

杨房沟水电站 500 千伏送出工程

环境影响报告书

(公示版)

建设单位：国网四川省电力公司建设工程咨询分公司
环评单位：四川电力设计咨询有限责任公司

二零二零年五月 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	本次评价内容	1
1.4	设计工作开展情况	3
1.5	环境影响评价工作过程	3
1.6	主要环境影响	4
1.7	环境影响报告书主要结论	4
2	总则	6
2.1	编制依据	6
2.2	评价因子与评价标准	9
2.3	评价工作等级	11
2.4	评价范围	13
2.5	环境保护目标	13
2.6	评价重点	16
3	工程概况与工程分析	17
3.1	工程概况	17
3.2	与政策法规等的相符性	55
3.3	工程的环境合理性分析	60
3.4	环境影响因素识别	60
3.5	生态影响途经分析	64
3.6	设计阶段采取的环境保护措施	66
4	环境现状调查与评价	70
4.1	区域概况	70
4.2	自然环境	70
4.3	土地利用现状	73
4.4	环境现状监测	74
4.5	生态环境	80
5	施工期环境影响评价	84
5.1	声环境影响分析	84
5.2	大气环境影响分析	85
5.3	水环境影响分析	86
5.4	固体废物影响分析	87
5.5	生态环境影响分析	88
6	运行期环境影响预测与评价	92
6.1	电磁环境影响预测与评价	92
6.2	声环境影响预测与评价	137
6.3	水环境影响分析	148
6.4	固体废物影响分析	148
6.5	生态环境影响分析	149
6.6	风险分析	150
6.7	对居民等电磁环境和声环境保护目标的影响	151
7	生态评价专章	156
7.1	评价等级、范围、重点	156
7.2	评价方法	157

7.3	生态环境保护目标	157
7.4	生态环境现状与评价	160
7.5	生态环境影响预测与评价	171
7.6	生态环境保护及恢复措施	181
7.7	生态环境影响评价结论	195
8	环境保护措施及其技术、经济论证	195
8.1	环境保护措施分析	195
8.2	雅中换流站间隔扩建采取的环境保护措施	195
8.3	输电线路采取的环境保护措施	198
8.4	环保措施的经济、技术可行性分析	209
8.5	环保投资估算	210
9	环境管理与监测计划	211
9.1	环境管理	211
9.2	环境监理	212
9.3	环境监测	214
10	评价结论与建议	216
10.1	项目建设的必要性	216
10.2	项目建设与规划、法规、产业政策的符合性分析	216
10.3	项目及环境概况	216
10.4	主要环境影响	218
10.5	环境保护措施	222
10.6	电磁环境影响防护距离	224
10.7	公众参与	225
10.8	环境保护目标影响	225
10.9	评价结论	225
10.10	建议	225

1 前言

1.1 项目建设必要性

杨房沟水电站位于四川省凉山彝族自治州木里县境内的雅砻江中游河段上麦地龙乡上游约 6km 处，为雅砻江中游水电开发规划的第六个梯级电站，其环境影响评价包含在《四川省雅砻江杨房沟水电站环境影响报告书》中，中华人民共和国生态环境部（原环境保护部）以环审〔2014〕77 号文对其进行了批复。杨房沟水电站于 2015 年 7 月开工建设，预计 2021 年建成投产。根据《国家电网有限公司关于浙江丽西等 3 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〔2019〕648 号），杨房沟水电站产生的电能拟接入雅中换流站，再进入国家电网。

本项目为杨房沟水电站 500 千伏送出工程，其建设是满足杨房沟水电站的电力送出需求，有利于进一步推动西电东送，同时也可作为区域新能源电力接入提供条件，有利于促进区域经济社会发展。因此，本工程建设是必要的。

1.2 项目概况

根据国家电网有限公司 国家电网发展〔2019〕648 号文（附件 2）和本项目设计资料，本工程建设内容包括：**①雅中换流站 500kV 间隔扩建工程；②杨房沟水电站开关站至雅中换流站 500kV 线路工程；③配套光缆通信工程。**雅中换流站位于四川省凉山州盐源县下海乡，本次扩建位于换流站内预留场地上；线路位于四川省凉山州盐源县和木里县行政管辖范围内。

1.3 本次评价内容

（1）雅中±800kV 换流站初期建设规模为：换流变压器 28×406MVA（含 4 台备用），±800kV 直流出线 1 回，500kV 交流出线 9 回（木里 2 回，月城 2 回，盐源 3 回，杨房沟 2 回）。初期工程的环境影响评价包含在《雅中-江西±800kV 特高压直流输电工程环境影响报告书》中，生态环境部以环审〔2019〕82 号文对其进行了批复。本次扩建的 2 组 500kV 高压电抗器及中性小电抗未包含在上述已完成的环境影响评价报告中，**故本次按换流站扩建后规模进行评价**，即换流变压器 28×406MVA（含 4 台备用），500kV 高压电抗器 2×120MVar，中性小电抗 2 组，±800kV 直流出线 1 回，500kV 交流出线 9 回（木里 2 回，月城 2 回，盐源 3 回，杨房沟 2 回）。

（2）输电线路

杨房沟水电站开关站至雅中换流站 500kV 线路总长度约 2×156km，包括**杨房沟**

至卡拉段和卡拉至雅中段，杨房沟至卡拉段长约 2×32km，呈同塔双回逆相序架设，导线型号为 4×JL/G1A-400/50 钢芯铝绞线，导线采用四分裂，分裂间距为 450mm；**卡拉至雅中段**包括**双回段和单回段**，**双回段**长约 2×113km，呈同塔双回逆相序架设，**单回段**长约 2×11km，采用单回三角排列和单回水平排列，导线型号均为 4×JL/G1A-500/45 钢芯铝绞线，导线采用四分裂，分裂间距为 450mm。新建 500kV 线路的评价内容及规模分析见表 1-1。

表1-1 本项目新建 500kV 线路的评价内容及规模

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/利旧塔中最不利塔型	导线型号	本次评价规模
杨房沟至卡拉段		同塔双回逆相序排列	四分裂	边导线地面投影外两侧各50m范围内有零星居民分布	按设计规程规定的居民区14m、非居民区11m	5D2-SJC3	4×JL/G1A-400/50	按同塔双回逆相序排列、导线四分裂、导线对地高度按设计规程规定的最低要求（即居民区导线对地最低高度14m、非居民区导线对地最低高度11m）进行评价。
卡拉至雅中段	双回段	同塔双回逆相序排列	四分裂	边导线地面投影外两侧各50m范围内有零星居民分布	按设计规程规定的居民区14m、非居民区11m	SHJC5101	4×JL/G1A-500/45	按同塔双回逆相序排列、导线四分裂、导线对地高度按设计规程规定的最低要求（即居民区导线对地最低高度14m、非居民区导线对地最低高度11m）进行评价。
	单回段	单回三角排列段	四分裂	边导线地面投影外两侧各50m范围内无居民分布	按设计规程规定的非居民区10.5m	JGB523	4×JL/G1A-500/45	按单回三角排列、导线四分裂、导线对地高度按设计规程规定的最低要求（即非居民区导线对地最低高度10.5m）进行评价。
		单回水平排列段	四分裂	边导线地面投影外两侧各50m范围内无居民分布	按设计规程规定的非居民区11m	ZBB523	4×JL/G1A-500/45	按单回水平排列、导线四分裂、导线对地高度按设计规程规定的最低要求（即非居民区导线对地最低高度11m）进行评价。

本项目涉及的杨房沟水电站 500kV 开关站的 2 个间隔包含在杨房沟水电站 500kV 开关站的建设内容中，不属于本次建设内容，其环境影响评价包含在《四川省雅砻江杨房沟水电站环境影响报告书》中，中华人民共和国生态环境部（原环境保护部）以环审〔2014〕77 号文对其进行了批复。

本线路涉及改迁既有 220kV 卡杨线位于卡杨线 09#塔大号侧 75m 处至 11#塔大号侧 220m 段，改迁线路长约 1.6km。既有卡杨线的环境影响评价包含在《二滩公司卡拉、杨房沟水电站施工变电站供电（一期）工程环境影响报告表》中，四川省生态环境厅（原四川省环境保护厅）以川环审批〔2011〕570 号文对其进行了批复，建设单位（雅砻江流域水电开发有限公司）已完成了竣工环保验收，卡杨线自投运以来未发生因环境污染而引起的环保投诉事件，无环境遗留问题。根据设计资料及现场调查，改迁线路特性及本次评价规模详见表 1-2。

表1-2 改迁 220kV 卡杨线的评价内容及规模

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/利旧塔中最不利塔型	导线型号	本次评价规模
改迁 220kV 卡杨线	单回三角排列	单分裂	边导线地面投影外两侧各 40m 范围内无居民分布	按设计对地最低高度 14m	JG5152	JL/G1A-400/50	按单回三角排列、导线单分裂、导线设计对地最低高度 14m 进行评价。

(3) 配套的光缆通信工程与线路同塔架设，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及规模如下：

表1-3 本项目环境影响评价内容及规模

序号	评价子项			评价内容及规模	
1	雅中±800kV 换流站			按扩建后的规模进行评价，即：换流变压器 28×406MVA（含 4 台备用），500kV 高压电抗器 2×120MVar，中性小电抗 2 组，±800kV 直流出线 1 回，500kV 交流出线 9 回。	
2	新建 500kV 线路	杨房沟至卡拉段		按同塔双回逆相序排列、导线四分裂、导线对地高度按设计规程规定的最低要求（即居民区导线对地最低高度 14m、非居民区导线对地最低高度 11m）进行评价。	
		卡拉至雅中段	双回段		按同塔双回逆相序排列、导线四分裂、导线对地高度按设计规程规定的最低要求（即居民区导线对地最低高度 14m、非居民区导线对地最低高度 11m）进行评价。
			单回段	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（即非居民区导线对地最低高度 10.5m）进行评价。
				单回水平排列段	按单回水平排列、导线四分裂、导线对地高度按设计规程规定的最低要求（即非居民区导线对地最低高度 11m）进行评价。
3	改迁 220kV 卡杨线			按单回三角排列、导线单分裂、导线设计对地最低高度 14m 进行评价。	

1.4 设计工作开展情况

2019 年 5 月，四川电力设计咨询有限责任公司完成了本工程可研设计工作，国家电网有限公司以《国家电网有限公司关于浙江丽西等 3 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〔2019〕648 号）对可研报告进行了批复。2020 年 3 月，四川电力设计咨询有限责任公司完成了本工程初步设计工作，本次环评按照初步设计成果开展工作。

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》（环境保护部令第 44 号）和《关于修改〈建设项目环境影响评价分类管理名录〉部分内容的决定》（生态环境部令第 1 号）规定，本工程属于 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工程咨询分公司于 2019 年 9 月 11 日委托四川电力设计咨询有限责任公司开展本工程环境影响评价工作。

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。然后环评人员深入工程所经地区相关部门和工程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，并委托成都同洲科技有限责任公司进行了现状监测。同时向工程所在地凉山州生态环境局进行了环境影响评价标准请示，并取得了相应批复文件。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《杨房沟水电站 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《关于调整建设项目环境影响评价文件分级审批权限的公告》（2019 年第 2 号）上报四川省生态环境厅审批。

1.6 主要环境影响

本工程施工期和运行期产生的主要环境影响问题如下：

- （1）施工期：施工扬尘、噪声以及生态环境影响。
- （2）运行期：工频电场、工频磁场、合成电场和噪声。

1.7 环境影响报告书主要结论

（1）本项目建设是满足杨房沟水电站的电力送出需求，同时为区域新能源电力接入提供条件，有利于促进区域经济社会发展。因此，本工程建设是必要的。

（2）本工程是国家发展和改革委员会 2019 年第 29 号令《产业结构调整指导目录（2019 年本）》中“第一类鼓励类”——第四条“电力”——“500 千伏及以上交、直流输变电”项目，符合国家产业政策；国家电网有限公司以《国家电网有限公司关于浙江丽西等 3 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〔2019〕648 号）确认本项目开展前期工作，符合国家和四川电网建设规划；本工程取得了凉山彝族自治州住房和城乡建设局的书面同意文件，选线符合地方规划要求。

（3）本工程线路路径优化后无法完全避让木里县董家沟、阿家士沟饮用水水源保护区，仅穿越二级保护区的陆域，已取得木里生态环境局的原则同意意见，符合《四川省饮用水水源保护管理条例》和《饮用水水源保护区污染防治管理规定》的要求；本工程线路路径优化后无法完全避让木里县及盐源县生态保护红线，但已取得木里县自然资源局、盐源生态环境局的确认意见，符合环环评〔2016〕150号、环规财〔2018〕86号及中共中央办公厅、国务院办公厅 厅字〔2019〕48号、川府发〔2020〕9号文等相关文件的

要求。

（4）根据环境现状监测，本工程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，无制约本项目建设的环境因素。

（5）本工程施工期产生的环境影响较小。雅中换流站通过预测分析，本次扩建后站界处的地面合成电场强度、电场强度、磁感应强度、噪声均满足相应评价标准要求；线路通过模式预测及类比分析，在采取相应措施后，在环境保护目标处的电场强度、磁感应强度、噪声均能满足相应评价标准要求。

（6）对雅中换流站及输电线路在建设期和运行期分别提出了电磁环境、声环境及生态环境保护措施，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。

在本报告书编制过程中，环评单位得到了工程所在地各级生态环境主管部门、国网四川省电力公司建设工程咨询分公司、成都同洲科技有限责任公司等相关单位的大力支持和帮助，在此表示衷心感谢。

2 总则

2.1 编制依据

2.1.1 法律法规

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》(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) 《中华人民共和国水污染防治法》(2018 年 1 月 1 日起施行)
- (4) 《中华人民共和国大气污染防治法》(2018 年 10 月 26 日起施行)
- (5) 《中华人民共和国环境噪声污染防治法》(2018 年 12 月 29 日起施行)
- (6) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》(2016 年 11 月 7 日起施行)
- (7) 《中华人民共和国野生动物保护法》(2018 年 10 月 26 日起施行)
- (8) 《中华人民共和国野生植物保护条例》(2017 年 10 月 7 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) 《国务院关于加强环境保护重点工作的意见》(国发〔2011〕35 号)
- (13) 《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)
- (14) 《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)
- (15) 《“十三五”生态环境保护规划》(国发〔2016〕65 号)
- (16) 《全国生态环境保护纲要》(国发〔2000〕38 号)
- (17) 《国务院关于印发全国主体功能区规划的通知》(国发〔2010〕46 号)
- (18) 《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)
- (19) 《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)
- (20) 《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)

2.1.2 部委规章和相关规定

- (1) 《产业结构调整指导目录(2019 年本)》(国家发展和改革委员会 2019 年第 29 号令, 2020 年 1 月 1 日起施行)
- (2) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》(环境保护部 部令第 44 号, 2017

年 9 月 1 日起施行)

(3)《关于修改<建设项目环境影响评价分类管理名录>部分内容的决定》(生态环保部 部令第 1 号, 2018 年 04 月 28 日起施行)

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

(5)《关于切实加强风险防范严格环境影响评价管理的通知》(环境保护部 环发〔2012〕98 号)

(6)《关于印发<输变电建设项目重大变动清单(试行)>的通知》(环办辐射〔2016〕84 号)

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

(8)《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)

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

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“十三五”生态保护与建设规划的通知》(四川省人民政府 川办发〔2017〕33 号)

(4)《四川省饮用水水源保护管理条例》(2019 年 9 月 26 日修正)

(5)《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)

(6)《关于加强环境噪声污染防治工作的通知》(川环发〔2018〕66 号)

(7)《四川省打赢蓝天保卫战等九个实施方案》(川府发〔2019〕4 号)

(8)《凉山州大气环境质量持续改善规划》(州政府办 2018 年 7 月 16 日发布)

(9)《四川省生态功能区划》(川府函〔2006〕100 号, 2006 年 5 月)

(10)《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)

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 声环境》(HJ2.4-2009)
- (5)《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ19-2011)
- (6)《环境影响评价技术导则 输变电工程》(HJ24-2014)
- (7)《声环境质量标准》(GB3096-2008)
- (8)《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB 12348-2008)
- (9)《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)
- (10)《污水综合排放标准》(GB8978-1996)
- (11)《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)
- (12)《环境空气质量标准》(GB3095-2012)
- (13)《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)
- (14)《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)
- (15)《交流输变电工程电磁环境监测方法(试行)》(HJ681-2013)
- (16)《±800kV 特高压直流换流站电磁环境限值》(DL/T 275-2012)
- (17)《±800kV 直流换流站设计规范》(GB/T50789-2012)
- (18)《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》(GB50545-2010)
- (19)《工业企业噪声控制设计规范》(GB/T50087-2013)
- (20)《建设项目竣工环境保护验收技术规范 输变电工程》(HJ 705-2014)
- (21)《生产建设项目水土保持技术标准》(GB50433-2018)
- (22)《生产建设项目水土流失防治标准》(GB/T50434-2018)
- (23)《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190-2007)
- (24)《输变电建设项目环境保护技术要求》(HJ 1113-2020)

2.1.5 工程设计资料

- (1)《杨房沟~雅中换流站 500kV 线路工程 初步设计 变电工程》(四川电力设计咨询有限责任公司, 2020 年 3 月)
- (2)《杨房沟~雅中换流站 500kV 线路工程 初步设计 线路工程》(四川电力设计咨询有限责任公司, 2020 年 3 月)

2.1.6 相关文件及批复

- (1)《委托书》(附件 1)

(2)《国家电网有限公司关于浙江丽西等 3 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〔2019〕648 号)(附件 2)

(3)《凉山州生态环境局关于杨房沟水电站 500 千伏送出工程(木里县境内)环境影响评价执行标准的函(凉环函〔2020〕37 号)(附件 3)

(4)《凉山州生态环境局关于杨房沟水电站 500 千伏送出工程(盐源县境内)环境影响评价执行标准的函(凉环函〔2020〕36 号)(附件 4)

(5)《凉山彝族自治州住房和城乡建设局关于<四川电力设计咨询有限责任公司关于征求卡拉、杨房沟水电站 500 千伏送出工程线路路径意见的函>的复函》(附件 5)

(6)《凉山州木里生态环境局关于核实杨房沟-雅中换流站 500kV 线路工程线路路径的函》(凉木环函〔2020〕15 号)(附件 6)

(7)《木里县自然资源局关于杨房沟~雅中换流站 500kV 线路工程线路路径的复函》(木自然资函〔2020〕43 号)(附件 7)

(8)《凉山彝族自治州盐源生态环境局关于对征求杨房沟~雅中换流站 500kV 线路工程线路路径意见的回复》(附件 8)

2.1.7 监测报告

《杨房沟水电站 500 千伏送出工程电场强度、磁感应强度、噪声现状检测报告》(成都同洲科技有限责任公司 同洲检字〔2020〕E-0010 号)(附件 11)

2.1.8 其他文件

(1)《关于雅中~江西±800kV 特高压直流输电工程环境影响报告书的批复》(生态环境部 环审〔2019〕82 号)(附件 9)

(2)《雅中~江西±800kV 特高压直流工程环境影响报告书》(中国电力工程顾问集团中南电力设计院有限公司,中国电力工程顾问集团西南电力设计院有限公司,2019 年 4 月)

(3)《关于四川省雅砻江杨房沟水电站环境影响报告书的批复》(生态环境部(原环境保护部)环审〔2014〕77 号)(附件 10)

(4)《四川省雅砻江杨房沟水电站环境影响报告书》(华东勘测设计研究院,2013 年 12 月)

(5)《木里藏族自治县志》、《盐源县志》

2.2 评价因子与评价标准

2.2.1 评价因子

(1) 现状评价因子

- 1) 电磁环境：工频电场、工频磁场、合成电场。
- 2) 声环境：昼间、夜间等效 A 声级。
- 3) 地表水：pH、COD、BOD₅、NH₃-N、石油类。
- 4) 生态环境：生态系统结构和功能、植被、动物、土地利用、生物多样性等。

(2) 预测评价因子

1) 施工期

- ①声环境：昼间、夜间等效 A 声级。
- ②生态环境：生态系统结构和功能、植被、动物、土地利用、生物多样性等。
- ③其他：施工扬尘、生活污水、固体废物等。

2) 运行期

①电磁环境：

雅中换流站：合成电场、工频电场、工频磁场；

输电线路：工频电场、工频磁场。

②声环境：昼间、夜间等效 A 声级。

③生态环境：生态系统结构和功能、植被、动物、土地利用、生物多样性等。

④其他：生活污水、固体废物等。

2.2.2 评价标准

根据凉山州生态环境局出具的环境影响评价执行标准的函（见附件 3 和附件 4），本次评价执行的标准见表 2-1。

表2-1 采用的评价标准

污染因子	标准名称		执行标准
合成电场	《±800kV 特高压直流换流站电磁环境限值》（DL/T 275-2012）		好天气下换流站外地面最大合成电场强度不超过 30kV/m，换流站周边电磁环境敏感目标处的地面合成电场强度不超过 25kV/m，同时应满足 80%测量值不超过 15kV/m。
工频电场	《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）		在居民等区域电场强度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、道路等非居民区，电场强度控制限值为 10kV/m。
工频磁场			公众曝露控制限值 100μT
噪声	声环境质量标准	《声环境质量标准》（GB3096-2008）	交通干线（本工程指 S216 省道）两侧区域（40m 范围内）执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 4a 类标准要求（昼间：70dB（A）、夜间：55dB（A））；其他区域执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类标准要求（昼间：60dB（A）、夜间：50dB（A））。
	施工期噪声	《建筑施工场界环境	昼间：70dB（A）、夜间：55dB（A）

污染因子	标准名称		执行标准
	排放标准	《噪声排放标准》 (GB12523-2011)	2 类标准: 昼间: 60dB (A)、夜间: 50dB (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)	
大气环境	《环境空气质量标准》 (GB3095-2012)		二级标准: $\text{SO}_2 \leq 500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (1 小时平均), $\text{NO}_2 \leq 200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (1 小时浓度), $\text{TSP} \leq 300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (24 小时平均), $\text{PM}_{2.5} \leq 75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (24 小时平 均)。
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: $\text{pH} 6 \sim 9$, $\text{COD} \leq 20 \text{mg}/\text{L}$, $\text{NH}_3\text{-N} \leq 1.0 \text{mg}/\text{L}$, $\text{BOD}_5 \leq 4 \text{mg}/\text{L}$
	排放标准	《污水综合排放标 准》(GB8978-1996)	执行表 4 中的一级标准: $\text{pH} 6 \sim 9$, $\text{COD} \leq 100 \text{mg}/\text{L}$, $\text{NH}_3\text{-N} \leq 15 \text{mg}/\text{L}$, $\text{BOD}_5 \leq 20 \text{mg}/\text{L}$
生态环境	不减少区域内珍稀濒危动植物和不破坏生态系统完整性		
	以不增加土壤侵蚀强度为准, 水土流失执行《生产建设项目水土流失防治标准》 (GB/T50434-2018) 中的要求		

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 输变电工程》(HJ24-2014)、《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ2.4-2009)、《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ19-2011)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 输变电工程》(HJ24-2014)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 2-2。

表2-2 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
雅中换流站	$\pm 800 \text{kV}$	——	一级
输电 线路	新建 500kV 线路	边导线地面投影外两侧各 20m 范围内有 电磁环境敏感目标	一级
	改迁卡杨线	边导线地面投影外两侧各 15m 范围内无 电磁环境敏感目标	三级

根据《环境影响评价技术导则 输变电工程》(HJ24-2014), 工程涉及多个电压等级时, 以相应的最高工作等级进行评价, 故确定本工程电磁环境影响评价工作等级为一级。

2.3.2 声环境

根据《声环境质量标准》(GB3096-2008)中的声环境功能区分类及本项目环保执行标准批复文件, 本项目雅中换流站所在区域为 2 类声环境功能区, 输电线路所经区域为 2 类和 4a 类声环境功能区, 本项目建设前后评价范围内敏感目标的噪声级增

量不超过 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》(HJ2.4-2009)，确定本项目声环境影响评价工作等级为二级。根据输电工程的声环境影响特点，本次重点评价换流站的声环境影响。

2.3.3 生态环境

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ19-2011)，生态环境影响评价工作等级划分见表 2-3。

表2-3 生态影响评价工作等级划分表

影响区域生态敏感性	工程占地（水域）范围		
	面积 $\geq 20\text{km}^2$ 或长度 $\geq 100\text{km}$	面积 $2\text{km}^2\sim 20\text{km}^2$ 或长度 $50\text{km}\sim 100\text{km}$	面积 $\leq 2\text{km}^2$ 或长度 $\leq 50\text{km}$
特殊生态敏感区	一级	一级	一级
重要生态敏感区	一级	二级	三级
一般区域	二级	三级	三级

本项目雅中换流站间隔扩建在换流站围墙内预留场地上进行，不新增占地；本项目输电线路总长度约 $2\times 156\text{km}$ ($\geq 100\text{km}$)，总占地面积约 30.09hm^2 ，其中永久占地面积约 8.22hm^2 ，临时占地面积约 21.87hm^2 。经现场踏勘及收资，本项目不涉及自然保护区、世界文化和自然遗产地、风景名胜区、森林公园等特殊及重要生态敏感区。根据《环境影响评价技术导则 输变电工程》(HJ24-2014)和《环境影响评价技术导则 生态环境》(HJ 19-2011)，本项目输电线路对生态环境的影响为点位间隔式，但鉴于本项目线路穿越生态保护红线，属于需要重点关注的对象，故本项目生态影响评价工作等级确定为二级。

2.3.4 地表水环境

本工程雅中换流站扩建后不新增运行人员，不新增生活污水量；线路投运后无废水产生。根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ2.3-2018)，本工程仅对水环境影响进行简要分析。

2.3.5 大气环境

本工程雅中换流站扩建施工量小，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，本次对大气环境的影响评价将以分析说明为主。

2.3.6 环境风险

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)判定，本工程不涉及环境风险物质，因此本工程环境风险评价未达到分级要求。

2.4 评价范围

根据《环境影响评价技术导则 输变电工程》(HJ24-2014)、《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ2.4-2009)、《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ19-2011)等规程规范要求、环境影响评价等级、环境保护目标特点及本工程环境影响特点,确定本工程环境影响评价范围如下:

2.4.1 电磁环境

表2-4 本项目电磁环境影响评价范围

评价因子		合成电场	电场强度	磁感应强度
项目				
雅中换流站间隔扩建		换流站围墙外 50m 以内的区域		
输电线路	新建 500kV 线路	—	边导线地面投影外两侧各 50m 以内的区域	
	改迁卡杨线		边导线地面投影外两侧各 40m 以内的区域	

2.4.2 噪声

表2-5 本项目声环境影响评价范围

评价因子		噪 声
项目		
雅中换流站间隔扩建		换流站围墙外 200m 以内的区域
输电线路	新建 500kV 线路	边导线地面投影外两侧各 50m 以内的区域
	改迁卡杨线	边导线地面投影外两侧各 40m 以内的区域

2.4.3 生态环境

表2-6 本项目生态环境影响评价范围

评价因子		生态环境
项目		
雅中换流站间隔扩建		在换流站内预留位置进行扩建, 仅做生态影响分析
输电线路	位于生态敏感区以内线路段	边导线地面投影外两侧各 1000m 内的带状区域
	位于生态敏感区以外线路段	边导线地面投影外两侧各 300m 内的带状区域

2.5 环境保护目标

2.5.1 居民等电磁环境和声环境保护目标

本项目电磁环境和声环境影响评价范围内的民房、学校、厂房等建筑物均为环境保护目标, 根据设计资料及现场调查, 本项目雅中换流站评价范围内有 3 处声环境保护目标, 无电磁环境保护目标; 输电线路评价范围内有 28 处电磁环境和声环境保护目标, 共计约 106 户, 距项目最近距离约 6m。本项目评价范围内的主要环境保护目标见表 2-7, 除 11#保护目标位于既有 110kV 锄头湾变电站和本工程线路的噪声共同影响范围内外, 其余保护目标均不在既有线路和本工程线路的共同评价范围内, 也不在雅中换流站和本工程线路的共同评价范围内。

表2-7 本项目评价范围内主要环境保护目标一览表

编号		保护目标名称及规模		最近房屋类型及高度	方位及距站/ 线路边导线最 近距离	环境影响 因子
1、雅中±800kV 换流站间隔扩建（共约 4 户）						
1#	盐源县 下海乡	龚家沟村居民（1 户） [*]		1 层尖顶房，总高约 4m	西北，122m	N
2#		滑泥村居民（1 户） [*]		1 层尖顶房，总高约 4m	东北，130m	N
3#		滑泥村居民（2 户） [*]		1 层尖顶房，总高约 4m	东南，97m	N
2、输电线路						
(1) 杨房沟至卡拉段（共约 4 户）						
4#	木里县 雅砻江 镇	尼波村居民（1 户） [*]		1 层尖顶房，总高约 4m	西南，7m	E、B、N
5#	木里县	田镇村居民（1 户）		1 层尖顶房，总高约 4m	东北，40m	E、B、N
6#	卡拉乡	田镇村居民（约 2 户） [*]		1 层尖顶房，总高约 4m	东北，38m	E、B、N
(2) 卡拉至雅中段（共约 98 户）						
1) 双回路						
7#	木里县 卡拉乡	卡拉村居民（约 2 户）		1 层尖顶房，总高约 4m	东/西，12m	E、B、N
8#		玛瑙村居民（约 6 户） [*]		1 层尖顶房，总高约 4m	东/西，33m	E、B、N
9#		玛瑙村居民（1 户）		1 层尖顶房，总高约 4m	东，15m	E、B、N
10#	木里县 乔瓦镇	锄头湾村居民（约 6 户）		1 层尖顶房，总高约 4m	西北/东南， 10m	E、B、N
11#		锄头湾村居民（约 8 户） [*]		1 层尖顶房，总高约 4m	锄头湾变：西 北/西南，50m 线路：西北/ 东南，10m	E、B、N
12#		娃日瓦村居民（约 2 户）		1 层尖顶房，总高约 4m	西，13m	E、B、N
13#		娃日瓦村居民（约 9 户）		1 层尖顶房，总高约 4m	东/西，10m	E、B、N
14#		娃日瓦村居民（约 2 户）		1 层尖顶房，总高约 4m	东/西，6m	E、B、N
15#		娃日瓦村居民（约 5 户） [*]		1 层尖顶房，总高约 4m	东/西，8m	E、B、N
16#		簸箕箩村居民（约 3 户）		1 层尖顶房，总高约 4m	东/西，8m	E、B、N
17#		簸箕箩村居民（约 3 户）		1 层尖顶房，总高约 4m	东/西，11m	E、B、N
18#		簸箕箩村居民（约 4 户）		1 层尖顶房，总高约 4m	东/西，7m	E、B、N
19#		簸箕箩村居民（约 2 户）		1 层尖顶房，总高约 4m	东，13m	E、B、N
20#	木里县	洼下村居民（约 4 户） [*]		1 层尖顶房，总高约 4m	东，10m	E、B、N
21#	列瓦乡	洼下村居民（约 3 户）		1 层尖顶房，总高约 4m	北，27m	E、B、N
22#	木里县 下麦地乡	上麦地村居民（约 5 户） [*]		1 层尖顶房，总高约 4m	西北，13m	E、B、N
23#		上麦地村居民（约 3 户）		1 层尖顶房，总高约 4m	西南，40m	E、B、N
24#		上麦地村居民（约 5 户）		1 层尖顶房，总高约 4m	东北/西南， 25m	E、B、N
25#		棉布村居民（1 户）		1 层尖顶房，总高约 4m	西，37m	E、B、N
26#	盐源县 棉桠乡	绵垭村居民（约 3 户） [*]		1 层尖顶房，总高约 4m	东北，15m	E、B、N
27#		塘泥湾村居民（约 2 户）		1 层尖顶房，总高约 4m	北/南，24m	E、B、N
28#		狐狸洞村居民（约 2 户）		1 层尖顶房，总高约 4m	西南，6m	E、B、N
29#	盐源县 下海乡	上海村居民（约 3 户）		1 层尖顶房，总高约 4m	北/南，13m	E、B、N
30#		上海村居民（约 8 户） [*]		1 层尖顶房，总高约 4m	北/南，10m	E、B、N
31#		龚家沟村居民（约 6 户）		1 层尖顶房，总高约 4m	北/南，9m	E、B、N
2) 单回路						
①单回三角排列段						
无居民环境保护目标						

编号	保护目标名称及规模	最近房屋类型及高度	方位及距站/ 线路边导线最近距离	环境影响 因子
----	-----------	-----------	---------------------	------------

②单回水平排列段

无居民环境保护目标

(3) 改迁 220kV 卡杨线

无居民环境保护目标

注：1) E—电场强度，B—磁感应强度，N—噪声，☆—监测点。

2) 表中电磁环境和声环境环境保护目标根据初设线路路径确定。

3) 表中保护目标与本工程位置关系为工程拆迁后的居民分布情况。

4) 表中 11#、20#保护目标的声环境质量执行《声环境质量标准》(GB3096-2008) 4a 类标准要求。

2.5.2 生态环境保护目标

根据设计资料和现场踏勘，并向当地林业、环保、旅游等主管部门核实，本项目生态环境评价范围内不涉及自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地等环境敏感点，但本项目线路需穿越木里县董家沟、阿家士沟饮用水水源保护区，本项目与董家沟、阿家士沟饮用水水源保护区之间的位置关系见表 2-8。

根据四川省人民政府公布的《关于印发四川省生态保护红线方案的通知》(川府发〔2018〕24 号) 及其附件，同时向木里和盐源生态环境局核实，本工程雅中换流站不涉及生态保护红线，输电线路将穿越生态保护红线，因此本项目生态环境保护的重点主要是确保生态保护红线的完整性和稳定性。本项目涉及生态保护红线的具体情况见表 2-9。

表2-8 本项目生态环境调查范围内的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	主要保护对象	主管部门	建立时间	与本项目位置关系
1	木里县董家沟、阿家士沟饮用水水源保护区	县级	饮用水源	木里生态环境局	2018	本项目线路单回段穿越饮用水水源保护区二级保护区，穿越总长度约 0.73km，不涉及水域，需在二级保护区的陆域范围内新建 2 基铁塔，永久占地面积约 0.05hm ² ，陆域范围内塔基距保护区水域边界最近约 3km，保护区外塔基距保护区边界最近分别约 0.45km（东北侧）、0.08km（西南侧），详见附图 11。

表2-9 本项目所在区域生态保护红线一览表

编号	生态保护红线类型	行政区域	生态红线保护重点	与本项目位置关系
1	锦屏山水源涵养—水土保持生态保护红线	木里县、盐源县	保护森林及草原植被，维护森林等自然生态系统的水源涵养；加强高山峡谷区地质灾害防治和水土流失治理；加强雅砻江及其支流水生生态系统保护。	根据木里县自然资源局和盐源生态环境局核实，本项目线路穿越该类生态保护红线长度约 2×55km（木里县 2×54.55km，盐源县 2×0.45km），涉及铁塔 113 基（木里县 113 基，盐源县不涉及），永久占地面积约 2.52hm ² ，详见附图 10。

2.6 评价重点

根据本项目污染源特点和区域自然环境、社会环境和生态环境现状，本项目施工期的评价重点为对生态环境的影响，包括对植被、动物、土地利用、生物多样性、生态系统结构和功能、饮用水水源保护区及生态保护红线的影响，施工管理、生态环境保护及恢复措施；运行期的评价重点为雅中换流站的噪声影响预测，输电线路的工频电场、工频磁场及噪声影响预测，并对雅中换流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，进行环境保护措施的技术经济论证。主要工作内容包

括：

（1）对雅中换流站和输电线路评价范围内的环境保护目标情况进行收资和实地调查；

（2）对工程区域的电磁环境和声环境现状进行监测和评价；

（3）对施工期生态环境影响进行预测及分析，重点分析对木里县董家沟、阿家士沟饮用水水源保护区和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环境保护及生态保护措施；

（4）对雅中换流站、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 工程概况与工程分析

3.1 工程概况

3.1.1 工程一般特性

3.1.1.1 工程名称

杨房沟水电站 500 千伏送出工程

3.1.1.2 建设性质

新建

3.1.1.3 地理位置

雅中换流站位于四川省凉山州盐源县下海乡，本次扩建位于换流站内预留场地上；线路位于四川省凉山州盐源县和木里县行政管辖范围内。本项目地理位置详见附图 1《项目地理位置图》。

3.1.1.4 建设内容

本工程建设内容包括：①雅中换流站 500kV 间隔扩建工程；②杨房沟水电站开关站至雅中换流站 500kV 线路工程；③配套光缆通信工程。

雅中换流站为在建换流站，本次在换流站内扩建 2 组 500kV 高压电抗器及中性小电抗，高压电抗器的容量为 $2 \times 120\text{MVar}$ ，本次扩建在换流站内预留场地上进行，不新增占地。

新建杨房沟水电站开关站至雅中换流站 500kV 线路工程：起于杨房沟水电站开关站 500kV 出线构架，止于雅中换流站 500kV 出线构架，线路总长约 $2 \times 156\text{km}$ ，其中双回段长约 $2 \times 145\text{km}$ ，共使用铁塔 297 基，单回段长约 $2 \times 11\text{km}$ ，共使用铁塔 71 基；线路位于木里县境内长约 $2 \times 124\text{km}$ ，位于盐源县境内长约 $2 \times 32\text{km}$ 。

配套的光缆通信工程与线路同塔架设，不涉及土建施工。

3.1.1.5 项目组成

本工程项目组成见表 3-1。

表3-1 项目组成表

名称	建设内容及规模	可能产生的环境问题																						
		施工期	营运期																					
雅中换流站 500 kV 间隔扩建工程	雅中±800kV 换流站为在建换流站，本次在站内高压电抗器预留场地（换流站西侧）扩建 2 组 500kV 高压电抗器及中性小电抗，需进行基础施工和设备安装。换流站为户外布置，即换流变压器、500kV 降压变压器均采用户外布置，±800kV 配电装置采用户外布置，500kV 配电装置采用 GIS（气体绝缘金属封闭开关设备）户外布置，采用架空出线。	施工扬尘 施工噪声 生活污水 固体废物	工频电场 工频磁场 合成电场 运行噪声																					
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>项目</th><th>初期规模</th><th>本期扩建</th><th>本次扩建后规模</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>换流变压器</td><td>28×406MVA</td><td>无</td><td>28×406MVA</td></tr> <tr> <td>500kV 降压变压器</td><td>1×250MVA+1×400MVA</td><td>无</td><td>1×250MVA+1×400MVA</td></tr> <tr> <td>500kV 高抗</td><td>无</td><td>2×120MVar</td><td>2×120MVar</td></tr> <tr> <td>±800kV 直流出线</td><td>1 回</td><td>无</td><td>1 回</td></tr> <tr> <td>500kV 交流出线</td><td>9 回（包含本次利用的 2 回 500kV 间隔）</td><td>无</td><td>9 回</td></tr> </tbody> </table>			项目	初期规模	本期扩建	本次扩建后规模	换流变压器	28×406MVA	无	28×406MVA	500kV 降压变压器	1×250MVA+1×400MVA	无	1×250MVA+1×400MVA	500kV 高抗	无	2×120MVar	2×120MVar	±800kV 直流出线	1 回	无	1 回	500kV 交流出线
项目	初期规模	本期扩建	本次扩建后规模																					
换流变压器	28×406MVA	无	28×406MVA																					
500kV 降压变压器	1×250MVA+1×400MVA	无	1×250MVA+1×400MVA																					
500kV 高抗	无	2×120MVar	2×120MVar																					
±800kV 直流出线	1 回	无	1 回																					
500kV 交流出线	9 回（包含本次利用的 2 回 500kV 间隔）	无	9 回																					
辅助工程	给排水系统、站内道路等均在初期工程中建设	无	无																					
公用工程	进站道路在初期工程中建设	无	无																					
环保工程	1 座 200m ³ 换流变事故油池、1 座 120m ³ 降压变事故油池、1 座 120m ³ 高抗事故油池、埋地式生活污水处理装置均在初期工程中建设	无	生活污水事故油																					
办公及生活设施	综合楼在初期工程中建设	无	固体废物																					
仓储或其它	本期不新增绿化面积	无	无																					
杨房沟水电站开关站至雅中换流站 500 kV 线路	线路总长度约 2×156km，包括杨房沟至卡拉段和卡拉至雅中段，杨房沟至卡拉段长约 2×32km，呈同塔双回逆相序架设，导线型号为 4×JL/G1A-400/50 钢芯铝绞线，设计输送电流为 1840A，导线采用四分裂，分裂间距为 450mm，共使用铁塔 57 基，永久占地面积约 1.42hm²；卡拉至雅中段包括双回段和单回段，双回段长约 2×113km，呈同塔双回逆相序架设，共使用铁塔 240 基，永久占地面积约 5.54hm²，单回段长约 2×11km，采用单回三角排列和单回水平排列，单回三角排列段和单回水平排列段分别使用铁塔 35 基、36 基，永久占地面积分别约 0.77hm²、0.45hm²，卡拉至雅中段导线型号均为 4×JL/G1A-500/45 钢芯铝绞线，设计输送电流为 2300A，导线采用四分裂，分裂间距为 450mm。 本次涉及的改迁 220kV 卡杨线长度约 1.6km，采用单回三角排列，导线型号为 JL/G1A-400/50 钢芯铝绞线，设计输送电流为 480A，导线采用单分裂，新建铁塔 3 基，永久占地约 0.04hm²。 需拆除原 220kV 卡杨线长度约 1.6km，拆除铁塔 2 基。	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 运行噪声																					
	主体工程																							

名称	建设内容及规模	可能产生的环境问题	
		施工期	营运期
辅助工程	完善配套光缆通信工程, 沿雅中换流站出线双回段同塔架设 2 根 24 芯光缆, 长约 20km, 光缆型号为 OPGW-150, 沿单回段线路同塔架设 1 根 24 芯光缆, 长约 22km, 光缆型号为 OPGW-140, 沿其余段线路同塔架设 2 根 24 芯光缆, 长约 270km, 光缆型号为 OPGW-120。		无
公用工程	无	无	无
环保工程	无	无	无
办公及生活设施	无	无	无
杨房沟水电站开关站至雅中换流站 500kV 线路	塔基施工临时占地: 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 373 个 (含新建铁塔 371 基, 拆除铁塔 2 基), 塔基施工临时占地面积共计约 2.33hm ² ; 牵张场: 线路共设置牵张场 31 处, 每个约 700m ² , 占地约 2.17hm ² ; 施工人抬便道: 需修整简易人抬便道长约 150km, 宽约 1m, 占地约 15hm ² ; 索道站: 共需设置 19 处索道站, 每个约 300m ² , 占地面积约 0.57hm ² ; 跨越施工场: 线路共设置跨越施工场地 20 处, 每处约 150m ² , 占地约 0.3hm 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 与本项目有关的工程情况

(1) 本项目涉及的杨房沟水电站 500kV 开关站的 2 个间隔包含在杨房沟水电站 500kV 开关站的建设内容中, 不属于本次建设内容。

(2) 本线路涉及改迁既有 220kV 卡杨线位于卡杨线 09#塔大号侧 75m 处至 11#塔大号侧 220m 段, 改迁线路长约 1.6km, 采用单回三角排列, 导线型号为 JL/G1A-400/50 钢芯铝绞线, 导线采用单分裂, 导线设计对地最低高度约 14m。

3.1.3 雅中换流站 500kV 间隔扩建工程

3.1.3.1 站址地理位置及交通

雅中±800kV 换流站位于四川省凉山州盐源县下海乡, 为在建项目。进站道路从站区南侧的盐源至下海乡的道路上引接, 新建进站道路长度约 500m。

3.1.3.2 换流站初期工程建设规模及环保手续履行情况

雅中换流站已取得建设项目选址意见书选字第 513400201800015 号。换流站初期工程建设规模为: 换流变压器 28×406MVA (含 4 台备用), ±800kV 直流出线 1 回,

500kV 交流出线 9 回（木里 2 回，月城 2 回，盐源 3 回，杨房沟 2 回），初期工程的环境影响评价包含在《雅中-江西±800kV 特高压直流输电工程环境影响报告书》中，生态环境部以环审〔2019〕82 号文对其进行了批复。

3.1.3.3 换流站总平面布置

雅中换流站全站按功能分区共分为 6 个区域，分别是换流区域、交流配电装置区域、交流滤波场、直流场、调相机厂房区域和站前区。换流区域位于站区中央，包括换流变压器、阀厅等，其中换流变压器采用户外布置；500kV 降压变压器采用户外布置，靠近西侧围墙布置，500kV 交流配电装置采用 GIS（气体绝缘金属封闭开关设备）户外布置，位于站区西侧，向西、向北架空出线；交流滤波场位于站区北侧；直流场位于站区东侧，±800kV 配电装置采用户外布置，向东架空出线；调相机厂房位于站区西北角；站前区位于站区南侧。综合楼布置在站区南侧，进站道路从站区南侧引入。换流变事故油池位于极 2 高端阀厅东南侧，降压变事故油池位于降压变压器北侧，高抗事故油池位于预留高抗西南侧，地埋式污水处理装置位于综合楼东侧。雅中换流站的总平面布置及外环境关系详见附图 2。

3.1.3.4 站区排水

换流站采用雨水、污水分流制排水系统。生活污水经地埋式污水处理装置处理后用作站区绿化，不外排；站区雨水经雨水口汇集后进入地下雨水排水管道，再排至站区东侧的天然冲沟内，最终排入梅雨河。

3.1.3.5 换流站初期工程采取的主要环保措施

雅中换流站初期工程采取的主要环保措施见表 3-2。

表3-2 雅中换流站初期工程采取的主要环保措施

内容 类型	污染物名称	防治措施	预期治理效果
水污染物	生活污水	经地埋式污水处理装置处理后用作站区绿化。	不外排
固体废物	生活垃圾	生活垃圾经站内设置的垃圾箱收集后由环卫部门定期清运、统一处理。	无影响
	蓄电池	废蓄电池由有资质的单位收集处理，不在站内贮存。	无影响
	事故油	站内设置 1 座 200m ³ 换流变事故油池、1 座 120m ³ 降压变事故油池及 1 座 120m ³ 高抗事故油池，分别收集换流变压器、降压变压器及远期高压电抗器事故时产生的事故油，事故油经事故油池进行油水分离后，少量事故废油由有资质的单位处置，不外排；换流站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。	环境风险小

内容 类型	污染物名 称	防治措施	预期治理 效果
噪声		①选用噪声源强符合要求的设备并对其进行合理布局。 ②每台换流变压器两侧均设置高度为 9m 的防火墙。 ③对换流变压器采取 Box-in 封闭措施；将换流站西侧、北侧围墙加高至 5m，并在围墙上设置 3m 高的声屏障，长度 544m；将换流站东侧围墙加高至 5m，并在围墙上设置 1m 高的声屏障，长度 272m；将换流站东侧、南侧、西侧围墙加高至 3m，并在围墙上设置 1m 高的声屏障，长度 899m；将换流站西侧围墙（靠近远期高抗处）加高至 5m，并在围墙上设置 4m 高的声屏障，长度 195m，详见图 6-23。	达标
电磁环境影响		①换流站内电气设备均安装接地装置。 ②换流站内导线、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，尽量避免毛刺的出现。 ③保证换流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。 ④尽量避免在电气设备上方露出软导线。 ⑤提高设备和导线对地高度。 ⑥控制箱、断路器端子箱、检修电源箱、设备的放油阀门及分接开关等尽量布置在较低场强区，便于运行和检修人员接近。 ⑦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，并将导体和瓷件表面的电场控制在一定数值内，使它们在额定电压下，不发生电晕放电。	达标

（1）换流站的生活污水处理设施

雅中换流站初期工程中已在站内设置了埋地式污水处理装置，换流站运行期产生的生活污水经埋地式污水处理装置处理后用作站区绿化，不外排，对站外水环境无影响。

（2）换流站事故油池

雅中换流站初期工程已在站内设置了 1 座 200m³ 换流变事故油池、1 座 120m³ 降压变事故油池及 1 座 120m³ 高抗事故油池。参照同类同容量的±800kV 换流变压器和 500kV 变压器资料，单台换流变压器、500kV 变压器绝缘油油量最大分别约 173m³、80m³，根据《火力发电厂与变电站设计防火标准》（GB50229-2019）中“容积不小于接入的油量最大的一台设备”的要求，换流变压器和降压变压器所需事故油池容积应分别不低于 173m³、80m³，故初期工程设置的 200m³ 换流变事故油池、120m³ 降压变事故油池的容积均能满足要求。且事故油池均具备油水分离功能，采取防水混凝土、

防水砂浆保护层、不低于 2mm 厚防渗涂层等防渗措施，有效防渗系数需等效于 2mm 厚高密度聚乙烯（渗透系数 $\leq 10^{-10}$ cm/s），预埋套管处使用密封材料，具有防水、防渗漏功能。事故油池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。换流变压器、降压变压器发生事故时，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。

（3）换流站外的电磁环境状况

根据《雅中-江西 ± 800 kV 特高压直流输电工程环境影响报告书》，当雅中换流站初期工程严格按照设计要求及相关规程规范施工，选择加工工艺满足要求的设备，确保站内的配电构架及导线、 ± 800 kV 及 500kV 交流出线有足够的高度，根据上述环评报告的预测结果，雅中换流站投运后站外产生的合成电场、工频电场、工频磁场均能满足相应评价标准要求。

（4）换流站外的声环境状况

根据《雅中-江西 ± 800 kV 特高压直流输电工程环境影响报告书》，当雅中换流站初期工程严格按照设计要求选用噪声源强符合要求的设备，并实施 Box-in 封闭、围墙加高、设置声屏障等降噪措施，根据上述环评报告的预测结果，雅中换流站投运后站界处的噪声预测值均能满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类噪声排放限值（昼间 60dB（A）、夜间 50dB（A）），站外环境保护目标处的昼间噪声、夜间噪声均能满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类等效声级限值（昼间 60dB（A）、夜间 50dB（A））。

（5）换流站初期工程存在的环保问题

雅中换流站初期工程环境影响报告书中已设置了相应的环境保护措施，并取得了生态环境部的批复，初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。根据初期工程环境影响报告书，换流站投运后，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，无环境保护遗留问题。

3.1.3.6 本次间隔扩建工程概况

（1）本次扩建规模

本次在换流站内预留位置上扩建 2 组 500kV 高压电抗器及中性小电抗，高压电抗器的容量为 2×120 MVar。

（2）总平面布置

雅中±800kV 换流站已按最终规模一次征地，本次扩建在换流站内预留场地上进行，不新增占地，除本次扩建区域需新增高压电抗器及中性小电抗外，其余站区的总平面布置不发生变化。

（3）本次扩建产生的环境影响

换流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，也无新增生活垃圾量，不需新增生活污水和生活垃圾处理设施，生活污水经初期工程设置的地理式污水处理装置处理后用作站区绿化，不外排；生活垃圾经站内设置的垃圾箱收集后由环卫部门定期清运、统一处理。

本次扩建的高压电抗器事故时产生的事故油排入换流站初期工程已设置的 120m³ 高抗事故油池。参照同类同容量的 500kV 高压电抗器资料，单台高压电抗器绝缘油油量最大约 21m³，根据《火力发电厂与变电站设计防火标准》（GB50229-2019）中“容积不小于接入的油量最大的一台设备”的要求，本次扩建高压电抗器所需的事故油池容积应不低于 21m³，故换流站初期工程已设置的 120m³ 高抗事故油池容积能满足要求，且事故油池具备油水分离功能，采取了防水混凝土、防水砂浆保护层、不低于 2mm 厚防渗涂层等多层防渗措施，有效防渗系数等效于 2mm 厚高密度聚乙烯（渗透系数≤10⁻¹⁰cm/s），预埋套管处使用密封材料，具有防水、防渗漏功能，并设置了呼吸孔，安装了防护罩，能够防杂质落入，符合《火力发电厂与变电站设计防火标准》（GB50229-2019）、《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）及 2013 年修改单等相关要求。高抗发生事故时，事故油经高抗下方的事故油坑，排入初期工程已设置的 120m³ 高抗事故油池收集，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。故本次不需新增事故油处置措施。

（4）与初期工程的依托关系

雅中换流站本次扩建与初期工程的依托关系见表 3-3。

表3-3 雅中换流站本次扩建与初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	利用初期工程建设的进站道路，本期无需扩建。
	供水管线	本次扩建场地内无生活用水设施和绿化，不需新增给水管网。
	生活污水处理装置	本次扩建后运行方式不变，运行人员数量不增加，无新增生活污水量，不需新增生活污水处理设施。
	事故油池	本次扩建高压电抗强利用初期工程已设置的 120m ³ 事故油池，事故油池容积及功能满足相关规程规范要求，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初期工程中统一考虑，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

3.1.4 输电线路概况

3.1.4.1 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：

- 符合雅中换流站、杨房沟水电站开关站的出线走廊总体规划要求，并统筹考虑卡拉水电站的接入位置，统一规划线路通道，便于后期改接进入卡拉水电站；
- 尽量缩短线路路径，减小环境影响；
- 尽量避让自然保护区、风景名胜区、森林公园、饮用水源保护区等环境敏感区，尽量避免穿越生态红线，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。

按上述原则，建设单位和设计单位首先依据在建±800kV 换流站、在建的杨房沟水电站开关站的位置，结合区域地形地貌条件、交通运输、植被分布等因素初拟线路路径，再进行现场踏勘和收资，根据线路所经区域饮用水水源保护区、生态保护红线、既有电力通道分布、居民分布、环境敏感区分布等情况优化拟选路径。

(1) 整体避让区域生态敏感区的三个路径方案比选

根据《四川省生态保护红线方案》（川府发〔2018〕24号）（以下简称《红线方案》）及其附件，同时向凉山州木里县自然资源局、盐源生态环境局核实，雅中换流站不在其划定的生态红线范围内。

根据本项目系统接入方案，本项目线路从杨房沟水电站出线后需沿着雅砻江向南走线，至盐源换流站。根据《红线方案》及其附件核实，木里县、盐源县境内生态红线分布较密集，雅砻江流域两侧均分布有大片生态红线。为最大程度地避让区域饮用水水源保护区、生态保护红线、自然保护区、风景名胜区等生态敏感区，建设单位和设计单位初拟了东、西、中三个方案，三个方案的比较情况表 3-4。

表3-4 本项目初拟线路路径方案比较一览表

序号	路径方案 比较内容	中方案	西方案	东方案	方案 比较
1	线路总长度	2×156km	2×190km	2×201km	中方案优
2	涉及行政区域	木里县、盐源县	木里县、盐源县	木里县、盐源县、冕宁县、西昌市、九龙县	中、西方案优
3	海拔高度	2000m~4200m	2000m~4300m	2000m~4500m	中方案优
4	地形条件	峻岭 39%，高山 33%，山地 20%，丘陵 6%，平地 2%	峻岭 42%，高山 36%，山地 19%，丘陵 2%，平地 1%	峻岭 44%，高山 35%，山地 17%，丘陵 3%，平地 1%	中方案优
5	气象条件	覆冰厚度：10、15、20mm，20mm 冰区段线路长度 11km+11km	覆冰厚度：10、15、20mm，20mm 冰区段线路长度 14km+14km	覆冰厚度：10、15、20mm，20mm 冰区段线路长度 20km+20km	中方案优
6	交通运输条件	沿线有 S216 省道、015 乡道及众多乡村道路，总体交通条件较好，不需新建施工运输道路	沿线有 S216 省道及乡村道路，约 30km 无道路，需新建施工运输道路	沿线有乡村道路，约 40km 无道路，需新建施工运输道路	中方案优
7	林木砍削量	穿越林木密集段长度约 120km，林木砍削量约 6000 棵，不涉及古树名木。	穿越林木密集段长度约 126km，林木砍削量约 6300 棵，不涉及古树名木。	穿越林木密集段长度约 128km，林木砍削量约 6500 棵，不涉及古树名木。	中方案优
8	生态保护红线	穿越生态保护红线总长度约 2×55km，共涉及铁塔约 113 基。	穿越生态保护红线约 2×1km，不涉及铁塔。	穿越生态保护红线约 2×1.5km，不涉及铁塔。	西方案优
9	沿线生态敏感点情况	穿越董家沟、阿家士沟饮用水水源保护区总长度约 0.73km，不涉及其他自然保护区、风景名胜区、森林公园等环境敏感区。	不涉及自然保护区、森林公园、饮用水水源保护区等环境敏感区，但穿越木里藏寺群风景名胜区的木里大寺景区约 9km。	不涉及自然保护区、风景名胜区、森林公园、饮用水水源保护区等环境敏感区。	东方案优

序号	路径方案 比较内容	中方案	西方案	东方案	方案比较
10	政府部门意见	已取得凉山彝族自治州住房和城乡建设局的同意意见	未取得凉山彝族自治州住房和城乡建设局的同意意见	未取得凉山彝族自治州住房和城乡建设局的同意意见	中方案优
11	比选结论	推荐	不推荐	不推荐	——

从表 3-4中可以看出，三个方案的比较情况如下：

线路总长度：与西方案和东方案相比，中方案线路长度较短，分别减少 2×34km、2×45km，有利于减少塔基数量和占地面积，降低对生态环境的不利影响，同时线路路径更短，有利于缩短线路供电半径，确保供电可靠性和经济性。

涉及行政区域：中方案和西方案仅涉及凉山州的木里县和盐源县，但是东方案涉及凉山州的木里县、盐源县、冕宁县、西昌市以及甘孜州的九龙县，影响范围较大。

海拔高度、地形条件：与中方案相比，西方案和东方案所经区域高山、峻岭所占比例更大，地势陡峭，立塔困难，施工难度大。

气象条件：与西方案和东方案相比，中方案线路的 20mm 冰区段较短，故线路采用 2 个单回排列并行走线的长度更短，有利于缩小电力走廊环境影响范围，减少铁塔数量和占地面积。

交通运输条件：西方案和东方案所经区域交通状况较差，需要新建施工运输道路，产生的新增水土流失量较多；中方案总体交通条件较好，无需新建施工道路，平均人力运距较短，有利于减少修整施工便道的长度，减少地表植被破坏及水土流失。

林木砍削量：西方案和东方案所经区域分布有近 4300m 的高山峻岭，地势陡峭，林木密集，且区域多为无人区，长苞冷杉、大红果杉等天然植被较丰富，导致林木砍伐量较大，对区域林木资源影响较大。

生态保护红线：与中方案相比，西方案和东方案尽量避让了生态保护红线区域，仅在局部分布密集无法避让的区域穿越。

沿线生态敏感点情况：虽然西方案和东方案尽量避让了生态保护红线区域，但是西方案不可避免地要穿越木里藏寺群风景名胜区的木里大寺景区约 9km，将对木里大寺景区的景观资源和游赏造成不利影响；虽然中方案穿越董家沟、阿家士沟饮用水水源保护区，但仅在水源保护区边缘穿越二级保护区陆域，穿越长度较短，且不涉及水域，通过采取相应的环境保护措施，能尽量降低对水源保护区的影响。

政府部门意见：凉山彝族自治州住房和城乡建设局以《关于<四川电力设计咨询有限责任公司关于征求卡拉、杨房沟水电站 500 千伏送出工程线路路径意见的函>的

复函》明确同意中方案线路路径方案。

因此从环保和规划角度分析，本项目线路路径采用中方案（即设计推荐方案）是合理的。

（2）进一步路径方案比选

鉴于木里县境内雅砻江西侧已分布有 220kV 朗杨线、220kV 卡杨线、220kV 跑烟线等线路组成的既有电力通道，盐源县境内分布有 500kV 木月线、500kV 水盐线等线路组成的既有电力通道，为尽量避免本项目线路新增电力通道造成不利的环境影响，线路路径选择时应尽可能沿着既有电力通道走线，故既有电力通道是线路路径选择的重要制约因素。因此，本项目线路从杨房沟水电站开关站至跑马坪段均沿着既有电力通道走线，无进一步比选路径。

建设单位和设计单位根据上述路径选择限制性因素，在征求凉山彝族自治州住房和城乡建设局、凉山彝族自治州林业和草原局等相关政府部门意见的基础上，进一步拟选线路路径方案如下：

1) 中方案

本线路从杨房沟水电站 500kV 开关站出线后，跨越雅砻江，之后左转在热沟附近跨越 220kV 朗杨线，之后平行于 220kV 卡杨线，在其西侧走线，经格给、周家，在八通跨越 220kV 卡杨线后右转，经卡拉水电站开关站，在上田镇再次跨越 220kV 卡杨线，经下田镇、上马鸡店、宋家，在丝茅草左转跨越 220kV 跑烟线，在跑马坪跨越鸭咀河，之后线路向西南方向走线，经新台子、皮家营、羊窝子、那瓜，在兰家村附近跨越 S216 省道，在上核桃湾左转避让木里县城镇规划，经黑松林，在母猪坪先后跨越小金河、S216 省道和 110kV 盐乔线，之后平行 110kV 盐乔线走线至上纳地，线路左转，平行木里~月城 500kV 线路，在其东侧走线，经岩脚，在合理坪跨越 S216 省道，之后继续向南走线，在马颈子进入盐源县境内，经木锁沟、石包山、白家村，在丁家屋基跨越 220kV 湾盐线，之后线路在大坪子进入雅中换流站。线路路径方案详见附图 3《输电线路路径及外环境关系图》。

2) 西支方案

本线路从杨房沟水电站 500kV 开关站出线后，跨越雅砻江，之后左转在热沟附近跨越 220kV 朗杨线，之后平行于 220kV 卡杨线，在其西侧走线，经格给、周家，在八通跨越 220kV 卡杨线后右转，经卡拉水电站开关站，在上田镇再次跨越 220kV 卡杨线，经下田镇、格套洼后右转，至西别梁子后再左转至丝茅草再右转，平行于烟

岗～布西 220kV 线路，在其北侧走线，经核桃坪、独家村，在高桥跨越烟岗～布西 220kV 线路，之后线路向西南方向走线，经抓正、小经堂，避让康坞大寺后左转，经两家村、坐坐沟、周家坪，在兰家村跨越 S216 省道，至上核桃湾避让木里县城镇规划，经黑松林，在母猪坪先后跨越小金河、S216 省道和 110kV 盐乔线，之后平行 110kV 盐乔线走线至上纳地，线路左转，平行木里～月城 500kV 线路，在其东侧走线，经岩脚，在合理坪跨越 S216 省道，之后继续向南走线，在马颈子进入盐源县境内，经木锁沟、石包山、白家村，在丁家屋基跨越 220kV 湾盐线，之后线路在大坪子进入雅中换流站。线路路径方案详见附图 3《输电线路路径及外环境关系图》。

3) 东支方案

本线路从杨房沟水电站 500kV 开关站出线后，跨越雅砻江，之后左转在热沟附近跨越 220kV 朗杨线，之后平行于 220kV 卡杨线，在其西侧走线，经格给、周家，在八通跨越 220kV 卡杨线后右转，经卡拉水电站开关站，在上田镇再次跨越 220kV 卡杨线，经下田镇、上马鸡店、宋家，在丝茅草左转跨越 220kV 跑烟线，在跑马坪跨越鸭咀河，之后线路向西南方向走线，经新台子、皮家营、羊窝子、那瓜，在兰家村附近跨越 S216 省道，在上核桃湾左转避让木里县城镇规划，经黑松林，在母猪坪先后跨越小金河、S216 省道和 110kV 盐乔线，经黄泥巴、列瓦乡、月华地左转，至芽祖乡翻越牦牛坪山，在莫斗依得进入盐源县境内，线路向东南方向走线，经三个桩、小马道子、阿说以斗、花石堆、水井湾，之后线路在大坪子进入雅中换流站。线路路径方案详见附图 3《输电线路路径及外环境关系图》。

上述三个路径方案比较情况见表 3-5。

表3-5 本项目线路路径方案比较一览表

序号	路径方案 比较内容	中方案	西支方案	东支方案	方案 比较
1	线路总长度	2×156km	2×165km	2×144km	东支 方案 优
2	海拔高度	2000m～4200m	2000m～4000m	2000m～4200m	相当
3	地形条件	峻岭 39%，高山 33%， 山地 20%，丘陵 6%， 平地 2%	峻岭 38%，高山 34%， 山地 21%，丘陵 5%， 平地 2%	峻岭 42%，高山 32%， 山地 21%，丘陵 3%， 平地 2%	相当
4	地质条件	岩石 68%，松砂石 23%，坚土 6%，普通 土 3%	岩石 67%，松砂石 26%，普通土 7%	岩石 70%，松砂石 22%，普通土 8%	相当
5	气象条件	设计基本风速：27m/s、 29m/s，覆冰厚度：10、 15、20mm，20mm 冰	设计基本风速： 27m/s、29m/s，覆冰 厚度：10、15、20mm，	设计基本风速： 27m/s、29m/s，覆冰 厚度：10、15、20mm，	中方 案优

序号	路径方案 比较内容	中方案	西支方案	东支方案	方案 比较
		区 段 线 路 长 度 11km+11km	20mm 冰区段线路长度 13km+13km	20mm 冰区段线路长度 16km+16km	
6	交通运输条件	沿线有 S216 省道、015 乡道及众多乡村道路，总体交通条件较好，不需新建施工运输道路	沿线有 S216 省道及众多乡村道路，约 18km 土路路况较差，需新建施工运输道路	沿线有 S216 省道及乡村道路，约 23km 土路路况较差，需新建施工运输道路	中方案优
7	平均人力运距	10mm 冰区（400 截面段）：1.8km； 10mm 冰区（500 截面段）：1.2km； 15mm 冰区：1.4km； 20mm 冰区：1.4km	10mm 冰区（400 截面段）：1.8km； 10mm 冰区（500 截面段）：1.2km； 15mm 冰区：1.4km； 20mm 冰区：1.4km	10mm 冰区（400 截面段）：1.8km； 10mm 冰区（500 截面段）：1.2km； 15mm 冰区：1.5km； 20mm 冰区：1.6km	中、西支方案优
8	主要交叉跨越情况	跨越 220kV 线路 5 次；跨越 110kV 线路 1 次；跨越 S216 省道 2 次；跨越通航的雅砻江、小金河各 1 次，跨越不通航的一般河流 12 次。	跨越 220kV 线路 5 次；跨越 110kV 线路 1 次；跨越 S216 省道 4 次；跨越通航的雅砻江、小金河各 1 次，跨越不通航的一般河流 12 次。	跨越 220kV 线路 5 次；跨越 110kV 线路 1 次；跨越 S216 省道 2 次；跨越通航的雅砻江、小金河各 1 次，跨越不通航的一般河流 12 次。	中、东支方案优
9	沿线重要设施	避开城镇集中居民区，距木里县集中居民区约 1.5km，距盐源县集中居民区约 1.5km。	避开城镇集中居民区，距木里县集中居民区约 1.5km，距盐源县集中居民区约 1.5km。	避开城镇集中居民区，距木里县集中居民区约 1.5km，距盐源县集中居民区约 1.5km。	相当
10	林木砍削量	穿越林木密集段长度约 120km，林木砍削量约 6000 棵，不涉及古树名木。	穿越林木密集段长度约 126km，林木砍削量约 6300 棵，不涉及古树名木。	穿越林木密集段长度约 124km，林木砍削量约 6200 棵，不涉及古树名木。	中方案优
11	沿线居民分布及房屋拆迁	避开了集中居民区，需拆迁房屋约 15000m ² ，房屋拆迁后线路距民房最近约 6m。	需 拆 迁 房 屋 约 16000m ² ，房屋拆迁后线路距民房最近约 5.5m。	穿越木里县芽租乡、盐源县下海乡龚家沟村集中居民区，需拆迁房屋约 19000m ² ，房屋拆迁后线路距民房最近约 5.5m。	中方案优
12	沿线生态敏感点情况	穿越董家沟、阿家士沟饮用水水源保护区总长度约 0.73km，不涉及其他自然保护区、风景名胜区、森林公园等环境敏感区。	穿越木里藏寺群省级风景名胜区，靠近鸭咀自然保护区，不涉及其他自然保护区、风景名胜区、森林公园等环境敏感区。	穿越董家沟、阿家士沟饮用水水源保护区总长度约 0.73km，不涉及其他自然保护区、风景名胜区、森林公园等环境敏感区。	中、东支方案优
13	生态保护红线	穿越生态保护红线总长度约 2×55km，共涉及铁塔约 113 基。	穿越生态保护红线总长度约 2×55.5km，共涉及铁塔约 115 基。	穿越生态保护红线，长度约 2×60km，共涉及铁塔约 117 基。	中方案优
14	政府部门意见	已取得凉山彝族自治州住房和城乡建设局的同意意见	未取得凉山彝族自治州住房和城乡建设局的同意意见	未取得凉山彝族自治州住房和城乡建设局的同意意见	中方案优
15	比选结论	推荐	不推荐	不推荐	——

从表 3-5中可以看出，三个方案在海拔高度、地形条件、地质条件、沿线重要设施方面相当。

线路总长度及气象条件：三个方案相比，虽然东支方案线路路径更短，但东支方案位于 20mm 重冰区的线路更长，施工难度更大，塔基数量更多。

交通运输条件：东支方案交通条件较差，需新建施工运输道路，产生的新增水土流失量较多；中方案总体交通条件较好，无需新建施工道路，平均人力运距较短，有利于减少修整施工便道的长度，减少地表植被破坏及水土流失。

林木砍削量：与东支方案、西支方案相比，中方案穿越林木密集段长度较短，林木砍削量较少，有利于减少对当地林业资源的影响。

沿线居民分布及房屋拆迁：与东支方案、西支方案相比，中方案避开了集中居民区，房屋拆迁量较少，有利于减少对周围居民的影响；

沿线生态敏感点情况：与东支方案、西支方案相比，虽然中方案穿越董家沟、阿家士沟饮用水水源保护区，但仅在水源保护区边缘穿越二级保护区陆域，穿越长度较短，不涉及水域，也不涉及一级保护区，除此之外，不涉及其他自然保护区、风景名胜區、森林公园等环境敏感区，有利于降低对区域生态环境的影响。

生态保护红线：与东支方案、西支方案相比，中方案穿越生态保护红线的线路长度更短，在生态保护红线内的塔基数量更少，塔基占地面积更小，有利于从塔基开挖、施工人抬道路修整、林木砍伐等方面减小对生态保护红线的影响。

政府部门意见：凉山彝族自治州住房和城乡建设局以《关于<四川电力设计咨询有限责任公司关于征求卡拉、杨房沟水电站 500 千伏送出工程线路路径意见的函>的复函》明确同意中方案线路路径方案。

因此从环保和规划角度分析，本项目线路路径采用中方案（即设计推荐方案）是合理的。

3.1.4.2 穿越饮用水水源保护区的必要性分析

根据凉山州人民政府 凉府〔2018〕29 号文及《凉山州木里县董家沟、阿家士沟集中式饮用水水源保护区调整划分技术报告》，同时向凉山州木里生态环境局核实，在木里县乔瓦镇马家村附近分布有董家沟、阿家士沟饮用水水源保护区（以下简称“保护区”），保护区划定范围较大，包含董家沟、阿家士沟沟口以上全部集雨范围，其中东南侧以董家沟以南的横向山脊为界。根据本项目线路的总体路径走向，线路需从北向南经过羊窝子和大夸或那之间的山脊，即董家沟以南的横向山脊，需在保护区的最

东侧边界附近走线,由于该段区域为 20mm 重冰区,需要采用两个单回线路并行走线。

向东绕行避让保护区:若线路向东绕行避让保护区的东侧边界,则需要在 015 乡道以北的横向山脊上走线,根据现场踏勘,横向山脊处海拔高度达到 4200m,无植被分布,坡体呈陡崖式,岩体破碎,地质条件极不稳定,无立塔条件,无法满足两个单回线路的立塔需求,同时根据调查,保护区东侧的纵向山脊上还规划有华能木里卡拉风电场的 F24-F25 号风机,本线路需避让风机机位,并保证足够的安全净距,因此线路需在风机西侧的坡地上走线,且可供立塔的位置极其有限,此外,向东绕行保护区也会导致线路穿越连续分布的生态保护红线区域,增加线路穿越生态保护红线的长度,故从技术经济条件、生态环境保护等角度分析,线路向东绕行的方案不可行。

向西绕行避让保护区:若线路向西绕行避让保护区,则需要绕过保护区北侧边界,至林平列附近,则线路长度需增加约 25km,且绕行区域均为海拔 3000m~4000m 的高山峻岭,地势陡峭,立塔难度大,同时根据调查,保护区西侧区域植被茂盛,线路长度大幅度增加将导致对区域的自然植被影响程度增加,故从技术经济条件、供电可靠性、自然生态保护等角度分析,线路向西绕行的方案不可行。

综上所述,本项目线路无法避让董家沟、阿家士沟饮用水水源保护区,线路单回段需要穿越二级保护区陆域,并在陆域范围内新建 2 基铁塔,但不涉及水域。

穿越饮用水水源保护区的优化方案:本项目线路仅穿越二级保护区的陆域,距离保护区的取水口及水域均较远,仅有 2 基铁塔位于保护区范围内,永久占地面积约 0.05hm²,占地面积较小;下一步塔基定位时尽量避开植被生长较密集区域,尽量靠近 015 乡道,减少修整人抬道路长度;鉴于保护区范围内地势陡峭,通过优化塔基基础型式,结合实际地形和坡度情况,采用全方位高低腿铁塔,尽量减小塔基占地面积,减少开挖面,并和铁塔基础同步设计水土保持措施,进一步降低施工期产生的新增水土流失;保护区范围内不设置牵张场、跨越场等施工临时设施,降低施工活动干扰。采取以上优化措施后,能最大限度地降低本项目线路对饮用水水源保护区的影响,不会影响水源地的水域功能。

本项目线路与饮用水水源保护区相关法律法规的符合性见表 3-6。

表3-6 本项目线路与穿越饮用水水源保护区相关法律法规的符合性

分项名称	具体要求	本工程	是否符合
《四川省饮用水水源保护管理条例》(2019年9月26日修正)	第十六条“在地表水饮用水水源保护区内，禁止设置排污口”； 第十八条“地表水饮用水水源二级保护区内...还应当遵守下列规定： （一）禁止新建、改建、扩建排放污染物的建设项目；已建成的排放污染物的建设项目，由县级以上地方人民政府责令拆除或者关闭； （二）禁止从事经营性取土和采石（砂）等活动；（三）禁止围水造田； （四）禁止使用农药；禁止丢弃农药、农药包装物或者清洗施药器械；限制使用化肥；（五）禁止修建墓地；（六）禁止丢弃及掩埋动物尸体；（七）禁止从事网箱养殖、施肥养鱼和超标准养殖等污染饮用水水体的活动；（八）从事旅游等活动的，应当按照规定采取措施，防止污染饮用水水体；（九）道路、桥梁、码头及其他可能威胁饮用水水源安全的设施或者装置，应当设置独立的污染物收集、排放和处理系统及隔离设施”。	本工程属于输变电基础设施项目，由于受区域地形地貌、地质条件等因素限制无法避让水源保护区二级保护区，但本项目不设置排污口，不属于保护区内的禁止范畴，同时线路不在水源地一级保护区和二级保护区水域范围内立塔，并在技术可行的条件下尽量增大档距，减少穿越二级保护区的塔基数量；通过加强施工管理，规范施工活动，对施工过程中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，避免在水源地的集雨范围内造成污染；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走廊范围内，且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。综上所述，本项目建设符合《四川省饮用水水源保护管理条例》的规定。	符合
《饮用水水源保护区污染防治管理规定》(2010年12月22日修正)	第十一条“饮用水地表水源各级保护区及准保护区内均必须遵守下列规定：一、禁止一切破坏水环境生态平衡的活动以及破坏水源林、护岸林、与水源保护相关植被的活动。二、禁止向水域倾倒工业废渣、城市垃圾、粪便及其它废弃物。三、运输有毒有害物质、油类、粪便的船舶和车辆一般不准进入保护区，必须进入者应事先申请并经有关部门批准、登记并设置防渗、防溢、防漏设施。四、禁止使用剧毒和高残留农药，不得滥用化肥，不得使用炸药、毒品捕杀鱼类。”第十二条“饮用水地表水源各级保护区及准保护区内必须分别遵守下列规定：...二、二级保护区内禁止新建、改建、扩建排放污染物的建设项目；原有排污口依法拆除或者关闭；禁止设立装卸垃圾、粪便、油类和有毒物品的码头。”	本项目线路无法避让水源保护区二级保护区，但不涉及水域范围，不在水域内立塔，且塔基距水域均较远，通过加强对施工和运维人员的管理，禁止进入保护区的水域范围，禁止向水体排放污染物，线路不会破坏水环境生态平衡；本线路仅有2基铁塔位于二级保护区陆域范围内，均为单回塔，呈点状式分布，占地面积较小，对植被的破坏程度较小，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，不属于保护区内的禁止范畴。综上所述，本项目建设符合《饮用水水源保护区污染防治管理规定》的规定。	

从表3-7可以看出，本工程属于输变电基础设施项目，由于受线路总体路径走向、区域地形地貌条件、地质条件、生态红线分布、饮用水水源保护区分布等因素限制，

线路无法避让董家沟、阿家士沟饮用水水源保护区，但仅穿越二级保护区陆域，不涉及水域范围；本项目不设置排污口，不属于饮用水水源保护区内的禁止范畴，线路通过采取尽量缩短穿越二级保护区的长度、减少保护区内塔基数量及占地、优化基础型式、优化施工工艺、减小植被破坏、加强施工管理等减缓措施，采取植被恢复等补偿措施，能够避免在水源地的集雨范围内造成污染，并最大限度地保持集雨范围的水源涵养功能；线路路径方案已取得木里生态环境局的确认意见，建设单位、设计单位和施工单位在下一阶段严格落实本报告书及批复提出的各项生态环境保护措施，能尽量减小本项目建设对饮用水水源保护区的影响，符合《四川省饮用水水源保护管理条例》和《饮用水水源保护区污染防治管理规定》要求。综上所述，本项目线路符合饮用水水源保护区的相关管理要求，穿越饮用水水源保护区的方案是可行的。

3.1.4.3 穿越生态保护红线的必要性分析

(1) 木里县生态保护红线

1) 向东绕行完全避让木里县生态保护红线

若线路向东绕行完全避让生态保护红线，则需要绕行至甘孜州九龙县、凉山州冕宁县、西昌市，不仅线路长度需增加 $2 \times 45\text{km}$ 以上，导致线路供电半径较长，不满足供电可靠性和经济性要求，同时会造成大范围跨区域影响，故从技术经济条件、区域环境影响等角度分析，线路向东绕行完全避让生态红线的方案不可行。

2) 向东绕行避让木里县局部生态保护红线

若线路从开关站出线后在雅砻江东侧的区域①②③处走线，避让生态红线，但根据现场调查，区域①为杨房沟水电站的厂区和营地范围，无法立塔，根据木里县文广体育旅游局核实，区域②分布有麦地龙石板房古村落景区，若在该区域走线，势必会对石板房古村落景区的景观资源和视觉造成不利影响，区域③为地势险峻高山，海拔高达 4600m ，无立塔条件，且无可利用的施工运输道路，施工活动造成的生态环境影响更大；若线路在木里县城附近向东绕行，在区域④⑤走线，避让生态红线，但根据现场调查，区域④为木里县城城区范围，房屋密集，无法立塔，区域⑤为木里县的水源涵养区，经咨询木里县林业和草原局，不同意在区域⑤走线，故从技术经济条件、景观影响、生态环境影响、城镇规划等角度分析，线路从雅砻江东侧、木里县城东侧绕行避让生态红线的方案不可行。

3) 向西绕行完全避让木里县生态保护红线

若线路向西绕行，鉴于杨房沟水电站附近的雅砻江西侧生态红线成南北向长条形

连续分布，故线路从杨房沟水电站开关站向西出线后不可避免地要穿越生态红线，同时，在木里县和盐源县交界处附近也分布有大量分散的生态保护红线，无法进行完全避让。根据前面分析，若采取最大限度地避让生态保护红线，则线路长度需增加 $2 \times 34\text{km}$ 以上，导致线路供电半径较长，不满足供电可靠性和经济性要求，同时会不可避免地穿越木里藏寺群风景名胜区的木里大寺景区约 9km ，对木里大寺景区的景观资源与游赏造成不利影响。

4) 向西绕行避让木里县局部生态保护红线

线路从杨房沟水电站出线后继续向南走线时，虽然可通过绕行至木里县热沟、巴夺贡、崩顶、歇米正、云长沟、独家村、先冈藏一带，避让热沟至先冈藏段生态红线，但木里县和盐源县边界仍分布有连续密集的生态红线，因此线路进入盐源境内也不可避免地要穿越生态红线，上述局部绕行方案虽然可减少线路穿越生态红线的长度，但会导致线路长度增加 2 倍以上，同时区域均为海拔近 4300m 的高山峻岭，地势陡峭，立塔难度大，且区域多为无人区，长苞冷杉、大红果杉等天然植被较丰富，该绕行方案势必会造成对原始天然林的干扰和破坏，故从技术经济条件、自然生态保护等角度分析，线路向西绕行的方案不可行。

(2) 盐源县生态保护红线

根据《红线方案》及其附件核实，盐源县境内本项目所在区域的生态红线主要分布在木里县和盐源县边界及龙米衣得区域。根据前述分析，本项目线路无法避让木里县和盐源县边界的生态红线。龙米衣得区域的生态红线呈南北向长条形分布，南北向长约 5.4km 。

1) 向北绕行避让盐源县生态保护红线

若线路向北绕行避让生态红线，则线路长度需增加约 8km ，同时线路需绕行至海拔 3000m 左右的山脊上走线，立塔难度大，山脊上植被分布茂盛，对植被的破坏程度较大，故从技术经济条件、生态环境影响等角度分析，线路向北绕行的方案不可行。

2) 向南绕行避让盐源县生态保护红线

若线路向南绕行避让生态红线，则线路长度需增加约 2km ，同时线路需与区域既有的 4 回 500kV 线路交叉跨越，技术难度大，该绕行方案还会导致线路穿越波脚居民集中区，增大对周围居民的影响，故从技术经济条件、居民环境影响等角度分析，线路向南绕行的方案不可行。

综上所述，本项目线路无法避让盐源县生态保护红线，但为了尽量减小对盐源县

生态保护红线的影响，本线路仅高空穿越盐源县生态保护红线，盐源县生态保护红线范围内不涉及塔基建设。

(3) 穿越生态保护红线的优化方案

本项目线路呈线性分布，仅塔基占地为永久占地，且呈点位间隔式，占地面积小。线路在塔基定位过程中，结合现场实际地形地貌和地质条件，对塔基位置进行进一步优化，最大限度地避让生态红线，尽量避免将塔基落在大片生态红线区域，选择生态红线之间的空隙。

1) 针对木里县卡拉乡田镇村以北以水源涵养为主的生态保护红线的优化方案

线路跨越雅砻江等地表水体时，采取一档跨越，不在水中立塔，且两岸塔基尽量远离水域，避免线路建设对地表水体造成干扰。塔基定位尽量避让生态保护红线内的集中林区，对于无法避让的林区，尽量避让密林区，选择乔木之间植被稀疏、低矮的位置立塔，并采用提高导线对地高度的方式进行设计，且尽量使用占地面积小的铁塔，在满足设计使用强度的要求下，尽量增大档距，减小林区内铁塔数量，以进一步减小生态保护红线范围内的林木砍伐量。

2) 针对木里县乔瓦镇锄头湾村以南以水土保持为主的生态保护红线的优化方案

塔基定位避开生态保护红线内的滑坡、崩塌等不良地质现象易发区，避开水土流失严重区，避开植被茂盛区，减小对地表附着植被的破坏，尽量维持植被的水土保持功能；同时通过尽量增加档距，减少生态保护红线内塔基数量及占地；对陡峭山区的塔基根据地形情况优化基础型式，如采用斜塔架基础、双桩承台基础、连梁基础、岩石锚索基础等原状土基础，不采用大开挖基础，减少基础占地面积，减少开挖面，减少地表扰动和植被破坏，并和铁塔基础同步设计水土保持措施，进一步降低施工期产生的新增水土流失。

综上所述，采取以上优化措施后，能最大限度地降低本项目线路对锦屏山水源涵养—水土保持生态保护红线的影响，不会破坏其生态功能。

本项目线路与生态保护红线相关法律法规的符合性见表 3-7。

表3-7 本项目线路与穿越生态保护红线相关法律法规的符合性

分项名称	具体要求	本工程	是否符合
《四川省生态保护红线方案》（川府发〔2018〕24号）	第三（二）9条：锦屏山水源涵养—水土保持生态保护红线保护重点：保护森林及草原植被，维护森林等自然生态系统的水源涵养；加强高山峡谷区地质灾害防治和水土流失治理；加强雅砻江及其支流水生生态系统保护。	本项目线路所经区域分布有森林和草原植被，但塔基定位时尽量选择荒草地和植被稀疏地，尽可能避让林木密集区，线路不砍伐通道，仅对塔基占地范围内的树木进行砍伐，塔基为点状分散分布，单个塔基占地面积小，尽可能减少施工临时占地，施工结束后对临时占地进行植被恢复，对植被的破坏程度较小，不会影响森林等自然生态系统的水源涵养功能；线路塔基避让滑坡、泥石流、落石等不良地质区域，采用全方位高低腿铁塔和高低基础配合使用，采用掏挖基础、人工挖孔基础等优化设计，通过加强施工管理，严控施工范围，采取表土剥离、临时排水沟、临时拦挡等优化施工工艺，施工后及时采取植被恢复措施，能够有效控制植被破坏、水土流失影响；本线路不涉及珍稀鱼类保护区，跨越水体时也不在水中立塔，不影响雅砻江及其支流的水生生态系统。综上所述，本项目线路建设不会破坏生态保护红线的生态功能，通过采取相应措施后对生态保护红线影响较小。	符合
《关于以改善环境质量为核心加强环境影响评价管理的通知》（环环评〔2016〕150号）	第一（一）条：...除受自然条件限制、确实无法避让的铁路、公路、航道、防洪、管道、干渠、通讯、输变电等重要基础设施项目外，在生态保护红线范围内，严控各类开发建设活动，依法不予审批新建工业项目和矿产开发项目的环评文件。	本工程属于四川省重点建设的输变电基础设施项目，由于受杨房沟水电站开关站和雅中换流站位置、区域地形地貌条件、电力通道、环境敏感区分布等因素限制，且线路区域生态保护红线呈大面积密集分布，因此线路无法避让生态保护红线，本项目不属于工业项目和矿产开发等污染型项目，不属于禁止的开发建设活动，符合生态环境部环环评〔2016〕150号文的规定。	符合
《关于生态环境领域进一步深化“放管服”改革，推动经济高质量发展的指导意见》（环规财〔2018〕86号）	第二（五）条：...对审批中发现涉及生态保护红线和相关法定保护区的输气管线、铁路等线性项目，指导督促项目优化调整选线、主动避让；确实无法避让的，要求建设单位采取无害化穿（跨）越方式，或依法依规向有关行政主管部门履行穿越法定保护区的行政许可手续、强化减缓和补偿措施。	本工程为输变电基础设施项目，属于线性工程，由于受杨房沟水电站开关站和雅中换流站位置、区域地形地貌条件、电力通道、环境敏感区分布等因素限制，且线路区域生态保护红线呈大面积密集分布，因此线路无法避让生态保护红线；本项目线路在盐源县生态保护红线内不涉及塔基建设，有部分塔基位于木里县生态保护红线内；本项目不属于污染型项目，线路运行期间不产生废气、废污水、固体废物等污染物，通过采取尽量缩短穿越生态保护红线长度、增大档距以减少生态保护红线内塔基数量及占地、优化基础型式、优化施工工艺、减小植被破坏、加强水土保持等减缓措施，采取植被恢复等补偿措施，加强施工期和运行期的管理，将项目建设对生态红线的影响降至最低；根据向木里县自然资源局核实，木里县自然资源局正在对生态保护红线范围进行调整，线路路径方案已取得生态红线管理部门木里县自然资源局、盐源生态环境局的同意意见；建设单位将严格按照环评报告及其批复的要求，在后续阶段强化减缓和补偿措施；综上所述，本项目符合生态环境部环规财〔2018〕86号文的规定。	符合

分项目 名称	具体要求	本工程	是否符合
《关于在国土空间规划中落实三条控制线》（中共中央办公厅、国务院办公厅（2019）48号）	二、（四）... 生态保护红线内，自然保护地核心保护区原则上禁止人为活动，其他区域严格禁止开发性、生产性建设活动，在符合现行法律法规前提下，除国家重大战略项目外，仅允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动，主要包括：...必须且无法避让、符合县级以上国土空间规划的线性基础设施建设...	本工程为四川省重点建设的水电站送出线路工程，属于线性基础设施建设，不属于开发性、生产性等禁止建设的污染型项目，本项目不涉及自然保护区等敏感区；由于受杨房沟水电站开关站和雅中换流站位置、区域地形地貌条件、电力通道、环境敏感区分布等因素限制，且线路区域生态保护红线呈大面积密集分布，因此线路无法避让生态保护红线；本项目施工期短，施工点位分散，施工活动小，施工期产生的影响随着施工结束而消失，施工结束后对临时占地区域进行植被恢复，线路运行期对环境的干扰程度轻，故本项目施工期和运行期进行的人为活动很有限，不会对生态红线的生态功能造成破坏； 本工程已取得生态红线管理部门木里县自然资源局、盐源生态环境局的意见，符合县级以上国土空间规划； 综上所述，本项目建设符合中共中央办公厅、国务院办公厅厅字（2019）48号文的要求。	符合
《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）	一、（三）生态环境分区管控及其要求... 优先保护单元指以生态环境保护为主的区域，主要包括生态保护红线、自然保护地、饮用水水源保护区等，应以生态环境保护优先为原则，严格执行相关法律、法规要求，严守生态环境质量底线，确保生态环境功能不降低...	本项目线路无法避让生态保护红线，鉴于生态保护红线属于优先保护单元，故本线路无法避让优先保护单元，但本项目设计、施工阶段严格执行川府发〔2018〕24号、生态环境部环评〔2016〕150号、生态环境部环规财〔2018〕86号、中共中央办公厅、国务院办公厅厅字〔2019〕48号文等法律法规的要求，设计阶段采取尽量缩短穿越生态保护红线长度、减少生态保护红线内塔基数量及占地面积、塔基定位避让地质不稳定及水土流失易发区等措施，施工阶段采取环保型施工工艺，优化塔基基础施工工艺，尽量减少开挖量，减小对土壤地表的干扰和对植被的破坏，施工结束后采用当地物种及时进行植被恢复等措施，能最大限度地减缓本项目对生态保护红线的影响，维持区域生态环境的现状和生态系统组成及功能完整性，切实做到严守生态环境质量底线，确保生态环境功能不降低；综上所述，本项目建设符合川府发〔2020〕9号文的要求。	

从表3-7可以看出，本工程属于四川省重点建设的输变电基础设施项目，由于受杨房沟水电站开关站和雅中换流站位置、区域地形地貌条件、电力通道、环境敏感区分布等因素限制，且线路区域生态保护红线呈大面积密集分布，因此线路无法避让生态保护红线；本项目不属于生态红线内禁止建设的污染型项目，线路通过采取尽量缩短穿越生态保护红线长度、减少生态保护红线内塔基数量及占地、优化基础型式、优化施工工艺、减小植被破坏、加强水土保持等减缓措施，采取植被恢复等补偿措施，对生态保护红线的影响较小，不会影响区域生态环境功能；线路路径方案已取得生态红线管理部门木里县自然资源局、盐源生态环境局的同意意见，符合《红线方案》、环评〔2016〕150号、环规财〔2018〕86号、厅字〔2019〕48号、川府发〔2020〕9号文的要求。综上所述，本项目线路符合《红线方案》和相关管理要求，穿越生态保护红线的方案是可行的。

3.1.4.4 本项目线路路径方案特点

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、丘陵、平地，土地利用类型主要为林地、草地、耕地、园地，植被类型主要为自然植被，包括针叶林、针阔叶混交林、阔叶林、灌丛、草丛等，其次为栽培植被，自然植被代表性物种有云南松、高山松、白桦、川滇高山栎、对节刺、羊茅、黄背草等；栽培植被主要有小麦、油菜、马铃薯等作物及核桃树、苹果树、李子树等经济林木。线路沿线零星分布有民房，距线路最近距离约 6m。线路跨越 S216 省道 4 次，跨越雅砻江、小金河各 1 次。线路位于凉山州木里县和盐源县行政管辖范围内，其中位于木里县境内长约 2×124km，位于盐源县境内长约 2×32km。线路路径外环境详见附图 3《输电线路路径及外环境关系图》。

本项目线路路径从环保角度分析具有以下特点：1）线路路径选择时尽量避让集中居民区，减小对居民的影响；2）线路路径选择时与区域规划线路（卡拉水电站送出线路等）统筹考虑线路通道，有利于后期线路改接；3）线路附近有 S216 省道、015 乡道及众多乡村道路，不需新建施工运输道路，材料运输采用人抬方式和索道运输，仅需修整简易人抬便道，有利于减少水土流失量和植被破坏；4）线路不涉及滑坡、泥石流等不良地质区域；5）根据木里生态环境局及《凉山州木里县董家沟、阿家士沟集中式饮用水水源保护区调整划分技术报告》核实，线路需穿越董家沟、阿家士沟饮用水水源保护区二级保护区陆域总长度约 0.73km，但不涉及水域，陆域范围内塔基距保护区水域边界最近约 3km；本工程属于输变电基础设施项目，不设置排污口，不属于《四川省饮用水水源保护管理条例》（2019 年 9 月 26 日修正）、《饮用水水源保护区污染防治管理规定》（2010 年 12 月 22 日修正）中的禁止范畴，线路在技术可行的条件下尽量增大档距，减少穿越二级保护区的塔基数量；通过加强施工管理，规范施工活动，对施工期间产生的施工废污水和固体废物进行收集处理，施工结束后及时清理现场，避免在水源地的集雨范围内造成污染；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，通过加强对线路运维人员的管理，禁止进入水源地保护区的水域范围，运行期不会影响水源地水环境质量和水域功能；除此之外，本项目线路不涉及其他自然保护区、风景名胜区、森林公园等环境敏感区；6）根据《四川省生态保护红线方案》（川府发〔2018〕24 号）及其附件核实，线路将穿越生态保护红线，通过采取尽量缩短穿越生态保护红线长度、减少生态保护红线内塔基数量及占地、优化基础型式、优化施工工艺、减小植被破坏、

加强水土保持等减缓措施，采取植被恢复等补偿措施，对生态保护红线的影响较小，本项目对生态保护红线的影响能够得到有效控制，线路路径方案符合川府发〔2018〕24 号、环环评〔2016〕150 号、环规财〔2018〕86 号文、厅字〔2019〕48 号、川府发〔2020〕9 号文的要求；7) 凉山彝族自治州住房和城乡建设局以《关于〈四川电力设计咨询有限责任公司关于征求卡拉、杨房沟水电站 500 千伏送出工程线路路径意见的函〉的复函》明确同意线路路径方案（附件 5），符合当地规划要求。**从环保和规划角度分析，本项目线路路径选择合理。**

3.1.4.5 导地线及其排列方式

根据本工程电力系统一次报告，本项目杨房沟至卡拉段线路远期主要送出的电能约 200 万 kW（包含杨房沟水电站、区域风电场、光伏电站所发电能），基于经济性、热稳定性等因素考虑，该段导线选择 4×JL/G1A-400/50 钢芯铝绞线，设计输送电流为 1840A；卡拉至雅中段线路远期主要送出的电能约 302 万 kW（包含杨房沟水电站、卡拉水电站、区域风电场、光伏电站所发电能），基于经济性、热稳定性等因素考虑，该段导线选择 4×JL/G1A-500/45 钢芯铝绞线，设计输送电流为 2300A。本项目线路各段采用的导线、地线型号及导线排列方式见表 3-8。

表3-8 本项目线路采用的导线、地线型号及排列方式

新建 500kV 线路					
线路			导线	地线	导线排列方式
杨房沟至卡拉段			导线型号为 4×JL/G1A-400/50 钢芯铝绞线，设计输送电流为 1840A，导线采用四分裂，分裂间距为 450mm。	2 根 OPGW-120 光缆	同塔双回 逆相序 A C B B C A
卡拉至雅中段	双回段	卡拉至雅中段	导线型号为 4×JL/G1A-500/45 钢芯铝绞线，设计输送电流为 2300A，导线采用四分裂，分裂间距为 450mm。	2 根 OPGW-150 光缆（雅中换流站出线侧，长约 20km）、2 根 OPGW-120 光缆（其余段）	
	单回段	单回三角排列段	导线型号为 4×JL/G1A-500/45 钢芯铝绞线，设计输送电流为 2300A，导线采用四分裂，分裂间距为 450mm	1 根 OPGW-140 光缆 1 根 JLB20A-120 地线	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
涉及的改迁 220kV 卡杨线					
线路			导线	地线	导线排列方式
卡杨线 09#塔大号侧 75m 处至 11#塔大号侧 220m			导线型号为 JL/G1A-400/50 钢芯铝绞线，导线采用单分裂，设计输送电流为 480A，	2 根 OPGW-100 光缆	单回三角排列 B A C

3.1.5 塔型、基础及数量

3.1.5.1 塔型及数量

本项目线路拟选铁塔型号及数量见表 3-9，塔型图详见附图 4《输电线路铁塔一览图》。

表3-9 本项目线路铁塔选型一览表

新建 500kV 线路					
线路		塔型	基数（基）	小计（基）	
杨房沟至卡拉段		5D2-SZC1	3	57	
		5D2-SZC2	5		
		5D2-SZC3	8		
		5D2-SZC4	10		
		5D2-SZCK	4		
		5D2-SJC1	14		
		5D2-SJC2	9		
		5D2-SJC3	4		
卡拉至雅中段	双回段		5D2-SZC1	20	240
			5D2-SZC2	58	
			5D2-SZC3	35	
			5D2-SZC4	17	
			5D2-SZCK	10	
			5D2-SJC1	32	
			5D2-SJC2	22	
			5D2-SJC3	10	
			SHJC5101	2	
			5D3-SZC1	2	
			5D3-SZC2	5	
			5D3-SZC3	3	
			5D3-SZC4	2	
			5D3-SJC1	9	
			5D3-SJC2	3	
			5D3-SJC3	10	
	单回段	单回三角排列段	JGB521	20	35
			JGB522	5	
			JGB523	10	
		单回水平排列段	ZBB521	10	36
			ZBB522	18	
			ZBB523	8	
小计			368		
涉及的改迁 220kV 卡杨线					
线路		塔型	基数（基）	合计（基）	
卡杨线 09#塔大号侧 75m 处至 11#塔大号侧 220m		JG5151	1	3	
		JG5152	2		
小计			3		
合计			371		

3.1.5.2 基础型式

(1) 基础型式

根据本工程沿线地形、地质及水文气象条件，塔基基础型式主要采用掏挖基础、人工挖孔基础、板式斜柱基础、台阶式斜柱基础、塔架基础、钻孔灌注桩基础。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。本工程铁塔基础型式详见附图 5《输电线路铁塔基础一览图》。

(2) 铁塔与基础连接方式

本工程线路新建铁塔采用地脚螺栓与基础连接。

3.1.6 主要交叉跨越

本项目新建 500kV 线路单回段、改迁卡杨线未与其他 110kV 及以上电压等级线路交叉跨越。因本项目尚未完成施工图设计，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 3-10、表 3-11，本项目线路的主要交叉跨越情况见表 3-12。

表3-10 500kV 输电线路导线对地及交叉跨越物的最小垂直距离表

序号	被交叉跨越物名称	最小允许垂直距离 (m)	备注
1	非居民区对地距离	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 (同塔双回排列、单回水平排列)	
2	居民区对地距离	14	边导线地面投影外两侧各50m范围内有居民分布的区域
3	至等级公路路面	14	——
4	至通航河流	9.5	至 5 年一遇洪水位
		6	至最高航行水位的最高船桅顶
5	至不通航河流	6.5	至百年一遇洪水位
6	至电力线路	6	至导线、地线
7	至 I ~ III 级通信线	8.5	——
8	至最大自然生长高度树木顶部	7	——

表3-11 改迁 220kV 卡杨线导线对地及交叉跨越物的最小垂直距离表

序号	被交叉跨越物名称	最小允许垂直距离 (m)	备注
1	非居民区对地距离	6.5	边导线地面投影外两侧各40m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
2	居民区对地距离	7.5	边导线地面投影外两侧各40m范围内有居民分布的区域
3	至等级公路路面	8	——
4	至电力线路	4	——
5	至 I ~ III 级通信线	4	——
6	至最大自然生长高度树木顶部	4.5	——

表3-12 本工程线路主要交叉跨越情况及垂直距离要求

线路名称	被跨越物	跨（钻） 越数 （次）	规程规定的最 小垂直净距 （m）	备注	
新建 500kV 线 路	220kV 卡杨线 （单回三角排列）	2	6	本线路采取 上跨 方式，在跨越处，既有线路地线对地高度分别为 14m、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距离能满足规程规定的净距（6m）要求。	
	220kV 朗杨线 （单回三角排列）	1	6	本线路采取 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距离能满足规程规定的净距（6m）要求。	
	220kV 跑烟线 （单回三角排列）	1	6	本线路采取 上跨 方式，在跨越处，既有线路地线对地高度为 24m，本线路导线高度不受既有线路限制，与既有线路间的垂直距离能满足规程规定的净距（6m）要求。	
	220kV 湾盐线 （单回三角排列）	1	6	本线路采取 上跨 方式，在跨越处，既有线路地线对地高度为 35m，本线路导线高度不受既有线路限制，与既有线路间的垂直距离能满足规程规定的净距（6m）要求。	
	110kV 盐乔线 （单回三角排列）	1	6	本线路采取 上跨 方式，在跨越处，既有线路地线对地高度为 60m，本线路导线高度不受既有线路限制，与既有线路间的垂直距离能满足规程规定的净距（6m）要求。	
	35kV 及以下等级线路	162	6	——	
	I ～III级通信线		32	8.5	——
	公路	S216 省道	4	14	——
		一般公路	130	14	——
	河流	通航河流	2	9.5	至 5 年一遇洪水位
		不通航河流	12	6	至最高航行水位的最高船桅顶
改迁 220kV 卡 杨线	380V 及以下电压 等级线路	1	4	——	
	通信线	1	4	——	
	公路	1	4	——	

3.1.7 与其他线路并行情况

本项目新建 500kV 线路单回段、改迁 220kV 卡杨线未与其他 110kV 及以上电压等级线路并行。新建 500kV 线路双回段与其他 110kV 及以上电压等级线路的并行情况见表 3-13。

表3-13 本项目新建 500kV 线路与其他 110kV 及以上电压等级线路的并行情况

本项目		并行线路	并行 长度	两线边导线 间最近距离	两线间/共同评价范围内是 否有居民分布
新建线路 双回段	杨房沟至卡 拉段	既有 220kV 卡 杨线	约 1.6km	76m	无/无

3.1.8 与本工程有关的改迁 220kV 卡杨线概况

(1) 建设规模及环保手续履行情况

既有 220kV 卡杨线起于卡拉 220kV 变电站，止于杨房沟 220kV 变电站，线路均位于凉山州木里县行政管辖范围内。线路长度 31.504km，采用单回三角排列架设和单回水平排列架设，已经履行了环保手续。根据竣工环保验收监测结果，线路运行期产生的电场强度、磁感应强度和噪声均满足相应评价标准要求。根据调查和核实，220kV 卡杨线本次改迁段自投运以来未发生因环境污染而引起的环保投诉事件，无环境遗留问题。

(2) 本次改迁

本项目新建线路在卡杨线 09#塔至 11#塔附近走线时，由于通道拥挤，走线困难，故需要对卡杨线 09#塔大号侧 75m 处至 11#塔大号侧 220m 段进行改迁。涉及改迁的线路长约 1.6km，采用单回三角排列，导线型号为 JL/G1A-400/50 钢芯铝绞线，导线采用单分裂，设计输送电流为 480A，新建铁塔 3 基，永久占地约 0.04hm²。同时本次需拆除原 220kV 卡杨线长度约 1.6km，拆除铁塔 2 基。

3.1.9 林木砍伐

本项目雅中换流站间隔扩建在站内预留场地上进行，不涉及林木砍伐。

本项目线路路径选择时已尽量避让林区和林木密集区，对不能避让的林木密集段线路采取适当增加铁塔高度的方式，减少树木砍伐量。本工程林木砍伐原则如下：

①自然生长高度不超过 2m 的灌木丛原则上不砍伐。

②导线与树木（考虑一定时期树木自然生长高度）最小垂直距离不小于 7m，在最大风偏情况下与树木的净空距离不小于 7m 的树木不砍伐。

根据本项目初步设计方案，本项目线路穿越林木密集段长度约 120km，根据凉山州林业和草原局核实，本项目线路路径不涉及 I 级防护林地。线路在林木密集区架设时采用抬高导线对地高度等方式减小林木砍削数量。按照设计规程要求，为了确保输电线路运行安全，对不满足净距要求的零星树木进行削枝，对位于塔基位置无法避让的树木进行砍伐，估计全线林木砍削量约 6000 棵，主要为云南松、高山松、白桦等当地常见树种，不涉及古树名木。

3.1.10 施工组织及施工工艺

3.1.10.1 交通运输

本项目雅中换流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 S216 省道、015 乡道及众多乡村道路，能满足车辆运输要求，不需新建施工运输道路。原辅材料采用车辆通过既有道路运送至塔基附近，再经当地人行小路或修整施工人抬便道经人力或采用索道运送至塔基处。本项目线路共需修整施工人抬便道长度约 150km，宽约 1m，共计占地面积约 15hm²。

3.1.10.2 施工工序

（1）雅中换流站间隔扩建

根据现场调查，雅中换流站正在进行基础施工，根据本工程施工组织计划推算，本工程施工进场时，雅中换流站初期工程场地平整及场地地坪处理工作已经完成。

雅中换流站间隔扩建在站内预留高抗场地上进行，其施工工序主要为土建施工和设备安装。

1) 土建施工

土建施工主要是扩建 2 组高抗及中性小电抗的基础、高抗事故油坑及防火墙、隔离开关支架及基础、支柱绝缘子支架及基础、电缆沟等，土建施工完成后，需要恢复高抗场地的碎石地坪（本工程施工时换流站初期工程已完成基础施工，地面已铺设碎石）。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和换流站初期工程统一处理，不对外弃土。

2) 设备安装

设备安装主要是高压电抗器及中性小电抗、隔离开关等电气设备安装，其中高压电抗器及中性小电抗安装一般采用吊车安装，在用吊车吊运装卸时，除一般平稳轻起轻落外，严格按厂家设备安装及施工技术要求安装；其他设备一般采用人工安装方式。

（2）输电线路

本项目新建 500kV 线路的施工工序主要为：施工准备—基础施工—铁塔组立—导线架设。

本项目改迁 220kV 线路的施工工序主要为：施工准备—基础施工—铁塔组立—导线架设—拆除既有导线—拆除铁塔。

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，本工程线路附近有 S216 省道及众多乡村道路，能满足车辆运输要求，不需新建施工运输道路。对于市郊乡村普通路面、河流阶地，道路坡度在 20°以内的山地、丘陵地段使用轮胎式运输车；道路坡度在 20°以上的山地、丘陵等施工环境不适用轮胎式运输车时，可采用履带式运输车

运输。

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，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。本工程塔基基础采用掏挖基础、人工挖孔基础、板式斜柱基础、台阶式斜柱基础、塔架基础、钻孔灌注桩基础等型式，在土质条件适宜的情况下，优先采用掏挖式基础和人工挖孔桩基础，有效减少基坑开挖量。掏挖式基础能充分利用原状土的特性，提高基础抗拔承载力，减小基础的侧向变形，在山区使用掏挖基础，可大大减少对环境的破坏，结合铁塔长短腿的使用，基本能够实现基面零开方；当塔位地形复杂、场地狭窄、高差较大，或基础外露较高，基础外负荷较大时，可采用人工挖孔桩基础，该基础型式开挖量较少，施工对环境的破坏小，能有效保护塔基周围的自然地貌，并有效解决在高陡边坡立塔的难题。在基础施工阶段，特别注意隐藏部位浇制和基础养护，基面土方开挖时，需注意铁塔不等腿及加高的配置情况，结合现场实际地形进行，尽量避免大开挖；凡能开挖成型的基坑，均应采用以“坑壁”代替基础底模板方式开挖，尽可能减少开挖量，并采用人工开挖，不使用爆破施工；位于斜坡的塔基表面应做成斜面，恢复自然排水，对可能出现较大汇水面且土层较厚的塔位，应开挖排水沟，并接入原地形自然排水系统；对部分塔位开挖后出现易风化、剥落、掉块的上边坡均采用浆砌块石护坡，对下边坡均采用浆砌块石堡坎，对较好的岩石边坡，则按有关规定和现场地质情况作放坡处理。对位于较陡下边坡的塔腿一般采用毛石混凝土回填基坑。对位于陡坡地形、附近人口稀少的塔位，接地沟开挖可不形成封闭环形（允许开断一点），以避免沿垂直方向开挖接地沟从而形成冲沟危及塔位边坡的安全。

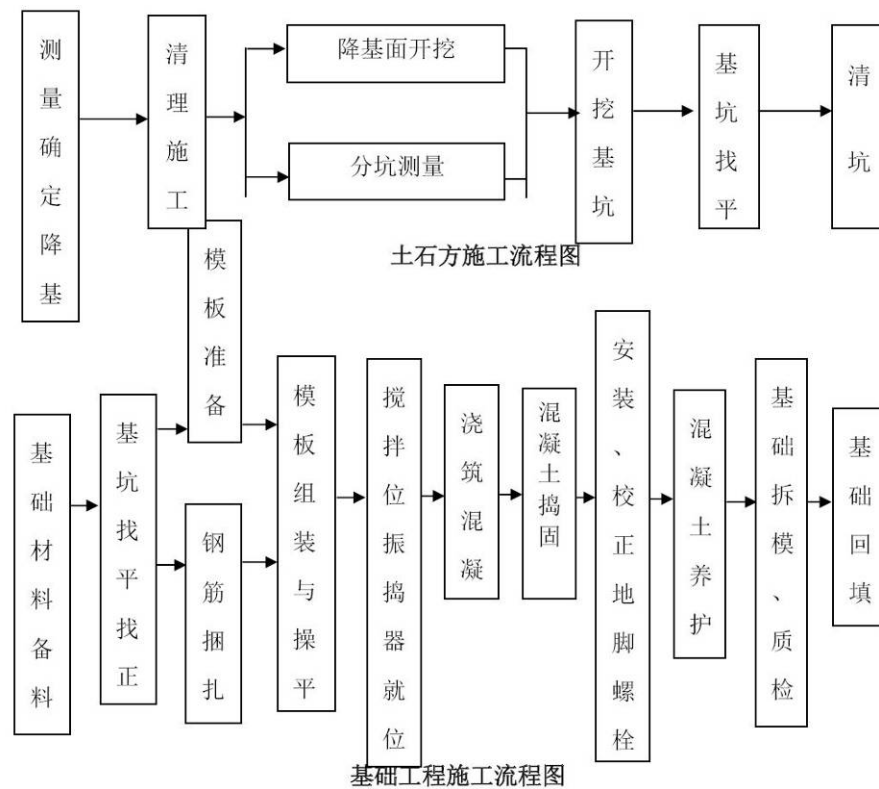
对于坡度较陡的塔位，严禁将降基面及基坑开挖的弃土就地置于塔位下坡方向，应将弃土运到远离塔基、不易流失之处分散堆放，以防止弃土滑落破坏塔位下坡方向自然地貌，危及塔基安全。

基坑开挖好后应尽快绑扎钢筋、浇注塔腿基础混凝土，埋接地线材。

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

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

见下图。



对于交通条件较好，地形平缓的塔位推荐采用机械化施工，其中大开挖类基础可采用机械开挖、人工找平相结合的方式，灌注桩基础采用机械成孔。对于交通不便，需修筑较长施工便道的塔位，不推荐采用机械化施工。

3) 铁塔组立

本工程所在区域地形为平地、丘陵、山地、高山、丘陵，根据塔位处的地形、地质条件、现场交通条件、施工机械配置等因素，铁塔组立分为整体组立和分解组立两种方式。其中整体组立适用于个别场地非常空旷的塔位，通过将杆塔在地面上组成整体，而后一次性地立于杆塔基础之上，包括抱杆整体立塔、大型吊车整体立塔两种方式；其余塔位采用分解组立，包括抱杆分解组塔、起重机分解组塔、直升机分解组塔等方式，使用较多的抱杆分解组塔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) 架线及附件安装

导线架设施工工序主要为放线、紧线和附件安装等，架线施工可采用无人机、动力伞、飞艇、直升机等飞行器进行导引绳展放，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止导、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) 拆除既有导线

导线拆除施工工序主要有设置锚桩、附件拆除、导线拆除。钢丝绳一端通过铁塔挂线点附近的单滑轮与导线连接，另一端与三串连接，三串的出绳通过地面上的转向滑轮车连接机动绞磨。拆线滑车应靠近导线悬挂点，绑扎绳索要短，使滑车尽量靠近横担，减少过牵引。拆线地锚（钻桩群）的位置应设置在线路中心线上。本次需拆除原 220kV 卡杨线长度约 1.6km。

6) 拆除既有铁塔

铁塔拆除与铁塔组立的程序相反，采用自上而下逐段拆除。先利用地线横担作为吊点，拆除导线横担，然后拆除地线横担、自上而下拆除整基铁塔。可采用内拉线悬浮抱杆散装单吊法施工或采用小抱杆无拉线法施工。内拉线悬浮抱杆法采用铝合金抱杆，小抱杆采用铝合金或木抱杆。本次需拆除原 220kV 卡杨线的铁塔 2 基。

未戴防盗帽的铁塔采用人工分解拆卸，戴防盗帽的铁塔采用乙炔氧焊进行切割，在每拆除段主材上挂设滑车，将所拆除的铁塔小件通过挂钩用滑车将小件慢慢送下，主材切割时约一米切割一段，拆除的铁塔材料统一装车由建设单位回收处置。

7) 跨越施工

- 线路跨越 S216 省道时需采取措施，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 110kV 以下电压等级的线路时，被跨线暂时停用，把被跨线放下，待新线跨过后同时拉展。

- 跨越较大河流时可采用船只架线，选择晴好天气用特定的船只将牵引绳从河的一岸牵引至河的对岸，然后再回到原地将用连接器连接好的导线、地线牵引至河的对岸，对导线进行牵张架线；也可利用飞艇架线，由飞艇从河面上空牵放一根绝缘的一级引绳，由一级引绳带张力牵通二级引绳，二级引绳再牵三级引绳，依次类推，直到牵引钢丝绳的牵通，进行架线。

- 跨越集中林区、果园及其它重要跨越地段采用遥控飞艇等方法，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。

3.1.10.3 施工场地布置

（1）雅中换流站间隔扩建

1）材料供应

工程所用的砂、石料购买自当地具有开采许可证的采砂、采石场，并在合同中明确采砂、采石场的环保责任由采砂、采石场的业主负责。

水土流失防治责任由砂、石料场开采商负责。

2）施工场地、用水、用电、通讯

雅中换流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、通讯可利用换流站内初期工程已建成的供水、供电、通讯设施。

3）余土处置

本次扩建土建施工挖填方量较小，采用人工开挖，开挖产生的少量基槽余土和换流站初期工程统一处理，不对外弃土。

（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；拆除线路施工临时场地主要用作拆除物料的堆放。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场地 373 个（新建 500kV 线路设置 368 个，改迁 220kV 线路设置 5 个），共计占地面积约 2.33hm²。

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，本项目线路共设置 31 处牵张场，每个牵张场占地约 700m^2 ，共计占地面积约 2.17hm^2 。

3) 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上山小道进行修整，无上山小道可利用时，新建便道占地尽量避让植被密集区域，以减少植被破坏。本项目线路共需修整施工人抬便道长度约 150km ，宽约 1m ，共计占地面积约 15hm^2 。

4) 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 19 处索道站，共计占地面积约 0.57hm^2 。

5) 跨越施工场

跨越施工场主要用作新建 500kV 线路跨越既有 110kV 及以上电压等级的线路、S216 省道处施工，也兼作材料使用前的临时堆放，本项目线路共设置 20 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 0.3m^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。本工程材料站租用沿线城镇内（如木里县雅砻江镇尼波村、卡拉乡卡拉村、乔瓦镇、盐源县棉桠乡、下海乡等）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) 砂石、水泥、电、水、钢材来源

线路工程所用的砂、石料购买自当地具有开采许可证的采砂、采石场，并在合同中明确采砂、采石场的环保责任由采砂、采石场的业主负责。工程所需水泥、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河流和村庄。

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，由于施工位置分散，每个塔基挖方回填后余方较少，对位于平坦地形的塔基，回填后剩余弃土堆放在塔座基面四周，并进行平整、夯实；当铁塔四周为陡坡时，降底基面与基坑开挖的土石方无法就地堆稳时，选择塔基附近凹地进行堆放，堆放后需进行平整，并撒播草籽进行植被恢复。

3.1.10.4 穿越饮用水水源保护区的施工组织

本项目线路在饮用水水源保护区内施工时，应采取的施工组织如下：

1) 塔基施工临时场地和基础施工

尽量减少塔基临时占地，设置施工控制带，对施工场地四周进行拦挡围护，严格控制施工红线，禁止施工人员进入保护区的水域范围，减少对集雨范围的干扰。应针对保护区内大陡坡地势采取优化施工工艺，减少开挖面，同时强化大陡坡塔基的水土保持和植被恢复措施，尽量减少新增水土流失量。

2) 牵张场

在技术可行的条件下，避免在保护区范围内设置牵张场，减少施工活动干扰。

3) 施工人抬便道和索道站

保护区范围内不新建施工运输道路，施工运输道路利用 015 乡道，015 乡道至塔基之间仅修整少量施工人抬便道或采用索道运输，限定人抬便道宽度，减少临时占地面积，鉴于保护区内植被茂盛，施工人抬便道或索道应尽量避免进行林木砍伐，降低对植被的破坏。

4) 施工生活区和材料站

禁止在饮用水水源保护区内设置施工营地、材料站、拌合站等临时场地。

5) 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场地、设备清洗水利用施工场地设置的沉砂池处理后循环利用；施工人员就近租用当地现有民房，产生的生活污水利用附近居民既有设施收集后用作农肥，不直接排入天然水体；施工人员产生的生活垃圾经垃圾桶收集后清运至附近乡镇垃圾桶集中转运；禁止施工废水、生活污水、油类、生活垃圾、弃土等排入水体。施工结束后及时清理现场，避免残留污染物在水

源地的集雨范围内造成污染。

3.1.10.5 穿越生态保护红线的施工组织

本项目线路在生态保护红线内施工时，应采取的施工组织如下：

1) 塔基施工临时场地和基础施工

生态保护红线内的塔基应优化施工工艺，尽量减少塔基临时占地，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。塔基基础尽量采用人工开挖，减少开挖面，减少土石方开挖量，减小施工扰动；施工期间加强塔基的水土保持措施，采用表土剥离、表土回覆、浆砌石护坡、塔基截排水、临时堆土拦挡和遮盖、植被恢复等措施，尽量减少新增水土流失量。

2) 牵张场

在技术可行的条件下，尽量避免在生态保护红线范围内设置牵张场，若确需在其内设置，牵张场选址应尽量避让植被密集区，以占用植被较低矮、稀疏的灌丛、草丛为主，牵张场敷设彩条布或草垫，施工结束立即进行植被恢复，以减少对生态保护红线内植被的破坏。

3) 施工人抬便道和索道站

生态保护红线内不新建施工运输道路，施工便道应尽可能利用已有山间小路，仅修整少量施工人抬便道或采用索道运输，施工过程中固定施工便道的线路，限定人抬便道宽度，减少临时占地面积，不能随意下道行驶或另开辟便道，以降低施工活动对周围地表和植被的扰动；人抬便道、索道站及滑索尽量避让植被密集区域，尽量布置在草地或植被稀疏的灌木林地，以减少植被破坏；施工结束后及时对施工人抬便道临时占地进行土地整治，并利用红线范围内的常见物种进行植被恢复。

4) 跨越施工场

在技术可行的条件下，尽量减少生态保护红线内线路跨越点两侧的门型构架或竹制构架占地，优化跨越处的施工工艺，缩短跨越施工时间，减小对跨越处植被的干扰。

5) 施工生活区和材料站

禁止在生态保护红线范围内设置施工营地、材料站、拌合站等临时场地。

6) 余土处置

禁止在生态保护红线范围内设置取、弃土点等临时场地，对位于平坦地形的塔基，回填后剩余弃土堆放在塔座基面四周，并进行平整、夯实；当铁塔四周为陡坡时，降底基面与基坑开挖的土石方无法就地堆稳时，选择生态保护红线外的凹地进行堆放，

堆放后需进行平整，并撒播草籽进行植被恢复，并加强后期管理维护。

7) 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场地、设备清洗水利用施工场地设置的沉砂池处理后循环利用；施工人员就近租用当地现有民房，产生的生活污水利用附近居民既有设施收集后用作农肥，不直接排入天然水体；施工人员产生的生活垃圾经垃圾桶收集后清运至附近乡镇垃圾桶集中转运；禁止施工废水、生活污水、油类、生活垃圾、弃土等排入水体。施工结束后及时清理现场，避免残留污染物在生态保护红线范围内造成污染。

8) 植被恢复

施工结束后及时对生态保护红线内临时占地（包含塔基、施工人抬便道、牵张场、索道站和跨越场施工临时占地）进行土地整治，植被恢复尽可能利用植被自然更新，并利用红线范围内的常见物种进行植被恢复，严禁引入外来物种，尽量维护生态红线范围内的生物多样性，并加强后期管理维护。

3.1.10.6 施工周期和人员配置

根据同类工程类比，雅中换流站间隔扩建施工周期约需 2 个月，平均每天需技工 10 人左右，民工 20 人左右；本项目线路施工周期约 12 个月，平均每天需技工 60 人左右，民工 90 人左右，施工人员沿线路分散分布。

3.1.11 工程占地及物料、资源等消耗

3.1.11.1 工程占地

雅中±800kV 换流站已按最终规模一次征地，本次扩建在换流站内预留场地上进行，不新增占地。本工程输电线路总占地面积约 30.09hm²，其中永久占地面积约 8.22hm²，临时占地面积约 21.87hm²。

工程占用土地利用现状及面积见表 3-14。

表3-14 工程占用土地利用现状及面积一览表

项目		分类	面积（hm ² ）					
			林地	草地	耕地	园地	住宅用地	合计
雅中换流站间隔扩建工程			在换流站内预留场地上进行，不新增占地。					
输电 线路	永久占地	塔基永久占地	5.78	1.86	0.26	0.32	—	8.22
	临时占地	塔基施工临时占地	1.65	0.53	0.07	0.08	—	2.33
		施工便道临时占地	11.34	3.66	—	—	—	15
		索道站临时占地	0.43	0.14	—	—	—	0.57
		牵张场占地	1.64	0.53	—	—	—	2.17
		跨越施工场占地	0.12	0.12	0.03	0.03	—	0.3
		民房拆迁区	—	—	—	—	1.5	1.5
合计		—	21.83	7.11	0.4	0.49	1.5	30.09

3.1.11.2 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 3-15，施工期主要施工机具见表 3-16。

表3-15 本工程主要原辅材料及能耗消耗表

名称		耗量			来源
		雅中换流站间隔扩建	输电线路	合计	
主 (辅) 料	导线 (t)	1	6569	6570	市场购买
	地线 (t)	无	40	40	市场购买
	绝缘子(片)	26	189628	189654	市场购买
	钢材 (t)	187	35339	35527	市场购买
	砂 (m ³)	1969	27008	28977	市场购买
	碎石 (m ³)	3140	51867	55067	市场购买
	水泥 (t)	1108	23067	24175	市场购买
水量	施工期用水 (t/d)	3.6	18	21.6	附近水源
	运行期用水 (t/d)	不新增	无	—	—

表3-16 本工程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
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

序号	主要施工机具
19	型钢调直机
20	货运索道
21	旋挖钻机
22	牵引机
23	张力机
24	无人机
25	飞艇

3.1.12 工程土石方量

本项目土石方开挖总量 92823m³，见表 3-17，包括主体工程开挖和水土保持工程表土及草皮剥离两部分，主体工程开挖主要来自换流站高抗基础开挖和线路塔基开挖。土石方回填总量 88206m³，工程综合利用 4617m³，换流站扩建基础开挖产生的少量基槽余土和换流站初期工程统一处理，不对外弃土。对位于平坦地形的塔基，回填后剩余弃土堆放在塔座基面四周，并进行平整、夯实；当铁塔四周为陡坡时，降底基面与基坑开挖的土石方无法就地堆稳时，选择塔基附近凹地进行堆放，堆放后需进行平整，并撒播草籽进行植被恢复。

表3-17 本工程土石方工程量

编号	项目	挖方 (m ³)	填方 (m ³)	弃方 (m ³) (综合利用)	备注
1	雅中换流站间隔扩建	3290	100	3190	换流站扩建基础开挖产生的少量基槽余土和换流站初期工程统一处理，不对外弃土。
2	输电线路	89313	88106	1207	对位于平坦地形的塔基，回填后剩余弃土堆放在塔座基面四周，并进行平整、夯实；当铁塔四周为陡坡时，降底基面与基坑开挖的土石方无法就地堆稳时，选择塔基附近凹地进行堆放，堆放后需进行平整，并撒播草籽进行植被恢复。
3	合计	92603	88206	4397	——

3.1.13 主要经济技术指标

3.1.13.1 工程总投资及环保费用

本工程总投资为 128352 万元，其中环保投资合计 4313.8 万元，占项目总投资的 3.36%。

3.1.13.2 建设周期

根据同类工程类比，雅中换流站间隔扩建施工周期约需 2 个月，平均每天需技工 10 人左右，民工 20 人左右；本项目线路施工周期约 12 个月，平均每天需技工 60 人左右，民工 90 人左右，施工人员沿线路分散分布。

3.2 与政策法规等的相符性

3.2.1 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 2019 年第 29 号令《产业结构调整指导目录（2019 年本）》中“第一类鼓励类”——第四条“电力”——“500 千伏及以上交、直流输变电”项目，符合国家产业政策。

3.2.2 与电网规划的符合性分析

国家电网有限公司以《国家电网有限公司关于浙江丽西等 3 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〔2019〕648 号）（附件 2）确认本项目开展前期工作，符合国家和四川电网建设规划。

3.2.3 与当地规划的符合性分析

本项目雅中换流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；本项目线路位于凉山州木里县和盐源县行政管辖范围内，在选线过程中与沿线有关的国土、林业和规划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。凉山彝族自治州住房和城乡建设局以《关于<四川电力设计咨询有限责任公司关于征求卡拉、杨房沟水电站 500 千伏送出工程线路路径意见的函>的复函》明确同意线路路径方案（附件 5），符合当地总体规划要求。上述部门出具的相关意见及本项目对其意见的落实情况见表 3-18。

表 3-18 相关政府部门意见及本项目对其意见的落实情况

政府部门	主要意见	对意见的落实情况
凉山彝族自治州住房和城乡建设局	附件 5： 原则同意在此方案基础上深化研究。	设计单位将在下一阶段按照国家相关电力设计规程规范和相关部门要求对推荐的线路路径中方案进行优化设计。

3.2.4 与法规相容性分析

根据《电力设施保护条例实施细则》中的规定：500kV 线路边导线在计算导线最大风偏情况下，距建筑物的水平安全距离为 8.5m，本工程线路为 500kV 电压等级，设计时已考虑了充分的水平安全距离，满足《电力设施保护条例实施细则》的规定，因此本工程建设与相关法规是相容的。

本工程在选址选线 and 设计过程中严格遵守相关的法律法规，避开了各类自然保护区、风景名胜区、森林公园等需要特别保护的环境敏感区。因此，本工程的建设与国家地方的法律法规是相容的。

3.2.5 与饮用水水源保护区管理要求的符合性分析

本工程属于输变电基础设施项目，由于受线路总体路径走向、区域地形地貌条件、地质条件、生态红线分布、饮用水水源保护区分布等因素限制，线路无法避让董家沟、阿家士沟饮用水水源保护区，但仅穿越二级保护区陆域，不涉及水域范围；本项目不设置排污口，不属于饮用水水源保护区内的禁止范畴，线路通过采取尽量缩短穿越二级保护区的长度、减少保护区内塔基数量及占地、优化基础型式、优化施工工艺、减小植被破坏、加强施工管理等减缓措施，采取植被恢复等补偿措施，能够避免在水源地的集雨范围内造成污染，并最大限度地保持集雨范围的水源涵养功能。

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”；第十八条“地表水饮用水水源二级保护区内...还应当遵守下列规定：（一）禁止新建、改建、扩建排放污染物的建设项目；已建成的排放污染物的建设项目，由县级以上地方人民政府责令拆除或者关闭；（二）禁止从事经营性取土和采石（砂）等活动；（三）禁止围水造田；（四）禁止使用农药；禁止丢弃农药、农药包装物或者清洗施药器械；限制使用化肥；（五）禁止修建墓地；（六）禁止丢弃及掩埋动物尸体；（七）禁止从事网箱养殖、施肥养鱼和超标准养殖等污染饮用水水体的活动；（八）从事旅游等活动的，应当按照规定采取措施，防止污染饮用水水体；（九）道路、桥梁、码头及其他可能威胁饮用水水源安全的设施或者装置，应当设置独立的污染物收集、排放和处理系统及隔离设施”。本工程属于输变电基础设施项目，由于受区域地形地貌、地质条件等因素限制无法避让水源保护区二级保护区，但本项目不设置排污口，不属于保护区内的禁止范畴，同时线路不在水源地一级保护区和二级保护区水域范围内立塔，并在技术可行的条件下尽量增大档距，减少穿越二级保护区的塔基数量；通过加强施工管理，规范施工活动，对施工期间产生的施工废污水和固体废物进行收集处理，施工结束后及时清理现场，避免在水源地的集雨范围内造成污染；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走廊范围内，且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水环境质量和水域功能。综上所述，本项目建设符合《四川省饮用水水源保护管理条例》的规定。

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。”第十二条“饮用水地表水源各级保护区及准保护区内必须分别遵守下列规定：...二、二级保护区内禁止新建、改建、扩建排放污染物的建设项目；原有排污口依法拆除或者关闭；禁止设立装卸垃圾、粪便、油类和有毒物品的码头。”本项目线路无法避让水源保护区二级保护区，但不涉及水域范围，不在水域内立塔，且塔基距水域均较远，通过加强对施工和运维人员的管理，禁止进入保护区的水域范围，禁止向水体排放污染物，线路不会破坏水环境生态平衡；本线路仅有 2 基铁塔位于二级保护区陆域范围内，均为单回塔，呈点状式分布，占地面积较小，对植被的破坏程度较小，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，不属于保护区内的禁止范畴。综上所述，本项目建设符合《饮用水水源保护区污染防治管理规定》的规定。

综上所述，本项目线路符合饮用水水源保护区的相关管理要求。

3.2.6 与生态保护红线管理要求的符合性分析

本工程属于四川省重点建设的输变电基础设施项目，由于受杨房沟水电站开关站和雅中换流站位置、区域地形地貌条件、电力通道、环境敏感区分布等因素限制，且线路区域生态保护红线呈大面积密集分布，因此线路无法避让生态保护红线；本项目不属于生态红线内禁止建设的污染型项目，线路通过采取尽量缩短穿越生态保护红线长度、减少生态保护红线内塔基数量及占地、优化基础型式、优化施工工艺、减小植被破坏、加强水土保持等减缓措施，采取植被恢复等补偿措施，对生态保护红线的影响较小。

根据《红线方案》中本项目涉及生态保护红线的保护重点，本项目线路所经区域分布有森林和草原植被，但塔基定位时尽量选择荒草地和植被稀疏地，尽可能避让林木密集区，线路不砍伐通道，仅对塔基占地范围内的树木进行砍伐，塔基为点状分散分布，单个塔基占地面积小，尽可能减少施工临时占地，施工结束后对临时占地进行植被恢复，对植被的破坏程度较小，不会影响森林等自然生态系统的水源涵养功能；线路塔基避让滑坡、泥石流、落石等不良地质区域，采用全方位高低腿铁塔和高低基础配合使用，采用掏挖基础、人工挖孔基础等优化设计，通过加强施工管理，严控施工范围，采取表土剥离、临时排水沟、临时拦挡等优化施工工艺，施工后及时采取植被恢复措施，能够有效控制植被破坏、水土流失影响；本线路不涉及珍稀鱼类保护区，

跨越水体时也不在水中立塔，不影响雅砻江及其支流的水生生态系统。综上所述，本项目线路建设不会破坏生态保护红线的生态功能，对生态保护红线的影响较小，符合《红线方案》的要求。

根据《关于以改善环境质量为核心加强环境影响评价管理的通知》（环环评〔2016〕150号）的规定“第一（一）条：...除受自然条件限制、确实无法避让的铁路、公路、航道、防洪、管道、干渠、通讯、输变电等重要基础设施项目外，在生态保护红线范围内，严控各类开发建设活动，依法不予审批新建工业项目和矿产开发项目的环评文件。”，本工程属于四川省重点建设的输变电基础设施项目，由于受杨房沟水电站开关站和雅中换流站位置、区域地形地貌条件、电力通道、环境敏感区分布等因素限制，且线路区域生态保护红线呈大面积密集分布，因此线路无法避让生态保护红线，本项目不属于工业项目和矿产开发等污染型项目，不属于禁止的开发建设活动，符合生态环境部环环评〔2016〕150号文的规定。

根据《关于生态环境领域进一步深化“放管服”改革，推动经济高质量发展的指导意见》（环规财〔2018〕86号）的规定“第二（五）条：...对审批中发现涉及生态保护红线和相关法定保护区的输气管线、铁路等线性项目，指导督促项目优化调整选线、主动避让；确实无法避让的，要求建设单位采取无害化穿（跨）越方式，或依法依规向有关行政主管部门履行穿越法定保护区的行政许可手续、强化减缓和补偿措施。”，本工程为输变电基础设施项目，属于线性工程，由于受杨房沟水电站开关站和雅中换流站位置、区域地形地貌条件、电力通道、环境敏感区分布等因素限制，且线路区域生态保护红线呈大面积密集分布，因此线路无法避让生态保护红线；本项目线路在盐源县生态保护红线内不涉及塔基建设，有部分塔基位于木里县生态保护红线内；本项目不属于污染型项目，线路运行期间不产生废气、废污水、固体废物等污染物，通过采取尽量缩短穿越生态保护红线长度、增大档距以减少生态保护红线内塔基数量及占地、优化基础型式、优化施工工艺、减小植被破坏、加强水土保持等减缓措施，采取植被恢复等补偿措施，加强施工期和运行期的管理，将项目建设对生态红线的影响降至最低；线路路径方案已取得生态红线管理部门木里县自然资源局、盐源生态环境局同意意见；建设单位将严格按照环评报告及其批复的要求，在后续阶段强化减缓和补偿措施；综上所述，本项目符合生态环境部环规财〔2018〕86号文的规定。

根据《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）的规定“二、（四）...生态保护红线内，

自然保护区核心保护区原则上禁止人为活动，其他区域严格禁止开发性、生产性建设活动，在符合现行法律法规前提下，除国家重大战略项目外，仅允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动，主要包括：...必须且无法避让、符合县级以上国土空间规划的线性基础设施建设...”，本工程为四川省重点建设的水电站送出线路工程，属于线性基础设施建设，不属于开发性、生产性等禁止建设的污染型项目，本项目不涉及自然保护区等敏感区；由于受杨房沟水电站开关站和雅中换流站位置、区域地形地貌条件、电力通道、环境敏感区分布等因素限制，且线路区域生态保护红线呈大面积密集分布，因此线路无法避让生态保护红线；本项目施工期短，施工点位分散，施工活动小，施工期产生的影响随着施工结束而消失，施工结束后对临时占地区域进行植被恢复，线路运行期对环境的干扰程度轻，故本项目施工期和运行期进行的人为活动很有限，不会对生态红线的生态功能造成破坏；本工程已取得生态红线管理部门木里县自然资源局、盐源生态环境局的同意意见，符合县级以上国土空间规划；因此，本项目建设符合中共中央办公厅、国务院办公厅厅字〔2019〕48 号文的要求。

根据《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）的规定“一、（三）生态环境分区管控及其要求... 优先保护单元指以生态环境保护为主的区域，主要包括生态保护红线、自然保护区、饮用水水源保护区等，应以生态环境保护优先为原则，严格执行相关法律、法规要求，严守生态环境质量底线，确保生态环境功能不降低...”，本项目线路无法避让生态保护红线，鉴于生态保护红线属于优先保护单元，故本线路无法避让优先保护单元，但本项目设计、施工阶段严格执行川府发〔2018〕24 号、生态环境部环环评〔2016〕150 号、生态环境部环规财〔2018〕86 号、中共中央办公厅、国务院办公厅厅字〔2019〕48 号文等法律法规的要求，设计阶段采取尽量缩短穿越生态保护红线长度、减少生态保护红线内塔基数量及占地面积、塔基定位避让地质不稳定及水土流失易发区等措施，施工阶段采取环保型施工工艺，优化塔基基础施工工艺，尽量减少开挖量，减小对土壤地表的干扰和对植被的破坏，施工结束后采用当地物种及时进行植被恢复等措施，能最大限度地减缓本项目对生态保护红线的影响，维持区域生态环境的现状和生态系统组成及功能完整性，切实做到严守生态环境质量底线，确保生态环境功能不降低；综上所述，本项目建设符合川府发〔2020〕9 号文的要求。

综上所述，本项目线路无法避让生态保护红线，通过在设计、施工、运行阶段严

格落实各项生态环境保护措施，将项目建设对生态保护红线的影响降至最低，不会破坏其生态功能，故本项目线路符合《红线方案》和相关管理要求。

3.3 工程的环境合理性分析

本项目雅中换流站间隔扩建不涉及站外区域，对站外生态环境无影响，在初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，产生的合成电场、电场强度、磁感应强度和噪声均能满足相应评价标准要求。输电线路避让了木里县、盐源县的建成区和规划区，避让了集中居民区，线路按相关规程规范进行设计，并在居民区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木里县董家沟、阿家土沟饮用水水源保护区，但不涉及其他自然保护区、风景名胜区、森林公园、世界文化和自然遗产地等环境敏感点，也不涉及文物保护单位等敏感点，线路路径取得了木里生态环境局的意见，通过采取相应措施后能够避免在水源地的集雨范围内造成污染，并最大限度地保持集雨范围的水源涵养功能，符合《四川省饮用水水源保护管理条例》和《饮用水水源保护区污染防治管理规定》的要求；本项目线路无法避让生态保护红线，线路路径取得了木里县自然资源局、盐源生态环境局的同意意见，本项目不属于生态保护红线内禁止的开发建设活动，通过采取相应措施后，对生态保护红线的影响较小，符合环环评〔2016〕150号、环规财〔2018〕86号、厅字〔2019〕48号和川府发〔2020〕9号文的规定，符合《四川省生态保护红线方案》（川府发〔2018〕24号）的要求。故从环境保护的角度分析，本项目建设是合理的。

3.4 环境影响因素识别

3.4.1 施工期

3.4.1.1 雅中换流站间隔扩建

雅中换流站间隔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 2 组高抗及中性小电抗，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）。

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 30 人，产生生活污水量约 3.6t/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 30 人，产生生活垃圾量约 4.5kg/d。换流站扩建基础开挖产生的少量基槽余土和换流站初期工程统一处理，不对外弃土。

3.4.1.2 输电线路

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

1) 水土流失

塔基开挖，牵张场建立、清除，材料堆放等均会造成局部植被破坏，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。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 150 人，产生生活污水量约 18t/d。

5) 固体废物

固体废物主要为施工人员产生的生活垃圾和拆除固体废物。施工期平均每天配置施工人员约 150 人（沿线路分散分布在各施工点位），生活垃圾产生量约 75kg/d。本

次需拆除原 220kV 卡杨线长度约 1.6km，拆除铁塔 2 基。施工过程中产生的生活垃圾和拆除固体废物若不妥善处理，将会对周围环境产生不良影响。

6) 生态影响

线路塔基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、饮用水水源保护区、生态保护红线等方面的影响。

3.4.2 运行期

3.4.2.1 雅中换流站间隔扩建

雅中换流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、合成电场、运行噪声、废污水和固体废物等。

(1) 工频电场、工频磁场

换流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，主要设备有降压变压器、500kV 配电装置、交流滤波场等。本次扩建 2 组 500kV 高压电抗器及中性小电抗，扩建投运后，除本次 500kV 出线侧受高压电抗器及本项目线路影响导致工频电场、工频磁场稍有变化外，其他侧站界外工频电场、工频磁场均不会发生明显变化。

(2) 合成电场

雅中换流站内直流配电装置、直流场电气设备以及直流输电线路运行时会产生合成电场。换流站本次间隔扩建不增加换流变压器、直流场电气设备以及直流输电线路等影响合成电场的电气设备，只扩建 2 组 500kV 高压电抗器及中性小电抗，故换流站本次扩建投运后，站界的合成电场不会发生变化。

(3) 运行噪声

换流站内各种设备在运行时会产生噪声，主要包括换流变压器、平波电抗器、直流滤波器、交流滤波器、降压变压器等电气设备所产生的电磁噪声和换流变冷却风扇、阀冷却空冷器等产生的空气动力噪声，其中电磁噪声以中低频为主，空气动力噪声以中高频为主。换流站本次扩建 2 组 500kV 高压电抗器及中性小电抗，除此之外，不增加其他声环境影响电气设备。根据类比调查，本次扩建的高压电抗器、中性小电抗的噪声声压级分别不超过 70dB(A)（距离设备 2m 处）、65dB(A)（距离设备 2m 处）。

(4) 废污水

换流站运行期的废污水主要来源于值班人员产生的生活污水，产生量约为 3.6t/d，

生活污水经站内设置的地理式污水处理装置处理后用作站区绿化，不外排。换流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

换流站生活垃圾主要由站内值班人员产生，生活垃圾经站内设置的垃圾箱收集后由环卫部门定期清运、统一处理。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

换流站本次扩建投运后新增的危险废物为本次扩建高压电抗器事故排放的少量事故废油、检修时产生的含油废物，不新增废蓄电池。参照同类同容量的 500kV 高压电抗器资料，本次扩建的单台高压电抗器绝缘油油量最大约 21m³，根据《火力发电厂与变电站设计防火标准》（GB50229-2019）中“容积不小于接入的油量最大的一台设备”的要求，本次扩建高抗所需的事事故油池容积应不低于 21m³，故初期工程设置的 120m³ 高抗事故油池的容积能满足要求，且事故油池均具备油水分离功能，采取防水混凝土、防水砂浆保护层、不低于 2mm 厚防渗涂层等防渗措施，有效防渗系数需等效于 2mm 厚高密度聚乙烯（渗透系数 $\leq 10^{-10}$ cm/s），预埋套管处使用密封材料，具有防水、防渗漏功能。事故油池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。高压电抗器发生事故时，事故油经设备下方的事故油坑，排入高抗事故油池收集，经事故油池内油水分离后，少量事故废油由有资质的单位处置，不外排。根据《国家危险废物名录》（部令第 38 号），事故废油、含油废物均为危险废物，危险特性为毒性（T）和易燃性（I），事故废油属于《国家危险废物名录》中“HW08 废矿物油与含矿物油废物”——“900-220-08 变压器维护、更换和拆解过程中产生的废变压器油”，换流站检修时产生的含油废物属于《国家危险废物名录》中“HW08 废矿物油与含矿物油废物”——“900-249-08 其他生产、销售、使用过程中产生的废矿物油及含矿物油废物”，但换流站检修时产生的含油棉、含油手套等含油废物量极少，根据《国家危险废物名录》（2016 版）中《危险废物豁免管理清单》，混入生活垃圾的废弃含油抹布、劳保用品，全过程不按危险废物管理，因此，含油棉、含油手套等含油废物使用站内生活垃圾桶收集后清运。

3.4.2.2 输电线路

本项目线路运行期的环境影响主要有工频电磁、工频磁场、噪声。

(1) 工频电磁、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。

3.5 生态影响途经分析

3.5.1 施工期

本项目雅中换流站间隔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；但是塔基占地面积小且分散，不会对区域野生动物的种类和分布格局造成较大影响，加之野生动物具有较强的适应能力，随着施工活动的结束其影响会逐渐消除。

(2) 塔材运至现场进行铁塔组立，需在塔基周围占用一定范围的临时用地；张力牵张放线、紧线需设置牵张场；为便于施工材料运输，需修整部分人抬道路，局部塔位需修建索道站；交叉跨越处架线也需设置跨越施工场；开挖土方的临时堆放也会占用一定场地。这些临时占地将改变原有土地利用方式，使部分植被和土壤遭受短期破坏，导致生产力下降和生物量损失，但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）本工程输电线路将穿越董家沟、阿家士沟饮用水水源保护区，区域地质条件较差，植被分布较密集，塔基开挖、林木砍伐等施工活动会破坏饮用水水源保护区二级保护区陆域的原生地地貌和地表植被，但保护区内塔基数量少，占地面积小，因此线路对保护区的影响较轻微，通过采取相应的水土保持措施及植被恢复措施，则能进一步降低对保护区水源涵养功能的影响。

（6）本工程输电线路将穿越锦屏山水源涵养—水土保持生态保护红线，区域地质条件较差，生态环境较脆弱，背景土壤侵蚀模数高，塔基开挖、林木砍伐等施工活动会破坏生态保护红线范围内的原生地貌和地表植被，可能会造成植物数量的轻微下降，若不采取水土保持措施及植被恢复措施，则可能导致植被覆盖度降低，水土流失加剧，影响区域的水源涵养功能。

3.5.2 运行期

本工程运行期可能造成的生态影响主要有：工程永久占地带来的影响；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，但是塔基占地面积较小，呈点式分布，对水土流失和动植物的影响比较小，一方面会造成景观格局及植被覆盖状况的轻微变化，另一方面，部分铁塔位于生态环境较为脆弱地区，若不采取适当的工程防护和植被措施，现有植被一旦遭到破坏很难得到恢复。特别是位于高山、峻岭且坡度较大的塔基，塔基开挖产生的弃土若不妥善处理容易造成水土流失和坡下植被破坏。同时，部分塔基位于耕地、园地，可能会给农业耕作、经济林栽植带来不便，对农作物和经济林生长产生不利影响，造成局部土地生产力的下降。

本项目线路铁塔分散分布，塔基占地不会明显减少兽类的生境面积，且塔基附近的临时占地在施工结束后逐渐进行复垦或植被恢复，可恢复其生境；塔基占地面积小，且铁塔之间档距较大，不会阻断兽类活动通道，对种群交流影响小，不会对兽类种群数量、分布特征及活动习性产生明显影响。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，故本项目对鸟类飞行的影响很小。

本项目建成投运后，线路产生的工频电场、工频磁场及噪声可能会影响当地植物

生长和野生动物活动。但结合区域内已投运的类似输变电工程来看，线路走廊附近的植被均能正常生长，也未出现工频电场、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。

线路建成后需要进行定期维护和故障维修，维护人员会对植被造成踩踏，也可能因设备刮划等原因，对植被造成不利影响。通常线路维护检查1个月左右进行1次，运行及维护人员的数量和负重都有限，对植被的破坏程度小，不会带来明显的持续不利影响；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。维护人员工作时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，对动物活动的影响极为有限。

3.6 设计阶段采取的环境保护措施

3.6.1 电磁环境保护措施

3.6.1.1 雅中换流站间隔扩建

(1) 换流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。

(2) 换流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。

3.6.1.2 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) 本项目线路与其他电力线路、公路、通讯线等设施交叉跨越时，严格按照《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》(GB50545-2010) 要求确保足够净空距离。

3.6.2 声环境保护措施

3.6.2.1 雅中换流站间隔扩建

(1) 本次扩建的 500kV 高压电抗器及中性小电抗位于站内预留位置。

(2) 本次扩建的高压电抗器、中性小电抗分别选择噪声声压级不超过 70dB(A) (距离设备 2m 处)、65dB(A) (距离设备 2m 处) 的设备。

(3) 每相高压电抗器之间均设置高度为 6.9m 的防火墙。

3.6.2.2 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,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。

3.6.3 水环境保护措施

3.6.3.1 雅中换流站间隔扩建

(1) 雅中换流站间隔扩建施工产生的生活污水和少量的场地、设备清洗水利用换流站初期工程已有的污水处理设施进行处理,并加强施工管理,防止无组织排放。

(2) 换流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埋地式污水处理装置处理后用作站区绿化,不外排。

3.6.3.2 输电线路

(1) 施工人员就近租用民房,生活污水利用当地已有的污水处理设施进行处理后用作农肥。

(2) 设置沉砂池将施工场地的施工废水集中收集,经过沉砂池处理后循环利用。

3.6.4 扬尘控制措施

(1) 在施工期间应对施工区域进行洒水降尘,在大风和干燥天气条件下应增加洒水次数。

(2) 施工开挖土方及施工材料应分开堆放在固定地点,并进行遮盖、洒水,材料运输车辆应进行封闭,施工结束后及时清理场地,并进行植被恢复,避免造成二次扬尘。

(3) 施工期间进出场地的车辆限制车速,场内道路及车辆进出道路应定时洒水,避免或减少产生扬尘。

3.6.5 固体废物控制措施

3.6.5.1 雅中换流站间隔扩建

(1) 施工过程中产生的生活垃圾利用初期工程设置的垃圾箱收集后由环卫部门定期清运、统一处理。

(2) 换流站扩建基础开挖产生的少量基槽余土和换流站初期工程统一处理,不对外弃土。

(3) 换流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, 生活垃圾利用初期工程设置的垃圾箱收集后由环卫部门定期清运、统一处理。

(4) 本次扩建高压电抗器事故时产生的事故油排入初期工程设置的 1 座 120m³ 高抗事故油池, 事故油经事故油池内油水分离后, 少量事故废油由有资质的单位处置, 不外排; 换流站检修时产生的含油棉、含油手套等含油废物量极少, 全过程不按危险废物管理, 使用站内生活垃圾桶收集后清运。

(5) 本次扩建不新增废蓄电池。

3.6.5.2 输电线路

(1) 施工前应做好施工机构及施工人员的环保培训, 明确要求施工过程中产生的建筑垃圾和生活垃圾应分别收集。

(2) 线路施工人员产生的生活垃圾经垃圾桶收集后由值守人员不定期清运至附近乡镇垃圾桶集中转运。

(3) 拆除线路的导线、塔材等可回收利用部分由建设单位回收处置, 混凝土等不可回收部分由建设单位运至当地政府指定的堆放点处置。

(4) 对位于平坦地形的塔基, 回填后剩余弃土堆放在塔座基面四周, 并进行平整、夯实; 当铁塔四周为陡坡时, 降底基面与基坑开挖的土石方无法就地堆稳时, 选择塔基附近凹地进行堆放, 堆放后需进行平整, 并撒播草籽进行植被恢复。

3.6.6 生态环境保护措施

(1) 线路已避让自然保护区、风景名胜区、森林公园等环境敏感区, 根据木里县生态环境局核实, 线路无法避让董家沟、阿家士沟饮用水水源保护区, 需穿越二级保护区陆域, 通过尽量缩短穿越二级保护区的长度、减少保护区内塔基数量及占地、优化基础型式、优化施工工艺、减小植被破坏、加强施工管理等减缓措施, 采取植被恢复等补偿措施, 能最大限度地保持集雨范围的水源涵养功能; 根据《四川省生态保护红线方案》(川府发〔2018〕24 号) 及其附件核实, 线路无法避让生态保护红线, 通过采取尽量缩短穿越生态保护红线长度、减少生态保护红线内塔基数量及占地、优化基础型式、优化施工工艺、减小植被破坏、加强水土保持等减缓措施, 采取植被恢复等补偿措施, 对生态保护红线的影响较小, 本项目对生态保护红线的影响能够得到有效控制。

(2) 线路路径选择时充分听取当地环保部门的意见, 优化设计, 尽可能减少工

程产生的生态环境影响。

(3) 线路路径尽量避让集中林区，对不能避让的林木密集段线路采取适当增加铁塔高度的方式，减少树木砍伐量。

(4) 铁塔设计时采用全方位高低腿铁塔和高低基础配合使用，采用掏挖基础、人工挖孔基础等优化设计，尽可能减少塔基占地面积，尤其是要少占耕地和园地。

(5) 合理组织施工，尽量减少施工临时占地，通过加强施工管理，严控施工范围；采取表土剥离、塔基开挖面及时平整、临时排水沟、临时拦挡、临时遮盖等措施，尽量减少水土流失；施工完成后对扰动面进行恢复，及时采取植被恢复措施，对破坏的部分按规定进行补偿。

(6) 对拆除的线路塔基占地处进行植被恢复。

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

雅中±800kV 换流站位于四川省凉山州盐源县下海乡；线路位于四川省凉山州盐源县和木里县行政管辖范围内。

4.1.2 交通

雅中换流站间隔扩建利用换流站初期工程建设的进站道路和站内道路，本期无需扩建。线路沿线有 S216 省道、015 乡道及众多乡村道路，总体交通条件较好。

4.1.3 项目区域环境质量公报

根据《凉山州环境质量状况公告》（2019 年度），本项目所在的凉山州木里县和盐源县的环境空气质量综合指数分别为 1.76、1.89，SO₂、NO₂、PM₁₀、PM_{2.5} 等指标监测结果均满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准要求，属于环境空气质量达标区域。

根据《凉山州环境质量状况公告》（2019 年度），本项目所在区域地表水、县级集中式饮用水源、乡镇集中式水源的水质监测结果均满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类水域标准要求，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 雅中换流站间隔扩建

本次在换流站内扩建 2 组 500kV 高压电抗器及中性小电抗。换流站已按终期规模一次征地，本次扩建在换流站内预留场地上进行，不新增占地。雅中换流站所在区域地势较平坦。

4.2.1.2 输电线路

本项目线路沿线地貌类型复杂，呈现出典型的高山峡谷地貌，按地貌成因、形态可分为深切切割侵蚀构造高中山地貌、构造侵蚀深切切割圆缓状高中山地貌、构造侵蚀深切切割顶平坡陡高中山地貌、构造溶蚀石丘波地地形及构造剥蚀长垣状丘垄地形。线路所经区域海拔高度在 2000m~4200m 之间。

4.2.2 工程地质

4.2.2.1 雅中换流站间隔扩建

换流站本次扩建场地地层上部为第四系冲洪积粉质粘土、粘土，下伏为粉质粘土、卵石互层。根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015），换流站所在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 0.20g，对应的抗震设防烈度为Ⅷ度。

4.2.2.2 输电线路

本项目线路从区域上位于青藏块体与华南块体的交汇部位，区域地质构造复杂，褶皱尤其断裂构造发育，其主要的构造带有南北向构造带、新华夏系、北北西向构造带和博瓦弧形构造带以及盐源山字型构造。线路区域属北北西向构造带的西带，由三条近似平行的走向北 10°~15°西的压性高角度逆断层和向斜组成，伴随有一系列走向北北西的褶皱群及近东西向的横断层。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），杨房沟水电站开关站至木里县城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 0.15g，对应的抗震设防烈度为Ⅶ度；木里县城至雅中换流站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 0.20g，对应的抗震设防烈度为Ⅷ度。

4.2.3 气象条件

凉山州木里县和盐源县属于暖温带半湿润季风型气候区，具有冷热两季交替、干湿两季分明，年温差小、日温差大、辐射强烈，无明显四季区分，立体气候突出等特点。本工程所在区域气象站多年平均气象特征值见表4-1。

表4-1 本工程所在区域气象站气象特征值表

项 目	木里气象站	盐源气象站
平均气温（℃）	11.5	12.1
极端最高气温（℃）	34.1	30.7
极端最低气温（℃）	-10.6	-11.3
平均相对湿度（%）	70	60
年平均降雨量（mm）	1480.5	838
多年平均风速（m/s）	1.5	2.6
多年最大风速（m/s）	15.3	38.5
年平均雷暴日（d）	46.4	85.2
多年平均日照时数（h）	2165.9	2590

4.2.4 水文特征

4.2.4.1 雅中换流站间隔扩建

换流站本次间隔扩建在站内预留场地上进行，不新增占地，换流站初期工程建设时已经考虑站外排洪等问题。站址所在区域为浅丘台地，海拔高度在 2444m~2475m 之间，地势较高，不受附近河流百年一遇洪水位影响。

4.2.4.2 输电线路

根据设计资料及现场踏勘，本项目线路需跨越通航的雅砻江、小金河各 1 次，跨越不通航的鸭咀河、鲁珠沟、徐家河各 1 次，跨越其他小型河沟 7 次。线路跨越的主要地表水体功能情况见表 4-2。

表4-2 本项目线路跨越的主要地表水体功能情况

序号	地表水体名称	跨越地点	跨越处水面宽度	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
1	雅砻江	木里县麦地龙乡杨房沟水电站大坝上游侧	约 150m	51m	V 级航道	一档跨越，不在水中立塔	III类	通航、防洪、灌溉
2	小金河	木里县列瓦乡母猪坪	约 130m	117m	V 级航道		III类	通航、防洪、灌溉
3	鸭咀河	木里县白碉乡跑马坪	约 35m	83m	不通航		III类	防洪、灌溉
4	鲁珠沟	木里县博凹乡锄头湾村	约 25m	180m	不通航		II类	防洪、灌溉
5	徐家河	盐源县下海乡丁家屋基	约 20m	50m	不通航		III类	防洪、灌溉

根据四川省人民政府发布的《关于城镇集中式饮用水水源地保护区划定方案的通知》（川办函〔2010〕26 号）及其附件《四川省城镇集中式饮用水水源地保护区区划表》、凉山州人民政府发布的《关于撤销、调整、划定乡镇集中式饮用水源保护区的批复》（凉府函〔2019〕23 号）及其附件《凉山州 496 个乡镇集中式饮用水源保护区划分表》、凉府〔2018〕29 号文及《凉山州木里县董家沟、阿家士沟集中式饮用水水源地保护区调整划分技术报告》等资料核实，本项目线路跨越地表水体处均不涉及饮用水源保护区、珍稀鱼类保护区等环境敏感区，也无取水口等水利设施；但在木里县乔瓦镇董家沟附近分布有木里县董家沟、阿家士沟饮用水源保护区，包含董家沟、阿家士沟两个水源地，其中董家沟水源地的取水口坐标为东经 101°15'38.25"、北纬 28°00'3.04"，阿家士沟水源地的取水口坐标为东经 101°15'18.26"、北纬 28°00'16.35"，划定的一级保护区范围为取水口下游 100m 至取水口上游 1000m，5 年一遇洪水所能淹没的水域范围和一级保护区水域边界沿两岸水平纵深 50m 的陆域范围，二级保护

区范围为董家沟、阿家士沟沟口以上全部集雨范围内，除一级保护区外的全部水域、陆域范围（详见表 7-3），未划定准保护区；本项目线路拟穿越董家沟、阿家士沟饮用水源保护区二级保护区的陆域，穿越总长度约 0.73km，但不涉及水域，仅有 2 基铁塔位于董家沟水源地二级保护区的陆域范围内，永久占地面积约 0.05hm²，线路距董家沟、阿家士水源地取水口最近分别约 3.4km、3.9km，陆域范围内塔基距保护区水域边界最近约 3km，保护区外塔基距保护区边界最近分别约 0.45km（东北侧）、0.08km（西南侧），详见附图 11。

本项目线路跨越地表水体处均利用河岸地势高处立塔，采取一档跨越，不在水中立塔。线路跨越雅砻江、小金河处导线至水面垂直距离分别不低于 51m、117m，导线至河面 5 年一遇最高洪水位垂直距离不低于 9.5m，至最高航行水位的最高船桅顶垂直距离不低于 6m，满足《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》（GB50545-2010）中导线至 5 年一遇洪水位垂直距离不低于 9.5m、导线至最高航行水位的最高船桅顶垂直距离不低于 6m 的要求，线路建设不会影响雅砻江、小金河水体的现有功能；线路跨越鸭咀河、鲁珠沟、徐家河等不通航河流时，导线至水面垂直距离分别不低于 83m、180m、50m，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，线路建设不会影响鸭咀河、鲁珠沟、徐家河等不通航河流的现有功能。

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和河流水，本项目施工范围内不涉及董家沟、阿家士沟饮用水源保护区一级保护区的水域、陆域和二级保护区的水域，仅会涉及二级保护区的陆域，通过尽量减少穿越二级保护区的塔基数量，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，避免在水源地的集雨范围内造成污染，施工期不会影响水源地水环境质量和水域功能，不影响周围居民的用水现状。

4.3 土地利用现状

换流站本次间隔扩建在站内预留场地上进行，不新增占地；本项目线路位于四川省凉山州木里县和盐源县行政管辖范围内，行政区域内土地利用现状详见表 4-3。

表4-3 本项目线路所经行政区域的土地利用现状表

土地利用类型	木里县		盐源县		面积小计 (km ²)	本项目占地所占比例 (%)
	面积 (km ²)	比例 (%)	面积 (km ²)	比例 (%)		
耕地	605.58	4.57	1453.80	17.37	2059.38	0.019
林地	8899.09	67.15	4789.77	57.22	13688.86	0.16
草地	27.88	27.88	2040.08	24.37	2067.96	0.34
工矿仓储用地和住宅用地	3.41	0.03	37.73	0.45	41.14	3.65
水域及水利设施用地	14.68	0.11	48.23	0.58	62.91	—
其他土地	35.09	0.26	1.26	0.015	36.35	1.35
土地总面积	9585.73	100	8370.88	100	17956.61	0.17

由表 4-3 可知, 木里县和盐源县行政区域内土地利用类型以林地、草地为主, 本项目线路占用各类型的土地面积比例较小。

4.4 环境现状监测

4.4.1 现状监测点布置及合理性分析

根据现场调查, 雅中换流站初期工程及杨房沟水电站开关站正在施工。本项目线路所经区域除既有线路 (220kV 卡杨线、220kV 朗杨线、220kV 跑烟线、220kV 湾盐线、110kV 盐乔线、锄头湾 110kV 变电站) 外, 无其它电磁环境影响源和噪声源存在。按照《环境影响评价技术导则 输变电工程》(HJ 24-2014) 中换流站、开关站、输电线路及保护目标处监测布点及监测要求, 本次在雅中换流站、杨房沟水电站开关站、线路典型线位 (与既有线路交叉跨越处既有线路边导线附近) 及代表性保护目标处设置监测点, 详见表 4-4, 具体点位详见附图 2、附图 3。

表4-4 本项目现状监测点布置情况一览表

监测点编号	监测点位置	备注
1☆	雅中换流站站址中央 ^①	——
2☆	雅中换流站东侧站界 ^①	±800kV 直流出线侧
3☆	雅中换流站南侧站界 ^①	——
4☆	雅中换流站西侧站界 ^①	500kV 出线侧
5☆	雅中换流站北侧站界 ^①	500kV 出线侧
6☆	凉山州盐源县下海乡龚家沟村杨强民住宅旁 ^①	换流站站西北侧环境保护目标 (噪声)
7☆	凉山州盐源县下海乡滑泥村李家寿住宅旁 ^①	换流站站东北侧环境保护目标 (噪声)
8☆	凉山州盐源县下海乡泥村冉全住宅旁 ^①	换流站站东南侧环境保护目标 (噪声)
9☆	杨房沟水电站开关站站址处	——
10☆	既有 220kV 朗杨线与新建线路交叉点最大值处	交叉跨越处
11☆	木里县雅砻江镇尼波村鲁让次尔住宅旁	环境保护目标
12☆	木里县卡拉乡田镇村吴有才住宅旁	环境保护目标
13☆	既有 220kV 卡杨线与新建线路交叉点最大值处	交叉跨越处
14☆	木里县卡拉乡玛瑙村何伍基次尔住宅旁	环境保护目标
15☆	既有 220kV 跑烟线与新建线路交叉点最大值处	交叉跨越处
16☆	木里县乔瓦镇锄头湾村杨克诺住宅旁	环境保护目标

17☆	木里县乔瓦镇娃日瓦村刘长发住宅旁	环境保护目标
18☆	木里县列瓦乡洼下村陈日哈住宅旁	环境保护目标
19☆	既有 110kV 盐乔线与新建线路交叉点最大值处	交叉跨越处
20☆	木里县下麦地乡上麦地村毛瓦史住宅旁	环境保护目标
21☆	盐源县棉桠乡绵垭村王阿卡住宅旁	环境保护目标
22☆	既有 220kV 湾盐线与新建线路交叉点最大值处	交叉跨越处
23☆	盐源县下海乡上海村代正碧住宅旁	环境保护目标

注：⑨—引自《雅中-江西±800kV 特高压直流输电工程环境影响报告书》检测报告(编号 CEPRI-DC1(JC)-2018-046)。

4.4.1.1 雅中±800kV 换流站

根据现场核实，雅中换流站初期工程正在施工，站址处的电磁环境和声环境现状及站外环境保护目标分布情况均与初期工程环评阶段相同，根据初期工程环评阶段换流站站址处的现状监测点布置情况，分别在站址中央、东侧、南侧、西侧、北侧各布设了 1 个电磁环境和声环境监测点，在站外声环境保护目标各布设了 1 个声环境监测点，见表 4-4，本次引用初期工程环评阶段的监测结果，能反映换流站站址处及站外环境保护目标处的环境现状，监测点布置合理，具有代表性。

4.4.1.2 杨房沟水电站开关站

表 4-4 中，9☆监测点布置在杨房沟水电站开关站站址处，区域内无既有电磁环境影响源，能反映开关站站址及 500kV 出线侧的电磁环境现状。

4.4.1.3 典型线位监测点的代表性分析

从表 4-4 中可知，10☆、13☆、15☆、19☆、22☆分别布置在既有 220kV 朗杨线、220kV 卡杨线、220kV 跑烟线、110kV 盐乔线、220kV 湾盐线与新建线路交叉点处导线对地最低位置边导线附近，监测其最大值，现场踏勘期间除了 220kV 朗杨线处于热备用状态外，其余线路均处于正常运行状态；根据输电线路电磁环境理论，对外环境状况相似、电压等级、排列方式、导线型号及分裂方式相同的导线，导线对地高度越低，产生的电磁环境影响和噪声略大，故上述监测数据能反映区域及与本项目线路交叉、并行处、本次改迁段既有线路处的环境影响状况，其监测点代表性分析见表 4-5、表 4-6。监测期间既有线路的运行工况详见表 4-7。

表4-5 项目区域既有线路监测点位置及代表性一览表

监测点	监测点名称	监测点位置	代表的与本项目线路交叉/并行的既有线路	既有线路架设特性	代表性分析
10☆	既有 220kV 朗杨线与新建线路交叉点最大值处	既有 220kV 朗杨线与新建线路交叉点导线对地最低位置边导线附近，监测其最大值。	220kV 朗杨线	220kV 朗杨线：单回三角排列，导线单分裂，与新建线路交叉处导线对地最低高度约 18m。	监测点能反映 220kV 朗杨线与新建线路交叉处的环境现状。
13☆	既有 220kV 卡杨线与新建线路交叉点最大值处	既有 220kV 卡杨线与新建线路交叉点导线对地最低位置边导线附近，监测其最大值。	220kV 卡杨线	220kV 卡杨线：单回三角排列，导线单分裂，与新建线路交叉处导线对地最低高度分别约 14m（本次监测位置）、18m，与新建线路并行处导线对地最低高度约 18m，本次改迁段导线对地最低高度约 14m。	监测点能反映 220kV 卡杨线与新建线路交叉、并行处及本次改迁段的环境现状。
15☆	既有 220kV 跑烟线与新建线路交叉点最大值处	既有 220kV 跑烟线与新建线路交叉点导线对地最低位置边导线附近，监测其最大值。	220kV 跑烟线	220kV 跑烟线：单回三角排列，导线单分裂，与新建线路交叉处导线对地最低高度约 24m。	监测点能反映 220kV 跑烟线与新建线路交叉处的环境现状。

表4-6 项目区域既有线路监测点位置及代表性一览表

监测点	监测点名称	监测点位置	代表的与本项目线路交叉/并行的既有线路	既有线路架设特性	代表性分析
19☆	既有 110kV 盐乔线与新建线路交叉点最大值处	既有 110kV 盐乔线与新建线路交叉点导线对地最低位置边导线附近，监测其最大值。	110kV 盐乔线	110kV 盐乔线：单回三角排列，导线单分裂，与新建线路交叉处导线对地最低高度约 60m。	监测点能反映 110kV 盐乔线与新建线路交叉处的环境现状。
22☆	既有 220kV 湾盐线与新建线路交叉点最大值处	既有 220kV 湾盐线与新建线路交叉点导线对地最低位置边导线附近，监测其最大值。	220kV 湾盐线	220kV 湾盐线：单回三角排列，导线双分裂，与新建线路交叉处导线对地最低高度约 35m。	监测点能反映 220kV 湾盐线与新建线路交叉处的环境现状。

表4-7 监测期间既有线路运行工况

名称	运行工况			
	电压（kV）	电流（A）	有功功率（MW）	无功功率（Mvar）
220kV 卡杨线	230.23	24	-3.7	-8.8
220kV 朗杨线	230.30	0	0	0
220kV 跑烟线	231	283	112.3	-20.55
220kV 湾盐线	220.77	95.94	37.03	-9.71
110kV 盐乔线	114.72	2.68	8.08	41.84

注：本次现场踏勘期间 220kV 朗杨线处于热备用状态。

4.4.1.4 代表性环境保护目标处监测代表性分析

从表 4-4 中可知, 11☆、12☆、14☆、16☆、17☆、18☆、20☆、21☆、23☆ 监测点分别布置在 4#、6#、8#、11#、15#、20#、22#、26#、30# 环境保护目标处, 各监测点代表性及其与各环境保护目标关系见表 4-8, 表中监测点能够反映本项目所有环境保护目标现状, 监测点布置合理, 具有代表性。

表4-8 各监测点代表性及其与各环境保护目标关系

监测点	监测点位置	代表的环境保护目标及其区域	环境状况	代表性分析
11☆	木里县雅砻江镇尼波村鲁让次尔住宅旁	4#	4# 保护目标位于农村环境, 区域无其他电磁环境和声环境影响源。	监测点布置在 4# 保护目标处, 能反映 4# 保护目标处及线路所经区域的环境现状。
12☆	木里县卡拉乡田镇村吴有才住宅旁	5#、6#	5#、6# 保护目标均位于农村环境, 且位于同一环境区域, 地形地貌、地质条件相似, 区域均无其他电磁环境和声环境影响源。	监测点布置在 6# 保护目标处, 能反映 5#、6# 保护目标处及线路所经区域的环境现状。
14☆	木里县卡拉乡玛瑙村何伍基次尔住宅旁	7#、8#、9#	7#、8#、9# 保护目标均位于农村环境, 且位于同一环境区域, 地形地貌、地质条件相似, 区域均无其他电磁环境和声环境影响源。	监测点布置在 8# 保护目标处, 能反映 7#、8#、9# 保护目标处及线路所经区域的环境现状。
16☆	木里县乔瓦镇锄头湾村杨克诺住宅旁	11#	11# 保护目标位于农村环境, 声环境受锄头湾 110kV 变电站影响, 除此之外, 区域无其他电磁环境和声环境影响源。	监测点布置在 11# 保护目标距锄头湾变电站最近处, 噪声受锄头湾变电站影响, 现状监测值能反映 11# 保护目标处的环境现状。
17☆	木里县乔瓦镇娃日瓦村刘长发住宅旁	10#、12#、13#、14#、15#、16#、17#、18#、19#	10#、12#、13#、14#、15#、16#、17#、18#、19# 保护目标均位于农村环境, 且位于同一环境区域, 地形地貌、地质条件相似, 区域均无其他电磁环境和声环境影响源。	监测点布置在 15# 保护目标处, 能反映 10#、12#、13#、14#、15#、16#、17#、18#、19# 保护目标处及线路所经区域的环境现状。
18☆	木里县列瓦乡洼下村陈日哈住宅旁	20#、21#	20#、21# 保护目标均位于农村环境, 且位于同一环境区域, 地形地貌、地质条件相似, 区域均无其他电磁环境和声环境影响源。	监测点布置在 20# 保护目标处, 能反映 20#、21# 保护目标处及线路所经区域的环境现状。
20☆	木里县下麦地乡上麦地村毛瓦史住宅旁	22#、23#、24#、25#	22#、23#、24#、25# 保护目标均位于农村环境, 且位于同一环境区域, 地形地貌、地质条件相似, 区域均无其他电磁环境和声环境影响源。	监测点布置在 22# 保护目标处, 能反映 22#、23#、24#、25# 保护目标处及线路所经区域的环境现状。
21☆	盐源县棉桠乡绵垭村王阿卡住宅旁	26#、27#、28#	26#、27#、28# 保护目标均位于农村环境, 且位于同一环境区域, 地形地貌、地质条件相似, 区域均无其他电磁环境和声环	监测点布置在 26# 保护目标处, 能反映 26#、27#、28# 保护目标处及线路所经区域的环境现状。

监测点	监测点位置	代表的环境保护目标及其区域	环境状况	代表性分析
			境影响源。	
23☆	盐源县下海乡上海村代正碧住宅旁	29#、30#、31#	29#、30#、31#保护目标均位于农村环境，且位于同一环境区域，地形地貌、地质条件相似，区域均无其他电磁环境和声环境影响源。	监测点布置在 30#保护目标处，能反映 29#、30#、31#保护目标处及线路所经区域的环境现状。

4.4.2 电磁环境现状监测

4.4.2.1 监测因子与监测频次

(1) 监测因子

雅中±800kV 换流站：合成电场、工频电场、工频磁场

输电线路：工频电场、工频磁场

(2) 监测频次

各监测点位监测 1 次。

4.4.2.2 监测方法及监测仪器

2020 年 3 月 6 日~3 月 15 日，成都同洲科技有限责任公司对本项目杨房沟水电站开关站和输电线路所在区域的电磁环境现状进行了监测。具体监测方法和仪器见表 4-9。

表4-9 本项目电磁环境现状监测项目、方法、仪器

监测项目	监测方法	监测仪器	检出限	校准/检定证书号	校准/检定有效期	校准/检定单位	监测单位
地面 1.5 m 高度处的工频电场、工频磁场	《辐射环境保护管理导则电磁辐射仪器监测和方法》HJ/T10.2-1996、《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》HJ 681-2013	HI-3604 工频场强仪 编号：SB05	工频电场：1) 测量范围：1.0V/m~200kV/m；2) 不确定度：U=0.8dB (k=2)； 工频磁场：1) 测量范围：10.0nT~2mT；2) 不确定度：U _{rel} =2.0% (k=2)	工频电场：校准字第 201908009246 号 工频磁场：校准字第 201909000155 号	工频电场：2019-08-30 至 2020-08-29 工频磁场：2019-09-02 至 2020-09-01	中国测试技术研究院	成都同洲科技有限责任公司

4.4.2.3 监测期间自然环境条件

监测期间区域自然环境条件见表 4-10。

表4-10 监测期间区域自然环境条件

监测单位	天气	温度 (°C)	湿度 (RH%)	风速 (m/s)
成都同洲科技有限责任公司	晴	5.4 ~ 20.3	57 ~ 63	0.1~1.5

4.4.2.4 监测结果

雅中换流站站址处地面合成电场强度最大值在 0.06~0.10kV/m 之间，满足不超过

30kV/m 的要求。

雅中换流站站址离地 1.5m 处的电场强度现状值在 1.1V/m~1.6V/m 之间,杨房沟水电站开关站站址处离地 1.5m 处的电场强度现状值为 0.6V/m,既有线路离地 1.5m 处的电场强度现状值在 1.2V/m~1516.7 V/m 之间,线路环境保护目标离地 1.5m 处的电场强度现状值在 0.8V/m~29.6V/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;雅中换流站站址离地 1.5m 处的磁感应强度现状值在 0.010 μ T~0.011 μ T 之间,杨房沟水电站开关站站址处离地 1.5m 处的磁感应强度现状值为 0.012 μ T,既有线路离地 1.5m 处的磁感应强度现状值在 0.011 μ T~0.217 μ T 之间,线路环境保护目标离地 1.5m 处的磁感应强度现状值在 0.010 μ T~0.017 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。

4.4.3 声环境现状监测

4.4.3.1 监测因子与监测频次

等效连续 A 声级 (Leq, dB(A)), 昼、夜各监测一次。

4.4.3.2 监测方法及监测仪器

2020 年 3 月 6 日~3 月 15 日,成都同洲科技有限责任公司对本项目输电线路所在区域的声环境现状进行了监测。具体监测方法和仪器见表 4-11,监测由专业人员完成。

表4-11 输电线路声环境质量监测方法和仪器

监测项目	监测方法	监测仪器	检出限	校准/检定证书号	校准/检定有效期	校准/检定单位
噪声	《声环境质量标准》(GB3096-2008)	AWA6228 多功能声级计 编号: SB07	测量范围: (30-120) dB (A)	检定字第 201908001707 号	2019-08-13 至: 2020-08-12	中国测试技术研究院
		AWA6221B 声校准器 编号: SB17	/	检定字第 201908001280 号	2019-08-09 至: 2020-08-08	

4.4.3.3 监测期间自然环境条件

同电磁环境现状监测期间自然环境条件, 见表 4-13。

4.4.3.4 监测结果

雅中换流站站址处昼间等效连续 A 声级在 34dB (A) ~36dB (A) 之间, 夜间等效连续 A 声级为 33dB(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)); 换流站外保护目标处 (1#~3#保护目标) 昼间等效连续 A 声级在 35dB (A) ~36dB (A) 之间, 夜间等效连续 A 声级在 33dB (A) ~34dB (A) 之间, 既有线路离地 1.2m 处的昼间噪声在 42dB (A) ~51dB (A)

之间，夜间噪声在 36dB (A)~43dB (A) 之间，线路 4#~15#、17#、19#~31#保护目标处昼间等效连续 A 声级在 42dB (A)~46dB (A) 之间，夜间等效连续 A 声级在 39dB (A)~41dB (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))；线路 11#(16☆)、20#(18☆)保护目标处昼间等效连续 A 声级为 42dB (A)，夜间等效连续 A 声级在 39dB (A)~40dB (A) 之间，均满足《声环境质量标准》(GB3096-2008) 4a 类标准要求(昼 70dB (A)、夜 55dB (A))。

4.5 生态环境

本项目生态环境现状调查详见本报告书第 7 章生态评价专章。

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，本项目所在区域属木里山原植被小区，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。自然植被主要为针叶林、针阔叶混交林、阔叶林、灌丛、稀树草丛和草甸，代表性物种有云南松、高山松、长苞冷杉、白桦、矮高山栎、川滇高山栎、帽斗栎、戟叶酸模、金花小檗、高山杜鹃、对节刺、白刺花、羊茅、黄背草等；栽培植被主要为作物和经济林木，代表性物种有玉米、小麦、马铃薯、荞麦、油菜、胡豆、萝卜等作物和苹果树、梨树、核桃树、油桐树等经济林木。**现场踏勘期间，根据《国家重点保护野生植物名录（第一批）》核实，在调查区域内未发现珍稀濒危及国家重点保护的野生植物和古树名木，**但根据《木里县志》、《盐源县志》、《四川植被》等资料核实，在木里县雅砻江镇尼波村、乔瓦镇锄头湾村、簸箕箩村等地可能分布有松口蘑（松茸）和虫草（冬虫夏草）等国家重点保护的野生植物。

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，本项目调查区域主要为农村环境，评价区动物分布有兽类、鸟类、爬行类、两栖类和鱼类，均为当地常见的野生动物。**在现场踏勘期间，依据《国家重点保护野生动物名录》、《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，本项目调查区域内未发现珍稀濒危及国家和四川省重点保护的野生动物，未发现重点保护野生动物栖息地及鸟类迁徙通道，**但根据《木里县志》、《盐源县志》、《四川省雅砻江杨房沟水电站环境影响报告书》等资料核实，在雅砻江镇、卡拉乡的雅砻江流域可能分布有四川裂腹鱼、齐口裂腹鱼、长丝裂腹鱼、贝氏高原鳅、青石爬

鲃等四川省重点保护及珍稀、特有鱼类。

4.5.3 生态环境敏感区

根据生态环境部网站上公布的《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）、四川省人民
政府发布的《关于城镇集中式饮用水水源地保护区划定方案的通知》（川办函〔2010〕
26 号）及其附件《四川省城镇集中式饮用水水源地保护区区划表》、凉山州人民政府
发布的《关于撤销、调整、划定乡镇集中式饮用水源保护区的批复》（凉府函〔2019〕
23 号）及其附件《凉山州 496 个乡镇集中式饮用水源保护区划分表》、凉府〔2018〕
29 号文及《凉山州木里县董家沟、阿家士沟集中式饮用水水源地保护区调整划分技术
报告》等资料，以及咨询当地旅游、林业、规划等主管部门，**本工程生态环境调查范
围内无自然保护区、风景名胜区、森林公园、世界文化和自然遗产地等环境敏感点，
也不涉及文物保护单位等敏感点，但本项目线路需穿越木里县董家沟、阿家士沟饮用
水水源保护区**，见表 4-12，详见本报告书第 7 章生态评价专章。

根据四川省人民政府公布的《关于印发四川省生态保护红线方案的通知》（川府
发〔2018〕24 号）及其附件，同时向木里和盐源生态环境局核实，本工程雅中换流
站均不涉及生态保护红线，输电线路将穿越生态保护红线，本项目涉及生态保护红线
的具体情况见表 4-13，详见本报告书第 7 章生态评价专章。

表4-12 本项目生态环境调查范围内的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	主要保护对象	主管部门	建立时间	与本项目位置关系
1	木里县董家沟、阿家士沟饮用水水源保护区	县级	饮用水源	木里生态环境局	2018	本项目线路单回段穿越饮用水水源保护区二级保护区，穿越总长度约 0.73km，不涉及水域，需在二级保护区的陆域范围内新建 2 基铁塔，永久占地面积约 0.05hm ² ，陆域范围内塔基距保护区水域边界最近约 3km，保护区外塔基距保护区边界最近分别约 0.45km（东北侧）、0.08km（西南侧），见附图 11。

表4-13 本项目所在区域生态保护红线一览表

编号	生态保护红线类型	行政区域	生态红线保护重点	与本项目位置关系
1	锦屏山水源涵养—水土保持生态保护红线	木里县、盐源县	保护森林及草原植被，维护森林等自然生态系统的水源涵养；加强高山峡谷区地质灾害防治和水土流失治理；加强	根据木里县自然资源局和盐源生态环境局核实，本项目线路穿越该类生态保护红线长度约 2×55km（木里县 2×54.55km，盐源县 2×0.45km），涉及铁塔 113 基（木里县 113 基，盐源县不

		雅砻江及其支流水生生态系统保护。	涉及), 永久占地面积约 2.52hm ² , 见附图 10。
--	--	------------------	--

4.5.4 水土流失现状

4.5.4.1 项目区水土流失防治分区

根据《全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果》(办水保〔2013〕188号), 本工程所在凉山州木里县和盐源县均不属于国家级水土流失重点预防和重点治理区; 但根据四川省水利厅发布的《关于印发<四川省省级水土流失重点预防区和重点治理区划分成果>的通知》(川水函〔2017〕482号), 木里县属于划定的省级重点预防区, 盐源县属于划定的省级重点治理区。

4.5.4.2 项目区水土流失现状

根据《杨房沟水电站 500 千伏送出工程水土保持方案报告书》, 本项目所在区域属西南土石山区, 容许土壤流失量为 500t/km²·a。工程所在区域木里县和盐源县水土流失状况见表 4-14。

表4-14 工程所经区域水土流失现状

侵蚀强度分级	木里县		盐源县	
	面积 (km ²)	占侵蚀总面积比例 (%)	面积 (km ²)	占侵蚀总面积比例 (%)
微度水力侵蚀	6938.75	52.36	672.77	40.35
轻度水力侵蚀	320.55	19.02	183.12	10.93
中度水力侵蚀	341.96	20.29	250.51	15.02
强烈水力侵蚀	178.14	10.57	440.78	26.5
极强烈水力侵蚀	67.2	3.99	109.32	6.59
剧烈水力侵蚀	10.67	1.39	10.41	0.62

根据本工程所在区域土壤侵蚀图及水土保持方案报告书分析结论, 本工程所经区域以轻度和中度水力侵蚀为主, 沿线土壤侵蚀模数为 300~3750t/(km²·a), 平均土壤侵蚀模数为 2564t/(km²·a), 平均背景土壤侵蚀强度为中度。

4.5.4.3 值得借鉴的经验

本工程所在区域已有多条输电线路工程, 如 220kV 卡杨线、220kV 朗杨线等。根据咨询及现场踏勘了解, 上述工程在施工过程中已采取有效的水土保持措施, 其经验值得本工程借鉴。

工程基础开挖前将剥离的表土置于土袋中堆放在塔基周围, 若施工期过雨季则需以密目网遮盖, 减小降雨对临时堆土的冲刷; 对处于一定坡度上的塔基, 在其上坡面开挖截水沟、排水沟, 在塔基下方砌筑护坡, 采用高低腿铁塔, 减少土石方开挖量等工程防护措施, 可有效地防治新增水土流失。

施工过程中，对位于平坦地形的塔基，回填后剩余土方堆放在铁塔下方夯实，土方的堆放高度不得超过塔基保护帽，以保证塔基的安全稳定性，减少塔基堆土的水土流失；对位于边坡的塔基，根据各个塔基的地形地貌情况，将回填后剩余少量土方运至塔基附近的凹地进行堆放，并采用密目网进行遮盖和压脚，施工结束后撒播草籽进行植被恢复，以减小水土流失。

施工完毕后，对塔基下方区域采用撒播草籽进行绿化，绿化的草籽选择工程区适宜生长的当地草种，提高绿化植被覆盖率；对塔基临时占地区进行迹地恢复，对占用的林地种植当地适生灌木、草种进行植被恢复，对有条件复耕的区域进行土地整治后复耕，不能复耕的进行绿化。

上述水土保持措施相当程度上减轻了工程建设引起的水土流失，其经验值得本工程借鉴。

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，主要的环境影响是水土流失。

表5-1 本项目施工期主要环境影响识别

环境识别	雅中换流站间隔扩建	输电线路
声环境	施工噪声	施工噪声
大气环境	施工扬尘	施工扬尘
水环境	施工废污水	施工废污水
生态环境	不涉及	水土流失、植被、动物
固体废物	生活垃圾	生活垃圾、拆除固体废物

5.1 声环境影响分析

5.1.1 雅中换流站间隔扩建

换流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》（HJ2.4-2009）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 2 组高抗及中性小电抗，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。换流站扩建施工噪声随距施工机具距离变化的预测值见表 5-2。

表5-2 换流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)	1	3.2	5	10	15	17.8	20	40	80	100	200
施工噪声	80.0	70.0	66.0	60.0	56.5	55.0	54.0	48.0	41.9	40.0	34.0

由表 5-2 可知，施工阶段在昼间距施工机具 3.2m、在夜间距施工机具 17.8m 以外均满足《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。根据本项目施工特点，施工机具主要集中在本次扩建的高抗位置，从换流站总平面布置图（附图 2）可知，高抗位置距站界最近距离为 2.5m，即本次扩

建施工昼间、夜间噪声均不满足《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，但换流站已修建了围墙，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。同时本次扩建侧无环境保护目标分布，故本次扩建施工噪声对站外保护目标无影响。

为进一步降低本次施工噪声影响，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尽可能使用低噪声施工机具，加强施工设备维护；③尽量避免多种噪声源机具同时使用；④合理安排施工时间，避免夜间施工。通过采取上述措施后，能最大限度地减少施工噪声的影响，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。

5.1.2 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。

5.2 大气环境影响分析

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。雅中换流站间隔扩建仅涉及少量基础施工和设备安装，产生的扬尘量很小；线路施工期的扬尘主要来源于铁塔基础开挖、房屋拆除、施工材料和垃圾运输，线路塔基及房屋拆除处位置分散，各施工位置产生的扬尘量很小。

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）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）、《凉山州大气环境质量持续改善规划》（州政府办 2018 年 7 月 16 日发布）等相关要求，加强施工工地扬尘管控，严格落实“六必须、六不准”管控要求，落实围挡、喷淋、物料覆盖、车辆冲洗、路面硬化和拆迁湿法作业六个百分百，包括：

①合理组织施工，尽量避免扬尘二次污染；

②换流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、渣土等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；

- ⑤运输车辆应限制车速，进出施工场地应进行车轮冲洗；
- ⑥对施工区域、道路进行洒水、清扫，遇到干旱和大风天气时增加洒水降尘次数；
- ⑦易产生扬尘的钻孔、铣刨、切割、开挖、平整等施工作业时采取喷淋、喷雾等湿法降尘措施；
- ⑧换流站扩建施工结束后，进行土地平整并恢复碎石铺设；线路施工结束后及时清理场地，并进行植被恢复，避免造成二次扬尘。
- ⑨建设单位应在施工合同中确定扬尘污染防治目标及施工单位扬尘污染防治责任，施工作业人员上岗前，施工单位应组织以国家法律法规、技术规范、管理制度和操作规程为主要内容的扬尘防治入场教育培训和考核等；
- ⑩施工过程中，施工单位应落实施工环境管理责任人，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，施工期不会对区域大气环境产生明显影响。

5.3 水环境影响分析

5.3.1 雅中换流站间隔扩建

雅中换流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，其中场地、设备清洗水利用换流站初期工程施工设置的沉砂池处理后循环利用。施工人员生活污水产生量见表 5-3。

表5-3 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)
雅中换流站间隔扩建	30	3	2.4

雅中换流站间隔扩建施工产生的生活污水利用换流站初期工程施工设置的污水处理装置收集处理后用作站区绿化，不会对换流站所在区域的水环境产生影响。

5.3.2 输电线路

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砂池处理后循环利用。施工人员生活污水产生量见表 5-4。

表5-4 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	150	15	12

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，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。

根据设计资料及现场踏勘，本项目线路需跨越通航的雅砻江、小金河各 1 次，跨越不通航的鸭咀河、鲁珠沟、徐家河各 1 次，跨越其他小型河沟 7 次。线路跨越地表水体处均不涉及饮用水源保护区、珍稀鱼类保护区等生态敏感区，也无取水口等水利设施。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。

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和河流水，本项目施工范围内不涉及董家沟、阿家土沟饮用水源保护区一级保护区的水域、陆域和二级保护区的水域，仅穿越二级保护区的陆域，通过尽量减少穿越二级保护区的塔基数量，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，避免在水源地的集雨范围内造成污染，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。

5.4 固体废物影响分析

5.4.1 雅中换流站间隔扩建

雅中换流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和弃土，其中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)
雅中换流站间隔扩建	30	15

生活垃圾利用换流站初期工程设置的垃圾箱收集后由环卫部门定期清运、统一处理。换流站扩建基础开挖产生的少量基槽余土和换流站初期工程统一处理，不对外弃土。采取上述措施后，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、拆除固体废物。施工人员生活垃圾产生量见表 5-6。

表5-6 施工期间生活垃圾产生量

位 置	人数(人/天)	产生量(kg/d)
输电线路	150	75

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桶集中转运，对当地环境影响较小。

本工程需拆除原 220kV 卡杨线长度约 1.6km，拆除铁塔 2 基；需拆除房屋 15000m²。

拆除固体废物包括可回收利用部分和不可回收利用部分，其中，可回收利用部分如塔材、导线、金具等由建设单位回收处置，不可回收利用部分如建筑垃圾由建设单位负责运至当地政府指定的建筑垃圾场处置。

5.5 生态环境影响分析

本项目施工期对生态环境的影响分析详见本报告书第 7 章生态评价专章，此处仅进行简要概述。

5.5.1 水土流失影响

5.5.1.1 水土流失影响因素分析

本项目雅中换流站间隔扩建集中在站内进行，不涉及站外地表扰动和植被破坏，对站外水土流失无影响。

输电线路在塔基开挖、清理、平整等施工过程中将会对植被、原地表土壤结构造成不同程度的扰动和破坏，致使土层裸露，受降水及径流冲刷，容易造成新增水土流失；人抬道路在路面平整时会产生少量土石方挖填，引起水土流失；牵张场、索道站和跨越场施工等活动对地表的开挖、扰动和再塑，使表层植被受到破坏，失去固土保水的能力，造成新增水土流失；剥离表土的临时堆放，新的松散堆放体表层抗冲蚀能力弱，容易引起冲刷而造成水土流失。本项目线路永久占地及临时占地面积共计约 30.09hm²。

5.5.1.2 水土流失量预测

本项目共扰动原地表面积约为 30.09hm²，根据《杨房沟水电站 500 千伏送出工程水土保持方案报告书》，本项目区域土壤侵蚀类型主要为中度水力侵蚀，区域平均背景土壤侵蚀模数取 2564t/（km²·a）。根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）等标准规范的规定，本项目建设过程中扰动地表、破坏水保设施而可能产生的水土流失量采用侵蚀模数法进行预测。根据上述水土保持方案报告书预测结果，本项目建设产生的水土流失总量 6345t，新增水土流失量为 5784t，新增水土流失量占水土流失总量的 91.2%。

5.5.2 对植被的影响

本项目施工期对植被的影响详见本报告书第 7 章生态评价专章。

本项目雅中换流站间隔扩建在换流站内预留场地上进行，不新征地，施工活动集中在换流站围墙内，材料运输利用已建成的进站道路和站区道路，故换流站间隔扩建不会对站外植被造成不利影响。

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，如放线将导致植被践踏，灌木和乔木等物种枝条被折断、叶片脱落等。本项目永久占地面积和临时占地面积均很小，仅占生态评价区面积的 0.54‰和 1.21‰，本项目建设对评价区植被面积的改变极为微弱。线路路径尽量避让集中林区，施工期不进行施工通道砍伐，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，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，能逐步恢复其原有土地性质和生态功能。

5.5.3 对动物的影响

本项目施工期对动物的影响详见本报告书第 7 章生态评价专章。

本项目雅中换流站间隔扩建集中在站内进行，不涉及对站外动物的影响，本项目施工期对动物的影响主要包括线路建设对兽类、鸟类、两栖类、爬行类、鱼类的影响。

本项目评价区野生兽类如草兔、黄胸鼠、鼯鼠等，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，但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。

5.5.4 对木里县董家沟、阿家士沟饮用水水源保护区的影响

本项目线路仅穿越饮用水水源保护区二级保护区的陆域，不涉及水域，仅有 2 基铁塔位于二级保护区陆域范围内，永久占地面积约 0.05hm²，占地面积较小；水源保护区范围内塔基施工时，通过优化施工工艺，减少塔基临时占地面积和土石方开挖量，减少植被破坏和土地扰动；施工期通过加强施工管理，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砂池处理后循环利用；施工人员就近租用当地现有民房，产生的生活污水利用附近居民既有设施收集后用作农肥，不直接排入天然水体；施工人员产生的生活垃圾经垃圾桶收集后清运至附近乡镇垃圾

桶集中转运；塔基开挖产生的少量弃土运至水源保护区外的凹地进行堆放，平整后进行植被恢复；施工结束后及时清理现场，避免残留污染物在水源地的集雨范围内造成污染；同时严格限制施工活动范围，禁止施工人员进入保护区的水域范围，禁止施工废水、生活污水、生活垃圾、弃土等排入水体。水源保护区外塔基施工时，限制施工活动范围，禁止随意进入水源保护区范围。采取上述措施后，施工期不会影响饮用水源保护区的水环境质量和水域功能，不影响周围居民的用水现状。详见本报告书第 7 章生态评价专章。

5.5.5 对生态保护红线的影响

本项目所穿越的生态保护红线属于锦屏山水源涵养—水土保持生态保护红线，结合本项目途经区域的环境特征，上述生态保护红线的保护重点是：1）保护森林及草原植被，维护森林等自然生态系统的水源涵养；2）加强高山峡谷区地质灾害防治和水土流失治理；3）加强雅砻江及其支流水生生态系统保护。

1）保护森林及草原植被，维护森林等自然生态系统的水源涵养

本项目不涉及自然保护区、风景名胜区等生态敏感区，调查范围内也未发现重点保护的野生动植物。本项目线路施工对生态红线的影响主要为塔基永久占地和牵张场、跨越场、施工人抬便道、索道站等临时占地对森林及草原植被的破坏、塔基开挖等施工活动导致的土壤扰动和附着植被的破坏以及由此导致的水土流失等，上述活动将影响生态红线区的水源涵养功能。本项目线路属于线性工程，仅塔基占地为永久占地，且呈点位间隔式，占地面积小，塔基永久占地面积约 8.22hm^2 ，仅占项目生态评价区面积约 0.98% ，因此对植被的破坏面积小。为了减小线路对生态保护红线的影响，线路尽量避让了集中林区，在保证线路技术安全的前提下，通过提升导线架设高度和增大档距，减少位于林木区铁塔数量，塔基定位尽量避开植被分布茂盛区，同时尽量减少在生态保护红线区内设置牵张场、施工人抬便道、索道站等临时占地，减少塔基临时占地，减少对林木的削枝和砍伐；通过加强施工管理，严格限制施工红线范围和固定材料运输路线，合理安排施工时序，避开植物生长旺盛期，避免对周围森林和灌丛、草原、草甸植被造成破坏。施工过程中通过采取表土剥离、草皮剥离、表土及草皮集中养护、表土回覆、土地整治、植被恢复、后期抚育养护等措施，能最大限度地保存植被生长条件，恢复区域植被面积，降低施工活动对植被的破坏程度，不会影响森林、灌丛及草原等生态系统的水源涵养功能。

2）加强高山峡谷区地质灾害防治和水土流失治理

本项目线路路径选择避让了滑坡、泥石流等不良地质区域，塔基主要采用原状土基础（掏挖基础、人工挖孔桩基础等），在陡峻山区、高山峡谷地区采用斜塔架基础、双桩承台基础、连梁基础、岩石锚索基础，不采用大开挖基础，减少基础开挖导致的水土流失，同时线路塔基呈点状分布、占地面积小，通过施工期加强管理，优化施工工艺，严控施工范围，缩小塔基临时占地面积，减少基础施工土石方开挖量，减少植被破坏；对位于平坦地形的塔基，回填后剩余弃土堆放在塔座基面四周，并进行平整、夯实，当铁塔四周为陡坡时，降底基面与基坑开挖的土石方无法就地堆稳时，选择塔基附近凹地进行堆放，堆放后需进行平整，并撒播草籽进行植被恢复；通过规范施工人员活动，禁止进入塔基周边的地质不稳定区，避免造成新增扰动。施工期间通过采用本项目水土保持方案报告中提出的表土剥离、表土回覆、浆砌石护坡、塔基截排水、临时堆土拦挡和遮盖、撒播草籽、植被恢复等水土保持措施，能够有效控制植被破坏、水土流失影响，避免造成新增地质灾害。

3）加强雅砻江及其支流水生生态系统保护

本项目线路需跨越雅砻江、小金河、鸭咀河、鲁珠沟、徐家河等河流，但跨越处均不涉及珍稀鱼类保护区；线路采取一档跨越，不在水中立塔，塔基均远离水域，导线至水面的距离也满足相关规程规范要求，本项目施工期和运行期均不涉及水生生态系统。本项目对施工期产生的施工废污水进行处理后综合利用，不对外排放，同时通过施工期加强管理，禁止在水体附近搭建临时施工生活设施、牵张场、取弃土场等临时设施，禁止施工废污水和固体废物入河，禁止下河捕捞，不会影响雅砻江及其支流的水质和水域功能，不会影响水生生物的生存环境。

综上所述，采取上述措施后，本项目施工期间对生态保护红线的影响较小，不会破坏生态保护红线区生态功能，对区域自然生态的影响能够得到控制。

6 运行期环境影响预测与评价

6.1 电磁环境影响预测与评价

6.1.1 雅中换流站间隔扩建

(1) 评价方法

换流站产生的电磁环境影响主要为合成电场、工频电场和工频磁场，其中产生合成电场的主要是换流站直流场的电气设备、直流出线，产生工频电场和工频磁场的主要是换流站交流场的电气设备、交流进出线等。换流站本次间隔扩建不新增直流场设备和直流出线，本次扩建后换流站产生的合成电场强度不会发生变化，因此换流站扩建后的合成电场强度采用初期工程环评报告中的预测值（《雅中～江西±800kV 特高压直流工程环境影响报告书》中的预测结果）进行预测分析；本次间隔扩建后除新增电抗器及出线外，不新增其他电磁环境影响设备，其主要影响换流站本次出线侧站界的电磁环境，其他侧不会发生明显变化，故本次扩建出线侧站界的工频电场、工频磁场采用本项目线路贡献值（即模式预测值）叠加初期工程环评报告中的预测值进行预测，线路贡献值按 6.1.2 中的预测模式进行预测，导线架设型式为同塔双回排列，导线对地高度约 25m（根据设计资料）；其他侧站界工频电场、工频磁场采用初期工程环评报告中的预测值进行预测。

(2) 雅中换流站间隔扩建电磁环境影响分析

1) 合成电场

按照上述评价方法，根据《雅中～江西±800kV 特高压直流工程环境影响报告书》中的预测结果，换流站站界处的地面合成电场强度在 0.10~1.05kV/m 之间，满足《±800kV 特高压直流换流站电磁环境限值》（DL/T 275-2012）中好天气时地面最大合成电场不超过 30kV/m 的要求。

2) 工频电场和工频磁场

按照上述评价方法，根据设计资料及现场踏勘，雅中换流站本次扩建出线侧线路贡献值预测参数见表 6-1。

表6-1 雅中换流站本次扩建出线侧线路贡献值预测参数

预测参数	电场强度	磁感应强度
拟选塔型	5D2-SJC3	
相导线坐标(m)	A(-13.1,h+30.6) C(10,h+30.6) B(-16.43,h+14.7) B(13.33,h+14.7) C(-14.4,h) A(11.3,h)	
	h 为导线对地最低高度, 根据设计资料, 换流站出线侧 h 为 25m。	
导线型号	4×JL/G1A-500/45, 分裂间距 450mm	
导线排列方式	垂直逆相序	
导线直径(mm)	30	
设计输送电流(A)	2300	
地线型号	OPGW-150	
地线直径(mm)	16.6	

按照上述预测参数, 雅中换流站本次扩建后站界电场强度和磁感应强度预测结果见表 6-2。

表6-2 雅中换流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)
西侧站界 (本次出线侧)	初期工程预测值	949.5	1.350
	线路贡献值	2333	16.3
	本次预测值	3282.5	17.65
北侧站界 (500kV 出线侧)	初期工程预测值	949.5	1.350
	本次预测值	949.5	1.350
东侧站界 (±800kV 出线侧)	初期工程预测值	28.2	0.044
	本次预测值	28.2	0.044
南侧站界	初期工程预测值	8.2	0.026
	本次预测值	8.2	0.026

雅中换流站本次间隔扩建后, 本次出线侧站界外电场强度预测值为 3282.5V/m, 磁感应强度预测值为 17.65μT; 非本次出线侧站界外电场强度最大值为 949.5V/m, 磁感应强度最大值为 1.350μT, 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 100μT 的要求。

根据同类换流站站界外电磁环境影响监测结果可知, 换流站站界外电场强度和磁感应强度均随着距换流站围墙距离的增加呈总体下降趋势, 因此在换流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。

6.1.2 输电线路

根据《环境影响评价技术导则 输变电工程》(HJ 24-2014), 本项目线路电磁环境影响采用模式预测结合类比分析法进行预测分析。

6.1.2.1 理论预测

(1) 预测模型

本工程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

变电工程》(HJ24-2014)附录 C、附录 D 中模式进行计算。

1) 电场强度预测模型

①单位长度导线上等效电荷的计算

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

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

$$\begin{bmatrix} U_1 \\ U_2 \\ \vdots \\ U_m \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \lambda_{11} & \lambda_{12} \cdots \lambda_{1n} \\ \lambda_{21} & \lambda_{22} \cdots \lambda_{2n} \\ \vdots & \vdots \\ \lambda_{m1} & \lambda_{m2} \cdots \lambda_{mm} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Q_1 \\ Q_2 \\ \vdots \\ Q_m \end{bmatrix} \quad (C1)$$

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。

$[\lambda]$ 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 $[\lambda]$ 矩阵，利用式（1）即可解除 $[Q]$ 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：

$$\begin{aligned} E_x &= \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \sum_{i=1}^m Q_i \left(\frac{x-x_i}{L_i^2} - \frac{x-x_i}{(L'_i)^2} \right) \\ E_y &= \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \sum_{i=1}^m Q_i \left(\frac{y-y_i}{L_i^2} - \frac{y+y_i}{(L'_i)^2} \right) \end{aligned} \quad (C10) \quad (C11)$$

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：

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

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

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

在地面处（ $y=0$ ）电场强度的水平分量：

$$E_x = 0$$

2) 磁感应强度预测模型

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

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

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

式中： ρ ——大地电阻率， $\Omega \cdot m$ ；

f ——频率，Hz。

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

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

式中： I ——导线 i 中的电流值，A；

h ——导线与预测点的高度，m；

L ——导线与预测点水平距离，m。

对于三相线路，由相位不同形成的磁场强度水平和垂直分量都应分别考虑电流间

的相角，按相位矢量来合成。合成的旋转矢量在空间的轨迹是一个椭圆。

(2) 预测参数

根据本工程线路的电压等级、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，输电线路采用同塔双回逆相序排列、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，据此选择本工程电磁环境影响预测参数。

根据本项目输电线路铁塔一览表（附图 4），按上述原则，本项目线路电磁环境影响预测参数见表 6-3、表 6-4。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6-3 本项目线路最不利塔型电磁环境影响预测参数

(1) 杨房沟至卡拉段		
预测参数	电场强度	磁感应强度
最不利塔型	5D2-SJC3	
相导线坐标(m)	A (-13.1, h+30.6), C (10, h+30.6) B (-16.43, h+14.7), B (13.33, h+14.7) C (-14.4, h), A (11.3, 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，非居民区 h 为 11m，居民区 h 为 14m，抬高后 h 为 17m、19m。	
导线排列方式	同塔双回逆相序排列	
导线型号	4×JL/G1A-400/50，分裂间距 450mm	
导线直径(mm)	27.6	
经济电流幅值(A)	1840	
地线型号	OPGW-120	
地线直径(mm)	15.2	
(2) 卡拉至雅中段		
1) 双回路		
预测参数	电场强度	磁感应强度
最不利塔型	SHJC5101	
相导线坐标(m)	A (-19.1, h+30), C (19.1, h+30) B (-10.66, h+15.5), B (10.66, h+15.5) C (-20.1, h), A (20.1, h)	
	h 为导线对地高度，本段线路按设计最低高度要求进行考虑，非居民区 h 为 11m，居民区 h 为 14m，抬高后 h 为 17m、19m。	
导线排列方式	同塔双回逆相序排列	
导线型号	4×JL/G1A-500/45，分裂间距 450mm	
导线直径(mm)	30	
经济电流幅值(A)	2300	
地线型号	OPGW-150	
地线直径(mm)	16.6	

表6-4 本项目线路最不利塔型电磁环境影响预测参数

2) 单回路		
①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	JGB523	
相导线坐标(m)	B (11.4, h+16) A (-12.8, h), C (11.1, h)	
	h 为导线对地高度, 本段线路按设计最低高度要求进行考虑, 非居民区 h 为 10.5m, 抬高后 h 为 11.5m。	
导线排列方式	单回三角排列	
导线型号	4×JL/G1A-500/45, 分裂间距 450mm	
导线直径(mm)	30	
经济电流幅值(A)	2300	
地线型号	JLB20A-120-19、OPGW-140	
地线直径(mm)	14.25、16.1	
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	ZBB523	
相导线坐标(m)	A (-18.9, h), B (0, h), C (18.9, 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, 非居民区 h 为 11m, 抬高后 h 为 11.5m。	
导线排列方式	单回水平排列	
导线型号	4×JL/G1A-500/45, 分裂间距 450mm	
导线直径(mm)	30	
经济电流幅值(A)	2300	
地线型号	JLB20A-120-19、OPGW-140	
地线直径(mm)	14.25、16.1	
(3) 改迁 220kV 卡杨线		
预测参数	电场强度	磁感应强度
最不利塔型	JG5152	
相导线坐标(m)	B (5.45, h+10.2) A (-5.95, h), C (5.95, h)	
	h 为导线对地高度, 本段线路按设计对地最低高度进行考虑, h 为 14m。	
导线排列方式	单回三角排列	
导线型号	JL/G1A-400/50	
导线直径(mm)	27.63	
经济电流幅值(A)	480	
地线型号	OPGW-100	
地线直径(mm)	13.2	

(3) 预测结果与评价

1) 杨房沟至卡拉段

· 电场强度

本段线路采用拟选塔中最不利塔型 5D2-SJC3 塔, 在**非居民区**导线对地最低高度 11m 时, 电场强度预测结果见表 6-5, 电场强度随距离变化趋势见图 6-1, 在**居民区**导线对地最低高度 14m 及抬高到 15m、16m、17m、18m、19m 时, 电场强度预测结

果见表 6-6，电场强度随距离变化趋势见图 6-2。

从表 6-5和图 6-1中可以看出，本段线路采用拟选塔中最不利塔型 5D2-SJC3 塔，**通过非居民区**，导线对地最低高度为 11m 时，离地 1.5m 处电场强度最大值为 9367V/m，出现在距线路中心线投影 15m（边导线内 1.43m）处，满足耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等非居民区场所电场强度不大于控制限值 10kV/m 的评价标准要求；在距中心线投影 25m（边导线外 8.57m）、22m（边导线外 8.67m）处电场强度分别为 3848V/m、3801V/m（小于 4000V/m），此后随着距中心线距离增加而呈减小趋势，因此需将线路边导线外 9m 设置为电磁环境影响防护距离，在此范围内不得新建民房等敏感性建筑物。

从表 6-6、图 6-2中可以看出，通过**居民区**，导线对地最低高度为 14m 时，离地 1.5m 处电场强度最大值为 6416V/m，出现在距中心线投影 15m（边导线内 1.43m）处，此后随着距线路中心线距离的增加呈减少趋势。当导线对地最低高度抬高至 19m 时，离地 1.5m 处电场强度最大值为 3833V/m，出现在距中心线投影 16m（边导线内 0.43m）处，能满足不大于公众曝露限值 4000V/m 的要求。

鉴于本工程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，按初设方案，并结合现场踏勘，本段线路评价范围内均为 1 层尖顶房屋，为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，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 6-7。

表6-5 杨房沟至卡拉段线路最不利塔型电场强度预测结果

最不利塔型	5D2-SJC3
导线对地最低高度（m）	h=11
距线路中心线距离（m）	电场强度（V/m）
-50	385
-40	736
-30	2027
<u>-25（边导线外 8.57m）</u>	<u>3848</u>
<u>-15（边导线内 1.43m）</u>	<u>9367（最大值）</u>
-10	7323
-9	6526
-8	5697
-6	4068
-5	3316
-4	2643
-3	2098
-2	1779
-1	1797
0	2143
1	2704
2	3388
3	4146
5	5780
6	6607
9	8707
<u>22（边导线外 8.67m）</u>	<u>3801</u>
30	1413
40	585
50	327

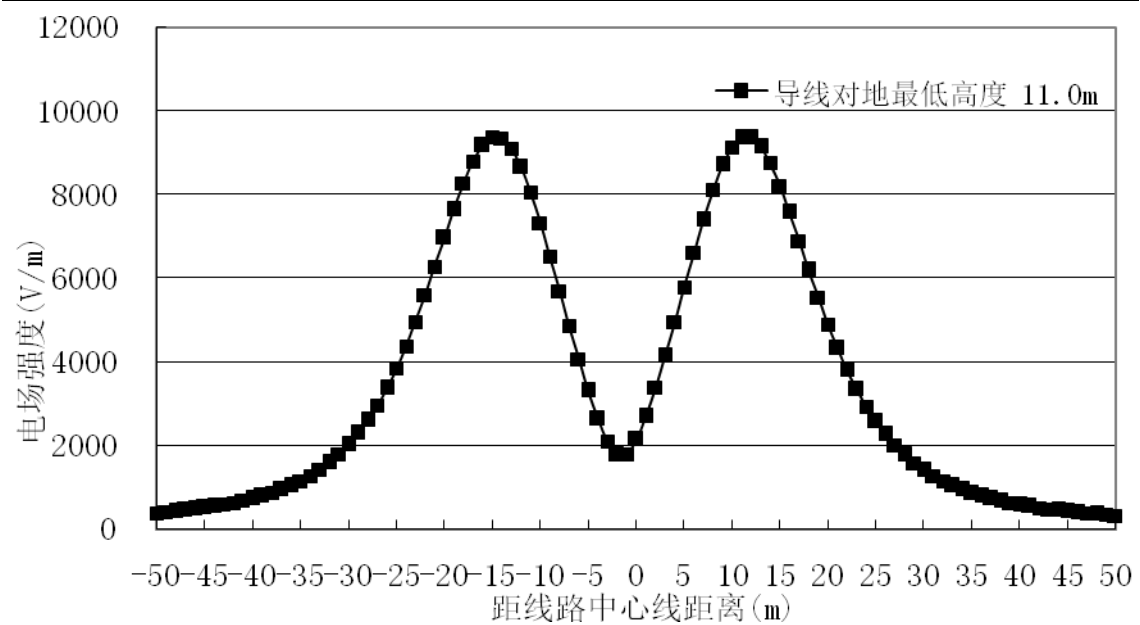


图6-1 杨房沟至卡拉段线路最不利塔型电场强度随距离变化趋势图

表6-6 杨房沟至卡拉段线路在居民区最不利塔型电场强度预测结果

导线对地最低高度 (m)	14	15	16	17	18	19
距线路中心线距离 (m)	离地 1.5m	离地 1.5m	离地 1.5m	离地 1.5m	离地 1.5m	离地 1.5m
-50	355	353	354	358	363	370
-40	759	773	787	800	812	821
<u>-26.43 (边导线外 10m)</u>	3148	3038	2921	2799	2676	2553
<u>-25.43 (边导线外 9m)</u>	3483	3335	3182	3029	2878	2730
<u>-24.43 (边导线外 8m)</u>	3840	3646	3453	3264	3082	2907
<u>-23.43 (边导线外 7m)</u>	4214	3966	3728	3500	3284	3080
<u>-22.43 (边导线外 6m)</u>	4597	4290	4001	3731	3480	3247
<u>-21.43 (边导线外 5m)</u>	4979	4608	4266	3952	3665	3402
<u>-20</u>	5348	4909	4513	4156	3832	3540
<u>-16 (最大值处, 边导线内 0.43m)</u>	6360	5698	5130	4639	4209	3833
<u>-15 (最大值处, 边导线内 1.43m)</u>	6416	5732	5147	4643	4205	3821
-10	5247	4724	4266	3864	3511	3198
-5	2781	2609	2445	2291	2148	2014
-4	2341	2231	2121	2013	1909	1810
0	2023	1960	1890	1817	1743	1668
4	3835	3518	3229	2968	2733	2520
5	4346	3957	3608	3295	3016	2767
10	6243	5571	4995	4499	4068	3692
<u>12 (最大值处, 边导线内 1.33m)</u>	6415	5732	5149	4645	4207	3824
15	5955	5393	4900	4466	4082	3740
16	5656	5157	4713	4318	3964	3647
<u>18.33 (边导线外 5m)</u>	4942	4578	4241	3932	3648	3387
<u>19.33 (边导线外 6m)</u>	4559	4259	3975	3710	3462	3231
<u>20.33 (边导线外 7m)</u>	4177	3935	3701	3477	3265	3064
<u>21.33 (边导线外 8m)</u>	3805	3615	3427	3242	3062	2890
<u>22.33 (边导线外 9m)</u>	3450	3306	3157	3007	2859	2713
<u>23.33 (边导线外 10m)</u>	3117	3011	2897	2778	2657	2537
40	587	595	605	616	628	638
50	297	292	290	291	293	298

表6-7 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

房屋距线路边导线距离（m）	导线对地最低高度（m）
	1 层尖顶房屋
0	19
3	18
5	17
6	17
7	15
8	14
9	14
10	14

注：对位于线路边导线 10m 以外的居民房屋，当导线对地最低高度为 14m 时，居民房屋处电场强度均能满足不大于公众暴露限值 4000V/m 的要求。

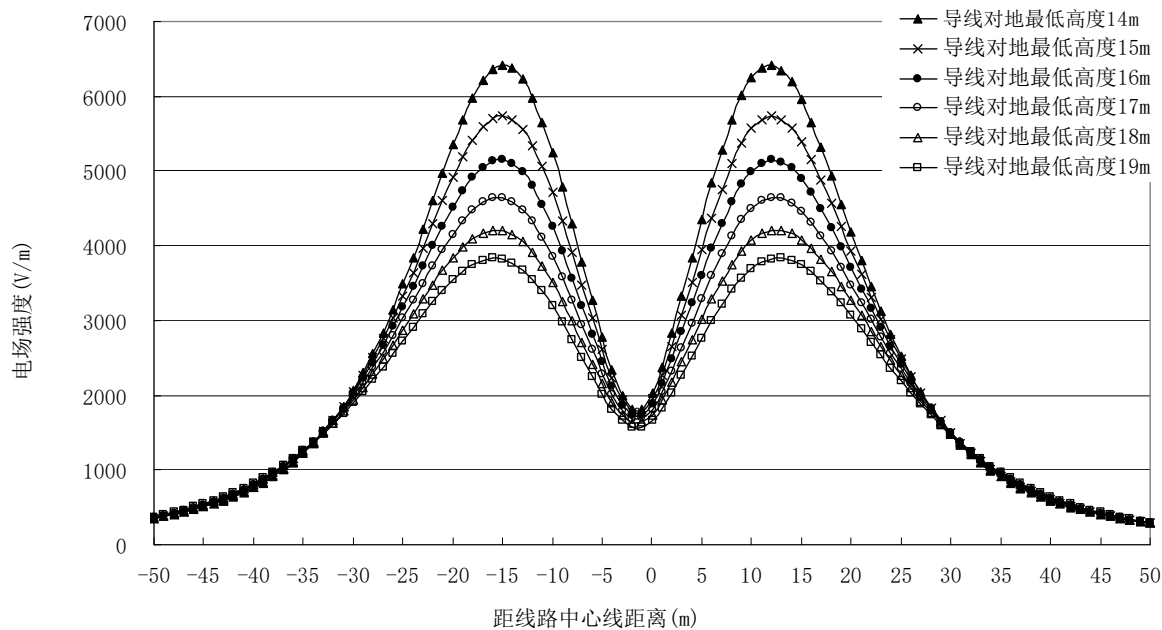


图6-2 杨房沟至卡拉段线路在居民区最不利塔型电场强度随距离变化趋势图

由表 6-6、图 6-2可以看出，本段线路边导线 8m 以外的居民保护目标，导线对地最低高度为 14m 时，电场强度均能满足不大于公众暴露限值 4000V/m 的要求。根据现场踏勘并结合初设方案，本段线路保护目标距线路最近距离约 7m，设计导线对地最低高度不低于 14m，要确保最近保护目标处的电场强度满足不大于公众暴露限值 4000V/m 的要求，需将不同位置处导线对地最低高度进行抬升，结合表 6-7，本段线路需要抬升的铁塔约 2 基，增加投资约 2.4 万元。

·磁感应强度

本段线路采用拟选塔中最不利塔型 5D2-SJC3 塔，在**非居民区**导线对地最低高度 11m 时，磁感应强度预测结果见表 6-8，磁感应强度随距离变化趋势见图 6-3，在**居民区**导线对地最低高度 14m 及抬高到 15m、16m、17m、18m、19m 时，磁感应强度预测结果见表 6-9，磁感应强度随距离变化趋势见图 6-4。

从表 6-8、表 6-9和图 6-3、图 6-4可以看出，本段线路采用拟选塔中最不利塔型 5D2-SJC3 塔，通过**非居民区**，导线对地最低高度为 11m 时，离地 1.5m 处磁感应强度最大值为 43.2 μ T；通过**居民区**，导线对地最低高度为 14m 及抬高到 15m、16m、17m、18m、19m 时，磁感应强度最大值分别为 31.3 μ T、28.5 μ T、26.2 μ T、24.1 μ T、22.2 μ T、20.5 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6-8 杨房沟至卡拉段线路最不利塔型磁感应强度预测结果

最不利塔型	5D2-SJC3
导线对地最低高度 (m)	h=11
距线路中心线距离 (m)	磁感应强度 (μ T)
-50	4.8
-40	8.2
-30	15.4
-25	22.1
-15	41.2
<u>-12 (边导线内 4.43m)</u>	<u>43.2 (最大值)</u>
-9	42.4
-8	41.8
-6	40.6
-5	40.2
-4	39.8
-3	39.5
-2	39.4
-1	39.4
0	39.5
1	39.8
2	40.2
3	40.7
5	41.9
6	42.4
9	43.2
15	35.8
30	12.5
40	6.9
50	4.1

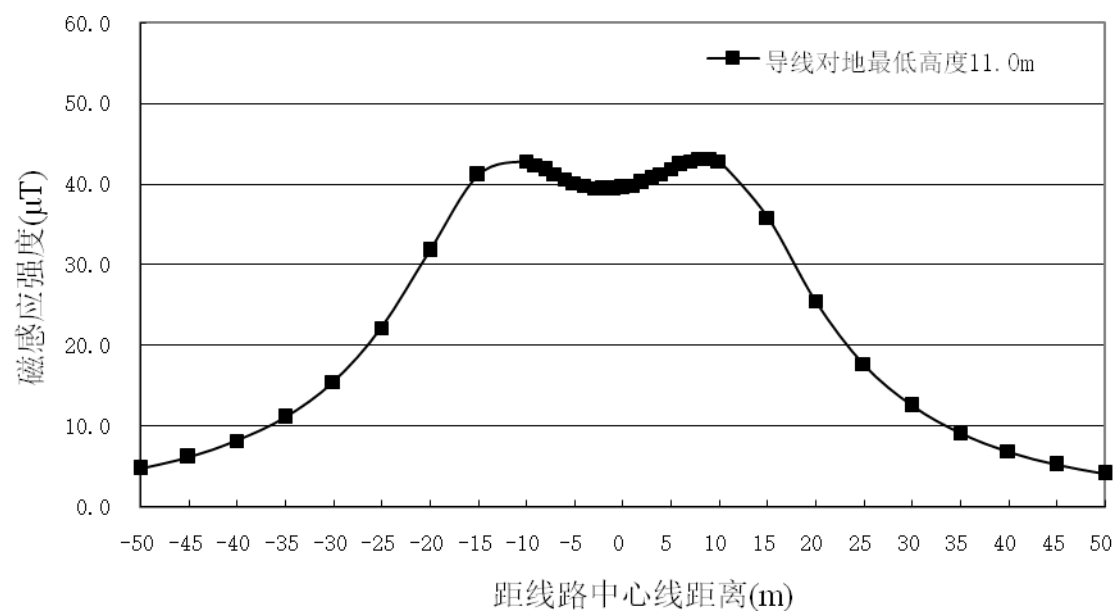


图6-3 杨房沟至卡拉段线路最不利塔型磁感应强度随距离变化趋势图

表6-9 杨房沟至卡拉段线路在居民区最不利塔型磁感应强度预测结果

导线对地最低高度 (m)	14	15	16	17	18	19
距线路中心线距离 (m)	离地 1.5m	离地 1.5m	离地 1.5m	离地 1.5m	离地 1.5m	离地 1.5m
-50	4.4	4.3	4.2	4.1	4.0	3.9
-40	7.4	7.1	6.9	6.6	6.4	6.1
-30	13.1	12.4	11.7	11.1	10.5	9.9
-25	17.8	16.6	15.4	14.4	13.5	12.6
-20	23.7	21.6	19.8	18.2	16.8	15.5
-15	29.0	26.1	23.7	21.6	19.8	18.1
-10	31.2	28.3	25.7	23.5	21.5	19.8
-8	31.3	28.5	26.0	23.8	21.9	20.1
-7	31.2	28.5	26.1	24.0	22.0	20.3
-5	31.0	28.5	26.2	24.1	22.2	20.4
-4	31.0	28.5	26.2	24.1	22.2	20.5
-3	30.9	28.4	26.2	24.1	22.2	20.5
-2	30.9	28.4	26.2	24.1	22.2	20.5
-1	30.9	28.4	26.2	24.1	22.2	20.5
0	30.9	28.5	26.2	24.1	22.2	20.5
1	31.0	28.5	26.2	24.1	22.2	20.5
2	31.1	28.5	26.2	24.1	22.2	20.4
3	31.1	28.5	26.2	24.0	22.1	20.3
4	31.2	28.5	26.1	23.9	22.0	20.2
5	31.3	28.5	26.0	23.8	21.9	20.1
7	31.2	28.3	25.7	23.5	21.5	19.7
8	31.0	28.0	25.5	23.2	21.2	19.5
10	30.2	27.3	24.7	22.5	20.6	18.9
15	25.9	23.5	21.4	19.6	18.0	16.6
20	19.9	18.4	17.1	15.8	14.7	13.7
25	14.7	13.9	13.0	12.3	11.6	10.9
40	6.3	6.1	5.9	5.7	5.5	5.3
50	3.8	3.8	3.7	3.6	3.5	3.4

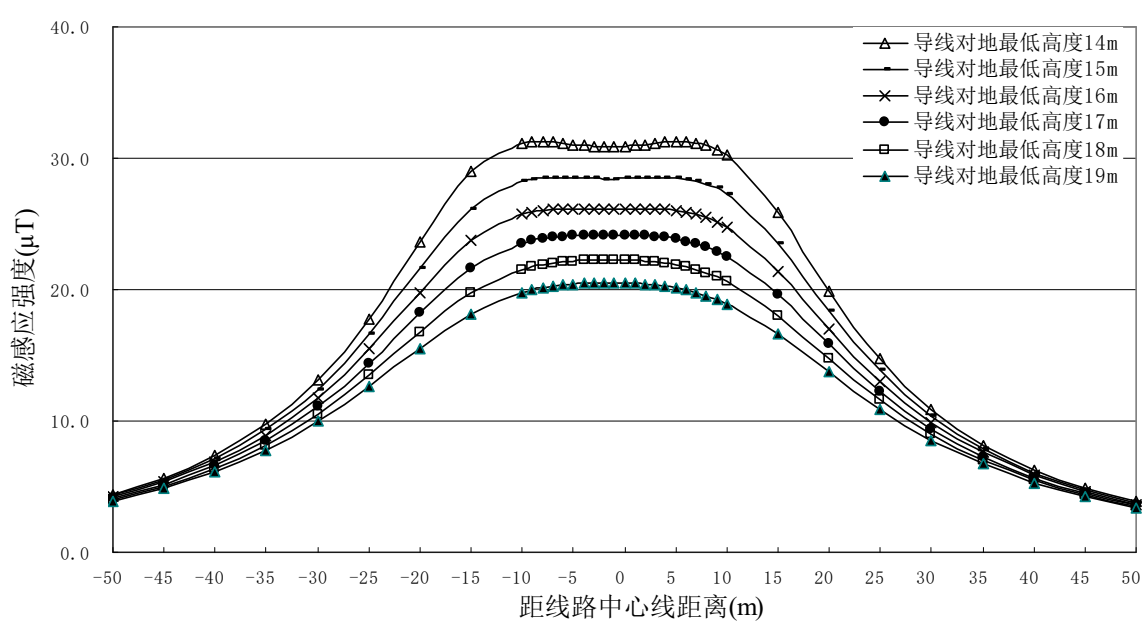


图6-4 杨房沟至卡拉段线路在居民区最不利塔型磁感应强度随距离变化趋势图
2) 卡拉至雅中段

①双回段

·电场强度

本段线路采用拟选塔中最不利塔型 SHJC5101 塔，在非居民区导线对地最低高度 11m 时，电场强度预测结果见表 6-10，电场强度随距离变化趋势见图 6-5，在居民区导线对地最低高度 14m 及抬高到 15m、16m、17m、18m、19m、20m 时，电场强度预测结果见表 6-11，电场强度随距离变化趋势见图 6-6。

从表 6-10和图 6-5中可以看出，本段线路采用拟选塔中最不利塔型 SHJC5101 塔，**通过非居民区**，导线对地最低高度为 11m 时，离地 1.5m 处电场强度最大值为 9781V/m，出现在距线路中心线投影 20m（边导线内 0.1m）处，满足耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等非居民区场所电场强度不大于控制限值 10kV/m 的评价标准要求；在距中心线投影 32m（边导线外 11.9m）处电场强度为 3569V/m（小于 4000V/m），此后随着距中心线距离增加而呈减小趋势，因此需将线路边导线外 12m 设置为电磁环境影响防护距离，在此范围内不得新建民房等敏感性建筑物。

从表 6-11、图 6-6中可以看出，通过**居民区**，导线对地最低高度为 14m 时，离地 1.5m 处电场强度最大值为 6830V/m，出现在距中心线投影 20m（边导线内 0.1m）处，此后随着距线路中心线距离的增加呈减少趋势。当导线对地最低高度抬高至 20m 时，离地 1.5m 处电场强度最大值为 3931V/m，出现在距中心线投影 21m（边导线外 0.9m）处，能满足不大于公众曝露限值 4000V/m 的要求。

鉴于本工程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，按初设方案，并结合现场踏勘，本段线路评价范围内均为 1 层尖顶房屋，为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，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 6-12。

表6-10 卡拉至雅中双回段线路在非居民区最不利塔型电场强度预测结果

最不利塔型	SHJC5101
导线对地最低高度 (m)	h=11
距线路中心线距离 (m)	电场强度 (V/m)
-50	358
-40	1211
-35	2399
<u>-32 (边导线外 11.9m)</u>	<u>3569</u>
-31	4058
-25	7897
<u>-20 (边导线内 0.1m)</u>	<u>9781 (最大值)</u>
-15	7275
-10	3914
-5	2384
-3	2212
-2	2173
-1	2154
0	2148
1	2154
2	2173
3	2212
5	2384
10	3914
15	7275
<u>20 (边导线内 0.1m)</u>	<u>9781 (最大值)</u>
25	7897
31	4058
<u>32 (边导线外 11.9m)</u>	<u>3569</u>
35	2399
40	1211
50	358

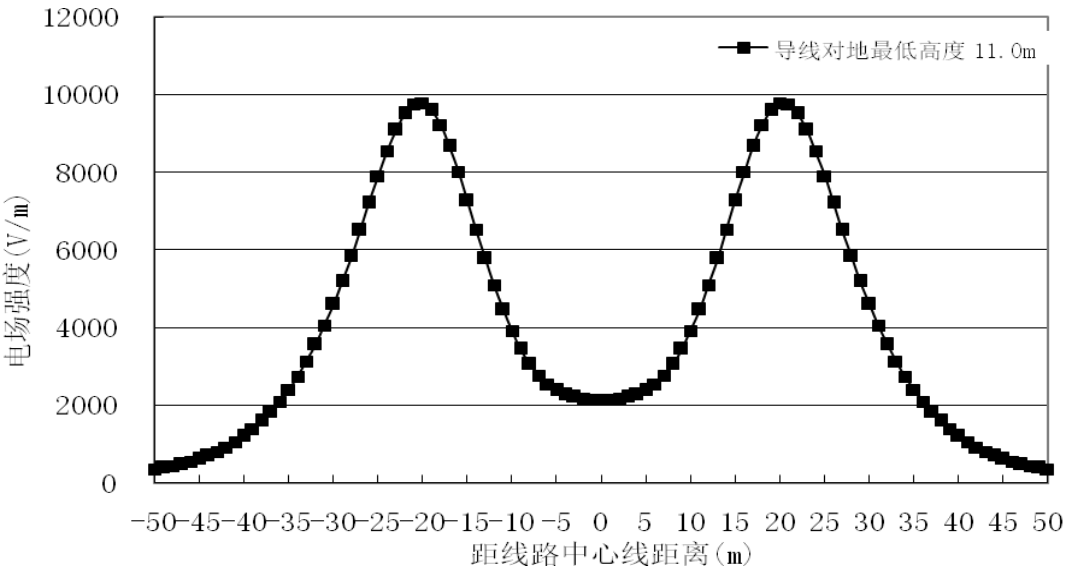


图6-5 卡拉至雅中双回段线路在非居民区最不利塔型电场强度随距离变化趋势图

表6-11 卡拉至雅中双回段线路在居民区最不利塔型电场强度预测结果

导线对地最低高度 (m)	14	15	16	17	18	19	20
距线路中心线距离 (m)	离地 1.5m	离地 1.5m	离地 1.5m	离地 1.5m	离地 1.5m	离地 1.5m	离地 1.5m
-50	479	519	557	592	623	651	676
-40	1429	1471	1501	1521	1530	1532	1526
<u>-31 (边导线外 11m)</u>	<u>3737</u>	3598	3453	3306	3159	3016	2876
<u>-30 (边导线外 10m)</u>	4106	<u>3921</u>	3735	3553	3375	3204	3041
<u>-29 (边导线外 9m)</u>	4491	4253	4022	<u>3801</u>	3590	3390	3202
<u>-28 (边导线外 8m)</u>	4885	4588	4307	4044	<u>3798</u>	3569	3356
<u>-27 (边导线外 7m)</u>	5277	4917	4584	4278	3996	<u>3737</u>	3499
<u>-26 (边导线外 6m)</u>	5658	5231	4845	4495	4178	<u>3890</u>	3628
<u>-25 (边导线外 5m)</u>	6011	5519	5080	4689	4338	4022	<u>3738</u>
<u>-21 (最大值处, 边导线外 0.9m)</u>	<u>6838</u>	<u>6163</u>	<u>5586</u>	<u>5086</u>	<u>4651</u>	<u>4269</u>	<u>3931</u>
-20	6830	6149	5568	5066	4628	4244	3905
-10	3350	3158	2970	2788	2615	2450	2295
-5	1862	1723	1597	1483	1380	1285	1200
-4	1688	1536	1401	1282	1177	1084	1002
0	1388	1188	1011	856	722	605	507
4	1688	1536	1401	1282	1177	1084	1002
5	1862	1723	1597	1483	1380	1285	1200
10	3350	3158	2970	2788	2615	2450	2295
20	6830	6149	5568	5066	4628	4244	3905
<u>21 (最大值处, 边导线外 0.9m)</u>	<u>6838</u>	<u>6163</u>	<u>5586</u>	<u>5086</u>	<u>4651</u>	<u>4269</u>	<u>3931</u>
<u>25 (边导线外 5m)</u>	6011	5519	5080	4689	4338	4022	<u>3738</u>
<u>26 (边导线外 6m)</u>	5658	5231	4845	4495	4178	<u>3890</u>	3628
<u>27 (边导线外 7m)</u>	5277	4917	4584	4278	3996	<u>3737</u>	3499
<u>28 (边导线外 8m)</u>	4885	4588	4307	4044	<u>3798</u>	3569	3356
<u>29 (边导线外 9m)</u>	4491	4253	4022	<u>3801</u>	3590	3390	3202
<u>30 (边导线外 10m)</u>	4106	<u>3921</u>	3735	3553	3375	3204	3041
<u>31 (边导线外 11m)</u>	<u>3737</u>	3598	3453	3306	3159	3016	2876
40	1429	1471	1501	1521	1530	1532	1526
50	479	519	557	592	623	651	676

表6-12 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

房屋距线路边导线距离（m）	导线对地最低高度（m）
	1 层尖顶房屋
0	20
3	20
5	20
6	19
7	19
8	18
9	17
10	15
11	14

注：对位于线路边导线 11m 以外的居民房屋，当导线对地最低高度为 14m 时，居民房屋处电场强度均能满足不大于公众曝露限值 4000V/m 的要求。

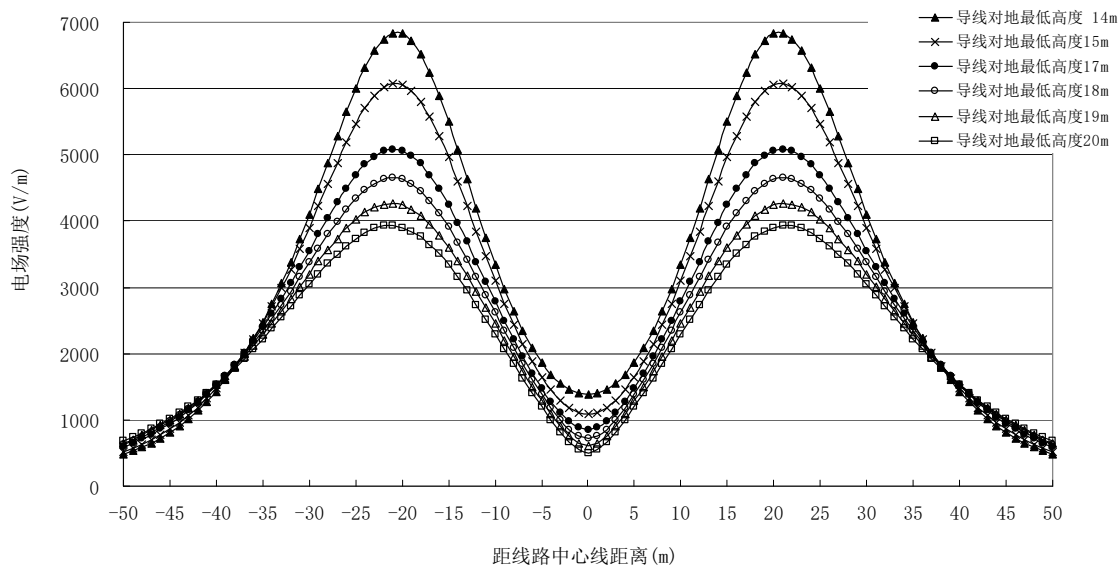


图6-6卡拉至雅中双回段线路在居民区最不利塔型电场强度随距离变化趋势图

由表 6-12、图 6-6可以看出，本段线路边导线 11m 以外的居民保护目标，导线对地最低高度为 14m 时，电场强度均能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方案，本段线路保护目标距线路最近距离约 6m，设计导线对地最低高度不低于 14m，要确保最近保护目标处的电场强度满足不大于公众曝露限值 4000V/m 的要求，需将不同位置处导线对地最低高度进行抬升，结合表 6-12，本段线路需要抬升的铁塔约 30 基，增加投资约 75.6 万元。

·磁感应强度

本段线路采用拟选塔中最不利塔型 SHJC5101 塔，在**非居民区**导线对地最低高度 11m 时，磁感应强度预测结果见表 6-13，磁感应强度随距离变化趋势见图 6-7，在**居民区**导线对地最低高度 14m 及抬高到 15m、16m、17m、18m、19m、20m 时，磁感应强度预测结果见表 6-14，磁感应强度随距离变化趋势见图 6-8。

从表 6-13、表 6-14和图 6-7、图 6-8可以看出，本段线路采用拟选塔中最不利塔

型 SHJC5101 塔，通过**非居民区**，导线对地最低高度为 11m 时，离地 1.5m 处磁感应强度最大值为 53.7 μ T；通过**居民区**，导线对地最低高度为 14m 及抬高到 15m、16m、17m、18m、19m、20m 时，磁感应强度最大值分别为 38.6 μ T、35.2 μ T、32.3 μ T、29.7 μ T、27.5 μ T、25.5 μ T、23.8 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6-13 卡拉至雅中双回段线路在非居民区最不利塔型磁感应强度预测结果

最不利塔型	SHJC5101
导线对地最低高度 (m)	h=11
距线路中心线距离 (m)	磁感应强度 (μ T)
-50	8.6
-40	15.1
-30	29.9
-25	42.4
-18 (边导线内 2.1m)	53.7 (最大值)
-10	45.3
-9	44.2
-8	43.1
-6	41.4
-5	40.7
-4	40.1
-3	39.7
-2	39.4
-1	39.2
0	39.1
1	39.2
2	39.4
3	39.7
5	40.7
6	41.4
9	44.2
15	51.7
30	29.9
40	15.1
50	8.6

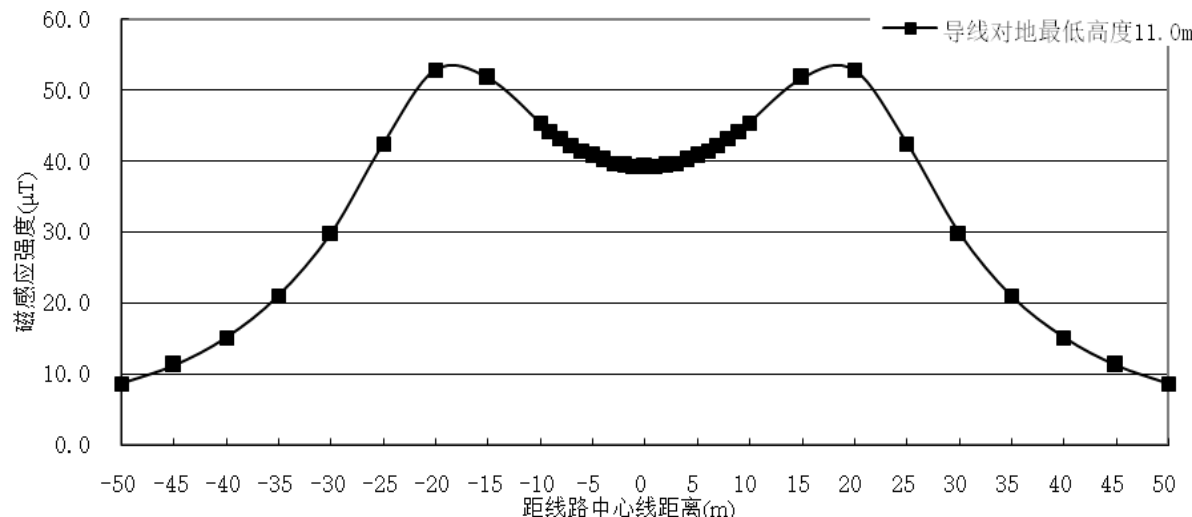


图6-7 卡拉至雅中双回段在非居民区最不利塔型磁感应强度随距离变化趋势

表6-14 卡拉至雅中双回段线路在居民区最不利塔型磁感应强度预测结果

导线对地最低高度 (m)	14	15	16	17	18	19	20
距线路中心线距离 (m)	离地 1.5m	离地 1.5m	离地 1.5m	离地 1.5m	离地 1.5m	离地 1.5m	离地 1.5m
-50	7.9	7.7	7.5	7.3	7.1	6.9	6.7
-40	13.4	12.9	12.3	11.8	11.3	10.9	10.4
-30	24.1	22.5	21.0	19.7	18.4	17.3	16.2
-25	31.6	28.9	26.5	24.4	22.6	21.0	19.5
-20	37.4	33.9	30.9	28.2	25.9	23.9	22.1
-17	38.6	35.1	32.1	29.4	27.1	25.0	23.1
-16	38.6	35.2	32.2	29.6	27.3	25.2	23.4
-15	38.5	35.2	32.3	29.7	27.4	25.4	23.5
-14	38.2	35.0	32.2	29.7	27.5	25.5	23.7
-13	37.8	34.8	32.1	29.7	27.5	25.5	23.8
-12	37.3	34.5	31.9	29.6	27.5	25.5	23.8
-11	36.8	34.1	31.7	29.4	27.4	25.5	23.8
0	33.3	35.2	29.7	28.0	26.5	24.9	23.5
11	36.8	34.1	31.7	29.4	27.4	25.5	23.8
12	37.3	34.5	31.9	29.6	27.5	25.5	23.8
13	37.8	34.8	32.1	29.7	27.5	25.5	23.8
14	38.2	35.0	32.2	29.7	27.5	25.5	23.7
15	38.5	35.2	32.3	29.7	27.4	25.4	23.5
16	38.6	35.2	32.2	29.6	27.3	25.2	23.4
17	38.6	35.1	32.1	29.4	27.1	25.0	23.1
20	37.4	33.9	30.9	28.2	25.9	23.9	22.1
25	31.6	28.9	21.0	24.4	22.6	21.0	19.5
30	24.1	22.5	21.0	19.7	18.4	17.3	16.2
40	13.4	12.9	12.3	11.8	11.3	10.9	10.4
50	7.9	7.7	7.5	7.3	7.1	6.9	6.7

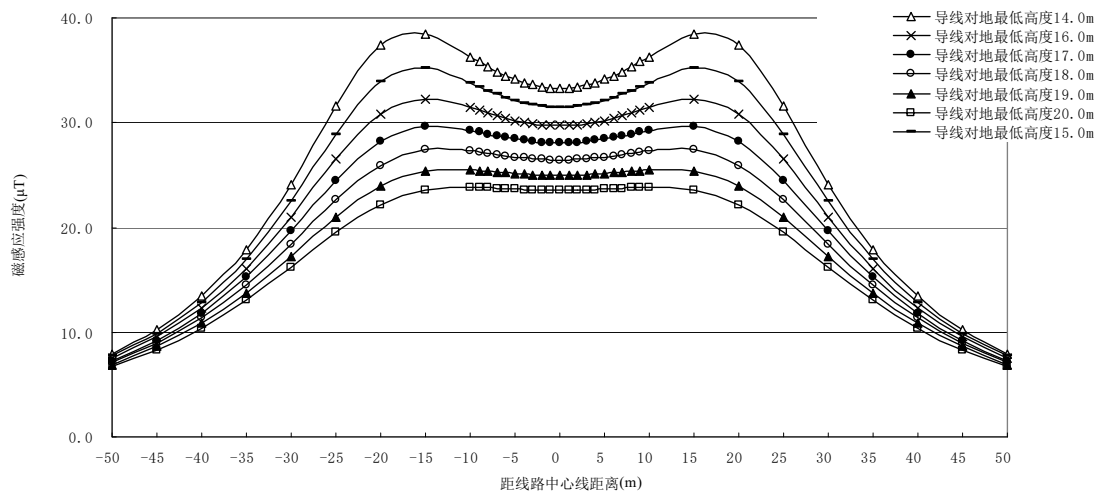


图6-8 卡拉至雅中双回段线路在居民区最不利塔型磁感应强度随距离变化趋势图
②单回段

a)单回三角排列段

·电场强度

本段线路采用拟选塔中最不利塔型 JGB523 塔，在**非居民区**导线对地最低高度 10.5m 及抬高至 11.5m 时，电场强度预测结果见表 6-15，电场强度随距离变化趋势见图 6-9。

从表 6-15和图 6-9中可以看出，本段线路采用拟选塔中最不利塔型 JGB523 塔，**通过非居民区**，导线对地最低高度为 10.5m 时，离地 1.5m 处电场强度最大值为 11059V/m ($>10\text{kV/m}$)，出现在距线路中心线投影 13m (边导线外 0.2m) 处，为确保电场强度满足不大于控制限值 10kV/m 的要求，根据反推预测计算，当导线对地最低高度抬高至 11.5m 时，电场强度最大值为 9694V/m，出现在距线路中心线投影 13m (边导线外 0.2m) 处，满足耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等非居民区场所电场强度不大于控制限值 10kV/m 的评价标准要求；当导线对地最低高度抬高至 11.5m 时，在距中心线投影 26m (边导线外 13.2m)、23m (边导线外 11.6m) 处电场强度分别为 3856V/m、3737V/m (小于 4000V/m)，此后随着距中心线距离增加而呈减小趋势，因此需将线路边导线外 13.5m 设置为电磁环境影响防护距离，在此范围内不得新建民房等敏感性建筑物。本段线路需要抬升的铁塔约 26 基，增加投资约 20.8 万元。

·磁感应强度

本段线路采用拟选塔中最不利塔型 JGB523 塔，在**非居民区**导线对地最低高度 10.5m 及抬高至 11.5m 时，磁感应强度预测结果见表 6-16，磁感应强度随距离变化趋

势见图 6-10。

从表 6-16和图 6-10可以看出，本段线路采用拟选塔中最不利塔型 JGB523 塔，**通过非居民区**，导线对地最低高度抬高至 11.5m 时，离地 1.5m 处磁感应强度最大值为 60.1 μ T，满足公众曝露控制限值小于 100 μ T 的要求。

表6-15 单回三角排列段线路最不利塔型电场强度预测结果

最不利塔型	JGB523	
导线对地最低高度（m）	h=10.5	h=11.5
距线路中心线距离（m）	电场强度（V/m）	
-50	512	548
-40	1042	1101
<u>-26（边导线外 13.2m）</u>	<u>3874</u>	<u>3856</u>
-20	7330	6871
<u>-13（边导线外 0.2m）</u>	<u>11059（最大值）</u>	<u>9694（最大值）</u>
-10	9843	8706
-9	9059	8079
-8	8173	7363
-6	6303	5814
-5	5403	5054
-4	4577	4349
-3	3866	3740
-2	3329	3281
-1	3046	3038
0	3076	3059
1	3415	3338
2	3990	3822
3	4727	4443
5	6465	5895
6	7379	6644
9	9721	8513
10	10182	8878
<u>23（边导线外 11.6m）</u>	<u>3795</u>	<u>3737</u>
40	1032	1026
50	684	677

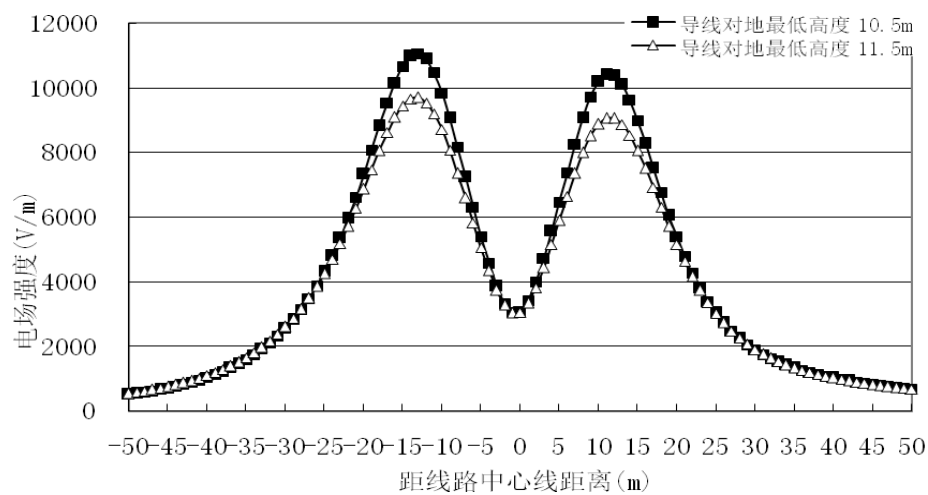


图6-9 单回三角排列段线路最不利塔型电场强度随距离变化趋势图

表6-16 单回三角排列段线路最不利塔型磁感应强度预测结果

最不利塔型	JGB523	
导线对地最低高度（m）	h=10.5	h=11.5
距线路中心线距离（m）	磁感应强度（μT）	
-50	7.2	7.2
-40	11.3	11.1
-25	28.2	26.9
-20	41.6	38.5
-13	64.2	56.9
<u>-10（边导线内 2.8m）</u>	<u>67.3（最大值）</u>	60.0
<u>-9（边导线内 3.8m）</u>	67.1	<u>60.1（最大值）</u>
-8	66.6	60.0
-7	65.8	59.6
-6	64.9	59.1
-5	63.9	58.5
-4	63.0	57.9
-3	62.3	57.4
-2	61.7	57.0
-1	61.3	56.7
0	61.1	56.5
1	61.1	56.4
2	61.3	56.5
3	61.6	56.6
5	62.7	57.1
6	63.2	57.3
7	63.7	60.4
8	63.9	60.4
9	63.7	56.8
10	63.0	56.0
20	36.8	34.3
40	11.4	11.2
50	7.5	7.4

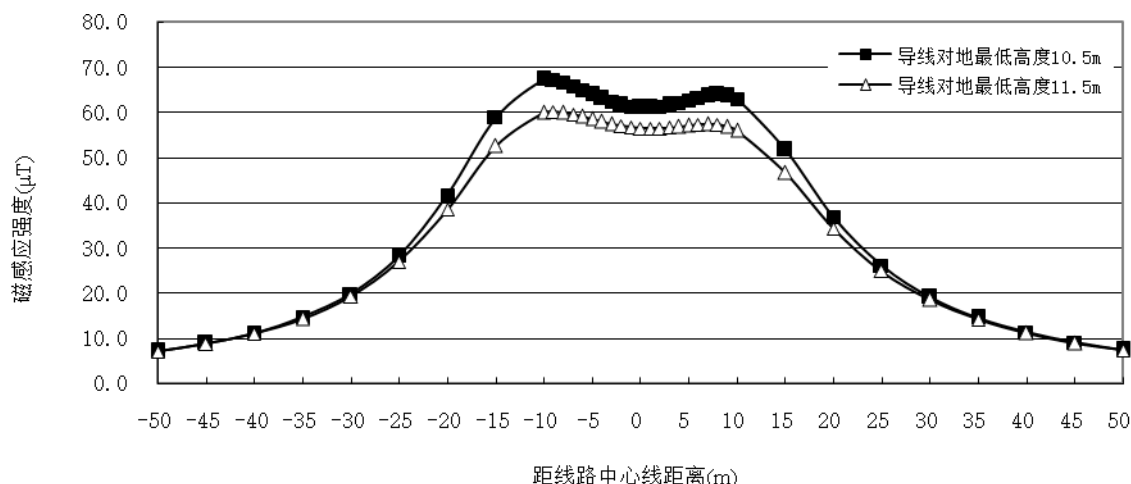


图6-10 单回三角排列段线路最不利塔型磁感应强度随距离变化趋势图

b)单回水平排列段

·电场强度

本段线路采用拟选塔中最不利塔型 ZBB523 塔，在**非居民区**导线对地最低高度 11m 及抬高至 11.5m 时，电场强度预测结果见表 6-15，电场强度随距离变化趋势见图 6-9。

从表 6-15和图 6-9中可以看出，本段线路采用拟选塔中最不利塔型 ZBB523 塔，**通过非居民区**，导线对地最低高度为 11m 时，离地 1.5m 处电场强度最大值为 10010V/m ($>10\text{kV/m}$)，出现在距线路中心线投影 19m (边导线外 0.1m) 处，为确保电场强度满足不大于控制限值 10kV/m 的要求，根据反推预测计算，当导线对地最低高度抬高至 11.5m 时，电场强度最大值为 9375V/m，出现在距线路中心线投影 20m (边导线外 1.1m) 处，满足耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等非居民区场所电场强度不大于控制限值 10kV/m 的评价标准要求；当导线对地最低高度抬高至 11.5m 时，在线路两侧距中心线投影 32m (边导线外 13.1m) 处电场强度分别为 3816V/m、3817V/m (小于 4000V/m)，此后随着距中心线距离增加而呈减小趋势，因此需将线路边导线外 13.5m 设置为电磁环境影响防护距离，在此范围内不得新建民房等敏感性建筑物。本段线路需要抬升的铁塔约 46 基，增加投资约 18.4 万元。

·磁感应强度

本段线路采用拟选塔中最不利塔型 ZBB523 塔，在**非居民区**导线对地最低高度 11m 及抬高至 11.5m 时，磁感应强度预测结果见表 6-16，磁感应强度随距离变化趋势见图 6-10。

从表 6-16和图 6-10可以看出，本段线路采用拟选塔中最不利塔型 ZBB523 塔，通

过非居民区，导线对地最低高度抬高至 11.5m 时，离地 1.5m 处磁感应强度最大值为 68.9 μ T，满足公众曝露控制限值小于 100 μ T 的要求。

表6-17 单回水平排列段线路最不利塔型电场强度预测结果

最不利塔型	ZBB523	
导线对地最低高度（m）	h=11	h=11.5
距线路中心线距离（m）	电场强度（V/m）	
-50	820	842
-40	1784	1813
<u>-32（边导线外 13.1m）</u>	<u>3829</u>	<u>3816</u>
-19	10003	9360
-10	5194	5046
-9	5191	5038
-5	7254	6855
-4	7952	7469
-3	8584	8023
-2	9090	8463
-1	9417	8747
0	9531	8845
1	9418	8747
2	9090	8464
3	8585	8023
5	7255	6856
10	5201	5053
<u>19（边导线外 0.1m）</u>	<u>10010（最大值）</u>	9366
<u>20（边导线外 1.1m）</u>	10004	<u>9375（最大值）</u>
30	4708	4647
<u>32（边导线外 13.1m）</u>	<u>3834</u>	<u>3817</u>
40	1788	1817
45	1185	1212
50	822	845

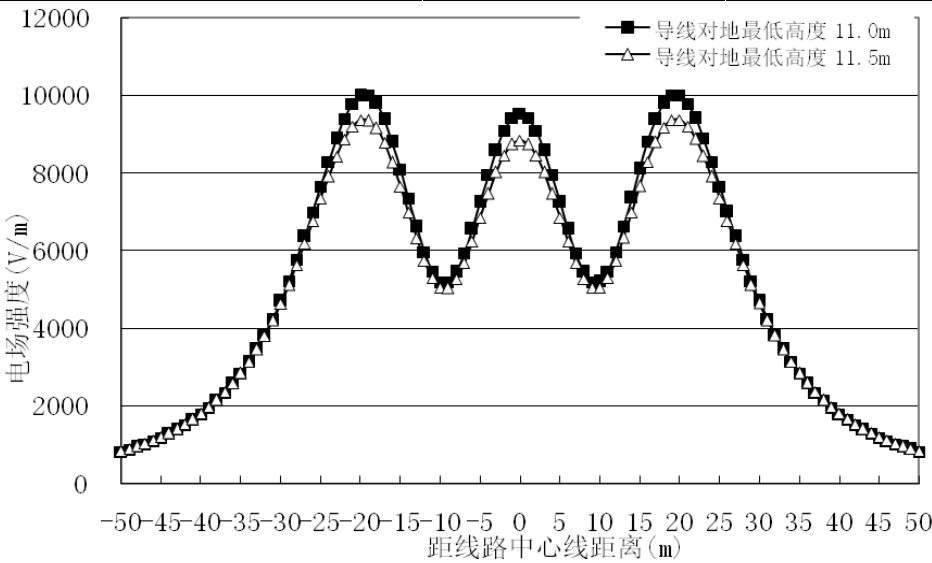


图6-11 单回水平排列段线路最不利塔型电场强度随距离变化趋势图

表6-18 单回水平排列段线路最不利塔型磁感应强度预测结果

最不利塔型	ZBB523	
导线对地最低高度（m）	h=11	h=11.5
距线路中心线距离（m）	磁感应强度（ μT ）	
-50	9.6	9.6
-40	16.0	15.8
-30	31.0	30.2
-20	62.0	58.6
-10	68.6	65.7
-9	68.6	65.7
-8	68.7	65.9
-7	69.0	66.2
-6	69.5	66.6
-5	70.1	67.1
-4	70.8	67.6
-3	71.4	68.1
-2	72.0	68.5
-1	72.3	68.8
<u>0（边导线内 18.9m）</u>	<u>72.5（最大值）</u>	<u>68.9（最大值）</u>
1	72.3	68.8
2	72.0	68.5
3	71.4	68.1
4	70.8	67.6
5	70.1	67.1
6	69.5	66.6
7	69.0	66.2
8	68.7	65.9
9	68.6	65.7
10	68.6	65.7
20	62.0	58.6
40	16.0	15.8
50	9.6	9.6

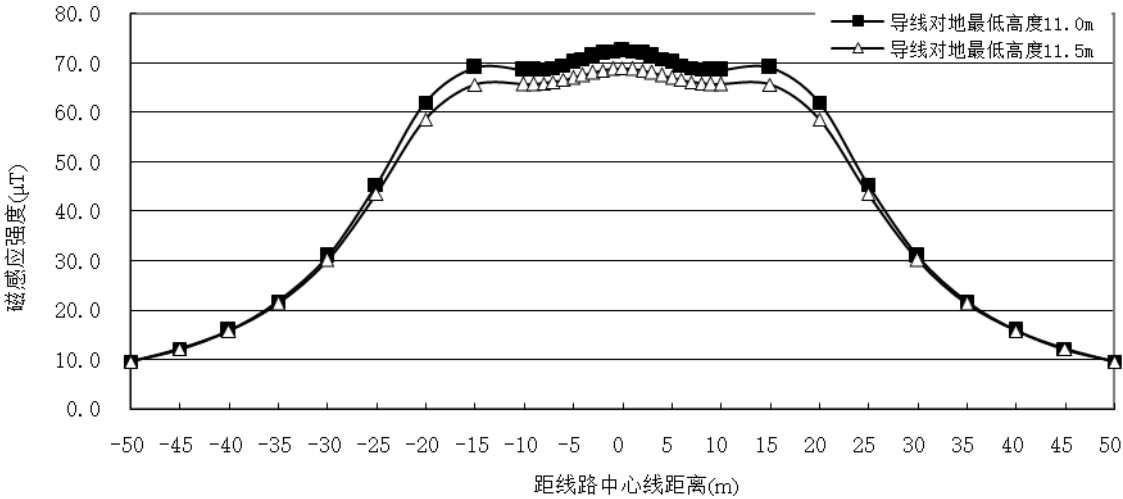


图6-12 单回水平排列段线路最不利塔型磁感应强度随距离变化趋势图

3) 改迁 220kV 卡杨线

·电场强度

本段线路采用拟选塔中最不利塔型 JG5152 塔, 导线按设计对地最低高度 14m 考虑时, 电场强度预测结果见表 6-15, 电场强度随距离变化趋势见图 6-9。

从表 6-15和图 6-9中可以看出, 本段线路采用拟选塔中最不利塔型 JG5152 塔, 导线按设计对地最低高度 14m 考虑时, 电场强度最大值为 1577V/m, 出现在距线路中心线投影 8m (边导线外 2.05m) 处, 满足电场强度不大于公众曝露限值 4000V/m 的要求, 此后随着距中心线距离增加而呈减小趋势。

·磁感应强度

本段线路采用拟选塔中最不利塔型 JG5152 塔, 导线按设计对地最低高度 14m 考虑时, 磁感应强度预测结果见表 6-16, 磁感应强度随距离变化趋势见图 6-10。

从表 6-16和图 6-10可以看出, 本段线路采用拟选塔中最不利塔型 JG5152 塔, 导线按设计对地最低高度 14m 考虑时, 离地 1.5m 处磁感应强度最大值为 8.1 μ T, 满足公众曝露控制限值小于 100 μ T 的要求。

表6-19 改迁 220kV 卡杨线最不利塔型电场强度预测结果

最不利塔型	JG5152
导线对地最低高度 (m)	h=14
距线路中心线距离 (m)	电场强度 (V/m)
-50	80
-15	1148
-10	1520
-9	1559
-8 (边导线外 2.05m)	1577 (最大值)
-7	1572
-6	1543
-5	1492
-4	1425
-3	1349
-2	1275
-1	1216
0	1182
1	1178
2	1202
3	1247
4	1300
5	1350
10	1339
15	975
50	91

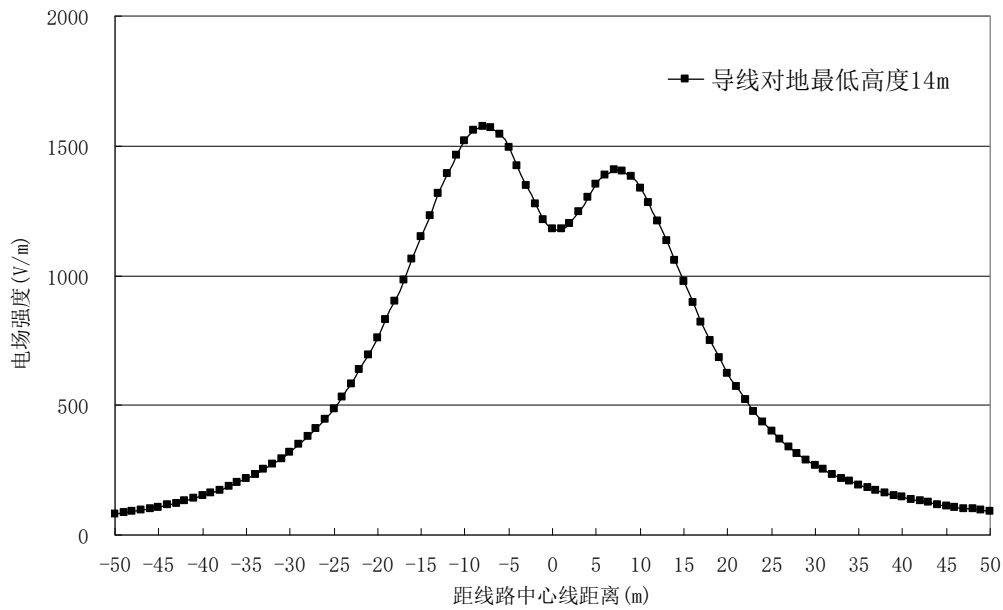


图6-13 改迁 220kV 卡杨线最不利塔型电场强度随距离变化趋势图

表6-20 改迁 220kV 卡杨线最不利塔型磁感应强度预测结果

最不利塔型	JG5152
导线对地最低高度（m）	h=10.5
距线路中心线距离（m）	磁感应强度（μT）
-50	0.7
-40	1.1
-30	1.8
-20	3.3
-15	4.5
-10	6.2
-9	6.5
-8	6.8
-7	7.1
-6	7.4
-5	7.6
-4	7.8
-3	7.9
-2	8.0
-1	8.1
<u>0（边导线内 5.95m）</u>	<u>8.1（最大值）</u>
1	8.0
2	8.0
3	7.9
4	7.7
10	6.2
15	4.7
30	1.9
40	1.2
50	0.8

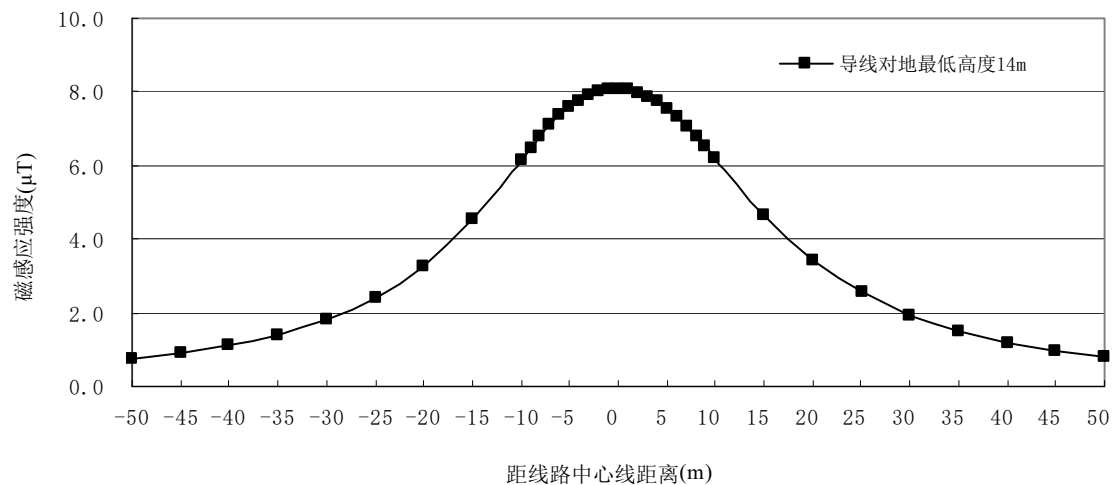


图6-14 改迁 220kV 卡杨线最不利塔型磁感应强度随距离变化趋势图

6.1.2.2 类比分析

(1) 类比条件分析

根据类比条件分析，本项目线路双回段均选择 500kV 山龙线/洪龙线作为类比线路，单回三角排列段选择 500kV 蜀山一线作为类比线路，单回水平排列段选择 500kV 谭龙一线作为类比线路，改迁卡杨线选择 220kV 龙古线为类比线路，相关参数比较见表 6-21、表 6-22、表 6-23、表 6-24。

表6-21 本项目线路双回段和类比线路（500kV 山龙线/洪龙线）相关参数

项目	本项目线路双回段	类比线路 (500kV 山龙线/洪龙线)
电压等级	500kV	500kV
架线方式	双回	双回
导线分裂型式	四分裂	四分裂
导线排列方式	垂直逆相序排列	垂直逆相序排列
输送电流 (A)	杨房沟至卡拉段：1840 卡拉至雅中段：2300	山龙线：392 洪龙线：280
导线高度(m)	11、14（按设计规程规定的最低高度要求）	23
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6-22 本项目线路单回三角排列段和类比线路（500kV 蜀山一线）相关参数

项目	本项目线路单回三角排列段	类比线路（500kV 蜀山一线）
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	三角排列	三角排列
输送电流 (A)	2300	245.16
导线高度(m)	10.5（按设计规程规定的最低高度要求）	23
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6-23 本项目线路单回水平排列段和类比线路（500kV 谭龙一线）相关参数

项目	本项目线路单回水平排列段	类比线路（500kV 谭龙一线）
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）	2300	83
导线高度(m)	10.5（按设计规程规定的最低高度要求）	24
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6-24 本项目改迁卡杨线和类比线路（220kV 龙古线）相关参数

项目	改迁卡杨线	类比线路（220kV 龙古线）
电压等级	220kV	220kV
架线方式	单回	单回
导线分裂型式	单分裂	单分裂
导线排列方式	三角排列	三角排列
输送电流（A）	480	360
导线高度(m)	14（按导线设计对地最低高度）	11.8
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 6-21可知，本项目线路双回段与类比线路（500kV 山龙线/洪龙线）电压等级均为 500kV，架线方式均为双回，导线分裂型式均为四分裂，导线排列方式均为垂直逆相序排列，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，**故本项目线路双回段选择 500kV 山龙线/洪龙线进行类比分析是可行的。**

由表 6-22可知，本项目线路单回三角排列段与类比线路（500kV 蜀山一线）电压等级均为 500kV，架线方式均为单回，导线分裂型式均为四分裂，导线排列方式均为单回三角排列，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 蜀山一线进行类比分析是可行的。**

由表 6-23 可知，本项目线路单回水平排列段与类比线路（500kV 谭龙一线）电压等级均为 500kV，架线方式均为单回，导线分裂型式均为四分裂，导线排列方式均为单回水平排列，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（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，**故本项目线路单回水平排列段选择 500kV 谭龙一线进行类比分析是可行的。**

由表 6-24 可知，改迁卡杨线与类比线路（220kV 龙古线）电压等级均为 220kV，架线方式均为单回，导线分裂型式均为单分裂，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；本段线路评价采用的高度（按导线设计对地最低高度）高于类比线路，根据输电线路电磁环境理论，对外环境状况相似、电压等级、排列方式、导线型号及分裂方式相同的导线，导线对地高度越低，产生的电磁环境影响略大，故类比线路能保守反映本段线路的电磁环境影响；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，**故本项目改迁卡杨线选择 220kV 龙古线进行类比分析是可行的。**

（2）类比分析方法

由表 6-21~表 6-24 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

《辐射环境保护管理导则 电磁辐射监测仪器和方法》(HJ/T10.2-1996);

《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: 以档距中央导线弛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 6-25。

表6-25 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 山龙线/洪龙线	四川省电力环境监测研究中心站	SDY/131/BG/002-2008
500kV 蜀山一线	四川省电力环境监测研究中心站	SDY/131/BG/002-2008
500kV 谭龙一线	四川省电力环境监测研究中心站	SDY/131/BG/002-2008
220kV 龙古线	四川省电力环境监测研究中心站	SDY/131/BG/004-2005

类比线路工程环境现状监测单位四川省电力环境监测研究中心站, 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 6-26。

表6-26 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 山龙线/洪龙线	晴	23.5	57.4
500kV 蜀山一线	晴	22.5	56.1
500kV 谭龙一线	晴	24.1	52.8
220kV 龙古线	晴	10.2	71.5

(4) 类比线路监测结果与模式预测结果对比分析

1) 本项目线路双回段类比线路(500kV 山龙线/洪龙线)

类比线路电场强度和磁感应强度监测结果见表 6-27, 模式预测结果见表 6-28; 电场强度变化趋势见图 6-15, 磁感应强度变化趋势见图 6-16。

表6-27 类比线路（山龙线/洪龙线）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）			
		E _X	E _Y	E _Z	E _T	B _X	B _Y	B _Z	B _T
1	距线路中心 0m	1057	1160	1990	2534	0.243	0.544	1.515	1.628
2	距线路中心 5m	925	868	2736	3016	0.131	0.082	1.441	1.441
3	距线路中心 10m	962	92	3101	3375	79	0.595	1.069	1.226
4	距线路中心 15m	812	798	2862	3080	0.034	0.629	0.663	0.915
5	距线路中心 20m	673	518	1903	2084	0.251	0.546	0.293	0.668
6	距线路中心 25m	538	526	1054	1295	0.157	0.495	0.080	0.530
7	距线路中心 30m	61	99	531	537	0.074	0.284	0.108	0.369
8	距线路中心 40m	58	72	217	233	0.043	0.179	0.127	0.223
9	距线路中心 50m	16	24	94	102	0.039	0.085	0.116	0.149
10	距线路中心 60m	7	13	39	42	0.010	0.067	0.093	0.116

表6-28 类比线路（山龙线/洪龙线）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	距线路中心 0m	1970	3.219
2	距线路中心 5m	2920	3.211
3	距线路中心 10m	3620	3.162
4	距线路中心 15m	3110	3.033
5	距线路中心 20m	2120	2.826
6	距线路中心 25m	1290	2.58
7	距线路中心 30m	740	2.333
8	距线路中心 40m	200	1.906
9	距线路中心 50m	50	1.586
10	距线路中心 60m	70	1.349

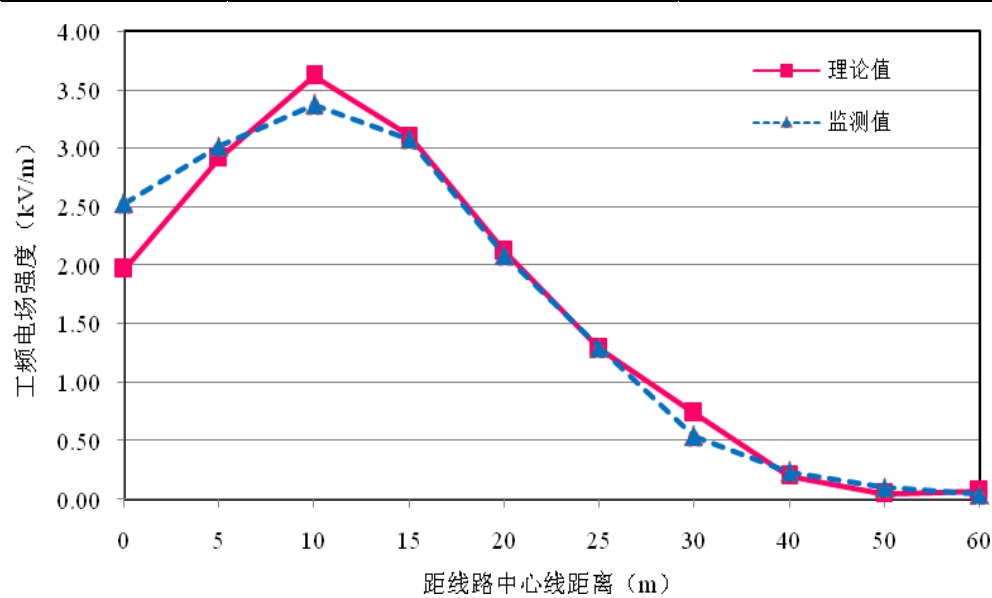


图6-15 类比线路（山龙线/洪龙线）电场强度随距中心线距离变化趋势图

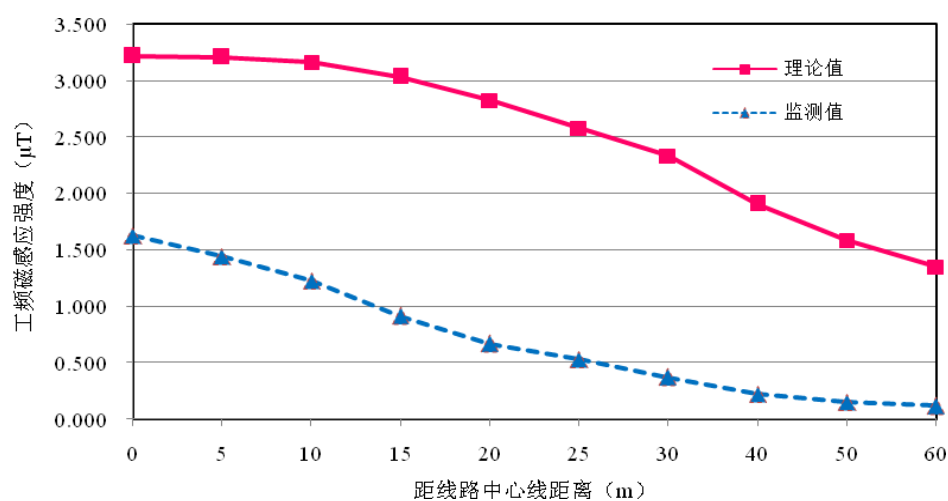


图6-16 类比线路（山龙线/洪龙线）磁感应强度随距中心线距离变化趋势图

从表 6-27、表 6-28、图 6-15 可知，类比线路电场强度监测值在 42~3375V/m 之间，模式预测值在 50~3620V/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 6-27、表 6-28、图 6-16 可知，类比线路磁感应强度监测值在 0.116~1.628μT 之间，模式预测值在 1.349~3.219μT 之间，均满足评价标准要求（不大于磁感应强度公众曝露控制限值 100μT）。类比线路磁感应强度模式预测值均大于监测值，但二者均随距中心线距离增加呈减小趋势。

2）本项目线路单回三角排列段类比线路（500kV 蜀山一线）

类比线路电场强度和磁感应强度监测结果见表 6-29，模式预测结果见表 6-30；电场强度变化趋势见图 6-17，磁感应强度变化趋势见图 6-18。

表6-29 500kV 蜀山一线#6~#7 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)			
		E _X	E _Y	E _Z	E _T	B _X	B _Y	B _Z	B _T
1	距线路中心 0m	221	295	1101	1161	0.077	0.591	0.615	0.723
2	距线路中心 5m	292	332	1658	1716	0.102	1.136	1.333	1.764
3	距线路中心 10m	288	378	2422	2468	0.059	1.466	0.708	1.634
4	距线路中心 15m	271	295	2424	2457	0.478	1.283	0.448	1.443
5	距线路中心 20m	214	265	1983	2012	0.341	0.964	0.524	1.152
6	距线路中心 25m	166	223	1706	1729	0.112	0.691	0.525	0.876
7	距线路中心 30m	156	159	1025	1049	0.112	0.506	0.484	0.710
8	距线路中心 40m	97	106	873	0885	0.058	0.284	0.392	0.491
9	距线路中心 50m	23	30	423	530	0.124	0.137	0.302	0.356
10	距线路中心 60m	140	147	235	316	0.010	0.123	0.242	0.274

表6-30 500kV 蜀山一线#6~#7 断面电场强度、磁感应强度模式预测值

序号	预测位置	电场强度(V/m)	磁感应强度(μT)
1	距线路中心 0m	1140	3.524
2	距线路中心 5m	1750	3.537
3	距线路中心 10m	2510	3.516
4	距线路中心 15m	2770	3.369
5	距线路中心 20m	2570	3.1
6	距线路中心 25m	2140	2.782
7	距线路中心 30m	1690	2.476
8	距线路中心 40m	1010	1.979
9	距线路中心 50m	610	1.626
10	距线路中心 60m	390	1.373

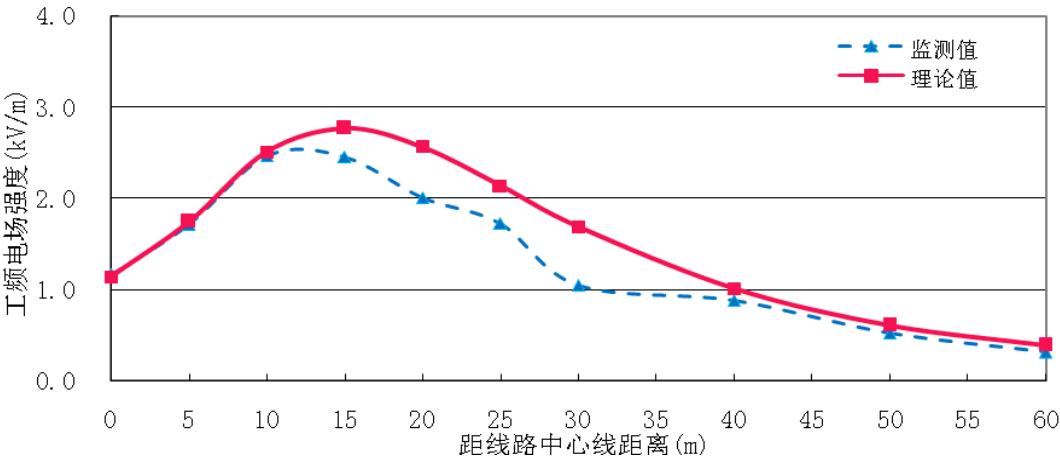


图6-17类比线路（500kV 蜀山一线）电场强度随距中心线距离变化趋势图

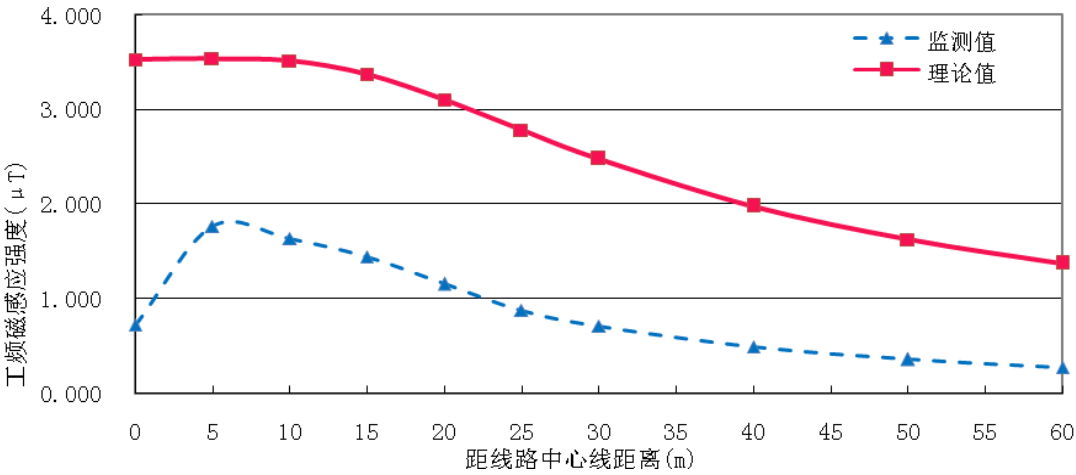


图6-18 类比线路（500kV 蜀山一线）磁感应强度随距中心线距离变化趋势图

从表 6-29、表 6-30、图 6-17可知，类比线路电场强度监测值在 316~2468V/m 之间，模式预测值在 390~2770V/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 6-29、表 6-30、图 6-18可知，类比线路磁感应强度监测值在 0.274~1.764μT

之间，模式预测值在 1.373~3.537 μ T 之间，均满足评价标准要求（不大于磁感应强度公众曝露控制限值 100 μ T）。类比线路磁感应强度模式预测值均大于监测值，但二者均随距中心线距离增加呈减小趋势。

3）本项目线路单回水平排列段类比线路（500kV 谭龙一线）

类比线路电场强度和磁感应强度监测结果见表 6-31，模式预测结果见表 6-32，电场强度变化趋势见图 6-19，磁感应强度变化趋势见图 6-20。

表6-31 500kV 谭龙一线#120~#121 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）			
		E _X	E _Y	E _Z	E _T	B _X	B _Y	B _Z	B _T
1	距线路中心 0m	118	400	815	916	0.137	0.455	1.429	1.503
2	距线路中心 5m	99	490	1225	1323	0.161	0.550	1.343	1.460
3	距线路中心 10m	175	143	2049	2061	0.269	0.879	1.001	1.358
4	距线路中心 15m	168	277	2319	2342	0.126	1.005	0.691	1.220
5	距线路中心 20m	343	196	2626	2656	0.145	0.968	0.317	1.032
6	距线路中心 25m	148	116	2159	2167	0.062	0.835	0.098	0.842
7	距线路中心 30m	60	688	1934	1937	0.042	0.634	0.140	0.649
8	距线路中心 40m	11	10	1184	1185	0.070	0.362	0.215	0.427
9	距线路中心 50m	12	7	713	695	0.086	0.201	0.188	0.288
10	距线路中心 60m	42.4	5	361	363	0.043	0.117	0.146	0.192

表6-32 500kV 谭龙一线#120~#121 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	距线路中心 0m	1497	1.689
2	距线路中心 5m	1979	1.715
3	距线路中心 10m	2861	1.737
4	距线路中心 15m	3363	1.711
5	距线路中心 20m	3242	1.617
6	距线路中心 25m	2741	1.479
7	距线路中心 30m	2161	1.332
8	距线路中心 40m	1656	1.075
9	距线路中心 50m	1262	0.885
10	距线路中心 60m	969	0.747

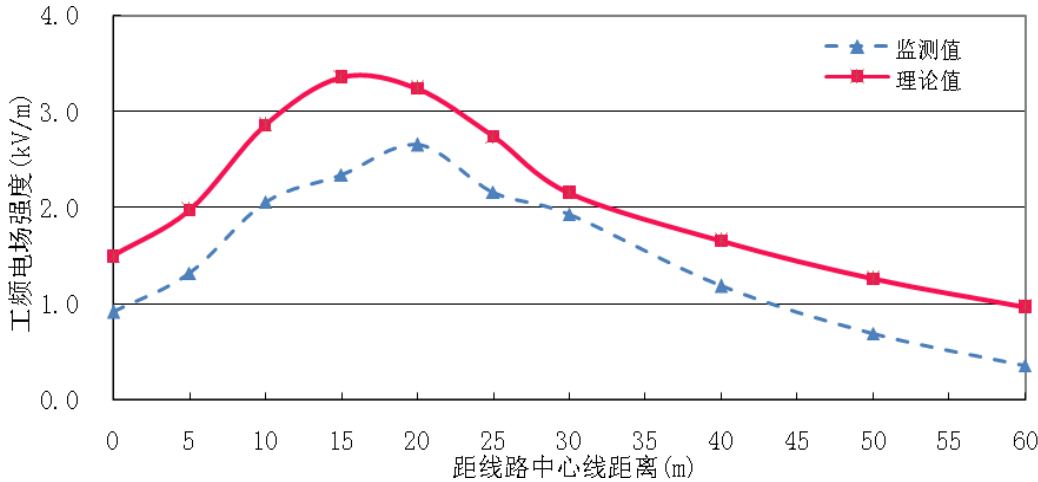


图6-19 类比线路（500kV 谭龙一线）电场强度随距中心线距离变化趋势图

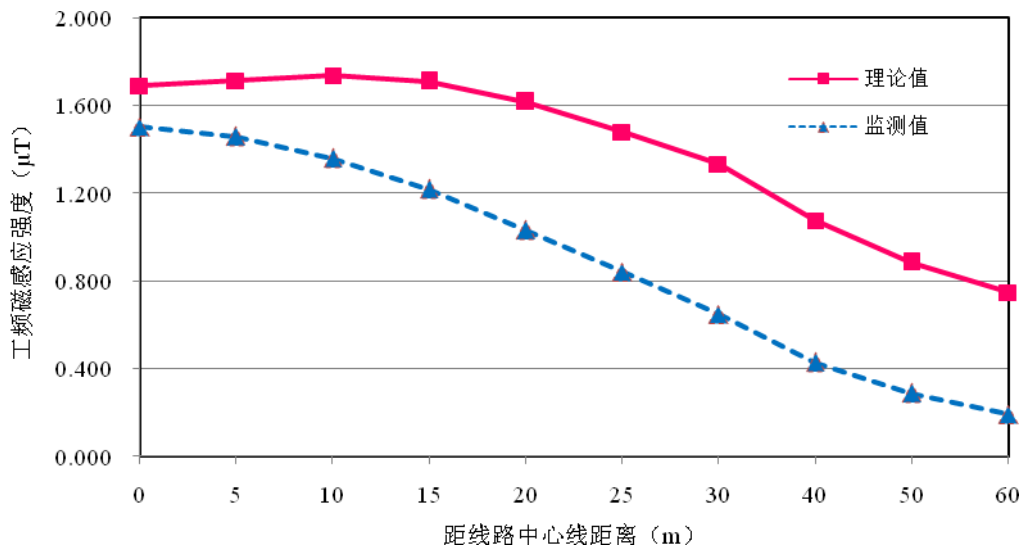


图6-20 类比线路（500kV 谭龙一线）磁感应强度随距中心线距离变化趋势图

从表 6-31、表 6-32、图 6-19可知，类比线路电场强度监测值在 363~2656V/m 之间，模式预测值在 969~3363V/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 6-31、表 6-32、图 6-20中可知，类比线路磁感应强度监测值在 0.192~1.503μT 之间，模式预测值在 0.747~1.737μT 之间，均满足评价标准要求（不大于磁感应强度公众曝露控制限值 100μT）。类比线路磁感应强度模式预测值均大于监测值，但二者均随距中心线距离增加呈减小趋势。

4) 改迁卡杨线类比线路（220kV 龙古线）

类比线路电场强度和磁感应强度监测结果见表 6-33，模式预测结果见表 6-34，电场强度变化趋势见图 6-21，磁感应强度变化趋势见图 6-22。

表6-33 220kV 龙古线电场强度、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	距中导线 0m	1580	2.78
2	距中导线 5m	2190	2.48
3	距中导线 10m	2970	1.77
4	距中导线 15m	1820	1.29
5	距中导线 20m	969	8.5×10^{-1}
6	距中导线 25m	664	7.2×10^{-1}
7	距中导线 30m	485	4.6×10^{-1}
8	距中导线 35m	310	4.3×10^{-1}
9	距中导线 40m	234	3.5×10^{-1}
10	距中导线 45m	158	2.5×10^{-1}
11	距中导线 50m	106	2.2×10^{-1}

表6-34 220kV 龙古线电场强度、磁感应强度模式预测值

序号	测点位置	电场强度(V/m)	磁感应强度 (μT)
1	距中导线 5m	2391	8.4
2	距中导线 10m	3108	7.6
3	距中导线 15m	2478	5.6
4	距中导线 20m	1452	3.9
5	距中导线 25m	862	2.7
6	距中导线 30m	523	1.9
7	距中导线 40m	275	1.2

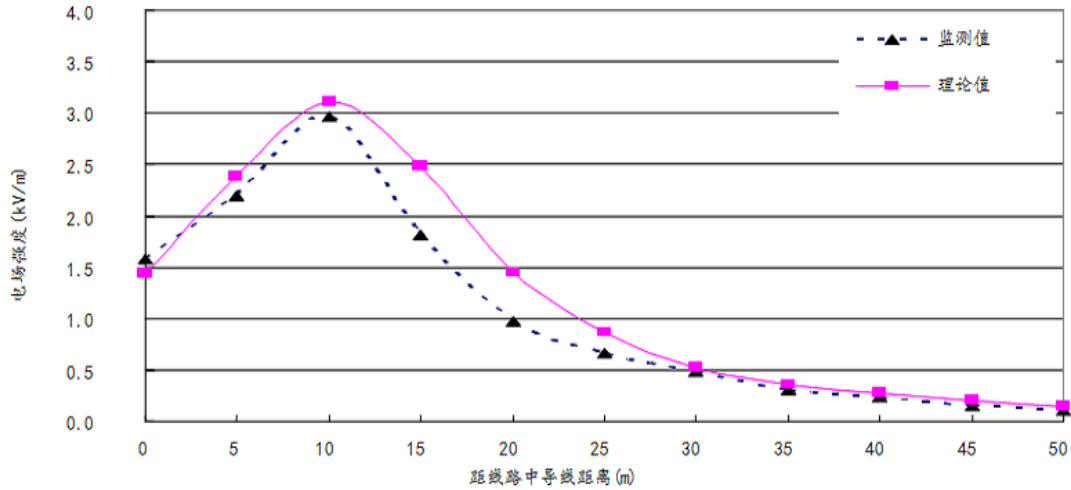


图6-21 类比线路（龙古线）电场强度随距中心线距离变化趋势图

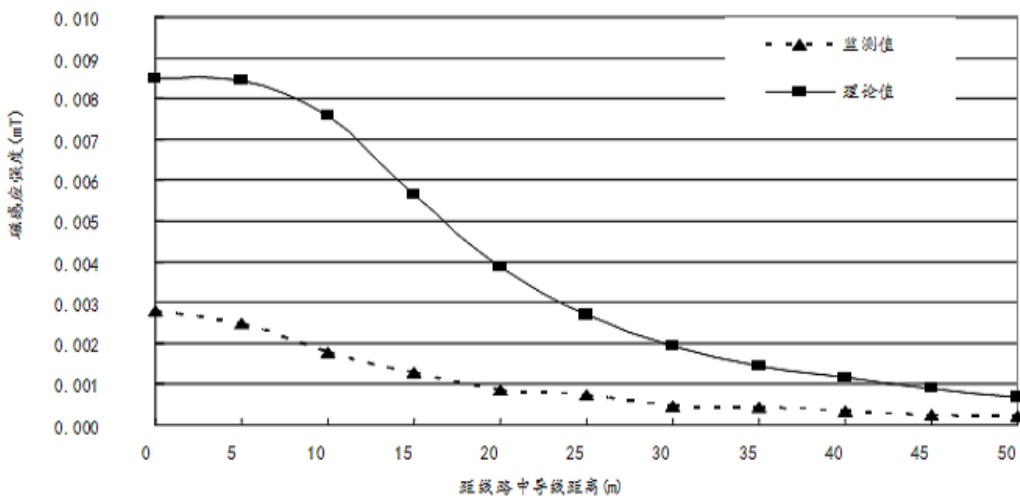


图6-22 类比线路（龙古线）磁感应强度随距中心线距离变化趋势图

从表 6-33、表 6-34、图 6-21可知，类比线路电场强度监测值在 106~2970V/m 之间，模式预测值在 275~3108V/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 6-33、表 6-34、图 6-22中可知，类比线路磁感应强度监测值在 $2.2 \times 10^{-1} \sim 2.48 \mu\text{T}$ 之间，模式预测值在 1.2~8.4μT 之间，均满足评价标准要求（不大于磁感应强

度公众曝露控制限值 $100\mu\text{T}$)。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。

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。

6.1.3 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

本项目杨房沟至卡拉段线路需跨越220kV朗杨线(单回三角排列)1次,跨越220kV卡杨线(单回三角排列)1次,卡拉至雅中双回段线路需跨越220kV卡杨线(单回三角排列)、220kV跑烟线(单回三角排列)、220kV湾盐线(单回三角排列)、110kV盐乔线(单回三角排列)各1次。本项目线路与其他110kV及以上电压等级线路的交叉跨越情况见表3-12,线路跨越处两线共同评价范围内均无居民分布。

本次在跨越上述线路处的电磁环境影响采用本项目线路贡献值(模式预测值)叠加被跨越线路的现状值进行预测分析,交叉跨越处现状值取交叉处既有线路监测最大值,代表性分析详见“4.4.2 监测点布置及合理性分析”。在跨越处本项目线路贡献值采用 6.1.3 中的模式进行预测,交叉跨越处本项目线路的模式预测参数和既有线路的现状值详见表 6-35。

表6-35 本项目线路交叉跨越 110kV 及以上电压等级线路的预测参数

本项目线路	被跨越物名称	交叉跨越方式	被跨越物现状值	本项目线路情况		
				导线对地最低高度(m)*	拟选最不利塔型(E、B)	导线型号
杨房沟至卡拉段线路(同塔双回排列)	220kV 朗杨线	跨越	10☆监测点值	39	5D2-SJC3	4×JL/G1A-400/50
	220kV 卡杨线(田镇村)	跨越	13☆监测点值	32	5D2-SJC3	4×JL/G1A-400/50
卡拉至雅中双回段线路(同塔双回排列)	220kV 卡杨线(八通村)	跨越	13☆监测点值	36	5D2-SJC3	4×JL/G1A-400/50
	220kV 跑烟线	跨越	15☆监测点值	40	SHJC5101	4×JL/G1A-500/45
	220kV 湾盐线	跨越	22☆监测点值	53	SHJC5101	4×JL/G1A-500/45
	110kV 盐乔线	跨越	19☆监测点值	76	SHJC5101	4×JL/G1A-500/45

注: 1.E—电场强度、B—磁感应强度;

2.*: 本项目线路与既有线路之间的垂直距离按规程规定的最小垂直净距(6m)进行考虑。

(1) 杨房沟至卡拉段线路与既有线路交叉跨越时电磁环境影响叠加预测

按照上述预测方法,本项目杨房沟至卡拉段线路在跨越既有线路处电场强度叠加预测结果见表 6-36,磁感应强度叠加预测结果见表 6-37。

表6-36 杨房沟至卡拉段线路在跨越既有线路处电场强度叠加预测结果

被跨越线路	被跨越线路 现状值(V/m)	杨房沟至卡拉段线路		跨越处叠加预测 值(V/m)	电磁环境 影响防护 距离设置
		距中心线距离(m)	贡献值(V/m)		
220kV 朗杨线	228.2	-50	407	635.2	不需要设置
		-30	854	1082.2	
		-18	944	1172.2	
		-5	699	927.2	
		0	677	905.2	
		5	760	988.2	
		18 (边导线外4.67m)	956 (最大值)	1184.2 (最大值)	
		30	789	1017.2	
220kV 卡杨线(田镇村)	320.3	50	353	581.2	不需要设置
		-50	430	750.3	
		-30	1156	1476.3	
		-16	1405	1725.3	
		-5	963	1283.3	
		0	911	1231.3	
		5	1100	1420.3	
		16 (边导线外2.67m)	1433 (最大值)	1753.3 (最大值)	
		30	1027	1347.3	
		50	361	681.3	

表6-37 杨房沟至卡拉段线路在跨越既有线路处磁感应强度叠加预测结果

被跨越线路	被跨越线路监测值 (μT)	杨房沟至卡拉段线路		跨越处叠加预测 值(μT)
		距中心线距离(m)	贡献值(μT)	
220kV 朗杨线	0.011	-50	2.2	2.211
		-20	4.6	4.611
		-10	5.2	5.211
		-2 (边导线内14.43m)	5.4 (最大值)	5.411 (最大值)
		0	5.4	5.411
		2	5.3	5.311
		10	5.0	5.011
		20	4.3	4.311
220kV 卡杨线(田镇村)	0.134	50	2.0	2.011
		-50	2.7	2.834
		-20	6.6	6.734
		-10	7.8	7.934
		-2 (边导线内14.43m)	8.1 (最大值)	8.234 (最大值)
		0	8.1	8.234
		2	8.1	8.234
		10	7.5	7.634
		20	6.2	6.334
		50	2.4	2.534

由表 6-36、表 6-37可知,本项目杨房沟至卡拉段线路在跨越 220kV 朗杨线、220kV 卡杨线处电场强度叠加预测最大值分别为 1184.2V/m、1753.3V/m,均满足耕地、园

地等场所电场强度不大于控制限值 10kV/m 的评价标准要求，也满足电场强度不大于公众曝露控制限值 4000V/m 的要求；杨房沟至卡拉段线路在跨越 220kV 朗杨线、220kV 卡杨线处磁感应强度叠加预测最大值分别为 5.411 μ T、8.234 μ T，均满足磁感应强度不大于公众曝露控制限值 100 μ T 要求。根据现场踏勘及监测结果，既有 220kV 朗杨线、220kV 卡杨线在与本项目线路交叉跨越处不需设置电磁防护距离，根据本次叠加预测结果，本项目线路在与既有 220kV 朗杨线、220kV 卡杨线交叉跨越处均不需设置电磁环境保护距离。

(2) 卡拉至雅中双回段线路与既有线路交叉跨越时电磁环境影响叠加预测

按照上述预测方法，本项目卡拉至雅中双回段线路在跨越既有线路处电场强度叠加预测结果见表 6-38，磁感应强度叠加预测结果见表 6-39。

表6-38 卡拉至雅中双回段线路在跨越既有线路处电场强度叠加预测结果

被跨越线路	被跨越线路现状值(V/m)	卡拉至雅中双回段线路		跨越处叠加预测值 (V/m)	电磁环境影响防护距离设置
		距中心线距离 (m)	贡献值 (V/m)		
220kV 卡杨线 (八通村)	320.3	-50	721	1041.3	不需要设置
		-30	1367	1687.3	
		-25 (边导线外 4.9m)	1417 (最大值)	1737.3 (最大值)	
		-10	876	1196.3	
		-5	533	853.3	
		0	317	637.3	
		5	533	853.3	
		10	876	1196.3	
		25 (边导线外 4.9m)	1417 (最大值)	1737.3 (最大值)	
		30	1367	1687.3	
		50	721	1041.3	
220kV 跑烟线	1081.9	-50	680	1761.9	不需要设置
		-30	1142	2223.9	
		-26 (边导线外 5.9m)	1162 (最大值)	2243.9 (最大值)	
		-10	721	1802.9	
		-5	472	1553.9	
		0	331	1412.9	
		5	472	1553.9	
		10	721	1802.9	
		26 (边导线外 5.9m)	1162 (最大值)	2243.9 (最大值)	
		30	1142	2223.9	
220kV 湾盐线	1516.7	-50	527	2043.7	不需要设置
		-30 (边导线外 9.9m)	678 (最大值)	2194.7 (最大值)	
		-10	443	1959.7	
		0	317	1833.7	
		10	443	1959.7	
		30 (边导线外 9.9m)	678 (最大值)	2194.7 (最大值)	
110kV 盐乔线	1.2	-50	323	324.2	不需要设置
		-37 (边导线外 16.9m)	343 (最大值)	344.2 (最大值)	
		-10	267	268.2	
		0	246	247.2	
		10	267	268.2	
		37 (边导线外 16.9m)	343 (最大值)	344.2 (最大值)	
		50	323	324.2	

表6-39 卡拉至雅中双回段线路在跨越既有线路处磁感应强度叠加预测结果

被跨越线路	被跨越线路监测值 (μT)	卡拉至雅中双回段线路		跨越处叠加预测 值 (μT)
		距中心线距离 (m)	贡献值 (μT)	
220kV 卡杨线 (八通村)	0.134	-50	4.0	4.134
		-20	8.4	8.534
		-5	9.5	9.634
		<u>0(边导线内 20.1m)</u>	<u>9.6 (最大值)</u>	<u>9.734 (最大值)</u>
		5	9.5	9.634
		20	8.4	8.534
		50	4.0	4.134
220kV 跑烟线	0.217	-50	3.6	3.817
		-20	6.9	7.117
		-10	7.6	7.817
		<u>0(边导线内 20.1m)</u>	<u>7.8 (最大值)</u>	<u>8.017 (最大值)</u>
		10	7.6	7.817
		20	6.9	7.117
		50	3.6	3.817
220kV 湾盐线	0.159	-50	2.4	2.559
		-20	3.9	4.059
		-10	4.2	4.359
		<u>0(边导线内 20.1m)</u>	<u>4.4 (最大值)</u>	<u>4.559 (最大值)</u>
		10	4.2	4.359
		20	3.9	4.059
		50	2.4	2.559
110kV 盐乔线	0.182	-50	1.3	1.482
		-20	1.8	1.982
		-5	1.9	2.082
		<u>0(边导线内 20.1m)</u>	<u>1.9 (最大值)</u>	<u>2.082 (最大值)</u>
		5	1.9	2.082
		20	1.8	1.982
		50	1.3	1.482

由表 6-38、表 6-39可知，本项目卡拉至雅中双回段线路在跨越 220kV 卡杨线、220kV 跑烟线、220kV 湾盐线、110kV 盐乔线处电场强度叠加预测最大值分别为 1737.3V/m、2243.9V/m、2194.7V/m、344.2V/m，均满足耕地、园地等场所电场强度不大于控制限值 10kV/m 的评价标准要求，也满足电场强度不大于公众曝露控制限值 4000V/m 的要求；卡拉至雅中双回段线路在跨越 220kV 卡杨线、220kV 跑烟线、220kV 湾盐线、110kV 盐乔线处磁感应强度叠加预测最大值分别为 9.734 μT 、8.017 μT 、4.559 μT 、2.082 μT ，均满足磁感应强度不大于公众曝露控制限值 100 μT 要求。根据现场踏勘及监测结果，既有 220kV 卡杨线、220kV 跑烟线、220kV 湾盐线、110kV 盐乔线在与本项目线路交叉跨越处不需设置电磁防护距离，根据本次叠加预测结果，本项目线路在与既有 220kV 卡杨线、220kV 跑烟线、220kV 湾盐线、110kV 盐乔线交叉跨越处均不需设置电磁环境保护距离。

本项目线路跨越 35kV 及以下电压等级线路时，由于 35kV 及以下电压等级线路

产生的电磁环境影响很小，故不考虑两线电磁环境叠加影响。

6.1.3.2 与其他电力线路的并行影响分析

本项目杨房沟至卡拉段线路与既有 220kV 卡杨线并行，并行长度约 1.6km，两线边导线间最近距离约 76m。本项目线路与其他 110kV 及以上电压等级线路并行情况见表 3-13，并行线路两线之间及共同评价范围内均无居民分布。

本项目线路与既有线路并行走线时，并行段任意点的电磁环境叠加影响采用本项目线路在该点处的贡献值（即模式预测值）加既有线路在并行段的现状监测最大值进行预测。本项目线路贡献值采用 6.1.3 中的模式进行预测，并行处本项目线路的模式预测参数以及既有线路的现状监测值详见表 6-40。

表6-40 本项目线路与其他既有 110kV 及以上电压等级线路并行预测参数

项目	并行线路	两线间/共同评价范围内是否有居民分布	两线间最近距离	既有线路现状值	本项目线路情况			
					导线对地最低高度	拟采用塔中 最不利塔型	导线型号	导线架设型式
杨房沟至卡拉段线路	既有 220kV 卡杨线	无/无	76m	13☆监测点值	11m*	5D2-SJC3	4×JL/G1A-400/50	同塔双回排列

注：*—按非居民区导线对地最低高度为 11m 考虑。

按照上述预测方法，杨房沟至卡拉段线路与既有 220kV 卡杨线并行时电场强度叠加预测结果见表 6-41，磁感应强度叠加预测结果见表 6-42。

表6-41 杨房沟至卡拉段线路与既有 220kV 卡杨线并行时电场强度预测结果

并行线路	并行线路现状值 (V/m)	杨房沟至卡拉段线路		并行段预测值 (V/m)	电磁环境影响 防护距离设置
		距中心线距离 (m)	贡献值 (V/m)		
220kV 卡杨线	320.3	-50	385	705.3	本段线路边导线外 10.0m
		-26 (边导线外 9.57m)	3380	3700.3	
		-25	3848	4168.3	
		-15 (边导线内 1.43m)	9367 (最大值)	9687.3 (最大值)	
		-10	7323	7643.3	
		-5	3316	3636.3	
		0	2143	2463.3	
		5	5780	6100.3	
		10	9132	9452.3	
		22	3801	4121.3	
		23 (边导线外 9.67m)	3338	3658.3	
		50	327	647.3	

表6-42 杨房沟至卡拉段线路与既有 220kV 卡杨线并行时磁感应强度预测结果

并行线路	并行线路现状值 (μT)	杨房沟至卡拉段线路		并行段预测值 (μT)
		距中心线距离 (m)	贡献值 (μT)	
220kV 卡杨线	0.134	-50	4.8	4.934
		-30	15.4	15.534
		-12 (边导线内 4.43m)	43.2 (最大值)	43.334 (最大值)
		-5	40.2	40.334
		0	39.5	39.634
		5	41.9	42.034
		15	35.8	35.934
		50	4.1	4.234

由表 6-41、表 6-42可知，本项目杨房沟至卡拉段线路与既有 220kV 卡杨线并行走线时电场强度叠加预测最大值为 9687.3V/m（出现在边导线内 1.43m 处），满足耕地、园地等场所电场强度不大于控制限值 10kV/m 的评价标准要求，磁感应强度叠加预测最大值为 43.334 μT ，满足不大于公众曝露控制限值 100 μT 的要求。距本项目线路边导线外 9.57m 处电场强度叠加预测值为 3700.3V/m，满足不大于公众曝露控制限值 4000V/m 的要求，且随着距离线路中心线距离增加呈减小趋势，**因此杨房沟至卡拉段线路与卡杨线并行走线时，杨房沟至卡拉段线路需将边导线外 10.0m 设置为电磁环境保护距离**，在电磁环境保护距离范围内不得新建民房等敏感性建（构）筑物。

本项目线路在与 35kV 及以下电压等级线路并行时，由于 35kV 及以下电压等级线路产生的电磁环境影响很小，故不考虑两线电磁环境叠加影响。

6.2 声环境影响预测与评价

6.2.1 雅中换流站间隔扩建

雅中换流站间隔扩建噪声分析采用理论模式进行预测，预测模式采用《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2009）中工业噪声室外面源预测模式。

①面声源的几何发散衰减

设声源的两边长为 a 和 b ($a \leq b$)，从声源中心到任意二点间的距离分别为 r_1 和 r_2 ($r_1 < r_2$)，则声压级衰减量可由下式求出：

$$\begin{aligned} &\text{当 } r_2 \leq a/\pi \\ &\Delta L = 0 \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} &\text{当 } r_1 \geq a/\pi, r_2 \leq b/\pi \\ &\Delta L = 10 \lg (r_2/r_1) \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} &\text{当 } r_1 \geq b/\pi \\ &\Delta L = 20 \lg (r_2/r_1) \end{aligned} \quad (3)$$

②声压级合成计算

$$L_p = 10 \lg \left[\sum_{i=1}^n 10^{0.1 L_i} \right] \quad (4)$$

式中： L_p —多个声源在预测点 P 处叠加后的等效声级，dB(A)

L_i —距 i 声源 r_i 处的等效声级，dB(A)

n—噪声源个数

雅中换流站为户外布置，初期工程的主要噪声源设备有换流变（Box-in）、平波电抗器、直流滤波电容器、直流滤波电抗器等，根据《雅中-江西±800kV 特高压直流输电工程环境影响报告书》，上述噪声源设备的源强见表 6-43。根据换流站的围墙布置等施工图资料，初期工程已采取的噪声控制措施如下（详见图 6-23）：

a) 换流变均采取 Box-in 措施；

b) 对换流站围墙采取隔声措施，即增高围墙且在围墙基础上设置声屏障：

- 西侧围墙和声屏障总高 9m（框架围墙 5m+声屏障 4m），长约 195m；
- 西侧、南侧、东侧围墙和声屏障总高 4m（框架围墙 3m+声屏障 1m），长约 980m；
- 东侧围墙和声屏障总高 6m（框架围墙 5m+声屏障 1m），长约 285m；
- 北侧围墙和声屏障总高 8m（框架围墙 5m+声屏障 3m），长约 549m。

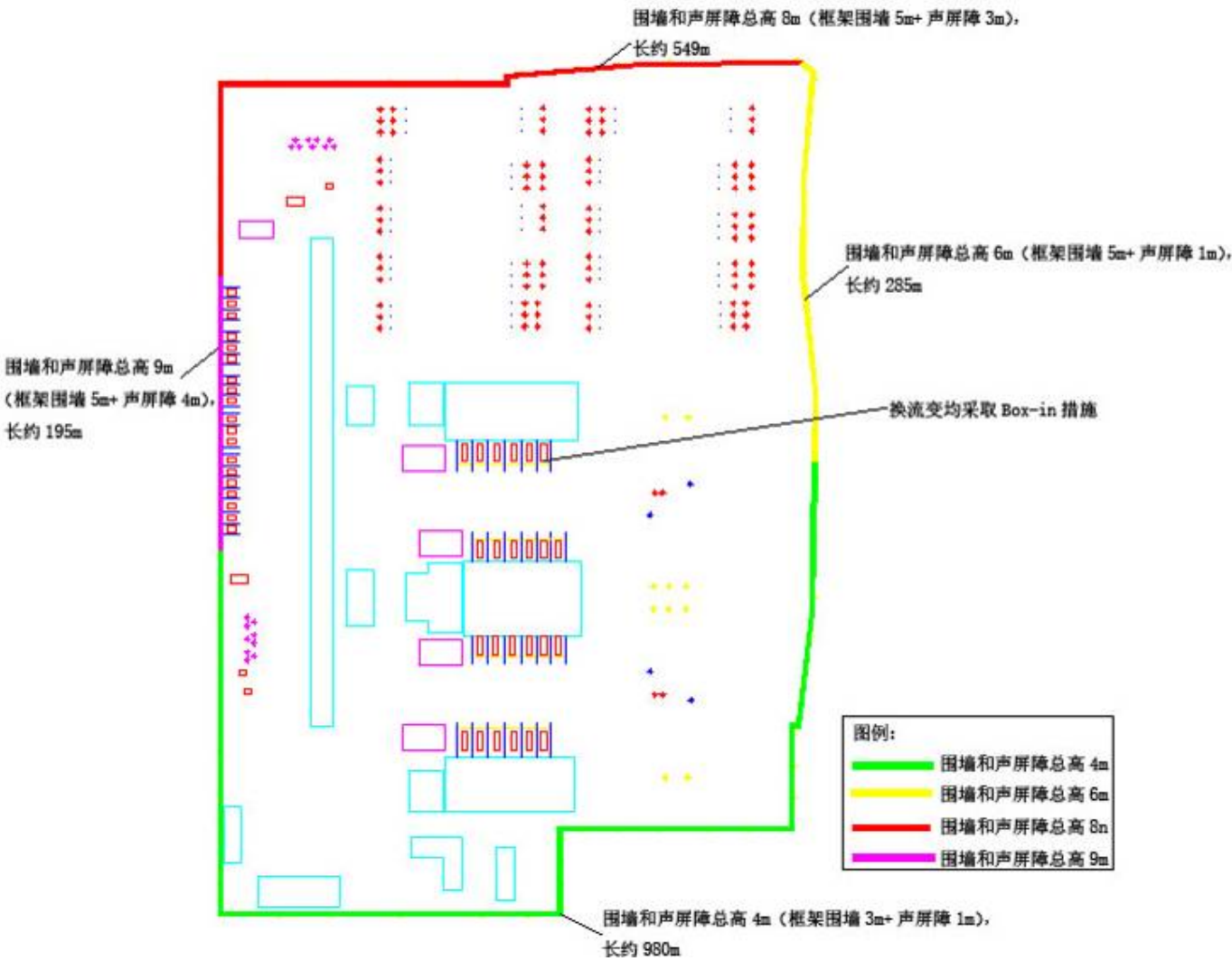


图6-23 雅中换流站初期工程已采取的噪声控制措施

本工程在换流站内预留位置上扩建 2 组 500kV 高压电抗器及中性小电抗，根据设计资料及同类工程调查，500kV 高压电抗器噪声声压级不大于 70dB(A)（距设备 2m 处），中性点电抗器噪声声压级不大于 65dB(A)（距设备 2m 处），见表 6-43。

根据换流站扩建后的总平面布置，在换流站初期工程已采取的措施基础上，根据《±800kV 特高压直流输电工程换流站标准化设计文件之（十）：换流站噪声计算及降噪标准化设计指导书（试行）》，利用 Cadna A4.2 软件对本次扩建后规模的噪声影响进行预测分析，其主要声源预测参数见表 6-43，站内的主要建构物参数见表 6-44。

表6-43 换流站内主要声源预测参数

序号	噪声源	声源类型	声功率级 (dB(A))	声源高度 (m)	数量 (组/台)
1	换流变 (Box-in)	面声源	99.6	1.5	24 (初期)
2	平波电抗器	点声源	92	17	10 (初期)
3	直流滤波器电容器	线声源	80	6-28/1.5-7.5	2/2 (初期)
4	直流滤波器电抗器	点声源	78	4.5	4 组 (初期)
5	交流滤波器电容器 (HP24/36)	线声源	96.7	3-11.5	4 组 (初期)

序号	噪声源	声源类型	声功率级 (dB(A))	声源高度 (m)	数量 (组/台)
6	交流滤波器电容器 (HP3)	线声源	83.8	3-11.5	3 组 (初期)
7	交流滤波器电容器 (SC)	线声源	89.7	3-11.5	8 组 (初期)
8	交流滤波器电容器 (BP11/13)	线声源	96.7	2-14	5 组 (初期)
9	交流滤波器电抗器	点声源	79	3	20 组 (初期)
10	阀冷却空冷器	面声源	97	5	4 组 (初期)
11	换流变风扇	面声源	98	1.5	24 组 (初期)
12	500kV 降压变	面声源	93	2	2 组 (初期)
13	500kV 高压电抗器	面声源	91.1	2	2 组 (本期扩建)
14	中性点电抗器	点声源	86.3	1	2 台 (本期扩建)

表6-44 换流站噪声预测采用的建构筑物参数

序号	建筑物名称	建筑物高度 (m)
1	高端阀厅	31.8
2	低端阀厅	22.1
3	主控楼	20.1
4	辅控楼	18
5	综合楼	14.9
6	综合水泵房	8.5
7	检修备品库	12.3
8	继电器室	5
9	围墙	2.5
10	换流变防火墙	9
11	高抗防火墙	6.9

换流站本次扩建后站界噪声预测值见表 6-45, 本次扩建后站外保护目标处噪声预测值见表 6-46, 换流站本次扩建后噪声预测等声级线图见图 6-24。

表6-45 换流站本次扩建后的噪声预测结果

预测位置		预测结果		执行标准 dB(A)	
		站界处预测最大值 (dB(A))	站外最大超标范围 (m)	昼间	夜间
站界	东侧站界	47.1	—	60	50
	南侧站界	47.7	—		
	西侧站界	48.6	—		
	北侧站界	48.2	—		

注：站界处预测位置为围墙外 1m、距地面 1.2m 高度处。

表6-46 换流站外环境保护目标处的噪声预测结果 单位：dB(A)

预测结果 预测位置		贡献值	背景值		预测值		标准值	
			昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间
西北侧保护目标 (1#)		43.2	36.0	33.6	44.0	43.7	60	50
东北侧保护目标 (2#)		45.7	35.7	33.7	46.1	46.0		
东南侧保护目标 (3#)		47.5	35.2	32.8	47.7	47.6		

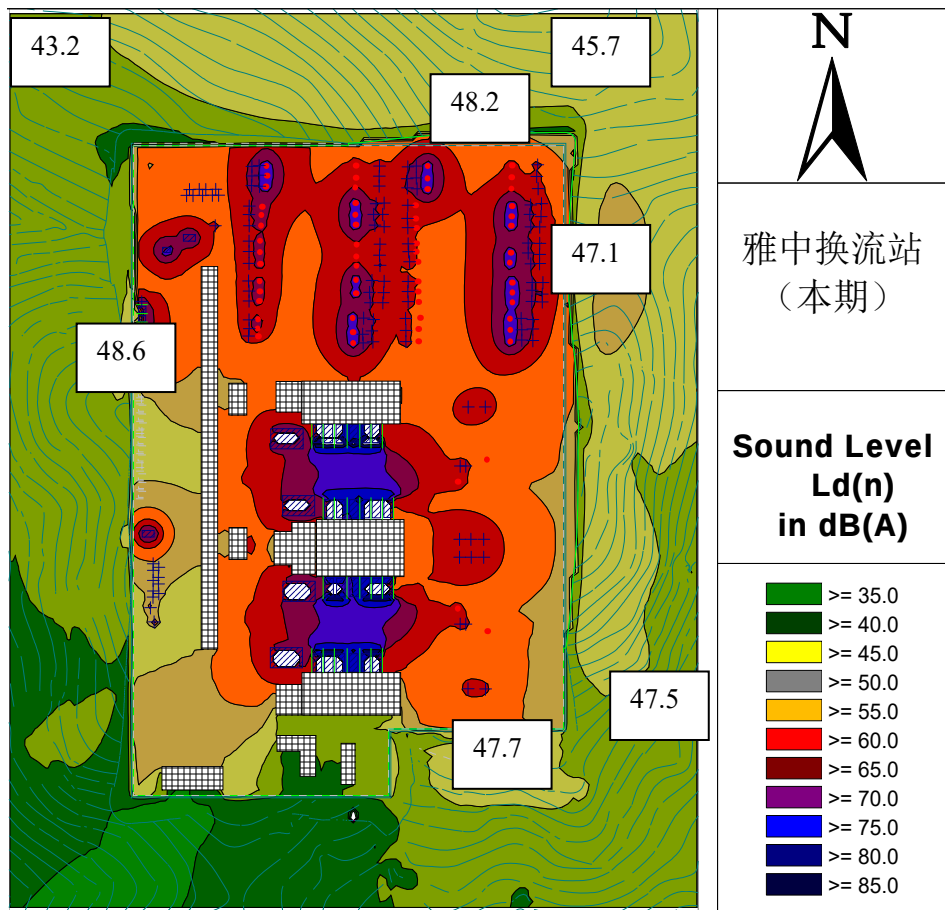


图6-24 雅中换流站本次扩建后的噪声预测结果

从表 6-45、表 6-46、图 6-24中可知，在换流站初期工程已经采取的措施基础上，换流站本次扩建投运后站界处噪声值在 47.1~48.6dB(A)之间，均满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类功能区标准要求；站外保护目标处的昼间噪声值在 44.0~47.7dB(A)之间，夜间噪声值在 43.7~47.6dB(A)之间，均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类功能区标准要求。

6.2.2 输电线路

为了预测本工程输电线路运行后的噪声水平，对新建500kV线路运行产生的噪声进行了类比分析和理论预测，对改迁220kV卡杨线运行产生的噪声采用类比分析法进行预测评价。

6.2.2.1 类比分析

本工程500kV单回段线路（单回三角排列段、单回水平排列段）选择四川地区已投运的500kV 蜀山一线作为类比线路；500kV双回段线路选择四川地区已投运的500kV雅安~尖山双回线路作为类比线路；改迁220kV卡杨线选择四川地区已投运的220kV龙古线作为类比线路。

(1) 类比对象

1) 500kV 单回线路 (500kV 蜀山一线)

本次类比引用2009 年《成都市城市发展远景电力设施规划环境监测报告》(报告编号: SDY/131/BG/002-2008), 四川省电力环境监测研究中心站对已运行的500kV 蜀山一线进行了监测, 本工程线路类比分析利用其监测断面的噪声监测资料。

2) 500kV 双回线路 (500kV 雅安~尖山双回线路)

根据2015 年《四川新津500kV 输变电工程环境监测报告》(报告编号: CHDS 字[2015]第0075 号), 四川省创晖德盛环境检测有限公司对已运行的500kV雅安~尖山双回线路进行了监测, 本工程线路类比分析利用其监测断面的噪声监测资料。

3) 220kV 单回线路 (220kV 龙古线)

根据2005年220kV龙古线的监测报告(报告编号: SDY/131/BG/004-2005), 四川省电力环境监测研究中心站对已运行的220kV龙古线进行了监测, 本工程改迁卡杨线类比分析利用其噪声监测资料。

(2) 类比线路监测条件

表6-47 类比线路监测环境一览表

监测项目	500kV 蜀山一线	500kV 雅安~尖山双回线路	220kV 龙古线
线路电压	525.81kV	500kV	220kV
线路电流	245.16A	500kV雅安~尖山一线: 161.32A 500kV 雅安~尖山二线: 163.91 A	360A
导线对地高度	23m	39m	11.8m
气象条件	环境温度: 22.5℃; 环境湿度 55.6%; 天气状况: 晴; 风速: 1.2m/s	环境温度: 15~17℃; 环境湿度: 65~71%; 天气状况: 晴; 风速: 0.8~1.1m/s	环境温度: 10.2℃; 环境湿度: 71.5%; 天气状况: 晴

(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。

(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6-48和表6-49。

表6-48 类比线路 (500kV 蜀山一线) 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	距线路中心 0m	33.9	31.5
2	距线路中心 5m	35.1	33.8
3	距线路中心 10m	39.2	37.4
4	距线路中心 15m	37.1	35.8
5	距线路中心 20m	36.9	24.8
6	距线路中心 25m	38.3	36.5
7	距线路中心 30m	33.3	31

表6-49 类比线路（500kV 雅安~尖山双回线路）噪声监测结果

测点 编号	测点位置	测量结果（dB(A)）	
		昼间	夜间
1	距线路中心 0m	47.4	36.5
2	距线路中心 5m	45.2	37.4
3	距线路中心 10m	44.8	37.8
4	距线路中心 15m	45.6	37.5
5	距线路中心 20m	44.5	36.9
6	距线路中心 25m	43.6	36.4
7	距线路中心 30m	43.2	37.4
8	距线路中心 35m	44.3	36.2
9	距线路中心 40m	42.7	36.8
10	距线路中心 45m	42.6	37.1
11	距线路中心 50m	41.4	36.3

表6-50 类比线路（220kV 龙古线）噪声监测结果

监测对象	监测点	监测结果 dB（A）	
		昼间	夜间
220kV 龙古线	4#~5#塔间	47.3	38.8

根据表6-48中监测数据，500kV蜀山一线监测断面昼间噪声最大值为39.2dB(A)，夜间噪声最大值为37.4dB(A)，均能满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类功能区标准（昼间60dB（A），夜间50dB（A））要求。监测断面噪声值随着距线路中心线距离增加变化趋势不明显，表明500kV单回输电线路的运行噪声对周围环境噪声基本不构成增量贡献。

根据表6-49中监测数据，500kV雅安~尖山双回线路监测断面昼间噪声最大值为47.4dB(A)，夜间噪声最大值为37.8dB(A)，均能满足《声环境质量标准》

（GB3096-2008）2 类功能区标准（昼间60dB（A），夜间50dB（A））要求。监测断面噪声值随着距线路中心线距离增加变化趋势不明显，说明500kV双回输电线路的运行噪声对周围环境噪声基本不构成增量贡献。

根据表6-50中监测数据，220kV龙古线昼间噪声最大值为47.3dB(A)，夜间噪声最大值为38.8dB(A)，因此，本次改迁220kV卡杨线投运后产生的昼间噪声为47.3dB（A），夜间噪声为38.8dB（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。

6.2.3 理论预测

6.2.3.1 预测模式

500kV 输电线路噪声理论预测模式采用美国 BPA（邦维尔电力局）的预测公式，该预测公式是根据各种不同的电压等级、分裂方式的实际试验线路上长期实测数据推导出来的，并经与实测结果比较，比较结果表明，预测值与实测值非常接近。因此，

认为该公式具有较好的代表性和准确性。具体预测公式如下。

$$SLA = 10 \lg \sum_{i=1}^N 10^{\frac{PWL_i - 11.4 \lg R_i - 5.8}{10}}$$

式中： SLA ——A 计权声级（dBA）
 R_i ——预测点到被测相导线的距离（m）
 N ——相数
 PWL_i ——相导线声功率级(dB)

其中， PWL_i 按下式计算：

$$PWL(i) = -164.6 + 120 \lg E + 55 \lg deq$$

式中： E ——某相导线的表面电位梯度（kV/cm）
 deq ——导线等效半径， $deq=0.58n^{0.48}d$ (mm)
 n ——导线分裂数
 d ——次导线直径（mm）

这个预测公式对于分裂间距为 30-50cm，导线表面梯度为 10-25kV/cm 的常规对称分裂导线有效。本工程 500kV 输电线路分裂间距 45cm，导线表面电位梯度在 11-21kV/cm，因此符合使用该公式要求。

6.2.3.2 预测结果

1) 杨房沟至卡拉段

杨房沟至卡拉段线路在非居民区导线对地高度为 11m，在居民区导线对地最低高度 14m 及抬高到 15m、16m、17m、18m、19m 时，离地 1.2m 处的噪声预测结果见表 6-51。

表6-51 杨房沟至卡拉段线路可听噪声预测结果

导线对地最低高度（m）	h=11	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19
距线路中心线距离（m）	可听噪声（dB(A)）						
<u>0</u>	43.8	42.5	42.2	42.0	<u>41.7（最大值）</u>	<u>41.5（最大值）</u>	<u>41.3（最大值）</u>
<u>5</u>	43.9	42.6	<u>42.2（最大值）</u>	<u>42.0（最大值）</u>	41.7	41.5	41.3
<u>10</u>	<u>43.9（最大值）</u>	<u>42.6（最大值）</u>	42.2	42.0	41.7	41.5	41.3
<u>15</u>	43.9	42.5	42.2	41.9	41.6	41.4	41.2
<u>20</u>	43.6	42.3	42.0	41.7	41.5	41.2	41.0
25	43.1	41.9	41.6	41.4	41.2	41.0	40.8
30	42.6	41.6	41.3	41.1	40.9	40.7	40.5
35	42.2	41.2	41.0	40.8	40.6	40.4	40.3
40	41.9	41.0	40.7	40.5	40.4	40.2	40.0
45	41.6	40.7	40.5	40.3	40.1	40.0	39.8

导线对地最低高度 (m)	h=11	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19
距线路中心线距离 (m)	可听噪声 (dB(A))						
50	41.4	40.5	40.3	40.1	39.9	39.8	39.6
55	41.2	40.3	40.1	39.9	39.7	39.6	39.4
60	41.0	40.1	39.9	39.7	39.5	39.4	39.3
边导线处	43.8	42.5	42.1	41.8	41.6	41.4	41.1
距离边导线 5m 处	43.7	42.3	42.0	41.7	41.5	41.2	41.0
距离边导线 10m 处	43.2	42.0	41.7	41.5	41.2	41.0	40.8
距离边导线 15m 处	42.7	41.7	41.4	41.2	41.0	40.8	40.6
距离边导线 20m 处	42.3	41.3	41.1	40.9	40.7	40.5	40.3
距离边导线 25m 处	42.0	41.0	40.8	40.6	40.4	40.2	40.1
距离边导线 30m 处	41.7	40.8	40.5	40.3	40.2	40.0	39.9
距离边导线 35m 处	41.4	40.5	40.3	40.1	40.0	39.8	39.6
距离边导线 40m 处	41.2	40.3	40.1	39.9	39.8	39.6	39.5
距离边导线 45m 处	41.0	40.1	39.9	39.7	39.6	39.4	39.3
距离边导线 50m 处	40.8	40.0	39.7	39.6	39.4	39.3	39.1

由表6-51可见, 杨房沟至卡拉段线路在非居民区导线对地最低高度11m, 在居民区导线对地最低高度14m及抬高到15m、16m、17m、18m、19m时, 离地面1.2m高处的噪声预测最大值在41.3dB(A)~43.9dB(A)之间, 均满足《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。

2) 卡拉至雅中段

①双回段

卡拉至雅中双回段线路在非居民区导线对地最低高度 11m, 在居民区导线对地最低高度 14m 及抬高到 15m、16m、17m、18m、19m、20m 时, 离地 1.2m 处的噪声预测结果见表 6-52。

表6-52 卡拉至雅中双回段线路可听噪声预测结果

导线对地最低高度 (m)	h=11	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20
距线路中心线距离 (m)	可听噪声 (dB(A))							
0	39.2	38.0	37.7	37.4	37.2	36.9	36.7	36.5
5	39.3	38.0	37.7	37.4	37.2	36.9	36.7	36.5
10	39.5	38.2	37.8	37.5	37.2	37.0	36.7	36.5 (最大值)
15	39.8	38.3	37.9 (最大值)	37.6 (最大值)	37.3 (最大值)	37.0 (最大值)	36.8 (最大值)	36.5
20	39.9 (最大值)	38.3 (最大值)	37.9	37.5	37.2	36.9	36.7	36.5
25	39.6	38.1	37.7	37.3	37.1	36.8	36.5	36.3
30	39.0	37.7	37.4	37.0	36.8	36.5	36.3	36.1
35	38.5	37.3	37.0	36.7	36.5	36.2	36.0	35.9
40	38.0	36.9	36.6	36.4	36.2	35.9	35.8	35.6
45	37.7	36.6	36.3	36.1	35.9	35.7	35.5	35.3
50	37.3	36.3	36.1	35.8	35.6	35.4	35.3	35.1
55	37.1	36.1	35.8	35.6	35.4	35.2	35.0	34.9

导线对地最低高度 (m)	h=11	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20
距线路中心线距离 (m)	可听噪声 (dB(A))							
60	36.8	35.9	35.6	35.4	35.2	35.0	34.8	34.7
边导线处	39.9	38.3	37.9	37.5	37.2	36.9	36.7	36.5
距离边导线 5m 处	39.6	38.1	37.7	37.4	37.1	36.8	36.6	36.4
距离边导线 10m 处	39.1	37.8	37.4	37.1	36.8	36.6	36.4	36.2
距离边导线 15m 处	38.6	37.4	37.1	36.8	36.6	36.3	36.1	35.9
距离边导线 20m 处	38.1	37.0	36.7	36.5	36.3	36.0	35.9	35.7
距离边导线 25m 处	37.8	36.7	36.4	36.2	36.0	35.8	35.6	35.5
距离边导线 30m 处	37.4	36.4	36.2	35.9	35.7	35.5	35.4	35.2
距离边导线 35m 处	37.2	36.2	35.9	35.7	35.5	35.3	35.2	35.0
距离边导线 40m 处	36.9	36.0	35.7	35.5	35.3	35.1	35.0	34.8
距离边导线 45m 处	36.7	35.8	35.5	35.3	35.1	34.9	34.8	34.6
距离边导线 50m 处	36.6	35.6	35.3	35.1	34.9	34.8	34.6	34.5

由表6-52可见，卡拉至雅中双回段线路在非居民区导线对地最低高度11m，在居民区导线对地最低高度14m及抬高到15m、16m、17m、18m、19m、20m时，离地面1.2m高处的噪声预测最大值在36.5dB(A)~39.9dB(A)之间，均满足《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。

②单回段

a) 单回三角排列段

单回三角排列段线路在非居民区导线对地最低高度10.5m及抬高至11.5m时，离地1.2m处的噪声预测结果见表6-53。

表6-53 单回三角排列段线路可听噪声预测结果

导线对地最低高度 (m)	h=10.5	h=11.5
距线路中心线距离 (m)	可听噪声 (dB(A))	
<u>0</u>	<u>38.0 (最大值)</u>	<u>37.9 (最大值)</u>
5	37.7	37.6
10	37.2	37.2
15	36.8	36.7
20	36.3	36.3
25	35.8	35.8
30	35.4	35.4
35	35.0	35.0

导线对地最低高度 (m)	h=10.5	h=11.5
距线路中心线距离 (m)	可听噪声 (dB(A))	
40	34.6	34.6
45	34.2	34.2
50	33.8	33.8
55	33.5	33.5
60	33.2	33.2
边导线处	37.0	36.9
距离边导线 5m 处	36.5	36.5
距离边导线 10m 处	36.0	36.0
距离边导线 15m 处	35.6	35.6
距离边导线 20m 处	35.1	35.1
距离边导线 25m 处	34.7	34.7
距离边导线 30m 处	34.4	34.4
距离边导线 35m 处	34.0	34.0
距离边导线 40m 处	33.6	33.7
距离边导线 45m 处	33.3	33.3
距离边导线 50m 处	33.0	33.0

由表6-53可见, 单回三角排列段线路在非居民区导线对地最低高度10.5m及抬高至11.5m时, 离地面1.2m高处的噪声预测最大值分别为38.0dB(A)、37.9dB(A), 均满足《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。

b) 单回水平排列段

单回水平排列段线路在非居民区导线对地最低高度抬高至11.5m时, 离地1.2m处的噪声预测结果见表6-54。

表6-54 单回水平排列段线路可听噪声预测结果

导线对地最低高度 (m)	h=10.5	h=11.5
距线路中心线距离 (m)	可听噪声 (dB(A))	
<u>0</u>	<u>38.5 (最大值)</u>	<u>38.1 (最大值)</u>
5	38.3	37.9
10	38.1	37.7
15	38.0	37.6
20	37.8	37.4
25	37.1	36.7
30	36.2	35.9
35	35.3	35.0
40	34.5	34.2
45	33.8	33.6
50	33.2	33.0
55	32.7	32.4
60	32.2	32.0
边导线处	37.9	37.5
距离边导线 5m 处	37.3	36.9
距离边导线 10m 处	36.4	36.0
距离边导线 15m 处	35.5	35.2
距离边导线 20m 处	34.7	34.4

距离边导线 25m 处	34.0	33.7
距离边导线 30m 处	33.4	33.1
距离边导线 35m 处	32.8	32.6
距离边导线 40m 处	32.3	32.1
距离边导线 45m 处	31.9	31.6
距离边导线 50m 处	31.5	31.2

由表6-54可见，单回水平排列段线路在非居民区导线对地最低高度11m及抬高至11.5m时，离地面1.2m高处的噪声预测最大值分别为38.5dB(A)、38.1dB(A)，均满足《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。

6.3 水环境影响分析

雅中换流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，生活污水经初期工程设置的地理式污水处理装置处理后用作站区绿化，不外排。

本工程输电线路运行期间无废污水产生。线路跨越雅砻江、小金河等水域时，均采用一档跨越，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。

6.4 固体废物影响分析

雅中换流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，生活垃圾经站内初期工程设置的垃圾箱收集后由环卫部门定期清运、统一处理，不影响站外环境。

雅中换流站本次扩建投运后新增的危险废物为本次扩建高压电抗器事故排放的少量事故废油、检修时产生的含油废物。初期工程设置的 120m³ 高抗事故油池的容积能满足要求，且事故油池均具备油水分离功能，采取防水混凝土、防水砂浆保护层、不低于2mm厚防渗涂层等防渗措施，有效防渗系数需等效于2mm厚高密度聚乙烯(渗透系数 $\leq 10^{-10}$ cm/s)，预埋套管处使用密封材料，具有防水、防渗漏功能。高压电抗器事故时，事故油经设备下方的事故油坑，排入高抗事故油池收集，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；高压电抗器检修时产生的少量含油棉、含油手套等含油废物使用站内生活垃圾桶收集后清运。对事故废油的收集、贮存、运输、利用、处置活动应符合危险废物管理要求，满足《废矿物油回收利用污染控制技术规范》(HJ607-2011)和《危险废物收集 贮存 运输技术规范》(HJ2025-2012)等规定，按规定办理对应的经营许可证、设置危险废物识别标志、申报相关信息等，事故废油和含油废物转移按照《危险废物转移联单管理办法》要求填报转移联单。

本次扩建不新增废蓄电池。

本工程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

本工程运行期对生态环境的影响主要体现在对植被、动物和生态红线的影响，详见本报告书第 7 章生态评价专章。

6.5.1 对植被的影响

本工程雅中换流站运行期对站外植被无影响，本工程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。本工程线路运行期不进行林木砍伐，仅按相关规定对导线下方不满足垂直净距（ $<7\text{m}$ ）要求的林木进行削枝，以保证线路运行安全，但线路沿线总体削枝量小，不会对植物多样性产生影响。线路维护人员可能在运行维护过程中对植被造成一定踩踏和引入外来植物。通过禁止维护人员引入外来物种，可避免人为引入外来物种对本土植物造成威胁。从项目区域已运营的 220kV 朗杨线、220kV 卡杨线等线路运行情况看，线路周围植物生长良好，输电线路产生的工频电场、工频磁场对周围植物生长无明显影响。

6.5.2 对动物的影响

根据现场踏勘、观察和询访，本项目调查区域未发现珍稀濒危及国家重点保护的野生动物，也不涉及野生动物的迁徙通道。本项目雅中换流站运行期对站外动物无影响。本项目线路建成后除了对鸟类飞行略有影响外，对兽类、爬行类、两栖类、鱼类等野生动物的生存和活动基本无影响。本项目评价区域内的鸟类均属于小型鸟禽，行动敏捷，且飞行高度一般高于线路架设高度，在飞行时碰撞杆塔的几率不大。从项目区域已运营的 220kV 朗杨线、220kV 卡杨线等线路运行情况看，线路建成后并未对鸟类的飞行和生活习性造成影响，也未出现工频电场、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。

6.5.3 对木里县董家沟、阿家士沟饮用水源保护区的影响

本项目线路单回段需穿越木里县董家沟、阿家士沟饮用水源保护区的二级保护区，但不在水域范围内立塔，不涉及一级保护区，仅有 2 基铁塔位于阿家士沟水源地二级保护区的陆域范围内。本项目线路运行期不产生污染物，运行维护也不涉及水域范围，通过加强对运维人员的教育和管理，禁止进入水域范围，不会影响水源地的现有水质状况和水域功能。

6.5.4 对生态保护红线的影响

本项目所穿越的生态保护红线属于锦屏山水源涵养—水土保持生态保护红线，结合本项目途经区域的环境特征，上述生态保护红线的保护重点是：1) 保护森林及草原植被，维护森林等自然生态系统的水源涵养；2) 加强高山峡谷区地质灾害防治和水土流失治理；3) 加强雅砻江及其支流水生生态系统保护。

1) 保护森林及草原植被，维护森林等自然生态系统的水源涵养

本项目在红线内的塔基占地面积小且分散，施工结束后采用撒播草籽等方式对临时占地进行了植被恢复，能最大限度地恢复区域森林、灌丛及草原生态系统；本项目运行期线路维护人员可能对区域生态环境造成一定程度的干扰，但持续时间较短，干扰程度较轻；通过加强对维护人员的环境保护宣传教育，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，不随意攀折植物枝条；采取上述措施后，本项目运行期对自然生态系统的影响较小，能够维护森林、灌丛及草原等生态系统的水源涵养功能。

2) 加强高山峡谷区地质灾害防治和水土流失治理

本项目线路路径选择时已避让了泥石流、崩塌、滑坡等不良地质区域，通过优化施工工艺，采取拦挡、遮盖、排水等水土保持措施，尽量减少施工期间的新增水土流失量，施工结束后，对塔基处加强植被的抚育和管护，同时加强自然恢复期的水土流失监测，以预防水土流失、防治地质灾害。

3) 加强雅砻江及其支流水生生态系统保护

本项目线路需跨越雅砻江、小金河、鸭咀河、鲁珠沟、徐家河等河流，但跨越处均不涉及珍稀鱼类保护区；线路采取一档跨越，不在水中立塔，塔基均远离水域，线路运行期不涉及水生生态系统，运行期间无废污水及固体废物排放，不会影响水生生物的生境，不会影响雅砻江及其支流水生生态系统。

综上所述，采取上述措施后，本项目运行期间对生态保护红线的影响较小。

6.6 风险分析

根据本工程运行特点、周围环境特点及工程与周围环境之间的关系，本工程存在环境风险分析如下：

6.6.1 雅中换流站风险分析

6.6.1.1 事故油及含油废物

(1) 风险源

换流站本次扩建后运行期的环境风险事故来源主要为换流变压器、500kV 降压变压器和 500kV 高压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

换流变压器、500kV 降压变压器和 500kV 高压电抗器发生事故时将排放事故油，如不采取措施处理，将污染地下水及土壤。

（3）预防措施及应急措施

雅中换流站初期工程中已在换流变压器附近设置了 1 座 200m³ 换流变事故油池，在 500kV 降压变压器附近设置了 1 座 120m³ 降压变事故油池，在预留高抗附近设置了 1 座 120m³ 高抗事故油池。参照同类设备资料，单台换流变压器、500kV 降压变压器、500kV 高压电抗器绝缘油油量最大分别约 173m³、80m³、21m³，根据《火力发电厂与变电站设计防火标准》（GB50229-2019）中“容积不小于接入的油量最大的一台设备”的要求，换流变压器、降压变压器、高压电抗器所需事故油池容积应分别不低于 173m³、80m³、21m³，故初期工程设置的 3 座事故油池的容积均能满足要求。且事故油池均具备油水分离功能，采取防水混凝土、防水砂浆保护层、不低于 2mm 厚防渗涂层等防渗措施，有效防渗系数需等效于 2mm 厚高密度聚乙烯（渗透系数 $\leq 10^{-10}$ cm/s），预埋套管处使用密封材料，具有防水、防渗漏功能。事故油池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。换流变压器、降压变压器及高压电抗器发生事故时，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；换流站检修时产生的少量含油棉、含油手套等含油废物使用站内生活垃圾桶收集后清运。

根据对已运行的±800kV 换流站调查来看，换流站内换流变压器、降压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。

6.6.1.2 废蓄电池

本次扩建不新增废蓄电池。

6.6.2 输电线路风险分析

本工程输电线路无环境风险。

6.7 对居民等电磁环境和声环境保护目标的影响

本项目环境影响评价范围内的民房等建筑物均为环境保护目标，评价范围内的主要居民环境保护目标见表 2-7，除 11#保护目标位于既有 110kV 锄头湾变电站和本工

程线路的噪声影响范围内外，其余保护目标均不在既有线路和本工程线路的共同评价范围内，也不在雅中换流站和本工程线路的共同评价范围内。保护目标的预测方法见表 6-55。

表6-55 主要环境保护目标的预测方法

保护目标		预测方法
1#~3#	雅中换流站保护目标，不受本次出线影响	位于换流站的声环境影响评价范围内，噪声采用换流站本次扩建后规模在保护目标处的贡献值（即模式预测值）叠加现状值进行预测。
4#~6#	杨房沟至卡拉段线路保护目标，不受其他线路影响	位于杨房沟至卡拉段线路的电磁环境及声环境评价范围内，电场强度、磁感应强度采用现状值和杨房沟至卡拉段线路的贡献值（即模式计算值）相加进行预测；声环境影响采用现状值和杨房沟至卡拉段线路的贡献值（即模式预测最大值）叠加进行预测。
7#~31#	卡拉至雅中双回段线路保护目标，不受其他线路影响	位于卡拉至雅中双回段线路的电磁环境及声环境评价范围内，电场强度、磁感应强度采用现状值和卡拉至雅中双回段线路的贡献值（即模式计算值）相加进行预测；声环境影响采用现状值和卡拉至雅中双回段线路的贡献值（即模式预测最大值）叠加进行预测。

本项目保护目标现状值选择见表 6-56，其合理性分析详见“3.1.3 环境现状监测点布置”。

表6-56 本项目保护目标处现状值采用的监测点情况

保护目标编号	监测点位编号
1#	6☆
2#	7☆
3#	8☆
4#	11☆
5#、6#	12☆
7#、8#、9#	14☆
11#	16☆
10#、12#~19#	17☆
20#、21#	18☆
22#~25#	20☆
26#~28#	21☆
29#、30#、31#	23☆

按照上述保护目标预测方法进行预测，本项目投运后在居民环境保护目标处的电场强度、磁感应强度、噪声的预测结果见表 6-57。

表6-57 本工程环境保护目标处的环境影响预测结果

编号	保护目标	方位及距站/ 线路边导线 最近距离(m)	导线排列/ 对地高度 (m)	数据 分项	E (V/m)	B (μT)	N (dB (A))			
							昼间	夜间		
1、雅中±800kV 换流站间隔扩建										
1#	盐源县下 海乡	龚家沟村居民 [*]	西北, 122m	—	现状值	—	—	36.0	33.6	
					贡献值	—	—	43.2	43.2	
					预测值	—	—	44.0	43.7	
2#		滑泥村居民 [*]	东北, 130m	—	现状值	—	—	35.7	33.7	
					贡献值	—	—	45.7	45.7	
					预测值	—	—	46.1	46.0	
3#		滑泥村居民 [*]	东南, 97m	—	现状值	—	—	35.2	32.8	
					贡献值	—	—	47.5	47.5	
					预测值	—	—	47.7	47.6	
2、输电线路										
(1) 杨房沟至卡拉段										
4#	木里县雅 砻江镇	尼波村居民 [*]	西南, 7m	同塔双回 排列, 17m	现状值	0.8	0.010	42	39	
					贡献值	3952	17.4	41.7	41.7	
					预测值	3952.8	17.41	44.9	43.6	
5#	木里县 卡拉乡	田镇村居民	东北, 40m	同塔双回 排列, 14m	现状值	1.0	0.011	43	40	
					贡献值	355	4.4	42.6	42.6	
					预测值	356	4.411	45.8	44.5	
6#		田镇村居民 [*]	东北, 38m	同塔双回 排列, 14m	现状值	1.0	0.011	43	40	
					贡献值	355	4.4	42.6	42.6	
					预测值	356	4.411	45.8	44.5	
(2) 卡拉至雅中段										
1) 双回路										
7#	木里县 卡拉乡 木里县 卡拉乡	卡拉村叶居 民	东/西, 12m	同塔双回 排列, 14m	现状值	2.2	0.011	46	41	
					贡献值	3388	21.4	38.3	38.3	
					预测值	3390.2	21.411	46.7	42.9	
8#		玛瑙村居民 [*]	东/西, 33m	同塔双回 排列, 14m	现状值	2.2	0.011	46	41	
					贡献值	479	7.9	38.3	38.3	
					预测值	481.2	7.911	46.7	42.9	
9#		玛瑙村居民	东北/西南, 15m	同塔双回 排列, 14m	现状值	2.2	0.011	46	41	
					贡献值	2481	17.9	38.3	38.3	
					预测值	2483.2	17.911	46.7	42.9	
10#		木里县 乔瓦镇	锄头湾村居 民	西北/东南, 10m	同塔双回 排列, 15m	现状值	16.9	0.014	43	40
						贡献值	3921	22.5	37.9	37.9
						预测值	3937.9	22.514	44.2	42.1
11#			锄头湾村居 民 [*]	锄头湾变: 西 北, 50m 线路: 西北/ 东南, 10m	同塔双回 排列, 15m	现状值	5.9	0.013	42	40
						贡献值	3921	22.5	37.9	37.9
						预测值	3926.9	22.513	43.4	42.1
12#		娃日瓦村居 民	西, 13m	同塔双回 排列, 14m	现状值	16.9	0.014	43	40	
					贡献值	3061	20.2	38.3	38.3	
					预测值	3077.9	20.214	44.3	42.2	
13#	木里县 乔瓦镇	娃日瓦村居 民	东/西, 10m	同塔双回 排列, 15m	现状值	16.9	0.014	43	40	
					贡献值	3921	22.5	37.9	37.9	
					预测值	3937.9	22.514	44.2	42.1	
14#		娃日瓦村居 民	东/西, 6m	同塔双回 排列, 19m	现状值	16.9	0.014	43	40	
					贡献值	3890	20.2	36.8	36.8	
					预测值	3906.9	20.214	43.9	41.7	

编号	保护目标	方位及距站/ 线路边导线 最近距离(m)	导线排列/ 对地高度 (m)	数据 分项	E (V/m)	B (μT)	N (dB (A))		
							昼间	夜间	
15#	娃日瓦村居民 [*]	东/西, 8m	同塔双回 排列, 18m	现状值	16.9	0.014	43	40	
				贡献值	3798	20.1	37.0	37.0	
				预测值	3814.9	20.114	44.0	41.8	
16#		东/西, 8m	同塔双回 排列, 19m	现状值	16.9	0.014	43	40	
				贡献值	3890	20.2	36.8	36.8	
				预测值	3906.9	20.214	43.9	41.7	
17#		东/西, 11m	同塔双回 排列, 14m	现状值	16.9	0.014	43	40	
				贡献值	3737	22.7	38.3	38.3	
				预测值	3753.9	22.714	44.3	42.2	
18#		东/西, 7m	同塔双回 排列, 20m	现状值	16.9	0.014	43	40	
				贡献值	3738	19.5	36.5	36.5	
				预测值	3754.9	19.514	43.9	41.6	
19#		东, 13m	同塔双回 排列, 14m	现状值	16.9	0.014	43	40	
				贡献值	3061	20.2	38.3	38.3	
				预测值	3077.9	20.214	44.3	42.2	
20#	木里县 列瓦乡	东, 10m	同塔双回 排列, 15m	现状值	29.6	0.017	42	39	
贡献值				3921	22.5	37.9	37.9		
预测值				3950.6	22.517	43.4	41.5		
21#	洼下村居民	北, 27m	同塔双回 排列, 14m	现状值	29.6	0.017	42	39	
贡献值				652	9.2	38.3	38.3		
预测值				681.6	9.217	43.5	41.7		
22#	木里县 下麦地 乡	上麦地村居民 [*]	西北, 13m	同塔双回 排列, 14m	现状值	4.9	0.010	44	41
贡献值					3061	20.2	38.3	38.3	
预测值					3065.9	20.21	45.0	42.9	
23#		上麦地村居民	西南, 40m	同塔双回 排列, 14m	现状值	4.9	0.010	44	41
贡献值					479	7.9	38.3	38.3	
预测值					483.9	7.91	45.0	42.9	
24#		上麦地村居民	东北/西南, 25m	同塔双回 排列, 14m	现状值	4.9	0.010	44	41
贡献值					813	10.2	38.3	38.3	
预测值					817.9	10.21	45.0	42.9	
25#		棉布村居民	西, 37m	同塔双回 排列, 14m	现状值	4.9	0.010	44	41
贡献值					479	7.9	38.3	38.3	
预测值					483.9	7.91	45.0	42.9	
26#	盐源县 棉桧乡	绵垭村居民 [*]	东北, 15m	同塔双回 排列, 14m	现状值	6.7	0.010	45	40
贡献值					2481	17.9	38.3	38.3	
预测值					2487.7	17.91	45.8	42.2	
27#		塘泥湾村董居民	北/南, 24m	同塔双回 排列, 14m	现状值	6.7	0.010	45	40
贡献值					909	10.8	38.3	38.3	
预测值					915.7	10.81	45.8	42.2	
28#		狐狸洞村居民	西南, 6m	同塔双回 排列, 19m	现状值	6.7	0.010	45	40
贡献值					3890	20.2	36.8	36.8	
预测值					3896.7	20.21	45.6	41.7	
29#	盐源县 下海乡	上海村居民	北/南, 13m	同塔双回 排列, 14m	现状值	22.0	0.013	46	41
贡献值					3061	20.2	38.3	38.3	
预测值					3083	20.213	46.7	42.9	
30#		上海村、龚家沟村居民 [*]	北/南, 10m	同塔双回 排列, 15m	现状值	22.0	0.013	46	41
贡献值					3921	22.5	37.9	37.9	
预测值					3943	22.513	46.6	42.7	
31#	盐源县	龚家沟村居	北/南, 6m	同塔双回	现状值	22.0	0.013	46	41

编号	保护目标		方位及距站/ 线路边导线 最近距离(m)	导线排列/ 对地高度 (m) 排列, 19m	数据 分项	E (V/m)	B (μT)	N (dB (A))	
								昼间	夜间
	下海乡	民			贡献值	3890	20.2	36.8	36.8
					预测值	3912	20.213	46.5	42.4

2) 单回段**①单回三角排列段**

无居民环境保护目标

②单回水平排列段

无居民环境保护目标

(3) 改迁 220kV 卡杨线

无居民环境保护目标

注：①E—电场强度、B—磁感应强度、N—噪声、[☆]—监测点；

②表中电场强度和磁感应强度预测结果为距地 1.5m 处的预测值，噪声预测结果为距地 1.2m 处的预测值。

从表 6-57 可知，本项目居民环境保护目标与换流站和线路边导线不同距离范围内的居民处均选取该范围内距换流站或线路最近、房屋特征具有代表性等最不利保护目标进行分析，根据换流站和输电线路产生的环境影响特性（距换流站围墙距离增加，声环境影响呈减小趋势；距线路边导线距离增加，电磁环境和声环境影响呈减小趋势），表 6-57 中的预测结果能反映评价范围内与换流站、线路边导线不同距离的居民处的环境影响程度。

由表 6-57 可知，本项目投运后在居民环境保护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要求。

7 生态评价专章

7.1 评价等级、范围、重点

7.1.1 评价等级

本项目雅中换流站间隔扩建在换流站围墙内预留场地上进行，不新增占地；本项目输电线路总长度约 $2 \times 156\text{km}$ ($\geq 100\text{km}$)，总占地面积约 30.09hm^2 ，其中永久占地面积约 8.22hm^2 ，临时占地面积约 21.87hm^2 。经现场踏勘及收资，本项目不涉及自然保护区、世界文化和自然遗产地、风景名胜区、森林公园等特殊及重要生态敏感区。根据《环境影响评价技术导则 输变电工程》(HJ24-2014)和《环境影响评价技术导则 生态环境》(HJ 19-2011)，本项目输电线路对生态环境的影响为点位间隔式，但鉴于本项目线路穿越生态保护红线，属于需要重点关注的对象，故本项目生态影响评价工作等级确定为二级。

7.1.2 评价范围

根据《环境影响评价技术导则 输变电工程》(HJ 24-2014)，本项目生态环境影响评价范围见表 7-1。

表7-1 本项目生态环境影响评价范围

项目	评价因子		生态环境
雅中换流站间隔扩建	在换流站内预留位置进行扩建，仅做生态影响分析		
新建线路	位于生态敏感区以内 线路段		边导线地面投影外两侧各 1000m 内的带状区域
	位于生态敏感区以外 线路段		边导线地面投影外两侧各 300m 内的带状区域

7.1.3 评价时段

本项目生态评价时段为项目施工期和运行期。

7.1.4 评价内容和重点

本项目生态环境评价内容包括生态现状调查、现状评价、影响预测分析、生态恢复措施等内容。根据收集的资料和现场踏勘情况确定评价重点为：

(1) 现场调查评价范围内的植被型、群系组、群系及主要植物种类、分布等现状，调查评价范围内的动物种类、分布等现状，再结合《四川植被》、《木里县志》、《盐源县志》等相关资料，分析项目建设对当地动植物资源的影响，特别是对生态保护红线的生态影响方式和程度。

(2) 综合分析评价区域内生态系统受影响的方式、范围和程度。

(3) 现场调查木里县董家沟、阿家士沟饮用水水源保护区的植被状况，综合分析饮用水水源保护区受影响的方式、范围和程度。

7.2 评价方法

参照卫星影像资料，结合工程现场调查，分析评价范围内土地利用、植被分布情况，同时调查了解生态敏感目标现状及其主要保护对象，以及区域主要生态环境与建设项目的关系，收集重要物种的相关资料。

对项目所在区域的动植物资源种类，在调查过程中记录工程沿线的主要物种种类，同时结合以往在凉山州地区的调查和研究结果，对动物种类的分布范围、生态习性等方面的情况进行综合分析。

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，提出相应的生态保护措施。

7.3 生态环境保护目标

7.3.1 木里县董家沟、阿家士沟饮用水水源保护区

根据生态环境部网站上公布的《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）、四川省人民政府发布的《关于城镇集中式饮用水水源地保护区划定方案的通知》（川办函〔2010〕26号）及其附件《四川省城镇集中式饮用水水源地保护区区划表》、凉山州人民政府发布的《关于撤销、调整、划定乡镇集中式饮用水源保护区的批复》（凉府函〔2019〕23号）及其附件《凉山州496个乡镇集中式饮用水源保护区划分表》、凉府〔2018〕29号文及《凉山州木里县董家沟、阿家士沟集中式饮用水水源地保护区调整划分技术报告》等资料，以及咨询当地旅游、林业、规划等主管部门，**本工程生态环境调查范围内无自然保护区、风景名胜区、森林公园、世界文化和自然遗产地等环境敏感点，也不涉及文物保护单位等敏感点，但本项目线路需穿越木里县董家沟、阿家士沟饮用水水源保护区**，本项目与董家沟、阿家士沟饮用水水源保护区之间的位置关系见表7-2。

表7-2 董家沟、阿家士沟饮用水水源保护区及其与本项目之间的位置关系

序	名称	保护	主要保护	主管部门	建立时间	与本项目位置关系
---	----	----	------	------	------	----------

号		级别	对象			
1	木里县董家沟、阿家士沟饮用水水源保护区	县级	饮用水源	木里生态环境局	2018	本项目线路单回段穿越饮用水水源保护区二级保护区，穿越总长度约 0.73km，不涉及水域，需在二级保护区的陆域范围内新建 2 基铁塔，永久占地面积约 0.05hm ² ，陆域范围内塔基距保护区水域边界最近约 3km，保护区外塔基距保护区边界最近分别约 0.45km（东北侧）、0.08km（西南侧）。

（1）批复成立情况

根据凉山州人民政府 凉府〔2018〕29 号文及《凉山州木里县董家沟、阿家士沟集中式饮用水水源保护区调整划分技术报告》，木里县董家沟、阿家士沟饮用水水源保护区原为木里县鲁珠沟饮用水水源保护区，由四川省人民政府以川办函〔2010〕26 号文批准成立，2018 年，凉山州人民政府以凉府〔2018〕29 号文对保护区范围进行了调整，并将其更名为木里县董家沟、阿家士沟饮用水水源保护区，保护区位于木里县乔瓦镇马家村，主要服务对象为木里县城，设计能力为 1.1 万 t/d。

（2）范围与保护分级

根据《凉山州木里县董家沟、阿家士沟集中式饮用水水源保护区调整划分技术报告》，董家沟、阿家士沟饮用水水源保护区包含董家沟、阿家士沟两个水源地，其中董家沟水源地的取水口坐标为东经 101°15′38.25″、北纬 28°00′3.04″，阿家士沟水源地的取水口坐标为东经 101°15′18.26″、北纬 28°00′16.35″，保护区划定的一级保护区、二级保护区详见表 7-3，未划定准保护区。

表7-3 木里县董家沟、阿家士沟饮用水水源保护区划分情况表

编号	水源地名称	取水口位置	一级保护区范围	二级保护区范围
1	木里县董家沟水源地	木里县乔瓦镇马家村董家沟右岸，沟口以上 300m（东经 101°15′38.25″、北纬 28°00′3.04″）	水域：取水口下游 100m 至取水口上游 1000m，5 年一遇洪水所能淹没的水域范围。 陆域：一级保护区水域边界沿两岸水平纵深 50m 的陆域范围。	董家沟沟口以上全部集雨范围内，除一级保护区外的全部水域、陆域范围。
2	木里县阿家士沟水源地	木里县乔瓦镇马家村阿家士沟左岸，沟口以上 600m（东经 101°15′18.26″、北纬 28°00′16.35″）	水域：取水口下游 100m 至取水口上游 1000m，5 年一遇洪水所能淹没的水域范围。 陆域：一级保护区水域边界沿两岸水平纵深 50m 的陆域范围。	阿家士沟沟口以上全部集雨范围内，除一级保护区外的全部水域、陆域范围。

（3）保护要求及现状

根据《木里县饮用水源地取水口水质监测报告》（2018 年 4 月），木里县董家沟水源地的取水口水质监测指标均达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中 II 类水域标准要求，阿家士沟水源地的取水口水质监测指标均达到《地表水环境质量标

准》(GB3838-2002)中 I 类水域标准要求,水质为优。

(4) 与本项目的地理位置关系

本项目线路单回段穿越董家沟、阿家士沟饮用水水源保护区二级保护区陆域,穿越总长度约 0.73km,但线路不涉及水域,仅有 2 基铁塔位于二级保护区的陆域范围内,永久占地面积约 0.05hm²,线路距董家沟、阿家士水源地取水口最近分别约 3.4km、3.9km,距一级保护区陆域边界最近约 2.9km,距二级保护区水域边界最近约 1.6km,陆域范围内塔基距保护区水域边界最近约 3km,保护区外塔基距保护区边界最近分别约 0.45km(东北侧)、0.08km(西南侧)。

7.3.2 生态保护红线

根据四川省人民政府公布的《关于印发四川省生态保护红线方案的通知》(川府发〔2018〕24 号)及其附件,同时向木里和盐源生态环境局核实,本工程雅中换流站均不涉及生态保护红线,输电线路将穿越生态保护红线,因此本项目生态环境保护的重点主要是确保生态保护红线的完整性和稳定性。本项目涉及生态保护红线的具体情况见表 7-4。

表7-4 本项目所在区域生态保护红线一览表

编号	生态保护红线类型	行政区域	地理分布	生态红线保护重点	与本项目位置关系
1	锦屏山水源涵养—水土保持生态保护红线	木里县、盐源县	位于四川省西南部边缘,属于岷山—邛崃山—凉山生物多样性保护与水源涵养重要区,行政区涉及木里藏族自治县、盐源县、冕宁县、九龙县,总面积 1.09 万平方公里,占生态保护红线总面积的 7.34%, 占全省幅员面积的 2.24%。	保护森林及草原植被,维护森林等自然生态系统的水源涵养;加强高山峡谷区地质灾害防治和水土流失治理;加强雅砻江及其支流水生生态系统保护。	根据木里县自然资源局和盐源生态环境局核实,本项目线路穿越该类生态保护红线长度约 2×55km(木里县 2×54.55km,盐源县 2×0.45km),涉及铁塔 113 基(木里县 113 基,盐源县不涉及),永久占地面积约 2.52hm ² 。

根据《红线方案》,锦屏山水源涵养—水土保持生态保护红线的生态功能为:区内自然生态系统以森林生态系统为主,其次为草地生态系统,河流有雅砻江及其重要支流九龙河、盐源河等,是雅砻江水系重要的水源涵养区和金沙江重要水源补给区,水源涵养功能极为重要。该区土壤侵蚀敏感性较高,特别是北部的九龙及木里部分区域,土壤侵蚀极敏感,是我省土壤保持重要区域。

根据《红线方案》及现场踏勘,本项目线路在木里县卡拉乡田镇村以北穿越的生态保护红线类型以水源涵养为主,区域主要水系为雅砻江水系,植被类型以松栎混交林、桦木林、常绿落叶灌丛、多刺灌丛为主,森林资源较丰富;在木里县乔瓦镇锄头

湾村以南穿越的生态保护红线类型以水土保持为主，工程所在区域属于以水力侵蚀为主的西南土石山区，根据四川省水利厅发布的《关于印发<四川省省级水土流失重点预防区和重点治理区划分成果>的通知》（川水函〔2017〕482号），木里县属于划定的省级重点预防区，盐源县属于划定的省级重点治理区，土壤侵蚀强度均以微度、中度侵蚀为主，在局部高山峡谷区存在地质不稳定区和强度水力侵蚀区，水土流失敏感程度高。

7.4 生态环境现状与评价

7.4.1 生态现状调查概况

本项目生态环境现状调查主要采用了资料收集法和现场勘查法。

7.4.1.1 资料收集法

本项目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，如《四川植被》、《木里县志》、《盐源县志》、《木里县植被分布图》、《盐源县植被分布图》、《四川省雅砻江杨房沟水电站环境影响报告书》、《四川省木里藏族自治县林地保护利用规划》等相关资料。

7.4.1.2 现场勘查法

现场勘查法遵循全面与重点相结合的原则，在综合考虑主导生态因子结构与功能的完整性的同时，突出重点区域和关键时段的调查，并通过对影响区域的实地踏勘，核实收集资料的准确性，以获取实际资料和数据。2020年3月，我公司环评人员赴工程现场进行了实地勘察。

（1）植被调查法

本次植被调查采用现场踏勘调查与样方调查相结合的方式，对项目一般区域的植被类型调查采用目测法，对典型植被区域及生态红线内的植被类型进行了样方调查。

1) 目测法

采用目测法，沿样线观察，识别并记录植物属种、盖度、胸径和树高（乔木）、郁闭度、地理位置等基本数据。对不能识别的植物采集植物标本（带繁殖器官）带回驻地，根据《中国高等植物图鉴》和《四川植物志》等参考文献进行鉴定，记录植物的科属种名。

2) 样方调查法

本次调查以维管束植物为主，采用样线法和样点法，结合植物区系学和植物群落学考察进行。沿样线随机确定抽样样方，进行样方调查。

①样方布置原则

- a.在植被调查样线的起点和终点分别设置一个样方；
- b.在植物群落类型（划分到群系一级）发生变化的地点，布设一个样方；
- c.在每一种群落类型内的典型地段，布设一个样方。
- d.生态保护红线内及占地面积较大的区域多做样方。

②样方设置方法

a.样方抽样选在评价区范围内随机确定，在对所有主要植被类型进行样方抽样的同时兼顾在工程占地区域多做样方；

b.现场做样方调查，样方分成乔木、灌木和草本 3 种类型，其大小分别为 20m×20m、10m×10m 和 1m×1m；

c.样方调查中对随机确定样方中的植物记录其属种、盖度、乔木层郁闭度、乔木胸径、乔木冠幅、植株高度等基本特征；

d.在路线调查中，根据群系中乔木、灌木、草本的优势种（按群落内各物种的相对多度、相对显著度和相对频度指数之和进行比较）确定群系的类型并命名，并在地形图上勾绘。

（2）动物调查法

野生动物调查采用野外实地调查、访问、查阅保护区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《四川兽类原色图鉴》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《四川鸟类原色图鉴》进行确认，同时结合文献资料进行整理和分析。**两栖类和爬行类**采用在评价区附近河流、溪流、水塘布设样线，辅以足够的样方于傍晚进行调查，依据看到的动物实体或痕迹并结合访问、文献资料进行分析整理，并参考《四川两栖类原色图鉴》、《四川爬行类动物原色图鉴》确定其种类。本项目评价范围内有雅砻江、小金河等水域，**鱼类**调查采用观察法和询问相结合的方式进行。

7.4.2 植被

工程区域植被采用基础资料收集和现场踏勘相结合的方法进行分析。基础资料收集包括整理工程所在区域现有的《四川植被》、《木里县志》、《盐源县志》、《木里县植被分布图》、《盐源县植被分布图》等相关林业资料；现场踏勘参考《县域植被多样性

调查与评估技术规定》开展，包括对现场观察到的植被类型、植被种类等进行拍照、记录和整理。

7.4.2.1 区域植被类型及区系划分

(1) 区域植被类型

根据收集的基础资料，本工程所在行政区域植被区为“川东盆地及川西南山地常绿阔叶林地带—川西南山地偏干性常绿阔叶林亚带—川西南河谷山原植被地区—木里山原植被小区”，该区域植被垂直分布明显，植被组合表现为常绿阔叶林区与高原山地植被的过渡带，由于热河谷灌丛、云南松林、高山栎类林、松栎混交林、亚高山常绿针叶林、高山灌丛草甸组成。

(2) 植物物种与区系

1) 植物物种

根据调查与资料分析，本工程评价区共有维管束植物 510 种，隶属于 105 科 312 属，具体见表 7-5。

表7-5 本工程评价区维管植物组成统计表

门类		科数	所占比例 (%)	属数	所占比例 (%)	种数	所占比例 (%)
蕨类植物		10	9.52	16	5.13	25	4.90
种子植物	裸子植物	3	2.86	9	2.88	16	3.13
	被子植物	92	87.62	287	91.98	469	91.96
合计		105	100	312	100	510	100

由表 7-5 可知，被子植物共有 92 科 287 属 469 种，占评价区域总科数的 87.62%，占总属数的 91.98%，占总种数的 91.96%，被子植物是评价区维管束植物的主要组成部分，蕨类植物和裸子植物种类数量都远远小于被子植物。裸子植物种类达到 16 种，相对于许多地区物种多样性仍较丰富，这些物种是评价区针叶林植被的主要组成部分，如云南松 (*Pinus yunnanensis*)、高山松 (*Pinus densata*)、长苞冷杉 (*Abies georgei*) 等。蕨类植物以铁线蕨 (*Adiantum sp.*)、粉背蕨 (*Aleuritopteris farinose*)、凤尾蕨 (*Pteris cretica var. intermedia*)、卷柏类 (*Lycopodioides sp.*) 比较常见。被子植物中乔木、灌木、草本种类都较丰富，是评价区各主要植物群落的主要物种。

2) 植物区系

评价区共有种子植物 296 属，其中有 192 属仅有 1 个种(包括有些属仅有 1 个种，有些属仅 1 种分布于评价区)，含 2~5 个种的有 101 属，含 6~10 种的有 2 属，含 10 种以上的有 1 属。可见评价区种子植物中并没有明显的优势属。

根据《中国种子植物属的分布区类型》(吴征镒, 1991)，对评价区 296 属种子植物进行归类统计，见表 7-6。

表7-6 本工程评价区种子植物属的分布区类型和变型

分布区类型及变型	属数	占属总数比例(%)	物种数	占种总数比例(%)
1. 世界分布	37	12.50	61	12.58
热带分布小结 (2-7)	93	31.42	129	26.60
2. 泛热带分布及其变型	43	14.53	64	13.20
3. 热带亚洲和热带美洲间断分布	7	2.36	10	2.06
4. 旧世界热带分布及其变型	8	2.70	15	3.09
5. 热带亚洲至热带大洋州分布及其变型	5	1.69	7	1.44
6. 热带亚洲至热带非洲分布及其变型	16	5.41	19	3.92
7. 热带亚洲分布及其变型	14	4.73	14	2.89
温带分布小结 (8-11, 14)	157	53.04	284	58.56
8. 北温带分布及其变型	80	27.03	177	36.49
9. 东亚和北美洲间断分布及其变型	18	6.08	27	5.57
10. 旧世界温带分布及其变型	24	8.11	33	6.80
11. 温带亚洲分布	7	2.36	11	2.27
14. 东亚分布及其变型	28	9.46	36	7.42
地中海、泛地中海分布小结 (12、13)	6	2.03	8	1.65
12.地中海区、西亚至中亚分布及其变型	5	1.69	7	1.44
13.中亚分布及其变型	1	0.34	1	0.21
15.中国特有分布	3	1.01	3	0.62
合计	296	100.00	485	100.00

由表 7-6可知, 评价区的种子植物属共有 15 个分布区类型, 其中世界分布属 37 属, 占总属数的 12.50%; 热带分布属 93 属 (2-7 型), 占总属数的 31.42%; 温带分布属 (8-11、14 型) 157 属, 占总属数的 53.04%; 地中海、泛地中海分布 6 属, 占总属数的 2.03%; 中国特有属 3 属, 占总属数的 1.01%。种子植物属的区系统统计显示, 温带分布属所占总属数的比例超过 50%, 优势地位明显, 同时热带分布属所占比例也较大。

7.4.2.2 植被样方调查

本次植被调查在目测法的基础上, 对项目区域典型植物群落及生态红线内的植被类型进行了样方调查, 共布设了 9 个样方, 调查的植物群落类型包括针叶林、针阔叶混交林、阔叶林、灌丛、草丛、草甸。

7.4.2.3 评价区植被类型结构及分布特征

自然植被按照《四川植被》的分类原则, 即植被型、群系组和群系三级分类方法, 结合野外调查资料、样方调查资料, 对本项目生态评价区的植被进行分类; 栽培植被按照《四川植被》中栽培植物分类方法进行划分。本项目生态环境评价区域植被主要为自然植被, 其次为栽培植被。自然植被包括 6 个植被型, 9 个群系组, 12 个群系, 为原生植被砍伐后形成的次生林, 以针阔叶混交林为主, 其次为针叶林、灌丛、阔叶林、稀树草丛、草甸; 栽培植被包括作物和经济林木 2 种植被型, 其中作物多为一年一熟类型, 坝地、河谷可一年两熟。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 本项目生态环境评价区植被型及植物种类

分类	植被型	群系组	群系	主要植物种类
自然植被	针叶林	云杉林	丽江云杉林 (Form. <i>Pinus yunnanensis</i>)	丽江云杉 (<i>Picea likiangensis</i>)、川滇冷杉 (<i>Abies forrestii</i>)、黄果冷杉 (<i>Abies ernestii</i>)、箭竹 (<i>Fargesia spathacea</i>)
		冷杉林	长苞冷杉林 (Form. <i>Abies georgei</i>)	长苞冷杉 (<i>Abies georgei</i>)、丽江云杉 (<i>Picea likiangensis</i>)、川滇冷杉 (<i>Abies forrestii</i>)、毛脉高山栎 (<i>Quercus rehderiana</i>)
		松林	云南松林 (Form. <i>Pinus yunnanensis</i>)	云南松 (<i>Pinus yunnanensis</i>)、羊茅 (<i>Festuca ovina</i>)、委陵菜 (<i>Potentilla chinensis</i>)
			高山松林 (Form. <i>Pinus densata</i>)	高山松 (<i>Pinus densata</i>)、黄背草 (<i>Themeda triandra</i>)、羊茅 (<i>Festuca ovina</i>)、细柄草 (<i>Capillipedium parviflorum</i>)
	针阔叶混交林	松栎混交林	云南松林 (Form. <i>Pinus yunnanensis</i>)	云南松 (<i>Pinus yunnanensis</i>)、华西小檗 (<i>Berberis silva-taroucana</i>)、高山杜鹃 (<i>Rhododendron lapponicum</i>)、对节刺 (<i>Horaninovia ulicina</i>)、乌鸦果 (<i>Vaccinium fragile</i>)、云南锦鸡儿 (<i>Caragana franchetiana</i>)、芒萁 (<i>Dicranopteris pedata</i>)、火绒草 (<i>Leontopodium leontopodioides</i>)
				云南松 (<i>Pinus yunnanensis</i>)、矮高山栎 (<i>Quercus monimotricha</i>)、川滇高山栎 (<i>Quercus aquifolioides</i>)、高山杜鹃 (<i>Rhododendron lapponicum</i>)、乌鸦果 (<i>Vaccinium fragile</i>)、火绒草 (<i>Leontopodium leontopodioides</i>)、卷柏 (<i>Selaginella tamariscina</i>)
	阔叶林	桦木林	白桦林 (Form. <i>Betula platyphylla</i>)	白桦 (<i>Betula platyphylla</i>)、云南松 (<i>Pinus yunnanensis</i>)、高山杜鹃 (<i>Rhododendron lapponicum</i>)、川滇杜鹃 (<i>Rhododendron traillianum</i>)、滇青冈 (<i>Cyclobalanopsis glaucoides</i>)、火绒草 (<i>Leontopodium leontopodioides</i>)、卷柏 (<i>Selaginella tamariscina</i>)、井栏边草 (<i>Pteris multifida</i>)
	灌丛	常绿阔叶灌丛	矮高山栎灌丛 (Form. <i>Quercus monimotricha</i>)	矮高山栎 (<i>Quercus monimotricha</i>)、川滇高山栎 (<i>Quercus aquifolioides</i>)、云南锦鸡儿 (<i>Caragana franchetiana</i>)、乌鸦果 (<i>Vaccinium fragile</i>)、戟叶酸模 (<i>Rumex hastatus</i>)、羊茅 (<i>Festuca ovina</i>)
			帽斗栎灌丛 (Form. <i>Quercus guyavifolia</i>)	帽斗栎 (<i>Quercus guyavifolia</i>)、金花小檗 (<i>Berberis wilsoniae</i>)、对节刺 (<i>Horaninovia ulicina</i>)、高山柏 (<i>Juniperus squamata</i>)、高山杜鹃 (<i>Rhododendron lapponicum</i>)、火绒草 (<i>Leontopodium leontopodioides</i>)、白叶蒿 (<i>Artemisia leucophylla</i>)
		多刺灌丛	白刺花灌丛 (Form. <i>Sophora davidii</i>)	白刺花 (<i>Sophora davidii</i>)、对节刺 (<i>Horaninovia ulicina</i>)、华西小檗 (<i>Berberis silva-taroucana</i>)、黄背草 (<i>Themeda triandra</i>)、火绒草 (<i>Leontopodium leontopodioides</i>)、细柄草 (<i>Capillipedium parviflorum</i>)、肾蕨 (<i>Nephrolepis cordifolia</i>)、卷柏

分类	植被型	群系组	群系	主要植物种类
				(<i>Selaginella tamariscina</i>)
	稀树草丛	禾草草丛	羊茅草丛 (Form. <i>Festuca ovina</i>)	羊茅 (<i>Festuca ovina</i>)、黄背草 (<i>Themeda triandra</i>)、白叶蒿 (<i>Artemisia leucophylla</i>)、细柄草 (<i>Capillipedium parviflorum</i>)、鹿茸草 (<i>Monochasma sheareri</i>)、金花小檗 (<i>Berberis wilsoniae</i>)、刺柏 (<i>Juniperus formosana</i>)
			黄背草草丛 (Form. <i>Themeda triandra</i>)	黄背草 (<i>Themeda triandra</i>)、戟叶酸模 (<i>Rumex hastatus</i>)、肾蕨 (<i>Nephrolepis cordifolia</i>)
	草甸	亚高山禾草草甸	羊茅草甸 (Form. <i>Festuca ovina</i>)	羊茅 (<i>Festuca ovina</i>)、铺地柏 (<i>Juniperus procumbens</i>)、火绒草 (<i>Leontopodium leontopodioides</i>)
栽培植被	作物	粮食作物		玉米、小麦、马铃薯、荞麦
		经济作物		油菜、胡豆、萝卜
	经济林木	落叶果树林	苹果林	苹果树
			梨林	梨树
		落叶油料林	核桃林	核桃树
			油桐林	油桐树

(1) 针叶林

评价区的针叶林主要包括丽江云杉林 (Form.*Pinus yunnanensis*)、长苞冷杉林 (Form.*Abies georgei*)、云南松林云南松林 (Form.*Pinus yunnanensis*) 和高山松林 (Form.*Pinus densata*)。其中丽江云杉林 (Form.*Pinus yunnanensis*) 分布于海拔 3200m~3400m 的区域，上段以丽江云杉 (*Picea likiangensis*) 为优势，下段则混生有少量川滇冷杉 (*Abies forrestii*)、黄果冷杉 (*Abies ernestii*)，郁闭度约为 70%，树高约 2~10m，胸径约 5~12cm；林下草本植物以禾本科为主，高度约 0.1~1m，盖度约 50%~60%。长苞冷杉林 (Form.*Abies georgei*) 分布于海拔 3400m~3800m 的区域，其上段为纯林，成片生长在阴坡、半阴坡，下段混生有少量丽江云杉 (*Picea likiangensis*)、川滇冷杉 (*Abies forrestii*) 和黄果冷杉 (*Abies ernestii*)，郁闭度约为 40%，树高约 2~10m，胸径约 5~10cm；林下灌丛以毛脉高山栎 (*Quercus rehderiana*) 等高山灌丛为主，高度约 0.3~3m，盖度约 5%~10%；草本植物以羊茅 (*Festuca ovina*)、火绒草 (*Leontopodium leontopodioides*) 等为主，高度约 0.1~0.5m，盖度约 60%~70%。云南松林 (Form.*Pinus yunnanensis*) 分布于海拔 2600m~3200m 的区域，郁闭度约为 70%，树高约 2~20m，胸径约 5~20cm；林下灌木较少，偶有矮高山栎 (*Quercus monimotricha*) 分布；草本植物以羊茅 (*Festuca ovina*)、火绒草 (*Leontopodium leontopodioides*) 等为主，高度约 0.1~0.3m，盖度约 30%~40%。高山松林 (Form.*Pinus densata*) 分布于海拔 2200m~3200m 的北部边缘地段，郁闭度约为约 40%~60%，树高约 5~15m，胸

径约 8~20cm；林下灌木较少，偶有乌鸦果（*Vaccinium fragile*）分布；草本植物以黄背草（*Themeda triandra*）、细柄草（*Capillipedium parviflorum*）、羊茅（*Festuca ovina*）等为主，高度约 0.1~1m，盖度约 60%~80%。

（2）针阔叶混交林

评价区的针阔叶混交林主要包括云南松林（Form.*Pinus yunnanensis*），其中分布在海拔 2200m~3200m 的阳坡坡地中上部区域，且靠近河谷的多为成熟林，混生有较多的矮高山栎（*Quercus monimotricha*）、川滇高山栎（*Quercus aquifolioides*）等高山栎，郁闭度约为 50%~60%，树高约 5~15m，胸径约 7~20cm；林下灌木较多，主要为矮高山栎（*Quercus monimotricha*）、高山杜鹃（*Rhododendron lapponicum*）、川滇杜鹃（*Quercus aquifolioides*）、乌鸦果（*Vaccinium fragile*）等，高度约 0.1~2m，盖度约 20%~40%；林下草本植物较少，以羊茅（*Festuca ovina*）、火绒草（*Leontopodium leontopodioides*）、卷柏（*Selaginella tamariscina*）等为主，高度约 0.1~0.3m，盖度约 2%。分布在海拔 2200m~3200m 的阳坡坡地中上部区域及村庄周围的多为中龄林，郁闭度约为 30%~50%，树高约 5~10m，胸径约 5~8cm，林下灌木较少，主要为华西小檗（*Berberis silva-taroucana*）、高山杜鹃（*Rhododendron lapponicum*）、对节刺（*Horaninovia ulicina*）、乌鸦果（*Vaccinium fragile*）、云南锦鸡儿（*Caragana franchetiana*）等，高度约 0.1~1.2m，盖度约 5%~15%；林下草本植物较多，以羊茅（*Festuca ovina*）、火绒草（*Leontopodium leontopodioides*）、芒萁（*Dicranopteris pedata*）等为主，高度约 0.1~0.5m，盖度约 30%。

（3）阔叶林

评价区的阔叶林主要为白桦林（Form.*Betula platyphylla*），分布于海拔 2500m~2800m 的云南松林（Form.*Pinus yunnanensis*）以下的阳坡坡地，混生有矮小的云南松（*Pinus yunnanensis*）灌木，郁闭度约为 60%~80%，树高约 8~10m，胸径约 6~8cm；林下灌木较多，主要为云南松（*Pinus yunnanensis*）、高山杜鹃（*Rhododendron lapponicum*）、川滇杜鹃（*Rhododendron traillianum*）、滇青冈（*Cyclobalanopsis glaucoides*）等，高度约 1~1.5m，盖度约 20%~40%；林下草本植物以火绒草（*Leontopodium leontopodioides*）、卷柏（*Selaginella tamariscina*）、井栏边草（*Pteris multifida*）等为主，高度约 0.1~0.4m，盖度约 20%。

（4）灌丛

评价区的灌丛主要包括矮高山栎灌丛 (Form.*Quercus monimotricha*)、帽斗栎灌丛 (Form.*Quercus guyavifolia*)、白刺花灌丛 (Form.*Sophora davidii*)。其中矮高山栎灌丛 (Form.*Quercus monimotricha*) 分布于海拔 2000m~2800m 的河谷陡坡坡地, 灌木层高约 1~3m, 盖度约 30%, 混生有川滇高山栎 (*Quercus aquifolioides*)、云南锦鸡儿 (*Caragana franchetiana*)、乌鸦果 (*Vaccinium fragile*)、戟叶酸模 (*Rumex hastatus*)、华西小檗 (*Berberis silva-taroucana*) 等灌木; 灌木下草本植物以羊茅 (*Festuca ovina*)、白叶蒿 (*Artemisia leucophylla*) 等为主, 高度约 0.1~0.5m, 盖度约 20%。帽斗栎灌丛 (Form.*Quercus guyavifolia*) 分布于海拔 2600m~3000m 的向阳缓坡, 混生有金花小檗 (*Berberis wilsoniae*)、对节刺 (*Horaninovia ulicina*)、高山柏 (*Juniperus squamata*)、高山杜鹃 (*Rhododendron lapponicum*) 等灌木, 灌木层高约 0.2~1.5m, 盖度约 70%; 灌木下草本植物以羊茅 (*Festuca ovina*)、火绒草 (*Leontopodium leontopodioides*)、白叶蒿 (*Artemisia leucophylla*) 等为主, 高度约 0.1~0.5m, 盖度约 50%。白刺花灌丛 (Form.*Sophora davidii*) 分布于海拔 2000m~3000m 的向阳山坡, 灌木层高约 1~2m, 盖度约 30%, 混生有对节刺 (*Horaninovia ulicina*)、华西小檗 (*Berberis silva-taroucana*) 等灌木; 灌木下草本植物较丰富, 以黄背草 (*Themeda triandra*)、火绒草 (*Leontopodium leontopodioides*)、细柄草 (*Capillipedium parviflorum*)、肾蕨 (*Nephrolepis cordifolia*)、卷柏 (*Selaginella tamariscina*) 等为主, 高度约 0.1~0.5m, 盖度约 30%。

(5) 稀树草丛

评价区的草丛主要包括羊茅草丛 (Form.*Festuca ovina*) 和黄背草草丛 (Form.*Themeda triandra*)。其中羊茅草丛 (Form.*Festuca ovina*) 分布于海拔 2000m~3000m 的区域, 混生有细柄草 (*Capillipedium parviflorum*)、黄背草 (*Themeda triandra*)、白叶蒿 (*Artemisia leucophylla*)、鹿茸草 (*Monochasma sheareri*)、五节芒 (*Miscanthus floridulus*) 等草本植物, 草本层高约 10~50cm, 盖度可达 80% 以上。黄背草草丛 (Form.*Themeda triandra*) 分布于海拔 2000m~2600m 的区域, 混生有戟叶酸模 (*Rumex hastatus*)、乌鸦果 (*Vaccinium fragile*) 等灌木和肾蕨 (*Nephrolepis cordifolia*) 等草本植物, 高度约 0.3~1m, 盖度约 70%。

(6) 草甸

评价区的草甸主要为羊茅草甸 (Form.*Festuca ovina*), 分布于海拔 3500m~4000m 的阳坡或半阳坡区域, 混生有铺地柏 (*Juniperus procumbens*)、火绒草 (*Leontopodium leontopodioides*) 等植被, 草本植物高度约 0.1~0.5m, 盖度约 70%。

(7) 栽培植被

栽培植被包括作物和经济林木，作物主要包括玉米、小麦、马铃薯、荞麦等粮食作物和油菜、胡豆、萝卜等经济作物，多为一年一熟类型，坝地、河谷可一年两熟；经济林木主要包括苹果树、梨树、核桃树、油桐树等。经济林木总体来说树种单一，群落结构简单，生物多样性较低。

7.4.2.4 评价区植被现状评价小结

综上所述，本项目所在区域属木里山原植被小区，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。自然植被主要为针叶林、针阔叶混交林、阔叶林、灌丛、稀树草丛和草甸，代表性物种有云南松、高山松、长苞冷杉、白桦、矮高山栎、川滇高山栎、帽斗栎、戟叶酸模、金花小檗、高山杜鹃、对节刺、白刺花、羊茅、黄背草等；栽培植被主要为作物和经济林木，代表性物种有玉米、小麦、马铃薯、荞麦、油菜、胡豆、萝卜等作物和苹果树、梨树、核桃树、油桐树等经济林木。**现场踏勘期间，根据《国家重点保护野生植物名录（第一批）》核实，在调查区域内未发现珍稀濒危及国家重点保护的野生植物和古树名木，**但根据《木里县志》、《盐源县志》、《四川植被》等资料核实，在木里县雅砻江镇尼波村、乔瓦镇锄头湾村、簸箕箩村等地可能分布有松口蘑（松茸）和虫草（冬虫夏草）等国家重点保护的野生植物。

7.4.3 动物

本项目区域动物调查采用基础资料收集和实地调查相结合法进行分析。基础资料收集包括整理工程所在区域现有的《木里县志》、《盐源县志》、《四川兽类原色图鉴》、《四川鸟类原色图鉴》、《木里藏族自治县 1999 年陆生野生动物调查报告》等资料；实地调查包括对现场观察到的动物种类、特征等进行拍照、记录和整理。

7.4.3.1 评价区动物物种组成

根据上述材料及现场踏勘、观察和询访当地居民，本工程评价区共有野生动物 24 目 61 科 136 属 171 种，其中兽类有 6 目 14 科 25 属 29 种，鸟类有 12 目 33 科 69 属 89 种，爬行类有 2 目 2 亚目 4 科 9 属 10 种，两栖类有 2 目 5 科 7 属 8 种，鱼类有 2 目 5 科 26 属 35 种，具体见表 7-8。

表7-8 本工程评价区野生动物组成统计表

类型	目数	科数	属数	种数
兽类	6	14	25	29
鸟类	12	33	69	89

爬行类	2	4	9	10
两栖类	2	5	7	9
鱼类	2	5	26	35
合计	24	61	136	171

7.4.3.2 评价区动物优势物种组成

本项目调查区域主要为农村环境，野生动物主要分布有兽类、鸟类、爬行类、两栖类和鱼类。评价区主要野生动物种类见表 7-9。

表7-9 评价区主要野生动物种类

类型	优势目		优势科	优势种
兽类	啮齿目		鼠科	高山姬鼠 (<i>Apodemus chevrieri</i> (Milne-Edwards)) 黄胸鼠 (<i>Rattus flavipectus</i> (Milne-Edwards)) 褐家鼠 (<i>Rattus norvegicus</i> (Berkenbout))
			松鼠科	赤腹丽松鼠 (<i>Callosciurus erythraeus</i> (Pallas)) 岩松鼠 (<i>Sciurotamias davidianus</i> (Milne-Edwards))
	食肉目		鼬科	黄鼬 (<i>Mustela sibirica</i> Pallas)
	兔形目		兔科	草兔 (<i>Lepus capensis</i> Linnaeus)
鸟类	雀形目		燕科	家燕 (<i>Hirundo rustica</i> (Linnaeus)) 金腰燕 (<i>Hirundo daurica</i> (Linnaeus))
			鸦科	喜鹊 (<i>Pica pica</i> (Linnaeus)) 大嘴乌鸦 (<i>Corvus macrorhynchus</i> Wagler)
			文鸟科	山麻雀 (<i>Passer rutilans</i> (Temminck)) 斑文鸟 (<i>Lonchura punctulata</i> (Linnaeus))
	鹃形目		杜鹃科	大杜鹃 (<i>Cuculus canorus</i> Linnaeus) 翠金鹃 (<i>Chalcites maculates</i> (Gmelin))
爬行类	龟鳖目		淡水龟科	乌龟 (<i>Chinemys reevesii</i> (Gray))
	有鳞目	蜥蜴亚目	石龙子科	南滑蜥 (<i>Scincella reevesii</i> (Gray)) 铜蜓蜥 (<i>Sphenomorphus indicus</i> (Gray))
				王锦蛇 (<i>Elaphe carinata</i> (Gunther)) 赤链蛇 (<i>Dinodon rufozonatum</i> (Cantor)) 八线腹链蛇 (<i>Amphiesma octolineatum</i> (Boulenger))
		蛇亚目	游蛇科	
两栖类	无尾目		蛙科	无指盘臭蛙 (<i>Odorrana grahami</i> (Boulenger)) 双团棘胸蛙 (<i>Paa(Paa) yunnanensis</i> (Anderson))
			盘舌蟾科	大蹼铃蟾 (<i>Bombina maxima</i> (Boulenger))
			蟾蜍科	中华蟾蜍华西亚种 (<i>Bufo gargarizans andrewsi</i> Schmidt)
鱼类	鲤形目		鲤科	短须裂腹鱼 (<i>Schizothorax wangchiachii</i>) 四川裂腹鱼 (<i>Schizothorax kozlovi</i> Nikolsky)
				鲤鱼 (<i>Cyprinus carpio</i> Linnaeus) 鲫鱼 (<i>Carassius auratus</i>) 花鲢鲤 (<i>Percocypris pingiregani</i> Tchang)
				泥鳅 (<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>) 山鳅 (<i>Oreias dabryi</i> Sauvage)
			鳅科	短尾高原鳅 (<i>Triplophysa brevicauda</i>)
	合鳃目		合鳃鱼科	黄鳝 (<i>Monopterus albus</i>)

7.4.3.3 评价区动物现状小结

综上所述，本项目调查区域主要为农村环境，评价区动物分布有兽类、鸟类、爬

行类、两栖类和鱼类，均为当地常见的野生动物。在现场踏勘期间，依据《国家重点保护野生动物名录》、《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，本项目调查区域内未发现珍稀濒危及国家和四川省重点保护的野生动物，未发现重点保护野生动物栖息地及鸟类迁徙通道，但根据《木里县志》、《盐源县志》、《四川省雅砻江杨房沟水电站环境影响报告书》等资料核实，在雅砻江镇、卡拉乡的雅砻江流域可能分布有四川裂腹鱼、齐口裂腹鱼、长丝裂腹鱼、贝氏高原鳅、青石爬鮡等四川省重点保护及珍稀、特有鱼类。

7.4.4 水土流失现状

7.4.4.1 项目区水土流失防治分区

根据《全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果》（办水保〔2013〕188号），本工程所在凉山州木里县和盐源县均不属于国家级水土流失重点预防和重点治理区；但根据四川省水利厅发布的《关于印发〈四川省省级水土流失重点预防区和重点治理区划分成果〉的通知》（川水函〔2017〕482号），木里县属于划定的省级重点预防区，盐源县属于划定的省级重点治理区。

7.4.4.2 项目区水土流失现状

根据《杨房沟水电站 500 千伏送出工程水土保持方案报告书》，本项目所在区域属西南土石山区，容许土壤流失量为 $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。工程所在区域木里县和盐源县水土流失状况见表 4-14，木里县、盐源县的土壤侵蚀强度均以微度、中度侵蚀为主。

表7-10 工程所经区域水土流失现状

侵蚀强度分级	木里县		盐源县	
	面积 (km^2)	占侵蚀总面积比例 (%)	面积 (km^2)	占侵蚀总面积比例 (%)
微度	8401.00	63.40	4585.39	54.89
轻度	2043.96	15.42	777.14	9.30
中度	2430.77	18.34	2564.29	30.70
强烈	267.66	2.02	389.27	4.66
极强烈	4.47	0.03	32.90	0.39
剧烈	105.14	0.79	4.26	0.05

7.4.4.3 值得借鉴的经验

本工程所在区域已有多条输电线路工程，如 220kV 卡杨线、220kV 朗杨线等。根据咨询及现场踏勘了解，上述工程在施工过程中已采取有效的水土保持措施，其经验值得本工程借鉴。

工程基础开挖前将剥离的表土置于土袋中堆放在塔基周围，若施工期过雨季则需以密目网遮盖，减小降雨对临时堆土的冲刷；对处于一定坡度上的塔基，在其上坡面

开挖截水沟、排水沟，在塔基下方砌筑护坡，采用高低腿铁塔，减少土石方开挖量等工程防护措施，可有效地防治新增水土流失。

施工过程中，对位于平坦地形的塔基，回填后剩余土方堆放在铁塔下方平整夯实，土方的堆放高度不得超过塔基保护帽，以保证塔基的安全稳定性，减少塔基堆土的水土流失；对位于边坡的塔基，根据各个塔基的地形地貌情况，将回填后剩余少量土方运至塔基附近的凹地进行堆放，并采用密目网进行遮盖和压脚，施工结束后撒播草籽进行植被恢复，以减小水土流失。

施工完毕后，对塔基下方区域采用撒播草籽进行绿化，绿化的草籽选择工程区适宜生长的当地草种，提高绿化植被覆盖率；对塔基临时占地区进行迹地恢复，对占用的林地种植当地适生灌木、草种进行植被恢复，对有条件复耕的区域进行土地整治后复耕，不能复耕的进行绿化。

上述水土保持措施相当程度上减轻了工程建设引起的水土流失，其经验值得本工程借鉴。

7.4.5 评价区生态功能定位

根据《全国生态功能区划》（环境保护部、中国科学院公告 2008 年第 35 号，2008 年 7 月 18 日）和《四川省生态功能区划》（川府函〔2006〕100 号，2006 年 5 月），本项目评价区属“川西南横断山区亚热带常绿阔叶林-针叶林生态区—川西南横断山地半干旱、半湿润暗针叶林生态亚区-木里林牧业与水源涵养生态功能区和盐源盆地农牧业生态功能区”。

7.5 生态环境影响预测与评价

7.5.1 施工期

7.5.1.1 水土流失影响

（1）水土流失影响因素分析

本项目雅中换流站间隔扩建集中在站内进行，不涉及站外地表扰动和植被破坏，对站外水土流失无影响。

输电线路在塔基开挖、清理、平整等施工过程中将会对植被、原地表土壤结构造成不同程度的扰动和破坏，致使土层裸露，受降水及径流冲刷，容易造成新增水土流失；人抬道路在路面平整时会产生少量土石方挖填，引起水土流失；牵张场、索道站和跨越场施工等活动对地表的开挖、扰动和再塑，使表层植被受到破坏，失去固土保水的能力，造成新增水土流失；剥离表土的临时堆放，新的松散堆放体表层抗冲蚀能

力弱，容易引起冲刷而造成水土流失。本项目线路永久占地及临时占地面积共计约 30.09hm²。

(2) 水土流失量预测

本项目共扰动原地表面积约为 30.09hm²，根据《杨房沟水电站 500 千伏送出工程水土保持方案报告书》，本项目区域土壤侵蚀类型主要为中度水力侵蚀，区域平均背景土壤侵蚀模数取 2564t/(km²·a)。根据《生产建设项目水土保持技术标准》(GB50433-2018)等标准规范的规定，本项目建设过程中扰动地表、破坏水保设施而可能产生的水土流失量采用侵蚀模数法进行预测。根据上述水土保持方案报告书中的预测结果，本项目建设产生的水土流失总量 6345t，新增水土流失量为 5784t，新增水土流失量占水土流失总量的 91.2%。

本项目通过优化塔基基础型式，进行合理的施工组织设计，并优化陡峭山区的塔基施工工艺，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，实现挖填方平衡，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，能将项目建设对区域产生的负面影响降低到最小程度，实现区域生态环境的良性循环。

7.5.1.2 对植被的影响

本项目雅中换流站间隔扩建在换流站内预留场地上进行，不新征地，施工活动集中在换流站围墙内，材料运输利用已建成的进站道路和站区道路，故换流站间隔扩建不会对站外植被造成不利影响。

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，如放线将导致植被践踏，灌木和乔木等物种枝条被折断、叶片脱落等。本项目线路施工过程中对区域主要植被的影响如下：

1) 占地对植被的影响

本项目线路占地面积、主要占用植被型和植物种类见表 7-11。

表7-11 本工程影响区域植被型占地面积统计表

植被型	主要植物种类	永久占地		临时占地	
		占地面积(hm ²)	占评价区比例(%)	占地面积(hm ²)	占评价区比例(%)
针叶林	丽江云杉、长苞冷杉、云南松、高山松等	2.74	0.161	6.5	0.381

针阔叶混交林	云南松、矮高山栎、川滇高山栎、华西小檗、对节刺等	2.24	0.131	5.31	0.311
阔叶林	白桦、云南松、高山杜鹃、川滇杜鹃等	0.37	0.022	0.89	0.052
灌丛	矮高山栎、川滇高山栎、帽斗栎、云南锦鸡儿、乌鸦果、白刺花、对节刺等	1.12	0.066	2.66	0.156
稀树草丛	羊茅、黄背草、白叶蒿、细柄草等	1.24	0.073	3.02	0.177
草甸	羊茅、铺地柏、火绒草等	0.83	0.049	2.02	0.118
作物	玉米、小麦、马铃薯、荞麦、油菜、胡豆、萝卜等	0.29	0.017	0.11	0.006
经济林木	苹果树、梨树、核桃树等	0.36	0.021	0.13	0.008
合计		9.19	0.54	20.64	1.21

由表 7-11 预测分析可知：

①受本项目建设影响的自然植被主要为针叶林、针阔叶混交林、阔叶林、灌丛、稀树草丛和草甸，代表性物种有云南松、长苞冷杉、矮高山栎、川滇高山栎、白桦、戟叶酸模、金花小檗、对节刺、白刺花、羊茅、黄背草等；栽培植被主要为作物和经济林木，代表性物种有玉米、小麦、马铃薯、荞麦、油菜、胡豆、萝卜等作物和苹果树、梨树、核桃树、油桐树等经济林木。这些受影响的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。

②本项目永久占地面积和临时占地面积均很小，仅占生态评价区面积的 0.54‰和 1.21‰，因此，本项目建设对评价区植被面积的改变极为微弱。

2) 对植被型及植被种类的影响

①对自然植被的影响

●对针叶林、针阔叶混交林及阔叶林植被的影响

本项目线路路径尽量避让集中林区，施工期不进行施工通道砍伐，线路经过林木较密区域时，在保证线路技术安全的前提下，通过提升导线架设高度和增大档距，减少位于林木较密区铁塔的数量，减少对林木的削枝和砍伐，塔基尽量选择在林木较稀疏地带，在采取上述措施的基础上，仅对位于塔基处无法避让的树木进行砍伐。根据设计资料，本项目线路估计砍削树木量约 6000 棵，主要为云南松、高山松、白桦等当地常见树种。上述树种在项目区域广泛分布，因此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。

●对灌丛植被的影响

灌丛植被多存在于立地条件稍好的区域,施工有可能对原有灌丛植被面积及结构产生一定的影响,施工过程中塔基处会砍伐部分矮高山栎、川滇高山栎、高山杜鹃、川滇杜鹃、滇青冈等灌木植被,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,但塔基永久占地面积较小,属于局部影响,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行植被恢复,因此项目建设对灌丛植被的影响较轻微。

●对草地植被的影响

本项目塔基呈点状分散布置,不会连续占用草地,也不会造成大面积草地植被破坏。塔基永久占地将改变土地性质,但塔基永久占地面积较小,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,用于临时占地区域的植被恢复;通过规范施工人员的行为、禁止对草地、草甸进行踩踏等措施,能最大限度地减小对稀树草丛及草甸植被的干扰;临时占地在施工结束后采取播撒当地草籽结合自然恢复的方式恢复草地原有功能,因此,项目建设对草地植被的影响比较轻微。

②对作物、经济林木的影响

本项目线路所经区域地形主要为峻岭、高山,栽培植被分布较少,主要为作物和经济林木,本项目塔基仅在局部区域占用小块耕地,占用的园地集中在盐源县棉桠乡和下海乡,对栽培植被的破坏范围和程度有限。本项目线路共占用耕地和园地分别约 0.4hm^2 、 0.49hm^2 ,占地面积较小,施工结束后对临时占用的耕地、园地进行土地整治、深翻土地,并进行复耕和栽植,不会永久改变临时占地内耕地、园地的土地利用性质;且施工人抬便道尽量利用既有乡间小道,不另外修整耕地、园地,牵张场也避开耕地、园地设置,降低对作物、经济林木的破坏,同时玉米、小麦、马铃薯等作物和苹果树、梨树等经济作物均在当地广泛分布,因此,项目建设不会对当地作物和经济林木面积和产量造成明显影响,对栽培植被影响小。

3) 对植被生物多样性的影响

本项目对评价区植被生物多样性的影响,主要表现在工程永久占地和临时占地引起的植物多样性变化。

本工程永久占地和临时占地均会对当地植被造成一定程度的破坏,塔基永久占地改变土地性质,原有植被将遭到破坏,但本项目线路塔基呈点位间隔布置,施工点分散,单塔占地面积较小,不会造成大面积植被破坏,不会对当地自然植被产生切割影响,不会改变区域生态系统的稳定性;临时占地在一定程度上会对区域植被产生干扰

影响，但临时占地时间短，施工期间采取表土剥离、草皮剥离等植被保护措施，施工结束后采取植被恢复措施，能尽量降低对植被的影响程度。本项目线路路径尽量避让集中林区，在保证线路技术安全的前提下，通过提升导线架设高度和增大档距，减少位于林木区的铁塔数量，减少对林木的砍伐，塔基尽量选择在林木稀疏位置，仅对塔基处无法避让的树木进行砍伐，本项目线路估计砍削树木量约 6000 棵，主要为云南松、高山松、白桦等等当地常见树种，在项目区域广泛分布。由于工程永久和临时占地的生境具有一定的可替代性，部分土地利用性质的改变不会引起植物物种生境的消失。因此，本工程建设不会导致分布在该地块的物种消失，本工程不会对其物种种类、数量、植被面积等造成明显影响。

施工临时占地和交通道路的修建将会造成评价区域的生境阻隔，增加评价区域植被生境的破碎化程度，但是本项目施工临时占地呈点状分布，不新建施工运输道路，施工人抬便道尽量利用既有乡间小道，仅修整简易人抬便道，并在交通不便的区域采用索道运输，因此施工临时占地和交通道路不会造成生境阻隔，且区域植被均为当地常见植被类型，呈现出片状、斑块状等多种分布格局，且水热条件优越，物种传播扩散等基因交流途径与方式多样，因此，本项目建设不会造成区域植被生境阻隔，植被多样性受损的风险极小。

4) 生物量损失影响

本项目建设损失植被总生物量采用平均生物量×该植被类型的面积计算。本工程占地区植被平均生物量采用冯宗炜编著的《中国森林生态系统的生物量与生产力》中不同类型林分生物量与生产力的研究结果，同时结合项目区域植被类型特征，参考《我国森林植被的生物量和净生产量》和同类工程环评报告对平均生物量进行取值。本工程永久占地植被损失量按 100%损失考虑，临时占地植被损失量按 70%损失考虑，占地范围内损失的总生物量见表 7-12。

表7-12 本项目建设自然植被生物量损失情况表

占地分区	占地类型		平均生物量* (t/hm ²)	占地面积 (hm ²)	生物量 损失率	生物损失量 (t)
永久占地	林地	乔木林地	110.5	3.2	100%	353.6
		灌木林地	28.52	2.58		73.58
	草地		7.06	1.86		13.13
临时占地	林地	乔木林地	110.5	7.8	70%	603.3
		灌木林地	28.52	8.25		164.7
	草地		7.06	5.25		25.9
合计			----	28.94	----	1234.3

*采用冯宗炜编著《中国森林生态系统的生物量与生产力》中不同类型林分生物量与生产力

的研究结果，同时结合项目区域植被类型特征，参考《我国森林植被的生物量和净生产量》和参考同类工程环评报告对平均生物量进行取值。

从表 7-12 可知，本项目生态环境评价区受工程永久占地和临时占地引起的生物量损失为 1234.3t。虽然本项目建设会导致区域植被面积有所减小，但各类植物的面积和比例与现状仍然基本相当，生物量没有发生锐减，生产力水平不会发生明显降低，生态系统总体能够保持相对稳定。

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，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。

7.5.1.3 对动物的影响

本项目雅中换流站间隔扩建集中在站内进行，不涉及对站外动物的影响，本项目施工期对动物的影响主要包括线路建设对兽类、鸟类、两栖类、爬行类、鱼类的影响。

1) 对兽类的影响

本项目评价区野生兽类如草兔、黄胸鼠、鼯鼠等，均属于当地常见小型动物。项目建设对兽类的影响主要是工程占地对栖息地的破坏，但由于线路塔基占地面积小且分散，不会对其种类和分布格局造成较大的影响。上述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。本工程建设对野生兽类的影响较小。

2) 对鸟类的影响

本项目对鸟类的影响主要表现在以下两个方面：

①施工区的森林、灌丛、草丛等群落将遭到一定程度的破坏，减少鸟类活动地面积，但本项目线路塔基施工点分散，各塔基占地面积很小，施工结束后对临时占地采取植被恢复等措施能逐步恢复原土地利用功能，同时施工区的森林、灌丛、草丛等群落当地均有大面积分布。因此，本项目建设仅永久占地略微减少鸟类生活面积，不会对鸟类生境产生明显影响。

②线路塔基建设、架线施工等施工活动影响鸟类在施工区周边的觅食、求偶等活动，但输电线路施工不使用大型机械，施工噪声影响不大，施工噪声的影响将随着施工活动的结束而消失，且鸟类具有较强的迁移能力和躲避干扰的能力。因此，在控制施工人员蓄意捕捉的前提下，本项目建设对鸟类没有明显影响。

3) 对两栖类的影响

本项目评价区内两栖动物种类较少，大部分种群以适宜于农耕地及林缘附近生活

的蟾蜍科和蛙科为主。本项目施工活动将产生固体废物和废污水，若不采取妥当的措施，将会污染项目周围土壤和水域，破坏两栖动物的活动区域质量，从而影响它们的生存和繁殖。本项目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，工程建设不会导致评价区两栖类物种数量减少，也不会导致评价区两栖类物种的种群数量发生大的波动。

4) 对爬行类的影响

本项目对爬行类的影响主要是影响评价区内分布较广的田鼠、乌龟、壁虎、黑眉锦蛇等。施工活动将侵占评价区内的少量植被，给爬行类动物的生存环境带来干扰，但不会直接伤害个体；评价区爬行类种群数量很小且个体活动隐蔽，对人类活动干扰有一定适应能力，能及时躲避人类不利干扰，在加强施工人员的管理、杜绝捕猎行为的前提下，本项目建设不会导致评价区爬行类物种减少，不会使爬行类种群数量发生明显改变。

5) 对鱼类的影响

本项目评价区野生鱼类主要分布在雅砻江、小金河、鸭咀河等河流。根据设计资料，本项目线路需跨越通航的雅砻江、小金河各 1 次，跨越不通航的鸭咀河、鲁珠沟、徐家河各 1 次，跨越其他小型河沟 7 次，跨越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。通过加强施工管理，规范施工人员的活动行为，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。

7.5.1.4 对木里县董家沟、阿家士沟饮用水水源保护区的影响

本项目线路仅穿越饮用水水源保护区二级保护区的陆域，不涉及水域，仅有 2 基铁塔位于二级保护区陆域范围内，永久占地面积约 0.05hm^2 ，占地面积较小；水源保护区范围内塔基施工时，通过优化施工工艺，减少塔基临时占地面积和土石方开挖量，减少植被破坏和土地扰动；施工期通过加强施工管理，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砂池处理后循环利用；施工人员就近租用当地现有民房，产生的生活污水利用附近居民既有设施收集后用作农肥，不直接排入天然水体；施工人员产生的生活垃圾经垃圾桶收集后清运至附近乡镇垃圾桶集中转运；塔基开挖产生的少量弃土运至水源保护区外的凹地进行堆放，平整后进行植被恢复；施工结束后及时清理现场，避免残留污染物在水源地的集雨范围内造成

污染；同时严格限制施工活动范围，禁止施工人员进入保护区的水域范围，禁止施工废水、生活污水、生活垃圾、弃土等排入水体。水源保护区外塔基施工时，限制施工活动范围，禁止随意进入水源保护区范围。采取上述措施后，施工期不会影响饮用水源保护区的水环境质量和水域功能，不影响周围居民的用水现状。

7.5.1.5 对生态保护红线的影响

根据四川省人民政府公布的《关于印发四川省生态保护红线方案的通知》（川府发〔2018〕24 号文）及其附件，并向凉山州木里生态环境局、盐源生态环境局核实，本项目雅中换流站均不涉及生态保护红线，输电线路将穿越生态保护红线。本项目所穿越的生态保护红线属于锦屏山水源涵养—水土保持生态保护红线，结合本项目途经区域的环境特征，上述生态保护红线的保护重点是：1）保护森林及草原植被，维护森林等自然生态系统的水源涵养；2）加强高山峡谷区地质灾害防治和水土流失治理；3）加强雅砻江及其支流水生生态系统保护。

1）保护森林及草原植被，维护森林等自然生态系统的水源涵养

本项目不涉及自然保护区、风景名胜区等生态敏感区，调查范围内也未发现重点保护的野生动植物。本项目线路施工对生态红线的影响主要为塔基永久占地和牵张场、跨越场、施工人抬便道、索道站等临时占地对森林及草原植被的破坏、塔基开挖等施工活动导致的土壤扰动和附着植被的破坏以及由此导致的水土流失等，上述活动将影响生态红线区的水源涵养功能。本项目线路属于线性工程，仅塔基占地为永久占地，且呈点位间隔式，占地面积小，塔基永久占地面积约 8.22hm^2 ，仅占项目生态评价区面积约 0.98%，因此对植被的破坏面积小。为了减小线路对生态保护红线的影响，线路尽量避让了集中林区，在保证线路技术安全的前提下，通过提升导线架设高度和增大档距，减少位于林木区铁塔数量，塔基定位尽量避开植被分布茂盛区，同时尽量减少在生态保护红线区内设置牵张场、施工人抬便道、索道站等临时占地，减少塔基临时占地，减少对林木的削枝和砍伐；通过加强施工管理，严格限制施工红线范围和固定材料运输路线，合理安排施工时序，避开植物生长旺盛期，避免对周围森林和灌丛、草原、草甸植被造成破坏。施工过程中通过采取表土剥离、草皮剥离、表土及草皮集中养护、表土回覆、土地整治、植被恢复、后期抚育养护等措施，能最大限度地保存植被生长条件，恢复区域植被面积，降低施工活动对植被的破坏程度，不会影响森林、灌丛及草原等生态系统的水源涵养功能。

2）加强高山峡谷区地质灾害防治和水土流失治理

本项目线路路径选择避让了滑坡、泥石流等不良地质区域，塔基主要采用原状土基础（掏挖基础、人工挖孔桩基础等），在陡峻山区、高山峡谷地区采用斜塔架基础、双桩承台基础、连梁基础、岩石锚索基础，不采用大开挖基础，减少基础开挖导致的水土流失，同时线路塔基呈点状分布、占地面积小，通过施工期加强管理，优化施工工艺，严控施工范围，缩小塔基临时占地面积，减少基础施工土石方开挖量，减少植被破坏；对位于平坦地形的塔基，回填后剩余弃土堆放在塔座基面四周，并进行平整、夯实，当铁塔四周为陡坡时，降底基面与基坑开挖的土石方无法就地堆稳时，选择塔基附近凹地进行堆放，堆放后需进行平整，并撒播草籽进行植被恢复；通过规范施工人员活动，禁止进入塔基周边的地质不稳定区，避免造成新增扰动。施工期间通过采用本项目水土保持方案报告中提出的表土剥离、表土回覆、浆砌石护坡、塔基截排水、临时堆土拦挡和遮盖、撒播草籽、植被恢复等水土保持措施，能够有效控制植被破坏、水土流失影响，避免造成新增地质灾害。

3) 加强雅砻江及其支流水生生态系统保护

本项目线路需跨越雅砻江、小金河、鸭咀河、鲁珠沟、徐家河等河流，但跨越处均不涉及珍稀鱼类保护区；线路采取一档跨越，不在水中立塔，塔基均远离水域，导线至水面的距离也满足相关规程规范要求，本项目施工期不涉及水生生态系统。本项目对施工期产生的施工废污水进行处理后综合利用，不对外排放，同时通过施工期加强管理，禁止在水体附近搭建临时施工生活设施、牵张场、取弃土场等临时设施，禁止施工废污水和固体废物入河，禁止下河捕捞，不会影响雅砻江及其支流的水质和水域功能，不会影响水生生物的生存环境。

综上所述，采取上述措施后，本项目施工期间对生态保护红线的影响较小，不会破坏生态保护红线区生态功能，对区域自然生态的影响能够得到控制。

7.5.2 运行期

本工程运行期对生态环境的影响主要体现在对植被、动物和生态红线的影响，具体如下：

7.5.2.1 对植被的影响

本工程雅中换流站运行期对站外植被无影响，本工程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。本工程线路运行期不进行林木砍伐，仅按相关规定对导线下方不满足垂直净距（ $<7\text{m}$ ）要求的林木进行削枝，以保证线路运行安全，但线路沿线总体削枝量小，不会对植物多样性产生影响。线路维护人员可能在

运行维护过程中对植被造成一定踩踏和引入外来植物。通过禁止维护人员引入外来物种，可避免人为引入外来物种对本土植物造成威胁。从项目区域已运营的 220kV 朗杨线、220kV 卡杨线等线路运行情况看，线路周围植物生长良好，输电线路产生的工频电场、工频磁场对周围植物生长无明显影响。

7.5.2.2 对动物的影响

根据现场踏勘、观察和询访，本项目调查区域未发现珍稀濒危及国家重点保护的野生动物，也不涉及野生动物的迁徙通道。本项目雅中换流站运行期对站外动物无影响。本工程评价区域野生动物分布有兽类、鸟类、爬行类、两栖类和鱼类。兽类有草兔、黄胸鼠、鼬鼠等，鸟类有岩燕、家燕、金腰燕等，爬行类有乌龟、壁虎、康定滑蜥、黑眉锦蛇等，两栖类有无指臭蛙、双团棘蛙、大蟾蜍等，鱼类主要有短裂腹鱼、四川裂腹鱼、短条鳅等。本项目线路建成后除了对鸟类飞行略有影响外，对兽类、爬行类、两栖类、鱼类等野生动物的生存和活动基本无影响。本项目评价区域内的鸟类均属于小型鸟禽，行动敏捷，且飞行高度一般高于线路架设高度，在飞行时碰撞杆塔的几率不大。从项目区域已运营的 220kV 朗杨线、220kV 卡杨线等线路运行情况看，线路建成后并未对鸟类的飞行和生活习性造成影响，也未出现工频电场、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 对木里县董家沟、阿家士沟饮用水源保护区的影响

本项目线路单回段需穿越木里县董家沟、阿家士沟饮用水源保护区的二级保护区，但不在水域范围内立塔，不涉及一级保护区（含水域和陆域），仅有 2 基铁塔位于阿家士沟水源地二级保护区的陆域范围内。本项目线路运行期不产生污染物，运行维护也不涉及水域范围，通过加强对运维人员的教育和管理，禁止向阿家士沟沟口以上的全部集雨范围倾倒、排放污染物等行为，不会影响水源地的现有水质状况和水域功能。

7.5.2.4 对生态保护红线的影响

本项目雅中换流站均不涉及生态保护红线，输电线路将穿越生态保护红线。本项目已取得木里自然资源局、盐源生态环境局的意见（附件 7、附件 8），符合相关要求。

本项目所穿越的生态保护红线属于锦屏山水源涵养—水土保持生态保护红线，结合本项目途经区域的环境特征，上述生态保护红线的保护重点是：1）保护森林及草原植被，维护森林等自然生态系统的水源涵养；2）加强高山峡谷区地质灾害防治和

水土流失治理；3）加强雅砻江及其支流水生生态系统保护。

1）保护森林及草原植被，维护森林等自然生态系统的水源涵养

本项目在红线内的塔基占地面积小且分散，施工结束后采用撒播草籽等方式对临时占地进行了植被恢复，能最大限度地恢复区域森林、灌丛及草原生态系统；本项目运行期线路维护人员可能对区域生态环境造成一定程度的干扰，但持续时间较短，干扰程度较轻；通过加强对维护人员的环境保护宣传教育，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，不随意攀折植物枝条；采取上述措施后，本项目运行期对自然生态系统的影响较小，能够维护森林、灌丛及草原等生态系统的水源涵养功能。

2）加强高山峡谷区地质灾害防治和水土流失治理

本项目线路路径选择时已避让了泥石流、崩塌、滑坡等不良地质区域，通过优化施工工艺，采取拦挡、遮盖、排水等水土保持措施，尽量减少施工期间的新增水土流失量，施工结束后，对塔基处加强植被的抚育和管护，同时加强自然恢复期的水土流失监测，以预防水土流失、防治地质灾害。

3）加强雅砻江及其支流水生生态系统保护

本项目线路需跨越雅砻江、小金河、鸭咀河、鲁珠沟、徐家河等河流，但跨越处均不涉及珍稀鱼类保护区；线路采取一档跨越，不在水中立塔，塔基均远离水域，线路运行期不涉及水生生态系统，运行期间无废污水及固体废物排放，不会影响水生生物的生境，不会影响雅砻江及其支流水生生态系统。

综上所述，采取上述措施后，本项目运行期间对生态保护红线的影响较小。

7.6 生态环境保护及恢复措施

7.6.1 设计阶段采取的生态保护措施

7.6.1.1 雅中换流站

雅中换流站本次间隔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。

7.6.1.2 输电线路

（1）输电线路路径选择和设计时充分听取当地环保、规划、林业、自然资源等政府部门的意见，尽量优化线路路径，降低对区域生态环境的影响。

（2）线路路径选择时尽量缩短线路长度，特别是缩短穿越饮用水水源保护区、生态保护红线区的长度，降低对区域生态环境功能的影响。

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

(4) 线路在通过林木密集区时, 尽量采用提升架线高度减少树木砍削量。

(5) 线路采用全方位高低腿铁塔, 塔基主要采用原状土基础(掏挖基础、人工挖孔桩基础等), 在陡峻山区采用斜塔架基础、双桩承台基础、连梁基础、岩石锚索基础, 不采用大开挖基础, 尽量减少占地, 减少土石方开挖量及水土流失影响。

(6) 对位于饮用水水源保护区、生态保护红线区内的线路采用占地面积较小的铁塔, 增大档距, 减少饮用水水源保护区和生态红线区内的塔基数量和占地面积, 减小林木砍伐和植被破坏。

(7) 塔基定位尽量避让松口蘑(松茸)和虫草(冬虫夏草)等集中采集区, 避开植被茂盛区, 尽量选择在植被稀疏的荒草地。

7.6.2 施工期采取的生态环境保护及恢复措施

7.6.2.1 雅中换流站

雅中换流站本次间隔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

本工程对生态环境的影响主要是线路施工活动造成的地面扰动和植被破坏所引起的水土流失和对野生动植物的影响。根据本工程所在区域生态环境特点, 本工程拟采取如下的生态保护措施:

(1) 植物保护措施

①针叶林、针阔叶混交林、阔叶林植被

- 在实施前细化线路方案及施工方案, 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乔木、灌木植株, 减小生物量损失, 同时高大乔木在施工结束后进行植被恢复时能够为灌木层、草本层提供荫蔽, 提升植被恢复速度和质量。

- 对于无法避让确需砍伐的林木, 需按照林地管理相关规定办理林地使用许可同意书等相关手续, 征得林业部门同意, 在取得林地使用许可同意书前不得使用林地和采伐林木。严格按照林业主管部门规定的林木采伐数量进行采伐作业, 严禁超范围、超数量采伐林木, 并缴纳植被恢复费, 由当地林业部门进行异地造林, 减少植被的损失。

- 施工时尽可能避开植物生长旺盛期，减少对植物生长的影响。
- 塔材、金具等材料运输到施工现场后应尽快进行组装，减少施工材料临时堆放点对植被的占压。
- 对施工人员进行防火宣传教育，林区严禁私自使用明火，对可能引发火灾的施工活动严格按规程规范及木里、盐源县林业部门的要求进行施工，确保区域林木安全。
- 对施工人员加强环保教育、生物多样性保护教育及有关法律、法规的宣传教育，严禁施工人员随意破坏当地林木。
- 在交通条件较好的塔位施工时，不新建施工人抬便道，尽量利用既有道路；在交通条件较差的塔位施工时，新建施工人抬便道需避让郁蔽度高的针叶林和阔叶林，尽量选择植被稀疏的荒草地，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。
- 塔基施工临时占地应选择在塔基附近平坦、植被稀疏地带，尽量利用草地，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。
- 本工程设置的牵张场应选择设置在交通条件较好的直线塔段，临近既有道路，便于材料运输；场址场地应宽敞平坦，减少场地平整的引起的水土流失；牵张场选址应尽量避让植被密集区，以占用较低矮、稀疏的灌丛、草丛为主。
- 减少土石方的开挖及回填工作量，并结合使用高低腿铁塔，优先采用掏挖式基础和人工挖孔桩基础等原状土基础。
- 在输电线路跨越林木密集区时，采用高跨设计，且尽量使用占地面积小的铁塔，在满足设计使用强度的要求下，尽量增大档距，减小林区内铁塔数量，以进一步减小林木砍伐量。
- 在输电线路跨越林木密集区时选用环境友好的架线施工手段，如无人机、动力伞、飞艇、直升机放线等，减少对林木的破坏。
- 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，依照“适地适树”和乔、灌、草相接合的原则，并根据临近区域的植被型和主要植物种类选择当地适生的优势乡土植物（如云南松、高山松、白桦等乔木，矮高山栎、川滇高山栎、白刺花等灌木，羊茅、黄背草、细柄草等草本植物）进行植被恢复，进一步降低工程对林地植被造成的不利影响。
- 施工结束后，应根据区域实际情况，在有居民分布的区域，将人抬道路首先用

作当地乡村道路，若人抬道路区域无居民分布，则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，依照“适地适树”和乔、灌、草相接合的原则，选择当地的乡土树种、草种进行植被恢复，进一步降低工程对林地植被造成的不利影响。

- 禁止施工人员在施工过程中带入外来物种，保护原有生态环境。

- 在采集、收集种子或繁殖体时，应根据不同植物，选择具有生长正常、健壮、结实率高等优良性状的种源，以保证恢复的植物群落正常生长，确保存活率和生态恢复的效果。

- 栽植结束后，应适时地将苗木四周的土壤进行翻新，并及时灌溉，确保其能够快速生长。

- 不能营造单一植物物种的单优群落，以最大限度保证生态恢复区域的生物多样性，及恢复植物群落对当地自然条件的适应能力。

- 尽量利用自然更新的方式恢复植被，并注意恢复过程中的管护，避免“种而不管”影响植被恢复效果，必要时通过围栏等措施防止人、畜破坏。

- 现场踏勘期间，在本项目调查区域内未发现珍稀濒危及国家重点保护的野生植物和古树名木，在木里县雅砻江镇尼波村、乔瓦镇锄头湾村、簸箕箩村等地可能分布有松口蘑（松茸）和虫草（冬虫夏草）等国家重点保护的野生植物，因此在施工期间需加强施工人员有关环境保护法律法规、野生植物保护知识的宣传，一旦发现野生保护植物及古树名木，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，同时上报当地林业部门，请示是否采取避让、移栽等处理措施，以避免对野生保护植物及古树名木造成破坏；同时施工临时占地尽量避让区域松口蘑（松茸）和虫草（冬虫夏草）等集中采集区，避开植被茂盛区，尽量选择在植被稀疏的荒草地。

②灌丛植被

- 在实施前细化线路方案及施工方案，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。

- 施工时尽可能避开植物生长旺盛期，减少对植物生长的影响。

- 对施工人员进行防火宣传教育，对可能引发火灾的施工活动严格按规程规范及木里、盐源县林业部门的要求进行施工，确保区域林木安全。

- 对施工人员加强环保教育、生物多样性保护教育及有关法律、法规的宣传教育，严禁施工人员随意破坏当地灌丛。

- 在交通条件较好的塔位施工时，不新建施工人抬便道，尽量利用既有道路；在交通条件较差的塔位施工时，新建施工人抬道路需避让郁蔽度高的灌丛。

- 塔基施工临时占地应选择在塔基附近平坦、植被稀疏地带。

- 本工程设置的牵张场应选择设置在交通条件较好的直线塔段，临近既有道路，便于材料运输；场址场地应宽敞平坦，减少场地平整的引起的水土流失；牵张场选址应尽量避让植被密集区，以占用较低矮、稀疏的灌丛、草丛为主。

- 减少土石方的开挖及回填工作量，并结合使用高低腿铁塔，优先采用掏挖式基础和人工挖孔桩基础等原状土基础。

- 施工结束后，对于立地条件较好的塔基临时占地、牵张场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，依照“适地适树”和乔、灌、草相接合的原则，并根据临近区域的植被型和主要植物种类选择当地适生的优势乡土植物（如矮高山栎、川滇高山栎、白刺花等灌木，羊茅、黄背草、细柄草等草本植物）进行植被恢复，进一步降低工程对灌丛植被造成的不利影响。

- 施工结束后，应根据区域实际情况，在有居民分布的区域，将人抬道路首先用作当地乡村道路，若人抬道路区域无居民分布，则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，依照“适地适树”和灌、草相接合的原则，选择当地的乡土灌木、草本植物进行植被恢复，进一步降低工程对灌丛植被造成的不利影响。

- 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草丛植被

- 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丛植被进行踩踏和破坏。

- 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，如羊茅、黄背草、细柄草等。

- 施工结束后，应根据区域实际情况，在有居民分布的区域，将人抬道路首先用作当地乡村道路，若人抬道路区域无居民分布，则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（如羊茅、黄背草、细柄草等）进行植被恢复，进一步降低工程对草丛植被造成的不利影响。

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（如施工人抬道路、牵张场、塔基施工临时场地等）应铺设草垫或棕垫，必要时在草垫或棕垫再铺设钢板，避免施工机械和运输车辆与原草甸植被直接接触造成破坏。

- 塔基基础开挖前应进行草皮剥离和表土剥离，并对剥离的草皮和表土进行集中养护，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弃土运至塔基附近的凹地进行堆放，避免直接堆放在草甸植被上，施工结束后撒播草籽进行植被恢复。

- 合理选择施工时序，避开草甸植被生长旺盛阶段。

- 组塔过程中应避免塔材对草甸植被的长时间占压，架线时也要避免钢丝绳与草甸植被的摩擦造成植被破坏。

- 对塔基施工基面遗留的弃土进行及时清理，对临时占地区域进行表土回覆、土地翻松，然后采用撒播草籽的方式进行植被恢复，草种选择当地的乡土草本植物，如

羊茅等。

- 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（如羊茅等）进行植被恢复，进一步降低工程对草甸植被造成的不利影响。

④作物和经济林木

- 加强施工人员管理教育，施工运输及作业严格控制在划定的运输路线和作业区域，禁止施工人员超出施工区域踩踏当地作物，禁止施工人员采摘果实。

- 施工时尽可能避开栽培植被收获期，减少对栽培植被的影响。

- 塔基施工时应保存好塔基开挖处的熟化土和表层土，并将表层熟土和生土分开堆放，回填时应按照土层的顺序恢复为耕地和园地。

- 施工结束后及时清理施工场地，避免建筑材料、垃圾等对耕地、园地造成长时间的占压。

- 施工结束后，对临时占用的耕地、园地按照原有土地类型及时进行复耕、栽植，并应采用当地物种，严禁带入外来物种。

（2）野生动物保护措施

本项目调查区域内未发现珍稀濒危及国家和四川省重点保护的野生动物，但在施工过程中若遇到野生保护动物，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。

①兽类

本项目线路沿线以小型兽类为主，针对这些小型兽类，应做到如下保护措施：

- 严格控制最小施工范围，保护好小型兽类的活动区域；

- 对工程废物和施工人员的生活垃圾进行彻底清理，尽量避免生活垃圾为鼠类等疫源性兽类提供生活环境，避免疫源性兽类种群爆发。

对于大中型兽类，应做到如下保护措施：

- 施工活动要集中时间快速完成，避开兽类繁殖季节施工。

- 合理安排施工时间，避开早晨和黄昏时段开展高噪声作业（多为动物的休息和觅食时段）。

- 禁止偷猎、下夹、设置陷阱的捕杀行为，违者严惩。

- 通过减少施工震动、敲打、撞击和禁止施工车辆在集中林区鸣笛等措施避免对

野生动物产生惊扰。

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，冬春季节施工若发现冬眠的蛇、蜥蜴等动物时应严禁捕捉。

④两栖类、鱼类

工程施工过程中禁止将生产废水和生活污水排放下河，不会对河流河道和水质产生直接影响，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质及两栖类、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、炸鱼等行为造成鱼类资源量减少。

- 根据收集的资料，在雅砻江镇、卡拉乡的雅砻江流域可能分布有四川裂腹鱼、齐口裂腹鱼、长丝裂腹鱼、贝氏高原鳅、青石爬鮡等四川省重点保护及珍稀、特有鱼类，因此在施工期间需加强施工人员有关环境保护法律法规、野生动物保护知识的宣传，明确保护珍稀、特有鱼类的重要性，塔基位置和施工活动尽量远离河岸，禁止进入水域范围，严禁下河捕捞、向水体倾倒、排放污染物等行为。

(3) 跨越河流时采取的环境保护措施

- 合理选择架线位置，采取一档跨越，不在水中立塔，塔基位置和施工活动应尽可能远离河岸，减少塔基对河流的影响。

- 施工人员禁止进入水域范围，不得在靠近河流等水体附近搭建临时施工生产生活设施，严禁施工废水、生活污水、生活垃圾排入河流，影响河流水质。

- 在河流附近塔基施工时的土石方临时堆放场应远离河流设置，先将塔基挖方堆放在临时场地，再将其回填，少量余方堆放在塔基下夯实，禁止土石方下河。

- 施工结束后应及时彻底清理施工现场，避免留下难以降解的物质；对临时施工人抬便道、牵张场、跨越场、索道站等施工扰动区域按原有土地类型进行植被恢复。

(4) 水土保持措施

1) 主体工程措施

- 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，优先采用掏挖型基础、人工挖孔桩基础等原状土基础，在陡峻山区采用斜塔架基础、双桩承台基础、连梁基础、岩石锚索基础，不采用大开挖基础，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。

- 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。

- 在易受雨水冲刷的岩石和土质边坡及严重破碎的岩石边坡应进行塔基护坡防护，凡适宜于生长植物且坡度不大于 1: 1.5 的边坡，应优先采用植物防护，对不适宜植物生长的边坡，可根据其土石性质、高度及陡度，选择其他合适的工程护坡类型。

- 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来水汇集处修筑浆砌块石截水沟，在塔基下游排水区域修筑浆砌块石排水沟及末端消能措施，以利于排水，并根据实际地形情况确定其坡度。

- 塔基施工前应对塔基范围内的表土进行剥离并装袋，剥离的表土堆放于塔基施工临时占地区域，以备施工结束后覆土绿化所用。

- 基坑开挖时应将表层的熟土和下部的生土分开堆放。

- 施工结束后应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，并根据原土地类型，尽量恢复其原来的土地利用功能。

2) 临时工程措施

- 在塔基平台、基础、护坡等土石方施工时，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，多采用梯形断面，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。

- 对位于平坦地形的塔基，回填后剩余弃土堆放在塔座基面四周，并进行平整、夯实；当铁塔四周为陡坡时，降底基面与基坑开挖的土石方无法就地堆稳时，选择塔基附近凹地进行堆放，堆放后需进行平整，并撒播草籽进行植被恢复。

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。临时占地区域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物种如下：乔木选择长苞冷杉、云南松、高山松、白桦等，灌木选择矮高山栎、川滇高山栎、白刺花、对节刺等，草本植物选择羊茅、黄背草、细柄草、火绒草等。

(5) 拆除工程采取的环境保护措施

- 本项目仅拆除原 220kV 卡杨线长度约 1.6km，拆除铁塔 2 基，拆除施工活动集中在本次迁改段所在区域。

- 拆除固体废物包括导线、塔材、混凝土基础等，应及时清运，避免对植被长时间占压。

- 塔基拆除后应及时对塔基占地区域进行土地整治和迹地恢复，采用人工播撒草籽进行植被恢复，应采用当地物种，严禁带入外来物种。

- 对本工程的工程拆迁房屋处，应将基础及表层混凝土结构进行破除处理，然后对破除区域进行回填，破除深度及回填土需满足复耕或植被恢复的要求，土地整治方法包括阶地式整地、水平带状整地、水平沟式整地、反坡梯田式整地等，对坡度较大的区域，宜采用人工整地方式。

- 拆除工程产生的建筑垃圾应由建设单位及时清运至当地政府指定的建筑垃圾场处置，避免在现场长时间堆放造成新增水土流失。

(6) 饮用水水源保护区保护措施

- 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，明确董家沟、阿家士沟饮用水水源保护区的划定保护范围，并要求施工人员严格按照相关规定执行。

- 在施工场地周围设置饮用水水源保护区警示牌，提醒施工人员要注意保护董家

沟、阿家士沟饮用水水源保护区及其周围生态环境。

- 在水源保护区内施工时，应设置施工控制带，对施工场地四周进行拦挡围护，严格控制施工红线，限制施工机械和施工人员的活动范围，材料运输固定线路行驶。

- 加强施工管理，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砂池处理后循环利用；施工人员就近租用当地现有民房，产生的生活污水利用附近居民既有设施收集后用作农肥，不直接排入天然水体；施工人员产生的生活垃圾经垃圾桶收集后清运至附近乡镇垃圾桶集中转运。

- 在水源保护区内的 2 基塔施工时，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 015 乡道和其他小路，缩短修整人抬便道长度，减小施工扰动范围，尽量降低对植被的破坏。

- 在水源保护区内的 2 基塔施工时，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，对塔基施工产生的少量弃土运至水源保护区外的凹地进行堆放并进行植被恢复，施工结束后及时清理现场，避免在水源地的集雨范围内造成污染。

- 禁止进入水源保护区东侧边界外的地质不稳定区，避免造成新增水土流失。

- 在水源保护区外的塔基施工时，严格限制施工范围，禁止施工人员随意进入水源保护区范围，人抬道路也避开保护区范围设置。

- 严格限制施工活动范围，禁止施工人员进入保护区的水域范围，禁止施工废水、生活污水、油类、生活垃圾、土石方等排入水体。

- 施工人员不得在水源保护区范围内搭建临时施工生活设施、牵张场、取弃土场等临时设施。

- 水源保护区内的塔基施工时应加强水土保持，优化施工工艺，严格控制基础开挖面，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，避免造成雨水冲刷。

- 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。

(7) 生态保护红线区保护措施

本项目在生态保护红线内施工时除采取上述生态保护措施外，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《四川省生态保护红线方案》（川府发〔2018〕24 号）、《关于生态环境领域进一步深化“放管服”改革，推动经济高质量发展的知道意见》（环规财〔2018〕86 号）等生态红线的相关环保规定，并要求施工人员严格按照规定执行，严禁施工人员破坏红线区内土壤、植被、动物及其生存环境。

- 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。

- 禁止在生态保护红线范围内设置施工营地、材料站、取弃土点等临时场地，生活垃圾应进行收集并及时清运出生态红线外进行处置。

- 对位于平坦地形的塔基，回填后剩余弃土堆放在塔座基面四周，并进行平整、夯实；当铁塔四周为陡坡时，降底基面与基坑开挖的土石方无法就地堆稳时，选择生态保护红线外的凹地进行堆放，堆放后需进行平整，并撒播草籽进行植被恢复，并加强后期管理维护。

- 在技术可行的条件下，尽量避免在生态保护红线范围内设置牵张场，若确需在其内设置，牵张场选址应尽量避免让植被密集区和水土流失易发区，以占用植被较低矮、稀疏的灌丛、草丛为主，牵张场敷设彩条布或草垫，施工结束立即进行植被恢复，以减少对生态保护红线内植被的破坏。

- 生态保护红线内不新建施工运输道路，施工便道应尽可能利用已有山间小路，仅修整少量施工人抬便道或采用索道运输，施工过程中固定施工便道的线路，限定人抬便道宽度，减少临时占地面积，不能随意下道行驶或另开辟便道，以降低施工活动对周围地表和植被的扰动；人抬便道、索道站及滑索尽量避让植被密集区域，尽量布置在草地或植被稀疏的灌木林地，以减少植被破坏。

- 生态保护红线内的塔基应优化施工工艺，尽量减少塔基临时占地和基础土石方开挖量，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。

- 合理组织施工，塔基基础和架线施工应集中力量在尽量短的施工时间内完工，以减少生态保护红线受干扰的时间。

- 应尽量避免砍伐生态保护红线内的林木，对于无法避让确需砍伐的林木，尽量减少砍伐量，且需按照林地管理相关规定办理林地使用许可同意书等相关手续，征得林业部门同意，在取得林地使用许可同意书前不得使用林地和采伐林木。严格按照林

业主管部门规定的林木采伐数量进行采伐作业，严禁超范围、超数量采伐林木，并缴纳植被恢复费，由当地林业部门进行异地造林，减少植被的损失。

- 生态保护红线内应采用无人机、直升机等放线技术，避免砍伐架线通道，减小架线对生态保护红线内植被造成的影响。

- 合理安排施工工序与工期，应尽量避免雨季施工，雨天禁止基础开挖。

- 施工期间加强生态红线内塔基的水土保持措施，采用表土剥离、表土回覆、浆砌石护坡、塔基截排水、临时堆土拦挡和密目网遮盖、植被恢复等措施，尽量减少新增水土流失量。

- 加强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。

针对木里县卡拉乡田镇村以北以水源涵养为主的生态保护红线，还应增加如下措施：

- 严格限制施工活动范围，禁止施工人员进入生态保护红线内的水域范围，禁止施工废水、生活污水、油类、生活垃圾、土石方等排入水体。

- 合理安排施工时序，尽量避免生态保护红线内野生植物生长茂盛时段和野生动物活动、觅食等时段。

- 尽量避让生态保护红线内的集中林区，对于无法避让的林区，尽量避让密林区，并采用提高导线对地高度的方式进行设计，且尽量使用占地面积小的铁塔，在满足设计使用强度的要求下，尽量增大档距，减小林区内铁塔数量，以进一步减小生态保护红线范围内的林木砍伐量。

- 对生态保护红线内的植被茂盛区，当无既有道路可用时，可采用索道运输施工材料，避免新修整人抬道路造成植被破坏。

- 对占地范围的耕植土进行表土剥离，并进行表土养护，用于后期的植被恢复。

- 施工结束后及时对生态保护红线内临时占地（包含塔基、施工人抬便道、牵张场、索道站和跨越场施工临时占地）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，并利用红线范围内的常见物种进行植被恢复，严禁引入外来物种，尽量维护生态红线范围内的生物多样性和景观一致性，并加强后期管理维护。

针对木里县乔瓦镇锄头湾村以南以水土保持为主的生态保护红线，还应增加如下措施：

- 施工期间提高生态保护红线内的水土流失防治标准，优化施工工艺，缩小地表

扰动和植被破坏范围，并强化塔基处的水土保持措施，采用表土剥离、表土养护、表土回覆、浆砌石护坡、塔基截排水、临时堆土拦挡和遮盖、植被恢复等措施，尽量减少新增水土流失量。

- 结合生态保护红线范围内的地形地貌情况优化塔基基础设计，尽量采用原状土基础，尽量采用人工开挖，减少开挖面，减少土石方开挖量，减小施工扰动，开挖土石方优先回填，减少新增水土流失量。

- 施工期间禁止进入滑坡、泥石流、崩塌等地质不稳定区，避免加剧水土流失现象。

- 缩短土石方开挖面的暴露时间，尤其是针对表土比较松散、水土流失易发的塔位，要及时进行加固，缩短施工时间，施工结束后尽快进行植被恢复、植草护坡，避免造成新增水土流失。

7.6.3 运行期采取的生态环境保护措施

本项目投运后，除雅中换流站、线路塔基占地为永久性占地外，其他占地均为临时性占地，施工结束后及时恢复临时占地的原有功能，不影响其原有的土地用途，在线路运行维护过程中应采取以下措施：

- 对塔基处加强植被的抚育和管护。
- 在线路维护和检修中仅对影响安全运行的树木进行削枝，不进行砍伐。
- 加强用火管理，制定火灾应急预案，在线路巡视时应避免带入火种，以免引发火灾，破坏植被。
- 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，与当地背景景观融为一体，维持生态保护红线区的生态功能与生态系统的完整性。
- 加强对线路运维人员的教育和管理，禁止进入水域范围，禁止下河捕捞、向水体倾倒、排放污染物等行为，强化保护雅砻江流域珍稀、特有鱼类的意识。
- 加强对线路运维人员关于饮用水水源保护区、生态保护红线的宣传、教育，明确保护饮用水水源水质和区域自然生态的重要性。

7.7 生态环境影响评价结论

雅中换流站本次扩建在站内预留场地上进行，对站外生态环境无影响。输电线路采取尽量优化线路路径、尽量缩短穿越饮用水水源保护区和生态保护红线的线路长度、优化塔基基础型式等措施降低对区域生态环境的影响。施工期通过采取一系列野生动植物保护措施、水土保持措施、饮用水水源保护区措施、生态红线保护措施、植被恢复措施，能尽量减小对当地生态环境的影响，可逐步恢复其原有土地性质和生态功能。因此，**从生态环保角度分析，该项目建设是可行的。**

8 环境保护措施及其技术、经济论证

8.1 环境保护措施分析

根据本工程环境影响特点、工程所在区域环境特点、评价等级和相关环保要求，本工程在设计、施工、运行阶段均采取了相应的污染防治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。

8.2 雅中换流站间隔扩建采取的环境保护措施

8.2.1 设计阶段采取的环境保护措施

8.2.1.1 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) 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；
- (3) 雅中换流站本次出线导线对地最低高度不低于 25m。

8.2.1.2 声环境污染防治措施

- (1) 本次除新增 2 组 500kV 高压电抗器及中性小电抗外，不增加其他噪声源设备；
- (2) 新增的高压电抗器及中性小电抗均布置于换流站西侧预留位置；
- (3) 500kV 高压电抗器选用噪声声压级不超过 70dB (A) (距设备 2m 处) 的设备，中性小电抗选用噪声声压级不超过 65dB (A) (距设备 2m 处) 的设备。
- (4) 每相高压电抗器之间均设置高度为 6.9m 的防火墙。

8.2.1.3 水环境污染防治措施

换流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。

8.2.1.4 固体废物污染防治措施

换流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。

雅中换流站本次扩建的高压电抗器事故时，事故油经设备下方的事故油坑，排入初期工程设置的 120m³ 高抗事故油池收集，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，含油废物使用站内生活垃圾桶收集后清运。

换流站本次扩建不新增废蓄电池。

8.2.1.5 生态保护措施

雅中换流站本次间隔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。

8.2.2 施工期采取的环境保护措施

8.2.2.1 环境空气污染防治措施

- ①合理组织施工，尽量避免扬尘二次污染；
- ②换流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、渣土等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；
- ⑤运输车辆应限制车速，进出施工场地应进行车轮冲洗；
- ⑥对施工区域、道路进行洒水、清扫，遇到干旱和大风天气时增加洒水降尘次数；
- ⑦易产生扬尘的钻孔、铣刨、切割、开挖、平整等施工作业时采取喷淋、喷雾等湿法降尘措施；
- ⑧施工结束后，进行土地平整并恢复碎石铺设。

8.2.2.2 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尽可能使用低噪声施工机具，加强施工设备维护；
- ③尽量避免多种噪声源机具同时使用；
- ④合理安排施工时间，避免夜间施工。

8.2.2.3 水环境污染防治措施

雅中换流站间隔扩建施工产生的生活污水利用换流站初期工程施工设置的污水处理装置收集处理后用作站区绿化，不会对换流站所在区域的水环境产生影响。

8.2.2.4 固体废物污染防治措施

雅中换流站间隔扩建施工期产生的生活垃圾利用换流站初期工程设置的垃圾箱收集后由环卫部门定期清运、统一处理。换流站扩建基础开挖产生的少量基槽余土和换流站初期工程统一处理，不对外弃土。采取上述措施后，对当地环境影响较小。

8.2.2.5 生态环境保护措施

雅中换流站本次间隔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。

8.2.2.6 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。

8.2.3 运行期采取的环境保护措施

8.2.3.1 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) 在雅中换流站周围设立警示标识，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。

8.2.3.2 水污染防治措施

雅中换流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，生活污水经初期工程设置的地理式污水处理装置处理后用作站区绿化，不外排。

8.2.3.3 固体废物污染防治措施

雅中换流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，生活垃圾经站内初期工程设置的垃圾箱收集后由环卫部门定期清运、统一处理，不影响站外环境。

雅中换流站本次扩建的高压电抗器事故时，事故油经设备下方的事故油坑，排入初期工程设置的120m³高抗事故油池收集，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；换流站检修时产生的少量含油棉、含油手套等含油废物使用站内生活垃圾桶收集后清运。对事故废油的收集、贮存、运输、利用、处置活动应符合危险废物管理要求，满足《废矿物油回收利用污染控制技术规范》

(HJ607-2011)和《危险废物收集 贮存 运输技术规范》(HJ2025-2012)等规定，按规定办理对应的经营许可证、设置危险废物识别标志、申报相关信息等，事故废油和

含油废物转移按照《危险废物转移联单管理办法》要求填报转移联单。

本次扩建不新增废蓄电池。

8.2.3.4 生态环境保护措施

雅中换流站运行期对站外生态环境无影响。

8.2.3.5 运行期环境管理措施

加强换流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。

8.3 输电线路采取的环境保护措施

8.3.1 设计阶段采取的环境保护措施

8.3.1.1 电磁、声环境影响控制措施

(1) 路径选择尽量避让集中居民区。

(2) 在满足工程对导线机械物理特性要求的条件下，尽量选取噪声水平低的导线型号和相序排列方式。

(3) 线路与其他电力线交叉跨越时，其净空距离满足《110kV~750kV架空输电线路设计规范》(GB50545-2010)要求。

(4) 杨房沟至卡拉段、卡拉至雅中双回段线路在通过非居民区，导线对地最低高度为 11m 时，满足耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等非居民区场所电场强度不大于控制限值 10kV/m 的评价标准要求，同时需分别将边导线外 9m、12m 设置为电磁环境影响防护距离；杨房沟至卡拉段线路与 220kV 卡杨线并行段需将边导线外 10m 设置为电磁环境影响防护距离；单回三角排列段、单回水平排列段线路在通过非居民区时，均需将导线对地最低高度抬高至 11.5m，才能满足电场强度不大于控制限值 10kV/m 的评价标准要求，且需将边导线外 13.5m 设置为电磁环境影响防护距离，详见表 8-1。

表8-1 本项目线路在非居民区电磁环境防护距离设置情况表

项目名称		电磁环境影响防护距离的设置条件	电磁环境影响防护距离
杨房沟至卡拉段		导线对地最低高度为 11m	边导线外 9m
		与 220kV 卡杨线并行段	边导线外 10m
卡拉至雅中段	双回段	导线对地最低高度为 11m	边导线外 12m
	单回段	导线对地最低高度为 11.5m	边导线外 13.5m

(5) 为确保杨房沟至卡拉段、卡拉至雅中双回段线路评价范围内各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，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 8-2、表 8-3 中的要求。

表8-2 杨房沟至卡拉段距线路边导线不同距离房屋处对应的导线对地最低高度

房屋距线路边导线距离 (m)	导线对地最低高度 (m)
0	19
3	18
5	17
6	17
7	15
8	14
9	14
10	14

注：对位于线路边导线 10m 以外的居民房屋，当导线对地最低高度为 14m 时，居民房屋处电场强度均能满足不大于公众曝露限值 4000V/m 的要求。

表8-3 卡拉至雅中双回段距线路边导线不同距离房屋处导线对地最低高度

房屋距线路边导线距离 (m)	导线对地最低高度 (m)
0	20
3	20
5	20
6	19
7	19
8	18
9	17
10	15
11	14

注：对位于线路边导线 11m 以外的居民房屋，当导线对地最低高度为 14m 时，居民房屋处电场强度均能满足不大于公众曝露限值 4000V/m 的要求。

(6) 本次改迁卡杨线导线设计对地最低高度为 14m。

(7) 导线选择合理的截面积和相导线结构，要求导线、均压环等提高加工工艺，防止尖端放电和起电晕。

8.3.1.2 生态环境保护措施

(1) 输电线路路径选择和设计时充分听取当地环保、规划、林业、自然资源等政府部门的意见，尽量优化线路路径，降低对区域生态环境的影响。

(2) 线路路径选择时尽量缩短线路长度，特别是缩短穿越饮用水水源保护区、生态保护红线区的长度，降低对区域生态环境功能的影响。

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

(4) 线路在通过林木密集区时，尽量采用提升架线高度减少树木砍削量。

(5) 线路采用全方位高低腿铁塔，塔基主要采用原状土基础（掏挖基础、人工挖孔桩基础等），在陡峻山区采用斜塔架基础、双桩承台基础、连梁基础、岩石锚索基础，不采用大开挖基础，尽量减少占地，减少土石方开挖量及水土流失影响。

(6) 尽量避让饮用水水源保护区和生态保护红线，无法避让时，位于饮用水水源保护区、生态保护红线区内的线路宜采用占地面积较小的铁塔，尽量增大档距，以减少饮用水水源保护区和生态红线区内的塔基数量和占地面积，减小林木砍伐和植被

破坏。

8.3.2 施工期采取的环境保护措施

8.3.2.1 环境空气污染防治措施

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、建筑垃圾、渣土等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运输车辆应限制车速，进出施工场地应进行车轮冲洗；
- ⑤对施工区域、道路进行洒水、清扫，遇到干旱和大风天气时增加洒水降尘次数；
- ⑥易产生扬尘的钻孔、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，施工单位应落实施工环境管理责任人，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。

8.3.2.2 声环境污染防治措施

输电线路施工点分散，施工活动集中在昼间进行，能尽量减小施工噪声对周围居民的影响。

8.3.2.3 水环境污染防治措施

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，不直接排入天然水体，不会对项目所在区域的地表水产生影响。施工期间产生的施工废水经施工场地设置的沉砂池进行集中收集、处理后循环利用。

本项目线路跨越雅砻江、小金河等水域时均利用河岸地势高处立塔，采取一档跨越，不在水中立塔。施工期间加强施工管理，禁止施工废水、生活污水、生活垃圾、

施工弃土等排入水体，不在水体边设置弃土场、施工营地、牵张场等设施。

施工单位要明确董家沟、阿家士沟饮用水水源保护区的划定范围，在水源保护区内的 2 基塔施工时，要进一步加强施工活动管理，避开雨季施工，禁止施工人员进入保护区的水域范围，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，禁止施工废水、生活污水、油类、生活垃圾、土石方等排入水体，对塔基施工产生的少量弃土运至水源保护区外的凹地进行堆放并进行植被恢复，施工结束后及时清理现场，避免在水源地的集雨范围内造成污染；在水源保护区外的塔基施工时，严格限制施工范围，禁止施工人员随意进入水源保护区范围，人抬道路也避开保护区范围设置；禁止在水源保护区范围内搭建临时施工生活设施、牵张场、取弃土场等临时设施。

8.3.2.4 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桶集中转运，对当地环境影响较小。

本工程拆除固体废物包括可回收利用部分和不可回收利用部分，其中，可回收利用部分如塔材、导线、金具等由建设单位回收处置，不可回收利用部分如建筑垃圾由建设单位负责运至当地政府指定的建筑垃圾场处置，对外环境无影响。

8.3.2.5 生态环境保护及恢复措施

本工程对生态环境的影响主要是线路施工活动造成的地面扰动和植被破坏所引起的水土流失和对野生动植物的影响。根据本工程所在区域生态环境特点，本工程拟采取的生态保护措施详见本报告书第 7 章生态评价专章，主要措施如下：

（1）植物保护措施

- 在实施前细化线路方案及施工方案，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。
- 对施工人员进行防火宣传教育，林区严禁私自使用明火，对可能引发火灾的施工活动严格按规程规范及木里、盐源县林业部门的要求进行施工，确保区域林木安全。
- 在交通条件较好的塔位施工时，不新建施工人抬便道，尽量利用既有道路。塔基施工临时占地、牵张场等临时占地应选择在植被稀疏地带，尽量利用草地，以减少土地平整导致的水土流失和植被破坏。

- 减少土石方的开挖及回填工作量，并结合使用高低腿铁塔，优先采用原状土基础。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。

- 在输电线路跨越林木密集区时选用环境友好的架线施工手段，如无人机、动力伞、飞艇、直升机放线等，减少对林木的破坏。

- 施工结束后，对于立地条件较好的临时占地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，选择当地适生的优势乡土植物进行植被恢复，进一步降低工程对区域植被造成的不利影响。

- 在施工期间需加强施工人员有关环境保护法律法规、野生植物保护知识的宣传，一旦发现野生保护植物及古树名木，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，同时上报当地林业部门，请示是否采取避让、移栽等处理措施，以避免对野生保护植物及古树名木造成破坏。

（2）野生动物保护措施

本项目线路沿线以小型兽类为主，针对这些小型兽类，应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。

针对区域鸟类，应尽量减少施工对鸟类活动区域的破坏，缩短施工裸露面，加强水土保持，促进临时占地区植物群落的恢复，禁止捕捉和猎杀野生动物。

针对区域爬行类动物，应严防燃油及油污、废水泄漏，对固体废物要及时清运并进行妥善处理。

针对区域两栖类、鱼类，禁止将生产废水和生活污水排放下河，严控油料、燃料等重污染物质泄漏对河流水质及两栖类、鱼类产生影响。在施工期间需加强施工人员有关环境保护法律法规、野生动物保护知识的宣传，明确保护珍稀、特有鱼类的重要性，塔基位置和施工活动尽量远离河岸，禁止进入水域范围，严禁下河捕捞、向水体倾倒、排放污染物等行为。

（3）跨越河流时采取的环境保护措施

- 合理选择架线位置，采取一档跨越，不在水中立塔，塔基位置应尽可能远离河岸，减少塔基对河流的影响。

- 施工人员不得在靠近河流等水体附近搭建临时施工生产生活设施，严禁施工废

水、生活污水、生活垃圾排入河流，影响河流水质。

- 在河流附近塔基施工时的土石方临时堆放场应远离河流设置，先将塔基挖方堆放在临时场地，再将其回填，少量余方堆放在塔基下夯实，禁止土石方下河。

- 施工结束后应及时彻底清理施工现场，避免留下难以降解的物质；对临时施工人抬便道、牵张场、跨越场、索道站等施工扰动区域按原有土地类型进行植被恢复。

(4) 水土保持措施

1) 主体工程措施

- 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，优先采用掏挖型基础、人工挖孔桩基础等原状土基础，在陡峻山区采用斜塔架基础、双桩承台基础、连梁基础、岩石锚索基础，不采用大开挖基础。

- 在易受雨水冲刷的岩石和土质边坡及严重破碎的岩石边坡应进行塔基护坡防护，凡适宜于生长植物且坡度不大于 1: 1.5 的边坡，优先采用植物防护。

- 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来水汇集处修筑浆砌块石截水沟，在塔基下游排水区域修筑浆砌块石排水沟及末端消能措施。

- 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。施工结束后及时清除杂物和土地整治，尽量恢复其原来的土地利用功能。

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。

- 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。

- 对位于平坦地形的塔基，回填后剩余弃土堆放在塔座基面四周，并进行平整、夯实；当铁塔四周为陡坡时，降底基面与基坑开挖的土石方无法就地堆稳时，选择塔基附近凹地进行堆放，堆放后需进行平整，并撒播草籽进行植被恢复。

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，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物种如下：乔木选择长苞冷杉、云南松、高山松、白桦等，灌木选择矮高山栎、川滇高山栎、白刺花、对节刺等，草本植物选择羊茅、黄背草、细柄草、火绒草等。

（5）拆除工程采取的环境保护措施

●本项目仅拆除原 220kV 卡杨线长度约 1.6km，拆除铁塔 2 基，拆除施工活动集中在本次迁改段所在区域。拆除固体废物应及时清运，避免对植被长时间占压。拆除后应及时对塔基占地区域进行土地整治和迹地恢复，应采用当地物种，严禁带入外来物种。

●对本工程的工程拆迁房屋处，土地整治方法包括阶地式整地、水平带状整地、水平沟式整地、反坡梯田式整地等，对坡度较大的区域，宜采用人工整地方式。拆除工程产生的建筑垃圾应由建设单位及时清运至当地政府指定的建筑垃圾场处置。

（6）饮用水水源保护区保护措施

●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，明确董家沟、阿家士沟饮用水水源保护区的保护范围，并要求施工人员严格按照相关规定执行。

●在施工场地周围设置饮用水水源保护区警示牌，提醒施工人员要注意保护董家沟、阿家士沟饮用水水源保护区及其周围生态环境。

●在水源保护区内施工时，应设置施工控制带，对施工场地四周进行拦挡围护，严格控制施工红线，限制施工机械和施工人员的活动范围，材料运输固定线路行驶。

●加强施工管理，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砂池处理后循环利用；施工人员就近租用当地现有民房，产生的生活污水利用附近居民既有设施收集后用作农肥，不直接排入天然水体；施工人员产生的生活垃圾经垃圾桶收集后清运至附近乡镇垃圾桶集中转运。

●在水源保护区内的 2 基塔施工时，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 015 乡道和其他小路，缩短修整人抬便道长度，减小施工扰动范围，尽量降低对植被的破坏。

●在水源保护区内的 2 基塔施工时，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，对塔基施工产生的少量弃土运至水源保护区外的凹地进行堆放并进行植被恢复，施工结束后及时清理现场，避免在水源地的集雨范围内造成污染。

●禁止进入水源保护区东侧边界外的地质不稳定区，避免造成新增水土流失。

●在水源保护区外的塔基施工时，严格限制施工范围，禁止施工人员随意进入水源

保护区范围，人抬道路也避开保护区范围设置。

- 严格限制施工活动范围，禁止施工人员进入保护区的水域范围，禁止施工废水、生活污水、油类、生活垃圾、土石方等排入水体。

- 施工人员不得在水源保护区范围内搭建临时施工生活设施、牵张场、取弃土场等临时设施。

- 水源保护区内的塔基施工时应加强水土保持，优化施工工艺，严格控制基础开挖面，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，避免造成雨水冲刷。

- 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。

(7) 生态保护红线区保护措施

本项目在生态红线区内施工时除采取上述生态保护措施外，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《四川省生态保护红线方案》（川府发〔2018〕24 号）、《关于生态环境领域进一步深化“放管服”改革，推动经济高质量发展的知道意见》（环规财〔2018〕86 号）等生态红线的相关环保规定，并要求施工人员严格按照规定执行，严禁施工人员破坏红线区内土壤、植被、动物及其生存环境。

- 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。

- 禁止在生态保护红线范围内设置施工营地、材料站、取弃土点等临时场地，生活垃圾应进行收集并及时清运出生态红线外进行处置。

- 对位于平坦地形的塔基，回填后剩余弃土堆放在塔座基面四周，并进行平整、夯实；当铁塔四周为陡坡时，降底基面与基坑开挖的土石方无法就地堆稳时，选择生态保护红线外的凹地进行堆放，堆放后需进行平整，并撒播草籽进行植被恢复，并加强后期管理维护。

- 在技术可行的条件下，尽量避免在生态保护红线范围内设置牵张场，若确需在其内设置，牵张场选址应尽量避让植被密集区和水土流失易发区，以占用植被较低矮、稀疏的灌丛、草丛为主，牵张场敷设彩条布或草垫，施工结束立即进行植被恢复，以减少对生态保护红线内植被的破坏。

●生态保护红线内不新建施工运输道路，施工便道应尽可能利用已有山间小路，仅修整少量施工人抬便道或采用索道运输，施工过程中固定施工便道的线路，限定人抬便道宽度，减少临时占地面积，不能随意下道行驶或另开辟便道，以降低施工活动对周围地表和植被的扰动；人抬便道、索道站及滑索尽量避让植被密集区域，尽量布置在草地或植被稀疏的灌木林地，以减少植被破坏。

●生态保护红线内的塔基应优化施工工艺，尽量减少塔基临时占地，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，固定线路行驶。

●合理安排施工时序，尽量避开生态红线内野生动物活动、觅食等时段。

●合理组织施工，塔基基础和架线施工应集中力量在尽量短的施工时间内完工，以减少生态保护红线受干扰的时间。

●应尽量避免砍伐生态保护红线内的林木，对于无法避让确需砍伐的林木，尽量减少砍伐量，且需按照林地管理相关规定办理林地使用许可同意书等相关手续，征得林业部门同意，在取得林地使用许可同意书前不得使用林地和采伐林木。严格按照林业主管部门规定的林木采伐数量进行采伐作业，严禁超范围、超数量采伐林木，并缴纳植被恢复费，由当地林业部门进行异地造林，减少植被的损失。

●生态保护红线内应采用无人机、直升机等放线技术，减小架线对生态保护红线内植被造成的影响。

●合理安排施工工序与工期，应尽量避免雨季施工，雨天禁止基础开挖。

●施工期间加强生态红线内塔基的水土保持措施，采用表土剥离、表土回覆、浆砌石护坡、塔基截排水、临时堆土拦挡和密目网遮盖、植被恢复等措施，尽量减少新增水土流失量。

●加强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。

针对木里县卡拉乡田镇村以北以水源涵养为主的生态保护红线，还应增加如下措施：

●严格限制施工活动范围，禁止施工人员进入生态保护红线内的水域范围，禁止施工废水、生活污水、油类、生活垃圾、土石方等排入水体。

●合理安排施工时序，尽量避开生态保护红线内野生植物生长茂盛时段和野生动物活动、觅食等时段。

- 尽量避让生态保护红线内的集中林区，对于无法避让的林区，尽量避让密林区，并采用提高导线对地高度的方式进行设计，且尽量使用占地面积小的铁塔，在满足设计使用强度的要求下，尽量增大档距，减小林区内铁塔数量，以进一步减小生态保护红线范围内的林木砍伐量。

- 对生态保护红线内的植被茂盛区，当无既有道路可用时，可采用索道运输施工材料，避免新修整人抬道路造成植被破坏。

- 对占地范围的耕植土进行表土剥离，并进行表土养护，用于后期的植被恢复。

- 施工结束后及时对生态保护红线内临时占地（包含塔基、施工人抬便道、牵张场、索道站和跨越场施工临时占地）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，并利用红线范围内的常见物种进行植被恢复，严禁引入外来物种，尽量维护生态红线范围内的生物多样性和景观一致性，并加强后期管理维护。

针对木里县乔瓦镇锄头湾村以南以水土保持为主的生态保护红线，还应增加如下措施：

- 施工期间提高生态保护红线内的水土流失防治标准，优化施工工艺，缩小地表扰动和植被破坏范围，并强化塔基处的水土保持措施，采用表土剥离、表土养护、表土回覆、浆砌石护坡、塔基截排水、临时堆土拦挡和遮盖、植被恢复等措施，尽量减少新增水土流失量。

- 结合生态保护红线范围内的地形地貌情况优化塔基基础设计，尽量采用原状土基础，尽量采用人工开挖，减少开挖面，减少土石方开挖量，减小施工扰动，开挖土石方优先回填，减少新增水土流失量。

- 施工期间禁止进入滑坡、泥石流、崩塌等地质不稳定区，避免加剧水土流失现象。

- 缩短土石方开挖面的暴露时间，尤其是针对表土比较松散、水土流失易发的塔位，要及时进行加固，缩短施工时间，施工结束后尽快进行植被恢复、植草护坡，避免造成新增水土流失。

8.3.2.6 施工期环境管理措施

- 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，各施工单元再与具体施工人员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、饮用水水源保护区、生态保护红线等方面的培训，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》和木里、盐源县林业部门关于森林、草原防火的要求，尤其是在 1 月 1 日至 6 月 30 日之间的森林草原防火期，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。

●建设单位在工程实施时，应根据“三同时”要求落实生态保护措施，加强施工过程环境监理工作。

8.3.3 运行期污染防治措施

8.3.3.1 电磁环境污染防治措施

(1) 雅中换流站间隔扩建

- 1) 新增电气设备均安装接地装置；
- 2) 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；
- 3) 雅中换流站本次出线导线对地最低高度不低于 25m。

(2) 输电线路

1) 线路与其他电力线交叉跨越时，其净空距离满足《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》（GB50545-2010）要求。

2) 杨房沟至卡拉段、卡拉至雅中双回段线路在通过非居民区，导线对地最低高度为 11m 时，需分别将边导线外 9m、12m 设置为电磁环境影响防护距离，杨房沟至卡拉段线路与 220kV 卡杨线并行段需将边导线外 10m 设置为电磁环境影响防护距离；单回三角排列段、单回水平排列段线路在通过非居民区时，均需将导线对地最低高度抬高至 11.5m，且需将边导线外 13.5m 设置为电磁环境影响防护距离；杨房沟至卡拉段线路在通过居民区时，根据现场居民分布情况，需将导线对地最低高度抬高至 14m~17m，卡拉至雅中双回段线路在通过居民区时，根据现场居民分布情况，需将导

线对地最低高度抬高至 14m~20m。本次改迁卡杨线导线设计对地最低高度为 14m。

3) 导线选择合理的截面积和相导线结构, 以减小电磁环境影响。

8.3.3.2 生态环境保护措施

本项目投运后, 除雅中换流站、线路塔基占地为永久性占地外, 其他占地均为临时性占地, 施工结束后及时恢复临时占地的原有功能, 不影响其原有的土地用途, 在线路运行维护过程中应采取以下措施:

- 对塔基处加强植被的抚育和管护。
- 在线路维护和检修中仅对影响安全运行的树木进行削枝, 不进行砍伐。
- 加强用火管理, 制定火灾应急预案, 在线路巡视时应避免带入火种, 以免引发火灾, 破坏植被。
- 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, 与当地背景景观融为一体, 维持生态保护红线区的生态功能与生态系统的完整性。
- 加强对线路运维人员的教育和管理, 禁止进入水域范围, 禁止下河捕捞、向水体倾倒、排放污染物等行为, 强化保护雅砻江流域珍稀、特有鱼类的意识。
- 加强对线路运维人员关于饮用水水源保护区、生态保护红线的宣传、教育, 明确保护饮用水水源水质和区域自然生态的重要性。

8.4 环保措施的经济、技术可行性分析

本工程雅中换流站间隔扩建不新增生活污水量和生活垃圾量, 生活污水、生活垃圾和新增事故油均利用初期工程已采取的措施进行处置, 不影响站外环境, 通过严格控制新增设备的噪声源强, 采取新增电气设备均安装接地装置等措施, 扩建投运后产生的电磁环境影响和声环境影响均满足相应评价标准要求; 输电线路通过优化线路路径和导线设计、提高导线加工工艺水平、控制导线对地高度、设置电磁环境影响防护距离或拆迁, 尽量减小对沿线电磁环境和声环境敏感点的影响; 通过尽量缩短位于生态保护红线区的线路长度, 采取一系列生态环境保护措施, 最大程度地降低对沿线生态环境的影响。本工程对周围居民和生态环境的影响很小, 其措施合理可行。

本工程采取的各项环境保护措施在该地区已投运的输变电工程中得到了较好地应用，具有技术、经济可行性。

8.5 环保投资估算

本工程总投资为 128352 万元，其中环保投资合计 4313.8 万元，占项目总投资的 3.36%。本工程环保措施投资详见表 8-4。

表8-4 工程环境保护投资一览表

项目			环保措施内容	投资（万元）		
				雅中换流站间隔扩建	输电线路	合计
环保设施	大气治理	施工期降尘处理	1	5	6	—
	废水处理	沉砂池	—	40	40	—
	固废处置	垃圾桶、固废清运	—	10	10	—
	电磁环境	抬高导线对地高度	—	117.2	117.2	以设计规程中的高度为基准进行核算
	生态治理	排水沟、植草等	—	967	967	—
相关环保费用	植被恢复费、林木补偿费		3106		3106	—
	环保宣传教育、施工人员环保培训、标志牌等		20		20	—
	环境影响评价文件编制费		30		30	—
	竣工环保验收费		17.6		17.6	—
共计					4313.8	—

9 环境管理与监测计划

9.1 环境管理

9.1.1 设计、施工招标阶段的环境管理

(1) 主体设计单位应在下阶段设计中,将环评报告及批复中提出的措施及相关要求纳入工程设计中。设计中应统筹安排施工时序,合理安排环保措施的实施进度。

(2) 设计单位应遵循有关环保法规,严格按照有关规程和法规进行设计,设计施工文件中详细说明施工期应注意的环保问题,严格按设计文件执行并同时做好记录。

(3) 本工程的施工将分段采取招投标制。建设单位应将施工环保措施和环保要求纳入施工招标文件中,明确验收标准和细则,如对沿线拆迁房屋的结构、数量、面积和树木砍伐、青苗赔偿以及交叉跨越等情况均应按设计文件执行的同时做好记录,并按标段将记录整理成册;修建护坡、排水沟等,严格要求施工单位按设计文件施工,特别是按环保设计要求和水土保持方案报告提出的措施要求进行施工。

9.1.2 施工期环境管理

(1) 工程的施工承包合同中应包括有环境保护的条款,承包商应严格执行设计和环评报告及批复中提出的各项污染防治措施,遵守环境保护方面的法律法规。

(2) 施工期的环境管理由施工单位具体负责,建设单位和监理单位负责监督。施工单位在施工前应组织施工人员学习《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国水土保持法》、《中华人民共和国森林法》、《中华人民共和国水污染防治法》、《四川省饮用水水源保护管理条例》、《关于印发四川省生态保护红线方案的通知》等有关环保法规,做到施工人员知法、懂法和守法。

(3) 环境管理机构人员及环境监理人员应对施工活动进行全过程环境监督,通过严格检查确保施工中的每一道工序满足环保要求,使施工期环境保护措施得到全面落实。

(4) 施工参建各方要积极收集、整理、推广和实施工程建设中各项环境保护的先进经验和技術。

(5) 施工单位要做好施工中各种环境问题的收集、记录、建档和处理工作,并根据问题严重程度及时或定期向各有关部门汇报。

(6) 输电线路与河流、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) 对建设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，运行单位应依托雅中换流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，管理工作做到制度化，本项目建成后，将纳入统一管理，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、合成电场（换流站）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，特别是有环境保护目标分布的线路段，着重关注饮用水水源保护区及生态保护红线内线路段，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) 协调配合上级环保主管部门进行环境调查、生态调查等活动（如按照《四川省辐射污染防治条例》要求，每年定期向有审批权的环境保护主管部门报送上年度电磁环境保护报告等）；

(6) 协调配合饮用水水源保护区、生态保护红线管理部门的监管、检查和验收。

9.2 环境监理

本工程建设应进行环境监理工作，以确保国家和地方有关环境保护的法律法规和地方规章及主体设计、环境影响报告书、施工承包合同中的环境保护要求得到完全落实。

建设单位应将本工程环境监理纳入主体工程监理过程中，向监理单位明确工程环境监理范围、时间及职责，在工程施工现场对监理单位提交的有关环境问题及建议及时反馈给相关建设方并协调处理解决。

施工单位应按照本工程环境影响报告书及批复、相关设计资料，落实各项环境保

护措施和要求，配合监理单位完成现场检查，并对监理单位提出的不符合环保要求的整改意见及时反馈并进行纠正。

监理单位按照“守法、诚信、公正、科学”的准则，管理勘测设计、科学试验合同和施工图纸供应协议；全面管理工程承建合同，审查承包人选择的分包单位资格及分包项目，并报业主批准；检查落实施工准备工作，审批施工组织设计、进度计划、技术措施和作业规程、工艺试验效果、使用的原材料；对施工期环保措施和要求的落实进行监督。

监理内容主要包括：①依据本工程环境影响报告书及批复要求，核实工程污染防治、生态防护和水土保持等措施的相符性，监督其建设情况；②检查并监督工程建设期间废污水、噪声等污染因子的排放情况；③对环境风险防范措施、各项环境风险对策情况进行检查，评价环境风险对策的执行情况；④检查是否有遗漏的环境风险，协助处理突发环境污染事件等。工程环境监理的内容见表 9-1。

表9-1 环境监理内容一览表

序号	监理对象	监理内容
1	相关批复文件	项目是否核准，相关批复文件是否齐备，项目是否具备开工条件。
2	项目变化情况	项目设计和施工过程中，项目的性质、规模、选址选线、路径等是否发生重大变动。
3	明确塔位	在工程施工前，监理人员和施工单位人员实地调查各塔基处及其附近 5m 内植被状况，记录各塔位植被类型、植物种类、植物郁闭度、有无珍稀植物、对植物采取的保护措施等。
4	线路走廊清理	在满足设计净空高度要求的情况下，线路走廊内的树木均不需要砍伐，对部分超高需砍伐树木，应取得林业部门许可后才能砍伐；并根据核定的砍伐数量、面积及是否满足相关法规要求进行现场监理。
5	施工临时场地确定	临时道路、材料场、牵张场、跨越场、索道站位置确定是否满足生态保护要求，临时占地范围是否超出设计要求，表土存放及养育是否符合要求。
6	铁塔基础施工	铁塔基础施工前剥离表土装袋情况；基础开挖情况；施工机具和沙、石、水泥、塔材、金具的搬运情况；基础回填后，废弃土石方处置情况；塔基处护坡、排水沟等情况。
7	铁塔高度及和导线净空高度	根据环保要求，复核设计资料上导线对地最低高度能否满足要求；导线对地高度大于或等于环境影响报告书中的最低高度要求视为满足环保要求。
8	“三同时”制度	主要环保设施与主体工程建设同步性。
9	环境风险防范	环境风险防范与事故应急设施与措施。
10	生态敏感区内施工	线路与沿线生态敏感区位置关系变化情况；在生态敏感区附近施工临时场地布置情况、施工时间、架线方式；饮用水水源保护区、生态保护红线内施工机械停放、清洗情况；饮用水水源保护区、生态保护红线内临时堆土环保措施、建筑垃圾及生活垃圾处理情况等。
11	野生动植物保护措施	项目施工时遇到野生动植物的保护措施。
12	植被恢复	施工场地清理及土地整治，表土层覆盖，植被抚育管理。

9.3 环境监测

本工程环境监测计划结合竣工环境保护验收监测一并进行。

9.3.1 验收监测

9.3.1.1 监测项目

- (1) 电磁环境：电场强度 (V/m)、磁感应强度 (μT)、地面合成电场强度 (V/m)；
- (2) 噪声：等效连续 A 声级 (dB (A))。

9.3.1.2 换流站监测点布置

监测点包括：换流站站界四周、换流站评价范围内具有代表性的环境敏感点。

9.3.1.3 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。

9.3.1.4 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） 《环境影响评价技术导则 输变电工程》（HJ 24-2014）
地面合成电场强度	仪器法	《直流换流站与线路合成场强、离子流密度测试方法》（DL/T 1089-2008）
环境噪声	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）

9.3.2 竣工环保验收

根据《建设项目环境保护管理条例》（2017 年 7 月 16 日），工程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》（2017 年 7 月 16 日）等相关要求，及时组织开展本工程竣工环境保护验收工作。

本工程竣工环境保护验收主要内容见表 9-3。

表9-3 本工程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	核查工程内容	核查工程内容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，是否属于重大变更。
3	环保措施落实情况	核实工程环评文件及批复中各项环保措施、生态保护措施的落实情况及其实施效果。

序号	验收对象	验收内容
4	敏感目标调查	核查换流站和线路环境敏感目标及变化情况，调查是否有新增环境敏感点。
5	污染物达标排放情况	工频电场、工频磁场、合成电场、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	监测居民等电磁环境和声环境保护目标的电磁环境及声环境是否满足标准要求，调查生态环境保护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	公众意见收集与反馈情况	施工期及试运营期公众反映的环境问题是否得以解决。
8	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 评价结论与建议

10.1 项目建设的必要性

本工程为杨房沟水电站 500 千伏送出工程，其建设将满足杨房沟水电站的电力送出需求，为雅中-江西 $\pm 800\text{kV}$ 特高压直流输电工程提供电源支撑，同时可为区域新能源的电力接入提供条件，有利于促进区域经济社会发展。

10.2 项目建设与规划、法规、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 2019 年第 29 号令《产业结构调整指导目录（2019 年本）》中第一类鼓励类项目，符合国家产业政策。

国家电网有限公司以《国家电网有限公司关于浙江丽西等 3 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〔2019〕648 号）确认本项目开展前期工作，符合国家和四川电网建设规划。

雅中 $\pm 800\text{kV}$ 换流站位于四川省凉山州盐源县下海乡，线路位于四川省凉山州盐源县和木里县行政管辖范围内，本项目在前期工作期间征求了当地有关政府部门的意见，凉山彝族自治州住房和城乡建设局以《关于〈四川电力设计咨询有限责任公司关于征求卡拉、杨房沟水电站 500 千伏送出工程线路路径意见的函〉的复函》明确同意线路路径方案，符合当地总体规划要求。

10.3 项目及环境概况

10.3.1 项目概况

根据国家电网有限公司 国家电网发展〔2019〕648 号文及工程设计资料，本工程建设内容包括：①雅中换流站 500kV 间隔扩建工程；②杨房沟水电站开关站至雅中换流站 500kV 线路工程；③配套光缆通信工程。

雅中换流站 500kV 间隔扩建工程：雅中 $\pm 800\text{kV}$ 换流站为在建换流站，本次在换流站内扩建 2 组 500kV 高压电抗器及中性小电抗，高压电抗器的容量为 $2 \times 120\text{MVar}$ 。本次扩建在换流站内预留场地上进行，不新增占地。

杨房沟水电站开关站至雅中换流站 500kV 线路工程：起于杨房沟水电站开关站 500kV 出线构架，止于雅中换流站 500kV 出线构架，线路总长约 $2 \times 156\text{km}$ ，包括双回段和单回段，双回段长约 $2 \times 145\text{km}$ ，呈同塔双回逆相序架设，其中杨房沟至卡拉段导线型号为 $4 \times \text{JL/G1A-400/50}$ 钢芯铝绞线，设计输送电流为 1840A，导线采用四分裂，

分裂间距为 450mm，共使用铁塔 57 基，永久占地面积约 1.42hm²；卡拉至雅中段导线型号为 4×JL/G1A-500/45 钢芯铝绞线，设计输送电流为 2300A，导线采用四分裂，分裂间距为 450mm，共使用铁塔 240 基，永久占地面积约 5.54hm²；单回段长约 2×11km，采用单回三角排列和单回水平排列，导线型号为 4×JL/G1A-500/45 钢芯铝绞线，设计输送电流为 2300A，导线采用四分裂，分裂间距为 450mm，单回三角排列段和单回水平排列段分别使用铁塔 35 基、36 基，永久占地面积分别约 0.77hm²、0.45hm²。

本次涉及的改迁 220kV 卡杨线长度约 1.6km，采用单回三角排列，导线型号为 JL/G1A-400/50 钢芯铝绞线，导线采用单分裂，设计输送电流为 480A，新建铁塔 3 基，永久占地约 0.04hm²。本次需拆除原 220kV 卡杨线长度约 1.6km，拆除铁塔 2 基。

10.3.2 地理位置

雅中±800kV 换流站位于四川省凉山州盐源县下海乡，输电线路位于四川省凉山州盐源县和木里县行政管辖范围内。

10.3.3 区域环境概况

(1) 本工程雅中换流站所在区域的电场强度、磁感应强度、地面合成电场强度及噪声均满足相应评价标准要求；杨房沟水电站开关站及线路所在区域的电场强度、磁感应强度及噪声均满足相应评价标准要求。

(2) 生态环境：本项目所在区域属木里山原植被小区，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。自然植被主要为针叶林、针阔叶混交林、阔叶林、灌丛、稀树草丛和草甸，代表性物种有云南松、高山松、长苞冷杉、白桦、矮高山栎、川滇高山栎、帽斗栎、戟叶酸模、金花小檗、高山杜鹃、对节刺、白刺花、羊茅、黄背草等；栽培植被主要为作物和经济林木，代表性物种有玉米、小麦、马铃薯、荞麦、油菜、胡豆、萝卜等作物和苹果树、梨树、核桃树、油桐树等经济林木。**现场踏勘期间，根据《国家重点保护野生植物名录（第一批）》核实，在调查区域内未发现珍稀濒危及国家重点保护的野生植物和古树名木，但在项目所在区域可能分布有松口蘑（松茸）和虫草（冬虫夏草）等国家重点保护的野生植物。**本项目调查区域主要为农村环境，评价区动物分布有兽类、鸟类、爬行类、两栖类和鱼类，均为当地常见的野生动物。**在现场踏勘期间，依据《国家重点保护野生动物名录》、《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，本项目调查区域内未发现珍稀濒危及国家和四川省重点保护的野生动物，未发现重点**

保护野生动物栖息地及鸟类迁徙通道，但在雅砻江镇、卡拉乡的雅砻江流域可能分布有四川裂腹鱼、齐口裂腹鱼、长丝裂腹鱼、贝氏高原鳅、青石爬鮡等四川省重点保护及珍稀、特有鱼类。

(3) 水土流失：本工程所在区域土壤侵蚀以中度水力侵蚀为主。

(4) 本工程生态环境调查范围内无自然保护区、风景名胜区、森林公园、世界文化和自然遗产地等特殊及重要生态敏感区，也不涉及文物保护单位等敏感点，但需穿越木里县董家沟、阿家士沟饮用水水源保护区二级保护区陆域和生态保护红线，生态保护红线的类型为锦屏山水源涵养—水土保持生态保护红线。

(5) 本项目所在区域地形主要为峻岭、高山，根据设计资料，区域地质稳定，无断裂、泥石流、滑坡等不良地质现象。

10.4 主要环境影响

10.4.1 施工期环境影响

10.4.1.1 声环境影响

(1) 雅中换流站间隔扩建

施工机具主要集中在本次扩建的高抗位置，高抗位置距站界最近距离为 2.5m，即本次扩建施工昼间、夜间噪声均不满足《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，但换流站已修建了围墙，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。同时本次扩建侧无环境保护目标分布，故本次扩建施工噪声对站外保护目标无影响。

(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。

10.4.1.2 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。雅中换流站间隔扩建仅涉及少量基础施工和设备安装，产生的扬尘量很小；线路施工期的扬尘主要来源于铁塔基础开挖、房屋拆除、施工材料和垃圾运输，线路塔基及房屋拆除处位置分散，各施工位置产生的扬尘量很小。

10.4.1.3 水环境影响

(1) 雅中换流站间隔扩建

雅中换流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，其中场地、设备清洗水利用换流站初期工程施工设置的沉砂池处理后循环利用。生活污水利用换流站初期工程施工设置的污水处理装置收集处理后用作站区绿化，不会对换流站所在区域的水环境产生影响。

（2）输电线路

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砂池处理后循环利用。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，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。

本项目线路跨越水体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。

10.4.1.4 固体废物影响

（1）雅中换流站间隔扩建

雅中换流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和弃土，其中生活垃圾利用换流站初期工程设置的垃圾箱收集后由环卫部门定期清运、统一处理。换流站扩建基础开挖产生的少量基槽余土和换流站初期工程统一处理，不对外弃土。采取上述措施后，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、拆除固体废物。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桶集中转运，对当地环境影响较小。

本工程拆除固体废物包括可回收利用部分和不可回收利用部分，其中，可回收利用部分如塔材、导线、金具等由建设单位回收处置，不可回收利用部分如建筑垃圾由建设单位负责运至当地政府指定的建筑垃圾场处置。

10.4.1.5 生态环境影响

（1）水土流失影响

本工程对生态环境的影响主要是施工期土地占用、扰动地貌、基础开挖等活动导致的水土流失以及对区域植被的影响。本项目建设产生的水土流失总量 6345t，新增

水土流失量为 5784t，新增水土流失量占水土流失总量的 91.2%。本项目占地和影响面积较小，施工分散，通过采取优化塔基基础型式和陡峭山区的塔基施工工艺，加强对临时堆土的装袋、遮盖、坡脚挡护和坡面雨水的排导，施工结束后利用当地物种进行植被恢复等措施，能有效控制本项目建设引起的新增水土流失。

（2）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，仅占生态评价区面积的 0.54‰和 1.21‰，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；线路所经区域栽培植被分布较少，主要为作物和经济林木，均在当地广泛分布，本项目建设不会对当地作物和经济林木面积和产量造成明显影响。

（3）对动物资源的影响

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。

（4）对生态保护目标的影响

1）对木里县董家沟、阿家土沟饮用水水源保护区的影响

本项目线路仅穿越饮用水水源保护区二级保护区陆域，不涉及水域，通过加强施工管理，规范施工活动，对施工期间产生的废污水、固体废物进行收集处置，施工结束后及时清理现场，避免残留污染物在水源地的集雨范围内造成污染，并对临时占地进行植被恢复，不影响饮用水水源保护区的水环境质量和水域功能。

2）对生态保护红线的影响

本项目线路尽量避让了集中林区，通过提升导线架设高度和增大档距，减少位于林木区铁塔数量，减少对林木的削枝和砍伐；塔基主要采用原状土基础，通过施工期加强管理，严控施工范围，减少植被破坏，采取临时排水沟、浆砌石护坡、表土剥离、禁止爆破等优化施工工艺，施工后及时采取植被恢复措施，能够有效控制植被破坏、水土流失影响，因此本项目线路不会破坏生态保护红线区生态功能，对区域自然生态的影响能够得到控制。

10.4.2 运行期环境影响

本工程运行期产生的环境影响主要有工频电场、工频磁场、合成电场和噪声等。

10.4.2.1 电磁环境影响

(1) 雅中换流站间隔扩建

雅中换流站本次间隔扩建后站界处的地面合成电场强度在 0.10~1.05kV/m 之间，满足《±800kV 特高压直流换流站电磁环境限值》(DL/T 275-2012) 中好天气时地面最大合成电场不超过 30kV/m 的要求；本次出线侧站界外电场强度预测值为 3282.5V/m，磁感应强度预测值为 17.65 μ T；其他侧站界外电场强度最大值为 949.5V/m，磁感应强度最大值为 1.350 μ T，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。

(2) 输电线路

输电线路在采取相应措施后，运行期在居民区产生的电场强度、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；在非居民区产生的电场强度满足耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等非居民区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。

10.4.2.2 声环境影响

(1) 雅中换流站间隔扩建

在换流站初期工程已经采取的措施基础上，换流站本次扩建投运后站界处噪声均满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008) 2 类功能区标准要求；站外保护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，本工程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 类及 4a 类标准的要求。

10.4.2.3 水环境影响

(1) 雅中换流站间隔扩建

雅中换流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，生活污水经初期工程设置的地理式污水处理装置处理后用作站区绿化，不外排。

(2) 输电线路

本工程输电线路运行期间无废污水产生。线路跨越雅砻江、小金河等水域时，均采用一档跨越，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。

10.4.2.4 固体废物影响

(1) 雅中换流站间隔扩建

雅中换流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，生活垃圾经站内初期工程设置的垃圾箱收集后由环卫部门定期清运、统一处理，不影响站外环境。

雅中换流站本次扩建的高压电抗器事故时，事故油经设备下方的事故油坑，排入初期工程设置的 120m³ 高抗事故油池收集，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。

(2) 输电线路

本工程线路投运后无固体废物产生，不会对周围环境产生影响。

10.5 环境保护措施

10.5.1 雅中换流站间隔扩建

10.5.1.1 电磁污染防治措施

新增电气设备均安装接地装置；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；雅中换流站本次出线导线对地最低高度不低于 25m。

10.5.1.2 声污染防治措施

本次除新增 2 组 500kV 高压电抗器及中性小电抗外，不增加其他噪声源设备；新增的高压电抗器及中性小电抗均位于换流站西侧预留位置；500kV 高压电抗器选用噪声声压级不超过 70dB (A) (距设备 2m 处) 的设备，中性小电抗选用噪声声压级不超过 65dB (A) (距设备 2m 处) 的设备；每相高压电抗器之间均设置高度为 6.9m 的防火墙。

施工期间将施工活动限制在本次扩建范围内；尽可能使用低噪声施工机具，加强施工设备维护；尽量避免多种噪声源机具同时使用；合理安排施工时间，避免夜间施工。通过采取上述措施后，能最大限度地减少施工噪声的影响，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。

10.5.1.3 水污染防治措施

雅中换流站间隔扩建施工产生的场地、设备清洗水利用换流站初期工程施工设置的沉砂池处理后循环利用；生活污水利用换流站初期工程施工设置的污水处理装置收集处理后用作绿化。换流站本次扩建投运后不需新增生活污水处理设施。

10.5.1.4 固体废物污染防治措施

雅中换流站间隔扩建施工产生的生活垃圾利用换流站初期工程设置的垃圾箱收集后由环卫部门定期清运、统一处理；换流站扩建基础开挖产生的少量基槽余土和换流站初期工程统一处理，不对外弃土。

换流站本次扩建不需新增生活垃圾处理设施，运行期生活垃圾经站内初期工程设置的垃圾箱收集后由环卫部门定期清运、统一处理，不影响站外环境。高压电抗器事故时，事故油经设备下方的事故油坑，排入初期工程设置的 120m³ 高抗事故油池收集，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。本次扩建不新增废蓄电池。

10.5.1.5 生态环境保护措施

雅中换流站本次间隔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。

10.5.2 输电线路

10.5.2.1 电磁和声污染防治措施

路径选择尽量避让集中居民区；在满足工程对导线机械物理特性要求的条件下，尽量选取噪声水平低的导线型号、子导线分裂间距、绝缘子串组装形式和相序排列方式；线路与其他电力线交叉跨越时，其净空距离满足《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》（GB50545-2010）要求；杨房沟至卡拉段、卡拉至雅中双回段线路在通过非居民区，导线对地最低高度为 11m 时，需分别将边导线外 9m、12m 设置为电磁环境影响防护距离，杨房沟至卡拉段线路与 220kV 卡杨线并行段需将边导线外 10m 设置为电磁环境影响防护距离；单回三角排列段、单回水平排列段线路在通过非居民区时，均需将导线对地最低高度抬高至 11.5m，且需将边导线外 13.5m 设置为电磁环境影响防护距离；杨房沟至卡拉段线路在通过居民区时，根据现场居民分布情况，需将导线对地最低高度抬高至 14m~17m，卡拉至雅中双回段线路在通过居民区时，根据现场居民分布情况，需将导线对地最低高度抬高至 14m~20m；本次改迁卡杨线导线

设计对地最低高度为 14m；导线选择合理的截面积和相导线结构，以减小电磁环境影响。

10.5.2.2 水污染防治措施

本项目线路施工产生的场地、设备清洗水利用施工场地设置的沉砂池处理后循环利用。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，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。

10.5.2.3 固体废物污染防治措施

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桶集中转运，对当地环境影响较小。本工程拆除固体废物中的可回收利用部分如塔材、导线、金具等由建设单位回收处置，不可回收利用部分如建筑垃圾由建设单位负责运至当地政府指定的建筑垃圾场处置。

10.5.2.4 生态环境保护措施

输电线路采取尽量优化线路路径、尽量缩短穿越生态敏感区的线路长度、优化塔基基础型式等措施降低对区域生态环境的影响。施工期通过采取一系列野生动植物保护措施、水土保持措施、饮用水水源保护区措施、生态红线保护措施、植被恢复措施，能尽量减小对当地生态环境的影响。

10.6 电磁环境影响防护距离

本项目雅中换流站间隔扩建按设计规程和设计方案实施后，其产生的电磁环境影响均满足相应评价标准要求，不需设置电磁环境影响防护距离。

本项目线路在居民区按设计方案及本次环评要求实施（即在居民区，杨房沟至卡拉段线路需将导线对地最低高度抬高至14m~17m，卡拉至雅中双回段线路需将导线对地最低高度抬高至14m~20m）后产生的电场强度、磁感应强度均满足相应评价标准要求，不需设置电磁环境影响防护距离。

杨房沟至卡拉段、卡拉至雅中双回段线路在通过非居民区，导线对地最低高度为11m时，需分别将边导线外9m、12m设置为电磁环境影响防护距离，杨房沟至卡拉段线路与220kV卡杨线并行段需将边导线外10m设置为电磁环境影响防护距离；单回三角排列段、单回水平排列段线路在通过非居民区时，均需将导线对地最低高度抬高至11.5m，且需将边导线外13.5m设置为电磁环境影响防护距离；在上述距离范围内不得新建民房等建构（筑）物。

10.7 公众参与

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。

10.8 环境保护目标影响

本工程投运后，在环境保护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。

10.9 评价结论

本项目建设符合当地社会经济发展规划，符合国家产业政策。本工程所在区域环境质量现状较好，无环境制约因素。本工程为500千伏输变电工程，采用的技术成熟、可靠，工艺符合清洁生产要求。在设计和施工过程中按本报告提出的污染防治措施落实后，雅中换流站投运后产生的电场强度、磁感应强度、地面合成电场强度及噪声均满足相应环评标准要求，线路投运后产生的电场强度、磁感应强度及噪声均满足相应环评标准要求，对当地声环境、电磁环境及生态环境的影响很小，不会改变项目所在区域环境现有功能，在环境保护目标处产生的电磁环境和声环境影响均满足环评标准要求。从环保角度分析，该项目建设是可行的。

10.10 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。

（3）本项目所在区域居民主要为藏族、彝族等少数民族，在施工活动中应尊重其民族风俗习惯，减少对其影响。