

川藏铁路（甘孜段）配套供电工程（一期）

环境影响报告书

（征求意见稿）

建设单位：国网四川省电力公司建设分公司

环评单位：四川电力设计咨询有限责任公司

二零二六年六月成都

目录

1	前言	1
1.1	项目建设必要性	1
1.2	项目概况	1
1.3	评价内容及规模	3
1.4	设计工作开展情况	5
1.5	环境影响评价工作过程	6
1.6	关注的主要环境问题	6
1.7	环境影响报告书的主要结论	6
2	总则	9
2.1	编制依据	9
2.2	评价因子与评价标准	13
2.3	评价工作等级	16
2.4	评价范围	19
2.5	环境敏感目标	20
2.6	评价重点	23
3	建设项目概况与分析	24
3.1	项目概况	24
3.2	选址选线环境合理性分析	58
3.3	环境影响因素识别与评价因子筛选	139
3.4	生态环境影响途经分析	142
3.5	初步设计环境保护措施	144
4	环境现状调查与评价	147
4.1	区域概况	147
4.2	自然环境	148
4.3	电磁环境	150
4.4	声环境	151
4.5	生态环境	152
4.6	环境空气	152
4.7	水环境	152
5	施工期环境影响评价	153
5.1	生态环境影响分析	153
5.2	声环境影响分析	153
5.3	施工扬尘分析	155
5.4	固体废物环境影响分析	157
5.5	水环境影响分析	158
6	运行期环境影响预测与评价	163
6.1	电磁环境影响预测与评价	163
6.2	声环境影响预测与评价	223
6.3	水环境影响分析	233
6.4	固体废物环境影响分析	234
6.5	生态环境影响分析	235
6.6	环境风险分析	236
7	生态评价专章	239
7.1	评价内容与评价因子	239
7.2	调查与评价方法	240

7.3	生态环境保护目标	249
7.4	生态环境现状与评价	263
7.5	生态环境影响预测与评价	348
7.6	生态保护及恢复措施	395
7.7	生态环境影响评价结论	416
8	环境保护设施、措施分析与论证.....	418
8.1	环境保护设施、措施分析	418
8.2	环境保护设施、措施论证	427
8.3	环境保护设施、措施及投资估算.....	429
9	环境管理与监测计划.....	430
9.1	环境管理	430
9.2	环境监测	431
9.3	竣工环保验收	432
10	环境影响评价结论	434
10.1	建设概况	434
10.2	环境现状与主要环境问题	434
10.3	主要环境影响和污染物排放情况.....	436
10.4	公众意见采纳情况	439
10.5	环境保护措施、设施	439
10.6	环境管理与监测计划	442
10.7	建设项目的环境可行性结论	442
10.8	建议	443

1 前言

1.1 项目建设必要性

四川电网是西南电网的重要组成部分。截至 2022 年底，四川省全社会口径电源总装机容量 128302MW，其中水电 101885MW，火电 18373MW，风电 5982MW，光伏发电 2062MW。2022 年四川省全社会用电量为 $3447\times 10^8\text{kWh}$ ，同比增长 5.3%，最大负荷 68000MW，同比增长 11.4%。根据《四川“十四五”电力发展规划》，2025 年四川省全社会用电量和最大负荷将分别达到 $3700\times 10^8\text{kWh}$ 和 71000MW，“十四五”年均增长分别为 5.2%和 5.6%。

“十四五”期间，金沙江上游水电大规模开发，后续新能源资源发展潜力较大，为满足金沙江上游水电群和新能源并网及送出需要，《国家电力“十四五”发展规划》提出建设金上~湖北 $\pm 800\text{kV}$ 特高压直流输电工程，并且该工程已于 2023 年 1 月以发改能源〔2023〕16 号文获得核准，预计 2025 年建成投产。为满足金上水电外送需求，加强川藏联网通道，提升直流送电可靠性，需建设金上 500kV 配套送出工程，本项目为帮果换~甘孜特 500kV 线路工程，是金上 500kV 配套送出工程重要组成部分。另外，根据《国家电力“十四五”发展规划》，本项目同时也作为川藏铁路供电配套线路工程，满足远期铁路供电需求。因此，本项目的建设是必要的。考虑到近期需满足金上水电外送需求，提升金上~湖北 $\pm 800\text{kV}$ 特高压直流送电可靠性，因此，为配合特高压直流投产，先期建设本项目是必要的。

此外，考虑到本项目线路较长，充电功率较大，通过在帮果换~甘孜特线路中间新建理塘 500kV 变电站，不仅可以补充部分充电功率，还可以提供电压支撑，因此本项目新建理塘 500kV 变电站也是必要的。

1.2 项目概况

根据四川省发展和改革委员会川发改能源〔2026〕143 号文、国家电网有限责任公司国家电网发展〔2026〕195 号和本项目设计资料，本项目**建设内容包括**：

- （1）理塘 500kV 变电站新建工程；
- （2）甘孜 1000kV 变电站扩建工程；
- （3）帮果换~理塘 500kV 线路工程（简称“线路 I”）；
- （4）理塘~甘孜特 500kV 线路工程（简称“线路 II”）；
- （5）配套通信光缆工程。

新建理塘 500kV 变电站位于四川省甘孜州理塘县奔戈乡；甘孜 1000kV 变电站位

于四川省甘孜州康定市呷巴乡，本次扩建位于变电站内预留场地上；帮果换～理塘 500kV 线路工程位于四川省甘孜州白玉县、巴塘县、理塘县境内（白玉县、巴塘县、理塘县境内线路分别长约 $2\times 42\text{km}$ 、 $2\times 56\text{km}$ 、 $2\times 70.6\text{km}$ ）；理塘～甘孜特 500kV 线路工程位于四川省甘孜州理塘县、雅江县、康定市境内（理塘县、雅江县、康定市境内线路分别长约 $2\times 24.4\text{km}$ 、 $2\times 85.7\text{km}$ 、 $2\times 27.9\text{km}$ ）。

1.2.1 项目建设内容

（1）理塘 500kV 变电站新建工程

新建理塘 500kV 变电站位于四川省甘孜州理塘县奔戈乡。建设规模为：主变容量 $1\times 1200\text{MVA}$ ；500kV 出线 4 回（帮果换流站 2 回、甘孜特高压站 2 回）；220kV 出线 4 回（光伏 4 回）；500kV 高压并联电抗器 $2\times 120\text{MVar}$ ；66kV 并联电抗器 $2\times 2\times 60\text{MVar}$ ；66kV 并联电容器 $1\times 2\times 60\text{MVar}$ 。

（2）甘孜 1000kV 变电站扩建工程

甘孜 1000kV 变电站为既有变电站，位于四川省甘孜州康定市呷巴乡。本次在变电站内预留场地内扩建 2 个 500kV 出线间隔，扩建 $2\times 120\text{Mvar}$ 500kV 高压并联电抗器及中性点小电抗，扩建 500kV 高抗事故油池 1 座（ 30m^3 ），进行基础施工和设备安装。

（3）线路 I：帮果换～理塘 500kV 线路工程

线路 I 起于帮果±800kV 换流站，止于理塘 500kV 变电站。线路位于四川省甘孜州白玉县、巴塘县、理塘县境内。线路路径长约 168.6km，总长约 $2\times 168.6\text{km}$ （包括单回段长约 $11\text{km}+11\text{km}$ ，双回段长约 $2\times 157.6\text{km}$ ）。单回段采用单回三角排列和单回水平排列；双回段采用同塔双回逆相序排列。全线共新建铁塔 348 基（单回塔 59 基、双回塔 289 基），永久占地面积约 17.05hm^2 。导线型号为 $4\times \text{JL3/G1A-630/45}$ 钢芯铝绞线，输送电流为 2500A，导线采用四分裂，分裂间距为 500mm。

为了统筹本项目与规划的甘孜西 500kV 输变电工程同期建设，将本工程线路 $I\pi$ 接入毛垭 500kV 变电站，减少远期铁塔拆除量，造成重复建设， π 接段间线路不再建设（见图 1-1）。

（4）线路 II（理塘～甘孜特 500kV 线路工程）

线路 II 起于理塘 500kV 变电站，止于甘孜 1000kV 变电站。线路位于四川省甘孜州理塘县、雅江县和康定市境内。线路路径长约 138km，总长约 $2\times 138\text{km}$ （包括单回段长约 $20.3\text{km}+20.3\text{km}$ ，双回段长约 $2\times 117.7\text{km}$ ）。单回段采用单回三角排列和单回水平排列；双回段采用同塔双回逆相序排列。全线共新建铁塔 351 基（单回塔 141

基、双回塔 210 基），永久占地面积约 14.97hm^2 。导线型号均为 $4\times\text{JL3/G1A-630/45}$ 钢芯铝绞线，输送电流为 2500A ，导线采用四分裂，分裂间距为 500mm 。

（5）配套通信光缆工程

沿线路 I 单回段同塔架设 2 根光缆，长约 $2\times 11\text{km}+2\times 11\text{km}$ ，光缆型号为 OPGW-150；沿线路 I 双回段同塔架设 2 根光缆 $2\times 157.6\text{km}$ ，光缆型号为 OPGW-150。沿线路 II 单回段同塔架设 2 根光缆，长约 $2\times 20.3\text{km}+2\times 20.3\text{km}$ ，光缆型号为 OPGW-150；沿线路 II 双回段同塔架设 2 根光缆 $2\times 117.7\text{km}$ ，光缆型号为 OPGW-150。

1.2.2 项目投资

本项目总投资为※※※万元，其中环保投资※※※万元，环保投资占总投资的※※%。

1.3 评价内容及规模

（1）理塘 500kV 变电站新建工程

新建理塘 500kV 变电站，采用户外布置，即主变采用户外布置、500kV 配电装置和 220kV 配电装置均采用 GIS 户内布置，建设规模为：主变容量 $1\times 1200\text{MVA}$ ；500kV 出线 4 回；220kV 出线 4 回；500kV 高压并联电抗器 $2\times 120\text{MVar}$ ；500kV 高压并联电抗器 $2\times 120\text{MVar}$ ；66kV 并联电抗器 $2\times 2\times 60\text{MVar}$ ；66kV 并联电容器 $1\times 2\times 60\text{MVar}$ 。
本次按建设规模进行评价，评价规模为：主变容量 $1\times 1200\text{MVA}$ 、500kV 出线 4 回、220kV 出线 4 回、500kV 高压并联电抗器 $2\times 120\text{Mvar}$ 、66kV 并联电抗器 $2\times 2\times 60\text{MVar}$ 、66kV 并联电容器 $1\times 2\times 60\text{MVar}$ 。

（2）甘孜 1000kV 变电站扩建工程

甘孜 1000kV 变电站为既有变电站，位于四川省甘孜州康定市呷巴乡。变电站已建成规模为：1000kV 主变容量 $2\times 3000\text{MVA}$ ；1000kV 出线 2 回；1000kV 高压并联电抗器 $2\times 600\text{MVar}$ ；500kV 出线 7 回；110kV 低压电容器 $2\times (3\times 210)\text{MVar}$ ，110kV 低压电抗器 $2\times (2\times 240)\text{MVar}$ ；配套建设地埋式污水处理装置、主变事故油池（ 180m^3 ）、1000kV 高抗事故油池（ 100m^3 ）、站用变事故油池（ 20m^3 ）等。国家电网有限公司以国家电网基建〔2025〕590 号文对其进行了竣工环保验收批复。变电站初期工程环境影响评价包含在《川渝特高压交流工程（甘孜～天府南～成都东、天府南～铜梁 1000 千伏交流工程）环境影响报告书》中，生态环境部以环审〔2023〕2 号文对其进行了批复，评价规模为：主变容量 $2\times 3000\text{MVA}$ ；1000kV 出线 2 回；500kV 出线 7 回（新都桥 500kV 变电站 3 回、两河口电站 2 回、帮果 2 回）；1000kV 高压并联电抗

器 $2 \times 600\text{MVar}$ ； 500kV 高压并联电抗器 $2 \times 120\text{MVar}$ （至帮果）； 110kV 低压电容器 $2 \times (3 \times 210)\text{MVar}$ ， 110kV 低压电抗器 $2 \times (2 \times 240)\text{MVar}$ 。

本项目扩建 2 个 500kV 出线间隔，扩建 $2 \times 120\text{Mvar}$ 500kV 高压并联电抗器及中性点小电抗，扩建 500kV 高抗事故油池 1 座（ 30m^3 ）及设备投资实际列入本期工程，甘孜 1000kV 变电站初期工程中已统筹考虑本期扩建工程的环境影响，已对其环境影响进行了评价。因此，鉴于本次扩建规模已包含在初期环评规模中，本次扩建工程施工期和运行期产生的环境影响评价已包含在上述环评报告中，故本次不再对其进行评价。

（3）输电线路

线路 I、线路 II 的评价内容分析见表 1-1。

表 1-1 本项目输电线路的评价内容

线路	导线排列方式	导线分裂形式及分裂间距	评价范围内居民分布情况	尚未完成施工图，导线对地最低高度按设计规程考虑	最不利塔型	导线型号
线路 I	单回三角排列	四分裂、 500mm	边导线地面投影外两侧各 50m 范围内无居民分布	非居民区导线对地最低高度 10.5m 。	JC31202B	$4 \times \text{JL/G1 A-630/45}$
	单回水平排列	四分裂、 500mm	边导线地面投影外两侧各 50m 范围内无居民分布	非居民区导线对地最低高度 11m 。	500-ME4 5D-ZC2	$4 \times \text{JL/G1 A-630/45}$
	双回段 同塔双回逆相序排列	四分裂、 500mm	边导线地面投影外两侧各 50m 范围内有零星居民分布	非居民区导线对地最低高度 11m ，居民区导线对地最低高度 14m 。	SJC31102 B	$4 \times \text{JL/G1 A-630/45}$
线路 II	单回三角排列	四分裂、 500mm	边导线地面投影外两侧各 50m 范围内无居民分布	非居民区导线对地最低高度 10.5m 。	JC31202B	$4 \times \text{JL/G1 A-630/45}$
	单回水平排列	四分裂、 500mm	边导线地面投影外两侧各 50m 范围内无居民分布	非居民区导线对地最低高度 11m 。	500-ME4 5D-ZC2	$4 \times \text{JL/G1 A-630/45}$
	双回段 同塔双回逆相序排列	四分裂、 500mm	边导线地面投影外两侧各 50m 范围内有零星居民分布	非居民区导线对地最低高度 11m ，居民区导线对地最低高度 14m 。	SJC31102 B	$4 \times \text{JL/G1 A-630/45}$

表 1-1 中**线路 I 单回三角排列段**、**线路 II 单回三角排列段**采用的导线排列方式、导线分裂形式及分裂间距、导线对地最低高度、拟选最不利塔型、导线型号均相同，故其电磁环境影响预测合并考虑，合并为“**单回三角排列段**”；**线路 I 单回水平排列段**、**线路 II 单回水平排列段**采用的导线排列方式、导线分裂形式及分裂间距、导线对地最低高度、拟选最不利塔型、导线型号均相同，故其电磁环境影响预测合并考虑，合并为“**单回水平排列段**”；**线路 I 双回段**、**线路 II 双回段**采用的导线排列方式、导线分裂形式及分裂间距、导线对地最低高度、拟选最不利塔型、导线型号均相同，故其

电磁环境影响预测合并考虑，合并为“双回段”。

（4）与本项目有关的帮果±800kV换流站

帮果±800kV换流站为既有工程，位于四川省甘孜藏族自治州白玉县盖玉镇帮果村。换流站已建成规模为：换流变压器12×406MVA（含2台备用），±800kV直流出线1回，±400kV直流出线1回，500kV降压变压器2×100MVA，500kV交流出线7回（澜沧江2回，巴塘1回，甘孜特2回，叶巴滩2回），正在履行竣工环保验收手续。帮果±800kV换流站环境影响评价包含在《金上～湖北±800千伏特高压直流输电工程环境影响报告书》中，生态环境部以环审〔2022〕187号文对其进行了批复。

综上所述，本项目**环境影响评价内容**如下：

1) **理塘 500kV 变电站新建工程**，按建设规模进行评价，评价规模为：主变容量1×1200MVA、500kV 出线 4 回、220kV 出线 4 回、500kV 高压并联电抗器 2×120MVar、66kV 并联电抗器 2×2×60MVar、66kV 并联电容器 1×2×60MVar。

2) **输电线路：包括单回三角排列段、单回水平排列段和双回段**，环境影响评价内容见表 1-2。

表 1-2 本项目线路的环境影响评价内容

线路	导线排列方式	导线分裂形式、分裂间距及型号	评价范围内居民分布情况	导线对地最低高度	最不利塔型	评价内容
单回三角排列段	单回三角排列	四分裂、500mm、4×JL3/G1A-630/45	边导线地面投影外两侧各 50m 范围内无居民分布	非居民区导线对地最低高度 10.5m	JC31202 B	按单回三角排列、导线四分裂、导线对地高度按设计规程规定的最低要求（即非居民区导线对地最低高度 10.5m）进行评价。
单回水平排列段	单回水平排列	四分裂、500mm、4×JL3/G1A-630/45	边导线地面投影外两侧各 50m 范围内无居民分布	非居民区导线对地最低高度 11m	ZC31203 B	按单回水平排列、导线四分裂、导线对地高度按设计规程规定的最低要求（即非居民区导线对地最低高度 11m）进行评价。
双回段	同塔双回逆相序排列	四分裂、500mm、4×JL3/G1A-630/45	边导线地面投影外两侧各 50m 范围内有居民分布	非居民区导线对地最低高度 11m，居民区导线对地最低高度 14m	SJC31104 B	按同塔双回逆相序排列、导线四分裂、导线对地高度按设计规程规定的最低要求（即非居民区导线对地最低高度 11m，居民区导线对地最低高度 14m）进行评价。

1.4 设计工作开展情况

2024 年 3 月，中国电力工程顾问集团西南电力设计院有限公司、四川电力设计咨询有限责任公司、成都城电电力工程设计有限公司完成了本项目可研设计工作，四

四川省发展和改革委员会四川省能源局以川发改能源〔2026〕143号文同意本项目开展前期工作。设计单位中国电力工程顾问集团西南电力设计院有限公司、四川电力设计咨询有限责任公司、成都城电电力工程设计有限公司正在开展本项目初步设计工作。本项目以可研设计资料为依据开展环评工作。

1.5 环境影响评价工作过程

按照《中华人民共和国生态环境法典》、《建设项目环境保护管理条例》（国务院第682号令）、《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》规定，本项目属于500千伏输变电工程，其环境影响评价文件类别应为环境影响报告书。国网四川省电力公司建设分公司于2023年5月委托四川电力设计咨询有限责任公司开展本项目环境影响评价工作。

我公司接受委托后，环评人员收集了输变电工程相关的国家环境保护法律法规、标准、行业规范、工程设计资料及区域环境状况、生态敏感区分布等资料，在初步掌握工程特点和区域环境特征的基础上，制定了工作大纲，进行人员分工。然后环评人员深入项目所经地区相关部门和项目所经之处进行现场收资和调查，实地收集第一手评价所需资料，提出了电磁环境和声环境监测计划，并委托西弗测试技术成都有限公司进行了现状监测。结合工程实际情况进行了环境影响预测与评价，制定了相应的环境保护措施，从环境保护角度论证了工程的可行性，我公司编制完成了《川藏铁路（甘孜段）配套供电工程（一期）环境影响报告书》（送审稿），建设单位根据《四川省生态环境厅关于印发<四川省生态环境厅审批环境影响评价文件的建设项目目录（2025年本）>的通知》（川环规〔2025〕1号）》上报四川省生态环境厅审批。

1.6 关注的主要环境问题

根据《环境影响评价技术导则输变电》（HJ 24-2020）及输变电工程施工期、运行期环境影响特性，本项目施工期和运行期产生的主要环境影响问题如下：

（1）施工期：施工扬尘、噪声以及生态环境影响，重点是对穿越的生态敏感区和水环境敏感目标的影响。

（2）运行期：工频电场、工频磁场和噪声。

1.7 环境影响报告书的主要结论

（1）本项目新建理塘500kV变电站位于四川省甘孜州康定市理塘县奔戈乡；新建线路位于四川省甘孜州白玉县、巴塘县、理塘县、雅江县和康定市境内。

（2）本项目为“十四五”电力发展规划确定的重点项目，国家电网有限公司以国

家电网发展〔2026〕195号文对可研报告进行了批复，四川省发展和改革委员会以川发改能源〔2026〕143号对项目进行了核准批复，符合国家和四川电网建设规划。本项目是本项目属电力基础设施建设，国家发展和改革委员会令第7号《产业结构调整指导目录（2024年本）》中“第一类鼓励类”——第四条“电力”——“2. 电力基础设施建设”、“电网改造与建设”项目，符合国家产业政策。

（3）本项目新建理塘 500kV 变电站已取得理塘县自然资源局对站址的同意意见；线路位于四川省甘孜州白玉县、巴塘县、理塘县、雅江县和康定市境内，取得了白玉县自然资源局、巴塘县自然资源局、理塘县自然资源局、雅江县自然资源局和康定市自然资源局的同意意见，同时取得了项目用地预审与选址意见书，选址选线符合城镇规划要求。

（4）本项目线路路径优化后无法完全避让四川火龙沟省级自然保护区、四川沙鲁里山国家森林公园和生态保护红线，线路穿越四川火龙沟省级自然保护区的实验区，符合《四川省自然保护区管理条例》（2018年9月修正）等要求；四川沙鲁里山国家森林公园的一般游憩区，符合《国家级自然公园管理办法（试行）》（林保规〔2020〕4号）、《四川省自然公园管理办法（试行）》（川林规发〔2024〕4号）等要求；本工程穿越生态保护红线已取得《川藏铁路（甘孜段）配套供电工程（一期）建设项目用地预审与选址意见书》。除此之外，本项目不涉及国家公园、其他自然保护区、其他自然公园、世界自然遗产、重要生境等生态敏感区，选址选线符合生态保护规划要求。

（5）本项目评价范围内有 250 种重要野生植物物种（国家 II 级重点保护植物 2 种，国家 II 级重点保护野生真菌 2 种，特有种植物 250 种）和 19 种重要野生动物物种（国家 I 级重点保护动物 4 种，国家 II 级保护动物 8 种，特有种动物 19 种）外，不涉及其他法定生态保护区域以及其他具有重要生态功能、对保护生物多样性具有重要意义的区域，选址选线无环境制约因素。

（6）本项目线路穿越柯拉乡呷滩饮用水源地、雅江县呷拉镇湾地沟集中式饮用水水源保护区二级保护区、雅江县八角楼乡日基沟集中式饮用水水源保护区二级保护区、呷巴乡呷巴下村水源地二级保护区，已取得甘孜州雅江生态环境局、甘孜州康定生态环境局的同意意见，符合《四川省饮用水水源保护管理条例》和《饮用水水源保护区污染防治管理规定》的要求。

（7）根据环境现状监测，本项目所在区域的电磁环境、声环境监测结果能满足

相应评价标准要求，无制约本项目建设的环境因素。

（8）通过预测分析，理塘 500kV 变电站投运后站界的电场强度、磁感应强度、噪声均满足相应评价标准要求；线路通过模式预测及类比分析，在采取相应措施后，线路及其在环境敏感目标处的电场强度、磁感应强度、噪声均能满足相应评价标准要求。

（9）理塘 500kV 电站及输电线路在建设期和运行期分别提出了电磁环境、声环境、水环境、固体废物及生态环境保护措施，通过认真落实，可将工程建设可能产生的不利环境影响控制在国家相关环保规定、标准要求。因此，从环境保护的角度分析，本项目建设是可行的。

在本报告书编制过程中，环评单位得到了工程所在地生态环境主管部门、国网四川省电力公司建设分公司、西弗测试技术成都有限公司等相关单位的大力支持和帮助，在此表示衷心感谢。

2 总则

2.1 编制依据

2.1.1 法律法规

- (1) 《中华人民共和国生态环境法典》（2026 年 8 月 15 日起施行）
- (2) 《中华人民共和国野生动物保护法》（2023 年 5 月 1 日起施行）
- (3) 《中华人民共和国青藏高原生态保护法》（2023 年 9 月 1 日起施行）
- (4) 《中华人民共和国水法》（2016 年 7 月 2 日起施行）
- (5) 《中华人民共和国电力法》（2018 年 12 月 29 日起施行）
- (6) 《中华人民共和国长江保护法》（2021 年 3 月 1 日起施行）
- (7) 《中华人民共和国野生植物保护条例》（2017 年 10 月 7 日起施行）
- (8) 《建设项目环境保护管理条例》（国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日起施行）
- (9) 《国务院关于修改<电力设施保护条例>的决定》（国务院令第 239 号）
- (10) 《中华人民共和国土壤污染防治法》（2019 年 1 月 1 日起施行）
- (11) 《中华人民共和国自然保护区条例》（2017 年 10 月 7 日起施行）

2.1.2 部委规章和相关规定

- (1) 《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（国家发展和改革委员会令第 7 号）
- (2) 《电力设施保护条例实施细则》（国家发展和改革委员会令第 10 号）
- (3) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（生态环境部部令第 16 号，2021 年 1 月 1 日起施行）
- (4) 《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）
- (5) 《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）
- (6) 《环境影响评价公众参与办法》（生态环境部部令第 4 号，2019 年 1 月 1 日起施行）
- (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》（环办〔2012〕131 号）
- (8) 《国家危险废物名录（2025 年版）》（生态环境部、国家发展和改革委员会

会、公安部、交通运输部、国家卫生健康委员会令第 36 号）

（9）《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》（生态环境部令第 9 号）

（10）《建设项目环境影响评价信息公开机制方案》（原环境保护部环发〔2015〕162 号）

（11）《关于印发〈输变电建设项目重大变动清单（试行）〉的通知》（原环境保护部环办辐射〔2016〕84 号）

（12）《生态环境分区管控管理暂行规定》（环环评〔2024〕41 号）（2024 年 7 月 8 日）

（13）《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 2021 年第 15 号）

（14）《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 2021 年第 3 号）

（15）《国家级公益林管理办法》（林资发〔2017〕34 号）

（16）《饮用水水源保护区污染防治管理规定》（2010 年 12 月 22 日修正）

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

（18）《国家公园管理暂行办法》（林保发〔2022〕64 号，2022 年 6 月 1 日起实施）

（19）《自然资源部生态环境部国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》（自然资发〔2022〕142 号）

（20）《关于辽宁等省启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海依据的函》（自然资源部办公厅自然资办函〔2022〕2341 号）

（21）《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）

（22）《陆生野生动物重要栖息地名录（第一批）》（国家林业和草原局公告 2023 年第 23 号）

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

2.1.3 地方性法规与规定

（1）《四川省环境保护条例》（2018 年 1 月 1 日起施行）

（2）《四川省辐射污染防治条例》（2016 年 6 月 1 日起施行）

（3）《关于加强环境噪声污染防治工作的通知》（川环发〔2018〕66 号）

- （4）《四川省打赢蓝天保卫战等九个实施方案》（川府发〔2019〕4号）
- （5）《四川省建筑工程扬尘污染防治技术导则（试行）》（川建发〔2018〕16号）
- （6）《四川省生态功能区划》（川府函〔2006〕100号，2006年5月）
- （7）《四川生态环境厅关于公布四川省生态环境分区管控动态更新成果（2023年版）的通知》（川环函〔2024〕409号）
- （8）《甘孜州生态环境保护委员会办公室关于公布甘孜州生态环境分区管控动态更新成果（2023年版）的通知》（甘环委办发〔2024〕4号）
- （9）《四川省人民政府关于印发<四川省“十四五”生态环境保护规划>的通知》（川府发〔2022〕2号）
- （10）《四川省森林公园管理条例》（2001年1月1日）
- （11）《四川省林业和草原局关于建设项目涉及森林公园及使用森林公园林地有关问题的复函》（川林造函〔2018〕967号）
- （12）《四川省林业和草原局关于进一步规范自然保护区内修筑设施审批工作的通知》（川林护函〔2022〕1156号）
- （13）《四川省林业和草原局关于进一步加强非森林和野生动物类型自然保护区监督管理工作的通知》（川林护函〔2022〕1253号）
- （14）《四川省自然保护区管理条例》（2018年9月修正）
- （15）《四川省自然公园管理办法（试行）》（川林规发〔2024〕4号）
- （16）《四川省人民政府关于发布<四川省重点保护野生植物名录><四川省重点保护野生动物名录>的通知》（川府函〔2024〕14号）
- （17）《四川省重点保护陆生野生动物名录》（四川省林业和草原局公告 2022年第9号）
- （18）《四川省饮用水水源保护管理条例》（2019年9月26日修正）

2.1.4 技术规范、导则和标准

- （1）《建设项目环境影响评价技术导则总纲》（HJ2.1-2016）
- （2）《环境影响评价技术导则大气环境》（HJ2.2-2018）
- （3）《环境影响评价技术导则地表水环境》（HJ2.3-2018）
- （4）《环境影响评价技术导则地下水环境》（HJ610-2016）
- （5）《环境影响评价技术导则声环境》（HJ2.4-2021）
- （6）《环境影响评价技术导则生态影响》（HJ19-2022）

- (7) 《环境影响评价技术导则输变电》（HJ24-2020）
- (8) 《环境影响评价技术导则土壤环境》（试行）（HJ 964-2018）
- (9) 《声环境质量标准》（GB3096-2008）
- (10) 《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）
- (11) 《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）
- (12) 《污水综合排放标准》（GB8978-1996）
- (13) 《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）
- (14) 《环境空气质量标准》（GB3095-2012）
- (15) 《建筑施工噪声排放标准》（GB12523-2025）
- (16) 《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）
- (17) 《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）
- (18) 《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》（HJ681-2013）
- (19) 《火力发电厂与变电站设计防火标准》（GB50229-2019）
- (20) 《220kV~750kV 变电站设计技术规程》（DL/T5218-2012）
- (21) 《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》（GB50545-2010）
- (22) 《工业企业噪声控制设计规范》（GB/T50087-2013）
- (23) 《建设项目竣工环境保护验收技术规范输变电》（HJ705-2020）
- (24) 《土地利用现状分类标准》（GB/T21010-2017）
- (25) 《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ 1113-2020）

2.1.5 工程设计资料

《川藏铁路（甘孜段）配套供电工程（一期）可行性研究》（中国电力工程顾问集团西南电力设计院有限公司、四川电力设计咨询有限责任公司、成都城电电力工程设计有限公司，2024 年 3 月）

2.1.6 相关文件及批复

- (1) 《委托书》
- (2) 相关批复文件

2.1.7 监测报告

监测报告

2.1.8 其他参考资料

- (1) 《甘孜州志》《白玉县志》《巴塘县志》《理塘县志》《雅江县志》等
- (2) 《四川植被》、《中国生物多样性红色名录》等

- (3) 《四川火龙沟省级自然保护区功能区调整综合论证报告》
- (4) 《四川沙鲁里山国家森林公园总体规划（2022-2031 年）》
- (5) 《贡嘎山风景名胜区总体规划》（2021-2035 年）
- (6) 《川藏铁路（甘孜段）配套供电工程（一期）水土保持方案报告书》
- (7) 《川藏铁路（甘孜段）配套供电工程（帮果至理塘至甘孜特 500 千伏输变电部分）节约集约用地论证分析专章》
- (8) 甘孜藏族自治州人民政府《关于同意调整划分雅江县呷拉镇乡镇集中式饮用水水源保护区的批复》
- (9) 甘孜藏族自治州人民政府《关于泸定等县乡镇集中式饮用水源地保护区划分技术报告的批复》
- (10) 甘孜藏族自治州人民政府《关于同意康定市麦崩乡磨子沟等乡镇集中式饮用水源地调整为分散式饮用水水源地的批复》
- (11) 《金上~湖北±800kV 特高压直流输电工程环境影响报告书》

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），本项目主要环境影响评价因子见表 2-1。

表 2-1 本项目主要环境影响评价因子汇总表

评价阶段	评价项目	现状评价因子		预测评价因子		单位
		变电站	输电线路	变电站	输电线路	
施工期	声环境	昼间、夜间等效 A 声级, Leq		昼间、夜间等效 A 声级, Leq		dB (A)
	生态环境	生态系统及其生物因子（见表 2-2）、非生物因子		生态系统及其生物因子（见表 2-2）、非生物因子		——
	地表水环境	pH、COD、BOD ₅ 、NH ₃ -N、石油类		pH、COD、BOD ₅ 、NH ₃ -N、石油类		mg/L
运行期	电磁环境	工频电场		工频电场		kV/m
		工频磁场		工频磁场		μT
	声环境	昼间、夜间等效 A 声级, Leq		昼间、夜间等效 A 声级, Leq		dB (A)
	地表水环境	pH、COD、BOD ₅ 、NH ₃ -N、石油类		pH、COD、BOD ₅ 、NH ₃ -N、石油类		mg/L

注：pH 值无量纲

根据《环境影响评价技术导则生态影响》（HJ19-2022）及《关于发布国家生态环境标准<环境影响评价技术导则生态影响>的公告》（生态环境部公告 2022 年第 1 号），本项目生态影响评价因子筛选表如下。

表 2-2 本项目生态影响评价因子筛选表

受影响对象	评价因子	工程内容及影响方式	影响性质	影响程度
施工期				
物种	分布范围	工程永久/临时占地导致物种分布格局变化	直接影响、不可逆影响、长期影响	中
	种群数量、种群结构、行为	工程开挖、材料运输造成个体死亡	直接影响、不可逆影响、短期影响	中
生境	生境面积	永久、临时占地导致生境丧失和破坏	直接影响、不可逆影响、长期影响	中
		临时占地导致生境丧失和破坏	直接影响、可逆影响、短期影响	中
	质量	施工人为活动、弃渣、扬尘、水土流失等对生物生境影响	直接影响、可逆影响、短期影响	弱
	连通性	施工道路等对生境的阻隔影响	直接影响、可逆影响、短期影响	弱
生物群落	物种组成、群落结构	塔基处边缘效应等造成群落结构改变	直接影响、不可逆影响、长期影响	弱
生态系统	植被覆盖度、生产力、生物量、生态系统功能	施工永久、临时占地导致植被覆盖度降低、生物量、生产力降低、生态系统功能受到一定影响	直接影响、可逆影响、长期影响	弱
生物多样性	物种丰富度、均匀度、优势度等	施工区域物种多样性、优势度有所变化	直接影响、可逆影响、短期影响	弱
生态敏感区	主要保护对象、生态功能等	施工噪声对保护对象的干扰；施工永久临时占地对生态系统的影响	间接影响、不可逆影响、长期影响	弱
自然景观	景观多样性、完整性等	工程建设造成景观面积变化	直接影响、不可逆影响、长期影响	弱
运行期				
物种	分布范围、种群数量、种群结构	输电线路运行产生的工频电场、工频磁场、噪声对动物分布的影响	直接影响、不可逆影响、长期影响	弱
生境	连通性	输电线路对鸟类的阻隔	直接影响、不可逆影响、长期影响	弱
生态系统	植被覆盖度、生产力、生物量、生态系统功能	输电线路下方乔木削枝造成生产力、生物量下降	直接影响、不可逆影响、长期影响	弱
生态敏感区	主要保护对象、生态功能等	工频磁场对保护区生物生长影响	直接影响、不可逆影响、长期影响	弱
自然景观	景观多样性、完整性等	高大塔基对自然景观的干扰	直接影响、不可逆影响、长期影响	弱

2.2.2 评价标准

本次评价执行的标准见表 2-3。

表 2-3 采用的评价标准

污染因子	标准名称		执行标准
工频电场	《电磁环境控制限值》 (GB8702-2014)		公众曝露控制限值为 4000V/m, 架空输电线路在耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所, 控制限值为 10kV/m, 且应给出警示和防护指示标志。
工频磁场			公众曝露控制限值 100 μ T。
噪声	声环境质量标准	《声环境质量标准》 (GB3096-2008)	交通干线（本项目指 G215 国道、G318 国道、G227 国道、G248 国道）两侧区域（40m 范围内）执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 4a 类标准要求（昼间：70dB（A）、夜间：55dB（A））；川藏铁路两侧区域（40m 范围内）执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 4b 类标准要求（昼间：70dB（A）、夜间：60dB（A））；其他区域执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类标准要求（昼间：60dB（A）、夜间：50dB（A））
	施工期噪声排放标准	《建筑施工噪声排放标准》(GB12523-2025)	昼间：70dB（A）、夜间：55dB（A）
	运行期噪声排放标准	《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）	2 类标准：昼间：60dB（A）、夜间：50dB（A）
大气环境	空气质量标准	《环境空气质量标准》 (GB3095-2026)	一级标准： SO ₂ ≤50 μ g/m ³ （1 小时平均），NO ₂ ≤200 μ g/m ³ （1 小时浓度），CO≤10mg/m ³ （1 小时平均），O ₃ ≤160 μ g/m ³ （1 小时平均），TSP≤120 μ g/m ³ （24 小时平均），PM ₁₀ ≤50 μ g/m ³ （24 小时平均），PM _{2.5} ≤35 μ g/m ³ （24 小时平均）。 二级标准： SO ₂ ≤500 μ g/m ³ （1 小时平均），NO ₂ ≤200 μ g/m ³ （1 小时平均），CO≤10mg/m ³ （1 小时平均），O ₃ ≤200 μ g/m ³ （1 小时平均），TSP≤300 μ g/m ³ （24 小时平均），PM ₁₀ ≤120 μ g/m ³ （24 小时平均），PM _{2.5} ≤60 μ g/m ³ （24 小时平均）。
	施工期扬尘排放标准	《大气污染物综合排放标准》（GB 16297-1996）	二级标准：周界外浓度最高点颗粒物无组织排放监控浓度限值≤1mg/m ³ 。
	运行期废气排放标准	/	/
地表水环境	质量标准	《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）	II 类水域标准： pH6~9，COD≤15mg/L，NH ₃ -N≤0.5mg/L，BOD ₅ ≤3mg/L。
	排放标准	《污水综合排放标准》（GB8978-1996）	废水经处理后回用，禁止外排。
固体废物	一般固体废物	《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020 年 4 月 29 日修订）	执行《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》中的相关规定。
	危险废物	《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）	执行 GB18597-2023 中的相关规定。
生态环境	以不减少区域内珍稀濒危动植物和不破坏生态系统完整性为目标。		
	水土流失以不增加土壤侵蚀强度为标准。		

2.3 评价工作等级

2.3.1 电磁环境

根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020）中电磁环境影响评价工作等级的划分原则，本项目各子项电磁环境影响评价等级见表 2-4。

表 2-4 本项目各子项电磁环境影响评价等级

工程		电压等级	条件	评价工作等级
新建理塘 500kV 变电站		500kV	户外式	一级
输电线路	线路I	500kV	边导线地面投影外两侧各 20m 范围内无电磁环境敏感目标	二级
	线路II	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	一级

根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020）中“如建设项目包含多个电压等级，或交、直流，或站、线的子项目时，按最高电压等级确定评价工作等级”，确定本项目电磁环境影响评价工作等级为一级。

2.3.2 声环境

本项目理塘 500kV 变电站所在区域为 2 类声环境功能区，输电线路所经区域为 2 类和 4a 类声环境功能区，项目建设前后评价范围内敏感目标的噪声级增量达 3dB(A)~5dB(A)，且受噪声影响的人口数量增加较少。根据《环境影响评价技术导则声环境》（HJ2.4-2021），确定本项目声环境影响评价工作等级为二级。

2.3.3 生态环境

根据《环境影响评价技术导则生态影响》（HJ19-2022），本项目生态环境影响评价工作等级划分见表 2-5。

表 2-5 本项目与 HJ19-2022 中 6.1 条相关规定的对应情况

条件			评价等级	本项目情况	评价等级
HJ19-2022 中 6.1 条相关规定					
6.1.2 条	a)	涉及国家公园、自然保护区、世界自然遗产、重要生境时	一级	线路 I 穿越火龙沟省级自然保护区实验区。	一级
	b)	涉及自然公园时	二级	线路 I 穿越沙鲁里山森林公园一般游憩；线路 II 距离贡嘎山国家级风景名胜区直线最近距离约 0.04km。	二级
	c)	涉及生态保护红线时	不低于二级	线路 I 穿越白玉县、巴塘县和理塘县生态保护红线；线路 II 穿越理塘县和雅江县生态保护红线。	二级
	d)	根据 HJ2.3 判断属于水文要素影响型且地表水评价等级不低于二级的建设项目	不低于二级	不属于根据 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。	三级
	e)	根据 HJ610、HJ964 判断地下水水位或土壤影响范围内分布有天然林、公益林、湿地等生态保护目标的建设项目	不低于二级	不属于根据 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。	三级
	f)	当工程占地规模大于 20km ² （包括永久和临时占用陆域和水域）	不低于二级	工程占地规模（包括永久和临时占地）为 244.3836hm ² < 20km ²	三级
	g)	除 6.1.2 条 a)、b)、c)、d)、e)、f) 以外的情况	三级	理塘变电站、线路评价范围内有四川火龙沟省级自然保护区、四川沙鲁里山国家森林公园、贡嘎山国家级风景名胜区和生态保护红线以外段线路。	三级
	H)	当评价等级判定同时符合上述多种情况时	应采用其中最高的评价等级	线路评价范围有四川火龙沟省级自然保护区同时属于生态保护红线段线路。	一级
6.1.3 条	建设项目涉及经论证对保护生物多样性具有重要意义的区域时		可适当上调评价等级	不涉及经论证对保护生物多样性具有重要意义的区域。	不上调
6.1.4 条	建设项目同时涉及陆生、水生生态影响时		可针对陆生、水生生态分别判定评价等级	本项目不涉及水生生态。	针对陆生生态判定评价等级
6.1.5	在矿山开采可能导致		评价等	本项目不属于在矿山开采可能	不上调

条	矿区土地利用类型明显改变，或拦河闸坝建设可能明显改变水文情势等情况	级应上调一级	导致矿区土地利用类型明显改变，或拦河闸坝建设可能明显改变水文情势等情况。	
6.1.6 条	线性工程可分段确定评价等级。线性工程地下穿越或地表跨越生态敏感区，在生态敏感区范围内无永久、临时占地时，评价等级可下调一级。		本项目线路属于线性工程，分段确定评价等级。	线路分段确定评价等级，线路评价范围内有四川火龙沟省级自然保护区为一级；在四川沙鲁里山国家森林公园内（除与四川火龙沟省级自然保护区重合段）、生态保护红线内（除与四川火龙沟省级自然保护区重合段）为二级；在四川巴塘姊妹湖国家湿地公园、贡嘎山国家级风景名胜区范围内无永久占地、临时占地，因此评价等级可下调一级，为三级；其余段均为三级。

按照《环境影响评价技术导则生态影响》（HJ19-2022）中 6.1.6 条的规定，本项目线路分段确定评价等级。

按照 HJ19-2022 中 6.1.2（b）条的规定，线路 I 穿越四川火龙沟省级自然保护区评价等级为一级；线路 I 穿越四川沙鲁里山国家森林公园内（除与四川火龙沟省级自然保护区重合段）、线路 I 和 II 穿越生态保护红线（除与四川火龙沟省级自然保护区重合段）评价等级为二级；线路 I 距离四川巴塘姊妹湖国家湿地公园边缘直线最近距离约 0.2km，线路 II 距离贡嘎山国家级风景名胜区直线最近距离约 0.04km，在湿地公园、风景名胜区内无塔基建设，无永久、临时占地，根据 6.1.6 条，其生态影响评价工作等级可下调一级，因此确定线路 II 评价范围内有贡嘎山国家级风景名胜区的生态影响评价工作等级为三级。

除此之外，本项目其余段不涉及国家公园、自然保护区、自然公园、世界自然遗产、生态保护红线、重要生境等生态敏感区，不属于 HJ19-2022 中 6.1.2 条 a）、b）、c）、d）、e）、f）中规定的情形，故按照 6.1.2 条 g）中的要求，确定其生态影响评价工作等级为三级。

本项目生态影响评价工作等级见表 2-6。

表 2-6 本项目生态影响评价工作等级划分表

项目		评价工作等级
理塘 500kV 变电站新建工程		三级
线路I	穿越四川火龙沟省级自然保护区段	一级
	穿越四川沙鲁里山国家森林公园和生态保护红线段 (除与四川火龙沟省级自然保护区重叠部分)	二级
	其余段	三级
线路II	穿越生态保护红线段	二级
	其余段(包括评价范围内有四川巴塘姊妹湖国家湿地公园、贡嘎山国家级风景名胜景区段)	三级

2.3.4 地表水环境

新建理塘 500kV 变电站值守人员产生的生活污水经站内设置的埋地式污水处理装置收集处理后综合利用，不外排；本项目线路投运后无废污水产生。综上所述，本项目产生的水污染物不外排，根据《环境影响评价技术导则地表水环境》（HJ2.3-2018），本项目水环境影响评价工作等级为三级 B。

2.4 评价范围

2.4.1 电磁环境

根据《环境影响评价技术导则输变电》（HJ24-2020），本项目电磁环境影响评价范围见表 2-7。

表 2-7 本项目电磁环境影响评价范围

项目 \ 评价因子	电场强度	磁感应强度
新建理塘 500kV 变电站	变电站站界外 50m 以内的区域	
输电线路	边导线地面投影外两侧各 50m 以内的区域	

2.4.2 噪声

根据《环境影响评价技术导则输变电》（HJ24-2020）、《环境影响评价技术导则声环境》（HJ2.4-2021），本项目声环境影响评价范围见表 2-8。

表 2-8 本项目声环境影响评价范围

项目 \ 评价因子	噪声
新建理塘 500kV 变电站	变电站围墙外 200m 以内的区域
输电线路	边导线地面投影外两侧各 50m 以内的区域

2.4.3 生态环境

根据《环境影响评价技术导则输变电》（HJ24-2020）、《环境影响评价技术导则生态影响》（HJ19-2022），本项目生态环境影响评价范围按上述导则中的较大范围进行考虑，本项目生态环境影响评价范围见表 2-9。

表 2-9 本项目生态环境影响评价范围

项目 \ 评价因子		生态环境
新建理塘 500kV 变电站		变电站围墙外 500m 以内的区域
输电线路	位于生态敏感区内线路段	穿越段向两端外延 1km、线路边导线地面投影外两侧各 1km 以内的区域
	位于生态敏感区外线路段	边导线地面投影外两侧各 300m 内的带状区域

2.5 环境敏感目标

2.5.1 电磁环境和声环境敏感目标

本项目电磁环境评价范围内的住宅、工厂、办公楼等有公众居住、工作的建筑物均为电磁环境敏感目标，声环境评价范围内的住宅、办公楼等需要保持安静的建筑物均为声环境敏感目标。

2.5.2 生态保护目标

根据设计资料和现场踏勘，并向当地自然资源、林业、生态环境等主管部门核实，依据中华人民共和国生态环境部网站公布的《全国自然保护区名录》、四川省生态环境厅网站公布的《四川省自然保护区名录》、四川省林业和草原局网站公布的《四川省及各市风景名胜区名录》、四川省人民政府网站公布的《四川省人民政府办公厅关于公布四川省林业地方级自然保护区名录的通知》（川办函〔2013〕109号）、国家林业和草原局公布的第一批国家公园、自然保护地整合优化前的数据等资料核实，项目评价范围内分布有**四川火龙沟省级自然保护区、四川沙鲁里山国家森林公园、四川巴塘姊妹湖国家湿地公园、贡嘎山国家级风景名胜区**。

依据《甘孜藏族自治州国土空间总体规划（2021-2035年）》（川府函〔2024〕70号文），根据向甘孜州自然资源和规划局、白玉县自然资源局、巴塘县自然资源局、理塘县自然资源局、雅江县自然资源局和康定市自然资源局核实，**本项目新建理塘 500kV 变电站避让了理塘县生态保护红线，线路I需穿越白玉县、巴塘县和理塘生态保护红线；线路II需穿越理塘县、雅江县生态保护红线，不涉及康定市生态保护红线。**

依据《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 2021 年第 15 号）、《四川省人民政府关于发布<四川省重点保护野生动物名录><四川省重点保护野生植物名录>的通知》（川府函〔2024〕14 号）、《全国古树名木普查建档技术规定》核实，结合收集的资料与现场调查，**本次样方调查范围及项目占地范围内无国家和省级重点保护野生植物、无《中国生物多样性红色名录》中的极危、濒危、易危物种、极小种群物种和古树名木。**根据调查访问结合资料文献，**本项目评价范围内分布有国家II级重点保护的野生植物桃儿七、独叶草等，国家II级重点保护的野生真菌松口蘑、虫草等，未纳入评价区维管束植物名录中。**项目评价范围内无省级重点保护野生植物；依据《全国古树名木普查建档技术规定》核实，**本项目评价范围内无古树名木分布；**根据调查访问结合资料文献，依据《中国生物多样性红色名录》核实，项目评价范围内**共有 251 种中国特有种植物**。本项目重要物种情况见**错误！未找到引用源。**。

依据《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 2021 年第 3 号）、《四川省人民政府关于发布<四川省重点保护野生动物名录><四川省重点保护野生植物名录>的通知》（川府函〔2024〕14 号）等相关资料核实与现场调查，**本项目调查区域内未发现珍稀濒危及国家，未发现重点保护野生动物栖息地。**本项目评价范围内分布有**国家I级重点保护动物金雕、胡兀鹫、林麝、白唇**

鹿等；国家II级重点保护动物普通鵲、高山兀鹫、橙翅噪鹛、藏酋猴、亚洲黑熊、水鹿、岩羊等；依据《中国生物多样性红色名录》核实，评价范围内有 19 种中国特有种（其中 1 种极危物种、1 种濒危物种、2 种易危物种）。本项目重要物种情况见错误！未找到引用源。。本次调查未在评价范围内调查到重点保护动物的重要繁殖地、停歇地、越冬地等重要生境分布。

除此之外，本项目不涉及其他国家公园、自然保护区等自然保护地 and 世界自然遗产等生态敏感区。水环境敏感目标

本项目水环境敏感目标详见表 2-10，本项目避让的水环境敏感目标详见表 2-11。

表 2-10 本项目水环境敏感目标一览表

编号	名称	级别	主管部门	类型	保护范围	主要保护对象	与本项目位置关系
1	柯拉乡呷滩水源地（分散式）	乡镇级	雅江生态环境局	地表水	取水口坐标：100°25'30.86"E、30°4'38.93"N。 一级保护区范围：取水点下游 100m 至取水点上游 1000m 内的河道水域，沿水城边界两侧外延 50m 的陆域； 二级保护区范围：取水点下游 300m 以整个汇水范围内除一级保护区外的全部区域。	饮用水源	线路 II 穿越饮用水水源地二级保护区约 2×1.4km。
2	雅江县呷拉镇湾地沟集中式饮用水水源保护区	乡镇级	雅江生态环境局	地表水	取水口坐标：100°55'30.17"E、30°6'27.31"N； 一级保护区范围：取水口下游 100m 至取水口上游 1000m（包括汇入的支流），多年平均水位对应的高程线下的水域范围。一级保护区水域边界沿两岸纵深 50m 的陆域范围； 二级保护区范围：取水口下游 100m 以上积水范围内除一级保护区外的水域和陆域范围。	饮用水源	线路 II 穿越饮用水水源地保护区二级保护区约 2×5.8km。
3	雅江县八角楼乡日基沟集中式饮用水水源保护区	乡镇级	雅江生态环境局	地表水	取水口坐标：101°9'47.36"E、30°3'30.96"N。 一级保护区范围：取水口下游 100 m 至取水口上游 1000m，多年平均水位对应的高程线下的水域范围。一级保护区水域边界沿两岸纵深 50 m 的陆域范围； 二级保护区范围：取水口下游 300 m 至取水口上游日基沟流域源头处，多年平均水位对应高程线下的除一级保护区外的水域范围。取水口下游 300 m 起至上游整个集雨区域内除一级保护区以外的陆域范围。	饮用水源	线路 II 穿越饮用水水源地保护区二级保护区约 2×2.5km。
4	呷巴乡呷巴下村水源地（分散式）	乡镇级	康定生态环境局	地表水	取水口坐标：101°34'1"E、29°57'33"N。 一级保护区范围：以取水口为中心，以 350m 为半径组成的圆形区域； 二级保护区范围：以取水口为中心，以 3500m 为半径组成的多边形区域（一级保护区除外）。	饮用水源	线路 II 穿越饮用水水源地二级保护区约 2×1.9km。

表 2-11 本项目避让的水环境敏感目标一览表

编号	名称	级别	主管部门	类型	主要保护对象	与本项目位置关系
1	巴塘县措拉镇玉绒沟水源地	乡镇级	巴塘生态环境局	地表水	饮用水源	已避让，线路 I 距饮用水水源地保护地最近距离约 200m。
2	康定市新都桥镇达欧沟饮用水水源保护区	乡镇级	康定生态环境局	地表水	饮用水源	已避让，线路 II 距饮用水水源地保护区最近距离约 40m。

2.6 评价重点

根据本项目污染源特点和区域自然环境和生态环境现状，本项目施工期的评价重点为对生态环境的影响，包括对植被、动物、土地利用、自然保护区、生态保护红线、自然公园（森林公园、湿地公园、风景名胜区）的影响，施工管理、生态环境保护及恢复措施；运行期的评价重点为新建理塘 500kV 变电站的工频电场、工频磁场及噪声影响预测，输电线路的工频电场、工频磁场及噪声影响预测，并对输电线路附近的环境敏感目标进行环境影响预测及评价；同时，提出环境保护措施及生态环境影响减缓措施。主要工作内容包括：

（1）对新建理塘 500kV 变电站和输电线路评价范围内的环境敏感目标情况进行收资和实地调查。

（2）对工程区域的电磁环境和声环境现状进行监测和评价。

（3）对施工期生态环境影响进行预测及分析，分析施工期可能存在的环保问题，并提出相应的环境保护措施及生态环境影响减缓措施。

（4）重点分析本项目施工期和运行期对火龙沟省级自然保护区、四川沙鲁里山国家森林公园、贡嘎山国家级风景名胜区、生态保护红线及饮用水水源保护区生态环境的影响，并提出相应的生态环境影响减缓措施。

（5）对新建理塘 500kV 变电站、输电线路运行期的电磁环境和声环境影响进行预测评价，提出相应的环境保护措施。

3 建设项目概况与分析

3.1 项目概况

3.1.1 工程一般特性

3.1.1.1 项目名称

川藏铁路（甘孜段）配套供电工程（一期）

3.1.1.2 建设性质

新建

3.1.1.3 建设地点

新建理塘 500kV 变电站位于四川省甘孜州理塘县奔戈乡；甘孜 1000kV 变电站位于四川省甘孜州康定市呷巴乡，本次扩建位于变电站内预留场地上；线路 I 位于四川省甘孜州白玉县、巴塘县、理塘县境内；线路 II 位于四川省甘孜州理塘县、雅江县、康定市境内。

3.1.1.4 建设内容

本项目建设内容包括：①理塘 500kV 变电站新建工程；②甘孜 1000kV 变电站扩建工程；③帮果换~理塘 500kV 线路工程（线路 I）；④理塘~甘孜特 500kV 线路工程（线路 II）；⑤配套通信光缆工程。

3.1.1.5 项目建设规模及项目组成

本项目项目组成见表 3-1。

表 3-1 项目组成表

名称		建设内容及规模	可能产生的环境问题		
			施工期	营运期	
理塘 500kV 变电站 新建工 程	主体工程	新建理塘 500kV 变电站采用户外布置，即主变采用户外布置、500kV 配电装置和 220kV 配电装置均采用 GIS 户内布置，500kV 及 220kV 出线均采用架空出线。永久占地面积约 10.6536hm ² 。		施工扬尘 施工噪声 生活污水 固体废物 水土流失 植被破坏	工频电场 工频磁场 噪声
		项目	规模		
		主变	1×1200MVA		
		500kV 出线	4 回		
		220kV 出线	4 回		
		500kV 高压并联电抗器	2×120MVar		
		66kV 无功补偿装置	2×2×60MVar+1×2×60MVar		
	辅助工程	给排水系统、站内道路（宽度为 5.5m、4m、3m）		无	
	公用工程	新建进站道路长约 165m，宽度为 4.5m		无	
环保工程	1、新建 1 套地埋式污水处理装置（设计规模 0.5t/h）， 2、新建 1 座主变事故油池（容积约 100m ³ ），新建 1 座高抗事故油池（容积约 25m ³ ），新建 3 座主变		生活污水 事故油		

名称	建设内容及规模				可能产生的环境问题		
					施工期	营运期	
	事故油坑(位于每相主变正下方,单座容积约 19m ³),新建 6 座高抗事故油坑(位于每相高抗正下方,单座容积约 15m ³); 3、在变电站北侧围墙顶部设置隔声屏障,总高 8.0m (5.0m 高围墙+ 3m 高隔声屏障),长约 125.0m; 北侧长约 122.5m 围墙抬升至 5.0m 高,顶部预留隔声屏障安装位置及连接埋件; 西侧长约 142.0m 围墙高 2.5m 顶部预留隔声屏障安装位置及连接埋件。						
办公及生活设施	新建主控通信楼(单层), 面积约 725m ² ; 综合楼(单层), 面积约 520m ² ; 新建警卫室(单层), 面积约 50m ²						固体废物
仓储或其它	站外施工生产生活区, 面积约 1.46hm ²						无
甘孜 1000kV 变电站 扩建工程	主体工程	甘孜 1000kV 变电站为既有变电站, 本次在站内预留场地(变电站东南侧) 扩建 2 个 500kV 间隔, 扩建 2×120Mvar 高压并联电抗器及中性点小电抗, 需进行基础施工和设备安装。变电站为户外布置, 即主变压器为户外布置, 1000kV 及 500kV 配电装置采用 GIS (气体绝缘金属封闭开关设备) 户内布置, 采用架空出线。				施工扬尘 施工噪声 生活污水 固体废物	工频电场 工频磁场 噪声
		项目	初期规模	本期扩建	本次扩建后规模		
		1000kV 主变压器	2×3000MV A	无	2×3000MV A		
		1000kV 出线	2 回	无	2 回		
		1000kV 高压并联电抗器	2×600Mvar	无	2×600Mvar		
		500kV 出线	7 回(含本次扩建 2 回, 至帮果, 已上构架)	2 回(少量支架基础和设备安装)	7 回		
		500kV 高压并联电抗器	2×120Mvar (为本次扩建的 2 组高抗)	2×120Mvar	2×120Mvar		
	辅助工程	给排水系统(既有)、站内道路(既有)				无	无
	公用工程	进站道路(既有)				无	无
	环保工程	1、1座 180m ³ 主变事故油池(既有)、1座 100m ³ 1000kV 高抗事故油池(既有)、1 座 20m ³ 110kV 站用变事故油池(既有)、1 座 35m ³ 500kV 高抗事故油池(新建); 2、地埋式生活污水处理装置(既有); 3、1000kV 高抗采用 BOX-in 措施; 在南侧部分围墙加装约 233m 声屏障(总高至 3m); 东南侧部分围墙加装约 80m 声屏障(总高至 4m), 西北侧部分围墙加装约 155m 声屏障(总高至 3m), 东北侧部分围墙加高至 5m, 总长 258m(既有)。				无	生活污水 事故油

名称		建设内容及规模	可能产生的环境问题	
			施工期	营运期
办公及生活设施		综合楼（既有）	无	固体废物
仓储或其它		无	无	无
输电线路	主体工程	线路 I（帮果换~理塘 500kV 线路工程） 起于帮果±800kV 换流站，止于理塘 500kV 变电站。线路路径长约 168.6km，总长约 2×168.6km（包括单回段长约 11km+11km，双回段长约 2×157.6km）。单回段采用单回三角排列和单回水平排列；双回段采用同塔双回逆相序排列。导线型号均为 4×JL3/G1A-630/45 钢芯铝绞线，输送电流为 2500A，导线采用四分裂，分裂间距为 500mm。全线共新建铁塔 348 基（单回塔 59 基、双回塔 289 基），永久占地面积约 17.05hm ² 。	施工扬尘 施工噪声 生活污水 固体废物 水土流失 植被破坏	工频电场 工频磁场 噪声
		线路 II（理塘~甘孜特 500kV 线路工程） 起于理塘 500kV 变电站，止于甘孜 1000kV 变电站。线路路径长约 138km，总长约 2×138km（包括单回段长约 20.3km+20.3km，双回段长约 2×117.7km）。单回段采用单回三角排列和单回水平排列；双回段采用同塔双回逆相序排列。导线型号均为 4×JL3/G1A-630/45 钢芯铝绞线，输送电流为 2500A，导线采用四分裂，分裂间距为 500mm。全线共新建铁塔 351 基（单回塔 141 基、双回塔 210 基），永久占地面积约 14.97hm ² 。		
	辅助工程	完善配套光缆通信工程：沿线路 I 单回段同塔架设 2 根光缆，长约 2×11km+2×11km，光缆型号为 OPGW-150；沿线路 I 双回段同塔架设 2 根光缆 2×157.6km，光缆型号为 OPGW-150。沿线路 II 单回段同塔架设 2 根光缆，长约 2×20.3km+2×20.3km，光缆型号为 OPGW-150；沿线路 II 双回段同塔架设 2 根光缆 2×117.7km，光缆型号为 OPGW-150。	施工噪声 生活污水 固体废物	无
	公用工程	无	无	无
	环保工程	无	无	无
	办公及生活设施	无	无	无
仓储或其它		塔基施工临时场地： 塔基施工场地布置在塔基附近，每个塔位处均需设置施工场地，共设 699 个（线路 I、线路 II 分别为 348 个、351 个），塔基施工临时总占地面积约 109.05hm ² ； 牵张场： 线路拟设置牵张场 62 处（线路 I、线路 II 分别为 34 处、28 处），每处约 1200m ² ，占地面积约 7.44hm ² ； 施工道路： 机械化施工塔位需修建施工道路长约 170.1km（线路 I、线路 II 分别约 127km、43.1km），路基宽约 3.5m；扩宽施工道路约 32.6km（线路 I、线路 II 分别约 22.0km、10.6km），平均扩宽宽度约 1.0m~1.5m，总占地面积约 77.86hm ² ； 人抬便道： 需修整简易人抬便道长约 108.0km（线路 I 约 59.3km，线路 II 约 48.7km），宽约 1m~1.5m，总占地面积约 12.72hm ² ； 索道站： 拟设置 277 处索道站（线路 I、线路 II 分别约 168 处、109 处），每处占地面积约 100~200m ² ，总占地面积约 4.44hm ² ；	施工扬尘 施工噪声 生活污水 固体废物 水土流失 植被破坏	无

名称	建设内容及规模	可能产生的环境问题	
		施工期	营运期
	跨越施工场： 线路共设置跨越施工场地 59 处（线路 I、线路 II 分别约 25 处、34 处），每处约 400m ² ，总占地面积约 2.36hm ² ； 施工生活区和材料站： 租用当地房屋，不另行设置。		

3.1.2 理塘 500kV 变电站新建工程

3.1.2.1 推荐站址地理位置及外环境关系

新建理塘 500kV 变电站位于四川省甘孜州理塘县奔戈乡。进站道路从站址东侧的 G227 国道上引接，新建进站道路长约 165m，宽度为 4.5m 宽混凝土路面。

根据设计资料和现场调查，变电站站址区域现为农村环境，站址处主要为草地，分布有早熟禾、黄花野青茅、野青茅、羊茅等草甸植被。变电站站外 200m 范围内无居民房等环境敏感目标。根据现场调查，站址区域尚无市政给水、污水管网。

3.1.2.2 建设规模

新建理塘 500kV 变电站采用户外布置，即主变采用户外布置、500kV 配电装置和 220kV 配电装置均采用 GIS 户内布置，建设规模为：主变容量 1×1200MVA；500kV 出线 4 回；220kV 出线 4 回；500kV 高压并联电抗器 2×120MVar；66kV 并联电抗器 2×2×60MVar；66kV 并联电容器 1×2×60MVar。

3.1.2.3 占地面积

新建理塘 500kV 变电站征地红线内面积约 10.6536hm²（包括围墙内用地、进站道路、围墙外挡墙护坡及排水沟等用地），其中围墙内用地面积约 7.1074hm²。

3.1.2.4 总平面布置及竖向布置

（1）总平面布置

新建理塘 500kV 变电站全站分为主变区、配电装置区、无功补偿装置区和站前区。主变基本布置在站区中央，采用户外布置；500kV 配电装置采用 GIS 户外布置，位于站区北侧；220kV 配电装置采用 GIS 户内布置，位于站区南侧；66kV 无功补偿装置基本布置站区中央；站前区位于站区东南侧，布置有主控通信楼、警卫室等；地埋式污水处理装置位于综合楼北侧，主变事故油池（100m³）位于电气综合室南侧，高抗事故油池（25m³）位于站界西北角。

（2）竖向布置

变电站竖向布置按平坡式布置设计，不受百年一遇洪水及内涝水位影响。经初步场平计算，站区场平设计高程：4062.00m～4063.08m。主控通信楼室内地坪高出室外

地面 0.60m, 500kV 和 220kV GIS 室室内地坪高出室外地面 0.45m, 综合电气室、220kV 继电器室、消防水泵房、制氧设备间及警卫传达室内地坪高出室外地面 0.30m。场地地表雨水采取单向单坡有组织排水, 即场地由南向北 0.5%排水, 排入站外排水沟。

3.1.2.5 主要电气设备选择

根据设计资料, 本项目变电站 500kV 主变压器采用三相分体式变压器, 为单相油浸式无励磁调压自耦变压器, 其冷却方式是 ONAF (油浸风冷)。单相 500kV 主变压器的绝缘油油量约 84t, 折合体积约 94m³。本项目变电站 500kV 高压电抗器采用三相分体式电抗器, 其冷却方式是 ONAN (油浸自冷); 单相 500kV 高压电抗器的绝缘油油量约 20t, 折合体积约 22.4m³。

3.1.2.6 站区排水

变电站采用雨水、污水分流制排水系统。生活污水经地埋式污水处理装置收集处理后在站区综合利用, 不外排; 站区雨水经雨水口汇集后进入站区雨水管网, 再排至站外截洪沟内。

3.1.2.7 采用的主要环保措施

新建理塘 500kV 变电站采取的主要环保措施见表 3-2。

表 3-2 新建理塘 500kV 变电站采取的主要环保措施

内容类型	污染物名称	防治措施
水污染物	生活污水	经地埋式污水处理装置（设计规模 0.5t/h）收集处理后在站区综合利用, 地埋式生活污水处理装置位于综合楼北侧。
	生活垃圾	生活垃圾经垃圾桶收集后清运至附近的垃圾池, 由环卫部门集中转运。
固体废物	危险废物	站内设置 1 座 100m ³ 主变事故油池、设置 1 座 25m ³ 高抗事故油池, 各相主变下方设置 1 座 19m ³ 事故油坑, 各相高压电抗器下方设置 1 座 15m ³ 事故油坑, 分别用于收集主变压器和高压电抗器事故时产生的事故油, 事故油经事故油池进行油水分离后, 少量事故废油由有危险废物处置资质的单位处置, 不外排; 设备检修时产生的少量含油棉纱、含油手套等含油废物由有危险废物处置资质的单位处置。
	废蓄电池	按照危险废物进行管理, 运行单位不得擅自处理, 需交由有危险废物处置资质的单位进行处置。
噪声		①优化总平面布置, 如主变压器尽可能布置在站区中央, 远离站界区域。 ②主变压器选择噪声声压级不超过 70dB(A) (距主变 2m 处) 的设备, 500kV 高压并联电抗器选择噪声声压级不超过 70dB(A) (距设备 1m 处) 的设备, 66kV 低压并联电抗器选择噪声声压级不超过 75dB(A) (距设备 1m 处) 的设备, 中性点电抗器选择噪声声压级不超过 65dB(A) (距设备 1m 处) 的设备。 ③各相主变之间设置高度 8.4m 的防火墙, 各相高压电抗器之间设置高度 6.5m 的防火墙。 ④在变电站北侧围墙顶部设置隔声屏障, 总高 8.0m (5.0m 高围墙+ 3m 高隔声屏障), 长约 125.0m; 北侧长约 122.5m 围墙抬升至 5.0m 高, 顶部预留隔声屏障安装位置及连接埋件; 西侧长约 142.0m 高 2.5m 围墙顶部预留隔声屏障安装位置及连接埋件。
电磁环境影响		①变电站内电气设备均安装接地装置。 ②电气设备合理布局, 主变采用一字型布置在站区中央。 ③500kV、220kV 配电装置均采用 GIS 户内布置。

内容 类型	污染物名称	防治措施
		④变电站内导线、母线和其它金具等提高加工工艺，做到表面光滑，尽量避免毛刺的出现。 ⑤变电站内所有设备导电元件间接触部位均连接紧密。 ⑥在设备的高压导电部件上设置不同形状和数量的均压环（或罩）。 ⑦站内平行跨导线相序排列避免同相布置，尽量减少同相母线交叉与相同转角布置等措施。

3.1.3 甘孜 1000kV 变电站扩建工程

3.1.3.1 站址地理位置及外环境关系

甘孜 1000kV 变电站位于四川省甘孜州康定市呷巴乡，为既有变电站。进站道路从站区西南侧道路上引接，进站道路长约 1100m。

根据设计资料和现场调查，甘孜 1000kV 变电站区域为农村环境，区域主要为草地。

变电站评价范围内分布有 3 处环境敏感目标，西北侧站外分布有 1 户民房，距站界最近距离约 198m；西南侧站外分布有 1 户民房，距站界最近距离约 194m；南侧站外分布约 4 户民房，距站界最近距离约 48m。

3.1.3.2 变电站现有规模及环保手续履行情况

甘孜 1000kV 变电站现有规模为：主变压器 2×3000MVA，1000kV 出线 2 回，1000kV 高抗 2×600Mvar，500kV 出线 7 回（含本次扩建 2 回）；本次扩建的 2 回 500kV 出线（至帮果 2 回）、500kV 高压并联电抗器 2×120MVar（至帮果）及配套的 35m³500kV 高抗事故油池等投资实际列入本工程。初期规模的环境影响评价包含在《川渝特高压交流工程（甘孜～天府南～成都东、天府南～铜梁 1000 千伏交流工程）环境影响报告书》中，生态环境部以环审〔2023〕2 号文对其进行了批复，已完成环评规模为：主变压器 2×3000MVA，1000kV 出线 2 回，1000kV 高抗 2×600Mvar，500kV 出线 7 回（含本次扩建 2 回至帮果），500kV 高抗 2×120Mvar（为本期扩建的 2 组高抗至帮果及配套的 35 m³500kV 高抗事故油池）。国家电网有限公司以国家电网基建〔2025〕590 号文对其进行了竣工环保验收批复。

3.1.3.3 变电站总平面布置

甘孜 1000 千伏变电站全站按功能分区共分为 4 个区域，分别为 1000kV 交流配电区、主变及无功配电装置区、500kV 交流配电区、站前区。1000kV 交流配电区位于站区西北侧，1000kV 配电装置采用 GIS 户内布置，1000kV 向西北出线；主变及无功配电装置区布置于站区中央，主变采用户外布置；500kV 交流配电区位于站区东南侧，500kV 配电装置采用 GIS 户内布置，500kV 向东南出线；站前区布置于站区西南

侧，包括综合楼、水泵房等。150m³ 主变事故油池布置于主变南侧，117m³1000kV 高抗事故油池布置于站区西南角，35m³500kV 高抗事故油池布置于站区东侧，70m³110kV 电抗器事故油池布置于 500kV GIS 室西南侧。

3.1.3.4 站区排水

甘孜 1000kV 变电站采用雨水、污水分流制排水系统。生活污水经地埋式污水处理装置处理后用作站区及边坡绿化，不外排；站区雨水经雨水口汇集后进入地下雨水排水管道，再排至站区西侧的天然冲沟内，最终排入立启河。

3.1.3.5 变电站现有规模采取的主要环保措施

根据设计资料及现场踏勘，甘孜 1000kV 变电站现有规模已采取的主要环保措施见表 3-3。

表 3-3 甘孜 1000kV 变电站现有规模采取的主要环保措施

内容 类型	污染物名称	防治措施	预期治理效果
水污染物	生活污水	设置有地埋式污水处理装置（处理能力约 3t/h），经地埋式污水处理装置收集处理后站区及边坡绿化，不外排。	不外排
固体废物	生活垃圾	生活垃圾经站内设置的垃圾箱收集后由环卫部门定期清运。	无影响
	蓄电池	蓄电池更换后不随意丢弃，不在现场进行拆散、破碎或砸碎，也不在变电站内暂存，委托具备危险废物处理资质的单位依法合规地进行回收、处置。	无影响
	事故油	站内设置 1 座 180m ³ 主变事故油池、1 座 100m ³ 1000kV 高抗事故油池、1 座 20m ³ 站用变事故油池，分别收集主变压器、1000kV 高压电抗器、站用变事故时产生的事故油，事故油经事故油池进行油水分离后，少量事故废油由有资质的单位处置，不外排。	环境风险小
噪声		1000kV 高抗采用 BOX-in 措施；南侧部分围墙加装约 233m 声屏障（总高至 3m）；东南侧部分围墙加装约 80m 声屏障（总高至 4m），西北侧部分围墙加装约 155m 声屏障（总高至 3m），东北侧部分围墙加高至 5m，总长 258m。	达标
电磁环境影响		①主变基本位于站区中央，1000kV、500kV 配电装置均采用 GIS 户内布置。 ②变电站内的电气设备均设计安装接地装置，所有设备导电元件间接触部位均应连接紧密。 ③变电站内的金属构件，如吊夹、保护环、保护角、垫片、接头、螺栓、闸刀片等要求做到表面光滑。	达标

（1）变电站外的电磁环境状况

甘孜 1000kV 变电站前期工程中采取了主变基本位于站区中央，1000kV、500kV 配电装置均采用 GIS 户内布置；变电站内的电气设备均设计安装接地装置，所有设备导电元件间接触部位均应连接紧密；变电站内的金属构件，如吊夹、保护环、保护角、垫片、接头、螺栓、闸刀片等要求做到表面光滑。根据本次现状监测结果，变电站站界本次出线侧离地 1.5m 处电场强度现状值能满足电场强度不大于公众曝露控制限值 4000V/m 的要求；离地 1.5m 处磁感应强度现状值能满足磁感应强度不大于公众曝露控制限值 100 μ T 的要求。

（2）变电站外的声环境状况

甘孜 1000kV 变电站前期工程中采取了 1000kV 高抗采用 BOX-in 措施；南侧部分围墙加装约 233m 声屏障（总高至 3m）；东南侧部分围墙加装约 80m 声屏障（总高至 4m），西北侧部分围墙加装约 155m 声屏障（总高至 3m），东北侧部分围墙加高至 5m，总长 258m 等措施。根据现状监测结果，变电站本次出线侧站界处昼间等效连续 A 声级、夜间等效连续 A 声级满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准要求[昼 60dB(A)、夜 50dB(A)]。

（3）变电站固体废物处置情况

根据现场调查，甘孜 1000kV 变电站运行及值守人员产生的生活垃圾经袋装收集后，由运行及值守人员带至站外垃圾桶，由环卫部门统一清运。甘孜 1000kV 变电站运行至今，未产生废蓄电池和废事故油。

国网四川省电力公司下属各实物保管单位若产生废矿物油将交由有资质的单位进行处置，且国网四川省电力公司物资公司定期与有资质单位签订废矿物油回收处置协议。因此，本项目变电站今后产生的废蓄电池和废矿物油将参照现有模式，按照《国家电网有限公司电网固体废物环境无害化处置监督管理办法》（国网（基建/3）968-2023）等相关固废管理的要求，统一委托该年度与国网四川省电力公司物资公司签订协议且具有废蓄电池、废矿物油回收处置资质的单位进行处置。

（4）变电站现有规模存在的环保问题

甘孜 1000kV 变电站前期工程环境影响报告书中已设置了相应的环境保护措施，并取得了生态环境部的批复（环审〔2023〕2 号），国家电网有限公司以国家电网基建〔2025〕590 号文对其进行了竣工环保验收批复。前期工程实施过程中严格执行环境影响报告书及批复中提出的要求和措施。根据本次现状监测，变电站站界外产生的电磁环境及声环境影响均满足相应环保标准要求。根据与建设单位核实及现场调查，变电站自投运以来未发生因环境污染而引起的投诉事件，未发生环境污染事故，也未

发现环境遗留问题。

3.1.3.6 本次扩建工程

（1）本次扩建规模

本次在变电站内预留位置上扩建 2 个 500kV 间隔，扩建 2×120Mvar 高压并联电抗器及中性点小电抗，新建 35m³500kV 高抗事故油池。

（2）总平面布置

甘孜 1000kV 变电站已按远期规模一次征地，本次扩建在变电站内预留场地上进行，不新征地，本次扩建后总平面布置不发生变化。

（3）本次扩建采取的环保措施

①电磁环境影响

本工程设计阶段已采取电磁环境影响治理措施如下：

- 新增电气设备均安装接地装置。
- 变电站内新增的均压环和其它金具等提高加工工艺，做到表面光滑。
- 变电站内所有设备导电元件间接触部位均应连接紧密。
- 在设备的高压导电部件上设置不同形状和数量的均压环（或罩）。
- 新增 500kV 配电装置采用 GIS 户内布置。
- 甘孜 1000kV 变电站本次出线导线对地高度约 24m。

②声环境影响

本工程设计阶段已采取噪声治理措施如下：

- 新增高压电抗器布置在站内预留场，噪声影响已在前期工程中统一考虑。

③水环境影响

变电站本次扩建后运行方式不变，运行人员数量不增加，不新增生活用水量和生活污水量，不需新增生活污水处理设施。

④固体废物

变电站本次扩建后运行方式不变，运行人员数量不增加，不新增生活垃圾量，不需新增生活垃圾处理设施。

本项目甘孜 1000kV 变电站扩建高压并联电抗器产生的废油影响分析已在前期工程中统一考虑。本次扩建的单台高压电抗器绝缘油油量最大约 32m³，新建 35m³ 500kV 高抗事故油池（已纳入初期工程环评，实际投资列入本工程）。本次扩建不新增蓄电池，不需新增蓄电池处置措施。

（4）与前期工程的依托关系

甘孜 1000kV 变电站本次扩建与前期工程规模的依托关系见表 3-4。

表 3-4 甘孜 1000kV 变电站本次扩建与前期工程的依托关系一览表

项目		内容
站内永久设施	进站道路	利用前期工程建设的进站道路，本期无需扩建。
	供水管线	本次扩建场地内无生活用水设施和绿化，不需新增给水管网。
	生活污水处理装置	本次扩建后运行方式不变，运行人员数量不增加，无新增生活污水量，不需新增生活污水处理设施。
	事故油池	站内设置 1 座 180m ³ 主变事故油池、1 座 100m ³ 1000kV 高抗事故油池、1 座 20m ³ 站用变事故油池，分别收集主变压器、1000kV 高压电抗器、站用变事故时产生的事故油，本次扩建的单台高压电抗器绝缘油油量最大约 32m ³ ，新建 35m ³ 500kV 高抗事故油池（已纳入初期工程环评，实际投资列入本工程）。
	降噪措施	站内 1000kV 高抗采用 BOX-in 措施；南侧部分围墙加装约 233m 声屏障（总高至 3m）；东南侧部分围墙加装约 80m 声屏障（总高至 4m），西北侧部分围墙加装约 155m 声屏障（总高至 3m），东北侧部分围墙加高至 5m，总长 258m。
	雨水排水	本次扩建场地的雨水排水系统已在前期规模中统一考虑，本次不新增。
施工临时设施	施工用水、用电	利用站内已有的水源、电源。
	施工生产生活区	利用站内空地及建筑灵活布置。

3.1.4 输电线路

3.1.4.1 推荐线路路径方案及外环境关系

3.1.4.1.1 线路 I（帮果换～理塘 500kV 线路工程）

线路自帮果±800kV 换流站出线后，跨越 G215 后右转向南，并平行于在建的±800kV 金上-湖北特高压直流线路走线，穿越四川省火龙沟自然保护区实验区和沙鲁里山国家森林公园后，经盖玉乡、松多乡、后进入巴塘县，经茶洛乡、措拉镇后避开措普沟及姊妹湖保护区，至禾尼乡避让无量河湿地公园景区，避开扎嘎神山县级自然保护区后平行 G318 国道走线，在坝穷村附近左转，经坝穷村、达西贡巴村、鄂日阔进入拟建理塘 500kV 变电站。

根据设计资料及现场调查，线路 I 所经区域地形主要为高山、山地、丘陵，土地利用类型主要为林地、草地，植被类型主要为自然植被，植被型包括针叶林、针阔混交林等，自然植被代表性物种有岷江冷杉、冷杉、云杉、川西云杉、高山松、白桦、川滇高山栎、矮高山栎、华西蔷薇、小叶栒子、堆花小檗、披碱草、早熟禾、圆穗蓼、野青茅、羊茅等。线路 I 沿线零星分布有民房，距线路最近距离约 35m。线路 I 穿越自然保护区实验区长约 2×28.5km（双回）+2×0.5km（单回），新建铁塔 40 基，永久占地面积约 1.6hm²；线路 I 穿越森林公园一般游憩区总长约 2×25.9km（双回）+2×0.75km（单回），新建铁塔 50 基（其中与四川火龙沟省级自然保护区重叠的铁塔 27

基,新建铁塔 23 基),永久占地面积约 0.92hm^2 (扣除与自然保护区重叠铁塔的占地)。线路 I 穿越白玉县、巴塘县和理塘县的生态保护红线总长约 $2\times 45.3\text{km}$,涉及铁塔 106 基,永久占地面积约 4.24hm^2 (其中线路 I 穿越白玉县生态保护红线长约 $2\times 26\text{km}$,涉及铁塔 62 基,永久占地面积约 2.48hm^2 ;穿越巴塘县生态保护红线长约 $2\times 7.5\text{km}$,涉及铁塔 16 基,永久占地面积约 0.64hm^2 ;穿越理塘县生态保护红线长约 $2\times 11.8\text{km}$,涉及铁塔 28 基,永久占地面积约 1.12hm^2)。线路 I 位于四川省甘孜州白玉县、巴塘县、理塘县境内(白玉县、巴塘县、理塘县境内线路分别长约 $2\times 42\text{km}$ 、 $2\times 56\text{km}$ 、 $2\times 70.6\text{km}$)。

3.1.4.1.2 线路 II (理塘~甘孜特 500kV 线路工程)

线路 II 自理塘 500kV 变电站出线后沿 S217 省道向南走线,在扎哈淌左拐平行金上-湖北 $\pm 800\text{kV}$ 线路走线,随后在霍曲河东侧西北方向依次跨越规划川藏高速(路基)、G318 国道,经志柯村南左转避让雅江县红龙镇东耐建筑用砂岩集中开采区和崇禧寺至错柯二村南。线路右转向东北方向再次跨越规划川藏高速(隧道)至卡子拉山,线路右转向东再次跨越 G318 国道至一三五道班南侧进入甘孜州理塘县。在理塘县自一三五道班南侧右转向东南方向避让理塘县境内生态保护红线至在建川藏铁路北侧,线路平行于在建川藏铁路向东走线再次进入雅江县。线路向东在湾地沟北侧走线,避让格西沟国家级自然保护区,在湾底村南侧依次跨越在建川藏铁路(隧道)和规划川藏高速(隧道)至迎金山北侧,线路左转向东跨越雅砻江右转再次跨越规划川藏高速(隧道)至三道桥村东侧,依次跨越 G318 国道至卡布仁村南侧。线路右转穿越八角楼乡日基沟集中式饮用水水源一级保护区、二级保护区至维地村西侧。线路左转向东北方向再次跨越 G318 国道向东北方向至在建川藏铁路南侧,随后到达雅江县和康定市县界。线路经加鲁隆、高尔寺山进入康定市,避让规划的红星光伏电场到达呷以贡巴,穿越呷巴乡下村水源地(分散式)二级保护区,经罗玛克并避让居里村房屋密集区,随后进入甘孜 1000kV 变电站。

根据设计资料及现场调查,线路 II 所经区域地形主要为高山、山地和峻岭,土地利用类型主要为林地、草地,植被类型主要为自然植被,植被型包括针叶林、针阔混交林等,自然植被代表性物种有岷江冷杉、冷杉、云杉、川西云杉、高山松、白桦、川滇高山栎、矮高山栎、华西蔷薇、小叶栒子、堆花小檗、披碱草、早熟禾、圆穗蓼、野青茅、羊茅等。线路沿线零星分布有民房,距线路最近距离约 8m。线路 II 穿越理塘县和雅江县的生态保护红线总长约 $2\times 7.4\text{km}$,涉及铁塔 16 基,永久占地面积约 0.64hm^2 (其中线路 II 穿越理塘县生态保护红线长约 $2\times 4.9\text{km}$,涉及铁塔 12 基,永久

占地面积约 0.48hm^2 ；穿越雅江县生态保护红线长约 $2\times 2.5\text{km}$ ，涉及铁塔 4 基，永久占地面积约 0.16hm^2 ；不涉及康定市生态保护红线）。线路 II 穿越柯拉乡呷滩水源地（分散式）二级保护区约 $2\times 1.4\text{km}$ ，立塔 2 基，永久占地面积约 0.08hm^2 ；线路 II 穿越雅江县呷拉镇湾地沟集中式饮用水水源保护区二级保护区约 $2\times 5.8\text{km}$ ，立塔 15 基，永久占地面积约 0.60hm^2 ；穿越雅江县八角楼乡日基沟集中式饮用水水源保护区二级保护区约 $2\times 2.5\text{km}$ ，立塔 5 基，永久占地面积约 0.2hm^2 ；穿越呷巴乡呷巴下村饮用水源地（分散式）二级保护区约 $2\times 1.9\text{km}$ ，立塔 4 基，永久占地面积约 0.16hm^2 。线路 II 位于四川省甘孜州理塘县、雅江县、康定市境内（理塘县、雅江县、康定市境内线路分别长约 $2\times 24.4\text{km}$ 、 $2\times 85.7\text{km}$ 、 $2\times 27.9\text{km}$ ）。

3.1.4.2 导地线及其排列方式

根据本项目电力系统一次报告，线路 I、线路 II 导线均选择 $4\times \text{JL3/G1A-630/45}$ 钢芯铝绞线，输送电流为 2500A ；地线均选择 2 根 72 芯 OPGW-150 光缆。线路 I、线路 II 仅在 20mm 冰区采取单回架设，架设方式包括单回三角排列、单回水平排列，其余段均采用同塔双回逆相序架设方式。线路采用的导线、地线型号及导线排列方式见表 3-5。

表 3-5 本项目线路采用的导线、地线型号及排列方式

线路分段		导线	地线	导线排列方式
线路 I、线路 II	单回三角排列段	导线型号为 $4\times \text{JL3/G1A-630/45}$ 钢芯铝绞线，输送电流为 2500A ，导线采用四分裂，分裂间距为 500mm 。	2 根 OPGW-150 光缆	单回三角排列 B A C
	单回水平排列段			单回水平排列 A B C
	双回段			同塔双回逆相序 A C B B C A

3.1.4.3 塔型、基础及数量

3.1.4.3.1 塔型及数量

本项目线路拟选铁塔型号及数量见表 3-6。

表 3-6 本项目线路铁塔选型一览表

线路分段		塔型	小计（基）
线路 I、线路 II	单回三角排列段	JC31201B	348（线路 I）+351（线路 II）
		JC31202B	
	单回水平排列段	ZC31201B	
		ZC31202B	
		ZC31203B	
	双回段	SZC29101A	
		SZC29101B	
		SZC29102A	
		SZC29102B	
		SZC29103A	
		SZC29103B	
		SZC29104A	
		SZC29104B	
		SZKC2910A	
		SJK2910B	
		SDJ2910	
		SJC29101A	
		SJC29102A	
		SJC29103A	
		SJC29104A	
		SJC31101B	
		SJC31102B	
		SJC31103B	
		SJC31104B	
		SZC31101B	
		SZC31102B	
		SZC31103B	
		SZC31104B	
		SZC31105B	
		SZKC3110B	
		SJC31151B	
		SJC31152B	
		SJC31153B	
		SJC31154B	
		SJKC3115B	
		SZC31151A	
		SZC31151B	
		SZC31152A	
		SZC31152B	
		SZC31153A	
		SZC31153B	
		SZC31154A	
		SZC31154B	

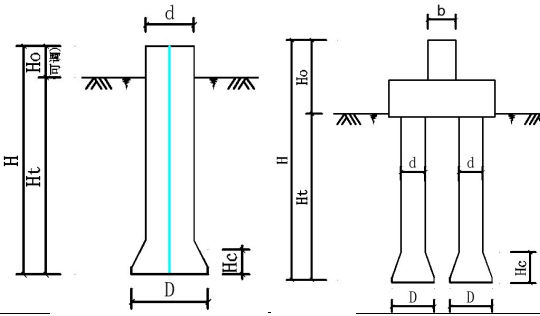
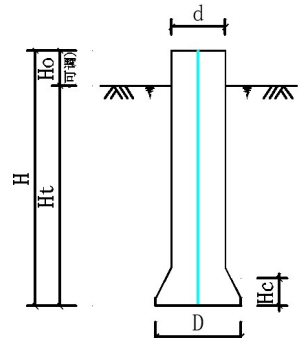
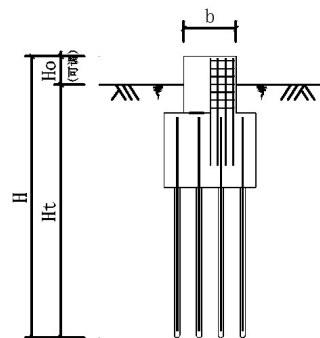
3.1.4.3.2 基础型式

(1) 基础型式

根据本项目沿线地形、地质及基础作用力特点，基础形式主要采用挖孔基础（含承台挖孔基础）、掏挖基础、岩石锚杆基础、岩石嵌固基础、大板基础及灌注桩基础等。对于覆盖层较厚的岩石塔位，优先推荐采用掏挖基础；当地形坡度较陡时，应因地制宜的采用挖孔基础，对于地形坡度极陡的塔位，为减少开方，对下坡侧腿，因地

制宜的采用承台挖孔基础；对于覆盖层厚、地下水埋深较浅、地形较为平缓的塔位，结合塔位交通条件，因地制宜的采用直柱板式基础、灌注桩基础；对于覆盖层较薄且地形较缓的岩石塔位，根据岩石强度和完整性情况，因地制宜的采用岩石锚杆基础、岩石嵌固基础。各种基础均按高低基础规划设计，配合铁塔长短腿，减少基面土石方开挖量，最大程度地减少对塔位处自然环境的破坏，防止水土流失。

表 3-7 本项目线路采用的基础型式适用条件

基础名称	示意图	适用条件
挖孔基础 (含承台式挖孔桩基础)		适用于山地、丘陵及无地下水的平地地区，承载力高，地形适应性好，对于基础作用力较大或者地形地质条件较差的塔位，可采用多桩承台基础。
掏挖基础		用于无水的粘土、岩石、可扩底成型的碎石土地质，露高一般控制在 2.5m 以内。边坡保护按上拔范围考虑。
岩石锚杆基础		1) 塔腿地形坡度不大于 40 度，塔基保护范围内无悬崖、陡坎、冲沟等不利因素。 2) 无法采用岩石锚杆基础的地质为：极软岩、极破碎岩不用，全风化岩慎用；特殊性岩石如崩解性岩石、盐渍化岩石等；位于溶沟、溶槽、石芽等地表岩溶强烈发育区岩体；在基础压应力影响范围内浅埋溶洞发育区；泥岩及砂质泥岩慎用。 3) 覆盖层厚度不宜超过 4m（含强风化层），锚杆设计深度范围内无基岩裂隙水。

岩石嵌固基础		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力。
大板基础		对于地下水位较高、地质条件较差，地基承载力较低，基坑无法深挖的塔位，可采用该型浅埋的基础型式，方便施工。
灌注桩基础		主要用于由于基础作用力很大、地质条件极差或有特殊要求，普通浅埋基础不能满足要求的塔位。

(2) 铁塔与基础连接方式

本项目线路新建铁塔采用地脚螺栓与基础连接。

3.1.4.4 主要交叉跨越

因本项目尚未完成施工图设计，导线的对地最小允许垂直距离及在交叉跨越时，导线与被跨越物之间的垂直距离按照《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》（GB50545-2010）考虑。

表 3-8 本项目线路导线对地及交叉跨越物的最小垂直距离表

序号	被交叉跨越物名称	最小允许垂直距离 (m)	备注
1	非居民区	11 (同塔双回排列、单回水平排列)	非居民区(包括工程拆迁后无居民的区域)
		10.5 (单回三角排列)	
2	居民区	14 (同塔双回排列)	——
3	至不通航河流	6.5	至百年一遇洪水位
4	至公路路面	14	——
5	至电力线路	6	至导线、地线
6	至I~III级通信线	8.5	——
7	至最大自然生长高度树木顶部	7	——

表 3-9 本项目线路主要交叉跨越情况及垂直距离要求

线路名称	被跨越物	跨（钻）越数（次）	规程规定的最小垂直净距(m)	备注
线路 I	220kV 及 110kV 线路	2	6	——
	35kV 及以下等级线路	116	6	——
	通信线	45	8.5	——
	在建川藏铁路	4	14（至轨顶）	——
	公路	68	14	——
	不通航河流	10	6.5	至百年一遇洪水位
线路 II	500kV 理绒线（三角排列）	1	6	线路 II 双回段采取上跨方式，在跨越处，既有 500kV 理绒线地线对地高度为 42m，本线路导线高度在 $\geq 48\text{m}$ （ $42\text{m}+6\text{m}$ ）时不受既有线路限制，与既有线路间的垂直净距能满足规程规定的净距（6.0m）要求。
	220kV 及 110kV 线路	9	6	——
	35kV 及以下等级线路	48	6	——
	通信线	55	8.5	——
	在建川藏铁路	2	14（至轨顶）	——
	公路	49	14	——
	不通航河流	9	6.5	至百年一遇洪水位

3.1.4.5 与其他线路并行情况

本项目线路未与其他 330kV 及以上电压等级交流线路并行。本项目线路 I、线路 II 与 $\pm 800\text{kV}$ 金上-湖北线路并行长度分别约 154km、90km。

表 3-10 本项目线路与 330kV 及以上线路的并行情况

本项目线路	并行线路	并行长度	两线边导线间最近距离	两线间是否有居民分布	并行段行政区划
线路 I	$\pm 800\text{kV}$ 金上-湖北线路	约 154km	80m	无	白玉县、巴塘县、理塘县
线路 II	$\pm 800\text{kV}$ 金上-湖北线路	约 90km	85m	无	理塘县、雅江县、康定市

注：并行段长度指并行线路中心对中心 100m 范围内的路径长度。

3.1.5 工程占地及物料、资源等消耗

3.1.5.1 工程占地

本项目总占地面积约 258.1236hm^2 。新建理塘 500kV 变电站总占地面积约 12.1136hm^2 ，其中永久占地面积约 10.6536hm^2 ，围墙外施工生产生活区临时占地面积约 1.46hm^2 ；输电线路总占地面积约 232.27hm^2 ，其中永久占地面积约 32.02hm^2 ，临时占地面积约 215.45hm^2 。工程占地类型主要为林地、草地，其中林地经调整规划后不涉及一级林地，草地经调整规划后均不涉及基本草原。

表 3-11 工程占用土地利用现状及面积一览表

项目	分类	面积 (hm ²)			
		林地	草地	其他土地	合计
永久占地	新建理塘 500kV 变电站	—	10.6536	—	10.6536
	塔基永久占地	17.88	14.14	—	32.02
临时占地	变电站施工生产生活区临时占地	—	1.46	—	1.46
	塔基施工临时占地	60.01	49.04	—	109.05
	施工道路临时占地	38.11	26.86	12.89	77.86
	人抬便道临时占地	6.46	4.36	1.90	12.72
	跨越场占地	1.16	0.76	0.44	2.36
	牵张场占地	4.30	2.34	0.92	7.56
	索道站占地	2.52	1.52	0.4	4.44
合计	—	130.44	111.13356	16.55	258.1236

3.1.5.2 主要原（辅）材料及能耗消耗

本项目原辅材料主要在建设期消耗，投运后无原辅材料消耗。本项目原辅材料及能源消耗见表 3-12。

表 3-12 本项目主要原辅材料及能耗消耗表

名称		耗量			合计	来源
		新建理塘 500kV 变电站	输电线路			
			线路 I	线路 II		
主 (辅) 料	导线 (t)	无	9160	7360	16520	市场购买
	光缆 (km)	无	173.5	137	310.5	市场购买
	绝缘子(片)	10100	217010	205740	432850	市场购买
	钢材 (t)	2960	7470	5600	16030	市场购买
	混凝土 (m ³)	44770	69590	52100	166460	市场购买
水量	施工期生活用水 (t/d)	36	36		72	附近水源
	运行期生活用水 (t/d)	0.12	无	无	0.12	——

3.1.6 工程土石方量

根据《川藏铁路（甘孜段）配套供电工程（一期）水土保持方案报告书》，本项目土石方开挖总量 60.81 万 m³（含表土剥离 11.93 万 m³），包括主体工程开挖和水土保持工程表土剥离两部分，主体工程开挖主要来自新建理塘 500kV 变电站站场平、基础开挖、进站道路和线路塔基基础开挖。土石方回填总量 51.85 万 m³（含表土回覆 11.93 万 m³），工程余方 8.96 万 m³，变电站能实现挖填平衡，不对外弃土；线路工程余方 8.96 万 m³ 分散在每个塔基处，平均每个塔基约 128m³ 余方在塔基附近摊平处理，摊平厚度为 0.30m 左右，余方在铁塔下夯实或拦挡后进行植被恢复。

表 3-13 本项目土石方工程量单位：万 m³

编号	项目	挖方			填方			余方		备注
		表土剥离	土石方	小计	表土回覆	土石方	小计	表土剥离	土石方	
1	理塘 500kV 变电站	2.50	21.30	23.80	2.50	21.30	23.80	—	—	挖填平衡，不对外弃土。
2	线路 I	6.00	23.33	29.33	6.00	18.58	24.58	—	4.75	线路总土石方量分散在每个塔基处，每个塔基约 128m ³ 余方在塔基征地范围内摊平处理，摊平厚度为 0.30m 左右，余方在铁塔下夯实或拦挡后进行植被恢复。
	线路 II	3.43	16.18	19.61	3.43	11.97	15.40	—	4.21	
合计		11.93	60.81	72.74	11.93	51.85	63.78	—	8.96	

3.1.7 施工组织及施工工艺

3.1.7.1 交通运输

本项目新建理塘 500kV 变电站进站道路拟从站址东侧的 G227 国道上引接，新建进站道路长约 165m，原辅材料通过 G227 国道、乡村道路和进站道路运输；线路 I 附近有 G318 国道、G215 国道、S217 省道及乡村道路，线路 II 附近有 G318 国道、G248 国道及乡村道路。本项目部分塔基拟采用机械化施工，即是一种以机械为主，人力为辅的工程施工模式，根据机械化施工要求，需要一定宽度的道路供施工机械通行至塔基处，应尽量利用既有道路，当既有道路不能满足施工机械设备和车辆通行需要时，需对原有乡村道路和机耕道进行拓宽。本项目对部分交通便利、坡度 30 度以下、平整度小于 5 度的塔位采用机械化施工，需修建施工道路长约 170.1km（线路 I、线路 II 分别约 127km、43.1km），路基宽约 3.5m；扩宽施工道路约 32.6km（线路 I、线路 II 分别约 22.0km、10.6km），平均扩宽宽度约 1.0m~1.5m，总占地面积约 77.86hm²；交通不便的塔位采用索道运输，拟设置 277 处索道站（线路 I、线路 II 分别约 168 处、109 处），每处占地面积约 100~200m²，总占地面积约 4.44hm²；本项目需修整简易人抬便道长约 108.0km（线路 I 约 59.3km，线路 II 约 48.7km），宽约 1m~1.5m，总占地面积约 12.72hm²。采用机械化施工的塔位，原辅材料采用车辆通过施工运输道路直接运送至塔基位置，其余塔位的原辅材料采用车辆通过既有道路运送至塔基附近，再经当地人行小路或修整施工人抬便道经人力或采用索道运送至塔基处。

3.1.7.2 施工工序

（1）理塘 500kV 变电站新建工程

新建理塘 500kV 变电站施工工序主要分为基础施工和设备安装。

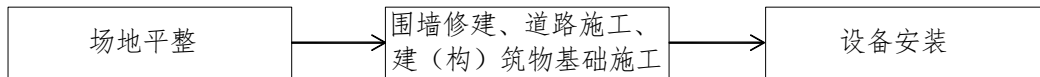


图 3-1 本项目新建理塘 500kV 变电站施工工艺

1) 基础施工

基础施工包括场地平整、围墙修建、道路施工、建（构）筑物基础施工。场地平整主要使用反铲挖掘机，推土机等施工工具，本次在北侧、东侧和西侧均设置 2.5m 高的围墙，南侧设置 4.0m 高的围墙。进站道路从东侧 S217 省道上引接，长约 165m。建（构）筑物基础施工主要有站内配电装置室、构架及设备支架基础、主变压器基础等。站区土石方工程考虑采用机械开挖和人工挖土修边相结合方式。

2) 设备安装

设备安装主要是主变压器、配电装置等电气设备安装。其中主变压器一般采用吊车安装，在用吊车吊运装卸时，除一般平稳轻起轻落外，严格按厂家设备安装及施工技术要求安装；其他设备一般采用人工安装方式。

（2）甘孜 1000kV 变电站扩建工程

根据现场调查，甘孜 1000kV 变电站为在建变电站，本次扩建 2 个 500kV 间隔，扩建 2×120Mvar 高压并联电抗器及中性点小电抗在站内预留场地上进行，其施工工序主要为土建施工和设备安装。

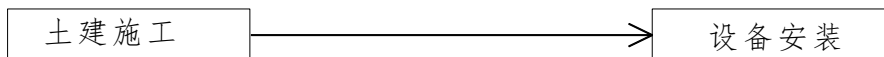


图 3-2 甘孜 1000kV 变电站扩建施工工艺

1) 土建施工

土建施工主要是扩建 2 个出线间隔设备及融冰开关的基础等，土建施工完成后，需要恢复施工场地的碎石地坪。土建施工挖填方量较小，采用人工开挖，不对外弃土。

2) 设备安装

设备安装主要是 2 个出线间隔设备等电气设备安装，采用吊车安装，在用吊车吊运装卸时，除一般平稳轻起轻落外，严格按厂家设备安装及施工技术要求安装；小型配件采用人工安装方式。

（3）输电线路

本项目输电线路施工工序主要为：施工准备—基础施工—铁塔组立—导线架设。

1) 施工准备

施工准备阶段主要是施工备料及临时道路的施工，本项目部分塔基拟采用机械化

施工，其余塔基采用传统施工方式。

① 机械化施工道路

A) 道路宽度及错车要求

尽量利用既有道路，根据机械化施工要求，当既有道路不能满足施工机械设备和车辆通行需要时，需对原有乡村道路和机耕道进行拓宽修整。对冲垮、塌陷段进行回填夯实，对路面剧烈起伏段进行找平修复，道路修整需满足工程运输车辆、拖拉机、履带运输车进场，整修后应确保道路宽度不小于 3.5m，以保证材料运输车辆正常通行。道路每隔 200-300m 应设置错车道，且两相邻错车道之间应通视，地形特别困难时可适当加大错车道间距。错车道的有效长度为 20m，地形困难地段不小于 10m。

本项目部分交通便利的塔基拟采用机械化施工，对于市郊乡村普通路面、河流阶地，道路坡度在 20°以内的山地地段使用轮胎式运输车；道路坡度在 20°以上的山地等施工环境不适用轮胎式运输车时，可采用履带式运输车运输。

B) 冲垮、塌陷段回填夯实

回填前应将塌陷段的表层浮土清除并集中堆放，再采用砂石对塌陷段进行回填夯实，夯实度不应低于 90%。

C) 剧烈起伏段找平修复

部分机耕道起伏剧烈，坡度在 30 度以上。为保障运输车辆通行，需采人力辅以自卸车对该地段进行降方平整，并采用砂石料对路面损坏处进行回填平整。

D) 塌方段清理

山谷地段地表多为泥夹石地形，雨季沿线较易塌方，为保证运输车辆通行，需采用人力辅以自卸车对塌方段进行清理。

E) 路面找平

采用砂石对路面损坏处进行填充平整。

② 人抬道路修整

对于生态敏感区内塔位，及交通不便、需修筑较长施工便道的塔位，不推荐采用机械化施工。人抬便道尽量利用既有上山小道进行修整，部分塔位无上山小道可利用时，需修整简易人抬便道。人力运输便道坡度控制在 15°以内，施工结束后需对道路进行植被恢复。

③ 货运索道

对无法采用机械化施工的塔位且修整简易人抬便道有困难或需修筑较长施工便

道的塔位，可采用轻、中、重型架空索道运输，索道上料口和下料口均需铺垫彩条布等措施。

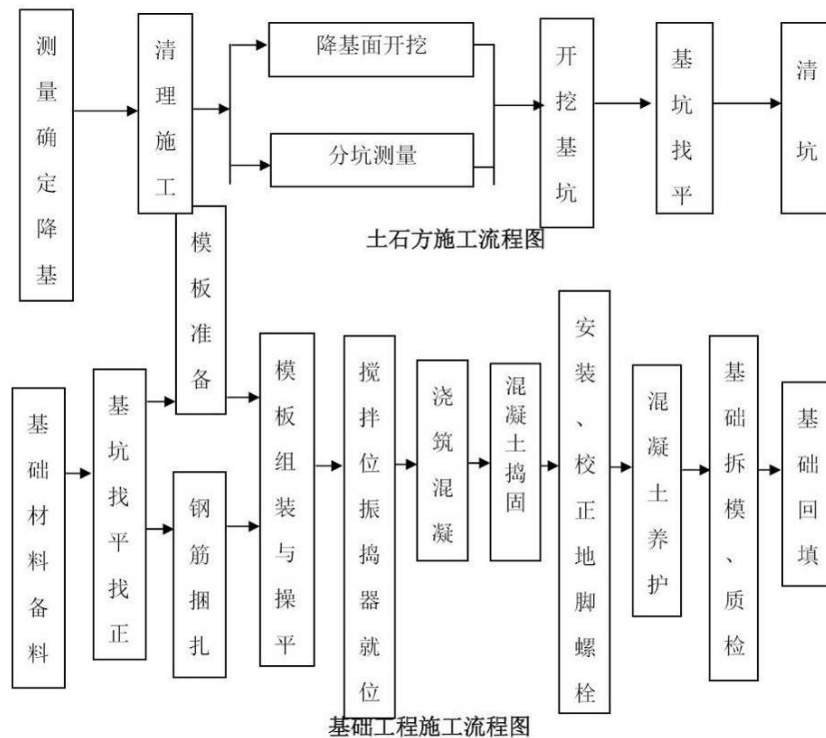
2) 基础施工

基础施工工序主要有基础开挖、基础浇注、基础回填等。本项目塔基基础主要采用板式基础、掏挖基础、挖孔桩基础、岩石锚杆基础、灌注桩基础等型式，在土质条件适宜的情况下，优先采用人工掏挖基础和挖孔桩基础，能充分利用原状土的特性，基坑开挖量及平台开挖量较少，施工对环境的破坏小，能有效保护塔基周围的自然地貌；个别存在软土地基及地下水的塔基拟采用板式基础或灌注桩基础，板式基础是一种柔性底板基础，地基应力分布较均匀，但土方开挖量较大，本项目根据地形条件仅采用少量的板式基础；灌注桩基础埋深较深，本项目根据地质条件仅在软弱地基地区采用少量的灌注桩基础。部分地质为全基岩或者覆盖层薄且基岩完整性良好的塔基拟采用岩石锚杆基础，避免了岩石基坑的开挖困难，且具有良好的承载性能，可以显著降低混凝土和钢材的耗量。塔基基础开挖前应进行表土剥离，并进行临时堆存和养护。基面土方开挖时，结合现场实际地形进行，尽量避免大开挖；凡能开挖成型的基坑，均应采用以“坑壁”代替基础底模板方式开挖，尽可能减少开挖量，并采用人工开挖，不使用爆破施工。

基坑开挖好后应尽快绑扎钢筋、浇注塔腿基础混凝土，埋接地线材。

基础拆模后，经监理验收合格进行回填，基坑回填采取“先粗后细”的方式进行分层回填、分层夯实，并清除掺杂的草、树根等杂物，方便地表迹地恢复。

基础施工时，尽量缩短基坑暴露时间，做到随挖随浇制基础，同时做好基面及基坑的排水工作；基坑开挖大时，尽量减少对基底土层的扰动。土石方及基础施工流程见下图。



本项目所在区域地形为峻岭、高山、山地，对采用挖孔基础和掏挖基础的塔位可因地制宜地采用人工开挖，对采用嵌岩桩基础的塔位结合现场交通条件可采用旋挖钻机进行钻孔，采用机械化施工方式。

3) 铁塔组立

本项目所在区域地形主要为山地、高山和峻岭，铁塔组立采用外拉线抱杆分解组塔方式。铁塔组立施工工序主要为抱杆起立、铁塔底部吊装、抱杆提升、铁塔上部吊装、抱杆拆除、螺栓复紧与缺陷处理。抱杆起立阶段先组立塔腿，再通过塔腿起立抱杆，采用专用螺栓连接；铁塔底部吊装：根据铁塔底部分段重力、根开、主材长度和场地条件等，采用单根或分片吊装方法安装，底部吊装完毕后随即安装地脚螺帽或插入式角钢接头螺栓固定；抱杆提升：铁塔安装到一定高度后需抬升抱杆，利用滑车组和机动绞磨抬升至预定位置；铁塔上部吊装利用已抬升的抱杆，根据铁塔分段情况采用分片吊装塔材。铁塔组立完毕后，抱杆即可拆除，利用起吊滑车组将抱杆下降至地面，然后逐段拆除，拉出塔外，运出现场。铁塔组立完毕后进行螺栓复紧与缺陷处理，螺栓应全部复紧一遍，并及时安装防松或防卸装置。

4) 导线架设

导线架设施工工序主要为放线、紧线和附件安装等，架线施工主要采取张力放线的方式，可采用无人机进行导引绳展放，再通过牵引机、张力机等设备将导线架设到位。施工单位根据自身条件选择一牵四或一牵二两种放线方法。当导线采用一牵四方式张力放线时，每四根子导线应基本同时紧线，同时观测弧垂，并及时安装附件；

当导线按一牵二方式张力放线时，先将四根子导线展放完毕，再将四根子导线同时紧线或分两次紧线；导、地线在放线过程中应防治导、地线落地拖拉及相互摩擦。紧线按先地线后导线的顺序进行，紧线布置与常规放线相同，导、地线采用直线塔紧线，耐张塔高空断线、高空压接、平衡对外拉线方式。紧线完毕后进行线夹、防振金具及间隔棒等附件安装。

5) 跨越施工

- 线路跨越 G215 国道、G318 国道、G227 国道等道路时需采取措施，跨越点采用门型构架或竹制构架置于跨越点两侧，架线后拆除脚手架。

- 线路跨越一般车流量较小的公路时，道路两边暂停通车，迅速架线后再放行。

- 线路跨越 110kV 及以上电压等级线路（如 500kV 理绒线）时，根据与当地电力部门的协议情况，部分线路需设立脚手架进行跨越，跨越点采用门型构架或竹制构架置于跨越点两侧，架线后拆除脚手架。

- 跨越集中林区及其它重要跨越地段采用无人机放线等方法，对于人可通行的稀疏林区，跨越时可采用人工牵线。

- 线路跨越河流时采用八旋翼无人机、小型直升飞机等方法，由八旋翼无人机、小型直升飞机从河面上空牵放一根绝缘的一级引绳，由一级引绳带张力牵通二级引绳，二级引绳再牵三级引绳，依次类推，直到牵引钢丝绳的牵通，进行架线。

3.1.7.3 施工场地布置

(1) 理塘 500kV 变电站新建工程

1) 材料供应

工程所需混凝土、钢材考虑从附近购买。

2) 施工场地、用水、用电

本项目新建理塘 500kV 变电站施工均集中在变电站征地范围内，按照“先土建，后安装”的原则，交叉使用施工场地。在站外设置施工营地临时场地 1 处，占地面积约 1.46hm^2 。

施工用水采用打井取水。

施工用电拟采用永临结合的方式，提前建设站用电源设施供施工使用，在站用电源设施建设进度不能满足施工进度情况下，拟自附近 10kV 农网（T 接）架设临时送电线路解决施工用电。

3) 余土处置

变电站土石方才能实现挖填平衡，不对外弃土。

（2）甘孜 1000kV 变电站扩建工程

1）材料供应

工程所需砂石、水泥、钢材考虑从附近乡镇购买。

2）施工场地、用水、用电、通讯

甘孜 1000kV 变电站扩建施工集中在站内，主要利用站区内空隙地作为施工场所，不在站外设置施工营地临时场地。

施工用水、用电、通讯可利用变电站内初期工程已建成的供水、供电、通讯设施。

3）余土处置

本次扩建土建施工挖填方量较小，采用人工开挖，不对外弃土。

（3）输电线路

1）塔基施工临时场地

塔基施工临时场地主要用作塔基基础施工和铁塔组立，兼做材料堆放场地。由于施工工艺需要，场地选择需紧邻塔基处，尽量选择塔基四周平坦、植被稀疏处，施工前需铺设彩条布或其他铺垫物，以减少土地平整导致的水土流失和植被破坏。每个塔位处均需设置塔基施工临时场地，塔基施工临时场地（具有物料堆放功能）布置在塔基附近，本项目线路共设置塔基施工场地 699 个（线路 I、线路 II 分别为 348 个、351 个），塔基施工临时总占地面积约 109.05hm^2 。

2）牵张场

牵张场主要用作导线、地线张紧和架线，也兼作材料使用前的临时堆放、转运以及工程临时指挥篷房。牵张场设置主要原则是：位于塔基附近，便于放紧线施工；临近既有道路，便于张牵设备布置和材料运输，张牵引场两侧杆塔允许做直线锚线；场址场地宽敞平坦，便于操作，利于减少场地平整的地面扰动和水土流失；选址应尽量避让植被密集区，以占用较低矮、稀疏的灌丛、草丛为主，使用前铺设彩条布或其他铺垫物，以减少对当地植被的破坏；牵张场选址应尽可能远离居民点。本项目根据区域实际地形地貌条件，张力架线区段设置长度在 4~8km 之间，牵张场具体位置在施工阶段根据现场实际地形条件按上述原则进行确定，为了确保机械设备及工器具现场安全摆放及运转，需要对场地作适当的平整处理。根据本项目所在区域地形条件、类似工程设置经验，并咨询设计人员，本项目线路拟设置牵张场 62 处（线路 I、线路 II 分别为 34 处、28 处），每处约 1200m^2 ，占地面积约 7.44hm^2 。

3）机械化施工道路

本项目部分塔基拟采用机械化施工，尽量利用既有道路，根据机械化施工要求，当既有道路不能满足施工机械设备和车辆通行需要时，需对原有乡村道路和机耕道进行拓宽。本项目施工前需要根据区域地形地貌、既有道路分布情况统一规划施工运输道路，尽量选择地形平缓的塔位采用机械化施工，对道路通道进行适当平整，尽量避免大开挖，施工道路修建、拓宽需尽量避让植被密集区域，以减少植被破坏，同时按施工机械最小通行要求严格控制道路修整扰动范围，不能随意扩大；道路每隔一定的距离设置错车道，错车道的间距为 200-300m，并且两相邻错车道之间应通视，当地形困难时可以适当加大，错车道的有效长度为 20m，困难地段不小于 10m。施工前对修建、拓宽道路扰动范围内的表土进行剥离，剥离后装袋码放在道路下坡侧进行堆存养护，对临时堆土采取遮盖、拦挡等防护措施，在道路内侧设置临时排水沟及沉砂池，有效排导路面雨水，同时对道路两侧的裸露边坡采用密目网等进行防护，降低施工期间的水土流失；道路路面采用泥结碎石面层；施工期间对施工道路两侧采用彩旗绳限界，限制施工运输扰动范围，在土质松软的路段铺设钢板，施工结束后对道路拓宽区域进行土地整治和植被恢复。本项目需修建施工道路长约 170.1km（线路 I、线路 II 分别约 127km、43.1km），路基宽约 3.5m；扩宽施工道路约 32.6km（线路 I、线路 II 分别约 22.0km、10.6km），平均扩宽宽度约 1.0m~1.5m，总占地面积约 77.86hm²。

4) 施工人抬便道

对于生态敏感区内塔位，及交通不便、需修筑较长施工便道的塔位，不推荐采用机械化施工，需修整简易人抬便道，人抬便道占地呈线状，分布于塔基附近。人抬便道尽量利用既有上山小道进行修整，无上山小道可利用时，新建便道占地尽量避让植被密集区域，以减少植被破坏。本项目线路需修整简易人抬便道长约 108.0km（线路 I 约 59.3km，线路 II 约 48.7km），宽约 1m~1.5m，总占地面积约 12.72hm²。

5) 索道站

对无法采用机械化施工的塔位且修整简易人抬便道有困难或需修筑较长施工便道的塔位，可采用轻、中、重型架空索道运输，索道站及滑索尽量避让植被密集区域，索道上料口和下料口均需铺垫彩条布等措施，以减少植被破坏。本项目线路共设置 277 处索道站（线路 I、线路 II 分别约 168 处、109 处），每处占地面积约 100~200m²，总占地面积约 4.44hm²。

6) 跨越施工场

跨越施工场主要用作新建 500kV 线路跨越既有 110kV 及以上电压等级的线路、等级公路处施工，也兼作材料使用前的临时堆放，本项目线路共设置跨越施工场地

59 处（线路 I、线路 II 分别约 25 处、34 处），每处约 400m^2 ，总占地面积约 2.36hm^2 。

7) 施工生活区和材料站

施工生活区租用沿线当地房屋，不进行临时建设。根据线路施工材料的供应要求，材料站内设临时设施主要包括：水泥仓库（堆放在室内）、钢筋加工场地、施工工具和零星材料仓库等。本项目材料站租用沿线城镇内带院落、交通方便的既有民房、村委会等，不另行占地，使用完毕后，拆除搭建的临时棚库。

8) 混凝土、水泥、电、水、钢材来源

工程所需混凝土、水泥、钢材考虑从附近乡镇购买。工程所需电源从附近村庄引接，所需水源主要来自附近村庄。

9) 余土处置

根据区域同类输电线路工程建设经验，线路土石方来源于塔基开挖，施工位置分散，每个塔基挖方回填后余方较少。施工过程中，对塔基开挖产生的少量余土在铁塔下平整、夯实或拦挡后进行植被恢复。

3.1.7.4 穿越自然保护区段的施工组织

本项目线路 I 穿越四川火龙沟省级自然保护区实验区长约 $2\times 28.5\text{km}$ （双回）+ $2\times 0.5\text{km}$ （单回），新建铁塔 40 基，永久占地面积约 1.6hm^2 ，临时占地面积约 10.35hm^2 。在四川火龙沟省级自然保护区内施工时应优化施工方式，选择合理的施工组织方案与施工工艺，应采取的施工组织如下：

（1）塔基施工临时场地和基础施工

本项目在自然保护区内优化塔基基础型式，尽量减少塔基临时占地，本项目线路 I 在自然保护区内共新建铁塔 40 基，每个塔基外围设置施工临时场地 1 个，面积约 6.4hm^2 ；严格控制施工红线、划定最小施工范围，对施工场地四周进行拦挡围护，严禁施工人员随意扩大施工范围；禁止施工人员进入自然保护区实验区以外的区域，减少对自然保护区内自然资源及生态系统的干扰。针对自然保护区内塔基山区坡地地势采取优化施工工艺，基础开挖时尽量采用人工开挖，减少开挖面；结合高山地形特点，优化塔基基础型式，采用全方位高低腿设计，缩小塔基永久占地面积和塔基临时占地面积，减少林木砍削量，基础施工减少土石方开挖量，同时强化塔基的水土保持和植被恢复措施，提高水土流失防治标准，根据塔基处地形情况砌筑截排水沟，对占地范围内的表土进行剥离，对临时堆土采用密目网进行遮盖，用编织袋进行拦挡，尽量减少新增水土流失量。塔基施工临时占地范围施工前需铺设彩条布或其他铺垫物，

以减少土地平整导致的水土流失和植被破坏。

（2）牵张场及架线施工

经过施工组织优化，本项目线路I在自然保护区范围内在技术可行的情况下尽可能减少牵张场的设置数量。本项目线路I在自然保护区内设置 4 处牵张场，面积约 0.48hm^2 。

架线施工采用无人机等环境友好型架线方式，避免破坏植被。

（3）跨越场

自然保护区范围内在跨越 G215 国道等设置 3 处跨越场，每处约 400m^2 ，总占地面积约 0.12hm^2 。

（4）施工道路、人抬便道、索道站及材料运输

根据对项目区域既有交通道路的调研，自然保护区内铁塔施工时，部分可以利用 $\pm 800\text{kV}$ 金上-湖北线路的施工人抬便道，不采用机械化施工。材料运输均采用修整人抬便道和索道运输，在自然保护区段需修整简易人抬便道长约 22.77km ，占地面积约 2.27hm^2 ；设置 54 处索道站，占地面积约 1.08hm^2 。严格限定人抬便道宽度，材料运输固定线路行驶，禁止随意超出施工人抬道路范围活动。施工人抬便道或索道应尽量避免进行林木砍伐，降低对植被的破坏。采取以上优化措施后，能最大限度地降低本项目线路对自然保护区的影响，不会影响自然保护区的生物多样性及生态功能。

（5）施工生活区和材料站

禁止在自然保护区内新建施工营地、材料站、拌合站等临时场地。

（6）施工废污水、固体废物处置

加强施工管理，规范施工活动，对施工期间产生的施工废污水和固体废物进行分类收集处理。施工场地、设备清洗水利用施工临时场地设置的沉淀池处理后循环利用；线路施工人员就近租用当地现有民房，产生的生活污水利用附近居民既有设施收集后用作农肥，不直接排入天然水体；施工人员产生的生活垃圾经垃圾桶收集后清运至附近乡镇垃圾桶集中转运。施工结束后及时清理现场，避免残留污染物造成污染。

（7）余土处置

禁止在自然保护区内设置取、弃土点等临时场地，对于塔基开挖产生的少量余土，在铁塔下平整、夯实或拦挡后进行植被恢复。

（8）植被恢复

施工结束后及时对自然保护区内的临时占地进行土地整治、表土回铺，植被恢复

利用自然保护区范围内的乡土物种进行植被恢复，严禁引入外来物种，尽量维护自然保护区范围内的生物多样性，并加强后期管理维护。

3.1.7.5 穿越森林公园段的施工组织

线路I穿越四川沙鲁里山国家森林公园一般游憩区总长约 $2 \times 25.9\text{km}$ （双回）+ $2 \times 0.75\text{km}$ （单回），新建铁塔 23 基（除开中与四川火龙沟省级自然保护区重叠的铁塔 27 基外），永久占地面积约 0.92hm^2 （扣除与自然保护区重叠铁塔的占地），临时占地面积约 6.17hm^2 。在四川沙鲁里山国家森林公园内施工时应优化施工方式，选择合适的施工组织方案与施工工艺，应采取的施工组织如下：

（1）塔基施工临时场地和基础施工

本项目在森林公园内优化塔基基础型式，尽量减少塔基临时占地，本项目线路 I 在森林公园内共新建铁塔 23 基（已扣除与四川火龙沟省级自然保护区重叠的 27 基铁塔），每个塔基外围设置施工临时场地 1 个，面积约 3.68hm^2 ；严格控制施工红线、划定最小施工范围，对施工场地四周进行拦挡围护，严禁止施工人员随意扩大施工范围；禁止施工人员进入森林公园一般游憩区以外的区域，减少对森林公园内自然资源及生态系统的干扰。针对森林公园内山区坡地地势采取优化施工工艺，基础开挖时尽量采用人工开挖，减少开挖面；结合高山地形特点，优化塔基基础型式，采用全方位高低腿设计，缩小塔基永久占地面积和塔基临时占地面积，减少林木砍削量，基础施工减少土石方开挖量，同时强化塔基的水土保持和植被恢复措施，提高水土流失防治标准，根据塔基处地形情况砌筑截排水沟，对占地范围内的表土进行剥离，对临时堆土采用密目网进行遮盖，用编织袋进行拦挡，尽量减少新增水土流失量。塔基施工临时占地范围施工前需铺设彩条布或其他铺垫物，以减少土地平整导致的水土流失和植被破坏。

（2）牵张场及架线施工

尽量减少在森林公园范围内设置的牵张场数量，考虑线路I与通道内在建的 $\pm 800\text{kV}$ 金上-湖北线路的牵张场共同利用，减少施工活动干扰。经过施工组织优化，本项目线路I在森林公园范围内设置 3 处牵张场（扣除与自然保护区内牵张场重叠），面积约 0.36hm^2 。需要加强牵张场的生态保护，如牵张场临近既有道路设置、场地应宽敞平坦、牵张场尽量避让植被密集区、牵张场使用前铺设彩条布或其他铺垫物、牵张场采用彩旗绳限界等。

架线施工采用无人机等环境友好型架线方式，避免破坏植被。

（3）跨越场

森林公园范围内除了在跨越 G215 国道处设置 11 处跨越场（已扣除与自然保护区内跨越场重叠）外，每处约 400m^2 ，总占地面积约 0.44hm^2 。

（4）施工道路、人抬便道、索道站及材料运输

根据对项目区域既有交通道路的调研，森林公园内铁塔施工时，施工运输道路可以利用 $\pm 800\text{kV}$ 金上-湖北线路的施工人抬便道，不采用机械化施工。材料运输均采用修整人抬便道和索道运输，需修整简易人抬便道长约 12.3km （已扣除与自然保护区内人抬便道重叠），占地面积约 1.23hm^2 ；设置 23 处索道站（已扣除与自然保护区内索道站重叠），占地面积约 0.46hm^2 。人抬便道利用乡村道路、上山小道进行修整，修整人抬便道时设置限界限定人抬便道宽度，材料运输固定线路行驶，减少临时占地面积，施工人抬便道或索道应尽量避免进行林木砍伐，降低对植被的破坏。采取以上优化措施后，能最大限度地降低本项目线路对森林公园林业资源的影响，不会影响森林公园的生物多样性及生态功能。

（5）施工生活区和材料站

禁止在森林公园内新建施工营地、材料站、拌合站等临时场地。

（6）施工废污水、固体废物处置

加强施工管理，规范施工活动，对施工期间产生的施工废污水和固体废物进行分类收集处理。施工场地、设备清洗水利用施工临时场地设置的沉淀池处理后循环利用；线路施工人员就近租用当地现有民房，产生的生活污水利用附近居民既有设施收集后用作农肥，不直接排入天然水体；施工人员产生的生活垃圾经垃圾桶收集后清运至附近乡镇垃圾桶集中转运。施工结束后及时清理现场，避免残留污染物造成污染。

（7）余土处置

禁止在森林公园内设置取、弃土点等临时场地，对于塔基开挖产生的少量余土，在铁塔下平整、夯实或拦挡后进行植被恢复。

（8）植被恢复

施工结束后及时对森林公园内的临时占地进行土地整治、表土回铺，植被恢复利用森林公园范围内的乡土物种进行植被恢复，严禁引入外来物种，尽量维护森林公园范围内的生物多样性，并加强后期管理维护。

3.1.7.6 穿越生态保护红线段的施工组织

线路I穿越白玉县生态保护红线、巴塘县生态保护红线、理塘县生态保护红线分

别长约 26km、7.5km、11.8km，分别涉及铁塔 12 基（已扣除与自然保护区重叠塔基 40 基、与森林公园重叠塔基 10 基）、16 基、28 基，永久占地面积约 0.48hm^2 （已扣除和自然保护区、森林公园重叠塔基占地）、 0.64hm^2 、 1.12hm^2 ；线路Ⅱ穿越越理塘县生态保护红线、雅江县生态保护红线分别长约 4.9km、2.5km，涉及铁塔分别约 12 基、4 基，永久占地面积分别约 0.48hm^2 、 0.16hm^2 。在生态保护红线内施工时应优化施工方式，选择合理的施工组织方案与施工工艺，应采取的施工组织如下：

（1）塔基施工临时场地和基础施工

本项目在生态保护红线内优化塔基基础型式，尽量减少塔基临时占地，本项目线路Ⅰ在生态保护红线内共新建铁塔 56 基（已扣除与自然保护区重叠的 40 基铁塔、与森林公园重叠的 10 基），线路Ⅱ在生态保护红线内共新建铁塔 16 基，每个塔基外围设置施工临时场地 1 个，线路Ⅰ、线路Ⅱ在生态保护红线内塔基临时占地面积分别约 8.96hm^2 、 2.56hm^2 。生态保护红线内尽量减少塔基的临时占地，塔基施工临时占地尽量选择在植被稀疏侧，减少林木砍伐和植被破坏，对施工场地四周进行拦挡围护，严格控制施工红线，禁止超出施工范围作业和砍伐林木，避免对限界外区域自然资源及生态系统造成干扰；施工临时占地区域采用彩条布等材料进行铺垫，降低施工机械和施工人员对植被的破坏程度。生态保护红线内塔基应尽量避免雨季施工，应针对生态保护红线内大陡坡地势采取挖孔基础、嵌岩桩基础等优化基础型式及施工工艺，减少开挖面，缩小塔基占地面积，减少土石方开挖量，同时强化大陡坡塔基的水土保持和植被恢复措施，提高水土流失防治标准，根据塔基处地形情况砌筑护坡、截排水沟和沉砂池，对占地范围内的表土进行剥离，对临时堆土采用密目网进行遮盖，用编织袋进行拦挡，尽量减少新增水土流失量；对剥离的表土进行养护，待施工结束后进行回铺。

（2）牵张场及架线施工

尽量减少在生态保护红线范围内设置的牵张场数量，考虑线路Ⅰ、线路Ⅱ与通道内在建的 $\pm 800\text{kV}$ 金上-湖北线路的牵张场共同利用，减少施工活动干扰。本项目线路Ⅰ在生态保护红线范围内设置 1 处牵张场（已扣除与自然保护区重叠 4 处、与森林公园内重叠 3 处），线路Ⅱ在生态保护红线范围内设置 4 处牵张场，面积分别约 0.12hm^2 、 0.48hm^2 。需要加强牵张场场地的生态保护，如牵张场临近既有道路设置、场址场地应宽敞平坦、牵张场尽量避让植被密集区、牵张场使用前铺设彩条布或其他铺垫物、牵张场采用彩旗绳限界等。

架线施工采用无人机等环境友好型架线方式，避免破坏植被。

（3）跨越场

生态保护红线范围内线路I、线路II分别设置 1 处、2 处跨越场，每处约 400m²，总占地面积约 0.04hm²、0.08hm²。

（4）施工道路、人抬便道、索道站及材料运输

根据对项目区域既有交通道路的调研，施工运输道路可以利用±800kV 金上-湖北线路的施工人抬便道，不采用机械化施工。材料运输均采用修整人抬便道和索道运输，线路I、线路II分别需修整简易人抬便道长约 48.5km（已扣除与自然保护区重叠 22.7km、与森林公园内重叠 12.3km）、17.9km，占地面积分别约 4.85hm²、1.79hm²；线路I、线路II分别设置 4 处（已扣除与自然保护区重叠 54 处、与森林公园内重叠 11 处）、18 处索道站，占地面积分别约 0.08hm²、0.36hm²。人抬便道利用乡村道路、上山小道进行修整，修整人抬便道时设置限界限定人抬便道宽度，材料运输固定线路行驶，减少临时占地面积，施工人抬便道或索道应尽量避免进行林木砍伐，降低对植被的破坏。采取以上优化措施后，能最大限度地降低本项目线路对生态保护红线内林业资源的影响，不会影响生态保护红线的生物多样性及生态功能。

（5）施工生活区和材料站

禁止在生态保护红线内新建施工营地、材料站、拌合站等临时场地。

（6）施工废污水、固体废物处置

加强施工管理，规范施工活动，对施工期间产生的施工废污水和固体废物进行分类收集处理。施工场地、设备清洗水利用施工临时场地设置的沉淀池处理后循环利用；线路施工人员就近租用当地现有民房，产生的生活污水利用附近居民既有设施收集后用作农肥，不直接排入天然水体；施工人员产生的生活垃圾经垃圾桶收集后清运至附近乡镇垃圾桶集中转运。施工结束后及时清理现场，避免残留污染物造成污染。

（7）余土处置

禁止在生态保护红线内设置取、弃土点等临时场地，对于塔基开挖产生的少量余土，在铁塔下平整、夯实或拦挡后进行植被恢复。

（8）植被恢复

施工结束后及时对生态保护红线内的临时占地进行土地整治、表土回铺，植被恢复利用生态保护红线范围内的乡土物种进行植被恢复，严禁引入外来物种，尽量维护生态保护红线范围内的生物多样性，并加强后期管理维护。

3.1.7.7 穿越饮用水水源保护区段的施工组织

线路 II 穿越柯拉乡呷滩水源地（分散式）二级保护区 $2 \times 1.4\text{km}$ ，立塔 2 基，永久占地面积约 0.08hm^2 ；线路距取水口最近约 1.3km ，距一级保护区边界最近约 0.5km 。线路 II 穿越雅江县呷拉镇湾地沟集中式饮用水水源保护区二级保护区约 $2 \times 5.8\text{km}$ ，立塔 15 基，永久占地面积约 0.60hm^2 ；线路距取水口最近约 0.56km ，距一级保护区边界最近约 0.03km 。线路 II 穿越雅江县八角楼乡日基沟集中式饮用水水源保护区二级保护区约 $2 \times 2.5\text{km}$ ，立塔 5 基，永久占地面积约 0.2hm^2 ；线路距取水口最近约 1.2km ，距一级保护区边界最近约 0.3km 。线路 II 穿越呷巴乡呷巴下村水源地（分散式）二级保护区约 $2 \times 1.9\text{km}$ ，立塔 4 基，永久占地面积约 0.16hm^2 ；线路距取水口最近约 0.63km ，距一级保护区边界最近约 0.3km 。

穿越饮用水水源地时拟采取的施工组织如下：

（1）塔基施工临时场地和基础施工

优化塔基基础型式，尽量减少塔基临时占地，本项目线路 II 在柯拉乡呷滩水源地（分散式）、雅江县呷拉镇湾地沟集中式饮用水水源保护区、雅江县呷拉镇湾地沟集中式饮用水水源保护区、呷巴乡呷巴下村水源地（分散式）新建铁塔分别为 2 基、15 基、5 基、4 基，每个塔基外围设置施工临时场地 1 个，面积分别约 0.32hm^2 、 2.4hm^2 、 0.8hm^2 、 0.64hm^2 ；严格控制施工红线、划定最小施工范围，对施工场地四周进行围挡围护，严禁止施工人员随意扩大施工范围。针对水源地内塔基山区坡地地势采取优化施工工艺，基础开挖时尽量采用人工开挖，减少开挖面；采用全方位高低腿设计，缩小塔基永久占地面积和塔基临时占地面积，同时强化塔基的水土保持和植被恢复措施，提高水土流失防治标准，根据塔基处地形情况砌筑浆砌石护坡、截排水沟和沉砂池，对占地范围内的表土进行剥离，对临时堆土采用密目网进行遮盖，用编织袋进行拦挡，尽量减少新增水土流失量。塔基施工临时占地范围施工前需铺设彩条布或其他铺垫物，以减少土地平整导致的水土流失和植被破坏，降低对集雨范围内的植被干扰。

（2）牵张场及架线施工

本项目线路 II 不在柯拉乡呷滩水源地（分散式）、雅江县八角楼乡日基沟集中式饮用水水源保护区、呷巴乡呷巴下村水源地（分散式）范围内设置牵张场，在雅江县呷拉镇湾地沟集中式饮用水水源保护区设置牵张场 2 处，占地面积约 0.24hm^2 。架线施工采用无人机等环境友好型架线方式，避免破坏植被。

（3）跨越场

本项目线路II不在饮用水水源保护地范围内设置跨越场。

（4）施工道路及材料运输

本项目线路II在饮用水水源保护地范围内不采用机械化施工。本项目线路II在柯拉乡呷滩水源地（分散式）、雅江县呷拉镇湾地沟集中式饮用水水源保护区、雅江县八角楼乡日基沟集中式饮用水水源保护区、呷巴乡呷巴下村水源地（分散式）均采用索道运输施工材料。在每个饮用水水源保护区索道占地面积约 0.02hm^2 、 0.32hm^2 、 0.08hm^2 、 0.04hm^2 。

（5）施工生活区和材料站

禁止在饮用水水源保护地新建施工营地、材料站、拌合站等临时场地。

（6）施工废污水、固体废物处置

加强施工管理，规范施工活动，对施工期间产生的施工废污水和固体废物进行分类收集处理。施工场地、设备清洗水利用施工临时场地设置的沉淀池处理后循环利用；施工人员就近租用当地现有民房，产生的生活污水利用附近居民既有设施收集后用作农肥，不直接排入天然水体；施工人员产生的生活垃圾经垃圾桶收集后清运至附近乡镇垃圾桶集中转运；禁止施工人员和施工机械进入水域范围，禁止施工废水、生活污水、生活垃圾、弃土等排入水体。施工结束后及时清理现场，避免残留污染物在水源保护地的集雨范围内造成污染。

（7）余土处置

禁止在水源保护地范围内设置取、弃土点等临时场地，对于塔基开挖产生的少量余土，在铁塔下平整、夯实或拦挡后进行复耕或植被恢复。

（8）植被恢复

施工结束后及时对水源保护地范围内的塔基临时占地进行土地整治、表土回铺，植被恢复尽可能利用区域内的乡土物种进行植被恢复，严禁引入外来物种，尽量维护水源保护地范围内的生物多样性，并加强后期管理维护。

3.1.7.8 施工时序

根据同类工程类比，本项目计划于 2026 年 12 月开工，2027 年 12 月建成投运。本项目施工进度表见表 3-14。

表 3-14 本项目施工进度表

名称	时间	2026 年	2027					
		12 月	1-2 月	3-4 月	5-6 月	7-8 月	9-10 月	11-12 月
理塘 500kV 变 电站新建 工程	施工准备	■	■					
	道路施工、场 地平整			■	■			
	建（构）筑物 基础施工				■	■	■	
	设备安装					■	■	■
甘孜 1000kV 变电站扩 建工程	基础施工				■	■	■	
	设备安装						■	■
输电 线路	施工准备	■	■					
	铁塔基础施 工、铁塔组立			■	■	■	■	■
	导线架设				■	■	■	■

3.1.7.9 施工人员配置

根据同类工程类比，新建理塘 500kV 变电站（包含甘孜 1000kV 变电站扩建工程）平均每天需技工 100 人左右，民工 200 人左右；输电线路平均每天需技工 180 人左右，民工 120 人左右，施工人员沿线路分散分布。

3.1.7.10 施工机具

本项目施工期主要施工机具见表 3-15。

表 3-15 本项目主要施工机具一览表

序号	主要施工机具	序号	主要施工机具
1	推土机	12	洒水车
2	轮胎式装载机	13	混凝土振捣器
3	单斗挖掘机	14	电动卷扬机
4	振动压路机	15	钢筋弯曲机
5	夯实机	16	电动空气压缩机
6	液压锻钎机	17	交流电焊机
7	磨钎机	18	型钢调直机
8	汽车式起重机	19	旋挖钻机
9	塔式起重机	20	牵引机
10	轮胎式运输车	21	张力机
11	载重汽车	22	无人机

3.1.8 项目主要技术经济指标

本项目主要技术经济指标见表 3-16。

表 3-16 项目主要技术经济指标

序号	名称		单位	新建理塘 500kV 变电站	线路		合计	备注
					线路 I	线路 II		
1	永久占地面积		hm ²	10.6536	17.05	14.97	42.6735	/
2	土石方 量	挖方	万 m ³	20.86	11.70	9.78	42.34	线路工程余方分散在 每个塔基附近摊平夯 实或拦挡后进行植被 恢复。
		填方	万 m ³	20.86	11.70	9.78	42.34	
		余方	万 m ³	0	0	0	0	
3	总投资		万元	447293				/

3.2 选址选线环境合理性分析

3.2.1 理塘 500kV 变电站新建工程

3.2.1.1 站址选择合理性分析

根据《川藏铁路（甘孜段）配套供电工程（一期）第二卷电力系统部分》《西藏十四五电力发展规划》及《四川省电源电网发展规划（2022-2025 年）》，理塘 500kV 变电站的建设是为了满足金上送电容量需求，并满足川藏铁路牵引站供电及近区新能源汇集需要。初拟新建理塘 500kV 变电站及帮果～理塘～甘孜特 500kV 线路方案见错误！未找到引用源。。理塘 500kV 变电站站址选择时主要考虑以下几个方面的限制因素：**1）牵引站供电。**甘孜地区已有 220kV 及以上变电站布点不能完全满足川藏铁路新都桥～省界段 6 座牵引站（雅江、红龙、理塘、毛垭坝、巴塘、白玉）接入需求，雅江、红龙、理塘牵引站拟接入新建理塘 500kV 变中压侧，由理塘变供电。新建理塘 500kV 变电站站址需满足近区牵引变电所就近接入需要，提高供电可靠性；**2）新能源汇集。**理塘县奔戈光伏及雅江县马它马光伏、错柯光伏、红龙光伏装机规模共 680 万 kW，距离理塘县城直线距离在 40km 范围以内，理塘变电站站址宜考虑在近区四个新能源场址分布的中部位置；**3）雅砻江水电汇集。**雅砻江上游电站尚无明确送电规划，且距离西边阿坝主网及甘孜特距离均在 200km 以上，汇入距离较远。但雅砻江上游、中游和下游梯级电站均位于理塘县城北部 60～180km 范围内，本项目建成后，可考虑打捆就近接入理塘变电站。

理塘县、雅江县西部光伏、雅砻江水电需就近接入理塘变电站，若理塘站址选在雅江县内，对牵引变接入系统 220kV 线路长度影响不大，但会增大理塘县光伏、雅砻江水电接入系统的 500kV 线路长度。因此，理塘 500kV 变电站宜落点帮果换流站～甘孜 1000kV 变电站沿线中段较为适宜，即理塘 500kV 变电站选站大致范围：理塘县以东 40km 范围内、G318 国道两侧。设计单位在理塘县高城镇、村戈乡、奔戈乡等区域沿 G318 国道和 G227 国道开展了站址踏勘普选工作，共计初选站址 6 个。村戈

站址由于位于通用机场保护区内予以排除；格则村站址周围民房密布，拆迁量大，且距离 G318 国道相对较远，不予推荐；拉扎站址和萨戈站址位于理塘县城以南，系统位置较差，不予推荐。

根据设计资料，本站址选择基本原则如下：

- ①尽量靠近负荷中心，缩短供电半径；
- ②符合区域电网规划和城镇规划；
- ③尽量预留出宽敞的进出线走廊；
- ④靠近现有公路，便于施工；
- ⑤尽量避开集中居民区；
- ⑥不占压具有开采价值的矿藏；
- ⑦无洪涝及内涝影响。

建设单位和设计单位依据区域电网规划、既有电源点和电力通道的位置、交通条件、地形地貌、环境敏感区以及植被分布等情况初选站址，再进行现场踏勘和收资，落实上述选站基本原则，并征求理塘县自然资源局等政府部门意见。综合各种因素，理塘 500kV 变电站拟选技术可行的两个站址方案均位于理塘县奔戈乡，龙桥站址位于理塘县奔戈乡（理塘县城以北约 13km 处），阿超站址位于理塘县奔戈乡（理塘县城西约 8km 处），比选情况见表 3-17。

表 3-17 本项目新建理塘 500kV 变电站拟选站址条件比选

项目内容	龙桥站址（理塘县奔戈乡（理塘县城以北约 13km 处））	阿超站址（理塘县奔戈乡（理塘县城西约 8km 处））	比选结果
地形地貌	站址北侧整体地形开阔平坦，坡度约 5°~10°，站址南侧为山体自然斜坡地带，坡度约 15°~30°。场地整体海拔高程约 4055m~4080m，相对高差约 25m。	整体地形开阔平坦，坡度约 5°~10°，海拔高程 3930m~3945m，相对高差约 15m。	相当
土地利用现状	草地	草地	相当
交通条件	新建进站道路约 165m，东侧紧邻 G227 国道（理塘-新龙段），交通条件较好。	新建进站道路约 385m，东侧紧邻南侧紧邻 005 乡道，交通条件较好。	龙桥站址优
进出线条件及接入线路距离	进出线走廊较开阔，新建线路长约 2×314km。	进出线走廊较开阔，新建线路长约 2×322km。	龙桥站址优
土石方平衡	受波热阔沟 100 年一遇洪水影响，站区场地平整的挖方量为 17.45 万 m³，填方量为 17.45 万 m³，站区土石方挖填平衡，不对外弃土。	站区场地平整的挖方量为 2.65 万 m³，填方量为 2.65 万 m³，站区土石方挖填平衡，不对外弃土。	阿超站址优
居民分布情况	不涉及工程拆迁，站址 200m 范围内无居民分布。	需工程拆迁 15 户民房，站址外 200m 范围内有居民约 30 户，距站址最近距离约 12m。	龙桥站址优
环境敏感区	不涉及国家公园、自然保护区、自然公园、世界自然遗产、生态保护红线、重要生境等生态敏感区，也不涉及饮用水水源保护区	不涉及国家公园、自然保护区、自然公园、世界自然遗产、生态保护红线、重要生境等生态敏感区，也不涉及饮用水水源保护区	相当

项目内容	龙桥站址（理塘县奔戈乡（理塘县城以北约 13km 处））	阿超站址（理塘县奔戈乡（理塘县城以西约 8km 处））	比选结果
	等环境敏感点。	源保护区等环境敏感点。	
环境管控单元	优先保护单元、一般管控单元	优先保护单元	龙桥站址优
对城镇规划的影响	站址不涉及城镇规划区，不影响当地规划发展。	站址不涉及城镇规划区，但站址紧邻规划的理塘通用机场航空范围，西南侧为温泉山庄。	龙桥站址优
政府部门意见	站址土地利用性质属于牧草地，已取得理塘县自然资源局出具的同意意见。	站址土地利用性质属于牧草地，已取得理塘县自然资源局出具的同意意见。	相当
与《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ1113-2020）中选址选线要求的符合性			
5.2 输变电建设项目选址选线应符合生态保护红线管控要求，避让自然保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区。	不涉及生态保护红线，避让了自然保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区。	不涉及生态保护红线，避让了自然保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区。	相同
5.3 变电工程在选址时应按终期规模综合考虑进出线走廊规划，避免进出线进入自然保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区。	按终期规模综合考虑进出线走廊规划，避让了自然保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区。	按终期规模综合考虑进出线走廊规划，避让了自然保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区。	相同
5.4 户外变电工程及规划架空进出线选址选线时，应关注以居住、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公等为主要功能的区域，采取综合措施，减少电磁和声环境影响。	变电站站址四周 200m 范围内无居民分布，对周围居民无影响。	变电站各侧站外均分布有居民，约 30 户，距站址最近距离约 12m，工程拆迁 15 户民房，对周围居民影响较大。	龙桥站址优
5.6 原则上避免在 0 类声环境功能区建设变电工程。	站址位于 2 类声环境功能区，不涉及 0 类声环境功能区。	站址位于 2 类声环境功能区，不涉及 0 类声环境功能区。	相同
5.7 变电工程选址时，应综合考虑减少土地占用、植被砍伐和弃土弃渣等，以减少对生态环境的不利影响。	站址区域为草地，植被砍伐较少；受波热阔沟 100 年一遇洪水影响，站区场地平整的挖方量为 17.45 万 m ³ ，填方量为 17.45 万 m ³ ，站区土石方挖填平衡，不对外弃土。	站址区域为草地，植被砍伐较少；站区场地平整的挖方量为 2.65 万 m ³ ，填方量为 2.65 万 m ³ ，站区土石方挖填平衡，不对外弃土。	阿超站址优
主要工程量投资			
主要工程量投资差值（万元）	0	+4329.5	龙桥站址优
比选结论	推荐	不推荐	——

由表 3-17 可以看出，两个站址的比选情况如下：

A) 工程技术条件

两个站址在**地形地貌、土地利用现状**等方面均相当，其他方面的比较情况如下：

交通条件：龙桥站址新建进站道路长度较短，有利于减少新建道路对当地植被和生态环境的影响。

土石方平衡：两个站址均能实现土石方挖填平衡，不对外弃土；但龙桥站址受波

热阔沟 100 年一遇洪水影响，站址总体土石方开挖量更大。

B) 环境制约因素

两个站址在**环境敏感区和政府部门意见**等方面均相当，两个站址均不涉及环境敏感区，均已取得理塘县自然资源局的同意意见，符合国土规划要求。

环境管控单元：龙桥站址占用优先保护单元和一般管控单元，阿超站址全部占用优先保护单元，龙桥站址对环境影响更小。

C) 环境影响

两个站址在**对居民分布和对城镇规划的影响**方面的比较情况如下：

居民分布情况：龙桥站址不涉及工程拆迁，站址 200m 范围内无居民分布，有利于减小变电站噪声和电磁环境对周围居民的影响。

对城镇规划的影响：龙桥站址不涉及城镇规划区，不影响当地规划发展。

D) 与 HJ1113-2020 中选址选线要求的符合性

两个站址在环境敏感区、声环境功能区划等方面均相同，但是龙桥站址不涉及工程拆迁，站址 200m 范围内无居民分布，有利于减小变电站噪声和电磁环境对周围居民的影响；两个站址均能实现土石方挖填平衡，不对外弃土；但龙桥站址受波热阔沟 100 年一遇洪水影响，站址总体土石方开挖量更大。

E) 工程投资

两个站址在工程投资方向相比，龙桥站址较阿超站址建设方案能节省 4329.5 万元。

综上所述，从工程技术、环境制约、环境影响、与 HJ1113-2020 中选址选线要求的符合性和工程投资等角度进行综合比较，选择龙桥站址（理塘县奔戈乡（理塘县城以北约 13km 处））作为新建理塘 500kV 变电站推荐站址是合理的。

3.2.1.2 理塘 500kV 变电站选址方案特点

根据现场调查及环境影响分析，变电站推荐站址从环境影响角度分析具有下列特点：**1) 环境制约因素：**①该站址不涉及国家公园、自然保护区、自然公园、世界自然遗产、生态保护红线、重要生境等生态敏感区，也不涉及饮用水水源保护区等环境敏感点，符合《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ 1113-2020）中“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”的要求；②站址区域植被主要为矮高山栎、杜鹃、蔷薇、小檗等低矮灌木以及毛莲蒿、铁线莲、嵩草、野青茅、高山羊茅等草本植物，动植物物种均为当地

常见物种，不涉及珍稀保护动植物；③变电站规划了出线走廊，选址时综合考虑了减少土地占用、植被砍伐和弃土弃渣等因素，土石方能就地平衡，无弃土产生，符合《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ 1113-2020）中“变电工程在选址时应按终期规模综合考虑进出线走廊规划....变电工程选址时，应综合考虑减少土地占用、植被砍伐和弃土弃渣等，以减少对生态环境的不利影响”的要求；**2）环境影响程度：**①站址区域属于声环境 2 类功能区，不涉及声环境 0 类、1 类功能区，符合《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ 1113-2020）中“原则上避免在 0 类声环境功能区建设变电工程”的要求；②变电站电磁环境和声环境评价范围内无环境敏感目标分布，变电站对周围居民影响无影响；③通过预测分析，在变电站外产生的电磁环境和声环境影响均满足相应评价标准要求。**因此，从环境制约因素和环境影响程度分析，该推荐站址选择合理。**

3.2.1.3 理塘 500kV 变电站总平面布置方案特点

变电站的总平面布置方案从环境制约因素及环境影响程度分析具有以下特点：**1）环境制约因素：**变电站统一规划出线走廊，预留远期扩建条件，减少土地资源占用，降低对环境的影响；**2）环境影响程度：**①主变布置在站区中央，利用建构筑物遮挡削弱噪声传播，有利于降低噪声源设备对站外产生的声环境影响，符合《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ 1113-2020）的要求“6.3.3 户外变电工程在设计过程中应进行平面布置优化，将主变压器、换流变压器、高压电抗器等主要声源布置在站区中央区域或远离站外声环境敏感目标侧的区域”；②500kV 配电装置、220kV 配电装置均采用 GIS 户内布置，产生的电磁环境影响较小；③根据设计资料，本变电站内各相主变和高抗下方分别设置有 19m³、15m³的事故油坑，事故油坑容积按照《火力发电厂与变电站设计防火标准》（GB50229-2019）中“户外单台容量为 1000kg 以上的电气设备，应设置贮油或挡油设施，其容积宜按设备油量的 20%设计，并能将事故油排至总事故贮油池”的要求进行考虑；站内设置有 100m³ 主变事故油池 1 座、25m³ 主变事故油池 1 座，能够满足《火力发电厂与变电站设计防火标准》（GB 50229-2019）中“总事故贮油池的容量应按其接入的油量最大的一台设备确定，并设置油水分离装置”的要求，同时事故油池具备油水分离功能，事故油池和事故油坑均采取防水混凝土、防水砂浆保护层、不低于 2mm 厚防渗涂层等多层防渗措施，有效防渗系数 $\leq 10^{-7}$ cm/s，预埋套管处使用密封材料，具有防渗漏、防水等功能，并设置了呼吸孔，安装了防护罩，能够防杂质落入，能满足《环境影响评价技术导则地下水环境》

（HJ610-2016）、《火力发电厂与变电站设计防火标准》（GB 50229-2019）、《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ1113-2020）等相关要求；④站内设置有地埋式污水处理装置，用于收集站内运维、值守人员产生的生活污水，生活污水经地埋式污水处理装置收集处理后在站区综合利用，不外排，不会对站外水环境产生影响；⑤根据电磁环境类比分析，变电站投运后产生的电场强度、磁感应强度均满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中相应评价标准要求，根据变电站噪声预测结果，站界噪声均满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2类标准限值要求，站外区域噪声均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2类标准限值要求。

从环境制约因素和环境影响程度分析，该总平面布置合理。

3.2.2 甘孜 1000kV 变电站扩建工程

甘孜 1000kV 变电站为既有变电站，位于四川省甘孜州康定市呷巴乡，本项目扩建在变电站站内预留场地上进行，不新征地，不会改变当地用地规划。

3.2.3 输电线路

根据设计资料，按照本项目电力系统接入方案，包括帮果换流站～理塘 500kV 线路工程、理塘～甘孜特 500kV 线路。

3.2.3.1 线路 I（帮果换～理塘 500kV 线路工程）

（1）线路路径方案选择

线路 I 路径选择基本原则如下：

- 符合帮果±800kV 换流站和新建理塘 500kV 变电站的出线规划要求，并统筹考虑新建理塘 500kV 变电站远期电力线路通道。

- 尽量缩短线路路径，减小环境影响。

- 尽量利用区域既有线路的电力通道走线。

- 尽量避让自然保护区、自然公园、生态保护红线、饮用水水源保护区等环境敏感区。

- 符合沿线城镇总体规划要求。

- 尽量靠近现有公路，充分利用各级公路及乡村道路，减小人力运输距离，便于施工和运行检修。

- 尽量避让集中居民点，减少房屋拆迁，减小对周围居民的影响。

- 避让一级林地，尽量避让林木密集地带，减少树木砍伐，保护自然生态环境。

- 尽量减少与既有 110kV 及以上电压等级线路等的交叉跨越，以方便施工，降低工程建设影响。

- 跨越河流时，尽量利用地势、缩短档距，采取一档跨越。

- 尽量缩小电力走廊，节约占地。

- 尽可能避让不良地质地段。

按上述原则，建设单位和设计单位首先依据帮果 $\pm 800\text{kV}$ 换流站、新建理塘 500kV 变电站的位置，结合区既有和规划电力通道、地形地貌条件，初拟线路路径方案，再进行现场踏勘和收资，收集区域植被分布、交通条件、生态敏感区、居民分布等资料，并征求白玉县自然资源局、巴塘县自然资源局、理塘县自然资源局等相关政府部门意见。根据调查，本项目线路 I 路径受如下因素限制：

1) 四川沙鲁里山国家级森林公园范围的限制

帮果 $\pm 800\text{kV}$ 换流站部分位于四川沙鲁里山国家级森林公园的一般游憩区范围内，四周被森林公园包围，故本项目线路 I 无法避让森林公园范围，需穿越森林公园的一般游憩区。

2) 四川火龙沟省级自然保护区范围的限制

帮果 $\pm 800\text{kV}$ 换流站部分四周被四川火龙沟省级自然保护区包围，线路 I 自帮果 $\pm 800\text{kV}$ 换流站出线后自西向东接入理塘 500kV 变电站，线路利用既有线路通道不可避免穿越四川火龙沟省级自然保护区实验区。

3) 生态保护红线范围的限制

在白玉县、巴塘县和理塘县境内分布有生态保护红线，分布范围广，线路走线时不可避免穿越生态保护红线。

4) 既有电力通道

帮果 $\pm 800\text{kV}$ 换流站建成后，穿越四川火龙沟省级自然保护区段走廊资源紧缺，已形成 $\pm 800\text{kV}$ 金上-湖北线路、500kV 帮果-巴塘双回线路、 $\pm 400\text{kV}$ 帮果-卡麦线路、220kV 叶巴滩-巴塘线路的既有电力通道。

5) 地质地形条件

线路沿线海拔高差大，高山、峻岭地形占比大，施工和运维难度大。

本项目线路路径选择主要受四川火龙沟省级自然保护区、四川沙鲁里山国家森林公园、已建电力线路、生态红线、交通条件、地质地形条件、川藏铁路及施工电源跨越点等因素的制约。本项目线路 I 向西绕行采用西方案走线减少穿越森林公园和自然

保护区的长度，线路则紧邻金沙江走线进入西藏自治区行政范围内，线路区域为金沙江流域高山峡谷，地势陡峭险峻，地质条件差，且会穿越西藏自治区的生态保护红线，对生态环境的影响极为不利。因此，本项目线路无法采用西方案避让火龙沟自然保护区、沙鲁里山国家森林公园及其生态保护红线的路径方案。因此，进一步拟选线路路径方案如下：

1) 南方案

南方案起于帮果 $\pm 800\text{kV}$ 换流站，跨越 G215 后右转向南，并平行于 $\pm 800\text{kV}$ 金上-湖北特高压直流线路走线，穿越四川火龙沟省级自然保护区实验区和四川沙鲁里山国家森林公园后，经盖玉乡、松多乡、后进入巴塘县，经茶洛乡、措拉镇后避开措普沟及姊妹湖保护区，至禾尼乡避让无量河湿地公园景区，避开扎嘎神山县级自然保护区后平行 G318 国道走线，在坝穷村附近左转，经坝穷村、达西贡巴村、鄂日阔进入拟建理塘 500kV 变电站。南方案全长约 $2\times 168.6\text{km}$ ，线路途经四川省甘孜州白玉县、巴塘县、理塘县。

2) 北方案

北方案起于帮果 $\pm 800\text{kV}$ 换流站，出线后往北走线，穿越四川火龙沟省级自然保护区实验区及四川沙鲁里山国家森林公园一般控制区后，经绒盖乡附近右转，沿省道 S455 向东走线，途经章都、麻绒、阿察镇后沿乡道走线至通宵乡附近后右转平行省道 S217 走线至拟建理塘 500kV 变电站。北方案全长约 $2\times 220\text{km}$ ，线路途经四川省甘孜州白玉县、巴塘县、新龙县、理塘县。

本项目线路 I 采用北方案和南方案的比选情况见表 3-18。

表 3-18 本项目线路 I 路径方案比较一览表

序号	路径方案 比较内容	南方案	北方案	方案 比较
1	线路长度、新建铁塔数量	2×168.6km、新建铁塔 348 基	2×220km、新建铁塔 464 基	南方案优
2	海拔高度	3000m~4800m	3000m~4900m	南方案优
3	地形条件	丘陵 18.1%，山地 47.9%，高山大岭 27.2%，峻岭 2.7%，河网 4.1%	丘陵 3.5%，山地 41.7%，高山大岭 53.3%，峻岭 1.5%	南方案优
4	气象条件	10mm 冰区：2×86.5km 15mm 冰区：2×77.5km 20mm 冰区：2×9.5km	10mm 冰区：2×104km 15mm 冰区：2×98km 20mm 冰区：2×18km	南方案优
5	交通运输条件	沿线主要利用 G318 国道、G215 国道、县道以及乡村公路，且线路与±800kV 金上线基本共通道走线，部分运输道路可共用，满足运输条件。	沿线主要利用 S455 省道、G215 国道、S217 省道、部分县道及乡道，沿线约 20km 无公路利用，交通运输困难，且修建运维道路距离长，需大量砍伐林木和占用草原，不利于生态保护。	南方案优
6	主要交叉跨越情况	110kV 线路 1 次，35kV 线路 11 次，国道 5 次，川藏铁路 4 次	110kV 线路 3 次，35kV 线路 16 次，国道 2 次，省道 2 次	相当
7	林木砍削量	穿越林木密集段长约 2×78km，林木砍削量约 15600 棵，不涉及珍稀保护野生植物及古树名木。	穿越林木密集段长约 2×150km，林木砍削量约 30000 棵，不涉及珍稀保护野生植物及古树名木。	南方案优
8	沿线居民分布及房屋拆迁	避开了集中居民区，不涉及房屋拆除，线路距民房最近约 35m。	避开了集中居民区，不涉及房屋拆除，线路距民房最近约 15m。	相当
9	电力通道	利用既有电力通道，不开辟新的电力通道	开辟新的电力通道	南方案优
10	远期电力规划	远期 π 接进毛垭站适应性情况较好，新建 π 接线路短	远期 π 接进毛垭站适应性情况较差，新建 π 接线路长	南方案优
11	沿线环境敏感区情况	①穿越四川火龙沟省级自然保护区实验区长约 2×28.50km（双回）+2×0.5km（单回）； ②穿越四川沙鲁里山国家森林公园一般游憩区长约 2×25.9km（双回）+2×0.75km（单回）； ③穿越生态保护红线长约 2×45.3km	①穿越四川火龙沟省级自然保护区实验区长约 2×11.0km； ②穿越四川沙鲁里山国家森林公园一般游憩区长约 2×75km； ③穿越四川雄龙西省级自然保护区实验区 25km； ④穿越生态保护红线长约 2×100km	南方案优
12	政府部门意见	线路位于四川省甘孜州白玉县、巴塘县、理塘县，已取得白玉县自然资源局、巴塘县自然资源局和理塘县自然资源局原则同意路径方案意见	线路位于四川省甘孜州白玉县、巴塘县、新龙县、理塘县，未取得白玉县自然资源局、巴塘县自然资源局和理塘县自然资源局原则同意路径方案意见	南方案优
13	比选结论	推荐	不推荐	——

从表 3-18 中可以看出，线路 I 路径南方案和北方案的比选情况如下：

①工程技术条件

线路长度和新建铁塔数量：南方案线路长度更短，新建铁塔数量更少，有利于减

少塔基占地面积和土石方开挖量，以降低对生态环境的不利影响，符合《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ1113-2020）中关于生态环境保护的要求“6.4.2 输电线路应因地制宜合理选择塔基基础...以减少土石方开挖...”。

海拔高度、地形条件、气象条件：南方案线路沿线海拔高度相对更低，区域高山和峻岭地形占比更少，20mm 重冰区线路长度更短，技术难点更低。

交通运输条件：南方案线路沿线主要利用 G318 国道、G215 国道、县道以及乡村公路，且线路与±800kV 金上线基本共通道走线，部分运输道路可共用，满足运输条件，北方案和部分段无公路利用，交通运输困难，且修建运维道路距离长，需大量砍伐林木和占用草原，不利于生态保护。

②环境影响

南、北方案在**主要交叉跨越情况、沿线居民分布及房屋拆迁**方面基本相当，其他方面的比较情况如下：

林木砍削量：南方案穿越林木密集段长度较短，林木砍削量较少，有利于减小本线路建设对生态环境的影响。

电力通道：南方案利用±800kV 金上-湖北线路、±400kV 帮果-卡麦线路等线路的通道走线，避免新开辟电力通道，减小电力线路的影响范围，符合《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ1113-2020）中关于生态环境保护的要求“5.5 同一走廊内的多回输电线路，宜采取同塔多回架设、并行架设等形式，减少新开辟走廊，优化线路走廊间距，降低环境影响。”

远期电力规划：根据电力系统规划，线路 I 后期需开 π 接入毛垭 500kV 变电站，南方案距离毛垭 500kV 变电站更近，适应性比北方案好。

③环境制约因素

沿线环境敏感区情况：四川沙鲁里山国家森林公园、四川火龙沟省级自然保护区及生态保护红线存在部分重叠，与北方案相比，南方案虽穿越四川火龙沟省级自然保护区的长度较北方案长，但南方案穿越四川沙鲁里山国家森林公园、生态保护红线的长度远远短于北方案，且北方案穿越四川雄龙西省级自然保护区实验区约 25km，区域以高海拔雪山为主，生态环境更为脆弱，开辟新的电力通道，因此南方案较北方案对环境敏感区的综合影响更小。

政府部门意见：南方案仅穿越四川省甘孜州白玉县、巴塘县、理塘县行政区域，已取得白玉县自然资源局、巴塘县自然资源局和理塘县自然资源局的原则同意意见，

符合当地规划要求。

因此从环保和规划角度分析，南方案在线路长度、海拔高度、地形条件、气象条件、交通运输条件、林木砍削量、电力通道、电力规划、沿线环境敏感区情况和政府部门意见等方面具有优势，故本项目线路 I 采用南方案（即设计推荐方案）是合理的。

（2）四川火龙沟省级自然保护区的不可避让性分析

1）自然保护区概况

四川火龙沟省级自然保护区（以下简称自然保护区）位于四川省甘孜藏族自治州白玉县境内。自然保护区地理位置为东经 $98^{\circ}46'$ ~ $99^{\circ}23'$ 、北纬 $30^{\circ}24'$ ~ $30^{\circ}56'$ 之间。2002 年，由白玉县环保局申请设立，由四川省人民政府以川府函〔2002〕50 号文批准建立，级别为省级。2025 年 8 月，四川省人民政府以川府函〔2025〕226 号《关于调整火龙沟省级自然保护区范围及功能区的批复》对保护区范围和功能区划进行了批复，批复自然保护区总面积 146800 公顷，其中核心区 64200 公顷、缓冲区 29021.52 公顷、实验区 53578.48 公顷。

2）不可避让性分析

根据向甘孜州白玉县林业和草原局及自然资源局核实，本项目线路通道处分布有四川火龙沟省级自然保护区、四川沙鲁里山国家森林公园及其生态保护红线，三个生态敏感区存在部分范围重叠。本项目属于川藏铁路（甘孜段）配套供电工程（一期），根据电力规划，本项目线路 I 从帮果 $\pm 800\text{kV}$ 换流站东北侧出线，向东走线最后接入新建理塘 500kV 变电站。根据电力系统规划和满足川藏铁路建设及供电要求，四川火龙沟省级自然保护区实验区内需建设 $\pm 800\text{kV}$ 金上~湖北特高压直流线路、 $\pm 400\text{kV}$ 帮果~卡麦线路、 500kV 帮果~巴塘双回线路、 220kV 叶巴滩~巴塘线路、本项目线路 I 双回交流线路共 7 回交直流线路。本项目线路 I 沿 G215 国道东侧走线，穿越四川火龙沟省级自然保护区走廊狭窄段路径走向情况说明如下：

①G215 国道西侧因地质条件限制不可走线

线路 I 在 G215 国道西侧需通过的日扎神山段路径属大起伏高山峡谷岸坡地貌，海拔 3200~4500m，为深切峡谷区，整体为河流下切第一斜坡带，为一面宽大斜坡，坡宽约 2~3km，坡高 1000~1500m，整体地形坡度约 50° ，坡面冲沟极为发育，地形凌乱，坡面极不完整。G215 国道西侧为不良地质作用强烈发育段，且不良地质作用类型多、数量多、范围广且影响程度严重，各种条件及现象明确，该段不适于线路建

设。在降雨及地震作用下该段斜坡可能产生大规模的泥石流及滑坡，安全风险极大，极易出现倒塔断线事故，无法保证输电线路安全运行。

因此，G215 国道西侧段斜坡面不具备立塔建设线路条件，如线路调整至山顶走线，便进入了西侧火龙沟省级自然保护区核心区范围，因此该段线路只能调整至 G215 国道东侧走线。

②国家对输电通道设置的相关要求

密集通道的规定为：“密集输电通道一般指宽度不超过 600 米，包含至少 2 回特高压直流线路或至少 5 回 500 千伏及以上输电线路的区域”。按照电力系统规划和满足川藏铁路牵引供电，在穿越自然保护区通道内需新建 6 条 500 千伏及以上交直流输电线路，按照国家相关部门明确要求，在输电通道建设时，**不得新增加密集输电通道，因此通道内新建的 6 条交直流线路必须满足不新增密集输电通道的要求。**

③穿越自然保护区走廊狭窄段线路布置情况

在沙马乡火龙沟附近走廊拥挤，受西侧地质条件和自然保护区范围限制，7 回线路共 5 个输电走廊均只能布置在 G215 国道东侧，并且 5 回 500 千伏及以上线路（500kV 帮果-巴塘 2 回线路、±800kV 金上-湖北直流线路 1 回、本项目线路 I2 回线路共 5 回）通道宽度须满足不小于 600m 要求，以避免形成新的密集输电通道。虽然该段实验区宽度约 2km，但受地质地形和密集通道立塔范围的限制，实际可利用宽度约为 900m，考虑 5 个线路走廊需要的净通道宽度 600m（直流线路走廊宽度 $2 \times 150\text{m} + 220\text{kV}$ 线路走廊宽度 $50\text{m} +$ 两个 500kV 同塔双回线路走廊宽度 $2 \times 120\text{m} = 600\text{m}$ ），布置在最东侧的本项目线路 I 路径及塔位选择范围十分狭窄，因此实验区内在保证铁塔安全和满足不新增密集输电通道前提下，无法完全布置完成 7 回交直流线路（5 个输电走廊），为保证不新增密集输电通道，本项目线路 I 在 G215 国道东侧区域只能向东布设，受该段地质地形和既有输电线路的布置限制，前期经过多次选线论证后，局部线路仍不可避免地穿越四川火龙沟省级自然保护区缓冲区，与《中华人民共和国自然保护区条例》相关规定不相符。为了推进工程建设需要，保障国家重点工程建设，针对本工程穿越自然保护区缓冲区部分调整为实验区，2025 年 8 月，四川省人民政府以川府函〔2025〕226 号《关于调整火龙沟省级自然保护区范围及功能区的批复》对保护区范围和功能区划进行了批复。

因此，最终确定本项目线路 I 南方案（即设计推荐方案）利用既有电力通道穿越自然保护区实验区，综合**考虑线路长度、海拔高度、地形条件、气象条件、交通运输**

条件、林木砍削量、电力通道、电力规划、沿线环境敏感区情况和政府部门意见等方面具有优势，本项目线路 I 穿越四川火龙沟省级自然保护区的路径方案采用南方方案是可行的，产生的环境影响是可以接受的。

3) 方案优化

①利用既有电力通道，减少新开辟电力通道

受区域地形地质条件、帮果换流站的位置及其出线规划、既有电力通道、自然保护区和森林公园划定范围、工程技术条件等因素限制，在沙马乡火龙沟该段走廊拥挤，有 $\pm 800\text{kV}$ 金上~湖北特高压直流线路、 $\pm 400\text{kV}$ 帮果~卡麦线路、 500kV 帮果~巴塘双回线路、 220kV 叶巴滩~巴塘线路，且地质、地形条件复杂，同时受四川火龙沟省级自然保护区范围限制，路径选择困难，本项目线路 I 双回交流线路无法避让四川火龙沟省级自然保护区，需穿越由四川省政府以川府函（2011）（204）号批复的火龙沟省级自然保护区缓冲区约 2.5km 。针对本工程穿越自然保护区缓冲区部分调整为实验区，2025 年 8 月，四川省人民政府以川府函（2025）226 号《关于调整火龙沟省级自然保护区范围及功能区的批复》对保护区范围和功能区划进行了批复。为了减少新开辟电力通道，在技术可行的条件下，线路 I 在自然保护区内与既有线路利用现有电力通道走线，不新开新的电力通道，减少对自然保护区的影响。

②优化靠近自然保护区边缘塔位，减少自然保护区内塔基数量和占地面积

在技术可行的条件下，优化靠近自然保护区边缘塔位，尽可能将其调整在自然保护区范围外，在自然保护区内塔基通过采取加大档距，减少塔基数量和占地面积。线路 I 穿越自然保护区实验区长约 $2 \times 28.5\text{km}$ （双回）+ $2 \times 0.5\text{km}$ （单回），新建铁塔 40 基，永久占地面积约 1.6hm^2 。同时，自然保护区内的塔基采用全方位高低腿铁塔，尽量减小塔基占地面积，采用人工开挖方式，减少开挖面，并和铁塔基础同步设计拦挡、遮盖、排水等水土保持措施，进一步降低施工期产生的新增水土流失。

③优化自然保护区内施工方案，降低生态环境影响

鉴于穿越自然保护区段区域地势陡峭，通过优化塔基基础型式（如采用掏挖基础等），尽量降低土石方开挖量，结合实际地形和坡度情况，自然保护区内铁塔施工时，施工运输道路尽可能利用既有乡村道路和 $\pm 800\text{kV}$ 金上-湖北线路的输运道路，材料运输均采用修整人抬便道和索道运输。采取以上优化措施后，能最大限度地降低本项目线路对自然保护区的影响。

4) 推荐方案的合理性分析

本项目线路 I 推荐路径在自然保护区穿越段主要受区域地形地质条件、帮果换流站的位置及其出线规划、既有电力通道、自然保护区和森林公园划定范围、工程技术条件等因素限制。推荐路径在技术可行的条件下,通过优化靠近自然保护区边缘塔位,尽可能将其调整在自然保护区范围外,在自然保护区内塔基通过采取加大档距,尽可能缩短穿越自然保护区的路径长度、减少塔基数量和占地面积。通过设计优化,线路 I 穿越自然保护区实验区长约 $2\times 28.5\text{km}$ (双回)+ $2\times 0.5\text{km}$ (单回),新建铁塔 40 基,永久占地面积约 1.6hm^2 。线路塔基定位时避让林木密集区,线路穿越林木密集段采用高跨方式,尽量减少林木砍伐量;通过加强施工管理,架线阶段采用无人机架线等先进的架线方式,在自然保护区内不采用机械化施工,主要采用人工开挖,不在自然保护区内设置施工营地、弃渣场等设施;优化施工方案,尽可能缩小施工区范围,减少施工扰动,减少工程开挖量,施工期进行表土剥离和表土堆存养护,强化施工期的水土保持措施,降低水土流失和植被破坏,施工结束后,按照自然保护区的植被类型及结构对临时占地区域进行植被恢复,对自然保护区的环境影响是可接受的。从环境保护角度考虑,该路径方案是合理的。

5) 本项目与自然保护区的位置关系

本项目线路 I 穿越自然保护区实验区长约 $2\times 28.5\text{km}$ (双回)+ $2\times 0.5\text{km}$ (单回),新建铁塔 40 基,永久占地面积约 1.6hm^2 。

(3) 四川沙鲁里山国家森林公园的不可避让性分析

1) 森林公园概况

2017 年 1 月 19 日,经国家林业局林场许准(2017)24 号文批准设立为四川沙鲁里山国家森林公园(以下简称“森林公园”)。2022 年,国家林业和草原局以林场发(2022)112 号文批准了《四川沙鲁里山国家森林公园总体规划(2022-2031 年)》。

根据《四川沙鲁里山国家森林公园总体规划(2022-2031 年)》,森林公园总面积 534624.18hm^2 ,分为核心景观区、一般游憩区、管理服务区、生态保育区。

2) 路径不可避让性分析

根据《四川沙鲁里山国家森林公园总体规划(2022-2031 年)》及其功能分区图,同时向白玉县林业和草原局核实,白玉县境内金沙江东侧、G215 国道两侧分布有四川沙鲁里山国家森林公园,森林公园划定范围较大,地跨白玉县盖玉镇、沙马乡等多个乡镇,总面积为 534624.18hm^2 ,其中一般游憩区面积 342634.95hm^2 。本项目属于川藏铁路(甘孜段)配套供电工程(一期),根据电力规划,本项目线路 I 从帮果 $\pm 800\text{kV}$

换流站东北侧出线，向东走线最后接入新建理塘 500kV 变电站。根据收资和现场调查，帮果±800kV 换流站部分位于森林公园的一般游憩区范围内，四周被森林公园包围，故本项目线路 I 无法避让森林公园范围，需穿越森林公园的一般游憩区。建设单位和设计单位依据森林公园总体规划、区域电力通道等因素，经实地踏勘选线，拟定了南、北两个比选方案。

综合考虑线路长度、海拔高度、地形条件、气象条件、交通运输条件、林木砍削量、电力通道、电力规划、沿线环境敏感区情况和政府部门意见等方面具有优势，本项目线路 I 穿越四川沙鲁里山国家森林公园的路径方案采用南方案是可行的，产生的环境影响是可以接受的。

3) 方案优化

受区域地形地质条件、帮果换流站的位置及其出线规划、既有电力通道、自然保护区和森林公园划定范围、工程技术条件等因素限制，本项目线路 I 无法避让四川沙鲁里山国家森林公园，仅穿越一般游憩区，避让了核心景观区和生态保育区。在技术可行的条件下，利用现有电力通道走线，在森林公园内与其他线路采取并行走线，最大程度地缩短新建线路长度，减少新建塔基数量。线路 I 仅穿越森林公园的一般游憩区，穿越长约总长约 $2 \times 25.9\text{km}$ （双回）+ $2 \times 0.75\text{km}$ （单回），新建铁塔 50 基（其中与四川火龙沟省级自然保护区重叠的铁塔 27 基，新建铁塔 23 基），永久占地面积约 0.92hm^2 （扣除与自然保护区重叠铁塔的占地）。下一步塔基定位时，需优化塔位，使塔基尽可能避开周围的林木茂盛区，降低林木砍伐量和植被破坏程度；鉴于森林公园范围内地势陡峭，通过优化塔基基础型式（如采用嵌岩桩基础、掏挖基础等），尽量降低土石方开挖量，结合实际地形和坡度情况，采用全方位高低腿铁塔，尽量减小塔基占地面积，采用人工开挖方式，减少开挖面，并和铁塔基础同步设计拦挡、遮盖、排水等水土保持措施，进一步降低施工期产生的新增水土流失；森林公园内铁塔施工时，施工运输道路可利用既有乡村道路和±800kV 金上-湖北线路的输运道路，材料运输均采用修整人抬便道和索道运输。采取以上优化措施后，能最大限度地降低本项目线路对森林公园的影响。

4) 推荐方案的合理性分析

本项目线路 I 推荐路径在森林公园穿越段主要受区域地形地质条件、帮果换流站的位置及其出线规划、既有电力通道、自然保护区和森林公园划定范围、工程技术条件等因素限制。推荐路径已在技术可行的条件下加大档距减少塔基数量，尽可能缩短

穿越森林公园的路径长度。通过设计优化，线路 I 穿越森林公园穿越长约 $2 \times 25.9\text{km}$ （双回）+ $2 \times 0.75\text{km}$ （单回），新建铁塔 50 基（其中与四川火龙沟省级自然保护区重叠的铁塔 27 基，新建铁塔 23 基）。线路塔基定位时避让林木密集区，线路穿越林木密集段采用高跨方式，尽量减少林木砍伐量；通过加强施工管理，架线阶段采用无人机架线等先进的架线方式，在森林公园内不采用机械化施工，主要采用人工开挖，不在森林公园内设置施工营地、弃渣场等设施，优化施工方案，尽可能缩小施工区范围，减少工程开挖量，施工期进行表土剥离和表土堆存养护，强化施工期的水土保持措施，降低水土流失和植被破坏，施工结束后，按照森林公园的自然风貌、植被类型及结构对临时占地区域进行植被恢复，对森林公园的环境影响是可接受的。从环境保护角度考虑，该路径方案是合理的。

5）本项目与森林公园的位置关系

本项目线路 I 穿越森林公园穿越长约 $2 \times 25.9\text{km}$ （双回）+ $2 \times 0.75\text{km}$ （单回），新建铁塔 50 基（其中与四川火龙沟省级自然保护区重叠的铁塔 27 基，新建铁塔 23 基），永久占地面积约 0.92hm^2 （扣除与自然保护区重叠铁塔的占地）。

（4）生态保护红线的不可避让性分析

根据向甘孜州自然资源和规划局、白玉县自然资源局核实，白玉县境内“三区三线”划定成果中，生态保护红线成片分布，包含四川沙鲁里山国家森林公园的大部分区域和四川火龙沟省级自然保护区的全部，由前述分析可知，本项目线路 I 需穿越森林公园西南片区的一般游憩区和自然保护区的实验区，故线路 I 无法避让白玉县的生态保护红线。

根据向甘孜州自然资源和规划局、巴塘县自然资源局核实，巴塘县“三区三线”的划定成果中，巴塘县境内 G215 国道、G318 国道两侧划定了大片生态保护红线，线路 I 全线与金上-湖北 $\pm 800\text{kV}$ 线路共通道走线，避免新开辟电力通道，减小电力线路的影响范围，不可避免穿越巴塘县生态保护红线。

根据向甘孜州自然资源和规划局、理塘县自然资源局核实，理塘县“三区三线”的划定成果中，理塘县境内 G318 国道两侧划定了大片生态保护红线，线路 I 全线与金上-湖北 $\pm 800\text{kV}$ 线路共通道走线，避免新开辟电力通道，减小电力线路的影响范围，不可避免穿越理塘县生态保护红线。

结合区域实际地形、地质条件，考虑到该区域既有电力通道、自然保护区、森林公园及其生态保护红线的划定范围、工程技术条件等因素，线路 I 无法避让白玉县、

巴塘县和理塘县生态保护红线范围，在技术可行的条件下，线路 I 全线与金上-湖北 $\pm 800\text{kV}$ 线路共通道走线，避免新开辟电力通道，减小电力线路的影响范围，符合《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ1113-2020）中关于生态环境保护的要求“5.5 同一走廊内的多回输电线路，宜采取同塔多回架设、并行架设等形式，减少新开辟走廊，优化线路走廊间距，降低环境影响。”本项目线路 I 需穿越白玉县、巴塘县和理塘县的生态保护红线，穿越白玉县、巴塘县和理塘县生态保护红线分别长约 26km、7.5km、11.8km，分别涉及铁塔 62 基、16 基、28 基，永久占地面积分别为 2.48hm^2 、 0.64hm^2 、 1.12hm^2 。

（5）优先保护单元的不可避让分析

本项目线路 I 所在区域分布有四川火龙沟自然保护区、四川沙鲁里山国家级森林公园和生态功能重要区（生物多样性维护重要区、水土保持功能重要区、水源涵养重要区），属于优先保护单元。

四川火龙沟自然保护区、四川沙鲁里山国家级森林公园的不可避让分析已在前述内容展开，生态功能重要区（生物多样性维护重要区、水土保持功能重要区、水源涵养重要区）等优先管控单元在区域内为大范围星落分布，无法绕避。线路 I 全线与 $\pm 800\text{kV}$ 金上~湖北特高压直流线路并行走线，减少新开辟走廊，通过优化线路走廊间距和减小塔基数量，减少塔基占地植被破坏，且采取施工期水土保持措施，不会破坏区域现有生态功能。

（6）线路路径方案特点

根据设计资料及现场调查，线路 I 所经区域地形主要为高山、山地、丘陵，土地利用类型主要为林地、草地，植被类型主要为自然植被，植被型包括针叶林、针阔混交林等，自然植被代表性物种有岷江冷杉、冷杉、云杉、川西云杉、高山松、白桦、川滇高山栎、矮高山栎、华西蔷薇、小叶栒子、堆花小檗、披碱草、早熟禾、圆穗蓼、野青茅、羊茅等。线路 I 沿线零星分布有民房，距线路最近距离约 15m。线路 I 穿越四川火龙沟省级自然保护区实验区长约 $2 \times 28.5\text{km}$ （双回）+ $2 \times 0.5\text{km}$ （单回），新建铁塔 40 基，永久占地面积约 1.6hm^2 ；线路 I 穿越四川沙鲁里山国家森林公园一般游憩区总长约 $2 \times 25.9\text{km}$ （双回）+ $2 \times 0.75\text{km}$ （单回），新建铁塔 50 基（其中与四川火龙沟省级自然保护区重叠的铁塔 27 基，新建铁塔 23 基），永久占地面积约 0.92hm^2 （扣除与自然保护区重叠铁塔的占地）。线路 I 穿越白玉县、巴塘县和理塘县的生态保护红线总长约 $2 \times 45.3\text{km}$ ，涉及铁塔 106 基，永久占地面积约 4.24hm^2 （其中线路 I 穿越

白玉县生态保护红线长约 $2 \times 26\text{km}$ ，涉及铁塔 62 基，永久占地面积约 2.48hm^2 ；穿越巴塘县生态保护红线长约 $2 \times 7.5\text{km}$ ，涉及铁塔 16 基，永久占地面积约 0.64hm^2 ；穿越理塘县生态保护红线长约 $2 \times 11.8\text{km}$ ，涉及铁塔 28 基，永久占地面积约 1.12hm^2 。线路 I 位于四川省甘孜州白玉县、巴塘县、理塘县境内（白玉县、巴塘县、理塘县境内线路分别长约 $2 \times 44\text{km}$ 、 $2 \times 56.5\text{km}$ 、 $2 \times 73\text{km}$ ）。

本项目线路 I 路径具有以下特点：**1）环境制约因素：**①线路 I 利用既有电力通道穿越四川火龙沟省级自然保护区实验区长约 $2 \times 28.5\text{km}$ （双回）+ $2 \times 0.5\text{km}$ （单回），新建铁塔 40 基，但不涉及缓冲区、核心区；线路 I 利用既有电力通道穿越了四川沙鲁里山国家森林公园一般游憩区，但不涉及核心景观区、生态保育区和管理服务区，穿越一般游憩区长度 $2 \times 25.9\text{km}$ （双回）+ $2 \times 0.75\text{km}$ （单回），新建铁塔 50 基（其中与四川火龙沟省级自然保护区重叠的铁塔 27 基，新建铁塔 23 基）；线路穿越了白玉县、巴塘县的生态保护红线总长约 $2 \times 45.3\text{km}$ ，新建铁塔 106 基，除此之外，线路不涉及国家公园、世界自然遗产等生态敏感区；②线路 I 全线与 $\pm 800\text{kV}$ 金上~湖北特高压直流线路并行走线，不新增电力通道；③线路路径选择时尽量避让集中居民点，并尽量增大线路与周围居民的距离，减小对周围居民的影响。**2）环境影响程度：**线路电磁环境采用类比分析法结合模式预测法，线路按照设计规程要求实施并抬高后，投运后产生的电场强度、磁感应强度均满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中相应评价标准要求；线路噪声采用类比分析，投运后产生的噪声均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中相应评价标准要求。综上所述，本项目线路能满足《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ 1113-2020）中关于选址选线的要求。**因此，从环境制约因素和环境影响程度分析，本项目线路路径选择合理。**

3.2.3.2 线路 II（理塘~甘孜特 500kV 线路工程）

（1）线路路径方案选择

根据设计资料，线路 II 路径选择基本原则如下：

- 符合新建理塘 500kV 变电站和甘孜 1000kV 变电站的出线规划要求，并统筹考虑新建理塘 500kV 变电站远期电力线路通道。
- 尽量缩短线路路径，减小环境影响。
- 尽量利用区域既有线路的电力通道走线。
- 尽量避让自然保护区、自然公园、生态保护红线、饮用水水源保护区等环境敏感区，降低对区域生态环境的影响。

- 符合沿线城镇总体规划要求。
- 尽量靠近现有公路，充分利用各级公路及乡村道路，减小人力运输距离，便于施工和运行检修。
- 尽量避让集中居民点，减少房屋拆迁，减小对周围居民的影响。
- 避让一级林地，尽量避让林木密集地带，减少树木砍伐，保护自然生态环境。
- 尽量减少与既有 110kV 及以上电压等级线路等的交叉跨越，以方便施工，降低工程建设影响。
- 跨越河流时，尽量利用地势、缩短档距，采取一档跨越。
- 尽量缩小电力走廊，节约占地。
- 尽可能避让不良地质地段。

按上述原则，建设单位和设计单位首先依据甘孜 1000kV 变电站、新建理塘 500kV 变电站的位置，结合区既有和规划电力通道、地形地貌条件，初拟线路路径方案，再进行现场踏勘和收资，收集区域植被分布、交通条件、生态敏感区、居民分布等资料，并征求理塘县自然资源局、雅江县自然资源局、康定市自然资源局等相关政府部门意见。本项目线路路径选择主要受生态红线、电力线路、饮用水水源保护区、交通条件、地质地形条件、川藏铁路等因素的制约，进一步拟选线路路径方案如下：

1) 北方案

线路自理塘 500kV 变电站出线后沿 S217 省道向南走线，在扎哈淌左拐平行拟建金上-湖北±800kV 线路走线随后在霍曲河东侧向西北方向依次跨越规划川藏高速（路基）、国道 G318 和理塘-大梁子 110kV 线路，经志柯村南左转避让雅江县红龙镇东耐建筑用砂岩集中开采区和崇禧寺至错柯二村南。线路右转向东北方向再次跨越规划川藏高速（隧道）至卡子拉山。线路向东再次跨越理塘-大梁子 110kV 线路和国道 G318 至一三五道班南侧进入甘孜州理塘县。线路自一三五道班南侧右转向东南方向避让理塘县境内生态红线和一级保护林区、四川省理塘县呷洼镇给地铅锌多金属矿普查区至川藏铁路北侧，线路平行于川藏铁路向东走线再次进入雅江县。线路向东在湾地沟北侧走线，避让格西沟国家级自然保护区，在湾底村南侧依次跨越川藏铁路（隧道）和规划川藏高速（隧道）至迎金山北侧，线路左转向东跨越雅砻江，避让规划牙根一级水电站坝址。线路右转再次跨越规划川藏高速（隧道）至三道桥村东侧，依次跨越国道 G318、雅江-大梁子 110kV 线路和雅江-金通 220kV 线路至卡布仁村南侧。线路右转避让炸药库和穿越八角楼乡日基沟集中式饮用水水源一级保护区，穿越二级保护区

至维地村西侧。线路左转向东北方向再次跨越国道 G318，平行于雅江-新都桥 220kV 线路向东北方向走线，随后右转经加鲁隆、高尔寺山，避让规划的红星光伏电场到达呷以贡巴，穿越新都桥水源地二级保护区，经罗玛克并避让居里村房屋密集区，随后进入甘孜 1000kV 变电站。北方案全长约 $2\times 137\text{km}$ ，线路途经四川省甘孜州理塘县、雅江县和康定市。

2) 南方案

线路自 500kV 理塘变电站出线后沿 S217 省道向南走线，在扎哈淌左拐平行拟建金上-湖北 $\pm 800\text{kV}$ 线路走线，随后在霍曲河东侧向西北方向依次跨越规划川藏高速（路基）、国道 G318 和理塘-大梁子 110kV 线路，经志柯村南左转避让雅江县红龙镇东耐建筑用砂岩集中开采区和崇禧寺至错柯二村南。线路右转向东北方向再次跨越规划川藏高速（隧道），避让军事禁区至卡子拉山。线路向东再次跨越理塘-大梁子 110kV 线路和国道 G318 至一三五道班南侧进入甘孜州理塘县。线路自一三五道班南侧右转向东南方向避让理塘县境内生态红线和一级保护林区、四川省理塘县呷洼镇给地铅锌多金属矿普查区至川藏铁路北侧，线路平行于川藏铁路向东走线再次进入雅江县。线路向东在湾地沟北侧走线，避让格西沟国家级自然保护区，在湾底村南侧依次跨越川藏铁路（隧道）和规划川藏高速（隧道）至迎金山北侧，线路左转向东跨越雅砻江，避让规划牙根一级水电站坝址。线路右转再次跨越规划川藏高速（隧道）至三道桥村东侧，依次跨越国道 G318、雅江-大梁子 110kV 线路和雅江-金通 220kV 线路至卡布仁村南侧。线路右转避让炸药库和穿越八角楼乡日基沟集中式饮用水水源一级保护区，穿越二级保护区至维地村西侧。线路右转向东依次穿越规划祝桑风电场、规划红星光伏电场、新都桥水源地二级保护区到达居里村，随后进入甘孜 1000kV 变电站。南方案全长约 $2\times 145\text{km}$ ，线路途经四川省甘孜州理塘县、雅江县和康定市。

上述 2 个路径方案比较情况见图 3-19 和表 3-20。

表 3-19 本项目线路 II 路径方案比较一览表

序号	路径方案 比较内容	南方案	北方案	方案比较
1	线路总长度	2×141km	2×138km	北方案优
2	海拔高度	2500m~4700m	2500m~4500m	北方案优
3	地形条件	丘陵 2%；山地 36%；高山 48%；峻岭 14%	丘陵 2%；山地 23%；高山 66%；峻岭 9%	北方案优
4	气象条件	10mm 冰区：2×86.5km 15mm 冰区：2×77.5km 20mm 冰区：2×9.5km	10mm 冰区：2×104km 15mm 冰区：2×98km 20mm 冰区：2×18km	相当
5	交通运输条件	沿线主要利用 G318 国道、县道以及乡村公路，局部路段无国道、省道等交通道路，工程建设和线路运维难度大。	沿线主要利用 G318 国道、县道以及乡村公路，道路路况好，整体交通条件较好。	北方案优
6	主要交叉跨越情况	钻±800kV 线路 2 次，跨 500kV 线路 1 次，220kV 线路 1 次，110kV 线路 1 次，35kV 线路 11 次，国道 1 次，川藏铁路 4 次	钻±800kV 线路 2 次，跨 500kV 线路 1 次，220kV 线路 1 次，110kV 线路 1 次，35kV 线路 16 次，国道 1 次，省道 2 次，川藏铁路 4 次	相当
7	林木砍削量	穿越林木密集段长约 2×78km，林木砍削量约 16500 棵，不涉及珍稀保护野生植物及古树名木。	穿越林木密集段长约 2×73km，林木砍削量约 15000 棵，不涉及珍稀保护野生植物及古树名木。	北方案优
8	沿线居民分布及房屋拆迁	避开了集中居民区，不涉及房屋拆除，线路距民房最近约 8m。	避开了集中居民区，不涉及房屋拆除，线路距民房最近约 8m。	相当
9	电力通道	开辟新的电力通道，规划有风电和光伏基地，线路需要避让风电和光伏规划基地。	利用既有电力通道，不开辟新的电力通道。	北方案优
10	沿线环境敏感区情况	①穿越生态保护红线长约 2×10.6km； ②柯拉乡呷滩水源地（分散式）二级保护区约 2×1.4km，穿越雅江县呷拉镇湾地沟集中式饮用水水源保护区二级保护区约 2×5.8km，穿越雅江县八角楼乡日基沟集中式饮用水水源保护区二级保护区约 2×2.5km，穿越呷巴乡呷巴下村水源地（分散式）二级保护区约 2×1.9km。	①穿越生态保护红线长约 2×7.4km； ②柯拉乡呷滩水源地（分散式）二级保护区约 2×1.4km，穿越雅江县呷拉镇湾地沟集中式饮用水水源保护区二级保护区约 2×5.8km，穿越雅江县八角楼乡日基沟集中式饮用水水源保护区二级保护区约 2×2.5km，穿越呷巴乡呷巴下村水源地（分散式）二级保护区约 2×1.9km。	北方案优
11	政府部门意见	线路位于四川省甘孜州理塘县、雅江县和康定市，未取得理塘县自然资源局、雅江县自然资源局和康定市自然资源局原则同意路径方案意见。	线路位于四川省甘孜州理塘县、雅江县和康定市，已取得理塘县自然资源局、雅江县自然资源局和康定市自然资源局原则同意路径方案意见。	北方案优
12	比选结论	不推荐	推荐	——

从表 3-18 中可以看出，南、北方案在气象条件、主要交叉跨越情况和沿线居民分布及房屋拆迁等方面相当，其他方面的比较情况如下：

①工程技术条件

线路长度和新建铁塔数量：北方案线路长度更短，新建铁塔数量更少，有利于减少塔基占地面积和土石方开挖量，以降低对生态环境的不利影响，符合《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ1113-2020）中关于生态环境保护的要求“6.4.2 输电线路应因地制宜合理选择塔基基础...以减少土石方开挖...”。

海拔高度、地形条件、气象条件：北方案线路沿线的海拔高度相对更低，区域高山和峻岭地形占比更少，20mm 重冰区线路长度更短，技术难点更低。

交通运输条件：北方案线路沿线主要利用 G318 国道、G215 国道、县道以及乡村公路，且线路与±800kV 金上线基本共通道走线，部分运输道路可共用，满足运输条件，南方案和部分段无公路利用，交通运输困难，且修建运维道路距离长，需大量砍伐林木和占用草原，不利于生态保护。

②环境影响

林木砍削量：北方案穿越林木密集段长度较短，林木砍削量较少，有利于减小本线路建设对生态环境的影响。

电力通道：南方案路径区域规划有风电和光伏基地，线路需要避让风电和光伏规划基地，需新开辟电力通道；北方案利用±800kV 金上-湖北线路的通道走线，避免新开辟电力通道，减小电力线路的影响范围，符合《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ1113-2020）中关于生态环境保护的要求“5.5 同一走廊内的多回输电线路，宜采取同塔多回架设、并行架设等形式，减少新开辟走廊，优化线路走廊间距，降低环境影响。”

③环境制约因素

环境敏感区：北方案穿越生态保护红线的长度短于南方案，对环境敏感区的影响更小。

政府部门意见：北方案已取得理塘县自然资源局、雅江县自然资源局和康定市自然资源局的原则同意意见，符合当地规划要求。

因此从环保和规划角度分析，北方案在线路总长度、海拔高度、地形条件、气象条件、交通运输条件、林木砍削量、电力通道、环境敏感区和政府部门意见等方面具有优势，故本项目线路路径采用北方案（即设计推荐方案）是合理的。

（2）生态保护红线的不可避让性分析

根据向甘孜州自然资源和规划局、理塘县自然资源局核实，理塘县“三区三线”的划定成果中，理塘县境内 G217、G318 国道两侧划定了大片生态保护红线，线路 II 全线与金上-湖北 $\pm 800\text{kV}$ 线路共通道走线，避免新开辟电力通道，减小电力线路的影响范围，不可避免穿越理塘县生态保护红线。

根据向甘孜州自然资源和规划局、雅江县自然资源局核实，雅江县“三区三线”的划定成果中，雅江县境内 G215 国道、G318 国道两侧划定了大片生态保护红线，雅江县八角楼乡日基沟集中式饮用水水源保护区部分属于生态保护红线，线路 II 全线与金上-湖北 $\pm 800\text{kV}$ 线路共通道走线，避免新开辟电力通道，减小电力线路的影响范围，不可避免穿越巴塘县生态保护红线。

结合区域实际地形、地质条件，考虑到该区域既有电力通道、饮用水水源保护区及其生态保护红线的划定范围、工程技术条件等因素，线路 II 无法避让理塘县、雅江县生态保护红线范围。在技术可行的条件下，线路 II 全线与金上-湖北 $\pm 800\text{kV}$ 线路共通道走线，避免新开辟电力通道，减小电力线路的影响范围，符合《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ1113-2020）中关于生态环境保护的要求“5.5 同一走廊内的多回输电线路，宜采取同塔多回架设、并行架设等形式，减少新开辟走廊，优化线路走廊间距，降低环境影响。”本项目线路 II 需穿越理塘县、雅江县的生态保护红线，穿越理塘县、雅江县生态保护红线分别长约 4.9km、2.5km，分别涉及铁塔 12 基、4 基，永久占地面积分别为 0.48hm^2 、 0.16hm^2 。

（3）雅江县柯拉乡呷滩水源地（分散式）

1) 饮用水水源地概况

雅江县柯拉乡呷滩水源地属于河流型饮用水水源地。2019 年 12 月，甘孜藏族自治州人民政府以甘府函〔2019〕224 号《甘孜藏族自治州人民政府关于同意康定市麦崩乡磨子沟等乡镇集中式饮用水水源地调整为分散式饮用水水源地的批复》同意该水源地调整方案。

根据《甘孜藏族自治州人民政府关于同意康定市麦崩乡磨子沟等乡镇集中式饮用水水源地调整为分散式饮用水水源地的批复》（甘府函〔2019〕224 号），柯拉乡呷滩水源地调整情况如下：

一级保护区：取水点下游 100m 至取水点上游 1000m 内的河道水域，沿水域边界两侧外延 50m 的陆域。

二级保护区：取水点下游 300m 以整个汇水范围内除一级保护区外的全部陆域。

2) 路径方案比选分析

本工程线路进入雅江县柯拉乡境内后，选线制约因素主要为既有±800kV 金上-湖北线路、柯拉乡乡镇规划、川藏高速公路以及不良地质条件等。根据收资情况和地方部门意见，为减小工程生态影响，线路首先考虑避让一级公益林，同时尽量减少穿越生态保护红线长度等。经实地踏勘，受柯拉乡规划、110kV 已建输电线路和一级保护林地范围制约，线路无法从呷滩饮用水水源保护区北侧绕行，局部拟定了北、南两个比选方案。

若线路向南绕行避让饮用水水源保护区，本项目线路需钻越既有±800kV 金上-湖北线路 2 次，受区域地形、地质和既有线路高度限制，既有线路和线路 II 安全性均受到影响。因此，线路向南避让饮用水水源保护区的方案不可行。经实地踏勘选线，线路拟定了如下两个局部比选方案。

①北方案

北方案向北走线避让饮用水水源保护区后，向东南走线，线路长约 2×7.0km。

②南方案

南方案穿越雅江县柯拉乡呷滩水源地二级保护区，线路长度 2×6.1km。

两个方案对比分析见表 3-22。

表 3-20 线路 II 在饮用水水源保护区附近路径方案对比分析

比较项目	北方案	南方案	比选结果
线路长度、塔基数	2×7.0km，塔基 16 基	2×6.1km，塔基 14 基	南方案优
海拔高度	4150~4250m	4150~4250m	相当
环境敏感区	开辟新的电力通道，避让雅江县柯拉乡呷滩水源地二级保护区，但对生态环境的影响并未减小	利用既有电力通道穿越雅江县呷拉镇湾地沟集中式饮用水水源保护区二级保护区长约 2×1.4km，立塔 2 基	南方案优
冰区	15mm 冰区	15mm	相当
交通运输条件及施工难度	施工难度高，高靠近 G318 国道，输电线路需与国道保持安全距离，需修建人抬便道 2km，部分塔位无法采用索道施工	施工难度低，可利用既有±800kV 金上-湖北线路施工道路，均采用索道施工，不需修建施工道路和人抬便道	南方案优
对居民集中区的影响	靠近柯拉乡居民集中区	远离居民集中区	南方案优

从表 3-21 可以看出，上述 2 个路径方案在海拔高度、穿越冰区方面基本相当，其他方面的比较情况如下：

线路长度、塔基数：南方案和北方案相比，南方案的线路长度更短，立塔数量更

少，对生态环境的影响更小。

环境敏感区、交通运输条件及施工难度：北方案开辟新的电力通道，避让雅江县柯拉乡呷滩水源地二级保护区；南方案基本与既有±800kV 金上-湖北线路并行走线，利用既有电力通道穿越雅江县柯拉乡呷滩水源地，采用双回架设，立塔 2 基。南方案虽穿越饮用水水源保护区，但施工难度低，可利用既有±800kV 金上-湖北线路施工道路，均采用索道施工，不需修建施工道路和人抬便道，因此对饮用水水源保护的影响小，且综合而言，对生态环境影响小。

对居民集中区的影响：南方案原来柯拉乡居民集中区，对居民影响小。

因此，从生态环境保护、工程技术和安全雅江县柯拉乡呷滩水源地雅江县呷拉镇湾地沟集中式饮用水水源保护区二级保护区采用南方案（设计推荐方案）是可行的，产生的环境影响是可以接受的。

3) 方案优化

①优化塔位位置，减少在饮用水水源保护区内立塔

线路在设计初期在饮用水水源保护区内立塔 3 基，在技术可行的条件下，优化靠近饮用水水源保护区边缘的 1 个塔基，将其调整在饮用水水源保护区范围外，同时在饮用水水源保护区塔基通过采取加大档距，减少塔基数量。本项目线路 II 推荐路径穿越饮用水水源地二级保护区约 2×1.4km，立塔 2 基，永久占地面积约 0.08hm²；线路距取水口最近约 1.3km，距一级保护区边界最近约 0.5km，不涉及水域范围。同时，饮用水水源保护区内的塔基采用全方位高低腿铁塔，尽量减小塔基占地面积，采用人工开挖方式，减少开挖面，并和铁塔基础同步设计拦挡、遮盖、排水等水土保持措施，进一步降低施工期产生的新增水土流失。

②优化饮用水水源保护区内施工方案，降低生态环境影响

鉴于穿越饮用水水源保护区段区域地势陡峭，通过优化塔基基础型式（如采用掏挖基础等），尽量降低土石方开挖量，结合实际地形和坡度情况，饮用水水源保护区内铁塔施工时，施工运输道路尽可能利用既有乡村道路和±800kV 金上-湖北线路的输运道路，材料运输均采用索道运输，不在饮用水水源保护区内设置牵张场等临时场地。采取以上优化措施后，能最大限度地降低本项目线路对饮用水水源保护区的影响。

4) 推荐方案环境合理性分析

本项目线路 II 穿越饮用水水源地二级保护区约 2×1.4km，立塔 2 基，永久占地面积约 0.08hm²；线路距取水口最近约 1.3km，距一级保护区边界最近约 0.5km，不涉

及水域范围，工程建设对保护区水体基本无影响。线路路径在设计初期在饮用水水源保护区二级保护区内立塔 3 基，为了减小对饮用水水源保护区的影响，优化位于边缘的塔基 1 基于保护区外。同时，线路采用索道运输，无需修建施工道路、人抬便道，对饮用水水源保护区影响小。推荐路径在施工阶段加强施工管理，架线阶段采用无人机等先进的架线方式，减小在饮用水水源保护区内临时施工用地面积，实现最大程度上减小对饮用水水源保护区的影响。从环境保护角度考虑，该路径方案是合理的。

4) 本项目与饮用水水源地的位置关系

本项目线路 II 穿越饮用水水源地二级保护区约 $2 \times 1.4\text{km}$ ，立塔 2 基，永久占地面积约 0.08hm^2 ；线路距取水口最近约 1.3km ，距一级保护区边界最近约 0.5km 。

5) 饮用水水源地主管部门意见

本项目线路 II 穿越雅江县柯拉乡呷滩水源地路径方案已取得主管部门甘孜州雅江生态环境局的同意意见。

(4) 雅江县呷拉镇湾地沟集中式饮用水水源保护区

1) 饮用水水源保护区概况

雅江县呷拉镇湾地沟集中式饮用水水源保护区属于河流型饮用水水源保护区。甘孜藏族自治州人民政府以甘府函〔2023〕175 号《甘孜藏族自治州人民政府关于同意调整划分雅江县呷拉镇乡镇集中式饮用水水源保护区的批复》同意该水源保护区划定方案。

根据《甘孜藏族自治州人民政府关于同意调整划分雅江县呷拉镇乡镇集中式饮用水水源保护区的批复》（甘府函〔2023〕175 号），饮用水水源保护区划定情况如下：

取水口坐标： $100^{\circ}55'30.17''\text{E}$ ， $30^{\circ}6'27.31''\text{N}$ ；

一级保护区范围：取水口下游 100m 至取水口上游 1000m （包括汇入的支流），多年平均水位对应高程线下的水域范围。一级保护区水域边界沿两岸外延 50m 的陆域范围。

二级保护区范围：取水口下游 100m 以上集水范围内除一级保护区外的全部水域和陆域范围。

2) 路径方案比选分析

本段路径在局部选线过程中，主要考虑因素包括饮用水水源保护区范围、自然保护区范围、生态保护红线、既有线路路径、区域地形地貌和地质情况等。

若线路向南绕行避让饮用水水源保护区，线路主要受以下因素限制（见图 3-9）：

①四川格西沟国家级自然保护区范围的限制。雅江县呷拉镇湾地沟集中式饮用水水源保护区和四川格西沟国家级自然保护区紧邻，线路若向南避让饮用水水源保护区，则进入四川格西沟国家级自然保护区范围内，对自然保护区造成环境影响；②受生态保护红线范围影响。线路向南绕行饮用水水源保护区需穿越生态保护红线约3.0km+3.0km，受20mm冰区影响，需采用2个单回走线，新建铁塔10基，增加对生态保护红线的影响；③受20mm冰区和海拔高度限制。线路经过区域海拔均在4500m左右，属于20mm冰区，且受区域地形、地质的影响，线路安全性受到影响。因此线路向南避让饮用水水源保护区的方案不可行。经实地踏勘选线，线路拟定了北、南两个局部比选方案。

①北方案

北方案向北走线向东北走线，避让饮用水水源保护区后，向东南走线，线路长约2×8.6km。

②南方案

南方案穿越雅江县呷拉镇湾地沟集中式饮用水水源保护区二级保护区，线路长度2×5.8km。

两个方案对比分析见表3-21。

表3-21 线路II在饮用水水源保护区附近路径方案对比分析

比较项目	北方案	南方案	比选结果
线路长度、塔基数	2×8.6km，塔基33基	2×7.1km，塔基25基	南方案优
架设方式	单回架设2×7.3km 双回架设2×1.3km	单回架设2×5.6km 双回架设2×1.5km	南方案优
海拔高度	3500~4300m	3500~4450m	相当
环境敏感区	避让雅江县呷拉镇湾地沟集中式饮用水水源保护区二级保护区；穿越生态保护红线长约2×4.5km，立塔20基	利用既有电力通道穿越雅江县呷拉镇湾地沟集中式饮用水水源保护区二级保护区长约2×5.8km（包括与生态保护红线重叠部分长约2×2.2km），立塔15基（包括与生态保护红线重叠部分铁塔10基）	南方案优
冰区	15mm冰区长约2×1.3km 20mm冰区长约2×7.3km	15mm冰区长约2×5.6km 20mm冰区长约2×1.5km	南方案优
施工难度	施工难度高	施工难度低	南方案优
施工道路	在饮用水水源保护区二级保护区内需修建人抬便道2km	不需修建施工道路和人抬便道	南方案优
索道站	在饮用水水源保护区二级保护区内设置索道站12座	在饮用水水源保护区二级保护区内设置索道站6座	南方案优

从表3-21可以看出，上述2个路径方案在海拔高度方面基本相当，其他方面的

比较情况如下：

线路长度、塔基数：北方案和南方案相比，南方案的线路长度更短，立塔数量更少，对生态环境的影响更小。

架设方式：北方案和南方案相比，南方案的单回架设长度更短。

环境敏感区：北方案避让了饮用水水源保护区二级保护区，但穿越生态保护红线长约 $2 \times 4.5\text{km}$ ，均为单回架设线路，立塔 20 基；南方案利用既有电力通道穿越雅江县呷拉镇湾地沟集中式饮用水水源保护区二级保护区长约 $2 \times 5.8\text{km}$ （包括与生态保护红线重叠部分长约 $2 \times 2.2\text{km}$ ），主要采用双回架设，立塔 15 基。南方案在环境敏感区内立塔数量更少，对生态保护红线和饮用水水源保护区的影响更小。

冰区：南方案经过 20mm 冰区的长度更短，安全风险更低。

施工难度：南方案经过区域气象条件更好，施工难度降低。

施工道路：北方案在饮用水水源保护区二级保护区内需修建人抬便道 2km；南方案不新建施工道路、人抬便道，南方案临时占地面积更大小，对生态环境影响更小。

索道站：南方案较北方案在饮用水水源保护区二级保护区内设置索道站数量更少，临时占地面积更大小，对生态环境影响更小。

因此，从生态环境保护、工程技术和安全风险角度综合分析，本项目线路穿越雅江县呷拉镇湾地沟集中式饮用水水源保护区二级保护区采用南方案（设计推荐方案）是可行的，产生的环境影响是可以接受的。

3) 方案优化

①优化线路路径方案，避让饮用水水源保护区一级保护区

受区域地形地质条件、既有电力通道、自然保护区、生态保护红线和饮用水水源保护区划定范围、工程技术条件等因素限制，本项目线路 II 无法避让雅江县呷拉镇湾地沟集中式饮用水水源保护区。线路在设计初期一档跨越饮用水水源保护区一级保护区，为了减小对饮用水水源保护区的影响，对穿越段路径进行了优化，线路避让一级保护区，利用既有电力通道穿越二级保护区，减少开辟新的电力走廊。

②优化塔位位置，减少在饮用水水源保护区内立塔

线路在设计初期在饮用水水源保护区内立塔 16 基，在技术可行的条件下，优化靠近饮用水水源保护区边缘的 1 个塔基，将其调整在饮用水水源保护区范围外，同时在饮用水水源保护区塔基通过采取加大档距，减少塔基数量。本项目线路 II 推荐路径穿越饮用水水源保护区二级保护区约 $2 \times 5.8\text{km}$ ，立塔 15 基，永久占地面积约 0.60hm^2 ；

线路距取水口最近约 0.56km，距一级保护区边界最近约 0.03km，不涉及水域范围。同时，饮用水水源保护区内的塔基采用全方位高低腿铁塔，尽量减小塔基占地面积，采用人工开挖方式，减少开挖面，并和铁塔基础同步设计拦挡、遮盖、排水等水土保持措施，进一步降低施工期产生的新增水土流失。

③优化饮用水水源保护区内施工方案，降低生态环境影响

鉴于穿越饮用水水源保护区段区域地势陡峭，通过优化塔基基础型式（如采用掏挖基础等），尽量降低土石方开挖量，结合实际地形和坡度情况，饮用水水源保护区内铁塔施工时，施工运输道路尽可能利用既有乡村道路和±800kV 金上-湖北线路的输运道路，材料运输均采用索道运输，不在饮用水水源保护区内设置牵张场等临时场地。采取以上优化措施后，能最大限度地降低本项目线路对饮用水水源保护区的影响。

4) 推荐方案环境合理性分析

饮用水水源保护区范围、自然保护区范围、生态保护红线、既有线路路径、区域地形地貌和地质情况等。本项目线路 II 推荐路径穿越饮用水水源保护区二级保护区约 2×5.8km，立塔 15 基，永久占地面积约 0.60hm²；线路距取水口最近约 0.56km，距一级保护区边界最近约 0.03km，不涉及水域范围，工程建设对保护区水体基本无影响。同时，推荐路径缩短了跨越饮用水水源保护区内的路径长度，尤其是减少了单回段的长度，线路采用索道运输，无需修建施工道路、人抬便道，对饮用水水源保护区影响小。推荐路径在施工阶段加强施工管理，架线阶段采用无人机等先进的架线方式，减小在饮用水水源保护区内临时施工用地面积，实现最大程度上减小对饮用水水源保护区的影响。从环境保护角度考虑，该路径方案是合理的。

5) 本项目与饮用水水源保护区的位置关系

本项目线路 II 穿越饮用水水源保护区二级保护区约 2×5.8km，立塔 15 基，永久占地面积约 0.60hm²；线路距取水口最近约 0.56km，距一级保护区边界最近约 0.03km。线路与饮用水水源保护区的位置关系见错误！未找到引用源。。

6) 饮用水水源保护区主管部门意见

本项目线路 II 穿越雅江县呷拉镇湾地沟集中式饮用水水源保护区路径方案已取得主管部门甘孜州雅江生态环境局的同意意见。

(5) 雅江县八角楼乡日基沟集中式饮用水水源保护区不可避让分析

1) 饮用水水源保护区概况

雅江县八角楼乡日基沟集中式饮用水水源保护区属于河流型饮用水水源保护区。

甘孜藏族自治州人民政府以甘府函〔2019〕218号《甘孜藏族自治州人民政府关于同意划定调整撤销泸定县磨西镇牛坪村小河沟等部分乡镇及以下集中式饮用水水源保护区的批复》同意该水源保护区划定方案。

根据《甘孜藏族自治州人民政府关于同意划定调整撤销泸定县磨西镇牛坪村小河沟等部分乡镇及以下集中式饮用水水源保护区的批复》（甘府函〔2019〕218号），饮用水水源保护区划定情况如下：

取水口坐标：101°9'47.36"E、30°3'30.96"N。

一级保护区范围：取水口下游100m至取水口上游1000m，多年平均水位对应的高程线下的水域范围。一级保护区水域边界沿两岸纵深50m的陆域范围；

二级保护区范围：取水口下游300m至取水口上游日基沟流域源头处，多年平均水位对应高程线下的除一级保护区外的水域范围。取水口下游300m起至上游整个集雨区域内除一级保护区以外的陆域范围。

2) 路径方案比选分析

本段路径在局部选线过程中，主要考虑因素包括饮用水水源保护区范围、生态保护红线、既有线路路径、区域地形地貌和地质情况等。

若线路向南绕行避让饮用水水源保护区，线路主要受以下因素限制（见图3-9）：

1) **受生态保护红线范围影响。**线路向南绕行饮用水水源保护区需穿越生态保护红线约2.5km+2.5km，受20mm冰区影响，需采用2个单回走线，新建铁塔10基，增加对生态保护红线的影响；2) **受20mm冰区和海拔高度限制。**线路经过区域海拔在4500m左右，属于20mm冰区，且受区域地形、地质的影响，线路安全性受到影响。因此线路向南避让饮用水水源保护区的方案不可行。经实地踏勘选线，线路拟定了北、南两个局部比选方案。

①北方案

北方案向北走线向东北走线，避让饮用水水源保护区后，向东南走线，线路长约2×5.6km。

②南方案

南方案穿越雅江县八角楼乡日基沟集中式饮用水水源保护区二级保护区，线路长度2×4.3km。

两个方案对比分析见表3-21。

表 3-22 线路 II 在饮用水水源保护区附近路径方案对比分析

比较项目	北方案	南方案	比选结果
线路长度、塔基数	2×5.6km，塔基 11 基	2×4.3km，塔基 8 基	南方案优
架设方式	双回架设	双回架设	相当
海拔高度	3300~3900m	3300~3900m	相当
环境敏感区	避让雅江县呷拉镇湾地沟集中式饮用水水源保护区二级保护区	利用既有电力通道穿越雅江县呷拉镇湾地沟集中式饮用水水源保护区二级保护区长约 2×2.5km（包括与生态保护红线重叠部分长约 2×1.3km），立塔 5 基（包括与生态保护红线重叠部分铁塔 1 基）	北方案优
交叉跨越	与±800kV 线路交叉 2 次	不交叉	南方案优
冰区	15mm 冰区	15mm 冰区	相当
施工难度	施工难度低	施工难度低	相当
施工道路	需修建人抬便道 5km	不需修建施工道路，尽可能利用±800kV 金上-湖北线路施工道路，需修建人抬便道 2km	南方案优

从表 3-21 可以看出，上述 2 个路径方案在架设方式、海拔高度、冰区和施工难度方面基本相当，其他方面的比较情况如下：

线路长度、塔基数：2 个方案相比较，南方案的线路长度更短。

环境敏感区：北方案避让了饮用水水源保护区；南方案利用规划电力通道穿越雅江县呷拉镇湾地沟集中式饮用水水源保护区二级保护区长约 2×2.5km（包括与生态保护红线重叠部分长约 2×1.3km）。

交叉跨越：北方案与±800kV 线路交叉 2 次，交叉跨越位置技术难度大；南方案基本与±800kV 线路并行走线，无交叉。

施工道路：北方案需修建人抬便道 5km；南方案在利用±800kV 金上-湖北线路施工道路，仅新建人抬便道 2km。

因此，从生态环境保护、工程技术和安全风险角度综合分析，本项目线路穿越雅江县八角楼乡日基沟集中式饮用水水源保护区二级保护区采用南方案（设计推荐方案）是可行的，产生的环境影响是可以接受的。

3) 方案优化

①优化塔位位置，减少在饮用水水源保护区内立塔

受区域地形地质条件、既有电力通道、生态保护红线和饮用水水源保护区划定范围、工程技术条件等因素限制，本项目线路 II 无法避让雅江县八角楼乡日基沟集中式

饮用水水源保护区。线路在设计初期在饮用水水源保护区内立塔 6 基，在技术可行的条件下，优化靠近饮用水水源保护区边缘的 1 个塔基，将其调整在饮用水水源保护区范围外，同时在饮用水水源保护区塔基通过采取加大档距，减少塔基数量。本项目线路 II 推荐路径穿越穿越饮用水水源保护区二级保护区约 $2\times 2.5\text{km}$ ，立塔 5 基，永久占地面积约 0.2hm^2 。同时，饮用水水源保护区内的塔基采用全方位高低腿铁塔，尽量减小塔基占地面积，采用人工开挖方式，减少开挖面，并和铁塔基础同步设计拦挡、遮盖、排水等水土保持措施，进一步降低施工期产生的新增水土流失。

②优化饮用水水源保护区内施工方案，降低生态环境影响

鉴于穿越饮用水水源保护区段区域地势陡峭，通过优化塔基基础型式（如采用掏挖基础等），尽量降低土石方开挖量，结合实际地形和坡度情况，饮用水水源保护区内铁塔施工时，施工运输道路尽可能利用既有乡村道路和 $\pm 800\text{kV}$ 金上-湖北线路的输运道路，材料运输均采用索道运输，不在饮用水水源保护区内设置牵张场等临时场地。采取以上优化措施后，能最大限度地降低本项目线路对饮用水水源保护区的影响。

4）推荐方案环境合理性分析

本项目线路 II 推荐路径穿越穿越饮用水水源保护区二级保护区约 $2\times 2.5\text{km}$ ，立塔 5 基，永久占地面积约 0.2hm^2 ；线路距取水口最近约 1.2km ，距一级保护区边界最近约 0.3km ，不涉及水域范围，工程建设对保护区水体基本无影响。同时，推荐路径缩短跨越饮用水水源保护区内的路径长度，且无需修建施工道路，修建人抬便道长度短，对饮用水水源保护区影响更小。推荐路径在施工阶段加强施工管理，架线阶段采用飞艇架线等先进的架线方式，减小在饮用水水源保护区内临时施工用地面积，实现最大程度上减小对饮用水水源保护区的影响。从环境保护角度考虑，该路径方案是合理的。

5）本项目与饮用水水源保护区的位置关系

本项目线路 II 穿越饮用水水源保护区二级保护区约 $2\times 2.5\text{km}$ ，立塔 5 基，永久占地面积约 0.2hm^2 ；线路距取水口最近约 1.2km ，距一级保护区边界最近约 0.3km 。线路与饮用水水源保护区的位置关系见图 3-10。

6）饮用水水源保护区主管部门意见

本项目线路 II 穿越雅江县八角楼乡日基沟集中式饮用水水源保护区路径方案已取得主管部门甘孜州雅江生态环境局的同意意见。

（6）康定市呷巴乡呷巴下村水源地（分散式）避让分析

1）饮用水水源保护地概况

康定市呷巴乡呷巴下村水源地（分散式）属于地下水饮用水水源地。甘孜藏族自治州人民政府以甘府函〔2019〕224号《甘孜藏族自治州人民政府关于同意康定市麦崩乡磨子沟等乡镇集中式饮用水水源地调整为分散式饮用水水源地的批复》同意该饮用水水源地划定方案。

根据《甘孜藏族自治州人民政府关于同意康定市麦崩乡磨子沟等乡镇集中式饮用水水源地调整为分散式饮用水水源地的批复》（甘府函〔2019〕224号），水源保护地划定情况如下：

取水口坐标：101°34'1"E、29°57'33"N。

一级保护区范围：以取水口为中心，以350m为半径组成的圆形区域；

二级保护区范围：以取水口为中心，以3500m为半径组成的多边形区域（一级保护区除外）。

2) 路径方案比选分析

本段路径在局部选线过程中，主要考虑因素包括饮用水水源保护地范围、甘孜1000kV变电站出线规划、集中村庄分布区、规划线路路径、规划风光基地、区域地形地貌和地质情况等。经实地踏勘选线，线路拟定了北、南两个局部比选方案。

①北方案

北方案线路行进至新都桥村后平行拟建木绒-新都桥改接甘孜特500kV线路走线，避让沿线规划风光基地，穿越呷巴乡呷巴下村水源地、跨过S215省道后左转进入甘孜1000kV变电站。线路长约2×5.6km。

②南方案

南方案线路行进至新都桥村后平行拟建木绒-新都桥改接甘孜特500kV线路走线，为避让呷巴乡呷巴下村水源地，向南穿越规划风光基地，跨过S215省道、穿越贡嘎山国家级风景名胜区后进入甘孜1000kV变电站。线路长约2×9.3km。两个方案对比分析见表3-21。

表 3-23 线路在饮用水水源保护地附近路径方案对比分析

比较项目	北方案	南方案	比选结果
线路长度	2×5.6km, 14基	2×9.3km, 23基	北方案优
海拔高度	3400m~3950m	3400m~4150m	北方案优
环境敏感区	穿越呷巴乡呷巴下村水源地二级保护区长约2×1.9km, 涉及铁塔4基	穿越规划风光基地长约2×4km, 涉及铁塔9基, 穿越贡嘎山国家级风景名胜区长约2×1.1km, 涉及铁塔2基	北方案优
冰区	10mm 冰区	10mm 冰区	相当
施工难度	施工难度较低	施工难度较低	相当
交通运输条件	沿线有S215省道及乡村道路, 走线较低, 塔位离道路较近, 总体交通条件较好	沿线有S215省道及乡村道路, 走线较高, 部分塔位离道路较远, 需修筑施工道路, 总体交通条件一般	北方案优
集中居民区	已避让	已避让	相当

从表 3-21 可以看出, 上述 2 个路径方案的冰区、施工难度和避让居民集中区等方面基本相当, 其他方面的比较情况如下:

线路长度: 2 个方案相比较, 北方案的线路长度最短。

海拔高度: 北方案走线更低。

环境敏感区: 南方案需穿越规划风光基地长约 2×4km, 涉及铁塔 9 基, 穿越贡嘎山国家级风景名胜区长约 2×1.1km, 涉及铁塔 2 基, 将对风景名胜区内野生动植物、生态系统、景观视线造成局部不利影响。北方案穿越呷巴乡呷巴下村水源地二级保护区长约 2×1.9km, 涉及铁塔 4 基。

交通运输条件: 北方案塔位离道路更近, 交通条件更好。

因此, 从生态环境保护角度, 本项目线路 II 穿越呷巴乡呷巴下村水源地(分散式)二级保护区采用南方案(设计推荐方案)是可行的, 产生的环境影响是可以接受的。

3) 方案优化

①优化塔位位置, 减少在饮用水水源保护区内立塔

本项目线路 II 推荐路径穿越饮用水水源保护区二级保护区约 2×5.8km, 立塔 15 基, 永久占地面积约 0.60hm²; 线路距取水口最近约 0.56km, 距一级保护区边界最近约 0.03km, 不涉及水域范围。在饮用水水源保护区塔基通过采取加大档距, 减少塔基数量。同时, 饮用水水源保护区内的塔基采用全方位高低腿铁塔, 尽量减小塔基占地面积, 采用人工开挖方式, 减少开挖面, 并和铁塔基础同步设计拦挡、遮盖、排水等

水土保持措施，进一步降低施工期产生的新增水土流失。

②优化饮用水水源保护区内施工方案，降低生态环境影响

鉴于穿越饮用水水源保护区段区域地势陡峭，通过优化塔基基础型式（如采用掏挖基础等），尽量降低土石方开挖量，结合实际地形和坡度情况，饮用水水源保护区内铁塔施工时，施工运输道路尽可能利用既有乡村道路和±800kV 金上-湖北线路的输运道路，材料运输均采用索道运输，不在饮用水水源保护区内设置牵张场等临时场地。采取以上优化措施后，能最大限度地降低本项目线路对饮用水水源保护区的影响。

4) 推荐方案环境合理性分析

本项目线路推荐路径穿越饮用水水源地二级保护区约 $2 \times 1.9\text{km}$ ，立塔 4 基，永久占地面积约 0.16hm^2 ；线路距取水口最近约 0.63km ，距一级保护区边界最近约 0.3km ，工程建设对保护区水体基本无影响。同时，推荐路径缩短跨越饮用水水源保护区内的路径长度，且无需修建施工道路，修建人抬便道长度短，对饮用水水源保护区影响小。推荐路径在施工阶段加强施工管理，架线阶段采用飞艇架线等先进的架线方式，减小在饮用水水源保护区内临时施工用地面积，实现最大程度上减小对饮用水水源保护区的影响。从环境保护角度考虑，该路径方案是合理的。

5) 本项目与水源保护区的位置关系

本项目线路穿越呷巴乡呷巴下村水源地（分散式）二级保护区约 $2 \times 1.9\text{km}$ ，立塔 4 基，永久占地面积约 0.16hm^2 ；线路距取水口最近约 0.63km ，距一级保护区边界最近约 0.3km 。

6) 水源保护区主管部门意见

本项目线路跨越呷巴乡呷巴下村水源地（分散式）路径方案已取得主管部门甘孜州康定生态环境局的同意意见。

(7) 优先保护单元的不可避让分析

本项目线路I所在区域分布有四川火龙沟自然保护区、四川沙鲁里山国家森林公园和生态功能重要区（生物多样性维护重要区、水土保持功能重要区、水源涵养重要区），属于优先保护单元。

四川火龙沟自然保护区、四川沙鲁里山国家森林公园的不可避让分析已在前述内容展开，生态功能重要区（生物多样性维护重要区、水土保持功能重要区、水源涵养重要区）等优先管控单元在区域内为大范围星落分布，无法绕避。线路I全线与±800kV 金上~湖北特高压直流线路并行走线，减少新开辟走廊，通过优化线路走廊间距和减小

塔基数量，减少塔基占地植被破坏，且采取施工期水土保持措施，不会破坏区域现有生态功能。

（8）线路路径方案特点

根据设计资料及现场调查，线路 II 所经区域地形主要为高山、山地和峻岭，土地利用类型主要为林地、草地，植被类型主要为自然植被，植被型包括针叶林、针阔混交林等，自然植被代表性物种有岷江冷杉、冷杉、云杉、川西云杉、高山松、白桦、川滇高山栎、矮高山栎、华西蔷薇、小叶栒子、堆花小檗、披碱草、早熟禾、圆穗蓼、野青茅、羊茅等。线路沿线零星分布有民房，距线路最近距离约 20m。线路 II 穿越理塘县和雅江县的生态保护红线总长约 $2 \times 7.4\text{km}$ ，涉及铁塔 16 基，永久占地面积约 0.64hm^2 （其中线路 II 穿越理塘县生态保护红线长约 $2 \times 4.9\text{km}$ ，涉及铁塔 12 基，永久占地面积约 0.48hm^2 ；穿越雅江县生态保护红线长约 $2 \times 2.5\text{km}$ ，涉及铁塔 4 基，永久占地面积约 0.16hm^2 ；不涉及康定市生态保护红线）。线路 II 穿越雅江县呷拉镇湾地沟集中式饮用水水源保护区二级保护区约 $2 \times 5.8\text{km}$ ，立塔 15 基，永久占地面积约 0.60hm^2 ；穿越雅江县八角楼乡日基沟集中式饮用水水源保护区二级保护区约 $2 \times 2.5\text{km}$ ，立塔 5 基，永久占地面积约 0.2hm^2 ；穿越呷巴乡呷巴下村饮用水源地（分散式）二级保护区约 $2 \times 1.9\text{km}$ ，立塔 4 基，永久占地面积约 0.16hm^2 。线路 II 位于四川省甘孜州理塘县、雅江县、康定市境内（理塘县、雅江县、康定市境内线路分别长约 $2 \times 23.4\text{km}$ 、 $2 \times 85.7\text{km}$ 、 $2 \times 27.9\text{km}$ ）。

本项目线路 II 路径具有以下特点：**1）环境制约因素：**①线路不涉及国家公园、自然保护区、世界自然遗产等生态敏感区；②线路路径不涉及一级林地；③线路路径选择时尽量避让集中居民点，并尽量增大线路与周围居民的距离，减小对周围居民的影响；④线路 II 穿越雅江县呷拉镇湾地沟集中式饮用水水源保护区二级保护区约 $2 \times 5.8\text{km}$ ，立塔 15 基，永久占地面积约 0.60hm^2 ；穿越雅江县八角楼乡日基沟集中式饮用水水源保护区二级保护区约 $2 \times 2.5\text{km}$ ，立塔 5 基，永久占地面积约 0.2hm^2 ；穿越呷巴乡呷巴下村饮用水源地（分散式）二级保护区约 $2 \times 1.9\text{km}$ ，立塔 4 基，永久占地面积约 0.16hm^2 。**2）环境影响程度：**线路电磁环境采用类比分析法结合模式预测法，线路按照设计规程要求实施并抬高后，投运后产生的电场强度、磁感应强度均满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中相应评价标准要求；线路噪声采用类比分析，投运后产生的噪声均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中相应评价标准要求。综上所述，本项目线路能满足《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ 1113-2020）中关于选址选线的要求。**因此，从环境制约因素和环境影响程度分析，本项目线路路**

径选择合理。

3.2.4 与政策法规的符合性分析

3.2.4.1 与产业政策的符合性分析

本项目属电力基础设施建设，是国家发展和改革委员会令 2023 年第 7 号《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中“第一类鼓励类”——第四条“电力”——“2.电力基础设施建设”、“电网改造与建设”项目，符合国家产业政策。

3.2.4.2 与电网规划的符合性分析

本项目为川藏铁路（甘孜段）配套供电工程（一期），已纳入“十四五”电力发展规划重点项目，四川省发展和改革委员会以《四川省发展和改革委员会关于川藏铁路（甘孜段）配套供电工程（一期）项目核准的批复》（川发改能源〔2026〕143 号）对本项目可研报告进行了批复，符合国家和四川电网建设规划。

3.2.4.3 与城镇规划的符合性分析

本项目新建理塘500kV变电站位于甘孜州理塘县奔戈乡（龙桥站址），理塘县自然资源局明确同意该站址；本项目线路位于四川省甘孜州白玉县、巴塘县、理塘县、雅江县和康定市境内，在选线过程中与自然资源、林草等部门进行了收资调研和路径协调工作，并根据相关部门的意见对线路路径进行了优化，巴塘县自然资源局、白玉县自然资源局、理塘县自然资源局、雅江县自然资源局、康定市自然资源局、雅江生态环境局均对线路路径方案进行了确认，符合当地总体规划要求。

3.2.4.4 与区域国土空间规划的符合性分析

《甘孜藏族自治州国土空间总体规划（2021—2035 年）》中第 123 条明确“建设特高压和超高压变电换流站。…新增毛垭、理塘等 500 千伏变电站…建设和预留电力外送通道”。

本项目属于川藏铁路（甘孜选）配套供电工程（一期），新建理塘 500kV 变电站和帮果换流换流站-理塘变电站-甘孜特高压变电站线路工程，符合《甘孜藏族自治州国土空间总体规划（2021-2035 年）》要求。

3.2.4.5 与生态环境保护规划的符合性

（1）与甘孜州主体功能定位的符合性

根据《甘孜藏族自治州国土空间总体规划（2021—2035年）》，本项目所在区域属于国家级重点生态功能区，不涉及禁止开发区域。重点生态功能区以维护区域生态系统完整性、增强生态脆弱区系统抗干扰能力、促进自然生态系统质量整体改善和生

态产品供给能力全面增强为重点，全面落实生态管控。

本项目新建理塘 500kV 变电站站址属于一般草地，线路路径选择及塔基定位尽量避开滑坡、崩塌等不良地质现象易发区，避开水土流失严重区，避开植被茂盛区，减小对地表附着植被的破坏。施工期塔基建设呈点状分布，采取表土剥离、草皮剥离等植被保护措施，并对剥离的草皮和表土进行堆存养护，施工结束后对临时占地区域进行表土回覆、土地整治和草皮回铺，能最大限度地恢复森林和草原植被。总而言之，本项目建设对生态系统的影响较小，通过采取植被恢复措施，能够快速恢复生态系统质量。**综上，采取以上措施后，项目建设对生态系统完整性影响小，对生态脆弱区系统干扰小，项目建设与区域生态功能是相符的。**

（2）与四川省生态功能区划的符合性

根据《四川省生态功能区划图》，本项目涉及的生态功能区划见表 3-24。

表 3-24 本项目评价区涉及的四川省生态功能区划一览表

生态功能区	生态保护与发展方向
III3-1 贡嘎山冰川与生物多样性保护生态功能区	保护森林和草原植被，保护生物多样性；保护冰川自然景观。巩固天然林保护和退耕还林成果。加强区域山地灾害的综合整治，防治水土流失。规范发展旅游业，规范和严格管理水电业和矿产业。禁止发展对生态环境和自然景观破坏严重的开发项目，禁止建设污染型工业企业。
III3-2 雅砻江中游林牧业与土壤保持生态功能区	保护森林和草原植被，保护生物多样性；巩固天然林保护和退耕还林成果。防治山地灾害和水土流失。科学发展林牧业，合理开发水力资源，禁止建设污染强度大的工业企业。
III3-3 沙鲁里山牧业与生物多样性保护生态功能区	保护森林和草原植被，保护生物多样性；巩固天然林资源保护成果。防治水土流失。发展规模化、现代化的畜牧业；加强草场基本建设，改良牧草，建立人工饲草基地，防止草场退化、沙化。保护林草植被，防止自然和旅游资源开发以及畜牧业生产对生态环境的破坏或不利影响。
III3-4 金沙江上游林牧业与水源涵养生态功能区	保护森林和草原植被，保护生物多样性；巩固长江上游防护林建设、天然林保护和退耕还林成果。加强水土流失和山地灾害的治理；科学发展林业、牧业，加强草场基本建设，改良牧草，建立人工饲草基地，防止草场退化、沙化；规范和严格管理水电、矿产业。

本项目新建理塘 500kV 变电站站址不涉及林区，线路路径选择尽量避让集中林区，对于无法避让的林区，采用提高导线对地高度的方式进行设计，且尽量使用占地面积小的铁塔，在满足设计使用强度的要求下，尽量增大档距，减小林区内铁塔数量，以进一步减小林木砍伐量。本项目路径选择及塔基定位尽量避开滑坡、崩塌等不良地质现象易发区，避开水土流失严重区，避开植被茂盛区，减小对地表附着植被的破坏。施工期间采取表土剥离、草皮剥离等植被保护措施，并对剥离的草皮和表土进行堆存养护，施工结束后对临时占地区域进行表土回覆、土地整治和草皮回铺，能最大限度地恢复森林和草原植被。施工期间对水土流失严重区提高水土流失防治标准和等级，优化施工工艺，缩小地表扰动和植被破坏范围，并强化塔基和临时占地处的水土保持

措施，根据塔基处地形情况砌筑护坡、挡土墙、截排水沟和沉砂池，对占地范围内的表土、草皮进行剥离，对临时堆土采用密目网进行遮盖，用编织袋进行拦挡，尽量减少新增水土流失量。本项目不属于水电、矿产业。本项目施工不涉及水域，运行期变电站内产生的生活污水利用站内设置的地理式污水处理装置处置综合利用（站区绿化），不对外，不会影响站外水环境；线路跨越地表水体时，采取一档跨越，不在水中立塔，且两岸塔基尽量远离河岸，通过加强施工管理，禁止施工废水、生活污水、生活垃圾、施工弃土等排入水体，不在水体边设置弃土场、施工营地、牵张场等设施，不会影响跨越水体的现有功能。**采取以上措施后，可逐步恢复区域自然生态，不会影响生态系统的结构和功能，项目建设与区域生态功能是相符的。**

（3）与《四川省“十四五”生态环境保护规划》的符合性

根据《四川省“十四五”生态环境保护规划》（川府发〔2022〕2号），“十四五”期间要求推动能源利用方式绿色转型：优化能源供给结构。……加快推进天然气管网、电网等设施建设，有力保障“煤改气”、“煤改电”等替代工程。本项目为川藏铁路（甘孜段）配套供电工程（一期），其建设是为了满足金上水电外送需求，加强川藏联网通道，提升直流送电可靠性，因此本项目建设符合《四川省“十四五”生态环境保护规划》的相关要求。

3.2.4.6 与《输变电建设项目环境保护技术要求》的符合性

本项目与《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ1113-2020）选址选线的符合性分析见表 3-25。

表 3-25 本项目与《输变电建设项目环境保护技术要求》选址选线符合性分析

《输变电建设项目环境保护技术要求》 (HJ1113-2020)	项目实际建设情况	符合性
5.2 输变电建设项目选址选线应符合生态保护红线管控要求，避让自然保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区。确实因自然条件等因素限制无法避让自然保护区实验区、饮用水水源二级保护区等环境敏感区的输电线路，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。	本工程新建理塘 500kV 变电站不涉及自然保护区、饮用水水源保护区、生态保护红线等环境敏感区；线路涉及四川火龙沟省级自然保护区、沙鲁里山国家级森林公园、饮用水水源保护区、生态保护红线等环境敏感区在满足相关法律法规及管理要求的前提下均对线路方案进行不可避让论证分析，并提出减缓措施。	符合
5.3 变电工程在选址时应按终期规模综合考虑进出线走廊规划，避免进出线进入自然保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区。	新建理塘 500kV 变电站在选址时按规划终期规模考虑了进出线走廊规划，不进入自然保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区。	符合

5.4 户外变电工程及规划架空进出线选址选线时，应关注以居住、医疗卫生、文化教育、科研行政办公等为主要功能的区域，采取综合措施，减少电磁和声环境影响。	新建理塘 500kV 变电站为户外变电站，线路尽可能采用同塔双回架空架线，降低了运营期电磁和声环境影响。	符合
5.5 同一走廊内的多回输电线路，宜采取同塔多回架设、并行架设等形式，减少新开辟走廊，优化线路走廊间距，降低环境影响。	线路尽可能采用同塔双回架空架线，降低了运营期电磁环境影响。	符合
5.6 原则上避免在 0 类声环境功能区建设变电工程。	新建理塘 500kV 变电站位于 2 类声功能区，不涉及 0 类声环境功能区。	符合
5.7 变电工程选址时，应综合考虑减少土地占用、植被砍伐和弃土弃渣等，以减少对生态环境的不利影响。	新建理塘 500kV 变电站设计已考虑尽可能减少土地占用；站址地势较平坦，经土石方综合平衡后无弃土产生，不设置弃土场。站址土地利用现状为草地，不涉及林木砍伐，尽可能减少对生态环境的不利影响。	符合
5.8 输电线路宜避让集中林区，以减少林木砍伐，保护生态环境。	本项目线路经过区域经过集中林区时尽可能采取高空跨越方式，减少林木砍伐量。	符合
5.9 进入自然保护区的输电线路，应按照 HJ19 的要求开展生态现状调查，避让保护对象的集中分布区。	本项目线路 I 进入自然保护区时按照 HJ19 的要求开展生态现状调查，避让保护对象的集中分布区。	符合
6.2 电磁环境保护架空输电线路经过电磁环境敏感目标时，应采取避让或增加导线对地高度等措施，减少电磁环境影响。	本项目线路通过合理选择线路路径、设置转角塔等措施尽可能避让电磁环境敏感目标，导线对地高度按照不低于设计规程规定的居民区导线对地最低高度 14m 考虑，减少了电磁环境影响。	符合
6.3 声环境保护户外变电工程总体布置应综合考虑声环境影响因素，合理规划，利用建筑物、地形等阻隔噪声传播，减少对声环境敏感目标的影响。	新建理塘 500kV 变电站站外无声环境敏感目标，变电站总平面布置设计时利用主变和高抗防火墙、主控通信楼等建（构）筑物阻隔噪声传播，减小影响。	符合

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

3.2.4.7 与自然保护区管理要求的符合性分析

线路 I 穿越火龙沟自然保护区实验区长约 $2 \times 28.5\text{km}$ （双回）+ $2 \times 0.5\text{km}$ （单回），新建铁塔 40 基，永久占地面积约 1.6hm^2 ；线路 I 距缓冲区、核心区分别最近约 0.06km 、 1.9km 。本项目线路 I 与自然保护区相关法律法规的符合性见表 3-26。

表 3-26 本项目线路 I 与自然保护区相关法律法规的符合性

分项名称	具体要求	本项目	是否符合
《中华人民共和国自然保护区条例》（2026 年 3 月 15 日起施行）	第二十七条 自然保护区一般控制区内仅允许开展下列人为活动： （一）核心保护区允许开展的活动； （二）符合国土空间规划且无法避让的重要基础设施的建设、运行和维护； （三）古生物化石调查发掘，基础地质调查，战略性矿产资源远景调查和规定范围内的战略性矿产资源勘查； （四）珍稀濒危野生动植物的野化、繁殖，非破坏性的标本采集活动； （五）与自然保护区保护目标一致的人工商品林抚育、树种更新等森林经营活动； （六）科普宣传、生态旅游、教育文化体育等公共服务活动； （七）法律、行政法规规定或者国务院批准的其他活动。	本项目属于输变电基础设施项目，不属于参观、旅游项目，也不涉及参观、旅游活动，不属于自然保护区实验区内禁止进行的活动。通过加强施工和运行管理，禁止施工、运行人员进入保护区核心保护区（核心区和缓冲区），在施工过程中采取植被保护和植被恢复措施，能尽量降低施工期生态环境影响，不与自然保护区管理目标相冲突。	符合
《四川省自然保护区管理条例》（2018 年 9 月 30 日）	第十八条 禁止在自然保护区内进行砍伐、放牧、狩猎、捕捞、采药、开垦、烧荒、开矿、采石、挖沙等活动；但是，法律、行政法规另有规定的除外。 第二十一条 在自然保护区的实验区内开展参观、旅游活动的，由自然保护区管理机构编制方案，方案应当符合自然保护区管理目标。 在自然保护区组织参观、旅游活动的，应当严格按照前款规定的方案进行，并加强管理；进入自然保护区参观、旅游的单位和个人，应当服从自然保护区管理机构的管理。 严禁开设与自然保护区保护方向不一致的参观、旅游项目。 第二十五条 在自然保护区引种繁殖动植物或采集动植物标本、种源，应当按照国家有关规定办理审批手续。	1、本项目属于输变电基础设施项目，不属于砍伐、放牧、狩猎、捕捞、采药、开垦等活动。 2、本项目不属于参观、旅游项目，也不涉及参观、旅游活动，不属于自然保护区内禁止进行的活动。通过加强施工和运行管理，禁止施工、运行人员进入保护区缓冲区和核心区范围，在施工过程中采取植被保护和植被恢复措施，能尽量降低施工期生态环境影响，不与自然保护区管理目标相冲突。 3、本项目不开展引种繁殖动植物或采集动植物标本、种源等活动。	符合
《自然资源部国家林业和草原局关于做好自然保护区范围及功能分区优化调整前期有关工作的函》（自然资函〔2020〕71 号）	五、细化管控要求 （二）一般控制区 除满足国家特殊战略需要的有关活动外，原则上禁止开发性、生产性建设活动。仅允许以下对生态功能不造成破坏的有限人为活动： …… 7.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……	本项目不属于开发性、生产性建设活动，线路运行期间不产生废气、废水、废渣等污染物。本项目穿越自然保护区的为输电线路，属于线性基础设施，由于接入系统规划、电力通道等因素无法避让自然保护区实验区（一般控制区），线路仅塔基占地为永久占地，其余临时占地施工结束后均进行植被恢复，能尽量降低生态环境影响。根据四川省林业和草原局确认，本项目线路属于一般控制区内允许开展的“必须且无法避让、符合县级以上国土空间规划的线性基础设施建设”等人为活动的管控要求。	符合

从表 3-26 可以看出，本项目属于输变电基础设施项目，由于受线路总体路径走向、区域地形地貌条件、地质条件、区域既有电力设施分布、自然保护区分布范围等

因素限制，线路无法避让四川火龙沟省级自然保护区实验区；本项目不属于开发性、生产性建设活动，线路运行期间不产生废气、废水、废渣等污染物，线路通过采取优化线路架设方式（如尽量利用电力通道走线）、尽量缩短穿越自然保护区的长度、减少自然保护区内塔基数量及占地、优化塔基基础型式（如采用嵌岩桩基础、掏挖基础等）、优化施工工艺（如采取植被破坏程度轻的索道运输方式）、减小植被破坏、加强施工期的水土保持措施（如表土剥离、排水、拦挡等）、加强施工管理（如限制作业范围、尽量避免在自然保护区内设置牵张场等临时设施）等减缓措施，采取等当量植被恢复等补偿措施，降低对自然保护区内重要物种及生态系统的影响，并最大限度地保持自然保护区的生物多样性和生态功能，降低生态环境不利影响。建设单位已委托相关单位同步编制本项目穿越自然保护区的专题论证报告，并明确本项目线路属于实验区（一般控制区）内允许开展的“必须且无法避让、符合县级以上国土空间规划的线性基础设施建设”等人为活动的管控要求，故本项目建设符合《中华人民共和国自然保护区条例》（2026年3月15日起施行）、《四川省自然保护区管理条例》（2018年9月30日）、自然资函〔2020〕71号文的要求。

综上所述,本项目线路 I 穿越四川火龙沟省级自然保护区实验区符合自然保护区的相关管理要求，穿越自然保护区的方案产生的环境影响是可接受的。

3.2.4.8 与森林公园管理要求的符合性分析

本项目线路I穿越四川沙鲁里山国家森林公园一般游憩区总长约 $2\times 25.9\text{km}$ （双回）+ $2\times 0.75\text{km}$ （单回），新建铁塔 50 基（其中与四川火龙沟省级自然保护区重叠的铁塔 27 基，新建铁塔 23 基），永久占地面积约 0.92hm^2 （扣除与自然保护区重叠铁塔的占地）。本项目线路I与森林公园相关法律法规的符合性见表 3-27。

表 3-27 本项目线路 I 与穿越森林公园相关法律法规的符合性

分项 名称	具体要求	本项目	是否 符合
《国家林业和草原局关于印发<国家级自然公园管理办法（试行）的通知>》（林保规〔2023〕4号）	禁止擅自在国家级自然公园内从事采矿、房地产、开发区、高尔夫球场、风力光伏电站等不符合管控要求的开发活动。禁止违规侵占国家级自然公园，排放不符合水污染物排放标准的工业废水、生活污水及其他的废水、污水，倾倒、堆放、丢弃、遗撒固体废物等污染生态环境的行为。	四川沙鲁里山国家森林公园属于国家级自然公园，本项目不属于采矿、房地产、开发区、高尔夫球场、风力光伏电站等禁止进行的开发活动，在森林公园内不涉及变电站建设，仅建设线路，仅线路塔基占地为永久占地，线路运行期不产生废水和固体废物，施工不涉及水域范围，通过加强施工管理和施工组织设计，禁止施工废水、生活污水、生活垃圾、弃土等排入降曲等水体，施工结束后及时清理现场，不会影响对森林公园内水体造成影响。	符合

分项 名称	具体要求	本项目	是否 符合
《四川省森林公园管理条例》（2001年1月1日）	第十四条“...不得兴建破坏森林资源和景观、妨碍游览、污染环境的工程设施。建设项目的定点和设计方案，应当经林业行政主管部门审查同意后，按照国家基本建设程序报有关行政主管部门审批...” 第二十条“任何单位和个人不得擅自填堵森林公园的自然水系；禁止在森林公园内超标排放污水，乱倒乱扔生活垃圾和其他污染物。” 第二十一条“任何单位和个人不得擅自占用森林公园内的林地。确需征用、占用的，用地单位应当提出申请，经县级以上林业行政主管部门审核同意后，按照土地管理法律、法规的规定办理审批手续。”	本项目线路I无法避让森林公园范围，线路属于基础设施工程，运行期不产生大气污染物、废污水及固体废物，不属于妨碍游览、污染环境的工程设施，线路I仅穿越森林公园的一般游憩区，不涉及核心景观区和生态保育区，仅占地范围内砍伐少量林木，不会对森林公园内的森林资源造成明显影响。四川省林业和草原局原则同意本项目线路穿越四川沙鲁里山国家森林公园一般游憩区的建设方案。 本项目运行期不涉及废污水排放，施工不涉及水域范围，通过加强施工管理和施工组织设计，禁止施工废水、生活污水、生活垃圾、弃土等排入降曲等水体，施工结束后及时清理现场，不会影响对森林公园内水体造成影响。 3.本项目线路无法避让森林公园内的林地，但不涉及一级林地，建设单位正在按照相关要求办理使用林地审批手续。	符合
《四川省林业和草原局关于建设项目涉及森林公园及使用森林公园林地有关问题的复函》（川林造函〔2018〕967号）	一、（一）涉及需要使用森林公园林地的。应在全面准确开展现地调查及内业对比的基础上，编写《建设项目使用林地可行性报告》.....客观分析对森林公园的影响，充分论证并明确论证结论意见。 二、建设项目临时使（占）用森林公园林地，由具有审批权的林业主管部门依照《建设项目使用林地审核审批管理办法》、《建设项目使用林地审核审批规范》以及《国家林业局关于进一步加强临时占用林地监督管理的通知》（林资发〔2015〕121号）等相关要求，依法审批。	1.根据白玉县林业和草原局核实，本项目线路在森林公园内的铁塔需占用林地，建设单位委托相关单位同步编制《建设项目使用林地可行性报告》，根据其初步论证结论，在采取优化塔基基础型式、优化施工工艺、减小植被破坏、加强施工期的水土保持措施、加强施工管理等减缓措施，采取植被恢复等补偿措施后，本项目对森林公园的影响较轻微。 2.本项目线路在森林公园内的临时占地为铁塔施工临时占地和人抬便道、索道站临时占地，上述临时占地尽量选择在植被稀疏侧，减少植被破坏，建设单位正在按照相关要求办理使用林地审批手续。	符合
《四川省自然公园管理办法(试行)》（川林规发〔2024〕4号）	禁止在自然公园内从事采矿、房地产、开发区、高尔夫球场、风力光伏电场等不符合管控要求的开发活动。 禁止违规侵占自然公园，排放不符合水污染物排放标准的工业废水、生活污水及其他的废水、污水，倾倒、堆放、丢弃、遗撒固体废物等污染生态环境的行为。	本项目不属于采矿、房地产、开发区、高尔夫球场、风力光伏电场等禁止进行的开发活动。在森林公园内不涉及变电站建设，仅建设线路，仅线路塔基占地为永久占地，线路运行期不产生废污水和固体废物，施工不涉及水域范围，通过加强施工管理和施工组织设计，禁止施工废水、生活污水、生活垃圾、弃土等排入降曲等水体，施工结束后及时清理现场，不会影响对森林公园内水体造成影响。	符合
《四川沙鲁里山国家森林公园总体	在森林公园西南片区的一般游憩区内重点建设全域低空飞行旅游、山岩父系文化体	本项目不涉及森林公园的核心景观区和生态保育区，仅穿越一般游憩区，属于输变电基础设施，区域景观资源一般，	符合

名称 \ 分项	具体要求	本项目	是否符合
规划 (2022-2031年)》	验项目及有关配套组合项目。	本项目不会影响森林公园的旅游、山岩体验等项目开发。	

从表 3-27 可以看出，本项目属于输变电基础设施项目，受帮果换流站的位置及其出线条件、线路总体路径走向、区域地形地貌条件、地质条件、区域既有电力设施分布、森林公园与自然保护区分布范围等因素限制，线路无法避让四川沙鲁里山国家森林公园，但仅穿越其一般游憩区；本项目线路运行期不涉及废污水排放，不属于妨碍游览、污染环境的工程设施，线路通过采取优化线路架设方式（如利用既有电力通道走线）、减少森林公园内塔基数量及占地、优化塔基基础型式（如采用嵌岩桩基础、掏挖基础等）、优化施工工艺（如采取植被破坏程度轻的索道运输方式）、减小植被破坏、加强施工期的水土保持措施（如表土剥离、排水、拦挡等）、加强施工管理（如限制作业范围、尽量避免在森林公园内设置牵张场等临时设施）等减缓措施，采取植被恢复等补偿措施，能够尽量减少森林公园内的林木砍削量，并最大限度地保持森林公园的生物多样性和生态功能，降低生态环境不利影响。建设单位委托相关单位同步编制《建设项目使用林地可行性报告》，根据其初步论证结论，在采取优化塔基基础型式、优化施工工艺、减小植被破坏、加强施工期的水土保持措施、加强施工管理等减缓措施，采取植被恢复等补偿措施后，本项目对森林公园的影响较轻微，符合《国家级自然公园管理办法（试行）》（林保规〔2023〕4号）、《四川省森林公园管理条例》、《四川省林业和草原局关于建设项目涉及森林公园及使用森林公园林地有关问题的复函》（川林造函〔2018〕967号）、《四川沙鲁里山国家森林公园总体规划（2022-2031年）》的要求。

综上所述, 本项目线路 I 穿越四川沙鲁里山国家森林公园一般游憩区符合森林公园的相关管理要求，穿越森林公园的方案产生的环境影响是可接受的。

3.2.4.9 与饮用水水源保护区的符合性分析

本项目线路 II 穿越雅江县呷拉镇湾地沟集中式饮用水水源保护区二级保护区约 2×5.8km，立塔 15 基，永久占地面积约 0.60hm²；线路 II 穿越雅江县八角楼乡日基沟集中式饮用水水源保护区二级保护区约 2×2.5km，立塔 5 基，永久占地面积约 0.2hm²；线路 II 穿越呷巴乡呷巴下村水源地（分散式）二级保护区约 2×1.9km，立塔 4 基，永久占地面积约 0.16hm²。本项目线路 II 与穿越饮用水水源保护区相关法律法规的符合性见表 3-28。

表 3-28 本项目线路II与穿越饮用水水源保护区相关法律法规的符合性

分项名称	具体要求	本项目	是否符合
《中华人民共和国水污染防治法》（2017年6月27日）	第六十四条：在饮用水水源保护区内，禁止设置排污口。 第六十六条：禁止在饮用水水源二级保护区内新建、改建、扩建排放污染物的建设项目；已建成的排放污染物的建设项目，由县级以上人民政府责令拆除或者关闭。在饮用水水源二级保护区内从事网箱养殖、旅游等活动的，应当按照规定采取措施，防止污染饮用水水体。	本项目属于输变电基础设施项目，不设置排污口。本项目不在水源保护区内开展施工活动，不属于网箱养殖、旅游、游泳、垂钓或者其他可能污染饮用水水体的活动。	符合
《饮用水水源保护区污染防治管理规定》（2010年12月22日修正）	第十一条“饮用水地表水源各级保护区及准保护区内均必须遵守下列规定：一、禁止一切破坏水环境生态平衡的活动以及破坏水源林、护岸林、与水源保护相关植被的活动。二、禁止向水域倾倒工业废渣、城市垃圾、粪便及其它废弃物。三、运输有毒有害物质、油类、粪便的船舶和车辆一般不准进入保护区，必须进入者应事先申请并经有关部门批准、登记并设置防渗、防溢、防漏设施。四、禁止使用剧毒和高残留农药，不得滥用化肥，不得使用炸药、毒品捕杀鱼类”。 第十二条“饮用水地表水源各级保护区及准保护区内必须分别遵守下列规定： 二、二级保护区内禁止新建、改建、扩建排放污染物的建设项目；原有排污口依法拆除或者关闭；禁止设立装卸垃圾、粪便、油类和有毒物品的码头”。	本项目为输变电项目，本项目在饮用水水源保护区内立塔数量少，呈点状式分布，占地面积较小，对植被的破坏程度较小，也不会影响区域植被的水源涵养功能；本项目属于输变电基础设施项目，不设置排污口，不属于饮用水水源保护区内的禁止范畴。	符合
《四川省饮用水水源保护管理条例》（2019年9月26日修正）	第十六条“在地表水饮用水水源保护区内，禁止设置排污口”。 第十八条“地表水饮用水水源二级保护区内，除遵守本条例第十七条规定外，还应当遵守下列规定：（一）禁止新建、改建、扩建排放污染物的建设项目；已建成的排放污染物的建设项目，由县级以上地方人民政府责令拆除或者关闭；（二）禁止从事经营性取土和采石（砂）等活动；（三）禁止围水造田；（四）禁止使用农药；禁止丢弃农药、农药包装物或者清洗施药器械；限制使用化肥；（五）禁止修建墓地；（六）禁止丢弃及掩埋动物尸体；（七）禁止从事网箱养殖、施肥养鱼和超标准养殖等污染饮用水水体的活动；（八）从事旅游等活动的，应当按照规定采取措施，防止污染饮用水水体；（九）道路、桥梁、码头及其他可能威胁饮用水水源安全的设施或者装置，应当设置独立的污染物收集、排放和处理系统及隔离设施。”	本项目施工期不在保护区内设置排污口；运行期无废水排放。 本项目属于输变电基础设施项目，不设置排污口，不设置取土场，不属于网箱养殖、施肥养鱼和超标准养殖等污染饮用水水体的活动。本项目线路仅穿越饮用水水源保护区陆域，不涉及水域范围，不会威胁饮用水水源安全，不属于饮用水水源保护区内的禁止范畴。通过加强施工管理，规范施工活动，对施工期间产生的施工废水和固体废物进行收集处理，施工结束后及时清理现场，避免对饮用水水源保护区造成污染；线路运行期不产生污染物，仅少数运维人员会进入饮用水水源保护区范围内进行常规巡线、维护等工作，活动范围集中在线路附近的人行便道处，不涉及饮用水水源保护区水域范围，通过加强对线路运维人员的管理，限制陆域活动范围，禁止进入饮用水水源保护区的水域范围，线路运行期不会	符合
《甘孜藏族自治州饮用水水源保护条例》（2026年3月11日施行）	第二十四条饮用水水源一级保护区内，除遵守相关法律、法规规定外，还应当禁止徒步穿越、露营、温泉洗浴等可能污染饮用水水体的活动。 饮用水水源二级保护区、准保护区内的禁止行为，按照《中华人民共和国水污染防治法》、《四川省饮用水水源保护管理条例》等法律、法规的规定执行。 第二十五条分散式饮用水水源保护区域内，禁止下列行为： （一）修建渗水的厕所、化粪池和渗水坑； （二）设立粪污、生活垃圾的收集、转运站； （三）施用高毒、高残留农药，随意丢弃和处置农药包装物及清洗器械；	本项目属于输变电基础设施项目，不设置排污口，不设置取土场，不属于网箱养殖、施肥养鱼和超标准养殖等污染饮用水水体的活动。本项目线路仅穿越饮用水水源保护区陆域，不涉及水域范围，不会威胁饮用水水源安全，不属于饮用水水源保护区内的禁止范畴。通过加强施工管理，规范施工活动，对施工期间产生的施工废水和固体废物进行收集处理，施工结束后及时清理现场，避免对饮用水水源保护区造成污染；线路运行期不产生污染物，仅少数运维人员会进入饮用水水源保护区范围内进行常规巡线、维护等工作，活动范围集中在线路附近的人行便道处，不涉及饮用水水源保护区水域范围，通过加强对线路运维人员的管理，限制陆域活动范围，禁止进入饮用水水源保护区的水域范围，线路运行期不会	符合

分项名称	具体要求	本项目	是否符合
	（四）从事畜禽养殖等可能污染饮用水水体的活动； （五）新建、改建、扩建排放污染物的建设项目； （六）法律、法规规定的其他行为。	影响饮用水水源保护区的水环境质量和水域功能。	

由表3-28可知，本项目属于输变电基础设施项目，由于受线路总体路径走向、饮用水水源保护区划分，结合区域实际地形、地质条件，虑到该区域既有电力通道、工程技术条件等因素，本项目线路II穿越雅江县呷拉镇湾地沟集中式饮用水水源保护区二级保护区约2×5.8km，立塔15基，永久占地面积约0.60hm²；线路II穿越雅江县八角楼乡日基沟集中式饮用水水源保护区二级保护区约2×2.5km，立塔5基，永久占地面积约0.2hm²；线路II穿越呷巴乡呷巴下村水源地（分散式）二级保护区约2×1.9km，立塔4基，永久占地面积约0.16hm²。为尽量减小本项目线路II对饮用水水源保护区的影响，在技术可行的条件下优化设计方案，尽量增大饮用水水源保护区外塔基与水源保护区及其取水口的距离，缩短穿越长度。本项目不设置排污口，不属于饮用水水源保护区内的禁止范畴，通过加强施工管理，规范施工活动，对施工期间产生的施工废污水和固体废物进行收集处理，施工结束后及时清理现场，避免对饮用水水源保护区造成污染。采取以上优化措施后，能够尽可能减小本项目建设对饮用水水源保护区的影响。可见，本项目建设符合《中华人民共和国水污染防治法》（2017年6月27日）、《饮用水水源保护区污染防治管理规定》（2010年12月22日修正）、《四川省饮用水水源保护管理条例》（2019年9月26日修正）、《甘孜藏族自治州饮用水水源保护条例》（2026年3月11日施行）的规定。

综上所述，本项目线路II穿越饮用水水源保护区符合饮用水水源保护区的相关管理要求，穿越饮用水水源保护区的方案产生的环境影响是可接受的。

3.2.4.10 与生态保护红线的符合性分析

本项目线路 I、线路II与生态保护红线相关法律法规的符合性见表 3-29。

表 3-29 本项目线路与穿越生态保护红线相关法律法规的符合性

分项名称	具体要求	本项目	是否符合
《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）	第一（一）条：...除受自然条件限制、确实无法避让的铁路、公路、航道、防洪、管道、干渠、通讯、输变电等重要基础设施项目外，在生态保护红线范围内，严控各类开发建设活动，依法不予审批新建工业项目和矿产开发项目的环评文件。	本项目为输变电基础设施项目，白玉县和巴塘县生态保护红线成片分布，本项目线路 I 穿越自然保护区和森林公园段也位于生态保护红线范围内，因此线路 I 无法避让白玉县生态保护红线，巴塘县、理塘县和雅江县生态功能重要区（生物多样性维护重要区、水土保持功能重要区、水源涵养重要区）、生物多样性维护重要区等优先管控单元在区域内为大范围星落分布，无法绕避。本项目线路II不涉及自然保护区、森林公园等生态敏感区，线路II尽量避让生态保护红线，仅在局部地区由于陡峭地形因素	符合

分项名称	具体要求	本项目	是否符合
		及不稳定地质因素需穿越小块生态保护红线。线路I穿越白玉县生态保护红线、巴塘县生态保护红线、理塘县生态保护红线分别长约 26km、7.5km、11.8km；线路II穿越越理塘县生态保护红线、雅江县生态保护红线分别长约 4.9km、2.5km。本项目不属于工业项目和矿产开发等污染型项目，不属于禁止的开发建设活动，符合生态环境部环环评（2016）150 号文的规定。	
《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）	第二（五）条：...对审批中发现涉及生态保护红线和相关法定保护区的输气管线、铁路等线性项目，指导督促项目优化调整选线、主动避让；确实无法避让的，要求建设单位采取无害化穿（跨）越方式，或依法依规向有关行政主管部门履行穿越法定保护区的行政许可手续、强化减缓和补偿措施。	本项目为输变电基础设施项目，不属于输气管线、铁路等线性项目，线路 I、II 无法避让生态保护红线，但在生态保护红线内新建塔基数量少，且呈点状分布，植被砍伐量小；本项目不属于污染型项目，通过优化立塔位置和塔基基础型式，减少塔基占地面积和林木砍伐量，通过采用人工开挖方式，减少开挖面，并和铁塔基础同步设计拦挡、遮盖、排水等水土保持措施，进一步降低施工期产生的新增水土流失；施工结束后，对临时占地进行表土回覆、土地整治，并利用当地物种进行植被恢复，尽量恢复红线范围内的自然生态，采取环境友好的架线工艺，将项目建设对生态保护红线的影响降至最低，能够实现无害化穿越生态保护红线。本项目已完成对生态保护红线的不可避让论证工作，并已取得用地预审与选址意见书。在设计和施工中采取相应生态影响减缓和恢复措施，并将严格按照生态环境保护相关要求落实各项生态保护措施。在严格落实相关生态环境保护措施和水土流失防治措施后，可将本项目建设对生态保护红线的影响降低到可接受的程度；综上所述，本项目符合生态环境部环规财〔2018〕86 号文的规定。	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》（中共中央办公厅、国务院办公厅、国务院办公厅字〔2019〕48 号）	二、（四）... 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：...必须且无法避让、符合县级以上国土空间规划的线性基础设施建设...	本线路不涉及四川火龙沟省级自然保护区的核心区和缓冲区，也不涉及四川沙鲁里山国家森林公园的核心景观区和生态保育区，不属于开发性、生产性等禁止建设的污染型项目，线路无法避让生态保护红线；本项目施工期短，施工点位分散，施工活动小，施工期间加强施工管理，做好占地区域的表土剥离、养护、回覆、植被恢复等工作，施工期产生的影响随着施工结束而消失，线路运行期对环境的干扰程度轻，故本项目施工期和运行期进行的人为活动很有限，不会对生态红线的生态功能造成破坏；本项目已完成对生态保护红线的不可避让论证工作，并已取得用地预审与选址意见书，符合县级以上国土空间规划；综上所述，本项目建设符合中共中央办公厅、国务院办公厅字〔2019〕48 号文的要求。	符合
《四川省生态环境厅关于公布四川省生态环境分区管控动态更新成果（2023 年版）的通知》（川环函〔2024〕409 号）	一、（三）生态环境分区管控及其要求... 优先保护单元指以生态环境保护为主的区域，主要包括生态保护红线、自然保护地、饮用水水源保护区等，应以生态环境保护优先为原则，严格执行相关法律、法规要求，严守生态环境质量底线，确保生态环境功能不降低...	本项目线路无法避让生态保护红线，鉴于生态保护红线属于优先保护单元，故本线路无法避让优先保护单元，但本项目设计、施工阶段严格执行生态环境部环环评〔2016〕150 号、生态环境部环规财〔2018〕86 号、中共中央办公厅、国务院办公厅字〔2019〕48 号文等法律法规的要求，设计阶段采取尽量增大档距、优化塔基位置避开植被茂盛区域、优化施工工艺和基础型式，材料运输尽量采用索道、人抬便道运输等对植被干扰程度小的方式，采取环境友好的架线工艺，施工结束后采用当地物种及时进行植被恢复等措施，能最大限度地减缓本项目对	符合

分项名称	具体要求	本项目	是否符合
		生态保护红线的影响，维持白玉县、巴塘县、理塘县和雅江县生态红线内针叶林、阔叶林及针阔叶混交林等生态系统的现状和生态系统组成及功能完整性，切实做到严守生态环境质量底线，确保生态环境功能不降低；综上所述，本项目建设符合川环函〔2024〕409号文的要求。	
《自然资源部生态环境部国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》（自然资发〔2022〕142号）	一、（一）规范管控对生态功能不造成破坏的有限人为活动。生态保护红线是国土空间规划中的重要管控边界，生态保护红线内自然保护地核心保护区外，禁止开发性、生产性建设活动，在符合法律法规的前提下，仅允许以下对生态功能不造成破坏的有限人为活动... 6.必须且无法避让、符合县级以上国土空间规划的线性基础设施、通讯和防洪、供水设施建设和船舶航行、航道疏浚清淤等活动；已有的合法水利、交通运输等设施运行维护改造。	本项目为输变电基础设施项目，不涉及四川火龙沟省级自然保护区的核心区和缓冲区，也不涉及四川沙鲁里山国家森林公园的核心景观区和生态保育区，不属于开发性、生产性等禁止建设的污染型项目。 本线路需穿越生态保护红线，在生态保护红线内塔基数量少，永久占地面积小。本线路属于“对生态功能不造成破坏的有限人为活动中，必须且无法避让、符合县级以上国土空间规划的线性基础设施”；综上所述，本项目建设符合自然资发〔2022〕142号文的要求。	

由表 3-29 可知，本项目属于输变电基础设施项目，由于受线路总体路径走向、区域地形地貌条件、地质条件、区域既有电力设施分布、自然保护区、森林公园及其生态保护红线的划定范围、工程技术条件等因素限制，线路 1、线路 II 均无法避让生态保护红线；本项目线路不属于开发性、生产性等禁止建设的污染型项目，线路通过利用既有电力通道和铁塔走线，节省了新建塔基数量和占地面积，并尽量与其他线路并行走线，缩小电力走廊影响范围，并通过增大架设档距，减少生态保护红线内塔基数量及占地、优化塔基基础型式（如采用嵌岩桩基础、掏挖基础等）、优化施工工艺（如采取植被破坏程度轻的索道运输方式）、减小植被破坏、加强施工期的水土保持措施（如表土剥离、排水、拦挡等）、加强施工管理（如限制作业范围、尽量避免在自然保护区内设置牵张场等临时设施）等减缓措施，采取植被恢复等补偿措施，能够尽量减少生态保护红线内的林木砍削量，并最大限度地保持生态保护红线的生物多样性和生态功能，实现无害化穿越。本项目已完成对生态保护红线的不可避让论证工作，并已取得用地预审与选址意见书，根据上述不可避让论证报告中的结论，在严格落实规划设计、施工管理、生态系统保护、动植物保护等方面的生态影响减缓和补偿措施后，可在一定程度上减缓或消除项目建设对生态保护红线造成的不利影响。总体而言，本项目不可避让占用生态保护红线，但项目建设对生态保护红线的影响总体可控，符

合环环评〔2016〕150号、环规财〔2018〕86号、厅字〔2019〕48号、川环函〔2024〕409号、自然资发〔2022〕142号的要求。

综上所述，本项目线路符合生态保护红线的相关管理要求，穿越生态保护红线的方案产生的环境影响是可接受的。

3.2.4.11 项目建设与生态环境分区管控的符合性分析

根据四川省生态环境厅办公室《关于印发<产业园区规划环评“三线一单”符合性分析技术要点（试行）>和<项目环评“三线一单”符合性分析技术要点（试行）>的通知》（川环办函〔2021〕469号），本次对项目建设与生态保护红线、生态空间、自然保护地的位置关系进行分析，并从空间布局约束、污染物排放管控、环境风险防控、资源开发效率四个维度分析项目建设与生态环境分区管控的符合性。

（1）项目建设与环境管控单元符合性分析

①项目建设地所属环境管控单元

本项目位于四川省甘孜州白玉县、巴塘县、理塘县、雅江县和康定市境内，根据《四川省生态环境厅关于公布四川省生态环境分区管控动态更新成果（2023年版）的通知》（川环函〔2024〕409号）、《甘孜州生态环境保护委员会办公室关于公布甘孜州生态环境分区管控动态更新成果（2023年版）的通知》（甘环委办发〔2024〕4号），本项目位于优先保护单元、城镇重点管控单元和一般管控单元。

表 3-30 本项目涉及的环境综合管控单元

环境管控单元编码	环境管控单元名称	所属市（州）	所属区县	准入清单类型	管控类型	备注
1、新建理塘 500kV 变电站						
ZH51333410001	四川格木自然保护区、四川海子山国家级自然保护区、四川扎嘎神山自然保护区、理塘擦若溪风景名胜区、四川理塘无量河湿地公园、夺曲河卡灰村水源地、理塘县夺曲湖水库水源地、生态功能重要区(生物多样性维护重要区、水土保持功能重要区、水源涵养重要区)、生物多样性维护重要区	甘孜藏族自治州	理塘县	环境综合管控单元	优先保护单元	水土保持功能重要区
ZH51333430001	理塘县一般管控单元	甘孜藏族自治州	理塘县	环境综合管控单元	一般管控单元	——
2、线路						
ZH51333110001	四川察青松多白唇鹿国家级自然保护区、四川火龙沟自然保护区、木工沟亚通村水源地、磨房沟麻通村水源地、比科沟亚通村水源地、四川沙鲁里山国家级森林公园、四川省博美山森林公园、	甘孜藏族自治州	白玉县	环境综合管控单元	优先保护单元	占用四川火龙沟自然保护区、四川沙鲁里山国家级森林公园

	四川白玉拉龙措国家级湿地公园、生态功能重要区(生物多样性维护重要区)					和生态功能重要区(生物多样性维护重要区)。
ZH5133 3120001	白玉县城镇空间	甘孜藏族自治州	白玉县	环境综合管控单元	城镇重点管控单元	——
ZH5133 3130001	白玉县一般管控单元	甘孜藏族自治州	白玉县	环境综合管控单元	一般管控单元	——
ZH5133 3510001	四川措普沟自然保护区、四川竹巴笼自然保护区、四川巴塘姊妹湖国家级湿地公园、亚切拉沟水源地、巴塘县隆果沟江巴顶村饮用水水源地、生态功能重要区(生物多样性维护重要区、水土保持功能重要区)	甘孜藏族自治州	巴塘县	环境综合管控单元	优先保护单元	占用生态功能重要区(生物多样性维护重要区、水土保持功能重要区)。
ZH5133 3530001	巴塘县一般管控单元	甘孜藏族自治州	巴塘县	环境综合管控单元	一般管控单元	——
ZH5133 3410001	四川格木自然保护区、四川海子山国家级自然保护区、四川扎嘎神山自然保护区、理塘擦若溪风景名胜、四川理塘无量河湿地公园、夺曲河卡灰村水源地、理塘县夺曲湖水库水源地、生态功能重要区(生物多样性维护重要区、水土保持功能重要区、水源涵养重要区)、生物多样性维护重要区	甘孜藏族自治州	理塘县	环境综合管控单元	优先保护单元	占用生态功能重要区(生物多样性维护重要区、水土保持功能重要区、水源涵养重要区)、生物多样性维护重要区。
ZH5133 3430001	理塘县一般管控单元	甘孜藏族自治州	理塘县	环境综合管控单元	一般管控单元	——
ZH5133 2510001	四川神仙山自然保护区、四川格西沟国家级自然保护区、四川亿比措湿地自然保护区、密西沟、生态功能重要区(生物多样性维护重要区、水土保持功能重要区)、格西沟水源地、四川省庆达沟省级森林公园、四川鲜水河大峡谷国家级森林公园、四川雅江那溪措省级湿地公园、生物多样性维护重要区	甘孜藏族自治州	雅江县	环境综合管控单元	优先保护单元	占用生态功能重要区(生物多样性维护重要区、水土保持功能重要区)、生物多样性维护重要区。
ZH5133 2520001	雅江县城镇空间	甘孜藏族自治州	雅江县	环境综合管控单元	城镇重点管控单元	——
ZH5133 2530001	雅江县一般管控单元	甘孜藏族自治州	雅江县	环境综合管控单元	一般管控单元	——

				单元		
ZH5133 0110001	四川贡嘎山国家级自然保护区、贡嘎山国家级风景名胜区、四川金汤孔玉自然保护区、四川泰宁玉科自然保护区、四川亿比措湿地自然保护区、瓦厂沟水源地、龙头沟水源地、榆林河驷马桥水源地、任家沟饮用水水源地、四川大熊猫栖息地世界自然遗产、生态功能重要区(生物多样性维护重要区、水土保持功能重要区)、生物多样性维护重要区、水土保持重要区	甘孜藏族自治州	康定市	环境综合管控单元	优先保护单元	占用生态功能重要区(生物多样性维护重要区、水土保持功能重要区)、生物多样性维护重要区、水土保持重要区。
ZH5133 0130001	康定市一般管控单元	甘孜藏族自治州	康定市	环境综合管控单元	一般管控单元	——

根据四川省政务服务网“生态环境分区管控公众服务”查询结果：本项目位于优先保护单元、城镇重点管控单元和一般管控单元。

新建理塘 500kV 变电站站址处					
二、涉及管控单元信息					
(一) 涉及的生态环境管控单元有 2 个，分别是：					
序号	涉及环境管控单元名称	涉及环境管控单元编码	与管控单元关系（点选：点位信息；线选：相交长度，单位千米；面选：相交面积，单位平方千米）	行政区划	环境管控单元类型
1	理塘县一般管控单元	ZH51333430001	0.4204	甘孜藏族自治州理塘县	一般管控单元
2	四川格木自然保护区、四川海子山国家级自然保护区、四川扎嘎神山自然保护区、理塘擦若溪风景名胜区、四川理塘无量河湿地公园、 <u>夺曲河卡友村水源地</u> 、 <u>理塘县夺曲湖水库水源地</u> 、生态功能重要区(生物多样性维护重要区、水土保持功能重要区、水源涵养重要区)、生物多样性维护重要区	ZH51333410001	0.6791	甘孜藏族自治州理塘县	优先保护单元
线路 I					

二、涉及管控单元信息

（一）涉及的生态环境管控单元有 7 个，分别是：

序号	涉及环境管控单元名称	涉及环境管控单元编码	与管控单元关系（点选：点位信息；线选：相交长度,单位千米；面选：相交面积,单位平方千米）	行政区划	环境管控单元类型
1	白玉县一般管控单元	ZH51333130001	7.5607	甘孜藏族自治州白玉县	一般管控单元
2	四川措普沟自然保护区、四川竹巴笼自然保护区、四川巴塘姊妹湖国家级湿地公园、亚切拉沟水源地、巴塘县隆果沟江巴顶村饮用水水源地、生态功能重要区(生物多样性维护重要区、水土保持功能重要区)	ZH51333510001	21.3473	甘孜藏族自治州巴塘县	优先保护单元
3	理塘县一般管控单元	ZH51333430001	27.6802	甘孜藏族自治州理塘县	一般管控单元
4	白玉县城镇空间	ZH51333120001	0.1428	甘孜藏族自治州白玉县	城镇重点管控单元
5	巴塘县一般管控单元	ZH51333530001	42.3541	甘孜藏族自治州巴塘县	一般管控单元
6	四川格木自然保护区、四川海子山国家级自然保护区、四川扎嘎神山自然保护区、理塘擦若溪风景名胜、四川理塘无量河湿地公园、夺曲河卡灰村水源地、理塘县夺曲湖水库水源地、生态功能重要区(生物多样性维护重要区、水土保持功能重要区、水源涵养重要区)、生物多样性维护重要区	ZH51333410001	48.6534	甘孜藏族自治州理塘县	优先保护单元
7	四川察青松多白唇鹿国家级自然保护区、四川火龙岗自然保护区、木工沟亚通村水源地、磨房沟麻通村水源地、比科沟亚通村水源地、四川沙鲁里山国家级森林公园、四川省博美山森林公园、四川白玉拉龙措国家级湿地公园、生态功能重要区(生物多样性维护重要区)	ZH51333110001	38.106	甘孜藏族自治州白玉县	优先保护单元

线路 II

二、涉及管控单元信息

（一）涉及的生态环境管控单元有 7 个，分别是：

序号	涉及环境管控单元名称	涉及环境管控单元编码	与管控单元关系（点选：点位信息；线选：相交长度,单位千米；面选：相交面积,单位平方千米）	行政区划	环境管控单元类型
1	理塘县一般管控单元	ZH51333430001	9.8468	甘孜藏族自治州理塘县	一般管控单元
2	四川格木自然保护区、四川海子山国家级自然保护区、四川扎嘎神山自然保护区、理塘擦若溪风景名胜、四川理塘无量河湿地公园、夺曲河卡灰村水源地、理塘县夺曲湖水库水源地、生态功	ZH51333410001	14.1554	甘孜藏族自治州理塘县	优先保护单元
3	四川神仙山自然保护区、四川格西沟国家级自然保护区、四川亿比措湿地自然保护区、密西沟、生态功能重要区(生物多样性维护重要区、水土保持功能重要区)、格西沟水源地、四川省庆达沟省	ZH51332510001	32.5031	甘孜藏族自治州雅江县	优先保护单元
4	雅江县一般管控单元	ZH51332530001	69.884	甘孜藏族自治州雅江县	一般管控单元
5	雅江县城镇空间	ZH51332520001	0.0585	甘孜藏族自治州雅江县	城镇重点管控单元
6	康定市一般管控单元	ZH51330130001	25.8854	甘孜藏族自治州康定市	一般管控单元
7	四川贡嘎山国家级自然保护区、贡嘎山国家级风景名胜区、四川金汤孔玉自然保护区、四川泰宁玉科自然保护区、四川亿比措湿地自然保护区、瓦厂沟水源地、龙头沟水源地、榆林河驷马桥水	ZH51330110001	1.2585	甘孜藏族自治州康定市	优先保护单元

图 3-3 四川省政务服务网生态环境分区分管管控单元查询结果截图

本项目为输变电工程，运行期不产生大气污染物，对大气环境无影响；变电站运行期产生的生活污水经地埋式污水处理装置收集处理后综合利用（站区绿化），不外排；线路运行期不产生废污水，对地表水环境无影响，本项目建设不会对大气环境和

地表水环境造成不良影响，符合水环境一般管控区和大气环境布局敏感重点管控区的要求。

②项目建设与生态保护红线符合性分析

四川省人民政府以《关于<甘孜藏族自治州国土空间总体规划（2021—2035 年）>的批复》（川府函〔2024〕70 号）批复了四川省“三区三线”划定成果，根据核实，本项目位于四川省甘孜州白玉县、巴塘县、理塘县、雅江县和康定市境内，根据向甘孜州自然资源和规划局、白玉县自然资源局、巴塘县自然资源局、理塘县自然资源局、雅江县自然资源局和康定市自然资源局核实，新建理塘 500kV 变电站站址不涉及生态保护红线，线路穿越白玉县生态保护红线、巴塘县生态保护红线、理塘县生态保护红线、雅江县生态保护红线，不涉及康定市生态保护红线。

表 3-31 本项目穿越的生态保护红线一览表

序号	名称	保护级别	行政区域	主要保护对象	主管部门	建立时间	方位及与本项目最近距离
1	白玉县生态保护红线	省级	白玉县	保护森林、高寒湿地生态系统和野生动植物及其生境，保护冰川，维护生物多样性保护功能；加强草地植被保护，防止草场退化、沙化。	四川省自然资源厅	2018	线路I穿越白玉县生态保护红线长约 26km，涉及铁塔 62 基，永久占地面积约 2.48hm ² 。
2	巴塘县生态保护红线	省级	巴塘县	保护森林、高寒湿地生态系统和野生动植物及其生境，保护冰川，维护生物多样性保护功能；加强草地植被保护，防止草场退化、沙化。	四川省自然资源厅	2018	线路I穿越巴塘县生态保护红线长约 7.5km，涉及铁塔 16 基，永久占地面积约 0.64hm ² 。
3	理塘县生态保护红线	省级	理塘县	保护森林、高寒湿地生态系统和野生动植物及其生境，保护冰川，维护生物多样性保护功能；加强草地植被保护，防止草场退化、沙化。	四川省自然资源厅	2018	线路I穿越理塘县生态保护红线长约 11.8km，涉及铁塔 28 基，永久占地面积约 1.12hm ² ；线路II穿越理塘县生态保护红线长约 4.9km，涉及铁塔 12 基，永久占地面积约 0.48hm ² 。
4	雅江县生态保护红线	省级	雅江县	加强森林植被及森林生态系统保护，保护湿地和珍稀野生动植物及其生境，维护生态功能；加强干旱河谷和高山峡谷区地质灾害综合整治，防治水土流失。	四川省自然资源厅	2018	线路II穿越雅江县生态保护红线长约 2.5km，涉及铁塔 4 基，永久占地面积约 0.16hm ² 。

本项目线路沿线生态保护红线呈大片分布，线路 I 在四川火龙沟省级自然保护区和四川沙鲁里山国家森林公园内走线时不可避免地要穿越生态保护红线，除此之外，其余线路在局部地区由于陡峭地形因素和不良地质因素穿越小块生态保护红线。

本项目线路穿越生态保护红线已取得用地预审与选址意见书。在设计和施工中采取相应生态影响减缓和恢复措施，并将严格按照生态环境保护相关要求落实各项生态保护措施。在严格落实相关生态环境保护措施和水土流失防治措施后，可将本项目建设对生态保护红线的影响降低到可接受的程度。

③项目建设与一般生态空间符合性分析

本项目位于四川省甘孜州白玉县、巴塘县、理塘县、雅江县和康定市境内，本项目新建理塘 500kV 变电站位于理塘县一般生态空间内，线路 I 需穿越一般生态空间约 2×50km（白玉县约 2×8km、巴塘县约 2×11km、理塘县约 2×31km）；线路 II 需穿越一般生态空间约 2×35km（理塘县约 2×11km，雅江县约 2×23km、康定市约 2×1km）。穿越的白玉县一般生态空间主要为生态功能重要区(生物多样性维护重要区)，巴塘县、理塘县、雅江县和康定市一般生态空间主要为生物多样性维护重要区、水土保持功能重要区。根据现场调查，本项目新建理塘 500kV 变电站站址区域为草地，区域人类活动丰富，生物多样性较低，本项目变电站建设方案对理塘县一般生态空间的生态功能影响较小；本项目线路穿越的一般生态空间植被较为茂盛，但均为当地常见的植被类型，线路塔基为点状布置，林木砍伐量较小，施工结束后对临时占地区进行植被恢复，可最大限度地降低对生物多样性维护功能的影响，通过施工期加强塔位处的水土保持措施（如拦挡、遮盖、排水等），能尽量减少水土流失量，可最大限度地降低对水土保持功能的影响。因此，在严格落实相关生态环境保护措施和水土流失防治措施后，可将本项目建设对一般生态空间的影响降低到可接受的程度，符合一般生态空间的管控要求。

（2）项目建设与生态环境准入清单符合性分析

本项目与甘孜州生态环境准入清单的符合性分析见表 3-32。

表 3-32 本项目与甘孜州生态环境准入清单的符合性分析（白玉县优先保护单元）

生态环境准入清单的具体要求				项目对应情况介绍	符合性分析
类别		对应管控要求			
四川察青松多白唇鹿国家级自然保护区、四川火龙沟自然保护区、木工沟亚通村水源地、磨房沟麻通村水源地、比科沟亚通村水源地、四川沙鲁里山国家级森林公园、四川省博美山森林公园、四川白玉拉龙措国家级湿地公园、生态功能重要区(生物多样性维护重要区)(编码ZH51333110001)	普适性单管要求	空间布局约束	禁止开发建设活动的要求	1.本项目不属于开发性、生产性建设活动；本项目线路穿越生态保护红线，线路采用架空方式，属于《关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》（自然资发[2022]142号）中规定的对生态功能不造成破坏的有限人为活动。 2.本项目除穿越四川火龙沟省级自然保护区、四川沙鲁里山国家森林公园外，不涉及四川察青松多白唇鹿国家级自然保护区、木工沟亚通村水源地、磨房沟麻通村水源地、比科沟亚通村水源地、四川省博美山森林公园、四川白玉拉龙措国家级湿地公园。 2.1自然保护区：本项目线路I穿越了四川火龙沟省级自然保护区的实验区，不涉及缓冲区和核心区，且本项目为电力基础设施项目，不属于污染环境、破坏资源或景观的生产设施，本项目运行期也不排放废水、废气、废渣等污染物。 2.3森林公园：本项目线路I穿越了四川沙鲁里山国家森林公园的一般游憩区，不涉及核心景观区和生态保育区，本项目为电力基础设施项目，属于对生态功能不造成破坏的有限人为活动，不属于森林公园内禁止建设的采矿、房地产、开发区、高尔夫球场、风力光伏电场等不符合管控要求的开发活动。本项目为电力基础设施项目，不属于污染环境、破坏资源或景观的生产设施，运行期也不排放废水、废气、废渣等污染物。 4、本项目不属于水土保持功能及生物多样性保护重要区、水土流失敏感区内禁止建设的项目，且在项目施工期同步采取一系列水土保持措施，能尽量降低施工期的水土流失。	符合

生态环境准入清单的具体要求				项目对应情况介绍	符合性分析
类别			对应管控要求		
			能不造成破坏的有限人为活动：（1）自然公园内居民和其他合法权益主体依法依规开展的生产生活及设施建设。（2）符合自然公园保护管理要求的文化、体育活动和必要的配套设施建设。（3）符合生态保护红线管控要求的其他活动和设施建设。（4）法律法规和国家政策允许在自然公园内开展的其他活动。 …… 4、水土保持功能及生物多样性保护重要区、水土流失敏感区：（1）禁止毁林、毁草开垦。（2）禁止在二十五度以上陡坡地开垦种植农作物。（3）禁止过度放牧。（4）禁止在崩塌、滑坡危险区和泥石流易发区从事取土、挖砂、采石等可能造成水土流失的活动。 …… 6、禁止在生态保护红线区域、永久基本农田集中区域和其他需要特别保护的区域内选址建设尾矿库、冶炼渣库磷石膏库。 ……	6、本项目穿越的生态保护红线属于四川沙鲁里山国家森林公园和四川火龙沟省级自然保护区，本项目在白玉县不涉及永久基本农田，项目也不属于尾矿库、冶炼渣库磷石膏库等禁止建设的项目。 ……	
		限制开发建设活动的要求	1、自然保护地及饮用水水源地和水产种质资源保护区——1.1自然保护区：（1）因科学研究的需要，必须进入核心区从事科学研究观测、调查活动的，应先向管理机构提交申请和活动计划，并经省级以上人民政府有关自然保护区行政主管部门批准，其中进入国家级自然保护区核心区的，必须经国务院有关自然保护区行政主管部门批准。（2）因教学科研目的需要进入缓冲区从事非破坏性科学研究、教学实习和标本采集活动的，应先向管理机构提交申请和活动计划，经自然保护区管理机构批准。（3）在实验区内开展	1、本项目线路I穿越了四川火龙沟省级自然保护区的实验区，不涉及缓冲区和核心区；本项目不属于参观、旅游活动，不属于污染环境、破坏资源或景观的生产设施，本项目运行期也不排放废水、废气、废渣等污染物。仅在施工期对实验区内的植被、动物造成一定的干扰，但是施工结束后通过逐步植被恢复，可最大程度地恢复区域自然环境。 …… 3、本项目不属于水土保持功能及生物多样性保护重要区、水土流失敏感区内禁止建设的项目，且在项目施工期同步采取一系列水土保持措施，能尽量降低施工期的水土流	符合

生态环境准入清单的具体要求				项目对应情况介绍	符合性分析
类别			对应管控要求		
单元级清单管控要求			参观、旅游活动，由管理机构编制方案，方案应当符合自然保护区管理目标。（4）在实验区内建设其他项目，其污染物排放不得超过国家和地方规定的污染物排放标准。（5）必须符合自然保护区总体规划，严格按规划控制旅游容量。 3、水土保持功能及生物多样性保护重要区、水土流失敏感区：（1）限制陡坡垦殖和超载过牧；加强对能源和矿产资源开发及建设项目的监管，加大矿山环境整治和生态修复力度。（2）防止湿地退化、草地退化、沙化；保护林草植被，防止自然和旅游资源开发以及畜牧业生产对生态环境的破坏或不利影响。（3）限制土地资源高消耗产业在水土保持生态功能区发展。	失。	
			不符合空间布局要求活动的退出要求	对现有不符合要求和规划、造成污染或破坏的设施，应限期治理或退出.....	
			污染物排放管控	/	
			环境风险防控	/	
			资源开发利用效率要求	/	
		空间布局约束	执行普适性清单管控要求。	具体见普适性清单管控要求符合性分析。	符合
		污染物排放管控	执行普适性清单管控要求。	具体见普适性清单管控要求符合性分析。	符合
		环境风险防控	执行普适性清单管控要求。	具体见普适性清单管控要求符合性分析。	符合
		资源开发利用效率要求	执行普适性清单管控要求。	具体见普适性清单管控要求符合性分析。	符合
		空间布局约束	执行普适性清单管控要求。	具体见普适性清单管控要求符合性分析。	符合

(续) 表 3-32 本项目与甘孜州生态环境准入清单的符合性分析（白玉县城镇重点管控单元）

生态环境准入清单的具体要求					项目对应情况介绍	符合性分析
类别		对应管控要求				
白玉县城镇空间（编码 ZH51333120001）	普适性清单管控要求	空间布局约束	禁止开发建设活动的要求	 （2）严格执行相关行业企业布局选址要求，禁止在居民区、学校、医疗和养老机构等周边新建有色金属冶炼等行业企业，有序搬迁或依法关闭对土壤造成严重污染的现有企业。 （3）禁止在长江流域河湖管理范围内倾倒、填埋、堆放、弃置、处理固体废物。	 （2）本项目不属于有色金属冶炼等行业企业。 （3）本项目线路施工期施工人员产生的生活垃圾经垃圾桶收集后清运至附近生活垃圾收集房，线路运行期无固体废物产生。	符合
			限制开发建设活动的要求	（1）对不符合国土空间规划的现有工业企业，污染物排放总量及环境风险水平只降不增，引导企业适时搬迁进入对口园区。 （2）严控新设工业园区，如确需新布局工业园区，应充分论证选址的环境合理性。	（1）本项目为输变电工程，属电力基础设施建设，项目建设符合国土空间规划。 （2）本项目为输变电工程，属电力基础设施建设，不属于新设工业园区。	符合
			不符合空间布局要求活动的退出要求	（1）加快推进城市建成区涉重金属企业搬迁或关闭。 （2）按照相关规划和要求，清理整顿非法采砂、非法码头，全面清除不合规码头。	（1）本项目为输变电工程，不属于重金属企业。 （2）本项目为输变电工程，不属于非法采砂、非法码头等项目。	符合
	污染物排放管控	其他污染物排放管控要求	 （2）到2023年底，18个县城设施能力基本满足生活污水处理需求，基本建立城乡生活垃圾分类投放、收集、转运、处理系统，县城生活垃圾无害化处理率达98%。 （5）全面落实各类施工工地扬尘防控措施，重点、重大项目工地实现视频监控、可吸入颗粒物（PM10）在线监测全覆盖。	 （2）本项目线路施工期施工人员产生的生活垃圾经垃圾桶收集后清运至附近生活垃圾收集房，线路运行期无固体废物产生。 （5）本项目线路施工集中在塔基处，施工点分散，各施工点产生的扬尘量较少；线路运行期无施工扬尘产生。	符合	

生态环境准入清单的具体要求					项目对应情况介绍	符合性分析
类别			对应管控要求			
						
		环境风险防控	其他环境风险防控要求	（1）现有涉及五类重金属的企业，不得新增污染物排放，限期退城入园或关停。	（1）本项目为输变电工程，不属于重金属企业。	符合
		资源开发利用效率要求	水资源利用总量要求	（1）严格实行用水总量和强度控制，实施城镇节水降损，全面推进城市节水、大幅降低供水管网漏损、强化公共用水管理、严控高耗水服务用水。	（1）本项目线路施工期间用水量少，线路运行期不产生用水量，对当地水资源影响小。	符合
	单元级清单管控要求	空间布局约束		执行普适性清单管控要求。	具体见普适性清单管控要求符合性分析。	符合
		污染物排放管控		执行普适性清单管控要求。	具体见普适性清单管控要求符合性分析。	符合
		环境风险防控		执行普适性清单管控要求。	具体见普适性清单管控要求符合性分析。	符合
		资源开发利用效率要求		执行普适性清单管控要求。	具体见普适性清单管控要求符合性分析。	符合

(续) 表 3-32 本项目与甘孜州生态环境准入清单的符合性分析（白玉县一般管控单元）

生态环境准入清单的具体要求				项目对应情况介绍	符合性分析	
类别		对应管控要求				
白玉县一般管控单元（编码 ZH51333130001）	普适性清单管控要求	空间布局约束	禁止开发建设活动的要求	（1）禁止在长江干支流雅砻江、金沙江、大渡河岸线一公里范围内新建、扩建化工园区和化工项目。 …… （4）重点行业禁止开发建设活动的要求——矿产开发：①禁止在法律法规明确规定的禁采区内开采矿产；禁止土法采、选、冶严重污染环境的矿产资源。②禁止在长江干流岸线三公里范围内和雅砻江、金沙江、大渡河岸线一公里范围内新建尾矿库。 …… （7）结合甘孜州主体功能区定位，严格按照《中华人民共和国青藏高原生态保护法》、《中华人民共和国长江保护法》中禁止条款执行。 （8）城镇开发边界外不得进行城镇集中建设，不得规划建设各类开发区和产业园区，不得规划城镇居住用地。	（1）本项目不属于化工园区和化工项目。 …… （4）本项目不属于禁止建设的尾矿库，禁采区内开采矿产等活动。 …… （7）本项目所在区域属于国家层面限制开发区域（重点生态功能区）中的川滇森林及生物多样性生态功能区，本项目属于电力基础设施，不属于《中华人民共和国青藏高原生态保护法》、《中华人民共和国长江保护法》中禁止的活动，施工结束后对临时占地进行植被恢复，能最大限度地恢复自然生态，不影响区域的生态功能。 （8）本项目不涉及城镇开发边界，不影响所经区域的城镇规划建设。	符合
			限制开发建设活动的要求	（1）严控新增建设用地规模和非农建设占用耕地；坚持最严格的耕地保护制度，对全部耕地按限制开发的要求进行管理，对全部基本农田按禁止开发的要求进行管理。 …… （3）一般管控单元中涉及的自然保护区、风景名胜区、森林公园、地质公园等法定保护地，严格按照国家及地方法律法规、管理办法等相关要求管控。配套旅游、基础设施等建设项目，在符	（1）本项目在白玉县境内除了线路塔基为永久占地外，其余均为临时占地，项目永久占地面积小，临时占地在施工结束后将进行植被恢复。 …… （3）本项目在一般管控单元中涉及四川沙鲁里山国家森林公园、四川火龙沟省级自然保护区的极小部分区域，不涉及国家公园、世界自然遗产、生态保护红线等生态敏感区，将按照优先保护单元进行管控，采取一系列避让、减缓影响及生态恢复措施。	符合

生态环境准入清单的具体要求					项目对应情况介绍	符合性分析	
类别		对应管控要求					
				合规划和相关保护要求的前提下，应实施生态避让、减缓影响及生态恢复措施。			
			不符合空间布局要求活动的退出要求	（1）一般生态空间中涉及自然保护区、风景名胜区、森林公园、地质公园等法定保护地，现有不符合相关保护区法律法规和规划的项目，应限期整改或关闭。 （2）全面取缔禁养区内规模化畜禽养殖场。 （3）按照相关规划和要求，清理整顿非法采砂、非法码头，全面清除不合规码头。	本项目符合相关法律法规和规划要求。 本项目不属于禁养区内规模化畜禽养殖场、非法采砂、非法码头等要求退出的建设活动。	符合	
		污 染 物 排 放 管控	其他污染物排放管控要求	乡镇及行政村生活垃圾收转运处置体系基本实现全覆盖.....	本项目线路施工期施工人员产生的生活垃圾经垃圾桶收集后清运至附近生活垃圾收集房，线路运行期无固体废物产生。	符合	
		环 境 风 险 防 控	其他环境风险防控要求	 （3）严禁将城镇生活垃圾、污泥、工业废物直接用作肥料，禁止处理不达标的污泥进入耕地；禁止在农用地排放、倾倒、使用污泥、清淤底泥、尾矿（渣）等可能对土壤造成污染的固体废物。	 （3）本项目线路施工期施工人员产生的生活垃圾经垃圾桶收集后清运至附近生活垃圾收集房，线路运行期无固体废物产生，无环境风险。	符合	
		资 源 开 发 利 用 效率要求	水资源利用总量要求	严格实行用水总量和强度控制.....	线路运行期无用水量。	符合	
	单 元 级 清 单 管 控 要求	空间布局约束		执行普适性清单管控要求。		具体见普适性清单管控要求符合性分析。	符合
		污染物排放管控		执行普适性清单管控要求。		具体见普适性清单管控要求符合性分析。	符合
		环境风险防控		执行普适性清单管控要求。		具体见普适性清单管控要求符合性分析。	符合
		资源开发利用效率要求		执行普适性清单管控要求。		具体见普适性清单管控要求符合性分析。	符合

(续) 表 3-32 本项目与甘孜州生态环境准入清单的符合性分析（巴塘县优先保护单元）

生态环境准入清单的具体要求				项目对应情况介绍		符合性分析
类别		对应管控要求				
四川措普沟自然保护区、四川竹巴笼自然保护区、四川巴塘姊妹湖国家级湿地公园、亚切拉沟水源地、巴塘县隆果沟江巴顶村饮用水水源地、生态功能重要区(生物多样性维护重要区、水土保持功能重要区)(编码ZH51333510001)	普适性清单管控要求	空间布局约束	禁止开发建设活动的要求	1.生态保护红线：生态保护红线内自然保护区核心区外，禁止开发性、生产性建设活动，在符合法律法规的前提下，仅允许《关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》（自然资发[2022]142号）中规定的十类对生态功能不造成破坏的有限人为活动。…… …… 4、水土保持功能及生物多样性保护重要区、水土流失敏感区：（1）禁止毁林、毁草开垦。（2）禁止在二十五度以上陡坡地开垦种植农作物。（3）禁止过度放牧。（4）禁止在崩塌、滑坡危险区和泥石流易发区从事取土、挖砂、采石等可能造成水土流失的活动。 …… 6、禁止在生态保护红线区域、永久基本农田集中区域和其他需要特别保护的区域内选址建设尾矿库、冶炼渣库磷石膏库。 ……	1.本项目不属于开发性、生产性建设活动；本项目在巴塘县境内不涉及自然保护区、湿地公园和饮用水水源保护区，线路仅穿越生态保护红线，线路采用架空方式，属于《关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》（自然资发[2022]142号）中规定的对生态功能不造成破坏的有限人为活动。 …… 4、本项目不属于水土保持功能及生物多样性保护重要区、水土流失敏感区内禁止建设的项目，且在项目施工期同步采取一系列水土保持措施，能尽量降低施工期的水土流失。 …… 6、本项目已尽量避让巴塘县的生态保护红线，由于地形和地质因素局部穿越生态保护红线，穿越的生态保护红线长度较短；本项目不涉及永久基本农田，项目也不属于尾矿库、冶炼渣库磷石膏库等禁止建设的项目。 ……	符合
			限制开发建设活动的要求	…… 2、基本农田：（1）一般建设项目不得占用永久基本农田…… 3、水土保持功能及生物多样性保护重要区、水土流失敏感区：（1）限制陡坡垦殖和超载过牧；加强对能源和矿产资源开发及建设项目的监管，加大矿山环境整治和生态修复力度。（2）防止湿地退化、草地退化、沙化；保护林草植被，防止自然和旅游资源开发以及畜牧业生产对生态环境的破坏或不利影响。（3）限制土地资源高消耗产业在水土保持生态功能区发展。	…… 2、本项目不占用耕地，也不占用基本农田，项目永久占地面积小，临时占地在施工结束后将进行植被恢复。 …… 3、本项目不属于水土保持功能及生物多样性保护重要区、水土流失敏感区内禁止建设的项目，且在项目施工期同步采取一系列水土保持措施，能尽量降低施工期的水土流失。 ……	符合

生态环境准入清单的具体要求				项目对应情况介绍	符合性分析
类别			对应管控要求		
					
		不符合空间布局要求活动的退出要求	对现有不符合要求和规划、造成污染或破坏的设施，应限期治理或退出.....	本项目不属于造成污染或破坏的设施，沿着区域电力通道走线，符合区域规划。	符合
		污染物排放管控	/	/	/
		环境风险防控	/	/	/
		资源开发利用效率要求	/	/	/
		单元清单管控要求	空间布局约束	执行普适性清单管控要求。	具体见普适性清单管控要求符合性分析。
	污染物排放管控	执行普适性清单管控要求。	具体见普适性清单管控要求符合性分析。	符合	
	环境风险防控	执行普适性清单管控要求。	具体见普适性清单管控要求符合性分析。	符合	
	资源开发利用效率要求	执行普适性清单管控要求。	具体见普适性清单管控要求符合性分析。	符合	

(续) 表 3-32 本项目与甘孜州生态环境准入清单的符合性分析（巴塘县一般管控单元）

生态环境准入清单的具体要求					项目对应情况介绍	符合性分析
类别			对应管控要求			
巴塘县一般管控单元（编码ZH51333530001）	普适性清单管控要求	空间布局约束	禁止开发建设活动的要求	（1）禁止在长江干支流雅砻江、金沙江、大渡河岸线一公里范围内新建、扩建化工园区和化工项目。 …… （4）重点行业禁止开发建设活动的要求——矿产开发：①禁止在法律法规明确规定的禁采区内开采矿产；禁止土法采、选、冶严重污染环境的矿产资源。②禁止在长江干流岸线三公里范围内和雅砻江、金沙江、大渡河岸线一公里范围内新建尾矿库。 …… （7）结合甘孜州主体功能区定位，严格按照《中华人民共和国青藏高原生态保护法》、《中华人民共和国长江保护法》中禁止条款执行。 （8）城镇开发边界外不得进行城镇集中建设，不得规划建设各类开发区和产业园区，不得规划城镇居住用地。	（1）本项目不属于化工园区和化工项目。 …… （4）本项目不属于禁止建设的尾矿库，禁采区内开采矿产等活动。 …… （7）根据《四川省主体功能区规划》（川府发[2013]16号），本项目所在区域属于国家层面限制开发区域（重点生态功能区）中的川滇森林及生物多样性生态功能区，本项目属于电力基础设施，不属于《中华人民共和国青藏高原生态保护法》、《中华人民共和国长江保护法》中禁止的活动，施工结束后对临时占地进行植被恢复，能最大限度地恢复自然生态，不影响区域的生态功能。 （8）本项目不涉及城镇开发边界，不影响所经区域的城镇规划建设。	符合
			限制开发建设活动的要求	（1）严控新增建设用地规模和非农建设占用耕地；坚持最严格的耕地保护制度，对全部耕地按限制开发的要求进行管理，对全部基本农田按禁止开发的要求进行管理。 …… （3）一般管控单元中涉及的自然保护区、风景名胜区、森林公园、地质公园等法定保护地，严格按照国家及地方法律法规、管理办法等相关要求管控。配套旅游、基础设施等建设项目，在符合规划和相关保护要求的前提下，应实施生态避	（1）本项目不占用耕地，也不占用基本农田，除线路塔基为永久占地外，其余均为临时占地，项目永久占地面积小，临时占地在施工结束后将进行植被恢复。 …… （3）本项目在一般管控单元中不涉及巴塘县的森林公园、自然保护区、生态保护红线等生态敏感区。 ……	

生态环境准入清单的具体要求					项目对应情况介绍	符合性分析
类别		对应管控要求				
单 元 级 清 单 管 控 要 求				让、减缓影响及生态恢复措施。		
			不符合空间布局要求活动的退出要求	（1）一般生态空间中涉及自然保护区、风景名胜区、森林公园、地质公园等法定保护地，现有不符合相关保护区法律法规和规划的项目，应限期整改或关闭。 （2）全面取缔禁养区内规模化畜禽养殖场。 （3）按照相关规划和要求，清理整顿非法采砂、非法码头，全面清除不合规码头。	本项目在一般管控单元中不涉及一般生态空间。 本项目不属于禁养区内规模化畜禽养殖场、非法采砂、非法码头等要求退出的建设活动。	符合
		污 染 物 排 放 管 控	其他污染物排放管控要求	乡镇及行政村生活垃圾收转运处置体系基本实现全覆盖.....	本项目线路施工期施工人员产生的生活垃圾经垃圾桶收集后清运至附近生活垃圾收集房，由环卫部门集中转运。	符合
		环 境 风 险 防 控	其他环境风险防控要求	 （3）严禁将城镇生活垃圾、污泥、工业废物直接用作肥料，禁止处理不达标的污泥进入耕地；禁止在农用地排放、倾倒、使用污泥、清淤底泥、尾矿（渣）等可能对土壤造成污染的固体废物。	 （3）本项目线路施工期施工人员产生的生活垃圾经垃圾桶收集后清运至附近生活垃圾收集房，由环卫部门集中转运，不污染环境，无环境风险。	符合
		资 源 开 发 利 用 效 率 要 求	水资源利用总量要求	严格实行用水总量和强度控制.....	本项目施工期间用水量少，运行期线路无废水产生，对当地水资源影响小。	符合
	单 元 级 清 单 管 控 要 求	空间布局约束		执行普适性清单管控要求。	具体见普适性清单管控要求符合性分析。	符合
		污染物排放管控		执行普适性清单管控要求。	具体见普适性清单管控要求符合性分析。	符合
		环境风险防控		执行普适性清单管控要求。	具体见普适性清单管控要求符合性分析。	符合
		资源开发利用效率要求		执行普适性清单管控要求。	具体见普适性清单管控要求符合性分析。	符合

(续) 表 3-32 本项目与甘孜州生态环境准入清单的符合性分析（理塘县优先保护单元）

生态环境准入清单的具体要求				项目对应情况介绍		符合性分析
类别	对应管控要求			项目对应情况介绍		符合性分析
四川格木自然保护区、四川海子山国家级自然保护区、四川扎嘎神山自然保护区、理塘擦若溪风景名胜区、四川理塘无量河湿地公园、夺曲河卡灰村水源地、理塘县夺曲湖水库水源地、生态功能重要区（生物多样性维护重要区、水土保持功能重要区、水源涵养重要区）、生物多样性维护重要区（编码 ZH5133341	普适性管控要求	空间布局约束	禁止开发建设活动的要求	1.生态保护红线：生态保护红线内自然保护区核心区保护区外，禁止开发性、生产性建设活动，在符合法律法规的前提下，仅允许《关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》（自然资发[2022]142号）中规定的十类对生态功能不造成破坏的有限人为活动。…… …… 4、水土保持功能及生物多样性保护重要区、水土流失敏感区：（1）禁止毁林、毁草开垦。（2）禁止在二十五度以上陡坡地开垦种植农作物。（3）禁止过度放牧。（4）禁止在崩塌、滑坡危险区和泥石流易发区从事取土、挖砂、采石等可能造成水土流失的活动。 …… 6、禁止在生态保护红线区域、永久基本农田集中区域和其他需要特别保护的区域内选址建设尾矿库、冶炼渣库磷石膏库。 ……	1.本项目不属于开发性、生产性建设活动；本项目在理塘县境内不涉及自然保护区、湿地公园和饮用水水源保护区、本项目新建理塘500kV变电站不涉及生态保护红线，线路仅穿越生态保护红线，线路采用架空方式，属于《关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》（自然资发[2022]142号）中规定的对生态功能不造成破坏的有限人为活动。 …… 4、本项目不属于水土保持功能及生物多样性保护重要区、水土流失敏感区内禁止建设的项目，且在项目施工期同步采取一系列水土保持措施，能尽量降低施工期的水土流失。 …… 6、本项目已尽量避让理塘县的生态保护红线，由于地形和地质因素局部穿越生态保护红线，穿越的生态保护红线长度较短；本项目不涉及永久基本农田，项目也不属于尾矿库、冶炼渣库磷石膏库等禁止建设的项目。 ……	符合
			限制开发建设活动的要求	…… 2、基本农田：（1）一般建设项目不得占用永久基本农田…… 3、水土保持功能及生物多样性保护重要区、水土流失敏感区：（1）限制陡坡垦殖和超载过牧；加强对能源和矿产资源开发及建设项目的监管，加大矿山环境整治和生态修复力度。（2）防止湿地退化、草地退化、沙化；保护林草植被，防止自然和旅游资源开发以及畜牧业生产对生态环境的破坏或不利影响。（3）限制土地资源高消耗产业在水土保持生态功能区发展。	…… 2、本项目不占用耕地，也不占用基本农田，项目永久占地面积小，临时占地在施工结束后将进行植被恢复。 …… 3、本项目不属于水土保持功能及生物多样性保护重要区、水土流失敏感区内禁止建设的项目，且在项目施工期同步采取一系列水土保持措施，能尽量降低施工期的水土流失。 ……	

生态环境准入清单的具体要求				项目对应情况介绍	符合性分析
类别			对应管控要求		
0001)					
		不符合空间布局要求活动的退出要求	对现有不符合要求和规划、造成污染或破坏的设施，应限期治理或退出.....	本项目不属于造成污染或破坏的设施，沿着区域电力通道走线，符合区域规划。	符合
		污染物排放管控	/	/	/
		环境风险防控	/	/	/
		资源开发利用效率要求	/	/	/
		单 元	空间布局约束	执行普适性清单管控要求。	具体见普适性清单管控要求符合性分析。
	级 清	污染物排放管控	执行普适性清单管控要求。	具体见普适性清单管控要求符合性分析。	符合
	单 管	环境风险防控	执行普适性清单管控要求。	具体见普适性清单管控要求符合性分析。	符合
	控 要	资源开发利用效率要求	执行普适性清单管控要求。	具体见普适性清单管控要求符合性分析。	符合
	求				

(续) 表 3-32 本项目与甘孜州生态环境准入清单的符合性分析（理塘县一般管控单元）

生态环境准入清单的具体要求					项目对应情况介绍	符合性分析
类别			对应管控要求			
理塘县一般管控单元（编码ZH51333430001）	普适性清单管控要求	空间布局约束	禁止开发建设活动的要求	（1）禁止在长江干支流雅砻江、金沙江、大渡河岸线一公里范围内新建、扩建化工园区和化工项目。 …… （4）重点行业禁止开发建设活动的要求——矿产开发：①禁止在法律法规明确规定的禁采区内开采矿产；禁止土法采、选、冶严重污染环境的矿产资源。②禁止在长江干流岸线三公里范围内和雅砻江、金沙江、大渡河岸线一公里范围内新建尾矿库。 …… （7）结合甘孜州主体功能区定位，严格按照《中华人民共和国青藏高原生态保护法》、《中华人民共和国长江保护法》中禁止条款执行。 （8）城镇开发边界外不得进行城镇集中建设，不得规划建设各类开发区和产业园区，不得规划城镇居住用地。	（1）本项目不属于化工园区和化工项目。 …… （4）本项目不属于禁止建设的尾矿库，禁采区内开采矿产等活动。 …… （7）根据《四川省主体功能区规划》（川府发[2013]16号），本项目所在区域属于国家层面限制开发区域（重点生态功能区）中的川滇森林及生物多样性生态功能区，本项目属于电力基础设施，不属于《中华人民共和国青藏高原生态保护法》、《中华人民共和国长江保护法》中禁止的活动，施工结束后对临时占地进行植被恢复，能最大限度地恢复自然生态，不影响区域的生态功能。 （8）本项目不涉及城镇开发边界，不影响所经区域的城镇规划建设。	符合
			限制开发建设活动的要求	（1）严控新增建设用地规模和非农建设占用耕地；坚持最严格的耕地保护制度，对全部耕地按限制开发的要求进行管理，对全部基本农田按禁止开发的要求进行管理。 …… （3）一般管控单元中涉及的自然保护区、风景名胜区、森林公园、地质公园等法定保护地，严格按照国家及地方法律法规、管理办法等相关要求管控。配套旅游、基础设施等建设项目，在符合规划和相关保护要求的前提下，应实施生态避	（1）本项目不占用耕地，也不占用基本农田，除新建理塘500kV变电站和线路塔基为永久占地外，其余均为临时占地，项目永久占地面积小，临时占地在施工结束后将进行植被恢复。 …… （3）本项目在一般管控单元中不涉及理塘县的森林公园、自然保护区、生态保护红线等生态敏感区。 ……	

生态环境准入清单的具体要求					项目对应情况介绍	符合性分析
类别			对应管控要求			
				让、减缓影响及生态恢复措施。		
			不符合空间布局要求活动的退出要求	（1）一般生态空间中涉及自然保护区、风景名胜区、森林公园、地质公园等法定保护地，现有不符合相关保护区法律法规和规划的项目，应限期整改或关闭。 （2）全面取缔禁养区内规模化畜禽养殖场。 （3）按照相关规划和要求，清理整顿非法采砂、非法码头，全面清除不合规码头。	本项目在一般管控单元中不涉及一般生态空间。 本项目不属于禁养区内规模化畜禽养殖场、非法采砂、非法码头等要求退出的建设活动。	符合
		污 染 物 排 放 管控	其他污染物排放管控要求	乡镇及行政村生活垃圾收转运处置体系基本实现全覆盖.....	本项目施工期施工人员产生的生活垃圾经垃圾桶收集后清运至附近生活垃圾收集房；新建理塘500kV变电站运行期产生的生活垃圾经站内既有垃圾箱收集后清运至附近生活垃圾收集房，由环卫部门集中转运。	符合
		环 境 风 险 防 控	其他环境风险防控要求	 （3）严禁将城镇生活垃圾、污泥、工业废物直接用作肥料，禁止处理不达标的污泥进入耕地；禁止在农用地排放、倾倒、使用污泥、清淤底泥、尾矿（渣）等可能对土壤造成污染的固体废物。	 （3）本项目施工期施工人员产生的生活垃圾经垃圾桶收集后清运至附近生活垃圾收集房；新建理塘500kV变电站运行期产生的生活垃圾经站内既有垃圾箱收集后清运至附近生活垃圾收集房，由环卫部门集中转运，不污染环境，无环境风险。	符合
	资 源 开 发 利 用 效率要求	水资源利用总量要求	严格实行用水总量和强度控制.....	本项目施工期间用水量少，运行期线路无废水产生，对当地水资源影响小。	符合	
	单 元 级 清 单 管 控 要求	空间布局约束		执行普适性清单管控要求。	具体见普适性清单管控要求符合性分析。	符合
		污染物排放管控		执行普适性清单管控要求。	具体见普适性清单管控要求符合性分析。	符合
		环境风险防控		执行普适性清单管控要求。	具体见普适性清单管控要求符合性分析。	符合
		资源开发利用效率要求		执行普适性清单管控要求。	具体见普适性清单管控要求符合性分析。	符合

(续) 表 3-32 本项目与甘孜州生态环境准入清单的符合性分析（雅江县优先保护单元）

生态环境准入清单的具体要求				项目对应情况介绍	符合性分析
类别			对应管控要求		
四川神仙山自然保护区、四川格西沟国家级自然保护区、四川亿比措湿地自然保护区、密西沟、生态功能重要区(生物多样性维护重要区、水土保持功能重要区)、格西沟水源地、四川省庆达沟省级森林公园、四川鲜水河大峡谷国家级森林公园、四川雅江那溪措省级湿地公园、生物多样性维护重要区(编码)	普适性单控要求	空间布局约束	禁止开发建设活动的要求	1.生态保护红线：生态保护红线内自然保护区核心保护区外，禁止开发性、生产性建设活动，在符合法律法规的前提下，仅允许《关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》（自然资发[2022]142号）中规定的十类对生态功能不造成破坏的有限人为活动。…… 2.自然保护区及饮用水水源地和水产种质资源保护区—— 2.6饮用水水源地：（1）禁止设置排污口。（2）禁止在一级保护区内新建、改建、扩建与供水设施和保护水源无关的建设项目，已建成的与供水设施和保护水源无关的建设项目，由县级以上人民政府责令拆除或者关闭。（3）禁止在一级保护区内从事网箱养殖、旅游、游泳、垂钓或者其他可能污染饮用水水体的活动。（4）禁止在二级保护区内新建、改建、扩建排放污染物的建设项目，已建成的排放污染物的建设项目，由县级以上人民政府责令拆除或者关闭。（5）禁止在准保护区内新建、扩建对水体污染严重的建设项目，改建建设项目，不得增加排污量。 …… 4、水土保持功能及生物多样性保护重要区、水土流失敏感区：（1）禁止毁林、毁草开垦。（2）禁止在二十五度以上陡坡地开垦种植农作物。（3）禁止过度放牧。（4）禁止在崩塌、滑坡危险区和泥石流易发区从事取土、挖砂、采石等可能造成水土流失的活动。 …… 6、禁止在生态保护红线区域、永久基本农田集	符合

生态环境准入清单的具体要求					项目对应情况介绍	符合性分析
类别			对应管控要求			
ZH51332510001)				中区域和其他需要特别保护的区域内选址建设尾矿库、冶炼渣库磷石膏库。		
			限制开发建设活动的要求	1、自然保护地及饮用水水源地和水产种质资源保护区—— 1.1自然保护区：（1）因科学研究的需要，必须进入核心区从事科学研究观测、调查活动的，应先向管理机构提交申请和活动计划，并经省级以上人民政府有关自然保护区行政主管部门批准，其中进入国家级自然保护区核心区的，必须经国务院有关自然保护区行政主管部门批准。（2）因教学科研目的需要进入缓冲区从事非破坏性科学研究、教学实习和标本采集活动的，应先向管理机构提交申请和活动计划，经自然保护区管理机构批准。（3）在实验区内开展参观、旅游活动，由管理机构编制方案，方案应符合自然保护区管理目标。（4）在实验区内建设其他项目，其污染物排放不得超过国家和地方规定的污染物排放标准。（5）必须符合自然保护区总体规划，严格按规划控制旅游容量。 2、基本农田：（1）一般建设项目不得占用永久基本农田..... 3、水土保持功能及生物多样性保护重要区、水土流失敏感区：（1）限制陡坡垦殖和超载过牧；加强对能源和矿产资源开发及建设项目的监管，加大矿山环境整治和生态修复力度。（2）防止湿地退化、草地退化、沙化；保护林草植被，防止自然和旅游资源开发以及畜牧业生产对生态	1、本项目线路在雅江县境内不涉及自然保护区。 2、本项目不占用耕地，也不占用基本农田，项目永久占地面积小，临时占地在施工结束后将进行植被恢复。 3、本项目不属于水土保持功能及生物多样性保护重要区、水土流失敏感区内禁止建设的项目，且在项目施工期同步采取一系列水土保持措施，能尽量降低施工期的水土流失。	符合

生态环境准入清单的具体要求				项目对应情况介绍	符合性分析
类别		对应管控要求			
单元清单管控要求			环境的破坏或不利影响。（3）限制土地资源高消耗产业在水土保持生态功能区发展。		
		不符合空间布局要求活动的退出要求	对现有不符合要求和规划、造成污染或破坏的设施，应限期治理或退出.....	本项目不属于造成污染或破坏的设施，沿着区域电力通道走线，符合区域规划。	符合
		污染物排放管控	/	/	/
		环境风险防控	/	/	/
		资源开发利用效率要求	/	/	/
		空间布局约束	执行普适性清单管控要求。	具体见普适性清单管控要求符合性分析。	符合
		污染物排放管控	执行普适性清单管控要求。	具体见普适性清单管控要求符合性分析。	符合
		环境风险防控	执行普适性清单管控要求。	具体见普适性清单管控要求符合性分析。	符合
		资源开发利用效率要求	执行普适性清单管控要求。	具体见普适性清单管控要求符合性分析。	符合

（续）表 3-32 本项目与甘孜州生态环境准入清单的符合性分析（雅江县城镇重点管控单元）

生态环境准入清单的具体要求					项目对应情况介绍	符合性分析
类别		对应管控要求				
雅江县城镇空间（编码 ZH51332520001）	普适性清单管控要求	空间布局约束	禁止开发建设活动的要求	 （2）严格执行相关行业企业布局选址要求，禁止在居民区、学校、医疗和养老机构等周边新建有色金属冶炼等行业企业，有序搬迁或依法关闭对土壤造成严重污染的现有企业。 （3）禁止在长江流域河湖管理范围内倾倒、填埋、堆放、弃置、处理固体废物。	 （2）本项目不属于有色金属冶炼等行业企业。 （3）本项目线路施工期施工人员产生的生活垃圾经垃圾桶收集后清运至附近生活垃圾收集房，线路运行期无固体废物产生。	符合
			限制开发建设活动的要求	（1）对不符合国土空间规划的现有工业企业，污染物排放总量及环境风险水平只降不增，引导企业适时搬迁进入对口园区。 （2）严控新设工业园区，如确需新布局工业园区，应充分论证选址的环境合理性。	（1）本项目为输变电工程，属电力基础设施建设，项目建设符合国土空间规划。 （2）本项目为输变电工程，属电力基础设施建设，不属于新设工业园区。	符合
			不符合空间布局要求活动的退出要求	（1）加快推进城市建成区涉重金属企业搬迁或关闭。 （2）按照相关规划和要求，清理整顿非法采砂、非法码头，全面清除不合规码头。	（1）本项目为输变电工程，不属于重金属企业。 （2）本项目为输变电工程，不属于非法采砂、非法码头等项目。	符合
	污染物排放管控	其他污染物排放管控要求	 （2）到2023年底，18个县城设施能力基本满足生活污水处理需求，基本建立城乡生活垃圾分类投放、收集、转运、处理系统，县城生活垃圾无害化处理率达98%。 （5）全面落实各类施工工地扬尘防控措施，重点、重大项目工地实现视频监控、可吸入颗粒物（PM10）在线监测全覆盖。	 （2）本项目线路施工期施工人员产生的生活垃圾经垃圾桶收集后清运至附近生活垃圾收集房，线路运行期无固体废物产生。 （5）本项目线路施工集中在塔基处，施工点分散，各施工点产生的扬尘量较少；线路运行期无施工扬尘产生。	符合	

生态环境准入清单的具体要求					项目对应情况介绍	符合性分析
类别			对应管控要求			
						
		环境风险防控	其他环境风险防控要求	（1）现有涉及五类重金属的企业，不得新增污染物排放，限期退城入园或关停。	（1）本项目为输变电工程，不属于重金属企业。	符合
		资源开发利用效率要求	水资源利用总量要求	（1）严格实行用水总量和强度控制，实施城镇节水降损，全面推进城市节水、大幅降低供水管网漏损、强化公共用水管理、严控高耗水服务用水。	（1）本项目线路施工期间用水量少，线路运行期不产生用水量，对当地水资源影响小。	符合
	单元级清单管控要求	空间布局约束		执行普适性清单管控要求。	具体见普适性清单管控要求符合性分析。	符合
		污染物排放管控		执行普适性清单管控要求。	具体见普适性清单管控要求符合性分析。	符合
		环境风险防控		执行普适性清单管控要求。	具体见普适性清单管控要求符合性分析。	符合
		资源开发利用效率要求		执行普适性清单管控要求。	具体见普适性清单管控要求符合性分析。	符合

(续) 表 3-32 本项目与甘孜州生态环境准入清单的符合性分析（雅江县一般管控单元）

生态环境准入清单的具体要求					项目对应情况介绍	符合性分析
类别			对应管控要求			
雅江县一般管控单元（编码ZH51332520001）	普适性清单管控要求	空间布局约束	禁止开发建设活动的要求	（1）禁止在长江干支流雅砻江、金沙江、大渡河岸线一公里范围内新建、扩建化工园区和化工项目。 …… （4）重点行业禁止开发建设活动的要求——矿产开发：①禁止在法律法规明确规定的禁采区内开采矿产；禁止土法采、选、冶严重污染环境的矿产资源。②禁止在长江干流岸线三公里范围内和雅砻江、金沙江、大渡河岸线一公里范围内新建尾矿库。 …… （7）结合甘孜州主体功能区定位，严格按照《中华人民共和国青藏高原生态保护法》、《中华人民共和国长江保护法》中禁止条款执行。 （8）城镇开发边界外不得进行城镇集中建设，不得规划建设各类开发区和产业园区，不得规划城镇居住用地。	（1）本项目不属于化工园区和化工项目。 …… （4）本项目不属于禁止建设的尾矿库，禁采区内开采矿产等活动。 …… （7）根据《四川省主体功能区规划》（川府发[2013]16号），本项目所在区域属于国家层面限制开发区域（重点生态功能区）中的川滇森林及生物多样性生态功能区，本项目属于电力基础设施，不属于《中华人民共和国青藏高原生态保护法》、《中华人民共和国长江保护法》中禁止的活动，施工结束后对临时占地进行植被恢复，能最大限度地恢复自然生态，不影响区域的生态功能。 （8）本项目不涉及城镇开发边界，不影响所经区域的城镇规划建设。	符合
			限制开发建设活动的要求	（1）严控新增建设用地规模和非农建设占用耕地；坚持最严格的耕地保护制度，对全部耕地按限制开发的要求进行管理，对全部基本农田按禁止开发的要求进行管理。 …… （3）一般管控单元中涉及的自然保护区、风景名胜区、森林公园、地质公园等法定保护地，严格按照国家及地方法律法规、管理办法等相关要求管控。配套旅游、基础设施等建设项目，在符合规划和相关保护要求的前提下，应实施生态避	（1）本项目不占用耕地，也不占用基本农田，除线路塔基为永久占地外，其余均为临时占地，项目永久占地面积小，临时占地在施工结束后将进行植被恢复。 …… （3）本项目在一般管控单元中不涉及雅江县的森林公园、自然保护区、生态保护红线等生态敏感区。 ……	符合

生态环境准入清单的具体要求					项目对应情况介绍	符合性分析
类别			对应管控要求			
				让、减缓影响及生态恢复措施。		
			不符合空间布局要求活动的退出要求	（1）一般生态空间中涉及自然保护区、风景名胜区、森林公园、地质公园等法定保护地，现有不符合相关保护区法律法规和规划的项目，应限期整改或关闭。 （2）全面取缔禁养区内规模化畜禽养殖场。 （3）按照相关规划和要求，清理整顿非法采砂、非法码头，全面清除不合规码头。	本项目在一般管控单元中不涉及一般生态空间。 本项目不属于禁养区内规模化畜禽养殖场、非法采砂、非法码头等要求退出的建设活动。	符合
		污 染 物 排 放 管 控	其他污染物排放管控要求	乡镇及行政村生活垃圾收转运处置体系基本实现全覆盖.....	本项目线路施工期施工人员产生的生活垃圾经垃圾桶收集后清运至附近生活垃圾收集房，由环卫部门集中转运。	符合
		环 境 风 险 防 控	其他环境风险防控要求	 （3）严禁将城镇生活垃圾、污泥、工业废物直接用作肥料，禁止处理不达标的污泥进入耕地；禁止在农用地排放、倾倒、使用污泥、清淤底泥、尾矿（渣）等可能对土壤造成污染的固体废物。	 （3）本项目线路施工期施工人员产生的生活垃圾经垃圾桶收集后清运至附近生活垃圾收集房，由环卫部门集中转运，不污染环境，无环境风险。	符合
		资 源 开 发 利 用 效 率 要 求	水资源利用总量要求	严格实行用水总量和强度控制.....	本项目施工期间用水量少，运行期线路无废水产生，对当地水资源影响小。	符合
	单 元 级 清 单 管 控 要 求	空间布局约束		执行普适性清单管控要求。	具体见普适性清单管控要求符合性分析。	符合
		污染物排放管控		执行普适性清单管控要求。	具体见普适性清单管控要求符合性分析。	符合
		环境风险防控		执行普适性清单管控要求。	具体见普适性清单管控要求符合性分析。	符合
		资源开发利用效率要求		执行普适性清单管控要求。	具体见普适性清单管控要求符合性分析。	符合

(续) 表 3-32 本项目与甘孜州生态环境准入清单的符合性分析（康定市优先保护单元）

生态环境准入清单的具体要求				项目对应情况介绍		符合性分析
类别	对应管控要求					
四川贡嘎山国家级自然保护区、贡嘎山国家级风景名胜区、四川金汤孔玉自然保护区、四川泰宁玉科自然保护区、四川亿比措湿地自然保护区、瓦厂沟水源地、龙头沟水源地、榆林河驷马桥水源地、任家沟饮用水水源地、四川大熊猫栖息地世界自然遗产、生态功能重要区(生物多样性维护重要区、水土保持功能重	普 适 性 清 单 管 控 要 求	空间布局约束	禁止开发建设活动的要求	 4、水土保持功能及生物多样性保护重要区、水土流失敏感区：（1）禁止毁林、毁草开垦。（2）禁止在二十五度以上陡坡地开垦种植农作物。（3）禁止过度放牧。（4）禁止在崩塌、滑坡危险区和泥石流易发区从事取土、挖砂、采石等可能造成水土流失的活动。 6、禁止在生态保护红线区域、永久基本农田集中区域和其他需要特别保护的区域内选址建设尾矿库、冶炼渣库磷石膏库。 	 4、本项目不属于水土保持功能及生物多样性保护重要区、水土流失敏感区内禁止建设的项目，且在项目施工期同步采取一系列水土保持措施，能尽量降低施工期的水土流失。 6、本项目已避让康定市的生态保护红线；本项目不涉及永久基本农田，项目也不属于尾矿库、冶炼渣库磷石膏库等禁止建设的项目。 	符合
			限制开发建设活动的要求	 2、基本农田：（1）一般建设项目不得占用永久基本农田..... 3、水土保持功能及生物多样性保护重要区、水土流失敏感区：（1）限制陡坡垦殖和超载过牧；加强对能源和矿产资源开发及建设项目的监管，加大矿山环境整治和生态修复力度。（2）防止湿地退化、草地退化、沙化；保护林草植被，防止自然和旅游资源开发以及畜牧业生产对生态环境的破坏或不利影响。（3）限制土地资源高消耗产业在水土保持生态功能区发展。 	 2、本项目在康定市境内不占用耕地，不占用基本农田，项目永久占地面积小，临时占地在施工结束后将进行植被恢复。 3、本项目不属于水土保持功能及生物多样性保护重要区、水土流失敏感区内禁止建设的项目，且在项目施工期同步采取一系列水土保持措施，能尽量降低施工期的水土流失。 	符合
			不符合空间布局要求活动的退出要求	对现有不符合要求和规划、造成污染或破坏的设施，应限期治理或退出.....	本项目不属于造成污染或破坏的设施，沿着区域电力通道走线，符合区域规划。	符合
		污染物排放管控	/	/	/	/

生态环境准入清单的具体要求				项目对应情况介绍	符合性分析
类别		对应管控要求			
要区)、生物多样性维护重要区、水土保持重要区（编码ZH51330110001）	单元清单管控要求	环境风险防控	/	/	/
		资源开发利用效率要求	/	/	/
		空间布局约束	执行普适性清单管控要求。	具体见普适性清单管控要求符合性分析。	符合
		污染物排放管控	执行普适性清单管控要求。	具体见普适性清单管控要求符合性分析。	符合
		环境风险防控	执行普适性清单管控要求。	具体见普适性清单管控要求符合性分析。	符合
		资源开发利用效率要求	执行普适性清单管控要求。	具体见普适性清单管控要求符合性分析。	符合

(续) 表 3-32 本项目与甘孜州生态环境准入清单的符合性分析（康定市一般管控单元）

生态环境准入清单的具体要求					项目对应情况介绍	符合性分析
类别			对应管控要求			
康定市一般管控单元（编码ZH51330130001）	普适性清单管控要求	空间布局约束	禁止开发建设活动的要求	（1）禁止在长江干支流雅砻江、金沙江、大渡河岸线一公里范围内新建、扩建化工园区和化工项目。 …… （4）重点行业禁止开发建设活动的要求——矿产开发：①禁止在法律法规明确规定的禁采区内开采矿产；禁止土法采、选、冶严重污染环境的矿产资源。②禁止在长江干流岸线三公里范围内和雅砻江、金沙江、大渡河岸线一公里范围内新建尾矿库。 …… （7）结合甘孜州主体功能区定位，严格按照《中华人民共和国青藏高原生态保护法》、《中华人民共和国长江保护法》中禁止条款执行。 （8）城镇开发边界外不得进行城镇集中建设，不得规划建设各类开发区和产业园区，不得规划城镇居住用地。	（1）本项目不属于化工园区和化工项目。 …… （4）本项目不属于禁止建设的尾矿库，禁采区内开采矿产等活动。 …… （7）根据《四川省主体功能区规划》（川府发[2013]16号），本项目所在区域属于国家层面限制开发区域（重点生态功能区）中的川滇森林及生物多样性生态功能区，本项目属于电力基础设施，不属于《中华人民共和国青藏高原生态保护法》、《中华人民共和国长江保护法》中禁止的活动，施工结束后对临时占地进行植被恢复，能最大限度地恢复自然生态，不影响区域的生态功能。 （8）本项目不涉及城镇开发边界，不影响所经区域的城镇规划建设。	符合
			限制开发建设活动的要求	（1）严控新增建设用地规模和非农建设占用耕地；坚持最严格的耕地保护制度，对全部耕地按限制开发的要求进行管理，对全部基本农田按禁止开发的要求进行管理。 …… （3）一般管控单元中涉及的自然保护区、风景名胜区、森林公园、地质公园等法定保护地，严格按照国家及地方法律法规、管理办法等相关要求管控。配套旅游、基础设施等建设项目，在符合规划和相关保护要求的前提下，应实施生态避	（1）本项目不占用耕地，也不占用基本农田，除线路塔基为永久占地外，其余均为临时占地，项目永久占地面积小，临时占地在施工结束后将进行植被恢复。 …… （3）本项目在一般管控单元中不涉及康定市的森林公园、自然保护区、生态保护红线等生态敏感区。 ……	

生态环境准入清单的具体要求					项目对应情况介绍	符合性分析
类别		对应管控要求				
单 元 级 清 单 管 控 要 求				让、减缓影响及生态恢复措施。		
			不符合空间布局要求活动的退出要求	（1）一般生态空间中涉及自然保护区、风景名胜区、森林公园、地质公园等法定保护地，现有不符合相关保护区法律法规和规划的项目，应限期整改或关闭。 （2）全面取缔禁养区内规模化畜禽养殖场。 （3）按照相关规划和要求，清理整顿非法采砂、非法码头，全面清除不合规码头。	本项目在一般管控单元中不涉及一般生态空间。 本项目不属于禁养区内规模化畜禽养殖场、非法采砂、非法码头等要求退出的建设活动。	符合
		污 染 物 排 放 管 控	其他污染物排放管控要求	乡镇及行政村生活垃圾收转运处置体系基本实现全覆盖.....	本项目线路施工期施工人员产生的生活垃圾经垃圾桶收集后清运至附近生活垃圾收集房，由环卫部门集中转运。	符合
		环 境 风 险 防 控	其他环境风险防控要求	 （3）严禁将城镇生活垃圾、污泥、工业废物直接用作肥料，禁止处理不达标的污泥进入耕地；禁止在农用地排放、倾倒、使用污泥、清淤底泥、尾矿（渣）等可能对土壤造成污染的固体废物。	 （3）本项目线路施工期施工人员产生的生活垃圾经垃圾桶收集后清运至附近生活垃圾收集房，由环卫部门集中转运，不污染环境，无环境风险。	符合
		资 源 开 发 利 用 效 率 要 求	水资源利用总量要求	严格实行用水总量和强度控制.....	本项目施工期间用水量少，运行期线路无废水产生，对当地水资源影响小。	符合
		空间布局约束		执行普适性清单管控要求。	具体见普适性清单管控要求符合性分析。	符合
		污染物排放管控		执行普适性清单管控要求。	具体见普适性清单管控要求符合性分析。	符合
		环境风险防控		执行普适性清单管控要求。	具体见普适性清单管控要求符合性分析。	符合
		资源开发利用效率要求		执行普适性清单管控要求。	具体见普适性清单管控要求符合性分析。	符合

综上所述，本项目未超出环境质量底线及资源利用上线，满足生态环境准入条件，符合“三线一单”和生态环境分区管控的要求。

3.2.4.12 工程的环境合理性分析

本项目新建理塘500kV变电站按相关规程规范进行设计，采取电磁环境控制和噪声控制措施后，产生的电场强度、磁感应强度和噪声均能满足相应评价标准要求；运行期站内生活污水经地埋式污水处理装置收集处理后综合利用（站内绿化），不外排，不会对站外水环境产生影响。输电线路避让了白玉县、巴塘县、理塘县、雅江县和康定市的建成区和规划区，避让了集中居民点，线路按相关规程规范进行设计，并在民房等公众曝露区域抬高导线对地最低高度，确保线路在临近居民房屋时，电场强度、磁感应强度和噪声均能满足相应评价标准要求。

本项目新建理塘 500kV 变电站不涉及国家公园、自然保护区、自然公园、世界自然遗产、生态保护红线等生态敏感区，也不涉及饮用水水源保护区等环境敏感点，变电站征地方案取得了《建设项目用地预审与选址意见书》。本项目线路I无法避让四川火龙沟省级自然保护区实验区、四川沙鲁里山国家森林公园一般游憩区和白玉县、巴塘县、理塘县生态保护红线，但不涉及国家公园、其他自然保护区、世界自然遗产等生态敏感区；线路II无法避让理塘县、雅江县和康定市生态保护红线，但不涉及国家公园、自然保护区、世界自然遗产等生态敏感区，通过采取优化塔基位置和施工工艺、优化施工组织方案和临时设施布置、采取表土剥离、土地整治、植被恢复等生态保护措施，以及加强施工期和工程运行期的监督和管理等一系列措施，能尽量降低对自然保护区、森林公园及其生态保护红线内野生动植物资源及其生态系统的影响，符合自然资源部国家林业和草原局自然资函〔2020〕71 号文及《四川省自然保护区管理条例》（2018 年 9 月修正）、《森林公园管理办法》（2016 年 9 月 22 日）等要求；本项目已完成对生态保护红线的不可避让论证工作，并已取得用地预审与选址意见书。总体而言，本项目不可避让占用生态保护红线，但项目建设对生态保护红线的影响总体可控，符合环环评〔2016〕150 号、环规财〔2018〕86 号、厅字〔2019〕48 号、川府发〔2020〕9 号、自然资发〔2022〕142 号的要求。线路 II 穿越柯拉乡呷滩水源地（分散式）二级保护区、穿越雅江县呷拉镇湾地沟集中式饮用水水源保护区二级保护区、穿越雅江县八角楼乡日基沟集中式饮用水水源保护区二级保护区、呷巴乡下村水源地（分散式）二级保护区，路径方案已取得甘孜州雅江生态环境局的确认意见。从环境制约因素和环境影响程度的角度分析，本项目建设是合理的。

3.3 环境影响因素识别与评价因子筛选

3.3.1 施工期

3.3.1.1 新建理塘 500kV 变电站

新建理塘 500kV 变电站施工期的环境影响包括施工噪声、施工扬尘、施工废污水、固体废物、生态环境影响等。

（1）施工噪声

新建理塘 500kV 变电站施工工序包主要包括土建施工和设备安装，需在站外新征地，施工机具主要有履带式推土机、履带式单斗挖掘机、振动压路机、夯实机、运输车辆等，根据《噪声与振动控制工程手册》，变电站基础施工阶段施工噪声最大的施工机械为挖掘机，其声功率级为 100dB（A），设备安装阶段施工噪声最大的施工机械为起重机，其声功率级为 80dB（A）。

（2）施工扬尘

施工扬尘主要来源于基础开挖，主要集中在施工区域内且产生量极小，仅在短期内使施工区域局部空气中的 TSP 增加。

（3）施工废污水

施工废污水主要是施工人员产生的生活污水和少量的场地、设备清洗水，若不经处理，则可能对地面水环境产生不良影响。平均每天配置施工人员约 300 人，人均用水量参考《四川省用水定额》（川府函〔2021〕8 号），取 120L/人·天；排水系数参考《室外排水设计标准》（GB50014-2021），取 0.9，产生生活污水量约 32.4t/d。

（4）固体废物

固体废物主要为施工人员产生的生活垃圾，平均每天配置施工人员约 300 人，根据《第一次全国污染源普查城镇生活源产排污系数手册》（第一分册）中四区五类区域人均生活垃圾产生量为 0.35kg/d，变电站产生的生活垃圾量约 105kg/d。

（5）生态影响

变电站永久占地会使场地植被及微区域地表状态发生改变，从而改变土地利用功能，会对区域生态环境产生不同程度的影响，包括对水土流失、动植物资源等方面的影响。变电站征地范围场地平整、道路修建、设备基础开挖、材料堆放等会引起局部植被破坏和地表扰动，导致水土流失。

3.3.1.2 输电线路

本项目线路施工期的环境影响包括施工噪声、施工扬尘、施工废污水、固体废物、

生态影响等。

（1）施工噪声

线路施工中的主要噪声有工地运输噪声以及基础、架线施工中各种机具的设备噪声等，施工机具主要有卷扬机、运输车辆等，根据《噪声与振动控制工程手册》，施工噪声最大的施工机械为卷扬机，其声功率级为 90dB（A）。线路施工噪声集中于塔基处，塔基零星分散，施工强度低，噪声影响小且持续时间短，不会对周围环境敏感点产生明显影响。

（2）施工扬尘

施工扬尘主要来源于塔基基础开挖，主要集中在施工区域内且产生量极小，仅在短期内使施工区域局部空气中的 TSP 增加。

（3）施工废污水

施工废污水主要是施工人员产生的生活污水和少量的场地、设备清洗水，若不经处理，则可能对地面水环境产生不良影响。平均每天配置施工人员约 300 人，人均用水量参考《四川省用水定额》（川府函〔2021〕8 号），取 120L/人·天；排水系数参考《室外排水设计标准》（GB50014-2021），取 0.9，产生生活污水量约 32.4t/d。

（4）固体废物

固体废物主要为施工人员产生的生活垃圾。施工期平均每天配置施工人员约 300 人（沿线路分散分布在各施工点位），根据《第一次全国污染源普查城镇生活源产排污系数手册》（第一分册）中四区五类区域人均生活垃圾产生量为 0.35kg/d，线路生活垃圾产生量约 105kg/d。

（5）生态影响

线路塔基建设、施工运输道路和人抬道路修整、牵张场、索道站、跨越场等产生的永久占地与临时占地会使场地植被及微区域地表状态发生改变，从而改变土地利用功能，会对区域生态环境产生不同程度的影响，包括对水土流失、动植物资源等方面的影响；穿越四川火龙沟自然保护区、四川沙鲁里山国家森林公园和生态保护红线的塔基建设会对其中的保护对象、生态环境等方面产生不同程度的影响。

3.3.2 运行期

3.3.2.1 理塘 500kV 变电站

理塘 500kV 变电站建成投运后产生的环境影响包括工频电场、工频磁场、噪声、废污水和固体废物等。

（1）工频电场、工频磁场

变电站内主要电气设备包括主变压器、500kV 配电装置、220kV 配电装置等，当变电站内的电气设备加上电压后，电气设备与大地之间会存在电位差，从而导致在电气设备附近产生工频电场；主变压器、配电装置等电气设备在有电流通过时，在其周围将产生工频磁场。

（2）噪声

变电站内各种电气设备在运行时会产生噪声，主要包括 500kV 主变压器、500kV 高压并联电抗器、66kV 低压并联电抗器和中性点电抗器产生的电磁噪声，电磁噪声以中低频为主。根据设计资料和类比调查，单台 500kV 主变压器的噪声声压级不超过 70dB（A）（距离设备 2m 处）、500kV 高压并联电抗器噪声级低于 70dB(A)(距设备 1m 处)，66kV 低压并联电抗器噪声级低于 75dB(A)(距设备 1m 处)，中性点电抗器噪声级低于 65dB(A)(距设备 1m 处)。

（3）废污水

变电站投运后，仅设置值守人员 1 人，运行期的废污水主要来源于值守人员产生的生活污水，人均用水量参考《四川省用水定额》（川府函〔2021〕8 号），取 120L/人·天；排水系数参考《室外排水设计标准》（GB50014-2021），取 0.9，产生生活污水量约 0.108t/d。

（4）固体废物

1) 生活垃圾

变电站投运后，仅设置值守人员 1 人，变电站运行期的生活垃圾主要由站内值守人员产生，根据《第一次全国污染源普查城镇生活源产排污系数手册》（第一分册）中四区五类区域人均生活垃圾产生量为 0.35kg/d，生活垃圾产生量为 0.35kg/d。

2) 危险废物

变电站运营期的危险废物主要为主变事故排放的少量事故废油、检修时产生的含油废物及更换的废蓄电池。

①事故废油及含油废物

根据《国家危险废物名录》（2025 年版）（部令第 15 号），事故废油、含油废物均为危险废物，危险特性为毒性（T）和易燃性（I），事故废油属于《国家危险废物名录》（2025 年版）中“HW08 废矿物油与含矿物油废物”——“900-220-08 变压器维护、更换和拆解过程中产生的废变压器油”，变电站检修时产生的含油废物属于《国

家危险废物名录》（2025 年版）中“HW08 废矿物油与含矿物油废物”——“900-249-08 其他生产、销售、使用过程中产生的废矿物油及沾染矿物油的废弃包装物”。根据设计资料，并参照同类同容量的 500kV 主变压器、500kV 高压电抗器、66kV 低压并联电抗器资料，变电站投运后站内单台 500kV 主变压器的绝缘油油量最大约 84t，折合体积约 94m³；单相 500kV 主变压器的绝缘油油量约 84t，折合体积约 94m³；单相 500kV 高压电抗器的绝缘油油量约 20t，折合体积约 22.4m³；变电站检修时产生的含油棉纱、含油手套等含油废物量极少。

②更换的废蓄电池

更换的废蓄电池来源于变电站内的蓄电池室，一般情况下运行 6~8 年老化后需更换。运行单位在日常检修中不定期检测蓄电池电压，若性能满足要求则继续使用，对性能不达标的蓄电池，则进行更换，更换下来的废蓄电池属于危险废物，按照危险废物进行管理。废蓄电池属于《国家危险废物名录》（2025 年版）中“HW31 含铅废物”——“900-052-31 废铅蓄电池及废铅蓄电池拆解过程中产生的废铅板、废铅膏和酸液”，危险特性为毒性、腐蚀性（T、C）。

3.3.2.2 输电线路

本项目线路运行期的环境影响主要有工频电场、工频磁场、噪声。

（1）工频电场、工频磁场

当输电线路加上电压后，输电线路与大地之间会存在电位差，从而导致导线周围产生工频电场；当输电线路有电流后，在载流导体周围产生工频磁场。

（2）噪声

输电线路电晕放电将产生噪声，输电线路的可听噪声主要发生在雨天等恶劣天气条件下，在干燥条件下通常很小。

3.4 生态环境影响途经分析

3.4.1 施工期

理塘 500kV 变电站施工期产生的生态环境影响主要包括道路修建、场地平整、基础开挖、材料堆放等造成的局部植被破坏以及由此引起的水土流失；施工活动会对动物及其栖息环境造成干扰影响。本项目线路在塔基、施工道路、牵张场、跨越场等建设过程中，会使永久占地与临时占地区域植被及微区域地表状态发生改变，对区域生态环境造成不同程度的影响。主要表现在以下几个方面：

（1）变电站和塔基施工需进行挖方、填方、浇筑等活动，会对附近原生地貌和

植被造成一定程度的破坏，从而降低植被覆盖度，可能形成裸露疏松的表土、施工弃土等，如果不进行必要的防护，可能会加剧土壤侵蚀与水土流失，影响当地植物生长，导致生产力下降和生物量损失；但是本项目变电站占地面积较小，塔基数量较少，塔基占地面积小且分散，不会对区域野生动物的种类和分布格局造成较大影响，加之野生动物具有较强的适应能力，随着施工活动的结束其影响会逐渐消除。

（2）塔材运至现场进行铁塔组立，需在塔基周围占用一定范围的临时用地；张力牵张放线、紧线需设置牵张场；为便于施工材料运输，需修整施工道路和人抬道路，局部塔位需修建索道站；交叉跨越处架线也需设置跨越施工场；开挖土方的临时堆放也会占用一定场地。这些临时占地将改变原有土地利用方式，使部分植被和土壤遭受短期破坏，导致生产力下降和生物量损失，但是这种破坏是可逆转的，随着施工活动的结束，同时结合植被恢复，其影响会逐渐消除。

（3）施工期间施工人员出入、运输车辆的来往、施工机械的运行会对施工场地周边野生动物觅食、迁徙、繁殖和发育等产生干扰，有可能限制其活动区域、觅食范围、与栖息空间等。若在夜间施工，车辆灯光、照明灯光等也可能会对一些鸟类和夜间活动兽类产生干扰，影响其正常活动。

（4）施工期间，土建施工可能产生少量扬尘，覆盖于附近的农作物和枝叶上，将影响其光合作用；雨水冲刷松散土层流入场区周围的耕地与其它植被用地，也会对农作物及植被生长会产生轻微影响，可能造成土地生产力的下降。

（5）本项目线路将穿越火龙沟省级自然保护区、四川沙鲁里山国家森林公园及生态保护红线，区域地质条件较差，塔基开挖、林木砍伐等施工活动会破坏生态敏感区内的原生地貌和地表植被，但本项目施工过程中通过采取优化基础型式及施工工艺、强化大陡坡塔基的水土保持和植被恢复等措施，能进一步降低对生态敏感区内森林资源和生态功能的影响。

3.4.2 运行期

本项目运行期可能造成的生态环境影响主要有：工程永久占地带来的土地用途改变；铁塔和输电线路对兽类、鸟类活动的影响；线路产生的工频电场、工频磁场、噪声对周围野生动植物的影响；线路维护和检修人员对野生动植物的影响；线路对火龙沟省级自然保护区、四川沙鲁里山国家森林公园及生态保护红线生态环境及景观的影响。

运行期工程永久占地主要为变电站和塔基占地，永久占地均进行硬化，不会产生

新增水土流失，塔基占地面积较小，呈点式分布，一方面会造成景观格局及植被覆盖状况的轻微变化，另一方面，部分位于高山、峻岭且坡度较大的塔基，若不采取适当的工程防护和植被措施，现有植被一旦遭到破坏很难得到恢复，塔基开挖产生的弃土若不妥善处理容易造成水土流失和坡下植被破坏。

3.5 初步设计环境保护措施

3.5.1 电磁环境保护措施

3.5.1.1 理塘 500kV 变电站

- (1) 变电站内电气设备均安装接地装置。
- (2) 对电气设备进行合理布局，主变采用一字型布置在站区中央。
- (3) 500kV 配电装置、220kV 配电装置均采用 GIS 户内布置。
- (4) 变电站内导线、母线和其它金具等提高加工工艺，做到表面光滑，尽量避免毛刺的出现。
- (5) 变电站内所有设备导电元件间接触部位均应连接紧密，以减小因接触不良而产生的火花放电。
- (6) 在设备的高压导电部件上设置不同形状和数量的均压环（或罩），以改善电场分布。
- (7) 站内平行跨导线相序排列避免同相布置，尽量减少同相母线交叉与相同转角布置等措施。

3.5.1.2 输电线路

- (1) 线路路径选择时尽量避让集中居民区、城镇规划区。
- (2) 合理选择线路导线的截面和相导线结构，以降低电磁环境影响。
- (3) 线路邻近居民房屋时，确保线路在居民房屋处产生的电场强度不超过 4000V/m 的控制限值、磁感应强度不超过 100 μ T 的控制限值。
- (4) 本项目线路与其他设施交叉跨越时，严格按照《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》（GB50545-2010）要求确保足够净空距离。

3.5.2 声环境保护措施

3.5.2.1 理塘 500kV 变电站

- (1) 主变压器布置在站区中央。
- (2) 主变压器选择噪声声压级不超过 70dB(A)（距设备 2m 处）的设备、500kV 高压并联电抗器选择噪声声压级不超过 70dB(A)（距设备 1m 处）的设备、66kV 低压

并联电抗器选择噪声声压级不超过 75dB(A)（距设备 1m 处）的设备、中性点电抗器选择噪声声压级不超过 65dB(A)（距设备 1m 处）的设备。

（3）设置高度度 2.5m 的围墙。

（4）各相主变之间设置高 7.0m 的防火墙。

（5）在变电站北侧围墙顶部设置隔声屏障，总高 8.0m（5.0m 高围墙+ 3m 高隔声屏障），长约 125.0m；在变电站东南侧围墙顶部设置隔声屏障，总高 6.0m（5.0m 高围墙+1.0m 高隔声屏障），长约 98.0m；北侧长约 128.5m 围墙抬升至 5.0m 高，顶部预留隔声屏障安装位置及连接埋件；西侧长约 245.0m 围墙抬升至 5.0m 高，顶部预留隔声屏障安装位置及连接埋件。

3.5.2.2 输电线路

在满足工程对导线机械物理特性要求和系统输送容量要求的前提下，合理选择导线、子导线分裂间距及绝缘子串组装型式等，以降低线路的电晕噪声水平。严格按照相关规程及规范，结合项目区实际情况和工程设计要求，提高导线对地最低高度，确保评价范围内居民房屋处的声环境满足相应声功能区的声级限值要求。

3.5.3 水环境保护措施

3.5.3.1 理塘 500kV 变电站

变电站投运后站内生活污水经地埋式污水处理装置（设计规模 0.5t/h）收集处理后综合利用（站内绿化），不外排。

3.5.3.2 输电线路

线路投运后无废污水产生。

3.5.4 固体废物控制措施

3.5.4.1 理塘 500kV 变电站

（1）一般固体废物

变电站投运后站内生活垃圾经垃圾桶收集后清运至附近的垃圾池，由环卫部门集中转运。

（2）危险废物

各相主变下方设置 1 座 19m³ 事故油坑；站内设置 1 座 100m³ 主变事故油池、1 座 25m³ 高抗事故油池，用于收集主变压器、高压并联电抗器事故时产生的事故油，事故油经事故油池进行油水分离后，少量事故废油由有资质的单位处置，不外排；设备检修时产生的少量含油棉纱、含油手套等含油废物由有资质的单位处置。

废蓄电池按照危险废物进行管理，运行单位不得擅自处理，需交由有资质的单位进行处置。

3.5.4.2 输电线路

线路投运后无固体废物产生。

3.5.5 生态环境保护措施

3.5.5.1 理塘 500kV 变电站

- (1) 变电站采用紧凑型布置，减小占地面积。
- (2) 变电站周围设置浆砌块石排水沟及边坡。
- (3) 变电站站区土石方挖填平衡，不对外弃土。
- (4) 变电站靠近国道 G227 布置，减少新建进站道路长度。

3.5.5.2 输电线路

(1) 输电线路路径选择和设计时充分听取当地环保、林草、自然资源等政府部门的意见，尽量优化线路路径。根据初步核实，线路无法避让火龙沟省级自然保护区和四川沙鲁里山国家森林公园和生态保护红线，通过尽量缩短穿越长度、减少生态敏感区内的塔基数量及占地、优化基础型式、优化施工工艺、减小植被破坏、加强施工管理等减缓措施，采取植被恢复等补偿措施，能最大限度地降低对区域生态环境的影响。

(2) 尽量增加跨越档距，减少塔基数量，塔基位置选择尽可能避让集中林木，减少树木砍伐和植被破坏。

(3) 线路在通过林木密集区时，尽量采用提升架线高度减少树木砍削量。

(4) 线路采用全方位高低腿铁塔，对生态敏感区内的塔基尽量优化塔基基础型式，如采用挖孔基础等原状土基础，尽量减少占地，减少土石方开挖量及水土流失影响。

(5) 对生态敏感区内的线路采用占地面积较小的铁塔，增大档距，减少生态敏感区内的塔基数量和占地面积，减小林木砍伐和植被破坏。

4 环境现状调查与评价

4.1 区域概况

4.1.1 行政区划及地理位置

新建理塘 500kV 变电站位于四川省甘孜州理塘县奔戈乡；甘孜 1000kV 变电站位于四川省甘孜州康定市呷巴乡，本次扩建位于变电站内预留场地上；帮果换~理塘 500kV 线路工程位于四川省甘孜州白玉县、巴塘县、理塘县境内；理塘~甘孜特 500kV 线路工程位于四川省甘孜州理塘县、雅江县、康定市境内。

4.1.2 交通

本项目新建理塘 500kV 变电站进站道路拟从站址东侧的 G227 国道上引接，新建进站道路长约 165m，原辅材料通过 G227 国道、乡村道路和进站道路运输；线路 I 附近有 G318 国道、G215 国道、S217 省道及乡村道路，线路 II 附近有 G318 国道、G248 国道及乡村道路。本项目部分塔基拟采用机械化施工，即是一种以机械为主，人力为辅的工程施工模式，根据机械化施工要求，需要一定宽度的道路供施工机械通行至塔基处，应尽量利用既有道路，当既有道路不能满足施工机械设备和车辆通行需要时，需对原有乡村道路和机耕道进行拓宽，本项目机械化施工塔位需修建施工道路长约 137km，路基宽约 3.5m；扩宽施工道路约 44.5km，平均扩宽约 1m；总占地面积约 52.4hm²；其余塔基采用传统施工方式，需修整简易人抬便道长约 108.0km，总占地面积约 10.8hm²，原辅材料采用车辆通过既有道路运送至塔基附近，再经当地人行小路或修整施工人抬便道经人力运送至塔基处。

4.1.3 项目区域环境质量

根据甘孜州生态环境局发布的《甘孜州污染防治攻坚战领导小组办公室关于 2023 年 1-6 月各县（市）环境空气质量的通报》，甘孜州白玉县、巴塘县、理塘县、雅江县和康定市 SO₂、NO₂、CO、O₃、PM₁₀、PM_{2.5} 等指标监测结果均满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准要求，属于环境空气质量达标区域。本项目区域的降曲、巴曲、德曲、理塘河、无量河、霍曲、雅砻江、立曲河的水域功能类别均为Ⅱ类，根据甘孜州生态环境局发布的《甘孜州污染防治攻坚战领导小组办公室关于 2023 年 1-11 月全州水环境质量任务完成情况通报》，上述地表水体的水质监测结果满足Ⅱ类水域功能要求，属于水环境质量达标区域。

根据甘孜州生态环境局发布的《甘孜州 2022 年第一季度水环境质量情况》，本

项目所在的甘孜州雅江县呷拉镇湾地沟集中式饮用水水源保护区、雅江县八角楼乡日基沟集中式饮用水水源保护区的水质达标率为 100%，属于水环境质量达标区域。

4.2 自然环境

4.2.1 地形地貌

4.2.1.1 理塘 500kV 变电站

理塘 500kV 变电站站址总体南高北低，站址北侧整体地形开阔平坦，坡度约 $5^{\circ}\sim 10^{\circ}$ ，站址南侧为山麓斜坡地带，斜坡整体呈上陡下缓型，坡度约 $15^{\circ}\sim 30^{\circ}$ 。海拔高度在 4050m~4065m，相对高差约 15m。

4.2.1.2 输电线路

本项目线路 I 沿线沿线绝大部分属于构造剥蚀大起伏高山、中起伏高山地貌及山麓斜坡堆积地貌，局部为河流侵蚀堆积地貌；线路 II 沿线地形地貌包括构造剥蚀低高山、中高山地貌、高山地貌；构造剥蚀低中山地貌，河流侵蚀堆积阶地地貌。线路 I 所经区域海拔高度在 3000m~4800m 之间，线路 II 所经区域海拔高度在 2500m~4700m 之间。区域地形划分为线路 I：河网 4.1%，丘陵 18.1%，山地 47.9%，高山 27.2%，峻岭 2.7%；线路 II：丘陵 1%，山地 30%，高山 51%，峻岭 18%。

4.2.2 工程地质

4.2.2.1 理塘 500kV 变电站

变电站场地地层主要由冲洪积、坡洪积、残坡积、崩坡积层堆积物为主，下伏三叠系上统侏倭组的板岩组成。根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015），变电站站址地震动反应谱特征周期为 0.45s，设计基本地震动加速度值为 0.20g，对应的抗震设防烈度为 VIII 度。

4.2.2.2 输电线路

本项目线路 I 区域地层主要为第四系、第三系、三叠系、二叠系、石炭系、泥盆系、燕山期、印支期等地层；线路 II 区域地层主要为第四系全新统残坡积层、崩积层、冲洪积层。根据设计资料，本项目线路避让了崩塌、滑坡等不良地质区域。

根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015），本项目线路区域地震动反应谱特征周期为 0.40s、0.45s，设计基本地震动加速度值为 0.15g、0.20g，对应的抗震设防烈度为 VII、VIII 度。

4.2.3 水文特征

4.2.3.1 理塘 500kV 变电站

变电站站址场平设计高程为 4062.00m~4063.08m，不受附近河流百年一遇洪水位影响。

4.2.3.2 输电线路

根据设计资料及现场踏勘，本项目线路 I 分别跨越不通航的降曲、巴曲、德曲、理塘河、无量河 2 次、1 次、1 次、1 次、1 次；线路 II 分别跨越不通航的霍曲、雅砻江、立曲河 1 次、1 次、1 次。线路跨越的主要地表水体功能情况见表 4-1。

表 4-1 本项目线路跨越的主要地表水体功能情况

线路名称	水体名称	跨越地点	跨越处水面宽度	塔基距水面水平最近距离	跨越处导线至水面垂直距离	是否通航	跨越方式	水域功能类别	水域功能
线路 I	降曲	帮果换流站出线侧	约 20m	130m	60m	不通航	一档跨越	II类	防洪、灌溉
		白玉县邓朱多附近	约 20m	500m	300m	不通航		II类	防洪、灌溉
	巴曲	巴塘县措拉镇附近	约 30m	510m	180m	不通航		II类	防洪、灌溉
	德曲	巴塘县木材检查站附近	约 15m	280m	150m	不通航	一档跨越	II类	防洪、灌溉
	理塘河	巴塘县德达乡牧业村	约 15m	500m	100m	不通航	一档跨越	II类	防洪、灌溉
	无量河	理塘县阿加弄洼	约 40m	120m	200m	不通航	一档跨越	II类	防洪、灌溉
线路 II	霍曲	理塘变电站出线侧	约 25m	250m	40m	不通航	一档跨越	II类	防洪、灌溉
	雅砻江	雅江县呷拉镇白姑村	约 120m	280m	80m	不通航	一档跨越	II类	防洪、灌溉
	立曲河	康定市呷巴乡	约 60m	200m	150m	不通航	一档跨越	II类	防洪、灌溉

本项目线路 I 跨越不通航的降曲、巴曲、德曲、理塘河、无量河；线路 II 跨越不通航的霍曲、雅砻江、立曲河，均利用河岸地势高处立塔，采取一档跨越，不在水中立塔。线路跨越上述河流时，导线至水面垂直距离满足《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》（GB50545-2010）中导线至百年一遇洪水位垂直距离不低于 6.5m 的要求，线路建设不会影响上述河流的现有功能。

本项目通过加强施工管理，禁止施工废水、生活污水、生活垃圾、施工弃土等排入水体，不在水体边设置弃土场、施工营地、牵张场等设施，不会影响跨越水体的现有功能。

依据《甘孜藏族自治州人民政府关于同意调整、撤销巴塘县措拉镇玉绒沟等乡镇饮用水水源保护区的批复》（甘府函〔2023〕30号）等文件，并向当地生态环境主管部门核实，本项目新建理塘变电站和线路 I 均不涉及饮用水水源保护区等水环境敏感目标，线路 II 穿越柯拉乡呷滩水源地（分散式）二级保护区、穿越雅江县呷拉镇湾地沟集中式饮用水水源保护区二级保护区、穿越雅江县八角楼乡日基沟集中式饮用水水源保护区二级保护区、呷巴乡下村水源地（分散式）二级保护区（见 2.5.3 水环境敏感目标），除此之外，线路不涉及其他饮用水水源保护区。

根据现场调查，本项目所在区域居民生活用水主要采用山泉水，本项目施工范围内不涉及饮用水水源保护区一级保护区水域和陆域，通过加强施工管理，规范施工活动，对施工期间产生的施工废污水和固体废物进行收集处理，施工结束后及时清理现场，避免在饮用水水源保护区造成污染，施工期不会影响水源地的水环境质量和水域功能，不影响周围居民的用水现状。

4.2.4 气候气象条件

工程地处横断山东部边缘低纬度高海拔的川西南高原地带，具有河谷干暖，山地干冷，光照丰富，气温年较差小，日较差大，日照充足，雨量少而集中，雨热同季，冬春干冷漫长，夏秋温凉多雨等特点。本项目所在区域气象站多年平均气象特征值见表 4-2。

表 4-2 本项目所在区域气象站气象特征值表

项目	数据	项目	数据
极端最高气温（℃）	37.9	累年年平均水汽压（hpa）	7.3
极端最低气温（℃）	-12.8	平均雷暴日（d）	68.2
年平均气温（℃）	12.6	最大积雪深度（cm）	2
年平均降水量（mm）	468.3	年平均相对湿度（%）	46
年平均风速（m/s）	1.2	多年年大风日数（d）	28.9

4.3 电磁环境

根据现场调查，本项目所在区域除既有甘孜 1000kV 变电站、帮果±800kV 换流站、既有 500kV 理绒线外，无其它既有电磁环境影响源存在。按照《环境影响评价技术导则输变电》（HJ 24-2020）中电磁环境现状监测点位及布点方法：①监测点位包括电磁环境敏感目标、输电线路路径和站址；②电磁环境敏感目标的布点方法以定点监测为主；③对于输电线路，其评价范围内具有代表性的电磁环境敏感目标的电磁环境现状应实测，非电磁环境敏感目标处的典型线位电磁环境现状可实测；④站址的布点方法以围墙四周均匀布点监测为主，并在高压侧或距带电构架较近的围墙外侧以

及间隔改扩建工程出线端适当增加监测点位。本次在理塘 500kV 变电站站址中央、帮果±800kV 换流站 500kV 出线侧、甘孜 1000kV 变电站 500kV 出线侧、线路典型线位（与既有线路交叉跨越处边导线附近）及代表性敏感目标处设置监测点。

新建理塘 500kV 变电站站址处离地 1.5m 处的电场强度现状值为 0.142V/m，帮果±800kV 换流站本次出线侧离地 1.5m 处的电场强度现状值为 2512V/m，甘孜 1000kV 变电站本次出线侧离地 1.5m 的处电场强度现状值为 145.7V/m，既有线路离地 1.5m 处的电场强度现状值为 981.6V/m，其他区域离地 1.5m 处的电场强度现状值在 0.104V/m~11.26V/m 之间，均满足电场强度不大于公众曝露控制限值 4000V/m 的要求。

新建理塘 500kV 变电站站址处离地 1.5m 处的磁感应强度现状值为 0.0055μT，帮果±800kV 换流站本次出线侧处离地 1.5m 处的磁感应强度现状值为 0.7872μT，甘孜 1000kV 变电站本次出线侧处离地 1.5m 处的磁感应强度现状值为 0.2178μT，既有线路离地 1.5m 处的磁感应强度现状值为 0.5144μT，其他区域离地 1.5m 处的磁感应强度现状值在 0.0026μT~0.3175μT 之间，均满足磁感应强度不大于公众曝露控制限值 100μT 的要求。

4.4 声环境

根据现场调查，本项目所在区域除既有甘孜 1000kV 变电站、帮果±800kV 换流站、既有 500kV 理绒线和交通噪声外，无其他明显噪声源存在。按照《环境影响评价技术导则输变电》（HJ 24-2020）、《环境影响评价技术导则声环境》（HJ2.4-2021）中声环境现状监测点位及布点方法：①布点应包括厂界和声环境保护目标；②评价范围内没有明显的声源时，可选择有代表性的区域布设测点。本次在理塘 500kV 变电站拟建围墙四周、帮果±800kV 换流站 500kV 出线侧、甘孜 1000kV 变电站 500kV 出线侧、线路典型线位（与既有线路交叉跨越处边导线附近）及代表性敏感目标处设置监测点。

新建理塘 500kV 变电站站址处离地 1.5m 处昼间等效 A 声级为 46dB (A)，夜间等效 A 声级为 36dB (A)；帮果±800kV 换流站本次出线侧处离地 1.5m 处昼间等效 A 声级为 52dB (A)，夜间等效 A 声级为 47dB (A)；甘孜 1000kV 变电站本次出线侧处离地 1.5m 处昼间等效 A 声级为 46dB (A)，夜间等效 A 声级为 42dB (A)；既有 500kV 理绒线离地 1.5m 处昼间等效 A 声级为 55dB (A)，夜间等效 A 声级为 43dB (A)；本项目输电线路执行 2 类标准的区域昼间等效声级在 37dB (A)~55dB (A) 之间，夜间等效声级在 36dB (A)~46dB (A) 之间，均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准要求（昼 60dB (A)、夜 50dB (A)）；执行 4a 类标准的区域昼间等效声级在 57dB (A)~65dB (A) 之间，夜间等效声级在 50dB (A)~52dB (A) 之间，均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）4a 类标准要求（昼 70dB (A)、夜 55dB (A)）。

4.5 生态环境

本项目生态环境现状调查方法、调查内容和结果详见本报告书第 7 章（生态评价专章）。

4.6 环境空气

根据《甘孜州生态环境保护委员会办公室关于 2024 年 1-9 月各县（市）环境空气质量的通报》，白玉县、巴塘县、理塘县、雅江县和康定市 NO₂、O₃、PM₁₀、PM_{2.5} 指标监测结果年均浓度均满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准要求。

4.7 水环境

根据《甘孜州生态环境保护委员会办公室关于 2025 年 1-7 月全州水环境目标任务完成情况的通报》，本项目线路跨越的理塘河、无量河、霍曲、雅砻江等水质达标率为 100%，均能达到 II 类水质要求，属于水环境质量达标区域。

5 施工期环境影响评价

根据本项目建设特点及项目所在区域环境特征，本项目施工期产生的环境影响见表 5-1。

表 5-1 本项目施工期主要环境影响识别

环境识别	新建理塘 500kV 变电站	输电线路
生态环境	物种、生物群落、土地利用、景观等	植被、动物、土地利用、景观等
声环境	施工噪声	施工噪声
大气环境	施工扬尘	施工扬尘
固体废物	生活垃圾	生活垃圾
水环境	施工废污水	施工废污水

5.1 生态环境影响分析

本项目施工期对生态环境的影响详见本报告书第 7 章（生态评价专章）。

5.2 声环境影响分析

5.2.1 新建理塘 500kV 变电站

新建理塘 500kV 变电站施工噪声采用理论模式进行预测分析，预测模式采用《环境影响评价技术导则声环境》（HJ2.4-2021）工业噪声中室外点声源预测模式。本次仅考虑噪声的几何衰减。

在距离点声源 r m 处的噪声值按下式计算：

$$L(r) = L(r_0) - \Delta L \quad (1)$$

其中： r —计算点至点声源的距离，m

r_0 —噪声测量点至操作位置的距离， $r_0=1$ m

ΔL —点声源随传播距离增加引起的衰减量，dB（A）

点声源随传播距离增加引起的衰减量 ΔL 按下式计算：

$$\Delta L = 20 \lg(r/r_0) \quad (2)$$

变电站施工噪声源主要有碾压机械、挖掘机、起重机、运输车辆等。根据《噪声与振动控制工程手册》，基础施工阶段施工噪声最大的施工机械为挖掘机，其声功率级为 100dB（A），参比同类项目施工总布置方案，基础施工阶段施工机具主要集中在主变、主控通信楼、GIS 室、继电器室等位置，上述基础施工位置距站界最近距离约为 20m；设备安装阶段施工噪声最大的施工机械为起重机；设备安装阶段施工噪声最大的施工机械为起重机，其声功率级为 80dB（A），设备安装阶段机具主要集中在主变、配电装置等位置，距站界最近距离约为 20m。本次不考虑地面效应。变电站施工噪声随距施工机具距离变化的预测值见表 5-2。

表 5-2 变电站施工噪声随施工机具距离变化的预测值单位：dB(A)

距机具距离（m）			1.5	7	12	50	67	85	145	180	195	200
施工阶段												
施工机具 贡献值	基础施工阶段		88	75	70	58	55	53	49	47	46	46
	设备安装阶段		68	55	50	38	35	33	29	27	26	26
站址背景 值	昼间		46									
	夜间		38									
施工噪声 预测值	基础 施工 阶段	昼间	88	75	70	58	56	54	51	50	49	49
		夜间	88	75	70	58	55	53	49	47	46	46
	设备 安装 阶段	昼间	68	56	51	47	46	46	46	46	46	46
		夜间	68	55	50	41	40	39	39	38	38	38

由表 5-2 可知，在基础施工阶段，距施工机具 12m、67m 以内分别为昼间、夜间噪声超标范围；在设备安装阶段，距施工机具 1.5m、7m 以内分别为昼间、夜间噪声超标范围。可见，本项目基础施工阶段和设备安装阶段站界昼间、夜间噪声满足《建筑施工噪声排放标准》（GB12523-2025）（昼间 70dB（A）、夜间 55dB（A））要求。变电站站界 200m 范围内无居民敏感目标分布，施工期对居民敏感目标无影响。

为了尽可能减少变电站施工噪声影响，施工期应采取下列措施：①尽可能将高噪声源强施工机具布置在站址中央区域，远离站界；②定期对施工设备进行维护，减小施工机具的施工噪声；③避免碾压机械、挖土机等高噪声设备同时施工；④施工前先行修建临时围挡，加快修建永久围墙；⑤施工应集中在昼间进行。采取上述措施后，能最大限度地减少施工噪声对区域环境的影响，同时，本项目施工期短，施工噪声将随着施工活动的结束而消失。

5.2.2 输电线路

本项目线路施工噪声主要来源于塔基施工，施工点分散，施工噪声源主要有电动卷扬机、运输车辆等。根据《噪声与振动控制工程手册》，施工噪声最大的施工机械为电动卷扬机，其声功率级为 90dB（A）。线路施工场地的施工噪声采用理论模式进行预测分析，预测模式采用《环境影响评价技术导则声环境》（HJ2.4-2021）工业噪声中室外点声源预测模式。本次仅考虑噪声的几何衰减。

在距离点声源 r m 处的噪声值按下式计算：

$$L_p(r) = L_w - 20 \lg r - 8 \quad (3)$$

其中： $L_p(r)$ —预测点处的声压级，dB（A）；

L_w —由点声源产生的倍频带声功率级，dB（A）；

r —预测点距离声源的距离。

按照上述预测模式，线路施工阶段距施工机具不同距离处的噪声声压级见表 5-3。

本次以距离线路最近的敏感目标（3#、4#、6#敏感目标）做施工期间噪声预测代表性分析，线路施工期期间夜间不施工，施工期在环境敏感目标处的噪声预测值见表 5-4。

表 5-3 线路施工阶段距施工机具不同距离处的噪声声压级单位：dB(A)

距施工机具距离(m) 施工阶段	1	4	10	15	20	40	50	100	150	180	200
施工机具贡献值	82	70	62	58	56	50	48	42	38	37	36

表 5-4 线路施工期在环境敏感目标处的噪声预测值单位：dB（A）

编号	噪声 预测点		距线路边导线/施 工机具距离（m）	现状值	预测值	预测值	标准值
				昼间	昼间	昼间	昼间
3#	雅江县红龙镇东来一村居民房		10/50	43	48	49	60
4#	理塘县呷洼乡日西新村阿姆等居民房和牧场	1F	10/90	64	43	64	70
		2F		65	43	65	70
6#	雅江县八角楼乡维锡村龚平安等居民房	1F	8/100	59	42	59	70
		2F		61	42	61	70

由表 5-3 可知，在施工阶段，距施工机具 4m 以内为昼间噪声超标范围，距施工机具 4m 以外的施工噪声满足《建筑施工噪声排放标准》（GB12523-2025）（昼间 70dB（A））要求。

由表 5-4 可知，本项目线路距离最近的声环境敏感目标为 3#、4#、6#声环境敏感目标，最近距离均约 10m。施工阶段 3#声环境敏感目标处的昼间噪声能满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准要求（昼 60dB（A）），4#、6#声环境敏感目标处的昼间噪声能满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）4a 类标准要求（昼 70dB（A））。本项目线路施工点分散，每个点施工量小，施工期短，且集中在昼间进行。由表 5-4 可知，通过尽量避免夜间施工，施工阶段在线路敏感目标处的噪声能满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）相应标准要求。

5.3 施工扬尘及机械设备废气分析

5.3.1 施工扬尘

本项目施工对大气环境的影响为施工扬尘，主要来源于基础开挖、物料运输等，在短期内将使局部区域空气中的 TSP 增加。理塘 500kV 变电站施工扬尘主要集中在施工区域内，包括：场地平整和土方开挖产生土壤、砂石扬撒，车辆运输产生尘土飞扬，基础施工产生混凝土浆料扬撒等；线路施工扬尘集中在塔基和运输道路处，施工点分散，各施工点产生的扬尘量较少。

本项目位于农村地区，为了尽量降低施工扬尘影响，在施工期间，建设单位和施工单位应采取相应的扬尘控制措施，执行《四川省空气质量持续改善行动计划实施方

案》（川府发〔2024〕15号）、《甘孜藏族自治州人民政府关于印发甘孜州打赢蓝天保卫战等九个实施方案的通知》（甘府发〔2019〕7号）等相关要求，强化施工扬尘措施落实监督，落实重污染天气状况下的应急措施，加强建筑工地施工扬尘的防治，确保各项措施落实到位，

建设单位应在施工合同中确定扬尘污染防治目标及施工单位扬尘污染防治责任，施工作业人员上岗前，施工单位应组织以国家法律法规、技术规范、管理制度和操作规程为主要内容的扬尘防治入场教育培训和考核等；施工过程中，施工单位应落实扬尘管理责任人，加强施工扬尘防治，积极配合上级环境管理部门的监管工作。扬尘控制措施包括：

（1）理塘500kV变电站

- 变电站四周设置施工围挡，进站道路进行硬化。
- 施工现场临时堆放的裸土及其他易起尘物料应使用防尘网进行覆盖。
- 对施工材料、建筑垃圾等运输车辆应进行封闭，严格控制装载量，装载的高度不得超过车辆挡板，防止撒落。
- 运输车辆限制车速，出施工场地应进行车轮冲洗。
- 施工区域采取洒水、喷淋、喷雾等湿法降尘措施，遇到大风天气时增加洒水降尘次数。

（2）输电线路

- 合理组织施工，施工材料有序堆放。
- 施工区域、道路进行洒水、清扫，遇到大风天气时增加洒水降尘次数。
- 施工现场临时堆放的裸土及其他易起尘物料应使用防尘网进行覆盖。
- 对施工材料、建筑垃圾等运输车辆应进行封闭，严格控制装载量，装载的高度不得超过车辆挡板，防止撒落。
- 施工结束后及时清理场地，并进行撒播草籽、植被恢复，避免造成二次扬尘。

可见，本工程施工点位分散、各施工点产生的扬尘量不大，采取上述扬尘控制措施后，施工期不会对区域大气环境产生明显影响。

5.3.2 机械设备废气

本项目位于农村地区，施工场地开阔，扩散条件良好，施工单位应按照《四川省机动车和非道路移动机械排气污染防治办法》（四川省人民政府令第346号）等要求加强管理。机械设备废气污染控制措施主要包括：

- 加强对机械、车辆的维修保养，禁止以柴油为燃料的施工机械超负荷工作，减少烟度和颗粒物排放。

- 场内施工内燃机械（如运输车辆、、卷扬机、旋挖机等）安置有效的空气滤清装置，并定期清理。

- 禁止使用排放超标的车辆和施工机械设备。

通过采取上述措施，施工废气对环境的影响相对较小，不会对周边居民产生明显影响。

5.4 固体废物环境影响分析

5.4.1 理塘 500kV 变电站

理塘 500kV 变电站施工的固体废物主要为施工人员产生的生活垃圾和建筑垃圾。根据《第一次全国污染源普查城镇生活源产排污系数手册》（第一分册）中四区五类区域人均生活垃圾产生量为 0.35kg/d，生活垃圾产生量见表 5-5。

表 5-5 施工期间生活垃圾产生量

位置	人均生活垃圾产生量(kg/d)	人数(人/天)	产生量(kg/d)
新建理塘 500kV 变电站	0.35	300	105

变电站施工人员产生的生活垃圾经垃圾桶收集后由施工人员清运至附近乡镇垃圾池；变电站站址处土石方能够在站内进行平衡，不对外弃土，对当地环境影响较小。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产生的建筑垃圾、生活垃圾应分类集中收集，并安排专人专车及时清运或定期运至环卫部门指定的地点处置，施工完成后及时清除混凝土余料和残渣，做好迹地清理工作，以免影响后期土地功能的恢复。

5.4.2 输电线路

本项目线路施工期间产生的固体废物主要是施工人员产生的生活垃圾和施工建筑垃圾。根据《第一次全国污染源普查城镇生活源产排污系数手册》（第一分册）中四区五类区域人均生活垃圾产生量为 0.35kg/d，施工人员生活垃圾产生量见表 5-6。

表 5-6 施工期间生活垃圾产生量

位置	人均生活垃圾产生量(kg/d)	人数(人/天)	产生量(kg/d)
输电线路	0.35	300	105

线路施工人员产生的生活垃圾经垃圾桶收集后由施工人员清运至附近乡镇垃圾池，对当地环境影响较小。输电线路施工过程中产生的建筑垃圾等由施工单位负责运至当地建筑垃圾场处置。

5.5 水环境影响分析

5.5.1 理塘 500kV 变电站

理塘 500kV 变电站施工产生的废污水主要包括施工人员产生的生活污水和场地、设备清洗水。人均用水量参考《四川省用水定额》（川府函〔2021〕8 号），取 120L/人·天；排水系数参考《室外排水设计标准》（GB50014-2021），取 0.9，施工人员生活污水产生量见表 5-7。

表 5-7 施工期间生活污水产生量

位置	人均用水量 (L/人·天)	人数(人/天)	用水量(t/d)	排放量 (t/d)
新建理塘 500kV 变电站	120	300	36	32.4

变电站施工人员产生的生活污水利用施工营地设置的临时污水处理装置收集处理，不外排；施工期间产生的少量场地、设备清洗水利用施工场地设置的沉淀池处理后循环利用，不会对变电站所在区域的地表水产生影响。

5.5.2 输电线路

（1）施工废污水

本项目线路施工产生的废污水主要包括施工人员产生的生活污水和少量的灌注桩施工泥浆废水。人均用水量参考《四川省用水定额》（川府函〔2021〕8 号），取 120L/人·天；排水系数参考《室外排水设计标准》（GB50014-2021），取 0.9，施工人员生活污水产生量见表 5-8。

表 5-8 施工期间生活污水产生量

位置	人均用水量 (L/人·天)	人数(人/天)	用水量(t/d)	排放量 (t/d)
输电线路	120	300	36	32.4

线路施工人员沿线路分散分布，施工人员就近租用当地现有民房，产生的生活污水利用附近居民既有设施收集后用作草灌，不直接排入天然水体，不会对项目所在区域的地表水产生影响。少量的灌注桩产生的施工泥浆废水利用施工场地设置的沉淀池处理后循环利用。

（2）对跨越地表水体的影响

本项目线路 I 跨越不通航的降曲、巴曲、德曲、理塘河、无量河；线路 II 跨越不通航的霍曲、雅砻江、立曲河，跨越处不涉及饮用水水源保护区和珍稀鱼类保护区，跨越河段不通航，水域主要功能为灌溉。线路跨越河流处均利用河岸地势高处立塔，采取一档跨越，不在水域范围立塔。

本项目通过加强施工管理，禁止施工废水、生活污水、生活垃圾、施工弃土等排

入水体，严禁在水域内清洗机具、捕鱼、渣土下河等破坏水资源的行为，不在水体边设置弃土场、施工营地、牵张场等设施，不会影响跨越水体的现有功能。

（3）施工机具对水环境的影响

本项目线路机械化施工过程中，施工车辆、施工机具在运行和维修过程中将使用润滑油、柴油等油类，应对施工车辆停放区采取防渗处理避免雨淋、需要进行地面冲洗时设置防渗污水收集设施等，若产生废油，则废油按废矿物油进行处置，产生的废油严格按《废矿物油回收利用污染控制技术规范》（HJ607-2011）要求进行，如采用专用容器进行贮存和运输、由有资质的单位处置，采取上述措施后，不会出现废油污染区域水环境和土壤等情况。

5.5.3 对水环境敏感目标的影响

（1）柯拉乡呷滩水源地（分散式）

本项目线路 II 穿越柯拉乡呷滩水源地（分散式）二级保护区 $2 \times 1.4\text{km}$ ，立塔 2 基，永久占地面积约 0.08hm^2 ；线路距取水口最近约 1.3km ，距一级保护区边界最近约 0.5km 。

本项目线路 II 在饮用水水源保护区二级保护区内占地面积小，且保护区范围内只涉及塔基施工，不设置弃土场、施工营地、牵张场、跨越场等临时占地，施工活动量小，施工时间短。饮用水水源保护区范围内塔基施工时，采用人工开挖方式，铁塔基础采用挖孔桩基础，属于原状土基础，不采用大开挖基础，减少开挖面和土石方开挖量，以减少基础开挖导致的植被破坏和水土流失；施工运输道路利用既有乡道，仅修整少量施工人抬便道，限定人抬便道宽度，应尽量避免砍伐饮用水水源保护区的林木，选择植被稀疏位置。施工结束后及时对饮用水水源保护区范围内的塔基临时占地进行土地整治、表土回铺，并撒播草籽、利用植被自然更新进行植被恢复。

在饮用水水源保护区范围内施工时，通过进一步加强施工活动管理，避开雨季施工，规范施工活动，对施工期间产生的施工废污水和固体废物进行分类收集处理，对施工期间产生的施工场地、设备清洗水利用施工场地设置的沉淀池处理后循环利用；施工人员就近租用当地现有民房，产生的生活污水利用附近居民既有设施收集后用作草灌，不直接排入天然水体；施工人员产生的生活垃圾经垃圾桶收集后清运至附近乡镇垃圾池集中转运；禁止在饮用水水源保护区范围内设置取、弃土点等临时场地，对于塔基开挖产生的少量余土，在铁塔下平整、夯实或拦挡后进行复耕或植被恢复；严格限制施工活动范围，禁止施工人员进入饮用水水源保护区的水域范围，禁止施工废

水、生活污水、生活垃圾、废油、弃土等排入水体；严禁在水域内清洗机具、捕鱼、渣土下河等破坏水资源的行爲；禁止在饮用水水源保护区范围内搭建临时施工生活设施、牵张场、取弃土场等临时设施；施工结束后及时清理现场，减小对饮用水水源保护区的影响。采取上述措施后，施工期不会影响饮用水水源保护区的水环境质量和水域功能，不影响周围居民的用水现状，施工结束后，通过植被恢复可逐步恢复塔基周边的生态环境。

（2）雅江县呷拉镇湾地沟集中式饮用水水源保护区

本项目线路 II 穿越雅江县呷拉镇湾地沟集中式饮用水水源保护区二级保护区约 $2 \times 5.8\text{km}$ ，立塔 15 基，永久占地面积约 0.60hm^2 ；线路距取水口最近约 0.56km ，距一级保护区边界最近约 0.03km 。

本项目线路 II 在饮用水水源保护区二级保护区内占地面积小，且保护区范围内只涉及塔基施工，不设置弃土场、施工营地、牵张场、跨越场等临时占地，施工活动量小，施工时间短。饮用水水源保护区范围内塔基施工时，采用人工开挖方式，铁塔基础采用挖孔桩基础，属于原状土基础，不采用大开挖基础，减少开挖面和土石方开挖量，以减少基础开挖导致的植被破坏和水土流失；施工运输道路利用既有乡道，仅修整少量施工人抬便道，限定人抬便道宽度，应尽量避免砍伐饮用水水源保护区的林木，选择植被稀疏位置。施工结束后及时对饮用水水源保护区范围内的塔基临时占地进行土地整治、表土回铺，并撒播草籽、利用植被自然更新进行植被恢复。

在饮用水水源保护区范围内施工时，通过进一步加强施工活动管理，避开雨季施工，规范施工活动，对施工期间产生的施工废污水和固体废物进行分类收集处理，对施工期间产生的施工场地、设备清洗水利用施工场地设置的沉淀池处理后循环利用；施工人员就近租用当地现有民房，产生的生活污水利用附近居民既有设施收集后用作草灌，不直接排入天然水体；施工人员产生的生活垃圾经垃圾桶收集后清运至附近乡镇垃圾池集中转运；禁止在饮用水水源保护区范围内设置取、弃土点等临时场地，对于塔基开挖产生的少量余土，在铁塔下平整、夯实或拦挡后进行复耕或植被恢复；严格限制施工活动范围，禁止施工人员进入饮用水水源保护区的水域范围，禁止施工废水、生活污水、生活垃圾、废油、弃土等排入水体；严禁在水域内清洗机具、捕鱼、渣土下河等破坏水资源的行爲；禁止在饮用水水源保护区范围内搭建临时施工生活设施、牵张场、取弃土场等临时设施；施工结束后及时清理现场，减小对饮用水水源保护区的影响。采取上述措施后，施工期不会影响饮用水水源保护区的水环境质量和水

域功能，不影响周围居民的用水现状，施工结束后，通过植被恢复可逐步恢复塔基周边的生态环境。

（3）雅江县八角楼乡日基沟集中式饮用水水源保护区

本项目线路 II 穿越雅江县八角楼乡日基沟集中式饮用水水源保护区二级保护区约 2.5km，立塔 5 基，永久占地面积约 0.2hm²；线路距取水口最近约 1.2km，距一级保护区边界最近约 0.3km。

本项目线路 II 在饮用水水源保护区二级保护区内占地面积小，且保护区范围内只涉及塔基施工，不设置弃土场、施工营地、牵张场、跨越场等临时占地，施工活动量小，施工时间短。饮用水水源保护区范围内塔基施工时，采用人工开挖方式，铁塔基础采用挖孔桩基础，属于原状土基础，不采用大开挖基础，减少开挖面和土石方开挖量，以减少基础开挖导致的植被破坏和水土流失；施工运输道路利用既有乡道，仅修整少量施工人抬便道，限定人抬便道宽度，应尽量避免砍伐饮用水水源保护区的林木，选择植被稀疏位置。施工结束后及时对饮用水水源保护区范围内的塔基临时占地进行土地整治、表土回铺，并撒播草籽、利用植被自然更新进行植被恢复。

在饮用水水源保护区范围内施工时，通过进一步加强施工活动管理，避开雨季施工，规范施工活动，对施工期间产生的施工废污水和固体废物进行分类收集处理，对施工期间产生的施工场地、设备清洗水利用施工场地设置的沉淀池处理后循环利用；施工人员就近租用当地现有民房，产生的生活污水利用附近居民既有设施收集后用作草灌，不直接排入天然水体；施工人员产生的生活垃圾经垃圾桶收集后清运至附近乡镇垃圾池集中转运；禁止在饮用水水源保护区范围内设置取、弃土点等临时场地，对于塔基开挖产生的少量余土，在铁塔下平整、夯实或拦挡后进行复耕或植被恢复；严格限制施工活动范围，禁止施工人员进入饮用水水源保护区的水域范围，禁止施工废水、生活污水、生活垃圾、废油、弃土等排入水体；严禁在水域内清洗机具、捕鱼、渣土下河等破坏水资源的行爲；禁止在饮用水水源保护区范围内搭建临时施工生活设施、牵张场、取弃土场等临时设施；施工结束后及时清理现场，减小对饮用水水源保护区的影响。采取上述措施后，施工期不会影响饮用水水源保护区的水环境质量和水域功能，不影响周围居民的用水现状，施工结束后，通过植被恢复可逐步恢复塔基周边的生态环境。

（4）呷巴乡呷巴下村水源地（分散式）

本项目线路 II 穿越呷巴乡呷巴下村水源地（分散式）二级保护区约 2×1.9km，立

塔 4 基，永久占地面积约 0.16hm^2 ；线路距取水口最近约 0.63km ，距一级保护区边界最近约 0.3km 。

本项目线路 II 在饮用水水源保护地二级保护区内占地面积小，且保护地范围内只涉及塔基施工，不设置弃土场、施工营地、牵张场、跨越场等临时占地，施工活动量小，施工时间短。饮用水水源保护地范围内塔基施工时，采用人工开挖方式，铁塔基础采用挖孔桩基础，属于原状土基础，不采用大开挖基础，减少开挖面和土石方开挖量，以减少基础开挖导致的植被破坏和水土流失；施工运输道路利用既有乡道，仅修整少量施工人抬便道，限定人抬便道宽度，应尽量避免砍伐饮用水水源保护地的林木，选择植被稀疏位置。施工结束后及时对饮用水水源保护地范围内的塔基临时占地进行土地整治、表土回铺，并撒播草籽、利用植被自然更新进行植被恢复。

在饮用水水源保护地范围内施工时，通过进一步加强施工活动管理，避开雨季施工，规范施工活动，对施工期间产生的施工废污水和固体废物进行分类收集处理，对施工期间产生的施工场地、设备清洗水利用施工场地设置的沉淀池处理后循环利用；施工人员就近租用当地现有民房，产生的生活污水利用附近居民既有设施收集后用作草灌，不直接排入天然水体；施工人员产生的生活垃圾经垃圾桶收集后清运至附近乡镇垃圾池集中转运；禁止在饮用水水源保护地范围内设置取、弃土点等临时场地，对于塔基开挖产生的少量余土，在铁塔下平整、夯实或拦挡后进行复耕或植被恢复；严格限制施工活动范围，禁止施工人员进入饮用水水源保护地的水域范围，禁止施工废水、生活污水、生活垃圾、废油、弃土等排入水体；严禁在水域内清洗机具、捕鱼、渣土下河等破坏水资源的行为；禁止在饮用水水源保护地范围内搭建临时施工生活设施、牵张场、取弃土场等临时设施；施工结束后及时清理现场，减小对饮用水水源保护地的影响。采取上述措施后，施工期不会影响饮用水水源保护地的水环境质量和水域功能，不影响周围居民的用水现状，施工结束后，通过植被恢复可逐步恢复塔基周边的生态环境。

6 运行期环境影响预测与评价

本项目运行期产生的环境影响见表 6-1，主要环境影响为工频电场、工频磁场和噪声。

表 6-1 运行期主要环境影响识别

环境识别	新建理塘 500kV 变电站	输电线路
电磁环境	工频电场、工频磁场	工频电场、工频磁场
声环境	噪声	噪声
水环境	生活污水	无
固体废物	生活垃圾、事故废油及含油废物、废蓄电池	无
生态环境	无	植被、动物

6.1 电磁环境影响预测与评价

6.1.1 理塘 500kV 变电站

6.1.1.1 评价因子

本项目建成投运后变电站站内的配电装置母线、电气设备附近以及输电线路导线附近将产生工频电场、工频磁场，故本次电磁环境影响评价因子为工频电场、工频磁场。

6.1.1.2 评价方法

根据《环境影响评价技术导则输变电》（HJ 24-2020），本项目变电站电磁环境影响采取类比分析法进行预测。

6.1.1.3 类比条件分析

根据变电站电磁环境影响分析，影响变电站电磁环境的主要因素有电压等级、主变规模及布置方式、出线等级及规模、出线方式、配电装置型式及布置方式、总平面布置及外环境状况等，新建理塘 500kV 变电站新建主变容量 1×1200MVA，目前无主变台数和单台主变容量相同的类比变电站。为了保守反映变电站建成后的电磁环境影响，本次类比变电站选择新都桥 500kV 变电站（新建主变容量 2×1000MVA），本项目新建变电站和类比变电站相关参数见表 6-2。

表 6-2 新建理塘 500kV 变电站与类比工程的相关参数

项目	新建变电站 (理塘 500kV 变电站)	类比工程 (新都桥 500kV 变电站)
站址地形和周围情况	高原山地地貌，站外高山草甸	高原山地地貌，站外高山草甸
占地面积	10.6536hm ²	5.492hm ²
电压等级	500kV	500kV
主变规模	1×1200MVA	2×1000MVA
主变布置方式	户外布置，基本布置在站址中央	户外布置，基本布置在站址中央
配电装置	500kV: GIS 户内布置 220kV: GIS 户内布置	500kV: GIS 户内布置 220kV: GIS 户内布置
高压额定电流 (A)	1320	1320
出线方式	架空出线	架空出线
出线高度	500kV 出线高度: 24m 220kV 出线高度: 14m	500kV 出线高度: 20m 220kV 出线高度: 14m
出线电压等级及规模	500kV 出线 4 回	500kV 出线 4 回
	220kV 出线 4 回	220kV 出线 8 回
总平面布置	户外布置；主变居中、户外布置； 500kV 配电装置采用 GIS 户内布置，一侧出线（北侧 4 回，分布在东西两端各 2 回）；220kV 配电装置采用 GIS 户内布置，一侧出线（南侧 4 回）。	户外布置；主变居中、户外布置； 500kV 配电装置采用 GIS 户内布置，两侧出线（东南侧 4 回）；220kV 配电装置采用 GIS 户内布置，一侧出线（东南 1 回、西南 5 回、西北 2 回）。
围墙高度	5m	2.5m
电磁环境背景状况	附近无其他电磁环境影响源	附近无其他电磁环境影响源

由表 6-2 可知，本变电站与类比变电站相比，变电站均位于高原山地环境；电压等级均为 500kV；主变均为户外布置，基本位于场地中央；500kV 和 220kV 配电装置均为 GIS 户内布置；高压额定输送电流相当；500kV 及 220kV 出线方式均为架空出线，且 220kV 出线高度相同；500kV 出线规模相同；站址附近均无其他电磁环境影响源。与类比变电站相比，本变电站占地面积更大，主要电气设备距离厂界的距离更远，对厂界的电磁环境影响更小；本变电站的 500kV 出线高度高于类比变电站，对厂界的电磁环境影响更小；本变电站的 220kV 出线数量少于类比变电站；根据同类变电站监测结果，变电站出线主要影响出线侧的站界电磁环境，随着出线回路数增加，站界电磁环境影响略有增大，220kV 出线侧站界（南侧 4 回）的电磁环境影响采用类比变电站 220kV 出线侧站界（西南侧 5 回）的监测结果进行分析，能保守地反映本变电站 220kV 出线侧站界的电磁环境影响情况；本变电站站界围墙更高，对工频电场、工频磁场有一定的屏蔽作用，产生的电磁环境影响更小。本变电站 500kV 出线回数 4 回（北侧 4 回，分布在东西两端各 2 回，间隔间距约 200m），类比变电站 500kV 出线回数 4 回（东南侧 4 回）产生的电磁环境，能保守地反映本变电站北站界的电磁环境影响情况。综上所述，类比变电站监测结果能保守反映本变电站的电磁环境影响。可见，采用上述类比分析方法，本项目新建变电站（理塘 500kV 变电站）

电磁环境影响采用新都桥 500kV 变电站进行类比分析是可行的。

6.1.1.4 类比监测结果与评价

（1）类比监测条件及方法

1）类比监测分析及监测仪器概述

类比变电站的监测项目、监测方法、监测仪器见表 6-3。

表 6-3 类比变电站电磁环境现状监测项目、方法、仪器

监测项目	仪器名称	仪器参数	校准/检定证书编号	校准/检定有效期	校准/检定单位
工频电场	电磁辐射分析仪 (型号: SEM-600&LF-01) (编号: S-0019&G-0022) 电场分析部分	检出下限: 0.01V/m 校准因子: 0.99 不确定度: $U=0.56\text{dB}$, ($k=2$)	校准字第 202311000890	2023-11-6 至 2024-11-5	中国测试技术研究院
工频磁场	电磁辐射分析仪 (型号: SEM-600&LF-01) (编号: S-0019&G-0022) 磁场分析部分	检出下限: 1nT 不确定度: $U=0.2\mu\text{T}$, ($k=2$)	校准字第 202311002042	2023-11-9 至 2024-11-8	

2）监测单位及监测报告编号。

监测单位及监测报告编号见表 6-4。

表 6-4 类比工程监测单位及监测报告编号

监测项目	监测单位	监测报告编号
新都桥 500kV 变电站	成都中辐环境监测测控技术有限公司	中辐环监[2024]第 EM0100 号

类比变电站工程环境现状监测单位成都中辐环境监测测控技术有限公司通过了资质认证和计量认证，具备完整、有效的质量控制体系。

3）类比监测点布设及监测期间自然环境条件

类比项目工频电场、工频磁场监测布点基本原则：新都桥变电站四周围墙外 5m 处避开出线布设了 9 个监测点：其中东南侧、西北侧围墙外各布设 3 个监测点；东北侧围墙外布设 1 个监测点，西南侧围墙外布设 2 个监测点；东北侧设置断面监测，以围墙外 5m 处为起点，依次监测到围墙外 50m 处为止。监测期间变电站运行工况见表 6-5。

表 6-5 类比工程监测期间运行工况

名称		运行工况			
		电压 (kV)	电流 (A)	有功 (MW)	无功 (Mvar)
新都桥 500kV 变电站	1#主变	534.2~535.8	37.5~44.5	-37.6~-37.5	-8.2~-8.1
	2#主变	534.1~535.7	43.4~49.2	-42.7~-42.6	-4.1~-4.0
	临时主变	230.0~230.9	18.3~20.2	7.4~7.5	0~0.1

（2）类比变电站监测结果与分析

类比变电站的监测布点情况见图 6-1，变电站外电场强度和磁感应强度监测结果

见表 6-6，其中磁感应强度按照（实际监测值/（实际电流/额定电流））的比例进行修正，按保守考虑，实际电流取表 6-5 中的电流下限值，故（实际电流/额定电流）=（（37.5+43.4）/（1320+1320）=0.031）。类比变电站站外电场强度、磁感应强度（修正后）随距离的变化情况分别见图 6-2、图 6-3。

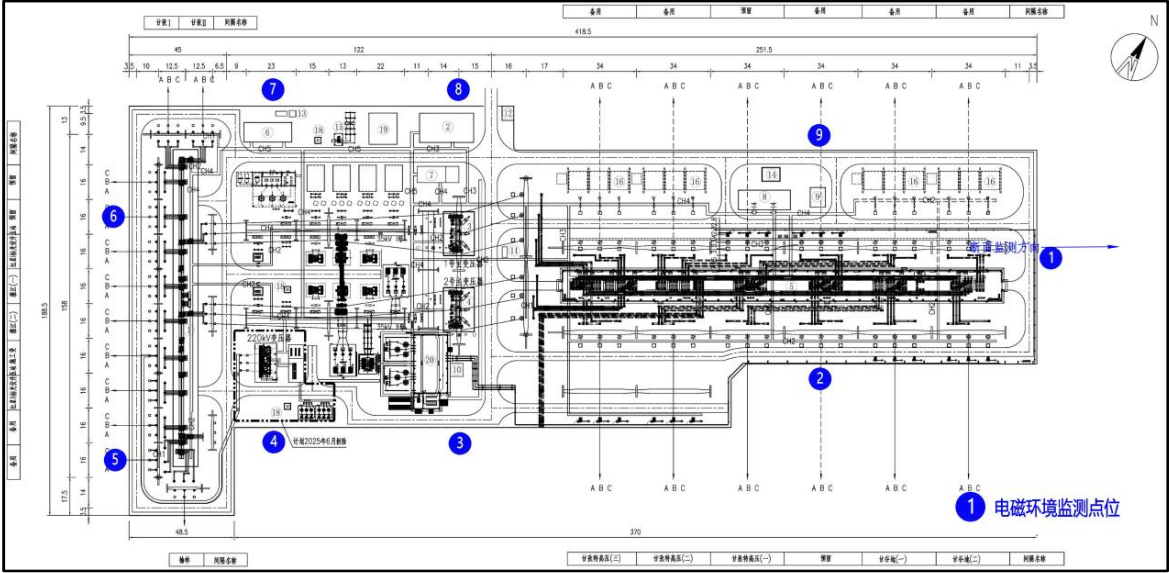


图 6-1 类比变电站的监测布点情况

表 6-6 类比变电站站外电场强度和磁感应强度监测结果

编号	监测位置		工频电场强度 (V/m)	工频磁感应强度(μT)	
				监测值	修正值
1	新都桥 500kV 变 电站东北侧站界	站界外 5m 处	339.16	1.199	39.127
		站界外 10m 处	271.44	1.182	38.572
		站界外 15m 处	243.24	0.976	31.850
		站界外 20m 处	222.92	0.812	26.498
		站界外 25m 处	171.92	0.741	24.181
		站界外 30m 处	127.13	0.616	20.102
		站界外 35m 处	99.37	0.440	14.358
		站界外 40m 处	64.48	0.384	12.531
		站界外 45m 处	50.36	0.341	11.128
	站界外 50m 处	26.28	0.318	10.377	
2	新都桥 500kV 变电站东南侧站界外 5m 处		205.06	1.130	36.875
3	新都桥 500kV 变电站东南侧站界外 5m 处		138.06	0.648	21.146
4	新都桥 500kV 变电站东南侧站界外 5m 处		121.21	0.560	18.274
5	新都桥 500kV 变电站西南侧站界外 5m 处		274.59	1.053	34.362
6	新都桥 500kV 变电站西南侧站界外 5m 处		249.89	0.875	28.554
7	新都桥 500kV 变电站西北侧站界外 5m 处		79.52	0.092	3.002
8	新都桥 500kV 变电站西北侧站界外 5m 处		108.54	0.142	4.634
9	新都桥 500kV 变电站西北侧站界外 5m 处		889.48	1.185	38.670

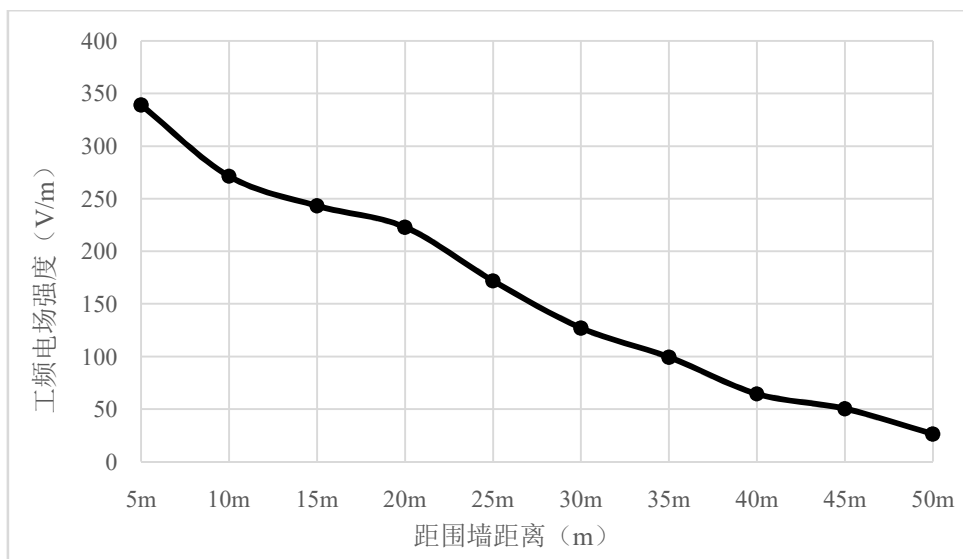


图 6-2 类比变电站围墙外电场强度随距离变化趋势图

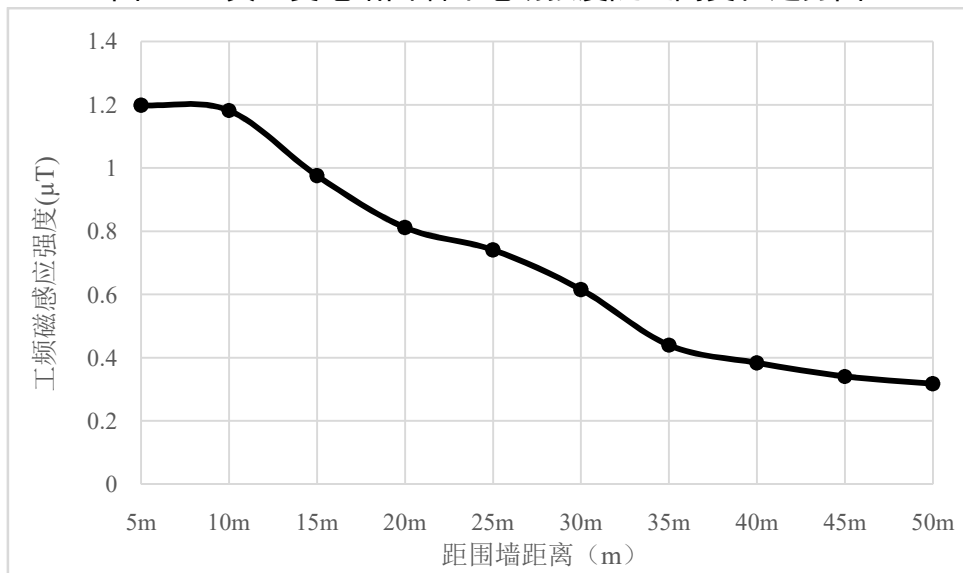


图 6-3 类比变电站围墙外磁感应强度随距离变化趋势图

从表 6-6、图 6-2、图 6-3 可知，类比变电站站外电场强度最大值为 889.48V/m，随着与围墙距离的增加逐渐降低，均满足不大于公众曝露控制限值 4000V/m 的要求；磁感应强度修正最大值为 39.127μT，随着与围墙距离的增加呈总体下降趋势，均满足不大于公众曝露控制限值 100μT 的要求。

6.1.1.5 新建理塘 500kV 变电站电磁环境影响预测

(1) 预测方法

根据 6.1.1.3 类比分析，本项目新建理塘 500kV 变电站在站界处产生的电场强度、磁感应强度采用理塘 500kV 变电站站界贡献值与站址处现状值（1☆监测点值）相加进行预测分析。变电站 500kV 出线侧站界（北侧 4 回，分布在东西两端各 2 回，间隔间间距约 200m）的电磁环境影响贡献值采用类比变电站 500kV 出线侧站界的监测

结果最大值（东南侧）的监测结果进行分析；220kV 出线侧站界（南侧 4 回）的电磁环境影响贡献值采用类比变电站 220kV 出线侧站界（西南侧站界）的监测结果进行分析；变电站非出线侧站界贡献值采用类比变电站非出线侧站界监测值进行分析。由于类比变电站的监测值包含其所在区域的背景值，故采取上述方法进行预测，其预测结果偏保守。类比变电站及本项目变电站站界对应关系见表 6-7。

表 6-7 新建理塘 500kV 变电站与类比变电站站界对应关系

新建理塘 500kV 变电站	类比变电站（新都桥 500kV 变电站）	
站界方位	监测点位	站界方位
北侧站界（500kV 出线侧）	2#	东南侧站界（500kV 出线侧）
西侧站界（500kV 出线侧）	2#	东南侧站界（500kV 出线侧）
东侧站界（非出线侧）	8#	西北侧站界（非出线侧）
南侧站界（220kV 出线侧）	5#	西南侧站界（220kV 出线侧）

（2）预测结果与评价

根据上述预测方法，本项目新建理塘 500kV 变电站站界电磁环境影响预测结果见表 6-8。

表 6-8 新建理塘 500kV 变电站围墙四周电磁环境影响预测值

预测点	数据分项	E (V/m)	B (μT)
北侧站界 (500kV 出线侧)	现状值	0.142	0.0055
	类比值	205.06	1.130
	预测值	205.202	1.1355
西侧站界 (500kV 出线侧)	现状值	0.142	0.0055
	类比值	205.06	1.130
	预测值	205.202	1.1355
东侧站界 (非出线侧)	现状值	0.142	0.0055
	类比值	108.54	0.142
	预测值	108.682	0.1475
南侧站界 (220kV 出线侧)	现状值	0.142	0.0055
	类比值	274.59	1.053
	预测值	274.732	1.0585

注：E—电场强度、B—磁感应强度。

由表 6-8 可知，本项目新建理塘 500kV 变电站站外电场强度最大值为 274.732V/m，满足不大于公众曝露控制限值 4000V/m 的要求；磁感应强度最大值为 1.1355μT，满足不大于公众曝露控制限值 100μT 的要求。

6.1.1.6 新建理塘 500kV 变电站站外电磁环境影响分析

根据表 6-6、图 6-2、图 6-3 可知，本项目新建理塘 500kV 变电站投运后在站外产生的电场强度、磁感应强度随着距变电站围墙距离的增加呈总体降低的趋势，因此在理塘 500kV 变电站评价范围内产生的电场强度、磁感应强均满足评价标准要求。

6.1.1.7 小结

通过类比分析，本项目新建理塘 500kV 变电站按照设计布置方案实施后，站外

的电场强度、磁感应强度均满足相应评价标准要求。

6.1.2 输电线路

本项目输电线路电磁环境评价等级为一级。根据《环境影响评价技术导则输变电》（HJ 24-2020），“一级评价：电磁环境影响预测应采用类比监测和模式预测结合的方式”。因此，本项目线路电磁环境影响采用模式预测结合类比分析法进行预测分析。

6.1.2.1 类比分析

（1）类比条件分析

根据类比条件分析，本项目线路单回三角排列段选择 500kV 洪板二线作为类比线路，线路单回水平排列段选择 500kV 洪板一线作为类比线路，双回段线路选择瀑布沟电站-东坡I、II回作为类比线路，相关参数比较见表 6-9、表 6-10、表 6-11。

表 6-9 本项目线路单回三角排列段和类比线路（500kV 洪板二线）相关参数

项目	线路单回三角排列段	类比线路（500kV 洪板二线）
电压等级	500kV	500kV
架线方式	单回	单回
导线分裂型式	四分裂	四分裂
导线排列方式	三角排列	三角排列
输送电流（A）	2500	1122~1577
导线高度(m)	10.5（按设计规程规定的对地最低高度要求）	20
环境条件	山地	丘陵
背景状况	附近无其他电磁环境影响源	附近无其他电磁环境影响源

表 6-10 本项目线路单回水平排列段和类比线路（500kV 洪板一线）相关参数

项目	线路单回水平排列段	类比线路（500kV 洪板一线）
电压等级	500kV	500kV
架线方式	单回	单回
导线分裂型式	四分裂	四分裂
导线排列方式	水平排列	水平排列
输送电流（A）	2500	1142~1609
导线高度(m)	11（按设计规程规定的最低高度要求）	22
环境条件	山地	丘陵
背景状况	附近无其他电磁环境影响源	附近无其他电磁环境影响源

表 6-11 本项目线路双回段和类比线路（瀑布沟电站-东坡I、II回）相关参数

项目	线路双回段	类比线路 （瀑布沟电站-东坡I、II回）
电压等级	500kV	500kV
架线方式	双回	双回
导线分裂型式	四分裂	四分裂
导线排列方式	逆相序排列	逆相序排列
输送电流（A）	2500	布坡 I 回：100~620 布坡 II 回：100~628
导线高度(m)	11、14（按设计规程规定的对地最低高度要求）	22
环境条件	山地	丘陵

背景状况	附近无其他电磁环境影响源	附近无其他电磁环境影响源

由表 6-9 可知，本项目线路单回三角排列段与类比线路（500kV 洪板二线）电压等级均为 500kV，架线方式均为单回，导线分裂型式均为四分裂，导线排列方式均为单回三角排列，项目区域环境条件相似，附近均无其他电磁环境影响源；虽然本段线路输送电流与类比线路有差异，但输送电流不影响电场强度，只影响磁感应强度绝对值大小，且不影响其总的变化趋势；虽然本段线路评价采用的高度（按设计规程规定的最低高度要求考虑）与类比线路有所不同，但其高度差异只影响电场强度、磁感应强度的绝对值，不影响其总体变化趋势；通过对类比线路的理论预测与监测，能反映类比线路的电场强度、磁感应强度随距离的总体变化趋势，也能反映类比线路监测值与模式预测值之间的关系。可见，本次选择与本段线路参数相近的类比线路进行类比分析，也能反映本段线路的电场强度、磁感应强度随距离的总体变化趋势，**故本项目线路单回三角排列段选择 500kV 洪板二线进行类比分析是可行的。**

由表 6-10 可知，本项目线路单回水平排列段与类比线路（500kV 洪板一线）电压等级均为 500kV，架线方式均为单回，导线分裂型式均为四分裂，相序排列均为水平排列，附近均无其他电磁环境影响源；虽然本段线路输送电流与类比线路有差异，但输送电流不影响电场强度，只影响磁感应强度绝对值大小，且不影响其总的变化趋势；虽然本段线路评价采用的高度与类比线路有所不同，但其高度差异只影响电场强度、磁感应强度的绝对值，不影响其总体变化趋势；通过对类比线路的理论预测与监测，能反映类比线路的电场强度、磁感应强度随距离的总体变化趋势，也能反映类比线路监测值与模式预测值之间的关系。可见，本次选择与本段线路参数相近的类比线路进行类比分析，也能反映本段线路的电场强度、磁感应强度随距离的总体变化趋势，**故本项目线路单回水平排列段选择 500kV 洪板一线进行类比分析是可行的。**

由表 6-11 可知，本项目线路双回段与类比线路（500kV 瀑布沟电站-东坡I、II回）电压等级均为 500kV，架线方式均为双回，导线分裂型式均为四分裂，导线排列方式均为逆相序排列，项目区域环境条件相似，附近均无其他电磁环境影响源；虽然本段线路输送电流与类比线路有差异，但输送电流不影响电场强度，只影响磁感应强度绝对值大小，且不影响其总的变化趋势；虽然本段线路评价采用的高度（按设计规程规定的最低高度要求考虑）与类比线路有所不同，但其高度差异只影响电场强度、磁感应强度的绝对值，不影响其总体变化趋势；通过对类比线路的理论预测与监测，能反映类比线路的电场强度、磁感应强度随距离的总体变化趋势，也能反映类比线路监测值与模式预测值之间的关系。可见，本次选择与本段线路参数相近的类比线路进行类

比分析，也能反映本段线路的电场强度、磁感应强度随距离的总体变化趋势，**故本项目线路双回段选择 500kV 瀑布沟电站-东坡I、II回进行类比分析是可行的。**

（2）类比分析方法

由表 6-9~表 6-11 可知，类比线路和本项目线路在架线高度、输送电流等方面存在差异，为了更好地反映本项目线路建成后产生的电磁环境影响，本次将类比线路现状监测结合模式预测进行分析。

（3）类比监测条件及方法

1）监测方法和监测布点

·监测方法

《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》（HJ681-2013）。

·监测布点

工频电场和工频磁场：以档距中央导线弧垂最大处线路中心的地面投影点为测试原点，沿垂直于线路方向进行，顺序测至边向导线地面投影点外至接近本底值处，分别测量离地 1.5m 处的工频电场、工频磁场垂直分量和水平分量。

2）类比监测单位及类比监测报告编号

监测单位及监测报告编号见表 6-12。

表 6-12 类比线路监测单位及监测报告编号

监测线路	监测单位	监测报告编号
500kV 洪板二线	成都同洲科技有限责任公司	同洲检字（2022）E-0082 号
500kV 洪板一线	成都同洲科技有限责任公司	同洲检字（2022）E-0082 号
500kV 瀑布沟电站-东坡I、II回	杭州旭辐检测技术有限公司	HZXFHJ230284

类比线路工程环境现状监测单位为成都同洲科技有限责任公司、成都酉辰环境检测有限公司、杭州旭辐检测技术有限公司，通过了资质认证和计量认证，具备完整、有效的质量控制体系。

3）类比线路监测期间自然环境条件

类比线路监测期间自然环境条件见表 6-13。

表 6-13 类比线路监测期间自然环境条件

监测对象	天气	温度(°C)	湿度(RH%)
500kV 洪板二线	晴	18.5~30.3	42~58
500kV 洪板一线	晴	18.5~30.3	42~58
500kV 瀑布沟电站-东坡I、II回	多云	20~26	49~70

（4）类比线路监测结果与模式预测结果对比分析

1）本项目线路单回三角排列段类比线路（500kV 洪板二线）

类比线路电场强度和磁感应强度监测结果见表 6-14，模式预测结果见表 6-15；

电场强度变化趋势见图 6-4，磁感应强度变化趋势见图 6-5。

表 6-14 500kV 洪板二线#118~#119 断面电场强度、磁感应强度监测结果

序号	测点位置	电场强度 (V/m)	磁感应强度 (μT)
1	中相导线对地投影点外	1475.65	11.6227
2	中相导线对地投影点外 5m	2283.06	11.4215
3	中相导线对地投影点外 10m	2925.65	11.1033
4	中相导线对地投影点外 15m	3396.21	9.4939
5	中相导线对地投影点外 20m	2851.01	7.9365
6	中相导线对地投影点外 25m	2007.18	6.6927
7	中相导线对地投影点外 30m	1534.98	5.4579
8	中相导线对地投影点外 35m	840.17	3.5064
9	中相导线对地投影点外 40m	555.79	2.3592
10	中相导线对地投影点外 45m	260.23	1.7221

表 6-15 500kV 洪板二线#118~#119 断面电场强度、磁感应强度模式预测值

序号	预测位置	电场强度(V/m)	磁感应强度(μT)
1	中相导线对地投影点外	1672	18.7
2	中相导线对地投影点外 5m	2471	18.2
3	中相导线对地投影点外 10m	3420	16.6
4	中相导线对地投影点外 15m	3593	14.2
5	中相导线对地投影点外 20m	3123	11.6
6	中相导线对地投影点外 25m	2442	9.2
7	中相导线对地投影点外 30m	1822	7.3
8	中相导线对地投影点外 35m	996	4.7
9	中相导线对地投影点外 40m	571	3.2
10	中相导线对地投影点外 45m	353	2.3

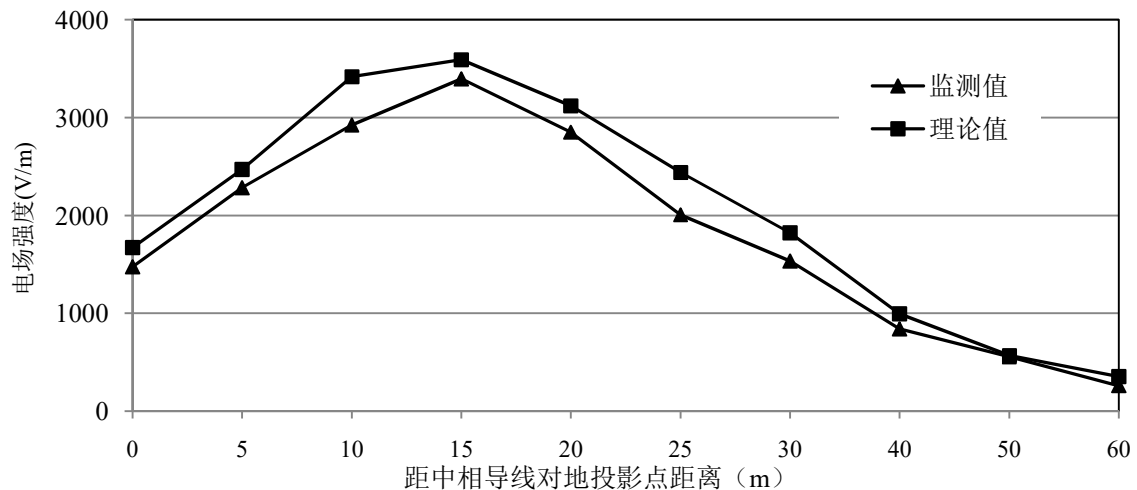


图 6-4 类比线路（500kV 洪板二线）电场强度随距中心线距离变化趋势图

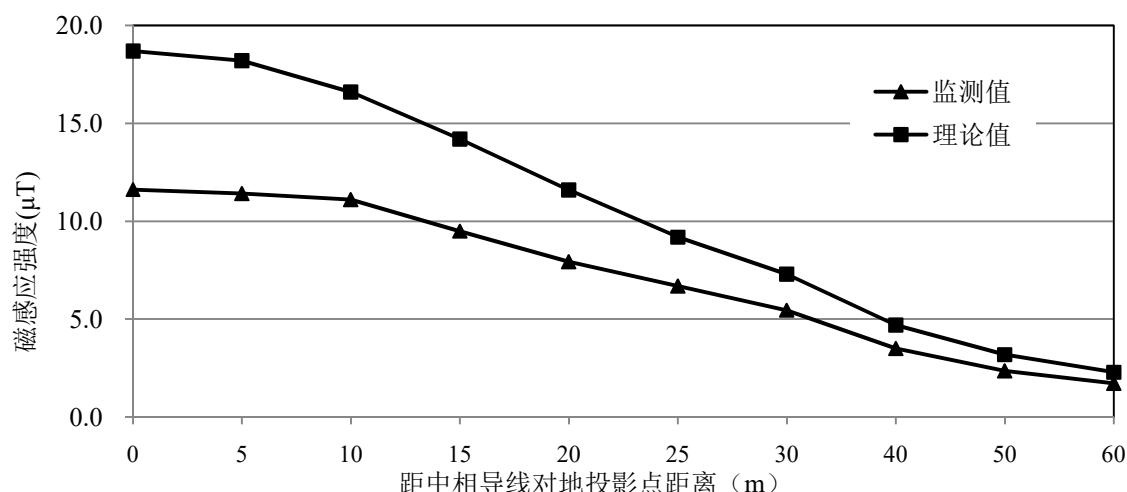


图 6-5 类比线路（500kV 洪板二线）磁感应强度随距中心线距离变化趋势图

从表 6-14、表 6-15、图 6-4 可知，类比线路电场强度监测值在 260.23~3396.21V/m 之间，模式预测值在 353~3593V/m 之间，均满足评价标准要求（不大于电场强度公众曝露控制限值 4000V/m）。类比线路电场强度模式预测值在高值区域内大于监测值，但二者均随距中心线距离增加呈减小趋势。

从表 6-16、表 6-17、图 6-5 可知，类比线路磁感应强度监测值在 1.7221~11.6227μT 之间，模式预测值在 2.3~18.7μT 之间，均满足评价标准要求（不大于磁感应强度公众曝露控制限值 100μT）。类比线路磁感应强度模式预测值均大于监测值，但二者均随距中心线距离增加呈减小趋势。

2）本项目线路单回水平排列段类比线路（500kV 洪板一线）

类比线路电场强度和磁感应强度监测结果见表 6-16，模式预测结果见表 6-17，电场强度变化趋势见图 6-6，磁感应强度变化趋势见图 6-7。

表 6-16 500kV 洪板一线#114~#115 断面电场强度、磁感应强度监测结果

序号	测点位置	电场强度 (V/m)	磁感应强度 (μT)
1	中相导线对地投影点外	585.18	7.1277
2	中相导线对地投影点外 5m	928.01	6.8461
3	中相导线对地投影点外 10m	1227.1	6.2871
4	中相导线对地投影点外 15m	1435.0	5.4863
5	中相导线对地投影点外 20m	1051.4	5.0333
6	中相导线对地投影点外 25m	787.89	4.6188
7	中相导线对地投影点外 30m	630.07	4.0684
8	中相导线对地投影点外 35m	308.37	2.6798
9	中相导线对地投影点外 40m	116.64	1.0141
10	中相导线对地投影点外 45m	45.50	0.5942

表 6-17 500kV 洪板一线#114~#115 断面电场强度、磁感应强度模式预测值

序号	预测位置	电场强度(V/m)	磁感应强度(μ T)
1	中相导线对地投影点外	1085	17.5
2	中相导线对地投影点外 5m	1621	17.0
3	中相导线对地投影点外 10m	2426	15.6
4	中相导线对地投影点外 15m	2823	13.5
5	中相导线对地投影点外 20m	2703	11.1
6	中相导线对地投影点外 25m	2288	9.0
7	中相导线对地投影点外 30m	1815	7.2
8	中相导线对地投影点外 35m	1076	4.7
9	中相导线对地投影点外 40m	647	3.2
10	中相导线对地投影点外 45m	410	2.3

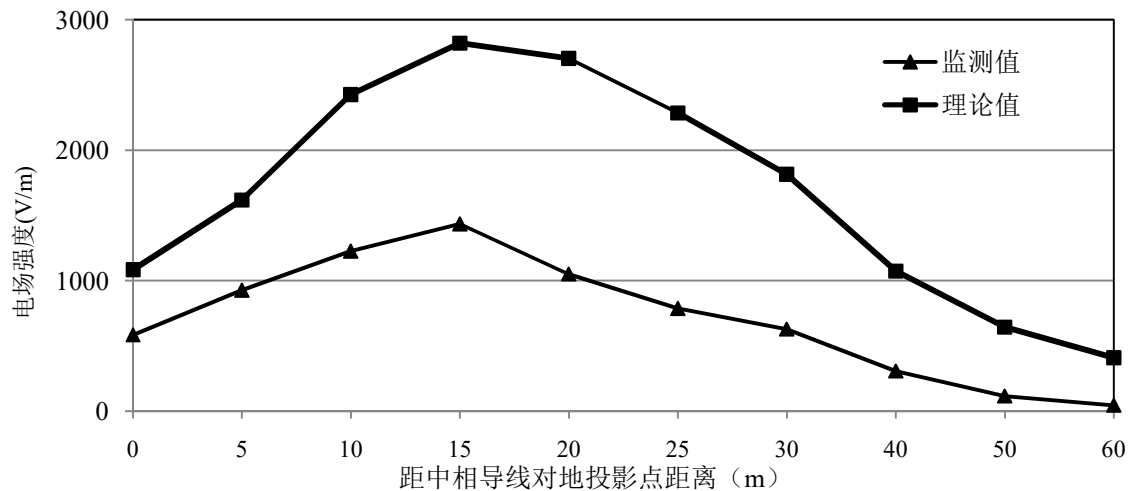


图 6-6 类比线路（500kV 洪板一线）电场强度随距中心线距离变化趋势图

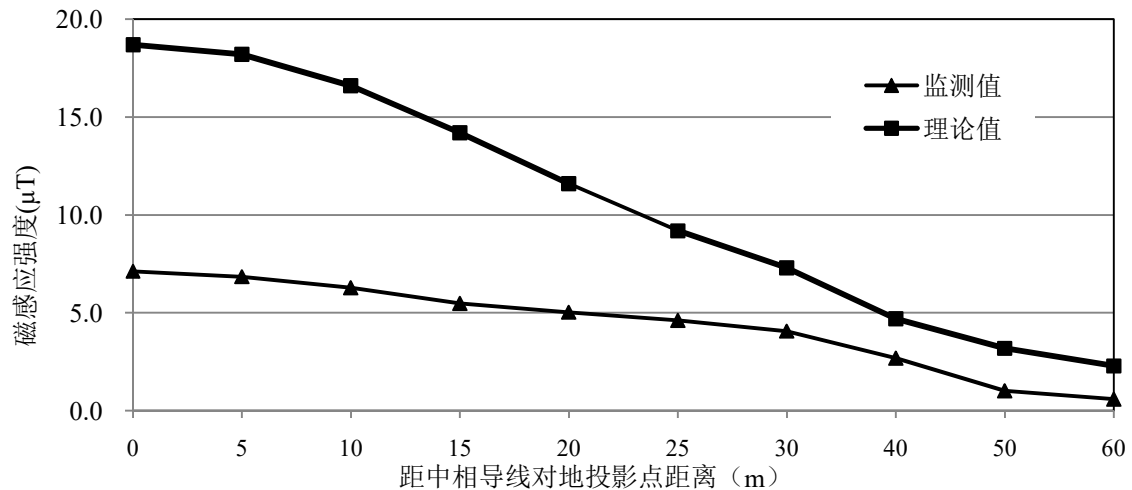


图 6-7 类比线路（500kV 洪板一线）磁感应强度随距中心线距离变化趋势图

从表 6-16、表 6-17、图 6-6 可知，类比线路电场强度监测值在 45.50~1435.0V/m 之间，模式预测值在 410~2823V/m 之间，均满足评价标准要求（不大于电场强度公众暴露控制限值 4000V/m）。类比线路电场强度模式预测值均大于监测值，但二者均随距中心线距离增加呈减小趋势。

从表 6-16、表 6-17、图 6-7 中可知，类比线路磁感应强度监测值在 0.5942~

7.1277 μ T 之间，模式预测值在 2.3~17.5 μ T 之间，均满足评价标准要求（不大于磁感应强度公众曝露控制限值 100 μ T）。类比线路磁感应强度模式预测值均大于监测值，但二者均随距中心线距离增加呈减小趋势。

3）本项目线路双回段类比线路（500kV 瀑布沟电站-东坡I、II回）

类比线路电场强度和磁感应强度监测结果见表 6-18，模式预测结果见表 6-19；电场强度变化趋势见图 6-8，磁感应强度变化趋势见图 6-9。

表 6-18 类比线路（瀑布沟电站-东坡I、II回）电场强度、磁感应强度监测结果

序号	测点位置	电场强度（V/m）	磁感应强度（ μ T）
1	354#塔~355#塔之间弧垂最低位置处档距	两杆塔中央连线对地投影点	1890
2		两杆塔中央连线对地投影点外 5m	1150
3		两杆塔中央连线对地投影点外 10m	1200
4		两杆塔中央连线对地投影点外 15m	956
5		两杆塔中央连线对地投影点外 20m	371
6		两杆塔中央连线对地投影点外 25m	177
7		两杆塔中央连线对地投影点外 30m	164
8		两杆塔中央连线对地投影点外 35m	130
9		两杆塔中央连线对地投影点外 40m	104
10		两杆塔中央连线对地投影点外 45m	89.77
11		两杆塔中央连线对地投影点外 50m	51.04

表 6-19 类比线路（瀑布沟电站-东坡I、II回）电场强度、磁感应强度模式预测值

序号	测点位置	电场强度（V/m）	磁感应强度（ μ T）
1	354#塔~355#塔之间弧垂最低位置处档距	两杆塔中央连线对地投影点	2722
2		两杆塔中央连线对地投影点外 5m	2818
3		两杆塔中央连线对地投影点外 10m	2414
4		两杆塔中央连线对地投影点外 15m	1812
5		两杆塔中央连线对地投影点外 20m	1252
6		两杆塔中央连线对地投影点外 25m	821
7		两杆塔中央连线对地投影点外 30m	518
8		两杆塔中央连线对地投影点外 35m	315
9		两杆塔中央连线对地投影点外 40m	181
10		两杆塔中央连线对地投影点外 45m	95
11		两杆塔中央连线对地投影点外 50m	44

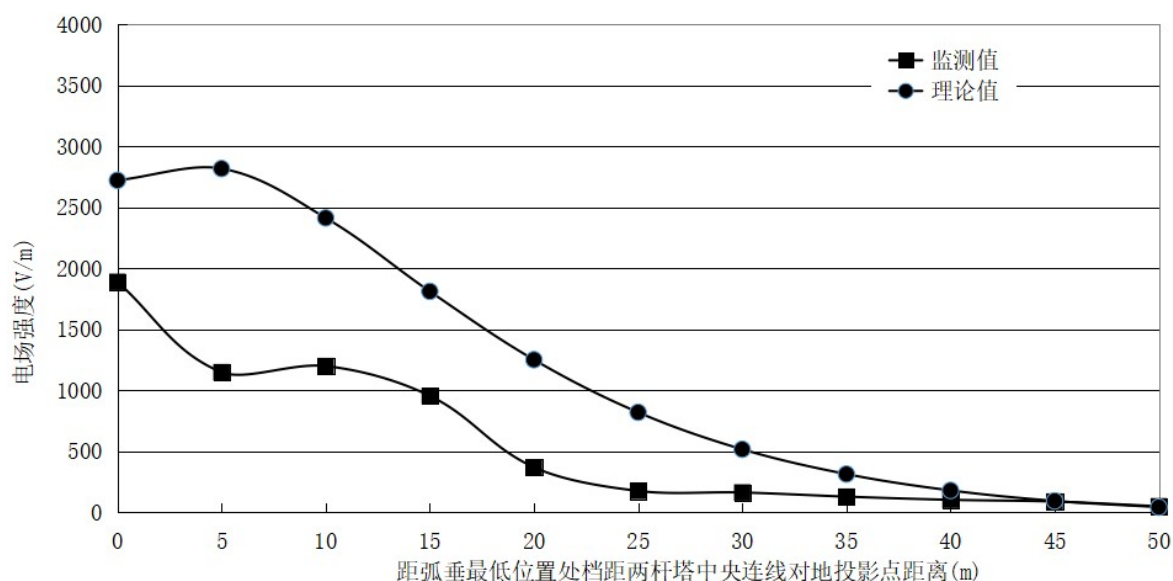


图 6-8 类比线路（瀑布沟电站-东坡I、II回）电场强度随距中心线距离变化趋势图

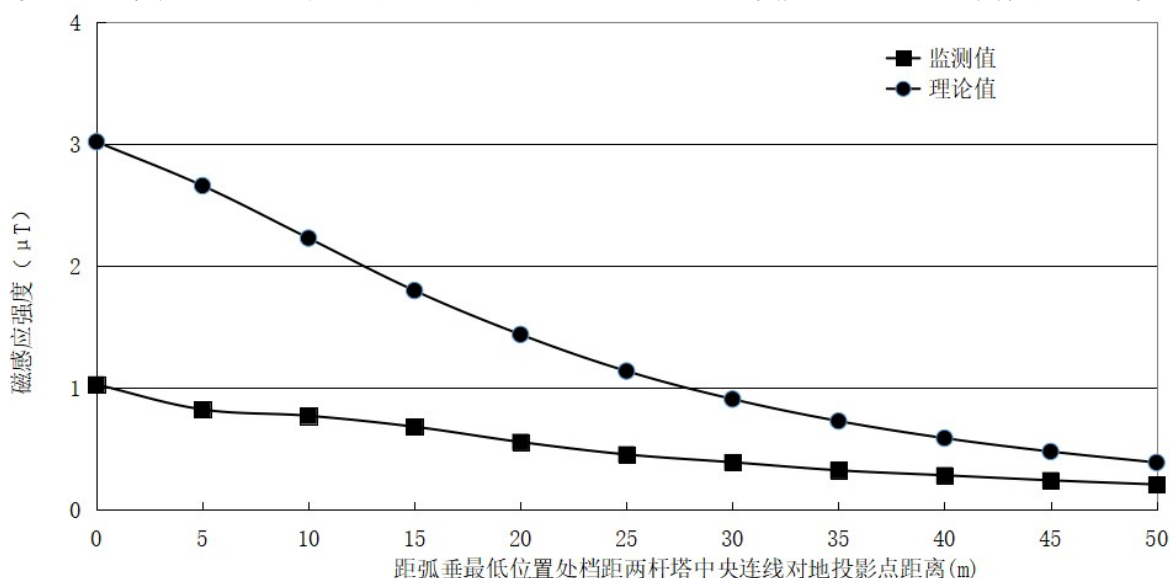


图 6-9 类比线路（瀑布沟电站-东坡I、II回）磁感应强度随距中心线距离变化趋势图

从表 6-18、表 6-19、图 6-8 可知，类比线路电场强度监测值在 51.04~1890V/m 之间，模式预测值在 44~2818V/m 之间，均满足评价标准要求（不大于电场强度公众暴露控制限值 4000V/m）。类比线路电场强度模式预测值在最大值处大于监测值，但二者均随距中心线距离增加呈减小趋势。

从表 6-18、表 6-19、图 6-9 可知，类比线路磁感应强度监测值在 0.21~1.03μT 之间，模式预测值在 0.39~3.02μT 之间，均满足评价标准要求（不大于磁感应强度公众暴露控制限值 100μT）。类比线路磁感应强度模式预测值均大于监测值，但二者均随距中心线距离增加呈减小趋势。

综上所述，本项目线路通过类比分析，投运后产生的电场强度、磁感应强度均满足相应评价标准要求。类比线路不能完全反映本项目线路建成投运后电场强度、磁

感应强度的影响程度，但从上述类比线路监测结果与分析可知，类比线路模式预测最大值及在高值区域内大于监测值，变化趋势相似，模式预测值偏保守，故本评价以模式预测结果进行预测分析。

6.1.2.2 理论预测

（1）预测模型

本项目输电线路产生的电场强度、磁感应强度按照《环境影响评价技术导则输变电》（HJ24-2020）附录 C、附录 D 中模式进行计算。

1) 电场强度预测模型

①单位长度导线上等效电荷的计算

高压输电线上的等效电荷是线电荷，由于高压输电线半径 r 远小于架设高 h ，所以等效电荷的位置可以认为是在输电导线的几何中心。

设输电线路为无限长并且平行于地面，地面可视为良导体，利用镜像法计算输电线上的等效电荷。为计算多导线线路中导线上的等效电荷，可写出下列矩阵方程：

$$\begin{bmatrix} U_1 \\ U_2 \\ \vdots \\ U_m \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \lambda_{12} & \lambda_{12} \cdots \lambda_{1n} \\ \lambda_{21} & \lambda_{122} \cdots \lambda_{2n} \\ \vdots & \\ \lambda_{m1} & \lambda_{m2} \cdots \lambda_{mm} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Q_1 \\ Q_2 \\ \vdots \\ Q_m \end{bmatrix} \quad (C1)$$

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。地面为电位等于零的平面，地面的感应电荷可由对应地面导线的镜像电荷代替，用 $i, j, \dots$ 表示相互平行的实际导线，用 $i', j', \dots$ 表示它们的镜像，电位系数可写为：

$$\lambda_{ii} = \frac{1}{2\pi \epsilon_o} \ln \frac{2hi}{Ri} \quad (C2)$$

$$\lambda_{ij} = \frac{1}{2\pi \epsilon_o} \ln \frac{L'_{ij}}{L_{ij}} \quad (C3)$$

$$\lambda_{ij} = \lambda_{ji} \quad (C4)$$

式中： ε_o ——真空介电常数， $\varepsilon_o = \frac{1}{36\pi} \times 10^{-9} F/m$ ；

R_i ——输电导线半径，对于分裂导线可用等效单根导线半径代入， R_i 的计算式为：

$$R_i = R \cdot \sqrt{\frac{nr}{R}} \quad (C5)$$

式中：R——分裂导线半径，m

n——次导线根数；

r——次导线半径，m。

由〔U〕矩阵和〔 λ 〕矩阵，利用式（1）即可解出〔Q〕矩阵。

对于三相交流线路，由于电压为时间向量，计算各相导线的电压时要用复数表示：

$$\overline{U}_i = U_{iR} + jU_{iI} \quad (C6)$$

相应地电荷也是复数：

$$\overline{Q}_i = Q_{iR} + jQ_{iI} \quad (C7)$$

式（C1）矩阵关系即分别表示了复数量的实数和虚数两部分：

$$[U_R] = [\lambda][Q_R] \quad (C8)$$

$$[U_I] = [\lambda][Q_I] \quad (C9)$$

②计算由等效电荷产生的电场

为计算地面电场强度的最大值，通常取设计最大弧垂时导线的最小对地高度。

当各导线单位长度的等效电荷量求出后，空间任意一点的电场强度可根据叠加原理计算得出，在（x，y）点的电场强度分量 E_x 和 E_y 可表示为：

$$E_x = \frac{1}{2\pi\varepsilon_0} \sum_{i=1}^m Q_i \left(\frac{x-x_i}{L_i^2} - \frac{x-x_i}{(L'_i)^2} \right) \quad (C10)$$

$$E_y = \frac{1}{2\pi\varepsilon_0} \sum_{i=1}^m Q_i \left(\frac{y-y_i}{L_i^2} - \frac{y+y_i}{(L'_i)^2} \right)$$

(C11)

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 及其镜像至计算点的距离，m。

对于三相交流线路，可根据式（C8）和（C9）求得的电荷计算空间任一点电场

强度的水平和垂直分量为：

$$=E_{xR}+jE_{xI} \quad (C12)$$

$$\begin{aligned} \overline{E}_y &= \sum_{i=1}^m E_{iyR} + j \sum_{i=1}^m E_{iyI} \\ &= E_{yR} + jE_{yI} \end{aligned} \quad (C13)$$

式中： E_{xR} ——由各导线的实部电荷在该点产生场强的水平分量；

E_{xI} ——由各导线的虚部电荷在该点产生场强的水平分量；

E_{yR} ——由各导线的实部电荷在该点产生场强的垂直分量；

E_{yI} ——由各导线的虚部电荷在该点产生场强的垂直分量；

该点的合成的电场场强则为：

$$\begin{aligned} \overline{E} &= (E_{xR} + jE_{xI})\overline{x} + (E_{yR} + jE_{yI})\overline{y} \\ &= \overline{E}_x + \overline{E}_y \end{aligned} \quad (C14)$$

$$\text{式中： } E_x = \sqrt{E_{xR}^2 + E_{xI}^2} \quad (C15)$$

$$E_y = \sqrt{E_{yR}^2 + E_{yI}^2} \quad (C16)$$

在地面处（ $y=0$ ）电场强度的水平分量：

$$E_x = 0$$

2) 磁感应强度预测模型

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

和电场强度计算不同的是关于镜像导线的考虑，与导线所处高度相比这些镜像导线位于地下很深的距离 d ：

$$d = 660 \sqrt{\frac{\rho}{f}} (m) \quad (D1)$$

式中： ρ ——大地电阻率， $\Omega \cdot m$ ；

f ——频率，Hz。

在很多情况下，只考虑处于空间的实际导线，忽略它的镜像进行计算，其结果已足够符合实际。在不考虑导线 i 的镜像时，计算导线产生的磁场强度：

$$H = \frac{I}{2\pi\sqrt{h^2 + L^2}} \quad (D2)$$

式中：I——导线 i 中的电流值，A；

h——导线与预测点的高度，m；

L——导线与预测点水平距离，m。

对于三相线路，由相位不同形成的磁场强度水平和垂直分量都应分别考虑电流间的相角，按相位矢量来合成。合成的旋转矢量在空间的轨迹是一个椭圆。

（2）预测参数

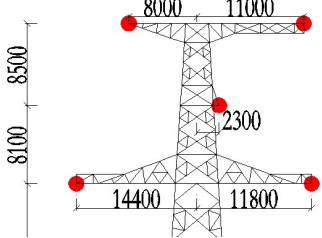
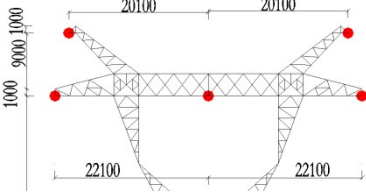
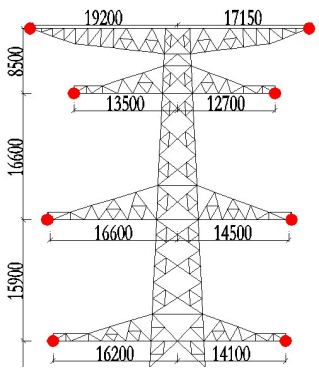
根据本项目线路的电压等级、输电容量、使用的典型塔型、导线排列方式、架设高度、弧垂距离、导线型号、线间距和导线结构等参数，预测输电线路距地 1.5m 处电场强度、磁感应强度。

根据实践，输电线路采用单回三角排列、单回水平排列和同塔双回逆相序排列架设时，在其它条件相同的情况下，塔型横担较宽产生的电场强度、磁感应强度影响较大，同时结合试算，据此选择本项目电磁环境影响预测参数。

根据本项目输电线路铁塔一览表，按上述原则，本项目线路电磁环境影响预测参数见表 6-20。将下列参数代入 6.1.2.1（1）预测模式中，可得本项目线路投运后的电磁环境影响。

线路 I 单回三角排列段、线路 II 单回三角排列段采用的导线排列方式、导线分裂形式及分裂间距、导线对地最低高度、拟选最不利塔型、导线型号均相同，故其电磁环境影响预测合并考虑，合并为“单回三角排列段”；线路 I 单回水平排列段、线路 II 单回水平排列段采用的导线排列方式、导线分裂形式及分裂间距、导线对地最低高度、拟选最不利塔型、导线型号均相同，故其电磁环境影响预测合并考虑，合并为“单回水平排列段”；线路 I 双回段、线路 II 双回段采用的导线排列方式、导线分裂形式及分裂间距、导线对地最低高度、拟选最不利塔型、导线型号均相同，故其电磁环境影响预测合并考虑，合并为“双回段”。

表 6-20 本项目线路最不利塔型电磁环境影响预测参数

单回三角排列段	
预测参数	电场强度、磁感应强度
最不利塔型	JC31202B
相导线坐标(m)	地线 1 (-8, h+16.6), 地线 2 (11, h+16.6) B (2.3, h+8.1) A (-14.4, h), C (11.8, h)
	 h 为导线对地高度, 本段线路按设计最低高度要求进行考虑, 即非居民区 h 为 10.5m, 抬高后 h 为 12m。
导线排列方式	单回三角排列
导线型号	4×JL3/G1A-630/45, 分裂间距 500mm
导线直径(mm)	33.8
计算电压 (kV)	525
经济电流幅值(A)	2500
地线型号	OPGW-150
地线直径(mm)	16.6
单回水平排列段	
预测参数	电场强度、磁感应强度
最不利塔型	ZC31203B
相导线坐标(m)	地线 1 (-20.1, h+10.0), 地线 2 (20.1, h+10.0) A (-22.1, h), B (0, h), C (22.1, h)
	 h 为导线对地高度, 本段线路按设计最低高度要求进行考虑, 即非居民区 h 为 11m, 抬高后 h 为 12m。
导线排列方式	单回水平排列
导线型号	4×JL3/G1A-630/45, 分裂间距 500mm
导线直径(mm)	33.8
计算电压 (kV)	525
经济电流幅值(A)	2500
地线型号	OPGW-150
地线直径(mm)	16.6
双回段	
预测参数	电场强度、磁感应强度
最不利塔型	SJC31153B
相导线坐标(m)	地线 1 (-19.2, h+41), 地线 2 (17.15, h+41) A (-13.5, h+32.5), C (12.7, h+32.5) B (-16.6, h+15.9), B (14.5, h+15.9) C (-16.2, h), A (14.1, h)
	

	h 为导线对地高度，本段线路按设计最低高度要求进行考虑，即非居民区 h 为 11m，抬高后 h 为 12m，居民区 h 为 14m。
导线排列方式	同塔双回逆相序排列
导线型号	4×JL3/G1A-630/45，分裂间距 500mm
导线直径(mm)	33.8
计算电压 (kV)	525
经济电流幅值(A)	2500
地线型号	OPGW-150
地线直径(mm)	16.6

(3) 预测结果与评价

1) 单回三角排列段

① 电场强度

本段线路采用拟选塔中最不利塔型 JC31202B 塔，在非居民区导线对地最低高度 10.5m 及抬高至 12m 时时，电场强度预测结果见表 6-21，电场强度随距离变化趋势见图 6-22。

从表 6-21 和图 6-22 中可以看出，本段线路采用拟选塔中最不利塔型 JC31202B 塔，通过非居民区，导线对地最低高度为 10.5m 时，离地 1.5m 处电场强度最大值为 11633V/m ($>10\text{kV/m}$)，出现在距线路中心线投影 15m (左边导线外 0.6m) 处，为确保电场强度满足不大于控制限值 10kV/m 的要求，根据反推预测计算，当导线对地最低高度抬高至 12m 时，电场强度最大值为 9548V/m，出现在距线路中心线投影 15m (左边导线外 0.6m) 处，满足非居民区电场强度不大于控制限值 10kV/m 的评价标准要求；在距中心线地面投影 28m (左边导线地面投影外 13.6m) 处电场强度为 3914V/m (小于 4000V/m)，此后随着距中心线距离增加而呈减小趋势。

表 6-21 线路单回三角排列段在非居民区最不利塔型电场强度预测结果

最不利塔型	JC31202B	
导线对地最低高度（m）	h=10.5	h=12
距线路中心线地面投影距离（m）	电场强度（V/m）	
-70	224	247
-65	280	309
-60	357	393
-50	630	689
-40	1287	1377
-30	3203	3242
-29	3551	3561
-28（左边导线地面投影外 13.6m）	3944	3914
-27	4387	4304
-20	9024	7927
-16	11476	9488
-15（左边导线地面投影外 0.6m）	11633（最大值）	9548（最大值）
-14	11520	9431
-10	8725	7365
-5	3750	3346
-3	2259	1948
-2	1773	1428
-1	1604	1205
0	1817	1412
1	2315	1917
2	2983	2560
3	3764	3275
5	5580	4823
10	10200	8327
11	10715	8711
12	10968	8922
20	6544	6008
24	4183	4087
25（右边导线地面投影外 13.2m）	3740	3700
30	2195	2273
40	904	975
50	459	498
65	215	232
70	175	188

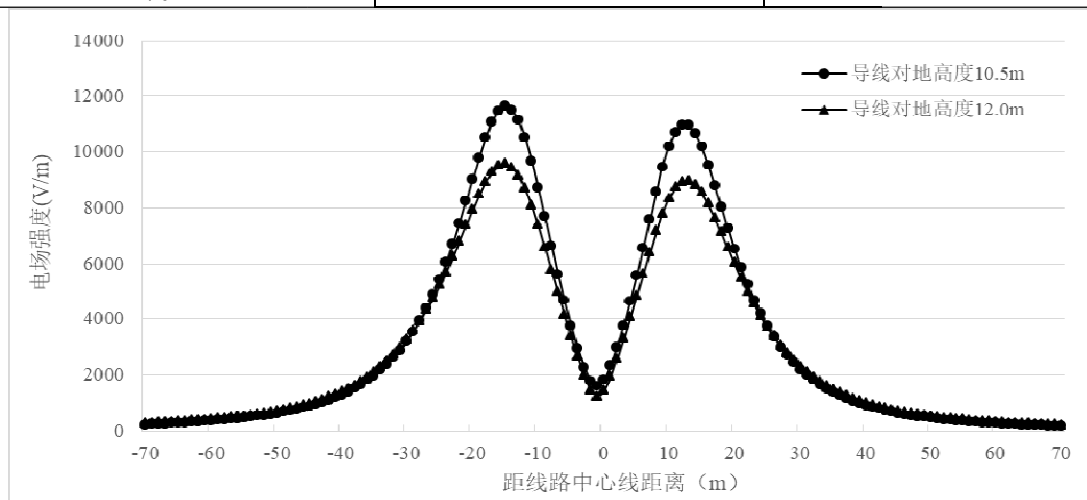


图 6-10 线路单回三角排列段在非居民区最不利塔型电场强度随距离变化趋势图

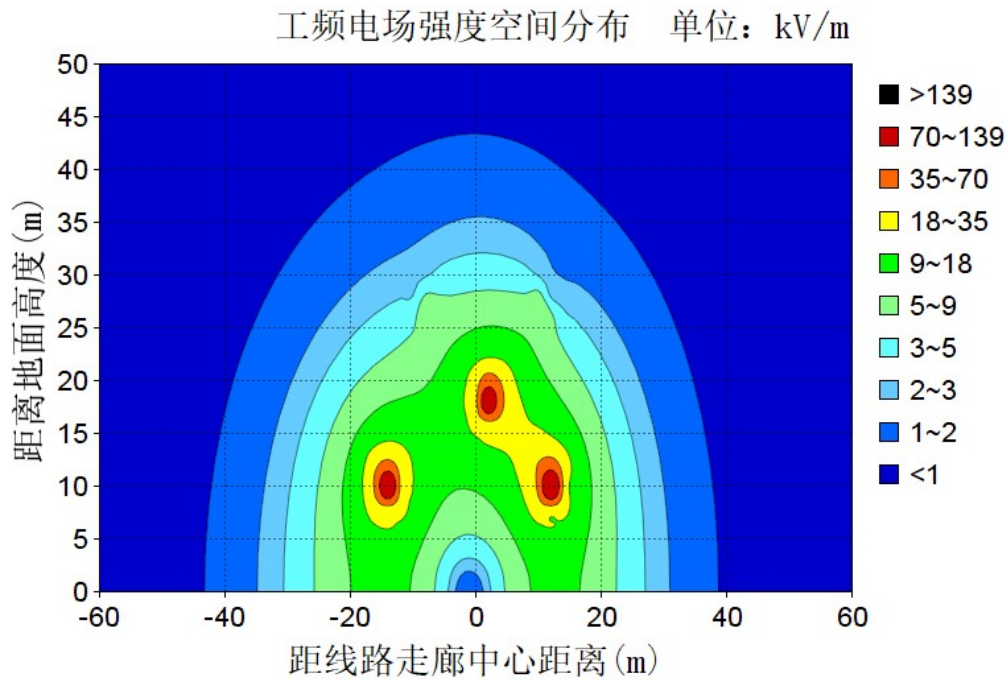


图 6-11 线路单回三角排列段不同高度处电场强度等值线图（导线对地 10.5m）

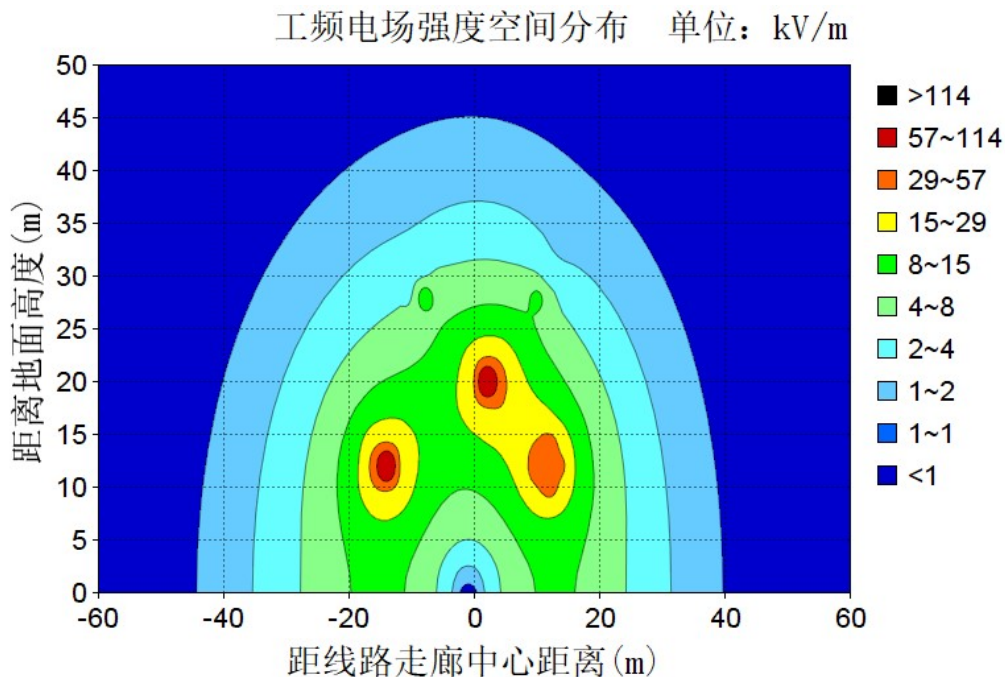


图 6-12 线路单回三角排列段不同高度处电场强度等值线图（导线对地 12m）

②磁感应强度

本段线路采用拟选塔中最不利塔型 JC31202B 塔，在非居民区导线对地最低高度 10.5m 及抬高至 12m 时，磁感应强度预测结果见表 6-22，磁感应强度随距离变化趋势见图 6-13。

从表 6-22 和图 6-13 可以看出，本段线路采用拟选塔中最不利塔型 JC31202B 塔，在非居民区导线对地最低高度 10.5m 及抬高至 12m 时，离地 1.5m 处磁感应强度最大值分别为 56.4 μ T、47.7 μ T，满足磁感应强度不大于公众曝露控制限值 100 μ T 的要求。

表 6-22 线路单回三角排列段在非居民区最不利塔型磁感应强度预测结果

最不利塔型	JC31202B	
导线对地最低高度（m）	h=10.5	h=12
距线路中心线地面投影距离（m）	磁感应强度（ μT ）	
-70	2.9	2.9
-60	4.0	4.0
-50	5.9	5.8
-30	17.5	16.6
-25	25.6	23.5
-20	38.4	33.6
-15	52.5	43.9
-12	56.2	47.1
-11	56.4（最大值）	47.6
-10	56.2	47.7（最大值）
-8	55.0	47.5
-7	54.3	47.2
-6	53.5	46.8
-5	52.8	46.5
-4	52.3	46.1
-3	51.8	45.9
-2	51.5	45.7
-1	51.3	45.5
0	51.2	45.5
1	51.4	45.5
2	51.6	45.5
3	52.0	45.7
4	52.5	45.8
5	53.0	46.0
7	53.9	46.1
8	54.1	45.9
9	54.0	45.5
10	53.5	44.8
20	29.9	26.9
50	5.2	5.1
60	3.6	3.6
70	2.7	2.6

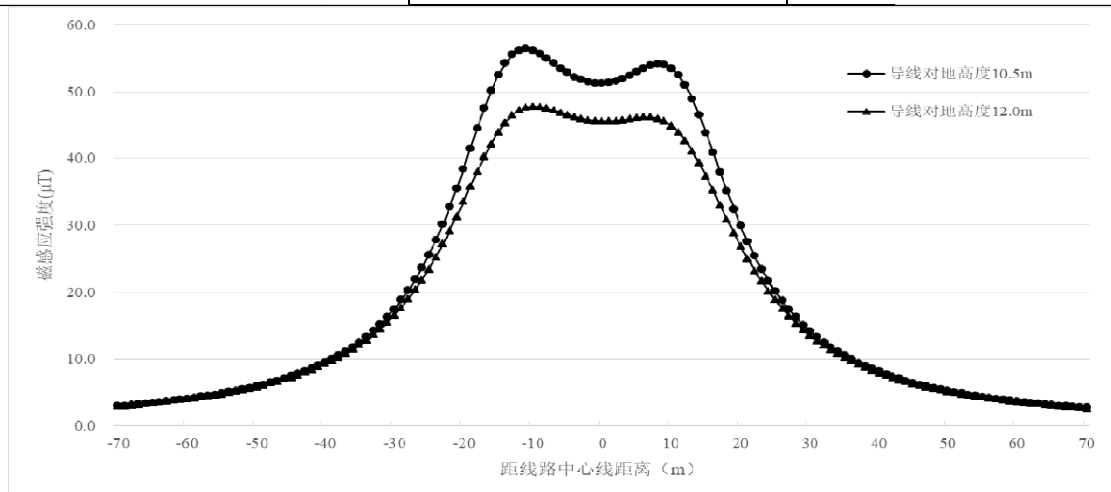


图 6-13 线路单回三角排列段通过非居民区最不利塔型磁感应强度随距离变化趋势图

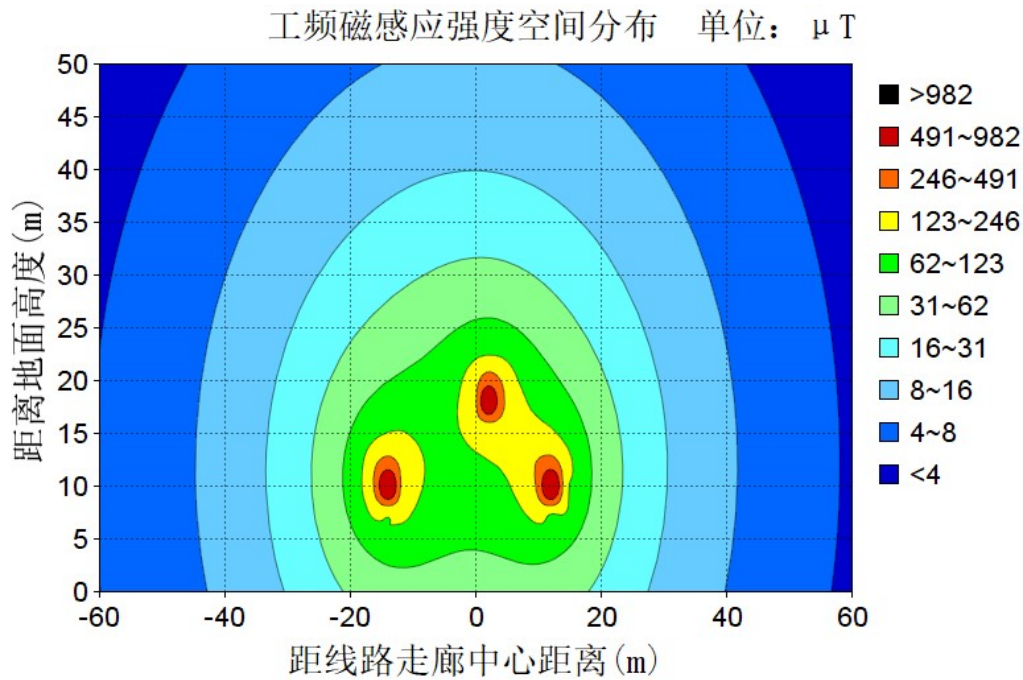


图 6-14 线路单回三角排列段不同高度处磁感应强度等值线图（导线对地 10.5m）

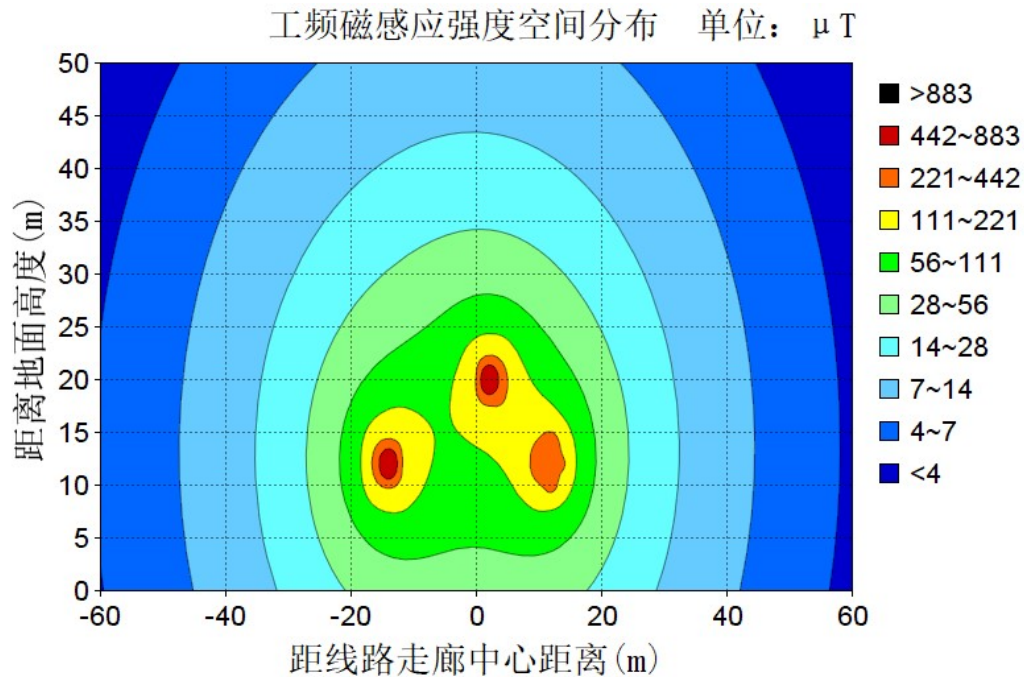


图 6-15 线路单回三角排列段不同高度处磁感应强度等值线图（导线对地 12m）

2) 单回水平排列段

① 电场强度

本段线路采用拟选塔中最不利塔型 ZC31203B 塔, 在非居民区导线对地最低高度 11m 及抬高至 12m 时时, 电场强度预测结果见表 6-23, 电场强度随距离变化趋势见图 6-16。

从表 6-23 和图 6-16 中可以看出, 本段线路采用拟选塔中最不利塔型 ZC31203B

塔，通过非居民区，导线对地最低高度为 11m 时，离地 1.5m 处电场强度最大值为 11128V/m ($>10\text{kV/m}$)，出现在距线路中心线投影 23m (边导线外 0.9m) 处，为确保电场强度满足不大于控制限值 10kV/m 的要求，根据反推预测计算，当导线对地最低高度抬高至 12m 时，电场强度最大值为 9825V/m，出现在距线路中心线投影 23m (边导线外 0.9m) 处，满足非居民区电场强度不大于控制限值 10kV/m 的评价标准要求；在距中心线地面投影 36m (边导线地面投影外 13.9m) 处电场强度为 3886V/m (小于 4000V/m)，此后随着距中心线距离增加而呈减小趋势。

表 6-23 线路单回水平排列段在非居民区最不利塔型电场强度预测结果

最不利塔型	ZC31203B	
导线对地最低高度（m）	h=11	h=12
距线路中心线地面投影距离（m）	电场强度（V/m）	
-75	273	293
-60	593	629
-50	1148	1204
-40	2645	2692
-36（边导线地面投影外 13.9m）	3905	3886
-35	4321	4269
-30	7157	6751
-24	10907	9679
-23（边导线地面投影外 0.9m）	11128（最大值）	9825（最大值）
-22	11127	9803
-20	10453	9251
-15	6651	6179
-10	5114	4885
-5	8335	7490
-3	9782	8626
-2	10321	9040
-1	10667	9304
0	10787	9395
1	10667	9304
2	10321	9040
3	9782	8626
5	8335	7490
10	5114	4885
15	6651	6179
20	10453	9251
22	11127	9803
23（边导线地面投影外 0.9m）	11128（最大值）	9825（最大值）
24	10907	9679
30	7157	6751
35	4321	4269
36（边导线地面投影外 13.9m）	3905	3886
40	2645	2692
50	1148	1204
60	593	629
75	273	293

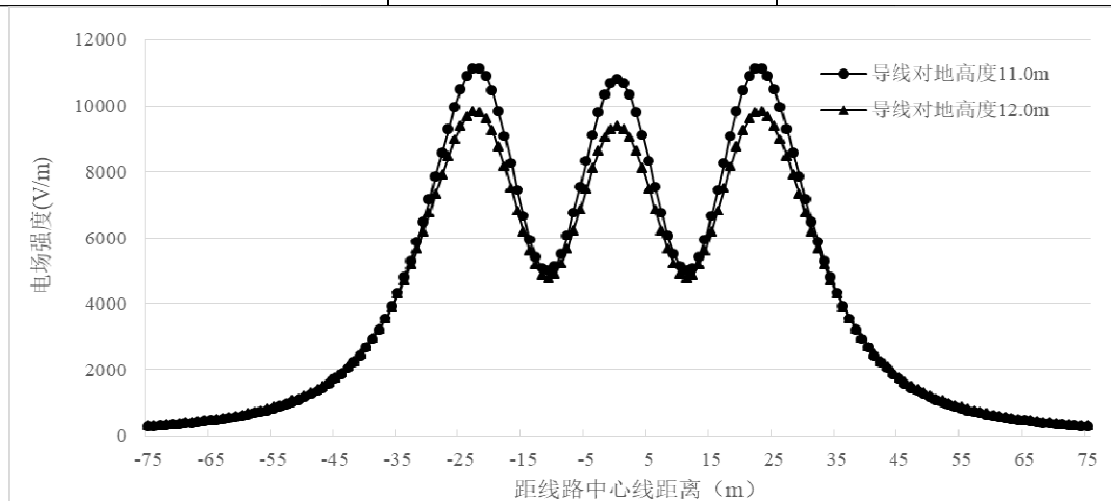


图 6-16 线路单回水平排列段通过非居民区最不利塔型电场强度随距离变化趋势图

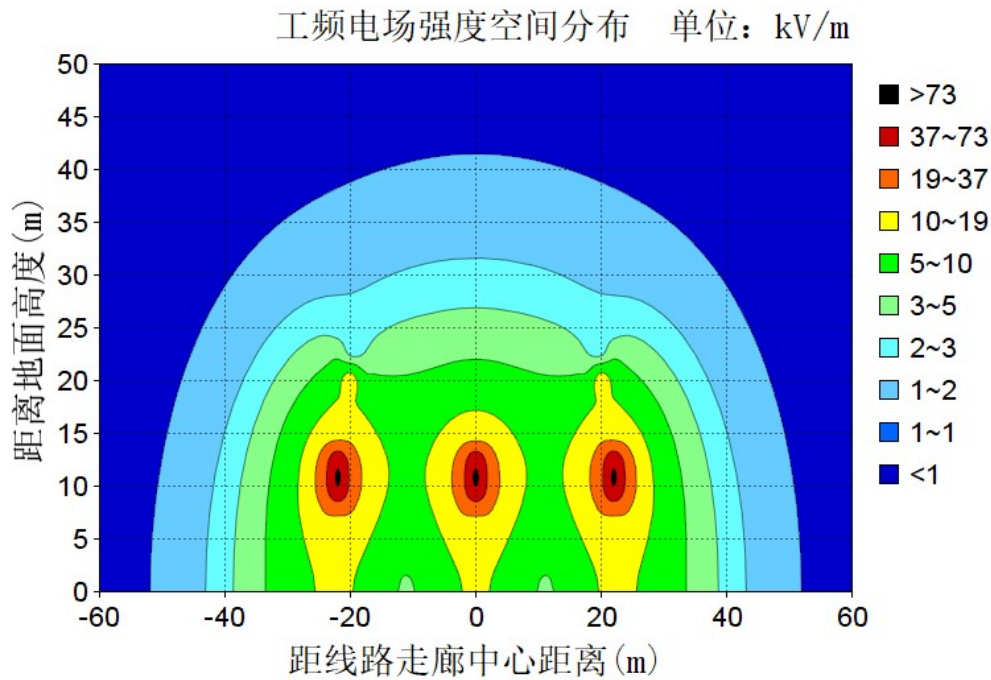


图 6-17 线路单回水平排列段不同高度处电场强度等值线图（导线对地 11m）

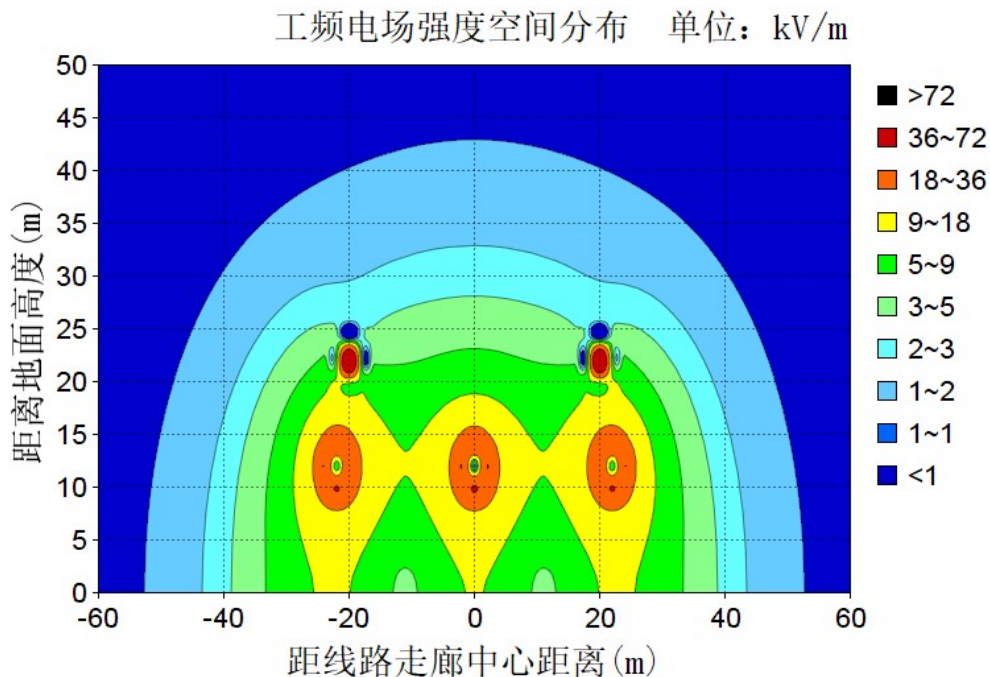


图 6-18 线路单回水平排列段不同高度处电场强度等值线图（导线对地 12m）

②磁感应强度

本段线路采用拟选塔中最不利塔型 ZC31203B 塔, 在非居民区导线对地最低高度 11m 及抬高至 12m 时, 磁感应强度预测结果见表 6-24, 磁感应强度随距离变化趋势见图 6-19。

从表 6-24 和图 6-19 可以看出, 本段线路采用拟选塔中最不利塔型 ZC31203B 塔, 在非居民区导线对地最低高度 11m 及抬高至 12m 时, 离地 1.5m 处磁感应强度最大值分别为 58.2 μ T、52.8 μ T, 满足磁感应强度不大于公众曝露控制限值 100 μ T 的要求。

表 6-24 线路单回水平排列段在非居民区最不利塔型磁感应强度预测结果

最不利塔型	ZC31203B	
导线对地最低高度（m）	h=11	h=12
距线路中心线地面投影距离（m）	磁感应强度（ μT ）	
-75	3.9	3.9
-60	6.4	6.3
-50	9.7	9.5
-30	33.1	31.0
-20	55.2	49.7
-19	55.6	50.2
-18	55.5	50.4
-17	55.4	50.5
-15	54.5	50.1
-10	53.2	49.5
-5	55.6	51.2
-4	56.3	51.7
-3	57.0	52.1
-2	57.6	52.5
-1	58.0	52.7
0	58.2（最大值）	52.8（最大值）
1	58.0	52.7
2	57.6	52.5
3	57.0	52.1
4	56.3	51.7
5	55.6	51.2
10	53.2	49.5
17	55.4	50.5
18	55.5	50.4
19	55.6	50.2
20	55.2	49.7
50	9.7	9.5
60	6.4	6.3
75	3.9	3.9

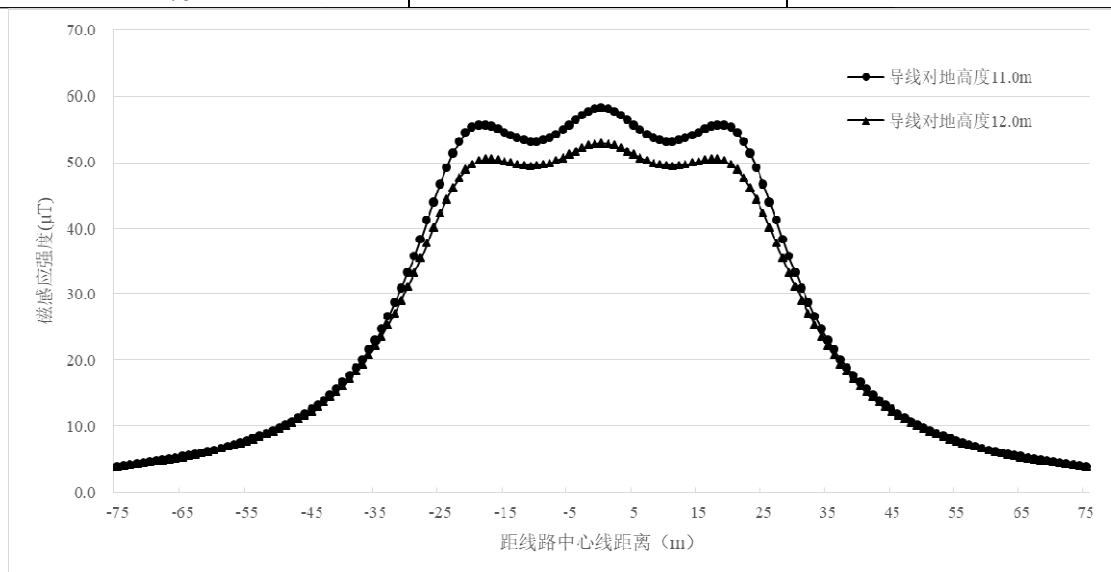


图 6-19 线路单回水平排列段通过非居民区最不利塔型磁感应强度随距离变化趋势图

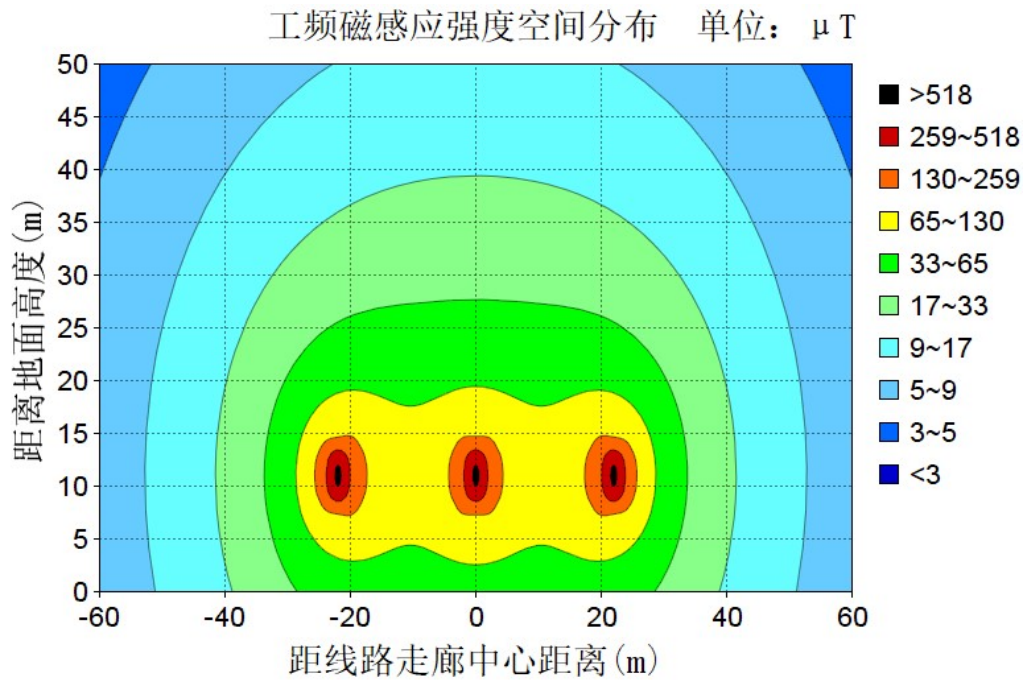
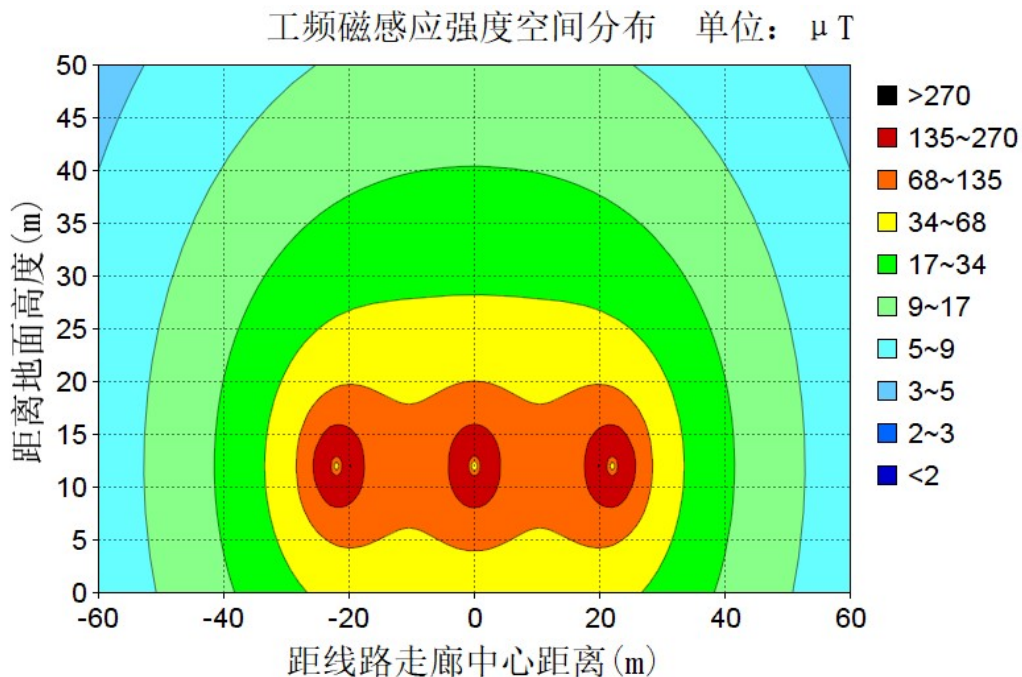


图 6-20 线路单回水平排列段不同高度处磁感应强度等值线图（导线对地 11m）

图 6-21 线路单回水平排列段不同高度处磁感应强度等值线图（导线对地 12m）
3) 双回路

① 电场强度

本段线路采用拟选塔中最不利塔型 SJC31153B 塔，在**非居民区**导线对地最低高度 11m 时，电场强度预测结果见表 6-21，电场强度随距离变化趋势见图 6-22，在**居民区**导线对地最低高度 14m 时，电场强度预测结果见表 6-26~表 6-29，电场强度随距离变化趋势见图 6-23~图 6-26。

从表 6-21 和图 6-22 中可以看出，本段线路采用拟选塔中最不利塔型 SJC31153B

塔，通过**非居民区**，导线对地最低高度为 11m 时，离地 1.5m 处电场强度最大值为 10430V/m ($>10\text{kV/m}$)，出现在距线路中心线投影 14m (右边导线地面投影外 0.5m) 处，为确保电场强度满足不大于控制限值 10kV/m 的要求，根据反推预测计算，当导线对地最低高度抬高至 11.5m 时，电场强度最大值为 9756V/m，出现在距线路中心线投影 14m (右边导线地面投影外 0.5m) 处，满足**非居民区**电场强度不大于控制限值 10kV/m 的评价标准要求；在距中心线地面投影 26m (左边导线地面投影外 9.8m) 处电场强度为 3660V/m (小于 4000V/m)，此后随着距中心线距离增加而呈减小趋势。

从表 6-26~表 6-29 及图 6-23~图 6-26 中可以看出，本段线路采用拟选塔中最不利塔型 SJC31153B 塔，通过**居民区**，导线对地最低高度为 14m 时，离地 1.5m、4.5m、7.5m、10.5m 处电场强度最大值分别为 7214V/m、8285V/m、11257V/m、20454V/m，分别出现在距线路中心线地面投影 15m (右边导线地面投影外 0.5m)、15m (右边导线地面投影外 0.5m)、14m (左边导线地面投影内 0.5m)、14m (左边导线地面投影内 0.5m) 处，此后随着距线路中心线距离的增加呈减少趋势，均不满足电场强度公众曝露限值 4000V/m 要求。

根据逐步试算，当导线对地最低高度抬升至 21m 时，离地 1.5m 处电场强度最大值为 3721V/m，出现在距中心线地面投影 17m (右边导线地面投影外 2.5m) 处；当导线对地最低高度抬升至 22m 时，离地 4.5m 处电场强度最大值为 3677V/m，出现在距中心线地面投影 15m (右边导线地面投影内 0.5m) 处；当导线对地最低高度抬升至 23m 时，离地 7.5m 处电场强度最大值为 3869V/m，出现在距中心线地面投影 15m (右边导线地面投影内 0.5m) 处；当导线对地最低高度抬升至 25m 时，离地 10.5m 处电场强度最大值为 3906V/m，出现在距中心线地面投影 14m (右边导线地面投影内 0.5m) 处；均能满足不大于公众曝露限值 4000V/m 的要求。

表 6-25 线路双回段在非居民区最不利塔型电场强度预测结果

最不利塔型	SJC31153B	
导线对地最低高度（m）	h=11	h=11.5
距线路中心线地面投影距离（m）	电场强度（V/m）	
-75	139	134
-60	231	224
-50	395	393
-40	903	920
-30	2890	2901
-20	9064	8585
-17	10373	9710
-16（边导线地面投影内 0.6m）	10404	9730
-15	10201	9547
-13	9178	8641
-12	8443	7986
-11	7626	7251
-10	6771	6474
-8	5079	4910
-6	3534	3453
-4	2201	2179
-2	1223	1245
0	1284	1302
2	2307	2280
4	3652	3565
6	5203	5027
8	6894	6588
10	9608	8086
13	10253	9596
14（边导线地面投影外 0.5m）	10430（最大值）	9756（最大值）
15	10374	9713
20	7549	7244
30	2189	2215
40	689	702
50	305	301
60	193	185
70	148	141
75	132	127

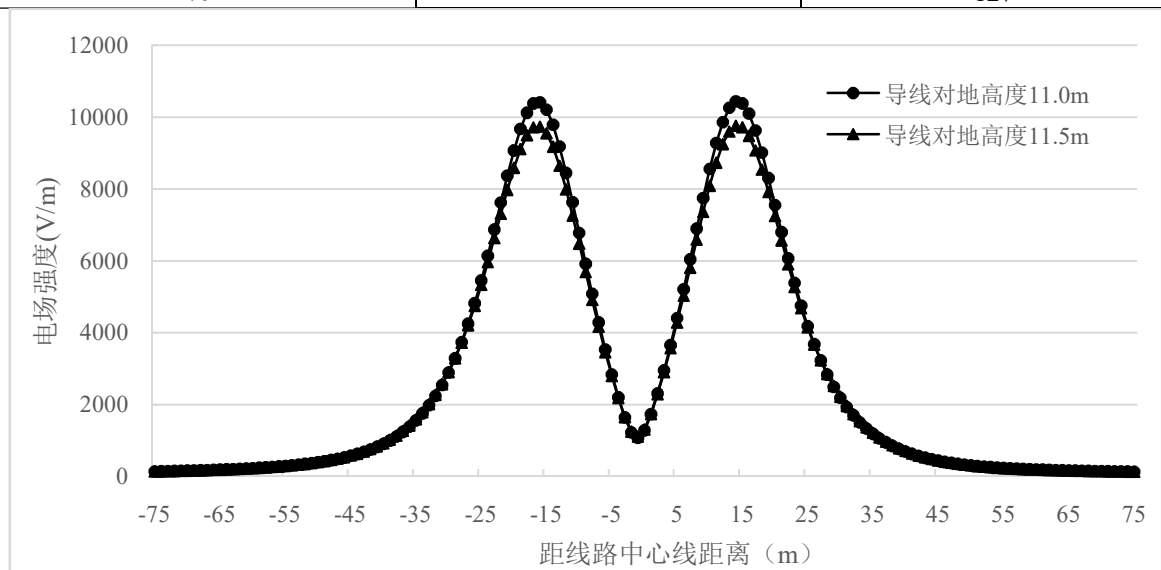


图 6-22 线路双回段通过非居民区最不利塔型电场强度随距离变化趋势图

表 6-26 线路双回段在公众暴露区域最不利塔型电场强度预测结果（距地面 1.5m 高处）

最不利塔型	SJC31153B											
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22	h=23	h=24	h=25
距线路中心线地面投影距离（m）	离地 1.5m											
	电场强度（V/m）											
-75	111	103	96	90	86	83	82	82	84	87	91	96
-70	130	122	116	112	110	110	111	115	119	125	131	138
-50	406	419	434	451	468	485	502	517	531	543	554	563
-40	1007	1039	1066	1089	1106	1119	1127	1131	1131	1126	1119	1109
-30	2861	2813	2751	2679	2600	2516	2429	2341	2252	2164	2077	1991
-20	6652	6049	5520	5053	4639	4270	3939	3643	3375	3133	2913	2713
-19	6923	6261	5686	5184	4742	4350	4002	3691	3412	3160	2933	2727
-18	7111	6404	5794	5265	4802	4395	4034	3712	3425	3167	2934	2724
-17（边导线地面投外 0.4m）	7204（最大值）	6468（最大值）	5837（最大值）	5292（最大值）	4817（最大值）	4400（最大值）	4032（最大值）	3705	3413	3151	2916	2704
-16	7190	6447	5811	5262	4784	4364	3995	3667	3375	3113	2879	2667
-10	5163	4720	4321	3961	3637	3345	3082	2845	2631	2438	2263	2105
-8	4089	3788	3508	3248	3009	2790	2590	2407	2241	2089	1951	1824
-6	3014	2838	2668	2505	2351	2207	2073	1949	1833	1727	1628	1537
-4	2032	1963	1891	1817	1744	1671	1601	1532	1466	1403	1343	1285
-2	1332	1348	1354	1350	1337	1319	1295	1267	1236	1203	1169	1133
0	1371	1382	1383	1374	1359	1337	1311	1281	1248	1213	1178	1142
2	2110	2032	1952	1871	1792	1714	1638	1565	1496	1429	1366	1306
4	3101	2916	2738	2568	2408	2258	2118	1989	1870	1759	1657	1563
6	4176	3866	3577	3311	3065	2841	2636	2449	2278	2123	1981	1852
8	5244	4792	4385	4018	3688	3391	3124	2883	2666	2470	2292	2131
10	6194	5601	5081	4623	4217	3858	3538	3252	2996	2766	2560	2373
11	6583	5929	5361	4866	4430	4046	3705	3402	3131	2889	2671	2474
12	6891	6189	5585	5060	4601	4198	3842	3525	3243	2991	2764	2560
13	7104	6371	5743	5200	4727	4311	3945	3620	3330	3071	2839	2630
14	7213	6469	5832	5282	4803	4383	4013	3684	3391	3129	2894	2682
15	7214	6479	5850	5305	4830	4413	4045	3718	3426	3164	2928	2716
16（边导线地面	7109	6405	5798	5271	4809	4403	4042	3721（最	3434（最	3176（最	2944（最	2733

最不利塔型	SJC31153B											
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	=20	h=21	h=22	h=23	h=24	h=25
距线路中心线地面投影距离（m）	离地 1.5m 电场强度（V/m）											
<u>投影外 1.5m）</u>								<u>大值）</u>	<u>大值）</u>	<u>大值）</u>	<u>大值）</u>	
<u>17（边导线地面投影外 2.5m）</u>	6910	6253	5682	5182	4743	4353	4006	3696	3417	3166	2939	<u>2734（最大值）</u>
20	5900	5445	5032	4658	4318	4008	3727	3470	3235	3020	2823	2642
30	2275	2269	2250	2220	2181	2135	2083	2027	1967	1906	1844	1781
40	783	815	845	845	872	895	929	941	948	952	953	951
50	303	314	328	344	361	378	396	412	428	442	455	467
70	111	100	91	83	78	74	74	75	79	84	90	97
75	100	91	81	73	65	59	55	53	52	54	58	62

表 6-27 线路双回段在公众暴露区域最不利塔型电场强度预测结果（距地面 4.5m 高处）

最不利塔型	SJC31153B											
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	=20	h=21	h=22	h=23	h=24	h=25
距线路中心线地面投影距离（m）	离地 4.5m											
	电场强度（V/m）											
-75	113	105	98	93	88	86	84	85	87	89	93	98
-70	133	125	119	115	113	113	115	118	122	127	133	140
-50	420	432	446	461	477	493	509	523	537	549	559	568
-40	1034	1062	1087	1108	1125	1137	1144	1147	1146	1142	1134	1123
-30	2949	2899	2835	2761	2679	2592	2502	2410	2318	2226	2135	2047
-20	7426	6688	6053	5502	5020	4597	4221	3888	3589	3322	3080	2862
-19	7809	6980	6278	5677	5157	4704	4306	3954	3641	3361	3111	2885
-18	8092	7191	6436	5796	5247	4772	4356	3991	3667	3379	3121	2890
-17	8250	7302	6515	5851	5284	4795	4369	3996	3666	3373	3112	2878
-16	8264	7304	6507	5837	5265	4772	4344	3968	3637	3343	3081	2847
-10	5908	5380	4905	4479	4097	3754	3447	3171	2924	2701	2500	2318
-8	4777	4416	4079	3765	3477	3213	2972	2753	2553	2371	2206	2055
-6	3750	3516	3289	3072	2867	2676	2498	2333	2181	2041	1912	1794
-4	2936	2787	2640	2495	2355	2222	2096	1977	1866	1762	1665	1574
-2	2467	2364	2260	2156	2054	1955	1860	1769	1682	1599	1522	1448
0	2489	2384	2277	2172	2068	1968	1871	1779	1691	1608	1529	1454
2	2990	2837	2684	2535	2392	2255	2125	2004	1889	1783	1684	1591
4	3823	3582	3348	3126	2916	2719	2537	2368	2212	2069	1938	1817
6	4858	4489	4143	3823	3529	3260	3014	2791	2587	2402	2234	2081
8	5990	5451	4967	4534	4146	3798	3487	3208	2957	2731	2527	2343
10	7077	6347	5716	5168	4690	4269	3898	3570	3277	3017	2783	2573
11	7542	6722	6026	5428	4911	4461	4066	3717	3409	3134	2889	2670
12	7915	7021	6271	5635	5088	4614	4201	3838	3517	3232	2978	2750
13	8169	7226	6441	5779	5213	4725	4300	3927	3598	3307	3047	2814
14（边导线内0.5m）	8285（最大值）	7324（最大值）	6527（最大值）	5855	5283	4789	4360	3984	3652	3358	3095	2861
15（边导线外0.5m）	8254	7309	6524	5861（最大值）	5295（最大值）	4807（最大值）	4381（最大值）	4007（最大值）	3677（最大值）	3384	3123	2889

最不利塔型	SJC31153B											
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	=20	h=21	h=22	h=23	h=24	h=25
距线路中心线地面投影距离（m）	离地 4.5m 电场强度（V/m）											
16（边导线地面投影外 1.5m）	8081	7186	6435	5798	5251	4777	4363	3998	3675	3387（最大值）	3129（最大值）	2898（最大值）
17	7785	6965	6269	5672	5155	4704	4308	3957	3645	3366	3116	2890
20	6430	5904	5429	5002	4618	4271	3957	3673	3415	3180	2966	2770
30	2335	2328	2308	2276	2236	2188	2134	2076	2015	1952	1888	1824
40	807	837	864	889	911	929	943	953	961	964	965	962
50	318	327	340	354	370	387	403	419	434	447	460	471
70	114	104	95	87	82	79	78	79	83	87	93	100
75	103	93	84	76	69	63	59	56	56	57	61	65

表 6-28 线路双回段在公众暴露区域最不利塔型电场强度预测结果（距地面 7.5m 高处）

最不利塔型	SJC31153B											
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	=20	h=21	h=22	h=23	h=24	h=25
距线路中心线地面投影距离（m）	离地 7.5m											
	电场强度（V/m）											
-75	117	110	103	98	93	91	89	90	91	94	97	101
-70	139	132	126	122	120	119	121	123	127	132	137	143
-50	446	456	467	481	495	509	523	536	548	560	569	578
-40	1084	1107	1128	1146	1160	1170	1176	1178	1176	1171	1163	1152
-30	3111	3061	2996	2920	2834	2743	2647	2549	2450	2352	2255	2159
-20	9333	8239	7325	6556	5903	5342	4857	4434	4063	3735	3443	3183
-19	10104	8791	7730	6860	6134	5521	4996	4544	4149	3803	3497	3225
-18	10736	9226	8041	7087	6303	5648	5093	4618	4206	3846	3529	3248
-17	11138	9494	8226	7218	6397	5716	5142	4652	4229	3861	3537	3251
-16	11241	9559	8266	7242	6409	5720	5139	4644	4218	3847	3521	3234
-10	7439	6746	6118	5553	5048	4598	4197	3840	3521	3235	2980	2750
-8	6024	5579	5152	4748	4373	4027	3710	3421	3158	2919	2702	2505
-6	4921	4628	4333	4044	3766	3502	3255	3025	2812	2616	2435	2269
-4	4163	3953	3737	3519	3305	3098	2901	2714	2538	2375	2222	2081
-2	3778	3605	3424	3241	3058	2880	2708	2543	2388	2242	2105	1978
0	3791	3618	3436	3252	3068	2889	2716	2551	2395	2248	2111	1983
2	4202	3990	3770	3550	3333	3124	2924	2734	2557	2391	2238	2095
4	4981	4683	4383	4089	3806	3539	3288	3055	2839	2640	2457	2289
6	6102	5648	5213	4802	4421	4069	3748	3455	3188	2946	2727	2527
8	7531	6824	6183	5609	5097	4641	4235	3874	3551	3263	3004	2772
10	9151	8075	7167	6396	5737	5170	4679	4251	3875	3544	3251	2991
11	9935	8649	7600	6733	6005	5389	4861	4405	4008	3660	3353	3081
12	10606	9124	7951	7001	6218	5562	5005	4527	4114	3753	3435	3154
13	11073	9447	8187	7181	6361	5679	5104	4613	4189	3820	3496	3210
14（边导线地面投内 0.5m）	11257（最大值）	9574（最大值）	8282（最大值）	7257（最大值）	6424（最大值）	5734（最大值）	5153（最大值）	4658	4231	3859	3533	3245
15（边导线地面投外 0.5m）	11122	9488	8226	7221	6403	5723	5150	4660（最大值）	4237（最大值）	3869（最大值）	3546（最大值）	3260（最大值）

最不利塔型	SJC31153B											
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	=20	h=21	h=22	h=23	h=24	h=25
距线路中心线地面投影距离（m）	离地 7.5m 电场强度（V/m）											
16	10693	9200	8026	7078	6299	5648	5095	4621	4210	3851	3534	3254
17	10042	8750	7703	6842	6122	5514	4993	4542	4149	3804	3499	3228
20	7604	6927	6317	5771	5285	4851	4463	4117	3806	3526	3273	3044
30	2448	2439	2417	2384	2342	2292	2236	2175	2111	2044	1977	1908
40	854	878	901	922	941	957	969	978	984	987	987	984
50	345	352	362	374	388	402	417	431	445	458	469	480
70	120	111	102	95	90	87	86	87	89	93	98	104
75	107	98	89	81	74	69	65	63	62	63	66	70

表 6-29 线路双回段在公众曝露区域最不利塔型电场强度预测结果（距地面 10.5m 高处）

最不利塔型	SJC31153B											
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	=20	h=21	h=22	h=23	h=24	h=25
距线路中心线地面投影距离（m）	离地 10.5m											
	电场强度（V/m）											
-75	123	116	109	104	100	98	96	96	97	99	102	106
-70	147	141	135	131	129	128	129	131	134	139	143	149
-50	481	487	496	507	519	531	543	554	565	575	584	592
-40	1150	1168	1184	1198	1209	1217	1221	1222	1219	1214	1205	1193
-30	3316	3273	3213	3140	3055	2961	2861	2756	2650	2543	2437	2332
-20	13237	11428	9907	8651	7616	6757	6038	5430	4910	4462	4073	3731
-19	15534	12914	10899	9337	8105	7116	6308	5636	5070	4588	4172	3811
-18	17935	14303	11762	9905	8498	7397	6514	5791	5189	4680	4244	3867
-17	19846	15301	12347	10278	8749	7574	6642	5886	5259	4732	4283	3896
-16	20431	15603	12526	10393	8827	7628	6681	5912	5278	4744	4290	3899
-10	9679	8855	8045	7284	6589	5965	5408	4913	4474	4084	3737	3428
-8	7554	7100	6618	6133	5661	5214	4796	4410	4057	3735	3442	3176
-6	6178	5899	5587	5257	4923	4593	4273	3970	3684	3418	3170	2943
-4	5344	5147	4920	4673	4416	4155	3897	3646	3406	3178	2963	2763
-2	4951	4787	4596	4385	4161	3932	3703	3478	3260	3051	2853	2667
0	4961	4797	4605	4394	4170	3940	3710	3484	3265	3056	2858	2671
2	5374	5176	4948	4699	4440	4177	3917	3664	3422	3192	2976	2775
4	6231	5948	5633	5299	4960	4626	4304	3997	3708	3439	3190	2960
6	7637	7174	6684	6190	5711	5257	4834	4444	4086	3761	3465	3197
8	9806	8960	8130	7354	6647	6013	5449	4948	4504	4110	3760	3448
10	13086	11392	9927	8692	7657	6789	6055	5430	4894	4431	4028	3675
11	15218	12791	10865	9341	8121	7130	6313	5631	5055	4562	4137	3767
12	17532	14147	11708	9893	8501	7403	6516	5788	5179	4663	4221	3838
13	19548	15195	12312	10270	8752	7579	6646	5887	5258	4728	4276	3886
14（边导线地面投影内 0.5m）	20450（最大值）	15615（最大值）	12536（最大值）	10403（最大值）	8837（最大值）	7638（最大值）	6690（最大值）	5922（最大值）	5287（最大值）	4753（最大值）	4299（最大值）	3908（最大值）
15	19706	15236	12314	10260	8740	7570	6642	5888	5263	4737	4289	3902

最不利塔型	SJC31153B											
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	=20	h=21	h=22	h=23	h=24	h=25
距线路中心线地面投影距离（m）	离地 10.5m 电场强度（V/m）											
16	17710	14184	11694	9865	8473	7382	6505	5787	5187	4680	4245	3869
17	15301	12774	10812	9281	8069	7092	6291	5625	5063	4584	4170	3810
20	9478	8655	7861	7127	6465	5875	5352	4890	4481	4117	3794	3504
30	2594	2585	2564	2532	2490	2440	2382	2319	2252	2182	2109	2036
40	915	933	951	968	983	996	1006	1014	1019	1021	1020	1016
50	380	384	391	401	412	424	436	449	461	472	483	492
70	129	120	112	106	101	98	96	97	98	102	106	111
75	112	104	96	89	82	77	73	71	70	71	73	76

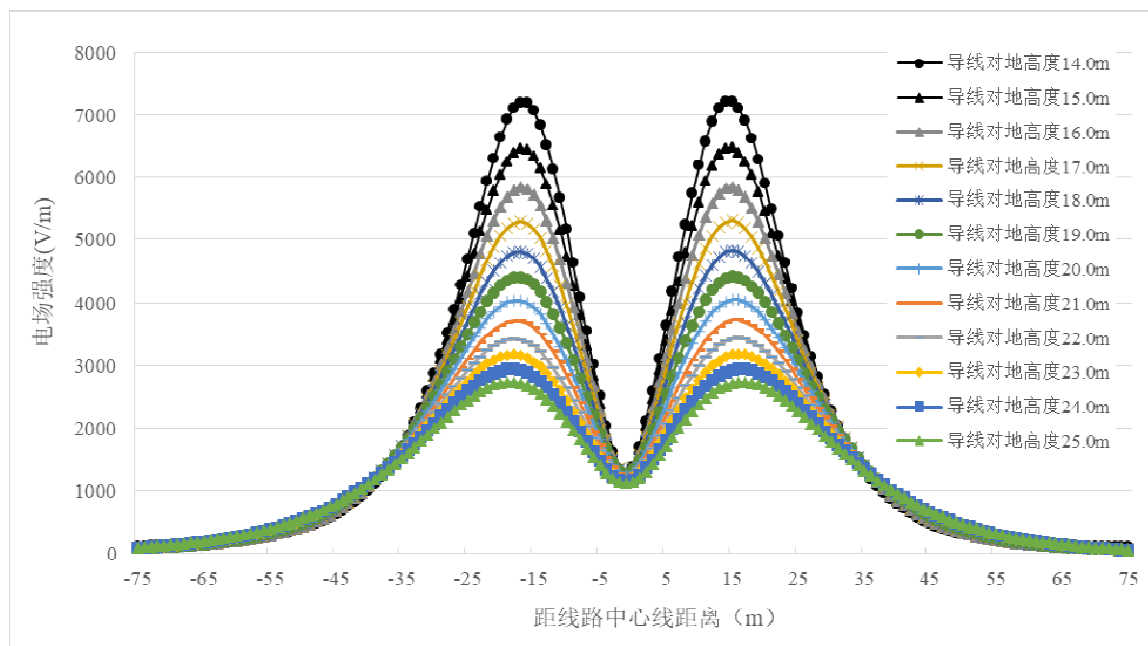


图 6-23 线路双回段在公众曝露区最不利塔型电场强度随距离变化趋势图（距地面 1.5m 高处）

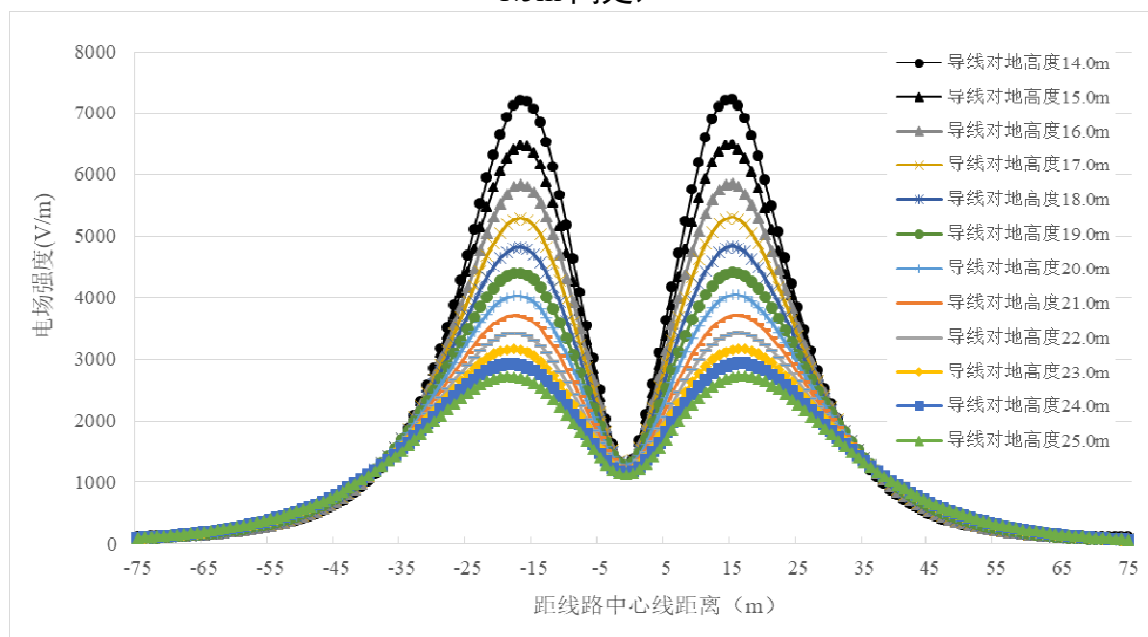


图 6-24 线路双回段在公众曝露区最不利塔型电场强度随距离变化趋势图（距地面 4.5m 高处）

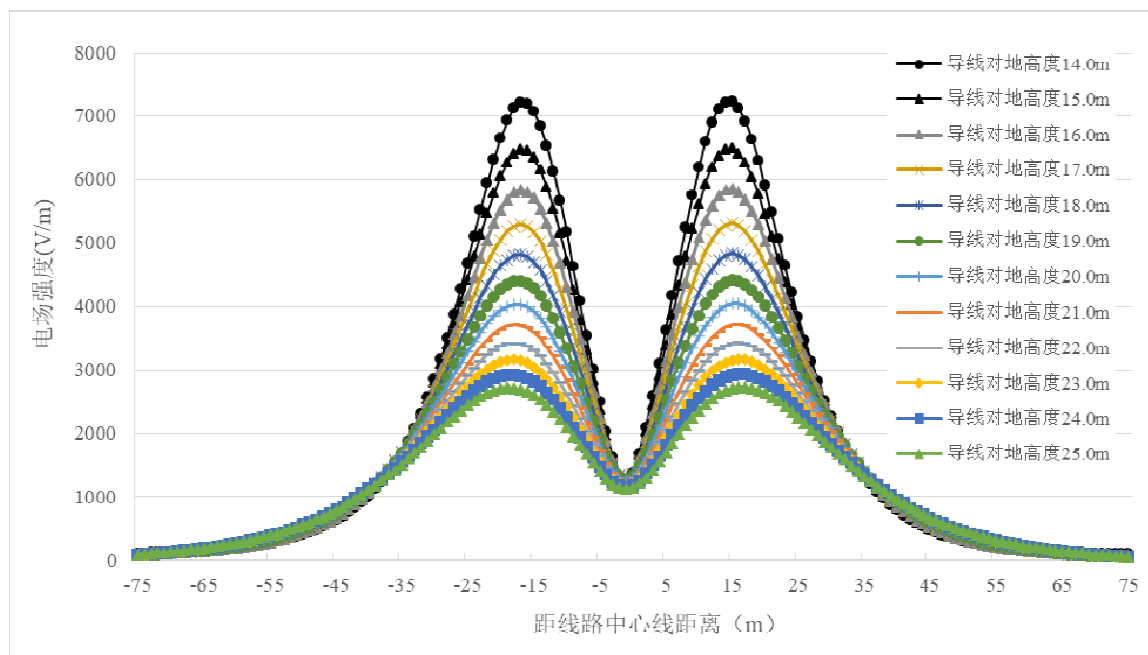


图 6-25 线路双回段在公众曝露区最不利塔型电场强度随距离变化趋势图（距地面 7.5m 高处）

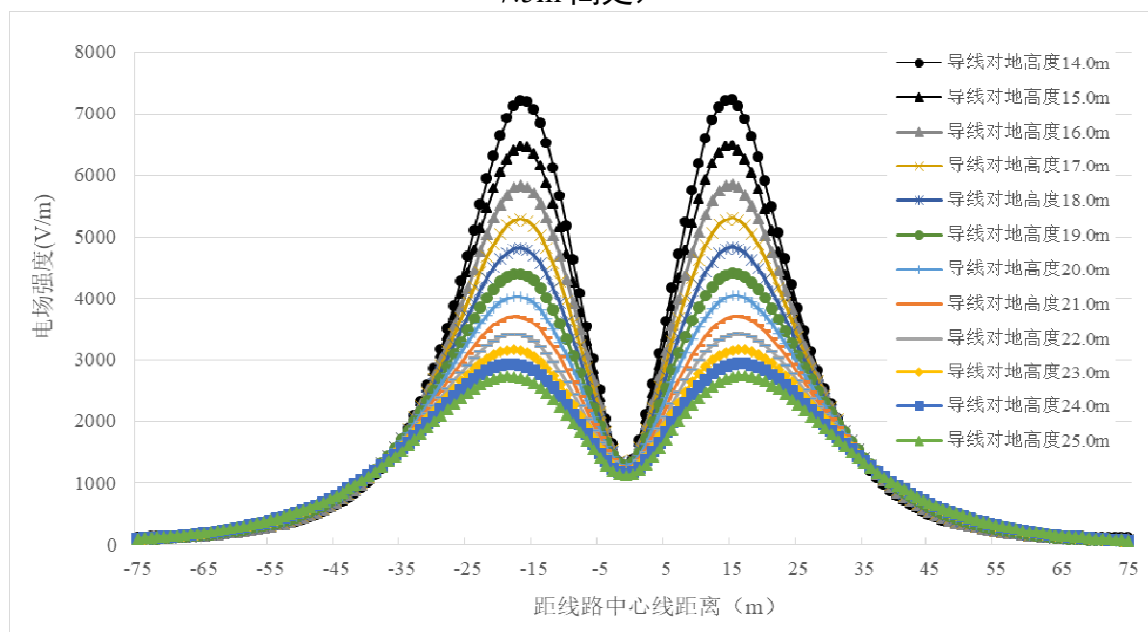


图 6-26 线路双回段在公众曝露区最不利塔型电场强度随距离变化趋势图（距地面 10.5m 高处）

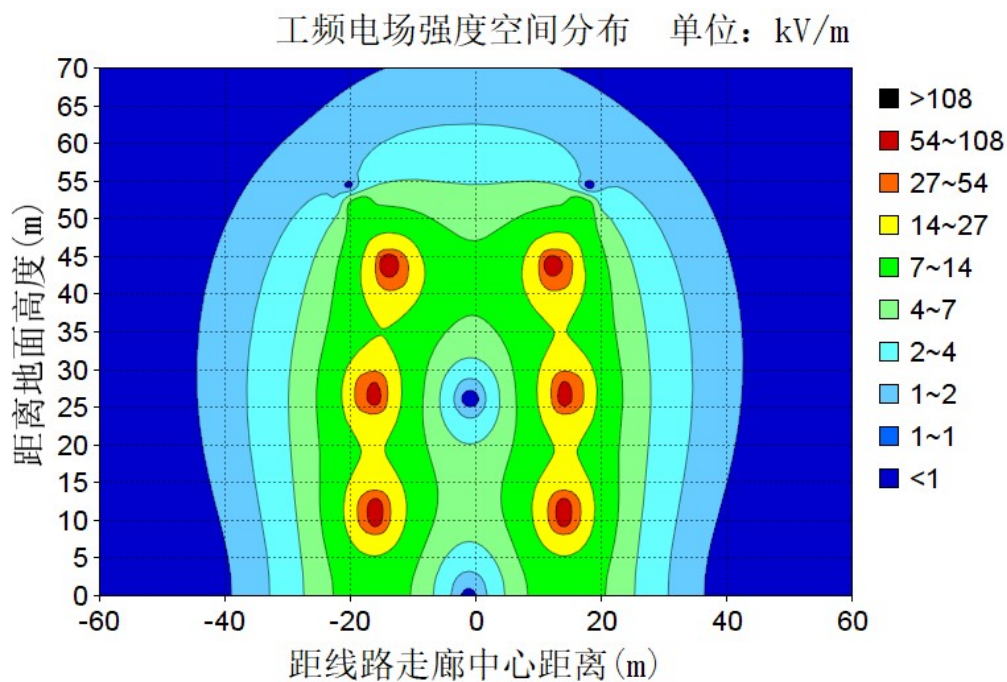


图 6-27 线路双回段不同高度处电场强度等值线图（导线对地 11m）

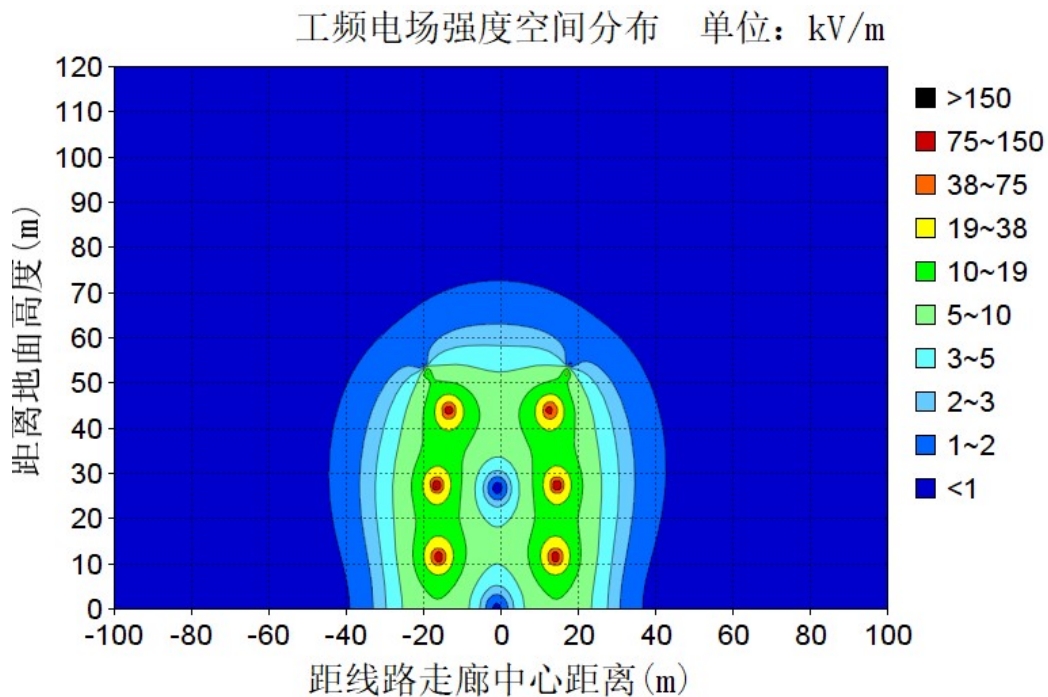


图 6-28 线路双回段不同高度处电场强度等值线图（导线对地 11.5m）

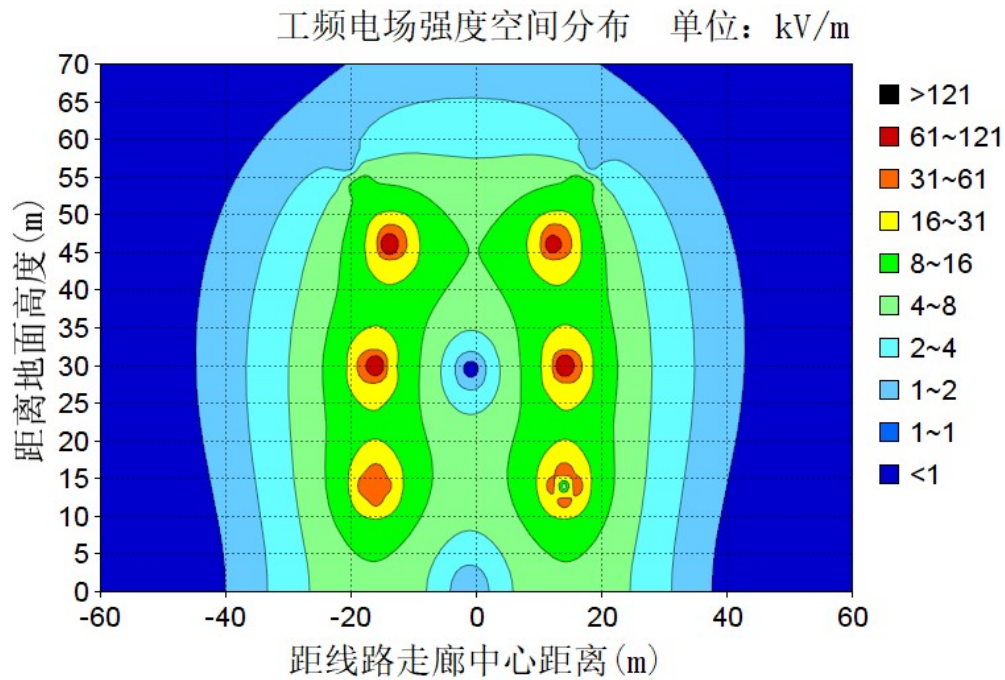


图 6-29 线路双回段不同高度处电场强度等值线图（导线对地 14m）

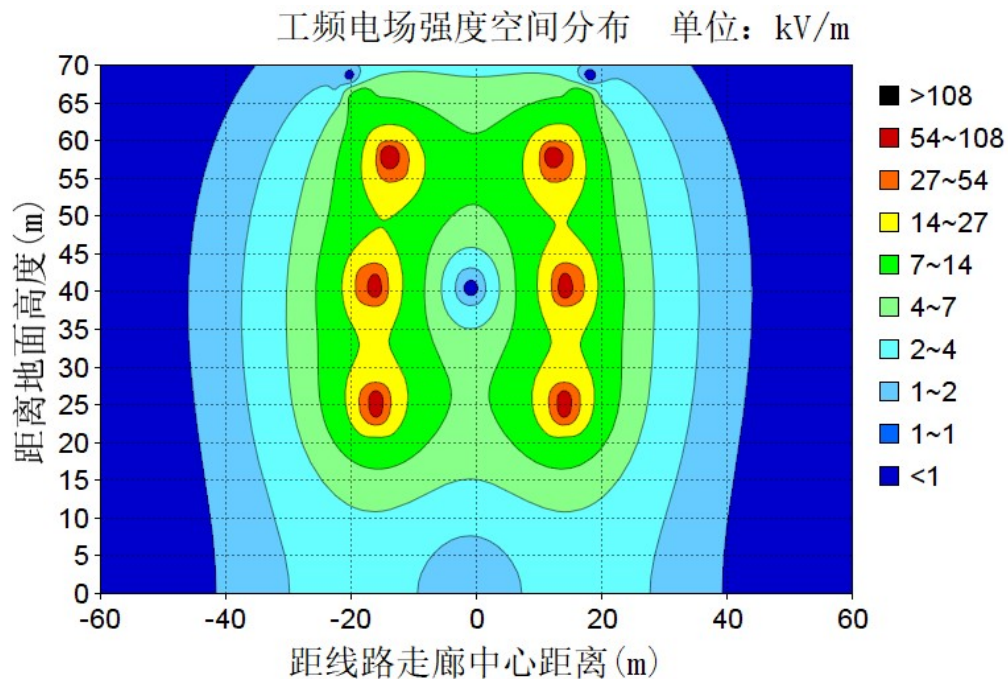


图 6-30 线路双回段不同高度处电场强度等值线图（导线对地 25m）

鉴于本项目尚未完成施工图设计，本段线路所经区域评价范围内的居民房屋尚不确定，按初设路径方案，并结合现场踏勘，本段线路评价范围内为1~4层尖/平顶房，为确保居民房屋不同楼层电场强度满足不大于公众曝露限值 4000V/m 的要求，距线路路边导线不同距离的居民房屋处对应的导线对地最低高度见表 6-30。

表 6-30 线路双回段距边导线不同距离的居民房屋处对应的导线对地最低高度

房屋距线路边导线地面投影距离（m）	导线对地最低高度（m）							
	距地面 1.5m 高度 （1 层尖顶房）		距地面 4.5m 高度 （2 层尖顶房）		距地面 7.5m 高度 （3 层尖顶房）		距地面 10.5m 高度 （4 层平顶房）	
	左侧	右侧	左侧	右侧	左侧	右侧	左侧	右侧
5	20	20	20	21	22	22	24	24
6	19	19	20	20	22	22	24	24
7	19	19	19	19	21	21	23	23
8	18	18	19	19	20	20	22	22
9	18	18	18	18	19	19	21	21
10	17	17	17	17	18	18	20	20
11	16	16	16	16	16	16	17	17
12	14	14	14	14	14	14	14	14

注：1）距线路边导线地面投影 5m 以内为工程拆迁范围。

2）4 层平顶房建成后顶部不能上楼，因此考虑预测至距地面 10.5m 高度。

由表 6-26~表 6-29 及图 6-23~图 6-26 可以看出，本段线路边导线地面投影 12m 以外不同楼层的居民敏感目标，导线对地最低高度为 14m 时，电场强度能满足不大于公众曝露限值 4000V/m 的要求。若房屋距线路边导线地面投影距离小于 12m 时，需按照表 6-30 中的最低高度要求确定导线对地高度，确保居民房屋处电场强度满足不大于公众曝露限值 4000V/m 的要求。

根据现场踏勘并结合初设路径方案，为确保最近敏感目标处的电场强度满足不大于公众曝露限值 4000V/m 的要求，结合表 6-30，本段线路敏感目标处导线对地最低高度见表 6-31。

表 6-31 线路双回段敏感目标处导线对地最低高度

敏感目标	房屋类型	方位及距线路双回段边导线地面投影最近距离	导线对地最低高度
1#	2 层尖顶房	西，最近约 35m	14m
2#	1 层尖顶房	西南，最近约 45m；其余约 45~50m	14m
3#	1 层尖顶房	北，最近约 10m	17m
4#	最近为 2 层尖顶房，其余为 1~3 层尖顶房	北/南，最近约 10m；其余约 20~40m	17m
5#	1 层尖顶房	南，最近约 20m	14m
6#	最近为 3 层尖顶房，其余为 1~3 层尖顶房	北/南，最近约 8m；其余约 30~40m	20m
7#	最近为 4 层平顶房，其余为 1~3 层尖顶房	北/南，最近约 25m；其余约 20~40m	14m
8#	最近为 2 层尖顶房，其余为 1~3 层尖顶房	北，最近约 35m；其余约 30~50m	14m

根据核实，本项目设计单位已按照表 6-31 中的要求提高了敏感目标处的导线对地高度，故本次环评阶段按照表 6-31 中的高度对敏感目标处的电磁环境进行预测。

②磁感应强度

本段线路采用拟选塔中最不利塔型 SJC31153B 塔，在**非居民区**导线对地最低高

度 11m 及抬高至 11.5m 时，磁感应强度预测结果见表 6-32，磁感应强度随距离变化趋势见图 6-13；在**居民区**导线对地最低高度 14m 时，磁感应强度预测结果见表 6-33，磁感应强度随距离变化趋势见图 6-14。

从表 6-32 和图 6-13 可以看出，本段线路采用拟选塔中最不利塔型 SJC31153B 塔，在**非居民区**导线对地最低高度 11m 及抬高至 11.5m 时，离地 1.5m 处磁感应强度最大值分别为 46.3 μ T、41.5 μ T；从表 6-33 和图 6-14 可以看出，通过**居民区**，导线对地最低高度为 14m 时，离地 1.5m、4.5m、7.5m、10.5m 处磁感应强度最大值分别为 33.1 μ T、45.8 μ T、70.9 μ T、141.6 μ T；通过**居民区**，导线对地高度抬高至 25m 时，离地 1.5m、4.5m、7.5m、10.5m 处磁感应强度最大值分别为 14.9 μ T、18.2 μ T、22.4 μ T、28.1 μ T，均满足磁感应强度不大于公众曝露控制限值 100 μ T 的要求。

表 6-32 线路双回段在非居民区最不利塔型磁感应强度预测结果

最不利塔型	SJC31153B	
导线对地最低高度（m）	h=11	h=11.5
	离地 1.5m	
距线路中心线地面投影距离（m）	磁感应强度（ μT ）	
-75	2.1	2.0
-50	5.9	5.6
-30	19.3	17.8
-25	27.6	25.3
-20	38.6	34.8
-15	45.9	41.1
-14	46.1	41.4
-13	46.0	41.3
-10	44.0	39.9
-5	40.1	36.9
-4	39.6	36.5
-3	39.3	36.2
-2	39.1	36.0
-1	39.0	36.0
0	39.1	36.0
1	39.3	36.2
2	39.7	36.5
3	40.2	36.9
5	41.6	38.1
6	42.4	38.7
7	43.3	39.4
8	44.2	40.1
9	45.0	40.7
10	45.7	41.2
11（右边导线地面投影内 3.5m）	46.1	41.4
12（右边导线地面投影内 2.5m）	46.3（最大值）	41.5（最大值）
13	46.0	41.2
20	34.0	30.9
50	5.4	5.1
75	1.9	1.8

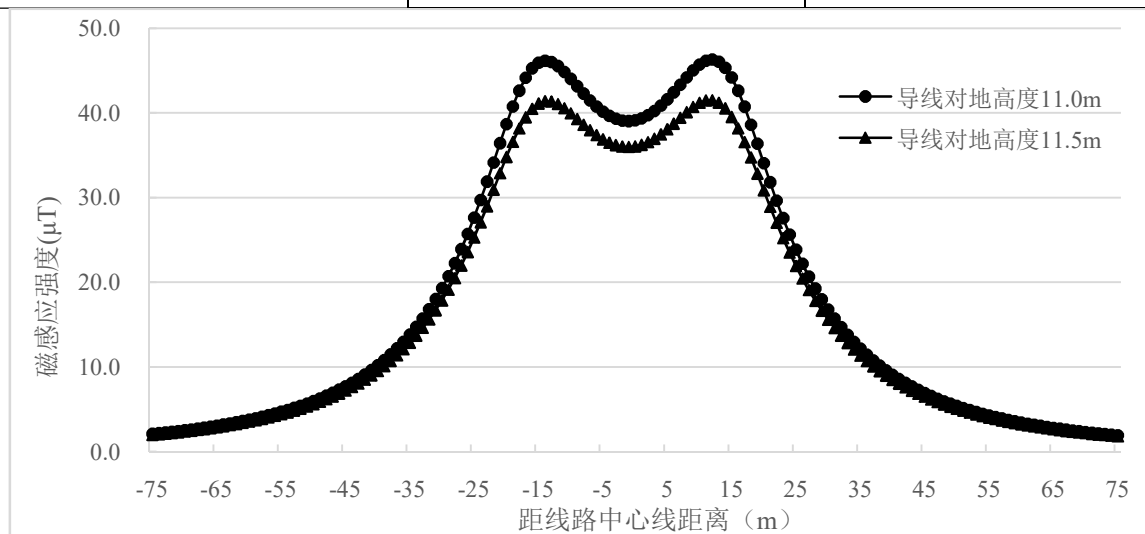


图 6-31 线路双回段通过非居民区最不利塔型磁感应强度随距离变化趋势图

表 6-33 线路双回段在居民区最不利塔型磁感应强度预测结果（1.5m）

最不利塔型	SJC31153B											
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22	h=23	h=24	h=25
距线路中心线地面投影距离（m）	磁感应强度（ μT ）											
-75	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.7
-70	2.5	2.4	2.3	2.3	2.3	2.2	2.2	2.2	2.1	2.1	2.1	2.0
-40	9.3	8.8	8.5	8.2	7.9	7.6	7.3	7.0	6.8	6.5	6.3	6.0
-30	16.3	15.3	14.5	13.7	12.9	12.2	11.5	10.9	10.4	9.8	9.3	8.8
-20	28.1	25.7	23.5	21.6	19.9	18.4	17.1	15.9	14.8	13.8	12.9	12.1
-15	32.4	29.6	26.9	24.6	22.6	20.8	19.2	17.8	16.5	15.4	14.4	13.4
-14	32.8	30.0	27.3	25.0	23.0	21.2	19.5	18.1	16.8	15.6	14.6	13.6
-13	33.0	30.3	27.6	25.3	23.3	21.4	19.8	18.4	17.1	15.9	14.8	13.8
-12	33.1（最大值）	30.5	27.9	25.5	23.5	21.7	20.1	18.6	17.3	16.1	15.0	14.0
-11	33.0	30.5	28.0	25.7	23.7	21.9	20.3	18.8	17.5	16.3	15.2	14.2
-10	32.9	30.5	28.0	25.8	23.8	22.0	20.4	18.9	17.6	16.4	15.3	14.3
-9	32.7	30.5	28.1（最大值）	25.9	23.9	22.1	20.5	19.1	17.8	16.5	15.4	14.4
-8	32.4	30.4	28.0	25.9	24.0	22.2	20.6	19.2	17.9	16.7	15.5	14.5
-7	32.2	30.2	28.0	25.9	24.0	22.3	20.7	19.3	18.0	16.7	15.6	14.6
-6	31.9	30.1	27.9	25.9	24.0	22.3	20.8	19.3	18.0	16.8	15.7	14.7
-5	31.7	30.0	27.8	25.9	24.0	22.4	20.8	19.4	18.1	16.9	15.8	14.8
-4	31.4	29.9	27.8	25.8	24.0	22.4	20.8	19.4	18.1	16.9	15.8	14.8
-3	31.3	29.8	27.7	25.8	24.0	22.4	20.9	19.5	18.2	17.0	15.9	14.8
-2	31.2	29.8	27.7	25.8	24.0	22.4	20.9	19.5	18.2	17.0	15.9	14.9
-1	31.1	29.7	27.7	25.8	24.0	22.4	20.9	19.5	18.2	17.0	15.9	14.9
0	31.1	29.8	27.7	25.8	24.1	22.4	20.9	19.5	18.2	17.0	15.9	14.9（最

												<u>大值)</u>
1	31.1	29.8	27.8	25.8	24.1	22.4	20.9	<u>19.5 (最大 值)</u>	<u>18.2 (最大 值)</u>	<u>17.0 (最大 值)</u>	<u>15.9 (最大 值)</u>	14.8
2	31.2	29.9	27.8	25.9	24.1	22.4	<u>20.9 (最大 值)</u>	19.4	18.1	16.9	15.8	14.8
3	31.3	30.0	27.9	25.9	24.1	22.4	20.8	19.4	18.1	16.9	15.8	14.8
4	31.5	30.2	28.0	25.9	24.1	<u>22.4 (最大 值)</u>	20.8	19.4	18.0	16.8	15.7	14.7
5	31.7	30.3	28.0	<u>26.0 (最大 值)</u>	<u>24.1 (最大 值)</u>	22.3	20.7	19.3	18.0	16.8	15.7	14.6
6	31.9	30.4	28.1	26.0	24.0	22.3	20.7	19.2	17.9	16.7	15.6	14.5
7	32.1	30.5	28.1	25.9	24.0	22.2	20.6	19.1	17.8	16.6	15.5	14.4
8	32.2	<u>30.6 (最大 值)</u>	28.1	25.9	23.9	22.1	20.4	19.0	17.6	16.4	15.3	14.3
9	32.3	30.6	28.0	25.8	23.7	21.9	20.3	18.8	17.5	16.3	15.2	14.2
10	32.2	30.5	27.9	25.6	23.5	21.7	20.1	18.6	17.3	16.1	15.0	14.0
20	24.4	23.6	21.7	20.0	18.5	17.2	16.0	14.9	13.9	13.0	12.2	11.5
30	13.6	13.7	13.0	12.3	11.7	11.1	10.5	10.0	9.5	9.1	8.6	8.2
40	7.7	7.9	7.7	7.4	7.2	6.9	6.7	6.4	6.2	6.0	5.8	5.6
70	2.0	2.2	2.2	2.1	2.1	2.1	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9
75	1.7	1.8	1.8	1.8	1.8	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.6	1.6

表 6-34 线路双回段在居民区最不利塔型磁感应强度预测结果（4.5m）

最不利塔型	SJC31153B											
导线对地最低高度 (m)	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22	h=23	h=24	h=25
距线路中心线地面投影距离 (m)	磁感应强度 (μT)											
-75	2.1	2.1	2.0	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8
-70	2.6	2.5	2.4	2.4	2.4	2.3	2.3	2.3	2.2	2.2	2.2	2.1
-40	10.3	9.8	9.5	9.2	8.8	8.5	8.2	7.9	7.6	7.3	7.0	6.8
-30	19.4	18.2	17.2	16.2	15.3	14.5	13.7	12.9	12.2	11.5	10.9	10.4
-20	38.6	34.6	31.2	28.2	25.7	23.5	21.6	19.9	18.4	17.1	15.9	14.8
-15	45.6	40.7	36.3	32.7	29.6	26.9	24.6	22.6	20.8	19.2	17.8	16.5
-14	45.8 (最大值)	41.0	36.7	33.1	30.0	27.3	25.0	23.0	21.2	19.5	18.1	16.8
-13	45.6	41.1	36.9	33.3	30.3	27.6	25.3	23.3	21.4	19.8	18.4	17.1
-12	45.1	40.9	36.9	33.5	30.5	27.9	25.5	23.5	21.7	20.1	18.6	17.3
-11	44.3	40.5	36.7	33.4	30.5	28.0	25.7	23.7	21.9	20.3	18.8	17.5
-10	43.5	40.0	36.5	33.3	30.5	28.0	25.8	23.8	22.0	20.4	18.9	17.6
-9	42.6	39.4	36.1	33.1	30.5	28.1	25.9	23.9	22.1	20.5	19.1	17.8
-8	41.6	38.9	35.8	32.9	30.4	28.0	25.9	24.0	22.2	20.6	19.2	17.9
-7	40.8	38.3	35.4	32.7	30.2	28.0	25.9	24.0	22.3	20.7	19.3	18.0
-6	40.0	37.8	35.0	32.5	30.1	27.9	25.9	24.0	22.3	20.8	19.3	18.0
-5	39.4	37.4	34.7	32.3	30.0	27.8	25.9	24.0	22.4	20.8	19.4	18.1
-4	38.8	37.0	34.5	32.1	29.9	27.8	25.8	24.0	22.4	20.8	19.4	18.1
-3	38.4	36.7	34.3	32.0	29.8	27.7	25.8	24.0	22.4	20.9	19.5	18.2
-2	38.2	36.6	34.2	31.9	29.8	27.7	25.8	24.0	22.4	20.9	19.5	18.2
-1	38.0	36.5	34.2	31.9	29.7	27.7	25.8	24.0	22.4	20.9	19.5	18.2
0	38.1	36.6	34.2	31.9	29.8	27.7	25.8	24.1	22.4	20.9	19.5	18.2
1	38.2	36.8	34.3	32.0	29.8	27.8	25.8	24.1	22.4	20.9	19.5 (最大值)	18.2 (最大值)

2	38.5	37.1	34.5	32.2	29.9	27.8	25.9	24.1	22.4	20.9（最大值）	19.4	18.1
3	39.0	37.4	34.8	32.3	30.0	27.9	25.9	24.1	22.4	20.8	19.4	18.1
4	39.5	37.9	35.1	32.5	30.2	28.0	25.9	24.1	22.4（最大值）	20.8	19.4	18.0
5	40.2	38.4	35.5	32.8	30.3	28.0	26.0	24.1（最大值）	22.3	20.7	19.3	18.0
6	40.9	39.0	35.9	33.0	30.4	28.1	26.0（最大值）	24.0	22.3	20.7	19.2	17.9
7	41.7	39.6	36.2	33.2	30.5	28.1	25.9	24.0	22.2	20.6	19.1	17.8
8	42.5	40.1	36.6	33.4	30.6	28.1（最大值）	25.9	23.9	22.1	20.4	19.0	17.6
9	43.2	40.6	36.8	33.5	30.6（最大值）	28.0	25.8	23.7	21.9	20.3	18.8	17.5
10	43.8	41.0	37.0	33.5（最大值）	30.5	27.9	25.6	23.5	21.7	20.1	18.6	17.3
11	44.2	41.2（最大值）	37.0（最大值）	33.4	30.4	27.7	25.4	23.3	21.5	19.9	18.4	17.1
12	44.3	41.1	36.8	33.2	30.1	27.4	25.1	23.0	21.2	19.6	18.1	16.8
13	44.0	40.7	36.4	32.8	29.7	27.0	24.7	22.6	20.8	19.3	17.8	16.6
14	43.3	40.1	35.8	32.2	29.1	26.5	24.2	22.2	20.5	18.9	17.5	16.3
15	42.1	39.1	34.9	31.4	28.4	25.9	23.7	21.7	20.0	18.5	17.1	15.9
20	32.4	30.9	28.1	25.7	23.6	21.7	20.0	18.5	17.2	16.0	14.9	13.9
25	22.6	22.2	20.8	19.4	18.1	17.0	15.9	14.9	14.0	13.2	12.4	11.7
30	15.8	15.9	15.1	14.4	13.7	13.0	12.3	11.7	11.1	10.5	10.0	9.5
40	8.5	8.8	8.5	8.2	7.9	7.7	7.4	7.2	6.9	6.7	6.4	6.2
70	2.1	2.3	2.2	2.2	2.2	2.2	2.1	2.1	2.1	2.0	2.0	2.0
75	1.8	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.7	1.7	1.7	1.7

表 6-35 线路双回段在居民区最不利塔型磁感应强度预测结果（7.5m）

最不利塔型	SJC31153B											
导线对地最低高度 (m)	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22	h=23	h=24	h=25
距线路中心线地面投影距离 (m)	磁感应强度 (μT)											
-75	2.2	2.1	2.1	2.1	2.1	2.0	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9
-70	2.7	2.6	2.5	2.5	2.5	2.4	2.4	2.4	2.3	2.3	2.3	2.2
-40	11.3	10.9	10.5	10.2	9.8	9.5	9.2	8.8	8.5	8.2	7.9	7.6
-30	22.9	21.6	20.4	19.3	18.2	17.2	16.2	15.3	14.5	13.7	12.9	12.2
-20	56.5	49.3	43.5	38.6	34.6	31.2	28.2	25.7	23.5	21.6	19.9	18.4
-15	70.9 (最大值)	60.6	52.4	45.9	40.7	36.3	32.7	29.6	26.9	24.6	22.6	20.8
-14	69.8	60.2	52.4	46.1	41.0	36.7	33.1	30.0	27.3	25.0	23.0	21.2
-13	67.6	59.1	51.9	46.0	41.1	36.9	33.3	30.3	27.6	25.3	23.3	21.4
-12	64.8	57.5	51.0	45.5	40.9	36.9	33.5	30.5	27.9	25.5	23.5	21.7
-11	61.7	55.6	49.8	44.8	40.5	36.7	33.4	30.5	28.0	25.7	23.7	21.9
-10	58.7	53.6	48.5	44.0	40.0	36.5	33.3	30.5	28.0	25.8	23.8	22.0
-9	55.9	51.7	47.2	43.1	39.4	36.1	33.1	30.5	28.1	25.9	23.9	22.1
-8	53.5	49.9	46.0	42.3	38.9	35.8	32.9	30.4	28.0	25.9	24.0	22.2
-7	51.3	48.4	44.8	41.4	38.3	35.4	32.7	30.2	28.0	25.9	24.0	22.3
-6	49.5	47.0	43.8	40.7	37.8	35.0	32.5	30.1	27.9	25.9	24.0	22.3
-5	48.1	45.9	43.0	40.1	37.4	34.7	32.3	30.0	27.8	25.9	24.0	22.4
-4	46.9	45.1	42.3	39.6	37.0	34.5	32.1	29.9	27.8	25.8	24.0	22.4
-3	46.1	44.5	41.9	39.3	36.7	34.3	32.0	29.8	27.7	25.8	24.0	22.4
-2	45.6	44.2	41.6	39.1	36.6	34.2	31.9	29.8	27.7	25.8	24.0	22.4
-1	45.4	44.1	41.5	39.0	36.5	34.2	31.9	29.7	27.7	25.8	24.0	22.4
0	45.5	44.2	41.6	39.1	36.6	34.2	31.9	29.8	27.7	25.8	24.1	22.4
1	45.8	44.6	41.9	39.3	36.8	34.3	32.0	29.8	27.8	25.8	24.1	22.4
2	46.5	45.2	42.4	39.7	37.1	34.5	32.2	29.9	27.8	25.9	24.1	22.4

3	47.5	46.1	43.1	40.2	37.4	34.8	32.3	30.0	27.9	25.9	24.1	22.4
4	48.8	47.2	43.9	40.8	37.9	35.1	32.5	30.2	28.0	25.9	24.1	<u>22.4（最大值）</u>
5	50.5	48.6	45.0	41.6	38.4	35.5	32.8	30.3	28.0	26.0	<u>24.1（最大值）</u>	22.3
6	52.4	50.2	46.1	42.4	39.0	35.9	33.0	30.4	28.1	<u>26.0（最大值）</u>	24.0	22.3
7	54.8	52.0	47.4	43.3	39.6	36.2	33.2	30.5	28.1	25.9	24.0	22.2
8	57.3	53.9	48.7	44.2	40.1	36.6	33.4	30.6	<u>28.1（最大值）</u>	25.9	23.9	22.1
9	60.1	55.9	50.0	45.0	40.6	36.8	33.5	<u>30.6（最大值）</u>	28.0	25.8	23.7	21.9
10	62.9	57.8	51.2	45.7	41.0	37.0	<u>33.5（最大值）</u>	30.5	27.9	25.6	23.5	21.7
11	65.5	59.4	52.1	46.1	<u>41.2（最大值）</u>	<u>37.0（最大值）</u>	33.4	30.4	27.7	25.4	23.3	21.5
12	67.4	60.5	<u>52.6（最大值）</u>	<u>46.3（最大值）</u>	41.1	36.8	33.2	30.1	27.4	25.1	23.0	21.2
13	68.3	<u>60.8（最大值）</u>	52.5	46.0	40.7	36.4	32.8	29.7	27.0	24.7	22.6	20.8
14	67.7	60.1	51.8	45.3	40.1	35.8	32.2	29.1	26.5	24.2	22.2	20.5
15	65.7	58.4	50.4	44.2	39.1	34.9	31.4	28.4	25.9	23.7	21.7	20.0
20	44.3	41.9	37.7	34.0	30.9	28.1	25.7	23.6	21.7	20.0	18.5	17.2
30	18.3	18.5	17.6	16.8	15.9	15.1	14.4	13.7	13.0	12.3	11.7	11.1
40	9.3	9.6	9.3	9.0	8.8	8.5	8.2	7.9	7.7	7.4	7.2	6.9
60	3.3	3.5	3.5	3.4	3.4	3.3	3.3	3.2	3.1	3.1	3.0	3.0
70	2.2	2.4	2.3	2.3	2.3	2.2	2.2	2.2	2.2	2.1	2.1	2.1
75	1.8	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.7

表 6-36 线路双回段在居民区最不利塔型磁感应强度预测结果（10.5m）

最不利塔型	SJC31153B											
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22	h=23	h=24	h=25
距线路中心线地面投影距离（m）	磁感应强度（ μT ）											
-75	2.3	2.2	2.2	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.0	2.0	2.0	2.0
-70	2.7	2.6	2.6	2.6	2.6	2.5	2.5	2.5	2.4	2.4	2.4	2.3
-40	12.3	11.9	11.5	11.2	10.9	10.5	10.2	9.8	9.5	9.2	8.8	8.5
-30	26.5	25.1	23.9	22.7	21.6	20.4	19.3	18.2	17.2	16.2	15.3	14.5
-20	89.5	76.2	65.3	56.5	49.3	43.5	38.6	34.6	31.2	28.2	25.7	23.5
-19	105.0	86.3	72.2	61.3	52.9	46.2	40.7	36.3	32.5	29.4	26.7	24.4
-18	121.8	96.2	78.5	65.6	56.0	48.5	42.6	37.8	33.8	30.4	27.6	25.1
-17	135.8	104.0	83.3	69.0	58.5	50.4	44.1	39.0	34.9	31.4	28.4	25.8
-16	141.6（最大值）	107.6	85.8	70.9	60.0	51.7	45.2	40.0	35.7	32.1	29.1	26.4
-15	136.6	106.1	85.7	71.3	60.6	52.4	45.9	40.7	36.3	32.7	29.6	26.9
-10	78.9	72.5	65.7	59.3	53.6	48.5	44.0	40.0	36.5	33.3	30.5	28.0
-9	72.1	67.3	61.9	56.6	51.7	47.2	43.1	39.4	36.1	33.1	30.5	28.1
-8	66.6	63.1	58.6	54.2	49.9	46.0	42.3	38.9	35.8	32.9	30.4	28.0
-7	62.3	59.6	55.9	52.1	48.4	44.8	41.4	38.3	35.4	32.7	30.2	28.0
-6	58.9	56.8	53.6	50.3	47.0	43.8	40.7	37.8	35.0	32.5	30.1	27.9
-5	56.3	54.7	51.9	48.9	45.9	43.0	40.1	37.4	34.7	32.3	30.0	27.8
-4	54.3	53.1	50.6	47.9	45.1	42.3	39.6	37.0	34.5	32.1	29.9	27.8
-3	52.9	52.0	49.6	47.1	44.5	41.9	39.3	36.7	34.3	32.0	29.8	27.7
-2	52.1	51.3	49.1	46.7	44.2	41.6	39.1	36.6	34.2	31.9	29.8	27.7
-1	51.8	51.1	48.9	46.5	44.1	41.5	39.0	36.5	34.2	31.9	29.7	27.7
0	51.9	51.4	49.1	46.7	44.2	41.6	39.1	36.6	34.2	31.9	29.8	27.7
1	52.6	52.1	49.7	47.2	44.6	41.9	39.3	36.8	34.3	32.0	29.8	27.8

2	53.8	53.2	50.7	48.0	45.2	42.4	39.7	37.1	34.5	32.2	29.9	27.8
3	55.5	54.9	52.0	49.1	46.1	43.1	40.2	37.4	34.8	32.3	30.0	27.9
4	58.0	57.1	53.8	50.5	47.2	43.9	40.8	37.9	35.1	32.5	30.2	28.0
5	61.2	59.9	56.1	52.3	48.6	45.0	41.6	38.4	35.5	32.8	30.3	28.0
6	65.3	63.4	58.9	54.4	50.2	46.1	42.4	39.0	35.9	33.0	30.4	28.1
7	70.5	67.8	62.2	56.9	52.0	47.4	43.3	39.6	36.2	33.2	30.5	28.1
8	77.1	73.1	66.1	59.7	53.9	48.7	44.2	40.1	36.6	33.4	30.6	<u>28.1（最大值）</u>
9	85.3	79.4	70.5	62.7	55.9	50.0	45.0	40.6	36.8	33.5	<u>30.6（最大值）</u>	28.0
10	95.6	86.6	75.2	65.7	57.8	51.2	45.7	41.0	37.0	<u>33.5（最大值）</u>	30.5	27.9
11	107.7	94.3	79.8	68.4	59.4	52.1	46.1	<u>41.2（最大值）</u>	<u>37.0（最大值）</u>	33.4	30.4	27.7
12	120.8	101.6	83.7	70.5	60.5	<u>52.6（最大值）</u>	<u>46.3（最大值）</u>	41.1	36.8	33.2	30.1	27.4
13	131.6	106.7	<u>86.0（最大值）</u>	<u>71.5（最大值）</u>	<u>60.8（最大值）</u>	52.5	46.0	40.7	36.4	32.8	29.7	27.0
14	135.3	<u>107.7（最大值）</u>	85.9	71.0	60.1	51.8	45.3	40.1	35.8	32.2	29.1	26.5
15	128.6	103.6	83.2	68.9	58.4	50.4	44.2	39.1	34.9	31.4	28.4	25.9
20	61.6	58.3	52.2	46.7	41.9	37.7	34.0	30.9	28.1	25.7	23.6	21.7
30	20.7	21.1	20.3	19.4	18.5	17.6	16.8	15.9	15.1	14.4	13.7	13.0
40	10.0	10.4	10.2	9.9	9.6	9.3	9.0	8.8	8.5	8.2	7.9	7.7
70	2.2	2.4	2.4	2.4	2.4	2.3	2.3	2.3	2.2	2.2	2.2	2.2
75	1.9	2.0	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8

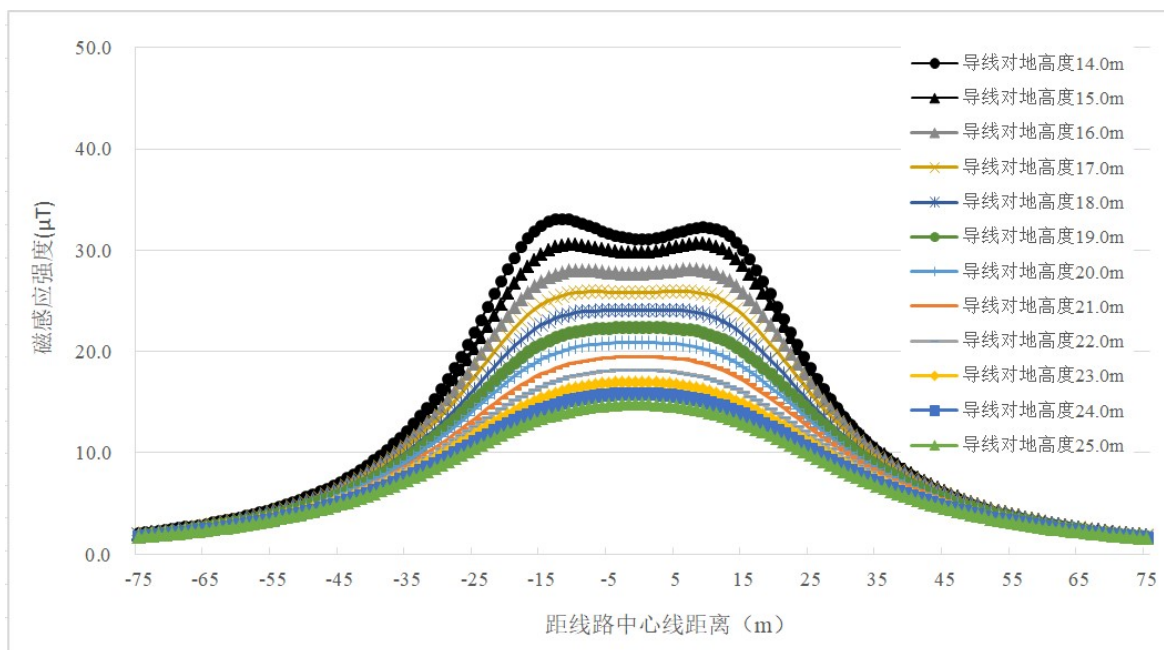


图 6-32 线路双回段在民房等公众曝露区域最不利塔型磁感应强度随距离变化趋势图
(1.5m)

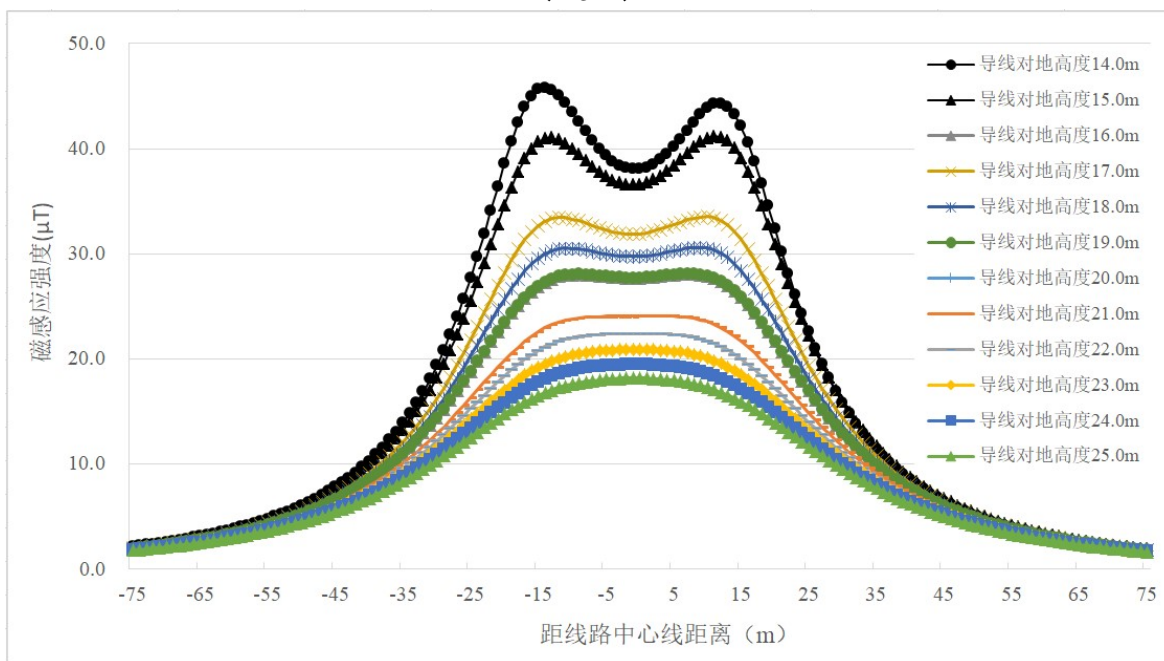


图 6-33 线路双回段在民房等公众曝露区域最不利塔型磁感应强度随距离变化趋势图
(4.5m)

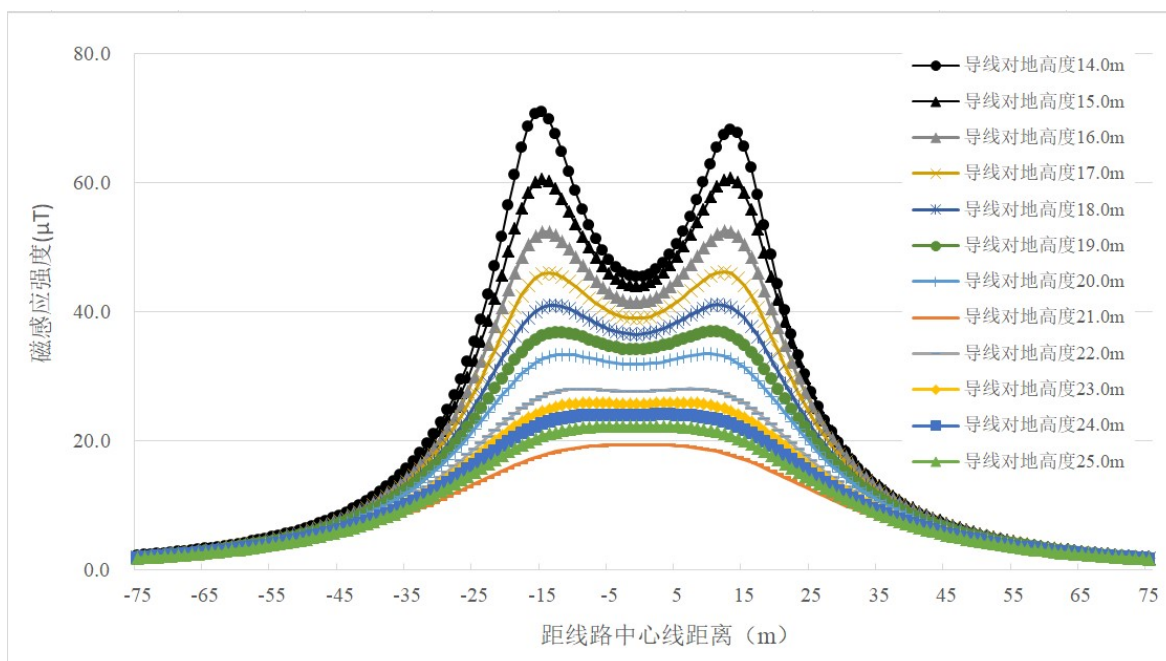


图 6-34 线路双回段在民房等公众曝露区域最不利塔型磁感应强度随距离变化趋势图 (7.5m)

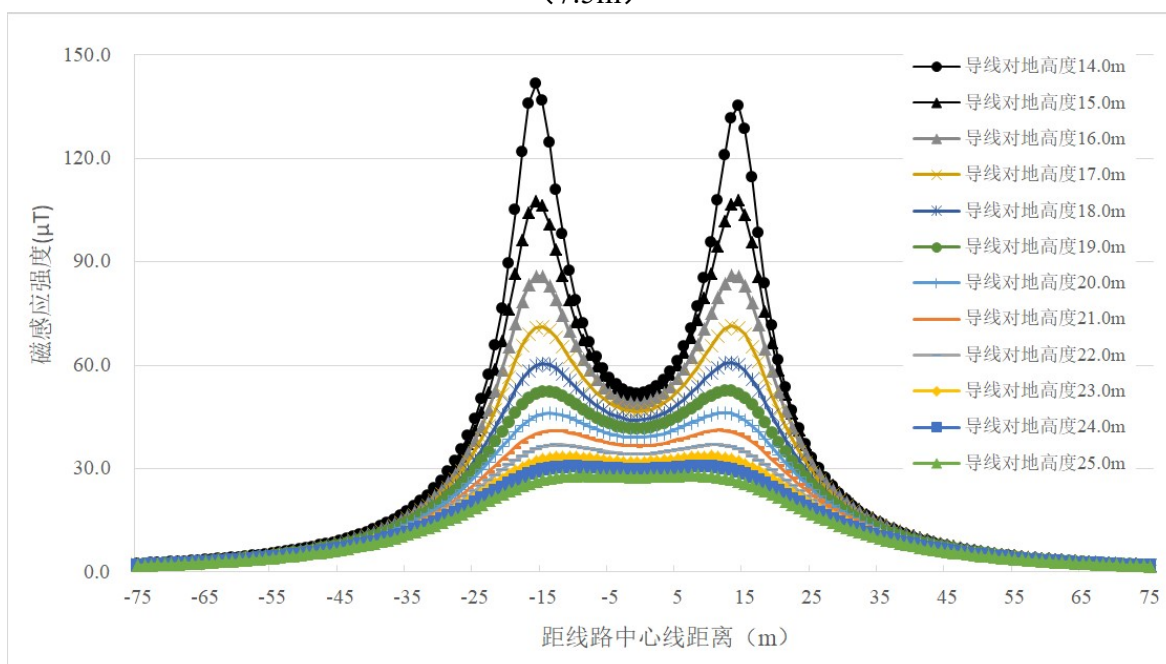


图 6-35 线路双回段在民房等公众曝露区域最不利塔型磁感应强度随距离变化趋势图 (10.5m)

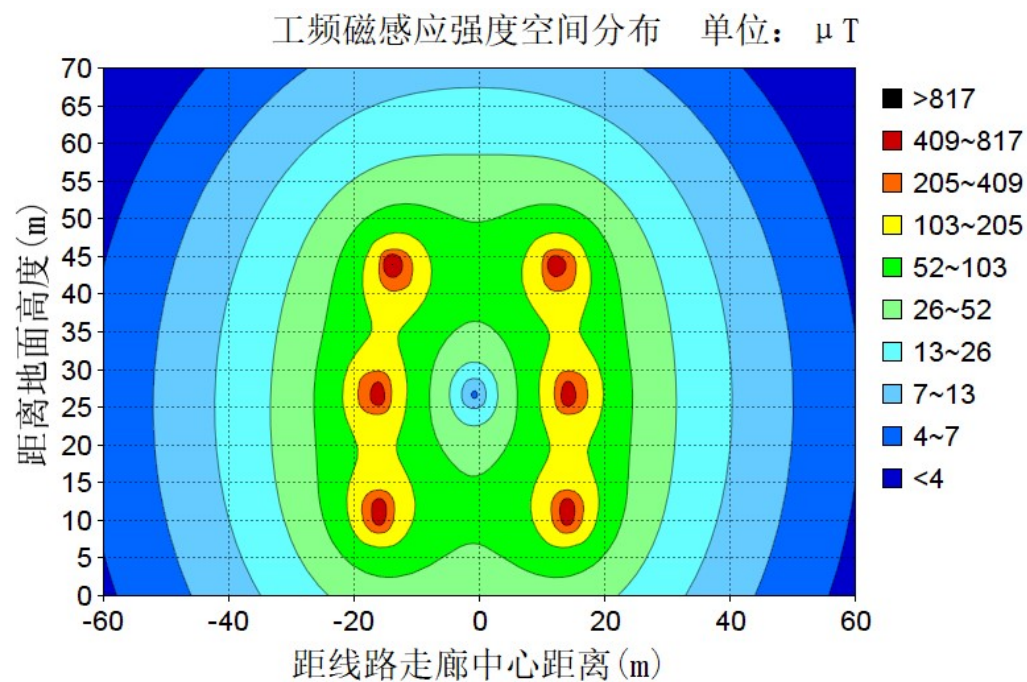


图 6-36 线路双回段不同高度处磁感应强度等值线图（导线对地 11m）

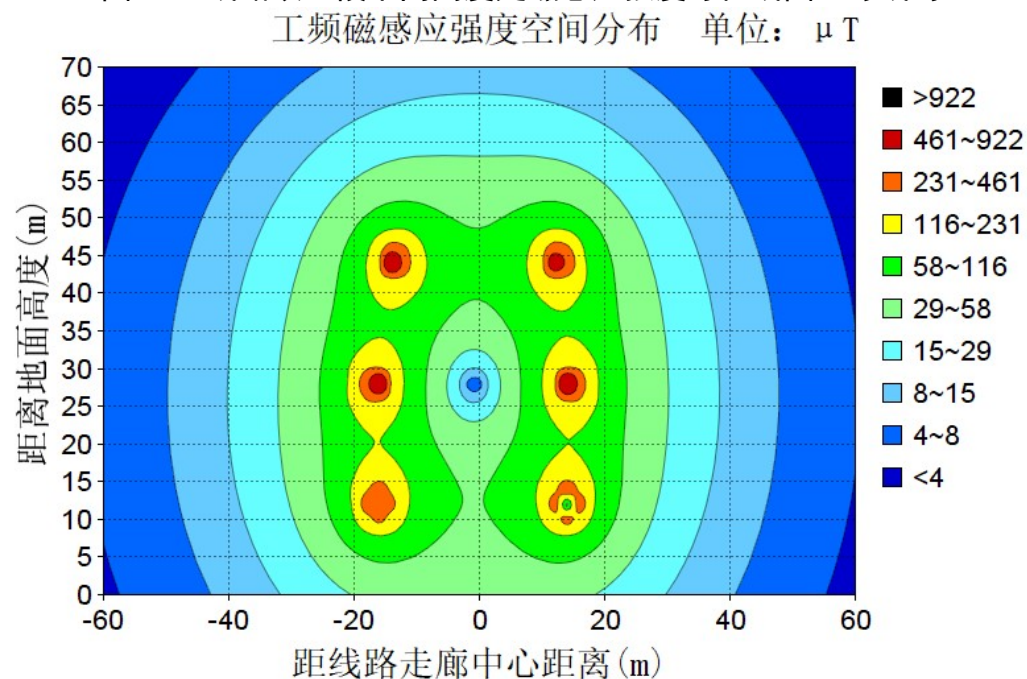
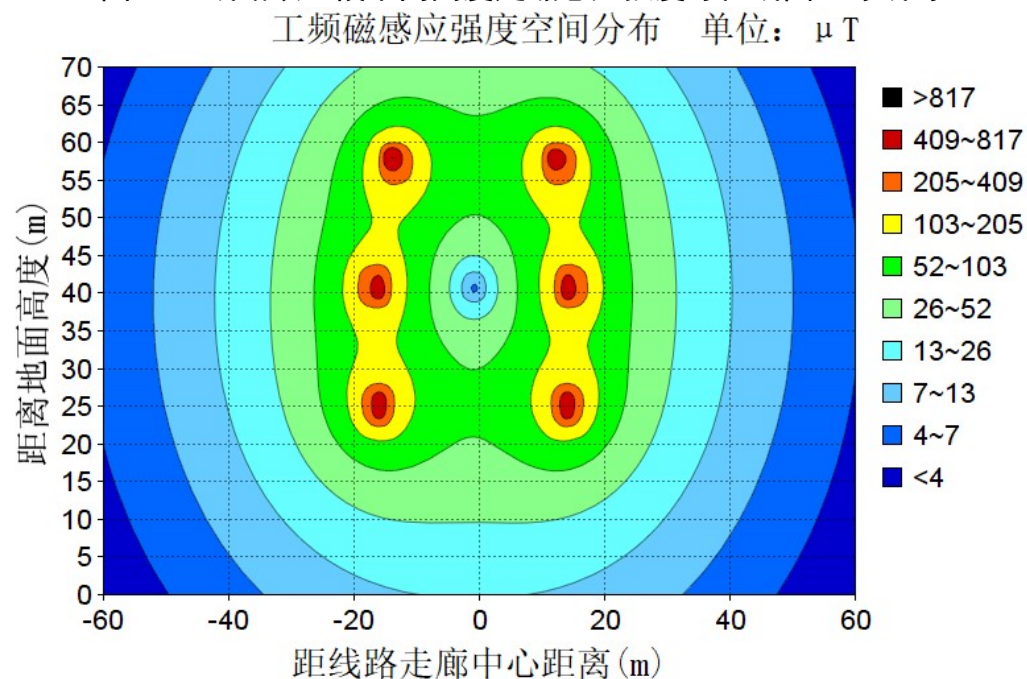
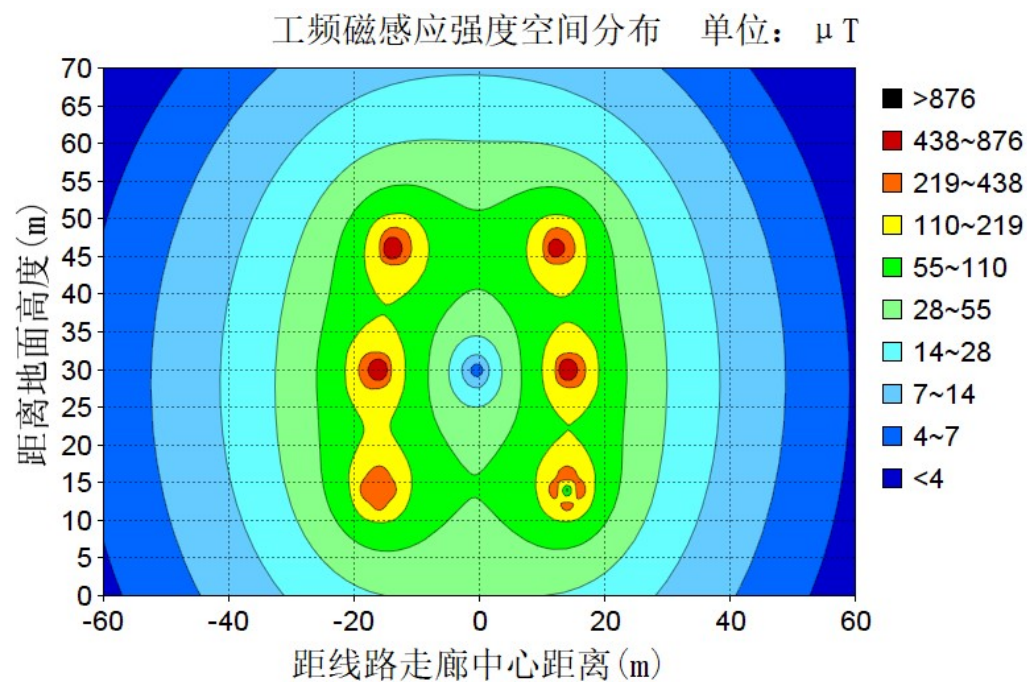


图 6-37 线路双回段不同高度处磁感应强度等值线图（导线对地 12m）



6.1.3 输电线路和其他工程交叉或并行时的影响分析

6.1.3.1 与其他电力线路的交叉影响分析

本项目线路 II 拟跨越 500kV 理绒线 1 次，在跨越处两线共同评价范围内无居民分布。

本次在跨越上述线路处的电磁环境影响采用本项目线路贡献值（模式预测值）与被跨（钻）越线路的现状值相加进行预测分析。在跨（钻）越处本线路贡献值预测参数见表 6-37，交叉跨越处现状值取交叉处既有线路监测最大值，代表性分析详见“4.3.1 电磁环境现状监测点布置”。按照上述预测方法，本项目线路与既有 500kV 理绒线交叉跨处电磁环境影响预测结果见表 6-38、表 6-39。

表 6-37 本项目线路与 500kV 理绒线交叉跨情况

本项目 线路名称		被跨（钻）物名称 及排列方式	交叉 方式	被跨（钻）物 线下监测值		本项目线路情况	
				电磁监测点	声环境监测点	导线对地 高度（m）※	最不利塔型 E、B
线路 II	双回段	500kV 理绒线 （单回三角排列）	跨越	11☆监测 点值	14△监测 点值	48 （42+6）	SJC31153B

※——线路跨越既有线路处，与既有线路之间垂直距离按电力规程规定的最小净距考虑。

表 6-38 本项目线路与 500kV 理绒线交叉处电场强度预测结果

工程 名称	被跨（钻） 越线路	被跨越线路 现状值（V/m）	本项目线路		跨越处叠加预 测值（V/m）
			距中心线距离（m）	贡献值 （V/m）	
线路 II	双回段	500kV 理 绒线	981.6	-70	1213.6
				-50	1460.6
				-30	1728.6
				-25	1746.6
				-24	1745.6
				-23	1743.6
				-22	1739.6
				-21	1733.6
				-20	1727.6
				-19	1718.6
				-18	1708.6
				-17	1697.6
				-16	1684.6
				-15	1671.6
				-14	1656.6
				-13	1641.6
				-12	1625.6
				-11	1609.6
				-10	1592.6
				0	1505.6
				10	1630.6
				11	1646.6
				12	1661.6
				13	1675.6
				15	1689.6
				16	1701.6
				17	1712.6

				18	741	1722.6
				19	749	1730.6
				20	756	1737.6
				21	761	1742.6
				22	764	1745.6
				23	765	1746.6
				24 (边导线外 9.5m)	766 (最大值)	1747.6 (最大值)
				25	765	1746.6
				30	730	1711.6
				50	443	1424.6
				70	207	1188.6

表 6-39 本项目线路与 500kV 理绒线交叉处磁感应强度预测结果

工程名称	被跨（钻）越线路	被跨线路现状值（ μT ）	距中心线距离（m）		跨越处叠加预测值（V/m）
			距中心线距离（m）	贡献值（ μT ）	
线路 II	双回段	500kV 理绒线	0.5144	-70	1.7664
				-50	2.5204
				-30	3.5594
				-10	4.4064
				-1	4.001 (最大值)
				0	4.5154 (最大值)
				1	4.5134
				10	4.5094
				30	4.3524
				50	3.4464
				70	2.4194
					1.6964

由表 6-38、表 6-39 可知，本项目线路 II 拟跨越 500kV 理绒线处电场强度叠加预测最大值分别为 1747.6V/m，能满足耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、道路等场所电场强度不大于控制限值 10kV/m 的评价标准要求；磁感应强度叠加预测最大值为 4.5154 μT ，能满足不大于公众暴露控制限值 100 μT 要求。

本项目线路跨越 35kV 及以下电压等级线路时，由于 35kV 及以下电压等级线路产生的电磁环境影响很小，故不考虑两线电磁环境叠加影响。

6.1.3.2 与其他电力线路的并行影响分析

本项目新建 500kV 线路未与其他 330kV 及以上电压等级交流线路并行。本项目线路在与 35kV 及以下电压等级线路并行时，由于 35kV 及以下电压等级线路产生的电磁环境影响很小，故不考虑两线电磁环境叠加影响。

根据设计资料及已建、在建直流线路建设情况，本项目线路 I、线路 II 与 $\pm 800\text{kV}$ 金上-湖北线路并行长度分别约 154km、90km。交流线路的电磁环境影响评价因子为工频电场和工频磁场，直流线路的电磁环境影响评价因子为合成电场。根据对线路电磁环境影响因子的分析，交流线路的电磁环境影响因子工频电场、工频磁场不会对直流线路的影响因子合成电场产生影响，直流线路的电磁环境影响因子合成电场也不会对交流线路的工频电场、工频磁场影响因子产生影响。因此，本项目交流线路与其他

直流线路交叉跨越时，线路附近区域的工频电场、工频磁场、合成电场水平基本维持交流线路、直流线路单独运行时的影响水平。综上所述，本项目交流线路与其他直流线路交叉跨越时，交叉跨越处地面附近的工频电场、工频磁场基本维持交流线路单独运行时的影响程度和范围，交叉跨越处地面合成电场也基本维持直流线路单独运行时的影响程度和范围。

6.1.4 对电磁环境敏感目标的影响

本项目电磁环境评价范围内的住宅、工厂、办公楼等均为电磁环境敏感目标，根据设计资料及现场调查，新建理塘 500kV 变电站、线路单回三角排列段和水平排列段评价范围内均无电磁环境敏感目标分布，敏感目标均不在理塘 500kV 变电站和新建线路、既有线路的共同评价范围内。

本项目电磁环境敏感目标的环境影响预测方法见表 6-40。

表 6-40 主要电磁环境敏感目标的环境影响预测方法

敏感目标		预测项目	预测方法
输电线路	1#~8#	电场强度、磁感应强度	采用线路在敏感目标处贡献值（即模式预测值）和现状值相加进行预测。

本项目电磁环境敏感目标与线路不同距离范围内的住宅等有公众居住、工作的建筑物处均选取该范围内距输电线路最近、房屋特征具有代表性等最不利敏感目标进行分析，根据输电线路产生的环境影响特性（距线路边导线距离增加，电磁环境影响呈减小趋势），预测结果能反映评价范围内与输电线路不同距离住宅等有公众居住、工作的建筑物处的电磁环境影响程度。

本项目投运后在电磁环境敏感目标处产生的电场强度、磁感应强度均满足相应评价标准要求。

6.2 声环境影响预测与评价

6.2.1 理塘 500kV 变电站

6.2.1.1 预测方法

新建理塘 500kV 变电站噪声分析采用理论模式进行预测，预测模式采用《环境影响评价技术导则声环境》（HJ2.4-2021）中工业噪声室外面源预测模式。

①面声源的几何发散衰减

设声源的两边长为 a 和 b ($a < b$)，从声源中心到任意二点间的距离分别为 r_1 和 r_2 ($r_1 < r_2$)，则声压级衰减量可由下式求出：

$$\text{当 } r_2 < a/\pi$$

$$\Delta L=0 \quad (1)$$

当 $r_1 > a/\pi$, $r_2 > b/\pi$

$$\Delta L=10\lg(r_2/r_1) \quad (2)$$

当 $r_1 > b/\pi$

$$\Delta L=20\lg(r_2/r_1) \quad (3)$$

②声压级合成计算

(4)

式中： L_p —多个声源在预测点 P 处叠加后的等效声级，dB(A)

L_i —距 i 声源 r_i 处的等效声级，dB(A)

n—噪声源个数

6.2.1.2 预测参数

新建理塘 500kV 变电站为户外布置，主变为户外布置，变电站主变容量为 $1 \times 1200\text{MVA}$ 。根据《国网输变电工程通用设备 35-750kV 变电站分册（2018 年版）》及设计资料，新建理塘 500kV 变电站的主要噪声源为主变压器（三相分体式）、500kV 高压并联电抗器（三相分体式）、66kV 低压并联电抗器和中性点电抗器，单相主变压器噪声声压级不超过 70dB(A)（距设备 2m 处）、单相 500kV 高压并联电抗器噪声声压级不超过 70dB(A)（距设备 1m 处）、66kV 低压并联电抗器噪声声压级不超过 75dB(A)（距设备 1m 处）、中性点电抗器噪声声压级不超过 65dB(A)（距设备 1m 处），本次利用 Cadna/A 软件进行预测分析，软件设置参数见表 6-44，本次不考虑空气衰减作用和地面吸声效应。根据新建理塘 500kV 变电站总平面布置建模，站内主要建（构）筑物包括综合楼、主控通信楼、500kV GIS 室、220kV GIS 室、防火墙和围墙等。

表 6-41 新建理塘 500kV 变电站内主要声源预测参数

序号	噪声源名称	噪声源数量	声源类型	声压级（dB(A)）	室内/室外	尺寸（长×宽×高）
1	500kV 主变（三相分体式）	1 组（3 台）	组合面声源	≤70（距设备 2m 处）	室外，位于站区中央	10m×9m×8m
2	500kV 高压并联电抗器（三相分体式）	2 组（6 台）	组合面声源	≤70（距设备 1m 处）	室外，靠近北侧围墙	7.2 m×5.5 m×6.1 m
3	66kV 低压并联电抗器	4 台	组合面声源	≤75（距设备 1m 处）	室外，站区南侧	5.8 m×3.7 m×5m
4	中性点电抗器	2 台	点声源	≤65（距设备 1m 处）	室外，站区南侧	—

表 6-42 变电站主要噪声源与各侧站界的最近距离

噪声源	距站界距离（m）

预测点		1#主变	500kV 高压电抗器 1	500kV 高压电抗器 2	66kV 电抗器 1-2	66kV 电抗器 1-3	66kV 电抗器 2-1	66kV 电抗器 2-2
站界	东侧	83.0	159.0	122.5	68.0	81.0	126.0	140.0
	南侧	97.5	199.5	199.5	57.0	57.0	57.0	57.0
	西侧	220.0	43.7	79.5	264.5	251.0	206.5	192.5
	北侧	85.0	7.8	7.8	130.0	130.0	151.0	151.0

表 6-43 新建理塘 500kV 变电站噪声预测采用的建构筑物参数

序号	建筑物名称	建筑物高度 (m)
1	500kV GIS 室	16.6
2	220kV GIS 室	12.65
3	电气综合楼	5.5
4	220kV 继电室	4.9
5	主控通信楼	6.2
6	综合楼	12.8
7	水泵房	6.8
8	警卫传达室	4.3
9	制氧设备间	4.5
10	雨淋阀间	3.0
11	围墙	2.5
12	防火墙	7.0

表 6-44 软件设置参数一览表

序号	项目	设置参数
1	反射次数	1
2	地面吸收系数	0
3	建筑物反射损失 (dB)	1
4	围墙/声屏障/防火墙反射损失 (dB)	0.3
5	围墙/声屏障/防火墙吸声系数	0.07
6	计算点位置 (m)	围墙外 1m, 距地面 1.2m 处

根据本项目设计方案,拟定的噪声控制方案如下(详见**错误! 未找到引用源。**):

- 在变电站北侧围墙顶部设置隔声屏障,总高 8.0m (5.0m 高围墙+ 3m 高隔声屏障),长约 125.0m;
- 北侧长约 122.5m 围墙抬升至 5.0m 高,顶部预留隔声屏障安装位置及连接埋件;
- 西侧长约 142.0m 围墙高 2.5m 顶部预留隔声屏障安装位置及连接埋件。

根据设计资料,声屏障应满足降噪性能要求,主要参数参考如下:声屏障板插入钢结构可拆卸安装方式、屏障板厚度 80~120mm、计权隔声量 $RW \geq 40\text{dB}$ (依据《噪声与振动控制工程手册》)、吸声性能 $NRC \geq 0.90$ 、屏障板密度 $40 \sim 45\text{kg/m}^2$ 。

鉴于本阶段尚未招标声屏障供应商,故本次软件预测按照《特高压输电工程变电(换流)站可听噪声预测计算及影响评价技术规范》(特高压建设部,2010.12)中的要求设置声屏障反射损失为 0.3dB,声屏障吸声系数为 0.07,预测结果能保守反映变电站的噪声影响。

6.2.1.3 预测结果

采取上述噪声控制措施后,理塘 500kV 变电站投运后站界噪声预测值见表 6-45。

表 6-45 新建理塘 500kV 变电站投运后的站界噪声预测结果

预测位置		站界噪声预测值 (dB(A))	执行标准 dB(A)	
			昼间	夜间
站界	东侧站界	39	60	50
	南侧站界	36		
	西侧站界	41		
	北侧站界	48		

由表 6-45 可知,新建理塘 500kV 变电站采取专项噪声控制措施投运后站界处噪声预测值在 36~48dB(A)之间,满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)2 类标准要求。

综上所述,本项目新建理塘 500kV 变电站通过模式预测,投运后产生的噪声《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)2 类标准要求。

6.2.2 输电线路

为了预测本项目输电线路运行后的噪声水平,对新建500kV线路运行产生的噪声进行了类比分析和理论预测。

本项目单回三角排列段选择四川地区已投运的500kV洪板二线作为类比线路,单回水平排列段选择四川地区已投运的500kV洪板一线作为类比线路,双回段选择四川地区已投运的500kV瀑布沟电站-东坡一、二回线路作为类比线路。

6.2.2.1 类比条件分析

根据《环境影响评价技术导则输变电》(HJ 24-2020),类比对象应选择与本项目线路建设规模、电压等级、容量、架线型式、线高、环境条件及运行工况类似的项目。根据类比条件分析,在已运行工程中尚无与本项目线路规模完全相同的工程,故本次选择与本项目线路相近的线路进行类比分析。

(1) 单回三角排列段

本项目线路单回三角排列段选择 500kV 洪板二线作为类比线路,相关参数比较见表 6-46。

表 6-46 本项目线路单回三角排列段和类比线路(500kV 洪板二线)相关参数

项目	线路单回三角排列段	类比线路(500kV 洪板二线)
电压等级	500kV	500kV
架线方式	单回	单回
导线分裂型式	四分裂	四分裂
导线排列方式	三角排列	三角排列
输送电流(A)	2000	1122~1577

导线高度(m)	10.5（抬高至 12）	20
背景状况	附近无明显噪声源	
环境条件	天气、温度、湿度状况相当	

由表6-46可知，本项目单回三角排列段和类比线路（500kV洪板二线）电压等级均为500kV，架线方式均为单回，导线分裂型式均为四分裂，导线排列方式均为三角排列，附近均无明显噪声源，环境条件相当。

输送电流：类比线路输送电流略小于本线路，但输电线路噪声主要因电晕放电产生，受电压影响，与输送电流大小不直接相关。

导线高度：本项目本阶段尚未完成施工图设计，未完成逐个塔位地质勘测定位并确定全线路导线高度，故本阶段仅能按设计规程最低允许对地高度及抬高后的高度进行分析。输电线路实际架线实施中，线下地形起伏不定，且导线呈弧线形垂挂，为确保全导线对地距离满足规程要求，特别对有人员活动可能的平坦地带，实际架线高度相对于规程最低允许对地高度留有足量裕度，高于设计规程最低高度要求。线路采用设计规程最低允许对地高度，虽然与类比线路架线高度有差异，但输电线路高度差异对噪声增量不大，类比线路能反映本项目线路建成后的噪声影响状况。**可见，本项目单回三角排列段选择500kV洪板二线进行类比分析是可行的。**

（2）单回水平排列段

本项目线路单回水平排列段选择 500kV 洪板一线作为类比线路，相关参数比较见表 6-47。

表 6-47 本项目线路单回水平排列段和类比线路（500kV 洪板一线）相关参数

项目	线路单回水平排列段	类比线路（500kV 洪板二线）
电压等级	500kV	500kV
架线方式	单回	单回
导线分裂型式	四分裂	四分裂
导线排列方式	水平排列	水平排列
输送电流（A）	2000	1142~1609
导线高度(m)	≥12	22
背景状况	附近无明显噪声源	
环境条件	天气、温度、湿度状况相当	

由表6-47可知，本项目单回水平排列段和类比线路（500kV洪板一线）电压等级均为500kV，架线方式均为单回，导线分裂型式均为四分裂，导线排列方式均为水平排列，附近均无明显噪声源，环境条件相当。

输送电流：类比线路输送电流略小于本线路，但输电线路噪声主要因电晕放电产生，受电压影响，与输送电流大小不直接相关。

导线高度：本项目本阶段尚未完成施工图设计，未完成逐个塔位地质勘测定位并

确定全线路导线高度，故本阶段仅能按设计规程最低允许对地高度及抬高后的高度进行分析。输电线路实际架线实施中，线下地形起伏不定，且导线呈弧线形垂挂，为确保全线导线对地距离满足规程要求，特别对有人员活动可能的平坦地带，实际架线高度相对于规程最低允许对地高度留有足量裕度，高于设计规程最低高度要求。线路采用设计规程最低允许对地高度，虽然与类比线路架线高度有差异，但输电线路高度差异对噪声增量不大，类比线路能反映本项目线路建成后的噪声影响状况。**可见，本项目单回水平排列段选择500kV洪板一线进行类比分析是可行的。**

（3）双回段

本项目线路双回段选择500kV瀑布沟电站-东坡一、二回线路作为类比线路，相关参数比较见表6-48。

表 6-48 本项目线路双回段和类比线路（瀑布沟电站-东坡一、二回线路）相关参数

项目	线路双回段	类比线路（500kV 瀑布沟电站-东坡一、二回线路）
电压等级	500kV	500kV
架线方式	双回	双回
导线分裂型式	四分裂	四分裂
导线排列方式	同相序排列	逆相序排列
输送电流（A）	2893	布坡一回：100~620 布坡二回：100~628
导线高度(m)	≥12（非居民区）、≥14（居民区）	22
背景状况	附近无明显噪声源	
环境条件	天气、温度、湿度状况相当	

由表 6-48 可知，本项目线路双回段与类比线路（500kV 瀑布沟电站-东坡一、二回线路）电压等级均为 500kV，建设规模均为双回，导线均为四分裂，相序排列均为逆相序排列，附近均无明显噪声源，环境条件相当。

输送电流：类比线路输送电流小于本线路，但输电线路噪声主要因电晕放电产生，受电压影响，与输送电流大小不直接相关。

导线高度：本项目尚未完成施工图设计，未完成逐个塔位地质勘测定位并确定全线路导线高度，故本阶段仅能按设计规程最低允许对地高度进行分析；在已建成工程中，尚无导线对地实际高度与规程规定最低高度接近且具有监测条件的类比线路。输电线路实际架线实施中，线下地形起伏不定，且导线呈弧线形垂挂，为确保全线导线对地距离满足规程要求，特别对有人员活动可能的平坦地带，实际架线高度相对于规程最低允许对地高度留有足量裕度，高于设计规程最低高度要求。线路采用设计规程最低允许对地高度，虽然与类比线路架线高度有差异，但输电线路高度差异对噪声增量不大，类比线路能反映本项目线路建成后的噪声影响状况。综上所述，故**本项目线**

路双回段选择 500kV 瀑布沟电站-东坡一、二回线路进行类比分析是可行的。

6.2.2.2 类比对象

（1）500kV 单回三角排列段线路（500kV 洪板二线）

根据2022年《国网四川检修公司自贡分部500kV洪板一二线综合改造工程检测报告》（报告编号：同洲检字（2022）E-0082号），成都同洲科技有限责任公司对已运行的500kV洪板二线进行了监测，本项目线路单回三角排列段线路类比分析利用其监测断面的噪声监测资料。

（2）500kV 单回水平排列段线路（500kV 洪板一线）

根据2022年《国网四川检修公司自贡分部500kV洪板一二线综合改造工程检测报告》（报告编号：同洲检字（2022）E-0082号），成都同洲科技有限责任公司对已运行的500kV洪板一线进行了监测，本工程单回水平排列段线路类比分析利用其监测断面的噪声监测资料。

（3）500kV 双回段线路（500kV 瀑布沟电站-东坡一、二回线路）

根据2023年《眉山西500千伏输变电工程工频工频场强及噪声监测报告》（报告编号：HZXFHJ230284），杭州旭辐检测技术有限公司对已运行的500kV瀑布沟电站-东坡一、二回线路进行了监测，本项目双回段线路类比分析利用其监测断面的噪声监测资料。

6.2.2.3 类比线路监测条件

表 6-49 类比线路监测环境一览表

监测项目	500kV 洪板二线	500kV 洪板一线	500kV 瀑布沟电站-东坡一、二回线路
线路电压	521~529kV	521~528kV	500
线路电流	1122~1577	1142~1609	布坡一回：100~620 布坡二回：100~628
导线对地高度	20m	22m	22m
气象条件	环境温度：18.5~30.3℃； 环境湿度：42~58%； 天气状况：晴； 风速：0~0.4m/s	环境温度：18.5~30.3℃； 环境湿度：42~58%； 天气状况：晴	环境温度：20~26℃； 环境湿度：49~70%； 天气状况：多云； 风速：0.7~1.9m/s

6.2.2.4 类比线路监测方法

按《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）中的监测方法，评价线路运行时产生的噪声对周围环境的影响。

6.2.2.5 类比线路监测结果

（1）500kV 单回三角排列段线路（500kV 洪板二线）

类比线路运行产生的噪声监测结果见表6-50。

表6-50 类比线路（500kV洪板二线）噪声监测结果

测点编号	测点位置	测量结果（dB(A)）	
		昼间	夜间
1	中相导线对地投影点	51（最大值）	44（最大值）
2	中相导线对地投影点外 5m	50	44
3	中相导线对地投影点外 10m	49	43
4	中相导线对地投影点外 15m	48	43
5	中相导线对地投影点外 20m	48	43
6	中相导线对地投影点外 25m	46	42
7	中相导线对地投影点外 30m	46	41
8	中相导线对地投影点外 35m	46	41
9	中相导线对地投影点外 40m	46	40
10	中相导线对地投影点外 45m	46	39
11	中相导线对地投影点外 50m	46	38
12	中相导线对地投影点外 55m	44	39
13	中相导线对地投影点外 60m	44	37

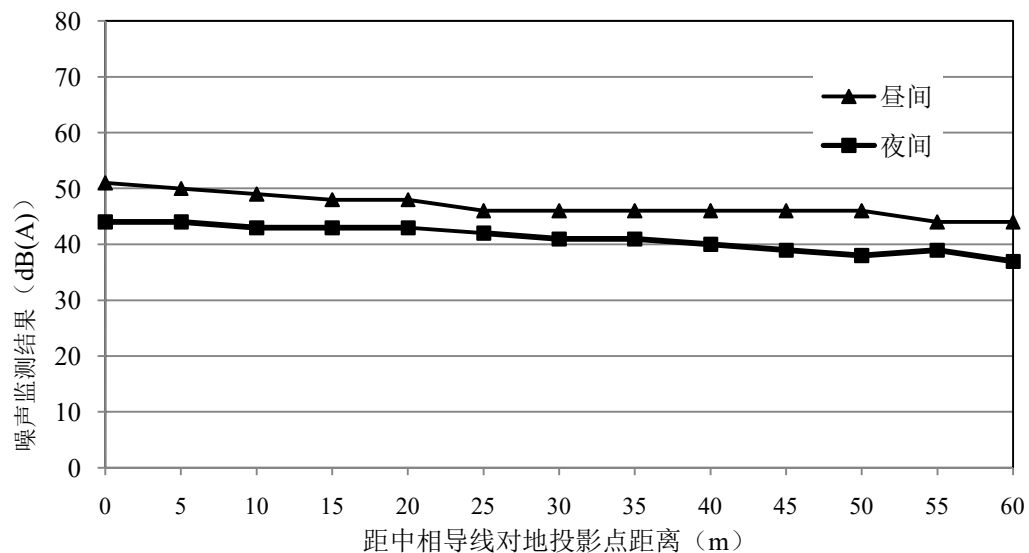


图6-40 类比线路（500kV洪板二线）噪声度随距中心线距离变化趋势图

根据表6-50中的监测数据，500kV洪板二线监测断面昼间噪声最大值为51dB(A)，夜间噪声最大值为44dB(A)，均能满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2类功能区标准（昼间60dB(A)，夜间50dB(A)）要求。监测断面噪声值随着距线路中心线距离增加变化趋势不明显，表明500kV单回输电线路的噪声对周围环境噪声基本不构成增量贡献。

（2）500kV 单回水平排列段线路（500kV 洪板一线）

类比线路运行产生的噪声监测结果见表6-51。

表 6-51 类比线路（500kV 洪板一线）噪声监测结果

测点编号	测点位置	测量结果 (dB(A))	
		昼间	夜间
1	距中相导线对地投影点下	49 (最大值)	43
2	距中相导线对地投影点外 5m	49	43
3	距中相导线对地投影点外 10m	48	43
4	距中相导线对地投影点外 15m	48	44 (最大值)
5	距中相导线对地投影点外 20m	47	42
6	距中相导线对地投影点外 25m	47	42
7	距中相导线对地投影点外 30m	46	41
8	距中相导线对地投影点外 35m	44	40
9	距中相导线对地投影点外 40m	44	40
10	距中相导线对地投影点外 45m	43	39
11	距中相导线对地投影点外 50m	43	37
12	距中相导线对地投影点外 55m	41	37
13	距中相导线对地投影点外 60m	41	38

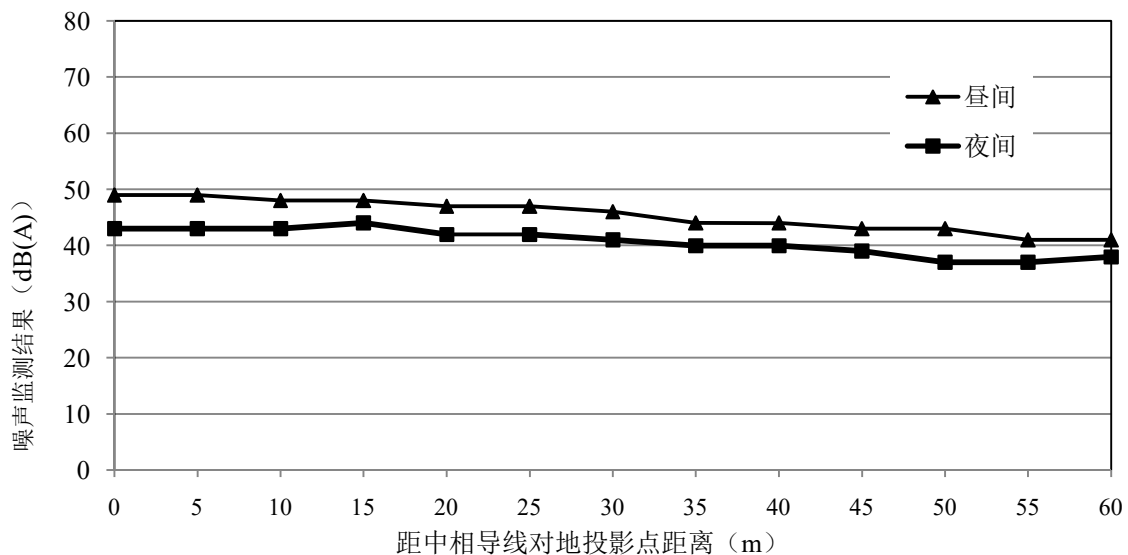


图6-41 类比线路（500kV洪板一线）噪声随距中心线距离变化趋势图

根据表6-51中监测数据，500kV洪板一线监测断面昼间噪声最大值为49dB(A)，夜间噪声最大值为44dB(A)，均能满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2类功能区标准（昼间60dB（A），夜间50dB（A））要求。监测断面噪声值随着距线路中心线距离增加呈一定趋势减弱，但变化趋势不明显。

（3）新建双回线路类比线路（500kV瀑布沟电站-东坡一、二回线路）

类比线路运行产生的噪声监测结果见表6-52。

表6-52 类比线路（500kV瀑布沟电站-东坡一、二回线路）噪声监测结果

测点 编号	测点位置		测量结果（dB（A））	
			昼间	夜间
1	354#塔 ~355#塔 之间弧垂	线路中心对地投影点	42（最大值）	40（最大值）
2		线路边导线对地投影点	42（最大值）	40（最大值）
3		线路边导线对地投影点外 5m	40	39

4	最低位置处（线高22m）	线路边导线对地投影点外 10m	41	39
5		线路边导线对地投影点外 15m	41	39
6		线路边导线对地投影点外 20m	40	39
7		线路边导线对地投影点外 25m	40	39
8		线路边导线对地投影点外 30m	40	38
9		线路边导线对地投影点外 35m	39	38
10		线路边导线对地投影点外 40m	40	38
11		线路边导线对地投影点外 45m	39	38
12		线路边导线对地投影点外 50m	40	38

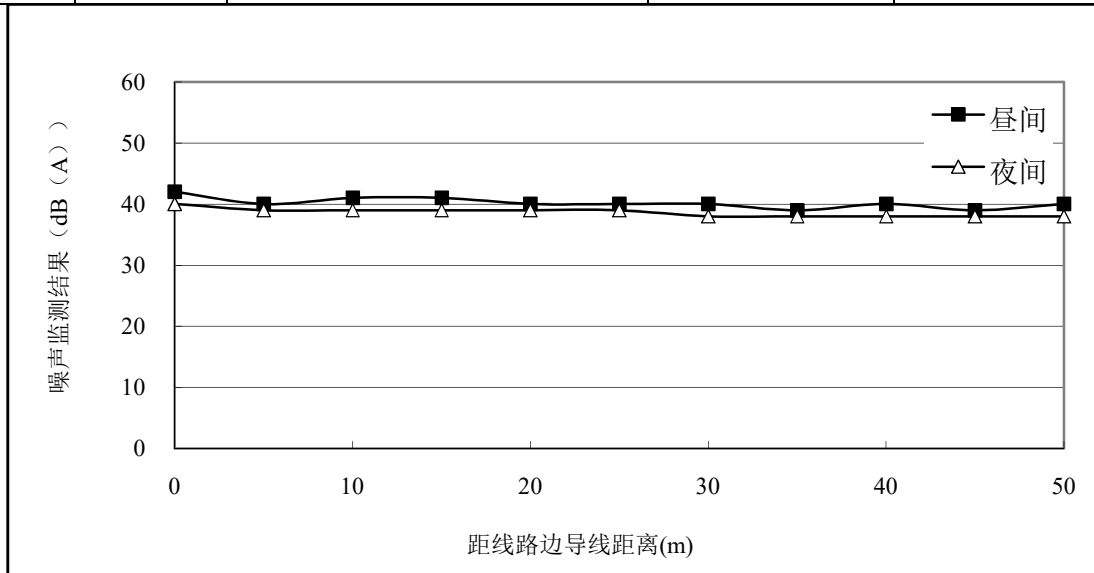


图6-42 类比线路（瀑布沟电站-东坡一、二回线路）噪声度随距边导线变化趋势图

根据表6-52中的监测数据，500kV瀑布沟电站-东坡一、二回线路监测断面昼间噪声最大值为42dB(A)，夜间噪声最大值为40dB(A)，均能满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2类功能区标准（昼间60dB(A)，夜间50dB(A)）要求。监测断面噪声值随着距线路边导线距离增加呈一定趋势减弱，但变化趋势不明显，说明本项目新建双回线路的运行噪声对周围环境噪声构成的增量贡献较小。

6.2.3 对声环境敏感目标的影响

本项目声环境评价范围内的住宅、办公楼等需要保持安静的建筑物均为声环境敏感目标。新建理塘 500kV 变电站、线路单回三角排列段和水平排列段评价范围内均无声环境敏感目标分布，敏感目标均不在理塘 500kV 变电站和新建线路、既有线路的共同评价范围内。

本项目声环境敏感目标的环境影响预测方法见表 6-53。

表 6-53 本项目主要声环境敏感目标的环境影响预测方法

敏感目标		预测项目	预测方法
输电线路	1#~8#	噪声	采用线路在敏感目标处贡献值（即模式预测值）和现状值叠加进行预测。

本项目声环境敏感目标与线路不同距离范围内的居民处均选取该范围内距输电

线路最近、房屋特征具有代表性等最不利敏感目标进行分析，根据输电线路产生的环境影响特性（距线路边导线距离增加，声环境影响呈减小趋势），预测结果能反映评价范围内与输电线路不同距离居民处的声环境影响程度。

本项目投运后在声环境敏感目标处产生的噪声均满足相应评价标准要求。

6.3 水环境影响分析

6.3.1 理塘 500kV 变电站

6.3.1.1 对地表水环境的影响

本项目变电站投运后，设置值守人员 1 人，运行期的废污水主要来源于运行、值守人员产生的生活污水，人均用水量参考《四川省用水定额》（川府函〔2021〕8 号），取 120L/人·天；排水系数参考《室外排水设计标准》（GB50014-2021），取 0.9，运行人员生活污水产生量见表 6-54。

表 6-54 运行期间生活污水产生量

位置	人数(人/天)	用水量(t/d)	排放量 (t/d)
新建理塘 500kV 变电站	1	0.12	0.108

变电站值守人员产生的生活污水经地埋式污水处理装置收集处理后综合利用，不外排。

6.3.1.2 地下水环境影响分析

根据《环境影响评价技术导则地下水环境》（HJ610-2016）要求，结合变电站内各生产功能单元可能泄漏的污染物性质和生产单元的构筑方式，将变电站站内划分为重点防渗区、一般防渗区和简单防渗区。

变电站内地埋式污水处理装置、主控通信楼、500kV 继电器室、220kV 继电器室、35kV 及主变继电器小室等用地属于一般防渗区，应采用一般防渗措施，确保等效黏土防渗层厚度 $Mb \geq 1.5m$ ，渗透系数 $K \leq 1 \times 10^{-7} cm/s$ ；事故油坑、事故油池、排油管等用地属于重点防渗区，应采用重点防渗措施，采取“30cmP6 抗渗混凝土+2mmHDPE 防渗膜”，确保等效黏土防渗层厚度 $Mb \geq 6.0m$ ，渗透系数 $K \leq 1 \times 10^{-7} cm/s$ ；其余区域如进站道路、站内道路等属于简单防渗区，采取一般地面硬化措施。采取上述分区防渗措施后，本项目变电站运行期不会对地下水环境产生影响。

6.3.2 输电线路

本项目输电线路运行期间无废污水产生。本项目线路 I 跨越不通航的降曲、巴曲、德曲、理塘河、无量河；线路 II 跨越不通航的霍曲、雅砻江、立曲河，均采取一档跨越，不在水中立塔，不影响水域环境状况，不会改变水域现有功能。

6.3.3 对水环境敏感目标的影响

本项目线路 II 一档跨越雅江县呷拉镇湾地沟集中式饮用水水源保护区一级保护区约 0.12km，穿越二级保护区约 6km，立塔 16 基，永久占地面积约 0.64hm²；线路距取水口最近约 0.5km，不在一级保护区内立塔；线路 II 穿越雅江县八角楼乡日基沟集中式饮用水水源保护区二级保护区约 2.5km，立塔 5 基，永久占地面积约 0.2hm²；线路距取水口最近约 1.2km，距一级保护区边界最近约 0.3km，不涉及一级保护区范围，不在一级保护区范围内立塔。

本项目线路运行期不产生污染物，运行维护也不涉及水域范围，通过加强对运维人员的教育和管理，禁止饮用水水源保护区倾倒、排放污染物等行为，不会影响水源地的现有水质状况和水域功能。

6.4 固体废物环境影响分析

6.4.1 理塘 500kV 变电站

（1）一般固体废物

一般固体废物主要为生活垃圾，变电站投运后，设置值守人员 1 人，变电站运行期的生活垃圾主要由站内值守人员产生。根据《第一次全国污染源普查城镇生活源产排污系数手册》（第一分册）中四区五类区域人均生活垃圾产生量为 0.35kg/d，其中生活垃圾产生量见表 6-55。

表 6-55 运行期间生活垃圾产生量

位置	人数(人/天)	产生量(kg/d)
新建理塘 500kV 变电站	1	0.35

新建理塘 500kV 变电站值守人员产生的生活垃圾经站内设置的垃圾桶收集后清运至附近的垃圾池，由环卫部门集中转运，不影响站外环境。

（2）危险废物

变电站运营期的危险废物主要为主变事故排放的少量事故废油、检修时产生的含油废物及更换的废蓄电池。

根据设计资料，并参照同类同容量的 500kV 主变压器资料，变电站内主变压器发生事故时，单台主变压器最大事故油量约 78t，折合体积约 84m³，事故油经主变下方的事故油坑（单座容积约 19m³）排入站内设置的 100m³ 事故油池收集；单相高压电抗器的绝缘油油量约 13t，折合体积约 14.5m³，事故油经高抗下方的事故油坑（单座容积约 15m³），排入站内设置的 25m³ 事故油池收集。经事故油池内油水分离后，产生的少量事故废油由有资质的单位处置，不外排；变电站检修时产生的少量含油棉

纱、含油手套等含油废物由有资质的单位处置。有资质的单位对事故废油的收集、贮存、运输、利用、处置活动应符合危险废物管理要求，满足《废矿物油回收利用污染控制技术规范》（HJ607-2011）和《危险废物收集贮存运输技术规范》（HJ2025-2012）等规定，按规定办理对应的经营许可证、设置危险废物识别标志、申报相关信息等，事故废油转移按照《危险废物转移管理办法》要求填报转移联单。

更换的废蓄电池来源于变电站内的蓄电池室，一般情况下运行 6~8 年老化后需更换。运行单位在日常检修中不定期检测蓄电池电压，若性能满足要求则继续使用，对性能不达标的蓄电池，则进行更换，更换下来的废蓄电池属于危险废物，按照危险废物进行管理，不在站内暂存，交由有资质的单位处置。负责处理废蓄电池的有资质单位应具备满足《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）相关要求的暂存设施，对废蓄电池的处理应满足《废铅蓄电池处理污染控制技术规范》（HJ519-2020）中的相关要求。

6.4.2 输电线路

本项目线路投运后无固体废物产生，不会对周围环境产生影响。

6.5 生态环境影响分析

本项目运行期对生态环境的影响主要体现在对植被、动物和四川沙鲁里山国家森林公园的影响，详见本报告书第 7 章（生态评价专章）。

6.5.1 对植被的影响

本项目新建理塘 500kV 变电站运行期对站外植被无影响，本项目运行期对植被的影响主要体现在线路维护过程中对植被产生的影响。本项目线路运行期不进行林木砍伐，仅按相关规定对导线下方不满足垂直净距（ $<7\text{m}$ ）要求的林木进行削枝，以保证线路运行安全，但线路沿线总体削枝量小，不会对植物多样性产生影响，也不会对生物量产生明显影响。线路维护人员可能在运行维护过程中对植被造成一定踩踏和引入外来植物。通过禁止维护人员引入外来物种，可避免人为引入外来物种对本土植物造成威胁。从项目区域已运营的 500kV 理绒线等线路运行情况看，线路周围植物生长良好，输电线路产生的工频电场、工频磁场对周围植物生长无明显影响。总体而言，本项目运行期不会对野生植物产生大的干扰破坏，塔基周围的植被也进入恢复期，临时占地内受损的植物物种和植物群落得以恢复。

6.5.2 对动物的影响

本项目新建理塘 500kV 变电站运行期对站外动物无影响。本项目线路建成后除

了对鸟类飞行略有影响外，对兽类、爬行类等野生动物的生存和活动基本无影响。本项目评价区域内的鸟类大部分属于小型鸟禽，其余为大中型鸟禽，行动敏捷，且飞行高度一般高于线路架设高度，在飞行时碰撞杆塔的几率不大。从区域类似环境条件下已运行的 500kV 理绒线等输电线路运行情况来看，线路运行时未出现工频电场、工频磁场和噪声对走廊附近的野生动物的生活习性、行为表现及生育率等产生明显影响的情况。本项目线路杆塔分散分布，塔基占地不会明显减少兽类的生境面积，线路杆塔档距大，不会阻断兽类活动通道，对兽类种群交流影响小。评价区域内的野生鸟类活动范围大，主要活动于林地上空，而夜晚或白天停栖于林区之中，工程穿越林地呈线型分布，不会对其栖息环境造成大的破坏。本项目线路跨越水域时采用一档跨越，不在水中立塔，施工活动不会对水质产生明显影响，运行期间无废污水排放，不影响两栖、鱼类动物的生境。

6.5.3 对四川火龙沟省级自然保护区的影响

本项目各项施工活动结束后，因项目建设遭到影响的植被、植物物种开始自然修复，同时绿化工程将进一步使植物得到最大程度的恢复，在施工期迁徙出评价区的野生动物，运营期会陆续回到原栖息环境及其附近区域，评价区生态系统逐渐恢复到施工前水平，且评价区生态系统类型不减少，项目对生态系统多样性影响预测为小。

6.5.4 对四川沙鲁里山国家森林公园的影响

本项目线路运行期在森林公园内的削枝量小，对森林公园内植被影响较小；同时，施工结束后对临时占地区域进行了植被恢复，森林公园内的林业资源将得到一定程度的恢复。通过强化对维护检修人员的生态保护意识和加强管理，禁止随意破坏森林公园内植被。总体来说，本项目运行期不会对森林公园内的林业资源产生明显影响，不会对森林公园的空间结构和功能产生切割作用。

6.5.5 对生态保护红线的影响

本项目线路塔基较分散，运行期间少量的林木削枝、修剪不会改变生态保护红线内森林生态系统的群落演替，也不会影响生态保护红线的生物多样性保护功能。

6.6 环境风险分析

6.6.1 理塘 500kV 变电站环境风险分析

6.6.1.1 源项分析

根据《环境影响评价技术导则输变电》（HJ24-2020）及《建设项目环境风险评

价技术导则》（HJ169-2018），输变电项目环境风险主要考虑变压器在突发事故情况下漏油产生的环境风险。根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018），结合本项目运行特点、周围环境特点及项目与周围环境之间的关系，本项目风险源主要为事故油。

6.6.1.2 风险物质识别

表 6-56 主要危险物质识别表

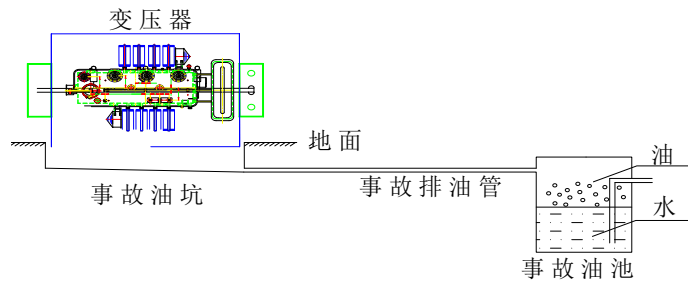
危险单元	风险源	源强	主要危险物质	环境风险类型
事故油收集及排油设施	事故油坑、事故排油管和事故油池	单台主变压器：75t，（折合体积约 84m ³ ），共 1 台	油类	泄漏
		单台高压电抗器：13（折合体积约 14.5 m ³ ），共 2 台		

6.6.1.3 环境风险分析

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录 B，本项目事故油风险潜势为 I，仅需进行环境风险简单分析。

本项目环境风险事故来源主要为主变压器事故时泄漏事故油，属非重大危险源。主变压器、高压电抗器发生事故时将排放事故油，如不采取措施处理，将污染地下水及土壤。

根据设计资料，并参照同类同容量的 500kV 主变压器、500kV 高压电抗器资料，变电站投运后站内单台主变压器、高压电抗器的绝缘油油量最大分别约 78t、13t，折合体积分别约 84m³、14.5m³。根据《火力发电厂与变电站设计防火标准》（GB50229-2019）中“容积不小于接入的油量最大的一台设备”的要求，变电站所需的主变事故油池、高抗事故油池容积应分别不低于 84m³、14.5m³，本次在站内设置有 100m³ 主变事故油池、25m³ 高抗事故油池，能满足 GB50229-2019 的要求，且事故油池具备油水分离功能；站内各相主变、高抗下方分别设置容积约 19m³ 的主变事故油坑、15m³ 的高抗事故油坑。事故油坑、事故油池采取“30cmP6 抗渗混凝土+2mmHDPE 防渗膜”，确保等效黏土防渗层厚度 Mb≥6.0m，渗透系数 K≤1×10⁻⁷cm/s，预埋套管处使用密封材料，具有防水、防渗漏功能。事故油池布置在室外，采用地下布置，且远离火源，设置有呼吸孔，安装有防护罩，防杂质落入，符合《火力发电厂与变电站设计防火标准》（GB50229-2019）、《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ1113-2020）等相关要求。主变压器发生事故时，事故油经主变压器下方的事故油坑，排入站内设置的 100m³ 事故油池收集，经事故油池进行油水分离后，少量事故废油由有资质的单位处置，不外排；变电站检修时产生的少量含油棉纱、含油手套等含油废物由有资质的单位处置。主变压器事故油排出流程图如下



根据对已运行的变电站调查来看，主变压器发生事故的几率很小，主变压器发生事故时，事故油能得到妥善处理，环境风险小。

6.6.1.4 应急预案

建设单位统一制定了《国网四川省电力公司关于印发突发环境事件应急预案（第6次修订-2024年）》，成立了以公司董事长为组长的突发环境事件应急领导小组，针对主变压器漏油、铅蓄电池泄漏等环境风险源建立了监测预警、应急响应、信息报告、后期处置体系，并配备有物资及后勤等应急保障体系，同时制定了相应的应急预案制度，将员工应急培训纳入日常管理，定期组织突发环境事件应急演练。本变电站建成后，将纳入上述应急预案统一管理。从上述分析可知，本项目采取相应措施后，环境风险小。

6.6.2 输电线路环境风险分析

本项目输电线路无环境风险。

7 生态评价专章

7.1 评价内容与评价因子

7.1.1 评价内容

（1）生态环境现状调查与评价，包括项目沿线动植物资源、土地资源、生态系统、景观及区域生态系统功能与主要生态环境问题的调查与评价等。

（2）生态环境影响预测评价，针对项目建设及运营对动植物资源、土地资源、生态系统、景观及沿线生态敏感区等造成的影响进行分析。

（3）生态环境保护措施，根据预测影响程度及范围，提出动植物、土地资源、生态系统、景观、沿线生态敏感区等生态环境保护措施。

7.1.2 评价因子

根据《环境影响评价技术导则生态影响》（HJ19-2022），本项目生态影响评价因子筛选表如下。

表 7-1 本项目生态影响评价因子筛选表

受影响对象	评价因子	工程内容及影响方式	影响性质	影响程度
施工期				
物种	分布范围	工程永久占地导致物种局部小范围分布格局变化	直接影响、不可逆影响、长期影响	中
	种群数量、种群结构、行为	工程临时占地导致物种局部小范围分布格局变化	直接影响，可逆影响、短期影响	中
生境	生境面积	永久占地导致生境丧失和破坏	直接影响、不可逆影响、长期影响	中
		临时占地导致生境丧失和破坏	直接影响，可逆影响、短期影响	中
	质量	施工人为活动、弃渣、扬尘、水土流失等对生物生境影响	直接影响、可逆影响、短期影响	弱
	连通性	施工道路等对生境的阻隔影响	直接影响、可逆影响、短期影响	弱
生物群落	物种组成、群落结构	塔基处边缘效应等造成群落结构改变	直接影响、不可逆影响、长期影响	弱
生态系统	植被覆盖度、生产力、生物量、生态系统功能	施工永久占地导致植被覆盖度降低、生物量、生产力降低、生态系统功能受到一定影响	直接影响、不可逆影响、长期影响	弱
		施工临时占地导致植被覆盖度降低、生物量、生产力降低、生态系统功能受到一定影响	直接影响，可逆影响、短期影响	弱
生物多样性	物种丰富度、均匀度、优势度等	施工区域物种多样性、优势度有所变化	直接影响、可逆影响、短期影响	弱
生态敏感区	主要保护对象、生态功能等	施工噪声对保护对象的干扰	间接影响、不可逆影响、长期影响	弱

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
自然景观	景观多样性、完整性等	工程建设造成景观面积变化	直接影响、不可逆影响、长期影响	弱
运行期				
物种	分布范围、种群数量、种群结构	输电线路运行产生的工频电场、工频磁场、噪声对动物分布的影响	直接影响、不可逆影响、长期影响	弱
生境	连通性	输电线路对鸟类的阻隔	直接影响、不可逆影响、长期影响	弱
生态系统	植被覆盖度、生产力、生物量、生态系统功能	输电线路下方乔木削枝造成生产力、生物量下降	直接影响、不可逆影响、长期影响	弱
生态敏感区	主要保护对象、生态功能等	工频电场、工频磁场对生态敏感区生物生长影响	间接影响、不可逆影响、长期影响	弱
自然景观	景观多样性、完整性等	高大塔基对自然景观的干扰	直接影响、不可逆影响、长期影响	弱

7.2 调查与评价方法

7.2.1 生态环境现状调查方法

本项目生态环境现状调查主要采用了资料收集法、现场勘查法、专家和公众咨询法。

7.2.1.1 资料收集法

资料收集法主要收集了现有的能反映生态现状或生态背景的资料，植被调查相关资料如《世界种子植物科的分布区类型系统》（吴征镒，2003）、《中国种子植物属的分布区类型》（吴征镒，1991）、《中国植物志》（科学出版社，2004）、《中国高等植物》（中国科学院植物研究所，2012）、《中国高等植物图鉴》（中国科学院北京植物研究所，1972）、《四川植物志》（四川植物志编辑委员会，1981）、《中国植被》（吴征镒，1980）、《四川省人民政府关于发布<四川省重点保护野生动物名录><四川省重点保护野生植物名录>的通知》（川府函〔2024〕14号）、《四川省国家野生保护与珍稀濒危植物图谱》（程新颖等，2018）、《四川植被》（四川植被协作组，1980）、《西南地区松杉柏科植物地理分布》（潘开文，2021）、《长江流域植被净第一性生产力及其时空格局研究》（柯金虎等，2003）、沿线地区 Landsat8 影像数据、沿线地区国家重点保护野生植物和古树名木调查报告、天然保护林区划界定报告以及植物区系等；动物调查相关资料如《中国兽类图鉴（第3版）》（刘少英，海峡书局出版社，2021）、《中国兽类分类与分布》（魏辅文，科学出版社，2022）、《中国兽类名录(2021版)》（魏辅文，2021）、《中国鸟类分类与分布名录第三版》

（郑光美，科学出版社，2017）、《中国鸟类图鉴》（赵欣如，商务印书馆，2018）、《中国两栖、爬行动物更新名录》（王凯，2020）、《中国蛇类》（赵尔宓，安徽科学技术出版社，2006）、《中国两栖动物及其分布彩色图鉴》（费梁，四川科学技术出版社，2012）、《中国生物多样性红色名录脊椎动物》（蒋志刚，2021）、《四川鸟类鉴定手册》（张俊范，1997）。

7.2.1.2 专家和公众咨询法

本项目在资料收集期间咨询了当地林草部门对本项目的意见，现场踏勘期间咨询了当地公众的意见，并利用《川藏铁路（甘孜段）配套供电工程（一期）对四川火龙沟省级自然保护区自然资源、自然生态系统和主要保护对象影响评价报告》作为区域植被类型、植物种类判别的重要依据。

7.2.1.3 现场调查法

现场勘查法遵循全面与重点相结合的原则，在综合考虑主导生态因子结构与功能的完整性的同时，突出重点区域和关键时段的调查，并通过对影响区域的实地踏勘，核实收集资料的准确性，以获取实际资料和数据。2023年9月、2023年11月，2025年4月、2025年6月、2025年7月、2025年9月、2025年12月、2026年3月、2026年5月调查人员赴工程现场进行了生态现状调查，在样线法和样方法的基础上，分植物和动物分别进行调查。调查阶段主要在对评价区域的植被分布情况进行初步踏察的基础上，在项目评价范围内沿着现有道路、塔基区、施工场地、运输线路、牵张场、索道站和其它辅助设施区域等和永久临时占地区的直接和间接影响区等不同生境，逐一进行调查，记录各区域的生境类型和植被类型，记录样方、样线调查区域的动、植物种类，GPS定位并按照分类学要求进行拍照。同时结合近5年来评价区域其他建设项目的环评报告《金上~湖北±800千伏特高压直流输电工程环境影响报告书》（2022年2月、3月、5月）、《川藏铁路昌都至林芝段施工供电工程（二期）环境影响报告书》（2021年7月）、《甘孜叶巴滩水电站500千伏送出工程环境影响报告书》（2024年7月、2024年10月）、《金上±800kV特高压直流送端帮果换流站500kV配套线路工程建设对四川火龙沟省级自然保护区自然资源、自然生态系统和主要保护对象影响评价报告》（2023年11月、2024年2月）等现状调查结果分析以及本项目的生态专题报告，由此获得2个完整年度不同季节的现状资料。具体如下：

表 7-2 评价区不同季度生态现状概况表

季节	调查时间	来源
春季	2025 年 4 月 20 日-25 日	实地调查
	2026 年 3 月	实地调查
	2022 年 5 月	《金上~湖北±800 千伏特高压直流输电工程环境影响报告书》
夏季	2025 年 6 月 16-20 日	实地调查
	2025 年 7 月 10-18 日	实地调查
	2026 年 5 月	实地调查
	2024 年 7 月	《甘孜叶巴滩水电站 500 千伏送出工程环境影响报告书》
秋季	2023 年 9 月	实地调查
	2025 年 9 月	实地调查
	2024 年 10 月	《甘孜叶巴滩水电站 500 千伏送出工程环境影响报告书》
冬季	2023 年 11 月	实地调查
	2025 年 12 月	实地调查
	2023 年 11 月	《金上±800kV 特高压直流送端帮果换流站 500kV 配套线路工程建设对四川火龙沟省级自然保护区自然资源、自然生态系统和主要保护对象影响评价报告》
	2024 年 2 月	《金上±800kV 特高压直流送端帮果换流站 500kV 配套线路工程建设对四川火龙沟省级自然保护区自然资源、自然生态系统和主要保护对象影响评价报告》

（1）陆生植物调查

采用样线调查与样地调查的方式进行，即在调查范围内沿道路和工程施工的主要影响区域选择具有代表性的线路进行调查，沿途记载植物种类、观察生境、目测多度等；对集中分布的植物群落进行样地调查。实地调查采取样线与样地相结合的方法，确定调查区域的植物种类、植被类型。国家和地方重点保护植物调查采取野外调查、民间访问相结合的方法进行。

在样线法和样方法的基础上，分植物区系学和植物群落学两方面进行考察。线路调查阶段主要是在对评价区域的植被分布情况进行初步勘察的基础上，在项目评价范围内沿着重点施工区域（如变电站、塔基、穿越生态敏感区等）以及植被状况良好的区域等临时和永久占地区、直接和间接影响区等不同生境，逐一进行线路调查，记录各区域的生境类型和植被类型，记录样线调查区域的植物种类，采集植物标本，GPS 定位并按照分类学要求进行拍照。典型群落调查阶段则是根据每个群系分布面积大小、生境代表性、群落结构完整性和物种丰富度等情况，根据植物群落类型（宜以群系及以下分类单位为调查单元）设置调查样地。

1) 一级评价样方设置原则

结合调查范围、调查对象、地形地貌和实际情况，一级评价每种群落类型设置的样方数量不少于 5 个，并选择植物生长旺盛季节进行调查。根据群落分布特征在地形

图上勾绘植被分布图；根据植被和植物群落调查结果，编制植被类型图，统计评价范围内的植被类型及面积；涉及国家重点保护野生动植物、极危、濒危物种的，可通过模型模拟物种适宜生境分布，图示工程与物种生境分布的空间关系。

2) 二级评价样方设置原则

结合调查范围、调查对象、地形地貌和实际情况，二级评价每种群落类型设置的样方数量不少于3个，并选择植物生长旺盛季节进行调查。根据群落分布特征在地形图上勾绘植被分布图；根据植被和植物群落调查结果，编制植被类型图，统计评价范围内的植被类型及面积；涉及国家重点保护野生动植物、极危、濒危物种的，可通过模型模拟物种适宜生境分布，图示工程与物种生境分布的空间关系。

3) 三级评价样方设置原则

三级评价现状调查以收集有效资料为主，如有必要，可开展遥感调查或现场校核。采用定性描述或面积、比例等定量指标，重点对评价范围内的土地利用现状、植被现状、野生植物现状等进行分析等。

本次调查乔木、灌木、草丛的样方大小为20m×20m、10×10、1m×1m。乔木样方调查记录乔木层郁闭度、树种的组成、株数、每个树种的胸径、高度；灌木样方调查记录灌木的种类组成、盖度、冠幅等参数；草丛样方调查记录草本植物的种类组成、盖度和高度，并利用GPS、罗盘等测定、记录样方的经纬度、海拔等地理信息，拍摄样地群落结构和外观照片。根据群落分布特征在地形图上勾绘区域植被分布图。对珍稀特有物种应用GPS进行定位，对珍稀植物的集中分布区，需野外勾绘其分布区域。

(2) 室内标本鉴定

本次野外植物区系调查重点是种子植物，对于个别样地中出现的蕨类植物也一并采样鉴定。对于野外调查中不能立即鉴定的植物采集标本带回驻地，根据《中国植物志》（吴征镒，2004）、《中国高等植物》（中国科学院植物研究所，2012）、《中国高等植物图鉴》（中国科学院北京植物研究所，1972）、《四川植物志》（四川植物志编辑委员会，1981）等分类学文献进行鉴定或将标本带到相关科研机构请植物分类专家鉴定，记录下植物的属、科、种名及其生境特征。同时，收集该地区的植物和植被的历史资料、科学考察报告、专项调查报告、林地资源清查报告、区域内其它建设工程的环评报告、《四川沙鲁里山国家森林公园总体规划（2022-2031年）》、《四川火龙沟自然保护区综合科学考察报告》（2011）等相关文献资料，结合本次野外调查的数据，汇总形成评价区域内维管束植物目录。

（3）植被类型划分

根据《中国植被》（吴征镒，1980）和《中国植被分类系统修订方案》（郭柯，2020）的植物分类系统对评价范围内的植被类型进行划分，包括植被型组、植被型、植被亚型和群系（相当于群落类型）四个层次。第一级为植被型组，将建群种生活型相近、群落的外貌形态相似的植物群落归为植被型组；第二级为植被型，将建群种生活型相同或近似，对温度、水分条件生态关系一致的植物群落归为植被型，同一植被型具有相似的区系组成、结构、形态外貌、生态特点、及动态演变历史；第三级为植被亚型，植被亚型是高级主要分类单位植被型之下的辅助分类单位，在同一个植被型内，主要依据生境特点或生态条件，同时也参考群落外貌上的明显差异进行划分；第四级为群系，将建群种或共建群种相同的植物群落的联合为群系。本次评价主要是在样方调查数据分析的基础上，按照上述原则逐级划分评价区内的植被类型，直至群系（相当于群落类型）水平。

（4）动物调查

野生动物调查采用野外实地调查、访问、查阅相关文献资料等方法进行，调查中记录物种名、数量、海拔、生境类型、地理位置等。**兽类**采用样线调查法，并对兽类粪便、毛发、脚印和其他痕迹进行采样及识别。其中，对主要哺乳动物的种类和数量调查时，则以现场调查结合座谈访问为主，并参考《中国兽类图鉴（第3版）》（刘少英，海峡书局出版社，2021）进行确认，同时结合文献资料进行整理和分析。**鸟类**以样线调查法为主，结合文献资料确定其种类组成及种群数量。此外，对珍稀鸟类或大型鸟类则进行访问调查，并参考《中国鸟类图鉴》（赵欣如，商务印书馆，2018）、《四川鸟类鉴定手册》（张俊范，1997）进行确认，同时结合文献资料进行整理和分析。**两栖类和爬行类**采用在评价区附近河流、溪流、水塘布设样线，辅以足够的样方于傍晚进行调查，依据看到的动物实体或痕迹并结合访问、文献资料进行分析整理，并参考《中国两栖、爬行动物更新名录》（王凯，2020）、《中国蛇类》（赵尔宓，安徽科学技术出版社，2006）、《中国两栖动物及其分布彩色图鉴》（费梁，四川科学技术出版社，2012）确定其种类。

①兽类调查方法

对于大型野生动物的野外调查，白昼活动的动物采用直接计数法，通过相关指数转换法，用调查与动物数量相关的间接指标来估测动物的数量，如洞口计数法、巢穴计数法、粪便计数法、以及动物留下的足迹、标记、卧迹等；除了常规的样带法、样

点法外，对于大中型兽类，辅助采用访问法，即对当地老乡和林业部门（局、站、点）工作人员进行访问，包括他们执法检查时查到的实物拍成的照片；对于鼠形动物，用铗夜法调查。

②两栖、爬行动物调查方法

两栖类动物由于对潮湿（湿地生态）的生境依赖性强，因此在野外实地考察时主要选取可能有两栖动物生存的环境进行调查，包括溪流、湿地、水塘、耕地等，及其邻近区域；调查的方法主要是样点调查、样线调查。此外，咨询当地居民和与野生动物有关的林业管理干部等也是重要的补充手段。由于两栖动物多是夜行性，因此白天主要巡视可能有两栖动物生存的生境，并考察幼体或蝌蚪、卵的情况，夜晚再去考察成体的情况。两栖类和爬行类动物的样方可根据实际情况设置采用 $10\text{m}\times 10\text{m}$ 的样方或 $2\text{m}\times 50\text{m}$ 的样带。爬行类动物由于已经基本摆脱对潮湿生境（湿地）的依赖，因此其活动范围比较广泛，在草丛、灌丛、乱石堆、洞穴、水域等都可能见到它们的踪迹。在野外实地考察时主要选取上述可能有爬行动物生存的生境进行调查；调查的方法主要是样点调查。此外，访问当地居民和与野生动物有关的林业管理干部等也是必须的手段。由于爬行动物属外温动物，多喜爱温暖的时段活动，因此主要在白天巡视可能有爬行动物生存的生境。

③鸟类调查方法

鸟类的野外调查主要依靠生态习性，主要采用样带法（包括样方法）进行种类及数量调查。调查过程中在样带内徒步行走，观察记数所见鸟类种类、数量以及羽毛、鸟巢等痕迹，同时访问有关人士，并详细记录样带内的生境变化，通过全球卫星定位仪（GPS）测定其经纬度和海拔高度变化。根据区内地貌、海拔高度、植被类型等特点，将鸟类生境划为一定的生物地理—植被地带分析论证。确定物种组成、区系构成，对鸟类的数量等级采用路线统计法进行常规统计，一些未在调查中所见种则依据有关文献判别。

④样线调查方法

A) 一级评价样线设置原则

根据动物类型设置调查样线，一级评价每种生境类型设置的野生动物调查样线数量不少于 5 条，除了收集历史资料外，还应获得近 1~2 个完整年度不同季节的现状资料。

B) 二级评价样线设置原则

根据动物类型设置调查样线，二级评价每种生境类型设置的野生动物调查样线数量不少于 3 条，除了收集历史资料外，还应尽量获得野生动物繁殖期、越冬期、迁徙期等关键活动期的现状资料。

C) 三级评价样线设置原则

三级评价现状调查以收集有效资料为主，可开展必要的遥感调查或现场校核。

⑤红外相机调查

为了更好地掌握评价范围内自然保护区生物多样性，特别是对大中型兽类和林下活动鸟类的调查，并为相关物种保护提供重要依据；根据《生物多样性观测技术导则—红外相机技术》（HJ 710.15—2023），生态调查单位于 2025 年 12 月 24 日至 2026 年 3 月 11 日采用红外相机技术调查了本项目评价范围内自然保护区的兽类及鸟类多样性。

A) 调查方法

相机布设位点选择在兽类和鸟类容易出没的位置（如兽径、水源地和倒木等区域），尽量避开人类活动区域；相机固定在距离地面 40-80cm 高的树干上，不设置诱饵，相机镜头朝向避免阳光直射，设置为拍照+录像模式（连拍 3 张+10s 视频），时间间隔 1s，对每个相机位点的坐标、海拔和植被相关信息进行记录。

B) 数据分析

所有相机均使用 64GB Sandisk SDHC 记忆卡存储照片，数据统计中，1 台红外相机在野外正常工作 24h 记为 1 个有效工作日，作为红外相机工作量的单位。利用相对丰富度指数（Relative abundance index, RAI）作为评估物种种群相对数量的指标，其中 $RAI = (\text{独立有效照片数} / \text{总有效相机工作日}) \times 100$ 。独立有效照片的确定标准为同一相机位点含同种个体的相邻有效照片间隔时间至少为 30min。

物种鉴定参考《中国兽类野外手册》（解焱等，2009 年）和《中国鸟类野外手册（马敬能新编版）》（马敬能，2022 年）；兽类编目系统依据《中国兽类名录（2024 版）》（魏辅文等，2025 年），鸟类编目系统依据《中国鸟类分类与分布名录（第四版）》（郑光美，2023 年）。国家重点保护等级参考《国家重点保护野生动物名录》（2021 年），濒危等级参考《中国生物多样性红色名录—脊椎动物卷（2020）》（2023 年）。

C) 调查结果

除去林木、工作人员和家狗等无可见野生动物的照片，共获得野生动物独立有效

照片 330 张，其中有 7 张鼠科物种独立有效照片，但由于均为夜晚拍摄下的黑白照片，难以鉴定到具体物种。共有 89 张有效照片可鉴定到物种，分别隶属 1 目 1 科的 1 种兽类和 1 目 4 科的 6 种鸟类。

（5）水生生物调查

水生生态现状评价内容主要包括：评价范围内的水生生物、水生生境，重要物种的分布、生态学特征、种群现状以及生境状况；鱼类等重要水生动物的评价包括种类组成、种群结构、资源时空分布等。主要通过历史资料分析等手段，对本项目流域水生生物及其生境调查评价，主要查阅《四川鱼类志》《中国动物志硬骨鱼类纲鲤形目》和《中国动物志硬骨鱼类纲鲇形目》等资料。

（6）景观调查

景观生态环境调查主要是从大尺度上对项目区域进行环境监测与调查。通过野外对景观要素的形状、大小、密度以及连接情况计算景观指数（破碎度指数、斑块形状指数、分离指数、多样性指数等），结合空间统计方法，采用空间分析、波谱分析等方法来描述景观在空间结构上的变化情况，景观格局的野外调查主要是结合地理信息系统的空间分布，现场核实、记录廊道、斑块的空间信息等。以野外 GPS 定点的植物群落生态学调查结果和野外实时勾绘植被类型的地形图为基础，参考卫星遥感照片解译结果，利用 3S 技术制作评价区的植被分布图。

7.2.2 评价方法

根据工程的环境影响因子及可能受影响的环境要素，采用类比分析法、图形叠置法等基本方法，预测工程建成后对周围生态环境的影响程度，并提出相应的生态保护措施。

将野外调查的样方调查等数据资料录入相应的 Excel 数据库，按照相关算法计算典型样地生物多样性指数、生物量和生态系统生物生产力等；开展评价区维管植物科属种统计；按照李锡文划分的世界种子植物科的分布型和吴征镒对中国种子植物属所划分的分布区类型，对评价区内种子植物的科属地理分布类型进行分析整理；按照景观生态学的相关方法，计算各类生态系统的面积和斑块数、景观类型优势度值等。查阅标本馆中有关评价区内珍稀濒危保护动植物的标本，并整理有分布的动植物种类、分布范围和生境等资料。

7.2.2.1 生物多样性评价方法

α 多样性是指在栖息地或群落中的物种多样性，用以测度群落内的物种多样性。测度 α 多样

性采用物种丰富度（Richness）、辛普森(Simpson)指数、香农-维纳(Shannon-Wiener)指数和皮洛(Pielou)均匀度指数。

①物种丰富度指数按式（1）计算：

$$\text{Richness} = S \quad (1)$$

②辛普森指数（D）按式（2）计算：

$$D = 1 - \sum P_i^2 \quad (2)$$

③香农-维纳指数（H'）按式（3）计算：

$$H' = -\sum P_i \ln P_i \quad (3)$$

④皮洛均匀度指数按式（4）计算：

$$J = -\sum P_i \ln P_i / \ln S \quad (4)$$

其中，N 为样方中记录的个体总数，S 为样方中物种总数， N_i 为第 i 种的个体总数， P_i 为第 i 种的个体数占样方中所有物种总个体数的比例， $P_i = N_i / N$ 。

7.2.2.2 图件编制方法

在充分搜集和利用现有研究成果、资料的基础上，采用 3S 空间信息技术，进行植被和土地利用类型的数值化判读，完成数值化的植被图和土地利用类型图。GIS 数据处理和遥感处理分析主要在 ArcMap 和 Erdas 平台上进行。卫星影像包括项目区的卫星影像合成产品（天地图）以及区域内 DEM 影响（分辨率 30m）。

本次以评价区 2023 年 12 月的 Landsat 8 OLI_TIRS 卫星数字产品（数据标识：LC81290392021212LGN00，空间分辨率 30m×30m）作为数据源，在 ArcMap、ERDAS 等软件平台的支持下，采用监督分类的方法进行遥感影像的分类，结合 GPS 记录和海拔、坡度、坡向等信息，进行人工目视矫正和野外现场符合更正，保证分类结果准确度达到 85%以上。以野外 GPS 定点的植物群落学调查结果和野外实时勾绘了植被类型的 10 万分之一地形图为基础，结合卫星遥感影像解译结果与收集的林业资源调查结果，利用 3S 技术制作评价区的植被分布图。归并各类森林群落、灌丛群落、草地群落，制作出包含主要生态系统类型和斑块类型的景观生态体系分布图。

7.2.2.3 生态系统评价方法

（1）植被覆盖度

植被覆盖度可用于定量分析评价范围内的植被现状。基于遥感估算植被覆盖度可根据区域特点和数据基础采用不同的方法，如植被指数法、回归模型、机器学习法等。

植被指数法主要是通过对各像元中植被类型及分布特征的分析，建立植被指数与植被覆盖度的转换关系。采用归一化植被指数（NDVI）估算植被覆盖度的方法如下：

$$FVC = (NDVI - NDVI_s) / (NDVI_v - NDVI_s) \quad (C.5)$$

式中：FVC——所计算像元的植被覆盖度；

NDVI——所计算像元的 NDVI 值；

NDVI_v——纯植物像元的 NDVI 值；

NDVI_s——完全无植被覆盖像元的 NDVI 值。

（2）生物量和生产力

区域生态系统生产力的评价指标主要是其植被生产力。植被生产力指各类土地上的植被生长量，单位用“吨/年（t/a）”表示。而各植被生产量等于各植被类型的面积乘以其单位面积的年生产量，即净生产力，后者通常用“t（干重）/a.hm²”表示。参照目前惯用的 *Whittaker* 和 *Likens*（1975）对全球各地带主要植被类型生产量的计算方法，计算拟建项目评价区内各植被类型（生态系统）生产量。

①评价区生态系统的生物量

根据评价区内各种植被类型（生态系统）的面积，计算得到评价区生态系统的生物量及其总和。

②评价区自然体系生产力现状及分析

根据评价区内各种植被类型（生态系统）的面积，以及各植被类型（生态系统）的净生产力(t/a.hm²)，（*Whittaker, Likens, 1975*），计算得到评价区生态系统的年生产力及其总和。

7.3 生态环境保护目标

根据设计资料和现场踏勘，并向当地自然资源、林业、生态环境等主管部门核实，依据中华人民共和国生态环境部网站公布的《全国自然保护区名录》、四川省生态环境厅网站公布的《四川省自然保护区名录》、四川省林业和草原局网站公布的《四川省及各市风景名胜区名录》、四川省人民政府网站公布的《四川省人民政府办公厅关于公布四川省林业地方级自然保护区名录的通知》（川办函〔2013〕109号）、国家林业和草原局公布的第一批国家公园、自然保护地整合优化前的数据等资料核实，项目评价范围内分布有**四川火龙沟省级自然保护区、四川沙鲁里山国家森林公园、四川巴塘姊妹湖国家湿地公园、贡嘎山国家级风景名胜区**。

本项目项目评价范围内生态敏感区及其与本项目之间的位置关系见表 7-3。

表 7-3 本项目生态保护目标一览表

序号	名称	保护级别	行政区域	主要保护对象	主管部门	建立时间	方位及与本项目最近距离
一、生态敏感区							
1) 自然保护地							
1	四川火龙沟省级自然保护区	省级	白玉县	高山生态系统、珍稀动植物及其栖息地。	四川省林业和草原局	1995	理塘 500kV 变电站和线路II不涉及自然保护区，线路 I 穿越自然保护区实验区长约 2×28.5km（双回）+2×0.5km（单回），新建铁塔 40 基；线路 I 距缓冲区、核心区分别最近约 0.06km、1.9km。
2) 自然公园							
2	四川沙鲁里山国家森林公园	国家级	白玉县	森林风景资源和生物多样性。	国家林业和草原局	2017	理塘 500kV 变电站和线路II不涉及森林公园；线路I穿越森林公园一般游憩区总长约 2×25.9km（双回）+2×0.75km（单回），新建铁塔 50 基（其中与四川火龙沟省级自然保护区重叠的铁塔 27 基，新建铁塔 23 基）。
3	四川巴塘姊妹湖湿地公园	国家级	巴塘县	黑颈鹤和高寒水韭等珍稀野生动植物及其栖息地，以及区内大面积的高寒湿地生态系统	国家林业和草原局	2017	线路 I 避让了湿地公园，距离湿地公园边缘直线最近距离约 0.17km。
4	贡嘎山国家级风景名胜区	国家级	泸定县、康定市、九龙县	景观资源，包括“蜀山之王”贡嘎山为核心，以巍峨雄壮的极高山地貌、气势磅礴的现代冰川、举世罕见的滩池红石、灵动秀美的高山湖泊、辽阔秀丽的草甸花海，完整的气候和植被垂直带谱、珍稀动植物、人文风情等	国家林业和草原局	1988	线路II避让了风景名胜区，距离风景名胜区边缘直线最近距离约 0.04km。
3) 生态保护红线							
5	白玉县生态保护红线	省级	白玉县	保护森林、高寒湿地生态系统和野生动植物及其生境，保护冰川，维护生物多样性保护功能；加强草地植被保护，防止草场	四川省自然资源厅	2018	线路I穿越白玉县生态保护红线长约 26km，涉及铁塔 62 基。

				退化、沙化。			
6	巴塘县生态红线	省级	巴塘县	保护森林、高寒湿地生态系统和野生动植物及其生境，保护冰川，维护生物多样性保护功能；加强草地植被保护，防止草场退化、沙化。	四川省自然资源厅	2018	线路I穿越巴塘县生态保护红线长约 7.5km，涉及铁塔 16 基。
7	理塘县生态红线	省级	理塘县	保护森林、高寒湿地生态系统和野生动植物及其生境，保护冰川，维护生物多样性保护功能；加强草地植被保护，防止草场退化、沙化。	四川省自然资源厅	2018	线路I穿越理塘县生态保护红线长约 11.8km，涉及铁塔 28 基；线路II穿越理塘县生态保护红线长约 4.9km，涉及铁塔 12 基。
8	雅江县生态红线	省级	雅江县	加强森林植被及森林生态系统保护，保护湿地和珍稀野生动植物及其生境，维护生态功能；加强干旱河谷和高山峡谷区地质灾害综合整治，防治水土流失。	四川省自然资源厅	2018	线路II穿越雅江县生态保护红线长约 2.5km，涉及铁塔 4 基。

二、重要物种

9	250 种重要野生植物	国家 II 级重点保护植物桃儿七、独叶草等，国家II级重点保护野生真菌松口蘑、虫草（冬虫夏草）等。 中国特有种 251 种。					
10	19 种重要野生动物	国家I级重点保护动物金雕、胡兀鹫、林麝、白唇鹿等。 国家II级重点保护动物普通鵲、高山兀鹫、橙翅噪鹛、藏酋猴、亚洲黑熊、水鹿、岩羊等。 中国特有种动物 19 种等。					

7.3.1 四川火龙沟省级自然保护区

（1）批复成立情况

2002 年 3 月 1 日，四川省人民政府以川府函〔2002〕50 号文批准设立四川火龙沟省级自然保护区。

（2）自然保护区地理位置及范围

四川火龙沟省级自然保护区位于青藏高原东南缘，甘孜藏族自治州白玉县境内，行政隶属白玉县，包括盖玉镇、山岩乡、沙马乡和绒盖乡辖区部分或全部区域。2025 年 8 月，四川省人民政府以《关于调整四川火龙沟省级自然保护区功能区的批复》（川府函〔2025〕226 号文）同意调整自然保护区的范围和功能区。调整后的自然保护区总面积 162687hm²，范围为东经 98°46′46.5″-99°23′02.1″、北纬 30°22′45.2″-30°58′34.5″。

（3）自然保护区性质与主要功能

该自然保护区是以森林、草甸，珍稀动植物及其栖息地为主要保护对象的自然生态系统类保护区。保护功能的定位为物种基因库、水源涵养、水土保持等。

（4）功能区划与保护要求

根据《四川火龙沟省级自然保护区总体规划》（2011-2020 年），火龙沟自然保护区分为核心区、缓冲区和实验区 3 个功能区。

1) 核心区：核心区面积 64200hm²，占保护区总面积的 43.73%。核心区是生物资源最丰富的区域，主要栖息有白唇鹿（*Przewalskium albirostris*）、雪豹（*Panthera uncia*）、林麝（*Moschus berezovskii*）、马麝（*Moschus chrysogaster*）等珍稀野生动物。该区域内植物种类繁多，从河谷到山岭植物呈垂直交织分布，植被垂直带谱明显。区内云杉林、冷杉林、圆柏林、杨桦混交林分布范围很广。核心区主要保护森林生态系统、高山生态系统、高山草甸、湿地生态系统以及珍稀野生动植物的栖息地和繁衍区。该区域严格禁止除科学观测以外的一切人为活动，尽量使珍稀野生动植物处于一种不受人干扰的状态，保持其生物多样性，实现保护区的可持续发展。核心区的保护方式是封闭式的全面保护，禁止进行滥伐、狩猎、旅游等生产经营活动。同时保护区管理人员应对核心区进行定期巡护，适时监测区内野生动植物的动态变化，监测和防治鼠虫害，监测森林演替和自然景观的变化等。

2) 缓冲区：缓冲区是在核心区外围划出环状区域作为缓冲地带。以实验区和缓冲区边界为界向保护区内延伸 2.0km 的范围作为缓冲区，面积 29000hm²，占保护区总面积的 19.76%。该区域由一部分原生性生态系统、次生性生态系统和少部分人工生态系统组成。缓冲区一方面将核心区与实验区相隔，防治和减少外界对核心区的影响和干扰。另一方面，缓冲区也是珍稀野生动物的良好栖息地，在扩大和延伸保护动植物的生存和活动区域方面意义重大。采取“严格控制进入缓冲区”的保护方式，在缓冲区可进行有组织的科学研究及考察等活动。另外，还要通过必要的植被恢复措施，使森林生态系统功能及动植物生境不断改善。

3) 实验区：实验区是连接保护区与周边环境的区域。实验区在核心区和缓冲区的外围，对核心区起到了很大的缓冲和保护作用。实验区是缓冲区以外至保护区边界范围内所有的区域，面积 53600hm²，占保护区总面积的 36.51%。实验区由于与牧区居民的生产生活场所相接壤，人为活动相对较频繁，实验区同时也是保护区生态旅游资源极为丰富的地区。因此应在该区域将自然资源保护与可持续发展有机结合，可适度从事生态旅游、科学实验、教学实习、参观考察、野生动植物的繁殖驯化及其它有价值资源的开发利用等活动。

（5）保护对象

该自然保护区的保护对象主要包括森林、草地组成的高山生态系统，珍稀动植物及其栖息地。

自然保护区内有国家Ⅰ级野生保护植物 1 种、国家Ⅱ级野生保护植物 3 种、CITES 附录植物 12 种；国家Ⅰ级野生保护兽类 5 种、国家Ⅱ级野生保护兽类 16 种；国家Ⅰ级野生保护鸟类 7 种、国家Ⅱ级野生保护鸟类 12 种。由此可见，整个保护区有国家Ⅰ级野生保护动植物 13 种、国家Ⅱ级野生保护动植物 31 种，说明该保护区的保护价值高，非常值得保护。

整个自然保护区包括干旱河谷灌丛生态系统，亚高山落叶阔叶林生态系统、亚高山山地硬叶常绿阔叶林生态系统，亚高山常绿针叶林生态系统、亚高山落叶针叶林生态系统，高山阔叶灌丛生态系统、高山针叶灌丛生态系统，高山羊茅草甸生态系统、蒿草草甸生态系统、杂类草草甸生态系统，流石滩生态系统，河流生态系统、高原湖泊生态系统、冰川生态系统。生态系统类型多，斑块镶嵌，复杂多样，极有保护价值。

（6）与本项目的位关系

本项目理塘 500kV 变电站和线路Ⅱ不涉及自然保护区，线路Ⅰ穿越自然保护区实验区长约 $2 \times 28.5\text{km}$ （双回）+ $2 \times 0.5\text{km}$ （单回），新建铁塔 40 基，永久占地面积约 1.6hm^2 ；线路Ⅰ距缓冲区、核心区分别最近约 0.06km、1.9km。

7.3.2 四川沙鲁里山国家森林公园

（1）批复成立情况

2017 年 1 月 19 日，经国家林业局林场许准〔2017〕24 号文批准设立为四川沙鲁里山国家森林公园。2022 年，国家林业和草原局以林场发〔2022〕112 号文批准了《四川沙鲁里山国家森林公园总体规划（2022-2031）》。

（2）森林公园地理位置及范围

森林公园地处青藏高原东南、横断山脉北段、沙鲁里山西坡、金沙江上游西岸，地理坐标，东经 $98^{\circ}46'30'' \sim 99^{\circ}52'58''$ ，北纬 $30^{\circ}22'23'' \sim 31^{\circ}40'15''$ 。公园东邻新龙县，西连西藏自治区，南邻巴塘县、理塘县，北接甘孜县、德格县。2020 年 12 月，国家林业和草原局批准改变森林公园的经营范围（林场许准〔2020〕878 号），改变经营范围后，沙鲁里山国家森林公园面积为 534624.18hm^2 。公园范围包括白玉国有林保护管理局国有拉龙林场、赠科林场全部和麻绒林场、盖玉林场部分国有土地。

（3）森林公园性质与主要功能

沙鲁里山国家森林公园是以广袤的森林景观为主体，以逶迤磅礴的高山峡谷-丘

状高原为依托，以原始古朴、多样奇异的自然景观为特色，具森林公园三大功能的复合型自然-人文生态旅游目的地。

森林公园以保护森林风景资源和生物多样性、普及生态文化知识、开展森林生态旅游为主要功能。

（4）功能区划与保护要求

根据《四川沙鲁里山国家森林公园总体规划（2022-2031）》，森林公园总面积 534624.18hm²，分为核心景观区、一般游憩区、管理服务区、生态保育区。

1) 核心景观区

核心景观区拥有特别珍贵的森林风景资源，是有重大科学文化价值或其他保存价值的风景资源，是必须进行严格保护的区域。在核心景观区，除了必要的保护、解说、游览、休憩和安全、环卫等设施以外，不得规划建设住宿、餐饮、购物、娱乐等设施。

核心景观区由丁曲核心景观区、八垭山核心景观区、雀儿山核心景观区、纳塔核心景观区、辽西核心景观区 5 个独立区块构成，总面积 54081.96hm²，占公园总面积的 10.11%。丁曲核心景观区位于东北片区西北部，主要资源有山杨林和桦木林集中分布区、中国特有种原始针叶林集中分布区，还有落叶、常绿针叶混交林及高山灌木、高山大草原。八垭山核心景观区位于东北片区西北部，主要资源有山杨林集中分布区，原始针叶林与落叶、常绿针叶混交林及高山灌木、高山大草原。雀儿山核心景观区位于东北片区北部西面雀儿山（公园内）中上部区域，主要资源有原始针叶林与落叶、常绿针叶混交林及高山杜鹃、高山栎、高山大草原。纳塔核心景观区：位于东北片区东南部，主要资源有中国特有种原始针叶林集中分布区，还有落叶、常绿针叶混交林及高山灌木、高山大草原。辽西核心景观区位于东北片区东北部，主要资源有山杨林和桦木林集中分布区、中国特有种原始针叶林集中分布区，还有落叶、常绿针叶混交林及高山灌木、高山大草原。核心景观区的主导功能、作用：为严格保护、生态教育、生态观光体验、科普科研。

2) 一般游憩区

一般游憩区的主体功能是开展森林生态旅游活动，发展森林生态旅游产业，配套建设必须的旅游公路、停车场、游步道、宣教设施、游乐设施及适宜规模的餐饮、购物等设施。

公园一般游憩区面积 342635.95hm²，占公园总面积的 64.09%。包括东北片区（拉龙景区、麻绒景区、赠科景区）271167.07hm²，占公园总面积的 50.72%；西南片区

（盖玉景区） 71467.88hm^2 ，占公园总面积的 13.37%。

拉龙景区位于东北片区西北部，赠曲河下游段及两岸坡面区域，西临金沙江，东接赠科景区，北连德格县，南毗麻绒景区，面积 40897.17hm^2 。景区内天然常绿暗针叶林全域分布，峰岭峡谷险峻、赠曲东西楼贯、人文底蕴深厚、景观资源丰富，有各类景观点 32 个。景区为公园开发森林游憩、避暑游乐主题旅游项目的重点景区。

赠科景区位于公园东北片区北、东部，赠曲河中、上游段及两岸坡面区域，西临德格县、察青松多国家级自然保护区、麻绒景区，东接甘孜、新龙、理塘县，西北连拉龙景区，面积 185269.23hm^2 。景区溪河纵横、沙鲁里山逶迤东界，高原草海、冰川地貌、湖泊湿地广布东部、北部，共有各类景观景点 54 个。景区为公园开发河谷山地运动体验、草甸花海避暑游乐、冰川地貌探秘、民族风俗、宗教文化体验等主题旅游项目的特色景区。

麻绒景区位于东北片区西南部、偶曲中下游及两岸坡面区域，东邻赠科景区，西接白玉县绒盖林场，北连拉龙景区，南界察青松多国家级自然保护区。景区面积 45000.67hm^2 。景区北部壤隆山横贯，东界昌台山纵列，中部偶曲河东西横穿，春秋清澈见底、冬季冰河跑马，阴坡针叶林海壮阔，阳坡川滇高山栎林覆盖。共有各类景观景点 35 个。景区是公园开发偶曲全域植物垂直带谱探索、奇崖断崖观光、溪瀑湖潭游赏、霜林烟霞观赏等主题旅游项目的重点景区。

盖玉景区位于西南片区，东临火龙沟省级自然保护区，西界金沙江河段，北连白玉县绒盖林场，南接巴塘县，面积 71467.88hm^2 。景区内最高海拔 5283m，最低海拔 2640m，相对高差 2643m。景区内山岩父系部落、萨玛王朝和红色文化遗址，历史文化积淀厚重。共有各类景观景点 26 个。景区是公园开发自然-人文科学考察、探险探秘旅游项目的独特景区。

3) 管理服务区

指为满足森林公园管理和旅游接待服务需要而划定的区域。管理服务区主导功能是为公园建设入口管理服务设施、游客中心、停车场和适量住宿、餐饮、购物、游乐设施、公园管理及职工生活用房提供建设场地。

根据公园管理服务需求，划分交玛措、也康、约达、麻绒、盖玉 5 个管理服务区，面积 101.13hm^2 ，其中，东北片区面积 79.12hm^2 （交玛措管理服务区 25.92hm^2 ，也康管理服务区 19.88hm^2 ，约达管理服务区 9.54hm^2 ，麻绒管理服务区 23.78hm^2 ）；西南片区面积 22.01hm^2 （盖玉管理服务区 22.01hm^2 ），占公园总面积的 0.02%。

交玛措管理服务区位于公园东界通连 G317 国道/的 S455 省道（甘白路）西侧，面积 25.92hm^2 。也康管理服务区位于拉龙林场场部，面积 19.88hm^2 。约达管理服务区位于赠科林场废弃林部遗址，面积 9.54hm^2 。麻绒管理服务区位于麻绒林场场部，面积 23.78hm^2 。盖玉管理服务区位于盖玉林场废弃林部遗址，面积 22.01hm^2 。

4) 生态保育区

生态保育区是以生态保护修复为主，基本不开发建设、不对游客开放的区域。主导功能是保护修复森林生态环境、为森林公园长远发展留有一定余地。

生态保育区面积 137806.09hm^2 ，占公园总面积的 25.78%，由卓达拉、壤隆、然章、冷水 4 个独立生态保育区构成。卓达拉生态保育区位于东北片区东北部、卓达拉山西坡，面积 48819.75hm^2 ，占公园总面积的 9.13%。该分区主要资源有原始落叶与常绿针叶混交林、雪山冰湖、高山杜鹃、高山栎、高山大草原。壤隆生态保育区位于东北片区西南部壤隆山西段山脊和南北坡地区，面积 43340.78hm^2 ，占公园总面积的 8.11%。该分区主要资源有原始落叶与常绿针叶混交林、雪山冰湖、高山杜鹃、高山栎、高山大草原。然章生态保育区位于东北片区中部，赠曲右岸山体中上部，主要以然章沟地区为主，面积 30685.19hm^2 ，占公园总面积的 5.74%。该分区主要资源有川滇高山栎林和桦木林集中分布区、中国特有种原始针叶林集中分布区，还有落叶、常绿针叶混交林及高山杜鹃、高山栎、高山大草原。冷水生态保育区位于东北片区西南部，偶曲（阿色湖至麻绒）右岸山体区域，面积 14960.37hm^2 ，占公园总面积的 2.80%。该分区主要资源有山杨林和桦木林集中分布区、中国特有种原始针叶林集中分布区，还有落叶、常绿针叶混交林及高山灌木、高山大草原。

（5）保护对象

该森林公园的保护对象主要包括森林风景资源和生物多样性。

1) 植物资源

A) 森林植物资源

森林公园范围内的主要森林植被类型包括 6 个植被型、8 个群系纲、19 个群系组、31 个群系，有高等植物 257 科，1175 属，1851 种（含亚种、变种、变型）。其中，苔藓植物 46 科 56 属 125 种，蕨类植物 30 科 66 属 188 种，裸子植物 10 科 22 属 37 种，被子植物 171 科 1031 属 1501 种。

森林公园森林植被的一个重要特征是由其特定的纬向地带性、经向地带性决定的森林垂直地带性。公园位于横断山北段-沙鲁里山西坡地带，其森林垂直分布如下：

●海拔 2700m 以下—河谷旱生灌木林带

以耐旱灌木为主,主要有白刺花(*Sophora davidii*)、刺红珠(*Berberis dictyophylla*)、野杏(*Prunus armeniaca* var. *ansu*)、野桃(*Prunus davidiana*)、野花椒(*Zanthoxylum simulans*)、山樱桃(*Prunus serrulata*)、花叶海棠(*Malus transitoria*)等落叶阔叶树种。

●海拔 2700~3200m—亚高山针阔混交林带

针阔混交林中的针叶树种主要是冷杉(*Abies fabri*)、云杉(*Picea asperata*)、高山松(*Pinus densata*)，阔叶树种主要是山杨(*Populus davidiana*)、白桦(*Betula platyphylla*)、高山栎(*Quercus semecarpifolia*)等。

●海拔 3200~4200m—亚高山暗针叶林带

森林以冷杉、云杉形成的亚高山暗针叶林为代表类型。阳坡分布有高山栎林和高山松林。桦木林、山杨林通常是冷、云杉林破坏后的次生类型。

●海拔 4200~4500m—高山灌木林草甸带

以多种常绿杜鹃占优势的群落为灌木林的代表类型，混生有多种落叶灌木。以嵩草和蓼占优势的群落为高山草甸代表类型，混生有大量禾本科(*Poaceae*)、菊科(*Asteraceae*)、毛茛科(*Ranunculaceae*)、豆科(*Fabaceae*)、龙胆科(*Gentianaceae*)等类群的一些高山植物。

●海拔 4500~5000m—流石滩植被带

植物在流石滩地带常生长有稀疏的种子植物之高山种类和地衣类，无明显的群落结构。

●海拔 5000m 以上，终年积雪带，无植物生长。

B) 森林植被景观

森林公园地处“青南藏东川西滇西山原与高山-滇西横断山高山峡谷”地貌区，海拔 2640~5812m，森林植被垂直带谱明显、季相特征鲜明，森林植被景观原始古雅、壮阔多彩。四季应时登上公园山岭、峰顶，均可饱赏春夏花海、金秋彩林、冬雪素裹之林海景观。

森林公园森林植被景观包括阔叶林景观、针叶林景观、灌木林景观和高寒草甸景观。

阔叶林景观：川滇高山栎林、桦木林、山杨林

针叶林景观：高山松林、云杉林、冷杉林、密枝圆柏林。

灌木林景观：常绿阔叶灌木林、落叶阔叶灌木林。

草甸景观：高寒草甸。

C) 植物景观

森林公园境内具有较高美学、生态、科学等价值的植物主要是鳞皮冷杉（*Abies squamata*）、川西云杉（*Picea likiangensis* var. *rubescens*）、川滇高山栎（*Quercus aquifolioides*）、密枝圆柏（*Juniperus convallium*）、雪山杜鹃（*Rhododendron aganniphum*）、野蔷薇（*Rosa multiflora*）、沙棘（*Hippophae rhamnoides*）、红景天（*Rhodiola rosea*）和狼毒（*Stellera chamaejasme*）。

D) 古树名木景观

森林公园境内具有六子同胞杨、枯木梦春、迎客栎、裸岩绿韵、姊妹山杨、千枝樱桃、U 型樱桃、剖心樱桃、奇杨景群、双胞胎圆柏、三子连根柏、巨杨神木、旱柳盆景、高山栎王。

E) 国家重点保护野生植物和菌类

森林公园境内国家重点保护野生植物 5 种野生植物：高寒水韭（*Isoetes hypsophila*）、独叶草（*Kingdonia uniflora*）、芒苞草（*Acanthochlamys bracteata*）、红花绿绒蒿（*Meconopsis punicea*）、羽叶点地梅（*Androsace filicula*）和菌类 2 种：冬虫夏草（*Ophiocordyceps sinensis*）、松口蘑（*Tricholoma matsutake*）。

2) 动物资源

A) 动物种类

森林公园有野生脊椎动物 54 科 276 种。其中，哺乳动物有 18 科 54 种，两栖动物 2 科 6 种，爬行类 4 科 11 种，鸟类 27 科 196 种，鱼类 3 科 9 种。

B) 国家重点保护动物

森林公园及其所在区域有国家重点保护动物 49 种。其中，国家Ⅰ级重点保护野生动物 13 种，国家Ⅱ级重点保护野生动物 36 种。

3) 森林风景资源

A) 自然风景资源

公园的自然风景资源包括地文资源（大尺度山地、山景、奇峰、峡谷、洞府、石林石景、地质遗迹）、水文资源（溪河、湖潭、瀑布跌水、温泉、沼泽湿地）、生物资源（森林、古树名木、珍稀生物、植物生态群落、动物群栖息地、物候季相景观）、天象资源（日月星光、云雾景观、虹霞、季相景观、气候景象、冰雪霜露）等。

B) 人文风景资源

公园的人文景观包括遗址遗迹、建筑与设施、旅游商品和人文活动等。

综上所述，公园的森林风景资源由 2 大类、7 中类、40 小类构成，具有种类多样、构成丰富、分布广泛等特色。

C) 森林景观类型

公园的森林景观由 4 大类群 6 个景观组、26 个景观型构成，包括针叶林景观群、针阔混交林景观群、阔叶林景观群、灌木林景观群 4 大类群，亚热带、热带高山长绿针叶林景观组、亚热带、热带高山常绿针叶与温带落叶阔叶混交林景观组、温带（含暖温带和亚热带山地）落叶阔叶林景观组、亚热带硬叶常绿阔叶林（亚热带硬叶常绿栎林）景观组、常绿阔叶灌木林景观组、落叶阔叶灌木林景观组。

（6）与本项目的位置关系

本项目理塘 500kV 变电站和线路II不涉及森林公园；线路I穿越森林公园一般游憩区总长约 $2 \times 25.9\text{km}$ （双回）+ $2 \times 0.75\text{km}$ （单回），新建铁塔 50 基（其中与四川火龙沟省级自然保护区重叠的铁塔 27 基，新建铁塔 23 基），永久占地面积约 0.92hm^2 （扣除与自然保护区重叠铁塔的占地）。本项目线路穿越的森林公园一般游憩区属于盖玉景区，景观资源主要为云杉林、高山栎林。

7.3.3 四川巴塘姊妹湖国家湿地公园

（1）批复成立情况

2016 年 12 月，国家林业局以林湿发〔2016〕193 号文件正式批准四川巴塘姊妹湖国家湿地公园（试点）建设。

（2）湿地公园地理位置及范围

四川巴塘姊妹湖国家湿地公园（以下简称“湿地公园”）位于四川省巴塘县的东北部，毗邻 318 国道，行政区域归属于四川省巴塘县的德达乡的上德达、中德达、曲呷和吉热四个村落。该湿地公园的地理坐标范围为东经 $99^\circ 28' 30.3''$ 至 $99^\circ 35' 8.0''$ ，北纬 $30^\circ 17' 1.4''$ 至 $30^\circ 22' 55.7''$ 之间。湿地公园总面积 5100.61hm^2 ，海拔范围介于 4170-5300m 之间，海拔高差 1130m。湿地公园东西(最)长约 10.70km，南北(最)宽近 10.98km。

（3）湿地公园性质与主要功能

该湿地公园是以森林、草甸，珍稀动植物及其栖息地为主要保护对象的自然生态系统类保护区。保护功能的定位为物种基因库、水源涵养、水土保持等。

（4）功能区划

湿地公园分为保育区、宣传教育展示兼合理利用区、恢复重建区、管理服务区。

（5）保护对象

该湿地公园以黑颈鹤和高寒水韭等珍稀野生动植物及其栖息地，以及区内大面积的高寒湿地生态系统为主要保护对象。

湿地公园内动植物种类丰富，生物多样性具有特色，区域内高等植物 63 科 183 属 452 种，有国家 I 级重点保护植物 1 种，为高寒水韭；国家 II 级重点保护植物 8 种，为冬虫夏草、大花红景天、长鞭红景天、四裂红景天、水母雪兔子、卷叶贝母、梭砂贝母和西南手参。湿地公园共有脊椎动物 22 目 58 科 163 种，其中国家 I 级重点保护野生动物 12 种，分别为荒漠猫、雪豹、豹、马麝、白唇鹿、斑尾榛鸡、黑颈鹤、胡兀鹫、秃鹫、金雕、白尾海雕、四川温泉蛇，国家 II 级重点保护野生动物包括狼、藏狐、棕熊、石貂、黄喉貂、豹猫、兔狲、毛冠鹿等 29 种。

（6）与本项目的位置关系

本项目线路 I 避让了湿地公园，距离湿地公园边缘直线最近距离约 0.17km。

7.3.4 贡嘎山国家级风景名胜区

（1）批复成立情况

1986 年，四川省人民政府批准设立贡嘎山省级风景名胜区，1988 年国务院批准升级为国家级风景名胜区。

（2）风景名胜区地理位置及范围

贡嘎山国家级风景名胜区位于四川甘孜州康定、泸定、九龙、海螺沟景区管理局境内。风景区总面积 9413.02km²，按行政区域划分，康定市 6150.68km²，泸定县 1373.99km²，九龙县 1888.35km²；按片区划分，贡嘎山片区 9412.94km²，泸定桥片区 0.08km²。贡嘎山片区地理坐标介于东经 101°03'34"~102°12'30"，北纬 28°57'57"~30°24'44"之间；泸定桥片区地理坐标介于东经 102°13'42"~102°13'55"，北纬 29°54'47"~29°54'57"之间。核心景区面积 3061.82km²，占风景区总面积的 32.53%。

（3）风景名胜区性质与主要功能

风景区以“蜀山之王”贡嘎山为核心，以巍峨雄壮的极高山地貌、气势磅礴的现代冰川、举世罕见的滩池红石、灵动秀美的高山湖泊、辽阔秀丽的草甸花海为主要特征，以完整的气候和植被垂直带谱、革命遗迹、雪域温泉、石林石景、珍稀动植物、人文风情等为补充，是集资源保护与培育、科普研学、爱国教育、观光探奇、运动健身、

康养度假、人文风情体验等多种功能为一体的特大型山岳类国家级风景名胜区。

（4）功能区划与保护要求

根据《贡嘎山风景名胜区总体规划（2021-2035 年）》，风景区分为一级、二级和三级保护区，实施分级保护。

1）一级保护区（严格禁止建设范围）

范围：该区包含特别保存区和部分风景游览区。风景游览区有泸定桥桥体区域、雅拉景区雪山区域、塔公景区雪山区域、木格措景区海子及汇水区、伍须海景区海子及至雪山区域、莲花海景区海子及至雪山区域等资源集中的区域，以保护风景区内极高山地貌、冰川、重要高山湖泊等典型景观资源和生态环境为核心。面积为 3061.80 平方公里，占风景区总面积的 32.57%。

保护要求：特别保存区除必需的科研、监测和防护设施外，严禁建设任何建筑设施；严格保护风景资源的真实性和完整性；严格保护贡嘎山、雪山、冰川，加强监测、巡护、管理；在取得相关手续的情况下，允许开展登山探险等活动。风景游览区严格保护风景资源的真实性和完整性；冰川周边允许建设保护性的环保工程；不得安排旅游床位；严格保护重要水体及周边汇水区，禁止与风景保护、风景游赏、内部交通无关的建设与活动进入；泸定桥的保护按照国家和地方相关文物条例和法律规定执行；符合规划的建设项目要严格按照规定程序报批、实施。

2）二级保护区（严格限制建设范围）

范围：该区包括除一级保护区以外的风景游览区和风景恢复区中的泸定桥桥体区域，面积 2349.00 平方公里，占风景区总面积的 24.99%。

保护要求：泸定桥桥体区域按《泸定桥保护规划（2008-2025 年）》要求开展保护恢复工作。风景游赏区内，严禁破坏山体、水体、植被等各种景观元素，保持景观格局的完整；严格限制与风景保护、风景游赏、内部交通无关的建设与活动进入，涉及公路、索道、缆车、大型文化设施、体育设施与游乐设施、宾馆酒店等重大设施的建设在科学论证、设计后，经有关部门批准方可实施；可保留原住民生产、生活场所和设施，对其设施布局、规模和风貌进行严格控制；加强生态环境保育、生态修复，增强水源涵养功能，禁止乱砍滥伐林木。

3）三级保护区（控制建设范围）

范围：除一级、二级保护区以外的其他区域，主要为居民生产生活集中区域及开发利用强度较高的区域，面积 3989.43 平方公里，占风景区总面积的 42.44%。该区包

括发展控制区、旅游服务区和部分风景恢复区。

保护要求：按照国土空间规划调整区内原有土地利用方式与形态，合理安排旅游服务设施和相关建设；游览设施相对集中等涉及较多建设活动的域，编制详细规划并经有关部门批准，设施建设需编制影响评估报告并经有关部门批准后实施；区内建设应控制建设功能、建设规模、建设强度、建筑布局、建筑高度和形式等，并与周边自然环境和历史文化特色相协调；保持文物古迹和景观的完整性与原真性，不得擅自重建、改建、迁移和拆除；保护原住居民生产、生活场所和设施，控制居民设施布局 and 规模，引导散居居民聚居。

(5) 与本项目的位 置关系

本项目线路II避让了风景名胜区，距离风景名胜区边缘直线最近距离约 0.04km。

7.3.5 生态保护红线

四川省人民政府以《关于<甘孜藏族自治州国土空间总体规划（2021—2035 年）>的批复》（川府函〔2024〕70 号）批复了四川省“三区三线”划定成果，根据核实，本项目位于四川省甘孜州白玉县、巴塘县、理塘县、雅江县和康定市境内，根据向甘孜州自然资源和规划局、白玉县自然资源局、巴塘县自然资源局、理塘县自然资源局、雅江县自然资源局和康定市自然资源局核实，新建理塘 500kV 变电站站址不涉及生态保护红线，线路穿越白玉县生态保护红线、巴塘县生态保护红线、理塘县生态保护红线、雅江县生态保护红线，不涉及康定市生态保护红线，详见表 7-4。

表 7-4 本项目穿越的生态保护红线一览表

序号	名称	保护级别	行政区域	主要保护对象	主管部门	建立时间	方位及与本项目最近距离
1	白玉县生态保护红线	省级	白玉县	保护森林、高寒湿地生态系统和野生动植物及其生境，保护冰川，维护生物多样性保护功能；加强草地植被保护，防止草场退化、沙化。	四川省自然资源厅	2018	线路I穿越白玉县生态保护红线长约 26km，涉及铁塔 62 基。
2	巴塘县生态保护红线	省级	巴塘县	保护森林、高寒湿地生态系统和野生动植物及其生境，保护冰川，维护生物多样性保护功能；加强草地植被保护，防止草场退化、沙化。	四川省自然资源厅	2018	线路I穿越巴塘县生态保护红线长约 7.5km，涉及铁塔 16 基。
3	理塘县生态保护红线	省级	理塘县	保护森林、高寒湿地生态系统和野生动植物及其生境，保护冰川，维护生物多样性保护功能；加强草地	四川省自然资源厅	2018	线路I穿越理塘县生态保护红线长约 11.8km，涉及铁塔 28 基；线路II穿越理塘县生态保护红线长约 4.9km，涉及铁塔 12 基。

				植被保护，防止草场退化、沙化。			
4	雅江县生态保护红线	省级	雅江县	加强森林植被及森林生态系统保护，保护湿地和珍稀野生动植物及其生境，维护生态功能；加强干旱河谷和高山峡谷区地质灾害综合整治，防治水土流失。	四川省自然资源厅	2018	线路II穿越雅江县生态保护红线长约 2.5km，涉及铁塔 4 基。

7.4 生态环境现状与评价

7.4.1 评价区陆生植被现状与评价

7.4.1.1 植被样方设置及合理性分析

根据本项目工程特性，结合调查范围、调查对象、地形地貌和植被分布实际情况等因素等选择合适的调查点位进行样方调查。对本项目评价范围内不同行政区域、不同海拔高度、不同生境分布的典型植被类型、植物群落、植物群系、优势物种以及四川火龙沟省级自然保护区、四川沙鲁里山国家森林公园、四川巴塘姊妹湖国家湿地公园、贡嘎山国家级风景名胜区、生态保护红线内的典型植被类型进行了样方调查。根据相关资料的数据解析和现状调查，确定评价范围有针叶林、阔叶林、混交林、灌丛、草丛（甸）5 大类植被型组。本次样方调查的植被类型涵盖了项目评价范围内的主要植被类型，本项目位于山地区域，样方结合坡位、坡向进行布设，尽量兼顾不同海拔段。

HJ19-2022 中规定：陆生一级、二级评价应结合调查范围、调查对象、地形地貌和实际情况选择合适的调查方法。开展样线、样方的数量、长度或面积，涵盖评价范围内不同的植被类型及生境类型，山地区域还应结合海拔段、坡位、坡向进行布设。根据植物群落类型（宜以群系及以下分类单位为调查单元）设置调查样地，**一级评价每种群落类型设置的样方数量不少于 5 个，二级评价不少于 3 个**，调查时间宜选择植物生长旺盛季节。

HJ19-2022 中规定：陆生三级评价现状调查以收集有效资料为主，可开展必要的遥感调查或现场校核。本次评价在收集相关资料的同时也进行了实地踏查，结合遥感影像确定区域植被类型。

本项目样方设置考虑如下因素：

①由于生态影响评价范围较广，因此在设置植被样方时选取了评价范围面积大、广泛分布的代表性植被。

②根据工程特性，本项目属于线性工程，可分段评价，本项目线路穿越了四川火龙沟省级自然保护区、四川沙鲁里山国家森林公园、生态保护红线，且在该区域立塔。

按照 HJ19-2022 要求，穿越四川火龙沟省级自然保护区段为一级评价，穿越四川沙鲁里山国家森林公园、生态红线区域段、评价范围内有四川巴塘姊妹湖国家湿地公园、贡嘎山国家级风景名胜区为二级评价，且红线区域、四川沙鲁里山国家森林公园与四川火龙沟省级自然保护区重叠区域，按照一级评价；其余段为三级。根据 HJ19-2022，三级评价现状调查以收集有效资料为主，因此本项目样方设置在一级、二级评价区域。根据相关资料的数据解析和现状调查，确定一级、二级评价区域主要植被类型有云杉林、冷杉林、华山松林、高山栎林、桦木林、山杨林、云杉+高山栎混交林、矮高山栎灌丛、高山柳灌丛、栒子灌丛、白刺花灌丛、蔷薇灌丛、杜鹃灌丛、小檗灌丛、沙棘灌丛、披碱草草丛、毛莲蒿草丛、四川嵩草草甸、圆穗蓼+高原毛茛草甸等 19 种自然植物群系，共设置样方 191 个，其中针叶林样方 22 个（云杉林样方 11 个、冷杉林样方 8 个、华山松林样方 3 个），阔叶林样方 27 个（桦木林样方 11 个、高山栎林样方 9 个、山杨林样方 7 个）、针阔混交林 5 个（云杉+高山栎混交林 5 个），灌丛样方 93 个（蔷薇灌丛样方 7 个，矮高山栎灌丛样方 12 个、高山柳灌丛样方 9 个、杜鹃灌丛样方 31 个、白刺花灌丛样方 9 个、沙棘灌丛样方 8 个、小檗灌丛样方 9 个、栒子灌丛样方 8 个），草丛、草甸样方 44 个（披碱草草丛样方 5 个、毛莲蒿草丛样方 18 个、四川嵩草草甸样方 9 个、圆穗蓼+高原毛茛草甸样方 12 个）。本项目在一级、二级评价区域样方设置情况满足导则要求“一级评价每种群落类型设置的样方数量不少于 5 个、二级评价每种群落类型设置的样方数量不少于 3 个”。调查时间涵盖了植物生长旺盛季节（2023 年 9 月、2023 年 11 月，2025 年 4 月、2025 年 6 月、2025 年 7 月、2025 年 9 月），以保证样方的代表性。

③根据工程特性，本项目线路穿越四川火龙沟省级自然保护区、四川沙鲁里山国家森林公园、生态保护红线；评价范围内有四川巴塘姊妹湖国家湿地公园、贡嘎山国家级风景名胜区。样方主要设置在生态敏感区内，选取敏感区内较为突出的具有代表性的植被群落进行样方设置。

其中穿越四川火龙沟省级自然保护区区域主要植被类型有云杉林、冷杉林、高山栎林、桦木林、山杨林、云杉+高山栎混交林、矮高山栎灌丛、高山柳灌丛、栒子灌丛、白刺花灌丛、蔷薇灌丛、杜鹃灌丛、小檗灌丛、沙棘灌丛、披碱草草丛、毛莲蒿草丛、四川嵩草草甸、圆穗蓼+高原毛茛草甸等 18 种植物群系，共设置了样方 90 个。穿越四川沙鲁里山国家森林公园区域的主要植被类型有云杉林、冷杉林、高山栎林、桦木林、山杨林、云杉+高山栎混交林、矮高山栎灌丛、高山柳灌丛、栒子灌丛、白刺花灌丛、蔷薇灌丛、杜鹃灌丛、小檗灌丛、沙棘灌丛、披碱草草丛、毛莲蒿草丛、

四川嵩草草甸、圆穗蓼+高原毛茛草甸等 18 种植物群系，共设置了样方 89 个。四川火龙沟省级自然保护区与四川沙鲁里山国家森林公园大部分重合，位于四川火龙沟省级自然保护区与四川沙鲁里山国家森林公园重叠区域样方有 76 个，仅位于四川沙鲁里山国家森林公园样方 13 个。

穿越白玉县、巴塘县和理塘县生态保护红线区域有云杉林、冷杉林、高山栎林、桦木林、山杨林、云杉+高山栎混交林、矮高山栎灌丛、高山柳灌丛、栒子灌丛、白刺花灌丛、蔷薇灌丛、杜鹃灌丛、小檗灌丛、沙棘灌丛、披碱草草丛、毛莲蒿草丛、四川嵩草草甸、圆穗蓼+高原毛茛草甸等 18 种植物群系，共设置了样方 150 个（其中与四川火龙沟省级自然保护区、四川沙鲁里山国家森林公园重叠区域设置样方 94），上述样方在白玉、理塘、巴塘等县级行政区域均有分布。

穿越雅江县生态保护红线区域有毛莲蒿草丛、华山松林、桦木林、冷杉林、杜鹃灌丛、矮高山栎灌丛等 6 种植物群系，共设置了样方 18 个。

此外评价范围内有四川巴塘姊妹湖国家湿地公园、贡嘎山风景名胜区，在评价范围涉及四川巴塘姊妹湖国家湿地公园的区域设置了四川嵩草草甸、云杉林样方共 6 个，在评价范围内涉及贡嘎山风景名胜区设置了杜鹃灌丛、毛莲蒿草丛、圆穗蓼+高原毛茛草甸样方共 9 个，样方具体设置情况见表 7-5、7-5、7-6、7-7。

④样方设置也考虑到各区域地形、地势等制约因素存在，故在样方设置时，尽可能避免在高山峡谷、悬崖峭壁等不适宜样方设置的区域，减少该类型样方点设置数量，在同区域内适宜样方设置区域进行补充，故在不同海拔（3100-4700m）、坡度、坡向的植被，因考虑样方布点的均匀性，针对性地设置样方点。

⑤样方设置兼顾了线路塔基永久占地及临时占地区域。根据现状踏勘以及线路路径、塔基位置与林地一张图叠加，塔基主要涉及到的植物群系有云杉林、冷杉林、桦木林、山杨林、高山栎林，蔷薇灌丛、高山柳灌丛、矮高山栎灌丛、高山柏灌丛。本项目临时占地区包括塔基施工临时占地、人抬便道临时占地、索道站临时占地、跨越场占地、牵张场占地、施工道路等，主要占地类型为林地和草地，选择了具有代表性的植被进行了样方设置。YF-91、YF-99、YF-100 在线路 200m 范围内设置的山杨林样方、矮高山栎样方，YF-93 为在线路 50m 范围内设置的杜鹃灌丛样方。

综上所述，本项目样方设置结合了项目工程特性以及评价范围地形地貌和实际植被分布状况，对广泛分布的植物群落样方设置符合《环境影响评价技术导则生态影响》（HJ19-2022）的要求，样方设置涵盖了项目占地区域（塔基区、塔基施工临时场地区、牵张场、塔施工道路等）及评价范围内的主要植被类型，植物物种涵盖了项目评

价范围内的典型植物群系、植物物种和优势物种，样方设置及调查具有代表性。

表 7-5 本项目植物群落样方情况表

编号	经度	纬度	海拔	群系	备注
YF-6	99.156822	30.629635	3431	矮高山栎灌丛	火龙沟自然保护区、四川沙鲁里山国家森林公园、沙鲁里山生物多样性维护生态保护红线
YF-39	99.095801	30.719447	3369	矮高山栎灌丛	
YF-77	99.040377	30.783282	3301	矮高山栎灌丛	
YF-80	99.052865	30.786547	3921	矮高山栎灌丛	
YF-20	99.143649	30.663479	3808	矮高山栎灌丛	火龙沟自然保护区、沙鲁里山生物多样性维护生态保护红线
YF-91	99.015743	30.790333	3152	矮高山栎灌丛	四川沙鲁里山国家森林公园、沙鲁里山生物多样性维护生态保护红线
YF-125	99.650075	30.269621	4482	矮高山栎灌丛	沙鲁里山生物多样性维护生态保护红线
YF-126	99.635993	30.269444	4545	矮高山栎灌丛	沙鲁里山生物多样性维护生态保护红线
YF-130	99.628213	30.276505	4458	矮高山栎灌丛	沙鲁里山生物多样性维护生态保护红线
YF-12	99.150209	30.639472	3797	白刺花灌丛	火龙沟自然保护区、四川沙鲁里山国家森林公园、沙鲁里山生物多样性维护生态保护红线
YF-45	99.085209	30.731619	3099	白刺花灌丛	
YF-64	99.082062	30.76038	3929	白刺花灌丛	
YF-90	99.022355	30.804002	3545	白刺花灌丛	
YF-35	99.101763	30.710756	3280	白刺花灌丛	火龙沟自然保护区、沙鲁里山生物多样性维护生态保护红线
YF-92	99.016555	30.800663	3156	白刺花灌丛	四川沙鲁里山国家森林公园、沙鲁里山生物多样性维护生态保护红线
YF-116	99.304422	30.36768	4215	白刺花灌丛	沙鲁里山生物多样性维护生态保护红线
YF-117	99.299798	30.372121	3834	白刺花灌丛	
YF-118	99.301547	30.369661	4004	白刺花灌丛	
YF-21	99.139843	30.666302	4055	杜鹃灌丛	火龙沟自然保护区、沙鲁里山生物多样性维护生态保护红线
YF-53	99.083386	30.747092	3541	杜鹃灌丛	火龙沟自然保护区、四川沙鲁里山国家森林公园、沙鲁里山生物多样性维护生态保护红线
YF-66	99.220207	30.58201	3923	杜鹃灌丛	
YF-75	99.057859	30.780793	4057	杜鹃灌丛	
YF-84	99.038776	30.796005	3536	杜鹃灌丛	
YF-93	99.021422	30.786158	3057	杜鹃灌丛	四川沙鲁里山国家森林公园、沙鲁里山生物多样性维护生态保护红线
YF-107	99.306071	30.371805	4196	杜鹃灌丛	沙鲁里山生物多样性维护生态保护红线
YF-108	99.299202	30.367755	4050	杜鹃灌丛	
YF-109	99.295992	30.371631	3949	杜鹃灌丛	
YF-119	99.67686	30.265057	4326	杜鹃灌丛	
YF-120	99.684616	30.254341	4422	杜鹃灌丛	
YF-121	99.669643	30.257275	4424	杜鹃灌丛	
YF-140	99.805169	30.155812	4228	杜鹃灌丛	
YF-141	99.826594	30.146142	4369	杜鹃灌丛	

YF-142	99.823201	30.153153	4238	杜鹃灌丛	
YF-146	99.938364	30.147796	4242	杜鹃灌丛	
YF-147	99.922493	30.144237	4227	杜鹃灌丛	
YF-148	99.906422	30.140715	4189	杜鹃灌丛	
YF-149	100.186813	30.095799	4395	杜鹃灌丛	
YF-150	100.175686	30.097832	4434	杜鹃灌丛	
YF-151	100.171059	30.101414	4459	杜鹃灌丛	
YF-152	100.21543	30.094722	4350	杜鹃灌丛	
YF-153	100.353701	30.097599	4151	杜鹃灌丛	
YF-154	100.365496	30.089724	4220	杜鹃灌丛	
YF-155	100.371991	30.072082	4159	杜鹃灌丛	
YF-7	99.137579	30.631727	3416	高山栎林	火龙沟自然保护区、四川沙鲁里山国家森林公园、沙鲁里山生物多样性维护生态保护红线
YF-14	99.13484	30.645622	3468	高山栎林	
YF-22	99.120517	30.668872	3433	高山栎林	
YF-85	99.022231	30.802012	3504	高山栎林	
YF-15	99.147956	30.646794	3669	高山栎林	火龙沟自然保护区、沙鲁里山生物多样性维护生态保护红线
YF-94	99.021182	30.797279	3260	高山栎林	四川沙鲁里山国家森林公园、沙鲁里山生物多样性维护生态保护红线
YF-104	99.306814	30.357058	4148	高山栎林	沙鲁里山生物多样性维护生态保护红线
YF-105	99.291074	30.366513	3748	高山栎林	
YF-106	99.286177	30.40021	3562	高山栎林	
YF-9	99.162901	30.634135	3585	高山柳灌丛	火龙沟自然保护区、四川沙鲁里山国家森林公园
YF-19	99.131801	30.655821	3435	高山柳灌丛	火龙沟自然保护区、沙鲁里山生物多样性维护生态保护红线
YF-27	99.107435	30.686072	3236	高山柳灌丛	火龙沟自然保护区、四川沙鲁里山国家森林公园、沙鲁里山生物多样性维护生态保护红线
YF-54	99.093343	30.751038	3450	高山柳灌丛	
YF-79	99.044378	30.78654	3585	高山柳灌丛	
YF-95	99.067261	30.755695	3286	高山柳灌丛	四川沙鲁里山国家森林公园
YF-122	99.63676	30.278334	4428	高山柳灌丛	沙鲁里山生物多样性维护生态保护红线
YF-123	99.621161	30.268548	4593	高山柳灌丛	
YF-124	99.648111	30.263368	4539	高山柳灌丛	
YF-8	99.156743	30.63221	3462	桦木林	火龙沟自然保护区、四川沙鲁里山国家森林公园、沙鲁里山生物多样性维护生态保护红线
YF-11	99.134655	30.635047	3343	桦木林	
YF-16	99.12999	30.647547	3223	桦木林	
YF-58	99.07861	30.753663	3599	桦木林	
YF-59	99.085215	30.755436	3700	桦木林	火龙沟自然保护区、四川沙鲁里山国家森林公园
YF-113	99.293875	30.37747	3578	桦木林	沙鲁里山生物多样性维护生态保护红线
YF-114	99.289757	30.415864	3922	桦木林	
YF-115	99.295095	30.372888	3888	桦木林	
YF-1	99.226695	30.571975	4254	冷杉林	火龙沟自然保护区、四川沙鲁里山国家森林公园、沙鲁里山生物多样性维护生态保护红线
YF-5	99.210939	30.608447	4155	冷杉林	
YF-40	99.088806	30.719524	3179	冷杉林	

YF-48	99.095737	30.732898	3494	冷杉林	保护红线
YF-81	99.050725	30.788585	3705	冷杉林	
YF-4	99.129002	30.649441	3220	毛莲蒿草丛	火龙沟自然保护区、四川沙鲁里山国家森林公园、沙鲁里山生物多样性维护生态保护红线
YF-23	99.134708	30.669265	3945	毛莲蒿草丛	火龙沟自然保护区、沙鲁里山生物多样性维护生态保护红线
YF-49	99.102125	30.736797	3704	毛莲蒿草丛	火龙沟自然保护区、四川沙鲁里山国家森林公园、沙鲁里山生物多样性维护生态保护红线
YF-57	99.08847	30.753485	3780	毛莲蒿草丛	
YF-69	99.063468	30.769178	3762	毛莲蒿草丛	
YF-96	99.035678	30.779304	3120	毛莲蒿草丛	四川沙鲁里山国家森林公园、沙鲁里山生物多样性维护生态保护红线
YF-143	99.835778	30.144663	4259	毛莲蒿草丛	沙鲁里山生物多样性维护生态保护红线
YF-144	99.834426	30.142987	4262	毛莲蒿草丛	
YF-145	99.833266	30.140743	4279	毛莲蒿草丛	
YF-156	100.37886	30.074611	4371	毛莲蒿草丛	
YF-157	100.371238	30.084708	4110	毛莲蒿草丛	
YF-158	100.356305	30.092902	4171	毛莲蒿草丛	
YF-2	99.161402	30.6334	3519	披碱草草丛	火龙沟自然保护区、四川沙鲁里山国家森林公园
YF-51	99.077157	30.747961	3549	披碱草草丛	火龙沟自然保护区、四川沙鲁里山国家森林公园、沙鲁里山生物多样性维护生态保护红线
YF-71	99.053543	30.77074	3498	披碱草草丛	
YF-73	99.061789	30.775961	3990	披碱草草丛	
YF-88	99.022576	30.801441	3491	披碱草草丛	
YF-17	99.147172	30.649462	3933	蔷薇灌丛	火龙沟自然保护区、沙鲁里山生物多样性维护生态保护红线
YF-26	99.126108	30.685236	3893	蔷薇灌丛	
YF-29	99.101096	30.696096	3288	蔷薇灌丛	火龙沟自然保护区、四川沙鲁里山国家森林公园、沙鲁里山生物多样性维护生态保护红线
YF-32	99.096324	30.705481	3440	蔷薇灌丛	
YF-82	99.090545	30.735839	3425	蔷薇灌丛	
YF-97	99.047001	30.766795	3007	蔷薇灌丛	四川沙鲁里山国家森林公园、沙鲁里山生物多样性维护生态保护红线
YF-98	99.06606	30.752009	3302	蔷薇灌丛	
YF-31	99.102502	30.703076	3182	沙棘灌丛	火龙沟自然保护区、四川沙鲁里山国家森林公园、沙鲁里山生物多样性维护生态保护红线
YF-44	99.088592	30.728825	3258	沙棘灌丛	
YF-55	99.075821	30.749314	3604	沙棘灌丛	
YF-76	99.050723	30.781093	3772	沙棘灌丛	
YF-87	99.143888	30.660869	3673	沙棘灌丛	火龙沟自然保护区、沙鲁里山生物多样性维护生态保护红线
YF-127	99.658202	30.26632	4408	沙棘灌丛	沙鲁里山生物多样性维护生态保护红线
YF-128	99.656486	30.275257	4435	沙棘灌丛	
YF-129	99.629511	30.271792	4546	沙棘灌丛	
YF-25	99.106172	30.685094	3290	山杨林	火龙沟自然保护区、四川沙鲁里山国家森林公园、沙鲁里山生物多样性维护生态保护红线
YF-43	99.08591	30.725099	3184	山杨林	
YF-46	99.09297	30.732568	3445	山杨林	

					保护红线
YF-30	99.111831	30.700844	3562	山杨林	火龙沟自然保护区、沙鲁里山生物多样性维护生态保护红线
YF-34	99.111475	30.71042	3706	山杨林	
YF-99	99.021764	30.788089	2982	山杨林	四川沙鲁里山国家森林公园
YF-100	99.013819	30.795921	2944	山杨林	四川沙鲁里山国家森林公园
YF-3	99.23849	30.580062	4770	四川嵩草草甸	火龙沟自然保护区、沙鲁里山生物多样性维护生态保护红线
YF-13	99.135257	30.640113	3214	四川嵩草草甸	火龙沟自然保护区、四川沙鲁里山国家森林公园、沙鲁里山生物多样性维护生态保护红线
YF-36	99.096138	30.711949	3088	四川嵩草草甸	
YF-50	99.063162	30.774305	3925	四川嵩草草甸	
YF-72	99.057814	30.774638	3828	四川嵩草草甸	
YF-101	99.057843	30.755787	3006	四川嵩草草甸	四川沙鲁里山国家森林公园
YF-28	99.116671	30.693684	3672	小檗灌丛	火龙沟自然保护区、沙鲁里山生物多样性维护生态保护红线
YF-41	99.102379	30.719666	3265	小檗灌丛	火龙沟自然保护区、四川沙鲁里山国家森林公园、沙鲁里山生物多样性维护生态保护红线
YF-70	99.105485	30.68679	3270	小檗灌丛	
YF-83	99.023936	30.802201	3489	小檗灌丛	
YF-86	99.150295	30.641022	3875	小檗灌丛	
YF-102	99.052399	30.761381	3017	小檗灌丛	四川沙鲁里山国家森林公园
YF-134	99.653139	30.272454	4456	小檗灌丛	沙鲁里山生物多样性维护生态保护红线
YF-135	99.625235	30.274241	4518	小檗灌丛	
YF-136	99.627732	30.265398	4580	小檗灌丛	
YF-10	99.150587	30.634792	3288	栒子灌丛	火龙沟自然保护区、四川沙鲁里山国家森林公园、沙鲁里山生物多样性维护生态保护红线
YF-33	99.100781	30.706276	3210	栒子灌丛	
YF-37	99.099222	30.713759	3286	栒子灌丛	
YF-42	99.089814	30.723202	3112	栒子灌丛	
YF-68	99.05707	30.766423	3462	栒子灌丛	
YF-131	99.658636	30.258824	4496	栒子灌丛	沙鲁里山生物多样性维护生态保护红线
YF-132	99.615174	30.274117	4560	栒子灌丛	
YF-133	99.666228	30.266523	4354	栒子灌丛	
YF-18	99.127807	30.650586	3253	圆穗蓼+高原毛茛草甸	火龙沟自然保护区、四川沙鲁里山国家森林公园、沙鲁里山生物多样性维护生态保护红线
YF-38	99.093966	30.71549	3145	圆穗蓼+高原毛茛草甸	
YF-56	99.083176	30.753129	3736	圆穗蓼+高原毛茛草甸	
YF-74	99.059178	30.779105	4057	圆穗蓼+高原毛茛草甸	
YF-24	99.129116	30.680341	3837	圆穗蓼+高原毛茛草甸	火龙沟自然保护区、沙鲁里山生物多样性维护生态保护红线
YF-103	99.090787	30.737896	3488	圆穗蓼+高原毛茛草甸	四川沙鲁里山国家森林公园
YF-137	99.809352	30.165659	4217	圆穗蓼+高原毛茛草甸	沙鲁里山生物多样性维护生态保护红线
YF-138	99.815003	30.146769	4252	圆穗蓼+高原毛茛草甸	
YF-139	99.835222	30.135	4402	圆穗蓼+高原毛茛草甸	
YF-47	99.085643	30.732681	3112	云杉+高山栎混交林	火龙沟自然保护区、四川沙

YF-52	99.085116	30.732497	3101	云杉+高山栎混交林	鲁里山国家森林公园、沙鲁里山生物多样性维护生态保护红线
YF-63	99.062234	30.760004	3356	云杉+高山栎混交林	
YF-78	99.040036	30.783065	3287	云杉+高山栎混交林	
YF-89	99.025764	30.801875	3375	云杉+高山栎混交林	
YF-60	99.061127	30.760342	3314	云杉林	火龙沟自然保护区、四川沙鲁里山国家森林公园、沙鲁里山生物多样性维护生态保护红线
YF-61	99.06163	30.759955	3339	云杉林	
YF-62	99.060728	30.760854	3341	云杉林	
YF-65	99.060139	30.760875	3321	云杉林	
YF-67	99.061537	30.760337	3336	云杉林	
YF-110	99.293854	30.409599	3984	云杉林	沙鲁里山生物多样性维护生态保护红线
YF-111	99.29333	30.38155	3755	云杉林	
YF-112	99.316716	30.35524	4422	云杉林	
YF-179	99.512828	30.287016	4238	云杉林	四川巴塘姊妹湖国家湿地公园
YF-189	99.508095	30.287825	4204	云杉林	
YF-190	99.491349	30.295011	4501	云杉林	
YF-177	99.496228	30.294853	4442	四川嵩草草甸	沙鲁里山生物多样性维护生态保护红线、四川巴塘姊妹湖国家湿地公园
YF-178	99.505178	30.288487	4186	四川嵩草草甸	四川巴塘姊妹湖国家湿地公园
YF-191	99.493685	30.295167	4475	四川嵩草草甸	四川巴塘姊妹湖国家湿地公园
YF-159	100.384332	30.06844	4334	毛莲蒿草丛	大雪山生物多样性维护-水土保持生态保护红线
YF-160	100.390424	30.077352	4486	毛莲蒿草丛	
YF-161	100.384631	30.076731	4423	毛莲蒿草丛	
YF-162	101.171373	30.052451	3861	华山松林	
YF-163	101.171632	30.046231	3952	华山松林	
YF-164	101.181921	30.038607	4199	华山松林	
YF-165	101.176959	30.038553	4106	桦木林	
YF-166	101.177228	30.039553	4057	桦木林	
YF-167	101.178493	30.039714	3963	桦木林	
YF-168	101.166289	30.040111	3943	冷杉林	
YF-169	101.175741	30.045155	3938	冷杉林	
YF-170	101.166033	30.045349	3740	冷杉林	
YF-171	100.382483	30.071257	4362	杜鹃灌丛	
YF-172	100.382846	30.07671	4469	杜鹃灌丛	
YF-173	100.38322	30.077673	4497	杜鹃灌丛	
YF-174	101.183287	30.037632	4263	矮高山栎灌丛	
YF-175	101.183579	30.037832	4243	矮高山栎灌丛	
YF-176	101.183817	30.038045	4237	矮高山栎灌丛	
YF-180	101.584689	29.967064	3555	杜鹃灌丛	贡嘎山风景名胜区分区
YF-182	101.585177	29.970404	3476	杜鹃灌丛	
YF-188	101.583516	29.966347	3559	杜鹃灌丛	
YF-181	101.585336	29.968548	3508	毛莲蒿草丛	
YF-186	101.58519	29.972245	3478	毛莲蒿草丛	
YF-187	101.585635	29.969251	3498	毛莲蒿草丛	
YF-183	101.582804	29.973932	3477	圆穗蓼+高原毛茛草甸	
YF-184	101.585419	29.971154	3478	圆穗蓼+高原毛茛草甸	
YF-185	101.584318	29.973307	3505	圆穗蓼+高原毛茛草甸	

7.4.1.2 植被类型的划分

(1) 评价区植物多样性与区系

1) 维管束植物组成

根据现场调查与资料分析,本项目评价区域主要维管束植物 87 科 334 属 860 种:其中(蕨类植物采用秦仁昌分类系统 1978,裸子植物采用郑万均分类系统 1961,被子植物采用哈钦松分类系统 1981)蕨类植物共有 10 科 14 属 33 种,占总科数的 11.49%,总属数的 4.19%,总种数的 3.84%;裸子植物 2 科 6 属 17 种,占评价区域总科数的 2.3%,总属数的 1.8%,总种数的 1.98%;被子植物物种数最多,共有 75 科 314 属 810 种,占评价区域总科数的 86.21%,总属数的 94.01%,总种数的 94.19%。

表 7-6 本项目评价区维管植物组成统计表

门类		科数	科所占比例(%)	属数	属所占比例(%)	种数	种所占比例(%)
蕨类植物		10	11.49	14	4.19	33	3.84
种子植物	裸子植物	2	2.3	6	1.8	17	1.98
	被子植物	75	86.21	314	94.01	810	94.18
合计		87	100	334	100	860	100

从科来分析,14 个科含 20 种以上,包括菊科(*Asteraceae*)、禾本科(*Poaceae*)、蔷薇科(*Rosaceae*)、毛茛科(*Ranunculaceae*)、杜鹃花科(*Ericaceae*)、伞形科(*Umbelliferae*)、唇形科(*Lamiaceae*)、十字花科(*Brassicaceae*)、蝶形花科(*Papilionaceae*)、莎草科(*Cyperaceae*)、蓼科(*Polygonaceae*)、忍冬科(*Caprifoliaceae*)、龙胆科(*Gentianaceae*)、列当科(*Orobanchaceae*);9 个科含 10-19 种;16 个科含 5-9 种;2-4 种的科有 31 科;单种科有 17 个科,如碗蕨科(*Dennstaedtiaceae*)、苋科(*Amaranthaceae*)、青葙叶科(*Helwingiaceae*)、叶下珠科(*Phyllanthaceae*)等,其中数量 ≥ 20 种的科为评价区的优势科,占调查陆生植物物种的 59.65%。

表 7-6 维管束植物科统计表

类型	科数	科比例(%)	属数	属比例(%)	种数	种比例(%)
≥ 20 种	14	16.09	193	57.78	513	59.65
10-19 种	9	10.34	43	12.87	133	15.47
5-9 种	16	18.39	37	11.08	104	12.09
2-4 种	31	35.63	44	13.17	93	10.81
单种	17	19.55	17	5.09	17	1.98
合计	87	100	334	100	860	100

从属来分析,属含 10 种以上的多种属 11 个,包括杜鹃花属(*Rhododendron*)、藁草属(*Carex*)、马先蒿属(*Pedicularis*)、蒿属(*Artemisia*)、小檗属(*Berberis*)、紫菀属(*Aster*)、龙胆属(*Gentiana*)、铁线莲属(*Clematis*)、柳属(*Salix*)、虎耳草属(*Saxifraga*)、蔷薇属(*Rosa*),6-9 种的中等属 19 个,共 142 种;含 2-4 种

的寡种属 144 个，共 408 种；单种属有 160 个。评价区的单种属在该区域总属数所占比例为 18.6%，说明评价区种子植物属组成较丰富和复杂，也和评价区的地理环境等因素息息相关（见下表）。

表 7-7 维管束植物属统计表

类型	属数	属比例(%)	种数	种比例(%)
多种属(≥10 种)	11	3.29	150	17.44
中等属(6-9 种)	19	5.69	142	16.51
寡种属(2-5 种)	144	43.12	408	47.44
单种属	160	47.9	160	18.61
合计	334	100	860	100

2) 植物区系

植物区系是在长期的地质历史过程中形成的，是植物群体及其周围的自然地理环境，特别是在自然历史条件的综合作用下长期演化的结果。通过植物区系成分的分析，可掌握该区域植物区系的组成和占优势科、属植物的组成，并通过与全世界、全国及周边区域植物区系成分的比较，明确该区域植物区系在全国植物区系中的特定地位。

在植物分类学上，属的形态特征相对稳定，并占有比较稳定的分布区；在演化过程中，随环境条件的变化而产生分化，表现出明显的地区性差异。同时，每一个属所包含的种常具有同一起源和相似的进化趋势。所以属比科更能反映植物系统发育过程中的进化与分化情况和地区特征。

根据《中国种子植物属的分布区类型》（吴征镒，1991），对评价区 320 属种子植物进行归类统计，分成 15 个分布类型，见表 7-7。

表 7-7 本项目评价区种子植物属的分布区类型和变型

分布区类型及变型	属数	占属总数比例(%)	物种数	占种总数比例(%)
1. 世界分布	56	17.50	179	21.64
热带分布小结（2-7）	33	10.31	49	5.93
2. 泛热带分布及其变型	20	6.25	34	4.11
3. 热带亚洲和热带美洲间断分布	2	0.63	3	0.36
4. 旧世界热带分布及其变型	2	0.63	2	0.24
5. 热带亚洲至热带大洋州分布及其变型	2	0.63	3	0.36
6. 热带亚洲至热带非洲分布及其变型	5	1.56	5	0.60
7. 热带亚洲分布及其变型	2	0.63	2	0.24
温带分布小结（8-11，14）	225	70.31	593	71.70
8. 北温带分布及其变型	146	45.63	446	53.93
9. 东亚和北美洲间断分布及其变型	13	4.06	21	2.54
10. 旧世界温带分布及其变型	38	11.88	75	9.07
11. 温带亚洲分布	5	1.56	10	1.21
14. 东亚分布及其变型	23	7.19	41	4.96

地中海、泛地中海分布小结（12、13）	4	1.25	4	0.48
12.地中海区、西亚至中亚分布及其变型	2	0.63	2	0.24
13.中亚分布及其变型	2	0.63	2	0.24
15.中国特有分布	2	0.63	2	0.24
合计	320	100	827	100

由表 7-7 可知，评价区的种子植物属共有 15 个分布区类型，其中世界分布属 56 属，占总属数的 17.5%；热带分布属 33 属（2-7 型），占总属数的 10.31%；温带分布属 225 属，占总属数的 70.31%；中国特有属 2 属，占总属数的 0.63%。种子植物属的区系统计显示，温带分布属所占总属数的比例超过 50%，优势地位明显，同时世界分布属也占有一定比例。川西高原的植物区系格局本质是“高海拔筛选”与“区系迁移”的结果：寒冷、多风、强辐射的气候筛选出温带适应性类群；泛北极植物区的区位让温带成分持续输入；青藏高原隆起的地质历史则彻底重塑了区系基底。这种以温带成分为主的特征，既体现了区域生态的独特性，也反映了植物与环境长期协同进化的必然。

（2）评价区植被类型结构及分布特征

根据《四川植被》中的分区系统，评价区属于“II 川西高山峡谷山原针叶林地带；II-B 川西山原针叶林、灌丛、草甸亚带；II-B1 川西山原植被地区；II-B1（3）沙鲁里山北部植被小区”。沙鲁里山北部植被小区位于川西山原植被地区中部偏西，其界线东接大雪山西坡南段植被小区；西界金沙江；南连沙鲁里山南部植被小区；北沿雅江县的普巴绒转西北经新龙县的拉日玛，切割雅砻江，由通宵转北，沿素龙山山脊西行，在德格县白垭附近接金沙江，与雅砻江中游鲜水河植被小区相连，包括：理塘等县的全部，白玉、新龙、雅江、稻城、乡城、巴塘等县的部分。

评价区内植被类型的划分按照《中国植被》分类系统，参考《四川植被》的划分方法，进行植被类型的划分，包括植被型组、植被型、群系组和群系（相当于群落类型）四个层次。结合野外调查资料、整理出的样方调查资料，对本项目生态评价区的植被进行分类；凡建群种生活型相近，群落外貌相似的植物群落联合的建群植物，对水热条件、生态关系一致组成的植物群落联合成为植被型组（Vegetationtype），是分类系统中的高级单位，用I、II、III、.....符号表示；在植被型组之下，设立植被型（Vegetationsubtype），作为植被型组的辅助单位，用一、二、三、.....符号表示；植被亚型以下，凡建群种亲缘关系近似（同属或相近属），生活型近似，生态特点相同的植物群落联合为群系组（Formationgroup），属群系以上的辅助单位，用（一）、（二）（三）.....符合表示；凡建群种和共建群种相同的植被群落联合为群系

（Formation），是分类系统中的中级单位，用 1，2，3.....符号表示。本项目生态环境评价区域人口密度低，垦殖指数低，植被主要为自然植被。经实地调查与查阅相关资料，评价区域自然植被包括 6 个植被型组，10 个植被型，15 个植被亚型，21 个群系。本项目生态环境评价区域植被型及植物种类详见表 7-8。

表 7-8 本项目生态环境评价区植被型及植物种类

植被型组	植被型	植被亚型	群系	分布区域		样方设置
				分布区县	评价区域	
I.针叶林	一、寒温性针叶林	（一）寒温性常绿针叶林	1.冷杉林群系	白玉县、巴塘县、理塘县、雅江县、康定市	分布于本项目一级、二级、三级评价区域 分布于海拔 2600-4000m 的阴坡或半阴坡，	8
			2.云杉林群系	白玉县、巴塘县、雅江县、康定市	分布于本项目一级、二级、三级评价区域 评价区片状分布	11
	二、温性针叶林	（二）温性常绿针叶林	3.华山松林群系	白玉县、理塘县、雅江县、康定市	分布于本项目一级、二级、三级评价区域 评价区广泛分布	3
II.阔叶林	三、常绿阔叶林	（三）山地常绿阔叶林	4.高山栎林群系	白玉县、巴塘县、理塘县	分布于本项目一级、二级、三级评价区域 评价区片状分布	9
	四、落叶阔叶林	（四）山地落叶阔叶林	5.桦木林群系	白玉县、巴塘县、理塘县、雅江县、康定市	分布于本项目一级、二级、三级评价区域 分布于海拔 2800-3700m 的山坡及沟谷	11
		（五）山地山杨林	6.山杨林群系	白玉县、巴塘县、理塘县、康定市	分布于本项目一级、二级、三级评价区域 评价区半阳坡或阳坡片状分布，在河岸两侧片状分布	7
III.针阔混交林	五、山地针阔混交林	（六）针叶-常绿阔叶混交林	7.云杉+高山栎混交林	白玉县、巴塘县、理塘县	分布于本项目一级、二级、三级评价区域 散生分布在海拔	5

植被型组	植被型	植被亚型	群系	分布区域		样方设置
				分布区县	评价区域	
					3000-3800m 的局部地区	
		(七) 针叶-落叶阔叶混交林	8.云杉+桦木混交林	巴塘县、理塘县、雅江县、康定市	分布于三级评价区域散生分布在海拔3000-3800m 的局部地区	/
IV.灌丛	六、常绿阔叶灌丛	(八) 寒温性常绿阔叶灌丛	9.杜鹃灌丛群系	白玉县、巴塘县、理塘县、雅江县、康定市	分布于本项目一级、二级、三级评价区域评价区广泛分布	31
		(九) 硬叶常绿灌丛	10.矮矮高山栎灌丛群系	白玉县、巴塘县、理塘县、雅江县、康定市	分布于本项目一级、二级、三级评价区域评价区广泛分布	12
	七、落叶阔叶灌丛	(十) 高寒落叶灌丛	11.高山柳灌丛群系	白玉县、巴塘县、理塘县、雅江县、康定市	分布于本项目一级、二级、三级评价区域评价区块状分布	9
		(十一) 温性落叶阔叶灌丛	12.蔷薇灌丛群系	白玉县、巴塘县、理塘县、雅江县、康定市	分布于本项目一级、二级、三级评价区域评价区块状分布	7
			13.川西白刺花灌丛群系	白玉县、巴塘县、理塘县、雅江县、康定市	分布于本项目一级、二级、三级评价区域评价区块状分布	9
			14.小檗灌丛群系	白玉县、巴塘县、雅江县、康定市	分布于本项目一级、二级、三级评价区域评价区块状分布	9
			15.构子灌丛群系	白玉县、巴塘县、雅江县、康定市	分布于本项目一级、二级、三级评价区域评价区块状分布	8
			16.沙棘灌丛群系	白玉县、巴塘县、理塘县、雅江县、康定	分布于本项目一级、二级、三级评价区域	8

植被型组	植被型	植被亚型	群系	分布区域		样方设置
				分布区县	评价区域	
				市	评价区块状分布	
V.草本植被 (草地)	八、草丛	(十二) 暖温带旱生草丛	17.毛莲蒿草丛群系	白玉县、巴塘县、理塘县、雅江县、康定市	分布于本项目一级、二级、三级评价区域评价区块状分布	18
		(十三) 丛生禾草原	18.披碱草草丛	白玉县、巴塘县、理塘县、雅江县、康定市	分布于本项目一级、二级、三级评价区域评价区块状分布	5
	九、草甸	(十四) 高寒草甸	19.圆穗蓼+高原毛茛草甸群系	白玉县、巴塘县、理塘县、雅江县、康定市	分布于本项目一级、二级、三级评价区域在高海拔区域片状分布	12
			20.四川嵩草草甸群系	白玉县、巴塘县、理塘县、雅江县、康定市	分布于本项目一级、二级、三级评价区域在高海拔区域片状分布	9
VI农业植被	十.一年一熟粮食作物及经济作物	(十五) 粮食作物	21.栽培植被	白玉县、巴塘县、雅江县、康定市	在宅基地四周片状分布	

表 7-9 评价范围内不同敏感区区域主要自然植被类型

生态敏感区名称	植被类型（植物群系）	面积（hm ² ）
四川火龙沟省级自然保护区 （19 种自然植物群系）	矮高山栎灌丛	340.65
	白刺花灌丛	286.04
	杜鹃灌丛	685.60
	高山栎林	320.67
	高山柳灌丛	175.90
	华山松林	2.13
	桦木林	43.01
	冷杉林	1493.67
	毛莲蒿草丛	53.32
	披碱草草丛	62.75
	蔷薇灌丛	121.87
	沙棘灌丛	308.85
	山杨林	6.72
	四川嵩草草甸	63.95
	小檗灌丛	98.90
	栒子灌丛	128.36
	圆穗蓼+高原毛茛草甸	46.75
	云杉+高山栎混交林	4.22
	云杉林	4.75
	栽培植被	78.71
	其他	56.77
	水域	20.11
小计		4403.68
四川沙鲁里山国家森林公园 （19 种自然植物群系）	矮高山栎灌丛	404.60
	白刺花灌丛	199.88
	杜鹃灌丛	912.07
	高山栎林	278.97
	高山柳灌丛	243.07
	华山松林	2.13
	桦木林	70.18
	冷杉林	1650.84
	毛莲蒿草丛	72.21
	披碱草草丛	85.14
	蔷薇灌丛	254.03
	沙棘灌丛	468.51
	山杨林	16.54
	四川嵩草草甸	84.71
	小檗灌丛	242.84
	栒子灌丛	231.50
	圆穗蓼+高原毛茛草甸	62.38
	云杉+高山栎混交林	26.17
	云杉林	119.59
	栽培植被	174.40
	其他	142.69
	水域	34.36
小计		5776.80
沙鲁里山生物多样性维 护生态保护红线 （19 种自然植物群系）	矮高山栎灌丛	556.37
	白刺花灌丛	387.60
	杜鹃灌丛	2864.23

	高山栎林	582.88
	高山柳灌丛	280.66
	华山松林	2.13
	桦木林	92.43
	冷杉林	1530.16
	毛莲蒿草丛	589.84
	披碱草草丛	87.62
	蔷薇灌丛	252.20
	沙棘灌丛	669.89
	山杨林	7.86
	四川嵩草草甸	70.71
	小檗灌丛	279.09
	栒子灌丛	326.80
	圆穗蓼+高原毛茛草甸	297.55
	云杉+高山栎混交林	25.13
	云杉林	404.67
	栽培植被	46.94
	其他	74.46
	水域	21.28
	小计	9450.48
大雪山生物多样性维护 -水土保持生态保护红 线 (6种自然植物群系)	矮高山栎灌丛	0.05
	杜鹃灌丛	0.17
	华山松林	133.86
	桦木林	1.58
	冷杉林	86.09
	毛莲蒿草丛	98.07
小计		319.82
四川巴塘姊妹湖国家湿 地公园	四川嵩草草甸	12.58
	其他	0.01
小计		12.59
贡嘎山风景名胜区 (3种自然植物群系)	杜鹃灌丛	5.69
	毛莲蒿草丛	3.16
	圆穗蓼+高原毛茛草甸	5.97
	栽培植被	4.40
	其他	0.26
小计		19.47

（1）冷杉林（Form. *Abies fabri*）

冷杉林在评价区分布较为普遍，在海拔 2600-4000m 的阴坡或半阴坡均有分布，常形成连续而集中的单层纯林。群落外貌深绿色，林木组成以冷杉（*Abies fabri*）为优势种，除了冷杉外，还有岷江冷杉（*Abies faxoniana*）。常见伴生种有铁杉（*Tsuga chinensis*）、云杉（*Picea asperata*）等，郁闭度 0.5-0.65 左右，平均高度可达 23m；第二亚层主要由桦木（*Betula spp*）、长尾槭（*Acer caudatum*）、高山栎（*Quercus semecarpifolia*）等组成，郁闭度 0.2-0.3 左右，平均高 15-17m。

林下灌木层植物以矮高山栎（*Quercus monimotricha*）、野蔷薇（*Rosa multiflora*）、杜鹃（*Rhododendron spp*）、小叶栒子（*Cotoneaster microphyllus*）最为常见，高度 1.5-3.5m，盖度 40-65%左右，此外可见有掌叶悬钩子（*Rubus pentagonus*）、钝齿花楸（*Sorbus helenae*）、刚毛忍冬（*Lonicera hispida*）、挂苦绣球（*Hydrangea xanthoneura*）等，盖度 40%-50%。

草本层可见沿阶草（*Ophiopogon bodinieri*）、山酢浆草（*Oxalis acetosella subsp. griffithii*）、掌裂蟹甲草（*Parasenecio palmatisectus*）、延龄草（*Trillium tschonoskii*）、细柄草（*Capillipedium parviflorum*）等喜阴湿草本植物，盖度在 60%以上。

（2）云杉林（Form. *Picea asperata*）

评价区云杉林分布也较多，云杉种类主要有云杉（*Picea asperata*）、川西云杉（*Picea likiangensis var. rubescens*）、鳞皮云杉（*Picea retroflexa*）等。该群落外貌深绿色，林冠参差不齐，最高可达 30m，总郁闭度 0.7 左右。群落的植物种类十分丰富，结构复杂。乔木层的常绿树种主要以云杉、川西云杉、鳞皮云杉为优势种，其次还出现有油麦吊云杉（*Picea brachytyla var. complanata*）、冷杉（*Abies fabri*）、川滇高山栎（*Quercus aquifolioides*）等；也混生有少量落叶乔木如白桦（*Betula platyphylla*）、红桦（*Betula albosinensis*）、山杨（*Populus davidiana*）等。

灌木层盖度 40-50%，高 1-3m，常见有杜鹃（*Rhododendron spp*）、矮高山栎（*Quercus monimotricha*）、小叶栒子（*Cotoneaster microphyllus*）、华西蔷薇（*Rosa moyesii*），悬钩子属的黄果悬钩子（*Rubus xanthocarpus*）、掌叶悬钩子（*Rubus pentagonus*），青荚叶（*Helwingia japonica*）、西南花楸（*Sorbus rehderiana*）、鬼箭锦鸡儿（*Caragana jubata*）、沙棘（*Hippophae rhamnoides*）以及长尾槭（*Acer caudatum*）等乔木层优势树种的更新幼苗亦常见。

草本层盖度 20%-30%，主要有较耐荫的高山瓦韦（*Lepisorus eilophyllus*）、矮生

嵩草(*Carex alatauensis*)、川滇薹草(*Carex schneideri*)、野青茅(*Deyeuxia arundinacea*)、长芒草(*Stipa bungeana*)、管花鹿药(*Smilacina henryi*)、粗齿铁线莲(*Clematis argentea*)、掌裂蟹甲草(*Parasenecio palmatisectus*)、偏花报春(*Primula secundiflora*)、山酢浆草(*Oxalis acetosella subsp. griffithii*)等。

(3) 华山松林 (Form.*Pinus armandi*)

评价区落叶松林分布也较多，云杉种类主要有高山松(*Pinus densata*)、华山松(*Pinus armandi*)等。该群落外貌深绿色，林冠参差不齐，最高可达 30m，总郁闭度 0.7 左右。群落的植物种类十分丰富，结构复杂。乔木层的常绿树种主要以华山松、高山松为优势种，其次还出现有云杉(*Picea asperata*)、冷杉(*Abies fabri*)、川滇高山栎(*Quercus aquifolioides*)等；也混生有少量落叶乔木如白桦(*Betula platyphylla*)、红桦(*Betula albosinensis*)、山杨(*Populus davidiana*)等。

灌木层盖度 40-50%，高 1-3m，常见有杜鹃(*Rhododendron spp.*)、矮高山栎(*Quercus monimotricha*)、小叶栒子(*Cotoneaster microphyllus*)、华西蔷薇(*Rosa moyesii*)，悬钩子属的黄果悬钩子(*Rubus xanthocarpus*)、掌叶悬钩子(*Rubus pentagonus*)，青荚叶(*Helwingia japonica*)、西南花楸(*Sorbus rehderiana*)、鬼箭锦鸡儿(*Caragana jubata*)、沙棘(*Hippophae rhamnoides*)以及长尾槭(*Acer caudatum*)等乔木层优势树种的更新幼苗亦常见。

草本层盖度 20%-30%，主要有较耐荫的高山瓦韦(*Lepisorus eilophyllus*)、矮生嵩草(*Carex alatauensis*)、川滇薹草(*Carex schneideri*)、野青茅(*Deyeuxia arundinacea*)、长芒草(*Stipa bungeana*)、管花鹿药(*Smilacina henryi*)、粗齿铁线莲(*Clematis argentea*)、掌裂蟹甲草(*Parasenecio palmatisectus*)、偏花报春(*Primula secundiflora*)、山酢浆草(*Oxalis acetosella subsp. griffithii*)等。

(4) 高山栎林 (Form.*Quercus semicarpifolia*)

栎树为喜光性树种，不耐庇荫，但耐水湿。深根性，主、侧根均发达，在评价区广泛分布，河谷山地、高原山区段均有分布。优势种栎树主要有川滇高山栎(*Quercus aquifolioides*)、高山栎(*Quercus semicarpifolia*)，栎树高约 9m 左右，平均胸径约 11cm 左右，林冠郁闭度约为 0.55 左右。伴生树有桦木(*Betula spp.*)、冷杉(*Abies fabri*)、云杉(*Picea asperata*)等。

林下灌木较少，偶见种有多花勾儿茶(*Berchemia floribunda*)、矮高山栎(*Quercus monimotricha*)、高山柳(*Salix takasagoalpina*)、高山绣线菊(*Spiraea alpina*)、西

南花楸(*Sorbus rehderiana*)、黄果悬钩子(*Rubus xanthocarpus*)等,群落盖度在 20-40% 左右。

草本有委陵菜(*Potentilla chinensis*)、细叶卷柏(*Selaginella labordei*)、高山瓦韦(*Lepisorus eilophyllus*)、草玉梅(*Anemone rivularis*)、千里光(*Senecio scandens*)、早熟禾(*Poa spp*)、高原毛茛(*Ranunculus tanguticus*)、山薊菜(*Eutrema yunnanense*)等,盖度为 50-65%左右。

(5) 桦木林 (Form. *Betula spp*)

桦木林在评价区分布于海拔 2800-3700m 的山坡及沟谷,桦木林夏季外貌为暗绿色,到秋季变为金黄色,林冠很整齐,评价区内的桦树以白桦(*Betula platyphylla*)、和糙皮桦(*Betula utilis*)也有分布但数量相对较少。群落外貌夏季暗绿色,林冠较整齐,总郁闭度 0.6~0.7,桦木高 14~20m,最高 25m,胸径 20~35cm。常见的乔木还有川西云杉(*Picea likiangensis var. rubescens*)、鳞皮云杉(*Picea retroflexa*)、冷杉(*Abies fabri*)、岷江冷杉(*Abies faxoniana*)、高山栎(*Quercus semicarpifolia*)等。

灌木层盖度一般在 20~30%,常见种类有秀雅杜鹃(*Rhododendron concinnum*)、尖叶栒子(*Cotoneaster acuminatus*)、高山杜鹃(*Rhododendron lapponicum*)、野蔷薇(*Rosa multiflora*)、华西蔷薇(*Rosa moyesii*)等。

草本植物主要有掌裂蟹甲草(*Parasenecio palmatisectus*)、禾叶风毛菊(*Saussurea graminea*)、糙野青茅(*Deyeuxia scabrescens*)、高原天名精(*Carpesium lipskyi*)、小舌紫菀(*Aster albescens*)、川西火绒草(*Leontopodium wilsonii*)、琉璃草(*Cynoglossum zeylanicum*)、高大鹿药(*Smilacina atropurpurea*)、矮生嵩草(*Carex alatauensis*)等,总盖度在 20%左右。

(6) 山杨林 (Form. *Populus davidiana*)

山杨林多生于阳坡或半阳坡,常见于针叶林(冷杉、云杉林)采伐迹地、火烧迹地或林缘。山杨林乔木层以山杨(*Populus davidiana*)为建群种,其他乔木树种分布较少,偶见少量白桦、华山松混生,乔木层郁闭度为 0.55。

灌木层盖度一般在 20~30%,常见种类有秀雅杜鹃(*Rhododendron concinnum*)、尖叶栒子(*Cotoneaster acuminatus*)、高山杜鹃(*Rhododendron lapponicum*)、野蔷薇(*Rosa multiflora*)、华西蔷薇(*Rosa moyesii*)等。

草本植物主要有掌裂蟹甲草(*Parasenecio palmatisectus*)、禾叶风毛菊(*Saussurea graminea*)、糙野青茅(*Deyeuxia scabrescens*)、高原天名精(*Carpesium lipskyi*)、

小舌紫菀(*Aster albens*)、川西火绒草(*Leontopodium wilsonii*)、琉璃草(*Cynoglossum zeylanicum*)、高大鹿药(*Smilacina atropurpurea*)、矮生嵩草(*Carex alataensis*)等，总盖度在 20%左右。

(7) 云杉+高山栎混交林 (Form.*Picea asperata*+*Quercus semicarpifolia*)

该群落在评价区散生分布在海拔 3000-3800m 的局部地区，林冠参差不齐。总郁闭度为 0.6-0.7 左右，高 15-28m。在该种森林群落结构的乔木层中，乔木层主要由和云杉(*Picea asperata*)和高山栎(*Quercus semicarpifolia*)组成。此外，还有糙皮桦(*Betula utilis*)、白桦(*Betula platyphylla*)、等其他落叶树种。

灌木层总盖度为 45-55%左右，高 1.2-3m，常见有刚毛忍冬(*Lonicera hispida*)、野蔷薇(*Rosa multiflora*)、高山绣线菊(*Spiraea alpina*)和小叶栒子(*Cotoneaster microphyllus*)等。

草本层总盖度为 30-40%，常见木里薹草(*Carex muliensis*)、异针茅(*Stipa aliena*)、矮羊茅(*Festuca coelestis*)、鹿蹄草(*Pyrola calliantha*)、山蓼(*Oxyria digyna*)等。此外还有犬问荆(*Equisetum palustre*)、石松(*Lycopodium japonicum*)等部分蕨类植物。

(8) 云杉+桦木混交林 (Form.*Picea asperata*+*Betula spp*)

该群落广泛分布于评价区，林冠参差不齐。总郁闭度为 0.55-0.65 左右，高 12-25m。在该种森林群落结构的乔木层中，乔木层主要由云杉(*Picea asperata*)、红桦(*Betula albosinensis*)、冷杉(*Abies fabri*)和白桦(*Betula platyphylla*)组成，另有高山栎(*Quercus semicarpifolia*)、华山松(*Pinus armandii*)以及糙皮桦(*Betula utilis*)、红麸杨(*Rhus punjabensis var. sinica*)等其他树种。

灌木层总盖度为 45%左右，高 1.2-3.5m，常见有毛喉杜鹃(*Rhododendron cephalanthum*)、毛花忍冬(*Lonicera trichosantha*)、多花勾儿茶(*Berchemia floribunda*)、高山绣线菊(*Spiraea alpina*)、高山柳(*Salix takasagoalpina*)和川滇小檗(*Berberis jamesiana*)等。

草本层总盖度在 30%左右，常见暗绿紫堇(*Corydalis melanochlora*)、多花碎米荠(*Cardamine multiflora*)、毛莲蒿(*Artemisia vestita*)、铁线莲(*Clematis spp*)、头花蓼(*Polygonum capitatum*)、狼毒(*Stellera chamaejasme*)、西南草莓(*Fragaria moupinensis*)、路边青(*Geum aleppicum*)、冷蒿(*Artemisia frigida*)、灰苞蒿(*Artemisia roxburghiana*)、毛连菜(*Picris hieracioides*)等。

（9）杜鹃灌丛（Form. *Rhododendron spp*）

杜鹃在评价区较高海拔散生分布，成优势种的群落不多，主要有高山杜鹃（*Rhododendron lapponicum*）、雪层杜鹃（*Rhododendron nivale*）、大白杜鹃（*Rhododendron decorum*）、毛喉杜鹃（*Rhododendron cephalanthum*）等。该群落外貌灰绿色至深绿色，丛灌整齐、密集，盖度 65%左右。灌丛一般高 20~70 厘米。灌木层除杜鹃外，还有少量的高山绣线菊（*Spiraea alpina*）、红毛花楸（*Sorbus rufopilosa*）、西南花楸（*Sorbus rehderiana*）、针刺悬钩子（*Rubus pungens*）等伴生种。

灌丛下的草本植物生长稀疏低矮，并多生于丛间空旷处，总盖度 40%左右。常见种主要为禾草，群落高度 40cm 左右。主要种类有丝叶薹草（*Carex capilliformis*）、小花剪股颖（*Agrostis micrantha*）、细叶芨芨草（*Achnatherum chingii*）、早熟禾（*Poa annua*）、高山羊茅（*Festuca arioides*）、落芒草（*Piptatherum munroi*）、丝颖针茅（*Stipa capillacea*）等。

（10）矮高山栎灌丛（Form. *Salix takasagoalpina*）

栎灌丛在评价区海拔 3000~4000m 之间分布较多，土壤为山地褐土、山地棕壤土，一般较干燥贫瘠。群落外貌深绿色，密集低矮，丛冠平整。灌木层总盖度 80%左右，除占绝对优势的矮高山栎（*Quercus monimotricha*）外，伴生的灌木还有堆花小檗（*Berberis aggregata*）、西南花楸（*Sorbus rehderiana*）、华西蔷薇（*Rosa moyesii*）、宝兴茶藨子（*Ribes moupinense*）、毛序小檗（*Berberis trichiata*）、高山柳（*Salix takasagoalpina*）、野蔷薇（*Rosa multiflora*）、尖叶栒子（*Cotoneaster acuminatus*）等。

草本植物生长稀疏，总盖度 30%左右，常见的草本植物主要有窄沿沟草（*Catabrosa aquatica var. angusta*）、丝颖针茅（*Stipa capillacea*）、林地早熟禾（*Poa nemoralis*）、矮羊茅（*Festuca coelestis*）、糙野青茅（*Deyeuxia scabrescens*）、流苏虾脊兰（*Calanthe alpina*）、管花鹿药（*Maianthemum henryi*）、高原香薷（*Elsholtzia feddei*）、牛尾蒿（*Artemisia dubia*）、千里光（*Senecio scandens*）、川西火绒草（*Leontopodium wilsonii*）等。

（11）高山柳灌丛（Form. *Salix takasagoalpina*）

高山柳灌丛群落外貌夏季呈绿色，丛冠参差不齐，呈团状镶嵌。结构简单，分层明显，可分为灌木层和草本层。灌木层总盖度 60%。群落中还有沙棘（*Hippophae rhamnoides*）、挂苦绣球（*Hydrangea xanthoneura*）、多花勾儿茶（*Berchemia floribunda*）、

高山绣线菊(*Spiraea alpina*)、小叶栒子(*Cotoneaster microphyllus*)、川滇小檗(*Berberis jamesiana*)、腹毛柳(*Salix delavayana*)等。

组成该类型草本层的植物种类也较丰富，其盖度约 50%左右，这些种类由于受环境阴湿的影响，一般植株都生长纤细，柔软。主要种类有天胡荽(*Hydrocotyle sibthorpioides*)、鹿蹄草(*Pyrola calliantha*)、大叶茜草(*Rubia schumanniana*)、小舌紫菀(*Aster albescens*)、微孔草(*Microula sikkimensis*)、高原香薷(*Elsholtzia feddei*)、拂子茅(*Calamagrostis epigeios*)等。

(12) 蔷薇灌丛 (Form.*Rosa spp*)

该群落外貌秋初呈深绿色，灌丛低矮成团状，无明显层次，总盖度 50~70%，常见种包括华西蔷薇(*Rosa moyesii*)、野蔷薇(*Rosa multiflora*)、扁刺峨眉蔷薇(*Rosa omeiensis f. pteracantha*)等，伴生种主要有小叶栒子(*Cotoneaster microphyllus*)、黄果悬钩子(*Rubus xanthocarpus*)、西南花楸(*Sorbus rehderiana*)、堆花小檗(*Berberis aggregata*)、川滇小檗(*Berberis jamesiana*)、高山柳(*Salix takasagoalpina*)、平枝栒子(*Cotoneaster horizontalis*)、川西锦鸡儿(*Caragana erinacea*)、宝兴茶藨子(*Ribes moupinense*)、沙棘(*Hippophae rhamnoides*)等种类组成。

灌丛下的草本植物生长稀疏低矮，并多生于丛间空旷处，总盖度 40%左右。常见种主要为禾草，群落高度 40cm 左右。主要种类有丝叶藁草(*Carex capilliformis*)、小花剪股颖(*Agrostis micrantha*)、细叶芨芨草(*Achnatherum chingii*)、早熟禾(*Poa annua*)、高山羊茅(*Festuca arioides*)、落芒草(*Piptatherum munroi*)、丝颖针茅(*Stipa capillacea*)等。

(13) 川西白刺花灌丛 (Form.*Sophora davidii*)

川西白刺花灌丛主要分布于干旱河谷、山地阳坡及沙化阶地。在岷江上游干旱河谷集中于 1600-2100 米，而在白玉至巴塘的高海拔干旱区域可达 3900 米。

以川西白刺花(*Sophora davidii*)为绝对优势种，占灌木层生物量的 70%以上。受干旱胁迫影响，株高通常为 1-2 米，在湿润微生境中可达 2.5 米。灌丛层盖度为 30%-60%。灌木层常见半生植物有虎榛子(*Ostryopsis davidiana*)、沙棘(*Hippophae rhamnoides*)等灌木。

草本层以川甘亚菊(*Ajania potaninii*)、戟叶火绒草(*Leontopodium dedekensii*)、针茅(*Stipa spp.*)、隐子草(*Cleistogenes spp.*)为主，盖度约 20%-40%。

(14) 小檗灌丛 (Form.*Berberis spp*)

该灌丛多在评价范围白玉县段分布于山地阳坡，群落外貌绿色，多刺，成团块状，一般盖度 60%左右，高 1m~2m。群落内堆花小檗（*Berberis aggregata*）、毛序小檗（*Berberis trichiata*）、川滇小檗（*Berberis jamesiana*）、刺红珠（*Berberis dictyophylla*）等为优势种，其他常见伴生种有小叶栒子（*Cotoneaster microphyllus*）、矮高山栎（*Quercus monimotricha*）、黄果悬钩子（*Rubus xanthocarpus*）、西南花楸（*Sorbus rehderiana*）、刺鼠李（*Rhamnus dumetorum*）等。

草本层发育微弱、种类稀少，盖度小，约为 20%左右。常见的有矮泽芹（*Chamaesium paradoxum*）、矮蒿（*Artemisia lancea*）、冷蒿（*Artemisia frigida*）、毛莲蒿（*Artemisia vestita*）、小舌紫菀（*Aster albescens*）、钉柱委陵菜（*Potentilla saundersiana*）、矮火绒草（*Leontopodium nanum*）、葱状灯心草（*Juncus allioides*）等。

（15）栒子灌丛（Form. *Cotoneasterspp*）

栒子在评价区较高海拔散生分布，成优势种的群落不多，主要有小叶栒子（*Cotoneaster microphyllus*）、匍匐栒子（*Cotoneaster adpressus*）、尖叶栒子（*Cotoneaster acuminatus*）、散生栒子（*Cotoneaster divaricatus*）等。该群落外貌淡绿色至深绿色，丛灌整齐、密集，盖度 65%左右。灌丛一般高 20~70 厘米。灌木层除栒子外，还有少量的高山绣线菊（*Spiraea alpina*）、红毛花楸（*Sorbus rufopilosa*）、西南花楸（*Sorbus rehderiana*）、掌叶悬钩子（*Rubus pentagonus*）、野蔷薇（*Rosa multiflora*）等伴生种。

草本层发育微弱、种类稀少，盖度小，约为 25%左右。常见的有珠芽蓼（*Polygonum viviparum*）、高山大戟（*Euphorbia stracheyi*）、多花马先蒿（*Pedicularis floribunda*）、委陵菜（*Potentilla chinensis*）、冷蒿（*Artemisia frigida*）、钉柱委陵菜（*Potentilla saundersiana*）、密花香薷（*Elsholtzia densa*）、葱状灯心草（*Juncus allioides*）、川滇薹草（*Carex schneideri*）、高山嵩草（*Carex parvula*）、戟叶垂头菊（*Cremanthodium potaninii*）、戟叶火绒草（*Leontopodium dedekensii*）等。

（16）沙棘灌丛（Form. *Hippophae rhamnoides*）

沙棘灌丛在评价区域广泛分布，集中于湿润河谷、沙化草地与山地坡谷两类生境。沙棘（*Hippophae rhamnoides*）为单优种，占灌木层生物量的 80% 以上，河谷湿润区株高 2-3 米，沙化干旱区因风蚀胁迫降至 1.5-2 米。灌木层常见伴生植物有高山柳（*Salix cupularis*）、金露梅（*Potentilla fruticosa*）、绣线菊（*Spiraea spp.*）、蔷薇（*Rosa spp.*）等耐寒灌木。

草本层以高山嵩草（*Kobresia pygmaea*）、四川嵩草（*K. setchwanensis*）、针茅（*Stipa spp.*）、冷蒿（*Artemisia frigida*）为主，盖度约 30%-50%。

（17）毛莲蒿草丛（Form.*Artemisia vestita*）

植被群落属于毛莲蒿草丛，群落以毛莲蒿（*Artemisia vestita*）为优势种，主要分布于评价区荒草地、道路旁，草本层零散分布有冷蒿（*Artemisia frigida*）、高山羊茅（*Festuca arioides*）、披碱草（*Elymus dahuricus*）、高原早熟禾（*Poa alpigena*）、藏芨芨草（*Achnatherum duthiei*）、无毛肺筋草（*Ainsliaea glabra*）、多花马先蒿（*Pedicularis floribunda*）、禾叶风毛菊（*Saussurea graminea*）、戟叶火绒草（*Leontopodium dedekensii*）、粗齿铁线莲（*Clematis grandidentata*）、甘川铁线莲（*Clematis akebioides*）等其他草本植物，草本层总盖度约 65%左右。

（18）披碱草草丛（Form.*Elymus dahuricus*）

植被群落属于披碱草草丛，群落以披碱草（*Elymus dahuricus*）为优势种，主要分布于评价区荒草地、道路旁，草本层零散分布有冷蒿（*Artemisia frigida*）、高山羊茅（*Festuca arioides*）、短颖鹅观草（*Elymus burchan-buddae*）、高原早熟禾（*Poa alpigena*）、藏芨芨草（*Achnatherum duthiei*）、多花马先蒿（*Pedicularis floribunda*）、禾叶风毛菊（*Saussurea graminea*）、戟叶火绒草（*Leontopodium dedekensii*）、粗齿铁线莲（*Clematis grandidentata*）、甘川铁线莲（*Clematis akebioides*）等其他草本植物，草本层总盖度约 65%左右。

（19）圆穗蓼+高原毛茛草甸（Form.*Bistorta macrophylla*+*Ranunculus tanguticus*）

该草甸类型集中分布于白玉、巴塘、理塘、雅江、康定等区域的高山宽谷、盆地边缘及山地阴坡。圆穗蓼（*Bistorta macrophyllum*）占群落生物量的 40%-60%，通过密集的根状茎形成连片斑块。高原毛茛（*Ranunculus tanguticus*）占生物量 30%-50%，黄色花朵与圆穗蓼形成鲜明对比。圆穗蓼株高通常为 10-25 厘米；高原毛茛因肉质茎支撑，株高略高，为 15-30 厘米，花期后倒伏形成地被层。

草本层主要伴生种有高山嵩草（*Kobresia pygmaea*）、四川嵩草（*K. setchwanensis*），占群落生物量的 10%-15%，在土壤贫瘠区成为优势补充种。甘青乌头（*Aconitum tanguticum*）、蓝翠雀花（*Delphinium coeruleum*），点缀于圆穗蓼斑块间。矮金莲花（*Trollius farreri*）、星状风毛菊（*Saussurea stella*），与高原毛茛形成花色互补。

（20）四川嵩草草甸（Form.*Carex setschwanensis*）

四川嵩草草甸是川西高原典型的高寒草甸类型，在白玉、巴塘等区域的高海

拔地带广泛分布。

四川嵩草（*Carex setschwanensis*）作为群落的绝对优势种，占生物量的60%-80%，通过密集的分蘖形成单优势种群落。受低温和短生长季限制，四川嵩草的株高仅5-15厘米，整体形成低矮平整的“草毡层”群落总盖度高达70%-90%，密集的植株几乎覆盖地表，仅在土壤裸露的局部区域盖度降至50%以下。

伴生植物有嵩草属近缘种：线叶嵩草（*K. capillifolia*）等，在土壤肥力较低的区域比例增加，与四川嵩草形成互补。其他物种有黄总花草（*Spenceria ramalana*）、雪白委陵菜（*Potentilla nivea*）、华扁穗草（*Blysmus sinocompressus*）、扁囊苔草（*Carex coriophora*）等。

（21）栽培植被

该区域主要包括农田植被，其中栽培植被主要为作物，主要包括青稞等粮食作物，多为一年一熟类型，群落结构简单，生物多样性较低。

（3）工程直接占地区域植被类型及植物资源

本项目占地分为永久占地和临时占地，永久占地区域主要为新建理塘变电站占地和塔基占地等，区域占地类型主要为林地和草地，占地区域主要植被主要有冷杉、云杉、白桦、高山栎、矮高山栎、杜鹃、蔷薇、小檗等乔木、灌木以及毛莲蒿、铁线莲（*Clematis florida*）、嵩草（*Kobresia*）、野青茅（*Deyeuxia arundinacea* var. *arundinacea*）、高山羊茅、草玉梅（*Anemone rivularis*）、银莲花（*Anemone cathayensis*）、高原毛茛、委陵菜、火绒草、风毛菊、马先蒿、早熟禾、剪股颖等草本植物。

本项目临时占地区域主要包括塔基临时施工占地、牵张场占地、施工道路占地、索道站占地等。用地类型主要为林地以及少量草地，占地区域主要植物有冷杉、云杉、白桦、川滇高山栎、山杨、槭树、花楸、华山松等乔木，矮高山栎、高山柳、蔷薇、杜鹃、小檗、沙棘、栒子、忍冬等灌丛以及高山羊茅、披碱草、早熟禾、凌风草、芨芨草、高山嵩草、无毛肺筋草、马先蒿、风毛菊、火绒草、铁线莲等草本植物。

表 7-9 项目占地区域植被类型及植物资源

工程占地		占地区域主要植被类型及植物种类
永久占地	新建理塘变电站占地、塔基占地	主要植被类型：四川嵩草草甸、圆穗蓼+高原毛茛草甸、毛莲蒿草丛、披碱草草丛、云杉林、桦木林、杜鹃灌丛、蔷薇灌丛 植物种类：冷杉、云杉、川西云杉、白桦、红桦、高山栎、矮高山栎、杜鹃、蔷薇、小檗、毛莲蒿、铁线莲、嵩草、野青茅、高山羊茅、草玉梅、银莲花、毛茛、委陵菜、火绒草、风毛菊、马先蒿、早熟禾、剪股颖、细叶卷柏、高山瓦韦、圆穗蓼、株芽蓼、高原毛茛等

临时占地	塔基施工临时占地、牵张场、临时道路、索道站临时占地、跨越施工场等。	主要植被类型：云杉林、矮高山栎灌丛、杜鹃灌丛、桦木林、四川嵩草草甸、圆穗蓼+高原毛茛草甸、毛莲蒿草丛、披碱草草甸 植物种类：冷杉、云杉、白桦、川滇高山栎、山杨、槭树、花楸、华山松、矮高山栎、高山柳、蔷薇、杜鹃、小檗、沙棘、栒子、忍冬、高山羊茅、披碱草、早熟禾、四川嵩草、高山嵩草、圆穗蓼、株芽蓼、高原毛茛风毛菊、火绒草、铁线莲等

7.4.1.3 四川火龙沟省级自然保护区内植被类型结构及分布特征

根据《四川火龙沟省级自然保护区总体规划》（2011-2020 年）以及林业等相关资料，自然保护区共统计出高等植物 100 科、318 属、678 种。其中，苔藓植物 8 科、8 属、11 种；蕨类植物 9 科、13 属、17 种；裸子植物 3 科、6 属、16 种；被子植物 80 科、291 属、634 种。保护区的种子植物 83 科，占全国的 29.86%，占四川的 43.46%；种子植物 297 属，占全国的 9.99%，占四川的 19.77%；种子植物 650 种，占全国的 2.65%，占四川的 7.60%。有国家级保护及 CITES 附录植物 16 种，分别隶属于 4 科、8 属。植物区系具有成分复杂、以温带成分为主、起源古老、地域性及特有现象明显、过渡性与替代现象突出等特点。

本项目线路 I 穿越四川火龙沟省级自然保护区，穿越段属于实验区，穿越段海拔在 3000m 以上，评价区内植物群系为冷杉林群系、云杉林群系、华山松林群系、高山栎林群系、桦木林群系、山杨林群系、云杉+高山栎混交林、云杉+桦木混交林、杜鹃灌丛群系、矮高山栎灌丛群系、高山柳灌丛群系、蔷薇灌丛群系、川西白刺花灌丛群系、小檗灌丛群系、栒子灌丛群系、沙棘灌丛群系、毛莲蒿草丛群系、披碱草草甸群系、圆穗蓼+高原毛茛草甸群系、四川嵩草草甸群系等 20 种自然植物群系，均为当地常见植被群系。

依据《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 2021 年第 15 号）、《金上~湖北±800kV 特高压直流输电工程环境影响报告书》等资料核实，本项目评价范围内分布有国家重点保护的野生植物 2 种：桃儿七（*Sinopodophyllum hexandrum*）、独叶草（*Kingdonia uniflora*）和野生真菌 2 种：松口蘑、虫草，均位于四川火龙沟省级自然保护区内。

7.4.1.4 四川沙鲁里山国家森林公园内植被类型结构及分布特征

根据《四川沙鲁里山国家森林公园总体规划（2022-2031）》以及林业等相关资料，四川沙鲁里山国家森林公园内植被丰富，植被类型复杂，其植物区系为“III 东亚植物区—IIIE 中国-喜马拉雅植物亚区-IIIE14 横断山脉地区-IIIE14c 北横断山脉亚地区”。森林公园范围内的主要森林植被类型包括 6 个植被型、8 个群系纲、19 个群系

组、31 个群系。海拔 2700m 以下为河谷旱生灌木林带，以耐旱灌木为主，主要有白刺花、刺红珠、野杏、野桃、野花椒、山樱桃、花叶海棠等落叶阔叶树种；海拔 2700~3200m 为亚高山针阔混交林带，针阔混交林中的针叶树种主要是冷杉、云杉、高山松，阔叶树种主要是山杨、白桦、高山栎等；海拔 3200~4200m 为亚高山暗针叶林带，森林以冷杉、云杉形成的亚高山暗针叶林为代表类型，阳坡分布有高山栎林和高山松林。桦木林、山杨林通常是冷、云杉林破坏后的次生类型；海拔 4200~4500m 为高山灌木林草甸带，以多种常绿杜鹃占优势的群落为灌木林的代表类型，混生有多种落叶灌木，以嵩草和藜占优势的群落为高山草甸代表类型，混生有大量禾本科、菊科、毛茛科、豆科、龙胆科等类群的一些高山植物；海拔 4500~5000m 为流石滩植被带，植物在流石滩地带常生长有稀疏的种子植物之高山种类和地衣类，无明显的群落结构；海拔 5000m 以上为终年积雪带，无植物生长。森林公园及其所在区域内，有高等植物 257 科，1175 属，3084 种（含亚种、变种、变型）。其中，苔藓植物 46 科 56 属 209 种，蕨类植物 30 科 66 属 313 种，裸子植物 10 科 22 属 61 种，被子植物 171 科 1031 属 2501 种。据《甘孜藏族自治州国家重点保护植物识别手册》（甘孜藏族自治州林业科学研究所），森林公园境内国家重点保护野生植物和菌类共有 7 种，其中国家Ⅰ级重点保护野生植物 2 种，国家Ⅱ级重点保护野生植物 3 种，国家Ⅱ级重点保护野生菌类 2 种。

本项目线路Ⅰ穿越四川沙鲁里山国家森林公园，穿越段属于一般游憩区中的盖玉景区，其森林风景资源在区域分布广泛，主要景观斑块类型为针叶林、阔叶林、针阔混交林、灌丛、草地。线路Ⅰ穿越森林公园段海拔在 3000m 以上，评价区内植物群系为冷杉林群系、云杉林群系、华山松林群系、高山栎林群系、桦木林群系、山杨林群系、云杉+高山栎混交林、云杉+桦木混交林、杜鹃灌丛群系、矮高山栎灌丛群系、高山柳灌丛群系、蔷薇灌丛群系、川西白刺花灌丛群系、小檗灌丛群系、栒子灌丛群系、沙棘灌丛群系、毛莲蒿草群系、披碱草草群系、圆穗蓼+高原毛茛草甸群系、四川嵩草草甸群系等 20 种自然植物群系，均为当地常见植被群系。

7.4.1.5 四川巴塘姊妹湖国家湿地公园植被类型结构及分布特征

四川巴塘姊妹湖国家湿地公园的植被主要以湿地植物群落为主，主要有北方雪层杜鹃灌丛、眼子菜湿地草甸、四川嵩草草甸、西藏嵩草草甸等。

本项目线路Ⅰ避让了湿地公园，距离湿地公园边缘直线最近距离约 0.17km，评价范围涉及湿地公园面积较小，其植被类型主要为云杉林和四川嵩草草甸，其中云杉林

虽然不为湿地公园的主要植被类型，但是在评价范围涉及到湿地公园的范围，分布面积相对较大。

7.4.1.6 贡嘎山国家级风景名胜区植被类型结构及分布特征

根据《贡嘎山风景名胜区总体规划（2021-2035 年）》以及林业等相关资料，贡嘎山风景名胜区占地面积大、区内海拔跨越大，植被丰富，植被类型复杂。但本项目线路Ⅱ避让了风景名胜区，距离风景名胜区边缘直线最近距离约 0.04km，仅评价范围涉及到风景名胜区，涉及风景名胜区面积较小。本项目评价范围内风景名胜区植被主要类型有圆穗蓼+高原毛茛草甸、毛莲蒿草丛、杜鹃灌丛。

7.4.1.7 生态保护红线内植被类型结构及分布特征

本项目线路所穿越的生态保护红线大部分除与四川火龙沟省级自然保护区、四川沙鲁里山国家森林公园范围重叠外，其余区域均为当地常见植被群系，均为当地常见植被群系，均为当地常见植被群系。

7.4.1.8 评价区重要植物物种

根据《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 2021 年第 15 号）、《四川省人民政府关于发布<四川省重点保护野生动物名录><四川省重点保护野生植物名录>的通知》（川府函〔2024〕14 号）、《四川火龙沟省级自然保护区功能区调整综合论证报告（送审稿）》（2024 年）、《四川沙鲁里山国家森林公园总体规划（2022-2031 年）》、《金上~湖北±800kV 特高压直流输电工程环境影响报告书》、《金上±800kV 特高压直流送端帮果换流站 500kV 配套线路工程建设对四川火龙沟省级自然保护区自然资源、自然生态系统和主要保护对象影响评价报告》以及林业等相关资料核实，**本项目评价范围内分布有国家Ⅱ级重点保护的野生植物 2 种（桃儿七、独叶草），国家Ⅱ级重点保护的野生真菌 2 种（松口蘑、虫草（冬虫夏草），未纳入评价区维管束植物名录中）。**项目评价范围内无省级重点保护野生植物；依据《全国古树名木普查建档技术规定》核实，**本项目评价范围内无古树名木分布；**根据调查访问结合资料文献，依据《中国生物多样性红色名录》核实，项目评价范围内**共有 251 种中国特有种植物**，见表 7-10，**无极小种群野生植物。**

表 7-10 野生植物重要物种调查结果统计表

序号	物种名称	拉丁名	保护级别	濒危等级	特有种（是/否）	极小种群野生植物（是/否）	分布区域	资料来源	工程占用情况（是/否）
真菌									
1	松口蘑	<i>Tricholoma matsutake</i>	国家 II 级	VU	/	/	主要分布在 3000~4000m 地带	①②	否
2	虫草（冬虫夏草）	<i>Ophiocordyceps sinensis</i>	国家 II 级	VU	/	/	生于海拔 3000-4000m 的高寒山区，主要生于草原、河谷、草丛的土壤中	①②	否
维管束植物									
3	桃儿七	<i>Sinopodophyllum hexandrum</i>	国家 II 级	NT	/	/	火龙沟保护区内零星分布	③④⑩	否
4	独叶草	<i>Kingdonia uniflora</i>	国家 II 级	VU	√	/	火龙沟保护区内零星分布	④⑩	是
5	大瓦韦	<i>Lepisorus macrosphaerus</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	调查	否
6	岷江冷杉	<i>Abies fargesii</i> var. <i>faxoniana</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	调查	否
7	川西云杉	<i>Picea likiangensis</i> var. <i>rubescens</i>	/	LC	√	/	评价区广泛分布	调查	是
8	高山松	<i>Pinus densata</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	调查	否
9	西南乌头	<i>Aconitum episcopale</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	调查	否
10	川西银莲花	<i>Anemone prattii</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	调查	否
11	大火草	<i>Anemone tomentosa</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	调查	否
12	甘川铁线莲	<i>Clematis akebioides</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	调查	否
13	长冬草	<i>Clematis hexapetala</i> var. <i>tchefouensis</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	调查	是
14	川甘翠雀花	<i>Delphinium souliei</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	调查	是
15	康定翠雀花	<i>Delphinium tatsienense</i>	/	LC	√	/	评价区广泛分布	调查	是
16	滇川唐松草	<i>Thalictrum finetii</i>	/	LC	√	/	评价区广泛分布	调查	否
17	堆花小檗	<i>Berberis aggregata</i>	/	LC	√	/	评价区广泛分布	调查	是
18	川滇小檗	<i>Berberis jamesiana</i>	/	LC	√	/	评价区广泛分布	调查	否
19	近似小檗	<i>Berberis approximata</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	调查	否

20	毛序小檗	<i>Berberis trichiata</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	调查	否
21	疣枝小檗	<i>Berberis verruculosa</i>	/	LC	√	/	评价区零星分布	调查	否
22	中国旌节花	<i>Stachyurus chinensis</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	③⑦⑨	是
23	灰绿黄堇	<i>Corydalis adunca</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	调查	否
24	变根紫堇	<i>Corydalis linstowiana</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	调查	否
25	暗绿紫堇	<i>Corydalis melanochlora</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	调查	是
26	秃疮花	<i>Dicranostigma leptopodum</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	调查	否
27	小叶碎米荠	<i>Cardamine microzyga</i>	/	LC	√	/	评价区广泛分布	调查	是
28	紫花碎米荠	<i>Cardamine tangutorum</i>	/	LC	√	/	评价区广泛分布	调查	否
29	山箭菜	<i>Eutrema yunnanense</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	调查	否
30	楔叶独行菜	<i>Lepidium cuneiforme</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	调查	否
31	细弱金腰	<i>Chrysosplenium lanuginosum</i> var. <i>gracile</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	调查	否
32	挂苦绣球	<i>Hydrangea xanthoneura</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	调查	否
33	太平花	<i>Philadelphus pekinensis</i>	/	LC	√	/	评价区零星分布	调查	是
34	中华山蓼	<i>Oxyria sinensis</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	③⑦⑨	否
35	小大黄	<i>Rheum pumilum</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	调查	否
36	反瓣老鹳草	<i>Geranium refractum</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	调查	否
37	甘青老鹳草	<i>Geranium pylzowianum</i>	/	LC	√	/	评价区零星分布	调查	否
38	川西柳叶菜	<i>Epilobium fangii</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	调查	否
39	尖瓣瑞香	<i>Daphne acutiloba</i>	/	LC	√	/	评价区广泛分布	调查	是
40	光叶栒子	<i>Cotoneaster glabratus</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	调查	是
41	散生栒子	<i>Cotoneaster divaricatus</i>	/	LC	√	/	评价区广泛分布	调查	是
42	西南草莓	<i>Fragaria moupinensis</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	调查	否
43	银露梅	<i>Dasiphora glabra</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	调查	否
44	多苞蔷薇	<i>Rosa multibracteata</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	调查	是
45	峨眉蔷薇	<i>Rosa omeiensis</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	调查	否
46	细梗蔷薇	<i>Rosa graciliflora</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	调查	否
47	黄果悬钩子	<i>Rubus xanthocarpus</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	调查	是
48	窄叶鲜卑花	<i>Sibiraea angustata</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	③⑦⑨	否
49	晚绣花楸	<i>Sorbus sargentiana</i>	/	LC	√	/	评价区广泛分布	调查	否

50	多枝黄芪	<i>Astragalus polycladus</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	调查	否
51	多花木蓝	<i>Indigofera amblyantha</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	调查	是
52	高山豆	<i>Tibetia himalaica</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	调查	否
53	云南锦鸡儿	<i>Caragana franchetiana</i>	/	LC	√	/	评价区广泛分布	调查	是
54	二色锦鸡儿	<i>Caragana bicolor</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	调查	否
55	凹叶旌节花	<i>Stachyurus retusus</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	调查	是
56	丝毛柳	<i>Salix luctuosa</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	③⑦⑨	否
57	高山柳	<i>Salix takasagoalpina</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	调查	是
58	桤木	<i>Alnus cremastogyne</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	调查	否
59	红桦	<i>Betula albosinensis</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	调查	是
60	香桦	<i>Betula insignis</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	调查	否
61	白桦	<i>Betula platyphylla</i>	/	LC	√	/	评价区广泛分布	调查	是
62	矮高山栎	<i>Quercus monimotricha</i>	/	LC	√	/	评价区广泛分布	调查	是
63	刺叶冬青	<i>Ilex bitoritsensis</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	调查	否
64	黄背勾儿茶	<i>Berchemia flavescens</i>	/	LC	√	/	评价区广泛分布	调查	是
65	云南勾儿茶	<i>Berchemia yunnanensis</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	调查	否
66	凹叶雀梅藤	<i>Sageretia horrida</i>	/	LC	√	/	评价区广泛分布	调查	是
67	中国沙棘	<i>Hippophae rhamnoides subsp. sinensis</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	调查	否
68	尖齿蛇葡萄	<i>Ampelopsis acutidentata</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	③⑦⑨	否
69	红麸杨	<i>Rhus punjabensis var. sinica</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	调查	否
70	漆	<i>Toxicodendron vernicifluum</i>	/	LC	√	/	评价区广泛分布	调查	否
71	红毛五加	<i>Eleutherococcus giraldii</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	调查	否
72	川滇变豆菜	<i>Sanicula astringifolia</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	调查	否
73	矮泽芹	<i>Chamaesium paradoxum</i>	/	LC	√	/	评价区广泛分布	调查	是
74	马蹄芹	<i>Dickinsia hydrocotyloides</i>	/	LC	√	/	评价区广泛分布	调查	是
75	城口茴芹	<i>Pimpinella fargesii</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	③⑦⑨	否
76	独活	<i>Heracleum hemisleyanum</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	调查	否
77	囊瓣芹	<i>Pternopetalum davidi</i>	/	LC	√	/	评价区零星分布	调查	是
78	鹿蹄草	<i>Pyrola calliantha</i>	/	LC	√	/	评价区零星分布	调查	否
79	多鳞杜鹃	<i>Rhododendron polylepis</i>	/	LC	√	/	评价区零星分布	调查	否

80	亮叶杜鹃	<i>Rhododendron vernicosum</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	调查	否
81	毛嘴杜鹃	<i>Rhododendron trichostomum</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	调查	否
82	问客杜鹃	<i>Rhododendron ambiguum</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	③⑦⑨	否
83	草原杜鹃	<i>Rhododendron telmateium</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	调查	是
84	互叶醉鱼草	<i>BuLCleja alternifolia</i>	/	LC	√	/	评价区零星分布	⑦	否
85	大叶茜草	<i>Rubia schumanniana</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	调查	是
86	桦叶荚蒾	<i>Viburnum betulifolium</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	调查	否
87	四川香青	<i>Anaphalis szechuanensis</i>	/	LC	√	/	评价区广泛分布	调查	是
88	高原蒿	<i>Artemisia youngii</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	调查	否
89	灰枝紫菀	<i>Aster poliothamnus</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	调查	是
90	高原天名精	<i>Carpesium lipskyi</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	⑤⑥⑧⑨	否
91	大黄橐吾	<i>Ligularia duciformis</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	调查	否
92	侧茎橐吾	<i>Ligularia pleurocaulis</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	调查	是
93	华蟹甲	<i>Sinacalia tangutica</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	③⑧⑨	否
94	戟叶垂头菊	<i>Cremanthodium potaninii</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	调查	否
95	粗茎秦艽	<i>Gentiana crassicaulis</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	③⑦⑨	否
96	川西龙胆	<i>Gentiana wilsonii</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	调查	否
97	钻叶龙胆	<i>Gentiana haynaldii</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	调查	是
98	峨眉过路黄	<i>Lysimachia omeiensis</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	调查	否
99	独花报春	<i>Omphalogramma vinciflorum</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	调查	否
100	偏花报春	<i>Primula secundiflora</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	调查	否
101	穗花报春	<i>Primula deflexa</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	调查	否
102	多花马先蒿	<i>Pedicularis floribunda</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	调查	否
103	高原香薷	<i>Elsholtzia feLCei</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	⑤⑥⑧⑨	是
104	毛球菖	<i>Caryopteris trichosphaera</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	调查	否
105	高大鹿药	<i>Maianthemum atropurpureum</i>	/	NT	√	/	评价区广泛分布	调查	否
106	花南星	<i>Arisaema lobatum</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	调查	是
107	小南星	<i>Arisaema parvum</i>	/	LC	√	/	评价区广泛分布	调查	是
108	少花虾脊兰	<i>Calanthe delavayi</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	调查	否

109	川滇薹草	<i>Carex schneideri</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	调查	否
110	丝叶薹草	<i>Carex capilliformis</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	调查	否
111	高山薹草	<i>Scirpus paniculato-corymbosus</i>	/	NT	√	/	评价区零星分布	调查	否
112	细叶芨芨草	<i>Achnatherum chingii</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	调查	否
113	黄花野青茅	<i>Deyeuxia flavens</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	调查	是
114	云生早熟禾	<i>Poa nubigena</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	调查	否
115	异针茅	<i>Stipa aliena</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	调查	否
116	假冠毛草	<i>Trikeria pappiformis</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	调查	否
117	窄沿沟草	<i>Catabrosa aquatica var. angusta</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	调查	否
118	白背铁线蕨	<i>Adiantum davidii</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	调查	否
119	川西鳞毛蕨	<i>Dryopteris rosthornii</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	调查	否
120	西藏假瘤蕨	<i>Selliguea tibetana</i>	/	LC	√	/	评价区零星分布	调查	是
121	鳞皮冷杉	<i>Abies squamata</i>	/	VU	√	/	评价区散生分布	调查	是
122	方枝柏	<i>Juniperus saltuaria</i>	/	LC	√	/	评价区零星分布	调查	否
123	长序杨	<i>Populus pseudoglauca</i>	/	LC	√	/	评价区零星分布	⑦	否
124	绿叶铁线莲	<i>Clematis viridis</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	调查	是
125	多枝唐松草	<i>Thalictrum ramosum</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	⑤⑥⑧⑨	否
126	单花小檗	<i>Berberis candidula</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	③⑦⑨	否
127	刺黄花	<i>Berberis polyantha</i>	/	LC	√	/	火龙沟保护区内零星分布	④	否
128	小花紫堇	<i>Corydalis minutiflora</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	④	否
129	长柔毛委陵菜	<i>Potentilla griffithii var. velutina</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	④	否
130	毛叶蔷薇	<i>Rosa mairei</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	④	否
131	川莓	<i>Rubus setchuenensis</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	调查	否
132	川滇花楸	<i>Sorbus vilmorinii</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	③⑦⑨	否
133	川滇雀儿豆	<i>Chesneya polystichoides</i>	/	LC	√	/	火龙沟保护区内零星分布	③④	否
134	川西锦鸡儿	<i>Caragana erinacea</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	调查	否
135	纤齿卫矛	<i>Euonymus giraldii</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	③⑦⑨	否
136	星毛羊奶子	<i>Elaeagnus stellipila</i>	/	LC	√	/	火龙沟保护区内零星分布	③④	否
137	灰叶株木	<i>Cornus schindleri subsp. poliophylla</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	③⑦⑨	否

138	红棕子	<i>Cornus hemsleyi</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	③⑦⑨	否
139	滇藏点地梅	<i>Androsace forrestiana</i>	/	NT	√	/	火龙沟保护区内零星分布	③④	否
140	裂叶点地梅	<i>Androsace dissecta</i>	/	NT	√	/	评价区散生分布	③⑦⑨	否
141	四川报春	<i>Primula szechuanica</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	③⑦⑨	否
142	云南报春	<i>Primula yunnanensis</i>	/	LC	√	/	火龙沟保护区内零星分布	③④	否
143	毛丁香	<i>Syringa tomentella</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	⑤⑥⑧ ⑨	否
144	四川丁香	<i>Syringa sweginzowii</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	③⑦⑨	否
145	紫花醉鱼草	<i>BuLcleja fallowiana</i>	/	LC	√	/	火龙沟保护区内零星分布	③④⑤ ⑥	否
146	高山筋骨草	<i>Ajuga nubigena</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	③⑦⑨	否
147	毛建草	<i>Dracocephalum rupestre</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	⑤⑥⑧ ⑨	否
148	短唇鼠尾草	<i>Salvia brevilabra</i>	/	LC	√	/	火龙沟保护区内零星分布	③④⑤ ⑥	否
149	唐古拉婆婆纳	<i>Veronica vandellioides</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	③⑧⑨	否
150	南方六道木	<i>Zabelia dielsii</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	③⑦⑨	否
151	灰岩风铃草	<i>Campanula calcicola</i>	/	LC	√	/	火龙沟保护区内零星分布	③④⑤ ⑥	否
152	宽翅香青	<i>Anaphalis latialata</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	⑤⑥⑧ ⑨	否
153	粗茎蒿	<i>Artemisia robusta</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	③⑧⑨	否
154	东俄洛紫菀	<i>Aster tongolensis</i>	/	LC	√	/	火龙沟保护区内零星分布	③④⑤ ⑥	否
155	狭叶垂头菊	<i>Cremanthodium angustifolium</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	③⑧⑨	否
156	川西风毛菊	<i>Saussurea dzeurensis</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	③⑧⑨	否
157	川甘蒲公英	<i>Taraxacum lugubre</i>	/	LC	√	/	火龙沟保护区内零星分布	③④⑤ ⑥	否
158	短三芒草	<i>Aristida brevissima</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	⑤⑥⑧ ⑨	否
159	四川薹草	<i>Carex sutchuensis</i>	/	NT	√	/	评价区散生分布	调查	否

160	甘青乌头	<i>Aconitum tanguticum</i>	/	LC	√	/	火龙沟保护区内零星分布	③④⑤ ⑥	否
161	康定耳蕨	<i>Polystichum kangdingense</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	⑤⑥⑧ ⑨	否
162	南方红杉	<i>Larix potaninii var. australis</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	③⑦⑨	否
163	高山肺筋草	<i>Aletris alpestris</i>	/	LC	√	/	火龙沟保护区内零星分布	③④⑤ ⑥	否
164	尖果洼瓣花	<i>Gagea oxycarpa</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	③⑦⑨	否
165	落地金钱	<i>Habenaria aitchisonii</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	③⑦⑨	否
166	粉叶玉凤花	<i>Habenaria glaucifolia</i>	/	LC	√	/	火龙沟保护区内零星分布	③④⑤ ⑥	否
167	一掌参	<i>Peristylus forceps</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	③⑦⑨	否
168	华西小红门兰	<i>Ponerorchis limprichtii</i>	/	NT	√	/	评价区散生分布	③⑦⑨	否
169	硬叶山兰	<i>Oreorchis nana</i>	/	NT	√	/	火龙沟保护区内零星分布	③④⑤ ⑥	否
170	大坪子薹草	<i>Carex tapinzensis</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	⑤⑥⑧ ⑨	否
171	云南草沙蚕	<i>Tripogon yunnanensis</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	③⑦⑨	否
172	长芒鹅观草	<i>Elymus dolichatherus</i>	/	LC	√	/	火龙沟保护区内零星分布	③④⑤ ⑥	否
173	康定穗三毛草	<i>Trisetum kangdingense</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	⑤⑥⑧ ⑨	否
174	甘青剪股颖	<i>Agrostis hugoniana</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	⑤⑥⑧ ⑨	否
175	藏滇羊茅	<i>Festuca vierhapperi</i>	/	LC	√	/	火龙沟保护区内零星分布	③④⑤ ⑥	否
176	粗距紫堇	<i>Corydalis eugeniae</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	③⑦⑨	否
177	狭距紫堇	<i>Corydalis kokiana</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	③⑦⑨	否
178	浪穹紫堇	<i>Corydalis pachycentra</i>	/	LC	√	/	火龙沟保护区内零星分布	③④⑤ ⑥	否
179	无粉刺红珠	<i>Berberis dictyophylla var. epruinosa</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	③⑦⑨	否

180	匙叶小檗	<i>Berberis verna</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	③⑦⑨	否
181	川西翠雀花	<i>Delphinium tongolense</i>	/	LC	√	/	火龙沟保护区内零星分布	③④⑤⑥	否
182	叠裂银莲花	<i>Anemone imbricata</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	⑤⑥⑧⑨	否
183	光萼茶藨子	<i>Ribes glabricalycinum</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	③⑦⑨	否
184	锈毛金腰	<i>Chrysosplenium davidianum</i>	/	LC	√	/	火龙沟保护区内零星分布	③④⑤⑥	否
185	菊叶红景天	<i>Rhodiola chrysanthemifolia</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	⑤⑥⑧⑨	否
186	高山野决明	<i>Thermopsis alpina</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	③⑦⑨	否
187	岷谷木蓝	<i>Indigofera lenticellata</i>	/	LC	√	/	火龙沟保护区内零星分布	③④⑤⑥	否
188	四川木蓝	<i>Indigofera szechuensis</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	③⑦⑨	否
189	云南棘豆	<i>Oxytropis yunnanensis</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	③⑦⑨	否
190	东俄洛黄芪	<i>Astragalus tongolensis</i>	/	LC	√	/	火龙沟保护区内零星分布	③④⑤⑥	否
191	西南野豌豆	<i>Vicia nummularia</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	③⑦⑨	否
192	华中悬钩子	<i>Rubus cockburnianus</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	③⑦⑨	否
193	丛生钉柱委陵菜	<i>Potentilla saundersiana</i> var. <i>caespitosa</i>	/	LC	√	/	火龙沟保护区内零星分布	③④⑤⑥	否
194	细齿樱桃	<i>Prunus serrula</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	③⑦⑨	否
195	川西樱桃	<i>Prunus trichostoma</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	③⑦⑨	否
196	黄杨叶栒子	<i>Cotoneaster buxifolius</i>	/	NT	√	/	火龙沟保护区内零星分布	③④⑤⑥	否
197	甘青鼠李	<i>Rhamnus tangutica</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	③⑦⑨	否
198	三脉梅花草	<i>Parnassia trinervis</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	⑤⑥⑧⑨	否
199	圆叶小堇菜	<i>Viola biflora</i> var. <i>rockiana</i>	/	LC	√	/	火龙沟保护区内零星分布	③④	否
200	柔毛堇菜	<i>Viola fargesii</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	⑤⑥⑧⑨	否

201	藏川杨	<i>Populus szechuanica</i> var. <i>tibetica</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	③⑦⑨	否
202	线叶丛菴	<i>Solms-laubachia linearifolia</i>	/	LC	√	/	火龙沟保护区内零星分布	③④	否
203	赤胫散	<i>Persicaria runcinata</i> var. <i>sinensis</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	③⑦⑨	否
204	疏枝大黄	<i>Rheum kialense</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	③⑦⑨	否
205	茅膏菜	<i>Drosera peltata</i>	/	LC	√	/	火龙沟保护区内零星分布	③④	否
206	繸瓣齿缀草	<i>Odontostemma fimbriatum</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	③⑧⑨	否
207	粉花无心菜	<i>Odontostemma roseiflorum</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	③⑧⑨	否
208	西藏孩儿参	<i>Pseudostellaria tibetica</i>	/	LC	√	/	火龙沟保护区内零星分布	④⑤	否
209	掌脉蝇子草	<i>Silene asclepiadea</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	③⑦⑨	否
210	小丛点地梅	<i>Androsace minor</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	③⑦⑨	否
211	刺叶点地梅	<i>Androsace spinulifera</i>	/	LC	√	/	火龙沟保护区内零星分布	④⑤	否
212	紫花雪山报春	<i>Primula chionantha</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	③⑦⑨	否
213	羽叶穗花报春	<i>Primula pinnatifida</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	③⑦⑨	否
214	矮星宿菜	<i>Lysimachia pumila</i>	/	LC	√	/	火龙沟保护区内零星分布	④⑤	否
215	隐蕊杜鹃	<i>Rhododendron intricatum</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	③⑦⑨	否
216	北方雪层杜鹃	<i>Rhododendron nivale</i> subsp. <i>boreale</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	调查	否
217	道孚龙胆	<i>Gentiana alorum</i>	/	LC	√	/	火龙沟保护区内零星分布	④⑤	否
218	东俄洛龙胆	<i>Gentiana tongolensis</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	⑤⑥⑧ ⑨	否
219	大理白前	<i>Vincetoxicum forrestii</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	③⑦⑨	否
220	细梗附地菜	<i>Trigonotis gracilipes</i>	/	LC	√	/	火龙沟保护区内零星分布	④⑤	否
221	光叶鸡骨柴	<i>Elsholtzia fruticosa</i> var. <i>glabrifolia</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	③⑦⑨	否
222	康定鼠尾草	<i>Salvia prattii</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	⑤⑥⑧ ⑨	否
223	康藏荆芥	<i>Nepeta prattii</i>	/	LC	√	/	火龙沟保护区内零星分布	④⑤	否
224	痢止蒿	<i>Ajuga forrestii</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	③⑦⑨	否
225	红毛马先蒿	<i>Pedicularis rhodotricha</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	③⑦⑨	否
226	灰毛党参	<i>Codonopsis canescens</i>	/	LC	√	/	火龙沟保护区内零星分布	④⑤	否
227	脉花党参	<i>Codonopsis foetens</i> subsp. <i>nervosa</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	③⑦⑨	否
228	球花党参	<i>Codonopsis subglobosa</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	③⑦⑨	否
229	抽莖党参	<i>Codonopsis subscaposa</i>	/	LC	√	/	火龙沟保护区内零星分布	④⑤	否

230	天蓝沙参	<i>Adenophora coelestis</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	③⑦⑨	否
231	甘孜沙参	<i>Adenophora jasionifolia</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	③⑦⑨	否
232	林生风毛菊	<i>Saussurea sylvatica</i>	/	LC	√	/	火龙沟保护区内零星分布	④⑤	否
233	异叶兔儿风	<i>Ainsliaea foliosa</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	⑤⑥⑧ ⑨	否
234	羽裂黄鹌菜	<i>Youngia paleacea</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	③⑧⑨	否
235	蟹甲草	<i>Parasenecio forrestii</i>	/	LC	√	/	火龙沟保护区内零星分布	④⑤	否
236	川西蟹甲草	<i>Parasenecio souliei</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	③⑧⑨	否
237	东俄洛橐吾	<i>Ligularia tongolensis</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	③⑦⑨	否
238	川西合耳菊	<i>Synotis solidaginea</i>	/	LC	√	/	火龙沟保护区内零星分布	④⑤	否
239	匍枝千里光	<i>Senecio filifer</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	③⑦⑨	否
240	绒毛黄腺香青	<i>Anaphalis aureopunctata</i> var. <i>tomentosa</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	⑤⑥⑧ ⑨	否
241	铃铃香青	<i>Anaphalis hancockii</i>	/	LC	√	/	火龙沟保护区内零星分布	④⑤	否
242	石生紫菀	<i>Aster oreophilus</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	⑤⑥⑧ ⑨	否
243	长叶毛花忍冬	<i>Lonicera trichosantha</i> var. <i>deflexicalyx</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	③⑦⑨	否
244	圆萼刺参	<i>Morina chinensis</i>	/	LC	√	/	火龙沟保护区内零星分布	④⑤	否
245	小花缬草	<i>Valeriana minutiflora</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	③⑧⑨	否
246	大头续断	<i>Dipsacus chinensis</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	⑤⑥⑧ ⑨	否
247	西藏滇藁本	<i>Hymenidium chloroleucum</i>	/	LC	√	/	火龙沟保护区内零星分布	④⑤	否
248	裂苞舟瓣芹	<i>Sinolimprichtia alpina</i> var. <i>dissecta</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	③⑦⑨	否
249	川滇藁本	<i>Ligusticum sikiangense</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	③⑦⑨	否
250	羽苞拟藁本	<i>Ligusticopsis daucooides</i>	/	LC	√	/	火龙沟保护区内零星分布	④⑤	否
251	抽莖拟藁本	<i>Ligusticopsis scapiformis</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	③⑦⑨	否
252	小蓝雪花	<i>Ceratostigma minus</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	③⑧⑨	否
253	川西白刺花	<i>Sophora davidii</i> var. <i>chuansiensis</i>	/	LC	√	/	火龙沟保护区内零星分布	⑤⑥	否
254	虎榛子	<i>Ostryopsis davidiana</i>	/	LC	√	/	评价区散生分布	③⑦⑨	否

注 1：保护级别根据国家及地方正式发布的重点保护野生动物名录确定。

注 2：濒危等级、特有种根据《中国生物多样性红色名录》确定。

注 3：分布区域应说明物种分布情况以及生境类型。

注 4：资料来源包括环评现场调查、文献记录、历史调查资料及科考报告等。

①《川西高原冬虫夏草生态气候区划研究》（张利平，2019 年）

②《基于 MaxEnt 模型的川西高原松茸气候生态适宜性与潜在分布》（王庆莉，2021 年）

③《金上~湖北±800kV 特高压直流输电工程环境影响报告书》中国电力工程顾问集团西南电力设计院有限公司

④《四川火龙沟省级自然保护区总体规划》（2011-2020 年）

⑤《四川沙鲁里山国家森林公园总体规划（2022-2031）》

⑥四川火龙沟省级自然保护区的种子植物区系研究 [J]. 四川林业科技, 2016, 37 (04): 57-60.

⑦白玉县林木种质资源现状与保护利用 [J]. 陕西林业科技, 2022, 50 (04): 103-105+118.

⑧川西高原高寒草甸植物生态化学计量特征的空间格局及其影响因素 [J/OL]. 生态学报, 2024, (09): 1-16[2026-05-20].

⑨川西高山林线交错带与林草交错带地上/地下生物多样性格局[D]. 四川农业大学, 2010.

⑩《四川火龙沟省级自然保护区功能区调整综合论证报告》（2024 年）

注 5：说明工程占用生境情况。涉及占用的应说明具体工程内容和占用面积，不直接占用的应说明生境分布与工程的位置关系。

(1) 国家及地方重点保护野生植物

根据《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 2021 年第 15 号）、《四川省人民政府关于发布<四川省重点保护野生动物名录><四川省重点保护野生植物名录>的通知》（川府函〔2024〕14 号）、《四川火龙沟省级自然保护区功能区调整综合论证报告》（2024 年）、《四川沙鲁里山国家森林公园总体规划（2022-2031 年）》、《金上~湖北±800kV 特高压直流输电工程环境影响报告书》《金上±800kV 特高压直流送端帮果换流站 500kV 配套线路工程建设对四川火龙沟省级自然保护区自然资源、自然生态系统和主要保护对象影响评价报告》以及林业等相关资料核实，本项目评价范围内分布有国家Ⅱ级重点保护的野生植物 2 种（桃儿七、独叶草），国家Ⅱ级重点保护的野生真菌 2 种（松口蘑、虫草，未纳入评价区维管束植物名录中），项目评价范围内无省级重点保护野生植物。

经查阅自然保护区科考资料以及其他相关资料，评价区应属于虫草（冬虫夏草）（*Ophiocordyceps sinensis*）、松口蘑（松茸）（*Tricholoma matsutake*）等国家重点保护野生植物名录中的保护物种分布区，但可能因调查时间、调查范围等原因并未在评价区内发现虫草（冬虫夏草）和松口蘑（松茸）的直接分布点。根据评价区生境条件和保护区科考报告等资料显示，该区域有其适宜分布区。此外，由于虫草（冬虫夏草）、松口蘑（松茸）在分类上属于真菌类，因此未纳入评价区域维管束植物名录中。

表 7-11 评价区野生重点保护植物一览表

编号	物种名	拉丁学名	保护级别	分布及生境	照片
1	桃儿七	<i>Sinopodophyllum hexandrum</i>	国家Ⅱ级	分布于海拔较高的平坦山谷、透光度较好的林下、林缘湿地、灌丛中。	
2	独叶草	<i>Kingdonia uniflora</i>	国家Ⅱ级	生长在海拔 2750 米至 3900 米间山地冷杉林或杜鹃灌丛下。	
3	松口蘑 (松茸)	<i>Tricholoma matsutake</i>	国家Ⅱ级	分布于海拔 3000m 以上的高山栎（灌丛）林中。	
4	虫草 (冬虫夏草)	<i>Ophiocordyceps sinensis</i>	国家Ⅱ级	冬虫夏草多生于海拔 3000-4000m 的高寒山区，主要生于草原、河谷、草丛的土壤中。	

根据《金上~湖北±800kV 特高压直流输电工程环境影响报告书》可知，本项目评价区内分布有 10 株桃儿七，依据《金上~湖北±800 千伏特高压直流输电工程环境影响报告书》中提供的桃儿七坐标，测出 10 株桃儿七与本项目输电线路、占地区域的距离，详见表 7-12。

表 7-12 本项目所在区域的珍稀濒危及重点保护植物分布情况

物种名	分布点（坐标，海拔）	数量及生长状况	工程与其最近距离
桃儿七	E99°7'43.93021"， N30°39'0.47282"	3257m 零散分布 3 株，生长状况良好。	距离线路 I 最近直线距离约 821m，距离塔基占地区水平直线距离约 819m。
桃儿七	E99°7'51.44255"， N30°38'53.21154"	3296m 分布 1 株，生长状况良好。	距离线路 I 最近直线距离约 694m，距离塔基占地区水平直线距离约 678m。
桃儿七	E99°6'3.23794"， N30°41'45.42545"	3289m 零散分布 3 株，生长状况良好。	距离线路 I 最近直线距离约 949m，距离临时占地区域最近距离为 535m。
桃儿七	E99°9'17.55433"， N30°37'41.32298"	3423m 零散分布 3 株，生长状况良好。	距离线路 I 最近直线距离 480m，距离塔基占地区水平直线距离约 587m。

（2）极危、濒危、易危物种

依据《中国生物多样性红色名录》，根据调查及相关资料查阅，项目评价范围范围内分布有鳞皮冷杉、独叶草 2 种易危物种（植物），松口蘑（松茸）、虫草（冬虫夏草）2 种易危物种（真菌）。

（3）极小种群物种

经实地调查和收集地方林业部门资料，并依据《四川省野生植物极小种群保护工程规划》《四川省极小种群野生植物资源现状及其保护研究》相关规划和研究成果核实，评价区内无极小种群植物分布。

（4）特有种

依据《中国生物多样性红色名录》，根据调查及相关资料查阅，本项目生态评价范围内分布有 251 种特有种植物，见表 7-10。

（5）古木名树

按照中华人民共和国国务院令第 800 号古树名木保护条例对名木古树的界定，是指树龄 100 年以上的树木，不包括人工培育、以生产木材为主要目的的商品林中的树木。名木，是指具有重要历史、文化、科学、景观价值或者具有重要纪念意义的树木。本次调查范围内未发现挂牌和登记在册的古树名木。

7.4.1.9 植物多样性指数

物种多样性作为度量群落结构、功能和环境资源的重要数量指标，受多种因素的影响，土壤条件、水分状况、纬度梯度、海拔梯度以及不同演替阶段等综合环境条件变化对群落物种多样性都会产生影响。本次评价对各个样地的生物多样性分乔木层、灌木层、草本层进行定量描述，计算结果见下表。

表 7-13 评价区植物群落物种丰富度和物种多样性

植被类型	Shannon-Wiener 指数 (H)	Simpson 指数 (D)	Pielou 均匀度指数 (J)	Margalef 丰富度指数 (M)
冷杉林	2.3	0.85	0.75	4
云杉林	2.4	0.88	0.78	4.2
华山松林	1.9	0.8	0.72	3.5
云杉+高山栎混交林	2.6	0.9	0.8	4.5
高山栎林	2	0.78	0.7	3.3
桦木林	2.1	0.82	0.73	2.3
山杨林	1.9	0.75	0.68	1.8
矮高山栎灌丛	1.6	0.52	0.45	1.6
白刺花灌丛	1.3	0.5	0.42	1.5
杜鹃灌丛	2.1	0.6	0.5	2
蔷薇灌丛	1.5	0.55	0.48	1.8
沙棘灌丛	1.3~2.1	0.52	0.45	1.6
高山柳灌丛	1.4	0.5	0.43	1.5
小檗灌丛	1.1	0.48	0.4	1.4
栒子灌丛	1	0.45	0.38	1.3
毛莲蒿草丛	0.8	0.4	0.35	1
披碱草草丛	0.7	0.38	0.33	0.9
四川嵩草草甸	0.9	0.42	0.36	1.1
圆穗蓼+高原毛茛草甸	1.1	0.45	0.38	1.2

乔木林类：冷杉林、云杉林等针叶林及混交林，群落垂直结构复杂（含乔木层、灌木层、草本层），物种丰富度较高，因此 H、D、M 指数整体高于灌丛和草丛；混交林因物种搭配更丰富，指数略高于纯林。

灌丛类：杜鹃灌丛、蔷薇灌丛等，群落以灌木层为主，草本层为辅，物种丰富度中等，指数介于乔木林与草丛之间；其中杜鹃灌丛因适应高原环境能力强、伴生物种较多，指数在灌丛中相对较高。

草丛/草甸类：毛莲蒿草丛、四川嵩草草甸等，群落以草本层为主，结构相对简单，物种丰富度较低，因此各项指数整体最低；杂类草草甸（如圆穗蓼+高原毛茛草甸）因物种组成比单一禾草草丛更丰富，指数略高于纯草丛。

7.4.2 评价区陆生动物现状与评价

7.4.2.1 动物样线设置及合理性分析

（1）动物调查的符合性

本次动物调查时间为分别为 2023 年 9 月、2023 年 11 月、2025 年 4 月、2025 年 6 月、2025 年 7 月、2025 年 9 月，调查时段包含评价区大多数陆生动物的越冬期、迁徙期和繁殖期，**越冬期**：蛇类爬行动物以及两栖动物会选择在地洞石缝冬眠，候鸟

会在评价范围活动；**繁殖期**：两栖爬行动物等会在评价范围活动较为频繁，进行交配产卵等行为，如乌梢蛇、铜蜓蜥、泽陆蛙等；**迁徙期**：根据调查鸟类记录数据分析得出评价区迁徙期鸟类的分布状况（项目不涉及鸟类通道），评价区其他动物都属于小型动物，不会进行迁徙，大多兽类（鼠、兔等）会在评价区范围活动。同时参考了相关资料及相近区域生境相似生态项目《金上~湖北±800千伏特高压直流输电工程环境影响报告书》（2022年2月、3月、5月）、《川藏铁路昌都至林芝段施工供电工程（二期）环境影响报告书》（2021年7月）、《甘孜叶巴滩水电站500千伏送出工程环境影响报告书》（2024年7月、2024年10月）、《金上±800kV特高压直流送端帮果换流站500kV配套线路工程建设对四川火龙沟省级自然保护区自然资源、自然生态系统和主要保护对象影响评价报告》（2023年11月、2024年2月）调查现状和走访调查（专家咨询、民间访问）当地林业部门以及当地居民得出评价区动物调查结果。动物调查满足导则“应获得野生动物繁殖期、越冬期、迁徙期等关键活动期的现状资料”的要求。

表 7-14 评价区动物“三期”生态现状概况表

类别	调查时间	资料来源
繁殖期	2025年6月、2025年7月、2026年5月	实地调查
迁徙期	2025年4月、2023年9月、2025年9月、	实地调查
越冬期	2023年11月、2025年12月	实地调查

（2）样线的设置

根据本项目工程特性，结合调查范围、调查对象、地形地貌和生境实际情况等因素等选择合适的调查点位进行样线调查。对本项目评价范围内不同行政区域、不同海拔高度、不同生境类型进行了样线调查。根据相关资料的数据解析和现状调查，确定评价范围内有4种生境类型（森林、灌丛、草丛、农田区）。本项目评价区为山区，根据项目区周边地形及环境特点，本次调查主要沿现有道路和河流沿线设置调查样线。本次调查共设置了53条样线，共涵盖了4种生境（森林、灌丛、草丛、农田区等）。样线调查中，记录见到实体或痕迹的物种名、数量、海拔、生境类型，以及记录样线海拔、长度、经纬度、调查时间和调查人员等；同时还采用了访问法调查。调查时间（2023年9月和11月、2025年4月、6月、7月和9月）涵盖了夏季、秋季、冬季，以保证样线的代表性。

HJ19-2022规定：陆生一级评价现场调查应结合调查对象、地形地貌和实际情况，应合理确定样线数量或长度，以及评价范围内不同生境类型。本次评价基于上述原则，

并结合评价范围内生境类型，在一级评价区域共设置样线 27 条，大多数样线穿越了不同的生境，使各类生境均有 5 条以上的调查样线。

HJ19-2022 规定：陆生二级评价现场调查应结合调查对象、地形地貌和实际情况，应合理确定样线数量或长度，以及评价范围内不同生境类型。本次评价基于上述原则，并结合评价范围内生境类型，在二级评价区域沙鲁林森林公园共设置样线 26 条，其中位于四川沙鲁里山国家森林公园与火龙沟自然保护区重合区域样方有 24 条。在二级评价区域生态保护红线区域共设置样线 52 条，除去与四川沙鲁里山国家森林公园、火龙沟自然保护区重叠区域样线，设置有样线 24 条。

大多数样线穿越了不同的生境，使各类生境均有 3 条以上的调查样线。

综上所述，本项目样线设置结合了项目工程特性以及评价范围地形地貌和实际生境分布状况，样线设置符合《环境影响评价技术导则生态影响》（HJ19-2022）的要求，样线设置涵盖了项目评价范围内的全部生境类型，样线设置及调查具有代表性。

表 7-15 评价区野生动物调查样线信息汇总表

编号	起点		止点		长度 (m)	最低 海拔 (m)	最高 海拔 (m)	生境
	经度(°)	纬度(°)	经度(°)	纬度(°)				
火龙沟自然保护区、四川沙鲁里山国家森林公园、沙鲁里山生物多样性保护红线								
YX-2	99.019064	30.79561057	99.015356	30.799005	2755	3070	3545	草甸、阔叶灌丛、针阔混交林、草丛、针叶林、阔叶林
YX-3	99.036986	30.79778653	99.045888	30.785819	2098.15	3368	3672	耕地、阔叶灌丛、草甸
YX-4	99.035058	30.77875791	99.052197	30.778905	2088.91	3043	3794	草甸、阔叶灌丛、针阔混交林、草丛
YX-5	99.049493	30.78965909	99.061417	30.777792	1798.79	3648	4072	阔叶灌丛、草丛、草甸、针叶林
YX-6	99.044497	30.76841979	99.059212	30.764485	2066.07	3013	3568	针叶林、阔叶灌丛、草丛、居住地
YX-7	99.056852	30.77425518	99.066118	30.767034	1736.71	3635	4002	耕地、居住地、草甸、草丛、工矿交通、阔叶灌丛
YX-8	99.05049	30.76232832	99.071782	30.762355	2201.86	2978	3406	阔叶灌丛、耕地、针叶林、河流、居住地
YX-10	99.080676	30.7616362	99.077153	30.754369	2580.54	3580	3908	耕地、阔叶林、草甸、阔叶灌丛、草丛
YX-11	99.074327	30.75124039	99.084273	30.748161	2191.96	3172	3612	阔叶灌丛、草甸、草丛
YX-12	99.093094	30.7514137	99.08926	30.735185	2119.66	3247	3505	针阔混交林、阔叶灌丛、针叶林、草甸

YX-13	99.10248	30.73874002	99.083505	30.732384	2266.01	3096	3845	阔叶林、阔叶灌丛、河流、针叶林、针阔混交林、草丛、工矿交通、居住地
YX-14	99.088319	30.73057118	99.091316	30.718887	1884.25	3095	3269	针叶林、阔叶灌丛、河流、工矿交通、阔叶林
YX-15	99.103807	30.7198916	99.101891	30.71456	2381.23	3136	3440	草甸、工矿交通、阔叶灌丛、针叶林
YX-16	99.094318	30.71264344	99.114672	30.709572	2018.3	3088	3827	草甸、河流、居住地、阔叶林、阔叶灌丛、工矿交通、草丛
YX-17	99.095686	30.70581442	99.103031	30.693116	2048.81	3190	3444	针叶林、阔叶灌丛、耕地
YX-19	99.106981	30.68390513	99.112244	30.684323	1074.81	3172	3301	针叶林、河流、工矿交通、阔叶林、阔叶灌丛
YX-21	99.119095	30.66881606	99.144509	30.660469	2960.88	3338	4036	针叶林、阔叶灌丛、草丛、草甸、居住地、阔叶林、耕地
YX-22	99.130989	30.65796484	99.137335	30.645933	2255.96	3220	3586	河流、阔叶林、草甸、居住地、针叶林、阔叶灌丛、草丛、工矿交通
YX-23	99.134513	30.64205584	99.14094	30.631384	1692.33	3211	3421	河流、针叶林、阔叶林、阔叶灌丛、工矿交通、草甸
YX-24	99.146296	30.65140876	99.149709	30.634237	2139.02	3270	4026	河流、阔叶灌丛、针叶林、居住地、阔叶林
YX-25	99.15588	30.62732029	99.164972	30.633473	1573.18	3382	3675	河流、居住地、阔叶灌丛、针叶林、草丛、阔叶林
YX-26	99.208724	30.6122837	99.214725	30.60166	1383.59	3855	4607	阔叶灌丛、针叶林
YX-27	99.216448	30.58429805	99.240536	30.579477	2616.67	3881	4770	草丛、草甸、阔叶灌丛、针叶林
YX-28	99.225277	30.57307943	99.23923	30.574414	1674.93	4259	4774	草丛、针叶林、阔叶灌丛
火龙沟自然保护区、沙鲁里山生物多样性保护红线								
YX-18	99.109884	30.70339068	99.116767	30.690778	1593.22	3414	3793	阔叶林、阔叶灌丛
YX-20	99.125285	30.6872724	99.129202	30.67788	1273.69	3760	3917	草甸、阔叶灌丛、针叶林

四川沙鲁里山国家森林公园、沙鲁里山生物多样性保护红线

YX-1	99.022188	30.78325855	99.012819	30.796928	2157.79	2942	3179	针阔混交林、阔叶林、阔叶灌丛、居住地、工矿交通、河流
YX-9	99.057922	30.7552315	99.065243	30.749932	2117.73	3008	3350	阔叶灌丛、草甸、河流、针叶林、针阔混交林、居住地

沙鲁里山生物多样性保护红线

YX-29	99.2872	30.41782979	99.284269	30.398045	2923.4	3543	4064	阔叶林、针叶林
YX-30	99.292142	30.38399076	99.289903	30.36475	2580.81	3571	3955	阔叶林、针阔混交林、针叶林、阔叶灌丛
YX-31	99.298955	30.37337528	99.308036	30.367944	2689.64	3773	4348	阔叶林、针叶林、阔叶灌丛
YX-32	99.305464	30.3589175	99.320142	30.354644	1652.89	4125	4532	阔叶林、针叶林、针阔混交林、阔叶灌丛
YX-34	99.611028	30.27790711	99.630791	30.263956	2527.39	4541	4603	阔叶灌丛
YX-35	99.637776	30.26918471	99.640358	30.27846	3306.25	4429	4542	草丛、阔叶灌丛
YX-36	99.647533	30.26130912	99.658941	30.276475	2257.51	4422	4585	阔叶灌丛
YX-37	99.656963	30.25943277	99.68573	30.253819	2853.7	4417	4496	草甸、阔叶灌丛、草丛
YX-38	99.656576	30.26656169	99.683838	30.263447	2736.28	4317	4439	阔叶灌丛、草丛、草甸
YX-39	99.807862	30.16699191	99.805463	30.152665	1891.22	4205	4259	阔叶灌丛、草甸
YX-40	99.812376	30.1462699	99.827148	30.144175	2545.29	4215	4409	阔叶灌丛、草甸、草丛
YX-41	99.836972	30.14628952	99.835755	30.134582	1549.38	4250	4404	阔叶灌丛、草丛、草甸
YX-42	99.904496	30.14070992	99.923853	30.145464	1981.97	4155	4237	阔叶灌丛、草甸
YX-43	99.921021	30.14169499	99.943731	30.149091	2444.81	4190	4345	草甸、阔叶灌丛、草丛
YX-44	100.169615	30.1028423	100.188957	30.094726	2247.61	4388	4489	草甸、阔叶灌丛、草丛
YX-45	100.211144	30.09692355	100.21539	30.090145	1259.18	4265	4416	阔叶灌丛、草甸
YX-46	100.351879	30.09989055	100.368135	30.090696	2206.59	4097	4288	草丛、阔叶灌丛
YX-47	100.370718	30.08672448	100.37345	30.069283	2010.82	4087	4182	草丛、阔叶灌丛

大雪山生物多样性维护-水土保持生态保护红线

YX-48	100.376269	30.07516073	100.392871	30.07696	1956.57	4341	4522	草丛、阔叶灌丛
YX-49	100.379328	30.07301668	100.385435	30.065404	1223.73	4282	4397	草丛、阔叶灌丛
YX-50	101.171382	30.05327907	101.167323	30.038588	1960.6	3737	4052	针叶林
YX-51	101.169729	30.04727058	101.175827	30.038359	1625.54	3853	4154	阔叶林、针叶林
YX-52	101.177796	30.04022806	101.184795	30.038018	802.65	3963	4268	阔叶林、针叶林、阔叶灌丛

四川巴塘姊妹湖国家湿地公园、沙鲁里山生物多样性保护红线

YX-33	99.494962	30.29499642	99.51488	30.286615	2222.71	4172	4472	针叶林、草甸、针阔混交林、居住地、河流、草丛、阔叶灌丛
贡嘎山风景名胜區								
YX-53	101.58304	29.96643963	101.579503	29.975028	1506.14	3455	3558	阔叶灌丛、草甸、耕地、阔叶林、草丛

本项目生态敏感区以外的线路段现状调查以收集有效资料为主，并结合遥感调查，采用定性描述或面积、比例等定量指标，重点对评价范围内的土地利用现状、野生动物现状等进行分析，编制土地利用现状图、生态保护目标分布图等。收集的资料有《中国兽类图鉴（第3版）》（刘少英，海峡书局出版社，2021）、《中国兽类分类与分布》（魏辅文，科学出版社，2022）、《中国兽类名录(2021版)》（魏辅文，2021）、《中国鸟类分类与分布名录第三版》（郑光美，科学出版社，2017）、《中国鸟类图鉴》（赵欣如，商务印书馆，2018）、《中国两栖、爬行动物更新名录》（王凯，2020）、《中国蛇类》（赵尔宓，安徽科学技术出版社，2006）、《中国两栖动物及其分布彩色图鉴》（费梁，四川科学技术出版社，2012）、《中国生物多样性红色名录脊椎动物》（蒋志刚，2021），在线资料“中国观鸟记录中心 <http://www.birdreport.cn/>”及科考、专著及研究文献等资料，以及近年来评价区域和周边的建设项目环评报告《金上～湖北±800千伏特高压直流输电工程环境影响报告书》（2022年2月、3月、5月）、《川藏铁路昌都至林芝段施工供电工程（二期）环境影响报告书》（2021年7月）等现状调查结果分析以及本项目的专题报告《金上±800kV特高压直流送端帮果换流站500kV配套线路工程建设对四川火龙沟省级自然保护区自然资源、自然生态系统和主要保护对象影响评价报告》（2023年11月、2024年2月）等。

7.4.2.2 评价区动物物种组成

根据查阅相关资料及现场踏勘、观察和询访当地居民，共有脊椎动物137种，其中两栖动物共有7种，分隶1目5科；爬行动物共有6种，分隶1目4科；鸟类97种，分隶7目26科；兽类27种，分隶6目13科；具体见表7-16。

表7-16 本项目评价区野生动物组成统计表

类别	目	科	属	种	国一保护	国二保护
两栖类	1	5	6	7	0	0
爬行类	1	4	5	6	0	0
鸟类	7	26	56	97	2	3
兽类	6	13	22	27	2	4
合计	15	48	89	137	4	7

（1）两栖类多样性及其分布

根据本次野外实地调查、访问及文献资料确认，评价范围内共有两栖动物 1 目 5 科 7 种，包括角蟾科、蟾蜍科、蛙科、树蛙科等。评价区域两栖动物组成情况见表 7-17。

表 7-17 评价区两栖动物组成

目名	科	物种数	占总种数（%）
无尾目	蛙科	2	28.57
	角蟾科	2	28.57
	叉舌蛙科	1	14.29
	树蛙科	1	14.29
	蟾蜍科	1	14.29
合计	5	7	100

1) 区系组成

评价区两栖类分为古北界和东洋界，东洋界种类 4 种，占评价区现有两栖类总种数的 80%，古北界种类 1 种，占评价区现有两栖类总种数的 20%。说明评价区内两栖动物区系以东洋界为主。

2) 生态分布

静水类型：评价区主要有西藏齿突蟾 (*Scutiger boulengeri*) 和刺胸齿突蟾 (*Scutiger mammatus*)、倭蛙 (*Nanorana pleskei*)，在高原沼泽地、水坑内，流溪亦能见到，白天多隐伏在石块下或草丛中，有的蹲于水边，受惊扰即跳于水中或蹿于石块下；夜出活动，捕食各种昆虫。产卵主要在 4-6 月，卵产于水坑、水塘等静水域的浅水区，卵群附着在水草上或漂浮于水面；卵群含卵几粒至数十粒，有的呈单粒状。蝌蚪生活于水塘内，多底栖。

陆栖类型：主要生活在潮湿的陆地环境中，但繁殖季节到水中产卵，幼体在水中生活至变态完成，如西藏蟾蜍 (*Bufo tibetanus*) 等。

树栖类型：它们生活和繁殖都在潮湿环境中的树上或灌丛中，如高原林蛙 (*Rana kukunoris*) 等。

溪类型：专性栖息高海拔山涧溪流、峡谷流水河道、湍急溪谷及溪流沿岸湿石滩，高度依赖洁净流动冷水水体。代表种为四川湍蛙 (*Amolops mantzorum*)。

3) 重点保护物种

根据查阅《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 2021 年第 3 号）、《四川省人民政府关于发布<四川省重点保护野生动物名录><四川省重点保护野生植物名录>的通知》（川府函〔2024〕14 号）、《金上~湖北±800 千伏

特高压直流输电工程环境影响报告书》、《金上±800kV 特高压直流送端帮果换流站 500kV 配套线路工程建设对四川火龙沟省级自然保护区自然资源、自然生态系统和主要保护对象影响评价报告》（2023 年 11 月、2024 年 2 月）等相关资料与现场调查，评价区未发现国家级和省级重点保护的野生两栖类物种。

(2) 爬行类多样性及其分布

根据本次野外实地调查、访问及文献资料确认，评价范围内共有爬行动物 1 目 4 科 6 种。包括蜥蜴科、鬣蜥科、斜鳞蛇科、蝰科等。评价区域爬行动物组成情况见表 7-18。

表 7-18 评价区爬行动物物种组成

目名	科	物种数	占总种数 (%)
有鳞目	蜥蜴科	2	33.33
	蝰科	2	33.33
	斜鳞蛇科	1	16.67
	鬣蜥科	1	16.67
合计	4	6	100

1) 区系分析

本项目评价区内的爬行类动物中，属东洋界的有 4 种，占总数的 66.66%；属古北界的 2 种，占总数的 33.34%；无广布种分布。

2) 生态分布

根据评价区生境分布的特点，并结合爬行类动物分布的特点，将区内爬行类类分布的生境划分成以下几类：

①森林型爬行动物

主要栖息于评价区冷杉林、云杉林、针阔混交林、桦木林等森林植被内，多活动于林下落叶层、林缘阴湿地带，依赖森林生境生存，代表种有大眼斜鳞蛇（*Pseudoxenodon macrops*）、山滑蜥（*Scincella potanini*）、康定滑蜥（*Scincella monticola*）。

②灌丛型爬行动物

草绿龙蜥、乡城原矛头蝮主要栖息在区域内杜鹃灌丛、高山柳灌丛、矮高山栎灌丛等各类山地灌丛环境，多见于向阳坡地、灌丛石隙间，代表物种有草绿龙蜥（*Diploderma flaviceps*）、乡城原矛头蝮（*Protobothrops xiangchengensis*）。

③高寒草甸草地型爬行动物

集中分布于四川嵩草草甸、圆穗蓼 + 高原毛茛草甸及山间草丛地带，为高海拔草甸、荒坡草地典型物种，代表物种高原蝮（*Gloydus strauchi*）。

3) 重点保护物种

根据查阅《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 2021 年第 3 号）、《四川省人民政府关于发布<四川省重点保护野生动物名录><四川省重点保护野生植物名录>的通知》（川府函〔2024〕14 号）等相关资料与现场调查，评价区未发现国家级和省级重点保护的野生爬行类物种。

（3）鸟类多样性及其分布

根据本次野外实地调查、访问及文献资料确认，评价范围内共有鸟类动物 7 目 26 科 97 种，包括鹰科、鸭科、雉科、鸠鸽科等，评价区域鸟类动物分布情况见表 7-19。

表 7-19 评价区鸟类物种组成表

目中文名	科中文名	物种数	占总种数 (%)
雀形目	燕雀科	11	11.34
	鸦科	9	9.28
	鹁科	9	9.28
	噪鹛科	7	7.22
	鹑鸽科	6	6.19
	山雀科	5	5.15
	柳莺科	5	5.15
	鹪科	5	5.15
	鸦雀科	4	4.12
	伯劳科	3	3.09
	长尾山雀科	3	3.09
	鹎科	3	3.09
	树莺科	2	2.06
	鹡科	2	2.06
	山椒鸟科	1	1.03
	岩鹡科	1	1.03
	梅花雀科	1	1.03
	燕科	1	1.03
	绣眼鸟科	1	1.03
	雀科	1	1.03
雁形目	鸭科	1	1.03
鸢形目	啄木鸟科	2	2.06
鸡形目	雉科	2	2.06
鸽形目	鸠鸽科	3	3.09
鹃形目	杜鹃科	5	5.15
鹰形目	鹰科	4	4.12
合计	26	97	100

1) 区系分析

根据本次现场调查结合文献资料，本项目生态评价范围的鸟类有 97 种，按其地理分布型可分为三种类型：

广布种：即繁殖范围跨越古北与东洋两界，甚至超出两界；或者现知分布范围极有限，很难从其分布范围分析出区系从属关系的鸟类。

东洋种：即完全或主要分布于东洋界的鸟类。

古北种：即完全或主要分布于古北界的鸟类。

它们的种数及占生态评价范围鸟类总种数的百分比如下：在评价区的 98 种鸟类中，东洋界有 57 种，占评价区鸟类总数的 58.76%；古北界有 29 种，占评价区鸟类总数的 29.89%；广布种有 11 种，占评价区鸟类总数的 11.34%，可见评价区的鸟类成分中东洋界种类占绝对优势，古北界有一定的比例，呈现出一定的南、北混杂现象。

2) 居留类型

评价区内有留鸟 73 种，占鸟类总数的 75.25%，主要以灰斑鸠、雉鸡、红头长尾山雀、大嘴乌鸦、灰树鹊、松鸦等为主；夏候鸟 18 种，约占 18.56%，以灰头鹀、斑鹀、灰翅噪鹛、白领凤鹀、异色树莺等为主；冬候鸟 6 种，约占 6.19%，以普通鵲、赤麻鸭为主；由上可知评价区内鸟类以留鸟为主。

3) 生态分布

根据评价区植被分布、鸟类的生境状况和鸟类的分布特点，把评价区的鸟类生境类型可划分为 3 种，即森林-灌草丛生境、水域草甸生境、耕地及民居生境。

森林-灌草丛生境：包括评价区内森林、灌丛、草丛等生境。代表鸟类有大嘴乌鸦（*Corvus macrorhynchus*）、黑顶噪鹛（*Garrulax affinis*）、灰眉岩鹀（*Emberiza godlewskii*）、拟大朱雀（*Carpodacus rubicilloides*）等。

水域、草甸生境：评价区水域湿地、草原草甸等。代表鸟类有粉红胸鹀（*Anthus roseatus*）、白顶溪鹀（*Chaimarrornis leucocephalus*）、灰头鹀（*Turdus rubrocanus*）、岩燕（*Ptyonoprogne rupestris*）等。

耕地及民居生境：以棕背伯劳（*Lanius schach*）、山麻雀（*Passer rutilans*）、白鹡鸰（*Motacilla alba*）等为常见种。

4) 鸟类生态类型及特点分析

评价区域鸟类可根据生态习性和形态特征分为猛禽、攀禽、鸣禽、陆禽、游禽五大类，各类群的组成及特点如下：

①猛禽：顶级掠食者，适应肉食性生存

包含物种：金雕、喜山鵟、普通鵟、胡兀鹫、高山兀鹫等。

形态特化：具锐利弯曲的钩状喙（用于撕裂猎物）、强健带利爪的脚（用于捕捉

和握持猎物），视觉或嗅觉极为敏锐（如兀鹫靠嗅觉定位腐肉）。

食性：金雕、鵟类为主动捕猎者，以中小型哺乳动物、鸟类为食；胡兀鹫、高山兀鹫为腐食性，依赖大型动物尸体。

生态位：处于食物链顶端，对控制猎物种群数量有重要作用，活动范围广，多栖息于开阔山地、高原。

②攀禽：适应树栖攀爬，脚型特化

包含物种：灰头绿啄木鸟、赤胸啄木鸟、四声杜鹃、大杜鹃、中杜鹃、小杜鹃、噪鹃等。

脚型特化：啄木鸟为对趾足（两趾向前、两趾向后），适合抓握树干垂直攀爬；杜鹃类为对趾型或常态足，但善在树枝间跳跃攀爬。

食性：啄木鸟以树干内昆虫幼虫为食，用喙凿木取食；杜鹃类多以昆虫为食，部分种类（如大杜鹃）为巢寄生鸟类。

栖息环境：主要栖息于森林或灌丛，依赖树木生存，活动与植被垂直结构密切相关。

③鸣禽：种类最多，鸣管发达，适应多样生境

包含物种：除上述猛禽、攀禽、陆禽、游禽外的其余鸟类（如鹁鸪、鸚、鸺、鸺、莺、山雀、朱雀、鸺等）。

鸣管发达：具复杂鸣肌，能发出多样鸣唱（如鸺类、莺类鸣叫声婉转，鸺类群体鸣叫喧闹），用于求偶、领地防御。

食性多样：包括昆虫食性（如柳莺、鸺类）、植食性（如朱雀、文鸟）、杂食性（如喜鹊、乌鸦），适应不同食物资源。

生态适应：体型中小型，后肢适合跳跃或短距离行走，栖息环境涵盖森林、灌丛、草地、溪流等，是生态系统中昆虫控制和植物传粉、种子传播的重要参与者。

社会行为：部分种类（如噪鹃、鸦雀）集群活动，部分（如伯劳、鸺类）单独或成对活动。

④陆禽：适应地面活动，善行走刨食

包含物种：环颈雉、高原山鹑、山斑鸠、灰斑鸠、雪鸽、山麻雀、岩燕、燕雀。

脚型适应地面：后肢强健，适合在地面行走、奔跑或刨土（如环颈雉、高原山鹑）；鸠鸽类脚短健，善地面踱步。

食性：以植物种子、果实、嫩叶为主（如斑鸠、雪鸽），山鹑、环颈雉也取食昆

虫。

栖息环境：多栖息于开阔草地、农田、灌丛或岩石区，山麻雀、岩燕则与人类活动区域关联密切。

⑤游禽：适应水生环境，善游泳

包含物种：赤麻鸭等。

形态适应水生：趾间具蹼，善于游泳和潜水；身体流线型，便于在水中活动。

食性：以水生植物、藻类、小型水生动物为食，常栖息于河流、湖泊、湿地等水域。

迁徙性：为季节性迁徙鸟类，繁殖期可能进入高海拔河谷区域。

4) 重点保护物种

根据查阅《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 2021 年第 3 号）、《四川省人民政府关于发布〈四川省重点保护野生动物名录〉〈四川省重点保护野生植物名录〉的通知》（川府函〔2024〕14 号）、《金上~湖北±800 千伏特高压直流输电工程环境影响报告书》、《金上±800kV 特高压直流送端帮果换流站 500kV 配套线路工程建设对四川火龙沟省级自然保护区自然资源、自然生态系统和主要保护对象影响评价报告》（2023 年 11 月、2024 年 2 月）等相关资料与现场调查，根据调查，评价区有国家 I 级保护鸟类动物金雕、胡兀鹫；有国家 II 级保护鸟类动物普通鵟、高山兀鹫、橙翅噪鹛。

5) 鸟类迁徙通道

依据《全国鸟类迁徙通道保护行动方案》（2021-2035 年），现已证实全球约有 9 条候鸟迁徙路线，自西向东，有 4 条路线穿越我国，分别是西亚—东非迁徙路线、中亚迁徙路线、东亚—澳大利西亚迁徙路线和西太平洋迁徙路线，在我国形成东部、中部和西部 3 个候鸟迁徙区。

1) 中国候鸟迁徙区：本项目所在区域属于中部候鸟迁徙区：包括中亚迁徙路线和东亚—澳大利西亚中段西部区域。从我国云贵高原，穿越四川盆地，沿横断山脉，向北经阿尼玛卿、邛崃、大巴山、秦岭、贺兰山、阴山等山脉，及翻越喜马拉雅山脉、唐古拉山脉、巴颜喀拉山脉和祁连山脉，至蒙古国和俄罗斯中西部及西伯利亚西部。其覆盖范围主要包括我国动物地理分区蒙新区西部荒漠亚区东部，青藏区羌塘高原亚区，青海藏南亚区，华北区的黄土高原亚区，西南区的西南山地亚区、喜马拉雅亚区，华中区的西部山地高原亚区，以及华南区的滇南山地亚区。

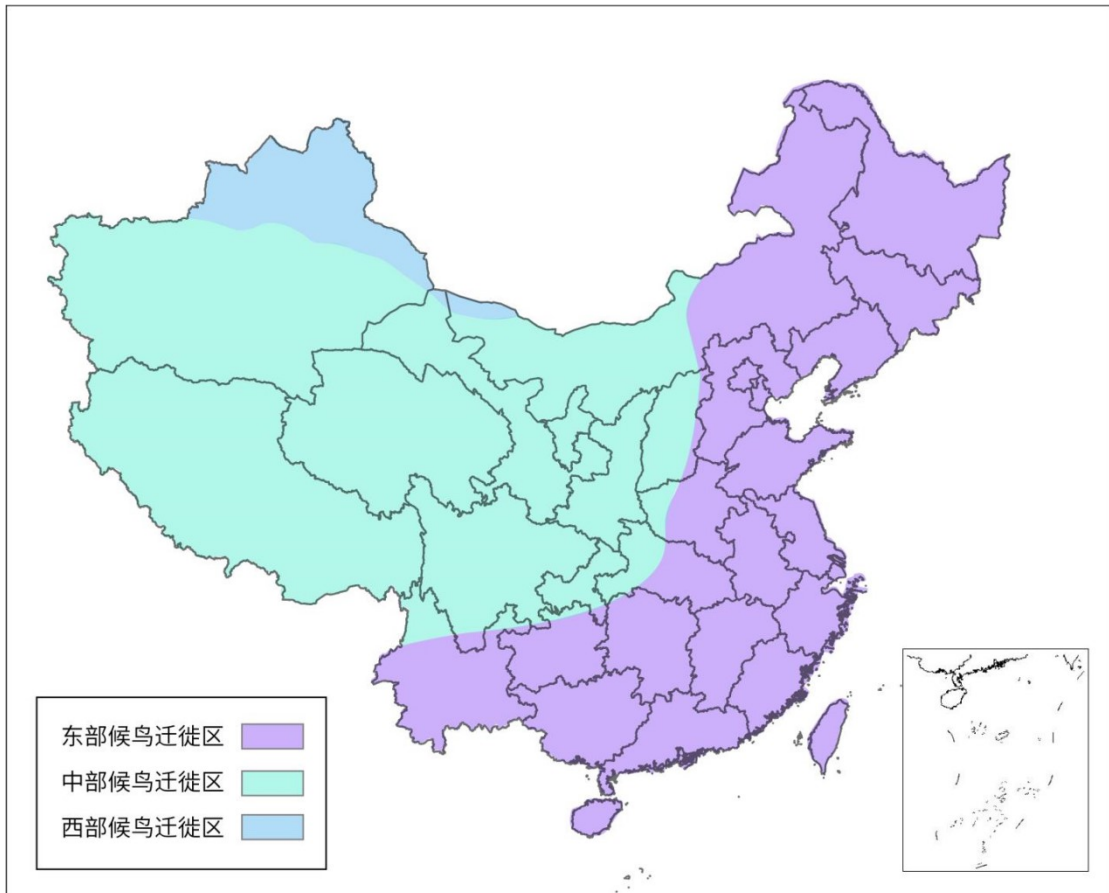


图 7-1 本项目在中国候鸟迁徙区的位置

2) 全国候鸟功能区：依据我国候鸟繁殖地、迁徙停歇地和越冬地的分布状况，以及各区域对候鸟的主要功能贡献，我国候鸟的功能区可以概括为 8 大类：东北繁殖区、西北繁殖区、青藏高原繁殖区、东部沿海迁徙和越冬区、黄河流域迁徙和越冬区、长江流域迁徙和越冬区、华南—西南迁徙和越冬区、云贵高原越冬区、青藏高原越冬区、新疆南部越冬区。本项目所在区域属于青藏高原繁殖区，主要包括新疆东南部、西藏北部、青海西部及北部、甘肃西南部和四川西部及北部。该繁殖区是我国青藏高原繁殖鸟类集中分布区域。



图 7-2 本项目在中国候鸟迁徙区的位置

3) 重要候鸟迁徙通道

根据《全国鸟类迁徙通道保护行动方案》（2021—2035 年）可知，全国共有 1140 处重要候鸟迁徙通道，其中四川省境内分布有 81 处（四川省重要候鸟迁徙通道详见《全国鸟类迁徙通道保护行动方案（2021-2035 年）》中的附表 2）。经核实，本项目不涉及重要候鸟迁徙通道，区域内未发现鸟类的集中分布区、重要繁殖地、停歇地、越冬地等生境。故项目建设运营对鸟类迁徙通道没有影响。

4) 四川省境内候鸟迁徙通道

四川地区属于鸟类中国西部迁徙路线的重要组成部分。通过查阅资料可知，四川的三条候鸟迁徙通道分别为：西线：大小凉山系—邛崃山系—若尔盖湿地（沿大渡河），其中若尔盖湿地为高原夏候鸟迁徙的目的地之一；中线：川南—龙泉山脉—秦岭（沿长江、岷江）；东线：川东平行峡谷（沿嘉陵江、渠江、诺水河等）。本项目所在区域部分位于鸟类迁徙通道上，工程施工期的施工噪音可能会对迁徙鸟类产生影响，本项目与四川省境内候鸟迁徙通道的位置关系见图 7-3，鸟类迁徙分为春迁和秋迁两季，春迁主要在 3 月底至 4 月底，秋迁主要在 9、10 月份，主要包括普通鵟、大杜鹃、噪鹃、普通朱雀、长尾山椒鸟、虎纹伯劳等鸟类。

通过鸟类环志已确知黑颈鹤有两条迁徙路线：①由若尔盖至草海，直线距离 800km 左右，从松潘草地沿邛崃山脉、岷江流域南下到乌蒙山脉的湖泊越冬；②由隆宝滩至纳帕海，直线距离 700km，从玉树及其通天河流域等地，沿金沙江河谷及雀儿山、沙鲁里山经四川西北部到云南西北横断山脉的湖泊越冬；依据调查资料分析推测，在西边可能还有第三条迁徙路线：在新疆东南部、青海西部繁殖的黑颈鹤通过唐古拉山口，而在藏北、藏西北繁殖的黑颈鹤，则由高海拔向南或东南迁徙到低海拔的雅鲁藏布江中游河谷越冬。本项目评价范围仅小部分位于鹤类迁徙通道边缘，但并不涉及黑颈鹤等保护鹤类的迁徙通道，且评价区河流均为山区冲沟，并无适宜鹤类集中栖息、觅食和繁殖的地区，本项目建设对鹤类迁徙没有影响。

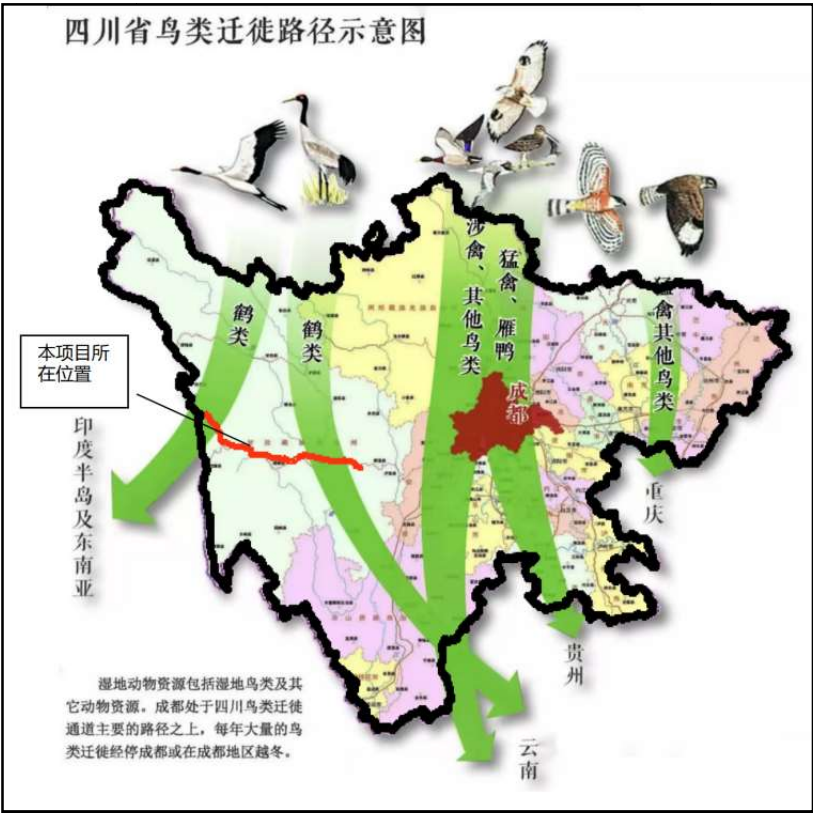


图 7-3 四川省鸟类迁徙通道示意图

（4）兽类多样性及其分布

根据本次野外实地调查、访问及文献资料确认，评价范围内共有兽类动物 6 目 13 科 27 种，包括鼯鼯科、鼯科、熊科、猪科等。评价区域兽类动物分布情况见表 7-20。

表 7-20 评价区兽类物种组成

目	科	物种数	占总种数 (%)
兔形目	鼠兔科	2	7.41
	兔科	1	3.7
劳亚食虫目	鼯鼯科	2	7.41
啮齿目	鼠科	7	25.93

	松鼠科	4	14.81
	鼯型鼠科	1	3.7
灵长目	猴科	1	3.7
食肉目	鼬科	3	11.11
	熊科	1	3.7
鲸偶蹄目	鹿科	2	7.41
	牛科	1	3.7
	猪科	1	3.7
	麝科	1	3.7
合计	13	27	100

1) 区系分析

根据张荣祖 1997 年的《中国哺乳动物分布》，评价区在动物区划上属于东洋界中印亚界西南区西南山地亚区，为青藏区、华南区向华中区的生态过渡地带，也是东洋界动物区系向古北界动物区系的过渡地带。

在评价区的 27 种兽类中，东洋界有 16 种，占评价区兽类总数的 59.26%；古北界有 9 种，占评价区兽类总数的 33.33%，广布种有 2 种，占评价区鸟类总数的 7.41%。可见评价区的兽类成分中东洋界种类占绝对优势，古北界有一定的比例，广布种仅一种，呈现出一定的南、北混杂现象。

2) 生态分布

森林类型：指主要栖息活动于云杉林、冷杉林、云杉+桦木混交林、高山栎林等森林生境中的兽类，如赤腹松鼠（*Callosciurus erythraeus*）、隐纹花松鼠（*Tamias swinhoei*）等。

灌草丛类型：指主要栖息活动于蔷薇灌丛、矮矮高山栎灌丛、杜鹃灌丛、柳灌丛、草丛、草甸等灌丛以及高山草甸生境中的兽类，如灰尾兔（*Lepus oiostolus*）、大耳姬鼠（*Apodemus latronum*）、高山姬鼠（*Apodemus chevrieri*）、高原鼠兔（*Ochotonacurzoniae*）等。

民居类型：主要分布于评价区河谷沿线的村寨建筑、耕地等生境，可见川西白腹鼠（*Niviventer excelsior*）、安氏白腹鼠（*Niviventer andersoni*）、岩松鼠（*Sciurotamias davidanus*）等种类。

3) 重点保护物种

根据查阅《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 2021 年第 3 号）、《四川省人民政府关于发布<四川省重点保护野生动物名录><四川省重点保护野生植物名录>的通知》（川府函〔2024〕14 号）、《金上~湖北±800 千伏特高压直流输电工程环境影响报告书》、《金上±800kV 特高压直流送端帮果换流站

500kV 配套线路工程建设对四川火龙沟省级自然保护区自然资源、自然生态系统和主要保护对象影响评价报告》（2023 年 11 月、2024 年 2 月）等相关资料与现场调查，评价区有国家 I 级保护兽类动物林麝、白唇鹿；有国家 II 级保护兽类动物亚洲黑熊、水鹿、岩羊、藏酋猴。

（5）动物多样性现状评价

1）物种丰富度

物种丰富度通常指群落或生态系统中的物种数目。评价范围内主要分布陆生脊椎动物 48 科 137 种。其中，两栖类占比 5.11%，爬行类占比 4.38%，鸟类占比 70.8%，兽类占比 19.71%。

表 7-21 评价范围脊椎动物物种多样性

类别	目	科	属	种	物种数比例(%)
两栖	1	5	6	7	5.11
爬行	1	4	5	6	4.38
鸟类	7	26	55	97	70.8
兽类	6	13	22	27	19.71
合计	15	48	88	137	100

2）G-F 多样性指数

采用 G-F 指数评价陆生生态评价范围脊椎动物物种多样性。陆生生态评价范围脊椎动物 G-F 多样性指数见表 7-22。

表 7-22 评价范围脊椎动物 G-F 指数多样性

类别	G 指数	F 指数	G-F 指数
两栖	1.7479	0.6931	-1.5216
爬行	1.5607	0.6931	-1.2516
鸟类	3.8126	13.5052	0.7177
兽类	2.9878	4.8269	0.381
合计	4.2995	19.7184	0.782

由上表可知，评价范围鸟类 G 指数、F 指数和 G-F 指数均高于兽类和两爬类的相应指数，而两爬类的 G 指数、F 指数和 G-F 指数均低于兽类的相应指数，说明该地区陆生脊椎动物属、科物种多样性以鸟类最高，兽类次之，两爬类最低。

3）动物多样性空间特征

本输变电工程线路途经白玉、理塘、巴塘、雅江、康定多地，区域植被类型丰富，涵盖寒温带针叶林、针阔混交林、落叶阔叶林、各类山地灌丛、草本草丛及高寒草甸，以杜鹃灌丛占比最高，冷杉林、云杉林、高山栎林与高寒草甸、山地草丛次之，同时涉及自然保护地、森林公园、湿地公园及风景名胜区，生境格局复杂多样，造就了区域脊椎动物鲜明的空间分布特征。

一是群落结构空间分化明显，鸟类为区域动物群落主体。评价区共记录脊椎动物 137 种，分属 48 科，物种组成空间占比差异显著，鸟类种类最多，占比达 70.8%，在全域各类生境中广泛分布；兽类次之，占比 19.71%；两栖、爬行类物种数量偏少，分别仅占 5.11%、4.38%，整体呈现鸟类为主、兽类为辅，两栖爬行类偏少的空间群落格局，与高原山地高海拔气候寒冷、水域生境碎片化的环境特征高度契合。

二是动物分布与生境类型高度契合，呈现梯度化空间分布。评价区植被垂直分异显著，野生动物随之形成清晰空间分布格局。冷杉林、云杉林、针阔混交林等森林生态系统，植被郁闭度高、食物与隐蔽条件优越，主要栖息林麝、亚洲黑熊、水鹿、藏酋猴等大中型兽类，以及各类林栖鸟类、林栖爬行类；面积广阔的杜鹃灌丛、高山柳灌丛等灌丛生态系统，生境开阔且兼具隐蔽性，成为多数中小型鸟类、雉类、鼬类及广布兽类主要活动区域；毛茛蒿草丛、披碱草草丛多散布于林下、道路两侧及荒地，小型啮齿类、鸢类、鹌鹑类在此集中分布；高海拔区域连片分布的四川嵩草草甸、圆穗蓼 + 高原毛茛草甸，为白唇鹿、岩羊、高原鼠兔、喜马拉雅旱獭等高寒特有物种，以及金雕、胡兀鹫、高山兀鹫等大型猛禽提供觅食与栖息场所；河流湿地周边水域环境，则集中分布两栖类及临水活动的水鸟、杂食性兽类，不同生境对应不同动物类群，空间集聚特征突出。

三是保护动物呈点状零散分布，无集中连片栖息繁育地。评价区内共分布国家 I 级保护动物 4 种、国家 II 级保护动物 7 种，受地形、人为活动及生境破碎化影响，金雕、胡兀鹫、林麝、白唇鹿等珍稀保护动物多沿山地林区、高海拔草甸呈零散点状活动，经实地调查与资料核实，评价范围内未发现珍稀重点保护野生动物集中栖息地、固定繁殖地及核心觅食区，保护物种仅为区域游走性过境、季节性觅食活动，空间聚集程度低。

四是保护地范围内物种丰富度更高，空间差异性突出。项目线路穿越省级自然保护区、国家森林公园、国家湿地公园及国家级风景名胜区等多重生态管控区域，保护地内原生植被保存完好、人为干扰程度低，生境完整性优于线路普通地段，野生动物种类、数量及珍稀物种出现频次明显更高；而非保护地区域受道路建设、农牧活动等影响，生境完整性下降，以广布型、适应性强的常见物种为主，整体形成生态保护地带物种多样、人为活动地带物种单一的空间分布差异。

五是广布物种全域扩散，狭域高寒物种局限高海拔区间。区域内白鹇、各类朱雀、鼠类等广布适应性物种，可在森林、灌丛、草丛、近人居区域广泛分布；而高原

蝮、白唇鹿、高原鼠兔等典型高原高寒物种，严格局限于高海拔草甸、裸岩山地区域，低海拔河谷、密林深处极少分布，物种空间分布受海拔与生境制约极强。

7.4.2.3 四川火龙沟省级自然保护区内野生动物物种组成

根据《四川火龙沟省级自然保护区总体规划（2011-2020 年）》，自然保护区内有兽类 57 种，分属 7 目、19 科，属于高地森林草原动物群，有国家重点保护兽类 21 种，占 36.84%；有鸟类 154 种，分属 11 目、37 科，全或主要分布于古北界的有 63 种，占繁殖鸟总数的 44.1%。国家 I 级鸟类 7 种；有两栖动物 6 种，隶 2 目、4 科、5 属；有爬行动物 2 种，隶 1 目、2 科、2 属；有鱼类 13 种，分别隶属 2 个目（鲤形目和鲇形目）、3 个科（鲤科、鳅科和鮡科）和 5 个属。

本项目线路 I 穿越四川火龙沟省级自然保护区，穿越段属于实验区，**本项目评价范围内分布有国家 I 级重点保护动物 4 种：金雕、胡兀鹫、林麝、白唇鹿；国家 II 级重点保护动物 7 种：普通鵟、高山兀鹫、橙翅噪鹛、藏酋猴、亚洲黑熊、水鹿、岩羊。**

7.4.2.4 四川沙鲁里山国家森林公园内野生动物物种组成

根据《四川沙鲁里山国家森林公园总体规划（2022-2031）》以及林业等相关资料，四川沙鲁里山国家森林公园及其所在区域在中国动物地理区划（张荣祖，1999）中属“古北界中亚亚界-IV 青藏区”。森林公园内野生动物种类丰富、分布广泛、特有种多，以中小型兽类、鸟类为主。森林公园内共有野生脊椎动物 54 科 276 种，其中哺乳动物有 18 科 54 种，两栖动物 2 科 6 种，爬行类 4 科 11 种，鸟类 27 科 196 种，鱼类 3 科 9 种。列为国家 I 级重点保护的动物有雪豹、云豹、白唇鹿、中华秋沙鸭、胡兀鹫等 13 种；国家 II 级保护动物有藏酋猴、豺、黑熊、马熊、普通鵟、雀鹰等 36 种。

本项目线路 I 穿越四川沙鲁里山国家森林公园，穿越段属于一般游憩区中的盖玉景区，其森林风景资源相对平常。**本项目评价范围内分布有胡兀鹫、藏酋猴等重点保护野生动物。**

7.4.2.5 四川巴塘姊妹湖国家湿地公园内野生动物物种组成

本项目仅评价范围涉及四川巴塘姊妹湖国家湿地公园，涉及面积较小，在该区域分布有普通鵟等重点保护动物，在上空偶见。

7.4.2.6 贡嘎山国家级风景名胜区内野生动物物种组成

根据《贡嘎山风景名胜区总体规划（2021-2035 年）》、《甘孜 1000 千伏变电站

500 千伏配套送出工程对贡嘎山风景名胜区影响评估论证报告》以及林业等相关资料，贡嘎山风景名胜区内野生动物种类丰富、分布广泛、特有种多，以中小型兽类、鸟类为主。风景名胜区内有国家 I 级重点保护动物有林麝、高山麝、金猫、荒漠猫、豹、扭角羚等；国家 II 级保护动物有猕猴、藏酋猴、水鹿、毛冠鹿、中华鬣羚、中华斑羚、岩羊、兔狲、豹猫、狼、赤狐、亚洲黑熊、中华小熊猫等。本项目仅评价范围涉及贡嘎山国家级风景名胜区，涉及面积较小，在该区域分布有橙翅噪鹛、普通鵲等重点保护动物，在上空偶见。

7.4.2.7 生态保护红线内野生动物物种组成

本项目线路所穿越的生态保护红线大部分与四川火龙沟省级自然保护区、四川沙鲁里山国家森林公园范围重叠。本项目评价范围内分布有普通鵲、高山兀鹫等重点保护野生动物。

7.4.2.8 评价区动物优势物种组成

本项目调查区域主要为农村环境，野生动物主要分布有兽类、鸟类、爬行类和两栖类。评价区主要野生动物种类见表 7-23。

表 7-23 评价区主要野生动物种类

类型	优势目		优势科	优势种
兽类	啮齿目		鼠科	高山姬鼠 (<i>Apodemus chevrieri</i>) 中华姬鼠 (<i>Apodemus draco</i>) 褐家鼠 (<i>Rattus norvegicus</i>)
			松鼠科	赤腹松鼠 (<i>Callosciurus erythraeus</i>) 岩松鼠 (<i>Sciurotamias davidanus</i>)
	劳亚食虫目		鼯鼠科	川鼯 (<i>Blarinella quadratauda</i>)
鸟类	雀形目		燕雀科	燕雀 (<i>Fringilla montifringilla</i>) 普通朱雀 (<i>Carpodacus erythrirus</i>)
			鸦科	喜鹊 (<i>Pica pica</i>) 大嘴乌鸦 (<i>Corvus macrorhynchus</i>)
			鹁鹑科	鹁鹑 (<i>Copsychus saularis</i>) 小燕尾 (<i>Enicurus scouleri</i>)
	鹃形目		杜鹃科	大杜鹃 (<i>Cuculus canorus</i>) 噪鹛 (<i>Eudynamys scolopacea</i>)
爬行	有鳞目	蜥蜴亚目	石龙子科	康定滑蜥 (<i>Scincella potanini</i>) 山滑蜥 (<i>Scincella monticola</i>)
		蛇亚目	蝮科	高原蝮 (<i>Gloydius strauchi</i>) 乡城原矛头蝮 (<i>Protobothrops xiangchengensis</i>)
两栖类	无尾目		角蟾科	西藏齿突蟾 (<i>Scutiger boulengeri</i>) 刺胸齿突蟾 (<i>Scutiger mammatus</i>) 胸腺猫眼蟾 (<i>Scutiger glandulatus</i>)

7.4.2.9 评价区重要野生动物物种

根据《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 2021 年第

3 号）、《四川省人民政府关于发布<四川省重点保护野生动物名录><四川省重点保护野生植物名录>的通知》（川府函〔2024〕14 号）、《四川火龙沟省级自然保护区总体规划（2011-2020 年）》、《四川沙鲁里山国家森林公园总体规划（2022-2031 年）》、《金上~湖北±800kV 特高压直流输电工程环境影响报告书》、《金上±800kV 特高压直流送端帮果换流站 500kV 配套线路工程建设对四川火龙沟省级自然保护区自然资源、自然生态系统和主要保护对象影响评价报告》以及林业等相关资料核实，**本项目调查区域内未发现珍稀濒危及国家，未发现重点保护野生动物栖息地。本项目评价范围内分布有国家I级重点保护动物 4 种：金雕、胡兀鹫、林麝、白唇鹿；国家II级重点保护动物 7 种：普通鵟、高山兀鹫、橙翅噪鹛、藏酋猴、亚洲黑熊、水鹿、岩羊；依据《中国生物多样性红色名录》核实，评价范围内有 19 种中国特有种（其中 1 种极危物种、1 种濒危物种、4 种易危物种）。根据《陆生野生动物重要栖息地名录（第一批）》（国家林业和草原局公告 2023 年第 23 号）核实，本项目不涉及陆生野生动物重要栖息地。**

表 7-24 本项目评价区野生动物重要物种

物种名称	拉丁学名	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）
白唇鹿	<i>Przewalskium albirostris</i>	I	EN	√	评价区森林、灌草丛分布	资料	否
金雕	<i>Aquila chrysaetos</i>	I	VU	/	评价区高原分布	调查	否
林麝	<i>Moschus berezovskii</i>	I	CR	/	评价区森林、灌草丛分布	资料	否
胡兀鹫	<i>Gypaetus barbatus</i>	I	NT	/	评价区森林、灌草丛分布	调查	否
普通鵟	<i>Buteo japonicus</i>	II	LC	/	评价区森林、灌草丛分布	资料、访问	否
高山兀鹫	<i>Gyps himalayensis</i>	II	NT	/	评价区森林、灌草丛分布	调查	否
橙翅噪鹛	<i>Trochalopteron elliotii</i>	II	LC	√	评价区森林、灌草丛分布	调查	否
亚洲黑熊	<i>Ursus thibetanus</i>	II	VU	/	评价区森林、灌草丛分布	资料	否
水鹿	<i>Rusa unicolor</i>	II	/	/	评价区森林、灌草丛分布	资料	否
岩羊	<i>Pseudois nayaur</i>	II	LC	/	评价区森林、灌草丛分布	资料	否
藏酋猴	<i>Macaca thibetana</i>	II	VU	√	评价区森林、灌草丛分布	调查	否
刺胸齿突蟾	<i>Scutiger mammatus</i>	/	LC	√	评价区森林、灌草丛分布	资料	否
西藏蟾蜍	<i>Bufo tibetanus</i>	/	LC	√	评价区林下灌草丛分布	访问	否
高原林蛙	<i>Rana kukunoris</i>	/	LC	√	评价区灌草丛分布	资料	否
宝兴树蛙	<i>Rhacophorus dugritei</i>	/	LC	√	评价区灌草丛分布	资料	否
倭蛙	<i>Nanorana pleskei</i>	/	LC	√	评价区高原、高山草甸区分布	调查	否
康定滑蜥	<i>Scincella potanini</i>	/	LC	√	评价区森林、林缘、灌草丛分布	调查	否
草绿龙蜥	<i>Diploderma flaviceps</i>	/	NT	√	评价区灌草丛分布	资料	否
高原蝮	<i>Gloydus strauchi</i>	/	NT	√	评价区高原、高山草甸区分布	资料	否
乡城原矛头蝮	<i>Protobothrops xiangchengensis</i>	/	VU	√	评价区灌草丛分布	资料	否
白眉雀鹛	<i>Fulvetta vinipectus</i>	/	LC	√	评价区高原、高山草甸区分布	资料	否
川鹇	<i>Blarinelta quadraticauda</i>	/	LC	√	评价区灌草丛分布	资料	否
岩松鼠	<i>Sciurotamias davidianus</i>	/	LC	√	评价区森林、林缘、灌草丛分布	资料	否
高山姬鼠	<i>Apodemus chevrieri</i>	/	LC	√	评价区灌草丛分布	资料	否

川西白腹鼠	<i>Niviventer excelsior</i>	/	LC	√	评价区高原、高山草甸区分布	资料	否
安氏白腹鼠	<i>Niviventer andersoni</i>	/	LC	√	评价区灌草丛分布	资料	否
中华鼯鼠	<i>Eospalax fontanierii</i>	/	LC	√	评价区高原、高山草甸区分布	资料	否

注 1：保护级别根据国家及地方正式发布的重点保护野生动物名录确定。

注 2：濒危等级、特有种根据《中国生物多样性红色名录》确定。

注 3：分布区域应说明物种分布情况以及生境类型。

注 4：资料来源包括环评现场调查、文献记录、历史调查资料及科考报告等。

注 5：说明工程占用生境情况。涉及占用的应说明具体工程内容和占用面积，不直接占用的应说明生境分布与工程的位置关系。

注 6：保护级别栏中“Ⅰ”为国家Ⅰ级重点保护物种，“Ⅱ”为国家Ⅱ级重点保护物种。

(1) 国家及地方重点保护野生动物

依据《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 2021 年第 3 号）、《四川省人民政府关于发布<四川省重点保护野生动物名录><四川省重点保护野生植物名录>的通知》（川府函〔2024〕14 号），结合现场调查及相关资料查阅，项目评价范围内分布有 11 种国家重点保护野生动物，其基本情况见表 7-25。

表 7-25 本项目评价区重要保护陆生动物调查结果一览表

编号	种名	拉丁学名	保护级别	生活习性	照片
1	金雕	<i>Aquila chrysaetos</i>	国家I级	主要分布于海拔 4000 米以下的高山森林、针叶林及草原地带，冬季可下迁至低山丘陵、山脚平原甚至沿海地区，偏好陡峭的岩石峭壁、悬崖凸出处或高大树木顶部。	
2	胡兀鹫	<i>Gypaetus barbatus</i>	国家I级	主要栖息在海拔 500~4000 米山地裸岩地区。在沟壑、高原和草原穿插的山脉间可见。性孤独，常单独活动，也不与其他猛禽合群。常在山顶或山坡上空缓慢地飞行和翱翔。营巢于高山悬崖岩壁上大的缝隙和岩洞中。	
3	林麝	<i>Moschus berezovskii</i>	国家I级	主要栖于针阔混交林，也适于在针叶林和郁闭度较差的阔叶林的生境生活。栖息高度可达 2000~3800 米，但低海拔环境也能生存。	
4	白唇鹿	<i>Przewalskium albirostris</i>	国家I级	白唇鹿是一种生活于高寒地区的山地动物，分布海拔较高，主要活动于 3500-5100 米的森林灌丛、灌丛草甸及高山草甸草原地带，尤以林线一带为其最适活动的生境	
5	普通鵟	<i>Buteo buteo</i>	国家II级	主要栖息于山地森林和林缘地带，从海拔 400m 的阔叶林至 2000m 的混交林和针叶林地带均有分布，多单独活动，活动时间主要在白天，性机警，视觉敏锐，主要以森林鼠类为食。	

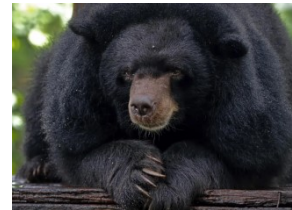
6	高山秃鹫	<i>Gyps himalayensis</i>	国家Ⅱ级	高山兀鹫又称喜马拉雅秃鹫，在中国繁殖于西部高原地区，为留鸟，栖息于海拔 2000 米-6000 米的高原和高山地区。高山兀鹫常单活结成十几只小群，主要以食尸体和腐肉等为食。	
7	橙翅噪鹛	<i>Garrulax elliotii</i>	国家Ⅱ级	主要栖息于海拔 1500-3400 米的山地和高原森林与灌丛中，也栖息于林缘疏林灌丛、竹灌丛、农田和溪边等开阔地区的柳灌丛、忍冬灌丛、杜鹃灌丛和方枝柏灌丛中。	
8	亚洲黑熊	<i>Selenarctos ussuricus</i>	国家Ⅱ级	亚洲黑熊从低海拔 600 米的热带雨林到亚热带的常绿阔叶林，亚热带干旱河谷灌丛；温带落叶阔叶林、针阔叶混交林、针叶林以及海拔 4000 米左右的山地寒温带暗针叶林，都有栖息。	
9	水鹿	<i>Cervus unicolor</i>	国家Ⅱ级	水鹿栖于中高海拔热带雨林。喜欢在日落后活动，无固定的巢穴，有沿山坡作垂直迁移的习性。其活动范围大，没有固定的窝，很少到远离水的地方去。	
10	岩羊	<i>Pseudois nayaur</i>	国家Ⅱ级	岩羊主要栖息于海拔 2500 米至 5500 米的高原、丘原和高山裸岩地带，以及山谷间的草地。这些区域地形复杂，裸岩与草地交错，为岩羊提供了理想的隐蔽和觅食场所。	
11	藏酋猴	<i>Macaca thibetana</i>	国家Ⅱ级	藏酋猴是灵长目猴科猕猴属哺乳动物，又称四川短尾猴、大青猴。栖息于多石壁的高山森林，植被为常绿阔叶林及针阔叶混交林，栖息于海拔 400-2500 米。集群生活。昼行性，喜地栖生活，晚间亦多栖于岩洞或岩崖。杂食性，主要以各种植物的叶、果实、茎、花和根为食。	

表 7-26 评价区保护动物分布情况

物种名称	保护级别	栖息地及活动生境	调查经纬度	海拔(m)	种群数量	资料来源
金雕	国家Ⅰ级	山地裸岩区筑巢、草原与草甸区觅食，疏林与林缘带停歇	---	500-4500	+	访问
胡兀鹫	国家Ⅰ级	高原、高山草甸上空分布	E 99.182888657, N30.592734141	3000-4500	+	调查
林麝	国家Ⅰ级	降曲河谷两侧针阔混交林、针叶林及郁闭度较差的阔叶林中	---	3000-3800	+	资料
白唇鹿	国家Ⅰ级	生活于高寒地区的山地	---	3500-5100	+	资料
普通鵟	国家Ⅱ级	森林、林缘、灌草丛	E 99.067861653, N30.758489956	3000-4000	++	调查

高山兀鹫	国家Ⅱ级	高原、高山草甸区上空分布	E 99.160565809, N30.661253904	3000-5000	+++	调查
橙翅噪鹛	国家Ⅱ级	森林、灌丛	E 99.045963512,, N30.787046384	3000-4000	+++	调查
亚洲黑熊	国家Ⅱ级	森林、灌丛、高山裸岩	---	3300-4200	+	资料
水鹿	国家Ⅱ级	靠近溪流的森林、灌丛	---	3200-3700	+	资料
岩羊	国家Ⅱ级	靠近溪流的灌丛、草甸以及高山裸岩	---	2100-6300	+	资料
藏酋猴	国家Ⅱ级	评价区森林、林缘分布	E 99.130767972, N30.645133777	3200-4000	++	调查

评价区内的高山兀鹫和橙翅噪鹛的种群数量相对较大，其他保护种类数量相对较少；藏酋猴、橙翅噪鹛等对人类活动干扰有一定适应性，分布海拔较低，在沟谷地带均可见到。对于林麝、白唇鹿、亚洲黑熊、水鹿等大型兽类对人类活动干扰较为敏感，栖息于高海拔人迹罕至的区域，本项目多沿现有公路建设，受既有道路和当地居民影响，上述几种兽类栖息于高海拔人迹罕至的核心区、缓冲区范围，本次调查在评价范围并未发现其活动踪迹。根据查阅《四川火龙沟自然保护区综合科学考察报告》（2011年）和《金上±800kV 特高压直流送端帮果换流站 500kV 配套线路工程建设对四川火龙沟省级自然保护区自然资源、自然生态系统和主要保护对象影响评价报告》以及相邻的建设项目环评报告《金上～湖北±800kV 特高压直流输电工程环境影响报告书》，在评价区发现有林麝、亚洲黑熊、水鹿的活动踪迹，但并未发现白唇鹿的活动踪迹，通过访问当地群众和相关管理人员得知，东西两块核心区内的白唇鹿存在交流，交流期间可能会出现在评价区域，因此将其纳入名录。

（2）极危、濒危、易危物种

依据《中国生物多样性红色名录》，结合调查及相关资料查阅，项目评价范围内有极危1种（林麝）、濒危1种（白唇鹿）、易危4种（乡城原矛头蝮、金雕、亚洲黑熊、藏酋猴）。

（3）极小种群物种

依据《中国生物多样性红色名录》，结合调查及相关资料查阅，本项目生态评价范围内未发现国家和地方政府列入拯救保护的极小种群物种。

（4）特有种

依据《中国生物多样性红色名录》，结合调查及相关资料查阅，本项目生态评价范围内分布有刺胸齿突蟾、西藏蟾蜍、高原林蛙、宝兴树蛙、倭蛙、康定滑蜥、草绿龙蜥、高原蝮、乡城原矛头蝮等19种特有种动物。

7.4.3 评价区水生生物现状调查与评价

本项目线路跨越涉及的小型河流较多，但多为3级以下河流，其中跨越了三级河流无量河（理塘河）2次，跨越二级河流雅砻江1次。

本次区域水生生物现状评价方法：收集《甘孜州无量河确如多水电站环境影响评价报告》（2014年）、《四川无量河干流水电规划“一库六级”开发的第6级水电站环境影响评价报告书》（2015年）、《水电开发背景下雅砻江鱼类资源的生态保护》（2009年）、《四川鱼类志》（1994年）等资料；咨询当地渔政部门和实地走访沿岸居民。

7.4.3.1 浮游植物

浮游植物是水体初级生产力最主要的组成部分，是食物链和营养结构的基础环节，也是鱼苗和部分成鱼的天然饵料。有些藻类可以直接用作环境监测的指示生物，而且相对于理化条件而言，其密度、生物量、种类组成和多样性能更好地反映出水体的营养水平。

（1）浮游植物

浮游植物作为水体初级生产力最主要的组成部分，是鱼苗和成鱼的天然饵料，在营养结构中起着重要的作用。有些藻类可以直接用作环境监测的指示生物，而且相对于理化条件而言，其密度、生物量、种类组成和多样性能更好地反应出水体的营养水平。评价范围内有浮游植物4门13科17属28种，详见表7-25。

表 7-27 评价区影响水域浮游藻类名录

门	科	属	种类
绿藻门	群星藻科 Sorastraceae	集星藻属 <i>Actinastrum</i>	河生集星藻 <i>Actinastrum fluviatile</i>
	栅藻科 Scenedesmus	栅藻属 <i>Scenedesmus</i>	四尾栅藻 <i>Scenedesmus quadricauda</i>
			弯曲栅藻 <i>Scenedesmus arcuatus</i>
	双星藻科 Zygnemataceae	水绵属 <i>Spirogyra</i>	水绵 <i>Spirogyra</i> sp.
硅藻门	菱形藻科 Nitzschiaceae	菱形藻属 <i>Nitzschia</i>	拟螺形菱形藻 <i>Nitzschia</i> sp.
			池生菱形藻 <i>Nitzschia stagnorum</i>
	舟形藻科 Naviculaceae	羽纹藻属 <i>Pinnularia</i>	著名羽纹藻 <i>Pinnularia pinnulatia</i>
			绿羽纹藻 <i>P. viridis</i>
		舟形藻属 <i>Gyrosigma</i>	双头舟形藻 <i>Navicula dicephala</i>
			简单舟形藻 <i>N. simlex</i>
			隐头舟形藻 <i>Navicula cryptocephala</i>
		布纹藻属 <i>Gyrosigma</i>	细布纹藻 <i>Gyrosigma kutzingii</i> (Gun.)
			尖布纹藻 <i>Gyrosigma acuminatum</i> Ehr.
	脆杆藻科 Fragilariaceae	等片藻属 <i>Diatoma</i>	普通等片藻 <i>Diatoma vulgare</i>
		蛾眉藻属 <i>Ceratoneis</i>	弧形蛾眉藻 <i>Fragilaria capucina</i>
			弧形蛾眉藻双尖变种 <i>Ceratoneis arcus</i> var.
	圆筛藻科 Coscinodiscaceae	直链藻属 <i>Melosira</i>	颗粒直链藻 <i>Melosira granulata</i> (Ehr.) Ralfs.
	异极藻科 Gomphonemaceae	异极藻属 <i>Gomphonema</i>	小形异极藻 <i>Gomphonema parvulum</i>
			窄异极藻 <i>Gomphonema angustatum</i>
	桥弯藻科 Cymbellaceae	桥弯藻属 <i>Cymbella</i>	膨胀桥弯藻 <i>Cymbella pusilla</i>

			小桥弯藻 <i>Cymbella laevis</i>
	直链藻科 Melosiraceae	直链藻属 Melosira	颗粒直链藻 <i>Melosira granulata</i> (Ehr.) Ralfs.
			变异直链藻 <i>Melosira varians</i>
	卵形藻科 cocconeaceae	卵形藻属 <i>Cocconeis</i>	卵形藻 <i>Cocconeis</i> sp.
			扁圆卵形藻 <i>Cocconeis placentula</i> var. <i>euglypta</i>
黄藻门	黄丝藻科 Tribonemataceae	黄丝藻属 <i>Tribonema</i>	小型黄丝藻 <i>Tribonema minus</i>
蓝藻门	颤藻科 Oscillatoriaceae	颤藻属 <i>Oscillatoria</i>	巨颤藻 <i>Oscillatoria princeps</i>
		伪鱼腥藻属 <i>Pseudanabaena</i>	伪鱼腥藻 <i>Pseudanabaena</i> sp.

7.4.3.2 水生动物

(1) 鱼类

评价区分布的野生鱼类约 1 目 2 科 9 种，以鲤形目鱼类为主。

表 7-28 本项目评价区鱼类组成

目中文名	目拉丁名	科中文名	科拉丁名	属中文名	属拉丁名	种中文名	种拉丁名	保护等级	濒危等级	特有种
鲤形目	Cypriniformes	条鳅科	Nemacheilidae	副鳅属	<i>Homatula</i>	红尾副鳅	<i>Homatula variegatus</i>	/	LC	/
鲤形目	Cypriniformes	条鳅科	Nemacheilidae	南鳅属	<i>Schistura</i>	戴氏南鳅	<i>Schistura dabryi</i>	/	LC	/
鲤形目	Cypriniformes	条鳅科	Nemacheilidae	高原鳅属	<i>Triplophysa</i>	斯氏高原鳅	<i>Triplophysa stoliczkai</i>	/	LC	/
鲤形目	Cypriniformes	条鳅科	Nemacheilidae	高原鳅属	<i>Triplophysa</i>	细尾高原鳅	<i>Triplophysa stenura</i>	/	LC	/
鲤形目	Cypriniformes	条鳅科	Nemacheilidae	高原鳅属	<i>Triplophysa</i>	梭形高原鳅	<i>Triplophysa leptosoma</i>	/	LC	√
鲤形目	Cypriniformes	鲤科	Cyprinidae	裂腹鱼属	<i>Schizothorax</i>	短须裂腹鱼	<i>Schizothorax wangchiachii</i>	/	LC	√
鲤形目	Cypriniformes	鲤科	Cyprinidae	裂腹鱼属	<i>Schizothorax</i>	齐口裂腹鱼	<i>Schizothorax prenanti</i>	/	VU	√
鲤形目	Cypriniformes	鲤科	Cyprinidae	裂腹鱼属	<i>Schizothorax</i>	重口裂腹鱼	<i>Schizothorax davidi</i>	II	EN	√
鲤形目	Cypriniformes	鲤科	Cyprinidae	裸裂尻鱼属	<i>Schizopygopsis</i>	软刺裸裂尻鱼	<i>Schizopygopsis malacanthus</i>	/	VU	√

(2) 浮游动物

浮游动物（zooplankton）是指悬浮于水中的水生动物，它们或者完全没有游泳能力，或者游泳能力微弱，不能远距离移动，也不足以抵抗水的流动力。浮游动物以水生细菌和浮游藻类为食，是属于水生生态系统中的消费者和第二营养级，亦称次级生产力，由于浮游动物摄取大量藻类，所以使水体产生自净作用，它也是所有幼鱼和某些成鱼的饵料基础。浮游动物是一个复杂的生态类群，包含无脊椎动物的大部分门类。在淡水水体中研究最多的是原生动物（protozoan）、轮虫（rotifer）、枝角类（cladocera）和桡足类（copepod）四大类。

评价范围有浮游动物 4 类 7 种，其中原生动物 2 种，轮虫 2 种，枝角类 2 种，桡足类 1 种。

表 7-27 评价区域流域浮游动物名录

门	目	科	种类
原生动物	表壳虫目	表壳科	普通表壳虫 <i>Arcella vulgaris</i>
		砂壳科	针棘匣壳虫 <i>Centropyxis aculeata</i>
轮虫	游泳目	须足轮科	大肚须足轮虫 <i>Euchlanis dilatata</i>
		臂尾轮虫科	萼花臂尾轮虫 <i>Brachionus calyciflorus</i>
枝角类	双甲目	盘肠蚤科	近亲尖额蚤 <i>Alona affinis</i>
			圆形盘肠蚤 <i>Chydorus sphaericus</i>
桡足类	剑水蚤目	剑水蚤科	蒙古温剑水蚤 <i>Thermocyclops mongolicus</i>

（3）底栖动物资源现状

底栖动物是第三营养级的主要组成，也是原河道形态饵料生物中生物量较大的类群，为江河中多数鱼类的饵料基础，并且与江河鱼类的生态类群和区系组成有密切关系。

评价河段底栖动物的区系主要以节肢动物门为主。

表 7-29 评价区影响水域底栖动物名录

门	纲	目	种
节肢动物门	昆虫纲	蜉蝣目	扁蜉 <i>Ecfyrus</i>
			四节蜉 <i>Beatis</i>
			二翼蜉 <i>Cloeon dipterum</i>
			二尾蜉 <i>Siphonurus sp</i>
			小蜉 <i>Ephemerella</i>
		双翅目	摇蚊幼虫 <i>Chironomid</i>
		襁翅目	短尾石蝇 <i>Nemoura sp</i>
	甲壳纲	端足目	钩虾 <i>Gammaridea</i>

7.4.3.3 评价区重要物种

依据《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 2021 年第

3 号）、《四川省重点保护野生动物名录》（川府发〔2024〕14 号）及《中国生物多样性红色名录》，项目评价范围内二级河流（雅砻江流域）分布有重口裂腹鱼、齐口裂腹鱼、软刺裸裂尻鱼、梭形高原鳅、短须裂腹鱼等 5 种水生动物重要物种；详见表 7-30。

表 7-30 本项目评价区内水生动物重要物种

序号	物种名称（中文、拉丁名）	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	重口裂腹鱼 <i>Schizothorax davidi</i>	国家 II 级	EN	是	在评价区的雅砻江流域	资料	否
2	齐口裂腹鱼 <i>Schizothorax prenanti</i>	/	VU	是	在评价区的雅砻江流域	资料	否
3	软刺裸裂尻鱼 <i>Schizopygopsis malacanthus subsp. malacanthus</i>	/	VU	是	在评价区的雅砻江流域	资料	否
4	梭形高原鳅 <i>Triplophysa leptosoma</i>		LC	是	在评价区的理塘河（无量河）流域	资料	否
5	短须裂腹鱼 <i>Schizothorax wangchiachii</i>		LC	是	在评价区的雅砻江流域	资料	否

注 1：保护级别根据国家及地方正式发布的重点保护野生动物名录确定。

注 2：濒危等级、特有种根据《中国生物多样性红色名录》确定。

注 3：分布区域应说明物种分布情况以及生境类型。

注 4：资料来源包括环评现场调查、文献记录、历史调查资料及科考报告等。

注 5：说明工程占用生境情况。涉及占用的应说明具体工程内容和占用面积，不直接占用的应说明生境分布与工程的位置关系。

注 6：EN（濒危）、VU（易危）、LC（无危）。

(1) 国家及地方重点保护野生动物

依据《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 2021 年第 3 号）、《四川省重点保护野生动物名录》（川府发〔2024〕14 号），根据查阅相关资料，项目评价范围内水域分布有重口裂腹鱼 1 种国家 II 级重点保护野生动物。

表 7-31 本项目评价区重点保护水生动物概况

序号	物种名称	保护级别	资料来源	生活习性	分布区域	照片
1	重口裂腹鱼 <i>Schizothorax davidi</i>	国Ⅱ	资料	为冷水性鱼类，常栖息于水体中下层，一般生活在峡谷河流，常在底质为砂或砾石且水流湍急的环境中活动，秋后移向河流的深潭或岩洞中越冬。	在评价区的雅砻江流域内	

（2）极危、濒危、易危物种

依据《中国生物多样性红色名录》，根据查阅相关资料，项目评价范围内水域分布有重口裂腹鱼 1 种濒危鱼类，齐口裂腹鱼和软刺裸裂尻鱼 2 种易危动物。

（3）极小种群物种

根据调查及相关资料查阅，本项目生态评价范围内未发现国家和地方政府列入拯救保护的极小种群物种。

（4）特有种

依据《中国生物多样性红色名录》，根据查阅相关资料和现场调查，项目评价范围内在大渡河上游省级水产种质资源保护区分布有重口裂腹鱼、齐口裂腹鱼、软刺裸裂尻鱼、形高原鳅、短须裂腹鱼等 5 种特有种动物，见表 7-30。

7.4.4 生态系统现状调查**7.4.4.1 生态系统面积**

评价区域生态环境质量主要控制性组分是环境资源拼块，景观类型相互影响、相互制约，森林、灌木、草丛、水域等自然生态系统以及建筑、交通用地等人工生态系统决定了评价区域生态系统的特点，同时也制约着种植拼块及聚居地拼块的环境质量状况。

本项目评价区主要有 7 种生态系统类型，分别是森林生态系统、灌丛生态系统、草地生态系统、湿地生态系统、农田生态系统、城镇生态系统、其他，按照生态系统类型Ⅱ级划分，森林生态系统为针叶林、阔叶林、针阔混交林，灌丛生态系统为阔叶灌丛，草地生态系统为稀树草丛和草甸，湿地生态系统为水域，农田生态系统为耕地，城镇生态系统包括交通用地和建筑用地，本项目评价区不同生态系统面积见表 7-32。

表 7-32 评价区生态系统面积

I级生态系统类型	II级生态系统类型	面积(hm ²)	面积比例(%)
森林生态系统	针阔混交林	554.74	1.85
	阔叶林	2397.79	7.99
	针叶林	6364.08	21.20
灌丛生态系统	阔叶灌丛	11545.56	38.46
草地生态系统	草丛	4123.09	13.73
	草甸	4328.03	14.42
农田生态系统	耕地	421.83	1.41
城镇生态系统	居住地	115.15	0.38
	工矿交通	91.47	0.30
湿地生态系统	河流	74.72	0.25
其他	裸地	5.14	0.02
合计	合计	30021.6	100

7.4.4.2 生态系统类型

(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。根据现场踏勘结合遥感影像解译，森林占评价区面积比例第二大，面积约 9321.91hm²，占评价区总面积的 30.48%。

1) 植被现状

评价区内的森林主要为针叶林、阔叶林以及针阔混交林。其中阔叶林主要以桦木林、高山栎林为主，针叶林主要以冷杉林、云杉林为主，针阔混交林主要以云杉+高山栎林、云杉+桦木混交林为主，广泛分布于评价区内。

2) 动物现状

森林生态系统及其林下灌丛由于植物的多样性和富于层次的结构，为鸟类、兽类和其它动物提供了丰富的栖息环境和食物，是其生存、生活的天然场所。森林生态系统内多种多样的鸟类是各类生态系统中最重要的动物种类之一，生活其中的鸟类有噪鹛、高原山鹑、雉鸡、黑眉长尾山雀、红头长尾山雀、花彩雀莺、长尾山椒鸟、松鸦、棕背伯劳等，兽类有川麝、小纹背麝、黄鼬、鼬獾、猪獾、亚洲黑熊、野猪、林麝、水鹿、藏酋猴、岩松鼠等，两栖类有高原林蛙等，爬行类有高原蝮等。

3) 生态功能

森林是自然生态系统的主要类型，其生态服务功能主要有：光能利用、调节气温、涵养水源、改良土壤、水土保持、净化环境、孕育和保存生物多样性。森林的主要成分有生产者植物，消费者动物以及作为分解者的微生物等，是哺乳动物和鸟类的主要

栖息位置。森林生态系统最重要的非生物因子是气候和土壤，气候中降水和气温是最重要的两个因子。森林中林下常有较多枯枝落叶，枯枝落叶的存在，对于生态系统水、氮、钙、磷等物质循环以及涵养水源的功能，有十分重要的意义。无论是从面积和生产力来看，还是从生态系统的物质循环来看，森林都是评价区最重要的生态系统之一。

（2）灌丛生态系统

灌丛生态系统是灌丛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，是评价区所属区域特殊的气候条件所形成的一种生态系统。根据现场踏勘结合遥感影像解译，评价区的灌丛生态系统总面积约 11545.56hm²，占评价区总面积的 38.46%。灌丛生态系统相对于其它几类生态系统来说，仍是区内生物量 and 生产力相对较高的生态系统，对生态系统的稳定也起到了重要作用。

1) 植被现状

评价区的灌丛主要分布在河岸旁以及山地，区域灌丛生态系统广泛分布，植被类型较为多样。评价区灌丛生态系统主要由各种阔叶灌木所组成的阔叶灌丛及多刺灌木所组成的多刺灌丛，主要以构子灌丛、栎灌丛、杜鹃灌丛、柳灌丛、蔷薇灌丛、小檗灌丛、沙棘灌丛、川西白刺花灌丛等为主。

2) 动物现状

由于灌丛生态系统的结构特征，成为了众多鸟类、爬行类和小型兽类的良好栖息环境。评价区内分布于此生态系统中的常见动物有爬行类的高原蝮；陆禽类主要有雉鸡、白腰文鸟；鸣禽类种类较为丰富，主要包括岩燕、树鹀、粉红胸鹀、山鹀、白鹡鸰、灰鹡鸰、黄头鹡鸰、鹡鸰、橙翅噪鹛等；兽类主要有高山姬鼠、高原鼠兔、中华鼯鼠等。

3) 生态功能

灌丛生态系统与森林生态系统一样，是地球上最重要的陆地生态系统类型之一。灌丛生态系统的生态功能主要表现为气候调节、水源涵养、生物多样性保育、碳固定、侵蚀控制、土壤形成、营养循环、废物处理、生物控制、栖息环境、基因资源等。

（3）草地生态系统

草地生态系统在评价区占比较大，根据现场踏勘结合遥感影像解译，面积约 8451.12hm²，占评价区总面积的 28.15%。

1) 植被现状

评价区的草地生态系统主要为毛莲蒿草丛、披碱草草丛、四川嵩草草甸、圆穗蓼+高原毛茛草甸，草丛分布在林下和道路两旁以及荒地之中，草甸主要分布在高海拔区域。

2) 动物现状

结合实地生态调查及区域动物资源本底情况，草丛区域栖息的两栖爬行类偶见倭蛙、西藏蟾蜍，鸟类有岩燕、各类鸫类分布，兽类以灰尾兔、高山姬鼠、大耳姬鼠、中华鼯鼠和褐家鼠为主，多为适应性较强的小型广布物种。在高海拔草甸区域中，两栖爬行类可见倭蛙、西藏蟾蜍零星活动；鸟类可见达乌里寒鸦及各类鸫类、鹌鹑类、鸚类；兽类方面，高原鼠兔、藏鼠兔、喜马拉雅旱獭为优势物种，中华鼯鼠、高山姬鼠、大耳姬鼠也在草甸及周边零星分布，形成了结构完整的高寒草地动物群落。

3) 生态功能

草地生态系统具有防风、固沙、保土、调节气候、净化空气、涵养水源等生态功能。草地生态系统是自然生态系统的重要组成部分，对维系生态平衡、地区经济、人文历史具有重要地理价值。评价区草地主要以天然牧草地为主，其核心生态功能体现在多个方面：既能凭借密集的草本植被根系固定土壤、减少水土流失，通过冠层截留降水、促进下渗实现水源涵养，其中高海拔草甸对江河源头水源保护和径流调节作用显著；又能作为两栖类、鸟类、兽类的重要栖息觅食场所，低海拔草丛支撑倭蛙、灰尾兔等小型生物，高海拔草甸维系高原鼠兔等高寒特有物种，保障区域生物多样性稳定；同时可通过光合作用固定碳元素形成天然碳汇、调节局部小气候，借助植被残体改良土壤、辅助工程受损区域生态修复，还能与周边生态系统协同作用，参与物质循环和能量流动，为野生动物提供稳定生存条件，推动区域生态系统良性循环。

(4) 湿地生态系统

根据现场踏勘结合遥感影像解译，面积约 84.89hm^2 ，占评价区总面积的 0.28%。

1) 植被现状

评价区内的湿地生态系统主要以河流（无量河、雅砻江及其支沟）为主。

2) 动物现状

湿地生态系统中常有浮游植物等生产者，以及浮游动物、鱼、两栖类等消费者。湿地生态系统除了为水生生物提供生存环境，同时还是多种两栖类和爬行类的栖息环境，也是游禽和涉禽的重要栖息场所。分布其中的动物种类主要有白顶溪鸫、红尾水鸫、赤麻鸭、刺胸齿突蟾等。

3) 生态功能

湿地生态系统服务功能不仅包括提供大量资源产品,而且具有大的环境调节功能和环境效益,在调蓄洪水、调节气候、控制土壤等多方面发挥着重要作用。

(5) 农田生态系统

农田生态系统是以经营作物为目的的生态系统,也就是作物群落与其周围环境之间能量流动和物质循环的综合体系。与各种自然生态系统和人工生态系统之间有着极其密切的联系。根据现场踏勘结合遥感影像解译,评价区农田生态系统面积约 421.83hm^2 ,占评价区总面积的1.41%。农田生态系统生产力较高,大部分经济产品随收获而移出系统,养分循环主要靠系统外投入而保持平衡。

1) 植被现状

评价区的农田生态系统在整个评价区均有分布。其植被均为人工植被,类型简单,为栽培种植的经济作物、油料作物、粮食作物、蔬菜及果木林等。

2) 动物现状

由于农田生态系统中植被类型较为单一,距离居民区较近而易受人为干扰,因此该生态系统中动物种类不甚丰富。与人类伴居的动物多活动于此,如鸟类中的喜鹊和常见鸣禽如山麻雀等,兽类中的部分半地下生活型种类如褐家鼠等。

3) 生态功能

农田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,为现代工业提供加工原料等。此外,农田生态系统也具有大气调节、环境净化、土壤保持、养分循环、水分调节、传粉播种、病虫害控制、生物多样性及基因资源等功能。

(6) 城镇生态系统

城镇生态系统是主要担当人类进行群居生活的场所,是人类利用和改造自然而创造出来的与人类关系最密切、最直接的生存环境。评价区内城镇生态系统面积约 206.62hm^2 ,占评价区总面积的0.69%。

1) 植被现状

城镇生态系统内的植被多为栽培植被,种类组成较为简单,且主要作为房前屋后的绿化树种以及零星分布果树和花卉植物。

2) 动物现状

城镇生态系统中人类活动频繁，野生动物种类少，主要分布有喜与人类伴居的鸟类如白鹡鸰、棕背伯劳、喜鹊等；兽类主要有半地下生活型中的褐家鼠等。

3) 生态功能

城镇是一个高度复合的人工化生态系统，与自然生态系统在结构和功能上都存在明显差别。城镇/村落生态系统的生态服务功能主要是提供生活和生产物质的功能，包括食物生产、原材料生产以及满足人类精神和物质生活需求的功能。

7.4.4.3 生态系统生产力限制因子

生态系统生产力是指生态系统的生物生产能力，包括初级生产力和次级生产力。按照 Miami 经验公式，计算方法如下：

$$Y_t = 3000 / (1 + e^{1.315 - 0.119 t}) \quad (1)$$

$$Y_p = 3000 * (1 - e^{-0.000664 p}) \quad (2)$$

式中 Y_t 表示根据热量计算的热量生产力； t 为该地区的年均气温； Y_p 是根据年均降水量计算的水分生产力； p 为该地区的年均降水； e 为自然对数。由于 Miami 经验公式计算的第一性生产力在不同地区之间生态限制因子比完全相同，根据 Shelford 的耐受性法则和 Liebig 的最小因子定律，可以判断出评价区内的生态系统第一性生产力的限制因子。通常将上述两个经验公式中的最小值代表了该区域的自然生产力。

表 7-33 评价区内的生态系统生产力预测结果

气象数据	年平均气温 (°C)	平均降水量 (mm)	热量生产力 (g/m ² ·a)	水分生产力 (g/m ² ·a)	自然生产力 (g/m ² ·a)	自然生产力限制因子
白玉县	8	626.6	1230.7006	1021.0827	1021.0827	水分因子
理塘县	3	722.2	831.8364	1142.7972	831.8364	热量因子
巴塘县	12.8	476	1655.5884	812.9616	812.9616	水分因子
雅江县	11.1	822.2	1504.4250	1262.1104	1262.1104	水分因子
康定市	7.1	800-950	3000.0000	1236.3028-1403.5023	1236.3028-1403.5023	水分因子

根据评价区内的气象数据，评价区涉及到白玉、理塘、巴塘、雅江、康定等区域年平均气温为 3-12.8°C；年降水量为 476-950mm。从上表数据可以看出，该区域除理塘县外，其他区域的水分生产力小于热量生产力，说明评价区内热量条件优于水分条件，影响生态系统第一性生产力的主要生态限制因子是水分。

7.4.4.4 评价区生态系统的生物量

根据评价区内各种植被类型（生态系统）的面积，计算得到评价区生态系统的生物量及其总和，详见表 7-34。

表 7-34 评价区植被生物量一览表

植被类型	面积		平均生物量 (t/hm ²)	总生物量	
	数量 (hm ²)	占比 (%)		数量 (t)	占比 (%)
针叶林	6364.08	21.40	278.68	1773541.81	65.39
阔叶林	2397.79	8.06	182.45	437476.79	16.13
针阔混交林	554.74	1.87	230.57	127906.40	4.72
阔叶灌丛	11545.56	38.83	30.48	351908.67	12.98
草丛/草甸	8451.12	28.42	2.04	17240.28	0.64
农业植被	421.83	1.42	9.72	4100.19	0.15
合计	29735.12	100.00	/	2712174.14	100.00

注：各植被类型平均生物量、生产力数据参考《我国森林植被的生物量和净生产量》《四川森林》《四川森林生态研究》以及历史资料；面积数据合计不包含水域、建设用地等面积。

由表 7-34 可知，在评价区总面积 29735.12hm² 范围内，目前累积的生物量约是 2712174.14t（干重）。

7.4.4.5 评价区自然体系生产力现状及分析

根据评价区内各种植被类型（生态系统）的面积，以及各植被类型（生态系统）的净生产力(t/a.hm²)，（Whittaker&Likens, 1975），计算得到评价区生态系统的年生产力及其总和。

表 7-35 评价区植被自然生产力一览表

植被类型	面积		净生产力 (t/a.hm ²)	总生产力	
	数量 (hm ²)	占比 (%)		数量 (t/a)	占比 (%)
针叶林	6364.08	21.40	7.2	136207.67	16.11
阔叶林	2397.79	8.06	16.18	19335.37	2.29
针阔混交林	554.74	1.87	11.69	1034.93	0.12
阔叶灌丛	11545.56	38.83	1.54	448291.30	53.01
草丛	8451.12	28.42	1.54	240192.17	28.40
农业植被	421.83	1.42	10	598.42	0.07
合计	29735.12	100.00	/	845659.86	100.00

注：各植被类型平均生物量、生产力数据参考《我国森林植被的生物量和净生产量》《四川森林》《四川森林生态研究》以及历史资料；面积数据合计不包含水域、建设用地等面积。

表 7-33 可知，评价区每年产生的生物生产力约为 845659.86（t/a）（干重）。

7.4.4.6 评价区生态系统的植被覆盖度

根据 FVC 的计算结果，分别得到项目沿线遥感影像在建设前的植被覆盖度(FVC)均值，项目建设前期沿线遥感影像 FVC 均值的统计结果如所示。

表 7-36 项目评价区植被覆盖度

植被覆盖度(FVC)	植被覆盖度等级	面积(hm ²)	比例(%)
FVC≤0.2	低植被覆盖度	667.64	2.18
0.2<FVC≤0.4	中低植被覆盖度	1813.05	5.93
0.4<FVC≤0.6	中植被覆盖度	8542.03	27.93
0.6<FVC≤0.8	中高植被覆盖度	9892.71	32.34
0.8<FVC≤1	高植被覆盖度	9671.79	31.62
合计	合计	30587.22	100

由表7-36和植被覆盖度空间分布图可知，项目生态评价范围内，植被覆盖度整体呈现“中高植被覆盖为主，低覆盖占比极低”的特征。

高植被覆盖度（31.62%）、中高植被覆盖度（32.34%）合计占比达63.96%，为绝对主导类型；中植被覆盖度（27.93%）占比近三成，低植被覆盖度（2.34%）占比极低。结合植被类型来看，高、中高覆盖度主要对应乔木林和灌木林，中覆盖度主要对应草丛草甸，农田、湿地等低覆盖类型占比有限。

评价范围内乔木林和灌木林合计占比达68.2%，这两类植被本身具有密集的冠层或群落结构（如乔木林郁闭度高，灌木林盖度通常30%-80%），直接支撑了高、中高覆盖度的主导地位；草丛草甸虽覆盖度略低于乔灌木，但整体盖度多在50%-70%，对应中覆盖度，进一步巩固了中高覆盖的整体格局。

白玉至康定区域地处川西高原，虽海拔较高（多3000-4500m），但受季风影响，部分区域（如雅江、康定河谷）降水较充沛（年降水量500-800mm），且气温适宜乔木、灌木生长；同时，山地、河谷等复杂地形为不同植被提供了多样生境（如低海拔河谷适合乔木林，高海拔山地适合灌木林和草甸），减少了裸露或低覆盖区域的分布。

评价范围内农田、湿地等人工或低覆盖类型面积小，说明该区域农业开发、城镇建设等人类活动强度较低，原生植被（乔灌木林、草甸）保存较好。尤其是理塘、白玉等高海拔区域，地广人稀，植被受干扰少，自然覆盖度得以维持。

川西高原的乔灌木林（如松林、沙棘灌丛）和草甸（如四川嵩草草甸）具有较强的自然更新能力和抗干扰性，在无大规模人为破坏的情况下，可长期维持较高覆盖度，进一步压低了低覆盖类型的占比。

7.4.5 土地利用现状调查

参考甘孜州白玉县、巴塘县、理塘县、雅江县和康定市的土地利用类型分布图，利用遥感技术进行卫星数据解译，得到评价范围内各种土地类型的面积，各类型占地面积见表 7-37。

表 7-37 评价区土地资源用地类型

一级类		二级类		面积 (hm ²)	比例 (%)
编码	名称	编码	名称		
1	耕地	103	旱地	421.83	1.41
3	林地	301	乔木林地	9316.61	31.03
		303	灌木林地	11545.56	38.46
4	草地	401	天然牧草地	4328.03	14.42
		404	其他草地	4123.09	13.73
7	居住用地	703	农村宅基地	115.15	0.38
10	交通运输用地	1003	农村道路	91.47	0.30
11	水域及水利设施用地	1101	河流水面	74.72	0.25
12	其他土地	2306	裸土地	5.14	0.02
合计				30021.6	100

由上表可知,评价区中面积最大的是灌木林地(11545.56hm²),所占比例为38.46%,其次为乔木林地(9316.61hm²),所占比例为31.03%;而裸土地(5.14hm²)最小,所占比例为0.02%。

7.4.6 景观现状调查

根据《环境影响评价技术导则生态影响》(HJ19-2022)，“景观由斑块、基质和廊道组成”。斑块意味着景观类型的多样化，是构成景观的结构和功能单位；廊道是线性的景观单元，具有联通和阻隔的双重作用；基质代表了该景观或区域的最主要的景观类型，是景观的背景地块，是景观中一种可以控制环境质量的结构性。景观是由斑块、廊道和基质等景观要素组成的异质性区域，各要素的数量、大小、类型、形状及在空间上的组合形式构成了景观格局。

7.4.6.1 斑块

斑块代表景观类型的多样化，运用 ArcGIS 地理信息系统软件，根据野外植被调查情况，可制作出景观评价区域的景观分布图。利用 ArcGIS 的统计分析功能可以得到各类景观类型的基础信息。

表 7-38 评价区各类景观类型斑块比例、面积及平均面积

景观类型	面积(hm ²)	面积比例(%)	斑块数量	斑块数量比例(%)	斑块平均面积
针叶林	6364.08	21.2	962	24.72	6.62
针阔混交林	554.74	1.85	105	2.7	5.28
阔叶林	2397.79	7.99	351	9.02	6.83
阔叶灌丛	11545.56	38.46	1528	39.27	7.56
草甸	4328.03	14.42	258	6.63	16.78
草丛	4123.09	13.73	251	6.45	16.43
耕地	421.83	1.41	170	4.37	2.48
居住地	115.15	0.38	103	2.65	1.12
工矿交通	91.47	0.3	72	1.85	1.27

河流	74.72	0.25	90	2.31	0.83
裸地	5.14	0.02	1	0.03	5.14
合计	30021.6	100	3891	100	7.72

从上表可以看出，在斑块面积方面，灌丛面积最大，为 11545.56hm^2 ，占评价区总面积的 38.46%，分布最广、连通性最好，为评价区内最主要的景观类型；裸地最小，为 5.14hm^2 ，占评价区总面积的 0.02%。在斑块数量方面，灌丛斑块数量最多，裸地斑块数量最少。在斑块平均面积方面，草甸平均斑块面积最大，河流平均斑块面积最小。

对景观类型优势度的判断采用传统生态学中计算植被重要值的方法。反映某一斑块在景观中优势的值叫优势度值。优势度值由 3 种参数计算而出，即密度（Rd）、频率（Rf）和景观比例（Lp）。这三个参数对优势度判定中的前两个标准有较好的反映，第三个标准的表达不够明确，但依据景观中基质的判定步骤，当前两个标准的判定比较明确时，可以认为其中相对面积大，连通程度高的斑块类型，即为我们寻找的具有生境质量调控能力的斑块类型。

斑块密度的定义是： $Rd = \sum P_i / \sum P_i$

式中，Rd 为密度， P_i 和 $\sum P_i$ 分别为斑块 i 的数目和斑块总数，i 是斑块的编号， $i=1, 2, 3, \dots, n-1, n$ ；

频率的定义是： $Rf = S_i / S$

式中，Rf 为密度， S_i 和 S 分别为斑块 i 出现的样方数和总样方数；

景观比例的定义是： $Lp = A_i / \sum A_i$

式中，Lp 为景观比例， A_i 和 $\sum A_i$ 为斑块 i 的面积和样地总面积。

最后优势度值的定义是： $Do = [(Rd + Rf) / 2 + Lp] / 2$

式中各项的意义见上。

利用由 ArcGIS 制作的工程景观分布图，对评价区内各类斑块所计算的优势度值见下表：

表 7-39 评价区景观各类斑块优势度值

斑块类型	密度/ R_d (%)	频率/ R_f (%)	景观比例/ L_p (%)	优势度值/ D_o (%)
针叶林	24.72	26.21	21.2	23.33
针阔混交林	2.7	10.87	1.85	4.32
阔叶林	9.02	13.34	7.99	9.59
阔叶灌丛	39.27	18.14	38.46	33.58
草甸	6.63	9.07	14.42	11.14
草丛	6.45	8.07	13.73	10.50

耕地	4.37	0	1.41	1.80
居住地	2.65	0	0.38	0.85
工矿交通	1.85	0	0.3	0.61
河流	2.31	0	0.25	0.70
裸地	0.03	0	0.02	0.02

从上表可以看出，阔叶灌丛的优势度值最高，为 33.58%；裸地的优势度最低，仅为 0.02%。从各个斑块的数据和景观结构图来看，灌丛斑块分布广，灌丛面积大，贯通整个评价区域，连通程度高，计算出的优势度值也最大，其余各类斑块优势度值也与其斑块基本信息相一致。

7.4.6.2 廊道

廊道作为线性的景观单元除了具有通道和阻隔的作用之外，还有物种过滤器、某些物种的栖息环境以及对其周围环境与生物生产影响的影响源的作用。

在工程景观评价区内的廊道主要包括道路和河流。评价区内的道路由于机动车的干扰，路面是一个不适宜动植物生活的地带，并对动物的运动和植物种子的扩散有一定的阻隔作用。河流是评价区内重要的一种廊道，包括河流以及沿岸分布的不同于周围其他基质的植被带。评价区域的河流多为季节性，水量也较小，对河流两岸的陆生生态系统物质和能量的交流影响不大，同时溪流也是水生生物和鱼类的栖息位置。

7.4.6.3 基质

基质是景观中面积最大、连通性最好的类型，在景观功能上起着重要作用，影响能流、物流和物种流。判定基质的三个标准是相对面积最大、连通程度最高和对整个景观起到动态调控作用，其中前两个标准都可以通过景观优势度得到较好反映，一般认为满足前两个标准的景观要素即可认为是景观基质。

总的来说，评价区域灌丛的优势度远高于其他景观要素，具有最大的面积和相对集中的分布，连通性最好，对景观动态具有控制作用，可以认为是评价区的基质组合。

7.4.6.4 景观指数

景观指数是能够反映景观格局特征的定量化指标，分为三个级别，代表三种不同的研究尺度，即斑块级别指数、斑块类型级别指数和景观级别指数，常采用 FRAGSTATS 等景观格局分析软件进行计算分析。景观要素的多样性通过景观多样性指数与景观均匀度指数进行测度，景观破碎化程度通过斑块破碎度指数测度。

1) 景观多样性指数

景观多样性指数反映了斑块数目的多少以及斑块之间的大小变化，计算公式为：

$$H' = -\sum_{i=1}^m (P_i \times \ln P_i)$$

式中：\$H'\$——景观多样性指数；

\$P_i\$——斑块类型 \$i\$ 所占景观面积的比例；

\$m\$——斑块类型数量。

景观多样性指数值越大，表明景观信息含量越高，其类型不仅丰富且相互之间比例较为均匀。反之，景观多样性指数值越小，表明各类要素之间比例差异大，要素结构较单一。

2) 景观均匀度指数

景观均匀度指数反映了景观中各类斑块类型的分布平均程度，计算公式为：

$$E' = \frac{H'}{H_{\max}} = \frac{-\sum (P_i \times \ln P_i)}{\ln n}$$

式中：\$E'\$——景观均匀度指数；

\$H'\$——景观多样性指数；

\$H_{\max}\$——景观内各要素所占比例相等时的最大多样性指数；

\$n\$——景观中最大可能的斑块类型数。

当 \$E'\$ 趋于 1 时，景观斑块分布的均匀程度也趋于最大。

3) 斑块破碎度指数

斑块破碎度指数的计算公式为：

$$F = \frac{N_p - 1}{N_c}$$

式中：\$F\$——破碎度指数；

\$N_p\$——被测区域中景观斑块总数量；

\$N_c\$——被测区域总面积与最小斑块面积的比值。

\$F\$ 值域为\$[0, 1]\$，\$F\$ 值越大，景观破碎化程度越大。

通过现场踏勘，对评价区卫星影像解译，将评价区景观分为农业景观、森林景观、草地景观、湿地景观、城镇景观，运用上述景观生态学评价方法对评价区景观格局特征进行评价，其结果见下表。

表 7-40 评价区景观指数表

面积 (公顷)	面积比 例 P_i (%)	斑块数	景观多样性指数		景观均匀 度指数 (E')	N_c	破碎 度指 数(F)
			H'	$H_{\max}$			
针叶林	21.2	962	1.63	2.39	0.68	36170.60241	0.11
针阔混交林	1.85	105					
阔叶林	7.99	351					
阔叶灌丛	38.46	1528					
草甸	14.42	258					
草丛	13.73	251					
耕地	1.41	170					
居住地	0.38	103					
工矿交通	0.3	72					
河流	0.25	90					
裸地	0.02	1					

评价区景观格局整体以自然生态景观为主导，生态基底良好。其中，阔叶灌丛为优势景观类型，森林、草地景观占比次之，人为干扰景观占比极低；景观多样性指数（ $H'=1.63$ ）与均匀度指数（ $E'=0.68$ ）表明，景观类型较丰富但分布不均，受优势景观类型主导；破碎度指数（ $F=0.11$ ）较低，说明整体景观连通性较好，破碎化程度不高，区域生态系统稳定性较强。

7.5 生态环境影响预测与评价

7.5.1 对陆生植物多样性和植被的影响

7.5.1.1 施工期

项目建设对评价范围植被的影响主要在于施工占地及施工扰动的影响。施工占地包括塔基、变电站等永久占地和施工便道、跨越场地、牵张场地等临时占地；施工扰动包括材料运输、场地平整、建筑物及设备基础开挖等过程中对附近区域的土壤、植物个体的扰动，以及产生扬尘、噪声、污水、固废等影响。

本项目新建理塘 500kV 变电站和线路对植被的影响方式主要表现在两个方面：①变电站和塔基永久占地改变土地性质，原有植被将遭到破坏；②塔基周边由于施工活动将对地表植被产生干扰，如放线将导致植被践踏，灌木和乔木等物种枝条被折断、叶片脱落等。本项目施工过程中对区域主要植被的影响如下：

（1）占地对植被的影响

本项目变电站和线路占地面积、主要占用植被型和植物种类见表 7-41。

表 7-41 本项目影响区域植被型占地面积统计表

植被 型	主要植物种类	永久占地		临时占地	
		占地面积 (hm ²)	占评价区比 例（‰）	占地面积 (hm ²)	占评价区比 例（‰）
新建理塘 500kV 变电站					
草甸	毛莲蒿、白叶蒿、毛柄蒲公英等	10.6536	0.03	1.46	0.0048
输电线路（塔基、塔基施工临时占地、牵张场等）					
针叶 林	冷杉、云杉、华山松等	5.86	0.02	32.43	0.11
阔叶 林	白桦、红桦、川滇高山栎等	2.05	0.01	17.41	0.06
针阔 叶混 交林	冷杉、云杉、白桦、红桦等	1.65	0.01	8.5	0.03
灌丛	矮高山栎、堆花小檗、高山杜鹃、 华西蔷薇、峨眉蔷薇、紫叶小檗、 丝毛柳等	7.46	0.02	49.85	0.16
草丛	毛莲蒿、冷蒿、钝萼铁线莲、披 碱草等	3.45	0.01	31.15	0.10
草甸	珠芽蓼、圆穗蓼、狼毒、高山嵩 草、四川嵩草等	6.25	0.02	41.33	0.14
合计		26.72	/	180.67	/

由表 7-41 预测分析可知：

①根据现场踏勘，新建理塘 500kV 变电站占地区域土地利用现状主要为草地，分布有四川嵩草、高山嵩草、圆穗蓼、株芽蓼、高原毛茛等草甸植被，均为当地常见的植被，因此变电站站址区域不涉及林木砍伐，仅会导致新征地范围内的草甸植被被破坏，对区域自然植被的破坏程度较轻微，同时变电站施工集中在征地范围内，不在站外新建施工营地，因此变电站施工不会影响站外区域植被。

线路区域受本项目建设影响的自然植被主要为针叶林、阔叶林、针阔叶混交林、灌丛、草丛和草甸，代表性物种有冷杉、云杉、桦木、蔷薇、川滇高山栎、小叶栒子、矮高山栎、小檗、沙棘、高山柳、冷蒿、毛莲蒿、委陵菜、四川嵩草、高山嵩草、圆穗蓼、高原毛茛等。这些受影响的植被型和植物物种在评价区内均广泛分布，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。所以本项目建设对直接影响区的自然植被的永久影响从质和量上看都很小。拟建线路永久占地仅限于其铁塔四个支撑脚，只砍伐少量的塔基范围内树木，并将向林业部门缴纳植被补偿费，由林业部门采取异地造林等补偿措施，最大限度地减少林地损失。因此，本项目建设不会导致评价区的植被型和植物物种消失，也不会改变区域植物物种结构。同时，施工结束后临时占地将根据原植被型选择当地植物物种进行植被恢复，逐步恢复其原有土地性质和生态功能。

②本项目区域有植被覆盖的永久占地面积和临时占地面积均很小，仅占生态评价区面积的 0.13%和 0.66%，因此，本项目建设对评价区植被面积的改变极为较小。

（2）对植被型及植被种类的影响

①对自然植被的影响

●对林地植被的影响

本项目新建理塘 500kV 变电站征地范围内不涉及林木砍伐。线路施工期不进行施工通道砍伐，对林地植被的影响主要是工程占地和建设施工活动。本项目塔基永久占用林地面积约 17.02hm^2 ，占生态评价区面积的 0.06%，且塔基呈点状分散布置；项目占地和施工活动均会砍伐一定数量的乔灌木，但砍伐量同整个区域内的林地树种量相比，不会对森林生态系统的功能产生影响，不会造成大面积植被破坏。同时线路经过林木较密区域时，在保证线路技术安全的前提下，通过提升导线架设高度和增大档距，减少位于林木较密区铁塔的数量，减少对林木的削枝和砍伐。本项目线路建设期间当地植物种类不会发生变化，在设计和施工阶段采用相应的植被保护措施，施工结束后通过采取植被恢复措施恢复林地原有功能等，不会对当地林地植被数量及种类产生明显影响。本项目临时占地主要为塔基施工临时占地、施工道路、牵张场、跨越施工场和索道站临时占地，临时占用林地面积约 108.19hm^2 ，占生态评价区面积的 0.35%，通过合理规划施工道路、牵张场、索道站等临时施工场地，尽量避让林木密集区域，加强施工管理，禁止随意砍伐树木、攀折枝条，能降低对林地植被的干扰程度。本项目评价范围内分布的树种在项目区域广泛分布，因此项目建设不会对区域植物物种种类、数量、植被分布面积等造成明显影响。

●对灌草丛植被的影响

评价区内的灌草丛植被主要为栎灌丛、蔷薇灌丛、杜鹃灌丛、柳灌丛和小檗灌丛以及毛莲蒿草丛、披碱草草丛、四川嵩草草甸、圆穗蓼+高原毛茛草甸等。这些灌草丛植被多为林下灌草丛，因此在项目建的过程中，部分灌草丛植物也会被清除，但砍伐的灌丛植被不足以使灌丛植被中个别物种数量减少，暂时性丧失部分功能，同时对整体灌丛而言，影响甚微。

本项目对草地的影响主要有土石方开挖、回填、原辅材料堆放设置占用草地以及施工人员的踩踏等。项目占地范围内的草地植被均为区域内的常见种，如毛莲蒿、委陵菜、马先蒿、珠芽蓼、圆穗蓼、狼毒、高山嵩草、四川嵩草、高原毛茛等，这些植被具有一定的可替代性，同时分布在评价区的各处，因此项目临时占地对草地植被的

影响较小。对材料堆积、施工人员施工活动在一定程度上破坏草地植被的情况，在施工过程中，对施工人员进行植被保护宣贯，禁止对铺垫区域以外的草地进行踩踏，划定施工区域，减小草地破坏面积。同时施工期间对占地区域的表土进行剥离和集中堆放，保存植被生长条件，临时占地在施工结束后采取播撒当地草籽结合自然恢复的方式恢复草地原有功能。在采取如上措施后，最大限度减小了对草地植被的干扰。

②对作物的影响

本项目永久和临时占用的耕地极少，区域耕地主要分布于居民房屋周围，通过加强施工活动管理，禁止施工人员和施工机械进入作业范围外的耕地区域，禁止随意踩踏和采摘作物，项目建设对作物造成的破坏程度小。

（3）对植被生物多样性的影响

本项目对评价区植被生物多样性的影响，主要表现在工程永久占地和临时占地以及施工活动引起的植物多样性变化。

1）施工占地对植物多样性的影响

永久占地将对植被产生直接的破坏作用，导致植物种群和物种多样性发生变化，从而使群落的生物多样性降低，部分植物物种可能会消失。根据野外调查和资料考证，评价区的植物种类多属于广泛分布于评价区及其周边区域的常见物种，如冷杉、云杉、桦木、蔷薇、小檗、杜鹃、矮高山栎、四川嵩草、圆穗蓼、高原毛茛、毛莲蒿、冷蒿等；物种分布格局呈现随机分布的态势，几乎没有发现呈现聚集分布于某一特定生境的物种，工程永久占地的生境具有一定的可替代性，部分土地利用性质的改变不会引起植物物种生境的消失，因此永久占地不会导致分布在该地块的物种类型消失。

从占地比例来看，项目占地以临时占地为主，本项目临时占地占用了部分草地和林地。占用的林地主要以冷杉、云杉、桦木、高山栎等为主，对其的影响多数为林下植被的清除，对乔木的砍伐较小，从生物蓄积量来分析，临时占地对乔木的生物量损失较小。此外，冷杉、云杉、桦木、高山栎等及其林下植被等在评价范围内广泛分布，加之临时占地可在施工结束后进行人工植被恢复，所以临时占地对植物多样性的影响较小。

综上，项目施工期间，占地范围内的植物物种和植被将受到直接影响，占地范围内的原有植被被清除，群落中的灌木、草本物种植株死亡，使所在区域植被面积减少并增加破碎化程度。在塔基的施工过程中会使破土区域植物物种被破坏，部分物种植株数量减少；施工区周边植被受到干扰或破坏。土方开挖、弃土堆积会造成部分植物

植株因填埋而死亡，造成部分植物数量减少。同时，施工也会产生扬尘，扬尘大量累积在植物叶面，影响植物长势。另一方面，项目施工可能会引起坡面垮塌、滑坡事故发生，将会进一步增加工程区的裸露面积，给评价区植物植株和植被带来破坏。但由于项目多为临时占地，占地对植物的影响是短期可逆的，可在施工期结束后进行土地覆土及植物栽培来消弱影响，当临时占地区域的植物恢复后，临时占地的影响即可消除。占地区域的植物主要以评价区周围的常见种和广布种为主，占地不会造成某种植物消失，因此项目施工对植物多样性的影响可控。

2) 施工活动对植物多样性的影响

牵张场、施工道路、索道站以及塔基施工场地等的修建将会增加评价区域生境阻隔，增加评价区域内生境的破碎化程度，进而影响到植物的生长繁殖和生存，可能会造成对植物群落的切割，使其破碎化，进而使区域内植物的生长繁殖受到影响，产生一定的阻隔效应。由于评价区内的植物群落为常见类型，呈现出片状、斑块状等多种分布格局，且水热条件优越，物种传播扩散等基因交流途径与方式多样，因此，本项目建设导致的区域植被生境破碎化以及植物多样性受损的风险极小。

项目施工过程中产生的粉尘、固体废物也会对植物造成一定影响。粉尘主要来自粉状物料装卸、运输、堆放和土石方的开挖和回填，它对植物的影响主要为粉尘覆盖在叶表面，会阻止光透性，降低光合效率，长时间附着会对叶片生长造成伤害。但本项目线路工程施工时间短，因此受粉尘影响的区域小、影响的时间短，在采取一定降尘措施后，其影响会降低。施工期的固体废弃物主要包括工程弃渣、弃土及施工人员生活垃圾，在采取相应措施后，对当地环境影响较小。

(4) 生物量损失影响

本项目建设损失植被总生物量采用平均生物量 $\times$ 该植被类型的面积计算。本项目占地区域植被平均生物量采用冯宗炜编著的《中国森林生态系统的生物量与生产力》中不同类型林分生物量与生产力的研究结果，同时结合项目区域植被类型特征，参考《我国森林植被的生物量和净生产量》和《金上~湖北 $\pm 800\text{kV}$ 特高压直流输电工程环境影响报告书》等环评报告对平均生物量进行取值。根据塔腿占地面积与塔基下方永久占地面积的比例关系，本项目永久占地植被损失量按 50%损失考虑，临时占地植被损失量按 5%损失考虑，占地范围内损失的总生物量见表 7-42。

表 7-42 本项目建设的自然植被生物量损失情况表

占地 分区	植被类型	平均生物量* (t/hm ²)	占地面积 (hm ²)	生物量 损失率	生物损失量 (t)
永久 占地	林地	102.10	17.02	50%	868.87
	草地	11.32	20.35		115.20
临时 占地	林地	102.10	108.19	5%	552.31
	草地	11.32	73.94		41.85
合计		----	219.50	----	1578.23

*采用冯宗炜编著《中国森林生态系统的生物量与生产力》中不同类型林分生物量与生产力的研究结果，同时结合项目区域植被类型特征，参考《我国森林植被的生物量和净生产量》和《金上~湖北±800kV 特高压直流输电工程环境影响报告书》等环评报告对平均生物量进行取值。

从表 7-42 可知，本项目生态环境评价区受工程永久占地和临时占地引起的生物量损失为 1578.23 t。虽然本项目建设会导致区域植被面积有所减小，但各类植物的面积和比例与现状仍然基本相当，生物量没有发生锐减，生产力水平不会发生明显降低，生态系统总体能够保持相对稳定。

（5）对区域重要物种的影响

1) 对区域保护植物的影响

根据收集的资料，本项目评价范围内分布有国家重点保护的野生植物桃儿七、独叶草。对于松口蘑（松茸）和虫草（冬虫夏草），现场调查在占地区域未发现其分布，但通过相关文献查阅，在评价范围内火龙村等区域有松口蘑（松茸）和虫草（冬虫夏草）的适生区，因此在施工建设期间要重点关注各类永久和临时占地区域是否涉及松口蘑（松茸）和虫草（冬虫夏草）等保护物种（真菌）。

根据现场调查结合《金上~湖北±800kV 特高压直流输电工程环境影响报告书》可知，本项目评价区内分布有 10 株桃儿七，测出 10 株桃儿七与本项目输电线路、塔基的距离，详见表 7-11。10 株桃儿七距离线路直线最近距离为 480.43m，距离塔基占地区水平直线最近距离约 535.56m。从根据测量距离分析校核，该范围已超出工程直接占地及常规干扰范围，直接破坏风险较低，但需重点防范间接影响。间接影响主要体现在以下几方面：①盗采风险凸显：桃儿七为国家 II 级保护植物，其根茎含鬼臼毒素，市场需求旺盛。项目实施过程中，若分布信息泄露，可能引发针对性盗采。因此对于桃儿七的分布坐标应采取保密措施。②粉尘影响：本项目施工对大气环境的影响为施工扬尘，主要来源于基础开挖、物料运输等，在短期内将使局部区域空气中的 TSP 增加。线路施工扬尘集中在塔基和运输道路处，施工点分散，各施工点产生的扬尘量较少。施工扬尘（如土方开挖、车辆运输产生的粉尘）的扩散受距离、风速、湿度等因素影响，其浓度随距离增加呈指数级衰减。结合工程特点与相关数据，在施工区 0-50m 范围内，粉尘浓度最高，在施工区 50-200m 范围内浓度显著下降，对植物

影响轻微。桃儿七与塔基的最近距离（535.56m）已超出施工扬尘的有效影响范围（通常 $\leq 200\text{m}$ ），且项目扬尘量小、施工点分散，进一步降低了扩散后的浓度。

现场实地调查结果显示，项目永久占地区域（含塔基主体占地）未发现独叶草分布；同时，依据《四川火龙沟省级自然保护区功能区调整综合论证报告》（2024 年）中“重要保护物种分布图”可知，独叶草虽在本项目评价范围内有分布，但仅集中于海拔 2750m 至 3900m 的山地冷杉林或杜鹃灌丛下，且在项目临时占地及塔基占地周边 50m 范围内，均未发现其存活踪迹，进一步排除了直接占地对独叶草的破坏风险。

从影响因素来看，输变电项目施工（如塔基开挖、材料运输）产生的粉尘，是可能对独叶草造成影响的主要间接因素之一。结合项目施工工艺特点及同类输变电工程粉尘扩散监测数据，施工粉尘的有效影响范围主要集中在施工活动区 0-50m 内，而如前所述，独叶草并未分布在此范围内；此外，独叶草原生环境中的冷杉林、杜鹃灌丛，其枝叶结构对区域内的悬浮粉尘具有一定吸附能力，可进一步削弱粉尘扩散至独叶草生长区的可能性，即便存在微量粉尘迁移，最终附着在独叶草植株上的粉尘量也几乎可忽略不计。且输变电项目施工期具有阶段性，待施工期结束后，粉尘污染源随之消失，该间接影响也将同步终止。

综上，基于“项目占地区域及塔基、临时占地周边 50m 范围无独叶草分布”的核心前提，叠加“粉尘影响范围有限且受原生植被吸附作用削弱”“施工期结束后粉尘影响消失”的双重保障，可明确本输变电项目建设对根据设计资料结合现阶段现场调查，本项目占地范围内不涉及上述重点保护的野生植物，因此工程占地对保护植物无影响，但在施工期间需加强施工人员有关环境保护法律法规、野生植物保护知识的宣传，尤其是针对桃儿七、独叶草、松口蘑（松茸）和虫草（冬虫夏草）等保护植物的外观、特性及分布情况印发图册进行宣传，一旦发现上述重点保护的野生植物，应立即停止施工活动，按照《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ1113-2020）中相关要求“在保护植物周围设置栅栏或植物保护警示牌。不能避让需异地保护的，应选择适宜的生境进行植株移栽，并确保移栽成活率”，严禁砍削、折枝、挖根、摘采果实种子等破坏保护植物的行为，若采取移栽等保护措施需取得当地林业主管部门的许可，以避免对珍稀、保护野生植物造成破坏。因此，本项目建设不会减少区域内珍稀濒危及重点保护的野生植物。

2）对易危物种的影响（除开重点保护野生植物）

除开独叶草，本项目评价范围还有鳞皮冷杉 1 种易危物种。在项目占地区域未发

现有上述易危物种分布，项目建设不会对其产生直接影响。鳞皮冷杉主要呈零星分布状态，分布于云冷杉林生境中。由于施工粉尘的影响范围主要集中于林缘地带，而这些易危物种多分布于林内深处，空间分布上存在明显隔离。基于此空间分布特征分析，项目建设过程中产生的粉尘对鳞皮冷杉的间接影响程度相对有限。

3) 对古树名木的影响

根据此次调查访问及查阅相关资料，评价区域内未发现有挂牌的古树名木分布，因此项目建设对古树名木无影响。如果在施工过程中或在路线附近发现有古树名木，应立即停止施工活动，并及时与当地林业部门取得联系，采取悬挂醒目的树牌、在树体四周设置围栏等措施进行重点保护。

3) 对特有种的影响

根据调查访问结合资料文献，此次评价区共有 250 种中国特有种野生植物，如川滇蕁草、多花马先蒿、巴塘紫菀、栎叶杜鹃、矮高山栎、红桦、高山柳、川滇绣线菊、川滇蔷薇、柳叶栒子、川滇小檗、金花小檗、粗齿铁线莲、大火草、岷江冷杉、川西云杉、云杉等，上述特有种野生植物均在评价范围广泛分布。因此工程建设占用一部分对这类植物影响不大，不会造成其在评价范围内消失，且通过施工结束后进行植被恢复，可最大程度地恢复其原有分布状态。

综上所述，本项目建设不会对生态环境评价区植被类型和植物种类结构产生影响，不会影响生物多样性，结束施工后，临时占地区域选择当地植物物种进行植被恢复，能将施工影响和损失程度降至最低。

7.5.1.2 运行期

项目进入运营期后，评价区内植被不会受到直接破坏，但塔基周围区域的植被可能会受到不同程度的间接影响。拆除与施工也会产生扬尘累积植物叶面，影响植物长势。但是这些受影响的群落类型在评价区广泛分布，群落中受影响的优势物种也是评价区的常见种。因此，本项目建设不会导致评价区的植被类型和植物物种消失。

各项施工活动结束后，本项目临时占地植被恢复等绿化工程也将随之同步完成，这些将使得施工期对评价区植被的不良影响得到减缓和补偿。由于评价区域内热量丰富，降雨量较多，植物生长速度快，植被恢复力强，因此经过一定时间，工程对植被及植物的不利影响将逐步消除。在运行期内，对植被的影响主要体现在线路维护过程中对植被产生的影响，本项目线路运行期不进行林木砍伐，仅按相关规定对导线下方不满足垂直净距（500kV 线路<7m）要求的林木进行削枝，以保证线路运行安全，

但线路沿线总体削枝量小，不会对植物多样性产生影响。线路维护人员可能在运行维护过程中对植被造成一定踩踏和引入外来植物。通过禁止维护人员引入外来物种，可避免人为引入外来物种对本土植物造成威胁。从项目区域已运营的 500kV 理绒线等线路运行情况看，线路周围植物生长良好，输电线路产生的工频电场、工频磁场对周围植物生长无明显影响。

对重点保护植物的影响：通过加强对线路维护人员有关环境保护法律法规、野生植物保护知识的宣传（尤其针对桃儿七、独叶草、松口蘑和虫草等），避开桃儿七、独叶草、松口蘑和虫草等重点保护的野生植物，禁止采摘，本项目运行期不会减少区域内珍稀濒危及重点保护的野生植物。

综上，项目各项施工活动结束后，因项目建设遭到影响的植被、植物物种开始自然修复，同时绿化工程将进一步使植物得到最大程度的恢复。因此，本项目运营期对植物及植物资源的影响为小。

7.5.2 对陆生野生动物的影响

7.5.2.1 施工期

本项目施工期对动物的影响主要包括新建理塘 500kV 变电站和线路建设对兽类、鸟类、爬行类和两栖类的影响。

（1）对兽类的影响

施工人员的施工活动，如施工便道、施工机械噪声等干扰兽类栖息环境，生境有破碎化趋势，迫使兽类迁移、减少遗传交流通道、降低遗传交流强度；其次，施工中，施工人员活动留下的食物残渣和垃圾会吸引啮齿类在施工区域聚集，从而侵占其他兽类在该区域的生态位；迁移到它处的兽类将争夺有限的生存空间，自然选择强度加大，降低了生存能力相对较差种群的可持续发展能力；其三，施工人员可能捕杀兽类。兽类的迁移能力将使其避免施工造成的直接伤害；施工活动结束后对线路施工场地和附近生态环境进行恢复和重建后，原有栖息环境生态条件得以重建、生境破碎化因素得以消除，迁移或迁徙至他处的兽类可能会回归，因此工程建设对兽类的短期影响不可避免，但长期影响很小。

（2）对鸟类的影响

本项目对鸟类的影响主要表现在以下两个方面：

①施工区的森林、灌丛、草丛、草甸等群落将遭到一定程度的破坏，减少鸟类活动地面积，本项目新建理塘 500kV 变电站占地性质为草地，区域鸟类分布较少；线

路塔基施工点分散，各塔基占地面积很小，施工结束后对临时占地采取植被恢复等措施能逐步恢复原土地利用功能，同时施工区的森林、灌丛、草丛、草甸等群落在当地均有大面积分布。因此，本项目建设仅永久占地略微减少鸟类生活面积，不会对鸟类生境产生明显影响。

②施工道路、建设铁塔和施工人员活动对生境造成干扰和破坏，造成鸟类领地范围的改变、生态位的占有、栖息环境功能减弱及丧失，总的结果是项目建设时工程评价区内鸟类的种类和数量有所减少。但由于大多数鸟类会通过飞翔和短距离的迁移来避免伤害，而且本项目的施工点较分散，所以工程建设对鸟类的影响不大。施工结束后，植被恢复、重建使得栖息环境功能逐步恢复，影响生存竞争的人为因素消失，在项目区活动的鸟类会重新分布，因此输变电工程对鸟类的影响多为短期影响，影响较小。

③鸟类对噪声比较敏感，施工噪声会对栖息在施工区域及其邻近区域的鸟类产生一定的趋避作用。施工期间，噪声源主要为施工作业机械和交通运输车辆产生的，受施工机械噪声影响，施工场地一定范围内将不适合鸟类的栖息。但由于鸟类的活动范围很大，可以较轻松地就近寻找到其他适于栖息的地方。一般单个塔基建设时间较短，此类影响均为临时性影响，施工活动停止后随即停止，影响较小且仅发生在施工期间。

④施工期人为活动增加，会对施工区域及其邻近区域的鸟类产生一定的驱赶作用。但由于鸟类善飞翔、具有极强的迁移能力，因此除人为蓄意捕杀外，工程建设基本不会直接伤害到鸟类个体，不会使鸟类种群数量发生大的变化，影响预测为小。

在施工结束后，随着扰动区域植被的恢复和重建，部分区域栖息场所功能的恢复，影响生存竞争的人为因素消失，在项目区活动的鸟类将会重新分布，因此本工程施工期对鸟类的影响较小。

（3）对两栖类和爬行类的影响

项目施工对两栖类和爬行类的影响主要发生在塔基占地区域和临时施工区域：施工活动对两栖类、爬行类的栖息环境生境造成干扰、破坏，施工道路、临时占地通道造成生境破碎化趋势增加，导致栖息环境功能降低、消失，迫使两栖类、爬行类寻找其他合适生境；施工人员可能对两栖动物和爬行动物猎杀。工程施工对两栖类、爬行类的重大影响突出表现在影响其繁殖行为。由于两栖类和爬行类动物繁殖时对某些生境条件特别是水环境条件的依赖性很强，水环境有时甚至是必须条件。而项目施工的一系列活动，如砍伐灌丛铺设临时便道、土石方作业等，会对林内水分条件以及小范

围内水文分布产生显著影响，主要表现在局部湿度显著降低、小集水处被填埋等。在这些影响的共同作用下，部分两栖类、爬行类迁移到周边适宜生境，必然对有限的生态位和生存资源进行竞争，从而加大了环境压力，改变了食物链某些环节的强度，最终导致处于某些层次上的生物物种的种群数量减少甚至消失。工程实施造成的影响将暂时使得施工区域内两栖类和爬行类迁移，从而减少该区域此两栖类和爬行类的种类和数量；施工期间，进入周边适宜生境的两栖类和爬行类使得环境生存压力加剧，食物链结构改变。从大范围来看，输变电项目建设基本属于点状工程，仅在变电站和塔基附近造成极小范围的片状改变，因此不会显著改变两栖类和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和重建，水热条件得以恢复，同时消除土石方工程的持续影响，工程建设对两栖类和爬行类物种的影响逐步消失。

（4）对区域重要物种的影响

对本工程沿线区域动物资源的调查结果表明，工程沿线分布有 28 种国家重要野生动物，但它们多分布在生态系统较完整的自然保护区核心区。由于动物具有活动的特性，因此某些国家重点保护动物偶尔也可能出现于评价区。工程占地将减少动物的生境，因不同类型动物生活习性的不同，工程对以上珍稀动物也可能会造成不同程度的影响，分为以下情况。

1) 对区域重点保护动物的影响

工程建设活动对重点保护兽类的影响：评价区重点兽类有亚洲黑熊、林麝、水鹿、岩羊、白唇鹿、藏酋猴、亚洲黑熊等，这些重点兽类主要分布在保护区的核心区和缓冲区内高海拔区域，地面型兽类主要分布在山间的林地，其分布区域内林地生境较多，工程线路避开生态敏感区核心区、缓冲区，占地尽量选荒草地，不会对兽类及其适宜生境造成影响。评价区除藏酋猴经常到道路旁活动外，其它保护动物大多栖息于偏僻、陡峭地区，离施工现场相对较远，极难发现其它保护兽类的活动。由于本项目基本沿现有公路布线，评价范围多属于人类活动的强干扰带，保护兽类大都机警，它们一般会向远离施工区的生境迁移，在此区域栖息活动极少，本项目施工和运营对保护兽类的新增影响较小。

工程建设对重点保护鸟类的影响：从鸟类的生活习性和生态类群上分析，保护鸟类主要为猛禽，金雕、胡兀鹫、喜山鵟、普通鵟、高山兀鹫等善于飞行的猛禽类，一般在评价区上空盘旋，觅食和活动范围广，躲避干扰的能力极强，正常施工干扰不会直接伤害到这些猛禽类个体；施工噪声、粉尘等干扰将减少其在项目区上空活动盘旋

的几率，但是随着施工结束，上述不利环境影响将消除。橙翅噪鹛多栖息于森林、灌丛及林间空地等处，栖息活动范围相对较大，对施工活动产生的噪声等干扰也较敏感，会远离干扰区，施工活动本身基本不会对这些鸟类个体带来直接威胁。只要加强宣传教育及人员管理，对这些鸟类栖息的影响较小。

就本项目而言，施工活动本身不会对国家级重点保护动物个体产生直接伤害，仅减小它们的适宜栖息地面积或活动区域面积，但若出现人为蓄意捕捉，则会直接威胁保护动物的个体生命。所以在杜绝施工人员蓄意捕捉的前提下，工程建设对保护动物的影响为“低度影响”。

对重点保护动物栖息地的阻隔效应：从自然保护区功能分区布局来看，保护区保护价值较高的缓冲区和核心区较为分散，分为北部、东南部和西南部3块区域，其中北部核心区、缓冲区面积较小，而东南部、西南部两块保护价值较高的区域分列降曲河两岸，生态系统较为完整。这几块核心区域之间的降曲河谷是白玉县盖玉镇、沙马乡等场镇和辖区村落的聚居区，人类活动干扰强烈，加上G215国道沿河谷通过，对保护区核心区域动物活动的阻隔影响较大。

从上述保护区核心区的分布格局可以推断本区域保护物种的大致迁徙扩散格局为：①降曲河沿线沟谷地带人类活动频繁，除对人类活动有所适应的藏酋猴及飞翔能力强的保护鸟类可利用降曲河沿线区域在核心区之间交流扩散外，其他珍稀保护动物基本不会利用沟谷地带在核心区之间往返活动；②除对人类活动有所适应的藏酋猴及飞翔能力强的保护鸟类之外的其他保护动物多性情敏锐，一般利用保护区南侧巴塘、白玉县界区域的欧帕拉山区这一通道在两片核心区之间通行交流，这一区域为县界区域虽未划入保护区范围，但因巴白路的欧帕拉山隧道贯通后，原越岭路段基本无车辆通行，动物栖息地得到恢复、人类活动强度大幅降低，为保护区东南、西南部的核心区保护动物之间的交流创造了良好条件。

从上述分析可见，本项目建设对保护区东南、西南片核心区之间的动物迁移扩散的主要影响如下：

①拟建输电线项目线路布设区域基本与现有人类聚居区、G215国道公路干扰带并行。施工期，沿线施工干扰与现有人类活动、交通活动叠加，使这一干扰带的干扰强度有所增加，主要干扰因子为施工产生的噪音、震动、粉尘等，对尚在利用降曲河谷沿线区域迁移扩散的动物带来一定不利影响。但由于利用这一通道的动物种类较少，新增的干扰影响也较小，总体而言施工新增干扰的影响并不明显。

②拟建输电线路在穿越欧帕拉山山脊区域虽已离开保护区范围，但本区域的施工活动将给干扰强度已经降低的欧帕拉山区带来新增影响，使保护区沿欧帕拉山的迁徙扩散通道干扰水平有所升高，对动物扩散交流有一定影响，但是这一影响随着施工期的结束会逐渐减弱。

综上，本输电线路工程建设对保护动物栖息地的阻隔效应为“低度影响”。

在施工期间需加强施工人员有关环境保护法律法规、野生动物保护知识的宣传，尤其是针对保护动物的外观、特性印发图册进行宣传，在施工过程中若遇到上述重点保护野生动物，应按照《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ1113-2020）中相关要求“施工区发现有保护动物时应暂停施工，并实施保护方案”，禁止挑衅、捕猎，应立即停止周围 200m 范围内的所有施工活动，特别是禁止爆破和施工机械作业，待保护动物自行离开施工区后方可恢复施工，若动物不自行离开需汇报当地林业部门。

综上所述，本项目对野生动物的不利影响是短暂和局部的，在采取保护野生动物栖息环境，禁止捕杀和伤害野生动物等相应措施的前提下，并向作业施工人员宣传野生动物保护相关知识及《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ1113-2020）中相关要求，工程建设不会导致评价区内动物多样性的明显减少，局部的不利影响可以得到有效的减轻、减免或消除。

2) 对特有种的影响

评价区陆生动物中的特有种除了白唇鹿、藏酋猴、橙翅噪鹛外，还有 16 种（刺胸齿突蟾、西藏蟾蜍、高原林蛙、宝兴树蛙、倭蛙、康定滑蜥、草绿龙蜥、高原蝮、乡城原矛头蝮、白眉雀鹛、川鼯、岩松鼠、高山姬鼠、川西白腹鼠、安氏白腹鼠和中华鼯鼠）。

兽类：川鼯、岩松鼠、高山姬鼠、川西白腹鼠、安氏白腹鼠、中华鼯鼠等小型兽类多生活于森林、灌草丛以及农耕区中。工程建设对其的影响主要有：栖息环境生境的干扰，机械噪声、施工人员的捕猎。但由于工程建设占用林地面积较小，因此在项目施工过程中可以暂时迁移到影响区域外的其它区域，待施工期结束后又会迁回，因此栖息环境的干扰较小，对于施工人员的捕猎，建议施工方在施工前对施工人员进行保护动物的相关知识培训，严禁猎杀野生动物。

鸟类：白眉雀鹛主要分布在林地生境，输电线路施工对其影响主要是工程永久、临时占地占用其生境，施工噪声的影响。因此受施工噪声惊吓，可能会远离远远的栖息地，但由于塔基施工时间较短，本工程占用林地面积较小，且周边有较多适宜的生

境供其栖息、觅食、活动，因此，噪声对其影响较小。

两栖类：刺胸齿突蟾、西藏蟾蜍、高原林蛙、宝兴树蛙、倭蛙等两栖类多栖息于高山或高原河流、流溪和泉水沟等流溪水域的缓流处亦较常见，或在水域附近的草地、农田、灌丛、森林边缘为主要栖息环境，一般不远离水域。本次调查在评价区未发现其踪迹，工程建设无涉水施工，且评价区适宜生境较多，工程影响时可迁移至其它适宜区域，由此可说明工程建设对其的影响较小。

爬行类：评价范围可能出现的国家重点保护爬行类主要有濒危爬行类乡城原矛头蝮，我国特有种康定滑蜥、草绿龙蜥、高原蝮、乡城原矛头蝮等。乡城原矛头蝮偏好高山高原生境，主要栖息于海拔较高的山区、丘陵多草木区域，常见于乱石堆或灌木丛中，以小型哺乳动物、鸟类、蜥蜴及蛙类等为食，且具有夜间活动的习性。依据《四川省两栖爬行动物分布名录》，乡城原矛头蝮主要分布在乡城、巴塘等区域。结合本项目评价范围涉及的巴塘地区植被类型、生境特点，以及乡城原矛头蝮的喜好生境来看，该区域存在乡城原矛头蝮的分布。同时，评价范围涉及的巴塘段区域，拥有广泛适宜乡城原矛头蝮栖息的生境。从食物来源角度分析，项目建设不会对小型哺乳动物、鸟类、蜥蜴及蛙类的分布格局造成显著改变，因此乡城原矛头蝮的食物来源不会受到影响。另外，由于乡城原矛头蝮主要在夜间活动，与项目建设的主要活动时间不重叠，项目建设不会对其产生干扰。

草绿龙蜥、康定滑蜥、高原蝮等多分布于灌丛石隙生境，输电线路施工需建设塔基、铺设道路，导致灌丛、草地及岩石缝隙等爬行类依赖的微生境被直接破坏。例如，线路路径选择时虽尽量避让林木密集区，但塔基建设仍需清除局部植被，破坏上述爬行类零星个体的隐蔽场所。机械开挖和临时施工场地会压实土壤，破坏地表结构，影响草绿龙蜥、康定滑蜥、高原蝮等个体的洞穴和活动路径等。上述爬行类活动多较机敏，在工程建设过程中，若遇到“危险”，它可以迅速逃离到适宜的区域中，所以本工程建设的影响对草绿龙蜥、康定滑蜥、高原蝮的影响较小。

中国特有种在评价区分布较广，数量较多，工程施工运营期间只要严格规范施工管理人员，严禁人为捕捉的现象发生，项目施工不会对中国特有种造成明显影响。

综上所述，本项目对野生动物的不利影响是短暂和局部的，在采取保护野生动物栖息环境，禁止捕杀和伤害野生动物等相应措施的前提下，并向作业施工人员宣传野生动物保护相关知识及《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ1113-2020）中相关要求，工程建设不会导致评价区内动物多样性的明显减少，局部的不利影响可以得

到有效的减轻、减免或消除。

综上所述，本项目施工期不会造成区域野生动物种类和数量明显降低，对当地野生动物的影响程度较小，不会减少区域内珍稀濒危及重点保护的野生动物，随着施工活动的结束，对野生动物的影响也随之消失。

7.5.2.2 运行期

项目运行期不会对周围野生动物造成直接影响，多为间接影响，主要影响来自输电线路。输电线路运行期间的主要环境影响有工频电场、工频磁场、噪声。根据已运行的输电线路实际实验表明，即使在电晕噪声最高时，输电线路走廊下或附近地区，各种野生动物活动都照常进行，输电线路运行对动物基本没有影响。对塔基线路进行定期维护和检查的人员会对线路及周边的动物造成惊扰，甚至造成部分动物迁离原生活区，因此以上人员在线路维护和检查中应绕避动物活动频繁的区域。并在维护、检查过程中不随意丢弃垃圾、不高声喧哗，注意野外用火安全。主要影响表现在以下几个方面：

（1）对兽类的影响

本项目区域内大中型兽类分布较少，主要为小型兽类。本项目线路杆塔分散分布，塔基占地不会明显减少兽类的生境面积，本项目杆塔档距大，区域森林资源丰富，不会阻断兽类活动通道，对种群交流影响小，兽类可逐步适应输电线路的存在，项目区域也不存在大型兽类迁徙通道，因此本项目不会对兽类种群数量、分布特征产生明显影响。

（2）对鸟类的影响

1) 对鸟类飞行的影响

运营期工程建设区域人为活动影响较建设期减弱，工程附近区域的自然环境得到明显改善，环境质量也逐渐趋于稳定，部分鸟类个体将迁移至该区域，使其物种丰富度比建设期有所提高，种群数量有所增大。同时，由于工程建设区域附近的国道、乡村道路、居民点等存在的时间已经较长，附近的鸟类对道路过往车辆以及人类活动较为习惯，大部分物种所受到的影响几乎都在其耐受范围内，不会发生迁移的现象。线路维护检查正常情况下1个月左右进行1次，而且维护检修持续时间短暂，因此这种人为干扰强度很低，对鸟类的活动影响极为有限，而且建立的塔基还能为鸟类提供有利的筑巢环境。

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。但是，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。

从国内已建成输电线路情况来看，线路建成后不会影响鸟类的飞行和生活习性。本项目输电线路档距较大，线路架设高度在100m以下，区域鸟类主要为山斑鸠、山雀等小型鸟禽，其飞行高度在200m左右，高于输电线路高度，同时鸟类拥有适应空中观察的敏锐视力，很容易发现并躲避障碍物，飞行途中遇到障碍物时会在100~200m的范围内调节飞行高度避开，在飞行时碰撞铁塔的几率不大，因此本项目对鸟类飞行的影响很小。

2) 对鸟类迁徙的影响

评价区主要迁徙种类：普通鵲、大杜鹃、噪鹛、普通朱雀、长尾山椒鸟、虎纹伯劳等均为评价区常见迁徙鸟类。

在迁徙途中，普通鸟类飞翔高度在400m以下，鹤类在300-500m，鸬、雁等最高飞行高度可达900m；猛禽迁徙高度多在900m以上。输变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的高度，因此一般情况下输电线路杆塔对鸟类迁徙影响不大，主要对少数飞行高度较低的候鸟迁徙构成威胁。

从鸟类迁徙活动时间来分析，不同鸟类的迁徙时间各有不同，有昼间迁徙、夜间迁徙和昼夜迁徙等。一些大型鸟类和猛禽由于天敌较少，多在昼间迁徙，也能利用白天光热产生的上升气流节省自身体力；而大多数候鸟，如小型食虫鸟、食谷鸟等为了躲避天敌的袭击，白天蛰伏、觅食补充能量，到了夜间再迁徙。

输变电工程选址选线对候鸟迁徙的影响：从已建输变电工程的鸟类观测发现，塔基的建设会导致鸟类的活动场所减少，对鸟类的栖息、觅食产生一定的不利影响，输变电工程建设区域鸟数量明显少于未建输变电的区域。若输变电工程占用鸟类迁徙通道上的停歇地、觅食地和繁殖地，对鸟类能否顺利完成迁徙和迁徙后的繁殖，会带来直接影响。但本项目仅在白玉县、康定市涉及到鸟类迁徙通道（鹤类），鹤类迁徙时飞行高度在300-500m，因此鸟类误撞塔基、高压线的几率极小，输电线路对其影响较小。且评价区河流均为山区冲沟，并无鹤类集中栖息、觅食和繁殖的地区，因此工程建设对鹤类迁徙没有影响。

(3) 对两栖动物、爬行动物的影响

本项目线路塔基均避开了水域，线路大跨度跨越河流，线路运行期间无废污水排放，不会对两栖动物、爬行动物产生影响。

（4）对区域重要物种的影响

对区域重要保护物种的影响：线路运营后，施工所带来的各类影响消除，动物会逐渐返回项目沿线及邻近区域活动。工程运营产生的电磁环境、噪声等对各类群保护动物的影响很小，考虑到各类群保护动物在评价区内活动区域较广，线路运营不会对评价区保护物种的种群交流、繁衍和扩散造成阻隔。因此，线路运营对保护动物的影响为“低度影响”。

对保护动物栖息地的阻隔效应的影响：运营期，塔基施工及架线完成后，线路运营的维护干扰活动和电磁、噪声等干扰总体轻微，项目沿线的运营干扰因子基本恢复至施工前水平，随着植被的逐渐恢复，保护区内东南、西南两片核心区之间的保护动物迁移扩散基本可按照本项目实施前的格局活动，结合周边已建成运营的输变电项目来看，运营期对保护动物迁移扩散基本无影响。

输电线路工程的分离和阻隔作用不同于公路和铁路项目，由于其塔基为点状分布，本项目输电线路两塔之间距离根据地形条件一般为 250-1200m 左右，杆塔之间的区域为架空线路，不会对迁移动物的生境和活动产生真正的阻隔。工程运行后，陆生动物仍可自由活动和穿梭于线路两侧。输电线路运行期人为活动很少，仅为线路安全运行考虑配置有巡线工人，且巡线工人数量少，其巡线活动有一定的时间间隔，不会因为人类活动频繁而影响陆生动物的栖息和繁衍。

通过加强对线路维护人员有关环境保护法律法规、野生动物保护知识的宣传（尤其是针对胡兀鹫、普通鵟、高山兀鹫、橙翅噪鹛、藏酋猴、林麝、白唇鹿、黑熊、水鹿等），若遇到上述重点保护野生动物，应按照《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ1113-2020）中相关要求实施保护方案，禁止挑衅、捕猎，若动物不自行离开需汇报当地林业部门。

综上，本项目运行期不会对区域野生动物的种类、数量及分布情况和迁移扩散造成影响。

7.5.3 对水生生物的影响

7.5.3.1 施工期

（1）对水生生物的影响

1) 对鱼类的影响

①施工生产生活废水若随意排放，可能会导致水质的改变，施工区浮游生物、底栖动物等饵料生物量的减少，改变了原有鱼类的生存、生长和繁衍条件，鱼类将择水而栖迁到其它地方，施工区域鱼类密度会明显降低；且施工噪声对鱼类有驱赶作用，也会使鱼类远离施工现场。

②施工管理或设备养护不当产生的施工材料、废料掉落可能搅动水体和河床底泥，在局部区域会破坏鱼类的栖息地。

③施工人员的人为破坏如捕鱼也会对鱼类资源造成不利影响。受施工干扰，鱼类将择水而栖迁移到其它地方。工程完工后，施工人员撤离，影响消失，一段时间后流域内鱼类种类、数量会回归正常水平。

总体而言，本项目对鱼类影响以间接性、临时性影响为主。通过加强施工管理，严格落实水污染防治措施，施工期对鱼类的不良影响可得到有效避免和控制。因此，本项目施工对鱼类影响较小。

2) 对底栖生物的影响

施工期间若施工产生的废水排放不当，可能对水质有一定的改变，而摇蚊类幼虫均为适应栖息于较洁净水体的物种，污染必然造成此类物种的减少，但沿线水生底栖动物在附近其它地区相似的环境中亦有分布，并非是本地区的特有种，因此从物种保护的角度看，工程的建设不会导致这些物种的消亡。

(2) 对水文、水质的影响分析

1) 对水质的影响

本工程对水环境质量的影响主要集中在施工期，工程施工期间产生的废水、废渣等对水环境可能构成短期的影响。项目的建设可能会导致水质的改变、水生生物栖息地的破坏以及水流的变化。这些变化可能会对水生生物的生存和繁衍产生影响，进而影响整个水生态环境。但这类影响是暂时的、可逆的、轻微的，待施工完成后将在较短时间内消失，对水质影响不大。

项目进入运营期后，施工人员、器械退场，因机械施工而对水环境产生的影响随之结束。因此，工程建设对水质的影响较小。

2) 对水文情势的影响

本项目不涉水施工，采用一档跨越无量河、雅砻江等地表水体，不在水域中立塔，因此不会对评价区域河道水文情势产生影响。

7.5.3.2 运行期

本项目输电线路一档跨越无量河、雅砻江等地表水体，不在水域中立塔，运行期间无废污水排放，不会影响水生生物的生境。

7.5.4 对生态系统的影响

7.5.4.1 施工期

（1）对生态系统多样性的影响

生态系统多样性指的是一个地区的生态多样化程度，是一个区域不同生态系统类型的总和。评价区主要有 7 类生态系统类型，项目占地将占用一定的林地、草地自然植被，但由于占用林地、草地的面积相对较小，且所占群落植物种类均为区域常见和广布种，如冷杉、云杉、白桦、红桦、高山柳、川滇高山栎、矮高山栎、高山杜鹃、川滇蕁草、铁线莲、毛莲蒿、高山羊茅、早熟禾等，同时在项目施工期结束后，会采取相应措施对临时占地植被进行恢复，因此项目建成后评价区内的陆生生态系统组成类型不会减少，区域生态系统多样性影响较小。

（2）对生态系统完整性的影响

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

本项目建设会占用一定的土地，在一定程度上会改变了现有土地使用功能。塔基建设好后会进行周边植被恢复，同时临时占地可在建设后期进行植被恢复措施，因此项目建设对林地生态系统、灌草丛生态系统的影响较小；对于评价区的人工生态系统，本区人工生态系统主要道路和耕地组成，为分布面积较小的一类生态系统。在项目建设过程中设置一些临时施工道路、索道站、牵张场等，施工过程材料堆积、施工活动会使其建筑用地增加，所以在短期内增加了人工生态系统面积，减少林地面积，但是随着施工期结束，会对上述临时场地进行植被恢复，因此人工生态系统面积、林地面积将被恢复；综上所述，项目建设对生态系统的组织结构完整性影响较小，生态系统的绝大部分区域原有生境不变，以这一生境为依托的动植物关系、生物与非生物环境关系、食物链及能流渠道都没有发生变化，因此生态系统总体的组织结构仍然完整，不会导致整个生态系统功能的崩溃，生态系统仍然具有良好的自我调控能力。

工程建设期不会使生态系统结构发生大的变化。从生态系统类型来看，工程将只

占用森林生态系统、灌草丛生态系统、人工生态系统中耕地的少量面积，评价区内生态系统类型不会减少（影响预测为小），此外施工人员或进出评价区的其他人员捕猎工程附近区域的两栖类、爬行类、鸟类、兽类动物，以及破坏施工区外植被，可能会对一定区域内的生态系统群落结构带来轻微影响。

（3）对生态系统稳定性的影响

项目建设造成的生态环境影响主要表现在工程占用土地，破坏局部区域环境；扰动地表、改变原有地貌、破坏植被，使其失去原有的防护、固土能力。但新占土地仅占整个评价区面积的很小比例。从宏观上分析，项目建设区域及邻近区域自然体系生产力及稳定性不会因此发生明显变化。

施工活动的噪声、材料运输、施工人员的活动等会对陆地生态系统中的动物起到驱赶作用，会对植被生长地和动物栖息环境造成直接破坏。但除了噪声、土石方开挖有一定的破坏性和干扰以外，项目区的施工活动范围小，一般不会对生态系统产生太大的影响。通过采取控制施工范围和人员活动范围、控制施工噪声等措施，可以在最大程度上减缓对生态系统稳定性的影响。而且，随着施工活动的结束，干扰因素的清除，生态系统结构和生态系统服务功能都能够在较短的时间内得到有效的恢复。在破坏程度较大、自我修复困难的地方，可以采用人工植被恢复促进生态系统的恢复速度和程度。

（4）对生态系统功能的影响

从生态系统结构来看，目前生长于评价区内的动物、植物、微生物种群数量有一定变化，而适生于裸露环境的小型动物、微生物等物种将有所增加。从生态系统基本成分来看，由于施工扰动，评价区内作为生产者的各种陆生植物以及一些光能细菌和化能细菌将减少；作为消耗者的现有适生动物也将减少，而适生于工程附近环境的小型动物又有可能增多；作为还原者的细菌、真菌、放线菌和原生动物等因占地也将明显减少；作为非生物环境的大气、声、水环境质量将不同程度地有所降低。

从生态系统功能上看，工程占地区域的森林、灌丛和草地生态系统将遭到一定的破坏，主要为砍伐和破坏一部分植物，使得占地区域内各生态系统功能略有所降低，主要表现在三个方面：第一，植物干物质质量减少；第二，生产力略有降低。工程占地区域的部分森林、灌丛、草地生态系统消失，将使评价区内的生态系统生产力降低；施工过程中，大气中扬尘及 NO_x 、 SO_2 、 CO 等有毒有害物质浓度增大，也将降低强度影响区生态系统的生产效率；第三，生态功能略有降低。工程占地区域，部分森林、

灌丛、草地生态系统消失，这些生态系统具备的涵养水源、保持水土、净化空气、净化水质等生态功能也将相应地消失。强度影响区，受大气污染物的影响，附着物生产力的降低，其固定 CO_2 和释放 O_2 的能力也将降低。

因此，本项目的实施不会影响生态系统的群落演替，不会对各生态系统的结构和功能造成不可逆转的影响，不会破坏生态系统完整性，符合甘孜州生态环境局对本项目环境影响评价执行标准的要求。

7.5.4.2 运行期

项目进入运营期后，评价区域内的生态系统类型数与现状保持一致，临时占地区域恢复植被或还原为原来的生态系统类型的过程中，相比施工前生态系统减少的面积很小，不会明显改变生态系统的功能及结构，影响较小；运营期生态系统类型数基本不发生变化，各类型所占比例变化甚微，故该区域生态系统多样性受工程的影响不明显。项目进入运营期后，施工活动停止，无占地和施工活动的影响，对评价区内植被砍伐等侵扰活动也基本随之停止，其他不利因素对动植物影响也十分有限；同时临时占地的植被恢复和复垦也有助于加快森林生态系统的面积恢复，吸引动物回迁至原有生态系统中，有助于完整性的恢复。因此，运营期影响预测为小。

总体而言，项目进入运营期后，不会对原有生态系统造成明显的改变，且项目建设完成后，各施工点人员、机械设备均撤离现场，临时占地区域均将进行植被恢复，工程区域的植物能很快得到恢复，不会对自然生态系统造成不可逆的影响和破坏。本项目区域植被以林地植被为主，评价区植被覆盖率较高，对工程区内的景观连续性及水土保持起着重要作用，区内生态环境处于稳定状态。

7.5.5 对景观的影响

7.5.5.1 施工期

项目建设在一定程度上会影响原有的景观生态体系格局，使景观生态体系动态发生变化，如造成景观斑块类型的改变，破碎化和异质性程度的上升，降低景观的整体连通性，造成生态系统功能的变化和类型的变化，影响和改变物质和能量的流动等。

（1）斑块的变化

斑块的变化包括斑块类型的变化和斑块数量的变化。本项目重点影响区域包括：新建理塘 500kV 变电站征地区域、塔基占地区域、施工道路、临时便道、索道站、牵张场等，工程的施工建设主要会减少山地森林景观、山地草地景观和山地灌丛景观斑块，施工临时占地的设置会导致建设区到原有公路连接处两侧植被连续性中断，增

加所在区域景观破碎度，增加该区域的斑块数量，但与评价区整个景观相比，斑块的影响面积很小，施工占地也较少，因此整个斑块结构不会受太大影响。

（2）廊道的变化

本项目建设会造成新的景观隔离，道路施工将原有景观一分为二，道路上的车流及行人使得野生动物的迁移受到影响。但是本项目施工占地区域仅在较小区域内形成，该区域内可能活动的蛇类及小型动物可以选择夜间、无人时或者穿越或绕道跨越。随着工程施工活动的结束，部分道路的车流量将减少，临时占地区域将被恢复，景观的阻隔功能将减弱。

（3）基质的变化

由于工程影响主要集中在工程建设区，而工程建设永久占地不大，工程占地主要为临时占地，主要影响冷杉、云杉、桦木、高山栎、蔷薇以及部分小檗、杜鹃、高山草甸等植被景观，远离这些地方的景观类型几乎没有变化。对于整个评价区而言，林地植被在评价区分布最广，虽然基质的斑块数、连通性、面积等都会有一定的变化，但是不会改变林地植被作为基质的地位。

综上所述，本项目施工期会对当地景观造成一定程度的影响，减小现有景观的美学价值，但影响是直接的、可逆的、短期的，随着施工结束这些影响会自动消失，从长远看，项目建设对景观资源的影响较小。

7.5.5.2 运行期

工程进入运营期后，采取的各种植被恢复措施正在恢复，施工期间对地表植被不同程度的破坏，在短期内成为与原有生态景观不协调的“裸地”或“疮疤”斑块等不利影响可以得到有效缓解甚至消除，且对于工程区域生态景观的影响有限，也不会造成区域原有景观被分割而导致形成景观破碎化。

总体而言，工程建设对于评价区域景观变化会造成一定的影响，但这种影响较小，且不会明显改变评价区域的景观格局。通过加强施工期间的植被资源和景观的保护，以及施工结束后的植被恢复工作，可以有效维持线路工程与自然景观的协调性。

风景资源也称景源、景观资源、风景名胜资源、风景旅游资源，是指能引起审美与欣赏活动，可以作为风景游览对象和风景开发利用的事物与因素的总称。本项目变电站和线路塔基建设将会增加人为景观，减少一定量的自然景观，将会在原有自然景观的基础上增加人文斑块数量，对自然景观造成一定程度的切割和干扰。但

上述设施永久占地面积较小，且通过采取表土回铺、植被恢复等减缓措施，可降低其不利影响。

（1）区域景观多样性分析

根据“风景资源管理系统”（VMS）对景观多样性进行分析。

表 7-43 风景管理系统中的景观属性（多样性等级*）

土地 地貌	A 级	B 级	C 级
	丰富的“多样性”	一般的“多样性”	很少的“多样性”
地形	有 60%是斜坡，且是被切割不平的、险陡的山坡或大而高耸的地形	有 30%-60%是斜坡，且有中度被切割或起伏的	有 0-30%是斜坡，很少变化，没有切割和高耸地形
岩石	地形很突出，有不寻常或突出的崩塌斜道、碎石坡、岩石露头，尺寸大小、形状和地点都不一般	岩貌很显著但不突出，有常见的、不突出的崩塌斜道、碎石坡、圆砾和岩石露头	小的和不明显的岩貌，无崩塌斜道、碎石坡、圆砾和岩石露头
植被	高质量的植被类型、大量古代生长的林木，不寻常或突出的植物种类多样性	具有类型交替的连续植被覆盖；成年的但非古生长的林木，种类多样性一般	没有或很少固定类型的连续植被，没有地面下的、地面的或地上的覆盖
水体	河水的流态、形状多变，有瀑布、急流、滞水区、大范围的曲流	水流具有一般的曲流和流态	间歇流或小的常流河，有小的呈无波动的流量或瀑布，流速快，弯曲流少

注：资料来源是美国林务局的 VMS。

本项目所在区域景观类型主要为山地自然景观，山坡地形地貌和地质形态类型较一致，区域分布有降曲等地表水体，地表附着植被景观主要包括针叶林、针阔混交林、阔叶林、灌丛植被景观，景观质量较高，分布范围较广，变化程度较低，为一般的多样性，景观多样性属 B 级。

（2）景观敏感度分析

景观敏感度是景观被注意的程度，敏感度越高，景观被注意的程度越大，它与景观的空间位置、物理属性有密切关系。本项目区域无需特殊保护的景观，也无重要景观旅游点。区域植被类型主要为针叶林、针阔混交林、阔叶林、灌丛、草丛和草甸，均为本区域较常见的植被类型，本项目施工结束后，上述植被型在区域仍然广泛存在，不影响其旅游欣赏。因此本项目所在区域山陵和人文景观等美学质量、景观敏感度不高。

（3）景观阈值分析

景观阈值是景观对外界干扰的抵抗能力和同化能力，以及景观遭到破坏后自我恢复能力的度量。根据景观类型的脆弱度、地形、坡度等生态和视觉属性，将景观影响分析范围的地域景观阈值分为一至三级。三级阈值区能够容忍强度较大的人类

扰动，工程活动结束后恢复速度较快；二级阈值区对人类扰动较为敏感，工程活动结束后恢复速度较慢；一级阈值区工程活动易引起大面积的水土流失，在景观视觉和生态上会带来较大的冲击。

表 7-44 景观阈值分级表

分级	分布区及特点	敏感度
三级阈值	村落、农田景观、灌丛草地、景观建筑	一般
二级阈值	一般沟谷景观、河流景观	较高
一级阈值	原始森林景观等	高

本项目所在区域景观影响分析范围的地域景观主要是山地自然景观，属于三级阈值，阈值较低，敏感度不高，所以本项目建设对景观环境的影响不大，能够容忍一定强度的人类扰动，三级阈值区工程活动结束后恢复速度较快。

综上所述，本项目涉及区域的景观多样性、景观敏感度不高，景观阈值较低，对区域景观资源影响较小，施工期受到影响的自然景观得以逐渐恢复并接近现状水平，因此项目运营期对景观的影响较小。

7.5.6 对土地利用类型的影响

7.5.6.1 施工期

(1) 工程永久占地影响

本项目永久占地面积为 41.2036hm^2 ，占项目总占地面积的 16.86%。本工程永久占地主要以林地、草地为主，工程对评价区的上述两类土地类型造成的影响最大，永久占地改变土地利用类型，对土地的影响较大，主要表现为占地范围内的林地、草地等转变为建设用地。根据永久占地的占地地类面积同评价区现状地类数据统计处理，得出施工期地类变化率，虽然永久占地会造成林地、草地面积减少，建设用地面积增加，但从林地、草地变化率上分析，变化率均在 $\pm 0.02\%$ 上下浮动，由此说明永久占地造成的地类变化幅度小，林地、草地（草甸）依旧为评价区域的优势地类，建设用地的面积占草地面积的比例依旧为 3%以下，说明永久占地不会造成土地利用现状格局发生变化。

表 7-45 施工期地类变化一览表

地类	现状 (hm^2)	现状 (hm^2)	变化率(%)
林地（乔木林地、灌木林地）	20870.120	20853.100	-0.001
草地（草甸）	8994.840	8974.486	-0.002
建设用地	210.33	247.70	0.18

(2) 工程临时占地影响分析

本项目临时占地 203.18hm^2 ，占项目占地总面积的比例为 83.14%，主要包括塔基

施工临时占地、施工道路、人抬便道临时占地、索道站临时占地、跨越场占地、牵张场占地等。临时占地面积占评价区总面积（13866.87hm²）的 0.35%，占用比例较小。

对于临时占用部分，在施工结束后均可对其采取植被恢复措施，对被破坏区域的植被进行恢复，以减小对植被的影响。且临时占地面积占评价区总面积的 0.35%，占用比例较小，在对其采取植被恢复措施后，不会改变占地区域的土地利用现状。因此，临时占地所造成的影响是短期的，局部的，不会对临时征用的土地利用性质和功能、土壤的理化性质、土地利用格局等造成显著影响。但是土地是一种无法再生的资源，在工程建设中应当尽可能少的占用土地，严格在征地红线范围内施工，最大限度节约土地资源。

7.5.6.2 运行期

本项目运营期间不再新增占地面积，对临时占地区域进行植被恢复的前提下，项目运营期对土地利用格局基本无影响。

7.5.7 对生态保护目标的影响

7.5.7.1 对四川火龙沟省级自然保护区的影响

本项目新建理塘 500kV 变电站和线路Ⅱ不涉及自然保护区，线路Ⅰ穿越自然保护区实验区长约 2×28.5km（双回）+2×0.5km（单回），新建铁塔 40 基，永久占地面积约 1.6hm²；线路Ⅰ距缓冲区、核心区分别最近约 0.06km、1.9km。

（1）施工期

1）对自然保护区内土地资源的影响

本项目在自然保护区内共新建铁塔40基，永久占地面积约1.6hm²，根据《四川火龙沟省级自然保护区总体规划》（2011-2020年），自然保护区总面积146800hm²，根据对土地资源的评价指标，自然保护区内铁塔的总占地（永久占地+临时占地）占自然保护区总面积的0.0064‰，影响预测为小；施工结束后对临时占地进行植被恢复，自然保护区内铁塔的永久占地占自然保护区总面积的0.001‰，影响预测为小；此外，根据同类工程经验，铁塔四个塔腿以内的区域也将进行植被恢复，故对土地资源的影响程度更小。

2）对自然保护区内生态系统的影响

①对生态系统稳定性的影响预测

对生态系统的稳定性评价，主要考虑生态系统是否能够抵抗项目建设带来的各项影响，项目建设完工后是否能够通过自身调控能力逐步恢复。

施工期工程占地范围及附近区域的非生物环境发生改变，使局部区域能量流动和物质循环能力降低。此外，施工作业中塔基挖掘、混凝土浇灌、塔杆搭建、材料运输等活动会产生粉尘、噪声、废气，使得工程附近的森林生态系统的生产者生产能力有所降低，也会直接或间接影响附近生态系统中消费者的栖息环境，可能会导致系统内原有的某些物种迁移。工程建设对土壤结构的破坏很可能引起占地范围附近区域土地退化，使生态系统的稳定性下降，物种丰富度降低，群落结构发生改变。

正常运营期，各类施工活动结束，项目施工人员和施工车辆撤出施工区，人为干扰活动减弱，在施工期迁徙出评价区的野生动物，运营期会陆续回到原栖息环境及其附近区域，使评价区的物种丰富度接近施工期前状态。因此运营期，随着道运营时间的延长，评价区生态系统稳定性也将逐渐得到提高。

②对生态系统完整性的影响预测

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

从第一个层次来看，项目建设占用的生态系统，不是自然保护区特有生态系统，相对于自然保护区的总面积而言，减少比例占保护区总面积的0.0064‰，影响程度甚微，生态系统内的物种组成不会发生大的变化，因此项目建设对自然保护区内生态系统组成成分完整性的影响极小。

从第二个层次来看，项目建成后，建设区及周边生态系统原有生境变化极小，以这些生境为依托的动植物关系、生物与非生物环境关系、食物链及能流渠道都没有发生本质变化，因此项目建设对生态系统组织结构完整性的影响极小。

从第三个层次来看，本项目仅对评价区生态系统的局部区域带来侵占和干扰影响，不会导致整个生态系统功能的崩溃，且生态系统仍然具有良好的自我调控能力。

综上所述，本项目建设不会从本质上破坏评价区生态系统的完整性。

④对生态系统多样性的影响预测

各项施工活动结束后，施工干扰停止，评价区生态系统逐渐恢复到施工前水平，且评价区生态系统类型不减少，项目对生态系统多样性影响预测为小。

3)对自然保护区内生物多样性的影响

本项目线路塔基呈点状分散分布，每个塔基位置施工周期短，且呈间断性和暂时

性，施工期施工人员管理，采取相应的保护措施后不会对其产生明显影响，且施工完成后对野生动物（包括兽类、鸟类、两栖爬行类等）的影响随即消失。本项目施工期仅对塔基位置永久占地范围内树木进行点状砍伐，大多为矮高山栎、白桦、杜鹃、川西云杉、冷杉、云杉、小檗等当地常见树木，本项目施工期采取无人机放线、导线高塔跨越、占地植被恢复等措施后，能使其对野生植物的影响降低到最低程度。因此本项目对沿线植被及野生动物的影响很小，不会引起物种数量减少，更不会引起物种规模的减少，工程对火龙沟自然保护区内的生物多样性影响较小。

4）项目对自然保护区内主要保护对象的影响

四川火龙沟省级自然保护区的主要保护对象是高山生态系统、珍稀动植物及其栖息地。

①对高山生态系统的影响

评价区内的高山生态系统主要由森林、灌丛两类组成。

从占地面积来看：项目建设对保护区内森林、灌丛生态系统的直接侵占影响面积相对较小，生态系统内的物种组成不会发生改变，因此项目建设前后生态系统组成成分具有完整性。从各生态系统受影响面积占保护区相应生态系统面积比例来看，森林、灌丛等生态系统受影响面积均不超过保护区同类型的 0.15%，可见本项目对评价区及保护区各类生态系统影响面积都很小，工程建设对保护区生态系统组成格局影响判定为“低度影响”。

从生态系统稳定性来看：项目建设前评价区森林、灌丛生态系统、草地生态系统的生物量值为 2710201.57t，项目施工结束后这 3 类生态系统生物量值减少 1578.23t，减少比重为 0.06%。评价区生态系统的群落基础并没有受到大规模侵占影响，生态系统仍然可以维持原有的生产力水平和自身调节能力。再加上随着项目完工后所有施工临时占地和施工迹地的植被可逐步恢复，评价区损失的生物量可以得到一定弥补。因此，工程建设虽然对生态系统带来侵占影响，但不会导致评价区生态失衡对评价区生态系统稳定性的影响为“低度影响”。

从生态系统完整性来看：项目在保护区内为点状施工，直接影响范围较小，生态系统内的物种组成不会发生改变，因此项目建设前后生态系统组成成分具有完整性；项目建设后，除塔基永久占地内的植物群落环境发生改变外，生态系统的绝大部分区域原有生境不变，以这一生境为依托的动植物关系、生物与非生物环境关系、食物链及能流渠道都没有发生变化，因此生态系统总体的组织结构仍然完整；本项目建设仅

对评价区生态系统的局部区域带来侵占和干扰影响，而且这些干扰影响既有的输电线路也会产生，本项目新增直接侵占区域面积占生态系统面积的比重很小，因此本项目建设的侵占和干扰不会导致生态系统功能崩溃，生态系统仍然具有良好的自我调控能力。因此，项目不会破坏区域生态系统的完整性。

综上所述，项目的建设对保护区内高山生态系统的影响程度为“低度影响”。

②对重点保护野生动植物的影响

对珍稀保护野生植物的影响：经查阅资料得知评价区内分布有国家重点保护植物桃儿七、独叶草、松口蘑、虫草。根据调查，本项目占地范围内不涉及上述重点保护的野生植物，因此工程占地对保护植物无影响。因此，综合分析认为，项目的建设将会导致山地森林生态系统面积和生物总量的小幅度下降，从而可能会导致国家保护植物生长环境面积的减少，但减少比例极小（不足 0.01%），影响较小。

对珍稀保护野生动物的影响：本项目的建设会导致部分国家重点保护动物远离线路穿越区及附近地带（主要涉及兽类），由于线路宽度仅约 30m，其影响区也相应呈窄带状，不会导致评价区乃至保护区内保护动物种类的减少和数量的明显改变。施工活动带来的栖息地侵占、噪音、扬尘等会对栖息于此的珍稀保护动物有一定干扰，但这些影响有时效性和范围局限性。大多数珍稀保护动物栖息于远离人为活动区的针叶林、针阔混交林、阔叶林以及草甸流石滩生境中，工程施工只会驱离它们远离施工干扰区，对其个体生存影响较小。且施工区本身处于原有道路等强干扰带上，珍稀保护动物极少利用此栖息地，因此，预测工程建设在施工期对珍稀保护动物的影响为“低度影响”。

（2）运行期

1）对自然保护区内野生植物的影响

本项目建成后，各项施工活动结束，本工程临时占地植被恢复等绿化工程也将随之同步完成，这些将使得施工期对评价区植被的不良影响得到减缓和补偿。经过一定时间，工程对植被及植物的不利影响将逐步消除。在运行期内，对植被的影响主要体现在线路维护过程中对植被产生的影响，本工程线路运行期不进行林木砍伐，仅按相关规定对导线下方不满足垂直净距（500kV 线路 $<7\text{m}$ ）要求的林木进行削枝，以保证线路运行安全，但线路沿线总体削枝量小，不会对植物多样性产生影响。线路维护人员可能在运行维护过程中对植被造成一定踩踏和引入外来植物。通过禁止维护人员引入外来物种，可避免人为引入外来物种对本土植物造成威胁。从自然保护区内已运

营的 500kV 理绒线等线路运行情况看，线路周围植物生长良好，输电线路产生的工频电场、工频磁场对周围植物生长无明显影响。

综上，项目各项施工活动结束后，因项目建设遭到影响的植被、植物物种开始自然修复，同时绿化工程将进一步使植物得到最大程度的恢复。因此，本项目运营期对自然保护区内植物及植物资源的影响为小。

2) 对自然保护区内野生动物的影响

在线路运营期，施工影响基本消除，临时占地区随着开展的人工干预植被也逐步恢复，各类动物生境得以重建。此时对野生动物资源的影响主要表现为线路运行所产生的工频电场、工频磁场、噪声和管理维护人员活动的影响。

电磁环境影响：线路在运营过程中，由于电压、电流的作用将会产生一定的工频电场、工频磁场。根据预测结果，本项目运行期间，线路周围电磁场强度稍大于自然水平，从已有研究结果来看短期内不会对动物的生理和行为造成明显影响，但研究也证实高压线路产生的长期电场会对部分动物（如啮齿类）的生理活动产生负面影响，这可能会影响到在线路下方栖息的啮齿类等小型动物的活动，但不会直接造成该类群动物种群数量的明显变化。同时，其它类群尤其是大中型动物类群因栖息活动范围较广，不会长期处于线路下方及附近接受电磁影响，因此电磁影响作用对各动物类群的影响极其微弱。

噪声：输电线路在运行时还将产生一定的噪声，根据已运行的输电线路实际实验表明，即使在电晕噪声最高时，输电线路走廊下或附近地区，各种野生动物活动都照常进行，输电线路运行对动物基本没有影响。因此，本项目输电线路噪声只会对一些听觉敏锐的鸟类和兽类产生一定影响，使其避开输电线路范围，不会导致动物种群数量和密度出现明显变化。

输电线维护：线路运营后，会有少量工作人员进入保护区进行线路维护和检修，在注意保护生态环境及动植物资源，确保不会发生盗猎和违规用火等行为前提下，线路维护不会对评价区各类动物产生明显不利影响。

可见，在运营期，评价区动物种类及种群数量不会出现较大波动，故判断其影响程度为“低度影响”。

3) 对自然保护区内生态系统的影响

本项目运营期，各类施工活动结束，项目施工人员和施工车辆撤出自然保护区，人为干扰活动减弱，在施工期迁徙出评价区的野生动物，运营期会陆续回到原栖息环

境及其附近区域，使评价区的物种丰富度接近施工期前状态。因此运营期，随着运营时间的延长，评价区生态系统稳定性也将逐渐得到提高。

本项目运营期，各项施工活动结束，施工干扰停止，评价区生态系统逐渐恢复到施工前水平，且评价区生态系统类型不减少，项目对生态系统多样性影响预测为小。

4) 对自然保护区内主要保护对象的影响

①对高山生态系统的影响

本项目不会占用自然保护区的核心区和缓冲区，施工结束后，本工程临时占地的植被恢复等绿化工程也将随之同步完成，这些将使得施工期对评价区植被的不良影响得到减缓和补偿，逐步恢复自然保护区内的高山生态系统，不会导致高山生态系统的功能降低。

②对重点保护野生动植物的影响

珍稀保护野生植物的影响：本项目施工建设不会占用桃儿七、独叶草、松口蘑、虫草，项目运营不会对其造成影响，只要加强对线路维护人员有关环境保护法律法规、野生植物保护知识的宣传（尤其针对桃儿七、独叶草、松口蘑、虫草等），避开重点保护的野生植物，禁止采摘，本工程运营期不会对区域内珍稀保护野生植物（真菌）产生影响。

珍稀保护野生动物的影响：项目进入运营期后，输电线路产生的电磁、噪声及线路维护将对动物活动产生一定干扰。塔基这种异质体在初期可能会对动物活动造成一定影响，后期影响逐渐减弱。此外，只要线路巡护期间人员不故意猎捕珍稀保护动物，线路运营对珍稀保护动物的影响为“低度影响”。

7.5.7.2 对四川沙鲁里山国家森林公园的影响

本项目新建理塘 500kV 变电站和线路Ⅱ不涉及森林公园；线路Ⅰ穿越森林公园一般游憩区总长约 35km，新建铁塔 23 基（已扣除与四川火龙沟省级自然保护区重叠的 27 基铁塔），永久占地面积约 0.92hm²。

（1）施工期

1) 对森林公园内土地资源的影响

本项目在森林公园内共新建铁塔23基（已扣除与四川火龙沟省级自然保护区重叠的27基铁塔），永久占地面积约0.92hm²，根据《四川沙鲁里山国家森林公园总体规划（2022-2031年）》，森林公园总面积534624.18hm²，根据对土地资源的评价指标，森林公园内铁塔的总占地（永久占地+临时占地）占森林公园总面积的0.0025‰，影

响预测为小；施工结束后对临时占地进行植被恢复，森林公园内铁塔的永久占地占森林公园总面积的0.0017‰，影响预测为小；此外，根据同类工程经验，铁塔四个塔腿以内的区域也将进行植被恢复，故对土地资源的影响程度更小。

2) 对森林公园内生态系统的影响

①对生态系统面积的影响预测

评价区的主要生态系统有森林生态系统、灌丛生态系统、草地生态系统、湿地生态系统、农田生态系统、城镇生态系统 6 种类型，施工期影响生态系统主要表现在施工占用各类生态系统的面积。整个施工过程中，永久占用森林公园生态系统面积约为 0.92hm^2 。

项目建设前后，受项目建设侵占影响的森林公园自然生态系统类型主要为森林生态系统（以云杉、冷杉、高山栎、桦木等为优势种）和灌丛生态系统（以杜鹃、沙棘、矮高山栎、小檗、蔷薇、栒子、白刺花等为优势种）。从整个评价区的大尺度上来看，项目建设造成的评价区森林生态系统、灌丛生态系统和农业生态系统面积改变比例相对较小，影响较小。

②对生态系统稳定性和完整性的影响预测

对生态系统的稳定性和完整性评价，主要考虑生态系统是否能够抵抗项目建设带来的各项影响，项目建设完工后是否能够通过适当人工辅助及其自身调控能力逐步恢复。从系统的角度考察稳定性和完整性，主要包括三个层次：一是组成系统的成分是否完整，即系统是否具有本生的全部物种，二是系统的组织结构是否完整，三是系统的功能是否健康。

从第一个层次来看，本项目建设对森林公园内永久侵占自然生态系统面积约为 0.92hm^2 。单从受直接侵占影响的生态系统类型来看，受影响的生态系统主要为森林生态系统和灌草丛生态系统，但占较小，项目永久占地不占用湿地生态系统，从对评价区内生态系统的组成系统整体上来看，并不会造成某种生态系统的缺失。

从第二个层次来看，本项目穿越森林公园部分仅为塔基占地，项目建设后，除占地区内的部分植物群落环境发生改变外，生态系统的绝大部分区域原有生境不变，以这一生境为依托的动植物关系、生物与非生物环境关系、食物链及能流渠道都没有发生变化，因此生态系统总体的组织结构仍然完整。

从第三个层次来看，本项目建设仅对评价区生态系统的局部区域带来侵占和干扰影响，直接侵占区域面积占生态系统面积的比重很小（森林公园占地占评价区总面积

的 0.01%），因此小面积的侵占和干扰不会导致整个生态系统功能的崩溃，且生态系统仍然具有良好的自我调控能力。

③对生态系统多样性的影响预测

生态系统多样性指的是一个地区的生态多样化程度，是一个区域不同生态系统类型的总和。

评价区共有 6 类生态系统，项目建设将直接涉及输电线路沿线两侧坡地的森林、灌丛、草地生态系统类型，森林、灌丛、草地面积有所减小，但项目建成后评价区内的自然生态系统组成类型不会减少，城镇生态系统这种特殊的人为影响较大的生态系统功能将有所增强，但区内的生态系统多样性并不会发生改变，因此项目建设对生态系统多样性没有影响。

3) 对森林公园内风景资源的影响

本项目为线性工程，且占地面积相对较小，占地区域不属于森林公园内风景资源较集中的区域，本项目穿越森林公园一般游憩区的盖玉景区，不涉及核心景观区和生态保育区，且与核心景观区和生态保育区距离较远，项目附近无特殊景点分布，施工期间，不会使评价区风景资源类型、分布、质量等级发生较大变动，影响预测为低度影响。

根据《四川沙鲁里山国家森林公园总体规划（2022-2031 年）》，盖玉景区内的景观包括针叶林景观、针阔叶混交林景观以及降曲等水体景观，均在区域广泛分布。本项目铁塔占用的林地地块地势较高，对整体森林景观影响微弱，铁塔占地面积小，施工范围小，因此在森林公园内的主要游览道路（G215 国道）上对本项目施工区域视线程度不高。本项目通过优化施工工艺，在森林公园内采用原状土基础，减少开挖面和土石方开挖量，并加强对森林公园内铁塔的拦挡、遮盖、排水等水土保持措施，尽量降低新增水土流失量，不会影响区域山地景观特征，不会影响其景观游赏。

4) 对森林公园内景观生态的影响

本项目施工导致各类占地上原有植被被清除，这些改变将影响原有景观生态体系的格局和动态，如改变景观斑块类型，使斑块破碎化和异质性程度上升，降低各斑块和廊道的连通性，最终影响和改变组成景观生态体系各类生态系统的物质、能量和生物群落动态。

①景观要素的变化

景观生态体系结构主要变化是增加了建设用地斑块，森林、灌丛等斑块数升高，

各斑块面积相对比例改变。下表总结了评价区斑块类型、数量和面积受工程影响后的变化，利用它们可以定量分析项目建设对景观生态体系的影响。

表 7-46 评价区景观要素变化预测

斑块类型	斑块数量比例 (%)		面积 (hm ²)		斑块平均面积 (hm ² /块)	
	施工后	变化	施工后	变化	施工后	变化
森林	34.95	-0.49	8589.77	-0.76	13.88	0
灌丛	38.16	-0.54	1390.35	-0.09	7.5	0
草地	13.1	-0.18	900.48	0	4.29	0
河流湿地	3.12	-0.05	19.44	0	0.67	0
耕地	3.21	-0.04	277.72	0	2.83	0
建设用地	7.46	1.3	235.71	0.85	0.94	-0.2
总计	100	0	11413.47	0	8.46	-0.2

受到工程建设侵占影响，评价区内森林、灌丛、草地等面积略有减少，由于整体占地面积较小，评价区内斑块数没有变化，评价区平均斑块面积只降至 8.46hm²/块，变化微小。同时，各景观类型的斑块数量只是建设用地增加，植被恢复后，森林公园内永久占地只增加了 0.85hm²，使斑块破碎化程度略有增加。

②景观要素优势度值变化

利用 ArcGIS 制作工程评价区景观生态体系图叠加工程布置图，计算项目建设前后评价区各类斑块优势度值的变化。计算结果表明，项目建设完成后，只有森林、灌丛景观斑块的优势度值均略有下降，下降比例极小。在所有景观类型中森林和灌丛景观斑块优势度值远大于其他景观斑块，仍然是景观的基质。各景观类型优势度值排序为森林、灌丛、草地、耕地、建设用地和河流水面。本项目建设前后对比，各景观斑块的优势度值排序没有发生改变。

③景观结构和功能影响

根据项目建设工程结束后各类斑块优势度值的计算结果，除评价区部分景观斑块转化为建设用地外，评价区的斑块-廊道-基质的基本结构没有改变：森林和灌丛仍是评价区景观要素中面积最大、起控制作用的斑块，仍然是基质；由于没有自然生态系统类型的消失，建设用地面积、斑块数增加，故景观破碎度略有升高。工程也没有造成景观生态体系中各类生态系统与外界的隔离，保持了景观组织的开放性。

由于本项目在森林公园占地较小，大部分是利用已建成的输电线单侧挂线，新建塔基少等，因此，评价区内景观格局指标变动幅度微小。计算结果表明，项目建设前后，除斑块密度指标增长幅度达 2.36%外，其它景观优势度指数、景观多样性指数、景观均匀度指数、景观分维数、景观破碎化指数、景观自然性指数没有变化或变化幅

度很小，表明项目建成后景观格局未发生明显改变。

③对森林公园景观的影响

施工期塔基开挖、材料运输等工程活动将会对森林公园内的自然景观产生一定的视觉影响；施工活动产生的扬尘、废水、固废等也会污染附近的环境；牵张场区也会对景观产生一定的影响，造成景观疤痕，产生视觉突兀，但由于森林公园内施工规模较小、施工期短，施工期对景观的影响较小，随着施工结束，施工活动对景观的影响将逐渐减轻。

工程完工后，塔基占地区植被逐渐恢复，输电线路杆塔较高，将会对游人观赏自然景观造成一定干扰，但线路穿越处位于山体边缘，自然山体的地势也会对游客视线起遮挡作用，因此本项目线路对游客的视觉效果影响较小。

5) 对森林公园内主要保护对象的影响

①对重点保护野生动物的影响

大多数珍稀保护动物栖息于远离人为活动区的针叶林、针阔混交林、阔叶林以及草甸流石滩生境中，工程施工只会驱离它们远离施工干扰区，对其个体生存影响较小。且施工区本身处于原有道路等强干扰带上，珍稀保护动物极少利用此栖息地，因此，预测工程建设在施工期对珍稀保护动物的影响为“低度影响”。

②对主要保护对象栖息环境的影响预测

森林公园内铁塔的总占地（永久占地+临时占地）占森林公园总面积的 0.0025‰，栖息环境面积变化<3%，影响为低。

③对重点森林风景资源的影响

理塘 500kV 变电站和线路 II 不涉及森林公园；线路 I 穿越森林公园一般游憩区总长约 $2 \times 25.9\text{km}$ （双回）+ $2 \times 0.75\text{km}$ （单回），新建铁塔 50 基（其中与四川火龙沟省级自然保护区重叠的铁塔 27 基，新建铁塔 23 基），永久占地面积约 0.92hm^2 （扣除与自然保护区重叠铁塔的占地）。本项目不涉及森林公园内核心森林风景资源，影响较小。森林生态系统在本项目输电线路穿越的森林公园内分布较为广泛，其生物多样性丰富，生态功能突出，区域植被较好，森林生态系统较为完整，因此施工期输电线路塔基施工、导线架设时不可避免地要砍伐树木。但由于本项目输电线路在山区架设，塔基较分散，塔基占地以及施工占地面积较小，少量的林木砍伐、修剪不会改变森林生态系统的群落演替，也不会对森林公园内的森林生态系统环境造成系统性的破坏。

（2）运行期

1）对森林公园内野生植物的影响

工程进入运营期，各项施工活动结束，对野生植物的影响主要包括 2 个方面：一是由于运维人员进行线路维护时给森林公园植被造成破坏；二是架空线路在运行时对周边产生的影响。

第一类影响：线路运维人员进行森林公园段线路运维过程中导致的攀折枝条、破坏植被等，通过限制运维路线，加强森林公园内植被保护宣传，可将不利影响降至最低。

第二类影响：架空输电线路在运行时，将会产生工频电场、工频磁场，本项目线路跨越森林公园林区均采用高跨方式，线路架设高度较高，运行期间的电场强度和磁感应强度均远小于公众曝露区域控制限值（4000V/m、100 μ T），不会影响植物的生长。从森林公园内已运营的 500kV 理绒线等线路运行情况看，线路周围植物生长良好，输电线路产生的工频电场、工频磁场对周围植物生长无明显影响。

总体而言，本工程运营期不会对森林公园内的植物生长产生大的干扰，塔基周围的植物逐步进入恢复期，临时占地内受损的植物物种和植物群落也逐步恢复。因此，运营期对森林公园内的野生植物资源的影响预测为小。

2）对森林公园内野生动物的影响

①对两栖类的影响

本项目运营期间人为活动影响减弱，通过对临时占地进行植被恢复，森林公园内自然环境逐步得到恢复，两栖类将部分回迁，使其物种丰富度提高，种群数量增大。但是，输电线路维护人员产生的人为干扰及噪声会使该区域生存的部分两栖类受到惊吓，造成其种群数量减小，但评价区种群个体数量变化不会超过 10%，不会造成整个评价区域内这些两栖类物种的消失，不会影响森林公园内两栖类的物种多样性。综上所述，运营期对两栖类影响预测为低度影响。

②对爬行类的影响预测

通过对临时占地进行植被恢复，工程占地区的部分区域自然环境逐步得到恢复，部分爬行类个体将迁移至该区域，使其物种丰富度提高，种群数量增大。但是，在此期间，受输电线路维护人员间断性的影响，有可能使工程区及其附近区域的爬行类种群数量减小，但对评价区爬行类数量的影响变化在 10% 以下。综上所述，运营期对爬行类的影响预测为低度影响。

③对鸟类的影响预测

运营期工程附近区域鸟类物种丰富度将降低，种群数量将减小。其主要原因是：一是输电线路维护人员惊扰沿线栖息的鸟类，使其离开工程附近区域而生存；二是输电线路产生的可听噪声，将驱使工程附近区域分布的鸟类飞离原栖息环境，但根据区域既有输电线路（500kV 理绒线）运行期噪声监测结果，昼间噪声为 55dB(A)，夜间噪声为 43dB(A)，与区域背景噪声相当，对评价区鸟类数量的影响变化在 10%以下，对鸟类物种多样性的影响为小。

④对兽类的影响预测

运营期，受输电线路可听噪声和维护人员人为活动的影响，输电线工程附近区域栖息的兽类将远离原栖息环境生存，使工程附近区域的兽类物种丰富度降低，种群数量减小，但对评价区兽类数量的影响变化在 10%以下，对兽类物种多样性的影响为小。

3) 对森林公园内生态系统的影响

本项目运营期各类施工活动结束，项目施工人员和施工车辆撤出森林公园，人为干扰活动减弱，在施工期迁徙出评价区的野生动物，运营期会陆续回到原栖息环境及其附近区域，使评价区的物种丰富度接近施工期前状态。因此运营期，随着运营时间的延长，评价区生态系统稳定性也将逐渐得到提高。

本项目运营期各项施工活动结束，施工干扰停止，评价区生态系统逐渐恢复到施工前水平，且评价区生态系统类型不减少，项目对生态系统多样性影响预测为小。

4) 对森林公园内风景资源的影响

本项目线路 I 穿越四川沙鲁里山国家森林公园段属于一般游憩区中的盖玉景区，不涉及核心景观区和生态保育区。根据《四川沙鲁里山国家森林公园总体规划（2022-2031 年）》，盖玉景区内的景观包括针叶林景观、针阔叶混交林景观以及降曲等水体景观，均在区域广泛分布，森林公园内景观多样性属 B 级，丰富的森林资源、大面积覆盖的森林斑块和茂盛的植物生长状态构成了区域优良的森林景观，具有较高的观赏价值和生态旅游意义。本工程在森林公园内的铁塔地势较高，森林公园内主要游览道路（G215 国道）位于山脚，因此本项目线路不在游人的近端景观视线范围内，对景观视觉的切割影响较小。本项目施工结束后对临时占地进行植被恢复，不会影响森林公园内的山地自然景观、山坡地形地貌特征，不会影响其景观游赏。总体来说，本项目建成后不会对森林公园的空间结构和功能产生切割作用，不会与景观资源形成冲突，不会对区域景观视觉产生明显影响。

5) 对森林公园内主要保护对象的影响

①对重点保护野生动物的影响

普通鵯等保护动物主要活动于评价区阔叶林、针阔混交林和针叶林地带，施工结束后，通过对临时占地进行植被恢复，森林公园内自然环境逐步得到恢复。输电线路维护人员惊扰沿线栖息的鸟类，使其离开工程附近区域而生存，但是线路维护检查正常情况下1个月左右进行1次，而且维护检修持续时间短暂，因此这种人为干扰强度很低，对鸟类的活动影响极为有限；输电线路运行期将产生可听噪声，将驱使工程附近区域分布的鸟类飞离原栖息环境，但根据区域既有输电线路（500kV 理绒线）运行期噪声监测结果，昼间噪声为55dB(A)，夜间噪声为43dB(A)，与区域背景噪声相当，对评价区鸟类数量的影响变化在10%以下，对鸟类物种多样性的影响为小。

普通鵯等保护动物偶尔活动在高海拔山脊上，飞行高度一般在400m左右，远高于本项目线路架设高度，且由于本项目线路塔基呈点状分散布置，不会对正常飞行中的普通鵯、高山兀鹫等保护鸟类产生撞击等影响；同时森林公园内普通鵯、高山兀鹫等保护鸟类数量较少，出现频率较低，通过加强维护检修人员的野生动物保护意识，严禁猎捕普通鵯、高山兀鹫等保护鸟类，能有效降低本项目线路对胡兀鹫、普通鵯、高山兀鹫、藏酋猴等重点保护野生动物的影响。

②对主要保护对象栖息环境的影响预测

森林公园内铁塔的总占地（永久占地+临时占地）占森林公园总面积的0.0025‰，栖息环境面积变化<3%，施工结束后，对临时占地进行植被恢复，根据同类工程经验，铁塔四个塔腿以内的区域也将进行植被恢复，故栖息环境面积变化将更低。

③对重点森林风景资源的影响

线路I穿越森林公园一般游憩区总长约35km，新建铁塔23基（已扣除与四川火龙沟省级自然保护区重叠的27基铁塔），永久占地面积约0.92hm²，不涉及森林公园内核心森林风景资源，影响较小。森林生态系统在本项目输电线路穿越的森林公园内分布较为广泛，其生物多样性丰富，生态功能突出，区域植被较好，森林生态系统较为完整。本工程线路运行期不进行林木砍伐，仅按相关规定对导线下方不满足垂直净距（500kV 线路<7m）要求的林木进行削枝，以保证线路运行安全，但线路沿线总体削枝量小，不会对植物多样性产生影响。少量的林木削枝、修剪不会改变森林生态系统的群落演替，也不会对森林公园内的森林生态系统环境造成系统性的破坏。

7.5.7.3 对四川巴塘姊妹湖国家湿地公园的影响

（1）施工期

本项目线路 I 避让了湿地公园，距离湿地公园边缘直线最近距离约 0.17km。

由于本项目不直接占用湿地公园，因为项目建设不会对湿地公园的植被、动物及生态系统造成直接影响。线路施工扬尘集中在塔基和运输道路处，施工点分散，各施工点产生的扬尘量较少。结合工程特点与相关数据，在施工区 0-50m 范围内，粉尘浓度最高，在施工区 50-200m 范围内浓度显著下降，对植物影响轻微。加之线路与湿地公园之间有高山草甸、云杉林作为阻隔，因此塔基施工过程中粉尘扩散至湿地的量较小。但项目运输材料需要依托 G318 国道，湿地公园毗邻 G318 国道，短时间内可能造成公路一侧湿地区域粉尘量增加，对公路周边的植物有一定影响。

对主要保护对象的影响：项目建设不占用湿地公园，因此不会对高寒湿地生态系统面积造成影响。本项目生态影响评价范围仅涉及四川巴塘姊妹湖国家湿地公园 12.59hm²，占湿地公园总面积 4991.59hm² 的 0.25%。对整个湿地公园而言，影响面积较小，影响微弱。从影响因子分析，项目施工废水若处理不当，可能通过地表径流渗透至湿地公园，威胁德曲河水质。但线路施工人员沿线路分散分布，施工人员就近租用当地现有民房，产生的生活污水利用附近居民既有设施收集后用作草灌，不直接排入天然水体，不会对项目所在区域的地表水产生影响。本项目通过加强施工管理，禁止施工废水、生活污水、生活垃圾、施工弃土等排入水体，严禁在水域内清洗机具、捕鱼、渣土下河等破坏水资源的行爲，不在水体边设置弃土场、施工营地、牵张场等设施，不会影响水体的现有功能。因此对高寒湿地生态系统功能基本无影响。

对于湿地公园黑颈鹤和高寒水韭等珍稀野生动植物的影响：评价范围涉及到的四川巴塘姊妹湖国家湿地公园毗邻 G318 国道，在现有公路作为干扰的情况下，黑颈鹤在该区域出现的几率较小。施工过程中会产生一定的噪声，根据国际鸟类保护组织（BirdLife International）和环境噪声标准（如 WHO《环境噪声指南》），不同鸟类对噪声的敏感程度差异较大。多数鸟类噪声强度超过 50-60dB(A) 时，可能出现警觉、躲避等行为反应。敏感鸟类（如鸣禽、涉禽）：低于 50dB(A) 的持续噪声也可能影响其觅食、繁殖成功率。结合本项目施工噪声预测结果，在距离施工机具 200m 之外，噪声为 36dB(A)，随着距离增加，在距离为 500m 时，噪声为 28dB(A)，该噪声强度不会对黑颈鹤产生影响。

高寒水韭是其中最珍稀的一类，生长在海拔 3000m~4400m 左右的高山湿地、湖

泊、沼泽草甸，项目不占用四川巴塘姊妹湖国家湿地公园，对高寒水韭无直接影响。

（2）运行期

本项目线路 I 避让了湿地公园，距离湿地公园边缘直线最近距离约 0.17km。黑颈鹤在该区域出现的几率较小。施工过程中会产生一定的噪声，根据国际鸟类保护组织（BirdLife International）和环境噪声标准（如 WHO《环境噪声指南》），不同鸟类对噪声的敏感程度差异较大。多数鸟类噪声强度超过 50-60dB(A)时，可能出现警觉、躲避等行为反应。敏感鸟类（如鸣禽、涉禽）：低于 50dB(A)的持续噪声也可能影响其觅食、繁殖成功率。运行期线路对黑颈鹤飞行和觅食等的影响极小。

7.5.7.4 对贡嘎山风景名胜区的影

（1）施工期

本项目线路II避让了风景名胜区，距离风景名胜区边缘直线最近距离约 0.04km。

本项目不在风景名胜区内占地，不会对风景名胜区的植物造成直接破坏。本项目线路经过风景名胜区段人类活动较频繁，野生动物稀少，主要是当地常见的小型兽类和鸟类，施工对野生动物影响小。

本项目建设区域不涉及风景游赏区中的十二大景区，本项目施工不会造成景区结构及功能的消失或者完整性受损，本项目施工不会影响风景名胜区景区的完整性。

本项目线路II位于风景名胜区边缘地带，整体为半山坡地，无游道分布，不涉及游览设施。项目施工期间一方面施工人员、机械和建筑材料的进出可能会占用部分交通资源，对风景区游览组织和旅游接待造成步行和噪声污染，对游客游览有潜在的不安全隐患；另一方面，本工程施工位置位于国道通行过程中的可视范围，但线路经过区域无景观资源分布，游客对该区域的关注度较小，游客主要采取车辆通行，不在区域游览，影响短暂。本项目施工对旅游通道附近的游览影响较小。

（2）运行期

本项目线路II避让了风景名胜区，距离风景名胜区边缘直线最近距离约 0.04km。

本项目线路II位于风景名胜区边缘地带，整体为半山坡地，无游道分布，不涉及游览设施。本项目运行期对贡嘎山风景名胜区景观无影响。

7.5.7.5 对生态保护红线的影响

本项目新建理塘 500kV 变电站不涉及生态保护红线；线路I穿越白玉县、巴塘县和理塘县的生态保护红线总长约 45.3km，涉及铁塔 106 基，永久占地面积约 4.24hm²，其中线路I穿越白玉县生态保护红线长约 26km，涉及铁塔 62 基，永久占地面积约

2.48hm²；穿越巴塘县生态保护红线长约 7.5km，涉及铁塔 16 基，永久占地面积约 0.64hm²；穿越理塘县生态保护红线长约 11.8km，涉及铁塔 28 基，永久占地面积约 1.12hm²。

本项目线路II穿越理塘县和雅江县的生态保护红线总长约 7.4km，涉及铁塔 16 基，永久占地面积约 0.64hm²，其中线路II穿越理塘县生态保护红线长约 4.9km，涉及铁塔 12 基，永久占地面积约 0.48hm²；穿越雅江县生态保护红线长约 2.5km，涉及铁塔 4 基，永久占地面积约 0.16hm²；不涉及康定市生态保护红线。

（1）施工期

1）对生态系统的影响

本项目线路穿越的生态保护红线内的森林生态系统分布较为广泛，其生物多样性丰富，生态功能突出，区域植被较好，森林生态系统较为完整，因此施工期输电线路塔基施工、导线架设时不可避免地要砍伐树木、削枝。但由于本项目线路在山区架设塔基较分散，塔基占地以及施工占地面积较小，少量的林木砍伐、修剪不会改变森林生态系统的群落演替，也不会对生态保护红线内的森林生态系统环境造成系统性的破坏。

本项目线路穿越生态保护红线区域内，对草地生态系统的影响主要是占地的影响。包括：工程塔基建设将直接占用部分灌草地，导致灌草地面积的减少；另外在施工期间，工作人员进出施工区域，工程建筑材料及其车辆的进入，会碾压部分草地，导致草地面积的减少。但本项目穿越生态保护红线内的草地区域塔基处植被较稀疏，且由于架设塔基较分散，塔基占地以及施工占地面积较小，因此工程对草地生态系统的影响较小。

2）对植被和植物资源的影响

①永久占地的影响

线路工程永久占地主要是塔基永久占地。在线路穿越生态保护红线区段区域内高山栎林、沙棘灌丛等常见树种分布范围很广。由于线路工程塔基实际占地仅限于其 4 个塔腿，只砍伐少量的塔基范围内树木，砍伐量相对较少，故施工建设损害植株数量较少，且这些植物均为区域常见种类，因而不会使沿线林木群落发生地带性植被的改变，也不会对沿线生态环境造成系统性的破坏，施工结束后塔基中间部分及外面施工临时占地区域将进行植被恢复，对生态环境的影响仅限于施工期，因此线路工程永久占地对陆生植物的影响有限。

②临时占地的影响

线路工程临时占地一般选择占用灌草地或林分较差的林地，施工时会破坏部分自然植被和树木，在施工活动结束后即可进行植被恢复，基本不影响其原有土地用途。

3) 对野生动物多样性的影响

①对兽类的影响预测

工程沿线的兽类种类以小型兽类为主，因此受影响最大的是野栖的小型兽类，主要是鼠科动物。施工期，塔基占地直接侵占和破坏兽类栖息环境，造成占地区部分动物夜栖地、隐蔽地、觅食地和巢穴破坏，将一定程度改变直接影响区的环境，造成生境破碎化，使栖息在该区域的部分兽类失去栖息环境而离开原栖息环境。施工挖掘、建材运输等产生的噪声，将使分布于直接影响区及其附近区域的兽类部分个体向直接影响区外逃离。施工过程中产生的大气污染物、光污染等环境污染可能降低直接影响区及其附近区域的巢鼠及社鼠等兽类生存环境质量，进而影响栖息于该区域的兽类，一部分兽类会因环境空气质量降低而离开原栖息环境，一部分留在原栖息环境的会因环境空气质量下降而使其生存繁衍受到影响。

由于工程呈线性走向，占地规模较小，且评价区内小型兽类都具有较强的适应能力、繁殖快，施工不会使它们的种群数量发生明显波动。因沿线既有道路以及村落的存在，大、中型兽类在占地影响区域内相对活动较少，对其影响甚微。

②鸟类的影响预测

工程实施过程中对鸟类的影响主要表现在：项目建设施工过程中因开挖建设的噪声会使习惯于在此区域活动的鸟类受到惊扰而远离该区域，迁往它处生活，导致该区域鸟类多样性的暂时降低，若施工活动发生于鸟类的繁殖期，则可能会对鸟类的成功繁殖造成一定的不良影响，可能会致使部分鸟类的繁殖失败，影响种群的数量。

施工期间，运输车辆产生的废气、施工扬尘等大气污染物对直接影响区及其附近区域的空气质量将造成一定的影响。分布于这些区域的鸟类，一部分会因环境空气质量降低而离开原栖息环境，一部分留在原栖息环境的会因环境空气质量下降而使其生存繁衍受到影响。

③对两栖类的影响

工程实施过程中，施工占地将会使部分林栖动物的栖息环境减少；塔基建设开挖或填方、以及过往的施工车辆、工程堆积物可能导致部分两栖类动物被碾压致死，个体受到伤害或逃往临近区域；施工期施工人员在评价区内活动，

可能影响间接影响区附近的两栖类产卵及变态；在车辆运输过程中若有漏油情况发生，也可能会直接导致一些两栖类动物的死亡，但概率较小；施工开挖和弃渣运输过程中引起的地面震动和噪声可能因影响两栖类的繁衍。

对物种丰富度的影响：评价区内分布的两栖类动物分布范围广、种群数量较大，人为活动可能损害造成个体受到损害，但不会造成整个评价区内这些两栖类物种的消失。

对种群数量的影响：工程建设引起的震动和噪声可能在繁殖季节惊吓到间接影响区内的两栖类动物，会导致部分个体向远离工程占地区的适生地迁移，从而导致两栖类地域分布格局发生变化，即靠近工程占地区的区域种群数量有所减少，远离占地区的区域种群密度略有增大。

④对爬行类的影响预测

施工活动将侵占评价区沿线部分植被，给爬行动物的生境带来干扰，施工活动可能造成少量个体的受伤或死亡；塔基开挖、运输车辆运行等均将产生震动波，这些震动波被蛇类等感知后，将远离震动源，使项目区内爬行动物的种群、数量减少，造成分布格局发生变化。

施工占地将使分布在直接影响区的爬行类动物离开原有栖息环境，而施工损伤使直接影响区的爬行类动物种群数量减小，导致直接影响区物种多样性降低。但是，就整个评价区而言，由于受影响的爬行类动物分布范围较广、适应能力较强、反应较快，不会因施工占地、施工损伤而使某个种群消失。工程施工期间，产生的各类环境污染，可能使评价区域内爬行类动物的繁衍生殖行为受到影响，但这种环境污染引起的物种灭绝可能性较小。因此，施工期施工作业不会造成评价区域内的爬行类动物种群和个体数量的大规模减少，其影响预测为小。

4) 施工扰动的影响

①运输扰动：项目建设过程中，塔基材料等运输将对公路沿线的植被产生扰动。根据工程设计资料，本项目运输主要采用公路联运形式，工程沿线利用高速、国道以及省道、县道、乡村道路等，并在交通便利的区域修整施工运输道路，在交通不变的区域修整人抬便道，在地势陡峭地区采用索道运输。在修整施工运输道路、人抬便道及索道站架设时，尽量避开植被茂盛区域，尽量利用既有的乡村小道进行拓宽，尽量降低工程运输对附近植被的扰动。

②场地平整、开挖、临时材料堆放等影响：线路工程塔基基础开挖、沙石料运

输漏撒等造成扬尘，对环境空气造成暂时性的和局部的影响，随着施工结束而消失。

③废水、固体废物等影响：工程施工过程中施工人员将产生一定的生活污水，将会对施工区域周围水环境造成一定影响。同时，也将产生一定的固体废物，对周围环境产生污染，但通过强化施工期的环保管理，对施工期间产生的施工废污水和固体废物进行分类收集处理，施工结束后及时清理现场，能尽量降低对生态保护红线内生态环境的影响。

5) 对主要保护对象的影响

①对重点保护野生动物的影响

高山兀鹫等保护动物主要活动于高山和高原地区，常在高山森林上部苔原森林地带或高原草地、荒漠和岩石地带活动，也喜欢落脚于岩石或悬崖之中，属于善于飞行的猛禽类，一般在评价区上空盘旋，觅食和活动范围广，躲避干扰的能力极强，正常施工干扰不会直接伤害到这些猛禽类个体；施工噪声、粉尘等干扰将减少其在项目区上空活动盘旋的几率。大多数珍稀保护兽类栖息于远离人为活动区的针叶林、针阔混交林、阔叶林以及草甸流石滩生境中，工程施工只会驱离它们远离施工干扰区，对其个体生存影响较小。

②对森林、高寒湿地生态系统的影响

对于森林生态系统，生态保护红线内占地类别主要为森林和灌丛，植物种类均为当地广泛分布种，如云杉、冷杉、高山栎、桦木等，因此项目施工对生态红线的森林生态系统几乎无影响。

对于高寒湿地生态系统，本项目不占用湿地水域，对其无影响；潜在影响为施工人员的生活污水和生产废水、垃圾、粪便等随意排放，可能进入河流及周边土壤，对湿地、水体造成污染。但通过强化施工期的环保管理，对施工期间产生的施工废污水和固体废物进行分类收集处理，避免生活污水的直接排放，施工结束后及时清理现场，能有效消除该类影响。

(2) 运行期

1) 对植被和植物资源的影响

本项目新建理塘 500kV 变电站避让了生态保护红线范围，线路需穿越白玉县、巴塘县、理塘县、雅江县生态保护红线，生态保护红线内植被类型以森林和草地为主，施工结束后重点关注生态保护红线内临时占地的植被抚育和恢复情况，因项目建设遭到影响的植被、植物物种开始自然修复，同时景观绿化进一步使植物得到最大的恢复。

本项目线路塔基较分散，运行期间少量的林木削枝、修剪不会改变生态保护红线内森林生态系统的群落演替，也不会影响生态保护红线的生物多样性保护功能。

2) 对野生动物多样性的影响

输电线路架设完成后，各施工点人员、机械设备均撤出现场，撤出生态保护红线范围，临时道路、临时施工场地植被进入植被恢复期，对动物栖息环境的干扰强度大大降低。输电线路运营期对野生动物的影响主要表现在以下方面：

①对线路进行定期维护和检查的人员，会对线路及周边的动物造成惊扰，但线路维护的频率较低，维护期间会对偶尔活动于输电线沿线的兽类、爬行类等造成轻度干扰，对动物多样性影响极为有限。

②电晕噪声影响，根据区域既有输电线路（500kV 理绒线）运行期噪声监测结果，昼间噪声为 55dB(A)，夜间噪声为 43dB(A)，与区域背景噪声相当，对评价区动物活动影响较小。

③电磁环境影响：目前无专门针对输电线路电磁环境对野生动物影响的相关实验数据，因此无法判定上述因子究竟对野生动物产生何种影响。但由于输电线路建设期间的干扰使部分动物暂时离开工程区域而栖息于远离输电线路的区域，项目建成运营后大部分动物均不会长期活动于输电线路下方，因此运营期输电线路电磁环境不会对野生动物带来明显影响。

施工结束后，随着施工人员和机械的撤离，人为干扰逐渐减弱，由于工程建设而破坏的栖息环境慢慢地恢复，部分动物将迁移至该区域，使其物种丰富度和种群数量逐步恢复至施工前水平。故总体而言，工程运营期对野生动物的影响预测为小。

3) 对主要保护对象的影响

①对重点保护野生动物的影响

高山兀鹫等保护动物主要活动于高山和高原地区，常在高山森林上部苔原森林地带或高原草地、荒漠和岩石地带活动，也喜欢落脚于岩石或悬崖之中，属于善于飞行的猛禽类，一般在评价区上空盘旋，觅食和活动范围广，飞行高度一般在 400m 左右，远高于本项目线路架设高度，且由于本项目线路塔基呈点状分散布置，不会对正常飞行中的普通鵟、高山兀鹫等保护鸟类产生撞击等影响；同时项目区域普通鵟、高山兀鹫等保护鸟类数量较少，出现频率较低，通过加强维护检修人员的野生动物保护意识，严禁猎捕普通鵟、高山兀鹫等保护鸟类，能有效降低本项目线路对胡兀鹫、普通鵟、高山兀鹫、藏酋猴等重点保护野生动物的影响。此外，通过对临时占地进行植

被恢复，生态保护红线内自然环境逐步得到恢复，将会增大保护鸟类飞回栖息的几率。

②对森林、高寒湿地生态系统的影响

本工程线路运行期不进行林木砍伐，仅按相关规定对导线下方不满足垂直净距（500kV 线路 $<7\text{m}$ ）要求的林木进行削枝，以保证线路运行安全，但线路沿线总体削枝量小，不会对生态保护红线内的植物多样性产生影响。少量的林木削枝、修剪不会改变森林生态系统的群落演替，也不会对生态保护红线内的森林生态系统环境造成系统性的破坏。

对于高寒湿地生态系统，本项目不占用湿地水域，对其无影响。

7.5.7.6 结论

综上所述，本项目运行期不会对野生植物数量、种类及其生态功能造成明显影响；不会影响野生动物的生活习性，不会造成当地动物种类和数量的减少，不会破坏生态系统完整性。本项目对四川火龙沟省级自然保护区、四川沙鲁里山国家森林公园、四川巴塘姊妹湖国家湿地公园、贡嘎山风景名胜区和生态保护红线内主要保护对象、生态系统和景观的影响较小，在可接受的范围内在工程建设和实施过程中采取相应生态保护措施后，不会对自然保护区、森林公园、湿地公园和风景名胜区造成明显影响，也不会对生态保护红线内生态系统功能造成影响。

7.5.8 建设项目的生态风险预测

7.5.8.1 森林草原火灾生态风险预测

森林火灾发生有三个不可缺少的因素：火源、可燃物和助燃物。（1）火源分为自然火源和人工火源，自然火源多由雷电、静电产生，人工火源则来自生产用火（电器运作等）、生活用火（吸烟、煮饭、取暖等）；（2）可燃物是指能够在火源的引导下发生燃烧的物质，在评价区的可燃物为森林群落中的乔木、灌木、草本等；（3）助燃物主要指空气。

施工期：工程直接占用区和影响区都分布有森林和灌丛。施工期间施工人员的吸烟、野外用火以及油料泄漏等因素都有可能引起森林火灾。从我国森林火灾统计数据看，森林火灾发生频率约为 0.266×10^{-4} 次（ $\text{hm}^2 \cdot \text{a}$ ），其中由吸烟、野外用火等人为因素引起的森林火灾仅占 2% 左右。因此，结合项目实际情况，施工期森林火灾几率的大小，主要取决于人为活动产生的火灾风险。将引起火灾的火源概率设为 1/1000，评价区内的可燃物为乔木、灌木、草本等，将可燃物概率设为 1/100，评价区内的助燃物 100% 存在，因此助燃物概率设为 1。这样，项目建设前评价区内火灾发生几率

$=1/1000 \times 1/100 \times 1 = 1/100000$ 。在施工期，随着施工人员和施工机械的进入，人为用火几率大大提高，作为火源的发生几率提升约 10 倍，火源几率达到 $1/100$ ，而可燃物和助燃物的几率不变，导致施工期火灾发生几率 $=1/100 \times 1/100 \times 1 = 1/10000$ ，火灾发生增加的几率为 10 倍，位于 10-100 之间。因此施工期森林火灾预测为“中度影响”。

运营期：线路运营期间，已无大规模的人员在保护区活动，用火行为减少。但仍存在着进入生态敏感区的线路维护人员带来火种以及线路短路引发火灾的风险。运营期自然火源发生的几率不变，线路运营故障、雷击输电线及鸟粪绝缘而引起输电线路跳闸等引起的火灾几率上升，但由于输电线的安全保障机制，概率仅上升约 5 倍，即火源几率为 $1/200$ ；可燃物和助燃物的几率不变。故输电线在运营期评价区内的火灾发生几率 $=1/200 \times 1/100 \times 1 = 1/20000$ 。火灾发生增加的几率为 5 倍，位于 10 倍以下，因此，运营期火灾风险预测为“低度影响”。

由此可见，项目建设施工期和运营期评价区内森林火灾发生风险均有所上升，项目将使评价区面临较高的用火威胁。项目建设期导致火灾几率增加 10 倍，预测结果为“中度影响”，运营期导致火灾几率增加 10 倍以下，预测结果为“低度影响”。

7.5.8.2 化学品泄漏生态风险预测

施工期：化学泄漏会对土壤、水和大气等非生物因素造成不利影响，从而影响动物生理健康和植物栖息地宜居性。本项目使用化学品的有施工机械用油、铁塔防锈用漆、小型发电设备用油等。在施工期，油料、油漆以及其他建筑材料可能会因人力为或外力（自然灾害等）发生容器破损泄露和倒洒现象。考虑到项目建设时不在评价区内设施工营地，且塔基为点状，评价区内不会存贮油料、油漆等化学品，只要加强施工管理，不会导致大规模化学品泄露，其影响预测为“低度影响”。

运营期：运营期施工机械停止作业、人员施工活动停止，评价区内存贮和运输化学品的几率减少，大大减少了化学品泄漏的风险。本项目本身为输电线路工程，运营期除铁塔防锈用漆外，其它基本不涉及各类化学危化品，因此，运营期化学品泄漏风险影响预测为“低度影响”。

7.5.8.3 外来物种引入生态风险预测

生态入侵是指人类有意或无意地把某种生物带进新的地区，倘若当地适于该物种生存和繁衍，它的种群数量便开始增加，分布区也会逐渐扩大，危害当地原生物种。

施工期：本项目为输变电工程，基建工程量较小，所需建材绝大部分可在周边采购齐全，施工车辆不需要长途运输工程材料。评价区的物种组成与周边区域并无差别，

即使材料运输过程中带入了其他区域的物种，在评价区也存在制约其扩张的因素，不会带来生态威胁。但需注意的是输电线路因是外购，其木质线缆盘需加强植物检疫，防止带入外来植物检疫性昆虫，危害当地植物。因此，只要加强检疫，本项目建设施工期带来外来物种入侵风险的几率较小。

运营期：进入运营期后，主要开展临时占地植被恢复，只要严格禁止在植被恢复过程中使用外来物种，项目基本不会带来外来物种入侵的风险。项目建设和运营造成外来物种入侵的风险为“低度影响”。

7.5.9 生态环境累积影响分析

由于评价区内已存在 G215 国道、G318 国道、少量评价区巡护道路及通村道路等已建工程且运行多年。区域还建有±800kV 金上~湖北特高压直流线路、±400kV 帮果~卡麦线路、500kV 帮果~巴塘双回线路、220kV 叶巴滩~巴塘线路等线路。本项目的建设和运营可能对评价区带来累积生态影响，主要体现在以下几个方面：

7.5.9.1 生境破碎化的累积

随着项目的建设和运营，在评价区内已建项目的基础上对保护区生境破碎化将产生累积影响。评价区内的 G215 国道、G318 国道，对评价区的生境造成了长期破碎化影响，该区域已建和新建的高压输电线路使这种破碎化进一步增大，即造成人工斑块增加，也逐渐影响到评价区内的自然景观。随着本项目的建设，区域人工斑块进一步增多，使沿线生境破碎化加剧。

7.5.9.2 污染物的累积

随着工程的建设和运营（特别是项目施工期），进入评价区内道路的车辆及人为活动将增加，排放到评价区内的废气、固体废物及噪音等污染物将逐渐累积，造成生态环境质量下降，影响评价区的生态环境质量。车辆与人为活动增加较为明显，可能带来的车辆废气排放、噪声及固体废物等环境污染确有增加的可能，将对评价区带来累积的生态影响。

7.5.9.3 对野生动物干扰的累积

随着工程的建设和运营，评价区内人为活动相对更加频繁，车辆运行频度与时间增加，都将对区内的野生动物造成干扰，这种干扰逐渐增多，可能改变部分较为敏感的野生动物的栖息范围，影响其正常的生存繁衍。建设期评价区的车辆与人员将有一定增加，对道路山体两侧野生动物造成的阻隔作用将会增大，累积的阻隔作用有所增大。

7.5.9.4 水土流失影响的累积

现评价区存在一定程度的水土流失。随着工程建设的进行，开挖面在区域季节性降水的影响下，水土流失量将进一步增加，将对评价区造成累积的影响。随着工程建成后的创面绿化并达到郁闭或被灌草所覆盖，水土流失量才会与开始建设前的本底值逐步达到基本持平。

7.5.9.5 生态风险的累积

高压输电线路建设和运营的生态风险主要包括工频电磁场、火灾风险、生态入侵风险、雷击风险等。由前述分析可知，本项目的建设和运营将使生态敏感区内发生部分风险的概率均有所提高，再加上评价区内运行多年的 G215 国道、G318 国道和通乡通村道路本身也具有这些风险（特别是火灾风险），因此，本项目的建设和运营将使生态敏感区内发生风险概率有所提高。

7.6 生态保护及恢复措施

7.6.1 生态影响防护原则

依据《环境影响评价技术导则生态影响》（HJ19-2022）标准的规定，生态影响的防护与恢复的原则是：

1) 自然资源损失的补偿原则

该项目不会占用较大面积的森林资源，但是评价区内自然资源仍会由于项目施工和运行受到一定程度的耗损，而这些自然资源属于景观组分中的环境资源部分。

2) 区域自然体系中受损区域恢复原则。

项目实施要形成临时或永久占地，用地格局的改变影响了原有自然体系的功能，尤其是物种移动的功能，因此应进行生态学设计，尽力减少这种功能损失。

3) 人类需求与生态完整性维护相协调的原则。

项目建设和运行是人类利用自然资源满足需求的行为，这种行为往往与生态完整性的维护发生矛盾，生态防护措施就在于尽量减缓这种矛盾，在自然体系可以承受的范围内开发利用资源，为经济社会的发展服务。

7.6.2 设计阶段采取的生态保护措施

7.6.2.1 新建理塘 500kV 变电站

(1) 优化设计方案，尽量减少变电站征地面积。

(2) 变电站选址时避让自然保护区、风景名胜区、森林公园、生态保护红线等

生态敏感区。

（3）变电站站区设雨水排水系统、截洪沟、边坡马道和坡底设置排水沟等水土保持措施。

（4）新建理塘 500kV 变电站土石方挖填平衡，不对外弃土。

7.6.2.2 输电线路

（1）输电线路路径选择和设计时充分听取当地生态环境、林草、自然资源等政府部门的意见，尽量优化线路路径，避让生态敏感区和水环境敏感目标，实在无法避让的，需避开自然保护区的核心区和缓冲区、自然保护地的核心景观区和生态保育区，降低对区域生态环境的影响。

（2）线路路径选择时尽量利用既有线路的通道走线，并且穿越生态敏感区时尽量减少新建塔基数量，降低土石方开挖和植被破坏面积，降低对区域生态功能的影响。

（3）尽量增加跨越档距，减少塔基数量，塔基位置选择尽可能避让集中林木，减少树木砍伐和植被破坏。

（4）线路在通过林木密集区时，尽量采用提升架线高度减少树木砍削量。

（5）塔基定位时宜选择山势较为平缓的山脊顶部区域。

（6）线路采用全方位高低腿铁塔，塔基主要采用原状土基础，不采用大开挖基础，对生态敏感区内的大陡坡地势采取挖孔基础等优化基础型式及施工工艺，减少开挖面，缩小塔基占地面积，减少土石方开挖量。

（7）对生态敏感区内的线路采用占地面积较小的铁塔，增大档距，减少生态敏感区内的塔基数量和占地面积，减小林木砍伐和植被破坏。

7.6.3 施工期采取的生态保护及恢复措施

7.6.3.1 新建理塘 500kV 变电站

（1）施工活动集中在新征地范围内。

（2）变电站站外设置浆砌块石排水沟及边坡，边坡采用绿化，以防水土流失。

（3）施工期间先修建排水沟，尽快修筑围墙，减少地表径流侵蚀。

（4）施工前对征地区域进行表土剥离，将表层的熟土和下部的生土分开堆放，并对剥离的表土进行养护，供后期植被恢复使用。

7.6.3.2 输电线路

本项目对生态环境的影响主要是线路施工活动造成的地面扰动和植被破坏所引起的水土流失和对野生动植物的影响。根据本项目所在区域生态环境特点，本项目通

过不在生态敏感区范围内设置弃土弃渣场、拌合站等施工临时设施，结合区域既有线路、在建及规划线路统筹考虑牵张场等临时设施的数量和位置，针对区域地形地貌特性及山体植被分布情况，选用适宜的塔基基础型式，严格控制施工作业区域和运输路线，对水土流失易发区域的塔基修筑挡土墙、护坡、排水沟等水土保持设施，施工结束后选择当地适生植被进行植被恢复等措施，能最大限度地保护区域生态环境。

（1）植物保护措施

①林地植被

- 在实施前细化线路方案及施工方案，可通过设置彩旗绳限界等方式严格划定施工红线范围。施工运输及作业严格控制在划定的运输路线和作业区域，在施工红线范围内尽量保留乔木、灌木植株，减小生物量损失，同时高大乔木在施工结束后进行植被恢复时能够为灌木层、草本层提供荫蔽，提升植被恢复速度和质量。

- 根据区域地形地貌、植被分布、既有道路分布情况统一规划施工道路和索道站，临时设施修建需尽量避让林木密集区域，减少林木砍伐。

- 对于无法避让确需砍伐的林木，需按照林地管理相关规定办理林地使用许可同意书等相关手续，征得林业部门同意，在取得林地使用许可同意书前不得使用林地和采伐林木。严格按照林业主管部门规定的林木采伐数量进行采伐作业，严禁超范围、超数量采伐林木，并缴纳植被恢复费，由当地林业部门进行异地造林，减少植被的损失。

- 施工时尽可能避开植物生长旺盛期，减少对植物生长的影响。

- 塔材、金具等材料运输到施工现场后应尽快进行组装，减少施工材料临时堆放点对植被的占压。

- 对施工人员进行防火宣传教育，林区严禁私自使用明火，对可能引发火灾的施工活动严格按照规程规范及项目所在地林业部门的要求进行施工，确保区域林木安全。

- 对施工人员加强环保教育、生物多样性保护教育及有关法律、法规的宣传教育，严禁施工人员随意破坏当地林木。

- 对部分交通便利、坡度 30° 以下、平整度小于 5° 的塔位采用机械化施工；对交通不便的塔位采用修整施工人抬便道和索道站进行材料运输。施工道路、人抬便道和索道站需避让郁蔽度高的林地，尽量选择林间空地，以减少林木砍伐，同时施工过程中不能随意下道行驶或另开辟便道，降低施工活动对周围地表和植被的扰动。

- 塔基施工临时占地应选择在塔基附近平坦、植被稀疏地带，使用前铺设彩条布

或其他铺垫物，以减少土地平整导致的水土流失和植被破坏。

- 结合区域既有线路、在建及规划线路统筹考虑牵张场等临时设施的数量和位置，在技术可行的条件下尽可能减少牵张场的数量。本项目设置的牵张场应选择设置在交通条件较好的直线塔段，临近既有道路，便于材料运输；场址场地应宽敞平坦，减少场地平整的引起的水土流失；牵张场选址应尽量避让植被密集区，以占用较低矮、稀疏的灌丛、草丛为主，使用前铺设彩条布或其他铺垫物，减少植被破坏。

- 减少土石方的开挖及回填工作量，并结合使用高低腿铁塔，优先采用掏挖式基础和人工挖孔桩基础等原状土基础。

- 在输电线路跨越林木密集区时，采用高跨设计，且尽量使用占地面积小的铁塔，在满足设计使用强度的要求下，尽量增大档距，减小林区内铁塔数量，以进一步减小林木砍伐量。

- 在输电线路跨越林木密集区时选用环境友好的架线施工手段，如无人机等，减少对林木的破坏。

- 施工结束后，对塔基临时占地、牵张场、索道站等临时占地区域进行植被恢复，采用人工播撒草籽进行植被恢复的区域，应根据当地的土壤及气候条件，依照“适地适树”和乔、灌、草相接合的原则，并根据临近区域的植被型和主要植物种类选择当地适生的优势乡土植物（如高山杜鹃、高山栎等）进行植被恢复，进一步降低工程对林地植被造成的不利影响。

- 施工结束后，应根据区域实际情况，在有居民分布的区域，将施工道路、人抬道路首先用作当地乡村道路，若施工道路、人抬道路区域无居民分布，则采用人工播撒草籽的方式进行植被恢复，撒播草籽应根据当地的土壤及气候条件，依照“适地适树”和乔、灌、草相接合的原则，选择当地的乡土树种、草种进行植被恢复，进一步降低工程对林地植被造成的不利影响。

- 禁止施工人员在施工过程中带入外来物种，保护原有生态环境。

- 在采集、收集种子或繁殖体时，应根据不同植物，选择具有生长正常、健壮、结实率高等优良性状的种源，以保证恢复的植物群落正常生长，确保存活率和生态恢复的效果。

- 栽植结束后，应适时地将苗木四周的土壤进行翻新，并及时灌溉，确保其能够快速生长。

- 不能营造单一植物物种的单优群落，以最大限度保证生态恢复区域的生物多样性

性，及恢复植物群落对当地自然条件的适应能力。

- 并注意植被恢复过程中的管护，避免“种而不管”影响植被恢复效果，必要时通过围栏等措施防止人、畜破坏。

②灌草丛植被

- 在实施前细化线路方案及施工方案，可通过设置彩旗绳限界等方式严格划定施工红线范围。施工运输及作业严格控制在划定的运输路线和作业区域，在施工红线范围内尽量保留灌木植株，减小生物量损失。

- 塔材、金具等材料输运到施工现场需及时进行组装，减少现场堆放时间，减少对草地植被的占压。

- 施工时尽可能避开植物生长旺盛期，减少对植物生长的影响。

- 对施工人员进行防火宣传教育，对可能引发火灾的施工活动严格按规程规范及项目所在地林业部门的要求进行施工，确保区域林木安全。

- 对施工人员加强环保教育、生物多样性保护教育及有关法律、法规的宣传教育，严禁施工人员随意破坏当地灌丛、草甸植被。

- 对部分交通便利、坡度 30 度以下、平整度小于 5 度的塔位采用机械化施工；对交通不便的塔位采用修整施工人抬便道和索道站进行材料运输。施工道路、人抬便道和索道站需避让郁蔽度高的灌丛，同时施工过程中不能随意下道行驶或另开辟便道，降低施工活动对周围地表和植被的扰动。

- 塔基施工临时占地应选择在塔基近平坦、植被稀疏地带。

- 本项目设置的牵张场应选择设置在交通条件较好的直线塔段，临近既有道路，便于材料运输；场址场地应宽敞平坦，减少场地平整的引起的水土流失；牵张场选址应尽量避让植被密集区，以占用较低矮、稀疏的灌丛、草丛为主。

- 减少土石方的开挖及回填工作量，并结合使用高低腿铁塔，优先采用掏挖式基础和人工挖孔桩基础等原状土基础。

- 施工结束后，对塔基临时占地和牵张场、索道站等临时占地区域进行植被恢复，采用人工播撒草籽进行植被恢复的区域，应根据当地的土壤及气候条件，依照“适地适树”和乔、灌、草相接合的原则，并根据临近区域的植被型和主要植物种类选择当地适生的优势乡土植物（如川滇高山栎、矮高山栎、华西蔷薇等灌木，毛莲蒿、圆穗蓼、披碱草等草本植物）进行植被恢复，进一步降低工程对灌丛植被造成的不利影响。

- 施工结束后，应根据区域实际情况，在有居民分布的区域，将施工道路、人抬

道路首先用作当地乡村道路，若施工道路、人抬道路区域无居民分布，则采用人工播撒草籽的方式进行植被恢复，撒播草籽应根据当地的土壤及气候条件，依照“适地适树”和乔、灌、草相接合的原则，选择当地的乡土树种、草种进行植被恢复，进一步降低工程对灌丛植被造成的不利影响。

- 禁止施工人员在施工过程中带入外来物种，保护原有生态环境。

③草甸植被

●施工临时占地（如施工道路、牵张场、塔基施工临时场地等）应铺设草垫或棕垫，必要时在草垫或棕垫再铺设钢板，避免施工机械和运输车辆与原草甸植被直接接触造成破坏。

●塔基基础开挖前应进行表土剥离，并对剥离的表土进行养护，施工结束后对临时占地区域进行表土回覆、土地整治。

●施工结束后，应及时清理施工现场，对施工过程中产生的生活垃圾等固体废物，应集中收集装袋，并在结束施工时带出施工区域，不得随意丢弃于施工区域的天然草甸中，避免对草甸植被的正常生长发育产生不良影响；对塔基开挖产生的少量余土在铁塔下夯实或拦挡后进行植被恢复，避免直接堆放在草甸植被上，施工结束后撒播草籽进行植被恢复。

- 合理选择施工时序，避开草甸植被生长旺盛阶段。

●组塔过程中应避免塔材对草甸植被的长时间占压，架线时也要避免钢丝绳与草甸植被的摩擦造成植被破坏。

●对塔基施工基面遗留的弃土进行及时清理，对临时占地区域进行表土回覆、土地翻松，然后采用撒播草籽的方式进行植被恢复，草种选择当地的乡土草本植物，如高山嵩草、圆穗蓼等。

●施工结束后，采用人工播撒草籽的方式进行植被恢复，撒播草籽应根据当地的土壤及气候条件，选择当地的乡土草本植物（如高山嵩草、圆穗蓼、紫羊茅等）进行植被恢复，进一步降低工程对草甸植被造成的不利影响。

④作物

●加强施工人员管理教育，施工运输及作业严格控制在划定的运输路线和作业区域，禁止施工人员超出施工区域踩踏当地作物，禁止施工人员采摘果实。

- 施工时尽可能避开栽培植被收获期，减少对栽培植被的影响。

⑤表土剥离、回覆

施工前期，对新建理塘 500kV 变电站、塔基及其施工临时场地区开挖扰动占用的林地、草地进行表土剥离，集中堆放在新建理塘 500kV 变电站征地范围内、塔基施工临时场地内；施工期间，对临时堆土压占及重型机械区域铺垫彩条布，堆土外侧布设植生袋装土拦挡，堆土表面采用防雨布遮盖，在地形较陡的塔基采取护坡及堡坎等防护措施，在有汇水的塔基上游布设排水沟及消能措施；施工后期，对塔基及其施工临时场地区进行土地整治、表土回覆措施，对占用的林草地及其他土地进行植被恢复及抚育管理。对塔基及其施工临时场地区占用的林地、草地及其他土地（硬化区域除外）进行场地清理、坑凼回填，改善施工迹地的理化性质，以满足后期植被生长环境要求。

⑥临时占地植被恢复措施

本项目临时占地植被恢复采用绿化造林、撒播草籽相结合的方式进行。树草种选择当地适生的乡土树草种，植被恢复后尽量与周围环境相协调一致。草地、其他土地采用撒播草籽恢复植被，海拔 2800~3500m 区域采用高羊茅+披碱草，海拔 3500~4500m 区域采用高山嵩草+披碱草。

⑦临时占地的土地复垦措施

在工程施工前对临时占地进行表土剥离，将表层肥沃土壤妥善保存，以备后期回覆使用。工程结束后，及时将保存的表土回覆至原地，以恢复土地的肥力。

根据复耕复垦的需要，合理安排客土的运输和调配工作，确保土壤资源的有效利用；加强客土质量的监管，确保客土符合复耕复垦的要求。在复垦土地上种植适宜的植被，以恢复土地的生态功能；根据土地类型和气候条件，选择合适的植物进行种植，提高植物成活率。

⑧重要物种

加强人员管理和教育：对进入生态敏感区所有的施工和管理人员采用培训班、科普图册、野生植物保护标识等方式进行开展保护植物知识科普培训，告知其相关法律法规，通报区域内存在国家保护物种，要求所有施工和管理人员能够准确识别桃儿七、独叶草、松口蘑、虫草，要求任何人不得以任何方式破坏其生境或植株，告知其相关法律法规，若砍伐、采摘、破坏带来的法律后果。

建立严格的监督机制：对进入生态敏感区内的施工、管理人员建立完善的监督机制，如发现人为采集或破坏野生保护植物，第一时间通报地方林业主管部门，必要时追究其法律责任，做到全员监督、全员保护。

施工前对施工场地进行勘察，一旦发现桃儿七、独叶草、松口蘑、虫草等重点保护的野生植物，应立即停止施工活动，按照《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ 1113-2020）中相关要求“在保护植物周围设置栅栏或植物保护警示牌。不能避让需异地保护的，应选择适宜的生境进行植株移栽，并确保移栽成活率”，严禁砍削、折枝、挖根、摘采果实种子等破坏保护植物的行为，若采取移栽等保护措施需取得当地林业主管部门的许可，以避免对珍稀、保护野生植物造成破坏。

本次评价针对项目在敏感区内的各类占地区进行了详细的实地调查，未在占地区内发现桃儿七等保护植物的分布点，但是，不排除调查过程中因季节和部分地形等不可抗因素限制而出现的遗漏。建议工程在建设前，进一步调查核实占地区周边国家保护野生植物分布情况。在春夏季节，针对敏感区内的各占地斑块再进行一次系统全面的摸查，若发现有保护植株在占地区内，必须立即停工报林业主管部门备案，严格按照规定采取就近移栽或迁地移栽措施，对不在占地区但靠近占地区的植株，仍需采取登记造册、定点、打围等方式保护。

工程区域内的特有种植物均为常见种，在四川多地均有分布，因此，无需进行就地或迁地保护、加强观测、移栽等措施。

（2）野生动物保护措施

①兽类

本项目线路沿线以小型兽类为主，针对这些小型兽类，应做到如下保护措施：

- 严格控制最小施工范围，保护好小型兽类的活动区域；
- 对工程废物和施工人员的生活垃圾进行彻底清理，尽量避免生活垃圾为鼠类等疫源性兽类提供生活环境，避免疫源性兽类种群爆发。

对于大中型兽类，应做到如下保护措施：

- 施工活动要集中时间快速完成，避开兽类繁殖季节施工。
- 合理安排施工时间，避开早晨和黄昏时段开展高噪声作业（多为动物的休息和觅食时段）。
- 禁止偷猎、下夹、设置陷阱的捕杀行为，违者严惩。
- 通过减少施工震动、敲打、撞击和禁止施工车辆在集中林区鸣笛等措施避免对野生动物产生惊扰。

●施工过程减少施工设备和施工人员的噪声也是对野生动物的保护，避免因噪声影响远离原来的栖息地。防止偷猎人员乔装为施工人员进入自然保护区进行非法狩猎

活动，一经发现严惩不贷。

②鸟类

- 增强施工人员的环境保护意识，加强对国家和省级重点保护珍稀鸟类的保护，严禁猎捕评价区的各种鸟类；禁止施工人员对橙翅噪鹛等观赏性和鸣声优美鸟类的捕捉。

- 尽量减少施工对鸟类活动区域的破坏，极力保留临时占地内的乔木、灌木草本植物，条件允许时边施工边进行植被快速恢复，缩短施工裸露面。

- 应加强水土保持，促进临时占地区植物群落的恢复，为鸟类提供良好的栖息、活动环境。

- 禁止掏鸟窝、捡鸟蛋、捉幼鸟等行为，禁止捕捉和猎杀野生动物。

- 在施工结束后应该立即对施工迹地、临时占地进行植被恢复。

③爬行类

- 严防燃油及油污、废水泄漏对土壤环境造成污染。

- 对施工产生的固体废物要及时清运并进行妥善处理，防止遗留物对环境造成污染，防止对爬行动物本身及栖息环境的破坏和污染。

- 早晚施工注意避免对爬行动物造成碾压危害，冬春季节施工若发现冬眠的蛇、蜥蜴等动物时应严禁捕捉。

④两栖类

- 施工期间应当尽量保护两栖类动物的生活环境，严格控制施工范围，施工应当避免对水环境造成直接污染和破坏，避免造成水污染，影响两栖类动物的栖息环境。工程遗留的废气材料和未使用完的材料应当及时清运，避免施工废料对周边环境造成二次污染。

- 加强对评价区内现有植被的保护，严格限定施工范围，避免造成大的水土流失；严防燃油及油污、废水泄漏对土壤环境造成污染，特别是对评价区水体及周边湿地的污染；这些都是两栖类现有或潜在的栖息地。对工程废物进行快速处理，及时运出并妥善处理，防止遗留物对环境造成污染，削弱对两栖动物个体及栖息环境的破坏和污染；早晚施工注意避免对两栖动物造成碾压，冬春季节施工发现的两栖动物，严禁捕捉，并安全移至远离工区的相似生境中。在春夏繁殖季节控制施工车辆速度，避免对繁殖期两栖类造成直接伤害。

⑤重要物种

- 在施工期间需加强施工人员有关环境保护法律法规、野生动物保护知识的宣传，尤其是针对藏酋猴、亚洲黑熊、水鹿、林麝、白唇鹿、岩羊、橙翅噪鹛、普通鵲、喜山鵲、胡兀鹫、高山兀鹫等的外观、特性印发图册、设置野生动物保护标识进行宣传，通报区域内存在国家重点保护物种。

- 禁止施工人员进入工区以外的林区活动、捕捉保护鸟类。在各施工区域可能出现保护鸟类的路段应立警示牌，提醒施工和外来人员注意，严禁随意在四周活动、限制施工影响范围。

- 施工应尽量保护兽类适宜栖息的生境，对现已覆盖的森林及灌草丛应尽量将植被破坏范围限定在占地红线以内，恪守施工人员应有的环保职责。

- 加强对施工人员的管理和行为约束，禁止人为捕猎，一旦发现蓄意捕猎野生保护动物的行为将追究涉案人员法律责任。

- 加强水土保持，落实各项水保方案措施，促进施工迹地植物群落的恢复，为保护动物提供良好的栖息、活动环境，使它们的种群数量不发生大的波动。

- 施工中切实做好噪声消减工作。通过减少机械噪声和禁止车辆鸣笛等措施避免对保护动物产生惊扰；尽量避免夜间施工，为在该区域夜行性的兽类保留较安宁的活动环境；如因工艺特殊情况要求，需在夜间施工时应控制用灯强度，减小夜间光污染。

- 在线路穿越保护动物活动地段应立警示牌，提醒施工和外来人员注意，严禁随意在周围活动、限制施工影响范围；尽量将植被破坏范围限定在施工红线内，恪守施工人员应有的环保职责。另外，应注意施工控噪，削弱施工噪音和施工活动对保护动物的不利影响。

- 加强对施工人员的管理和行为约束，禁止人为捕猎，一旦发现蓄意捕猎野生动物的行为将追究涉案人员法律责任。

⑥保护动物迁移扩散区域

1) 施工组织优化措施

- ①线路所经区域林木较茂密，尽量提升导线对地高度，减少树木的砍削量和对保护动物迁移扩散的影响。

- ②采用索道、无人机架线等施工方式减少临时占地，穿越保护动物交流廊道段线路与已建输电线路并行，建议索道尽量利用已建成的输电线路临时占地。

- ③优化施工时序，减少改线段的施工时间。

- ④加强防火宣传教育、火源管理，做好火灾应急准备。

2) 植被保护措施

①优化施工方案，减少临时占地范围，通过围栏等严格划定施工界限，减少对生态敏感区内植被和野生动物的影响。

②严禁乱砍滥生态敏感区内林木，确需砍伐的，确需修剪或更新性质的采伐的，应经有关职能部门同意。

③施工结束后，及时对临时占地及塔基区恢复植被。由于工程区域位于高海拔山区，对需人工撒播草籽进行植被恢复的区域，根据当地的物种分布特征，植被恢复时建议选用的当地物种如下：草籽选用披碱草、羊茅、早熟禾等混播，灌木选择矮高山栎、杜鹃、蔷薇、小檗、花楸等。

④设置野生植物保护标识。

3) 水土保持措施

①根据地形特点尽量减少土石方开挖量，降低水土流失影响。

②剥离的表土，开挖出的土石方需要在堆土坡脚品字形堆码土袋进行挡护，顶面用塑料布遮挡，用剥离的表土装入编织袋，挡护基础开挖出的土石方，待施工完成后，倒出用于其区域覆土绿化。

③对处于一定坡度上的塔基，在其上坡面开挖临永结合的截水沟、排水沟，防治新增水土流失。

④施工期过雨季的，临时堆土需加以密目网遮盖，减小降雨对临时堆土的冲刷。

4) 野生保护动物保护措施

①设置野生动物保护标识，印发宣传图册。

②尽量避免晨昏、正午施工，减小施工噪声对保护动物的影响，施工期避开兽类繁殖期；施工线路在该区域内施工要选取声源强度和声功率小的施工设备和工艺，降低作业噪声，禁止爆破施工，禁止施工机械的强光照射以免影响夜行动物活动；禁止施工人员滥捕滥猎，野生动物误入施工区域时，施工人员不得恐吓、驱散，应采取喂食诱导等措施，将其引出施工区；并加强与生态敏感区管理机构合作，救助施工期遇到的受伤的野生动物。对工程废物进行快速处理，及时运出该区域妥善处理，防止遗留物对环境造成污染。施工活动要集中时间快速完成，避开兽类繁殖季节施工。严格划定施工范围，施工活动保证在范围内实施。

③在施工过程中若遇到重点保护的野生动物，应按照《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ 1113-2020）中相关要求“施工区发现有保护动物时应暂停施工，并实

施保护方案”，禁止挑衅、捕猎，应立即停止周围 200m 范围内的所有施工活动，特别是禁止爆破和施工机械作业，待保护动物自行离开施工区后方可恢复施工，若动物不自行离开需汇报当地林业部门。

综上，通过在生态敏感区内加强水土保持，落实各项水保方案措施，可促进施工迹地植物群落的恢复，为保护动物提供良好的栖息、活动环境。

（3）跨越河流时采取的环境保护措施

- 合理选择架线位置，采取一档跨越，不在水中立塔，塔基位置和施工活动应尽可能远离河岸，减少塔基对河流的影响。

- 施工人员禁止进入水域范围，不得在靠近河流等水体附近搭建临时施工生产设施，严禁施工废水、生活污水、生活垃圾排入河流，影响河流水质。

- 在河流附近塔基施工时的土石方临时堆放场应远离河流设置，先将塔基挖方堆放在临时场地，再将其回填，少量余方堆放在塔基下夯实，禁止土石方下河。

- 施工结束后应及时彻底清理施工现场，避免留下难以降解的物质；对临时施工人抬便道、牵张场、跨越场、索道站等施工扰动区域按原有土地类型进行植被恢复。

（4）水土保持措施

1) 主体工程措施

- 浆砌块石护坡：护坡通常沿塔位周围自然山坡或基面挖方后的缓坡面用 MU20 块石砌筑，对塔基边坡起保护作用。

- 浆砌石挡渣墙：杆塔位于山包或斜坡，塔位四周或下坡侧为陡坡时，降底基面与基坑开挖的土石方无法就地堆稳，主体设计考虑在堆土的下方修一道挡渣墙，将土堆放在挡渣墙内，避免水土流失和影响周边生态环境。

- 浆砌石排水沟及消能措施：位有坡度时，为防止上山坡侧汇水面的雨水、山洪及其他地表水对基面的冲刷影响，除位于面包形山顶或山脊的塔位外，其余山丘区塔位需根据实际地形因素（考虑坡度、上坡处汇水等）在塔位上坡侧（如果基面有降基挖方，距挖方坡顶水平距离 $\geq 4m$ 处），依山势设置部分环状排水沟，以拦截和排除周围山坡汇水面内的地表水。排水沟末端与自然沟道顺接在凹地或较平缓区域，根据工程实际情况，排水沟出口布设八字式消能散水或消力池措施。

- 表土剥离：将塔基基础开挖扰动范围的林地、草地区域可剥离表土全部进行剥离。

- 表土回覆：在施工后期，对塔基及其施工临时占地区基础施工开挖扰动区域进

行表土回覆。

- 土地整治和土壤改良：施工临时占地区占用的林地、草地及其他土地（硬化区域除外）进行场地清理、坑凼回填、土壤改良，改善施工迹地的理化性质，以满足后期植被生长环境要求。

2) 临时工程措施

- 铺垫彩条布：施工期间，对临时堆存表土及回填土占地区以及重型机械、施工材料压占区采用彩条布进行铺垫，减轻对下部植被及表土的扰动破坏。

- 植生袋拦挡：施工期间，对临时堆存的表土及回填土采用植生袋进行拦挡。临时堆土大体呈棱台形堆放于塔基两侧，考虑到堆放区为坡地，临时堆土堆存时遵循“先拦挡后堆土”原则，在堆土下坡侧方向用植生袋装土作临时挡墙。

- 防雨布遮盖：施工期间，对临时堆存的表土及回填土采用防雨布进行遮盖。

3) 植物措施

- 植被恢复：施工后期，对施工临时占地区占用的林地、草地及其他土地进行植被恢复，对于塔基开挖扰动区域采用穴播生态包进行植被恢复。

- 抚育管理：为提高植物成活和保存率，撒播草种后应根据生长发育情况，进行病虫害防治及防火等抚育管护。抚育次数依据实际情况确定，立地条件好、初期生长快的抚育次数可适当减少，立地条件差、前期生长慢的可适当提高抚育次数。

(5) 四川火龙沟省级自然保护区保护措施

1) 建设项目优化措施

由于本项目穿越了四川火龙沟省级自然保护区实验区，结合保护区内主要保护对象、自然资源、自然生态系统的现状，对项目在保护区内线路段的建设和运营提出了部分优化措施建议：

①优化塔基施工临时场地和基础施工

优化塔基基础型式，尽量减少塔基临时占地，穿越段 40 个塔基外围各设置施工临时场地 1 个；设置施工控制带，对施工场地四周进行拦挡围护，严格控制施工红线，禁止施工人员随意扩大施工范围。自然保护区内塔基针对自然保护区内高山地形采取优化施工工艺，基础开挖时尽量采用人工开挖，减少开挖面；结合高山地形的地形特点，优化塔基基础型式，采用全方位高低腿设计，缩小塔基永久占地面积和塔基临时占地面积，减少林木砍削量，基础施工减少土石方开挖量，同时强化塔基的水土保持和植被恢复措施，提高水土流失防治标准，根据塔基处地形情况砌筑截排水沟，对占

地范围内的表土进行剥离，对临时堆土采用密目网进行遮盖，用编织袋进行拦挡，尽量减少新增水土流失量。塔基施工临时占地范围施工前需铺设彩条布或其他铺垫物，以减少土地平整导致的水土流失和植被破坏。

②牵张场及架线施工

尽可能减少自然保护区内牵张场的设置，仅设置 4 处，架线施工采用无人机等环境友好型架线方式，避免破坏植被。

③跨越场

本项目在自然保护区内设置跨越施工场 3 处。

④施工人抬便道及材料运输

自然保护区内铁塔施工时，部分可以利用±800kV 金上-湖北线路的施工人抬便道，不采用机械化施工。材料运输均采用修整人抬便道和索道运输，在自然保护区段需修整简易人抬便道长约 22.77km，占地面积约 2.27hm²；设置 54 处索道站，占地面积约 1.08hm²。严格限定人抬便道宽度，材料运输固定线路行驶，禁止随意超出施工人抬道路范围活动。施工人抬便道或索道应尽量避免进行林木砍伐，降低对植被的破坏。采取以上优化措施后，能最大限度地降低本项目线路对自然保护区的影响，不会影响自然保护区的生物多样性及生态功能。

⑤施工生活区和材料站

本项目在自然保护区内不设置施工营地、材料站、拌合站等临时场地。

2) 植被保护措施

①施工时尽可能避开植物生长期，以减少对保护区植物的影响。

②基础开挖施工前，对有表土及植被的土层分割划块，人工铲起后集中保存并加以养护和管理，用于施工后临时占地区域的植被恢复。

③严格按照林地许可证规定的占地范围和林木砍伐数量进行砍伐作业，严禁超范围、超数量砍伐。

④输电线路材料输运到施工现场后，应尽快进行组装，以减少施工材料临时堆放对植被的占压。

⑤材料运输路线尽可能利用现有上山小路，在无现有道路的区域应选择林木相对稀疏区开辟施工便道或采用索道运输，并限定在相对固定的区域内，施工运输人员不得随意新增或改变运输路线。

⑥塔基永久占地和施工临时占地区内的裸露空地，应在工程结束后选择当地物种

进行植被恢复，禁止引入外来物种。火龙沟自然保护区内乡土物种包括乔木类-冷杉、云杉、川西云杉、铁杉、白桦、红桦、川滇高山栎、糙皮桦等；灌木类-矮高山栎、刚毛忍冬、金花小檗、川滇蔷薇、峨眉蔷薇等；草本类-糙野青茅、林地早熟禾、早熟禾、细柄草、拂子茅、委陵菜、铁线莲、高原毛茛等。

⑦对施工过程中产生的生活垃圾和固体废物，应集中收集装袋，及时清运带出保护区；施工结束后，应及时清理施工现场。

3) 野生动物保护措施

尽量避免晨昏、正午施工，减小施工噪声对鸟类的影响；施工线路在保护区内施工要选取声源强度和声功率小的施工设备和工艺，降低作业噪声，禁止爆破施工，禁止施工机械的强光照射以免影响夜行动物活动；禁止施工人员滥捕滥猎，野生动物误入施工区域时，施工人员不得恐吓、驱散，应采取喂食诱导等措施，将其引出施工区；对在施工中遇到需要保护的幼兽，幼鸟和鸟卵（蛋），冬春季节施工发现冬眠的蛇窝及两栖动物冬眠地，应及时向相关管理机构汇报，不得擅自处理。

4) 重要物种保护措施

在塔基定位和施工活动中，若遇到桃儿七、松口蘑、虫草等珍稀野生植物，应立即停止施工活动并在保护植物周围放置栅栏或警示牌，以避免对珍稀野生植物造成破坏，同时上报林业部门，请示是否采取避让、移栽等处理措施。对胡兀鹫、喜山鵟、高山兀鹫、普通鵟、金雕等猛禽，禁止挑衅、捕猎，在施工结束后应该立即对施工迹地、临时占地的植被进行恢复。对于橙翅噪鹛等小型鸟类，颜色艳丽，很容易被发现，容易受到捕捉和猎杀，因此，需要广泛宣传野生动物法，禁止任何人以任何方式捕捉和猎杀保护动物。而对于藏酋猴、亚洲黑熊、林麝、岩羊、白唇鹿等中大型兽类，除藏酋猴外的其他兽类虽然基本不会出现在工程区，施工期间禁止爆破和施工机械作业，若在施工区发现行动迟缓或呈现病态的珍稀动物，应及时上报施工区负责人，在采取保护措施的同时通知保护区管理部门进行处理。

5) 对主要保护对象的保护措施

●建设单位在施工前应组织施工人员集中学习《中华人民共和国自然保护区条例》、《四川省自然保护区管理条例》等保护区的相关环保规定及《四川火龙沟省级自然保护区总体规划》（2011-2020年）及其功能分区图，明确四川火龙沟省级自然保护区的划定保护范围，并要求施工人员严格按照规定执行，针对自然保护区内的主要保护对象（高山生态系统、珍稀动植物及其栖息地）以及在区域可能分布的桃儿七、松口

蘑、虫草等重点保护植物进行培训。

- 在施工场地周围设置自然保护区警示牌，提醒施工人员要注意保护自然保护区内的野生动植物资源及其周围生态环境。

- 对进入自然保护区内所有的施工和管理人员采用培训班、科普图册等方式开展保护植物知识科普培训，告知其相关法律法规，通报区域内存在国家保护物种，要求所有施工和管理人员能够准确识别桃儿七、松口蘑、虫草，要求任何人不得以任何方式破坏其生境或植株，必须要严格限制施工人员的活动，特别是桃儿七开花施工人员的攀折花朵行为，需告知其相关法律法规，若砍伐、采摘、破坏带来的法律后果。

- 在自然保护区内施工道路出入口处设置野生植物保护宣传牌、宣传栏或宣传视频，张贴桃儿七、松口蘑、虫草等重点保护野生植物及其生境的图片，宣传保护这些植物的重要意义和依据相关法律法规下损毁这些植物应受到的处罚等。禁止一切有损保护植物的行为发生。

- 本次评价针对项目在自然保护区内的各类占地区进行了详细的实地调查，未在占地区和评价区内发现桃儿七、独叶草、松口蘑、虫草等重点保护野生植物（真菌）的分布点，但是，不排除调查过程中因季节和部分地形等不可抗因素限制而出现的遗漏。因此，本项目建设期间，在清除占地区域植被之前，尤其是春夏季节，需进一步调查核实占地区及周边重点保护野生植物的分布情况，一旦发现桃儿七、独叶草、松口蘑、虫草等重点保护的野生植物，应立即停止施工活动，按照《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ 1113-2020）中相关要求“在保护植物周围设置栅栏或植物保护警示牌。不能避让需异地保护的，应选择适宜的生境进行植株移栽，并确保移栽成活率”，严禁砍削、折枝、挖根、摘采果实种子等破坏保护植物的行为，若采取移栽等保护措施需取得当地林业主管部门的许可，以避免对珍稀、保护野生植物造成破坏。

- 在自然保护区内施工时，应设置施工控制带，对施工场地四周进行拦挡围护，严格控制施工红线，限制施工机械和施工人员的活动范围，材料运输固定线路行驶。

- 加强施工管理，禁止施工人员进入自然保护区实验区以外的区域。

- 经过施工组织优化，避免在自然保护区范围内设置牵张场。架线施工采用无人机等环境友好型架线方式，避免破坏植被。

- 塔基、跨越场、索道站等施工临时占地区域采用彩条布等材料进行铺垫。

- 对自然保护区内位于既有道路旁的塔位采用机械化施工，其余塔位的材料运输均采用修整人抬便道和索道运输，修整人抬便道时设置限界限定人抬便道宽度，材料

运输固定线路行驶，减少临时占地面积，施工人抬便道或索道应尽量避免进行林木砍伐。

- 禁止在自然保护区内新建施工营地、材料站、拌合站等临时场地。

- 自然保护区内塔基应尽量避免雨季施工，同时强化大陡坡塔基的水土保持和植被恢复措施，提高水土流失防治标准，根据塔基处地形情况砌筑护坡、截排水沟和沉砂池，对占地范围内的表土进行剥离，对临时堆土采用密目网进行遮盖，用编织袋进行拦挡，尽量减少新增水土流失量。

- 施工结束后应及时全面清理废弃物，避免留下难以降解的物质；对塔基临时占地、施工道路、索道站等施工影响区域进行表土回覆、土地整治，并采用撒播草籽的方式进行植被恢复，选择冷杉、高山栎、蔷薇、杜鹃、小檗、高山柳、四川蒿草、高原毛茛等乡土物种，并加强后期抚育管理。

- 植被恢复技术主要包括在进行植被恢复前，先对恢复区域进行适当清理，平整地块、穴状整地，整地与植苗或播种同时进行、对种植穴和地表进行客土、种植时对种植穴内施用保水剂等材料，种植时间选择4-5月，种植技术参照造林技术等标准、对恢复区及时进行浇水，之后根据天气情况再决定浇水，持续3年、补植补播在当年或次年4-5月、植被恢复完成后，对恢复区域安排专人进行人工管护，禁止践踏、破坏，并定期报告植被恢复情况，管护3年。

（6）四川沙鲁里山国家森林公园保护措施

- 建设单位在施工前组织施工人员集中学习《国家级自然公园管理办法（试行）》（林保规〔2023〕4号）、《四川省森林公园管理条例》（2001年1月1日）等相关环保规定和《四川沙鲁里山国家森林公园总体规划（2022-2031年）》及其功能分区图，明确四川沙鲁里山国家森林公园的划定保护范围，并要求施工人员严格按照相关规定执行。

- 在施工场地周围设置森林公园警示牌，提醒施工人员要注意保护森林公园内的野生动植物资源及其周围生态环境。

- 在森林公园内施工时，应设置施工控制带，对施工场地四周进行拦挡围护，严格控制施工红线，限制施工机械和施工人员的活动范围，材料运输固定线路行驶。

- 加强施工管理，禁止施工人员进入森林公园一般游憩区以外的区域。

- 经过施工组织优化，尽量减少在森林公园范围内设置的牵张场数量，可以统筹考虑线路I及±800kV 金上-湖北线路等线路的牵张场设置，重复利用，减少施工活动

干扰。若无法避免在森林公园内设置牵张场，则需要加强牵张场场地的生态保护，如牵张场临近既有道路设置、场址场地应宽敞平坦、牵张场尽量避让植被密集区、牵张场使用前铺设彩条布或其他铺垫物、牵张场采用彩旗绳限界等。

- 架线施工采用无人机等环境友好型架线方式，避免破坏植被。

- 塔基、跨越场、索道站、牵张场等施工临时占地区域采用彩条布等材料进行铺垫。

- 森林公园范围内塔位的材料运输均采用修整人抬便道和索道运输，修整人抬便道时设置限界限定人抬便道宽度，材料运输固定线路行驶，减少临时占地面积，施工人抬便道或索道应尽量避免进行林木砍伐。

- 禁止在森林公园内新建施工营地、材料站、拌合站等临时场地。

- 森林公园内塔基应尽量避免雨季施工，同时强化大陡坡塔基的水土保持和植被恢复措施，提高水土流失防治标准，根据塔基处地形情况砌筑护坡、截排水沟和沉砂池，对占地范围内的表土进行剥离，对临时堆土采用密目网进行遮盖，用编织袋进行拦挡，尽量减少新增水土流失量。

- 施工结束后应及时全面清理废弃物，避免留下难以降解的物质；对塔基临时占地、施工道路、索道站、牵张场等施工影响区域进行表土回覆、土地整治，并采用撒播草籽的方式进行植被恢复，选择高山栎、蔷薇、杜鹃、小檗、高山柳、铁线莲、高山蒿草、四川蒿草等乡土物种，并加强后期抚育管理。

- 植被恢复技术主要包括在进行植被恢复前，先对恢复区域进行适当清理，平整地块、穴状整地，整地与植苗或播种同时进行、对种植穴和地表进行客土、种植时对种植穴内施用保水剂等材料，种植时间选择 4-5 月，种植技术参照造林技术等标准、对恢复区及时进行浇水，之后根据天气情况再决定浇水，持续3年、补植补播在当年或次年4-5月、植被恢复完成后，对恢复区域安排专人进行人工管护，禁止践踏、破坏，并定期报告植被恢复情况，管护3年。

- 加强与森林公园管理机构的沟通，协同制定详细施工方案，明确施工中的生态保护与恢复要求，严格按生态保护设计要求施工。

- 优化施工方案，由于沙鲁里山森林公园大部分范围同属于火龙沟自然保护区，应严格控制在敏感区内的临时占地，严格划定施工界限，减少对自然保护区生态环境和森林公园风景资源的影响；施工结束后，及时恢复植被，做好复绿工作。

- 由于森林公园部分范围与自然保护区重叠，生物多样性较丰富，施工前核查森

林公园内的国家重点保护植物，施工区应注意避免，并采取有效的围挡措施；线路杆塔施工定位应在专业人员监管下进行，塔位避让附近长势较好幼树。

- 工程线路塔基选址应避开植被集中分布区，临时占地利用植被空隙，多采用高塔跨越，减少砍伐，减少对地表植被的占用与破坏。

- 合理安排施工时间，为减少对森林公园内留鸟、候鸟的影响，施工时间要尽可能避开春、秋季，避免早 8 点以前、晚 8 点以后施工。

- 施工线路在森林公园内施工要选取声源强度和声功率小的施工设备和工艺，降低作业噪声，禁止爆破施工，禁止施工机械的强光照射以免影响夜行动物活动。

- 禁止施工人员滥捕滥猎，野生动物误入施工区域时，施工人员不得恐吓、驱散，应采取喂食诱导等措施，将其引出施工区；并加强与森林公园管理机构合作，救助施工期遇到的受伤的野生动物。

（7）四川巴塘姊妹湖国家湿地公园的影响

- 严禁施工人员进入四川巴塘姊妹湖国家湿地公园开展相关施工作业活动。

- 施工场地及 G318 国道运输路段定期洒水降尘，保持路面湿度，抑制扬尘产生。

- 易起尘物料（水泥、砂石等）采用密闭储存或覆盖防尘网。

- 运输车辆严格覆盖篷布。

- 对线路与湿地间的高山草甸和云杉林实施封禁保护，设置警示标识，禁止施工人员进入。

- 噪声与振动控制：①优先选用低噪声设备，对高噪声设备（搅拌机、发电机）安装减震基座和隔音罩；②将固定噪声源布置在远离湿地边界的一侧；③禁止在夜间（22:00-次日 6:00）和黑颈鹤繁殖期（4-6 月）进行高噪声作业；④采用分段施工方式，减少多台设备同时作业产生的叠加噪声。

（8）贡嘎山国家级风景名胜区保护措施

- 建设单位在施工前组织施工人员集中学习《风景名胜区条例》、《四川省风景名胜区条例》等风景区的相关环保规定，并要求施工人员严格按照规定执行。

- 禁止施工人员进入风景名胜区内进行施工活动。

- 施工单位应积极贯彻《森林防火条例》，加强防火宣传教育，做好施工人员吸烟以及其它生活和生产用火的火源管理。

- 制定事故应急预案，在发生突发情况时优先疏散游客，及时恢复景区交通，减少突发事件对游客旅游安全的影响。

●施工时严格做好管理工作，禁止乱砍乱伐、禁止在风景区内任意取土、弃土而改变自然地形，尤其注意不可对风景名胜区的景点造成环境破坏，保持风景名胜区自然风貌的完整性和构建空间。

（9）生态保护红线保护措施

1）避让措施

●优化线路选线和施工布置：进一步优化线路选线，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，减少植被破坏和水土流失，最大限度减小对生态保护红线的影响。

●建设单位在施工前组织施工人员集中学习《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》等生态保护红线的相关环保规定，加强对施工人员关于生态保护红线类型、范围、保护要求等相关知识的宣传教育，强化生态环境保护意识，严禁随意砍伐、践踏植被和捕猎野生动物等行为。

●在施工场地周围设置生态保护红线标识牌，提醒施工人员要注意保护生态保护红线内的野生动植物资源及其周围生态环境。

●在生态保护红线内施工时，应设置施工控制带，对施工场地四周进行拦挡围护，严格控制施工红线，限制施工机械和施工人员的活动范围，材料运输固定线路行驶。

●临近生态保护红线的塔基，应将塔基施工临时占地选择在远离生态保护红线一侧，设置施工控制带，对施工场地四周进行拦挡围护。

●禁止在生态保护红线范围内新建施工营地、材料站、拌合站等临时场地，生活垃圾应进行收集并及时清运出生态红线外进行处置。

●优化施工设计：经过施工组织优化，尽量减少在生态保护红线范围内设置的牵张场数量，可以统筹考虑线路I及通道内 $\pm 800\text{kV}$ 金上-湖北线路等线路的牵张场设置，重复利用，减少施工活动干扰。若无法避免在生态保护红线内设置牵张场，则需要加强牵张场场地的生态保护，如牵张场临近既有道路设置、场址场地应宽敞平坦、牵张场尽量避让植被密集区、牵张场使用前铺设彩条布或其他铺垫物、牵张场采用彩旗绳限界等。

2）减缓措施

●植被保护：塔基施工临时占地无需进行建构筑物的施工，不破坏地面仅占压，

施工前在施工区域下边坡设置装土袋挡墙进行临时拦挡，对施工场地底取铺设彩条布进行隔离，以减少地表扰动和破坏。

- 合理开挖，保留表层土：在林地较为集中分布的区段设置塔基时，应将表单独堆放，用于回填恢复土壤理化性质，利于植被的恢复。塔基剥离的表土在该区域进行堆放，使用彩条布覆盖，陡坡较大的表土堆场采用装土袋拦挡，顶部以彩条布苫盖。

- 挡护坡面坡脚，防止水土流失：对于的确需要在坡度大于 15° 的位置设置杆塔的区域，施工时应及时在坡脚处设置草袋挡土墙挡护，或坡面种植草本植物等防护措施加以防护，防止水土流失。

- 临时垃圾及时清理：对于临时占地，由于施工人员、施工车辆及施工材料压占临时设施区改变其土壤紧实度，会影响植被的自然生长，同时材料运输过程中部分沙石、水泥洒落，施工迹地会有部分建筑垃圾，因此在工程完工后应及时清除各种残留的建筑垃圾。

- 植被恢复与补偿措施：本项目线路途经地区海拔高差较大，地表植被类型存在差异，工程施工结束后应根据塔基所在地水热条件的差异，选择当地适宜植物进行塔基区、临时占地区植被的恢复。

- 施工期间提高生态保护红线内铁塔的水土流失防治标准和等级，优化施工工艺，并强化塔基和临时占地处的水土保持措施，根据塔基处地形情况砌筑截排水沟和沉砂池，对塔基占地范围内的表土进行剥离，对临时堆土采用密目网进行遮盖，用编织袋进行拦挡，避免雨季施工；对剥离的表土进行养护，待施工结束后进行回铺。

- 施工期的水土保持监理与监测工作，严格按照本项目水土保持方案及生态环境保护要求进行施工。

7.6.4 运行期采取的生态环境保护措施

本项目投运后，除变电站、线路塔基占地为永久性占地外，其他占地均为临时性占地，施工结束后及时恢复临时占地的原有功能，不影响其原有的土地用途，在线路运行维护过程中应采取以下措施：

- 对塔基处加强植被的抚育和管护。
- 在线路维护和检修中仅对影响安全运行的树木进行削枝，不进行砍伐。
- 加强用火管理，制定火灾应急预案，在线路巡视时应避免带入火种，以免引发火灾，破坏植被。
- 定期检查、排查输电线路掉落、铁塔倒塌、地质灾害引起的安全隐患，减少对

野生动物的伤害。

- 在线路巡视时应避免带入外来物种。
- 在线路巡视时应留意电晕发生相对频繁的输电线路段，及时联系工程建设方进行线路维护，保证在此附近活动的动物安全。
- 线路运行维护和检修人员进行维护检修工作时，尽量不要影响区域内的动植物，不要攀折植物枝条，不要高声喧哗，应避开野生动物经常活动的线路区域和活动时间，以免影响动植物正常的生长和活动。
- 对项目临时占地区域的植被、迹地恢复应考虑连续性，与当地背景景观融为一体，维持生态敏感区的生态功能与生态系统的完整性。
- 加强对线路运维人员的教育和管理，禁止采摘桃儿七、松口蘑、虫草等重点保护的野生植物，禁止捕杀野生保护动物。
- 加强对线路运维人员关于自然保护区、森林公园、生态保护红线的宣传、教育，明确保护自然保护区、森林公园、生态保护红线自然生态环境的重要性。

7.6.5 生态监测

为实时掌握工程施工期和运营期对周边生态敏感区和动植物生物多样性的影响，应制定针对工程所在区域的生物多样性变化监测方案，在项目建设前、建设期和运营期监测动植物物种多样性及分布情况的变化，并根据监测变化状况制定相应的保护管理措施。

表 7-47 生态监测计划表

内容	监测要求	指标
植被类型和植物多样性	在施工期和运营期设置固定样方，调查群落结构和物种组成情况	植物种类及数量、群落结构多样性
陆生脊椎动物	在施工期和运营期设置固定样线，调查动物物种及数量，记录其分布点位等	陆生脊椎动物数量、种类及多样性
生态敏感区	在施工期和运营期设置固定样方、样线，对动植物资源进行调查。	动植物资源
生态恢复	对临时占地区（塔基临时占地、牵张场等）的植被恢复率、植被覆盖度、植物生长情况、植物多样性进行监测记录。	植被恢复率、植物生长情况

7.7 生态环境影响评价结论

新建理塘 500kV 变电站通过采取设置浆砌块石排水沟及边坡等措施，输电线路采取尽量优化线路路径、利用规划电力通道、尽量缩短穿越生态敏感区的长度、优化塔基基础型式等措施降低对区域生态环境的影响。施工期通过采取一系列野生动植物保护措施、生态敏感区保护措施、植被恢复措施，能尽量减小对当地生态环境的影响，可逐步恢复其原有土地性质和生态功能。因此，从生态环保角度分析，该项目建设是

可行的。

8 环境保护设施、措施分析与论证

8.1 环境保护设施、措施分析

根据本项目环境影响特点、项目所在区域环境特点和相关环保要求，本项目在设计、施工、运行阶段均采取了相应的污染防治设施、措施和生态保护措施，满足国家环境影响评价、环境保护的法律法规、环境保护技术政策、国家环境保护产业政策的要求。

8.1.1 新建理塘 500kV 变电站采取的环境保护设施、措施

8.1.1.1 设计阶段

（一）电磁污染防治措施

- （1）变电站内电气设备均安装接地装置。
- （2）对电气设备进行合理布局，主变采用一字型布置在站区中央。
- （3）500kV、220kV 配电装置均采用 GIS 户内布置。
- （4）变电站内导线、母线和其它金具等提高加工工艺，做到表面光滑，尽量避免毛刺的出现。
- （5）保证变电站内所有设备导电元件间接触部位均应连接紧密，以减小因接触不良而产生的火花放电。
- （6）在设备的高压导电部件上设置不同形状和数量的均压环（或罩），以改善电场分布。
- （7）站内平行跨导线相序排列避免同相布置，尽量减少同相母线交叉与相同转角布置等措施。

（二）声污染防治措施

- （1）主变压器布置在站区中央。
- （2）主变压器选择噪声声压级不超过 70dB(A)（距主变 2m 处）的设备，500kV 高压并联电抗器选择噪声声压级不超过 70dB(A)(距设备 1m 处)的设备，66kV 低压并联电抗器选择噪声声压级不超过 75dB(A)(距设备 1m 处)的设备，中性点电抗器选择噪声声压级不超过 65dB(A)(距设备 1m 处)的设备。
- （3）各相主变之间设置高度 7.0m 的防火墙。
- （4）在变电站北侧围墙顶部设置隔声屏障，总高 8.0m（5.0m 高围墙+ 3m 高隔声屏障），长约 125.0m；北侧长约 122.5m 围墙抬升至 5.0m 高，顶部预留隔声屏障安装位置及连接埋件；西侧长约 142.0m 围墙高 2.5m 顶部预留隔声屏障安装位置及

连接埋件。

（三）水污染防治措施

变电站内设置地埋式污水处理装置（设计规模 0.5t/h），变电站站内生活污水经地埋式污水处理装置收集处理后综合利用（站区绿化），不直接外排。

本项目变电站内地埋式污水处理装置、电气综合室、主控通信楼、500kV GIS 室、220kV GIS 室、220kV 继电器室等用地属于一般防渗区，应采用一般防渗措施，确保等效黏土防渗层厚度 $M_b \geq 1.5\text{m}$ ，渗透系数 $K \leq 1 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ ；事故油坑、事故油池、排油管等用地属于重点防渗区，应采用重点防渗措施，采取“30cmP6 抗渗混凝土+2mmHDPE 防渗膜”，确保等效黏土防渗层厚度 $M_b \geq 6.0\text{m}$ ，渗透系数 $K \leq 1 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ ；其余区域如进站道路、站内道路等属于简单防渗区，采取一般地面硬化措施。

（四）固体废物污染防治措施

（1）站内设置垃圾桶，用以收集运行人员产生的生活垃圾，生活垃圾经垃圾桶收集后清运至附近的垃圾池，由环卫部门集中转运。

（2）各相主变下方设置 1 座 19m^3 事故油坑，站内设置 1 座 100m^3 主变事故油池、1 座 25m^3 高抗事故油池，用于收集主变压器、高抗事故时产生的事故油，事故油经事故油池进行油水分离后，少量事故废油由有资质的单位处置，不外排；设备检修时产生的少量含油棉纱、含油手套等含油废物由有资质的单位处置。事故油坑和事故油池作为重点防渗区，采取“30cmP6 抗渗混凝土+2mmHDPE 防渗膜”，确保等效黏土防渗层厚度 $M_b \geq 6.0\text{m}$ ，渗透系数 $K \leq 1 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ ，预埋套管处使用密封材料，具有防水、防渗漏功能。事故油池具备油水分离功能，布置在室外，采用地下布置，且远离火源，设置有呼吸孔，安装有防护罩，防杂质落入。

（3）废蓄电池按照危险废物进行管理，不在站内暂存，交由有资质的单位处置。

（五）生态环境保护措施

（1）变电站采用紧凑型布置，减小占地面积。

（2）变电站周围设置浆砌块石排水沟、边坡和挡土墙，以防水土流失。

（3）变电站站区土石方挖填平衡，不对外弃土。

（4）变电站靠近 S217 省道布置，减少新建进站道路长度。

8.1.1.2 施工期

（一）扬尘控制措施

在施工期间，建设单位和施工单位应参照《四川省建筑工程扬尘污染防治技术导

则（试行）》（川建发〔2018〕16号）、《四川省打赢蓝天保卫战等九个实施方案》（川府发〔2019〕4号）、甘孜藏族自治州人民政府关于印发甘孜州打赢蓝天保卫战等九个实施方案的通知》（甘府发〔2019〕7号）等相关要求采取相应的扬尘控制措施：

- （1）合理组织施工，尽量避免扬尘二次污染。
- （2）变电站四周设置围挡，进站道路进行硬化。
- （3）施工现场临时堆放的裸土及其他易起尘物料应使用防尘网进行覆盖。
- （4）施工材料、建筑垃圾、弃土等运输车辆应进行封闭，防止遗撒。
- （5）运输车辆限制车速，进出施工场地应进行车轮冲洗。
- （6）施工区域、道路进行洒水、清扫，遇到大风天气时增加洒水降尘次数。
- （7）钻孔、铣刨、切割、开挖、平整等施工作业时采取喷淋、喷雾等湿法降尘措施。
- （8）线路施工结束后及时清理场地，并进行表土回铺、撒播草籽、植被恢复，避免造成二次扬尘。
- （9）建设单位应在施工合同中确定扬尘污染防治目标及施工单位扬尘污染防治责任，施工作业人员上岗前，施工单位应组织以国家法律法规、技术规范、管理制度和操作规程为主要内容的扬尘防治入场教育培训和考核等。
- （10）施工过程中，施工单位应落实扬尘管理责任人，加强施工扬尘防治，积极配合上级环境主管部门的监管工作。

（二）声污染防治措施

- （1）尽可能将高噪声源强施工机具布置在站址中央区域，远离站界。
- （2）定期对施工设备进行维护，减小施工机具的施工噪声。
- （3）避免碾压机械、挖土机等高噪声设备同时施工。
- （4）施工前先行修建临时围挡，加快修建永久围墙。
- （5）施工应集中在昼间进行，避免夜间和午休时间进行高强度噪声施工，若由于施工工艺要求不能避免夜间进行施工时，需提前向主管部门报告，经批准后，提前进行公示。

（三）水污染防治措施

理塘 500kV 变电站施工人员就近租用当地现有民房，产生的生活污水利用附近

居民既有设施收集后用作草灌，不直接排入天然水体；施工期间产生的少量场地、设备清洗水经施工场地设置的沉淀池进行集中收集、处理后循环利用。

（四）固体废物污染防治措施

理塘500kV变电站施工人员产生的生活垃圾经垃圾桶收集后清运至附近乡镇垃圾池，由环卫部门集中转运；变电站站址处土石方能够在站内平衡，不对外弃土。

（五）生态环境保护措施

（1）施工活动集中在新征地范围内。

（2）变电站站外设置浆砌块石排水沟及边坡，边坡采用绿化，以防水土流失。

（3）施工期间先修建排水沟，尽快修筑围墙，减少地表径流侵蚀。

（4）施工前对征地区域进行表土剥离，将表层的熟土和下部的生土分开堆放，并对剥离的表土进行养护，供后期植被恢复使用。

（六）施工期环境管理措施

（1）施工单位建立专门的环境管理体系，对施工人员进行文明施工和环境保护知识培训，加强施工期的环境管理和环境监控工作。

（2）施工活动集中在征地红线范围内，禁止超出征地红线作业。

（3）施工单位在工程实施时，应根据“三同时”要求落实生态保护措施，加强施工过程环境监理工作。

8.1.1.3 运行期

（一）电磁环境、声环境污染防治措施

（1）加强电磁环境、声环境监测，及时发现问题并按照相关要求进行处理。

（2）在理塘500kV变电站围墙上设置防护和警示标识，加强对当地群众的有关高压输变电方面的环境宣传工作，帮助群众建立环境保护意识和自我安全防护意识。

（二）水环境污染防治措施

变电站产生的生活污水经地埋式污水处理装置（设计规模 0.5t/h）收集处理后综合利用（站区绿化），不外排。

（三）固体废物污染防治措施

变电站生活垃圾经垃圾桶收集后清运至附近的垃圾池，由环卫部门集中转运。

各相主变下方设置1座19m³事故油坑，站内设置1座100m³主变事故油池、1座25m³高抗事故油池，用于收集主变压器、高抗事故时产生的事故油，事故油经事故油池进行油水分离后，少量事故废油由有资质的单位处置，不外排；主变检修时产生的少量含油棉纱、含油手套等含油废物由有资质的单位处置。

更换下来的废蓄电池属于危险废物，按照危险废物进行管理，不在站内暂存，交由有资质的单位处置。

（四）生态环境保护措施

理塘500kV变电站运行期对站外生态环境无影响。

（五）环境风险防范措施

①事故油风险防范措施

本项目变电站内各相主变下方设置1座19m³事故油坑，站内设置1座100m³主变事故油池、1座25m³高抗事故油池，事故油池容积能满足《火力发电厂与变电站设计防火标准》(GB50229-2019)中“容积不小于接入的油量最大的一台设备”的要求。当主变压器和高抗发生事故时，事故油经主变压器下方的事故油坑，排入站内设置的事事故油池收集，经事故油池进行油水分离后，少量事故废油由有资质的单位处置，不外排。事故油池具备油水分离功能，事故油池布置在室外，采用地下布置，且远离火源，设置有呼吸孔，安装有防护罩，防杂质落入。事故油坑和事故油池作为重点防渗区，采取“30cmP6 抗渗混凝土+2mmHDPE 防渗膜”，确保等效黏土防渗层厚度Mb≥6.0m，渗透系数K≤1×10⁻⁷cm/s，预埋套管处使用密封材料，具有防水、防渗漏功能。事故废油运输过程中应采用密闭容器进行转运，防止倾倒、溢流，应满足《废矿物油回收利用污染控制技术规范》（HJ607-2011）和《危险废物收集贮存运输技术规范》（HJ2025-2012）等要求。

②应急预案

本项目建设单位应制定针对事故油风险的应急预案，成立环境污染事件处置领导小组，针对变压器漏油等环境风险源建立风险监测、风险预警、预警发布、预警响应等监测预警及应急响应机制，并配备物资及后勤等应急保障体系，制定相应的应急预案制度，将员工应急培训纳入日常管理，定期组织突发环境事件应急演练。

（六）运行期环境管理措施

加强变电站运行期间的环境管理及环境监测工作，确保各项污染防治设施正常、稳定、持续运行，若发现问题按照相关要求及时进行处理。

8.1.2 输电线路采取的环境保护设施、措施

8.1.2.1 设计阶段

（一）电磁、声环境影响控制措施

（1）线路路径选择时避让集中居民区，尽量增大与居民房屋的距离。

（2）合理选择线路导线的截面和相导线结构，要求导线、均压环等提高加工工

艺，防止尖端放电和起电晕，以降低电磁环境和噪声影响。

（3）在满足工程对导线机械物理特性要求和系统输送容量要求的前提下，合理选择导线、子导线分裂间距及绝缘子串组装型式等，以降低线路的电晕噪声水平。

（4）线路双回段采用同塔双回逆相序排列。

（5）双回段在通过耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、道路等场所，导线对地最低高度为 11m 时，能满足电场强度不大于控制限值 10kV/m 的评价标准要求；单回三角段和单回水平段在通过耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、道路等场所时，均需将导线对地最低高度抬高至 12m，才能满足电场强度不大于控制限值 10kV/m 的评价标准要求。

（6）双回段通过民房等公众曝露区域，导线对地最低高度为 14m，为确保评价范围内各居民房屋处电场强度满足不大于公众曝露控制限值 4000V/m 的要求，距线路边导线不同距离、不同特性房屋处附近线路导线对地最低高度需满足表 6-30 中的要求。根据核实，本项目设计单位已按照表 6-30 中的要求提高了敏感目标处的导线对地高度。

表 8-1 双回段距线路边导线不同距离居民房屋处对应的导线对地最低高度

房屋距线路边导线地面投影距离（m）	导线对地最低高度（m）							
	距地面 1.5m 高度 （1 层尖顶房）		距地面 4.5m 高度 （2 层尖顶房）		距地面 7.5m 高度 （3 层尖顶房）		距地面 10.5m 高度 （4 层平顶房）	
	左侧	右侧	左侧	右侧	左侧	右侧	左侧	右侧
5	20	20	20	21	22	22	24	24
6	19	19	20	20	22	22	24	24
7	19	19	19	19	21	21	23	23
8	18	18	19	19	20	20	22	22
9	18	18	18	18	19	19	21	21
10	17	17	17	17	18	18	20	20
11	16	16	16	16	16	16	17	17
12	14	14	14	14	14	14	14	14

注：距线路边导线地面投影 5m 以内为工程拆迁范围。

本段线路边导线地面投影 12m 以外不同楼层的居民敏感目标，导线对地最低高度为 14m 时，电场强度能满足不大于公众曝露限值 4000V/m 的要求。若房屋距线路边导线地面投影距离小于 12m 时，需按照表 6-30 中的最低高度要求确定导线对地高度，确保居民房屋处电场强度满足不大于公众曝露限值 4000V/m 的要求。

（7）本项目线路与其他设施交叉跨越时，严格按照《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》（GB50545-2010）要求确保足够净空距离。

（8）严格按照相关规程及规范，结合项目区实际情况和工程设计要求，提确保评价范围内居民房屋处的声环境满足相应声功能区的声级限值要求。

（二）生态环境保护措施

本项目输电线路拟采取的生态环境保护措施见报告书 7.6 章节。

8.1.2.2 施工期

（一）扬尘控制措施

输电线路施工期施工位置分散、各施工位置产生的扬尘量很小，应采取的扬尘控制措施如下：

- （1）合理组织施工，尽量避免扬尘二次污染；
- （2）变电站新征地范围设置围挡，站内道路进行硬化；
- （3）施工现场临时堆放的裸土及其他易起尘物料应使用防尘网进行覆盖；
- （4）施工材料、建筑垃圾、弃土等运输车辆应进行封闭，防止遗撒；
- （5）运输车辆限制车速，进出施工场地应进行车轮冲洗；
- （6）施工区域、道路进行洒水、清扫，遇到大风天气时增加洒水降尘次数；
- （7）钻孔、铣刨、切割、开挖、平整等施工作业时采取喷淋、喷雾等湿法降尘措施；
- （8）线路施工结束后及时清理场地，并进行表土回铺、撒播草籽、植被恢复，避免造成二次扬尘。
- （9）建设单位应在施工合同中确定扬尘污染防治目标及施工单位扬尘污染防治责任，施工作业人员上岗前，施工单位应组织以国家法律法规、技术规范、管理制度和操作规程为主要内容的扬尘防治入场教育培训和考核等；
- （10）施工过程中，施工单位应落实扬尘管理责任人，加强施工扬尘防治，积极配合上级环境主管部门的监管工作。

（二）声环境污染防治措施

输电线路施工点分散，施工活动集中在昼间进行，能尽量减小施工噪声对周围居民的影响。对位于环境敏感目标附近的塔基应依法限制夜间施工，位于一般地区的塔基施工应尽量安排在白天进行；如果因工艺特殊情况要求，需在夜间施工而产生噪声污染时，应按《中华人民共和国噪声污染防治法》的规定，取得县级以上人民政府或者其有关主管部门的证明，并公告附近居民。

（三）水环境污染防治措施

（1）施工废污水防治措施

线路施工人员沿线路分散分布，产生的生活污水利用附近居民既有设施收集，不

直接排入天然水体，不会对项目所在区域的地表水产生影响。施工期间产生的施工废水经施工场地设置的沉淀池进行集中收集、处理后循环利用。

（2）跨越合理等水域时采取的环境保护措施

- 本项目线路跨越降曲等水域时均利用河岸地势高处立塔，采取一档跨越，不在水中立塔，塔基位置和施工活动应尽可能远离河岸。
- 施工期间加强施工管理，禁止施工废水、生活污水、生活垃圾、施工弃土等排入水体，不在水体边设置弃土场、施工营地、牵张场等设施。
- 在河流等水域附近塔基施工时的土石方临时堆放场应远离河流设置，先将塔基挖方堆放在临时场地，再将其回填，少量余方堆放在塔基下夯实，禁止土石方下河。

（3）施工机具使用防护措施

本项目线路机械化施工过程中，应对施工车辆停放区采取防渗处理避免雨淋、需要进行地面冲洗时设置防渗污水收集设施等，若产生废油，则废油按废矿物油进行处置，产生的废油严格按《废矿物油回收利用污染控制技术规范》（HJ607-2011）要求进行，如采用专用容器进行贮存和运输、由有资质的单位处置。

（4）饮用水水源保护区防护措施

- 建设单位在施工前组织施工人员集中学习《中华人民共和国水污染防治法》（2017年6月27日）、《四川省饮用水水源保护管理条例》（2019年9月26日修正）等相关环保规定，要求施工人员严格按照相关规定执行。
- 在两侧塔基的施工场地周围设置饮用水水源保护区警示牌，提醒施工人员要注意保护集中式饮用水水源及其周围生态环境。
- 在饮用水水源保护区两侧的塔基施工时，应设置施工控制带，对施工场地四周进行拦挡围护，严格控制施工红线，限制施工机械和施工人员的活动范围，材料运输固定线路行驶。
- 加强施工管理，规范施工活动，施工人员产生的生活污水利用附近既有设施收集，不直接排入天然水体；施工人员产生的生活垃圾经垃圾桶收集后清运至附近乡镇垃圾桶集中转运。
- 在饮用水水源保护区两侧的塔基施工时，进一步优化施工工艺，缩小塔基临时占地面积，减少土石方开挖量，尽量降低对植被的破坏。
- 在饮用水水源保护区两侧施工时，要进一步加强施工活动管理，避开雨季施工，对施工期间产生的施工废污水和固体废物进行分类收集处理，对于塔基开挖产生的少

量余土，在铁塔下平整、夯实或拦挡后进行植被恢复，施工结束后及时清理现场，避免在水源地的集雨范围内造成污染。

- 严格限制施工活动范围，加强饮用水水源保护区外施工位置的环境风险防控，建立环境风险防控机制，禁止施工废水、生活污水、油类、生活垃圾、土石方等排入水体，施工期禁止施工人员进入饮用水水源保护区的水域、陆域范围。

- 施工人员不得在水源保护区两侧搭建临时施工生活设施、牵张场、跨越场、取弃土场等临时设施，两岸施工人抬便道应尽量利用既有的人行小道，避免进行林木砍伐。

- 饮用水水源保护区两侧塔基避开雨季施工，针对坡地地势采取优化施工工艺，减少开挖面，缩小塔基占地面积，减少土石方开挖量，同时强化塔基的水土保持和植被恢复措施，提高水土流失防治标准，根据塔基处地形情况砌筑浆砌石护坡、截排水沟和沉砂池，对占地范围内的表土进行剥离，对临时堆土采用密目网进行遮盖，用编织袋进行拦挡，尽量减少新增水土流失量。

- 饮用水水源保护区两侧塔基施工临时占地范围施工前需铺设彩条布或其他铺垫物，以减少土地平整导致的水土流失和植被破坏，降低对集雨范围内的植被干扰。

- 施工结束后应及时全面清理废弃物，避免留下难以降解的物质；对塔基临时占地、施工人抬便道等施工影响区域进行表土回覆、土地整治，并采用撒播草籽的方式进行植被恢复，加强后期抚育管理。

（四）固体废物污染防治措施

本项目线路施工人员产生的生活垃圾经垃圾桶收集后清运至附近生活垃圾收集房。

（五）生态环境保护及恢复措施

本项目输电线路拟采取的生态环境保护措施见报告书 7.6 章节。

（六）施工期环境管理措施

- 施工期间对塔基临时占地范围、施工道路、牵张场、跨越场、索道站等占地范围采用彩旗绳限界，严格限制施工运输扰动范围和施工作业区域。

- 在施工开始前，建设单位应要求施工单位签定施工期间自然生态及动植物保护承诺书，建立保护生态环境、动植物资源的责任制度。

- 在施工开始前，对施工人员进行有关环境保护法律法规、野生动植物保护等方面的培训，尤其是针对桃儿七、松口蘑、虫草、胡兀鹫、普通鵯、喜山鵯、高山兀鹫、

橙翅噪鹛、藏酋猴、林麝、白唇鹿、黑熊、水鹿等重点保护野生动植物的外观、特性及分布情况印发图册进行宣传。在施工区内设置一定数量的生态环境保护宣传牌和标语，提醒施工人员项目区域的野生动植物资源及自然生态环境受国家法律保护。

- 加强生态入侵风险管理，加强项目区危险性林业有害生物的预防和控制，强化森林资源的保护，确保区域生态安全。

- 施工单位应积极贯彻《森林防火条例》和当地林业部门关于森林防火的要求，加强防火宣传教育，做好施工人员吸烟以及其它生活和生产用火火源管理。

- 加强火源管理，制定火灾应急预案。建立施工区森林防火及火警警报系统和管理制度，一旦出现火情，立即向林业主管部门和地方有关主管部门通报，同时组织人员协同当地群众积极灭火，以确保施工期施工区附近区域的森林资源火情安全。

- 施工单位在工程实施时，应根据“三同时”要求落实生态保护措施，加强施工过程环境监理工作。

- 施工结束后，对临时占地做好表土回覆、土地整治、撒播草籽等植被恢复工作，撒播草种后应根据生长发育情况，进行病虫害防治及防火等抚育管护。

8.1.2.3 运行期

（一）电磁环境、声污染防治措施

- 加强线路巡视。
- 设置警示和防护指示标志。
- 建立工频电场、工频磁场和噪声环境监测数据档案。

（二）水污染防治措施

本项目线路运维期间禁止进入饮用水水源保护区范围。

（三）生态环境保护措施

本项目输电线路拟采取的生态环境保护措施见报告书 7.6 章节。

8.2 环境保护设施、措施论证

8.2.1 理塘 500kV 变电站

生活污水：变电站投运后产生的生活污水经站内设置的地理式污水处理装置收集处理后综合利用（站区绿化），不直接外排。

固体废物：生活垃圾经垃圾桶收集后清运至附近的垃圾池，由环卫部门集中转运，不影响站外环境；事故油经事故油池进行油水分离后，少量事故废油由有资质的单位处置，不外排；设备检修时产生的少量含油棉纱、含油手套等含油废物由有资质的单

位处置；更换下来的废蓄电池属于危险废物，按照危险废物进行管理，交由有资质的单位处置。

噪声：通过严格控制主变压器的噪声源强，主变压器选择噪声声压级不超过 70dB(A)（距主变 2m 处）的设备，500kV 高压并联电抗器选择噪声声压级不超过 70dB(A)(距设备 1m 处)的设备，66kV 低压并联电抗器选择噪声声压级不超过 75dB(A)(距设备 1m 处)的设备，中性点电抗器选择噪声声压级不超过 65dB(A)(距设备 1m 处)的设备。各相主变之间设置高度 7.0m 的防火墙。在噪声超标侧围墙顶部设置隔声屏障，变电站投运后站界噪声及站外区域声环境均满足相应评价标准要求。

电磁环境：变电站内电气设备均安装接地装置；对电气设备进行合理布局，主变采用一字型布置在站区中央；500kV、220kV 配电装置均采用 GIS 户内布置；变电站内导线、母线和其它金具等提高加工工艺，做到表面光滑，尽量避免毛刺的出现；保证变电站内所有设备导电元件间接触部位均应连接紧密，以减小因接触不良而产生的火花放电；在设备的高压导电部件上设置不同形状和数量的均压环（或罩），以改善电场分布；站内平行跨导线相序排列避免同相布置，尽量减少同相母线交叉与相同转角布置等措施。通过采取上述措施，变电站建成投运后产生的电磁环境影响均满足相应评价标准要求。

生态环境：通过采取在变电站四周设置浆砌块石排水沟、边坡和挡土墙，能有效防治水土流失。

因此，上述环境保护设施、措施合理可行。

8.2.2 输电线路

电磁环境：输电线路通过优化线路路径和导线选型、提高导线加工工艺水平，降低电磁环境影响。双回段在通过耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、道路等场所需将导线对地最低高度抬高至 11.5m，能满足电场强度不大于控制限值 10kV/m 的评价标准要求；单回三角段和单回水平段在通过耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、道路等场所时，均需将导线对地最低高度抬高至 12m，才能满足电场强度不大于控制限值 10kV/m 的评价标准要求。双回段通过民房等公众曝露区域，导线对地最低高度为 14m，为确保评价范围内各居民房屋处电场强度满足不大于公众曝露控制限值 4000V/m 的要求，距线路边导线不同距离、不同特性房屋处附近线路导线对地最低高度需满足电磁环境预测要求。

噪声：输电线路通过优化线路路径和导线选型、提高导线加工工艺水平，在居民

敏感目标处产生的噪声均满足相应评价标准要求。

水环境：线路施工、运维期间禁止进入饮用水水源保护区范围，不会影响水源地的水环境质量和水域功能。

生态环境：塔基基础尽量采用原状土基础，减少土石方开挖量及水土流失；通过合理布局施工场地，减少生态敏感区内的施工临时设施布置，施工期间采取表土剥离和养护、密目网遮盖、编织袋拦挡、土地整治、撒播草籽等措施，能有效防治新增水土流失，降低生态环境影响。

根据区域已运行 500kV 输电线路（如 500kV 理绒线等）的实际运行效果，线路工程采取了上述环境保护措施后对周围居民和生态环境的影响很小，上述环境保护措施合理可行。

8.3 环境保护设施、措施及投资估算

本工程拟采取的主要环境保护措施详见本报告书 8.1 章节。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。

本项目总投资为※※※万元，其中环保投资※※※万元，环保投资占总投资的※※※。

9 环境管理与监测计划

9.1 环境管理

9.1.1 环境管理机构

9.1.2 设计、施工招标阶段的环境管理

（1）主体设计单位应在下阶段设计中，将环评报告及批复中提出的措施及相关要求纳入工程设计中。设计中应统筹安排施工时序，合理安排环保措施的实施进度。

（2）设计单位应遵循有关环保法规，严格按照有关规程和法规进行设计，设计施工文件中详细说明施工期应注意的环保问题，严格按设计文件执行并同时做好记录。

（3）本工程的施工将采取招投标制。建设单位应将施工环保措施和环保要求纳入施工招标文件中，明确验收标准和细则，如对拆迁房屋的结构、数量、面积和树木砍伐、草原赔偿等情况均应按设计文件执行的同时做好记录，并按标段将记录整理成册；修建边坡、排水沟等，严格要求施工单位按设计文件施工，特别是按环保设计要求和水土保持方案报告提出的措施要求进行施工。

9.1.3 施工期环境管理

（1）工程的施工承包合同中应包括有环境保护的条款，承包商应严格执行设计和环评报告及批复中提出的各项污染防治措施，遵守环境保护方面的法律法规。

（2）施工期的环境管理由施工单位具体负责，建设单位和监理单位负责监督。施工单位在施工前应组织施工人员学习《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国森林法》、《四川省森林公园管理条例》、《四川省自然保护区管理条例》、《自然资源部生态环境部国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》、《饮用水水源保护区污染防治管理规定》等有关环保法规，做到施工人员知法、懂法和守法。

（3）施工单位的环境管理及环境监理人员应对施工活动进行全过程环境监督，通过严格检查确保施工中的每一道工序满足环保要求，使施工期环境保护措施得到全面落实。

（4）施工参建各方要积极收集、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。

（5）施工单位要做好施工中各种环境问题的收集、记录、建档和处理工作，并根据问题严重程度及时或定期向各有关部门汇报。

（6）对施工单位进行必要的环境管理培训，对施工人员进行适当的环境保护法律法规和有关安全知识的教育和培训。

9.1.4 运行期环境管理

根据本项目建设特点，运行单位应建立完整的环境保护管理体系，配备专（兼）职管理人员，履行项目环境保护岗位职责，其具体职能为：

（1）制定和实施各项环境监督管理计划。

（2）建立工频电场、工频磁场和噪声环境监测数据档案，污染控制、环境保护设施的设计和运行管理文件等。

（3）检查各项污染防治设施的运行情况，及时处理出现的问题，保证污染治理设施的正常运行。

（4）不定期地巡查线路各段，特别是有生态保护目标分布的线路段，保护生态环境不被破坏，保证保护生态与工程运行相协调。

（5）协调配合上级生态环境主管部门以及四川火龙沟省级自然保护区、四川沙鲁里山国家森林公园、生态保护红线和松多乡下日龙沟乡镇集中式饮用水水源保护区主管部门进行环境调查活动。

9.2 环境监测

本项目环境监测计划结合竣工环境保护验收监测一并进行。根据《建设项目环境影响评价技术导则总纲》（HJ2.1-2016），根据建设项目环境影响特征、影响范围和影响程度，结合环境保护目标分布，制定环境质量定点监测或定期跟踪监测方案；对以生态影响为主的建设项目应提出生态监测方案。

9.2.1 验收监测

9.2.1.1 监测项目

（1）电磁环境：电场强度（V/m）、磁感应强度（ μT ）

（2）噪声：等效 A 声级（dB（A））

（3）施工扬尘：总悬浮颗粒物 TSP（ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）

（4）生态环境：植被恢复率、植物种类及数量等

9.2.1.2 监测点布置

变电站监测点包括：新建变电站站界四周、间隔扩建变电站本次出线侧、变电站评价范围内具有代表性的环境敏感点。监测计划见表 9-1。

输电线路监测点包括：线路评价范围内具有代表性的环境敏感点，应重点关注距

线路较近的敏感目标、线路临时占地，监测计划见表 9-1。

表 9-1 本项目环境监测计划

时期	环境要素	评价因子	监测点布置	监测时间	监测频率
施工期	声环境	昼间、夜间等效声级	新建变电站施工厂界外 1m。	自监测起持续 20 分钟	各监测点位昼间、夜间各一次
	生态环境	植物种类及数量、群落结构多样性、陆生脊椎动物数量、种类及多样性等	线路沿线、生态敏感区内		施工期间监测一次
运行期	电磁环境	工频电场、工频磁场	理塘变电站站界四周；甘孜特变电站；线路评价范围内具有代表性的环境敏感目标、断面。	结合环保竣工验收环境保护验收监测进行	各监测点位监测一次
	声环境	昼间、夜间等效声级			各监测点位昼间、夜间各一次
	生态环境	植被恢复率、植物种类及数量等	线路沿线、生态敏感区内		施工结束后植被生长旺盛季监测一次

9.2.1.3 监测方法

监测方法见表 9-2，监测活动由建设单位出资，委托有监测资质的单位进行监测。

表 9-2 监测分析方法一览表

监测项目	监测方法	依据
电场强度 磁感应强度	仪器法	《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》（HJ 681-2013） 《建设项目竣工环境保护验收技术规范输变电》（HJ 705-2020）
等效 A 声级	仪器法	《声环境质量标准》（GB3096-2008） 《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）
植被恢复率	现场调查法	《环境影响评价技术导则生态影响》（HJ19-2022） 《建设项目竣工环境保护验收技术规范输变电》（HJ 705-2020）

针对监测过程中出现的噪声、电磁环境影响超标情况应进行重点分析，并提出整改、补救措施与建议。

9.3 竣工环保验收

根据《建设项目环境保护管理条例》（国务院第 682 号令），项目建设执行污染治理设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的“三同时”制度。建设项目正式投产运行前，建设单位应按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评〔2017〕4 号）、《建设项目环境保护管理条例》（国务院第 682 号令）、《建设项目竣工环境保护验收技术规范输变电》（HJ705-2020）等相关要求，及时组织开展本项目竣工环境保护验收工作，同时验收报告公示期满后 5 个工作日内，建设单位应当登录全国建设项目竣工环境保护验收信息平台（<http://114.251.10.205/#/pub-message>），填报建设项目基本信息、环境保护设施验收

情况等相关信息。本项目竣工环境保护验收主要内容见表 9-3。

表 9-3 本项目竣工环保验收主要内容

序号	验收对象	验收内容
1	相关批复文件	项目核准文件，相关批复文件（包括环评批复、初步设计批复等）是否齐备。
2	核查项目建设内容	核查项目建设内容（包括项目名称、建设性质、建设地点、建设内容、建设规模、占地规模、绿化面积、总平面布置、线路路径、主要技术经济指标等）及设计方案变化情况，以及由此造成的环境影响的变化情况，是否属于重大变动（如具体变动原因、变动内容及其他有关情况，包括发生变动的项目名称、建设地点、建设内容、建设规模、总平面布置、线路路径等，调查重大变动手续是否齐全）。
3	环保措施落实情况	核实项目环评文件及批复中各项环保措施（如导线对地高度等）、生态保护措施（如线路临时占地的植被恢复等）的落实情况及实施效果。
4	敏感目标调查	核查变电站和线路环境敏感目标及变化情况，说明环境敏感目标变化原因。
5	污染物达标排放情况	电场强度、磁感应强度、噪声是否满足评价标准要求。
6	环境敏感目标环境影响验证	监测电磁环境和声环境敏感目标的电磁环境及声环境是否满足标准要求，调查生态环境、水环境敏感目标的相关影响是否满足环评报告、环评批复及相关要求。
7	环保制度落实情况	环境影响评价制度及其他环境保护规章制度执行情况。

10 环境影响评价结论

10.1 建设概况

本项目建设内容包括：①理塘 500kV 变电站新建工程；②甘孜 1000kV 变电站扩建工程；③帮果换～理塘 500kV 线路工程；④理塘～甘孜特 500kV 线路工程；⑤配套通信光缆工程。

理塘 500kV 变电站新建工程建设规模为：主变容量 $1 \times 1200\text{MVA}$ ；500kV 出线 4 回；220kV 出线 4 回；500kV 高压并联电抗器 $2 \times 120\text{MVar}$ ；低压电抗器 $4 \times 60\text{MVar}$ ；低压电容器 $2 \times 60\text{MVar}$ 。

甘孜 1000kV 变电站扩建工程：在变电站已规划预留场地内扩建 2 个 500kV 间隔，扩建 $2 \times 120\text{Mvar}$ 高压并联电抗器及中性点小电抗，进行基础施工和设备安装。

帮果换～理塘 500kV 线路工程：线路总长约 $2 \times 173.5\text{km}$ （包括单回段长约 $9.5\text{km} + 9.5\text{km}$ ，双回段长约 $2 \times 164\text{km}$ ），全线共新建铁塔 348 基（包括单回塔 59 基、双回塔 289 基）。

理塘～甘孜特 500kV 线路工程：线路总长约 $2 \times 137\text{km}$ （包括单回段长约 $18.8\text{km} + 18.8\text{km}$ ，双回段长约 $2 \times 118.2\text{km}$ ），全线共新建铁塔 348 基（包括单回塔 138 基、双回塔 210 基）。

10.2 环境现状与主要环境问题

10.2.1 生态环境现状

（1）植被现状

本项目评价区属于“II 川西高山峡谷山原针叶林地带；II-B 川西山原针叶林、灌丛、草甸亚带；II-B1 川西山原植被地区；II-B1（3）沙鲁里山北部植被小区”。生态环境评价区域人口密度低，垦殖指数低，植被主要为自然植被。经实地调查与查阅相关资料，评价区域自然植被包括 6 个植被型组，10 个植被型，15 个植被亚型，21 个群系。根据样方调查，评价范围内主要为针叶林、阔叶林、混交林、灌丛、草丛（甸）5 大类植被型组。根据核实，本项目评价范围内分布有国家 II 级重点保护的野生植物 2 种（桃儿七、独叶草），国家 II 级重点保护的野生真菌 2 种（松口蘑、虫草（冬虫夏草），未纳入评价区维管束植物名录中）。项目评价范围内无省级重点保护野生植物；依据《全国古树名木普查建档技术规定》核实，本项目评价范围内无古树名木分布；根据调查访问结合资料文献，依据《中国生物多样性红色名录》核实，项目评价

范围内共有 251 种中国特有种植物，极小种群野生植物。

（2）动物现状

本项目评价区域动物分布有兽类、鸟类、爬行类、两栖类，均为当地常见的野生动物。本项目调查区域内未发现珍稀濒危及国家，未发现重点保护野生动物栖息地。本项目评价范围内分布有国家 I 级重点保护动物 4 种：金雕、胡兀鹫、林麝、白唇鹿；国家 II 级重点保护动物 7 种：普通鵲、高山兀鹫、橙翅噪鹛、藏酋猴、亚洲黑熊、水鹿、岩羊；依据《中国生物多样性红色名录》核实，评价范围内有 19 种中国特有种（其中 1 种极危物种、1 种濒危物种、4 种易危物种）。根据《陆生野生动物重要栖息地名录（第一批）》（国家林业和草原局公告 2023 年第 23 号）核实，本项目不涉及陆生野生动物重要栖息地。

（3）根据设计资料和现场踏勘，并向当地自然资源、林草、生态环境等主管部门核实，本项目的生态保护目标为四川火龙沟省级自然保护区、四川沙鲁里山国家森林公园、四川巴塘姊妹湖国家湿地公园、贡嘎山国家级风景名胜区以及桃儿七、独叶草、胡兀鹫、普通鵲等重要物种。

（4）本项目线路 II 穿越柯拉乡呷滩水源地（分散式）二级保护区、穿越雅江县呷拉镇湾地沟集中式饮用水水源保护区二级保护区、穿越雅江县八角楼乡日基沟集中式饮用水水源保护区二级保护区、呷巴乡下村水源地（分散式）二级保护区。

10.2.2 电磁环境现状

新建理塘 500kV 变电站站址处离地 1.5m 处的电场强度现状值为 0.142V/m，帮果±800kV 换流站本次出线侧离地 1.5m 处的电场强度现状值为 2512V/m，甘孜 1000kV 变电站本次出线侧离地 1.5m 的处电场强度现状值为 145.7V/m，既有线路离地 1.5m 处的电场强度现状值为 981.6V/m，其他区域离地 1.5m 处的电场强度现状值在 0.104V/m~11.26V/m 之间，均满足电场强度不大于公众曝露控制限值 4000V/m 的要求。

新建理塘 500kV 变电站站址处离地 1.5m 处的磁感应强度现状值为 0.0055μT，帮果±800kV 换流站本次出线侧处离地 1.5m 处的磁感应强度现状值为 0.7872μT，甘孜 1000kV 变电站本次出线侧处离地 1.5m 处的磁感应强度现状值为 0.2178μT，既有线路离地 1.5m 处的磁感应强度现状值为 0.5144μT，其他区域离地 1.5m 处的磁感应强度现状值在 0.0026μT~0.3175μT 之间，均满足磁感应强度不大于公众曝露控制限值 100μT 的要求。

10.2.3 声环境现状

新建理塘 500kV 变电站站址处离地 1.5m 处昼间等效 A 声级为 46dB (A)，夜间等效 A 声级为 36dB (A)；帮果±800kV 换流站本次出线侧处离地 1.5m 处昼间等效 A 声级为 52dB (A)，夜间等效 A 声级为 47dB (A)；甘孜 1000kV 变电站本次出线侧处离地 1.5m 处昼间等效 A 声级为 46dB (A)，夜间等效 A 声级为 42dB (A)；既有 500kV 理绒线离地 1.5m 处昼间等效 A 声级为 55dB (A)，夜间等效 A 声级为 43dB (A)；本项目输电线路执行 2 类标准的区域昼间等效声级在 37dB (A)~55dB (A) 之间，夜间等效声级在 36dB (A)~46dB (A) 之间，均满足《声环境质量标准》(GB3096-2008) 2 类标准要求（昼 60dB (A)、夜 50dB (A)）；执行 4a 类标准的区域昼间等效声级在 57dB (A)~65dB (A) 之间，夜间等效声级在 50dB (A)~52dB (A) 之间，均满足《声环境质量标准》(GB3096-2008) 4a 类标准要求（昼 70dB (A)、夜 55dB (A)）。

10.3 主要环境影响和污染物排放情况

10.3.1 施工期环境影响

10.3.1.1 声环境影响

(1) 理塘 500kV 变电站

本项目新建理塘 500kV 变电站施工噪声主要来自于施工机具和运输机械。除设备安装阶段站界昼间、夜间噪声满足《建筑施工噪声排放标准》(GB12523-2025)（昼间 70dB (A)、夜间 55dB (A)）要求外，基础施工阶段站界噪声不满足上述标准要求。采取相应噪声控制措施后，能最大限度地减少施工噪声对区域环境的影响，同时，本项目施工期短，施工噪声将随着施工活动的结束而消失。

(2) 输电线路

本项目线路施工噪声主要来源于塔基施工和架线安装，施工点分散，每个点施工量小，施工期短，且集中在昼间进行，不会影响周围居民正常休息。

10.3.1.2 大气环境影响

本项目施工对大气环境的影响为施工扬尘，主要来源于基础开挖、物料运输等，在短期内将使局部区域空气中的 TSP 增加。理塘 500kV 变电站施工扬尘主要集中在施工区域内；线路施工期的扬尘主要来源于铁塔基础开挖、施工材料运输，线路塔基位置分散，各施工位置产生的扬尘量很小。

10.3.1.3 水环境影响

理塘 500kV 变电站和线路施工产生的废污水主要包括施工人员产生的生活污水和少量的场地、设备清洗水，其中场地、设备清洗水利用施工场地设置的沉淀池处理后循环利用，不外排；生活污水利用附近居民既有设施收集后用作草灌，不直接排入天然水体，不会对项目所在区域的地表水产生影响。

本项目线路 II 穿越雅江县呷拉镇湾地沟集中式饮用水水源保护区二级保护区、雅江县八角楼乡日基沟集中式饮用水水源保护区二级保护区、呷巴乡呷巴下村水源地（分散式）二级保护区，不涉及水域，通过加强施工管理，规范施工活动，对施工期间产生的废污水、固体废物进行收集处置，施工结束后及时清理现场，避免残留污染物在水源地的集雨范围内造成污染，并对临时占地进行植被恢复，不影响饮用水水源保护区的水环境质量和水域功能。

10.3.1.4 固体废物影响

（1）理塘 500kV 变电站

变电站施工人员产生的生活垃圾经垃圾桶收集后由施工人员清运至附近乡镇垃圾池；变电站站址处土石方能够在站内平衡，不对外弃土，对当地环境影响较小。

（2）输电线路

本项目线路施工期间产生的固体废物主要是施工人员产生的生活垃圾。线路施工人员产生的生活垃圾经垃圾桶收集后由施工人员清运至附近乡镇垃圾池，对当地环境影响较小。

10.3.1.5 生态环境影响

（1）对植被的影响

本项目永久占地面积和临时占地面积均很小，项目建设对评价区植被面积的改变极为微弱；本项目仅对位于变电站站址和塔基处无法避让的树木进行砍伐，但砍伐的树种在项目区域广泛分布，工程建设不会对区域植物物种种类、数量、植被分布面积等造成明显影响；线路所经区域主要为栽培植被为主，其次为自然植被，均在当地广泛分布，本项目建设不会对当地作物和经济林木面积和产量造成明显影响。

（2）对动物的影响

本项目施工期占地面积小，施工临时占地在施工结束后通过植被恢复等措施能逐步恢复土地原有功能，不会改变野生动物的生存环境现状；同时，塔基施工量小，施工期短，施工噪声的影响将随着施工活动的结束而消失，项目建设不会对线路沿线评

价区域野生动物的种类和数量造成明显影响。

（3）对生态保护目标的影响

本工程建设对自然保护区、森林公园、生态保护红线内林业资源量影响较小，植被种类及分布情况基本不变。在施工结束后对临时占地区域进行土地整治、表土回铺、植被恢复，区域林业资源数量和质量可得到快速恢复，因此本工程对区域生态环境影响较小。

10.3.2 运行期环境影响

10.3.2.1 电磁环境影响

（1）理塘 500kV 变电站

本项目新建理塘 500kV 变电站站外电场强度最大值为 1331.942V/m，满足不大于公众曝露控制限值 4000V/m 的要求；磁感应强度最大值为 23.5643 μ T，满足不大于公众曝露控制限值 100 μ T 的要求。

（2）输电线路

输电线路在采取相应措施后，运行期在民房等公众曝露区域产生的电场强度、磁感应强度均满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中电场强度不大于公众曝露控制限值 4000V/m 的要求、磁感应强度不大于公众曝露控制限值 100 μ T 的要求；在耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、道路等场所产生的电场强度满足耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、道路等场所电场强度不大于控制限值 10kV/m 的评价标准要求，磁感应强度满足不大于公众曝露控制限值 100 μ T 的要求。

10.3.2.2 声环境影响

（1）理塘 500kV 变电站

新建理塘 500kV 变电站采取专项噪声控制措施投运后站界处噪声预测值在 36~48dB(A)之间，满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准要求；站外 200m 范围内无声环境敏感目标。

（2）输电线路

根据类比分析和理论预测，本项目线路投运后产生的噪声均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的相应标准的要求。

10.3.2.3 水环境影响

（1）理塘 500kV 变电站

变电站投运后站内生活污水经地埋式污水处理装置收集处理后综合利用（站内绿

化），不外排。

（2）输电线路

本项目输电线路运行期间无废污水产生。

10.3.2.4 固体废物影响

（1）理塘 500kV 变电站

变电站投运后产生的生活垃圾经垃圾桶收集后清运至附近的垃圾池，由环卫部门集中转运。

事故油由事故油坑进入事故油池，经事故油池进行油水分离后，少量事故废油由有资质的单位处置，不外排；设备检修时产生的少量含油棉纱、含油手套等含油废物由有资质的单位处置。

废蓄电池按照危险废物进行管理，交由有资质的单位处置。

（2）输电线路

本项目线路投运后无固体废物产生，不会对周围环境产生影响。

10.3.2.5 生态环境影响

本项目运行期不会对野生植物数量、种类及其生态功能造成明显影响；不会影响野生动物的生活习性，不会造成当地动物种类和数量的减少，不会破坏生态系统完整性。本项目对四川火龙沟省级自然保护区、四川沙鲁里山国家森林公园和生态保护红线内的野生动植物、主要保护对象和生态系统的影响较小，在可接受的范围内，在工程建设和实施过程中采取相应生态保护措施后，不会对上述生态敏感区造成明显影响。

10.4 公众意见采纳情况

建设单位按照《环境影响评价公众参与办法》（生态环境部令第4号）的要求开展了多种形式的公众参与工作。环境影响评价信息发布后，至意见反馈截止日期，未收到与本项目环境影响和环境保护措施有关的建议和意见。

10.5 环境保护措施、设施

10.5.1 电磁污染防治措施

（1）理塘 500kV 变电站

变电站内电气设备均安装接地装置。对电气设备进行合理布局，主变采用一字型布置在站区中央。500kV、220kV 配电装置均采用 GIS 户内布置。变电站内导线、母线和其它金具等提高加工工艺，做到表面光滑，尽量避免毛刺的出现。保证变电站内所有设备导电元件间接触部位均应连接紧密，以减小因接触不良而产生的火花放电。

在设备的高压导电部件上设置不同形状和数量的均压环（或罩），以改善电场分布。站内平行跨导线相序排列避免同相布置，尽量减少同相母线交叉与相同转角布置等措施。

（2）输电线路

线路路径选择时避让集中居民区，尽量增大与居民房屋的距离。合理选择线路导线的截面和相导线结构，要求导线、均压环等提高加工工艺，防止尖端放电和起电晕，以降低电磁环境和噪声影响。在满足工程对导线机械物理特性要求和系统输送容量要求的前提下，合理选择导线、子导线分裂间距及绝缘子串组装型式等，以降低线路的电晕噪声水平。线路双回段采用同塔双回逆相序排列。双回段在通过耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、道路等场所，导线对地最低高度为 11m 时，能满足电场强度不大于控制限值 10kV/m 的评价标准要求；单回三角段和单回水平段在通过耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、道路等场所时，均需将导线对地最低高度抬高至 12m，才能满足电场强度不大于控制限值 10kV/m 的评价标准要求。双回段通过民房等公众曝露区域，导线对地最低高度为 14m，为确保评价范围内各居民房屋处电场强度满足不大于公众曝露控制限值 4000V/m 的要求，距线路边导线不同距离、不同特性房屋处附近线路导线对地最低高度需满足表 6-30 中的要求。线路与其他设施交叉跨越时，严格按照《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》（GB50545-2010）要求确保足够净空距离。

10.5.2 声环境污染防治措施

（1）理塘 500kV 变电站

1) 主变压器布置在站区中央。

2) 主变压器选择噪声声压级不超过 70dB(A)（距主变 2m 处）的设备，500kV 高压并联电抗器选择噪声声压级不超过 70dB(A)(距设备 1m 处)的设备，66kV 低压并联电抗器选择噪声声压级不超过 75dB(A)(距设备 1m 处)的设备，中性点电抗器选择噪声声压级不超过 65dB(A)(距设备 1m 处)的设备。

3) 各相主变之间设置高度 7.0m 的防火墙。

5) 在变电站北侧围墙顶部设置隔声屏障，总高 8.0m（5.0m 高围墙+ 3m 高隔声屏障），长约 125.0m；在变电站东南侧围墙顶部设置隔声屏障，总高 6.0m（5.0m 高围墙+1.0m 高隔声屏障），长约 98.0m；在变电站北侧围墙长约 128.5m 围墙高 5.0m，顶部预留 3.0m 高隔声屏障安装位置及连接埋件；在变电站西侧围墙长约 245.0m 围墙

高 5.0m，顶部预留 1.0m 高隔声屏障安装位置及连接埋件。

为了尽可能减少变电站施工噪声影响，施工期应采取下列措施：①尽可能将高噪声源强施工机具布置在站址中央区域，远离站界；②定期对施工设备进行维护，减小施工机具的施工噪声；③避免碾压机械、挖土机等高噪声设备同时施工；④施工前先行修建临时围挡，加快修建永久围墙；⑤施工应集中在昼间进行，避免夜间和午休时间进行高强度噪声施工，若由于施工工艺要求不能避免夜间进行施工时，需提前向主管部门报告，经批准后，提前进行公示。采取上述措施后，能最大限度地减少施工噪声对区域环境的影响，同时，本项目施工期短，施工噪声将随着施工活动的结束而消失。

（2）输电线路

线路路径选择时避让集中居民区，尽量增大与居民房屋的距离；合理选择线路导线的截面和相导线结构，要求导线、均压环等提高加工工艺，防止尖端放电和起电晕；在满足工程对导线机械物理特性要求和系统输送容量要求的前提下，合理选择导线、子导线分裂间距及绝缘子串组装型式等，以降低线路的电晕噪声水平。

10.5.3 水污染防治措施

（1）理塘 500kV 变电站

理塘 500kV 变电站施工产生的少量的场地、设备清洗水利用施工场地设置的沉淀池处理后循环利用，不外排；生活污水利用附近居民既有设施收集后用作草灌。变电站运行期值守人员产生的生活污水经站内设置的地理式污水处理装置收集处理后用于边坡绿化，不直接外排。

（2）输电线路

线路施工人员沿线路分散分布，施工人员就近租用当地现有民房，产生的生活污水利用附近居民既有设施收集后用作草灌，不直接排入天然水体。施工期间产生的施工废水经施工场地设置的沉淀池进行集中收集、处理后循环利用。

施工期通过采取一系列饮用水水源保护区措施，能尽量减小对饮用水水源保护区的影响。

10.5.4 固体废物污染防治措施

（1）理塘 500kV 变电站

理塘 500kV 变电站施工人员产生的生活垃圾经垃圾桶收集后清运至附近乡镇垃圾池由环卫部门集中转运。变电站运行期值守人员产生的生活垃圾经垃圾桶收集后清

运至附近的垃圾池，由环卫部门集中转运。

事故油经事故油池进行油水分离后，少量事故废油由有资质的单位处置，不外排；设备检修时产生的少量含油棉纱、含油手套等含油废物由有资质的单位处置。

废蓄电池按照危险废物进行管理，交由有资质的单位处置，不在站内暂存。

（2）输电线路

本项目线路施工期间产生的生活垃圾经垃圾桶收集后清运至附近乡镇垃圾池由环卫部门集中转运。

10.5.5 生态环境保护措施

（1）理塘 500kV 变电站

理塘 500kV 变电站施工期采取的生态环境保护措施包括：采用紧凑型布置，减小占地面积；变电站周围设置浆砌块石排水沟、边坡和挡土墙，以防水土流失；变电站站区土石方挖填平衡，不对外弃土；变电站靠近 S217 省道布置，减少新建进站道路长度。

（2）输电线路

塔基基础尽量采用原状土基础，减少土石方开挖量及水土流失；通过优化施工运输道路，合理布局施工场地，施工期间采取钢板隔离防护、表土剥离和养护、密目网遮盖、土地整治、复耕、撒播草籽等措施，能有效防治新增水土流失，降低生态环境影响。

10.6 环境管理与监测计划

本项目在施工期通过一系列环境管理措施，如设立环境管理机构、加强环保培训等后，能有效提高各参与方环保管理能力，减少施工产生的不利环境影响；项目竣工环境保护验收时开展电磁环境和声环境监测后，其监测结果应满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）、《声环境质量标准》（GB3096-2008）、《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）等标准限值要求。

10.7 建设项目的环境可行性结论

本项目建设符合国家产业政策，本项目所在区域环境质量现状满足环保标准要求，选址选线无环境制约因素。项目实施按本报告提出的污染防治措施落实后，产生的电场强度、磁感应强度及噪声均能满足相应环评标准要求，对当地生态环境影响小，不会改变项目所在区域环境现有功能，产生的生态环境影响可控；在环境敏感目标处产生的电场强度、磁感应强度和噪声均满足相应评价标准限值要求。从环

境制约因素及环境影响程度分析，该项目建设是可行的。

10.8 建议

除严格按照本报告提出的环境保护措施外，建议还应加强以下管理措施：

（1）建设单位应对项目所在地居民进行有关输变电工程环保知识的宣传，以便得到居民理解和支持。

（2）建设单位在实施时若线路路径、建设规模、架线方式、建设地点等发生变化时，需按《建设项目环境保护管理条例》、《输变电建设项目重大变动清单（试行）》等规定办理环保相关手续。