白鹤滩送端换流站配套月城II

500千伏输变电工程

环境影响报告书

建设单位：国网四川省电力公司建设分公司

评价单位：中国电力工程顾问集团西南电力设计院有限公司

二〇二二年八月　成都

目 录

附件：

附件1：项目委托书

附件2：四川省人民政府关于做好2022年四川省重点项目工作的通知（川府发〔2022〕44号）

附件3：电规电网〔2022〕180号 关于印发白鹤滩送端换流站配套月城II500kV输变电工程可行性研究报告评审意见的通知

附件4：凉环函〔2022〕13号凉山州生态环境局关于白鹤滩送端换流站配套月城Ⅱ500千伏输变电工程环境影响评价执行标准的函

附件5：昭觉县自然资源局 昭自然资函〔2021〕108号 《关于白鹤滩送端换流站配套月城Ⅱ500千伏输变电工程沿线收资及办理协议的函的复函》

附件6：布拖县自然资源局 布自然资函〔2021〕166号 《关于白鹤滩送端换流站配套月城Ⅱ500千伏输变电工程沿线收资及办理协议的复函》

附件7：美姑县自然资源局 美自然资函〔2022〕5号 《关于白鹤滩送端换流站配套月城Ⅱ500千伏输变电工程沿线收资及办理协议审查情况的复函》

附件8：普格县自然资源局 美自然资函〔2022〕5号 《关于白鹤滩送端换流站配套月城Ⅱ500千伏输变电工程沿线收资及办理协议的复函》

附件9：西昌市自然资源局 2022.1.18

附件10：川环办函〔2021〕469号关于印发《产业园区规划环评“三线一单”符合性分析技术要点（试行）》和《项目环评“三线一单”符合性分析技术要点（试行）》的通知

附件11：白鹤滩~浙江±800千伏特高压直流输电工程环境影响报告书的批复

附件12：四川省环境保护厅关于雅中换流站500kV配套工程环境影响报告书的批复

附件13：川电科技〔2021〕81号　国网四川省电力公司关于印发雅中换流站500kV配套工程竣工环境保护验收意见的通知

附件14：米易500kV输变电扩建工程环评批复

附件15：米易、米易扩、路平至富乐500千伏输变电工程验收意见

附件16 成都市城市发展远景电力设施规划环境监测报告

附件17 本项目监测报告

附件18：姜城开关站类比监测报告

附件19：项目选址意见书

附图

附表：

附表 1：建设项目环境影响报告书审批基础信息表

附表 2：实测样方表

附表 3：评价区植物名录表

附表 4：评价区动物名录表

1 前言

1.1 建设项目特点

（1）攀西电网面临的主要问题

1）大型水电群及直流陆续投运，短路电流超标

攀西电网水力资源丰富，是连接西藏和西南主网，同时承担清洁能源外送的重要枢纽和通道。随着雅中、白鹤滩左、右岸等特高压直流及其配套电源陆续投运，攀西电网以月城站为中心，共支撑4回特高压直流外送，短路电流超过断路器遮断容量。

2）月城变全站失压失稳问题

2023年白鹤滩两回直流投产以后，月城变与白鹤滩—江苏直流、锦屏—江苏直流、雅中—江西直流直接送端换流站直接相连，发生月城变全站失压等严重故障以后，将影响与之直接相连的3个换流站安全稳定运行，并导致四川全网失稳，机组功率失稳，主网电压大幅波动，无法采取有效措施恢复电网稳定。

3）攀西外送断面无法满足攀西富余电力送出需求

从近期来看，白鹤滩过渡期接入攀西电网以后，攀西断面送电能力不足；从远期来看，随着攀西孟古等大水电投产，攀西断面送电能力不足，需加强攀西电网外送通道，进一步增加攀西断面外送能力。

（2）项目建设必要性

结合攀西电网存在的主要问题，本工程的建设必要性有：

1）分散电源接入，降低月城变短路电流

建设月城开关站，通过线路改接，分散电源接入，减少接入月城变的线路，有效降低月城短路电流，避免短路电流超标。

2）优化网架结构，弱化月城变在系统中的作用，避免月城全站失压导致的系统性风险

通过优化网架结构，分散月城变接入线路，弱化月城变在系统中的枢纽地位，避免月城集中接入多回重要系统方案后全站失压带来的系统性失稳风险。

3）增加攀西电网外送通道，满足攀西富余电力送出需要

通过增加攀西断面外送通道 ，增加攀西电网断面送电能力，满足中长期攀西富余电力送出需要。

1.2 项目建设规模

（一）变电工程：

（1）月城II500千伏开关站新建工程

新建址位于凉山州昭觉县四开镇合觉村，向东北距离昭觉县城约19km。站址海拔约2270～2310m，相对高差约20～30m，最大高差约40m。

1）出线规模

远期500kV出线14回，本期出线9回，分别至雅中换流站2回、橄榄变1回、布拖换流站一期2回、沐溪变2回、南天变1回、洪沟变（经普提）1回；预留5回。

2）高压无功补偿

月城Ⅱ开关站～雅中换流站2 回500kV 线路均在月城Ⅱ开关站侧各装设1 组120Mvar 高抗及中性点小电抗。

月城Ⅱ开关站～橄榄变单回500kV 线路的月城Ⅱ开关站侧装设1 组150Mvar 高抗及中性点小电抗；

月城Ⅱ开关站～洪沟变单回线路的月城Ⅱ开关站侧装设1 组120Mvar线路高抗及中性点小电抗，由原沐溪变～月城变双回500kV 线路月城变侧其中1组120Mvar 高抗搬迁；

月城Ⅱ开关站装设1组180Mvar ＋1组120Mvar的母线高抗，其中1 组180Mvar高抗利用原雅中换流站～月城变线路月城变侧1 组180Mvar 高抗，1 组120Mvar高抗利用原沐溪变～月城变线路月城变侧1 组120Mvar 高抗。预留的5 回出线均预留线路高抗位置。

（2）布拖换流站一期扩建工程

布拖±800kV换流站站址位于四川省凉山州西昌市东南45km的布拖县特木里镇，该换流站计划于2022年6月建成投运。本期扩建1回500kV出线间隔至百灵变，至百灵1回500kV线路出线侧装设1组210Mvar高压电抗器及中性点小电抗。

（3）橄榄500kV变电站扩建工程

橄榄500kV变电站站址位于四川省攀枝花米易县以南6km的丙谷镇橄榄河村和新山乡坪山村交界处。本期在2组主变低压侧共装设2组60Mvar低压电抗器，将原至普提二线1回500kV出线改接至月城II开关站。

（4）百灵500kV变电站扩建工程

百灵500kV变电站站址位于四川省凉山彝族自治州西昌市以西130km的盐源县卫城镇比古村六组和双河乡1村1组交界部位。本期在1、3号主变各扩建一组60Mvar低压并联电抗器，将原至普提1回500kV出线改接至布拖换流站一期。

（5）普提500kV变电站改造工程

普提500kV变电站站址位于昭觉县新城镇普提村。本期原普提变～橄榄变、原普提变～百灵变500kV 线路普提变侧2 组180Mvar 高抗退出运行。原百灵变～普提变、橄榄变～普提变线的串补退出运行。普提变～布拖换流站二期（金沙江换流站）I、II线改接入原普洪III线、原普天线间隔时，原普洪III线、原普天线在普提变侧接地刀闸考虑更换为超B 类接地刀。

（6）月城500kV变电站改造工程

月城500kV变电站站址位于西昌市西南面佑君镇战沟村，本期原雅中换流站～月城变双回500kV 线路月城变侧2组180Mvar 高抗退出运行（其中1 组搬迁至月城II开关站作母线高抗）；原沐溪变～月城变双回500kV 线路月城变侧2组120Mvar 高抗退出运行（其中1 组搬迁至月城II开关站作母线高抗，另外1组搬迁至月城II开关站～洪沟变单回线路的月城II开关站侧）。

（7）沐溪500kV变电站改造工程

沐溪500kV变电站站址位于沐川县大楠镇白云村2组。本期将原至月城2回500kV出线改接至月城II开关站，经设计核实间隔内设备能满足本期要求。

（8）南天500kV变电站改造工程

南天500kV变电站站址位于峨眉山市东南面桂花桥镇前锋村一组和乐山市临江镇村，本期将原至普提变1回500kV出线改接至月城II开关站，经设计核实间隔内设备能满足本期要求。

（9）雅中换流站改造工程

雅中换流站站址位于位于盐源县城西北面11.5公里处的干海乡。本期将原至月城变电站2回500kV出线改接至月城II开关站，经设计核实间隔内设备能满足本期要求。

（二） 线路工程

（1）月城变～沐溪变双回500kV 线路开断接入月城II开关站工程：

月城变～沐溪变双回500kV线路开断接入月城II开关站，形成月城变～月城II开关站2回500kV线路和月城II开关站～沐溪变2回500kV线路，新建线路长度约2×11.9km

（沐溪侧长度为2×6.7km，其中2×0.7km按单回路架设，2×6km按同塔双回路架设；月城侧2×5.2km，其中2×1.1km按单回路架设，2×4.1km按同塔双回路架设），导线截面选择4×500mm^2，导线分裂间距500mm，单回线最大输送容量均约为2169MW（70°温升）。路途经四川省凉山彝族自治州昭觉县，沿线海拔高程2200m－2500m。

（2）雅中换流站～月城II双回500kV改接工程：

雅中换流站～月城变2回500kV 线路与月城变～月城II开关站2回500kV线路在月城站外搭接，同时断开月城变～月城II开关站月城变侧线路，形成雅中换流站～月城II开关站2 回500kV 线路，新建线路长度2×0.4km，按同塔双回路架设，导线截面选择4×500mm^2，导线分裂间距500mm，单回线最大输送容量均约为2169MW（70°温升）。途经四川省凉山彝族自治州西昌市，沿线海拔高程1400m－1600m。

（3）榄普Ⅱ线橄榄侧线路改接工程：改接橄榄变～普提变Ⅱ线500kV线路，形成橄榄变～月城Ⅱ开关站1回500kV线路，新建线路长度5.1km，按单回路架设，导线截面采用4×400mm^2，导线分裂间距500mm，单回线最大输送容量均约为1905MW（70°温升）。线路途经四川省凉山彝族自治州昭觉县，沿线海拔高程2200-2400m。

（4）百灵变～布拖换流站一期线路改接工程：

改接百灵变～普提变1 回500kV 线路，形成百灵变～布拖换流站一期1 回500kV线路，新建线路长度42.9km，按单回路架设，导线截面采用4×400mm^2，导线分裂间距500mm，单回线最大输送容量均约为1905MW（70°温升）。线路途经四川省凉山彝族自治州昭觉县、普格县、布拖县，沿线海拔高程2200m－3300m。

（5）普提变间隔调整工程：

第一部分：普提变～南天变线路临时改接入原普提变至百灵变出线间隔、普提变～洪沟变I线临时改接入普提变原橄榄I线侧间隔。本工程将普提变～南天变线路与普提变～洪沟I回线路通道置换，并将置换后的普提变～南天变线路改接至普提变～百灵变线路，进入普提变原百灵侧间隔，形成普提变～南天变临时线路。同时将普提变～洪沟变I线与普提变～洪沟II回线路通道置换，并将置换后的普提变～洪沟变I线改接至普提变～橄榄II回线路，进入普提变原布拖换流站二期侧III回间隔，形成普提变～洪沟变临时线路。本工程新建线路长度12.8km，其中置换段长5.5km，按单回路架设；改接段长7.3km，其中2.8km按单回路架设，4.5km按同塔双回路架设。导线截面采用4×400mm^2，导线分裂间距500mm，单回线最大输送容量均约为1905MW（70°温升）。

第二部分：普提变～布拖换流站二期III线改入普提变至橄榄变II线间隔。本工程将普提变～布拖换流站二期III线在普提变出口处改入普提变橄榄侧II线间隔。新建线路长度0.5km，按单回路架设。导线截面采用4×400mm^2，导线分裂间距500mm，单回线最大输送容量均约为1905MW（120°温升）。

第三部分：普洪II线改接入原普洪I线间隔，原普洪III改接入原普洪II线间隔。本工程将在第一部分中置换后的普提变～洪沟II线在普提变出口处改入普提变南天侧间隔（原洪沟线I线间隔），同时将在第一部分中置换后的普提变～洪沟III线在普提变出口处改入普提变洪沟线I线间隔（原洪沟线II线间隔）。新建线路长度1.0km，按单回路架设。导线截面采用4×400mm^2，导线分裂间距500mm，单回线最大输送容量均约为1905MW（70°温升）。

第四部分：布拖换流站二期～普提变I线改接入原普洪III线间隔、布拖换流站二期～普提变II线改接入原普天线出线间隔。本工程将布拖换流站二期～普提变I、II线由普提变月城侧I、II间隔改接入原普提变洪沟III线侧及南天侧间隔。新建线路长度8.0km，按同塔双回路架设。导线截面采用4×630mm^2，导线分裂间距500mm，单回线最大输送容量均约为3160MW（80°温升）。

线路途经四川省凉山彝族自治州昭觉县、美姑县，海拔高程2000m～2450m。

（6）月城变～布拖换流站一期2回500kV线路开断接入普提变、月城Ⅱ开关站工程：

开断月城变～布拖换流站一期2回500kV线路，形成布拖换流站一期～月城Ⅱ开关站2回500kV线路和月城变～普提变2回500kV线路，月城II开关站侧新建单回架设线路长度0.6km，双回架设线路长度2×3.7km，普提侧利用原月普线，不新建铁塔，仅新建导线，双回架设线路长度2×5.3km，导线截面采用4×630mm^2，导线分裂间距500mm，单回线最大输送容量均约为3160MW（80°温升）。线路途经四川省凉山彝族自治州昭觉县，沿线海拔高程2000m－2300m。

（7）普提变～南天变单回500kV线路改接至月城Ⅱ开关站线路工程：

改接普提变～南天变500kV线路，形成月城II开关站～南天变500kV线路；新建月城II开关站～普提变1回500kV线路，同时调整普提变配串，使月城II开关站～普提变与普提变～洪沟变II线的500kV线路在同一串上。新建双回架设线路长度2×3.7km、单回架设线路长度3.1km。导线截面采用4×400mm^2，导线分裂间距500mm，单回线最大

输送容量均约为1905MW（70°温升）。线路途经四川省凉山彝族自治州昭觉县，沿线海拔高程2000m－2500m。

1.3 评价内容

1.3.1 变电工程

（1）月城II500kV开关站新建工程

本项目变电部分评价内容为**月城II500kV开关站新建工程。**

月城II500千伏开关站新建工程新建址位于凉山州昭觉县四开镇合觉村，出线规模本期500kV出线9回，分别至雅中换流站2回、橄榄变1回、布拖换流站一期2回、沐溪变2回、南天变1回、洪沟变1回；远期出线14回，预留5回。本期新建1台500kV降压变，高抗本期装设6组，远期11组。

本次重点评价本期新建产生的环境影响，并对开关站建成后的环境影响进行预测分析。

（2）布拖换流站一期扩建工程

布拖换流站一期扩建工程位于四川省凉山州西昌市东南45km的布拖县特木里镇，换流站尚未投运。本期扩建1回500kV出线间隔至百灵变，至百灵1回500kV线路出线侧装设1组210Mvar高压电抗器及中性点小电抗，**布拖换一期在与本项目同期建设的《白鹤滩-浙江±800kV特高压直流输电工程环境影响报告书》中已按终期规模进行评价，本次扩建内容包含在其中，相应环保措施及设施也已按终期一次性布置，因此本期工程不再对布拖换流站一期扩建工程进行评价。**

布拖换流站前期历经2期工程，目前已有规模：主变2×1000MVA，500kV出线9回（至月城2 回、普提1 回、至白鹤滩左岸水电站4 回、至叙府2回），220kV出线3回，高抗3组，每台主变各已装设1组90Mvar低压并联电容器和3组90Mvar低压并联电抗器。一期工程《白鹤滩-江苏±800kV特高压直流输电工程》于2020年11月取得生态环境部的批复（环审[2020]135号），二期工程《白鹤滩~浙江±800kV特高压直流输电工程》于2021年11月取得生态环境部的批复（环审[2021]95号）。前期工程都尚未进行验收工作。

（3）橄榄500kV变电站扩建工程

橄榄500kV变电站站址位于四川省攀枝花米易县以南6km的丙谷镇橄榄河村和新山乡坪山村交界处。本期在2组主变低压侧共装设2组60Mvar低压电抗器，将原至普

提二线1回500kV出线改接至月城II开关站。

橄榄变电站前期历经两期工程，目前已有规模：主变2×1000MVA，500kV出线6回（至甘泉 2回，至二滩2回，至普提1回，至布拖换1回），220kV出线2回，低抗2组，低容2组。一期工程《米易500kV输变电工程》于2010年5月取得原四川省环境保护厅的批复（川环审批[2010]241号），最新一期工程《米易500kV输变电扩建工程》于2011年11月取得原四川省环境保护厅的批复（川环审批[2011]340号）。最新一期工程由国网四川省电力公司于2018年11月进行了自主验收（川电科信[2019]4号）。最新一期工程的验收结论为：本工程环境保护手续齐全，落实了“三同时”管理制度，在设计、施工和运行初期，执行了环境影响报告书及其批复文件要求，采取的污染防治措施、生态保护及恢复措施有效，产生的环境影响满足香瓜环保限值要求，符合工程竣工环保验收条件，同意本工程通过竣工环境保护验收。

本期工程为扩建干性低抗及改接线路，不新增高噪声、电磁环境、水环境及固废环境影响，不影响原竣工环保验收的结论。根据调查，橄榄变电站自运行以来，未发生环境污染事故，未发生周边居民环保投诉事件。因此，本次环评不对橄榄500kV变电站扩建工程进行评价。

（4）百灵500kV变电站扩建工程

百灵500kV变电站站址位于四川省凉山彝族自治州西昌市以西130km的盐源县卫城镇比古村六组和双河乡1村1组交界部位。本期扩建2组60Mvar低压并联电抗器，将原至普提1回500kV出线改接至布拖换流站一期。

百灵变电站前期历经五期工程，目前已有规模：主变1×750MVA，500kV出线7回（至水洛2回、二滩1回、普提1回，雅中3回），220kV出线5回，低抗3组；六期工程尚未开工。一期工程《四川盐源500千伏输变电工程》于2013年4月取得原四川省环境保护厅的批复（川环审批[2013]235号），最新一期工程《雅中换流站500kV配套工程》于2018年6月取得原四川省环境保护厅的批复（川环审批[2018]102号）。最新一期工程由国网四川省电力公司于2021年8月进行了自主验收(川电科技[2021]81号)。最新一期工程的验收结论为：本工程环境保护手续齐全，落实了“三同时”管理制度，在设计、施工和运行初期，执行了环境影响报告表及其批复文件要求，采取的污染防治措施、生态保护及恢复措施有效，产生的环境影响满足香瓜环保限值要求，符合工程竣工环保验收条件，验收组一致同意本工程通过竣工环境保护验收。

本期工程为扩建干性低抗及改接线路，不新增高噪声、电磁环境、水环境及固废环境影响，不影响原竣工环保验收的结论。根据调查，百灵变电站最新一期工程自运行以来，未发生环境污染事故，未发生周边居民环保投诉事件。因此，本次环评不对百灵500kV变电站扩建工程进行评价。

（5）普提500kV变电站改造工程

普提500kV变电站站址位于昭觉县新城镇普提村。本期原普提变～橄榄变、原普提变～百灵变500kV 线路普提变侧2 组180Mvar 高抗退出运行。原百灵变～普提变、橄榄变～普提变线的串补退出运行。普提变～布拖换流站二期I、II线改接入原普洪III线、原普天线间隔时，原普洪III线、原普天线在普提变侧接地刀闸考虑更换为超B 类接地刀。

普提变电站前期历经六期工程，目前已有规模：主变1×1000MVA+1×750MVA，500kV出线9回（至二滩3回、洪沟3回、东坡1回，月城2回），220kV出线8回，500kV高抗3×180MVar+2×90MVar，低压无功补偿7×60MVar，串补装置3×315MVar。一期工程《二滩水电站送出配套输变电工程》于1994年取得原四川省环境保护局的批复（川环发[1994]升字第033号），最新一期工程《普提500kV变电站主变扩建工程》于2009年3月取得原环境保护部的批复（环审 [2009]121号）。最新一期工程由原四川省环境保护厅于2015年9月进行了验收（川环验[2015]81号）。最新一期工程的验收结论为：普提500千伏变电站主变扩建工程环保审查、审批手续完备，环保设施及措施已按环评要求落实，工程建设满足相关设计规范要求。经验收监测，选取测试的距离变电站较近、具有代表性的敏感点及变电站厂界监测点工频电场强度、工频磁感应强度、无线电干扰值、噪声均满足国家相关标准限值的要求，符合建设项目竣工环境保护验收条件，建议通过验收。

本期工程为站内改造工程，部分高抗退出运行，不新增高噪声、电磁环境、水环境及固废环境影响，电磁环境及声环境影响有所降低，不影响原竣工环保验收的结论。根据调查，普提变电站最新一期工程自运行以来，未发生环境污染事故，未发生周边居民环保投诉事件。因此，本次环评不对普提500kV变电站改造工程进行评价。

（6）月城500kV变电站改造工程

月城500kV变电站站址位于西昌市西南面佑君镇战沟村，本期原雅中换流站～月城变双回500kV 线路月城变侧2组180Mvar 高抗退出运行，其中1 组搬迁至月城II开关

站作母线高抗=；原沐溪变～月城变双回500kV 线路月城变侧2组120Mvar 高抗退出运行，其中1 组搬迁至月城II开关站作母线高抗，另外1组搬迁至月城II开关站～洪沟变单回线路的月城II开关站侧。

月城变电站前期历经三期工程，目前已有规模：主变2×750MVA，500kV出线10回（至普提2回、锦屏6回、木里2回），220kV出线12回，500kV高抗2×120Mvar+2×180Mvar，低压无功补偿2×3×60Mvar。一期工程《西昌500kV输变电工程》于2008年6月取得原环境保护部的批复（环审[2008]155号），最新一期工程《木里500千伏输变电工程》于2009年5月取得原环境保护部的批复（环审[2009]244号）。最新一期工程由原四川省环境保护厅于2016年4月进行了验收（川环验[2016]029号）。最新一期工程的验收结论为：木里500kV输变电工程环保审查、审批手续完备，环保设施及措施已按环评要求落实，工程建设满足相关设计规范要求。经验收监测，选取测试的变电站厂界以及距离变电站或线路较近的、具有代表性的居民点的工频电场强度、工频磁感应强度、无线电干扰值、噪声均满足国家相关标准限值的要求，符合建设项目竣工环境保护验收条件，建议通过验收。

本期工程为站内改造工程，部分高抗退出运行，不新增高噪声、电磁环境、水环境及固废环境影响，电磁环境及声环境影响有所降低，不影响原竣工环保验收的结论。根据调查，月城变电站最新一期工程自运行以来，未发生环境污染事故，未发生周边居民环保投诉事件。因此，本次环评不对月城500kV变电站改造工程进行评价。

（7）沐溪500kV变电站改造工程

沐溪500kV变电站站址位于沐川县大楠镇白云村2组。本期将原至月城2回500kV出线改接至月城II开关站，经设计核实间隔内设备能满足本期要求。

沐溪变电站前期历经三期工程，目前已有规模：主变1×1000MVA，500kV出线8回（至月城2回、乐山东2回、宜宾换2回、叙府2回），220kV出线2回，500kV高抗2×120MVar+1×150MVar，低压无功补偿2×3×60Mvar，串补装置2×470MVar。一期工程《沐川500千伏输变电工程》于2009年6月取得原四川省环境保护局的批复（川环审批[2009]334号），最新一期工程《沐溪至叙府500千伏断面加强工程》于2020年1月取得四川省生态环境厅的批复（川环审批[2020]8号）。最新一期工程由国网四川省电力公司于2021年9月进行了自主验收（川电科技[2022]25号）。最新一期工程的验收结论为：本工程环境保护手续齐全，落实了“三同时”管理制度，在设计、施工和运行初

期，执行了环境影响报告书及其批复文件要求，采取的污染防治措施、生态保护及恢复措施有效，产生的环境影响满足香瓜环保限值要求，符合工程竣工环保验收条件，同意本工程通过竣工环境保护验收。

本期工程为站内改造工程，不新增高噪声、电磁环境、水环境及固废环境影响，不影响原竣工环保验收的结论。根据调查，沐溪变电站最新一期工程自运行以来，未发生环境污染事故，未发生周边居民环保投诉事件。因此，本次环评不对沐溪500kV变电站改造工程进行评价。

（8）南天500kV变电站改造工程

南天500kV变电站站址位于峨眉山市东南面桂花桥镇前锋村一组和乐山市临江镇村，本期将原至普提变1回500kV出线改接至月城II开关站，经设计核实间隔内设备能满足本期要求。

南天变电站前期历经三期工程，目前已有规模：主变2×1000MVA，500kV出线5回（至东坡2回、乐山东2回、普提1回），220kV出线10回，500kV高抗1×180MVar，低压无功补偿2×（2×60）Mvar+2×（2×40）Mvar。一期工程《四川乐山500kV输变电工程》于2006年8月取得原国家环境保护总局的批复（环审[2006]370号），最新一期工程《乐山南天500kV输变电扩建工程》于2009年6月取得原四川省环境保护局的批复（川环审批[2009]334号）。最新一期工程由原四川省环境保护厅于2014年12月进行了验收（川环验[2014]197号）。最新一期工程的验收结论为：国网四川省电力公司建设管理中心乐山南天500kV输变电扩建工程环保审查、审批手续完备，环保设施及措施已按环评要求落实，工程建设满足相关设计规范要求。经验收监测，选取测试的距离变电站或线路较近的、具有代表性的敏感点及变电站厂界监测点的工频电场强度、工频磁感应强度、噪声等所测指标均满足国家相关标准限值的要求，符合建设项目竣工环境保护验收条件，建议通过验收。

本期工程为站内改造工程，不新增高噪声、电磁环境、水环境及固废环境影响，不影响原竣工环保验收的结论。根据调查，南天变电站最新一期工程自运行以来，未发生环境污染事故，未发生周边居民环保投诉事件。因此，本次环评不对南天500kV变电站改造工程进行评价。

（9）雅中换流站改造工程

雅中换流站站址位于位于盐源县城西北面11.5公里处的干海乡。本期将原至月城变

电站2回500kV出线改接至月城II开关站，经设计核实间隔内设备能满足本期要求。

雅中换流站前期历经1期工程，目前已有规模：直流双极出线1回，输送容量8000MW；接地极出线1回；换流变28台，交流部分00kV降压变（250+400）MVA，500kV交流出线9回（至月城2回，至木里2回，至卡拉2回，至百灵3回），500kV交流滤波器8×320Mvar+12×240Mvar，低压无功补偿2×3×60Mvar。一期工程《雅中～江西±800kV特高压直流工程》于2019年11月取得生态环境部的批复（环审[2019]82号），目前尚未进行验收工作。

本期工程为站内改造工程，不新增高噪声、电磁环境、水环境及固废环境影响，。根据调查，沐溪变电站最新一期工程自运行以来，未发生环境污染事故，未发生周边居民环保投诉事件。工程虽然已经投运，但还未进行验收工作。因此，本次环评不对沐溪500kV变电站改造工程进行评价。

1.3.2 线路工程

线路部分评价内容包括所有线路子工程。

（1）月城变～沐溪变双回500kV 线路开断接入月城Ⅱ开关站工程：

线路改接进入月城Ⅱ开关站新建单回路长度约3.6km，双回路长度约2×9.9km，线路途经四川省凉山彝族自治州昭觉县，沿线海拔高程2200m－2500m，地形比例为一般山地100％，林区长度比例约54％。设计冰厚为10mm、15mm，基本风速为27m/s。

线路采用单回架设及同塔双回架设，导线四分裂，按照设计规程规定的导线对地最低高度（即通过耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所导线对地最低高度10.5m、11m，通过居民区导线对地最低高度14m）进行评价。

（2）雅中换流站～月城Ⅱ双回500kV改接工程

线路改接方案新建双回路长度约2×0.4km，途经四川省凉山彝族自治州西昌市，沿线海拔高程1400m－1600m，地形比例为丘陵100％，林区长度比例约50％。设计冰厚为10mm，基本风速为27m/s。

线路采用同塔双回架设，导线四分裂，按照设计规程规定的导线对地最低高度（即通过耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所导线对地最低高度11m，通过居民区导线对地最低高度14m）进行评价。

（3）榄普Ⅱ线橄榄侧线路改接工程

榄普Ⅱ线橄榄侧开断点位于日泽洛木村南侧约0.5km处，靠近乡村公路。在原线路

351＃号塔位置拆除新建开断塔，线路随后由开断处向东走线，连续钻越500kV同塔双回月普线、±800kV锦苏线后向东南方向走线，跨越新建百灵～布拖换流站一期改接线路后接入月城Ⅱ开关站西侧间隔，形成橄榄～月城Ⅱ单回500kV线路， 线路整体由西北向东南方向走线，新建单回长度约5.1km。线路途经四川省凉山彝族自治州昭觉县，沿线海拔高程2200-2400m，地形比例为一般山地100％，林区长度比例约40％。设计冰厚为10mm，基本风速为27m/s。

线路采用单回架设，导线四分裂，按照设计规程规定的导线对地最低高度（即通过耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所导线对地最低高度10.5m、11m，通过居民区导线对地最低高度14m）进行评价。

（4）百灵变～布拖换流站一期线路改接工程

本段改接线路新建单回线路长度约42.9km。线路途经四川省凉山彝族自治州昭觉县、普格县、布拖县，沿线海拔高程2200m－3300m，地形比例为一般山地72％、高山大岭28％，林区长度比例约73％。设计冰厚为10mm、15mm、20mm、30mm，基本风速为27m/s、29m/s。

线路采用单回架设，导线四分裂，按照设计规程规定的导线对地最低高度（即通过耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所导线对地最低高度10.5m、11m，通过居民区导线对地最低高度14m）进行评价

（5）普提变间隔调整工程

本段改接线路新建单回线路长度约10.5km，双回线路长度约12.6km。线路途经四川省凉山彝族自治州昭觉县、美姑县，沿线海拔高程2000m－2450m，地形比例为一般山地100％，林区长度比例约81％。设计冰厚为10mm，基本风速为27m/s。

线路采用单回架设及同塔双回架设，导线四分裂，按照设计规程规定的导线对地最低高度（即通过耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所导线对地最低高度10.5m、11m，通过居民区导线对地最低高度14m）进行评价。

（6）月城变～布拖换流站一期2 回500kV 线路开断接入普提变、月城Ⅱ开关站工

改接线路整体由东北向西南方向走线，新建单回线路长度约0.6km，双回线路长度约3.7km。线路途经四川省凉山彝族自治州昭觉县，沿线海拔高程2250m－2550m，地形比例为一般山地100％，林区长度比例约52％。设计冰厚为10mm、15mm，基本风速为27m/s。本工程双回线路重新架线施工长度约5.3km。线路途经四川省凉山彝族自

治州昭觉县，沿线海拔高程2000m－2300m，地形比例为一般山地100％。设计冰厚为10mm，基本风速为27m/s。

线路采用单回架设及同塔双回架设，导线四分裂，按照设计规程规定的导线对地最低高度（即通过耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所导线对地最低高度10.5m、11m，通过居民区导线对地最低高度14m）进行评价。

（7）普提变～南天变单回500kV 线路改接至月城Ⅱ开关站线路工程

本改接线路新建单回线路长度约3.1km，双回线路长度约3.7km。线路途经四川省凉山彝族自治州昭觉县，沿线海拔高程2000m－2500m，地形比例为一般山地100％，林区长度比例约53％。设计冰厚为10mm、15mm，基本风速为27m/s。

线路采用单回架设及同塔双回架设，导线四分裂，按照设计规程规定的导线对地最低高度（即通过耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所导线对地最低高度10.5m、11m，通过居民区导线对地最低高度14m）进行评价。

本次重点评价本期新建的月城Ⅱ开关站和新建的输电线路，并对新建开关站和新建线路的环境影响进行预测分析。

1.4 设计工作过程

2022年1月，本项目可行性研究工作由中国电力工程顾问集团西南电力设计院有限公司完成。

2022年2月，电力规划设计总院对本项目可行性研究报告进行了评审。

2022年3月，四川电力设计咨询有限责任公司启动了本项目初步设计工作。本次环评按照初步设计最新成果开展工作。

1.5 环境影响评价工作过程

根据《中华人民共和国环境保护法》（2015年1月1日实施）、《中华人民共和国环境影响评价法》、国务院令第682号《建设项目环境保护管理条例》、《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》，“500千伏及以上输变电工程应该编制环境影响报告书”。为此，国网四川省电力公司建设分公司于2022年3月委托中国电力工程顾问集团西南电力设计院有限公司承担本项目环境影响评价工作（见附件1）。

接受委托后，评价人员首先对现有设计资料（包括项目所在地区地形、地貌、地质、气象、水文、工程设计参数）进行了分析，初步掌握了项目特点，在此基础上制定了下阶段的工作计划并进行了组织分工。然后评价人员深入项目所在地相关部门和线路所经

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，并委托监测单位西弗测试技术成都有限公司进行了现场监测。同时向项目所在地凉山彝族自治州生态环境局进行了环境影响评价标准请示（西南电设环保（2022）72号），并取得了相应批复文件（凉环函（2022）13号）。结合本项目的实际情况进行了环境影响预测及评价，制定了相应的环境保护措施，从环境保护角度论证了项目的可行性。根据环境影响评价技术导则、国家和四川省有关环境影响评价的规定，编制完成了**《白鹤滩送端换流站配套月城Ⅱ500千伏输变电工程环境影响报告书》**。

1.6 关注的主要环境问题

本项目关注的主要环境问题有：

（1）新建开关站

变电站运行期对周围及环境敏感目标处的电磁环境、声环境、水环境及固体废物环境影响。

（2）输电线路

1）输电线路施工期对生态环境的影响，其中包括对水土流失、土地利用、生态系统、植物资源、动物资源的影响；

2）输电线路运行期产生的工频电场、工频磁场及噪声对周围环境敏感目标的影响。

1.7 环境影响报告书主要结论

（1）项目建设内容包括变电工程：①月城II 500kV开关站新建工程；②布拖换流站一期扩建工程；③百灵500kV变电站扩建工程；④橄榄500kV变电站扩建工程；⑤普提500kV变电站改造工程；⑥月城500kV变电站改造工程；⑦雅中换流站保护改造工程；⑧南天500kV变电站保护改造工程；⑨沐溪500kV变电站改造工程，以及线路工程：①月城变～沐溪变双回500kV线路开断接入月城Ⅱ开关站工程，新建单回线路长度约3.6km，双回线路长度约2×9.9km；②雅中换流站～月城Ⅱ双回500kV改接工程，新建双回线路长度约2×0.4km；③榄普Ⅱ线橄榄侧线路改接工程，新建单回线路长度约5.1km；④百灵变～布拖换流站一期线路改接工程，新建单回线路长度约42.9km；⑤普提变间隔调整工程，新建单回线路长度约10.5km，双回线路长度约2×12.6km；⑥月城变～布拖换流站一期2 回500kV 线路开断接入普提变、月城Ⅱ开关站工程，新建单回线路长度约0.6km，双回线路长度约2×3.7km；⑦普提变～南天变单回500kV 线路改接至月城Ⅱ开关站线路工程，新建单回线路长度约3.1km，新建双回线路长度约2×

3.7km。本工程新建单回线路总长约65.8km，双回线路总长约2×30.3km，途经凉山州西昌市，昭觉县、布拖县、美姑县、普格县。

（2）本项目已列入2022年四川省重点项目名单（川府发〔2021〕44号），符合电网建设规划；线路路径已取得凉山州昭觉县、布拖县、美姑县、普格县，西昌市自然资源和规划部门原则同意意见，符合地方发展规划。

（3）本项目涉及生态、电磁环境和声环境敏感目标。

（4）项目区域属于亚热带常绿阔叶林地带，主要植被类型为常绿阔叶林、亚热带针叶林、落叶阔叶灌丛及常绿针叶灌丛；经监测，项目评价区电磁环境和声环境现状监测值均低于相应评价标准限值要求。

（5）经预测分析，本项目在设计、施工、运行过程中分别采取一系列的环境保护措施后，项目产生的工频电场、工频磁场、噪声等对环境的影响能够满足有关环境保护标准限值要求。**在落实了报告提出的各项环境保护措施和要求后，本项目建设环境可行。**

本次环评工作得到了项目所在地生态环境主管部门、国网四川省电力公司建设分公司的大力支持和协助，在此一并致谢！

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》（修订版2015年1月1日起施行）；

（2）《中华人民共和国环境影响评价法》（修订版2018年12月29日起施行）；

（3）《中华人民共和国大气污染防治法》（修订版2018年10月26日起施行）；

（4）《中华人民共和国水污染防治法》（修订版2018年1月1日起施行）；

（5）《中华人民共和国环境噪声污染防治法》（2022年6月5日起施行）；

（6）《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（修订版2020年9月1日起施行）；

（7）《中华人民共和国森林法》（修订版2020年7月1日起施行）；

（8）《中华人民共和国水法》（2016年7月2日修订）；

（9）《中华人民共和国土地管理法》（修订版2020年1月1日起施行）；

（10）《中华人民共和国水土保持法》（修订版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日修订）；

（12）《中华人民共和国城乡规划法》（修订版2019年4月23日起施行）；

（13）《中华人民共和国防洪法》（2016年7月2日修正）；

（14）《中华人民共和国野生动物保护法》（2018年10月26日修订）；

（15）《中华人民共和国野生植物保护条例》（2017年10月7日修正）；

（16）《建设项目环境保护管理条例》（修订版2017年10月1日起施行）；

（17）《电力设施保护条例》（修订版2011年1月8日起施行）；

（18）《中华人民共和国河道管理条例》（修订版2018年3月19日起施行）；

（19）《关于划定并严守生态保护红线的若干意见》（中共中央办公厅、国务院办公厅 厅字〔2017〕2号）；

（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 部委规章及规范性文件

（1）《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》（生态环境部令第9

号）；

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

（3）《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）；

（4）《产业结构调整指导目录（2019年本）》（国家发展和改革委员会第29号）；

（5）《国家重点保护野生植物名录》国家林业和草原局 农业农村部公告2021年第15号；

（6）《国家重点保护野生动物名录》国家林业局令第7号；

（7）《国家重点保护野生动物名录》国家林业和草原局 农业农村部公告2021年第3号；

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

（9）《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）；

（10）《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）；

（11）《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）；

（12）《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）；

（13）《建设项目环境影响评价政府信息公开指南（试行）》（环境保护部 环办〔2013〕103号）。

2.1.3 地方性法规与文件

（1）《四川省环境保护条例》（2018年1月1日起施行）；

（2）《四川省辐射污染防治条例》（2016年6月1日起施行）；

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

（4）《关于加强环境噪声污染防治工作的通知》（川环发〔2018〕66号）；

（5）《四川省固体废物污染环境防治条例》（2018年7月26日修正）；

（6）《四川省打赢蓝天保卫战等九个实施方案》（川府发〔2019〕4 号）；

（7）《四川省人民政府关于落实生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线制定生态环境准入清单实施生态环境分区管控的通知》（川府发〔2020〕9 号）；

（8）《凉山州人民政府关于落实生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线制定生态环境准入清单实施生态环境分区管控的通知》（凉府函〔2021〕71 号）。

2.1.4 技术导则、标准及规范

（1）《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016）；

（2）《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ 24-2020）；

（3）《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ 2.3-2018)；

（4）《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ 2.4-2021)；

（5）《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ 2.2-2018)；

（6）《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022）；

（7）《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ 1113-2020）；

（8）《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）；

（9）《交流输变电工程电磁环境监测方法》（试行）（HJ 681-2013）；

（10）《声环境质量标准》（GB 3096-2008）；

（11）《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）；

（12）《110kV～750kV 架空输电线路设计规范》（GB 50545-2010）；

（13）《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB 12523-2011）；

（14）《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）；

（15）《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）；

（16）《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB 18599-2020）；

（17）《生产建设项目水土保持技术标准》（GB 50433-2018）；

（18）《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T 50434-2018）。

2.1.5 建设项目相关文件

（1）委托书（附件 1）；

（2）四川省人民政府文件《四川省人民政府关于做好 2022 年四川省重点项目工作的通知》（川府发〔2021〕44 号）（附件 2）；

（3）凉山彝族自治州生态环境局 《关于白鹤滩送端换流站配套月城Ⅱ500kV 输

变电工程环境影响评价拟执行标准的函》（凉环函（2022）13号）

（4）《关于印发白鹤滩送端换流站配套月城Ⅱ500kV输变电工程可行性研究报告评审意见的通知》，电力规划设计总院，2021年10月（电规电网〔2022〕180号）；

（5）《白鹤滩送端换流站配套月城Ⅱ500kV输变电工程 月城II 500kV开关站新建工程 初步设计 第一卷 说明书》，中国电力工程顾问集团西南电力设计院有限公司，2022年4月；

（6）《白鹤滩送端换流站配套月城Ⅱ500kV输变电工程 布拖换流站一期扩建工程 初步设计 第一卷 第一册》，中国电力工程顾问集团西南电力设计院有限公司，2022年4月；

（7）《白鹤滩送端换流站配套月城Ⅱ500kV输变电工程 百灵500kV变电站扩建工程 初步设计 第一卷 第一册》，中国电力工程顾问集团西南电力设计院有限公司，2022年4月；

（8）《白鹤滩送端换流站配套月城Ⅱ500kV输变电工程 百灵500kV变电站扩建工程 初步设计 第一卷 第一册》，中国电力工程顾问集团西南电力设计院有限公司，2022年4月；

（9）《白鹤滩送端换流站配套月城Ⅱ500kV输变电工程 橄榄500kV变电站扩建工程 初步设计 第一卷 第一册》，中国电力工程顾问集团西南电力设计院有限公司，2022年4月；

（10）《白鹤滩送端换流站配套月城Ⅱ500kV输变电工程 沐溪500kV变电站改造工程 初步设计 第一卷 第一册》，中国电力工程顾问集团西南电力设计院有限公司，2022年4月；

（11）《白鹤滩送端换流站配套月城Ⅱ500kV输变电工程 南天500kV变电站改造工程 初步设计 第一卷 第一册》，中国电力工程顾问集团西南电力设计院有限公司，2022年4月；

（12）《白鹤滩送端换流站配套月城Ⅱ500kV输变电工程 南天500kV变电站改造工程 初步设计 第一卷 第一册》，中国电力工程顾问集团西南电力设计院有限公司，2022年4月；

（13）《白鹤滩送端换流站配套月城Ⅱ500kV输变电工程 普提500kV变电站改造工程 初步设计 第一卷 第一册》，中国电力工程顾问集团西南电力设计院有限公司，2022年4月；

（14）《白鹤滩送端换流站配套月城Ⅱ500kV输变电工程 月城500kV变电站改造工程 初步设计 第一卷 第一册》,中国电力工程顾问集团西南电力设计院有限公司，2022年4月

（15）《白鹤滩送端换流站配套月城Ⅱ500kV输变电工程 雅中换流站改造工程 初步设计 第一卷 第一册》，中国电力工程顾问集团西南电力设计院有限公司，2022年4月。

2.1.6 相关协议

（1）昭觉县自然资源局 昭自然资函〔2021〕108号 《关于白鹤滩送端换流站配套月城Ⅱ500千伏输变电工程沿线收资及办理协议的函的复函》（附件5）；

（2）布拖县自然资源局 布自然资函〔2021〕166号 《关于白鹤滩送端换流站配套月城Ⅱ500千伏输变电工程沿线收资及办理协议的复函》（附件6）；

（3）美姑县自然资源局 美自然资函〔2022〕5号 《关于白鹤滩送端换流站配套月城Ⅱ500千伏输变电工程沿线收资及办理协议审查情况的复函》（附件7）；

（4）普格县自然资源局 美自然资函〔2022〕5号 《关于白鹤滩送端换流站配套月城Ⅱ500千伏输变电工程沿线收资及办理协议的复函》（附件8）；

（5）西昌市自然资源局 2022.1.18（附件9）；

（6）四川省自然资源厅 建设项目用地预审与选址意见书 2022.06.17（附件19）

2.1.7 环境质量监测资料

（1）本项目电磁环境、声环境现状监测报告（附件17）；

（2）类比监测报告 《成都市城市发展远景电力设施规划环境监测报告》（附件16）。

（3）开关站类比监测报告（附件18）

2.2 评价因子与评价标准

2.2.1 评价因子

根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ 24-2020），本项目主要环境影响评价因子见表2-1。

表 2-1 本项目主要环境影响评价因子

评价阶段	评价项目	现状评价因子		预测评价因子		单位
		变电站	输电线路	变电站	输电线路	
施工期	声环境	昼间、夜间等效声级，*L*eq		昼间、夜间等效声级，*L*eq		dB（A）
	生态环境	生态系统及其生物因子、非生物因子		生态系统及其生物因子、非生物因子		--
	地表水环境	pH、COD、BOD_5、NH_3-H、石油类		pH、COD、BOD_5、NH_3-H、石油类		mg/L
运行期	电磁环境	工频电场		工频电场		kV/m
		工频磁场		工频磁场		μT
	声环境	昼间、夜间等效声级，*L*eq		昼间、夜间等效声级，*L*eq		dB（A）
	地表水环境	pH、COD、BOD_5、NH_3-H、石油类		pH、COD、BOD_5、NH_3-H、石油类		mg/L

注：pH 值无量纲。

根据《环境影响评价技术导则 生态环境》（HJ19-2022），本项目的施工和运营，对周围生态环境将产生一定的影响。主要影响因素包括站址、塔基永久占地及施工便道、索道等临时占地；施工废水、弃渣、施工噪声以及人为活动等。生态影响评价因子筛选表如下。

表 2-2 本项目生态影响评价因子筛选表

受影响对象	评价因子	工程内容及影响方式	影响性质	影响程度
施工期				
物种	分布范围	工程永久/临时占地导致物种分布格局变化	直接影响、不可逆影响、长期影响	中
	种群数量、种群结构、行为	工程开挖、材料运输造成个体死亡	直接影响、不可逆影响、短期影响	中
生境	生境面积	永久、临时占地导致生境丧失和破坏	接影响、不可逆影响、长期影响	中
		临时占地导致生境丧失和破坏	直接影响、可逆影响、短期影响	中
	质量	施工人为活动、弃渣、扬尘、水土流失等对生物生境影响	直接影响、可逆影响、短期影响	弱
	连通性	施工道路等对生境的阻隔影响	直接影响、可逆影响、短期影响	弱
生物群落	物种组成、群落结构	塔基处边缘效应等造成群落结构改变	直接影响、不可逆影响、长期影响	弱
生态系统	植被覆盖度、生产力、生物量、生态系统功能	施工永久、临时占地导致植被覆盖度降低、生物量、生产力降低、生态系统功能受到一定影响	直接影响、可逆影响、长期影响	弱
生物多样性	物种丰富度、均匀度、优势度等	施工区域物种多样性、优势度有所变化	直接影响、可逆影响、短期影响	弱
生态敏感区	主要保护对象、生态功能等	施工噪声对保护对象的干扰	间接影响、不可逆影响、长期影响	弱
自然景观	遗迹多样性、完整性等	工程建设造成景观面积变化	直接影响、不可逆影响、长期影响	弱

受影响对象	评价因子	工程内容及影响方式	影响性质	影响程度
运行期				
物种	分布范围、种群数量、种群结构	输电线路运行产生的工频电磁、噪声对动物分布的影响	直接影响、不可逆影响、长期影响	弱
生境	连通性	输电线路对鸟类的阻隔	直接影响、不可逆影响、长期影响	弱
生态系统	植被覆盖度、生产力、生物量、生态系统功能	输电线路下方乔木高度修建造成生产力、生物量下降	直接影响、不可逆影响、长期影响	弱
生态敏感区	主要保护对象、生态功能等	工频磁场对保护区生物生长影响	间接影响、不可逆影响、长期影响	弱
自然景观	遗迹多样性、完整性等	高大塔基对自然景观的干扰	直接影响、不可逆影响、长期影响	弱

2.2.2 评价标准

根据凉山彝族自治州生态环境局《关于白鹤滩送端换流站配套月城Ⅱ500kV输变电工程环境影响评价拟执行标准的函》（凉环函（2022）13号），本项目电磁环境评价标准见表2-3，声环境、水环境及生态环境评价标准见表2-4。

表2-3 电磁环境评价标准

名称	标准限值	标准来源
工频电场强度	公众曝露控制限值：4000V/m	《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)
	架空输电线路线下的耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所控制限值：10kV/m	
工频磁感应强度	公众曝露控制限值：100μT	

表2-4 声环境、水环境及生态环境评价标准

名称			标准值	标准来源
声环境	环境质量标准	变电站	月城II500kV新建开关站站外区域：昼间60dB(A)，夜间50dB(A)	《声环境质量标准》(GB3096-2008)2类标准
		输电线路	经过一般区域：昼间60dB(A)、夜间50dB(A)	《声环境质量标准》(GB3096-2008)2类标准
			经过交通干线两侧区域：昼间70dB(A)，夜间55/60dB(A)	《声环境质量标准》（GB3096-2008）4a/4b类标准
	排放标准	变电站	变电站站界：昼间60dB(A)，夜间50dB(A)	《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008) 2类标准
		施工期场界	昼间70dB(A)，夜间55dB(A)	《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)
水环境	水环境质量标准		III类水域标准	《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类水域标准
	排放标准		pH：6～9，BOD_5≤20mg/L，COD≤100mg/L，氨氮≤15 mg/L，石油≤5mg/L	《污水综合排放标准》(GB8978-1996) 一级标准

2.3 评价工作等级

2.3.1 电磁环境影响评价

根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ 24-2020），本项目电磁环境影响评价工作等级的划分依据见表2-5。

表2-5 电磁环境影响评价工作等级划分

分类	电压等级	工程	条件	评价等级
交流	500kV及以上	变电站	户外式	一级
		输电线路	边导线地面投影外两侧各20m范围内有电磁环境敏感目标的架空线	一级

本项目月城500kV新建开关站为500kV及以上户外式变电站；输电线路均为500kV电压等级，且边导线地面投影外20m范围内有电磁环境敏感目标，根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ 24-2020）对评价工作等级的分级规定，本项目电磁环境影响评价工作等级为**一级**，对电磁环境影响进行全面、详细、深入评价。

2.3.2 生态环境影响评价

本工程为输电类线性工程，全线涉及生态保护红线，永久占地面积15.24hm²、临时占地面积44.86hm²，共计占地60.10hm²。根据《环境影响评价技术导则生态影响》（HJ19-2022），本项目生态影响评价等级确定的原则包括：

a)涉及国家公园、自然保护区、世界自然遗产、重要生境时，评价等级为一级；

c)涉及生态保护红线时，评价等级不低于二级；

g)其他情况，评价等级为三级；

h)当同时符合多种情形，则采用其中最高的评价等级。

同时，规定线性工程可分段确定评价等级，线性工程地下穿越或地表跨越生态敏感区，在生态敏感区范围内无永久、临时占地时，评价等级可下调一级。

依据上述判定原则，分段确定本工程生态影响评价等级见下表。

表 2-5 生态影响评价工作等级

线路涉及区域		位置关系	评价等级	评价依据
生态保护红线	凉山—相岭生物多样性维护—水土保持生态保护红线、金沙江下游干热河谷水土流失敏感生态保护红线	采取无害化穿越的方式通过，不在生态红线范围内立塔，跨越生态红线长度约0.57km	二级	c）
其余区段			三级	g）

注：重要生境为重要物种的天然集中分布区、栖息地，重要水生生物的产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道，迁徙鸟类的重要繁殖地、停歇地、越冬地以及野生动物迁徙通道等。评价区重要物种多集中分布于生态红线范围，其他区域未发现重要物种的集中分布区。

综上所述，本工程穿（跨）越长江上游珍稀、特有鱼类国家级自然保护区、四川省生态保护红线段（凉山—相岭生物多样性维护—水土保持生态保护红线、金沙江下游干热河谷水土流失敏感生态保护红线）段为**二级**；其余区段为**三级**。

2.3.3 声环境影响评价

根据凉山彝族自治州生态环境局关于本项目环境影响评价执行标准的函，本项目输电线路经过一般区域执行 GB3096 规定的 2 类标准，经过交通干线两侧区域时执行 GB3096 规定的 4a 类、4b 类标准，月城II新建开关站外域执行 GB3096 规定的 2 类标准；本项目建设后噪声级增量达 3dB(A)~5dB(A)，且受噪声影响人口数量增加较多。因此根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ 2.4-2021）对评价等级分级规定，本项目声环境影响评价工作等级为**二级**。

2.3.4 地表水环境影响评价

本项目月城Ⅱ新建开关站人员定额少，每天在站内值班的生产运行人员仅有数人，站区内产生的生活污水量不大，生活污水通过站内建设的污水处理装置对其进行处理，使其达到 GB8978－1996《污水综合排放标准》规定的一级标准后，用于站区绿化，不外排；线路工程仅在施工期有少量施工废水和生活污水产生，运行期不产生废水。

根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ 2.3-2018），本项目地表水环境影响评价工作等级为**三级 B**。

2.3.5 环境风险

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

2.4 评价范围

根据前述项目环境影响特点和各环境要素环境影响评价等级，确定本项目环境影响评价范围，见表 2-6。

表 2-6 本项目环境影响评价范围

序号	环境影响因素	新建开关站	输电线路
1	工频电场 工频磁场	开关站站界外 50m	边导线地面投影外两侧各 50m 以内的带状区域。
2	生态	开关站围墙外 500m 范围内	经过生态红线、饮用水源准保护区生态敏感区的线路为边导线地面投影外两侧各 1000m 内的带状区域，其余线路边导线地面投影外两侧各 300m 以内的带状区域
3	噪声	开关站围墙外 200m 以内的区域。	边导线地面投影外两侧各 50m 以内的带状区域。

2.5 环境敏感目标

2.5.1 生态类敏感目标

本项目在规划选线过程中，对沿线地方政府、自然资源和规划、林业、生态环境等相关部门进行了收资和路径方案协调工作，并根据有关部门的意见对路径方案进行了优化。根据收资及现场踏勘调查，**本项目变电站及输电线路不涉及国家公园、自然保护区、世界自然遗产、重要生境等敏感区** 。

根据四川省人民政府《关于印发四川省生态保护红线方案的通知》（川府发〔2018〕24 号），本工程输电线路在昭觉县境内无法完全避让生态保护红线，线路涉及四川省生态保护红线情况如下：

线路在昭觉县境内涉及生态红线类型为“凉山-相岭生物多样性维护-水土保持生态保护红线”。该生态红线区域内河流分属大渡河、金沙江水系，森林类型以常绿阔叶林、常绿与落叶阔叶混交林和亚高山针叶林为主，代表性物种有红豆杉、连香树、大熊猫、四川山鹧鸪、扭角羚、白腹锦鸡、白鹇、红腹角雉等，生物多样性保护极其重

要。本区域是大熊猫栖息地核心分布区。区域内分布有6个国家级自然保护区、9个省级自然保护区、2个国家级风景名胜区、5个省级风景名胜区、1个国家地质公园、3个省级地质公园、2个国家湿地公园、1个省级湿地公园、1处世界文化与自然遗产地、2处饮用水水源保护区的部分或全部区域。 本生态红线区域保护重点是保护自然生态系统和大熊猫等野生动物及其生境，防治紫茎泽兰等外来有害生物入侵，维护生物多样性保护功能；加强自然保护区建设与管护，加强生态廊道建设；治理水土流失，防治地质灾害。本项目输电线路不在该生态红线范围内立塔，采取无害化穿越的方式通过，跨越长度总计约420米。

线路在布拖县境内涉及生态红线类型为“金沙江下游干热河谷水土流失敏感生态保护红线”。该生态红线区域范围内植被类型以亚热带松栎混交林和暖温带阔叶栎林为主，代表性物种有攀枝花苏铁、大熊猫、四川山鹧鸪、黑颈鹤、林麝等。该区域分布有1个国家级自然保护区、3个省级自然保护区、1个省级风景名胜区、1个省级湿地公园、1个省级地质公园、5处饮用水水源保护区的部分或全部区域。该区域保护重点为保护现有植被；加强退化生态区的自然恢复和生态修复；加强干热河谷区地质灾害防治和水土流失治理；加强金沙江及其支流水生生态系统保护。本项目输电线路不在该生态红线范围内立塔，采取无害化穿越的方式通过，跨越长度总计约150米。

在生态保护红范围内的施工组织措施详见3.1.5.2.3节：输电线路在生态敏感区内施工组织措施。

2.5.2 水环境敏感目标

根据对凉山州西昌市、布拖县、昭觉县、普格县、美姑县生态环境局收资结果，结合现场调查，根据四川省人民政府《关于同意划定、调整、撤销成都市金堂县北河等部分城市集中式饮用水水源保护区的批复》（川府函〔2018〕156号），本工程线路工程在布拖县穿了木切勒黑水源地，该水源地属于布拖县城集中式饮用水源地。输电线路穿越该饮用水源准保护区约2.4km，相关协议见附件。

本工程输电线路与沿线集中式饮用水水源地情况详见表2-8，具体内容详见报告书第7章《生态环境影响评价专章》。

2-7 本工程生态保护红线一览表

序号	类别	行政区域	名称	生态功能	保护重点	主管部门	与本工程位置关系
1	生态保护红线	凉山州昭觉县	凉山-相岭生物多样性维护-水土保持生态保护红线	生物多样性保护极其重要。土壤侵蚀敏感性程度高，是土壤保持重要区域。	保护自然生态系统和野生动物及其生境，防治外来有害生物入侵，维护生物多样性保护功能；加强生态廊道建设；治理水土流失，防治地质灾害。	昭觉县自然资源局	本工程线路工程跨越该类生态保护红线长度约420m，不在红线范围内立塔。
2	生态保护红线	凉山州昭觉县	金沙江下游干热河谷水土流失敏感生态保护红线	受山地地形和干热气候影响，该区域生态脆弱，水土流失敏感性高，是水土保持极重要区域。	保护现有植被；加强退化生态区的自然恢复和生态修复；加强干热河谷区地质灾害防治和水土流失治理；加强金沙江及其支流水生生态系统保护。	布拖县自然资源局	本工程线路工程跨越该类生态保护红线长度约150m，不在红线范围内立塔。

表 2-8　本工程水环境保护目标一览表

行政区域	名称	主要保护对象 或景观特征	主管部门	与本工程位置关系
凉山州 布拖县	布拖县木切勒黑山木嘎求史集中式饮用水水源保护区	地下水型饮用水源	布拖县生态环境局	穿越准保护区约 2.4km，穿越段位于水源下游。

2.5.3 电磁环境和声环境敏感目标

根据设计资料及现场调查，本项目开关站评价范围内有2处声环境敏感目标；输电线路沿线共有12处电磁环境和声环境敏感目标。

（1）月城II 500kV开关站新建工程

月城II新建开关站评价范围内共有2处声环境敏感目标，共2户居民房屋，变电站与敏感目标的最近距离为198m，具体见表2-9，敏感目标分布见附图9。

表2-9　　月城II500kV新建开关站评价范围内电磁环境和声环境敏感目标

序号	保护目标名称	距厂界最近距离（m）	执行标准/功能区类别	房屋结构	可能影响因子
1☆	凉山彝族自治州昭觉县四开镇合觉村	东南侧198m	《声环境质量标准》2类	1层尖顶，高约3m，地处农村区域	N
2☆	凉山彝族自治州昭觉县四开镇合觉村	东北侧200m		1层尖顶，高约3m，地处农村区域	N
注：1、具体位置见附图15； 2、E－工频电场强度、B－工频磁感应强度、N—噪声、△—电磁环境监测点、☆—噪声监测点； 3、表中最近距离为敏感目标离站界的最近距离（2处，2户）。					

（2）线路工程

本项目线路工程包括：（1）普提—橄榄Ⅱ回500kV线路改接工程（2）雅中流站—月城Ⅱ双回500kV线路改接工程（3）布拖换流站一期—月城Ⅱ线路改接工程（4）月城变～沐溪变双回500kV 线路开断接入月城Ⅱ开关站工程（5）普提变间隔调整工程（6）百灵变～布拖换流站一期线路改接工程（7）普天、普洪线接入月城Ⅱ线路工程，其中普提—橄榄Ⅱ回500kV线路改接工程、雅中换流站—月城Ⅱ双回500kV线路改接工程、布拖换流站一期—月城Ⅱ线路改接工程、月城变～沐溪变双回500kV 线路开断接入月城Ⅱ开关站工程、普天、普洪线接入月城Ⅱ线路工程评价范围内无电磁环境和声环境敏感目标。输电线路工程评价范围内共有14处电磁环境和声环境敏感目标，共约45户居民房屋，

表 2-12　　线路评价范围内电磁环境和声环境敏感目标

编号	敏感目标名称		所属工程	功能，房屋楼层及高度	与线路方位及最近距离	导线排列方式	评价范围内户数	可能影响因子	声环境保护要求
1	四川省凉山彝族自治州昭觉县	城北镇俄尔洼妥村△☆	普提变间隔调整工程	居民住宅，1层，高约3m，最近房屋为1层尖顶	最近户线路西北侧约10m	同塔双回	2户	E、B、N	2类
2		城北镇菩提村△☆		居民住宅，1层，高约3m，最近房屋为1层尖顶	线路南侧约30m	单回水平	3户	E、B、N	2类
3		城北镇菩提村△☆		居民住宅，1层，高约3m，最近房屋为1层尖顶	线路东北侧约30m	同塔双回	1户	E、B、N	2类
4		城北镇瓦拖村史洛社△☆		居民住宅，1层，高约3m，最近房屋为1层尖顶	最近户线路西南侧约10m	同塔双回	5户	E、B、N	2类
5		城北镇菩提村△☆		居民住宅，1层，高约3m，最近房屋为1层尖顶	线路北侧约20m	单回水平	1户	E、B、N	2类
6		城北镇牛博村牛博社△☆		居民住宅，1层，高约3m，最近房屋为1层尖顶	最近户线路北侧约20m	同塔双回	2户	E、B、N	2类

编号	敏感目标名称		所属工程	功能，房屋楼层及高度	与线路方位及最近距离	导线排列方式	评价范围内户数	可能影响因子	声环境保护要求
7	四川省凉山彝族自治州美姑县	巴古乡勒布村1组（（普洪II线改接线	菩提变间隔调整工程	居民住宅，1层斜顶民房，高约3m，房屋为1层尖顶	线路西北侧约15m	单回水平	8户	E、B、N	2类
8		巴古乡勒布村1组（普洪III线改接线		居民住宅，1层，高约3m，最近房屋为1层尖顶	线路西北侧约10m	单回水平	2户	E、B、N	2类
9	四川省凉山彝族自治州布拖县	特木里镇洛日村△☆	百灵变～布拖换流站一期线路改接工程	居民住宅，1层，高约3m，最近房屋为1层尖顶	线路东南侧约45m	单回水平	1户	E、B、N	2类
10		特木里镇勒吉村△☆		居民住宅，1层，高约3m，最近房屋为1层尖顶	线路南侧约10m	单回水平	7户	E、B、N	2类
11	四川省凉山彝族自治州昭觉县	三岔河乡米洛村1△☆		居民住宅，1层，高约3m，最近房屋为1层尖顶	线路西侧约15m	单回水平	1户	E、B、N	2类
12		三岔河乡米洛村2△☆		居民住宅，1层，高约3m，最近房屋为1层尖顶	线路西北侧约10m	单回水平	2户	E、B、N	2类
13	四川省凉山彝族自治州昭觉县	四开镇合觉村4组	月城变～沐溪变双回500kV 线路开断接入月城II开关站工程	居民住宅，1层，高约3m，最近房屋为1层尖顶	线路北侧约10m	同塔双回	3户	E、B、N	2类
14		四开镇合觉村2组	普提变～南天变单回500kV 线路改接至月城II开关站线路工程	居民住宅，1层，高约3m，最近房屋为1层尖顶	最近户距线路西北侧约20m	单回水平	7户	E、B、N	2类

编号	敏感目标名称	所属工程	功能，房屋楼层及高度	与线路方位及最近距离	导线排列方式	评价范围内户数	可能影响因子	声环境保护要求

注：1.具体位置关系见附图8；
2. E－工频电场强度、B－工频磁感应强度、N－噪声、△—电磁环境监测点、☆—噪声监测点；
3.表中与线路的最近距离为根据初设阶段线路路径估算的敏感目标距线路边导线的最近距离，工程拆迁范围内的居民点不纳入本项目环境敏感目标。
4.根据现场调查情况，本次统计的电磁环境及声环境类敏感目标根据初设阶段线路路径确定（12处，约34户），上述敏感目标可能会因工程设计的深入和优化而有所调整。建议下阶段线路路径设计时尽量优化，线路尽量远离环境敏感目标。

2.6 评价重点

本项目电磁环境影响评价等级为一级、声环境影响评价等级为二级、生态环境影响评价等级为二级，因此，项目施工期对生态环境的影响，以及运行期产生的工频电场、工频磁场和噪声对周围环境的影响是本项目评价重点。

施工期生态环境影响评价重点包括对土地、植被、生物多样性、生物量、生态系统的结构与功能的影响分析，施工管理及生态环境保护及恢复措施；运行期评价重点包括对变电站、输电线路的工频电场、工频磁场及噪声影响预测，对变电站、输电线路附近的环境敏感目标进行环境影响预测及评价；同时进行环保措施论证。主要工作内容包括：

（1）对月城II500kV 新建开关站附近电磁环境和声环境敏感目标，以及输电线路电磁环境和声环境敏感目标进行实地调查；

（2）对项目区域的电磁环境和声环境现状进行监测和评价；

（3）对施工期环境影响，主要是生态影响进行预测及分析，重点对线路工程采用机械化施工方案进行生态影响预测与评价，分析施工期可能存在的环保问题并提出相应的环境保护措施和生态影响减缓措施；

（4）对月城II500kV 新建开关站及输电线路运行期的电磁环境和声环境影响进行预测评价，并提出相应的环境保护措施。

3 建设项目概况与分析

3.1 项目概况

3.1.1 项目一般特性

本项目一般特性表见表3-1，项目地理位置图见附图1。

表3-1　　本项目组成及建设规模一览表

<table>
<tr><td>项目名称</td><td colspan="4">白鹤滩送端换流站配套月城II500千伏输变电工程</td></tr>
<tr><td>建设性质</td><td colspan="4">新建、扩建</td></tr>
<tr><td>建设地点</td><td colspan="4">四川省凉山州西昌市，昭觉县、布拖县、美姑县、普格县</td></tr>
<tr><td>建设单位</td><td colspan="4">国网四川省电力公司建设分公司</td></tr>
<tr><td>设计单位</td><td colspan="4">中国电力工程顾问集团西南电力设计院有限公司</td></tr>
<tr><td>评价内容</td><td colspan="4">1）变电工程：①月城II 500kV开关站新建工程
2）线路工程：①普提～橄榄II回500kV线路改接工程②雅中换流站～月城II双回500kV线路改接工程③布拖换流站一期～月城II线路改接工程④月城变～沐溪变双回500kV线路开断接入月城II开关站工程⑤普提变间隔调整工程⑥百灵变～布拖换流站一期线路改接工程⑦普提变～南天变单回500kV 线路改接至月城II开关站线路工程。途经凉山州西昌市，昭觉县、布拖县、美姑县、普格县。</td></tr>
<tr><td colspan="5">一、变电站</td></tr>
<tr><td rowspan="2">建设内容</td><td colspan="2" rowspan="2">建设规模</td><td colspan="2">可能产生的环境问题</td></tr>
<tr><td>施工期</td><td>营运期</td></tr>
<tr><td>月城II 500kV开关站</td><td>地理位置</td><td>四川省凉山州昭觉县四开镇合觉村</td><td></td><td></td></tr>
</table>

<table>
<tr><td rowspan="9">新建工程</td><td>布置方式</td><td colspan="3">月城Ⅱ500kV 新建开关站为地上户外式，总平面规划按 4 个功能分区考虑，500kV 配电装置区布置站区中部，向东西两侧出线；高抗布置在站区西侧和东北侧；融冰装置、预留滤波器组和降压变布置在站区东南侧；站前区布置在站区北侧，从东北侧进站，进站道路由东侧乡村道路引接，新建段路径全线长约 480m，站区长 318m，宽 118m，站址总用地面积 6.87hm^2，其中围墙内用地面积 3.67hm^2。</td><td rowspan="5">施工噪声
施工扬尘
生活污水
固体废物</td><td rowspan="5">工频电场
工频磁场
噪声
生活污水
事故废油</td></tr>
<tr><td rowspan="4">主体工程</td><td>工程内容</td><td>本期规模</td><td>终期规模</td></tr>
<tr><td>500kV 降压变</td><td>1×300MVA</td><td>1×300MVA</td></tr>
<tr><td>500kV 出线</td><td>本期 9 回（雅中 2 回，橄榄 1 回，布拖 2 回，沐溪 2 回，南天 1 回，洪沟 1 回）</td><td>14 回（预留 5 回具备加装线路高抗条件）</td></tr>
<tr><td>500kV 高压电抗器</td><td>6 组（18 台）</td><td>11 组（33 台）</td></tr>
<tr><td>辅助工程</td><td colspan="3">给、排水系统，站内道路</td><td>—</td><td>—</td></tr>
<tr><td>公用工程</td><td colspan="3">进站道路</td><td>—</td><td>—</td></tr>
<tr><td>办公及生活设施</td><td colspan="3">主控楼</td><td>—</td><td>生活污水</td></tr>
<tr><td>仓储或其它</td><td colspan="3">无</td><td>—</td><td>—</td></tr>
<tr><td rowspan="2">环保工程</td><td>事故油池及排油系统</td><td colspan="2">主变事故油池 1 座，容量 60T；高抗事故油池 1 座，容量 30T。</td><td>—</td><td>事故废油</td></tr>
<tr><td>地埋式生活污水处理设施</td><td colspan="2">地埋式生活污水处理设施 1 座，生活污水经地埋式污水处理装置处理达标后复用</td><td>—</td><td>生活污水</td></tr>
</table>

二、输电线路工程		
月城变～沐溪变双回500kV 线路开断接入月城II开关站工程	建设地点	四川省凉山彝族自治州昭觉县
	电压等级（kV）	500
	输送电流（A）	4×1084.5
	线路长度（km）	单回路长度约3.6km，双回路长度约2×9.9km
	导/地线型号	导线：4×JL/G1A－500/45钢芯铝绞线，导线截面4×500mm^2，分裂间距500mm。 地线：月城侧架设2根光纤复合型地线OPGW-150（72芯），沐溪侧1根架设铝包钢绞线JLB20A－120，另1根架设光纤复合地线OPGW－100（24芯）。
	架设方式与导线排列方式	单回、双回路架设，单回路直线塔采用水平排列，转角塔三角排列，双回路塔垂直逆向序排列。
	杆塔型式	全线位于10mm、15mm冰区，10mm、15mm冰区双回路塔采用导线垂直排列的鼓型塔；钻越锦苏线处采用单回路酒杯型转角塔。
	基础型式	挖孔基础（含承台挖孔基础）、掏挖基础、岩石锚杆基础、岩石嵌固基础、直柱板式基础及灌注桩基础（含承台灌注桩基础）
	铁塔数量	共新建铁塔40基，其中直线塔15基，耐张转角塔25基。
	占地面积	线路工程总占地7.09hm^2，其中永久占地1.29hm^2（均为塔基占地），临时占地5.80hm^2，分为：塔基施工临时占地2.66hm^2，牵张场占地0.30hm^2（3处），跨越施工临时占地0.12hm^2（6处），索道施工占地0.32hm^2（16处），人抬道路占地0.57hm^2，施工临时道路占地1.83hm^2。
	生态敏感区	不涉及
雅中换流站～月城II双回500kV 改接工程	建设地点	四川省凉山彝族自治州西昌市
	电压等级（kV）	500
	输送电流（A）	4×1084.5
	线路长度（km）	线路长度约2×0.2km（双回线路）
	导/地线型号	导线：采用4×JL/G1A－500/45钢芯铝绞线，导线截面4×500mm^2，分裂间距500mm。 地线：采用2根72芯OPGW-150、2根72芯OPGW-120（其余段）。
	架设方式与导线排列方式	全线按双回路架设，双回路塔垂直逆向序排列。

	杆塔型式	位于10mm、15mm冰区，15mm冰区单回路直线塔采用酒杯型塔，单回路耐张塔采用干字型塔，钻越锦苏线处采用单回路酒杯型转角塔；10mm、15mm冰区双回路塔采用导线垂直排列的鼓型塔。
	基础型式	挖孔基础（含承台挖孔基础）、掏挖基础、岩石锚杆基础、岩石嵌固基础、直柱板式基础及灌注桩基础（含承台灌注桩基础）
	铁塔数量	共新建铁塔1基，耐张转角塔1基。
	占地面积	线路工程总占地0.35hm^2，其中永久占地0.05hm^2（均为塔基占地），临时占地0.30hm^2，分为：塔基施工临时占地0.08hm^2，牵张场占地0.10hm^2（1处），跨越施工临时占地0.02hm^2（1处），人抬道路占地0.05hm^2，施工临时道路占地0.05hm^2。
	生态敏感区	不涉及
榄普II线橄榄侧线路改接工程	**建设地点**	四川省凉山彝族自治州昭觉县
	电压等级（kV）	500
	输送电流（A）	4×952.5
	线路长度（km）	单回长度约5.4km
	导/地线型号	导线：采用4×JL/G1A－400/50钢芯铝绞线，导线截面4×400mm^2，分裂间距500mm。 地线：1根铝包钢绞线JLB20A－100；1根光纤复合地线OPGW－100（48芯）。
	架设方式与导线排列方式	全线按单回路架设，直线塔采用水平排列，转角塔三角排列。
	杆塔型式	全线位于10mm冰区，直线塔采用酒杯型塔，耐张塔采用干字型塔，钻越月普线、锦苏线处采用酒杯型转角塔。
	基础型式	挖孔基础（含承台挖孔基础）、掏挖基础、岩石锚杆基础、岩石嵌固基础、直柱板式基础及灌注桩基础（含承台灌注桩基础）
	铁塔数量	共新建铁塔15基，其中直线塔7基，耐张转角塔8基。
	占地面积	线路工程总占地2.13hm^2，其中永久占地0.28hm^2（均为塔基占地），临时占地1.50hm^2，分为：塔基施工临时占地0.83hm^2，牵张场占地0.10hm^2（1处），跨越施工临时占地0.04hm^2（2处），索道施工占地0.04hm^2（2处），人抬道路占地0.17hm^2，施工临时道路占地0.67hm^2。
	生态敏感区	不涉及
百灵变～布拖换流站一期线路改接工程	**建设地点**	四川省凉山彝族自治州昭觉县、普格县、布拖县
	电压等级（kV）	500
	输送电流（A）	4×952.5

	线路长度（km）	单回线路长度约 42.9km
	导/地线型号	导线：20mm 冰区及以下采用 4×JL/G1A－400/50 钢芯铝绞线，导线截面 4×400mm^2，分裂间距 500mm，30mm 冰区采用 4×JLHA1/G1A-460/60 钢芯铝合金绞线，导线截面 4×460mm^2，分裂间距 500mm 地线：2 根光纤复合地线 OPGW－120（一侧 72 芯、一侧 24 芯）。
	架设方式与导线排列方式	全线按单回路架设，直线塔采用水平排列，转角塔三角排列。
	杆塔型式	位于 10mm，15mm、20mm、30mm 冰区，10mm 冰区直线塔采用导线三角形排列的猫头型塔，15mm、20mm、30mm 冰区直线塔采用酒杯型塔，10mm、15mm、20mm 冰区耐张塔均采用干字型塔，30mm 冰区耐张塔采用酒杯型塔；500kV 线路及特高压线路钻越处采用单回路酒杯型转角塔。
	基础型式	挖孔基础（含承台挖孔基础）、掏挖基础、岩石锚杆基础、岩石嵌固基础、直柱板式基础及灌注桩基础（含承台灌注桩基础）
	铁塔数量	共新建铁塔 111 基，其中直线塔 70 基，耐张转角塔 41 基。
	占地面积	线路工程总占地 22.17hm^2，其中永久占地 2.98hm^2（均为塔基占地），临时占地 19.19hm^2，分为：塔基施工临时占地 7.21hm^2，牵张场占地 0.60hm^2（6 处），跨越施工临时占地 0.08hm^2（4 处），索道施工占地 1.04hm^2（52 处），材料站占地 0.38hm^2（2 处），人抬道路占地 1.22hm^2，施工临时道路占地 8.66hm^2。
	生态敏感区	在布拖县和普格县境内穿越木切勒黑水源准保护区约 2.4km；在昭觉县境内跨越生态红线，不在其中立塔。
普提变间隔调整工程	**建设地点**	四川省凉山彝族自治州昭觉县、美姑县
	电压等级（kV）	500
	输送电流（A）	4×952.5
	线路长度（km）	单回线路长度约 10.5km，双回线路长度约 12.6km
	导/地线型号	导线：采用 4×JL3/G1A－630/45 钢芯高导电率铝绞线，导线截面 4×630mm^2，分裂间距 500mm。 地线：2 根光纤复合地线 OPGW－150（一侧 72 芯、一侧 24 芯）。
	架设方式与导线排列方式	单回和双回架设，单回段直线塔采用水平排列，转角塔三角排列，双回路塔垂直逆向序排列。
	杆塔型式	全线位于 10mm 冰区，单回路直线塔采用酒杯型塔，耐张塔采用干字型塔。

	基础型式	挖孔基础（含承台挖孔基础）、掏挖基础、岩石锚杆基础、岩石嵌固基础、直柱板式基础及灌注桩基础（含承台灌注桩基础）
	铁塔数量	共新建铁塔 60 基，其中直线塔 20 基，耐张转角塔 40 基。
	占地面积	线路工程总占地 10.86hm^2，其中永久占地 2.55hm^2（均为塔基占地），临时占地 13.41hm^2，分为：塔基施工临时占地 4.67hm^2，牵张场占地 0.80hm^2（8 处），跨越施工临时占地 0.24hm^2（12 处），索道施工占地 0.20hm^2（10 处），人抬道路占地 0.68hm^2，施工临时道路占地 4.27hm^2。
	生态敏感区	不涉及
月城变～布拖换流站一期 2 回 500kV 线路开断接入普提变、月城II开关站工程	**建设地点**	四川省凉山彝族自治州昭觉县、普格县、布拖县。
	电压等级（kV）	500
	输送电流（A）	4×1580
	线路长度（km）	新建单回线路长度约 0.6km，双回线路长度约 3.7km，双回线路重新架线施工长度约 5.3km
	导/地线型号	导线：采用 4×JL3/G1A－630/45 钢芯高导电率铝绞线，导线截面 4×400mm^2，分裂间距 500mm。地线：1 根架设光纤复合地线 OPGW-120（72 芯）；1 根架设光纤复合地线 OPGW-100（24 芯）。
	架设方式与导线排列方式	单回和双回架设，单回段直线塔采用水平排列，转角塔三角排列，双回路塔垂直排列。
	杆塔型式	位于 10mm、15mm 冰区，10mm、15mm 冰区采用导线垂直排列的鼓型塔。
	基础型式	挖孔基础（含承台挖孔基础）、掏挖基础、岩石锚杆基础、岩石嵌固基础、直柱板式基础及灌注桩基础（含承台灌注桩基础）
	铁塔数量	共新建铁塔 11 基，其中直线塔 7 基，耐张转角塔 4 基。
	占地面积	线路工程总占地 1.98hm^2，其中永久占地 0.45hm^2（均为塔基占地），临时占地 1.53hm^2，分为：塔基施工临时占地 0.79hm^2，牵张场占地 0.10hm^2（1 处），跨越施工临时占地 0.02hm^2（1 处），索道施工占地 0.12hm^2（6 处），人抬道路占地 0.16hm^2，施工临时道路占地 0.34hm^2。
	生态敏感区	不涉及
普提变～南天变单回 500kV 线路改接至月城II开关站线路工程	**建设地点**	四川省凉山彝族自治州昭觉县
	电压等级（kV）	500
	输送电流（A）	4×952.5
	线路长度（km）	单回线路长度约 3.1km，双回线路长度约 3.7km
	导/地线型号	导线：采用 4×JL/G1A－400/50 钢芯铝绞线，导线截面 4×400mm^2，分裂间距 500mm。地线：1 根光纤复合地线 OPGW－120（36 芯）；1 根光纤复合地线 OPGW－100（24 芯）。

	架设方式与导线排列方式	单回和双回架设，单回段直线塔采用水平排列，转角塔三角排列，双回路塔垂直排列
	杆塔型式	全线位于10mm、15mm冰区，10mm冰区单回路直线塔采用导线三角形排列的猫头型塔，单回路耐张塔采用干字型塔，月普线钻越处采用单回路酒杯型转角塔；10mm、15mm冰区同塔双回路塔采用导线垂直排列的鼓型塔。
	基础型式	挖孔基础（含承台挖孔基础）、掏挖基础、岩石锚杆基础、岩石嵌固基础、直柱板式基础及灌注桩基础（含承台灌注桩基础）
	铁塔数量	共新建铁塔22基，其中直线塔6基，耐张转角塔16基。
	占地面积	线路工程总占地3.48hm^2，其中永久占地0.66hm^2（均为塔基占地），临时占地2.82hm^2，分为：塔基施工临时占地1.44hm^2，牵张场占地0.20hm^2（2处），跨越施工临时占地0.06hm^2（3处），索道施工占地0.12hm^2（6处），人抬道路占地0.30hm^2，施工临时道路占地0.70hm^2。
	生态敏感区	不涉及

3.1.2 月城Ⅱ500kV开关站新建工程

3.1.2.1 站址概况

月城Ⅱ500kV新建开关站合觉站址位于昭觉县柳且乡合觉村，向东北距离昭觉县城约19km。站址海拔约2270～2310m，相对高差约20～30m，最大高差约40m。站址地貌的发育主要受构造及岩性控制，属中低山地貌单元，站址整体呈西侧高，东侧低的特点，海为丘包地貌，坡度为10～20度，场地植被发育（灌木和松树）。

根据《中国地震动峰值加速度区划图》GB 18306－2015，站址II类场地基本地震动峰值加速度均为0.20g。拟建站址区内及附近无大型滑坡、泥石流、崩塌、采空区等重大不良地质作用，站址范围内自然边坡稳定，场地稳定。

站址北侧及东侧局部受少量山洪影响，需设置截洪；西南侧占用天然排水通道，需设置排洪沟。站址位置相对较高，不受附近河流和冲沟百年一遇洪水影响。

站址西侧300m处为乡道，宽约6.0m，混凝土路面，路况较好。新建进站道路由东侧乡道引接，路径全线长约600m。

土地性质为大部分一般林地和少量基本农田（约15亩），场地内无民房拆迁。场地中部南北向有35kV线路通过，需进行改迁，长度约900m。

3.1.2.2 本期建设内容

（1）出线规模

远期500kV出线14回，本期出线9回，分别至雅中换流站2回、橄榄变1回、布拖换流站一期2回、沐溪变2回、南天变1回、洪沟变（经普提）1回；预留5回。

（2）高压无功补偿

月城Ⅱ开关站～雅中换流站2 回500kV 线路均在月城Ⅱ开关站侧各装设1组120Mvar 高抗及中性点小电抗。月城Ⅱ开关站～橄榄变单回500kV 线路的月城Ⅱ开关站侧装设1 组150Mvar 高抗及中性点小电抗；月城Ⅱ开关站～洪沟变单回线路的月城Ⅱ开关站侧装设1 组120Mvar线路高抗及中性点小电抗，由原沐溪变～月城变双回500kV 线路月城变侧其中1组120Mvar 高抗搬迁；月城Ⅱ开关站装设1组180Mvar ＋1组120Mvar的母线高抗，其中1 组180Mvar高抗利用原雅中换流站～月城变线路月城变侧1 组180Mvar 高抗，1 组120Mvar高

抗利用原沐溪变～月城变线路月城变侧 1 组 120Mvar 高抗。预留的 5 回出线均预留线路高抗位置（含中性点小电抗）。

（3）融冰装置

本期装设融冰装置一套，采用晶闸管阀组方案，额定直流电压±22kV，额定直流电流 5kA，融冰装置额定容量 240MW。

3.1.2.3 总平面布置

（1）总平面布置

总平面规划按 4 个功能分区考虑，500kV 配电装置区布置站区中部，向东西两侧出线；高抗布置在站区西侧和东北侧；融冰装置、预留滤波器组和降压变布置在站区东南侧；站前区布置在站区北侧，从东北侧进站，进站道路由东侧乡村道路引接，新建段路径全线长约 480m。

500kV 出线：本期 9 回，最终 14 回。

本方案布置较为紧凑，站区长 318m，宽 118m，站址总用地面积 6.87hm^2，其中围墙内用地面积 3.67hm^2。

（2）竖向布置

采用平坡式竖向设计，尽量压缩站区尺寸，充分利场地中部较为宽阔山顶地段。全站采用平坡式布置，道路中心线标高为 2295.80m，室内零米标高为 2296.10m。

3.1.2.4 主要设备选型

月城 II 500kV 开关站拟选昭觉县四开镇合觉村站址，可供本站总平面布置利用的场地较小，且线路多为老线路改接，配电装置的布置及出线均受限，根据《四川省电力公司提升输变电工程设计建设水平的若干意见》，四川新建 110kV 及以上变电站宜采用 GIS 或者 HGIS 设备，通过技术经济比较，本工程 500kV 采用户外 GIS 设备。

3.1.2.5 进站道路

进站公路位于场地东南侧，全长约 471m，由站址东侧乡村道路新建至站址区，道路高程 2260～2296m。根据地质剖面图，进站道路区域地层主要为①可～硬塑状粉质粘土、②卵石、③层基岩。根据站址场平设计标高，进站公路新建段大部分为填方，最大填方厚度可达 5～7m。如用压实填土作为进站公路的地基持

力层时，应严格按《建筑地基基础设计规范》GB 50007－2011 第 6.3 条有关规定执行。回填土按有关规程规范要求检验合格后，方可采用压实填土地基。场地回填前，应清除场地表层耕土及植物根系，同时做好沟壁及挡墙的防护设计。地势相对较高地段基岩埋藏浅，若有放坡地段，边坡放坡建议值应见挖填方边坡建议坡度值表，无放坡场地时应考虑挡土墙结合放坡综合处理。

3.1.2.6 给排水系统

（一）给水

（1）站内生活给水系统

本工程站内设有独立的生活给水系统。采用一体式净水装置及变频恒压全自动给水机组，放置在生活消防水泵房内。站内补给水管先送至给一体式净水装置，经过处理，保证水质达到饮用水标准后，进入生活水箱。给水机组再从生活水箱中吸水，经过紫外线消毒处理后供给站内各生活用水点。

（2）站内消防给水系统

本工程站内设有独立的消防给水系统。

（3）回用水系统

本工程设置回用水系统。该系统和生活污水处理系统成套配置，采用一套埋地式生活污水处理及回用装置。生活污水经生化处理后暂存于清水池，再经过清水泵加压后用作站前区广场浇洒和道路冲洗。

（二）排水

站区采用分流制排水系统。根据排水水质及其处理特点拟设置 3 个独立的排水系统，即生活污水排水系统、含油污水排水系统和雨水排水系统。

（1）生活污水系统

建筑物内生活污水经站区生活污水下水管道（DN300）汇集自流至地埋式生活污水处理及回用装置进行处理，生活污水经处理达到标准后进入回用水系统，不外排。

（2）含油污水排放系统

在高抗及降压变、融冰变区域设有事故排油系统，高抗及站用变事故时，其绝缘油经事故油管排入 30T 高抗事故油池，降压变及融冰变变事故时，其绝缘油经事故油管排入 60T 变压器事故油池，事故油池的净容积可容纳最大一台设备

100%的油量，油池具有油水分离功能，事故后油池中的油由专用车辆运至指定地点。

（3）雨水排水系统

站区雨水、屋顶雨水、电缆沟积水由检查井、建筑物雨落管、雨水口收集后排入站区雨水管网，再自流排至站外排水管，最终排至站址东侧的天然冲沟内。

3.1.3 线路工程

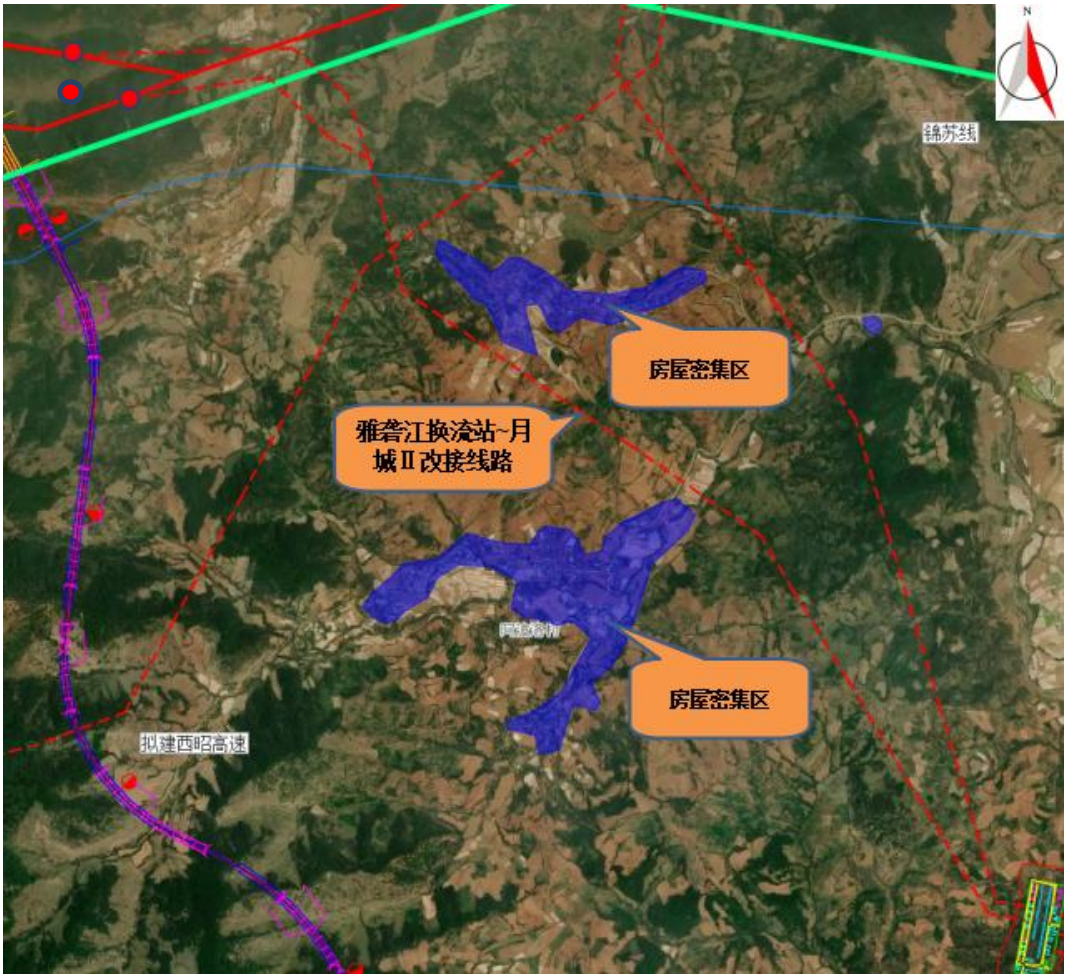
3.1.3.1 系统方案

本工程新建单回线路总长约65.8km，双回线路总长约2×30.3km，重新架线施工区段总长约2×5.3km。

3.1.3.2 线路路径方案概况

（1）月城变～沐溪变双回500kV 线路开断接入月城Ⅱ开关站工程

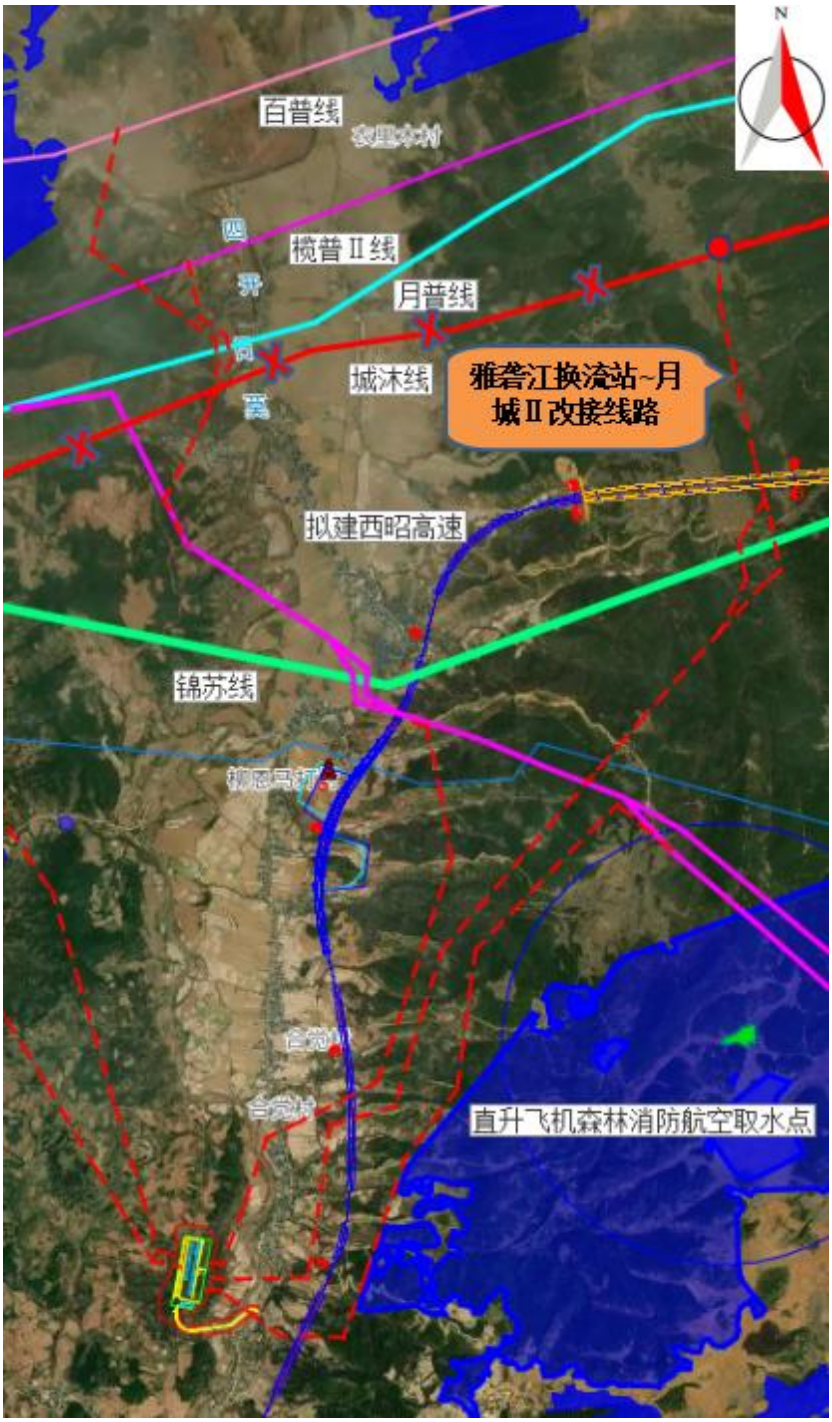
本工程月城侧改接点位于诺呷各则村西南侧0.5km处，两个单回线路分别在线下立塔开断，向东南走线钻越±800kV锦苏线后继续向东南方向走线，避开沿线房屋密集区后跨越本期新建百灵~布拖换流站一期改接线路接入月城II开关站西北侧间隔，形成雅中换～月城II双回500kV线路，改接方案示意图如下：



城沐线（月城侧）改接入月城Ⅱ开关站方案示意图

沐溪侧在以衣里木村东南侧开断接入月城Ⅱ开关站，形成沐溪～月城Ⅱ双回

500kV 线路。新建改接线路在原城沐线 N185 号塔大号侧新立同塔双回塔后向南方向走线，分为两个单回钻越±800kV 锦苏线后再合为同塔双回线路折向西南方向走线，连续跨越布拖换流站一期～月城 500kV 双回线路、在建乐西高速后接入月城Ⅱ开关站东侧间隔，改接方案示意图如下：

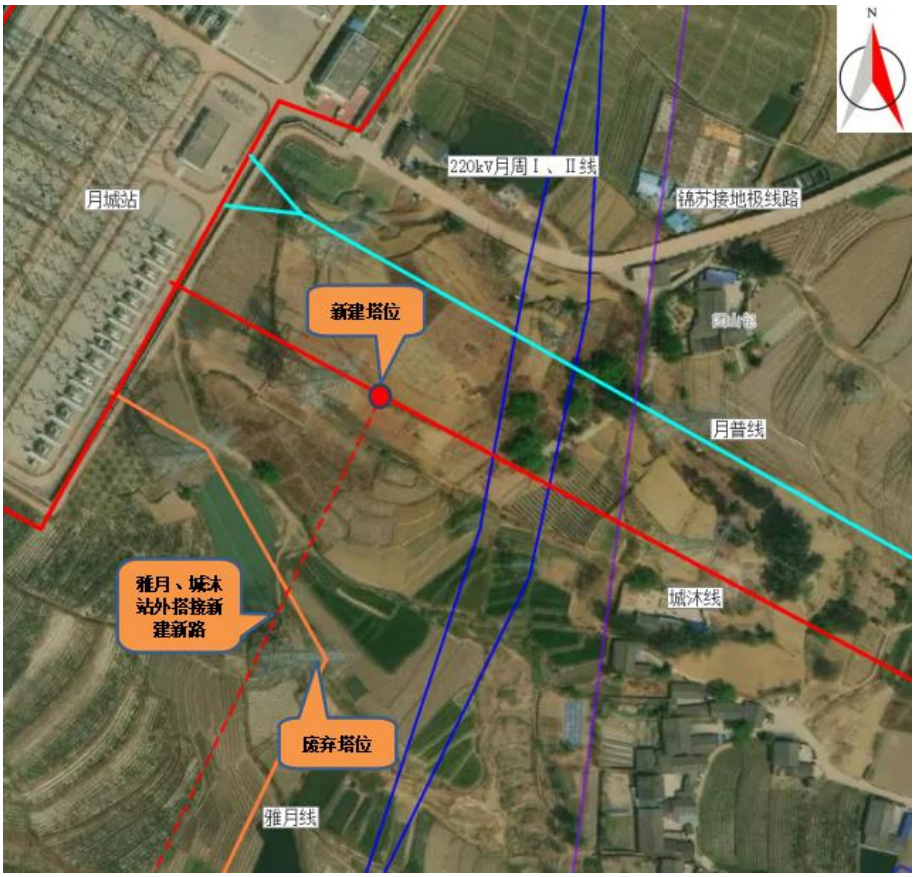


城沐线（沐溪侧）接入月城Ⅱ线路改接方案示意图

线路改接进入月城Ⅱ开关站新建单回路长度约3.6km，双回路长度约2×9.9km，线路途经四川省凉山彝族自治州昭觉县，沿线海拔高程2200m－2500m，地形比例为一般山地100%，林区长度比例约54%。设计冰厚为10mm、15mm，基本风速为27m/s。

（2）雅中换流站～月城Ⅱ双回500kV改接工程

城沐双回线沐溪侧需改接进入月城Ⅱ开关站，月城侧线路退出运行，同时雅中换～月城双回线路与其导线型号相同，因此雅中～月城Ⅱ改接线路可利用城沐线月城侧原线路，即将雅中换流站～月城双回500kV线路在月城站外与500kV城沐线月城侧搭接，形成雅中换～月城Ⅱ双回500kV线路，在500kV城沐线出线终端塔前侧线下新立一基耐张塔，原雅中换流站－月城线路利用城沐线通道穿越螺髻山风景名胜区至诺呷各则附近改接点，站外搭接示意图如下：



雅月线与城沐线站外搭接方案示意图

线路改接方案新建双回路长度约2×0.4km，途经四川省凉山彝族自治州西昌市佑君镇，沿线海拔高程1400m－1600m，地形比例为丘陵100%，林区长度比例约50%。设计冰厚为10mm，基本风速为27m/s。

（3）榄普Ⅱ线橄榄侧线路改接工程

榄普Ⅱ线橄榄侧开断点位于日泽洛木村南侧约0.5km处，靠近乡村公路。在原线路351＃号塔位置拆除新建开断塔，线路随后由开断处向东走线，连续钻越500kV同塔双回月普线、±800kV锦苏线后向东南方向走线，跨越新建百灵～布拖换流站一期改接线路后接入月城Ⅱ开关站西侧间隔，形成橄榄～月城Ⅱ单回500kV线路，改接方案示意图如下：

橄榄～月城Ⅱ线路改接方案示意图

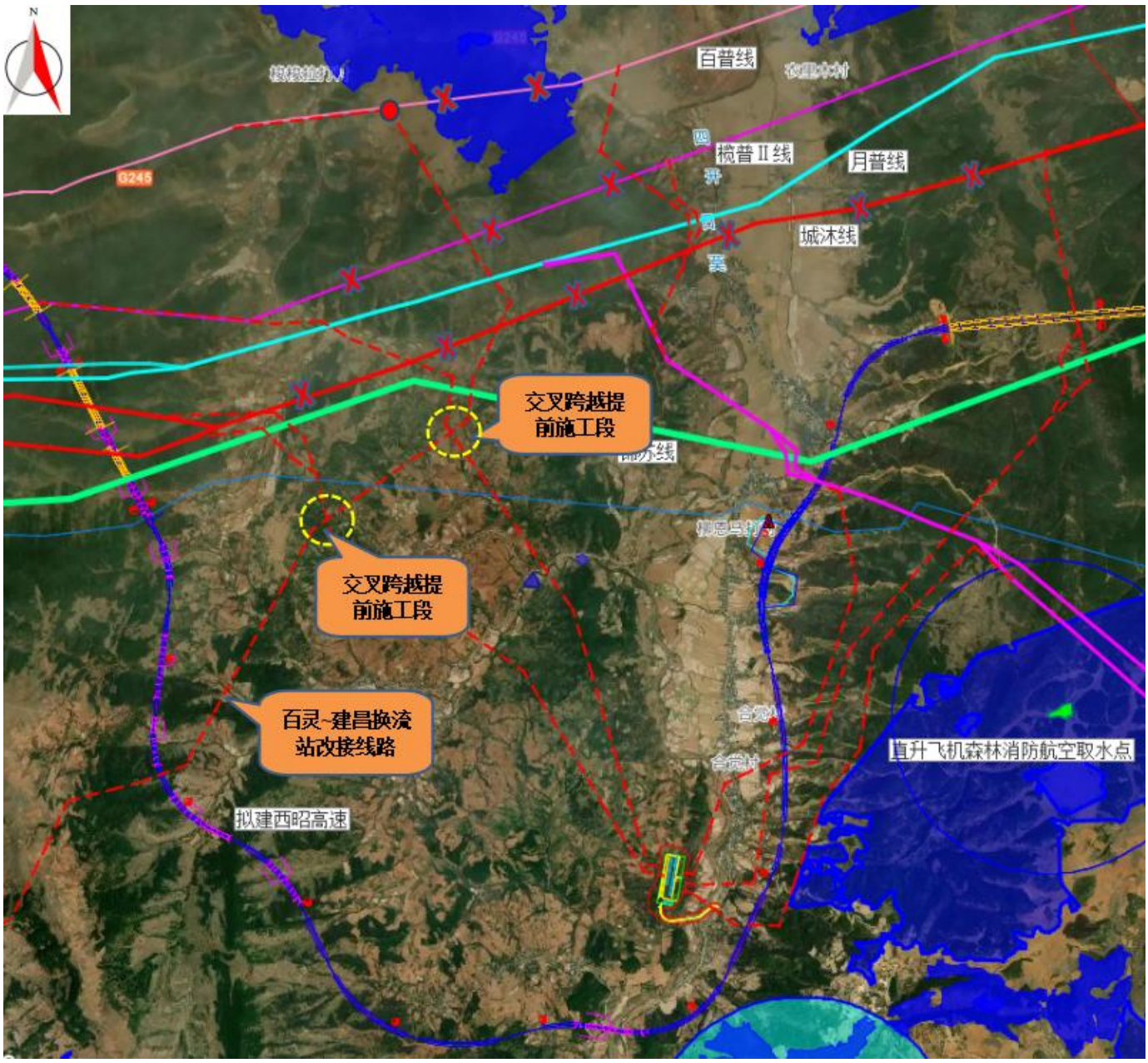
橄榄～月城Ⅱ线路改接方案示意图

线路整体由西北向东南方向走线，新建单回长度约5.1km。线路途经四川省凉山彝族自治州昭觉县，沿线海拔高程2200-2400m，地形比例为一般山地100%，

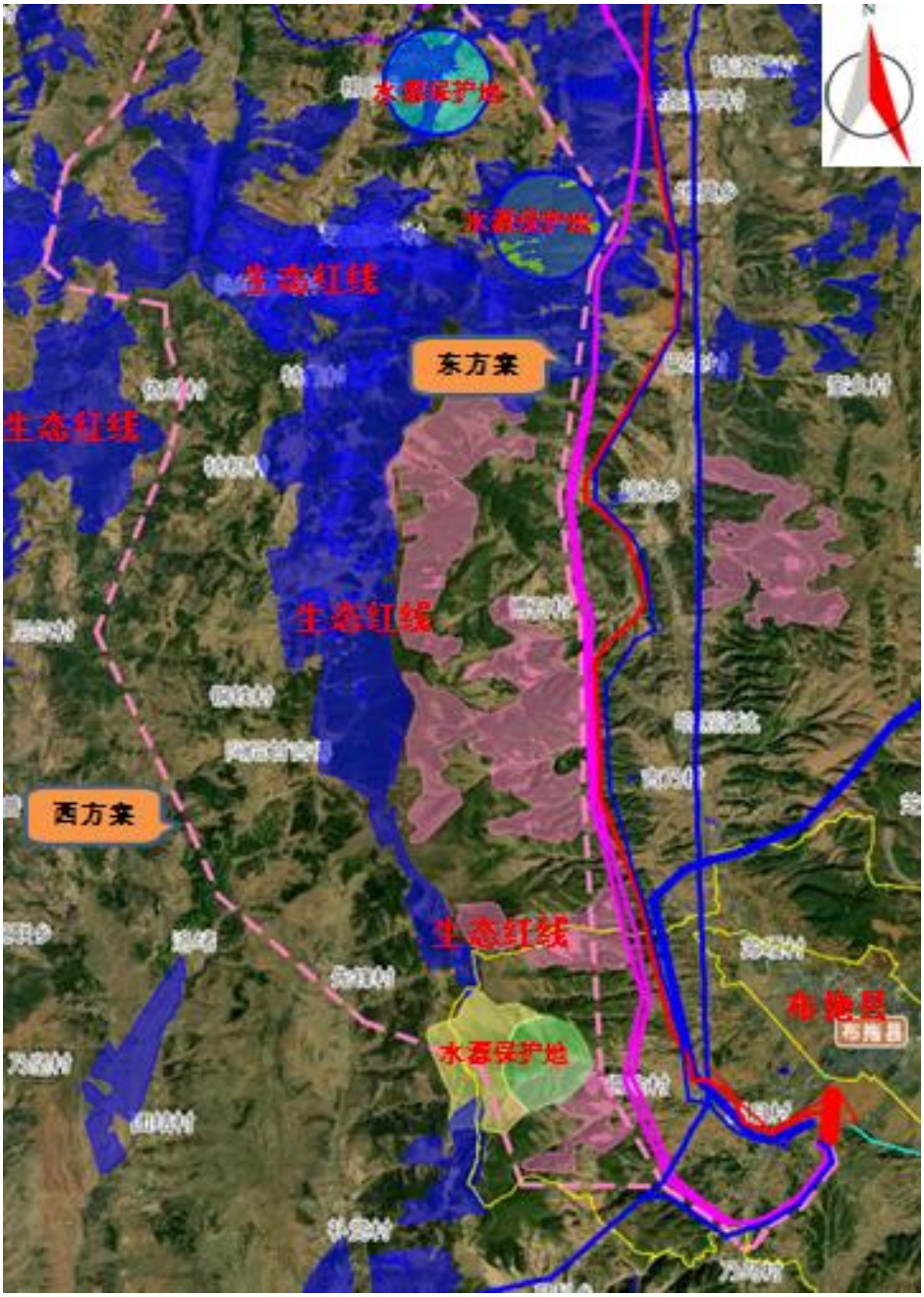
林区长度比例约40%。设计冰厚为10mm，基本风速为27m/s。

（4）百灵变～布拖换流站一期线路改接工程

根据系统规划，百灵～普提500kV百灵侧拟改接进入布拖换流站一期间隔，形成百灵～布拖换流站一期单回500kV线路，受沿线钻跨越点、生态红线、重冰区分布情况限制，改接路径各方案示意图如下：



百灵～布拖换流站一期改接线路方案示意图（月城Ⅱ改造片区）



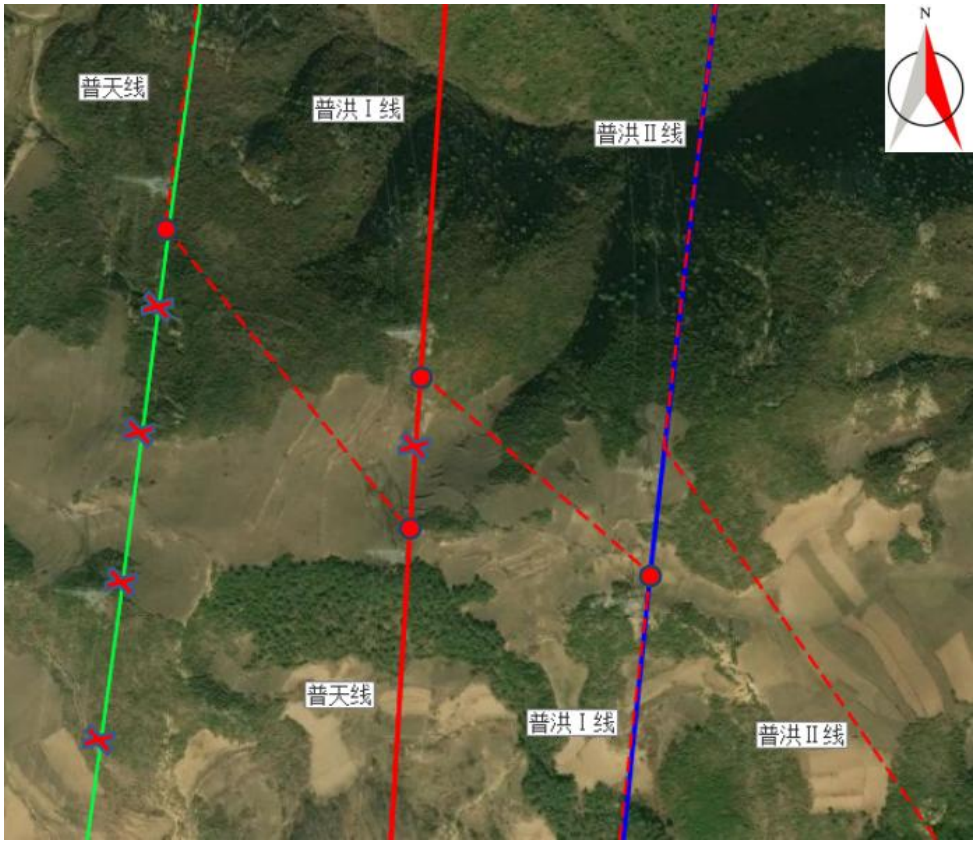
百灵～布拖换流站一期改接线路方案示意图

本段改接线路在原百普线N356号塔大号侧线下新立铁塔开断向南走线，经古则依且东侧连续钻越500kV榄普二线（拟拆除段）、同塔双回500kV月普线、同塔双回500kV城沐线（拟拆除段）、±800kV锦苏线、新建橄榄~月城Ⅱ改接线路、新建城沐线（月城侧）~月城Ⅱ改接线路后向西南走线，于呷出租东南侧跨越在建乐西高速后继续向西南走线，经阿普、安普、朴地上普、松和后折向南走线，于沙呷觉姑北侧折向东走线，经扎口、依鸟村、威博、扭堵后折向东南方向走线，经波尼觉拖、七定沟、果普、沙嘎俄

布、次家普乃坚、尼时巴后折向南走线，沿线避开生态红线后走线至说波尔南侧于布拖一期线路和榄普I线“π”接线路中间走线，于勒乌村北侧折向南跨越至已建榄普I线“π”线路南侧继续平行其走线接入布拖换流站一期间隔。

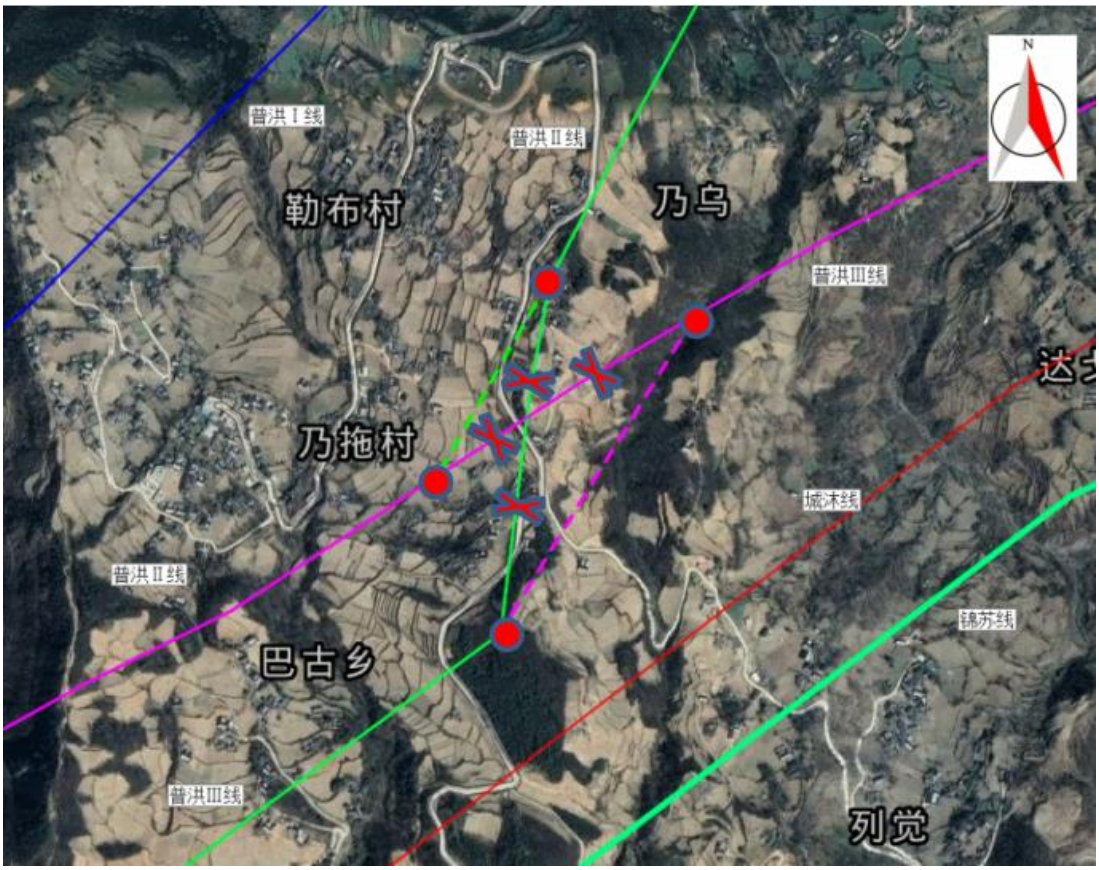
本段改接线路新建单回线路长度约42.9km。线路途经四川省凉山彝族自治州昭觉县、普格县、布拖县，沿线海拔高程2200m－3300m，地形比例为一般山地72％、高山大岭28％，林区长度比例约73％。设计冰厚为10mm、15mm、20mm、30mm，基本风速为27m/s、29m/s。

（5）普提变间隔调整工程



普天、普洪Ⅰ、Ⅱ线通道置换方案示意图

普天线在进入普提站前与普洪Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ线均有交叉，为减少原线路交叉跨越，本期按消除原普洪Ⅰ线、普洪Ⅱ线、普洪Ⅲ线和普天线之间的交叉跨越考虑，拟在美姑县洪溪镇西侧普天线、普洪Ⅰ线和普洪Ⅱ线第一个交叉点处进行通道置换，在巴古乡将普洪Ⅱ线与普洪Ⅲ进行第二次通道置换，更换通道前普提站东侧上述四回500kV线路进线从北往南依次为普洪Ⅰ线、普洪Ⅱ线、普洪Ⅲ线、普天线，更换后普提站外东侧上述四回500kV线路进线自北向南依次为普天线、普洪Ⅰ线、普洪Ⅱ线、普洪Ⅲ线。



普洪Ⅱ、Ⅲ线通道置换方案示意图

为避免在普洪Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ及普天线在普提侧走廊互换时同时退出运行，保证普提变电站正常运行，提前建设在南天、洪沟～月城Ⅱ普提侧新建线路段，在普提变西侧临时与已断开的百普、榄普Ⅱ普提侧线路联接（导线型号相同），实现南天、洪沟两回线路临时接入普提变，待普洪Ⅱ、Ⅲ回走廊互换完成接入普提变后再断开接入月城Ⅱ开关站。

普天、普洪Ⅰ线临时接入普提站方案示意图

本次普天线、普洪Ⅰ线拟在普提站东侧约1.5km处开断向西北方向走线，相互交叉后（避免过渡期普洪Ⅰ与普洪Ⅱ在普提站内同串）绕行避开沿线密集房屋后于刹哈哪打折向西南方向走线，在火洛阿摩东南侧分别接入前期开断的500kV百普线和500kV榄普Ⅱ线。根据系统规划，需将已建占用原月普线普提侧线路的布拖二期双回线路改接至原普洪Ⅱ、Ⅲ线南侧空出的间隔进线。

普提～布拖换流站二期改接线路方案示意图

受通道限制，本工程需将普提～布拖换流站二期双回500kV线路在普提站外进行改接，由普提站东侧间隔进线，占用普洪Ⅱ、Ⅲ原间隔。改接点位于昭觉县谷曲乡500kV布拖二期线路ABN003号塔位，线路改接后向东北方向走线，至瓦拖日呷向西北方向跨

越500kV同塔双回城沐线（已提前施工完成），跨越后折向东北方向继续走线，于达洛拉打北侧折向西北方向走线，连续跨越省道S307、220kV美普一线、220kV美普二线、220kV伊普线、220千伏特普线、220千伏黄普线等线路后接入普提站东侧原普洪Ⅱ、Ⅲ间隔。

本段改接线路新建单回线路长度约10.5km，双回线路长度约2x12.6km。线路途经四川省凉山彝族自治州昭觉县、美姑县，沿线海拔高程2000m－2450m，地形比例为一般山地100%，林区长度比例约81%。设计冰厚为10mm，基本风速为27m/s。

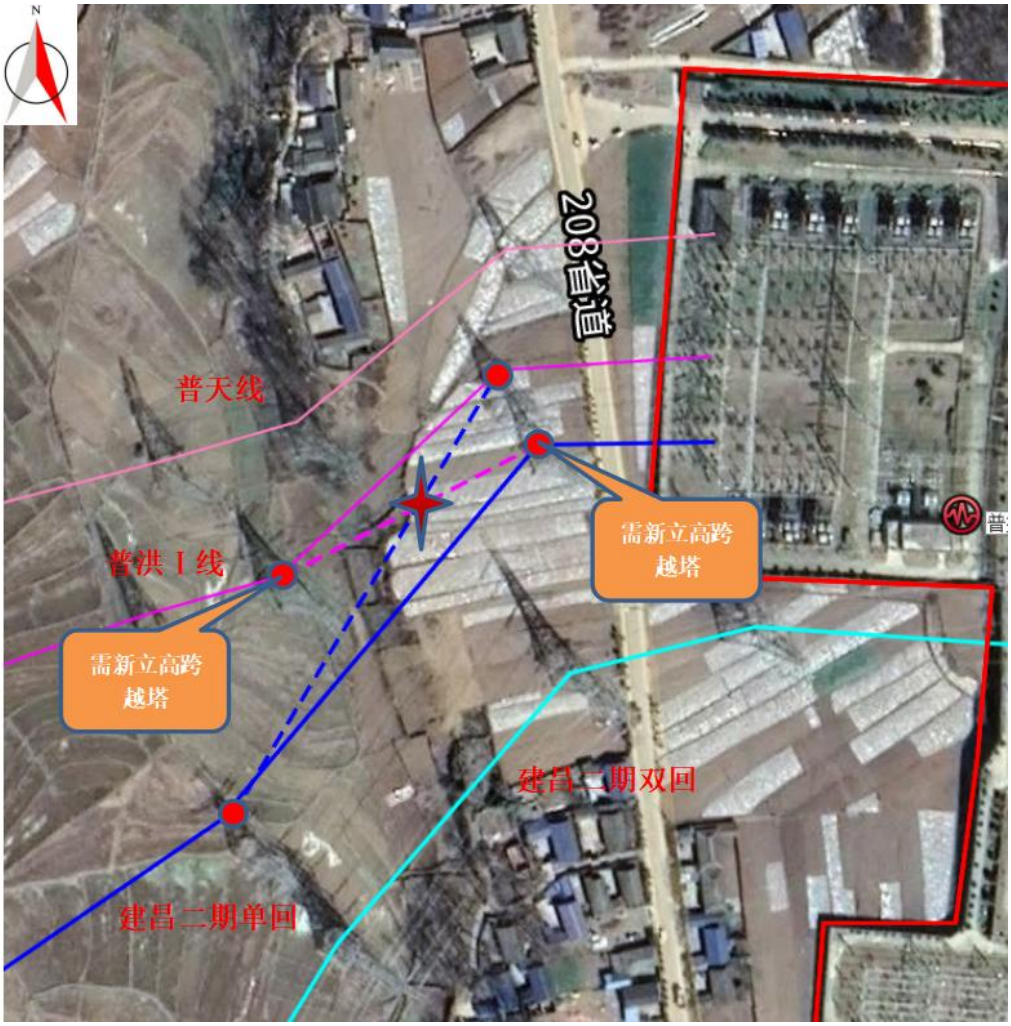
按普提站内不同串方案，普天线与普洪Ⅰ线、普洪Ⅰ线与布拖换流站一期~普提单回线路需在普提站歪各交叉一次，路径方案示意图如下：

普天、普洪Ⅰ线交叉跨越方案示意图

普天、普洪Ⅰ线永久路径方案示意图

普天、普洪Ⅰ线在普提站东侧改接后分成两个单回走线并相互交叉，将普洪Ⅰ线更换至普天线外侧走线，相互交叉跨越的四基耐张塔在终期方案中重复利用，不计列拆除，

普天线更换至普提站西侧由北至南第一个间隔进线。



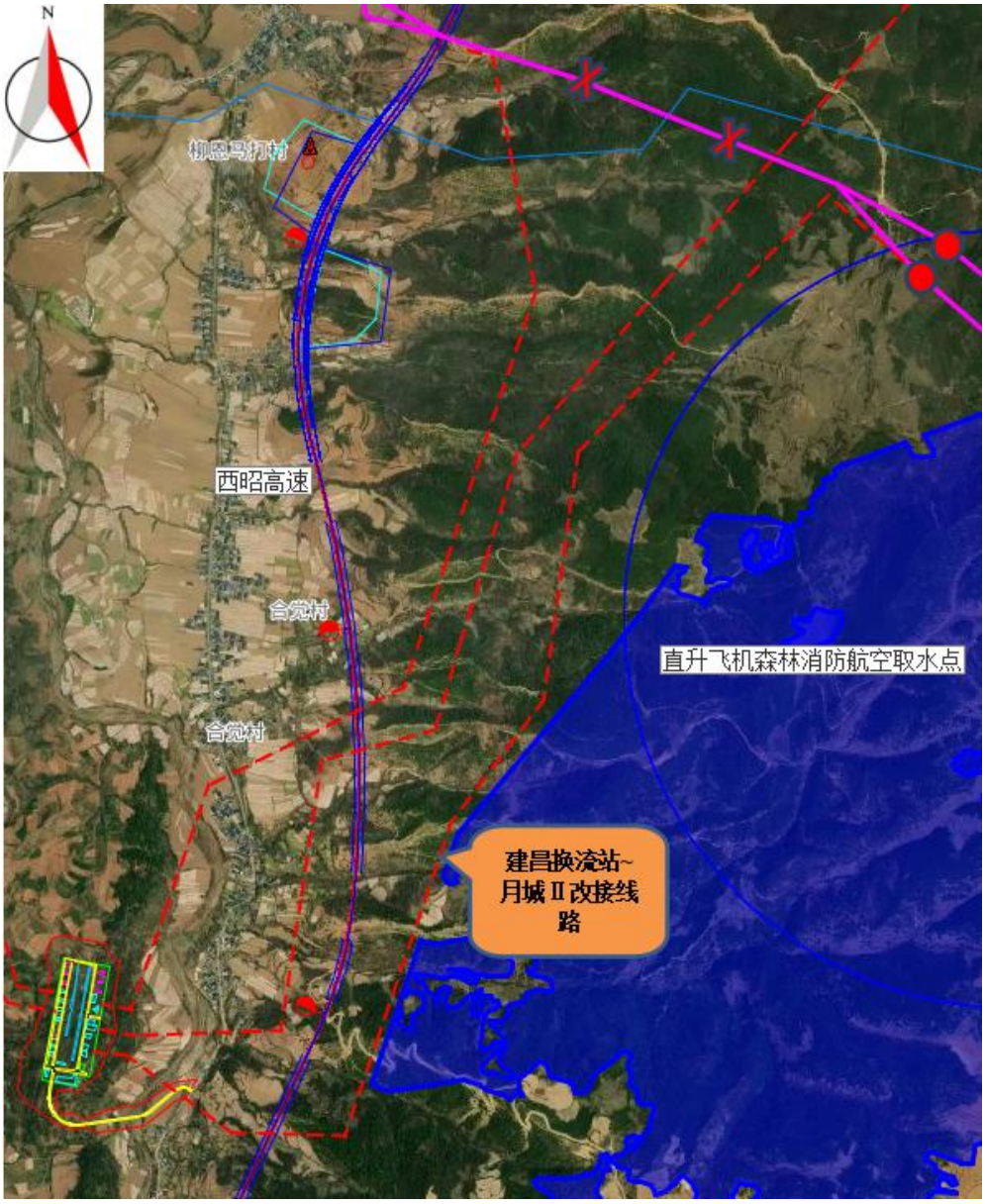
普洪Ⅰ线、布拖换流站二期~普提单回线路交叉跨越方案示意图

将布拖换流站二期~普提单回线路改接入普提站西侧由北至南第二个间隔（原榄普Ⅱ线间隔）进线，普洪Ⅰ线在普提站外新立两基高跨耐张塔跨越布拖换流站二期~普提单回线路新建段后接入普提站西侧由北至南第三个间隔，待将普天、普洪Ⅰ线改接入月城Ⅱ开关站后，将高跨塔拆除。

（6）月城变～布拖换流站一期 2 回 500kV 线路开断接入普提变、月城Ⅱ开关站工程

本期将将月城～布拖流站一期双回 500kV 线路布拖侧改接入月城Ⅱ开关站，形成布拖换流站一期～月城Ⅱ双回 500kV 线路。

新建段线路起自柳恩马打村东侧约 1.5km 处改接点，向西南方向走线避让直升机森林消防航空取水点、跨越在建乐西高速后接入月城Ⅱ开关站东侧间隔，改接方案示意图如下：



布拖换流站一期接入月城Ⅱ线路改接方案示意图

在白鹤滩接网工程中对月城～普提双回 500kV 输电线路进行"π"接后，原月普线 201#-247#(运行编号)段铁塔未拆除，204#-244#导地线、金具串及档中金具等均未拆除，本工程中需对原月普线 201#-204#(运行编号)、244#-247#(运行编号)两区段导地线、金具

串及档中金具等进行采购并重新架线施工。

改接线路整体由东北向西南方向走线，新建单回线路长度约0.6km，双回线路长度约2x3.7km。线路途经四川省凉山彝族自治州昭觉县，沿线海拔高程2250m－2550m，地形比例为一般山地100％，林区长度比例约52％。设计冰厚为10mm、15mm，基本风速为27m/s。

本工程双回线路重新架线施工长度约2x5.3km。线路途经四川省凉山彝族自治州昭觉县，沿线海拔高程2000m－2300m，地形比例为一般山地100％。设计冰厚为10mm，基本风速为27m/s。

（7）普提变～南天变单回500kV 线路改接至月城Ⅱ开关站线路工程

新建普天、普洪Ⅰ线与前期开断废弃的500kV百普线和500kV榄普Ⅱ线西侧方向接线，沿其原通道向西侧月城Ⅱ开关站方向走线，改接线路利旧至四开乡南侧分别在原500kV百普线N360大号侧、500kV榄普Ⅱ线355#大号侧线下立塔开断后向南走线，钻越500kV同塔双回月普线后合为同塔双回线路继续向南方向走线，于帕也石西南侧与布拖一期线路废弃段进行搭接，利用其废弃通道钻越±800kV锦苏线，后于布拖一期线路N9号塔大号侧线下新立铁塔开断后向南走线，跨越在建乐西高速后接入月城Ⅱ开关站东侧间隔，月城Ⅱ开关站侧改接方案示意图如下：

普天、普洪Ⅰ线接入月城Ⅱ开关站方案示意图

本改接线路新建单回线路长度约 3.1km，双回线路长度约 3.7km。线路途经四川省凉山彝族自治州昭觉县，沿线海拔高程 2000m－2500m，地形比例为一般山地 100％，林区长度比例约 53％。设计冰厚为 10mm、15mm，基本风速为 27m/s。

3.1.3.3 主要交叉跨越

3.1.3.3.1 交叉跨越情况

线路跨越公路、河流和其他输电线路时考虑各类交叉跨越的安全净空距离，以保证各公路和河流的正常运输及其利用不受影响，确保各电压等级电力线正常运行不出故障。本项目输电线路对地距离见下表3-3。与其他线路的交叉跨越情况见表3-4.

表3-3 本项目输电线路导线对地最小距离

被交叉跨越物的名称	最小允许垂直距离(m)	最小允许水平距离(m)
居民区	14.0	
非居民区	11.0（10.5*）	
交通困难行人很少的地区	8.5	
铁路轨顶	14.0(电气轨16.0)	交叉：30m；平行：最高塔加3m
等级公路路面	14.0	交叉：20m；平行：最高塔
非等级公路路面	14.0	交叉：10m；平行：最高塔高
通航河流至5年一遇洪水位	9.5	最高塔高
通航河流至桅顶	6.0	
不通航河流至百年一遇洪水位	6.5	
电力线(至导线、地线)	6.0	13m
电力线(至杆塔顶)	8.5	
I~III级通信线	8.5	开阔地区：13m；拥挤地带：8m

表 3-4　本项目输电线路主要交叉跨越情况表

序号	跨（钻）越线路名称	本项目线路名称	跨越位置	被跨（钻）越线路排列方式	本项目线路排列方式	被跨（钻）越导线对地高度（m）	规程要求最小间距（m）	本线路最低线高（m）	有无监测条件	共同评价范围内是否存在居民
1	钻越 500kV 月普线	榄普II线橄榄侧线路改接工程	N4002-N4003	同塔双回	单回水平	25	6.0	19	有	否
2	钻越 500kV 普洪I线	普提变间隔调整工程	NL5001-NL5002	单回三角	单回三角	32	6.0	26	有	否
3	钻越 500kV 普洪III线	普提变间隔调整工程	N5039-N5040	单回三角	单回三角	34	6.0	28	有	否
4	跨越 220kV 普西I线、普西II线	普提变间隔调整工程	N5040-N5040_1	同塔双回	单回水平	24	6.0	30	有	否
5	跨越 500kV 城沐线	普提变间隔调整工程	N5006-N5007		同塔双回		6.0		无	否
5	跨越 220kV 特普线	普提变间隔调整工程	N5018-N5019	单回三角	同塔双回	27	6.0	33	有	否
6	跨越 220kV 黄普线	普提变间隔调整工程	N5018-N5019	单回三角	同塔双回	21	6.0	27	有	否
7	跨越 220kV 伊普线	普提变间隔调整工程	N5016-N5018	单回三角	同塔双回	26	6.0	32	有	否
8	跨越 220kV 美普I线	普提变间隔调整工程	N5015-N5016	单回三角	同塔双回	31	6.0	37	有	否
9	跨越220kV美普II线	普提变间隔调整工程	N5014-N5015	单回三角	同塔双回	32	6.0	38	有	否
10	钻越±800kV 锦苏线	月城变～沐溪变双回500kV 线路开断接入月城II开关站工程	NR2003-NR2004、NL2003-NL2004	单回三角	单回三角	—	6.0	—	无	否
11	跨越 220kV 龙恩-昭觉线路	月城变～沐溪变双回500kV 线路开断接入月城II开关站工程	N2001-N2002	单回三角	同塔双回	—	6.0	—	无	否
12	跨越 110kV 拉昭线	月城变～沐溪变双回500kV 线路开断接入月城II开关站工程	N2007-N2008	单回水平	同塔双回	—	6.0	—	无	否

序号	跨（钻）越线路名称	本项目线路名称	跨越位置	被跨（钻）越线路排列方式	本项目线路排列方式	被跨（钻）越导线对地高度（m）	规程要求最小间距（m）	本线路最低线高（m）	有无监测条件	共同评价范围内是否存在居民
13	跨越500kV城沐线	普提变间隔调整工程	N5006-N5007	同塔双回三角	同塔双回	—	6.0	—	无	否

3.1.3.4 导线及排列方式

本项目输电线路导线及导线排列方式见表3-5。

表3-5 本项目输电线路导线及排列方式

工程名称	冰区	导线	导线排列方式
月城变～沐溪变双回500kV 线路开断接入月城II开关站线路	10mm、15mm	4×JL3/G1A－630/45 钢芯高导电率铝绞线	10mm、15mm 冰区双回路塔采用导线垂直排列的鼓型塔；钻越锦苏线处采用单回路酒杯型转角塔
雅中换流站～月城II双回 500kV 改接线路	10mm、15mm	4×JL/G1A－500/45 钢芯铝绞线	15mm 冰区单回路直线塔采用酒杯型塔，单回路耐张塔采用干字型塔，钻越锦苏线处采用单回路酒杯型转角塔；10mm、15mm 冰区双回路塔采用导线垂直排列的鼓型塔
榄普II线橄榄侧改接线路	10mm	4×JL/G1A－400/50 钢芯铝绞线	直线塔采用导线三角形排列的猫头型塔，耐张塔采用干字型塔，钻越月普线、锦苏线处采用酒杯型转角塔
百灵变～布拖换流站一期改接线路	10mm、15mm、20mm、30mm	20mm 冰区及以下采用4×JL/G1A－400/50 钢芯铝绞线，30mm 冰区采用4×JLHA1/G1A-460/60 钢芯铝合金绞线。	10mm 冰区直线塔采用导线三角形排列的猫头型塔，15mm、20mm、30mm 冰区直线塔采用酒杯型塔，10mm、15mm、20mm 冰区耐张塔均采用干字型塔，30mm 冰区耐张塔采用酒杯型塔；500kV 线路及特高压线路钻越处采用单回路酒杯型转角塔。
普提变间隔调整工程线路	10mm	4×JL3/G1A－630/45 钢芯高导电率铝绞线	同塔双回路架设，双回路塔采用导线垂直排列的鼓型塔
月城变～布拖换流站一期2 回500kV 线路开断接入普提变、月城II开关站线路	10mm、15mm	4×JL3/G1A－630/45 钢芯高导电率铝绞线	同塔双回路架设， 10mm、15mm 冰区采用导线垂直排列的鼓型塔
普提变～南天变单回500kV 线路改接至月城II开关站线路工程--线路	10mm、15mm	4×JL/G1A－400/50 钢芯铝绞线	10mm 冰区单回路直线塔采用导线三角形排列的猫头型塔，单回路耐张塔采用干字型塔，月普线钻越处采用单回路酒杯型转角塔；10mm、15mm 冰区同塔双回路塔采用导线垂直排列的鼓型塔

3.1.3.5 铁塔型式及数量

本项目线路单回路直线塔采用单回水平排列的酒杯型铁塔，单回路耐张塔采用干字塔，双回路塔采用鼓型塔；钻越塔采用单回路酒杯型塔。

全线共新建铁塔260基，其中直线塔122，耐张转角塔138基。铁塔使用条件及数

量见下表3-6，铁塔型式见附图3。

表3-6 本项目输电线路铁塔使用条件及数量一览表

线路工程名称	直线塔	耐张转角塔	合计
月城变～沐溪变双回500kV线路开断接入月城Ⅱ开关站工程	15	25	40
雅中换流站～月城Ⅱ双回500kV改接工程	0	1	1
榄普Ⅱ线橄榄侧线路改接工程	7	8	15
百灵变～布拖换流站一期线路改接工程	70	41	111
普提变间隔调整工程	20	40	60
月城变～布拖换流站一期双回500kV线路开断接入普提变、月城Ⅱ开关站工程	4	7	11
普提变～南天变单回500kV 线路改接至月城Ⅱ开关站线路工程	6	16	22
合计	122	138	260

3.1.3.6 基础型式

结合本工程的地形、地质情况，并根据本工程基础作用力的特点，基础形式主要采用挖孔基础（含承台挖孔基础）、掏挖基础、岩石锚杆基础、岩石嵌固基础、直柱板式基础及灌注桩基础（含承台灌注桩基础）等。对于覆盖层较厚的岩石塔位，优先推荐采用掏挖基础；当地形坡度较陡时，应因地制宜的采用挖孔基础。对于地形坡度极陡的塔位，为减少开方，对下坡侧腿，可因地制宜的采用承台挖孔基础。对于覆盖层较薄且地形较缓的岩石塔位，根据岩石强度和完整性情况，可因地制宜的采用岩石锚杆基础。对于覆盖层厚、地下水埋深较浅、地形较为平缓的塔位，应结合塔位交通条件因地制宜的采用直柱板式基础、灌注桩基础（含承台灌注桩基础）。全线采用全方位长短腿设计，减少施工基面开方量，最大程度减少对塔位处自然环境的破坏，保护边坡稳定，防止水土流失。

本项目基础型式详见附图4。

3.1.4 项目占地

本项目总占地面积60.10hm²，其中永久占地15.24hm²，临时占地44.86hm²；占地类型中耕地20.65hm²、林地24.02m²、草地15.43hm²、公共管理与公共服务用地0.28hm²。项目占地本着“尽量少用耕地、少占农田”的原则，严格控制永久占地面积，项目不占用永久基本农田、高生产耕地和I级保护林土地等。工程占地面积按土地利用类型统计详见表3-7。

表3-7　工程占地面积统计表　　单位：hm²

项目	项目名称		工程占地类型及面积				合计	占地性质		备注
			耕地	林地	草地	公共管理与公共服务用地		永久占地	临时占地	
变电工程	变电工程	月城II500kV开关站新建工程	3.15	5.39	0.95		9.23	6.72	2.51	
		布拖换流站一期扩建工程				0.14	0.14	0.14		
		百灵500kV变电站扩建工程				0.04	0.04	0.04		
		橄榄500kV变电站扩建工程				0.04	0.04	0.04		
		南天500kV变电站改造工程				0.04	0.04	0.04		
		月城500kV变电站改造工程								设备改造，不涉及土建，不新征地
		沐溪500kV变电站改造工程								
		雅中换流站站保护改造工程								
		小计	3.15	5.39	0.95		9.49	6.98	2.51	
线路工程	线路工程	月城变～沐溪变双回500kV线路开断接入月城	2.31	2.64	2.14	0.00	7.09	1.29	5.80	

项目	项目名称		工程占地类型及面积				合计	占地性质		备注
			耕地	林地	草地	公共管理与公共服务用地		永久占地	临时占地	
		II开关站工程								
		雅中换流站～月城II双回500kV改接工程	0.30	0.03	0.02	0.00	0.35	0.05	0.30	
		榄普II线橄榄侧线路改接工程	0.95	0.86	0.32	0.00	2.13	0.28	1.85	
		百灵变～布拖换流站一期线路改接工程	7.11	8.67	6.39	0.00	22.17	2.98	19.19	
		普提变间隔调整工程	4.27	4.67	4.47	0.00	13.41	2.55	10.86	
		月城变～布拖换流站一期2回500kV线路开断接入普提变、月城II开关站工程	0.98	0.64	0.36	0.00	1.98	0.45	1.53	
		普提变～南天变单回500kV线路改接至月城II开关站线路工程	1.58	1.12	0.78	0.00	3.48	0.66	2.82	
		小计	17.50	18.63	14.48	0.00	50.61	8.26	42.35	
总计			20.65	24.02	15.43	0.28	60.10	15.24	44.86	

3.1.5 施工工艺和方法

3.1.5.1 新建开关站

3.1.5.1.1 施工组织

（1） 施工用地

为了贯彻国家电力公司国电电规[1998]306号文《关于印发500kV送变电工程设计控制造价的若干措施的通知》规定，本工程施工场地不在所外租地，应充分利用已征的空地，合理地安排施工顺序，以达到控制工程造价的目的。

各施工区内的规划布置由施工单位自行决定，在“先土建，后安装”的原则下，可交叉使用施工场地。

（2）施工人数

本工程施工人数按施工高峰平均人数考虑，合计约320人，其中：土建200人，安装120人。

（3） 施工力能

①施工用水

施工用水量约20t/天，水源拟尽量利用站用水源永临结合，并考虑临时打井取水，设蓄水池，铺设取水管道可满足施工需要。

②施工用电

施工用电量约500kW，需装设变压器630kVA，施工电源拟尽量利用站用外接电源永临结合。前期拟从站址附近10kV农网线路T接，线路长度2km。

③施工通讯

采用与所用市话通讯永临结合方式加以解决。

④施工用气

因施工用的氧气、氩气和乙炔等气体的用量不大，可考虑外购为宜。

总而言之，施工用水、电、通讯和道路等均应按照永临结合的原则，以利于节约投资，降低工程造价。有关主管部门应统筹安排，在工程正式开工前建成以上与施工相关的永临结合设施，以保证施工需要。

3.1.5.1.2 施工工艺和方法

（1）交通运输：本工程拟选站址为合觉站址，位于西昌市东侧，距西昌市约50km。站址附近交通条件如下：公路：站址附近主干公路有S307省道，交通较为便利。铁路：

站址以东约100km有成昆铁路通过。水路：站址以北约500km有乐山大件码头。经综合考虑，新购置的降压主变运输方式拟选择铁路＋公路运输。一程铁路运输卸货站推荐西昌南站货场，二程运输主要经市区道路、S307省道及进站公路至站址。二程运输路径方案已成功运输过布拖换流站换流变等大件设备，具备较好运输通行条件。新购置的高抗设备运输方式采用全程公路方式运输。利旧高抗设备由月城变电站起运，采取全程公路运输的方式运至站址。

（2）主要施工方案

1）开关站场地采用机械化施工一次平整，可加快工程进度，挖填质量也有保证。同时，采用多种作业交叉施工。

2）进行开挖回填时，应符合有关施工验收规范，回填土的密实度应符合设计要求。除此之外，还应符合电力接地要求，并应不破坏已预埋深井接地极与接地干线。

3）电抗器、断路器、隔离开关等设备的运输安装、母线焊接及全站整组传动试验也应编制相关的技术组织措施。

4）500kV 构架可选用 50t 汽车吊进行吊装。

①构架吊装前应做到以下几点：

a、应做好基础划线、道路场地清理、测量找平和工具材料准备等吊装前准备工作。

b、地面组装：螺栓眼校对，弯曲校正。

c、地面组装好之后，要经过检验合格后，才能起吊装配。

②构架吊装施工过程

a、吊装时可根据构架的不同形式采用四点绑扎或两点绑扎，绑扎时应用垫木或废轮胎保护。

b、柱起吊后，让柱脚在杯口上空准确地渐渐插入杯口，当柱脚距杯底 30cm 左右时，用橇棍橇动柱脚，让柱身中心线对准杯口中心线，用 8 个 120mm 木方从四周插入杯口，使柱身大致垂直到位后，落下柱子，用经纬仪校正柱顶及柱脚中心线后，对称的尖上木楔使柱临时固定，并固定缆风绳。

c、柱的校正：柱角和柱顶采用经纬仪垂直双向观测中心线，柱脚通过打楔子，柱顶通过收放风绳使柱身垂直误差控制在规程的允许范围之内。

d、柱的固定：用C30细石混凝土浇筑至木楔下口并仔细捣实，浇筑及捣实时不得碰动楔子；当混凝土强度达到25%时可取下木楔，将杯口浇满，随后支上柱靴模浇筑混凝土，并且注意养护。

e、梁的吊装，钢梁在地面组合完后，四点对称绑扎，在梁的两端系上缆风绳控制晃动，梁吊至牛腿上空300～500mm时稳住，当梁两端对位准确后，轻轻垂直落下，两边一起对称固定，再满焊。

5）施工现场排水：基坑积水对基坑开挖和混凝土的浇筑影响较大，可在场地四周设置排水沟。基坑下部如遇地下水后，采用潜水泵进行抽排水，以使水位降至坑底以下。

3.1.5.2 输电线路工程

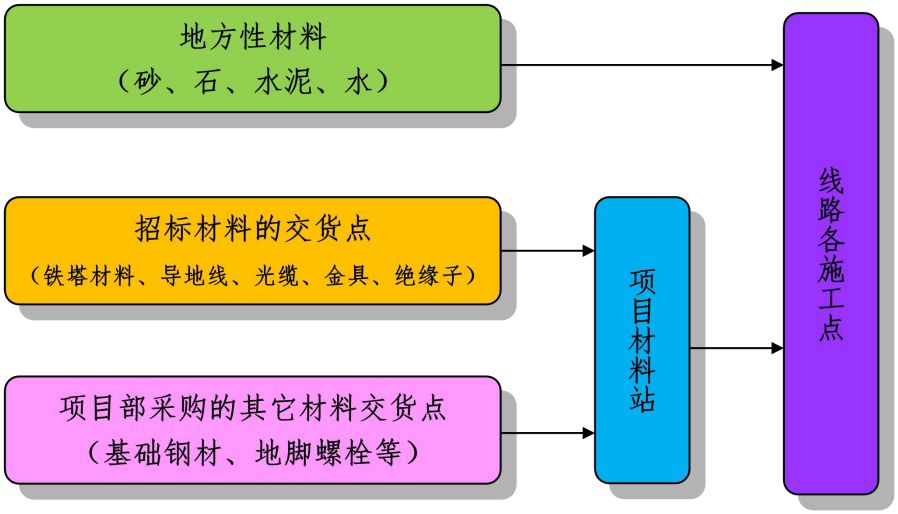
3.1.5.2.1 施工组织

（1）工程材料及运输

为便于施工材料的调度和保管，工程项目部和材料站宜设在距输电线路中心较近、交通方便、运输费用省的位置。宜选择地势较高、场地开阔处，优先选择房屋租赁、通信及生活方便的城镇。

物资于中心材料站集中后分别运输至沿线各施工点。

1）物资方向



材料流向示意图

2）材料站的确定

根据工程实际情况需设置2个材料站，分别位于布拖县特里木村和昭觉县四开乡。

砂石水泥就近购买。

甲供材料可利用乡村公路运输到材料站。

工地运输可采用小型农用车、骡马、人力相结合的方式。

3）材料临建场地设置

材料站分水泥存放区、材料存放区、工器具库房、需搭设临时工棚；

水泥仓库临建面积：6m 宽×12m 长×6 间×2 处＝864 ㎡（每间堆放水泥长 12 包×宽 10 包×高 10 包＝60 吨）；

材料、机械存放处临建面积：20m 宽×30m 长×2 处＝1200 ㎡；

施工工具及零星材料临建库房：5m 宽×10m 长×6 间×2 处＝600 ㎡；

施工人员临时住房：4 宽×24 长×6 间×2 处＝1152 ㎡；

经计算，以上临建面积共计 3816 ㎡。

4）设备材料的供应

导线、地线、绝缘子、金具、塔材、基础等材料的供应，由建设单位或施工单位选择符合国家标准且质量合格的产品，分段向施工单位供货。

塔材、钢筋、导地线、绝缘子等采用招标方式采购，水泥由大厂供货，砂石由施工单位就近采购。

本工程施工期间涉及大量 500kV 输电线路停电，部分塔位张力架线区段需停电后方可实施。停电方式为分阶段停电，时间跨越长，短时集中，故相应的施工材料应提前到位。

（2）总体施工组织措施

1）基础施工、铁塔组立

基础施工方法：

①人工开挖塔位，使用空压机和电风镐开挖；混凝土浇注采取机械搅拌、机械振捣、串筒下料、一次成型、净水养护的施工方法。交通运输困难地段，搅拌混凝土拌合物时，采用可拆卸滚筒式搅拌机，人工填料搅拌，使用手持振动棒人工振捣，净水养护。

②机械化施工塔位，使用旋挖钻机、分体式旋挖机、冲击钻机等设备开挖；混凝土浇注商品混凝土、一体化搅拌机、轻型搅拌机等施工。

本工程组塔施工推荐优先采用流动式起重机和落地抱杆，可外拉线悬浮抱杆等组塔

机械，严格限制内拉线悬浮抱杆等机械。

①流动式起重机：基础机械化施工塔位。

②落地抱杆：不适宜用流动式起重机的塔位或者交叉跨越临近电力设施的塔位。

③流动式起重机＋外拉线悬浮抱杆：重型起重机无法到达、落地抱杆不适用的塔位。

④外拉线悬浮抱杆：组立铁塔时单根拉线长度不宜超过240m。

⑤其他组塔方式：若上述组塔方式不适宜时，施工单位可采取其他组塔方式，应编制一塔一方案并报审对应建管单位专项审查。

2）牵张场地

A、张牵场选场原则

①架线施工前根据现场情况对张牵场进行优选，一般控制在5～8km以内，16个滑车以内，数量最多不能超过20个。本工程因地形起伏较大、转角多、转角度数较大、海拔高、机械降效率明显，同时多次跨越地方电力线，考虑跨越、地方协调等因素，张力架线区段设置长度在2.3～4.8km为宜（一盘导线，2盘导线）。

②张、牵场位置选择应便于张牵设备、材料的运输和堆放。张牵场两侧杆塔允许做直线锚线。

③张牵场地尽量避免转向，最好顺线布置。张力场一般设置为60m×60m，牵引场设置为40m×40m，牵引绳转向场设置为30m×30m，导线转向场设置为40m×40m。

④转向场尽量避免下穿带电线路，如无法避开，在选场时，除确保张牵场所应满足的基本条件外，还应保证牵引绳索对带电线路的安全距离。

⑤考虑到本工程跨越电力线极多，方案复杂；为降低放线安全风险、减少区段架线作业时间，应尽量减小放线区段长度。本工程跨越电力线极多，方案复杂，工程子项较多，为保障施工安全，减少区段架线作业时间，减小放线区段长度。即跨越500kV电力线区段控制在2.3km左右，带电跨越220kV电力线区段控制在4.8km左右，带电跨越110kV电力线区段控制在4.8km左右，其他区段控制在8km以内。

B、本工程张牵场设置

针对以上选场原则，初步规划分为22个区段，平均区段长4.9km。

C、人员组织

根据实际工期要求，可投入3套张力放线设备。

（3）施工专项措施

1）道路拓宽及整修措施

必要性分析：山地段塔位远离主公路，且与主公路连接的乡村公路均为土路，受天气限制严重。为打通物资运输通道，缩短小运运输距离，提高运输效率，同时实现山地机械化施工，需对部分乡村公路进行拓宽整修。施工期间需安排专门人员及机械设备对道路进行拓宽、整修及维护，以保证施工物资的正常运输。经调查，本工程需整修、拓宽、维护的道路约40.456km。

①道路宽度及错车要求

本工程道路整修是指对主干道至机械化施工塔位的机耕道路等进行拓宽、整修，对冲垮、塌陷段进行回填夯实，对路面剧烈起伏段进行找平修复。道路整修需满足工程运输车辆、拖拉机、履带运输车进场，整修后应确保道路宽度不小于3.5m，以保证材料运输车辆正常通行。道路每隔200－300m应设置错车道，且两相邻错车道之间应通视，地形特别困难时可适当加大错车道间距。错车道的有效长度为20m，地形困难地段不小于10m。

②冲垮、塌陷段回填夯实

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

③塌方段清理

山区道路地表多为泥夹石，遇雨季沿线较易发生塌方。为保障运输车辆通行，需采用人力辅以自卸车对塌方段进行清理。

④剧烈起伏段降方

部分机耕道起伏剧烈，坡度在30度以上。为保障运输车辆通行，需采人力辅以自卸车对该地段进行降方平整。

⑤路面找平

采用砂石料对路面损坏处进行回填平整。

2）林区防火措施

根据四川省人民政府、四川省电力公司及地方县级政府的防火要求，根据县级防火文件，按县级行政区拟出需要现场配置的防火材料、措施及人员，具体设置如下：

①每个施工作业点配置防火监督员1人、联防联控防火员1人（当地政府防火员）、

防火巡查人员1人。

②每个作业点需设置消防水池。

③每个作业点按要求配置防火设施设备：灭火器不少于2个，打火把比少于3副（张牵场各不少于6副），火源探测器不少于1套。

④根据作业点分配情况，配置防火巡查车辆。

3）跨越措施

①跨越方案的选择

本工程跨越多条电力线路，包括500kV、220kV、110kV、35kV、10kV等电压等级线路。考虑到施工安全，对于500kV、220kV、110kV等重要的、危险性较大交叉跨越，优先采取停电跨越施工方式。该方案在停电后，仍需对被跨越线路采用悬索封网等保护措施。对于35kV及以下电力线，可采用绝缘电缆替代方式跨越施工。

跨越公路和地形较好的各电压等级电力线可以采取钢管跨越架等跨越保护措施。

②跨越架跨越

工艺简述：首先进行现场踏勘，测量交叉跨越角度，根据被跨越物确定跨越架搭设形式（双面三排、双面三排、双面单排等），确定跨越架搭设保护范围，确定锚坑位置并提前开挖。平整地面并夯实坑底，在夯实的部位采用木板铺垫再竖立主杆，第一层主杆的大横杆绑扎后，在接升第二层主杆前，应在第一层主杆间绑扎交叉支杆及侧向支撑杆，杆及横杆等搭设至设计高度后，应在两侧主杆间绑扎内交叉支撑杆，以保持顺线路方向的稳定以保持其稳定。在架顶使用绝域网交叉封网保护，在跨越架两边设置羊角，最后将跨越架打交叉拉线固定住。拆除时从上往下逐根拆除。

③悬索封网跨越

工艺简述：首先进行交叉跨越现场踏勘，划定承载绳和吊篮端部尾绳的锚坑位置并埋设地锚。然后利用跨越档两边铁塔横担作支撑，先人工后绞磨，由小到大将φ8索桥和φ20承载绳（迪尼玛绳）牵引到位，再将吊篮用滑车扣在索桥上，通过前段引绳拖至跨越物上方，吊篮端部锚固在地面，当跨越施工结束后拆除，步骤与安装相反。

④电缆临时替代电力线

对于施工中跨越35千伏、10千伏电力线路时，被跨线路处由于地形限制无法搭设

跨越架的、被跨越线路长时间停电给发电商或供电商带来重大经济损失，并且没有其他运行或供电方式可以解决的、考虑采用电缆临时替代的方式施工。本工程预计有50处需采用该方式施工。

⑤临近带电体作业

铁塔组立临近110kV及以上电力线，为临近带电体作业，本工程临近带电体组塔塔位较多，除去已作为机械化作业铁塔组立，为本次临近带电体作业，塔基30基。

4）张牵场、机械化施工塔位平整

①张力场一般设置60m×60m，牵引场设置40m×40m，牵引绳转向场设置30m×30m，导线转向场设置40m×40m。为了确保机械设备及工器具现场安全摆放及运转，需要对场地作相应平整处理。

②共设置张力场22个、牵引场22个。

③机械化施工塔位塔基平整计100基。

3.1.5.2.2 施工工艺

本工程以传统施工方式为主，部分地区采用机械化施工方式。本工程机械化施工占比程度约为36.9%。

（1）机械化施工概述

机械化施工是指用机械来代替人工劳动完成生产作业，输电线路全机械化施工技术是一项系统性的创新，是一种以机械为主，人力为辅的工程施工模式，要求施工装备、技术工艺、工程管理等各专业协同配合，国外发达国家输电线路和国内同类行业（公路、铁路行业）施工中机械化使用率几乎达到了100%，基本实现“机械为主、人力为辅”的全机械化施工模式。

国外钻孔作业过程自动控制和记录的新型钻机被广泛采用，而国内线路施工中，自动化程度相对较高的旋挖钻机应用占比很低，发达国家的输电线路施工中，混凝土浇筑普遍采用混凝土运输车、泵送设备，而国内多采用现场搅拌。

（2）机械化施工与传统施工方式比较：

机械化施工相比传统施工方式主要有以下优点：

a）有利于降低成本，同时提高效率，缩短工期：传统的线路基础70%以上采用掏挖式基础，一般采用人工掏挖施工，施工设备简易，人员作业强度大、效率低。随着经

济社会快速发展，一线施工人员将更加紧缺，人工成本将持续攀升，人工搬运、骡马运输将会更加困难，劳动密集型的施工方式不可持续。经统计比较，单基掏挖基础人工用时是机械施工用时的3.5倍，施工成本人工相较于机械施工花费更多，因此机械化施工在提高效率的同时还一定程度上减小投资，且随着机械化施工比例的增加，施工成本将会成倍的减少。

b）有利于提高工程质量：输电线路工程关乎民生，工程质量是重中之重，传统的人力施工可能会存在基础尺寸与设计尺寸存在较大误差，混凝土质量达不到相关要求等问题，给工程建设留下安全隐患。机械化施工能有效避免以上相关问题，充分保障工程质量。

c）优化社会资源，节约社会劳动力：传统施工方法需要投入更多的人力资源，施工效率低下的同时施工质量也不能保证。采用机械代替人力施工，能大大减少施工人员的数量，节约社会劳动力。

2）相较于传统施工方式，机械华施工效率虽然高，但对环境造成的影响程度也更大，存在以下缺点：

机械化施工需依托各种机械，相比于传统人力施工，对施工临时道路的要求更高，需要一定宽度的道路供施工机械通行，这就导致机械化施工过程中对施工临时道路区域地表的破坏及扰动比传统施工方式大很多，主要表现在施工道路扰动破坏面积、土石方挖填方量、破坏砍伐林木数量等方面。

（3）机械化施工与传统施工方式为合理结合的施工方式

随着技术的发展，工程建设对施工效率的要求不断提高，且基于工程建设地形地质、运输条件日趋复杂、困难，传统施工工艺、施工方法很难适应的实际情况，机械化施工是未来发展的必然趋势。工程建设相关单位在机械化施工推广过程中为了降低施工对环境造成的破坏，不断研发出了各种可组装拆卸的施工机械，运输过程中相比大型施工机械进场大大减少了所需施工临时道路的破坏扰动范围，同时施工过程中加大对扰动区域尤其是施工道路边坡裸露区域的临时防护力度。传统基础浇筑是采用现场搅拌、浇筑，必须事先把沙、石料、水泥等物料运到现场，并且要解决水源、电源等问题，机械化施工方案中拟采用泵送和履带式混凝土罐车两种方式进行施工，有效减少砂石料对占地区域的占压，同时对施工后期占压区域的迹地恢复又是有利的。

据统计，输变电工程建设产生的水土流失主要发生在雨季，占比达70%—80%，本

工程所在区域雨季时段为6月~9月，且降雨主要集中在7月~9月，根据国网四川省电力公司建设要求，若采用传统施工方法施工，同规模500kV输变电工程土建施工期较长，无法避开雨季，采用机械化施工能大幅提高施工效率，将主要土建施工时间控制在7月前完成，有效减少土建施工期占用雨季的时间，从而大大减少施工期产生的水土流失，满足水土保持要求。

因此机械化施工虽然会增加施工临时道路占地面积，增加植被扰动和破坏面积，但机械化施工能降低施工风险，节省施工成本，提高工程质量，优化社会资源，重要的是机械化施工能有效提高施工效率，有效减少土建施工期占用雨季的时间，从而大大减少施工期产生的水土流失。同时项目参建单位在施工前做好施工道路规划，尽量利用已有道路，施工阶段尽可能多的采取可拆分式小型机械，减少施工道路长度及占地面积，制定针对性的水土保持和植被恢复措施，并在施工过程中及施工结束后保质保量的实施，就会尽可能减小项目建设带来的生态影响。

（4）施工工艺流程

线路工程施工主要环节包括：施工准备、基础施工、组装铁塔、放紧线和附件安装几个阶段。

1）施工准备

施工准备阶段主要工作内容为：场地清理、施工临时道路开挖、塔基及道路开挖区表土剥离、设置施工场地等。

施工临时道路布设：根据实际地形条件拟定临时道路走向，地形平缓的区域对道路通道进行适当平整，尽量避免大的开挖，地形起伏较大的区域用挖掘机等机械采用半挖半填的方式开挖临时道路，开挖前对挖方区域树木进行砍伐，在保证路面通行的条件下保留填方区域树木部分树干或树木整体，使其对填方边坡土体形成有效拦挡，同时按施工机械最小通行要求严格控制道路扰动范围，尤其堆土体下坡侧占压范围不能随意扩大。

表土剥离：在剥离表土前，对开挖区域及后期余土占压区域内的杂草、树木等有碍物进行清除，然后采用机械及人工配合进行开挖，先把表层土按预定厚度剥离，单独堆放在塔基施工临时占地区及道路一侧，需用防雨布覆盖，避免雨水和地表径流冲刷使土壤大量流失。

2）基础施工

线路工程采用机械化施工，在确保安全和质量的前提下，尽量减小开挖的范围，避免不必要的开挖和过多的原状土破坏，利于环境保护，同时保证塔基边坡稳定性。基础施工流程大致如下：

①基础施工小平台及基坑开挖。塔基基础多采用旋挖机及分体式小型挖孔机进行施工，采用开挖运输多功能车等机械在塔腿基础区域平整出满足挖孔机最小施工条件即可的小平台，随后进行基坑开挖，凡能开挖成形的基坑，均采用以“坑壁”代替基础模板方式开挖，尽可能减少开挖量；钻孔灌注桩基础施工采用钻孔灌注桩，按泥浆护壁成孔施工方法来考虑，施工工艺流程为：场地平整→桩位放线→开挖浆池、浆沟→护筒埋设→钻机就位、孔位校正→成孔、泥浆循环、清除废浆、泥渣→第一次清孔→质量验收→下钢筋笼和钢导管→第二次清孔→浇筑水下混凝土→成桩，施工过程中产生的废浆将循环至浆池进行沉淀，待水分干后土方将清理回填至塔基区永久征地范围内平摊处理。

②开挖排水沟。在主体中设计有开挖排水沟的塔基区，将排水沟开挖产生的余土堆放在塔基施工临时占地区，进行临时防护，减少水土流失。

③开挖接地槽。对位于附近人口稀少的塔位，接地槽开挖可不形成封闭环形，以避免垂直方向开挖接地槽而形成冲沟。

④绑扎钢筋、浇注塔腿基础混凝土，埋接地线材。

⑥基坑回填，余土处置。基坑开挖土临时堆放于塔基施工临时占地区，在回填之前应做好临时挡护措施，回填后在基坑上口堆筑约0.3m高的防陷土层，以使塔基不形成凹坑。防陷土层堆筑后的余土就地堆放在塔基范围内，用于塔基防护及塔基占地区域植被恢复。

线路工程开挖运输多功能车示意图

线路工程分体式小型挖孔机施工示意图

3）铁塔组立

当塔基础混凝土强度达到设计值的70%以上后，便可在塔位上组装铁塔，本阶段在塔基区仅存在从加工厂运来的铁塔组件的堆放、组装。

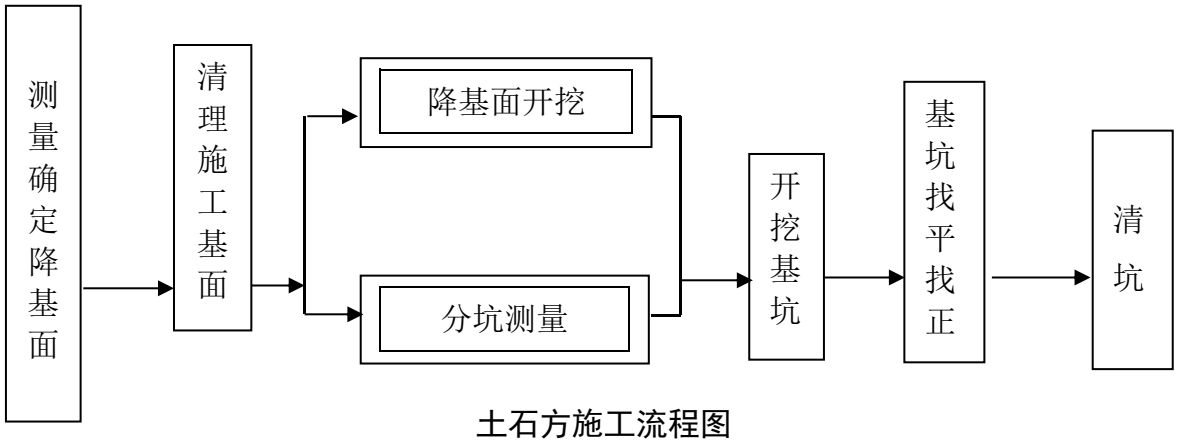
铁塔组立施工工序主要为抱杆起立、铁塔底部吊装、抱杆提升、铁塔上部吊装、抱杆拆除、螺栓复紧与缺陷处理。抱杆起立阶段先组立塔腿，再通过塔腿起立抱杆，采用专用螺栓连接；铁塔底部吊装：根据铁塔底部分段重力、跟开、主材长度和场地条件等，采用单根或分片吊装方法安装，底部吊装完毕后随即安装地脚螺帽或插入式角钢接头螺栓固定；抱杆提升：铁塔安装到一定高度后需抬升抱杆，利用滑车组和机动绞磨抬升至预定位置；铁塔上部吊装利用已抬升的抱杆，根据铁塔分段情况采用分片吊装塔材。铁塔组立完毕后，抱杆即可拆除，利用起吊滑车组将抱杆下降至地面，然后逐段拆除，拉出塔外，运出现场。铁塔组立完毕后进行螺栓复紧与缺陷处理，螺栓应全部复紧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

4）放紧线和附件安装

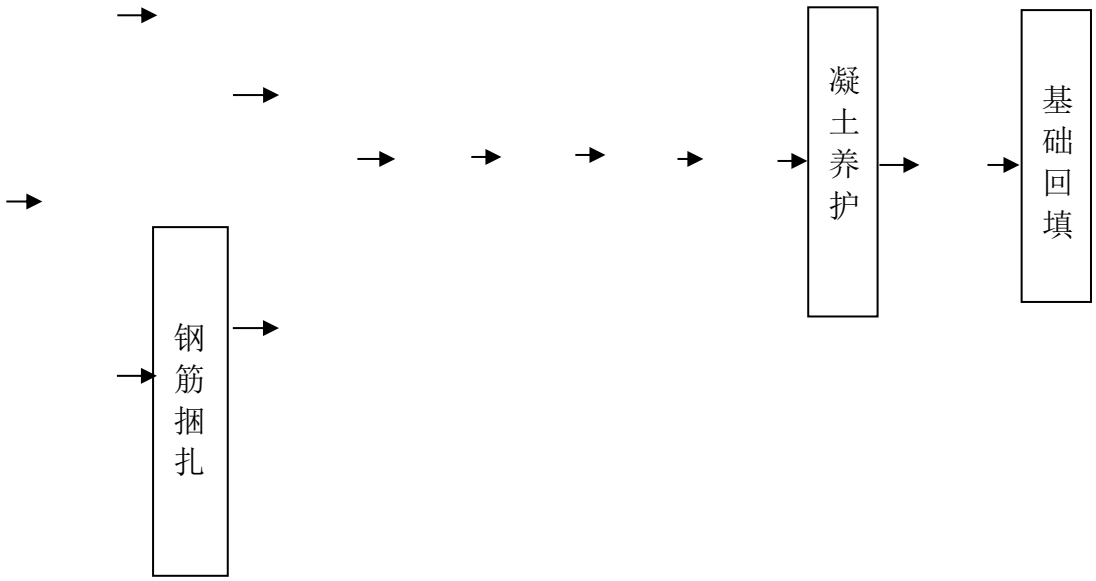
架线施工的主要流程：施工准备（包括通道清理）——放线——紧线——附件及金具安装。

架线主要采取张力放线的方式，首先利用无人机将导线穿过铁塔挂线处，然后用牵张机进行张力牵张。

紧线完毕后，尽快进行耐张塔的附件安装和直线塔的线夹安装，及防振金具安装和间隔棒安装，避免导线因在滑车中受振和在挡距中相互鞭击而损伤。



土石方施工流程图



基础工程施工流程图

5）跨越施工方法

①线路跨越高速公路需采取措施，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。

②跨越220kV及以上线路时，根据与当地电力部门或交通部门协议情况，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。

③跨越110kV以下等级输电线时，被跨线暂时停用，把被跨线放下，待新线跨过后同时拉展。

④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。

⑤跨越集中林区及其它重要跨越地段采用无人机放线等方法，可以减少地表和植被扰动。

3.1.5.2.3 输电线路在生态敏感区内施工组织方案

本工程在凉山—相岭生物多样性维护—水土保持生态保护红线、金沙江下游干热河谷水土流失敏感生态保护红线、布拖县木切勒黑山木嘎求史集中式饮用水水源准保护区等环境敏感区范围内施工时，优化施工方式，尽量不采用机械化施工方式，应选择合理的施工组织方案与施工方式，具体包括：

（1）施工临时道路

施工过程中加强管理，在生态保护红线、饮用水水源保护区内尽量利用现有道路作为施工道路，在交通条件不利的地区或密林区尽量采用人抬或骡马运输等方式运输施工

材料，以减少施工新建道路对生态保护红线、饮用水水源保护区的植被破坏和新增水土流失影响。对于必须在生态保护红线、饮用水水源保护区内修建临时道路的地段，应避让植被茂密区域，选择裸地或植被稀疏的灌草地设置，并严格限制临时道路长度、宽度和车辆行驶路线，尽可能维护生态敏感区的生物多样性，减少因施工临时道路修建造成的植被破坏和新增水土流失。施工结束后对临时道路区占地范围路面进行平整，并及时采取植被恢复措施。

（2）施工场地

根据施工工艺，塔基施工过程中，需在塔基区周边布设施工临时场地，用于塔基施工作业、布设材料堆放场地以及表土堆存场，砂石料等材料和工具，采用小型搅拌机进行混凝土搅拌，每处塔基都有一处临时用地作为施工临时场地。

在生态保护红线、饮用水水源保护区内布设塔基施工临时场地时应尽量减少占地。塔基剥离的表土在生态保护红线、饮用水水源保护区内进行堆放时，应使用彩条布覆盖、固定，陡坡较大的表土堆场采用装土袋拦挡。在塔基施工区的施工过程中严格限制施工活动区域，设置醒目的标示牌、边界线，以保持与其他未扰动区域的有效隔离。

在生态保护红线、饮用水水源保护区范围内尽量减少设置牵张场、材料堆场、拌和场，不设弃土弃渣场，并在占压前对施工场地底部铺设彩条布或草垫，尽量减少地表扰动和植被损坏范围，保护区域原生地貌和地表植被。

上述线路工程施工临时占地无需进行建构筑物的施工，不破坏地面仅占压，在占压前对施工场地底部采取铺设彩条布进行隔离，施工结束后对占地区域进行土地整治，并及时恢复植被。

（3）塔位选择

本工程输电线路路径对不良地质作用进行了避让，避开了泥石流易发区、崩塌滑坡危险区、易引起严重水土流失和生态恶化地区，兼顾了水土保持要求。主体设计中对线路穿越生态保护红线、饮用水水源保护区的线路段增加了档距，能实现跨越的一档跨越，不能实现一档跨越的则通过增加档距以减少在生态保护红线范围内立塔，减少在生态敏感区内的占地面积，尽可能减少植被破坏和水土流失。

在凉山—相岭生物多样性维护—水土保持生态保护红线、金沙江下游干热河谷水土流失敏感生态保护红线、宜宾县县城金沙江集中式饮用水水源准保护区等环境敏感区范围内进行塔基定位时，尽量避开森林植被、灌草植被茂密的区域，尽量将塔基选择在植

被较稀疏位置，以保护地表植被及动物生境，并避开泥石流易发区、崩塌滑坡危险区、易引起水土流失和生态恶化的地带；在水源保护区范围进行塔基定位时，将塔基定位在植被稀少的地方，对施工场地的地表土进行分层保护，对可移栽的地表植被进行就近种植。施工结束后应立即恢复地表植被，从而减少塔基周围的水土流失，降低铁塔施工对保护区生态环境的影响。

（4）塔基基础施工

施工前对占用的林地、草地进行表土剥离，剥离的表土运至塔基临时占地区进行堆存，对汇水面积较大的塔位修建浆砌石排水沟，对塔基周边的临时堆土采取彩条布覆盖，施工结束后对区域进行土地整治，将剥离的表土全部用于区域表土回覆，并进行植被恢复。

本工程线路穿越生态保护红线、饮用水水源保护区段均位于山丘区，对杆塔基础采用全方位高低腿设计，以减少植被破坏面积和土方开挖量。施工时合理确定杆塔基面范围，优先考虑原状土基础，采用适合当地地质条件的塔基，减少水土流失面积和余土量。塔基设置护坡、挡渣墙、排水沟，以有效减小水土流失影响。生态保护红线内塔基区开挖多余的土方，施工完工后在塔基永久占地及临时场地内就地回填、平整夯实利用，撒播草籽进行植被恢复，不在生态保护红线、饮用水水源保护区内设弃土弃渣处置点。

线路经过生态保护红线等生态敏感区内的林区时，采用加高杆塔跨越方式，并根据实际情况采用无人机放线等先进施工架线工艺，减少走廊内林木砍伐量或避免砍伐，尽可能保留地表原生植被，保护其生物多样性维护与水土保持功能。

（5）植被恢复

施工结束后，对生态保护红线、饮用水水源保护区内的临时占地应及时恢复原有的用地形态，对恢复地域周围要及时种植植物，优先选用生态保护红线、饮用水水源保护区内适生植物，包括云南松、地盘松、腋花杜鹃、扭黄茅等。

（6）废污水、固体废物

加强对施工人员的培训，对施工过程中产生的污水和废水集中收集，严禁未经处理直接排入生态保护红线内的林地或饮用水水源保护区的水系中。严禁在生态敏感区内随意丢弃生活垃圾等固废，应统一收集打包装袋，及时运出生态敏感区域外，交由当地环卫部门统一清运处置。

（7）施工噪声

施工期噪声主要来自施工机械和运输车辆的作业。施工过程中，施工单位必须选用符合国家有关标准的施工机具和运输车辆，选用低噪声的施工机械和工艺，尽量降低施工噪声，减小对生态敏感区内野生动物栖息及活动的影响。

3.1.6 主要技术经济指标

3.2 选址选线环境合理性分析

3.2.1 选址选线合理性

3.2.1.1 月城Ⅱ500kV新建开关站

本工程设计期间共计踏勘9个站址。其中初筛否决7个，包括始左、阿波洛、阿堵站址受生态红线影响；瓦呷站址道路交通条件引接困难，且位于地灾高风险区；益里不、果典、乃伍站址占用基本农田较多，且距断裂带较近。综合考虑站址自然地理条件、运维条件、政策规划等因素后，最终筛选合觉站址和尔打火站址进入可研方案比选工作，两站址比选结果如下：

表3-8 站址比选情况

项目 序号	比较内容	合觉站址	尔打火站址	综合评价
1	地理位置	合觉站址位于昭觉县柳且乡合觉村，向东北距离昭觉县城约19KM。地理位置满足接入系统要求。	尔打火站址位于昭觉县洒拉地坡乡打火村，向东北距离昭觉县城约21KM。地理位置满足接入系统要求。	条件相当
2	地形地貌	站址海拔约2270～2310M，整体西高东低，属中低山地貌单元，为丘包地貌，坡度为10～20度，场地植被发育（灌木和松树）。	站址海拔约2585～2655M，属中低山地貌单元，为丘包及斜坡地貌，坡度为15～30度，场地植被发育（灌木和松树）。	合觉较优
3	土地性质	站址土地性质为林地、旱地，占用少量基本农田（约15亩）。	站址土地性质为林地、旱地，不占基本农田。	尔打火较优
4	与当地规划适应性	站址与城镇规划无矛盾，站址范围内地表面无文物遗址、矿产和军事设施。	位于拟打造的洒拉地坡农文旅重点发展区域。站址范围内地表面无文物遗址、矿产和军事设施。	合觉较优
5	地质条件	场地地震动峰值加速度为0.20G，地	场地地震动峰值加速度为0.20G，地震	合觉较

项目 序号	比较内容	合觉站址	尔打火站址	综合评价
		震基本烈度为VIII度。站址区及附近未发现大型滑坡、泥石流等重大不良地质作用，场地稳定，适宜建站。岩土评价相对较优。	基本烈度为VIII度。站址区及附近未发现大型滑坡、泥石流等重大不良地质作用，场地稳定，适宜建站。	优
6	水文条件	站址不受河流100年一遇洪水影响。	站址不受河流100年一遇洪水影响。	条件相当
7	进出线条件及改接实施难度	站址东侧、南侧民房较多，北侧、西侧出线方向开阔且地势平缓，进出线条件较好。但改接线路均需跨越已建锦苏特高压直流线路，实施难度较尔打火站址更大。	站址进出线段均为山地，地形条件较好，主要敏感点为在建高速公路，进出线条件较好。线路改接方案，500KV及以上线路交跨较合觉站址少2次。	尔打火较优
8	大件运输条件	采用全程公路运输，交通条件良好。	采用全程公路运输，交通条件良好。	条件相当
9	占地情况	总占地面积7.72HM^2	总占地面积10.28HM^2，站区西侧400M处有一公路施工用炸药库需拆迁。	合觉较优
10	站用水源	采用山泉水，于取水地修建溢流堰、沉砂池、集水池等取水设施，至站区的管网长度约4KM。	采用自来水，引接地位于尔打火村供水站，至站区的管网长度约3KM。	尔打火较优

合觉站址

优点：

（1）与地方政府规划无冲突；

（2）站址总占地面积较小；

（3）站址场地高差相对较小，站址相关费用相对较低。

缺点：

（1）占用基本农田；

（2）改接线路均需钻越已建锦苏特高压直流线路，停电实施难度相对较大。

尔打火站址

优点：

（1）不占基本农田；

（2）线路交叉跨越少，线路投资较省；

缺点：

（1）位于拟打造的洒拉地坡农文旅重点发展区域，凉山州政府不同意采用。

（2）站址总占地面积相对较大。

（3）场地高差大，土石方、边坡工程量等站址相关费用较高。

经过技术对比，筛选出来两站址综合条件都较好，从环境保护的角度来说，合觉站址占地面积更小，对环境的影响相对较低，缺点是占用了基本农田，而尔打火站址不需占用。从与当地规划的符合性来说，合觉站址虽占用基本农田需调规，但较尔打火站址而言，建站条件更好、投资较省且站址协议已取得，尔打火站址于拟打造的洒拉地坡农文旅重点发展区域，凉山州政府不同意采用。因此，综合考虑环保因素与当地规划部门的意见意见，本工程推荐合觉站址作为月城II 500kV 开关站站址。

结合《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ 1113-2020），本项目推荐合觉站址合理性分析如下：

表 3-9 本项目选址合理性分析

环境保护标准名称	相关要求	本工程	是否合理

《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ 1113-2020）5 选址选线	5.2 输变电建设项目选址选线应符合生态保护红线管控要求，避让自然保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区。	月城II500kV新建开关站站址不涉及生态保护红线，亦不涉及自然保护区、饮用水水源保护区等生态敏感区。	合理
	5.3 变电工程在选址时应按终期规模综合考虑进出线走廊规划，避免进出线进入自然保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区。	月城II500kV新建开关站站址周边无自然保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区分布，进出线不涉及各类环境敏感区。	合理
	5.4 户外变电工程及规划架空进出线选址选线时，应关注以居住、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公等为主要功能的区域，采取综合措施，减少电磁和声环境影响。	月城II500kV新建开关站距离周围居民区域，对站外区域的环境影响很小。	合理
	5.6 原则上避免在 0 类声环境功能区建设变电工程。	月城II500KV新建开关站位于农村2类声环境功能区，不涉及 0 类声环境功能区。	合理
	5.7 变电工程选址时，应综合考虑减少土地占用、植被砍伐和弃土弃渣等，以减少对生态环境的不利影响。	月城II500KV新建开关站占地面积较小，采取了修建挡土墙、护坡、站外排水沟、硬化路面、场地雨水排水设计等措施，使本工程不会因工程建设造成水土流，站区土石方工程按照场地平整、建构筑物基槽余方、站区道路、沟道余方、进站道路土方综合考虑和计算，整个站区土石方量基本能保持平衡，不需外弃土石方。	合理

3.2.1.2 线路工程

3.2.1.2.1 路径方案拟定和优化原则

本项目在前期路径规划及选择阶段，除考虑工程设计技术条件与运行安全稳定性等

因素外，还充分征求和听取了地方政府及规划等有关部门对路径方案的意见和建议，综合以下多方面原则对线路路径方案进行选择与优化：

（1）根据电力系统规划要求，综合考虑线路长度、地形地貌、地质、水文气象、交通、林木、矿产、障碍设施、交叉跨越、施工、运行及地方政府意见等因素，进行多方案比较，使路径走向安全可靠、经济合理。

（2）原则上避开军事设施、城镇规划、自然保护区、保护林地、湿地、旅游风景区及重要通信设施等，减少线路工程建设对地方经济发展的影响。

（3）在经济合理的前提下尽量避开高山大岭、恶劣地质区，以及水网、不良地质地段，尽量避让当地草地、林地。

（4）尽可能靠近现有国道、省道、县道及乡村公路，改善交通条件，方便施工和运行。

（5）充分考虑地形、地貌、地质条件，尽量避免大档距、大高差、相邻档距相差悬殊地段，力求避开微地形微气象地段，着力提高输电线路本质安全。

（6）在路径选择中，充分体现以人为本的保护环境意识，尽量避免民房拆迁。

（7）合理选择对已建线路的跨越点，减少交叉跨越已建送电线路，以降低施工过程中的停电损失，提高运行的安全可靠性。

（8）综合协调本线路与沿线已建、在建、拟建送电线路、公路、铁路及其它设施间的矛盾。

（9）充分征求地方政府及有关部门对路径方案的意见和建议。

（10）交叉跨越点选择结合跨越档距、跨越塔位地形、陆上段路径等因素综合考虑重要跨越位置。

综合考虑上述多方面因素后，选择出本项目线路最佳路径方案。

3.2.1.2.2 路径方案比选

根据月城Ⅱ开关站接入系统方案，针对合觉站址拟定了线路改接方案。**考虑沿线影响路径方案走向的已建线路、钻跨越点位置选择、障碍设施、交通条件、地形地质等因素，对接入合觉站址系统方案的各线路拟定了路径方案。改接线路中，榄普II线橄榄侧线路改接工程，雅中换流站～月城Ⅱ双回500kV线路改接工程，月城变～布拖换流站一期2回500kV线路开断接入普提变、月城II开关站工程，月城变～沐溪变双回500kV线路开断接入月城Ⅱ开关站工程，普提变间隔调整工程以及月城II开关站～南天变、普提**

变～月城II开关站500kV 线路工程受制于已建线路钻跨点、生态红线、重冰区分布，各线路路径方案唯一。

百灵变～布拖换流站一期线路改接工程改接进入布拖一期线路路径较长，采取了东方案和西方案进行比选。路径比选受沿线钻跨越点、生态红线、重冰区分布情况限制，改接路径各方案示意图如下：

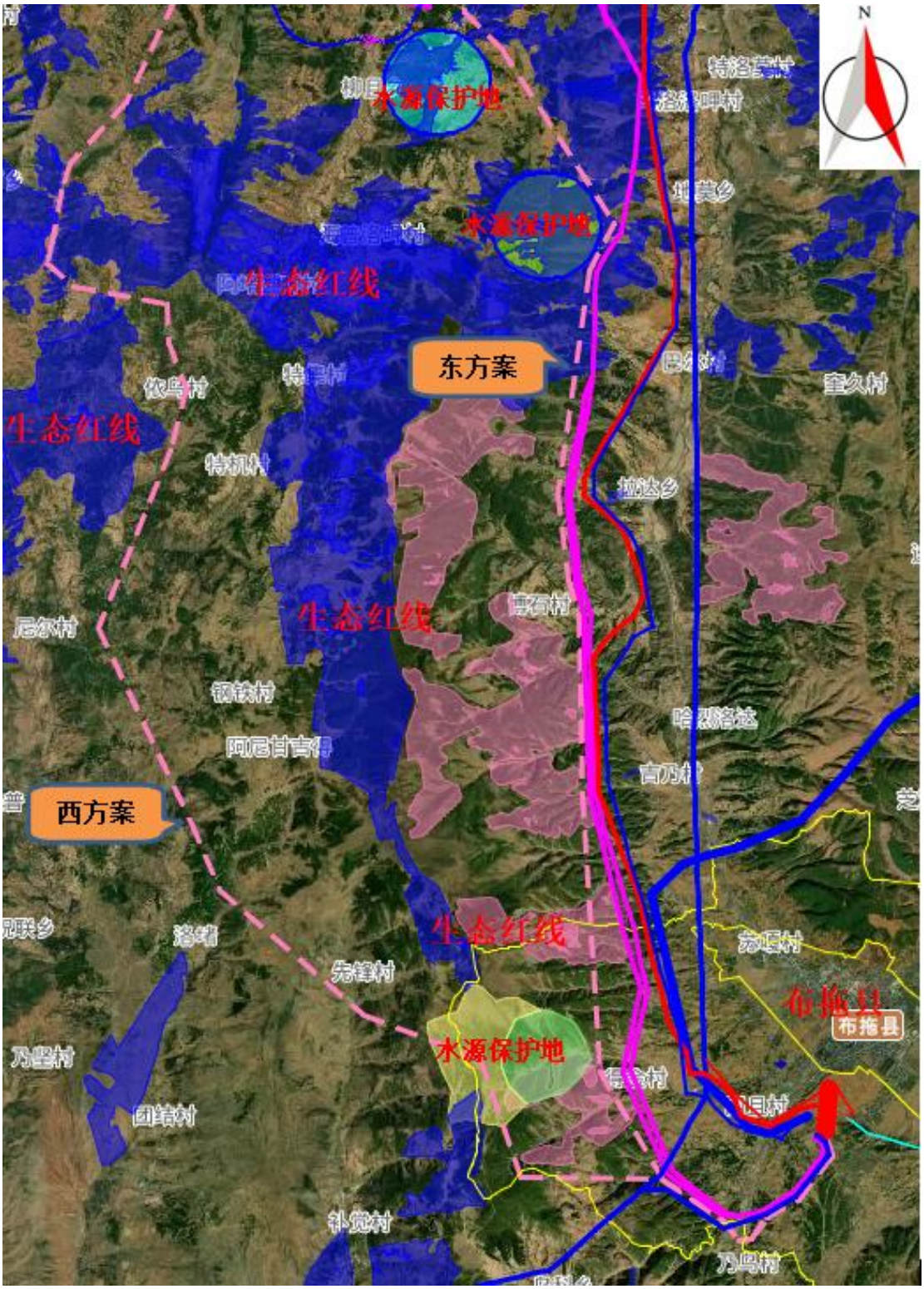


图 3-1　百灵～布拖换流站一期改接线路方案示意图

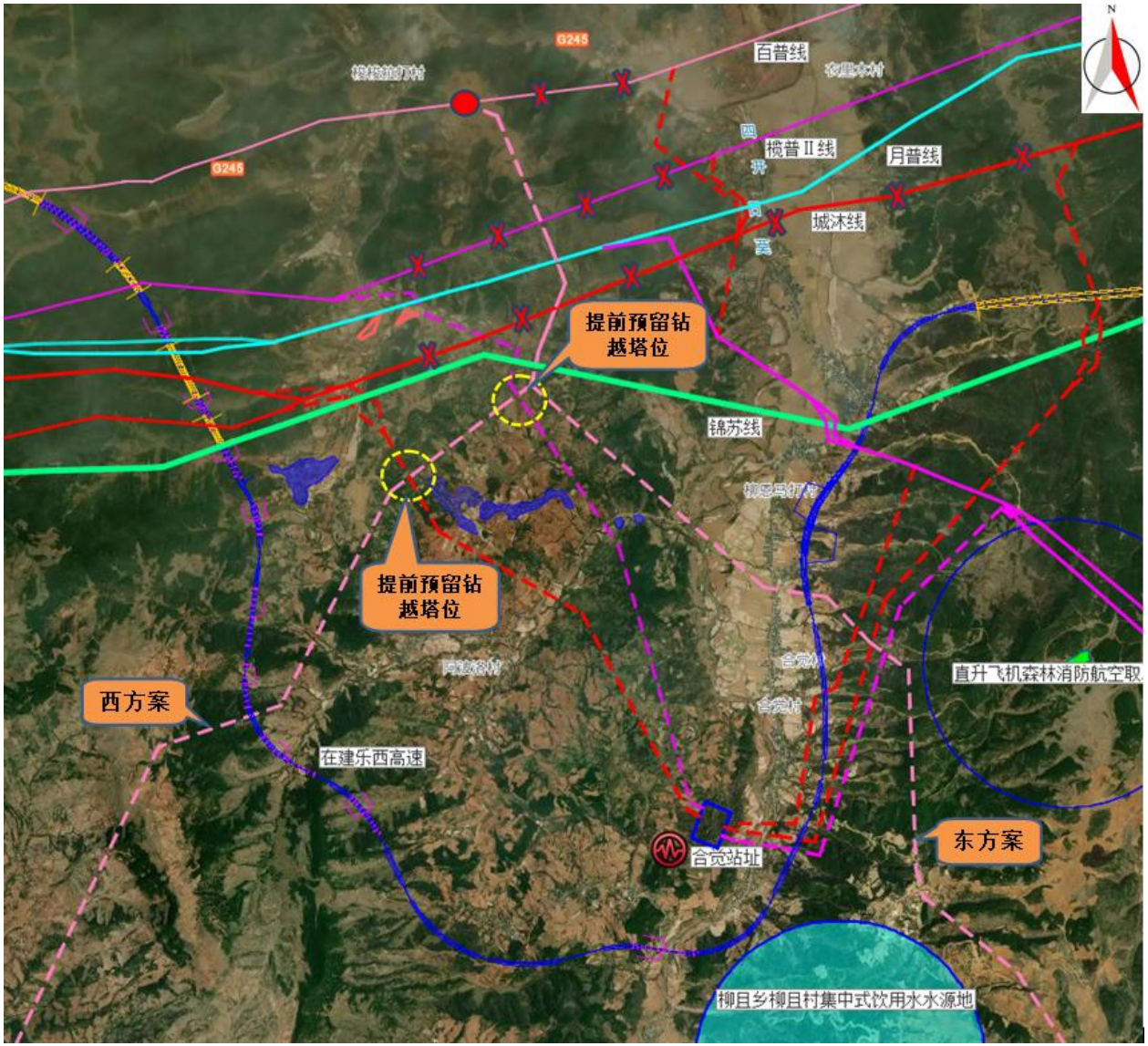


图 3-1　百灵～布拖换流站一期改接线路方案示意图 2

（1）西方案（推荐方案）：

本段改接线路在原百普线N356号塔大号侧线下新立铁塔开断向南走线，经古则依且东侧连续钻越500kV榄普二线（拟拆除段）、同塔双回500kV月普线、同塔双回500kV城沐线（拟拆除段）、±800kV锦苏线、新建橄榄~月城Ⅱ改接线路、新建城沐线（月城侧）~月城Ⅱ改接线路后向西南走线，于呷出租东南侧跨越在建乐西高速后继续向西南走线，经阿普、安普、朴地上普、松和后折向南走线，于沙呷觉姑北侧折向东走线，经扎口、依鸟村、威博、扭堵后折向东南方向走线，经波尼觉拖、七定沟、果普、沙嘎俄布、次家普乃坚、尼时巴后折向南走线，沿线避开生态红线后走线至说波尔南侧于布拖一期线路和榄普Ⅰ线“π”接线路中间走线，于勒乌村北侧折向南跨越至已建榄普Ⅰ线“π”线路南侧继续平行其走线接入布拖换流站一期间隔。

本段改接线路新建单回线路长度约42.9km。线路途经四川省凉山彝族自治州昭觉县、普格县、布拖县，沿线海拔高程2200m－3300m，地形比例为一般山地72％、高山大岭28％，林区长度比例约73％。设计冰厚为10mm、15mm、20mm、30mm，基本风速为27m/s、29m/s。

（2）东方案：

本段改接线路在原百普线N356号塔大号侧线下新立铁塔开断向南走线，经古则依且东侧连续钻越500kV榄普二线（拟拆除段）、同塔双回500kV月普线、同塔双回500kV城沐线（拟拆除段）、±800kV锦苏线后折向东走线，至大羊朋后跨越在建西昭高速后连续钻越新建南天、洪沟~月城Ⅱ改接线路、新建城沐线（沐溪侧）~月城Ⅱ改接线路、布拖换一期~月城Ⅱ改接线路后折向南走线，避让柳且乡饮用水源保护地、巴尔村集中式饮用水水源地后于洛达家附近平行已建布拖二期线路继续向南走线，走线至说波尔南侧于布拖二期线路和榄普一线中间走线，于勒乌村北侧向南跨越至已建榄普一线“π”线路南侧继续平行其走线接入布拖换流站一期间隔。

本段改接线路新建单回线路长度约36.6km。线路途经四川省凉山彝族自治州昭觉县、布拖县，沿线海拔高程2200m-2950m，地形比例为一般山地35％、高山大岭65％，林区长度比例约80％。设计冰厚为10mm、15mm、20mm，基

本风速为27m/s。

3）比较结果

综合考虑地形因素、生态红线区域、重冰区分布、已建线路走向等因素，在钻越锦苏直流线路后拟定了东、西两个方案，对比结果如下表：

表3-10 百灵～普提开断接入布拖换流站一期线路路径方案比选表

项 目	西方案	东方案
风区划分（m/s）	27、29	27
新建单回线路总长度（km）	42.9	36.6
途经行政区	凉山彝族自治州昭觉县、普格县、布拖县	凉山彝族自治州昭觉县、布拖县
海拔范围（m）	2200～3300	2200～2950
沿线主要设施	跨越500kV榄普二线（拟拆除）、500kV榄普一线、220kV龙火线、220kV龙昭线，钻越500kV城沐线（拟拆除）、500kV月普线、±800kV锦苏线、新建橄榄-月城2线路、新建城沐线月城侧改接线路、跨越西昭高速，穿越沿线部分基本农田	跨越500kV榄普二线（拟拆除）、500kV榄普一线、220kV龙火线、220kV龙昭线，钻越500kV城沐线（拟拆除）、500kV月普线、±800kV锦苏线、新建普天、普洪-月城2线路、新建城沐线沐溪侧改接线路、新建布拖换一期-月城2线路，跨越西昭高速，沿线穿越部分基本农田
生态红线	跨生态红线长度约0.57km，不在生态红线范围内立塔，不占用生态红线。	穿越生态红线长度约8.8km，需在生态红线范围内立塔。
交通条件	主要利用05县道及沿线交错的乡村公路，交通条件整体较好	主要利用G3156国道、05县道及沿线交错的乡村公路，交通条件整体较好
矿产资源压覆情况	已避让沿线煤矿开采区	已避让沿线煤矿开采区
方案推荐	推荐	不推荐

从技术经济较路方面来看，两方案交通条件和跨越既有线路情况相当，西方案新建线路长度比东方案长约9.7km，海拔更高，工程总投资更高，从工程建设和技术经济角度，东方案优于西方案。**但从环境保护角度考虑，**东方案涉及穿越大量生态红线，且不可避免地在生态红线范围内立塔，不符合当地相关环保政策，不符合当地自然资源主管部门的意见，而西方案基本避让生态红线，少量无法避开的部分采取无害化穿越的方式通过，不在生态范围内立塔，也无需办理相关协议。从环境保护制约因素考虑，西方案具有绝对的优越性。

综合比较上述环境影响情况，本次**环评推荐采用西方案**作为本线路路径方案，与工程设计推荐一致。**从环保角度分析，本线路路径选择合理**。

结合《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ 1113-2020），本项目输电线

路选线合理性分析如下：

表 3-11 本项目选线合理性分析

环境保护标准名称	相关要求	本工程	是否合理
《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ 1113-2020）5 选址选线	5.2 输变电建设项目选址选线应符合生态保护红线管控要求，避让自然保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区。	本工程输电线路不涉及自然保护区，涉及生态红线部分采取无害化穿越，不在红线范围内立塔；涉及饮用水水源准保护区，不涉及二级及以上保护区。	合理
	5.4 户外变电工程及规划架空进出线选址选线时，应关注以居住、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公等为主要功能的区域，采取综合措施，减少电磁和声环境影响。	本项目线路工程选线时尽量避开了居民集中区域，在部分居民敏感点采取了提高导线高度的措施以降低电磁环境和声环境影响。	合理
	5.5 同一走廊内的多回输电线路，宜采取同塔多回架设、并行架设等形式，减少新开辟走廊，优化线路走廊间距，降低环境影响。	本项目双回输电线路基本采取同塔双回架设，在仅在钻（跨）越时为单回。	合理
	5.6 原则上避免在 0 类声环境功能区建设变电工程。	本项目输电线路大部分位于农村 2 类声环境功能区，部分区域位于 4 类区域，不涉及 0 类声环境功能区。	合理
	5.8 输电线路宜避让集中林区，以减少林木砍伐，保护生态环境。	本项目输电线路已避让集中林区	合理
	5.9 进入自然保护区的输电线路，应按照 HJ 19 的要求开展生态现状调查，避让保护对象的集中分布区。	本项目输电线路不涉及自然保护区	合理

3.2.1.3 线路穿越饮用水源地不可避让性分析

布拖县木切勒黑山木嘎求史集中式饮用水水源保护区（准保护区）

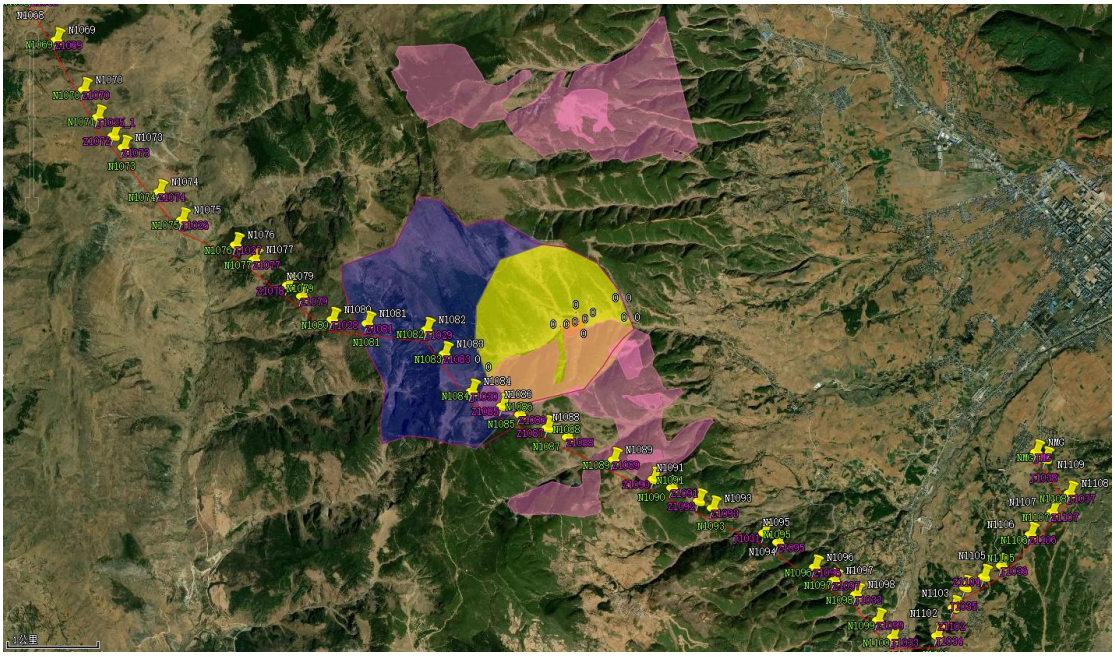


图 3-6 木切勒黑水源保护区段方案示意图

本工程线路在布拖县得金村西侧穿越木切勒黑山木嘎求史集中式饮用水源保护区准保护区，线路 N1081-N1085 档从准保护区中穿过，跨越长度约 2km，范围内共涉及 5 基铁塔。

该段路径走向受生态红线范围和地形地质条件的影响，线路自普格县先锋村东南侧向东翻山进入布拖县境内后向南走线，在生态红线范围之间穿过。由于线路北侧有大量生态红线分布，南侧地形条件很差，多为丘陵，走线难度大，线路不可避免地穿越了饮用水源准保护区范围。为了减小对饮用水源准保护区的影响，本工程路径优化该区段铁塔塔位布置，从原 6 基铁塔穿越优化为 5 基铁塔穿越，提高了铁塔的高度，增加了穿越段架设档距，从而尽可能少的在保护区范围内立塔。

3.2.1.4 线路跨越生态红线不可避让性分析

四川省昭觉县凉山-相岭生物多样性维护-水土保持生态保护红线：

本工程线路在昭觉县光明村沙呷觉姑东北侧跨越凉山-相岭生物多样性维护-水土保持生态保护红线，线路 N1035-N1037 档从该生态红线范围中跨过，跨越长度约 420m，不涉及在生态红线范围内新立铁塔。

该段路径受工程性质因素限制，线路在昭觉县自朴地上普向南沿乡村公路走线，在生态红线范围之间穿过。该区域生态红线成片分布，受地形地质、沿线房

屋分布情况影响，线路无法完全避让生态红线范围。为了尽量减小对生态红线的影响，本工程路径优化该区段铁塔塔位布置，提高了铁塔的高度，增加了跨越段架设档距，从而避免了在生态红线范围内立塔。

图 3-8 昭觉县生态保护红线区段方案示意图

四川省布拖县金沙江下游干热河谷水土流失敏感生态保护红线：

本工程线路在布拖县得金村西南侧跨越金沙江下游干热河谷水土流失敏感生态保护红线范围，线路 N1084-N1085 和 N1088-N1089 档从该生态红线范围中跨过，跨越长度约 150m，不涉及在生态红线范围内新立铁塔。

该段路径走向受生态红线范围、房屋分布情况和地形地质条件的影响，线路自普格县进入布拖县境内后向东走线接入布拖换流站，该段线路北侧有成片生态红线分布，南侧南侧地形条件差，多为山地丘陵，走线十分困难，线路小范围跨越生态红线范围。为了尽量减小对生态红线的影响，本工程路径优化该区段铁塔塔位布置，提高了铁塔的高度，增加了跨越段架设档距，从而避免了在生态红线范围内立塔。

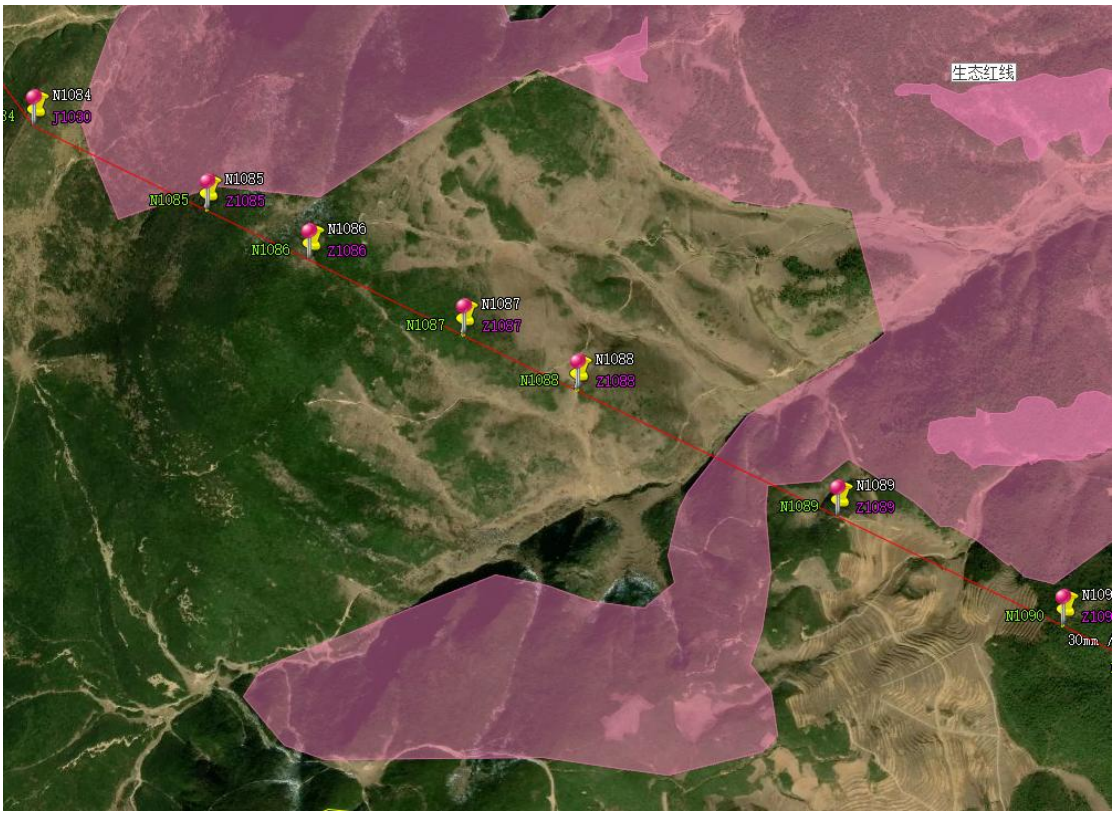


图 3-9　布拖县生态保护红线区段方案示意图

3.2.2 与产业政策的符合性分析

本项目属于国家发展和改革委员会第 21 号令《产业结构调整指导目录（2019 年本）》中“第一类鼓励类”中的“500kV 及以上交、直流输变电”类项目和“电网改造及建设”类项目，项目建设符合国家现行产业政策。

3.2.3 与电网规划的符合性分析

本项目已列入 2022 年四川省重点项目名单（川府发〔2014〕44 号），因此本工程的建设符合电网规划。

3.2.4 与地方规划的符合性分析

（1）月城开关站及输电线路已取得四川省自然资源厅出具的《建设项目用地预审与选址意见书》，见附件 19。

（2）输电线路在路径选择阶段充分考虑了与项目所在地区的规划相容性问题。在线路路径选择时，建设单位和设计单位广泛征询了当地政府及自然资源和规划等有关部门的意见，对线路路径进行了优化，避开了城镇发展区域，不影响当地土地利用规划和城乡发展规划，同时尽量避开了居民集中区、自然保护区、

风景名胜区、饮用水水源保护区、生态保护红线等环境敏感区，以减少对所涉地区的环境影响，并取得了相关协议，在设计阶段对相应要求进行了落实，因此本项目新建输电线路路径与所在地区的发展规划是相适应的。相关线路协议情况见表 3-10。

综上所述，白鹤滩送端换流站配套月城Ⅱ500kV 输变电工程与所在地区的发展规划是相适应的。

表 3-12 本项目线路路径协议及落实情况

附件	收资协议单位及函件	回函意见	对意见的落实情况
附件 5	昭觉县自然资源局 昭自然资函〔2021〕108 号《关于白鹤滩送端换流站配套月城II500 千伏输变电工程沿线收资及办理协议的函的复函》	一、原则同意白鹤滩送端换流站配套月城II500 千伏输变电工程线路我县境内路径走向方案。 二、在线路路径选择中，尽量避让永久基本农田，不占或少占耕地，做到节约用地，线路影响依据土地类别，按照相关法律和技术要求完善手续。 三、该线路方案涉及四开镇、地莫镇、我县乡镇国土空间总体规划未编制完成，请你公司积极主动征求文旅、交通等县级相关部门和乡镇意见。 四、我县正在编制全县国土空间总体规划，目前在研究我县区域性基础设施廊道规划，在下一步规划设计工作中积极对接，配合我局修改完善。 五、该线路方案部分穿越我县生态红线请按国家现行相关政策执行。	一、无。 二、；线路选线已尽量避让基本农田，对于无法避让区域尽量减少在其范围内立塔。 三、已取得昭觉县文旅、交通等县级相关部门的意见。 四、设计过程中设计单位移至积极与昭觉县自然资源部门对街。 五、基本避让生态红线，吴开避开的部分采取跨越的方式通过，未在生态红线范围内立塔。
附件 6	布拖县自然资源局 布自然资函〔2021〕166 号《关于白鹤滩送端换流站配套月城II500 千伏输变电工程沿线收资及办理协议的复函》	一、原则同意白鹤滩送端换流站配套月城II500 千伏输变电工程线路我县境内路径走向方案。 二、在线路选择中，尽量避开对我县规划区的影响，尽量避开基本农田，生态保护红线及矿区，不占或少占耕地，做到节约用地，线路影响依据土地属性，按照相关法律和技术要求完善手续。 三、在线路施工前按照国家法律法规要求办理土地占（征）用、压覆矿评等相关手续。	一、无。 二、线路选线已尽量避让基本农田，对于无法避让区域尽量减少在其范围内立塔，在布托县境内不涉及生态红线。 三、项目实施前将按要求办理土地征（占）用、压覆矿评估、林地征占用等相关手续。
附件 7	美姑县自然资源局 美自然资函〔2022〕5 号《关于白鹤滩送端换流站配套月城II500 千伏输变电工程沿线收资及办理协议审查情况的复函》	一、原则同意白鹤滩送端换流站配套月城II500 千伏输变电工程线路我县境内路径走向方案。 二、在线路路径选择中，务必尽量避让永久基本农田，不占或少占耕地，做到节约用地，线路影响依据土地类别，按照相关法律和技术要求完善手续。 三、该线路方案未涉及我县生态保护红线范围。	一、无。 二、线路选线已尽量避让基本农田，对于无法避让区域尽量减少在其范围内立塔。 三、无

附件 8	普格县自然资源局 美自然资函〔2022〕5 号《关于白鹤滩送端换流站配套月城 II500 千伏输变电工程沿线收资及办理协议的复函》	一、该线路路径方案途径我县原哈力洛乡、莱子乡、祝联乡、月吾乡，未占用生态保护红线，原则同意该线路路径方案。 二、请按国家现行相关规定编制《规划选址论证报告》，在线路路径选择中，塔基尽量避让永久基本农田，不占或少占耕地，做到节约用地，线路影响依据土地类别，按照相关法律和技术要求完善手续。 三、目前我县正编制《普格县国土空间总体规划》,请将该线路路径坐标及时报送我局，以便项目顺利推进。	一、无。 二、相关规划正在编制中路选线已尽量避让基本农田，对于无法避让区域尽量减少在其范围内立塔。 三、我方将积极对接、配合普格县自然资源局开展相关工作。
附件 9	西昌市自然资源局 2022.1.18	原则同该线路路径方案，请按照国家相关法律规定依法依规实施。	项目实施前将按要求办理相关手续。

3.2.5 与生态敏感区的符合性分析

根据《中华人民共和国水污染防治法》第六十五条：“禁止在饮用水水源一级保护区内新建、改建、扩建与供水设施和保护水源无关的建设项目；已建成的与供水设施和保护水源无关的建设项目，由县级以上人民政府责令拆除或者关闭。禁止在饮用水水源一级保护区内从事网箱养殖、旅游、游泳、垂钓或者其他可能污染饮用水水体的活动”。第六十六条：“禁止在饮用水水源二级保护区内新建、改建、扩建排放污染物的建设项目；已建成的排放污染物的建设项目，由县级以上人民政府责令拆除或者关闭。在饮用水水源二级保护区内从事网箱养殖、旅游等活动的，应当按照规定采取措施，防止污染饮用水水体”。 第六十七条：“禁止在饮用水水源准保护区内新建、扩建对水体污染严重的建设项目；改建建设项目，不得增加排污量。”

本工程线路工程在布拖县穿了木切勒黑水源地，该水源地属于布拖县城集中式饮用水源地。输电线路穿越该饮用水源准保护区约 2.4km。架空输电线路本质上是一种电能传输介质，运行期不会产生废水、废气、废渣；会产生一定的线路噪声、工频电场、工频磁场影响，但这些物理影响因子不会对水环境构成影响。

线路工程不在水源准保护区内设置现场施工营地，准保护区内施工过程中废水沉淀后回用于塔基水泥养护，禁止生产与生活废水排放进入水体；施工完成后按“工完、料尽、场地清”对建筑垃圾、生产垃圾等固体废弃物清运出水源保护区按地方环卫部门要求进行处置，禁止在水源保护区内弃渣。

因此，项目与《中华人民共和国水污染防治法》《饮用水水源保护区污染防治管理规定》《四川省饮用水水源保护管理条例》等的相关要求不相冲突。

3.2.6 与“三线一单”等有关文件的符合性分析

根根据《四川省人民政府关于落实生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线制定生态环境准入清单实施生态环境分区管控的通知》（川府发〔2020〕9号）、《四川省生态环境厅办公室关于印发<产业园区规划环评“三线一单”符合性分析技术要点（试行）>和<项目环评“三线一单”符合性分析技术要点（试行）>的通知》（川环办函〔2021〕469号）、《凉山州人民政府关于落实生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线制定生态环境准入清单实施生态环境分区管控的通知》（凉府函〔2021〕71号），对本项目选线、规模、性质和工艺路线等与“生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和生态环境准入清单”（以下简称“三线一单”）进行对照。本项目与“三线一单”位置关系图见附图19。

（1）生态保护红线

生态保护红线是生态空间范围内具有特殊重要生态功能必须实行强制性严格保护的区域。本项目已建输电线路进行温升增容改造，本工程线路位于凉山州昭觉县、布拖县、普格县、美姑县和西昌市，根据四川省人民政府《关于印发四川省生态保护红线方案的通知》（川府发〔2018〕24号）以及对沿线各区县自然资源和规划局收资结果，改造工程在昭觉县和布拖县涉及凉山—相岭生物多样性维护—水土保持生态保护红线、金沙江下游干热河谷水土流失敏感生态保护红线，与生态保护红线的相对位置关系详见附图。本工程为输变电工程，在生态红线范围内不立铁塔，采用无害化穿越的方式通过生态红线。设计中已采取相应生态影响减缓和恢复措施，在施工中将严格落实各项生态保护措施，最大程度减小了对生态保护红线区的影响，不会破坏其生态功能。因此，改造工程与现行生态保护红线管理要求相符的。

（2）环境质量底线

环境质量底线是国家和地方设置的大气、水和土壤环境质量目标，也是改善环境质量的基准线。本项目地表水环境执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III 类水域标准；输电线路沿线执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）相应标准限值；电磁环境执行《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）相应标准限值。本项目为输变电工程，建成运行后产生的主要环境影响为噪声、电磁影响，项目运行期不产生大气污染物，对大气环境无影响；项目无外排废水，不会对地表水环境造成不良影响。根据现状监测及本次环评预测结果，项目所经区域的声环境、电磁环境现状以及营运期的声环境、电磁环境影响均满足相应标准限值要求。因此，项目建设符合环境质量底线要求。

（3）资源利用上线

资源是环境的载体，资源利用上线是各地区能源、水、土地等资源消耗不得突破的“天花板”。本项目是解决原榄普一线输送容量问题的改造项目，仅部分线路不满足现行管理要求而新建部分铁塔，土地资源占用少，仅塔基永久占用土地约 0.59hm^2，土地资源消耗符合要求，不存在资源过度利用现象，符合资源利用上线要求。

（4）生态环境准入清单

生态环境准入清单是基于环境管控单元，统筹考虑生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线的管控要求，提出的空间布局、污染物排放、环境风险、资源开发利用等方面禁止和限制的环境准入要求，按照优先保护单元、重点管控单元和一般管控单元三类进行分类管理。

经对照凉山州“三线一单”生态环境分区管控文件，本项目涉及到管控单元一级与区域环境管控单元符合性分析如下。

表 3-13　本项目涉及环境管控单元一览表

管控类型	环境管控单元编码	环境管控单元名称	所属市（州）	所属区县	准入清单类型
环境综合管控单元要素重点管控单元	ZH51340120005	西昌市要素重点	凉山彝族自治州	西昌市	环境管控单元
环境综合管控单元优先保护单元	ZH51343110001	昭觉县优先保护单元	凉山彝族自治州	昭觉县	环境管控单元
环境综合管控单元一般管控单元	ZH51343130001	昭觉县一般管控单元	凉山彝族自治州	昭觉县	环境管控单元
环境综合管控单元优先保护单元	ZH51342910001	布拖县优先保护单元	凉山彝族自治州	布拖县	环境管控单元
环境综合管控单元一般管控单元	ZH51342930001	布拖县一般管控单元	凉山彝族自治州	布拖县	环境管控单元
环境综合管控单元一般管控单元	ZH51342830001	普格县一般管控单元	凉山彝族自治州	普格县	环境管控单元
环境综合管控单元一般管控单元	ZH51343630001	美姑县一般管控单元	凉山彝族自治州	美姑县	环境管控单元
生态空间分区生态保护红线	YS5134311110001	生态优先保护区（生态保护红线）11	凉山彝族自治州	昭觉县	生态空间分区
生态空间分区一般生态空间	YS5134311130001	生态优先保护区（一般生态空间）21	凉山彝族自治州	昭觉县	生态空间分区
生态空间分区生态保护红线	YS5134291120001	生态优先保护区（生态保护红线）30	凉山彝族自治州	布拖县	生态空间分区
水环境农业污染重点管控区	YS5134012230001	安宁河（西昌市、喜德县）阿七大桥控制单元	凉山彝族自治州	西昌市	水环境管控分区
水环境一般管控区	YS5134313210001	黑水河（普格县、昭觉县）公德房电站控制单元	凉山彝族自治州	昭觉县	水环境管控分区
水环境一般管控区	YS5134313210002	溜筒河（美姑、昭觉、雷波）河口控制单元	凉山彝族自治州	昭觉县	水环境管控分区
水环境一般管控区	YS5134313210004	西溪河（昭觉、越西、布拖）三湾河大桥控制单元	凉山彝族自治州	昭觉县	水环境管控分区
水环境一般管控区	YS5134293210002	西溪河（布拖、昭觉、金阳）西溪河大桥控制单元	凉山彝族自治州	布拖县	水环境管控分区
水环境优先保护区	YS5134291210001	西溪河（布拖、昭觉、金阳）西溪河大桥控制单元	凉山彝族自治州	布拖县	水环境管控分区

管控类型	环境管控单元编码	环境管控单元名称	所属市（州）	所属区县	准入清单类型
水环境一般管控区	YS5134283210001	黑水河（普格县、昭觉县）公德房电站控制单元	凉山彝族自治州	普格县	水环境管控分区
水环境一般管控区	YS5134363210002	溜筒河美姑县拉木控制单元	凉山彝族自治州	美姑县	水环境管控分区
大气环境一般管控区	YS5134013310001	西昌市其他区域	凉山彝族自治州	西昌市	大气环境管控分区
大气环境布局敏感重点管控区	YS5134312320001	昭觉县大气环境布局敏感重点管控区	凉山彝族自治州	昭觉县	大气环境管控分区
大气环境弱扩散重点管控区	YS5134312330001	昭觉县大气环境弱扩散重点管控区	凉山彝族自治州	昭觉县	大气环境管控分区
大气环境一般管控区	YS5134293310001	布拖县其他区域	凉山彝族自治州	布拖县	大气环境管控分区
大气环境弱扩散重点管控区	YS5134282330001	普格县大气环境弱扩散重点管控区	凉山彝族自治州	普格县	大气环境管控分区
大气环境弱扩散重点管控区	YS5134362330001	美姑县大气环境弱扩散重点管控区	凉山彝族自治州	美姑县	大气环境管控分区
农用地优先保护区	YS5134311410008	昭觉县土壤优先保护区	凉山彝族自治州	昭觉县	土壤污染风险管控分区
农用地优先保护区	YS5134291410006	布拖县土壤优先保护区	凉山彝族自治州	布拖县	土壤污染风险管控分区
农用地优先保护区	YS5134361410011	美姑县土壤优先保护区	凉山彝族自治州	美姑县	土壤污染风险管控分区
土地资源重点管控区	YS5134312530001	生态保护红线 11	凉山彝族自治州	昭觉县	自然资源管控分区
土地资源重点管控区	YS5134292530001	生态保护红线 30	凉山彝族自治州	布拖县	自然资源管控分区
自然资源重点管控区	YS5134312550001	昭觉县自然资源重点管控区	凉山彝族自治州	昭觉县	自然资源管控分区
自然资源重点管控区	YS5134292550001	布拖县自然资源重点管控区	凉山彝族自治州	布拖县	自然资源管控分区

表 3-14　本项目与所在环境管控单元管控要求符合性

“三线一单”的具体要求				项目对应情况介绍	符合性分析
类别			对应管控要求		
环境综合管控单元要素重点管控单元ZH51340120005西昌市要素重点	普适性清单管控要求	空间布局约束	**禁止开发建设活动的要求：**（1）新建工业企业原则上都应在工业园区内建设并符合相关规划和园区定位。（2）严格执行相关行业企业布局选址要求，禁止在居民区、学校、医疗和养老机构等周边新建有色金属冶炼、焦化、化工、铅蓄电池制造等行业企业。（3）城镇建设和发展不得违法违规侵占河道、湖面、滩地。（4）禁止在长江流域河湖管理范围内倾倒、填埋、堆放、弃置、处理固体废物。 **限制开发建设活动的要求：**（1）现有工业企业不得新增污染物排放。（2）严格控制在城镇空间范围内新布设工业园区，如确需新布局工业园区，应充分论证选址的环境合理性。 **不符合空间布局要求活动的退出要求：**（1）按照相关规划和要求，清理整顿非法采砂、非法码头，全面清除不合规码头。（2）有序搬迁或依法关闭对土壤造成严重污染的现有企业。 **其他空间布局约束要求：**暂无	本项目为500千伏输电项目，不属于禁止开发建设活动、限制开发建设活动和不符合空间布局要求的活动。	符合
		污染物排放管控	**允许排放量要求：**暂无 **现有源提标升级改造：**（1）现有进水生化需氧量浓度低于100mgL的城市污水处理厂，要围绕服务片区管网开展“一厂一策”系统化整治，所有新建管网应雨污分流。（2）受纳水体水质达不到地表水IV类标准的城镇，因地制宜加快污水处理设施提标改造，城镇污水处理设施要执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》一级A排放标准。 其他污染物排放管控要求：（1）逐步改造雨污合流，形成雨污分流的排水体制；到2025年底，县城建成区无生活污水直排口，县城生活污水处理率力争达到87%以上。（2）2025年城市建成区道路机械化清扫率力争达到90%。（3）从事机动车修理、印刷、服装干洗、研发等排放挥发性有机污染物的生产作业，应当按照有关技术规范进行综合治理。推广机动车维修企业使用水性、紫外光固化涂料，喷涂和补漆工序须在密闭喷漆室内进行，禁止露天和敞开式喷漆作业；包装印刷业必须使用符合环保要求的油墨。（4）加强城区餐饮油烟治理，开展餐饮企业、食堂、露天烧烤等专项整治。所有产生油烟的餐饮企业、单位须安装高效油烟净化装置。（5）到2025年，县城生活垃圾无害化处理率达95%以上,县城污	本项目为500千伏输电项目，运行期无废气、废水排放。	符合

“三线一单”的具体要求				项目对应情况介绍	符合性分析
类别			对应管控要求		
			泥无害化处置率力争达到85%以上。提高城市生活垃圾回收利用率，加快发展以焚烧为主的垃圾处理方式。（6）工业固体废物资源化利用、无害化处置率100%；危险废物、医疗废物和放射性废物无害化处置率 100%。（7）位于城镇重点控制单元的园区外企业不再扩大产能，并依法完成排污许可申报工作，稳定达标排放，并优先开展提标升级改造，不能稳定达标排放的企业应由属地政府提出关停或搬迁入园。		
		环境风险防控	**联防联控要求：**暂无 **其他环境风险防控要求：**（1）现有涉及五类重金属的企业，不得新增污染物排放，限期退城入园或关停。（2）工业企业退出用地，须经评估、修复满足相应用地功能后，方可改变用途。	本项目为500千伏输电项目，运行期环境风险很小。	符合
		资源开发效率要求	**水资源利用总量要求：**（1）到2025年底，全州用水总量不得超过25.15亿立方米。 （2）城市生态景观、工业生产、城市绿化、道路清扫、车辆冲洗和建筑施工等，应当优先使用再生水；加快城镇公共供水管网改造，降低城镇供水管网漏损率；新建城区硬化地面可渗透面积要达到40%以上。 **地下水开采要求：**暂无 **能源利用总量及效率要求：**县级及以上城市建成区全面淘汰每小时10蒸吨及以下燃煤锅炉，在供气管网覆盖不到的其他地区，改用电、新能源或洁净煤。原则上不再新建每小时35蒸吨以下的燃煤锅炉；其他地区原则上不再新建每小时10蒸吨以下的燃煤锅炉。10蒸吨及以上高污染燃料锅炉建设脱硫脱硝设施，对不能实现达标排放的燃煤锅炉全部实施停产治理。对燃煤锅炉和工业锅炉现有除尘设施实施升级改造，确保达到新的排放标准和特别排放限值。 **禁燃区要求：**禁燃区内禁止使用燃煤等高污染燃料。 **其他资源利用效率要求：**暂无	本项目为500千伏输电项目，运行期不消耗水资源，不消耗能源。	符合
	单元级	空间布局约束	禁止开发建设活动的要求 同城镇重点管控单元总体准入要求 限制开发建设活动的要求	本项目为500千伏输电项目，不属于禁	符合

“三线一单”的具体要求				项目对应情况介绍	符合性分析
类别			对应管控要求		
	清单管控要求		同城镇重点管控单元总体准入要求 允许开发建设活动的要求 不符合空间布局要求活动的退出要求 同城镇重点管控单元总体准入要求 其他空间布局约束要求	止开发建设活动、限制开发建设活动和不符合空间布局要求的活动。	
		污染物排放管控	现有源提标升级改造 新增源等量或倍量替代 新增源排放标准限值 同城镇重点管控单元总体准入要求 污染物排放绩效水平准入要求 同城镇重点管控单元总体准入要求 其他污染物排放管控要求	本项目为500千伏输电项目，运行期无废气、废水排放。	符合
		环境风险防控	严格管控类农用地管控要求 安全利用类农用地管控要求 污染地块管控要求 同城镇重点管控单元总体准入要求 园区环境风险防控要求 企业环境风险防控要求 同城镇重点管控单元总体准入要求 其他环境风险防控要求	本项目为500千伏输电项目，运行期环境风险很小。	符合
		资源开发效率要求	水资源利用效率要求 同城镇重点管控单元总体准入要求 地下水开采要求 能源利用效率要求	本项目为500千伏输电项目，运行期不消耗水资源，	符合

“三线一单”的具体要求				项目对应情况介绍	符合性分析
类别			对应管控要求		
			同城镇重点管控单元总体准入要求 其他资源利用效率要求	不消耗能源。	
环境综合管控单元一般管控单元 (1)ZH51343130001昭觉县一般管控单元 (2)ZH51342930001布拖县一般管控单元 (3)ZH51342830001普格县一般管控单元 (4) ZH51343630001美姑县一般管控单元	普适性清单管控要求	空间布局约束	**禁止开发建设活动的要求：**（1）新建工业企业原则上都应在工业园区内建设并符合相关规划和园区定位，现有区外工业企业应逐步向工业园区集中。严控新增建设用地规模和非农建设占用耕地。单元内如新布局工业园区，应充分论证选址的环境合理性。（2）禁止在法律法规规定的禁采区内新建矿山；禁止土法采、选、冶严重污染环境的矿产资源。（3）涉及基本农田的区域，除法律规定的重点建设项目选址确实无法避让外，其他任何建设不得占用。（4）涉及饮用水源保护区的，严格按照国家及地方法律法规、管理办法等相关要求进行控制。（5）不再新建小型（单站装机容量5万千瓦以下）水电及中型电站（具有季及以上调节能力的中型水库电站除外）。 **限制开发建设活动的要求：**（1）对四川省主体功能区划中的限制开发区域（重点生态功能区），严格保护具有水源涵养功能的自然植被，禁止过度放牧、无序采矿、毁林开荒，限制陡坡垦殖和超载过牧，禁止对野生动植物滥捕滥采；因地制宜地发展适宜产业，在不损害生态系统功能的前提下，适度发展旅游、农林牧产品生产和加工、生态农业、休闲农业等产业。（2）园区外的现有工业企业污染物排放只降不增，现有重污染行业企业要限期搬入产业对口园区。 **不符合空间布局要求活动的退出要求：**（1）饮用水源保护区现有不符合相关保护区法律法规和规划的项目，应限期整改或关闭。（2）依法取缔禁养区内规模化畜禽养殖场。（3）按照相关规划和要求，清理整顿非法采砂、非法码头，全面清除不合规码头。 **其他空间布局约束要求：**暂无	本项目为500千伏输电项目，不属于禁止开发建设活动、限制开发建设活动和不符合空间布局要求的活动。	符合
		污染物排放管控	**允许排放量要求：**暂无 **现有源提标升级改造：**（1）在矿产资源开发活动集中区域，废水执行重金属污染物排放特别限值。（2）砖瓦行业实施脱硫、除尘升级改造，污染物排放达到《砖瓦工业大气污染物排放标准》相关要求。（3）加强凉山州境内小水电生态下泄流量整改力度，生态流量整改要做到生态流量核定到位、泄放设施改造到位、监测设施安装到位、上传平台监管到位，	本项目为500千伏输电项目，运行期无废气、废水排放。	符合

“三线一单”的具体要求				项目对应情况介绍	符合性分析
类别			对应管控要求		
			凡具备实时在线监测条件的,一律实行实时在线监测。 **其他污染物排放管控要求：**（1）充分考虑自然地理条件、经济发展水平、村庄分布特点、污水产生规模和农民生活习惯等因素，科学合理确定治理技术模式，积极推广低成本、低能耗、易维护、高效率的污水处理技术，有序推进生活污水收集处理。对靠近城镇且满足城镇污水收集管网接入要求的农村区域，优先纳入城镇污水处理厂（站）处理。鼓励实施生活污水资源化利用。（2）乡镇及行政村生活垃圾收转运处置体系基本实现全覆盖。积极推进生活垃圾就地分类减量和资源化利用。（3）到2025年规模化畜禽养殖场（小区）粪污处理设施配套率达到100%，粪污综合利用率达到85%以上。散养密集区要实行畜禽粪便污水分户收集、集中处理利用。（4）力争2025年大中型矿山达到绿色矿山标准，引导小型矿山按照绿色矿山标准规范发展；加强矿山采选废水的处理和综合利用工作，选矿废水全部综合利用，不外排，采矿废水应尽量回用。（5）实施化肥、农药使用量负增长行动，利用率提高到40%以上，测土配方施肥技术推广覆盖率提高到90%以上，主要农作物绿色防控技术覆盖率达到30%，主要农作物病虫害专业化统防统治覆盖率达40%，控制农村面源污染。（6）废旧农膜回收利用率达到80%以上。（7）禁止露天焚烧秸秆，秸秆综合利用率保持在90%以上。		
		环境风险防控	**联防联控要求：**暂无 **其他环境风险防控要求：**（1）工业企业退出用地，须经评估、修复满足相应用地功能后，方可改变用途。（2）加强“散乱污”企业环境风险防控，基本消除“散乱污”企业污染问题。（3）严禁将城镇生活垃圾、污泥、工业废物直接用作肥料，禁止处理不达标的污泥进入耕地；禁止在农用地排放、倾倒、使用污泥、清淤底泥、尾矿（渣）等可能对土壤造成污染的固体废物。（4）定期对单元内尾矿库进行风险巡查，建立监测系统和环境风险应急预案；完善各尾矿库渗滤液收集、处理、回用系统，杜绝事故排放；尾矿库闭矿后因地制宜进行植被恢复和综合利用。	本项目为500千伏输电项目，运行期环境风险很小。	符合
		资源开发效率	**水资源利用总量要求：**（1）到2025年，农田灌溉水有效利用系数达到0.508以上。（2）到2025年，全州用水总量不得超过25.15亿立方米。	本项目为500千伏输电项	符合

“三线一单”的具体要求				项目对应情况介绍	符合性分析
类别			对应管控要求		
		要求	**地下水开采要求：**暂无 **能源利用总量及效率要求：**（1）推进清洁能源的推广使用，全面推进散煤清洁化整治。 **禁燃区要求：**暂无 **其他资源利用效率要求：**暂无	目，运行期不消耗水资源，不消耗能源。	
	单元级清单管控要求	空间布局约束	禁止开发建设活动的要求 同一般管控单元总体准入要求 限制开发建设活动的要求 同一般管控单元总体准入要求 允许开发建设活动的要求 不符合空间布局要求活动的退出要求 同一般管控单元总体准入要求 其他空间布局约束要求	本项目为500千伏输电项目，不属于禁止开发建设活动、限制开发建设活动和不符合空间布局要求的活动。	符合
		污染物排放管控	现有源提标升级改造 同一般管控单元总体准入要求。单元内的大气重点管控区执行大气要素重点管控要求。 新增源等量或倍量替代 新增源排放标准限值 同一般管控单元总体准入要求。单元内的大气重点管控区执行大气要素重点管控要求。 污染物排放绩效水平准入要求 同一般管控单元总体准入要求。单元内的大气重点管控区执行大气要素重点管控要求。 其他污染物排放管控要求	本项目为500千伏输电项目，运行期无废气、废水排放。	符合
		环境风险防控	严格管控类农用地管控要求 安全利用类农用地管控要求 污染地块管控要求 园区环境风险防控要求	本项目为500千伏输电项目，运行期环境风险很小。	符合

“三线一单”的具体要求				项目对应情况介绍	符合性分析
类别			对应管控要求		
			企业环境风险防控要求 其他环境风险防控要求 同一般管控单元总体准入要求。单元内土壤优先保护区执行土壤要素优先保护管控要求。		
		资源开发效率要求	水资源利用效率要求 同一般管控单元总体准入要求 地下水开采要求 能源利用效率要求 同一般管控单元总体准入要求 其他资源利用效率要求	本项目为500千伏输电项目，运行期不消耗水资源，不消耗能源。	符合
环境综合管控单元优先保护单元 (1) ZH51343110001 昭觉县优先保护单元 (2) ZH51342910001 布拖县优先保护单元	普适性清单管控要求	空间布局约束	**禁止开发建设活动的要求:**1、生态保护红线：（1）生态保护红线内严格禁止允许类、限制类之外的其他开发性、生产性建设活动，原则上自然保护地核心保护区内禁止人为活动。（2）涉及相关法定保护地的，按照相应法律法规进行管控。2、自然保护区：（1）禁止在自然保护区的缓冲区开展旅游和生产经营活动。（2）严禁开设与自然保护区保护方向不一致的参观、旅游项目。（3）禁止在自然保护区内进行砍伐、放牧、狩猎、捕捞、采药、开垦、烧荒、开矿、采石、挖沙等活动（法律、行政法规另有规定除外）。（4）在自然保护区的核心区和缓冲区内，禁止建设任何生产设施。在自然保护区的实验区内，不得建设污染环境、破坏资源或者景观的生产设施。（5）自然保护区的内部未分区的，依照本条例有关核心区和缓冲区的规定管理。3、风景名胜区：（1）禁止违反风景名胜区规划，在风景名胜区内设立各类开发区和在核心景区内建设宾馆、招待所、培训中心、疗养院以及与风景名胜资源保护无关的其他建筑物；已经建设的，应当按照风景名胜区规划，逐步迁出；（2）禁止风景名胜区内修建储存或者输送爆炸性、易燃性、放射性、毒害性、腐蚀性物品等危险品的设施，或者其他破坏景观、污染环境、妨碍游览和危害风景名胜区生态、公共安全的建筑物和构筑物。4、世界遗产地：禁止在世界遗产保护范围内实施以下行为：建设污染环境、破坏生态和造成水土流失的设施；在世界遗产核心保护区、保护区范围内进行开山、采石、垦荒、开矿、取土等破坏地表、地貌的活动；在世界遗产核心保护区、	本项目为500千伏输电项目，不属于禁止开发建设活动、限制开发建设活动和不符合空间布局要求的活动。	符合

“三线一单”的具体要求				项目对应情况介绍	符合性分析
类别			对应管控要求		
			保护区范围内修建储存爆炸性、易燃性、放射性、毒害性、腐蚀性等物品设施；在世界遗产核心保护区、保护区设立各类开发区、度假区；在世界遗产核心保护区建设宾馆、招待所、疗养院及各类培训中心等建筑物、构筑物和其他设施；在世界遗产保护区、缓冲区未经省人民政府世界遗产行政主管部门审核进行建设；其他损害或者破坏世界遗产真实性和完整性的行为。5、饮用水水源保护区：（1）禁止在饮用水水源保护区内设置排污口。（2）在饮用水水源一级保护区内：禁止从事网箱养殖、旅游、游泳、垂钓或者其他可能污染饮用水水体的活动；禁止新建、改建、扩建与供水设施和保护水源无关的建设项目，已建成的与供水设施和保护水源无关的建设项目，由县级以上人民政府责令拆除或者关闭。（3）在饮用水水源二级保护区内：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，由县级以上人民政府责令拆除或者关闭。（4）在饮用水水源准保护区内：禁止新建、扩建对水体污染严重的建设项目，改建建设项目，不得增加排污量；禁止设置易溶性、有毒有害废弃物和危险废物的暂存和转运场所；禁止设置生活垃圾和工业固体废物的处置场所，生活垃圾转运站和工业固体废物暂存场所应当设置防护设施。6、森林公园：（1）禁止擅自填堵森林公园的自然水系；禁止在森林公园内超标准排放污水，乱倒乱扔生活垃圾和其他污染物。（2）禁止擅自占用森林公园内的林地。确需征用、占用的，用地单位应当提出申请，经县级以上林业行政主管部门审核同意后，按照土地管理法律、法规的规定办理审批手续。（3）禁止在森林公园毁林开垦和毁林采石、采砂、采土以及其他毁林行为。采伐森林公园的林木，必须遵守有关林业法规、经营方案和技术规程的规定。在珍贵景物、重要景点和核心景区，除必要的保护和附属设施外，禁止建设宾馆、招待所、疗养院和其他工程设施。7、湿地公园：（1）禁止开（围）垦、填埋或者排干湿地。禁止截断湿地水源。禁止挖沙、采矿、挖塘、采集泥炭、揭取草皮。禁止倾倒有毒有害物质、废弃物、垃圾。禁止擅自排放污水。禁止破坏野生动物栖息地和迁徙通道、鱼类洄游通道，滥采滥捕野生动植物。禁止擅自放牧、捕捞、取土、取水、放生。禁止其他破坏湿地及其生态功能的活动。（2）禁止从事房地产、度假村、高尔夫球场、风力发电、光伏发电等任何不符合主体功能定位的建设项目和开发活动。（3）禁止擅自砍伐林木、采集		

“三线一单”的具体要求				项目对应情况介绍	符合性分析
类别			对应管控要求		
			野生植物、猎捕野生动物、捡拾鸟卵；禁止采用灭绝性方式捕捞鱼类及其他水生生物。8、地质公园：（1）禁止在保护区内及可能对地质遗迹造成影响的一定范围内进行采石、取土、开矿、放牧、砍伐以及其它对保护对象有损害的活动。未经管理机构批准，禁止在保护区范围内采集标本和化石。（2）禁止在保护区内修建与地质遗迹保护无关的厂房或其他建筑设施。9、水产种质资源保护区：（1）禁止在水产种质资源保护区内从事围湖造田。（2）禁止在水产种质资源保护区内新建排污口。在水产种质资源保护区附近新建、改建、扩建排污口，应当保证保护区水体不受污染。10、基本农田：（1）永久基本农田，实行严格保护，除法律规定的重点建设项目选址确实无法避让外，其他任何建设不得占用。（2）禁止在基本农田保护区建窑、建房、建坟、挖砂、采石、采矿、取土、堆放固体废弃物或者进行其他破坏基本农田的活动。（3）禁止占用基本农田发展林果业和挖塘养鱼。11、优先保护岸线：（1）禁止违法利用、占用长江流域河湖岸线。（2）禁止在长江干支流岸线1公里范围内新建、扩建化工园区和化工项目。（3）在长江干流及主要支流岸线1公里范围内严控新建涉磷、造纸、印染、制革等项目。（4）为保护生态环境划定的岸线保护区，自然保护区核心区内的岸线保护区不得建设任何生产设施；自然保护区缓冲区内划定的岸线保留区不得建设任何生产设施；实验区内划定的岸线保留区不得建设污染环境、破坏资源的生产设施，建设其他项目，其污染物排放不得超过国家和地方规定的污染物排放标准。（5）饮用水水源一级保护区内的岸线保护区，禁止新建、扩建与供水设施和保护水源无关的建设项目，饮用水水源二级保护区内的岸线保留区禁止建设排放污染物的建设项目，饮用水水源准保护区内的岸线禁止新建和扩建对水体污染严重的建设项目、改建项目不得增加排污量。（6）禁止在河道、湖泊管理范围内建设妨碍行洪的建筑物、构筑物，倾倒垃圾、渣土，从事影响河势稳定、危害河岸堤防安全和其他妨碍河道行洪的活动。禁止在行洪河道内种植阻碍行洪的林木和高秆作物。（7）严格管控沿江沿河工程建设废弃渣土场的设置，禁止违法占用河道。12、生物多样性及水土保持生态功能重要区：（1）禁止生物多样性维护生态功能区的大规模水电开发和林纸一体化产业发展.（2）禁止在二十五度以上陡坡地开垦种植农作物;禁止过度放牧.（3）禁止在崩塌、滑坡危险区和泥石流易发区从事取土、		

“三线一单”的具体要求				项目对应情况介绍	符合性分析
类别			对应管控要求		
			挖砂、采石等可能造成水土流失的活动。13、水源涵养-水土保持生态重要功能重要区：（1）禁止各种损害生态系统水源涵养功能的经济社会活动和生产方式，如无序采矿、毁林开荒、湿地和草地开垦、过度放牧、道路建设等。严格限制大规模人工造林。（2）禁止在二十五度以上陡坡地开垦种植农作物。禁止过度放牧。限制土地资源高消耗产业发展。（3）禁止在崩塌、滑坡危险区和泥石流易发区从事取土、挖砂、采石等可能造成水土流失的活动。14、水土流失敏感区：（1）禁止在崩塌、滑坡危险区和泥石流易发区从事取土、挖砂、采石等可能造成水土流失的活动。（2）禁止在二十五度以上陡坡地开垦种植农作物。（3）禁止毁林、毁草开垦和采集发菜。 **限制开发建设活动的要求:**1、生态保护红线：（1）涉及无法避让的重大基础设施应采取无害化穿越方式。（2） 严格限制在长江流域生态保护红线、自然保护地、水生生物重要栖息地水域实施航道整治工程；确需整治的，应当经科学论证，并依法办理相关手续。2、自然保护区：（1）禁止任何人进入自然保护区的核心区。因科学研究的需要，必须进入核心区从事科学研究观测、调查活动的，应当事先向自然保护区管理机构提交申请和活动计划，并经省级以上人民政府有关自然保护区行政主管部门批准；其中，进入国家级自然保护区核心区的，必须经国务院有关自然保护区行政主管部门批准。（2）因教学科学研的目的，需要进入自然保护区的缓冲区从事非破坏性的科学研究、教学实习和标本采集活动的，应当事先向自然保护区管理机构提交申请和活动计划，经自然保护区管理机构批准。（3）在自然保护区的实验区内开展参观、旅游活动的，由自然保护区管理机构编制方案，方案应当符合自然保护区管理目标。（4）在自然保护区的实验区内建设其他项目，其污染物排放不得超过国家和地方规定的污染物排放标准。3、水产种质资源保护区：（1）在水产种质资源保护区内从事修建水利工程、疏浚航道、建闸筑坝、勘探和开采矿产资源、港口建设等工程建设的，或者在水产种质资源保护区外从事可能损害保护区功能的工程建设活动的，应当按照国家有关规定编制建设项目对水产种质资源保护区的影响专题论证报告，并将其纳入环境影响评价报告书。4、基本农田：（1）重大建设项目选址确实难以避让永久基本农田的，在可行性研究阶段，按照省级自然资源主管部门组织对占用的必要性、合理		

“三线一单”的具体要求				项目对应情况介绍	符合性分析
类别			对应管控要求		
			性和补划方案的可行性进行严格论证，报自然资源部用地预审；农用地转用和土地征收依法报批。5、优先保护岸线：（1）按照相关规划在岸线保护区内必须实施的防洪护岸、河道治理、供水、航道整治、国家重要基础设施等事关公共安全及公众利益的建设项目，须经充分论证并严格按照法律法规要求履行相关许可程序；在岸线保留区内因防洪安全、河势稳定、供水安全、航道稳定及经济社会发展需要必须建设的防洪护岸、河道治理、取水、航道整治、公共管理、生态环境治理、国家重要基础设施等工程，须经充分论证并严格按照法律法规要求履行相关许可程序。对于其他具有生态环境正效益，可以改善区域生态环境质量的建设活动，经充分论证并严格按照法律法规要求履行相关许可程序后可以施行。（2）控制利用区中：集中式饮用水水源地二级保护区、准保护区，遵循省（市）颁布的集中式饮用水水源地管理条例（办法），按照相关法律法规要求履行相关许可程序后，可建设对水源地无污染的建设项目。自然保护区实验区、重要湿地经环评专题充分论证，按照相关法律法规要求并履行相关许可程序后，方可开发建设。（3）控制利用区、开发利用区按照相关法律法规要求履行相关许可程序后，方可开发建设。（4）严禁非法采砂。严格落实禁采区、可采区、保留区和禁采期管理措施，加强对非法采砂行为的监督执法。 **不符合空间布局要求活动的退出要求:**（1）对不符合要求和规划、造成污染或破坏的设施，应限期治理或退出。（2）小水电清理整顿要求：在永久基本农田划定后核准或建设的小水电，占用永久基本农田的，列入退出类；生态保护红线划定后核准或建设的小水电，占用生态保护红线的，列入退出类。位于风景名胜区一级保护区、森林公园核心景观区和生态保育区的小水电列入退出类。（3）位于一般生态空间的园区外企业不再扩大产能，并依法完成排污许可申报工作，稳定达标排放，并优先开展提标升级改造，不能稳定达标排放的企业应由属地政府提出关停或搬迁入园。（4）优先保护岸线：依法淘汰取缔长江干流及主要支流岸线1公里范围内违法违规工业园区；长江干流及主要支流岸线1km范围内存在违法违规行为的化工企业，整改后仍不能达到要求的依法关闭，鼓励企业搬入合规园区；清理整顿非法采砂、非法码头，全面清除不合规码头；长江干流及主要支流岸线延伸至陆域200米范围内基本消除畜禽养殖场（小区）。		

“三线一单”的具体要求				项目对应情况介绍	符合性分析
类别			对应管控要求		
			其他空间布局约束要求：1、生态保护红线：自然保护地核心保护区外的其他区域，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:（1）零星的原住民在不扩大现有建设用地和耕地规模前提下，修缮生产生活设施，保留生活必需的少量种植、放牧、捕捞、养殖；（2） 因国家重大能源资源安全需要开展的战略性能源资源勘查，公益性自然资源调查和地质勘查；（3） 自然资源、生态环境监测和执法包括水文水资源监测及涉水违法事件的查处等，灾害防治和应急抢险活动；（4）经依法批准进行的非破坏性科学研究观测、标本采集；（5）经依法批准的考古调查发掘和文物保护活动；（6）不破坏生态功能的适度参观旅游和相关的必要公共设施建设；（7）必须且无法避让、符合县级以上国土空间规划的线性基础设施建设、防洪和供水设施建设与运行维护；（8）重要生态修复工程；（9）生态保护红线管理办法明确允许的其他人为活动。2、自然保护区：自然保护区实验区可以进入从事科学试验、教学实习、参观考察、旅游以及驯化、繁殖珍稀、濒危野生动植物等活动。		
		污染物排放管控	暂无	本项目为500千伏输电项目，运行期无废气、废水排放。	符合
		环境风险防控	暂无	本项目为500千伏输电项目，运行期环境风险很小。	符合
		资源开发效率要求	暂无	本项目为500千伏输电项目，运行期不消耗水资源，	符合

“三线一单”的具体要求				项目对应情况介绍	符合性分析
类别			对应管控要求		
				不消耗能源。	
	单元级清单管控要求	空间布局约束	禁止开发建设活动的要求 （1）生态保护红线、自然保护区、饮用水源保护区：同优先保护单元总体准入要求，即优先保护单元中，生态保护红线原则上按照禁止开发区域的要求进行管理，其中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；一般生态空间按限制开发区域的要求进行管理，原则上不再新建各类开发区和扩大现有工业园区面积，已有的工业开发区要逐步改造成为低能耗、可循环、“零污染”的生态型工业区，鼓励发展“飞地经济”（2）水土流失敏感区：禁止在崩塌、滑坡危险区和泥石流易发区从事取土、挖砂、采石等可能造成水土流失的活动禁止在二十五度以上陡坡地开垦种植农作物禁止毁林、毁草开垦和采集发菜 限制开发建设活动的要求 允许开发建设活动的要求 不符合空间布局要求活动的退出要求 同优先保护单元总体准入要求，即优先保护单元中，生态保护红线原则上按照禁止开发区域的要求进行管理，其中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；一般生态空间按限制开发区域的要求进行管理，原则上不再新建各类开发区和扩大现有工业园区面积，已有的工业开发区要逐步改造成为低能耗、可循环、“零污染”的生态型工业区，鼓励发展“飞地经济” 其他空间布局约束要求	本项目为500千伏输电项目，不属于禁止开发建设活动、限制开发建设活动和不符合空间布局要求的活动。	符合
		污染物排放管控	现有源提标升级改造 新增源等量或倍量替代 新增源排放标准限值 污染物排放绩效水平准入要求	本项目为500千伏输电项目，运行期无废气、废水排	符合

“三线一单”的具体要求				项目对应情况介绍	符合性分析
类别			对应管控要求		
			其他污染物排放管控要求	放。	
		环境风险防控	严格管控类农用地管控要求 安全利用类农用地管控要求 污染地块管控要求 园区环境风险防控要求 企业环境风险防控要求 其他环境风险防控要求	本项目为500千伏输电项目，运行期环境风险很小。	符合
		资源开发效率要求	水资源利用效率要求 地下水开采要求 能源利用效率要求 其他资源利用效率要求	本项目为500千伏输电项目，运行期不消耗水资源，不消耗能源。	符合
生态空间分区生态保护红线 (1)YS5134311110001生态优先保护区（生态保护红线）30 (2)YS5134291120001生态优先保护区（生态保护红线）30	普适性清单管控要求	空间布局约束	暂无	/	/
		污染物排放管控	暂无	/	/
		环境风险防控	暂无	/	/
		资源开发效率要求	暂无	/	/
	单元级	空间布局约束	禁止开发建设活动的要求 生态保护红线内，在符合法律法规的前提下，仅允许进行自然保护地核心区7类，自然保护地核心区以外的区域11类对生态功能不造成破坏的有限人为活动各类自然保护地，以	本项目为500千伏输电项目，不属于禁	符合

“三线一单”的具体要求				项目对应情况介绍	符合性分析
类别			对应管控要求		
	清单管控要求		及饮用水水源地保护区等禁止开发区域的管理，同时执行相关法律法规规定 限制开发建设活动的要求 红线内已建成的线性基础设施，风电、光伏、水电设施以及水利设施，应严格按照法律法规进行管理、运行和维护，严禁擅自扩大规模 允许开发建设活动的要求 不符合空间布局要求活动的退出要求 同优先保护单元总体准入要求，即优先保护单元中，生态保护红线原则上按照禁止开发区域的要求进行管理，其中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；一般生态空间按限制开发区域的要求进行管理，原则上不再新建各类开发区和扩大现有工业园区面积，已有的工业开发区要逐步改造成为低能耗、可循环、“零污染”的生态型工业区，鼓励发展“飞地经济” 其他空间布局约束要求 按现行法律法规执行，参照主体功能区中禁止开发区管控	止开发建设活动、限制开发建设活动和不符合空间布局要求的活动。	
		污染物排放管控	/	/	/
		环境风险防控	/	/	/
		资源开发效率要求	/	/	/
生态空间分区一般生态空间	普适性	空间布局约束	暂无	/	/
		污染物	暂无	/	/

“三线一单”的具体要求				项目对应情况介绍	符合性分析
类别			对应管控要求		
(1)YS5134311130001生态优先保护区（一般生态空间）21	清单管控要求	排放管控			
		环境风险防控	暂无	/	/
		资源开发效率要求	暂无	/	/
	单元级清单管控要求	空间布局约束	禁止开发建设活动的要求 邛海—螺髻山风景名胜区、螺髻山省级自然遗产、普格县第二自来水厂大槽河集中式饮用水水源保护区、油房沟金洞子水源地、普格县螺髻山镇德育村龙洞河集中式饮用水水源地、金沙江荞窝镇安木足村水源地参照法定保护地现行法律法规执行 限制开发建设活动的要求 参照现行法律法规执行 允许开发建设活动的要求 参照现行法律法规执行 不符合空间布局要求活动的退出要求 同优先保护单元总体准入要求，即优先保护单元中，生态保护红线原则上按照禁止开发区域的要求进行管理，其中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；一般生态空间按限制开发区域的要求进行管理，原则上不再新建各类开发区和扩大现有工业园区面积，已有的工业开发区要逐步改造成为低能耗、可循环、“零污染”的生态型工业区，鼓励发展“飞地经济” 其他空间布局约束要求 按现行法律法规执行，参照主体功能区中限制开发区管控	本项目为500千伏输电项目，不属于禁止开发建设活动、限制开发建设活动和不符合空间布局要求的活动。	符合
		污染物	/	/	/

“三线一单”的具体要求				项目对应情况介绍	符合性分析
类别			对应管控要求		
		排放管控			
		环境风险防控	/	/	/
		资源开发效率要求	/	/	/
水环境农业污染重点管控区YS5134012230001安宁河（西昌市、喜德县）阿七大桥控制单元	普适性清单管控要求	空间布局约束	暂无	/	/
		污染物排放管控	暂无	/	/
		环境风险防控	暂无	/	/
		资源开发效率要求	暂无	/	/
	单元级清单管控要	空间布局约束	禁止开发建设活动的要求 限制开发建设活动的要求 允许开发建设活动的要求 不符合空间布局要求活动的退出要求 其他空间布局约束要求	本项目为500千伏输电项目，不属于禁止开发建设活动、限制开发建设活动和不符合空间布局要求	符合

“三线一单”的具体要求				项目对应情况介绍	符合性分析
类别			对应管控要求		
	求			的活动。	
		污染物排放管控	城镇污水污染控制措施要求 工业废水污染控制措施要求 农业面源水污染控制措施要求 推进化肥、农药使用量“零增长”，提升畜禽养殖养殖废物资源化利用率 船舶港口水污染控制措施要求 饮用水水源和其它特殊水体保护要求	本项目为500千伏输电项目，运行期无废气、废水排放。	符合
		环境风险防控	/	/	符合
		资源开发效率要求	/	/	/
水环境一般管控区 (1)YS5134313210001黑水河（普格县、昭觉县）公德房电站控制单元 (2)YS5134283210001黑水河（普格县、昭觉县）公德房电站控制单元 (3)YS5134313210002溜筒河（美姑、昭觉、雷波）河口控制单元	普适性清单管控要求	空间布局约束	暂无	/	/
		污染物排放管控	暂无	/	/
		环境风险防控	暂无	/	/
		资源开发效率要求	暂无	/	/
	单元	空间布局约束	禁止开发建设活动的要求 限制开发建设活动的要求	本项目为500千伏输电项	符合

“三线一单”的具体要求				项目对应情况介绍	符合性分析
类别			对应管控要求		
(4)YS5134313210004西溪河（昭觉、越西、布拖）三湾河大桥控制单元 (5)YS5134293210002西溪河（布拖、昭觉、金阳）西溪河大桥控制单元 (6)YS5134363210002溜筒河美姑县拉木控制单元	级清单管控要求		允许开发建设活动的要求 不符合空间布局要求活动的退出要求 其他空间布局约束要求	目，不属于禁止开发建设活动、限制开发建设活动和不符合空间布局要求的活动。	
		污染物排放管控	城镇污水污染控制措施要求 因地制宜推进乡镇场镇生活污水收集、处理设施建设、运行 工业废水污染控制措施要求 农业面源水污染控制措施要求 船舶港口水污染控制措施要求 饮用水水源和其它特殊水体保护要求	本项目为500千伏输电项目，运行期无废气、废水排放。	符合
		环境风险防控	/	/	/
		资源开发效率要求	/	/	/
水环境优先保护区YS5134291210001 西溪河（布拖、昭觉、金阳）西溪河大桥控制单元	普适性清单管控	空间布局约束	暂无	/	/
		污染物排放管控	暂无	/	/
		环境风险防控	暂无	/	/

“三线一单”的具体要求				项目对应情况介绍	符合性分析
类别			对应管控要求		
	要求	资源开发效率要求	暂无	/	/
	单元级清单管控要求	空间布局约束	禁止开发建设活动的要求 严格按照《中华人民共和国水污染防治法》、《中华人民共和国自然保护区条例》《四川省自然保护区管理条例》、《四川省饮用水水源环境管理条例》等法规政策，落实保护区相关管理要求，法律法规明确禁止的生产开发活动一律禁止 限制开发建设活动的要求 《中华人民共和国水污染防治法》、《中华人民共和国自然保护区条例》、《四川省自然保护区管理条例》、《四川省饮用水水源环境管理条例》等法规政策明确限制的开发建设活动，法律无明确规定的，以自然保护区、水源地保护区水环境保护为核心，慎重布局，减少人类活动干扰 允许开发建设活动的要求 以自然保护区、水源保护区生态环境保护为目的，开展区域污染治理的项目允许布局，确保自然保护区、水源地保护区生态环境质量稳中趋好 不符合空间布局要求活动的退出要求 按照《中华人民共和国水污染防治法》、《中华人民共和国自然保护区条例》、《四川省自然保护区管理条例》、《四川省饮用水水源环境管理条例》等法规要求，清退不符合空间布局要求活动 其他空间布局约束要求 禁止运输危险化学品，确实无法避让的强化防护设施及运输管控	本项目为500千伏输电项目，不属于禁止开发建设活动、限制开发建设活动和不符合空间布局要求的活动。	符合
		污染物排放管控	城镇污水污染控制措施要求 工业废水污染控制措施要求 农业面源水污染控制措施要求 船舶港口水污染控制措施要求	本项目为500千伏输电项目，运行期无废气、废水排	符合

“三线一单”的具体要求				项目对应情况介绍	符合性分析
类别			对应管控要求		
			饮用水水源和其它特殊水体保护要求 以自然保护区水质保护为核心，强化其他污染源治理	放。	
		环境风险防控	/	/	/
		资源开发效率要求	/	/	/
大气环境布局敏感重点管控区YS5134312320001昭觉县大气环境布局敏感重点管控区	普适性清单管控要求	空间布局约束	暂无	/	/
		污染物排放管控	暂无	/	/
		环境风险防控	暂无	/	/
		资源开发效率要求	暂无	/	/
	单元级清单管控要	空间布局约束	禁止开发建设活动的要求 限制开发建设活动的要求 允许开发建设活动的要求 不符合空间布局要求活动的退出要求 其他空间布局约束要求	本项目为500千伏输电项目，不属于禁止开发建设活动、限制开发建设活动和不符合空间布局要求	/

“三线一单”的具体要求				项目对应情况介绍	符合性分析
类别			对应管控要求		
	求			的活动。	
		污染物排放管控	大气环境质量执行标准 《环境空气质量标准》（GB3095-2012）：二级 区域大气污染物削减/替代要求 新增大气污染物排放的建设项目实施总量削减替代。 燃煤和其他能源大气污染控制要求 工业废气污染控制要求 机动车船大气污染控制要求 扬尘污染控制要求 农业生产经营活动大气污染控制要求 重点行业企业专项治理要求 其他大气污染物排放管控要求 严格产业环境准入。严格限制高耗能、高排放行业新增产能。继续实行新、改、扩建项目产能等量置换或减量置换。将二氧化硫、氮氧化物、烟粉尘和挥发性有机物排放是否符合总量控制要求作为建设项目环评审批的前置条件。优化产业空间布局。按照主体功能区要求，加强规划环境影响评价审查，合理确定产业发展布局、结构和规模。严格执行分类分区差别化环境政策。	本项目为500千伏输电项目，运行期无废气、废水排放。	符合
		环境风险防控	/	/	/
		资源开发效率要求	/	/	/
大气环境弱扩散重点	普适性	空间布局约束	暂无	/	/
		污染物	暂无	/	/

“三线一单”的具体要求				项目对应情况介绍	符合性分析
类别			对应管控要求		
管控区 (1)YS5134312330001昭觉县大气环境弱扩散重点管控区 (2)YS5134282330001普格县大气环境弱扩散重点管控区 (3)YS5134362330001美姑县大气环境弱扩散重点管控区	清单管控要求	排放管控			
		环境风险防控	暂无	/	/
		资源开发效率要求	暂无	/	/
	单元级清单管控要求	空间布局约束	禁止开发建设活动的要求 限制开发建设活动的要求 允许开发建设活动的要求 不符合空间布局要求活动的退出要求 其他空间布局约束要求	本项目为500千伏输电项目，不属于禁止开发建设活动、限制开发建设活动和不符合空间布局要求的活动。	符合
		污染物排放管控	大气环境质量执行标准 《环境空气质量标准》(GB3095-2012)：二级 区域大气污染物削减/替代要求 新增大气污染物排放的建设项目实施总量削减替代。 燃煤和其他能源大气污染控制要求 工业废气污染控制要求 机动车船大气污染控制要求 扬尘污染控制要求 农业生产经营活动大气污染控制要求	本项目为500千伏输电项目，运行期无废气、废水排放。	符合

“三线一单”的具体要求				项目对应情况介绍	符合性分析
类别			对应管控要求		
			重点行业企业专项治理要求 其他大气污染物排放管控要求 坚决淘汰落后产能。制定落后产能淘汰计划，加强常态化执法和强制性标准实施，加大落后产品、装备、技术、工艺淘汰力度。对不能按期淘汰的企业，依法予以强制关停，对未按期完成淘汰任务的区域，暂停对该地区重点行业建设项目办理核准、审批和备案手续。		
		环境风险防控	/	/	/
		资源开发效率要求	/	/	/
大气环境一般管控区 (1)YS5134013310001西昌市其他区域 (2)YS5134293310001布拖县其他区域	普适性清单管控要求	空间布局约束	暂无	/	/
		污染物排放管控	暂无	/	/
		环境风险防控	暂无	/	/
		资源开发效率要求	暂无	/	/
	单元级清单	空间布局约束	禁止开发建设活动的要求 限制开发建设活动的要求 允许开发建设活动的要求 不符合空间布局要求活动的退出要求 其他空间布局约束要求	本项目为500千伏输电项目，不属于禁止开发建设活动、限制开	/

“三线一单”的具体要求				项目对应情况介绍	符合性分析
类别			对应管控要求		
	管控要求			发建设活动和不符合空间布局要求的活动。	
		污染物排放管控	大气环境质量执行标准 《环境空气质量标准》(GB3095-2012)：二级 区域大气污染物削减/替代要求 燃煤和其他能源大气污染控制要求 工业废气污染控制要求 机动车船大气污染控制要求 扬尘污染控制要求 农业生产经营活动大气污染控制要求 重点行业企业专项治理要求 其他大气污染物排放管控要求 减少工业化、城镇化对大气环境的影响，严格执行国家、省、州下达的相关大气污染防治要求。	本项目为500千伏输电项目，运行期无废气、废水排放。	符合
		环境风险防控	/	/	/
		资源开发效率要求	/	/	/
农用地优先保护区(1)YS5134311410008	普适性清	空间布局约束	暂无	/	/
		污染物排放管	暂无	/	/

“三线一单”的具体要求				项目对应情况介绍	符合性分析
类别			对应管控要求		
昭觉县土壤优先保护区 (2)YS5134291410006 布拖县土壤优先保护区 (3)YS5134361410011 美姑县土壤优先保护区	单管控要求	控			
		环境风险防控	暂无	/	/
		资源开发效率要求	暂无	/	/
	单元级清单管控要求	空间布局约束	禁止开发建设活动的要求 限制开发建设活动的要求 允许开发建设活动的要求 不符合空间布局要求活动的退出要求 其他空间布局约束要求	本项目为500千伏输电项目，不属于禁止开发建设活动、限制开发建设活动和不符合空间布局要求的活动。	/
		污染物排放管控	/	/	/
		环境风险防控	/	/	/
		资源开发效率要求	/	/	/
土地资源重点管控区 (1)YS5134312530001	普适	空间布局约束	暂无	/	/

“三线一单”的具体要求				项目对应情况介绍	符合性分析
类别			对应管控要求		
生态保护红线 11 (2)YS5134292530001 生态保护红线 30	性清单管控要求	污染物排放管控	暂无	/	/
		环境风险防控	暂无	/	/
		资源开发效率要求	暂无	/	/
	单元级清单管控要求	空间布局约束	除《生态保护红线管理办法》第九条正面清单允许的认为活动外，其他已开发建设活动有序退出	本项目为500千伏输电项目，属于正面清单允许的活动。	符合
		污染物排放管控	/	/	/
		环境风险防控	/	/	/
		资源开发效率要求	土地资源开发效率要求 无 能源资源开发效率要求 其他资源开发效率要求	本项目为500千伏输电项目，运行期不消耗水资源，不消耗能源。	符合
自然资源重点管控区 (1)YS5134312550001	普适	空间布局约束	暂无	/	/

“三线一单”的具体要求				项目对应情况介绍	符合性分析
类别			对应管控要求		
昭觉县自然资源重点管控区(2)YS5134292550001普格县自然资源重点管控区	性清单管控要求	污染物排放管控	暂无	/	/
		环境风险防控	暂无	/	/
		资源开发效率要求	暂无	/	/
	单元级清单管控要求	空间布局约束	合理开发高效利用水资源，建设节水型社会；优化土地利用布局与结构；优化产业空间布局，构建清洁能源体系	本项目为500千伏输电项目，利用原有输电走廊，合理利用土地布局。	符合
		污染物排放管控	/	/	/
		环境风险防控	/	/	/
		资源开发效率要求	土地资源开发效率要求 能源资源开发效率要求 其他资源开发效率要求	本项目为500千伏输电项目，运行期不消耗水资源，不消耗能源。	符合

（5）“三线一单”符合性分析结论

白鹤滩送端换流站配套月城Ⅱ500千伏输变电工程是为满足白鹤滩电站以及更多富余水电、凉山州东部新能源（风电和太阳能）外送需要实施的工程项目，属于线性基础设施工程。本项目在选址选线和设计阶段进行了多次优化调整，尽量避让沿线的生态保护红线、自然保护区、风景名胜区、湿地公园等生态敏感区，但由于输电距离长、涉及地市众多、地理环境复杂，受路径整体走向、城镇规划、生态敏感区分布、集中居民区分布地形地质条件、密集矿区等因素的限制，项目输电塔基不可避让占用生态保护红线。根据现场监测与环境影响预测，项目建设满足环境质量底线要求；项目建设不存在资源过度利用现象，符合资源利用上限要求；根据凉山州环境管控单元图，本项目所在区域位于优先保护单元、一般管控单元，项目在落实生态环境保护基本要求之外，对优先保护单元、重点管控区域将采取针对性的生态影响减缓与恢复措施，在施工中将严格落实各项生态保护措施，可有效控制工程建设对项目区域的生态影响，工程建设符合生态环境分区管控要求。因此，本项目建设符合四川省“三线一单”管控要求。

3.2.7 与《输变电建设项目环境保护技术要求》的符合性分析

根据《输变电建设项目环境保护技术要求》具体要求，本工程开关站选址时对自然保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区进行了避让，线路选址时尽可能对这些环境敏感区进行了避让，尽可能避让了生态保护红线，无法避开的部分采取了跨越的方式并采取无害化方式通过；本工程线路选线已避开了居民密集区域；线路尽可能与白浙线等特高压直流线路并行走线，减少新开辟走廊，优化线路并行间距；新建开关站尽可能优化总平面布置，减少占地，尽量减少植被砍伐和弃土弃渣；线路路径尽量避让了集中林区，经过林木密集地段时采用高跨方式以减少林木砍伐；因涉及自然保护区，本工程开展了生态环境现状调查，一档跨越保护区，不在保护区范围内立塔。因此，本工程在选址选线时基本满足输变电建设项目环境保护技术的相关要求。

在本工程设计阶段，对于穿越饮用水水源准保护区等环境敏感区的线路段，将会采取进一步优化塔基定位、尽可能减少穿越长度、控制导线高度等措施以减小不利环境影响；变电站将根据有关设计规范设置足够容量的事故油池及防雨、防渗等措施，确保事故油不外排；线路将因地制宜选择合适的架设高度、杆塔塔型、导线参数、极性布置等，邻近环境敏感目标时，采取避让或增加导线高度等减少电磁环境影响；换流站和变电站内将尽量选择低噪声设备，优化总平面布置，对于声源上无法根治的噪声，将采用隔声、

吸声、消声、防振、减振等措施，确保厂界排放噪声和周围声环境敏感目标分别满足相关环保标准要求；本工程将按照避让、减缓、恢复的次序提出生态影响防护与恢复措施；输电线路将因地制宜合理选择塔基基础，采用全方位长短腿与不等高基础设计，无法避让集中林区时将采取高跨设计，以减少林木砍伐，保护生态环境；对于无害化穿越生态红线的输电线路段，将根据生态现状调查结果，制定相应的保护方案。

在本工程施工阶段，将落实设计文件、环评文件及其审批部门审批决定中提出的环境保护要求；进入自然保护区和饮用水水源保护区等环境敏感区的输电线路，建设单位将加强施工过程的管理，开展环境保护培训，明确保护对象和保护要求，严格控制施工影响范围，确定适宜的施工方式，减少对环境保护对象的不利影响。

在本工程运行期，将做好环境保护设施的维护和运行管理，保障发挥环境保护作用；变电站运行过程中产生的废油将进行回收处理，废油将交由有资质的单位回收处理，杜绝随意丢弃。

因此，本环评对于工程的设计、施工、运行阶段也提出了相应的环境保护措施要求，推动环境保护“三同时”制度的落实，本工程建设符合《输变电建设项目环境保护技术要求》的相关规定。

3.3 环境影响因素识别与评价因子筛选

3.3.1 施工期环境影响因素识别

本项目施工期的主要环境影响因素有：水土流失、施工噪声、施工扬尘、施工废污水、施工固体废物、生态影响、土地占用等。

（1）水土流失

施工时的土方开挖，土方平衡中的回填土，以及建设过程中植被的破坏，会导致水土流失问题。

（2）施工噪声

变电站及线路工程施工中的主要噪声包括车辆运输的噪声、设备基础和塔基基础开挖、设备安装、架线施工中各种施工机械和机具噪声等，可能对周围居民生活产生影响。

月城Ⅱ500kV新建开关站施工期需动用大量的车辆及施工机具。各类施工机械噪声可能对周围居民生活产生影响。输电线路工程各施工点施工量小，施工时间短，不会对周围环境敏感目标产生明显影响。

（3）施工扬尘

施工开挖造成土地裸露，产生的二次扬尘可能对周围环境产生暂时的、局部的影响。

（4）施工废污水

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

（5）施工固体废物

施工过程中产生的建筑垃圾以及生活垃圾若不妥善处理，会对环境产生不良影响。

（6）生态影响

月城Ⅱ500kV新建开关站施工噪声、施工占地、水土流失等各项环境影响因素均可能对生态环境产生影响。

输电线路工程建设中，塔基建设等活动会带来永久与临时占地，使场地植被及微区域地表状态发生改变，对区域生态环境会产生不同程度的影响。

（7）其他影响

土地占用影响，包括线路塔基占地及施工临时用地改变土地功能。

3.3.2 运行期环境影响因素识别

运行期的主要环境影响因素有：工频电场、工频磁场、噪声、废污水等。

（1）工频电场、工频磁场

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

（2）噪声

变电站站内电气设备在运行时会产生各种噪声，主要是主变压器等电气设备所产生的电磁噪声和冷却风扇产生的空气动力噪声，以中低频为主；输电线路运行噪声主要来源于导线、金具产生的电晕放电噪声。

（3）废污水

1）变电站

变电站站内污水主要来源于生产运行人员产生的生活污水。

月城Ⅱ500kV新建开关站建成投入运行后，由于开关站人员定额少，每天在站内值班的生产运行人员仅有数人。因而，站区内产生的生活污水量不大，水质主要是有机物含量较高。对开关站内产生的生活污水，本工程拟通过站内建设的污水处理装置对其进行处理，使其达到GB8978－1996《污水综合排放标准》规定的一级标准后，用于站区

绿化，不外排。

2）输电线路

输电线路运行期间不产生废污水。

（4）固体废物

变电站站内固体废物来源于值班人员、检修人员产生的生活垃圾，以及更换产生的废旧蓄电池。站内生活垃圾日产生量约1kg/人.d。蓄电池使用寿命一般为10年，更换下的废旧蓄电池在更换和运输时，严格执行《危险废物转移管理办法》有关规定，由有资质的生产厂家负责拆装，拆卸的废旧蓄电池立即由厂家运走回收处理，不贮存在变电站内，站内不设置危废暂存间，不会对当地环境产生影响。

输电线路运行期无固体废物产生。

（5）事故油

月城Ⅱ500kV新建开关站在高抗及降压变、融冰变区域设有事故排油系统，高抗及站用变事故时，其绝缘油经事故油管排入30T高抗事故油池，降压变及融冰变变事故时，其绝缘油经事故油管排入60T变压器事故油池，事故油池的净容积可容纳最大一台设备100％的油量，油池具有油水分离功能，事故后油池中的油由专用车辆运至指定地点。

本项目施工期和运行期评价因子见表2-1。

3.4 生态环境影响途径分析

本环评主要从施工组织、施工工艺等方面分析了本项目生态环境影响途径，详见本报告书第7章《生态环境影响评价》。

3.5 初步设计环境保护措施

3.5.1 变电站工程

3.5.1.1 设计阶段采取的环保措施

3.5.1.1.1 电磁环境保护措施

变电站对站外的电磁环境影响主要为工频电场、工频磁场。本项目对月城Ⅱ500kV新建开关站采取以下电磁环境保护措施：

（1）开关站内新增的电气设备均安装接地装置，设备导电元件间接触部位均连接紧密。

（2）开关站内新增的金属构件，如吊夹、保护环、保护角、垫片、接头、螺栓、闸刀片等做到表面光滑。

采取上述措施后可以有效控制变电站产生的电磁环境影响。

3.5.1.1.2 声环境保护措施

月城Ⅱ500kV开关站新建工程本期建设规模时，需对噪声超标附近部分围墙采取加装隔声屏障高度至5m（4m围墙+1m隔声屏障）、总长101m；以及至8m（5m围墙+3m隔声屏障）、总长166m的降噪措施，可有效降低对站外声环境的影响。

3.5.1.1.3 水环境保护措施

本项目月城II新建开关站内设置回用水系统，该系统和生活污水处理系统成套配置，采用一套埋地式生活污水处理及回用装置。生活污水经生化处理后暂存于清水池，不外拍，再经过清水泵加压后用作站前区广场浇洒和道路冲洗。

3.5.1.1.4 事故油污水处理措施

（1）月城Ⅱ500kV新建开关站在高抗及降压变、融冰变区域设有事故排油系统，高抗及站用变事故时，其绝缘油经事故油管排入30T高抗事故油池，降压变及融冰变变事故时，其绝缘油经事故油管排入60T变压器事故油池，事故油池的净容积可容纳最大一台设备100％的油量，油池具有油水分离功能，事故后油池中的油由专用车辆运至指定地点。

（2）变电站主变和高抗设备内的冷却油在事故和检修时排油，排油过程中可能产生的油污水经事故油池隔油处理后，大部分油回收利用，少部分废油由具有相应处理资质的单位回收处理，不向站外排放。

3.5.1.1.5 生态环境保护措施

月城Ⅱ500kV新建开关站在设计时，根据站址的地形地貌条件，进行了多方案的比较，根据站址新建区域的地形地貌特点，采取了修建挡土墙、护坡、站外排水沟、硬化路面、场地雨水排水设计等措施，使本工程不会因工程建设造成水土流，站区土石方工程按照场地平整、建构筑物基槽余方、站区道路、沟道余方、进站道路土方综合考虑和计算，整个站区土石方量基本能保持平衡，不需外弃土石方。

3.5.1.2 **施工期采取的环保措施**

3.5.1.2.1 大气环境保护措施

（1）加强对施工现场和物料运输、存放与使用的管理，合理装卸，规范操作，对于易起尘的材料以及临时堆土应采取密目网苫盖措施。

（2）进出场地的车辆限制车速，场内道路、堆场及车辆进出道路应定时洒水，避免或减少产生扬尘。

3.5.1.2.2 水环境保护措施

变电站扩建工程施工产生的生活污水和少量的场地、设备清洗废水利用变电站已有污水处理设施进行处理，并加强施工管理，防止无组织排放。

3.5.1.2.3 声环境保护措施

（1）施工场地充分利用变电站站内空地进行布置。

（2）使用低噪声的施工方法、工艺和设备，最大限度降低噪声影响，施工过程中场界环境噪声排放满足 GB12523 中的要求。

（3）依法限制夜间施工，站区施工主要安排在白天进行。如因工艺特殊情况要求，需在夜间施工而产生环境噪声污染时，应按《中华人民共和国环境噪声污染防治法》的规定，取得县区级以上人民政府或者其有关主管部门的证明，并公告附近居民；同时禁止高噪音设备（如装载机、切割机等）作业。

3.5.1.2.4 固体废物处置措施

施工前作好施工机构及施工人员的环保培训，明确要求施工过程中的土石方、建筑垃圾及生活垃圾应分类集中收集，并安排专人专车及时清运生活垃圾或定期交由当地环卫部门统一清运处置。

3.5.1.2.5 水土流失

月城Ⅱ500kV 新建开关站在生产建设的施工过程中，应要求施工单位重视水土保持工作，加强施工过程中水土保持工作的管理。

（1）为防雨水对场地开挖面的冲刷造成水土流失，本工程场地平整、基础开挖等施工期应避开雨季。

（2）站址新建区域内的开挖面及边坡，应及时平整，清除和整理不稳定块面，并适当洒水，以使开挖面保持一定湿度，以避免风吹起尘和雨水冲刷造成水土流失。

（3）施工区应设置沉淀池，对施工中产生的生产废水进行沉淀处理后外排，并尽可能重复利用。

（4）施工过程中若有少量弃土，应及时清运到当地有关部门指定的堆放地点，并采取相应的拦挡处理措施，以避免雨水的冲刷造成新的水土流失。

3.5.1.3 运行期采取的环保措施

（1）当突发事故时，设备废油排入事故油池，经隔油处理后，事故油由具备资质的单位回收，形成的油泥等危险废物由有相应资质的单位处置，不外排。

（2）对当地群众进行有关输变电工程和相关设备方面的环境宣传工作。

（3）依法进行运行期环境保护设施的维护和运行管理，确保各项排放符合相应标准要求。

（4）建立各种警告、防护标识，避免意外事故发生。

3.5.2 输电线路工程

3.5.2.1 设计阶段采取的环保措施

3.5.2.1.1 电磁环境和声环境保护措施

（1）线路选线阶段充分征求了沿线政府及规划等相关部门的意见，优化路径，尽量避让了城镇规划区、居民密集区。

（2）合理选择导线直径及导线分裂数，以降低线路电磁环境影响水平。提高导线、母线、均压环、管母线终端球和其它金具等加工工艺，防止尖端放电和起电晕。合理选择导线截面和导线结构以降低线路的电晕噪声水平。

（3）严格按照相关规程及规范控制水平距离和线高，确保线路在评价范围内电磁环境敏感目标处产生的工频电场强度不超过4000V/m的控制限值、工频磁感应强度不超过100μT的控制限值。

（4）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》（GB 50545-2010）要求确保足够净空距离。

3.5.2.1.2 生态环境保护措施

（1）线路路径选择时已尽量避让沿线的自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区、生态保护红线等生态敏感区；线路已尽量避让集中林区，对于无法避让的林区尽量采用高跨方式通过，以减少通道下方林木砍伐量。

（2）本项目经过部分地带为山地地形，杆塔设计时采用全方位高低腿铁塔，尽量减少占地和土石方开挖量。塔位有坡度时考虑修筑护坡、排水沟，减少水土流失，保护生态环境。

（3）输电线路跨越水体时，采用一档跨越的方式，不在水体中立塔。

（4）合理组织施工，减少施工临时占地。开挖面及时平整，临时堆土采取拦挡、

防护等措施安全堆放。施工完成后因地制宜对扰动面进行恢复，对破坏的部分按规定进行补偿。

3.5.2.2 施工期采取的环保措施

3.5.2.2.1 大气环境保护措施

（1）加强对施工现场和物料运输、存放与使用的管理，合理装卸，规范操作，对于易起尘的材料以及临时堆土应采取密目网苫盖措施。

（2）塔基基础开挖过程中，应定时、及时洒水，使施工区域保持一定的湿度，对施工场地内松散、干涸的表土，也应定时、及时洒水或采取临时苫盖措施防止起尘。

3.5.2.2.2 水环境保护措施

（1）线路工程施工过程中产生少量生产废水，在施工场地附近设置沉淀池，生产废水经沉淀处理后回用，不外排。

（2）施工人员就近租用沿线民房，生活污水排入居民点化粪池进行处理，不会对地表水环境造成影响。

3.5.2.2.3 声环境保护措施

对位于环境敏感目标附近的塔基应依法限制夜间施工。位于一般地区的塔基施工应尽量安排在白天进行；如果因工艺特殊情况要求，需在夜间施工而产生环境噪声污染时，应按《中华人民共和国环境噪声污染防治法》的规定，取得县级以上人民政府或者其有关主管部门的证明，并公告附近居民。

3.5.2.2.4 固体废物处置措施

（1）线路工程施工产生的固体废物主要是建筑垃圾和施工人员产生的生活垃圾。施工前作好施工机构及施工人员的环保培训，明确要求施工过程中的建筑垃圾和生活垃圾分类集中收集，并安排专人专车及时清运或定期交由当地环卫部门统一清运处置，施工完成后做好迹地清理工作。

（2）在农田和经济作物区施工时，对施工临时占地区采取隔离保护措施，施工结束后及时清除混凝土余料和残渣，以利于后期土地功能的恢复。

3.5.2.2.5 水土流失

合理组织施工，减少占用临时施工占地；开挖面及时平整，临时堆土采取拦挡、防护等措施安全堆放；施工完成后对施工扰动面进行恢复。

3.5.2.3 运行期采取的环保措施

（1）对当地群众进行有关输变电工程和相关设备方面的环境宣传工作。

（2）依法进行运行期的环境管理和环境监测工作。

（3）建立各种警告、防护标识，避免意外事故发生。

4 环境现状调查与评价

4.1 区域概况

本工程全线涉及凉山州布拖县、昭觉县、美姑县、普格县及西昌市。

凉山彝族自治州北起大渡河与雅安、甘孜州接壤，南至金沙江与云南省相望，东临云南昭通和四川宜宾、乐山，西连甘孜州；地势西北高，东南低，北高南低；气候属于亚热带季风气候。凉山全州总面积6.04万平方公里，常住人口为4858359人。 山自古就是通往云南和东南亚的重要通道、“南方丝绸之路”的重镇；地处“大香格里拉旅游环线”腹心地带。

工程所经地段大部分为乡村自然环境，沿线生态环境质量较好。输电线路对沿线房屋密集的乡镇、村庄已尽量进行了避让，工程影响区域内民房大多数为分散型，居民点分布较少。

4.2 自然环境

4.2.1 地形地貌

4.2.1.1 月城Ⅱ500kV新建开关站

新建开关站站址位于昭觉县柳且乡合觉村，向东北距离昭觉县城约19km。站址海拔约2270～2310m，相对高差约20～30m，最大高差约40m。站址地貌的发育主要受构造及岩性控制，属中低山地貌单元，站址整体呈西侧高，东侧低的特点，海为丘包地貌，坡度为10～20度。

4.2.1.2 输电线路

工程区地处川西南横断山系东北缘，位于四川盆地与云贵高原之间。区内地形地貌受构造控制，主要山脉河流均近南北向相间展布，整体北高南低，主要表现为小~中起伏中山、中海拔丘陵，零星分布侵蚀堆积和山间谷地等地貌。区内主要河流为三湾河、西罗河、龙恩河、昭觉河、西溪河等。沿线植被较发育，以杂树、低矮灌木、农田为主。

（1）中起伏中山地貌

该类地貌主要受构造、剥蚀作用影响，高程多在2300m~3400m之间，相对高差一般在500m~900m之间。主要表现为连绵起伏的山体，山间沟壑纵横，常发育冲沟，地形坡度一般在25°~35°之间，局部大于40°。植被为杂草及杂树，一般较为发育。该类地貌主

要分布在四开乡~布拖换流站段。

中起伏中山地貌

（2）小起伏中山地貌

该类地貌主要受构造、剥蚀作用影响，高程多在2200m~2700m之间，相对高差一般在200m~400m之间。主要表现为相对狭长的山脊、宽缓的山包，地形坡度一般在20°~30°之间，局部大于35°。斜坡地段植被主要为农作物、杂草及杂树，一般较为发育。该类地貌集中分布在菩提村和四开乡附近。

小起伏中山地貌

（3） 中海拔丘陵地貌

中海拔丘陵地貌主要受构造、剥蚀作用影响，表现为低矮的浅丘，形状浑圆，高程多在2000m~2600m之间，相对高差为50~100m，地形坡度一般在15°~25°之间，局部可达30°，植被较发育。该类地貌的丘顶、斜坡、坡脚地带常被人工改造成农田，广泛分布于路径沿线。

中海拔丘陵地貌

（4）侵蚀堆积和山间谷地地貌

侵蚀堆积地貌主要受河流侵蚀作用影响，表现为阶地、河漫滩、洪积扇等，该类地貌集中分布于路径沿线的河流两侧。山间谷地地貌受构造、侵蚀作用影响，表现为两面环山、中部狭长平坦的谷地，该类地貌集中分布于四开乡附近。

侵蚀堆积地貌

山间谷地地貌

4.2.2 地质

4.2.2.1 月城Ⅱ500kV新建开关开关站

月城Ⅱ500kV新建开关站址区域位于扬子准地台西部边缘，西临康滇地轴，处于川滇南北向构造带的中段，属上扬子台褶带，跨两个三级构造单元，即美姑、金阳陷褶束和凉山陷褶束以及宁南凹褶束。境内构造总的多呈南北向展布，仅东南边缘因受四川台拗边缘形态影响，略呈北、北东方向延伸。区内褶皱构造和断裂构造发育，主要由一系列走向南北的褶皱、压性断裂和与其有生成关系的低序次压扭性或张扭性断裂所组成。此外还有青藏滇缅印尼歹字型构造的中段东支延入本区，与经向构造相复合。站址区位于经向构造体系之凉山紧密褶皱带，构造形迹主要为黑水河背斜、烂坝向斜、四开－交际河北西、三湾河向斜、罗西背斜，以及罗西大断裂（布拖断裂）和四开－交际河断裂。四开－交际河断裂南起交际河区以南，北经吉夫拉打、乌库梁子、铁鸡而抵四开后延入冕宁，呈南北向，延长75公里。它由2－5个断层呈束状分合延续而成。断层面多东倾，倾角60度以上，属冲断层。该断裂为一活动性断裂，为非全新活动断裂。合觉站址位于该断裂西侧，距断裂距离约0.5km。拟建站址区域地质构造稳定。

根据《中国地震动峰值加速度区划图》GB 18306－2015，站址Ⅱ类场地基本地震动峰值加速度均为0.20g。拟建站址区内及附近无大型滑坡、泥石流、崩塌、采空区等重大不良地质作用，站址范围内自然边坡稳定，场地稳定。站址北侧及东侧局部受少量山洪影响，需设置截洪；西南侧占用天然排水通道，需设置排洪沟。站址位置相对较高，不受附近河流和冲沟百年一遇洪水影响。

4.2.2.2 输电线路

线路工程区位于四川省Ⅰ级构造单元－扬子准地台的西南缘，自西向东跨及康滇地轴、四川台坳二个Ⅱ级构造单元。昭觉以西地区受康滇地轴控制，构造形迹以南北向为主，昭觉以东构造形迹主要为北东向及东西向。工程区内主要由一系列走向南北的褶皱、压性断裂和与其有成生联系的压扭性断裂组成。

线路工程区处于扬子地台的二级构造单元的康滇地轴内，区内以经向构造为主，另有歹字型构造的余支沿西昌至普格一线延入区内与经向构造斜接复合，伴生北东和近东西向次级断裂。第四纪以来本区新构造运动强烈，地壳隆升加剧，昭觉河两侧的低山受冰川作用影响，河流下切成“U”型谷和多级阶地。每一阶地均留下冰川沉积物，在河

口和一级阶地的河岸出现河漫滩和洪积扇。区内新构造运动整体显示为东西向水平挤压，其中尤以安宁河断裂带活动最为强烈。

根据以往调查，区域内安宁河断裂、大凉山断裂和则木河断裂属近期仍在活动的断裂，在松散堆积层中出现一些继承性断裂，频繁的地震活动证明了该区为近代地震活动最频繁的地带。

根据《中国地震动参数区划图》GB18306－2015，路径在Ⅱ类场地条件下地震动峰值加速度为0.20g。

根据区域水文地质普查报告及现场踏勘调查，按地下水的赋存介质不同，工程区内地下水可分为松散孔隙水、碳酸盐岩类岩溶水和基岩裂隙水三类。

本工程沿线集中林区主要分布在沿线山梁上，主要树种多为松树、杉树等为主，自然生长高度15m～18m。对于集中林区，本着保护生态环境的原则，线路将采取尽量高跨方式，减少对林木砍伐。

4.2.3 水文特征

4.2.3.1 月城Ⅱ500kV新建开关站

开关站站址东侧150m处有一条小河自北向南流过，宽20～30m，深2～4m。根据现场洪水调查，小河洪水变幅约2～3m，站址最低点自然标高较河床高20m以上。综合分析，站址不受小河100年一遇洪水淹没影响。

4.2.3.2 输电线路

输本线路工程跨越的主要河流为四开河、昭觉河，均为不通航河流，也无通航规划。

昭觉河

（1）流域概况

昭觉河位于西溪河上游，是昭觉县内流域最长、最广、水资源最丰富的一条河流。发源于越西县申果庄的沙枯尔吉，源头位于28°28′N，102°51′E，海拔3250m。从县境北部入境，经则普、觉甘、永乐乡，至库依乡与比尔依木汇合，上段称则普拉打，下段称库依拉打，进入城北乡境内称昭觉河，经昭觉县城南缘，过谷曲乡、塘且峡谷后称西溪河，为昭觉县与布拖县的界河，在布拖县与金阳县接壤处，流入金沙江。昭觉县境内流长85.6km，流域面积2071.8km^2，年平均流量52.4m^3/s。

（2）跨越概况

本工程普天、普洪Ⅰ线～月城Ⅱ改接线路拟在昭觉县城北乡瓦曲村附近跨越昭觉河，在跨越断面上游约260m为已建瓦都水电站坝址。跨越河段为U型天然河道，河道较顺直，河势相对稳定，两岸山势较高，可以充分利用两岸山坡一档跨越，洪水对线路跨越基本无影响。跨越河段地形见图6-1。

图4-1 昭觉河跨越河段地形概况

四开河

（1）流域概况

四开河为三湾河右岸支流，西溪河二级支流，金沙江三级支流。发源于普格县东北拋格龙模山，北流入昭觉县境。北偏东过柳且乡、合觉，转东左纳上游沟，北至四开乡，右纳瓦洛沟，折向东汇入三湾河。河长19km，流域面积115km^2，河口流量2.31m^3/s。

（2）跨越概况

本工程城沐线沐溪侧～月城Ⅱ改接线路和月城变～布拖换流站一期双回500kV线路开断接入月城Ⅱ开关站线路在合觉站址东侧跨越四开河，跨越河段为天然河道，河道较弯曲，河势相对较稳定，两岸岸边比较开阔，50～100m范围内为田地，100m外为山势较高的山坡，可以充分利用两岸山坡一档跨越，避免在洪水淹没区立塔，经现场初步踏勘分析，四开河洪水对线路跨越基本无影响。跨越河段地形见图6-2。

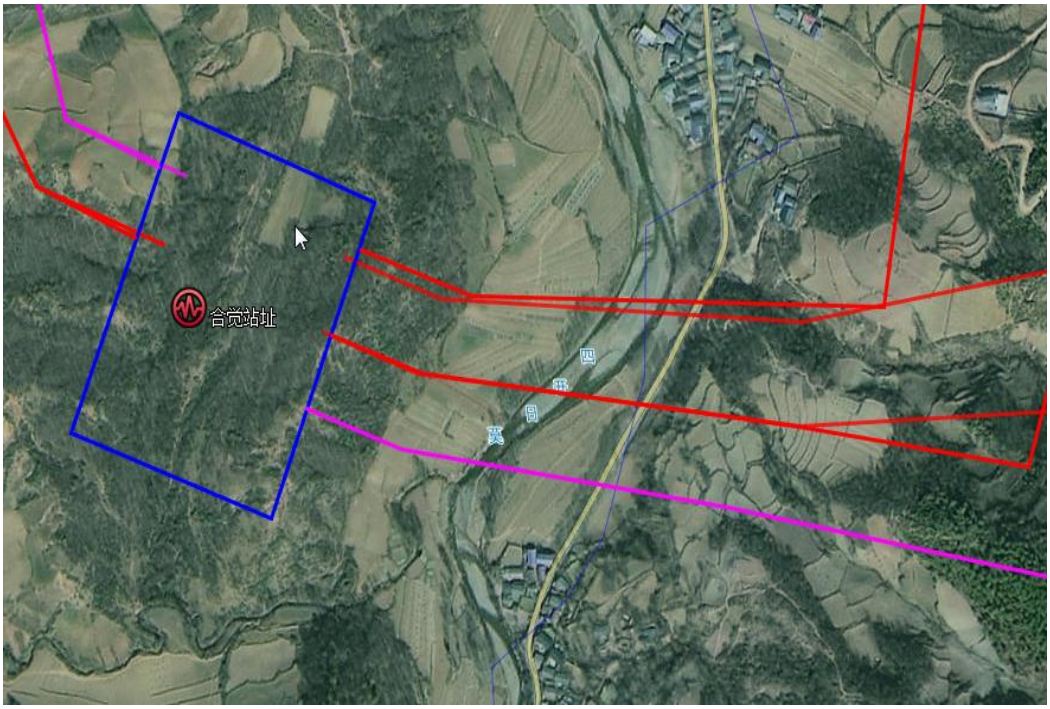


图 4-2　四开河河跨越河段地形概况

（3）南天、普提～月城Ⅱ改接线路临河水文条件

本线路在布拖县四开乡衣里木村吉史尔附近沿四开河左岸台地走线，路径距离河岸边较近，最近距离 20～25m，并初步拟定在台地上修建约 3 基铁塔。据现场踏勘调查分析，过去发生大洪水时，左岸台地部分低洼处将受洪水淹没影响，最大淹没水深 1.0～1.5m，该河段虽然河道形态较弯曲，部分受冲岸有岸边垮塌的情况，但历史上总体比较稳定，没有发生过摆动变迁，岸边垮塌不严重，考虑到线路路径方案唯一，塔位距离河岸近，存在遇特大洪水时，可能发生河岸严重垮塌和局部河段变迁摆动的风险，本阶段初步建议塔位最大冲刷深度按 3.0m 考虑，洪水淹没水深按 3.5m 考虑。另据昭觉县水务局收资了解，由于线路在河道行洪区立塔，对河道行洪有比较大的影响，因此要求开展防洪影响评价专题论证。线路路径与四开河相对位置关系及地形概况见图 6-3。

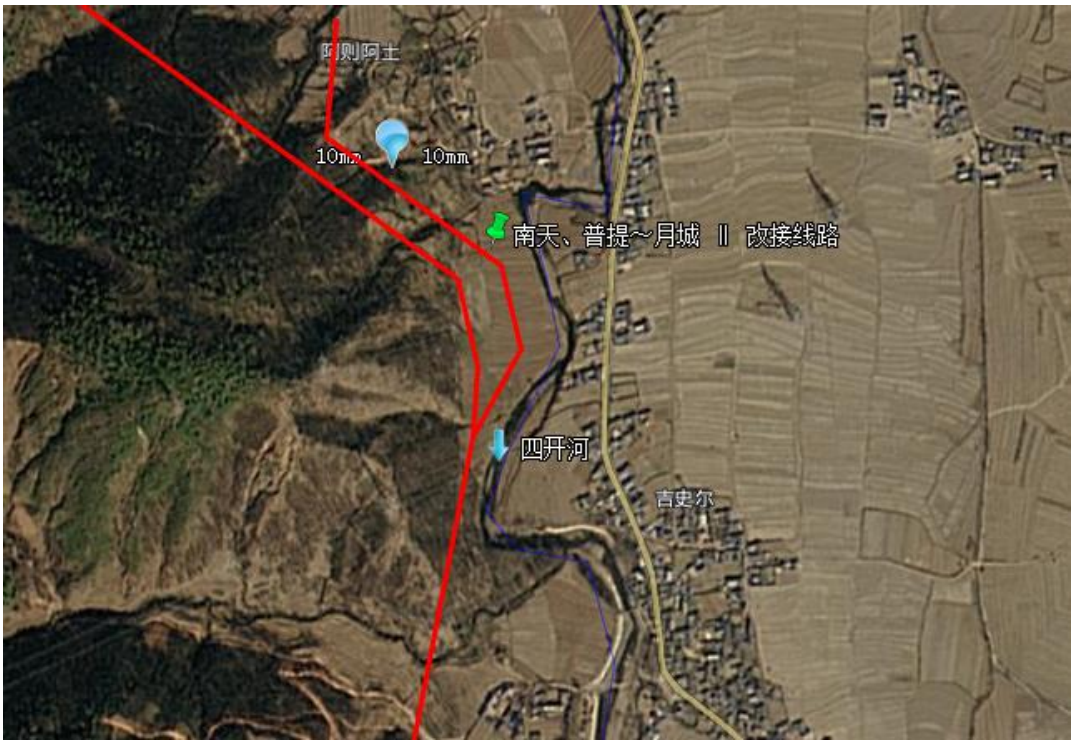


图4-3 线路路径与四开河相对位置关系及地形概况。

输电线路主要跨越地表水体及水环境功能现状见表4-1。工程区域水系图详见附图8。

4.2.4 气候气象特征

凉山彝族自治州属亚热带季风气候，具有高原、亚热带季风气候特征，冬暖夏凉。由于立体地貌明显，气候呈明显的垂直分布，属亚热带冬干夏湿气候类型，日照充足，降雨充沛。多年平均气温 16.7℃，极端最高气温 37℃，极端最低气温－4.6℃，≥10℃积温为 5301.5℃，年平均蒸发量 1911.3mm，年平均降水量 955.6mm，年平均无霜期 306 天，年平均风速 1.8m/s，主导风向为 SSW、SW，5 月~9 月为雨季。5 年重现期 10min 降雨历时的标准降雨强度为 1.5mm/min，5 年一遇 1h、24h 暴雨特征值为 38mm、88mm，10 年一遇 1h、24h 暴雨特征值为 45mm、103mm。

4.3 电磁环境现状评价

4.3.1 现状监测

4.3.1.1 监测因子

变电站和输电线路的监测因子均为工频电场、工频磁场。

4.3.1.2 监测布点原则及点位

4.3.1.2.1 月城Ⅱ500kV新建开关站

根据《环境影响评价导则 输变电》（HJ24-2020）相关监测布点方法，对于新建站在站址中央布设1个电磁环境现状监测点，月城Ⅱ500kV新建开关站周围50m范围内无电磁环境敏感目标。具体监测布点情况如下。

序号	监测点位名称	备注
1	月城Ⅱ新建开关站拟建站址中央	站址中央（57#电磁环境监测点）

表 4-5　　本项目新建开关站电磁环境监测布点图

4.3.1.2.2 输电线路

本工程输电线路选线时已尽可能避开了居民集中区，沿线敏感目标多位于山地和丘陵地区。根据《环境影响评价技术导则输变电工程》（HJ24-2020）要求，对输电线路评价范围内具有代表性的敏感目标和典型线位的电磁环境现状应实测，因此本次监测布点在新建线路沿线居民敏感目标处及与500kV、220kV、110kV交流线路交叉跨越点**具备监测条件处设点**。

本次监测在拟建线路沿线不同行政乡镇、村落代表性敏感目标处共布设了14个电磁环境监测点。根据居民敏感目标的分布特点，对布拖县特木里镇洛日村等14个敏感目标进行了布点监测。这些布设的电磁环境监测点位具有代表性，其背景监测数据能反映线路沿线区域的电磁环境现状。

本次监测在线路跨（钻）越其他线路的跨（钻）越点处布设了9个监测点，见下表。具体详见监测报告(附件17)。

4.3.2 监测频次

各监测点位监测1次。

4.3.3 监测时间、监测环境及运行工况

4.3.3.1 监测时间、监测环境

本次现状监测时间和监测环境如下。测试点已避开较高的建筑物、树木，测量地点相对空旷，测量高度为距地面或楼面1.5m。

2022年4月21日：环境温度：26.0℃~26.6℃；环境湿度：34.5%~35.8%；
风速：1.1m/s—1.5m/s；天气状况：晴；测量高度1.5米。

2021年5月13日：环境温度：11.5℃~13.9℃；环境湿度：62.1%~64.5%；
风速：0.6m/s—1.0m/s；天气状况：晴；测量高度1.5米。

2022年5月14日：环境温度：10.5℃~12.3℃；环境湿度：64.7%~66.5%；
风速：0.7m/s—1.2m/s；天气状况：阴；测量高度1.5米。

2022年5月16日：环境温度：11.4℃~14.1℃；环境湿度：65.3%~66.7%；
风速：0.8m/s—1.1m/s；天气状况：阴；测量高度1.5米。

2022年5月17日：环境温度：12.5℃~14.8℃；环境湿度：65.3%~65.7%；
风速：0.6m/s—1.2m/s；天气状况：阴；测量高度1.5米。

2022年5月20日：环境温度：13.1℃~15.3℃；环境湿度：62.8%~63.7%；风速：0.7m/s—0.9m/s；天气状况：晴；测量高度1.5米、

2022年5月21日：环境温度：21.3℃~23.4℃；环境湿度：58.1%~59.3%；风速：0.5m/s—0.8m/s；天气状况：晴；测量高度1.5米。

2022年5月22日：环境温度：23.4℃~25.7℃；环境湿度：53.2%~55.1%；风速：0.5m/s—0.7m/s；天气状况：晴；测量高度1.5米。

2022年5月23日：环境温度：28.1℃~28.8℃；环境湿度：54.8%~55.9%；风速：0.8m/s—1.2m/s；天气状况：晴；测量高度1.5米。

2022年5月23日：环境温度：28.1℃~28.8℃；环境湿度：54.8%~55.9%；风速：0.8m/s—1.2m/s；天气状况：晴；测量高度1.5米。

2022年5月31日：环境温度：26.7℃~27.3℃；环境湿度：53.2%~54.2%；风速：0.7m/s—1.3m/s；天气状况：晴；测量高度1.5米。

2022年6月1日：环境温度：23.4℃~24.3℃；环境湿度：50.1%~51.3%；风速：0.5m/s—0.9m/s；天气状况：晴；测量高度1.5米

2022年6月16日：环境温度：27.9℃~28.2℃；环境湿度：45.8%~47.8%；风速：0.6m/s—0.9m/s；天气状况：晴；测量高度1.5米。

4.3.3.2 运行工况

月城Ⅱ500kV新建开关站尚未开工，相关线路监测期间运行工况详见表4-7。

表4-7 监测期间运行工况

项目			电压（kV） min~max	电流(A) min~max	有功（MW） min~max	无功(MVar) min~max
2022年4月21日0：00~23：00						
变电站	普提500kV变电站	1#主变	高压侧：524.98~535.16 中压侧：226.07~229.25 低压侧：31.36~31.84	高压侧：185.03~616.82 中压侧：368.38~1371.76 低压侧：2643.58~2699.85	高压侧：-134.02~-526.58 中压侧：135.31~531.16 低压侧：-0.55~-0.62	高压侧：101.28~195.9 中压侧：0~57.04 低压侧：-143.77~-148.06
		2#主变	高压侧：525.71~535.16 中压侧：226.52~229.7	高压侧：143.17~478.78 中压侧：331.4~1064.91	高压侧：-103.47~-408.55 中压侧：104.79~409.95	高压侧：80.15~149.73 中压侧：27.98~83.18

			低压侧：31.3~31.76	低压侧：2670.54~2728.29	低压侧：0.55~0.62	低压侧：-144.97~-149.3
2022年5月16日0：00~23：00						
线路	500kV 建月 I 线		529.4～533.2	649.22～764.04	-596.74～-701.48	-26.79～-31.66
	500kV 建月 II 线		528.81～532.32	639.84～752.34	-596.74～-696.61	-26.79～31.66
	500kV 鹤普III线		527.14~535.9	448.46~492.06	-417.68~-450.62	0~15.23
	500kV 鹤普IV线		526.85~535.82	450.48~497.37	-419.59~-452.52	0~18.66
2022年5月17日0：00~23：00						
线路	500kV 普洪III线		0	0	0	0
	500kV 普洪I线		526~537.4	427.67~1354.36	363.9~1225.92	-19.04~-169.15
	220kV 特普线		227.94~231.52	100.01~301.9	-31.36~-112.25	-17.49~51.53
	220kV 伊普线		227.65~231.31	-61.82~268.37	-22.15~-104.94	0~-20.59
	220kV 美普一线		227.65~231.43	13.98~131.55	0~-47	-6.59~-19.94
	220kV 美普二线		227.9~231.73	13.19~132.34	0~-46.88	-6.43~-19.7
	220kV 普西一线		227.62~231.44	24.36~312.53	-5.11~-121.46	0~-21.69

	220kV 普西二线		228.22~231.85	24.55~317.11	-4.94~-122.72	0~-22.36
	220kV 黄普线		227.79~231.65	20.71~244.54	-2.71~-96.2	0~-42.52
2022 年 5 月 21 日 0：00~23：00						
变电站	月城 500kV 变电站	1#主变	高压侧：529.40～534.08 中压侧：227.52～231.52 低压侧：31.52～33.65	高压侧：66.8～167.58 中压侧：21.09～251.37 低压侧：914.06～2671.88	高压侧：-94.99～34.1 中压侧：94.85～-33.76 低压侧：0～-0.85	高压侧：54.8～144.92 中压侧：65.91～-32.15 低压侧：-53.07～-146.84
		2#主变	高压侧：529.4～534.38 中压侧：227.65～231.65 低压侧：31.4～33.52	高压侧：64.45～164.06 中压侧：15.82～247.85 低压侧：946.29～2683.59	高压侧：34.1～-93.77 中压侧：94.04～-33.76 低压侧：0-0.85	高压侧：54.8～142.49 中压侧：-40.99～51.44 低压侧：-54.56～-147.27
2022 年 5 月 22 日 0：00~23：00						
变电站	百灵 500kV 变电站	1#主变	高压侧：532～535 中压侧：229～232 低压侧：35～36	高压侧：56～256 中压侧：136～592 低压侧：0	高压侧：30～211 中压侧：29～213 低压侧：0	高压侧：51～122； 中压侧：49～117 低压侧：0
2022 年 5 月 23 日 0：00~23：00						
变电站	橄榄 500kV 变电站	1#主变	高压侧：527.6~531.2 中压侧：229.2~232.1 低压侧：35.8~36.3	高压侧：80.9~167.7 中压侧：183.8~381.6 低压侧：0	高压侧：68.2~155 中压侧：-155.7~ -69.2 低压侧：0	高压侧：11.6~58.9 中压侧：-49.2~ -9.6 低压侧：0
		3#主变	高压侧：527.9~531.5 中压侧：229.4~232.3 低压侧：	高压侧：80.6~167.4 中压侧：184.7~382.2 低压侧：	高压侧：67.9~153.2 中压侧：-155.7~ -69 低压侧：	高压侧：12.2~50.6 中压侧：-49.1~ -9.8 低压侧：

			35.8~36.4	0	0	0

4.3.4 监测方法及仪器

4.3.4.1 监测单位

月城Ⅱ500kV 新建开关站及输电线路：西弗测试技术成都有限公司。

4.3.4.2 监测方法

《环境影响评价技术导则　输变电》（HJ 24-2020）；

《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》（HJ 681－2013）。

4.3.4.3 监测仪器

本次现状监测使用的电磁环境监测仪器见表 4-8

监测因子	监测方法	监测仪器
工频电磁场	《交流输变电工程电磁环境监测方法》（HJ 681-2013）	仪器名称：电磁辐射分析仪 制造单位：南京研维/Narda 仪器型号：主机 SF-YW81SG，探头 EHP-50F 仪器编号：主机 86HWW46B0XXG21G0721，探头 510ZY00129 测量范围：工频电场：5mV/m~100kV/m，工频磁场：0.3nT~10mT 电场强度 校准单位：中国测试技术研究院 证书编号：校准字第 202201001156 号 校准日期：2022 年 01 月 07 日 磁感应强度 校准单位：中国测试技术研究院 证书编号：校准字第 202201003621 号 校准日期：2022 年 01 月 14 日

表 4-8　　本次电磁环境监测仪器一览表

本项目环境现状监测单位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，具有从事电磁环境监测资质。本次环境现状监测所使用仪器都是经过计量检定部门检定的、在计量有效期内的监测仪器。

4.3.5 监测结果

本项目电磁环境现状监测结果见表 4-9.

4.3.6 评价及结论

（1）月城Ⅱ500kV 新建开关站

开关站站址工频电场强度现状值为 0.573V/m，电场强度满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）规定的电场强度不大于公众曝露控制限值 4000V/m 的要求。站址处磁感应强度为 0.0074μT；满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）规定的磁感应强度不大于公众曝露控制限值 100μT 的要求

（2）输电线路

输电线路沿线背景值及敏感目标工频电场强度现状监测值在 0.354～1246V/m；工频磁感应强度现状在 0.0054～2.546μT，满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）规定的 4000V/m 、100μT 的公众曝露控制限值要求。

4.4 声环境现状评价

4.4.1 现状监测

4.4.1.1 监测因子

昼间、夜间等效连续A声级（L_{eq}）。

4.4.1.2 监测布点原则及点位

4.4.1.2.1 月城Ⅱ500kV新建开关站

本次对月城Ⅱ新建开关站周围区域声环境现状进行实测，在拟建开关站站址中央及其附近声环境敏感目标处共布设了3个监测点。监测数据能反映拟建开关站站址区域周围的境声环境现状。

月城Ⅱ新建开关站站址声环境监测点位布设于拟建站址中央；站外2处声环境敏感目标为一层尖顶居民房屋，声环境监测点位布设于目标建筑物墙壁或窗户外1m处，地面1.2m高处。具体监测布点情况如下。

。

4.4.1.2.2 输电线路

本次现状监测在在拟建线路沿线不同行政乡镇、村落**代表性敏感目标处共布设了14个声环境监测点位**，布点原则同线路电磁环境现状监测。具体监测点位如下，详见监测报告及附图6。

4.4.2 监测频次

各监测点位昼、夜间各监测1次。

4.4.3 监测时间、监测环境及运行工况

监测时间、监测环境及运行工况与电磁环境监测相同。

4.4.4 监测方法及仪器

4.4.4.1 监测单位

与电磁环境现状监测单位相同。

4.4.4.2 监测方法

（1）《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）；

（2）《声环境质量标准》（GB 3096-2008）。

4.4.4.3 监测仪器

本次环境现状监测所使用仪器都是经过计量检定部门检定的、在计量有效期内的监测仪器，见下表。

监测因子	监测方法	监测仪器
声环境	《声环境质量标准》（GB 3096-2008） 《环境噪声监测技术规范 噪声测量值修正》（HJ 706-2014）	仪器名称：多功能声级计 制造单位：杭州爱华仪器有限公司 仪器型号：AWA6228+ 仪器编号：10336244 测量范围：低量程：（20~132）dBA； 高量程：（30~142）dBA。 检定单位：中国测试技术研究院 证书编号：检定字第202201004403号 检定日期：2022年01月21日 有效日期：2023年01月20日
		仪器名称：声校准器 制造单位：杭州爱华仪器有限公司 仪器型号：AWA6021A 仪器编号：1020272 声 压 级：94.0dB（A），114.0dB（A） 检定单位：中国测试技术研究院 证书编号：检定字第202201003439号 检定日期：2022年01月17日 有效日期：2023年01月16日

表 4-12 本次声环境监测仪器一览表

本次环境现状监测所使用仪器都是经过计量检定部门检定的、在计量有效期内的监测仪器。

4.4.5 监测结果

本项目声环境现状监测结果见表 4-13。

4.4.6 评价及结论

（1）月城Ⅱ500kV 新建开关站

新建开关站站址处昼间噪声监测现状值为 40dB（A），夜间为 36dB（A），满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准要求。

（2）输电线路

输电线路沿线背景值及敏感目标昼间现状监测值在 42～48dB（A）；夜间在 31～41dB（A），满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准要求。

综上所述，本项目新建开关站及周围环境敏感目标、输电线路沿线环境敏感目标处的声环境现状监测结果均满足相应标准限值要求。

4.5 生态环境现状评价

生态环境现状调查详见报告书第 7 章《生态环境影响评价》专章。

4.6 区域生态敏感区分布

线路在昭觉县境内涉及生态红线类型为“凉山-相岭生物多样性维护-水土保持生态保护红线”，但本项目不穿越生态红线，不在生态红线区域内立塔，采取无害化跨越的方式通过，跨越长度总计约 420 米。

线路在布拖县境内涉及生态红线类型为“金沙江下游干热河谷水土流失敏感生态保护红线”，但本项目不穿越该生态红线，不在生态红线区域内立塔，采取无害化跨越的方式通过，跨越长度总计约 150 米。

4.7 区域水环境敏感区分布

根据对凉山州西昌市、布拖县、昭觉县、普格县、美姑县生态环境局收资结果，结合现场调查，根据四川省人民政府《关于同意划定、调整、撤销成都市金堂县北河等部分城市集中式饮用水水源保护区的批复》（川府函〔2018〕156 号），本工程线路工程在布拖县穿了木切勒黑水源地，该水源地属于布拖县城集中式饮用水源地。输电线路穿越

该饮用水源准保护区约2.4km。

4.8 土地利用现状

本项目所经区域土地利用类型以耕地、林地和草地为主，耕地中水田较多，工程所在区域土地利用现状图详见附图10。

4.9 水土流失

根据《水利部办公厅印发<关于全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果>的通知》（办水保〔2013〕188 号）和《四川省水利厅关于印发<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），项目所在的布拖县、昭觉县、普格县、美姑县属于金沙江下游国家级水土流失重点治理区。工程所在区域土壤侵蚀现状图详见附图11。

4.10 地表水环境现状评价

本项目输电线路沿线跨越水体为III类水环境功能区，不涉及饮用水水源保护区，详见表4-1。

5 施工期环境影响评价

5.1 生态环境影响评价

见报告书第7章《生态环境影响评价》专章。

5.2 声环境影响分析

5.2.1 月城Ⅱ500kV开关站新建工程

本项目新建开关站施工期需动用大量的车辆及施工机具，其噪声强度较大，声源较多，在一定范围内会对周围声学环境产生影响。施工各阶段典型施工机械及运输车辆作业时的噪声源强经验值如下。

表5-1 典型建筑施工机械噪声源强 单位：（dB(A)）

施工阶段	声源	声源强度*
土石方	挖掘机	78~96
	装载机	85~90
	空压机	75~85
	推土机	80~85
结构	混凝土输送泵	80~90
	振捣器	90~95
	电锯	90~95
	搅拌器	90~95

*距施工机械设备1m处噪声源强

表5-2 交通运输车辆噪声 单位：（dB(A)）

施工阶段	运输内容	车辆类型	声源强度
拆除阶段	建筑弃渣等	大型载重车	84~89
基础与结构阶段	钢材、混凝土等	混凝土罐车、载重车	80~85
安装阶段	主变压器	大型载重车	84~89
	其他电气设备	轻型载重卡车	75~80

根据工程分析，本项目在场地平整、基础施工、设备安装等阶段对区域声环境有一定影响，施工噪声主要来源于挖掘机、推土机、运输车辆及吊装设备等，噪声源强约为75~96dB(A)。由于施工场地较为空旷，且噪声源相对不固定，因此将施工噪声近似等效

到场界内的点声源进行计算。预测模式采用《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ 2.4-2021）工业噪声中室外点声源预测模式。计算时不考虑地面效应引起的附加隔声量。

点声源随传播距离增加引起的衰减按下式计算：

$$L_A=L_0-20\lg(r_A/r_0)$$

式中：

L_A—计算点处的声压级，dB(A)；

L_0—噪声源强；

r_0—参考距离，取为1m；

r_A—声源距计算点的距离。

本期工程施工时，取最大施工噪声源值96dB(A)计算得到的距设备1～100m处施工噪声值如下。

表5-3 月城Ⅱ新建开关站施工噪声源在不同距离处的影响预测值 单位：dB（A）

与设备距离（m） 施工阶段及声源		1	5	10	20	50	80	100	120	190
土建施工及设备安装（西侧、南侧站界）	96dB(A)	96.0	**82.0**	76.0	70.0	62.0	58	56.0	54	50

本项目施工范围主要集中在改造和扩建场地周围，根据变电站总平面布置图，施工机械距站界距离约为5~200m，从表中可以看出，开关站新建工程施工活动对站界噪声最大贡献值为82.0dB(A)，超过了《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）限值（昼间70dB(A)、夜间55dB(A)）要求。

因此为尽量降低施工噪声对周围环境的影响，本环评要求施工单位在新建站场地平整后尽快修建围墙等遮挡措施，尽量选用低噪声施工设备，不在夜间进行施工活动。因本工程施工工程量小，在扩建场地尽早修筑围墙、施工时间短、且施工活动集中在昼间进行的情况下，施工期站界噪声能够满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》限值（昼间70dB(A)，夜间55dB(A)）要求，站外声环境敏感目标能够满足《声环境质量标准》（GB 3096-2008）2类标准限值（昼间60dB(A)，夜间50dB(A)）要求。

此外，为进一步降低本工程施工期对周围环境的噪声影响，本次环评提出以下要求：

①新建开关站施工时选用低噪声施工设备，并定期对设备进行维护和保养；

②合理安排施工时序，施工活动集中在昼间进行，不在夜间进行施工，尽量避免高

噪声设备同时施工；

③施工前对施工人员进行文明施工培训，严格按照操作规范使用各类机械；

④施工车辆出入现场时应低速行驶，禁止随意鸣笛；

⑤施工单位在场地平整后尽快修建围墙等遮挡措施。

在采取上述措施的情况下，本项目施工期噪声对周围声环境的影响很小。随施工活动的结束，施工期噪声影响也将消除。

5.2.2 输电线路

本项目线路工程拟采用机械化施工方式，在施工期临时道路修筑、场地平整、挖填土方、基础开挖及杆塔组立等几个阶段中，主要噪声源有旋挖钻机、推土机、挖掘机、装载机、电锯等施工机械和交通运输车辆，这些施工设备运行时会产生较高的噪声。此外，在架线施工过程中，各牵张场内的牵张机、绞磨机等设备也产生一定的机械噪声，其声级值一般小于 70dB(A)。根据输电线路塔基施工特点，各施工点施工量小，施工时间短，单塔累计施工时间一般在 2 个月以内。施工结束，施工噪声影响亦会结束。

本报告书建议依法限制夜间施工，如因工艺特殊要求，需在夜间施工而产生环境噪声污染时，应按《中华人民共和国环境噪声污染防治法》的规定，取得县级以上人民政府或者其有关主管部门的证明，并公告附近居民，同时在夜间施工时禁止使用产生较大噪声的机械设备如旋挖钻机、推土机、挖掘机等。在采取以上噪声污染防治措施后，线路工程施工期的声环境影响将被降至最小程度。

5.3 施工扬尘分析

月城Ⅱ新建开关站施工的土方挖掘、建筑装修材料的运输装卸、施工现场内车辆行驶时道路扬尘等。由于扬尘源多且分散，源高一般在 15m 以下，属无组织排放。受施工方式、设备、气候等因素制约，产生的随机性和波动性较大。

本项目线路工程全线拟采用机械化施工方式，施工期扬尘主要来源于施工临时道路修筑、施工机械和车辆行驶、塔基基础开挖、临时堆土等过程，短期内将使施工区域局部空气中的 TSP 增加。由于输电线路施工集中在塔基处，施工点位分散、各施工位置产生扬尘量总体很小。

为尽量减少施工期扬尘对大气环境的影响，本环评建议施工期还应采取如下扬尘污染防治措施：

1）合理组织施工，尽量避免扬尘二次污染；

2）对开挖出的少量临时堆土应集中、合理堆放，并以密目网进行苫盖，遇天气干燥时对施工道路和施工场地及时洒水；

3）加强材料转运与使用的管理，合理装卸，规范操作，以防止扬尘对环境空气质量的影响；

4）对土、石料、水泥等可能产生扬尘的材料，在运输时用篷布覆盖；

5）对进出施工场地的车辆应限制车速，控制车辆行驶扬尘；

6）建设单位及施工单位建立施工环境保护管理工作责任制，落实施工环境管理责任人，加强施工扬尘防治监管，积极配合上级环境主管部门的监测和监管工作。

采取上述措施后，本项目施工期对环境空气的影响能得到有效控制。。

5.4 固体废物影响分析

5.4.1 变电站

月城Ⅱ新建开关站施工期间生活垃圾利用施工场地临时垃圾箱收集后，与该区域其它生活垃圾统一由环卫部门集中处理，对周围环境产生影响较小。

月城Ⅱ新建开关站工程挖方总量17.88万m^3，填方总量17.62万m^3，填挖差用于进站道路填筑，建构筑物（包括道路及沟道）的基槽余方用于精平，考虑松散系数后挖填方量综合平衡，不产生弃土和外运土方。

5.4.2 输电线路

线路工程施工期固体废物主要是施工人员产生的生活垃圾。生活垃圾主要产生在租住房屋处，利用租住房屋既有设施集中收集后交由当地环卫部门统一清运处置。

为避免施工及生活垃圾对环境造成影响，在工程施工现场应作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生活垃圾、建筑垃圾分类收集，严禁混堆；生活垃圾应采用垃圾袋或垃圾桶收集，集中收集后交由当地环卫部门统一清运处置；建筑垃圾应及时清运出施工场地；委托专门的垃圾清运单位，落实环保责任；严禁施工单位将生活垃圾、建筑垃圾作为农田区土方回填，使工程建设产生的垃圾处于可控状态。

本项目输电线路拆迁范围内居民房屋拆迁的建筑物料考虑综合利用，如废弃的砖块、预制板等可由当地村民回收利用，废渣可用于当地村民修筑道路等。

5.5 地表水环境影响分析

5.5.1 变电站

月城Ⅱ500kV开关站新建工程施工期间的废污水包括施工生产废水和施工人员生活污水。其中生产废水主要为设备清洗、物料清洗、进出车辆清洗等过程产生；生活污水主要来自于施工人员的生活排水。

为尽量减小变电站施工期废污水对水环境的影响，施工期采取如下水污染防治措施：

1）施工人员产生的生活污水充分依托站内既有生活污水处理装置收集处理后回用于站内绿化，不外排；

2）对于施工过程中产生的生产废水，在施工场地附近设置简易沉砂池，将施工过程中产生的生产废水经沉淀处理后回用，不外排。

采取上述措施后，月城Ⅱ500kV开关站新建工程施工期废污水排放能得到有效控制。

5.5.2 输电线路

（1）施工生产废水和生活污水影响

输电线路的施工具有局地占地面积小、跨距长、点分散等特点，每个施工点位的施工人员不多，废污水产生量很少。对施工过程中产生的少量生产废水，在施工场地附近设置沉淀池，生产废水经沉淀处理后回用，不外排。施工人员就近租用沿线民房，生活污水排入居民点化粪池进行处理，不外排，因此施工期废污水不会对地表水环境造成影响。

（2）对跨越水体环境的影响

本项目拟建输电线路本项目输电线路跨越昭觉河、四开河，线路跨越上述河流时均采用一档跨越，不在水中立塔，也不在水中进行施工活动，但施工过程中产生的施工废水和生活污水可能会污染输电线路所跨越河流的水体环境。本环评要求在线路跨越河流施工时采取如下措施：

1）施工场地要尽量远离水体，并划定明确的施工范围，不得随意扩大；

2）施工临时堆土点应远离跨越的水体，并对开挖的土石方采取拦挡措施，不向河道水体弃土弃渣；

3）基础钻孔或挖孔的渣不能随意堆弃，应运到指定地点堆放，并做好挡护；

4）合理安排工期，抓紧时间完成施工内容，避免雨季施工；

5）河流两岸的塔基尽量利用地形采用全方位高低腿设计，塔基周围及时修筑护坡、排水沟等工程措施，避免泥水外溢影响地表水体。

（3）施工机具对地表水环境的影响

线路工程机械化施工过程中，各类施工车辆、施工机具在运行和维修过程中将使用润滑油、柴油等油类。在油类的运输及使用过程中，严格按《废矿物油回收利用污染控制技术规范》（HJ 607-2011）要求进行，施工现场配备废矿物油专用容器进行收集和运输，对施工车辆和施工机具停放区采取防渗处理避免雨淋。需对运输车辆和施工机具进行冲洗时，对地面设置污水收集处理设施防止渗漏，收集的废油按废矿物油进行处置。采取上述措施后，不会出现机械废油污染区域水环境和土壤等情况。

6 运行期环境影响评价

6.1 电磁环境影响预测与评价

6.1.1 变电站电磁环境影响预测与评价

6.1.1.1 月城Ⅱ500kV新建开关站

（1）评价方法

根据HJ24-2020导则要求，对月城II500kV新建开关站运行产生的电磁环境影响采用类比分析法对其运行产生的工频电场、工频磁场进行影响分析。

（2）类比条件分析

类比姜城500kV开关站站区总平面布置及监测点布置见图6-1，两变电站相关参数比较如表6-1。类比的姜城500kV开关站正常状况已达满负荷运行，能够充分反映本项目变电站终期规模的电磁环境影响。

表6-1 月城Ⅱ500kV新建开关站与姜城500kV开关站的类比分析

项目	月城II500kV开关站	姜城500kV开关站
500kV配电装置布置方式	户外GIS布置	户外GIS布置
出线方式	架空出线	架空出线
500kV出线回数	本期9回，终期14回	已建8回，终期12回
500kV高抗	4×120Mvar+1×150Mvar+1×180Mvar	1×120Mvar+2×180Mvar+2×90Mvar
外环境	变电站周围无其他电磁环境影响因素。	变电站周围无其他电磁环境影响因素。

开关站电磁环境影响主要取决于平面布置情况，配电装置数量、出线方式和电压等级。

月城Ⅱ500kV新建开关站与姜城500kV开关站电压等级均为500kV；500kV配电装置布设方式均为户外 GIS 布置；出线方式均为架空出线，月城Ⅱ开关站本期出线9回，姜城开关站已有出线8回，月城Ⅱ开关站本期高抗6组，姜城开关站已有高抗5组，两开关站规模相近，配电装置组成类似，因此用姜城500kV开关站对周围环境的影响来类比月城Ⅱ500kV新建开关站建成投运后对周围环境的影响是相对合理的。

（3）类比监测单位

监测单位为成都酉辰环境检测有限公司，监测报告来自酉辰字（2022）第UF026号《四川雅安姜城500kV开关站扩建工程电磁环境和声环境现状监测报告》。

（4）类比监测-布点

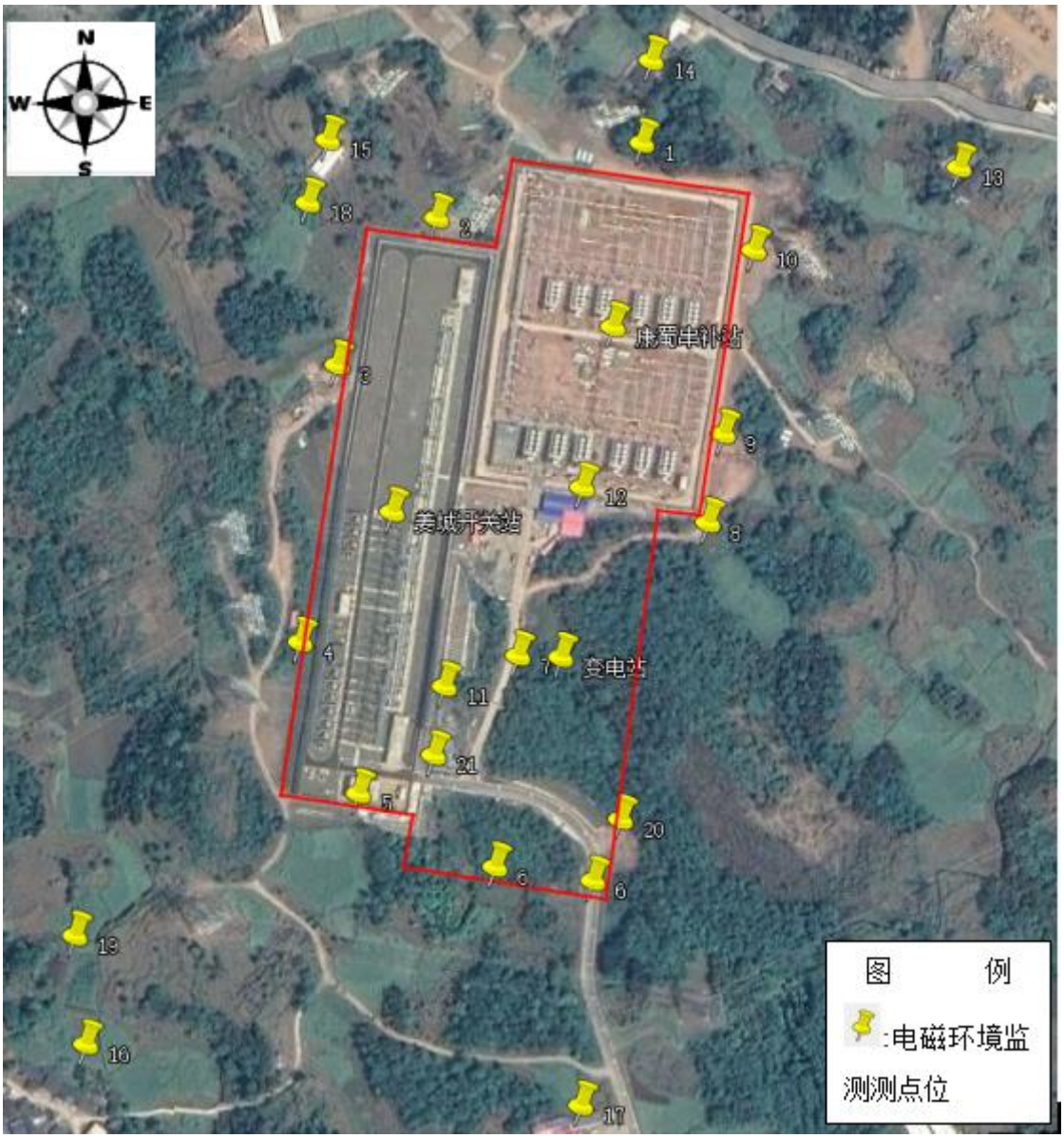


图 6-1 姜城开关站工频电磁场监测布点示意图

（5）类比监测结果与评价

根据酉辰字（2022）第 UF026 号《四川雅安姜城 500kV 开关站扩建工程电磁环境和声环境现状监测报告》，姜城 500kV 开关站工频电磁场监测结果见表 6-2。

表 6-2　姜城 500kV 开关站工频电磁场类比监测结果

点位编号	点位名称	测试日期	工频电场强度(V/m)	工频磁感应强度(μT)
1	北侧站界-1	2022.6.22	446.70	11.9750
2	北侧站界-2		109.40	1.9530
3	西侧站界-1		705.00	5.3945
4	西侧站界-2		238.10	5.4660
5	南侧站界-1		43.85	2.5020
6	南侧站界-2		84.25	0.6412
7	东侧站界-1		3.32	0.3617
8	东侧站界-2		161.35	0.8039
9	东侧站界-3		1801.50	6.4865
10	东侧站界-4		2261.00	7.2355
11	开关站东侧站界		39.31	0.9870
12	串补站南侧站界		925.05	0.9001
13	东北侧敏感点		63.82	1.5080
14	北侧敏感点		334.50	3.6645
15	西北侧敏感点		42.64	1.3714
16	西南侧敏感点		7.98	0.3562
17	南侧敏感点		6.80	0.3497
18	站址西北侧约 40m	2022.7.7	5.24	0.6843
20	站址东南侧约 5m		4.52	0.3029
21	站址东侧大门外 5m		87.94	0.4667
	站址东侧大门外 10m		69.12	0.3545
	站址东侧大门外 15m		56.61	0.2974
	站址东侧大门外 20m		45.76	0.2515
	站址东侧大门外 25m		34.92	0.2186
	站址东侧大门外 30m		22.24	0.2029
	站址东侧大门外 35m		17.83	0.1951
	站址东侧大门外 40m		13.64	0.1812
	站址东侧大门外 45m		11.24	0.1743
	站址东侧大门外 50m		9.45	0.1536

姜城500kV开关站个工频电磁场现状监测值表明，站界周围频电场强度和工频磁感应强度在站界外都较小；其中站界东侧（出线侧）工频电场强度和工频磁感应强度监测值相对较大。站界监测数据中工频电场强度在39.31V/m至261V/m 之间，均满足工频电场强度公众曝露控制限值（4kV/m）要求；工频磁感应强度在0.9870μT至7.2355μT 之间，均满足公众曝露控制限值（100μT）要求。

站界东侧监测断面侧工频电场强度在9.45V/m至87.94V/m 之间，工频磁感应强度在0.1536μT至0.6843μT 之间，均满足公众曝露控制限值（4kV/m、100μT）的要求。

（6）月城Ⅱ500kV开关站投运后电磁环境影响评价

1）开关站站界

根据姜城500kV开关站和月城Ⅱ500kV新建开关站的平面布置和进出线情况，分别采用姜城500kV开关站站界北侧，西侧、南侧、东侧的最大类比监测值叠加月城Ⅱ500kV开关站站址处北侧、西侧、南侧、东侧的现状监测值，作为月城Ⅱ开关站建成投运后站界西侧、东侧的工频电磁场评价值。月城Ⅱ500kV开关站建成投运后站界四周电磁环境影响评价结果见表6-3。

表6-3 月城Ⅱ500kV开关站站建成投运后站界四周电磁环境影响评价结果

序号	类比开关站监测点位	新建开关站对应点位	分项	工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度(μT)
1	站界北侧	站界北侧	现状值	1.508	0.0083
			贡献值	446.7	11.9750
			评价值	448.208	11.9833
2	站界西侧	站界西侧	现状值	1.508	0.0083
			贡献值	705.0	5.3495
			评价值	706.508	5.3578
3	站界南侧	站界南侧	现状值	1.508	0.0083
			贡献值	925.05	0.9001
			评价值	926.558	0.9083
4	站界东侧	站界东侧	现状值	1.508	0.0083
			贡献值	2261.0	7.2355
			评价值	2262.508	7.2438

根据预测结果，月城Ⅱ500kV新建开关站建成投运后，围墙外工频电场强度最大值为2262.508V/m，满足工频电场强度公众曝露控制限值（4kV/m）的要求；工频磁感应强度最大值为7.2438μT，满足工频磁感应强度公众曝露控制限值（100μT）的要求。

2）站外区域

断面监测处工频电磁场强度随距离站界的距离增加而逐渐减小，断面监测结果能够反映站界外50m的电磁环境影响评价范围内区域收开关站的电磁环境影响。

6.1.2 输电线路电磁环境影响预测与评价

6.1.2.1 评价方法

输电线路采用类比监测和模式预测相结合的方式进行电磁环境影响预测和评价。

6.1.2.2 类比监测及评价

6.1.2.2.1 选择类比对象

（1）类比对象选择原则

本项目类比监测选择已运行500kV同塔双回排列、三角排列和水平排列的输电线路对本项目输电线路运行产生的工频电场、工频磁场进行分析。选择类比线路时，优先考虑类比线路与本项目线路在电压等级、架设方式、相序排列方式、架设高度及导线型式等参数上的类比可行性。

根据国内众多对已运行高压输电线路的监测结果，无论架线型式、导线排列及导线对地最低高度如何，线路产生的电磁环境影响均呈现一定的规律分布。

本次评价将分析已运行500kV线路线下断面电磁环境监测数据的分布规律，并对同等参数条件下线路产生的电磁环境进行理论计算，经过对监测结果与理论计算值分析比较，从而佐证本次评价中选用的理论计算模式的可行性和合理性。

（2）类比对象可比性分析

本项目单回线路导线排列方式为三角排列和水平排列，双回线路导线排列方式为同塔双回排列，因此选取四川地区已投运的500kV谭龙一线、500kV蜀山一线和500kV山龙线、洪龙线作为本项目类比线路。

本项目与类比线路情况见下表6-8。

表6-8 本项目输电线路与类比线路情况一览表

项目	本项目单回线路			类比线路		
线路名称	月城II新建线路			500kV谭龙一线	500kV蜀山一线	500kV山龙线、洪龙线
导线排列	水平排列	三角排列	同塔双回排列	水平排列	三角排列	同塔双回排列
电压等级	500kV					
架线形式	单回路	单回路	双回路	单回路	单回路	双回路
导线相分裂	4分裂					
相分裂间距	0.45m					
导线高度（m）	11	10.5	11	最大弛垂导线对地高度24m	中线30，边线23（类比监测处高度）	最大弛垂导线对地高度24m

导线型号	4×JLHA1/G3A-630/80	4×JL3/G1A-630/45、4×JLHA1/G3A-630/80	4×JL3/G1A-630/45	4×LGJ－400/35	4×LGJ－400/35	4×LGJ－400/50
单根输送电流（A）	1010	1012、1010	1012	83	268.62	392
周围环境	山地地区	丘陵、山地地区	丘陵地区	丘陵地区	丘陵地区	丘陵地区
所在地区	四川省			四川省		

由表6-5可知：①本项目输电线路与类比线路在电压等级、架线形式、导线排列方式、分裂数等方面相同，因此线路运行时在其周围产生的电磁环境影响的变化规律具有相似性；②本项目单根导线的输送电流分别是1010A和1012A，与类比线路电流都有一定差异，但根据电磁理论，输送电流的大小不会影响工频电场强度，只影响工频磁感应强度的大小，且不会影响其变化趋势；③类比线路导线对地高度与本项目输电线路存在一定差异（表中类比线路导线高度为监测处的实际架设高度，本项目线路高度为《110kV～750kV架空输电线路设计规范》（GB 50545-2010）规定的导线对地最低高度），因此类比线路的类比监测结果不能完全反映本项目线路可能产生的最大环境影响，但可以反映出输电线路下工频电场强度、工频磁感应强度的分布规律；④虽然类比线路与本项目线路的导线型号、输送电流、架设高度存在一定差异，但通过类比线路的理论预测与实际监测结果对比，可以反映出理论预测的准确性。因此，采用500kV谭龙一线、500kV蜀山一线和500kV山龙线、洪龙线作为本项目的类比线路是可行的。

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谭龙一线120#～121#塔、500kV蜀山一线6#～7#塔和500kV山龙线127#～128#塔、洪龙线377#～378#塔间进行了监测，本次类比分析利用其监测断面的工频电场强度和工频磁感应强度的监测资料。

类比监测因子

交流输电线路类比监测因子：工频电场、工频磁场。

监测方法及监测仪器

采用《高压交流架空送电线路、变电站工频电场和磁场测量方法》（DL/T 988-2005）进行监测，监测仪器见表6-9。

表6-9 监测仪器一览表

仪器名称及编号	测量范围	有效期至	检定/校准证书编号	检定/校准单位
电磁辐射测试仪（型号：8053A）（仪器编号：1420K21117）	0.01V/m~100kV/m 1nT~10mT	2009.1.24	200801000948	中国测试技术研究院
电磁辐射测试仪（型号：8053B）（仪器编号：262WL70505）	0.01V/m~100kV/m 1nT~10mT	2009.1.24	200801000967	中国测试技术研究院

监测布点

工频电场强度和工频磁感应强度：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，测点间距为5m，顺序测至500kV线路边向导线地面投影点外50m处止，分别测量离地1.5m处的工频电场强度和工频磁感应强度。

类比线路监测期间运行工况

类比线路监测期间运行工况见下表。

表6-10 类比线路监测期间运行工况

序号	线路名称	电压（kV）	电流（A）	有功（MW）	无功（MW）	电压（kV）	电流（A）	有功（MW）	无功（MW）
1	500kV谭龙一线	昼间负荷(2008.10.15 16:00)				夜间负荷(2008.10.15 23:00)			
		500	83	-16	-187	500	50	-36	-160
2	500kV蜀山一线	昼间负荷(2008.10.15 14:00)				夜间负荷(2008.10.15 22:00)			
		525.81	245.16	-213.23	-49.96	529.33	268.62	-238.82	-37.77
3	500kV山龙线 500kV洪龙线	昼间负荷(2008.10.15 12:00)				夜间负荷(2008.10.15 22:00)			
		500	392	-402	-94	500	332	-340	-113
		500	280	-252	-68	500	210	-186	-74

6.1.2.2.2 类比结果分析

（1）监测结果分析

1）500kV谭龙一线监测断面（单回架设，导线水平排列）类比监测结果见表6-11。

表6-11 500kV谭龙一线下方地面1.5m高处工频电场、工频磁场监测结果

测点编号	测点位置	工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）
1	距线路中心0m	916	**1.503**
2	距线路中心5m	1323	1.460
3	距线路中心10m	2061	1.358
4	距线路中心15m	2342	1.220
5	距线路中心20m	**2656**	1.032
6	距线路中心25m	2167	0.842
7	距线路中心30m	1937	0.649
8	距线路中心40m	1185	0.427
9	距线路中心50m	695	0.288
10	距线路中心60m	363	0.192

从表6-8中可以看到，类比输电线路500kV谭龙一线工频电场强度最大值出现在距

离线路中心20m处，该值为2656V/m，工频磁感应强度最大值出线在线路中心处，该值为1.503μT，满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）公众曝露控制限值（工频电场强度小于4000V/m、工频磁感应强度小于100μT）要求。

2）500kV蜀山一线监测断面（单回架设，导线三角排列）类比监测结果见表6-12。

表6-12 500kV蜀山一线下方地面1.5m高处工频电场、工频磁场监测结果

测点编号	测点位置	工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）
1	距线路中心0m	1161	0.723
2	距线路中心5m	1716	**1.764**
3	距线路中心10m	**2468**	1.634
4	距线路中心15m	2457	1.443
5	距线路中心20m	2012	1.152
6	距线路中心25m	1729	0.876
7	距线路中心30m	1049	0.710
8	距线路中心40m	885	0.491
9	距线路中心50m	530	0.356
10	距线路中心60m	316	0.274

从表6-12中可以看到，类比输电线路500kV蜀山一线工频电场强度最大值出线在距离线路中心10m处，该值为2468V/m，工频磁感应强度最大值出线在距离线路中心5m处，该值为1.764μT，满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）公众曝露控制限值（工频电场强度小于4000V/m、工频磁感应强度小于100μT）要求。

3）500kV山龙线、洪龙线输电线路监测断面（同塔双回架设，导线逆相序排列）类比监测结果见表6-13。

表6-13 500kV山龙线、洪龙线同塔双回线路工频电场强度、工频磁感应强度监测监测和理论预测结果

测点编号	测点位置	工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）
1	距线路中心0m	2.534	**1.628**
2	距线路中心5m	3.016	1.441
3	距线路中心10m	**3.375**	1.226
4	距线路中心15m	3.080	0.915
5	距线路中心20m	2.084	0.668
6	距线路中心25m	1.295	0.530
7	距线路中心30m	0.537	0.369
8	距线路中心40m	0.233	0.223
9	距线路中心50m	0.102	0.149
10	距线路中心60m	0.042	0.116

从表6-13中可以看到，类比输电线路500kV山龙线、洪龙线输电线路工频电场强

度最大值出线在距离线路中心10m处，该值为3375V/m，工频磁感应强度最大值出线在线路中心处，该值为1.628μT，满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）公众曝露控制限值（工频电场强度小于4000V/m、工频磁感应强度小于100μT）要求。

（2）类比线路的理论计算与实测结果比较

本环评根据500kV谭龙一线（单回线路，导线水平排列）、500kV蜀山一线（单回线路，导线三角排列）和500kV山龙线、洪龙线输电线路（同塔双回线路，导线逆相序垂直排列）的运行参数进行电磁环境预测计算，并对工频电场强度与工频磁感应强度的类比监测值与理论预测值进行分析比较，比较结果见表6-14~表6-16。类比监测断面工频电场强度、工频磁感应强度监测值与理论预测图见图6-2~图6-7。

表6-14 500kV谭龙一线理论预测与实际监测结果对比

距边导线中心地面投影点距离（m）	工频电场强度（V/m）		工频磁感应强度（μT）	
	实际监测结果	理论预测结果	实际监测结果	理论预测结果
0	916	1497	1.503	1.689
5	1323	1979	1.460	1.715
10	2061	2861	1.358	1.737
15	2342	3363	1.22	1.711
20	2656	3242	1.032	1.617
25	2167	2741	0.842	1.479
30	1937	2161	0.649	1.332
40	1185	1656	0.427	1.075
50	695	1262	0.288	0.885
60	363	969	0.192	0.747

表6-15 500kV蜀山一线理论预测与实际监测结果对比

距边导线中心地面投影点距离（m）	工频电场强度（V/m）		工频磁感应强度（μT）	
	实际监测结果	理论预测结果	实际监测结果	理论预测结果
0	1161	1140	0.723	3.524
5	1716	1750	**1.764**	**3.537**
10	**2468**	2510	1.634	3.516
15	2457	**2770**	1.443	3.369
20	2012	2570	1.152	3.1
25	1729	2140	0.876	2.782
30	1049	1690	0.710	2.476
40	885	1010	0.491	1.979
50	530	610	0.356	1.626
60	316	390	0.274	1.373

表6-16 500kV山龙线、洪龙线理论预测与实际监测结果对比

距边导线中心地面	工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）

	实际监测结果	理论预测结果	实际监测结果	理论预测结果
0	2534	1970	**1.628**	**3.219**
5	3016	2920	1.441	3.211
10	**3375**	**3620**	1.226	3.162
15	3080	3110	0.915	3.033
20	2084	2120	0.668	2.826
25	1295	1290	0.53	2.58
30	537	740	0.369	2.333
40	233	200	0.223	1.906
50	102	50	0.149	1.586
60	42	70	0.116	1.349

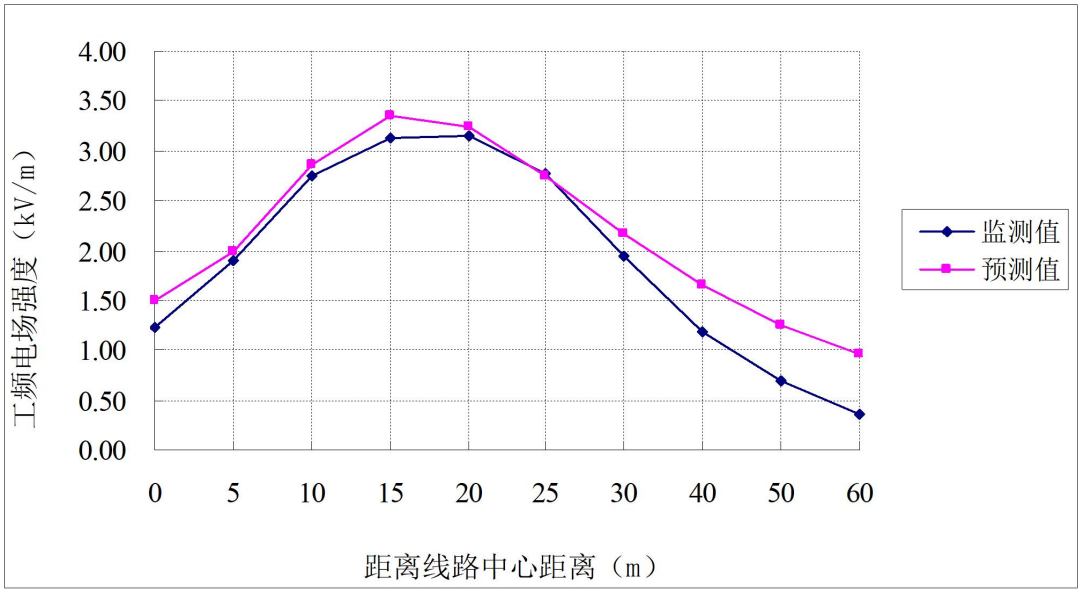


图 6-2 500kV 谭龙一线工频电场强度监测值与预测值对比图

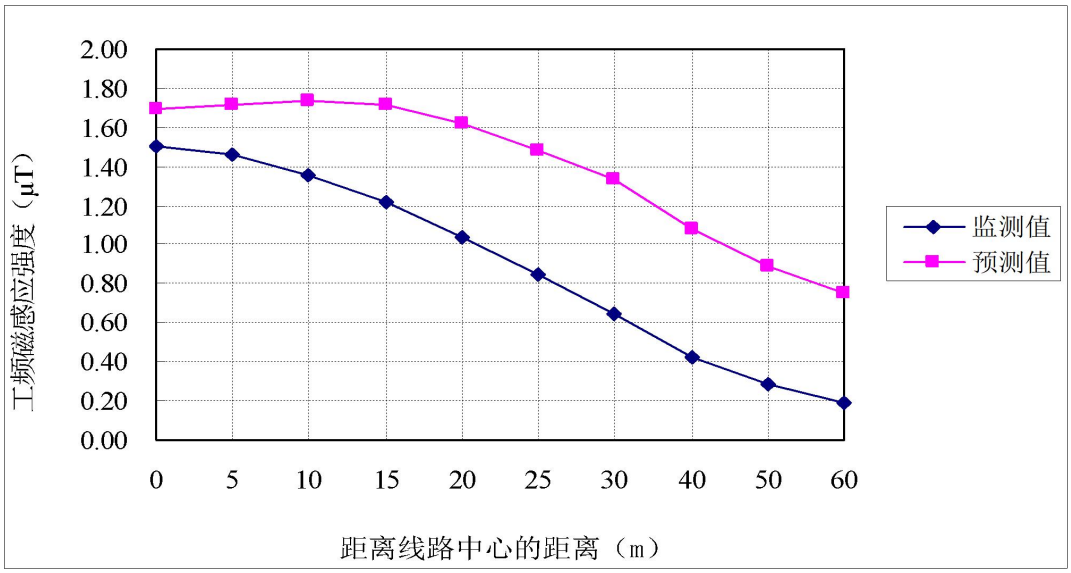


图 6-3 500kV 谭龙一线工频磁感应强度监测值与预测值对比图

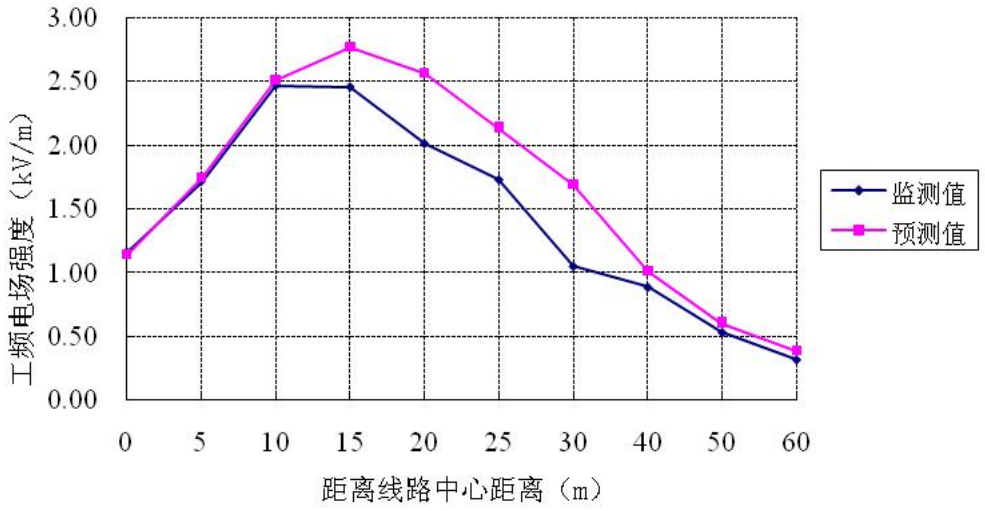


图 6-4 500kV 蜀山一线工频电场强度监测值与预测值对比图

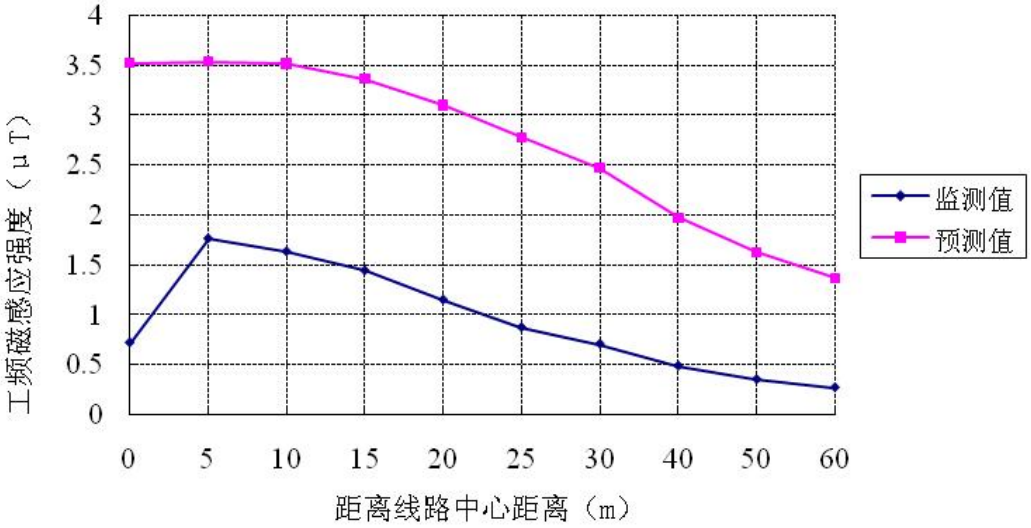


图 6- 5 500kV 蜀山一线工频磁感应强度监测值与预测值对比图

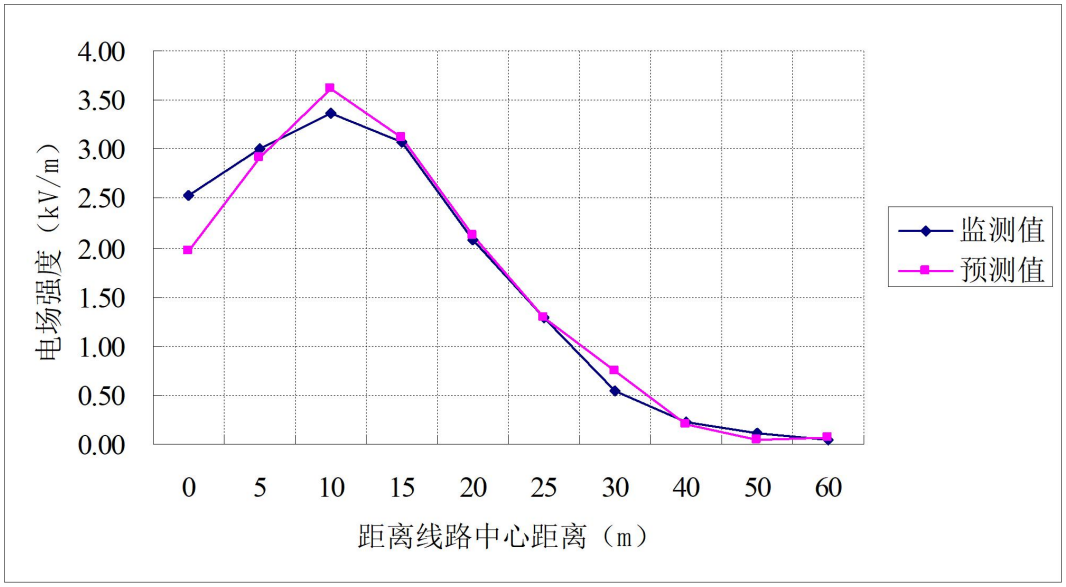


图 6-6　500kV 山龙线、洪龙线工频电场强度监测值与预测值对图

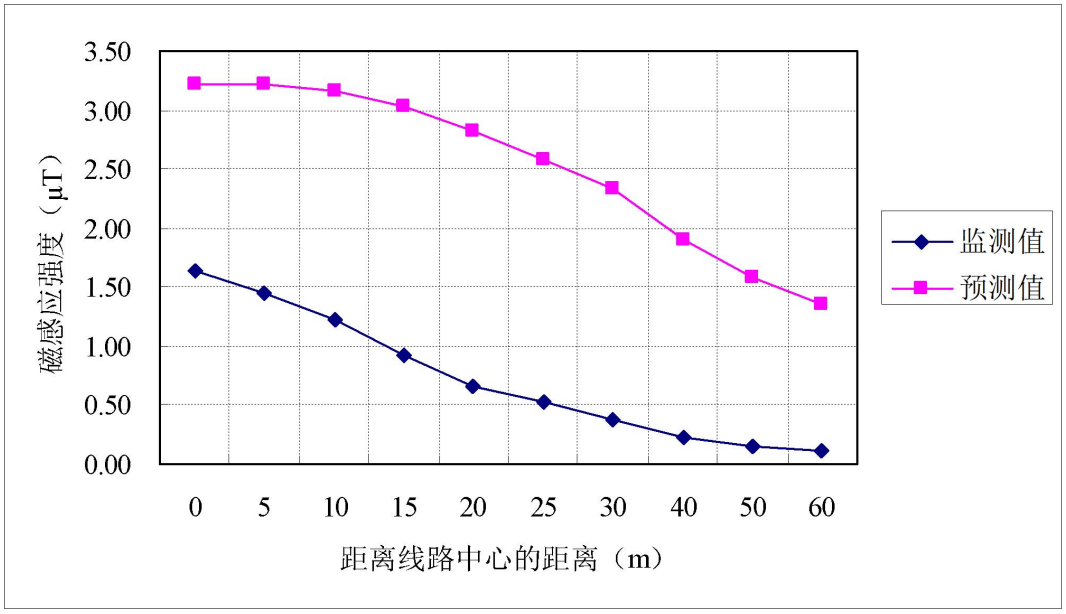


图 6-7　500kV 山龙线、洪龙线工频磁感应强度监测值与预测值对图

由表 6-11 和图 6-1、图 6-2 可知，500kV 单回水平排列输电线路理论预测值与实际监测值沿着衰减断面变化趋势基本一致，类比线路产生的工频电场强度与工频磁感应强度实际监测值较理论预测计算值小。因此，采用模式预测得出的工频电场强度与工频磁感应强度计算结果是可信的、且是偏保守的。所以本工程单回水平排列输电线路电磁环境影响预测评价的结果主要采用理论预测值作为评价依据。

由表 6-12 和图 6-3、图 6-4 可知，500kV 单回三角排列输电线路理论预测值与实际监测值沿着衰减断面变化趋势基本一致，类比线路产生的工频电场强度与工频磁感应强

度实际监测值较理论预测计算值小。因此，采用模式预测得出的工频电场强度与工频磁感应强度计算结果是可信的、且是偏保守的。所以本工程单回三角排列输电线路电磁环境影响预测评价的结果主要采用理论预测值作为评价依据。

由表 6-13 和图 6-5、图 6-6 可知，500kV 同塔双回输电线路在距线路中心地面投影点 0～60m 处，其工频磁感应强度监测结果比理论预测值偏低。根据以上分析可以看出，①类比线路理论预测值和实际测量值变化趋势来是基本是一致的；②类比线路产生的工频磁感应强度监测值比模式预测计算值小。因此，用模式预测值评价本项目产生的电磁环境影响更趋于保守。所以本项目输电线路电磁环境影响预测评价的结果主要采用理论预测值作为评价依据。

通过以上分析可知，本项目输电线路以理论预测值作为评价依据是偏保守的、可行的

6.1.2.3 输电线路电磁环境模式预测及评价

6.1.2.3.1 预测因子

交流输电线路预测因子：工频电场、工频磁场。

6.1.2.3.2 预测模式

本项目输电线路的工频电场、工频磁场预测采用《环境影响评价技术导则　输变电》（HJ 24-2020）附录 C 和 D 中的计算方法。根据架线型式、导线架设高度、相序、线间距、导线结构和额定工况，计算输电线路周围工频电场、工频磁场的分布。

（1）工频电场预测模型

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

送电线路为无限长且平行于地面，地面可视为良导体，利用镜像法计算送电线上的等效电荷。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：

$$\begin{bmatrix} U_1 \\ U_2 \\ \vdots \\ U_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \lambda_{12} & \lambda_{12} \cdots \lambda_{1n} \\ \lambda_{21} & \lambda_{22} \cdots \lambda_{2n} \\ \vdots & \\ \lambda_{n1} & \lambda_{n2} \cdots \lambda_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Q_1 \\ Q_2 \\ \vdots \\ Q_n \end{bmatrix} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots（1）$$

式中：Ui——各导线对地电压的单列矩阵；

Qi——各导线上等效电荷的单列矩阵；

λij——各导线的电位系数组成的n阶方阵（n为导线数目）。

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

[λ]矩阵由镜像原理求得。地面为电位等于零的平面，地面的感应电荷可由对应地面导线的镜像电荷代替，用i，j，表示相互平行的实际导线，用i`，j`，表示它们的镜像，电位系数可写为：

$$\lambda_{ii} = \frac{1}{2\pi\varepsilon_0}\ln\frac{2h_i}{R_i} \quad (2)$$

$$\lambda_{ij} = \frac{1}{2\pi\varepsilon_0}\ln\frac{L'_{ij}}{L_{ij}} \quad (3)$$

$$\lambda_{ij} = \lambda_{ji} \quad (4)$$

式中：ε_0——空气介电常数；$\varepsilon_0 = \frac{1}{36\pi}\times 10^{-9} F/m$；

R_i——送电导线半径，对于分裂导线可用等效单根导线半径带入，R_i得计算式为：

$$R_i = R\sqrt[n]{\frac{nr}{R}} \quad (5)$$

式中：R ——分裂导线半径；

n ——次导线根数；

r ——次导线半径。

由[U]矩阵和[λ]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：

$$\overline{U_i} = U_{iR} + jU_{iI} \quad (6)$$

相应地电荷也是复数：

$$\overline{Q_i} = Q_{iR} + jQ_{iI} \quad (7)$$

式①矩阵关系即分别表示了复数量的实数和虚数两部分：

$$[U_R]=[\lambda][Q_R] \quad (8)$$

$$[U_I]=[\lambda][Q_I] \quad (9)$$

根据叠加原理可求出送电线下空间任一点（x，y）的电场强度分量E_x和E_y。即：

$$E_x = \frac{1}{2\pi\varepsilon_0}\sum_{i=1}^{m} Q_i\left(\frac{x-x_i}{L_i^2}-\frac{x-x_i}{(L_i')^2}\right) \quad (10)$$

$$E_y = \frac{1}{2\pi\varepsilon_0}\sum_{i=1}^{m} Q_i\left(\frac{y-y_i}{L_i^2}-\frac{y+y_i}{(L_i')^2}\right) \quad (11)$$

式中：x_i，y_i ——导线 i 的坐标（i=1，2……m）；

m——导线数量；

L_i，L_i' ——分别为导线 i 及其镜像至计算点的距离。

对于三相交流线路，可根据式 8、式 9 求得的电荷计算空间任一点电场强度的水平和垂直分量为：

$$\overline{E_x} = \sum_{i=1}^{m} E_{ixR} + j\sum_{i=1}^{m} E_{ixI}$$

$$=E_{xR}+jE_{xI} \quad (12)$$

$$\overline{E_y} = \sum_{i=1}^{m} E_{iyR} + j\sum_{i=1}^{m} E_{iyI}$$

$$=E_{yR}+jE_{yI} \quad (13)$$

式中：ExR——由各导线的实部电荷在该点产生场强的水平分量；

ExI——由各导线的虚部电荷在该点产生场强的水平分量；

EyR——由各导线的实部电荷在该点产生场强的垂直分量；

EyI——由各导线的虚部电荷在该点产生场强的垂直分量；

该点的合成场强为：

$$\overline{E} = (E_{xR} + jE_{xI})\overline{x} + (E_{yR} + jE_{yI})\overline{y} = \overline{E_x} + \overline{E_y} \quad (14)$$

式中：$E_x = \sqrt{E_{xR}^2 + E_{xI}^2}$ （15）

$$E_y = \sqrt{E_{yR}^2 + E_{yI}^2} \quad (16)$$

（2）工频磁场预测模型

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

在本评价中忽略导线的镜像来计算送电线路下的工频磁场强度 H。

$$H=\frac{I}{2\pi\sqrt{h^2+L^2}} \quad (17)$$

式中：I——导线 i 中的电流值，A；

h——导线对地高度，m；

L——导线对地投影离计算点的水平距离，m。

H——为计算点处磁场强度合成总量磁场强度，A/m。

$$B=\mu_0 H \quad (18)$$

式中：B——磁感应强度，T；

μ_0——常数，真空中磁导率（$\mu_0=4\pi\times10^{-7}$H/m）。

由于相位不同形成的磁场强度水平和垂直分量都必须分别考虑电流间的相角，按相位矢量来合成即可得到三相导线下任一点的磁场强度。

6.1.2.3.3 预测工况及环境条件的选择

（1）类比对象选择原则

本项目新建 500kV 输电线路轻、中冰区采用同塔双回架设，重冰区采用单回路架设，类比监测选择已运行 500kV 同塔双回排列、三角排列和水平排列的输电线路对本项目输电线路运行产生的工频电场、工频磁场进行分析。选择类比线路时，优先考虑类比线路与本项目线路在电压等级、架设方式、相序排列方式、架设高度及导线型式等参数上的类比可行性。

根据国内众多对已运行高压输电线路的监测结果，无论架线型式、导线排列及导线对地最低高度如何，线路产生的电磁环境影响均呈现一定的规律分布。

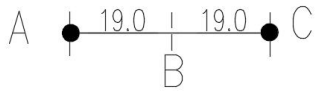
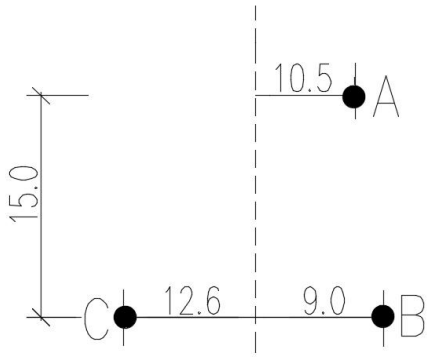
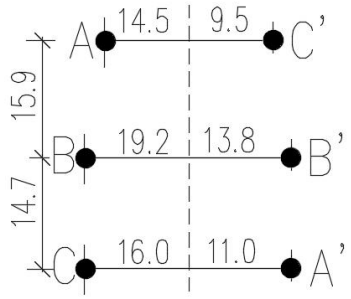
本次评价将分析已运行 500kV 线路线下断面电磁环境监测数据的分布规律，并对同等参数条件下线路产生的电磁环境进行理论计算，经过对监测结果与理论计算值分析比较，从而佐证本次评价中选用的理论计算模式的可行性和合理性。

（2）类比对象可比性分析

本项目单回线路导线排列方式为三角排列和水平排列，双回线路导线排列方式为同塔双回排列，因此选取四川地区已投运的 500kV 谭龙一线、500kV 蜀山一线和 500kV 山龙线、洪龙线作为本项目类比线路。

具体预测参数详见表 6-17。

表 6-17　本项目输电线路电磁影响预测参数一览表

线路参数		**500kV 输电线路**		
导线排列方式		单回水平排列	单回三角排列	同塔双回排列
导线型式		JL/G1A－400/50	JL/G1A－400/50	JL3/G1A－630/45
杆塔型号		ZBB342	JGB143	SJC27154
分裂导线根数		4	4	4
外径		27.6mm	27.6mm	33.8mm
分裂间距		450mm	450mm	450mm
输送功率		1905MW	1905MW	3160MW
导线电压等级（kV）		500	500	500
单根导线电流（A）		952.5	952.5	1580
导线最低对地距离（m）		耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所：11 居民区：14	耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所：10.5 居民区：14	耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所：11 居民区：14
预测高度（m）		地面 1.5m（1 层斜顶房屋）	地面 1.5m（1 层斜顶房屋）	地面 1.5m（1 层斜顶房屋）
工频电磁场	塔型	ZBB342	JGB143	SJC27154
	导线排列方式及相间距（m）			

6.1.2.3.4 预测结果及评价

（1）工频电场

1）水平排列

①非居民区

本项目单回线路（水平排列）在通过耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所导线最低允许离地高度11m时，及将导线高度提升至12m时，地面1.5m高处工频电场强度预测结果见表6-18，工频电场强度分布曲线见图6-8、图6-9。

表6-18 ZBB342塔线路工频电场强度预测结果 单位：kV/m

塔型	ZBB342	
线间距离	19.0+19.0	
导线高度（m）	11	12
距线路中心距离（m）	离地1.5m高处预测值	
0	10.078	8.689
1	9.959	8.600
2	9.614	8.341
3	9.084	7.940
4	8.424	7.437
5	7.702	6.882
6	6.991	6.335
7	6.370	5.858
8	5.917	5.515
9	5.701	5.362
10	5.764	5.430
11	6.100	5.713
12	6.658	6.172
13	7.371	6.752
14	8.164	7.392
15	8.966	8.036
16	9.711	8.630
17	10.333	9.128
18	10.781	9.492
19	11.015	9.694
20	11.021	9.725
24（边导线外5m处）	9.229	8.421
25	8.543	7.883
30	5.353	5.200
降至4kV/m以下	4.0（32.96m）	4.0（32.93m）
35	3.290	3.308
40	2.105	2.162
45	1.414	1.472
50	0.993	1.042
最大值及对应位置	11.047（19.5m）	9.734（19.7m）

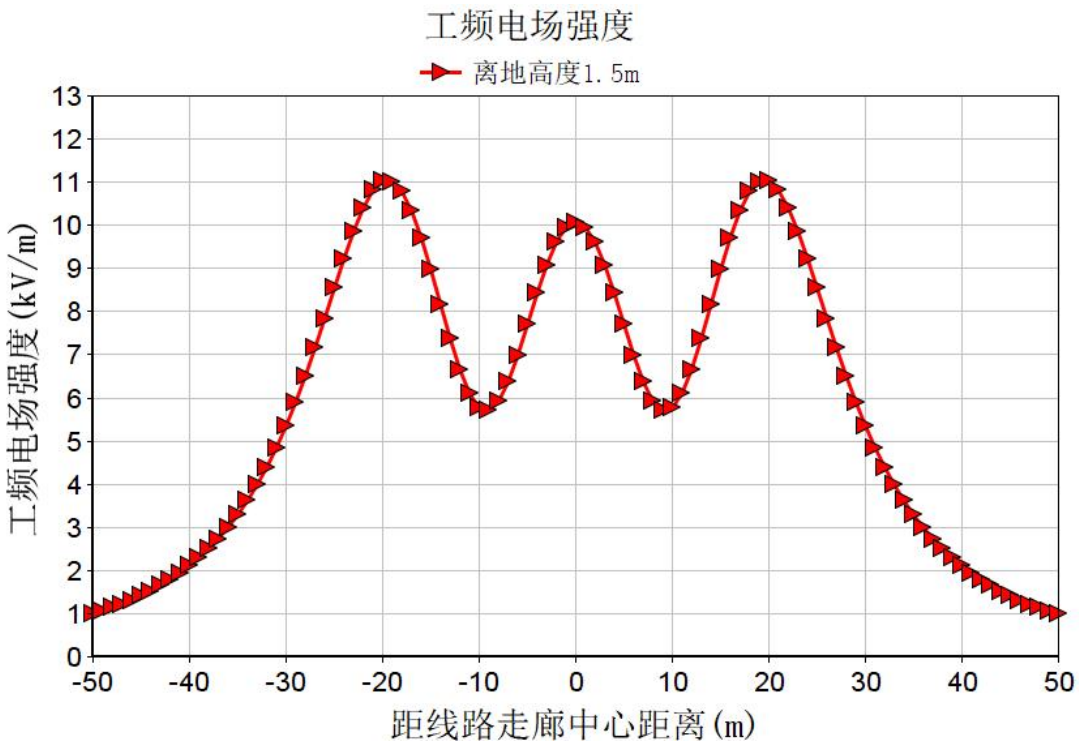


图 6-8 ZBB342 塔 11m 时距离地面 1.5m 处工频电场强度分布曲线

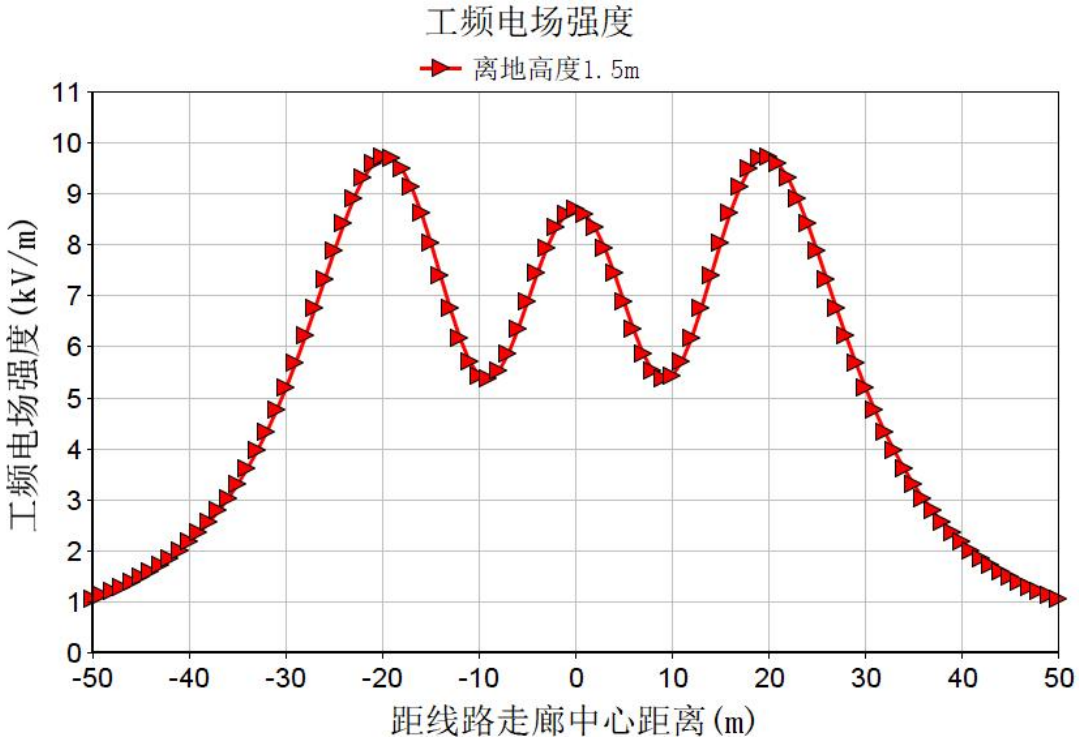


图 6-9 ZBB342 塔 12m 时距离地面 1.5m 处工频电场强度分布曲线

从表 6-18 理论计算结果可知，单回线路（水平排列）工频电场强度随线高的增加而逐渐降低；线高不变时距边导线地面投影越远工频电场强度越低，工频电场强度一般在边导线投影附近达到最大值。

单回线路（水平排列）在通过耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路

等场所最低线高为11m时，线下1.5m高处工频电场强度最大值为11.047kV/m，不能满足工频电场强度控制限值10kV/m要求。

根据逐步计算，当导线对地最低高度抬升至12m时，线下1.5m高处工频电场强度最大值为9.734kV/m，满足耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所工频电场强度控制限值10kV/m要求。随着距离的增加工频电场强度逐渐降低，在距离线路中心32.93m（边导线外13.93m）处，工频电场强度降到4000V/m以下。

因此，本项目单回线路（水平排列）在通过耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所时，导线对地高度不低于12m，满足线下工频电场强度控制限值10kV/m要求；根据下表6-19~6-20计算结果，当导线对地高度大于22m时，线下所有区域工频电场强度满足公众曝露控制限值4000V/m要求。

②居民区

单回线路（水平排列）通过居民区导线最低允许离地高度14m时，线下地面1.5m高处工频电场强度预测结果见表6-19，工频电场强度分布曲线见图6-10。

表6-19 ZBB342塔线路（导线高度14m）工频电场强度预测结果 单位：kV/m

塔型	ZBB342
线间距离	19.0+19.0
导线高度（m）	14
距线路中心距离（m）	离地1.5m
0	6.585
1	6.534
2	6.383
3	6.147
4	5.851
5	5.525
6	5.206
7	4.934
8	4.752
9	4.691
10	4.767
11	4.977
12	5.296
13	5.690
14	6.120
15	6.550
16	6.948
17	7.285
18	7.541
19	7.700
20	7.756
24（边导线外5m）	7.059
25	6.723
30	4.831
35	3.274

塔型	ZBB342
线间距离	19.0+19.0
导线高度（m）	14
距线路中心距离（m）	离地 1.5m
0	6.585
40	2.230
45	1.559
50	1.124
最大值及对应位置	7.756 （20.0m）

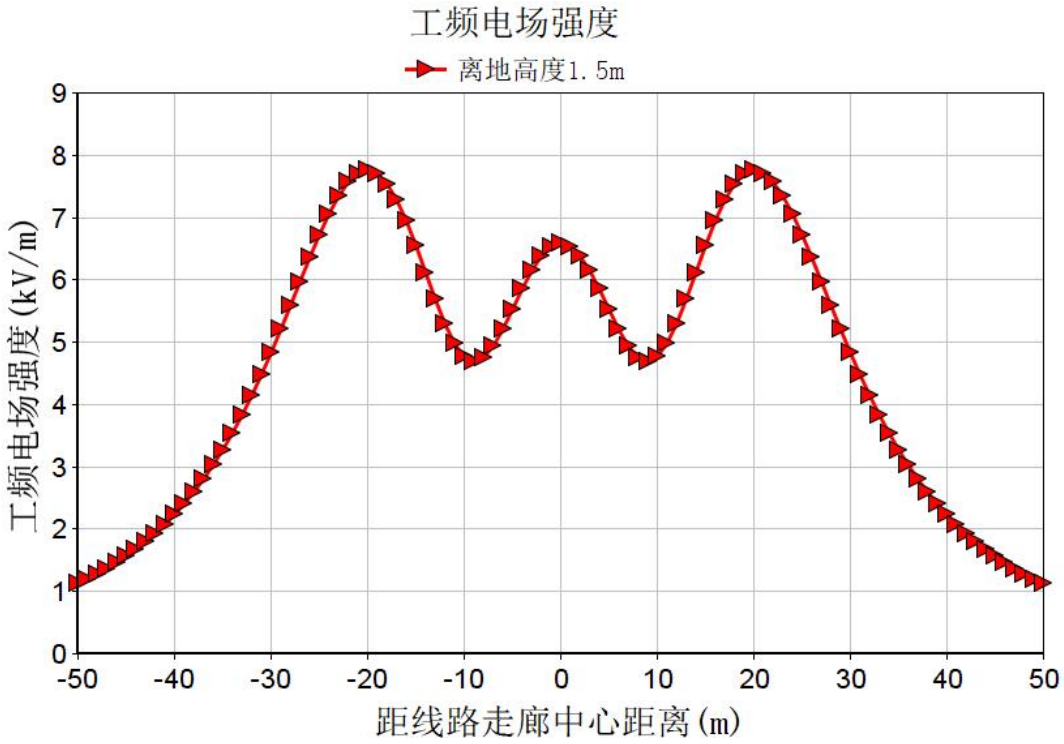


图 6-10 ZBB342 塔导线离地 14m 时地面 1.5m 高处线路工频电场强度预测结果

表 6-20 ZBB342 塔线路(导线高度 22m)工频电场强度预测结果 单位：kV/m

塔型	ZBB342
线间距离	19.0+19.0
导线高度（m）	22
距线路中心距离（m）	离地 1.5m
0	2.531
1	2.527
2	2.517
3	2.503
4	2.490
5	2.483
6	2.487
7	2.508
8	2.550
9	2.615
10	2.703
11	2.811
12	2.935

塔型	ZBB342
线间距离	19.0+19.0
导线高度（m）	22
距线路中心距离（m）	离地 1.5m
13	3.069
14	3.207
15	3.343
16	3.472
17	3.587
18	3.686
19	3.765
20	3.823
24（边导线外 5m）	3.825
25	3.773
30	3.301
35	2.682
40	2.102
45	1.630
50	1.266
最大值及对应位置	3.869 （22.0m）

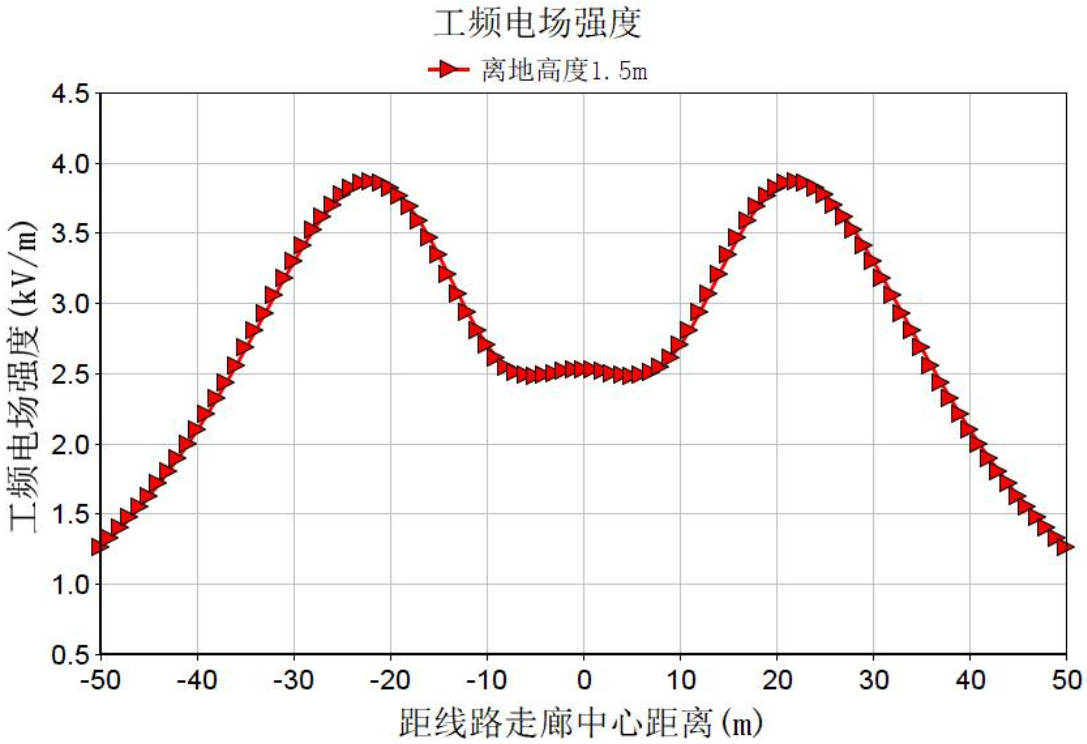


图 6-11　ZBB342 塔导线离地 26m 时地面 1.5m 高处线路工频电场强度预测结果

从表 6-19~6-20 及图 6-10~6-11 理论计算结果可知，单回线路（水平排列）通过居民区，导线最低对地高度 14m 时，线下地面 1.5m 高处工频电场强度最大值为 7.756kV/m，**不能在所有区域满足**工频电场强度公众曝露控制限值 4000V/m 要求。

根据逐步试算，当导线对地高度抬高到 22m 时，线下地面 1.5m 高处工频电场强度

最大值为3.869kV/m，**线下所有区域均能满足**满足工频电场强度公众曝露控制限值4000V/m要求。

建设过程中，居民区根据敏感目标距边导线水平距离的不同，适当提升导线对地高度以确保评价范围内所有1层斜顶房屋处工频电场强度小于4000V/m，而不需要所有敏感目标处导线对地高度都提升至22m。线下电场强度4kV/m等值线图见图6-12。各敏感目标要求的导线对地最低高度详见表6-47。

表6-21 单回水平排列段线路在居民区不同导线高度电场强度达标位置表

导线对地高度（m）	工频电场强度降到4kV/m以下位置距边导线的水平距离（m）
	地面1.5m高处
22.0	—
21.5	22.88（边导线外3.88m）
21.0	25.40（边导线外6.40m）
20.5	26.69（边导线外7.69m）
20.0	27.65（边导线外8.65m）
19.5	28.42（边导线外9.42m）
19.0	29.08（边导线外10.08m）
18.5	29.64（边导线外10.64m）
18.0	30.13（边导线外11.13m）
17.5	30.56（边导线外11.56m）
17.0	30.94（边导线外11.94m）
16.5	31.28（边导线外12.28m）
16.0	31.58（边导线外12.58m）
15.5	31.85（边导线外12.85m）
15.0	32.08（边导线外13.0m）
14.5	32.28（边导线外13.28m）
14.0	32.45（边导线外13.45m）

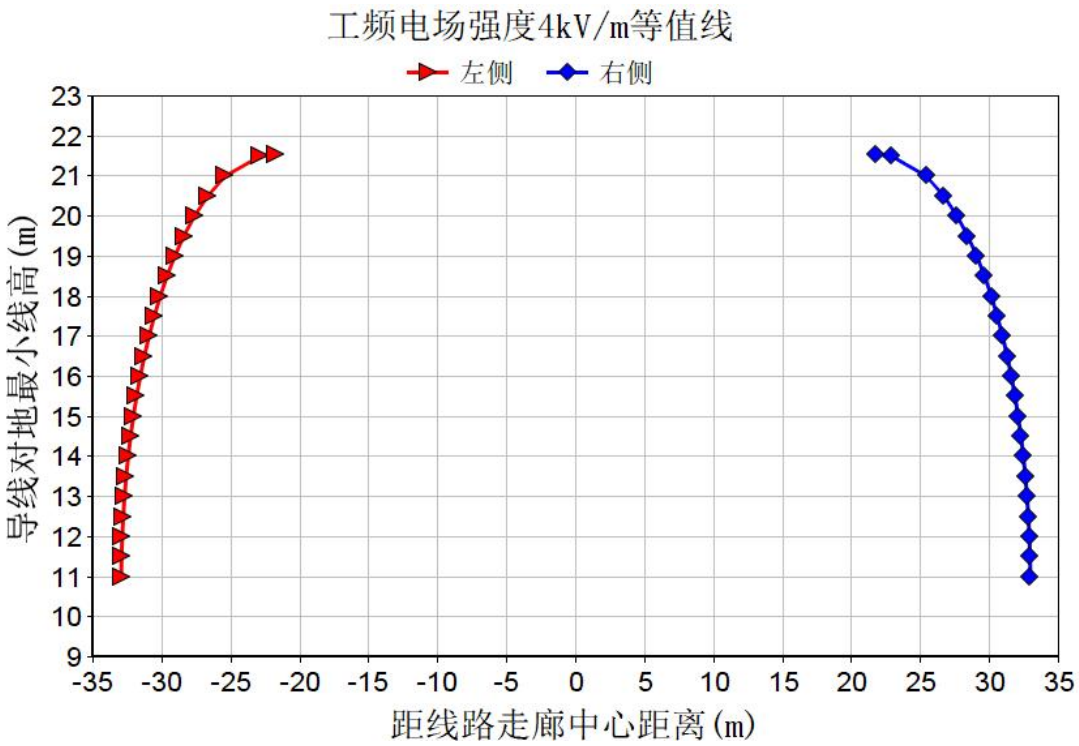


图 6-12 水平排列段线路线下地面 1.5m 高处工频电场强度 4kV/m 等值线图

2）三角排列

①非居民区

本项目单回线路（三角排列）在通过耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所导线最低允许离地高度 10.5m 时，及将导线高度提升至 12m 时，地面 1.5m 高处工频电场强度预测结果见表 6-22，工频电场强度分布曲线见图 6-15~图 6-16。

表 6-22 JGB143 塔线路工频电场强度预测结果 单位：kV/m

塔型	JGB143	
线间距离	（12.6）+（9.0/10.5）	
导线高度（m）	10.5	12
距线路中心距离（m）	离地 1.5m 高处预测值	
-50	0.551	0.599
-45	0.753	0.818
-40	1.080	1.164
-35	1.636	1.733
-30	2.621	2.696
降至 4kV/m 以下	4.0（-25.93m）	4.0（-25.92m）
-25	4.424	4.334
-20	7.550	6.857
-19	8.326	7.427
-18	9.113	7.983
-17.6（边导线外 5m 处）	9.482	8.243
-17	9.875	8.499
-16	10.562	8.942

塔型	JGB143	
线间距离	（12.6）+（9.0/10.5）	
导线高度（m）	10.5	12
距线路中心距离（m）	离地 1.5m 高处预测值	
-15	11.114	9.279
-14	11.473	9.477
-13	11.588	9.511
-12	11.432	9.368
-11	11.009	9.048
-10	10.350	8.570
-9	9.508	7.960
-8	8.545	7.256
-7	7.522	6.495
-6	6.496	5.719
-5	5.520	4.971
-4	4.654	4.303
-3	3.976	3.781
-2	3.589	3.480
-1	3.584	3.462
0	3.963	3.730
1	4.635	4.222
2	5.491	4.859
3	6.447	5.570
4	7.437	6.297
5	8.398	6.993
6	9.266	7.612
7	9.974	8.115
8	10.463	8.469
9	10.690	8.650
10	10.642	8.652
11	10.335	8.484
12	9.815	8.169
13	9.143	7.738
14	8.383	7.229
15	7.592	6.678
15.75（边导线外 5m 处）	6.965	6.243
16	6.816	6.114
17	6.084	5.561
18	5.417	5.037
19	4.822	4.553
20	4.301	4.115
降至 4kV/m 以下	4.0（20.66m）	4.0（20.56m）
25	2.649	2.603
30	1.929	1.875
35	1.540	1.484
40	1.255	1.223
45	1.054	1.022

塔型		JGB143	
线间距离		（12.6）+（9.0/10.5）	
导线高度（m）		10.5	12
距线路中心距离（m）		离地 1.5m 高处预测值	
50		0.882	0.861
最大值及对应位置	左侧	11.588（-13.1m）	9.519（-13.3m）
	右侧	10.823（9.8m）	8.778（9.7m）

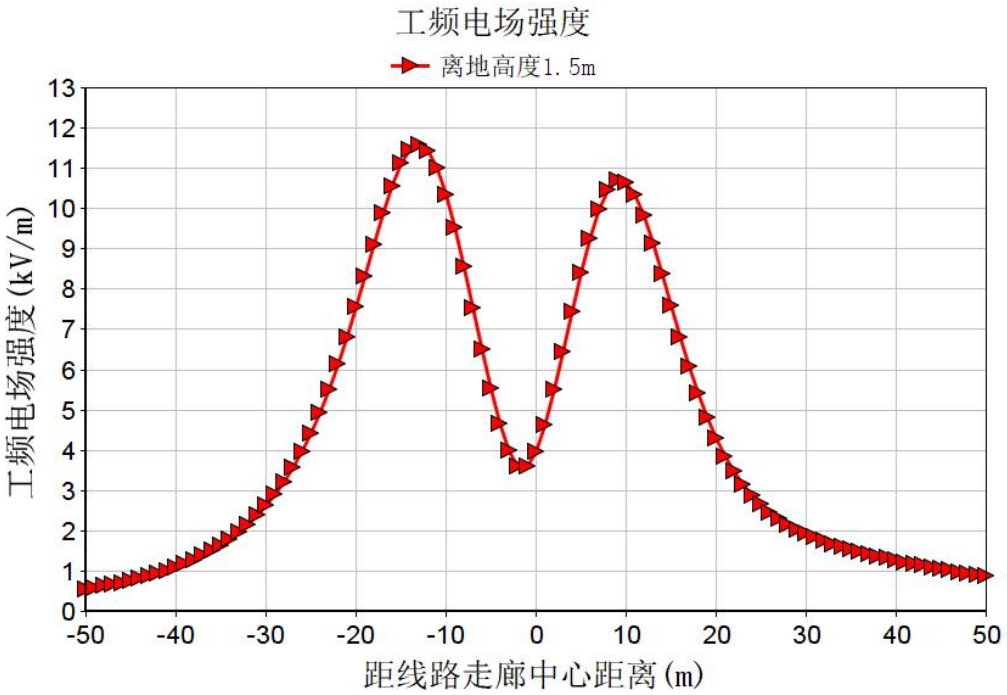


图 6-13 JGB143 塔 10.5m 时距离地面 1.5m 处工频电场强度分布曲线

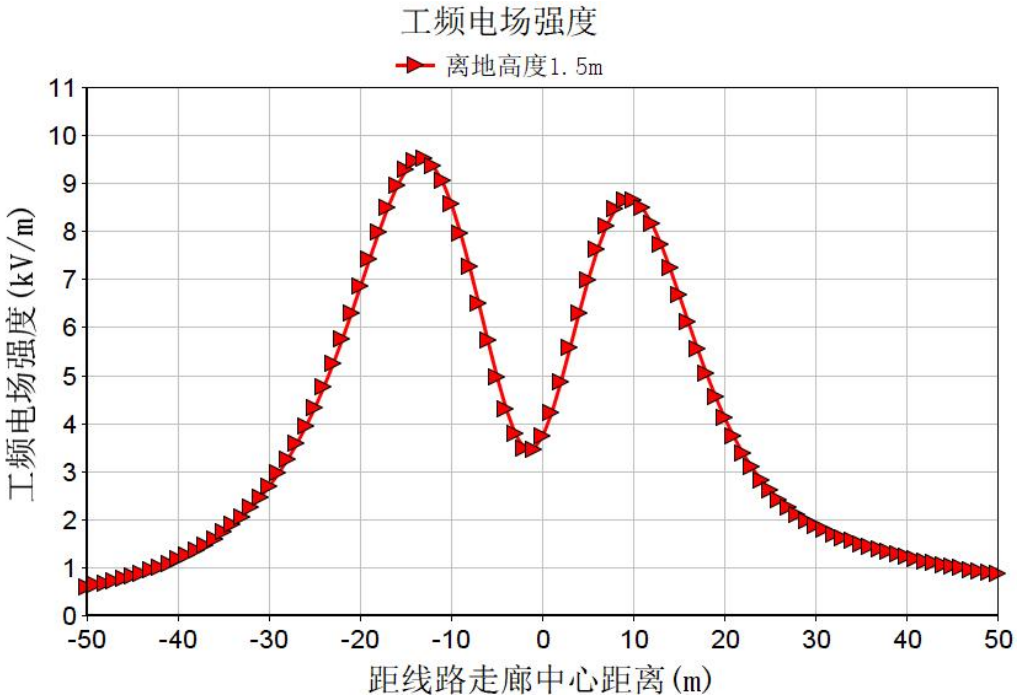


图 6-14 JGB143 塔 12m 时距离地面 1.5m 处工频电场强度分布曲线

从表 6-22 理论计算结果可知，单回线路（三角排列）工频电场强度随线高的增加而逐渐降低；线高不变时距边导线地面投影越远工频电场强度越低，工频电场强度一般在边导线投影附近达到最大值。

单回线路（三角排列）在通过耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所最低线高为 10.5m 时，左侧线下 1.5m 高处工频电场强度最大值为 11.588kV/m，右侧线下 1.5m 高处工频电场强度最大值为 10.823kV/m，不能满足工频电场强度控制限值 10kV/m 要求。

根据逐步计算，当导线对地最低高度抬升至 12m 时，左侧线下 1.5m 高处工频电场强度最大值为 9.519kV/m，右侧线下 1.5m 高处工频电场强度最大值为 8.778kV/m，满足耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所工频电场强度控制限值 10kV/m 要求。随着距离的增加工频电场强度逐渐降低，左侧在距离线路中心 25.92m（边导线外 13.32m）处，右侧在距离线路中心 20.56m（边导线外 9.81m）处，工频电场强度降到 4000V/m 以下。

因此，本项目单回线路（三角排列）在通过耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所时，导线对地高度不低于 12m，满足线下工频电场强度控制限值 10kV/m 要求；根据下表 6-23~6-24 计算结果，当导线对地高度高于于 21.5m 时，线下所有区域工频电场强度满足公众曝露控制限值 4000V/m 要求.

②居民区

单回线路（三角排列）通过居民区导线最低允许离地高度 14m 时，线下地面 1.5m、高处工频电场强度预测结果见表 6-23~6-24，工频电场强度分布曲线见图 6-17~6-18。

表 6-23 JGB143 塔线路工频电场强度预测结果 单位：kV/m

塔型	JGB143
线间距离	（12.6）+（9.0/10.5）
导线高度（m）	14
距线路中心距离（m）	离地 1.5m
-50	0.658
-45	0.893
-40	1.253
-35	1.820
-30	2.721
-25	4.118
-20	5.989
-19	6.368
-18	6.722
-17.6（边导线外 5m 处）	6.848

塔型		JGB143
线间距离		（12.6）+（9.0/10.5）
导线高度（m）		14
距线路中心距离（m）		离地 1.5m
-17		7.034
-16		7.287
-15		7.463
-14		7.546
-13		7.526
-12		7.397
-11		7.159
-10		6.822
-9		6.399
-8		5.911
-7		5.381
-6		4.836
-5		4.309
-4		3.838
-3		3.469
-2		3.251
-1		3.222
0		3.383
1		3.701
2		4.125
3		4.604
4		5.095
5		5.564
6		5.981
7		6.323
8		6.572
9		6.716
10		6.752
11		6.682
12		6.518
13		6.274
14		5.970
15		5.623
15.75（边导线外 5m 处）		5.324
16		5.252
17		4.874
18		4.500
19		4.141
20		3.803
25		2.517
30		1.812
35		1.422
40		1.169
45		0.982
50		0.832
最大值及对应位置	左侧	7.552 （-13.7m）
	右侧	6.894 （9.6m）

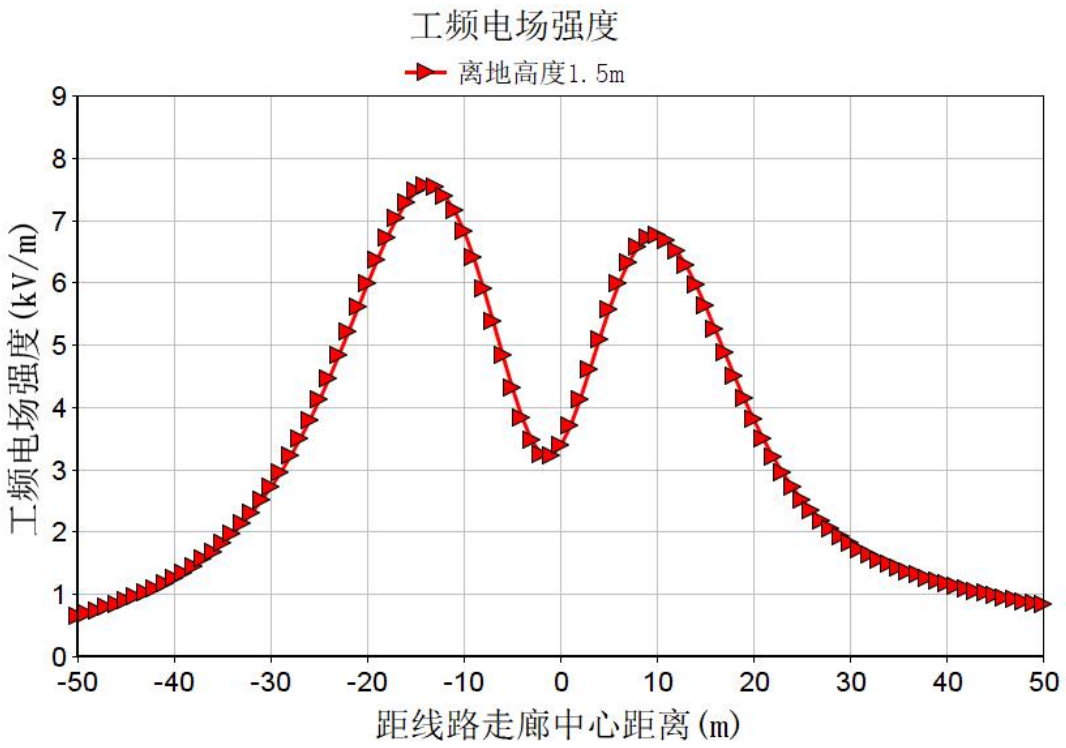


图 6-15 JGB143 塔 14m 时距离地面 1.5m 处工频电场强度分布曲线

表 6-24 JGB143 塔线路工频电场强度预测结果 单位：kV/m

塔型	JGB143
线间距离	（12.6）+（9.0/10.5）
导线高度（m）	21.5
距线路中心距离（m）	离地 1.5m
-50	0.807
-45	1.046
-40	1.373
-35	1.814
-30	2.381
-25	3.037
-20	3.625
-19	3.710
-18	3.776
-17.6（边导线外 5m 处）	3.798
-17	3.823
-16	3.847
-15	3.845
-14	3.818
-13	3.763
-12	3.682
-11	3.575
-10	3.446
-9	3.297
-8	3.134
-7	2.962
-6	2.790
-5	2.626
-4	2.480
-3	2.362

塔型		JGB143
线间距离		（12.6）+（9.0/10.5）
导线高度（m）		21.5
距线路中心距离（m）		离地 1.5m
-2		2.282
-1		2.244
0		2.252
1		2.301
2		2.385
3		2.493
4		2.614
5		2.739
6		2.859
7		2.967
8		3.058
9		3.128
10		3.174
11		3.197
12		3.196
13		3.171
14		3.126
15		3.062
15.75（边导线外 5m 处）		3.008
16		2.983
17		2.890
18		2.788
19		2.678
20		2.564
25		2.001
30		1.548
35		1.230
40		1.011
45		0.854
50		0.734
最大值及对应位置	左侧	3.849 （-15.6m）
	右侧	3.285 （11.4m）

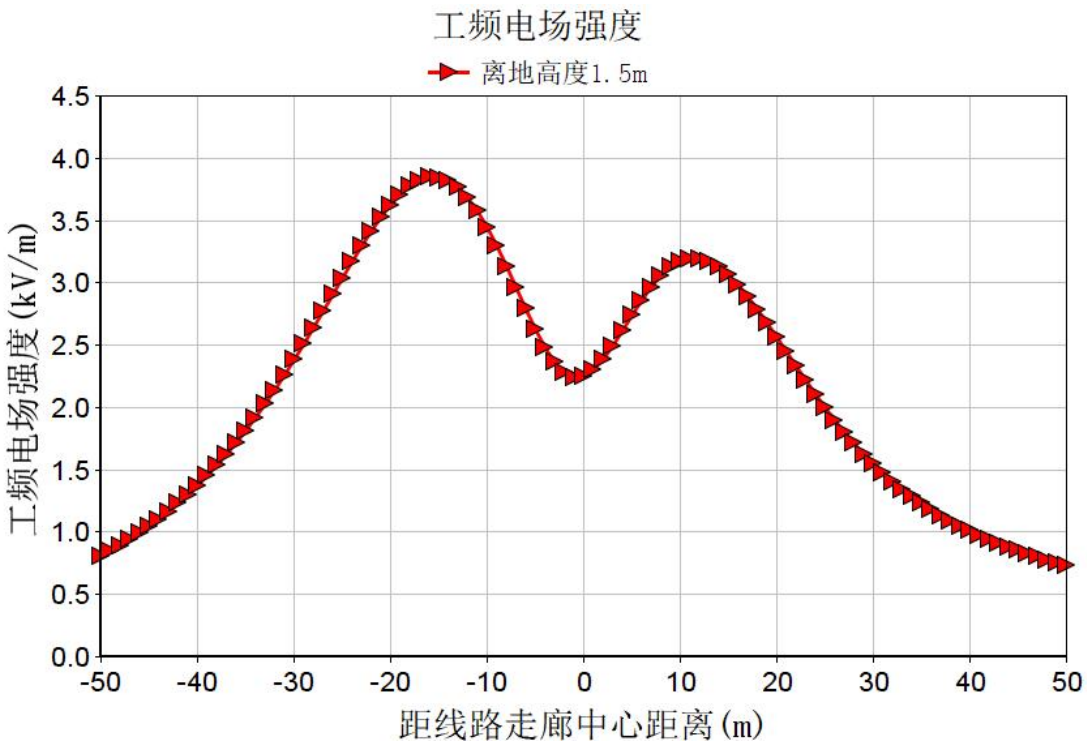


图 6-16 JGB143 塔 21.5m 时距离地面 1.5m 处工频电场强度分布曲线

从表 6-23~6-24 及图 6-15~6-16 理论计算结果可知，单回线路（三角排列）通过居民区，导线最低对地高度 14m 时，左侧线下地面 1.5m 高处工频电场强度最大值为 7.552kV/m，右侧线下地面 1.5m 高处工频电场强度最大值为 6.894kV/mkV/m，**不能在所有区域满足**工频电场强度公众曝露控制限值 4000V/m 要求。

根据逐步试算，当导线对地高度抬高到 21.5m 时，左侧线下地面 1.5m 高处工频电场强度最大值为 3.849kV/mkV/m，右侧线下地面 1.5m 高处工频电场强度最大值为 3.285kV/m，线下所有区域均能满足工频电场强度公众曝露控制限值 4000V/m 要求。

建设过程中，居民区根据敏感目标距边导线水平距离的不同，适当提升导线对地高度以确保评价范围内所有 1 层斜顶房屋处工频电场强度小于 4000V/m，而不需要所有敏感目标处导线对地高度都提升至 21.5m。线下电场强度 4kV/m 等值线图见图 6-17。各敏感目标要求的导线对地最低高度详见表 6-47。

表 6-25 三角排列段线路在居民区不同导线高度电场强度达标位置表

导线对地高度（m）	工频电场强度降到 4kV/m 以下位置距边导线的水平距离（m）	
	地面 1.5m 左侧	地面 1.5m 右侧
21.5	—	—
21.0	-15.40（边导线外 2.8m）	—
20.5	-18.65（边导线外 6.05m）	—
20.0	-19.94（边导线外 7.34m）	—
19.5	-20.89（边导线外 8.29m）	—
19.0	-21.64（边导线外 9.04m）	10.80（边导线外 0.05m）
18.5	-22.28（边导线外 9.68m）	13.96（边导线外 3.21m）
18.0	-22.83（边导线外 10.23m）	15.19（边导线外 5.15m）
17.5	-23.31（边导线外 10.71m）	16.08（边导线外 5.33m）
17.0	-23.72（边导线外 11.12m）	16.80（边导线外 6.05m）
16.5	-24.09（边导线外 11.49m）	17.40（边导线外 6.65m）
16.0	-24.42（边导线外 11.82m）	17.92（边导线外 7.17m）
15.5	-24.70（边导线外 12.1m）	18.37（边导线外 7.62m）
15.0	-24.95（边导线外 12.35m）	18.76（边导线外 8.01m）
14.5	-25.17（边导线外 12.57m）	19.10（边导线外 8.25m）
14.0	-25.36（边导线外 12.76m）	19.41（边导线外 8.66m）

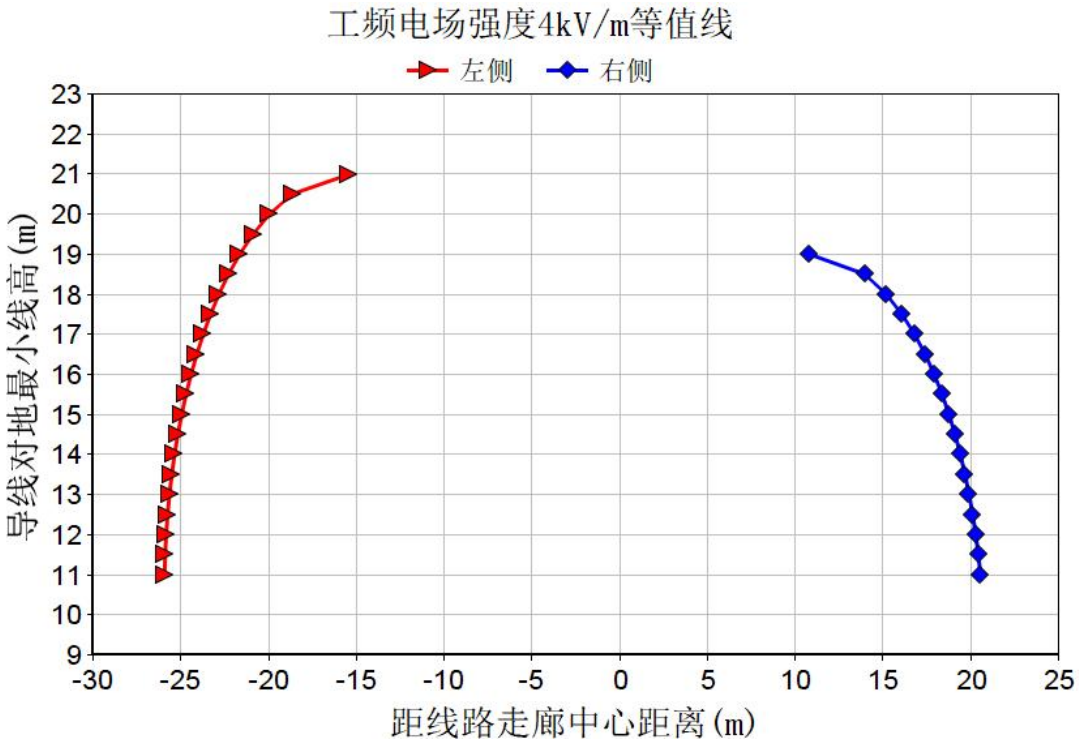


图 6-17 三角排列段线路线下地面 1.5m 高处工频电场强度 4kV/m 等值线图

3）同塔双回线路

①非居民区

本项目同塔双回线路（同相序排列）在通过耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所导线最低允许离地高度11m时，及将导线高度提升至11.5m时，地面1.5m高处工频电场强度预测结果见表6-26，工频电场强度分布曲线见图6-18~6-19。

表6-26 SJC271541塔线路工频电场强度预测结果 单位：kV/m

塔型	SJC271541	
线间距离	（16.0/19.2/14.5）+（11.0/13.8/9.5）	
导线高度（m）	11	11.5
距线路中心距离（m）	离地1.5m高处预测值	
-50	0.484	0.473
-45	0.650	0.640
-40	0.930	0.927
-35	1.473	1.485
-30	2.654	2.659
降至4kV/m以下	4.0（-26.86m）	3.960（-26.77m）
-25	5.085	4.976
-24.2（边导线外5m处）	5.582	5.472
-20	8.718	8.256
-19	9.354	8.811
-18	9.852	9.240
-17	10.163	9.503
-16	10.250	9.573
-15	10.101	9.436
-14	9.725	9.103
-13	9.156	8.598
-12	8.439	7.960
-11	7.625	7.229
-10	6.762	6.445
-9	5.887	5.644
-8	5.029	4.851
-7	4.212	4.089
-6	3.455	3.380
-5	2.785	2.750
-4	2.249	2.249
-3	1.934	1.956
-2	1.933	1.955
-1	2.247	2.247
0	2.782	2.747
1	3.451	3.376
2	4.208	4.085
3	5.025	4.847
4	5.882	5.640
5	6.758	6.442
6	7.622	7.226

塔型		SJC271541	
线间距离		（16.0/19.2/14.5）+（11.0/13.8/9.5）	
导线高度（m）		11	11.5
距线路中心距离（m）		离地 1.5m 高处预测值	
7		8.437	7.958
8		9.154	8.598
9		9.725	9.103
10		10.102	9.438
11		10.253	9.576
12		10.168	9.508
13		9.858	9.246
14		9.362	8.819
15		8.727	8.265
16		8.006	7.630
17		7.248	6.954
18		6.493	6.271
18.8（边导线外 5m 处）		5.821	5.748
19		5.769	5.609
20		5.094	4.985
降至 4kV/m 以下		4.0（21.87m）	4.0（21.78m）
25		2.647	2.655
30		1.445	1.459
35		0.886	0.886
40		0.597	0.596
45		0.444	0.434
50		0.346	0.335
最大值及对应位置	左侧	10.254（-16.1m）	9.576（-16.3m）
	右侧	10.255（11.1m）	9.579（11.2m）

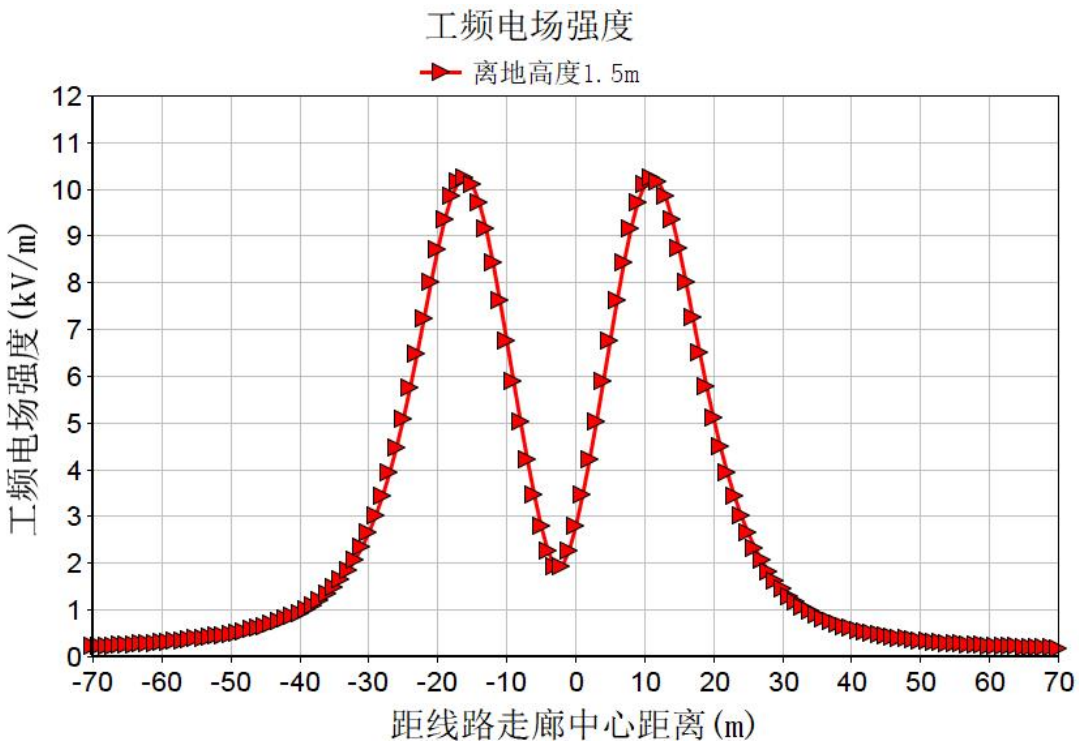


图 6-18 SJC271541 塔 11m 时距离地面 1.5m 处工频电场强度分布曲线

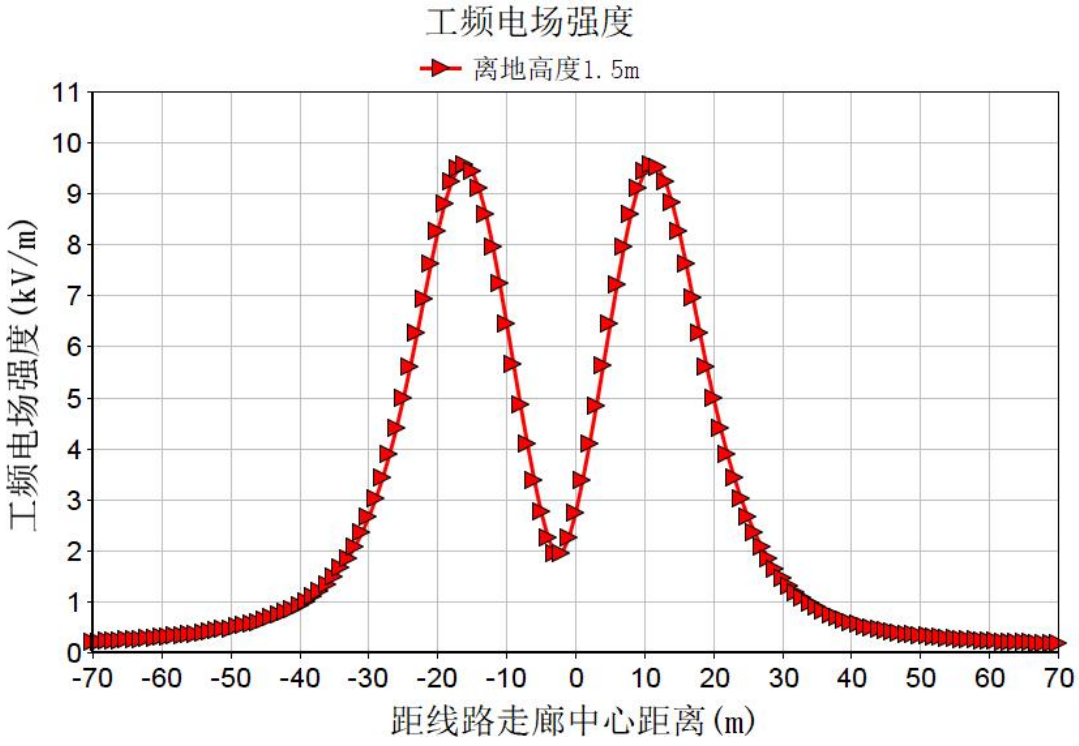


图 6-19 SJC271541 塔 11.5m 时距离地面 1.5m 处工频电场强度分布曲线

从表 6-23 理论计算结果可知，同塔双回线路（逆相序排列）工频电场强度随线高的增加而逐渐降低；线高不变时距边导线地面投影越远工频电场强度越低，工频电场强度一般在边导线投影附近达到最大值。

同塔双回线路（逆相序排列）在通过耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、

道路等场所最低线高为11m时，线下1.5m高处工频电场强度最大值为10.255kV/m，不能满足工频电场强度控制限值10kV/m要求。

根据逐步计算，当导线对地最低高度抬升至11.5m时，线下1.5m高处工频电场强度最大值为9.579kV/m，满足耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所工频电场强度控制限值10kV/m要求。随着距离的增加工频电场强度逐渐降低，在距离线路中心21.67m（边导线外7.87m）处，工频电场强度降到4000V/m以下。

因此，本项目同塔双回线路（逆相序排列）在通过耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所时，导线对地高度不低于11.5m，满足线下工频电场强度控制限值10kV/m要求；根据下表6-24~6-25计算结果，当导线对地高度不低于20m时，线下所有区域工频电场强度满足公众曝露控制限值4000V/m要求。

②居民区

同塔双回线路（逆相序排列）通过居民区导线最低允许离地高度14m时，线下地面1.5m高处工频电场强度预测结果见表6-27，工频电场强度分布曲线见图6-20~6-21。

表6-27 SJC271541塔线路工频电场强度预测结果 单位：kV/m

塔型	SJC271541	
线间距离	（16.0/19.2/14.5）+（11.0/13.8/9.5）	
导线高度（m）	14、20	
距线路中心距离（m）	离地1.5m （导线高度14m）	离地1.5m （导线高度20m）
-50	0.435	0.440
-45	0.618	0.657
-40	0.940	0.993
-35	1.532	1.503
-30	2.616	2.219
-25	4.382	3.066
-24.2（边导线外5m处）	4.668	3.187
-20	6.386	3.736
-19	6.677	3.806
-18	6.889	3.845
-17	7.007	3.851
-16	7.019	3.822
-15	6.921	3.758
-14	6.717	3.659
-13	6.414	3.527
-12	6.027	3.364
-11	5.574	3.176
-10	5.073	2.967
-9	4.543	2.743
-8	4.002	2.513
-7	3.470	2.287
-6	2.967	2.074
-5	2.520	1.892
-4	2.171	1.755
-3	1.973	1.682

塔型		SJC271541	
线间距离		（16.0/19.2/14.5）+（11.0/13.8/9.5）	
导线高度（m）		14、20	
距线路中心距离（m）		离地 1.5m （导线高度 14m）	离地 1.5m （导线高度 20m）
-2		1.973	1.682
-1		2.170	1.756
0		2.519	1.893
1		2.965	2.076
2		3.468	2.288
3		4.001	2.515
4		4.542	2.745
5		5.072	2.969
6		5.573	3.179
7		6.027	3.368
8		6.415	3.531
9		6.719	3.663
10		6.925	3.763
11		7.023	3.828
12		7.012	3.857
13		6.896	3.851
14		6.685	3.813
15		6.394	3.743
16		6.043	3.647
17		5.651	3.528
18		5.234	3.390
18.8（边导线外 5m 处）		4.902	3.275
19		4.810	3.237
20		4.391	3.074
25		2.619	2.225
30		1.520	1.504
35		0.914	0.988
40		0.585	0.645
45		0.401	0.423
50		0.294	0.282
最大值及对应位置	左侧	7.031 （-16.4m）	3.856 （-17.3m）
	右侧	7.032 （11.4m）	3.859 （12.3m）

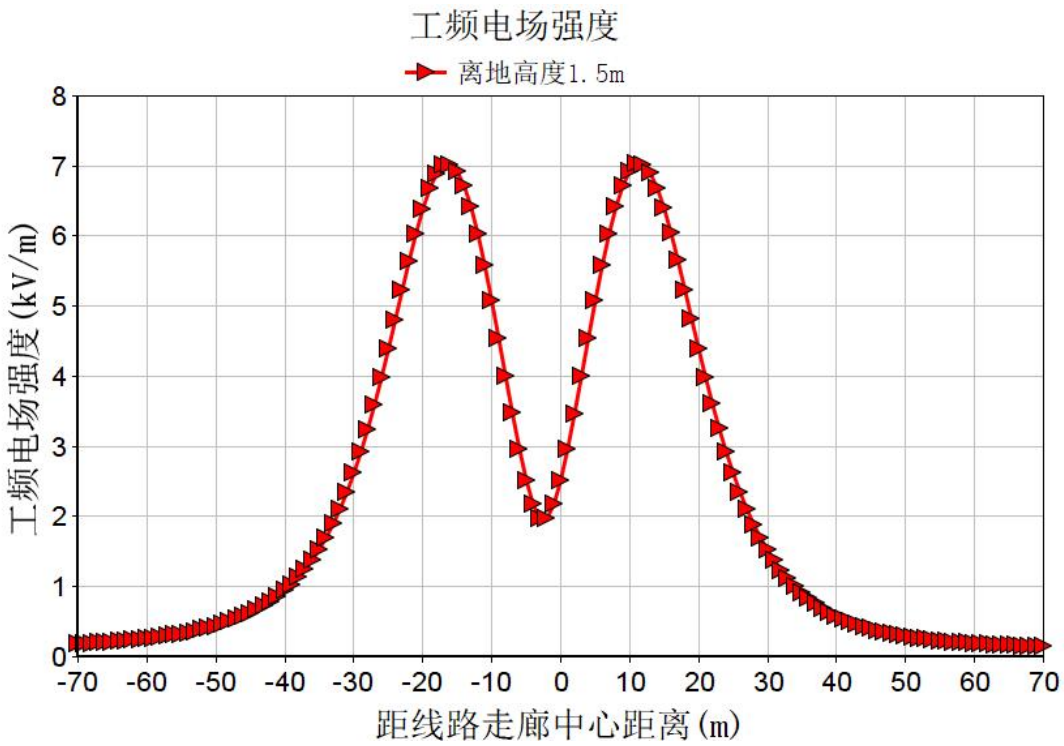


图 6-20　SJC271541 塔导线离地 14m 地面 1.5m 高处线路工频电场强度预测结果

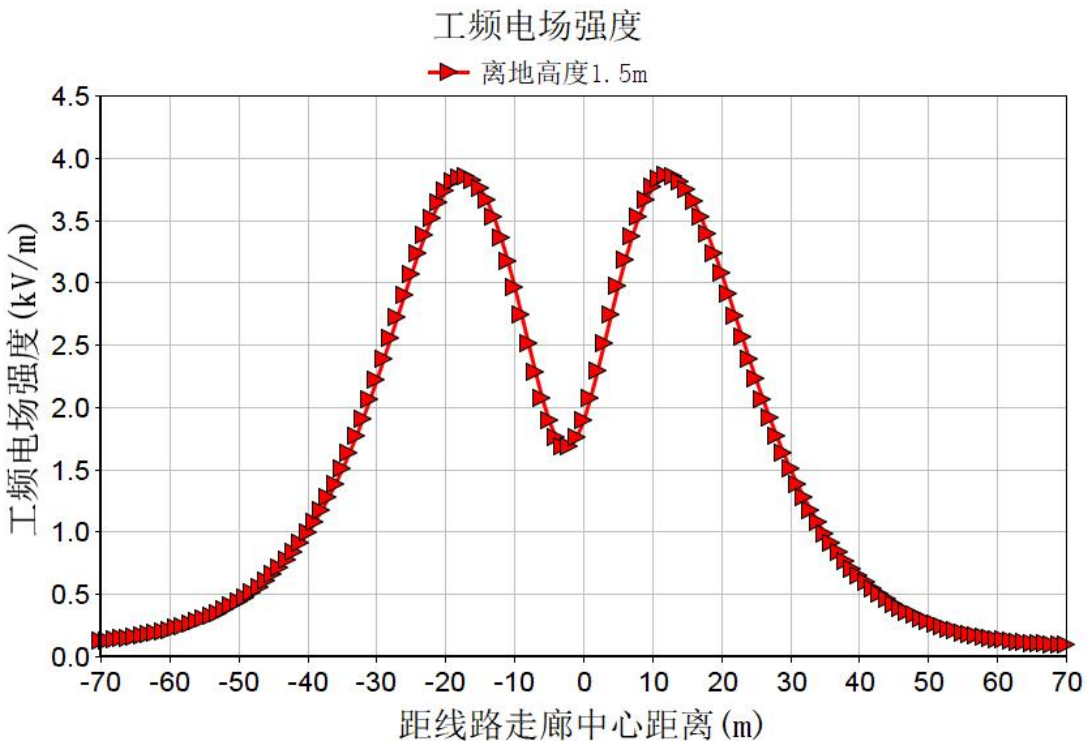


表 6-21　SJC271541 塔导线离地 20m 地面 1.5m 高处线路工频电场强度预测结果

单位：kV/m

从表 6-27 及图 6-20~6-21 理论计算结果可知，同塔双回线路（同相序排列）通过居

民区，导线最低对地高度14m时，线下地面1.5m高处工频电场强度最大值为7.032kV/m，**不能在所有区域**满足工频电场强度公众曝露控制限值4000V/m要求。

根据逐步试算，当导线对地高度抬高到20m时，线下地面1.5m高处工频电场强度最大值为3.859kV/m，**线下所有区域均满足**工频电场强度公众曝露控制限值4000V/m要求。

建设过程中，居民区根据敏感目标距边导线水平距离的不同，适当提升导线对地高度以确保评价范围内所有1层斜顶房屋处工频电场强度小于4000V/m，而不需要所有敏感目标处导线对地高度都提升至20m。线下电场强度4kV/m等值线图见图6-17。各敏感目标要求的导线对地最低高度详见表6-47。

表6-28 同塔双回排列段线路在居民区不同导线高度电场强度达标位置表

导线对地高度（m）	工频电场强度降到4kV/m以下位置距边导线的水平距离（m）	
	地面1.5m 左侧	地面1.5m 右侧
20.0	—	—
19.0	-20.55（边导线外1.35m）	15.07（边导线外1.27m）
18.0	-22.51（边导线外3.31m）	17.25（边导线外3.45m）
17.0	-23.77（边导线外4.57m）	18.58（边导线外4.78m）
16.0	-24.70（边导线外5.5m）	19.54（边导线外5.74m）
15.0	-25.40（边导线外6.2m）	20.27（边导线外6.47m）
14.0	-25.94（边导线外6.74m）	20.83（边导线外7.03m）

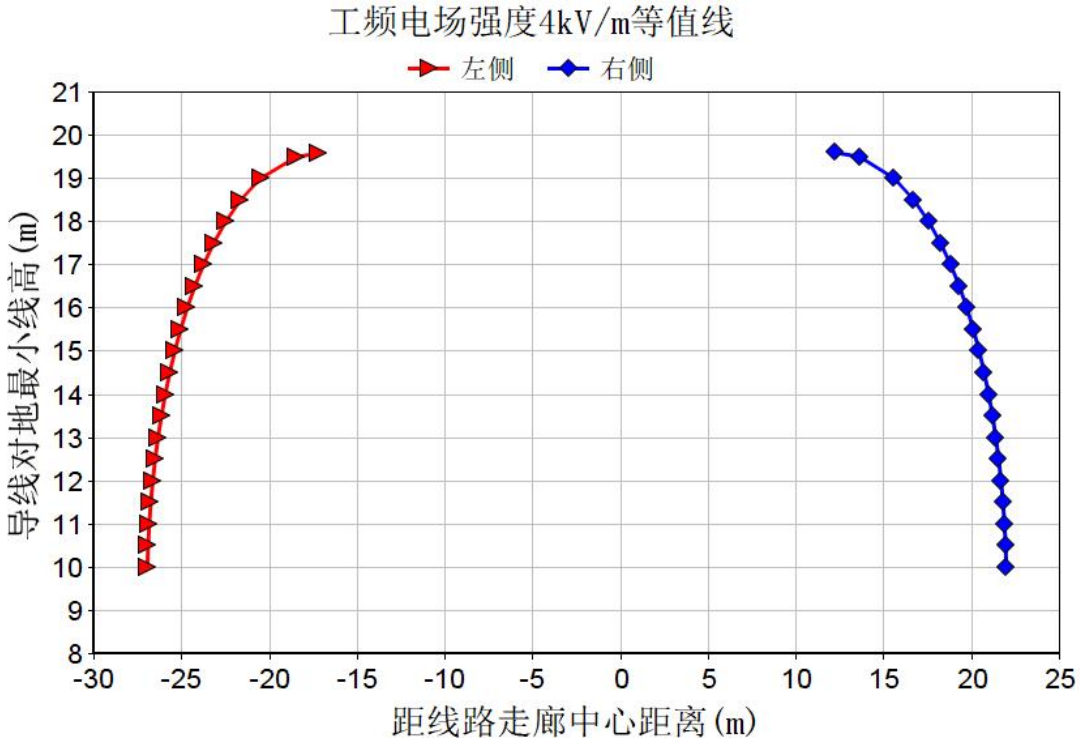


图6-22 同塔双回排列段线路线下地面1.5m高处工频电场强度4kV/m等值线图

（2）工频磁场

1）水平排列

本项目单回线路（水平排列）在通过耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所导线高度提升至12m时，及通过居民区导线最低允许离地高度14m（地面1.5m）、提升至20m（地面11.5m）时，工频磁感应强度预测结果见表6-29及图6-23。

表6-29 ZBB342塔线路工频磁感应强度预测结果 单位：μT

塔型	ZBB342		
线间距离	19.0+19.0		
导线高度（m）	12	14	22
距线路中心距离（m）	离地1.5m	离地1.5m	离地1.5m
0	44.43	37.24	21.02
1	44.38	37.22	21.01
2	44.22	37.15	20.99
3	43.99	37.05	20.95
4	43.71	36.92	20.90
5	43.41	36.77	20.83
6	43.14	36.62	20.74
7	42.91	36.48	20.63
8	42.73	36.34	20.51
9	42.62	36.21	20.37
10	42.56	36.08	20.21
11	42.55	35.95	20.02
12	42.55	35.78	19.81
13	42.52	35.57	19.57
14	42.43	35.30	19.31
15	42.21	34.93	19.02
16	41.82	34.44	18.70
17	41.21	33.82	18.35
18	40.33	33.06	17.97
19	39.19	32.15	17.57
20	37.78	31.09	17.14
24(边导线外5m)	30.49	25.91	15.25
25	28.55	24.52	14.75
30	20.10	18.15	12.24
35	14.36	13.41	9.99
40	10.65	10.15	8.13
45	8.18	7.91	6.66
50	6.48	6.32	5.52
最大值及对应位置	44.43（0.0m）	37.24（0.0m）	21.02（0.0m）

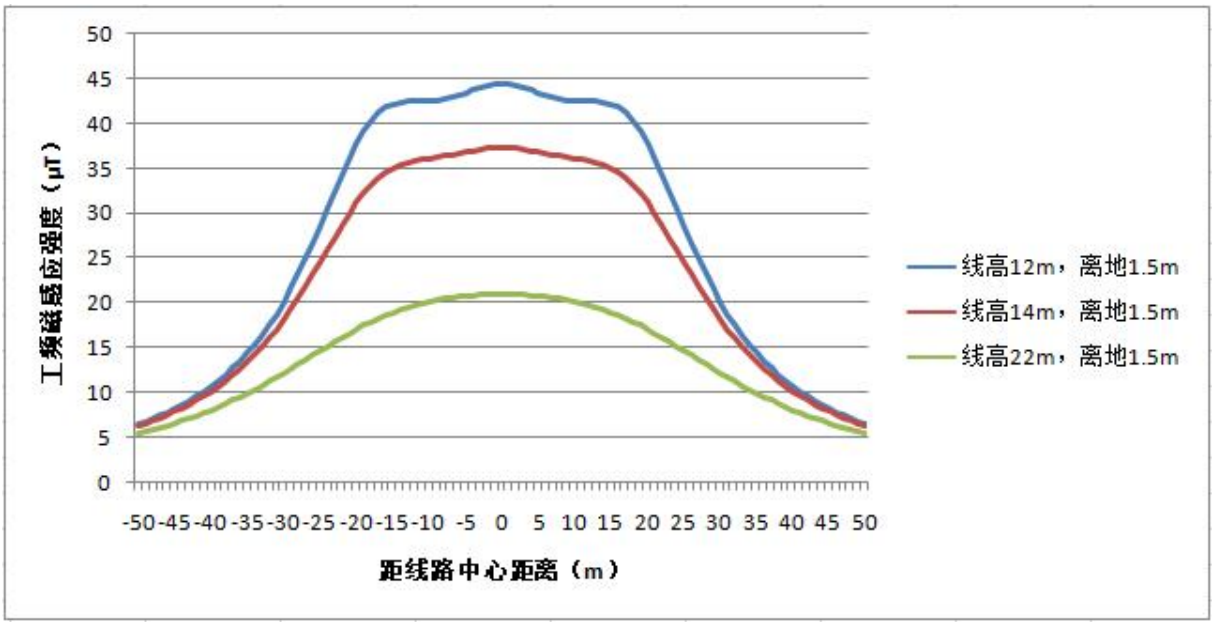


图 6-23 单回路（水平排列）典型塔型 ZBB342 塔线路工频磁感应强度分布图

从图 6-23 和表 6-31 可见，单回线路（水平排列）在通过耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所，导线对地高度提升至 12m 时，线下地面 1.5m 高处工频磁感应强度最大值为 44.43μT，满足公众曝露控制限值 100μT 要求。

单回线路（水平排列）通过居民区，导线最低对地高度 14m 时，线下地面 1.5m 高处工频磁感应强度最大值为 37.24μT，导线对地高度提升至 22m 时，线下 1.5m 高处工频磁感应强度最大值为 21.02μT，均满足公众曝露控制限值 100μT 要求。

2）三角排列

本项目单回线路（三角排列）在通过耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所导线高度提升至 12m 时，及通过居民区导线最低允许离地高度 14m（地面 1.5m）、提升至 21.5m（地面 1.5m）时，工频磁感应强度预测结果见表 6-30 及图 6-24。

表 6-30 JGB143 塔线路工频磁感应强度预测结果 单位：μT

塔型	JGB143		
线间距离	（12.6）+（9.0/10.5）		
导线高度（m）	12	14	21.5
距线路中心距离（m）	离地 1.5m	离地 1.5m	离地 1.5m
-50	4.60	4.49	4.01
-45	5.65	5.48	4.77
-40	7.10	6.84	5.76
-35	9.19	8.74	7.01
-30	12.29	11.46	8.61
-25	17.04	15.41	10.58
-20	24.19	20.86	12.79
-19	25.90	22.09	13.24
-18	27.67	23.34	13.69
-17.6（边导线外 5m）	28.48	23.91	13.87
-17	29.46	24.58	14.12

塔型		JGB143		
线间距离		（12.6）+（9.0/10.5）		
导线高度（m）		12	14	21.5
距线路中心距离（m）		离地 1.5m	离地 1.5m	离地 1.5m
-16		31.21	25.79	14.54
-15		32.88	26.94	14.94
-14		34.39	28.00	15.32
-13		35.70	28.95	15.68
-12		36.77	29.76	16.00
-11		37.56	30.42	16.29
-10		38.10	30.93	16.55
-9		38.40	31.30	16.78
-8		38.50	31.55	16.98
-7		38.45	31.70	17.13
-6		38.30	31.75	17.26
-5		38.10	31.75	17.35
-4		37.88	31.70	17.42
-3		37.68	31.63	17.45
-2		37.50	31.54	17.45
-1		37.37	31.45	17.42
0		37.28	31.34	17.37
1		37.23	31.23	17.29
2		37.21	31.09	17.18
3		37.18	30.93	17.04
4		37.11	30.73	16.88
5		36.97	30.45	16.69
6		36.71	30.10	16.47
7		36.29	29.65	16.23
8		35.67	29.09	15.96
9		34.85	28.42	15.66
10		33.81	27.63	15.34
11		32.58	26.75	15.00
12		31.19	25.77	14.64
13		29.71	24.74	14.26
14		28.16	23.66	13.87
15		26.60	22.56	13.47
15.75（边导线外 5m）		26.21	22.04	13.15
16		25.07	21.46	13.06
17		23.58	20.38	12.65
18		22.16	19.33	12.24
19		20.82	18.31	11.83
20		19.56	17.34	11.42
25		25.98	13.23	9.50
30		19.55	10.23	7.86
35		15.11	8.06	8.52
40		11.96	6.47	5.44
45		9.68	5.29	4.58
50		7.97	4.38	3.89
最大值及对应位置	左侧	38.50 （-7.9m）	31.76 （-5.6m）	17.45 （-2.4m）
	右侧	—	—	—

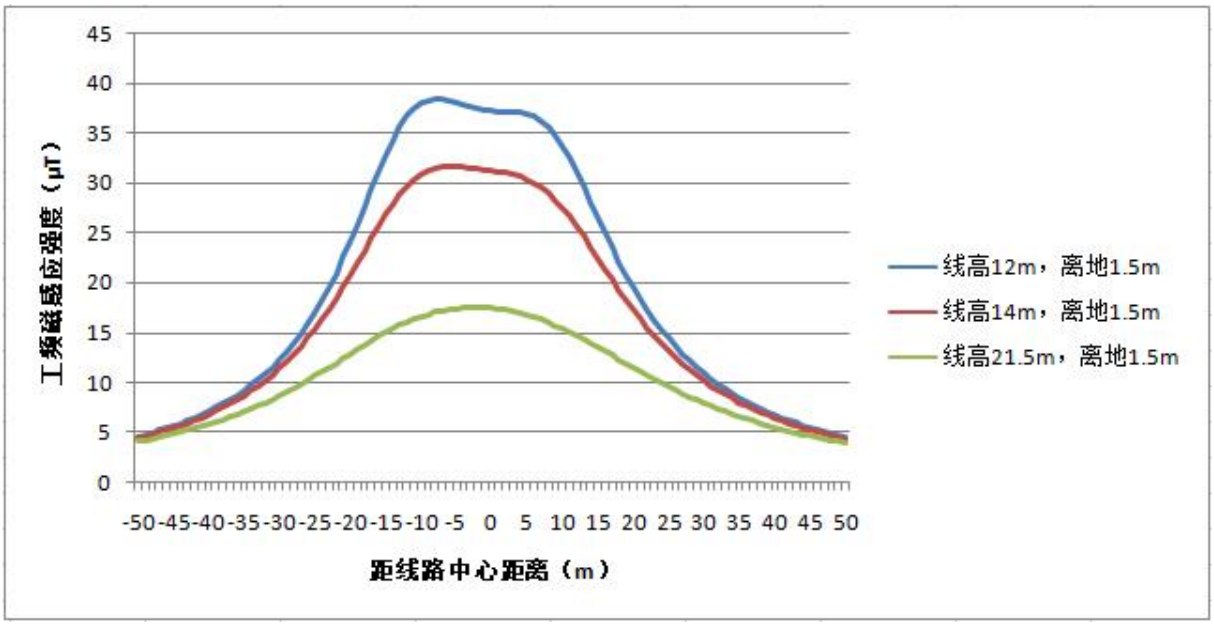


图 6-24 单回路（三角排列）典型塔型 JGB143 塔线路工频磁感应强度分布图

从图 6-24 和表 6-30 可见，单回线路（三角排列）在通过耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所，导线对地高度提升至 12m 时，线下地面 1.5m 高处工频磁感应强度最大值为 38.50μT，满足公众曝露控制限值 100μT 要求。

单回线路（三角排列）通过居民区，导线最低对地高度 14m 时，线下地面 1.5m 高处工频磁感应强度最大值为 31.76μT，导线对地高度提升至 21.5m 时，线下 1.5m 高处工频磁感应强度最大值为 17.45μT，均满足公众曝露控制限值 100μT 要求。

3）同塔双回线路

本项目同塔双回线路（同相序排列）在通过耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所导线高度提升至 11.5m 时，及通过居民区导线最低允许离地高度 14m（地面 1.5m）、提升至 20m（地面 10.5m）时，工频磁感应强度预测结果见表 6-31 及图 6-25。

表 6-31 SJC271541 塔线路工频磁感应强度预测结果 单位：μT

塔型	SJC271541		
线间距离	（16.0/19.2/14.5）+（11.0/13.8/9.5）		
导线高度（m）	11.5	14	20
距线路中心距离（m）	离地 1.5m	离地 1.5m	离地 1.5m
-50	7.50	7.03	5.95
-45	9.73	9.01	7.40
-40	12.90	11.74	9.27
-35	17.48	15.56	11.68
-30	24.29	20.91	14.69
-25	34.37	28.15	18.22
-24.2（边导线外 5m）	36.08	29.53	18.73
-20	47.37	36.50	21.80
-19	49.87	38.04	22.46

塔型		SJC271541		
线间距离		（16.0/19.2/14.5）+（11.0/13.8/9.5）		
导线高度（m）		11.5	14	20
距线路中心距离（m）		离地 1.5m	离地 1.5m	离地 1.5m
-18		52.13	39.46	23.08
-17		54.04	40.70	23.66
-16		55.52	41.76	24.20
-15		56.54	42.60	24.68
-14		57.08	43.22	25.11
-13		57.20	43.64	25.48
-12		56.96	43.88	25.81
-11		56.46	43.96	26.08
-10		55.79	43.93	26.31
-9		55.04	43.81	26.50
-8		54.29	43.65	26.65
-7		53.60	43.46	26.77
-6		53.00	43.29	26.85
-5		52.53	43.14	26.92
-4		52.20	43.03	26.96
-3		52.04	42.98	26.97
-2		52.04	42.98	26.97
-1		52.21	43.04	26.96
0		52.54	43.15	26.92
1		53.01	43.30	26.85
2		53.62	43.47	26.77
3		54.32	43.66	26.65
4		55.07	43.82	26.50
5		55.81	43.94	26.31
6		56.48	43.97	26.08
7		56.98	43.89	25.80
8		57.21	43.65	25.48
9		57.09	43.22	25.10
10		56.53	42.59	24.66
11		55.51	41.74	24.18
12		54.01	40.68	23.64
13		52.08	39.42	23.06
14		49.81	37.99	22.43
15		47.29	36.44	21.77
16		44.64	34.80	21.08
17		41.94	33.11	20.36
18		39.27	31.40	19.63
18.8（边导线外 5m）		37.24	29.98	19.02
19		36.69	29.70	18.90
20		34.23	28.05	18.16
25		24.13	20.79	14.62
30		17.33	15.43	11.60
35		12.75	11.62	9.19
40		9.61	8.91	7.32
45		7.39	6.94	5.88
50		5.79	5.49	4.76
最大值及对应位置	左侧	57.21 （-13.1m）	43.97 （-10.8m）	26.98 （-2.5m）
	右侧	57.22 （8.2m）	43.98 （5.8m）	—

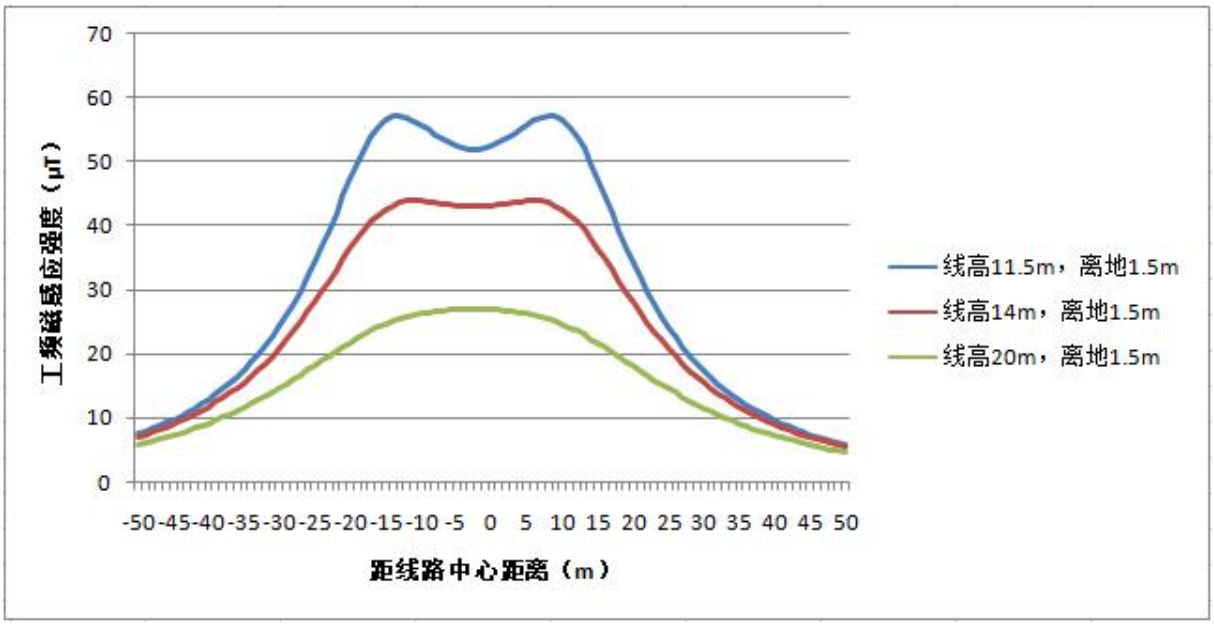


图 6-25 SJC271541 塔线路工频磁感应强度分布图

从图 6-25 和表 6-31 可见，同塔双回线路（逆相序排列）在通过耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所，导线对地高度提升至 11.5m 时，线下地面 1.5m 高处工频磁感应强度最大值为 57.22μT，满足公众曝露控制限值 100μT 要求。

同塔双回线路（同相序排列）通过居民区，导线最低对地高度 14m 时，线下地面 1.5m 高处工频磁感应强度最大值为 43.98μT，导线对地高度提升至 20m 时，线下 1.5m 高处工频磁感应强度最大值为 26.98μT，均满足公众曝露控制限值 100μT 要求。

6.1.3 交叉跨越和并行线路环境影响分析

6.1.3.1.1 与其他输电线路交叉跨越影响分析

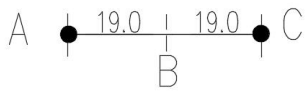
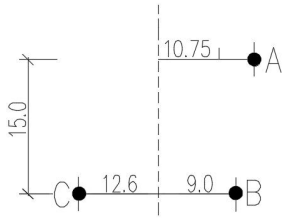
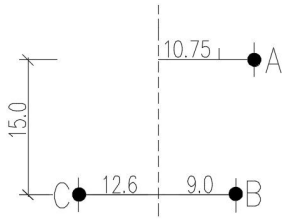
本项目输电线路与既有输电线路交叉跨越时相互间距按照《110～750kV 架空输电线路设计规范》（GB50545-2010）的要求设计。由于 35kV 及其以下电压等级线路产生的电磁环境影响很小，本项目线路与其交叉跨越时不考虑电磁环境叠加影响。本项目输电线路主要交叉跨越情况如下：

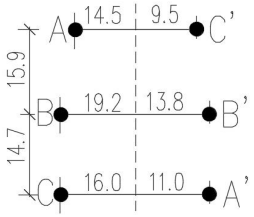
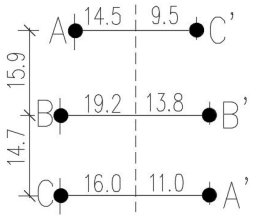
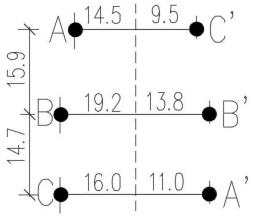
6-32 本项目输电线路主要交叉跨越情况表

根据输电线路电磁环境理论，对于同一条输电线路，其下导线对地高度越低，线下工频电场强度、工频磁感应强度越大。因此对于被跨越（钻越）输电线路，选取导线对地高度相对较低的交叉跨越点处进行预测，可以更为保守的反映本项目线路与其他线路交叉跨越时的叠加电磁环境影响。

对本项目线路跨越既有线路的叠加电磁环境影响分析采用的预测方法为： 采用本项目线路在交叉跨越点处工频电场强度、工频磁感应强度的理论计算最大值与被跨越线路现状监测值叠加得出。交叉跨越预测参数见表6-33，预测结果见表6-34。

表 6-33　本项目线路与既有线路交叉跨越时预测参数

序号	被跨越线路			本项目新建线路			
	名称	塔型及排列方式	对地高度（m）	塔型及排列方式	对地高度（m）	导线型号	塔型、架设方式及导线排列方式
1	500kV 月普线钻越	同塔双回 垂直逆相序排列	25	单回水平	19	JL/G1A－400/50	 ZBB34 单回水平排列
2	500kV 普洪I线钻越	单回 三角排列	32	单回三角	26	JL/G1A－400/50	 JGB143 单回三角排列
3	500kV 普洪III线钻越	单回 三角排列	34	单回三角	28	JL/G1A－400/50	 JGB143

序号	被跨越线路			本项目新建线路			
	名称	塔型及排列方式	对地高度（m）	塔型及排列方式	对地高度（m）	导线型号	塔型、架设方式及导线排列方式
							单回三角排列
4	跨越220kV黄普线	单回 三角排列	21	同塔双回	27	JL3/G1A－630/45	 SJC27154 同塔双回逆向序排列
5	跨越220kV特普线	单回 三角排列	27	同塔双回	33	JL3/G1A－630/45	 SJC27154 同塔双回逆向序排列
6	跨越220kV伊普线	单回 三角排列	26	同塔双回	32	JL3/G1A－630/45	 SJC27154

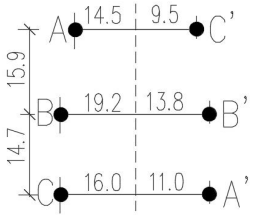
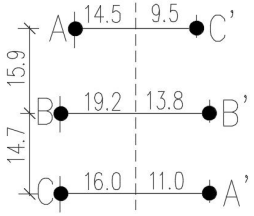
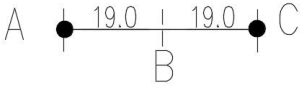
序号	被跨越线路			本项目新建线路			
	名称	塔型及排列方式	对地高度（m）	塔型及排列方式	对地高度（m）	导线型号	塔型、架设方式及导线排列方式
							同塔双回逆向序排列
7	跨越220kV美普一线	单回 三角排列	31	同塔双回	37	JL3/G1A－630/45	 SJC27154 同塔双回逆向序排列
8	跨越220kV美普二线	单回 三角排列	32	同塔双回	38	JL3/G1A－630/45	 SJC27154 同塔双回逆向序排列
9	跨越220kV普西一、二线	同塔双回 垂直逆相序排列	24	单回水平	30	JL/G1A－400/50	 ZBB34 单回水平排列

表 6-34 本项目线路与其他既有线路交叉跨越时电磁环境的影响预测结果

编号	位置	数值类别	电磁环境	
			工频电场强度（kV/m)	工频磁感应强度（μT)
1	500kV 月普线钻越	被跨越线路现状监测值	2.148	2.216
		本项目线路理论计算值	4.786	20.30
		预测值	6.934	22.516
2	500kV 普洪I线钻越	被跨越线路现状监测值	1.264	1.436
		本项目线路理论计算值	2.718	11.26
		预测值	3.982	12.696
3	500kV 普洪III线钻越	被跨越线路现状监测值	1.246	2.546
		本项目线路理论计算值	2.389	10.01
		预测值	3.635	12.556
4	跨越 220kV 黄普线	被跨越线路现状监测值	0.2567	0.6575
		本项目线路理论计算值	2.414	8.5
		预测值	2.6707	9.1575
5	跨越 220kV 特普线	被跨越线路现状监测值	0.2168	0.6245
		本项目线路理论计算值	1477	5.55
		预测值	1.6938	6.1745
6	跨越 220kV 伊普线	被跨越线路现状监测值	0.2258	0.5768
		本项目线路理论计算值	1.571	5.88
		预测值	1.7968	6.4568
7	跨越 220kV 美普一线	被跨越线路现状监测值	0.185	0.5365
		本项目线路理论计算值	1.171	4.45
		预测值	1.356	4.9865
8	跨越 220kV 美普二线	被跨越线路现状监测值	0.1977	0.5763
		本项目线路理论计算值	1.108	4.23
		预测值	1.3057	4.8063
9	跨越 220kV 普西一、二线	被跨越线路现状监测值	0.4677	0.9363
		本项目线路理论计算值	1.775	6.62
		预测值	2.2427	7.5563
标准限值（非居民区）			10k**V/m**	**100μT**

根据现场调查，**在本项目线路与其他既有线路交叉跨越处评价范围内无居民敏感目标分布**，因此本项目输电线路与其它既有线路交叉跨越不存在对居民敏感目标的影响。

由表 6-34 可以看出，本项目线路与其他线路交叉跨越处的工频电场强度满足耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所电场强度控制限值 10kV/m 要求，工频磁感应强度满足公众曝露控制限值 100μT 要求。

6.1.4 电磁环境影响评价结论

6.1.4.1 变电站电磁环境影响评价结论

通过类比分析，月城Ⅱ500kV新建开关站建成后站界及站外区域工频电场强度均满足公众曝露控制限值4000V/m要求，工频磁感应强度均满足公众曝露控制限值100μT限值要求。

6.1.4.2 输电线路电磁环境影响评价结论

（1）单回线路（水平排列）

1）工频电场

线路在通过耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所，导线对地最低高度抬升至12m时，线下1.5m高处工频电场强度最大值为9.734kV/m，满足10kV/m控制限值要求。

线路通过居民区，导线对地高度分别抬高到22m后，线下地面1.5m高处的工频电场强度最大值为3.869kV/m，满足4000V/m控制限值要求；线路导线最低对地高度14m时，边导线外14m以外区域线下地面不同高度处的工频电场强度最大值满足4000V/m控制限值要求。

2）工频磁场

线路在通过耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所，导线对地最低高度抬升至12m时，线下1.5m高处工频磁感应强度最大值为44.43μT，满足100μT控制限值要求。

线路通过居民区，导线最低对地高度14m时，线下地面1.5m高处工频磁感应强度最大值为37.24μT；导线对地高度抬高到22m时，线下1.5m高处工频磁感应强度最大值为21.02μT，均满足100μT控制限值要求。

（2）单回线路（三角排列）

1）工频电场

线路在通过耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所，导线对地最低高度抬升至12m时，线下1.5m高处工频电场强度最大值为9.519kV/m，满足10kV/m控制限值要求。

线路通过居民区，导线对地高度分别抬高到21.5m后，线下地面1.5m高处的工频电场强度最大值为3.849kV/m，满足4000V/m控制限值要求；线路导线最低对地高度

14m 时，边导线外 13m 以外区域线下地面不同高度处的工频电场强度最大值满足 4000V/m 控制限值要求。

2）工频磁场

线路在通过耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所，导线对地最低高度抬升至 12m 时，线下 1.5m 高处工频磁感应强度最大值为 38.50μT，满足 100μT 控制限值要求。

线路通过居民区，导线最低对地高度 14m 时，线下地面 1.5m 高处工频磁感应强度最大值为 31.76μT；导线对地高度抬高到 22m 时，线下 1.5m 高处工频磁感应强度最大值为 17.45μT，均满足 100μT 控制限值要求。

（2）同塔双回线路

1）工频电场

线路在通过耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所，导线对地最低高度抬升至 11.5m 时，线下 1.5m 高处工频电场强度最大值为 9.535kV/m，满足 10kV/m 控制限值要求。

线路通过居民区，导线对地高度分别抬高到 20m 后，线下地面 1.5m 高处的工频电场强度最大值为 3.858kV/m，满足 4000V/m 控制限值要求；线路导线最低对地高度 14m 时，边导线外 8m 以外区域线下地面不同高度处的工频电场强度最大值满足 4000V/m 控制限值要求。

2）工频磁场

线路在通过耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所，导线对地最低高度抬升至 12m 时，线下 1.5m 高处工频磁感应强度最大值为 57.22μT，满足 100μT 控制限值要求。

线路通过居民区，导线最低对地高度 14m 时，线下地面 1.5m 高处工频磁感应强度最大值为 43.98μT；导线对地高度抬高到 22m 时，线下 1.5m 高处工频磁感应强度最大值为 26.98μT，均满足 100μT 控制限值要求。

（2）交叉跨越线路

线路与其他电力线路交叉跨越处工频电场强度满足耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所电场强度控制限值 10kV/m 要求；工频磁感应强度满足公众曝露控制限值 100μT 要求。

6.2 声环境影响预测与评价

6.2.1 月城Ⅱ500kV新建开关站声环境影响预测与评价

6.2.1.1 预测模式

（1）室外噪声源预测计算公式

采用HJ2.4－2009《环境影响评价技术导则——声环境》中的工业噪声预测计算模式。

①计算某个室外声源在预测点产生的倍频带声压级：

$$L_{oct}®=L_{oct}（r_0）-20lg（r/r_0）-△L_{oct}$$

式中：

L_{oct}®——点声源在预测点产生的倍频带声压级，dB；

L_{oct}（r_0）——参考位置r_0处的倍频带声压级，dB；

r——预测点距声源的距离，m；

r_0——参考位置距声源的距离，m；

△L_{oct}——各种因素引起的衰减量（包括声屏障、遮挡物、空气吸收、地面效应引起的衰减量，计算方法详见导则）。

如果已知声源的倍频带声功率级$L_{w\ oct}$，且声源处于自由空间，则：

$$L_{oct}（r_0）=L_{w\ oct}-20lgr_0-11$$

如果已知声源的倍频带声功率级$L_{w\ oct}$，且声源处于半自由空间，则：

$$L_{oct}（r_0）=L_{w\ oct}-20lgr_0-8$$

②由各倍频带声压级合成计算该声源产生的A声级Leq（A）。

③计算总声压级

设第i个室外声源在预测点产生的A声级为$L_{in,i}$，在T时间内该声源工作时间为rin,i；第j个等效室外声源在预测点产生的A声级为$LA_{out,j}$，在T时间内该声源工作时间为tout,j，则预测点的总等效声级为：

$$L_{eq}(T)=10\lg(\frac{1}{T})[\sum^{N}t_{in,i}10^{0.1L_{Ain,i}}+\sum^{M}t_{out,j}10^{0.1L_{Aout,j}}]$$

式中：

T——计算等效声级的时间，h；

N——室外声源个数，M为等效室外声源个数。

（2）其它预测计算公式

①声压级扩散衰减计算

声压级的扩散衰减（又称距离衰减），规律与声源的面积和声源传播的距离有关。

设声源的两边长为a和b（a≤b），从声源中心到任意二点间的距离分别为r1和r2（r1＜r2），则声压级衰减量可由下式求出：

当 $r2 \leq a/\pi$

$\Delta L=0$ （1）

当 $r1 \geq a/\pi$，$r2 \leq b/\pi$

$\Delta L=10\lg(r2/r1)$ （2）

当 $r1 \geq b/\pi$

$\Delta L=20\lg(r2/r1)$ （3）

声学上把符合（1）式条件的声源称为面声源，（1）式称为面声源衰减规律，把符合（2）式条件的声源称为线声源，（2）式称为线声源衰减规律，把符合（3）式条件的声源称为点声源，（3）式称为点声源衰减规律。

②声压级合成计算

当存在多个噪声源时，需要计算多个噪声源的总辐射声压级，这就是声压级的合成。设有n个噪声源，其声压级分别为L1，L2，……Ln，那么总的辐射声压级 L_p 按下式计算：

$$L_p = 10\lg[\sum^{n}]10^{0.1Li} \quad (4)$$

6.2.2.2 预测思路及预测软件

采用理论计算的方法对变电站的声环境影响进行预测，并根据预测结果与标准比较进行评价，对噪声情况制定噪声治理、控制措施。采用 HJ 2.4-2009《环境影响评价技术导则－声环境》中的预测模式进行噪声预测，预测软件选用环保部环境工程评估中心推荐的噪声预测软件 SoundPLAN。

6.2.2.3 计算条件

（1）预测时段

变电站一般为24h连续运行，噪声源稳定，昼、夜间对周围环境的贡献值基本一致。本报告重点对变电站运行期噪声进行预测。

（2）衰减因素选取

预测计算时，在满足工程所需精度的前提下，采用了较为保守的考虑，在噪声衰减时考虑了几何发散（A_{div}）、大气吸收（A_{atm}）、地面效应（A_{gr}）、屏障屏蔽（A_{bar}）引起的衰减，而未考虑其他多方面效应（A_{misc}）以及绿化林带引起的衰减。屏障屏蔽衰减主要指站界围墙或声屏障的遮挡效应。

屏障屏蔽衰减主要指主控楼等站内建筑物的遮挡效应。普提变电站内对本期退出运行一组高抗的噪声起主要衰减作用的建筑物及高度见下表。

表6-35 月城Ⅱ500kV开关站主要建筑物及高度一览表

序号	名称	建筑面积（m2）	数 量（幢）	建筑高度（m）	备 注
1	主控通信室	842	1	4.95	钢结构
2	站用电室	164	1	4.6	钢结构
3	500kV继电器室	217	1	4.65	钢结构
4	融冰阀室	334	1	8.9	钢结构
5	生活消防水泵房	137	1	8.2	钢结构
6	雨淋阀间	28	1	4.25	钢结构
7	警卫传达室	47	1	3.67	钢结构
8	消防小间	不计	6	2.2	成品，不计入总面积
总建筑面积		1769			

（3）预测源强

500kV变电站运行期间的噪声主要来自高压并联电抗器等电气设备所产生的电磁噪声及冷却风扇产生的空气动力噪声。变电站的噪声以中、低频为主，声压值一般在70dB（A）。

6.2.2.4 噪声环境影响预测结果

（1）月城500kV开关站主要噪声源

月城500kV开关站新建工程运行期间的噪声主要来自高压并联电抗器等电气设备所产生的电磁噪声。

要对噪声进行有效的控制，就需要掌握这些噪声源设备产生噪声的原理和噪声的声学性能。

①变压器噪声

变压器的噪声在开关站中是噪声最大的单个设备，产生噪声的主要因素有如下三个大的方面：

（1）铁心硅钢片的磁致伸缩振动噪声。

（2）线圈导线或线圈间电磁力产生的噪声。

（3）变压器冷却风扇等产生的噪声。

铁心硅钢片的磁致伸缩振动被认为是变压器噪声的主要来源，随着铁心硅钢片设计技术的提高，铁心硅钢片产生的磁致伸缩振动的噪声大为减少，使得线圈导线或线圈间电磁力产生的噪声成为主要噪声，线圈噪声的声功率级随着变压器负载增加而增加。

变压器的主要噪声是电磁噪声，因其特殊的结构，其产生电磁噪声基频一般为100Hz（变压器工频50Hz的两倍），其次为谐频，但峰值在基频100Hz，属于有调噪声。低频噪声因波长较长，有很强的绕射和透射能力，同时在空气中的衰减也很小，随距离衰减较慢，对周围环境影响较大，因此属于难治理噪声。变压器噪声频谱特征见图6-26。从图中可以看出，变压器的噪声是以中低频为主的噪声。

②电抗器噪声

高压并联电抗器超高压开关站中产生噪声较大的设备，本工程中的电抗器频谱特征与主变类似。500kV配电装置中的电抗器为干式空芯电抗器，其线圈是由一个或多个经过环氧树脂浸渍和密封线圈层组成的，材质为绝缘铝。线圈和线圈磁场的电流相互作用引起线圈振动，这是空芯电抗器产生噪声的主要原因。电抗器的噪声频谱特征为宽频噪声，频谱特征见图6-27。其中中低频噪声成分稍强，而高频成分稍弱。

根据《特高压输电工程变电（换流）站可听噪声预测计算及影响评价技术规范》（特计划）［2011］79号要求，在噪声预测计算时，开关站主要声源中的主变压器、高抗采用面声源建模。

本工程主要噪声设备及源强见下表。

表6-36 主要声源大小、高度及源强取值

序号	设备名称	组数		声压级（dB（A））
		本期	远期	
1	500kV降压变	1	1	65
2	500kV母线高抗	2	2	72
3	500kV高抗	4	9	70

（2） 月城500kV开关站噪声预测结果

1）本期噪声预测结果

为降低站界的噪声水平，本工程设计中考虑采取分段对噪声超标附近部分围墙采取在围墙上加装隔声屏障的方式予以降噪。

经设计单位计算，月城Ⅱ500kV开关站新建工程本期建设规模时，需对噪声超标附近部分围墙采取加装隔声屏障高度至5m（4m围墙+1m隔声屏障）、总长101m；以及至8m（5m围墙+3m隔声屏障）、总长166m的降噪措施。

月城Ⅱ500kV开关站新建工程本期在噪声超标附近围墙加装隔声屏障高度和位置示意图见图6-26。

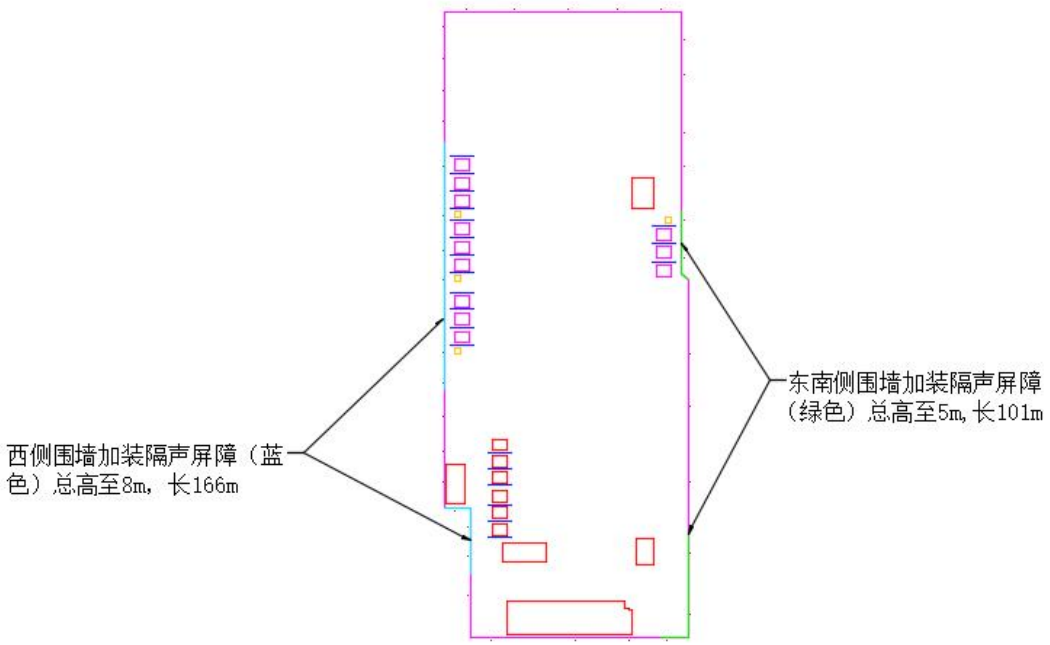


图6-26 本期降噪措施位置示意图

根据Sound Plan软件预测计算，月城Ⅱ500kV开关站新建工程本期建设规模时，采取在噪声超标附近部分围墙加装隔声屏障降噪措施后，开关站产生的噪声对站界的噪声贡献值等声级曲线见图6-27，对站界的噪声预测值见表6-36。

月城500kV开关站站界噪声预测结果（本期措施后）

表 6-37　　单位：dB（A）

预测点位		最大噪声贡献值			
月城 500kV 开关站	东站界	49.7			
	南站界	40.8			
	西站界	49.5			
	北站界	40.1			
预测点位		最大噪声贡献值	噪声背景监测值		噪声预测值
东南侧敏感点		31.7	昼间	43	43.3
			夜间	38	38.9
东北侧敏感点		30.3	昼间	44	44.2
			夜间	39	39.5
标准限值（2 类标准）		昼间 60、夜间 50			

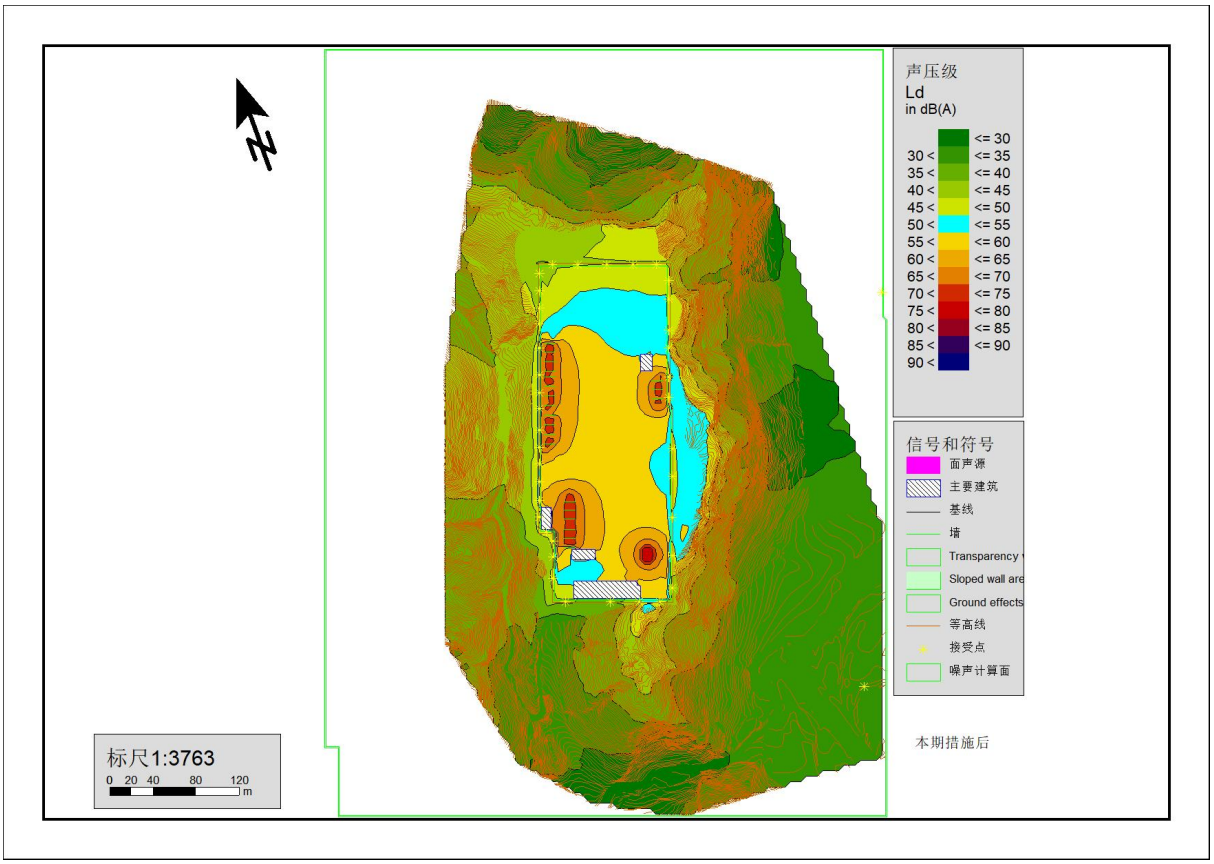


图 6-27　本期措施后噪声贡献值等声级曲线

从表 6-37 和图 6-27 预测计算结果可以得出，程本期建设规模时，采取加装隔声屏障的降噪措施后，预测东侧站界噪声最大贡献值为 49.7dB（A）；南侧站界噪声最大贡献值为 40.8dB（A）；西侧站界噪声最大贡献值为 49.5dB（A）；北侧站界噪声最大贡

献值为40.1dB（A）；敏感目标噪声昼间预测值为43.3~44.2dB（A），夜间预测值为38.9~39.5dB（A）。本工程站界噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348－2008）2类标准（昼间60dB（A）、夜间50dB（A）），站外区域执行《声环境质量标准》（GB 3096－2008）2类标准限值要求。因此，月城500kV开关站新建工程本期建设规模时，在噪声超标附近部分采取加装隔声屏障的降噪措施后，预测开关站东侧站界、南侧站界、西侧站界、北侧站界以及敏感点昼、夜间噪声排放均达标。

2）远期噪声预测结果

为降低站界的噪声水平，本工程远期设计中考虑采取分段对噪声超标附近部分围墙采取在围墙上加装隔声屏障的方式予以降噪。

经设计单位计算，远期还需在四周围墙上加装隔声屏障总高至4m(4m围墙)，总长17m、总高至6m（5m围墙+1m隔声屏障），总长87m、总高至8m（5m围墙+3m隔声屏障）、总长124m的降噪措施。

月城500kV开关站新建工程远期加高措施位置及高度见图6-28。

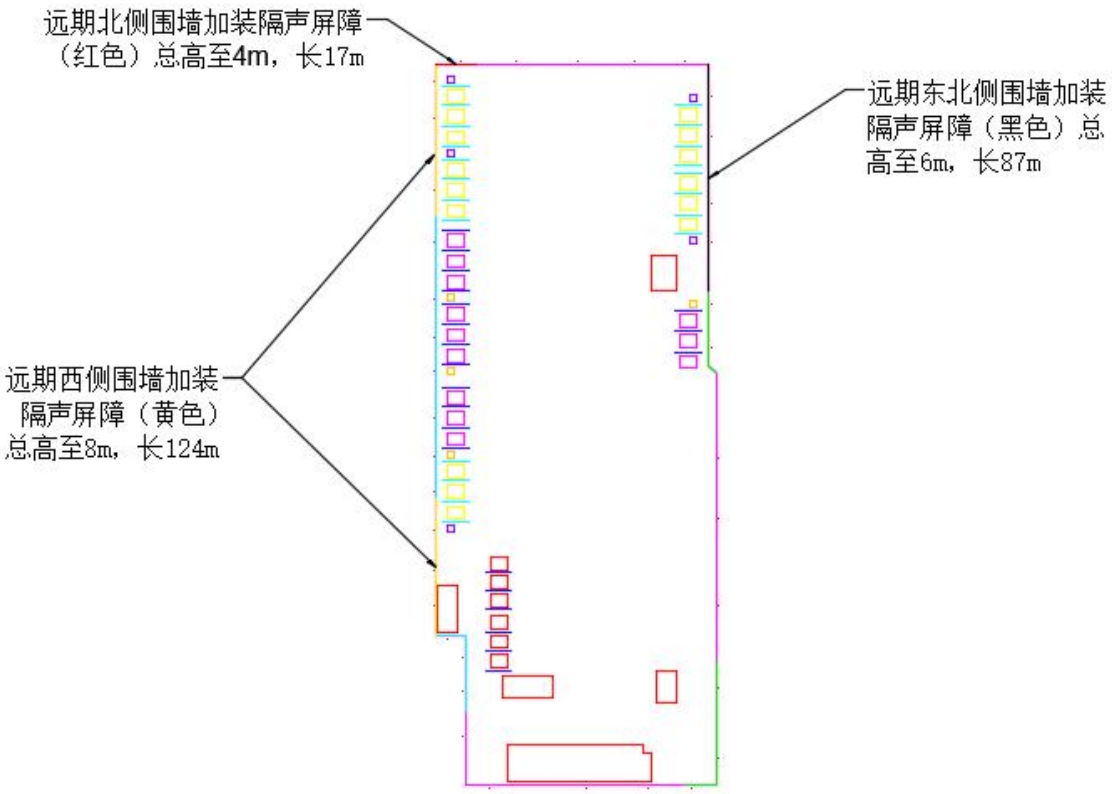


图6-28　远期降噪措施图

月城Ⅱ500kV开关站新建工程远期建设规模时，采取在噪声超标附近加装隔声屏障的降噪措施后，开关站产生的噪声对站界的噪声预测贡献值等声级曲线见图6-29，对站界的噪声贡献值见表6-38。

月城500kV开关站站界噪声预测结果（远期措施后）

表6-38 单位：dB（A）

<table>
<tr><td colspan="2">预测点位</td><td colspan="4">最大噪声贡献值</td></tr>
<tr><td rowspan="4">月城500kV开关站</td><td>东站界</td><td colspan="4">49.6</td></tr>
<tr><td>南站界</td><td colspan="4">41.1</td></tr>
<tr><td>西站界</td><td colspan="4">48.7</td></tr>
<tr><td>北站界</td><td colspan="4">49.6</td></tr>
<tr><td colspan="2">预测点位</td><td>最大噪声贡献值</td><td colspan="2">噪声背景监测值</td><td>噪声预测值</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">东南侧敏感点</td><td rowspan="2">32.6</td><td>昼间</td><td>43</td><td>43.4</td></tr>
<tr><td>夜间</td><td>38</td><td>39.1</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">东北侧敏感点</td><td rowspan="2">30.7</td><td>昼间</td><td>44</td><td>44.2</td></tr>
<tr><td>夜间</td><td>39</td><td>39.6</td></tr>
<tr><td colspan="2">标准限值（2类标准）</td><td colspan="4">昼间60、夜间50</td></tr>
</table>

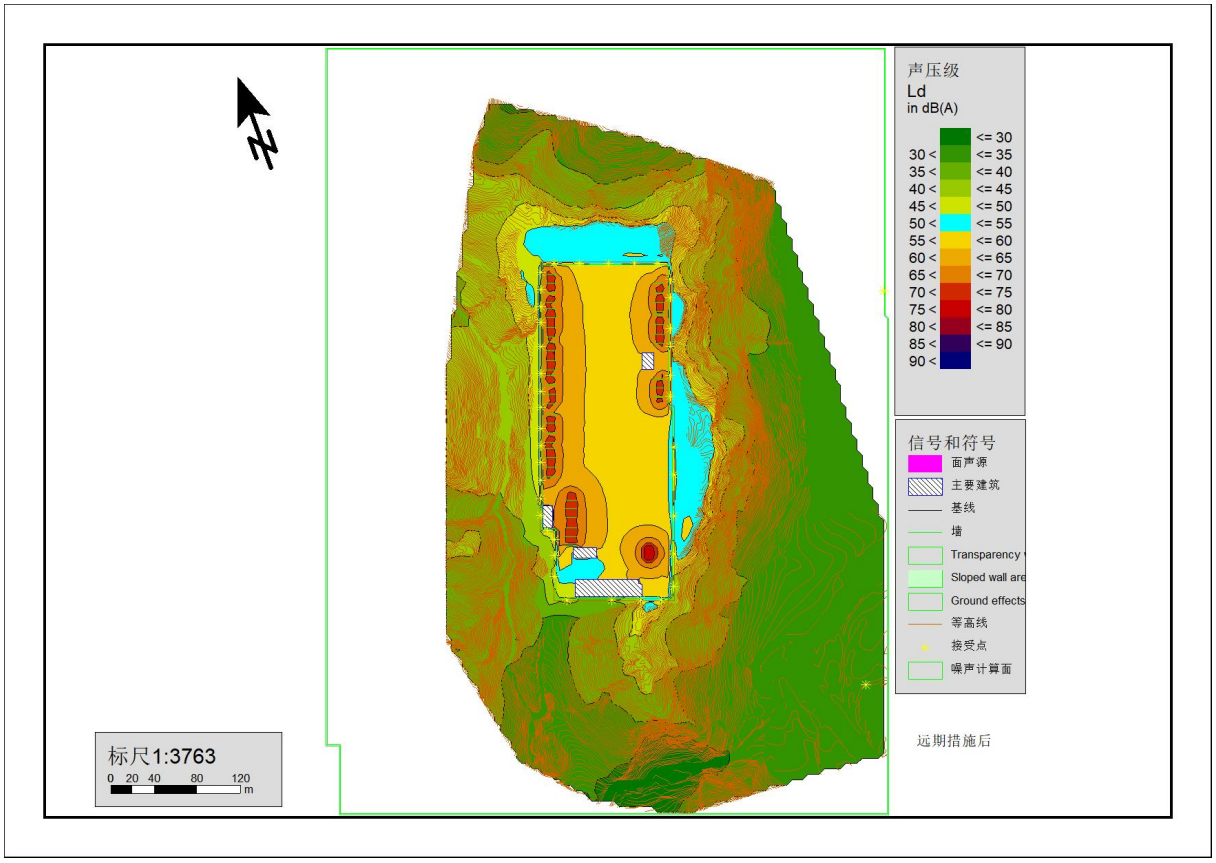


图 6-29 远期措施后噪声贡献值等声级曲线

从表 6-38 和图 6-29 预测计算结果可以得出，工程远期建设规模时，采取加装隔声屏障的降噪措施后，预测东侧站界噪声最大贡献值为 49.6dB（A）；南侧站界噪声最大贡献值为 41.1dB（A）；西侧站界噪声最大贡献值为 49.6dB（A）；北侧站界噪声最大贡献值为 49.6dB（A）；敏感目标噪声昼间预测值为 43.4~44.2dB（A），夜间预测值为 39.1~39.6dB（A）。本工程站界噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348－2008）2 类标准（昼间 60dB（A）、夜间 50dB（A）），站外区域执行《声环境质量标准》（GB 3096－2008）2 类标准限值要求。因此，月城 500kV 开关站新建工程远期建设规模时，采取加装隔声屏障的降噪措施后，预测东侧站界、南侧站界、西侧站界、北侧站界及敏感点昼、夜间噪声排放均达标。

（3）结论

月城 500kV 开关站本期新建工程在采取围墙加装隔声屏障降噪措施的情况下，其站界四周噪声均满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348－2008）2 类标准限值要求；其站周围环境敏感目标昼夜间噪声均满足《声环境质量标准》（GB 3096－2008）2 类标准限值要求；月城 500kV 开关站远期在采取围墙加装隔声屏障降噪措施的条件下，

其站界四周噪声均满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348－2008）2类标准限值要求；其站周围环境敏感目标昼夜间噪声均满足《声环境质量标准》（GB 3096－2008）2类标准限值要求。

6.2.2 输电线路声环境影响预测与评价

6.2.2.1 评价方法

为预测本项目输电线路运行后的噪声水平，采用类比监测与模式预测相结合的方法。

6.2.2.2 线路类比评价

6.2.2.2.1 选择类比对象

同线路电磁环境类比对象，本项目单回路线路类比分析选取四川地区已投运的500kV谭龙一线（单回线路水平排列）、500kV蜀山一线（单回三角排列）作为类比线路，同塔双回线路类比分析选取500kV山龙线、洪龙线（同塔双回线路）作为类比线路。

6.2.2.2.2 监测方法及仪器

按《声环境质量标准》（GB 3096-2008）中的监测方法，监测仪器见表6-49。

表6-39 单回线路监测仪器一览表

仪器名称及编号	测量范围	有效期	检定/校准证书编号	检定/校准单位
噪声分析仪（型号：HS6280D）（仪器编号：970513）	测量范围:（35～130）dB(A)	2009.1.16	200801002910	中国测试技术研究院
噪声分析仪（型号：HS5670B）（仪器编号：02006073）	测量范围:（25～135）dB(A)	2009.1.20	200801003582	中国测试技术研究院
声级校准器（型号：HS6020）（仪器编号：02007405）	测量范围：94dB(A)	2009.1.15	200801002840	中国测试技术研究院

6.2.2.2.3 监测布点

以弧垂最低位置处边相导线处对地投影点为起点，测点间距为5m，测至边导线外30m处。

频次：昼间、夜间各一次。

6.2.2.2.4 类比分析评价结论

输电线路噪声类比监测结果见表6-40~6-42。

表6-40 500kV谭龙一线噪声类比监测结果

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	45.1	43.2
2	距线路中心5m	44.7	42.9
3	距线路中心10m	44.5	42.2

4	距线路中心 15m	43.9	41.7
5	距线路中心 20m	43.2	41.1
6	距线路中心 25m	42.3	40.2
7	距线路中心 30m	41.9	39.7

表 6-41 500kV 蜀山一线噪声类比监测结果

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 6-42 500kV 山龙线、洪龙线噪声类比监测结果

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	53.2	48.4
2	距线路中心 5m	52	48.2
3	距线路中心 10m	52.5	47.9
4	距线路中心 15m	51	48.1
5	距线路中心 20m	49.6	47.5
6	距线路中心 25m	49.3	46.8
7	距线路中心 30m	48.7	46.5

根据表6-40~6-42监测数据，500kV谭龙一线监测断面昼间噪声最大值为45.1dB(A)，夜间噪声最大值为43.2dB(A)；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)；500kV山龙线、洪龙线监测断面昼间噪声最大值为53.2dB(A)，夜间噪声最大值为48.4dB(A)。类比对象噪声昼、夜间噪声均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2类标准限值要求，且0~30m范围内变化趋势不明显，说明500kV单回线路水平排列、三角排列和500kV同塔双回线路运行噪声对周围环境噪声的贡献很小。

由此类比本项目本次500kV输电线路建成投运后，其产生的噪声对周围环境的影响程度也能控制在标准限值内，沿线各声环境敏感目标处声环境均能满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）相应标准限值要求。

6.2.2.3 线路模式预测及评价

6.2.2.3.1 预测模式

（1）单回线路（水平排列）预测结果

采用最不利ZBB342典型塔型，对本项目单回线路（水平排列）通过通过耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所导线对地高度11m，以及通过居民区导线最低对地高度14m时，离地1.2m高处的噪声预测结果见图6-30和表6-43。

表6-43 单回线路（水平排列）可听噪声预测结果

预测项目	可听噪声（dB（A））	
预测塔型及导线排列方式	ZBB342、单回水平排列	
导线对地高度（m）	11	14
距线路中心距离（m）	地面1.2m	地面1.2m
0	36.9	34.8
1	36.9	34.8
2	36.9	34.8
3	36.8	34.8
4	36.7	34.7
5	36.6	34.7
6	36.5	34.6
7	36.4	34.5
8	36.4	34.5
9	36.3	34.4
10	36.2	34.3
11	36.2	34.3
12	36.1	34.2
13	36.1	34.1
14	36.0	34.1
15	36.0	34.0
16	36.0	34.0
17	36.0	33.9
18	35.9	33.8
19	35.8	33.7
20	35.7	33.6
24（边导线外5m处）	35.1	33.2
25	34.9	33.0
30	33.9	32.2
35	33.0	31.5
40	32.2	30.8
45	31.5	30.1
50	30.9	29.6
最大值及对应位置	36.9（0m）	34.8（10.1m）

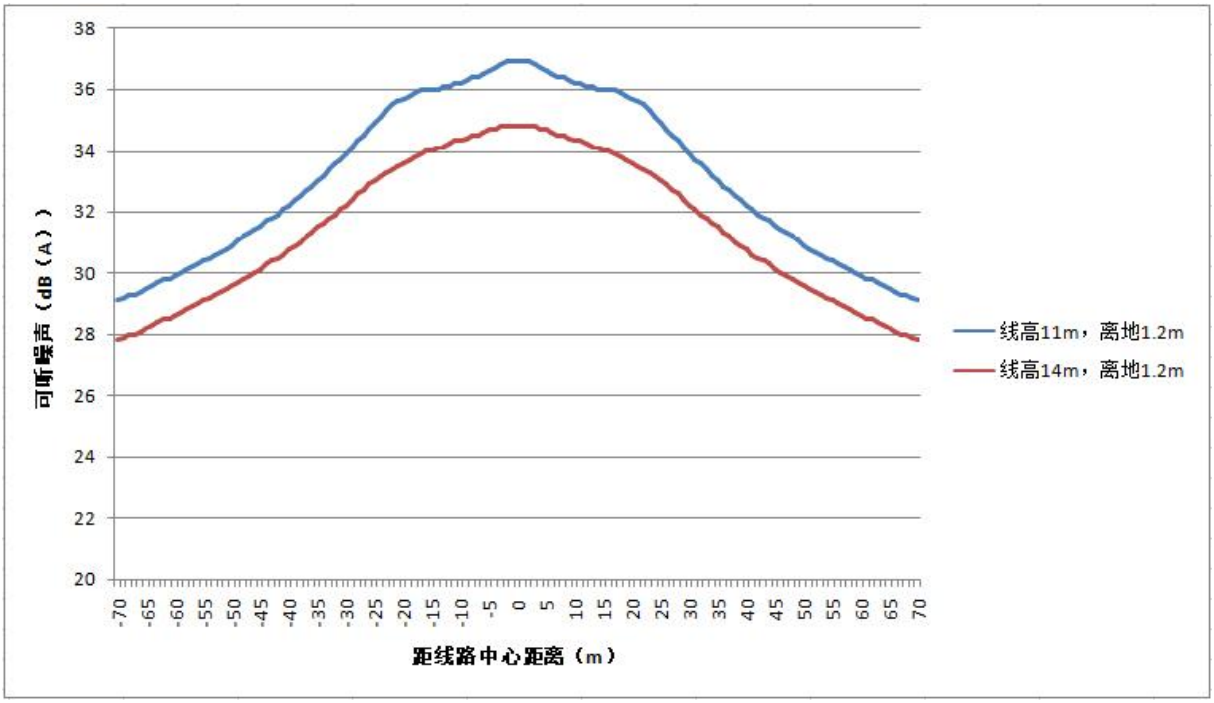


图 6-30　单回线路（水平排列）可听噪声预测结果

根据预测结果，本项目单回线路（水平排列）可听噪声随线高的增加而逐渐降低；线高不变时距边导线距离越远可听噪声越低。单回水平排列线路导线对地高度为 11m 时，线下地面 1.2m 高处可听噪声最大值为 36.9dB(A)；导线对地高度为 14m 时，线下一层尖顶房屋地面 1.2m 高处可听噪声最大值为 34.8dB(A)；预测结果均满足《声环境质量标准》（GB 3096-2008）中 2 类标准要求。

（2）单回线路（三角排列）预测结果

单回三角排列采用 JGB143 典型塔型，对本项目单回线路（三角排列）通过通过耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所导线对地高度 10.5m，以及通过居民区导线最低对地高度 14m 时，离地 1.2m 高处的噪声预测结果见图 6-31 和表 6-44。

表 6-44　单回线路（三角排列）可听噪声预测结果

预测项目	可听噪声（dB（A））	
预测塔型及导线排列方式	JGB143、单回三角排列	
导线对地高度（m）	10.5	14
距线路中心距离（m）	地面 1.2m	地面 1.2m
-50	31.4	29.9
-45	31.9	30.4
-40	32.5	30.9
-35	33.1	31.5

-30	33.9	32.2
-25	34.8	32.9
-20	35.8	33.7
-19	36.0	33.8
-18	36.2	33.9
-17.6（边导线外5m处）	36.3	34.0
-17	36.4	34.1
-16	36.6	34.2
-15	36.8	34.3
-14	36.9	34.4
-13	37.0	34.5
-12	37.1	34.6
-11	37.1	34.7
-10	37.2	34.8
-9	37.2	34.8
-8	37.2	34.9
-7	37.2	35.0
-6	37.3	35.0
-5	37.3	35.1
-4	37.3	35.2
-3	37.4	35.2
-2	37.5	35.3
-1	37.6	35.4
0	37.7	35.5
1	37.8	35.6
2	38.0	35.6
3	38.1	35.7
4	38.3	35.8
5	38.4	35.8
6	38.5	35.9
7	38.6	35.9
8	38.6	35.9
9	38.6	35.9
10	38.6	35.9
11	38.5	35.8
12	38.3	35.7
13	38.2	35.6
14	38.0	35.5
15	37.8	35.4
15.75（边导线外5m处）	37.6	35.3
16	37.5	35.2

17	37.3		35.1
18	37.1		34.9
19	36.8		34.8
20	36.6		34.6
25	35.5		33.7
30	34.5		33.0
35	33.7		32.2
40	33.0		31.6
45	32.4		31.0
50	31.9		30.5
最大值及对应位置	左侧	——	——
	右侧	38.6（8.5m）	35.9（7.9m）

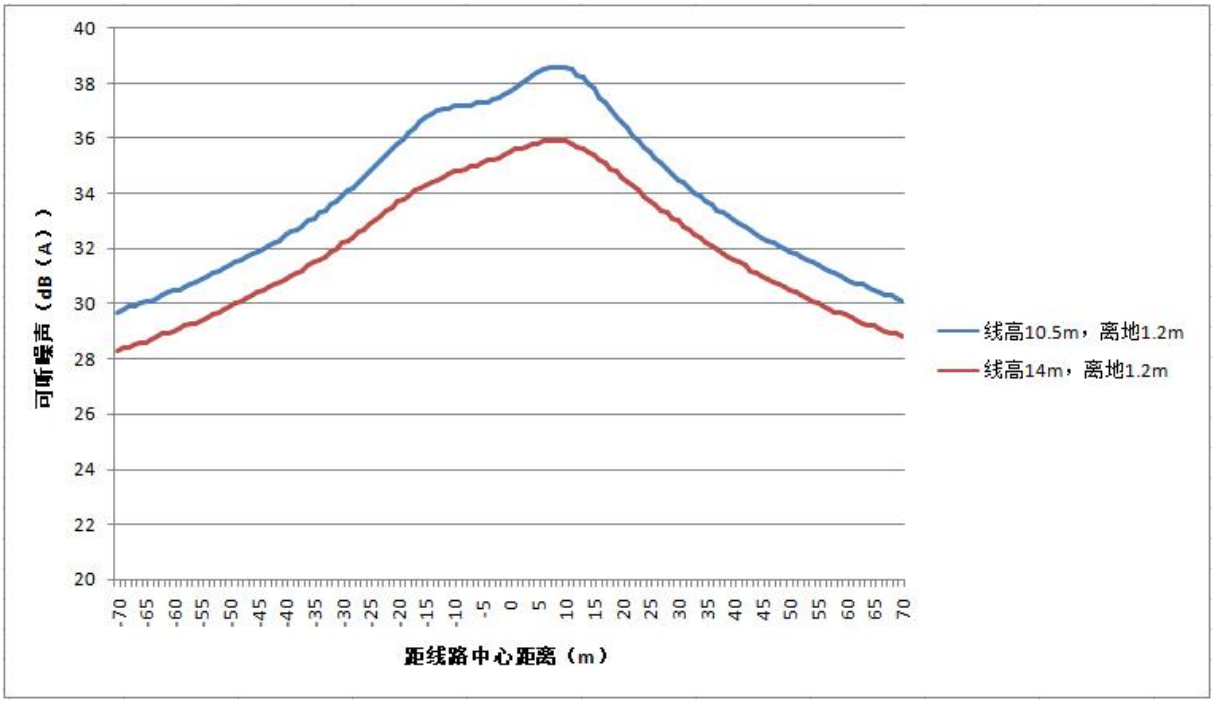


图 6-31 单回线路（三角排列）可听噪声预测结果

根据预测结果，本项目单回线路（三角排列）可听噪声随线高的增加而逐渐降低；线高不变时距边导线距离越远可听噪声越低。单回线路三角排列导线对地高度为 11m 时，线下地面 1.2m 高处可听噪声最大值为 38.6dB(A)；导线对地高度为 14m 时，线下一层房屋、二层房屋、三层房屋和三层平顶房屋地面 1.2m 高处可听噪声最大值为 35.9dB(A)。预测结果满足《声环境质量标准》（GB 3096-2008）中 2 类标准要求。

（3）同塔双回线路预测结果

采用 SJC27154 典型塔型，对本项目同塔双回线路通过通过耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所导线对地高度 11m，以及通过居民区导线最低对地

高度 14m 时，离地 1.2m 高处的噪声预测结果见图 6-32 和表 6-45。

表 6-45 同塔双回线路可听噪声预测结果

预测项目	可听噪声（dB（A））	
预测塔型及导线排列方式	SJC271541、同塔双回线路	
导线对地高度（m）	11	14
距线路中心距离（m）	地面 1.2m	地面 1.2m
-50	29.9	29.2
-45	30.4	29.7
-40	31.0	30.2
-35	31.7	30.7
-30	32.4	31.3
-25	33.2	32.0
-24.2（边导线外 5m 处）	33.3	32.1
-20	34.0	32.5
-19	34.1	32.6
-18	34.2	32.6
-17	34.3	32.7
-16	34.4	32.7
-15	34.4	32.8
-14	34.4	32.8
-13	34.4	32.8
-12	34.3	32.8
-11	34.2	32.8
-10	34.2	32.7
-9	34.1	32.7
-8	34.1	32.7
-7	34.0	32.7
-6	34.0	32.7
-5	33.9	32.7
-4	33.9	32.6
-3	33.9	32.6
-2	33.9	32.6
-1	33.9	32.6
0	33.9	32.7
1	34.0	32.7
2	34.0	32.7
3	34.1	32.7
4	34.1	32.7
5	34.2	32.8
6	34.3	32.8
7	34.3	32.8
8	34.4	32.8

9		34.4	32.8
10		34.4	32.8
11		34.4	32.7
12		34.3	32.7
13		34.3	32.6
14		34.2	32.6
15		34.0	32.5
16		33.9	32.4
17		33.7	32.3
18		33.6	32.2
18.8（边导线外5m处）		33.5	32.1
19		33.4	32.1
20		33.2	32.0
25		32.4	31.3
30		31.7	30.8
35		31.0	30.2
40		30.4	29.7
45		29.9	29.2
50		29.5	28.8
最大值及对应位置	左侧	34.4（-14.6m）	32.8（-13.2m）
	右侧	34.4（9.8m）	32.8（8.1m）

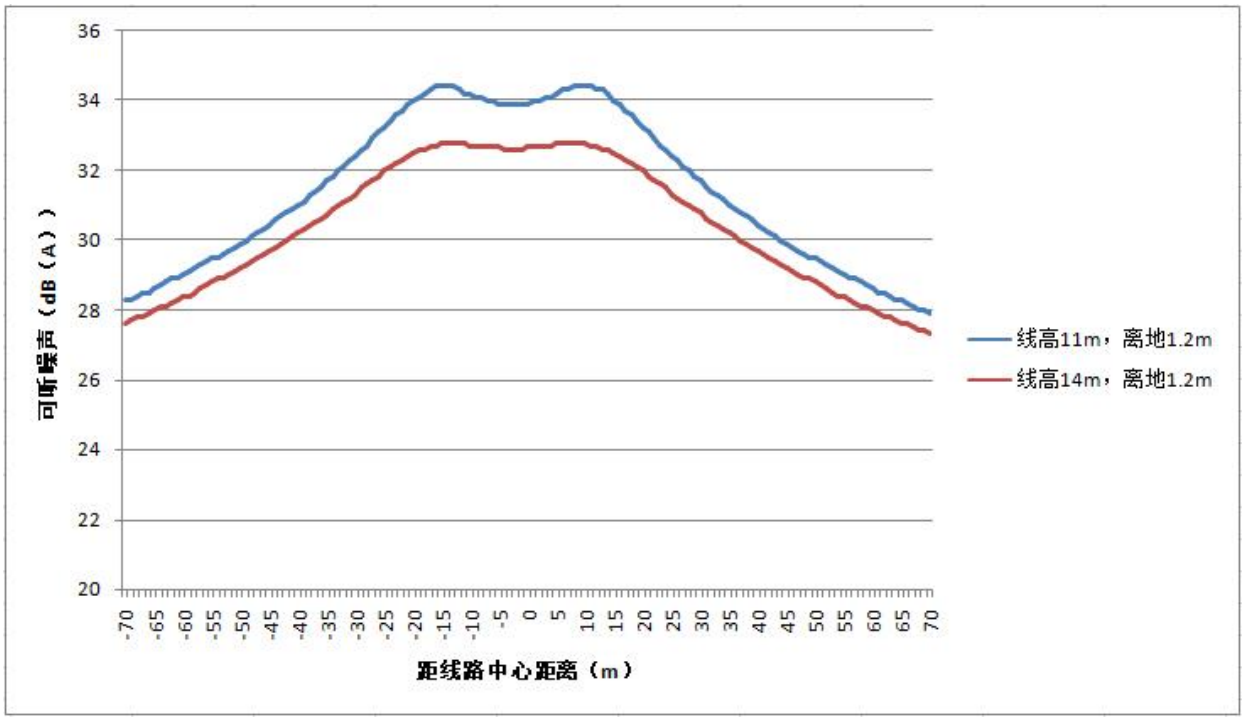


图 6-32 同塔双回线路可听噪声预测结果

根据预测结果，本项目同塔双回线路可听噪声随线高的增加而逐渐降低；线高不变

时距边导线距离越远可听噪声越低。同塔双回线路导线对地高度为11m时，线下地面1.2m高处可听噪声最大值为34.4dB(A)；导线对地高度为14m时，线下地面1.2m高处可听噪声最大值为32.8dB(A)。预测结果均满足《声环境质量标准》（GB 3096-2008）中2类标准要求。

6.2.3 声环境影响评价结论

根据预测计算，月城500kV新建开关站本期新建工程在采取围墙加装隔声屏障降噪措施的情况下，其站界四周噪声均满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348－2008）2类标准限值要求。

根据模式预测结果，本项目输电线路在居民敏感目标处的噪声值与环境现状值叠加后，敏感目标处噪声预测值均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）相应标准限值要求。

6.3 居民敏感目标环境影响预测与评价

6.3.1 站区居民敏感目标预测与评价

本工程月城 II 500kV 新建开关站评价范围内涉及 2 处居民敏感目标（均为声环境敏感目标）本项目变电站对附近居民敏感目标的声环境影响预测结果见表 6-48。月城 II 500kV 新建开关站为新建站，采用本期降噪措施后的理论贡献值叠加现状监测值进行预测。

编号	变电站、开关站	敏感目标名称		位置与最近距离	数据来源	N（dB（A））		声环境评价标准	评价结论
						昼间	夜间		
1	月城 II 500kV 新建开关站	凉山州昭觉县四开镇合觉村	宅☆	东南侧 198m	现状值	43	38	2 类	达标
					贡献值	31.7	31.7		
					预测值	43.3	38.9		
2			宅☆	东北侧 200m	现状值	44	39		达标
					贡献值	30.3	30.3		
					预测值	44.2	39.5		

注：1、E－工频电场强度、H－工频磁感应强度、N—噪声、△—电磁环境监测点、☆—噪声监测点；
2、表中最近距离为敏感目标离站界的最近距离。

图 6-46　变电站声环境敏感目标预测结果

6.3.2 输电线路居民敏感目标预测与评价

本项目新建输电线路评价范围内共有12处居民敏感目标，均为电磁环境和声环境敏感目标。本次环评对各敏感目标处工频电场强度、工频磁感应强度的预测，采用不同楼层房屋距线路边导线不同距离的理论计算值与敏感目标处的现状监测值相叠加进行预测；对各敏感目标处噪声的预测采用本项目线路理论计算值与敏感目标处的现状监测值相叠加进行预测。

预测参数选取原则如下：

1）根据线路距敏感目标水平距离与导线高度关系表的计算结果，确定评价范围内各敏感目标处的导线最低对地高度。

2）各敏感目标处的电磁环境、声环境现状值：本次环评对输电线路评价范围内不同行政乡镇具有代表性的14处居民敏感目标的电磁环境、声环境现状进行了监测，工程所经地段大多为乡村自然型环境，沿线电磁环境和声环境现状差异不大，对于未能进行监测的居民敏感目标，工频电磁场、噪声现状监测值采用同一行政乡镇、具有代表性的敏感目标处的工频电磁场、声环境监测值代替。

3）本项目输电线路评价范围内分布均为1层斜顶房屋，对同一处敏感目标（以小组为单位），按照评价范围内**距地面1.5m处距线路边导线不同距离的理论计算值**与敏感目标处的现状监测值相叠加，预测敏感目标的电磁环境影响。本项目输电线路对附近居民敏感目标的影响预测结果见表6-47。

表 6-47 输电线路电磁环境及声环境敏感目标预测结果

序号	敏感目标名称		工程名称	房屋楼层高度	与线路方位及最近距离	导线排列方式	导线对地最小高度	预测离地高度	数据来源	E（V/m）	B（μT）	N（dB（A））		电磁环境评价标准		声环境评价标准	结论
												昼间	夜间	E（V/m）	B（μT）		
1	凉山州昭觉县	城北镇俄尔洼妥村△☆	普提变间隔调整工程	1层斜顶房屋	线路西北侧约10m	同塔双回	14m	1.5m	现状值	0.511	0.0257	46	31	4000	100	2类	达标
									理论值	2914	22.21	31.5	31.5				
									预测值	2914.5	22.2357	46.2	34.3				
2		城北镇菩提村吉△☆		1层斜顶房屋	线路南侧约30m	单回三角	14m	1.5m	现状值	26.47	0.0854	44	39	4000	100	2类	达标
									理论值	1128	6.21	31.5	31.5				
									预测值	1154.5	6.2954	44.2	39.7				
3		城北镇菩提村△☆		1层斜顶房屋	线路东北侧约30m	同塔双回	14m	1.5m	现状值	17.64	0.0712	45	40	4000	100	4a类，距S307约10m	达标
									理论值	464	7.38	29.3	29.3				
									预测值	481.7	7.4512	45.1	40.4				
4		城北镇瓦拖村史洛社△☆		1层斜顶房屋	最近户线路西南侧约10m	同塔双回	14m	1.5m	现状值	338.7	1.542	46	38	4000	100	2类	达标
									理论值	2914	22.21	31.5	31.5				
									预测值	3252.7	23.752	46.2	38.9				
5		城北镇菩提村△☆		1层斜顶房屋	线路北侧约20m	同塔双回	14m	1.5m	现状值	0.653	0.0235	46	41	4000	100	2类	达标
									理论值	1031	12.41	30.3	30.3				
									预测值	1031.7	12.4335	46.1	41.4				
6		城北镇牛博村牛博社		1层斜顶房屋	最近户线路北侧约	同塔双回	14m	1.5m	现状值	0.785	0.0211	43	36	4000	100	2类	达标
									理论值	1031	12.41	30.3	30.3				

序号	敏感目标名称		工程名称	房屋楼层高度	与线路方位及最近距离	导线排列方式	导线对地最小高度	预测离地高度	数据来源	E（V/m）	B（μT）	N（dB（A））		电磁环境评价标准		声环境评价标准	结论
												昼间	夜间	E（V/m）	B（μT）		
									预测值	1031.8	12.4311	43.2	37.0				
7	凉山州美姑县	巴古乡勒布村1组（普洪II线改接线路）△☆	普提变间隔调整工程	1层斜顶房屋	线路西北侧约15m	单回水平	14m	1.5m	现状值	0.764	0.0353	46	41	4000	100	2类	达标
									理论值	3542	14.23	31.7	31.7				
									预测值	3542.8	14.2653	46.2	41.5				
8		巴古乡勒布村1组（普洪III线改接线路）△☆		1层斜顶房屋	线路西北侧约10m	单回水平	20m	1.5m	现状值	1.745	0.0574	45	41	4000	100	2类	达标
									理论值	3803	14.05	30.4	30.4				
									预测值	3804.7	14.1074	45.1	41.4				
9	凉山州布拖县	特木里镇洛日村△☆	百灵变～布拖换流站一期线路改接工程	1层斜顶房屋	线路西侧约15m	单回水平	14m	1.5m	现状值	0.354	0.0143	46	41	4000	100	2类	达标
									理论值	518	3.75	28.3	28.3				
									预测值	518.4	3.7643	46.1	41.2				
10		特木里镇勒吉村△☆		1层斜顶房屋	线路西北侧约10m	单回水平	20m	1.5m	现状值	1.863	0.0453	45	38	4000	100	2类	达标
									理论值	3803	14.05	30.4	30.4				
									预测值	3804.9	14.0953	45.1	38.7				
11	凉山州	三岔河乡米洛		1层斜	线路西侧约	单回水平	14m	1.5m	现状值	2.653	0.0476	46	39	4000	100	2类	达

序号	敏感目标名称		工程名称	房屋楼层高度	与线路方位及最近距离	导线排列方式	导线对地最小高度	预测离地高度	数据来源	E（V/m）	B（μT）	N（dB（A））		电磁环境评价标准		声环境评价标准	结论
												昼间	夜间	E（V/m）	B（μT）		
									理论值	3542	14.23	31.7	31.7				
									预测值	3544.7	14.2776	46.2	39.7				
12		三岔河乡米洛村2△☆		1层斜顶房屋	线路西北侧约10m	单回水平	20m	1.5m	现状值	1.475	0.0256	45	37	4000	100	2类	达标
									理论值	3803	14.05	30.4	30.4				
									预测值	3804.5	14.0756	45.1	37.9				
13	凉山州昭觉县	四开镇合觉村4组	月城变～沐溪变双回500kV 线路开断接入月城II开关站工程	1层斜顶房屋	线路北侧约10m	同塔双回	14m	1.5m	现状值	0.416	0.0080	43	38	4000	100	2类	达标
									理论值	2914	22.21	31.5	31.5				
									预测值	2914.4	22.2180	43.3	38.9				
14		四开镇合觉村2组	普提变～南天变单回500kV 线路改接至月城II开关站线路工程	1层斜顶房屋	最近户距线路西北侧约20m	单回水平	14m	1.5m	现状值	4.763	0.0110	44	38	4000	100	2类	达标
									理论值	2404	10.71	30.9	30.9				
									预测值	2408.8	10.7210	44.2	38.8				

由上表可知，线路在经过大部分敏感目标时，导线对地最小高度最低为14m时，可满足工频电场强度地域4000V/m，工频磁感应强度低于100μT的公众曝露控制限值的要求。**但在经过上述表中美姑县巴古乡勒布村1组（普洪Ⅲ线改接线路）、布拖县三岔河乡米洛村2、布拖县特木里镇勒吉村3处单回水平线路下方的敏感目标时，需将附近导线对地最小高度提升至20m以上。**

6.4 地表水环境影响分析

6.4.1 输电线路

输电线路运行期间无废污水产生。本项目输电线路跨越昭觉河、四开河，线路跨越上述河流时均采用一档跨越，不在水中立塔，线路运行不会影响河道生态环境。因此，本项目输电线路运行期对水环境不会产生影响。

6.4.2 变电站

（1）生活污水处理

月城Ⅱ新建开关站本工程设置回用水系统，生活污水经站区生活污水下水管道（DN300）汇集自流至地埋式生活污水处理及回用装置进行处理，生活污水经处理达到标准后进入回用水系统，不外排。生活污水经生化处理后暂存于清水池，再经过清水泵加压后用作站前区广场浇洒和道路冲洗。

（2）事故油处理

月城Ⅱ新建开关站在高抗及降压变、融冰变区域设有事故排油系统，高抗及站用变事故时，其绝缘油经事故油管排入30T高抗事故油池，降压变及融冰变变事故时，其绝缘油经事故油管排入60T变压器事故油池，事故油池的净容积可容纳最大一台设备100％的油量，油池具有油水分离功能，事故后油池中的油由专用车辆运至指定地点。

6.5 固体废物影响分析

本项目建成后产生的固体废物主要为变电站内的生活垃圾。变电站正常情况下产生的固体废物主要为运行人员产生的生活垃圾。月城Ⅱ新建开关站生活垃圾应设置专门的堆放场所，由环卫部门定期清运。

变电站在运行期间还会产生一定量的废旧蓄电池。废旧蓄电池属于HW31含铅废物，危险特性为（T.C），废物代码900-052-31，如若处置不当，可能造成环境污染。月城Ⅱ新建开关站废旧蓄电池在更换和运输时，严格执行《危险废物转移管理办法》有关规定，禁止在转移过程中擅自拆解、破碎、丢弃废旧蓄电池。运行期废旧蓄电池的更换由有资质的生产厂家负责拆装，拆卸的废旧蓄电池立即由厂家运走回收处理，不贮存在变电站内，站内不设置危废暂存间，不会对当地环境产生影响。

输电线路运行期间无固体废物产生。

6.6 环境风险分析

6.6.1 事故油风险分析及应急措施

（1）风险源：本项目环境风险事故来源主要为变压器、高抗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：变压器、高抗发生故障时，事故油排放，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

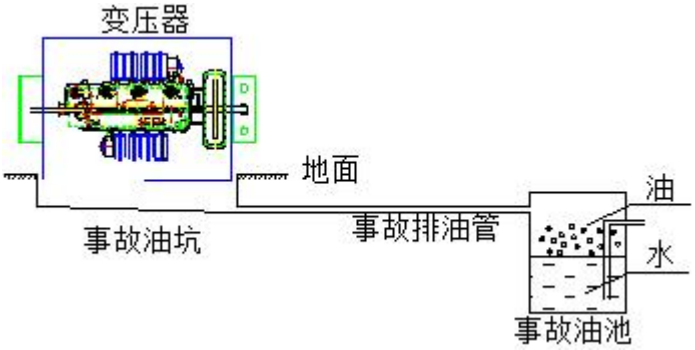
1）事故油池设置的合理性分析

正常情况下，变电站内变压器、高抗发生漏油事故的几率微小，变电站所有含油设备同时发生漏油事故的几率更小。运行人员对事故油池定期巡检，维持用油设备正常运行。通过采取一系列风险防范措施后，变电站、高抗废绝缘油泄漏的几率非常小。

月城Ⅱ新建开关站在大型充油设备附近均设有专用事故油池，事故油池采用现浇钢筋混凝土箱型结构，火灾时能迅速将油排放至事故油池中，防止火灾蔓延。故油池的净容积可容纳最大一台设备100％的油量，油池具有油水分离功能，事故后油池中的油由专用车辆运至指定地点。

2）事故油处置

在正常运行状态下，用油设备无油外排；在用油设备出现故障或检修时会有少量含油废水产生。用油设备一般情况下2~3年检修一次，在检修过程中，变压器油由专用工具收集，存放在事先准备好的容器内，在检修工作完毕后，再将变压器油注入用油设备，无变压器油外排；一般只有事故发生时才会发生变压器油外泄，变电站内设置污油排蓄系统，主变下铺设一卵石层，四周设有排油槽并与集油池相连。一旦设备发生事故时排油或漏油，所有的油水混合物将渗过卵石层并通过排油槽到达集油池，在此过程中卵石层起到冷却作用，不易发生火灾。流程图如下：



废变压器油属于《国家危险废物名录》中的HW08废矿物油与含矿物油废物，危险特性为毒性（Toxicity, T）和易燃性（Ignitability, I），废物代码900-220-08。主变事故排油经事故油池收集，由具备相关资质单位对油进行处理处置，少量废油渣及含油污水委托有相应危废处理资质的单位回收处置。事故油处置过程严格按照相关规定，执行危险废物联单转运制度，做到贮存、运输、处置安全。

3）处置措施

月城Ⅱ新建开关站在高抗及降压变、融冰变区域设有事故排油系统，高抗及站用变事故时，其绝缘油经事故油管排入30T高抗事故油池，降压变及融冰变变事故时，其绝缘油经事故油管排入60T变压器事故油池，事故油池的净容积可容纳最大一台设备100％的油量，油池具有油水分离功能，事故后油池中的油由专用车辆运至指定地点。

4）防渗措施

排油管道以及油水分离后的事故油排入站内排水管网内。在事故情况下，泄漏的变压器油流经储油坑（需进行防渗处理）内铺设的鹅卵石层（鹅卵石层可起到吸热、散热作用），并经事故排油管自流进入事故油池收集后由建设单位回收利用，少量废油由有资质的危险废物处理机构处理，不外排，防渗层防渗技术采用“抗渗混凝土+HDPE防渗膜”设计，抗渗等级P6，HDPE铺膜厚度为2mm、满足渗透系数$K \leq 10^{-7}$cm/s的要求，满足《危险废物贮存污染控制标准》（GB18599- 2001 2013年修订）和《环境影响评价技术导则—地下水环境》（HJ610-2016）对重点防渗区的要求要求。

6.6.2 废旧蓄电池环境风险及防范措施

变电站运行期间更换的废旧蓄电池属于危险废物，蓄电池电解液主要成分为浓硫酸，由于酸性物质具有强烈的氧化性和腐蚀性，一旦发生泄漏，对周围的人和实物都有强烈的危害，且电解液中含有重金属铅，一旦流入外环境中，对周边环境也会产生较大危害。

废旧蓄电池属于《国家危险废物名录》中的HW31含铅废物，危险特性为毒性（Toxicity, T）、腐蚀性（ Corrosivity, C），废物代码900-052-31。贮存风险主要发生在工作人员装卸过程中导致电池外壳损坏破裂导致电解液泄漏，造成环境危害；运输风险主要来自人工转运或交通事故造成车辆倾覆、废旧电池包装破损，继而使电池及其电解液散落到环境中，进入水体、土壤，从而对环境造成危害。变电站废旧蓄电池在更换和运输时，严格执行《危险废物转移管理办法》有关规定，禁止在转移过程中擅自拆解、破碎、丢弃废旧蓄电池。

月城Ⅱ新建开关站设置两组800Ah阀控密封免维护铅酸蓄电池，布置于两个蓄电池室，蓄电池室设置了不少于6次/小时的事故排风。蓄电池将根据使用情况定期更换，约5~8年更换1次。开关站废旧蓄电池在更换和运输时，严格执行《危险废物转移管理办法》有关规定，运行期废旧蓄电池的更换由有资质的生产厂家负责拆装，拆卸的废旧蓄电池立即由厂家运走回收处理，不贮存在变电站内，站内不设置危废暂存间，不会对当地环境产生影响。

6.6.3 应急预案

根据调查，国网四川省电力公司已下发《四川省电力公司环境污染事故应急预案》，并成立了应急办公室，可在四川省范围内开展应急协调及物资调配，建设单位按照原要求开展培训和演练。

国网四川省电力公司建设分公司积极开展重特大事故应急处理方案的制定工作，高度重视应急管理体系建设，公司制定有《突发事件应急预案》，同时编制有现场应急处置方案，该方案中对站区现场火灾、变压器油泄露等提出了具体的处置方案。根据走访建设单位，建设单位不定期进行突发环境事故应急演练，对已制定的应急预案进行更新。

7 生态环境影响评价

7.1 评价内容和重点

（1)通过对工程在施工期和运行期对线路沿线生态环境所产生的影响及其影响因子的分析和评价，分析施工期和运行期对环境所产生的影响程度，预测本项目运行期对自然环境、生态环境所产生的影响。

（2）在对工程建设将要产生的生态影响进行分析和预测的基础上，针对设计施工中将采取的环境保护措施，对工程建设所存在的环保问题进行分析，提出需进一步采取的环境保护措施，提出减缓不利生态影响的对策和措施，以使工程建设所产生的不利环境影响减小到最低程度。

7.2 评价方法

7.2.1 陆生植物调查方法

7.2.1.1 植物和植被调查

包括资料收集和现场踏勘两种方式：

（1）资料收集

根据评价区域自然保护区综合考察资料及近几年有关保护区植物的专业研究资料，明确评价区植物区系组成特点（区系地理分布，维管植物名录）以及评价范围内国家和地方重点保护植物种类，保护等级、分布范围和种群数量特征。

（2）野外调查

沿着本工程线路进行植物种类、植被的样线调查，采取路线调查与重点样方调查相结合的方法，在重点施工区域以及植被状况良好的区域实行重点调查；对资源植物和珍稀濒危植物调查采取野外调查和访问调查相结合的方法进行，记录沿线所见到的植物种类和植被类型。调查过程中，确定评价范围内的植物种类及资源状况、珍稀濒危植物的种类及生存状况等。实地调查采取样线调查与样方调查相结合的方法，对于没有原生植被的区域采取样线调查，在重点施工区域（如施工区、料场等）以及植被状况良好的区域实行样方重点调查；对保护植物、古树名木调查采取野外调查、民间访问和市场调查相结合的方法进行。以现场调查资料为主，参考相关区域文献资料整理评价区植物名录。

7.2.1.2 植被样方调查

（1）调查内容

本次调查根据拟建工程设计确定的路线走向及不同地貌特征，对输电线路全线的各类生态、野生植物资源、植被类型进行了实地调查。调查点位主要包括迁建工程线路沿线、工程穿越的保护区、生态保护红线等敏感区沿线主要植被类型及陆生生态系统。并设置一定数量典型样方对植被类型及分布、植物群落组成及生长状况、野生珍稀植物及重要植物资源的现状进行调查，以确保系统摸清当地植被及植物资源现状，保证评价的全面性与典型性。

（2）样方设置

① 乔木样地

根据最小样地法，乔木样地为20m×20m，对样地中所有乔木（胸径≥4cm）进行每木检尺，并记录样方中乔木下灌木与草本的物种信息。在乔木样地内的四角与中央各设置1个5m×5m 的灌木样方，并在每个灌木样方旁边设置2个1m×1m 的草本样方。调查内容包括：乔木种类、株高、胸径、株数、郁闭度；灌木种类、株数、高度、盖度；草本植物种类、株数、均高、盖度等。

② 灌丛和灌草丛样地

灌丛和灌草丛样地的调查面积为5m×5m，并在灌木样地内的四角与中央各设置1个1m×1m 的草本样方，对样地内物种信息进行记录，记录内容包括物种种类、高度、盖度、多度等。其中，物种多度采用Drude 的七级制多度，即：Soc 极多，植物地上部分郁闭；Cop3 数量很多；Cop2 数量多；Cop1 数量尚多；Sp 数量不多而分散；Sol 数量很少而稀疏；Un 个别或单株。

③ 草地样地

草地样地面积为1m×1m，调查指标与灌丛、灌草丛样地一致，记录样地内所有植物信息，并进行生物量采集，作为生物量计算的参考值。

④ 其它要求

在对每个样地进行调查时，还需记录该样地的地理坐标、海拔、坡度、坡位、坡向、土壤类型、人为扰动程度等。

7.2.2 评价范围

变电站站界外50m，边导线地面投影外两侧各300m以内的带状区域，在凉山-相岭生物多样性维护-水土保持生态保护红线时，以线路穿越段的红线段向两侧外延 1 km以及饮用水源地向外延1Km。总的生态评价范围为51117.73hm^2。

7.2.3 工程沿线植被类型及分布规律

7.2.3.1 植被分区及主要特点

据根据中国植被区划，项目位于亚热带常绿阔叶林区，沿线植被类型见附图。项目区域位于四川省凉山州，属于亚热带植被带，依照其垂直地带性分布，参照《四川植被》，沿线途经1个植被带，即亚热带常绿阔叶林带；1个植被地带，川东盆地及川西南山地常绿阔叶林地带；1个植被亚带，即川西南山地偏干性常绿阔叶林亚带；2个植被小区，即①大凉山山原植被小区。②金沙江下游安宁河植被小区。详见下表。

表7-1 项目区沿线植被分布统计

行政区			植被区	植被概况
四川省	凉山州	布拖县、昭觉县、美姑县	亚热带常绿阔叶林带-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-大凉山山原植被小区	中部山原地区以亚高山灌丛、草甸为主。山原的周围，高山环绕，以森林植被为主。有亚高山常绿针叶林、亚热带常绿阔叶林、云南松林、干热河谷灌丛等，植被垂直分布明显。海拔1000米以下的金沙江干热河谷地段，分布有木棉、余甘子、清香木、羊蹄甲、仙人掌、黄茅、芸香草、香茅、白茅等，组成稀树草丛。海拔1000-1500米地段有云南油杉林、铁橡栎林、栓皮栎林，草本植物以芸香草、黄茅为主。海拔1500-2200或2600米的地段，有云南松、华山松为主的山地常绿针叶林，阴坡有高山栲、包石栎、多变石栎为主的常绿阔叶林。海拔2000-2600米，以包石栎、多变石栎、白辛树、水青树为主形成常绿阔叶与落叶阔叶混交林。海拔2600米以上的亚高山针叶林，下部以云南铁杉为主，有油麦吊杉以及多种槭树、桦木分布；上部以冷杉、川滇冷杉为主组成常绿针叶林。阳坡、山脊部分为亚高山灌丛和亚高山草甸，主要由地盘松、腋花杜鹃、川滇高山栎、矮高山栎、箭竹分别形成不同类型灌丛；由羊茅、野青茅、珠芽蓼等形成亚高山草甸。
		西昌市、普格县	亚热带常绿阔叶林带-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	植被垂直分布特征明显。在干热河谷底部发育着稀树草丛，以黄茅、芸香草、香茅为主，散生着红楝子、山麻黄、麻疯树等植物。河谷盆地和阶地上栽培着各种热带、亚热带的经济植物。中山山地以云南松林或

			林亚带-川西南河谷山原植被地区-金沙江下游安宁河植被小区	松栎混交林为主，局部沟谷或阴坡有常绿阔叶林。高山上部保存有少量的亚高山常绿针叶林，海拔2600-3000米地段阴坡或半阴坡为云南铁杉林，在海拔3000米以上地段，以川滇冷杉为主的冷杉林。

7.2.3.2 评价区植被分布特点

评价区的地形以丘陵和平原为主，海拔落差小，植被分布差异不明显。

自然植被主要是云南松林、云南油杉林、冷杉、川滇冷杉、铁橡栎林、栓皮栎林、木棉、余甘子、清香木、羊蹄甲、高山栲、包石栎、多变石栎、白辛树、水青树等乔木植被，阳坡、山脊部分为亚高山灌丛和亚高山草甸，主要由地盘松、腋花杜鹃、川滇高山栎、矮高山栎、箭竹分别形成不同类型灌丛；草丛植被主要有以黄茅、芸香草、香茅白茅。

7.2.3.3 评价区主要植被类型

（1）样方调查情况

评价区样方调查在遵循全面性和代表性的同时，也充分考虑了均匀性和典型性。拟建线路沿线共有6个植被类型（群系），分别为：马尾松林、桤木林、高山杜鹃灌丛、地盘松灌丛、蕨+飞蓬+莎草+黄茅+芸香草草丛、西南委陵菜+异叶米口袋+西南野古草草甸。根据（6）《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022），二级评价每种群落类型设置的样方数量不少于3个，本项目项目沿线每种群落类型设置了5个样方，共30个样方，一方面所设样方所代表的群系类型在评价区具有较大面积的分布，能反映当地的评价区内的植被类型；而且野外样方布点也考虑了所代表的植被的典型性，并且样方内的物种也具有一定的代表性。

项目沿线均有森林植被分布，但是由于穿越区域为丘陵地带，而且是线状工程，其工程实际经过区域所涉及的植被类型十分有限。评价区各样地类型（群系）的信息见表7. 2。

7-2 评价区样地类型一览表

样地编号	群系	坐标		海拔	郁闭度	盖度（%）	
		X	Y	(m)	乔木层	灌木层	草本层
1	马尾松林（1）	102.725602	27.884626	2325.3	0.80	10	15
2	马尾松林（2）	102.725634	27.884601	2320.1	0.85	15	25

样地编号	群系	坐标		海拔	郁闭度	盖度（%）	
		X	Y	(m)	乔木层	灌木层	草本层
3	马尾松林（3）	102.725634	27.88499	2320.2	0.83	30	25
4	马尾松林（4）	102.725653	27.884581	2322.4	0.85	10	20
5	马尾松林（5）	102.7254447	27.884928	2317.9	0.80	10	15
6	桤木林（1）	102.729023	27.871725	2869.7	0.85	15	20
7	桤木林（2）	102.096145	28.295547	2167.1	0.80	20	15
8	桤木林（3）	102.698408	27.936418	2256.1	0.75	15	10
9	桤木林（4）	102.698458	27.936393	2264.6	0.75	20	20
10	桤木林（5）	102.871391	27.994024	2247.0	0.60	70	15
11	高山杜鹃灌丛（1）	102.753528	27.700214	2794.6	0.30	30	15
12	高山杜鹃灌丛（2）	102.666173	27.057675	2302.1	0.45	50	25
13	高山杜鹃灌丛（3）	102.856160	28.057713	2303.8	0.30	40	35
14	高山杜鹃灌丛（4）	102.725749	27.884916	2326.3	0.55	30	25
15	高山杜鹃灌丛（5）	102.856160	28.067748	2303.8	0.45	15	25
16	地盘松灌丛（1）	102.725600	27.885057	2314.5	------	15	10
17	地盘松灌丛（2）	102.727925	27.883651	2412.9	-----	25	20
18	地盘松灌丛（3）	102.727933	27.883670	2413.8	-----	10	15
19	地盘松灌丛（4）	102.725690	28.884874	2319.6	-----	65	50
20	地盘松灌丛（5）	102.725611	28.885020	2315.4	-----	50	45
21	蕨+飞蓬+莎草+黄茅+芸香草草丛（1）	102.870470	28.994647	2240.6	-----	4	20
22	蕨+飞蓬+莎草+黄茅+芸香草草丛	102.870429	28.994673	2235.6	-----	5	15

样地编号	群系	坐标		海拔	郁闭度	盖度（%）	
		X	Y	(m)	乔木层	灌木层	草本层
	（2）						
23	蕨+飞蓬+莎草+黄茅+芸香草草丛（3）	102.871391	28.994024	2247.0	----	3	20
24	蕨+飞蓬+莎草+黄茅+芸香草草丛（4）	102.874561	28.4561	2301.6	----	6	15
25	蕨+飞蓬+莎草+黄茅+芸香草草丛（5）	102.871388	28.993987	2243.7	----	7	10
26	西南委陵菜+异叶米口袋+西南野古草草甸（1）	102.723820	27.87018	2868.3	---	---	15
27	西南委陵菜+异叶米口袋+西南野古草草甸（2）	102.736737	27.993987	2243.7	---	---	10
28	西南委陵菜+异叶米口袋+西南野古草草甸（3）	102.698508	27.993987	2243.7	---	---	9
29	西南委陵菜+异叶米口袋+西南野古草草甸（4）	103.098188	27.993987	2243.7	---	---	7
30	西南委陵菜+异叶米口袋+西南野古草草甸（5）	103.097986	28.295537	2165.4	---	---	15

样地 1

样地 2

样地 3

样地 4

样地 5

样地 6

样地 7

样地 8

样地 9

样地 10

样地 11

样地 12

样地 13

样地 14

样地 15

样地 16

样地 17

样地 18

样地 19

样地 20

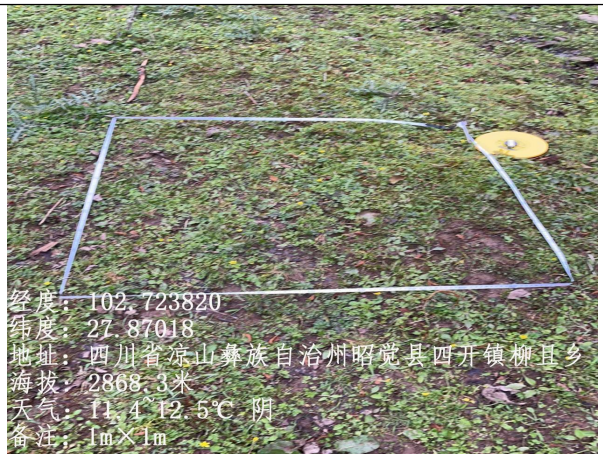
样地 21

样地 22

样地 23

样地 24

样地 25



样地 26

样地 27

样地 28

样地 29

样地 30

（2）植被类型

按照《四川植被》的分类原则，即依据植物种类组成、外貌和结构、生态地理特征以及动态特征，结合评价区域植被构成情况，选取植被型、群系纲和群系三级分类体系对评价区的植被组成进行分类、描述。考虑到调查范围较为狭窄，并兼顾植被遥感解译的精度要求，将植被类型共分为5个植被型组，6个植被型，6个植被亚型，6个群系，此外还有人工植被（耕地）和其他植被（住宅用地和水域），评价区植被类型详见表7-3。

表7-3 评价区植被类型表

植被型组	植被型	植被亚型	群系	分布区域	工程占用情况	
					占用面积（hm^2）	占用比例%
针叶林	亚热带针叶林	中山常绿针叶林	云南松林	昭觉县、布拖县、普格县、美姑县	409.31	25.00
阔叶林	常绿阔叶林	中山常绿阔叶林	高山栲林	布拖县、普格县、西昌市	135.23	2.64
灌丛	落叶阔叶灌丛	温性落叶灌丛灌丛	黄荆、马桑群系	昭觉县、布拖县、美姑县、普格县	988.33	19.31
	常绿针叶灌丛	常绿针叶灌丛	地盘松群系	昭觉县、布拖县、普格县	647.66	12.66
草原和稀树草原	草原	典型草原	黄茅、余甘于、木棉稀树灌木草丛	昭觉县、美姑县	612.19	11.96
草甸	草甸	亚高山禾草草甸	穗序野古草草甸	昭觉县、布拖县、普格县	484.86	9.47
耕地			水田		111.73	2.18
			旱地		1705.50	33.33
住宅用地					13.3	0.26
水域及水利设施用地					9.63	0.19
合计					51117.73	100.00

小杜鹃+蕨灌草丛

小杜鹃灌丛

马尾树林

地盘松林

栓皮栎+马尾松林

大杜鹃+马尾松+栓皮栎灌丛

图 7-1 评价区植被类型

（3）主要陆生植被类型特征

（一）阔叶林

（1）常绿阔叶林

常绿阔叶林在是主要的地带性植被。根据现场调查的样地资料评价区的常绿阔叶林主要有 1 种类型，即高山栲群系。

1）高山栲林 **Form. *Castanopsis delavayi***

分布在布拖县、普格县和西昌市等地。群落外貌绿色，林冠呈波浪形起伏。乔木层郁闭度 0.5-0.7，树高约 25 米，乔木种类以高山栲为主，伴生有滇青冈（*Cyclobalanopsis glaucoides*）、滇石栎（*Lithocarpus dealbetus*）、多变石栎（*Lithocarpus dealbatus*）等。灌木层种属少，盖度小，主要有翠兰绣线菊（*Spiraea henryi*）、臭牡丹（*Clerodendrum bungei*）、爆仗花、杜鹃、木兰、厚皮香（*Ternstroemia gymnanthera*）等。草本层种类较多，常见的有凤仙花、莎草、茅叶荩草（*Arthraxon lanceolatus*）、粗齿冷水花（*Pilea fasciata*）、棒叶沿阶草（*Ophiopogon clavatus*）、糙野青茅（*Deyeuxia scabrescens*）、土牛膝（*Achyranthes aspera*）等。

2）高山栎林 **Form. Quercus variabilis**

分布在布拖县等地。群落外貌绿色，林冠呈波浪形起伏。乔木层郁闭度 0.6-0.8，树高约 11 米，乔木种类以高山栎为主，伴生有栲树（*Castanopsis delavayi*）、清香木（*Pistacia weinmanniifolia*）、桦木（*Betula*）等。灌木层种属少，盖度小，主要有黄荆

（*Vitex negundo L*）、臭牡丹（*Clerodendrum bungei*）、插田泡（*Rubus coreanus Miq*）、杜鹃（*Rhododendron simsii Planch*）、厚皮香（*Ternstroemia gymnanthera*）等。草本层种类较多，常见的有茅叶荩草（*Arthraxon prionodes*）、莎草（*Cyperus rotundus L*）、粗齿冷水花（*Pilea fasciata*）、沿阶草（*Ophiopogon clavatus*）、糙野青茅（*Deyeuxia scabrescens*）、土牛膝（*Achyranthes aspera*）、芸香草（*Cymbopogon distans (Nees) Wats*）等。

（二）针叶林

（2）亚热带针叶林

常绿针叶林是指以常绿针叶乔木为建群种的森林群落类型。根据现场调查的样地资料，评价区的常绿针叶林主要有1种类型，即：云南松林群系。

3）云南松林 Form. *Pinus yunnanensis*

云南松主要分布凉山州境内的布拖县、昭觉县、美姑县等地。除有大片的天然林外，还有大面积的人工林。在海拔3000米以下的阳坡和半阳坡，土壤比较干燥的环境下，云南松林内常混有麻栎(Quercus acutissima)、栓皮栎(Q. variabilis)、槲栎(Q. aliena)等落叶栎类以及黄背栎(Q.pannosa)。灌木层常见的有乌鸦果(*Vacciniu fragile*)、金丝桃、爆杖花(*Rhododendron spinuliferum*) 、大白杜鹃(Rh.*decorum*)等。草本层较发达，生长茂密，种类较丰富，盖度40-80%，高20-50 厘米。常见的有穗序野古草、须芒草、黄茅(*Heteropogon contortus*) 、茅叶荩草(*Arthraxon lanceolatus*)、芸香草(*Cyrnbopogon distans*) 、以及火绒草、川黄芩(*Scutellaria hypericifolia*) 、滇黄芩(S.*arnoena*) 等。

（三）灌丛和灌草丛

（3）落叶阔叶灌丛

落叶阔叶灌丛是由于以上森林砍伐后，环境条件发生较大改变，以及部分生于环境较干燥，土壤极度贫婿的针叶林砍伐后，由多种阳性的落叶阔叶灌木形成灌丛。根据现场调查的样地资料，评价区的常绿阔叶灌丛主要有1种类型，即：黄荆、马桑灌丛群系。

4）黄荆、马桑灌丛 Form.*Vitex negundo+Coriaria sinica*

主要分布在盆地边缘山地的低海拔地段。群落外貌呈绿色，丛状，参差不齐。盖度30-50%，也有达70%的。除黄荆、马桑外，在坡地及土壤瘠薄的地段，火棘(*Pyracantha fortuneana*) 、荼蘼(*Rosa rubus*) 、盐肤木(*Rhus chinensis*)、烟管荚蒾(*Viburnum utile*) 、

铁扫帚(*Indigofera bungeana*) 等，也常在灌丛中占一定数量。草本植物一般种类少，盖度20-40%。主要优势种有白茅、细柄草(*Capillipedium parviflorum*) 、黄茅(*Heteropogon contortus*)、芸香草(*Cymbopogon distans*)。

5）箭竹林灌丛Form. *Fargesia spathacea Franch*

主要分布在山地的中下部地段，群落外观常绿，外观整齐，盖度在40%左右，植被群落主要以箭竹为主，除箭竹外，还有火棘（*Pyracantha fortuneana*）、马桑（*Coriaria sinica*）、山蚂蝗（*Desmodium racemosum Thunb*）等少数灌木，灌木林下草本层胶稀疏，主要是以芸香草（*Cymbopogon distans*）、莎草（*Cyperus rotundus L*）、黄茅草（*Eragrostis pilosa*）、疏花野青茅（*Deyeuxia sylvatica* var. *laxiflora*) 、丽江剪股颖(*Agrostis schnederi*) 、珠芽蓼（*Polygonum viviparum*)、异叶米口袋(*Gueldenstaedtia diversifolia*) 、匙叶甘松(*Nardostachys jatamansi*) 等。

（四）草原和稀树草原

（4）干热河谷稀树灌木草丛

稀树灌木草丛是发育于干热生境中，以中生耐旱禾草草丛为背景，并散生着乔木和灌木的植被类型。在四川仅有干热河谷稀树灌木草丛一个类型。

6）黄茅、蒿草、莎草和飞蓬草丛群系 Form. *Heteropogon contortus*+ A*rtemisia argyi H. Lév. + Cyperus rotundus L*+ *Erigeron acer Linn*

集中分布于凉山州昭觉县、美姑县等的河谷地带。群落外貌随干湿季差异呈明显的季相变化，干季外貌枯黄色，湿季黄绿色，由禾草层片所决定。优势种为黄茅、拟金茅（*Eulaliopsis binata*）、芸香草、旱茅（*Eremopogon deleva1i*）等多种喜阳耐早的禾草。此外还有黄背草（*Thcmeda t riandra* var. *japonica*）、薄雪火绒草（*Leontopolium japonicum*）、狼毒（*Stellera chamaejasme*）、飞扬草（*Euphorbia hirta*）、黄果茄（*Solanum xanthocarpum*）等亦较常见。草本层盖度40-60%，最高可达80%以上。灌木分布极为稀疏，以余甘子为主，次为车桑子（*Dodonaea viscosa*）、麻疯树(*Jatropha curcas*）、麻椰树（*Trema levigata*）、西南抗子梢（*Campylotropis delavayi*）、鸡骨柴（*Elsholtzia fruticosa*）、金丝梅（*Hypericum patulurm*）、牡荆（*Vitex negundo* var. *cannabifolia*）等。

（五）草甸

（5）亚高山禾草草甸

亚高山禾草草甸多出现在海拔3900米以下的宽谷、阶地、山地缓坡和牲畜冬房附近、弃耕多年的撂荒地上。根据现场调查的样地资料，评价区的亚高山禾草草甸主要有1种类型，即：穗序野古草草甸群系。

7）穗序野古草草甸群系 Form.*Arundinella cheni*

主要分布在凉山州的布拖县、金阳县、昭觉县、美姑县和雷波县等地，从海拔2000-3000米的半阳坡、阳坡直至山坡顶部均能见到。该草甸常由于它所处海拔高度、相邻森林群落种类的差异，因而草群的种类组成也有相应的变化，但穗序野古草始终在群落中占主导地位，并能保持其30-50% 的盖度，植株高40-80 厘米。在山地阔叶林和山地针叶林范围内，组成草群的种类较为复杂，可达20-30种，多为双子叶植物，其中西南委陵菜（*Potentilla fulgens*）、异叶米口袋（*Guel denstaedtiadi versifolia*）、铃铃香青（*Anaphalis hancockii*）等还占优势，此外，牛至（*Origanum vulgare*）、欧夏枯草（*Prunella vulgaris*）、短葶飞蓬（*Erigeron breviscapus*）等，也能形成一定的盖度。

7.2.3.4 评价区植物资源

（1）区域植物科属统计

通过野外现场调查对现场采集的照片及实物标本查阅《中国高等植物图鉴》、《四川植物志》以及《中国植物志》等相关专著进行鉴定。据不完全统计，评价区共有维管植物110科268属353种（包括栽培种），包括蕨类16科17属23种；种子植物97科255属334种（其中，裸子植物2科3属4种，被子植物92科251属325种），详见表7-4和附表二（评价区植物名录）。

表7-4 评价区维管植物科属种统计表

门类	科数	所占比例(%)	属数	所占比例(%)	种数	所占比例(%)
蕨类植物	16	14.54	17	6.34	23	9.09
裸子植物	2	1.81	3	1.19	4	1.58
被子植物	92	83.63	251	93.65	335	94.90
合计	110	100	268	100	353	100

从科来分析，评价区有3个含20种及以上的科，分布为菊科（Compositae，22属，26种）、禾本科（Gramineae，37属，44种）、蔷薇科（Rosaceae，8属，22种）；

有1个科含10-19种，为豆科（Fabaceae，12属，18种），这4个科是评价区的优势科。

表7-5 价区维管植物属种统计表

类别	科数	科比例%	属数	属比例%	种数	种比例%
20种以上	3	2.72	67	25.0	92	26.06
10-19种	1	0.90	12	4.47	18	5.09
5-9种	13	11.81	61	22.76	78	22.09
2-4种	25	22.72	62	23.13	97	27.47
单科种	68	61.81	68	25.37	68	19.26
合计	110	100	268	100	353	100

从属来分析，有含10种以上的多种属和含有2个6-9种的中等属，含2-5种的寡种属39个，共103种，单种属有229个，共229种。评价区的单种属在该研究区域中所占的比例较大，说明评价区维管束植物属组成较丰富。

表7-6 评价区维管束植物属的统计

类别	属数	占总属数比%	种数	占总种数比%
多种属（5种以上）	4	1.49	25	7.08
寡种属（2-5种）	39	14.55	103	29.17
单种属	225	83.95	225	92.06
合计	268	100	353	100

（2） 重要植物

根据调查访问结合资料文献，此次评价区内353种维管束植物中共有14种重要资源植物，14种重要植物都为特有种，其中有1种为易危种，为杜仲植物种，评价范围内无极小种群野生植物。对于工程占用情况，大部分重要野生植物均未被工程占用。

表7-7 评价区重要植物表

序号	物种名称（中文、拉丁名）	保护级别	濒危等级	特有种（是或否）	极小野生植物（是或否）	分布区域	资料来源	工程占用情况
1	*翠云草 Selaginella uncinata		无危	是	否	沿途栽培	调查、访问	否
2	节节草 Equisetum ramosissi		无危	是	否	评价区道路两侧	调查	是

	mum							
3	贯众 Cyrtomium fortunei		无危	是	否	评价区林下灌丛散生分布	调查	是
4	杜仲 Eucommia ulmoides		易危	是	否	评价区范围内散生分布	调查	是
5	桤木 Alnus cremastogyne		无危	是	否	评价区零星分布	资料	否
6	马尾松 Pinus massoniana		无危	是	否	评价范围内马尾松林集中分布	资料	否
7	*玉兰 Magnolia denudata		近危	是	否	评价区散生分布	调查	是
8	*箬竹 Indocalamus tessellatus		无危	是	否	房前屋后	调查	否
9	西南绣球 Hydrangea davidii		无危	是	否	评价范围散生分布	调查	是
10	细穗腹水草 Veronicastrum stenostachyum		无危	是	否	评价范围林下散生	调查	是
11	细叶芨芨草 Achnatherum chingii		无危	是	否	评价区灌木林下分布	调查	是
12	箭竹 Fargesia spathacea		无危	是	否	评价范围内集群分布	资料	否

13	斑竹 Phyllostachys reticulata		无危	是	否	评价范围内丛生分布	资料	否
14	西南石韦 Pyrrosia gralla		无危	是	否	评价范围内灌木林下分布	调查、访问	是
注1：保护级别根据国家及地方正式发布的重点保护野生植物名录确定。 注2：濒危等级、特有种根据《中国生物多样性红色名录》确定。 注3：资料来源包括环评现场调查、文献记录、历史调查资料及科考报告等。 注4：涉及占用的应说明具体工程内容和占用情况（如株数等），不直接占用的应说明与工程的位置关系								

（3）珍稀、濒危保护植物和古树名木

根据国务院批准的2021年第15号《国家重点保护野生植物名录》中所列物种以及可知，白鹤滩送端换流站配套月城Ⅱ500千伏输变电工程工程评价区域内有14种特有种，但无珍稀、保护植物和挂牌的名木古树。

（2）植物区系分布特点

植物区系是在长期的地质历史过程中形成的，是植物群体及其周围的自然地理环境，特别是在自然历史条件的综合作用下长期演化的结果。通过植物区系成分的统计分析，可掌握该区域植物区系的组成和占优势科、属植物的组成，并通过与全世界、全国及周边区域植物区系成分的比较，明确该区域植物区系在全国植物区系中的特定地位。

在植物分类学上，属的形态特征相对稳定，并占有比较稳定的分布区；在演化过程中，随环境条件的变化而产生分化，表现出明显的地区性差异。同时，每一个属所包含的种常具有同一起源和相似的进化趋势。所以属比科更能反映植物系统发育过程中的进化与分化情况和地区特征。

根据吴征镒关于中国种子植物属的分布区类型划分的原则，可以将规划区的种子植物268属分成15个分布类型，除去地中海区、西亚至中亚分布及其变型，中亚分布及其变型不包括，其余13类植物区系类型均在规划区植被有出现。其成分所占比例见表7-8。

表7-8 评价区植物属的分布区类型

分布区类型	属	占属总数（%）
1.世界分布	31	11.56

2.泛热带分布	46	17.16
3.热带亚洲和热带美洲间断分布	10	3.76
4.旧世界热带分布	21	7.83
5.热带亚洲至热带大洋洲分布	6	2.23
6.热带亚洲至热带非洲分布	21	7.83
7.热带亚洲分布	10	3.73
8.北温带分布	74	27.61
9.东亚和北美洲间断分布	9	3.35
10.旧世界温带分布	15	5.59
11.温带亚洲分布	4	1.49
12.东亚分布	18	6.71
13.中国特有分布	5	1.86
总　　计	268	100

分布区内的属可划分为13个类型：

世界分布有31属：决明属（*Cassia*）、悬钩子属（*Rubus*）、桃属（*Amygdalus*）、李属（*Prunus*）、鼠尾草属（*Salvia*）、葱属 （*Allium*）、求米草属（*Oplismenus Beauv*）、看麦娘属（*Alopecurus*）、早熟禾属（*Poa*）、狼尾草属（*Pennisetum*）、拉拉藤属（*Galium*）、碎米荠属（*Cardamine*）、藜属（*Chenopodium*）、繁缕属（*Stellaria*）、飞蓬属（*Erigeron*）、鼠麴草属（*Gnaphalium*）、鬼针草属（*Bidens*）、千里光属（*Senecio*）、苍耳属（*Xanthium*）、酢浆草属（*Oxalis*）、算盘子属（*Glochidion*）、毛茛属（*Ranunculus*）、银莲花属（*Anemone*）、铁线莲属（*Clematis*）、鼠李属（*Rhamnus*）、车前属（*Plantago*）、苔草属（*Carex*）、莎草属（*Cyperus*）、酸模属（*Rumex*）、藨草属（*Scirpus*）、灯心草属（*Juncus*）。

泛热带分布及其变型有46属：花椒属（*Zanthoxylum*）、牡荆属（*Vitex*）、马鞭草属（*Verbena*）、泡桐属（*Paulownia*）、菝葜属（*Smilax*）、山麦冬属（*Liriope*）、甘蔗属（*Saccharum*）、狗尾草属（*Setaria*）、马唐属（*Digitaria*）、黄茅属（*Heteropogon*）、白茅属（*Imperata*）、稷属（*Eleusine*）、榕属（*Ficus*）、冷水花属（*Pilea*）、朴属（*Celtis*）、仙茅属（*Curculigo*）、马齿苋属（*Portulaca*）、白酒草属（*Conyza*）、卫矛属（*Euonymus*）、冬青属（*Ilex*）、大戟属（*Euphorbia*）、铁苋菜属（*Acalypha*）、乌桕属（*Sapium*）、柿属（*Diospyros*）、山矾属（*Symplocos*）、蓼属（*Polygonum*）、柞木属（*Xylosma*）、鸭跖草属（*Commelina*）。扁豆属（*Lablab*）、梵天花属（*Urena*）、豇豆属（*Vigna*）、冷水花属（*Pilea*）、黧豆属（*Mucuna*）。

热带亚洲和热带美洲间断分布有10属：樟属（*Cinnamomum*）、柃木属（*Eurya*）、菜豆属（*Phaseolus*）、南瓜属（*Cucurbita*）、冬瓜属（*Benincasa*）、堇菜属（*Viola*）、婆婆纳属（*Veronica*）、商陆属（*Phytolacca*）、酸浆属（*Physalis*）。

旧世界热带分布及其变型有21属：楝属（*Melia*）、合欢属（*Albizia*）、海桐花属（*Pittosporum*）、艾纳香属（*Blumea*）、羊茅属（*Festuca*）、细柄草属（*Capillipedium*）、香茅属（*Cymbopogon*）、桉属（*Eucalyptus*）、八角枫属（*Alangium*）、马齿苋属（*Portulaca*）、白酒草属（*Conyza*）、卫矛属（*Euonymus*）、冬青属（*Ilex*）、大戟属（*Euphorbia*）、铁苋菜属（*Acalypha*）、乌桕属（*Sapium*）、柿属（*Diospyros*）、山矾属（*Symplocos*）、蓼属（*Polygonum*）、柞木属（*Xylosma*）、鸭跖草属（*Commelina*）。

热带亚洲至热带大洋洲分布及其变型有6属：香椿属（*Toona*）、淡竹叶属（*Lophatherum*）、蜈蚣草属（*Eremochloa*）、糯米团属（*Gonostegia*）、臭椿属（*Ailanthus*）、紫麻属（*Oreocnide*）。

热带亚洲至热带非洲分布及其变型有21属：车轴草属（*Trifolium*）、铁仔属（*Myrsine*）、芒属（*Miscanthus*）、荩草属（*Arthraxon*）、水麻属（*Debregeasia*）、常春藤属（*Hedera*）、鱼眼草属（*Dichrocephala*）、忍冬属（*Lonicera*）、芸苔属（*Brassica*）、荠属（*Capsella*）、紫堇属（*Corydalis*）、甜菜属（*Beta*）、莴苣属（*Lactuca*）、蓟属（*Cirsium*）、蒿属（*Artemisia*）、蒲公英属（*Taraxacum*）、胡桃属（*Juglans*）、枫杨属（*Pterocarya*）、马桑属（*Coriaria*）、盐肤木属（*Rhus*）、油桐属（*Vernicia*）。

热带亚洲分布及其变型有10属：广防风属（*Epimeredi*）、构属（*Broussonetia*）、鸡矢藤属（*Paederia*）、苦荬菜属（*Ixeris*）、紫薇属（*Lagerstroemia*）、青冈属（*Cyclobalanopsis*）、地锦属（*Parthenocissus*）、五加属（*Acanthopanax*）、山茶属（*Camellia*）、柑橘属（*Citrus*）、葛属（*Pueraria*）、含笑属（*Michelia*）、萝卜属（*Raphanus*）、山胡椒属（*Lindera*）、蛇莓属（*Duchesnea*）。

北温带分布及其变型有74属：豌豆属（*Pisum*）、野豌豆属（*Vicia*）、蔷薇属（*Rosa*）、委陵菜属（*Potentilla*）、胡颓子属（*Elaeagnus*）、栒子属（*Cotoneaster*）、风轮菜属（*Clinopodium*）、夏枯草属（*Prunella*）、点地梅属（*Androsace*）、鸢尾属（*Iris*）、画眉草属（*Eragrostis*）、玉蜀黍属（*Zea*）、小麦属（*Triticum*）、野古草属（*Arundinella*）、稻属（*Oryza*）、燕麦草属（*Arrhenatherum*）、葎草属（*Humulus*）、桑属（*Morus*）、接

骨木属（*Sambucus*）、荚蒾属（*Viburnum*）、忍冬属（*Lonicera*）、芸苔属（*Brassica*）、荠属（*Capsella*）、紫堇属（*Corydalis*）、甜菜属（*Beta*）、莴苣属（*Lactuca*）、蓟属（*Cirsium*）、蒿属（*Artemisia*）、蒲公英属（*Taraxacum*）、胡桃属（*Juglans*）、枫杨属（*Pterocarya*）、马桑属（*Coriaria*）、盐肤木属（*Rhus*）、油桐属（*Vernicia*）、小檗属（*Berberis*）、栎属（*Quercus*）、桤木属（*Alnus*）、棕竹属（*Rhapis*）、蒲葵属（*Livistona*）、醉鱼草属（*Buddleja*）、杨属（*Populus*）、何首乌属（*Fallopia*）、胡萝卜属（*Daucus*）、水芹属（*Oenanthe*）、杏属（*Armeniaca*）、榆属（*Ulmus*）、羊胡子草属（*Eriophorum*）、松属（*Pinus*）、柏木属 （*Cupressus*）、莲子草属（*Alternanthera*）、马兜铃属（*Aristolochia*）、马甲子属（*Paliurus*）、牛膝属（*Achyranthes*）、牵牛属（*Pharbitis*）、土人参属（*Talinum*）、荨麻属（*Urtica*）、枣属（*Ziziphus*）、苎麻属（*Boehmeria*）、苏铁属（*Cycas*）、狗尾草属（*Setaria*）、马唐属（*Digitaria*）、黄茅属（*Heteropogon*）、白茅属（*Imperata*）、穇属（*Eleusine*）。

东亚和北美洲间断分布及其变型有9属：刺槐属（*Robinia*）、绣球属（*Hydrangea*）、火棘属（*Pyracantha*）、六道木属（*Abelia*）、楠属（*Phoebe*）、蛇葡萄属（*Ampelopsis*）、灯台树属（*Bothrocaryum*）、楤木属（*Aralia*）、木兰属（*Magnolia*）。

旧世界温带分布及其变型有5属：大青属（*Clerodendrum*）、香薷属（*Elsholtzia*）、芨芨草属（*Achnatherum*）、天名精属（*Carpesium*）、女贞属（*Ligustrum*）。

温带亚洲分布及其变型有14属：马兰属（*Kalimeris*）、小檗属（*Berberis*）、栎属（*Quercus*）、鹅肠菜属（*Myosoton*）、淫羊藿属（*Epimedium*）、木犀属（*Osmanthus*）、十大功劳属（*Mahonia*）、皂荚属（*Gleditsia*）、胡颓子属（*Elaeagnus*）、莲子草属（*Alternanthera*）、马兜铃属（*Aristolochia*）、马甲子属（*Paliurus*）、牛膝属（*Achyranthes*）、牵牛属（*Pharbitis*）。

东亚分布及其变型有18属：枇杷属（*Eriobotrya*）、紫苏属（*Perilla*）、刚竹属（*Phyllostachys*）、化香树属（*Platycarya*）、木通属（*Akebia*）、八月瓜属（*Holboellia*）、棕榈属（*Trachycarpus*）、蕺菜属（*Houttuynia*）、刺楸属（*Kalopanax*）、青荚叶属（*Helwingia*）、竹叶子属（*Streptolirion*）、夏枯草属（*Prunella*）、点地梅属（*Androsace*）、鸢尾属（*Iris*）、画眉草属（*Eragrostis*）、玉蜀黍属（*Zea*）、小麦属（*Triticum*）、野古草属（*Arundinella*）。

中国特有分布有5属：慈竹属（*Neosinocalamus*）、栾树属（*Koelreuteria*）、马桑属（*Coriaria*）、盐肤木属（*Rhus*）、委陵菜属（*Potentilla*）。

从上表可见，规划区内种子植物的分布类型总体上以北温带分布、世界分布、泛热带分布及其变型为主，尤以北温带成分最为普遍。

7.2.3.5 评价区植物资源特点

评价区的植被垂直分布规律

也工程区域地质构造复杂，地形地貌多样，海拔高差悬殊，气候垂直梯度明显，因此植被垂直分布带谱也十分明显。

海拔2600 (2800）米以下，为基带植被，代表类型为常绿阔叶林。常绿阔叶优势树种和主要成分为高山栲、滇青冈、多变石栎、黄毛青冈、滇西青冈、油樟、白楠等。河谷有以木棉、番石榴、余甘子等为主的稀树草丛；以云南松林、云南油杉林等为主的亚热带针叶林；以栎类、滇桤木（旱冬瓜）等为主的落叶阔叶林。

海拔2600 (2800)—3800 (4000）米，代表类型为亚高山针叶林，下部有云南铁杉、铁杉、槭、桦分布。上部针叶树川滇冷杉和冷杉等为主；以灰背栎、黄背栎为主的硬叶常绿阔叶林；以箭竹、地盘松、多种杜鹃为主的亚高山灌丛，还有华山松林分布。

海拔3800 (4000) -4500米，代表类型为高山灌丛、高山草甸。以多种杜鹃、高山栎类等为主的高山灌丛，以嵩草、羊茅等为主的高山草甸。无作物栽培。

海拔4500-5000 (5200）米，为流石滩植被。稀疏分布风毛菊、绢毛菊等。

由于东南季风和西南季风交汇地带，植被的组成和垂直分布都兼有两处的特点。如大凉山南坡的布拖等县，常绿阔叶林海拔也达 2200 米或以上。河谷也有木棉、麻疯树、山麻黄、火绳树等稀树草丛。常绿阔叶优势种为高山栲、滇青冈、包石栎、多变石栎等。海拔 2200-2400 (2600）米，有以香桦和包石栎等为主的常绿和落叶阔叶林。

7.2.3.6 评价区生态系统的生物量及生产力

区域生态系统生产力的评价指标主要是其植被生产力。植被生产力指各类土地上的植被生长量，单位用“吨/年（t/a）”表示。而各植被生产量等于各植被类型的面积乘以其单位面积的年生产量，即净生产力，后者通常用“t（干重）/a.hm2”表示。参照目前惯用的 Whittaker 和 Likens（1975）对全球各地带主要植被类型生产量的计算方法，计算拟建线路评价区内各植被类型（生态系统）生产量。

（1）评价区生态系统的生物量

根据评价区内各种植被类型（生态系统）的面积，计算得到评价区生态系统的生物量及其总和。

（2）评价区自然体系生产力现状及分析

根据评价区内各种植被类型（生态系统）的面积，以及各植被类型（生态系统）的净生产力(t/a.hm^2)，（Whittaker，Likens，1975），计算得到评价区生态系统的年生产力及其总和。

评价区植被生物量和自然生产力详见表7-9。

表7-9 评价区植被生物量和自然生产力一览表

生态系统	面积（hm^2）	生物量			生产力		
		生物量（t/hm^2）	总生物量(t)	比例（%）	净生产力（t/a.hm^2）	植被生产力（t/a）	比例（%）
针叶林	409.31	98.02	40120.5662	27.37	2.39	978.2509	6.28
阔叶林	135.23	90.48	12235.6104	8.34	2.76	373.2348	2.39
竹林	647.66	43.13	27933.5758	19.05	2.76	1787.5416	11.47
灌丛	988.33	30.18	29827.7994	20.35	1.54	1522.0282	9.77
耕地	1817.23	20.00	36344.6	24.79	6.00	10903.38	70.02
建筑用地	13.30	—	—	—	—	—	
水域	9.63	9.86	94.9518	0.064	0.75	7.2225	0.046
合计	5117.73	—	146557.097	100	—	15571.658	100

由上表可知：：在评价区总面积5117.73hm^{2}范围内，目前累积的生物量约是14.60万t（干重），平均每公顷达到28.5万t（干重）；每年产生的生物生产力约为3.50万（t/a）（干重），平均每年每公顷达到4.26(t/a.hm^2)（干重）。

7.2.3.7 评价区物种多样性

物种多样性指数是用于调查植物群落局域生境内多样性(α-多样性)的指数，用简单的数值表示群落内种类多样性的程度，是生物群落中种类与个体数的比值，用来判断评价区域内群落或生态系统的稳定性指标，根据Simpson 优势度指数，计算公式为：

式中：D——Simpson 优势度指数；

S——调查区域内物种种类总数；

Pi——调查区域内属于第 i 种的个体比例

计算出评价区内的各物种优势度指数，根据资料，评价区区域内的物种优势度指数如下表7-10。

表7-10 评价区物种优势度指数表

种类	S	Pi	D

乔木层	1325	55	1.952
灌木层	958	34	1.624
草本层	526	25	0.626
蕨类层	258	15	0.203

由表 7.2-10 评价区物种优势度指数表可知，评价区内的物种较为稀少，其中乔木层的 Simpson 指数最高，最高为 1.952，其次为灌木层，为 1.624，优势度最小的为蕨类层，仅为 0.203，及显著低于乔木层。综合各物种种类指标，说明该评价区内的物种主要以乔木层为主，乔木层的森林是生态系统最重要的系统，该评价区的乔木层优势度较高，说明评价区的物种丰富度高，植物种类丰富。

7.3 陆生动物现状调查与评价

7.3.1 陆生动物评价

7.3.1.1 陆生动物评价方法

（1）实地考察

到评价现场进行实地考察，主要考察项目区的各种主要生境。按照可变距离样线法等传统动物生态学方法对林地、草地、灌丛等各种生境中的动物进行统计调查。调查中主要采用样方统计法、样地哄赶法、样点统计法等，针对鸟类、大型兽类、小型兽类、两栖类、爬行类等不同陆生动物的特点分别采用不同的数量统计法，调查了陆栖野生动物（哺乳类、鸟类、两栖类和爬行类）种类和数量、生态习性、分布范围等指标，以及栖息地环境条件。调查范围与陆生植物调查范围相同，重点内容是珍稀濒危保护和狭域性分布动物种类、数量、分布范围、生态习性、历史变化情况及其原因等。

（2）访问调查

在项目区及其周边地区通过对当地有野外经验的农民、曾经的猎人、林业工作者等进行访问和调查，与当地林业部门和林场的管理人员的有关同志进行交谈，了解当地动物的种类分布，数量情况。

（3）查阅相关资料

（1）四川省生态保护红线方案。

（2）王燕,成宇文,董哲含等。四川昭觉县鸟类多样性及分布[J]。生态与农村环境学报。Https://doi.org/10.19741/j.issn.1673-4831.2021.0457。

（3）四川西部生物多样性调查队。布拖乐安地区生物多样性调查报告[J]。四川林

业科技。2006,27（5）：1-58。

结合上述资料，综合实地调查、访问调查等，得出项目实施地及其周边地区的动物物种、种群数量和分布的资料，为评价和保护提供科学依据。

7.3.1.2 评价范围内的动物现状调查

根据现场踏勘，本工程所在区域主要为自然生态系统，评价区域野生动物主要为爬行类、鸟类及兽类。评价区范围内和周边影响区以小型鼠类、鸟类、少量的两栖爬行动物为主，大中型兽类也很少。

根据野外调查访问并结合相关文献资料《中国观鸟记录中心 http：//www.birdreport.cn/》的记录；《四川兽类名录新订》（西华大学学报，2007），确认在该评价区、各类占地区及影响评价区内的有两栖类 1 目 4 科 10 种，爬行类 2 目 6 科 13 种，鸟类 11 目 32 科 60 种，兽类 5 目 6 科 19 种。现分述如下。

表7-11 评价区陆生脊椎动物统计

类群	目	科	种	国家二级保护动物
两栖纲	1	4	10	0
爬行纲	2	6	13	0
鸟纲	11	32	60	0
兽纲	5	6	19	0
合计	19	48	102	0

（1） 两栖动物

据实地调查并结合访问，初步确认评价区内有两栖类10种，隶属于1目4科（采用费梁、叶昌媛2000分类体系）。从科级组成看，该区两栖类为蟾蜍科、蛙科和姬蛙科种类详见附表3-1。调查和访问确认，评价区内没有国家I、II级保护的两栖类分布。

①区系分析

评价区内的两栖类以东洋界为主，仅有一个古北种。

②生态分布

评价区内两栖动物的生境主要有农田、山坡、水坑水沟，生态分布类型主要为陆栖型、陆栖-静水型和静水型。

陆栖类型：主要有中华蟾蜍（*Bufo gargarizans*）和黑眶蟾蜍（*Bufo andrews*），除繁殖期进入静水塘繁殖外，可长时间栖息在陆地上；虽然在夜间常见于野外，但白天隐蔽在土穴、石块下茂密的草灌丛中，则不易被发现；冬眠时可将身体埋在松土内或

塘底稀泥内。

陆栖-静水类型：主要有黑斑侧褶蛙（*Rana nigromaculata*）、泽陆蛙（*Rana limnocharis*）和饰纹姬蛙（*Microhyla ornata*），白天隐蔽于草丛和泥窝内，黄昏和夜间活动，跳跃力强。冬眠时进入松软的土中或枯枝落叶下，繁殖季节产卵于稻田、池塘浅水处，卵群团状，卵和蝌蚪在静水中发育生长，幼体变态后登陆营陆栖生活。

静水类型：主要有粗皮姬蛙（*Microhyla butieri*），多栖息于稻田、池塘或水坑内，常隐蔽在水生植物丛间、上洞或杂草丛中，捕食以昆虫为主，还觅食蚯蚓、田螺以及幼蛙等。雌蛙每年产卵1次，呈片状或团状，蝌蚪经45-60天完成变态幼蛙。

（2）爬行动物

据实地调查并结合访问，评价区内有爬行类13种，隶属于2目6科（采用赵尔宓2003分类体系）。从物种的目级组成看，评价区的爬行类全为有鳞目的种类。从科级组成看，评价区爬行类游蛇科分布最多，石龙子科次之，其它较少，详见附表3-2。调查和访问确认，评价区内没有国家I、II级保护的爬行类分布。

①区系分析

评价范围分布的11种爬行动物以东洋界物种为主，仅翠青蛇、赤链蛇为广布种，黑眉锦蛇为古北种。

②生态分布

评价区内爬行类的生态类主要有陆栖类型和树栖类型2种。

树栖类型：丽纹攀蜥（*Japalura splendida*）常攀爬在灌木或低矮乔木上活动捕食。

陆栖类型：陆栖类型包括地上类型和地下类型，壁虎科、蜥蜴科、石龙子科游蛇科和蝰科均属于地上类型，常在农田、山坡、房前后的地面、杂草间或石缝处活动。

（3）鸟类

根据野外调查和查阅历史资料，评价区域内共分布有鸟类60种，隶属11目32科（采用郑光美，2005分类体系）。其中雀形目34种，占总种数的56.67%；非雀形目26种，占总种数的43.33%。本次调查的鸟类主要有苍鹭、白鹭、树麻雀、家燕、白颊噪鹛、珠颈斑鸠等具体鸟类名录详见附表3-3。

①区系分析

评价区的60种鸟类中，广布种类有24种，占40%；古北界种类有14种，占23.33%；以东洋界的种类有22种，占该区总种数的36.67%。

②居留类型

评价区内有留鸟33种，占鸟类总数的55%；夏候鸟17种，约占28.33 %；冬候鸟8种，占鸟类总数的13.33%；旅鸟2种，占鸟类总数的3.34%。**调查评价区内鸟类以留鸟为主。**

③生态分布

根据评价区植被分布的特点，将评价区鸟类分布的生境划分为以下几种类型：

水域区鸟类：主要以越冬和迁徙的水禽为主，多数雁型鸭类和鹳形白鹭为常见种，其中白鹭、绿翅鸭、苍鹭为优势种。

林地生境鸟类：以白头鹎、棕头鸦雀、红头长尾山雀、白鹭、苍鹭、杜鹃为优势种、大山雀、珠颈斑鸠、暗绿绣眼鸟、白颊噪鹛、小鹲鹛等为常见种。

农田及民居生境鸟类：以家燕、白头鹎、乌鸫为优势种，棕背伯劳、白鹡鸰、小鹲鹛等为常见种。

（4）兽类

①物种组成

实地调查并结合访问以及查阅资料，确认评价区内有兽类19种，隶属于5目6科（采用王应祥，2003分类体系）。从物种的目级组成看，该区兽类以啮齿目种类占优势，其所含物种数占到了该区目前已知有分布的兽类物种总数的42.1%。从科级组成看，该区兽类以啮齿目的鼠科种类占优势，其所占比例为57.89%。

兽类各目、科所含种数及所占百分比见附表3-4。

①区系分布

区内有分布的19种兽类中，东洋界种类有9种，占该区域兽类总种数的47.36%；古北界种类有6种，占31.58%；广布种分布有4种，占21.06%；可见，该区段兽类以东洋和古北种类占优势。

②生态类型

根据评价区生境特点及兽类的生活习性，评价区内的兽类可以划分为评价区主要为农田和森林2大类型。

农田类型：生活在评价区农田、林缘环境中的哺乳类。如褐家鼠、黄胸鼠、社鼠、小家鼠和草兔等。

森林类型：生活在评价区森林生境中的哺乳类。如中麝鼢、鼬獾等。

这种划分不是绝对的，只是这些动物在叙述的生境中活动相对多一些。事实上，除少数种类外，它们均能活动于几种不同的生境。

7.3.1.3 重要野生动物

评价区中的102种陆生动物有6种重要野生动物，包括特有种4种（岩松鼠、蹼趾壁虎、黄腹山雀、红腹山雀）、近危物种1种（乌梢蛇）、濒危物种1种（黑眉锦蛇）。本次调查未发现野生保护动物的踪迹及其未发现保护野生动物的栖息地分布。

表7-12 评价区重要野生动物表

序号	物种名称（中文、拉丁名）	保护级别	濒危等级	特有种（是、否）	分布区域	工程占用情况（是、否）	资料来源
1	岩松鼠 Sciurotamias davidianus	/	无危	是	评价区广泛分布	否	白鹤滩电站输电线路相关资料
2	蹼趾壁虎 Gekko subpalmatus	/	无危	是	评价区广泛分布	否	白鹤滩电站输电线路相关资料
3	黑眉锦蛇 Orthriophis taeniurus(Elaphe taeniurus)	/	濒危	否	评价区广泛分布	否	白鹤滩电站输电线路相关资料
4	乌梢蛇 Ptyas dhumnades(Zaocys dhumnades)	/	近危	否	评价区广泛分布	否	白鹤滩电站输电线路相关资料
5	灰胸竹鸡 Bambusicola thoracicus	/	无危	是	评价区广泛分布	否	白鹤滩电站输电线路相关资料
6	黄腹山雀 Parus venustulus	/	无危	是	评价区广泛分布	否	白鹤滩电站输电线路相关资料

7.3.2 工程涉及的生态敏感区

本线路工程途经四川省凉山州布拖县、昭觉县、美姑县、普格县和西昌市5个行政区域。根据收资及现场踏勘调查，本项目变电站及输电线路不涉及国家公园、自然保护

区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地等特殊及重要生态敏感区。但线路在昭觉县境内涉及四川省生态保护红线，根据四川省人民政府《关于印发四川省生态保护红线方案的通知》（川府发[2018]24号），本线路生态红线类型为凉山-相岭生物多样性维护-水土保持和金沙江下游干热河谷水土流失敏感生态保护红线。在布拖县穿越木切勒黑木嘎求史集中式饮用水水源地保护区1处。本工程与各敏感区的相关位置关系具体见下表和附图。

表7-13 评价范围所涉及的生态敏感区

序号	类别	敏感区名称	行政区域	主要保护对象	保护级别	位置关系
1	水源地	布拖县木切勒黑山木嘎求史集中式饮用水水源地保护区	布拖县	地下水饮用水水源地	县级	本线路工程穿越该水源地准保护区2.4km。
2	生态保护红线	凉山-相岭生物多样性维护-水土保持生态保护红线区	昭觉县	区内河流分属大渡河、金沙江水系，森林类型以常绿阔叶林、常绿与落叶阔叶混交林和亚高山针叶林为主，代表性物种有红豆杉、连香树、大熊猫、四川山鹧鸪、扭角羚、白腹锦鸡、白鹇、红腹角雉等，生物多样性保护极其重要。	/	本线路工程跨越该生态保护红线，跨越长度约0.42km，不在生态红线区域内立塔基。
		金沙江下游干热河谷水土流失敏感生态保护红线	布拖县	植被类型以亚热带松栎混交林和暖温带阔叶栎林为主，代表性物种有攀枝花苏铁、大熊猫、四川山鹧鸪、黑颈鹤、林麝等	/	本线路工程跨越该生态保护红线，跨越长度约0.15km，不在生态红线区域内立塔基。

7.3.2.1 评价区生态保护红线

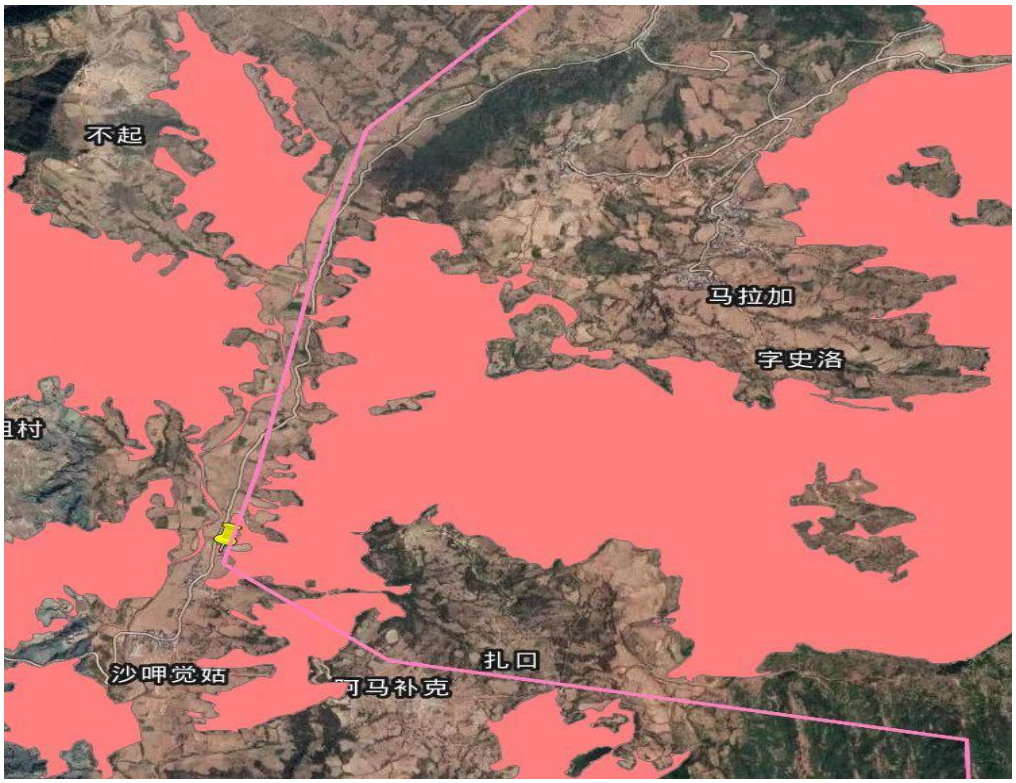
根据《四川省生态保护红线方案》，四川省生态保护红线总面积14.80万km^2，占全省幅员面积的30.45%，涵盖了水源涵养、生物多样性维护、水土保持功能极重要区，水土流失、土地沙化、石漠化极敏感区，自然保护区、森林公园的生态保育区和核心景观区，风景名胜区的一级保护区（核心景区）、地质公园的地质遗迹保护区、世界自然遗产地的核心区、湿地公园的湿地保育区和恢复重建区、饮用水水源保护区的一级

保护区、水产种质资源保护区的核心区等法定保护区域，以及极小种群物种分布栖息地、国家一级公益林、重要湿地、雪山冰川、高原冻土、重要水生生境、特大和大型地质灾害隐患点等各类保护地。

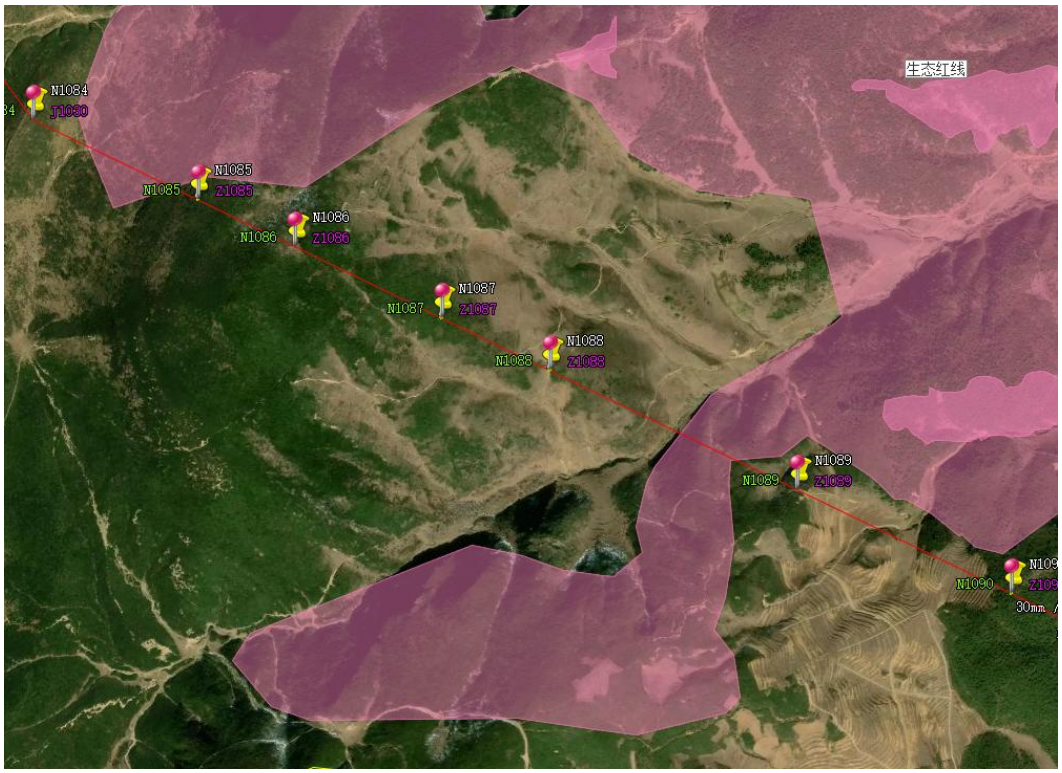
本工程拟建线路路径经优化后仍不可避免地涉及凉山—相岭生物多样性维护—水土保持生态保护红线，跨越该类型生态红线，不在生态红线区域内立塔，跨越长度约420m。

表 7-14 四川省生态保护红线类型分布

生态保护红线类型	行政区划	生态功能	重要保护地	保护重点
凉山—相岭生物多样性维护—水土保持生态保护红线	昭觉县	区内河流分属大渡河、金沙江水系，森林类型以常绿阔叶林、常绿与落叶阔叶混交林和亚高山针叶林为主，代表性物种有红豆杉、连香树、大熊猫、四川山鹧鸪、扭角羚、白腹锦鸡、白鹇、红腹角雉等，生物多样性保护极其重要。该区地貌以中高山峡谷为主，山高坡陡，泥石流滑坡强烈发育，土壤侵蚀敏感性程度高，是土壤保持重要区域。	本区域是大熊猫栖息地核心分布区。区域内分布有6个国家级自然保护区、9个省级自然保护区、2个国家级风景名胜区、5个省级风景名胜区、1个国家地质公园、3个省级地质公园、2个国家湿地公园、1个省级湿地公园、1处世界文化与自然遗产地、2处饮用水水源保护区的部分或全部区域。	保护自然生态系统和大熊猫等野生动物及其生境，防治紫茎泽兰等外来有害生物入侵，维护生物多样性保护功能；加强自然保护区建设与管护，加强生态廊道建设；治理水土流失，防治地质灾害。
金沙江下游干热河谷水土流失敏感生态保护红线	布拖县	植被类型以亚热带松栎混交林和暖温带阔叶栎林为主，代表性物种有攀枝花苏铁、大熊猫、四川山鹧鸪、黑颈鹤、林麝等。	本区域分布有1个国家级自然保护区、3个省级自然保护区、1个省级风景名胜区、1个省级湿地公园、1个省级地质公园、5处饮用水水源保护区的部分或全部区域。	保护现有植被；加强退化生态区的自然恢复和生态修复；加强干热河谷区地质灾害防治和水土流失治理；加强金沙江及其支流水生生态系统保护。



昭觉县生态保护红线区段方案示意图



布拖县生态保护红线区段方案示意图

图 7-2　本工程与四川省生态保护红线位置关系示意图

7.3.2.2 饮用水水源保护区

探本线路工程将涉及布拖县木切勒黑山木嘎求史集中式饮用水水源地准保护区 1 处水源地，穿越该水源地保护区准 2.4km，立塔 5 基。线路距离二级保护区约 0.35km，距离一级保护区约 1.24km，距离取水口约 1.34km。线路与水源地保护区的位置关系图见下图。

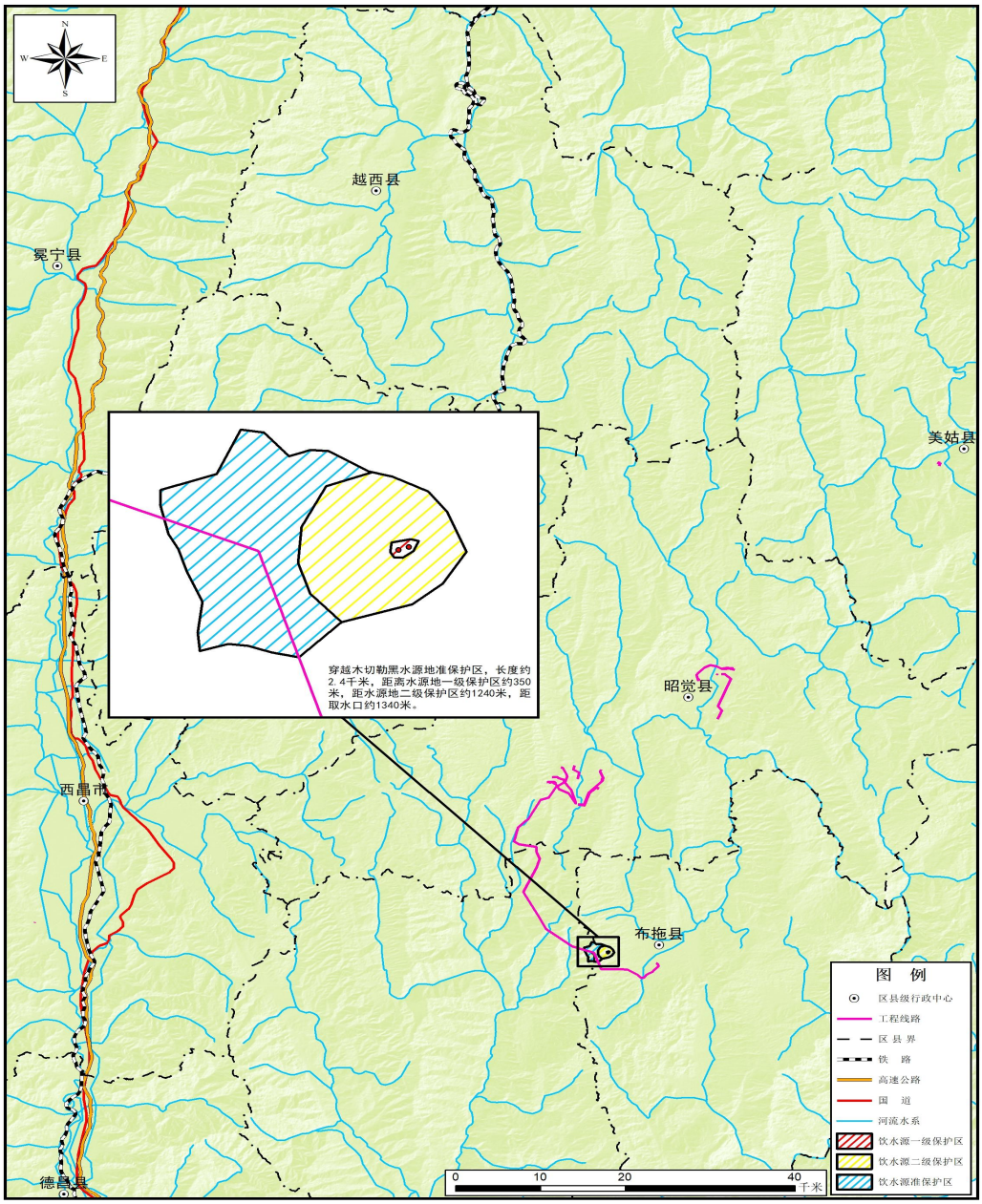


图 7-3 本工程与饮用水水源地保护区的位置关系图

7.4 生态环境影响预测与评价

7.4.1 施工期生态环境影响评价

7.4.1.1 施工期对地形地貌的影响

工程对地形地貌的影响主要为丘陵、山地等处塔位基础的方面。本工程根据线路沿线地形、地质、水文条件的差异，工程设计时将因地制宜选用不同的基础型式，主要采用挖孔基础（含承台挖孔基础）、掏挖基础、岩石锚杆基础、岩石嵌固基础、直柱板式基础及灌注桩基础（含承台灌注桩基础）等。

线路沿线的塔位为永久性的占地，工程施工后将破坏塔位处的微地形地貌，但单塔占地面积小，排列分散，同时施工过程中注意弃土、渣处理和采取各种措施防止和治理水土流失，故不会对当地的地形地貌产生大的影响。

7.4.1.2 对生态系统的影响分析

（1）对森林生态系统的影响

评价区内的森林生态系统面积为2180.52hm^2，占评价区的42.61%。评价区内的林地主要分布在凉山州境内的布拖县、昭觉县、美姑县、普格县境内。灌木林地分布在林地以上的灌木林、高山矮林等。这些区域沿线植被较好，森林生态系统较为完整。因此施工期输电线路架设塔基、空中架线时不可避免地要砍伐树木。

工程施工塔基建设将直接占用部分林地，导致林地面积的减少，间接地占用森林中的动物的生境，使其远离施工区域。根据工程布置。本工程永久占用森林生态系统面积为24.02hm^2，占评价区森林生态系统面积的0.58%，导致生物量减少51.77t，占直接影响区植被生物量的0.14%，变化幅度较小，且施工结束后植被恢复措施的会在一定程度上缓解其影响。因此，本工程建设占用评价区森林生态系统面积小。

在施工期间，工作人员进出评价区，工程建筑材料及其车辆的进入等施工活动以及施工活动产生的弃渣、扬尘、废气、废水、生活垃圾等带来的污染，可能会直接或间接影响附近的植物生境及动物的栖息环境，会使得工程区附近森林生态系统中生产者生产能力降低，会导致森林生态系统内原有的一些植物及植被受到破坏，同时会影响动物的栖息、觅食、繁殖等，从而影响森林中动物的正常活动，甚至导致某些动物迁移。

施工人员的活动施工人员的活动包括施工和生活、机械操作、不文明施工等也会造成对周边森林环境的破坏，如对沿线植被乱砍滥伐，随意践踏，构造物的基础开挖、取

土、填土等，开挖土方乱堆乱放占压林地，毁坏植被；生活垃圾处理不善，野外用火管理不善、防火意识淡薄等也会对森林资源造成很大的危害。

由于输电项目在山区架设塔基较分散，塔基占地以及施工占地面积较小，少量的林木砍伐、修剪不会改变使森林生态系统的群落演替，也不会对沿线森林生态系统环境造成系统性的破坏。

（2）对草地生态系统的影响

评价区内草地生态系统面积为1097.04hm^2，占评价区总面积的21.44%。评价区内草地主要分布在工程境内凉山州境内的昭觉县、美姑县、普格县、布拖县。输电项目对该系统主要是占地的影响。

工程塔基建设将直接占用部分草地，导致草地面积的减少。另外在施工期间，工作人员进出评价区，工程建筑材料及其车辆的进入，会碾压部分草地，导致草地面积的较少。根据工程布置，本工程永久占用草地生态系统面积为0.69hm^2，主要占用稀树灌木草丛和禾草草甸，占评价区草地生态系统面积的0.06%，导致生物量损失为4.49t，占直接影响区植被生物量的0.013%，变化幅度较小，且施工结束后植被恢复措施的会在一定程度上缓解其影响。因此，本工程建设占用评价区草地生态系统面积很小。

工程占用草地导致原有的草地面积减小，将间接影响草食性动物的觅食；施工扬尘以及机械排放的有毒气体附着在草原植被的叶面上将导致植物的光合作用减弱，同时也会威胁到以草为食的动物的生存；施工噪声将对森林鸟类以及兽类产生一定的驱赶作用。

施工人员的活动包括施工和生活、机械操作、不文明施工等也会造成对周边灌草地环境的破坏，如对沿线草地随意践踏，开挖土方乱堆乱放占压灌草地，生活垃圾处理不善等。评价区内草地生态系统主要分布区域，气候干燥，野外用火管理不善、防火意识淡薄等也会对草地资源造成很大的危害。

区域内塔基处植被较稀疏，且由于架设塔基较分散，塔基占地以及施工占地面积较小，因此工程对草地生态系统的影响较小。

（3）对农田生态系统的影响

评价区内的农田生态系统为1817.23hm^2，占评价区总面积的35.51%。工程施工期，线路工程对农业生产的影响主要来自塔基占地，根据工程布置，本工程建设将永久占用农田生态系统面积为3.66hm^2，占评价区农田生态系统总面积的0.20%，本工程建设占用

评价区农田生态系统面积较少。塔基基础的开挖，塔基占地处的农作物将被清除，使农作物产量减少，农作物的损失以成熟期最大；另外塔基挖掘、土石的堆放、人员的践踏、施工机具的碾压，亦会伤害部分农作物，同时还会伤及附近植物的根系，影响农作物的正常生长。此外，塔基开挖将扰乱土壤耕作层，除开挖部分受到直接破坏以外，土石方混合回填后，亦改变了土壤层次、紧实度和质地，影响土壤发育，降低土壤耕作性能，造成土壤肥力的降低，影响作物生长。

（4）对城镇/村落生态系统的影响分析

拟建项目对于城镇/村落生态系统的影响主要是工程占地，破坏了原有的植被和动物的栖息地，如果线路经过居民住宅区时，可能导致移民搬迁，引出拆迁安置问题；另外，施工期因为施工人员的进入，导致人口集中，工业污染、生活垃圾等污染物的排放，人类活动对植物、动物的干扰，都对评价区内原有的生态环境造成负面影响。施工前注意对施工人员进行环保意识的宣传教育，在施工期避免或尽量减少垃圾和污水的排放。由于工程沿线城镇/村落比较少，拟建项目对评价区内的城镇生态系统影响较小。

7.4.1.3 对植被的影响

（1）对植被的影响

本工程新建月城Ⅱ500kV开关站用地，主要涉及到耕地、林地和草地。变电站永久占地面积6.72hm^2，占直接影响区面积的0.14%，影响面积很小。站内无植被生长，施工完成后采用铺设碎石等方法及时恢复站内永久占地。临时占地面积0.60hm^2，占直接影响区面积的0.012%，临时占用的土地拟是因工程建设需要设置临时生产生活区，对土地的破坏方式主要是压占。在工程竣工后对实施复垦或实施植被恢复，逐渐恢复到施工前的植被状况。

本输电线路塔基永久占地为3.88hm^2，占直接影响区面积的0.076％；工程占地（永久占地+临时占地）面积为17.39hm^2，占直接影响区面积的0.34％。施工临时占地包括塔基施工临时占地，牵张场、材料站、人抬道路、施工临时道路等。这部分占用的面积，在工程竣工后通过实施植被恢复，可以逐渐恢复到施工前的植被状况。

因此本工程对直接影响区植被的影响，不论是实际影响的面积，还是相对影响的百分比，都非常低。

工程永久占地情况具体见下表。

表 7-15 工程永久占地和临时占地情况 单位：hm^2

工程名称		永久占地	临时占地	合计
变电工程	月城II500kV 开关站新建工程	6.72	2.51	9.23
	布拖换流站一期扩建工程	0.14	0	0.14
	橄榄 500kV 变电站扩建工程	0.04	0	0.04
	百灵 500kV 变电站扩建工程	0.04	0	0.04
	南天 500kV 变电站改造工程	0.04	0	0.04
	小计	6.98	2.51	9.49
线路工程	月城变～沐溪变双回开断接入月城II开关站 500kV 线路工程	1.29	5.80	7.09
	雅中换流站～月城II双回 500kV 线路改接工程	0.05	0.30	0.35
	榄普II线橄榄变侧线路改接工程	0.28	1.85	2.13
	百灵变～布拖换流站一期线路改接工程	2.98	19.19	22.17
	普提变间隔调整工程	2.55	10.86	13.41
	月城变～布拖换流站一期 2 回开断接入普提变、月城II开关站 500kV 线路工程	0.45	1.53	1.98
	普提变～南天变单回 500kV 线路改接至月城II开关站线路工程	0.66	2.82	3.48
	小计	8.26	42.35	50.61
合计		15.24	44.86	60.1

（2）对森林植被的影响

输电线路跨越林区时，铁塔塔基占用林地，改变了林业用地，被塔基永久占用后变为工业用地，在小范围影响了林区生态环境。

根据有关要求，为减少对输电线路沿线生态环境的破坏，尽量减少林区砍伐量和赔

偿费用，输电线路在通过林区时，已不再砍伐线路运行通道，而主要是以高塔跨越通过，仅需砍伐塔基处的少量树木。线路通过林区时，跨越平均树高按15m考虑。

本线路工程沿线占用少量林地，本工程永久占用林地面积为12.66hm^2，占直接影响区面积的0.25%，影响面积较小。主要包括常绿阔叶林、常绿针叶林及灌丛林地。树种主要有高山栲、云南松等植物，灌木林主要有黄荆、地盘松等。输电线路通过树木密集地带时，路径选择时已尽量避让，对需要通过的地段，采用较小塔型穿越和高塔位跨越方式，减少施工通道和运行通道树木的砍伐量，保护生态环境。本工程在跨越林区时，采用自立式直线塔，该塔设计呼称高范围为45～57m，并带有0～3°转角和全方位组合的长短腿，可以使线路走向具有较大的灵活性，减少树木的砍伐。

表7-16 工程占地类型情况

序号	植被类型	评价区内面积（hm2）	占总评价区百分比（%）	工程占地（hm2）		
				永久	临时	占地合计
1	耕地	1817.23	35.51	3.66	6.12	9.78
2	针叶林	409.31	8.00	1.27	1.10	2.38
3	阔叶林	135.23	2.64	0.42	0.36	0.79
4	落叶阔叶灌丛	988.33	19.31	3.08	2.66	5.74
5	常绿针叶灌丛	647.66	12.66	2.02	1.74	3.76
6	稀树灌木草丛	612.19	11.96	0.39	3.35	3.73
7	禾草草甸	484.86	9.47	0.30	2.65	2.96
8	公共管理与服务用地			0.19	0	0.19
9	合计			11.33	17.99	29.32

虽然，输电线路通过林区时不再砍伐线路运行通道，而是以高塔跨越通过，但仍需对塔基处的树木进行砍伐，所以，输电线路的建设不可避免地对所在地区的林业生态环境产生一些影响。但是，由于其影响量和所经之处的整个林业生态系统总量相比很小。而且，工程建设所砍伐的树种主要是栲树、云南松、华山松等，这些树种在当地分布广泛，且不是保护树种。因此，输电线路的建设对林业生态系统的影响不是系统性影响，影响范围和影响程度都不大。

7.4.1.4 对陆生动物的影响分析

工程建设对野生动物的影响主要发生在施工期。工程施工将破坏、占用动物的栖息

环境，限制部分陆生动物的活动区域、觅食范围等，从而对陆生动物的生存产生一定的影响。本工程变电站都属于扩建工程，因此，对野生动物影响主要是高压输变电线路建设。输电线路建设由于需要避开城镇等开发程度较高的区域，线路架设很可能经过自然植被状况较好、野生动物资源较丰富的区域，因此，线路施工建设对野生动物及其生境有一定影响。

（1）对两栖爬行类的影响

项目施工对两栖类和爬行类的影响主要发生在塔基土石方工程和布线施工区域：施工活动对两栖类、爬行类的栖息地生境造成干扰、破坏，施工简易道路、临时占地通道造成生境破碎化趋势增加，导致栖息地功能降低、消失，迫使两栖类、爬行类寻找其他合适生境；施工人员可能对两栖动物和爬行动物猎杀。工程施工对两栖类、爬行类的重大影响突出表现在影响其繁殖行为。由于此二类动物繁殖时对某些生境条件特别是水环境条件的依赖性很强，水环境有时甚至是必须条件。而项目施工的一系列活动，如砍伐灌丛铺设临时便道、土石方作业等，会对林内水分条件以及小范围内水文分布产生显著影响，主要表现在局部湿度显著降低、隔断溪流、小集水处被填埋等。在这些影响的共同作用下，部分两栖类、爬行类迁移到周边适宜生境，必然对有限的生态位和生存资源进行竞争，从而加大了环境压力，改变了食物链某些环节的强度，最终导致处于某些层次上的生物物种的种群数量减少甚至消失。工程实施造成的影响将暂时使得施工区域内两栖类和爬行类迁移，从而减少该区域此二类生物的种类和数量；施工期间，进入周边适宜生境的两栖类和爬行类使得环境生存压力加剧，食物链结构改变。从大范围来看，输电项目建设基本属于点线型，仅在变电站和塔基附近造成极小范围的片状改变，因此没有显著改变两栖类和爬行类生物在该区域的大生境条件。施工活动结束后，随着自然生态环境的恢复和重建，水热条件得以恢复，同时消除土石方工程对溪流、小集水处的持续影响，工程建设对两栖类和爬行类物种的影响逐步消失。

（2）对鸟类的影响

施工简易道路、建设铁塔和施工人员活动对生境造成干扰和破坏，造成鸟类领地范围的改变、生态位的占有、栖息地功能减弱及丧失，总的结果是输电项目建设时，工程评价区内鸟类的种类和数量有所减少。但由于大多数鸟类会通过飞翔和短距离的迁移来避免伤害，而且本项目的施工点较分散，所以工程建设对鸟类的影响不大。施工结束后，植被恢复、重建使得栖息地功能逐步恢复，影响生存竞争的人为因素消失，在项目区活

动的鸟类会重新分布，因此输电工程对鸟类的长期影响较小。

（3）对兽类的影响

施工人员的施工活动，如施工便道、施工机械噪声等干扰兽类栖息地生境，生境有破碎化趋势，迫使兽类迁移、减少遗传交流通道、降低遗传交流强度；施工中，施工人员活动留下的食物残渣和垃圾会吸引啮齿类在施工区域聚集，从而侵占其他兽类在该区域的生态位；迁移到它处的兽类将争夺有限的生存空间，自然选择强度加大，降低了生存能力相对较差种群的可持续发展能力；施工人员可能捕杀兽类。兽类的迁移能力将使其避免施工造成的直接伤害；施工活动结束后对线路施工场地和附近生态环境进行恢复和重建后，原有栖息地生态条件得以重建、生境破碎化因素消除，迁移或迁徙至他处的兽类可能会回归，因此工程建设对兽类的短期影响不可避免，但长期影响很小。

7.4.1.5 对林业、农业的发展影响

（1）对林业的影响

本工程输电线路沿线林业资源较丰富。在林区内施工架设电线时，采用高跨方式的张力放线，杆塔呼高在30m以上，不砍伐通道，以减少对植被的破坏。林区内塔基永久占地，将砍伐一些乔灌木树种如高山栲、云南松等，这些树种均为常见的种类，它们分布广、资源丰富。且单塔塔基占用林地面积约为120m^2，故砍伐量相对较少，因此不会降低群落的生物多样性、造成大幅度的森林面积、森林蓄积量、生物量的减少。虽然在林区中砍伐了一些乔灌木树种，使森林群落的垂直结构发生改变，在林区内部形成“林窗结构”，使塔基周围处的微环境如光辐射、温度、湿度、风等因素发生变化，为喜光植物的生长创造了有利的生境条件，但由于砍伐面积小，因而不会促使森林群落的演替发生改变和地带性植被的改变。

施工临时占地如牵张场等，一般选择占用荒草地等，对于林草植被较密的地段采用架高铁塔及打炮等技术，不用人工牵引以减少对树木的砍伐和压占灌草丛，避免引起群落层次的缺失和群落结构的变化；施工结束后，将根据当地的土壤及气候条件，选择当地的乡土种进行恢复。因此本工程临时占地对森林资源的影响较小，并且影响是短期的、可恢复的。

输变电的铁塔实际占地仅限于其4个支撑脚，只砍伐塔基范围内少量的树木，并将向林业部门交纳植被恢复费，由林业部门采取异地造林等补偿措施，最大程度的减少林地损失。

（2）对农业的影响

线路工程对农业生产的影响主要是塔基占地。塔基基础的开挖，塔基占地处的农作物将被清除，使农作物产量减少；另外塔基挖掘土石的堆放、人员的践踏、施工机具的碾压，亦会伤害部分农作物，同时还会伤及附近植物的根系，影响农作物的正常生长。

此外，塔基开挖将扰乱土壤耕作层，除开挖部分受到直接破坏以外，土石方混合回填后，亦改变了土壤层次、紧实度和质地，影响土壤发育,降低土壤耕作性能，造成土壤肥力的降低，影响作物生长。因此，施工时首先应尽量保存塔基开挖处的熟化土和表层土，并按照土层的顺序回填，松土、施肥，恢复为农用地，最大程度的减少对农业生产的影响。

本工程线路沿线大多为山区，农业生产条件差，农业生产量低，且线路经过农业区域的路径很短，因而影响有限。所以，线路对农业生产影响较小。

7.4.2 运行期生态环境影响评价

7.4.2.1 运行期对植被的影响分析

输电线路一般不会对沿线的物种、群落及植被造成不可逆的影响。其对植被的影响主要表现为对土地的占用、植被的扰动和破坏；而在运行期，线路对植被的影响则主要体现在塔基处对土地的永久占用上，但单塔占地面积平均一般为120m^2，平均档距约400～500m，在整个线路上具有占地面积小、排列分散的特点。随着施工的结束，线路塔基永久占地区除硬化部分的区域将采取绿化措施，增加植被覆盖；线路临时占地也采取绿化或复耕措施。在运行期，输电线路对沿线植被不再产生影响，并且由于自然植被都有一定的自我更新和修复能力，工程施工完成后破损或被干扰的植被将会逐渐恢复。因此规划输电工程的建设不会造成植被的大面积集中破坏。

7.4.2.2 运行期对动物的影响分析

（1）对两栖爬行类及兽类的影响

输电线路对兽类和两栖爬行类等陆生动物的生境和活动起着一定的阻碍作用，陆生动物的时空活动范围受到限制。小型陆生动物特别是啮齿类因本身的生物学特性，其活动的时空范围有限，因而受到的限制作用会更大。塔基占地会对一些小型兽类的栖息地造成不可逆的破坏。正面效应为人类的活动也会为小型陆生动物如伴随人类居住生活的啮齿类动物带来更多的食物来源。

输电线路的分离和阻隔作用不同于公路和铁路项目，由于其塔基为点状分布，两塔之间距离一般为500m 左右，杆塔之间为架空线路，不会对迁移动物的生境和活动产生真正的阻隔。工程运行后，陆生动物仍可自由活动和穿梭于线路两侧。输电线路运行期人为活动很少，仅为线路安全运行考虑配置有巡线工人，且巡线工人数量少，其巡线活动有一定的时间间隔，不会因为人类活动频繁而影响陆生动物的栖息和繁衍。

项目运行期间，由于输变电线路的建设在保护区的实验区，不是雪豹的主要生活区域，故电流的噪声和电磁辐射不会对其造成影响。

（2）对鸟类的影响

鸟类一般具有很好的视力，它们很容易发现并躲避障碍物，在飞行途中遇到障碍物都会在大约100-200m 的距离下避开。同时，输变电工程杆塔为较高大的人工建构筑物，这些设施的建设在一定程度上为某些喜欢在高处筑巢的鸟类提供了有利的栖息环境。

7.4.3 本工程对生态敏感区影响的预测评价

7.4.3.1 对水源保护区的影响

让工程沿线穿越1处饮用水水源保护区。工程在施工期、运行期对饮用水水源保护区可能产生的影响如下：

（1）施工期

线路施工期对水源保护区的影响主要来源于塔基施工降雨淋溶水、施工人员的生活污水，牵张场降雨淋溶水等。

线路穿越该水源保护区的准保护区2.4km，立塔5基。距离二级保护区约0.35km，距离一级保护区约1.24km，距离取水口约1.34km，工程建设对该水源保护区水体基本无影响。塔基施工降雨淋溶水主要污染物为SS，采取相关措施后，对饮用水水源保护区影响很小；施工人员在保护区范围外租用民房，一般情况下，生活污水经化粪池处理后，作为周边农田肥料使用；部分靠近城镇的地方则进入生活污水处理厂纳污管网，不会对保护区造成影响；牵张场采取优化布置，避免布置在水源保护区内，不会对饮用水水源保护区造成影响。

（2）运行期

工程运行期间直流线路本身无废水产生，可能少量的固体废物主要来自线路维护人员生活垃圾。维护人员需将产生的生活垃圾袋装运出保护区范围，运至附近垃圾收集转

运场所，有当地环卫部门统一清理处置，不会对水源保护区产生影响。

线路建设对水源保护区的影响分析见详下表。

表 7-17 本线路工程对水源保护区的影响

序号	保护区名称	穿（跨）越情况	是否涉及水域	是否立塔（陆域）	对水体功能的影响
1	布拖县木切勒黑山木嘎求史集中式饮用水水源地保护区	穿越水源地准保护区 2.4km	不涉及	立塔	影响很小；不影响水体功能

7.4.3.2 对生态保护红线的影响分析

本工程拟建线路路径经优化后仍不可避免地穿越凉山—相岭生物多样性维护—水土保持生态保护红线，不穿越该生态红线，不在生态红线区域内立塔，采取跨越的方式通过，跨越长度总计约 420m，不在红线内占地，因此工程建设对红线的影响有限。

7.5 对景观的影响

7.5.1 景观现状与评价

7.5.1.1 景观现状

本工程线路途径四川省的凉山州的布拖县、昭觉县、美姑县、普格县和西昌市。线路沿线主要地貌类型为：河流阶地、漫滩、长垣状丘垄、浅－中切割中低山、褶皱中山，构造溶蚀中山地形。沿线海拔在 1000～3500m 之间，地形坡度一般在 20°~ 45°，地表多为耕地、林地、草地。

根据拟建输电线路项目沿线区域气候、地貌、植被及人类活动的影响特点，结合现场调查情况来看，可将沿线景观类型划分为农田景观、林地景观、灌草丛景观、河流景观、河谷阶地景观、农村居民点景观及道路景观等。沿线主要景观构成见表 7-19。

表 7-18 拟建输电线路项目主要景观类型构成表

景观类型	景观组成
农田景观	旱地、水田
林地景观	高山栲、云南松、稀树草丛、禾草草甸
灌草丛景观	灌木草丛、稀树草丛、禾草草甸
河流景观	美姑河、金沙江景观
河谷阶地景观	美姑河河谷、金沙江河谷

农村居民点景观	沿线各乡镇、村庄
道路景观	S208省道、S307省道及各条乡道、村庄道路。

7.5.1.2 景观敏感性评价

景观敏感性是景观被注意到的程度，它是景观醒目程度的综合反映。景观敏感性较高的区域或部位，即使受到轻微干扰，也会对视觉造成较大的冲击，因而应作为重点保护区域，即景观敏感点。景观敏感性采用视距、相对坡度、特殊性、相融性以及出现几率等指标分级进行综合评价。

（1）视距

视距指从输电线路视点至所视景物的最短距离。按视距分为近景（0m~400m）、中景中景（400m一800m)和远景（<800m一1600m)，分别得3分、2分、1分。

（2）相对坡度

景物表面相对主视线的坡度为相对坡度。景观表面相对于观景者视线的坡度越大，景观被看到的部位和被注意到的可能性也越大。相对坡度指标划分为坡度为90°、坡度为60-90°之间、坡度为30-60°之间、坡度为0-30°之间、坡度为0°等5级，分别得4分、3分、2分、1分、0分。

（3）特殊性

特殊性指景观的重要性和地位，一般用来评价国家法律、法规、行政规章及规划确定或经县级以上人民政府批准的需特殊保护的地区，如自然保护区、风景名胜区、森林公园、地质公园、世界遗产区、历史文化保护地等特殊性价值。特殊性分为世界级、国家级、省（直辖市)、地级市、县市级及县市级以不等6级，分别得5分、4分、3分、2分、1分、0分。

（4）相融性

相融性指视觉上输电线路和铁塔与周围环境的融合程度，可划分为不相融、较不相融、中度相融、高度相融，分别得4分、3分、2分、1分。

（5）出现几率

景观在观景者视域内出现几率越大或持续的时间越长，景观的敏感度就越高，则景观及其附近的人为活动可能带来的冲击就越大。出现几率可划分为总是出现、常见、偶尔出现、很少见等4级，分别得3分、2分、1分、0分。

根据上述指标，对沿线主要景观类型逐一进行评分，评价结果见下表7-19。

表 7-19 拟建输电线路沿线景观环境敏感性指标评分表

指标	景观类型						
	农田景观	林地景观	灌草丛景观	河流景观	河谷阶地景观	农村居民点景观	道路景观
视距	1	3	2	1	2	1	1
相对坡度	2	1	1	3	2	2	3
特殊性	0	4	0	2	4	0	0
相融性	3	2	3	3	3	3	3
出现几率	1	3	3	1	2	3	2
合计	7	13	9	10	13	9	9

从表 7-23 可以看出，林地景观、河谷阶地景观得分最高，为 13 分，表明其敏感程度最高，输电线路和铁塔的建设对其有轻微的干扰，可能在输电线路运营期对旅游者有一定的视觉冲击力。其次为河流景观、灌草丛景观、农村居民点景观、道路景观，得分为 9-10 分；最低得分为农田景观，得 7 分。这些景观类型敏感性主要属于 II、III 级别，其敏感性一般（表 7-20）。

表 7-20 沿线景观环境敏感性指标评分表

级别	I	II	III	IV
评分	16-14	13-10	9-5	4-2
观赏者对该目标的关注程度	极为关注	非常关注	较为关注	较少关注
景观敏感目标类别	高度敏感	次高度敏感	中级敏感	低敏感目标

（6）景观敏感度分析

从这些景观类型评价指标可以看出，除了特殊性指标外，其他 4 个指标在这几种景观类型中相差不大，说明影响这些景观类型敏感程度高低的主要与景观的特殊性有关。

根据特殊性的定义，本工程输电通道沿线地区与工程线路邻近的需特殊保护的地区主要有凉山-相岭生物多样性维护-水土保持生态保护红线。在布拖县穿越木切勒黑木嘎求史集中式饮用水水源地保护区等 2 处生态敏感区。植被类型为植被类型为林地和灌草丛，植被主要有高山栲、云南松等乔木，地盘松、黄荆、马桑等灌木和黄茅、余甘子稀树草丛、穗序野古草禾草草甸，这些植被在该区域属于常见种，为一般林地

植被景观，敏感度一般。

可见，线路沿线涉及到2处敏感区，影响到的景观范围的敏感度均一般

7.5.2 对各景观类型的斑块数量的影响

景在景观结构单元中，通常分为3种基本组分，即斑块、廊道和基质。斑块泛指与周围环境在外貌或性质上的不同，并具有一定内部均质性的空间单元，斑块泛指与周围环境在外貌或性质上的不同，并具有一定内部均质性的空间单元，斑块可能是植物群落、居民点、沙地、裸地等。廊道是指景观中与相临两边环境不同的线性或条带结构，如河流、道路、峡谷等。从景观生态学结构与功能相匹配的观点出发，结构是否合理决定了景观功能状况的优劣。基质则是景观的背景地块，是景观中一种可以控制环境质量的组分，在很大程度上决定了景观的性质，对景观的动态起着主导作用。

通过对农田景观、林地景观、灌丛景观、草地景观、河流景观和农村居民点景观建设前后斑块数的对比分析发现，建设前后斑块数变化大小依次为：林地景观>灌丛景观>农田景观>草地景观。可见，本工程建设主要破坏了林地景观、灌丛景观、农田景观和草地景观等4种景观类型，这些景观类型是四川西南区域常见类型。

表7-21 对影响评价区内现有景观类型建设前后斑块数对比表

景观	斑块数量（建设前b）	斑块数量（建设后a）	变化（+-）a-b	变幅（%）（a-b）/a
农田景观	143	185	42	22.70
林地景观	35	56	21	37.50
灌丛景观	34	52	18	34.62
草地景观	120	147	27	18.37
河流景观	3	3	0	0.00
农村居民点景观	4	4	0	0.00
合计	339	447	108	24.16

7.5.3 对原有景观美学价值的影响

项目的工程建设在施工期间产生的噪声、建材运输和机械燃油尾气、 施工扬尘造成的大气污染、施工带来的生产及生活垃圾污染等将短期影响景观原本的自然性；同时，项目建设并未造成基质景观的改变和分割，不会对现有景观的美学价值造成破坏。而且，升级改造后可以改善项目区周边群众生活有实质性的改善。

综上所述，项目在建设期由施工产生的噪声、建材运输和机械燃油尾气、施工扬尘造成的大气污染、施工带来的生产及生活垃圾污染等会对当地景观造成一定程度的影响，减小现有景观的美学价值，但影响是直接的、可逆的、短期的，随着施工结束这些影响会自动消失，从长远看，项目建设不会造成评价区现有景观的毁灭性破坏和景观面积的大幅度减少。

7.6 规划工程对沿线生态系统完整性及演化的影响评价

生态系统完整性是资源管理和环境保护中一个重要的概念，主要指生态系统具有支持和维持平衡的、完整的、适应的生物群落,与一个区域的自然生境相比，具有物种结构、多样性和功能组织的能力。它主要反映生态系统在外来干扰下保持自然状态、稳定性和自组织能力的程度，是生态保护的核心价值和原则。

外界压力和反映系统自组织能力的生物、物理、化学完整性和生态系统功能等对生态系统的完整性有良好的指示作用。对生态系统完整性的评价包括对生态系统压力、生态系统结构功能评价两个方面，该输电工程对所经区域生态系统完整性可能造成的压力及其评价指标见表7-23，评价生物群落完整性和生态系统功能所用的备选指标如表7-23所示。

7.6.1 工程建设造成生态系统压力的分析

我们采用了表 7-22 中的指标，本工程可能对区域生态系统造成的压力进行了分析。

表 7-22 生态系统压力评价相关指标

压力来源	压力组成	备选指标
资源利用	土地利用	土地利用变化；土地覆盖指数；不同土地覆盖类型面积和所占比例；输电线网密度；自然生境破碎化指数
	野生动物和鱼类捕获	野生动物捕获量；鱼类捕获量
	木材砍伐	木材砍伐量
污染物排放	固体废物排放	单位面积土地接纳固体废弃物总量；单面面积土地接纳生活垃圾总量
	废气排放	废气排放总量
	废水排放	单位面积土地接纳工业废水总量；单位面积土地接纳生活污水总量
	电磁影响	输电线路产生的电磁影响程度
	噪声	输电线路产生的电磁噪声的分贝

（1）对资源利用的压力

如前所述，规划工程属于普通的高压输电工程，塔基地面较小且较分散，不会对当地土地利用状况、土地覆盖程度造成较大压力；也不会改变不同土地覆盖类型所占的比例；由于该迁建工程是线性工程，并且主要沿着区域景观的廊道——G318国道、G214国道、S306省道、X401县道及乡村道路走线，因此不会造成自然生境破碎化。在施工前通过对施工人员的教育，尽量避免和减少对当地动物的惊扰和捕获，该工程也不会对当地野生动物的数量和活动造成明显压力。工程路径方案在规划时已尽量避让了沿线的主要林木密集区，虽然工程在实施过程中会砍伐一些树木，但所砍树木均为当地常见树种，且所砍树木较分散，另外当地林木蓄积量巨大，工程在经过茂密的林区时又采取了绕行、加高塔身等措施减少了对树木的砍伐，因此工程的实施不会对森林资源造成大的压力。

（2）污染物排放对生态系统的压力

规划输电工程产生的污染物主要是施工过程中产生的弃渣、运输车辆产生的废气、施工人员产生的生活垃圾和污水，以及输电线运行时产生的电磁辐射和电磁噪音。由于输电线施工时间较短、人员较少、施工地点较分散，产生的弃渣、生活垃圾和污水较少，对于弃渣和生活垃圾采取运离施工地点的措施来处理，因此工程的实施产生的污染物不会对生态系统产生大的压力。如前所述，工程运行产生的电磁辐射和电磁噪声不是很严重，且影响范围很小，不会影响植物的生长和动物的活动，因此对生态系统造成的压力很微弱。

7.6.2 工程建设对当地生态系统完整性影响的评价

在外来压力干扰下,生态系统在自组织过程中可能存在5个演替方向：①生态系统维持原有的状态，其耗散结构和完整性没有受到影响；②生态系统沿着热力学分支返回到早期的演替阶段,耗散结构发生变化,其完整性受到一定程度的影响；③生态系统经过分歧点沿着新的热力学分支产生新的耗散结构,其完整性受到一定程度的影响；④生态系统演替到某一状态点后发生灾变,然后沿着新的热力学分支形成新的耗散结构,其完整性在受到严重破坏后,通过系统的自组织作用,经过一段时间后,在一定程度上得到修复；⑤生态系统崩溃,系统的完整性完全被破坏。对输电线路工程可能对该地区生态系统完整性及演化产生的影响进行以下分析：

（1）对生态系统稳定性的影响预测

生态系统稳定性是指：1）表现为生态系统因受外界干扰而产生的持久性和抵抗性；2）表现为生态系统受到内部扰动后回归到原始状态的能力，即恢复性。

施工期间，工程占地将破坏占地区的地表植被，破坏土壤，使工程占地范围及附近区域的非生物环境发生改变，使局部区域能量流动和物质循环能力降低。此外，施工作业中挖掘、运输等活动会产生粉尘、噪声、废气，使得施工区附近各类生态系统的生产力有所降低，也会直接或间接影响生态系统中消费者的栖息环境，可能会导致系统内原有的某些物种迁移。加之草地生态系统所处的立地条件相对较差，系统本身的稳定性不高易受外界环境影响，工程建设可能使草地生态系统发生改变，物种丰富度降低，群落结构发生改变。

各类施工活动结束，项目施工人员和施工车辆撤出施工区，人为干扰活动减弱，在施工期迁徙出评价区域的各类生物，运营期会陆续回到原栖息地及其附近区域，使评价区域的物种丰富度接近建设前状态，临时占地区经过植被恢复以及道路边坡的绿化，也会逐渐趋于稳定。

综上，工程对保护区内生态系统稳定性的影响预测为小。

（2）对生态系统完整性的影响预测

由于规划输电线路基本沿着公路走线，人为干扰严重，动物的种类较少，而且工程施工时间短、施工场地小且较分散，兽类等哺乳动物又对环境具有一定的自我调节能力，会通过迁移来避免项目施工对其造成伤害。工程为高空架线，塔基所占面积较小，不会对陆栖的无脊椎动物（昆虫）的数量和活动产生明显影响。施工活动将会对鸟类栖息地生境造成干扰和一定程度破坏，施工人员生活活动对鸟类栖息地也会造成干扰和破坏。由于鸟类迁移能力很强，这些影响将使部分鸟类迁移它处，远离施工区范围。一般鸟类飞行高度在500m左右，大大高于送电线路的高度（一般在60m以内），因此输电线在运行过程中不会对鸟类的飞行产生很大影响。据调查，线路工程对所跨越水体均为直接跨越，不在水中立塔，在水中也不进行施工活动，因此工程建设对水生动植物的生长不会产生影响。输电工程的塔基占地面积小且较分散，对植被的破坏面积较小，砍伐的林木较少，不会造成植物物种多样性的降低和濒危保护植物的丧失。由此可知，该输电工程的建设不会影响哺乳动物、鸟类、无脊椎动物及植物的种类组

成和数量，工程施工期对生态系统完整性的影响预测为小。

工程建设完成后，工程永久占地区将持续存在，对生态系统的完整性影响仍然存在，但随着施工人员和机械的撤离，人为活动对生态系统完整性产生的影响逐渐减弱。因此，工程运营期对生态系统完整性的影响预测为小。

综上所述，工程建设对保护区内生态系统完整性的影响预测均为“小”

（3）对生态系统多样性的影响预测

生态系统多样性是指生物圈内生境、生物群落和生态过程的多样化以及生态系统内生境、生物群落和生态过程变化的多样性。工程占地造成评价区域地表植被减少，将使评价区域植被数量减少，施工噪声和环境污染也将使部分野生动物远离施工区域，可能造成评价区域生物多样性有所降低。评价区域原有的草地生态系统，项目建设将略微缩小部分生态系统的面积，项目建成后评价区域内的生态系统组成类型不会减少。综合来看，项目建设不会对生态系统多样性造成明显影响，影响预测为小。

（4）对生态系统功能影响的评价

如前所述，规划输电工程的建设对植被破坏较小，也不会影响植被覆盖类型和植物的生长。因此，不会影响群落的生产力和生态系统的演替进程。工程为高空架线，也不会影响土壤的质量状况和有机质的分解率。因此，工程的实施和运行对生态系统功能的影响不大。

综上所述，规划输电线工程的实施不会对当地生态系统造成大的压力，不会影响生态系统的完整性和演替进程。

7.7 生态影响防护和恢复措施

7.7.1 恢复措施及技术

7.7.1.1 植被的恢复措施及技术

（1）对因施工期间破坏的各种植被和生境、临时占用的植被、渣场、料场及各种施工迹地，工程结束后应该按照占用植被类型尽量通过实施生态恢复措施使其逐步得到恢复；

（2）在植被恢复或其他生态恢复活动中，应该按照占用植被类型，依照“适地适树”、原生性、特有性、实用性的基本科学原则，种植当地生态系统中原有的重要的各种植物种类，乔、灌、草、层间植物有机搭配，从而恢复当地原有的森林植被；

7	合计	5117.73	100	

（3）在采集、收集种子或繁殖体时，要根据占用植被类型不同，不同树种和植物，注意选择具有生长正常、健壮、结实率高等优良性状的种源，以保证由此恢复的植物群落是健康正常的；

（4）不能营造单一树种的单优群落，要营造为混交林，以最大限度保证群落丰富的生物多样性；

（5）尽量利用自然更新的方式自然恢复植被，在恢复期间，在恢复地段四周设置围栏防止人、畜破坏。

表 7-23 工程占地类型及恢复植被选择

序号	植被类型	面积（hm2）	百分比（%）	可选择的恢复植被
1	针叶林	409.31	8.00	马尾松、楠竹、樟树、泡桐、桤木、水杉、枫杨、松、杉、柏等树种及油茶、油橄榄等经济林木；垂穗披碱草，老芒麦、早熟禾、燕麦等优良牧草。
2	阔叶林	135.23	2.64	
3	灌丛	1635.98	31.97	
4	草地	1097.04	21.44	
5	耕地	1817.23	35.51	水稻、小麦、玉米及蔬菜等。
6	水体	9.63	0.19	/
7	居民点用地	13.30	0.26	/

7.7.1.2 植物资源的恢复措施及技术

工工程的施工期对各种动物来说是一次大的干扰和影响，对于各种动物来说，尽量少砍树，多保留地被物，少挖方和填方，多保留原有的生态群落和生境类型，尽可能不在动物的繁殖季节中（如春季和夏季）施工或不进行爆破等发出大噪声的施工，是最好的环境保护措施。在恢复措施中最有效的是用当地的土著树木补种植以恢复原有的森林覆盖率和草灌覆盖率。

对于项目区分布的保护动物物种，除了加强施工人员的保护意识教育之外，对应运期的管理和教育，对项目区及周边地区当地居民的保护意识教育也很重要。应运期间对整个项目区域要加强综合管理和治理，如果能采取措施帮助当地居民真正解决盖房用材，生活用薪炭和能源，和大牲畜的饲料等，做到在项目区项目结束后10年内不动一草一木，则整个区域的生态环境会自然恢复。

7.7.2 生态影响的保护措施

7.7.2.1 植被保护措施

施工对植被的主要影响因素包括开挖以及临时占地对植被的破坏，及施工工人滥采滥挖等人为活动，针对这些影响因素，具体提出了以下保护措施。

（1）生态保护意识教育

加强施工人员的环境保护意识教育与生态保护法律法规宣传，要求文明施工，不得开展滥采滥挖滥伐等植被破坏活动，在自然保护区等生态敏感区施工时，要加强施工人员的监督管理，必要时请专业人员现场指导。施工过程中应注意外来物种的影响，杜绝施工材料中的木材引入外来物种。

（2）施工方式规范

合理组织塔基施工，选择科学的施工方式，减少临时占地面积；敏感区边界附近施工，牵张场地应安排在区外；采取斜拉牵张等占地面积小，对植被干扰较小的牵张方式；严格按设计占地面积、样式要求开挖，避免大规模开挖；缩小施工作业范围，施工人员和机械不得在规定区域外活动，施工便道宽度不得大于6m；施工材料有序堆放，减少对塔基周围的生态破坏；生活垃圾和建筑垃圾集中收集、集中处理，不得随意丢弃。实现挖填平衡，合理处置施工土石方。线路经过林地、果园、河流时，采用较小塔型、采取高塔跨越、加大铁塔档距等措施并选择影响最小区域通过，按照树木自然生长高度设置导线对地高度，减少建塔数量，以减少占地和林木砍伐，防止破坏生态环境和景观。

（3）落实施工占地生态恢复措施

1）本工程林区长度约有228km，树种以松树、杉树、栲树等为主，植被覆盖度较高，也有以黄荆、马桑等低矮灌木林为主，需特别注意对林木植被的保护。输电线路施工中，避让林木密集区与成片关键物种分布区，严格控制林木砍伐量，对无法避让地段，施工过程中可采取加高塔身、缩小送电走廊宽度等措施，以减少运行期“控高”措施导致的生物量损失；严禁破坏征地范围之外及不影响施工的林木，对施工中破坏的林草地要进行人工补种和抚育。

2）塔基占地实质上仅限于四个支撑脚，其它地方进行植被自然恢复，促进塔基附近植被和地貌恢复原貌。对永久占地开挖的表土要进行剥离，采用土工布覆盖防护以减少风、水蚀。施工结束后作为开挖占地的植被恢复用土。

3）对临时占地，施工完成后，应尽快实施植被生态恢复，并加强抚育管理。在山

区，设置排水沟、挡土墙、设置护坡等小型水土流失防治工程，施工后期进行土地整治、复垦或撒播草籽完成生态恢复或修复。

4）对于新修临时道路，应避让树木，减少林木砍伐，临时道路避免硬化，减少径流系数，降低水土流失量。在工程施工结束后，临时道路占用林地应及时进行整治与恢复；对于草地和荒地，可播种一些草籽或种植灌木。

5）施工工序布设要紧凑合理，避免因工序安排不当而造成的大面积地表裸露；施工现场专设生态工作负责人，要从水土保持与生态恢复角度，合理协调安排施工程序，对各项产生水土流失潜在危害的施工，在危害产生前预防治理。

7.7.2.2 动物保护措施

（1）加强施工人员的教育和管理，加强施工生态监管。禁止将生活垃圾堆放在敏感区内；教育施工人员不要捡拾鸟卵、捕捉野生动物及其幼体。敏感区附近施工时，避免进入，因施工要求必须进入的，缩短在区内停留时间，禁止非法进入缓冲区和核心区，禁止无关人员随意进入施工现场区，禁止越界施工。

（2）严格执行敏感区保护法律法规，占用敏感区土地，要与主管部门协商，确定生态最优可行方案。

（3）施工现场设置警示牌和宣传牌，提醒施工人员和过路人员保护野生动物，避免野生动物侵入。

（4）根据野生动物活动规律，合理规划协调施工工期，最大限度避开野生动物的重要生理活动期，如繁殖期（5～8 月）中的高峰时段。

（5）大多数野生动物在早晨、黄昏和夜晚外出觅食，应做好施工计划，尽可能避免上述时间施工。

（6）施工点应避开野生动物活动通道，无法避让的应提高施工工地管理等级，减缓对其影响。

（7）为减少对当地两栖、爬行动物的影响，线路工程跨越水体时施工场地应远离水体，并禁止将施工废水直接排入水体。

（8）要合理控制施工范围，控制施工噪声，减轻对野生动物的不良影响。施工机械、车辆等需要修理或维护时，安排在敏感区外进行，减小直接干扰。

（9）重视夜间运输车辆灯光对野生动物的影响，野生动物保护区及频繁出没线段，要合理设置交通运输线路，严格控制在敏感区界的夜间施工。

（10）加强施工期受伤野生动物保护和救治，遇到地栖型鸟类应诱导其离开施工区，加强与当地野生动物保护部门的联系，遇到受伤野生鸟类与兽类，联系保护机构救治。

7.7.2.3 景观影响防护措施

（1）线路穿越区段生态完整性较好，途径观赏度高的自然景观区域时，根据工程的实际情况，应适当的改变铁塔的位置，利用距离来减弱输电线路以及铁塔对视觉的冲击，并利用自然山体阻隔视线。

（2）塔基应尽可能减少占地面积，塔型应减小空间体量，配合植被修复，减少施工过程中土地裸露引起的视觉突兀。

（3）施工生活垃圾不能随意堆弃，及时收集，集中统一处置，避免对沿线景观环境造成破坏。

（4）施工期的临时堆、拌料场，不能设在沿线的河边湖畔与湿地内。临时堆料场选址要隐蔽，不占用高生态价值用地，并要及时遮挡与恢复。

（5）尽量使用现有道路作为施工便道，新修建施工便道时应尽量避免道路硬化，减少对自然环境的破坏和对自然景观的潜在影响。

（6）为保护沿线景观，建议沿线视线内不设取、弃土场，取、弃土场应选择在山坡背面，以平取为主，且要加强取土期间的水土保持与取土后的生态修复，恢复自然景观。

（7）施工要避免占用主要旅游通道，选择淡季施工，减小对旅游景观的干扰。

7.7.2.4 农业生态保护措施

（1）减少耕地占用，尽可能占用耕田边角的荒地与草地等。

（2）塔基必须征用基本农田时，应按照《基本农田保护条例》，办理征地手续，缴纳耕地开垦费，由当地政府修改土地利用规划，补充划入数量和质量相当的基本农田。

（3）跨越耕地的线路进行塔基定位时，应结合地形特点实施优化，尽量使塔位不落入耕地，或减少落入耕地中心的塔位，使塔位落于农田边角，减少对耕作的影响。

（4）施工中，应保存塔基开挖处熟化土和表层土，将表层熟土和生土分开堆放，临时堆土应堆放至田埂或田头边坡，不得覆压征用范围外农田，回填时按照土层顺序实施。

（5）工程施工过程中，加强施工管理，减少水土流失。尤其是夏季，天气易变、雨水较多，松散土料极易随水流失，不易露天大量堆放。

（6）施工后应根据不同区域特点采取植被恢复措施，部分临时占地可先种植绿肥作物，土壤肥力恢复后，恢复为农田。

（7）加强对施工队伍的管理，严格各项规章制度，教育施工人员注意保护环境、提高环保意识，避免施工机械、人员对占用场地周围其他农田的破坏。

7.7.2.5 生态保护红线的保护措施

（1）优化线路方案，尽量避绕生态保护红线区域，避免对红线区域内生态环境造成影响；优化施工方式和施工时间，控制施工作业带宽度，尽可能减小施工对生态红线范围内的动植物及其生境等产生的影响

（2）生态保护红线范围内控制施工作业带宽度，尽量少破坏植被，少占用土地资源，以免引起评价区的植被资源减少，破坏动物栖息地；塔基施工时需控制施工范围，对占地红线范围内的表土进行剥离存放，用于绿化恢复；临时堆渣场及时清运，控制其堆存规模及范围；减少渣土运输临时道路的建设并控制新开道路宽度。

（3）严格遵守科学文明施工要求，禁止野蛮作业，工程车辆运输等应控制噪音及粉尘，减少施工漏油、工程污水对环境污染；严控区内施工人员生活垃圾及建筑垃圾等外运至严控区范围外处理；加强施工人员的野生动物保护宣传和执法管理。

7.7.2.6 工程穿越饮用水水源保护区的保护措施

1）水源保护区内禁止设置施工营地、牵张场、取弃土场等，尽量减少开辟施工便道。

2) 在施工区域和饮用水源保护区水体之间设置编织土袋，避免废水、废渣进入水源保护区水体造成污染。

3) 混凝土拌和场地、施工生活营地等产生废水的临时占地及物料堆场、临时堆土场不得设置在保护区范围内，防止施工废水排入附近河流或渗入地下。避免雨季施工，防止地表径流冲刷影响到保护区的水源水质。

4) 在饮用水水源准保护区内施工时，严格控制施工带宽度，并要求各种机械和车辆固定行车路线，不得随意另辟道路，不得在水源保护区内冲洗或检修车辆，尽量减少水源地的影响，不在水源保护区范围内弃土弃渣，塔基开挖临时堆土及时回填，加强占地生态维护与管理。

5) 对于邻近水源保护区边界的塔基，所有施工临时占地应布设在远离水源保护区一侧。该处立塔施工应采用座地摇臂抱杆，减小施工占地面积。施工前应在水源保护区边界外5m 设置硬质围挡或彩条旗限界，施工人员、工器具、材料不允许进入水源地保护

范围。根据现场地形考虑在水源保护区一侧基础下边坡方向设置堡坎，防止基础开挖产生的土石向水源保护区滚落；临近水源地保护区的基础开挖产生的土石不允许在坑口下边坡方向堆放。

6) 严格划定施工范围，在水源保护区周围设置警示牌，提醒施工人员要注意保护水源地水生环境，禁止施工人员及施工车辆随意进入水源保护区范围，防止对水源保护区地表的扰动破坏。

7) 施工单位应编制风险防范和应急管理方案，在开工前开展水源保护区内的应急措施宣贯工作。

7.8 生态评价结论

（1）本工程途径四川凉山州5个县（市）。根据调查，拟建工程路径穿（跨）越的生态敏感区主要为2处生态保护红线区（凉山-相岭生物多样性维护-水土保持生态保护红线和金沙江下游干热河谷水土流失敏感生态保护红线）和1个水源地保护地（布拖县木切勒黑集中式饮用水水源地）。

（2）本工程输电线路工程所经区域自然植被类型主要有华山松、云南松、栲等针叶林、阔叶林，黄荆、马桑等灌丛和黄茅、余甘子、木棉等干热河谷稀树草丛和穗序野古草禾草草甸等，沿线植被类型和植被覆盖率随着海拔高度和气候区的变化而有所不同。本线路工程的实施，会对所经区域自然植被造成一定的影响，但是这些植被为评价区域内的常见种，分布地域广，而施工面积小，不会造成野生植物种类的大量丧失。

（3）本工程新建开关站、塔基永久占地共11.33hm^2，同时输电线路工程实施所引起的生物生产力的减少量非常低，只达到直接影响区生物生产力的0.13%，其影响程度是很小的。此外，拟建的输电线路在施工过程中修建的施工临时道路、牵引场所造成的临时占地17.99hm^2，造成了部分植被被破坏、或被临时占压和干扰，但这些临时占地影响仅是短暂的，工程完工后将进行生态修复。可见本工程施工对沿线的植被影响甚小。

（4）工程建设对评价区陆生植物的影响主要来源于施工期工程占地、施工扰动等因素。工程占地主要为林地、灌草地及耕地，但占地面积小，在有效的实施保护措施后，工程对植物多样性的影响较小。工程建设对工程影响区动物影响主要表现在两方面：一方面，工程占地、施工机械和施工人员活动直接侵占工程影响区野生动物生境或对其个体造成直接伤害；另一方面，工程施工将对生态环境造成一定程度的污染，从而间接的

影响到该区域野生动物的栖息。工程局部建设时间较短，且工程周围有相似生境较多，在采取相关保护措施后，严格控制工程施工和运营期的影响范围，工程对动物的影响可以控制在比较低的水平。本工程的建设对评价区自然系统生物量影响较小，对评价区自然生态系统的恢复稳定性、异质性和阻抗稳定性几乎不产生影响

（5）本线路工程的景观类型有农田景观、林地景观、灌草丛景观、河流景观、河谷阶地景观、农村居民点景观和道路景观等。这些景观敏感性一般。通过对工程建设前后景观斑块的分析发现，工程建设对景观大小影响依次为灌丛景观>林地景观>草地景观>农田景观，对这些景观的影响主要是塔基占地，而对河流景观主要是线路的跨越，几乎无影响。对原有景观美学价值影响也较小。

（6）本工程属于国家基础设施，输电线路不属于污染环境、破坏资源或者景观的生产设施，也不会排放污染物。工程设计对生态敏感区采取了尽量避让的原则，对无法避让的生态敏感区，进行了多方案的路径方案比选，确认设计推荐方案为满足当前保护区管理规定的最优工程方案。本工程与相关法律法规要求不相冲突，并根据要求开展生态敏感区专题调查评价工作，获得相关单位和部门的批准。在施工和运行过程中将采取积极有效的生态影响防护措施，将工程建设带来的负面影响减轻到满足国家有关规定的要求。本工程不涉及特殊生态敏感区、重要生态敏感区，不存在制约工程建设的生态问题。

从生态环境影响角度而言，本工程是可行的。

8 环境保护设施、措施分析与论证

8.1 环境保护设施、措施分析

8.1.1 设计阶段环保措施

本项目设计阶段采取的环保措施详见3.5节。此外，根据本次环境影响评价预测结果：

①单回水平排列

本项目单回线路（水平排列）通过耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所时，**导线对地高度不低于12m**，满足线下工频电场强度控制限值10kV/m要求。

本项目单回线路（水平排列）通过居民区时，**导线对地高度不低于14m**。由于输电线路评价范围的居民敏感目标均为1层斜顶房屋，为确保评价范围内各居民房屋达标，**按敏感目标距边导线水平距离的不同，相应的控制线路与房屋水平距离，或优化导线对地高度，确保各居民房屋工频电场强度小于4000V/m**。具体见下表及表6-47中相应要求。

表8-1 水平排列段线路在居民区不同导线高度电场强度达标位置表

导线对地高度（m）	工频电场强度降到4kV/m以下位置距边导线的水平距离（m）
	地面1.5m高处
22.0	—
21.5	22.88（边导线外3.88m）
21.0	25.40（边导线外6.40m）
20.5	26.69（边导线外7.69m）
20.0	27.65（边导线外8.65m）
19.5	28.42（边导线外9.42m）
19.0	29.08（边导线外10.08m）
18.5	29.64（边导线外10.64m）
18.0	30.13（边导线外11.13m）
17.5	30.56（边导线外11.56m）
17.0	30.94（边导线外11.94m）
16.5	31.28（边导线外12.28m）
16.0	31.58（边导线外12.58m）
15.5	31.85（边导线外12.85m）
15.0	32.08（边导线外13.0m）
14.5	32.28（边导线外13.28m）
14.0	32.45（边导线外13.45m）

根据表8-1中导线对地最低高度，结合初设阶段线路路径和现场调查结果，本项目单回线路（水平排列）通过居民区时，导线对地最低高度为14～22m，可满足敏感目标处工频电场强度小于4000V/m公众曝露控制限值要求。由于后期设计及施工阶段设计深化后路径仍有可能发生微调，设计单位需据电磁环境敏感目标处的实际情况参照表8-1对导线对地最低高度进行优化。

②单回三角排列

本项目单回线路（三角排列）通过耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所时，**导线对地高度不低于12m**，满足线下工频电场强度控制限值10kV/m要求。

本项目单回线路（三角排列）通过居民区时，**导线对地高度不低于14m**。由于输电线路评价范围的居民敏感目标均为1层斜顶房屋，为确保评价范围内各居民房屋处达标，**按敏感目标距边导线水平距离的不同，相应的控制线路与房屋水平距离，或优**

18.5	-22.78（边导线外 10.68m）	19.96（边导线外 3.25m）

化导线对地高度，确保各居民房屋工频电场强度小于4000V/m。具体见下表。

表8-2 三角排列段线路在居民区不同导线高度电场强度达标位置表

导线对地高度（m）	工频电场强度降到4kV/m以下位置距边导线的水平距离（m）	
	地面1.5m 左侧	地面1.5m 右侧
21.5	—	—
21.0	-15.40（边导线外2.8m）	—
20.5	-18.65（边导线外6.05m）	—
20.0	-19.94（边导线外7.34m）	—
19.5	-20.89（边导线外8.29m）	—
19.0	-21.64（边导线外9.04m）	10.80（边导线外0.05m）
18.0	-22.83（边导线外10.23m）	15.19（边导线外5.15m）
17.5	-23.31（边导线外10.71m）	16.08（边导线外5.33m）
17.0	-23.72（边导线外11.12m）	16.80（边导线外6.05m）
16.5	-24.09（边导线外11.49m）	17.40（边导线外6.65m）
16.0	-24.42（边导线外11.82m）	17.92（边导线外7.17m）
15.5	-24.70（边导线外12.1m）	18.37（边导线外7.62m）
15.0	-24.95（边导线外12.35m）	18.76（边导线外8.01m）
14.0	-25.36（边导线外12.76m）	19.41（边导线外8.66m）

根据表8-2中导线对地最低高度，结合初设阶段线路路径和现场调查结果，本项目单回线路（三角排列）通过居民区时，导线对地最低高度为14m~21.5m，可满足敏感目标处工频电场强度小于4000V/m公众曝露控制限值要求。由于后期设计及施工阶段设计深化后路径仍有可能发生微调，设计单位需据电磁环境敏感目标处的实际情况参照表8-2对导线对地最低高度进行优化。

③同塔双回线路

本项目同塔双回线路通过耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所时，**导线对地高度不低于11.5m**，满足线下工频电场强度控制限值10kV/m要求。

本项目同塔双回线路通过居民区时，**导线对地高度不低于14m**。由于输电线路评价范围的居民敏感目标为1~3层斜顶、平顶房屋，为确保评价范围内各居民房屋不同楼层处达标，**按敏感目标距边导线水平距离的不同、楼层的不同，相应的控制线路与房屋水平距离，或优化导线对地高度，确保各居民房屋工频电场强度小于4000V/m**。具体见下表及表6-47中相应要求。

表8-3 同塔双回排列段线路在居民区不同导线高度电场强度达标位置表

导线对地高度（m）	工频电场强度降到4kV/m以下位置距边导线的水平距离（m）	
20.0	—	—
19.0	-20.55（边导线外1.35m）	15.07（边导线外1.27m）
18.0	-22.51（边导线外3.31m）	17.25（边导线外3.45m）
17.0	-23.77（边导线外4.57m）	18.58（边导线外4.78m）

16.0	-24.70（边导线外 5.5m）	19.54（边导线外 5.74m）
15.0	-25.40（边导线外 6.2m）	20.27（边导线外 6.47m）
14.0	-25.94（边导线外 6.74m）	20.83（边导线外 7.03m）

根据表 8-3 中导线对地最低高度，结合初设阶段线路路径和现场调查结果，本项目同塔双回线路通过居民区时，导线对地最低高度为 14～20m，可满足敏感目标处工频电场强度小于 4000V/m 公众曝露控制限值要求。由于后期设计及施工阶段设计深化后路径仍有可能发生微调，设计单位需据电磁环境敏感目标处的实际情况参照表 8-3 对导线对地最低高度进行优化。

8.1.2 施工阶段环保措施

施工期间施工单位应落实设计文件、环评文件及审批决定提出的各项环保要求；项目施工合同中应明确各项环保要求；各项措施和设施施工安装质量应符合有关文件要求；做好施工规划，控制施工范围，优化施工季节和施工方式，开展环保培训特别是生态环境保护培训，进行文明施工。

8.1.2.1 生态环境

8.1.2.2 植被保护措施与水土流失防治措施

（1）进一步优化线路路径和塔基定位，尽量选择植被稀疏处及生态价值较低的土地立塔，最大限度减轻植被破坏，降低对工程区域的生态影响。

（2）加强施工管理，开展生态保护培训，将生态保护纳入施工管理全过程，特别是针对密集林区附近的塔基建设提出施工场地设置、人员进出要求等内容。

（3）本项目线路工程全线拟采取机械化施工方式，施工临时道路新建将增加大量的土石方开挖及地表扰动，不可避免地扰动原地貌，破坏原生植被，在不采取有效影响减缓措施的前提下，将大大增加项目建设造成的植被破坏面积，可能产生因水土流失引发的边坡垮塌等问题。因此项目实施前，应加强施工道路规划，统筹施工布置，细化施工场地布设方案，尤其是对新建施工道路的规划，应充分结合已有道路和场地进行布置，减少新建施工道路长度及占地面积，施工中做好裸露边坡及临时堆土的防护措施。为尽量减小土石方开挖量和植被扰动面积，本项目考虑在土质松软的区域铺设钢板，便于施工机械通过的同时有效减小生态环境影响。

（4）对停放运输车辆和施工机械的地方采用棕垫隔离防护，减少机械机具临时占压导致的水土流失和植被破坏。牵张场、材料堆放场等临时场地尽量选择荒地或植被

稀疏处，使用前铺设彩条布或其他铺垫物，减少土地平整导致的水土流失和植被破坏。施工运输及作业严格控制在划定的运输路线和作业区域，减少施工临时占地，施工红线范围内尽量保留乔木、灌木植株，减小生物量损失。施工结束后对施工临时道路、牵张场、塔基施工临时占地等及时采取有效的复耕或植被恢复措施，减少可能产生的水土流失。

（5）线路工程将采取逐基测量塔基断面，根据具体塔位的不同地形采用长短腿配置及不等高基础，利用基础主柱外露不等长来调节塔位地形高差，尽可能使四个塔腿同原地形吻合，从而减少施工土石方量和植被破坏面积。

（6）禁止乱砍滥伐，做好物种保护，尽量避免砍伐施工通道；禁止施工人员随意砍伐施工场地外的林木；在施工中对施工人员进行教育和监督，严禁在植被较好的区域毁林采石、采砂、采土以及其他毁林行为；施工过程中遇有保护植物时，立即上报林业主管部门，按照林业主管部门管理要求采取就地保护、就近移栽或其他保护性措施。

（7）塔基基础开挖前，对塔基范围内的表土进行剥离，剥离的表土在堆土坡脚用品字形堆码土袋进行挡护，顶面用塑料布或密目网遮挡，施工结束后进行土地整治并回覆表土。

（8）处于一定坡度上的塔基，在其上坡面开挖永临结合截（排）水沟，防治水土流失。

（9）当物料堆存、设备安放场地无法避让植被较好地段时，堆存前或安放前应设铺垫措施。

（10）采用先进施工工艺，采用对植被和环境破坏较小的线路架设方法架设导地线，包括张力放线、无人机放线等，避免砍伐架线通道。

（11）施工完毕后，清除施工迹地内各种残存垃圾，对临时占用的耕地进行恢复，对临时占用的园地、林地和草地、塔基永久占地范围进行土地整治，并回覆表土，在施工过程中及施工结束后采取针对性的植被恢复措施，并保质保量的实施。对于水热条件较好的塔位及临时占地区域植被恢复尽可能利用自然更新；对确需采取人工栽种进行植被恢复的林草地，选择当地适生的草种进行恢复，严禁引入外来物种，并对栽种的植被进行人工养护。草种可选用狗牙根和高羊茅。

（12）林区及植被较好区域施工注意防火，施工人员严禁吸烟或其他容易引发火灾的行为。

（13）加强施工管理和人员培训，落实植被恢复等措施，不改变原有土地利用方式，不损害或破坏植被资源。

8.1.2.3 动物保护措施

（1）在项目建设期间，项目建设方必须加强对施工队伍及人员的野生动物资源保护方面的宣传教育工作，把保护责任落实到单位和责任人，建立完善的保护制度。

（2）加强施工人员野生动物保护教育，在项目区内特别是在林地区域内设置告示牌和警告牌，提醒施工人员不要大声喧哗，不要随意超出划定的施工区域作业，更不要非法捕猎野生动物，保护野生动物及其栖息地生态环境。

（3）选用符合国家标准的施工机具，尽量选用低噪声的施工机械或工艺，加强设备的维护和保养，保持机械润滑，震动较大的机械设备应使用减震基座，噪声值较高的施工机械尽量设置在有屏蔽的范围内作业，同时合理安排施工时间，从根本上降低噪声源，尽可能减少对野生动物的噪声影响。

（4）对于兽类：严格控制施工范围，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。

（5）对于鸟类：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，条件允许时一边施工一边进行植被快速恢复，缩小施工裸露面；同时应加强水土保持，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。

（6）对于两栖类：禁止将生产废水和生活污水排放至附近水体，加强对油料、燃料等重污染物质的安全责任制管理，严控泄漏事故对水质及两栖类产生影响。

（7）对于爬行动物：严防施工机械燃油及油污、废水泄漏对土壤环境造成污染；对施工废物要及时运出、妥善处理，防止遗留物对环境造成污染，防止对爬行动物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；冬春季节施工发现冬眠的蛇窝及其他动物冬眠地，应采取措施将其安全移至远离工区的相似生境中。

（8）严禁在施工区及其周围捕猎野生动物和破坏动物生境，施工过程中如遇有保

护动物，及时上报林业主管部门，在林业主管部门的指导下规范操作。

（9）按本章有关植被保护、水环境、声环境、大气环境及固体废物处置等保护要求，保护好野生动物生境。

8.1.2.4 声环境

（1）尽量选用低噪声的施工方法、工艺和设备，最大限度降低噪声影响，运输材料的车辆进入施工现场严禁鸣笛，装卸材料时应做到轻拿轻放。

（2）合理布置高噪声施工机械，采用噪声水平满足国家相应标准的施工机械设备或带隔声、消声的设备，控制设备噪声源强，必要时在施工场地周围设置围栏或围墙以减小施工噪声影响。

（3）合理安排施工时间，尽量避免夜间施工。如因工艺特殊情况要求，需在夜间施工而产生环境噪声污染时，应按《中华人民共和国环境噪声污染防治法》的规定，取得县级有关主管部门的证明，并公告附近居民，同时避免高噪音设备（如装载机、切割机等）作业。

（4）加强施工车辆在施工区附近的交通管理，当车辆途经附近居民点时，限速行驶、不高音鸣号。

8.1.2.5 大气

（1）加强物料、材料的堆放、转运与使用管理，合理装卸，规范操作。材料、物料堆场等定点定位，开挖土方集中堆放、及时回填，对临时堆放的水泥、砂石等建筑材料采用防尘布苫盖，周边进行拦挡；车辆运输土方、散体或粉状材料时，必须密闭、包扎或覆盖，避免沿途漏撒，并按指定路段行驶；施工期间需使用混凝土时，可使用预拌商品混凝土或者进行密闭搅拌并配备防尘除尘装置。

（2）及时洒水，避免扬尘。加强对施工和运输的管理，对施工道路（特别是临时施工道路）进行洒水；对进出施工场地的车辆应限制车速，控制车辆行驶扬尘；对工地内裸露地面或土方工程作业面进行覆盖或洒水降尘，特别是在大风天气应加大洒水量和洒水频次。遇到大风天气，应停止土方作业，同时作业处覆以防尘网。

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

8.1.2.6 固体废物

建筑垃圾及生活垃圾分类集中收集，定期运至环卫部门指定的地点处置，施工完成后及时做好迹地清理工作。

（1）变电站施工期的生活垃圾禁止在站外随意丢弃，利用临时设置或站内既有垃圾箱进行收集，并在施工区域放置若干临时性的垃圾箱，以方便施工现场生活垃圾收集。线路施工现场不设置施工营地，生活垃圾主要产生在租住房屋处，施工人员的生活垃圾采用垃圾袋或垃圾桶收集，集中收集后交由当地环卫部门统一清运处置，禁止在施工现场随意丢弃。

（2）临时堆土点远离水体，及时采取挡护、苫盖措施；临时土石方集中堆放、及时回填。剥离的表土全部回覆项目区表层用于植被恢复或复耕。对施工中的临时堆土，应集中、合理堆放，严禁随意弃置，余土运输过程中应采取密目网苫盖等措施，防止弃土洒落，遇干燥天气时进行洒水。塔基开挖余土在塔基范围内回填、夯实、平整，就地利用，施工结束后进行迹地恢复。

（3）不顺坡溜弃；不向附近水体排放工程弃土、废泥浆、废弃的混凝土、生活垃圾等施工废物；限制施工范围，不在施工范围外乱倒乱压植被。

（4）在农田和经济作物区施工时，对施工临时占地特别是砂石等施工材料等堆存处进行铺垫；施工结束后及时清理可能残留的砂石料、混凝土等建筑垃圾和生活垃圾以及临时堆土，并做好建筑垃圾清运、场地清理和迹地恢复，做到“工完、料尽、场地清”。

8.1.2.7 水环境

（1）施工单位要落实文明施工原则，不漫排施工生产废水。在混凝土搅拌、砂石料加工等施工区域，施工单位设置简易排水系统，并设置简易沉砂池，使产生的砂石料加工废水、施工机械和车辆清洗废水、建筑结构养护废水经收集、沉砂、澄清处理后回用，不外排；加强对施工现场使用带油的机械器具的检修和维护，采取措施防止跑、冒、滴、漏油；设立施工机械漏油事故应急预案，配备必要的器材和设备，施工过程中如发生漏油事故时应立即启动应急预案，及时收集后妥善处置；混凝土养护过程中不过度浇水，避免漫排。

（2）土建施工期应尽量避开雨季，施工尽量一次到位，避免重复开挖。对开挖的

土方和砂石料等施工材料以及开挖裸露面做好挡护措施，采用密目网苫盖或彩条布覆盖；同时对临时堆土进行拦挡、对施工区域做好临时排水措施。

（3）线路跨越地表水体段，施工期间施工场地和施工临时堆土点应尽量远离水体，并划定明确的施工范围，不得随意扩大，禁止将塔基施工产生的废渣和建筑垃圾弃入附近水体。

8.1.3 运行阶段环保措施

做好环境保护设施的维护和运行管理，加强巡查和检查；开展环境监测，确保电磁、噪声、废水排放符合有关标准要求；做好环境保护宣传；设置各种警告、防护标识；制定应急预案。

（1）变电站内生活污水经生活污水处理装置收集处理后用于站内绿化，不外排，运行期做好污水处理装置维护。

（2）变电站生活垃圾利用站内垃圾桶收集，交由当地环卫部门统一收集处置。

（3）变电站蓄电池更换后不随意丢弃，不擅自拆散、破碎或丢弃，也不在变电站内暂存，由具备危险废物处理资质的生产厂家依法合规地进行回收、处置。

（4）变电站发生事故漏油时，经设备下方的贮油坑收集后汇入事故油池进行油水分离，大部分绝缘油回用，少部分废油由具有相应危废处理资质的单位回收处置，不外排。运行期应做好事故油池和事故油坑的运行维护，对其完好情况进行检查，确保无渗漏、无遗留。

（5）制定包括主变压器等设备变压油外泄环境风险事故在内的突发环境事件应急预案，并定期演练。

8.2 环境保护设施、措施论证

8.2.1 变电站

本项目月城II新建开关站内设置回用水系统，该系统和生活污水处理系统成套配置，采用一套埋地式生活污水处理及回用装置。生活污水经生化处理后暂存于清水池，不外拍，再经过清水泵加压后用作站前区广场浇洒和道路冲洗。开关站在高抗及降压变、融冰变区域设有事故排油系统，高抗及站用变事故时，其绝缘油经事故油管排入30T高抗事故油池，降压变及融冰变变事故时，其绝缘油经事故油管排入60T变压器

事故油池，事故油池的净容积可容纳最大一台设备100％的油量，油池具有油水分离功能，事故后油池中的油由专用车辆运至指定地点。月城Ⅱ500kV开关站新建工程本期建设规模时，需对噪声超标附近部分围墙采取加装隔声屏障高度至5m（4m围墙+1m隔声屏障）、总长101m；以及至8m（5m围墙+3m隔声屏障）、总长166m的降噪措施，确保站界达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348－2008）2类标准（昼间60dB（A）、夜间50dB（A））

因此上述环保措施均合理可行。

8.2.2 输电线路

输电线路通过优化路径、合理选材、采用高低腿铁塔、提高线路材料加工工艺水平、控制导线对地高度或远离民房等一系列环境保护措施，尽量减小对沿线敏感目标电磁环境、声环境和生态环境的影响；施工中采取一系列工程措施和临时拦挡措施，施工完毕后对迹地进行恢复等措施。

本项目输电线路设计时对山区地形采用全方位高低腿塔，采取主柱加高基础，尽量减少降基，最大限度地适应山地地形变化的需要，同时尽量采用挖孔基础，以减少水土流失；施工过程中进行文明施工，做好水、气、声、渣的防护措施：运输车辆采用密闭措施，不产生撒漏；易产生扬尘的物料进行覆盖，严禁露天堆放；各种废弃物及时运走，妥善排弃；施工废水设临时处理设施，不随意排放等；对部分塔位采取在塔基上边坡和坡面开挖截排水沟、浆砌石排水沟等措施；开挖土、回填土的临时堆放依据具体情况设置编织土袋、塑料布遮盖等挡护措施；施工结束后对临时占用的耕地进行复耕，对占用的其他土地及时进行植被恢复，栽植当地适生树草种，有效防治新增水土流失，大大降低生态环境影响；通过优化路径、合理选材、采用高低腿铁塔、提高线路材料加工工艺水平以及控制导线对地高度或远离民房等一系列环境保护措施，尽量减小对沿线生态环境和电磁、声环境敏感目标的影响。

9 环境管理与监测计划

项目环境管理是指项目在施工期和运行期间，严格按照国家、地方政府的环境保护政策、法律和法规等进行环境管理工作，并接受地方环保管理部门的监督，促使项目实现“三同时”的目标。环境管理是整个项目管理工作中的重要组成部分，其目的主要是通过环境管理工作的开展，提高全体员工的环保意识，促进企业积极主动地预防和治理污染，避免因管理不善而可能产生的环境污染。

9.1 环境管理

9.1.1 环境管理机构

国网四川省电力公司建设分公司实行输变电工程全过程环保归口管理模式，有专职人员从事环保管理工作。

9.1.2 施工期环境管理

本项目由国网四川省电力公司建设分公司负责建设管理，配兼职人员1~2人，对施工期的环境保护工作进行统一领导和组织，其主要职责如下：

（1）制定、贯彻项目环境保护的有关规定、办法、细则等，组织和开展对有关人员进行施工活动中应遵循的环保法规、知识的培训，提高全体参建人员文明施工的认识，如《中华人民共和国环境保护法》、《四川省环境保护条例》等有关环保法律法规及有关规定和政策。

（2）制定本项目施工中的环境保护管理计划，负责项目施工过程中各项环境保护措施实施的监督和日常管理。

（3）签订的施工和设备采购合同中应包括有环境保护的条款，采购方应严格执行设计和环境影响报告书中提出的环境保护措施。

（4）收集、整理、推广和实施项目建设中各项环境保护的先进工作经验和技术。

（5）做好施工中各种环境问题的收集、记录、建档和处理工作。

（6）直接监督或委托有关单位促使施工单位按环保要求施工，确保各项环保设施和环保措施得以落实并发挥作用。

（7）协调各有关部门之间的关系，配合生态环境管理部门的日常检查和专项检查，同时做好可能受影响公众的相关协调。

（8）组织开展项目竣工环保验收调查。

9.1.3 竣工环境保护验收

根据《建设项目环境保护管理条例》、《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》以及《建设项目竣工环境保护验收技术规范 输变电》等相关法规、规范，本建设项目正式投产运行前，建设单位需组织自验收。验收的主要内容为项目的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”制度的落实情况，本项目竣工环境保护主要验收内容应包括：

（1）项目实际建设内容以及变化情况；

（2）项目实际环境敏感目标数量及变化情况；

（3）核查相关环保批复文件是否齐备，环境保护档案是否齐全；

（4）项目设计及本环评提出的设计、施工及运行阶段的电磁环境、声环境、水环境等保护措施落实情况、实施效果；

（5）开关站、换流站和变电站厂界四周及厂界外环境敏感目标，及输电线路沿线环境敏感目标处工频电场、工频磁场、噪声等环境要素达标情况；

（6）项目环境保护投资落实情况。

9.1.4 运行期环境管理

环境保护管理人员应在各自的岗位责任制中明确所负的环保责任。监督国家法规、条例的贯彻执行情况，制订和贯彻环保管理制度，监控本项目主要污染源，对各部门、操作岗位进行环境保护监督和考核。

根据《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ 1113-2020）中具体要求，运行期需要如下环境管理工作：

（1）制定和实施各项环境管理计划，做好环境保护设施的维护和运行管理，加强巡查和检查。

（2）开展环境监测，确保电磁、噪声符合《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）、《声环境质量标准》（GB 3096-2008）、《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）等国家标准要求并及时解决公众合理的环境保护诉求。

（3）掌握项目所在地周围的环境特征和环境敏感目标情况。

（4）检查环境保护设施运行情况，及时处理出现的问题，保证环保设施正常运行。

9.1.5 环境保护培训

应对与项目有关的主要人员，包括施工单位、运行单位、受影响区域的公众，进行环境保护技术和政策方面的培训与宣传，从而进一步增强施工、运行单位的环保管理的能力，减少施工和运行产生的不利环境影响，并且能够更好地参与和监督本项目的环保管理；提高人们的环保意识，加强公众的环境保护和自我保护意识。具体的环保管理培训计划见表 9-1。

表 9-1 环保管理培训计划

项目	参加培训对象	培训内容
环境保护管理培训	建设单位、运行管理单位、施工单位及与本项目相关人员	1.中华人民共和国环境保护法 2.中华人民共和国水土保持法 3.中华人民共和国野生动物保护法 4.中华人民共和国野生植物保护条例 5.建设项目环境保护管理条例 6 输变电建设项目环境保护技术要求 7 其他有关的管理条例、规定

9.2 环境监测

9.2.1 环境监测任务

根据项目特点，对本项目运行期主要环境影响要素及因子进行监测，制定环境监测计划，为项目的环境管理提供依据。其中监测项目主要包括项目运行期噪声、工频电场、工频磁场。

9.2.2 监测点位布设

本项目环境监测对象主要为变电站厂界及厂界外环境敏感目标、输电线路沿线环境敏感目标，因此，监测点位布设可参考表 9-2。

表 9-2 环境监测计划一览表

监测项目	监测布点	监测时间及频率
噪声	1、变电站各侧厂界（围墙外）分别布置 1~2 个监测点位，厂界周边各侧（声环境评价范围内）最近敏感目标处布置监测点位； 2、输电线路沿线敏感目标处布置监测点位。	竣工验收监测 昼间、夜间各 1 次 （在正常运行工况下）
工频电场、工频磁场	1、变电站各侧厂界（围墙外）分别布置 1~2 个监测点位，厂界周边各侧（电磁环境评价范围内）最近敏感目标处布置监测点位； 2、变电站围墙外（避开出线侧）布设监测断面（如有监测条件时进行）； 3、输电线路沿线敏感目标处布置监测点位； 4、输电线路布置监测断面（如有监测条件时进行）。	竣工验收监测 1 次 （在正常运行工况下）

9.2.3 监测技术要求

（1）监测范围

监测范围应与项目影响区域相符，并按照《建设项目竣工环境保护验收技术规范 输变电》（HJ 705-2020）中相关规定执行。

（2）监测方法和技术要求

监测方法与技术要求应符合国家现行的有关环境监测技术规范和环境监测标准分析方法；即工频电场和工频磁场监测根据《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》（HJ 681-2013）中相关规定；噪声的监测执行《声环境质量标准》（GB 3096-2008）、《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）中相关规定。

（3）监测位置及频次

竣工环境保护验收时监测一次。

（4）监测结果及质量保证

监测成果应在原始数据基础上进行审查、校核、综合分析后整理编印，在监测过程中，严格按照相关规范及监测工作方案的要求执行，采取严密的质控措施，做到数据的准确可靠。

10 环境影响评价结论

10.1 建设概况

本项目建设内容包括：

（1）项目建设内容包括：

1）变电工程：①月城II 500kV开关站新建工程；②布拖换流站一期扩建工程；③百灵500kV变电站扩建工程；④橄榄500kV变电站扩建工程；⑤普提500kV变电站改造工程；⑥月城500kV变电站改造工程；⑦雅中换流站保护改造工程；⑧南天500kV变电站保护改造工程；⑨沐溪500kV变电站改造工程。

2）线路工程：①月城变～沐溪变双回500kV线路开断接入月城Ⅱ开关站工程，新建单回线路长度约3.6km，双回线路长度约2×9.9km；②雅中换流站～月城Ⅱ双回500kV改接工程，新建双回线路长度约2×0.4km；③榄普Ⅱ线橄榄侧线路改接工程，新建单回线路长度约5.1km；④百灵变～布拖换流站一期线路改接工程，新建单回线路长度约42.9km；⑤普提变间隔调整工程，新建单回线路长度约10.5km，双回线路长度约2×12.6km；⑥月城变～布拖换流站一期2 回500kV 线路开断接入普提变、月城Ⅱ开关站工程，新建单回线路长度约0.6km，双回线路长度约2×3.7km；⑦普提变～南天变单回500kV 线路改接至月城Ⅱ开关站线路工程，新建单回线路长度约3.1km，新建双回线路长度约2×3.7km。本工程新建单回线路总长约65.8km，双回线路总长约2×30.3km，途经途经凉山州西昌市，昭觉县、布拖县、美姑县、普格县。

10.2 环境现状

10.2.1 自然环境现状

本工程途径四川凉山州5个县（市）。本工程输电线路工程所经区域自然植被类型主要有华山松、云南松、栲等针叶林、阔叶林，黄荆、马桑等灌丛和黄茅、余甘子、木棉等干热河谷稀树草丛和穗序野古草禾草草甸等。评价区共有陆生脊椎动物209种，隶属于29目74科。

10.2.2 电磁环境现状

（1）月城Ⅱ500kV新建开关站

开关站站址工频电场强度现状值为0.573V/m，电场强度满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）规定的电场强度不大于公众曝露控制限值4000V/m的要求。站址处磁

感应强度为0.0074μT；满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）规定的磁感应强度不大于公众曝露控制限值100μT 的要求

（2）输电线路

输电线路沿线背景值及敏感目标工频电场强度现状监测值在0.354～1246V/m；工频磁感应强度现状在0.0054～2.546μT，满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）规定的4000V/m 、100μT 的公众曝露控制限值要求。

10.2.3 声环境现状

（1）月城Ⅱ500kV新建开关站

新建开关站站址处昼间噪声监测现状值为40dB（A），夜间为36dB（A），满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准要求。

（2）输电线路

输电线路沿线背景值及敏感目标昼间现状监测值在42～48dB（A）；夜间在31～41dB（A），满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准要求。

因此，本项目变电站、输电线路沿线各监测点电磁环境和声环境现状监测结果均满足相应评价标准要求。

10.3 主要环境影响

10.3.1 生态环境

（1）本工程途径四川凉山州5个县（市）。根据调查，拟建工程路径穿（跨）越的生态敏感区主要为2处生态保护红线区（凉山-相岭生物多样性维护-水土保持生态保护红线和金沙江下游干热河谷水土流失敏感生态保护红线）和1个水源地保护地（布拖县木切勒黑集中式饮用水水源地）。

（2）本工程输电线路工程所经区域自然植被类型主要有华山松、云南松、栲等针叶林、阔叶林，黄荆、马桑等灌丛和黄茅、余甘子、木棉等干热河谷稀树草丛和穗序野古草禾草草甸等，沿线植被类型和植被覆盖率随着海拔高度和气候区的变化而有所不同。本线路工程的实施，会对所经区域自然植被造成一定的影响，但是这些植被为评价区域内的常见种，分布地域广，而施工面积小，不会造成野生植物种类的大量丧失。

（3）本工程新建开关站、塔基永久占地共11.33hm^2，同时输电线路工程实施所引起的生物生产力的减少量非常低，只达到直接影响区生物生产力的0.13%，其影响程度

是很小的。此外，拟建的输电线路在施工过程中修建的施工临时道路、牵引场所造成的临时占地17.99hm^2，造成了部分植被被破坏、或被临时占压和干扰，但这些临时占地影响仅是短暂的，工程完工后将进行生态修复。可见本工程施工对沿线的植被影响甚小。

（4）工程建设对评价区陆生植物的影响主要来源于施工期工程占地、施工扰动等因素。工程占地主要为林地、灌草地及耕地，但占地面积小，在有效的实施保护措施后，工程对植物多样性的影响较小。工程建设对工程影响区动物影响主要表现在两方面：一方面，工程占地、施工机械和施工人员活动直接侵占工程影响区野生动物生境或对其个体造成直接伤害；另一方面，工程施工将对生态环境造成一定程度的污染，从而间接的影响到该区域野生动物的栖息。工程局部建设时间较短，且工程周围有相似生境较多，在采取相关保护措施后，严格控制工程施工和运营期的影响范围，工程对动物的影响可以控制在比较低的水平。本工程的建设对评价区自然系统生物量影响较小，对评价区自然生态系统的恢复稳定性、异质性和阻抗稳定性几乎不产生影响

（5）本线路工程的景观类型有农田景观、林地景观、灌草丛景观、河流景观、河谷阶地景观、农村居民点景观和道路景观等。这些景观敏感性一般。通过对工程建设前后景观斑块的分析发现，工程建设对景观大小影响依次为灌丛景观>林地景观>草地景观>农田景观，对这些景观的影响主要是塔基占地，而对河流景观主要是线路的跨越，几乎无影响。对原有景观美学价值也较小。

（6）本工程属于国家基础设施，输电线路不属于污染环境、破坏资源或者景观的生产设施，也不会排放污染物。工程设计对生态敏感区采取了尽量避让的原则，对无法避让的生态敏感区，进行了多方案的路径方案比选，确认设计推荐方案为满足当前保护区管理规定的最优工程方案。本工程与相关法律法规要求不相冲突，并根据要求开展生态敏感区专题调查评价工作，获得相关单位和部门的批准。在施工和运行过程中将采取积极有效的生态影响防护措施，将工程建设带来的负面影响减轻到满足国家有关规定的要求。本工程穿越的特殊生态敏感区、重要生态敏感区不存在制约工程建设的生态问题。

10.3.2 电磁环境

（1）变电站

通过类比分析，月城II500kV新建开关站建成后站界工频电场强度均满足公众曝露控制限值4000V/m要求，工频磁感应强度均满足公众曝露控制限值100μT限值要求。

（2）输电线路

1）工频电场

①单回水平排列

线路在通过耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所，导线对地最低高度抬升至12m时，线下1.5m高处工频电场强度最大值为9.734kV/m，满足10kV/m控制限值要求。

线路通过居民区，导线对地高度分别抬高到表6-47中相应最低要求后，线下地面1.5m高处的工频电场强度最大值均满足4000V/m控制限值要求。

②单回三角排列

线路在通过耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所，导线对地最低高度抬升至12m时，线下1.5m高处工频电场强度最大值为9.519kV/m，满足耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所工频电场强度控制限值10kV/m要求。

③同塔双回线路

线路在通过耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所，导线对地最低高度抬升至11.5m时，线下1.5m高处工频电场强度最大值为9.579kV/m，满足10kV/m控制限值要求。

线路通过居民区，导线最低对地高度14m时，线下地面1.5m高处的工频电场强度最大值为均满足4000V/m控制限值要求。

2）工频磁场

①单回水平排列

线路在通过耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所，导线对地高度提升至12m时，线下地面1.5m高处工频磁感应强度最大值为44.43μT，满足公众曝露控制限值100μT要求。

线路通过居民区，导线最低对地高度14m时，线下地面1.5m高处工频磁感应强度最大值为37.24μT。

②单回三角排列

线路在通过耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所，导线对地高度提升至12m时，线下地面1.5m高处工频磁感应强度最大值38.50μT，满足公众曝露控制限值100μT要求。

线路通过居民区，导线最低对地高度14m时，线下地面1.5m高处工频磁感应强度最大值为31.76μT，满足公众曝露控制限值100μT要求。

③同塔双回线路

线路在通过耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所，导线对地高度提升至11.5m时，线下地面1.5m高处工频磁感应强度最大值为57.22μT，满足公众曝露控制限值100μT要求。

线路通过居民区，导线最低对地高度14m时，线下地面1.5m高处工频磁感应强度最大值为43.98μT，满足公众曝露控制限值100μT要求。

3）交叉跨越线路

线路与其他电力线路交叉跨越处工频电场强度满足耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所电场强度控制限值10kV/m要求；工频磁感应强度满足公众曝露控制限值100μT要求。

10.3.3 声环境

10.3.3.1 施工期

项新建开关站施工期需动用大量的车辆及施工机具，其噪声强度较大，声源较多，在一定范围内会对周围声学环境产生影响，施工噪声水平随距离衰减，对周围环境影响较小。

本期变电站扩建施工均位于站区围墙内预留场地，总体施工量小，施工时间短，且施工活动主要集中在昼间，施工机械停运或施工结束后，施工噪声影响即消失。输电线路各施工点施工量小，施工时间短，单塔累计施工时间一般在2个月以内，线路施工结束，施工噪声影响亦会结束。

在采取噪声污染控制措施后，项目施工期产生的声环境影响将被降至最小程度。

10.3.3.2 运行期

月城500kV开关站本期新建工程在采取围墙加装隔声屏障降噪措施的情况下，其站界四周噪声均满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348－2008）2类标准限值要求；其站周围环境敏感目标昼夜间噪声均满足《声环境质量标准》（GB 3096－2008）2类标准限值要求；月城500kV开关站远期在采取围墙加装隔声屏障降噪措施的条件下，其站界四周噪声均满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348－2008）2类标准限值要求；其站周围环境敏感目标昼夜间噪声均满足《声环境质量标准》（GB 3096－

2008）2类标准限值要求。

输电线路评价范围内声环境敏感目标均能满足《声环境质量标准》（GB 3096-2008）2类、4a类标准限值要求。

10.3.4 地表水环境

10.3.4.1 施工期

变电站施工过程中产生的少量生产废水，在施工场地附近设置简易沉砂池，生产废水经沉淀处理后回用，不外排。变电站前期工程已建有生活污水处理装置，本期工程施工人员产生的生活污水充分依托站内既有生活污水处理装置收集处理后回用于站内绿化，不外排。因此，施工期废污水不会对当地地表水环境造成影响。

线路工程施工人员就近租用沿线民房，生活污水排入居民点化粪池进行处理，不外排，不会对当地地表水环境造成影响。输电线路跨越河流时，均利用两岸地形一档跨越，不在水中立塔，也不在水中进行施工活动，在采取一系列污染防治措施后不会影响所跨越水体的水环境功能。

10.3.4.2 运行期

变电站运行期生活污水利用站内生活污水处理装置处理后用于站区绿化，不外排。

输电线路运行期不产生废水。

10.3.5 施工扬尘

本项目施工对大气环境的影响主要为施工扬尘，主要来源于施工临时道路修筑、施工机械和车辆行驶、塔基基础开挖、临时堆土等过程。鉴于项目总体土石方开挖量小，作业点相对分散且施工时间较短，在采取扬尘污染防治措施后，项目建设对环境空气的影响能得到有效控制。

10.3.6 固体废物

10.3.6.1 施工期

月城Ⅱ新建开关站施工期间生活垃圾利用施工场地临时垃圾箱收集后，与该区域其它生活垃圾统一由环卫部门集中处理，对周围环境产生影响较小。

月城Ⅱ新建开关站工程挖方总量17.88万m^3，填方总量17.62万m^3，填挖差用于进站道路填筑，建构筑物（包括道路及沟道）的基槽余方用于精平，考虑松散系数后挖填方量综合平衡，不产生弃土和外运土方。

输电线路施工期应作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生活垃圾、建筑垃圾分类收集，严禁混堆；生活垃圾应采用垃圾袋或垃圾桶收集，集中收集后交由当地环卫部门统一清运处置；建筑垃圾应及时清运出施工场地；委托专门的垃圾清运单位，落实环保责任；严禁施工单位将生活垃圾、建筑垃圾作为农田区土方回填，使工程建设产生的垃圾处于可控状态。施工期输电线路拆迁范围内居民房屋拆迁的建筑物料考虑综合利用，如废弃的砖块、预制板等可由当地村民回收利用，废渣可用于当地村民修筑道路等。

10.3.6.2 运行期

月城Ⅱ新建开关站生活垃圾经站内既有垃圾箱收集后由环卫部门定期清运、统一处理，不回影响站外环境；站内废旧蓄电池和事故废油严格按照《危险废物转移管理办法》和《危险废物经营许可证管理办法》等规定进行回收处置，不会对当地环境产生影响。

线路工程运行期不产生固体废物。

10.4 公众意见采纳情况

建设单位按照《环境影响评价公众参与办法》（生态环境部令第4号）的规定组织开展了公众参与工作，至意见反馈截止日期，未收到与本项目环境影响和环境保护措施有关的建议和意见。

10.5 环境保护措施、设施

（1）变电站

本项目月城II新建开关站内设置回用水系统，该系统和生活污水处理系统成套配置，采用一套埋地式生活污水处理及回用装置。生活污水经生化处理后暂存于清水池，不外拍，再经过清水泵加压后用作站前区广场浇洒和道路冲洗。开关站在高抗及降压变、融冰变区域设有事故排油系统，高抗及站用变事故时，其绝缘油经事故油管排入30T高抗事故油池，降压变及融冰变变事故时，其绝缘油经事故油管排入60T变压器事故油池，事故油池的净容积可容纳最大一台设备100％的油量，油池具有油水分离功能，事故后油池中的油由专用车辆运至指定地点。月城Ⅱ500kV开关站新建工程本期建设规模时，需对噪声超标附近部分围墙采取加装隔声屏障高度至5m（4m围墙+1m隔声屏障）、总长101m；以及至8m（5m围墙+3m隔声屏障）、总长166m的降噪措施，确保站界达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348－2008）2类标准（昼间60dB（A）、

夜间 50dB（A））

（2）输电线路

输电线路通过优化路径、合理选材、采用高低腿铁塔、提高线路材料加工工艺水平、控制导线对地高度或远离民房等一系列环境保护措施，尽量减小对沿线敏感目标电磁环境、声环境和生态环境的影响；施工中采取一系列工程措施和临时拦挡措施，施工完毕后对迹地进行恢复等措施。

本项目输电线路设计时对山区地形采用全方位高低腿塔，采取主柱加高基础，尽量减少降基，最大限度地适应山地地形变化的需要，同时尽量采用挖孔基础，以减少水土流失；施工过程中进行文明施工，做好水、气、声、渣的防护措施：运输车辆采用密闭措施，不产生撒漏；易产生扬尘的物料进行覆盖，严禁露天堆放；各种废弃物及时运走，妥善排弃；施工废水设临时处理设施，不随意排放等；对部分塔位采取在塔基上边坡和坡面开挖截排水沟、浆砌石排水沟等措施；开挖土、回填土的临时堆放依据具体情况设置编织土袋、塑料布遮盖等挡护措施；施工结束后对临时占用的耕地进行复耕，对占用的其他土地及时进行植被恢复，栽植当地适生树草种，有效防治新增水土流失，大大降低生态环境影响；通过优化路径、合理选材、采用高低腿铁塔、提高线路材料加工工艺水平以及控制导线对地高度或远离民房等一系列环境保护措施，尽量减小对沿线生态环境和电磁、声环境敏感目标的影响。

10.6 环境管理与监测计划

本项目在施工期通过一系列环境管理措施，如设立环境管理机构、加强管理培训等后，能有效提高各参与方环保管理能力，减少施工产生的不利环境影响；项目竣工环境保护验收时开展电磁环境和声环境监测后，其监测结果应满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）、《声环境质量标准》（GB 3096-2008）、《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）等标准限值要求。

10.7 环境影响评价可行性结论

（1）项目建设内容包括：

1）变电工程：①月城 II 500kV 开关站新建工程；②布拖换流站一期扩建工程；③百灵 500kV 变电站扩建工程；④橄榄 500kV 变电站扩建工程；⑤普提 500kV 变电站改造工程；⑥月城 500kV 变电站改造工程；⑦雅中换流站保护改造工程；⑧南天 500kV

变电站保护改造工程；⑨沐溪500kV变电站改造工程。

2）线路工程：

①月城变～沐溪变双回500kV线路开断接入月城Ⅱ开关站工程，新建单回线路长度约3.6km，双回线路长度约2×9.9km；②雅中换流站～月城Ⅱ双回500kV改接工程，新建双回线路长度约2×0.4km；③榄普Ⅱ线橄榄侧线路改接工程，新建单回线路长度约5.1km；④百灵变～布拖换流站一期线路改接工程，新建单回线路长度约42.9km；⑤普提变间隔调整工程，新建单回线路长度约10.5km，双回线路长度约2×12.6km；⑥月城变～布拖换流站一期2 回500kV 线路开断接入普提变、月城Ⅱ开关站工程，新建单回线路长度约0.6km，双回线路长度约2×3.7km；⑦普提变～南天变单回500kV 线路改接至月城Ⅱ开关站线路工程，新建单回线路长度约3.1km，新建双回线路长度约2×3.7km。本工程新建单回线路总长约65.8km，双回线路总长约2×30.3km，途经凉山州西昌市，昭觉县、布拖县、美姑县、普格县。

（2）本项目属于国家发展和改革委员会第21号令《产业结构调整指导目录（2019年本）》中“第一类鼓励类”中的“500kV及以上交、直流输变电”类项目和“电网改造及建设”类项目，项目建设符合国家现行产业政策。

（3）本项目已列入2022年四川省重点项目名单（川府发〔2021〕44号），符合电网建设规划；线路路径已取得凉山州自然资源和规划部门原则同意意见，符合地方发展规划。

（4）本项目涉及自然保护区、风景名胜区等，涉及生态保护红线、饮用水源准保护区，涉及电磁环境和声环境敏感目标。

（5）项目区域属于亚热带常绿阔叶林地带，主要植被类型为常绿针叶林、落叶阔叶灌丛；经监测，项目评价区电磁环境和声环境现状监测值均低于相应评价标准限值要求。

（6）经预测分析，本项目在设计、施工、运行过程中分别采取一系列的环境保护措施后，项目产生的工频电场、工频磁场、噪声等对环境的影响能够满足有关环境保护标准限值要求。

在落实了报告提出的各项环境保护措施和要求后，本项目建设环境可行