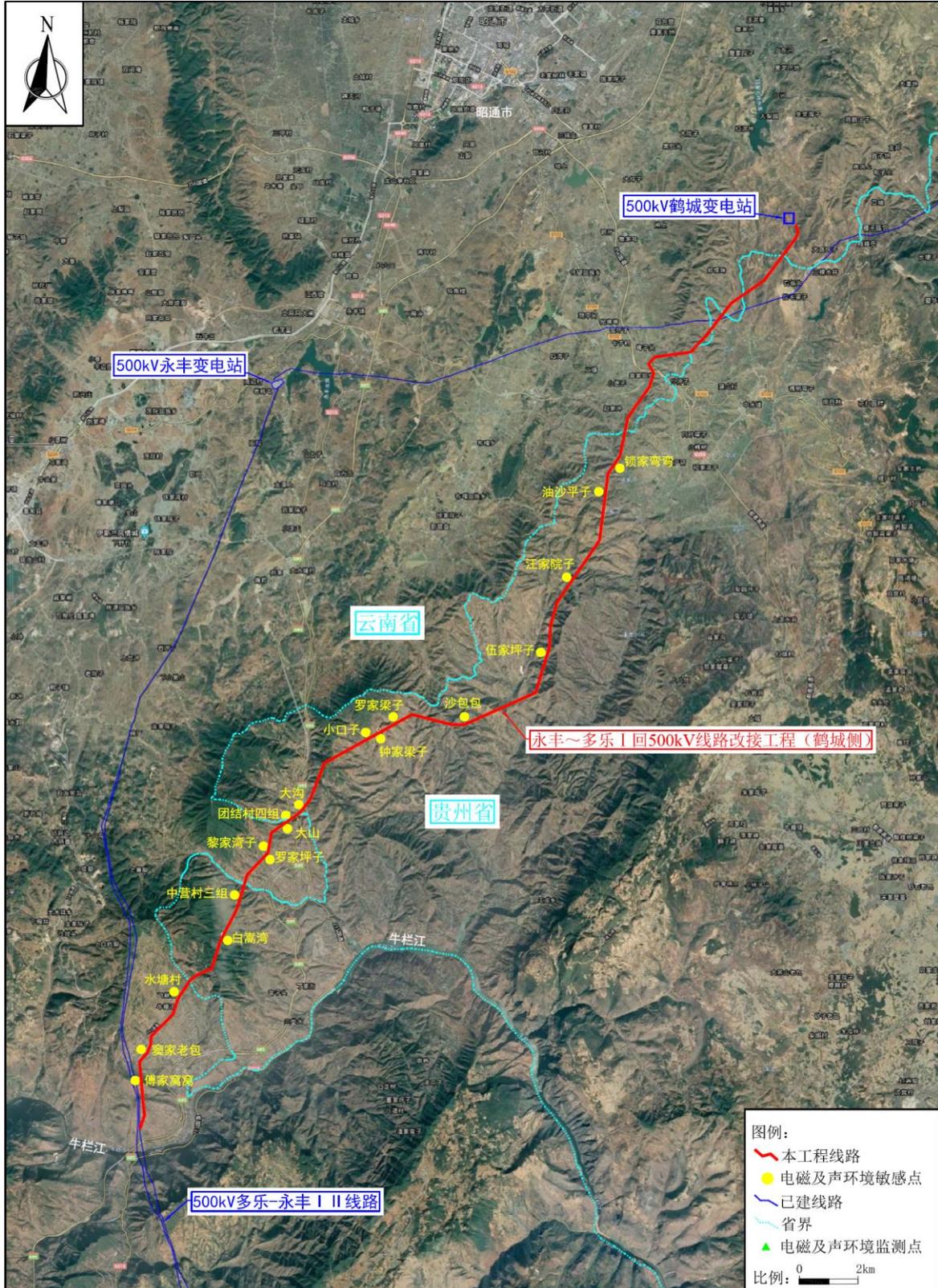


图 2.5-4 沿线居民点现状及与线路的相对位置关系图

表 2.5-1 本工程涉及生态保护目标汇总表

序号	环保目标名称	面积/保护物种	涉及行政区	与本工程关系	主要类型
1	乌蒙山-北盘江流域石漠化生态保护红线	总面积 6934.91km ² ，重点保护石漠化敏感区	毕节市威宁县	约 3km 线路经过乌蒙山-北盘江流域石漠化生态保护红线，建设 8 基杆塔，塔基永久占地约 0.201hm ² ，临时占地约 0.57hm ²	区域植被以云南松林、石灰岩灌草丛为主，8 基塔基占地区现状植被为云南松林、农作物、灌草丛，植被类型较简单，且不涉及石灰岩生态脆弱地区的林地和灌丛
2	重要野生植物	国家 II 重点保护野生植物 1 种：金荞麦。 IUCN 物种红色名录濒危物种（EN）1 种：珍珠荚蒾；近危物种（NT）3 种：云南铃、乌鸦果、云南油杉。 特有植物 43 种，可能受施工占地影响的特有种主要有 14 种，主要有云南松、粉叶小檗、金花小檗、中华老鹳草、尖萼金丝桃、窄叶火棘、火棘、峨眉蔷薇、滇榛、爆杖花、醉鱼草、接骨木、艾叶火绒草、密枝龙胆，属于广布和常见种	昭通市昭阳区、鲁甸县；毕节市威宁县	国家 II 重点保护野生植物金荞麦，不受施工占地影响； IUCN 物种红色名录濒危物种（EN）和近危物种（NT）不受施工占地影响；评价区分布有特有植物 43 种，可能受施工占地影响的特有种主要有 14 种。	国家 II 重点保护野生植物； IUCN物种红色名录濒危物种（EN）和近危物种（NT）； 特有植物。

3	重要野生动物	<p>国家 II 级重点保护野生动物 9 种：雀鹰、凤头鹰、普通鵟、松雀鹰、鹊鹞、红隼、领角鸮、红胁绣眼鸟、细脆蛇蜥；</p> <p>贵州重点保护动物 17 种：滇侧褶蛙、无指盘臭蛙、泽蛙、双团棘胸蛙、云南小狭口蛙、粗皮姬蛙、王锦蛇、绿瘦蛇、繁花林蛇、昆明小头蛇、黑线乌梢蛇、大杜鹃、八声杜鹃、星头啄木、戴胜、大山雀、小鹿。</p> <p>《中国生物多样性红色名录》中濒危（EN）3 种：细脆蛇蜥、双团棘胸蛙、王锦蛇；易危（VU）2 种：黑线乌梢蛇、小鹿；近危（NT）7 种：凤头鹰、鹊鹞、无指盘臭蛙、鹧鸪、云南半叶趾虎、贵州菊头蝠、狗獾；</p> <p>特有种 2 种：小鹿、贵州菊头蝠。</p>	昭通市昭阳区、鲁甸县；毕节市威宁县	工程不涉及保护及特有动物的集中分布区。	<p>国家 II 级重点保护野生动物；</p> <p>贵州重点保护动物；</p> <p>《中国生物多样性红色名录》中濒危（EN）种、易危（VU）种、近危（NT）种；</p> <p>特有种。</p>
---	--------	---	-------------------	---------------------	--

注：①本工程涉及生态保护红线的数据来源于《500kV 鹤城输变电工程（昭通电网增容及 500kV 网架加强工程）之鹤城-多乐线路工程建设项目占用生态保护红线不可避免性论证方案》；

②本工程在昭通市昭阳区、鲁甸县境内不涉及云南省生态保护红线。

表 2.5-2 本工程水环境类环境保护目标汇总表

序号	环保目标名称	级别	类型	批准文号	跨越地点	水环境功能	水域功能类别	与本工程关系
1	威宁县玉龙乡新发水库集中式饮用水水源保护区	农村千人以上集中式饮用水水源地	水库	黔府函[2016]64 号	不跨越	水源保护区	III	线路距离水源二级保护区边界约 170m，距离一级保护区约 1500m，距离取水口约 2500m
2	牛栏江	/	河流	/	不跨越	工业用水、农业用水	III	跨越点河段属于牛栏江流域（云南段）德泽水库以下生态环境保护区下游区污染控制区，线路不跨越水体，不在水中立塔，穿越区域距离牛栏江河段的水源地保护区约 100km

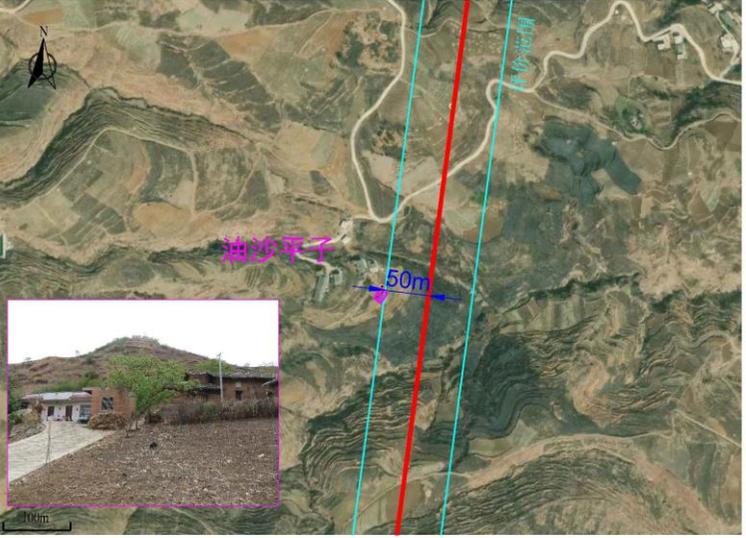
表 2.5-3 本工程电磁和声环境类环境保护目标汇总表

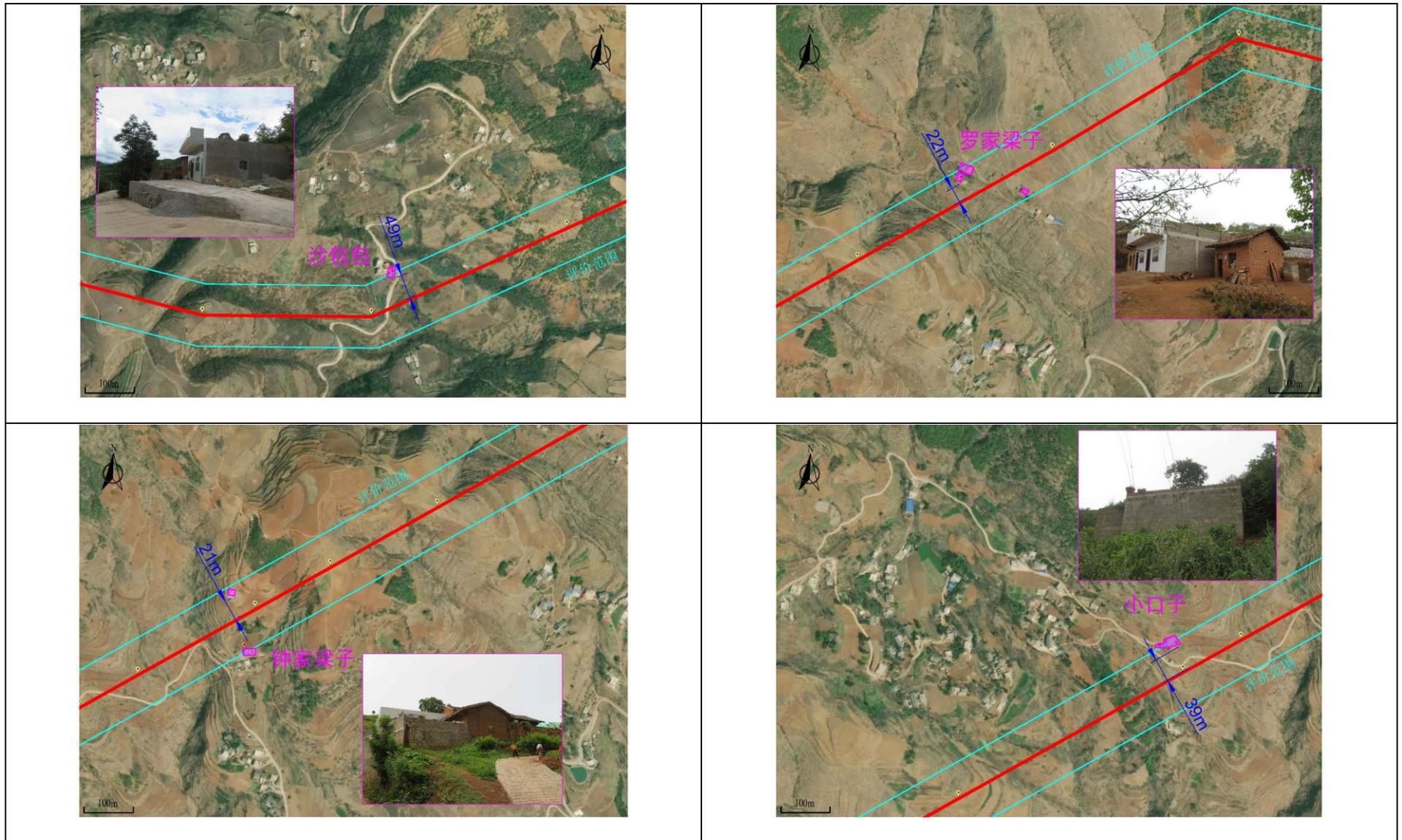
序号	环境保护目标		功能区	工程实施后最近建筑物与工程的位置关系	敏感点特征			主要影响因子	声环境标准
	行政区	村组			规模	最近房屋结构	地形		
1	威宁县中水镇	银水村锁家湾湾	农村居民点	线路东南侧，最近距边导线约 50m，导线高 46m	评价范围内 2 户零散居民、约 10 人	1 层平顶砖混房	丘陵	工频电磁场、噪声	1 类
2	威宁县中水镇	银水村油沙平子	农村居民点	线路西侧，最近距边导线约 50m，导线高 40m	评价范围内约 2 户居民、约 10 人	1 层平顶砖混房、1 层尖顶瓦房	山地	工频电磁场、噪声	1 类
3	威宁县牛棚镇	新龙村汪家院子	农村居民点	线路西侧及东侧，最近距边导线约 35m，导线高 45m	评价范围内 2 户零散居民、约 10 人	1~2 层平顶砖混房	丘陵	工频电磁场、噪声	1 类
4	威宁县玉龙镇	新寨村伍家坪子	农村居民点	线路西侧，最近距边导线约 48m，导线高 63m	评价范围内 2 户零散居民、约 10 人	1~2 层平顶砖混房	山地	工频电磁场、噪声	1 类
5	威宁县玉龙镇	深沟村沙包包	农村居民点	线路北侧，最近距边导线约 49m，导线高 31m	评价范围内 1 户零散居民、约 5 人	1 层平顶砖混房、1 层尖顶瓦房	山地	工频电磁场、噪声	1 类
6	威宁县玉龙镇	新发村罗家梁子	农村居民点	线路北侧及南侧，最近距边导线约 22m，导线高 43m	评价范围内 3 户、约 15 人	1 层平顶砖混房	山地	工频电磁场、噪声	1 类
7	威宁县玉龙镇	新发村钟家梁子	农村居民点	线路南侧及北侧，最近距边导线约 21m，导线高 28m	评价范围内 3 户零散居民、约 15 人	1 层平顶砖混房、1 层尖顶瓦房	山地	工频电磁场、噪声	1 类
8	威宁县玉龙镇	新发村小口子	农村居民点	线路西北侧，最近距边导线约 39m，导线高 33m	评价范围内 2 户零散居民、约 10 人	1 层平顶砖混房	山地	工频电磁场、噪声	1 类
9	威宁县玉龙镇	团结村大沟	农村居民点	线路西北侧，最近距边导线约 40m，导线高 35m	评价范围内 3 户居民、约 15 人	1 层平顶砖混房，1 层尖顶瓦房	山地	工频电磁场、噪声	1 类
10	威宁县玉龙镇	团结村 4 组	农村居民点	线路西侧，最近距边导线约 35m，导线高 53m	评价范围内 1 户零散居民、约 5 人	1 层平顶砖混房	山地	工频电磁场、噪声	4a 类 (G85 渝)

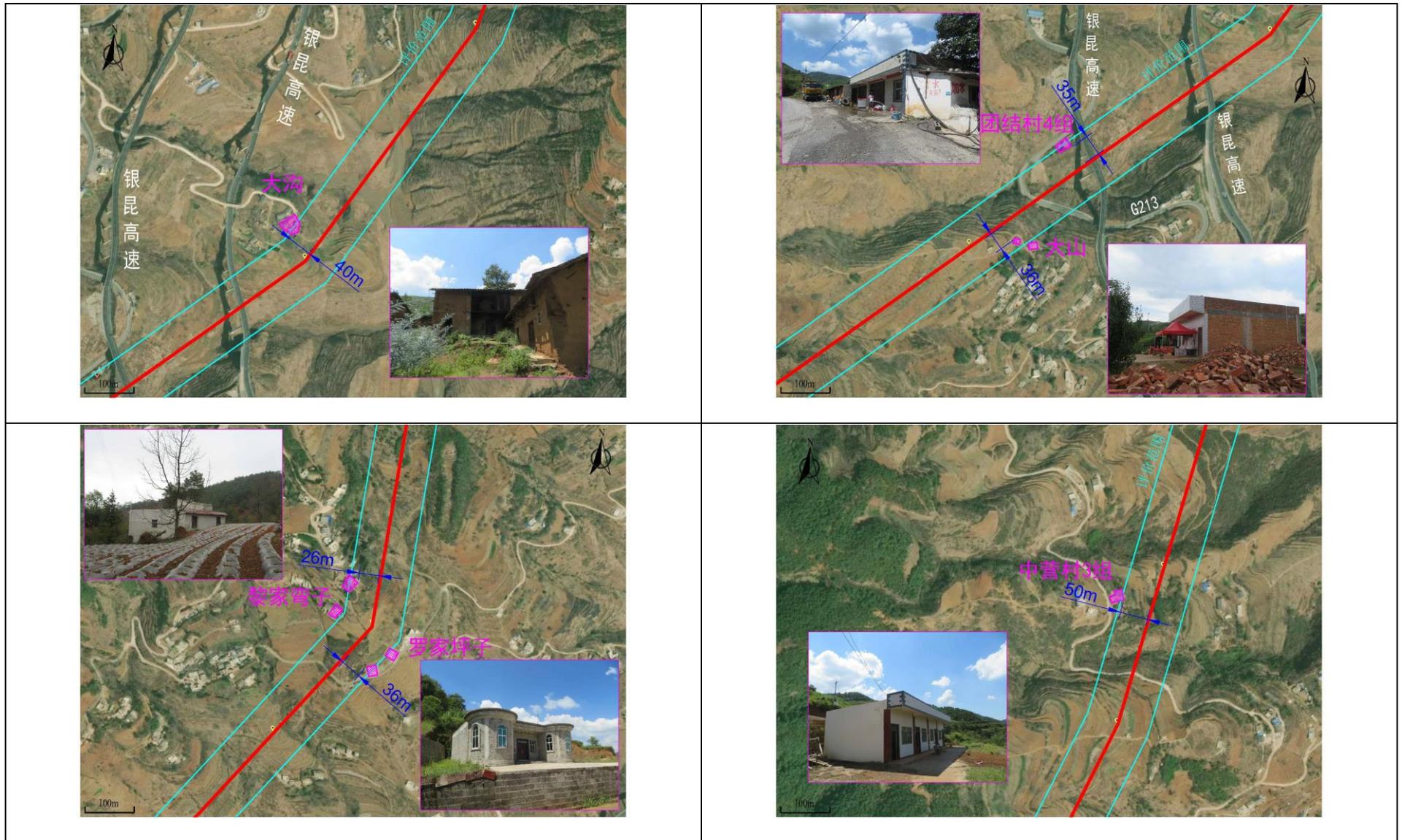
序号	环境保护目标		功能区	工程实施后最近建筑物与工程的位置关系	敏感点特征			主要影响因子	声环境标准
	行政区	村组			规模	最近房屋结构	地形		
									昆高速、213 国道影响)
11	鲁甸县江底镇	向阳村大山	农村居民点	线路南侧，最近距边导线约 36m，导线高 45m	评价范围内 2 户居民、约 10 人	1 层平顶砖混房	山地	工频电磁场、噪声	1 类
12	鲁甸县江底镇	向阳村黎家湾子	农村居民点	线路西侧，最近距边导线约 26m，导线高 31m	评价范围内 2 户居民、约 10 人	1~2 层平顶砖混房	山地	工频电磁场、噪声	1 类
13	鲁甸县江底镇	向阳村罗家坪子	农村居民点	线路东南侧，最近距边导线约 36m，导线高 31m	评价范围内 2 户居民、约 10 人	1 层平顶砖混房	山地	工频电磁场、噪声	1 类
14	威宁县玉龙镇	中营村三组	农村居民点	线路西侧，最近距边导线约 50m，导线高 33m	评价范围内 1 户零散居民、约 5 人	1 层平顶砖混房	山地	工频电磁场、噪声	1 类
15	威宁县玉龙镇	中营村白蒿湾	农村居民点	线路东侧和西侧，最近距边导线约 23m，导线高 45m	评价范围内 2 户零散居民、约 10 人	1 层平顶砖混房，1 层尖顶瓦房	山地	工频电磁场、噪声	1 类
16	鲁甸县江底镇	水塘村	农村居民点	线路西侧，最近距边导线约 36m，导线高 25m	评价范围内 8 户居民、约 40 人	1 层平顶砖混房、1 层尖顶瓦房	山地	工频电磁场、噪声	1 类
17	鲁甸县江底镇	水塘村窠家老包	农村居民点	线路西北侧，最近距边导线约 18m，导线高 27m	评价范围内 10 户居民、约 50 人	1~2 层平顶砖混房、1 层尖顶瓦房	山地	工频电磁场、噪声	1 类
18	鲁甸县江底镇	水塘村傅家窝窝	农村居民点	线路西侧，最近距边导线约 15m，导线高 42m	评价范围内 3 户零散居民、约 15 人	1~2 层平顶砖混房、1 层尖顶瓦房	山地	工频电磁场、噪声	1 类

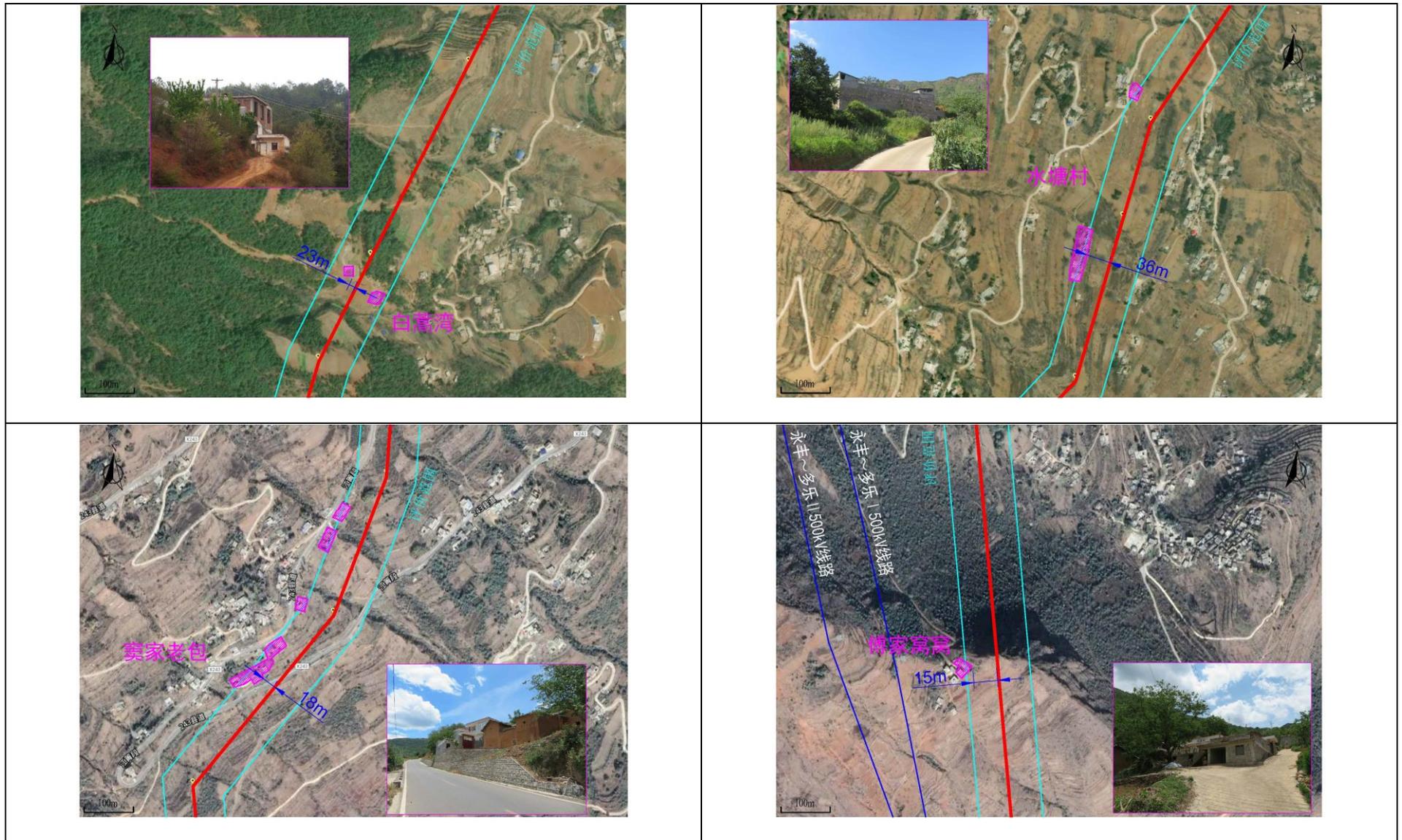
注：①本工程环境保护目标是根据当前可研设计阶段提供的路径调查确定，方位及最近距离也是根据当前可研设计阶段提供的路径预估，均可能随工程设计阶段的不断深化而变化。建议下阶段设计单位在施工图设计时进一步优化设计线路走线，尽量让线路远离居民敏感目标。②根据原环境保护部环办辐射[2016]84 号《关于印发输变电建设项目重大变动清单（试行）的通知》，评价范围内明确属于工程拆迁的建筑物不列为环境保护目标，不进行环境影响评价。

表 2.5-4 本工程电磁和声环境类环境保护目标位置及现状

 <p>50m Shejiawan</p>	 <p>50m Youshaerzi</p>
 <p>35m Wangjiaerzi</p>	 <p>48m Shujiazizi</p>







2.6 评价重点

本次评价以工程污染源分析及工程所在地区的自然环境、社会环境及生态环境现状调查分析为基础。根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020）第 4.9 评价重点中“各要素评价等级在二级及以上是，应作为评价重点”的要求。

本次评价重点包括：施工期评价重点为生态环境影响，施工噪声影响，生态环境影响包括对生态敏感区、植被、生物多样性、生物量、生态系统的结构与功能、景观的影响分析，施工期管理及生态保护及恢复措施；运行期评价重点为工频电场、工频磁场、噪声环境影响，针对输变电线路及相关敏感点进行工频电场、工频磁场及噪声的环境影响预测评价，提出合理可行的环境保护措施，消除或降低工程建设对环境或环境保护目标的不利影响。满足国家相应环境标准的要求，为工程环境管理提供依据。

3 建设项目概况与分析

3.1 项目概况

3.1.1 项目组成及规模

500kV 鹤城～多乐线路路径全长 44km，其中 6km 位于云南省昭通市昭阳区境内，8.5km 位于昭通市鲁甸县境内，29.5km 位于贵州省毕节市威宁县境内，全线采用单回路架设。

本工程的建设单位为云南电网有限责任公司，工程动态总投资 17571 万元。本项目建设期工期为 11 个月，本工程计划于 2022 年 10 月开工，2023 年 9 月建成。本工程建设规模及基本构成见表 3.1-1。

表 3.1-1 本工程新建线路基本情况表

项目名称				指标
新建线路长度（km） （以行政区划计列）	云南省	昭通市	昭阳区	6
			鲁甸县	8.5
	贵州省	毕节市	威宁县	29.5
	小计			44
架设形式	单回路架空			44
地形	山地			44
新建线路长度（km） （按冰区）	10mm 冰区			21
	15mm 冰区			6
	20mm 冰区			17
	小计			44
被跨（穿）越物（次）	220kV 电力线			2
	高速公路			2
	渝昆高铁			1
房屋拆迁（m ² ）				4000

3.1.2 线路工程概况

3.1.2.1 线路路径选线原则

根据本工程特点、环境影响和地理位置等方面的因素，考虑区域规划和环境保护

目标，并依据有关规定，工程中确定的线路路径选择原则如下：

① 尽量避开城镇规划区、开发区、居民区、厂矿等重要区域，将区域环境影响控制在最低限度。

② 尽量避开林区，无法避让的林区，原则上采用高塔跨越的方式，以减少林木砍伐，保护生态环境。

③ 尽量避开自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区、森林公园、军事设施、珍稀植物等敏感区域，确实无法避让应上报相关单位和部门，根据国家相关规定办理。

④ 尽量避开生态保护红线区及国家一级公益林区，确实无法避让应上报相关单位和部门，根据国家相关规定办理。

⑤ 充分体现以人为本，保护环境的仪式，尽量避免大面积拆迁民房。

⑥ 综合协调本线路路径与沿线已建线路、规划线路及其它设施的矛盾，统筹考虑线路路径方案。

⑦ 避让重要的通信设施，考虑一般的通信线的安全防护要求。

⑧ 选择合理的河流、公路跨越点。

⑨ 尽量避免恶劣气象条件地区以及易产生微地形气象地区。

3.1.5.2 线路路径方案

本工程线路的系统接入方案是将现有 500kV 多乐～永丰 I 回线路开断，从开断点新建线路接入 500kV 鹤城变电站，形成 500kV 鹤城变电站到 500kV 多乐变电站的连接。

本工程名称为“500kV 鹤城～多乐线路”，但工程内容仅包括开断点至鹤城变段，起点位于原 500kV 多乐～永丰 I 回线路 292 号塔小号侧的开断点，终点为 500kV 鹤城变电站。开断点～500kV 多乐变电站和开断点～500kV 永丰变电站均不包含在本工程建设内容范围内。

本工程新建线路路径长度约 44km，约 6km 位于昭通市昭阳区境内，约 8.5km 位于昭通鲁甸县境内，约 29.5km 位于贵州省威宁县境内，全线采用单回路架设。

3.1.5.3 线路路径方案比选

本工程线路拟定西方案（云南省内方案）、东方案（跨云南省、贵州省方案）两个方案进行比选。

西方案（云南省内方案）：线路全部走于昭通市鲁甸县、昭阳区内，在鲁甸县江底镇杨柳树村附近将 500kV 永多 I 线在 292 号塔小号侧开断，整体向北方向走线，经杨柳树、蔡家梁子、傅家窝窝、松树脚至红顶村后转向东北方向走线，经箐脚村、箐脚口子、大黑山脚至丁家梁子右转向东，跨越 220kV 永迪 II 线、G85 渝昆高速、220kV 永迪 I 线后，避让小水井密集居民区续向东北走线，经大坟山、潘家院子至高家坡西跨越拟建渝昆高铁继续向东北走线，经赵家冲在袁家包包东南侧跨越在建都香高速（隧道顶部跨越）、356 国道后右转，继续向东北经唐家山、老屋基、郑恒珠右转，向东北经石竹箐至鹤城变寒坡岭站址。全线经鲁甸县江底乡、桃源乡、茨院乡、昭阳区永丰镇、布嘎乡、守望乡、小龙洞乡。采用单回架设，线路长度为 48.5km。

东方案（跨云南省、贵州省方案）：线路大部分走于贵州省威宁县境内，部分位于昭通境内。在鲁甸县江底镇杨柳树村附近将 500kV 永多 I 线在 292 号塔小号侧开断，整体向北方向走线，经杨柳树、蔡家梁子、傅家窝窝至窦家老包后转向东北方向走线，经水塘村、岩头上、新店子、罗家坪子至绿阴塘后转向北方向走线，跨越 220kV 永迪 II 线、G85 渝昆高速、213 国道、220kV 永迪 I 线后进入贵州省威宁县境内继续向东北走线，经衙门头、小寨子、沙包包、至黄山左转向北走线，经新寨村、大杉树、黑山坡、大洼子沟头、转山后进入昭通境内在袁家包包东南侧跨越在建都香高速（隧道顶部跨越）、356 国道后右转，经宽河坝、老屋基、斗嘴后向东进入鹤城变寒坡岭站址。全线经鲁甸县江底乡、桃源乡、昭阳区布嘎乡、守望乡、小龙洞乡、贵州省威宁县玉龙乡、牛棚镇、中水镇。采用单回架设，线路长度为 44km。其中昭通境内走线约为 14.5km，贵州省威宁县境内走线约为 29.5km。

路径方案比选见图 3.1-1。

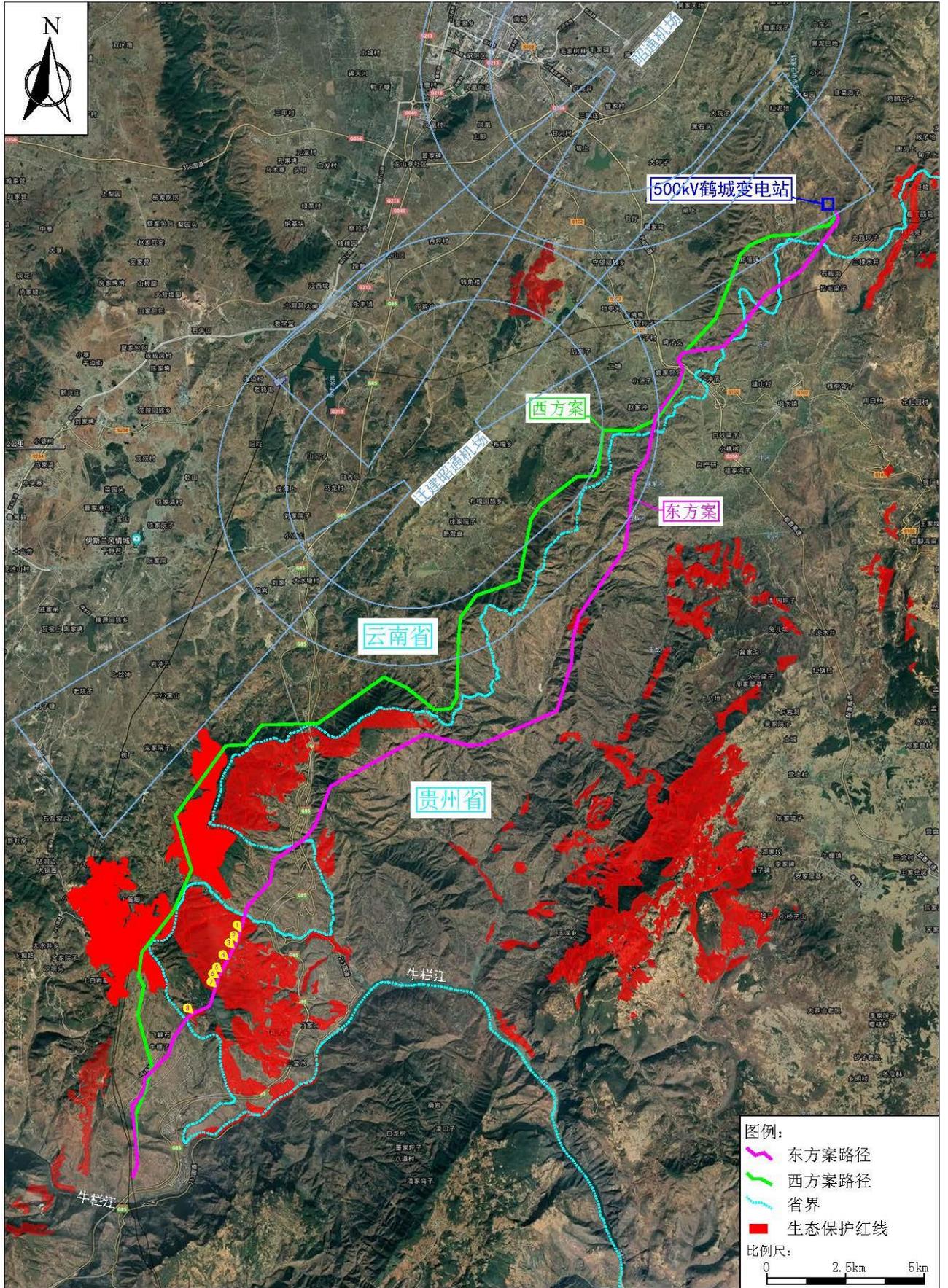


图 3.1-1 线路路径比选示意图

(1) 工程比选

从技术经济角度，综合考虑了线路长度、主要路径障碍、覆冰气象条件、地形地貌条件、交通条件、工程拆迁情况、投资情况及地方政府意见。

表 3.1-2 线路西方案（云南省内）、东方案（跨云南省、贵州省）指标比较表

序号	路径方案		西方案（云南省内）	东方案（跨云南省、贵州省）
	比较项目			
1	路径长度（km）		48.5	44
2	曲折系数		1.24	1.14
3	地形划分（%）	山地	100%	100%
		海拔高程（m）	1500~2700	1500~2250
4	设计覆冰（mm）		10mm（11.5km）、20m（33km）、30m（4km）	10mm（21km）、15mm（6km）、20m（17km）
5	现昭通机场		未进入净空障碍限制面	未进入净空障碍限制面
6	昭通规划机场		16.5km 位于净空障碍限制面，最近处距离跑道约 3km	其中约 3km 位于净空障碍限制面，最近处距离跑道约 6.5km
7	沿线采石场情况		需封停一处采石厂（昭通市昭阳区新街石厂(新立)）	/
8	主要交叉跨越		220kV 线路 2 次，高速公路 2 次，渝昆高铁 1 次	220kV 线路 2 次，高速公路 2 次，渝昆高铁 1 次
9	地质情况		线路沿线发育的不良地质作用类型主要为中小型滑坡、冲沟、崩塌、高陡斜坡、岩溶、采空区等。线路路径方案上未发现对线路走向构成颠覆性威胁的大型滑坡、泥石流等不良地质作用。	线路沿线发育的不良地质作用类型主要为中小型滑坡、冲沟、崩塌、高陡斜坡、岩溶、采空区等。线路路径方案上未发现对线路走向构成颠覆性威胁的大型滑坡、泥石流等不良地质作用。
10	交通条件		可利用现有省道、乡道、机耕道	可利用现有省道、乡道、机耕道
11	工程拆迁		6000m ²	4000m ²
12	政府或相关部门意见		昭通市政府积极支持省内走线并牵头相关单位集中协调路径走向，同意路径，已取得路径协议	威宁县已收资，经过基本农田及生态红线较多，协调困难。
13	工程投资/万元（按照单公里造价估算）		23050	17215
14	推荐情况		不推荐	推荐

从线路长度及投资角度比较，东方案比西方案短 4.5km，投资减少。从线路与昭通规划机场的位置关系比较，东方案约有 3km 路段位于净空障碍限制面，最近处距离跑道约 6.5km；西方案约有 16.5km 路段位于净空障碍限制面，最近处距离跑道约 3km。昭通市交通运输局及机场管理单位不推荐线路采用西方案。同时考虑到西方案线路在

昭通市昭阳区境内需封停新街石厂。因此，西方案路径限制较大。

东方案虽然大部分路径在贵州省威宁县境内走线，协调难度大，但东方案路径长度短、冰区轻，投资少，且对昭通机场的影响较小，因此，从技术经济角度考虑推荐采用东方案。

（2）环境比选

表 3.1-3 线路西方案（云南省内）、东方案（跨云南省、贵州省）环境比较表

序号	路径方案		西方案（云南省内）	东方案（跨云南省、贵州省）	比选意见
	比较项目				
1	路径长度（km）		48.5	44	东方案较优
2	杆塔数量（基）		153	107	东方案较优
3	生态敏感区		不涉及	不涉及	相当
4	生态保护红线		5.73km（18 基塔）	3km（8 基塔）	东方案较优
5	林区		18.5km，云南松为主	4.0km，云南松为主	东方案较优
7	重冰区 段林区	20mm	2.0km，杆塔 6 基	3.1km，杆塔 10 基	东方案较优
		30mm	14.3km，杆塔 46 基	——	
		合计	16.3km，杆塔 52 基	3.1km，杆塔 10 基	
8	重冰区林区塔基占地		共 52 基杆塔，塔基永久占地约 1.56hm ² ，临时占地约 3.64hm ² 。	共 10 基杆塔，塔基永久占地约 0.3hm ² ，临时占地约 0.7hm ² 。	东方案较优
9	电磁和声环境敏感点		郑恒珠、唐家山、出水洞、潘家院子、团田、小水井、大口子、大黑山脚、高笕槽、下箐脚、红顶、谢家横大路、窦家老包、傅家窝窝	锁家湾湾、油沙平子、汪家院子、伍家坪子、沙包包、罗家梁子、钟家梁子、小口子、大沟、团结村 4 组、大山、黎家湾子、罗家坪子、中营村三组、白蒿湾、水塘村、窦家老包、傅家窝窝	相当
10	工程拆迁		6000m ²	4000m ²	东方案较优
11	政府或相关部门意见		昭通市人民政府、昭通市发展和改革委员会、昭通市自然资源局、昭通市生态环境局、昭阳区人民政府、昭阳区发展和改革局、昭阳区自然资源局、昭阳区林业和草原局、鲁甸县人民政府、鲁甸县发展和改革委员会、鲁甸县自然资源局、鲁甸县林业和草原局原则同意	威宁彝族回族苗族自治县人民政府、威宁县发展和改革委员会、威宁县自然资源局、威宁县牛棚镇人民政府、威宁县玉龙镇人民政府、中水镇人民政府原则同意。	相当
12	推荐情况		不推荐	推荐	

从线路长度及塔基数量分析，东方案比西方案路径长度段 4.5km，且由于西方案

路径经过重冰区长，杆塔档距小造成塔基数量增加，西方案比东方案塔基数量多 44 基。塔基数量增加将导致塔基占地增加，线路施工对沿线生态环境及地表植被扰动增大。东方案路径较优。

从线路与生态敏感区关系及影响方面分析，东方案、西方案均不涉及自然保护区及风景名胜区等敏感区域，两方案路径相当。

从线路与生态保护红线关系方面分析，西方案经过生态红线约 5.73km（建设 18 基杆塔），东方案经过生态红线约 3km（约 8 基塔）。西方案路径经过生态红线较长，且西方案沿线重冰区段长，杆塔档距小，导致西方案在生态保护红线内塔基数量较多。东方案路径较优。

从线路沿线林区长度分析，西方案路径全线林区长度约 18.5km，东方案路径全线林区长度约 4.0km，西方案较东方案路径林区长度长 14.5km，东方案路径较优。

从线路重冰区段成片林区长度及塔基占地情况分析，受重冰区技术条件限制，耐张段长度不得超过 3km，档距不大于 300m，重冰区气象条件导致导线弧垂大为增加，对于成片林区需要砍伐通道内林木。西方案重冰区段成片林区长度约 16.3km，需建设杆塔 52 基，塔基永久占地约 1.56hm²，临时占地约 3.64hm²；东方案重冰区成片林区长度约 3.1km，需建设杆塔 10 基，塔基永久占地约 0.3hm²，临时占地约 0.7hm²。东方案较西方案在重冰区段经过成片林区短 13.2km，杆塔数量少 42 基，塔基永久占地少 1.26hm²，临时占地少 2.94hm²。总体上，西方案经过重冰区段较东方案长，受技术条件限制，重冰区段耐张长度小杆塔档距小造成重冰区段杆塔数量增加，且西方案重冰区段成片林区分布广，西方案经过重冰区段成片林区杆塔数量多将造成林木砍伐量增加，塔基占地面积也相应增大。东方案路径较优。

（3）线路环境比选结论

综合以上分析，西方案经过生态保护红线路径长度较长，沿线林区长度较长，重冰区段路径长导致建设杆塔数量较多塔基占地较大，且重冰区段成片林区较长林木砍伐量较大。因此，从环境保护角度，综合线路沿线林区及林木砍伐量，生态保护红线内塔基数等方面考虑，本环评推荐东方案路径。

3.1.5.4 导线型式、布置、地线及线路走廊宽度

综合考虑线路输送容量、覆冰、风荷载和电晕特性等因素，并结合整个工程订货、施工和运行维护要求，选用适合的导线和地线。

本工程 400mm² 导线 10mm 及 20mm 冰区段导线选用 4×JL/ LB20A-400/50 铝包钢芯铝绞线，相分裂间距 450mm，四根子导线成正方形排列；500mm² 导线 10mm、15mm、20mm 导线选用 4×JL/LB20A-500/45 铝包钢芯铝绞线，相分裂间距 450mm，四根子导线成正方形排列；30mm 冰区导线选用 4×JLHA1/G1A-500/65 钢芯铝合金绞线，相分裂间距 450mm，四根子导线成正方形排列。

根据规程要求及导地线配合计算，结合本工程特点及重冰线路的设计经验，综合考虑短路电流、抗拉强度等因素，地线型号选择如下：

表 3.1-4 线路地线类型

区段	地线	OPGW 光缆
新建段 10mm 冰区	JLB20A-120	48 芯 OPGW-120
新建段 15mm 冰区	JLB20A-120	48 芯 OPGW-120
新建段 20mm 冰区	JLB20A-120	48 芯 OPGW-120

线路走廊宽度：根据《电力设施保护条例》第十条，500kV 架空电力线路保护区为线路边导线向外侧延伸 20m 所形成的两平行线内的区域范围。

3.1.5.5 导线对地距离及交叉跨越垂直距离要求

本工程线路主要在地形走线，线路交叉跨越情况如下：

表 3.1-5 线路主要交叉跨越

交叉跨越类型	跨越次数	被跨越物名称
高铁	1	拟建渝昆高铁
高速公路	2	G85 渝昆高速、G7611 都香高速
国道、省道	3	G213、G356、S102
220kV 线路	4	220kV 永迪 I、II 线

本工程线路导线对地、山坡、建筑物等的最小距离要求见表 3.1-6。输电线路对经过地区的环境影响，特别是工频电场与其和所交叉跨越各类物体的距离有很大的关系，为此，工程中应严格执行导线对地距离及交叉跨越的有关规定。

表 3.1-6 导线对地最小距离

线路经过地区		最小距离 (m)	计算条件
居民区		14	导线最大弧垂
非居民区		11	导线最大弧垂
交通困难地区		8.5	导线最大弧垂
步行可以到达的山坡		8.5	导线最大风偏
步行不能到达的山坡、岩石、峭壁		6.5	导线最大风偏
对建筑物	垂直距离	9	导线最大弧垂
	水平或净空距离	8.5	导线最大风偏
对非规划范围的城市建筑物的水平距离		5.0	无风
对树木	垂直距离	7.0	导线最大弧垂
	(绿化区或防护林带)净空距离	7.0	导线最大风偏
果林、经济作物、城市路树垂直距离		7.0	导线最大弧垂

备注：本工程线路目前现状为丘陵地形，后期由于道路建设等原因线路沿线地形、地貌多样可能会发生较大变化，导线最小对地距离仍具有不确定性，因此本评价只能按照输变电设计规范的最小对地距离要求进行。

线路与铁路、公路、河流、管道、索道及各种架空线路交叉时，其导线对交叉跨越物的垂直距离应符合表 3.1-7 的要求。

表 3.1-7 导线对交叉跨越物的垂直距离

交叉跨越物		最小垂直距离	计算条件
高速、1 级公路	至路面	14.0m	导线温度 70℃弧垂
2~4 级公路			导线温度 40℃弧垂
铁路	至标准轨距铁路轨顶	14.0m	导线温度 70℃弧垂
	至窄轨铁路轨顶	13.0m	导线温度 40℃弧垂
	至承力索或接触线	6.0m	导线温度 70℃弧垂
通航河流	至五年一遇洪水位	9.5m	导线温度 40℃弧垂
	至最高船桅顶	6.0m	导线温度 40℃弧垂
不通航河流	至百年一遇洪水位	6.5m	导线温度 40℃弧垂
电力线	至导线或地线	6.0m	导线温度 40℃弧垂
	至杆（塔）顶	8.5m	导线温度 40℃弧垂
至弱电线路		8.5m	导线温度 40℃弧垂
至特殊管道任何部分		7.5m	导线温度 40℃弧垂
至索道任何部分		6.5m	导线温度 40℃弧垂

3.1.5.6 线路杆塔及基础型式

（1）新建线路杆塔

本工程线路沿线具有地形高差大、跨越情况复杂等特点，并本着技术先进、安全可靠、经济合理、注重环保的原则，对铁塔进行规划和选型。

本工程沿线地形以山地为主，海拔高度在 1500m～2250m 之间，设计覆冰 10mm、15mm、20mm。根据气象条件、海拔高度和地形条件，结合本工程实际情况，采用 500kV 工程中使用的成熟塔型。

经对比分析，本工程各冰区规划采用的杆塔分别如下：

表 3.1-8 各冰区杆塔划分情况

序号	冰区	回路数	标准设计模块使用条件	备注
1	10mm	单回路	5E1Y1 模块：导线 4×LGJ-500/45 钢芯铝绞线，基本风速 27m/s，10mm 冰区，海拔 2000～2500m，单回路	5E1Y1 模块仅使用耐张塔，直线塔采用新设计酒杯型塔。
2	15mm	单回路	5E1Y2 模块：导线 4×LGJ-500/45 钢芯铝绞线，基本风速 27m/s，15mm 冰区，海拔 2000～2500m，单回路	5E1Y2 模块仅使用耐张塔，直线塔采用新设计酒杯型塔。
3	20mm	单回路	5E1Y3 模块：导线 4×LGJ-500/45 钢芯铝绞线，基本风速 27m/s，20mm 冰区，海拔 2000～2500m，单回路	

根据系统规划，本工程输电线路共使用杆塔总数为 107 基，其中直线自立塔 54 基，耐张转角塔 53 基。使用杆塔情况见表 3.1-9。

表 3.1-9 线路使用杆塔使用情况表

塔型	直线塔	转角塔	合计
5E1Y1	24	18	42
5E1Y2	4	5	9
5E1Y3	26	23	49
JCG5521	/	4	4
JKG551	/	1	1
ZMK551	/	1	1
HJG561	/	1	1
合计	54	53	107

（2）新建线路基础型式

根据本工程的地形、地质、情况及水文地质特点，采用掏挖式基础、人工挖孔桩基础、机械成孔灌注桩基础、岩石基础、斜柱式基础，同时配合铁塔高低腿设计，最

大限度减小基面开放，保持原始地貌，保护植被，减少水土流失。

①掏挖基础

掏挖基础采用人工掏挖成型，与大开挖基础相比虽然混凝土用量指标稍高，但其植被开挖面积约为大开挖基础的 20%~30%，且该型式基础、主柱露头可根据实际地形进行调整，能有效地降低基坑土方开挖量。

从设计上可以利用原状岩土自身的力学性能提高基础的抗拔、抗倾覆承载能力，减少由于大开挖对边坡的破坏，提高地基的稳定性，可以进一步减小基础断面尺寸，节省材料量。从施工上基坑开挖量小，不用支模、无须回填，减少了施工器具的运输和施工难度。从经济上节省投资，从环保方面减少了开挖对地表植被的破坏以及弃渣对环境的影响。综合以上因素，本工程在地质条件允许的情况下，优先采用该基础型式。

②人工挖孔桩基础

本工程高陡边坡塔基位采用人工挖孔桩基础。人工挖孔桩基础具有机具设备简单，施工操作方便，占用场地小，施工质量可靠，可全面展开施工作业，缩短工期，相比其它桩型造价低等优点。但因其需人工开挖，开挖时须采用钢筋混凝土护壁，避免基坑垮塌，威胁人员安全。在送电线路工程中，人工挖孔桩基础用于高陡边坡可根据实际需要出露主柱，运用方便灵活，且对塔基周围环境影响小，极大地弥补了其它基础型式的不足。

③机械成孔灌注桩基础

机械成孔灌注桩具有机械化程度高，可适应地下多种地质条件，成桩速度快，施工简单，节约工期，工程造价较低等优点。因此，在各种特殊、复杂地质条件的基础施工中得到了广泛应用。在地下水位较高的软、硬土层，如淤泥、淤泥质土、黏土、粉质黏土、砂土、砂夹卵石及风化页岩层中，宜采用机械成孔灌注桩基础。但是由于输电线路塔位较分散，机械进场费用较高，进场道路普遍协调困难。

④岩石基础

岩石基础适用于覆盖层较浅，岩石风化程度较低、完整性较好的塔位。这类基础充分发挥了岩石的力学性能，从而大量地降低了基础材料的耗用量，特别是在运输困

难的高山地区更具有明显的经济性。

目前输电线路工程中采用的岩石基础主要是岩石嵌固基础和岩石锚杆基础。

岩石嵌固式基础，由于可充分利用岩石的抗剪能力，使地基与基础能更好地协同工作，因而可大幅度地减少了材料用量。适用于覆盖层较浅或无覆盖层的多种风化程度的岩石地基，其特点是底板不配筋，基坑全部掏挖。具有较强的抗拔承载能力。需要时，可将主柱的坡度设置与塔腿主材坡度相同，并采用铁塔主材插入的形式，以减小偏心弯矩，还可省去地脚螺栓。由于该基型充分利用了岩石本身的抗剪强度，混凝土和钢筋的用量都较小，同时减少了基坑土石方量，浇制混凝土不需要模板，施工费用较低。但是采用岩石嵌固基础须逐基鉴定岩体稳定性、覆盖层厚度、岩石坚固性及风化程度等情况，岩石地基的工程地质鉴定方面比较复杂。

岩石锚杆基础是指以水泥砂浆或细石混凝土和锚筋灌注于钻凿成型的岩孔内的锚桩基础，如下图所示。岩石锚杆基础采用锚杆机钻孔，工艺先进，施工基面小，充分利用了岩石自身的抗剪强度，具有良好的抗拔性能，从而降低了基础材料的损耗量，弃渣少，土石方开方量少，减少了对山区原始地貌的破坏，有利于植被及生态环境保护。但岩石地基的工程鉴定工作比较复杂，同时受施工工艺、地基局部小构造、山体坡度、机具运输等诸多因素的影响，直锚式岩石基础的使用也受到了一定的限制。

⑤斜柱式基础

该型基础利用主角钢直接插入基础倾斜的主柱中，其特点是基础主柱坡度与塔腿主材坡度一致，基础的轴力直接沿主柱轴线传至基底中心，可有效减小由水平力对主柱、底板产生的弯距，使地基应力分布较均匀，受力更合理，从而缩小基础的外型尺寸，减少主柱和底板的配筋，降低材料消耗量。与直柱式钢筋混凝土基础相比，在相同条件下，每基基础可节约混凝土约 15%，钢材约 25%。该型基础对节约工程投资具有重要的意义。

该型基础在施工可开挖成型的情况下，可以以坑壁代替底板侧向模板，使基础底板嵌入原状土中，从而减少了土石方量，利用了原状土的凝聚力和内摩擦角，提高了基础承载能力，也减少了对地表的破坏，保护了塔基环境。

3.1.5.7 导线换位

导线换位的作用是为了减少电力系统正常运行时电流和电压的不对称，使电力设备能正常运行，并限制送电线路对通信线路的影响。

依据《110kV～750kV 架空输电线路设计规范》（GB50545-2010）的要求，在中性点直接接地的电力系统中，长度超过 100km 的线路均需换拉，换位循环长度不宜大于 200km。

本工程鹤城变至改接点新建线路长度 44km，改接点至多乐变利用老线路 108km，则鹤城变至多乐变之间线路连接长度共计 152km，导线在旧线路部分未形成一次全循环换位，因此线路新建部分设计 1 基换位塔。

3.1.3 工程占地及土石方

3.1.3.1 工程占地

（1）工程占地情况

本工程占地包括永久占地和临时占地。永久占地500kV塔基区征地范围，临时占地包括塔基施工场地、牵张场、跨越施工场地和施工道路区等。

根据《土地利用现状分类标准》（GBT21010-2017）二级类别，本工程土地类型划分为乔木林地、灌木林地、其他草地、果园、旱地和农村道路等土地类型。

本工程占地总面积为18.30hm²，其中永久占地2.46hm²，临时占地15.84hm²。占地类型中，乔木林地5.04hm²、灌木林地1.23hm²、其他草地4.35hm²、果园1.58hm²、旱地4.50hm²和农村道路1.60hm²。

经核算，主体计列的用地面积既能满足施工需求，又可严格控制施工场地的范围，符合节约用地的要求。本方案不需新增及核减占地面积。

本工程占地面积汇总详见表 3.1-10。

表 3.1-10 本工程占地面积统计表 单位: hm²

序号	项目区	行政区划	按占地性质		按占地类型		各地类占地面积						小计	合计
			永久	临时	平地	山地	乔木林地	灌木林地	其他草地	果园	旱地	农村道路		
1	塔基及施工场地区	昭阳区	0.36	1.18		1.54	0.43	0.08	0.15	0.23	0.65		1.54	10.54
		鲁甸县	0.55	1.81		2.36	0.66	0.12	0.24	0.35	0.99		2.36	
		威宁县	1.55	5.09		6.64	1.86	0.33	0.66	1.00	2.79		6.64	
		小计	2.46	8.08		10.54	2.95	0.53	1.05	1.58	4.43		10.54	
2	牵张场地区	昭阳区		0.15	0.15				0.15				0.15	1.35
		鲁甸县		0.30	0.30				0.30				0.30	
		威宁县		0.90	0.90				0.90				0.90	
		小计		1.35	1.35				1.35				1.35	
3	跨越施工场地区	昭阳区		0.04	0.04				0.01		0.03		0.04	0.16
		鲁甸县		0.08	0.08				0.06		0.02		0.08	
		威宁县		0.04	0.04				0.02		0.02		0.04	
		小计		0.16	0.16				0.09		0.07		0.16	
4	施工道路区	昭阳区		0.91		0.91	0.31	0.10	0.27			0.23	0.91	6.25
		鲁甸县		1.40		1.40	0.46	0.16	0.42			0.36	1.40	
		威宁县		3.94		3.94	1.32	0.44	1.17			1.01	3.94	
		小计		6.25		6.25	2.09	0.70	1.86			1.60	6.25	
小计	昭阳区	0.36	2.28	0.19	2.45	0.74	0.18	0.58	0.23	0.68	0.23	2.64	18.30	
	鲁甸县	0.55	3.59	0.38	3.76	1.12	0.28	1.02	0.35	1.01	0.36	4.14		
	威宁县	1.55	9.97	0.94	10.58	3.18	0.77	2.75	1.00	2.81	1.01	11.52		
合计		2.46	15.84	1.51	16.79	5.04	1.23	4.35	1.58	4.50	1.60	18.30	18.30	

（2）临时施工场地设置

线路除塔基永久占地外，临时施工场地主要包括杆塔施工场地、“三场”、施工跨越场、施工便道等。“三场”是指牵张场、弃渣场和堆料场。由于杆塔位置分散，每基杆塔弃方量很小，因此未设置集中的弃渣场，多余土方用于杆塔施工区保坎、护坡、平整等。根据施工地形及施工条件，需要设置的临时施工场地设施如下：

①除塔基建设范围作为永久征地范围外，需要外扩 8~10m 为半径的周边区域作为单个塔基的临时施工场地，用来作为基础浇灌场地和临时堆置土方、砂石料、水、材料和工具等。

②约每 5km 线路设置 1 处牵张场，共需设置 9 处导线牵张场，操作地点一般布置在地势较平坦地段，每处导线牵张场占地约 1500m² 考虑，牵张场占地约 1.35hm²。

③为满足施工过程中的堆料用地和运输方便，堆料场一般选择在靠近路边，租用已有的库房或场地，不需新增场地单独设置堆料场。

④输电线路跨越铁路、道路、电力线路等设施需要搭设跨越架，平均每处跨越架（含跨越两侧）临时占地面积约 400m²，根据现场情况本工程线路需要设置 4 处跨越施工场地，分别跨越 G356 国道、G85 渝昆高速、220kV 永迤 I 回线路、220kV 永迤 II 回线路，跨越施工场地总占地 0.16hm²。

⑤根据地形条件，本工程线路需修建汽车运输道路 11km，路面宽约 3m，平均宽度 4.5m，拓修人抬道约 13km，平均宽度 1.0m，施工道路总占地 6.25hm²。人抬道路在施工结束后恢复原地貌植被，汽车运输道路施工结束后亦恢复原有土路，对占用拓宽的道路恢复原地貌植被。

3.1.3.2 土石方量

本工程总挖方量为 3.14 万 m³（表土剥离 0.86 万 m³），填方量为 3.14 万 m³（表土回覆 0.86 万 m³），土石方平衡。各工程土石方情况如下：

（1）塔基及施工场地区

线路塔基及施工场地区只对塔基基础开挖部分进行剥离，施工临时占压区域不进行表土剥离，剥离表土面积约 2.46hm²，根据不同地类，平均剥离厚度约 20~30cm，共剥离表土 0.68 万 m³；开挖其他土方 2.01 万 m³，回填表土 0.68 万 m³，塔基开挖多余

方（基槽余土）2.01 万 m³，由于本线路塔基施工点较多、分布较为分散，并受到交通运输条件限制，所有塔基剥离表土和基槽余土无法集中堆放，因此，本线路工程的大部分杆塔土石方就地内部平衡，位于平地区的基槽余土，堆在塔基连梁范围内；陡坡区和缓坡区的土方在塔基及施工场地区占地范围内的相对低洼堆放；施工后期表土用作塔基区绿化覆土。因此塔基及施工场地区回填土方 2.69 万 m³（包含表土回覆 0.68 万 m³）。

（2）牵张场地区

牵张场地一般选择地形平缓的区域，采用铺设彩布条进行铺垫防护，主要破坏原有的植被，不涉及土石方挖填。

（3）跨越施工场地区

跨越施工场地区一般依地形搭建木架，不涉及土石方挖填。

（4）施工道路区

线路工程需拓修人抬道约 13km，修整施工简易道路 11km，工程建设过程中对简易道路和人抬道路进行简单的平整以满足施工人员及材料运输的需求，对施工简易道路的路面进行表土剥离，剥离表土面积约 1.70hm²，根据不同地类，平均剥离厚度约 10cm，共剥离表土 0.18 万 m³，施工道路区土方开挖 0.45 万 m³（含表土剥离 0.18 万 m³），土方回填 0.45 万 m³（含表土回覆 0.18 万 m³），土石方挖填量平衡。

具体各项目区的土石方平衡计算详见表 3.1-11。

表 3.1-11 工程土石方平衡计算表 单位：万 m³

序号	项目名称	挖方			填方		
		表土剥离	其它挖方	小计	表土回覆	其它回填	小计
1	塔基及施工场地区	0.68	2.01	2.69	0.68	2.01	2.69
2	施工道路区	0.18	0.27	0.45	0.18	0.27	0.45
合计		0.86	2.28	3.14	0.86	2.28	3.14

注：1、土石方均已转换为自然方。

3.1.3.3 民房拆迁

依据《110kV～750kV 架空输电线路设计规范》（GB50545-2010）的要求，500kV 输电线路不得跨越居民房屋，拆迁原则为：

- ①线路两侧边导线外 5m 以内的常年住人房屋全部拆除；

②线路两侧边导线 5m 外常年住人的房屋不满足场强要求（离地面高度 1.5m 处工频电场强度大于 4kV/m）的予以拆迁；

③导线最大风偏情况下，导线对建筑物的净空距离小于 8.5m 者予以拆迁；

④满足导线对建筑物的垂直距离、风偏距离要求的，非易燃物为顶盖的非住人建筑物，不拆迁。

经设计核算，本工程沿线需要拆迁民房约 4000m²，均为农村屋舍。

3.1.3.4 林木砍伐

线路通过林区原则上采用高塔跨越方式，不砍伐通道。线路对树木安全距离执行《中华人民共和国电力法》中相关要求，线路在跨越林区时，应考虑所跨越的主要树种的自然生长高度，并在此基础上保留 7m 的空间距离。跨越树高应按树木的自然成材生长高度考虑，主要树种的自然生长高度参考取值如下：桉树、圣诞树、水冬瓜树、橡胶树、西南桦为 25m，松树、杉树、竹林为 20m，橄榄树、板栗等果树为 15m，龙眼、荔枝、桔子等果树为 12m，灌木、杂树为 5~18m。

本工程线路推荐路径经过有林地约 4km，林区树种主要以松树为主，少量杂树、灌木，为保护自然生态环境，减少林木砍伐，对于经过林区的线路，一般按高跨设计，只砍伐塔基范围内的树木。

3.1.3.5 基本农田

本工程线路基本农田分布较为零散，主要位于低海拔及村镇附近的平缓地带，线路主要在山坡顶走线，涉及占用田地的情况较少。据调查，本工程线路已避让沿线基本农田。

3.1.4 施工组织

3.1.7.1 施工人员

（1）基础及杆塔工程施工组织

基础工程可投入 5~6 个施工队，每队分测量、土石方、材料运输、基础制模、混凝土浇制五个组进行流水作业；铁塔组立工程共投入若干施工队，每队分材料运输、组塔两个组流水作业。

（2）架线工程施工组织

架线部分工程施工时，按照张力架线工艺要求，将若干施工队及一个机械作业班调配组建成架线施工队，即准备队、放线队和安装队。准备队负责前期准备、后期清理工作，放线队负责导、地线的张力放线工作，安装队负责导、地线紧线及平衡挂线、附件安装工作。

3.1.7.2 施工营地

线路塔基较分散，且单个塔基施工周期短，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，不需单独设置施工生产生活区。

3.1.7.3 弃渣场

由于本线路塔基施工点较多、分布较为分散，并受到交通运输条件限制，所有塔基剥离表土和开挖的多余土方无法集中堆放，因此，本线路工程的各个杆塔土石方实现内部平衡，不产生永久弃渣，不需要设置弃渣场。施工后期表土用作塔基区绿化覆土，多余土方全部堆放到杆塔连梁内，并严格落实植被恢复等环保、水保措施。

3.1.7.4 临时施工场地

500kV 线路工程的临时施工场地有塔基施工场地、跨越重要设施的施工场地、施工放线牵引的牵张场。

（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。除塔基建设范围（200~300m²）作为永久征地范围外，需要外扩 8~10m 为半径的周边区域作为单个塔基的临时施工场地，用来临时堆置土方、砂石料、水、材料和工具等。线路大部分区域都可采购商品混凝土，个别塔位需现场搅拌，可在施工场地内设小型混凝土搅拌站，不需另外租用场地。施工完成后立即清理塔基施工场地，清除混凝土残留等建筑垃圾，以利于植被尽快恢复生长。

（2）牵张场地区

导线采用张力牵引放线，为防止导线磨损，每回线路都要设置张力场和牵引场（即牵张场）。线路一般每隔约 5km 设一处牵张场，本工程沿线预计设置 9 处牵张场，操作地点考虑地形、设备、人员的布置需要占用一定面积的场地，每处按 1500m² 考虑，占地共 1.35hm²。牵张场一般选择地形平缓的场地进行施工，尽量避免占用林地及

耕地，施工过程中不破坏原始地貌，牵张场均采取直接铺设钢板或苫布铺垫的方式，使用完毕后恢复原始功能。牵张场布置形式见图 3.1-2。

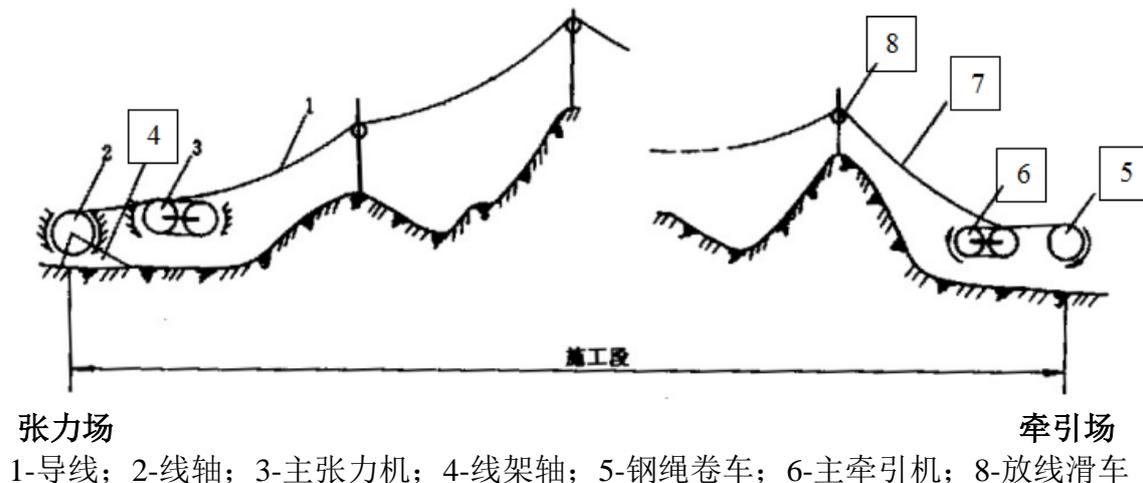


图 3.1-2 牵张场布置形式图

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、工具集放区、工棚布置区、休息区和标志牌布置区等。牵张场会占压和扰动原有地表。施工完成后应清理场地，清除混凝土残留等建筑垃圾，并进行原地貌和植被恢复。

（3）跨越施工场地区

输电线路跨越铁路、道路、电力线路等设施需要搭设跨越架。平均每处跨越架临时占地面积约 400m²，跨越架为钢架结构或竹木塔架，交叉跨越角尽量接近 90°，以减少临时占地的面积。

（4）堆料场

为满足施工过程中的堆料用地和运输方便，材料站一般选择在靠近路边，租用已有的库房或场地，用于塔材、钢材、线材、水泥、金具和绝缘子的集散。根据设计资料及实际情况，不需新增场地单独设置材料站。

3.1.7.5 施工道路

本工程线路沿线有高速公路、国道、省道、县道等公路可以利用，并且有多条乡镇公路、村间道路与线路平行交叉。为满足运输施工器材、组装材料等，需布设临时施工道路。临时施工道路一般是在现有道路基础上进行加固或修缮，以便机动车运输施工材料和设备。若现场无现有道路利用，则需对不满足施工车辆进出要求的部分路段进行局部修缮，新开辟部分施工道路。施工道路修建以路径最短、林木砍伐最少为

原则，待施工结束后，对破坏的植被采取恢复措施。

经查阅资料及现场踏勘，根据地形条件，施工简易道路长度约占线路长度的 25%，部分道路在原有土路上拓宽，人抬道路约占线路长度的 30%。本线路工程需修建施工简易道路 11km，平均宽度 3m，拓修人抬道约 13km，平均宽度 1.0m，施工道路区占地 6.25hm²。

①机械运输简易道路

本项目的机械运输简易道路主要为外部运输道路与牵张场连接的道路，施工场地、牵张场均位于交通较为方便的山间平地或丘间平地上，附近乡村道路和机耕道路较多，可以基本满足施工需求。

②人抬道路

本线路工程建设当中，建筑材料、塔基材料等需要往施工场地运输，外部运输到距离施工场地最近处后由人抬或者马驮的方式进行材料的运输。

③运输索道

本工程线路沿线部分区域地形复杂、交通条件差，部分塔基位于生态保护红线范围内，区域内植被生长条件较好，工程施工考虑架设索道运输材料，以避免新建施工临时道路造成植被破坏和水土流失，保护生态环境。

索道运输一般有单跨单索、单跨多索、多跨多索等多种形式，根据本工程地形及建设特点，宜采取单跨单索往复式索道。由始端地锚、始端支点、承载索、货车、牵引索、终端支架、驱动装置及终端地锚等组成。起点支架用地纳入施工道路中一并考虑，中间支架用地纳入人抬道路中一并考虑，终点支架用地纳入塔基施工场地范围内一并考虑。

3.1.5 施工条件

（1）建筑材料

项目建设所需的钢材、木材、水泥、砂石等建筑材料均可以在当地市场购得，可完全满足项目施工的需要。外购砂、石料选择已编报水土保持方案的合法砂、石料场，并在供料合同中明确水土流失防治责任。

（2）施工用水

线路工程施工用水就近在塔位附近的沟渠内取用。

（3）施工用电

线路工程施工电源可以通过小型柴油发电机解决。

3.1.6 施工工艺和方法

线路施工主要分为杆塔基础、杆塔组立和导线架设几个步骤，施工在线路路径方向上分段推进，即在一个工段上完成基础、立塔和架线后再进行下一个工段的施工。

各工序安排见图 3.1-3、3.1-4。

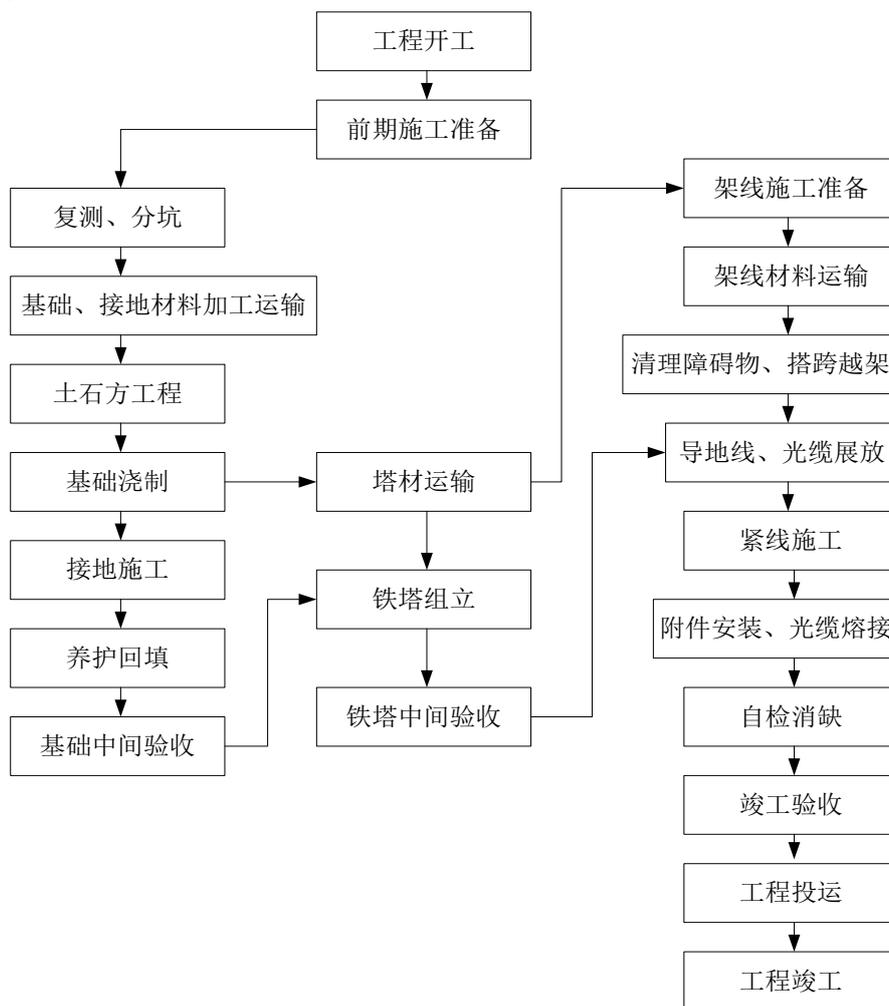


图 3.1-3 线路施工工序流程图

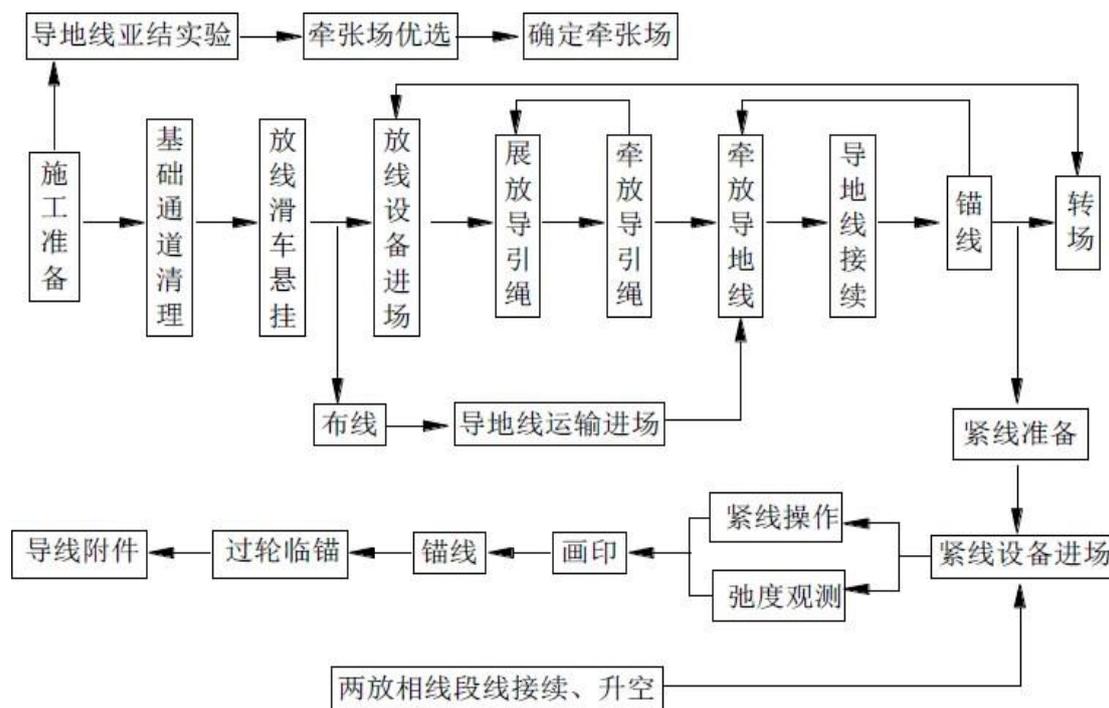


图 3.1-4 线路架线施工流程图

(1) 基础施工

土石方开挖以人工开挖为主，对于石坑，以凿岩机打洞，硝胺炸药爆破为主，以小炮爆炸结合人工开挖，对于不允许放炮的基础开挖，采用膨胀剂静态爆破和人工凿挖，积极开展定型爆破试验和应用。对于斜柱式基础开挖视土质适当放坡。掏挖基础、挖孔桩基础开挖时，应采取混凝土阶梯式护壁措施，如掏挖基础施工不采用混凝土护壁，主柱部分则采取钢圈护壁，掏挖部分采用支撑措施，防止塌方。

模板组合一般采用标准钢模板。钢筋现场绑扎，用小铁线绑扎牢固，要求点焊的应点焊成形。混凝土机械搅拌，机械捣固。人工浇水养护混凝土。

(2) 铁塔组立施工

可采用内拉线悬浮抱杆或外拉线悬浮抱杆分段分片吊装；外拉线悬浮抱杆分解组装方法。

铁塔组立采用分片分段吊装的方法，按吊端在地面分片组装，吊至塔上合拢，地线支架与最上段塔身同时吊装。吊装或大件吊装时，吊点位置要有可靠的保护措施，防止塔材出现硬弯变形。

抱杆提升时，用钢丝绳将其一端固定在已组塔顶端，另一端通过抱杆底部的朝地滑车、已组塔顶端对角侧的转向滑车及塔底的转向滑车，到机动绞磨后提升，提升时

要缓慢同步松出上拉线，抱杆升到位后调整好上下拉线及抱杆倾角，即可继续吊装。

（3）架线工程

导线架设采用一牵四张力放线方法，主牵引机一台，二线张力机两台并列，放线段挂五轮放线滑车。地线架设采用一牵一张力放线，耐张段紧线。

导线采用五轮放线滑车，直线塔的滑车直接挂在瓷瓶串下，耐塔采用特制拉棒做挂具。地线放线滑车直线塔的挂在金具串，耐张塔用钢丝套做挂具。

导、地线布线采用连接布线法，即施工段内各相导、地线，均按展放顺序累计线长使用导线线轴，第一相放完后，将导线切断，剩余导线接着使用在第二相、第三相。

紧线施工段与放线施工段相同，执行粗调、细调、微调、精调程序。紧好线后进行耐张塔平衡挂线的施工。当地形不允许导、地线放于地面时，用高空压接、平衡挂线方法。以平行四边形法为主，结合异长法和档端角度法。

杆塔附件安装采用一套四线提线吊具分别起吊放线滑车中的四根子导线，吊具的上端挂在悬垂挂点处的施工孔上，通过吊具中的葫芦，滑车中的导线都将自动到达安装位置。吊具中采用手扳葫芦和特制吊钩工具抬装相应子导线。

接地线敷设应在铁塔组立前完成，组塔时必须安装好接地引下线，防止雷击。人力开挖接地沟，人力布线、焊接、填土，接地圆钢的接续采用双面气焊，搭接施焊长度不小于 100mm。

3.1.7 主要经济技术指标

本工程动态总投资 17571 万元，其中环保投资为 145 万元，占工程总投资的 0.83%。本项目建设期工期为 11 个月，本工程计划于 2022 年 10 月开工，2023 年 9 月建成。

3.1.8 相关工程环保手续履行情况

与本工程相关的其他工程为 500kV 鹤城变电站和 500kV 多乐～永丰 I 回线路。其中 500kV 鹤城变电站为 500kV 鹤城输变电工程的一部分，500kV 鹤城输变电工程已于 2022 年 3 月完成环评报告书编制工作，2022 年 5 月取得环评批复（附件 34），计划于 2022 年 7 月开工建设。

500kV 多乐～永丰 I 回线路（原名 500kV 昭通～宣威 I 回线路）属于 500kV 昭通

输变电工程的一部分，500kV 昭通输变电工程于 2008 年 12 月取得原中华人民共和国环境保护部对环境影响报告书的批复（附件 33）。目前 500kV 多乐～永丰 I 回线路正在进行竣工环境保护验收工作，预计 2022 年 8 月完成。

3.2 与政策、法规及规划的相符性分析

3.2.1 与产业政策相符性分析

本工程属于《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（2021 年修订）中第一类（鼓励类）第四项第 8 条的“500 千伏及以上交、直流输变电项目”，为鼓励类建设项目，符合国家产业政策要求。

3.2.2 与区域电网规划相符性分析

2020 年 2 月 14 日，云南省能源局以（云能源电力函[2020]18 号）《云南省能源局关于支持 500 千伏天星输变电工程等重点项目建设的函》明确昭通电网增容及 500kV 网架加强工程为重点工程，要求尽快按规定报省发展改革委核准，早日开工建设并投产运行。

2020 年 11 月 6 日，国家能源局以（国能综函电力[2020]183 号）《关于同意云南 500 千伏柳井输变电工程等 3 个项目补充纳入 2020 年电网网架规划的复函》明确鹤城 500 千伏输变电工程纳入 2020 年电网主网架规划，请加快推进相关规划前期工作。

2020 年 11 月 20 日，云南省能源局以《云南省能源局关于加快推进 500 千伏柳井输变电工程等 3 个项目建设工作的通知》明确：本工程为云南省 2020 年电网主网架建设项目之一，要加快推进项目前期工作，尽快完成项目核准，及时开工建设，按照绿色铝硅项目建设投产时序同步建成，保障项目用电需求。

2021 年 8 月 10 日取得云南省发展和改革委员会关于 500 千伏鹤城输变电工程（昭通电网增容及 500 千伏网架加强工程）项目核准的批复。

为充分发挥云南省水电清洁能源优势，“打造绿色能源牌”，构筑硅光伏、硅电子、硅化工产业链，提升硅产业创新驱动能力，促进硅产业集群发展，努力将云南省打造成为面向南亚东南亚的中国绿色水电硅材一体化制造基地，落实《云南省人民政府关于水电硅材加工一体化产业的实施意见》（云政发[2017]78 号文），云省工业和信息化厅印发实施《云南省加快水电硅材一体化产业发展工作方案》（云工信原材

[2018]73 号)。云南电网“十三五”末期及“十四五”期间，由于云南省水电铝、水电硅项目较为集中，部分项目从提交用电申请到投产时间较为紧迫，且单点负荷较大，给电网供电带来了一定压力，需要配套建设 500kV 输变电项目满足项目用电需求。

“十四五”期间，昭通计划新建成 500kV 变电站 1 座，增容 500kV 变电站 1 座，新增 500kV 变电容量 225 万 kVA。

《云南省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》（云政发〔2021〕4 号）第十篇第四章“加快推进能源基础设施建设”中持续控股和加强主网网架和配网，提升电力供应保障能力和电网调节性、灵活性，提高电网安全可靠稳定水平。其中电网基础建设重点项目包含新建 500kV 鹤城输变电工程。

综上所述，本工程系统接入和选线方案与云南电网规划是相符的。

昭通市 2025 年电网接线情况见图 3.2-1。

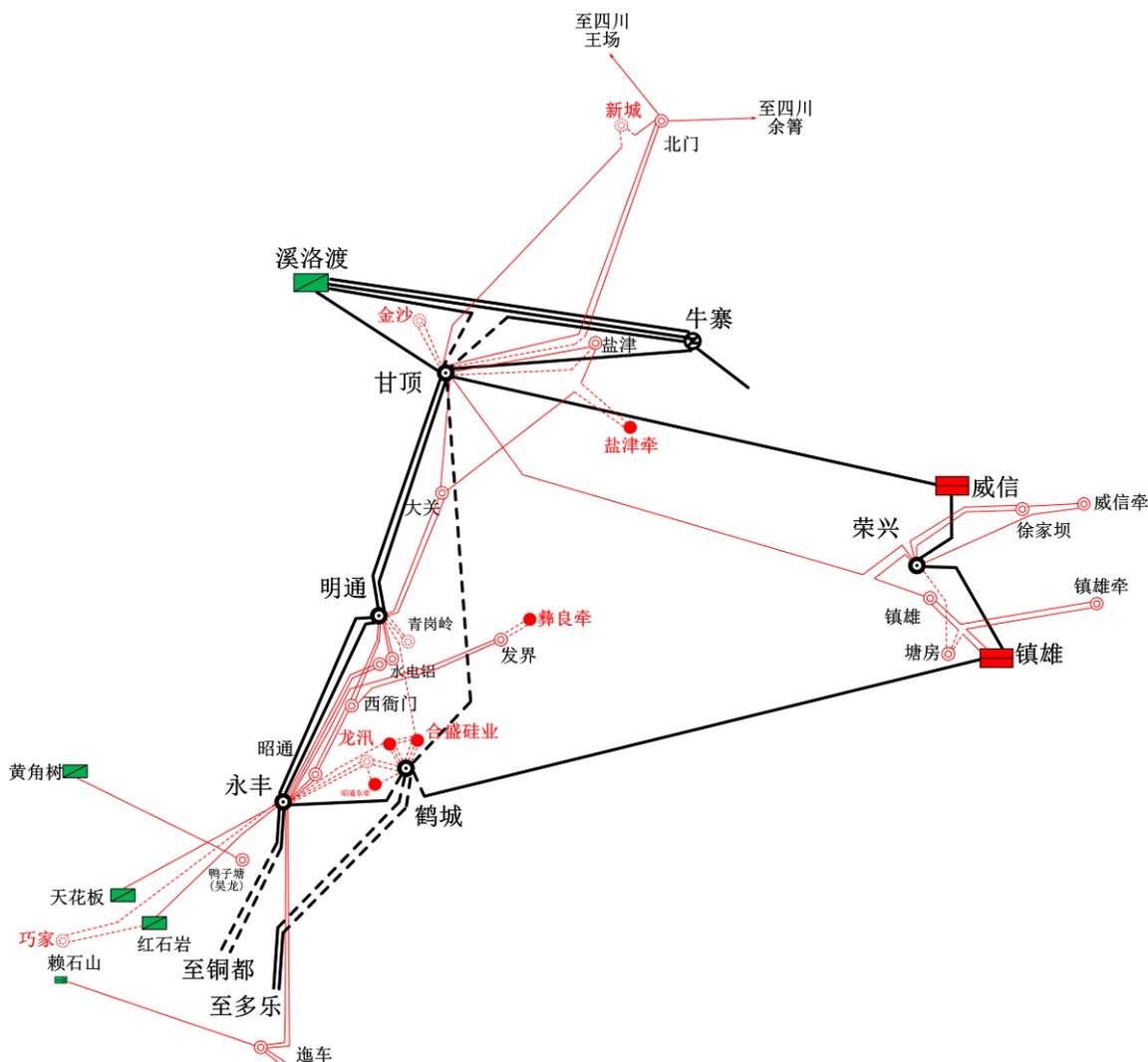


图 3.2-1 2025 年昭通电网规划地理接线图

3.2.3 工程与城乡规划的相符性分析

本次拟建输电线路路径已经取得当地人民政府和规划部门原则同意文件，并在选线时充分考虑和采纳了当地人民政府和相关部门提出的有关意见和要求。因此，本工程的建设与当地的城乡规划相符。项目取得的相关协议情况见表 3.2-1。

表 3.2-1 项目取得相关协议文件情况一览表

编号	单位名称	支持性文件情况	落实情况
附件 12	昭通市人民政府	1.原则同意线路路径走向方案。 2.项目开工建设前要依据国家项目建设的相关法律法规，完善相关手续。 3.工程建设所涉及的土地征用、青苗补偿、房屋拆迁、林木砍伐等问题，在项目实施时按国家有关规定办理相关手续并进行补偿。	1.项目开工前将严格依据相关法律法规、完善相关手续。 2.对项目土地征用、青苗补偿、房屋拆迁、林木砍伐等问题将严格按照法律法规和相关规定办理相应手续并补偿。
附件 13	昭通市发展和改革委员会	1.原则同意线路路径走向方案。 2.项目开工建设前要依据国家项目建	项目开工前将严格依据相关法律法规、完善相关手续。

编号	单位名称	支持性文件情况	落实情况
	会	设的相关法律法规，完善相关手续。	
附件 14	昭通市自然资源和规划局	1.同意线路路径走向方案。 2.在初步设计及施工阶段，进一步优化方案，尽量避让永久基本农田、不占用生态保护红线，节约集约用地，确保项目用地符合相关标准。	线路路径在昭通市境内不涉及生态保护红线，不占永久基本农田。下阶段设计将对线路方案进一步优化，尽量减少占地面积。
附件 15	昭通市生态环境局	1.原则同意线路路径走向方案。 2.项目开工建设前必须完善环境影响评价等相关手续。	项目开工建设前将完成环境影响评价等相关手续。
附件 16	昭通市昭阳区人民政府	1.原则同意线路路径走向方案。 2.项目开工建设前要依据国家项目建设的相关法律法规、完善相关手续。 3.工程建设所涉及的土地征用、青苗补偿、房屋拆迁、林木砍伐等问题，在项目实施时按国家有关规定办理相关手续并进行补偿。	1.项目开工前将严格依据相关法律法规、完善相关手续。 2.对项目土地征用、青苗补偿、房屋拆迁、林木砍伐等问题将严格按照法律法规和相关规定办理相应手续并补偿。
附件 17	昭阳区发展和改革委员会	1.原则同意线路路径走向方案。 2.项目开工建设前要依据国家项目建设的相关法律法规、完善相关手续。	项目开工前将严格依据相关法律法规、完善相关手续。
附件 18	昭通市昭阳区自然资源局	1.原则同意线路路径走向方案。 2.尽量避让永久基本农田。 3.涉及的土地征用、青苗赔偿、房屋拆迁、林木砍伐、矿业权压覆等问题，在工程开工前完成有关手续和被征地农民的补偿工作，未获得用地手续前不得开工建设。	1.站址及线路路径在昭通市昭阳区境内不涉及生态保护红线，不占永久基本农田。 2.对项目土地征用、青苗赔偿、房屋拆迁、林木砍伐、矿业权压覆等问题将严格按照法律法规和相关规定办理相应手续。
附件 19	昭阳区林业和草原局	1.原则同意线路路径走向方案。 2.严格按照建设项目使用林地的有关法律法规完善使用林地手续后方可动工建设，严禁未批先占林地和未批先伐林木。	工程开工前将严格按照林业法律、法规办理林地使用审批手续及林木砍伐手续。
附件 20	昭通市生态环境局昭阳分局	1.原则同意线路路径走向方案。 2.项目开工建设前必须完善环境影响评价报告编制及报批工作。	项目开工建设前将完成环境影响评价等相关手续。
附件 21	昭通市昭阳区农业农村局	1.原则同意线路路径走向方案。 2.项目线路建设时需对昭通市地震检测台站进行避让。	线路路径已避让昭通市地震检测台站。
附件 22	鲁甸县人民政府	1.原则同意线路路径走向方案。 2.项目开工建设前要依据国家项目建设的相关法律法规，完善相关手续。 3.工程建设所涉及的土地征用、青苗补偿、房屋拆迁、林木砍伐等问题，在项目实施时按国家有关规定办理相关手续并进行补偿。	1.项目开工前将严格依据相关法律法规、完善相关手续。 2.对项目土地征用、青苗补偿、房屋拆迁、林木砍伐等问题将严格按照法律法规和相关规定办理相应手续并补偿。
附件 23	鲁甸县发展和改革委员会	1.原则同意线路路径走向方案。 2.项目开工建设前要依据国家项目建设的相关法律法规，完善相关手续。	项目开工前将严格依据相关法律法规、完善相关手续。

编号	单位名称	支持性文件情况	落实情况
附件 24	鲁甸县自然资源局	1.原则同意线路路径走向方案。 2.规划设计阶段，站址及线路路径尽量避让永久基本农田。 3.未获得用地手续前不得开工建设。	1.站址及线路路径不占用永久基本农田，下阶段设计将对线路方案进一步优化，尽量减少占地面积。 2.项目开工前将严格按照法律法规和相关规定办理用地手续。
附件 25	鲁甸县林业和草原局	1.原则同意选址，线路路径禁止使用一级公益林及 I 级保护林地。 2.严格按照建设项目使用林地的相关法律法规，做好项目申报工作，未取得林地使用手续之前禁止使用林地。	1.线路不占用一级公益林及 I 级保护林地。 2.工程开工前将严格按照林业法律、法规办理林地使用审批手续及林木砍伐手续。
附件 26	昭通市生态环境局鲁甸分局	1.原则同意线路路径走向方案。 2.项目开工建设前必须完善环境影响评价报告等相关工作。	项目开工建设前将完成环境影响评价等相关手续。
附件 27	鲁甸县农业农村局	项目站址与线路路径与规划无冲突，原则同意寒坡岭站址和鸡鹅口子站址及线路路径走向方案。	
附件 28	威宁彝族回族苗族自治县人民政府	原则同意线路 30km 过境威宁自治县玉龙镇、牛棚镇、中水镇。禁止压覆矿区，禁止违规占用田坝林场、基本农田及生态红线敏感区。	线路在威宁县境内经过生态保护红线，将遵照行政主管部门意见和要求开展后续工作，确保工程开工建设前取得相关手续文件。
附件 29	威宁彝族回族苗族自治县发展和改革局	原则同意线路路径	
附件 30	威宁彝族回族苗族自治县自然资源局	原则同意线路路径走向。在选不过你要后期涉及阶段进一步优化路径走向，最大限度避让生态保护红线及基本农田，无法避让确需占用的，需按照相关规定办理占用手续。	线路在威宁县境内经过生态保护红线，下阶段设计将进一步优化线路方案，尽可能避让生态保护红线及基本农田，尽量减少占地林地。将遵照行政主管部门意见和要求开展后续工作，确保工程开工建设前取得相关手续文件。
附件 31	威宁彝族回族苗族自治县林业局	请办理相关林业手续，原则同意线路路径方案。	项目开工前，将严格按照法律法规和相关规定办理使用林地和林木采伐手续。
附件 32	毕节市生态环境局威宁分局	线路不穿越已划定的千人以上饮用水源保护区。	线路已避让水源保护区。

3.2.4 工程与《云南省主体功能区规划》的相符性分析

根据《云南省主体功能区规划》（云政发[2014]1 号），云南省国土空间按照开发方式分为重点开发区域、限制开发区域、禁止开发区域 3 类主体功能区。其中重点开发区域主要分为国家重点开发区域和省级重点开发区域；限制开发区域主要分为农产品主产区、国家重点生态功能区和省级重点生态功能区；禁止开发区域主要包括国家

禁止开发区域和省级禁止开发区域。

拟建项目所经区域昭通市昭阳区、鲁甸县为省级重点开发区域。

《云南省主体功能区规划》中对重点开发区的功能定位为：支撑全省乃至全国经济增长的重要增长级，工业化和城镇化的密集区域，落实国家新一轮西部大开发战略，我国面向西南开放重要桥头堡战略，促进区域协调，实现科学发展、和谐发展、跨越发展的重要支撑点。发展方向和原则是统筹规划国土空间、合理发展城市，促进人口加快聚集，提高发展质量，发展都市型农业，保护生态环境。

国家层面重点开发区域是面向西南开放重要桥头堡建设的核心区，连接东南亚、南亚国家的陆路交通枢纽，面向东南亚、南亚对外开放的重要门户；全国重要的烟草、旅游、文化、能源和商贸物流基地，以化工、有色冶炼加工、生物为重点的区域性资源深加工基地，承接产业转移基地和外向型特色优势产业基地；我国城市化发展格局中特色鲜明的高原生态宜居城市群；全省跨越发展的引擎，我国西南地区重要的经济增长极。

省级层面集中连片重点开发区域中滇东北地区是以昭阳区及鲁甸县一体化为核心，包括沿昆水公路终点城镇带状组团式城镇密集区域，功能定位为昆明-昭通-成渝和长三角经济走廊的前沿，滇、川、渝、黔交界区域的经济增长极；全省重要的能源基地和重化工基地。发展方向为构建以昭阳和鲁甸一体化为核心，以清洁载能型和劳动密集型产业为主要导向，重点加快发展生态农业、能源、化工、矿产、商贸物流、旅游等产业，促进形成产业聚集区。

《云南省主体功能区规划》中空间布局—电力交换枢纽：重点在滇中、滇东北、滇西北和滇南 4 个区域电网均建成 1-2 个输电通道，按网对网方式向外区送电。与贵州等省合作进行电量互换，实现电力有进有出，水火互补。

本工程属于电网基础设施建设项目，其主要作用是保障区域经济发展的能源供应，对当地经济和发展有一定促进作用。输电线路工程建设不属于大规模连片开发，仅塔基基础占用土地，对沿线生态环境的扰动较小，不损害生态系统的稳定性和完整性，对沿线农业生产的影响也很小。且输电线路运行期无“三废”污染物排放，在做好环境保护和水土保持的基础上，对当地农业、生态环境的影响可以接受。

本工程建设可满足近期昭通电网用电负荷高速增长的需求，满足昭通电网与主网断面电力交换需求，提升昭通电网供电可靠性，降低运行风险，符合规划中重点在滇东北建成输电通道的空间布局。

因此，工程建设与《云南省主体功能区规划》不冲突。

3.2.5 工程与《云南省生态功能区划》的相符性分析

根据《云南省生态功能区划》，项目所在区域生态区为Ⅲ高原亚热带北部常绿阔叶林生态区，属于Ⅲ4 滇东北高中山暖性针叶林、亚高山草甸生态亚区，包括Ⅲ4-1 牛栏江、金沙江高山峡谷水土保持生态功能区、Ⅲ4-2 昭通鲁甸山原盆地农业与城镇生态功能区。

Ⅲ4-1 牛栏江、金沙江高山峡谷水土保持生态功能区主要包括昭通市昭阳区、巧家、鲁甸、会泽三县交接地区，主要生态特征是以高山峡谷地貌为主，植被以云南松林为主，有一定面积稀树灌木草丛。低海拔河谷地带的土壤类型以燥红土为主，山地垂直带上的土壤以黄壤和棕壤为主。主要生态问题是贫困与生态环境恶化的恶性循环。主要生态系统服务功能是牛栏江、金沙江下游高山峡谷地区的水土保持。保护措施和发展方向为改变土地利用方式，发展以经济林木为主的生态林业，严格控制矿产资源的开发，对生态严重破坏地区实施生态移民。

Ⅲ4-2 昭通鲁甸山原盆地农业与城镇生态功能区包括鲁甸县大部分地区和昭阳区，主要生态特征是以山原盆地地貌为主，现存植被类型以云南松林为主，主要土壤类型为黄壤、黄棕壤和水稻土。主要生态问题是人口密集、土地利用强度大造成的土地退化。主要生态系统服务功能是以粮食和经济林主的生态农业建设。保护措施和发展方向为发展以商品粮和苹果为主的生态农业，发展特色优势农副产品，建立以农产品的生产加工为主的循环经济，推行清洁生产，防止农业环境污染；

本工程永久占地面积较小，对用于农业生产的土地资源占用少，对区域的生态农业建设功能影响小，输电线路运行期无“三废”污染物排放，在做好环境保护和水土保持的基础上，工程的建设规模和影响程度均不会超出沿线功能区的环境承载能力，因此，本工程与《云南省生态功能区划》不冲突。

3.2.6 工程与《贵州省主体功能区规划》的相符性分析

根据《贵州省主体功能区规划》（黔府发[2013]12号），贵州省国家层面的主体功能区划分为重点开发区、限制开发区（分为农产品主产区和重点生态功能区）和禁止开发区域（包含国家级自然保护区、世界和国家文化自然遗产、国家级风景名胜区、国家级森林公园、国家级地质公园）三类。省级层面主体功能区划分为重点开发、限制开发和禁止开发区域（省级和市州级自然保护区、省级风景名胜区、省级森林公园、省级地质公园、国家重点文物保护单位、重要水源地保护区、国家重要湿地、国家湿地公园、国家级和省级水产种质资源保护区等）三类。

拟建项目所经区域毕节市威宁彝族回族苗族自治县为国家层面桂黔滇喀斯特石漠化防治生态功能区—威宁-赫章高原分水岭石漠化防治与水源涵养区，类型为石漠化防治与水源涵养，发展方向为封山育林育草，推进石漠化防治，加强水土流失治理，保护和恢复植被、湿地。

《贵州省主体功能区规划》中对限制开发区（重点生态功能区）的功能定位为：保障生态安全，保持并提高生态产品供给能力的重要区域，人与自然和谐相处的示范区。重点生态功能区中的水源涵养型以推进天然林草保护，封山育林育草、退耕还林还草，治理水土流失，维护或重建湿地、森林、草地等生态系统。严格保护具有水源涵养功能的自然植被，禁止过度放牧、无序采矿、毁林开荒等行为。加大河流源头及上游地区的小流域治理，减少面源污染。拓宽农民增收渠道，解决农民长远生计，巩固林草植被建设成果。石漠化防治型以实行封山育林育草、植树造林、退耕还林还草和种草养畜，推进石漠化防治工程和小流域综合治理，恢复退化植被，实行生态移民，改变耕作方式。解决农民长远生计，巩固石漠化治理成果。

本工程线路区域不涉及国家级及省级禁止开发区域，项目属于电网基础设施建设项目，输电线路工程建设不属于大规模连片开发，仅塔基基础占用土地，线路施工不会进行毁林开荒等严重影响生态环境的行为，不损害生态系统的稳定性和完整性，在做好环境保护和水土保持的基础上，对当地生态环境的影响较小。

输电线路是保障区域经济发展的能源供应，对当地经济和发展有一定促进作用。本工程建设可满足近期电网用电负荷高速增长的需求，满足云南省昭通电网与主网断

面电力交换需求，提升昭通电网供电可靠性，降低运行风险，符合规划中重点在滇东北建成输电通道的空间布局。

因此，工程建设与《贵州省主体功能区规划》不冲突。

3.2.7 工程与《贵州省生态功能区划》的相符性分析

根据《贵州省生态功能区划》（黔府发[2005]154 号），项目所在区域生态区为IV西部半湿润亚热带针阔混交林、草山喀斯特脆弱环境生态区—IV1 黔西高原山地针阔叶混交林、草山农牧业生态亚区—IV1-5 牛棚-黑石土壤保持生态功能区。

IV1-5 牛棚-黑石土壤保持生态功能区主要包括威宁县西部和西南部地区；面积1648km²；主要生态环境问题是峡谷区陡坡垦殖普遍，水土流失严重，部分生态系统退化；生态环境敏感性为土壤侵蚀中至强度敏感，1/3 的喀斯特地区石漠化中度敏感；主要生态系统服务功能以土壤保持极重要；保护措施与发展方向以水土保持为目标，积极营造水土保持林和水源涵养林，扩大森林面积；峡谷区的陡坡耕地实施退耕还林还草，合理利用草山草坡，发展畜牧业。

输电线路点式跨越工程，单个塔基永久占地面积较小，对用于土地资源占用少，对区域的生态环境功能影响小，输电线路运行期无“三废”污染物排放，在做好环境保护和水土保持的基础上，工程的建设规模和影响程度均不会超出沿线功能区的环境承载能力，因此，本工程与《贵州省生态功能区划》不冲突。

3.2.8 与《云南省生态保护红线》的相符性

（1）云南省生态保护红线划定情况

2018 年 6 月 29 日，云南省人民政府以 云政发[2018]32 号《云南省人民政府关于发布云南省生态保护红线的通知》正式发布了云南省生态保护红线。云南省生态保护红线面积 118400km²，占国土面积的 30.90%，包含生物多样性维护、水源涵养、水土保持三大红线类型，11 个分区。

（2）相符性分析

根据《500kV 鹤城输变电工程（昭通电网增容及 500kV 网架加强工程）之鹤城-多乐线路工程建设项目占用生态保护红线不可避让性论证方案》，本工程线路在云南省昭通市境内不涉及云南省生态保护红线。

3.2.9 与《贵州省生态保护红线》的相符性

（1）贵州省生态保护红线划定情况

2018 年 6 月 27 日，贵州省人民政府以黔府发[2018]16 号《贵州省人民政府关于发布贵州省生态保护红线的通知》正式发布了贵州省生态保护红线。贵州省生态保护红线面积 45900.76km²，占国土面积的 26.06%，包含水源涵养、水土保持、生物多样性维护、水土流失控制、石漠化控制五大红线类型、14 个分区。

（2）生态保护红线不可避让性分析

本工程沿线途经贵州省毕节市威宁县，2020 年 8 月建设单位将《关于确认 500kV 鹤城输变电工程（昭通电网增容及 500kV 网架加强工程）与贵州省生态保护红线关系的函》送至威宁县自然资源局并收到威宁县自然资源局回复（见附件 8）。

根据线路所经区域生态保护红线划定情况，乌蒙山—北盘江流域石漠化生态保护红线为大面积且连续性分布，线路沿线生态保护红线分布密集，覆盖范围广，拟建线路无法完全避让贵州省生态保护红线。为降低工程建设对生态保护红线的影响，设计经过多方案比选后选择对生态保护红线影响最小的路径方案，并通过优化塔基布设的方式尽量减少生态保护红线内土地占用面积。最终拟定的线路方案无法完全避让分布较密集的贵州省生态保护红线。

根据《500kV 鹤城输变电工程（昭通电网增容及 500kV 网架加强工程）之鹤城-多乐线路工程建设项目占用生态保护红线不可避让性论证方案》；本工程线路穿越了贵州省生态保护红线，类型为乌蒙山—北盘江流域石漠化红线，同时属于省级公益林，穿越长度约 3km，位于生态红线内塔基共 8 基，塔基永久占地约 0.201hm²，临时占地约 0.57hm²，植被类型以云南松为主；线路与贵州省生态保护红线位置关系见图 2.5-2。

本工程输电线路尽可能避让了呈块状分布的生态保护红线密集区，尽可能从生态保护红线零星分布区域或间隙通过，同时避让了 I 级保护林地，最大限度减小了对生态保护红线的影响。

根据分析，本工程建设不属于大规模连片开发，仅塔基基础占用土地，对沿线生态环境的扰动较小，不损害生态系统的稳定性和完整性。

（3）法规要求

2016 年 10 月 26 日，原环境保护部印发《关于以改善环境质量为核心加强环境影响评价管理的通知》（环环评〔2016〕150 号），提出：“除受自然条件限制、确实无法避让的铁路、公路、航道、防洪、管道、干渠、通讯、输变电等重要基础设施项目外，在生态保护红线范围内，严控各类开发建设活动”。2018 年 8 月 30 日，生态环境部印发《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），提出：“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。”2019 年 10 月 24 日，中共中央办公厅 国务院办公厅印发《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》（厅字〔2019〕48 号），提出：“生态保护红线内，自然保护地核心保护区原则上禁止人为活动，其他区域严格禁止开发性、生产性建设活动，在符合现行法律法规前提下，除国家重大战略项目外，仅允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动，主要包括：零星的原住民在不扩大现有建设用地和耕地规模前提下，修缮生产生活设施，保留生活必需的少量种植、放牧、捕捞、养殖；因国家重大能源资源安全需要开展的战略性能源资源勘查，公益性自然资源调查和地质勘查；自然资源、生态环境监测和执法包括水文水资源监测及涉水违法事件的查处等，灾害防治和应急抢险活动；经依法批准进行的非破坏性科学研究观测、标本采集；经依法批准的考古调查发掘和文物保护活动；不破坏生态功能的适度参观旅游和相关的必要公共设施建设；必须且无法避让、符合县级以上国土空间规划的线性基础设施建设、防洪和供水设施建设与运行维护；重要生态修复工程。”

根据《贵州省生态保护红线管理暂行办法》（黔府发〔2016〕32 号）第十一条“生态保护红线区实行分级管控，依据生态系统脆弱性、敏感性和服务功能的重要程度，分为一级管控区和二级管控区。一级管控区范围为一级国家级公益林地；石漠化敏感区；遗产地的核心区；自然保护区核心区和缓冲区；地质公园的核心保护区；风景名胜区总体规划确定的核心区；国家重要湿地的核心区和缓冲区；省级以上湿地公园保育区和恢复重建区；森林公园划定的核心景观区和生态保育区；千人以上集中式饮用

水源保护区的一级保护区；国家级和省级水产种质资源保护区。对于一级管控区，实行最严格的管控措施，禁止一切形式的开发建设活动。……国家和省重大工程确需占用或穿越生态保护红线区，按照国家有关法律、法规规定办理；国家没有规定的，报省人民政府批准。”

（4）相符性分析

本工程属于电网线性基础设施建设项目，是国家 2020 年电网主网架完善重点项目之一。线路工程在设计选线时已尽可能避让沿线各类敏感区域，部分塔基确实无法避让生态红线。项目塔基用地不涉一级国家级公益林地、遗产地核心区、自然保护区核心区和缓冲区、地质公园核心区、风景名胜区核心景区、国家重要湿地的核心区和缓冲区、省级以上湿地公园保育区和恢复重建区、森林公园核心景观区和生态保育区、千人以上集中式饮用水源保护区的一级保护区、国家级和省级水产种质资源保护区等国家法律、法规禁止开发建设的区域，符合相关法规规定要求。作为电力基础设施项目，为点状占地，不会导致工程区域生态功能的下降；本工程设计和施工方案中已考虑无害化的穿（跨）越方式进行，已最大限度减少工程占用生态保护红线；工程设计已采取相应生态影响减缓和恢复措施，本环评还提出了一系列针对生态保护红线的保护措施与要求（详见第七章生态影响评价专章），减小工程施工造成的水土流失和环境影响，将对生态环境的影响降至最低，不会对生态功能造成破坏，不影响整体森林生态系统功能发挥；线路投运后无地表水、大气等污染物产生，对穿越的生态保护红线不利影响很小。

根据云南省昭通市及贵州省毕节市威宁县人民政府和规划部门原则同意的路径协议文件，本工程的建设与当地的城乡规划相符，对当地经济、基础设施建设和片区开发影响较小，项目路径纳入当地电力通道控制，不影响区域道路规划和规划建设用地。工程符合县级以上国土空间规划，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》的要求。

本环评建议建设单位按照现行建设项目使用林地审核审批管理办法和相关规定依法办理使用林地手续和林木采伐手续，并遵照行政主管部门意见和要求开展后续工作，确保工程开工建设前取得相关征占用林地手续文件。

综上所述，根据环环评〔2016〕150号、环规财〔2018〕86号、厅字〔2019〕48号文件、云自然资〔2020〕88号和黔府发〔2016〕32号，本工程不违背现行生态保护红线管理要求。

3.2.10 与“三线一单”要求相符性分析

3.2.10.1 生态红线

生态保护红线指在生态空间范围内具有特殊重要生态功能、必须强制性严格保护的区域，是保障和维护国家生态安全的底线和生命线，通常包括具有重要水源涵养、生物多样性维护、水土保持、防风固沙、海岸生态稳定等功能的生态功能重要区域，以及水土流失、土地沙化、石漠化、盐渍化等生态环境敏感脆弱区域。按照“只能增加、不能减少”的基本要求，实施严格管控。

根据《省人民政府关于发布贵州省生态保护红线的通知》（黔府发〔2018〕16号）及调查结果可知，本工程在威宁县境内约有3km线路经过生态保护红线，类型为乌蒙山-北盘江流域石漠化生态保护红线，位于生态红线内塔基共8基，塔基永久占地约0.201hm²，临时占地约0.57hm²。

根据生态环境部（环规财〔2018〕86号）《生态环境部关于生态环境领域进一步深化“放管服”改革，推动经济高质量发展的指导意见》，涉及生态保护红线和相关法定保护区的输气管线、铁路等线性项目，指导督促项目优化调整选线、主动避让；确实无法避让的，要求建设单位采取无害化穿（跨）越方式，或依法依规向有关行政主管部门履行穿越法定保护区的行政许可手续、强化减缓和补偿措施。

本工程属于云南省2020年重大项目，在设计选线时已尽可能避让沿线各类敏感区域，部分塔基确实无法避让生态红线。本项目塔基用地不涉一级国家级公益林地、遗产地核心区、自然保护区核心区和缓冲区、地质公园核心区、风景名胜区核心景区、国家重要湿地的核心区和缓冲区、省级以上湿地公园保育区和恢复重建区、森林公园核心景观区和生态保育区、千人以上集中式饮用水源保护区的一级保护区、国家级和省级水产种质资源保护区等国家法律、法规禁止开发建设的区域，符合相关法规规定要求。作为电力基础设施项目，为点状占地，不会导致工程区域生态功能的下降；本工程设计和施工方案中已考虑无害化的穿（跨）越方式进行，并拟采取完善的水土保持和环境保护措施，减小工程施工造成的水土流失和环境影响；同时施工结束后将及

时进行植被恢复，将对生态环境的影响降至最低；线路投运后无地表水、大气等污染物产生，对穿越的生态保护红线不利影响很小。云南电网有限责任公司编制了《500kV 鹤城输变电工程（昭通电网增容及 500kV 网架加强工程）之鹤城-多乐线路工程建设项目占用生态保护红线不可避免性论证方案》，并通过贵州省自然资源厅组织的审查。从环保角度来说，本工程的建设与贵州省生态保护红线规划和管理办法要求相符。

3.2.10.2 环境质量底线

环境质量底线指按照水、大气、土壤环境质量“只能更好、不能变坏”的原则，科学评估环境质量改善潜力，衔接环境质量改善要求，确定的分区域分阶段环境质量目标及相应的环境管控和污染物排放总量限值要求。

项目所在区域主要为乡村区域，根据环境质量公报及现状监测结果可知，项目区域的声环境、大气环境、电磁环境均能够满足相应的标准要求。输电线路运营期不对外排放废气、废水、固废等，线路运行产生的污染因素主要为噪声和电磁场，线路运行产生的噪声值很低，对沿线声环境影响很小，电磁场经衰减后对环境影响不大。项目各项污染因素通过采取相应环保措施后对环境影响不大，可以确保环境质量不下降，项目建设满足环境质量底线的要求。

3.2.10.3 资源利用上线

资源利用上线指按照自然资源资产“只能增值、不能贬值”的原则，以保障生态安全和改善环境质量为目的，参考自然资源资产负债表，结合自然资源开发利用效率，提出的分区域分阶段的资源开发利用总量、强度、效率等上线管控要求。

本项目为输变电类项目，不属于能源开发、利用项目，且项目仅建设期消耗少量能源，运营期不涉及能源消耗；施工期和运行期耗水量也非常小，完全不会对区域水资源造成影响；项目占地面积较小，占地符合项目所在地当地土地利用规划。因此项目建设符合区域资源利用上线要求。综上所述，项目建设满足资源利用上线的要求。

3.2.10.4 环境准入负面清单

环境准入负面清单指基于环境管控单元，统筹考虑生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线的管控要求，提出的空间布局、污染物排放、资源开发利用等禁止和限制的环境准入情形。

（1）云南省

《云南省人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》（云政发[2020]29号）指出：严格落实生态环境保护法律法规标准和有关政策，强化污染防治和自然生态系统保护修复，改善区域生态环境质量。按照区域环境承载能力，优化产业空间布局，加快产业结构调整，严格环境准入，强化污染物排放管控，实现固定污染源排污许可全覆盖。充分考虑水资源、水环境承载力，坚持以水定城、以水定地、以水定人、以水定产。保护优良水体和饮用水源，整治不达标水体，统筹推进水污染防治、水生态保护和水资源管理，全面改善水环境质量。巩固提高环境空气质量，调整优化产业、能源、运输和用地结构，加快城市建成区重污染企业搬迁改造或关闭退出，加强“散乱污”企业综合整治。深化工业污染治理，加大机动车污染防治和扬尘综合治理力度，加强秸秆综合利用，强化大气污染联防联控。加强土壤污染防治，对农用地实施分类管理，对建设用地实行准入管理，确定土壤环境重点监管企业名单，实施土壤污染风险管控和修复名录制度，对污染地块开发利用实行联动监管。严守资源利用上线，实行能源和水资源消耗、建设用地等总量和强度双控，实施工业节能增效，加快发展清洁能源和新能源。

根据《昭通市“三线一单”生态环境分区管控实施方案》（昭政发[2021]14号），优先保护单元严格按照国家生态保护红线和自然保护地等管理规定进行管控，依法禁止或限制大规模、高强度的工业和城镇建设。重点管控单元应优化空间布局，加强污染物排放管控和环境风险防控，不断提升资源利用效率，解决突出生态环境问题。一般管控单元主要落实生态环境保护基本要求，建设项目严格执行产业政策、环保政策及相关负面清单要求，加强生活污染和农业面源污染治理，推动区域环境质量持续改善。

（2）贵州省

根据贵州省政府《省人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的通知》（黔府发[2020]12号），优先保护单元内以生态环境保护为主，依法禁止或限制大规模、高强度的工业和城镇建设。重点管控单元内以生态修复和环境污染治理为主，加强污染物排放控制和环境风险防控，进一步提升资源利用效率，严格落实区域及重点行业污

染物允许排放量。一般管控单元以生态环境保护与适度开发相结合为主，开发建设中应落实生态环境管控相关要求。

根据《毕节市“三线一单”生态环境分区管控实施方案》（毕府发[2020]12 号），优先保护单元中生态保护红线原则上按禁止开发或依现行法律法规规定有条件开发区域进行管理。严禁不符合国家有关规定的各类开发活动，严禁任意改变用途，严格禁止任何单位和个人擅自占用和改变用地性质。重点管控单元中城镇和工业园区(集聚区)，人口密集、资源开发强度大、污染物排放强度高的区域，根据单元内的水、大气、土壤和生态等环境要素的质量目标要求，坚持以生态修复和环境污染治理为主，应优化空间布局，加强污染物排放控制和环境风险防控，进一步提升资源利用效率。严格落实区域及重点行业污染物允许排放量。一般管控单元执行区域生态环境保护的基本要求，以生态环境保护与适度开发相结合为主，开发建设中应落实生态环境管控相关要求。

综合以上分析，本项目建设期、运营期产生的污染在采取相应的环保措施后对环境的影响较小，能够确保所在地环境质量不下降，满足生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线的要求，且属于符合国家产业政策，不属于准入禁止审批清单，项目不违背国家、云南省及贵州省现行生态保护红线管控要求。

3.2.10.5 “三线一单”生态环境分区管控

（1）云南省

①省级分区管控

根据《云南省人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》（云政发[2020]29 号），全省共划分 1164 个生态环境管控单元，其中优先保护单元 383 个，包含生态保护红线和一般生态空间，主要分布在滇西北山区、南部边境山区、哀牢山和无量山、滇东南喀斯特石漠化防治区、金沙江干热河谷、高原湖泊湖区等重点生态功能区域。重点管控单元 652 个，包含开发强度高、污染物排放强度大、环境问题相对集中的区域和大气环境布局敏感、弱扩散区等，主要分布在滇中城市群、九大高原湖泊流域、各类开发区和工业集中区、城镇规划区及环境质量改善压力较大的区域。一般管控单元 129 个，为优先保护、重点管控单元之外的区域。

优先保护单元应按照国家生态保护红线有关要求进行管控。一般生态空间优先保护单元以保护和修复生态环境、提供生态产品为首要任务，参照主体功能区中重点生态功能区的开发和管制原则进行管控，加强资源环境承载力控制，防止过度垦殖、放牧、采伐、取水、渔猎、旅游等对生态功能造成损害，确保自然生态系统稳定。涉及占用一般生态空间的开发活动应符合法律法规规定，没有明确规定的，加强论证和管理。

开发区及工业集中区重点管控单元应合理规划产业分区和功能定位，禁止不符合开发区规划要求的项目入区；合理规划居住区与工业功能区，在居住小区和工业区、工业企业之间按照要求设置环境保护距离及生态隔离带。加强污染防治，在实现稳定达标排放基础上，根据区域环境质量改善目标，实施污染物排放总量控制，降低排放强度。开发区及区内企业实现“雨污分流”、“清污分流”，开发区按照规定建成污水集中处理设施并确保稳定运行，加强土壤和地下水污染防治。强化企业环境风险防范设施设备建设和运行监管，制定突发环境事件应急预案，建立企业隐患排查整治常态化监管机制。推进开发区生态化、循环化改造，提高资源能源利用效率。

城镇生活污染重点管控单元应完善城镇污水收集管网，强化城中村、老旧城区和城乡结合部污水截流、收集，取缔城市建成区内生活污水直排口，加快污水处理设施建设与提标改造，加强污泥资源化利用处置能力建设。推动州、市人民政府所在地城市建成区现有重污染企业搬迁改造或关闭退出。县级及以上城市划定高污染燃料禁燃区，严格建筑工地施工扬尘监管，加强噪声、臭气异味、油烟、挥发性有机物等污染防治。遵循减量化、资源化、无害化原则，加快完善城市垃圾分类收集、分类投放、分类运输、分类处置设施。深入推进节水型社会和节水型城市建设，加强非常规水资源开发利用和节水产品推广普及，严控高耗水服务业用水。

土壤污染重点管控单元应制定土壤污染风险管控与修复方案，开展土壤和农产品协同监测与评价。加强涉镉等重金属重点行业企业污染源排查整治，强化监督检查，严格排放管控，实行重金属污染物排放浓度和排放总量双控。矿产资源开发活动集中区域按照要求执行重点污染物特别排放限值。加快处理历史遗留冶炼废渣，全面整治固体废物堆存场所，完善防扬散、防流失、防渗漏等设施。

农业面源污染重点管控单元应围绕环境质量改善目标，加强农业农村污染防治，推进农村环境综合整治和农村环保基础设施建设。加快开展九大高原湖泊流域农田径流污染防治，优化农业种植结构，推行生态种植模式，推广使用测土配方施肥、生物防治、精细农业等技术，严格控制高耗水、高耗肥作物种植，实现化肥农药减量增效。

矿产资源重点管控单元应推进矿产资源开发规模化、集约化和转型升级，推动绿色矿山建设，严格执行矿山最低开采规模标准，加强矿产资源绿色勘查开发。强化矿产资源开发污染综合治理，降低污染物产生量和排放量。加强矿山生态修复和环境治理，严格采矿选矿废渣环境管理，加强固体废物综合利用，提高矿产资源回收利用率。

大气环境布局敏感、弱扩散重点管控单元应优化产业布局，加强大气污染排放管控，严格论证新建、扩建钢铁、石化、化工、焦化、建材、有色冶炼等高污染项目，确保大气环境质量达标。

一般管控单元应落实生态环境保护基本要求，项目建设和运行应满足产业准入、总量控制、排放标准等管理规定。

②昭通市分区管控

根据《昭通市“三线一单”生态环境分区管控实施方案》（昭政发[2021]14号），昭通市共划定 97 个生态环境分区管控单元。其中优先保护单元 33 个，主要分布在大山包、药山、乌蒙山、长江上游珍稀特有鱼类等国家级自然保护区；五莲峰、二十四岗等市级自然保护区以及饮用水源保护区、水产种质资源保护区、金沙江干热河谷、重要湿地等重点生态功能区域；重点管控单元 53 个，主要分布在昭通市建成区城市、重点城镇、工业聚集区、开发区、土壤污染风险区域、环境改善压力较大的区域等；一般管控单元 11 个，为优先保护单元、重点管控单元以外的区域。

优先保护单元严格按照国家生态保护红线和自然保护地等管理规定进行管控，依法禁止或限制大规模、高强度的工业和城镇建设，优先开展生态功能受损区域生态保护修复活动，恢复生态系统服务功能。

重点管控单元应优化空间布局，加强污染物排放管控和环境风险防控，不断提升

资源利用效率，解决突出生态环境问题。

一般管控单元主要落实生态环境保护基本要求，建设项目严格执行产业政策、环保政策及相关负面清单要求，加强生活污染和农业面源污染治理，推动区域环境质量持续改善。

③相符性分析

本工程线路路径不涉及云南省生态保护红线区域，线路途经云南省昭通市昭阳区及鲁甸县区域为一般管控单元，线路工程作为电力基础设施项目，主要为点状占地，且线路工程不属于污染类项目，运行期不产生大气、水污染物、固体废弃物，符合生态环境质量底线要求，从环保角度分析，本工程的建设与云南省生态保护红线及“三线一单”生态环境分区管控要求相符。

（2）贵州省

①省级分区管控

根据《贵州省人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的通知》（黔府发[2020]12号），贵州全省共划定 1332 个生态环境分区管控单元，其中：优先保护单元 762 个，主要包括生态保护红线、自然保护地、饮用水水源保护区等生态功能区域；重点管控单元 425 个，主要包括经济开发区、工业园区、中心城区等经济发展程度较高的区域；一般管控单元 145 个，主要包括优先保护单元、重点管控单元以外的区域。

优先保护单元以生态环境保护为主，依法禁止或限制大规模、高强度的工业和城镇建设。生态保护红线原则上按禁止开发或依现行法律法规规定有条件开发区域进行管理。严禁不符合国家有关规定的各类开发活动，严禁任意改变用途，严格禁止任何单位和个人擅自占用和改变用地性质。

重点管控单元以生态修复和环境污染治理为主，加强污染物排放控制和环境风险防控，进一步提升资源利用效率。严格落实区域及重点行业污染物允许排放量。对于环境质量不达标的管控单元，落实现有各类污染源污染物排放削减计划和环境容量增容方案。

一般管控单元。以生态环境保护与适度开发相结合为主，开发建设中应落实生态环境管控相关要求。

②毕节市分区管控

根据《毕节市“三线一单”生态环境分区管控实施方案》（毕府发[2020]12 号），毕节市共划定 141 个生态环境分区管控单元。其中优先保护单元 88 个，主要包括生态保护红线、自然保护地、饮用水水源保护区等生态功能区域；重点管控单元 40 个，主要包括经济开发区、工业园区、中心城区等经济发展程度较高的区域；一般管控单元 13 个，主要包括优先保护单元、重点管控单元以外的区域。

优先保护单元包括生态保护红线、一般生态空间、水环境及大气环境优先保护区等，坚持以生态环境保护为主，依法禁止或限制大规模、高强度的工业和城镇建设。生态保护红线原则上按禁止开发或依现行法律法规规定有条件开发区域进行管理。严禁不符合国家有关规定的各类开发活动，严禁任意改变用途，严格禁止任何单位和个人擅自占用和改变用地性质。

重点管控单元包括城镇和工业园区（集聚区），人口密集、资源开发强度大、污染物排放强度高的区域，根据单元内的水、大气、土壤和生态等环境要素的质量目标要求，坚持以生态修复和环境污染治理为主，应优化空间布局，加强污染物排放控制和环境风险防控，进一步提升资源利用效率。严格落实区域及重点行业污染物允许排放量。对于环境质量不达标的管控单元，落实现有各类污染源污染物排放削减计划和环境容量增容方案。

一般管控单元包括除优先保护类和重点管控类之外的其他区域，执行区域生态环境保护的基本要求，以生态环境保护与适度开发相结合为主，开发建设中应落实生态环境管控相关要求。

③相符性分析

本项目输电线路在毕节市威宁县境内穿越生态保护红线区域为优先保护单元，项目建设过程中除严格落实生态环境保护基本要求之外，通过尽量缩减塔基数量及占地面积、优化施工工艺、减小植被破坏等减缓措施，及植被恢复等补偿措施，能够确保生态保护红线的生物多样性保护、水土保持生态功能不降低；线路工程作为电力基础设施项目，主要为点状占地，且线路工程不属于污染类项目，运行期不产生大气、水污染物、固体废弃物，符合生态环境质量底线要求，从环保角度分析，本工程的建设

与贵州省生态保护红线及“三线一单”生态环境分区管控要求及毕节市“三线一单”生态环境分区管控要求不冲突。

3.2.11 项目与牛栏江流域保护相关规定的相符性分析

3.2.11.1 项目与牛栏江流域（云南部分）水环境保护规划的位置关系

根据《牛栏江流域（云南部分）水环境保护规划（2009-2030 年）》，牛栏江流域（云南段）划分为牛栏江德泽水库以上水环境重点保护区（调水水源区）和牛栏江德泽水库以下生态环境保护区（下游区）。其中，调水水源区分为水源保护核心区（I1 区）、重点污染控制区（I2 区）、重点水源涵养区（I3 区）；下游区分为污染控制区（II 1 区）和水源涵养区（II 2 区）。

根据《云南省牛栏江保护条例》（云南省第十一届人民代表大会常务委员会公告第 68 号），牛栏江流域实行分区保护，牛栏江德泽水库坝址以上集水区域为牛栏江流域上游保护区，牛栏江德泽水库坝址以下集水区域为牛栏江流域下游保护区。

牛栏江流域上游保护区划分为水源保护核心区、重点污染控制区和重点水源涵养区：

①水源保护核心区包括德泽水库库区和德泽水库以上牛栏江干流区。德泽水库库区为德泽水库正常蓄水位 1790 米水面及沿岸外延 2000 米的范围，区域范围超过一级山脊线的，按照一级山脊线划定；德泽水库以上牛栏江干流区指德泽水库以上干流（包括干流源头矣纳岔口至嘉丽泽对龙河河段）水域及两岸外延 1000 米的范围，区域范围超过一级山脊线的，按照一级山脊线划定。

②重点污染控制区为水源保护核心区以外，流域范围内的坝区以及花庄河、果马河、普沙河、弥良河、对龙河、杨林河、匡郎河、前进河、马龙河水域及两岸外延 3000 米的区域，区域范围超过一级山脊线的，按照一级山脊线划定。

③重点水源涵养区为流域范围内除水源保护核心区、重点污染控制区以外的集水区域。

牛栏江流域下游保护区划分为污染控制区和水源涵养区：

①污染控制区为牛栏江干流水体及河岸带以外的坝区。

②水源涵养区为流域范围内除污染控制区以外的集水区域。

本工程输电线路与牛栏江（云南段）水环境保护规划及滇池补水工程输水线路相对位置关系见表 3.2-2 和图 2.5-3。

表 3.2-2 项目与牛栏江（云南段）水环境保护规划相对位置关系

规划区域	管理范围	与本工程的相对位置关系
德泽水库以上水环境重点保护区（调水水源区）	水源保护核心区	不涉及
	重点污染控制区	不涉及
	重点水源涵养区	不涉及
德泽水库以下生态环境保护区（下游区）	污染控制区	线路位于德泽水库下游污染控制区约 1.0km，立塔约 3 基。
	水源涵养区	不涉及
滇池补水工程输水工程	德泽水库、干河隧洞及两侧水平外延 50m 区域	线路位于德泽水库下游区域，不涉及牛栏江—滇池补水工程部分。

3.2.11.2 与《牛栏江流域（云南部分）水环境保护规划（2009-2030 年）》相符性分析

根据《牛栏江流域（云南部分）水环境保护规划（2009-2030 年）》，牛栏江流域（云南部分）水环境保护规划总目标为严格控制主要污染物及有毒有害物质的排放，切实控制重点工业污染源及城镇生活污染源，大力削减农业农村面源污染负荷，加强生态保障体系建设，有效控制流域水土流失，提高水源涵养能力，保障城镇及农村饮用水安全，生态环境得到有效恢复和全面保护，确保牛栏江调水水源区和下游区水质达到并稳定保持《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类水质标准，促进区域可持续发展。

本工程输电线路位于德泽水库以下生态环境保护区（下游区），下游区规划指标为至 2030 年，工业污染源工业废水达标排放率 100%，城镇生活污染源城镇生活污水集中处理率 70%，城镇生活垃圾无害化处理率 70%，农业农村面源化肥、农药减施率 10%，农作物秸秆利用率及畜禽粪便利利用率 80%，农村生活垃圾处置率及农村生活污水处理率 70%，陆地生态环境森林覆盖率 46%，水土流失治理面积 1120km²。

本工程输电线路位于下游区污染控制区，输电线路属于基础设施建设项目，不属于排放污染物的建设项目，输电线路跨距长各施工点分散，单个塔基施工量很小，线路施工架线过程中，采用高塔跨越，除了塔基占地之外，基本不会砍树。架线方式上，主要采用张力挂线，在部分茂密的林区使用无人机挂线。所以线路施工不会产生毁林开荒等破坏林区的负面影响。通过施工阶段严格管理，落实各项环保及水土保持

措施，线路施工对牛栏江流域保护规划区域的生态环境影响很小。输电线路运行期间无废水、废气和固体废弃物产生。

因此，项目建设符合《牛栏江流域（云南部分）水环境保护规划（2009-2030年）》相关规划要求。

3.2.11.3 项目与《云南省牛栏江保护条例》相符性分析

（1）与牛栏江流域相关管理规定和保护要求的相符性分析

《云南省牛栏江保护条例》（云南省第十一届人民代表大会常务委员会公告第 68 号）就牛栏江流域提出了相关管理规定和保护要求，具体内容如下：

第三十二条 重点水源涵养区内禁止下列行为

- ①盗伐、滥伐林木和破坏草地；
- ②使用高毒、高残留农药；
- ③利用溶洞、渗井、渗坑、裂隙排放、倾倒含有毒有害物质的废水、废渣；
- ④向水体排放废水、倾倒工业废渣、城镇垃圾或者其他废弃物；
- ⑤在江河、渠道、水库最高水位线以下的滩地、岸坡堆放、存贮固体废弃物或者其他污染物；
- ⑥利用无防渗漏措施的沟渠、坑塘等输送或者存贮含有毒污染物的废水、含病原体的污水或者其他废弃物。

第三十三条 重点污染控制区内除重点水源涵养区禁止的行为外，还禁止下列行为：

- ①新建、扩建工业园区；
- ②新建、扩建重点水污染物排放的工业项目；
- ③新建、改建、扩建经营性陵园、公墓。

第三十四条 水源保护核心区内除重点污染控制区、重点水源涵养区禁止的行为外，还禁止下列行为：

- ①新建、改建、扩建排污口；
- ②围河造地、围垦河道；
- ③围堰、围网、网箱养殖；

④规模化畜禽养殖；

⑤损毁水利、水文、科研、气象、测量、环境监测等设施设备；

⑥挖砂、采石、取土、采矿。

第三十六条 污染控制区内禁止新建、改接、扩建对水体污染严重的建设项目。

本工程属于国家基础设施项目，不属于上述条款中的禁止类建设项目。

本工程输电线路位于德泽水库以下区域，不涉及水源保护核心区、重点污染控制区及重点水源涵养区，输电线路不属于排放污染物的建设项目，线路塔基占地为点位间隔式，永久占地面积小，塔基位置避开林木集中区和植被茂密区域，塔基施工临时占地尽可能选择在植被稀疏或无植被区域，线路施工对生态环境影响有限，且输电线路运行期无废气、废水和固体废物产生，不会对水体造成严重污染。

因此，工程建设与《云南省牛栏江保护条例》相关管理规定不冲突。

（2）与滇池补水工程设施保护和管理的相符性分析

《云南省牛栏江保护条例》（云南省第十一届人民代表大会常务委员会公告第 68 号）就补水工程设施保护和管理的提出了相关管理规定和保护要求，具体内容如下：

第三十九条 补水工程设施的管理范围包括德泽水库枢纽工程、干河泵站、输水线路。具体为大坝、溢洪道、输水放空洞、泄洪洞、坝后电站、泵站、输水线路、供水设施、水文站、观测设施、专用通信及交通设施等各类建筑物周围和水库土地征用线以内的库区。

①德泽水库枢纽工程管理范围：上游从坝轴线向上 150 米，下游从坝脚线向下 200 米，大坝两端距坝端 200 米，溢洪道外侧轮廓线向外 100 米，消力池以下 200 米，坝后电站工程外轮廓线向外 50 米。

②干河泵站管理范围：地面工程外轮廓线向外 50 米（不含库区），出水池及压力管道两侧各 30 米。

③输水线路管理范围：隧道、检修洞两侧水平外延 50 米，渠道两侧 3 至 4 米，其他建筑物外轮廓线向外 20 米。

补水工程设施产权单位应当按照管理范围依法设置固定界标、绘制界图，任何单位和个人不得侵占或者破坏。

第四十条 补水工程设施管理范围内禁止下列行为：

- ①建设影响补水工程设施运行的建筑物、构筑物及其他设施；
- ②凿井、打桩、钻探、爆破等；
- ③破坏进出水泵站、井池、盗窃补水工程设施及防护设施；
- ④设置占压或者堵塞补水管道、设施、隧洞及检修洞进出口的障碍物；
- ⑤倾倒有毒或者有污染的物质；
- ⑥在隧洞、箱涵、明渠、渡槽和补水管道上开口、凿洞或者用其他方式擅自取水。

本工程输电线路位于德泽水库以下区域，线路路径远离德泽水库枢纽工程、干河泵站及输水线路等补水工程设施，工程建设不会对补水工程造成影响，不会影响或破坏补水工程设施，云南水投牛栏江滇池补水工程有限公司对路径方案进行了确认。

综上所述，本工程建设方案与《云南省牛栏江保护条例》相关管理规定不冲突。

3.2.12 线路路径唯一性、无害化通过可行性论证

根据《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ1113-2020），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。

本工程无新建变电站，无变电站选址问题。在线路路径选线的合理性方面，主要问题是线路经过生态保护红线。

3.2.12.1 经过敏感区不可避免及唯一性论证

根据《500kV 鹤城输变电工程（昭通电网增容及 500kV 网架加强工程）之鹤城-多乐线路工程建设项目占用生态保护红线不可避让性论证方案》，本工程线路穿越了贵州省生态保护红线，类型为乌蒙山—北盘江流域石漠化红线，穿越长度约 3km，位于生态红线内塔基共 8 基，塔基永久占地约 0.201hm²。

（1）路径方案唯一性论证

路线必须在满足地形、水文、地质等施工条件风险最小、保障后期运营安全的前提下，才能本着节约与集约用地、少占耕地及基本农田和生态保护红线的原则对方案

进行比选优化。本项目在设计中充分考虑避让生态保护红线的因素，选择跨越距离短的路径方案，但仍无法完全避免塔基占用生态保护红线。

线路沿线走线影响因素见图 3.2-2。

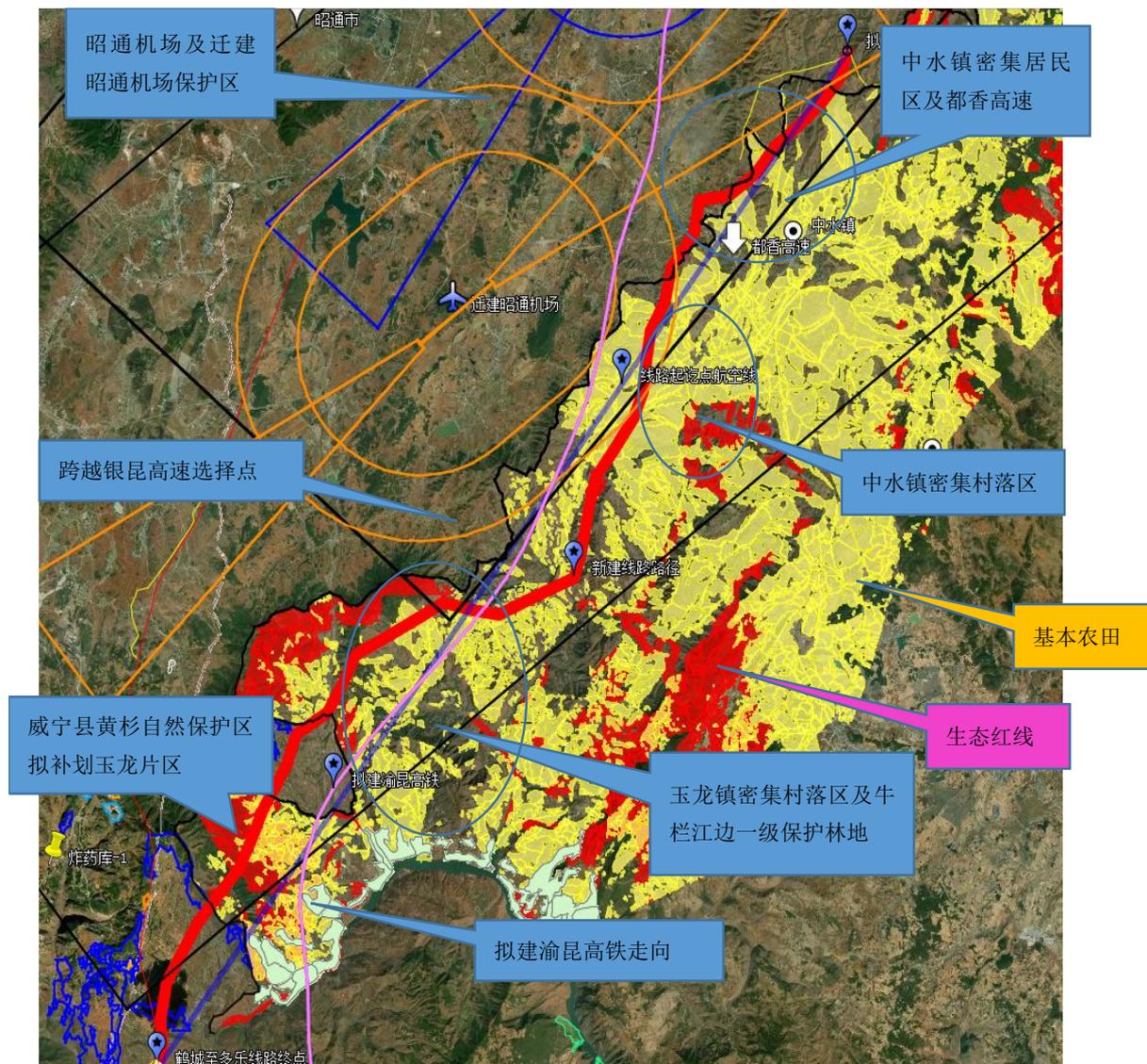


图 3.2-2 线路走线影响因素示意图

线路走线影响及限值主要因素分析如下：

①避让昭通机场

昭通机场位于昭通市昭阳区小龙洞乡，距离云贵省界约 7.5km。昭通机场净空保护区范围已经处于云贵省界外位于威宁县牛棚镇及中水镇，受迁建昭通机场限高限制，线路无法全部规划在昭通市境内走线。

②避让规划昭通迁建机场

规划昭通迁建机场位于昭通市昭阳区布嘎乡，距离云贵省界约 4.3km。机场已经于 2021 年开工建设。迁建昭通机场净空障碍限制面 4km 以及 6km 控制范围已经处于云贵省界外位于威宁县牛棚镇及中水镇，受迁建昭通机场限高限制，为避让迁建昭通机场，线路需在威宁县走线。

③都香高速跨越点及中水镇密集居民区

拟建 500kV 鹤城变电南侧 5km 左右分别为威宁县中水镇城乡规划区及密集居民区，同时在密集居民区外建有都香高速，项目在绕开中水镇城乡规划区及密集居民区时，还要根据实际情况合理选择跨越都香高速点位。

④中水镇与牛棚镇交界处密集村落区。

项目线路在中水镇与牛棚镇交界处需要避让密集村落区，所以线路只能在村落分散区域走线。

⑤G85 渝昆高速跨越点

由于线路需要跨越 G85 渝昆高速，且渝昆高速两侧村落密集，结合现场情况以及输电线路技术特点，线路跨越位置在绕开两侧密集村落后，选取在鲁甸县桃源乡与威宁县玉龙镇交界处（大山村附近）。

⑥玉龙镇中营村密集居民区、牛栏江一级保护林地

线路附近有威宁县玉龙镇中营村密集居民区、光伏电站区、以及牛栏江一级保护林地，路线选择时考虑避让，采用走线至田坝林场，线路有较多的局限性，因此不可避免占用了部分生态保护红线。

⑦威宁县黄杉自然保护区拟补划玉龙片区

威宁县黄杉自然保护区现规划区域位于哲觉镇和麻乍乡，当地主管部门拟在玉龙镇西侧补划一块玉龙片保护区，当地主管部门建议线路避让该区域。

整体而言，在路线选择上，遵循了节约资源、坚持可持续发展和服务社会的原则，通过环境影响、水文、气候、地质、地形等自然条件和尽可能避让耕地和永久基本农田的原则综合考虑，在各个可行方案中进行分析、比选、技术经济论证等，最终确定出推荐路线方案。该项目线路在选择时有较多的局限性，且沿线生态保护红线范围较广，因此不可避免占用了部分生态保护红线。

（2）塔基占用生态红线不可避免性分析

本工程线路有 8 座塔基占用生态保护红线，占用总面积 0.201hm²，跨越长度约 3km，占用类型均为石漠化控制生态保护红线，主导功能均为乌蒙山—北盘江流域石漠化，占用地点均位于玉龙镇。

占用生态保护红线的塔基编号分别为 C1Z59、C1Z60、C1Z61、C1Z62、C1Z63、C1J31、C1J32、C1J34。由于工程地形地质、电气安全等原因，线路 8 处塔基不可避免占用生态红线，具体分析见表 3.2-3。

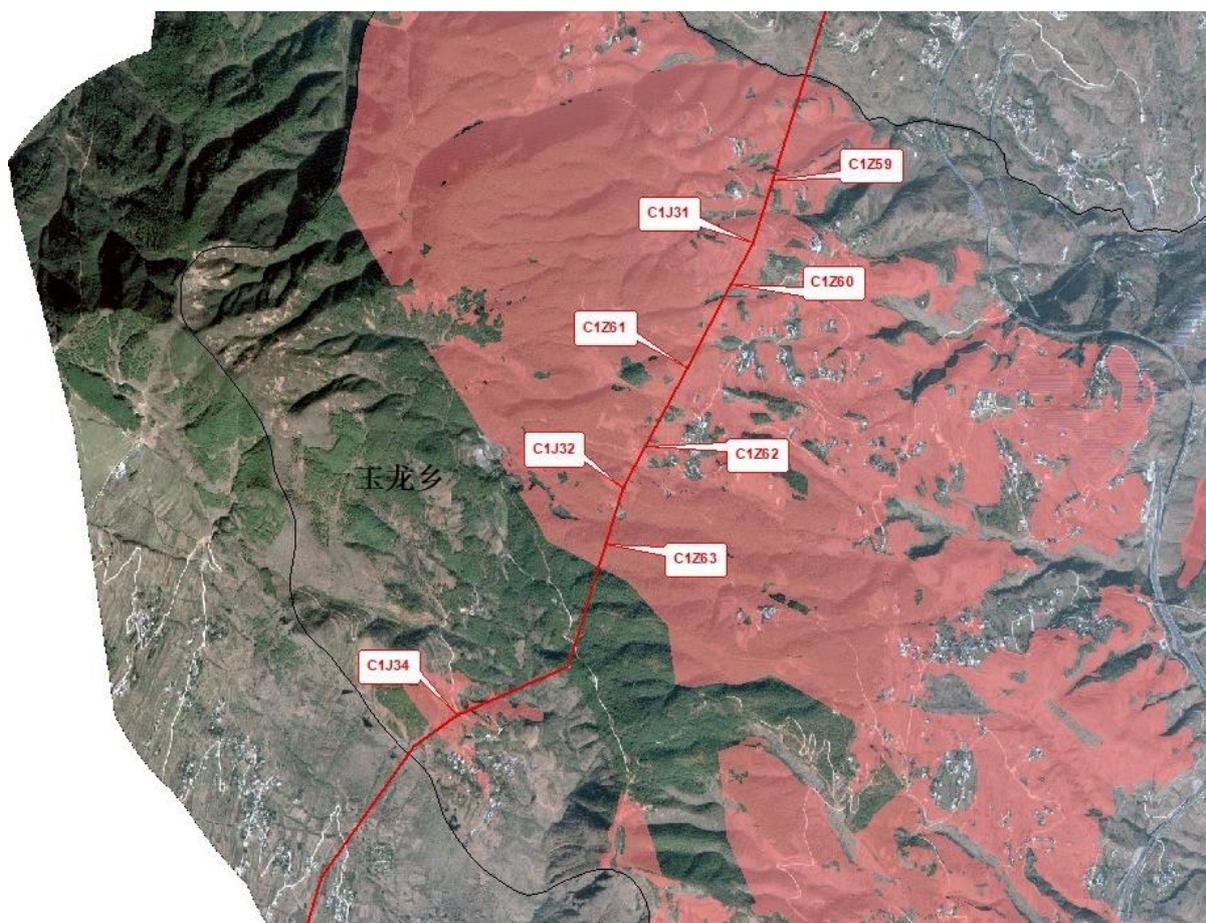


图 3.2-3 本工程线路塔基占用生态保护红线示意图

表 3.2-3 塔基占用生态红线不可避免性情况分析

序号	杆塔号	占用生态红线类型	不可避免性情况分析
1	C1Z59	乌蒙山—北盘江流域石漠化红线	受地形条件限制，如塔位避让生态红线选点，可能会大幅降低了线路与地面的垂直安全距离；或者导致线路距离居民区过近；本塔位与前一基塔之间已相距合理范围内最大距离，如换位导致增大档距，不利于塔基安全
2	C1Z60		受地形条件限制，如塔位避让生态红线选点，可能会大幅降低了线路与地面的垂直安全距离；且周边部分地段位于山沟低洼处，覆盖层松散，地下岩石不够坚固，地质灾害发生时对塔基影响较大；本塔位与前一基塔之间已相距合理范围内最大距离，如换位导致增大档距，不利于塔基安全
3	C1Z61		如塔位避让生态红线选点，线路可能横跨山脊，与上一基塔相对高差不大，大幅降低了线路与地面的垂直安全距离；且周边部分地段位于地势低洼处，极易遭受雨水冲刷发生滑坡灾害，地质灾害发生时对塔基影响较大；附近部分路段距离居民区太近；本塔位与前一基塔之间已相距合理范围内最大距离，如换位导致增大档距，不利于塔基安全
4	C1Z62		如塔位避让生态红线选点，线路可能横跨山脊，与上一基塔相对高差不大，大幅降低了线路与地面的垂直安全距离；附近路段有现状道路，在此建设塔基将对当地农事产生较大影响，其次，建设完成运营时，由于塔基接近道路，常有居民来往，可能造成较大安全隐患；附近部分路段地势较为陡峭，东北至东南侧程垂直落差，塔基防护难度很高，存在一定安全隐患；附近个别地段有明显的冲刷痕迹，在该地段地质条件不够坚固，雨水冲刷极易造成地质灾害
5	C1Z63		为了整体线路上避让威宁县黄杉自然保护区拟补划的玉龙片区，在该塔基位置不做出较大方向变化，向西侧调整塔位受到限制；向东调整塔位会占用现状永久基本农田以及现状稳定耕地，且会降低导线高度，导致该路段通道内生态红线林木被砍伐；如在线路走线方向上调换塔位，将导致与前后塔基相对高差不能满足建设要求，需在两段线路中增加杆塔，不符合节约集约用地原则
6	C1J31		受地形条件限制，如塔位避让生态红线选点，可能会大幅降低了线路与地面的垂直安全距离；或者导致线路距离居民区过近；本塔位与前一基塔之间已相距合理范围内最大距离，如换位导致增大档距，不利于塔基安全
7	C1J32		如塔位避让生态红线选点，向西侧调换，将进入威宁县黄杉自然保护区拟补划的玉龙片区；周边个别地段有明显的冲刷痕迹，在该地段地质条件不够坚固，雨水冲刷极易造成地质灾害；周边部分点位会占用现状永久基本农田以及现状稳定耕地，或者会降低导线高度，导致该路段通道内生态红线林木被砍伐
8	C1J34		附近部分路段有明显的雨水冲刷痕迹，地段覆层松散，地下岩石不够坚固，不利于塔基安全；附近路段基本农田以及现状稳定耕地分布较广，同时要避让基本农田的话塔位可能会位于现状道路上，使用该塔位需进行道路回建，则仍会占用生态保护红线以及永久基本农田。

3.2.12.2 临时工程场地设置合理性分析

本工程主要的临时工程场地主要为牵张场和跨越施工场，共需要设置 9 处导线牵张场、4 处跨越施工场，塔基施工多余土方用于塔基场地保坎、护坡、平整，不设置集

中弃渣场。

据调查，牵张场和跨越施工场的布设点位均避开了生态保护红线、水源保护区等敏感区域，场地主要选在旱地或荒草地，临时工程场地设置合理。

3.2.12.3 敏感区无害化通过可行性论证

本工程为省重大项目，施工扰动较小，运行期不排放污染物，线路沿线有穿越生态保护红线的情况，但避开了法律法规禁止穿越的区域，满足相关法律法规及管理要求。

本工程线路穿越生态保护红线，永久占地仅是杆塔分散占地，不会导致工程区域生态功能的下降。除了杆塔施工场地和施工便道随杆塔设置无法避让外，牵张场和堆料场等临时设施均可避让生态保护红线敏感区。

本工程设计和施工方案中已考虑杆塔采用长短腿和高低基础，穿越林地抬高导线不砍伐放线通道，并拟采取完善的水土保持和环境保护措施，减小工程施工造成的水土流失和环境影响。同时加强施工管理，施工结束后及时进行植被恢复，将对生态保护红线敏感区的影响降至最低。

因此，只要采取严格环保措施，线路穿越生态保护红线时，可以保证以无害化的方式通过。

3.3 环境影响因素识别

本工程为输变电项目，环境影响因素较为简单，在施工期主要为施工噪声、扬尘、生产废水、生活污水、固体废物及生态影响等，运行期主要为工频电场、工频磁场及噪声等，具体见图 3.3-1。

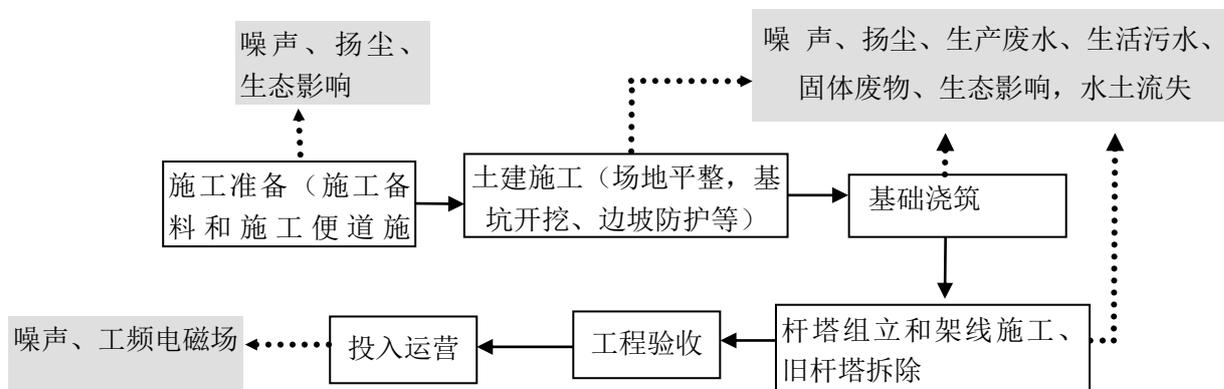


图 3.3-1 本工程污染工序流程图

输变电工程对环境的影响可分为运行期影响和施工期影响，见表 3.3-1。

表 3.3-1 主要环境影响

项目	时段	主要环境影响
输电 线路	施工期	输电线路塔基占地及线路走廊的建立，改变土地功能、用途，并影响工程区域植物和野生动物生存环境；线路杆塔基础施工时，产生水土流失；新建塔基占地、旧杆塔拆除临时施工用地影响生态环境。
	运行期	工频电场及工频磁场影响；线路噪声对附近声环境的影响。

3.3.1 施工期环境影响因素识别

线路施工期环境影响主要来自生态影响、土地占用、施工噪声、水土流失等。

(1) 工程永久占地及施工场地、牵张场、施工道路等临时占地会损坏原地表植被。同时随着工程的开工，施工机械、施工人员陆续进场，将破坏和改变局部原有野生动物的生存、栖息环境，施工机械噪声会驱赶野生动物，使施工区域的动物被迫暂时迁移到适宜的环境中去栖息和繁衍。

(2) 线路施工临时占地会损坏原地表植被。同时随着工程的开工，施工机械、施工人员陆续进场，将破坏和改变局部原有野生动物的生存、栖息环境，施工机械噪声会驱赶野生动物，使施工区域的动物被迫暂时迁移到适宜的环境中去栖息和繁衍。

(3) 施工建设区占地、施工道路设置需砍伐林木，对建设区域内植被造成扰动和破坏，影响土地功能，改变土地用途。

(4) 线路经居民住宅时，引起居民拆迁安置问题。

(5) 线路塔基施工开挖、填方产生水土流失问题。

(6) 塔基占地和临时施工用地占用农田，影响农作物生产。

(7) 输电线路施工对周围景观产生短暂影响。

3.3.2 运行期环境影响因素识别

线路运行期对环境的影响主要来自工频电场、工频磁场及可听噪声等。

(1) 工频电场

通电的导线周围会产生电场，并在人和物体上产生感应电压。在强电场中，对地绝缘的人接触接地面或其他物体时，会有电流流过人体的感觉或出现火花放电现象。根据以往工程的监测结果，500kV 线路下方工频电场强度最大值约为 10000V/m，边导线投影外约 10~15m 可降至 4000V/m。

(2) 工频磁场

电流通过导线产生磁场，以往工程的监测结果表明，500kV 输电线下方工频磁场最大值约为 $30\mu\text{T}$ ，远小于 $100\mu\text{T}$ 的标准限值。

（3）可听噪声

运行中的输电线路导线表面，由于孤立的不规则物（如导线缺陷、飞刺、小昆虫）附近的空气电离，在所有气候条件下，均会产生电晕。雨滴、雾、雪花和凝结物增加了孤立电晕源，因而，在恶劣气候下，交流线路的电晕活动会显著增加，并由此产生可听噪声。输电线路附近的噪声水平取决于环境噪声水平和导线表面的电场强度（与导线的几何结构和运行电压相关），以及天气情况。

可听噪声在线路运行的开始几年里通常是最高的。这是因为导线表面可能有一层薄薄的油脂或其它能使导线表面的水形成水珠的物质，随着导线运行年代增加，平均的噪声水平逐渐降低。500kV 线路对其下方区域的可听噪声贡献值一般在 50dB(A) 以下，并常常为背景噪声所淹没。

3.4 生态影响途径及评价因子分析

线路施工时杆塔的永久占地及牵张场等临时占地会损坏沿线植被，特别是经过林区时，不可避免的砍伐部分林木。同时随着工程的开工，施工机械、施工人员陆续进场，将破坏和改变局部原有野生动物的生存、栖息环境，施工机械噪声会驱赶野生动物，使施工区域的动物被迫暂时迁移到适宜的环境中去栖息和繁衍，同时，施工人员有可能捕捉或伤害野生动物。

线路施工临时占地会损坏原地表植被，同时随着工程的开工，施工机械、施工人员陆续进场，将破坏和改变局部原有野生动物的生存、栖息环境，施工机械噪声会驱赶野生动物，使施工区域的动物被迫暂时迁移到适宜的环境中去栖息和繁衍。

线路运营期，因临时占地而消失的植物个体将会逐渐通过自然更新的方式或人工种植的方式逐渐恢复，但施工期在沿线林区开辟的临时施工道路增加了林区的通达程度，使林区的管理增加难度，加大破坏林区内植被和植物资源的可能性；同时，线路的运行维护人员难免会带入一些伴人的次生外来植物，对区域植物区系的原生性质造成一定负面影响。工程完工后，虽然部分野生动物会返迁回原分布地，但由于工程建设导致原有各类栖息地面积减小，野生动物种群数量比工程建设前略有减少；线路运行维护人员也有可能捕捉或伤害野生动物。

表 3.4-1 生态影响评价因子筛选表

时段	受影响对象	评价因子	工程内容及影响方式	影响性质	影响程度
施工期	物种	分布范围、种群数量、种群结构、行为等	塔基区永久占地造成植被破坏，造成植物物种个体数量的减少；直接影响	长期、不可逆	弱
			塔基施工场地、牵张场、跨越施工场地和施工道路区等临时占地造成植被破坏，产生水土流失；直接影响	短期、可逆	弱
			施工活动、机械噪声等会驱赶野生动物，使施工区域的动物被迫暂时迁移到适宜的环境中去栖息和繁衍，使得周边野生动物个体数量减少；间接影响	短期、可逆	弱
	生境	生境面积、质量、连通性等	塔基施工场地、牵张场、跨越施工场地和施工道路区地等占地破坏植被，改变野生动物栖息环境；直接影响	短期、可逆	弱
			施工活动、噪声等影响野生动物的活动栖息生境；间接影响	短期、可逆	弱
	生物群落	物种组成、群落结构等	工程占地植被破坏，项目塔基建设改变原有土地利用方式，将破坏占地区植物群落；直接影响	短期、可逆	弱
			施工活动、噪声等对野生动物行为产生干扰，迫使其迁移，造成周边区域动物种群数量的减少；间接影响	短期、可逆	弱
	生态系统	植被覆盖度、生产力、生物量、生态系统功能等	工程永久和临时占地造成植被损失，引起局部区域植被覆盖度、生产力、生物量的降低，施工干扰驱使野生动物迁移等，可能引起生态系统功能的减弱；间接影响	短期、可逆	弱
	生物多样性	物种丰富度、均匀度、优势度等	工程占地引起局部植被损失，造成植物物种个体和种群数量的减少；施工干扰驱使野生动物迁移，可能会使动物分布发生改变，使动物个体、种群数量减少，可能对局部区域生物多样性造成影响；间接影响	短期、可逆	弱
	自然景观	景观多样性、完整性等	工程施工局部破坏地表植被、地貌破坏，易造成施工扬尘、水土流失等视觉污染，对局部区域景观造成影响；直接影响	短期、可逆	弱

时段	受影响对象	评价因子	工程内容及影响方式	影响性质	影响程度
运营期	物种	分布范围、种群数量、种群结构、行为等	施工期在沿线林区开辟的临时施工道路增加了林区的通达程度，加大破坏林区内植被和植物资源的可能性，并使外来物种入侵成为可能；间接影响	长期、不可逆	弱
	生境	生境面积、质量、连通性等	输电线路塔基为点状分布杆塔之间的区域为架空线路，不会对生境造成线性切割，不会对迁移两栖爬行及兽类的生境和活动产生明显的阻隔；线路阻隔的影响主要表现为鸟类在飞行中可能会撞到输电线路和铁塔而受伤；间接影响	长期、不可逆	弱
	生物群落	物种组成、群落结构等	线路运营期，因临时占地而消失的植物个体将会逐渐通过自然更新的方式或人工种植的方式逐渐恢复；部分野生动物会返迁回原分布地，但由于工程建设导致原有各类栖息地面积减小，会对动植物群落造成一定影响；间接影响	长期、不可逆	弱
	生态系统	植被覆盖度、生产力、生物量、生态系统功能等	架空的高压线路正常运行时基本无噪声，电磁场的影响也很小，永久占地会导致土地利用格局的改变，但塔基为点状分布，占用面积很小，对生态系统格局的影响很小；间接影响	长期、不可逆	弱
	生物多样性	物种丰富度、均匀度、优势度等	工程建设导致部分栖息地面积减小，可能会使动物分布发生改变，对生物多样性造成影响；间接影响	长期、不可逆	弱
	自然景观	景观多样性、完整性等	输电建设项目建成后，铁塔将形成新的景观斑块，增加生态景观斑块的数量，提高了沿线生态景观的多样性程度，但也加大了整体生态景观的破碎化程度，对于自然景观产生一定的影响；间接影响	长期、不可逆	弱

4 环境现状调查与评价

4.1 区域概况

本工程新建输电线路途经云南省昭通市昭阳区、鲁甸县，贵州省毕节市威宁彝族回族苗族自治县。

昭通市位于云南省东北部，地处云、贵、川三结合部的腹地，金沙江下游沿岸，坐落在四川盆地向云贵高原抬升的过渡地带，东侧紧邻贵州省毕节市，南侧紧邻云南曲靖市，西侧紧邻四川凉山彝族自治州以金沙江为界相邻，北侧紧邻四川宜宾市以金沙江为界相邻，国土面积 2.3 万 km²。

昭通市昭阳区是昭通市辖区，位于云南省东北端，地处云、贵、川三省结合部和国家“攀西——六盘水”经济开发区腹心地带。东邻贵州省威宁县，南接鲁甸县，西隔金沙江与四川省金阳县相望，北与彝良、大关、永善三县相连，是昭通市委、市政府所在地，是昭通市政治、经济、文化活动的中心。南北最大距离为 61km，东西最大距离为 43km。全区总面积 2167km²。地势呈西高东低。两大山系横亘境内，东为乌蒙山脉西延伸尾端，西为横断山脉凉山山系分支东伸边缘，两山系之间为昭通坝子、洒渔坝子、靖安坝子。境内交通便利，有昭通机场、内昆铁路、G85 渝昆高速、国道 213 线贯穿全境。城区距省会昆明 341km、成都 550km、重庆 580km、贵阳 450km，是滇、川、黔、渝结合部的重要枢纽城市。

昭通市鲁甸县位于云贵川三省结合部，位于云南省东北部，昭通市南部，牛栏江北岸。县境东西横距 50km，南北纵距 60km，距省会昆明 310km、昭通市政府驻地 18km，国土面积 1484km²。

毕节市位于省的西北部、川滇黔三省交界、乌蒙山腹地，总面积 2.69 万 km²。辖七星关区、大方县、黔西市、金沙县、织金县、纳雍县、威宁彝族回族苗族自治县、赫章县 8 个县（自治县、市、区）和百里杜鹃管理区、金海湖新区 2 个正县级管委会，279 个乡镇（街道），3701 个村（居），居住着汉、彝、苗、回等 46 个民族。2020 年末，户籍人口 950.29 万人。

威宁彝族回族苗族自治县位于贵州省境西北部，地处云贵两省交界，下辖 6 个街道、19 个镇、15 个乡、1 个民族乡，总面积 6298km²，平均海拔 2200m。2020

年末，威宁彝族回族苗族自治县常住人口为 1280116 人。

工程地理位置图详见附图 1。

4.2 自然环境

4.2.1 地形、地貌、地质

（1）地形地貌

拟建线路区域属于四川盆地向云贵高原抬升的过渡地带。区域以构造、剥蚀中山地貌为主，伴以侵蚀、岩溶中山地貌，区域内山体连绵、浑厚有力，总体地势西南高东北低。沿线地貌以山地斜坡地貌为主，少量为山间盆地地貌，植被较为发育，旱地主要为种植的苹果树、土豆、玉米及核桃树，林地主要物种为松树林、杂木树林以及少量灌木林。

线路海拔高程介于 1900~2700m 之间，相对高差在 200~700m 之间，总体地势西南高东北低，最高点位于鲁甸县东南部大黑山附近，属滇黔交界的山脉，山顶海拔约 2633m，最低点位于鲁甸县城东侧的文桃（文屏镇、桃源乡）坝子，海拔约 1900m。大部分地段地形起伏较大，地形坡度多在 10°~30°之间，局部地段坡度可达 40°以上。线路沿线植被较发育，主要为林地、旱地。

线路沿线地形、地貌见图 4.2-1。





图 4.2-1 线路沿线地形地貌

(2) 地质

线路沿线区域地基土层结构中覆盖层主要为第四系松散堆积物，以黏性土为主。多分布于山麓斜坡或缓坡地带，黏性土稍湿、硬塑～可塑状态，土质不均，混杂少量碎石（角砾），覆盖层厚度一般不超过 6.0m。基岩主要为石炭系和二叠系的灰岩、白云岩、砂岩、泥岩、玄武岩等。

不良地质作用主要为岩溶、滑坡、泥石流、冲沟、崩塌、采空区。

根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)，拟建线路基本地震动峰值加速度为 0.15g，基本地震动加速度反应谱特征周期为 0.45sec，对应的地震基本烈度分别为 VIII 度、VII 度。

4.2.2 水文特征

4.2.2.1 地表水

本工程新建线路沿线未跨越大型河流，线路终点接至昭通市鲁甸县江底镇境内原永丰～多乐 I 回 500kV 线路，改接点位于牛栏江北岸，距牛栏江约 800m，线路不跨越牛栏江。线路在威宁县境内跨越徐家河、石板河等小河冲沟。

牛栏江，系中国长江的上游干流金沙江右岸支流，发源于云南省昆明市境内，干流长 423km，落差 1660m，流域面积 13320km²。流向大体上从南向北，流经云南省东部和贵州的威宁县境，在云南省昭通市注入金沙江。

4.2.2.2 地下水

根据线路路径沿线地下水的贮存条件和特点，本方案地下水类型主要为基岩裂隙水、孔隙水及岩溶水。

基岩裂隙主要赋存在基岩节理裂隙中，受大气降水及上覆松散堆积物中孔隙水补给，沿各类节理所组成的裂隙网络运动，向附近冲沟、山间盆地排泄。水埋藏较深，在基坑开挖深度内很难见到，可不考虑基岩裂隙水对线路杆塔基础的影响。

孔隙水主要赋存于第四系松散堆积物中，受大气降水及地表水补给，具有埋藏浅、随季节性变化大等特点。山麓斜坡地带常以泉水形式出露，一般流量较小，水量有限，位置与含水层的分布有关。对杆塔基础的影响，视具体情况而定。山间盆地内，以潜水形式存在，水量丰富，地下水埋深一般不超过 5.0m，基础设计及开挖时，需考虑地下水的影响。

岩溶水贮存于碳酸盐岩裂隙、溶沟、溶槽、溶洞及岩溶管道中，具有水量分布不均、蕴藏丰富、水位埋藏较深和分布规律不易掌握的特点。在基坑开挖深度内很难见到，可不考虑碳酸盐岩岩溶水对线路杆塔基础的影响。

根据对沿线已有的水文地质资料的收集调查，以及结合沿线的建筑经验、地下水的补给和排泄条件等判断，地下水对混凝土结构及混凝土结构中的钢筋具有微腐蚀性，土对混凝土结构及钢筋混凝土结构中的钢筋具有微腐蚀性。

4.2.3 气象特征

线路途经云南省昭通市昭阳区、鲁甸县一年四季气候温和，雨量充沛，无霜期长，冬无严寒，夏无酷暑，多云寡照，湿度较大，属中亚热带湿润季风气候区。由于县内山峦起伏，地形复杂，地势高差大，造成温度、降水、日照等气象要素地域差异显著。

贵州省毕节市威宁彝族回族苗族自治县中部开阔平缓，四周低矮，峰壑交错，属亚热带季风性湿润气候，年温差小，日温差大，冬暖夏凉。

根据实测气象资料统计，工程区域气象特征值见表 4.2-1。

表 4.2-1 工程区域多年气象特征值统计表

气象条件 \ 地名	昭通	鲁甸	威宁
平均气压 (hPa)	804.5	807.0	878.4
平均气温 (°C)	11.6	12.0	11.5
极端最高气温(°C)	33.4	32.9	32
极端最低气温(°C)	-10.6	-11.5	-15
最冷月平均气温(°C)	2.2	2.7	-2

地 名 气象条件	昭 通	鲁 甸	威 宁
平均相对湿度(%)	75	77	81
平均风速(m/s)	2.1	2.0	1.4
最多风向及频率(%)	NNE, 17	NE, 12	
年平均降水量(mm)	704.9	873.3	909
最大日降水量(mm)	188.5	137.4	178
年平均雷暴日数(d)	50	57	
年最多雷暴日数(d)	76	82	
年平均降雨日数(d)	139	156	
年平均雾天日数(d)	20	30	
年平均大风日数(d)	12	16	
年平均降雪日数(d)	31	28	
最大积雪深度(cm)	19.0	26	

4.2.4 土壤

工程在昭通段区域土壤种类繁多，垂直地带性分布明显，从低到高，分布为燥红土—红壤—黄壤—黄棕壤—棕壤—暗棕壤—亚高山草甸土—亚高山寒漠土。耕地土壤土种分布为砂土—夹砂土—粗砂土—黄泥—豆石泥—灰泡土。其中，黄壤面积占 74.73%，红壤占 16.08%，黄棕壤占 5.05%，紫色土占 3.53%，水稻土占 0.61%。黄壤在昭通各区域均有分布；红壤主要分布于巧家大部、鲁甸东南部、昭阳西南部等地；黄棕壤主要分布于昭阳北部；紫色土在多数县（区）都有零星分布。

工程在威宁县段主要有红壤、黄壤、石灰土、冲积土。红壤：广泛分布于海拔 1100~2400m 的残存高原面和中、低山区。黄壤：集中分布于海拔 1500~2000m 的地区，占全区旱地的 5%左右，分布地区地形较为平缓。石灰土：分布于沿线岩溶地貌发育区。冲积土：主要分布于江河及其支流沿岸、坝区边沿地带，以及一些小型冲积或溶蚀洼地，一般在海拔 1800~2100m 的中部高原湖盆区和三江上游沿岸。

4.2.5 文物古迹状况

经调查本工程鹤城变电站及线路工程范围内未发现有重点文物保护单位及古迹遗址分布，不存在压埋文物古迹问题。

4.3 电磁环境现状评价

为了了解项目区域电磁环境现状，我公司委托中国检验认证集团云南中检安信检测有限公司于 2021 年 1 月对拟建线路沿线敏感点电磁环境进行了监测。

4.3.1 监测布点

本工程输电线路评价范围内有电磁环境环境保护目标 18 处，本评价对输电线路边导线地面投影外两侧各 50m 的带状区域内的电磁环境环境保护目标均进行布点监测。同时在一些典型路段布点，主要是线路两端的起止点，包括 500kV 鹤城变电站出线侧和 500kV 永丰～多乐 I 回线路开断改接点。监测布点情况见附图 2。

根据本工程线路沿线情况，监测点位主要考虑布置在沿线居民点保护目标处，并考虑特殊路段和典型路段（变电站接入点、线路开断改接点），关注现有污染源。监测点尽量沿拟建线路沿线均匀布设，线路沿线各区县，野外山地及民房密集村庄，新建线路和改造线路段均考虑有布点。总体上来说本工程监测点位布设完备，具有典型性和代表性，符合《输变电工程电磁环境监测技术规范》（DL/T334-2010）及《交流输变电工程电磁环境监测方法》（HJ681-2013）的要求。

4.3.2 监测因子

每个监测点离地面 1.5m 高度处的工频电场强度和磁感应强度。

4.3.3 监测频次

各个监测点在没有雨、无雾、无雪的好天气条件下测量一次。

4.3.4 监测方法和仪器

（1）监测方法

根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020）、《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）和《交流输变电工程电磁环境监测方法》（HJ681-2013）（试行），尽量在空旷地进行，避开建筑物、树木、高压线及金属结构等。

（2）监测仪器

电磁场强度现状监测仪器主要参数详见表 4.3-1。

表 4.3-1 监测仪器主要参数

监测时间	监测仪器	仪器编号	有效日期	校准证书编号	检定单位
2021.1	工频电/磁场测试仪 HI-3604	00208816	2021.06.28	WWD202001629	广东省计量 科学研究院

4.3.5 监测环境情况

表 4.3-2 测量时天气情况

时间	测试项目	测量值
2021 年 1 月 22 日~26 日	气温	1~17℃
	湿度	49-66%
	天气状况	多云转晴

4.3.6 监测结果

本工程拟建输电线路沿线工频电磁场现状监测结果见表 4.3-3。本工程线路各监测点位监测结果包含在《500kV 鹤城输变电工程环境现状监测报告（03-2021-0001）》中。

表 4.3-3 拟建 500kV 输电线路沿线工频电场、工频磁场现状值

编号	测点名称	工频电场 (V/m)	工频磁场(μ T)
1	500kV 鹤城变电站出线侧	0.74	0.160
2	威宁县中水镇银水村韩良党家（锁家湾湾）	0.67	0.116
3	威宁县中水镇银水村马仙巧家（油沙平子）	0.83	0.113
4	威宁县牛棚镇新龙村沐二龙家（汪家院子）	0.55	0.218
5	威宁县玉龙镇新寨村伍绍荣家（伍家坪子）	0.49	0.118
6	威宁县玉龙镇深沟村一组施绍全家（沙包包）	0.62	0.113
7	威宁县玉龙镇新发村罗家梁子	0.37	0.114
8	威宁县玉龙镇新发村钟家梁子	0.63	0.113
9	威宁县玉龙镇新发村钟家张远文家（小口子）	0.55	0.109
10	威宁县玉龙镇团结村鲁大元家（大沟）	0.37	0.116
11	威宁县玉龙镇团结村陆有成家（团结村 4 组）	0.43	0.115
12	鲁甸县江底镇向阳村大山	0.46	0.118
13	鲁甸县江底镇向阳村马真凡家（黎家湾子）	0.47	0.117
14	鲁甸县江底镇向阳村罗家坪子	0.38	0.113
15	威宁县玉龙镇中营村马永万家（中营村三组）	0.33	0.108
16	威宁县玉龙镇中营村白蒿湾	0.51	0.118

编号	测点名称	工频电场 (V/m)	工频磁场(μT)
17	鲁甸县江底镇水塘村夏文军家（水塘村）	2.53	0.253
18	鲁甸县江底镇水塘村王顺学家（窦家老包）	4.13	0.124
19	鲁甸县江底镇水塘村傅家窝窝	3.35	0.133
20	500kV 永丰～多乐I回线路开断改接点（中坪）	130.4	0.131

4.3.7 电磁环境现状评价

按照《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中的工频电场强度 4000V/m、磁感应强度 100 μT 的限值，对本工程相关监测结果进行分析和评价。

（1）工频电场

由表 4.3-3 可知，拟建输电线路沿线居民点各监测点的工频电场强度介于 0.33～130.4V/m 之间，均低于 4000V/m 控制限值要求。

（2）工频磁感应强度

由表 4.3-3 可知，拟建输电线路沿线居民点各监测点的工频磁感应强度在 0.108～0.253 μT 之间，均低于 100 μT 的标准限值要求。

综上所述，拟建线路沿线各监测点工频电磁场水平均较低，分别小于《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中的工频电场强度 4000V/m、工频磁感应强度 100 μT 的限值。

4.4 声现状监测及评价

为了了解项目区域声环境现状，我公司委托中国检验认证集团云南中检安信检测有限公司于 2021 年 1 月对拟建线路沿线敏感点声环境进行了现状监测。

4.4.1 监测布点

本工程输电线路评价范围内有电磁环境环境保护目标 18 处，本评价对输电线路边导线地面投影外两侧各 50m 的带状区域内的电磁环境环境保护目标均进行布点监测。同时在线路两端的起止点也进行布点，包括 500kV 鹤城变电站出线侧和 500kV 永丰～多乐 I 回线路开断改接点。监测布点情况见附图 2。

4.4.2 监测因子

每个监测点离地 1.2m 处的连续等效 A 声级。

4.4.3 监测频次

昼、夜各测一次。

4.4.4 监测方法和仪器

（1）监测方法

根据《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）进行。

（2）监测仪器

噪声监测仪器主要参数见表 4.4-1。

表 4.4-1 监测仪器主要参数

监测时间	设备名称	有效日期	证书编号	检定单位
2021.1	多功能声级计 AWA6228+	2021.09.24	82001031134	云南中检测试科技有限公司

4.4.5 监测环境情况

监测期间环境情况详见表 4.3-2。

4.4.6 监测结果

本工程拟建输电线路沿线噪声现状监测结果见表 4.4-2。本工程线路各监测点位监测结果包含在《500kV 鹤城输变电工程环境现状监测报告（03-2021-0001）》中。

表 4.4-2 拟建 500kV 输电线路沿线声环境现状值 单位：dB(A)

编号	测点名称	昼间	夜间
1	500kV 鹤城变电站出线侧	45.4	45.2
2	威宁县中水镇银水村韩良党家（锁家湾湾）	38.6	36.4
3	威宁县中水镇银水村马仙巧家（油沙平子）	32.8	32.4
4	威宁县牛棚镇新龙村沐二龙家（汪家院子）	38.3	37.5
5	威宁县玉龙镇新寨村伍绍荣家（伍家坪子）	32.7	30.5
6	威宁县玉龙镇深沟村一组施绍全家（沙包包）	31.3	30.7
7	威宁县玉龙镇新发村罗家梁子	37.3	36.9

编号	测点名称	昼间	夜间
8	威宁县玉龙镇新发村钟家梁子	32.3	31.0
9	威宁县玉龙镇新发村钟家张远文家（小口子）	37.2	37.7
10	威宁县玉龙镇团结村鲁大元家（大沟）	38.5	37.3
11	威宁县玉龙镇团结村陆有成家（团结村 4 组）	48.8	48.2
12	鲁甸县江底镇向阳村大山	38.0	37.7
13	鲁甸县江底镇向阳村马真凡家（黎家湾子）	38.6	37.0
14	鲁甸县江底镇向阳村罗家坪子	33.8	32.5
15	威宁县玉龙镇中营村马永万家（中营村三组）	33.7	32.5
16	威宁县玉龙镇中营村白蒿湾	39.6	37.7
17	鲁甸县江底镇水塘村夏文军家（水塘村）	40.3	38.5
18	鲁甸县江底镇水塘村王顺学家（窦家老包）	43.0	37.5
19	鲁甸县江底镇水塘村傅家窝窝	38.6	36.0
20	500kV 永丰～多乐 I 回线路开断改接点（中坪）	41.8	40.9

4.4.7 声环境现状评价

拟建输电线路沿线各监测点噪声昼间为 31.3dB(A)~48.8dB(A)之间、夜间为 31.0dB(A)~48.2dB(A)，其中 500kV 鹤城变电站出线侧噪声满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准，团结村 4 组受 G85 渝昆高速、213 国道影响噪声满足 4a 类标准，其余各监测点均可满足 1 类标准。

4.5 生态敏感区及生态环境现状

本工程威宁县境内约有 3km 线路经过生态保护红线，类型为乌蒙山-北盘江流域石漠化生态保护红线，同时属于贵州省级公益林，位于生态红线内塔基共 8 基。

生态敏感区的概况及工程所在区域生态环境现状详见第 7 章生态影响评价专章内容。

4.6 地表水环境现状

本工程新建线路沿线未跨越大型河流，线路终点接至昭通市鲁甸县江底镇境内原永丰～多乐 I 回 500kV 线路，改接点位于牛栏江北岸，距牛栏江约 800m，线路不跨越牛栏江。

根据《昭通市地表水环境状况公报（2021 年）》，牛栏江江底桥断面水质达《地表

水环境质量标准》（GB3838-2002）中 I 类水质标准，水质状况较优。

根据《威宁县千人以上集中式饮用水水源地水质报表（2022 年第一季度）》，威宁县玉龙乡新发水库集中式饮用水水源地保护区水质满足功能区划要求。

4.7 环境空气质量现状调查与评价

根据《昭通市环境空气状况公报（2020 年度）》，根据 2020 年昭通市环境空气自动监测结果，环境空气质量优 244 天，占比例 66.7%；良 121 天，占比例 33.1%；轻度污染 1 天，占比例 0.2%。环境质量达到《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准。

根据《毕节市 2020 年生态环境状况公报》，2020 年威宁县环境空气质量优良天数比例为 99.7%，环境质量达到《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准。

工程区域环境空气质量现状统计结果见表 4.7-1。

表 4.7-1 工程区域空气质量现状评价表

污染物	年评价指标	现状浓度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		标准值 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	占标率 (%)		达标情况	
		昭通	威宁		昭通	威宁	昭通	威宁
SO ₂	年平均质量浓度	8	6	60	13.3	10.0	达标	达标
NO ₂	年平均质量浓度	15	8	40	37.5	20.0	达标	达标
CO	95%保证率日平均质量浓度	600	900	4000	15.0	22.5	达标	达标
O ₃	日最大 8 小时平均值	79	120	160	49.4	75.0	达标	达标
PM _{2.5}	年平均质量浓度	20	14	35	57.1	40.0	达标	达标
PM ₁₀	年平均质量浓度	39	25	70	55.7	35.7	达标	达标

由上可知，项目所在区域为环境达标区，环境空气质量稳定。项目所在地为农村地区，周边无工业企业等大型污染源，工程线路走线主要位于山岭之上，空气扩散条件良好，沿线空气环境质量较优。

5 施工期环境影响评价

5.1 生态影响预测与评价

施工期生态影响预测与评价内容详见第 7 章生态影响评价专章内容。

5.2 声环境影响预测与评价

（1）噪声源

输电线路在施工期的基础施工阶段，为保证混凝土强度，会用到搅拌机，其噪声一般为 70~110dB(A)，在一些交通较为便利的地区会使用挖掘机开挖，其噪声一般为 80~120dB(A)；在铁塔架设时，将塔件运至施工场地，以柴油机等牵引吊起，用铆钉机固定，其噪声一般为 90~100dB(A)；架线时导线用牵张机、绞磨机等设备牵引，其噪声一般为 70~80dB(A)；同时施工场地还有运输车辆、吊车等产生的噪声均是间断性的、暂时性的噪声。线路工程各施工点分布较为分散，其工程量很小，施工时间短，虽然在混凝土浇筑时可能会连续施工，但工程所经地区主要为山地、丘陵，受机械噪声及运输噪声影响的人口少，施工过程中可通过采取施工期噪声污染防治措施减小施工噪声影响。

（2）拟采取的环境保护措施

①施工单位文明施工，加强施工期的环境管理和环境监控工作，做到预防为主，文明施工，并接受生态环境主管部门的监督管理。

②施工单位应合理布置各高噪声施工机械，采用噪声水平满足国家相应标准的施工机械设备或带隔声、消声的设备，控制设备噪声源强。

③优化施工方案，合理安排工期，对位于环境保护目标附近的塔基应限制夜间施工，位于一般地区的塔基施工应尽量安排在白天进行。

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。

⑤加强施工车辆在施工区附近的交通管理，当车辆途经附近居民点时，限速行驶、不高音鸣号，以减少施工车辆行驶对沿途居民点的噪声影响。

⑥向沿线受影响的居民和有关单位做好宣传工作，加强施工现场的科学管理，做好施工人员的环境保护意识的教育；大力倡导文明施工的自觉性，尽量降低人为因素造成施工噪声的加重。

⑦建筑施工工程招投标时，招标单位应将降低环境噪声污染和防止环境噪声扩散的措施列为施工组织设计内容和招标投标重要条件，并在与中标单位签订的合同中予以明确。

（3）施工期声环境影响分析

本工程输电线路塔基具有占地分散、单塔面积小、开挖量小、施工时间短的特点，单塔施工周期一般在 2 个月内，且夜间一般不进行施工作业，对环境的影响是小范围的、短暂的，并随着施工期的结束，其对环境的影响也将随之消失，故对声环境影响较小。

在采取以上环境保护措施后，本工程施工期产生的噪声对环境的影响可以接受；另一方面，施工噪声影响具有暂时性特点，一旦施工活动结束，施工噪声影响也就随之消除。

5.3 施工扬尘分析

（1）环境空气污染源

施工扬尘主要来自于土建施工的基础开挖和场地回填等土石方工程、物料的运输装卸和使用、施工现场车辆行驶等。由于扬尘源多且分散，源高一般在 1.5m 以下，属无组织排放，受施工方式、设备、天气等因素制约，产生的随机性和波动性较大，一般影响范围为 150m 左右。施工阶段，尤其是施工初期，土石方的开挖和道路运输都会产生扬尘污染，特别是若遇久旱无雨的大风天气，扬尘污染更为突出。施工开挖、车辆运输、临时堆场等产生的粉尘短期内将使局部区域内空气中的 TSP 明显增加。

（2）拟采取的环境保护措施

为减小工程施工扬尘对周围环境的影响，本环评要求施工单位采取如下施工期扬尘防治措施：

①施工过程中遇到干燥、易起尘的土方工程作业时，应采取洒水降尘措施，并尽量缩短起尘操作时间。

②施工单位加强施工区的规划管理，物料堆场等定点定位，开挖土方集中堆放、及时回填，对临时堆放的弃土弃渣和砂石料采取防护措施，如覆盖薄膜或防尘布（网）等，减少扬尘的影响。

③施工过程中产生的弃土、弃料及其它建筑垃圾，应及时清运。若在工地内堆置超过一周的，应覆盖防尘布或防尘网，防止风蚀起尘及水蚀迁移。

④运输垃圾、渣土、砂石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，并按照规定路线和时间行驶，控制扬尘污染。

⑤施工期间需使用混凝土时，可使用预拌商品混凝土或者进行密闭搅拌并配备防尘除尘装置，不得现场露天搅拌混凝土、消化石灰及拌石灰土等。

⑥加强对施工机械、运输车辆的维修保养，禁止不符合国家废气排放标准的机械和车辆进入工区。

⑦施工现场严禁将包装物、可燃垃圾等固体废弃物就地焚烧。

（3）施工扬尘影响分析

输电线路属线性工程，由于开挖工程量小，作业点分散，施工时间较短，单塔施工周期一般在 2 个月内，影响区域较小，对周围环境影响只是短期的、小范围的，通过上述环保措施可以有效减小线路施工扬尘等空气影响。随着施工期的结束，本工程对环境空气的影响也将随之消失。

5.4 固体废物环境影响分析

（1）施工固废污染源

输电线路施工期的固体废物主要指塔基土石方施工产生的临时弃土、建筑垃圾、施工人员的生活垃圾等。

施工产生的临时弃土、建筑垃圾若不妥善处置则会产生水土流失等环境影响，线路施工时总挖方量为 3.14 万 m^3 ，总填方量为 3.14 万 m^3 ，本工程输电线路大部分位于山地及丘陵区，加上线路跨距长、塔基分散，施工产生的弃方不便集中堆放，且由于平均每个塔基产生的弃方很少，主要是施工区开挖的表土和少量深层土，可用于杆塔施工区保坎、护坡、平整以及后期植物措施覆土，线路施工结束后基本不产生永久弃渣。

线路建筑垃圾、施工人员的生活垃圾若不妥善处置会污染环境。

（2）拟采取的环保措施

①输电线路施工现场不设置施工营地，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。

②施工单位应按照水土保持方案开展施工，临时土石方应集中堆放、及时回填，以减少弃土弃渣的产生。输电线路基础开挖产生挖方全部在塔基永久占地范围内回填、夯实、平整，就地利用，施工结束后进行土地整治或复耕，严禁就地倾倒压占塔基征地范围外植被或顺坡溜弃。

③输电线路施工中临时堆土点应远离水体，及时采取挡护措施；严禁向附近水体排放工程弃土、废泥浆、废弃的混凝土、生活垃圾等施工废物。

④尽量回收可利用的废建材，对于不可回收利用的建材和建筑垃圾由施工单位运送至指定的垃圾填埋点。

⑤施工临时占地采取隔离保护措施，如铺设彩条布、草垫或棕垫，防止施工活动破坏地表植被；施工结束后将多余砂石料、混凝土残渣等及时清除，以免影响后期土地功能和植被恢复，做到“工完、料尽、场地清”。

⑥施工结束后全面清理可能残留的建筑垃圾和生活垃圾，全面做好迹地清理和恢复。

⑦为避免建筑垃圾及生活垃圾对环境造成影响，在工程施工前应作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分类集中收集，并采取必要的防护措施（防雨、防飞扬等），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，施工完成后及时做好迹地清理工作，使工程建设产生的垃圾处于可控状态。

在采取了上述环保措施后，本工程施工期产生的固体废物对环境的影响可以接受。

5.5 地表水环境影响分析

本项目线路终点接至昭通市鲁甸县江底镇境内原永丰～多乐 I 回 500kV 线路，改接点位于牛栏江北岸，距牛栏江约 800m，线路不跨越牛栏江。线路在威宁县境内跨越徐家河、石板河等小河冲沟。输电线路施工阶段产生的施工废水、施工生活污水以及弃土弃渣等处置不当可能会污染输电线路所跨越的河流的水体环境，本环评要求在线路跨越河流等水体施工时采取如下措施：

①建设期间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，施工临时道路要尽量利用已有人抬道路。

②施工中临时堆土点应远离跨越的水体，不得在水体附近临时堆土；基础钻孔或挖孔的渣不能随意堆弃，应运到指定地点堆放。

③尽可能集中配置混凝土，在施工现场拌和混凝土，并对砂、石料冲洗废水经简易沉淀后回用，不外排。

④线路跨越沿线河流时，塔位选在地势较高处尽量远离河道，一档跨越，不在水域内建塔。

⑤输电线路施工人员租住沿线村民房屋，施工人员产生的生活污水利用当地的污水处

理设施（如化粪池、厕所等）进行收集处理，不漫排。

由于输电线路属线性工程，单塔开挖工程量小，作业点分散，施工时间较短，单塔施工周期一般在两个月内，影响区域较小；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（约 8~10 人），其生活污水排入当地农户的生活污水系统处置，不会对当地地表水环境造成影响。在采取相应水环境保护措施后，不会对线路所跨越的河流的水环境造成影响。

5.6 对水环境保护目标的影响分析

5.6.1 威宁县玉龙乡新发水库集中式饮用水水源保护区

线路距离威宁县玉龙乡新发水库集中式饮用水水源二级保护区边界约 170m，距离一级保护区约 1500m，距离取水口约 2500m。

由于本项目位于保护区边界分水岭北侧，本项目线路施工建设时不会对保护区饮用水源水质产生影响。线路工程施工规模很小、时间短，基本无施工废水排放，通过严格施工管理，如不在水源保护区内设置牵张场、堆料场、弃渣场、施工营地，不在水源保护区内开辟施工道路等，项目施工基本不会对威宁县玉龙乡新发水库集中式饮用水水源保护区产生影响。

5.6.2 牛栏江流域（云南部分）

根据《牛栏江流域（云南部分）水环境保护规划（2009-2030 年）》，本工程输电线路不涉及德泽水库以上水环境重点保护区（调水水源区），线路位于牛栏江流域（云南部分）德泽水库以下生态环境保护区（下游区），线路穿越下游区污染控制区约 1.0km，立塔约 3 基。

根据《牛栏江流域（云南部分）水环境保护规划（2009-2030 年）》，牛栏江流域下游区规划指标为至 2030 年，工业污染源工业废水达标排放率 100%，城镇生活污染源城镇生活污水集中处理率 70%，城镇生活垃圾无害化处理率 70%，农业农村面源化肥、农药减施率 10%，农作物秸秆利用率及畜禽粪便利用率 80%，农村生活垃圾处置率及农村生活污水处理率 70%，陆地生态环境森林覆盖率 46%，水土流失治理面积 1120km²。

本工程输电线路属于基础设施建设项目，不属于排放污染物的建设项目，输电线路属线性工程，单塔开挖工程量小，作业点分散，施工时间较短，单塔施工周期一般在两个月

内，塔基位置避开林木集中区和植被茂密区域，塔基施工临时占地尽可能选择在植被稀疏或无植被区域，线路施工架线过程中，采用高塔跨越，除了塔基占地之外，基本不会砍树。架线方式上，主要采用张力挂线，在部分很茂密的林区使用无人机挂线。所以线路施工不会产生毁林开荒等破坏林区的负面影响。通过施工阶段严格管理，落实各项环保及水土保持措施，线路施工对牛栏江流域保护规划区域的生态环境影响很小。

线路不跨越牛栏江，不在水域范围内立塔，改接点塔基距离牛栏江约 800m，远离水体，塔基开挖后根据地形修建护坡、排水沟及截洪沟，防止因雨水冲刷导致水土流失，塔基施工结束后，立即对施工场地采取植被恢复和绿化措施，塔基施工不会影响牛栏江水体的水质。

输电线路每个施工点上的施工人员很少，施工人员在沿线村镇租住，其生活污水排入当地农户的生活污水系统处置，不会对当地地表水环境造成影响。在采取相应水环境保护措施后，不会对牛栏江的水环境造成影响。

5.7 施工期环境影响评价小结

综上所述，在认真落实各项针对施工噪声、施工扬尘、固体废物、废水的污染防治和生态保护措施，并加强监管后，本工程施工对周围环境的影响将降低到最小。

6 运行期环境影响评价

6.1 电磁环境影响预测与评价

采用理论计算和类比监测相结合的方法进行预测。理论计算时，根据线路的架线型式、架设高度、线距及导线结构等参数，采用《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020）及其附录推荐的模型计算线路产生的工频电场、工频磁感应强度，分析、预测线路投入运行后的电磁场影响。类比监测时，选取与本工程线路电压等级相同、塔型及输送容量等相近的现有输电线路进行电磁场监测。

采用单项比较法的方法进行评价，即采用理论计算结果和类比监测结果与评价标准直接比较的方法。

6.1.1 模式预测

6.1.3.1 计算模式

本工程送电线路的工频电场、工频磁场影响预测计算将根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020）附录 C、D 推荐的计算模式进行。

（1）高压送电线下空间工频电场强度分布的理论计算（附录 C）

单位长度导线等效电荷的计算：高压送电线上的等效电荷是线电荷，由于高压送电线半径 r 远小于架设高度 h ，因此等效电荷的位置可以认为是在送电导线的几何中心。设送电线路为无限长并且平行于地面，地面可视为良导体，利用镜像法计算送电线上的等效电荷。

多导线线路中导线上的等效电荷由下列矩阵方程计算：

$$\begin{bmatrix} U_1 \\ U_2 \\ \vdots \\ U_m \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \lambda_{11} & \lambda_{12} & \cdots & \lambda_{1m} \\ \lambda_{21} & \lambda_{22} & \cdots & \lambda_{2m} \\ \vdots & & & \\ \lambda_{m1} & \lambda_{m2} & \cdots & \lambda_{mm} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Q_1 \\ Q_2 \\ \vdots \\ Q_m \end{bmatrix}$$

式中：U—各导线对地电压的单列矩阵；

Q—各导线上等效电荷的单列矩阵；

λ —各导线的电位系数组成的 m 阶方阵（ m 为导线数目）。

[U]矩阵可由送电线的电压和相位确定，从环境保护考虑以额定电压的 1.05 倍作为计算

电压。[λ]矩阵由镜像原理求得。

由等效电荷产生的电场计算：为计算地面电场强度的最大值，通常取设计最大弧垂时导线的最小对地高度。当各导线单位长度的等效电荷量求出后，空间任意一点的电场强度可根据叠加原理计算得出，在（x，y）点的电场强度分量 E_x 和 E_y 可表示为：

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

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

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

m —导线数目；

L_i 、 L_i' —分别为导线 i 及镜像至计算点的距离， m 。

（2）高压交流架空输电线路下空间工频磁场强度的计算（附录 D）

由于工频情况下电磁性能具有静态特征，线路的磁场仅由电流产生。应用安培定律，将计算结果按矢量叠加，可得出导线周围的磁场强度。

导线下方 A 点处的磁场强度：

$$H = \frac{I}{2\pi\sqrt{h^2 + L^2}} \quad (\text{A/m})$$

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。

6.1.3.2 计算参数及计算结果

1) 计算参数选取

线路电磁场预测计算参数的主要考虑的是选取的塔型，选择预测计算的典型杆塔应兼顾保守性和代表性，即既要考虑大部分路段的影响，又要考虑线路电磁场的最大影响程度。据此，本次预测计算选取塔型考虑以下几个方面：

①直线塔架设时，其电磁场影响一般较转角塔要大，且直线塔数量占杆塔总用量的大部分，同时转角塔挂线点不易确定，因此，选用直线塔进行计算。

②本工程线路直线塔基本采用酒杯型塔，猫头型塔用量极少，且酒杯型塔电磁场影响相对要大，因此在预测中只考虑用酒杯型塔进行计算。

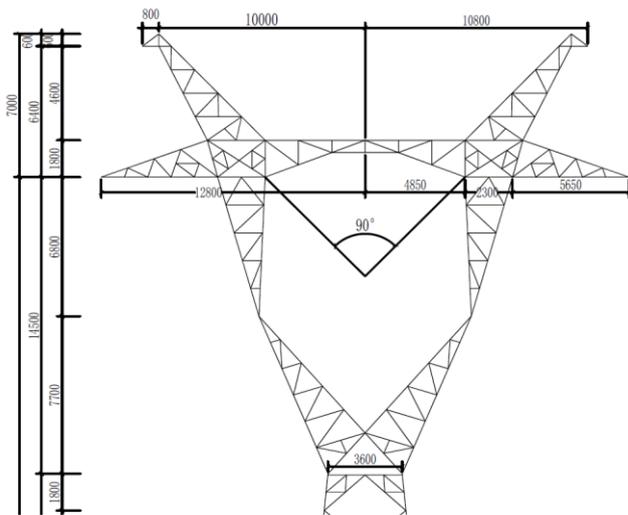
③一般来说杆塔横担越大，其电磁场影响也越大，因此，本次预测首先选择使用量最大的 5E1Y1 和 5E1Y3 塔型系列，其次按照横担由小到大选取 5E1Y1-Z1、5E1Y1-Z2、5E1Y3-Z1、5E1Y3-Z2 共 4 个典型杆塔进行预测计算。

④其中 5E1Y1-Z1、5E1Y1-Z2 的横担长度、挂线方式相同，其他方面差别不会影响预测参数选取，这两种塔型预测结果一致。

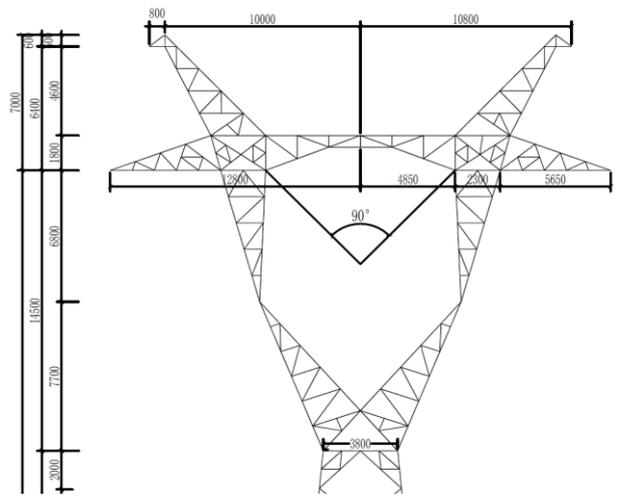
线路导线及选用计算塔型的有关参数详见表 6.1-1。

表 6.1-1 送电线路电磁场计算导线、杆塔和电流参数表

线电压		500kV		
塔型		5E1Y1-Z1 5E1Y1-Z2	5E1Y3-Z1	5E1Y3-Z2
适合冰区 (mm)		10	20	20
横担宽度 (m)		2×12.8	2×15.2	2×17.0
导线类型		4×JL/LB20A-500/45	4×JL/LB20A-500/45	4×JL/LB20A-500/45
导线直径 (mm)		30.00	30.00	30.00
导线分裂结构		4 分裂，间距 450mm	4 分裂，间距 450mm	4 分裂，间距 450mm
导线排列	水平相间距 (m)	左：12.8 右：12.8	左：15.2 右：15.2	左：17.0 右：17.0
	垂直相间距 (m)	0	0	0
导线离地距离 (m)		非居民区 11m，居民区 14m		
输送容量		1281MW		



5E1Y1-Z1



5E1Y1-Z2

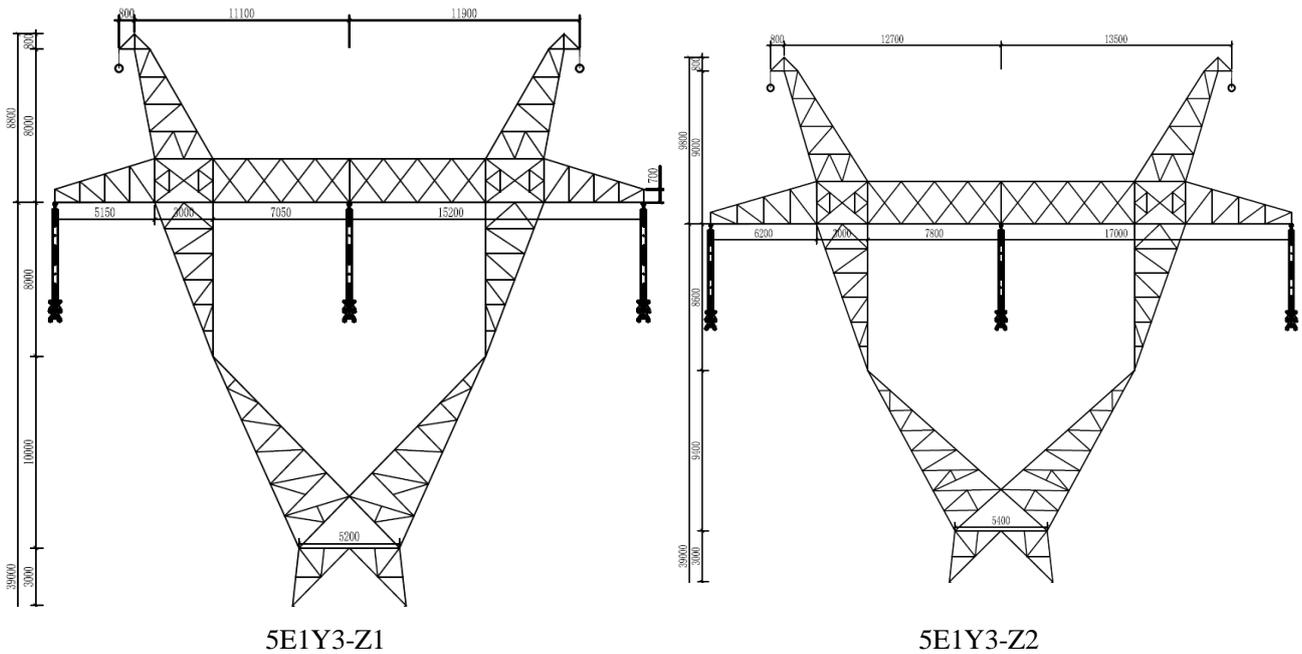


图 6.1-1 预测选用典型杆塔塔型图

以表 6.1-1 所列的典型直线塔，计算线路下方的工频电场、工频磁场，以确定本工程工频电场、工频磁场影响程度及范围。其中，对于一般区域（线路下相线离地 11m），若最小线高不能保证电磁环境达标，则进行导线抬升预测计算；对于居民区（线路下相线离地 14m），若最小线高不能保证电磁环境达标，则进行导线抬升预测计算和拆迁范围预测计算。

根据现场踏勘，本工程线路沿线电磁环境评价范围内的居民房屋多以 1-2 层房屋为主，本环评分别对一层房屋（按地面距离 1.5m 高度）、二层房屋（按地面距离 4.5m 高度）进行预测计算。

2) 计算结果及评价

(1) 计算结果

线路下相线离地 11m，计算其下方距地面 1.5m 高处的工频电场、工频磁场；下相线离地 14m，分别计算其下方距地面 1.5m 和 4.5m 高处的工频电场、工频磁场，计算结果见表 6.1-2~6.1-4，其分布曲线见图 6.1-2~6.1-9。

表 6.1-2 塔型 5E1Y1-Z1/Z2 电磁场预测值

与线路中心的距离 (m)	下相线离地 11m		下相线离地 14m			
	工频电场 (V/m)	工频磁场 (μ T)	工频电场 (V/m)		工频磁场 (μ T)	
	1.5m	1.5m	1.5m	4.5m	1.5m	4.5m
0	8090	34.4	4780	6770	25.1	34.4
1	7990	34.4	4760	6740	25.0	34.4
2	7710	34.3	4700	6650	25.0	34.3
3	7320	34.2	4620	6530	24.9	34.2
4	6920	34.0	4560	6430	24.8	34.0
5	6630	33.8	4570	6380	24.6	33.8
6	6560	33.6	4680	6410	24.4	33.6
7	6780	33.3	4890	6540	24.1	33.3
8	7240	33.0	5180	6770	23.7	33.0
9	7870	32.6	5540	7060	23.3	32.6
10	8550	32.0	5900	7370	22.8	32.0
11	9170	31.3	6240	7650	22.2	31.3
12	9650	30.3	6520	7860	21.6	30.3
13	9940	29.1	6720	7970	20.8	29.1
14	10000	27.7	6820	7970	20.0	27.7
15	9840	26.1	6830	7840	19.1	26.1
16	9500	24.4	6730	7610	18.1	24.4
17	9010	22.7	6560	7290	17.2	22.7
18	8430	21.0	6320	6910	16.2	21.0
19	7800	19.4	6030	6500	15.2	19.4
20	7150	17.9	5710	6060	14.3	17.9
21	6520	16.5	5370	5630	13.4	16.5
22	5920	15.1	5020	5210	12.5	15.1
23	5360	13.9	4670	4800	11.7	13.9
24	4850	12.9	4330	4420	11.0	12.9
25	4380	11.9	4010	4070	10.3	11.9
25.1	4330	11.8	3980	4030	10.2	11.8
25.2	4290	11.7	3950	3999	10.1	11.8
26	3960	11.0	3710	3740	9.6	11.0
27	3580	10.2	3430	3440	9.0	10.2
28	3240	9.5	3160	3160	8.5	9.5
29	2940	8.8	2920	2910	7.9	8.8
30	2670	8.2	2690	2680	7.5	8.2
35	1710	6.0	1820	1810	5.6	6.0
40	1140	4.5	1270	1260	4.3	4.5
45	800	3.6	910	900	3.4	3.6
50	580	2.9	670	670	2.8	2.9
55	430	2.4	510	510	2.3	2.4
60	330	2.0	400	390	1.9	2.0
65	260	1.7	310	310	1.6	1.7
70	210	1.4	250	250	1.4	1.4
75	170	1.2	200	200	1.2	1.2
80	140	1.1	170	170	1.1	1.1

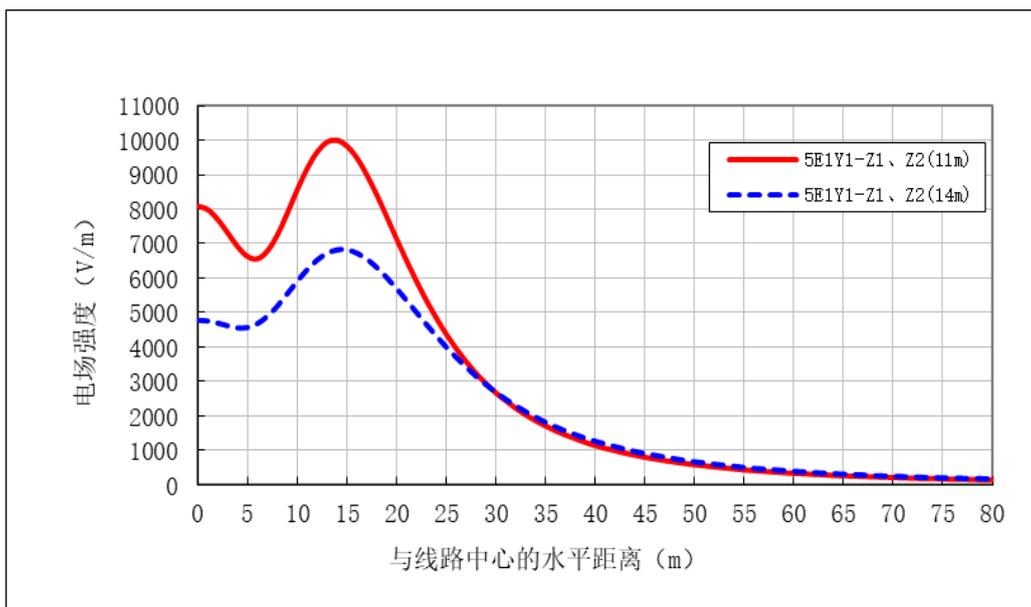


图 6.1-2 单回路直线塔型 5E1Y1-Z1/Z2 电场强度分布曲线（离地 1.5m）

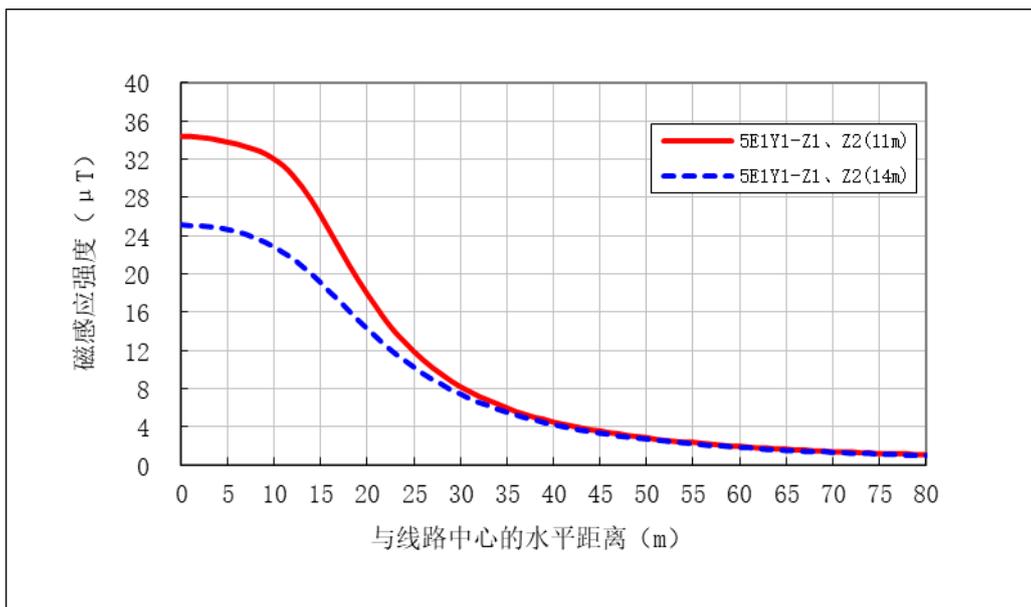


图 6.1-3 单回路直线塔型 5E1Y1-Z1/Z2 磁感应强度分布曲线（离地 1.5m）

表 6.1-3 塔型 5E1Y3-Z1 电磁场预测值

与线路中心的距离 (m)	下相线离地 11m		下相线离地 14m			
	工频电场 (V/m)	工频磁场 (μT)	工频电场 (V/m)		工频磁场 (μT)	
	1.5m	1.5m	1.5m	4.5m	1.5m	4.5m
0	8980	34.7	5570	7270	25.9	34.7
1	8870	34.7	5530	7220	25.9	34.7
2	8540	34.6	5410	7080	25.8	34.6
3	8060	34.4	5240	6880	25.7	34.4
4	7490	34.2	5050	6650	25.6	34.2
5	6940	34.0	4880	6450	25.5	34.0
6	6510	33.9	4780	6300	25.4	33.9
7	6310	33.7	4780	6260	25.2	33.7
8	6400	33.6	4900	6340	25.1	33.6
9	6770	33.5	5140	6540	24.8	33.5
10	7360	33.3	5470	6830	24.6	33.3
11	8070	33.1	5850	7180	24.2	33.1
12	8810	32.7	6230	7540	23.8	32.7
13	9480	32.2	6590	7880	23.3	32.2
14	10000	31.4	6880	8140	22.7	31.4
15	10330	30.4	7090	8290	22.0	30.4
16	10430	29.2	7200	8330	21.2	29.2
17	10310	27.7	7210	8230	20.4	27.7
18	10000	26.1	7130	8020	19.4	26.1
19	9520	24.4	6950	7710	18.5	24.4
20	8940	22.7	6710	7340	17.5	22.7
21	8300	21.1	6410	6910	16.5	21.1
22	7630	19.5	6080	6460	15.5	19.5
23	6970	18.0	5720	6010	14.6	18.0
24	6340	16.6	5360	5570	13.7	16.6
25	5750	15.3	5000	5140	12.9	15.3
26	5210	14.1	4640	4740	12.0	14.1
27	4710	13.1	4300	4360	11.3	13.1
28	4260	12.1	3980	4020	10.6	12.1
28.1	4220	12.0	3950	3980	10.5	12.0
29	3860	11.3	3680	3690	9.9	11.3
30	3500	10.5	3400	3400	9.3	10.5
35	2190	7.5	2290	2270	7.0	7.5
40	1450	5.6	1580	1560	5.3	5.6
45	1000	4.4	1120	1110	4.2	4.4
50	720	3.5	820	820	3.4	3.5
55	530	2.9	620	610	2.8	2.9
60	400	2.4	480	470	2.3	2.4
65	310	2.0	370	370	2.0	2.0
70	250	1.7	300	300	1.7	1.7
75	200	1.5	240	240	1.5	1.5
80	170	1.3	200	200	1.3	1.3

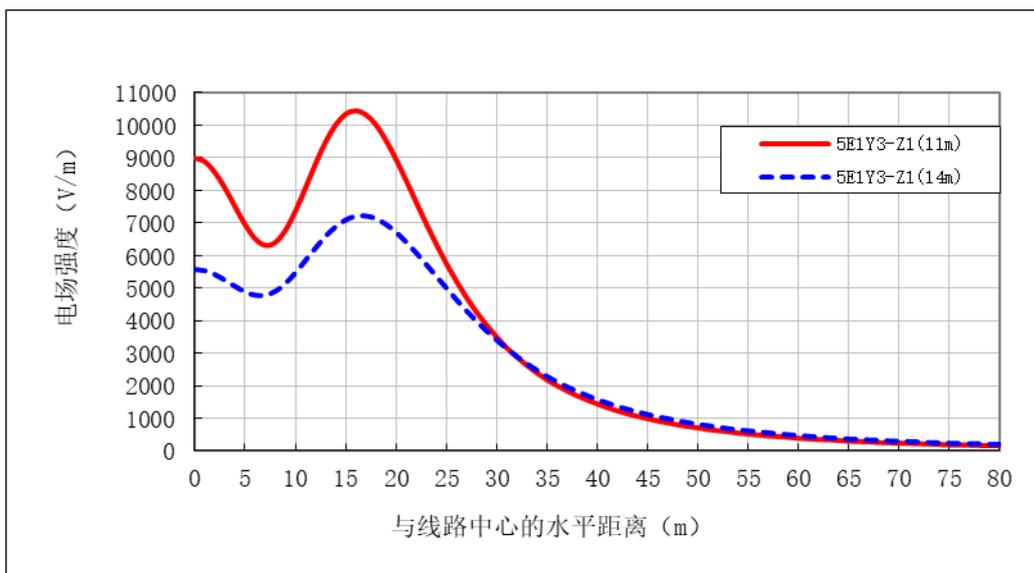


图 6.1-4 单回路直线塔型 5E1Y3-Z1 电场强度分布曲线（离地 1.5m）

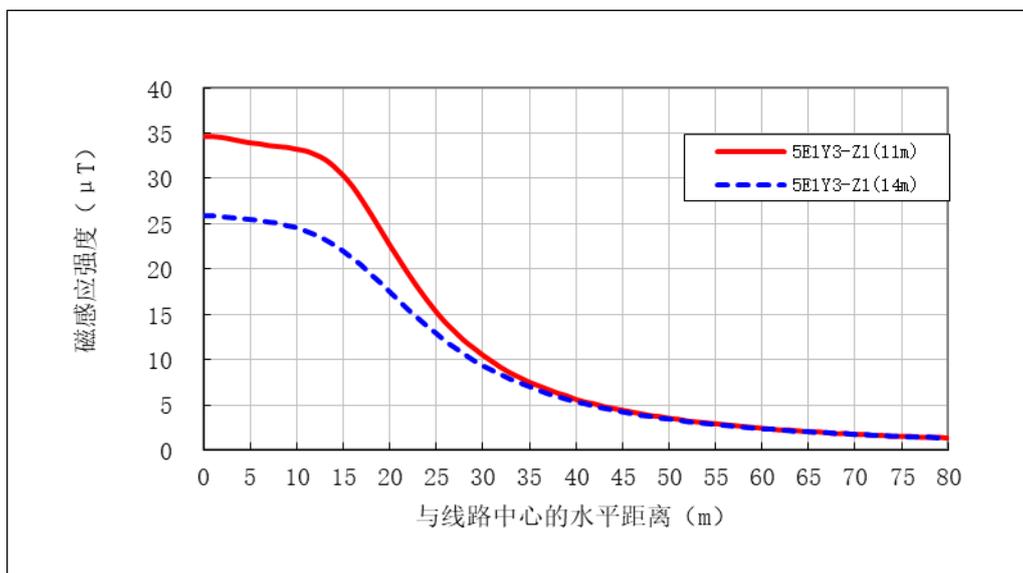


图 6.1-5 单回路直线塔型 5E1Y3-Z1 磁感应强度分布曲线（离地 1.5m）

表 6.1-4 塔型 5E1Y3-Z2 电磁场预测值

与线路中 心的距离 (m)	下相线离地 11m		下相线离地 14m			
	工频电场 (V/m)	工频磁场 (μT)	工频电场 (V/m)		工频磁场 (μT)	
	1.5m	1.5m	1.5m	4.5m	1.5m	4.5m
0	9490	34.8	6060	7590	26.2	34.8
1	9380	34.7	6010	7540	26.2	34.7
2	9040	34.6	5870	7370	26.1	34.6
3	8530	34.4	5660	7130	26.1	34.4
4	7910	34.1	5410	6830	26.0	34.1
5	7250	33.9	5150	6540	25.9	33.9
6	6650	33.7	4920	6290	25.8	33.7
7	6210	33.5	4780	6120	25.7	33.5
8	6010	33.4	4750	6060	25.5	33.4
9	6100	33.3	4850	6130	25.4	33.3
10	6460	33.3	5080	6330	25.2	33.3
11	7050	33.3	5410	6630	25.0	33.3
12	7770	33.2	5790	7000	24.8	33.2
13	8540	33.1	6200	7410	24.5	33.1
14	9280	32.8	6590	7800	24.1	32.8
15	9910	32.3	6930	8140	23.6	32.3
16	10380	31.6	7200	8390	23.0	31.6
17	10630	30.6	7370	8520	22.3	30.6
18	10660	29.4	7440	8520	21.6	29.4
19	10480	27.9	7420	8390	20.7	27.9
20	10100	26.4	7290	8140	19.8	26.4
21	9580	24.7	7090	7810	18.8	24.7
22	8970	23.0	6820	7410	17.8	23.0
23	8310	21.3	6500	6970	16.9	21.3
24	7630	19.8	6150	6510	15.9	19.8
25	6960	18.3	5780	6050	14.9	18.3
26	6330	16.9	5400	5600	14.0	16.9
27	5740	15.6	5030	5170	13.2	15.6
28	5200	14.5	4670	4760	12.4	14.5
29	4700	13.4	4330	4390	11.6	13.4
30	4260	12.4	4010	4040	10.9	12.4
30.1	4220	12.3	3980	4000	10.9	12.3
30.2	4180	12.3	3950	3970	10.8	12.3
31	3680	11.6	3700	3720	10.3	11.6
35	2640	8.8	2700	2680	8.1	8.8
40	1720	6.6	1850	1830	6.2	6.6
45	1170	5.1	1310	1290	4.8	5.1
50	830	4.0	950	940	3.9	4.0
55	610	3.3	710	700	3.2	3.3
60	460	2.7	540	540	2.7	2.7
65	360	2.3	430	420	2.3	2.3
70	280	2.0	340	340	1.9	2.0
75	230	1.7	270	270	1.7	1.7
80	190	1.5	230	220	1.5	1.5

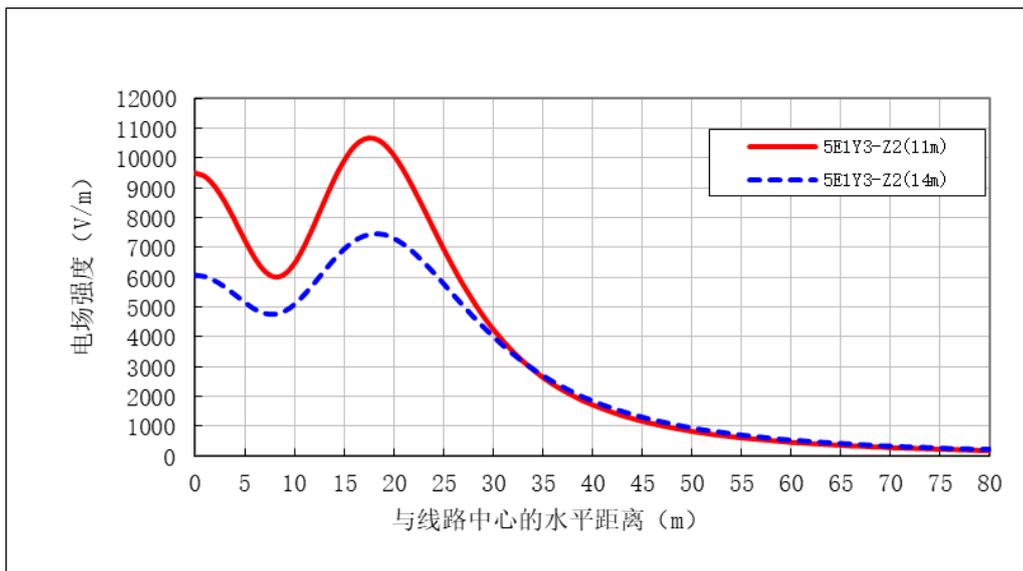


图 6.1-6 单回路直线塔型 5E1Y3-Z2 电场强度分布曲线（离地 1.5m）

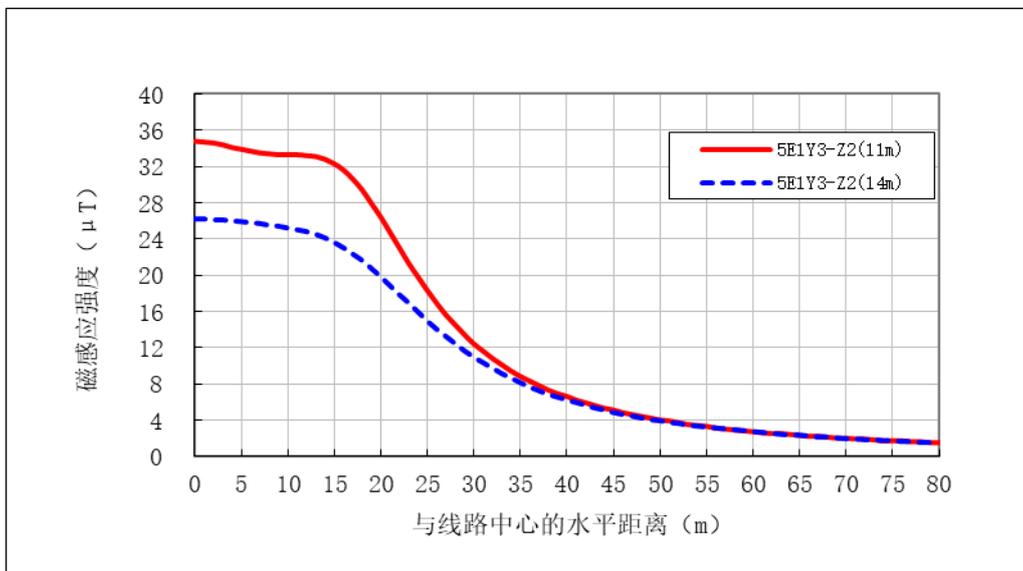


图 6.1-7 单回路直线塔型 5E1Y3-Z2 磁感应强度分布曲线（离地 1.5m）

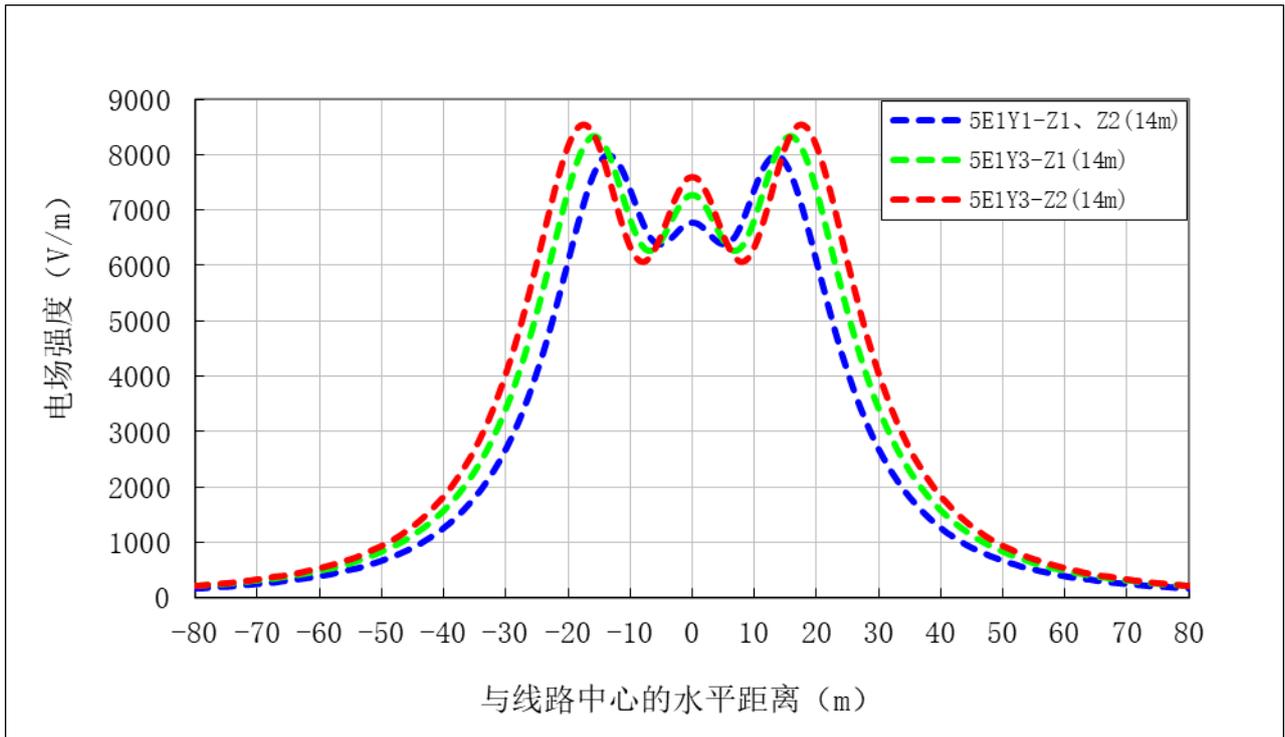


图 6.1-8 直线塔电场强度分布曲线（离地 4.5m）

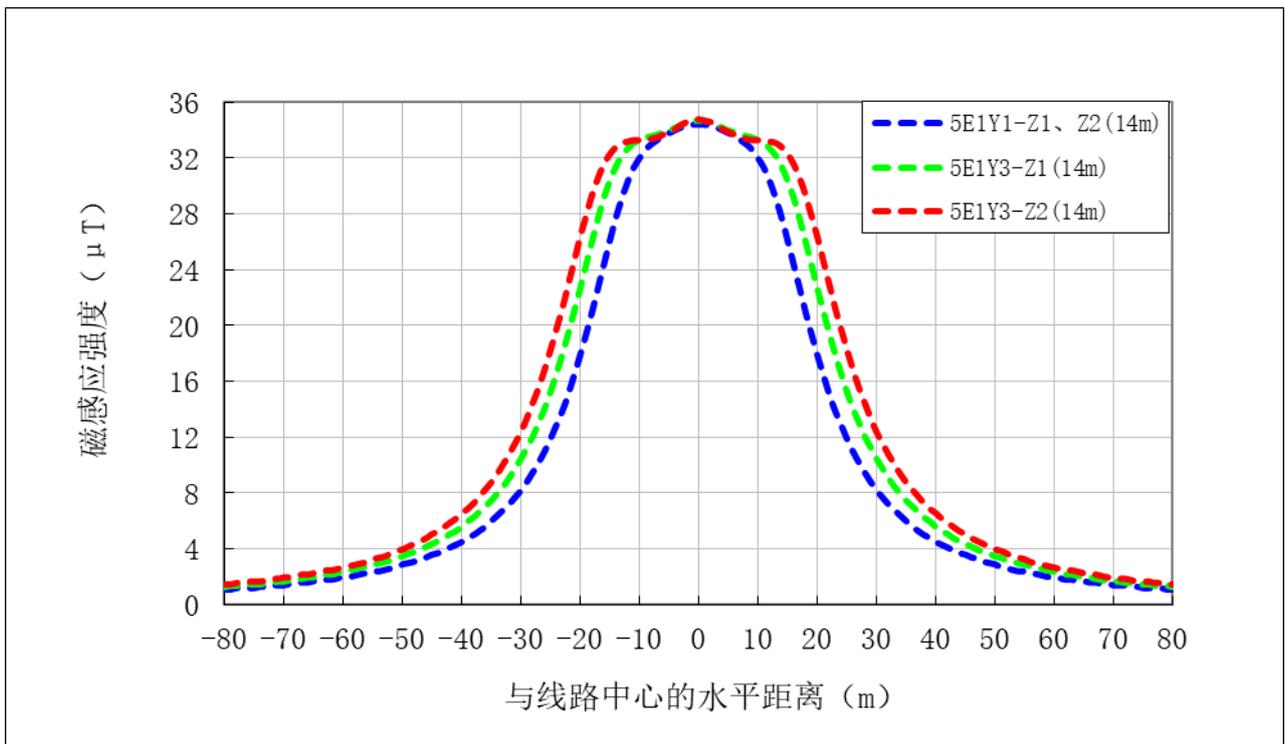


图 6.1-9 直线塔磁感应强度分布曲线（离地 4.5m）

（2）计算结果评价

①工频电场

由表 6.1-2~6.1-4 及图 6.1-2~6.1-9 可见，导线最小对地距离为 11m、14m 时，本工程

4 种典型直线塔型线路段下方离地 1.5m 和 4.5m 处电场强度的分布情况分别为：

5E1Y1-Z1/Z2 型塔（离地 1.5m）：导线高度 11m、14m 时最大值 10000V/m、6830V/m，分别出现在边导线投影外 1.2m 和 2.2m 处，导线高度 14m 时边导线投影外 12.3m 小于 4000V/m。

5E1Y1-Z1/Z2 型塔（离地 4.5m）：导线高度 14m 时最大值 7970V/m，出现在边导线投影外 0.2m 处；边导线投影外 12.4m 小于 4000V/m。

5E1Y3-Z1 型塔（离地 1.5m）：导线高度 11m、14m 时最大值 10430V/m、7210V/m，分别出现在边导线投影外 0.8m 和 1.8m 处，导线高度 14m 时边导线投影外 12.8m 小于 4000V/m。

5E1Y3-Z1 型塔（离地 4.5m）：导线高度 14m 时最大值 8330V/m，出现在边导线投影外 0.8m 处；边导线投影外 12.9m 小于 4000V/m。

5E1Y3-Z2 型塔（离地 1.5m）：导线高度 11m、14m 时最大值 10660V/m、7440V/m，出现在边导线投影外 1.0m 处，导线高度 14m 时边导线投影外 13.1m 小于 4000V/m。

5E1Y3-Z2 型塔（离地 4.5m）：导线高度 14m 时最大值 8520V/m，出现在边导线投影外 13.2m 小于 4000V/m。

②工频磁场

由表 6.1-2~6.1-4 及图 6.1-2~6.1-9 可见：

导线最小对地距离为 11m 时，5E1Y1-Z1/Z2、5E1Y3-Z1、5E1Y3-Z2 典型塔型线路下方离地 1.5m 处的磁感应强度最大值分别为 34.4 μ T、34.7 μ T、34.8 μ T；

导线最小对地距离为 14m 时，5E1Y1-Z1/Z2、5E1Y3-Z1、5E1Y3-Z2 典型直线塔型线路下方离地 1.5m 处的磁感应强度最大值分别为 25.1 μ T、25.9 μ T、26.2 μ T。

导线最小对地距离为 14m 时，5E1Y1-Z1/Z2、5E1Y3-Z1、5E1Y3-Z2 典型直线塔型线路下方离地 4.5m 处的磁感应强度最大值分别为 34.4 μ T、34.7 μ T、34.8 μ T。

由上可知，本工程各段线路下的磁感应强度均低于标准限值 100 μ T。

③综合分析

根据以上计算结果汇总情况见表 6.1-5。

表 6.1-5 本工程线路电磁场理论预测结果汇总

杆塔型式	预测高度	导线高度	工频电场			工频磁感应强度最大值 (μT)
			最大值 (V/m)	4000 V/m 达标范围	农田区域 10 kV/m 达标情况	
5E1Y1-Z1 5E1Y1-Z2	1.5m	11m	10000	——	满足	34.4
		14m	6830	边导线外 12.3m	满足	25.1
	4.5m	14m	7970	边导线外 12.4m	——	34.4
5E1Y3-Z1	1.5m	11m	10430	——	导线需抬高 0.4m	34.7
		14m	7210	边导线外 12.8m	满足	25.9
	4.5m	14m	8290	边导线外 12.9m	——	34.7
5E1Y3-Z2	1.5m	11m	10660	——	导线需抬高 0.5m	34.8
		14m	7440	边导线外 13.1m	满足	26.2
	4.5m	14m	8520	边导线外 13.2m	满足	34.8

综上所述，线路经过农田等一般区域，预测高度为 1.5m 的平地条件时，5E1Y1-Z1/Z2 杆塔导线对地高度 11m 时，线路下方工频电场强度满足 10 kV/m 控制限值；5E1Y3-Z1、5E1Y3-Z2 典型杆塔导线最小对地高度需分别抬升至 11.4m、11.5m，架空线路下方工频电场强度小于 10 kV/m 控制限值。

经过沿线居民点时，在最不利导线高度 14m 条件下，5E1Y1-Z1/Z2 型塔线路边导线投影两侧约 12.4m 外、5E1Y3-Z1 型塔线路边导线投影两侧约 12.9m 外、5E1Y3-Z2 型塔线路边导线投影两侧约 13.2m 外工频电场强度小于 4 kV/m 控制限值。

采取优化避让、拆迁或抬高导线对地高度等措施，可将线路运行时的电磁场影响降低到可接受的范围内。

3) 相关影响预测分析

(1) 典型杆塔段 4000 V/m 等值线

输电线路产生的工频电场值受导线对地距离影响较大，导线对地距离越小，工频电场越大。由于两基塔间的导线呈中间低两头高的弧线，导线上每一点对应一个高度，每个高度的工频电场值均不同，因此每一高度对应一个工频电场 4000 V/m 的达标范围点。

为比较形象的预测达标范围，设定两基塔间的一个线路段：水平档距取本工程线路全线的近似平均值 400m，两基塔位于同一水平面，挂线高度取与水平档距对应的近似值 30m，往两基塔中部，导线高度越低，最低处下相线弧垂离地取 14m。

以 5E1Y3-Z2 塔线路为例，两基塔中间导线离地 14m 时，在 1.5m 的预测高度情况下，

计算得到线路下方中心投影处工频电场强度为 7440V/m，大于 4000V/m，自线路中心垂直导线投影向两侧直至边导线外 13.1m 处，工频电场强度才会降至 4000V/m 以下。即导线高度 14m 处的线路下方离地 1.5m 处，计算得到的 4000V/m 范围为边导线外 13.1m。按照以上方法，每取一个导线对地高度值，计算出对应的 4000V/m 范围，由此得出两基塔间线路下方的整个 4000V/m 达标范围，在线路方向上距离杆塔越近，导线高度越高，则 4000V/m 范围越小，详见图 6.1-10~6.1-12。

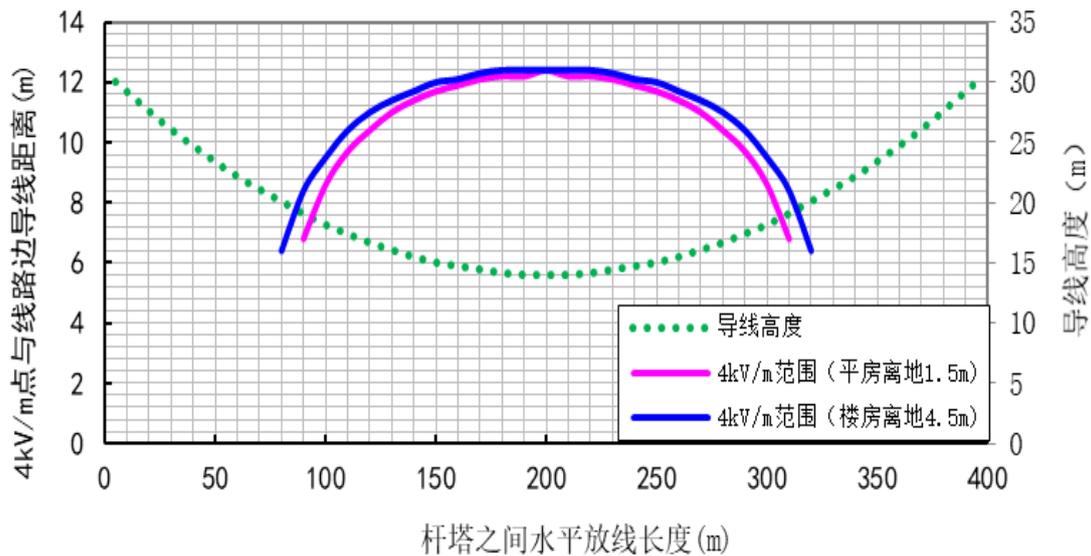


图 6.1-10 5E1Y1-Z1/Z2 塔工频电场 4000V/m 等值线图

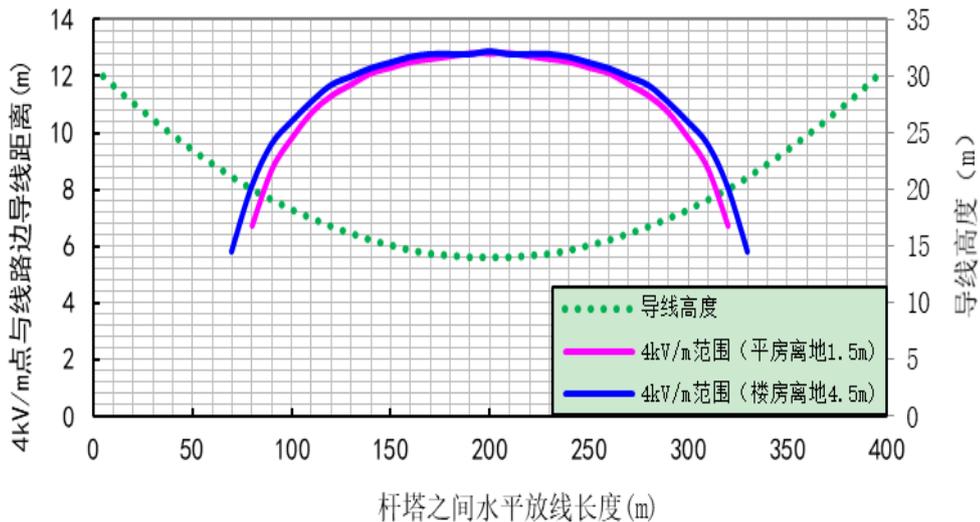


图 6.1-11 5E1Y3-Z1 塔工频电场 4000V/m 等值线图

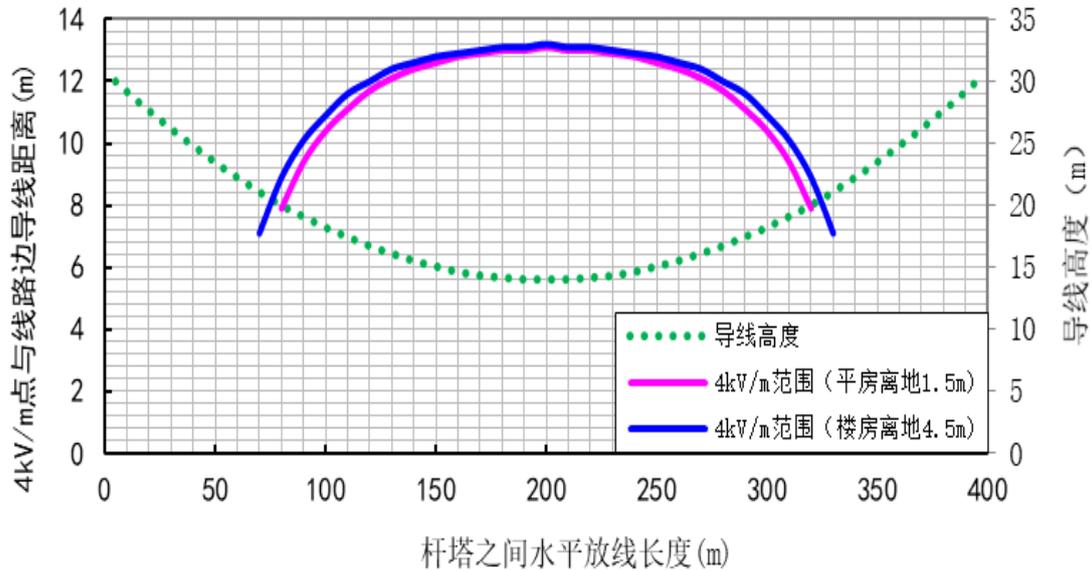


图 6.1-12 5E1Y3-Z2 塔工频电场 4000V/m 等值线图

(2) 达标距离及架线高度分析

依据《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》(GB50545-2010)的要求，在无风偏的情况下，500kV 线路边导线与建筑物间的水平距离不应小于 5m。根据输电线路工程的特点，线路路径上每一点的导线高度均不相同，且下一设计阶段线路路径存在微调的可能，因此以居民区最低导线架设高度（14m），对其最大达标范围进行分析；同时对边导线外 5m 和居民区线路下方达标，计算所要求的最低导线高度。由以上计算可知，一定导线高度条件下线路下方的工频电场强度在其两侧一定范围内，有大于 4000V/m 标准限值的情况，因此主要以电场强度来表征线路运行期的影响程度和范围。详见表 6.1-6 和表 6.1-7。

表 6.1-6 线路不同导线高度工频电场影响分析

导线对地高度	预测高度及楼层	工频电场 4000V/m 影响范围（线路外侧与边导线的距离 m）		
		5E1Y1-Z1/Z2 塔	5E1Y3-Z1 塔	5E1Y3-Z2
14m	1.5m（一层）	12.3	12.8	13.1
	4.5m（二层）	12.4	12.9	13.2
15m	1.5m（一层）	11.8	12.3	12.9
	4.5m（二层）	12.0	12.5	12.9
16m	1.5m（一层）	11.0	11.7	12.1
	4.5m（二层）	11.4	12.0	12.3
17m	1.5m（一层）	10.0	10.9	11.3
	4.5m（二层）	10.6	11.3	11.7
18m	1.5m（一层）	8.6	9.8	10.4
	4.5m（二层）	9.4	10.4	10.9
19m	1.5m（一层）	6.4	8.3	9.1

导线对地高度	预测高度及楼层	工频电场 4000V/m 影响范围（线路外侧与边导线的距离 m）		
		5E1Y1-Z1/Z2 塔	5E1Y3-Z1 塔	5E1Y3-Z2
20m	4.5m（二层）	8.2	9.3	9.9
	1.5m（一层）	—	5.8	7.3
21m	4.5m（二层）	5.6	7.8	8.6
	1.5m（一层）	—	—	—
22m	4.5m（二层）	—	4.8	6.5
	1.5m（一层）	—	—	—

表 6.1-7 各塔型居民区达标范围及对应导线高度

塔型	预测高度及楼层	最低导线高度（14m）达标范围	边导线外 5m 达标对应导线高度	线路下方达标对应导线高度
5E1Y1-Z1/Z2	1.5m（一层）	边导线外 12.3m	19.3m	19.4m
	4.5m（二层）	边导线外 12.4m	20.2m	20.4m
5E1Y3-Z1	1.5m（一层）	边导线外 12.8m	20.2m	20.3m
	4.5m（二层）	边导线外 12.9m	21.0m	21.2m
5E1Y3-Z2	1.5m（一层）	边导线外 13.1m	20.7m	20.9m
	4.5m（二层）	边导线外 13.2m	21.5m	21.7m

由上表可知，各典型杆塔线路达标距离情况为：

①导线高为 14m 时，5E1Y1-Z1/Z2 型塔线路 4000V/m 的最大控制范围为边导线投影外 12.4m，导线抬高到 20.2m 以上时，则边导线 5m 范围外均可达标；导线抬高到 20.4m 以上时，则居民区线路下方均可达标。

②导线高为 14m 时，5E1Y3-Z1 型塔线路 4000V/m 的最大控制范围为边导线投影外 12.9m；导线抬高到 21.0m 以上时，则边导线 5m 范围外均可达标；导线抬高到 21.2m 以上时，则居民区线路下方均可达标。

③导线高为 14m 时，5E1Y3-Z2 型塔线路 4000V/m 的最大控制范围为边导线投影外 13.2m；导线抬高到 21.5m 以上时，则边导线 5m 范围外均可达标；导线抬高到 21.7m 以上时，则居民区线路下方均可达标。

综合比较导线抬升措施和拆迁措施，在工程技术条件允许的前提下，本环评推荐采用导线抬升措施控制电磁环境影响。

（3）线路并行包夹叠加影响分析

本工程拟建线路平行于已建 500kV 永多 I 回线路（单回）走线，考虑上述两条线路并

行的情况，按最不利条件进行预测计算，并行线路边导线相距 50m，导线高度 14m，计算工频电场的叠加影响。预测结果见表 6.1-8 和图 6.1-13。

表 6.1-8 并行线路工频电场叠加影响分析

序号	项目	5E1Y1-Z2	ZB554A
1	工频电场最大值	6902V/m	7408V/m
2	并行线中心工频电场	1108V/m	1108V/m
3	最大值位置	外侧边线以外 2.0m	外侧边线以外 3.0m
4	内侧 4000V/m 范围	内侧边线以内 11m	内侧边线以内 12.0m
5	外侧 4000V/m 范围	外侧边线以外 12.0m	外侧边线以外 14.0m
6	未叠加 工频电场最大值	6830V/m	7390
7	未叠加 最大值位置	边导线以外 2.2m	边导线以内 1.5m
8	未叠加 4000V/m 范围	边线以外 12.3m	边线以外 13.0m

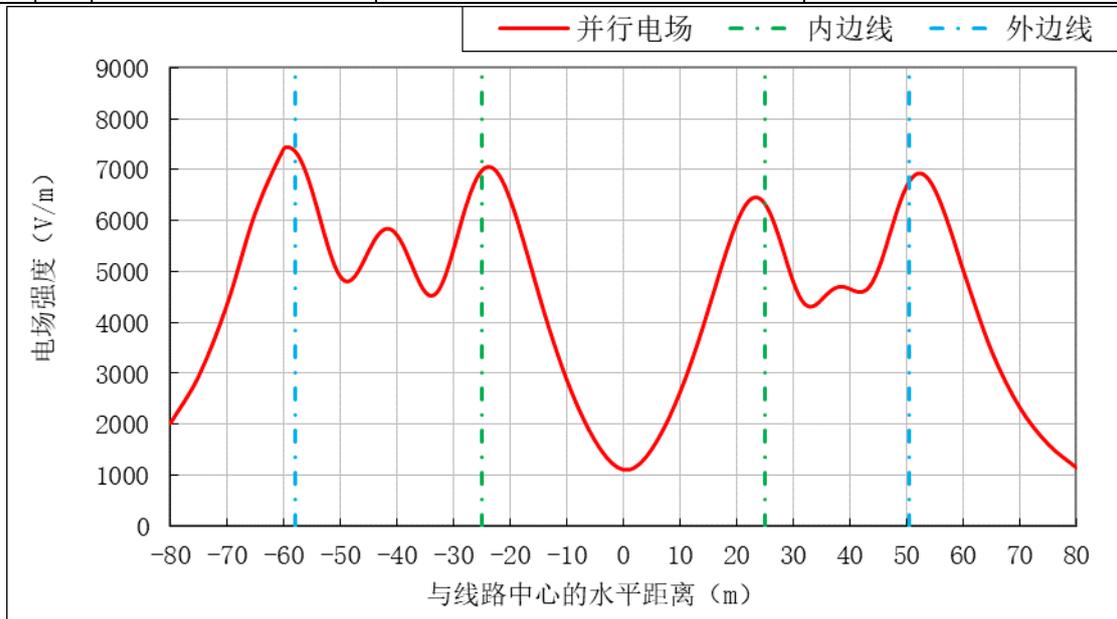


图 6.1-13 5E1Y3-Z2 单回与 ZB554A 单回并行线路工频电场叠加影响（离地 1.5m）

由预测计算可知，本工程拟建线路与已建 500kV 永多 I 回线路（单回）并行走线电磁场叠加时，工频电场最大值为 7408V/m，4000V/m 的工频电场的最大影响范围为外侧边导线以外 14.0m；与未叠加的情况相比，并行线路叠加后的工频电场影响程度和范围增加很小。

根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020），并行线路中心线小于 100m 时，应分析其对环境敏感目标的综合影响。工程沿线环保目标中，鲁甸县江底镇水塘村傅家窝窝位于本工程拟建线路与已建 500kV 永多 I 回线路（单回）并行走线之间，两线路中心相距约 190m。

由表 6.1-12 并行线路影响预测结果可知，敏感目标受线路并行的影响很小，基本上和

单条线路的影响相当。

（4）环境敏感点影响预测

对评价范围内部分与线路距离较近环境保护目标的电磁场预测结果见表 6.1-9。

表 6.1-9 评价范围内的敏感点电磁场预测结果

序号	环境保护目标	距边导线距离、楼层（工程拆迁后）		导线到各楼层顶垂直距离	塔型	工频电场(V/m)	工频磁场(μT)
		距离	楼层				
1	威宁县中水镇银水村锁家湾湾	50m	1 层	43m	干字型塔三角排列 5E1Y1-J2	460	1.1
2	威宁县中水镇银水村油沙平子	50m	1 层	37m	酒杯型塔水平排列 5E1Y1-Z2	750	1.9
3	威宁县牛棚镇新龙村汪家院子	35m	1 层	42m	酒杯型塔水平排列 5E1Y3-Z1	1060	2.9
			2 层	39m		1190	3.1
4	威宁县玉龙镇新寨村伍家坪子	48m	1 层	60m	酒杯型塔水平排列 5E1Y1-Z2	480	1.2
			2 层	57m		510	1.3
5	威宁县玉龙镇深沟村沙包包	49m	1 层	28m	干字型塔三角排列	610	1.7
6	威宁县玉龙镇新发村罗家梁子	22m	1 层	40m	干字型塔三角排列 5E1Y3-J1	960	2.5
7	威宁县玉龙镇新发村钟家梁子	21m	1 层	25m	酒杯型塔水平排列 5E1Y3-Z2	2960	9.0
8	威宁县玉龙镇新发村小口子	39m	1 层	30m	酒杯型塔水平排列 5E1Y3-Z2	1580	4.1
9	威宁县玉龙镇团结村大沟	40m	1 层	32m	干字型塔三角排列 5E1Y3-J3	820	2.1
10	威宁县玉龙镇团结村 4 组	35m	1 层	50m	干字型塔三角排列 5E1Y3-J3	580	1.4
11	鲁甸县江底镇向阳村大山	36m	1 层	42m	酒杯型塔水平排列 5E1Y2-Z5	1040	2.8
12	鲁甸县江底镇向阳村黎家湾子	26m	1 层	28m	干字型塔三角排列 5E1Y2-J2	1540	3.7
			2 层	25m		1750	4.2
13	鲁甸县江底镇向阳村罗家坪子	36m	1 层	28m	干字型塔三角排列 5E1Y2-J2	1050	2.6
14	威宁县玉龙镇中营村三组	50m	1 层	30m	干字型塔三角排列 5E1Y3-J3	560	1.6
15	威宁县玉龙镇中营村白蒿湾	23m	1 层	42m	干字型塔三角排列 5E1Y3-J3	870	2.3
16	鲁甸县江底镇水塘村	36m	1 层	23m	干字型塔三角排列 5E1Y3-J3	1110	3.0
17	鲁甸县江底镇水塘村窠家老包	18m	1 层	24m	干字型塔三角排列 5E1Y1-J2	2210	5.4
			2 层	21m		2680	6.4

序号	环境保护目标	距边导线距离、楼层（工程拆迁后）		导线到各楼层顶垂直距离	塔型	工频电场(V/m)	工频磁场(μ T)
18	鲁甸县江底镇水塘村傅家窝窝	15m	1层	39m	酒杯型塔水平排列 5E1Y1-Z1 与 500kV 永多 I 回线路（单回，ZB554A）并行走线	357	1.0
			2层	36m		363	1.0

根据表 6.1-9 的预测，考虑线路沿线地形及挂线高度与房屋的高差，线路沿线各电磁环境敏感点处的电场强度均小于 4000V/m 标准限值，考虑线路并行的叠加影响，鲁甸县江底镇水塘村傅家窝窝敏感点处的电场强度均小于 4000V/m 标准限值。

（5）重要跨越电磁场影响分析

本工程拟建线路需跨越渝昆高铁、G85 渝昆高速、G7611 都香高速各 1 次。

根据《110kV-750kV 架空输电线路设计规范》（GB50545-2010），500kV 线路跨越等级公路时导线与地面距离大于 14m，跨越铁路时导线与铁路轨顶距离大于 14m，根据预测计算，14m 导线高度情况下地面电场强度最大值为 7440V/m，满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中线路下耕地、园地、牧草地、禽畜养殖地、养殖水面、道路电场强度控制限值为 10kV/m 的要求。

表 6.1-10 重要交叉跨越电磁场影响分析

序号	重要跨越	跨越点导线高度 (m)	工频电场 (V/m)	工频磁场 (μ T)
1	渝昆高铁	53	100	3.2
2	G85 渝昆高速	66	30	2.1
3	G7611 都香高速	25	1560	11.8

根据设计的重要跨越点导线高度计算，在渝昆高铁、G85 渝昆高速、G7611 都香高速跨越点线路下方工频电磁场均满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中 4000V/m 和 100 μ T 的公众暴露限值要求。

线路重要交叉跨越处导线高度在满足设计规程情况下，不会影响公路、铁路运营，且公路、铁路交叉跨越处无人聚集场所，因此线路电磁场影响很小。

（6）线路交叉的叠加影响分析

本工程拟建线路跨越现有 500kV 线路 1 次、220kV 线路 2 次。根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020），多条 330kV 及以上电压等级的架高输电线路出现交叉跨越或并行时，可采用模式预测或类比监测的方法，从跨越净空距离、跨越方式、并行线路间距、环境敏感特性等方面，对电磁环境影响评价因子进行分析。

本工程线路在 500kV 鹤城变西南约 4.5km 处与现有 500kV 永丰～镇雄电厂线路交叉，但 500kV 永丰～镇雄电厂线路将在同期建设的 500kV 鹤城输变电工程中被开断，交叉位置正处在开断拆除的路段上（附图 2）。因此本工程线路建成后没有与 330kV 及以上电压等级线路交叉的情况。

110kV 和 220kV 线路的电磁场影响程度约为 500kV 线路的 20%～30%，交叉跨越时，由于需要抬高 500kV 导线满足安全要求，拟建 500kV 线路的电磁场影响也会减小，根据以往的监测数据，500kV 线路与 220kV 或 110kV 线路交叉处的工频电磁场值均可达标。本工程拟建线路与现有高压线路交叉地段的评价范围内未发现有环境保护目标分布，因此线路交叉对环境的电磁场影响很小。

6.1.2 模拟类比分析

为更充分说明本工程线路产生的电磁场对环境的实际影响程度，验证理论计算的准确性，通过引用类似的已建线路的监测结果进行类比分析。

（1）类比对象

输电线路产生的电磁场强度与线路的电压等级、架线形式、导线形式等方面有关。本工程线路全线基本为单回路架设，类比对象选用贵州境内已建成运行的施秉变-铜仁变 II 回 500kV 线路。类比监测线路段所采用的导线型式、横担布置与本工程相似；类比断面的导线高度 19m，与理论计算选取的高度接近；类比监测断面所处环境主要为丘陵坡地，本工程线路沿线也广泛分布有类似的环境；监测时段类比线路电压等级稳定在 500kV 左右，输送容量比模式预测要小，运行工况属于正常状态。类比线路情况见表 6.1-11。

表 6.1-11 类比线路监测点概况及可比性分析

线路名称	架设方式	线路情况
施秉变-铜仁变 II 回 500kV 线路	单回常规塔	监测点位于 500kV 施铜 II 回 125～126#塔之间，导线高 19m；导线水平排列，水平相间距约为 14m，导线型号为 4×JL/LB20A-500/45，导线分裂间距 450mm，导线截面 4×500mm ² 。
500kV 鹤城～多乐线路	单回常规塔	经过居民点路段导线高 25～63m，直线塔导线水平排列，水平相间距 12.8～17m，导线型号为 4×JL/LB20A-500/45，导线分裂间距 450mm，导线截面 4×500mm ² 。

表 6.1-12 电磁场类比线路监测时段工况

线路名称	监测时间	电压 (kV)	电流 (A)	有功功率 (MW)	无功功率 (Mvar)
施秉变-铜仁变 II 回 500kV 线路	2017.4.30	526.7	342.6	277.6	16.4

（2）监测项目

离地面 1.5m 高度处的工频电场强度、工频磁感应强度及沿线的环境敏感点。

（3）监测布点

工频电场、工频磁场：以弧垂最低位置处边导线对地投影点为起点，监测点间距一般为 5m，顺序测至距离边导线对地投影外 50m 处为止。在测量最大值时，两相邻监测点的距离应不大于 1m。

（4）监测结果

类比监测线路的工频电磁场监测结果见表 6.1-13。

表 6.1-13 施秉变-铜仁变 II 回 500kV 线路类比监测结果

序号	监测点位	监测结果	
		工频电场(V/m)	工频磁场(μ T)
施秉变-铜仁变 II 回 500kV 线路衰减断面（边导线南侧，线高 19m）			
N19	0m	5089	1.722
	5m	5011	1.156
	10m	4402	0.868
	15m	2991	0.653
	20m	1961	0.468
	25m	1391	0.343
	30m	975.6	0.299
	35m	745.9	0.231
	40m	544.2	0.187
	45m	446.6	0.159
	50m	354.3	0.135
施秉变-铜仁变 II 回 500kV 线路保护目标			
N9	朱家场镇洪家湾村洪家友家 （北侧 9m，对地距离 21m）	2038	1.139
N10	大有镇腊恰畈村洪续林家 （南侧 19m，对地距离 34m）	1159	0.774
N11	岑巩工业园线下厂房楼顶 （线下，净空高度 37m）	316.4	0.207
N12	思旸镇磨寨村杨洪程家 （线路东侧 1m，导线对地距离 45m）	182.4	0.462
N13	青溪镇银光村杨洪家 （线路南侧 17m，导线对地距离 33m）	793.2	0.391

（5）类比监测结果分析

①监测结果

由表 4.2-15 可见，单回常规塔线路施秉变~铜仁变 II 回 500kV 线路下方工频电场最大

值为 5089V/m，出现在线路边导线投影下方，工频磁感应强度最大值为 1.722 μ T，出现在线路中心投影处。监测值基本上随着与线路中心投影距离的增加而减小。沿线敏感点的工频电场在 182.4~2038V/m 之间，工频磁感应强度在 0.207~1.139 之间，均满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中的工频电场强度 4000V/m、工频磁感应强度 100 μ T 的控制限值要求。

②模式预测与类比监测对比

采用类比监测线路的塔型和电力输送参数，通过模式计算得出相应的工频电场和工频磁感应强度的数据，与实际监测的电磁场数据对比，以复核类比监测数据。具体见图 6.1-14。

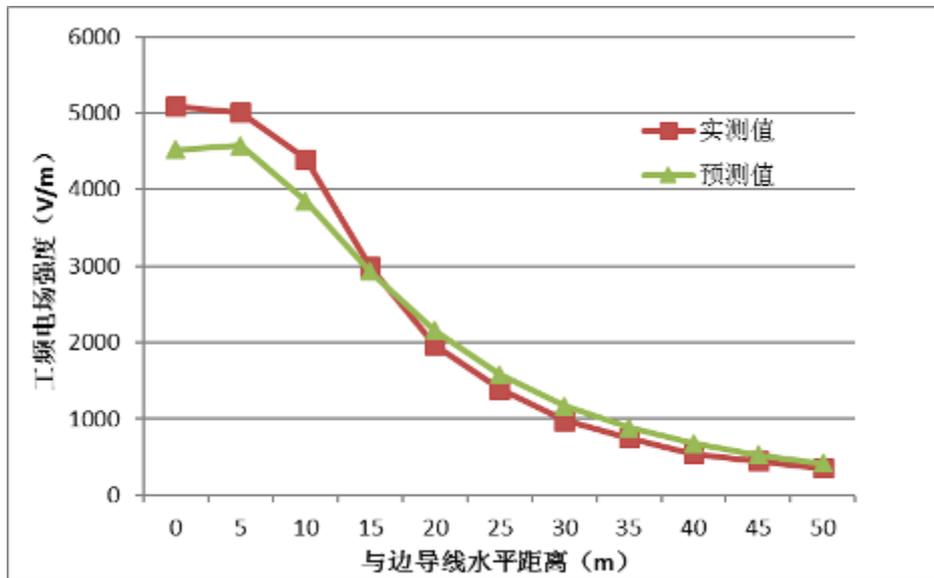


图 6.1-14a 模式预测与类比监测的工频电场数据对比

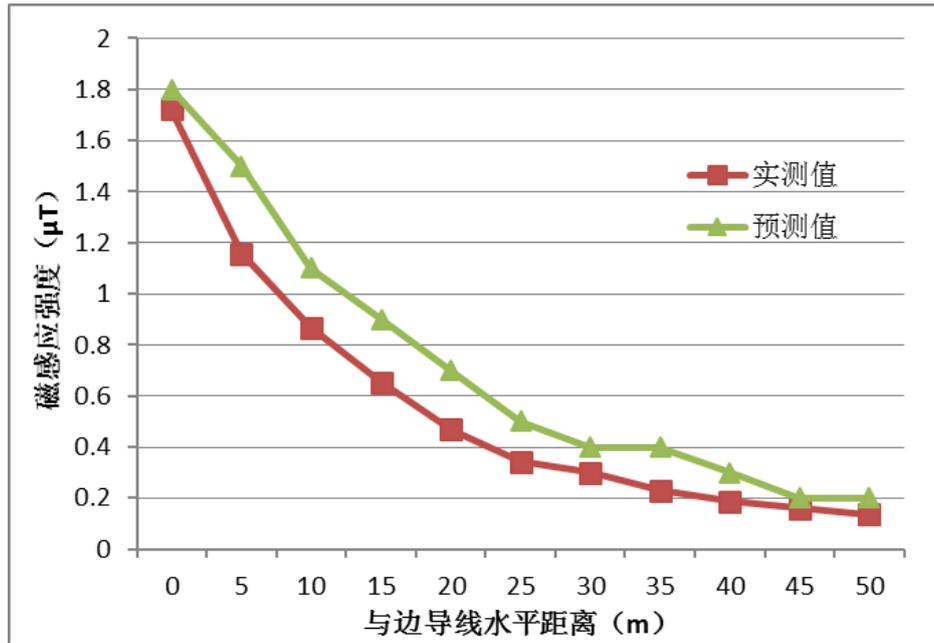


图 6.1-14b 模式预测与类比监测的磁感应强度数据对比

由理论计算和类比监测相比较可知，无论是电场强度还是磁感应强度，其理论计算值均和监测值相当，并且其分布规律也较为一致，说明理论预测与实际监测相符性较好。虽然类比监测线路在塔型、导线型号、输送容量等方面与本工程评价线路有所差别，但总体上，其监测结果可作为参照，验证理论计算的正确性，反映本工程线路电磁场的影响程度及影响范围。

6.1.3 预测结论

(1) 线路经过一般地区（导线对地最小距离 11m）

5E1Y1-Z1 塔、5E1Y1-Z2 塔线路下方满足农田区域 10kV/m 标准限值要求，5E1Y3-Z1 塔、5E1Y3-Z2 塔分别将导线抬高至 11.4m、11.5m 方可满足农田区域 10kV/m 标准限值要求。

(2) 线路经过居民区

线路经过居民区时，可采取导线抬升措施、拆迁措施使线路运行时的工频电磁场影响降低到可接受的范围内。

① 导线抬升措施

预测高度为 1.5m（敏感点一层房）时，5E1Y1-Z1 塔、5E1Y1-Z2 塔线路导线抬高至 19.4m，E1Y3-Z1 塔、5E1Y3-Z2 塔线路分别抬高至 20.3m、20.9m，线路下方工频电场小于 4000V/m 标准限值要求。

预测高度为 4.5m（敏感点二层房）时，5E1Y1-Z1 塔、5E1Y1-Z2 塔线路导线抬高至 20.4m，E1Y3-Z1 塔、5E1Y3-Z2 塔线路分别抬高至 21.2m、21.7m，线路下方工频电场小于 4000V/m 标准限值要求。

② 拆迁措施

为满足居民区工频电场 4000V/m 标准限值，在距离地面不同预测高度下，线路经过居民区导线最小对地高度为 14m 时，线路的电磁影响控制范围即最大拆迁范围为：

预测高度为 1.5m（敏感点一层房）时，5E1Y1-Z1 塔、5E1Y1-Z2 塔线路边导线外 12.3m，5E1Y3-Z1 塔、5E1Y3-Z2 塔线路边导线外 12.8m、13.1m 小于 4000V/m 标准限值要求。

预测高度为 4.5m（敏感点二层房）时，5E1Y1-Z1 塔、5E1Y1-Z2 塔线路边导线外 12.4m，5E1Y3-Z1 塔、5E1Y3-Z2 塔线路边导线外 12.9m、13.2m 小于 4000V/m 标准限值要求。

综合比较导线抬升措施和拆迁措施，本工程技术条件允许的前提下，本环评推荐采用导线抬升措施控制电磁环境影响。

6.2 声环境影响预测与评价

6.2.1 噪声源强

输电线路下的可听噪声主要由导线表面的局部放电（电晕）产生的。一般来说，在干燥天气条件下，导线通常运行在电晕起始电压水平以下，线路上只有很少的电晕源，因而也就不可能造成很大的可听噪声。但在潮湿和下雨天气条件下，因为水滴在导线表面或附近的存在，使局部的电场强度增加，从而产生电晕放电，电晕放电的效应之一则产生了线路的可听噪声。

输电线路下的可听噪声除了和天气条件有关外，还和导线的几何结构有关，即导线截面增大，噪声值降低。当分裂导线的总截面为定值时，所用的次导线根数越多，噪声值就越低。

6.2.2 噪声环境影响分析

采用类比分析的方法来预测本工程输电线路的声环境影响，以导线弧垂最大处线路中心的地面投影点为测量点。

类比对象选用已建成运行的 500kV 厂口～曲靖 I 回线路。类比监测线路段所采用的导线型式、横担布置与本工程相似；类比断面的导线高度 15m，与理论计算选取的高度相近；类比监测断面所处环境主要为丘陵坡地，本工程线路沿线也广泛分布有类似的环境；监测时段类比线路电压等级稳定在 500kV 左右，运行工况属于正常状态。该类比对象具有良好的可比性。对于线路对沿线敏感目标的影响，采用施秉变～铜仁变 II 回 500kV 线路的监测数据进行类比。本工程线路与类比线路的对比情况见表 6.2-1，监测时段工况见表 6.2-2。

表 6.2-1 本工程线路与类比线路对比情况

线路名称	架设方式	监测点及线路情况
500kV 鹤城～多乐线路	单回	采用常规单回塔，水平相间距约为 12.8~17m。导线型号为 4×JL/LB20A-500/45，分裂间距 450mm，导线截面 4×500mm ² 。
500kV 厂口～曲靖 I 回线路	单回	监测点位于 171#~172# 塔之间，酒杯型塔，水平相间距约为 14m，弧垂最低离地距离 15m。导线型号为 LGJ-630/45，分裂间距 500mm，导线截面 4×623mm ² 。
施秉变-铜仁变 II 回 500kV 线路	单回	监测点位于 125#~126# 塔之间，导线高 19m；导线水平排列，水平相间距约为 14m，导线型号 4×JL/LB1A-400/50，导线分裂间距 450mm，导线截面 4×400mm ² 。

表 6.2-2 噪声类比线路监测时段工况

线路名称	监测时间	电压 (kV)	电流 (A)	有功功率 (MW)	无功功率 (Mvar)
500kV 厂口～曲靖 I 回线路	2009.3.25	537	258	-240	5
施秉变-铜仁变 II 回 500kV 线路	2017.4.30	526.7	342.6	277.6	16.4

线路噪声监测断面布点以导线弧垂最大处线路中心的地面投影点为测量原点，沿垂直于线路方向进行，测点间距 5m，依次测量至线路中心地面投影点外 50m 止，具体类比监测数据见表 6.2-3。线路沿线敏感点噪声类比监测数据具体见表 6.2-4。

表 6.2-3 500kV 厂口～曲靖 I 回线路噪声类比监测结果 单位：dB(A)

与线路中心投影距离(m)	500kV 厂口～曲靖 I 回线路	
	昼间	夜间
0	47.3	44.5
5	47.5	44.8
10	45.3	43.7
15	44.0	43.5

与线路中心投影距离(m)	500kV 厂口～曲靖I回线路	
	昼间	夜间
20	42.9	42.4
25	41.7	41.1
30	42.3	41.5
35	41.1	40.8
40	41.4	40.3
45	40.7	40.1
50	41.6	39.7

表 6.2-4 施秉变～铜仁变 II 回 500kV 线路噪声类比监测结果 单位：dB(A)

序号	监测点	测量结果[dB(A)]	
		昼间	夜间
N9	朱家场镇洪家湾村洪家友家 (线路北侧 9m, 导线对地距离 21m)	43.5	36.9
N10	大有镇腊恰畈村洪续林家 (线路南侧 19m, 导线对地距离 34m)	50.1	40.9
N11	岑巩工业园线下厂房楼顶 (线下, 净空高度 37m)	50.2	41.2
N12	思旸镇磨寨村杨洪程家 (线路东侧 1m, 导线对地距离 45m)	47.9	38.5
N13	青溪镇银光村杨洪家 (线路南侧 17m, 导线对地距离 33m)	43.9	38.2

由表 6.2-3 可以看出, 类比线路下方监测断面噪声监测值昼间为 40.7dB(A)~47.5dB(A)、夜间为 39.7dB(A)~44.8dB(A), 满足《声环境质量标准》(GB3096-2008) 中 1 类标准。

表 6.2-4 可以看出, 类比线路沿线敏感点的噪声昼间监测值在 43.5~50.2 dB(A)之间, 夜间监测值在 36.9~41.2 dB(A)之间, 满足《声环境质量标准》(GB3096-2008) 中 1 类标准。

从类比监测结果可知, 本工程线路运行期的噪声水平可满足《声环境质量标准》(GB3096-2008) 中 1 类标准值, 即昼间 55dB(A)、夜间 45dB(A)的要求, 且影响范围不大。根据工程经验, 输电线路下方的噪声主要是在阴雨天等湿度比较大的情况下感觉比较明显, 晴好天气下基本上与背景噪声相当。本工程沿线大多为荒郊野外, 与线路距离较近的居民点经避让、拆迁或抬高导线对地高度后, 线路可听噪声对当地居民的影响很小。

6.3 地表水环境影响分析

500kV 输电线路跨越沿线小河、溪沟等地表水体时均采用一档跨越，不在水域范围内立塔，不影响行洪。输电线路运行期不产生废水，不会对沿线地表水体环境造成污染影响。

本工程输电线路不涉及德泽水库以上水环境重点保护区（调水水源区），线路位于牛栏江流域（云南部分）德泽水库以下生态环境保护区（下游区）。

输电线路属于基础设施建设项目，不属于排放污染物的建设项目，输电线路运行期无废气、废水和固体废物产生，不会对水体造成严重污染。

6.4 固体废物环境影响分析

输电线路运行不产生固体废弃物，不会对沿线环境造成影响。

6.5 生态影响分析

运行期生态影响预测与评价内容详见第七章生态影响评价专章。

6.6 环境风险分析

输电线路路径所经地段多为山区，线路评价范围内无重大危险源分布。线路工程建成投运后无大气污染物、水污染物及固体废弃物产生。线路运行期间产生的工频电磁场等影响因素均能满足相应评价标准要求。因此，本工程输电线路不存在环境风险。

此外，运行管理单位应加强巡查，定期对线路绝缘子状况进行检查和清扫。极端天气来临时，做好预防预警工作。制定应急预案，认真开展反事故演练，提高事故应变能力。

6.7 运行期环境影响评价小结

综上所述，本工程运行期主要产生电磁环境和声环境影响。在严格执行设计中已有和本环评新增的各项环境保护措施后，本工程投运后产生的电磁环境、声环境影响能够满足国家相关标准要求。

7 生态影响评价

7.1 总论

7.1.1 评价等级

本工程约有 3km 线路段穿越生态保护红线，其间 8 基杆塔位于生态保护红线范围内，根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022），线性工程可分段确定评价等级，因此位于生态保护红线内的线路段生态影响评价工作等级定为二级，其余路段评价等级定为三级。（确定过程详见第 2.3 节）。

7.1.2 评价范围

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022）、《环境影响评价技术导则 输变电工程》（HJ24-2014），不涉及生态敏感区的输电线路段生态环境影响评价范围为线路边导线地面投影外两侧各 300m 内的带状区域；涉及生态保护红线路段生态环境影响评价范围为穿越段向两端各外延 1000m、线路边导线地面投影外两侧各外延 1000m 的带状区域。根据以上原则确定，本工程评价区总面积约为 3630hm²。

7.1.3 评价时段

分施工期和运行期两个时段进行评价。

7.1.4 评价内容

评价内容包括：

- （1）工程占地对生态系统的影响；
- （2）工程占地导致的生物生产力、生物量损失；
- （3）工程建设对植物、动物多样性及其栖息地的影响；
- （4）工程建设对生态系统的影响；
- （5）工程建设对生态保护红线的影响。

7.1.5 评价方法

为了解工程沿线生态环境现状，我公司组织生态专业技术人员，分别于 2020 年 6 月、8 月，2021 年 6 月对工程区域生态环境现状进行了实地调查，并

对工程穿越乌蒙山-北盘江流域石漠化生态保护红线的路段进行了重点调查。

（1）资料收集

资料收集以往调查成果资料为主，结合收集《中国植被》、《云南植被》、《贵州植被》等相关调查研究资料，研究和分析工程区域植被的分布、陆生动物种类组成以及区系特征等。

（2）植物种类及其数量的调查

对一般植物进行沿途记录。对重要植物种类采集标本，并采取典型抽样的办法估计其数量。

（3）植被及植物群落类型的调查方法

①采用植被生态学方法进行植被群落调查，调查植物物种组成、多优度-群集度等级、层盖度、群落类型、结构、分布等。

②利用 3S 技术，采用线路调查和样方调查相结合的方法进行植物植被实地调查，并尽量采集标本。

③线路调查：对项目区所有的施工区域，进行植物植被调查、记录、植被绘图和拍照，如实记录和反映工程区植物植被现状。

④样地调查：选取典型群落布设样方，分别对群落的乔木层、灌木层、草本层和层间植物的物种组成、数量、生活力状况及物候因子进行调查和记录。

样方布设遵循以下基本原则：

A.尽量在路线穿越成片植被区域选取样地，并考虑全线布点均匀性，同时考虑地形地貌、海拔等地形因子；

B.选取样方植被类型应包括评价区主要植被类型或重要植被类型，在重点工程和植被发育良好路段适当增加样方数，选取的样方应具有该植被类型群落结构的代表性；

C.样方面积符合相关规定，森林类型的样方面积一般为 400m^2 ($20\text{m} \times 20\text{m}$)，抚育痕迹明显、物种组成简单的人工植物群落，则设置面积为 100m^2 ($10\text{m} \times 10\text{m}$)；灌丛类型样方面积为 25m^2 ($5\text{m} \times 5\text{m}$)；草丛类型样方面积为 4m^2 ($2\text{m} \times 2\text{m}$)。记录样方内的乔的种类、胸径、树高、生长状况和郁闭度

等，灌木和草丛则记载其组成种类、盖度、多度及平均高度。根据上述原则，本次评价共设置了代表性样方 24 个，样方基本情况见表 7.1-1。

表 7.1-1 评价区植被样方基本情况

序号	地点（经纬度）	典型样方	代表植被类型	备注
1	103° 49' 9.67" E, 27° 16' 3.09" N	中华山廖群落	暖性草丛	工程沿线昭阳区段
2	103° 48' 30.31" E, 27° 15' 11.24" N	火棘群里	暖性灌丛	工程沿线昭阳区段
3	103° 47' 19.90" E, 27° 14' 28.01" N	云南松稀树草 群落	暖性草丛	工程沿线昭阳区段
4	103° 45' 55.20" E, 27° 12' 54.63" N	苹果群落	经济林	工程沿线威宁县段
5	103° 45' 37.87" E, 27° 11' 50.68" N	麻栎群落	落叶阔叶林	工程沿线威宁县段
6	103° 44' 39.69" E, 27° 9' 45.22" N	碎米花群落	暖性灌丛	工程沿线威宁县段
7	103° 44' 15.49" E, 27° 9' 22.13" N	麻栎群落	落叶阔叶林	工程沿线威宁县段
8	103° 43' 59.56" E, 27° 8' 22.93" N	元江栲群落	常绿阔叶林	工程沿线威宁县段
9	103° 42' 28.81" E, 27° 7' 14.34" N	粉叶小檗群落	暖性灌丛	工程沿线威宁县段
10	103° 40' 44.12" E, 27° 7' 3.08" N	核桃群落	经济林	工程沿线威宁县段
11	103° 39' 31.51" E, 27° 6' 16.89" N	云南松林群落	暖性针叶林	工程沿线威宁县段
12	103° 39' 15.44" E, 27° 5' 45.87" N	旱冬瓜林群落	落叶阔叶林	工程沿线威宁县段
13	103° 37' 47.68" E, 27° 3' 58.82" N	西南栒子群落	暖性灌丛	威宁县生态红线内
14	103° 37' 34.40" E, 27° 3' 38.22" N	云南松灌丛群落	暖性灌丛	威宁县生态红线内
15	103° 37' 20.86" E, 27° 3' 16.82" N	云南松林群落	暖性针叶林	威宁县生态红线内
16	103° 37' 23.01" E, 27° 3' 7.91" N	矮刺栎群落	暖性灌丛	威宁县生态红线内
17	103° 37' 27.87" E, 27° 2' 55.63" N	云南松林群落	暖性针叶林	威宁县生态红线内
18	103° 37' 3.50" E, 27° 3' 12.59" N	华山松林群落	暖性针叶林	威宁县生态红线内
19	103° 37' 38.36" E, 27° 2' 40.98" N	滇青冈林群落	常绿阔叶林	威宁县生态红线内

序号	地点（经纬度）	典型样方	代表植被类型	备注
20	103° 36' 58.91" E, 27° 2' 37.16" N	黄茅群落	暖性草丛	威宁县生态红线内
21	103° 36' 55.01" E, 27° 2' 33.84" N	云南松林群落	暖性针叶林	威宁县生态红线内
22	103° 35' 52.16" E, 27° 1' 3.24" N	黄背草、蔗茅 群落	暖性草丛	工程沿线鲁甸县段
23	103° 35' 48.75" E, 26° 59' 51.51" N	野古草群落	暖性草丛	工程沿线鲁甸县段

（4）陆生动物调查方法

陆生动物调查主要是在资料的收集整理基础上，按照传统动物生态学方法进行。调查中，针对鸟类、大型兽类、小型兽类、两栖类、爬行类等不同陆生动物的特点选取数量统计法，调查野生动物（哺乳类、鸟类、两栖类和爬行类）种类和数量、生态习性、分布范围等指标，以及栖息地环境条件。调查范围与陆生植物调查范围相同。重点内容是珍稀濒危保护和狭域性分布动物种类、数量、分布范围、生态习性、历史变化情况及其原因等。

（5）生态制图

采用 GPS、RS 和 GIS 相结合的空间信息技术，进行地面类型的数字化判读，完成数字化的植被类型图和土地利用类型图，进行景观质量和生态质量的定性和定量评价。本次评价主要选用的是采用 LandSat8OLI_TRIS 卫星影像，采用 ArcGIS10.3 和 ERDAS9.0 等软件，进行监督分类、空间分析、完善制图后得到植被类型图和土地利用类型图。

（6）植被生物量的测定与估算

由于工程线路窄、长，评价区范围大，在短时间内不可能对每一种植被类型都进行实际测定，加上生态环境保护相关法律法规的实施，禁止随意砍伐树木，故本次调查主要参考已有文献资料，并根据当地的实际情况作适当调整，估算出评价区各植被类型的生物量。

（7）生态影响预测

①植物影响预测：在获得植物现状资料后，分析工程占地、植被生物量损失、珍稀濒危植物受影响程度，从施工期和运营期预测工程对植物的总体影响。

②动物影响预测：根据环境及植被变化趋势，采用生态机理分析方法，从动物栖息地、觅食、繁殖等方面展开，预测工程对动物的影响。

7.2 评价区生态现状调查

7.2.1 区域生态完整性

7.2.1.1 评价区土地利用现状调查与评价

工程评价区内土地利用现状调查是在相关市县土地利用现状图图件收集和植被调查的基础上，结合现有的资料，运用景观法（即以植被作为主导因素），并结合土壤、地貌等因子进行综合分析，本项目评价区域主要以林地、灌草地、耕地为主。其中林地、灌草地、耕地、水域、建设用地分别占总面积 37.65%、36.99%、23.33%、0.08%、1.95%，为工程区域内的主要土地类型。

工程评价区土地总面积工程影响范围内各类型的土地利用面积见表 7.2-1。

表 7.2-1 工程评价区土地利用情况表

土地利用类型	面积 (hm ²)	占评价区 (%)
林地	1366.6	37.65
灌草地	1342.6	36.99
耕地	846.8	23.33
水域	3.0	0.08
建设用地	70.9	1.95
总计	3630.0	100.00

7.2.1.2 生态系统现状调查

根据《全国生态状况调查评估技术规范-生态系统遥感解译与野外核查》标准，结合评价区土地利用现状、动植物分布和生物量的调查，可将评价区生态系统现状划分为森林生态系统、灌草丛生态系统、农田生态系统及城镇/村落生态系统。

(1) 森林生态系统

森林生态系统是森林群落与其环境在功能流的作用下形成一定结构、功能和自调控的自然综合体，是陆地生态系统中面积最多、最重要的自然生态系统。评价区森林生态系统面积为 1366.6hm²，占评价区总面积的 37.65%。森林生态系统的植被类型以针叶林云南松林、华山松为主，此外为零星分布的次生阔叶林。森林生态系统是各种动物的良好避难所，也是评价区内野生动物的主

要活动场所，如爬行类的繁花林蛇，鸟类中的八声杜鹃、山斑鸠、大多数鸣禽等；兽类中的赤腹松鼠、狗獾等。评价区森林生态系统的主要生态功能为光能利用、调节大气、调节气温、涵养水源、稳定水文、水土保持、控制水土流失、净化环境、孕育和维持生物多样性等。

（2）灌草地生态系统

灌草地生态系统总面积约 1342.6hm²，占评价区总面积的 36.99%。评价区灌草地生态系统植被主要为西南栒子灌丛、粉叶小檗灌丛、矮刺栎灌丛、云南松石灰岩灌丛、黄茅草丛、野古草草丛、蔗茅草丛等。灌草地生态系统中植被以灌木、草本植物占优势，分布在该区域的动物包括黑眶蟾蜍、爬行类的王锦蛇等，鸟类中的大多数鸣禽等；兽类中的针毛鼠、锡金小鼠等。评价区灌草地生态系统的生态功能主要表现为水源涵养、生物多样性保育、提供净初级生产物质、水土保持、基因资源等。

（3）湿地生态系统

本工程线路仅在威宁县境内跨越徐家河、石板河等小河冲沟，湿地生态系统所占面积很小，约 3.0hm²，占评价区总面积的 0.08%。湿地生态系统为野生动物提供栖息、繁衍、迁徙、越冬场所等，是野生动物的重要栖息地。本评价区内无水库、海子、中大型河流等湿地分布，仅为少量小河冲沟，湿地生态系统中内主要分布有两栖类滇侧褶蛙、云南小狭口蛙等；爬行类主要有林栖傍水型的赤链蛇王锦蛇等；鸟类中的池鹭以及攀禽中的翠鸟科种类和鸣禽中的一些傍水型种类如普通翠鸟、蓝翡翠等；兽类在湿地生态系统中分布的较少，偶见啮齿目鼠科动物出现。

（4）农业生态系统及城镇/村落生态系统

评价区农业开发程度较高，农业生态系统面积 846.88hm²，占评价区总面积的 23.33%。农业植被主要有玉米、马铃薯、烟叶等；城镇/村落生态系统为 70.9hm²，占评价区总面积的 1.95%。农业生态系统属人工控制的生态系统，镶嵌分布有村屯居民区生境，与人类伴居的动物多活动于此，如鸟类中的棕背伯劳、喜鹊等，及兽类中的丛林小鼠、小家鼠、褐家鼠等。评价区农业生态系统

的主要生态功能体现在农产品及副产品生产，包括为人们提供农产品以及提供生物能源等。

7.2.1.3 评价区植被生物量、生产力现状

植被既是重要的自然资源，又是自然条件（如地质、地貌、气候、土壤等）和人类开发利用资源状况的综合反映，植被作为陆地生物圈的主体，对生态系统变化及稳定起决定性作用。植被净第一性生产力（NPP）指绿色植物在单位时间和单位面积上所积累的有机干物质总量，它不仅是表征植物活动的重要变量，而且是判定生态系统碳汇和调节生态过程的主要因子，它直接反映植物群落在自然环境条件下的生产能力，也是生态现状质量评价的重要参数。

在 500 千伏鹤城输变电工程（鹤城～多乐线路）生态评价区进行自然体系生产力评价中，数据主要来源于实地勘察、收集的现状资料（包括当地的生态环境调查成果、各类环境信息图件及统计资料等），并采用国内关于自然生态系统生产力和植被生物量的研究成果进行分析。在野外实地调查和现状资料分析的基础上，结合生态评价区地表植被覆盖现状和植被立地情况，可将工程评价区植被类型划分为六类，各植被类型净生产力见表 7.2-1。

根据工程沿线植被样方调查结果，结合《中国森林生态系统的生物量和生产力》（冯宗炜等，1999）和《我国森林植被的生物量和净生产量》（方精云等，1996）等资料，并结合当地实际情况进行适当调整，得知各植被类型的平均生物量；再根据各植被类型的面积，计算得出评价区生物量。

评价区内总生物量 93066.5t。评价区总生物量最多的为针叶林，其次为灌丛和灌草丛。针叶林面积为 682.3hm²，占总面积的 18.80%，生物量 41959.1t，占总生物量的 45.09%；灌丛和灌草丛面积为 1342.6hm²，占总面积的 36.99%，生物量 25241.3t，占总生物量的 27.12%；阔叶林生物量 8179.5t，占总生物量的 8.97%；农业植被和经济林生物量分别占总生物量 6.82%和 12.17%。评价区各生态类型生物量状况见表 7.2-4。

表 7.2-4 工程生态评价区自然生产力、生物量统计表

类型	代表植物	面积 (hm ²)	占评价 区面积 (%)	平均净生 产力 gC/(m ² .a)	平均生物量 (t/hm ²)	总生 物量	占总 生物量	
森林	针叶林	云南松、华山松	682.3	18.80	973.5	61.5	41959.1	45.09
	阔叶林	滇青冈、麻栎	94.3	2.60	1043	86.7	8179.5	8.79
	灌丛和灌草丛	云南松灌丛、火棘、粉叶小檗、碎米花	1342.6	36.99	742.8	18.8	25241.3	27.12
	经济林	苹果、核桃等	590.0	16.25	920	19.2	11327.7	12.17
农田	农作物	玉米、烟叶等	846.8	23.33	804	7.5	6351.4	6.82
河流	水域	/	3.0	0.08	300	2.5	7.5	0.01
建设用地	/	70.9	1.95	/	/	/	/	
合计		3630.0	100	/	100	93066.5	/	

注：评价标准采用全球大陆生态系统平均净生产力值。由于本工程涉及范围较广、该地区关于生物量和净生产力的相关研究不全面，而我国森林生物生产力的地理分布规律与全球生物生产力的地理分布规律总体趋势一致、故参考全球大陆生态系统平均净生产力值（资料来源见①方精云,刘国华等我国森林植被的生物量和净生产量[J],生态学报,1996,16(5):497~508;②RodinLE 等（何妙广译）。世界主要生态系统的生产力.植物生态学译丛，科学出版社，1982.）。

7.2.1.4 景观生态体系稳定性分析

景观稳定性是景观的各种参数的长期变化呈水平状态，或是在水平线上下摆动的幅度和周期性具有统计特征（Format，1990），它的稳定性本质上是景观各组分，即气候、地貌、岩石、土壤、植被、水文等稳定性的综合体现，它们之间既有一定联系，又有一定区别。因此，在评价景观的稳定性时应考虑到景观组分间的相互联系与相互作用，在实际中评价景观的稳定性时，主要考虑的是植被组分的变化。

根据景观生态学中景观生态结构与功能相匹配的原理，景观结构的合理性将决定区域净功能状况的优劣，即决定景观生态体系的质量状况。评价区域内的景观生态系统主要由森林生态系统、灌草地生态系统、农田系统以及村镇生态系统相间组成。林地、灌草地是区域主要的植被类型，在山坡中下部区域，已受到一定程度的农业生产开发。整体上本评价区人为活动干扰较大，生态环境一般。

景观生态系统的现状由评价范围内的自然环境各种生物以及人类社会之间复杂的相互作用来决定。从景观生态学结构与功能相匹配的理论来说，结构是否合理决定了景观功能的优劣，在组成景观生态系统的各类组分中，模地是景观的背景区域，它在很大程度上决定了景观的性质，对景观的动态起着主导作用。模地采用传统的生态学方法来确定，即计算组成景观的各类斑块的优势度值(Do)，优势度值大的就是模地。

$$\text{优势度值 (Do)} = \{(\text{Rd} + \text{Rf})/2 + \text{Lp}\} / 2 \times 100$$

$$\text{密度 (Rd)} = \text{嵌块 i 的数目} / \text{嵌块总数} \times 100$$

$$\text{频度 (Rf)} = \text{嵌块 i 出现的样方数} / \text{总样方数} \times 100$$

$$\text{景观比例 (Lp)} = \text{嵌块 i 的面积} / \text{样地总面积} \times 100$$

运用上述参数计算本项目生态评价范围各类拼块优势度值，其结果见表 7.2-5。

表 7.2-5 评价区各类斑块优势度值表

景观类型	密度 (Rd/%)	频度 (Rf%)	景观比例 (Lp%)	优势度 (Do%)
林地	37.01	38.72	37.65	37.75
灌草地	34.79	38.15	36.99	36.73
耕地	23.42	23.84	23.33	23.48
水域	0.18	0.40	0.08	0.19
建设用地	2.10	0.70	0.08	0.74

由上表可知：评价区建设前组成景观的各斑块类型中，林地和灌草地是环境资源斑块中对生态质量调控能力最强的高亚稳定性元素类型。

7.2.2 植被多样性现状

7.2.2.1 植被及植物多样性调查

评价区的地带性植被是以滇青冈、元江栲为特征的半湿润常绿阔叶林，在其遭到破坏之后多数逆行演替成为次生常绿阔叶林、次生云南松林或栎类灌丛。评价区农业历史悠久，长期以来是云贵高原的主要的农业区，农耕历史悠久，人口密度较大，其原生的半湿润常绿阔叶林已经遭到严重破坏，几乎没有保留。目前的自然植被主要是次生云南松林、次生华山松林、次生半湿润常绿阔叶林、次生半湿润落叶阔叶林、次生灌丛和灌草丛等。该区域的这类次生植

被的群落高度、结构和质量下降，生物多样性明显减少。评价区现存植被的原生性和生物多样性价值而言，较好的是次生的半湿润常绿阔叶林，其次是次生的云南松林和次生的灌丛，原生性（质量）最差的是灌草丛。本区的自然植被类型中，面积最大的是灌丛和灌草丛，其面积占到 36.99%，其次为暖性针叶林，面积占 18.80%，质量较好的阔叶林面积仅为 2.60%。评价区森林植被的覆盖率较低，森林的林木密度不高，群落高度也在下降，因而群落的层次结构相对简单。以上情况说明，本区的现状植被次生化现象突出，植物物种多样性不算丰富，生态功能下降。

根据实地调查及相关资料，评价区维管植物共计有维管植物 97 科 226 属 339 种，详见附录 1。其中，蕨类植物 16 科 18 属 22 种；裸子植物 3 科 5 属 6 种；被子植物 78 科 203 属 298 种。被子植物中，双子叶植物 66 科 170 属 259 种；单子叶植物 12 科 33 属 52 种。总的来看，与云南其他地区相比，本评价区的植物种类不算丰富，其丰富程度属于中低等水平。

表 7.2-6 评价区维管植物科属种数量统计表

植物类群		科数	属数	种数	
蕨类植物		16	18	22	
种子植物	裸子植物	3	5	6	
	被子植物	双子叶植物	66	170	259
		单子叶植物	12	33	52
维管植物合计		97	226	339	

7.2.2.2 植被类型

按照《云南植被》（1980）的区划，本区为“高原亚热带北部常绿阔叶林地带（IIAii）—滇中、东高原半湿润常绿阔叶林、云南松林区（IIAii-1）—滇中高原盆谷滇青冈林、元江栲林、云南松林亚区”。

根据《贵州植被》（1988）的区划，线路所经威宁县为“IB 云贵高原半湿润常绿阔叶林地带—IB（1）滇黔边缘高原山地常绿栎林云南松林地区—IB（1）a 威宁盘县高原中山常绿栎林常绿落叶混交林及云南松林小区”

项目区位于滇中高原的东北部，纬度介于北纬 26°59'~北纬 27°16'之间，海拔介于 1500m~2500m。从项目区的具体地理位置、气候、海拔、地形、土壤等

自然因素分析，并从现在残存的少量原生植物及群落片断中看出，项目区原生植被是半湿润常绿阔叶林林，但是由于长时间的人为影响，项目区的原生植被已经基本荡然无存。

评价区的自然植被类型包括次生半湿润常绿阔叶林、半湿润落叶阔叶林、次生暖温性针叶林、暖温性灌丛、暖温性草丛 6 个植被型，包括滇青冈林、元江栲林、麻栎林、旱冬瓜林、云南松林、华山松林、粉叶小檗灌丛、火棘灌丛、西南栒子灌丛、云南松石灰岩灌丛、碎米花灌丛、矮刺栎灌丛、含云南松稀树灌草丛、中华山蓼草丛、黄茅草丛等 16 个群系，人工植被包括经济果木林及耕地，主要种植苹果、核桃、玉米、烟叶等。

表 7.2-7 评价区植被类型一览表 单位：hm²

植被组	植被型	植被亚型	群系	分布区域	工程占用情况	
					占用面积	占用比例
一、阔叶林	一.常绿阔叶林	(一)半湿润常绿阔叶林	1.滇青冈林	山坡零星残存	0	0.00
			2.元江栲林	山坡零星残存	0	0.00
	二.落叶阔叶林	(二)半湿润落叶阔叶林	3.麻栎林	少量分布于沿线山坡	0.22	1.32
			4.旱冬瓜林	少量分布于山坡下部区域	0.15	0.90
二、针叶林	三.暖性针叶林	(三)暖热性针叶林	5.云南松林	评价区山坡广泛分布	4.22	25.27
			6.华山松林	局部山坡区域有分布	0.45	2.69
三、灌丛和灌草丛	四.灌丛	(四)暖温性灌丛	7.粉叶小檗灌丛	林下、路边地带	0.10	0.60
			8.西南栒子灌丛	石灰岩山坡地带	0.22	1.32
			9.火棘灌丛	林缘、山坡地带均较多分布	0.35	2.10
			10.云南松石灰岩灌丛	石灰岩山坡地带	1.18	7.07
			11.矮刺栎灌丛	林下、林缘地带	0.08	0.48
			12.碎米花灌丛	林下、林缘地带	0.10	0.60
	五.草丛	(五)暖温性草丛	13.云南松稀树草丛	评价区山坡广泛分布	1.45	8.68
			14.黄背草、蔗茅草丛	评价区山坡广泛分布	0.84	5.03
			15.黄茅、野古草草丛	终点段鲁甸县境内山坡分布较多	1.06	6.35
			16.中华山蓼草丛	起点段昭阳区境内山坡分布较多	0.20	1.20
人工植被	经济林果木林（苹果园、核桃园、铜钱桉）		村落附近山坡、农田周边地带	1.58	9.46	
	农作物（玉米、烟叶等）		盆地及山体中下部区	4.50	26.95	
总面积合计					16.7	100%



麻栎林



华山松林



云南松林



西南栒子灌丛



火棘灌丛



碎米花灌丛



粉叶小檗灌丛



云南松石灰岩灌丛



图 7.2-1 项目区域主要植被类型现场照片

主要植被类型描述：

1、自然植被类型

(1) 常绿阔叶林

评价区内次生半湿润常绿阔叶林以滇青冈林、元江栲林为主。该群落类型是在原生常绿阔叶林被破坏之后形成的次生半湿润常绿阔叶林，在评价区山丘残存零星分布。

①滇青冈林群系

评价区滇青冈林分布较少，主要在部分山丘残存，群落结构分明，乔木高约 15m，胸径 10~15m，以滇青冈为建群种，其它伴生的树种有贵州石楠、云南松、旱冬瓜、麻栎和山鸡椒等。灌木层高度 1.5~2.5m，盖度约 50%，主要种类为粉叶小檗、矮刺栎、两头毛、水红木、美丽马醉木、杜鹃、密花荚蒾、卵叶悬钩子等。草本层高在 0.50m 以下，盖度约为 45%，种类有野草莓、酢浆

草、西南野古草、滇香薷、野艾蒿、香青等。

②元江栲林群系

评价区元江栲林分布较少，乔木层高约 12m，胸径 10m，以元江栲为建群种，其它伴生的常绿树种有滇青冈、银木荷、旱冬瓜等。灌木层高度在 2.0m 以下，盖度约 30%，主要种类为西南栲子、金丝桃、粉叶小檗、滇榛、珍珠花等；草本层高 0.6m 左右，盖度约为 45%，种类多而盖度不大，多见喜阴耐湿的种类。常见种类有刺芒野古草、滇香薷、白酒草、白茅、香青、鱼眼草、苎草、藿香菊、藁草、剑叶凤尾蕨等。

（2）落叶阔叶林

评价区内落叶阔叶林只有少量群落存在，其林况不整齐，而且零散分布，以麻栎、旱冬瓜为主。

①麻栎群系

群落的乔木层高约 6，胸径约 8m，树种以麻栎、栓皮栎为优势，此外还有夹杂分布云南松、华山松等。灌木种类有西南山茶、火棘、截叶悬钩子、野杨梅、胡颓子、金丝桃、鞭打绣球、野坝子等。林下草本植物有茵陈蒿、白莲蒿、白酒草、苎草等。

②旱冬瓜群系

旱冬瓜林乔木高约 6~8m，胸径 6~12m，以旱冬瓜为建群种，伴生的树种有麻栎、云南松等。灌木层高度约 1m，盖度约 20%，主要种类为火棘、卵叶悬钩子、金丝桃、珍珠荚蒾等。草本层高在 0.50m 以下，盖度约为 70%，种类有细柄草、夏枯草、龙胆、倒提壶、香青、剪股颖、滇香薷、野艾蒿等。

（3）暖性针叶林

评价区内的森林植被以暖热性针叶林面积最大，包括云南松林、华山松林。

①云南松林群系

评价区内的云南松林面积大，区内的云南松林绝大部分是次生林，包括萌

生的云南松林和天然更新的幼林。还有少数是飞播、撒播的人工林。但是，这类飞播、撒播的云南松林，基本是按照封山育林的方式管理，实际上处于自然生长的状态，其群落的基本情况与自然更新的云南松林没有差别，所以也作为天然的云南松林看待。评价区的云南松林主要分布在输电线路所经过的有林地区，在山地上下部都有大面积生长。

本区的云南松林群落结构简单，乔木树种较为单一，以云南松为主要树种，不同地段会混生华山松和一些麻栎、旱冬瓜、山杨等阔叶成分，但是总体上以云南松为优势。乔木层郁闭度约 0.7，以云南松为主，混杂华山松，乔木高在 5~15m 左右；灌木层一般高度在 5m 以下，盖度约为 30%，种类有西南栒子、尖萼金丝桃、矮杨梅、矮刺栎、小叶鼠李、醉鱼草、水红木、平枝栒子、爆杖花、乌鸦果等。草本层高度在 0.8m 以下，盖度约为 70%，种类有野坝子、宽叶兔儿风、毛大丁草、东紫苏、金发草、蕨、鹿衔草、鼠曲草、滇香薷等。

②华山松群系

评价区内的华山松林多为人工撒播的人工林，但是基本没有进行人工抚育管理，群落处于自然生长状态，从群落的物种组成上看，与当地的天然林差别不大，本评价中将其作为自然植被看待。主要分布在输电线路所经过的有林地区，零星分布。本区的华山松林群落结构简单，可以分为乔木层、灌木层和草本层三层，层间层几乎不存在，组成物种也较少，常见次生阳性成分，表明群落的原生性程度很低。乔木层只有一层，高度在 8~9m 左右，郁闭度约 0.7，胸径约 5~10cm。乔木树种较为单一，以华山松为主，有时伴生云南松，滇青冈、桤木等阔叶林成分。灌木层高度 1~4m，盖度约为 30%，种类有峨眉蔷薇、川梨、火棘、平枝栒子、珍珠荚蒾、水红木、多叶勾儿茶、小花羊奶子等。草本层高 0.60m 以下，盖度约 20%，主要有千里光、蔗茅、香青、清明菜、寸金草、野草莓、缬草、香薷等。

(4) 灌丛

评价区内灌丛主要有暖温性灌丛，灌丛分布面积较大。主要包括：粉叶小檗灌丛、西南栒子灌丛、火棘灌丛、云南松石灰岩灌丛、碎米花灌丛、矮刺栎灌丛等。此类群落具有明显的次生性质，是长期以来地带性植被遭到破坏后极度退化的极度次生的类型。

①粉叶小檗灌丛

该群落缺乏乔木树种，以灌草丛主，伴有低矮的云南松，高度通常低于 5m。真正的灌木主要种类为粉叶小檗、窄叶火棘、葡萄栒子、金花小檗、马桑、峨眉蔷薇、金丝桃等。草本植物有密枝龙胆、阿穆尔莎草、野草莓、苧草、香青、沿阶草、茜草、白茅、薊等，其盖度大小差异大，有时可以达到 60%，有时不到 10%。

②火棘灌丛

火棘群落灌木层高度在 2m 以下，盖度约为 40%，以火棘为主，伴生有白刺花、马桑、平枝栒子、铁仔、密花莢蒾等；草本层高在 0.5m 以下，盖度约 20%，物种有倒提壶、鬼针草、茅叶苧草、地果、牛口刺、短裂苦苣菜、千里光、黄茅等。

③云南松石灰岩灌丛

评价区的云南松灌丛是在当地长期人为砍柴、火烧、放牧的干扰之下，形成的此生灌丛。群落基本没有乔木层，主要以低矮的云南松为主。灌木层高度在 3.0m 以下，盖度约为 70%，以低矮的云南松为主。此种生境下的云南松不但低矮，分支多而很低，形成灌木状，而且常常扭曲，生产缓慢，形不成材，只能作薪炭柴。除低矮云南松外，伴有低矮的乔木树种有栓皮栎。真正的灌木种类主要有平枝栒子、两头毛、窄叶火棘、铁仔、粉叶小檗、马桑、矮刺栎、碎米花等。草本层高度在 1m 以下，盖度约 60%，有白莲蒿、姜味草、地果、乳浆大戟、垂序香茅、黄背草、细柄草、黄茅、香薷、沿阶草、紫参、宽叶兔儿风等。

④矮刺栎灌丛

矮刺栎灌丛分布于林下及林缘地带，灌木层层高约 2m，盖度 60%，以马桑占优势，伴生有火棘、昆明小檗、竹叶花椒、水麻等。草本层层高约 1m，盖度 20%，主要有间型沿阶草紫茎泽兰、打碗花、一年蓬、飞廉、苎草、白茅、鼠曲草等。

（5）灌草丛

评价区内的灌草丛主要包括云南松稀树草丛、黄背草、蔗茅草丛、黄茅、野古草草丛、中华山蓼草丛。本区的稀树灌木草丛属于含云南松的禾草群落。该群落类型主要分布在阳坡山地，以草本为主，乔木和灌木较少。从残存的植物种类来看，本区的稀树灌木草丛的原生植被是半湿润常绿阔叶林，在长期过度砍伐、火烧和放牧的情况下，逐渐退化为以禾本科草本植物为主的群落类型，属于破坏干扰十分严重的次生植被类型，但是本群落是项目区重要的放牧地。乔木树种稀少，树冠不郁闭，盖度约 5%，主要有云南松。灌木层高通常在 1.50m 以下，盖度约为 20%，主要种类为火棘、西南栒子、粉叶小檗等。草本层很发达，高可 1m，盖度约为 80%，物种也较乔木层和灌木层丰富，主要有两头毛、香青、黄茅、黄背草、茅叶苎草、西南野古草、穗状香薷、艾叶火绒草、鬼针草和倒提壶等。其中禾本科的物种在高度、多度和盖度上均占据优势。

2、人工植被

评价区的人工植被包括农业植被和经济林。

（1）评价区耕地植被

评价区的农业植被主要以种植玉米、烟叶、马铃薯、蔬菜等旱地作物为主。

（2）评价区的经济林

评价区的经济林主要是各种果园，果园主要种植苹果、核桃、桃、李、梅、花椒等。上述各种人工植被，均是单优人工群落，生物多样性缺乏。

7.2.2.3 植被指数(NDVI)及盖度

NDV 为归一化植被指数，计算公式为： $NDVI = (NIR - R) / (NIR + R)$ ，即近红外波段与红色波段的差值除以两者之和，NDVI 值在-1.0~1.0 之间，根据 arcgis 栅格模块计算植被指数，本工程评价区域 NDVI 植被指数统计分布见表 7.2-8。工程沿线 NDVI 值在 0.0~0.5 之间，集中分布于 0.1~0.3 之间。

表 7.2-8 线路两侧区域内 NDVI 植被指数表

NDVI	面积 (hm ²)	比例 (%)
0~0.1	440.9	12.15
0.1~0.2	1833.1	50.50
0.2~0.3	965.7	26.60
0.3~0.4	380.6	10.49
0.4~0.5	9.7	0.27

本次植被盖度利用 NDVI 指数进行估算，估算模型为：

$$\text{植被盖度 } f_c = (\text{NDVI} - \text{NDVI}_{\text{soil}}) / (\text{NDVI}_{\text{veg}} - \text{NDVI}_{\text{soil}})$$

其中 f_c 为植被覆盖度； $\text{NDVI}_{\text{soil}}$ 为裸土或无植被覆盖区域的 NDVI 值，即无植被像元的 NDVI 值，本次依据评价范围内影像特征取 0； NDVI_{veg} 代表完全被植被所覆盖的像元的 NDVI 值，即纯植被像元的 NDVI 值，本次取评价区域影像中的 NDV 大值 0.48，统计分布见表 7.2-9。可知，工程沿线植被盖度在 0.17~0.9 之间，主要集中于 0.3~0.7，由于项目区线路沿线灌草地、耕地较多，植被覆盖度一般，区域生态质量一般，生态较为脆弱。

表 7.2-9 线路两侧区域内植被盖度表

覆盖度值范围	面积 (hm ²)	比例 (%)
0.17~0.3	475.1	13.09
0.3~0.4	1321.5	36.41
0.4~0.5	910.4	25.08
0.6~0.7	891.5	24.56
0.7~0.9	31.4	0.87

7.2.2.4 重要野生植物和古树名木

(1) 重要野生植物

根据资料及现场调查，评价范围区域分布有国家 II 重点保护野生植物 1 种：金荞麦 (*Fagopyrum dibotrys*)，不受施工占地影响；评价区未发现省级重

点保护野生植物；评价区内列入 IUCN 物种红色名录濒危物种（EN）有 1 种：珍珠菜莲；近危物种（NT）有 3 种：云南桫、乌鸦果、云南油杉，不受施工占地影响；评价区有特有植物 43 种，占评价区植物种类的 12.6%，就云贵的大多数地区而言，中国特有植物的种类一般都达到和超过当地植物种类的 40% 以上。所以相对来说，评价区中国特有植物的种类不丰富，这些中国特有植物主要是分布在我国西南至华中地区的常见物种，可能受施工占地影响的特有种主要有 14 种：云南松、粉叶小檗、金花小檗、中华老鹳草、尖萼金丝桃、窄叶火棘、火棘、峨眉蔷薇、滇榛、爆杖花、醉鱼草、接骨木、艾叶火绒草、密枝龙胆，分布在评价区各地空旷的和次生的生境中，属于广布和常见种，工程占用仅对植物个体数量造成减少，不会对区域资源量、生物多样性造成影响。

（2）古树名木

评价区无古树名木的分布。

7.2.2.5 外来入侵物种

根据已有文献资料及现场调查情况，评价区范围内共发现 6 种外来入侵植物，已分别被列入《中国外来入侵种名单（第一批）》（2003）、《中国外来入侵种名单（第二批）》（2010）、《中国外来入侵种名单（第三批）》（2014）、《中国外来入侵种名单（第四批）》（2016），主要为紫茎泽兰、土荆芥、鬼针草、一年蓬、小蓬草、垂序商陆 6 种。

表 7.2-10 评价区重要野生植物调查表

序号	物种名称	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	工程占用情况（是/否）
1	金荞麦 <i>Fagopyrum dibotrys</i>	国家二级	无危 (LC)	否	否	产陕西、华东、华中、华南及西南，喜马拉雅区域各国及东南亚北部也有；生境：山谷湿地、山坡灌丛。	历史调查资料	否
2	珍珠荚蒾 <i>Viburnum foetidum</i>	/	濒危 (EN)	是	否	四川西南部、贵州西部和云南东北部至西部和西南部；生境：山坡密林或灌丛中。	历史调查资料	否
3	云南柃 <i>Eurya yunnanensis</i>	/	近危 (NT)	是	否	云南东南部的景东和屏边一带；生境：较干燥山坡沟谷林缘灌丛中；	历史调查资料	否
4	乌鸦果 <i>Vaccinium fragile</i>	/	近危 (NT)	是	否	产四川、贵州、西藏（察隅）及云南大部分地区。生境：松林、山坡灌丛或草坡。	历史调查资料	否
5	云南油杉 <i>Keteleeria evelyniana</i>	/	近危 (NT)	否	否	产云南、贵州西部及西南部、四川西南部；生境：常混云南松林中或组成小片纯林，亦有人工林。	现场调查	否
6	暗鳞鳞毛蕨 <i>Dryopteris atrata</i>	/	无危 (LC)	是	否	长江以南各省区，台湾，甘肃，西南达西藏；生境：常绿阔叶林下。	历史调查资料	否
7	云南松 <i>Pinus yunnanensis</i>	/	无危 (LC)	是	否	分布于我国西南地区，为西南地区乡土树种；生境：沿线山坡地点。	现场调查	区域分布广泛，塔基、施工场地等占用较多

序号	物种名称	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	工程占用情况（是/否）
8	刺柏 <i>Juniperus formosana</i>	/	无危 (LC)	是	否	全国分布很广；生境：云南多分布于 1800~3400 米地带，散生于林中。	现场调查	否
9	木姜子 <i>Litsea pungens</i>	/	无危 (LC)	是	否	产两湖、两广、西南各省、陕甘、豫、晋南及浙南；生境：溪旁和山地阳坡杂木林中或林缘。	现场调查	否
10	粉叶小檗 <i>Berberis pruinosa</i>	/	无危 (LC)	是	否	产于云南、贵州、四川、西藏。生境：生于灌丛中，高山栎林、云杉林缘、路边或针叶林下。	现场调查	区域分布广泛，塔基、施工场地等占用
11	金花小檗 <i>Berberis wilsonae</i>	/	无危 (LC)	是	否	产于云南、四川、西藏、甘肃；生境：生长于海拔 1000~4000m 的山坡、灌丛中、石山、河滩、路边、松林、栎林缘或沟边。	现场调查	区域较多，可能受塔基、施工场地等占用
12	昆明小檗 <i>Berberis kunmingensis</i>	/	无危 (LC)	是	否	国内产地：云南；生境：山坡灌丛中或林缘。	现场调查	否
13	中华老鹳草 <i>Geranium sinense</i>	/	无危 (LC)	是	否	产地云南、四川西南部；生境：山地次生林或杂类草山坡。	现场调查	区域分布广泛，塔基、施工场地等占用
14	尖瓣瑞香 <i>Daphne acutiloba</i> Rehd	/	无危 (LC)	是	否	产地：湖北、四川、云南；生境：丛林中。	历史调查资料	否

序号	物种名称	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	工程占用情况(是/否)
15	西南山茶 <i>Camellia pitardii</i>	/	无危(LC)	是	否	分布于中国四川西南部至南部、贵州、广西北部、湖南西部、湖北西部和云南；生境：生长于阔叶林下或林缘灌丛中。	现场调查	否
16	尖萼金丝桃 <i>Hypericum acmosepalum</i>	/	无危(LC)	是	否	产广西西部及西北部、四川西南部、贵州东北及西南部、云南等省区；生境：山坡路旁、灌丛、林间空地、开旷的溪边以及荒地上。	现场调查	区域分布较多，塔基、施工场地等占用
17	窄叶火棘 <i>Pyracantha angustifolia</i>	/	无危(LC)	是	否	产湖北、云南、四川、西藏；生境：阳坡灌丛中或路边。	现场调查	区域分布较多，可能受塔基、施工场地等占用
18	火棘 <i>Pyracantha fortuneana</i>	/	无危(LC)	是	否	产地产陕西、河南、华东、两湖、广西、西南各省；生境：山地、丘陵地阳坡灌丛草地及河沟路旁。	现场调查	区域分布广泛，塔基、施工场地等占用
19	峨眉蔷薇 <i>Rosa omeiensis</i>	/	无危(LC)	是	否	产川、滇、藏、鄂及西北东部；生境：多生于山坡、山脚下或灌丛中。	现场调查	区域分布较多，可能受塔基、施工场地等占用
20	小雀花 <i>Campylotropis polyantha</i>	/	无危(LC)	是	否	产地：四川（西南部）、云南（西北部）；生境：灌丛、路边。	历史调查资料	否

序号	物种名称	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	工程占用情况（是/否）
21	垂序木蓝 <i>Indigofera pendula</i>	/	无危 (LC)	是	否	产云南；生境：阴湿沟边灌丛中；	历史调查资料	否
22	美丽胡枝子 <i>Lespedeza formosa</i>	/	无危 (LC)	是	否	产河北、陕西、甘肃、福建、河南、湖北、湖南、广东、广西、四川、云南等省区；生境：山坡、路旁及林缘灌丛中。	现场调查	否
23	滇杨 <i>Populus yunnanensis</i>	/	无危 (LC)	是	否	产云南、贵州和四川。生于海拔 1300-2700m 的山地	历史调查资料	否
24	滇榛 <i>Corylus yunnanensis</i>	/	无危 (LC)	是	否	产云南中部、西部及西北部和四川西部及西南部、贵州西部；生境：山坡灌丛中。	现场调查	区域分布较多，塔基、施工场地等占用
25	滇青冈 <i>Cyclobalanopsis glaucoides</i>	/	无危 (LC)	是	否	产地：四川、贵州、云南；生境：海拔 1500~2500m 山坡。	现场调查	否
26	岩栎 <i>Quercus acrodonta</i>	/	无危 (LC)	是	否	产陕西、甘肃、河南、湖北、四川、贵州和云南等省；生境：石灰岩山地	历史调查资料	否
27	黄背栎 <i>Quercus pannosa</i>	/	无危 (LC)	是	否	产四川、贵州、云南；生境：山坡栎林或松栎林中，为西南高山地区组成硬叶常绿栎林的主要树种。	历史调查资料	否
28	灰背栎 <i>Quercus senescens</i>	/	无危 (LC)	是	否	产四川、贵州、云南及西藏等省区；生境：向阳山坡、山谷或松栎林中。为组成西南高山地区硬叶常绿栎林重要树种之一。	历史调查资料	否

序号	物种名称	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	工程占用情况（是/否）
29	羽脉山黄麻 <i>Trema levigata</i>	/	无危 (LC)	是	否	产湖北西部、广西（隆林）、四川、贵州和云南；生境：向阳山坡杂木林或灌丛中；干热河谷疏林中。	历史调查资料	否
30	牯岭勾儿茶 <i>Berchemia kulingensis</i>	/	无危 (LC)	是	否	产安徽、江苏、浙江、江西、福建、湖南、湖北、四川、贵州、广西； 生境：山谷灌丛、林缘或林中。	现场调查	否
31	多脉猫乳 <i>Rhamnella martinii</i>	/	无危 (LC)	是	否	产湖北西部、四川、云南、西藏东南部（察隅）贵州、广东北部（乳源）； 生境：山地灌丛或杂木林中。	历史调查资料	否
32	毛叶鼠李 <i>Rhamnus henryi</i>	/	无危 (LC)	是	否	产广西、云南、四川（马边、雷波）、西藏（墨脱）；生境：杂木林或灌丛中。	历史调查资料	否
33	野花椒 <i>Zanthoxylum simulans</i>	/	无危 (LC)	是	否	产青海、甘肃、山东、河南、安徽、江苏、浙江、湖北、台湾、福建、湖南及贵州东北部；生境：见于平地、低丘陵或略高的山地疏或密林。	现场调查	否
34	爆杖花 <i>Rhododendron spinuliferum</i>	/	无危 (LC)	是	否	产四川西南、云南西部、中部至东北部。生于松林、松-栎林、油杉林或山谷灌木林。	现场调查	区域松林下分布较多，可能受塔基、施工场地等占用

序号	物种名称	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	工程占用情况(是/否)
35	野柿 <i>Diospyros kaki</i> Thunb. <i>var. silvestris</i>	/	无危(LC)	是	否	产中部、云南、广东和广西北部、江西、福建等省区的山区；中山荒坡疏林	现场调查	否
36	醉鱼草 <i>Buddleja lindleyana</i>	/	无危(LC)	是	否	产江苏、安徽、浙江、江西、福建、湖北、湖南、广东、广西、四川、贵州和云南等省区；生境：山地路旁、河边灌木丛中或林缘。	现场调查	区域分布较多，塔基、施工场地等占用
37	直角荚蒾 <i>Viburnum foetidum</i>	/	无危(LC)	是	否	产地：陕西南部、江西、台湾、湖南、广东北部、广西北部、四川、贵州、云南及等；生境：山坡林中或灌丛中。	历史调查资料	否
38	接骨木 <i>Sambucus williamsii</i>	/	无危(LC)	是	否	产黑龙江、吉林、辽宁、河北、山西、陕西、甘肃；山东、江苏、安徽、浙江、福建、河南、湖北、湖南、广东、广西、四川、贵州及云南等省区；生境：山坡、灌丛、沟边、路旁、宅边等地。	现场调查	区域分布较多，塔基、施工场地等占用
39	艾叶火绒草 <i>Leontopodium artemisiifolium</i>	/	无危(LC)	是	否	产四川西部及西南部、云南北部和西北部；生境：低山或中山、亚高山草坡、牧场，杂木林边缘或山谷溪岸。	现场调查	区域分布较多，塔基、施工场地等占用
40	贵州獐牙菜 <i>Swertia kouitchensis</i>	/	无危(LC)	是	否	产云南东北部、四川东部及东南部、贵州、湖北、甘肃南部、陕西南部；生境：河边、草坡、林下。	历史调查资料	否

序号	物种名称	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	工程占用情况（是/否）
41	密枝龙胆 <i>Gentiana franchetiana</i>	/	无危（LC）	是	否	产云南西北部、四川南部；生境：草坡上。	现场调查	区域分布较多，可能受塔基、施工场地等占用
42	小龙胆 <i>Gentiana parvula</i>	/	无危（LC）	是	否	产地：四川南部、贵州；生境：山坡、林下。	历史调查资料	否
43	小花党参 <i>Codonopsis micrantha</i>	/	无危（LC）	是	否	产地：云南（及四川西南部；生境：山地灌丛或阳山坡林下草丛中。	历史调查资料	否
44	寸金草 <i>Clinopodium megalanthum</i>	/	无危（LC）	是	否	产地：云南西北部；生境：山坡、谷地、灌丛、砾石草地。	现场调查	否
45	姜花 <i>Hedychium coronarium</i>	/	无危（LC）	是	否	产我国四川、云南、广西、广东、湖南和台湾；生于林中或栽培。	现场调查	否

7.2.3 动物多样性现状

由于评价区内长期受人类活动的影响，地带性植被半湿润常绿阔叶林面积急剧缩小，现有植被以次生灌草丛、云南松为主，此外为农田植、野生动物资源受到限制，种类不多，且种群数量较小。经实地调查和查阅相关研究资料，工程项目沿线野生动物资源主要为啮齿目、雀形目、有鳞目、无尾目等较适应人类活动的种类。

7.2.3.1 两栖类

在项目区有 1 目 3 科 7 种两栖动物分布，即无尾目蟾蜍科 1 种，蛙科 4 种，姬蛙科 2 种，见附录 2-1。全为地栖型和水栖型蛙类，没有国家级和云南省级重点保护两栖动物在项目区分布，所有蛙类均为贵州省省级保护动物。

项目评价区的两栖动物中，相对数量较多的是黑眶蟾蜍、滇侧褶蛙、泽蛙、云南小狭口蛙和粗皮姬蛙，适栖息生境主要为农田、水面和水体等。

7.2.3.2 爬行类

在项目区分布有爬行动物 1 目 3 科 7 种，即有鳞目中的壁虎科、蛇蜥科和游蛇科，壁虎科 1 种，蛇蜥科 1 种，游蛇科 5 种。有国家 II 级重点保护野生动物 1 种：细脆蛇蜥；贵州重点保护野生动物 5 种：王锦蛇、绿瘦蛇、繁花林蛇、昆明小头蛇、黑线乌梢蛇。除繁花林蛇为树栖种类外，其他的 6 种均为地栖的种类，见附录 2-2。

评价区域中的爬行类属于亚热带林灌、草地-农田动物群中的次生林灌、草地和农田动物群。其中数量相对较多的是绿瘦蛇、繁花林蛇和昆明小头蛇。评价区类的山区、丘陵、山地灌丛、田野沟边、山溪旁、草丛是评价区分布的爬行动物的主要栖息地。

7.2.3.3 鸟类

在项目区内分布和出现的鸟类有 13 目，29 科，63 种，其中鸛鹳目有科 1 种；鸛形目 1 科 4 种；雁形目 1 科 3 种；隼形目 2 科 7 种；鸡形目 1 科 1 种；鹤形目 1 科 1 种；鸽形目 1 科 2 种；鸱形目 1 科 2 种；鸮形目 2 科 3 种；雨燕目 1 科 2 种；佛法僧目 2 科 2 种；鸢形目 1 科 1 种；雀形目 13 科 35 种，见附

录 2-3。有国家 II 级保护鸟类 8 种，雀鹰、凤头鹰、普通鳶、松雀鹰、鹊鹑、红隼、领角鸮、红胁绣眼鸟。列入贵州省重点保护野生 5 种：大杜鹃、八声杜鹃、戴胜、星头啄木鸟、大山雀。

（1）生态类型

评价区的山地森林、灌丛和农地等是评价区分布的鸟类的主要栖息地。根据鸟类的生态习性，将评价区内的鸟类分为以下几种生态型：

①涉禽：栖於浅水中捕食鱼虾，它的嘴、颈、脚都很长，例如池鹭、白鹭等。

②猛禽：双翅强而有力，嘴形如勾，脚夷尖锐，性情强悍，专门捕食小动物，例如红隼、黑鸢等。

③攀禽：多数上嘴钩形，下嘴较短，足趾二前二後，能用夷攀抓在树干上。例如杜鹃、普通翠鸟、戴胜等。

④鸣禽：喜欢鸣叫，一般小鸟多属此类。例如伯劳等。

⑤陆禽：主要在陆地上栖息，体格健壮，翅膀尖为圆形，不适于远距离飞行，嘴短钝而坚硬，腿和脚强壮而有力，爪为钩状。例如斑鸠、鹧鸪等。

（2）区系类型

按区系类型划分，将评价区内 63 种鸟类分为 2 种区系类型：东洋种 40 种，占 64.06%；广布种 23 种，占 35.94%。东洋种占优势，广布种次之。

（3）居留型

鸟类迁徙是鸟类随着季节变化进行的、方向确定的、有规律的和长距离的迁居活动。根据鸟类迁徙的行为，可将评价区的鸟类分成以下 3 种居留型：留鸟 45 种，占 71.88%；冬候鸟 11 种，占 17.19%；夏候鸟 7 种，占 10.94%。留鸟和夏候鸟，共计 52 种，属于当地的繁殖鸟类，二者合计占鸟种数的 82.81%，即评价区的鸟类中，多数种类在评价区内繁殖。

（4）工程区域鸟类迁徙现状

根据云南大学、中国科学院昆明动物研究所、中科院昆明分院生态所、昆明鸟类协会等单位对云南候鸟的研究，云南省境内目前已知的候鸟迁徙通道主

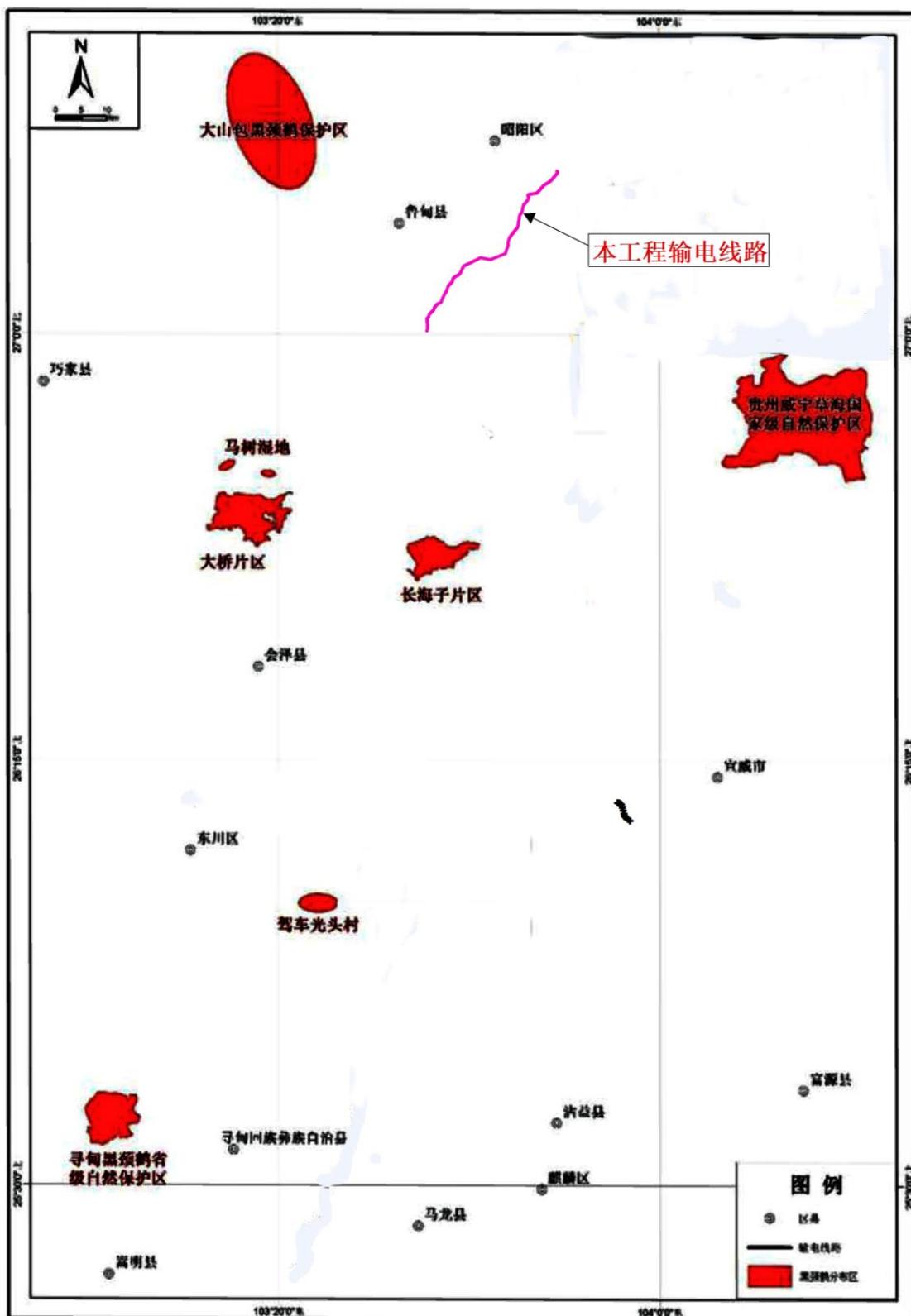
要有东、西 2 条大的路线，西线从青藏高原沿云岭余脉—罗坪山、点苍山、哀牢山一线至元江、红河一直往南，东线由四川盆地沿乌蒙山西侧向南与西线汇合后，再沿红河一直向南到达东南亚各地，另外还可能有部分鸟类，越过横断山脉南端向西迁徙。云南省鸟类的通道主要位于洱源、南华、新平、绿春、金平一线。云南夜间迁徙鸟类聚集点基本都集中在各“打雀山”上。

项目区处于云南省迁徙候鸟的迁徙东线区域边缘地带，评价范围内亦无“打雀山”分布，因此本工程不占用云南省候鸟迁徙主要通道，且工程线路方向与鸟类迁徙方向同方向，对候鸟迁徙影响较小。

（5）工程与周边黑颈鹤分布区的位置关系

黑颈鹤是国家 I 级重点保护野生动物，根据文献《云南鹤类与研究现状》（杨晓君、常云艳，2014 年）、《云南省黑颈鹤的保护成效与潜在威胁》（韩联宪、韩奔，2014 年）、《黑颈鹤春秋季节和日间迁徙行为策略：时机和进程》（孔德军、钟兴耀、杨君兴、杨晓君，2014 年）、《2013 年云南省会泽县鹤类及大型水禽的数量变化》（朱继红、邹延 等，2014 年）等文献研究表明，云南省有黑颈鹤分布的市县有昆明、寻甸、会泽、昭通、鲁甸、巧家、永善、玉龙(原丽江县的一部分)、宁蒗、鹤庆、永仁、姚安、祥云、香格里拉(原中甸)、曲靖、沾益等。

本工程涉及云南昭通、鲁甸。涉及的县市分布有黑颈鹤。黑颈鹤每年 10 月中旬前后迁来云南越冬，翌年 3 月中下旬开始返回繁殖地。项目区距离周边黑颈鹤越冬区和越冬点的距离均 30km 以上，项目与周边黑颈鹤分布区的位置关系见图 7.3-2。根据咨询鸟类专家及近年来的对黑颈鹤迁徙路线的跟踪监测和研究成果，本项目距黑颈鹤越冬区有一定的距离，未在黑颈鹤等越冬水禽的主要迁徙通道内，对黑颈鹤迁徙影响较小。



7.3-2 项目与周边黑颈鹤分布区的位置关系图

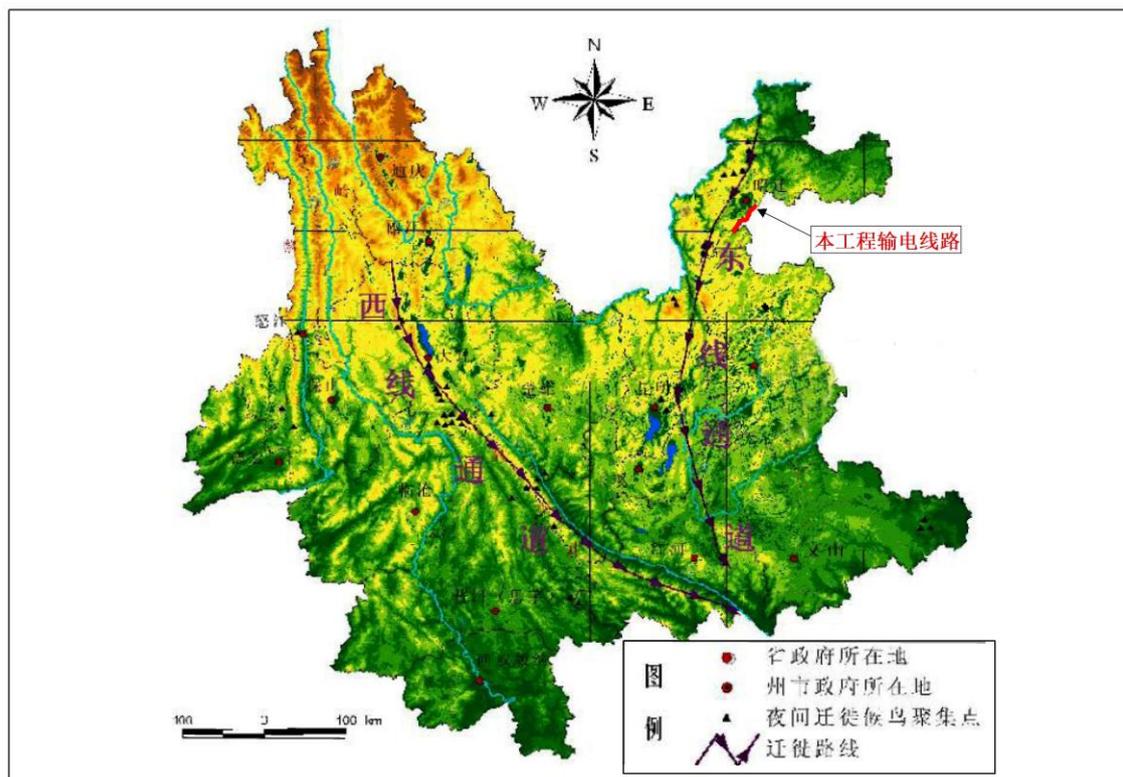


图 7.3-3 本工程与云南省鸟类迁徙路线位置关系图

7.2.3.5 兽类

评价区的范围之内共分布有哺乳动物 6 目 8 科 17 种，其中，食虫目 2 种，攀鼯目 1 种，翼手目 1 种，食肉目 1 种，偶蹄目 2 种，啮齿目 10 种，没有国家级重点保护动物，有贵州重点保护 1 种：小鹿，见附录 2-4。

评价区分布的 17 种哺乳动物的栖息地生境类型主要为山地森林、稀树灌丛、灌丛、草地、农地、村落、岩洞地带。种群数量相对较多的是褐家鼠甘肃亚种、丛林小鼠、小家鼠、针毛鼠指名亚种、锡金小鼠指名亚种、珀氏长吻松鼠、赤腹松鼠滇北亚种、树鼯滇西亚种。多为较适应人类活动的啮齿目种类。

7.2.3.6 重要野生动物

根据相关资料及现场调查，工程所经区域国家 II 级重点保护野生动物有 9 种，分别为雀鹰、凤头鹰、普通鵟、松雀鹰、鹊鹞、红隼、领角鸮、红胁绣眼鸟、细脆蛇蜥；贵州重点保护动物 17 种：滇侧褶蛙、无指盘臭蛙、泽蛙、双团棘胸蛙、云南小狭口蛙、粗皮姬蛙、王锦蛇、绿瘦蛇、繁花林蛇、昆明小头

蛇、黑线乌梢蛇、大杜鹃、八声杜鹃、星头啄木、戴胜、大山雀、小鹿。《中国生物多样性红色名录》中濒危（EN）3 种：细脆蛇蜥、双团棘胸蛙、王锦蛇；易危（VU）2 种：黑线乌梢蛇、小鹿；近危（NT）7 种：凤头鹰、鹊鹑、无指盘臭蛙、鹧鸪、云南半叶趾虎、贵州菊头蝠、狗獾。特有种 2 种：小鹿、贵州菊头蝠。

表 7.2-11 评价区重要野生动物调查表

序号	物种名称	保护级别	濒危等级	特有种 (是/否)	分布区域	资料来源	工程占用情况 (是/否)
1	细脆蛇蜥 <i>Ophisaurus gracilis</i>	国家 II 级	濒危 (EN)	否	生境主要有山坡、石块树根下、枯枝残叶中；偶见	历史调查资料	否
2	雀鹰 <i>Accipiter nisus</i>	国家 II 级	无危 (LC)	否	沿线阔叶林、云南松林、农田灌丛生境；偶见	历史调查资料	否
3	凤头鹰 <i>Accipiter trivirgatus</i>	国家 II 级	近危 (NT)	否	沿线阔叶林、云南松林、农田灌丛；偶见	历史调查资料	否
4	普通鵟 <i>Buteo buteo</i>	国家 II 级	无危 (LC)	否	阔沿线叶林、云南松林、农田灌丛；偶见	历史调查资料	否
5	松雀鹰 <i>Accipiter virgatus affinis</i>	国家 II 级	无危 (LC)	否	沿线云南松林，主要分布于生态红线路段	现场调查	否
6	鹊鹞 <i>Circus melanoleucos</i>	国家 II 级	近危 (NT)	否	沿线开阔的低山丘陵和山脚平原、草地、旷野等，偶见	历史调查资料	否
7	红隼 <i>Falco tinnunculus tinnunculus</i>	国家 II 级	无危 (LC)	否	沿线山地森林、草原、旷野、山区植物稀疏的混合林、开垦耕地、旷野灌丛草地、林缘、和农田地区等，生境多样，较为常见	现场调查	否
8	领角鸮 <i>Otus bakkamoena erythrocampe</i>	国家 II 级	无危 (LC)	否	沿线森林、灌木丛、次生森林等，主要分布于生态红线路段	现场调查	否
9	红胁绣眼鸟 <i>Zosterops erythropleura</i>	国家 II 级	无危 (LC)	否	主要栖息于沿线阔叶林和以阔叶树为主的针阔叶混交林、竹林、次生林等各种类型森林中，偶见	历史调查资料	否
10	滇侧褶蛙 <i>Pelophylax pleuraden</i>	贵州重点	未记录	否	沿线水塘、水沟、水田；较为常见	历史调查资料	否

序号	物种名称	保护级别	濒危等级	特有种 (是/否)	分布区域	资料来源	工程占用情况 (是/否)
11	无指盘臭蛙 <i>Odorrana grahami</i>	贵州重点	近危 (NT)	否	沿线溪流边草丛和灌丛中, 偶见	历史调查资料	否
12	泽蛙 <i>Rana limnocharis</i>	贵州重点	未记录	否	沿线水塘、水沟、水田, 较为常见	历史调查资料	否
13	双团棘胸蛙 <i>Paa yunnanensis</i>	贵州重点	濒危 (EN)	否	沿线溪流、水沟边, 偶见	历史调查资料	否
14	云南小狭口蛙 <i>Calluella yunnanensis</i>	贵州重点	无危 (LC)	否	沿线山区水塘、溪流边, 偶见	历史调查资料	否
15	粗皮姬蛙 <i>Microhyla butleri</i>	贵州重点	无危 (LC)	否	沿线水塘、水沟, 偶见	历史调查资料	否
16	王锦蛇 <i>Elaphe carinata</i>	贵州重点	濒危 (EN)	否	沿线山区、丘陵、山地灌丛、田野沟边、山溪旁、草丛中; 较常见	历史调查资料	否
17	绿瘦蛇 <i>Ahaetulla prasina</i>	贵州重点	无危 (LC)	否	沿线山区灌丛、田野草丛、山坡路边, 较常见	历史调查资料	否
18	繁花林蛇 <i>Boiga multomaculata</i>	贵州重点	无危 (LC)	否	沿线山区树丛, 栖息于树上, 主要分布于生态红线路段, 较常见	历史调查资料	否
19	昆明小头蛇 <i>Oligodon Kunmingensis</i>	贵州重点	未记录	否	沿线山地灌丛地带, 较常见	历史调查资料	否
20	黑线乌梢蛇 <i>Zaocys nigromarginatus</i>	贵州重点	易危 (VU)	否	沿线山区、农田草地, 偶见	历史调查资料	否
21	大杜鹃 <i>Cuculus canorus bakeri</i>	贵州重点	无危 (LC)	否	沿线阔叶林、云南松林、灌丛, 较常见	现场调查	否
22	八声杜鹃 <i>Cuculus merulinus</i>	贵州重点	无危 (LC)	否	沿线阔叶林、云南松林、灌丛, 较常见	现场调查	否

序号	物种名称	保护级别	濒危等级	特有种 (是/否)	分布区域	资料来源	工程占用情况 (是/否)
23	戴胜普通亚种 <i>Upupa epops saturata</i>	贵州重点	无危 (LC)	否	沿线云南松林、农田灌丛, 较常见	现场调查	否
24	星头啄木鸟 <i>Dendrocopos canicapillus omissus</i>	贵州重点	无危 (LC)	否	沿线阔叶林、云南松林, 偶见	历史调查资料	否
25	大山雀 <i>Parus major subtibetanus</i>	贵州重点	无危 (LC)	否	沿线阔叶林、云南松林, 较常见	现场调查	否
26	小鹿 <i>Muntiacus reevesi</i>	贵州重点	易危 (VU)	是	沿线山地森林、灌丛, 主要分布于生态红线路段, 偶见	历史调查资料	否
27	鹧鸪 <i>Francolinus pintadeanus</i>	未列入	近危 (NT)	否	沿线次生林、低矮灌木林、杂木林, 偶见	现场调查	否
28	云南半叶趾虎 <i>Hemiphyllodactylus yunnanensis</i>	未列入	近危 (NT)	否	沿线岩缝和墙缝中, 偶见	历史调查资料	否
29	贵州菊头蝠 <i>Rhinolophus rex</i>	未列入	近危 (NT)	是	沿线岩洞地带, 偶见	历史调查资料	否
30	狗獾华南亚种 <i>Meles meles chinensis</i>	未列入	近危 (NT)	否	沿线多种生境中广布, 偶见	历史调查资料	否

7.2.4 生态保护红线现状调查

7.2.4.1 工程与生态红线位置关系

根据《云南省人民政府关于发布云南省生态保护红线的通知》，并分别向昭通市昭阳区自然资源局、鲁甸县自然资源局查询核实，本工程输电线路不涉及云南省生态保护红线。

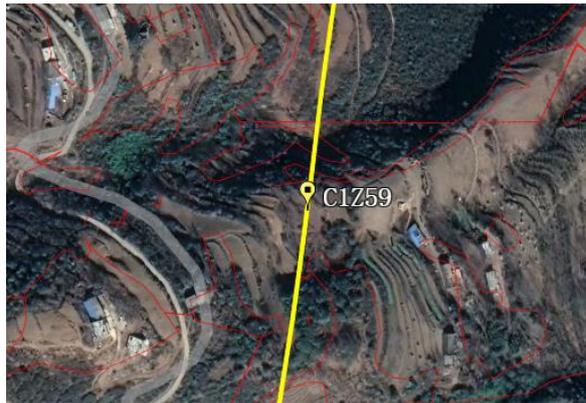
根据《贵州省人民政府关于发布贵州省生态保护红线的通知》，并询问威宁县自然资源局，本工程在威宁县境内约有 3km 线路经过生态保护红线，类型为乌蒙山-北盘江流域石漠化生态保护红线，位于生态红线内塔基共 8 基（C1Z59、C1Z60、C1Z61、C1Z62、C1Z63、C1J31、C1J32、C1J34）。本工程线路与生态红线的位置关系见图 3.2-3。

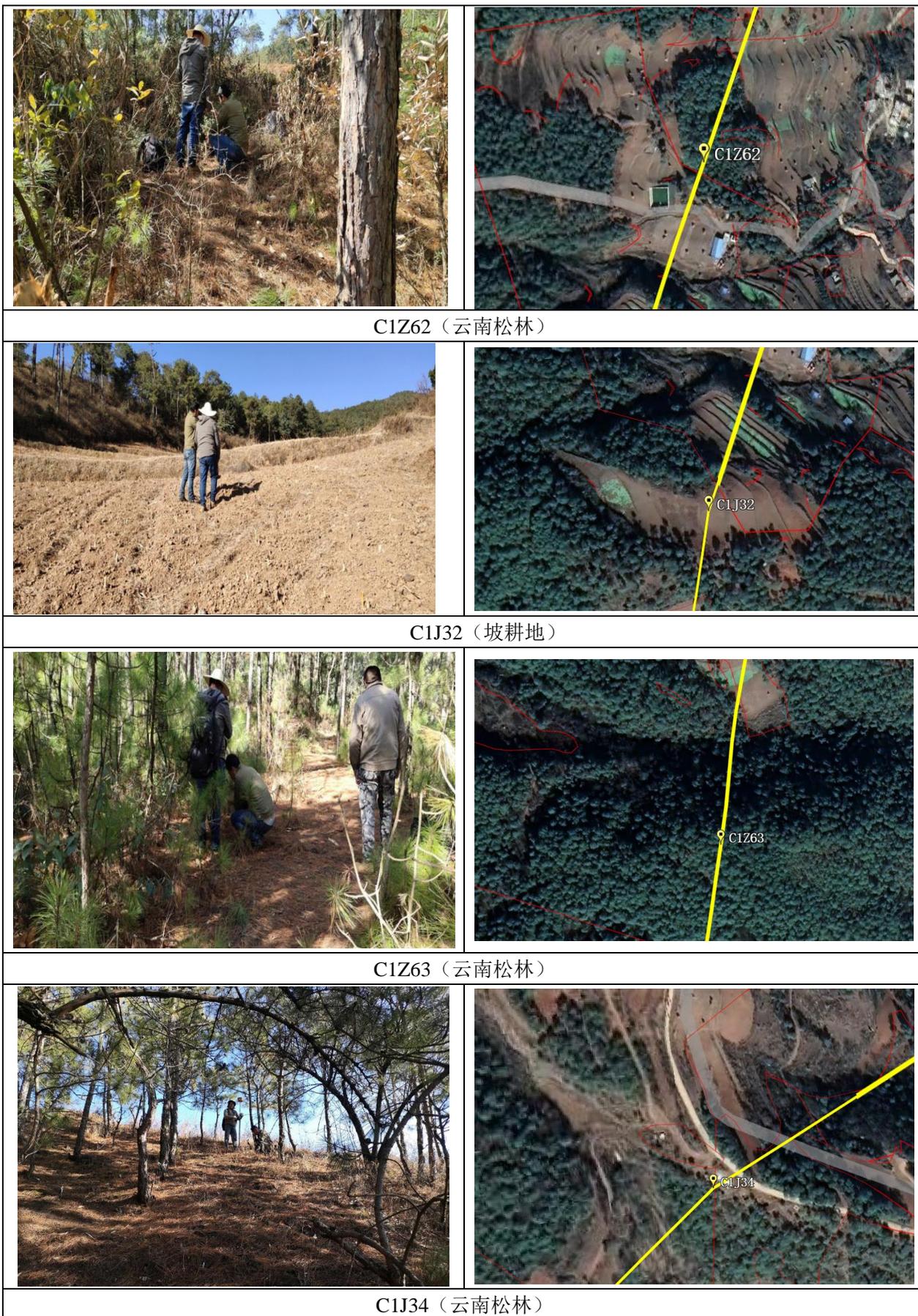
7.2.4.2 工程占用生态红线的情况

工程在生态红线内占地包括永久占地和临时占地，占地面积共 0.771 hm²，其中永久占地为塔基基础占地，占地面积约 0.201hm²；临时占地主要为塔基施工场地，临时占地共计 0.57hm²。本工程建设不在生态红线内设立牵张场、跨越施工场和施工营地等临时设施；工程占地类型按现状主要为林地、灌草地和坡耕地。

7.2.4.3 工程穿越生态红线处生态现状

从占用生态保护红线类型来看均为石漠化生态保护红线，主导功能乌蒙山—北盘江流域石漠化。根据现场调查，本工程输电线路尽可能避让了呈块状分布的生态保护红线密集区，尽可能从生态保护红线零星分布区域或间隙通过，最大限度减小了对生态保护红线的影响。工程在生态红线内占地区现状植被主要为云南松林、坡耕地、灌草丛为主，植被类型较简单，且不涉及石灰岩生态脆弱地区的林地和灌丛。根据现场调查，穿越生态红线评价范围区域主要以云南松林为主，其次为石灰岩云南松、西南栒子、矮刺栎、火棘、金丝桃、黄茅灌丛及草丛、玉米作物及核桃经济林，此外分布有少量华山松和滇青冈林，实地考察未在该段工程占地及生态红线评价范围内发现有重点保护野生植物分布，植物种类均为区域常见种。陆生动物：该区段植被类型较简单，但区域云南松林分布较多，植被覆盖度较高，分布在该区域的陆生野生动物为八声杜鹃、山斑鸠等鸟类较多，兽类中的赤腹松鼠、狗獾等，可能出现的保护动物主要为领角鸮、红隼、普通鵟等猛禽。

	
<p>C1Z59（坡耕地、灌草丛）</p>	
	
<p>C1J31（坡耕地）</p>	
	
<p>C1Z60（坡耕地）</p>	
	
<p>C1Z61（坡耕地、灌丛）</p>	



7.3-5 塔基占用植被类型及对应遥感影像图



图 7.3-6 穿越生态红线处区域生态现状航拍图

7.2.5 评价区生态现状综合评价

（1）植物与植被现状调查

评价区目前的自然植被主要是次生半湿润常绿阔叶林、半湿润落叶阔叶林、暖性落叶阔叶林、次生暖温性针叶林、暖温性灌丛和暖性草丛 5 个植被型；主要有滇青冈林、云南松林、火棘灌丛、西南栒子灌丛、云南松石灰岩灌丛、云南松稀树灌草丛、米花灌草丛、中华山蓼灌草丛、黄茅灌草丛等群系，人工植被包括经济果木林及耕地，主要种植苹果、核桃、玉米等，该区域的这类次生植被的群落高度、结构和质量下降，生物多样性明显较低。评价区维管植物共计有维管植物 339 种，属于 97 科、226 属。根据资料和现场调查，评价区分布有国家 II 重点保护野生植物 1 种：金荞麦，不受施工占地影响；评价区内列入 IUCN 物种红色名录濒危物种（EN）有 1 种：珍珠莢蒾；近危物种（NT）有 3 种：云南栎、乌鸦果、云南油杉，不受施工占地影响；评价区有特有植物 43 种；评价区未发现省级重点保护植物和古树名木。

（2）陆生野生动物调查与评价

工程评价区内野生动物主要分布在人为干扰相对较小的密灌和林地中，其他区域由于人为干扰较多，动物种类和密度均较小。经实地调查和查阅相关研究资料初步统计，评价区两栖动物有 1 目 3 科 7 种，爬行类动物有 1 目 3 科 7 种，鸟类有 13 目 29 科 63 种，哺乳类有 6 目 8 科 17 种。评价区可能出现的列入国家 II 级重点保护野生动物 9 种，雀鹰、凤头鹰、普通鵟、松雀鹰、鹊鹞、红隼、领角鸮、红胁绣眼鸟、细脆蛇蜥。工程不涉及保护动物的集中分布区。

（3）生态保护红线

本工程在威宁县境内约有 3km 线路经过生态保护红线，类型为乌蒙山-北盘江流域石漠化生态保护红线，位于生态红线内塔基共 8 基，工程穿越生态红线区域植被以云南松林和石灰岩灌草丛为主，8 基塔基占地区现状植被为云南松林、农作物、灌草丛，植被类型较简单，且不涉及石灰岩生态脆弱地区的林地和灌丛。

7.3 生态影响预测与评价

7.3.1 对生态保护红线的影响分析

7.3.1.1 对生态保护红线环境的影响

本工程输电线路在威宁县境内约有 3km 线路经过生态保护红线，类型为乌蒙山-北盘江流域石漠化生态保护红线，位于生态红线内塔基共 8 基，工程穿越生态红线区域植被以云南松林、石灰岩云南松灌丛、耕地及核桃经济林为主。

塔基施工严格控制施工活动范围，尽量减少临时占地，利用林区内现有机耕道路，不新开辟施工道路，线路架线方式上，主要采用张力挂线，高塔跨越林区。施工单位应严格执行设计和环境影响评价文件中提出的环境保护措施，遵守环保法规。施工、监理单位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，以保证施工期环境保护措施的全面落实。

输电线路单个塔基占地面积小，施工量小，不会破坏大面积植被，不会对当地生态系统产生切割影响，也不会改变整个区域的生态稳定性；临时占地区域在一定程度上会对区域植被产生影响，但线路工程临时占地时间短，在完成施工后，及时恢复生态保护红线区临时占地的植被，可以进一步将降低损失和影响。施工结束后采取植被恢复措施，能减少影响程度。就红线内植物种类而言，其主要树种为南松林等常见物种，部分土地利用性质的改变不会引起特有物种生境的消失。因此，线路占地不会导致该区域的物种消失，也不会对物种种类、数量、植被面积等造成明显影响。

同时，输电线路施工点位分散且施工时间短暂，线路建设不会造成生态保护红线内动物种群的大幅度减少，在做好各项文明施工、做好植被恢复，线路建设也不会破坏其生境。

因此，线路建设基本不会对乌蒙山-北盘江流域石漠化生态保护红线造成影响。

7.3.1.2 对生态保护红线功能的影响

根据工程布置情况和经工程所经地自然资源局核实，本工程输电线路分别在威宁

县穿越乌蒙山-北盘江流域石漠化生态保护红线。

本项目输电线路设计时尽可能的避让了生态保护红线内的密集林区，尽量缩短穿越生态保护红线长度和减少立塔数量，减小植被破坏和地表扰动。塔基定位尽量选择植被较稀疏处，避开植被茂密区域，对线路走廊内不能避让的高大林木，采取高跨方案，避免砍伐通道，以减少植被破坏，保护好现有植被及动物生境；在生态保护红线内尽可能利用既有道路进行材料运输，对于没有道路的塔位采取架设索道的运输方式，不在生态保护红线范围内新建施工道路；尽可能减小塔基施工临时场地占地面积，不在生态保护红线内设置牵张场、材料堆场等临时占地。输电线路经过生态保护红线区时，采取较小塔型、高塔跨越、档距加大等措施，选择影响较小区域通过，最大限度减少占地和林木砍伐，对生态环境的影响较小。

输电线路占地呈点状线性分布，空间跨度大，不会造成生态保护红线区域内生态分割，不会对生态保护红线内水土保持、生物多样性维护产生影响，不会造成明显水土流失。此外，本工程在生态保护红线内塔基永久占地较小且分散。施工过程中尽可能减少在生态保护红线内的临时占地，减少对动植物生境的破坏，占地损毁植物和受影响动物多为区域常见物种。同时，根据生态保护红线内其它已运行输电线路的情况来看，输电线路建成后塔基处植被恢复良好，不会对区域生物多样性造成明显不利影响，因此输电线路在施工期对生态保护红线内自然生态系统、野生动物及其生境以及生物多样性影响较轻微。

输电线路运行期无“三废”污染物产生，基本不会对乌蒙山-北盘江流域石漠化生态保护红线的生态功能产生影响。

7.3.2 动植物资源影响分析

7.3.2.1 对植被及植物资源影响分析

1、施工期

本工程线路总占地面积 18.30hm²，其中永久占地 2.46hm²，临时占地 15.84hm²，主要占用土地类型：林地 5.04hm²、灌草地 5.58hm²、园地 1.58hm²、耕地 4.50hm²。输

变电线路中的永久占地主要是塔杆（塔基）占地。评价区内受线路工程施工影响面积最大的是林地，其次是草地。以受影响的植被面积占评价区内该类型植被总面积的比例表示某类型植被的受影响程度，则评价区内受影响最大的是林地和灌草丛。

本线路工程施工点分散，单基塔占地小，且本区森林植被的高度通常低于 15m，线路施工架线过程中，采用高塔跨越，除了塔基占地之外，基本不会砍树。架线方式上，主要采用张力挂线，在部分很茂密的林区使用无人机挂线。所以除了永久占用和临时占用造成的影响之外，线路架设过程中，对路线上的植被也基本不会产生负面影响。

本区的自然植被受人为长期干扰、破坏，其林分质量、生物多样性程度以及生态价值已经大大降低。所以本工程建设对评价区自然植被的永久影响不论从质或量上看都很小，而且这样的植被类型在评价区之外的云南大部分地区还广泛存在，所以由此造成的负面影响几乎是可以忽略的。值得注意的是，输电线路建设施工活动势必增加施工区的人为活动的密度，将会增加引入外来物种或扩散已有外来物种的风险。

总而言之，本工程对评价区自然植被的影响，不论是永久影响，还是临时影响，不论是绝对影响的面积，还是相对影响的程度，都非常低。

2、运行期

①工程运营期，通过植被的人工恢复或者是自然恢复，使得在施工中被临时占用的自然植被类型及其植物种类会得到一定程度的恢复。在交通方便或靠近居民点的被临时占用的植被类型，由于这些地区人为影响大，通常只能通过人工造林的方式，恢复被破坏的植被。这里主要注意选择当地的原生种类，而不用外来的种类进行植被恢复；同时注意造林后的管理和林地抚育。通过以上的途径，在项目的运营期，施工临时占用的各种自然植被类型将会得到逐渐恢复。

②本工程运营期，因临时占地而消失的植物个体将会逐渐通过自然更新的方式或人工种植的方式逐渐恢复。首先，在破坏的迹地上会出现一些次生的草本植物，此后，一些乔灌木种类会逐渐进入，成为次生林，逐渐接近破坏前的状态。

③工程运营期在施工期修建的一些临时施工道路不可能在短期内废置，由此增加了林区的通达程度，会使林区的管理增加难度，加大破坏林区内植被和植物资源的可能性。

④定期对输电线路进行巡视和维护时，因而相关工作人员会定期进入到林区作

业。这样，难免会带入一些伴人的次生外来植物如鬼针草进入林区，对区域植物区系的原生性质造成一定负面影响。但影响到的面积很小，因此，伴人而入的次生外来植物只会在局部空旷的林缘、林窗等小生境内生存，不会形成大面积的次生群落，对区域原生植物资源的影响不大。

（3）对重要野生植物物种的影响

根据资料及现场调查，评价区区域分布有国家Ⅱ重点保护野生植物 1 种：金荞麦（*Fagopyrum dibotrys*），不受施工占地影响；评价区内列入 IUCN 物种红色名录濒危物种（EN）有 1 种：珍珠荚蒾；近危物种（NT）有 3 种：云南栉、乌鸦果、云南油杉，珍稀濒危保护植物均不受施工占地影响；评价区有特有植物 43 种，这些中国特有植物主要是分布在我国西南至华中地区的常见物种，可能受施工占地影响的特有种主要有 14 种，分布在评价区各地空旷的和次生的生境中，属于广布和常见种，工程占用仅对植物个体数量造成减少，不会对区域资源量、生物多样性造成影响。

在施工过程中发现国家级重点保护植物，应进行避让，无法避让的进行迁地保护措施。

总而言之，本工程对评价区自然植被的影响，不论是永久影响，还是临时影响，不论是绝对影响的面积，还是相对影响的程度，都非常低。

7.3.2.2 对野生动物资源影响分析

1、施工期

（1）对一般野生动物资源的影响

由于工程路径规划选择时，尽可能靠近现有公路，以方便施工运行，但评价区内受人类活动的影响较大，评价区内野生陆生动物种类相对较少。

工程施工期对评价区内的陆生动物影响范围主要为山地、丘陵区域，其主要表现在两个方面：一方面，工程线路塔基占地、开挖和施工人员活动增加等干扰因素将缩小了野生动物的栖息空间，树木的砍伐使动物食物资源的减少，从而影响部分陆生动物的活动区域、迁移途径、栖息区域、觅食范围等，从而对动物的生存产生一定的影响；另一方面表现在施工人员及施工机械的噪声，引起动物的迁移，使得工程范围内动物种类、数量减少，动物分布发生变化。施工期间，临时征地区域，对两栖动物和

爬行动物的活动有一定的影响，鸟类和兽类受到施工噪声的惊吓，也将被迫离开原来的栖息地。

本工程的施工点多为灌丛等人为干扰较多的区域，避开了陆生野生动物主要的活动场所。线路占地为空间线性方式，且平均约 400m 距离才有一占地面积约 150m² 的塔基座，施工方法为间断性的，施工时间短、点分散，施工人员少，故工程的建设对野生动物影响范围不大且影响时间较短，因此对动物不会造成大的影响，且当施工区域植被恢复后，它们仍可回到原来的领域。此外评价区内的野生动物，栖息生境并非单一，同时食物来源多样化，且具有一定的迁移能力，大部分种类可随施工结束后的生境恢复回到原处。以上分析表明，本工程建设对野生动物的影响不大且影响时间较短，同时随着施工的开始和临时占地植被的恢复而缓解、甚至消失。

（2）对重要野生动物的影响分析

评价记录的国家 II 级重点保护野生动物 9 种，分别为 8 种鸟类：雀鹰、凤头鹰、普通鵟、松雀鹰、鹊鹑、红隼、领角鸮，红胁绣眼鸟为鸣禽，其余 7 种均为猛禽；1 种爬行类：细脆蛇蜥。贵州重点保护动物 17 种；滇侧褶蛙、无指盘臭蛙、泽蛙、双团棘胸蛙、云南小狭口蛙、粗皮姬蛙、王锦蛇、绿瘦蛇、繁花林蛇、昆明小头蛇、黑线乌梢蛇、大杜鹃、八声杜鹃、星头啄木、戴胜、大山雀、小鹿。《中国生物多样性红色名录》中濒危（EN）3 种：细脆蛇蜥、双团棘胸蛙、王锦蛇；易危（VU）2 种：黑线乌梢蛇、小鹿；近危（NT）7 种：凤头鹰、鹊鹑、无指盘臭蛙、鹧鸪、云南半叶趾虎、贵州菊头蝠、狗獾。

①对重要野生动物两栖类的影响：两栖类主要栖息于水域及其周边，评价区内水域面积小，主要为徐家河、石板河等小河冲沟，小池塘、水洼；工程跨越冲沟河流、无涉水工程，对区域两栖类基本无影响。

②对重要野生动物爬行类的影响：爬行类一般在灌丛和石缝中产卵，繁殖期大都在春夏之际，有些生活在水里，有些生活在陆地上的石缝灌丛中。从大范围来看，输变电工程建设属于点线型，仅在塔基附近造成极小范围的片状改变，因此没有显著改变爬行类生物在该区域的大生境条件。施工活动结束后，随着自然生态环境的恢复，工程建设对爬行类物种的影响将逐步消失。此外，爬行类中也有一些种类经济价值较高，可能遭到施工人员的捕杀。这种影响可通过宣传教育、加强施工管理等方式加以

避免。

③对重要野生动物鸟类的影响：a、施工人员的施工活动对鸟类栖息地生境的干扰和破坏（如施工中砍伐树木，破坏鸟类巢穴等）。上述施工活动对鸟类影响，将使得大部分鸟类迁移它处，远离施工区范围；小部分鸟类，主要指地栖和灌木林栖鸟类会由于栖息地的散失而从工程区消失；一部分鸟类的种群数量由于巢穴被破坏而减少，特别是施工期处在其繁殖季节。但鸟类飞行能力强，周围均为相似生境，施工期可以暂时迁移至周围生活，待施工结束后又可飞至原生境。b、施工机械噪声对鸟类的驱赶。据有关研究成果表明：鸟类对声音的感受范围基本上与人类相似，但通常情况下，其最佳听阈范围约为 1~5Hz，而不能像人一样听到低频声，因此有些鸟类对噪声有着很强的忍耐力，并且能很快适应噪声；也有关研究表明：对鸟类最大噪声不能超过 87dB（A），平均 24h 噪声不能超过 65dB（A），超过这个阈值则对鸟类有明显影响。本工程施工机械声级值一般在 70dB（A），鸟类在白天可能会受一定影响，但影响周期短，施工噪声对鸟类影响较小。c、施工人员捕捉鸟类或捡拾鸟蛋等。可以通过对施工人员进行环保培训，制定相关制度，规范施工得到有效控制。d、其他因素的影响。施工灯光影响。部分鸟类具有趋光性，夜间施工会对鸟类产生较大影响，因此应避免夜间施工。

④对重要野生动物哺乳类的影响：工程占地可能会影响哺乳类的栖息地，施工人员的施工活动（如施工便道、施工机械噪声等）会干扰哺乳类活动，施工人员还可能捕杀哺乳类，使其数量减少。哺乳类的迁移能力可使其避免施工造成的直接伤害；施工活动结束后随着生态环境的恢复，原有栖息地生态条件得以重建，它们仍可回到原来的活动区域。

2、运行期

①对兽类、爬行动物等影响分析

在工程运行期，工程的实施导致局部原有动物栖息地面积的缩小，但整个动物生境变化较小，大部分兽类和爬行类会返迁回原分布地，受影响的两栖类会在附近另寻栖息地，在项目区内分布动物种类多样性会得到恢复，种类数与项目实施前相比变化不大，种群数量比项目实施前略有减少。

动物对环境有适应能力和避让能力，由于工程建设对沿线土地和植被扰动程度较

小，运营期间区域内的野生动物种群数量及资源会逐渐恢复，不会产生明显不利影响。

②对鸟类的影响分析

输电线路的杆塔较为高大可能会对线路附近鸟类的迁徙和飞行造成一定的影响，对空中迁徙廊道产生一定的阻隔作用。

根据《输电线路鸟害研究及驱鸟装置的研制》（范作杰，2006），输电线路活动的鸟类常见的有鸺形目、鹰形目、隼形目、鸽形目、雨燕目及雀形目的鸟类。其中容易引起输电线路事故的为鸺形目鹭科，鹰形目鹰科、隼形目隼科，鸽形目鸠鸽科及雀形目鸦科鸟类。本输电线路对鸟类活动的影响主要表现为鸟类在飞行中撞到输电线路和杆塔受伤以及触电事故。鸟类一般具有很好的视力，它们很容易发现并躲避障碍物，在飞行途中遇到障碍物都会在大约 100~200m 的距离下避开。因此，在天气晴好的情况下，鸟类误撞输电线路的几率很小。

但在鸟类迁徙遇到逆风条件下，飞得很低，撞在障碍物上的几率会增加。另外，在夜间或在有雾、烟、密云和蒙蒙雨、透视度很低的白天，发生误撞而死亡的几率也会提高。目前关于输电工程线路建设导致鸟类死亡的报告也经常见诸报端，甚至有报道鸟类在高压线上触电死亡。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 110kV 及以上电压等级线路的报到则鲜有耳闻，可能与 35kV 及以下电压等级线路导线细、线间距小导致不容易被观察到等因素有关。

根据鸟类迁徙习惯，普通鸟类飞翔高度在 400m 以下，鹤类在 300~500m，鸕、雁类等最高飞行高度可达 900m 以上。输电工程杆塔及导线的高度一般在 100m 以下，远低于鸟类迁徙飞行高度，因此一般情况下输电线路杆塔对鸟类的迁徙影响不大，主要对少数飞行高度较低的候鸟迁徙构成一定威胁。此外水库、湖泊、河流、沼泽等湿地生境是大型游、涉禽重要的越冬、繁殖或迁徙必经生境，此类鸟类在飞行过程中相对其他小型鸟类较笨拙，若在夜间或大雾等能见度低的情况下飞行，无法及时避开输电杆塔或导线，从而造成其个体伤亡。据调查，本工程所经区域无鸟类主要迁徙通道分布，且不穿越目前已知的重要候鸟迁徙聚集点。因此，本工程对候鸟迁徙较小。

7.3.3 对区域生态完整性的影响

由于工程建设会占用一定面积的土地，使评价区范围内的各种拼块类型面积发生一定变化，导致区域自然生态体系生产能力和稳定状况的改变，因此对本区域生

态完整性具有一定影响。

1、生态系统影响分析

（1）对森林生态系统的影响

森林生态系统面积为 1366.6hm^2 ，占评价区总面积的 37.65% ，其主要生态功能是保护生物多样性。评价区内工程建设占用森林生态系统面积约 5.04hm^2 ，工程在设计阶段，为将对评价区森林生态系统的影响降到最低，拟采取以下措施：①在路径选择时尽量避开林区，无法避让的林区，尽量采用线距较小的塔型穿越，在通过集中林区时，采用高跨设计，减少对林木的砍伐。②根据工程特点合理规划设计使用档距大、根开小的塔型，从而减小线路走廊，减少土地占用，减少对森林生态环境的破坏。③施工道路原则上利用已有道路或在原有路基上拓宽，拓宽道路要保持原有水土保持措施；对施工临时道路在施工结束后恢复原有植被；山地施工人抬便道在施工结束后尽快恢复自然植被，保持原有生态环境。本环评要求在采取上述环保措施的基础上，进一步采取以下措施：①在微观选址时，进一步优化杆塔定位，塔基应尽量落在植被稀疏并便于施工区域，减少塔基施工阶段造成的扰动和破坏。②塔基施工场地、牵张场等临时占地尽量不占用林地。③临时施工道路及其他临时占地在施工结束后尽快恢复自然植被，保持原有生态环境。在采取以上措施的基础上，本工程建设对森林生态系统的影响在可接受范围内。

（2）对灌草地生态系统的影响

灌草地生态系统面积为 1342.6hm^2 ，占评价区总面积的 36.99% ，其主要生态功能是为一些小型动物提供栖息地和庇护场所。评价区内工程建设占用灌草地生态系统面积约 5.58hm^2 ，工程施工的人为活动、施工噪声会对灌草地的小型动物造成驱赶，使其迁徙到周围相似生境，工程施工并不会对其造成直接伤害；且灌草地属于次生性的生态系统，主要分布在路边、农田与建筑用地的过渡地带，以及原生植被消失后的山坡上，待工程施工结束后，临时占地得到恢复，演替成灌草地生态系统，动物又可以回原区域生活、栖息，因此拟建项目对评价范围内的灌草地生态系统影响较小。

（3）对湿地生态系统的影响

评价区内湿地生态系统面积为 3.0hm^2 ，占评价区总面积的 0.24% 。评价区内湿地生态系统主要为徐家河、石板河等小河冲沟，内无水库、海子、中大型河流等湿地分

布，工程建设不占用湿地面积。本工程线路经过设计优化，离水域较远，有一定安全距离，在做好水土保持的基础上，工程建设对其基本无影响。

（4）对农业生态系统的影响

评价区内农业生态系统面积为 846.88hm²，占评价区总面积 23.33%。其生态功能为农产品及副产品生产，包括为人们提供农产品以及提供生物能源等。输电线路工程对农业生产的影响主要来自塔基占地。塔基基础的开挖，塔基占地处的农作物将被清除，使农作物产量减少，农作物的损失以成熟期最大；另外塔基挖掘、土石堆放、人员的践踏、施工机具的碾压，亦会伤害部分农作物，同时还会伤及附近植物的根系，影响农作物的正常生长。本工程总共占用评价区耕地约 4.50hm²，占比很小，临时占地还可以通过后期复耕，工程对农业生态系统的结构影响较小。此外，通过同类型工程发现，铁塔实际占用地仅限于其 4 个支撑脚，其余区域均可正常种植农作物；输电线路下方的农作物与周边区域相比，其株高、色泽、产量也并无差别，即输电线路工程并不能影响农作物的正常生长；由此可见，工程建设对农业生态系统的生态功能影响较小。

（5）对城镇/村落生态系统的影响

城镇/村落生态系统面积为 846.88hm²，占评价区总面积的 23.33%。其主要表现为当地百姓居住和社会经济活动生产的功能。

由于施工人员的进入，导致人口集中，生活垃圾、污水等污染物的排放，人类活动对植物、动物的干扰，均可能对评价范围内原有的生态环境造成负面影响。施工前注意对施工人员进行环保意识的宣传教育，在施工期禁止垃圾和污水的排放，尽量利用系统内已有的污水、固废收集处理设施，拟建项目对评价范围内的城镇/村落生态系统影响较小。

2、评价区生物量变化

工程建设完成后使评价区的植被类型面积和生物量发生变化，将生产力较高的林地和草地改变成没有生产力的建设用地，使区域自然体系生产力有所降低。工程新建线路的永久占地为 2.46hm²，仅占评价区总面积（3630hm²）的 0.068%。本工程建设完成后使评价区的植被类型面积和生物量发生变化，永久占地引起的生物量减少 96.2t，具体情况见表 7.3-1。工程建设使评价区内的生物量减少部分占评价区总生

物量（93066.5t）的 0.10%，工程建设对评价区的自然体系生产力的影响甚微。

表 7.3-1 工程评价区内生物量变化情况表

土地类型变化		平均生物量 (t/hm ²)	生物量变化 (t)	
类型	面积 (hm ²)			
林草地	针叶林	-0.84	61.5	-45.77
	阔叶林	-0.1	86.7	-25.91
	灌丛和灌草丛	-1.04	18.8	-19.47
	经济林	-0.19	19.2	-3.6
农田		-0.29	7.5	-1.45
合计		-2.46	—	-96.2

3、评价区自然体系的稳定状况

自然系统的稳定和不稳定是对立统一的。由于各种生态因素的变化，自然系统处于一种波动平衡状况。当这种波动平衡被打乱时，自然系统具有不稳定性。自然系统的稳定性包括两种特征，即阻抗和恢复，这是从系统对于干扰反应的意义上定义的。阻抗是系统对环境变化或潜在干扰时反抗或阻止变化的能力，它是偏离值的倒数，大的偏离意味着阻抗低，而恢复（或回弹）是系统被改变后返回原来状态的能力。因此，对自然系统稳定状况的度量要从恢复稳定性和阻抗稳定性两个角度来度量。

（1）恢复稳定性

自然系统的恢复稳定性，是根据植被净生产力的多少度量的。如果植被净生产力高，则其恢复稳定性强，反之则弱。工程建成后，各种土地类型发生变化，林草地、农田拼块类型的面积减少，建筑面积（主要是永久占地）增加，工程新增永久占地面积约 2.46hm²，与评价区总面积 3630hm² 相比微不足道，对景观的影响很小，各种植被类型的面积和比例与现状基本相当，模地依然是林草地，生态系统依然保持稳定。工程建设造成评价区生态系统生物量减少，建成后农田、林草地面积等减少将使评价区的生物量减少 96.2t，前后变化较小。因此，工程引起的干扰是可以承受的，生态系统的稳定性未发生大的改变。

（2）阻抗稳定性

自然系统的阻抗稳定性是由系统中生物组分异质性的 高低决定的。异质性是指一个区域里(景观或生态系统)对一个种或更高级的生物组织的存在起决定作用的资源(或某种性质)在空间或时间上的变异程度（或强度）。由于异质性的组分具有不同的生态位，给动物物种和植物物种的栖息、移动以及抵御内外干扰提供了复杂和微妙的相应

利用关系。另一方面，异质化程度高的自然系统，当某一斑块形成干扰源时，相邻的异质性组分就成为了干扰的阻断，从而达到增强生态体系抗御内外干扰的作用，有利于体系生态稳定性的提高。

评价区内的自然植被类型主要为灌草丛和林地，其生物组分异质性程度较高，工程建成和运行后，作为模地的灌草面积发生变化不大。因此，工程实施后对区域自然体系的景观异质化程度和阻抗能力影响很小。

（3）自然景观影响分析

工程建设前后有一定变化，评价区各景观斑块的密度(R_d)、频率(R_f)、景观比例(L_p)及优势度(D_o)均会有一些的变化，但变化范围较小。

表 7.3-2 工程建设前后评价区各类景观斑块指数对比表

斑块类型	R_d (%)		R_f (%)		L_p (%)		D_o (%)	
	建设前	建设后	建设前	建设后	建设前	建设后	建设前	建设后
林地	37.01	36.99	38.72	38.71	37.65	37.56	37.75	37.70
灌草地	34.79	34.78	38.15	38.14	36.99	36.9	36.73	36.68
耕地	23.42	23.35	23.84	23.8	23.33	23.31	23.48	23.44
水域	0.18	0.12	0.4	0.4	0.08	0.08	0.19	0.18
建筑用地	2.1	2.17	0.7	0.77	0.08	0.29	0.74	0.88

由表 7.3-2 可知，本工程的建成将使建设用地的斑块优势度上升，其他斑块类型优势度变小，但评价区各斑块优势度的变化范围在 2% 以内，变化幅度均较小。评价区内仍以林地（37.75%）和灌草地（36.68%）占主导，农田（23.44%）次之，建设用地（0.88%）和水域（0.18%）较小，与施工前的各斑块的类型和地位基本相同。此外，本工程永久占地仅占评价区面积约 0.068%，工程建设不会改变景观基质，造成景观组成的明显变化。因此，本工程对一般评价区域的自然景观影响较小。

7.3.4 生态总体评价结论

总之，本工程对沿线评价范围内的动、植物和自然生态系统影响有限，在采取必要的、具有针对性的生态保护与恢复措施后，项目建设对区域的生态影响能够控制在可以接受的水平。

7.4 生态保护与恢复措施

本工程的实施必将对项目建设区域的生态环境产生一定的影响，对于可能出现的生态问题，应该采取积极的避让、减缓、补偿和重建措施。按照生态恢复的原则其优

先次序应遵循“避让→减缓→补偿和重建”的顺序，能避让的尽量避让，对不能避让的情况则采取措施减缓，减缓不能生效的，设置必要的补偿和重建方案。尽可能在最大程度上避让潜在的不利生态影响。

7.4.1 植物保护措施

1、设计阶段

①优化路径方案，尽量避让集中林区，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。

②优化杆塔定位，塔位应尽量落在植被稀疏并便于施工区域，减少塔基施工阶段造成的植被扰动和破坏。

③因地制宜合理选择塔基基础，在山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，保持原有的自然地形。

④根据工程特点合理规划设计使用档距大、根开小的塔型，减少土地占用，减少对植被的破坏。

2、施工阶段

（1）避让措施

①对各种施工用地，不论是临时用地，还是永久用地，尽量选择荒草地、次生林等，以减少树木砍伐和压占灌草丛；应注意非施工占地地表植被的保护，减少占地内的土壤裸露。

②在选择塔位、料场、临时施工便道时，要注意对成片重要的植被类型进行避让，如原生森林等。

③在施工过程中发现保护植物，根据具体情况采取相应的措施，能避让的尽量避让，并挂牌标示，不能避让的通知林业管理部门进行迁地保护。

④合理布置站场施工区、杆塔施工区和牵张场等施工临时占地，减少扰动面积和植被破坏。

⑤施工临时道路应尽可能利用机耕路、林区小路等现有道路，尽量避免砍伐或清障性开辟施工道路。新建道路应严格控制道路宽度，减少植被扰动；路面开挖后尽快压实、挡护，必要时设置临时排水沟；施工完成后施工便道及时整治绿化。

（2）减缓措施

①线路经过林地时，一般根据当地林木平均自然生长高度采用高塔跨越的方式，应严格按设计文件中制定的树木砍伐原则进行施工，尽量不砍伐放线通道，仅砍伐必要的施工便道及塔基范围内的树木，杜绝随意伐树行为。

②砍伐乔、灌木时，尽量保留根部，利于保持水土。需要人工搅拌混凝土时采用钢板等垫底防护，以减少混凝土浆残留。

③对于植被较密的地段采用架高铁塔或无人机放线等有利于生态环境保护的施工技术，局部交通条件较差山丘区，通过人力或畜力将施工材料运至塔基附近，以减少对植被的破坏。

④施工人员要注意施工和生活用火，以免引发森林火灾，造成对植被和生境的不必要破坏。施工人员应禁止以下行为：剥损树皮、攀树折枝；借用树干做支撑物或者倚树搭棚；在树上刻划、敲钉、悬挂或者缠绕物品；损坏树木的支撑、围护设施等相关保护设施。

⑤对施工期间需修建的道路，原则上充分利用已有公路和人抬道路，或在原有路基上拓宽；必须新修道路时，应尽量减少道路长度和宽度，同时避开植被密集区。

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

3、恢复措施

①注意保留开挖表土并分类存放，利用后期植被恢复。

②对施工期间破坏的各种植被和生境、临时占用的堆土场、料场及各种施工迹地，施工结束后应该尽量通过实施生态恢复措施使其逐步得到恢复，砍伐林地应按林业部门的规定进行补偿，临时占用的田地应恢复原有使用功能。

③对施工中破坏的迹地和植被恢复的造林地进行人工抚育，应该依照“适地适树”、原生性、特有性、实用性的基本科学原则，种植当地生态系统中原有的重要的各种植物种类，乔、灌、草、层间植物有机搭配，从而恢复当地原有的森林植被。

④种植原生种，尽量杜绝外来种：在植被恢复或其他生态恢复活动中，杜绝在天然林中种植一切非该区域具有原生物种。非当地自然区系的物种一旦人工引入后，形成生物入侵，会对当地天然林原生的植物区系、生物区系造成目前难以意料的影响，最终可能对当地的生态系统造成无可挽回的破坏。

4、其他措施

①对于永久占地造成的植被破坏，业主应严格按照有关规定向政府和主管部门办理征占用林地审核审批手续，缴纳相关青苗补偿费、林木赔偿费，并由相关部门统一安排。

②线路维护和巡视尽量利用原有道路，不要随意开辟新通道。

7.4.2 动物资源保护措施

1、设计阶段

①杆塔定位时尽量避开需要爆破施工的地质段。

②合理制定施工组织计划，尽量避免在夜间及鸟类繁殖季节进行施工。

2、施工阶段

1) 避让措施

①尽量减少对林地的占用，对林地的占用将会直接影响到动物生境、隐蔽场所和觅食场所。合理制定施工组织计划，尽量采用噪声小的施工机械，尽量避免在傍晚和夜间使用高噪声机械进行施工，防止灯光和噪声对动物的不利影响。

②尽量不在有林地内设置“三场”；施工中要杜绝对溪流水体的污染，以保证两栖动物的栖息地不受或少受影响。

2) 减缓措施

①加强施工人员对野生动物和生态环境的保护意识教育，对在施工中遇到的幼兽，一定要交给林业局的专业人员，不得擅自处理；对施工中遇到的鸟窝（因砍伐树木）一定要移到非施工区的其他树上；对在施工中遇到的幼鸟和鸟卵（蛋）一定要交林业局的专业人员妥善处置。

②加强对项目区内的生态保护，严格按照规章制度执法；严禁猎杀任何兽类，严禁打鸟、捕鸟和破坏鸟类的生境，严禁捕蛇、捉蛙和破坏两栖爬行动物的生境。

③夜间施工灯光容易吸引鸟类撞击，施工期尽量控制光源使用量，对光源进行遮蔽，减少对外界的漏光量。

④鸟类和兽类大多是晨、昏（早晨、黄昏）或夜间外出觅食，在正午休息，应做好施工方式和时间的计划，尽量避免高噪声施工作业对鸟类的惊扰。

⑤在项目区内特别是在林地区域内设置告示牌和警告牌，提醒大家保护野生动物

及其栖息地生态环境。

3、恢复措施

工程完工后尽快做好生态环境的恢复工作，以尽量减少生境破坏对动物的不利影响。运行阶段制定相关工作规则，遵守林区管理规定，避免运行维护人员伤害野生动物。

7.4.3 自然景观保护措施

1、避让措施

（1）塔基应尽可能减少占地面积，塔型应减小空间体量，配合植被修复，减少施工过程中土地裸露引起的视觉突兀。

（2）根据工程的实际情况，线路穿越生态完整性较好、观赏度高的自然景观时，应适当的改变铁塔的位置，利用距离来减弱输电线路以及铁塔对视觉的冲击，并利用自然山体阻隔视线。

2、减缓措施

（1）在林地区域施工作业时，架线时应采用无人机较先进的方式进行，减少作业时间，以防作业时间过长对观赏度产生较大影响。

（2）开挖方后及时回填，防止表土外露造成的视觉冲突。

7.4.4 生态保护红线保护措施与要求

为了减小对本工程输电线路穿越的乌蒙山-北盘江流域石漠化生态保护红线的影响，应重点落实本环评提出的一系列针对施工扬尘、废污水、噪声、固体废物等的污染防治措施和一系列生态保护与恢复措施。为了进一步减小对生态保护红线的影响，在后期工程实施时，建设单位应持续跟踪和落实国家和地方关于生态保护红线的相关保护和管理要求，同时还应采取如下保护措施：

（1）进一步优化线路选址选线，通过塔基位微观调整与线路摆动，尽可能避让呈块状分布的生态保护红线密集区，尽可能利用生态保护红线间隙立塔，从生态保护红线零星分布区域或间隙走线，尽量缩短穿越生态保护红线的线路长度，在生态保护红线内不立或少立塔基，减小在生态保护红线内的塔基数量和工程占地，最大限度减小对生态保护红线的影响。

（2）在施工图设计阶段按照环境保护法律法规、生态保护红线以及国家和地方公

益林管控要求、环境影响评价文件要求开展生态环境保护专项设计，明确涉及生态保护红线的塔基落点位置、塔基数、占用面积等技术参数，进一步落实对生态保护红线的各项保护措施和要求。

（3）局部优化塔基位置，塔基应尽量落在植被稀疏（如荒草地）并便于施工区域，尽可能避让林区，减少塔基施工阶段造成的地表扰动和植被破坏。

（4）建设单位按照现行建设项目使用林地审核审批管理办法和相关规定依法办理使用林地手续和林木采伐手续，并遵照行政主管部门意见和要求开展后续工作，确保工程开工建设前取得相关征占用林地手续文件。

（5）塔基的设计因地制宜采取全方位长短腿配高低基础，最大限度地适应地形变化的需要，避免塔基大开挖，保持原有的自然地形，尽量减少占地和土石方量，保护生态环境。

（6）采取较小塔型、高塔跨越、档距加大等措施，选择影响较小区域通过，最大限度减少占地和植被破坏。

（7）在生态保护红线内优先采用环境友好型的无人机放线施工工艺，以及索道运输、人畜运输材料等对生态环境破坏较小的施工工艺，减少临时占地，减少地表扰动和植被破坏范围。

（8）进一步优化塔基施工场地的布设。在满足施工要求的前提下，尽量减小塔基施工场地占地面积，充分利用塔基征地范围（即塔基征地红线内区域）作为施工场地进行施工。

（9）不在生态保护红线内设置“三场”。本工程塔基基础开挖土方先临时集中堆放在塔基施工场地范围内，待基础浇筑完成后全部在塔基永久占地范围内回填、夯实、平整，就地利用，不外弃，施工结束后对塔基区（非硬化裸露地表）通过播撒草籽等方式进行植被恢复。

（10）不在生态保护红线内布设施工营地，输电线路每个施工点的施工营地租用生态保护红线外沿线当地村民房屋或工棚。施工人员的生活污水、生活垃圾利用当地设施（如化粪池、厕所、垃圾池等）进行收集处理，不漫排、不乱弃，最大限度减小对生态保护红线生态环境的影响。

（11）尽可能减少牵张场数量，确需设置的牵张场原则上选择无植被或植被稀疏

地（如荒草地、生产力低的旱地/劣地）布设，最大限度减少对地表、原生植被的扰动和压占。

（12）进一步减少和优化生态保护红线内的临时施工道路。临时施工道路尽可能利用保护区内已有乡村公路、机耕路、林区小路、人抬道路等现有道路；局部交通条件较差的山丘区，尽可能通过索道运输、人力或畜力将施工材料运至塔基附近，减少新开辟临时施工道路和大型施工机械对植被的破坏；由于施工工艺需要需修建的道路，原则上充分利用已有道路或在原有路基上拓宽，拓宽道路要保持原有水土保持措施，必须新修道路时，应尽量减少道路长度，并严格控制道路宽度，同时避开林草植被密集区，最大限度减小临时施工道路对植被的破坏和生态环境的影响。

（13）设置施工控制带，对施工场地四周进行围护、严格限制施工机械和人员活动范围，必要时使用地表铺垫（如彩条布、草垫、钢板垫等），减小生态影响。

（14）生态保护红线范围内的塔基严格控制施工范围，对占地红线范围内的表土进行剥离存放，用于绿化恢复；临时堆土及时回填，控制其堆存规模及范围，减少新增临时占地。

（15）禁止在生态保护红线范围内堆放建筑垃圾和生活垃圾，建筑垃圾、生活垃圾等固体废物应及时运出生态保护红线外并按要求处置。

（16）开挖塔基基础时，应制定合理的放线开挖措施，尽量不降或少降基面，保留原地形和自然植被，减少水土流失，山坡处应用编织袋将开挖的土块装好，并码成堆，防止土、石块滚下坡，减少天然植被的破坏。

（17）在铁塔塔材堆放区、组装区、起吊区及工器具堆放区铺设草垫或棕垫以及枕木，防止塔材摆放、撬动组装、起吊作业时破坏地表植被。

（18）架线施工时，应提前选好牵张场，确定牵、张机及吊车等大型机具和线材的摆放位置，对机具和材料的摆放位置范围铺设草垫或棕垫以及枕木，防止机具、材料的碾压而破坏地表植被。展放导引绳的通道应规定只设一条，施工人员不得随意踩踏出多条通道。

（19）做好水土保持和防护措施。严格按照本工程水土保持方案落实各项水土保持措施，施工过程中务必做好拦挡、排水、沉沙、覆盖等各项水土流失防治措施，有效控制水土流失，最大限度减小对生态保护红线的影响。

（20）加强对施工人员的教育和管理，使他们了解生态保护红线的重要意义，在施工过程中注意保护生态环境，严禁捕猎、捕食野生动物和随意砍伐、践踏植被。

（21）合理安排施工时序，尽量避开野生动物分布区，生态恢复采用乡土植被，维护生态保护红线内的生物多样性。

（22）工程施工结束后，建设单位必须组织和督促施工单位再次清理施工场地，将残余建筑垃圾或生活垃圾等固体废物彻底清运出生态保护红线外集中处置，做到“完工、料尽、场地清”，严禁随意在生态保护红线内丢弃、贮存、堆放或填埋。

（23）施工结束后开展土地整治，进行植被和迹地恢复。施工结束后，尽快对塔基施工场地、临时施工道路等施工临时占地采取种植乔灌草或撒播草籽的方式进行植被恢复或复耕，所选用的树种和草种以当地的乡土植被为宜，恢复临时占地区域原有生态环境和土地利用功能，并加强后期养护和维护。

7.5 生态影响评价结论

（1）本工程建设不会造成评价区内生态系统结构和功能的改变，也不会造成某种动、植物物种的消亡，对评价区自然系统生产力和生物量影响较小。工程在采取相应的环境保护措施的基础上，产生的生态影响在可接受范围内。

（2）本工程输电线路占地呈点状线性分布，空间跨度大，永久占用生态保护红线面积较小，对穿越的乌蒙山-北盘江流域石漠化生态保护红线的影响较小。

总体来看，本工程对沿线评价范围内的动、植物和自然生态系统影响有限，在采取必要的、具有针对性的生态保护与恢复措施后，项目建设对区域的生态影响能够控制在可以接受的水平。

8 环境保护设施、措施分析与论证

8.1 环境保护措施

本着以预防为主，在开发建设的同时保护好环境的原则，本工程采取的主要环境保护措施详见表 8.1-1。工程环保措施和环保设施应与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用。

表 8.1-1 本工程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
选址选线设计阶段	生态	<p>(1) 在路径选择时，应符合生态保护红线管控要求，尽量避让自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区、森林公园等环境敏感目标和生态保护红线，最大限度减小对生态环境敏感区域的影响。</p> <p>(2) 输电线路在无法完全避让生态保护红线的情况下尽可能避让呈块状分布的生态保护红线密集区，尽可能从生态保护红线零星分布区域或间隙通过。</p> <p>(3) 优化路径方案，尽量避让集中林区，无法避让的林区，尽量采用线距较小的塔型穿越，在通过集中林区时，采用高跨设计，减少对林木的砍伐。</p> <p>(4) 本工程输电线路在跨越沿线小河、小溪、沟渠或坝塘等地表水体时充分利用两岸山头、山包等有利地形抬升导线对地高度，加大两塔之间的间距，采取一档跨越，不在水域范围内立塔，减少工程建设造成的扰动面积。</p> <p>(5) 根据工程特点合理规划设计使用档距大，根开小的塔型，从而减小线路走廊，减少土地占用，减少对农业、林业生态环境的破坏。</p> <p>(6) 塔基的设计因地制宜采取全方位长短腿配高低基础，最大限度地适应地形变化的需要，避免塔基大开挖，保持原有的自然地形，尽量减少占地和土石方量，使塔位与原始地貌相吻合，保护塔基的自然环境及稳定。</p> <p>(7) 优化杆塔定位，塔基尽量落在植被稀疏并便于施工区域，减少塔基施工阶段造成的扰动和破坏。</p> <p>(8) 对施工期间需修建的道路，原则上利用已有道路或在原有路基上拓宽，拓宽道路要保持原有水土保持措施；对施工临时进场公路在施工结束后无使用要求的，应恢复原有植被；山地施工人抬便道在施工结束后尽快恢复自然植被，保持原有生态环境。</p>	设计单位 建设单位 施工单位
选址选线设计阶段	电磁	<p>(1) 工程选线时充分征求当地政府及规划等相关职能部门的意见，优化路径，避让城镇规划区、开发区、居民区、军事设施、厂矿、大型采石场等重要区域，将区域环境影响控制在最低限度。</p> <p>(2) 综合考虑电磁场影响因素，输电线路合理设计塔型，选用合适的导线面积、分裂间距及金具附件等，尽量提高导线高度。</p> <p>(3) 为减小线路电磁场叠加影响，在经过沿线村庄时，本期线路应尽量远离原有线路。在跨越现有线路时，跨越点应选在远离居民点且人群活动较少的地段，并尽量抬高跨越段导线。</p>	设计单位 建设单位 施工单位

阶段	影响类别	环境保护措施	环保措施责任单位
		<p>(4) 对沿线重要的通讯设施, 依据相关设计规程进行影响识别; 对通信光缆电磁危险影响超过容许值的乡镇Ⅲ级电信线路采用电缆保安器的保护措施; 对地方铁路架空巡防明线的防护采用安装固定式放电器的办法。</p> <p>(5) 杆塔定位时, 尽量避让沿线居民点和民房。</p> <p>(6) 严格按照《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》(GB50545-2010), 结合项目区周围的实际情况和工程设计要求, 500kV 输电线路均不跨越居民住房及顶部为易燃材料的建筑物, 并对输电线路两侧边线外 5m 以内的常年住人房屋进行工程拆迁。</p> <p>(7) 确定导线与地面、建筑物、树木、公路、河流及各种架空线路的距离时, 导线弧垂及风偏的选取按《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》(GB50545-2010) 执行。</p> <p>(8) 在设备定货时要求导线、均压环、终端球和其它金具等提高加工工艺, 防止尖端放电和起电晕。</p> <p>(9) 工频电场达标控制措施</p> <p>①本工程 5E1Y3-Z1、5E1Y3-Z2 典型杆塔经过一般区域时, 为使架空线路下方工频电场强度均满足 10kV/m 控制限值, 导线最小对地高度需分别抬升至 11.4m、11.5m。</p> <p>②线路经过居民区, 可采取导线抬升措施或拆迁措施使工频电场达标: 导线抬升措施: 5E1Y1-Z1/Z2 型塔线路导线抬高到 20.4m 以上、E1Y3-Z1 塔、5E1Y3-Z2 塔线路分别抬高至 20.3m、20.9m 以上。 拆迁措施: 导线最小对地高度为 14m 时, 5E1Y1-Z1/Z2 型塔线路最大拆迁控制范围为边导线外 12.4m、5E1Y3-Z1 塔、5E1Y3-Z2 塔线路最大拆迁控制范围为分别为边导线外 12.9m、13.2m。 在工程技术条件允许的前提下, 本环评推荐采用导线抬升措施控制电磁环境影响。</p>	
	噪声	合理选择导线截面和相导线结构以降低线路的电晕噪声水平。	设计单位 建设单位 施工单位
选址 选线 设计 阶段	水土保持	<p>(1) 根据地质地貌、基础受力等情况, 优先规划设计承受力大、施工运输方便、小埋深的原状土基础。</p> <p>(2) 土石方开挖必须按设计要求进行施工, 避免爆破, 减少水土流失。</p> <p>(3) 设计时注意填挖平衡, 减少土石方量。基面和基坑开挖出的土石方, 在永久占地范围内回填、夯实、平整, 就地利用, 不外弃。</p> <p>(4) 在塔基基础回填时, 尽量恢复成原有的自然地形, 并对施工造成的植被破坏进行恢复。</p> <p>(5) 塔位排水措施: 各个塔位或单个塔腿要求做成龟背型或斜面、恢复自然排水。对可能出现汇水面的, 积水面塔位要求开挖排水沟, 并接入原地形自然排水系统。</p> <p>(6) 基坑开挖: 基坑开挖凡能成形的基坑, 均采用“坑壁”代替基础底板模板</p>	设计单位 建设单位 施工单位

阶段	影响类别	环境保护措施	环保措施责任单位
		<p>方式开挖，尽可能减少开挖量。对位于陡峭山崖、高边坡的塔位，不允许爆破施工，采用人工开挖。</p> <p>（7）边坡保护：对部分塔位开挖后出现易风化、剥落、掉块的上、下边坡均采用浆砌块石保护；对较好的岩石边坡视现场地质情况作放坡处理。</p> <p>（8）用砂浆抹面进行岩体表面保护。对个别塔位表面岩体破碎，水土极易流失，采用 M7.5~M10 砂浆抹面。保护范围为塔位表面破坏面积。</p> <p>（9）施工场地进行植被恢复，确保不发生塌方，减少水土流失。</p>	
施工阶段	生态	<p>（1）施工尽量减少地表扰动；分片开挖，尽量做到土石方挖填平衡；施工结束后立即进行土地整治，恢复植被，防治水土流失，保护生态环境。</p> <p>（2）尽量做到土石方挖填平衡，临时堆放时采取拦挡及遮盖措施；施工结束后立即进行土地整治，恢复植被，防治水土流失，保护生态环境；施工不向周边水体排放污水和弃置、倾倒垃圾。</p> <p>施工期生态保护与恢复措施详见第 7 章。</p>	建设单位 施工单位
施工阶段	生态保护红线	<p>（1）进一步优化线路选址选线，通过塔基位微观调整与线路摆动，尽可能避让呈块状分布的生态保护红线密集区，尽可能利用生态保护红线间隙立塔，从生态保护红线零星分布区域或间隙走线，尽量缩短穿越生态保护红线的线路长度，在生态保护红线内不立或少立塔基，减小在生态保护红线内的塔基数量和工程占地，最大限度减小对生态保护红线的影响。</p> <p>（2）在施工图设计阶段按照环境保护法律法规、生态保护红线以及国家和地方公益林管控要求、环境影响评价文件要求开展生态环境保护专项设计，明确涉及生态保护红线的塔基落点位置、塔基数、占用面积等技术参数，进一步落实对生态保护红线的各项保护措施和要求。</p> <p>（3）在生态保护红线内优先采用环境友好型的无人机放线施工工艺，以及索道运输、人畜运输材料等对生态环境破坏较小的施工工艺，减少临时占地，减少地表扰动和植被破坏范围。</p> <p>（4）不在生态保护红线内设置“三场”。经综合调配利用后，本工程输电线路土石方挖填平衡，无需设置取土场和弃土场，也不另设砂石料堆场（充分利用塔基施工场地）。本工程塔基基础开挖土方先临时集中堆放在塔基施工场地范围内，待基础浇筑完成后全部在塔基永久占地范围内回填、夯实、平整，就地利用，不外弃，施工结束后对塔基区（非硬化裸露地表）通过播撒草籽等方式进行植被恢复。</p> <p>（5）不在生态保护红线内布设施工营地，输电线路每个施工点的施工营地租用生态保护红线外沿线当地村民房屋或工棚。施工人员的生活污水、生活垃圾利用当地设施（如化粪池、厕所、垃圾池等）进行收集处理，不漫排、不乱弃，最大限度减小对生态保护红线生态环境的影响。</p> <p>（6）进一步减少和优化生态保护红线内的临时施工道路。临时施工道路尽可能利用保护区内已有乡村公路、机耕路、林区小路、人抬道路等现有道路；局部交通条件较差的山丘区，尽可能通过索道运输、人力或畜力将施工材料运至塔基附近，减少新开辟临时施工道路和大型施工机械对植被的破坏；由</p>	建设单位 施工单位

阶段	影响类别	环境保护措施	环保措施责任单位
		<p>于施工工艺需要需修建的道路，原则上充分利用已有道路或在原有路基上拓宽，拓宽道路要保持原有水土保持措施，必须新修道路时，应尽量减少道路长度，并严格控制道路宽度，同时避开林草植被密集区，最大限度减小临时施工道路对植被的破坏和生态环境的影响。</p> <p>（7）生态保护红线范围内的塔基严格控制施工范围，对占地红线范围内的表土进行剥离存放，用于绿化恢复；临时堆土及时回填，控制其堆存规模及范围，减少新增临时占地。</p> <p>（8）禁止在生态保护红线范围内堆放建筑垃圾和生活垃圾，建筑垃圾、生活垃圾等固体废物应及时运出生态保护红线外并按要求处置。</p> <p>（9）加强对施工人员的教育和管理，使他们了解生态保护红线的重要意义，在施工过程中注意保护生态环境，严禁捕猎、捕食野生动物和随意砍伐、践踏植被。</p> <p>（10）合理安排施工时序，尽量避开野生动物分布区，生态恢复采用乡土植被，维护生态保护红线内的生物多样性。</p> <p>（11）工程施工结束后，建设单位必须组织和督促施工单位再次清理施工场地，将残余建筑垃圾或生活垃圾等固体废物彻底清运出生态保护红线外集中处置，做到“工完、料尽、场地清”，严禁随意在生态保护红线内丢弃、贮存、堆放或填埋。</p>	
施工阶段	噪声	<p>（1）施工单位文明施工，加强施工期的环境管理和环境监控工作，做到预防为主，文明施工，并接受生态环境主管部门的监督管理。</p> <p>（2）施工单位应合理布置各高噪声施工机械，采用噪声水平满足国家相应标准的施工机械设备或带隔声、消声的设备，控制设备噪声源强。</p> <p>（3）优化施工方案，合理安排工期，对位于环境保护目标附近的塔基应限制夜间施工，位于一般地区的塔基施工应尽量安排在白天进行。</p> <p>（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。</p> <p>（5）加强施工车辆在施工区附近的交通管理，当车辆途经附近居民点时，限速行驶、不高音鸣号，以减少施工车辆行驶对沿途居民点的噪声影响。</p> <p>（6）向沿线受影响的居民和有关单位做好宣传工作，加强施工现场的科学管理，做好施工人员的环境保护意识的教育；大力倡导文明施工的自觉性，尽量降低人为因素造成施工噪声的加重。</p> <p>（7）建筑施工工程招投标时，招标单位应将降低环境噪声污染和防止环境噪声扩散的措施列为施工组织设计内容和招标投标重要条件，并在与中标单位签订的合同中予以明确。</p>	建设单位 施工单位
施工阶段	废气	<p>（1）施工过程中遇到干燥、易起尘的土方工程作业时，应采取洒水降尘措施，并尽量缩短起尘操作时间。</p> <p>（2）施工单位加强施工区的规划管理，物料堆场等定点定位，开挖土方集中堆放、及时回填，对临时堆放的弃土弃渣和砂石料采取防护措施，如覆盖薄膜或防尘布（网）等，减少扬尘的影响。</p> <p>（3）施工过程中产生的弃土、弃料及其它建筑垃圾，应及时清运。若在工地</p>	施工单位

阶段	影响类别	环境保护措施	环保措施责任单位
		<p>内堆置超过一周的，应覆盖防尘布或防尘网，防止风蚀起尘及水蚀迁移。</p> <p>（4）运输垃圾、渣土、砂石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，并按照规定路线和时间行驶，控制扬尘污染。</p> <p>（5）施工期间需使用混凝土时，可使用预拌商品混凝土或者进行密闭搅拌并配备防尘除尘装置，不得现场露天搅拌混凝土、消化石灰及拌石灰土等。</p> <p>（6）加强对施工机械、运输车辆的维修保养，禁止不符合国家废气排放标准的机械和车辆进入工区。</p> <p>（7）施工现场严禁将包装物、可燃垃圾等固体废弃物就地焚烧。</p>	
施工阶段	废水	<p>（1）建设期间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，施工临时道路要尽量利用已有人抬道路。</p> <p>（2）施工中临时堆土点应远离跨越的水体，不得在水体附近临时堆土；基础钻孔或挖孔的渣不能随意堆弃，应运到指定地点堆放。</p> <p>（3）尽可能集中配置混凝土，在施工现场拌和混凝土，并对砂、石料冲洗废水经简易沉淀后回用，不外排。</p> <p>（4）线路跨越沿线河流时，塔位选在地势较高处尽量远离河道，一档跨越，不在水域内建塔。</p> <p>（5）输电线路施工人员租住沿线村民房屋，施工人员产生的生活污水利用当地的污水处理设施（如化粪池、厕所等）进行收集处理，不漫排。</p> <p>（6）线路在经过威宁县玉龙乡新发水库集中式饮用水水源保护区北侧路段时，加强施工管理，不在水源保护区内设置牵张场、堆料场、弃渣场、施工营地，不在水源保护区内开辟施工道路。</p>	施工单位
施工阶段	固体废物	<p>（1）输电线路施工现场不设置施工营地，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。</p> <p>（2）输电线路施工中临时堆土点应远离水体，及时采取挡护措施；严禁向附近水体排放工程弃土、废泥浆、废弃的混凝土、生活垃圾等施工废物。</p> <p>（3）临时土石方应集中堆放、及时回填，以减少弃土弃渣的产生。</p> <p>（4）尽量回收可利用的废建材，对于不可回收利用的建材和建筑垃圾由施工单位运送至指定的垃圾填埋点。</p> <p>（5）施工临时占地采取隔离保护措施，如铺设彩条布、草垫或棕垫，防止施工活动破坏地表植被；施工结束后将多余砂石料、混凝土残渣等及时清除，以免影响后期土地功能和植被恢复，做到“工完、料尽、场地清”。</p> <p>（6）施工结束后全面清理可能残留的建筑垃圾和生活垃圾，全面做好迹地清理和恢复。</p>	施工单位
施工阶段	环保管理	<p>（1）施工招标文件中列有环境保护方面的内容，要求施工单位在正式施工前编制施工过程环境保护计划，并要通过业主的认可。</p> <p>（2）加强施工监理，保证施工中的环保措施得到落实。</p> <p>（3）施工应落实设计文件、本环评文件及其批复中提出的环境保护要求。设备采购和施工合同中应明确环境保护要求，环境保护措施的实施和环境保护</p>	建设单位 施工单位

阶段	影响类别	环境保护措施	环保措施责任单位
		设施的施工安装质量应符合设计和技术协议书、相关标准的要求。	
运行阶段	电磁	确保本工程产生的工频电场、工频磁场满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）控制限值要求，即公众暴露工频电场强度控制限值4000V/m、工频磁感应强度100μT；架空输电线路下的耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所，其电场强度控制限值为10kV/m。	建设单位 运行单位
	噪声	新建输电线路沿线各声环境保护目标的环境噪声满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中相应功能区标准限值要求。	建设单位 运行单位
	管理和宣传	（1）加强对线路附近居民的宣传教育工作，传播工频电磁场等方面的环保知识，减少误会及投诉等事件。 （2）建立各种警告、防护标识，避免意外事故发生。 （3）加强环境保护管理，制定环境保护管理制度，依法进行运行期的环境管理和环境监测工作。 （4）工程建成投运后在规定时限内依法开展竣工环境保护验收工作。	建设单位 运行单位
/	其他环保措施	（1）按《电力设施保护条例》，500kV 线路边导线外20m为电力线路保护区范围，建议沿线各区县规划部门将保护区范围内的土地控制使用，禁止新建民房、学校等人员常住的建筑物。 （2）施工招标文件中应有环境保护方面的内容，施工单位在正式施工前应编制施工过程环境保护计划，并要通过业主的认可。	设计单位 建设单位 施工单位

以上措施是根据本工程特点、工程设计技术规范、环境保护要求拟定的，并从工程选址选线、设计、施工、运行各阶段针对各种环境影响因子，提出了相应的环境保护措施，符合环境保护的基本原则，即“避让、减缓、恢复”的原则。体现了“预防为主、环境友好”的设计理念。

8.2 拟采取环境保护措施经济、技术可行性分析

本工程各项环境保护措施大部分是根据国家环境保护要求及相关的设计规程规范提出、设计，本着以预防为主，在工程建设的同时保护好环境的原则，工程所采取的环保措施主要针对工程设计和施工阶段，即在输电线路选址选线时结合当地区域总体规划，避开有关环境敏感区域，以保持当地良好的生态环境。对通讯线路采取保护设计措施，在塔杆设计中，因地制宜，不同的地形采用不同的降基处理，以减少对原生土的破坏，且作全方位高低腿和主柱加高基础设计，以适应各个塔位自然地形。各塔基处因地制宜地设计护坡、护面、挡土墙、绿化等方案，以防止水土流失的现象产生。

这些防治措施大部分是已运行输变电工程实际运行经验，结合国家环境保护要求而设计的，故在技术上合理易行。又由于是在设计阶段就充分考虑，避免了“先污染后治理”的被动局面，减少了财物浪费，既保护了环境，又节约了经费。因此本工程已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

本工程动态总投资 17571 万元，其中环保投资为 145 万元，占工程总投资的 0.83%。

环保投资估算见表 8.3-1。

表 8.3-1 工程环保投资估算表 单位：万元

序号	项目	投资	备注
一	环境保护设施、措施费	70	
1	施工临时环保措施	10	包括场地喷洒、材料覆盖和垫护、环保教育培训等
2	水土保持、生态恢复投资	60	包括新增工程措施、植物措施、临时措施
二	其他费用	75	
1	环评及环保竣工验收费	50	
2	监理和监测	20	
3	环境保护管理	5	包括环境保护培训、宣传，公众协调费用
三	环保投资合计	145	
四	工程静态总投资	17571	
五	环保投资占总投资比例（%）	0.83	

9 环境管理与监测计划

本工程的建设将会不同程度地对线路沿线的自然环境和社会环境造成一定的影响。施工期和运行期应加强环境管理，执行环境管理和监测计划，掌握工程建设前后实际产生的环境影响变化情况，确保各项环保防治措施的有效落实，并根据管理、监测中发现的信息及时解决相关问题，尽可能降低、减少工程建设对环境带来的负面影响，力争做到经济、社会、环境效益的统一和可持续发展。

9.1 环境管理

9.1.1 环境管理机构

建设单位云南电网有限责任公司应在管理机构内配备必要的专职或兼职人员，负责环境保护管理工作。

9.1.2 施工期环境管理

本工程的施工均采取招投标制，施工招标中应对投标单位提出施工期间的环保要求，在施工设计文件中详细说明施工期应注意的环保问题，严格要求施工单位按设计文件施工，特别是按环保设计要求施工。建设方在施工期间应有专人负责施工监督管理工作，对施工中的每一道工序都应严格检查是否满足环保要求，并不定期地对施工点进行监督抽查。

施工期环境管理的职责和任务如下：

- （1）贯彻执行国家的各项环保方针、政策、法规和各项规章制度。
- （2）制定工程施工中的环保计划，负责施工过程中各项环保措施实施的监督和日常管理。
- （3）收集、整理、推广和实施工程建设中各项环境保护的先进经验和技術。
- （4）组织施工人员进行施工活动中应遵循的环保法规、知识的培训，提高全体施工人员文明施工的认识和能力。
- （5）负责日常施工活动中的监理工作，做好工程用地区域的环境特征调查，对环境敏感目标做到心中有数。

（6）在施工计划中应适当计划设备运输道路及运输时间，以避免影响当地居民生活，施工中应考虑保护生态和减小水土流失，合理组织施工以减少占用临时施工用地。

（7）做好施工中各种环境问题的收集、记录、建档和处理工作。

（8）监督施工单位，保证在主体工程施工完成时水保设施、环保设施等各项保护工程同时完成。

（9）工程竣工后，将各项环保措施落实完成情况上报当地环保主管部门。

9.1.3 运行期环境管理

根据工程建设地区的环境特点，在运行主管单位宜设立环境管理部门，配备相应专业的管理人员。

环境管理的职能为：

（1）制定和实施各项环境管理计划。

（2）组织和落实项目运行期的环境监测、监督工作，委托有资质的单位承担本工程的环境监测工作。

（3）掌握项目所在地周围的环境特征和重点环境敏感目标情况。建立环境管理和环境监测技术文件，做好记录、建档工作。技术文件包括：污染源的监测记录技术文件；污染控制、环境保护设施的设计和运行管理文件；导致严重环境影响事件的分析报告和监测数据资料等。

（4）检查治理设施运行情况，及时处理出现的问题，保证治理设施的正常运行。

（5）不定期地巡查线路各段，特别是各环节保护对象，保护生态环境不被破坏，保证生态保护与工程运行相协调。

（6）协调配合上级环保主管部门所进行的环境调查、生态调查等活动。

9.1.4 环境保护竣工验收

根据《建设项目环境保护管理条例》和《建设项目竣工环境保护验收技术规范 输变电》，本项目的建设应执行污染治理设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产

使用的“三同时”制度。本建设项目竣工后，建设单位应当按照国家规定的标准和程序，对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告。建设单位在环境保护设施验收过程中，应当如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的建设和调试情况，不得弄虚作假。除按照国家规定需要保密的情形外，建设单位应当依法向社会公开验收报告。

根据本工程的特点，其验收调查的主要内容见表 9.1-1。

表 9.1-1 本期工程竣工环境保护验收主要内容一览表

序号	验收要求	验收内容
1	建设前期环境保护审查、审批手续完备，技术资料与环境保护档案资料齐全。	工程环评报告书及批复情况，可研、初设批复等。
2	主要工程内容	工程设计及环境影响评价文件中提出的造成环境主要影响的主要工程内容。
3	实际工程内容及方案设计情况	核查实际工程内容及方案设计变更情况；调查电磁环境及声环境类环境保护目标处电磁环境和声环境等环境影响是否满足相应环境保护标准要求，如有超标现象，提出整改、补救措施与建议。
4	环境保护目标	环境保护目标基本情况及变更情况。
5	环境影响评价制度及规章制度	核查环境影响评价制度及其它环境保护规章制度执行情况。
6	环境保护措施落实情况及其效果	<p>环境保护设计文件、环境影响评价文件及其审批文件中提出的环境保护措施落实情况及其效果。具体验收内容如下：</p> <p>（1）调查工程各阶段（设计、施工、运行阶段）所采取的减轻生态环境影响、污染影响的环境保护措施，并对环境影响评价文件及其审批文件所提出的各项环境保护措施落实情况一一予以核实、说明。</p> <p>（2）生态环境影响的环境保护措施包括植被的保护与恢复措施、野生动物保护措施、水环境保护措施、临时占地等迹地恢复措施；自然保护区、饮用水水源保护区、云南省生态保护红线的保护措施。</p> <p>（3）污染影响的环境保护措施主要是指针对电磁环境、噪声、废水、固体废物等各类污染源所采取的保护措施。</p> <p>（4）根据调查结果，分析工程建设过程中环境保护“三同时”制度落实情况。</p>
7	环境质量和环境监测因子达标情况	根据验收监测，线路产生的工频电磁场及噪声是否满足环境影响报告书及其批复的要求。

8	工程环境保护投资落实情况	核实工程建设过程中是否已合理列支了环保投资
9	环境管理与监测计划落实情况	<p>(1) 按工程施工期和运行期两个阶段分别进行调查。</p> <p>(2) 建设单位、施工单位、监理单位及运行单位环境保护管理机构及规章制度制定、执行情况，环境保护专（兼）职人员设置情况。</p> <p>(3) 环境监测计划落实情况，本工程主要是运行期的环境监测计划落实情况。</p> <p>(4) 建设单位环境保护相关档案资料的齐备情况。</p> <p>(5) 环境影响评价文件和设计文件中要求建设的环境保护设施运行管理情况。</p>

根据《关于印发〈输变电建设项目重大变动清单（试行）〉的通知》（环办辐射[2016]84号），在项目开工前或建设过程中，应对工程最终设计方案与环评方案进行梳理对比，构成重大变动的应当对变动内容进行环境影响评价并重新报批，重大变动判定条件见表 9.1-2。

表 9.1-2 输变电项目重大变动判定依据

序号	重大变动判定依据	备注
1	电压等级升高	
2	主变压器、高压电抗器等主要设备总数量增加超过原数量的 30%	本工程无变电站内容
3	输电线路路径长度增加超过原路径长度的 30%	
4	变电站站址位移超过 500m	本工程无变电站内容
5	输电线路横向位移超出 500m 的累计长度超过原路径长度的 30%	
6	因输变电工程路径、站址等发生变化，导致进入新的自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区等生态敏感区	
7	因输变电工程路径、站址等发生变化，导致新增的电磁和声环境敏感目标超过原数量的 30%	
8	变电站由户内布置变为户外布置	本工程无变电站内容
9	输电线路由地下电缆改为架空线路	本工程无电缆工程
10	输电线路同塔多回架设改为多条线路架设累计长度超过原路径长度的 30%	

9.1.5 环保管理培训

应对与工程项目有关的主要人员，包括施工单位、运行单位、受影响区域的公众，进行环境保护技术和政策方面的宣传，从而进一步增强施工、运行单位的环保管

理的能力，减少施工和运行产生的不利环境影响，并且能够更好地参与和监督本项目的环保管理；提高人们的环保意识，加强公众的环境保护和自我保护意识。环保管理培训工作由建设单位负责组织和落实，具体的环保管理培训计划见表 9.1-3。

表 9.1-3 环保管理培训计划

项目	参加培训对象	培训内容
环境保护知识和政策	线路沿线的居民	1.电磁环境影响的有关知识 2.声环境质量标准 3.电力设施保护条例 4.其他有关的国家和地方的规定
环境保护管理培训	建设单位或负责运行的单位、施工单位、其他相关人员	1.中华人民共和国环境保护法 2.中华人民共和国水法 3.中华人民共和国环境影响评价法 4.中华人民共和国水土保持法 5.中华人民共和国野生动物保护法 6.中华人民共和国野生植物保护条例 7.中华人民共和国自然保护区条例 8.饮用水水源保护区污染防治管理规定 9.国家重点保护野生植物名录 10.国家重点保护野生动物名录 11.建设项目环境保护管理条例 12.电磁环境控制限值 13.声环境质量标准 14.其他有关的管理条例、规定
水土保持和野生动植物保护	施工及其他相关人员	1.中华人民共和国水土保持法 2.中华人民共和国野生动物保护法 3.中华人民共和国野生植物保护条例 4.国家重点保护野生植物名录 5.国家重点保护野生动物名录 6.其他有关的地方管理条例、规定

9.1.6 环境管理计划

环境管理具体计划见表 9.1-4。

表 9.1-4 环境管理计划一览表

序号	实施阶段	措施内容	实施机构	监管	
				机构	职责
1	设计及施工准备阶段	环评工作	环评单位	云南省生态环境厅、贵州省生态环境厅	技术评估、审批
2		环保措施落实到设计中，编制设计环保专册	主体设计单位	建设单位	评估设计中环保落实情况
3		核实最终设计方案与环评方案相比的变动情况	建设单位	云南省生态环境厅、贵州省生态环境厅	如工程产生重大变动，督促对变动内容进行重新评价
4		委托施工期监理	建设单位		督促开展
5	施工阶段	落实环保设计内容	施工单位、监理单位	建设单位	督促、检查
6		水土保持及生态保护		昭阳区生态环境局、鲁甸县生态环境局、威宁县生态环境局	督促、检查各属地路段施工情况，处理环保投诉
7		扬尘、施工污废水、固废渣土治理措施			
8		居民点避让、拆迁或导线抬高措施			
9	运行阶段	进行环保验收	建设单位	云南省生态环境厅、贵州省生态环境厅	
10		巡线管理，避免线路保护区内新建民房等、监控电磁、噪声影响	运行单位	昭阳区生态环境局、鲁甸县生态环境局、威宁县生态环境局	处理环保投诉

9.2 环境监测

根据输变电工程的环境影响特点，主要进行运行期的环境监测。运行期的环境影响因子主要是工频电场、工频磁场和噪声，生态环境主要以现场调查为主。

9.2.1 噪声、工频电场和工频磁场监测

9.2.1.1 监测点布置

人员活动相对频繁的输电线路路段区域，相关环境敏感目标。监测断面或点的具体布置方式在工程竣工验收报告中应予确定。

工频电场、工频磁场监测：按《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》（HJ681-2013）监测。

噪声监测：按《声环境质量标准》（GB3096-2008）监测。

选择线路弧垂最低点垂直于线路方向布设一个监测断面，线路重要交叉跨越处布设监测点，测量电磁场和噪声。

9.2.1.2 监测项目与周期

监测项目：工频电场强度（V/m）和工频磁感应强度（ μT ）和等效连续 A 声级（dB(A)）。

监测周期：①工程建成正式投产后第一年结合竣工环境保护验收监测一次；②运行期间存在投诉或纠纷时进行监测；③例行环境监测计划或生态环境主管部门要求时进行监测。

9.2.1.3 监测方法

监测方法执行国家相关规定，见表 9.2-1。

表 9.2-1 环境监测方法一览表

监测项目	监测方法	规范或标准
工频电场 工频磁场	仪器法	HJ681-2013《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》
环境噪声	仪器法	GB3096-2008《声环境质量标准》 GB12348-2008《工业企业厂界环境噪声排放标准》

9.2.3 监测计划

工程电磁环境、噪声的环境监测计划见表 9.2-2。

9.2-2 电磁环境、声环境监测调查计划表

项目	监测因子	监测布点	监测频次	监测时间	
运行期	电磁环境	电场强度、工频磁感应强度	线路沿线保护目标，及线路断面	在无雨、无雾、无雪的好天气条件下测量一次	①工程建成正式投产后第一年结合竣工环境保护验收监测一次； ②运行期间存在投诉或纠纷时进行监测； ③例行环境监测计划或生态环境主管部门要求时进行监测。
	噪声	连续等效 A 声级	线路沿线保护目标	昼、夜各测一次	①工程建成正式投产后第一年结合竣工环境保护验收监测一次； ②运行期间存在投诉或纠纷时进行监测； ③例行环境监测计划或生态环境主管部门要求时进行监测。

生态环境监测计划见表 9.2-3。

表 9.2-3 生态环境监测计划要求一览表

时期	环境问题	环境保护措施	负责部门或单位	监测频率
建设期	动植物	<p>尽量减少对当地动植物的影响；集中堆放取土场表层的熟土，待取土完毕后覆盖平铺，尽快恢复其生产力。</p> <p>在施工过程中，施工人员应注意对野生动植物的保护。如发现散生的国家级和省级重点保护植物应进行挂牌和标记，并进行避让。如无法避让，工程施工过程中应进行迁地保护，迁地保护由当地林业部门负责实施和管理，迁地要遵守就近保护原则，并保护迁地保护植物的成活率。施工时禁止猎杀兽类、鸟类和捕蛇捉蛙，施工过程中遇到鸟、蛇等动物的卵（蛋）应妥善移置到附近类似的环境中。</p>	施工单位、监理单位	建设期抽查
	生态环境	<p>各类施工严格控制在用地范围内；生态防治措施与主体工程同步进行；切实加强施工管理和临时防护，严格控制建设期可能造成的生态环境破坏。</p>	施工单位、监理单位	建设期抽查
	临时占地	<p>恢复原有植被形态；对塔基、道路等永久占地要按照“占一补一”的原则，落实异地生态补偿措施</p>	施工单位、监理单位	建设期抽查
运行期	生态环境	<p>施工结束后及时对施工场地进行清理及恢复；永久用地进行必要的生态保护措施。</p>	建设单位	运行期抽查

10 环境影响评价结论

10.1 工程概况

500 千伏鹤城输变电工程（鹤城～多乐线路）新建线路全长 44km，采用单回路架设，其中 6km 位于云南省昭通市昭阳区境内，8.5km 位于昭通市鲁甸县境内，29.5km 位于贵州省毕节市威宁县境内。

本工程占地总面积为 18.30hm²，其中永久占地 2.46hm²，临时占地 15.84hm²。本工程总挖方量为 3.14 万 m³（表土剥离 0.86 万 m³），填方量为 3.14 万 m³（表土回覆 0.86 万 m³），土石方平衡。

本工程动态总投资 17571 万元，其中环保投资为 145 万元，占工程总投资的 0.83%。

本工程计划于 2023 年 9 月建成投运。

10.2 工程与产业政策及相关规划的相符性

（1）与产业政策相符性

本工程属于《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（2021 年修订）中第一类（鼓励类）第四项第 8 条的“500kV 及以上交、直流输变电项目”。工程建设符合国家相关产业政策。

（2）与区域电网规划相符性

2020 年 11 月 6 日国家能源局以 国能综函电力〔2020〕183 号《国家能源局关于同意云南 500 千伏柳井输变电工程等 3 个项目补充纳入 2020 年电网主网架规划的复函》明确将本工程鹤城 500 千伏输变电工程补充纳入 2020 年电网主网架规划。

2020 年 11 月 20 日，云南省能源局以《云南省能源局关于加快推进 500 千伏柳井输变电工程等 3 个项目建设工作的通知》明确：本工程为云南省 2020 年电网主网架建设项目之一，要加快推进项目前期工作，尽快完成项目核准，及时开工建设，按照绿色铝硅项目建设投产时序同步建成，保障项目用电需求。

因此，本工程的建设与区域电网规划相符。

（3）工程与城乡规划的相符性

本工程新建输电线路路径已经取得当地人民政府和规划部门原则同意文件，并在

选址选线时充分考虑和采纳了当地人民政府和规划部门提出的有关意见和要求，本工程的建设与当地的城乡规划相符。

（4）与《云南省主体功能区规划》、《贵州省主体功能区规划》的相符性

本工程属于电网基础设施建设，本工程线路区域不涉及国家级及省级禁止开发区域，项目属于电网基础设施建设项目，输电线路工程建设不属于大规模连片开发，仅塔基基础占用土地，线路施工不会进行毁林开荒等严重影响生态环境的行为，不损害生态系统的稳定性和完整性，在做好环境保护和水土保持的基础上，对当地生态环境的影响较小。工程建设与《云南省主体功能区规划》、《贵州省主体功能区规划》不冲突。

（5）与《云南省生态功能区划》、《贵州省生态功能区划》的相符性

本工程永久占地面积较小，对用于农业生产的土地资源占用少，对区域的生态、农业功能影响小，输电线路运行期无“三废”污染物排放，在做好环境保护和水土保持的基础上，工程的建设规模和影响程度均不会超出沿线功能区的环境承载能力，因此，本工程与《云南省生态功能区划》、《贵州省生态功能区划》不冲突。

（6）与生态保护红线管控要求的相符性

根据《云南省人民政府关于发布云南省生态保护红线的通知》，并分别向昭通市昭阳区自然资源局、鲁甸县自然资源局查询核实，本工程输电线路不涉及云南省生态保护红线。根据《贵州省人民政府关于发布贵州省生态保护红线的通知》，并询问威宁县自然资源局，本工程在威宁县境内约有 3km 线路经过生态保护红线，类型为乌蒙山-北盘江流域石漠化生态保护红线，位于生态红线内塔基共 8 基，工程穿越生态红线区域植被以云南松林和石灰岩灌草丛为主，8 基塔基占地区现状植被为云南松林、农作物、灌草丛，植被类型较简单，且不涉及石灰岩生态脆弱地区的林地和灌丛。

线路工程在设计选线时已尽可能避让沿线各类敏感区域，项目塔基用地不涉国家法律、法规禁止开发建设的区域，符合相关法律法规要求。本工程部分塔基确实无法避让生态红线，线路塔基为点状占地，不会导致工程区域生态功能的下降；本工程设计方案中已考虑无害化的穿（跨）越方式进行，已最大限度减少工程占用生态保护红线；工程设计已采取相应生态影响减缓和恢复措施，本环评还提出了一系列针对生态

保护红线的保护措施与要求（详见第七章生态影响评价专章），减小工程施工造成的水土流失和生态环境影响，将对生态红线的影响降至最低。

建设单位组织编制了《500kV 鹤城输变电工程（昭通电网增容及 500kV 网架加强工程）之鹤城-多乐线路工程建设项目占用生态保护红线不可避免性论证方案》，并通过贵州省自然资源厅组织的审查；贵州省人民政府已将项目占用生态保护红线不可避免论证意见呈报自然资源部。从环保角度来说，本工程的建设与贵州省生态保护红线规划和管理办法要求相符。

（7）与牛栏江流域水环境保护规划的相符性

本工程输电线路位于德泽水库以下区域，不涉及水源保护核心区、重点污染控制区及重点水源涵养区，输电线路不属于排放污染物的建设项目，线路塔基占地为点位间隔式，永久占地面积小，塔基位置避开林木集中区和植被茂密区域，塔基施工临时占地尽可能选择在植被稀疏或无植被区域，线路施工对生态环境影响有限，且输电线路运行期无废气、废水和固体废物产生，不会对水体造成严重污染。

线路路径远离德泽水库枢纽工程、干河泵站及输水线路等补水工程设施，工程建设不会对牛栏江滇池补水工程造成影响，不会影响或破坏补水工程设施。

因此，本工程建设与《牛栏江流域（云南部分）水环境保护规划（2009-2030年）》和《云南省牛栏江保护条例》不冲突。

10.3 环境质量现状评价结论

（1）电磁环境

根据现状监测，线路沿线监测点工频电磁场水平均低于 4000V/m 和 100 μ T 的标准限值，电磁环境质量良好。

（2）声环境

根据现状监测，500kV 鹤城变电站出线侧噪声满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准，团结村 4 组受 G85 渝昆高速、213 国道影响噪声满足 4a 类标准，其余各监测点均可满足 1 类标准。

（3）生态环境

①植物与植被现状调查

评价区目前的自然植被主要是次生半湿润常绿阔叶林、半湿润落叶阔叶林、次生暖温性针叶林、暖温性灌丛、暖温性草丛 5 个植被型；主要有滇青冈林、云南松林、火棘灌丛、西南栒子灌丛、云南松石灰岩灌丛、云南松稀树灌草丛、米花灌草丛、中华山蓼灌草丛、黄茅灌草丛等群系，人工植被包括经济果木林及耕地，主要种植苹果、核桃、玉米等，该区域的这类次生植被的群落高度、结构和质量下降，生物多样性较低。评价区维管植物共计有维管植物 97 科 226 属 339 种。评价区分布有国家 II 重点保护野生植物 1 种：金荞麦，不受施工占地影响；评价区未发现省级重点保护野生植物；评价区内列入 IUCN 物种红色名录濒危物种（EN）有 1 种：珍珠菜；近危物种（NT）有 3 种：云南铃、乌鸦果、云南油杉，不受施工占地影响；评价区分布有特有植物 43 种，可能受施工占地影响的特有种主要有 14 种，主要有云南松、粉叶小檗、金花小檗、中华老鹳草、尖萼金丝桃、窄叶火棘、火棘、峨眉蔷薇、滇榛、爆杖花、醉鱼草、接骨木、艾叶火绒草、密枝龙胆，属于广布和常见种，工程占用特有种仅对植物个体数量造成减少，不会对区域资源量、生物多样性造成影响。

②陆生野生动物调查与评价

工程评价区内野生动物主要分布在人为干扰相对较小的密灌和林地中，其他区域由于人为干扰较多，动物种类和密度均较小。经实地调查和查阅相关研究资料初步统计，评价区两栖动物有 1 目 3 科 7 种，爬行类动物有 1 目 3 科 7 种，鸟类有 13 目 29 科 63 种，哺乳类有 6 目 8 科 17 种。评价区可能出现的列入国家 II 级重点保护野生动物 9 种，雀鹰、凤头鹰、普通鵟、松雀鹰、鹊鹑、红隼、领角鸮、红胁绣眼鸟、细脆蛇蜥；贵州重点保护动物 17 种；滇侧褶蛙、无指盘臭蛙、泽蛙、双团棘胸蛙、云南小狭口蛙、粗皮姬蛙、王锦蛇、绿瘦蛇、繁花林蛇、昆明小头蛇、黑线乌梢蛇、大杜鹃、八声杜鹃、星头啄木、戴胜、大山雀、小鹿。《中国生物多样性红色名录》中濒危（EN）3 种：细脆蛇蜥、双团棘胸蛙、王锦蛇；易危（VU）2 种：黑线乌梢蛇、小鹿；近危（NT）7 种：凤头鹰、鹊鹑、无指盘臭蛙、鸱鸺、云南半叶趾虎、贵州菊头蝠、狗獾；分布有特有种 2 种：小鹿、贵州菊头蝠。工程不涉及保护及特有动物的集中分布区。

③生态保护红线

根据《云南省人民政府关于发布云南省生态保护红线的通知》，并分别向昭通市昭阳区自然资源局、鲁甸县自然资源局查询核实，本工程输电线路不涉及云南省生态保护红线。

根据《贵州省人民政府关于发布贵州省生态保护红线的通知》，并询问威宁县自然资源局，本工程在威宁县境内约有 3km 线路经过生态保护红线，类型为乌蒙山-北盘江流域石漠化生态保护红线，位于生态红线内塔基共 8 基，工程穿越生态红线区域植被以云南松林和石灰岩灌草丛为主，8 基塔基占地区现状植被为云南松林、农作物、灌草丛，植被类型较简单，且不涉及石灰岩生态脆弱地区的林地和灌丛。

（4）地表水环境

本工程新建线路沿线未跨越大型河流，线路终点接至昭通市鲁甸县江底镇境内原永丰～多乐 I 回 500kV 线路，改接点位于牛栏江北岸，距牛栏江约 800m，线路不跨越牛栏江。

根据《昭通市地表水环境状况公报（2021 年）》，牛栏江江底桥断面水质达《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中 I 类水质标准，水质状况较优。

（5）大气环境

根据《昭通市环境空气状况公报（2020 年度）》，《毕节市 2020 年生态环境状况公报》，项目所在区域为环境空气达标区，环境质量达到《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准。

10.4 环境影响评价结论

10.4.1 施工期环境影响评价结论

10.4.1.1 生态影响评价结论

（1）本工程建设不会造成评价区内生态系统结构和功能的改变，也不会造成某种动、植物物种的消亡，对评价区自然系统生产力和生物量影响较小。工程在采取相应的环境保护措施的基础上，产生的生态影响在可接受范围内。

（2）本工程输电线路占地呈点状线性分布，空间跨度大，永久占用生态保护红线面积较小，对穿越的乌蒙山—北盘江流域石漠化红线的影响较小。

总体来看，本工程对沿线评价范围内的动、植物和自然生态系统影响有限，在采取必要的、具有针对性的生态保护与恢复措施后，项目建设对区域的生态影响能够控制在可以接受的水平。

10.4.1.2 声环境影响评价评价结论

线路工程各施工点分布较为分散，其工程量很小，施工时间短，虽然在混凝土浇筑时可能会连续施工，但工程所经地区主要为山地、丘陵，受机械噪声及运输噪声影响的人口少，因此，线路施工时对周边声环境的影响很小。

10.4.1.2 施工扬尘影响评价结论

输电线路属线性工程，基本上是点式施工，施工活动主要集中在杆塔处，施工点分散，每基杆塔基础工程量较小，施工规模很小，单个塔基持续时间短，因此线路施工期对大气环境影响很小。

10.4.1.4 固体废物影响评价结论

本工程输电线路大部分位于丘陵山地，线路跨距长、塔基分散，经土石方平衡线路不产生永久弃渣。

线路施工人员租住在施工段附近的村镇，其生活垃圾清运至当地的堆放场或转运站，不随意丢弃，对环境的影响很小。

10.4.1.5 污水影响评价结论

输电线路施工时每个施工点人数较少，租用当地的居民房，产生生活污水采用当地已有的化粪池等处理设施进行处理，对地表水水质的影响不大。

10.4.2 运行期环境影响评价结论

10.4.2.1 电磁环境影响评价结论

理论计算选择本工程所使用的 5E1Y1-Z1/Z2、5E1Y3-Z1、5E1Y3-Z2 典型直线塔型进行预测计算：

（1）工频电场

线路经过一般地区（导线对地最小距离 11m），5E1Y1-Z1/Z2 塔线路下方满足农田区域 10kV/m 标准限值要求，5E1Y3-Z1、5E1Y3-Z2 塔线路分别将导线抬高至 11.4m、11.5m 方可满足农田区域 10kV/m 标准限值要求。

（2）线路经过居民区

线路经过居民区时，可采取导线抬升措施、拆迁措施使线路运行时的工频电磁场影响降低到可接受的范围内。

①导线抬升措施

预测高度为 1.5m（敏感点一层房）时，5E1Y1-Z1/Z2、E1Y3-Z1、5E1Y3-Z2 塔线路分别抬高至 19.4m、20.3m、20.9m，线路下方工频电场小于 4000V/m 控制限值要求。

预测高度为 4.5m（敏感点二层房）时，5E1Y1-Z1/Z2、E1Y3-Z1、5E1Y3-Z2 塔线路分别抬高至 20.4m、21.2m、21.7m，线路下方工频电场小于 4000V/m 控制限值要求。

②拆迁措施

为满足居民区工频电场 4000V/m 标准限值，在距离地面不同预测高度下，线路经过居民区导线最小对地高度为 14m 时，线路的电磁影响控制范围即最大拆迁范围为：

预测高度为 1.5m（敏感点一层房）时，5E1Y1-Z1/Z2、5E1Y3-Z1、5E1Y3-Z2 塔线路边导线外 12.3m、12.8m、13.1m 小于 4000V/m 控制限值要求。

预测高度为 4.5m（敏感点二层房）时，5E1Y1-Z1/Z2、5E1Y3-Z1、5E1Y3-Z2 塔线路边导线外 12.4m、12.9m、13.2m 小于 4000V/m 控制限值要求。

综合比较导线抬升措施和拆迁措施，本工程技术条件允许的前提下，本环评推荐采用导线抬升措施控制电磁环境影响。

（2）工频磁场

由预测可知，导线最小对地距离为 11m 时、14m 时，5E1Y1-Z1/Z2、5E1Y3-Z1、5E1Y3-Z2 线路下方的磁感应强度均低于标准限值 100 μ T。

10.4.2.2 声环境影响评价结论

从类比监测结果可知，本工程运行期线路下方和其沿线环境敏感点的噪声水平可满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）1 类标准，即昼间 55dB(A)、夜间 45dB(A)的要求。本工程沿线多为农村地区及山地，与线路距离较近的居民点采取避让或抬高导线措施后，线路可听噪声对当地居民的影响较小。

10.4.2.3 地表水环境影响评价结论

输电线路运行期间不产生废水，对沿线水环境无影响。

10.5 环境保护措施分析

本工程在设计、施工、运行阶段均采取了相应环境保护措施，具体参见本报告第 8.1 节。本工程各项环境保护措施大部分是根据国家环境保护要求及相关的设计规程规范提出、设计，同时结合已建成的同等级的输变电工程设计、实际运行经验确定的，因此在技术上合理、可操作性强。同时，这些环保措施在设计、施工阶段就已充分考虑了从设计的源头减少污染源强及其影响范围，有效避免了先污染（破坏）后治理的被动局面，减少了物财浪费，既保护了环境，又节约了经费。因此，本工程采取的环保措施在技术上可行、经济上是合理的。

10.6 公众参与结论

根据《500 千伏鹤城输变电工程（鹤城～多乐线路）环境影响评价公众参与说明》，本工程采用在网站、报纸发布环境影响评价信息、环境影响报告书征求意见稿以及在建设项目所在地公众易于知悉的场所张贴公告等方式进行了公众参与，征求与建设项目环境影响有关的意见。本次公众参与程序合法、形式有效。本次公众参与未收集到公众对本项目环境影响和环境保护措施有关的建议和意见。

10.7 综合结论

500 千伏鹤城输变电工程（鹤城～多乐线路）建设符合国家产业政策，符合区域电网规划，符合城乡规划，符合相关法律法规和相关规划要求，在设计、施工、运行过程中将按照国家相关环境保护要求，分别采取一系列环境保护措施，本环评在对其论证分析的基础上，针对本工程特点新增了一系列环境保护措施。在严格执行设计中已有和本环评新增的污染防治及生态保护措施后，本工程建设对电磁环境、声环境的影响能够满足国家相关标准要求，对区域的生态影响能够控制在可以接受的水平。

从环境保护的角度，本工程建设是可行的。

附件1

委 托 书

广西泰能工程咨询有限公司：

根据我公司招投标结果，现已确定你单位为昭通电网增容及500kV网架加强工程环境影响评价单位。为执行国家开发建设项目有关管理规定，现委托贵公司开展昭通电网增容及500kV网架加强工程环境影响评价报告书及水土保持方案报告书编制工作，请按照《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》、《中华人民共和国水土保持法》、《中华人民共和国水土保持法实施条例》、《开发建设项目水土保持方案编报审批管理规定》以及国家开发建设项目有关管理规定，依法依规编制建设项目环境影响报告书和水土保持方案报告书，并取得生态环境主管部门、水行政主管部门批复文件，其他未尽事宜在合同中明确。

联系人：赵治钦

联系电话：183 8716 0513

云南电网有限责任公司建设分公司

2020年4月9日



国家能源局

国能综函电力〔2020〕183号

国家能源局综合司关于同意云南 500 千伏 柳井输变电工程等 3 个项目补充纳入 2020 年电网主网架规划的复函

云南省能源局：

报来《关于请求同意重点输变电项目 2020 年开工建设的请示》（云能源电力〔2020〕79 号）收悉。经委托咨询机构评估，现函复如下：

你局提出规划建设的柳井、鹤城 500 千伏输变电工程及龙海—铜都 500 千伏线路工程，可满足文山、昭通及滇东北地区经济社会发展的新增用电需求，现同意将上述项目补充纳入 2020 年电网主网架规划。请你们加快推进相关规划前期工作，按规定程序办理相关手续。

特此函复。



抄送：中国南方电网有限责任公司

中华人民共和国国家发展和改革委员会

发改办能源〔2021〕754号

国家发展改革委办公厅关于500千伏 鹤城输变电工程（鹤城~多乐线路） 相关工作的复函

云南省、贵州省发展改革委：

报来《关于恳请支持500千伏鹤城输变电工程（鹤城—多乐线路）的请示》（云发改基础〔2021〕724号）收悉。经研究，现就有关事项函复如下：

一、500千伏鹤城输变电工程是《国家能源局综合司关于同意云南500千伏柳井输变电工程等3个项目补充纳入2020年电网主网架规划的复函》（国能综函电力〔2020〕183号）明确的重点电网工程，对于支撑昭通市负荷发展和提高供电可靠性等方面具有重要作用。

二、500千伏鹤城—多乐线路是500千伏鹤城输变电工程的建设内容之一，线路起止点均位于云南省境内，部分线路（约30公里）途经贵州省威宁县境内。

三、考虑到500千伏鹤城—多乐线路在物理上与贵州电网无

电气联系，同意该线路工程由云南、贵州两省发展改革委联合核准。

特此函复。



抄送：国家能源局，云南省、贵州省能源局，云南、贵州能源监管办，中国南方电网有限责任公司。



昭通市生态环境局

昭环函〔2020〕59号

昭通市生态环境局关于确认昭通电网增容及500kV网架加强工程环境影响评价标准的复函

广西泰能工程咨询有限公司：

你公司《关于申请确认昭通电网增容及500kV网架加强工程环境影响评价标准的函》（泰能评价咨〔2020〕84号）收悉，根据项目环境实际情况复函如下：

一、环境质量标准

（一）环境空气：执行《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）二级标准。

（二）水环境：线路跨越牛栏江，执行《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）III类标准。

（三）声环境：输电线路沿线乡村地区执行《声环境质量标准》（GB 3096-2008）1类标准；500kV鹤城变电站厂界外执行《声环境质量标准》（GB 3096-2008）2类标准；输电线路经过交通干线执行《声环境质量标准》（GB 3096-2008）4a类标准。

二、污染物排放标准

（一）电磁环境：根据《电磁环境控制限值》（GB 8702

-2014), 公众曝露的工频电场限值为 4000V/m, 架空输电线路下的耕地、园地、牧草地、禽畜养殖地、养殖水面、道路, 其频率 50Hz 的电场强度控制限值为 10kV/m; 公众曝露的磁感应强度限值为 100 μ T。

(二) 污水: 执行《污水综合排放标准》(GB 8978-1996) 一级标准。

(三) 噪声: 施工期噪声执行《建筑施工厂界环境噪声排放标准》(GB 12523-2011) 标准; 运行期 500kV 鹤城变电站厂界执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB 12348-2008) 2 类标准。



毕节市生态环境局威宁分局

威环境执函〔2021〕6号

关于“昭通电网增容及500kV网架加强工程” 环境影响评价执行标准的复函

广西泰能工程咨询有限公司：

你单位关于“昭通电网增容及500kV网架加强工程”环境影响评价执行标准请示函已收悉，根据项目所在地环境功能区划类的规定，经研究，现将相关标准函复如下：

一、环境质量标准：

（1）环境空气质量：执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准。

（2）地表水环境质量：执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类标准。

（3）声环境质量：输电线路沿线除交通干线、工矿企业以及集镇等以外的乡村地区执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）1类标准。

二、污染物排放标准

(1) 工频电磁场：根据《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)，公众曝露的工频电场限值为 4000V/m，架空输电线路下的耕地、园地、牧草地、禽畜养殖地、养殖水面、道路，其频率 50Hz 的电场强度控制限值为 10kV/m；公众曝露的磁感应强度限值为 100 μ T。

(2) 噪声：施工期噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011) 标准。



毕节市生态环境局威宁分局办公室 2021年5月18日印

共印 4 份

昭通市昭阳区自然资源局关于昭通电网增容及 500kv 网架加强工程项目范围涉及生态保护红线情况说明

云南电网有限责任公司建设分公司：

结合昭阳区生态保护红线要求，将你公司提供的 2000 坐标电子版矢量数据范围红线与昭阳区生态保护红线数据库叠加分析，经核实该项目范围走向不涉及生态保护红线。

附件：昭通电网增容及 500kv 网架加强工程项目范围涉及生态保护红线示意图

昭通市昭阳区自然资源局

2020 年 8 月 28 日



昭通电网增容及500kv网架加强工程项目范围涉及生态保护红线示意图



昭阳区自然资源局

鲁甸县自然资源局

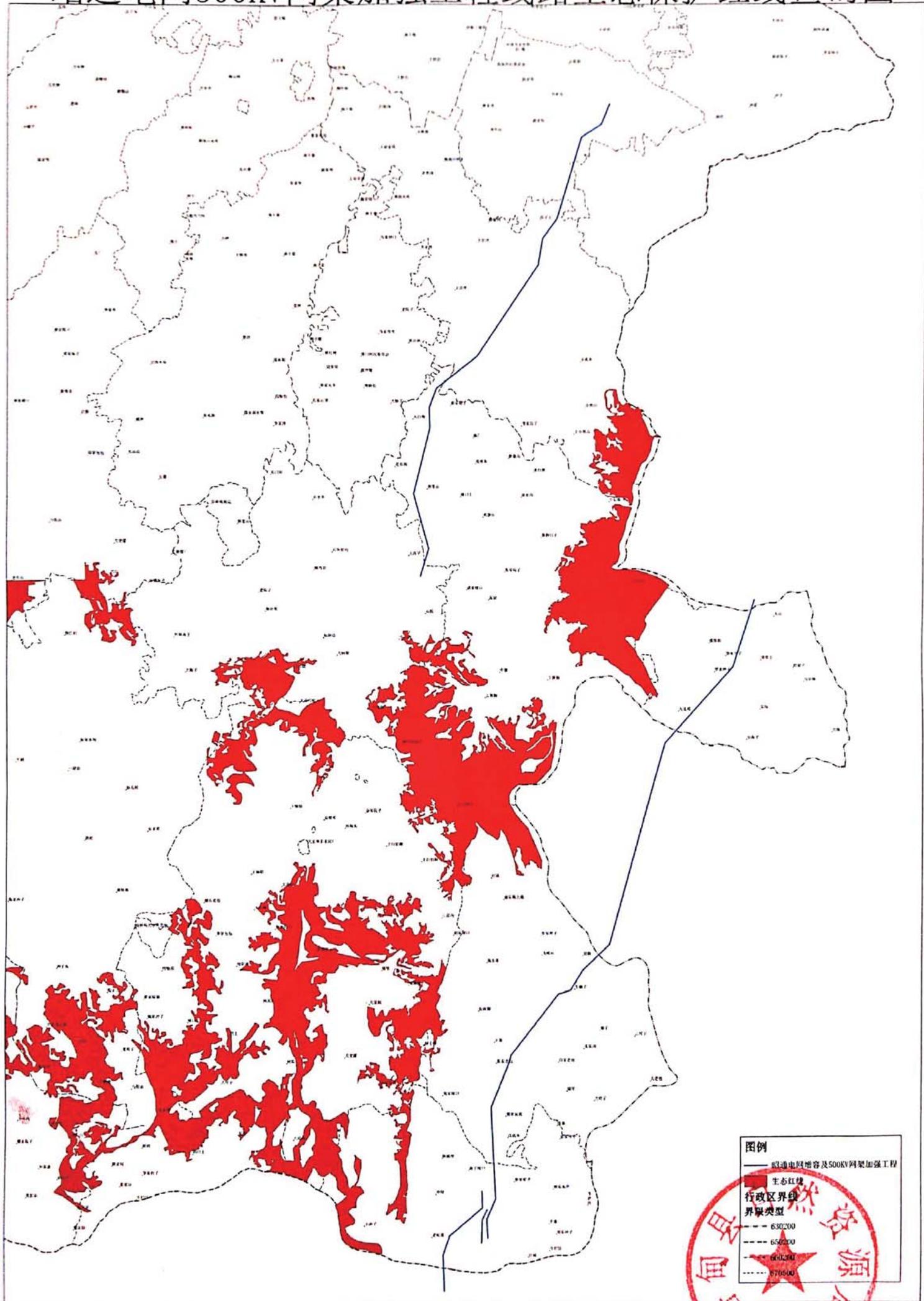
关于昭通电网 500KV 网架加强工程线路 生态保护红线查询情况的说明

按照云南电网有限责任公司建设分公司《关于确认昭通电网增容及 500KV 网架加强工程与云南生态保护红线关系的函》（建设函〔2020〕45 号）所附可研收口版路径方案坐标，昭通电网 500KV 网架加强工程线路途经鲁甸县江底镇和桃源乡。根据线路走向与鲁甸县区域内生态保护红线叠加分析，线路与生态保护红线无交叉重叠。

附件：昭通电网 500KV 网架加强工程线路生态保护红线查询图



昭通电网500KV网架加强工程线路生态保护红线查询图



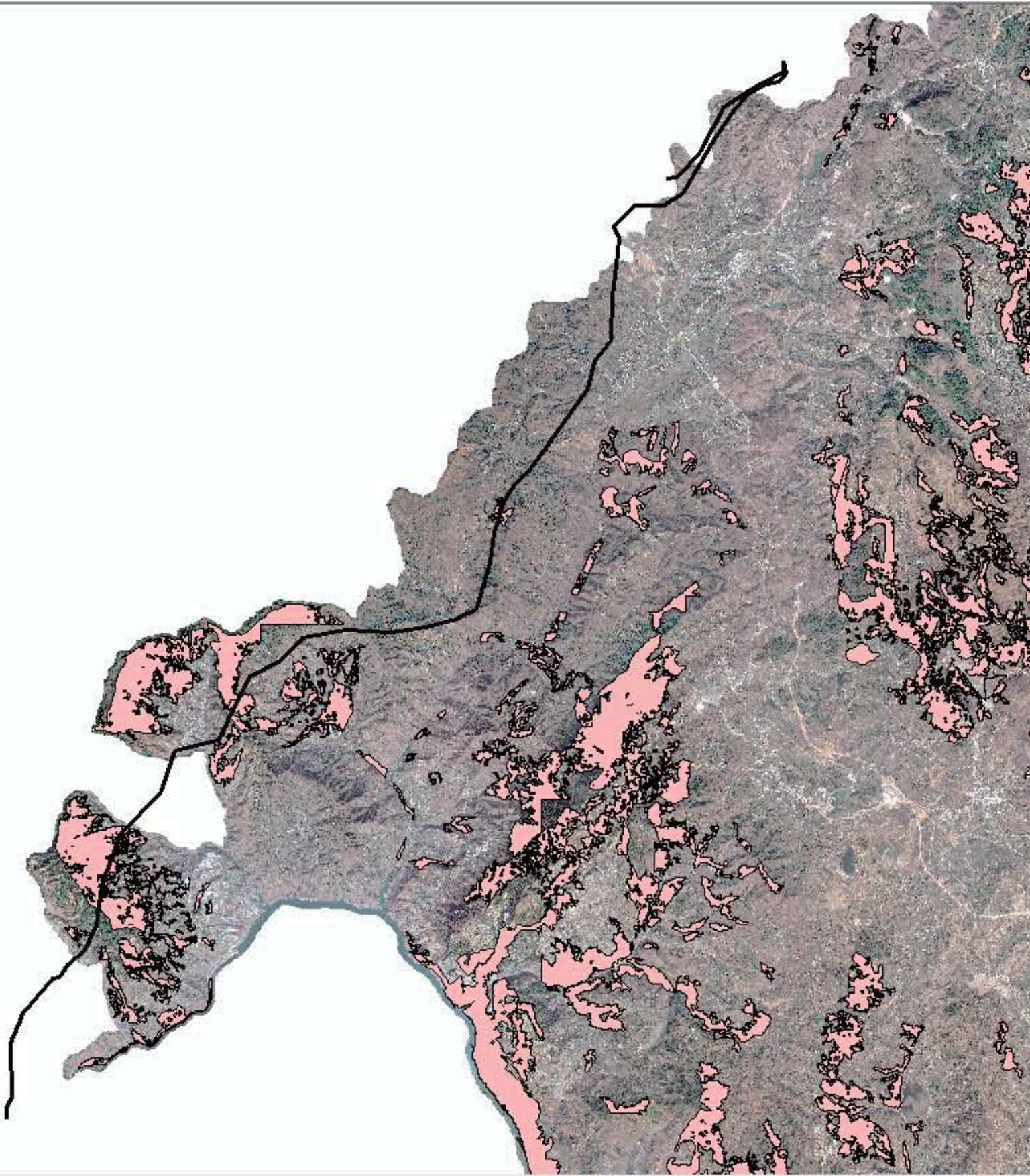
鲁甸县自然资源局

威宁县自然资源局
关于昭通电网增容及 500KV 网架加强工程
项目选址方案审查的情况说明

云南电网有限责任公司建设分公司：

根据你单位提交的《关于确认昭通电网增容及 500KV 网架加强工程与贵州省生态保护红线关系的函》（建设函〔2020〕45号）及路径拐点坐标，经查，占生态保护红线点位4个，点号为CJ32、CJ34、CJ36、CJ38。生态保护红线类型为乌蒙山-北盘江流域石漠化生态保护红线。





500KV 鹤城输变电工程（昭通电网增容及 500KV 网架加强工程）之鹤城-多乐线路工程建设项目涉及生态保护红线评估报告论证意见

2022年4月12日贵州省自然资源厅、贵州省生态环境厅、贵州省林业局组织相关专家，在贵州省自然资源勘测规划研究院二楼会议室，对《500KV 鹤城输变电工程（昭通电网增容及 500KV 网架加强工程）之鹤城-多乐线路工程建设项目涉及生态保护红线评估报告》（以下简称《评估报告》）进行专家论证。与会专家经过质询、讨论形成如下意见：

一、项目经国能综函电力(2020)183号同意，纳入《2020年电网主网架规划》。项目的建设对贵州省深入实施西部大开发战略，巩固脱贫攻坚成果，加强南方电网一体化管理，提高地区供电可靠性，加快乌蒙山片区的经济发展和基础设施建设具有重要意义。

二、项目涉及生态保护红线 0.2012 公顷，生态保护红线类型为石漠化，位于毕节市威宁县。《评估报告》对不可避免占用或跨越生态保护红线进行充分说明，对项目建设造成的生态环境影响进行了充分评估，综合表明该项目建设对生态保护功能影响较小，通过一系列生态环境修复可确保生态环境质量不降低。

三、项目建设对生态环境修复进行充分安排，下一步将严格按照中共中央办公厅、国务院办公厅印发《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》和自然资源办函〔2019〕1125号文件及《生态保护红线划定指南》规定，尽快完成生态保护红线评估和勘界定标，落实管控要求。

与会专家一致原则同意通过论证，建议根据专家意见修改完善后上报。

专家组长：周华

成员：周华

周利会 李虹

魏强 郭凌宇

2022年4月12日

周华

贵州省人民政府

黔府函〔2022〕43号

贵州省人民政府关于报送重庆经赤水至叙永 高速公路（赤水段）等7个建设项目占用 生态保护红线论证意见的函

自然资源部：

按照《中共中央办公厅国务院办公厅印发〈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〉的通知》（厅字〔2019〕48号）要求，我省组织对重庆经赤水至叙永高速公路（赤水段）等7个建设项目占用生态保护红线情况进行了不可避免论证。7个项目均纳入国家或我省的相关基础设施规划，项目建设对完善我省交通、水利、能源基础设施，巩固拓展脱贫攻坚成果，全面推进乡村振兴意义重大。经论证，我省认为此7个建设项目必须且无法避让生态保护红线，现将论证意见予以函报，恳请支持办理相关项目用地手续。

附件：1. 项目统计表

2. 重庆经赤水至叙永高速公路（赤水段）等7个建

附件 1

项目统计表

序号	行政区	项目名称
1	遵义市	重庆经赤水至叙永高速公路 (赤水段)
2	六盘水市	500kV 六盘水变第三台主变扩 建输变电工程
3	毕节市	新建重庆至昆明高速铁路(贵 州段)
4	毕节市	500kV 鹤城输变电工程(昭通 电网增容及 500kV 网架加强 工程)之鹤城—多乐线路工程
5	黔东南自治州	榕江至融安(黔桂界)高速公 路
6	黔南自治州	瓮安县塘饮上水库工程
7	黔南自治州	G655 茂兰至荔波县城公路改 扩建工程

(份 1 文 含 于 中 其 份 03 申 共)

表目总目取

取目总目取	取取行	号号
公整高水除至水查整取查 (取水查)	市义新	1
特变主台三整变水查六V400 取工中变整整	市水查六	2
查) 查特整高取至只查整查 (取取)	市市市	3
取取) 取工中变整整取取 取网增容及200kV 取取取 取取) 取取取一取取取取取取	市市市	4
公整高(取取取) 取取至取取 查	取取自南取取	5
取工取水土取取县安查	取取自南取取	6
查取公取县查查至兰查查查 取取取取	取取自南取取	7

抄送：贵州省自然资源厅。

(共印 30 份，其中电子公文 1 份)

电力规划设计总院 文件 电力规划总院有限公司

电规电网〔2021〕794号

关于云南 500kV 鹤城输变电工程（昭通电网 扩容及 500kV 网架加强工程）初步设计的评审 意见

云南电网有限责任公司：

受云南电网有限责任公司的委托，电力规划设计总院（电力规划总院有限公司）于 2021 年 6 月 24 日至 25 日在云南省昆明市召开了云南 500kV 鹤城输变电工程（昭通电网扩容及 500kV 网架加强工程）初步设计评审会议，以《关于印发云南 500kV 鹤城输变电工程（昭通电网扩容及 500kV 网架加强工程）初步设计评

审会议纪要的通知》(电规电网〔2021〕701号)向有关单位发送了评审会议纪要;并于2021年7月26日至28日在云南省昆明市召开了初步设计评审收口会议,参加会议的有云南电网有限责任公司基建部、生计部、系统部、建设分公司,昭通供电局、曲靖供电局,云南省电力设计院有限公司等单位。现提出评审意见如下:

一、评审主要结论

(一) 总体概况

云南500kV鹤城输变电工程(昭通电网增容及500kV网架加强工程)项目包括:鹤城500kV变电站新建工程、鹤城500kV变电站直流融冰工程、铜都500kV变电站间隔扩建工程、多乐500kV变电站间隔扩建工程、永丰500kV变电站改造工程、永丰~镇雄电厂开断接入鹤城500kV线路工程、永丰~多乐I回500kV线路改接工程(鹤城侧云南段)、永丰~多乐I回500kV线路改接工程(鹤城侧贵州段)、永丰~多乐I回500kV线路改接工程(多乐侧)、永丰~多乐II回500kV线路改接工程(铜都侧)、永丰~多乐II回500kV线路改接工程(永丰侧)、永丰~多乐I、II回线路换接工程及镇雄电厂~多乐变500kV线路改接工程。

中国南方电网有限责任公司以《关于云南500千伏鹤城输变电工程(昭通电网增容及500千伏网架加强工程)可行性研究报告的批复》(南方电网规划〔2021〕43号)批复了本工程可行性研究报告,批复的工程动态总投资为144540万元,其中永丰~

多乐 I 回 500kV 线路改接工程（鹤城侧云南段）和永丰～多乐 I 回 500kV 线路改接工程（鹤城侧贵州段）动态总投资 20479 万元，其余单项工程动态总投资为 124061 万元。

云南省发展和改革委员会以《云南省发展和改革委员会关于 500 千伏鹤城输变电工程（昭通电网增容及 500 千伏网架加强工程）项目核准的批复》（云发改能源〔2021〕696 号）核准了本工程，核准的单项工程中不含永丰～多乐 I 回 500kV 线路改接工程（鹤城侧云南段）和永丰～多乐 I 回 500kV 线路改接工程（鹤城侧贵州段），其余单项工程可研批复与工程核准项目内容一致，核准的工程动态总投资为 124061 万元。

永丰～多乐 I 回 500kV 线路改接工程（鹤城侧云南段）和永丰～多乐 I 回 500kV 线路改接工程（鹤城侧贵州段）将由云南省发展和改革委员会与贵州省发展和改革委员会联合核准，目前尚未取得核准文件。

本工程项目法人为云南电网有限责任公司，初步设计文件由云南省电力设计院有限公司编制完成。

（二）建设规模和主要技术方案

1. 鹤城 500kV 变电站新建工程

1000MVA 主变压器 3 台，500kV 出线 3 回，220kV 出线 8 回，每台主变 35kV 侧安装 3 组 60Mvar 低压并联电容器。

500kV 采用 1 个半断路器接线，本期安装 9 台断路器。220kV 本期采用双母线接线，安装 15 台断路器。35kV 侧采用单母线单

元接线，本期安装 14 台断路器。

主变采用三相一体、现场组装、自耦、油浸式无励磁调压变压器。500kV 采用 GIS 设备，220kV 和 35kV 均采用罐式 SF₆ 断路器。

本工程按最终规模一次征地。全站总征地面积 10.60 公顷（159.0 亩），其中围墙内占地 5.97 公顷。全站总建筑面积 4456m²，其中主控通信楼 764m²。

2. 鹤城 500kV 变电站直流融冰工程

本期工程在鹤城 500kV 变电站 35kV 侧装设 1 套直流融冰装置。直流融冰装置接在 1 号主变 35kV 母线上，安装 1 台断路器。

本工程在鹤城 500kV 变电站预留场地内进行，不新增用地。新增直流融冰室 1 座，建筑面积 256.5m²；

3. 铜都 500kV 变电站间隔扩建工程

本期扩建 1 回 500kV 出线至永丰。500kV 采用 1 个半断路器接线，本期安装 2 台断路器

本工程在铜都 500kV 变电站预留场地内进行，不新增用地。

4. 多乐 500kV 变电站间隔扩建工程

本期扩建 1 回 500kV 出线至鹤城。500kV 采用 1 个半断路器接线，本期新建 1 台断路器，搬迁 1 台断路器。

根据系统运行需求，将永丰站原镇雄出线的 1 组 150Mvar 高抗搬迁至本站至鹤城出线。

随间隔调整，更换 2 回线路保护设备，增加断路器、高抗保

护等二次设备。

本工程在多乐 500kV 变电站预留场地内进行，不新增用地。

5. 永丰 500kV 变电站改造工程

利用原 3 回出线间隔，仅更换线路保护设备。

6. 永丰～镇雄电厂开断接入鹤城 500kV 线路工程

线路路径长度 8.4km，全线按单回路架设。

基本风速为 27m/s；全线按 20mm 覆冰设计。

导线采用 JL/LB20A-400/50 型铝包钢芯铝绞线，每相 4 分裂。

全线采用自立式铁塔（《中国南方电网公司 110kV-500kV 杆塔标准设计（V2.0 版）》5E1Y3 模块）。单回路直线塔采用酒杯型塔，耐张塔及终端塔均采用干字型塔，导线换序采用小塔与耐张塔组合换位。

根据不同地质条件，分别采用掏挖基础及人工挖孔桩基础。

根据系统通信要求，本工程需对开断点至永丰变进行地线改造，改造长度 14.5km。

7. 永丰～多乐 I 回 500kV 线路改接工程（鹤城侧云南段）

线路路径长度 14.5km，全线按单回路架设。

基本风速为 27m/s；全线按 10mm、15mm、20mm 覆冰设计。

导线采用 JL/LB20A-500/45 型铝包钢芯铝绞线，每相 4 分裂。

全线采用自立式铁塔（《中国南方电网公司 110kV-500kV 杆塔标准设计（V2.0 版）》5E1Y1、5E1Y2、5E1Y3 模块）。单回路直线塔采用酒杯型塔，耐张塔及终端塔均采用干字型塔，部分耐张

塔为避免相邻直线塔悬垂串内倾可采用酒杯型塔。

根据不同地质条件，分别采用掏挖基础、立柱式基础及人工挖孔桩基础。

8. 永丰~多乐 I 回 500kV 线路改接工程（鹤城侧贵州段）

线路路径长度 29.5km，全线按单回路架设。

基本风速为 27m/s；全线按 10mm、15m、20mm 覆冰设计。

导线采用 JL/LB20A-500/45 型铝包钢芯铝绞线，每相 4 分裂。

全线采用自立式铁塔（《中国南方电网公司 110kV-500kV 杆塔标准设计（V2.0 版）》5E1Y1、5E1Y2、5E1Y3 模块）。单回路直线塔采用酒杯型塔，耐张塔及终端塔均采用干字型塔，部分耐张塔为避免相邻直线塔悬垂串内倾可采用酒杯型塔。

根据不同地质条件，分别采用掏挖基础、立柱式基础及人工挖孔桩基础。

9. 永丰~多乐 I 回 500kV 线路改接工程（多乐侧）

线路路径长度 5km（另 2km 沿已有双回铁塔架线），新建段按单回路架设，利用已有双回路铁塔架线段为双回路架设。

基本风速为 27m/s；全线按 10mm、20mm 覆冰设计。

导线采用 JL/LB20A-500/45 型铝包钢芯铝绞线，每相 4 分裂。

全线采用自立式铁塔（《中国南方电网公司 110kV-500kV 杆塔标准设计（V2.0 版）》5E1Y1、5E1Y3 模块）。单回路直线塔采用酒杯型塔，耐张塔及终端塔均采用干字型塔。

根据不同地质条件，分别采用掏挖基础、及人工挖孔桩基础。

根据系统通信及融冰要求，本工程需对利旧的原永丰～多乐 I 回线路进行地线改造，改造长度约 103km。

10. 永丰～多乐 II 回 500kV 线路改接工程（铜都侧）

线路路径长度 98km，全线按单回路架设。

跨越牛栏江、毛家村水库段基本风速为 30m/s，其余地段基本风速为 27m/s；全线按 10mm、15mm、20mm、30mm、40mm 覆冰设计。

20mm 及以下冰区导线采用 JL/LB20A-500/45 型铝包钢芯铝绞线，30mm 及以上冰区采用 JLHA1/G1A-500/65 钢芯铝合金绞线，每相 4 分裂。

全线采用自立式铁塔（《中国南方电网公司 110kV-500kV 杆塔标准设计（V2.0 版）》5E1Y1、5E1Y2、5E1Y3、5E1Z8 等模块）。单回路直线塔采用酒杯型塔，10mm、15mm、20mm 冰区耐张塔及终端塔均采用干字型塔，部分耐张塔为避免相邻直线塔悬垂串内倾可采用酒杯型塔，30mm、40mm 冰区耐张塔均采用酒杯型塔。

根据不同地质条件，分别采用掏挖基础、立柱式基础及人工挖孔桩基础。

11. 永丰～多乐 II 回 500kV 线路改接工程（永丰侧）

线路路径长度 9.5km，全线按单回路架设。

基本风速为 27m/s；全线按 10mm、20mm 覆冰设计。

导线采用 JL/LB20A-500/45 型铝包钢芯铝绞线，每相 4 分裂。

全线采用自立式铁塔（《中国南方电网公司 110kV-500kV 杆

塔标准设计 (V2.0 版)》5E1Y1、5E1Y3、5E2R1 模块)。单回路直线塔采用酒杯型塔,耐张塔及终端塔主要采用干字型塔、部分通道狭窄地段采用 F 型塔。分歧点采用双回路耐张塔。

根据不同地质条件,分别采用掏挖基础、及人工挖孔桩基础。

根据系统通信要求和融冰要求,本工程需对利旧段进行地线改造,改造路径长度合计 18km。

12. 永丰~多乐 I、II 回线路换接工程及镇雄电厂~多乐变 500kV 线路改接工程

线路路径长度 2km (另 0.1km 架线),新建段按单回路架设,架线段为同塔双回路架设。

基本风速为 27m/s; 全线按 10mm、20mm 覆冰设计。

导线采用 JL/LB20A-500/45 型铝包钢芯铝绞线,每相 4 分裂。

全线采用自立式铁塔 (《中国南方电网公司 110kV-500kV 杆塔标准设计 (V2.0 版)》5E1Y1、5E1Y3 模块)。单回路耐张塔及终端塔均采用干字型塔。

根据地质条件,采用人工挖孔桩基础。

根据系统通信和融冰要求,本工程需对原永丰~多乐 I、II 回线路进行地线改造,改造长度约 138km。

13. 光纤通信部分

随永丰变~镇雄电厂 500kV 线路解口接入鹤城变,建设永丰变~鹤城 1 根 36 芯 OPGW,线路长度 20.8km (其中新建段线路长度 6.3km,改造普通地线段线路长度 14.5km)。建设鹤城变~开

断点（镇雄电厂侧）1根24芯OPGW，线路长度2.1km（新建段线路长度2.1km）。

建设鹤城变~多乐变1根36芯OPGW，其中新建段线路长度49km，改造永多I回中间段光纤复合架空地线线路长度103km。

建设永丰变~多乐变1根36芯OPGW，其中新建段线路长度2km，改造永多I回永丰侧、多乐侧光纤复合架空地线线路长度35km，改造永多II回中间段普通地线线路长度103km。

建设永丰变~铜都变1根48芯OPGW，其中新建段线路长度107.5km，改造永多II回永丰侧普通地线段线路长度18km。

主要技术方案详见评审意见表。

（三）概算投资

经评审核定，本工程初步设计概算静态投资为136534万元、动态投资为139229万元。本工程审定概算动态总投资控制在可研批复动态总投资144540万元以内。审定概算详见附表1~4。

（四）应用标准设计和典型造价情况说明

1. 标准设计应用情况

鹤城500kV变电站新建工程采用《中国南方电网公司标准设计和典型造价V2.1》500kV变电站标准设计CSG-500B-H1方案。应用的模块为：由于500kV配电装置采用GIS设备，无对应模块；220kV采用500B-G1-2AIS5模块；主变及35kV采用500B-G1-3DCB13模块，并根据实际情况进行了优化。

线路工程采用《中国南方电网公司标准设计和典型造价

V2.1》500kV 输电线路杆塔标准设计。新建自立式铁塔 459 基，其中，3 基双回路塔采用 5E2R1 模块，其余 315 基单回路塔采用 5E1Y1、5E1Y2、5E1Y3、5E1Z8 模块。由于海拔高度、设计覆冰厚度等原因以及标准设计中无酒杯型塔，部分铁塔需参照标准设计原则自行设计。杆塔标准设计采用率为 69%。

2. 典型造价对比情况

(1) 鹤城 500kV 变电站新建工程

本工程概算静态投资 53680 万元，与《中国南方电网公司输电工程典型造价 V2.1》对应典型造价模块静态投资 34351 万元相比增加 19329 万元。投资差异主要原因有：

建筑工程费增加 14542 万元，主要原因为钢结构 GIS 室、配电装置建筑、供水系统、消防系统增加 2068 万元；场平、站区道路、站区排水、围墙、挡墙、护坡及高边坡治理增加 5975 万；地基处理、站外道路、站外水源、站外排水设计工程量增加 4377 万元，增加主变组装厂房、临时弃土场、临时施工电源费用 163 万，编制年价差增加 1959 万元。

设备购置费减少 957 万元，主要为设备价格采用《南方电网公司 2021 年第二季度电网工程主要设备及材料指导价格》计列。

安装工程费增加 803 万元，主要为光设备、电缆防火、全站接地增加 490 万；站外电源、调试费用 313 万元。

其他费用增加 4819 万元，主要为知识产权转让与研究试验费、项目前期工作费、智慧工地等费用增加 859 万元；建设场地

征用及清理费增加 2333 万元；其他取费费率及取费基数变化增加 1627 万元。

基本预备费增加 122 万元。

(2) 鹤城 500kV 变电站直流融冰工程

鹤城 500kV 变电站直流融冰工程无对应的典设方案，故不作典型造价对比。

(3) 铜都 500kV 变电站间隔扩建工程

本工程在 500kV 铜都变扩建永丰出线间隔；本期扩建 500kV 间隔设备与一期一致，采用户外 HGIS 设备。永丰出线间隔位于第二串，安装两台断路器，设计未采用典设，故不作典型造价对比。

(4) 多乐 500kV 变电站间隔扩建工程

本期在多乐变扩建鹤城出线间隔，位于第二串；将第三串原镇雄电厂出线间隔设备搬迁到本期第四串鹤城出线间隔使用；本期将现有镇雄~永丰甲线永丰侧的一组 150Mvar 线路高抗搬至本期多乐变鹤城出线间隔侧，设计未采用典设，故不作典型造价对比。

(5) 永丰 500kV 变电站改造工程

永丰变本期仅为保护改造工程，无对应的典设方案，故不作典型造价对比。

(6) 永丰~镇雄电厂开断接入鹤城 500kV 线路工程

本工程永丰侧 6.3km，镇雄侧 2.1km。由于本线路为 π 接线，

且长度较短，不适合对比。

(7) 永丰~多乐 I 回 500kV 线路改接工程(鹤城侧云南段)

本工程概算静态投资 5456 万元，本体投资 3601 万元、折合 248.34 万元/km，本段线路全长 14.5km，全段单回路架设，设计基本风速 27m/s，覆冰厚度 10mm、15mm、20mm 三个冰区。10mm 冰区段 9km，15mm 冰区段 3km，20mm 冰区段 2.5km，由于三个冰区线路长度较短等特殊性的特殊性，不适合于典型造价指标进行比较。

(8) 永丰~多乐 I 回 500kV 线路改接工程(鹤城侧贵州段)

本工程概算静态投资 11771 万元，本体投资 8054 万元、折合 273.02 万元/km，本段线路全长 29.5km，全段单回路架设，设计基本风速 27m/s，覆冰厚度 10mm、15mm、20mm 三个冰区。10mm 冰区段 12km，15mm 冰区段 3km，20mm 冰区段 14.5km，由于 15mm 冰区线路长度较短等特殊性的特殊性，不适合于典型造价指标进行比较，仅对 10mm、20mm 冰区进行分析：

10mm 气象区域典型造价指标对比如下与《中国南方电网公司输变电工程典型造价 V2.1》对应 5D1Y1 模块典型造价进行对比分析，10mm 冰区本工程本体投资为 213.59 万元/km，对应典型造价 123.97 万元/km 增加 89.62 万元/km。投资差异主要原因有：由于转角塔比例较高，交叉跨越较多，林区采用铁塔采用高跨设计，塔材增加 25.32t/km，增加投资 30.38 万元/km；混凝土增加 23.43 m³/km，基础钢筋增加 3.3t/km，护壁工程量增加约 35.83 m³/km，增加投资 23.51 万元/km；导线增加 2.87t/km，

增加投资 6.60 万元/km；玻璃绝缘子增加 171 片/km，挂线金具增加 2.14t/km，间隔棒增加 17 片/km，增加投资 6.54 万元/km；本冰区交叉跨越较多，较常规增加费用 7.09 万元；辅助工程增加 6.71 万元/km；执行《电力建设工程预算定额》（2018 年版），增加投资 8.79 万元/km。

20mm 气象区域典型造价指标对比如下与《中国南方电网公司输变电工程典型造价 V2.1》对应 5D1Y1 模块典型造价进行对比分析，20mm 冰区本工程本体投资为 329.17 万元/km，和典型造价 217.75 万元/km 相比增加 111.42 万元/km。投资差异主要原因有：由于转角塔比例较高，林区采用铁塔采用高跨设计，塔材增加 37.88t/km，增加投资 45.46 万元/km；混凝土增加 24.02 m³/km，基础钢筋增加 1.97t/km，护壁工程量增加约 53.45 m³/km，增加投资 29.87 万元/km；玻璃绝缘子增加 430 片/km，挂线金具增加 1.14t/km，间隔棒增加 38 片/km，增加投资 12.80 万元/km；辅助工程增加 9.37 万元/km；执行《电力建设工程预算定额》（2018 年版），增加投资 13.92 万元/km。

（9）永丰～多乐 I 回 500kV 线路改接工程（多乐侧）

本工程改接新建长 5km，加挂导线长 2km，设计基本风速 27m/s，覆冰厚度 10mm 长 4km，覆冰厚度 20mm 长 1km。由于本线路长度较短，不适合对比。

（10）永丰～多乐 II 回 500kV 线路改接工程（铜都侧）

本工程概算静态投资 43003 万元，本体投资 30630 万元、折

合 312.55 万元/km，本段线路全长 98km，全段单回路架设，设计基本风速 27m/s，覆冰厚度 10mm、15mm、20mm、30mm、40mm 五个冰区。其中 15mm 冰区为 1.5km，40mm 冰区为 2km，由于线路长度较短等特殊性和特殊性，不适合于典型造价指标进行比较；30mm 冰区长度 13km，无典型造价模块，不适合对比；仅对 10mm 冰区、20mm 冰区进行分析。

10mm 气象区域典型造价指标对比如下与《中国南方电网公司输变电工程典型造价 V2.1》对应 5D1Y1 模块典型造价进行对比分析，10mm 冰区本工程本体投资为 215.84 万元/km，和典型造价 134.15 万元/km 相比增加 81.69 万元/km。投资差异主要原因有：由于转角塔比例较高，林区采用铁塔采用高跨设计，塔材增加 24.2t/km，增加投资 29.04 万元/km；混凝土增加 15.52m³/km，基础钢筋增加 2.49t/km，护壁工程量增加约 32.71m³/km，增加投资 19.96 万元/km；导线增加 2.87t/km，增加投资 6.60 万元/km；玻璃绝缘子增加 331 片/km，挂线金具增加 0.93t/km，间隔棒增加 15.46 片/km，增加投资 9.38 万元/km；辅助工程增加 7.59 万元/km；执行《电力建设工程预算定额》（2018 年版），增加投资 9.12 万元/km。

20mm 气象区域典型造价指标对比如下与《中国南方电网公司输变电工程典型造价 V2.1》对应 5E1Y3 模块典型造价进行对比分析，20mm 冰区本工程本体投资为 334.07 万元/km，和典型造价 225.99 万元/km 相比增加 108.08 万元/km。投资差异主要

原因有：由于转角塔比例较高，林区采用铁塔采用高跨设计，塔材增加 37.66t/km，增加投资 45.19 万元/km；混凝土增加 1.65m³/km，基础钢筋增加 1.92t/km，护壁工程量增加约 53.45m³/km，增加投资 23.12 万元/km；导线增加 0.96t/km，增加投资 2.21 万元/km；玻璃绝缘子增加 517 片/km，挂线金具增加 1.14t/km，间隔棒增加 15.8 片/km，增加投资 13.59 万元/km；辅助工程增加 9.81 万元/km；执行《电力建设工程预算定额》（2018 年版），增加投资 14.16 万元/km。

（11）永丰～多乐 II 回 500kV 线路改接工程（永丰侧）

本工程改接长 9.5km，设计基本风速 27m/s，覆冰厚度 10mm 长 7km，覆冰厚度 20mm 长 2.5km。由于本线路长度较短，不适合对比。

（12）永丰～多乐 I、II 回线路换接工程及镇雄电厂～多乐变 500kV 线路改接工程

本工程改接长 2km，加挂导线长 0.1km，设计基本风速 27m/s，覆冰厚度 10mm、20mm。由于本线路长度较短，不适合对比。

（五）造价控制线执行情况说明

（1）鹤城 500kV 变电站新建工程建设规模为 3×1000MVA，单位本体投资 134 元/kVA，单位静态投资 179 元/kVA，《南方电网 35～500kV 输变电工程造价控制线（2020 年）》中无同规模工程的控制线指标，故与 500kV 新建变电站建设规模为 2×1000 MVA，配电形式为 HGIS 方案的控制线进行对比，控制线本体投资为 112

元/kVA、静态投资为 132 元/kVA。本工程本体投资超过造价控制线 22 元/kVA，主要原因是本工程为智能站；本工程站址情况复杂，高边坡治理、挡墙工程量较大，地基处理部分采用强夯；场平土石方、电缆沟工程量较大；桩基础、进站道路工程量较大；建设场地征用及清理费较高。

（2）鹤城 500kV 变电站直流融冰工程

鹤城 500kV 变电站直流融冰工程无对应造价控制线，故不作对比分析。

（3）铜都 500kV 变电站间隔扩建工程

本工程在 500kV 铜都变扩建永丰出线间隔，无对应造价控制线，故不作对比分析。

（4）多乐 500kV 变电站间隔扩建工程

本期在多乐变扩建鹤城出线间隔，位于第二串；将第三串原镇雄电厂出线间隔设备搬迁到本期第四串鹤城出线间隔使用；本期将现有镇雄~永丰甲线永丰侧的一组 150Mvar 线路高抗搬至本期多乐变鹤城出线间隔侧，无对应造价控制线，故不作对比分析。

（5）永丰 500kV 变电站改造工程

永丰变本期为保护改造工程，无对应造价控制线，故不作对比分析。

（6）永丰~镇雄电厂开断接入鹤城 500kV 线路工程概算本体投资 349.29 万元/km、静态投资 572.14 万元/km，《南方电网

35~500kV 输变电工程造价控制线（2020 年）》中同规模工程本体投资为 182 万元/km、静态投资为 255 万元/km。本工程本体投资超出造价控制线 167.29 万元/km，比例 91.92%。主要原因是本工程执行 2018 版定额，长度较短，且工程本体按 20mm 冰厚设计。

（7）永丰~多乐 I 回 500kV 线路改接工程（鹤城侧云南段）概算本体投资 248.34 万元/km、静态投资 376.28 万元/km，《南方电网 35~500kV 输变电工程造价控制线（2020 年）》中同规模工程本体投资为 226 万元/km、静态投资为 302 万元/km。本工程本体投资超出造价控制线 22.34 万元/km，比例 9.89%。主要原因是本工程执行 2018 版定额；本工程路长度 14.5km，长度较短，其中 9km 按照 10mm 冰厚设计，3km 按照 15mm 冰厚设计，2.5km 按照 20mm 冰厚设计。

（8）永丰~多乐 I 回 500kV 线路改接工程（鹤城侧贵州段）概算本体投资 273.02 万元/km、静态投资 399.02 万元/km，《南方电网 35~500kV 输变电工程造价控制线（2020 年）》中同规模工程本体投资为 226 万元/km、静态投资为 302 万元/km。本工程本体投资超出造价控制线 47.02 万元/km，比例 20.80%。主要原因是本工程执行 2018 版定额；本工程路长度 29.5km，长度较短，其中 12km 按照 10mm 冰厚设计，3km 按照 15mm 冰厚设计，14.5km 按照 20mm 冰厚设计。

（9）永丰~多乐 I 回 500kV 线路改接工程（多乐侧）概算

本体投资 279.20 万元/km、静态投资 775.00 万元/km，《南方电网 35~500kV 输变电工程造价控制线（2020 年）》中同规模工程本体投资为 226 万元/km、静态投资为 302 万元/km。本工程本体投资超出造价控制线 53.20 万元/km，比例 23.54%。主要原因是本工程执行 2018 版定额；本工程路长度 5km，长度较短，其中 4km 按照 10mm 冰厚设计，1km 按照 20mm 冰厚设计。

（10）永丰~多乐 II 回 500kV 线路改接工程（铜都侧）概算本体投资 312.55 万元/km、静态投资 438.81 万元/km，《南方电网 35~500kV 输变电工程造价控制线（2020 年）》中同规模工程本体投资为 226 万元/km、静态投资为 302 万元/km。本工程本体投资超出造价控制线 86.55 万元/km，比例 38.30%。主要原因是本工程执行 2018 版定额；本工程路长度 98km，重冰区多，其中 50.5km 按照 10mm 冰厚设计，1.5km 按照 15mm 冰厚设计，31km 按照 20mm 冰厚设计，13km 按照 30mm 冰厚设计，2km 按照 40mm 冰厚设计。

（11）永丰~多乐 II 回 500kV 线路改接工程（永丰侧）概算本体投资 296.95 万元/km、静态投资 505.84 万元/km，《南方电网 35~500kV 输变电工程造价控制线（2020 年）》中同规模工程本体投资为 226 万元/km、静态投资为 302 万元/km。本工程本体投资超出造价控制线 70.95 万元/km，比例 31.39%。主要原因是本工程执行 2018 版定额；本工程路长度 9.5km，长度较短，其中 7km 按照 10mm 冰厚设计，2.5km 按照 20mm 冰厚设计。

(12) 永丰~多乐 I、II 回线路换接工程及镇雄电厂~多乐变 500kV 线路改接工程长度 2km，其中 1km 按照 10mm 冰厚设计，1km 按照 20mm 冰厚设计；因线路较短，与常规工程不具有可比性。

(六) 特殊情况说明

永丰~多乐 I 回 500kV 线路改接工程（鹤城侧云南段）和永丰~多乐 I 回 500kV 线路改接工程（鹤城侧贵州段）将由云南省发展和改革委员会与贵州省发展和改革委员会联合核准，目前尚未取得核准文件。因工程建设工期紧张，经与云南电网有限责任公司协商，先出具初步设计评审意见。请云南电网有限责任公司在上报中国南方电网有限责任公司初步设计批复时提交相关联合核准文件，并核实与可研批复的一致性。同时将相关联合核准文件抄送电力规划设计总院进行复核或根据需要完善本工程初步设计评审意见。

二、评审意见

评审意见详见下表：

云南 500kV 鹤城输变电工程（昭通电网增容及 500kV 网架加强工程）初步设计评审意见			
一、鹤城 500kV 变电站新建工程			
(一) 建设规模			
序号	规模		最终规模
	项目	本期规模	
1	主变压器	3 × 1000MVA	4 × 1000MVA

2	500kV 出线	3 回 (永丰 1 回、多乐 1 回、镇雄电厂 1 回)	8 回 (分别至永丰 1 回、多乐 1 回、镇雄电厂 1 回、向北备用 2 回、向西备用 1 回、向南备用 1 回、向东备用 1 回)
3	220kV 出线	8 回	16 回
4	高压并联电抗器	1 组 120Mvar (至镇雄电厂出线)	3 组 (至镇雄电厂出线、至向东、向南各 1 回出线)
5	35kV 无功补偿	并联电容器: $3 \times 3 \times 60\text{Mvar}$	并联电容器: $4 \times 3 \times 60\text{Mvar}$ 并联电抗器: $4 \times 2 \times 60\text{Mvar}$

(二) 电气主接线

序号	型式 项目	本期接线	最终接线
1	500kV 配电装置	采用 1 个半断路器接线。本期 3 线 3 变, 组成 3 个完整串, 安装 9 台断路器。	采用 1 个半断路器接线, 远期 8 线 4 变, 按组成 6 个完整串规划。
2	220kV 配电装置	双母线双分段接线, 本期 8 线 3 变, 安装 15 台断路器。	双母线双分段接线。
3	35kV 配电装置	单母线单元接线, 设总回路断路器, 本期共安装 14 台断路器 (总回路 3 台、无功分支回路 9 台、站用变回路 2 台)。	单母线单元接线, 设总回路断路器。
4	中性点接地方式	500kV 中性点直接接地。	500kV 中性点经小电抗接地。

(三) 主要设备选型

500kV、220kV 和 35kV 电气设备短路电流水平分别按 63kA、50kA 和 40kA 考虑。屋外电气设备电瓷外绝缘按国标 d 级污区设计。本工程海拔高度约为 2050m, 根据规程对电气设备外绝缘及空气间隙进行海拔修正。

序号	项目	内容
1	主变压器	采用三相一体、现场组装、自耦、油浸式无励磁调压变压器, 额定电压为 $525 / (230 \pm 2 \times 2.5\%) / 35\text{kV}$, 额定容量为 1000/1000/240 MVA, 高-中、高-低和中-低阻抗分别为 18%、40% 和 59%, 配置油色谱在线监测装置。
2	500kV	500kV 采用 GIS 设备, 额定电流为 5000A。
3	220kV	220kV 采用罐式 SF ₆ 断路器, 出线间隔额定电流为 3150A, 主变进线、母联、分段间隔额定电流为 4000A。

4	35kV	35kV 采用罐式 SF ₆ 断路器。
5	高压并联电抗器	采用单相、油浸式。
6	低压并联电容器	采用框架式。
(四) 电气总平面布置		
序号	项 目	内 容
1	布置方案	500kV 配电装置布置在站区南侧，向西、南两个方向出线；220kV 设置 2 个配电装置区，分别布置在站区东、西两侧，向东、西方向出线；主变及无功区域布置在两个 220kV 配电装置区中间。
2	500kV 配电装置	500kV 采用 GIS 户内布置，出线间隔宽度为 28m。
3	220kV 配电装置	220kV 采用悬吊式管母、断路器双列式布置，间隔宽度为 14m。
4	35kV 配电装置	35kV 采用户外软母线、T 字型布置。
(五) 过电压保护及接地		
序号	项 目	内 容
1	过电压保护	采用避雷器限制雷电侵入波和操作过电压；采用构架避雷针进行直击雷保护。
2	接地方案	主接地网材料采用镀锌扁钢，并根据相关规程选择均压、隔离等措施保障变电站的人身和设备安全。
(六) 站用变及其它		
序号	项 目	内 容
1	站用变引接方式	本期安装 3 台站用变压器，其中 2 台站用变压器电源分别引自 2 号、3 号主变低压侧，另 1 台站用备用变压器接于外引电源。
2	设备选型	本期 3 台站用变压器容量均为 1000kVA。接于主变低压侧母线的站用变采用油浸式、有载调压型，额定电压为 35/0.4kV；接于外引电源的站用备用变采用干式、无励磁调压型，额定电压为 10/0.4kV。
3	外引电源	外引电源由 35kV 小龙洞变电站 10kV 的备用间隔专线引接，新建线路总长度约 12km。
(七) 土建、水工及消防		

序号	名称	内容
1	总平面布置	<p>(1) 500kV 鹤城变电站站址位于云南省昭通市东南 12km 的昭阳区小龙洞回族乡。站址原始地貌为荒地坡地和沟壑，自然高程为 2000m~2091m 之间（1985 国家高程基准）。本工程抗震设防烈度为 7 度（0.10g），50 年一遇设计风速 26.3m/s。</p> <p>(2) 总平面布置选用南网标准设计 500B-G1-5HIS2、500B-G1-2AIS4、500B-G1-3AIS1 等相应模块拼接。500kV 配电装置布置在站区南侧，向西、南两个方向出线；220kV 配电装置布置在站区北侧东西两端，分别向东、西两个方向出线；主变、无功补偿装置布置在站区中部；主控通信楼布置在站区东南侧，从站区东侧进站。本工程按变电站规划最终规模一次征地，全站总征地面积 10.60 公顷（159.0 亩），围墙内用地面积 5.97 公顷，边坡及站外给、排水设施等其他用地面积 4.63 公顷；进站道路沿原有路基改造，改造长度 1951m。</p> <p>(3) 竖向设计：采用平坡式布置，局部找坡，设计平均高程 2052.50m。场地设计高程不受 100 年一遇洪水影响。全站场地平整土方挖填总量按综合平衡原则设计，设计提交方案站区场平挖方 34.2 万 m³（土石比 6:4，二次破碎 10%），弃土 4.6 万 m³。填方区根据填方高度采用放坡+抗滑桩/挡墙支护，边坡坡率 1:1.0~1:2.0，土工格栅+生态袋反包防护；挖方区采用 1:1.5 放坡，锚索网格梁护坡，坡面采用预制混凝土砖封闭。站外按百年一遇标准设置截洪沟等排水设施。</p> <p>(4) 进站道路从站址北侧村道引接，采用混凝土路面，改造长度 1951m，路面宽 4.5m。进站路采用浆砌片石护坡；高边坡采用锚索网格梁护坡，坡面采用预制混凝土砖封闭。</p> <p>(5) 站内道路面积按最终规模建设 8700m²，采用公路型混凝土路面，道路面层分 2 次铺设，站区大门至主变压器的运输道路宽度 5.5m。</p> <p>(6) 电缆沟按本期规模建设，宽度 0.6×0.6m 以上电缆沟长度 2300m，沟盖板采用包角钢结构。</p> <p>(7) 站区围墙采用砖砌实体围墙，高度满足现行规范要求。围墙装修及进站大门执行南网公司标准设计。</p> <p>(8) 配电装置场地采用铺设碎石。</p>
2	建筑	<p>(1) 站区建筑按最终规模建有主控通信楼、500kV GIS 室和继电器室 1、500kV 继电器室 2、220kV 继电器室 1、220kV 继电器室 2、主变及 35kV 保护小室和站用电室、警传室、消防水泵房、雨淋阀室等，全站总建筑面积 4456 m²。</p> <p>(2) 主控通信楼选用 500B-D1-G1-0ZKL2 模块并根据实际功能要求相应调整房间布局，两层建筑，采用平屋顶，建筑面积 764 m²；500kV GIS 室和继电器室 1 建筑面积 2488m²；500kV</p>

		<p>继电器室 2 建筑面积 132.1m²; 220kV 继电器室 1 建筑面积 155m²; 220kV 继电器室 2 建筑面积 155m²; 主变及 35kV 保护小室和站用电室建筑面积 296.6 m²; 警传室建筑面积 58.8 m²; 消防水泵房建筑面积 372.7 m²。</p> <p>(3) 建筑装修外墙采用面砖、铝合金窗, 全站建筑装修执行南网标准设计。</p>
3	建筑抗震设防	<p>本工程抗震设防烈度为 7 度, 基本地震动峰值加速度值为 0.10g, 主控通信楼等主要生产建筑按 8 度采取抗震措施。</p>
4	结构	<p>(1) 站区建筑物、500kV 构架、220kV 构架、按最终规模建设, 主变构架 (本期上 2 组)、500kV HGIS 基础、设备支架等按本期建设。</p> <p>(2) 主控通信楼、500kV 继电器室 2、220kV 继电器室 1、220kV 继电器室 2、主变及 35kV 保护小室和站用电室、警传室、消防水泵房等均采用钢筋混凝土框架结构, 500kV GIS 室和继电器室 1 采用门式刚架结构, 消防水池、事故油池等采用钢筋混凝土结构。</p> <p>(3) 500kV 构架采用联合构架, 220kV 构架采用 A 型钢管柱、格构钢梁, 设备支架采用钢管支柱, 所有钢结构须采用热镀锌防腐处理。</p>
5	地基与基础	<p>场地土层主要为砾砂、粘性土碎石、黏土, 含粘性土碎石、凝灰岩、玄武岩。场平回填采用强夯处理。挖方区建构筑物采用天然地基, 浅填方区基础超挖部分地基采用换填处理, 深填方区的重要建构筑物采用灌注桩基础, 桩径 1000mm、800mm 和 600mm。</p>
6	通风空调	<p>(1) 主控通信楼、继电器室、配电室等主要生产房间设置分体空调, 蓄电池室采用防爆型空调, 有通风需求的房间采用自然进风、机械排风。</p> <p>(2) 主要设备房间的空调器、通风机选用节能型设备及产品。</p>
7	给排水	<p>(1) 水源采用乡镇自来水管网引接方案, 引接管网采用高位水池重力供水。站外原有高位水池容积不能满足站内消防水池补水时间的要求, 需新建一座有效容积 500m³ 的高位水池作为站内消防水池的补水水源。</p> <p>(2) 生活供水采用变频供水装置。</p> <p>(3) 站区采用有组织排水方案。站内设置 1 套污水处理设备, 经处理达标的污水收集回用。站区雨水汇集后采用管道排至站外北侧截洪沟。</p>
8	消防	<p>(1) 主变消防采用水喷雾灭火装置, 站区设消防给水系统, 设置室外消火栓, 站区设一座消防水池, 有效容积 1000m³。</p> <p>(2) 全站室内外配置移动式化学灭火器和其他灭火设施,</p>

		电缆沟采用防火材料封堵。
9	噪声防治	本工程环评报告尚未批复，根据环评报告，本站址 200m 范围内无敏感点，厂界暂按《工业企业厂界环境噪声排放标准》2 类标准执行。采取高抗加隔声罩（BOX-IN），加高围墙和隔声屏障（3m+3m）等措施。
10	大件运输	主变运输采用铁路+公路运输方案，铁路运输至昭通火车站，经 20km 的城乡公路运至变电站。
二、鹤城 500kV 变电站融冰工程		
序号	项目	内容
1	建设规模	本期工程在鹤城 500kV 变电站 35kV 侧装设 1 套直流融冰装置，采用电流源型融冰方案，额定电流 4500A，额定电压 $\pm 10\text{kV}$ 。整流变压器额定容量为 118MVA。
2	电气主接线	直流融冰装置接在 1 号主变 35kV 母线上，安装 1 台断路器。
3	主要电气设备选型	融冰装置采用双极 12 脉动阀组，整流变压器采用三相油浸式。
4	电气平面布置	融冰装置布置在站区北侧。
5	接地	主接地网材料采用扁钢。
6	土建	<p>(1) 直流融冰工程在鹤城 500kV 变电站预留场地内进行，直流融冰室布置在站区北侧，为单层建筑，采用平屋顶，建筑高度 8.1m，建筑面积 256.5m²；建筑装修与站区其它建筑保持风格统一，外墙采用面砖，铝合金窗，执行南网标准设计。</p> <p>(2) 直流融冰室按 7 度进行抗震计算，按 8 度采取抗震措施。</p> <p>(3) 直流融冰室采用钢筋混凝土框架结构，挖方区采用混凝土独立基础，深填方区采用机械成孔灌注桩基础。</p> <p>(4) 直流融冰水机室、控制室、阀室等主要生产房间设置分体空调；有通风需求的房间采用自然进风、机械排风。</p> <p>(5) 直流融冰室雨水通过雨水管道接入站区雨水系统。事故油排入融冰变事故油池。</p> <p>(6) 直流融冰室室内配置灭火器，室外融冰变边设消防小间，内配灭火器、砂桶砂铲等消防设施。不设室外消火栓，利用站区室外消火栓。</p>
三、铜都 500kV 变电站间隔扩建工程		
序号	项目	内容
1	扩建规模	本期扩建 1 回 500kV 出线至永丰。

2	电气主接线	500kV 采用 1 个半断路器接线。远期 12 线 3 变，按组成 7 个完整串、第 3 组主变压器经断路器接母线规划；前期已建 4 线，组成 4 个不完整串。本期扩建 1 回出线至永丰，接入第 2 串，与预留 1 号主变配串，建设 2 台断路器。
3	主要电气设备选型	500kV 母线侧电气设备短路电流水平按 63kA 选择，主要电气设备选型同前期工程。 500kV 采用 HGIS 设备，额定电流为 5000A。
4	500kV 配电装置布置	本期工程在预留的间隔位置进行扩建，布置型式同前期工程，采用悬吊式管母线、断路器三列式布置。
5	接地	主接地网材料同前期工程，采用扁钢。
6	土建	(1) 扩建工程在预留场地进行，不需新征用地。扩建相应出线间隔的 500kV 设备支架、HGIS 基础、电缆沟、道路等。 (2) 设备支架结构型式同前期工程，采用钢管结构，所有钢构件采用热镀锌防腐。 (3) 挖方区基础采用天然地基，深填方区及基础下潜在的小型岩溶洞穴采用 C15 毛石混凝土换填或填充处理。

四、多乐 500kV 变电站间隔扩建工程

序号	项 目	内 容
1	扩建规模	本期扩建 1 回 500kV 出线至鹤城。
2	电气主接线	500kV 采用 1 个半断路器接线。远期 10 线 2 变，按组成 6 个完整串规划；前期 8 线 2 变，组成 4 个完整串和 2 个不完整串。本期扩建 1 回出线至鹤城，接入第 4 串，与喜平 II 出线配成完整串；同时根据系统运行需求，将镇雄电厂出线间隔由第 3 串调整至第 2 串，与 2 号主变配成完整串。 第 4 串本期新增鹤城间隔边断路器利旧原第 3 串镇雄电厂间隔设备。本期工程新建 1 台断路器，搬迁 1 台断路器。 根据系统运行需求，将永丰站原镇雄出线的 1 组 150Mvar 高抗搬迁至本站至鹤城出线。
3	主要电气设备选型	500kV 母线侧电气设备短路电流水平按 63kA 选择，主要电气设备选型同前期工程。 500kV 采用瓷柱式 SF6 设备，额定电流为 5000A。
4	500kV 配电装置布置	本期工程在预留的间隔位置进行扩建，布置型式同前期。500kV 采用悬吊式管母线、断路器三列式布置。
5	接地	主接地网材料同前期工程，采用扁钢。
6	土建	(1) 扩建工程在预留场地进行，不需新征用地。扩建相应出线间隔的 500kV 设备支架、HGIS 基础、高抗基础、高抗防火墙、电缆沟。新建一个有效容积 40% 的事故油池，与原油池串联

		<p>后，事故油池总油量为 100%。改造高抗侧围墙，并依据环评报告增设隔声屏障。</p> <p>(2) 设备支架结构型式同前期工程，采用钢管结构，所有钢构件采用热镀锌防腐。高抗基础采用混凝土筏板基础，高抗防火墙采用钢筋混凝土清水防火墙。事故油池为地下混凝土结构。</p> <p>(3) 填方区基础超深部分采用毛石混凝土换填处理。</p> <p>(4) 消防: 高抗边增设 1 间消防小间。</p> <p>(5) 噪声防治: 根据本工程环评报告，本站址周边无敏感点，厂界执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》2 类标准。采取围墙上加设隔声屏障的降噪措施。</p> <p>(6) 大件运输: 本期 1 组 150Mvar 高抗设备由永丰站搬迁至本站，采用公路运输方案，运输距离约 280 公里。若永丰站高抗设备需经过检修后再利用，则根据检修地点确定运输路径。</p>
五、系统及电气二次		
序号	项 目	内 容
1	系统继电保护	<p>(1) 鹤城~永丰、镇雄电厂、多乐 3 回 500kV 线路，永丰~多乐、铜都 2 回 500kV 线路，多乐~镇雄电厂 1 回 500kV 线路，每回线路两侧分别配置双重化的分相光纤电流差动保护装置，集成完整的后备保护功能，过电压及远跳就地判别功能与主保护集成，每套线路保护分别采用不同路由的双光纤通信电路，2Mb/s 光直连接口，其中 1 套线路保护集成纵联距离保护功能。除多乐~镇雄电厂 1 回 500kV 线路两侧保护利旧外，其它原有线路保护更换。</p> <p>(2) 鹤城变本期每回 220kV 线路各配置 2 套差动保护装置，具体配置在相关配套工程中考虑。本工程只计列鹤城变侧保护设备投资。</p> <p>(3) 鹤城变本期 500kV 断路器保护双重化配置。铜都变本期新增 2 台断路器保护。</p> <p>(4) 鹤城变 500kV、220kV 每段母线各配置 2 套母差保护装置。</p> <p>(5) 鹤城变全站配置 1 套智能故障录波管理单元，每个 500kV 小室、220kV 小室各配置 2 套采集装置，主变小室配置 3 台采集装置（含远期主变接入量）。全站配置 1 台线路故障行波测距装置。</p> <p>(6) 鹤城变保护及录波信息管理子站纳入智能远动机统一考虑，智能网关机包含 I、II 区模块，保护信息经安全 I 区模块上传至调度主站，故障录波信息经 II 区模块上传至调度主站。</p>

		<p>应严格按照国家变电站监控系统安全防护相关标准，取消保护 C 网，故障录波恢复 C2 网，智能故障管理单元部署在安全 II 区。</p> <p>(7) 多乐本期调整间隔，涉及 2 回线路保护设备全部更换，保护原理、通道与对侧变保持一致。新增 1 台、更换 2 台断路器保护设备。</p> <p>第六串为完整串，I 母侧出线间隔转为备用后存在保护死区，建议采用原线路保护改为短引线保护功能。</p> <p>(8) 永丰本期利用原间隔，涉及 3 回线路保护设备全部更换，保护原理、通道与对侧鹤城变保持一致。</p> <p>(9) 铜都本期扩间隔，新建线路配置 2 套保护设备，保护原理、通道与对侧变保持一致。配置 2 台断路器保护设备。</p> <p>(10) 镇雄电厂侧鹤城间隔线路新配置 2 套线路保护，与鹤城变配套；镇雄电厂侧多乐间隔线路保护设备利旧。镇雄电厂侧相关投资不列入本工程。</p>
2	安全自动装置	<p>根据可研评审意见，本工程接入系统后存在暂态安全稳定控制问题，需在云南电网年度安稳中统筹开展安全稳定控制系统专题研究。本工程不计列费用。</p>
3	调度自动化	<p>(1) 鹤城变远动信息直送南网总调、云南省调、昭通地调及相关备调。</p> <p>(2) 鹤城变配置 2 台智能远动机。</p> <p>(3) 鹤城变配置 1 套电能量计量采集终端，在至镇雄电厂、220kV 用户出线间隔均按关口点配置双表，精度 0.2s 级，其它各测点配置单表，电能量信息传送采用调度数据网络+2M 专线方式。</p> <p>永丰变、多乐变、铜都变本期在新建线路侧分别配置 0.2s 级单表。</p> <p>(4) 鹤城变配置 1 套二次系统安全防护设备和 1 套网络安全态势感知装置。</p> <p>(5) 鹤城变配置 1 套同步相量测量系统。</p> <p>(6) 鹤城变配置 1 套网络发令终端。</p>
4	电气二次	<p>(1) 鹤城变全站配置 1 套计算机监控系统，采用南网 V2.1 版通用设计。站控层设备按远景规模配置，500kV/220kV 间隔、主变三侧及本体、35kV 无功设备的智能终端均按双重化配置，母线及其它智能终端按单台配置，全站过程层 GOOSE 网分 A、B 网，均分别双重化配置，各电压等级过程层交换机按本期规模配置。</p> <p>新建工程原则上不配置独立的五防和一键顺控装置，其功能集成于监控系统中，硬件与监控系统主服务器、远动网关共享。用于双确认的微动开关在一次设备上统一考虑。</p>

		<p>(2) 鹤城变本期主变、高抗分别配置双重化的主、后备保护装置，非电量保护与本体第 1 套智能终端集成。</p> <p>多乐变本期搬进 1 组高抗，原高抗保护不再搬迁，新配置 2 套保护设备。</p> <p>(3) 鹤城变本期低压无功、站用变均配置单套保护测控集成装置，35kV 母差保护单套配置。</p> <p>(4) 鹤城变配置 1 套公用的时钟对时系统，主时钟源双重化配置。</p> <p>(5) 鹤城变采用 220V 直流系统，配置 2 组 500Ah 阀控铅酸蓄电池组和 2 套高频开关电源装置，配置 2×10kVA 的交流不停电电源装置。</p> <p>(6) 鹤城变配置 1 套安全 II 区一次设备综合处理单元，GIS 局放按每台断路器气室配置 1 台传感器、每台主变每相 1 台油色谱采用装置。</p> <p>(7) 鹤城变配置 1 套图像系统、1 套火灾报警系统。</p> <p>(8) 多乐变本期新增 5 台测控装置、铜都变本期新增 3 台测控装置。每站各增加 2 台摄像机。</p> <p>(9) 鹤城变融冰设备本体控制保护装置随一次设备成套供应，相关信息在变电站监控系统后台统一显示，融冰刀闸不考虑一键顺控功能。在融冰二次小室配置 1 面直流分屏、1 面时钟扩展柜，配置必要的五防锁具，新增 10 台摄像机。</p>
5	系统通信	<p>(1) 在本工程各回 500kV 线路上不开设电力线载波通道，线路两侧不加装阻波器。</p> <p>(2) 本工程鹤城~永丰、鹤城~多乐、鹤城~镇雄电厂、永丰~多乐、永丰~铜都开关站各回 500kV 线路保护通道均采用融冰纤芯应急保护通道，2M 光口，均为双口配置。</p> <p>(3) 在鹤城变配置 1 套用户容量为 48 线的系统调度程控交换机(含 2 套调度录音设备)，采用 2×2Mb/s 接入云南省电力调度交换网，接入点为昭通地调、永丰变。昭通地调、永丰变配置相应 2M 中继板。</p> <p>(4) 在鹤城变配置 1 套行政 32 线 IAD 接入设备，接入省公司 IMS 统一通信平台。</p> <p>(5) 在鹤城变配置 2 套南网调度数据网接入设备，采用 2×FE 和 2×2E1 方式分别接入(A 平面)曲靖变、昆北换和(B 平面)云南中调、昆北换(接入南方电网调度数据网 A、B 平面汇聚点)。</p> <p>(6) 在鹤城变配置 1 套综合数据网汇聚层设备，采用 2×FE 方式接入昭通地调。</p> <p>(7) 在鹤城变配置 2 套高频开关直流通信电源设备(-48V/300A)和 2 组免维护蓄电池组(-48V/800Ah)，按双重</p>

		化配置设计。 (8) 在鹤城变配置 1 套通信电源监控系统子站设备, 配置 1 套蓄电池远程核容装置, 接入地调主站。
六、光纤通信部分		
序号	名称	内容
1	光纤通信部分	<p>1. 光缆方案</p> <p>随永丰变~镇雄电厂 500kV 线路解口接入鹤城变, 在鹤城变至开断点(永丰侧)架设 1 根 36 芯 OPGW, 更换开断点~永丰变侧原有 1 根 24 芯 OPGW 为 1 根 36 芯 OPGW; 在鹤城变至开断点(镇雄电厂侧)架设 1 根 24 芯(18 芯 G. 652+8 芯 G. 655) OPGW, 与原有光缆接续;</p> <p>随永多 I 回 500kV 线路双侧开断, 永丰侧线路改接至鹤城变, 沿新建线路段架设 1 根 36 芯 OPGW; 更换永多 I 回中间段原有 1 根 24 芯 OPGW 为 1 根 36 芯 OPGW, 多乐侧开断点~多乐变新建线路架设 1 根 36 芯 OPGW; 最终形成鹤城~多乐变 1 根 36 芯 OPGW。</p> <p>随永多 I 回 500kV 线路双侧开断, 永丰侧开断点~永丰变、多乐侧开断点~多乐变原有 1 根 24 芯 OPGW 均更换为 1 根 36 芯 OPGW; 更换永多 II 回 500kV 线双侧开断中间段的 1 根普通地线为 1 根 36 芯 OPGW, 在永多 I 回开断点与永多 II 回开断点之间新建线路段分别架设 1 根 36 芯 OPGW, 最终形成永丰变~多乐变(II 回) 1 根 36 芯 OPGW。</p> <p>随永多 II 回 500kV 线双侧开断, 永丰侧线路改接至铜都变, 沿新建线路段架设 1 根 48 芯 OPGW, 更换该段原有线路地线架设 1 根 48 芯 OPGW(共 2 段), 最终形成永丰~铜都变 1 根 48 芯 OPGW。</p> <p>随镇雄电厂~多乐变线路在多乐出口侧改接至多乐变东方向备用间隔后, 沿多乐变龙门架至终端塔新建线路架设 1 根 36 芯 OPGW, 与原有光缆接续, 形成多乐变~镇雄电厂 1 根 36 芯 OPGW。</p> <p>随新建鹤城变~小龙洞变 10kV 线路上架设 1 根 36 芯 ADSS 光缆, 新建光缆路径长度约 12.6km, 该段光缆作为至调度端的调试通道使用, 投资计列在站外电源工程。</p> <p>以上新建光缆均采用 G. 652 标准纤芯, 其 OPGW 余长系数按 1.05 考虑。</p> <p>有关与本工程配套的 220kV 线路光缆方案在配套工程中确定。</p> <p>2. 光通信电路组网</p> <p>(1) 利用永多 II 回光缆路由, 保持永丰变~多乐变南网</p>

	<p>ASON 10Gb/s 和南网 B 2.5Gb/s 光纤通信电路不变。</p> <p>(2) 建设多乐变~鹤城变~永丰变 10Gb/s 光纤通信电路, 均为 1+0 传输配置, 接入南网保底通信网。</p> <p>建设多乐变~鹤城变~永丰变~铜都变和多乐~永丰 10Gb/s 光纤通信电路, 均为 1+0 传输配置, 接入云南省光纤传输新 B 网。</p> <p>建设鹤城变~镇雄电厂 2.5Gb/s 光纤通信电路, 均为 1+0 传输配置, 分别接入南网保底通信网和云南省光纤传输新 B 网。</p> <p>保持永丰变~多乐变云南省光纤传输新 A 网 10Gb/s 光纤通信电路、取消永丰变~镇雄电厂云南省光纤传输新 A 网 2.5Gb/s 光纤通信电路。</p> <p>(3) 保持永丰变~多乐变云南省 OTN 网 10Gb/s 光纤通信电路不变。</p> <p>(4) 有关鹤城变接入昭通地区光纤传输网方案, 在配套 220kV 工程中确定, 计列本站光设备配置投资。</p> <p>(5) 建设鹤城~110kV 菁门变 SDH 155Mb/s 光纤通信电路, 采用 1+0 传输配置, 接入地区 A 网, 作为本工程至调度端调试电路。</p> <p>以上电路组织构成鹤城变至南网总调、云南中调的主、备用调度通信通道。</p> <p>3. 采用 ITU-T 国际建议值、国家标准以及电力、电信行业的相关设计技术规程、规定。</p> <p>4. 带宽分配</p> <p>本工程线路保护通道按每套保护占用 2 个 2M 带宽配置; 本工程不配置 PCM 通道。</p> <p>5. 光通信设备配置</p> <p>南网保底通信网: 在鹤城变配置 1 套 STM-64 光传输设备, 其对侧各变电站的 STM-64 光接口板及相应光路子系统均利用保底通信网已有配置。对侧镇雄电厂侧板卡不列入本工程。</p> <p>云南省新 B 网: 在鹤城变配置 1 套 STM-64 光传输设备, 在永丰变、多乐变各配置 1 套 STM-64 扩展子框及相应光路子系统; 在铜都变配置 1 套 STM-64 光口板及相应光路子系统; 镇雄电厂侧光口板利旧。</p> <p>昭通地区 A、B 网: 在鹤城变配置 2 套 STM-64 光传输设备, 永丰侧配置 1 块 STM-16 光接口板、1 块 STM-64 光接口板。菁门变地区 A 网设备上配置 1 块 STM-1 光接口板。</p> <p>6. 网管及时钟同步系统</p> <p>本工程新建光通信电路接入云南电网现有光传输网管系统和网同步系统。</p>
--	--

		<p>7. 在鹤城变配置 1 套光缆在线监测装置，接入昭通地调主站。</p> <p>8. 过渡通信方案</p> <p>(1) 本工程永镇线路光缆开断不考虑过渡通信方案。</p> <p>(2) 本工程在永多线路光缆开断期间，在永丰变、多乐变各配置 1 块 S-64.1 光接口板，构成南网 ASON、云南省 ASON 网背靠背互联；在永丰变、多乐变各配置 1 块 S-16.1 光接口板，构成南网 B 网、省干新 B 网背靠背互联。</p> <p>利用云南省 ASON、省新 B 网组织的迂回路由通道，构成南网 ASON、南网 B、省网 ASON、省新网 B 的过渡通信方案。</p> <p>(3) 鹤城变投运时间早于南网保底通信网全网投运时间。在保底通信网全网投运之前，鹤城变至调度端及对侧变电站相关业务利用网、省、地区互联电路组织，互联板卡使用备品备件。</p>
七、线路工程		
序号	项 目	内 容
1	建设规模和路径方案	<p>(1) 永丰~镇雄电厂开断接入鹤城 500kV 线路工程</p> <p>根据系统规划要求，本工程将永丰~镇雄电厂 500kV 线路开断接入鹤城 500kV 变电站。设计根据原线路走向及鹤城 500kV 变电站位置，综合考虑城乡建设规划，合理选择开断点，提出了本工程唯一路径方案。设计推荐的路径方案是合理可行的。</p> <p>本工程位于云南省昭通市昭阳区境内，新建线路路径长度约 8.4km，其中永丰侧 6.3km，镇雄侧 2.1km，按单回路架设。沿线海拔高度 2000m~2100m。</p> <p>原永丰~镇雄电厂 500kV 线路开断接入鹤城变后，形成永丰~鹤城 500kV 线路和鹤城~镇雄电厂 500kV 线路，线路长度分别为 20.8km 和 132.1km。</p> <p>根据系统通信要求，本工程需对开断点至永丰变进行地线改造，改造长度 14.5km。</p> <p>本工程需拆除原永丰~镇雄电厂 500kV 线路长度约 6.3km，拆除铁塔 23 基。</p> <p>跨越主干铁路、高速公路等重要跨越采用独立耐张段设计，杆塔结构强度适当加强。</p> <p>(2) 永丰~多乐 I 回 500kV 线路改接工程</p> <p>根据系统规划要求，本工程将永丰~多乐 I 回 500kV 线路开断后，改接至鹤城 500kV 变电站，形成鹤城~多乐 500kV 线路。设计根据原线路走向及鹤城 500kV 变电站位置，综合考虑城乡建设规划、交通地形、气象条件、压覆矿产情况，在鹤城</p>

	<p>变至改接点段提出了东、西两个路径方案。东方案位于云南省、贵州省境内，路径长度约 44.0km；西方案位于云南省境内，路径长度约 48.5km。与西方案相比，东方案路径长度和重冰区长度较短，距离机场较远、影响较小，压覆矿产较少，投资较省。经综合技术经济比较，设计推荐的路径东方案是合理可行的。</p> <p>同时，根据系统规划要求，将原永丰~多乐 I 回线路与 II 回线路在多乐变侧同塔双回路架设段改为按两个单回路架设，其中原同塔双回路段维持原状视为单回路运行，另新建一条单回线路。</p> <p>本工程线路途经云南省昭通市昭阳区、鲁甸县、宣威市和贵州省威宁县，新建线路路径长度约 49km，其中鹤城变至改接点段约 44km（其中，贵州境内 29.5km，云南境内 14.5km），多乐变侧双改单段约 5km，均采用单回路架设。此外，多乐变侧双改单段还利用原镇雄电厂~多乐变线路 2.2km（仅计列导线架线投资）。沿线海拔高度在 1500~2200m 之间。</p> <p>原永丰~多乐 I 回线路改接入鹤城 500kV 变电站后，形成鹤城~多乐 500kV 线路，线路长度为 152.0km。</p> <p>根据系统通信及融冰要求，本工程需对利旧的原永丰~多乐 I 回线路进行地线改造，改造长度约 103km。</p> <p>本工程需拆除原永丰~多乐 I 回 500kV 线路铁塔 2 基。</p> <p>（3）永丰~多乐 II 回 500kV 线路改接工程</p> <p>根据系统规划要求，本工程将永丰~多乐 II 回 500kV 线路开断后，改接至铜都 500kV 变电站，形成铜都~永丰 500kV 线路。设计根据原线路走向及铜都 500kV 变电站位置，综合考虑城乡建设规划、交通地形、气象条件、压覆矿产情况，在鹤城变至改接点段提出了西、中、东三个路径方案。中方案路径长度比东、西方案稍短，但沿线交叉跨越较多，距离会泽规划机场较近、影响较大，协议较难取得；东、西方案路径长度相当，但东方案途经 20mm 重冰区长度较长、投资较大。设计推荐的路径西方案是合理可行的。</p> <p>同时，根据系统规划要求，将原永丰~多乐 II 回线路与 I 回线路在永丰变侧同塔双回路架设的 317#-331#段改为按两个单回路架设，其中原同塔双回路段维持原状视为单回路运行，另新建一条单回线路。</p> <p>本工程途经云南省曲靖市会泽县、昭通市鲁甸县，新建线路路径长度约 107.5km，其中铜都变至改接点段约 98km，永丰侧双改单段约 9.5km，均采用单回路架设。沿线海拔高度在 1500~2950m 之间。</p> <p>原永丰~多乐 II 回线路改接入铜都 500kV 变电站后，形成永丰~铜都 500kV 线路，线路长度为 125.5km。</p>
--	--

		<p>根据系统通信要求和融冰要求，本工程需对利旧段进行地线改造，改造路径长度合计 18km。</p> <p>本工程需拆除原永丰~多乐 II 回 500kV 线路铁塔 2 基。</p> <p>(4) 永丰~多乐 I、II 回线路换接工程</p> <p>根据系统规划要求，本工程将永丰~多乐 II 回 500kV 线路双侧开断后，两侧分别改接至永丰~多乐 I 回，形成新的永丰~多乐 500kV 线路。其中，永丰侧改接线路位于昭通市鲁甸县境内，新建线路路径长度 1km，按单回路架设；多乐侧改接线路位于宣威市境内，新建线路路径长度 1km，按单回路架设。沿线海拔高度在 1450~2250m 之间。</p> <p>原永丰~多乐 I、II 回线路换接后，形成新的永丰~多乐 500kV 线路，线路路径长度为 140km。</p> <p>根据系统通信和融冰要求，本工程需对原永丰~多乐 I、II 回线路进行地线改造，改造长度约 138km。</p> <p>本工程需拆除原永丰~多乐 II 回 500kV 线路铁塔 2 基。</p> <p>(5) 镇雄电厂~多乐变 500kV 线路改接工程</p> <p>根据系统规划要求，本工程将镇雄电厂~多乐 500kV 线路在多乐变龙门档改接至多乐变东方向备用间隔。本工程位于宣威市境内，新建线路路径长度约为 0.1km，按单回路架设。沿线海拔高度在 2000~2100m 之间。</p> <p>本工程需拆除原镇雄电厂~多乐 500kV 线路 0.1km。</p>
2	设计风速、冰厚和污区划分	<p>气象条件重现期按 50 年一遇考虑，跨越牛栏江、毛家村水库段设计基本风速取 30m/s，其余段取 27m/s。</p> <p>永丰~镇雄电厂开断接入鹤城 500kV 线路工程 8.4km 为 20mm 冰区。</p> <p>永丰~多乐 I 回 500kV 线路改接工程中，鹤城变至改接点段 10mm、15mm、20mm 冰区长度分别为 21km、6km、17km，多乐变侧双改单段 10mm、20mm 冰区长度分别为 3.5km、1.5km。</p> <p>永丰~多乐 II 回 500kV 线路改接工程中，铜都变至改接点段 10mm、15mm、20mm、30mm、40mm 冰区长度分别为 50.5km、1.5km、31km、13km、2km，永丰侧双改单段 10mm、20mm 冰区长度分别为 7.0km、2.5km。</p> <p>永丰~多乐 I、II 回线路换接工程中，永丰侧 1km 为 10mm 冰区，多乐侧 1km 为 20mm 冰区。</p> <p>镇雄电厂~多乐变 500kV 线路改接工程 0.1km 为 10mm 冰区。</p> <p>地线覆冰厚度按增加 5mm 考虑。对于相对高耸、山区风道、垭口、抬升气流的迎风坡、较易覆冰等微地形区段，以及相对高差较大、连续上下山、相邻两侧档距相差悬殊、跨越河流等局部地段的线路适当加强铁塔强度。</p>

		<p>根据《2018年云南省电瓷外绝缘污秽等级划分图》，全线划分为 b、c 级污秽区，统一爬电比距按不小于 39.4mm/kV 配置绝缘，并根据海拔高度进行相应修正，在局部污秽严重地区绝缘配置可适当加强。</p>
3	导、地线选型及防振措施	<p>(1) 永丰~镇雄电厂开断接入鹤城 500kV 线路工程导线采用 JL/LB20A-400/50 铝包钢芯铝绞线；其他工程导线 20mm 及以下冰区选用 JL/LB20A-500/45 铝包钢芯铝绞线；30mm、40mm 冰区导线选用 JLHA1/G1A-500/65 钢芯铝合金绞线。每相 4 分裂。</p> <p>(2) 新建部分 20mm 及以下冰区一根地线采用 OPGW-120 复合光缆、另一根地线采用 JLB20A-120 铝包钢绞线，30mm、40mm 冰区一根地线采用 OPGW-180 复合光缆、另一根地线采用 JLB20A-185 铝包钢绞线；利旧线路更换地线改造部分截面与原线路保持一致，两端进站段一根地线采用 OPGW-120 复合光缆、另一根地线采用 JLB20A-120 铝包钢绞线，其余段 20mm 及以下冰区一根地线采用 OPGW-100 复合光缆、另一根地线采用 JLB20A-100 铝包钢绞线，30mm 冰区一根地线采用 OPGW-180 复合光缆、另一根地线采用 JLB20A-185 铝包钢绞线。</p> <p>(3) 采用设计推荐的导、地线防振措施。导线利用间隔棒的消振作用，一般档距不装防振锤，500m 以上的档距采用防振锤防振；地线采用防振锤防振，重冰区采用护线条防护，不再采取其他防振措施。</p>
4	导线换位及地线绝缘方式	<p>(1) 永丰~镇雄电厂开断接入鹤城 500kV 线路工程镇雄侧利旧部分有 2 基换位塔，新建部分设计 1 基换位塔。永丰~多乐 I 回 500kV 线路改接工程利旧部分有 2 基换位塔，新建部分设计 1 基换位塔；永丰~多乐 II 回 500kV 线路改接工程利旧部分有 1 基换位塔，新建部分设计 2 基换位塔；永丰~多乐 I、II 回线路换接工程利旧部分有 3 基换位塔；镇雄电厂~多乐变 500kV 线路改接工程仅改挂多乐侧构架档导线，换位方式维持原线路情况。</p> <p>(2) 为避免光缆因雷击断股，OPGW 外层采用铝包钢线，且单丝直径不小于 3.0mm。OPGW 及其分流线根据融冰需求，按绝缘化设计。</p>
5	绝缘子选型、绝缘配合和金具组装	<p>(1) 采用设计推荐的绝缘配合和金具组装设计原则。</p> <p>(2) 耐张串采用双联 300kN 和 550kN 玻璃绝缘子，变电站进出线档采用双联 160kN 玻璃绝缘子。</p> <p>(3) 悬垂串采用单、双联 160kN、210kN、300kN、420kN 玻璃绝缘子。</p> <p>(3) 跳线串采用 70kN 玻璃绝缘子。</p>
6	防雷、接地	<p>(1) 为提高线路的防雷性能，双回路塔地线对导线保护</p>

		<p>角小于 0°，单回路塔地线对导线保护角轻冰区不大于 10°、重冰区不大于 15°。</p> <p>(2) 接地装置采用方环加射线接地装置，接地体采用 ϕ 12 圆钢。土壤电阻率较高的塔位可采取综合措施以降低杆塔的接地电阻。</p>
7	杆塔	<p>(1) 单回路悬垂塔采用酒杯型塔，部分轻冰区大档距采用猫头型塔；20mm 及以下冰区耐张塔采用干字型铁塔，部分小档距耐张塔为抑制悬垂串内倾可采用酒杯型铁塔；30mm、40mm 冰区耐张塔采用酒杯型塔。</p> <p>(2) 全线采用自立式角钢铁塔。</p> <p>(3) 铁塔材料可采用 Q235B、Q355B (Q345B)、Q420B。</p> <p>(4) 杆塔构件采用螺栓连接，塔脚及局部结构采用焊接，螺栓采用 M16 (6.8 级)、M20 (6.8 级) 及 M24 (8.8 级) 镀锌螺栓。</p> <p>(5) 铁塔下部螺栓采取防卸措施，挂点连接构件采用双帽螺栓，其它铁塔螺栓均采取扣紧螺母的防松措施。</p> <p>(6) 所有铁塔构件 (含插入角钢)、螺栓 (含防松螺母、防卸螺栓)、垫片、垫圈均需热镀锌防腐。</p> <p>(7) 铁塔设置登塔脚钉，根据云南电网公司“关于印发云南电网输电装备技术导则 (2018 版) 的通知” (云电生 [2018] 53 号) 要求，全高 60m 以上的铁塔，在适当位置设置简易检修平台，平台外围设置安全护栏。</p> <p>(8) 根据云南电网公司“关于新建架空输电线路安装杆塔防坠落装置的通知” (云电设备 [2017] 2 号) 要求，所有铁塔安装防坠落装置。</p>
8	基础	<p>(1) 地质条件 本工程沿线地形主要为丘陵和山地；地质表层主要为粘性土，下覆灰岩、砂岩、泥岩、玄武岩等。</p> <p>(2) 基础型式 本工程因地制宜采用掏挖式基础、立柱式基础、岩石基础、人工挖孔桩基础、机械成孔灌注桩等基础型式。</p> <p>(3) 基础材料 灌注桩、岩石锚杆的混凝土强度等级为 C30，其余基础的混凝土强度等级为 C25；基础主筋为 HRB400 级钢筋，其余为 HPB300 级钢筋。</p> <p>(4) 基础连接 铁塔和基础连接采用地脚螺 {插入角钢} 方式。地脚螺栓性能等级满足《输电杆塔用地脚螺栓与螺母》(DL/T 1236-2013) 相关要求。</p> <p>(5) 环境保护 为了减少土石方量、保护自然环境，山区铁塔采用全方位</p>

		长短腿设计，与不等高基础配合使用；弃土应结合塔位具体的交通、地形、地质等条件，因地制宜地采用原地平摊、外运以及综合利用的措施；必要的，可修筑堡坎、生态植被护坡、挡土墙、排水沟等水土保持措施，避免水土流失。
9	通信保护	本线路对邻近电信线路的电磁感应影响不超过容许值，无需采取特别防护措施。
八、概算部分		
(一) 综合部分		
序号	内 容	
1	项目划分及取费标准执行《电网工程建设预算编制与计算规定》(2018年版)，中华人民共和国电力行业标准 DL/T 5467—2013、DL/T 5471~5472—2013、DL/T 5476—2013、DL/T 5479—2013、DL/T 5538—2017。	
2	定额执行《电力建设工程概算定额》(2018年版)及《电力建设工程预算定额》(2018年版)。	
3	主要设备材料价格执行《关于印发〈南方电网公司 2021 年第二季度电网工程主要设备材料信息价〉的通知》(南方电网定额〔2021〕10号)，不足部分参照近期同类工程招标价或市场询价。	
4	装置性材料价格采用《电力建设工程装置性材料预算价格》(2018年版)及《电力建设工程装置性材料综合预算价格》(2018年版)。	
5	定额人工费调整、电网安装工程定额材机调整及建筑工程定额施工机械价差调整执行《电力工程造价与定额管理总站关于发布 2018 版电力建设工程概预算定额 2020 年度价格水平调整的通知》(定额〔2021〕3号)。砂石、水泥、钢筋等地方性材料价格按照当地近期信息价计列。	
6	建设场地征用及清理费用结合同类地区工程赔偿现状，按照国家及地方有关收费政策、标准执行。	
7	项目前期工作费执行《关于落实〈国家发展改革委关于进一步放开建设项目专业服务价格的通知〉(发改价格〔2015〕299号)的指导意见》(中电联定额〔2015〕162号)。	
8	勘察费按合同约定执行《关于落实〈国家发展改革委关于进一步放开建设项目专业服务价格的通知〉(发改价格〔2015〕299号)的指导意见》(中电联定额〔2015〕162号)。	
9	设计费按合同约定执行《关于印发〈南方电网公司 35kV~±800kV 交直流输变电工程设计费标准〉的通知》(南方电网基建〔2017〕10号)。	
10	建设期贷款利息按年贷款名义利率 4.90%、资本金 20%计算。	
(二) 审定结果		
序号	内 容	
1	云南500kV鹤城输变电工程可研批复静态投资141850万元，动态投资144540万元；送审初步设计概算静态投资141081万元，动态投资143867万元。 经评审核定本工程初步设计概算静态投资136534万元，动态投资139229万	

元，其中：

变电工程动态投资60791万元；

线路工程动态投资78438万元；

审定概算动态投资比可研批复减少5311万元，核减幅度3.67%，主要原因为：

变电工程减少2260万元，主要为设计方案优化工程量减少，核减前期费和勘察设计费。

线路工程减少3051万元，主要为：线路路径长度优化1.9km，主要材料价执行南网2021年第二季度设备材料信息价，融冰设备及材料价格按最近合同价调整核减费用。

评审确定的主要技术经济指标及分析如下：

指标名称	审定估算	审定概算	差异幅度 （（概算-估算）/估算）	差异原因
一、鹤城 500kV 变电站新建工程				
1、征地面积（ha）	11.03	10.602	-3.88%	设计优化
2、总建筑面积（m ² ） （含电缆间）	4370	4712.9	7.85%	设计调整
3、土石方（m ³ ）	490970.2	428153.9	-12.79%	设计优化
4、混凝土（m ³ ）	52402	51620	-1.49%	设计优化
5、护坡及挡墙（m ³ ）	3080	1480	-51.95%	设计优化
6、电力电缆（m）	34820	29600	-14.99%	设计优化
7、控制电缆（m）	93000	110000	18.28%	设计调整 工程量
8、地基处理费用 （万元）	2369	2633	11.14%	设计调整 工程量
9、本体单位造价 （元/kVA）	141.73	134.02	-5.44%	
二、鹤城 500kV 变电站直流融冰工程				
1、征地面积（ha）				
2、总建筑面积（m ² ） （含电缆间）	216	216	0.00%	

3、土石方 (m ³)				
4、混凝土 (m ³)	1344	674	-49.85%	设计优化
5、护坡及挡墙 (m ³)				
6、电力电缆 (m)	5070	4420	-12.82%	设计优化
7、控制电缆 (m)	10000	10000	0.00%	
8、地基处理费用 (万元)				
9、本体单位造价 (元/kVA)				
三、铜都 500kV 变电站间隔扩建工程				
1、征地面积 (ha)				
2、总建筑面积 (m ²) (含电缆间)				
3、土石方 (m ³)				
4、混凝土 (m ³)	552	283	-48.73%	设计优化
5、护坡及挡墙 (m ³)				
6、电力电缆 (m)	2930	1000	-65.87%	设计优化
7、控制电缆 (m)	13100	8100	-38.17%	设计优化
8、地基处理费用 (万元)	23	7	-69.57%	设计优化
9、本体单位造价 (元/kVA)				
四、多乐 500kV 变电站间隔扩建工程				
1、征地面积 (ha)				
2、总建筑面积 (m ²) (含电缆间)				
3、土石方 (m ³)				
4、混凝土 (m ³)	1416	2109	48.94%	设计调整 工程量
5、护坡及挡墙 (m ³)				
6、电力电缆 (m)	4580	3000	-34.50%	设计优化
7、控制电缆 (m)	17400	16000	-8.05%	设计优化
8、地基处理费用 (万元)	16	57	256.25%	设计调整 工程量
9、本体单位造价 (元/kVA)				

五、永丰 500kV 变电站改造工程					
1、征地面积 (ha)					
2、总建筑面积 (m ²) (含电缆间)					
3、土石方 (m ³)					
4、混凝土 (m ³)					
5、护坡及挡墙 (m ³)					
6、电力电缆 (m)					
7、控制电缆 (m)		10900	6000	-44.95%	设计优化
8、地基处理费用 (万元)					
9、本体单位造价 (元/kVA)					
六、永丰~镇雄电厂开断接入鹤城 500kV 线路工程					
1、塔材 (t/km)		138.63	144.56	4.28%	初设线路长度优化 0.4km
2、基础砼 (m ³ /km)		186.60	200.53	7.47%	初设线路长度优化 0.4km
3、基础钢筋 (t/km)		14.39	15.00	4.24%	初设线路长度优化 0.4km
4、护坡及挡墙 (m ³ /km)		8.00	7.98	-0.25%	设计优化
5、材料工地 运 (km)	人力	0.60	0.60	0.00%	
	汽车	5.00	5.00	0.00%	
6、本体单位造价 (万元/km)		351.02	349.29	-0.49%	初设光缆改造部分计入 特殊费用
七、永丰~多乐 I 回 500kV 线路改接工程 (鹤城侧云南段)					
1、塔材 (t/km)		91.52	88.15	-3.68%	设计优化

2、基础砼 (m ³ /km)		119.84	113.78	-5.06%	设计优化
3、基础钢筋(t/km)		9.71	9.57	-1.44%	设计优化
4、护坡及挡墙 (m ³ /km)		8.00	8.00	0.00%	
5、材料工地运 (km)	人力	0.90	0.85	-5.56%	设计优化
	汽车	30.00	20.00	-33.33%	设计优化
6、本体单位造价 (万元/km)		261.72	248.34	-5.11%	设计优化
八、永丰~多乐 I 回 500kV 线路改接工程 (鹤城侧贵州段)					
1、塔材 (t/km)		103.47	104.03	0.55%	初设线路长度优化 0.5km
2、基础砼 (m ³ /km)		131.60	134.72	2.38%	初设线路长度优化 0.5km
3、基础钢筋(t/km)		11.12	11.15	0.27%	初设线路长度优化 0.5km
4、护坡及挡墙 (m ³ /km)		8.00	8.00	0.00%	
5、材料工地运 (km)	人力	0.90	0.85	-5.56%	设计优化
	汽车	30.00	20.00	-33.33%	设计优化
6、本体单位造价 (万元/km)		274.20	273.02	-0.43%	设计优化
九、永丰~多乐 I 回 500kV 线路改接工程 (多乐侧)					
1、塔材 (t/km)		94.18	92.89	-1.37%	设计优化
2、基础砼 (m ³ /km)		128.37	124.75	-2.82%	设计优化
3、基础钢筋(t/km)		10.70	10.52	-1.63%	设计优化
4、护坡及挡墙 (m ³ /km)		7.00	6.80	-2.86%	设计优化
5、材料工地	人	0.90	0.80	-11.11%	设计优化

运 (km)	力				
	汽车	10.00	10.00	0.00%	
6、本体单位造价 (万元/km)		283.00	279.20	-1.34%	设计优化
十、永丰~多乐Ⅱ回 500kV 线路改接工程 (铜都侧)					
1、塔材 (t/km)		122.67	122.86	0.16%	初设线路长度优化 0.5km
2、基础砼 (m ³ /km)		146.64	141.21	-3.70%	设计优化
3、基础钢筋 (t/km)		11.57	11.14	-3.72%	设计优化
4、护坡及挡墙 (m ³ /km)		8.00	7.93	-0.89%	设计优化
5、材料工地 运 (km)	人力	0.96	0.96	0.00%	
	汽车	30.00	25.00	-16.67%	设计优化
6、本体单位造价 (万元/km)		322.87	312.55	-3.20%	设计优化
十一、永丰~多乐Ⅱ回 500kV 线路改接工程 (永丰侧)					
1、塔材 (t/km)		102.61	118.86	15.84%	初设线路长度优化 0.5km
2、基础砼 (m ³ /km)		134.91	144.14	6.84%	初设线路长度优化 0.5km
3、基础钢筋 (t/km)		10.87	10.89	0.18%	初设线路长度优化 0.5km
4、护坡及挡墙 (m ³ /km)		8.20	8.00	-2.44%	设计优化
5、材料工地 运 (km)	人力	0.90	0.80	-11.11%	设计优化
	汽车	30.00	20.00	-33.33%	设计优化
6、本体单位造价		286.10	296.95	3.79%	初设线路长

	(万元/km)				度 优 化 0.5km
	十二、永丰~多乐 I、II回线路换接 工程及镇雄电厂~ 多乐变500kV线路 改接工程				
	1、塔材(t/km)	101.83	94.77	-6.94%	设计优化
	2、基础砼(m ³ /km)	218.37	182.05	-16.63%	设计优化
	3、基础钢筋(t/km)	13.76	12.07	-12.28%	设计优化
	4、护坡及挡墙 (m ³ /km)	6.00	5.00	-16.67%	设计优化
	5、材料工地 运(km)	人 力	0.60	0.60	0.00%
		汽 车	5.00	5.00	0.00%
	6、本体单位造价 (万元/km)	560.00	314.50	-43.84%	设计优化
2	概算汇总、概算对比、造价控制线对比及主要技术经济指标见附表。				

附表 1 云南 500kV 鹤城输变电工程（昭通电网增容及 500kV 网架加强工程）

初步设计概算汇总表

单位：万元、元/kVA、万元/km

序号	费用名称 工程项目	建筑 工程 费	设备 购置 费	安装 工程 费	其他费用		基本 预备 费	特殊 项目 费用	静态投资		建设 期贷 款利 息	动态投 资
					其他 费用	其中：建 设场地 征用及 清理费			静态投 资	单位造价		
一	变电工程	21475	20851	5924	10474	3278	880	27	59631		1160	60791
1	鹤城 500kV 变电站新建工程	20459	18092	4495	9817	3232	793	24	53680	178.93	1071	54751
2	鹤城 500kV 变电站直流融冰工程	422	1506	766	321	1	45		3060		61	3121
3	铜都 500kV 变电站间隔扩建工程	59	703	186	62	1	15	1	1026		10	1036
4	多乐 500kV 变电站间隔扩建工程	535	424	413	241	38	24	1	1638		16	1654
5	永丰 500kV 变电站改造工程		126	64	33	6	3	1	227		2	229
二	线路工程			59152	12215	5957	1070	4466	76903		1535	78438
1	永丰～镇雄电厂开断接入鹤城 500kV 线路工程			3677	943	460	69	117	4806	572.14	96	4902
2	永丰～多乐 I 回 500kV 线路改接 工程（鹤城侧云南段）			4250	1122	517	81	3	5456	376.28	109	5565

3	永丰~多乐 I 回 500kV 线路改接工程 (鹤城侧贵州段)			9547	2044	998	174	6	11771	399.02	235	12006
4	永丰~多乐 I 回 500kV 线路改接工程 (多乐侧)			1617	415	116	30	1813	3875	775	77	3952
5	永丰~多乐 II 回 500kV 线路改接工程 (铜都侧)			35844	6503	3397	635	21	43003	438.81	858	43861
6	永丰~多乐 II 回 500kV 线路改接工程 (永丰侧)			3495	933	440	66	302	4796	504.84	96	4892
7	永丰~多乐 I、II 回线路换接工程及镇雄电厂~多乐变 500kV 线路改接工程			722	255	29	15	2204	3196	1598	64	3260
	合计	21475	20851	65076	22689	9235	1950	4493	136534		2695	139229

注：1、汇总表中编制年价差分别计入建筑、安装工程费和设备购置费，不再单独汇总。

2、线路工程辅助设施费、特殊项目费列入其他费用。

联系人：李政林；联系电话：010-58388402。



抄送：云南电网有限责任公司建设分公司、云南省电力设计院有限公司。

电力规划设计总院办公室

2021年8月12日印发

昭通市人民政府 关于昭通电网增容及 500kV 网架加强工程鹤城变站址及线路路径征求意见的复函

云南电网有限责任公司建设分公司：

你公司《关于昭通电网增容及 500kV 网架加强工程鹤城变站址及线路路径征求意见的函》已收悉，经市直相关部门审查研究，现复函如下：

1、原则同意昭通电网增容及 500kV 网架加强工程鹤城变站寒坡岭站址和鸡鹅口子站址及线路路径走向方案。

2、项目开工建设前要依据国家项目建设的相关法律法规、完善相关手续。

3、工程建设所涉及土地征用、青苗补偿、房屋拆迁、林木砍伐等问题，在项目实施时将按国家有关规定办理相关手续并进行补偿。



昭通市发展和改革委员会

关于昭通电网扩容及 500KV 网架加强工程鹤城变电站址及线路路径征求意见的回函

云南电网有限责任公司建设分公司：

你公司《关于昭通电网扩容及 500KV 网架加强工程鹤城变电站址及线路路径征求意见的函》收悉，经我委认真研究，现回复如下：

一、原则同意昭通电网扩容及 500KV 网架加强工程鹤城变电站寒坡岭站址和鸡鹅口子站址及线路路径走向方案，建议选择寒坡岭站址。

二、项目开工建设前要依据国家项目建设的相关法律法规，完善相关手续。


昭通市发展和改革委员会
2020年4月17日

昭通市自然资源和规划局文件

昭通市自然资源和规划局关于昭通电网增容及 500kV 网架加强工程鹤城变站址及线路路径 征求意见的复函

云南电网有限责任公司建设分公司：

你公司《关于昭通电网增容及 500kV 网架加强工程鹤城变站址及线路路径征求意见的函》已收悉，经我局研究，现复函如下：

为认真贯彻《中共中央办公厅 国务院办公厅印发〈关于支持深度贫困地区脱贫攻坚的实施意见〉的通知》（厅字〔2017〕41号）、《中共云南省委办公厅 云南省人民政府办公厅关于贯彻落实支持深度贫困地区及乌蒙山片区脱贫攻坚相关国土资源政策的通知》（云办通〔2017〕46号）文件精神，根据《中共中央

国务院关于加强耕地保护和改进占补平衡的意见》(中发〔2017〕4号)、《中共云南省委 云南省人民政府关于加强耕地保护和改进占补平衡的实施意见》(云发〔2018〕11号)、《自然资源部关于做好占用永久基本农田重大建设项目用地预审的通知》(自然资规〔2018〕3号)、《自然资源部 农业农村部关于加强和改进永久基本农田保护工作的通知》(自然资规〔2019〕1号)等文件规定,对于深度贫困地区脱贫攻坚项目涉及建设用地转用和土地征收的,在做好补偿安置前提下,可边建设边报批;对涉及占用耕地的,允许边占边补;省级以下基础设施建设,确实难以避让永久基本农田的,可纳入重大项目范围,允许占用,并按照规定办理用地手续。

综上所述,500千伏鹤城变电站项目用地符合国家关于深度贫困地区脱贫攻坚基础设施建设项目用地的相关规定,我局拟同意“昭通电网增容及500kV网架加强工程鹤城变站址及线路路径走向方案”。请你局尽快完善用地手续。同时,你局要在初步设计及施工阶段,进一步优化方案,做到尽量避让永久基本农田、不占用生态保护红线、节约集约用地,确保项目用地符合相关标准。

昭通市自然资源和规划局

2020年4月24日



昭通市生态环境局

昭环函〔2020〕24号

昭通市生态环境局关于昭通电网增容及500千伏网架加强工程鹤城变站址及线路路径征求意见的复函

云南电网有限责任公司建设分公司：

你公司《关于昭通电网增容及500千伏网架加强工程鹤城变电站址及线路路径征求意见的函》收悉，经我局审查研究，现复函如下：

一、原则同意昭通电网增容及500千伏网架加强工程鹤城变电站寒坡岭站址和鸡鹅口子站址及线路路径走向方案，建议寒坡岭站址为鹤城变站的首选站址；

二、项目开工建设前必须完善环境影响评价等相关手续。



昭通市昭阳区人民政府

昭阳区人民政府关于昭通电网增容 500kV 网架 加强工程鹤城变站址及线路路径 征求意见的复函

云南电网有限责任公司建设分公司：

你公司《关于昭通电网增容及 500kV 网架加强工程鹤城变站址及线路路径征求意见的函》已收悉，经区直相关部门审查研究，现复函如下：

一、原则同意昭通电网增容及 500kV 网架加强工程鹤城变站寒坡岭站址和鸡鹅口子站址及线路路径走向方案。

二、项目开工建设前要依据国家项目建设的相关法律法规、完善相关手续。

三、工程建设所涉及土地征用、青苗补偿、房屋拆迁、林木砍伐等问题，在项目实施时将按国家有关规定办理相关手续并进行补偿。



附件17

昭阳区发展和改革委员会 关于昭通电网增容及500kV网架加强工程 鹤城变电站址及线路路径征求意见的复函

云南电网有限责任公司建设分公司：

你公司《关于昭通电网增容及500kV网架加强工程鹤城变电站址及线路路径征求意见的函》已收悉，经我局审查研究，现复函如下：

1、原则同意昭通电网增容及500kV网架加强工程鹤城变电站寒坡岭站址和鸡鹅口子站址及线路路径走向方案。

2、项目开工建设前要依据国家项目建设的相关法律法规、完善相关手续。



附件18

昭通市昭阳区自然资源局文件

昭通市昭阳区自然资源局关于 昭通电网扩容及 500kV 网架加强工程 鹤城变站址及线路路径征求意见的复函

云南电网有限责任公司建设分公司：

你公司《关于昭通电网扩容及 500kV 网架加强工程鹤城变站址及线路路径征求意见的函》已收悉，经我局审查研究，现复函如下：

- 1、原则同意昭通电网扩容及 500kV 网架加强工程鹤城变站寒坡岭站址和鸡鹅口子站址及线路路径走向方案。
- 2、规划设计阶段昭通电网扩容及 500kV 网架加强工程鹤城变站寒坡岭站址和鸡鹅口子站址及线路路径尽量避让永久基本

农田。

3、昭通电网增容及 500kV 网架加强工程鹤城变电站寒坡岭站址和鸡鹅口子站址及线路路径涉及的土地征用、青苗赔偿、房屋拆迁、林木砍伐、矿业权压覆等问题，请贵公司在工程开工前完成有关手续和被征地农民的补偿等工作。未获得用地手续前不得开工建设。

昭通市昭阳区自然资源局

2020 年 4 月 17 日



**昭阳区林业和草原局关于昭通电网
增容及 500kV 网架加强工程鹤城变站址
及线路路径征求意见的复函**

云南电网有限责任公司建设分公司：

你公司《关于昭通电网增容及 500kV 网架加强工程鹤城变站址及线路路径征求意见的函》已收悉，经我局审查研究，现复函如下：

1.原则同意昭通电网增容及 500kV 网架加强工程鹤城变站寒坡岭站址和鸡鹅口子站址及线路路径走向方案。

2.请你单位严格按照建设项目使用林地的有关法律法规完善使用林地手续后方能开工建设，严禁未批先占林地和未批先伐林木。



昭通市生态环境局昭阳分局

昭区环复〔2020〕3号

昭通市生态环境局昭阳分局关于昭通电网 增容及 500kV 网架加强工程鹤城变 站址及线路路径征求意见的复函

云南电网有限责任公司建设分公司：

你公司《关于昭通电网增容及 500kV 网架加强工程鹤城变电站站址及线路路径征求意见的函》已收悉，经我局审查研究，现复函如下：

- 1.原则同意昭通电网增容及 500kV 网架加强工程鹤城变电站寒坡岭站址和鸡鹤口子站址及线路路径走向方案。
- 2.项目开工建设前必须完善环境影响评价报告编制及报批等工作。

昭通市生态环境局昭阳分局

2020年4月17日



昭通市昭阳区农业农村局文件

关于昭通电网增容及 500kV 网架加强工程 鹤城变电站址及线路路径征求意见的复函

云南电网有限责任公司建设分公司：

你公司《关于昭通电网增容及 500kV 网架加强工程鹤城变电站址及线路路径征求意见的函》已收悉，经我局审查研究，现复函如下：

- 1、原则同意昭通电网增容及 500kV 网架加强工程鹤城变电站寒坡岭站址和鸡鹅口子站址及线路路径走向方案。
- 2、该项目线路建设时需对昭通市地震检测台站进行避让。

昭通市昭阳区农业农村局

2020年4月17日



鲁甸县人民政府

鲁甸县人民政府关于昭通电网增容及 500KV 网架加强工程鹤城变电站址及线路路径征求意见的复函

云南电网有限责任公司建设分公司：

你公司《关于昭通电网增容及 500KV 网架加强工程鹤城变电站址及线路路径征求意见的函》已收悉，经相关部门审查研究，现复函如下：

一、原则同意昭通电网增容及 500KV 网架加强工程鹤城变电站寒坡岭和鸡鹅口子站址及线路路径走向方案。

二、项目开工建设前要依据国家项目建设的相关法律法规要求完善相关手续。

三、项目工程建设所涉及土地征用、青苗补偿、房屋拆迁、林木砍伐等问题，在项目实施时将按国家有关规定办理相关手续并进行补偿。



2020年4月17日

鲁甸县发展和改革局文件

鲁发改发〔2020〕55号

鲁甸县发展和改革局

关于昭通电站电网扩容及500kV网架加强工程

鹤城变电站址及线路路径征求意见的复函

云南电网有限责任公司建设分公司：

你公司《关于昭通电站电网扩容及500kV网架加强工程鹤城变电站址及线路路径征求意见的函》已收悉，经我局审查研究，现复函如下：

1.原则同意《昭通电站电网扩容及500kV网架加强工程鹤城变电站寒坡岭站址和鸡鹅口子站址及线路路径走向方案》。

2.项目开工建设前，要依据国家项目建设的相关法律法规，按照项目基本建设程序完善相关手续。

“



鲁甸县发展和改革委员会
2020年4月17日

鲁甸县自然资源局
关于昭通电网增容及 500kV 网架加强工程
鹤城变站址及线路路径征求意见的复函

云南电网有限责任公司建设分公司：

你公司《关于昭通电网增容及 500kV 网架加强工程鹤城变站址及线路路径征求意见的函》已收悉，经我局审查研究，现复函如下：

1、原则同意昭通电网增容及 500kV 网架加强工程鹤城变站寒坡岭站址和鸡鹅口子站址及线路路径走向方案。

2、规划设计阶段昭通电网增容及 500kV 网架加强工程鹤城变站寒坡岭站址和鸡鹅口子站址及线路路径尽量避让永久基本农田。

3、昭通电网增容及 500kV 网架加强工程鹤城变站寒坡岭站址和鸡鹅口子站址及线路路径未获得用地手续前不得开工建设。



附件25

↵

↵

鲁甸县林业和草原局文件

↵

↵

云南电网有限责任公司建设分公司：↵

你公司《关于昭通电网增容及 500kV 网架加强工程鹤城变站址及线路路径征求意见的函》已收悉，经我局审查研究，现复函如下：↵

1、原则上同意你方选址意见，但昭通电网增容站址及线路路径禁止使用一级公益林及Ⅰ级保护林地。↵

2、请你单位严格按照建设项目使用林地的相关法律法规，做好项目申报工作，未取得林地使用手续之前禁止使用林地。↵

↵

↵

鲁甸县林业和草原局

2020年4月17日



昭通市生态环境局鲁甸分局

昭通市生态环境局鲁甸分局关于昭通电网增容及500KV网架加强工程鹤城变站址线路路径征求意见的复函

云南电网有限责任公司建设分公司：

你公司《关于昭通电网增容及500KV网架加强工程鹤城变站址及线路路径征求意见的函》已收悉，经我局审查研究，现复函如下：

- 一、原则同意昭通电网增容及500KV网架加强工程鹤城变站寒坡岭站址和鸡鹅口子站址及线路路径走向方案。
- 二、项目开工建设前必须完善环境影响评价报告等相关工作。

昭通市生态环境局鲁甸分局

2020年4月17日



↵
↵
↵
↵

鲁甸县农业农村局文件

鲁甸县农业农村局关于昭通电网增容及 500KV
网架加强工程鹤城变站址及线路径
征求意见的复函

云南电网有限责任公司建设分公司：

你公司《关于昭通电网增容及 500KV 网架加强工程鹤城变站址及线路征求意见的函》已收悉，经我局审查研究，现复函如下：

项目站址与线路径与我局规划无冲突，原则同意昭通电网增容及 500KV 网架加强工程鹤城变站寒坡岭站址和鸡鹅口子站址及线路径走向方案。

↵

“



鲁甸县农业农村局
2020年4月16日

“

威宁彝族回族苗族自治县人民政府 专题会议纪要

威府专议〔2020〕111号

城规委专题会议纪要

(2020年12月4日)

2020年12月4日，毕节市政协副主席、自治县委副书记、县人民政府县长、县城规委会主任陈波在行政中心第一会议室主持召开2020年第四次城规委会议，审议了贵州乌江水电新能源有限公司威宁自治县板底登底光伏电站110KV送出线路、板底登底农业光伏电站选址、锦瀚酒店等项目规划方案。自治县委常委、县人民政府常务副县长、贵州威宁经济开发区党工委书记禄

云，贵州威宁经济开发区管理委员会副主任李旭及自治县城规委会其他委员及专家参加会议。现将会议议定事项纪要如下：

一、审议贵州乌江水电新能源有限公司威宁自治县板底登底光伏电站 110KV 送出线路工程方案

原则同意贵州华电威宁自治县板底登底光伏电站 110KV 送出线路工程设计方案。该线路起于板底 110kV 升压站最终接至 220kV 赫章变，线路从升压站东北方向出线过境我县板底乡登底村、清河村后进入赫章县境内。一是由自治县工业和信息化局牵头，自治县自然资源局、板底乡人民政府、东风镇人民政府、林业局、市生态环境局威宁分局及贵州乌江水电新能源有限公司等配合，抓紧按照会议讨论意见进一步优化线路走向，切实规避压覆矿、自然保护区及生态功能区等敏感区域且完善手续后方可开工建设。二是请板底乡人民政府负责抓实项目建设监督，禁止违规实施建设活动。

二、审议板底乡登底农业光伏电站选址

原则同意贵州乌江水电新能源有限公司威宁自治县板底乡登底农业光伏电站项目选址。一是由自治县工业和信息化局牵头，自治县自然资源局、林业局、农业农村局及贵州乌江水电新能源有限公司等配合，抓紧对项目选址再核实，禁止违规占用林地、基本农田、重大交通及能源通道、优质旅游资源、文物古迹、水资源保护区等敏感区域。二是请贵州乌江水电新能源有限公司负责，抓紧编制生态修复方案报审后同步推进项目施工破坏的生态修复，禁止随意破坏生态。三是请自治县工业和信息化局和板

底乡人民政府配合，明确专人抓实手续办理、生态修复、矛盾化解、补偿支付等监督，务必确保将项目建成生态项目、惠民项目。

三、审议昭通电网增容及 500KV 网架加强工程初步方案

原则同意昭通电网增容及 500KV 网架加强工程拟建 500KV 永丰-鹤城变输电线路（B 回）6.5 公里中的 2 公里过境威宁自治县中水镇，500KV 多乐-鹤城变输电线路（C 回）44.5 公里中的 30 公里过境威宁自治县玉龙镇、牛棚镇、中水镇。一是请云南电网有限责任公司建设分公司负责，自治县自然资源局、发展和改革局、林业局、市生态环境局威宁分局、工业和信息化局、玉龙镇人民政府、牛棚镇人民政府、中水镇人民政府等配合，抓紧按照会议讨论意见再次核实优化过境线路，禁止压覆矿区，禁止违规占用田坝林场、基本农田及生态红线等敏感区，按规定预留盘六威昭城际快铁通道后在完善手续基础上准许开工建设。二是由属地乡镇负责，全面抓实项目建设监督，杜绝违规建设。

四、审议锦瀚酒店建设项目设计方案

原则同意威宁锦瀚酒店建设项目规划方案设计。项目占地 4.57 亩（3045.5 平方米），设计总建筑面积 20093.66 平方米，计容面积 15227.33 平方米、容积率 5.0、建筑密度 35.2%，停车位 84 辆。综合考虑项目用地及实际需要，同意将设计的绿地率 25%降为 10%。请自治县自然资源局负责指导项目业主按程序对绿地率予以调整并将修改后的方案收存备案，抓实项目红线现场划定、土地出让金收缴、项目建设监督等工作，确保项目按法规实施、依方案建设。

五、审议龙兴机动车检测站项目修建性详细规划

原则同意龙兴机动车检测站项目修建性详细规划。项目占地 23.91 亩（15940.73 平方米），设计计容面积 9981.57 平方米、容积率 0.63，其中检测间建筑面积 1506.25 平方米，配套设施及辅助用房建筑面积 5798.6 平方米，办公楼建筑面积 2676.72 平方米、建筑密度 29.98%、绿地率 20%、停车位 100 辆。一是鉴于该项目位于城市次干道旁，外观形象必须与城市其他建筑协调共生，禁止采用彩钢瓦做屋面、不能按临时建筑规划建设，必须重新调整项目外观形象、重新选材。项目业主需根据审查意见修改完善规划按程序报审并完善手续后方可开工建设。二是由自治县自然资源局负责抓实项目红线现场划定、土地出让金收缴、项目建设监督等工作，确保项目按法规实施、依方案建设。

六、审议昱成花园项目修建性详细规划方案设计

原则同意昱成花园项目修建性详细规划方案设计。项目占地 22.31 亩（14872.03 平方米），设计计容面积 52052.1 平方米、容积率 3.5、建筑密度 28.92%、绿地率 25.5%、停车位 518 辆。一是由自治县自然资源局负责，抓紧按程序收回中央步行街项目业主已取得的 4.7 亩国有土地使用权与现有用地整合后依法出让。二是项目外立面应避免呆板单调，色彩及线条在照顾周边建筑基础上应做到丰富与协调，内部设计需按消防规定科学预留消防通道，满足消防需求。三是由自治县自然资源局负责指导项目业主根据审查意见修改完善项目设计报审并完善手续后方可开工建设。四是由自治县自然资源局负责抓实项目红线现场划定、

土地出让金收缴、项目建设监督等工作，确保项目按法规实施、依方案建设。

七、审议汽车用品市场规划方案设计

原则同意威宁汽车用品市场规划方案设计。项目占地面积82.9亩（55263平方米），总建筑面积（计容面积）60198平方米、容积率1.09、建筑密度48.5%、绿地率6%、停车位974辆。一是请项目业主积极与城投公司对接落实项目用地，抓紧办理完善手续后启动项目建设。二是请自治县自然资源局负责抓实项目红线现场划定、项目建设监督等工作。

八、审议华威天然气储配站（门站）选址

原则同意华威天然气储配站（门站）规划方案。一是自治县自然资源局负责，经开区规建局及项目业主配合，抓紧对储罐及管道布局再次进行实地勘测，立足区域性整体规划，严格执行国家天然气项目布设规定，科学布局储罐选址及管道走向，确认项目用地面积，抓紧办理完善手续后启动项目建设。二是经开区规建局负责抓实项目红线现场划定、项目建设监督等工作。

九、审议北门河下坝至锁黄仓岸线规划设计方案

原则同意北门河下坝至锁黄仓岸线规划设计方案。一是坚持当前治污、长远美化，分段试验、有序推进，量力编规、能省则省原则，充分考虑河道现状条件、防洪标准进一步优化方案报审备案。该方案远期应充分利用现有地形、用地条件，科学设计打造沿河绿化景观走廊，建设绿色河道，提升城市品质。二是请项目业主抓紧办理完善手续启动项目建设。

十、审议威宁·南悦华府修建性详细规划方案

原则同意威宁·南悦华府修建性详细规划方案。项目占地46.23亩（30823.01平方米），设计计容面积92460平方米、容积率3.0、建筑密度33%、绿地率30.01%、停车位746辆。一是项目外墙应使用优质石材、真石漆等材料，增加亮化设计，线条与色彩应丰富和谐、与周边建筑协调共生，项目车位必须满足一户一位。二是请项目业主根据审查意见修改完善项目规划设计按程序报审备案并完善手续后方可开工建设。三是由自治县自然资源局负责抓实项目红线现场划定、土地出让金收缴、项目建设监督等工作，确保项目按法规实施、依方案建设。

十一、审议电子科技产业园产业业态相关事宜

威宁电子科技产业园原规划建设目的是打造经开区内以家电和电子产品加工聚集为主业的园中园工业项目，受当前疫情对国际国内生产加工和销售市场的影响，投资开发业主反映按加工园区建设存在难度和风险，希望将业态调整为商业用地，开发建设专业商贸物流市场。经研究，原则同意威宁县电子科技产业园向专业市场调整方案。专业市场业态原则上以粮油副食品集散为主，用地面积102亩。一是该项目原对外宣传的“万商众创产业园”须重新命名，与当前审定业态相适应；二是请项目业主认真结合用地规模调整经营业态，尽快修改规划设计方案提交自治县城规委审查；三是请项目业主负责，贵州威宁经济开发区管委会、自治县自然资源局等配合，根据重新审批后的规划建设指标将工业用地依法变更为商业用地，该项目商业用地不执行经开区优惠政策。

十二、审议易地扶贫搬迁安置区配套农副产品综合交易市场

一祥和佳苑交易市场规划设计方案

经审查，威宁自治县易地扶贫搬迁安置区配套农副产品综合交易市场——祥和佳苑交易市场应按照简捷实用原则，以一至两层钢结构为主体的商业门面形态进一步修改完善规划设计方案。

十三、审议易地扶贫搬迁安置区配套农副产品综合交易市场——欣荣家园交易市场规划设计方案

原则同意威宁自治县易地扶贫搬迁安置区配套农副产品综合交易市场——欣荣家园交易市场规划设计方案。一是取消住宅楼布局，将市场整体平移至住宅楼用地范围内建设。二是市场规划建设方案采用方案一的风格，请业主单位按审查意见尽快修改完善规划方案后报城规委审批。

十四、审议易地扶贫搬迁安置点朝阳新城扶贫车间建设项目规划设计方案

原则同意威宁自治县易地扶贫搬迁安置点朝阳新城扶贫车间建设项目规划设计方案。请自治县自然资源局指导项目业主按照会议讨论意见进一步修改完善项目设计方案报审备案并完善手续后启动项目建设。

十五、审议海边街道办事处下坝、大洼塘服务综合楼设计方案

原则同意海边街道办事处下坝、大洼塘社区服务综合楼设计方案，外观色彩应调整，使用真石漆。

十六、审议生态环境监测站修建性详细规划

原则同意威宁自治县生态环境监测站修建性详细规划。一是请自治县自然资源局指导项目业主按照会议讨论意见对项目详

细规划进行再优化，做到节约集约用地。二是请项目业主抓紧办理完善手续后启动项目建设。

十七、审议广园路道路改扩建工程方案

原则同意威宁自治县广园路道路改扩建工程方案。该项目人行道应采用规格为 30 cm × 30 cm 透水砖铺装。

十八、审议威宁明珠苑小区配套幼儿园规划设计方案

原则同意威宁明珠苑小区配套幼儿园规划设计方案。请项目业主抓紧按照会议讨论意见修改完善方案后推进后期工作。

十九、审议水井湾绿色停车场和星光智能停车场方案

原则同意水井湾绿色停车场和星光智能停车场方案。一是项目配套建设的厕所建筑立面应简洁美观，建设规模科学合理。二是水井湾绿色停车场沿县府路增设商业门面。

二十、审议供水管网改造工程项目支线管道改造方案

原则同意威宁县供水管网改造工程项目支线管道改造方案。请贵州水投威宁水务公司负责，自治县政府办、综合行政执法局、交警大队、通信公司等配合，抓紧推进管道改造工程。支线管道改造必须坚持封闭开挖、分段实施、质效并举、快速恢复原则，切实减少项目改造对市民出行及市政形象影响。开挖后的市政道路一律铺设透水砖。

二十一、审议龙城花园用地红线调整事宜

原则同意龙城花园用地红线调整。一是自治县自然资源局负责按程序将项目用地红线向阳光大道东侧地块移进 15 米，新增用地依法按程序予以出让。二是自治县自然资源局负责商教育科技局根据红线调整位置重新修改完善第五中学规划方案报审确

认。

二十二、审议新威中旁双霞路修建方案

原则同意新威中旁双霞路修建方案。由自治县住房和城乡建设局负责按照拟定道路断面（3米人行道+14米车行道+3米人行道）优先建设约300米。项目建设应充分考虑地下纳污管网的吸纳能力和远期承载能力，支撑新威中宿舍区污水排放及服务大洼塘棚户区改造（统规）自建点一期项目及周边未开发地块人车出行。

二十三、审议宝州大道道路规划方案及排水方案

原则同意宝州大道道路规划方案及排水方案。请自治县住房和城乡建设局、经开区规建局与设计单位对接，根据场地高差、汇水面水量、产业布局、人口分布等因素综合测算污水管道管径，科学设计施工图报审备案并完善手续后启动项目建设。

二十四、审议取消羊街加油站、威宁东互通加油站、326国道与机场大道交汇处加油站、观风海加油站、锁黄仓生态旅游综合体、猴场镇农贸市场等六个项目用地红线事宜

因部分原核定了用地红线的项目用地至今尚未获批，为规范规划和用地管理，经研究，同意取消羊街加油站、威宁东互通加油站、326国道与机场大道交汇处加油站、观风海加油站、锁黄仓生态旅游综合体、猴场镇农贸市场等六个项目用地红线。

出席：杨奎 张鹏飞 罗举荣 禄炳忠 程宗荣

马勋 刘代山 刘安宁 宋怀荣 罗德远

刘安春 余谋 朱佳荣

列席：王文佳 王文平 曹雁 李江福 李文忠



威宁彝族回族苗族自治县自然资源局

威自然资复函〔2020〕1号

威宁自治县自然资源局 关于昭通电网增容及500KV网架加强工程线路 路径征求意见的复函

中国能源建设集团云南省电力设计院有限公司：

你公司函请《关于昭通电网增容及500KV网架加强工程线路路径征求意见的函》（云电设函〔2020〕162号）已收悉，现复函如下：

一、工程线路过境威宁县的基本情况

昭通电网增容及500KV网架加强工程拟建500KV永丰-鹤城变输电线路（B回）6.5公里中的2公里过境威宁县中水镇，500KV多乐-鹤城变输电线路（C回）44.5公里中的30公里过境威宁县玉龙镇、牛棚镇、中水镇。该项目于2020年12月4日县城规委员会会议审议通过。经审查，我局原则同意其线路路径走向方案。

二、相关建议

因该项目尚处于前期可研编制阶段，项目塔基占地准确位置尚未确定，建议你单位在项目后期设计阶段进一步优化路径走向，最大限度避让生态保护红线及基本农田。无法避让，确需占用的，

需按照相关规定办理占用手续。

特此复函



威宁自治县自然资源局办公室

2020年12月24日印发

共印3份

说 明

中国能源建设集团云南省电力设计院有限公司：

根据《关于帮助支持昭通电网增容及 500KV 网架加强工程建设的函》要求及自治县人民政府安排，昭通电网增容及 500KV 网架加强工程项目涉及威宁自治县中水镇、玉龙镇和牛棚镇。经使用昭通电网增容及 500KV 网架加强工程路径示意图与威宁自治县最新林地变更成果核对，昭通电网增容及 500KV 网架加强工程路径涉及自然保护地补划地块（位于玉龙镇中营村新店子），建议对该段工程路径进行微调避开自然保护地；项目涉及三级保护林地（省级公益林）和四级保护林地（一般商品林），请按规定先办理使用林地、采伐林木等林业手续后方可开工建设。

特此说明！

附件：昭通电网增容及 500KV 网架加强工程路径涉及自然保护地补划地块位置示意图

2020年10月29日



毕节市生态环境局威宁分局
关于明确昭通电网增容及500KV网架加强工程
线路不涉及饮用水源保护区意见的函

中国能源建设集团云南省电力设计院有限公司：

贵单位关于明确昭通电网增容及500KV网架加强工程线路路径不涉及饮用水源保护区意见的函已收悉，根据你单位提供的坐标，经我局水污染防治部门技术人员核实，该线路不穿越我县已划定的千人以上饮用水源保护区内。

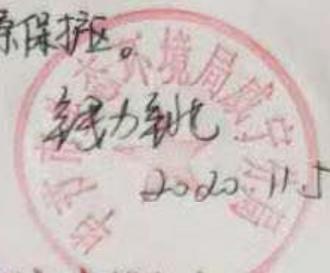
属实。
钱力批。
2020.7.2

毕节市生态环境局威宁分局

2020年7月2日



经业主方提供的坐标查询，昭通电网扩容及500kV网架加强工程
线路路径未占用我县已划定的千人以上集中式饮用水水源保护区。



中国能源建设集团云南省电力设计院有限公司

云电设函〔2020〕164号

关于昭通电网扩容及500kV网架加强工程 线路路径征求意见的函

威宁彝族回族苗族自治县生态环境局：

威宁彝族回族苗族自治县与昭通市山水相依、人文相亲，经济往来、人文交流、产业协同十分密切，在经济社会发展各个方面都有非常好的合作基础。

为有效降低昭通电网运行风险，为天花板电站在贵州电网消纳奠定坚实基础，并与毕节电网形成互济、互联通道持续送电提供有效的电力支撑，提高昭通市、毕节市电网的供电可靠性，国家能源局同意实施昭通电网扩容及500kV网架加强工程项目。

按照国家电规总院确定的方案，本工程拟建500kV永丰-鹤城输电线路、500kV多乐-鹤城输电线路部分路径需进入威宁

中华人民共和国环境保护部

环审〔2008〕510号

关于500千伏昭通输变电工程 环境影响报告书的批复

云南电网公司：

你公司《关于报审昭通500千伏永丰输变电工程环境影响报告书的请示》(云电计〔2008〕92号)收悉。经研究，批复如下：

一、项目建设内容和总体要求

本工程包括昭通500千伏变电站和500千伏宣威变电站新建工程、曲靖500千伏变电站扩建工程、500千伏昭通～昭通北部送电线路、500千伏昭通～宣威送电线路和500千伏宣威变电站送电线路(500千伏 π 接宣威七期送出线路、500千伏宣威～曲靖Ⅱ回线路)，具体内容如下：

(一)新建 500 千伏昭通变电站,站址位于昭通市永丰镇海子村东,新建一组 750 兆伏安主变压器、500 千伏出线 2 回、220 千伏出线 5 回、装设 1 组 60 兆乏低压电抗器,1 回 500 千伏线路设 120 兆乏高抗。

(二)新建 500 千伏宣威变电站,站址位于曲靖市辖宣威市落水镇的落水村和火石村交界处,新建一组 750 兆伏安主变压器、500 千伏出线 5 回、220 千伏出线 8 回、装设 2 组 60 兆乏低压电抗器,1 回 500 千伏线路设 120 兆乏高抗。

(三)扩建 500 千伏曲靖变电站,站址位于曲靖市麒麟区三宝镇茨营乡西北,本期扩建一组 750 兆伏安主变压器、500 千伏出线 1 回、装设 1 组 60 兆乏低压电抗器。

(四)新建 500 千伏昭通~昭通北部送电线路,线路为单双混合架设,其中单回路段长 87.4 公里,双回路段长 30.6 公里,途经昭通市昭阳区、永善县和大关县。

(五)新建 500 千伏昭通~宣威送电双回线路,其中单回路塔段长约 2×115.5 公里,双回路塔段长约 21 公里,途经昭通市昭阳区、鲁甸县、会泽县和宣威市。

(六)新建 500 千伏宣威变电所送电线路,其中一段为 500 千伏 π 接宣威七期送出线路,送出线路改线长度 1.6 公里,两侧 π 接线长度均为 0.5 公里,全线位于宣威市。另一段为 500 千伏宣威

~曲靖Ⅱ回线路,全长 90 公里,途经宣威市、沾益县、曲靖市麒麟区。

以上项目在落实报告书提出的环境保护措施后,环境不利影响能够得到一定的缓解和控制。因此,我部同意你公司按照报告书中所列建设项目的性质、规模、地点、采取的环境保护措施进行项目建设。

二、项目建设及运行中应重点做好的工作

(一)对处于输电边导线两侧电场强度超过 4 千伏/米(离地高度 1.5 米)或磁感应强度超过 0.1 毫特斯拉范围内的居民住宅必须全部拆迁。严格落实防治工频电场、工频磁场、无线电干扰等的环保措施,经过居民区时,须按报告书要求提高导线对地距离。

(二)线路尽量避免城镇规划区、开发区、居民区、自然保护区、名胜古迹、重要军事及通讯设施等环境敏感目标。线路与公路、铁路、电力线路交叉跨越时应按规范要求留有足够的净空距离。线路经过林地时,必须采用较小塔型、采取高塔跨越、加大铁塔档距等严格措施并选择影响最小区域通过,按照树木自然生长高度设置导线对树木高度,尽可能地减少建塔数量,以减少占地和林木的砍伐,防止破坏生态环境和景观。线路经过农田时,适当增加导线对地距离,以保证农田环境中工频电场强度小于 10 千伏/米。

(三)变电站设计中优先选用低噪声设备,采取隔声降噪措施,设置必要绿化隔离带,合理布置,确保边界噪声符合《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348—2008)2类要求,同时确保站址周围居民区符合《声环境质量标准》(GB3096—2008)相应功能要求,防止噪声扰民。

变电站产生的生活污水经处理后用于站内绿化或定期清理,不得外排。设置足够容量的事故贮油池,防止非正常情况下造成的环境污染。产生的废变压器油等危险废物须交由有资质的单位妥善处置,防止产生二次污染。

(四)加强施工期环境保护管理工作,落实各项生态保护和污染防治措施。线路经过珠江源自然保护区地段时,塔基定位必须避开核心区和缓冲区,在实验区内施工应报经自然保护区管理部门同意后再行施工,采用对植被和环境破坏较小的导线架设方法进行,对施工中破坏的迹地和植被要进行人工抚育等方式进行恢复。所有线路在施工过程中尽量减少对农业用地的占用和对植被的破坏,及时恢复施工道路等临时施工用地的原有土地功能,将塔基施工弃渣集中堆放,并及时做好场地平整和植被恢复。采取有效防尘、降噪措施,不得施工扰民。

(五)部分线路因可行性研究和初步设计阶段产生的重大调整,应重新确认线路沿线居民点等环境敏感目标并对其工频电场、

工频磁场、无线电干扰、噪声等进行跟踪评价,确保环境敏感目标达到相应标准要求,并上报我部备案。

三、项目建设必须严格执行配套建设的环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的环境保护“三同时”制度。项目试运行时,建设单位必须按规定程序申请环境保护验收。验收合格后,项目方可正式投入运行。违反本规定要求的,承担相应环保法律责任。

四、我部委托云南省环境保护局负责项目施工期间的环境保护监督检查工作。

五、你公司应在收到本批复后 20 个工作日内,将批准后的报告书分别送云南省、曲靖市和昭通市环境保护局,并按规定接受各级环境保护行政主管部门的监督检查。



二〇〇八年十二月九日

主题词：环保 环评 输变电 报告书 批复

抄 送：国家发展和改革委员会，中国国际工程咨询公司，云南省环境保护局，曲靖市、昭通市环境保护局，广西泰能工程咨询有限公司，环境保护部环境工程评估中心。

环境保护部

2008年12月10日印发



云南省生态环境厅文件

云环审〔2022〕2-13号

云南省生态环境厅关于 500kV 鹤城输变电工程（昭通电网增容及 500kV 网架 加强工程）环境影响报告书的批复

云南电网有限责任公司建设分公司：

你公司申请报批的《500kV 鹤城输变电工程（昭通电网增容及 500kV 网架加强工程）环境影响报告书》（以下简称《报告书》，项目代码：2107-530000-04-01-348842）收悉，经研究，现批复如下：

一、500kV 鹤城输变电工程（昭通电网增容及 500kV 网架加强工程）拟建于云南省昭通市及曲靖市，工程动态总投资 124061 万元，其中环保投资为 1114.33 万元。主要建设内容包括：

(一) 鹤城 500kV 变电站新建工程, 站址位于昭阳区小龙洞乡, 本期建设 $3 \times 1000\text{MVA}$ 主变, 500kV 出线 3 回, 220kV 出线 8 回, 鹤城~镇雄电厂线路的鹤城侧装设一组 120MVar 高抗, 每台主变各装设 3 组 60MVar 低压电容器, 35kV 侧装设一套直流融冰装置。

(二) 永丰~镇雄电厂 500kV 线路开断接入鹤城变线路工程, 形成永丰~鹤城~镇雄电厂 500kV 线路, 线路位于昭阳区, 新建线路全长 8.8km, 其中镇雄侧长 2.3km, 永丰侧长 6.5km, 均采用单回路架设, 拆除原永丰~镇雄电厂 500kV 线路约 6.3km。

(三) 永丰~多乐 I 回 500kV 线路改接工程, 永丰~多乐 I 回 500kV 线路开断后改接至鹤城变, 形成鹤城~多乐 500kV 线路, 多乐侧长 5km, 线路位于宣威市, 均采用单回路架设, 同时拆除部分原永丰~多乐 I 回 500kV 线路。

(四) 永丰~多乐 II 回 500kV 线路改接工程, 永丰~多乐 II 回 500kV 线路开断后改接至铜都变, 形成铜都~永丰 500kV 线路, 其中铜都侧长 98.5km, 会泽县境内 97km, 鲁甸县境内 1.5km; 永丰侧长 10km, 全线位于昭阳区, 均采用单回路架设, 同时拆除部分原永丰~多乐 II 回 500kV 线路。

(五) 永丰~多乐 I、II 回线路换接工程, 将永丰~多乐 II 回线路双侧开断, 两侧分别接至永丰~多乐 I 回, 形成新的永丰~多乐 500kV 线路, 其中永丰侧长 1km, 位于鲁甸县, 多乐侧长 1km, 线路位于宣威市, 均采用单回路架设, 同时拆除部分原永

丰~多乐 II 回 500kV 线路。

(六) 镇雄电厂~多乐变 500kV 线路改接工程, 将多乐变至镇雄电厂出线间隔调整至多乐变东方向备用间隔, 线路改接长度 0.1km, 位于宣威市, 单回路架设, 拆除部分原镇雄电厂~多乐变 500kV 线路。

(七) 在会泽县已建的 500kV 铜都变电站围墙内预留场地扩建永丰出线间隔 1 个。

(八) 在宣威市已建的 500kV 多乐变电站内预留场地扩建镇雄电厂出线间隔 1 个, 将现有镇雄电厂~永丰甲线永丰侧的一组 150MVar 高抗搬迁至本期鹤城~多乐线路多乐侧。

二、根据《报告书》的评价结论及技术评估意见, 该工程建设符合国家产业政策, 项目所在区域现状满足环境质量要求, 项目建设不涉及风景名胜区、文化和自然遗产地。建设单位在设计、施工、运行过程中按照国家相关环境保护要求, 严格落实《报告书》所列的环境保护措施后, 从环境保护的角度, 工程建设可行。我厅同意项目按照《报告书》中所列的地点、性质、规模、内容、环境保护措施进行建设。

三、工程设计、建设和运行管理应重点做好以下工作

(一) 进一步优化设计和线路方案, 尽量使线路远离居民等环境保护目标, 尽量减少生态保护红线、自然保护区占用规模。落实各项环境保护措施, 确保 500kV 鹤城变电站、500kV 多乐变电站、500kV 铜都变电站及项目输电线路工频电场强度和工频

磁场强度满足《电磁环境控制限值》(GB8702—2014)的标准限值要求;变电站厂界噪声满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348—2008)2类标准限值要求;项目变电站、输电线路的环境保护目标声环境满足《声环境质量标准》(GB3096—2008)相应功能区标准要求。

(二)后续设计中须通过控制线高或与环境保护目标的水平距离确保环境保护目标处满足《电磁环境控制限值》(GB8702—2014)工频电场强度4kV/m、工频磁感应强度100 μ T的标准限值要求。

(三)加强施工期环境保护管理,严格落实各项生态保护和污染防治措施。禁止在自然保护区、生态保护红线、饮用水水源保护区内设置取土场、弃渣场、施工营地、施工便道。优化施工布局,减少施工占地,尽可能保护原有地表植被。施工过程中对开挖土方须采取临时拦挡及覆盖等措施,以减小水土流失。施工过程中产生的废水经沉淀处理后回用于场地洒水抑尘不外排。采用低噪声施工设备,合理安排施工时间,降低施工噪声影响。施工过程中产生的固体废弃物应在施工完成后及时清运,妥善处理。采用增加档距等方式,减少林木砍伐;发现保护植物,应选择避让,确实无法避让的,应报告相关部门并在专业人员指导下对保护植物进行移栽保护。严禁施工人员捕杀或伤害野生动物。施工期环保措施应纳入工程监理内容并作为环保竣工验收的必要条件,确保各项环保措施落实到位。

(四)按照《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597—2001)中的相关要求建设主变、高压电抗器、融冰变事故油池和贮油坑及危险废物暂存间,项目产生的废弃蓄电池、废油须收集贮存后,交有资质的单位妥善处置,并做好台账管理工作。

(五)加强运营期的环境管理,将环境保护纳入日常管理中,定期开展环境监测,及时妥善处理环境问题;强化电磁辐射环境保护宣传工作,使公众科学认识工频电磁场的环境影响。

四、严格按照自然保护区、饮用水水源保护区、生态保护红线等相关法律法规、相关政策文件要求落实生态环境保护措施,向有管辖权的相关政府及行政主管部门申报办理相关手续,依法取得有效手续后,方可开工建设。

五、应向项目所在地政府及规划等主管部门报告,按照《电力设施保护条例》及《云南省电力设施保护条例》规定,划定电力线路保护区,确保在保护区内不得新建住房、学校、幼儿园、医院、厂房等环境敏感目标。

六、项目地点、性质、规模和污染防治措施发生变动的,应向有审批权限的生态环境部门报告并按要求办理相关手续。本项目环境影响报告表自批准之日起超过5年,方决定项目开工建设的,其环境影响评价文件应当报云南省生态环境厅重新审核。

七、严格执行环保设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的环保“三同时”制度。项目竣工后依法开展竣工环保自主验收工作。

八、你公司收到批复 20 个工作日内，将批准后的环境影响报告书分送昭通市生态环境局及其昭阳分局、鲁甸分局，曲靖市生态环境局及其宣威分局、会泽分局，并按规定接受各级生态环境主管部门的日常监督检查。

请昭通市、曲靖市生态环境局负责该项目辐射安全的日常监督检查工作。

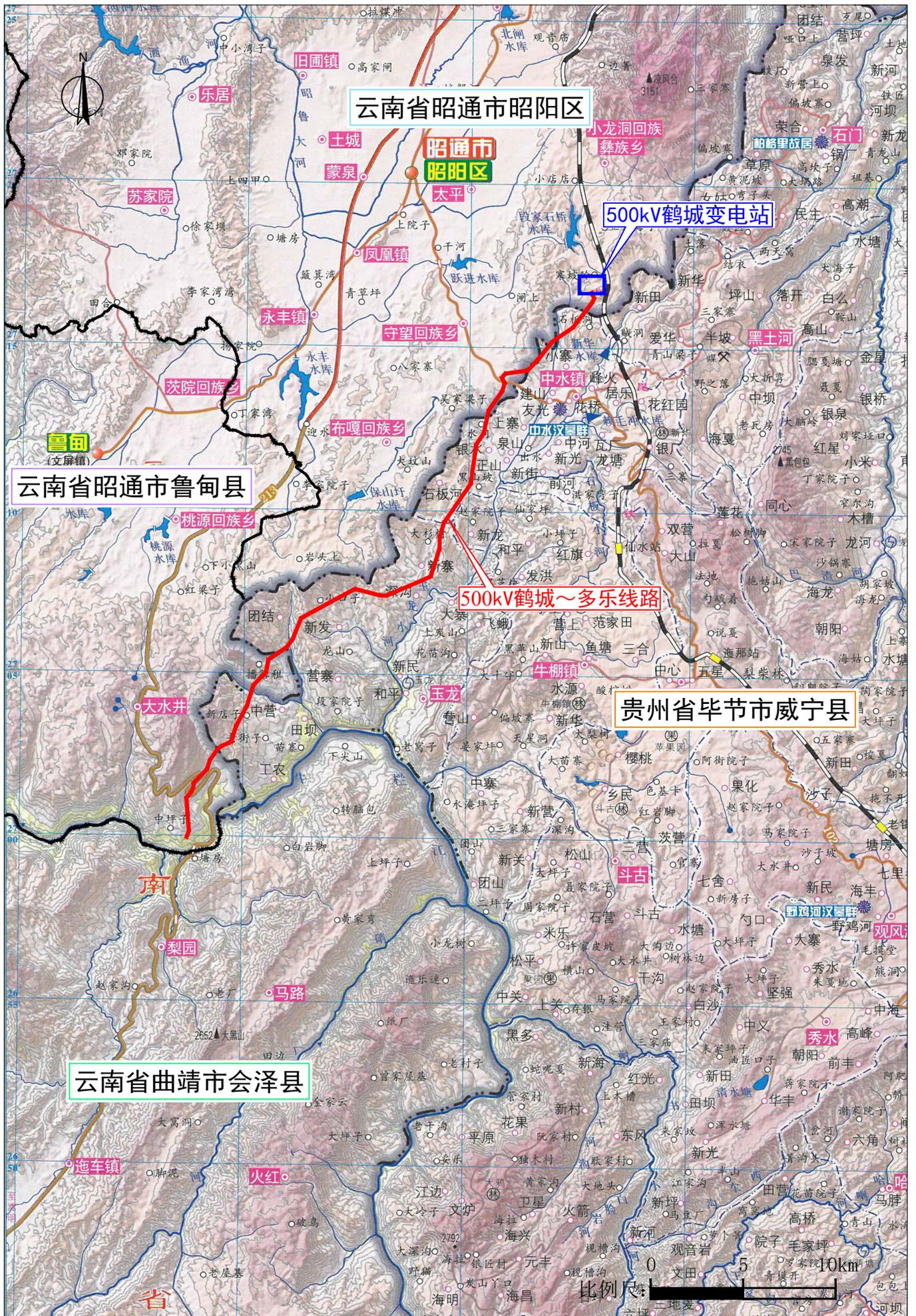


(此件公开发布)

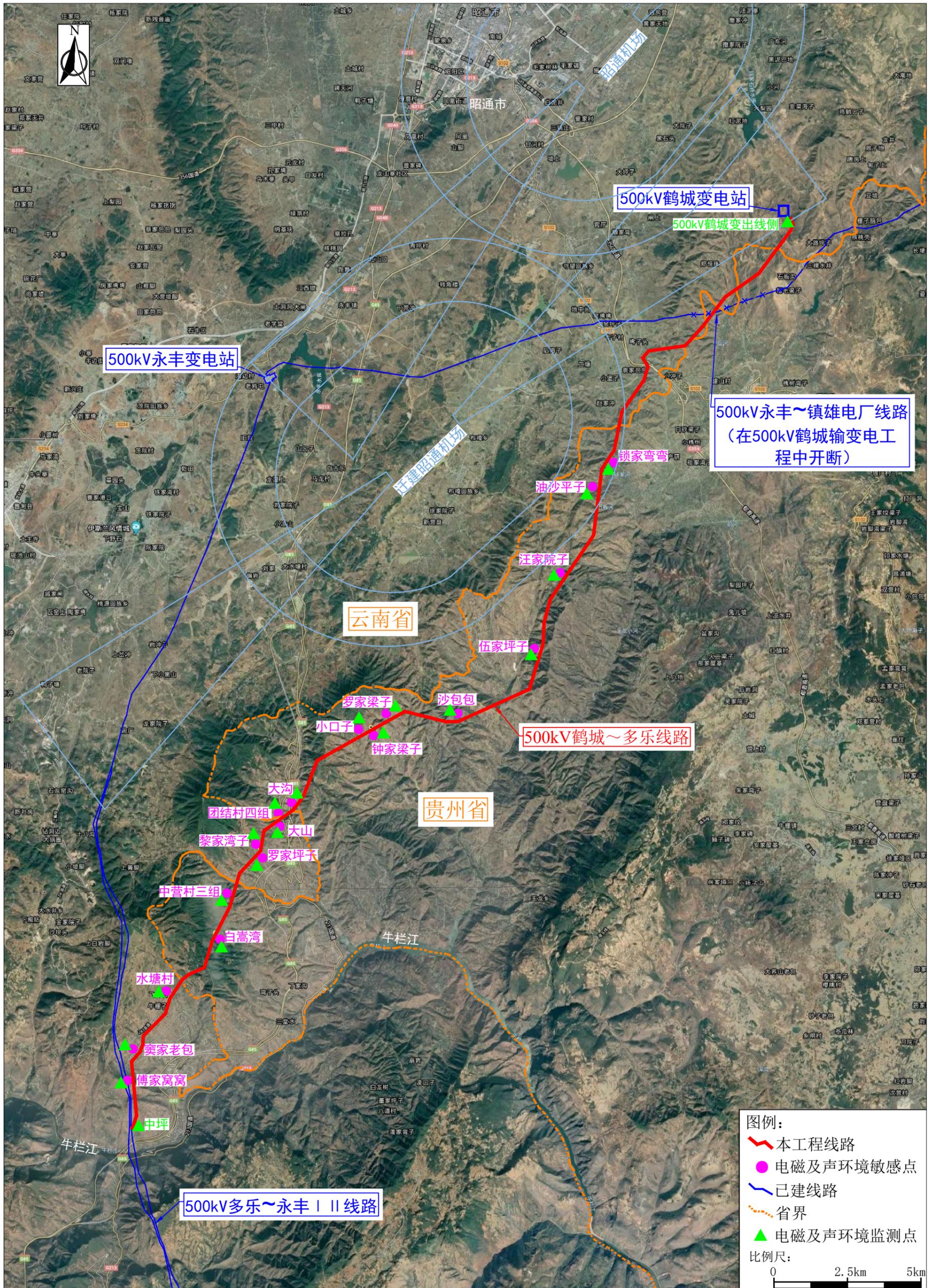
抄送：昭通市生态环境局，曲靖市生态环境局，昭通市生态环境局昭阳分局、鲁甸分局，曲靖市生态环境局宣威分局、会泽分局；云南省生态环境工程评估中心，广西泰能工程咨询有限公司。

云南省生态环境厅办公室

2022年5月5日印发



附图1：500千伏鹤城输变电工程（鹤城~多乐线路）地理位置图



附图2：500kV鹤城~多乐线路路径走线及环境保护目标分布图