

阿坝巴拉水电站 500 千伏送出工程

环境影响报告书

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

二零二四年六月 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.....	2
1.4	设计工作开展情况.....	3
1.5	环境影响评价工作过程.....	4
1.6	关注的主要环境问题.....	4
1.7	环境影响报告书的主要结论.....	4
2	总则	6
2.1	编制依据	6
2.2	评价因子与评价标准.....	10
2.3	评价工作等级.....	12
2.4	评价范围	16
2.5	环境敏感目标.....	16
2.6	评价重点	18
3	建设项目概况与分析	19
3.1	项目概况	19
3.2	选址选线环境合理性分析.....	36
3.3	环境影响因素识别与评价因子筛选.....	55
3.4	生态环境影响途经分析.....	58
3.5	初步设计环境保护措施.....	59
4	环境现状调查与评价	62
4.1	区域概况	62
4.2	自然环境	62
4.3	电磁环境	65
4.4	声环境	65
4.5	生态环境	66
4.6	水环境	67
5	施工期环境影响评价	68
5.1	生态环境影响分析.....	68
5.2	声环境影响分析.....	72
5.3	施工扬尘分析.....	74
5.4	固体废物环境影响分析.....	75
5.5	水环境影响分析.....	75
6	运行期环境影响预测与评价	77
6.1	电磁环境影响预测与评价.....	77
6.2	声环境影响预测与评价.....	106
6.3	水环境影响分析.....	112
6.4	固体废物环境影响分析.....	112
6.5	生态环境影响分析.....	113
6.6	环境风险分析.....	114
7	生态评价专章	116
7.1	评价内容与评价因子.....	116

7.2	调查与评价方法.....	117
7.3	生态敏感区	122
7.4	生态环境现状调查与评价	128
7.5	生态环境影响预测与评价	161
7.6	生态环境保护及恢复措施.....	180
7.7	生态环境影响评价结论.....	193
8	环境保护设施、措施分析与论证	195
8.1	环境保护设施、措施分析.....	195
8.2	环境保护设施、措施论证.....	214
8.3	环境保护设施、措施及投资估算.....	215
9	环境管理与监测计划	215
9.1	环境管理	215
9.2	环境监测	217
9.3	竣工环保验收.....	218
10	环境影响评价结论	219
10.1	建设概况	219
10.2	环境现状与主要环境问题.....	219
10.3	主要环境影响和污染物排放情况.....	220
10.4	公众意见采纳情况.....	225
10.5	环境保护措施、设施.....	225
10.6	环境管理与监测计划.....	227
10.7	建设项目的环境可行性结论.....	227
10.8	建议	227

1 前言

1.1 项目建设必要性

巴拉水电站位于四川省阿坝州马尔康市境内日部乡上游约 10km 的中高山峡谷河段，为大渡河干流水电开发优化调整后的第 2 级水电站，其环境影响评价包含在《四川脚木足河巴拉水电站环境影响报告书》中，生态环境部（原环境保护部）以环审〔2016〕174 号文对其进行了批复。巴拉水电站装机容量 743MW，包括 1 座主站（3×240MW）和一座生态电站（1×23MW）。四川省发展和改革委员会以《关于阿坝巴拉水电站 500 千伏送出工程项目核准的批复》（川发改能源〔2023〕649 号）予以核准，巴拉水电站产生的电能拟接入马尔康 500kV 变电站，进入国家电网。

本项目为阿坝巴拉水电站的 500kV 送出工程，已纳入“十四五”电力发展规划确定的重点项目，其建设是为了满足巴拉水电站的电力送出需求，有利于进一步推动西电东送，为远期脚木足河流域梯级电站送出创造条件，并兼顾周边新能源资源开发送出需要。因此，本工程建设是必要的。

1.2 项目概况

根据四川省发展和改革委员会川发改能源〔2023〕649 号、国家电网有限公司国家电网发展〔2023〕715 号和本项目设计资料，本项目建设内容包括：**①马尔康 500kV 变电站间隔扩建工程；②巴拉水电站～马尔康 500kV 线路工程；③建设相应无功补偿装置和二次系统工程。**

马尔康 500kV 变电站间隔扩建工程位于阿坝州马尔康市松岗镇直波村既有马尔康 500kV 变电站站内，本次间隔扩建位于变电站内预留场地上；线路位于四川省阿坝州马尔康市境内。

1.2.1 建设内容

（1）马尔康 500kV 变电站间隔扩建工程

马尔康 500kV 变电站为既有变电站，位于阿坝州马尔康市松岗镇直波村。本次在现有变电站预留场地内扩建 1 个 500kV 出线间隔至巴拉水电站开关站，进行设备支架基础施工和设备安装。

（2）巴拉水电站～马尔康 500kV 线路工程

巴拉水电站～马尔康 500kV 线路工程起于巴拉水电站开关站，止于马尔康 500kV 变电站，全线位于四川省阿坝州马尔康市境内。线路全长约 74km，采用单回三角排

列和单回水平排列架设,导线型号为4×JL/G1A-630/45 钢芯铝绞线,输送电流为2000A,导线采用四分裂,分裂间距为500mm,新建铁塔149基。

(3) 建设相应无功补偿装置和二次系统工程

马尔康变本期扩建的每组500kV断路器配置2套断路器失灵保护;沿线路同塔架设2根48芯光缆,长约2×74km,光缆型号为OPGW-120;线路两侧均配置双重化的光纤分相电流差动保护。

1.2.2 项目投资

本工程总投资为**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) 马尔康 500kV 变电站间隔扩建工程

马尔康 500kV 变电站为既有变电站,位于阿坝州马尔康市松岗镇直波村。变电站现有规模为主变2×1000MVA、500kV出线2回、220kV出线12回、35kV低压电抗器2×60Mvar;变电站环境影响评价包含在《马尔康 500kV 输变电工程环境影响报告书》中,四川省生态环境厅(原四川省环境保护厅)以川环审批[2014]312号文对其进行了批复,环评规模与现有规模一致,四川省电力公司以川电科技〔2022〕262号文对变电站进行了环保验收批复。**本项目在现有变电站预留场地内扩建1个500kV出线间隔(至巴拉水电站开关站),同期规划的阿坝金川水电站500千伏送出工程(以下简称“金川项目”)在现有变电站预留场地内扩建1个500kV出线间隔(至金川水电站)及1组35kV低压电抗器1×60Mvar,本项目和阿坝金川水电站500千伏送出工程同期实施,同期建成投运。上述扩建内容均未包含在已环评规模中,因此本次将2个工程中马尔康500kV变电站扩建内容统筹考虑,按扩建后的规模进行评价,即马尔康变电站评价规模为:主变容量2×1200MVA、500kV出线4回、220kV出线12回、35kV低压电抗器3×60Mvar。**

(2) 巴拉水电站~马尔康 500kV 线路工程

巴拉水电站~马尔康 500kV 线路工程采用单回三角排列和单回水平排列架设,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	评价范围内居民分布情况	导线对地最低高度	拟选塔中最不利塔型	导线型号
单回三角排列段	单回三角排列	四分裂	边导线地面投影外两侧各 50m 范围内有居民分布	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 10.5m 及抬高后 12m, 民房等公众曝露区域导线对地最低高度 14m。	500-MC3 4D-JC3	4×JL/G1A-500/45, 分裂间距 50000mm
单回水平排列段	单回水平排列	四分裂	边导线地面投影外两侧各 50m 范围内无居民分布	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 11m 及抬高后 12m。	500-MC3 4D-ZBC4	4×JL/G1A-500/45, 分裂间距 500mm

与本项目有关的巴拉水电站 500kV 开关站为在建开关站, 规划规模为主变容量 3×240MVA, 500kV 出线 2 回 (1 回至马尔康变电站, 预留 1 回)。本项目使用的 1 个间隔包含在巴拉水电站的建设内容中, 目前尚未建成, 不属于本项目建设内容, 本次不再进行评价。

(3) 建设相应无功补偿装置和二次系统工程

相应无功补偿装置和二次系统工程不涉及土建施工, 施工量小, 按相关规程要求实施后, 运行期产生的环境影响较小, 故本次不对其进行评价。

综上所述, 本项目环境影响评价内容如下:

1) 马尔康 500kV 变电站间隔扩建工程, 本次按扩建后的规模进行评价, 即马尔康变电站评价规模为: 主变容量 2×1200MVA、500kV 出线 4 回、220kV 出线 12 回、35kV 低压电抗器 3×60Mvar。

2) 巴拉水电站~马尔康 500kV 线路工程, 包括单回三角排列段、单回水平排列段, 单回三角排列段按单回三角排列、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 10.5m 及抬高后 12m; 民房等公众曝露区域导线对地最低高度 14m) 进行评价; 单回水平排列段按单回水平排列、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 11m 及抬高后 12m) 进行评价。

1.4 设计工作开展情况

2022 年 2 月, 国家能源局以国能综函电力〔2022〕10 号文同意本项目开展前期工作。

2023 年 8 月, 本项目可行性研究工作由四川电力设计咨询有限责任公司完成。

2023 年 11 月, 国家电网有限公司以国家电网发展〔2023〕715 号文对本项目可

行性研究报告进行了批复。

2023 年 12 月，四川省发展和改革委员会以川发改能源〔2023〕649 号文对本项目核准进行了批复。

2024 年 1 月，四川电力设计咨询有限责任公司启动了本项目初步设计工作，正在开展初步设计审查工作。

1.5 环境影响评价工作过程

按照《中华人民共和国环境保护法》（中华人民共和国主席令第 9 号）、《中华人民共和国环境影响评价法》（中华人民共和国主席令第 24 号）、《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 2021 年 4 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，并委托核工业二三〇研究所进行了现状监测。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《阿坝巴拉水电站 500 千伏送出工程环境影响报告书》（送审稿），建设单位根据四川省相关要求并按《关于优化调整建设项目环境影响评价文件审批权限的公告》（2023 年第 7 号）上报四川省生态环境厅审批。

1.6 关注的主要环境问题

本工程施工期和运行期产生的主要环境问题如下：

- （1）施工期：施工扬尘、噪声以及生态环境影响。
- （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）本项目扩建马尔康 500kV 变电站位于阿坝州马尔康市松岗镇直波村；新建线路位于阿坝州马尔康市境内。

（2）本工程为“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〔2023〕715 号文对可研报告进行了批复，符合电网建设规划。本工程是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）本项目马尔康 500kV 变电站间隔扩建工程在站内预留场地进行，不新征地；马尔康市自然资源局对线路路径方案进行了确认，符合城镇规划要求。

（4）本项目线路需一档跨越松岗镇银日巴沟七里村集中式饮用水水源保护区一级保护区和二级保护区、一档跨越脚木足乡沙市沟沙市村饮用水水源地（分散式），已取得阿坝州马尔康生态环境局的同意意见，符合《饮用水水源保护区污染防治管理规定》、《四川省饮用水水源保护管理条例》等文件的要求。

（5）本项目除评价范围内存在马尔康岷江柏自然保护区、大渡河源水源涵养生态保护红线、57 种重要野生植物物种和 10 种重要野生动物物种外，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）根据环境现状监测，本项目所在地区的电磁环境、声环境监测结果能满足相应评价标准要求。

（7）通过预测分析，在采取相应措施后，本项目投运后产生的电场强度、磁感应强度、噪声均满足相应评价标准要求。

（8）对本项目在建设期和运行期分别提出了电磁环境、声环境及地表水环境、固体废物、生态环境保护措施，通过认真落实，可减缓或消除工程建设可能产生的不利环境影响。因此，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、核工业二三 0 研究所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) 《中华人民共和国环境保护法》(2015 年 1 月 1 日起施行)
- (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》(2018 年 12 月 29 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) 《中华人民共和国水污染防治法》(2018 年 1 月 1 日起施行)
- (5) 《中华人民共和国大气污染防治法》(2018 年 10 月 26 日起施行)
- (6) 《中华人民共和国噪声污染防治法》(2022 年 6 月 5 日起施行)
- (7) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》(2020 年 9 月 1 日起施行)
- (8) 《中华人民共和国野生动物保护法》(2023 年 5 月 1 日起施行)
- (9) 《中华人民共和国水法》(2016 年 7 月 2 日起施行)
- (10) 《中华人民共和国水土保持法》(2011 年 3 月 1 日起施行)
- (11) 《中华人民共和国电力法》(2018 年 12 月 29 日起施行)
- (12) 《中华人民共和国野生植物保护条例》(2017 年 10 月 7 日起施行)
- (13) 《中华人民共和国自然保护区条例》(2017 年 10 月 7 日修改)
- (14) 《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)
- (15) 《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)
- (16) 《中华人民共和国土壤污染防治法》(2019 年 1 月 1 日起施行)

2.1.2 部委规章和相关规定

- (1) 《国务院关于加强环境保护重点工作的意见》(国发〔2011〕35 号)
- (2) 《国务院关于落实科学发展观加强环境保护的决定》(国发〔2005〕39 号)
- (3) 《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)
- (4) 《国务院关于印发全国主体功能区规划的通知》(国发〔2010〕46 号)
- (5) 《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)
- (6) 《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)
- (7) 《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）

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

（9）《关于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）

（10）《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）

（11）《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）

（12）《国家危险废物名录》（2021 版）（生态环境部部令第 15 号）

（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）《“十四五”生态保护监管规划》（环生态〔2022〕15 号）

（17）《关于阿坝藏族羌族自治州国土空间总体规划（2021-2035 年）的批复》（川府函〔2024〕69 号）

（18）《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）

（19）《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）

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

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）《关于印发四川省生态保护红线方案的通知》（四川省人民政府川府发〔2018〕24 号）

（4）《关于加强环境噪声污染防治工作的通知》（川环发〔2018〕66 号）

（5）《四川省打赢蓝天保卫战等九个实施方案》（川府发〔2019〕4 号）

- (6)《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)
- (7)《四川省生态功能区划》(川府函〔2006〕100 号, 2006 年 5 月)
- (8)《四川省人民政府关于落实生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线制定生态环境准入清单实施生态环境分区管控的通知》(川府发〔2020〕9 号)
- (9)《阿坝藏族羌族自治州人民政府关于落实生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线制定生态环境准入清单实施生态环境分区管控的通知》(阿府发〔2021〕8 号)
- (10)《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)
- (11)《四川省重点保护野生植物名录》(川府函〔2016〕27 号)
- (12)《四川省重点保护野生动物名录》
- (13)《四川省新增重点保护野生动物名录》
- (14)《四川省野生植物保护条例》(2015 年 3 月 1 日)
- (15)《四川省自然保护区管理条例》(2000 年 1 月 1 日)
- (16)《四川省饮用水水源保护管理条例》(2019 年 9 月 26 日修正)
- (17)《四川省饮用水水源保护区管理规定(试行)》(川府发〔2023〕26 号)

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》(HJ 610-2016)
- (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》(GB 12348-2008)
- (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)《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)
- (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》(GB 50229-2019)
- (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)《建设项目竣工环境保护验收技术规范 输变电》(HJ 705-2020)
- (23)《生产建设项目水土保持技术标准》(GB50433-2018)
- (24)《生产建设项目水土流失防治标准》(GB/T50434-2018)
- (25)《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190-2007)
- (26)《输变电建设项目环境保护技术要求》(HJ 1113-2020)
- (27)《四川省施工场地扬尘排放标准》(DB51/2682-2020)
- (28)《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB18599-2020)
- (29)《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023)

2.1.5 工程设计资料

《阿坝巴拉水电站 500kV 送出工程 可行性研究报告》(四川电力设计咨询有限公司, 2023 年 8 月)

2.1.6 相关文件及批复

- (1)《委托书》
- (2)《国家能源局综合司关于商请协助办理“十四五”电力规划重点工程相关手续的函》(国家能源局国能综函电力〔2022〕10 号)
- (3)《关于阿坝巴拉水电站 500 千伏送出工程项目核准的批复》(川发改能源〔2023〕649 号)(核准批复)
- (4)《关于四川阿坝巴拉水电站送出等 4 项 500 千伏输变电工程可行性研究报告的批复》(国家电网发展〔2023〕715 号)(可研批复)
- (5)《阿坝州生态环境局关于阿坝巴拉水电站 500 千伏送出工程环境影响评价执行标准的函》(阿州环函〔2023〕82 号)(环评执行标准)
- (6)《马尔康市自然资源局关于阿坝巴拉水电站 500 千伏送出工程收集资料及取得路径协议的函》(马尔自然资函〔2019〕306 号)线路路径马尔康市自然资源局意

见)

(7)《马尔康市自然资源局关于阿坝巴拉水电站 500 千伏送出工程线路路径意见的复函》(马尔自然资函〔2023〕235 号)(线路路径马尔康市自然资源局意见)

(8)《阿坝州马尔康生态环境局关于阿坝巴拉水电站 500 千伏送出工程线路路径的复函》(饮用水水源保护区意见)

2.1.7 监测报告

(1)《阿坝巴拉水电站 500kV 送出工程电场强度、磁感应强度、噪声现状检测报告》(核工业二三 0 研究所 [核环监]2024-DC0082 号)

(2)《类比线路监测报告》(500kV 洪板一线、500kV 洪板二线)

2.1.8 其他文件

(1)《四川省生态环境厅(原四川省环境保护厅)关于马尔康 500kV 输变电工程环境影响报告书的批复》(川环审批〔2014〕312 号)

(2)《国网四川省电力公司关于印发泸州东 500kV 输变电工程和马尔康 500kV 输变电工程等 2 个电网项目竣工环境保护验收意见的通知》(川电建设〔2022〕262 号)

(3)《生态环境部(原环境保护部)关于四川省脚木足河巴拉水电站环境影响报告书的批复》(环审〔2016〕174 号)

(4)《马尔康市志》、《四川植被》等

(5)《阿坝巴拉水电站 500kV 送出工程水土保持方案报告书》

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

评价阶段	评价项目	现状评价因子	预测评价因子	单位
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、非生物因子	生态系统及其生物因子、非生物因子	--
	地表水环境	pH、COD、BOD ₅ 、NH ₃ -N、石油类	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
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	破碎化、异质化	直接影响、不可逆影响、长期影响	弱

2.2.2 评价标准

根据阿坝州生态环境局 阿州环函[2023]82 号文《关于阿坝巴拉水电站 500 千伏送出工程环境影响评价执行标准的函》，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, 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)	2 类标准: 昼间: 60dB (A)、夜间: 50dB (A)。
	施工期噪声排放标准	《建筑施工场界环境噪声排放标准》 (GB12523-2011)	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》 (GB3095-2012)	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 ≤150 μ g/m ³ (24 小时平均), PM _{2.5} ≤75 μ g/m ³ (24 小时平均)。
	施工期扬尘排放标准	《四川省施工场地扬尘排放标准》 (DB51/2682-2020)	TSP≤900 μ g/m ³ (拆除工程/土方开挖/土方回填阶段); TSP≤350 μ g/m ³ (其他工程阶段)。
	运行期废气排放标准	《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 。
地表水环境	质量标准	《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)	III 类水域标准: pH6~9, COD≤20mg/L, NH ₃ -N≤1.0mg/L, BOD ₅ ≤4mg/L。
	排放标准	《污水综合排放标准》(GB8978-1996)	执行表 4 中的一级标准: pH6~9, COD≤100mg/L, NH ₃ -N≤15mg/L, BOD ₅ ≤20mg/L。

(续) 表 2—3 采用的评价标准

污染因子	标准名称		执行标准
固体废物	一般固体废物	《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB18599-2020)	执行 GB18599-2020 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。
		《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)	执行部令第 23 号中的相关规定。
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

根据《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ2.1-2016)、《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)、《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ19-2022)和《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ2.3-2018)确定本次环境影响评价工作的等级。

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,本工程各子项电磁环境影响评价等级见表 2-4。

表 2-4 本工程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
马尔康 500kV 变电站间隔扩建	500kV	户外式	一级
输电线路	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

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

根据阿坝州生态环境局《关于阿坝巴拉水电站 500 千伏送出工程环境影响评价执行标准的函》,本项目马尔康 500kV 变电站和输电线路所在区域均为 2 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变化不大。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),本项目马尔康 500kV 变电站间隔扩建工程在站内预留场地内扩建,不新征地,满足 6.1.8 条“符合生态环境分区管控要求且位于原厂界(或永久用地)范围内的污染影响类改扩建项目,位于已批准规划环评的产业园区内且符合规划环评要求、不涉及生态敏感区的污染影响类建设项目,可不确定评价等级,直接进行生态影响简单分析”,进行生态影响简单分析;本项目新建线路生态环境影响评价工作等级按照 6.1 条相关规定进行分析确定,本项目与 6.1 条相关规定的对应情况见表 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	本项目线路情况	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	不穿越国家公园、自然保护区、世界自然遗产、重要生境，但评价范围内有马尔康岷江柏自然保护区。	一级
	b)	涉及自然公园时	二级	不涉及自然公园	—
	c)	涉及生态保护红线时	不低于二级	不穿越生态保护红线，但评价范围有大渡河源水源涵养生态保护红线。	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。	—
	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。	—
	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 0.1518km ² <20km ²	—
	g)	除 6.1.2 条 a)、b)、c)、d)、e)、f) 以外的情况	三级	评价范围内有马尔康岷江柏自然保护区（含大渡河源水源涵养生态保护红线）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	评价范围内有马尔康岷江柏自然保护区、大渡河源水源涵养生态保护红线（且马尔康岷江柏自然保护区与大渡河源水源涵养生态保护红线范围重合）。	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。	—
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。	—
6.1.5 条	在矿山开采可能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		评价等级应上调一级	本项目不属于在矿山开采可能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，可分段确定评价等级。本项目线路评价范围内有马尔康岷江柏自然保护区、大渡河源水源涵养生态保护红线。	线路分段确定评价等级，评价等级不下调。

综上所述，根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022）和《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ 24-2020），确定本项目线路评价范围内有马尔康岷江柏自然保护区段（与大渡河源水源涵养生态保护红线重叠）生态影响评价工作等级为一

级，其余段线路生态环境评价工作等级为三级，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
输电线路	评价范围内有马尔康岷江柏自然保护区、大渡河源水源涵养生态保护红线段	一级
	其余段	三级

2.3.4 地表水环境

本项目马尔康 500kV 变电站间隔扩建不新增值守人员，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回用，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。

2.3.5 地下水环境

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ 610-2016）判定，本工程行业类别为 E 电力—35 送（输）变电工程，属于 IV 类建设项目，不属于 HJ 610-2016 中 6.2.2.1 评价工作等级分级表中分类的范畴。同时，本项目施工阶段主要为变电站扩建、塔基基础施工和铁塔架设，施工点分散，施工期间对地下水无影响。因此，本工程地下水环境影响评价未达到分级要求，不需进行地下水环境影响评价。

2.3.6 大气环境

本项目马尔康 500kV 变电站间隔扩建土建工程量小，线路塔基分散、施工量小，本项目施工期间的施工扬尘影响很小；本项目运行期不涉及大气污染物排放，根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018），本项目大气环境影响评价工作等级为三级。

2.3.7 土壤环境

根据《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ 964-2018）中“附录 A 土壤环境影响评价项目类别”，本项目为输变电工程，属于“电力热力燃气及水生产和供应业”中的其他项目，属于 IV 类项目。此外，本项目施工位置呈点状分布，施工期和运行期不会产生使土壤发生盐化、碱化、酸化和其他的生态影响，属生态环境影响不敏感项目。因此，根据“6.2.1.2 生态影响评价工作等级划分表”中的要求，本项目可不开展土壤环境影响评价。

2.3.8 环境风险

根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020）及《输变电建设项目环境

保护技术要求》(HJ 1113-2020), 本项目涉及的环境风险物质为事故油, 马尔康 500kV 变电站间隔扩建不新增主变压器和电抗器, 不新增事故油; 根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018), 事故油属于 HJ169-2018 附录 B 表 B.1 突发环境事件风险物质及临界量中“381、油类物质(矿物油类, 如石油、汽油、柴油等, 生物柴油等)”, 因此, 本项目风险评价未达到分级要求, 环境风险评价只进行简单分析。

2.4 评价范围

根据《环境影响评价技术导则 输变电》(HJ24-2020)、《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ2.4-2021)、《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ19-2022) 等规程规范要求、环境影响评价等级、环境敏感目标特点及本项目环境影响特点, 确定本项目环境影响评价范围如下:

2.4.1 电磁环境

表 2-7 本项目电磁环境影响评价范围

评价因子	电场强度	磁感应强度
项目		
马尔康 500kV 变电站间隔扩建	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

表 2-8 本项目声环境影响评价范围

评价因子	噪声
项目	
马尔康 500kV 变电站间隔扩建	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

表 2-9 本项目生态环境影响评价范围

评价因子	生态环境
项目	
马尔康 500kV 变电站间隔扩建	变电站围墙外 500m 以内的区域
输电线路	评价范围内有生态敏感区段
	穿越段向两端外延 1km、线路中心线向两侧外延 1km 的区域
	位于生态敏感区外线路段
	线路中心线向两侧外延 300m 的区域

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、《四川省人民政府关于建立大渡河上游省级水产种质资源保护区的批复》（川府函〔2024〕16号）等资料核实，项目评价范围内分布有马尔康岷江柏自然保护区，**本项目距马尔康岷江柏自然保护区直线最近距离约 0.1km。**

依据《阿坝藏族羌族自治州国土空间总体规划（2021-2035年）》（川府函〔2024〕69号文批复），项目评价范围内分布有大渡河源水源涵养生态保护红线，**距大渡河源水源涵养生态保护红线直线最近距离约 0.1km。**

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）、《四川省重点保护野生植物名录》（川府函〔2016〕27 号）项目评价范围内无国家和地方重点保护野生植物分布；依据《中国生物多样性红色名录》，项目评价范围内分布 57 种重要野生植物，包括 1 种植物（岷江柏木）国家 II 级重点保护植物、56 种特有种植物，无极危、濒危、极小种群野生植物。

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》及《四川省新增重点保护野生动物名录》，项目评价范围内分布有 10 种重要野生动物，包括 2 种国家 II 级保护动物、8 种特有种动物；依据《中国生物多样性红色名录》，项目评价范围内无极小种群，无极小种群、野生动物迁徙通道分布。

综上所述，本项目生态保护目标为马尔康岷江柏自然保护区、生态保护红线、57 种重要野生植物物种（国家 II 级重点保护植物 1 种、特有种植物 56 种）和 10 种重要野生动物物种（国家 II 级保护动物 2 种、特有种动物 8 种）。除此之外，本项目不涉及国家公园、自然保护区、自然公园等自然保护地 and 世界自然遗产、生态保护红线等生态敏感区。

2.5.3 水环境敏感目标

根据设计资料和现场踏勘，依据《阿坝州人民政府关于同意划定、调整、撤销部

分乡镇饮用水水源保护区（保护范围）的批复》（阿府函〔2020〕87号）、《阿坝州人民政府关于同意撤销、调整马尔康市梭磨乡等11个乡镇饮用水水源保护区（保护范围）的批复》（阿府函〔2020〕153号），并向当地生态环境主管部门核实，本项目线路需一档跨越松岗镇银日巴沟七里村集中式饮用水水源保护区一级保护区和二级保护区、一档跨越脚木足乡沙市沟沙市村饮用水水源地（分散式），除此之外不涉及其它水环境敏感目标。

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和水环境的影响，包括对植被、动物、土地利用、饮用水水源保护区的影响，施工管理、生态环境保护及恢复措施；运行期的评价重点为马尔康变电站的工频电场、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，并对马尔康变电站和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）对马尔康 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）对施工期生态环境和水环境影响进行预测及分析，重点对线路施工方案进行生态环境影响预测与评价，对松岗镇银日巴沟七里村集中式饮用水水源保护区、脚木足乡沙市沟沙市村饮用水水源地、马尔康岷江柏自然保护区、大渡河源水源涵养生态保护红线的影响，分析施工期可能存在的环保问题并提出相应的生态环境保护

（4）对马尔康 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

阿坝巴拉水电站 500 千伏送出工程

3.1.1.2 建设性质

新建

3.1.1.3 建设地点

马尔康 500kV 变电站间隔扩建工程位于阿坝州马尔康市松岗镇直波村既有马尔康 500kV 变电站站内，本次间隔扩建位于变电站内预留场地上；线路位于四川省阿坝州马尔康市境内。

3.1.1.4 建设内容

本项目建设内容包括：①马尔康 500kV 变电站间隔扩建工程；②巴拉水电站～马尔康 500kV 线路工程；③建设相应无功补偿装置和二次系统工程。

3.1.1.5 项目建设规模及项目组成

本项目组成见表 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	运营期
马尔康 500kV 变电站间隔扩建工程	主体工程	马尔康 500kV 变电站为既有变电站，本次在站内预留场地（变电站南侧）扩建 1 个 500kV 出线间隔（向北出线），需进行基础施工和设备安装；同期规划的阿坝金川水电站 500kV 送出工程在站内预留场地上扩建 1 回 500kV 出线间隔（变电站西侧）和 1 组 35kV 低压电抗器 1×60Mvar。变电站为户外布置，即主变采用户外布置，500kV、220kV 配电装置均采用 GIS（气体绝缘金属封闭开关设备）户外布置，500kV、220kV 均采用架空出线。				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	金川项目扩建		
		主变容量	2×1000MVA	无	无		
		500kV 出线	2 回	1 回	1 回		
		220kV 出线	12 回	无	无		
		35kV 低压电抗器	2×60MVar	无	1×60MVar		
	辅助工程	给排水系统、站内道路（既有）				无	无
	公用工程	进站道路（既有）				无	无
	环保工程	150m ³ 事故油池（既有）、0.5m ³ /h 地理式污水处理装置（既有）；在 2#、3#主变油坑外壁北侧外 0.3m 处各设置了 1 套 25m（长）×5.5m（高）隔声屏障。				无	生活污水 事故油
	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

(续) 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
巴拉水电站-马尔康 500 kV 线路工程	主体工程 巴拉水电站~马尔康 500kV 线路工程线路全长约 74km, 采用单回三角排列和单回水平排列架设, 导线型号为 4×JL/G1A-630/45 钢芯铝绞线, 输送电流为 2000A, 导线采用四分裂, 分裂间距为 500mm, 新建铁塔 149 基。永久占地面积约 5.90hm 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
	辅助工程 建设相应无功补偿装置和二次系统工程, 马尔康变本期扩建的每组 500kV 断路器配置 2 套断路器失灵保护; 沿线路同塔架设 2 根 48 芯光缆, 长约 2×74km, 光缆型号为 OPGW-120; 线路两侧均配置双重化的光纤分相电流差动保护。	施工噪声 生活污水 固体废物	无
	公用工程	无	无
	环保工程	无	无
	办公及生活设施	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 149 个, 占地面积共计约 16.07hm ² ; 牵张场: 线路拟设置牵张场 16 处, 每个约 1000m ² , 占地约 1.6hm ² ; 施工道路: 需新建施工道路约 3km, 宽约 3.5m, 占地约 1.05hm ² ; 扩建施工道路约 15.0km, 扩宽约 1m, 占地约 1.5hm ² ; 施工人抬便道: 需修整简易人抬便道长约 13.5km, 宽约 1m, 占地约 1.35hm ² ; 索道站: 拟设置 104 处索道站, 每个约 200m ² , 占地面积约 2.08hm ² ; 跨越施工场: 共设置跨越施工场地 10 处, 每处约 150m ² , 占地约 0.15hm ² ; 施工生活区和材料站: 租用当地房屋, 不另行设置。	施工噪声 施工扬尘 生活污水 固体废物 水土流失 植被破坏	无

3.1.2 马尔康 500kV 变电站间隔扩建工程

3.1.2.1 变电站现状

(1) 地理位置及外环境关系

马尔康 500kV 变电站为既有变电站, 位于阿坝州马尔康市松岗镇直波村, 于 2022 年 3 月建成投运。进站道路从站址东侧的 G317 国道引接。

根据设计资料和现场调查, 既有马尔康 500kV 变电站区域为农村环境, 区域主要为林地、耕地、住宅用地。本次在既有变电站站内扩建, 对城镇规划的实施无影响。

变电站评价范围内分布有 3 处环境敏感目标, 东南侧站外分布约 3 户民房, 距站界最近距离约 40m; 南侧站外分布约 10 户民房, 距站界最近距离约 35m; 西南侧站

外分布约 15 户民房，距站界最近距离约 120m；北侧站界外无居民分布。根据现场调查，站址区域尚无市政给水、污水管网。

（2）现有规模及环保手续履行情况

马尔康 500kV 变电站已建规模为：主变 $2\times 1000\text{MVA}$ 、500kV 出线 2 回、220kV 出线 12 回、35kV 低压电抗器 $2\times 60\text{Mvar}$ 。变电站采用户外布置，即主变采用户外布置，500kV 和 220kV 配电装置均采用 GIS 户外布置，采用架空出线。

变电站现有规模环境影响评价包含在《马尔康 500kV 输变电工程环境影响报告书》中，四川省生态环境厅（原四川省环境保护厅）以川环审批[2014]312 号文对其进行了批复，环评规模与现有规模一致，国网四川省电力公司以川电科技〔2022〕262 号文对变电站进行了竣工环保验收批复。

（3）总平面布置

马尔康 500kV 变电站采用户外布置，500kV 配电装置布置在站区南侧，向西、北、东三个方向架空出线；220kV 配电装置布置在站区北侧，向北方向架空出线；主变及 35kV 配电装置布置在 500kV 配电装置和 220kV 配电装置之间，500kV 继电器室布置在 500kV 配电装置场地中靠西侧位置，220kV 继电器室布置在 220kV 配电装置场地内西侧位置，主控楼布置在站区西侧；事故油池位于站西南角，地埋式污水处理装置位于主控楼南侧；进站道路由站区西侧引接进站。

（4）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，再排至站外排水沟。

（5）现有规模环保设施情况

根据设计资料及现场踏勘，马尔康 500kV 变电站前期工程已采取的主要环保措施见表 3-2。

表 3-2 马尔康 500kV 变电站现有规模已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	经地理式污水处理装置收集处理后综合利用，地理式生活污水处理装置位于主控楼南侧。
固体废物	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。
	危险废物	站内设置 1 座 150m ³ 事故油池（位于站区西南角），用于收集主变压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。
噪声		①主变压器布置在站区中央。 ②主变压器选择噪声声压级小于 68dB(A)（距主变 2m 处）的设备。 ③设置高度 2.3m 的围墙。 ④2#、3#主变西侧设置高度 8.5m 的防火墙，1#、2#站用变东侧设置高度 5.2m 的防火墙，3L-3 电抗器组东侧、西侧均设置高度 5.2m 的防火墙。 ⑤2#、3#主变北侧均设置高度 5.5m、长 25m 的隔声屏障。
电磁环境影响		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。 ③500kV、220kV 配电装置均采用 GIS 户外布置。 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。

1) 变电站外的电磁环境状况

马尔康 500kV 变电站前期工程中采取了 500kV、220kV 配电装置均采用 GIS 户外布置；变电站内电气设备均安装接地装置；变电站内导线、母线、均压环、管母线终端球和其它金具等提高加工工艺，做到表面光滑；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；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）等措施。根据本次现状监测结果，变电站站界离地 1.5m 处电场强度现状值、环境敏感目标处离地 1.5m 处电场强度现状值均能满足电场强度不大于公众曝露控制限值 4000V/m 的要求；变电站站界离地 1.5m 处磁感应强度现状值、环境敏感目标处离地 1.5m 处磁感应强度现状值均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

马尔康 500kV 变电站前期工程中采取主变压器选用低噪声源强设备并合理布局；设置高度 2.3m 的围墙；2#、3#主变北侧均设置高度 5.5m、长 25m 的隔声屏障等措施。

根据本次现状监测结果，变电站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)]；环境敏感目标处昼间等效连续 A 声级、夜间等效连续 A 声级满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)2 类标准要求[昼 60dB(A)、夜 50dB(A)]。

3) 变电站现有规模存在的环保问题

马尔康 500kV 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，并取得了生态环境主管部门的批复，前期工程设计中已执行了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。

3.1.2.2 变电站本次扩建

(1) 本次扩建规模

本次在马尔康 500kV 变电站站内预留场地（变电站南侧）扩建 1 回 500kV 出线间隔（至巴拉水电站，向北出线），同期规划的阿坝金川水电站 500 千伏送出工程扩建 1 回 500kV 出线间隔（变电站西侧）和 1 组 35kV 低压电抗器 1×60Mvar。

(2) 总平面布置

马尔康变电站已按最终规模一次征地，本次扩建在变电站内预留场地上进行，不新征地，除本次扩建区域需新增 1 回 500kV 出线间隔，阿坝金川水电站 500 千伏送出工程扩建区域需新增 1 回 500kV 出线间隔和 1 组 35kV 低压电抗器外，其余站区的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

本工程初步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。
- 本次扩建 500kV 配电装置采用 GIS 户外布置。
- 扩建设备在订货时要求导线、母线等提高加工工艺，防止尖端放电和起晕。
- 马尔康变电站本次出线导线对地高度约 24m。
- 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声环境影响

变电站本次扩建不新增主变压器等噪声源强，不新增噪声治理措施。

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，无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，生活污水经前期工程设置的地理式生活污水处理装置处理后综合利用，不外排。

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，无新增生活垃圾量，不需新增生活垃圾处理设施，生活垃圾经站内设置的垃圾桶收集后由当地环卫部门定期清运。

马尔康 500kV 变电站初期工程已在站内设置了 1 座 150m³ 事故油池，用以收集主变压器事故时产生的事故油。事故油池具备油水分离功能，事故油池垫层采用 C15 混凝土、厚度 100mm，池壁、底板采用的 C25 混凝土（抗渗等级为 P6），厚度分别为 300mm、400mm，池壁涂 1:3 的防水砂浆保护层、厚度 20mm，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且远离火源，设置有呼吸孔，安装有防护罩，防杂质落入。主变压器发生事故时，事故油经设备下方的事故油坑，排入相应的事故油池收集，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；检修时产生的少量含油废物使用站内生活垃圾桶收集后清运。本次扩建不新增主变压器等含油设备，不需新增事故油处置措施。本次扩建不新增蓄电池，不需新增蓄电池处置措施。废蓄电池按照危险废物进行管理，需交由有资质的单位进行处置。

4) 与前期工程的依托关系

马尔康 500kV 变电站本次扩建与前期工程的依托关系见表 3-3。

表 3-3 马尔康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。
	站内道路	利用前期工程建设的站内道路，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	本期不新增含油设备，不需新增事故油处置措施。
	雨水排水	本次扩建场地的雨水排水系统已在前期工程中统一考虑，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。

3.1.3 输电线路

3.1.3.1 推荐线路路径方案及外环境关系

线路从巴拉水电站开关站出线后,跨越脚木足河,右转之后沿脚木足河东岸走线,避开巴郎村房屋密集区、水电站施工区域,经日部乡,平行 110kV 达维-巴拉线路北侧走线,经确洛寺、木增、五都、满都、达维、温都寺,左转避开达维 110kV 变电站和达维水电站,平行 110kV 龙头滩-达维线路北侧走线,经宝岩村、硃林村,跨越 110kV 龙头滩-达维线路和脚木足河,之后平行于 110kV 龙头滩-达维线路西南侧,经达玛斗、三叉古、洛罗、沙左村,翻越斯达尔沃山,经铺市口村,向东南方向走线,经大西木尔巴村,跨越脚木足河,经孔龙村、白賧,避开马尔康岷江柏自然保护区,之后平行于 110kV 松岗-龙头滩线路东侧向东南方向走线,经脚木足乡、大坝口村、七里村,在松岗镇西北侧跨越已建 110kV 松岗-龙头滩线路,跨越 220kV 红卫桥-马尔康线路、220kV 马尔康-金川线路,之后左转接入马尔康 500kV 变电站。

根据设计资料及现场调查,线路所经区域地形为峻岭、高山和山地,土地利用类型主要为林地、草地,植被类型主要为自然植被,包括阔叶林、针叶林、针阔混交林、灌丛、草丛和草甸等,代表性物种有冷杉、云杉、桦木、高山柳、侧柏、岷江冷杉、山杨、高山松、槭树等乔木;蔷薇、杜鹃、栒子、矮高山栎、高山柳、小檗等灌木和矮羊茅、早熟禾、芸香草、披碱草等草本。线路沿线零星分布有民房,距线路最近距离约 30m。线路全线位于马尔康市境内。本项目距马尔康岷江柏自然保护区(大渡河源水源涵养生态保护红线)直线最近距离约 0.1km;线路一档跨越松岗镇银日巴沟七里村集中式饮用水水源保护区一级保护区、二级保护区分别约 110m、700m;线路一档跨越脚木足乡沙市沟沙市村饮用水水源地(分散式)110m。

3.1.3.2 导地线及其排列方式

根据本项目电力系统一次报告,本项目输电线路为新建,导线型号为 4×JL3/G1A-630/45 高导电率钢芯铝绞线,输送电流为 2000A。根据设计资料,线路采用单回架设,包括单回三角排列和单回水平排列。线路采用的导线、地线型号及导线排列方式见表 3-4。

表 3-4 本项目输电线路采用的导线、地线型号及排列方式

线路	导线	地线	导线排列方式
单回三角排列段	导线型号为 4×JL3/G1A-630/45 钢芯铝绞线,输送电流为 2000A,导线采用四分裂,分裂间距为 500mm	2 根 OPGW-120 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

3.1.3.3 塔型、基础及数量

(1) 塔型及数量

本项目线路拟选铁塔型号及数量见表 3-5。

表 3-5 本项目线路铁塔选型一览表

线路	塔型	基数（基）	小计（基）
单回三角排列段	500-MC23D-JC1	10	149
	500-MC23D-JC2	7	
	500-MC23D-JC3	2	
	500-MC23D-JC4	1	
	HJC2710	2	
	500-MC24D-JC1	30	
	500-MC24D-JC2	11	
	500-MC24D-JC3	3	
	500-MC24D-JC4	1	
	500-MC34D-JC1	3	
	500-MC34D-JC2	2	
	500-MC34D-JC3	1	
单回水平排列段	500-MC23D-ZBC1	1	
	500-MC23D-ZBC2	2	
	500-MC23D-ZBC3	3	
	500-MC23D-ZBC4	2	
	500-MC23D-ZBCK	4	
	500-MC24D-ZBC1	10	
	500-MC24D-ZBC2	8	
	500-MC24D-ZBC3	13	
	500-MC24D-ZBC4	17	
	500-MC24D-ZBCK	12	
	500-MC34D-ZBC4	1	
	500-MC34D-ZBCK	4	
合计			149

(2) 基础型式

1) 基础型式

根据本项目沿线地形、地质及水文气象条件，塔基基础型式主要采用人工挖孔基础、板式直柱基础。个别地形坡度较缓、覆盖层较薄、岩性较好的岩石地基的塔基拟采用岩石锚杆基础或岩石嵌固基础。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。

2) 铁塔与基础连接方式

本项目线路铁塔采用地脚螺栓与基础连接。

3.1.3.4 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，线路对地及交叉跨越物的最小垂直距离见表 3-6，本项目线

路的主要交叉跨越情况见表 3-7。

表 3-6 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	耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所对地距离	10.5 (单回三角排列)	边导线地面投影外两侧各 50m 范围内无居民分布的耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所, 包括工程拆迁后无居民的区域
		11 (单回水平排列)	
2	民房等公众曝露区域对地距离	14 (单回三角排列)	边导线地面投影外两侧各 50m 范围内有居民分布的区域
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 3-7 本项目线路主要交叉跨越情况及垂直距离要求

跨越 线路	被跨越物		跨（钻） 越数（次）	规程规定的 最小垂直净 距(m)	备注
本 项 目 线 路	220kV 红卫桥-马尔康 线（单回三角排列）		1（跨越）	6.0	线路单回三角排列段采取 上跨 方 式，在跨越处既有线路地线对地高 度为 20m，本线路导线高度不受既 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。
	110kV 龙头滩-达维线 （单回三角排列）		2（跨越）	6.0	线路单回三角排列段采取 上跨 方 式，在 2 次跨越处既有线路地线对 地高度为分别约 14m、20m，本线 路导线高度不受既有线路限制，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。
	110kV 呷博-蒲志线 （单回三角排列）		1（跨越）	6.0	线路单回三角排列段采取 上跨 方 式，在跨越处既有线路地线对地高 度为 15m，本线路导线高度不受既 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。
	110kV 邓家桥-蒲志线 （单回三角排列）		1（跨越）	6.0	线路单回三角排列段采取 上跨 方 式，在跨越处既有线路地线对地高 度为 18m，本线路导线高度不受既 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。
	35kV 及以下等级线路		73	6.0	——
	I～Ⅲ级通信线		40	8.5	——
	公路	一般公路	43	14.0	——
	河流	脚木足河	3	6.5	至百年一遇洪水位
		小河流	10		

3.1.3.5 与其他线路并行情况

本项目线路未与其他 110kV 及以上电压等级线路的并行。

3.1.4 工程占地及物料、资源等消耗

3.1.4.1 工程占地

马尔康 500kV 变电站已按最终规模一次征地，本次扩建在变电站内预留场地上进行，不新征地。本项目输电线路总占地面积约 29.76hm²，其中永久占地面积约 5.96hm²，临时占地面积约 23.80hm²。

3.1.4.2 主要原（辅）材料及能耗消耗

本工程原辅材料主要在建设期消耗，投运后无原辅材料消耗。本工程原辅材料及能源消耗见表 3-8。

表 3-8 本工程主要原辅材料及能耗消耗表

名称		耗量			来源
		马尔康 500kV 变电站间隔扩建	输电线路	合计	
主 (辅) 料	导线 (t)	—	1978.4	1978.4	市场购买
	光缆 (km)	—	123	123	市场购买
	绝缘子(片)	26	60247	60273	市场购买
	钢材 (t)	35	9924.4	9959.4	市场购买
	水泥 (t)	8.5	3596	3604.5	市场购买
	砂石 (t)	18.5	7956	7974.5	市场购买
	混凝土 (m ³)	5.7	2463	2468.7	市场购买
水量	施工期用水 (t/d)	1.8	10.8	12.6	附近水源
	运行期用水 (t/d)	不新增	无	——	——

3.1.5 工程土石方量

根据《阿坝巴拉水电站 500 千伏送出工程水土保持方案报告书》，本项目土石方开挖总量 4.5165 万 m³，见错误!未找到引用源。，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间隔基础开挖和线路塔基基础开挖。工程余方 1.2915 万 m³（变电站 0.0015 万 m³、输电线路 1.29 万 m³），变电站扩建少量余方在站外终端塔塔基占地范围内摊平；线路总土石方量分散在每个塔基处，少量余方在铁塔下夯实或拦挡后进行植被恢复。

3.1.6 施工组织及施工工艺

3.1.6.1 交通运输

本项目马尔康 500kV 变电站间隔扩建利用初期建设的进站道路，不需新建施工运输道路；本项目线路附近有 G317 国道、S220 省道、县道、乡村公路，当既有道路

不能满足施工机械设备和车辆通行需要时,需新建施工道路和对原有乡村道路和机耕道进行拓宽修整。原辅材料采用车辆通过既有道路和新建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。本项目线路需新建施工道路约 3km,宽约 3.5m,占地约 1.05hm^2 ;扩建施工道路约 15.0km,扩宽约 1m,占地约 1.5hm^2 ;需修整施工人抬便道长度约 15km,宽约 1m,共计占地面积约 1.5hm^2 。

3.1.6.2 施工工序

(1) 马尔康 500kV 变电站间隔扩建工程

马尔康 500kV 变电站间隔扩建在站内预留场地上进行,施工工序主要分为基础施工和设备安装。

1) 基础施工

基础施工包括扩建 500kV 设备支架基础等,土建施工挖填方量较小,采用人工开挖,开挖产生的少量基槽余土在站外终端塔塔基占地范围内摊平。

2) 设备安装

设备安装主要是断路器保护装置等电气设备安装,一般采用人工安装方式。

(2) 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,本项目线路附近有 G317 国道、S220 省道、县道、乡村公路,但还需新建施工道路约 3km,扩建施工道路约 15.0km。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,需新建简易人抬便道 13.5km,无法修建临时道路时,可采用货运索道运输。

2) 基础施工

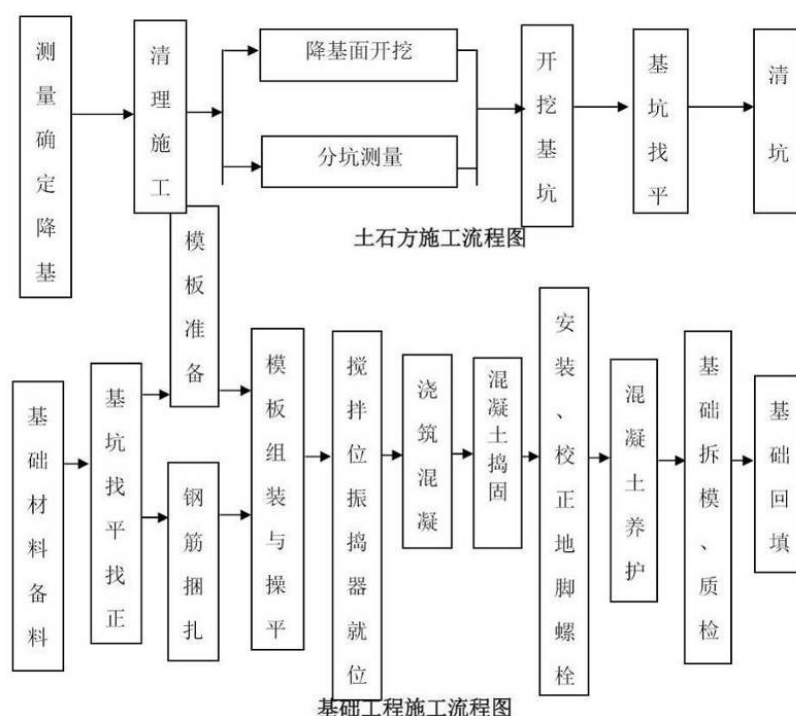
基础施工工序主要有基础开挖、基础浇注、基础回填等。本项目塔基基础在土质条件适宜的情况下,优先采用挖孔基础和掏挖基础,能充分利用原状土的特性,基坑开挖量及平台开挖量较少,施工对环境的破坏小,能有效保护塔基周围的自然地貌;部分地质为全基岩或者覆盖层薄且基岩完整性良好的塔基拟采用嵌岩桩基础,避免了岩石基坑的开挖困难,且具有良好的承载性能,可以显著降低混凝土和钢材的耗量。塔基基础开挖前应进行表土剥离和草皮剥离,并进行临时堆存和养护。基面土方开挖时,结合现场实际地形进行,尽量避免大开挖;凡能开挖成型的基坑,均应采用以“坑

壁”代替基础底模板方式开挖，尽可能减少开挖量。

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，做到随挖随浇筑制基础，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，对采用掏挖基础、人工挖孔基础的塔位可因地制宜地采用人工开挖，采用板式基础的塔位可采用机械开挖、人工找平相结合的方式，对采用岩石嵌固基础的塔位结合现场交通条件可采用螺旋桩机。

3) 铁塔组立

本项目所在区域地形为峻岭、高山、山地，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 G317 国道、S220 省道、110kV 以上电压等级输电线路时需采取措施，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。

- 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。

- 跨越 110kV 及以上电压等级的线路时，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，跨越时可少量砍伐，采用人工牵线。

3.1.6.3 施工场地布置

(1) 马尔康 500kV 变电站间隔扩建

1) 材料供应

工程所需砂石、水泥、钢材考虑从附近购买。

2) 施工场地、用水、用电

马尔康 500kV 变电站间隔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，开挖产生的少量基槽余在站外终端塔塔基占地范围内摊平。

（2）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，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临时场地 149 个，共计占地面积约 16.07m^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蓬房。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，便于材料运输；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、避让耕地，以占用较低矮、稀疏的灌丛、草丛为主，以减少对当地植被和农作物的破坏；牵张场选址应尽可能远离居民区。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。根据本工程所在区域地形条件、类似工程设置经验，并咨询设计人员，本项目线路拟设置 16 处牵张场，每个牵张场占地约 1000m^2 ，共计占地面积约 1.6hm^2 。

3）施工道路

本项目尽量利用既有道路，当既有道路不能满足施工机械设备和车辆通行需要时，需部分新建施工道路，并对原有乡村道路和机耕道进行拓宽。本项目需新建施工道路约 3km，宽约 3.5m，占地约 1.05hm^2 ；扩建施工道路约 15.0km，扩宽约 1m，占地约 1.5hm^2 。

4）施工人抬便道

对少量无法直接到达的塔位，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人行小道进行修整，无人行小道可利用时，新建便道占地尽量避让植被密集区域，以减少植被破坏。本项目线路共需修整施工人抬便道长度约 13.5km，宽约 1m，共计占地面积约 1.35hm^2 。

5）跨越施工场

跨越施工场主要用作本项目线路跨越 110kV 以上电压等级输电线路处施工，也兼作材料使用前的临时堆放，本项目线路共设置 10 处跨越施工场（跨越点两侧的门

型构架或竹制构架占地为 2 处)，共计占地面积约 0.15hm^2 。

6) 索道站

对于无法修建施工人抬道路的塔位，可采用索道运输，索道站及滑索尽量避让植被密集区域，以减少植被破坏。本项目线路共需设置 104 处索道站，共计占地面积约 2.08hm^2 。

6) 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（如马尔康市松岗镇、脚木足乡、草登乡等）带院落、交通方便的既有民房、厂房等，不另行占地，使用完毕后，拆除搭建的临时棚库。

7) 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。

8) 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。

3.1.6.4 一档跨越饮用水水源保护区和邻近岷江柏自然保护区、大渡河源水源涵养生态保护红线的施工组织及施工工艺

本项目线路一档跨越松岗镇银日巴沟七里村集中式饮用水水源保护区一级保护区、二级保护区分别约 110m、700m；一档跨越脚木足乡沙市沟沙市村饮用水水源地（分散式）约 110m，均未在水中立塔。

本工程全线不穿越自然保护区、风景名胜区、生态保护红线、森林公园等生态敏感目标。鉴于大渡河源水源涵养生态保护红线与马尔康岷江柏自然保护区范围重合，故本项目线路距马尔康岷江柏自然保护区（大渡河源水源涵养生态保护红线）直线最近距离约 0.1km，塔基距马尔康岷江柏自然保护区（大渡河源水源涵养生态保护红线）直线最近距离约 0.1km。因此，在松岗镇银日巴沟七里村集中式饮用水水源保护区、脚木足乡沙市沟沙市村饮用水水源地（分散式）、马尔康岷江柏自然保护区、大渡河源水源涵养生态保护红线附近施工时，优化施工方式，选择合理的施工组织方案与施工方式，具体如下：

（1）塔基施工临时场地和基础施工

划定最小施工范围，对施工场地四周进行拦挡围护，严格控制施工红线，禁止施工人员进入自然保护区、生态保护红线保护范围；优化塔基基础型式，尽量减少塔基临时占地。禁止在饮用水水源保护区、自然保护区、生态保护红线保护范围内设置塔基施工临时场地，并尽可能远离其设置，确保施工范围不涉及上述环境敏感区。

在饮用水水源保护区、自然保护区、生态保护红线附近基础开挖时尽量采用人工开挖，施工中尽量避免爆破。

本工程线路跨越饮用水水源保护区段、临近自然保护区、生态保护红线段均位于山区，已对杆塔基础采用全方位高低腿设计，以减少植被破坏面积和土方开挖量。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。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

禁止在饮用水水源保护区、自然保护区、生态保护红线范围内设置牵张场，减少施工活动干扰。架线施工采用飞艇放线等环境友好型架线方式，避免破坏植被。

（3）跨越场

饮用水水源保护区、自然保护区、生态保护红线范围内不设置跨越施工场。

（4）施工道路及材料运输

饮用水水源保护区、自然保护区、生态保护红线范围内不得新建施工运输道路、施工人抬便道和索道站，并尽可能远离其设置。

（5）施工生活区和材料站

禁止在饮用水水源保护区、自然保护区、生态保护红线范围内设置施工营地、材料站等临时场地。

（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；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，避免残留污染物造成污染。

（7）余土处置

禁止在饮用水水源保护区、自然保护区、生态保护红线范围内设置取、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、夯实或拦挡后进行植被恢复。

（8）植被恢复

施工结束后及时对保护区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植被自然更新，并优先选用自然保护区、生态保护红线范围内的常见物种进行植被恢复，严禁引入外来物种，尽量维护保护区范围内的生物多样性，并加强后期管理维护。

3.1.6.5 施工时序

根据同类工程类比，马尔康 500kV 变电站间隔扩建施工周期约需 3 个月，线路施工周期约需 12 个月。本项目计划于 2025 年 1 月开工，2025 年 12 月建成投运。

3.1.6.6 施工人员配置

根据同类工程类比，马尔康 500kV 变电站间隔扩建施工周期约需 3 个月，平均每天需技工 5 人左右，民工 10 人左右；本项目线路施工周期约 12 个月，平均每天需技工 30 人左右，民工 60 人左右，施工人员沿线路分散分布。

3.1.6.7 施工机具

本项目施工期主要施工机具见表 3-9。

表 3-9 本项目主要施工机具一览表

序号	主要施工机具
1	履带式推土机
2	轮胎式装载机
3	履带式单斗挖掘机
4	振动压路机
5	夯实机
6	风动凿岩机
7	液压锻钎机
8	磨钎机
9	汽车式起重机
10	塔式起重机
11	轮胎式运输车
12	载重汽车
13	洒水车

(续) 表 3-12 本项目主要施工机具一览表

序号	主要施工机具
14	混凝土振捣器
15	电动卷扬机
16	钢筋弯曲机
17	电动空气压缩机
18	交流电焊机
19	型钢调直机
21	旋挖钻机
22	牵引机
23	张力机
24	无人机
25	飞艇

3.1.7 项目主要经济技术指标

本项目主要技术经济指标见表 3-10。

表 3-10 项目主要技术经济指标

序号	名称		单位	耗量		
				马尔康 500kV 变电站间隔扩建	输电线路	合计
1	永久占地面积		hm ²	—	5.90	5.90
2	土石方量	挖方	万 m ³	0.0040	2.900	2.9040
		填方	万 m ³	0.0025	1.6100	1.6125
		余方	万 m ³	0.0015	1.2900	1.2915
3	总投资		万元	2388	44225	46758

3.2 选址选线环境合理性分析

3.2.1 马尔康 500kV 变电站间隔扩建工程

3.2.1.1 扩建方案及合理性分析

马尔康 500kV 变电站为既有变电站，位于阿坝州马尔康市松岗镇直波村。本次在变电站站内进行扩建，不新征地，不会改变当地用地规划。

根据现场调查及环境影响分析，变电站本次扩建方案从环境影响角度分析具有下列特点：**1) 环境制约因素：**①本次间隔扩建在站内预留场地内进行，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；②本次扩建不新征地，不涉及林木砍伐，不涉及珍稀保护动植物；③本次扩建的设备基础土石方开挖量少，少量余方在站外终端塔占地范围内摊平处理，符合《输变电建设项目环境保护技术要求》(HJ 1113-2020)的要求；**2) 环境影响程度：**①变电站本次扩建不新增主变、高抗等高噪声源设备，本线路出线远离居民方向，变电站本次扩建对周围居民影响较小；②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）的要求；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，本次在站内预留场地扩建选址是合理的。**

3.2.1.2 总平面布置及环境合理性

变电站本次扩建后总布置方式不变，仍为户外布置，即主变采用户外布置、500kV 和 220kV 配电装置均采用 GIS（气体绝缘金属封闭开关设备）户外布置；既有主变、配电装置等电气设备及主控楼、事故油池等建（构）筑物的位置均不变。本次在站内预留场地上扩建 1 回 500kV 出线间隔，不新征地，涉及土建施工和设备安装。扩建后变电站总平面布置均不变。

从环境影响及程度分析具有以下特点：**1）环境制约因素：**①本次间隔扩建不改变变电站总平面布置方式，在站内预留场地进行扩建；②本次间隔扩建不改变站外敏感目标与变电站之间的位置关系；③变电站运行方式不变，不增加运行人员，无新增生活污水和生活垃圾量；**2）与 HJ 1113-2020 符合性：**①站内前期工程设有容积为 150m³ 的事故油池，事故油池已采取防渗措施，能满足《火力发电厂与变电站设计防火规范》（GB50229-2019）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”的要求，符合《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ1113-2020）“变电工程应设置足够容量的事故油池及其配套的拦截、防雨、防渗等措施和设施”的要求，事故油能得到妥善处理，环境风险小；②本次间隔扩建不改变变电站总平面布置方式，既有主变、35kV 并联电抗器等噪声源设备布置在站区中央，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”；**3）环境影响程度：**根据电磁环境预测分析，变电站扩建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，变电站间隔扩建投运后站界噪声均满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准限值要求，站外环境敏感目标处的噪声均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类标准要求。**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 输电线路

3.2.2.1 线路路径方案选择

根据设计资料,按照区域电力系统接入方案,本项目线路路径选择基本原则如下:

- 符合巴拉水电站开关站、马尔康变电站出线总体规划要求,并兼顾远期系统规划要求,统一规划线路通道。
- 尽量缩短线路路径,减小环境影响。
- 避让自然保护区、自然公园、生态保护红线等环境敏感区,降低生态环境影响。
- 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机耕道,减小人力运输距离,便于施工和运行检修。
- 尽量避让集中居民区,减少房屋拆迁,减小对周围居民的影响。
- 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。

根据本项目系统接入方案,本次需从巴拉水电站 500kV 开关站接入马尔康变电站。按上述路径选择原则,建设单位和设计单位首先依据在建巴拉水电站 500kV 开关站和既有马尔康变电站的位置,结合区域地形地貌条件,初拟线路路径方案,再进行现场踏勘和收资,根据区域居民分布、植被分布、交通条件、生态敏感区、饮用水水源保护区分布等资料优化拟选路径,并征求马尔康市自然资源局等相关政府部门意见,进一步拟选线路路径方案如下:

1) 南方案

线路从巴拉水电站出线后,跨越脚木足河,右转之后沿脚木足河东岸走线,避开巴郎村房屋密集区、水电站施工区域,经日部乡,平行达维-巴拉 110kV 线路北侧走线,经确洛寺、木增、五都、满都、达维、温都寺,左转避开达维 110kV 变电站和达维水电站,平行已建龙头滩-达维 110kV 线路北侧走线,经宝岩村、硃林村,跨越龙头滩-达维 110kV 线路和脚木足河,之后平行于龙头滩-达维 110kV 线路西南侧,经达玛斗、三叉古、洛罗、沙左村,翻越斯达尔沃山,经铺市口村,向东南方向走线,

经大西木尔巴村，跨越脚木足河，经孔龙村、白賧，避开马尔康岷江柏自然保护区，之后平行于松岗-龙头滩 110kV 线路东侧向东南方向走线，经脚木足乡、大坝口村、七里村，在松岗镇西北侧跨越已建松岗-龙头滩 110kV 线路，跨越红卫桥—马尔康 220kV 线路，之后左转接入马尔康 500kV 变电站。南方案路径全长约 74km。

2) 北方案

北方案在巴拉水电站-宝岩村段、大西木尔巴村-马尔康变段路径与南方案一致。线路经宝岩村、硃林村，避开规划草登温度假小镇及房屋密集区，继续在脚木足河北岸走线，经卡尔古、二居、干木鸟、蒙岩，在木尔渣附近跨越脚木足河，之后沿脚木足河西岸向南方向走线，经龙头滩、儿各登，避开马尔康孔龙国家级人文遗产保护区，在孔龙村西侧，回到南方案路径。北方案路径全长约 90km。

南、北方案在海拔高度、地质条件、沿线环境敏感区情况和政府部门意见等方面相当。

线路总长度：南方案线路路径更短，有利于减少铁塔数量及占地面积，减小对生态环境影响。

地形条件：南方案线路沿线峻岭的比例更少，现场施工条件更优。

气象条件：北方案全线均为 10mm 冰区，气象条件更好。

交通运输条件：南方案沿线交通运输条件更好，新建施工道路更短，有利于减小对生态环境的影响。

主要交叉跨越情况：南方案跨越既有河流次数更少，利于减少对水环境的影响。

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当地林业资源的影响。

沿线居民分布及房屋拆迁：南方案避开了线路周围集中居民区，房屋拆迁量较少，距民房距离更远，有利于减小线路建设对周围居民的影响。

因此从环保和规划角度分析，南方案在线路总长度、地形条件、气象条件、交通运输条件、主要交叉跨越情况、林木砍削量、沿线居民分布及房屋拆迁等方面具有优势，故本项目线路路径采用南方案（即设计推荐方案）是合理的。

3.2.2.2 松岗镇银日巴沟七里村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

松岗镇银日巴沟七里村集中式饮用水水源保护区属于河流型饮用水水源保护区。阿坝州人民政府以阿府函〔2020〕87 号《关于同意划定、调整、撤销部分乡镇饮用

水水源保护区（保护范围）的批复》同意该水源保护区划定方案，水源保护区划定情况如下：

取水口：位于松岗镇七里村银日巴沟，坐标为 $31^{\circ}56'16.14''\text{N}$ ， $102^{\circ}5'25.38''\text{E}$ ；

一级保护区范围：取水口下游 100m 至取水口上游 1000m（包括汇入的支沟），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 以上集水范围内除一级保护区外的水域和陆域范围。

（2）路径不可避让性分析

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、马尔康岷江柏自然保护区范围、集中村庄分布区、既有线路路径等。若线路向南绕行在饮用水水源保护区和马尔康岷江柏自然保护区间走线，可避让饮用水水源保护区范围，但需跨越既有 110kV 桥志线 2 次，受既有 110kV 桥志线高度和区域地形、地质的影响，区域塔基立塔困难，影响线路安全性；同时线路需穿越七里村居民集中分布区，增加对居民的影响；同时线路若向南走线更靠近马尔康岷江柏自然保护区，对自然保护区景观影响更大。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、中、南三个局部比选方案。

经对比分析：

1）北方案

北方案向北绕行饮用水水源保护区，线路路径增加约 10km，需新建施工道路 5km，同时线路基本沿着山脊走线，区域地质条件复杂，铁塔立塔存在一定安全隐患；线路需经过 15mm 冰区，施工难度大大增加。综合经济、技术等因素综合考虑，向北避让饮用水水源保护区的路径方案不可行。

2）中方案

中方案避让饮用水水源保护区一级保护区，但需穿越二级保护区长度约 2km，在饮用水水源保护区二级保护区内立塔 3 基，需修建人抬便道 1km，增加了对整个饮用水水源保护区的生态环境影响。因此从生态环境保护和对水环境敏感区保护角度考虑，避让饮用水水源保护区一级保护区的中方案路径不可行。

3）南方案（推荐）

南方案一档跨越松岗镇银日巴沟七里村集中式饮用水水源保护区一级保护区、二

级保护区分别约 110m、700m，不在饮用水水源保护区内立塔，缩短跨越饮用水水源保护区内的路径长度，减少立塔数量，且无需修建施工道路和人抬便道，对饮用水水源保护区影响更小；线路架线阶段采用无人机或飞艇架线，不在饮用水水源保护区内新增临时施工用地，实现了对饮用水水源保护区的无害化穿越，对饮用水水源保护区的影响最小。

因此，推荐南方案作为本段线路推荐方案。

（3）推荐方案环境合理性分析

本工程线路推荐路径一档跨越松岗镇银日巴沟七里村集中式饮用水水源保护区一级保护区、二级保护区分别约 110m、700m，不在饮用水水源保护区内立塔，线路距取水口最近约 270m，塔基距一级保护区和二级保护区边界最近距离分别约 255m、15m，距饮用水水源保护区边界最近约 15m；塔基海拔高度高于饮用水水源保护区约 120m，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，不在饮用水水源保护区内立塔，且无需修建施工道路和人抬便道，对饮用水水源保护区影响更小。推荐路径避开了沿线城镇规划区、集中居民区，减小了房屋拆迁量和工程占地面积，减缓了对当地环境的影响。推荐路径在施工阶段加强施工管理，架线阶段采用无人机或飞艇架线，不在饮用水水源保护区内新增临时施工用地，实现了对饮用水水源保护区的无害化穿越。从环境保护角度考虑，该路径方案是合理的。

（4）本工程与水源保护区的位置关系

本工程线路一档跨越松岗镇银日巴沟七里村集中式饮用水水源保护区一级保护区、二级保护区分别约 110m、700m，不在饮用水水源保护区内立塔；线路距取水口最近约 270m，塔基距一级保护区和二级保护区边界最近距离分别约 255m、15m，距饮用水水源保护区边界最近约 15m，塔基海拔高度高于饮用水水源保护区约 120m。

（5）水源保护区主管部门意见

本工程线路跨越松岗镇银日巴沟七里村集中式饮用水水源保护区路径方案已取得主管部门阿坝州马尔康生态环境局的同意意见。

3.2.2.3 脚木足乡沙市沟沙市村饮用水水源地（分散式）不可避让分析

（1）饮用水水源保护地概况

脚木足乡沙市沟沙市村饮用水水源地属于河流型饮用水水源保护区。阿坝州人民政府以阿府函〔2020〕153 号《阿坝州人民政府关于同意撤销、调整马尔康市梭磨乡

等 11 个乡镇饮用水水源保护区（保护范围）的批复》同意该水源保护区划定方案，水源保护区划定情况如下：

取水口：坐标为 $31^{\circ}59'2.04''N$ ， $102^{\circ}2'33.88''E$ ；

保护范围：蓄水池下游边界至取水口上游 1000m 的河道范围，水域边界沿两岸纵深 50m 的陆域范围。

（2）路径不可避让性分析

本段路径在局部选线过程中，主要考虑因素是饮用水水源保护区范围、马尔康岷江柏自然保护区范围、集中村庄分布区、既有线路、林木密集区等。若线路向西绕行在饮用水水源保护地和马尔康岷江柏自然保护区间走线时受马尔康岷江柏自然保护区、脚木足河范围限制，为避让饮用水水源保护区，线路需跨越既有 110kV 桥志线 2 次，受既有 110kV 桥志线高度和区域地形、地质的影响，区域塔基立塔困难，影响线路安全性；同时线路需穿越居民集中区，增加线路对居民集中区的影响。因此，向西避让饮用水水源保护地方案不可行。经实地踏勘选线，线路拟定了西、东两个局部比选方案。

经对比分析：

1) 东方案

东方案绕行饮用水水源保护区范围，路径较长，在山脊上走线，距离道路较远，需修建人抬便道 1km，施工难度较大。同时需穿越林木密集区 0.8km，增加林木砍伐量，增加对生态环境的影响。因此向东避让饮用水水源保护区的路径方案不可行。

2) 西方案（推荐）

西方案一档跨越脚木足乡沙市沟沙市村饮用水水源地约 110m，不在饮用水水源保护区内立塔，可减少饮用水水源保护区内的路径长度和立塔数量。线路无需修建施工道路和人抬便道，也不跨越林木密集区，对区域生态环境影响更小；线路架线阶段采用无人机或飞艇架线，不在饮用水水源保护区内新增临时施工用地，实现了对饮用水水源保护区的无害化穿越，对饮用水水源保护区的影响最小。

因此，推荐西方案作为本段线路推荐方案。

（3）推荐方案环境合理性分析

本工程线路推荐路径一档跨越脚木足乡沙市沟沙市村饮用水水源地约 110m，不在饮用水水源保护区内立塔，线路距取水口最近约 310m，塔基距饮用水水源地边界最近约 230m，塔基海拔高度高于饮用水水源保护地约 150m，工程建设对保护区水体

基本无影响。同时，推荐路径减少了饮用水水源保护区内的路径长度，不在饮用水水源保护区内立塔，且无需修建施工道路和人抬便道，对饮用水水源保护区影响更小，从环境保护角度考虑该路径方案是合理的。

（4）本工程与饮用水水源保护地的位置关系

本工程线路一档跨越脚木足乡沙市沟沙市村饮用水水源地约 110m，不在饮用水水源保护区内立塔；线路距取水口最近约 310m，塔基距饮用水水源地边界最近约 230m，塔基海拔高度高于饮用水水源保护地约 150m。

（5）水源保护区主管部门意见

本工程线路跨越脚木足乡沙市沟沙市村饮用水水源地路径方案已取得主管部门阿坝州马尔康生态环境局的同意意见。

3.2.2.4 线路路径方案特点

根据设计资料及现场调查，线路所经区域地形为峻岭、高山、山地，土地利用类型主要为草地、林地，植被类型主要为自然植被，植被型包括针叶林、阔叶林、针阔混交林、灌丛、草丛和草甸等，自然植被代表性物种有冷杉、云杉、桦木、高山栎、白桦、高山柏、岷江柏木、杜鹃、蔷薇、高山柳、蒿草、禾草等。线路评价范围内有零星居民分布，距线路最近约 30m。线路高空跨越脚木足河 3 次。本项目距马尔康岷江柏自然保护区直线最近距离约 0.1km；线路一档跨越松岗镇银日巴沟七里村集中式饮用水水源保护区一级保护区、二级保护区分别约 110m、700m；线路一档跨越脚木足乡沙市沟沙市村饮用水水源地（分散式）110m。线路全线位于阿坝州马尔康市境内。

本项目线路路径具有以下特点：**1）环境制约因素：**①线路不涉及国家公园、自然保护区、其他自然公园、世界自然遗产、生态保护红线、重要生境等生态敏感区；本项目距马尔康岷江柏自然保护区直线最近距离约 0.1km；线路一档跨越松岗镇银日巴沟七里村集中式饮用水水源保护区一级保护区、二级保护区分别约 110m、700m；线路一档跨越脚木足乡沙市沟沙市村饮用水水源地（分散式）110m；线路永久占地和施工临时占地均不涉及生态保护红线，本项目距大渡河源水源涵养生态保护红线直线最近距离约 0.1km；②线路路径不涉及 I 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；**2）环境影响程度：**线路电磁环境采用类比分析结合模式预测，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进行预测，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 与政策法规等的相符性

3.2.3.1 与产业政策的符合性分析

本项目为电网改造及建设工程，属电力基础设施建设，是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。

3.2.3.2 与电网规划的符合性分析

根据《四川“十四五”电网规划研究报告》和国家能源局《“十四五”电力发展规划》中“十四五”各省（区、市）500千伏及以上交流电网工程表，本项目属于四川省500千伏主网架规划中的项目，属于“十四五”电力发展规划确定的重点项目，路径选择及建设规模均符合规划中的要求，符合四川电网建设规划。综上所述，本项目符合《四川“十四五”电网规划研究报告》中环境影响篇章说明的要求。

国家电网有限公司以《关于四川阿坝巴拉水电站送出等4项500千伏输变电工程可行性研究报告的批复》（国家电网发展〔2023〕715号）对可研报告进行了批复，符合国家和四川电网建设规划。

3.2.3.3 与当地规划的符合性分析

本项目马尔康500kV变电站间隔扩建在站内预留场地上进行，不新征地，对当地规划无影响；本项目线路位于阿坝州马尔康市行政管辖范围内，在选线过程中与沿线有关的自然资源局、林业局和生态环境局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。本项目路径方案于2019年底取得马尔康自然资源局的原则同意意见；2023年5月，马尔康市自然资源局明确线路不涉及生态保护红线和永久基本农田。

3.2.3.4 与生态环境保护规划的符合性

（1）与四川省主体功能区划的符合性

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），不涉及禁止开发区域。限制开发区域（重点生态功能区）的功能定位是：大熊猫、羚牛、金丝猴等重要珍稀生物的栖息地，国

家乃至世界生物多样性保护重要区域，全省重要的生物多样性、涵养水源、保持水土、维系生态平衡的主要区域。

本项目线路不涉及国家公园、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，避让了马尔康岷江柏自然保护区，本项目距马尔康岷江柏自然保护区直线最近距离约 0.1km。本项目马尔康 500kV 间隔扩建在站内预留场地进行，线路一档跨越松岗镇银日巴沟七里村集中式饮用水水源保护区一级保护区、二级保护区分别约 110m、700m；线路一档跨越脚木足乡沙市沟沙市村饮用水水源地（分散式）约 110m。本项目属于基础设施工程，变电站扩建在站内预留场地进行，不新征地；线路采用架空型式走线，线路呈点状分布，永久占地面积小，植被破坏程度轻，施工期采取遮盖、拦挡、砌筑排水沟等水土保持措施，降低新增水土流失，施工结束后及时进行植被恢复，能最大限度地恢复土地利用现状，不影响区域整体功能区划。

（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》，本项目评价区上半部分（巴拉段）属于“IV 川西北高原江河源区寒温带-亚寒带生态区—IV-2 长江源高寒草甸草原生态系统—IV-2-1 阿坝-壤塘农牧业与水源涵养生态功能区”，其生态保护与发展方向为：保护森林和草原植被，保护生物多样性；巩固天然林保护、退耕还林、退牧还草成果。调整农业结构，适度发展牧业，防止草场超载过牧，开展人工饲草基地的建设，发展畜产品加工业，开发畜牧有机产品。规范和严格管理自然资源开发”。评价区下半部分（马尔康段）属于“III-川西高山高原亚热带—温带—寒温带生态区—III-2 岷山—邛崃山云杉冷杉林—高山草甸生态亚区—III-2-3 大渡河中游土壤保持与生物多样性保护生态功能区”，其生态保护与发展方向为：保护森林和草地植被，保护生物多样性；巩固天然林保护和退耕还林成果。加强地质灾害的综合整治，防治水土流失。科学发展林牧业，发展绿色食品和有机食品，建立中药材原料基地。发展旅游等特色产业。禁止发展对生态环境和自然景观破坏严重的开发项目。本项目马尔康 500kV 间隔扩建在站内预留场地进行，仅对线路塔基占地范围内的树木进行砍伐，植被破坏程度轻微，施工结束后采取植被恢复、复耕等措施可逐步恢复自然生态和农业生态，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。本项目为阿坝巴拉水电站 500kV 送出工程，其建设是满足巴拉水电站的电力送出需求，有利于进一步推动西电东送，为远期脚木足河流域梯级电站送出创造条件，并兼顾周边新能源资源开发送出需要，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。

3.2.3.5 与饮用水水源保护区管理要求的符合性分析

结合区域实际地形、地质条件，考虑到该区域既有线路、城镇居民分布、马尔康岷江柏自然保护区和生态保护红线分布、松岗镇银日巴沟七里村集中式饮用水水源保护区和脚木足乡沙市沟沙市村饮用水水源地（分散式）划定范围等因素，本项目线路需一档高空线路一档跨越松岗镇银日巴沟七里村集中式饮用水水源保护区一级保护区、二级保护区分别约 110m、700m；线路一档跨越脚木足乡沙市沟沙市村饮用水水源地（分散式）约 110m。

根据《饮用水水源保护区污染防治管理规定》（2010 年 12 月 22 日修正）中的规定：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。”及第十二条“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：...一、一级保护区内禁止新建、扩建与供水设施和保护水源无关的建设项目；禁止向水域排放污水，已设置的排污口必须拆除；不得设置与供水需要无关的码头，禁止停靠船舶；禁止堆置和存放工业废渣、城市垃圾、粪便和其他废弃物；禁止设置油库；禁止从事种植、放养畜禽和网箱养殖活动；禁止可能污染水源的旅游活动和其他活动。”本项目线路需一档高空线路一档跨越松岗镇银日巴沟七里村集中式饮用水水源保护区一级保护区、二级保护区分别约 110m、700m；线路一档跨越脚木足乡沙市沟沙市村饮用水水源地（分散式）约 110m。通过加强对施工和运维人员的管理，禁止进入保护区水域和陆域范围，禁止向水体排放污染物，线路不会破坏水环境生态平衡；通过限制距离二级保护区最近的 2 个塔基的临时占地位置，将施工场地设置在远离水源保护区一侧，能尽量避免对水源保护区造成影响，也不会影响区域植被的水源涵养功能；本工程属于输变电基础设施项目，不设置排污口，不在水源保护区内设置任何设施，也不在水源保护区内开展施工活动，

不属于保护区内的禁止范畴。

根据《四川省饮用水水源保护管理条例》（2019 年 9 月 26 日修正）中的规定：第十六条“在地表水饮用水水源保护区内，禁止设置排污口”。第十九条“地表水饮用水水源一级保护区内，除遵守本条例第十七条和第十八条规定外，还应当遵守下列规定：（一）禁止新建、改建、扩建与供水设施和保护水源无关的建设项目；已建成的与供水设施和保护水源无关的建设项目，由县级以上地方人民政府责令拆除或者关闭；（二）禁止使用化肥；（三）禁止设置畜禽养殖场；（四）禁止与保护水源无关的船舶停靠、装卸；（五）禁止在水体清洗机动车辆；（六）禁止从事旅游、游泳、垂钓或者其他污染饮用水水体的活动。”本工程属于输变电基础设施项目，不设置排污口，不在水源保护区内设置任何设施，也不在水源保护区内开展施工活动，不属于保护区内的禁止范畴，同时线路不在水源地保护区范围内立塔，并在技术可行的条件下尽量增大档距，增大塔基临时占地与水源地保护区的距离；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；线路运行期不产生污染物，仅少数运维人员会进入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，禁止进入水源地保护区的水域范围，线路运行期不会影响水源地的水环境质量和水域功能。

3.2.3.6 项目建设与“三线一单”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

本项目位于阿坝州马尔康市境内，根据《阿坝藏族羌族自治州人民政府关于落实生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线制定生态环境准入清单实施生态环境分区管控的通知》（阿府发〔2021〕8 号），本项目位于优先保护单元、城镇重点管控单元、一般管控单元。

表 3-11 项目涉及管控单元情况表

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
ZH51320120001	马尔康市城中心城区	阿坝藏族羌族自治州	马尔康市	环境管控单元	环境综合管控单元城镇重点管控单元	马尔康变电站
ZH51320130001	马尔康市	阿坝藏族羌族自治州	马尔康市	环境管控单元	环境综合管控单元一般管控单元	马尔康变电站、线路
ZH51320110001	四川省梭磨河森林自然公园、马尔康市大朗足沟饮用水水源地、马尔康市二台子沟、燃灯足沟、热卡足沟，马尔康市西洛足卡沟、卡木拉足沟、磨子沟水源地、生态功能极重要区、生态公益林	阿坝藏族羌族自治州	马尔康市	环境管控单元	环境综合管控单元优先保护单元	线路（属于生态功能极重要区）

根据四川省政务服务网“三线一单”查询结果：本项目位于城镇重点管控单元、优先保护单元和一般管控单元。

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；变电站扩建不新增生活污水，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，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、水环境城镇生活污染重点管控区和大气环境一般管控区、大气环境受体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《关于阿坝藏族羌族自治州国土空间总体规划(2021-2035 年)的批复》（川府函〔2024〕69 号）批复了四川省“三区三线”划定成果，根据核实，本项目不在“三区三线”划定的生态保护红线范围内，符合生态保护红线管控要求。

③项目建设与一般生态空间符合性分析

生态空间一般包含国家公园和各级自然保护区、风景名胜区、森林公园、湿地公园、地质公园、世界自然遗产、水产种质资源保护区、饮用水水源保护区等九大类法定自然保护地。本项目马尔康 500kV 变电站间隔扩建不涉及上述九大类法定自然保护地，不涉及一般生态空间；**本项目距马尔康岷江柏自然保护区直线最近距离约 0.1km，距大渡河源水源涵养生态保护红线直线最近距离约 0.1km。线路一档跨越松岗镇银日巴沟七里村集中式饮用水水源保护区一级保护区、二级保护区分别约 110m、700m；线路一档跨越脚木足乡沙市沟沙市村饮用水水源地（分散式）约 110m。**

本项目线路需穿越一般生态空间约 9.5km。穿越的马尔康市一般生态空间主要为水源涵养重要区、生物多样性维护重要区、水土保持功能重要区。本项目穿越的一般生态空间未与饮用水水源保护区等水环境敏感区和自然保护区、森林公园及生态保护红线等生态敏感区重叠。根据现场调查，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，可将本工程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

根据《阿坝藏族羌族自治州人民政府关于落实生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线制定生态环境准入清单实施生态环境分区管控的通知》（阿府发〔2021〕8号）和四川省政务服务网“三线一单”查询结果，本项目与阿坝州生态环境准入清单的符合性分析见表 3-12。

表 3-12 本项目与阿坝藏族羌族自治州生态环境准入清单的符合性分析
生态环境准入清单的具体要求

类别				对应管控要求	项目对应情况介绍	符合性分析
城 镇 重 点 管 控 单 元：马 尔 康 市 城 中 心 城 区 (ZH513 2012000 1)	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	禁止在长江干支流岸线一公里范围内新建、扩建化工园区和化工项目；禁止在长江重要支流岸线一公里范围内新建、改建、扩建尾矿库（以提升安全、生态环境保护水平为目的的改建除外）。	本项目为输变电工程，不属于新建生产线项目。	符合
			限制开发建设活动的要求	 现有工业企业（涉及民生的除外）原则上限制其发展，允许以提升安全、生态环境保护水平为目的的改建，引导企业搬入产业对口园区。	 本项目为输变电工程，马尔康 500kV 变电站间隔扩建在站内预留位置进行，不会降低当地生态环境功能，不属于限制开发的建设活动。	符合
			不符合空间布局要求活动的退出要求	 长江干流及主要支流重点管控岸线：岸线1公里范围内不准新增化工园区，依法淘汰取缔违法违规工业园区。	 本项目为输变电工程，马尔康 500kV 变电站间隔扩建在站内预留位置进行。	符合
		污染物排放管控	其他污染物排放管控要求	 2025年，县城（城市）生活垃圾无害化处理率达到95%，县城（城市）生活污水处理率达到90%。	本项目属于输变电工程，运行期马尔康500kV变电站间隔扩建不新增生活垃圾和生活污水。	符合
		环境风险防控	其他环境风险防控要求	对拟收回土地使用权的有色金属矿采选、有色金属冶炼等行业企业用地，以及用途拟变更为居住和商业、学校、医疗、养老机构等公共设施的上述企业用地，应按相关要求 进行土壤环境状况调查评估，符合相应规划用地土壤环境质量要求的地块，方可进入用地程序。	本项目为输变电工程，马尔康 500kV 变电站间隔扩建在站内预留位置进行。	符合
		资源开发利用效率要求	水资源利用总量要求	2025全州用水总量不得超过3.40亿立方米。 2035 全州用水总量不得超过 3.50 亿立方米。	本项目施工期间用水量少，运行期马尔康500kV变电站不新增用水量，对当地水资源影响小。	符合

(续) 表 3-19 本项目与阿坝藏族羌族自治州生态环境准入清单的符合性分析

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			
城 镇 重 点 管 控 单元：马 尔 康 市 城 中 心 城 区 （ZH513 2012000 1）	单元级 清单管 控要求	空间布局约束		执行要素重点管控单元普适性管控要求。 执行要素重点管控单元普适性管控要求。	具体见普适性要求符合性分析。 具体见普适性要求符合性分析。	符合 符合
		污染物排放管控		执行要素重点管控单元普适性管控要求。	具体见普适性要求符合性分析。	符合
		环境风险防控		执行要素重点管控单元普适性管控要求。	具体见普适性要求符合性分析。	符合
		资源开发利用效率要求		执行要素重点管控单元普适性管控要求。	具体见普适性要求符合性分析。	符合
一 般 管 控单元： 马 尔 康 市 （ZH513 2013000 1）	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	 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。	 本项目施工范围不涉及水域，施工期间通过加强施工管理，禁止向附近水体倾倒、填埋、堆放、弃置、处理固体废物，加强对固体废物的收集处理，不会影响区域水环境质量。	符合
			限制开发建设活动的要求	对四川省主体功能区划中的限制开发区域（重点生态功能区），严格保护具有水源涵养功能的自然植被，禁止过度放牧、无序采矿、毁林开荒，限制陡坡垦殖和超载过牧，禁止对野生动植物滥捕滥采。	本项目为输变电工程，不属于放牧、采矿、开荒等活动。本项目属于基础设施项目，项目建设仅对线路塔基占地范围内的树木进行砍伐，植被破坏程度轻微，通过施工过程中采取一系列的植被保护、植被恢复、水土保持措施、水环境保护措施，能尽量降低项目建设对生态环境的不利影响。	符合
			不符合空间布局要求活动的退出要求	限期退出涉及自然保护区核心区或缓冲区、严重破坏生态环境的违规水电站，全面整改审批手续不全、影响生态环境的水电站。	本项目为输变电基础设施项目，不属于水电站类别，本项目不穿越马尔康岷江柏等自然保护区。	符合
			其他空间布局约束要求	无。	无。	——

(续) 表 3-19 本项目与阿坝藏族羌族自治州生态环境准入清单的符合性分析

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		
一般管控单元： 马尔康市（ZH51320130001）	普适性清单管控要求	污染物排放管控	其他污染物排放管控要求	定居点各类房屋建筑四周宜设置排水沟渠，经定居点室外排水管渠网汇集后，经简易生活污水处理设施处理后排至水体。简易生活污水处理工艺与设施应针对高原高寒且有冻土的实际，采用符合当地实际条件的处理方式。	本项目为输变电工程，运行期不产生废污水，施工期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；施工期间产生的少量场地、设备冲洗水利用施工场地设置的沉淀池处理后循环利用，不外排，不会对项目所在区域水环境产生影响。	符合
		环境风险防控	其他环境风险防控要求	…… 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。 ……	…… 本项目为输变电工程，线路运行期无环境风险，对施工产生的固体废物进行分类收集处理，施工结束后及时清理现场，不会污染周围环境，环境风险可控。 ……	符合
		资源开发利用效率要求	水资源利用总量要求	到2025年，农田灌溉水有效利用系数达到0.508以上。2025年全州用水总量不得超过3.4亿立方米。 ……	本项目为输变电工程，施工期间用水量少，运行期无用水量，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	禁止开发建设活动的要求	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
			允许开发建设活动的要求	…… 持续保护森林，保护生物多样性；巩固天然林资源保护和退耕还林成果。 ……	本项目线路建设仅对线路塔基占地范围内的树木进行砍伐，植被破坏程度轻微，通过施工过程中采取一系列的植被保护、植被恢复、水土保持措施，能尽量降低项目建设对生态环境的不利影响。	符合
		污染物排放管控	其他污染物排放管控要求	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
		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 3-19 本项目与阿坝藏族羌族自治州生态环境准入清单的符合性分析

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			
优先保护单元：四川省梭磨河森林自然公园、马尔康市大朗足沟饮用水水源地、马尔康市二台子沟、燃灯足沟、热卡足沟，马尔康市西洛足卡沟、卡木拉足沟、磨子沟水源地、生态功能极重要区、生态公益林（ZH51320110001）	普适性清单管控要求	空间布局约束	禁止开发建设的活动要求	 本项目为输电线路工程， 穿越的优先保护单元属于生态功能极重要区（水土保持功能重要区、水土流失敏感区） 。本项目不属于毁林开垦和毁林采石、采砂、采土以及其他毁林行为，也不属于土地资源高消耗产业。本项目通过优化塔基基础型式，进行合理的施工组织设计，并优化塔基施工工艺，可有效减少施工扰动影响范围，缩短施工扰动时间，开挖的土方在回填之前临时堆放时采取“先挡后弃”的原则，通过加强对临时堆土的装袋、遮盖、坡脚挡护和坡面雨水的排导，少量余方在铁塔下夯实或拦挡后进行植被恢复，施工结束后利用当地物种进行植被恢复。采取上述措施后，能有效控制本项目建设引起的新增水土流失，不会增加区域土壤侵蚀强度，能将项目建设对区域产生的负面影响降低到最小程度。	符合

(续) 表 3-19 本项目与阿坝藏族羌族自治州生态环境准入清单的符合性分析

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			
优先保护单元：四川省梭磨河森林自然公园、马尔康市大朗足沟饮用水水源地、马尔康市二台子沟、燃灯足沟、热卡足沟，马尔康市西洛足卡沟、卡木拉足沟、磨子沟水源地、生态功能极重要区、生态公益林（ZH51320110001）	普适性清单管控要求	空间布局约束	限制开发建设活动的要求 水土保持功能重要区、水土流失敏感区——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。 -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。 -限制土地资源高消耗产业在水土保持生态功能区发展。地质灾害隐患区域——原则上极高风险区不应开展大规模城镇和工程建设，有序引导人口、经济向低风险区聚集。	本项目为输电线路工程，属于电力基础设施建设项目，是鼓励类项目，不属于水土保持功能重要区、水土流失敏感区的限制开发建设活动的要求。	符合
		污染物排放管控	暂无	——	——
		环境风险防控	暂无	——	——
	普适性清单管控要求	资源开发利用效率要求	暂无	——	——

综上所述，本项目不涉及生态保护红线、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。

3.2.3.7 工程的环境合理性分析

本项目马尔康500kV变电站间隔扩建不涉及站外区域，对站外生态环境无影响，在前期工程已采取的电磁环境、噪声控制措施基础上，本次扩建按相关规程规范进行设计，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。输电线路避让了集中居民区；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。

本项目线路无法避让松岗镇银日巴沟七里村集中式饮用水水源保护区、脚木足乡沙市沟沙市村饮用水水源地，线路路径取得了阿坝州马尔康生态环境局的同意意见，通过采取线路采取一档饮用水水源保护区，不在饮用水水源保护区的范围内立塔，优化基础型式、优化施工工艺、强化水土保持、加强施工管理、采取污染防治措施、制定风险防范措施等减缓措施，采取植被恢复等补偿措施，并最大限度地减小对饮用水水源保护区的影响，符合《饮用水水源保护区污染防治管理规定》、《四川省饮用水水源保护管理条例》、《四川省饮用水水源保护区管理规定（试行）》的要求。因此，**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 马尔康 500kV 变电站间隔扩建

马尔康 500kV 变电站扩建施工期的环境影响包括施工噪声、施工扬尘、施工废污水、固体废物等。

（1）施工噪声

本次施工主要为扩建 1 回 500kV 出线间隔，施工工序包括设备土建施工和设备安装。土建施工不使用挖土机、推土机等大型施工机具，采用人工开挖，施工机具主要有吊车、运输车辆等，其最大噪声源强约 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 15 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 1.62t/d。

（4）固体废物

固体废物主要为施工人员产生的生活垃圾和弃土，平均每天配置施工人员约 15 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）中四类区域人均生活垃圾产生量为 0.5kg/d，产生生活垃圾量约 7.5kg/d。变电站站间隔扩建基础开挖产生的少量余土在站外终端塔塔基占地范围内摊平。

3.3.1.2 输电线路

本项目线路施工期的环境影响包括生态影响、施工噪声、施工扬尘、施工废污水、固体废物等。

（1）生态影响

线路塔基、施工道路建设活动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。施工道路修整，塔基开挖，牵张场、索道站和跨越场建立、清除，材料堆放等均会造成局部植被破坏和地表扰动，并由此引起水土流失。

（2）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。

（3）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。

（4）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 90 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 9.72t/d。

（5）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 90 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），人均生活垃圾产生量为 0.5kg/d，线路生活垃圾产生量约 45kg/d。施工过程中产生的生活垃圾若不妥善处理，将会对周围环境产生不良影响。

3.3.2 运行期

3.3.2.1 马尔康 500kV 变电站间隔扩建工程

马尔康 500kV 变电站间隔扩建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

变电站运行期站内交流电气设备附近会产生工频电场、工频磁场，主要设备有主变压器、500kV 配电装置等。本次扩建间隔主要影响变电站出线侧电磁环境。

（2）噪声

本次扩建间隔不新增主变、高抗等强噪声源设备。

（3）废污水

变电站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。

（5）固体废物

1) 生活垃圾

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

2) 事故废油、含油废物和废蓄电池

变电站本次扩建不新增主变、高抗等含油设施，不新增废旧蓄电池产生量。

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

本项目马尔康 500kV 变电站扩建集中在站内进行,不涉及站外生态环境影响。本项目线路在塔基、施工道路、牵张场、索道站、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) 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;但是本工程塔基数量较少,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;跨越重要设施需设置跨越场;为便于施工材料运输,需修整部分施工道路、扩建部分乡村道路,并新建部分人抬道路,局部塔位需修建索道站;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) 本项目线路一档跨越松岗镇银日巴沟七里村集中式饮用水水源保护区一级保护区、二级保护区分别约 110m、700m;线路一档跨越脚木足乡沙市沟沙市村饮用

水水源地（分散式）约 110m。线路通过增大档距一档跨越饮用水水源保护区，不在一级保护区和二级保护区的陆域和水域范围内立塔等措施尽可能减小对饮用水水源保护区的影响，通过优化施工方式，选择合理的施工组织方案，能实现无害化穿越，对饮用水水源保护区水源涵养功能基本无影响。

3.4.2 运行期

本工程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。

运行期工程永久占地主要为塔基占地，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，会造成景观格局及植被覆盖状况的轻微变化。

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 马尔康 500kV 变电站间隔扩建工程

（1）新增 500kV 配电装置采用 GIS 户外布置。

（2）变电站内新增的电气设备均安装接地装置，所有设备导电元件间接触部位均应连接紧密。

（3）变电站内新增的金属构件，如吊夹、保护环、保护角、垫片、接头、螺栓、闸刀片等应做到表面光滑。

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 马尔康 500kV 变电站间隔扩建

本次在站内预留位置扩建 1 个出线间隔，不新增主变、高抗等强噪声源设备。

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 马尔康 500kV 变电站间隔扩建工程

变电站本次扩建投运后运行方式不变，运行人员数量不增加，无新增生活污水量，生活污水利用站内设置的地理式污水处理装置处理后综合利用，不外排。

3.5.3.2 输电线路

(1) 线路一档跨越松岗镇银日巴沟七里村集中式饮用水水源保护区一级保护区、二级保护区分别约 110m、700m；线路一档跨越脚木足乡沙市沟沙市村饮用水水源地（分散式）110m，不在饮用水水源保护区范围内立塔。

(2) 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 马尔康 500kV 变电站间隔扩建工程

(1) 变电站本次扩建投运后运行方式不变，运行人员数量不增加，无新增生活垃圾量，生活垃圾利用前期工程设置的垃圾桶收集后由环卫部门定期清运。

(2) 本次在站内预留位置扩建 1 个出线间隔，不新增主变、高抗等含油设备。

(3) 本次扩建不新增蓄电池。

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 马尔康 500kV 变电站间隔扩建工程

本项目变电站扩建集中在站内进行，不涉及站外生态环境影响。

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，避让自然保护区、生态保护红线等环境敏感区，距马尔康岷江柏自然保护区直线最近距离约 0.1km，距大渡河源水源涵养生态保护红

线直线最近距离约 0.1km，降低对区域生态环境的影响。

(2) 根据马尔康市生态环境局核实，线路一档跨越松岗镇银日巴沟七里村集中式饮用水水源保护区一级保护区、二级保护区分别约 110m、700m；线路一档跨越脚木足乡沙市沟沙市村饮用水水源地（分散式）约 110m。线路通过增大档距一档跨越饮用水水源保护区，不在一级保护区和二级保护区的陆域和水域范围内立塔等措施尽可能减小对饮用水水源保护区的影响，能实现无害化穿越，能最大限度地减小对饮用水水源保护区的影响。

(3) 线路路径选择时尽量缩短线路长度，降低对区域生态环境功能的影响。

(4) 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。

(5) 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。

(6) 线路采用全方位高低腿铁塔，塔基主要采用挖孔桩基础、人工挖孔基础，不采用大开挖基础，尽量优化塔基基础型式，尽量减少占地，减少土石方开挖量及水土流失影响。

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

马尔康 500kV 变电站间隔扩建工程位于阿坝州马尔康市松岗镇直波村既有马尔康 500kV 变电站站内；新建 500kV 线路位于阿坝州马尔康市境内。

4.1.2 交通

本项目马尔康 500kV 变电站扩建位于变电站内预留场地，利用变电站前期工程建设的进站道路，引接至东南侧 G317 国道，总体交通条件较好；线路沿线有 G317 国道、S220 省道、县道、乡村公路，总体交通条件较好。

4.1.3 项目区域环境质量

根据阿坝州生态环境局发布的《阿坝州生态环境状况公报》（2022），2022 年马尔康市环境空气质量保持良好，优良天数率为 100%，其中达优为 78.36%，达良为 21.64%。2022 年马尔康市 SO_2 平均浓度为 $9.0\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，满足一级标准； NO_2 平均浓度为 $11.0\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，满足一级标准， PM_{10} 平均浓度为 $22.0\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，满足一级标准， $\text{PM}_{2.5}$ 平均浓度为 $10.0\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，满足一级标准；CO 平均第 95 百分位浓度为 $0.9\text{mg}/\text{m}^3$ ，满足一级标准； O_3 平均第 90 百分位浓度为 $111.0\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，满足二级标准，属于环境空气质量达标区域。

根据阿坝州生态环境局发布的《阿坝州生态环境状况公报》（2022），本项目所在的阿坝州马尔康市的县级集中式饮用水水源地、乡镇集中式饮用水水源地的水质达标率为 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 马尔康 500kV 变电站间隔扩建工程

马尔康 500kV 变电站本次扩建在站内预留场地上进行，不新征地。

4.2.1.2 输电线路

本项目线路沿线地貌类型较为单一，主要表现为构造侵蚀高山及其山间河谷地形，地形切割强烈，河谷狭窄，横剖面呈“V”型，仅在松岗镇、脚木足乡、草登乡、日部乡等零星地带形成相对较为宽阔的“U”型河谷。线路所经区域海拔高度在 2550~3900m 之间，区域地形划分为峻岭 52%、高山 43%、山地 5%。

4.2.2 工程地质

4.2.2.1 马尔康 500kV 变电站间隔扩建工程

马尔康 500kV 变电站场地地层主要为第四系更新统粉质粘土、泥卵砾石和卵漂石。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 0.40s, 设计基本地震动加速度值 0.10g, 对应的抗震设防烈度为Ⅶ度。

4.2.2.2 输电线路

本项目线路路径沿山地斜坡走线, 地层主要表现为第四系残坡积、冲洪积或冰水堆积覆盖层, 及下伏基岩层, 覆盖层土体状态一般较好, 为稍密及以上碎石土或可塑及以上黏性土, 属中硬土。区域地质构造复杂, 地貌单元较多, 塔位选择时尽量避开崩塌、滑坡、泥石流、岩溶地段。

根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015), 巴拉水电站~达维温都寺段、脚木足白莎村~马尔康 500kV 变电站段线路所经区域地震动反应谱特征周期为 0.40s, 设计基本地震动加速度值 0.10g, 对应的抗震设防烈度为Ⅶ度; 达维温都寺~脚木足白莎村段线路所经区域地震动反应谱特征周期为 0.45s, 设计基本地震动加速度值 0.10g, 对应的抗震设防烈度为Ⅶ度。

4.2.3 水文特征

4.2.3.1 马尔康 500kV 变电站间隔扩建工程

变电站本次扩建在站内预留场地上进行, 不新征地, 变电站站址相对位置较高, 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, 本项目线路需跨越不通航的脚木足河 3 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

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
脚木足河	巴拉水电站厂房出线侧	约 30m	70m	100m	不通航	一档跨越, 不在水中立塔	Ⅲ类	防洪、灌溉
	草登乡斯尼村上游	约 60m	250m	450m	不通航		Ⅲ类	防洪、灌溉
	脚木足乡孔龙村上游	约 90m	300m	150m	不通航		Ⅲ类	防洪、灌溉

根据《阿坝州人民政府关于同意划定、调整、撤销部分乡镇饮用水水源保护区(保护范围)的批复》(阿府函〔2020〕87号)、《阿坝州人民政府关于同意撤销、调整马

尔康市梭磨乡等 11 个乡镇饮用水水源保护区（保护范围）的批复》（阿府函〔2020〕153 号），并向当地生态环境主管部门核实，本项目线路需一档跨越松岗镇银日巴沟七里村集中式饮用水水源保护区一级保护区和二级保护区、一档跨越脚木足乡沙市沟沙市村饮用水水源地（分散式）（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。

本项目线路分别在巴拉水电站厂房出线侧、草登乡斯尼村上游和脚木足乡孔龙村上游 3 次跨越脚木足河，均利用河岸地势高处立塔，跨越处水面宽度分别约 30m、60m、90m，均采取一档跨越，不在水中立塔，塔基距水面水平最近距离分别约 70m、250m、300m。线路跨越脚木足河时，导线至水面垂直距离分别不低于 100m、450m、150m，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，线路建设不会影响脚木足河的现有功能。

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。

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松岗镇银日巴沟七里村集中式饮用水水源保护区一级保护区、二级保护区水域和陆域、脚木足乡沙市沟沙市村饮用水水源地（分散式）水域和陆域，均采用一档跨越饮用水水源保护区，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

本项目所在马尔康市属于大陆性高原季风气候，多晴朗天气，昼夜间温差大，具有干湿季分明、起照常、晴天多等气候特点。

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
	马尔康市		马尔康市
年平均气温（℃）	8.6	多年平均风速（m/s）	1.2
极端最高气温（℃）	34.5	积雪日数（d）	13.5
极端最低气温（℃）	-17.5	年平均降雨量（mm）	765.2
年平均霜期（d）	148.3	平均相对湿度（%）	60

4.3 电磁环境

4.3.1 电磁环境现状监测点布置

根据现场调查，本项目所在区域除既有马尔康 500kV 变电站、220kV 马尔康-红卫桥线路、110kV 邓家桥-蒲志线路、110kV 呷博-蒲志线路和 110kV 龙头滩-达维线路外，无其它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和典型线位的电磁环境现状应实测；④对于变电站，其评价范围内临近各侧站界的电磁环境敏感目标和站界的电磁环境现状应实测。

本次在马尔康变电站站界四周、输电线路典型线位（与既有线路交叉跨越处、巴拉水电站开关站本次出线侧）、代表性敏感目标处和饮用水水源保护区内设置监测点；对于受既有变电站影响的敏感目标，选取代表性的楼层进行了多层监测。

马尔康 500kV 变电站站界四周离地 1.5m 处的电场强度现状值在 3.083V/m~1830V/m 之间，与既有线路交叉处、巴拉水电站开关站本次出线侧离地 1.5m 处的电场强度现状值在 1.123V/m~128.6V/m 之间，电磁环境敏感目标及饮用水水体保护区内离地 1.5m 处的电场强度现状值在 0.140V/m~2.970V/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。

马尔康 500kV 变电站站界四周离地 1.5m 处的磁感应强度现状值在 0.0110 μ T~2.343 μ T 之间，与既有线路交叉处、巴拉水电站开关站本次出线侧离地 1.5m 处磁感应强度现状值在 1.124 μ T~0.2527 μ T 之间，电磁环境敏感目标及饮用水水体保护区内离地 1.5m 处的磁感应强度现状值在 0.0033 μ T~0.0076 μ T 之间，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。

4.4 声环境

4.4.1 声环境现状监测点布置

根据现场调查，本项目所在区域除既有马尔康 500kV 变电站、220kV 马尔康-红卫桥线路、110kV 邓家桥-蒲志线路、110kV 呷博-蒲志线路和 110kV 龙头滩-达维线路外，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敏感目标；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。本次在马尔康变电站站界四周设置监测点，并在线路典型线位（与既有线路交叉跨越处、巴拉水电站开关站本次出线侧）、代表性敏感目标处及饮用水水源保护区内设置监测点；对于评价范围内高于（含）三层的建筑，选取代表性的楼层设置监测点。

马尔康 500kV 变电站站址处昼间等效连续 A 声级在 48dB(A)~52dB(A)之间，夜间等效连续 A 声级为 39dB(A)~42dB(A)，满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）2 类标准要求（昼 60dB(A)、夜 50dB(A)）；区域监测点昼间等效连续 A 声级在 44dB(A)~53dB(A)之间，夜间等效连续 A 声级在 38dB(A)~43dB(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)）。

4.5 生态环境

本项目生态环境现状调查方法及调查内容详见本报告书第 7 章（生态评价专章），此处引用其结论。

4.5.1 植被

本项目植被调查主要采用了资料收集法和现场勘查法。根据收集的资料和现场踏勘，本项目所在区域属川西高山峡谷山原针叶林地带—川西高山峡谷针叶林亚带—川西高山峡谷植被地区—大渡河中、上游植被小区，评价区人口密度低，垦殖指数低，评价区植被以自然植被为主，其次为栽培植被。根据现场调查，本项目评价范围内自然植被主要为针叶林、阔叶林、针阔混交林、灌丛、草地、草甸，代表性物种有岷江冷杉、川西云杉、云杉、油松、高山松、川西银莲花、大火草、粗齿铁线莲、华西蔷薇、峨眉蔷薇、丝毛柳、高山柳、矮高山栎、独花报春、多花马先蒿、高原香薷、川滇薹草、高山薹草、云生早熟禾等；栽培植被主要为作物和经济林木，主要包括玉米、白菜等作物以及花椒、核桃树等经济林木。

根据《马尔康县志》、《四川植被》、《四川马尔康岷江柏自然保护区总体规划（2001 年）》以及林业等相关资料并结合现场调查，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）、《四川省重点保护野生植物名录》（川府函〔2016〕27 号）核实，**项目评价范围内无四川省重点保护野生植物分布，项目线路评价范围内分布有国家 II 级重点保护野生植物 1 种（岷江柏木）**；依据《中国生物多样性红色名录》，**项目评价范围内分布有植物特有种 56 种，无极危、濒危、极小**

种群物种和古树名木分布；项目评价范围内无重要生境分布。

4.5.2 动物

本项目野生动物调查主要采用了资料收集法和现场勘查法。根据收集的资料和现场踏勘，本项目评价区域动物分布有兽类、鸟类、爬行类、两栖类和鱼类，均为当地常见的野生动物。根据《马尔康县志》、《四川植被》、《四川马尔康岷江柏自然保护区总体规划（2001 年）》以及林业等相关资料并结合现场调查，依据《国家重点保护野生动物名录》（2021）、《四川省重点保护野生动物名录》及《四川省新增重点保护野生动物名录》核实，**评价范围内分布有国家 II 级重点保护野生动物 2 种（高山兀鹫、普通鵟分布在马尔康岷江柏自然保护区附近），依据《中国生物多样性红色名录》，项目评价范围内分布有动物特有种 8 种，无极小种群、野生动物迁徙通道分布。**

4.5.3 生态环境敏感区

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》、四川省住房和城乡建设厅网站公布的《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、《四川省人民政府关于建立大渡河上游省级水产种质资源保护区的批复》（川府函〔2024〕16 号）等资料核实，项目评价范围内分布有马尔康岷江柏自然保护区，**本项目距马尔康岷江柏自然保护区直线最近距离约 0.1km。**

四川省人民政府以《关于阿坝藏族羌族自治州国土空间总体规划（2021-2035 年）的批复》（川府函〔2024〕69 号）批复了阿坝州“三区三线”划定成果，根据核实，项目评价范围内分布有大渡河源水源涵养生态保护红线，**距大渡河源水源涵养生态保护红线直线最近距离约 0.1km。**

4.6 水环境

根据阿坝州生态环境局发布的《2022 年阿坝州生态环境状况公报》，本项目一档跨越的松岗镇银日巴沟七里村集中式饮用水水源保护区、脚木足乡沙市沟沙市村饮用水水源地（分散式）水质达标率为 100%，属于水环境质量达标区域。

本项目线路跨越脚木足河 3 次。根据阿坝州生态环境局发布的《2022 年阿坝州生态环境状况公报》，本项目跨越的地表水体的水质监测结果满足 III 类水域功能要求，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，主要的环境影响是生态环境影响。

表 5-1 本项目施工期主要环境影响识别

环境识别	马尔康 500kV 变电站间隔扩建	输电线路
生态环境	不涉及	物种、生物群落、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），此处引用其结论。

5.1.1 对植被的影响

本工程永久占地和临时占地均会对当地植被造成一定的破坏。永久占地将会改变原有地貌，扰动破坏部分区域植被生境。

5.1.1.1 马尔康 500kV 变电站间隔扩建工程

本项目马尔康 500kV 变电站间隔扩建在变电站内预留场地上进行，不新征地，施工活动集中在变电站围墙内，材料运输利用已建成的进站道路和站区道路，故变电站扩建不会对站外植被造成不利影响。

5.1.1.2 输电线路

本项目对评价区植物多样性的影响，主要集中在工程的占地而引起的植物多样性变化。影响的方式主要包括：工程占地、生境阻隔两个方面。

本项目线路对植被的影响方式主要表现在两个方面：①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，如施工道路修整将导致植被破坏，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。受本项目建设影响的自然植被植被型和植物物种在评价区内均广泛分布，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。

本项目线路评价范围内分布有 1 种国家 II 级重点保护野生植物（岷江柏木），岷江柏木同时也属于易危物种和特有种。工程建设前应对工程影响区内的岷江柏木等

保护植物进行详细调查，如果在施工过程中发现有岷江柏木等保护植物，建议优先采取优化线路路径和塔基定位、优化工程布局和临时占地范围等避让措施避让岷江柏木等重点保护植物；对于确实无法避让的岷江柏木等重点保护植物，应当征求林草部门意见，在林草部门指导下采取就地保护、就近相似相同生境移栽等保护措施，若采取移栽等保护措施，需按《四川省野生植物保护条例》（2015 年 3 月 1 日）要求申请采集证，减轻工程建设对保护植物的影响。

评价区特有种（除开重点保护野生植物、极危、濒危、易危物种的其他特有种）在评价区分布较广，数量较多，施工建设虽然会对部分特有种造成影响，但施工区域较小，不会对这些植物种类数量造成太大影响，且随着施工结束，会采取相应的恢复措施，对这些植物影响不大。

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。

5.1.2 对动物的影响

5.1.2.1 马尔康 500kV 变电站间隔扩建工程

本项目马尔康 500kV 变电站间隔扩建在变电站内预留场地上进行，不新征地，施工活动集中在变电站围墙内，材料运输利用已建成的进站道路和站区道路，故变电站扩建不会对站外动物造成不利影响。

5.1.2.2 输电线路

本项目评价区野生兽类均属于当地常见小型动物，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；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，在控制施工人员蓄意捕捉的前提下，项目建设对鸟类没有明显影响；本项目变电站和线路塔基均不涉及水域环境，通过加强施工期管理，规范施工人员活动行为，禁止施工废污水和固体废物入河，不会导致评价区两栖、爬行类动物的种群数量发生大的波动；本项目线路跨越河流处均在河谷两岸地势高处立塔，采取一档跨越，不在水中立塔，不涉及水域范围，不会影响跨越水域的现有功能，通过禁止在水体附近搭建临时施工设施，严禁施工废污水和固体废物进入水体等措施，工程建设不会对河流中的鱼类活动造成影响，不会导致评价区河流中的鱼类物种数量减少。

本项目评价范围内分布有 2 种国家 II 级重点保护动物：普通鵲和高山兀鹫。工

程建设对其的影响主要有：栖息地生境的干扰，机械噪音、施工人员的猎杀。但由于工程建设占用林地面积较小，且施工期较短，因此在项目施工过程中保护鸟类可以暂时迁飞到非施工区地区，待施工期结束后又会迁回；对于施工人员的猎杀，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，严禁猎杀野生以及保护动物。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，工程建设不会导致评价区内保护动物明显减少。

本项目评价范围内有特有种 8 种，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，项目的施工和运营就不会对特有种造成太大影响。

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的明显降低，对当地野生动物的影响程度较小，随着施工活动的结束，对野生动物的影响也随之消失。

5.1.3 对生态系统的影响

本项目实施对生态系统的影响主要体现在项目永久占地、临时占地对植被的破坏，对野生动物生境的占用，施工活动对周围环境的影响，对野生动物的惊扰。

本项目仅塔基占地为永久占地，永久占地对生态系统影响极为有限；施工结束后将立即对临时占地处进行植被恢复，基本能够恢复其原有生态功能；施工活动采取有效防治措施后可将影响控制在较小范围内，随着施工活动的结束，施工活动的影响将随之消失。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。

5.1.4 对景观的影响

本项目建设对评价区域景观协调性的影响主要表现为：施工建设期间由于人为活动加剧及地表植被破坏，破碎化加剧，使得施工范围景观不协调，人为活动痕迹明显，工程痕迹严重。

本项目建设过程中，需增设导线、地线架设采用张力放线，设置牵张场、索道站以及跨越施工临时占地等。如果随意无序地设置施工场所，将会直接加大对区域生态景观的影响，不仅会破坏沿途自然生态景观的和谐性，而且会扩大了对沿线地表植被覆盖的破坏面积，增加后续植被恢复的难度。本次环评要求施工场地尽量租用废弃的既有场地或租用沿线部分单位的既有场地，其影响程度也很小。本项目建设对景观的影响程度有限且时间较短，在后期实现植被恢复的前提下，基本上可以消除其影响。

5.1.5 对土地利用类型的影响

本项目对土地利用类型的影响主要表现为永久占地和临时占地的影响。

永久占地会使土地利用结构发生变化表现为林地、草地转变为建设用地。但由于评价区的林地面积较大，工程永久占用的林地草地面积占评价区林地、草地总面积较小，项目施工占地不会改变此区域的土地利用现状；且对于该区域被占用的各类土地，均会对其采取占地补偿，因此影响可控制。故永久占地对土地利用类型的影响为“小”。

临时占地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。临时占地面积（ 23.8hm^2 ）占评价区总面积（ 4329.29hm^2 ）的 0.55%，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。故临时占地对土地利用类型的影响为“小”。

5.1.6 对生态敏感区的影响

（1）对马尔康岷江柏自然保护区的影响

本项目避让了马尔康岷江柏自然保护区，自然保护区与线路距实验区边界的直线最近距离约 1.4km，距缓冲区边界的直线最近距离约 0.1km，距核心区边界的直线最近距离约 16km。本项目线路在自然保护区外海拔较低处走线，通过加强施工管理，优化自然保护区附近的施工组织方案，如在自然保护区边界设置标识牌，将塔基施工临时占地选择在远离自然保护区一侧，远离保护区 200m 以外，设置施工控制带，对施工场地四周进行拦挡围护等，严格控制施工作业范围，禁止施工人员和施工机械、运输车辆等进入自然保护区，禁止在自然保护区范围内搭建塔基施工临时占地、施工营地、材料站、取弃土点、牵张场、跨越场、施工人抬便道等临时场地，禁止破坏自然保护区内的植被、捕猎野生动物，禁止向自然保护区内排放施工废污水、生活垃圾等，并加强自然保护区附近塔基的水土保持措施，优化施工工艺，对塔基占地范围内的草皮、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，缩小地表扰动和植被破坏范围，避免雨季施工。因此，在采取上述措施后，本项目线路施工期间不会对生态环境评价范围内马尔康岷江柏自然保护区的野生动植物、生态系统、保护对象及水土保持功能造成影响。

（2）对生态保护红线的影响

本项目避让了生态保护红线，生态环境影响评价范围内的生态保护红线（位于马尔康变电站出线侧）与岷江柏自然保护区范围重叠，与生态保护红线边界的直线最近距离约 0.1km。通过加强施工管理，优化生态保护红线附近的施工组织方案，如在生

态保护红线边界设置标识牌，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，禁止进入生态保护红线区域，禁止在生态保护红线范围内搭建塔基施工临时占地、施工营地、材料站、取弃土点、牵张场、跨越场、施工人抬便道、索道站等临时场地，禁止破坏红线内的植被、捕猎野生动物，禁止向生态保护红线内排放施工废污水、生活垃圾等，并加强生态保护红线附近塔基的水土保持措施，优化施工工艺。因此，在采取上述措施后，本项目线路施工期间不会对生态环境评价范围内生态保护红线的野生动植物、生态系统及水土保持功能造成影响。

5.2 声环境影响分析

5.2.1 马尔康 500kV 变电站间隔扩建工程

马尔康 500kV 变电站扩建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：

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

本次施工主要为扩建 1 个 500kV 出线间隔，施工工序包括土建施工和设备安装。土建施工不使用挖土机、推土机等大型施工机具，采用人工开挖，施工机具主要有吊车、运输车辆等，其最大噪声源强约 80dB(A)，施工不在夜间进行。施工机具主要集中在本次扩建的出线构架位置，本次扩建的出线构架位置距站界最近距离为 2.5m。本次不考虑地面效应。

本次扩建位于既有变电站围墙范围内，考虑到马尔康变电站施工期间既有主变、低压电抗器等相关生产设施均处于正常运行状态，本次施工期噪声预测时考虑既有噪声源的影响，以站界现状监测值（既有主变、低压电抗器等相关生产设施均同时运行时）反映施工期站内电气设备运行的声环境影响，采用施工机具噪声叠加站界噪声现状监测最大值，能保守反映马尔康变电站施工期间产生的噪声影响。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，施工期在环境敏感目标处的噪声预测值见

表 5-3。

表 5-2 变电站扩建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) 施工阶段	1	3.2	5	10	15	17.8	20	40	80	100	200
施工机具贡献值	80	70	66	60	56	55	54	48	42	40	34
站界噪声 现状监测 最大值	昼间 52										
施工噪声 预测值	昼间	<u>80</u>	<u>70</u>	<u>66</u>	<u>61</u>	<u>58</u>	<u>57</u>	<u>56</u>	<u>54</u>	<u>52</u>	<u>52</u>

由表 5-2 可知, 施工阶段在距施工机具 3.2m 以内为昼间噪声超标范围。根据马尔康变电站总平面布置图可知, 出线构架位置距站界最近距离为 2.5m, 即本次扩建施工昼间噪声不满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)(昼间 70dB(A)、夜间 55dB(A)) 要求, 但变电站已修建了围墙, 且施工噪声一般为间断性噪声, 通过限制夜间施工, 能降低施工噪声影响。同时本次间隔扩建侧位于变电站南侧(紧靠 500kV 继电器室), 变电站南侧环境敏感目标低于站址约 22m, 同时既有 500kV 继电器室对本次施工位置噪声传播具有遮挡作用, 利于减弱施工噪声对敏感目标的影响。

表 5-3 变电站扩建施工期在声环境敏感目标处的噪声预测值 单位: dB(A)

编号	噪声 预测点		距站界距离 (m)	现状值	贡献值	预测值	标准值
				昼间		昼间	昼间
1#	松岗镇松岗村彭长春等居民	1 层	40	51	48	52	60
		2 层		48	48	51	
		3 层		47	48	47	
2#	松岗镇松岗村彭成建等居民	1 层	35	49	49	50	
		2 层		46	49	47	
		3 层		47	49	48	
3#	松岗镇松岗村卓长云等居民	1 层	120	46	38	48	
		2 层		44	38	46	
		3 层		45	38	47	

注: 现状值为敏感目标处现状监测最大值。

从表 5-3 中可知, 敏感目标现状监测值包含马尔康变电站现有声源影响, 声环境敏感目标处昼间噪声、夜间噪声均能满足《声环境质量标准》(GB3096-2008) 相应标准要求。

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将施工活动限制在本次扩建范围内; ②定期对施工设备进行维护, 减小施工机具的施工噪声; ③避免高噪声设备同时施工; ④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。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。

5.3 施工扬尘分析

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。马尔康 500kV 变电站间隔扩建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施工运输道路处，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按照《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）要求采取相应的扬尘控制措施，执行《四川省打赢蓝天保卫战等九个实施方案》（川府发〔2019〕4 号）、《阿坝州人民政府办公室关于进一步加强大气污染防治工作的通知》（阿府办函〔2020〕13 号）等相关要求，加强施工工地扬尘管控，落实施工扬尘控制措施，包括：

- ①合理组织施工，尽量避免扬尘二次污染。
- ②变电站站内扩建区域设置围挡。
- 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、建筑垃圾等运输车辆应进行封闭，防止遗撒。
- ⑤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；
- ⑥钻孔、铣刨、切割、开挖等施工作业时采取喷淋、喷雾等湿法降尘措施。
- ⑦线路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。
- ⑧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。
- ⑨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。

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,确保施工场地扬尘排放满足《四川省施工场地扬尘排放标准》(DB51/2682-2020)要求,施工期不会对区域大气环境产生明显影响。

5.4 固体废物环境影响分析

5.4.1 马尔康 500kV 变电站间隔扩建工程

马尔康 500kV 变电站间隔扩建施工的固体废物主要为施工人员产生的生活垃圾,生活垃圾产生量见表 5-4。

表 5-4 施工期间生活垃圾产生量

位置	人数(人/天)	产生量(kg/d)
马尔康 500kV 变电站间隔扩建	15	7.5

变电站扩建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;变电站扩建开挖产生的少量基槽余土在站外终端塔塔基占地范围内摊平,对当地环境影响较小。

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。施工人员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	人数(人/天)	产生量(kg/d)
输电线路	90	45

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。

5.5 水环境影响分析

5.5.1 马尔康 500kV 变电站间隔扩建工程

马尔康 500kV 变电站间隔扩建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。施工人员生活污水产生量见表 5-6。

表 5-6 施工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)
马尔康 500kV 变电站间隔扩建	15	1.8	1.62

马尔康 500kV 变电站间隔扩建施工产生的生活污水利用变电站前期工程设置的污水处理装置收集处理后综合利用,不外排,不会对变电站所在区域的水环境产生影响;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。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	人数(人/天)	用水量(t/d)	排放量 (t/d)
输电线路	90	10.8	9.72

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农肥或林灌，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。

(2) 对跨越地表水体的影响

根据设计资料及现场踏勘，本项目线路需跨越脚木足河 3 次。跨越处均利用河岸地势高处立塔，采取一档跨越，不在水中立塔。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。

5.5.3 对水环境敏感目标的影响

线路一档跨越松岗镇银日巴沟七里村集中式饮用水水源保护区一级保护区约 110m 和二级保护区约 700m；线路距取水口最近约 270m，塔基距一级保护区和二级保护区边界最近距离分别约 255m、15m，距饮用水水源保护区边界最近约 15m；塔基与饮用水水源保护区高差约 120m。线路一档跨越脚木足乡沙市沟沙市村饮用水水源地（分散式）约 110m；线路距取水口最近约 310m，塔基距饮用水水源地边界最近约 230m；塔基与饮用水水源保护区高差约 150m。

本项目线路采取一档跨越，在饮用水水源保护区内不立塔，架线施工采用飞艇或无人机放线，施工范围不涉及水域。通过加强施工管理和施工组织设计，规范施工活动，禁止设置牵张场等临时场地，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，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。

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	马尔康 500kV 变电站间隔扩建工程	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，不新增	无
固体废物	固体废物，不新增	无
生态环境	无	物种、生物群落、生态系统

6.1 电磁环境影响预测与评价

6.1.1 马尔康 500kV 变电站间隔扩建工程

6.1.1.1 评价因子

本项目马尔康 500kV 变电站间隔扩建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

本次在马尔康变电站站内预留场地扩建 1 回 500kV 出线间隔。根据建设单位工程进度安排，阿坝金川水电站 500kV 送出工程在马尔康变电站站内扩建 1 回 500kV 出线间隔和 1 组 35kV 低压电抗器 1×60Mvar，位于马尔康变电站西侧，该工程将与本项目同期实施、同期建成投运，因此本次马尔康变电站扩建的电磁环境影响将同时考虑阿坝金川水电站 500kV 送出工程建设内容的影响。

变电站出线主要影响出线侧站界的电磁环境状况，扩建后除本次扩建 500kV 出线侧站界（站界北侧）、同期规划的阿坝金川水电站 500kV 送出工程 500kV 出线侧站界（站界西侧）受新建线路影响导致电磁环境稍有变化外，其余侧站界外电磁环境不会发生变化。

马尔康变电站间隔扩建后北侧站界电磁环境影响采用变电站现状监测值叠加本项目线路出线贡献值（单回三角排列段模式预测值，本次预测参数见表 6-2）进行预测，西侧站界电磁环境影响采用变电站现状监测值叠加阿坝金川水电站 500kV 送出工程线路贡献值（双回段（双回单侧带电）模式预测值，预测结果引用阿坝金川水电站 500kV 送出工程预测结果）进行预测，东、南侧站界电磁环境影响采用现状监测值进行分析。

6.1.1.3 马尔康 500kV 变电站间隔扩建电磁环境影响预测

根据 6.1.1.2 评价方法, 根据设计资料及现场踏勘, 本项目线路在马尔康变电站出线侧导线对地最低高度为 24m, 采用单回三角排列架设, 相关参数见表 6-2, 产生的电磁环境影响预测结果见表 6-3, 马尔康变电站本次间隔扩建后围墙外电场强度和磁感应强度预测结果见表 6-4。

表 6-2 本项目线路在马尔康 500kV 变电站出线侧 (站界北侧) 电磁环境影响预测参数

预测参数	电场强度	磁感应强度
最不利塔型	500-MC34D-JC3	
相导线坐标(m)	地线 1 (-9.4, h+16) 地线 2 (11.3, h+16) B (11.3, h+15) A (-13.6, h), C (10.35, h) h 为导线对地高度, 在马尔康变电站出线侧 h 为 24m。	
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	
电压 (kV)	525	
经济电流幅值(A)	2000	
地线型号	OPGW-120、OPGW-120	
地线直径(mm)	15.2、15.2	

表 6-3 本项目线路在马尔康 500kV 变电站出线侧 (站界北侧) 电磁环境影响预测结果

距中心线距离 (m)	电场强度 (V/m)	磁感应强度 (μT)
-75	310	1.4
-50	905	2.9
-30	2405	6.9
-20	3311	11.0
-15	3364 (最大值)	13.1
-10	2974	14.4
-5	2348	14.9 (最大值)
0	2067	14.8
5	2408	14.3
10	2811	13.3
20	2548	9.5
30	1632	6.2
50	653	2.8
75	299	1.4

表 6-4 马尔康 500kV 变电站本次扩建后站界电磁环境影响预测值

预测点	数据分项	电场强度 (V/m)	磁感应强度 (μT)
站界东侧 (500kV 出线侧)	现状值	1830	2.3430
	预测值	1830	2.3430
站界南侧	现状值	19.62	0.0651
	预测值	19.62	0.0651
站界西侧 (阿坝金川水电站 送出工程扩建 500kV 出线侧)	现状值	3.567	0.0183
	线路贡献值	2300	13.9
	预测值	2303.567	13.9183
站界北侧 (本项目扩建 500kV 出线侧)	现状值	21.49	0.1176
	本项目线路贡献值	3364	14.9
	预测值	3385.49	15.0176

注: 1) 现状值采用各侧现状监测的最大值;

2) 阿坝金川水电站送出工程扩建 500kV 出线侧线路贡献值引用《阿坝金川水电站送出工程环境影响报告书》中预测结果。

由表 6-4 可知, 马尔康 500kV 变电站间隔扩建后站界处电场强度预测最大值为 3385.49V/m, 磁感应强度预测最大值为 15.0176 μ T, 均满足相应评价标准要求; 同时, 根据同类变电站电磁环境断面监测结果分析, 马尔康 500kV 变电站间隔扩建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, 因此在马尔康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。

6.1.1.4 小结

通过类比分析, 本项目马尔康 500kV 变电站间隔扩建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类比分析法结合模式预测进行预测分析。

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, 相关参数比较见表 6-5、表 6-6。

表 6-5 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 及抬高后 12、14 (按设计规程规定的对地最低高度要求)	20
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 6-6 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)	2000	1142~1609
导线高度(m)	11 及抬高后 12 (按设计规程规定的最低高度要求)	22
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 6-5 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，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 6-6 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。**

（2）类比分析方法

由表 6-5~表 6-6 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 6-7。

表 6-7 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

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，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 6-8。

表 6-8 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

(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 6-9，模式预测结果见表 6-10；电场强度变化趋势见图 6-1，磁感应强度变化趋势见图 6-2。

表 6-9 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	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 40m	840.17	3.5064
9	中相导线对地投影点外 50m	555.79	2.3592
10	中相导线对地投影点外 60m	260.23	1.7221

表 6-10 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(μ T)
1	中相导线对地投影点	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 40m	996	4.7
9	中相导线对地投影点外 50m	571	3.2
10	中相导线对地投影点外 60m	353	2.3

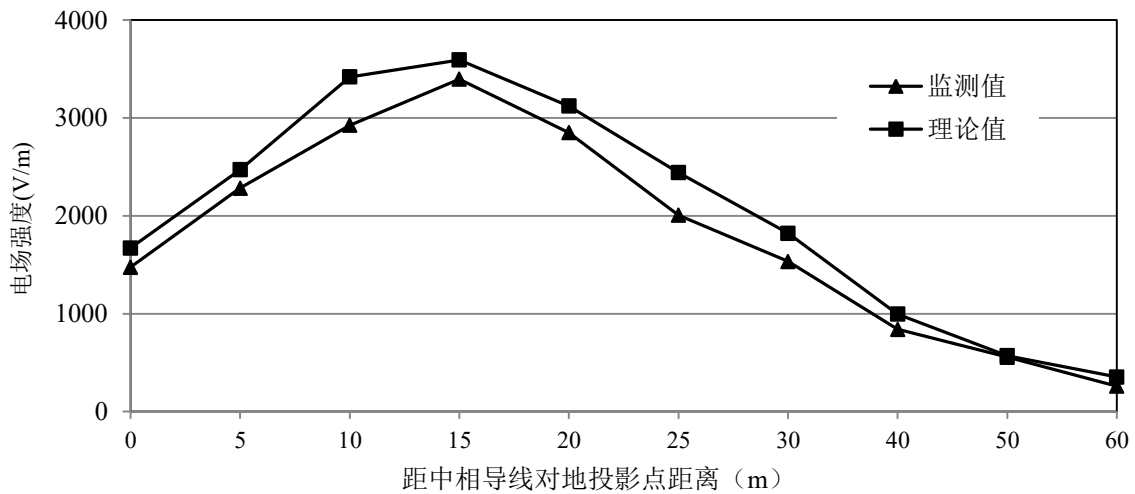


图 6-1 类比线路（500kV 洪板二线）电场强度随距中心线距离变化趋势图

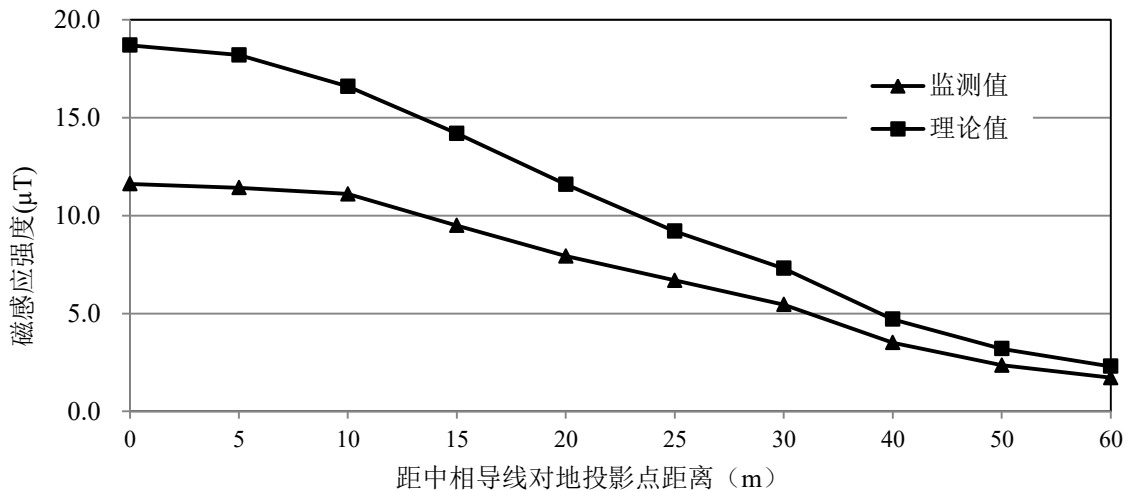


图 6-2 类比线路（500kV 洪板二线）磁感应强度随距中心线距离变化趋势图

从表 6-9、表 6-10、图 6-1 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 6-9、表 6-10、图 6-2 可知，类比线路磁感应强度监测值在 1.7221~11.6227 μ T

之间，模式预测值在 2.3~18.7 μ T 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 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。

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 6-11，模式预测结果见表 6-12，电场强度变化趋势见图 6-3，磁感应强度变化趋势见图 6-4。

表 6-11 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 (μ T)
1	中相导线对地投影点	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 40m	308.37	2.6798
9	中相导线对地投影点外 50m	116.64	1.0141
10	中相导线对地投影点外 60m	45.50	0.5942

表 6-12 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	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 40m	1076	4.7
9	中相导线对地投影点外 50m	647	3.2
10	中相导线对地投影点外 60m	410	2.3

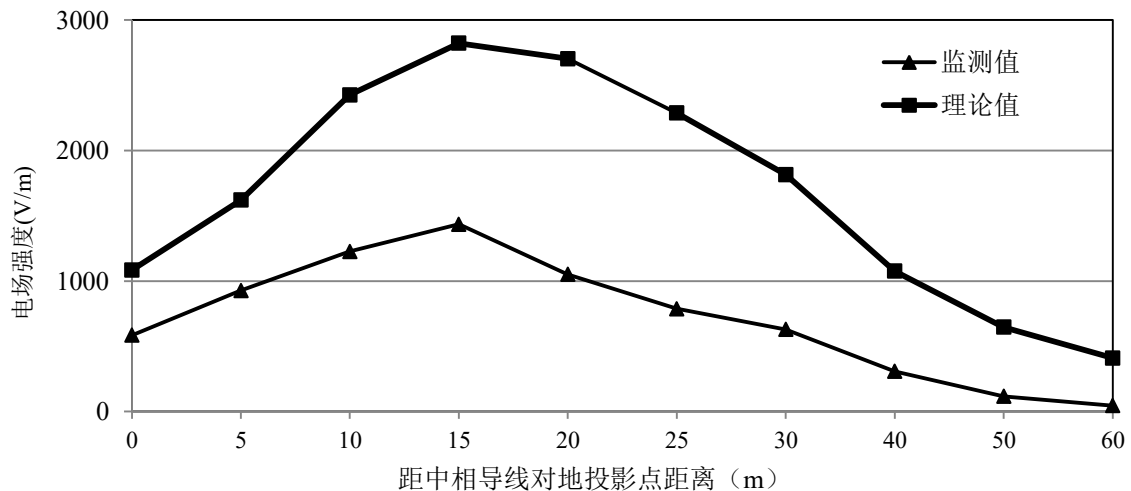


图 6-3 类比线路（500kV 洪板一线）电场强度随距中心线距离变化趋势图

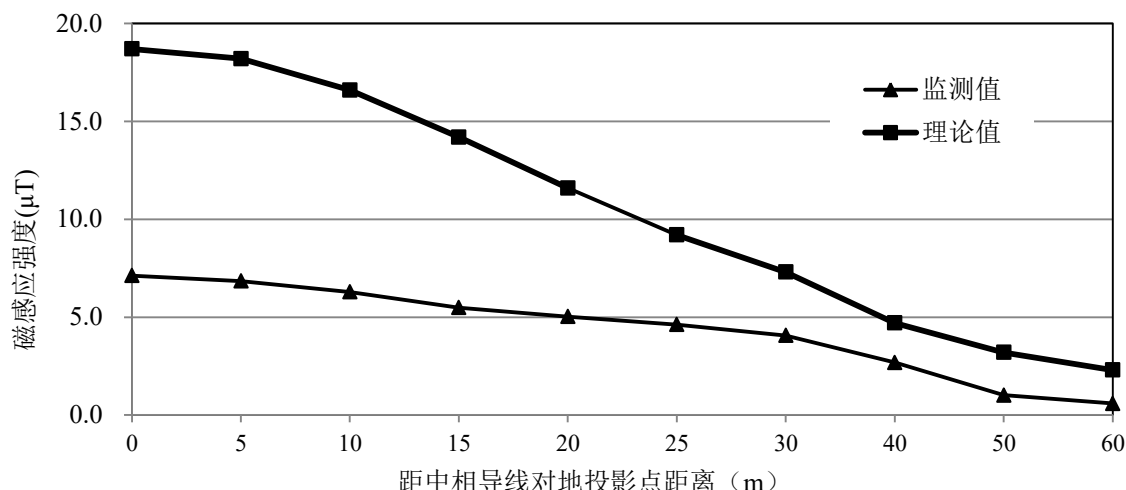


图 6-4 类比线路（500kV 洪板一线）磁感应强度随距中心线距离变化趋势图

从表 6-11、表 6-12、图 6-3 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 6-11、表 6-12、图 6-4 中可知，类比线路磁感应强度监测值在 0.5942~7.1277μT 之间，模式预测值在 2.3~17.5μT 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路上的等效电荷。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：

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

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， $\epsilon_o = \frac{1}{36\pi} \times 10^{-9} F/m$ ；

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

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

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：

$$\begin{aligned} E_x &= \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \sum_{i=1}^m Q_i \left(\frac{x-x_i}{L_i^2} - \frac{x-x_i}{(L'_i)^2} \right) \\ E_y &= \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \sum_{i=1}^m Q_i \left(\frac{y-y_i}{L_i^2} - \frac{y+y_i}{(L'_i)^2} \right) \end{aligned} \quad (C10)$$

$$(C11)$$

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：

$$\begin{aligned} \overline{E}_x &= \sum_{i=1}^m E_{ixR} + j \sum_{i=1}^m E_{ixI} \\ &= E_{xR} + jE_{xI} \end{aligned} \quad (C12)$$

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

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：

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

式中： $E_x = \sqrt{E_{xR}^2 + E_{xI}^2}$ (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,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 6-13。将下列参数代入 6.1.3 (1) 预测模式中,可得本项目线路投运后的电磁环境影响。

表 6-13 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	500-MC34D-JC3	
相导线坐标(m)	地线 1 (-9.4, h+16) 地线 2 (11.3, h+16) B (11.3, h+15) A (-13.6, h), C (10.35, 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, 耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、道路等场所 h 为 10.5m, 抬高后 h 为 12.0m; 民房等公众暴露区域 h 为 14m。	
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)	500×1.05	
经济电流幅值(A)	2000	
地线型号	OPGW-120、OPGW-120	
地线直径(mm)	15.2、15.2	
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	500-MC34D-ZBC3	
相导线坐标(m)	地线 1 (-14.8, h+8.6) 地线 2 (14.8, h+8.6) A (-17.4, h), B (0, h), C (17.4, 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, 耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、道路等场所 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)	500×1.05	
经济电流幅值(A)	2000	
地线型号	OPGW-120、OPGW-120	
地线直径(mm)	15.2、15.2	

(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 500-MC34D-JC3 塔,在**耕地、牧草地、畜禽饲养地、道路等场所**导线对地最低高度 10.5m 及抬高至 12m 时,电场强度预测结果见表 6-14,电场强度随距离变化趋势见图 6-5,在**民房等公众暴露区域**导线对地最低

高度 14m 时，电场强度预测结果见表 6-15~表 6-17，电场强度随距离变化趋势见图 6-6~图 6-8。

从表 6-14 和图 6-5 中可以看出，本段线路采用拟选塔中最不利塔型 500-MC34D-JC3 塔，通过**耕地、牧草地、畜禽饲养地、道路等场所**，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 11925V/m ($>10\text{kV/m}$)，出现在距线路中心线投影 14m (左边导线地面投影外 0.4m) 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 9827V/m，出现在距线路中心线投影 14m (左边导线地面投影外 0.4m) 处，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；在距中心线地面投影 28m (左边导线地面投影外 14.4m) 处电场强度为 3687V/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 6-15~表 6-17 及图 6-6~图 6-8 中可以看出，本段线路采用拟选塔中最不利塔型 500-MC34D-JC3 塔，通过**民房等公众曝露区域**，导线对地最低高度为 14m 时，离地 1.5m、4.5m、7.5m 处电场强度最大值分别为 7720V/m、8900V/m、11830V/m，均出现在距线路中心线地面投影 14m (左边导线地面投影内 1.6m) 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 3708V/m，出现在距中心线地面投影 14m (右边导线地面投影外 2.7m) 处；当导线对地最低高度抬升至 23m 时，离地 4.5m 处电场强度最大值为 3836V/m，出现在距中心线地面投影 15m (左边导线地面投影内 0.6m) 处；当导线对地最低高度抬升至 25m 时，离地 7.5m 处电场强度最大值为 3704V/m，出现在距中心线地面投影 15m (左边导线地面投影内 0.6m) 处，均能满足不大于公众曝露限值 4000V/m 的要求。

表 6-14 线路单回三角排列段在耕地、园地等场所最不利塔型电场强度预测结果

最不利塔型	500-MC34D-JC3	
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）	
-65	256	283
-50	582	642
-40	1202	1295
-30	2992	3054
-20	8537	7628
-15	11786	9771
-14（边导线地面投影外 0.4m）	11925（最大值）	9827（最大值）
-13	11794	9706
-10	9951	8372
-9	9015	7690
-8	8016	6946
-7	7005	6178
-6	6025	5418
-5	5114	4701
-4	4315	4068
-3	3685	3569
-2	3304	3268
-1	3249	3217
0	3534	3428
1	4097	3856
2	4851	4439
3	5730	5116
4	6682	5841
5	7664	6574
8	10263	8443
9	10813	8832
10	11115	9057
20	5246	4952
30	1909	1923
40	1073	1060
50	708	697
65	419	416

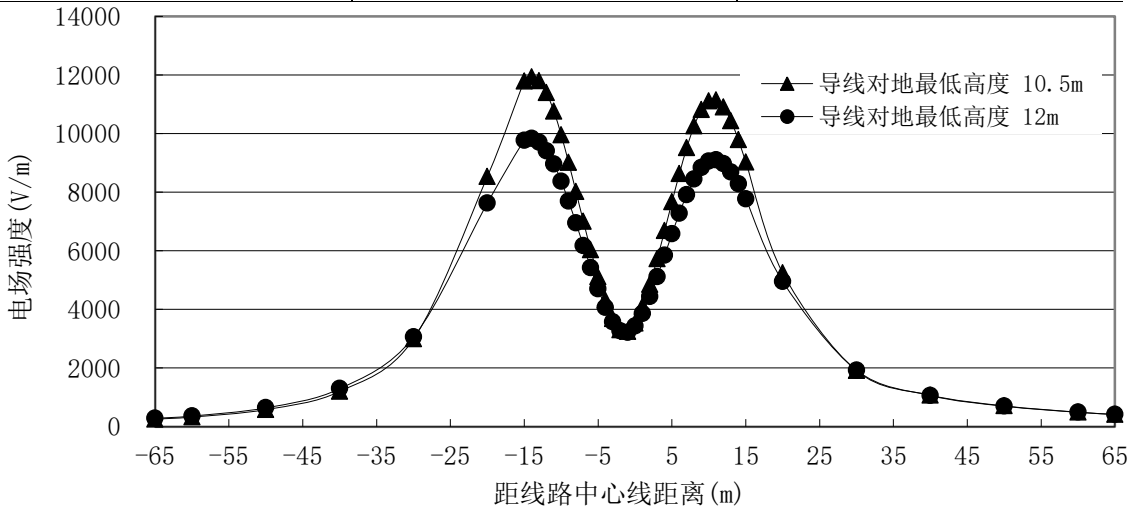


图 6-5 线路单回三角排列段通过耕地、园地等场所最不利塔型电场强度随距离变化趋势图

表 6-15 线路单回三角排列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	500-MC34D-JC3							
	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21
导线对地最低高度（m）	离地 1.5m							
距线路中心线地面投影距离（m）	电场强度（V/m）							
-65	319	336	353	369	384	399	196	198
-50	712	743	772	798	821	841	539	549
-40	1391	1428	1457	1479	1495	1506	1180	1178
-30	3052	3024	2982	2928	2866	2797	2525	2424
-20	6560	6090	5659	5266	4907	4578	3981	3672
-16	7718	6994	6366	5819	53380	4914	3858	3539
-15(边导线地面投影外 1.4m)	7820 (最大值)	7060 (最大值)	6407 (最大值)	5840 (最大值)	5346 (最大值)	4911 (最大值)	3730	3423
-14	7819	7043	6379	5805	5305	4867	3570	3280
-13	7709	6939	6279	5710	5215	4782	3382	3113
-12	7492	6747	6109	5557	5078	4657	3171	2925
-11	7175	6475	5873	5350	4894	4495	2941	2721
-10	6771	6132	5578	5095	4671	4299	2699	2507
-9	6298	5732	5236	4800	4415	4075	2450	2287
-8	5778	5291	4859	4476	4135	3832	539	549
0	3214	3092	2967	2842	2718	2598	1633	1571
1	3504	3329	3160	2998	2844	2699	1815	1729
2	3908	3664	3436	3225	3031	2852	2033	1920
3	4382	4059	3766	3500	3260	3042	2273	2130
4	4888	4483	4121	3798	3510	3253	2521	2350
5	5396	4908	4479	4100	3765	3469	2769	2569
6	5877	5311	4818	4388	4010	3677	3008	2781
7	6307	5672	5123	4647	4232	3868	3233	2980
8	6666	5974	5380	4867	4422	4033	3438	3162
9	6934	6202	5577	5039	4573	4166	3618	3322
10	7100	6349	5708	5156	4678	4262	3769	3457
11	7157	6408	5768	5216	4737	4319	3887	3565
12	7107	6382	5758	5219	4748	4336	3971	3643
13	6958	6275	5683	5167	4714	4314	4020	3691

最不利塔型	500-MC34D-JC3							
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
距线路中心线地面投影距离 (m)	离地 1.5m 电场强度 (V/m)							
14 (边导线地面投影外 2.7m)	6724	6097	5548	5064	4637	4257	4034 (最大值)	3708 (最大值)
15	6421	5861	5363	4919	4523	4168	4013	3696
20	4503	4273	4046	3825	3612	3409	3495	3272
30	1926	1919	1905	1886	1861	1831	1850	1810
40	1050	1047	1044	1041	1037	1033	842	851
50	686	682	678	675	671	669	398	407
65	411	410	408	406	404	403	159	159

表 6-16 线路单回三角排列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	500-MC34D-JC3									
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
距线路中心线地面投影 距离 (m)	离地 4.5m									
	电场强度 (V/m)									
-65	317	334	351	367	382	397	411	424	436	448
-50	706	738	766	792	816	836	855	870	883	894
-40	1378	1416	1446	1470	1488	1500	1507	1508	1505	1499
-30	3044	3025	2991	2944	2887	2822	2751	2676	2598	2518
-20	6988	6473	6001	5570	5177	4819	4493	4196	3925	3677
-15 (边导线地面投影 内 0.6m)	8835	7879	7079	<u>6400 (最大值)</u>	<u>5817 (最大值)</u>	<u>5312 (最大值)</u>	<u>4871 (最大值)</u>	<u>4483 (最大值)</u>	<u>4141 (最大值)</u>	<u>3836 (最大值)</u>
-14 (边导线地面投影 内 1.6m)	<u>8900 (最大值)</u>	<u>7913 (最大值)</u>	<u>7090 (最大值)</u>	6395	5802	5289	4843	4453	4108	3803
-13	8820	7834	7014	6321	5730	5221	4778	4390	4049	3746
-12	8596	7646	6852	6179	5603	5107	4675	4296	3963	3668
-11	8245	7359	6611	5974	5426	4951	4537	4174	3853	3569
-10	7792	6991	6306	5716	5205	4760	4370	4027	3723	3454
-9	7269	6563	5950	5416	4950	4540	4179	3860	3577	3324
-8	6707	6100	5563	5090	4672	4302	3973	3681	3420	3187
-7	6137	5625	5165	4753	4385	4055	3760	3496	3259	3045
-6	5589	5165	4776	4422	4102	3812	3551	3315	3101	2907
-5	5090	4741	4416	4115	3839	3586	3356	3145	2953	2778
-4	4668	4380	4107	3851	3612	3391	3186	2998	2825	2666
-3	4350	4107	3872	3648	3437	3239	3054	2883	2723	2576
-2	4162	3943	3729	3523	3327	3142	2969	2806	2655	2515
-1	4122	3905	3692	3487	3292	3108	2936	2775	2625	2486
0	4234	3995	3763	3542	3334	3140	2958	2790	2634	2490
1	4486	4203	3934	3682	3448	3231	3031	2848	2680	2525
2	4854	4508	4187	3891	3620	3372	3147	2943	2757	2588
3	5308	4885	4499	4150	3834	3550	3295	3066	2859	2672
4	5818	5305	4847	4438	4074	3751	3463	3206	2976	2770
5	6351	5742	5206	4736	4323	3959	3638	3353	3100	2875

最不利塔型	500-MC34D-JC3									
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
距线路中心线地面投影 距离 (m)	离地 4.5m 电场强度 (V/m)									
6	6877	6167	5555	5025	4564	4162	3809	3498	3224	2981
7	7360	6556	5873	5288	4784	4348	3967	3633	3340	3080
8	7766	6881	6139	5510	4971	4506	4103	3751	3441	3169
9	8065	7122	6338	5677	5114	4630	4211	3845	3525	3242
10	8232	7262	6458	5782	5207	4713	4286	3913	3586	3297
11	8255	7292	6493	5819	5246	4752	4324	3951	3622	3332
12	8135	7212	6442	5789	5230	4747	4327	3958	3633	3346
13	7886	7033	6311	5694	5162	4699	4293	3936	3620	3338
14	7533	6769	6112	5543	5046	4611	4226	3885	3581	3310
15	7106	6441	5858	5344	4890	4488	4129	3809	3521	3263
20	4720	4481	4242	4009	3784	3568	3363	3169	2987	2815
30	1948	1942	1929	1910	1886	1857	1823	1786	1746	1703
40	1056	1052	1049	1046	1043	1038	1033	1027	1020	1011
50	687	683	679	676	673	670	667	664	661	658
65	411	409	407	406	404	403	401	400	398	397

表 6-17 线路单回三角排列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 导线对地最低高度（m） 距线路中心线地面投影距离（m）	500-MC34D-JC3 离地 7.5m 电场强度（V/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
-65	314	331	348	364	379	394	407	421	433	444	455	465
-50	695	727	756	782	806	827	846	862	876	888	897	905
-40	1350	1391	1424	1452	1473	1488	1498	1502	1502	1498	1490	1479
-30	3014	3015	2997	2965	2919	2864	2801	2731	2657	2580	2501	2422
-20	7860	7273	6724	6218	5755	5334	4952	4605	4290	4005	3744	3507
-15（边导线地面投影内 0.6m）	11540	9969	8734	7738	6917	6231	5647	5147	<u>4713（最大值）</u>	<u>4333（最大值）</u>	<u>3999（最大值）</u>	<u>3704（最大值）</u>
-14（边导线地面投影内 1.6m）	<u>11830（最大值）</u>	<u>10153（最大值）</u>	<u>8853（最大值）</u>	<u>7814（最大值）</u>	<u>6965（最大值）</u>	<u>6259（最大值）</u>	<u>5661（最大值）</u>	<u>5150（最大值）</u>	4708	4324	3986	3688
-13	11809	10128	8825	7783	6931	6223	5624	5113	4671	4287	3950	3652
-12	11483	9899	8652	7645	6817	6125	5538	5036	4602	4223	3892	3599
-11	10915	9498	8353	7414	6631	5971	5408	4923	4503	4136	3814	3529
-10	10193	8976	7961	7109	6387	5771	5241	4781	4381	4029	3719	3445
-9	9406	8388	7511	6755	6103	5537	5046	4616	4239	3907	3612	3351
-8	8621	7783	7036	6376	5795	5284	4834	4437	4086	3775	3497	3250
-7	7886	7199	6568	5997	5484	5026	4618	4254	3929	3639	3379	3147
-6	7231	6665	6132	5638	5187	4777	4408	4075	3776	3507	3265	3046
-5	6675	6203	5747	5317	4918	4551	4216	3911	3635	3385	3158	2953
-4	6232	5829	5432	5051	4693	4360	4053	3771	3514	3279	3066	2871
-3	5915	5557	5200	4854	4524	4215	3928	3663	3419	3196	2993	2806
-2	5734	5400	5064	4736	4421	4125	3849	3593	3357	3140	2942	2761
-1	5697	5365	5030	4703	4390	4095	3820	3565	3330	3115	2917	2737
0	5807	5454	5102	4759	4433	4127	3843	3580	3340	3119	2918	2735
1	6062	5665	5274	4899	4545	4217	3914	3637	3384	3153	2944	2754
2	6456	5988	5538	5113	4719	4357	4028	3729	3458	3213	2992	2792
3	6976	6410	5879	5389	4942	4538	4175	3848	3555	3293	3057	2845
4	7607	6912	6279	5709	5199	4746	4344	3987	3669	3386	3134	2908
5	8323	7468	6713	6052	5473	4967	4523	4133	3790	3486	3217	2977

最不利塔型	500-MC34D-JC3											
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 7.5m 电场强度 (V/m)											
6	9090	8046	7156	6396	5745	5185	4700	4278	3909	3585	3300	3047
7	9853	8601	7572	6715	5995	5384	4861	4411	4019	3677	3377	3112
8	10535	9083	7925	6983	6204	5551	4997	4522	4113	3756	3444	3170
9	11044	9434	8179	7174	6354	5671	5096	4605	4183	3817	3497	3216
10	11293	9604	8304	7271	6432	5736	5152	4654	4227	3856	3532	3247
11	11232	9568	8283	7262	6430	5741	5160	4666	4240	3870	3546	3262
12	10869	9327	8119	7147	6350	5684	5120	4638	4221	3858	3540	3259
13	10266	8916	7829	6937	6195	5569	5034	4573	4172	3822	3513	3239
14	9514	8383	7442	6650	5978	5403	4906	4474	4095	3761	3465	3201
15	8697	7781	6990	6306	5713	5196	4744	4345	3992	3679	3399	3148
20	5129	4884	4632	4379	4132	3894	3665	3449	3245	3054	2875	2707
30	1989	1983	1972	1955	1933	1905	1873	1837	1797	1755	1711	1665
40	1065	1062	1059	1056	1053	1049	1044	1038	1031	1023	1013	1003
50	688	684	681	678	675	672	670	667	664	661	658	654
65	411	409	407	405	404	402	401	400	398	397	396	394

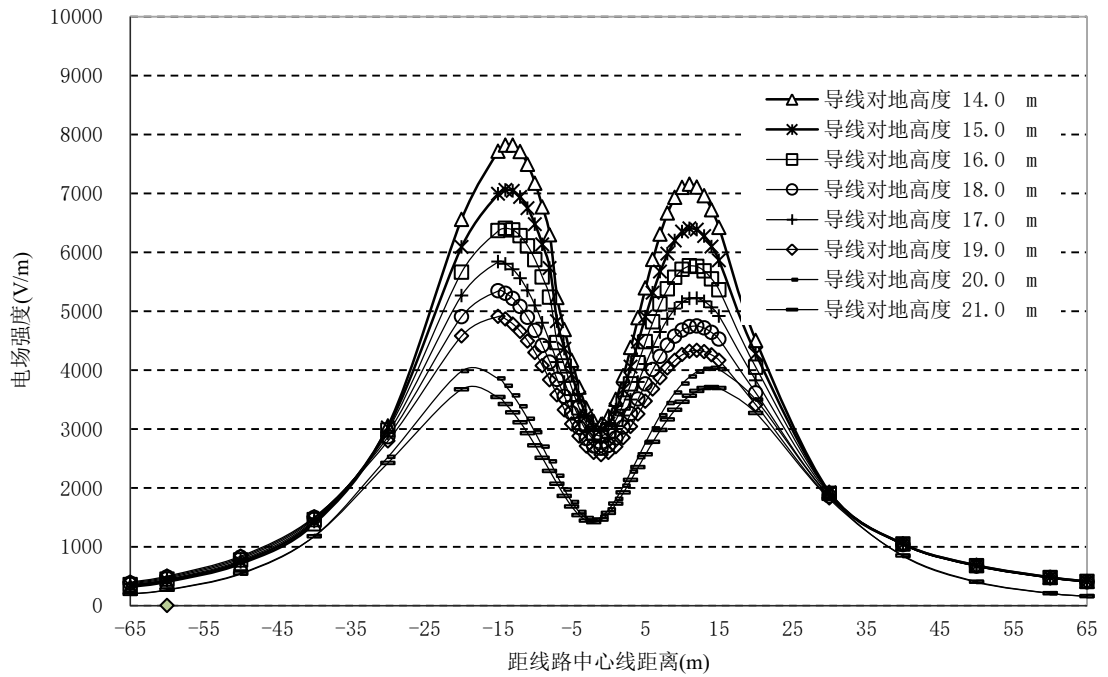


图 6-6 线路单回三角排列段在公众暴露区最不利塔型电场强度随距离变化趋势图（距地面 1.5m 高处）

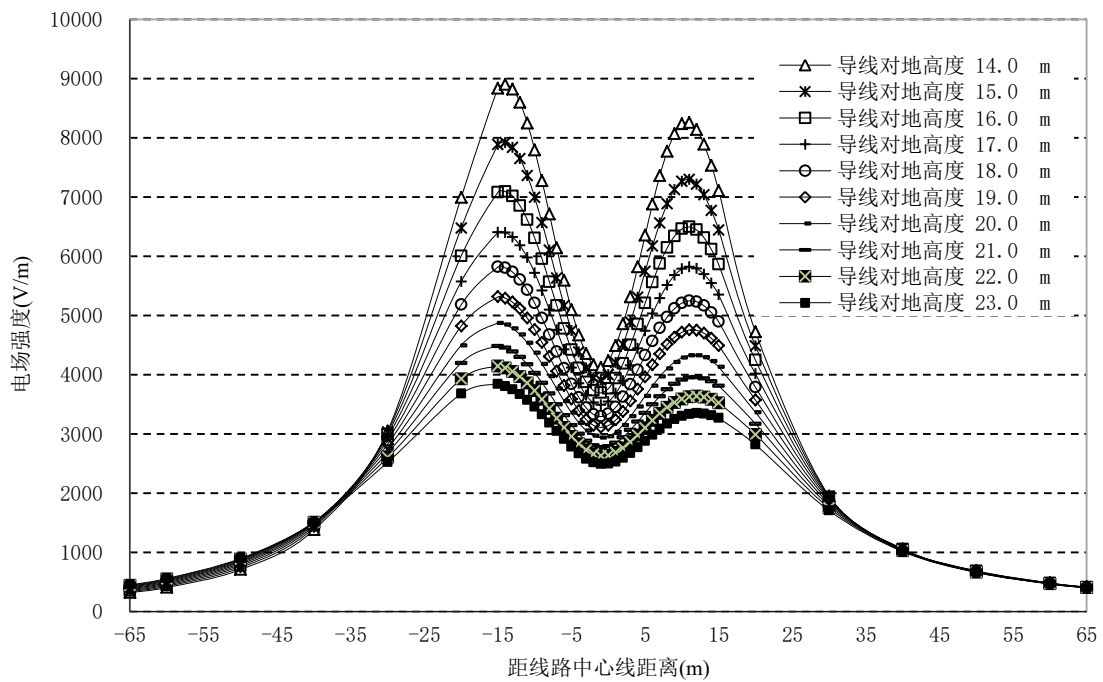


图 6-7 线路单回三角排列段在公众暴露区最不利塔型电场强度随距离变化趋势图（距地面 4.5m 高处）

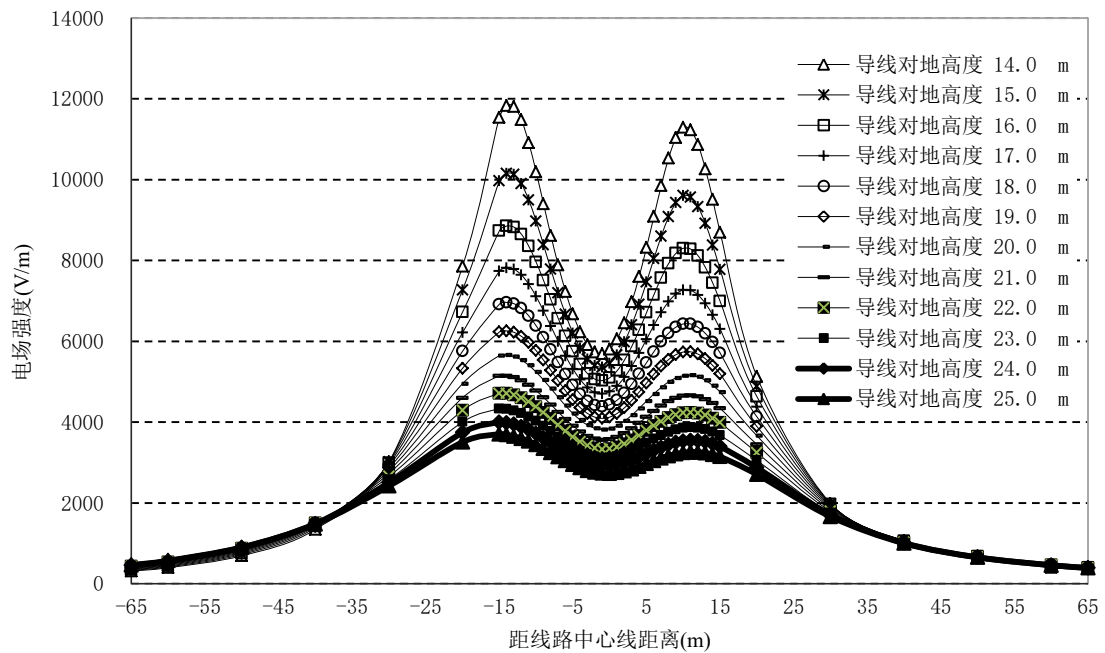


图 6-8 线路单回三角排列段在公众曝露区最不利塔型电场强度随距离变化趋势图（距地面 7.5m 高处）

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 1~3 层尖顶房，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 6-18。

表 6-18 单回三角排列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）	
	左侧	右侧	左侧	右侧	左侧	右侧
5	21	21	23	21	24	22
6	21	20	22	20	24	22
7	20	19	22	19	23	21
8	20	18	22	18	23	20
9	20	17	21	17	22	19
10	19	15	20	16	21	18
11	18	14	19	14	20	17
12	18	14	18	14	19	14
13	16	14	17	14	17	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。

由表 6-15 ~表 6-17 及图 6-6 ~图 6-8 可以看出，本段线路边导线地面投影 14m 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 14m 时，需按照表 6-18 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 6-18,本段线路敏感目标处导线对地最低高度见表 6-19。

表 6-19 线路单回三角排列段敏感目标处导线对地最低高度

敏感目标	房屋类型	方位及距线路单回三角排列段边导线地面投影最近距离	导线对地最低高度
4#	1~2 层尖顶房,总高约 4m~7m	西南,最近约 45m	14m
5#	1~3 层尖顶房,总高约 4m~10m	东北,最近约 45m	14m
6#	3 层尖顶房,总高约 10m	西北,最近约 30m	14m
7#	1~3 层尖顶房,总高约 4m~10m	西南,最近约 35m	14m
8#	3 层尖顶房,总高约 4m~10m	东北,最近约 30m	14m

根据核实,本项目设计单位已按照表 6-19 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 6-19 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 500-MC34D-JC3 塔,在**耕地、牧草地、畜禽饲养地、道路等场所**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 6-20,磁感应强度随距离变化趋势见图 6-9;在**民房等公众曝露区域**导线对地最低高度 14m 时,磁感应强度预测结果见表 6-21,磁感应强度随距离变化趋势见图 6-10。

从表 6-20 和图 6-9 可以看出,本段线路采用拟选塔中最不利塔型 500-MC34D-JC3 塔,在**耕地、牧草地、畜禽饲养地、道路等场所**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 58.7 μ T、49.8 μ T;从表 6-21 和图 6-10 可以看出,通过**民房等公众曝露区域**,导线对地最低高度为 14m 时,离地 1.5m、4.5m、7.5m 处磁感应强度最大值分别为 41.2 μ T、55.4 μ T、80.0 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 6-20 线路单回三角排列段在耕地、牧草地等场所最不利塔型磁感应强度预测结果

最不利塔型	500-MC34D-JC3	
导线对地最低高度 (m)	h=10.5	h=12
	离地 1.5m	
距线路中心线地面投影距离 (m)	磁感应强度 (μT)	
-65	3.8	3.8
-50	6.5	6.4
-30	18.2	17.3
-20	38.6	34.0
-15	53.4	44.9
-10 (左边导线地面投影内 3.6m)	58.7 (最大值)	49.8 (最大值)
-9	58.2	49.7
-8	57.6	49.6
-7	56.8	49.3
-6	55.9	48.9
-5	55.2	48.5
-4	54.5	48.1
-3	53.9	47.8
-2	53.5	47.5
-1	53.3	47.3
0	53.2	47.2
1	53.3	47.2
2	53.5	47.3
3	53.9	47.3
4	54.4	47.4
5	54.9	47.5
6	55.3	47.5
7	55.5	47.3
8	55.4	46.9
9	54.9	46.3
10	53.9	45.4
20	30.4	27.6
50	6.3	6.2
65	3.8	3.8

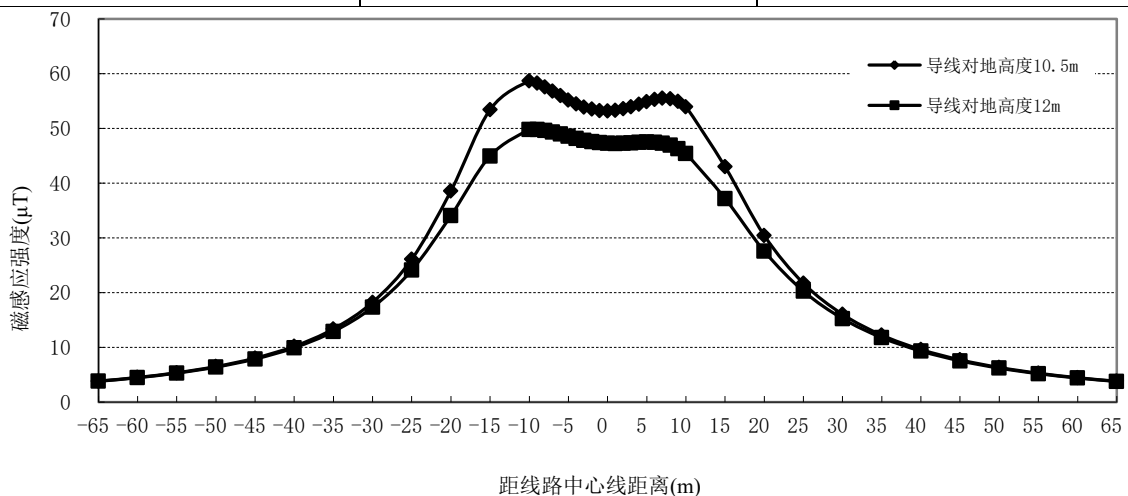


图 6-9 线路单回三角排列段通过耕地、牧草地等场所最不利塔型磁感应强度随距离变化趋势图

表 6-21 线路单回三角排列段在民房等公众暴露区域最不利塔型磁感应强度预测结果

最不利塔型	500-MC34D-JC3					
导线对地最低高度 (m)	h=14			h=25		
	离地 1.5m	离地 4.5m	离地 7.5m	离地 1.5m	离地 4.5m	离地 7.5m
距线路中心线地面投影距离 (m)	磁感应强度 (μT)					
-75	2.8	2.9	2.9	2.6	2.7	2.7
-50	6.2	6.4	6.6	5.2	5.5	5.8
-40	9.5	10.1	10.6	7.3	7.9	8.5
-15	36.7	50.3	75.7	16.3	19.6	24.2
-10	40.8	55.4 (最大值)	80.0 (最大值)	17.6	21.5	26.7
-9	41.0	55.2	77.5	17.8	21.7	27.0
-8	41.2 (最大值)	54.7	74.9	18.0	21.9	27.2
-7	41.1	54.1	72.3	18.1	22.1	27.4
-6	41.1	53.5	69.9	18.2	22.2	27.6
-5	41.0	52.9	68.0	18.3	22.3	27.6
-4	40.9	52.3	66.4	18.3	22.3	27.6
-3	40.7	51.8	65.2	18.3	22.3	27.6
-2	40.6	51.4	64.4	18.4 (最大值)	22.4 (最大值)	27.7 (最大值)
-1	40.4	51.2	64.1	18.3	22.3	27.6
0	40.3	51.1	64.2	18.3	22.3	27.5
1	40.2	51.2	64.7	18.3	22.2	27.4
2	40.1	51.4	65.7	18.2	22.1	27.3
3	40.0	51.6	67.1	18.1	21.9	27.1
4	39.8	51.9	68.9	17.9	21.8	26.9
5	39.6	52.2	71.0	17.8	21.5	26.6
6	39.4	52.5	73.3	17.6	21.3	26.3
7	39.0	52.5	75.4	17.4	21.0	26.0
8	38.5	52.3	77.0	17.1	20.7	25.6
9	37.9	51.7	77.7	16.9	20.4	25.1
10	37.1	50.8	77.1	16.6	20.0	24.6
15	31.2	40.9	56.5	15.0	17.8	21.5
40	8.9	9.5	10.0	6.8	7.4	7.9
50	6.0	6.3	6.5	5.0	5.3	5.6
75	2.8	2.9	2.9	2.6	2.6	2.7

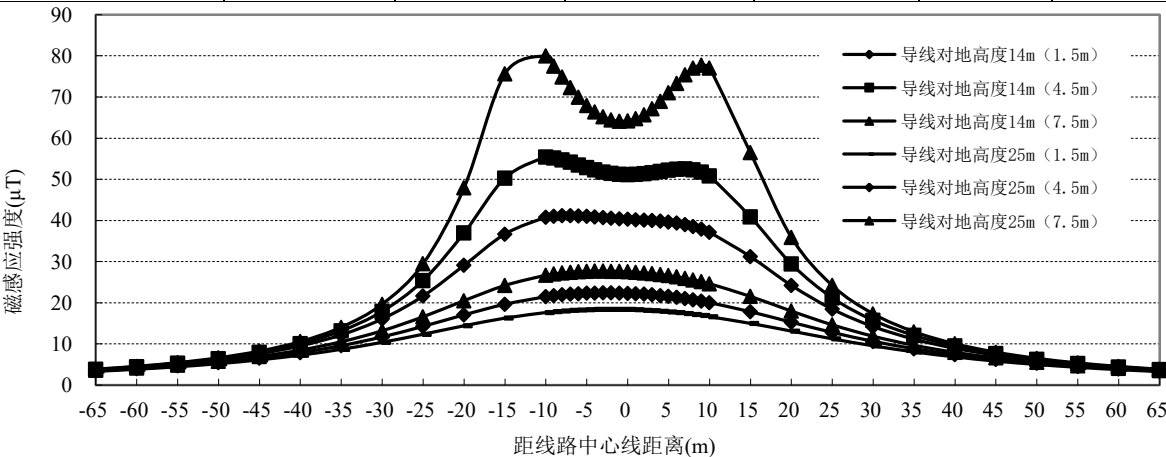


图 6-10 线路单回三角排列段在民房等公众暴露区域最不利塔型磁感应强度随距离变化趋势图

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 500-MC34D-ZBC3 塔，在耕地、牧草地、畜禽饲养地、道路等场所导线对地最低高度 11m 及抬高至 12m 时时，电场强度预测结果见表 6-22，电场强度随距离变化趋势见图 6-11。

从表 6-22 和图 6-11 中可以看出，本段线路采用拟选塔中最不利塔型 500-MC34D-ZBC3 塔，通过**耕地、牧草地、畜禽饲养地、道路等场所**，导线对地最低高度为 11m 时，离地 1.5m 处电场强度最大值为 10735V/m ($>10\text{kV/m}$)，出现在距线路中心线投影 18m (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 9414V/m，出现在距线路中心线投影 18m (边导线外 0.6m) 处，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；在距中心线地面投影 31m (边导线地面投影外 13.6m) 处电场强度为 3874V/m (小于 4000V/m)，此后随着距中心线距离增加而呈减小趋势。

表 6-22 线路单回水平排列段在耕地、园地等场所最不利塔型电场强度预测结果

最不利塔型	500-MC34D-ZBC3	
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)	
-70	260	278
-60	429	458
-50	788	832
-40	1677	1736
-32	3531	3525
-31 (边导线地面投影外 13.6m)	3907	3874
-30	4328	4259
-20	10311	9150
-19	10627	9363
-18 (边导线地面投影外 0.6m)	10735 (最大值)	9414 (最大值)
-17	10612	9293
-10	6212	5769
-5	7511	6689
-3	8888	7729
-2	9427	8134
-1	9779	8396
0	9901	8487
1	9779	8396
2	9427	8134
3	8888	7729
5	7511	6689
10	6212	5769
17	10612	9293
18 (边导线地面投影外 0.6m)	10735 (最大值)	9414 (最大值)
19	10627	9363
20	10311	9150
30	4328	4259
31 (边导线地面投影外 13.6m)	3907	3874
32	3531	3525
40	1677	1736
50	788	832
70	208	223

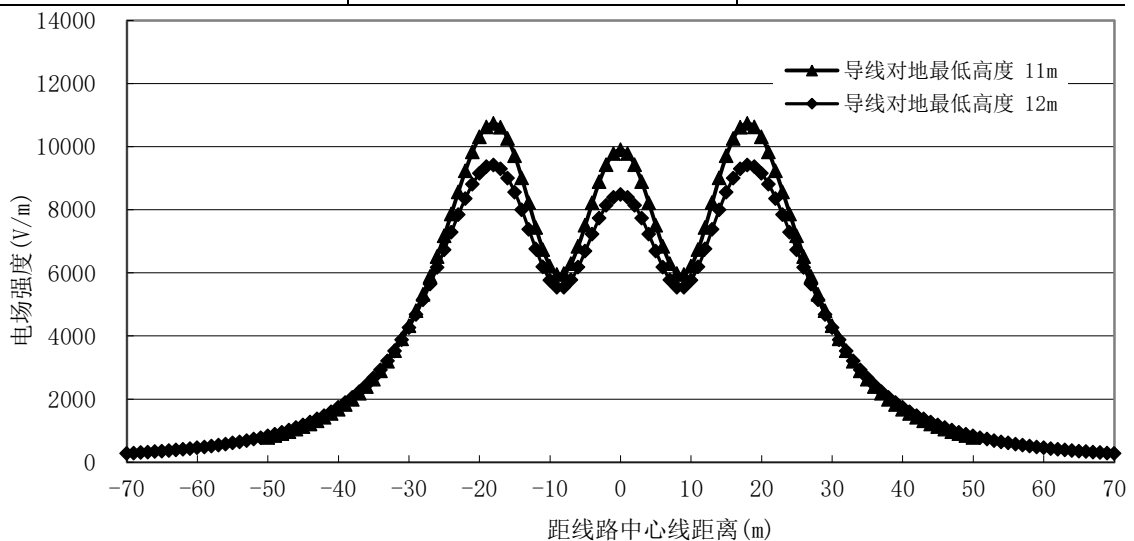


图 6-11 线路单回水平排列段通过耕地、园地等场所最不利塔型电场强度随距离变化趋势图

②磁感应强度

本段线路采用拟选塔中最不利塔型 500-MC34D-ZBC3 塔，在**耕地、牧草地、畜禽饲养地、道路等场所**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 6-23，磁感应强度随距离变化趋势见图 6-12。

从表 6-23 和图 6-12 可以看出，本段线路采用拟选塔中最不利塔型 500-MC34D-ZBC3 塔，在**耕地、牧草地、畜禽饲养地、道路等场所**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 63.1 μ T、57.1 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 6-23 线路单回水平排列段在耕地、牧草地等场所最不利塔型磁感应强度预测结果

最不利塔型	500-MC34D-ZBC3	
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 ）	
-70	3.7	3.6
-60	5.1	5.0
-50	7.5	7.4
-30	23.5	22.5
-20	49.3	44.4
-15	59.2	53.0
-10	60.4	55.0
-9	60.4	55.1
-8	60.5	55.3
-7	60.7	55.5
-6	61.0	55.7
-5	61.4	56.0
-4	61.9	56.3
-3	62.4	56.6
-2	62.8	56.9
-1	63.0	57.0
<u>0</u>	<u>63.1（最大值）</u>	<u>57.1（最大值）</u>
1	63.0	57.0
2	62.8	56.9
3	62.4	56.6
4	61.9	56.3
5	61.4	56.0
6	61.0	55.7
7	60.7	55.5
8	60.5	55.3
9	60.4	55.1
10	60.4	55.0
20	49.3	44.4
50	7.5	7.4
60	5.1	5.0
70	3.7	3.6

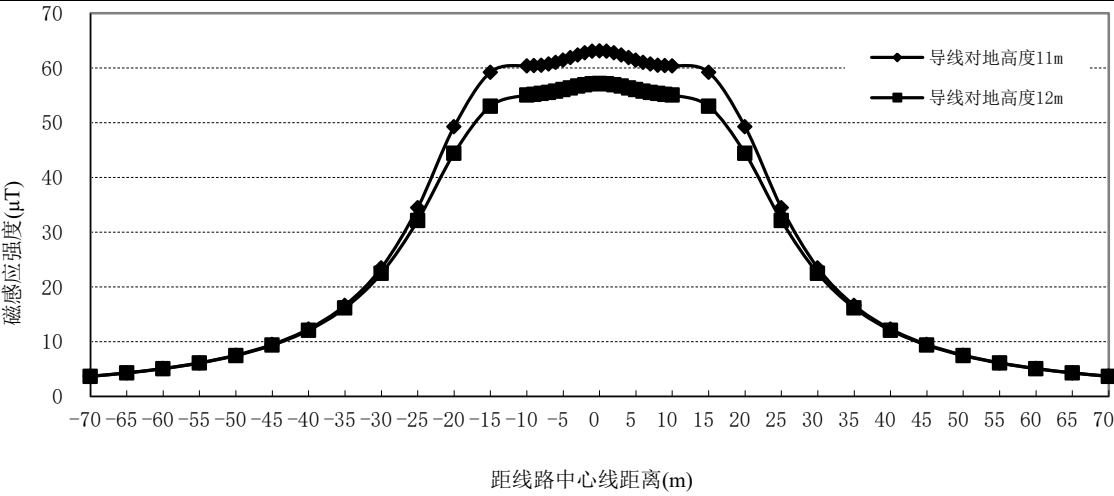


图 6-12 线路单回水平排列段通过耕地、牧草地等场所最不利塔型磁感应强度随距离变化趋势图

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

本项目新建500kV线路未与其他330kV及以上电压等级线路交叉。

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及以上电压等级线路并行。

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等有公众居住、工作的建筑物均为电磁环境敏感目标。

本项目电磁环境敏感目标与变电站和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变电站和输电线路最近、房屋特征具有代表性等最不利敏感目标进行分析,根据变电站和输电线路产生的环境影响特性(距变电站围墙、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变电站和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 马尔康 500kV 变电站间隔扩建工程

6.2.1.1 预测方法

马尔康 500kV 变电站本次间隔扩建仅扩建 1 个出线间隔,安装少量二次电气设备,不新增主变、高抗等噪声源设备,本次扩建不会导致声环境发生明显变化。但是同期规划的阿坝巴拉水电站 500 千伏送出工程在现有变电站预留场地内扩建 1 个 500kV 出线间隔(至巴拉水电站)及 1 组 35kV 低压电抗器 1×60Mvar,扩建后变电站新增主要噪声源为低压电抗器。根据《国网输变电工程通用设备 35-750kV 变电站分册(2018 年版)》,35kV 低压电抗器噪声源强为 75dB(A)(距离设备 0.3m 处)。为了反映马尔康 500kV 变电站本项目和同期规划的阿坝金川水电站 500 千伏送出工程建成后的噪声影响,马尔康 500kV 变电站本次间隔扩建投运后站界噪声采用阿坝巴拉水电站 500 千伏送出工程中预测结果进行分析,预测结果引用《阿坝金川水电站 500 千伏送出工程环境影响报告书》中预测结果。根据上述分析,变电站本次扩建后站界噪声预测值见表 6-24,本次扩建后站外敏感目标处噪声预测值见表 6-25。

表 6-24 马尔康 500kV 变电站本次扩建投运后的站界噪声预测结果

位置	现有声源影响值 dB (A)		阿坝金川水电站 500 千伏 送出工程		预测值 dB (A) *		拟执行标准 dB (A)	
	昼间	夜间	低压电抗器距 站界距离* (m)	贡献值 *dB (A)	昼间	夜间	昼间	夜间
东面围墙	52	41	27	42.8	53	45	60	50
南面围墙	52	42	47	38.2	52	44		
西面围墙	50	41	165	30.4	50	41		
北面围墙	50	40	34	40.2	50	43		

注：*均引用《阿坝金川水电站 500 千伏送出工程环境影响报告书》中数值和预测结果。

表 6-25 马尔康 500kV 变电站站外环境敏感目标处噪声预测值 单位：dB (A)

噪声 预测点			距站界距离 (m)	现状值 dB (A)		贡献 值*dB (A)	预测值 dB (A) *		标准值 dB (A)	
				昼间	夜间		昼间	夜间	昼间	夜间
1#	松岗镇松岗村彭 长春等居民 [*]	1 层	40	51	42	35.4	51	43	60	50
		2 层		48	41	36.7	48	42		
		3 层		47	41	37.8	48	43		
2#	松岗镇松岗村彭 建成等居民 [*]	1 层	35	49	38	34.8	49	40		
		2 层		46	40	35.8	46	41		
		3 层		47	41	36.1	47	42		
3#	松岗镇松岗村卓 长云等居民 [*]	1 层	120	46	38	25.9	46	38		
		2 层		44	39	26.7	44	39		
		3 层		45	39	27.2	45	39		

注：*均引用《阿坝金川水电站 500 千伏送出工程环境影响报告书》中数值和预测结果。

由表 6-24 可知，马尔康 500kV 变电站本次扩建投运后站界处昼间噪声预测值在 50 dB(A)~53dB(A)之间，夜间噪声预测值在 41 dB(A)~45dB(A)之间，均满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008) 2 类标准要求，最大值出现在变电站东侧站界外，随着距围墙距离增加呈逐渐降低的趋势。

由表 6-25 可知，马尔康 500kV 变电站本次扩建投运后站外敏感目标处昼间噪声预测最大值为 51dB (A)，夜间噪声预测最大值为 43dB (A)，均满足《声环境质量标准》(GB3096-2008) 2 类标准限值要求。

综上所述，本项目马尔康 500kV 变电站通过模式预测，投运后产生的噪声均满足相应评价标准要求。

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。

本项目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。相关参数比较见表 6-26、表 6-27。

表 6-26 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)	抬高后 12、14.0 实际架线：为确保线路安全，500kV 电压等级线路实际架线远高于规程最低要求，且本线路位于高原山地，铁塔多位于半山地势高处，导线对地高度不会远低于类比线路高度。	20
背景状况	附近无明显噪声源	

表 6-27 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)	抬高后 12 实际架线：为确保线路安全，500kV 电压等级线路实际架线远高于规程最低要求，且本线路位于高原山地，铁塔多位于半山地势高处，导线对地高度不会远低于类比线路高度。	22
背景状况	附近无明显噪声源	

由表6-26可知，本项目单回三角排列段和类比线路（500kV洪板二线）建设规模均为单回，导线均为四分裂，电压等级均为500kV，相序排列均为三角排列，附近均无明显噪声源。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。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，远远高于设计规程最低高度要求；且本线路位于高原山地，铁塔位于半山地势高处，导线对地高度将远高于类比线路高度；因此类比线路线高虽高于本线路设计规程要求的最低线高，但类比线路线高代表的是500kV实际架线线高的较低高度，不会远高于本线路实际架线高度。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。

由表6-27可知，本项目单回水平排列段和类比线路（500kV洪板一线）建设规模

均为单回，导线均为四分裂，电压等级均为500kV，相序排列均为水平排列，附近均无明显噪声源。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。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，远远高于设计规程最低高度要求；且本线路位于高原山地，铁塔位于半山地势高处，导线对地高度将远高于类比线路高度；因此类比线路线高虽高于本线路设计规程要求的最低线高，但类比线路线高代表的是500kV实际架线线高的较低高度，不会远高于本线路实际架线高度。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。

6.2.2.1 类比对象

1) 500kV 单回三角线路（500kV 洪板二线）

本次类比引用《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，本工程线路类比分析利用其监测断面的噪声监测资料。

2) 500kV 单回水平线路（500kV 洪板一线）

本次类比引用《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，本工程线路类比分析利用其监测断面的噪声监测资料。

6.2.2.2 类比线路监测条件

表 6-28 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
线路电压	521~529kV	521~528kV
线路电流	1122~1577	1142~1609
导线对地高度	20m	22m
气象条件	环境温度：18.5~30.3℃；环境湿度：42~58%；天气状况：晴	环境温度：18.5~30.3℃；环境湿度：42~58%；天气状况：晴

6.2.2.3 类比线路监测方法

按《声环境质量标准》（GB3096-2008）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。

6.2.2.4 类比线路监测结果

类比线路运行产生的噪声监测结果见表6-29和表6-30，线路噪声度随距中心线距离变化趋势图见图6-13和图6-14。

表 6-29 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	距中相导线对地投影点下	51（最大值）	44（最大值）
2	距中相导线对地投影点外 5m	50	44
3	距中相导线对地投影点外 10m	49	43
4	距中相导线对地投影点外 15m	48	43
5	距中相导线对地投影点外 20m	48	43
6	距中相导线对地投影点外 25m	46	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	46	41
9	距中相导线对地投影点外 40m	46	40
10	距中相导线对地投影点外 45m	46	39
11	距中相导线对地投影点外 50m	46	38
12	距中相导线对地投影点外 55m	44	39
13	距中相导线对地投影点外 60m	44	37

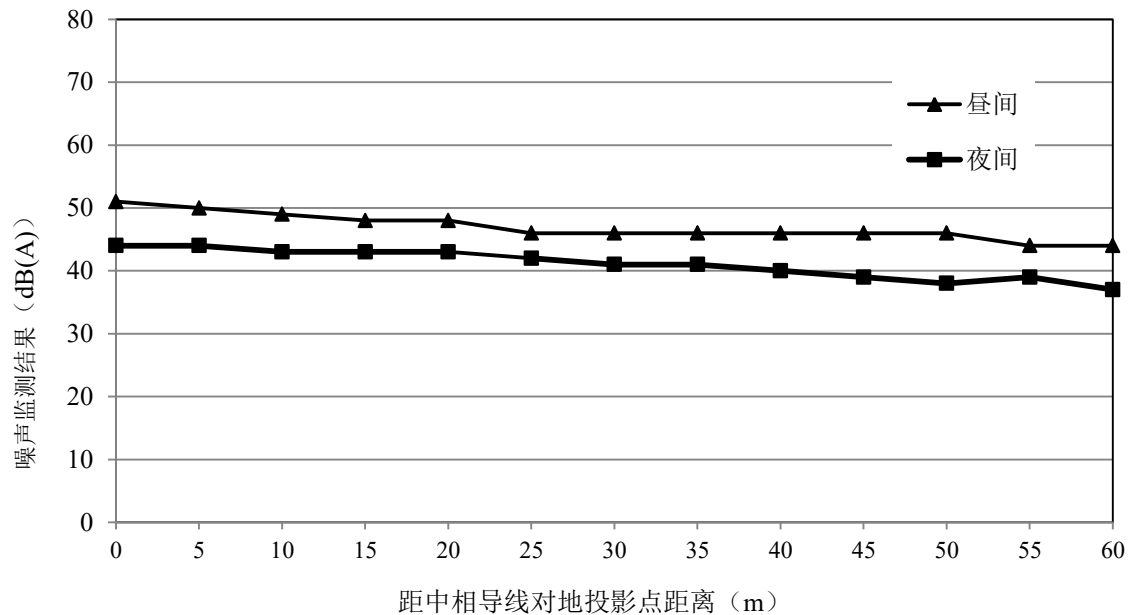


图 6-13 类比线路（500kV 洪板二线）噪声随距中心线距离变化趋势图

表 6-30 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

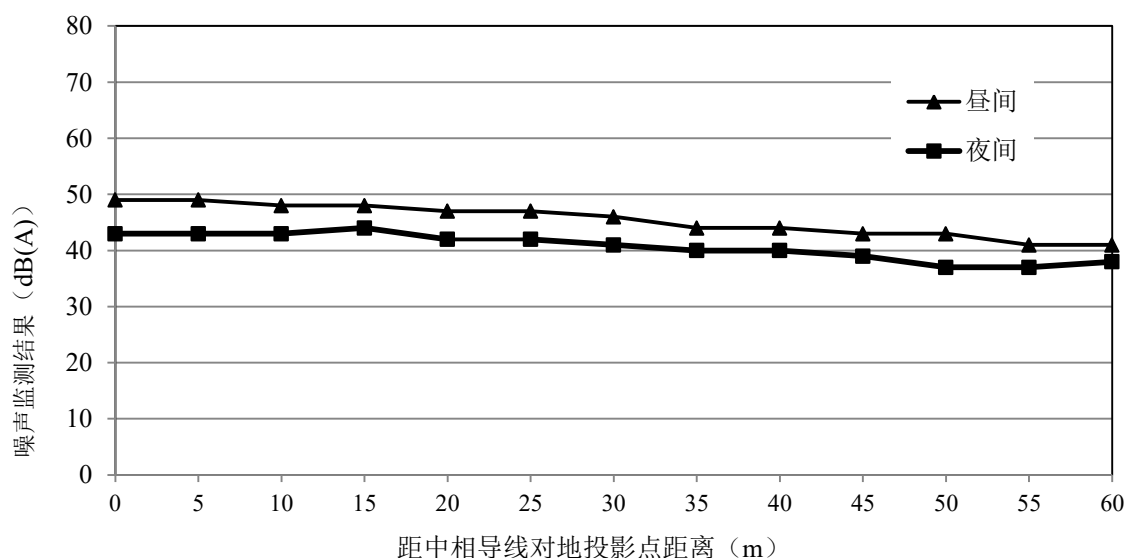


图6-14 类比线路（500kV洪板一线）噪声随距中心线距离变化趋势图

根据表6-29中监测数据，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呈一定趋势减弱，但变化趋势不明显。

根据表6-30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。

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等需要保持安静的建筑物均为声环境敏感目标。

本项目声环境敏感目标与变电站和线路不同距离范围内的居民处均选取该范围内距变电站和输电线路最近、房屋特征具有代表性等最不利敏感目标进行分析,根据变电站和输电线路产生的环境影响特性(距变电站围墙、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变电站和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 马尔康 500kV 变电站间隔扩建工程

6.3.1.1 对地表水环境的影响

本项目马尔康变电站本次扩建后运行方式不变,运行人员数量不增加,无新增生活用水量和生活污水量,不需新增生活污水处理设施,生活污水经前期工程设置的埋式污水处理装置处理后综合利用,不外排。

6.3.1.2 地下水环境影响分析

本项目马尔康变电站本次间隔扩建投运后无其他生产废水产生,也不新增事故油,对地下水无影响。

6.3.2 输电线路

本项目输电线路运行期间无废污水产生。线路跨越脚木足河等水域时,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

线路一档跨越松岗镇银日巴沟七里村集中式饮用水水源保护区一级保护区、二级保护区分别约 110m、700m;线路一档跨越脚木足乡沙市沟沙市村饮用水水源地(分散式)110m,不在饮用水水源保护区范围内立塔,线路运行期不产生污染物,运行维护不涉及水域范围,通过加强对运维人员的教育和管理,对饮用水水源保护区无影响。

6.4 固体废物环境影响分析

6.4.1 马尔康 500kV 变电站间隔扩建工程

(1) 一般固体废物

马尔康 500kV 变电站本次扩建后运行方式不变,运行人员数量不增加,无新增生活垃圾量,生活垃圾经站内前期工程设置的垃圾桶收集后由环卫部门定期清运、统一处理,不影响站外环境。

（2）危险废物

马尔康 500kV 变电站间隔扩建不新增含油设备，不需新增事故油收集设施。

马尔康 500kV 变电站间隔扩建不新增废蓄电池，废旧蓄电池由专业公司处置，不在站内暂存。

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、动物和生态敏感区的影响，详见本报告书第 7 章（生态评价专章），此处引用其结论。

6.5.1 对植被的影响

本项目马尔康 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马尔康-红卫桥 220kV 线路等线路运行情况看，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。

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，运维路线尽可能避让重要物种，禁止随意攀折枝条，禁止随意踩踏植被，并加强对临时占地处重要物种的抚育和管护，本工程运行期对重要物种的影响较小。

6.5.2 对动物的影响

本项目马尔康 500KV 变电站运行期对站外动物无影响。本项目运行期间对线路进行定期维护和检查的人员会对线路及周边区域的动物造成惊扰，但这种干扰强度很低，时间很短，对动物活动影响极为有限。从区域类似环境条件下已运行的马尔康-红卫桥 220kV 线路等输电线路运行情况看，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。

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，若遇到重要物种，禁止捕捉和猎杀野生动物，禁止进入脚木足河等水体，禁止向水体排放污染物，本工程运行期不会影响区域野生动物及重要物种的种类、数量及活动。

6.5.3 对生态敏感区的影响

（1）对马尔康岷江柏自然保护区的影响

本项目线路避让了马尔康岷江柏自然保护区，位于自然保护区东北侧，与自然保护区实验区边界的直线最近距离约 1.4km，与缓冲区边界的直线最近距离约 0.1km，与核心区边界的直线最近距离约 16km。施工结束后重点关注自然保护区附近临时占地的植被抚育和恢复情况，通过加强对线路维护人员的环境保护宣传教育，禁止进入自然保护区范围，禁止破坏自然保护区内的植被、捕猎野生动物。因此，在采取上述措施后，本项目线路运行期间不会对生态环境评价范围内马尔康岷江柏自然保护区的野生动植物、生态系统及保护对象造成影响。

（2）对生态保护红线的影响

本项目避让了大渡河源水源涵养生态保护红线，生态环境影响评价范围内的生态保护红线（位于马尔康变电站出线侧）与岷江柏自然保护区范围重叠，与生态保护红线边界的直线最近距离约 0.1km。本项目生态环境影响评价范围内的生态保护红线不涉及河流等水域，因此不会对河流生态系统和水源涵养功能造成影响。通过加强对线路维护人员的环境保护宣传教育，禁止进入生态保护红线范围，禁止破坏红线内的植被、捕猎野生动物。因此，在采取上述措施后，本项目线路运行期间不会对生态环境评价范围内生态保护红线的野生动植物、生态系统及水土保持造成影响。

6.6 环境风险分析

6.6.1 马尔康变电站环境风险分析

（1）风险源

马尔康 500kV 变电站间隔扩建不新增主变压器和电抗器，本次扩建后运行期的环境风险事故来源主要为主变压器和电抗器事故时泄漏的事故油，属非重大危险源。

（2）环境风险事故影响

主变压器和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。

（3）预防措施及应急措施

马尔康 500kV 变电站现有规模中已在附近设置了 1 座 150m³ 事故油池，主变压器及电抗器发生事故时，事故油经设备下方的事故油坑，排入相应的事故油池收集，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。本次扩建不新增主变、高抗等含油设备，不增加事故油产生量。

根据对已运行的 500kV 变电站调查来看，变电站内主变压器及高压电抗器发生事故的几率很小，即使上述设备发生事故时，事故油也能得到妥善处理，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, 包括项目沿线生态系统、生态结构、动植物资源、土地利用、景观生态及区域生态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评价范围内生态敏感区、动植物资源、土地资源、景观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、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 生态环境》(HJ19-2022), 本项目生态影响评价因子筛选见表 7-1。

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
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

(续) 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
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	破碎化、异质化	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、专家和公众咨询法、遥感调查法、野外实地调查法。

7.2.1.1 资料收集法

本项目植物调查主要采用资料收集法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 年）、《中国种子植物属的分布区类型》（吴征镒，1991 年）、《中国植物志》（科学出版社，2004 年）、《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 年）、《四川植物志》（四川植物志编辑委员会，1981 年）、《中国植被》（吴征镒，1980 年）、《四川省重点保护野生植物名录》（四川省人民政府，2015 年）、《四川省国家野生保护与珍稀濒危植物图谱》（程新颖等，2018 年）、《四川植被》（四川植被协作组，1980 年）、《西南地区松杉柏科植物地理分布》（潘开文，2021 年）、《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 年）、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 年）、《中国兽类分类与分布》（魏辅文，科学出版社，2022 年）、《中国兽类名录(2021 版)》（魏辅文，2021 年）、《中国鸟类分类与分布名录第三版》（郑光美，科学出版社，2017 年）、《中国鸟类图鉴》（赵欣如，商务印书馆，2018 年）、《中国两栖、爬行动物更新名录》（王凯，

2020 年)、《中国蛇类》(赵尔宓, 安徽科学技术出版社, 2006 年)、《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 年)、《中国生物多样性红色名录 脊椎动物》(蒋志刚, 2021 年)、《四川鸟类鉴定手册》(张俊范, 1997 年)。

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。

7.2.1.3 遥感调查法

生态系统遥感解译与野外核查, GPS 样点是卫星遥感影像判读各种景观类型的基础, 根据室内判读的植被与土地利用类型图, 现场核实判读的正误率, 并对每个 GPS 取样点作如下记录: ①读出测点的海拔值和经纬度; ②记录样点植被类型, 以群系为单位, 同时记录坡向、坡度; ③记录样点优势植物以及观察动物活动的情况; ④拍摄典型植被外。

7.2.1.4 野外实地调查法

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 11 月、2024 年 2 月、2024 年 5 月, 相关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, 分动物和植物两方面进行。线路调查阶段主要是在评价区域的植被分布情况进行初步踏勘的基础上, 在项目评价范围内沿着现有道路、塔基区、施工场地、施工便道、牵引场和其它辅助设施区域等临时和永久占地区的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动、植物种类, GPS 定位并按照分类学要求进行拍照。同时结合了近 5 年来评价区域的建设项目环评报告《双江口水电站库区 G317 线改建公路工程环境影响报告书》(2020 年 8 月), 由此获得近 1 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	资料来源
春季	2024 年 5 月	实地调查
夏季	2020 年 8 月	《双江口水电站库区 G317 线改建公路工程环境影响报告书》
秋季	2023 年 11 月	实地调查
冬季	2024 年 2 月	实地调查

(1) 陆生植物调查

本项目采用线路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评价范围内马尔康岷江柏自然保护区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。珍稀濒危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，在项目评价范围内植被状况良好的区域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) 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、5m×5m、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，对于个别地区中出现的蕨类植物也将一并采样鉴定。对于野外调查中不能立即鉴定的植物，对其拍摄照片，根据《中国植物志》（科学出版社，2004 年）、《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 年)等分类学文献进行鉴定, 并记录下植物的科、属、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价报告等相关文献资料, 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多样性目录。

(3) 植被类型的划分

本次依据《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ19-2022), 参考《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。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, 在植被型内, 将建群种生活型相同或相近的, 同时与水热条件等生态关系一致植物群落的联合; 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。本次评价主要是根据踏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) 陆生动物调查

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 年)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 年)、《四川鸟类鉴定手册》(张俊范, 1997 年)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 年)、《中国蛇类》(赵尔宓, 安徽科学技术出版社, 2006 年)、《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 年）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，对于易捕捉的小型动物，采用一次捕捉或多次捕捉法；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 10m×10m 的样方或 2m×50m 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

根据动物群系类型设置调查样线,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。

B) 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,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、野生动物现状等进行分析等。

(5) 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了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。归并各类森林群落、灌丛群落、草地群落等,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 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(物种数量)、辛普森(Simpson)指数、香农-维纳

(Shannon-Wiener) 指数和皮洛(Pielou)均匀度指数。

① 辛普森指数(D)按式 (1) 计算:

$$D = 1 - \sum P_i^2 \quad (1)$$

式中: P_i ——物种 i 的个体数占样地内总个体数的比例, $i=1,2,\dots, S$ 。

S ——物种种类总数, 个。

② 香农-维纳指数(H')按式 (2) 计算:

$$H' = -\sum P_i \ln P_i \quad (2)$$

③ 均匀度指数按式 (3) 和 (4) 计算:

$$\text{皮洛均匀度指数} \quad J_w = -\sum P_i \ln P_i / \ln S \quad (3)$$

$$\text{皮洛均匀度指数} \quad J_s = (1 - \sum P_i^2) / (1 - \frac{1}{S}) \quad (4)$$

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)。

本次评价以评价区 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 生态敏感区

本项目评价范围内分布有岷江柏自然保护区和大渡河源水源涵养生态保护红线，除此之外本项目不涉及国家公园、自然保护区等自然保护地和世界自然遗产、生态保护红线等生态敏感区。

本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 本项目评价范围内生态敏感区及其与本项目之间的位置关系

序号	名称	保护级别	主管部门	建立时间	主要保护对象	与本项目位置关系
1) 自然保护地						
1	马尔康岷江柏自然保护区	州级	阿坝州林业和草原局	2001	岷江柏、红豆杉等保护植物及伴生于林间的保护野生动物。	已避让，位于线路西南侧，自然保护区实验区边界与线路的直线最近距离约 1.4km，缓冲区边界与线路的直线最近距离约 0.1km，核心区边界与线路的直线最近距离约 16km；塔基距缓冲区边界最近距离约 0.1km。
2) 生态保护红线						
2	大渡河水源涵养生态保护红线	—	自然资源部	2022	保护森林、高山草甸以及湿地、河流生态系统和川陕哲罗鲑等珍稀特有鱼类重要栖息地，维护水源涵养功能；加强大渡河峡谷地区地质灾害防治和水土流失治理；加强区域北部草地沙化和草原鼠虫害防治。	已避让，位于线路西南侧，与线路直线最近距离约 0.1km；塔基距生态保护红线边界最近距离约 0.1km。

7.3.1 马尔康岷江柏自然保护区

(1) 批复成立情况

马尔康岷江柏自然保护区于 2000 年 9 月经马尔康市人民政府(马尔府函[2000]40 号)批准建立县级自然保护区；2001 年 6 月经阿坝州人民政府(阿府发[2001]77 号)批准建立州级自然保护区。

(2) 地理位置及范围

马尔康岷江柏自然保护区位于四川省阿坝州马尔康市，处于马尔康松岗足索沟、木脚沟以西，木尔宗俄洛沟、白湾乡境内杜柯河、大渡河一线以东，脚木足蒲志以南，党坝撒阳沟、米洞沟以北的区域。地理坐标介于东经 101°44′~102°05′，北纬 31°44′~36°01′之间，总面积 31600hm²。

(3) 功能区划及保护管理要求

该自然保护区分为核心区、缓冲区和实验区 3 个功能区，各功能区基本情况如下：

核心区：面积 4900hm²，占保护区总面积的 15.51%。核心区西北至西南部以俄洛沟-仓金沟谷保护区边界为界，东北至东南以年克向北延伸山脊为界。保护区核心区为被保护对象具备典型代表性并保存完好的自然生态系统和珍稀濒危动植物集中分布地，是保护区最重要最核心的区域，也是严格禁止开发区。

缓冲区：保护区缓冲区分为东部、中部和西部三个部分，总面积为 5700hm²，

占保护区总面积的 18.04%。

东部缓冲区范围位于松岗镇以西，该区域东侧以松岗镇~七里村~大坝口村道路为界；北侧以大坝口村以南山脊为界；西侧以脚木足河以东最高山脊为界；南侧以国道 317 线以北山脊为界。

中部缓冲区范围西侧以布拉附近山脊延伸线为界，北侧、南侧及东侧均以脚木足河以西第一重山脊为界。

西部缓冲区范围西侧接保护区核心区，东侧以杂洛、古尔向北延伸山脊为界，南侧接保护区实验区；北侧以俄洛沟~仓金延伸山脊超过保护区核心区范围 2km 为界。

缓冲区是连接自然保护区核心区与实验区或核心区与自然保护区外界的带状区域（详见保护区功能区划图），起到把核心区与外界合理地隔离起来，确保保护区的核心区免受外界的干扰和破坏，同时缓冲区也是野生动物的良好栖息地和核心区内各种野生保护物种的延伸生存环境。

在该区域内，生态系统、岷江柏、红豆杉及各种野生动物也必须受到严格保护，在有关主管单位的批准下，区内允许从事一些有组织的科学考察、监测和实验工作，禁止任何单位和个人进入该区域从事各种开发活动。

实验区：面积 21000hm²，占保护区总面积的 66.46%。主要分布在脚木足河、绰斯甲河以北区域，东西两侧均连接保护区缓冲区。

实验区是保护区内人为活动相对频繁的区域，也是保护区生态旅游资源相对丰富的地区。区内可以从事科学实验、教学实习、参观考察、生态旅游、野生动植物的繁殖驯化及其它有价值资源的开发利用等。

（4）主要保护对象

该自然保护区的主要保护对象为岷江柏木、红豆杉以及伴生于林间的野生保护动物。

岷江柏木：国家 II 级保护植物，属柏木科高大乔木，高可达 30m，胸径可达 1m，分枝低矮、树形美观、木质优良，主要分布于大渡河上游及岷江上游海拔 2000~3000m 的阳坡或半阳坡。在保护区内的松岗乡、脚木足乡、白湾乡、党坝乡有集中分布，数量较大且能形成纯群落。

红豆杉：国家 I 级保护植物，属红豆杉科常绿乔木，植株含有抗癌成分，在很多地区已遭到毁灭性的破坏，主要分布于甘南、陕南、湖北西部和四川。在保护区

内主要分布于杜柯河、脚木足河、梭磨河沿岸的松岗乡、党坝乡、脚木足乡、白湾乡境内海拔 2100~2800m 范围内的山地，数量也相对较大。

重点保护野生动物：保护区内有国家 I 级重点保护野生动物有斑尾榛鸡、稚鹑、绿尾虹雉、金雕、玉带海雕、黑颈鹤、白唇鹿等 7 种；国家 II 级重点保护野生动物有虎嘉鱼、大天鹅、红腹角雉、白马鸡、红腹锦鸡、藏酋猴、黑熊、林麝、岩羊等 24 种，属四川省重点保护的野生动物有黑啄木鸟、赤狐、豹猫等。

（5）管理组织机构及人员

保护区管理机构为马尔康岷江柏自然保护区管理处，下设办公室、科研宣教股、保护股、档案室，隶属于马尔康市林业和草原局；管理处的三个派出机构为本真、白湾、可尔因三个保护管理站。管理处编制共计 16 人，其中科技人员 8 人，行政管理人员 2 人，其他职工 6 人。

（6）与本项目的位置关系

本项目线路避让了马尔康岷江柏自然保护区，位于自然保护区东北侧，与自然保护区实验区边界的直线最近距离约 1.4km，与缓冲区边界的直线最近距离约 0.1km，与核心区边界的直线最近距离约 16km，塔基距缓冲区边界最近距离约 0.1km。

7.3.2 大渡河源水源涵养生态保护红线

（1）批复成立情况

四川省人民政府以《关于阿坝藏族羌族自治州国土空间总体规划（2021-2035 年）的批复》（川府函〔2024〕69 号）批准阿坝州生态保护红线。

（2）地理分布

该区位于四川省西北部，属于川西北水源涵养与生物多样性保护重要区，行政区涉及马尔康市、金川县、壤塘县、阿坝县、红原县、道孚县，总面积 1.27 万平方公里，占生态保护红线总面积的 8.60%，占全省幅员面积的 2.62%。

（3）生态功能

区内主要河流有脚木足河、梭磨河、绰斯甲河、大金川等，是大渡河发源地的重要组成部分，具有极重要的水源涵养功能。区域生态系统类型有森林、高山草甸、高原湖泊、沼泽湿地等，植被以高山草甸、亚高山草甸、高山灌丛及亚高山针叶林等为主，代表性物种有云杉、冷杉、岷江柏、红豆杉、白唇鹿、黑颈鹤、猕猴等。

（4）保护重点

保护森林、高山草甸以及湿地、河流生态系统和川陕哲罗鲑等珍稀特有鱼类重要

栖息地，维护水源涵养功能；加强大渡河峡谷地区地质灾害防治和水土流失治理；加强区域北部草地沙化和草原鼠虫害防治。

（5）与本项目的地理位置关系

本项目避让了大渡河源水源涵养生态保护红线，位于线路西南侧，生态环境影响评价范围内的生态保护红线（位于马尔康变电站出线侧）与岷江柏自然保护区范围重叠。本项目与生态保护红线边界的直线最近距离约 0.1km；塔基距生态保护红线边界最近距离约 0.1km。

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、优势物种以及马尔康岷江柏自然保护区（大渡河源水源涵养生态保护红线）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、针阔叶混交林、灌丛、草丛等 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：陆生一级评价应结合调查对象、地形地貌和实际情况，应合理确定样方数量或面积，以及植物群落样方设置应涵盖评价范围不同植被类型。本次评价基于上述原则，基于马尔康市森林资源二类调查数据，结合遥感影像，根据评价范围内群系类型并结合海拔、坡向等，在一级评价区域共设置调查样方 35 个，每种群落类型（以群系为调查单元）的样方数量不少于 5 个，其中针叶林样方 5 个（云杉林），阔叶林样方 5 个（桦木林），阔叶灌丛样方 20 个（杜鹃灌丛样方 5 个，栎灌丛样方 5 个、蔷薇灌丛样方 5 个、高山柳灌丛样方 5 个），草丛样方 5 个（禾草草丛）。调查时间涵盖了植物开花和生长旺盛季节（2024 年 5 月），以保证样方的代表性。

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。

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 7-4 本项目植物群落样方调查点分布环境特征

编号	经度	纬度	海拔	植被类型
YF-1	102.065006	31.970344	3373	禾草草丛
YF-2	102.067957	31.969697	3485	栎灌丛
YF-3	102.052376	31.968118	2791	云杉林
YF-4	102.070004	31.967121	3491	禾草草丛
YF-5	102.06202	31.965708	3100	高山柳灌丛
YF-6	102.063979	31.9654	3173	云杉林
YF-7	102.05259	31.96509	2689	桦木林
YF-8	102.073393	31.963169	3273	栎灌丛
YF-9	102.075639	31.963008	3224	蔷薇灌丛
YF-10	102.064241	31.96205	3045	高山柳灌丛
YF-11	102.068878	31.961849	3299	禾草草丛
YF-12	102.051571	31.961134	2657	高山柳灌丛
YF-13	102.058603	31.960745	2740	云杉林
YF-14	102.056572	31.960384	2636	栎灌丛
YF-15	102.078363	31.960215	3315	桦木林
YF-16	102.064599	31.959125	2925	云杉林
YF-17	102.074957	31.958925	3192	蔷薇灌丛
YF-18	102.080873	31.958754	3420	杜鹃灌丛
YF-19	102.068984	31.957811	3168	高山柳灌丛
YF-20	102.053437	31.957142	2417	杜鹃灌丛
YF-21	102.081697	31.957113	3482	杜鹃灌丛
YF-22	102.071275	31.956947	3163	栎灌丛
YF-23	102.069775	31.956516	3176	蔷薇灌丛
YF-24	102.063269	31.955998	2806	高山柳灌丛
YF-25	102.073266	31.955347	3201	桦木林
YF-26	102.05551	31.955198	2440	杜鹃灌丛
YF-27	102.058836	31.954078	2639	桦木林
YF-28	102.081512	31.953764	3486	禾草草丛
YF-29	102.068986	31.953612	3062	蔷薇灌丛
YF-30	102.071285	31.951698	3063	蔷薇灌丛
YF-31	102.075791	31.950694	3214	禾草草丛
YF-32	102.070322	31.949942	3004	栎灌丛
YF-33	102.065612	31.948436	3113	桦木林
YF-34	102.076618	31.947315	3057	云杉林
YF-35	102.072274	31.94516	3148	杜鹃灌丛

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

根据调查与资料分析,评价区域主要维管束植物有 70 科 196 属 344 种:其中蕨类植物共有 9 科 9 属 15 种,占总科数的 12.86%、总属数的 4.59%、总种数的 4.37%;

裸子植物共有 2 科 6 属 10 种，占评价区域总科数的 2.86%、总属数的 3.06%、总种数的 2.92%；被子植物物种数最多，共有 59 科 181 属 318 种，占评价区域总科数的 84.29%、总属数的 92.35%、总种数的 92.71%。具体见表 7-5。

表 7-5 科属种统计表

门类		科数	所占比例(%)	属数	所占比例(%)	种数	所占比例(%)
蕨类植物		9	12.86	9	4.59	15	4.37
种子植物	裸子植物	2	2.86	6	3.06	10	2.92
	被子植物	59	84.29	181	92.35	318	92.71
合计		70	100.00	196	100.00	343	100.00

2) 植物区系分布

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统计分析，可掌握该区域植物区系的组成和占优势属植物的组成，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。

根据吴征镒关于中国种子植物属的分布区类型划分的原则，可以将评价区的种子植物 187 属分成 15 个分布类型，其成分所占比例见表 7-6。

表 7-6 植物区系分布

分布区类型	属数	占总属数%
1 世界分布	28	14.97
2 泛热带分布及其变型	11	5.88
3 热带亚洲和热带美洲间断分布	8	4.28
4 旧世界热带分布及其变型	10	5.35
5 热带亚洲至热带大洋洲分布及其变型	10	5.35
6 热带亚洲至热带非洲及其变型	5	2.67
7 热带亚洲分布及其变型	9	4.81
8 北温带分布及其变型	37	19.79
9 东亚和北美洲间断分布及其变型	12	6.42
10 旧世界温带分布及其变型	30	16.04
11 温带亚洲分布	3	1.60
12 地中海区、西亚至中亚分布及其变型	5	2.67
13 中亚分布及其变型	3	1.60
14 东亚分布及其变型	14	7.49
15 中国特有分布	2	1.07
合计	187	100.00

评价区维管束植物 187 属划分为 15 个分布型，表明评价区植物地理成分复杂和

完备。其中世界分布型属有 28 属，占评价区种子植物属总数的 14.97%；热带分布 53 属，占评价区种子植物属总数的 28.34%；温带分布有 104 属，占评价区种子植物属总数的 55.61%；中国特有分布 2 属，占评价区种子植物属总数的 1.07%，表明评价区植物区系以温带成分为主，分布有一定的热带和世界分布。

评价区内种子植物地理成分复杂多样，温带分布属数显著多于世界分布类型和热带分布属，表明评价区种子植物区系与温带植物有紧密联系，属的主要成分以北温带分布为主，区系受到北温带植物区系的影响较深。

(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，本项目所在区域属“Ⅱ川西高山峡谷山原针叶林地带—ⅡA 川西高山峡谷针叶林亚带—ⅡA₁ 川西高山峡谷植被地区—ⅡA₁₍₁₎ 大渡河中、上游植被小区。”大渡河中、上游植被小区位于邛崃山、大雪山之间。北接川西北高原灌丛、草甸地带，南接于巴郎山、夹金山、狮子山、瓦斯沟一线。包括马尔康、金川、小金、丹巴等县的全部以及壤塘、康定等县的部分。

本次依据《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ19-2022)，参考《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。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，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，作为植被型组的辅助单位，用一、二、三、……符号表示；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，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，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，其次为栽培植被。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，9 个植被亚型，13 个群系，以针叶林和阔叶林为主，为原生植被砍伐后形成的次生林，其次为灌丛、草丛、草甸。本项目生态环境评价区域植被型及植物种类详见表 7-7。

表 7-7 评价区自然植被分类系统

植被 型组	植被型	植被亚型	群 系	分布区域	工程占用情况	
					面积 (hm ²)	比例 (%)
I. 针 叶林	一、寒温性针 叶林	(一) 寒温性常 绿针叶林	1. 冷杉林	评价区广泛 分布	1.43	14.42
			2. 云杉林	评价区广泛 分布	1.32	13.31
II. 阔 叶林	二、亚热带阔 叶林	(二) 温带落叶 阔叶林	3. 桦木林	评价区广泛 分布	1.25	12.60
		(三) 亚热带硬 叶常绿阔叶林	4. 高山栎林	评价区散生 分布	0.98	9.88
III. 针阔 混交 林	三、亚热带针 阔混交林	(四) 亚热带高 山常绿针叶与 温带落叶阔叶 混交林	5. 冷杉-桦木混交 林	评价区广泛 分布	0.82	8.27
			6. 柏木-桦木混交 林	评价区广泛 分布	0.79	2.96
IV. 灌 丛	三、亚热带常 绿阔叶、落叶 阔叶灌丛 (常 含稀树)	(五) 亚热带常 绿阔叶灌丛	7. 栎灌丛	评价区广泛 分布	2.40	8.10
			8. 杜鹃灌丛	评价区散生 分布	0.58	1.95
		(六) 亚热带落 叶阔叶灌丛	9. 蔷薇灌丛	评价区广泛 分布	1.09	3.66
			10. 高山柳灌丛	评价区散生 分布	0.71	2.39
V. 草 丛	四、亚热带草 丛	(七) 蒿草草丛	11. 蒿草草丛	评价区散生 分布	1.28	9.34
		(八) 禾草草丛	12. 禾草草丛	评价区散生 分布	1.64	7.80
VI 草甸	五、高寒草甸	(九) 亚高山草 甸	13. 杂草草甸	评价区散生 分布	0.38	3.63
其他					0.51	1.71
合计					29.76	100

1) 冷杉林 (Form. *Abies fabri*)

冷杉林在评价区分布较为普遍, 在海拔 2500~4000m 的阴坡或半阴坡均有分布, 常形成连续而集中的单层纯林。群落外貌呈深绿色, 林木组成以冷杉 (*Abies fabri*) 为优势种, 常混生有高山松 (*Pinus densata*)、云杉 (*Picea asperata*) 等, 郁闭度 0.5~0.6 左右, 平均高度可达 26m; 第 II 亚层主要由白桦 (*Betula platyphylla*)、长尾槭 (*Acer caudatum*) 等组成, 郁闭度 0.05~0.2 左右, 平均高 10~15m。

林下灌木层植物以杜鹃 (*Rhododendron spp*)、蔷薇 (*Rosa spp*) 等占优势, 高度 1~1.2m, 盖度 50% 以上, 此外可见有悬钩子 (*Rubus spp*)、花楸 (*Sorbus spp*)、栒子 (*Cotoneaster spp*)、茶藨子 (*Ribes spp*)、忍冬 (*Lonicera spp*)、小檗 (*Berberis spp*) 等, 盖度 40%~50%。

草本层可见流苏虾脊兰 (*Calanthe alpina*)、山酢浆草 (*Oxalis acetosella* subsp. *griffithii*)、掌裂蟹甲草 (*Parasenecio palmatisectus*)、高原蒿 (*Artemisia youngii*)、大瓦韦 (*Lepisorus macrosphaerus*)、绣球藤 (*Clematis montana*)、多花碎米荠 (*Cardamine multiflora*) 等喜阴湿草本植物, 盖度在 50% 以上。冷杉林在海拔 2600m 以上的地段乔木层分层不甚明显, 主要以冷杉为主, 其他乔木树种稀少。

2) 云杉林 (Form. *Picea* spp)

评价区云杉林分布也较多。该群落外貌呈深绿色, 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 (*Picea asperata*)、川西云杉 (*Picea likiangensis* var. *balfouriana*)、油麦吊云杉 (*Picea brachytyla* var. *complanata*) 为优势种, 其次还出现有冷杉 (*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 albo-sinensis*)、山杨 (*Populus davidiana*)、高山柳 (*Salix takasagoalpina*) 等。

灌木层盖度 40~50%, 高 1~3m, 常见有茶藨子 (*Ribes* spp)、杜鹃 (*Rhododendron* spp)、高山栎 (*Quercus* spp)、小叶栒子 (*Cotoneaster microphyllus*)、华西蔷薇 (*Rosa moyesii*)、针刺悬钩子 (*Rubus pungens*)、西南悬钩子 (*Rubus assamensis*)、青荚叶 (*Helwingia japonica*)、西南花楸 (*Sorbus rehderiana*)、川滇绣线菊 (*Spiraea schneideriana*)、鬼箭锦鸡儿 (*Caragana jubata*)、高山柳 (*Salix takasagoalpina*)、沙棘 (*Hippophae rhamnoides*) 等; 以及领春木 (*Euptelea pleiospermum*)、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 45%~55%, 主要有较耐荫的大叶冷水花 (*Pilea martinii*)、高山瓦韦 (*Lepisorus eilophyllus*)、长芒藁草 (*Carex gmelinii*)、川滇藁草 (*Carex schneideri*)、葱状灯心草 (*Juncus allioides*)、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。常见的层外植物有常春藤 (*Hedera nepalensis* var. *sinensis*)。

3) 桦木林 (Form. *Betula* spp)

该群落在评价区零星分布在评价区的局部地区, 林冠参差不齐。总郁闭度为 0.6~0.7 左右, 高 10~15m。在该种森林群落结构的乔木层中, 乔木层主要以白桦 (*Betula*

platyphylla) 和红桦 (*Betula albo-sinensis*) 为优势种, 少有高山松 (*Pinus densata*)、高山柏 (*Sabina squamata*) 和槭树 (*Acer spp*)。此外, 还有漆树 (*Toxicodendron vernicifluum*)、高山栎 (*Quercus semicarpifolia*)、山杨 (*Populus davidiana*) 等其他落叶树种。

灌木层总盖度为 50% 左右, 高 1.2~3m, 常见有大叶醉鱼草 (*Buddleja davidii*)、栎叶杜鹃 (*Rhododendron phaeochrysum*)、扁刺蔷薇 (*Rosa sweginzowii*)、荚蒾 (*Viburnum spp*) 以及冷杉的更新幼苗等。

草本层总盖度为 25~30%, 常见长芒薹草 (*Carex gmelinii*)、小舌紫菀 (*Aster albescens*)、山箭菜 (*Eutrema yunnanense*)、大叶冷水花 (*Pilea martinii*) 等。此外还有大瓦韦 (*Lepisorus macrosphaerus*)、铁角蕨 (*Asplenium trichomanes*) 等部分蕨类植物。

4) 高山栎林 (Form. *Quercus spp*)

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。优势种栎树主要为川滇高山栎 (*Quercus aquifolioides*)、高山栎 (*Quercus semicarpifolia*), 栎树高约 12m 左右, 平均胸径约 11cm 左右, 林冠郁闭度约 0.55 左右。伴生树有桦木 (*Betula spp*)、冷杉 (*Abies fabri*)、领春木 (*Euptelea pleiospermum*)、云杉 (*Picea asperata*) 等。

林下灌木较少, 偶见种有华西忍冬 (*Lonicera webbiana*)、多花勾儿茶 (*Berchemia floribunda*)、矮高山栎 (*Quercus monimotricha*)、高山柳 (*Salix takasagoalpina*)、绣线菊 (*Spiraea spp*)、西南花楸 (*Sorbus rehderiana*)、黄果悬钩子 (*Rubus xanthocarpus*)、峨眉蔷薇 (*Rosa omeiensis*)、平枝栒子 (*Cotoneaster horizontalis*) 等, 群落盖度在 30% 左右。

草本有西南委陵菜 (*Potentilla fulgens*)、细叶卷柏 (*Selaginella labordei*)、大瓦韦 (*Lepisorus macrosphaerus*)、草玉梅 (*Anemone rivularis*)、千里光 (*Senecio scandens*)、早熟禾 (*Poa spp*)、大火草 (*Anemone tomentosa*)、高原毛茛 (*Ranunculus tanguticus*)、山箭菜 (*Eutrema yunnanense*) 等, 盖度为 25~30% 左右。

5) 冷杉-桦木混交林 (Form. *Abies+Betula spp*)

该群落在评价区散生分布于海拔 3000m 以上的局部地区, 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, 乔木层主要由冷杉 (*Abies fabri*)、白桦 (*Betula platyphylla*)、红桦 (*Betula albo-sinensis*) 组成, 少有

云杉 (*Picea asperata*)、高山松 (*Pinus densata*) 和油松 (*Pinus tabulaeformis*)。此外, 还有漆树、红桦、山杨、清香木 (*Pistacia weinmannifolia*) 等其他落叶树种。

灌木层总盖度为 50% 左右, 高 1.5~3.5 m, 常见有蔷薇、栒子、小檗、杜鹃、醉鱼草 (*Buddleja spp*)、水红木 (*Viburnum cylindricum*)、高山柳、悬钩子等。

草本层总盖度为 30~45%, 常见云雾薹草 (*Carex nubigena*)、紫羊茅 (*Festuca rubra*)、异针茅 (*Stipa aliena*)、林地早熟禾 (*Poa nemoralis*)、大叶冷水花、鹿蹄草 (*Pyrola calliantha*)、山蓼 (*Oxyria digyna*) 等。此外还有犬问荆 (*Equisetum palustre*)、细叶卷柏等部分蕨类植物。

6) 柏木-桦木混交林 (Form. *Cupressus*+*Betula spp*)

该群落散生分布于评价区, 林冠参差不齐。总郁闭度为 0.55~0.65 左右, 高 10~16m 左右。在该种森林群落结构的乔木层中, 乔木层主要由高山柏、岷江柏木 (*Cupressus chengiana*)、白桦、红桦组成, 少有冷杉、高山松、槭树、山杨等。

灌木层总盖度为 30% 左右, 高 1.2~3.5m, 常见有杜鹃、忍冬、勾儿茶 (*Berchemia spp*)、绣线菊、高山柳、小檗等。

草本层总盖度在 35% 左右, 常见漆姑草 (*Sagina japonica*)、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*)、羊茅 (*Festuca ovina*)、毛连菜 (*Picris hieracioides*) 等。

7) 栎灌丛 (Form. *Quercus monimotricha*)

评价区土壤为山地褐土、山地棕壤土, 一般较干燥贫瘠。栎灌丛群落外貌呈深绿色, 密集低矮, 丛冠平整, 在评价区分布较多, 主要以矮高山栎 (*Quercus monimotricha*) 为主要优势种。灌木层总盖度 60-75% 左右, 除占绝对优势的矮高山栎外, 伴生的灌木还有堆花小檗 (*Berberis aggregata*)、尖叶栒子 (*Cotoneaster acuminatus*)、西南花楸 (*Sorbus rehderiana*)、宝兴茶藨子 (*Ribes moupinense*) 等。

草本植物生长稀疏, 总盖度 20% 以上, 主要为禾草, 其它常见的草本植物还有小舌紫菀 (*Aster albescens*)、柔垂缬草 (*Valeriana flaccidissima*)、落芒草 (*Oryzopsis munroi*)、毛连菜 (*Picris hieracioides*)、高山嵩草 (*Kobresia pygmaea*)、高原早熟禾 (*Poa alpigena*)、矮羊茅 (*Festuca coelestis*) 等。

8) 杜鹃灌丛 (Form. *Rhododendron spp*)

本群系在评价区内主要分布于较高海拔区域。丛冠整齐，生长密集，组成灌木层的植物种类和结构均很简单。杜鹃灌丛茂盛，高度约 1.0-2.5m，盖度可达 60-70%以上，以大白杜鹃 (*Rhododendron decorum*)、栎叶杜鹃 (*Rhododendron phaeochrysum*) 最常见，其他的常见的杜鹃还有问客杜鹃 (*Rhododendron ambiguum*)、毛喉杜鹃 (*Rhododendron cephalanthum*)、多鳞杜鹃 (*Rhododendron polylepis*) 等，冷杉等乔木幼苗零星分布于其中。其他灌木类型还包括绣线菊属 (*Spiraea spp*)、花楸属 (*Sorbus spp*)、栒子属 (*Cotoneaster spp*)、小檗属 (*Berberis spp*)、忍冬属 (*Lonicera spp*)、醉鱼草属 (*Buddleja spp*) 等。

草本层植物常有香青属 (*Anaphalis spp*)、早熟禾属 (*Poa spp*)、银莲花属 (*Anemone spp*)、薹草属 (*Carex spp*)、嵩草属 (*Kobresia spp*) 和毛茛属 (*Ranunculus spp*) 等，以及少量的珠芽蓼 (*Polygonum viviparum*)、繁缕 (*Stellaria media*)、狼毒 (*Stellera chamaejasme*)、龙芽草 (*Agrimonia pilosa*)、多花马先蒿 (*Pedicularis floribunda*)、圆穗蓼 (*Polygonum macrophyllum*) 等植物，盖度可达 40%以上。

9) 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 50~60%左右，常见种包括华西蔷薇 (*Rosa moyesii*)、峨眉蔷薇 (*Rosa omeiensis*)、绢毛蔷薇 (*Rosa sericea*)、扁刺蔷薇 (*Rosa sweginzowii*) 等，伴生种主要有尖叶栒子 (*Cotoneaster acuminatus*)、西南悬钩子 (*Rubus assamensis*)、勾儿茶、花楸、小檗、高山柳、栒子、锦鸡儿 (*Caragana spp*)、茶藨子等种类组成。

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 25-40%左右。常见种主要为禾草，群落高度 40cm 左右。主要种类有短柄草 (*Brachypodium sylvaticum*)、小花剪股颖 (*Agrostis micrantha*)、野青茅 (*Deyeuxia arundinacea*)、披碱草 (*Elymus dahuricus*)、高山羊茅 (*Festuca arioides*)、落芒草、矮羊茅、丝颖针茅等 (*Stipa capillacea*)。

10) 高山柳灌丛(Form.*Salix takasagoalpina*)

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 50-65%左右。高山柳灌丛的优势种主要为高山柳 (*Salix takasagoalpina*)。群落中还有皂柳 (*Salix wallichiana*)、丝毛柳 (*Salix luctuosa*)、沙棘、挂苦绣球 (*Hydrangea xanthoneura*)、勾儿茶、蔷薇、栒子、小檗、宝兴茶藨子 (*Ribes moupinense*)、西南悬钩子等。

草本层的植物种类也较丰富，其盖度约 30%左右，由于受环境影响，一般植株都生长纤细柔软。主要种类有早熟禾、草沙蚕（*Tripogon bromoides*）、矮羊茅、乱子草（*Muhlenbergia hugelii*）、微孔草（*Microula sikkimensis*）、垂穗披碱草（*Elymus nutans*）、拂子茅（*Calamagrostis epigeios*）等。

11) 蒿草草丛(Form.*Artemisia spp*)

植被群落属于蒿草草丛，群落以毛莲蒿、冷蒿、高原蒿（*Artemisia youngii*）、灰苞蒿（*Artemisia roxburghiana*）、绒毛蒿（*Artemisia campbellii*）为优势种，主要分布于评价区林缘、荒草地、道路旁，草本层零散分布有高山羊茅、披碱草、臭蒿（*Artemisia hedini*）、高原早熟禾、凌风草（*Briza media*）、白草（*Pennisetum centrasiaticum*）、千里光、矮火绒草（*Leontopodium nanum*）、漆姑草、毛连菜、高山嵩草等其他草本植物，草本层总盖度约 60%左右。

12) 禾草草丛(Form.*Gramineae spp*)

该群落广泛分布于评价区，群落以拂子茅、野青茅、高山羊茅、落芒草、白草、长芒草、早熟禾、披碱草、紫羊茅、异针茅等禾本科植被为优势种。群落外貌秋季呈黄白色，草丛生长稀疏，总盖度较小，约为 50-60%左右，有明显的分层。除主要优势种外还有川滇薹草、防己叶菝葜（*Smilax menispermoides*）、高原唐松草（*Thalictrum cultratum*）、伏毛虎耳草（*Saxifraga strigosa*）、珠芽蓼、山酢浆草、路边青、多花碎米荠、绒毛蒿、三脉紫菀（*Aster ageratoides*）、毛裂蜂斗菜（*Petasites tricholobus*）等。

13) 杂草草甸

评价区海拔较高处还分布有高山草甸，高山草甸以杂草居多，禾草分布相对明显较少；大多分布于阳坡、半阳坡地带；土壤为亚高山草甸土和高山草甸土。草甸总盖度在 80~95%之间，其上主要生长的杂草和禾草物种有蕨麻（*Potentilla anserina*）、圆穗蓼、高山嵩草、长芒薹草、高山藨草（*Scirpus paniculato-corymbosus*）、短柄草、看麦娘（*Alopecurus aequalis*）、疏花剪股颖（*Agrostis perlaxa*）、高山羊茅、早熟禾、高山豆（*Tibetia himalaica*）、微孔草（*Microula sikkimensis*）、马先蒿（*Pedicularis spp*）、狼毒、川西银莲花（*Anemone prattii*）、委陵菜（*Potentilla spp*）、尼泊尔香青（*Anaphalis nepalensis*）、掌裂蟹甲草、鸡骨柴（*Elsholtzia fruticosa*）、高原香薷（*Elsholtzia feddei*）等。

(3) 工程直接占地区植被类型及植物资源

本项目永久占地主要为工程塔基占地，主要以占用林地为主，所占区域主要植被类型为冷杉、云杉、桦木、高山柳等乔木林以及高山柏、岷江冷杉，零星分布山杨、高山松、槭树等乔木以及蔷薇、杜鹃、栒子、矮高山栎、高山柳、小檗等灌木以及乱子草、矮羊茅、拂子茅、早熟禾、落芒草、披碱草等草本植被。

本项目临时占地包括塔基施工临时占地、施工道路临时占地、人抬便道临时占地、索道站临时占地、跨越场占地、牵张场占地等。主要占地类型为林地和草地，临时占地区域主要植被有冷杉、云杉、高山栎、白桦、红桦等乔灌木，悬钩子、蔷薇、杜鹃、高山柳、小檗、栒子等灌丛以及嵩草、紫羊茅、疏花剪股颖、高山羊茅、早熟禾、高山豆、微孔草、马先蒿、狼毒、川西银莲花、委陵菜、绒毛蒿等草本植被。

表 7-8 项目占地区域植被类型及植物资源

工程占地		占地区域植被
永久占地	塔基占地	冷杉、栎树、云杉、高山松、槭树、桦木、杜鹃、蔷薇、子、醉鱼草、莢蒾、小檗、草沙蚕、小花剪股颖、拂子茅、早熟禾、芸香草、嵩草、披碱草、矮羊茅、细柄草、毛连菜等。
临时占地	塔基施工临时占地、施工道路临时占地、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	冷杉、云杉、高山栎、白桦、槭、山杨、矮高山栎、悬钩子、小檗、蔷薇、杜鹃、高山柳、栒子、莢蒾、醉鱼草、细柄草、紫羊茅、疏花剪股颖、高山羊茅、早熟禾、落芒草、微孔草、凌风草、狼毒、委陵菜、小舌紫菀、垂穗披碱草等。

7.4.1.3 马尔康岷江柏自然保护区和生态保护红线内植被类型结构及分布特征

根据《四川马尔康岷江柏自然保护区总体规划（2001 年）》等相关文献资料，马尔康岷江柏自然保护区可以划分为：阔叶林、针叶林、竹林、灌丛、草甸以及栽培植被等 6 个类型。据初步调查，保护区内高等植物共计 88 科 224 属 427 种，其中属国家 I 级重点保护的野生植物有红豆杉，属国家 II 级种重点保护的植物有岷江柏木、四川牡丹、四川红杉、独叶草等。

本项目线路仅马尔康变电站出线侧长约 100m 的线路生态环境评价范围内有岷江柏自然保护区的缓冲区（最近距离约 0.1km）和生态保护红线（最近距离约 0.1km）分布，且该区域生态保护红线包含在岷江柏自然保护区范围内。

通过实地踏查，参考《中国植被》《四川马尔康岷江柏自然保护区总体规划（2001 年）》及相关林业调查资料，采用植物群落学—生态学分类原则，选用植被型组、植被型、群系等基本单位，在对现存植被进行考察的基础上，结合区域内现有植被中群系建群种与优势种的外貌，以及群系的环境生态与地理分布特征等分析，将评价范围自然植被初步划分为 4 个植被型组、7 个植被型、7 个植被亚型、8 个群系等。详见表 7-9。

表 7-9 本项目线路评价范围内马尔康岷江柏自然保护区自然植被类型

植被型组	植被型	植被亚型	群系
I.针叶林	一、暖性针叶林	(一) 亚热带和热带山地针叶林	1.云杉林
			2.冷杉林
II.阔叶林	二、亚热带硬叶阔叶林	(二) 亚热带硬叶常绿阔叶林	3.栎林
	三、温带阔叶林	(三) 温带落叶阔叶林	4.桦木林
III.灌丛	四、亚热带阔叶灌丛	(四) 亚热带常绿阔叶灌丛	5.栎灌丛
	五、亚高山阔叶灌丛	(五) 亚高山落叶阔叶灌丛	6.高山柳灌丛
	六、亚热带阔叶灌丛	(六) 亚热带落叶阔叶灌丛	7.蔷薇灌丛
IV.草丛	七、亚热带草丛	(七) 毛莲蒿草丛	8.毛莲蒿草丛

根据现场调查，在线路生态评价范围内的马尔康岷江柏自然保护区（生态保护红线）内未发现岷江柏木等重点保护野生植物。

7.4.1.4 评价区重要植物物种

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）、《四川省重点保护野生植物名录》（川府函〔2016〕27 号），项目评价范围内无省级重点保护野生植物，但项目线路评价范围内分布有岷江柏木 1 种国家重点保护野生植物，根据查阅历史资料及实地调查时发现评价区内有其适生生境，同时走访当地村庄得知评价区内曾发现有岷江柏木个体植株分布，由此推断评价区内应有岷江柏木分布，因此，将其纳入名录；依据《中国生物多样性红色名录》，项目评价范围内分布有岷江冷杉、川西云杉、云杉等 56 种特有种植物，评价区重要物种见表 7-10。

表 7-10 本项目评价区内重要植物物种调查结果统计表

序号	中文种名	种拉丁学名	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)
1	岷江柏木	<i>Cupressus chengiana</i>	国 II	易危	是	否	生长在海拔1200-2900m的干燥坡	调查, 资料	否
2	大瓦韦	<i>Lepisorus macrosphaerus</i>	/	无危	是	否	评价区零星分布	资料	否
3	岷江冷杉	<i>Abies faxoniana</i>	/	无危	是	否	评价区散生分布	调查	是
4	川西云杉	<i>Picea likiangensis</i> var. <i>balfouriana</i>	/	无危	是	否	评价区零星分布	资料	是
5	云杉	<i>Picea asperata</i>	/	无危	是	否	评价区散生分布	资料	是
6	油松	<i>Pinus tabulaeformis</i>	/	无危	是	否	评价区零星分布	调查	否
7	高山松	<i>Pinus densata</i>	/	无危	是	否	评价区零星分布	资料	否
8	川西银莲花	<i>Anemone prattii</i>	/	无危	是	否	评价区散生分布	调查	是
9	大火草	<i>Anemone tomentosa</i>	/	无危	是	否	评价区零星分布	资料	否
10	粗齿铁线莲	<i>Clematis argentea</i>	/	无危	是	否	评价区零星分布	资料	否
11	须蕊铁线莲	<i>Clematis pogonandra</i>	/	无危	是	否	评价区散生分布	调查	是
12	偏翅唐松草	<i>Thalictrum delavayi</i>	/	无危	是	否	评价区散生分布	资料	否
13	堆花小檗	<i>Berberis aggregata</i>	/	无危	是	否	评价区散生分布	资料	否
14	金花小檗	<i>Berberis wilsonae</i>	/	无危	是	否	评价区散生分布	资料	是
15	曲花紫堇	<i>Corydalis curviflora</i>	/	无危	是	否	评价区零星分布	调查	否
16	长叶溲疏	<i>Deutzia longifolia</i>	/	无危	是	否	评价区散生分布	资料	否
17	挂苦绣球	<i>Hydrangea xanthoneura</i>	/	无危	是	否	评价区散生分布	资料	否
18	太平花	<i>Philadelphus pekinensis</i>	/	无危	是	否	评价区散生分布	调查	是
19	绢毛山梅花	<i>Philadelphus sericanthus</i>	/	无危	是	否	评价区散生分布	资料	否
20	宝兴茶藨子	<i>Ribes moupinense</i>	/	无危	是	否	评价区散生分布	资料	否
21	西南草莓	<i>Fragaria moupinensis</i>	/	无危	是	否	评价区零星分布	资料	否
22	华西蔷薇	<i>Rosa moyesii</i>	/	无危	是	否	评价区散生分布	资料	是
23	峨眉蔷薇	<i>Rosa omeiensis</i>	/	无危	是	否	评价区散生分布	资料	否
24	扁刺蔷薇	<i>Rosa sweginzowii</i>	/	无危	是	否	评价区散生分布	资料	否
25	黄果悬钩子	<i>Rubus xanthocarpus</i>	/	无危	是	否	评价区散生分布	调查	是
26	高丛珍珠梅	<i>Sorbaria arborea</i>	/	无危	是	否	评价区零星分布	资料	否
27	晚绣花楸	<i>Sorbus sargentiana</i>	/	无危	是	否	评价区散生分布	资料	否

(续) 表 7-10 本项目评价区内重要植物物种调查结果统计表

序号	中文种名	种拉丁学名	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)
28	川滇绣线菊	<i>Spiraea schneideriana</i>	/	无危	是	否	评价区散生分布	资料	是
29	二色锦鸡儿	<i>Caragana bicolor</i>	/	无危	是	否	评价区零星分布	资料	否
30	大叶杨	<i>Populus lasiocarpa</i>	/	无危	是	否	评价区散生分布	调查	否
31	丝毛柳	<i>Salix luctuosa</i>	/	无危	是	否	评价区散生分布	资料	是
32	高山柳	<i>Salix takasagoalpina</i>	/	无危	是	否	评价区散生分布	资料	否
33	桤木	<i>Alnus cremastogyne</i>	/	无危	是	否	评价区散生分布	资料	否
34	红桦	<i>Betula albo-sinensis</i>	/	无危	是	否	评价区零星分布	调查	否
35	矮高山栎	<i>Quercus monimotricha</i>	/	无危	是	否	评价区散生分布	资料	否
36	刺鼠李	<i>Rhamnus dumetorum</i>	/	无危	是	否	评价区散生分布	资料	是
37	淡黄鼠李	<i>Rhamnus flavesceus</i>	/	无危	是	否	评价区散生分布	资料	否
38	矮泽芹	<i>Chamaesium paradoxum</i>	/	无危	是	否	评价区散生分布	调查	是
39	鹿蹄草	<i>Pyrola calliantha</i>	/	无危	是	否	评价区散生分布	资料	否
40	多鳞杜鹃	<i>Rhododendron polylepis</i>	/	无危	是	否	评价区零星分布	资料	否
41	栎叶杜鹃	<i>Rhododendron phaeochrysum</i>	/	无危	是	否	评价区零星分布	调查	否
42	问客杜鹃	<i>Rhododendron ambiguum</i>	/	无危	是	否	评价区散生分布	资料	是
43	互叶醉鱼草	<i>Buddleja alternifolia</i>	/	无危	是	否	评价区零星分布	资料	否
44	桦叶荚蒾	<i>Viburnum betulifolium</i>	/	无危	是	否	评价区散生分布	资料	否
45	高原蒿	<i>Artemisia youngii</i>	/	无危	是	否	评价区散生分布	调查	是
46	掌裂蟹甲草	<i>Parasenecio palmatisectus</i>	/	无危	是	否	评价区零星分布	资料	否
47	华蟹甲	<i>Sinacalia tangutica</i>	/	无危	是	否	评价区零星分布	资料	否
48	粗茎秦艽	<i>Gentiana crassicaulis</i>	/	无危	是	否	评价区散生分布	资料	否
49	独花报春	<i>Omphalogramma viciiflora</i>	/	无危	是	否	评价区散生分布	调查	否
50	偏花报春	<i>Primula secundiflora</i>	/	无危	是	否	评价区散生分布	资料	是
51	多花马先蒿	<i>Pedicularis floribunda</i>	/	无危	是	否	评价区零星分布	资料	否
52	高原香薷	<i>Elsholtzia feddei</i>	/	无危	是	否	评价区散生分布	资料	是
53	川滇薹草	<i>Carex schneideri</i>	/	无危	是	否	评价区零星分布	资料	否
54	高山蕨草	<i>Scirpus paniculato-corymbosus</i>	/	近危	是	否	评价区散生分布	调查	否

(续) 表 7-10 本项目评价区内重要植物物种调查结果统计表

序号	中文种名	种拉丁学名	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)
55	云生早熟禾	<i>Poa nubigena</i>	/	无危	是	否	评价区散生分布	资料	是
56	华雀麦	<i>Bromus sinensis</i>	/	无危	是	否	评价区散生分布	资料	否
57	箭竹	<i>Fargesia spathacea</i>	/	无危	是	否	评价区散生分布	调查	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。

(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)、《四川省重点保护野生植物名录》(川府函〔2016〕27 号)中所列的物种, 本次调查未发现有省级重点保护野生植物, 但项目线路评价范围内分布有岷江柏木 1 种国家重点保护野生植物。

根据保护植物生境分布及适生区预测情况: 岷江柏木生长在海拔 1200~2900m 的干燥阳坡。岷江柏木根系发达, 抗干旱能力较强, 耐瘠薄, 具有适应严酷生境的特性。其抗逆性强, 耐寒、耐旱力强。本次评价未在野外调查到野生的岷江柏木植株, 但根据查阅马尔康市森林资源管理“一张图”发现评价区内分布有岷江柏木群落面积约 3.12hm² (其中天然林面积约 2.04hm², 人工造林面积约 1.08hm²) 分布, 因此将其纳入名录。

表 7-11 评价区野生保护植物一览表

物种名	拉丁名	保护级别	分布点(坐标, 海拔)		数量及生长状况	最近工程与距离
岷江柏木	<i>Cupressus chengiana</i>	国 II	E102.05672264, N31.95489319	2518m	评价区边缘散生分布, 群落面积约 3.12hm ² (其中天然林面积约 2.04hm ² , 人工造林面积约 1.08hm ²); 生长状况良好。	与线路直线最近距离约 900m。

(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, 本项目生态评价范围内未发现极危、濒危、易危物种。

(3) 极小种群物种

依据《中国生物多样性红色名录》, 根据调查及相关资料查阅, 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》，根据调查及相关资料查阅，本项目生态评价范围内分布有岷江冷杉、川西云杉、云杉等 56 种特有种植物，见表 7-10。

(5) 古木名树

按照全国绿化委员会、国家林业局文件（全绿字[2001]15 号）对名木古树的界定，名木指在历史上或社会上有重大影响的中外历代名人、领袖人物所植或者具有极其重要的历史、文化价值、具有纪念意义的树木；古树指树龄在 100 年以上的树木。本次调查范围内未发现挂牌和登记在册的古树名木。

7.4.1.5 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，计算结果见表 7-12。

表 7-12 评价区植物群落物种丰富度和物种多样性

类型	Shannon-Wiener 指数 (H)	Simpson 指数 (D)	Pielou 均匀度指数 (J)
乔木层	3.23	0.81	0.83
灌木层	3.15	0.86	0.78
草本层	2.03	0.94	0.95

根据表 7-12 可以看出，乔灌木不同层片的物种多样性指数差别较大，乔木层、灌木层、草本层各层的物种数分别为 3.23、3.15、2.03，乔木层和灌木层的物种数接近整个样地物种总数的 50%左右。Shannon-Wiener 指数 (H) 表现为乔木层 > 灌木层 > 草本层，Simpson 指数 (D) 表现为草本层 > 灌木层 > 乔木层，Pielou 均匀度指数 (J) 表现为草本层 > 乔层 > 灌木层。由此可看出，群落物种多样性在很大程度上取决于灌木层和乔木层，总体表现为乔木层 > 灌木层 > 草本层。

7.4.2 评价区陆生动物现状与评价

7.4.2.1 动物样线调查

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 14 条样线，共涵盖了 4 种生境（森林、灌丛、草丛、农区等）。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。调查时间涵盖了春季（5月）、秋季（11月）、冬季（2月），以保证样线的代表性。

《环境影响评价技术导则-生态影响》（HJ 19-2022）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 14 条，大多数样线穿越了不同的生境，使各类生境均有 5 条及以上的调查样线，符合导则要求。

《环境影响评价技术导则-生态影响》（HJ 19-2022）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。本次评价在进行实地踏查的同时也收集了相关资料，结合访问法调查确定区域野生动物种类。

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 7-13 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)	生境类型
	经度(°)	纬度(°)	经度(°)	纬度(°)		
YX-1	102.063815	31.970276	102.070056	31.966672	787	草丛、灌丛
YX-2	102.061147	31.966036	102.06492	31.961402	722	灌丛、森林
YX-3	102.064135	31.96602	102.069357	31.961734	851	草丛、灌丛、森林
YX-4	102.074491	31.958604	102.081502	31.956634	956	灌丛、森林
YX-5	102.072967	31.963276	102.076006	31.962717	322	灌丛
YX-6	102.069332	31.958299	102.074155	31.954905	776	灌丛、森林
YX-7	102.082033	31.954862	102.081	31.951462	438	草地、农区
YX-8	102.076405	31.946777	102.073104	31.952081	791	草丛、农区、森林
YX-9	102.065129	31.948863	102.070981	31.9527	915	灌丛、森林、农区
YX-10	102.067791	31.955202	102.069945	31.952199	504	农区、灌丛、森林
YX-11	102.053351	31.957538	102.059376	31.953843	753	灌丛、森林
YX-12	102.0641	31.95939	102.061042	31.955637	686	农区、灌丛、森林
YX-13	102.051743	31.96164	102.060003	31.960859	934	灌丛、森林
YX-14	102.052997	31.968595	102.053238	31.963869	598	森林

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 年）、《中国兽类分类与分布》（魏辅文，科学出版社，2022 年）、《中国兽类名录（2021 版）》（魏辅文，2021 年）、《中国鸟类分类与分布名录第三版》（郑光美，科学出版社，2017 年）、《中国鸟类图鉴》（赵欣如，商务印书馆，2018 年）、《中国两栖、爬行动物更新名录》（王凯，2020 年）、《中国蛇类》（赵尔宓，安徽科学技术出版社，2006 年）、《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 年）、《中国生物多样性红色名录 脊椎动物》（蒋志刚，2021 年），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等。

7.4.2.2 评价区动物物种组成

根据现场调查、访问和查阅相关资料，本项目评价区内共有陆生脊椎动物 105 种，其中两栖动物共有 4 种，分隶 1 目 2 科；爬行动物共有 5 种，分隶 1 目 4 科；鸟类 76 种，分隶 6 目 23 科；兽类 20 种，分隶 5 目 7 科。依照 2021 年 1 月 4 日国务院批准的《国家重点保护野生动物名录》，评价区内发现 2 种国家 II 级重点保护动物高山兀鹫（*Gyps himalayensis*）、普通鵟（*Buteo japonicus*），未发现省级重点保护动物。

表 7-14 评价区动物物种统计表

类群	目	科	种	数据来源
两栖类	1	2	4	野外观察实体、访问、查阅资料
爬行类	1	4	5	野外观察实体、访问、查阅资料
鸟类	6	23	76	野外观察实体、访问、查阅资料
兽类	5	7	20	野外调查实体及活动痕迹、访问、查阅资料
合计	13	33	105	/

（1）两栖类分布现状

根据野外调查并结合相关资料，本项目评价区内仅分布有两栖动物 4 种，隶属于 1 目 2 科，包括角蟾科 3 种、蛙科 1 种。评价区域爬行动物组成情况见表 7-15。

表 7-15 评价区两栖动物组成

目名	科名	种数	百分比（%）
无尾目	角蟾科	3	75
	蛙科	1	25
合计		4	100

1) 区系组成

按区系类型划分，本项目评价区内分布的 4 种两栖动物中，3 种为东洋界种，占

75%，古北界种 1 种，占 25%，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：主要有胸腺齿突蟾 (*Scutiger glandulatus*)、西藏齿突蟾 (*Scutiger boulengeri*) 和刺胸齿突蟾 (*Scutiger mammatus*)，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，有的蹲与水边，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。

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*)。

3) 保护物种

根据查阅《国家重点保护野生动物名录》(2021)、《四川省重点保护野生动物名录》及《四川省新增重点保护野生动物名录》等相关资料与现场调查，评价区未发现国家级和省级保护野生两栖类。

(2) 爬行类分布现状

根据野外调查和相关资料，本项目评价区内共分布有爬行动物 5 种，分属 1 目 4 科，分别为石龙子科 2 种；斜鳞蛇科 1 种，水游蛇科 1 种，蝾螈科 1 种。评价区域爬行动物组成情况见表 7-16。

表 7-16 评价区爬行动物组成

目名	科名	种数	百分比 (%)
有鳞目	石龙子科	2	40.00
	斜鳞蛇科	1	20.00
	水游蛇科	1	20.00
	蝾螈科	1	20.00
合计		5	100.00

1) 区系分析

按区系类型划分，本项目评价区的 5 种爬行动物中 2 种为古北界种，占比 40%，3 种都为东洋界种，占比 60%，无广布种分布。

2) 生态分布

根据爬行类的生活习性，并结合项目区域的生境特征，可将调查区域内的爬行类分为以下几种生活类型：

1) 农耕地及灌草丛类型：生活在农耕地、灌丛及草丛中，包括颈槽蛇 (*Rhabdophis nuchalis*)、大眼斜鳞蛇 (*Pseudoxenodon macrops*) 等。

2) 高原山地生境：指主要栖息活动于高山高原地带，本带分布的爬行类主要是

康定滑蜥 (*Scincella potanini*)、山滑蜥 (*Scincella monticola*) 等;

3) 森林及林缘类型: 主要栖息在森林内, 并可常在林缘活动, 本带分布的爬行类主要是高原蝮 (*Gloydius strauchi*) 等。

3) 保护物种

根据查阅《国家重点保护野生动物名录》(2021)、《四川省重点保护野生动物名录》及《四川省新增重点保护野生动物名录》等相关资料与现场调查, 评价区未发现国家级保护和四川省级保护的爬行类物种。。

(3) 鸟类分布现状

通过野外实地调查和访问, 本项目评价区鸟纲共有 6 目 23 科 76 种。其中以雀形目鸟类居多, 共 18 科 64 种, 占评价区总种数的 84.21%, 非雀形目鸟类共 5 科 12 种, 占比 15.79%。评价区域鸟类动物分布情况见表 7-17。

表 7-17 评价区鸟类物种组成

目名	科名	种数	百分比 (%)
鹰形目	鹰科	2	2.63
鸡形目	雉科	1	1.32
鸽形目	鸠鸽科	2	2.63
鹃形目	杜鹃科	5	6.58
鸢形目	啄木鸟科	2	2.63
雀形目	鹡鸰科	3	3.95
	岩鹡鸰科	1	1.32
	鹎科	2	2.63
	伯劳科	2	2.63
	鸦科	7	9.21
	鹈科	7	9.21
	鹈科	4	5.26
	噪鹛科	8	10.53
	鸦雀科	1	1.32
	树莺科	3	3.95
	柳莺科	4	5.26
	长尾山雀科	2	2.63
	山雀科	5	6.58
	雀科	1	1.32
	梅花雀科	1	1.32
	燕科	1	1.32
	燕雀科	10	13.16
	鹇科	2	2.63
合计		76	100

1) 区系分析

本项目评价区鸟类中属古北界的有 18 种，占评价区内鸟类总数的 23.68%；属东洋界的有 50 种，占评价区内鸟类总数的 65.79%；属广布种的有 8 种，占评价区内鸟类总数的 10.53%。调查评价区内鸟类以东洋界占优势。

2) 居留类型

评价区内有留鸟 59 种，占鸟类总数的 77.63%；夏候鸟 16 种，约占 21.05%；冬候鸟 1 种，约占 1.32%。调查评价区内鸟类以留鸟为主。

3) 生态分布

根据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。即水域、森林、灌草丛。

水域类型：主要是指栖息于评价区内河流、溪沟周边的水域鸟类。如黄臀鹌（*Pycnonotus xanthorrhous*）、白顶溪鸲（*Chaimarrornis leucocephalus*）、红尾水鸲（*Phoenicurus fuliginosus*）等。

森林类型：指森林中常见的如灰头绿啄木鸟（*Picus canus*）、棕背伯劳（*Lanius schach*）、绿背山雀（*Parus monticolus*）等。在针叶林中分布的鸟类也较丰富，常见的有大山雀（*Parus major*）、大嘴乌鸦（*Corvus macrorhynchus*）等。

灌草丛环境：评价区的灌草丛分布比较分散，在道路边、林缘均有分布，常见鸟类有噪鹛（*Eudynamis scolopacea*）、山鸲（*Anthus sylvanus*）、白颊噪鹛（*Garrulax sannio*）、黄腹树莺（*Cettia acanthizoides*）、冠纹柳莺（*Phylloscopus reguloides*）等。

4) 保护物种

根据查阅《国家重点保护野生动物名录》（2021）、《四川省重点保护野生动物名录》及《四川省新增重点保护野生动物名录》等相关资料与现场调查，本项目评价区发现高山兀鹫（*Gyps himalayensis*）、普通鵟（*Buteo japonicus*）2 种国家 II 级保护野生鸟类，未发现省级保护野生鸟类。

5) 鸟类迁徙通道

四川地区属于鸟类中国西部迁徙路线的重要组成部分。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。本项目不在鸟类迁徙通道上，因此工程施工建设对鸟类迁徙无影响。

（4）兽类分布现状

本项目评价区共有兽类 5 目 7 科 20 种，多为小型兽类。其中劳亚食虫目 1 科 2 种、食肉目 1 科 3 种、鲸偶蹄目 1 科 1 种、啮齿目 2 科 12 种、兔形目 2 科 2 种。评价区域爬行动物组成情况见表 7-18。

表 7-18 评价区兽类物种组成

目名	科名	种数	百分比 (%)
劳亚食虫目	鼯鼠科	2	10
食肉目	鼬科	3	15
鲸偶蹄目	猪科	1	5
啮齿目	松鼠科	3	15
	鼠科	9	45
兔形目	兔科	1	5
	鼠兔科	1	5
合计		20	100

1) 区系及分布型分析

本项目评价区内分布的 20 种兽类中东洋界种类 10 种，占评价区兽类总种数的 50%；古北界种类有 9 种，占比 45%，广布界种类有 1 种，占比 5%。

2) 生态分布

根据区域的环境特征和兽类的生活特性，评价区内兽类主要分为如下几种生态类型：

农耕区、水域兽类：指生活在评价区农耕区周边以及水域沿岸的物种，主要包括：小家鼠 (*Mus musculus*)、社鼠 (*Niviventer confucianus*)、野猪 (*Sus scrofa*) 等。

灌丛和草地类型：生活在评价区灌丛和草地生境中的兽类，有灰尾兔 (*Lepus oiostolus*)、灰麝鼯 (*Crocidura attenuata*)、黄鼬 (*Mustela sibirica*)、黑线姬鼠 (*Apodemus agrarius*)、安氏白腹鼠 (*Niviventer andersoni*) 等。

森林类型：指生活在评价区森林的兽类。如赤腹松鼠 (*Callosciurus erythraeus*)、隐纹花松鼠 (*Tamias swinhoei*)、岩松鼠 (*Sciurotamias davidanus*)、高山姬鼠 (*Apodemus chevrieri*) 等。

3) 保护物种

根据查阅《国家重点保护野生动物名录》(2021)、《四川省重点保护野生动物名录》及《四川省新增重点保护野生动物名录》等相关资料与现场调查，评价区未发现国家级保护动物和省级保护动物。

7.4.2.3 马尔康岷江柏自然保护区和生态保护红线内野生动物物种组成

本项目线路仅马尔康变电站出线侧长约 1km 的线路生态环境评价范围内有马尔康岷江柏自然保护区的缓冲区（最近距离约 0.1km）和大渡河源水源涵养生态保护红

线（最近距离约 0.1km）分布，且该区域生态保护红线包含在马尔康岷江柏自然保护区范围内。

根据《四川马尔康岷江柏自然保护区总体规划（2001 年）》以及林业等相关资料，马尔康岷江柏自然保护区内有野生脊椎动物 23 目 56 科 119 属 163 种，其中国家 I 级重点保护的动物有斑尾榛鸡、雉鹑、绿尾虹雉、金雕、玉带海雕、黑颈鹤、白唇鹿等 7 种；国家 II 级重点保护动物有虎嘉鱼、大天鹅、红腹角雉、白马鸡、红腹锦鸡、藏酋猴、黑熊、林麝、岩羊等 24 种；四川省重点保护动物有黑啄木鸟、赤狐、豹猫等 3 种。

本项目在生态评价范围内的马尔康岷江柏自然保护区（大渡河源水源涵养生态保护红线）调查区域发现高山兀鹫、普通鵟 2 种国家重点保护野生动物。

7.4.2.4 评价区重要野生动物

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》及《四川省新增重点保护野生动物名录》，项目评价范围内分布有高山兀鹫、普通鵟 2 种国家 II 级重点保护野生动物；依据《中国生物多样性红色名录》，项目评价范围内分布有刺胸齿突蟾、胸腺齿突蟾、高原林蛙、康定滑蜥、高原蝮、岩松鼠、高山姬鼠、安氏白腹鼠 8 种特有种动物，详见表 7-19。

表 7-19 本项目评价区内重要野生陆生动物调查结果统计表

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	高山兀鹫 <i>Gyps himalayensis</i>	国 II	NT	否	在评价区灌丛上方偶见分布	资料、调查	否
2	普通鵟 <i>Buteo japonicus</i>	国 II	LC	否	在评价区灌丛上方偶见分布	资料	否
3	刺胸齿突蟾 <i>Scutiger mammatus</i>	/	LC	是	评价区溪流草丛分布	资料	否
4	胸腺齿突蟾 <i>Scutiger glandulatus</i>	/	LC	是	评价区溪流草丛分布	资料	否
5	高原林蛙 <i>Rana kukunoris</i>	/	LC	是	评价区湿润森林分布	资料	否
6	康定滑蜥 <i>Scincella potanini</i>	/	LC	是	评价区灌草丛分布	资料	否
7	高原蝮 <i>Gloydus strauchi</i>	/	NT	是	评价区森林灌草丛分布	资料	否
8	岩松鼠 <i>Sciurotamias davidanus</i>	/	LC	是	评价区森林灌草丛分布	调查	否
9	高山姬鼠 <i>Apodemus chevrieri</i>	/	LC	是	评价区灌草丛农区分布	资料	否
10	安氏白腹鼠 <i>Niviventer andersoni</i>	/	LC	是	评价区灌草丛分布	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：NT（近危）、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》及《四川省新增重点保护野生动物名录》，结合现场调查及相关资料查阅，项目评价范围内分布有高山兀鹫、普通鵟 2 种国家重点保护野生动物，其基本情况见表 7-20。

表 7-20 本项目评价区重点保护动物概况

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	高山兀鹫 <i>Gyps himala yensis</i>	国II	资料、调查	高山兀鹫是留鸟。常翱翔于 6000 米高空、长时间在空中寻找动物尸体或残骸，发现后落地撕食。它是世界上飞得最高的鸟类之一，能飞越珠穆朗玛峰，最高飞行高度可达 9000 米以上。	常见于评高原草地岩地区活动见在高空翱或成群停地面或岩石	
2	普通鵟 <i>Buteo japonicus</i>	国II	资料	常见在开阔平原、荒漠、旷野、开垦的耕作区、林缘草地和村庄上空盘旋翱翔。多单独活动，有时亦见 2-4 只在天空盘旋。活动主要在白天。性机警，视觉敏锐。善飞翔，每天大部分时间都在空中盘旋滑翔，宽阔的两翅左右伸开，并稍向上抬起成浅‘V’字形，短而圆的尾成‘扇’形展开，姿态极为优美。	偶见于评价区农耕区及林缘觅食。	

(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，项目评价范围内未发现极危、濒危、易危物种。

(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、胸腺齿突蟾、高原林蛙、康定滑蜥、高原蝮、岩松鼠、高山姬鼠、安氏白腹鼠 8 种特有种动物，见表 7-19。

7.4.3 生态系统现状与评价**7.4.3.1 评价区生态系统类型**

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、草丛等自然生态系统以及工矿交通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。

本项目评价区生态系统调查以野外调查为主，结合科学考察报告、遥感解译，评

价区主要有 6 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。按照生态系统类型 II 级划分, 森林生态系统包括阔叶林、针叶林、针阔混交林, 灌丛生态系统包括阔叶灌丛, 草地生态系统为草丛、草甸, 湿地生态系统为河流, 农田生态系统为耕地和园地, 城镇生态系统为工况交通地和居住地。本次评价采用景观生态学理论及相关研究方法对评价区生态系统优势度进行评价, 将生态系统类型作为景观单元, 利用景观生态学的方法对各景观单元的结构、功能与稳定性等方面进行分析、比较, 为项目的宏观、整体评价提供依据。

表 7-21 评价区生态系统面积

生态系统类型 I 级	生态系统类型 II 级	面积(hm ²)	面积比例(%)
森林生态系统	阔叶林	647.69	14.96
	针叶林	711.24	16.43
	针阔混交林	233.10	5.38
灌丛生态系统	阔叶灌丛	2073.29	47.89
草地生态系统	草丛	157.55	3.64
	草甸	31.65	0.73
湿地生态系统	水域	27.21	0.63
农田生态系统	耕地	414.14	9.57
城镇生态系统	居住地	33.44	0.77
合计		4329.29	100.00

(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 1592.03hm², 占评价区总面积的 36.77%。

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, 针阔混交林主要以冷杉-桦木混交林、柏木-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动物种类之一主要有灰头绿啄木鸟、白颊噪鹛、黄眉柳莺、棕背伯劳等, 兽类有黄鼬、赤腹松鼠等, 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环境。森林生态系统中最重要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,对生态系统水、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 2073.29hm^2 , 占评价区总面积的 47.89%。虽然灌丛生态系统在多样性方面不及森林生态系统,结构层次性相对较弱,隐蔽性不高,但是相对于其它几类生态系统来说,仍是区内生物量和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,主要以栎灌丛、蔷薇灌丛、杜鹃灌丛和高山柳灌丛为主。

② 动物现状

灌丛生态系统的结构特征成为众多鸟类、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; 鸟类中的陆禽如雉鸡 (*Phasianus colchicus*); 鸣禽类的四声杜鹃 (*Cuculus micropterus*) 等; 兽类主要有高山姬鼠等。

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少,根据现场踏勘结合遥感影像解译,面积 189.19hm^2 , 占评价区总面积的 4.37%。

①植被现状

评价区的草地生态系统主要为禾草草丛、蒿草草丛以及亚高山草甸，分布在林地边缘和道路两旁以及荒地之中，草甸主要分布在高海拔空地。

②动物现状

评价区内分布于此生态系统中的常见动物有灰尾兔等。

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。评价区的草地为其他草地，主要指树林郁闭度 <0.1 ，表层为土质，生长草本植物为主，不用于放牧，加之评价区主要以森林生态系统为主，因此其草地的防风、固沙、保土、调节气候、净化空气、涵养水源等生态功能是非主要的。

（4）湿地生态系统

根据现场踏勘结合遥感影像解译，湿地生态系统面积 27.21hm^2 ，占评价区总面积的 0.63% 。

①植被现状

评价区内的湿地生态系统主要为河流。河岸湿地周围滩涂分布有细叶茭草（*Achnatherum chingii*）、披碱草（*Elymus dahuricus*）等。

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鸲、红尾水鸲、黄臀鹌、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为

414.14hm²，占评价区总面积的 9.57%。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。植被均为人工植被，类型简单，包括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（*Passer rutilans*）等，兽类中的部分半地下生活型种类如褐家鼠（*Rattus norvegicus*）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为 33.44hm²，占评价区总面积的 0.77%。

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的果树和花卉植物。

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（*Motacilla alba*）、棕背伯劳（*Lanius schach*）、喜鹊（*Pica pica*）等；兽类主要有半地下生活型中的小家鼠（*Mus musculus*）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。

7.4.3.2 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 7-22 本项目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
评价区	-0.2~14.4	563~753	623.12~1795.05	935.72~1180.39	935.72~1180.39	水分因子

根据表 7-22，评价区年平均气温为 -0.2~14.4°C，利用 Miami 经验公式计算的热量生产力为 623.12~1795.05g/m²·a；评价区年降水量为 563~753mm，利用 Miami 经验公式计算的水分生产力为 935.72~1180.39g/m²·a。可以看出，该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。

7.4.3.3 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 7-23。

表 7-23 本项目评价区植被生物量一览表

生态系统	面积 (hm ²)	生物量		
		生物量 (t/hm ²)	总生物量(t)	比例 (%)
针叶林	711.24	98.02	69715.83	27.10
阔叶林	647.69	90.48	58602.55	22.78
针阔混交林	233.10	94.25	21970.01	8.54
阔叶灌丛	2073.29	45.18	93671.38	36.41
耕地	414.14	30	12424.11	4.83
居住地	33.44	/	/	/
水域	27.21	9.86	268.25	0.10
草地	189.19	3.229	610.90	0.24
合计	4329.29	/	257263.03	100.00

由表 7-23 可知，在评价区总面积 4329.29hm² 范围内，目前累积的生物量约是 257263.03t（干重）。

7.4.3.4 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($t/a \cdot hm^2$)，（Whittaker, Likens, 1975），计算得到评价区生态系统的年生产力及其总和。

表 7-24 本项目评价区植被自然生产力一览表

生态系统	面积 (hm^2)	生产力		
		净生产力 ($t/a \cdot hm^2$)	植被生产力 (t/a)	比例 (%)
针叶林	711.24	2.39	1699.86	16.87
阔叶林	647.69	2.76	1787.62	17.74
针阔混交林	233.1	2.575	600.23	5.96
阔叶灌丛	2073.29	1.54	3192.87	31.68
耕地	414.14	6	2484.84	24.66
建筑用地	33.44	/	/	/
水域	27.21	0.75	20.41	0.20
草地	189.19	1.54	291.35	2.89
合计	4329.29	/	10077.19	100.00

由表 7-24 可知，每年产生的生物生产力约为 10077.19 (t/a)（干重）。

7.4.3.5 评价区生态系统的植被覆盖度

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。

根据 VFC 的计算结果，分别得到项目沿线遥感影像在建设前的 VFC 均值，项目建设前期沿线遥感影像 VFC 均值的统计结果如表 7-25 所示。

表 7-25 本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≤0.1	低植被覆盖度	56.71	1.31
0.1<FVC≤0.4	中低植被覆盖度	404.79	9.35
0.4<FVC≤0.6	中植被覆盖度	2232.18	51.56
0.6<FVC≤0.8	中高植被覆盖度	1417.84	32.75
0.8<FVC≤1	高覆盖度	217.76	5.03
合计		4329.29	100

由表7-25可知，区域植被覆盖整体较好，主要为森林。由上表可知，中植被覆盖度占比最高，约51.56%，中高植被覆盖度次之，约32.75%，中低植被覆盖度和高植被覆盖度占有一定比例，分别为9.35%和5.03%，低植被覆盖度占比较小，不超过5%。对比植被类型图和植被覆盖度空间分布图，可以看出，针叶林、阔叶林分布范围属于FVC值较高区域，沟谷底部河流、道路及草地区域属于FVC值较低区域。

7.4.4 土地利用现状与评价

参考马尔康市的土地利用类型分布图及森林资源管理“一张图”，利用遥感技术进行卫星数据解译，评价范围内各种土地类型的面积见表 7-26。

表 7-26 本项目评价范围内土地利用类型统计表

一级类		二级类		面积 (hm ²)	比例 (%)
编码	名称	编码	名称		
01	耕地	0103	旱地	414.14	9.57
03	林地	0301	乔木林地	1592.03	36.77
		0303	灌木林地	2073.29	47.89
04	草地	0401	天然牧草地	31.65	0.73
		0403	其他草地	157.55	3.64
07	居住用地	0703	农村宅基地	33.44	0.77
17	陆地水域	1701	河流水面	27.21	0.63
合计				4329.29	100.00

由表 7-26 可知，评价区中面积最大的是灌木林地（2073.29 hm²），所占比例为 47.89%，其次为乔木林地（1592.03hm²），所占比例为 36.77%；而河流水面（0.63hm²）最小，占 27.21%。

7.4.5 景观现状与评价

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。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。

(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 7-27 评价区各类景观类型斑块比例、面积及平均面积

斑块类型	面积 (公顷)	所占比例	斑块数量	斑块数量比例	斑块平均面积
针叶林	711.24	16.43	181	17.40	3.93
阔叶林	647.69	14.96	176	16.92	3.68
针阔混交林	233.1	5.38	72	6.92	3.24
阔叶灌丛	2073.29	47.89	343	32.98	6.04
耕地	414.14	9.57	143	13.75	2.90
居住地	33.44	0.77	46	4.42	0.73
水域	27.21	0.63	24	2.31	1.13
草地	189.19	4.37	55	5.29	3.44
合计	4329.29	100.00	1040	100.00	/

从表 7-27 可以看出,斑块面积方面,阔叶灌丛面积最大,为 2073.29hm^2 ,占评价区总面积的 47.89%,分布最广,连通性最好,为评价区内最主要的景观类型;水域最小,为 27.21hm^2 ,分别占评价区总面积的 0.63%。斑块数量方面,阔叶灌丛斑块最多,水域最少。斑块平均面积方面,阔叶灌丛平均斑块面积最大,居住地平均斑块面积最小。

(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、某些物种的栖息地功能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地。

(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,评价区域林地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。

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

本工程永久占地和临时占地均会对当地植被造成一定的破坏。永久占地将会改变原有地貌,扰动破坏部分区域植被生境。

(1) 马尔康 500kV 变电站间隔扩建

本项目马尔康 500kV 变电站间隔扩建在变电站内预留场地上进行,不新征地,施工活动集中在变电站围墙内,材料运输利用已建成的进站道路和站区道路,故变电站扩建不会对站外植被造成不利影响。

(2) 输电线路

1) 施工占地对植物多样性的影响

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引起的植物多样性变化。

永久占地的影响:本工程永久占地面积为 5.96hm^2 ,占项目总占地面积的 20.03%。从占地比例来看,项目占地以临时占地为主。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、高山栎、云杉、白桦、杜鹃、蔷薇以及早熟禾等;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,因此永久占地不会导致导致分布在该地块的物种类型消失。

临时占地的影响:本项目临时占地占用了部分林地和草地。占用的林地主要以冷杉、高山栎、云杉、白桦等为主,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、高山栎、云杉、白桦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和自然更新,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,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被恢复来消弱影响,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) 对区域植被类型的影响

施工期对区域植被的影响主要是基础施工过程中对地表植被的损坏。本工程基础开挖主要为站区内土石方开挖。线路架设为线性工程,线性工程具有一定的特性,其主要表现在工程范围广、施工量小,持续时间短、呈线性走向,但不在交通道路区域。电缆工程包括塔基建设、线路架设。线路工程分段施工,一般单个塔基建设时间为3-7天。对工程破坏的道路、绿化和人行道进行恢复,恢复标准不低于原有标准。因此影响区域较小,占地对区域植被的破坏程度有限。临时占地在一定程度上会对区域植被造成破坏,但临时占地时间短,施工结束后采取播撒草籽进行植被恢复,能有效降低生态影响程度。本工程施工过程中对区域主要植被的影响如下:

①对林地植被的影响

本项目评价范围内涉及到的林地植被主要为冷杉(*Abies fabri*)、云杉(*Picea asperata*)、白桦(*Betula platyphylla*)、高山栎(*Quercus semicarpifolia*)等。本项目施工期对林地植被的影响主要有:占地对植被的破坏,塔基建设过程中将清除一部分植被,对林地植被造成一定的影响。但从工程特性上看,工程占用林地主要以临时占地为主,因此在施工期结束后,会对临时占地区域进行一定的植物恢复措施,可进一步减弱对林地植被的影响。同时施工作业带的植被均为评价区域的常见种和广布种,因此清除一部分植被对林地植被影响不大。但另一方面,塔基建设过程中,会清除塔基周围的地表植物,会导致地表植物减少,从而影响原有区域内地表植物的分布情况,因此在项目施工过程中需以及施工结束后都应定期加强对林地植被的管护。

②对灌丛植被的影响

评价区内的灌丛植被主要为林下灌丛、杂灌丛,施工有可能对原有灌丛植被面积及结构产生一定的影响。如施工过程中会砍伐部分灌木植被,导致灌丛植被中个别物

种数量减少，甚至暂时性丧失部分功能，项目建设对杜鹃、蔷薇等灌丛有影响，但对整体灌丛而言，影响甚微；施工结束后对临时占地区域采用自然植被恢复和播撒当地物种进植被恢复，因此项目建设对灌丛植被的影响轻微。

③对草地植被的影响

本工程对草地的影响主要体现在工程占用草本植物，但这些草本植物均为常见的植被，如毛莲蒿 (*Artemisia vestita*)，四川早熟禾 (*Poa szechuensis*)，披碱草 (*Elymus dahuricus*) 以及高山草甸等，影响较小。但在施工过程中，需要规范施工人员的行为、禁止对占地范围外的草地进行踩踏，划定施工区域，减小草地破坏面积。同时施工期间尽量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，用于其它区域的植被恢复。在采取以上措施后，能最大限度减小对草地植被的干扰，施工结束后采取播撒当地草籽相结合的方式恢复草地原有功能。

④对耕地植被的影响

本项目塔基已尽量避让耕地，最大程度降低对栽培植被的破坏。本项目线路共占用耕地面积约 0.23hm^2 (永久占地面积 0.16hm^2 ，临时占地面积 0.07hm^2)。本项目仅部分塔基在局部区域占用耕地，对栽培植被的破坏范围和程度有限；施工道路尽量利用既有道路，减少耕地占用；牵张场和跨越施工场、索道站等临时占地也尽可能避开耕地设置，以降低对作物的破坏，同时通过禁止施工人员随意踩踏和采摘当地栽培植物。施工结束后对临时占用的耕地进行复耕，逐步恢复其原有功能。因此，本项目建设不会对当地作物面积、产量造成明显影响，对栽培植被影响较小。

⑤对园地植被的影响

本项目线路共占用园地面积约 0.28hm^2 (永久占地面积 0.2hm^2 ，临时占地面积 0.08hm^2)。本项目仅部分塔基在局部区域占用园地，对经济林木的破坏范围和程度有限；施工道路尽量利用既有道路，减少园地占用；牵张场和跨越施工场、索道站等临时占地也尽可能避开园地设置，以降低对经济林木的破坏。施工结束后对临时占用的园地逐步恢复其原有功能。因此，本项目建设不会对经济林木面积、产量造成明显影响。

综上，本工程评价范围内植被均属于当地常见植物。本工程建设期间当地植物种类和结构不会发生变化，施工可能造成部分物种数量减少，甚至暂时性丧失部分功能，但本工程林木砍伐量少，灌丛和草丛植被不会连续破坏，且占地区域植被在评价区域内广泛分布，因此本工程建设不会对植物物种结构及个体数量造成明显影响。

3) 对植被生物量和生产力的损失估算

项目作业使植被生物量减少和丧失是工程产生的主要的负面影响之一，工程占地

范围内, 该类型所占用区的植被生物量是无法恢复的。如何通过采用严格的施工管理和植被恢复措施, 尽可能的降低生物量的损失, 是本工程建设需要十分关切和重视的问题。

本项目占地造成的生物量和生产力损失情况见表 7-28。

表 7-28 项目占地造成的生物量和生产力损失情况一览表

占地类型	工程占地 (hm^2)	生物量损失(t)	生产力损失(t/a)
林地	18.28	1791.81	47.07
耕地	0.23	6.90	1.38
草地	6.18	19.96	9.52
灌丛	4.79	216.41	7.38
园地	0.28	8.40	1.68
合计	29.76	2043.47	67.02

本项目占地 (29.76hm^2) 占评价区总面积 (4329.29hm^2) 的 0.69%, 占地造成的评价区生物量减少量和生产力降低量分别占评价区总生物量、总生产力的 0.79%、0.67%, 总生物减少量比例大于所占面积比例、总生产力降低量小于所占面积比例。从不同土地类型的地表植被生物量、生产力水平来看, 占用的评价区植被类型的生物量、生产力水平中等, 占地类型比例较为合理。因此, 占地对评价区植被生物量和生态系统生产力的影响较小。

综上所述, 从评价区主要植被类型的空间分布格局、施工影响程度和各种植被类型的抗干扰能力分析, 工程项目中对植被生物量损失最大的土地类型为耕地。由于自然植被在维持生物多样性、涵养水源和水土保持等方面发挥着重要作用, 建议在施工过程中需要加强对现有自然植被, 尤其是林地植被保护。

4) 生境阻隔的影响

本项目施工内容为塔基修建、线路架设, 在其施工过程中未对地表植物造成生境阻隔效应。主要占地工程为塔基施工; 而临时施工主要为塔基施工临时占地、人抬便道临时占地、索道站临时占地、跨越场占地、牵张场占地临时占地等, 在施工结束后均会恢复施工迹地, 并采取植被恢复措施, 故项目施工未对植物造成生境阻隔影响。

5) 施工活动的影响

施工过程中材料碾压使占地范围内的土壤紧实度增加, 迹地恢复后对植物根系发育和生长不利; 在干燥天气下, 车辆行驶、开挖扬尘, 使便道两侧作物叶面覆盖降尘, 光合作用减弱, 影响作物生长; 降雨天气, 施工车辆进出施工场地, 施工便道上的泥土将影响到公路路面的清洁, 干燥后会产生扬尘污染。但本项目工程施工时间短, 电缆架设为分段架设进行, 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。固体废物主要是施工人员产生的生活垃圾，产生的生活垃圾经垃圾桶收集后由施工人员清运至附近垃圾收集点，对当地环境影响较小。

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

本项目马尔康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马尔康-红卫桥 220kV 线路等线路运行情况看，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。

7.5.1.3 对区域植物重要物种的影响

（1）对保护植物影响

查阅马尔康市森林资源管理“一张图”资料得知评价区边缘分布有 1 种国家二级保护植物（岷江柏木），岷江柏木同时也属于易危物种和特有种。工程施工和车辆运输产生的噪声、扬尘和机械尾气能飘散到周边 100m 范围内，岷江柏木群落与工程线路最近直线距离约 900m，因此工程建设对该区域分布的岷江柏木正常光合作用和生长不会造成影响。

经实地调查并未在工程施工占地区域发现保护植物分布，工程建设不会影响其生境，因此工程不会造成物种种群的消失。但由于规划工程仍具有一定不确定性，工程建设的范围内可能零星分布有保护植物，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保护植物，在工程施工过程中应注意国家保护植物的优先保护，及时主动的采取有关措施保护。

工程建设前应对工程影响区内的岷江柏木等保护植物进行详细调查，如果在施工过程中发现有岷江柏木等保护植物，建议优先采取优化线路路径和塔基定位、优化工

程布局和临时占地范围等避让措施避让岷江柏木等重点保护植物；对于确实无法避让的岷江柏木等重点保护植物，应当征求林草部门意见，在林草部门指导下采取就地保护、就近相似相同生境移栽等保护措施，若采取移栽等保护措施，需按《四川省野生植物保护条例》（2015 年 3 月 1 日）要求申请采集证，减轻工程建设对保护植物的影响。

（2）对易危和特有种的影响

根据调查访问结合资料文献，此次评价区内 344 种维管束植物中共有 56 种中国特有种野生植物，如岷江冷杉、川西云杉、云杉、油松、高山松等，均在评价范围广泛分布。评价区特有种在评价区分布较广，数量较多，施工建设虽然会对部分特有种造成影响，但施工区域较小，不会对这些植物种类数量造成太大影响，且随着施工结束，会采取相应的恢复措施，对这些植物影响不大。

（3）对古树名木的影响

根据调查访问及查阅资料，本次评价区域范围内未发现有挂牌的古树名木分布，因此对古树名木无影响。如果在施工过程中发现有古树名木，则暂时停止施工并及时与当地林业部门取得联系，采取悬挂醒目的树牌进行保护，甚至在树体四周设置围栏加以重点保护等措施，对保护物种或古树名木进行及时的保护。

7.5.2 对陆生野生动物的影响

7.5.2.1 施工期

（1）马尔康 500kV 变电站间隔扩建

本项目马尔康 500kV 变电站间隔扩建在变电站内预留场地上进行，不新征地，施工活动集中在变电站围墙内，材料运输利用已建成的进站道路和站区道路，故变电站扩建不会对站外动物造成不利影响。

（2）输电线路

本项目输电线路塔基占地面积较小且分散，工程建设对野生动物的影响主要发生在施工期，线路塔基工程施工将破坏、占用动物的栖息环境，使得部分陆生动物向周边适宜生境迁移，从而对陆生动物的生存产生一定的影响；项目建设生产过程中产生的噪音、振动、运输所产生的扬尘以及施工废水、废气排放对野生动物影响及生境质量的损害等。本工程输电线路经过自然植被状况较好、野生动物资源较丰富的区域，因此，线路工程施工建设对野生动物及其生境有一定影响。

1) 对两栖动物的影响

本工程建设对两栖类的影响主要表现在以下几个方面：

本项目施工占地会使得评价区域内两栖类栖息环境面积有所减少。两栖类行动较为缓慢，躲避伤害的能力较弱，施工机械挖掘、建筑材料堆放等均有可能造成两栖类个体受伤或死亡，运输车辆也会直接压死个体。工程施工期产生的废水经处理后回用，不外排。但要预防废水外溢或渗漏污染土壤和水体事故的发生，因为两栖动物对水质十分敏感，水体和土壤污染使两栖动物的栖息环境质量下降、食物减少、生存力降低。基本所有的两栖动物繁殖期间都不能离开水，水的污染将降低两栖动物的繁殖成功率，最终降低两栖动物的种群密度。评价区分布的两栖类均属种群数量较大的常见种，即使局部地段的个体受到损害，但不会造成整个评价区域内这些两栖类物种的消失；工程施工会使得两栖类个体向远离施工现场的适生地段迁移，从而导致局部区域两栖类分布格局的变化，使其在占地范围内种群短暂消失。但工程占地面积对于整个评价区而言相对较小，且工程建设时段较短，对两栖动物的影响有限，仅限于施工占地区域。施工结束后会进行植物恢复措施，占地区域生境得到恢复，两栖动物会陆续回归原有生境。

2) 对爬行类的影响

输变电项目在工程施工过程中，占地区域植被的破坏，将改变爬行动物的生境，其分布情况会随之相应变化。各类施工和施工占地，将使蛇类生存的生境变得干燥；施工人员可能会捕捉评价区内分布的蛇类，导致评价区域爬行动物的种群数量下降，很可能将改变爬行动物的物种组成。施工机械运转、车辆运输等产生的震动波，有可能使施工区域内的大多数爬行动物向外迁移，从而使评价区内爬行动物的物种种群数量有所减少。由于大多数爬行类动物对环境变化的反应敏捷，活动能力强，在工程建设期大多数个体应能逃离施工区域，由原来的生境转移到远离施工区的相似生境生活，在严格禁止施工人员捕捉爬行动物情况下，工程施工不会造成爬行动物种类的减少。另一方面工程扰动范围较小，施工时间较短，只要严格规范施工行为以及施工管理人员的情况下，对爬行动物的影响有限。

3) 对鸟类的影响

本工程建设对鸟类的影响主要有以下方面：

① 栖息地生境的干扰和破坏

输变电工程变电站和线路塔基永久占地施工、临时施工道路-牵张场的开辟和施工人员活动都会对施工扰动区域鸟类的生境造成干扰和破坏，造成鸟类领地范围的改

变和领地竞争,迫使部分鸟类迁离原栖息环境,但同时也为部分人居型鸟类提供了适宜的生存空间,进而影响区域鸟类的种群结构。但由于输变电工程为点状的线性工程,施工扰动区域面积很小且分散,因此输变电工程施工期施工扰动对鸟类栖息环境的影响较小。

②施工活动惊扰

施工机械噪声将会改变工程区域鸟类栖息环境的声环境,对工程区域的鸟类产生驱赶效应,迫使它们迁离原栖息环境。由于鸟类的迁移能力很强且对外界干扰非常敏感,因此施工噪声对鸟类的影响程度比较严重,但是工程施工时间较短,一般单个塔基建设时间为 3-7 天,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。

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,部分区域栖息环境功能的恢复,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。

4) 对兽类的影响

施工期对兽类的影响主要体现在:

1) 永久占地和临时占地使各类动物栖息环境面积缩小。如原在此区域林地环境栖息的小型兽类,其栖息环境将被直接侵占,迫使其迁往临近新的栖息环境。在这个过程中,可能会导致小型兽类将因栖息环境改变和领地冲突而死亡;

2) 各类施工活动可能直接破坏部分动物巢穴,使动物幼体死亡;

3) 破坏工程区内的植被和各种植物,致使动物在该区域的觅食种类、活动面积减少;

4) 工程活动和工作人员产生的污染物造成水体或固体污染,危害动物健康,重度污染甚至危及动物生命;

5) 噪声惊吓动物,影响它们的繁殖及日常活动,迫使它们迁离。

总的来说,评价区内的兽类主要为小型兽类,大都是当地广泛分布的物种,适应范围广,具有很强的迁移能力,工程建设对这些动物影响不大。同时施工作业和施工机械持续产生的噪声会使评价区内胆小、警觉性高的哺乳动物向评价区纵深迁移,

一些分布广泛、敏感性相对较低且耐受能力强的小型兽类如鼠类等可能会在工程区活动，导致这些动物在评价区内分布格局局部发生变化，但不会引起评价区内兽类物种丰富度的减少。由于工程呈线性走向，占地规模小，施工时间短，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。因原有道路以及居民区的存在，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。

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四川省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

变电站在运行期不会对周围野生动物造成影响，主要影响来自输电线路。输电线路架设完成后，各施工点人员、机械设备均撤出现场，临时道路、临时施工场地植被进入恢复期，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来源于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。

（1）对兽类的影响

本项目区域内森林占地面积较小，大中型兽类分布较少，主要为小型兽类。本项目线路塔基分散分布，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，不会阻断兽类活动通道，对种群交流影响小。线路尽量避让动物活动区域，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

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。影响区域鸟类主要为山雀、柳莺等小型鸟禽，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，本项目对鸟类飞行的影响很小。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。

目前关于输变电工程线路建设导致鸟类死亡的报告也经常见诸报端，甚至有鸟类在高压线上触电死亡的说法。但分析发现，这些调查和报到多限于 35kV 及以下电压等级的线路，对 500kV 及以上电压等级线路的报到则鲜有耳闻（《高压输电线路电磁辐射对环境的影响及对策》，郭星，2012），由此可表明本项目的工程线路对应该不会产生使鸟类触电致死的现象。

（3）对两栖动物、爬行动物的影响

本项目在设塔基的时候会避开水域，线路跨越河流，不在河道内建立杆塔，运行期间无废污水排放，不会影响两栖动物、爬行动物的生境。

（4）线路维护影响

对线路进行定期维护和检查的人员会对线路及周边区域的动物造成惊扰，但这种干扰强度很低，时间很短，对动物活动影响极为有限。输电线路塔基建成后，会成为新的可疑目标而对项目区沿线栖息的野生动物产生微弱的影响，但经过一段时间的逐步适应后，这种影响就会自行消除。可以认为，除维修期间，输电线路铁塔在运行期将不会对野生动物产生不利影响。当然，也存在野生动物不慎撞击输电线路铁塔而造成伤亡的可能性，但其发生概率极其微小。此外，金属输电铁塔的反光特性，也会对野生动物产生一定的不利影响，应加以关注并设法降低其影响程度。

（5）线路产生的噪声和工频电场、工频磁场影响

输电线路声环境影响满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）相应标准要求。这一水平的噪声并不影响动物从线路走廊下方穿越或觅食。另外，部分鸟类会将输电线路作为临时栖息的场所，但大多停留时间较短。所以，线路噪声对动物的影响不大。

输电线路的电磁效应主要是通过电场、磁场和电晕等 3 种形式对动物产生影响。

从本项目测得的工频电场强度、工频磁场数值来看，本工程运行期产生的工频电场强度、工频磁感应强度均满足国家相关标准要求。且电场研究表明：人体暴露在电场强度达 20kV/m 的电场中，除了身体表面会感应电荷的刺激外，对身体构成的影响只属轻微，而且无害，至今仍未有资料显示工频电场会对动物的繁殖或发展造成影响。而磁场研究表明：只有极少经确定的实验证据证明住宅或环境的极低频磁场会影响人体及动物生理及行为（《城区输变电设施工频电场与工频磁场的分析与评估》，宋素琴，2007）。因此表明，本项目输电线路产生的工频电场、工频磁场对区域内的动物几乎无影响。

输电线路的电晕放电产生的噪声会对动物产生一些影响，会对动物造成潜在的威

胁和影响，干扰动物的生殖活动和行为。但输电线路的电晕放电主要受线路本身特性（线路电压、线路导线直径、导线的表面光洁度）的影响，同时，它还受到环境因素的影响，如空气污染越严重，电晕放电就越强。相对空气密度越小，电晕放电就越弱。相对空气密度越大，电晕放电就越强。风速越大，电晕放电就越强。在大气环境质量较差的地区和天气比较恶劣的气候条件下，输电线路的电晕放电现象总是比较强烈的（《输电线路电磁环境影响分析及环保措》，温建林）。

从区域类似环境条件下已运行的马尔康-红卫桥 220kV 线路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。

7.5.2.3 对区域陆生动物重要物种的影响

（1）对保护动物、濒危和易危物种的影响

评价区国家重点保护野生动物有 2 种（高山兀鹫、普通鵟）。高山兀鹫、普通鵟属于猛禽，数量较少，高山兀鹫栖息于高山和高原地区，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，也喜欢落脚于海边和内陆的岩石或悬崖之中；普通鵟从海拔 400m 的山脚阔叶林到 2000m 的混交林和针叶林地带均有分布，有时甚至出现在海拔 2000m 以上的山顶苔原带上空，秋冬季节则多出现在低山丘陵和山脚平原地带。工程占地区域并无适宜保护鸟类的适宜栖息环境，仅偶见在评价区上空盘旋觅食；藏酋猴主要生活在高山深谷的阔叶林、针阔叶混交林或稀树多岩的地方，栖息场所固定，晚间多住岩洞或岩崖，有时也上树过夜。

从鸟类的的生活习性和生态类群上分析，保护鸟类主要为猛禽，高山兀鹫、普通鵟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。

（2）对特有种的影响动物的影响：

评价区有特有种 8 种（刺胸齿突蟾、胸腺齿突蟾、高原林蛙、康定滑蜥、高原蝮、岩松鼠、高山姬鼠、安氏白腹鼠）。

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，那么项目的施工和运营就不会对中国特有种造成太大影响。

综上所述，工程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，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。

7.5.3 对生态系统的影响

7.5.3.1 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 6 类生态系统，项目临时占地将占用一定的林地自然植被，但由于占用林地的面积较小，且所占群落植物种类均为区域常见和广布种，如冷杉 (*Abies fabri*)、云杉 (*Picea asperata*)、白桦 (*Betula platyphylla*)、高山栎 (*Quercus semicarpifolia*) 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。

本项目建设会占用部分的土地，在一定程度上会改变了现有土地使用功能。输变电线路建设后会进行土地恢复措施，因此可在土地恢复后进行植被恢复，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组成，为分布面积最小的一类生态系统。在项目建设过程中设置一些临时施工便道，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，会对临时施工便道进行植被恢复，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 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，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。

(5) 对生态系统服务价值的影响预测

项目的建设实施通过改变土地利用类型，进而改变生态系统的生态服务功能,降低生态系统的服务价值。虽然项目建设对生态服务价值有一定程度的负面影响,但是项目建设过程中的一系列生态举措，包括植被恢复以及控制占地面积等，使得生态服务价值损失最小化。充分体现建设项目的生态保护原则。同时，输变电工程作为经济、社会发展的基础设施。它的建设实施是为了满足巴拉水电站的电力送出需求，有利于进一步推动西电东送，为远期脚木足河流域梯级电站送出创造条件，并兼顾周边新能源资源开发送出需要。因此本工程建设对生态系统服务价值影响预测为小。

7.5.3.2 运行期

项目进入运营期，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种，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。且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，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。

总体而言项目运营后，不会对原有生态系统造成太大的改变。且项目建设完成后，各施工点人员、机械设备均撤除现场。临时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。且工程涉及区域植被以林地植被为主，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。

7.5.4 对景观的影响

7.5.4.1 施工期

本项目建设对评价区域景观协调性的影响主要表现为：施工建设期间由于人为活动加剧及地表植被破坏，破碎化加剧，使得施工范围景观不协调，人为活动痕迹明显，

工程痕迹严重。本项目占地 29.76hm^2 ，占地区呈块状聚集在一起，占地区原斑块由多种类型转化为单一类型，且斑块数量有所减少。施工期，大量的机械作业和施工人员活动，使场区呈现一片繁忙的工地作业景观。工程建设过程中将占压土地，破坏一定的林地，使森林景观生态系统破碎度增加，使得森林景观的面积减少，建设用地景观的作用将增加，造成景观不协调。因此在施工期结束后要及时进行植被恢复。

本项目建设过程中，需增设导线、地线架设采用张力放线，设置牵张场以及跨越施工临时占地等。如果随意无序地设置施工场所，将会直接加大对区域生态景观的影响，不仅会破坏沿途自然生态景观的和谐性，而且会扩大了对沿线地表植被覆盖的破坏面积，增加后续植被恢复的难度。本次环评要求施工场地尽量利用废弃的既有场地或租用沿线部分单位的既有场地，其影响程度也很小。且该影响的程度有限且时间较短，在后期实现植被恢复的前提下，基本上可以消除其影响。

7.5.4.2 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。只要在施工建设期间，根据实际情况做好植被资源和景观的保护，就可以有效维持相关工程与自然景观的协调性。

7.5.5 对土地利用类型的影响

7.5.5.1 施工期

（1）对土地利用类型的影响

本项目占地面积 29.76hm^2 ，其中永久占地 5.96hm^2 ，临时占地 23.80hm^2 ，占地类型主要以占用林地、草地为主。

施工结束后对于占地区域及其周边可以采取植被恢复等措施进行恢复。项目直接影响的土地利用类型主要为林地和草地，在建设和投入运营后，会对该区域的用地类型产生一定的影响，项目永久占地不会改变整个区域的生态稳定性。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。

（2）永久占地的影响

本项目永久占地 5.96hm^2 ，主要为塔基永久占地。主要占地类型为林地、草地。项目永久占地占评价区总面积（ 4329.29hm^2 ）的 0.14%，占用比例较小。

本项目永久占地会使土地利用结构发生变化表现为林地、草地转变为建设用地。但由于评价区的林地面积较大，工程永久占用的林地草地面积占评价区林地、草地总面积较小，项目施工占地不会改变此区域的土地利用现状；且对于该区域被占用的各类土地，均会对其采取占地补偿，因此影响可控制。故永久占地对土地利用类型的影响为“小”。

（3）临时占地的影响

本项目临时占地 23.80hm^2 ，主要包括塔基施工临时占地、施工道路临时占地、人抬便道临时占地、索道站临时占地、跨越场占地、牵张场占地等。临时占地面积占评价区总面积（ 4329.29hm^2 ）的 0.55%，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。临时占地面积占评价区总面积的 0.55%，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。故临时占地对土地利用类型的影响为“小”。

7.5.5.2 运行期

运营期间，工程不再新增占地，同时临时占地得到相应恢复，因此本工程运营期对土地利用类型基本无影响。

7.5.6 对生态敏感区的影响

7.5.6.1 对马尔康岷江柏自然保护区的影响

（1）施工期

本项目避让了马尔康岷江柏自然保护区，线路距自然保护区实验区边界直线最近距离约 1.4km，缓冲区边界直线最近距离约 0.1km，核心区边界直线最近距离约 16km，塔基距缓冲区边界最近距离约 0.1km；塔基距缓冲区边界最近距离约 0.1km。

本项目施工期对马尔康岷江柏自然保护区的影响主要为建设对自然保护区的主要保护对象（岷江柏木等保护植物及伴生于林间的保护野生动物）及其栖息环境影响，具体如下：

1) 对保护动植物的影响

根据《马尔康县志》、《四川马尔康岷江柏自然保护区总体规划（2001 年）》等资料，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》及《四川省新增重点保护野生动物名录》核实,本次调查在线路生态评价范围内未发现重点保护野生植物;在马尔康岷江柏自然保护区和靠近岷江柏自然保护区附近区域分布有高山兀鹫、普通鵟等重点野生保护动物。

本项避让马尔康岷江柏自然保护区,生态评价范围内未发现重点保护野生植物,不会对保护区内分布的岷江柏木等国家重点保护的野生植物造成影响。

铁塔等施工活动会对施工区域周边一定范围内可能存在的野生动物活动环境产生一定程度的干扰和影响;施工期间的机械噪声、交通运输噪声和金属碰撞声可能会干扰和影响周边野生动物原有的宁静生活,导致在施工期间迁往它处,但不会改变区域内野生动物种群和数量,影响将随着施工结束而消失。

本项目通过采取划定最小施工范围,不在保护区内设置施工营地、搅拌站、材料堆放场等,禁止在马尔康岷江柏自然保护区内新建施工人抬便、设置塔基施工临时场地和牵张场,并尽可能远离其设置,禁止施工人员进入马尔康岷江柏自然保护区;同时在马尔康岷江柏自然保护区附近基础开挖时尽量采用人工开挖,施工中尽量避免爆破,减小对马尔康岷江柏自然保护区保护动植物及其栖息环境的影响。通过采取上述措施,施工期不会对马尔康岷江柏自然保护区保护动植物及其生存环境造成直接伤害和影响。

同时施工期在现场需加强施工人员有关环境保护法律法规、野生动植物保护知识的宣传,一旦发现岷江柏木等野生保护植物,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等防护措施,严禁砍削、折枝、挖根、摘采果实种子等破坏保护植物的行为,同时上报林业部门,请示是否采取避让、移栽等处理措施,以避免对保护野生植物造成破坏;一旦发现高山兀鹫、普通鵟等野生保护动物,应禁止惊吓、追赶、捕捉,及时向相关部门汇报处理,同时应立即停止周围所有施工活动,待保护动物自行离开施工区后方可恢复施工。采取上述措施之后,本工程建设不会对国家重点保护野生动物造成较大影响。

2) 对主要保护对象栖息环境的影响

本项目施工活动会产生废水、废气以及固体废物等污染物,同时占用部分植被,这些活动会对区域空气、水和土壤等环境因子造成破坏,也会一定程度上破坏评价区内生境的自然性。工程对保护区主要保护对象栖息环境的影响主要体现在对评价区内各种保护动植物栖息环境的影响。

从保护区的主要保护对象来看,评价区内的主要保护对象栖息环境是指评价区内的森林、灌丛、高山草甸等。本项目线路避让马尔康岷江柏自然保护区,工程建设不会占用保护动植物栖息环境,仅塔基占用保护区附近少量用地,占地面积小且分散,工程建设对栖息环境自然性影响小,不会影响野生动植物正常的栖息繁殖及生存;且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。因此,工程建设对保护区保护动植物栖息环境未造成较大影响。

综上所述,本项目线路在马尔康岷江柏自然保护区外海拔较低处走线,通过加强施工管理,优化自然保护区附近的施工组织方案,如在自然保护区边界设置标识牌,将塔基施工临时占地选择在远离自然保护区一侧,设置施工控制带,对施工场地四周进行拦挡围护等,严格控制施工作业范围,禁止施工人员和施工机械、运输车辆等进入自然保护区,禁止在自然保护区范围内搭建塔基施工临时占地、施工营地、材料站、取弃土点、牵张场、跨越场、施工人抬便道等临时场地,禁止破坏自然保护区内的植被、捕猎野生动物,禁止向自然保护区内排放施工废污水、生活垃圾等,并加强自然保护区附近塔基的水土保持措施,优化施工工艺,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草皮、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,缩小地表扰动和植被破坏范围,避免雨季施工。因此,在采取上述措施后,本项目线路施工期间不会对生态环境评价范围内马尔康岷江柏自然保护区造成影响。

(2) 运行期

本项目线路避让了马尔康岷江柏自然保护区,线路距自然保护区实验区边界直线最近距离约 1.4km,缓冲区边界直线最近距离约 0.1km,核心区边界直线最近距离约 16km,塔基距缓冲区边界最近距离约 0.1km。施工结束后重点关注马尔康岷江柏自然保护区附近临时占地的植被抚育和恢复情况,通过加强对线路维护人员的环境保护宣传教育,禁止进入自然保护区范围,禁止破坏自然保护区内的植被、捕猎野生动物。

本项目运行期对马尔康岷江柏自然保护区的影响主要是对保护区保护动物进入工程影响范围内造成的影响。

根据《四川马尔康岷江柏自然保护区总体规划(2001年)》等资料,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》及《四川省新增重点保护野生动物名录》核实,本项目评价范围内在马尔康岷江柏自然保护区和靠近岷江柏自然保护区附近区域分布有高山兀

鹭、普通鵟等重点野生保护动物。该区域本项目线路靠近乡村道路和 G317 国道，人类活动频繁，保护动物一般难以进入本工程区域。

项目运行期如有高山兀鹫、普通鵟等保护兽类进入本项目线路所在区域，高山兀鹫、普通鵟活动范围大，通常在空中盘旋，其飞行高度高于输电线路高度，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能够调整飞行方向避开，鸟类在飞行时碰撞铁塔的几率很小；红腹角雉主要在溪边灌丛活动，本项目线路主要在山腰走线；本项目不涉及重点保护野生鸟类栖息环境和鸟类迁徙通道，本项目运行期对保护鸟类的影响极为有限。

在运行维护过程中若发现高山兀鹫、普通鵟等保护动物，严禁惊吓、追赶、拍照等行为，同时应立即停止维护检修作业，待保护动物离开后，方能继续开展维护检修作业。

因此，在采取上述措施后，本项目线路运行期间不会对生态环境评价范围内的岷江柏自然保护区造成影响。

7.5.6.2 对生态保护红线的影响

(1) 施工期

本项目避让了生态保护红线，生态环境影响评价范围内的生态保护红线（位于马尔康变电站出线侧）与岷江柏自然保护区范围重叠，与生态保护红线边界的直线最近距离约 0.1km；塔基距生态保护红线边界最近距离约 0.1km。本项目生态环境影响评价范围内的生态保护红线不涉及河流等水域，因此不会对河流生态系统水源涵养功能造成影响。通过加强施工管理，优化生态保护红线附近的施工组织方案，如在生态保护红线边界设置标识牌，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，禁止进入生态保护红线区域，禁止在生态保护红线范围内搭建塔基施工临时占地、施工营地、材料站、取弃土点、牵张场、跨越场、施工人抬便道、索道站等临时场地，禁止破坏红线内的植被、捕猎野生动物，禁止向生态保护红线内排放施工废污水、生活垃圾等，并加强生态保护红线附近塔基的水土保持措施，优化施工工艺。因此，在采取上述措施后，本项目线路施工期间不会对生态环境评价范围内生态保护红线的野生动植物、生态系统及水土保持造成影响。

(2) 运行期

本项目避让了生态保护红线，生态环境影响评价范围内的生态保护红线（位于马尔康变电站出线侧）与马尔康岷江柏自然保护区范围重叠，与生态保护红线边界的直

线最近距离约 0.1km；塔基距生态保护红线边界最近距离约 0.1km。本项目生态环境影响评价范围内的生态保护红线不涉及河流等水域，因此不会对河流生态系统水源涵养功能造成影响。通过加强对线路维护人员的环境保护宣传教育，禁止进入生态保护红线范围，禁止破坏红线内的植被、捕猎野生动物。因此，在采取上述措施后，本项目线路运行期间不会对生态环境评价范围内生态保护红线的野生动植物、生态系统及水土保持造成影响。

综上所述，本项目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。本项目不会对马尔康岷江柏自然保护区、生态保护红线造成明显影响。

7.6 生态环境保护及恢复措施

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 马尔康 500kV 变电站间隔扩建

马尔康500kV变电站本次扩建在原站内预留场地内进行，不改变站外环境现状，不会造成新增水土流失，对站外生态环境无影响。

7.6.2.2 输电线路

(1) 线路已避让国家公园、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。

(2) 线路路径选择时充分听取当地环保、林业、自然资源等政府部门的意见，优化设计，尽量缩短线路长度，尽可能减少工程产生的生态环境影响。

(3) 线路路径选择时已尽量避让林木密集区，确实不能避让林木密集区段线路应采取适当增加铁塔高度等措施，减少树木砍伐量。

(4) 在技术可行的条件下尽量增加档距，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。

(5) 铁塔设计时采用全方位高低腿铁塔和高低基础配合使用，在土质条件适宜的情况下，优先采用掏挖基础、人工挖孔基础，减少基坑开挖量及平台开挖量。

(6) 马尔康岷江柏自然保护区、生态保护红线附近的塔基定位时尽量远离马尔康岷江柏自然保护区、生态保护红线，优化基础型式，缩小占地面积。

(7) 塔基定位和施工临时设施设置尽可能避让岷江柏木等国家重点保护的野生植物分布区域，避开植被茂盛区，尽量选择在植被稀疏的荒草地。

7.6.3 施工期采取的生态环境保护及恢复措施

7.6.3.1 马尔康 500kV 变电站间隔扩建

马尔康500kV变电站间隔扩建施工活动集中变电站围墙范围内。

7.6.3.2 输电线路

(1) 陆生植物保护措施

1) 林地植被

- 在实施前细化施工方案，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可能保留乔木、灌木植株，减小生物量损失。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。

- 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。

- 对施工人员进行防火宣传教育，严禁私自使用明火，对可能引发火灾的施工活动严格按规程规范及当地林业部门的要求进行施工，确保区域林木安全。

- 根据区域地形地貌、植被分布、既有道路分布等情况规划施工道路、施工人抬便道和索道站，施工人抬便道修整、索道站搭建需尽量避让林木密集区域，减少林木砍伐。

- 施工运输道路：尽量利用现有道路，缩短新建施工运输道路长度。

- 施工人抬便道和索道站：在交通条件较好的塔位施工时，尽可能利用既有乡村道路；在交通条件较差的塔位施工时，施工人抬便道和索道站尽可能选择植被稀疏的灌丛和荒草地，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：塔基施工临时占地应尽可能选择在塔基附近平坦位置，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。

- 牵张场：牵张场尽可能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；牵张场选址应尽可能避让植被密集区，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。

- 跨越施工场：跨越施工场应尽可能选择设置在跨越既有 110kV 及以上电压等级输电线路处，且临近既有道路，便于跨越施工和材料运输；场址场地应宽敞平坦，减少场地平整的引起的水土流失；跨越施工场选址应尽可能避让植被密集区，以占用植被较低矮、稀疏的灌丛、草丛为主。

- 架线施工手段：输电线路跨越林木密集区时采用高跨设计，选用如无人机或飞艇等环境友好的架线施工手段，减少对林木的破坏。

- 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。

- 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。

- 施工迹地恢复：施工结束后，对于立地条件较好的塔基临时占地和牵张场、索道站等临时占地区域植被恢复尽可能利用植被自然更新，其他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，并结合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云杉、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。

- 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。

- 植被恢复时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，及恢复植物群落对当地自然条件的适应能力。

2) 灌丛植被

- 在实施前细化施工方案，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。

- 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。

- 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。

- 施工道路和人抬便道尽可能利用既有道路，修整的施工道路和人抬便道、索道站需避让郁蔽度高的灌丛。

- 牵张场应尽可能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；牵张场选址应尽可能避让植被密集区，以占用较低矮、稀疏的灌丛为主。

- 施工结束后，对于立地条件较好的塔基临时占地、牵张场、索道站等临时占地区域植被恢复尽可能利用植被自然更新，其他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，并结合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) 草本植物

- 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。

- 通过设置彩旗绳限界等方式严格划定施工红线范围，规定人抬道路运输路线，规范施工人员的行为，禁止对施工范围外的草本植物进行踩踏和破坏。

- 塔基基础开挖前应进行表土剥离，并进行临时堆存和养护，施工临时占地（如牵张场、塔基施工临时场地等）应铺设彩条布或其他铺垫物。

- 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丛中，避免对植被的正常生长发育产生不良影响。

- 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，如披碱草、垂穗披碱草等。

4) 草甸植被

- 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

对草甸植被的占压。

- 可通过设置彩旗绳限界等方式严格划定施工红线范围,规定人抬道路运输路线,规范施工人员的行为,禁止对施工范围外的草甸植被进行踩踏和破坏。

- 施工临时占地(如施工道路、人抬道路、牵张场、索道站、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草皮剥离和表土剥离,并对剥离的草皮和表土进行养护,施工结束后对临时占地区域进行表土回覆、土地整治和草皮回铺。

- 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。

- 组塔过程中应尽可能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、草皮回铺的方式进行植被恢复,草种选择当地的乡土草本植物,如披碱草、垂穗披碱草等。

- 施工结束后,采用植被自然更新结合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(如披碱草、垂穗披碱草等)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。

5) 作物和经济林木

- 施工临时占地尽可能避让耕地。

- 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。

6) 对重要物种的保护措施

①重点保护野生植物、极危、濒危、易危物种的保护措施

本项目永久占地(如塔基)、临时占地(如施工道路、施工人抬便道、铁塔施工临时占地、牵张场、索道站、跨越施工场)的设置尽可能避让岷江柏木等保护植物以及极危、濒危、易危物种。

根据收资，项目线路评价范围内分布有岷江柏木 1 种国家重点保护野生植物。建议工程在砍伐林木之前，进一步调查核实占地区周边国家保护野生植物分布情况。施工期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。施工时，一旦发现岷江柏木等野生保护植物，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应当征求林草部门意见，在林草部门指导下采取就地保护、就近相似相同生境移栽等保护措施，若采取移栽等保护措施，需按《四川省野生植物保护条例》（2015 年 3 月 1 日）要求申请采集证，以避免对保护野生植物造成破坏。

②特有种（除重点保护野生植物、极危、濒危、易危物种的其他特有种）

本项目评价范围有 56 种重要野生植物，56 种植物均为中国特有种；无野生保护植物，无极危、濒危、易危植物，无极小种群野生植物。

工程区域内的特种植物均为常见种，在四川多地均有分布，因此，无需进行优化工程布置或设计、就地或迁地保护、加强观测、移栽等措施。

（2）陆生野生动物保护措施

1）兽类

- 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。
- 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。

2）鸟类

- 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。

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，施工若发现蛇、蜥蜴等动物时应严禁捕捉。

4) 两栖类

工程建设禁止将施工废水和生活污水排放下河（溪流），不会对河流河道和水质产生直接影响，因此两栖类也不会受到工程建设的影响，但应做好以下预防措施：

- 加强对油料、燃料等重污染物质的安全责任制管理，严控泄漏事故对溪流水质及两栖类产生影响。

5) 对重要物种的保护措施

①重点保护野生动物的保护措施

- 本项目在施工过程中若遇到高山兀鹫、普通鵟等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。

②特有种（除开重点保护野生动物的其他特有种）

特有种在评价区分布较广，数量较多，工程施工期间严格规范施工管理人员，严禁人为捕捉的现象发生。

（3）水生生物保护措施

工程建设禁止将施工废水和生活污水排放下河，不会对河流水质产生直接影响，因此鱼类也不会受到工程建设的影响，但应做好以下预防措施：

- 加强对油料、燃料等重污染物质的安全责任制管理，严控泄漏事故对河流水库水质及鱼类产生影响。
- 加强对施工人员的管理，严禁施工人员的捕鱼、毒鱼、炸鱼行为造成鱼类资源量减少。

（4）水土保持措施

1) 主体工程措施

- 根据地形特点采用全方位高低腿铁塔，在土质条件适宜的情况下，优先采用扔

挖孔桩基础，尽量减少大开挖基础，尽量减少占地，有效减少土石方开挖量及水土流失影响。

- 施工用房租用现有房屋设施，减少施工临时占地。
- 塔基基位应尽可能避开不良地质段，基础类型应根据地质条件选择适应的基础，在条件许可时应优先采用原状土基础。
- 能开挖成型的基坑，均采用以“坑壁”代替基础底模板方式开挖，减少开挖量。
- 基坑回填后应在地面堆筑防沉土堆，其范围同基坑上口尺寸。
- 对个别岩层裸露、表面破碎、极易产生水土流失的塔位，在清除表层破碎岩屑后，需进行砂浆抹面防护。
- 位于斜坡的塔基表面应做成斜面，恢复自然排水；对可能出现汇水面的塔位要求塔位上方修浆砌块石排水沟，以利于排水。
- 在易受雨水冲刷的土质边坡应进行塔基护坡防护，优先采用植物防护。
- 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。
- 塔基施工前应对塔基范围内的表土进行剥离并装袋，将表层的熟土和下部的生土分开堆放、养护，剥离的表土堆放于塔基施工临时占地区域。
- 施工结束后及时清除塔基临时占地、牵张场等临时占地的杂物，进行土地整治，进行植被恢复（复耕或撒播草籽），尽量恢复其原来的土地利用功能。
- 处于斜坡地段塔位，如上边坡较高较陡，有条件时可做放坡处理，如上边坡岩性破碎，易风化、剥落垮塌时，应采取相应措施进行护坡处理，如喷浆、挂网、锚固、或清除局部易松动剥落岩块等综合措施。
- 施工时严禁将弃土随意置于斜坡下坡侧，应根据不同的地形及场地环境采取合理的弃土措施，避免水土流失而形成新的环境地质问题。
- 位于斜坡、坡脚、陡坎、岩体破碎等地段的塔位基础施工时，尽量采用人工开挖方式，严禁爆破，避免引发系列不良地质问题，确保塔位及场地的稳定。

2) 临时工程措施

- 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，顶面用密目网遮挡，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。
- 应根据实际地形、地质条件、沟槽土质等在临时堆土四周布设临时土质排水沟，

并根据需要在末端设置沉砂池。

- 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。
- 线路总土石方量分散在每个塔基处，少量余方在铁塔下夯实或拦挡后进行植被恢复。

3) 植物措施

施工结束后对临时占地区域及时清除杂物和土地整治，土地整治时，应将熟土覆盖在表层。临时占地区除复耕外均采用自然植被恢复和人工播撒草籽相结合的方式进行植被恢复，植被恢复时建议选用的当地草本植物有披碱草、垂穗披碱草等。播种深度 2~3cm，播种后及时覆土，采用环形镇压器视土壤情况及时镇压。

(5) 生态敏感区的环境保护措施

1) 马尔康岷江柏自然保护区

本项目线路在马尔康岷江柏自然保护区附近施工时除采取上述生态环境保护措施外，还应增加如下措施：

- 建设单位在施工前组织施工人员集中学习《中华人民共和国自然保护区条例》、《四川省自然保护区管理条例》等相关环保规定，并要求施工人员严格按照规定执行，对自然保护区内的主要保护对象进行培训，强化保护野生动植物的意识，严禁施工人员、施工机械进入自然保护区的保护范围。
- 在临近自然保护区的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及其生态环境。
- 在临近自然保护区施工时，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。
- 在临近自然保护区施工时，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，尽量利用既有道路，缩短修整人抬便道长度，减小施工扰动范围，尽量降低对区域植被的破坏。
- 在经济技术条件可行的条件下，牵张场、索道站尽量远离自然保护区边界设置，不得在保护区附近搭建临时施工生活设施、取弃土场等临时设施。
- 加强施工管理，规范施工活动，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，不直接排入天然水体；对施工产生的固体废物进行分类收集处理，施工结束后及时清理现场。

●对自然保护区内保护对象的保护措施：施工期间一旦岷江柏木等野生保护植物，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。在施工过程中若遇高山兀鹫、普通鵟等国家和四川省重点保护的野生动物时，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。

2) 生态保护红线

●建设单位在施工前组织施工人员集中学习《四川省生态保护红线方案》（川府发〔2018〕24 号）等生态保护红线的相关环保规定，并要求施工人员严格按照规定执行。

●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。

●禁止施工人员和施工机械、运输车辆等进入生态保护红线区域，禁止破坏红线区内土壤、植被、动物及其生存环境。

●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设置塔基施工临时占地、施工营地、材料站、取弃土点、牵张场、施工道路、施工人抬便道等临时场地，生活垃圾应进行收集并及时清运，禁止施工废污水和生活垃圾等进入生态保护红线范围。

●施工期间提高生态保护红线附近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草皮、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，缩小地表扰动和植被破坏范围，避免雨季施工，避免对生态保护红线内土壤造成冲刷，避免影响红线范围内的水土保持现状。

- 施工期的水土保持监理与监测工作，严格按照本工程水土保持方案及生态环境保护要求进行施工。

(6) 施工期环境管理措施

- 施工期间对塔基临时占地范围、牵张场、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。施工单位应与各个施工单元签订自然生态及野生动植物保护协议，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、马尔康岷江柏自然保护区、生态保护红线生态环境保护等方面的培训，培训考核合格后方可施工。在施工区内设置一定数量的宣传牌和标语，随时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的火源管理。

- 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，对临时占地及时做好复耕和撒播草籽工作。

(7) 生态系统保护措施

森林生态系统、灌草地生态系统保护措施：充分利用项目区现有林业道路施工，如果输电线路建设需要新的道路建设中，应尽量缩短长度；严格控制林业项目区土地面积的建设，减少森林砍伐森林等。施工完成后及时对临时占地进行植被恢复处理。

农田生态系统的保护措施：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。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。禁止施工人员采摘栽培植物。施工临时占地尽可能避开耕地和园地设置。及时清理施工场地，避免对耕地造成长时间的

占压。施工结束后，对临时占用的耕地按照原有土地类型及时进行恢复，应采用当地物种，严禁带入外来物种。

（8）景观生态保护措施

为保护工程沿线的景观协调性，除落实上述生态保护措施外，还需采取以下措施：

- 不得随意砍伐林木、不得随意采摘花草。
- 项目设计阶段，施工活动尽量利用沿线天然植被做绿色屏障。
- 建议项目实施阶段，优化施工布置，避免施工修建对植被的破坏。
- 对无法利用天然植被做绿色屏障的工作面、开挖裸露面，采取栅栏挡护，并种植当地适生的绿色藤蔓植被作为人工绿色屏障，使开挖裸露面尽可能避开视觉范围；
- 生活垃圾应统一收集，拉至固定场所处理，严禁随意乱丢乱弃；生活废水统一收集处理，严禁随意排放，污染当地地表水环境，形成视觉污染。
- 在施工期尽量对废土石进行综合利用，减少堆放量，不得随意扩大施工范围，减小景观影响范围。
- 在施工期结束后，对因施工活动造成的裸露地面，采取植被恢复措施，应尽量选用当地物种，与区域景观相协调，积极采取工程和生物措施相结合的方法予以恢复重建，根据区域生态环境特点，进行景观恢复。

（9）土地资源保护措施

- 做好设计工作，减少工程占地范围。工程用地应在充分利用现有居民区、道路等情况下，以满足工程正常施工为前提，以不占或尽量少占评价区土地为原则，合理选择与布置施工场地，严格按照设计施工要求进行施工，节约用地。
- 搞好施工作业，严格控制占地范围。在工程施工过程中，一要严格按照设计的占地范围施工，不得超范围开挖；二要将施工废渣废料及时清运处置，严禁向任何地方无序倾倒。
- 做好用地边界外土地资源的保护，特别是有陡坡开挖区域的保护，做到不因开挖导致用地范围外植被及土地受到影响；不得在规划的施工用地范围外新增用地。
- 工程完工后，对施工场地、塔基硬化区域及废弃杂物等及时清理，在平整、覆土并基本达到占用前水平的情况下选取乡土植物进行恢复。

7.6.4 运行期采取的生态环境保护措施

本项目投运后，除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：

●本项目投运后，除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。
- 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在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，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，与周边景观、植物相协调，确保生态环境质量不降低，维持区域的生态功能与生态系统、景观的完整性。

对马尔康岷江柏自然保护区的保护措施：

- 建设单位组织线路运行维护和检修人员集中学习《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》等相关环保规定，对马尔康岷江柏自然保护区内的主要保护对象进行培训，强化保护野生动植物的意识。
- 施工结束后重点关注自然保护区附近临时占地的植被抚育和恢复情况。
- 加强对线路运维人员的教育和管理，禁止进入自然保护区范围。

对生态保护红线的保护措施：

- 建设单位组织线路运行维护和检修人员集中学习《关于印发四川省生态保护红线方案的通知》（四川省人民政府川府发〔2018〕24号）等相关环保规定，对生态保护红线内的保护重点进行培训，强化保护野生动植物的意识。
- 加强对线路运维人员关于生态保护红线的宣传、教育，禁止进入生态保护红线范围。

对区域重要物种的保护措施：

- 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，运维路线尽可能避让重点保护野生植物、极危、濒危、易危植物和古树名木，禁止采摘、攀

折，禁止随意踩踏植被，并加强对临时占地处重要物种的抚育和管护。巡线时若发现岷江柏木等野生保护植物，应立即停止维护检修作业并在保护植物周围放置栅栏或警示牌，严禁砍削、折枝、挖根、摘采果实种子等破坏保护植物的行为。

●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，禁止捕捉和猎杀野生保护动物以及其他重要物种。在线路巡视或检修时，若遇高山兀鹫、普通鵟等保护动物，严禁惊吓、追赶、拍照等行为，同时应立即停止维护检修作业，待保护动物离开后，方能继续开展维护检修作业。

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 7-29 生态监测计划表

内容	方法	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
靠近生态敏感区	在施工期和运营期设置靠近马尔康岷江柏自然保护区处固定样方、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

本项目实施对生态环境的影响主要表现为：土地利用类型、地形地貌的变化；使周围植被减少，植被景观破碎化，植被覆盖率降低；工程作业、人为活动影响野生动物的分布格局。工程建设严格控制在划定的范围内，项目生产活动中挖掘、爆破等产生的振动、噪声、粉尘、固体废物等，必将对区域地表、动植物与生物多样性、土壤、景观等方面产生一定的影响。由于评价区内的野生动物资源主要为小型兽类和鸟类，其迁徙能力较强，大多适应环境变化能力较强，在环境稳定后会在新的栖息环境内迅速繁殖生存，对动物资源影响相对较小。随着工程的实施，占压土地、扰动地表将引起工程区内生物生产力有所降低。因此，应加强对施工区生态的保护，采取切实可行的措施减小对生态环境造成的影响。由于项目范围相对较小，侵占植被类型为当地分布广泛、常见的类型，因此工程实施对区域自然系统恢复稳定性影响不大，区域自然

系统仍处于稳定状态。通过加强生态管理、采取适当的水土保持及生态恢复治理措施后，其影响程度可以得到有效缓解。同时，应加强动植物保护宣传、严格按照规定剥离地表植被、保护区域野生动植物资源。

综上所述，在认真严格落实报告书提出的各项生态环境保护措施，通过采取一定的生态环境保护和恢复措施，生态风险会缩小且可控，并且不会显著改变评价区的植物物种多样性、植被组成类型、动物栖息环境、动物多样性、种群结构、景观生态系统组成。因此，项目的建设从生态环境保护角度是可行的。

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 马尔康 500kV 变电站间隔扩建采取的环境保护设施、措施

8.1.1.1 设计阶段

（一）电磁环境污染防治措施

- （1）新增电气设备均安装接地装置。
- （2）本次扩建 500kV 配电装置采用 GIS 户外布置。
- （3）扩建设备在订货时要求导线、母线等提高加工工艺，防止尖端放电和起晕。
- （4）马尔康变电站本次出线导线对地高度约 24m。
- （5）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）声环境污染防治措施

马尔康 500kV 变电站本次不增加主变、高抗噪声源设备。

（三）水环境污染防治措施

马尔康 500kV 变电站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。

（四）固体废物污染防治措施

马尔康 500kV 变电站本次扩建后运行方式不变，运行人员数量不增加，无新增生活垃圾量，不需新增生活垃圾处理设施。

马尔康 500kV 变电站本次扩建不新增含油设备。

马尔康 500kV 变电站本次扩建不新增蓄电池。

（五）生态环境保护措施

马尔康500kV变电站本次扩建在原站内预留场地内进行，不改变站外环境现状，不会造成新增水土流失，对站外生态环境无影响。

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）、《阿坝州人民政府办公室关于进一步加强大气污染防治工作的通知》（阿府办函〔2020〕13 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变电站站内扩建区域设置围挡。
- 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、建筑垃圾等运输车辆应进行封闭，防止遗撒。
- ⑤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。
- ⑥钻孔、铣刨、切割、开挖等施工作业时采取喷淋、喷雾等湿法降尘措施。
- ⑦线路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。
- ⑧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。
- ⑨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

- ①将施工活动限制在本次扩建范围内。
- ②定期对施工设备进行维护，减小施工机具的施工噪声。
- ③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。
- ④避免高噪声设备同时施工，定期对施工设备进行维护，减小施工机具的施工噪声。

（三）水环境污染防治措施

马尔康 500kV 变电站间隔扩建施工产生的生活污水利用变电站前期工程设置的污水处理装置收集处理后综合利用，不外排；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。

（四）固体废物污染防治措施

马尔康 500kV 变电站间隔扩建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；变电站扩建开挖产生的少量基槽余土站外终端塔塔基占地范围内摊平。

（五）生态环境保护措施

马尔康500kV变电站本次扩建在原站内预留场地内进行，不改变站外环境现状，不会造成新增水土流失，对站外生态环境无影响。

（六）施工期环境管理措施

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。

8.1.1.3 运行期

（一）电磁环境、声污染防治措施

（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）在马尔康变电站围墙上、线路铁塔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）水污染防治措施

马尔康500kV变电站本次扩建后运行方式不变，运行人员数量不增加，无新增生活用水量和生活污水量，不需新增生活污水处理设施，生活污水经前期工程设置的埋式污水处理装置处理后综合利用，不外排。

（三）固体废物污染防治措施

马尔康500kV变电站本次扩建后运行方式不变，运行人员数量不增加，无新增生活垃圾量，生活垃圾经站内前期工程设置的垃圾桶收集后由环卫部门定期清运、统一处理。

本次扩建不新增含油设备。

本次扩建不新增废蓄电池。

（四）生态环境保护措施

马尔康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

马尔康 500kV 变电站本次扩建不新增含油设备，不新增环境风险防范措施。

（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) 输电线路单回三角排列段、单回水平排列段通过耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、道路等场所时，需将导线对地最低高度分别抬高至 12m、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) 输电线路单回水平排列段无居民敏感目标分布，线路单回三角排列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 8-1 中的要求。根据核实，本项目设计单位已按照表 8-1 中的要求提高了敏感目标处的导线对地高度。

表 8-1 单回三角排列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)	
	左侧	右侧	左侧	右侧	左侧	右侧
5	21	21	23	21	24	22
6	21	20	22	20	24	22
7	20	19	22	19	23	21
8	20	18	22	18	23	20
9	20	17	21	17	22	19
10	19	15	20	16	21	18
11	18	14	19	14	20	17
12	18	14	18	14	19	14
13	16	14	17	14	17	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 14m 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 14m 时，需按照表 8-1 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。本段线路敏感目标处导线对地最低高度见表 8-2。

表 8-2 单回三角排列段线路敏感目标处导线对地最低高度

敏感目标	房屋类型	方位及距线路单回三角排列段边导线地面投影最近距离	导线对地最低高度
4#	1~2 层尖顶房, 总高约 4m~7m	西南, 最近约 45m	14m
5#	1~3 层尖顶房, 总高约 4m~10m	东北, 最近约 45m	14m
6#	3 层尖顶房, 总高约 10m	西北, 最近约 30m	14m
7#	1~3 层尖顶房, 总高约 4m~10m	西南, 最近约 35m	14m
8#	3 层尖顶房, 总高约 4m~10m	东北, 最近约 30m	14m

(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。

(二) 生态环境保护措施

(1) 线路已避让国家公园、自然保护区、世界自然遗产、生态保护红线、重要生境等生态敏感区。

(2) 线路路径选择时充分听取当地环保、林业、自然资源等政府部门的意见, 优化设计, 尽量缩短线路长度, 尽可能减少工程产生的生态环境影响。

(3) 线路路径选择时已尽量避让林木密集区, 对确不能避让林木密集区的线路采取适当增加铁塔高度的方式, 减少树木砍伐量。

(4) 尽可能增加跨越档距, 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。

(5) 铁塔设计时采用全方位高低腿铁塔和高低基础配合使用, 在土质条件适宜的情况下, 优先采用掏挖基础、人工挖孔基础, 不采用大开挖基础, 减少基坑开挖量及平台开挖量。

(6) 马尔康岷江柏自然保护区、生态保护红线附近的塔基定位时尽量远离马尔康岷江柏自然保护区、生态保护红线, 优化基础型式, 缩小占地面积。

(7) 塔基定位和施工临时设施设置尽可能避让岷江柏木等国家重点保护的野生植物分布区域, 避开植被茂盛区, 尽量选择在植被稀疏的荒草地。

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) 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。

(3) 施工材料运输车辆应进行封闭, 防止遗撒, 严禁车辆超载超速, 装载物料和土方的高度不得超过车辆挡板。

(4) 运输车辆限制车速, 进出施工场地应进行车轮冲洗。

(5) 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。

(6) 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。

(7) 线路施工结束后及时清理场地, 并对临时占地区域进行植被恢复, 避免造成二次扬尘。

(8) 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。

(9) 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

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。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, 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或林灌, 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。

(2) 跨越地表水体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, 塔基位置应尽可能远离河岸, 减少塔基对河流的影响。

- 禁止向水体排放油类, 禁止在水体装贮油类车辆, 禁止向水体排放、倾倒废水、垃圾等。

- 邻近河流的塔基施工时, 施工人员不得在靠近水域附近搭建临时施工生活设施,

严禁施工废水、生活污水、生活垃圾等排入水体，影响水体水质，施工场地尽可能远离河流，严禁堆放生活垃圾，生活垃圾及时清运，以免产生垃圾渗滤液污染土壤及水体。

- 在河流附近塔基施工时应设置土石方临时堆放场，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。

- 施工结束后应及时全面清理废弃物，避免留下难以降解的物质；对临时施工便道、施工扰动区域等施工影响区域按原有土地类型进行恢复。

（3）水环境敏感目标的环境保护措施

- 建设单位在施工前组织施工人员集中学习《四川省饮用水水源保护管理条例》（2019年9月26日修正）、《中华人民共和国水污染防治法》（2017年6月27日）等相关环保规定，并要求施工人员严格按照相关规定执行。

- 在饮用水水源保护区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，确保施工范围不涉及饮用水水源保护区。

- 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、夯实或拦挡后进行复耕或植被恢复，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。

- 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、陆域范围，禁止施工废水、生活污水、油类、生活垃圾、土石方等排入水体。

- 施工人员不得在饮用水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。

- 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乡镇垃圾池；施工结束后及时清理场地，将剩余垃圾带出施工区域。

（五）生态环境保护及恢复措施

（1）陆生植物保护措施

1）林地植被

- 在实施前细化施工方案，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可能保留乔木、灌木植株，减小生物量损失。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。

- 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。

- 对施工人员进行防火宣传教育，严禁私自使用明火，对可能引发火灾的施工活动严格按规程规范及当地林业部门的要求进行施工，确保区域林木安全。

- 根据区域地形地貌、植被分布、既有道路分布等情况规划施工道路、施工人抬便道和索道站，施工人抬便道修整、索道站搭建需尽量避让林木密集区域，减少林木砍伐。

- 施工运输道路：尽量利用现有道路，缩短新建施工运输道路长度。

- 施工人抬便道和索道站：在交通条件较好的塔位施工时，尽可能利用既有乡村道

路；在交通条件较差的塔位施工时，施工人抬便道和索道站尽可能选择植被稀疏的灌丛和荒草地，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：塔基施工临时占地应尽可能选择在塔基附近平坦位置，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。

- 牵张场：牵张场尽可能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；牵张场选址应尽可能避让植被密集区，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。

- 跨越施工场：跨越施工场应尽可能选择设置在跨越既有 110kV 及以上电压等级输电线路处，且临近既有道路，便于跨越施工和材料运输；场址场地应宽敞平坦，减少场地平整的引起的水土流失；跨越施工场选址应尽可能避让植被密集区，以占用植被较低矮、稀疏的灌丛、草丛为主。

- 架线施工手段：输电线路跨越林木密集区时采用高跨设计，选用如无人机或飞艇等环境友好的架线施工手段，减少对林木的破坏。

- 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。

- 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。

- 施工迹地恢复：施工结束后，对于立地条件较好的塔基临时占地和牵张场、索道站等临时占地区域植被恢复尽可能利用植被自然更新，其他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，并结合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云杉、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。

- 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。

- 植被恢复时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，及恢复植物群落对当地自然条件的适应能力。

2) 灌丛植被

- 在实施前细化施工方案，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。

- 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。
- 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。
- 施工道路和人抬便道尽可能利用既有道路，修整的施工道路和人抬便道、索道站需避让郁蔽度高的灌丛。
- 牵张场应尽可能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；牵张场选址应尽可能避让植被密集区，以占用较低矮、稀疏的灌丛为主。
- 施工结束后，对于立地条件较好的塔基临时占地、牵张场、索道站等临时占地区域植被恢复尽可能利用植被自然更新，其他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，并结合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) 草本植物

- 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。
- 通过设置彩旗绳限界等方式严格划定施工红线范围，规定人抬道路运输路线，规范施工人员的行为，禁止对施工范围外的草本植物进行踩踏和破坏。
- 塔基基础开挖前应进行表土剥离，并进行临时堆存和养护，施工临时占地（如牵张场、塔基施工临时场地等）应铺设彩条布或其他铺垫物。
- 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丛中，避免对植被的正常生长发育产生不良影响。
- 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，如披碱草、垂穗披碱草等。

4) 草甸植被

- 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，减少对草甸植被的占压。
- 可通过设置彩旗绳限界等方式严格划定施工红线范围，规定人抬道路运输路线，

规范施工人员的行为，禁止对施工范围外的草甸植被进行踩踏和破坏。

- 施工临时占地（如施工道路、人抬道路、牵张场、索道站、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草皮剥离和表土剥离，并对剥离的草皮和表土进行养护，施工结束后对临时占地区域进行表土回覆、土地整治和草皮回铺。

- 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。

- 组塔过程中应尽可能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、草皮回铺的方式进行植被恢复，草种选择当地的乡土草本植物，如披碱草、垂穗披碱草等。

- 施工结束后，采用植被自然更新结合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（如披碱草、垂穗披碱草等）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。

5) 作物和经济林木

- 施工临时占地尽可能避让耕地。

- 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。

6) 对重要物种的保护措施

①重点保护野生植物、极危、濒危、易危物种的保护措施

本项目永久占地（如塔基）、临时占地（如施工道路、施工人抬便道、铁塔施工临时占地、牵张场、索道站、跨越施工场）的设置尽可能避让岷江柏木等保护植物以及极危、濒危、易危物种。

根据收资，项目线路评价范围内分布有岷江柏木 1 种国家重点保护野生植物。施工期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。施工过程中

一旦发现岷江柏木等野生保护植物，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；同时应当征求林草部门意见，在林草部门指导下采取就地保护、就近相似相同生境移栽等保护措施，若采取移栽等保护措施，需按《四川省野生植物保护条例》（2015 年 3 月 1 日）要求申请采集证，减轻工程建设对保护植物的影响。

②特有种（除开重点保护野生植物、极危、濒危、易危物种的其他特有种）

本项目评价范围有56种重要野生植物，56种植物均为中国特有种；无野生保护植物，无极危、濒危、易危植物，无极小种群野生植物。

工程区域内的特种植物均为常见种，在四川多地均有分布，因此，无需进行优化工程布置或设计、就地或迁地保护、加强观测、移栽等措施。

（2）陆生野生动物保护措施

1）兽类

- 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。
- 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。

2）鸟类

- 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。

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，施工若发现蛇、蜥蜴等动物时应严禁捕捉。

4) 两栖类

工程建设禁止将施工废水和生活污水排放下河（溪流），不会对河流河道和水质产生直接影响，因此两栖类也不会受到工程建设的影响，但应做好以下预防措施：

- 加强对油料、燃料等重污染物质的安全责任制管理，严控泄漏事故对溪流水质及两栖类产生影响。

5) 对重要物种的保护措施

①重点保护野生动物的保护措施

本项目在施工过程中若遇到高山兀鹫、普通鵟等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。

②特有种（除开重点保护野生动物的其他特有种）

特有种在评价区分布较广，数量较多，工程施工期间严格规范施工管理人员，严禁人为捕捉的现象发生。

（3）水生生物保护措施

工程建设禁止将施工废水和生活污水排放下河，不会对河流水质产生直接影响，因此鱼类也不会受到工程建设的影响，但应做好以下预防措施：

- 加强对油料、燃料等重污染物质的安全责任制管理，严控泄漏事故对河流水库水质及鱼类产生影响。

- 加强对施工人员的管理，严禁施工人员的捕鱼、毒鱼、炸鱼行为造成鱼类资源量减少。

（4）水土保持措施

1) 主体工程措施

- 根据地形特点采用全方位高低腿铁塔，在土质条件适宜的情况下，优先采用开挖孔桩基础，尽量减少大开挖基础，尽量减少占地，有效减少土石方开挖量及水土流失影响。

- 施工用房租用现有房屋设施，减少施工临时占地。

- 塔基基位应尽可能避开不良地质段，基础类型应根据地质条件选择适应的基础，在条件许可时应优先采用原状土基础。

- 能开挖成型的基坑，均采用以“坑壁”代替基础底模板方式开挖，减少开挖量。

- 基坑回填后应在地面堆筑防沉土堆，其范围同基坑上口尺寸。；

- 对个别岩层裸露、表面破碎、极易产生水土流失的塔位，在清除表层破碎岩屑后，需进行砂浆抹面防护。

- 位于斜坡的塔基表面应做成斜面，恢复自然排水；对可能出现汇水面的塔位要求塔位上方修浆砌块石排水沟，以利于排水。

- 在易受雨水冲刷的土质边坡应进行塔基护坡防护，优先采用植物防护。

- 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。

- 塔基施工前应对塔基范围内的表土进行剥离并装袋，将表层的熟土和下部的生土分开堆放、养护，剥离的表土堆放于塔基施工临时占地区域。

- 施工结束后及时清除塔基临时占地、牵张场等临时占地的杂物，进行土地整治，进行复耕或撒播草籽，尽量恢复其原来的土地利用功能。

- 处于斜坡地段塔位，如上边坡较高较陡，有条件时可做放坡处理，如上边坡岩性破碎，易风化、剥落垮塌时，应采取相应措施进行护坡处理，如喷浆、挂网、锚固、或清除局部易松动剥落岩块等综合措施。

- 施工时严禁将弃土随意置于斜坡下坡侧，应根据不同的地形及场地环境采取合理的弃土措施，避免水土流失而形成新的环境地质问题。

- 位于斜坡、坡脚、陡坎、岩体破碎等地段的塔位基础施工时，尽量采用人工开挖方式，严禁爆破，避免引发系列不良地质问题，确保塔位及场地的稳定。

2) 临时工程措施

- 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，顶面用密目网遮挡，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。

- 应根据实际地形、地质条件、沟槽土质等在临时堆土四周布设临时土质排水沟，并根据需要在末端设置沉砂池。

- 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。

- 线路总土石方量分散在每个塔基处，少量余方在铁塔下夯实或拦挡后进行植被

恢复。

3) 植物措施

施工结束后对临时占地区域及时清除杂物和土地整治，土地整治时，应将熟土覆盖在表层。临时占地区除复耕外均采用自然植被恢复和人工播撒草籽相结合的方式进行的植被恢复，植被恢复时建议选用的当地草本植物有披碱草、垂穗披碱草等。播种深度 2~3cm，播种后及时覆土，采用环形镇压器视土壤情况及时镇压。

(5) 生态敏感区的环境保护措施

1) 马尔康岷江柏自然保护区

本项目线路在岷江柏自然保护区附近施工时除采取上述生态环境保护措施外，还应增加如下措施：

- 建设单位在施工前组织施工人员集中学习《中华人民共和国自然保护区条例》、《四川省自然保护区管理条例》等相关环保规定，并要求施工人员严格按照规定执行，对自然保护区内的主要保护对象进行培训，强化保护野生动植物的意识，严禁施工人员、施工机械进入自然保护区的保护范围。

- 在临近自然保护区的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及其生态环境。

- 在临近自然保护区施工时，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。

- 在临近自然保护区施工时，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，尽量利用既有道路，缩短修整人抬便道长度，减小施工扰动范围，尽量降低对区域植被的破坏。

- 在经济技术条件可行的条件下，牵张场、索道站尽量远离自然保护区边界设置，不得在保护区附近搭建临时施工生活设施、取弃土场等临时设施。

- 加强施工管理，规范施工活动，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，不直接排入天然水体；对施工产生的固体废物进行分类收集处理，施工结束后及时清理现场。

- 对自然保护区内保护对象的保护措施：施工期间一旦岷江柏木等野生保护植物，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。在施工过程中若遇高山兀鹫、普通鵟等国家和四川省重点保护的野生动物时，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。

2) 生态保护红线

- 建设单位在施工前组织施工人员集中学习《四川省生态保护红线方案》（川府发〔2018〕24 号）等生态保护红线的相关环保规定，并要求施工人员严格按照规定执行。

- 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。

- 禁止施工人员和施工机械、运输车辆等进入生态保护红线区域，禁止破坏红线区内土壤、植被、动物及其生存环境。

- 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设置塔基施工临时占地、施工营地、材料站、取弃土点、牵张场、施工道路、施工人抬便道等临时场地，生活垃圾应进行收集并及时清运，禁止施工废污水和生活垃圾等进入生态保护红线范围。

- 施工期间提高生态保护红线附近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草皮、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，缩小地表扰动和植被破坏范围，避免雨季施工，避免对生态保护红线内土壤造成冲刷，避免影响红线范围内的水土保持现状。

- 施工期的水土保持监理与监测工作，严格按照本工程水土保持方案及生态环境保护要求进行施工。

（6）施工期环境管理措施

- 施工期间对塔基临时占地范围、牵张场、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。施工单位应与各个施工单元签订自然生态及野生动植物保护协议，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、马尔康岷江柏自然保护区、生态保护红线生态环境保护等方面的培训，培训考核合格后方可施工。在施工区内设置一定数量的宣传牌和标语，随时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，对临时占地及时做好复耕和撒播草籽工作。

(7) 生态系统保护措施

森林生态系统、灌草地生态系统保护措施：充分利用项目区现有林业道路施工，如果输电线路建设需要新的道路建设中，应尽量缩短长度；严格控制林业项目区土地面积的建设，减少森林砍伐森林等。施工完成后及时对临时占地进行植被恢复处理。

农田生态系统的保护措施：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。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。禁止施工人员采摘栽培植物。施工临时占地尽可能避开耕地和园地设置。及时清理施工场地，避免对耕地造成长时间的占压。施工结束后，对临时占用的耕地按照原有土地类型及时进行恢复，应采用当地物种，严禁带入外来物种。

(8) 景观生态保护措施

为保护工程沿线的景观协调性，除落实上述生态保护措施外，还需采取以下措施：

- 不得随意砍伐林木、不得随意采摘花草。
- 项目设计阶段，施工活动尽量利用沿线天然植被做绿色屏障。
- 建议项目实施阶段，优化施工布置，避免施工修建对植被的破坏。
- 对无法利用天然植被做绿色屏障的工作面、开挖裸露面，采取栅栏挡护，并种植当地适生的绿色藤蔓植被作为人工绿色屏障，使开挖裸露面尽可能避开视觉范围；
- 生活垃圾应统一收集，拉至固定场所处理，严禁随意乱丢乱弃；生活废水统一收集处理，严禁随意排放，污染当地地表水环境，形成视觉污染。
- 在施工期尽量对废土石进行综合利用，减少堆放量，不得随意扩大施工范围，减小景观影响范围。
- 在施工期结束后，对因施工活动造成的裸露地面，采取植被恢复措施，应尽量选用当地物种，与区域景观相协调，积极采取工程和生物措施相结合的方法予以恢复重建，根据区域生态环境特点，进行景观恢复。

(9) 土地资源保护措施

- 做好设计工作，减少工程占地范围。工程用地应在充分利用现有居民区、道路等情况下，以满足工程正常施工为前提，以不占或尽量少占评价区土地为原则，合理选择与布置施工场地，严格按照设计施工要求进行施工，节约用地。
- 搞好施工作业，严格控制占地范围。在工程施工过程中，一要严格按照设计的占地范围施工，不得超范围开挖；二要将施工废渣废料及时清运处置，严禁向任何地方无序倾倒。
- 做好用地边界外土地资源的保护，特别是有陡坡开挖区域的保护，做到不因开挖导致用地范围外植被及土地受到影响；不得在规划的施工用地范围外新增用地。
- 工程完工后，对施工场地、塔基硬化区域及废弃杂物等及时清理，在平整、覆土并基本达到占用前水平的情况下选取乡土植物进行恢复。

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) 生态环境保护措施

本项目投运后，除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：

●本项目投运后，除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。
- 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，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，与周边景观、植物相协调，确保生态环境质量不降低，维持区域的生态功能与生态系统、景观的完整性。

对马尔康岷江柏自然保护区的保护措施：

- 建设单位组织线路运行维护和检修人员集中学习《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》等相关环保规定，对岷江柏自然保护区内的主要保护对象进行培训，强化保护野生动植物的意识。
- 施工结束后重点关注自然保护区附近临时占地的植被抚育和恢复情况。
- 加强对线路运维人员的教育和管理，禁止进入自然保护区范围。

对生态保护红线的保护措施：

- 建设单位组织线路运行维护和检修人员集中学习《关于印发四川省生态保护红线方案的通知》（四川省人民政府川府发〔2018〕24号）等相关环保规定，对生态保护红线内的保护重点进行培训，强化保护野生动植物的意识。
- 加强对线路运维人员关于生态保护红线的宣传、教育，禁止进入生态保护红线范围。

对区域重要物种的保护措施：

- 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，运维路

线尽可能避让重点保护野生植物、极危、濒危、易危植物和古树名木，禁止采摘、攀折，禁止随意踩踏植被，并加强对临时占地处重要物种的抚育和管护。巡线时若发现岷江柏木等野生保护植物，应立即停止维护检修作业并在保护植物周围放置栅栏或警示牌，严禁砍削、折枝、挖根、摘采果实种子等破坏保护植物的行为。

●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，禁止捕捉和猎杀野生保护动物以及其他重要物种。在线路巡视或检修时，若遇高山兀鹫、普通鵟等保护动物，严禁惊吓、追赶、拍照等行为，同时应立即停止维护检修作业，待保护动物离开后，方能继续开展维护检修作业。

（三）水环境保护措施

●加强对线路运维人员的教育和管理，禁止进入水域范围，禁止下河捕捞、向水体倾倒、排放污染物等行为，强化保护的意识。

8.2 环境保护设施、措施论证

8.2.1 马尔康 500kV 变电站间隔扩建

生活污水：变电站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。

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，无新增生活垃圾量，不需新增生活垃圾处理设施。本次扩建不新增含油设备，不新增废蓄电池。

噪声：马尔康 500kV 变电站本次不增加主变、高抗噪声源设备。

电磁环境：变电站新增电气设备均安装接地装置；本次扩建 500kV 配电装置采用 GIS 户外布置；扩建设备在订货时要求导线、母线等提高加工工艺，防止尖端放电和起晕；马尔康变电站本次出线导线对地高度约 24m；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，变电站扩建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：变电站本次扩建在原站内预留场地内进行，不改变站外环境现状，不会造成新增水土流失，对站外生态环境无影响。

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。本项目输电线路单回三角排列段、单回水平排列段通过耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、道路等场所时，需将导线对地最低高度分别抬高至 12m、12m，

能满足电场强度不大于控制限值 10kV/m 的评价标准要求。本项目输电线路单回水平段评价范围内无居民敏感目标分布，单回三角排列段通过民房等公众曝露区域，根据居民房屋距线路边导线的不同距离及房屋特性，按照表 8-1 的要求抬高导线对地高度，确保在居民敏感目标处产生的电磁环境满足相应评价标准要求。

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。

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。

根据区域已运行既有输电线路（如 220kV 红卫桥-马尔康线路等）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

本项目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。

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

国网四川省电力公司建设分公司实行本工程全过程环保归口管理模式，配备有专职人员从事环保管理工作，并定期开展环境管理相关的业务培训。

9.1.2 施工期环境管理

（1）工程的施工承包合同中应包括环境保护的条款，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》、《中华人民共和国水土保持法》、《中华人民共和国森林法》、《中华人民共和国水污染防治法》、《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》、《四川岷江柏自然保护区总体规划（2001 年）》、《关于印发四川省生态保护红线方案的通知》、《四川省饮

用水水源保护管理条例》、《四川省饮用水水源保护区管理规定（试行）》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能。

（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）输电线路与河、公路等交叉跨越施工应先与水务、交通等部门协商后，针对性设计施工方案，在规定时间内完成施工。

（7）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。

（8）施工期需要监测工程建设时的水土流失情况，及时掌握工程区水土流失情况，了解工程区各项水土保持措施的实施效果，为水土保持方案的实施服务，并做相应的监测记录。

9.1.3 运行期环境管理

根据本项目建设特点，运行单位应依托马尔康变电站的既有环境保护管理体系，并建立本项目线路的完整环境保护管理体系，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，特别是有环境敏感目标分布的线路段，着重关注松岗镇银日巴沟七里村集中式饮用水水源保护区、脚木足乡沙市沟沙市村饮用水源地（分散式）、马尔康岷江柏自然保护区、生态保护红线附近线路段，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))。

9.2.1.2 变电站监测点布置

监测点包括: 变电站站界四周、变电站评价范围内具有代表性的环境敏感点, 应重点关注距变电站较近的敏感目标。监测计划见表 9-1。

9.2.1.3 输电线路监测点布置

监测点包括: 线路评价范围内具有代表性的环境敏感点、线路临时占地植被恢复率, 应重点关注距线路较近的敏感目标, 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
运行期	电磁环境	工频电场、工频磁场	变电站站界四周; 变电站评价范围内具有代表性的环境敏感目标; 线路评价范围内具有代表性的环境敏感目标, 断面监测。	结合环保竣工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	线路临时占地		施工结束后植被生长旺盛季监测一次

9.2.1.4 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)
噪声	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。

9.2.2 竣工环保验收

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马尔康 500kV 变电站间隔扩建工程；②巴拉水电站～马尔康 500kV 线路工程；③建设相应无功补偿装置和二次系统工程。

马尔康 500kV 变电站间隔扩建工程建设规模为：在现有变电站预留场地内 1 个 500kV 出线间隔至巴拉水电站开关站，进行设备支架基础施工和设备安装。

巴拉水电站～马尔康 500kV 线路工程总长度约 74km，共新建铁塔 147 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

本项目所在区域属川西高山峡谷山原针叶林地带—川西高山峡谷针叶林亚带—川西高山峡谷植被地区—大渡河中、上游植被小区，本项目评价范围内自然植被主要为针叶林、阔叶林、针阔混交林、灌丛、草地、草甸，代表性物种有冷杉、云杉、桦木、高山柳、高山柏、岷江冷杉、蔷薇、杜鹃、栒子、矮高山栎、小檗、矮羊茅、拂子茅、早熟禾、披碱草等；栽培植被主要为作物和经济林木，主要包括玉米、白菜等作物以及花椒、核桃树等经济林木。**本项目线路评价范围内无四川省重点保护野生植物分布，项目走廊范围内分布有国家重点保护野生植物 1 种（岷江柏木）、特有种 56 种，无极危、濒危、极小种群物种和古树名木分布；项目评价范围内重要生境分布。**

（2）动物现状

本项目评价区域动物分布有兽类、鸟类、爬行类、两栖类和鱼类，均为当地常见的野生动物。**评价范围内分布有 2 种国家重点保护的野生动物（高山兀鹫、普通鵟分布在岷江柏自然保护区附近），无四川省重点保护的野生动物，有《中国生物多样性红色名录》中的特有种 8 种，无极危、濒危、极小种群、重要生境、野生动物迁徙通道分布。**

（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，本项目不涉及国家公园、自然保护区等其他自然保护地 and 世界自然遗产，不涉及重要物种的天然集中分布区、栖息地等重要生境，不涉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等生态敏感区。本项目生态保护目标为马尔康岷江柏自然保护区、大渡河源水源涵养生态保护红线和重要物种，因此生态环境重点

关注的对象是马尔康岷江柏自然保护区、大渡河源水源涵养生态保护红线和重要物种。

10.2.2 电磁环境现状

马尔康 500kV 变电站站界四周离地 1.5m 处的电场强度现状值在 3.083V/m~1830V/m 之间，与既有线路交叉处、巴拉水电站开关站本次出线侧离地 1.5m 处的电场强度现状值在 1.123V/m~128.6V/m 之间，电磁环境敏感目标及饮用水水体保护区内离地 1.5m 处的电场强度现状值在 0.140V/m~2.970V/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。

马尔康 500kV 变电站站界四周离地 1.5m 处的磁感应强度现状值在 0.0110 μ T~2.343 μ T 之间，与既有线路交叉处、巴拉水电站开关站本次出线侧离地 1.5m 处磁感应强度现状值在 1.124 μ T~0.2527 μ T 之间，电磁环境敏感目标及饮用水水体保护区内离地 1.5m 处的磁感应强度现状值在 0.0033 μ T~0.0076 μ T 之间，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。

10.2.3 声环境现状

马尔康 500kV 变电站站址处昼间等效连续 A 声级在 48dB(A)~52dB(A)之间，夜间等效连续 A 声级为 39dB(A)~42dB(A)，满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB 12348-2008) 2 类标准要求(昼 60dB(A)、夜 50dB(A))；区域监测点昼间等效连续 A 声级在 44dB(A)~53dB(A)之间，夜间等效连续 A 声级在 38dB(A)~43dB(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))。

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) 马尔康 500kV 变电站间隔扩建工程

本项目马尔康 500kV 变电站间隔扩建施工阶段站界昼间噪声满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)(昼间 70dB(A))的要求。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。马尔康 500kV 变电站间隔扩建施工扬尘主要集中在本次扩建位置施工区域内；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

马尔康 500kV 变电站间隔扩建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农肥或林灌，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。

本项目线路需一档跨越松岗镇银日巴沟七里村集中式饮用水水源保护区一级保护区和二级保护区、一档跨越脚木足乡沙市沟沙市村饮用水水源地（分散式），除此之外不涉及其它水环境敏感目标。通过加强施工管理，规范施工活动，禁止设施牵张场等临时场地，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，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。

本项目线路跨越脚木足河等水体时均利用河岸地势高处立塔，采取一档跨越，不在水中立塔。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

10.3.1.4 固体废物影响

（1）马尔康 500kV 变电站间隔扩建

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；变电站扩建开挖产生的少量基槽余土在站外终端塔占地范围内摊平处理，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;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) 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

1) 马尔康岷江柏自然保护区

本项目避让了马尔康岷江柏自然保护区,线路距自然保护区实验区边界直线最近距离约1.4km,缓冲区边界直线最近距离约0.1km,核心区边界直线最近距离约16km,塔基距缓冲区边界最近距离约0.1km。通过加强施工管理,优化自然保护区附近的施工组织方案,本项目线路施工期间不会对生态环境评价范围内马尔康岷江柏自然保护区的野生动植物、生态系统、保护对象及水土保持造成影响。

2) 大渡河源水源涵养生态保护红线

本项目避让了生态保护红线,生态环境影响评价范围内的生态保护红线(位于马尔康变电站出线侧)与岷江柏自然保护区范围重叠,与生态保护红线边界的直线最近距离约0.1km,塔基距生态保护红线边界最近距离约0.1km。通过加强施工管理,优化生态保护红线附近的施工组织方案,本项目线路施工期间不会对生态环境评价范围内生态保护红线的野生动植物、生态系统及水土保持造成影响。

3) 重要物种

植物:项目线路评价范围内分布有岷江柏木1种国家重点保护野生植物,岷江柏木同时也属于易危物种。工程建设前应对工程影响区内的岷江柏木等保护植物进行详细调查,如果在施工过程中发现有岷江柏木等保护植物,建议优先采取优化线路路径和塔基定位、优化工程布局 and 临时占地范围等避让措施避让岷江柏木等重点保护植物;

对于确实无法避让的岷江柏木等重点保护植物，应当征求林草部门意见，在林草部门指导下采取就地保护、就近相似相同生境移栽等保护措施，若采取移栽等保护措施，需按《四川省野生植物保护条例》（2015 年 3 月 1 日）要求申请采集证，减轻工程建设对保护植物的影响。评价区共有 56 种特有种植物。根据设计资料结合现阶段现场调查，区域保护植物均不在塔基占地区域分布，因此工程占地对保护植物无影响。评价区特有种在评价区分布较广，数量较多，施工建设虽然会对部分特有种造成影响，但施工区域较小，不会对这些植物种类数量造成太大影响，且随着施工结束，会采取相应的恢复措施，对这些植物影响不大。

动物：评价范围内分布有 2 种国家重点保护的野生动物（高山鹫、高山兀鹫），无四川省重点保护的野生动物；有《中国生物多样性红色名录》中的特有种 8 种。结合保护动物的特征和本项目施工期采取的相应环保措施，对保护动物的影响较小。评价区除保护动物外的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，那么项目的施工和运营就不会对中国特有种造成太大影响。

10.3.2 运行期环境影响

10.3.2.1 电磁环境影响

（1）马尔康 500kV 变电站间隔扩建

马尔康 500kV 变电站间隔扩建后站界处电场强度最大值为 3385.49V/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 15.0176 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）马尔康 500kV 变电站间隔扩建

按照设计方案，马尔康 500kV 变电站本次扩建投运后站界处昼间噪声预测值在

50 dB(A)~53dB(A)之间,夜间噪声预测值在 41 dB(A)~45dB(A)之间,均满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008) 2 类标准要求;站外环境敏感目标处的昼间噪声值、夜间噪声值均满足《声环境质量标准》(GB3096-2008) 2 类功能区标准要求。

(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 2 类标准的要求。

10.3.2.3 水环境影响

(1) 马尔康 500kV 变电站间隔扩建

本项目马尔康 500kV 变电站本次扩建后运行方式不变,运行人员数量不增加,无新增生活用水量和生活污水量,不需新增生活污水处理设施,生活污水经前期工程设置的地理式污水处理装置处理后综合利用,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) 马尔康 500kV 变电站间隔扩建

马尔康 500kV 变电站本次扩建后运行方式不变,运行人员数量不增加,无新增生活垃圾量,生活垃圾经站内前期工程设置的垃圾桶收集后由环卫部门定期清运、统一处理,不影响站外环境。

马尔康 500kV 变电站本次扩建不新增含油设备。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。

本次扩建不新增废蓄电池,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。本项目对马尔康岷江柏自然保护区、大渡河源水源涵养生态保护红线和重要物种

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，不会对马尔康岷江柏自然保护区、大渡河源水源涵养生态保护红线和重要物种造成明显影响。

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）马尔康 500kV 变电站间隔扩建

变电站内新增电气设备均安装接地装置。本次扩建 500kV 配电装置采用 GIS 户外布置。扩建设备在订货时要求导线、母线等提高加工工艺，防止尖端放电和起晕。马尔康变电站本次出线导线对地高度约 24m。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，以降低电磁环境影响。输电线路单回三角排列段、单回水平排列段通过耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、道路等场所时，需将导线对地最低高度分别抬高至 12m、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。输电线路单回三角排列段边导线地面投影 14m 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 14m 时，需按照表 8-1 中的最低高度要求确定导线对地高度。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。

10.5.2 声污染防治措施

（1）马尔康 500kV 变电站间隔扩建

马尔康 500kV 变电站本次扩建不增加主变、高抗噪声源设备。

（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）马尔康 500kV 变电站间隔扩建

马尔康 500kV 变电站间隔扩建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；生活污水生活污水利用变电站前期工程设置的污水处理装置收集处理后综合利用，不外排。马尔康变电站本次扩建后运行方式不变，运行人员数量不增加，无新增生活用水量和生活污水量，不需新增生活污水处理设施，生活污水经前期工程设置的埋地式污水处理装置处理后综合利用，不外排。

（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农肥或林灌，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。

本项目线路需一档跨越松岗镇银日巴沟七里村集中式饮用水水源保护区一级保护区和二级保护区、一档跨越脚木足乡沙市沟沙市村饮用水水源地（分散式）通过采取一系列饮用水水源保护区保护措施，能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）马尔康 500kV 变电站间隔扩建

马尔康 500kV 变电站间隔扩建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；变电站扩建开挖产生的少量基槽余土站外终端塔塔基占地范围内摊平。马尔康 500kV 变电站本次扩建后运行方式不变，运行人员数量不增加，无新增生活垃圾量，生活垃圾经站内前期工程设置的垃圾桶收集后由环卫部门定期清运、统一处理。

本次扩建不新增含油设备，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。

本次扩建不新增废蓄电池，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）马尔康 500kV 变电站间隔扩建

本项目马尔康500kV变电站间隔扩建在变电站内预留场地上进行，不新征地，施工活动集中在变电站围墙内，材料运输利用已建成的进站道路和站区道路。

（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、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。

通过采取一系列马尔康岷江柏自然保护区、大渡河源水源涵养生态保护红线的保护措施，能减小对自然保护区、生态保护红线的影响。

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《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境保护管理条例》、《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。