金上—湖北±800千伏特高压直流输电工程

水土保持监测总结报告

建设单位：国家电网有限公司

编制单位：中国电力工程顾问集团中南电力设计院有限公司

长江水利委员会长江科学院

黄河水利委员会黄河水利科学研究院

北京东州金潞科技有限公司

2026年8月

目 录

前　言 1

1. 建设项目及水土保持工作概况 7

1.1 项目概况 37

1.2 水土流失防治工作情况 49

1.3 监测工作实施情况 52

2 监测内容和方法 84

2.1 监测内容 84

2.2 扰动土地情况 84

2.3 取料（土、石）、弃渣（土、石）情况 117

2.4 水土保持措施 118

2.5 水土流失情况 119

3 重点对象水土流失动态监测 120

3.1 防治责任范围监测 120

3.2 土石方流向情况监测 138

3.3 其他重点部位监测结果 146

4 水土流失防治措施监测结果 159

4.1 工程措施监测结果 159

4.2 植物措施监测结果 183

4.3 临时措施监测结果 202

4.4 水土保持措施防治效果 232

5 土壤流失情况监测 234

5.1 水土流失面积 234
5.2 土壤流失量 247
5.3 水土流失危害 278
5.4 取土（石、料）弃土（石、渣）潜在土壤流失量 279
6 水土流失防治效果监测结果 280
6.1 水土流失治理度 280
6.2 土壤流失控制比 280
6.3 渣土防护率 281
6.4 表土保护率 281
6.5 林草植被恢复率 282
6.6 林草覆盖率 283
6.7 防治指标达标情况 283
7 结论 285
7.1 水土流失动态变化 285
7.2 水土保持措施评价 286
7.3 存在问题及建议 295
7.4 综合结论 295
8 附图及有关资料 297
8.1 附图 297
8.2 有关资料 298

前　言

金上—湖北±800kV 特高压直流输电工程（以下简称“本项目”）已列入国家能源局《关于加快推进“十四五”跨省区输电工程建设专题会的会议纪要》，本项目的建设可落实国家《电力发展“十四五”规划》，保障金上水电站电力可靠送出，满足湖北负荷增长需求、促进经济发展，本项目建设符合我国能源“西电东送”整体电力流向，将金上川藏段清洁电力跨区输送至湖北，可促进中东部地区经济社会高质量发展、持续维持三峡、葛洲坝电力东送能力，实现更大范围电力资源优化配置。西藏新能源资源丰富，依托本项目实现水光一体化外送，可实现送电能力约 10000MW，可替代受端系统等容量电源装机，同时也对藏区光伏开发外送模式和社会经济高质量发展奠定基础。

本项目属大型输变电建设类项目，额定电压包括±400kV 和±800kV，输送功率为双极 4000MW 和 8000MW，建设内容包括：送端采用两端级联方式换流站 2 座、受端换流站 1 座、±400kV 直流输电线路 1 条、±800kV 直流输电线路 1 条。其中，送端级联方式换流站包括卡麦±400kV 换流站（以下简称“卡麦换流站”，运行名称“昌都换流站”，含配套接地极址（简称“送端接地极”）及接地极线路（简称“送端接地极线路”））和帮果±800kV 换流站（以下简称“帮果换流站”，运行名称“康甘换流站”，含配套接地极址及接地极线路）；受端换流站湖北±800kV 换流站（以下简称“湖北换流站”，运行名称“永兴换流站”，含配套接地极址（简称“受端接地极”）及接地极线路（简称“受端接地极线路”））。

直流输电线路工程包括卡麦换流站至帮果换流站±400kV 直流线路工程和帮果换流站至湖北换流站±800kV 直流线路工程。±400kV 直流线路工程全长 114.271km，杆塔 210 基；±800kV 直流线路工程全长 1760.938km，杆塔 3652 基；送端接地极线路长 181.360km，新建铁塔 389 基；受端接地极线路长 50.453km，新建铁塔 150 基。

本项目±400kV 直流线路起始于西藏自治区昌都市芒康县境内的卡麦换流站，止于四川省甘孜藏族自治州（以下简称“甘孜州”）白玉县境内的帮果换流站，±800kV 直流线路起始于帮果换流站，止于湖北省大冶市境内的湖北换流站，新建输电线路途经西藏自治区、四川省、重庆市、湖北省 4 个省（自治区、直辖市）级行政区，15 个地级行政区，50 个县级行政区。

本项目自 2023 年 6 月开工建设，2025 年 12 月主体工程完工，总工期 31 个月。工程总投资约 322.30 亿元，其中土建投资约 37.75 亿元，由国家电网有限公司、国网湖北省电力有限公司共同出资建设。

依据国家电网有限公司招投标结果，中国电力工程顾问集团西南电力设计院有限公司（以下简称“西南院”）、中国电力工程顾问集团东北电力设计院有限公司（以下简称“东北院”）、中国电力工程顾问集团中南电力设计院有限公司（以下简称“中南院”）分段开展本项目水土保持方案编制工作，并由西南院负责汇总及送审报批。2022 年 8 月，方案编制单位完成《金上—湖北±800 千伏特高压直流输电工程水土保持方案报告书》编制工作，并通过了水利部水土保持监测中心组织的技术评审。

2022 年 9 月 19 日，水利部以《金上—湖北±800 千伏特高压直流输电工程水土保持方案审批准予行政许可决定书》（水许可决〔2022〕69 号）对本项目水土保持方案进行了批复。

2023 年 1 月 5 日，国家发展和改革委员会以《国家发展改革委关于 T059（金上~湖北±800 千伏特高压直流输电工程）核准的批复》（发改能源〔2023〕16 号）对本项目予以核准。

2023 年 4 月 6 日，国家电网有限公司以《国家电网有限公司关于金上~湖北±800 千伏特高压直流输电工程初步设计（技术部分）的批复》（国家电网特〔2023〕218 号）对初步设计予以批复。

2023 年 7 月 18 日~20 日，电力规划设计总院在北京组织召开了本项目初步设计评审收口会议，2023 年 10 月 11 日，电力规划设计总院印发了《关于金上—湖北±800kV 特高压直流输电工程初步设计的评审意见》（电规电网〔2023〕2208 号）。

2023 年 12 月 25 日，国家电网有限公司以《国家电网有限公司关于金上-湖北±800 千伏特高压直流输电工程初步设计的批复》（国家电网特〔2023〕787 号）对初步设计予以批复。

依照水土保持“三同时”的设计原则，施工图设计阶段，国网经研院牵头组织东北院、西北院、中南院和华东院等 20 家设计单位根据批复的水土保持方案及本项目施工特点，编写了金上—湖北±800kV 特高压直流输电工程水土保持措施

专项设计。

2023 年 5 月，国家电网有限公司特高压建设分公司通过招投标结果，确定了中南院、长江水利委员会长江科学院（以下简称“长科院”）、黄河水利委员会黄河水利科学研究院（以下简称“黄科院”）、北京东州金潞科技有限公司（以下简称“北京东州金潞”）4 家单位对本项目开展水土保持监测工作。其中中南院承担卡麦换流站、送端接地极、送端接地极线路（西藏段）、±400kV 直流线路、四川段±800kV 直流线路（川 1 标~川 7 标）监测任务，长科院承担帮果换流站、送端接地极线路（四川段）、四川段±800kV 直流线路（川 8 标~川 14 标）监测任务，黄科院承担重庆段±800kV 直流线路、湖北段±800kV 直流线路（鄂 1 标~鄂 5 标）监测任务，北京东州金潞承担湖北换流站、受端接地极、湖北段±800kV 直流线路（鄂 6 标~鄂 8 标）、受端接地极线路监测任务。

根据合同规定，各监测单位接受委托后，均成立了水土保持监测项目部，组织水土保持监测人员及时开展监测工作，抵达工程现场开展水土保持监测现场调查，结合现场情况制定监测实施方案。至 2026 年 8 月，监测人员多次赴工程现场走访各建设单位、施工单位、监理单位，通过搜集施工影像资料、监理资料、现场量测、卫星遥感监测并结合无人机低空遥感解译、地面观测和调查相结合的方法，了解项目建设过程主要建设内容、施工扰动情况、土石方挖填情况、水土流失防治责任范围变化情况、水土流失情况、水土保持措施实施及防治效果情况。

监测实施期间，监测人员通过开展现场监测，先后布设监测点 264 个。完成监测实施方案 5 份、监测季报 60 份、监测意见书 42 份及监测原始记录等。配合长江水利委员会督查 2 次，甘孜州水利局、康定市水利局、资阳市雁江区水务局、眉山市水利局、安岳县水利局、资中县水利局、夹江县水务局各督查 1 次。相关监测成果均已及时上报所属流域机构、省水行政部门及建设单位。

通过详细的调查、量测、分析，得出如下监测结果:

本项目实际发生的工程占地面积为 1186.20hm^2，永久占地 262.76hm^2，临时占地 923.44hm^2。占用耕地 225.75hm^2，林地 611.78hm^2，园地 57.83hm^2，草地 229.88hm^2，其他用地 47.32hm^2，住宅用地 7.16hm^2，交通运输用地 1.37hm^2，水域及水利设施用地 1.72hm^2；公共管理与公共服务用地 2.81hm^2，工矿仓储用地 0.58hm^2；按地貌类型划分，其中青藏高原区 563.69hm^2，山丘区 446.43hm^2，平

原区 176.08hm²。本项目水土流失防治责任范围面积为 1186.20hm²。

本项目土石方挖填总量为 1019.21 万 m³，其中挖方 556.41 万 m³，填方 462.80 万 m³，无借方，余方 93.61 万 m³。卡麦换流站余方 59.14 万 m³ 运至水保方案批复的两处弃渣场内，卡麦换流站进站道路余方 4.78 万 m³进行综合利用，输电线路产生余土数量为 29.69 万 m³ 进行综合利用。

本项目完成的水保措施包括表土剥离 79.08 万 m³、表土回覆 79.08 万 m³、草皮剥离 27.03hm²（7.42 万 m³）、草皮回铺 27.03hm²（7.42 万 m³）、土地整治 835.63hm²、耕地恢复 237.32hm²、边坡马道排水沟 338m³、边坡坡底排水沟 1595m³、道路边坡截水沟 3870m³、道路边坡排水沟 13455m³、钢筋混凝土排水沟 700m³、混凝土排水沟 2700m、截洪沟 12688m³、截水沟 857m³、浆砌石排水沟 6951.76m、站外排水沟 4455m³、钢筋混凝土排水管 4570m、排水管涵 195m³、片石盲沟 1106m³、八字式排水口 25 座、消能措施 125 个、格构梁植草护坡 1.00hm²、锚杆框架植草护坡 7376m²、砼网格植草护坡 12420m²、浆砌石护坡 4419.57m³、六棱砖护坡 1510m²、拦水埂 26.6m³、挡渣墙 12833.94m³、碎石覆盖 14501m³、雨水管 26840m、雨水井 878 座、站区绿化 8.15hm²、植草护坡 2300m²、植生袋护坡 7.56hm²、挂网喷播 2180m²、乔木 6414 株、灌木 480413 株、撒播草籽 776.55hm²、幼苗抚育 89.76hm²、草皮养护 21.00hm²、密目网苫盖 1572959m²、植生袋装土拦挡 147515m³、硬质围栏 50160m、棕垫铺垫 216490m²、彩条布隔离 1003871m²、彩条旗围护 1397378m、钢板铺设 138305m²、临时沉沙池 17 座、临时排水沟 21340m³、泥浆沉淀池 782 座。

水土流失防治指标达标情况为：水土流失治理度达到了 97.61%，土壤流失控制比达到了 1.04，渣土防护率达到了 92.53%，表土保护率达到了 96.48%，林草植被恢复率达到了 96.89%，林草覆盖率达到了 70.45%。

水土保持监测总结报告“三色评价”得分为 89 分，三色评价为绿色。

在水土保持监测过程中，得到了建设单位、监理单位、施工单位的大力支持，长江水利委员会、西藏自治区水利厅、四川省水利厅、重庆市水利局、湖北省水利厅及沿线各市（州）、县（市、区）水利（水务）、水土保持局等各级水行政主管部门也给予了悉心指导和帮助，在此一并衷心感谢！

水土保持监测特性表

<table>
<tr><td colspan="6">主体工程主要技术指标</td></tr>
<tr><td>项目名称</td><td colspan="5">金上—湖北±800kV 特高压直流输电工程</td></tr>
<tr><td rowspan="5">建设规模</td><td rowspan="5">卡麦换流站、帮果换流站、送端接地极及接地极线路；湖北换流站，受端接地极及接地极线路；新建±800kV 直流输电线路；新建±400kV 直流输电线路。</td><td rowspan="2">建设单位、联系人</td><td colspan="3">国家电网有限公司特高压建设分公司，郑树海 13298435279
国网西藏电力有限公司，郭永杰，18989952586
国网四川省电力公司，汪勇，18980388502
国网重庆市电力公司，吴晓鸣，18223441317
国网湖北省电力有限公司，徐璋鑫，18627790523</td></tr>
<tr><td>建设地点</td><td colspan="3">西藏自治区、四川省、重庆市、湖北省</td></tr>
<tr><td>所属流域</td><td colspan="3">长江流域</td></tr>
<tr><td>工程总投资</td><td colspan="3">322.30 亿元</td></tr>
<tr><td>工程总工期</td><td colspan="3">2023 年 6 月开工建设，2025 年 12 月主体工程完工。</td></tr>
<tr><td colspan="6">水土保持监测指标</td></tr>
<tr><td colspan="2">监测单位</td><td colspan="2">中国电力工程顾问集团中南电力设计院有限公司、长江水利委员会长江科学院、黄河水利委员会黄河水利科学研究院、北京东州金潞科技有限公司</td><td>联系人及电话</td><td>程谅/17671447569
孙佳佳/13628660051
王金花/15038188363
齐非非/16601160442</td></tr>
<tr><td colspan="2">自然地理类型</td><td colspan="2">青藏高原高山区、中低山、丘陵及平原</td><td>防治标准</td><td>一级、二级</td></tr>
<tr><td rowspan="4">监测内容</td><td>监测指标</td><td>监测方法（设施）</td><td>监测指标</td><td>监测方法（设施）</td></tr>
<tr><td>1.水土流失状况监测</td><td>测钎法、侵蚀沟量测法、集沙池法</td><td>2.防治责任范围监测</td><td>现场测量、施工图读取、卫星遥感监测、无人机遥感监测</td></tr>
<tr><td>3.水土保持措施情况监测</td><td>现场测量、无人机遥感监测、施工图读取</td><td>4.防治措施效果监测</td><td>无人机遥感监测、现场调查</td></tr>
<tr><td>5.水土流失危害监测</td><td>无人机遥感监测、现场调查</td><td>水土流失背景值</td><td>500~1200t/(km^2•a)</td></tr>
<tr><td colspan="2">方案设计防治责任范围</td><td>1259.47hm^2</td><td>容许土壤流失量</td><td>500t/(km^2•a)</td></tr>
<tr><td colspan="2">水土保持投资</td><td>41813.94 万元</td><td>水土流失目标值</td><td>500t/(km^2•a)</td></tr>
<tr><td colspan="2">防治措施</td><td colspan="3">本项目实际完成的水土保持措施包括:
（1）工程措施
表土剥离 79.08 万 m^3、表土回覆 79.08 万 m^3、草皮剥离 27.03hm^2（7.42 万 m^3）、草皮回铺 27.03hm^2（7.42 万 m^3）、土地整治 835.63hm^2、耕地恢复 237.32hm^2、边坡马道排水沟 338m^3、边坡坡底排水沟 1595m^3、道路边坡截水沟 3870m^3、道路边坡排水沟 13455m^3、钢筋混凝土排水沟 700m^3、混凝土排水沟 2700m、截洪沟 12688m^3、截水沟 857m^3、浆砌石排水沟 6951.76m、站外排水沟 4455m^3、钢筋混凝土排水管 4570m、排水管涵 195m^3、片石盲沟 1106m^3、八字式排水口 25 座、消能措施 125 个、格构梁植草护坡 1.00hm^2、锚杆框架植草护坡 7376m^2、砼网格植草护坡 12420m^2、浆砌石护坡 4419.57m^3、六棱砖护坡 1510m^2、拦水埂 26.6m^3、挡渣墙 12833.94m^3、碎石覆盖 14501m^3、雨水管 26840m、雨水井 878 座
（2）植物措施</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td colspan="3"></td><td colspan="8">站区绿化 8.15hm²、植草护坡 2300m²、植生袋护坡 7.56hm²、挂网喷播 2180m²、乔木 6414 株、灌木 480413 株、撒播草籽 776.55hm²、幼苗抚育 89.76hm²、草皮养护 21.00hm²
（3）临时措施
密目网苫盖 1572959m²、植生袋装土拦挡 147515m³、硬质围栏 50160m、棕垫铺垫 216490m²、彩条布隔离 1003871m²、彩条旗围护 1397378m、钢板铺设 138305m²、临时沉沙池 17 座、临时排水沟 21340m³、泥浆沉淀池 782 座</td></tr>
<tr><td rowspan="9">监测结论</td><td rowspan="7">防治效果</td><td>分类指标</td><td>目标值(%)</td><td>达到值(%)</td><td colspan="6">实际监测数量</td></tr>
<tr><td>水土流失治理度</td><td>92.50</td><td>97.61</td><td>防治措施面积</td><td>1107.66hm²</td><td>永久建筑物及硬化面积</td><td>50.16hm²</td><td>扰动土地总面积</td><td>1186.20hm²</td></tr>
<tr><td>土壤流失控制比</td><td>1.0</td><td>1.04</td><td colspan="2">防治责任范围面积</td><td>1186.20hm²</td><td colspan="2">水土流失总面积</td><td>1186.20hm²</td></tr>
<tr><td>渣土防护率</td><td>88.30</td><td>92.53</td><td colspan="2">工程措施面积</td><td>271.94hm²</td><td colspan="2">容许土壤流失量</td><td>500t/(km²•a)</td></tr>
<tr><td>表土保护率</td><td>91.17</td><td>96.48</td><td colspan="2">植物措施面积</td><td>835.73hm²</td><td colspan="2">监测土壤流失情况</td><td>36862.88t</td></tr>
<tr><td>林草植被恢复率</td><td>96.41</td><td>96.89</td><td colspan="2">可恢复林草植被面积</td><td>862.57hm²</td><td colspan="2">林草类植被面积</td><td>835.73hm²</td></tr>
<tr><td>林草覆盖率</td><td>22.51</td><td>70.45</td><td colspan="2">实际挡护的永久弃渣、临时堆土</td><td>514.84 万 m³</td><td colspan="2">永久弃渣和临时堆土总量</td><td>556.41 万 m³</td></tr>
<tr><td colspan="2">水土保持治理达标评价</td><td colspan="8">各项防治指标均达到方案设定的目标值。</td></tr>
<tr><td colspan="2">总体结论</td><td colspan="8">本项目已基本完成各项水土保持设施建设任务，总体上建立了比较完善的水土保持综合防护体系，水土保持防护措施布局基本合理，防治效果明显。水土保持监测总结报告“三色评价”得分为 89 分，三色评价为绿色。</td></tr>
<tr><td colspan="3">主要建议</td><td colspan="8">建议运行期间加强各项水土保持设施的管理维护，确保其正常运行和持续发挥效益。</td></tr>
</table>

1.1.1 项目基本情况

1.1.1.1 地理位置

本项目±400kV 直流线路起于西藏自治区昌都市芒康县境内的卡麦换流站，止于四川省甘孜州白玉县境内的帮果换流站，±800kV 直流线路起于帮果换流站，止于湖北省大冶市境内的湖北换流站。新建输电线路途经西藏自治区昌都市贡觉县和芒康县，四川省甘孜州白玉县、巴塘县、理塘县、雅江县、康定市和泸定县，雅安市汉源县、雨城区和荥经县，眉山市洪雅县、青神县和仁寿县，乐山市峨眉山市、井研县、夹江县和市中区，内江市资中县，资阳市雁江区和安岳县，广安市华蓥市和邻水县，达州市大竹县，重庆市潼南区、铜梁区、合川区、垫江县、梁平区、万州区，湖北省恩施土家族苗族自治州（以下简称恩施州）利川市、恩施市、建始县、巴东县，宜昌市五峰土家族自治县（以下简称五峰县）、长阳土家族自治县（以下简称长阳县）、宜都市，荆州市松滋市、荆州区、公安县、江陵县、监利市、洪湖市，潜江市，咸宁市嘉鱼县、赤壁市、咸安区，黄石市大冶市、阳新县，鄂州市梁子湖区等 4 个省（自治区、直辖市）级行政区，15 个地级行政区，50 个县级行政区。

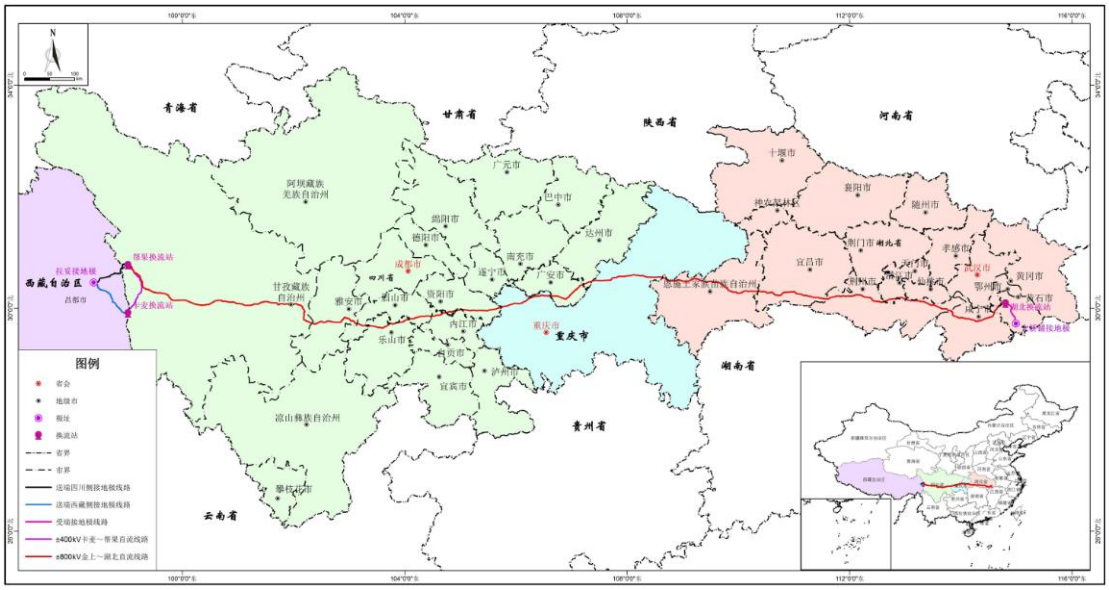


图 1.1-1 路径走向示意图

1.1.1.2 建设规模

本项目属于新建输变电工程，额定输送功率为双极 8000MW，直流额定电压±400kV、±800kV，为输电工程，属于新建建设类项目。

建设内容包括：送端工程、受端工程、直流线路工程三部分。

送端工程：包括新建送端±400kV 卡麦换流站，送端±800kV 帮果换流站，送端接地极极址（送端帮果站和卡麦站共用一个接地极极址），送端接地极线路181.360km（其中送端接地极至送端帮果站 87.044km，至送端卡麦站 94.316km；西藏段 169.970km，四川段 11.390km），杆塔 389 基（其中西藏段 360 基，四川段 29 基）。

受端工程：包括湖北换流站、受端接地极极址和受端接地极线路，受端接地极线路全长 50.453km，新建杆塔 150 基，均位于湖北省境内。

±400kV 直流线路：全长 114.271km、杆塔 210 基。其中：西藏段全长 9.645km、杆塔 19 基；四川段全长 104.626km、杆塔 191 基。

±800kV 直流线路：全长 1760.938km、杆塔 3652 基。其中：四川段全长 860.412km、杆塔 1723 基；重庆段全长 220.975km、杆塔 445 基；湖北段全长 679.551km、杆塔 1484 基。

1.1.1.3 项目组成

依据新建项目线路走向，本项目建设内容包括：

（1）卡麦换流站工程

卡麦换流站站址位于西藏自治区昌都市东南侧 234km 的芒康县境内。

站区按最终规模一次征地，站区总占地面积为 23.06hm^2，其中围墙内占地 14.17hm^2，直流额定电压±400kV，直流额定功率 4000MW，直流额定电流 5000A。全站配置（12+2）×406MVA 换流变，±400kV 直流出线 1 回，接地极 1 回；交流 500kV 出线 10 回，分别至芒康 2 回，至巴塘 3 回，至拉哇水电站 2 回，至苏洼龙水电站 2 回，预留西北方向 1 回。容性无功补偿总容量 2360Mvar，并联电抗器容量 3×60Mvar。



图 1.1-2 卡麦换流站鸟瞰图

1）站区

①平面布置

总平面采用长轴方向北偏东 31°布置。从东南向西北依次为：站前区、直流场区域、阀厅及换流站区域、500kV 交流配电装置、500kV 交流滤波器。±800kV 直流向西方向出线，500kV 向东出线。站前区布置在站区西南侧，主要有综合楼、警卫室等，从南侧进站。

②竖向布置

站址自然标高 3650m~3740m，整体地势南高西北低、自然斜坡的特点，站区采用平坡式竖向布置方案，站址设计标高 3714.5m，远高于金沙江百年一遇洪水位，不受金沙江洪水威胁。

站址西南侧为挖方边坡，最大坡高约 30m，总长度约 540m，采取分级放坡、锚杆支护、格构护坡。挖方边坡按阶梯式布置，采取固脚、强腰、分级加固的原则，坡面设置锚杆以保证岩质边坡安全。在坡底设置排水沟，坡面雨水同站区雨水集中后统一排入站区西侧自然沟道，坡顶围墙外设置截洪沟，站外汇流雨水由此就近排入站区西侧自然沟道。

站址东侧、北侧、西侧为填方边坡，最大坡高约 40m，总长度约 1140m，采

取分级放坡、土工格栅、植草护坡，填方边坡按阶梯式布置，在填方边坡坡底设置排水沟，坡面雨水集中后统一排入站区西侧自然沟道。

站区雨水按场地坡度采用有组织排水方式，地面排水坡度 0.5%，站区内雨水经雨水口、雨水检查井、雨水管道流站外西侧自然沟道。在雨水排水管道交汇处、转弯处、管径或坡度改变处及直线管段上每隔 20m～30m 间距需设雨水检查井，采用混凝土检查井，每隔一定距离设置 300mm 沉砂槽，各雨水井用管道相连通，最后排至站区西侧自然沟道，站区埋地雨水排水管。

2）进站道路

进站道路起点位于金沙江西藏省道 201 线（巴塘水电站下游 2km 处），沿省道 201 线左侧向北面山坡展线爬坡，穿越尼曾村于西松村山坡上 19 次回头曲线展线爬坡至卡麦村西面山坡，然后采用 3 次回头曲线继续爬坡至站址大门，累计爬坡高度约 1216.5m，道路长度 24.801km，按双向 2 车道四级公路标准建设，路面宽度 6.0~6.5m，两侧各考虑 0.25m 路肩，为沥青混凝土路面，进站道路总占地面积约 44.46hm^2，其中 31.27hm^2 为永久占地，进站道路还设置预制场地、临时堆土等施工临时占地共 13.19hm^2。

进站道路填方边坡采取路肩墙、护肩、护脚进行防护，填方边坡坡底设置排水沟。挖方边坡采取锚杆框架植草护坡、主动网被动网、挂网喷砼进行防护，挖方边坡坡底设置边沟，护坡与路堑顶设置截水沟。

3）站用外接电源

卡麦换流站 35kV 外引备用站外电源和施工用电共用，起于夏邛 110 千伏变电站 35 千伏出线间隔，止于卡麦±400 千伏换流站 35 千伏站用电进线间隔，新建单回架空线路路径长 14.984km，新建铁塔 45 基，其中耐张塔 26 基，直线塔 19 基。线路途径四川省甘孜州巴塘县、西藏自治区昌都市芒康县。站外电源设施临时占地 4.12hm^2。

4）站外供排水管线

站内供水采用站外西南侧约 700m 处的山泉水引接，站内设 100m^3 原水水池一座、2000m^3 综合水池两座，综合泵房内设 80m^3 生活水箱一座，从泵房用一根 DN100 的钢塑复合管埋地敷设至换流站综合水泵房。补给水管线总长度约 1.1km。

站内排水采用雨污分流制。雨水排水系统将站内雨水收集后集中排放，站区东侧沿围墙埋地敷设长度为 300m 的排水管（DN800），敷设管道按梯形断面开

挖，挖深 3.0m，底宽 1.8m，边坡比 1:0.5，排水管中的雨水后在站区东南侧流入长度为 1000m 的排水沟，断面为 0.8m×0.8m，最终排至进站道路边沟，站区西北侧设置 2 条排水沟，汇合前长度分别为 340m 和 50m，断面均为 2.2m×2m，后汇合为 1 条排水沟，长度为 80m，断面为 4m×4m，排至自然沟道内。污水经过污水处理系统后回用，不外排。排水管沟占地面积 1.60hm^2，其中永久占地 0.20hm^2，临时占地 1.40hm^2。

5）施工生产生活区

在站外以租地形式另设施工生产生活区，根据站区周围土地利用及地形条件，施工生产生活区布设在进站大门两侧，其中，集中办公区设置于进站道路东侧，生产生活区位于进站道路西侧，用于项目部的办公及施工人员居住，以及施工设备临时周转场地、材料堆场等，占地面积合计为 8.28hm^2。

6）临时堆土场区

在站外以租地形式另设临时堆土场区 2 处，分别布置于站址北侧空地以及站址南侧施工生产生活区东侧空地，用于堆放站区剥离表土，占地面积合计为 3.00hm^2。

7）弃渣场区

送端卡麦站进站道路区产生余土 59.14 万 m^3。经调查，换流站周边无废弃坑塘需要填方，也无渣场有剩余容量可堆放本工程弃渣。因此，依照水土保持方案设计及批复在换流站周边新设渣场。共设置 2 处弃渣场，其中一处布置在换流站进站道路起点处，另一处布置在进站道路起点沿 S201 向金沙江下游 2.2km 处。

1#弃渣场为平地型渣场，其下游安全距离范围内无居民点，无重要工矿企业及基础设施。渣场占地 8.81hm^2，规划堆渣 55 万 m^3，实际堆渣 48.62 万 m^3（5 级渣场），平均堆高 5.52m，最大堆高 11.50m，采用 M10 浆砌片石拦渣墙、C20 混凝土排水沟、片石盲沟、八字式排水口等防护措施，坡比 1：1.5，平均运距约 10km。

2#弃渣场为平地型渣场，其下游安全距离范围内无居民点，无重要工矿企业及基础设施。渣场占地 1.15hm^2，规划堆渣 11.8 万 m^3，实际堆渣 10.52 万 m^3（5 级渣场），平均堆高 11.31m，最大堆高 11.40m，坡比 1：1.5，平均运距约 12.2km。

（2）帮果换流站

帮果换流站站址位于四川省甘孜州白玉县，向北距白玉县城约 51km，向南距巴塘县城约 86km。



图 1.1-3 帮果换流站鸟瞰图

站区按最终规模一次征地，站区总占地面积为 27.01hm^2，建设±800kV 直流双极出线 1 回，±400kV 直流双极出线 1 回，输送容量 4000MW；500kV 交流出线本期 7 回；换流变 14 台（含 2 台备用），单台容量 406.26MVA，每极两个 12 脉动阀组接线；500kV 交流滤波器容量 2280Mvar，分 2 大组、12 小组，小组容量为 210Mvar（4 小组）和 180Mvar（8 小组）。换流站内设置 2 台 500kV 降压变压器，容量为 100MVA，低压侧装设 2×（1×60）Mvar 电抗器+2×（1×60）Mvar 电容器。

1）站区

①平面布置

受地形限制，送帮果站按狭长型方式布置，从东南向西北依次为：站前区、直流场区、阀厅及换流变区、配电装置及交流滤波器区、高抗区。800kV 直流向东南出线，500kV 向西出线，阀厅及换流变区域位于交流 500kV 配电装置与 800kV 直流场之间。站前区位于站区东南侧，区内集中布置综合楼、车库、检修备品库和消防营房等辅助生产建筑，站区主入口设置在站前区东侧，次入口设置

在站区西北侧交流滤波器区域附近，入口均布置警卫传达室。施工生产生活区和表土临时堆存区均布置在站区东南侧。

②竖向布置

站址自然标高 2961m~3000m，整体地势呈西南高东北低，整体地形较缓，相对高差约 25m~65m，站区采用台阶式竖向布置，高台阶设计标高为 2985.50m，低台阶设计标高为 2971.50m，降曲河 100 年一遇设计洪水位 2954.59m（最低），场平后站区低台阶标高较降曲河高约 16.91m，站址不受百年一遇洪水位影响。

站址南侧为挖方边坡，护坡长 1200m，最大挖方边坡高度控制在 24m~28m 左右，坡面采用格构式护坡、植草皮绿化，坡顶设置安全防护栏，坡脚设置钢筋混凝土排水沟。站址东北侧、北侧、东侧、东南侧为填方边坡，长 1500m，高度约 15m，边坡设置挡墙护脚。挖填方边坡采用复合坡率，填方区边坡全部采用加筋土边坡。

站址受西南侧山洪影响，在西南侧围墙外设置截洪沟，截洪沟总长 1521.6m，最终向站区西侧和东侧通过 2 座八字式排水口排入站区北侧降曲河。挖填方边坡采取主被动网进行防护。

2）进站道路

进站道路分为高台阶和低台阶两个。高台阶进站道路自站区东侧水电站大件运输道路引接，为主入口，长约 195m，路面宽度 6m，设置防护网宽 6m；低台阶进站道路从水电七局营地西侧水电站大件运输道路引接，为次入口，长约 155m，路面宽度 4.5m，两条进站道路两侧各有 0.5m 路肩，为沥青混凝土路面。进站道路边坡坡地设置排水沟，道路挖方边坡采取植草皮护坡。

3）站用外接电源

本站设置 3 回站用电源，其中 2 回工作电源取自站内 500kV 降压变低压侧，1 回备用电源从站外叶巴滩 220kV 变电站 10kV 配电装置专线引接，架空线路长度约 2.6km，电缆线路长度 0.6km，均在白玉县内走线。架空线路水泥电杆共计 67 根，站用外接电源区总占地面积为 0.72hm^2，其中永久占地面积 0.02hm^2，临时占地面积 0.70hm^2。

4）站外供排水管线

站区用水来自站址东侧降曲河，采用在降曲河河滩地打井方案，打井 2 座，1 用 1 备，取水井深度为 50m，井径 600mm，采用一根 DN100 的内外壁热镀锌钢管埋地敷设至换流站综合水泵房。补给水管线总长度约 500m。

站内排水采用雨污分流制。雨水排水系统将站内雨水收集后集中排放，直流场和站前区设有 1 个排水口、低台阶交流场地设有 2 个排水口，共 3 个排水口。排水口的雨水最终都通过站外排水管排入站址东北侧的降曲河。污水经过污水处理系统后回用，不外排。

5）泥石流治理区

泥石流治理区平面形态呈树叶型，西南高东北低，流向自西南向东北。采取“拦砂坝+排导槽”拦排结合措施，内容包括拦砂坝及清淤道路、排导槽、排导槽桥梁、围栏、抗滑桩、主动防护网、被动防护网、挡土墙、停淤坝、锚杆、锚索、危岩清理等。

6）施工生产生活区

在站外以租地形式另设施工生产生活区，根据站区周围土地利用及地形条件，施工生产生活区布置距站区东南侧约 3km 处，用于项目部的办公及施工人员居住，以及施工设备临时周转场地、材料堆场等，施工生产生活区采用平坡式布置，挖填方边坡采用格构植草护坡，低阶地生活区利用水电七局生活区营地，位于低台阶场地进站道路左侧，与办公区相邻。

7）表土临时堆放区

站内西南侧设置 1 个表土临时堆放区用于堆存站区、进站道路区、泥石流治理区的表土。

（3）湖北换流站工程

湖北换流站站址位于湖北省黄石市大冶市。

站区按最终规模一次征地，站区总占地面积为 26.23hm^2，其中围墙内占地 19.37hm^2，直流额定电压±800kV，交流标称电压 500kV，直流双极额定输送功率 8000MW。全站配置 24 台 389.24MVA 换流变，换流站高端容性无功补偿总容量为 2700Mvar，换流站低端容性无功补偿总容量为 2750Mvar。换流站±800kV 直流双极出线 1 回，接地极出线 1 回。远期 500kV 出线 10 回，高端出线 4 回，至大冶 3 回，预留 1 回；低端出线 6 回，分别至凤凰山 1 回、东新 1 回、黄石特高压站 500kV 侧 2 回、预留 2 回。本期 500kV 出线 7 回，其中高端出线 3 回，至

大冶 3 回；低端出线 4 回，分别至凤凰山 1 回、东新 1 回、黄石特高压站 2 回。



图 1.1-4 湖北换流站鸟瞰图

1）站区

①平面布置

湖北换流站站址区域属平原地貌，站区总平面采用长轴南北方向布置，基本布置形式为：由南向北依次为直流场、换流变及阀厅区域、500kV 交流配电装置区，两大组 500kV 交流滤波器布集中布置在站区北侧，降压变及低压无功区布置在两大组滤波器之间，辅助生产区布置在站区东南角。±800kV 直流线路向南出线，500kV 交流架空线路向北出线。

②竖向布置

站址区域属平原地貌，场地由几座小山丘与丘间冲沟组成，整体高差较小，没有明显的同向坡度，站址自然标高 29.5m~41.0m。受端湖北站站址区整体地势东北高，西南低，场地内高差较小，根据地形条件，实际施工中竖向布置采用平坡式布置。站区百年一遇洪水位 29.0m，站区终平标高 35.25m，站址竖向标高不受洪水位及内涝影响。

受端湖北站土方根据站址自然地形、站区总平面布置、竖向布置、进站道路布置和施工生产生活区布设位置等情况按综合自平衡考虑。本项目受端湖北站站区终平标高 35.25m，站区西侧、北部和南部为填方边坡，东侧为挖方边坡，均

采用自然放坡+砼网格植草护坡方式，站区挖方边坡总长约 643m，最高处约 8m，放坡坡率为 1:1.50，临建区挖方边坡长度约 347m，最大坡高约 6.1m，放坡坡率为 1:1.5，填方边坡总长 1014m，最高约 9.8m，放坡坡率为 1:1.75。临建区填方边坡长度约 393m，最大坡高约 6.2m，采用自然放坡，坡率 1:1.75，坡面采用植草护面。

站区采用有组织排水方式，地面采用排水坡度 0.5%坡向道路，道路两边每隔 20m ~ 30m 间距设置雨水井，站区围墙外设置混凝土截排水沟，长度共计 2795.28m。其中站区围墙外填方和挖方边坡等坡脚处设置排水沟，末端设置消力池，雨水经排水沟分别排至站址西侧自然沟道内，站区排水沟总长度为 1908.5m、临建区总长度为 754.2m; B 型截排水沟净空尺寸为 0.5m×0.6m，排水沟穿越道路区段设置钢筋混凝土盖板。东北角备用大门区域设置 A 型排水沟 21m，其中设置盖板段长度为 5m。根据总体布置，站区北侧局部区段存在低洼区域，为便于排水，设置大截面排水沟（C 型），总长度约 58m，并设置排水沟盖板。站区围墙外侧挖方形成的边坡，坡顶设置有截水沟，站区东侧边坡坡顶截水沟共计约 195m，采用 C25 混凝土，截水沟断面尺寸为 0.5m×0.5m。边坡截水沟与站区外排水沟相连，雨水最终排至自然沟道内。

2）进站道路

主要进站道路从站址附近的 079 乡道引接，全长 1.09km，路面宽 6m，采用沥青混凝土路面，道路两侧各设置 1.0m 宽路肩，道路两侧为填方边坡，坡脚设置混凝土排水沟，主要进站道路占地面积 2.13hm^2。填方边坡坡面采取框格植草护坡防护，边坡采用自然坡率放坡，边坡坡率取 1:1.75，护坡工程量为 3720.81m^2。混凝土排水沟长度共计 2219.40m，矩形断面，断面尺寸为 0.4m×0.4m，采用 C30 混凝土，排水沟末端与站区外排水沟相连，将主要进站道路雨水通过排水沟最终排入周边自然沟道内。

备用进站道路从换流站北侧引接，路面宽 4m，长度 379.28m，采用沥青混凝土路面。道路两侧为挖方边坡，边坡坡面采取框格植草护坡防护，采用自然坡率放坡，坡率取 1:1.75，护坡工程量为 2000m^2。两侧地段设置混凝土排水沟，长度共计 759m，矩形断面，断面尺寸为 0.4m×0.4m，采用 C30 混凝土，排水沟末端与站区外排水沟相连，雨水通过排水沟最终排入周边自然沟道内，备用进站道路占地面积 0.58hm^2。进站道路总占地面积为 2.71hm^2。

3）站用电源线路

本站站用电源采用 1 路施工电源和 1 路外接备用电源。

施工电源由陈贵 110kV 变电站至张岐山 10kV 输电线路第 11+1 号杆塔引接，采用架空方式，全长约 790m，均在大冶市境内走线。杆塔设置 13 根架线施工利用电杆施工场地，沿线不设置牵张场，线路沿线交通条件较好，可利用现有道路进行施工，不另外设置施工道路。施工电源占地面积共计 0.0065hm^2，其中永久占地面积 0.0013hm^2，临时占地面积 0.0052hm^2。

外接备用电源从 110kV 车桥变电站引接一回 35kV 线路，全长约 11.62km，其中架空线路 10.12km、电缆线路 1.50km，均在大冶市境内走线。采用自立铁塔架空引接的站用电源线路共计立塔 42 基；沿线设牵张场 2 处，每处占地面积 0.02hm2；沿线无交叉跨越，个别离道路较远的塔位，需新修施工道路 0.21km，平均宽度 3m。电缆沟设计断面为矩形，宽×深=0.6m×0.4m。电缆沟盖板上方需回填土方厚度大于 500mm，为施工方便，开挖沟道断面尺寸为梯形，边坡比为 1:0.5，底宽 0.8m，顶宽 1.8m，深 1.0m，电缆沟临时堆土区域及施工作业带，电缆区按 8m 计列。外接备用电源占地面积共计 1.65hm^2，其中永久占地面积 0.18hm^2，临时占地面积 1.47hm^2。

4）供排水管线

供水系统：殷组水厂作为湖北换流站的供水水源，陈贵镇供水管网主干管管径为 DN600，陈茗路与港南路交接点主管压力约为 0.3MPa~0.35MPa，本工程从陈茗路接引、由陈茗路接出后，转至大冶湖主港敷设，后由南向北穿越陈贵大港后沿 079 乡道敷设至进站道路起点，最后沿进站道路敷设至站址围墙水表井，供水管线长度 4.61km，管道全线采用 DN300 口径（跨河段钢管除外）。

站外雨水排水系统：站区雨水通过雨水管汇集后由两路雨水管道自流排入站区西侧河道。北侧雨水管线长 132m，南侧雨水管线长 88m。雨水管均采用钢筋混凝土排水管，排水口采用八字式混凝土出水口，雨水检查井采用矩形混凝土检查井。

站外废水排水系统：换流站站区生产和生活污废水从站内围墙废水水质监测井接出，沿进站道路由北向南敷设至 079 乡道，后由北向南沿 079 乡道敷设（与给水管道并排敷设）并穿越陈贵大港后送至陈贵污水处理厂，排水管线长度 4.35km，排水管道全线采用 DN200 口径（跨河段钢管除外）。

5）施工生产生活区

受端湖北站在站外设置施工生产生活区，占地面积为 5.60hm^2，由施工临建场地和临时堆土场地组成。施工生产生活区布置在换流站站址南侧主要进站道路的两侧占地面积 4.85hm^2；将临时堆土场地布置于紧邻站址北侧的场地，占地面积 0.75hm^2。

（4）送端接地极工程

送端接地极极址位于西藏自治区昌都市贡觉县拉妥乡境内。

送端接地极极址由汇流装置、检修道路、站用外接电源、电极电缆 4 部分组成。总占地面积为 19.08hm^2。

汇流装置区：为接地极主要设备区域，极址中心设备区围墙内放置接地极线路终端塔、阻断电容、阻断电抗以及导流管母等。汇流装置区占地面积 0.08hm^2，为永久占地。

电极电缆区：包括双圆环极环和十字布置的中心构架围墙至电极外环的电缆沟。接地极布置形式如下：内环半径 250m，外环半径 400m。极环总长度约为 4084m，埋设深度 3.5m。接地极环共分为 8 段，每段极环的两端用引流电缆与中心管母连接，共 16 根电缆。电缆直埋敷设，埋深为 1.5m。在极环的分段处设检测井，供导流电缆接入和接地极运行状态检测之用，共设 8 个检测井。极环正上方安装渗水井，渗水方式为自然渗水。该区占地面积 13.60hm^2，其中永久占地 0.02hm^2，临时占地 13.58hm^2。

检修道路区：极址中心设备区的道路从中心设备区南侧的乡村道路引接，新建道路长 3.934km，道路平均宽度 6.61m，检修道路占地面积 2.80hm^2，为临时占地。

站用外接电源区：为满足接地极中心设备区预制舱设备供电的需要，接地极中心设备区从 35kV 阿旺变引接 1 回 10kV 线路，并在极址内设置一台 10kV 干式变压器以及若干低压配电屏为站内设备供电。采用水泥电杆架空线路，路径长约 25.783km，其中架空线路 25.618km，新建电缆 0.135km，新建电杆 346 根，同时该电源也作为施工电源。该区占地面积 2.60hm^2，其中永久占地 0.10hm^2，临时占地 2.50hm^2。



图 1.1-5 送端接地极工程鸟瞰图

（5）受端接地极工程

受端接地极极址位于湖北省黄石市阳新县。

受端接地极包括汇流装置区、电极电缆区、检修道路、站用外接电源。总占地面积为 10.78hm^2。

汇流装置区：为接地极主要设备区域，极址中心设备区围墙内放置接地极线路终端塔、阻断电容、阻断电抗以及导流管母等。汇流装置区占地面积 0.07hm^2，为永久占地。

电极电缆区：包括双圆环极环和十字布置的中心构架围墙至电极外环的电缆沟。接地极布置形式如下：内环半径 225m，外环半径 320m。极环总长度约为 3423m，埋设深度 3.50m。接地极环共分为 9 段，每段极环的两端用引流电缆与中心管母连接，共 6 根电缆。电缆直埋敷设，埋深为 1.5m。在极环的分段处设检测井，供导流电缆接入和接地极运行状态检测之用，共设 18 个检测井。极环正上方安装渗水井，渗水方式为自然渗水。该区占地面积 10.34hm^2，为临时占地。

检修道路：检修道路由汇流装置区北侧引接，新建道路长 450m。道路采用混凝土路面，路面平均宽度 6m，检修道路占地面积 0.27hm^2，为临时占地。

站用外接电源：为满足接地极中心设备区预制舱设备供电的需要，接地极中心设备区从 110kV 浦源站接 1 回电源至接地极中心设备区内 10kV 终端杆，路径长约 7km，为电缆埋设，同时该电源也可作为施工电源。该区占地面积 0.10hm^2，为临时占地。

（6）输电线路工程

1）送端接地极线路

送端接地极线路全线采用单回路架空线路。送端接地极线路起自送端接地极，分别止于送端帮果站和送端卡麦站，线路途经西藏自治区昌都市贡觉县和芒康县，四川省甘孜州白玉县，共计2个省（自治区）级行政区、2个市（州）级行政区，3个县级行政区。线路全长181.360km（其中送端接地极至送端帮果站87.044km，至送端卡麦站94.316km；西藏段169.970km，四川段11.390km），采用架空线路，共架设铁塔389基（其中直线塔270基、耐张塔119基；西藏段360基，四川段29基）。

送端接地极线路全线塔基有挖孔基础、板式基础和灌注桩基础等3种型式。

依据主体工程设计资料，直线塔基础平均根开为7.80m，耐张塔基础平均根开为8.70m。

送端接地极线路全线共计布置牵张场地41处，占地面积约为2.78hm^2。共计布置跨越施工场地4处，占地面积为0.19hm^2。

为满足输电线路施工，西藏段新建送端接地极线路全线共布置人抬道路40.158km。人抬道路平均宽度为1m，施工简易道路26.606km，施工简易道路平均宽度为7m。施工道路占地面积约为22.64hm^2。

2）受端接地极线路

湖北换流站至受端接地极的接地极线路全长50.453km，新建杆塔150基。受端接地极线路位于湖北省受端接地极线路途经湖北省黄石市大冶市、阳新县。

受端接地极线路全线采用灌注桩基础、掏挖基础、挖孔基础、板式直柱基础、岩石锚杆基础。全线共计布置牵张场地16处，占地面积约为1.07hm^2。共计布置跨越施工场地18处，占地面积为0.72hm^2。为满足输电线路施工，新建受端接地极线路全线共新建施工道路0.69km，人抬道路1.31km，施工道路占地面积约为5.45hm^2。

3）±400kV直流输电线路

金上~湖北±400kV特高压直流输电线路工程起自卡麦换流站，止于帮果换流站，线路路径全长114.271km（其中西藏自治区境内长9.645km，四川省境内长104.626km），新建铁塔210基。线路途经2个省（自治区）级行政区，2个市（州）级行政区，4个县级行政区。包括：西藏自治区昌都市贡觉县和芒康县，

四川省甘孜州白玉县，巴塘县。

4）±800kV 直流输电线路

金上~湖北±800kV 特高压直流输电线路工程起自帮果换流站，止于湖北换流站，线路路径全长 1760.938km（其中四川省境内长 860.412km，重庆市境内长 220.975km、湖北省境内长 679.551km），新建铁塔 3652 基。线路途经 3 个省（直辖市）级行政区，14 个地级行政区，48 个县级行政区。包括：四川省甘孜州白玉县、巴塘县、理塘县、雅江县、康定市和泸定县，雅安市汉源县、雨城区和荥经县，眉山市洪雅县、青神县和仁寿县，乐山市峨眉山市、井研县、夹江县和市中区，内江市资中县，资阳市雁江区和安岳县，广安市华蓥市和邻水县，达州市大竹县等 8 市（州）22 县（区）。重庆市的潼南区、铜梁区、合川区、垫江县、梁平区、万州区等 6 县（区）；湖北省恩施州利川市、恩施市、建始县、巴东县，宜昌市五峰县、长阳县、宜都市，荆州市松滋市、荆州区、公安县、江陵县、监利市、洪湖市，潜江市，咸宁市嘉鱼县、赤壁市、咸安区，黄石市大冶市、阳新县，鄂州市梁子湖区等 6 市（州）20 县（区）。

表 1.1-1　直流输电线路主要经济技术指标统计表

行政区划		西藏自治区	四川省	重庆市	湖北省	合计
线路长度（km）	±400kV	9.645	104.626	/	/	114.271
	±800kV	/	860.412	220.975	679.551	1760.938
	合计	9.645	965.038	220.975	679.551	1875.209
杆塔数量（基）	±400kV	19	191	/	/	210
	±800kV	/	1723	445	1484	3652
	合计	19	1914	445	1484	3862

输电线路全线采用人工挖孔基础、承台挖孔基础、直柱板式基础、岩石嵌固基础、岩石锚杆基础、灌注桩基础。

直流输电线路工程在施工过程中，于塔基外围布置杆塔施工场地，并每隔一定距离布置牵张场地用于线路架设。新建输电线路跨越公路、铁路、低电压等级输电线路时需在跨越物两侧布置跨越施工场地。为连接现有道路与逐个施工作业点，开辟施工简易道路及索道。

本项目新建直流输电线路施工场地布置情况见表 1.1-2。

表 1.1-2　直流输电线路施工场地布置情况统计表

行政区划		西藏自治区	四川省	重庆市	湖北省	合计
塔基施工	±400kV	19	191	/	/	210

行政区划		西藏自治区	四川省	重庆市	湖北省	合计
场地（处）	±800kV	/	1723	445	1484	3652
	合计	19	1914	445	1484	3862
牵张场地（处）	±400kV	3	26	/	/	29
	±800kV	/	184	43	148	375
	合计	3	210	43	148	414
跨越施工场地（处）	±400kV	1	14	/	/	15
	±800kV	/	165	48	161	374
	合计	1	179	48	161	389
施工道路（km）	±400kV	1.051	4.534	/	/	5.585
	±800kV	/	208.973	58.510	193.34	460.823
	合计	1.051	213.507	58.510	193.34	466.408
索道（条）	±400kV	5	49	/	/	54
	±800kV	/	336	48	218	602
	合计	5	385	48	218	656

1.1.1.4 项目投资

本项目总计投资 322.30 亿元，其中土建投资 37.75 亿元，由国家电网有限公司、国网湖北省电力有限公司出资建设。

1.1.1.5 建设工期

表 1.1-3　各工程段实际施工工期汇总表

行政区划	标段划分	工期		自然恢复期
		施工准备期	施工期	
西藏自治区	卡麦换流站	2023 年 6 月	2023 年 7 月~2025 年 12 月	2025 年 12 月至今
	送端接地极	2023 年 12 月	2024 年 1 月~2025 年 5 月	2025 年 6 月至今
	直流线路	2023 年 10 月	2023 年 11 月~2025 年 8 月	2025 年 6 月至今
	接地极线路	2023 年 12 月	2024 年 1 月~2025 年 5 月	2025 年 6 月至今
四川省	帮果换流站	2023 年 6 月	2023 年 7 月~2025 年 12 月	2026 年 1 月至今
	直流线路	2023 年 6 月	2023 年 7 月~2025 年 8 月	2025 年 9 月至今
	接地极线路	2023 年 6 月	2023 年 7 月~2025 年 5 月	2025 年 6 月至今
重庆市	直流线路	2023 年 6 月	2023 年 7 月~2025 年 8 月	2025 年 9 月至今
湖北省	湖北换流站	2023 年 7 月	2023 年 8 月~2025 年 11 月	2025 年 12 月至今
	受端接地极	2024 年 11 月	2024 年 11 月~2025 年 6 月	2025 年 7 月至今
	直流线路	2023 年 6 月	2023 年 7 月~2025 年 7 月	2025 年 8 月至今
	接地极线路	2024 年 5 月	2024 年 6 月~2025 年 6 月	2025 年 7 月至今

1.1.1.6 工程占地情况

本项目总计占地面积1186.20hm^2，其中永久占地262.76hm^2，临时占地923.44hm^2；按占地类型划分，其中耕地225.75hm^2，林地611.78hm^2，园地57.83hm^2，草地229.88hm^2，其他用地47.32hm^2，住宅用地7.16hm^2，交通运输用地1.37hm^2，

水域及水利设施用地1.72hm^2，公共管理与公共服务用地2.81hm^2，工矿仓储用地0.58hm^2；按地貌类型划分，其中青藏高原区563.69hm^2，山丘区446.43hm^2，平原区176.08hm^2。

表 1.1-4　　工程占地情况汇总表　　单位：hm^2

行政区	防治分区		按占地类型										地貌类型			合计
			耕地	林地	园地	草地	其他土地	住宅用地	交通运输用地	水域及水利设施用地	公共管理与公共服务用地	工况仓储用地	青藏高原区	山丘区	平原区	
西藏自治区	卡麦换流站	站区	10.4	0	0	5.75	1.16	4.59	1.16	0	0	0	23.06	0	0	23.06
		进站道路区	4.17	39.94	0	0.32	0	0.03	0	0	0	0	44.46	0	0	44.46
		站用外接电源区	0.28	1.42	0	2.01	0.35	0.06	0	0	0	0	4.12	0	0	4.12
		站外供排水管线区	0.4	0.4	0	0.8	0	0	0	0	0	0	1.6	0	0	1.6
		施工生产生活区	6.4	0.26	0	1.62	0	0	0	0	0	0	8.28	0	0	8.28
		临时堆土场区	2.2	0	0	0.8	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3
		弃渣场区	1.14	7.87	0	0.37	0	0	0	0	0	0.58	9.96	0	0	9.96
		小计	24.99	49.89	0	11.67	1.51	4.68	1.16	0	0	0.58	94.48	0	0	94.48
	送端接地极	汇流装置区	0	0	0	0.08	0	0	0	0	0	0	0.08	0	0	0.08
		检修道路区	0	0	0	2.80	0	0	0	0	0	0	2.8	0	0	2.8
		站用外接电源区	0	0	0	2.60	0	0	0	0	0	0	2.6	0	0	2.6
		电极电缆区	0	0	0	13.60	0	0	0	0	0	0	13.6	0	0	13.6
		小计	0	0	0	19.08	0	0	0	0	0	0	19.08	0	0	19.08
	±400 kV 直流线路	塔基区	0.08	1.92	0	0.34	0.01	0	0	0	0	0	2.35	0	0	2.35
		牵张场地区	0.02	0.72	0	0	0	0	0	0	0	0	0.74	0	0	0.74
		跨越施工场地区	0	0.01	0	0.04	0	0	0	0	0	0	0.05	0	0	0.05
		施工道路区	0.03	0.86	0	0.02	0.01	0	0	0	0	0	0.92	0	0	0.92
		小计	0.13	3.51	0	0.4	0.02	0	0	0	0	0	4.06	0	0	4.06
	送端	塔基区	1.04	11.77	0	16.19	1.18	0	0	0	0	0	30.18	0	0	30.18

行政区	防治分区		按占地类型										地貌类型			合计
			耕地	林地	园地	草地	其他土地	住宅用地	交通运输用地	水域及水利设施用地	公共管理与公共服务用地	工况仓储用地	青藏高原区	山丘区	平原区	
	接地极线路	牵张场区	0.08	0.82	0	1.63	0.12	0	0	0	0	0	2.65	0	0	2.65
		跨越施工场地区	0	0.07	0	0.07	0.01	0	0	0	0	0	0.15	0	0	0.15
		施工道路区	0.84	9.21	0	11.63	0.96	0	0	0	0	0	22.64	0	0	22.64
		小计	1.96	21.87	0	29.52	2.27	0	0	0	0	0	55.62	0	0	55.62
	合计		27.08	75.27	0	60.67	3.8	4.68	1.16	0	0	0.58	173.24	0	0	173.24
四川省	帮果换流站	站区	9.73	12.12	0	0	0.67	2.39	0.09	0	2.01	0	27.01	0	0	27.01
		进站道路区	0	0.6	0	0	0.5	0.06	0	0	0.2	0	1.36	0	0	1.36
		站用外接电源区	0	0.26	0	0	0.13	0.01	0	0	0.32	0	0.72	0	0	0.72
		站外供排水管线区	0	0	0	0	0.19	0.013	0.03	0	0.19	0	0.423	0	0	0.423
		泥石流治理区	0.38	0.54	0	0	0.13	0.01	0.09	0	0.09	0	1.24	0	0	1.24
		施工生产生活区	0	2.8	0	0	3.1	0	0	0	0	0	5.9	0	0	5.9
		表土临时堆放区	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		小计	10.11	16.32	0	0	4.72	2.48	0.21	0	2.81	0	36.65	0	0	36.65
	±400 kV 直流线路	塔基区	0	22.17	0	0	0	0	0	0	0	0	22.17	0	0	22.17
		牵张场区	0	5.46	0	0	0	0	0	0	0	0	5.46	0	0	5.46
		跨越施工场地区	0	0.29	0	0	0	0	0	0	0	0	0.29	0	0	0.29
		施工道路区	0	4.56	0	0	0	0	0	0	0	0	4.56	0	0	4.56
		小计	0	32.48	0	0	0	0	0	0	0	0	32.48	0	0	32.48
	±800 kV	塔基区	28.88	119.26	11.09	53.11	15.18	0	0	0	0	0	153.61	73.91	0	227.52
		牵张场区	6.18	25.77	2.37	11.44	3.2	0	0	0	0	0	32.92	16.04	0	48.96

行政区	防治分区		按占地类型										地貌类型			合计
			耕地	林地	园地	草地	其他土地	住宅用地	交通运输用地	水域及水利设施用地	公共管理与公共服务用地	工况仓储用地	青藏高原区	山丘区	平原区	
	直流线路	跨越施工场地区	1.43	4.1	0.29	1.09	0.35	0	0	0	0	0	3.3	3.96	0	7.26
		施工道路区	19.34	80.76	7.52	36.55	9.7	0	0	0	0	0	105.84	48.03	0	153.87
		小计	55.83	229.89	21.27	102.19	28.43	0	0	0	0	0	318.1	119.51	0	437.61
	送端接地极线路	塔基区	0	1.5	0.02	0.32	0.13	0	0	0	0	0	1.97	0	0	1.97
		牵张场区	0	0.1	0	0.03	0	0	0	0	0	0	0	0.13	0	0.13
		跨越施工场地区	0	0	0	0.04	0	0	0	0	0	0	0.04	0	0	0.04
		施工道路区	0	0.86	0.02	0.2	0	0	0	0	0	0	1.08	0	0	1.08
		小计	0	2.46	0.04	0.59	0.13	0	0	0	0	0	3.22	0	0	3.22
	合计		65.94	281.15	21.31	102.78	33.28	2.483	0.21	0	2.81	0	390.45	119.51	0.00	509.96
重庆市	±800kV直流线路	塔基区	9.21	40.44	2.26									51.91		51.91
		牵张场区	2.74	3.23	0.08	2.50								8.55		8.55
		跨越施工场地区	0.67	0.76	0.02	0.27								1.72		1.72
		施工道路区	13.06	10.51	2.16	3.43	1.06							30.22		30.22
		合计	25.68	54.94	4.52	6.20	1.06							92.4		92.4
湖北省	湖北换流站	站区	9.92	0.85	0.25	12.46									23.48	23.48
		进站道路区	1.62	0	0	1.09									2.71	2.71
		施工生产生活区	4.15	0	0	0.7									4.85	4.85
		站外供排水管线区	2.53	0	0	0									2.53	2.53
		站外电源设施区	0.59	0	0	0									0.59	0.59
		小计	18.81	0.85	0.25	14.25									34.16	34.16

行政区	防治分区		按占地类型										地貌类型			合计
			耕地	林地	园地	草地	其他土地	住宅用地	交通运输用地	水域及水利设施用地	公共管理与公共服务用地	工况仓储用地	青藏高原区	山丘区	平原区	
	受端接地极	汇流装置区	0.07	0	0	0									0.07	0.07
		电极电缆区	10.34	0	0	0									10.34	10.34
		检修道路区	0.27	0	0	0									0.27	0.27
		站用外接电源区	0.1	0	0	0									0.1	0.1
		小计	10.78	0	0	0									10.78	10.78
	±800kV直流线路	塔基区	28.59	117.45	18.29	28.32	5.13							126.58	71.20	197.78
		牵张场区	24.34	12.73	0.25	2.52	0.67							25.93	14.58	40.51
		跨越施工场地区	2.16	2.29	0.05	1.83	0.23							4.20	2.36	6.56
		施工道路区	15.33	59.08	13.16	11.02	3.15							65.11	36.63	101.74
		小计	70.42	191.55	31.75	43.69	9.18							221.82	124.77	346.59
	接地极线路	塔基区	4.21	5.05	0	1.26				1.31				7.88	3.95	11.83
		牵张场地区	0.87	0.2	0	0				0.00				0.71	0.36	1.07
		跨越施工场地区	0.28	0.26	0	0.18				0.00				0.48	0.24	0.72
		施工道路区	1.68	2.51	0	0.85				0.41				3.63	1.82	5.45
		小计	7.04	8.02	0	2.29	0	0	0	1.72				12.70	6.37	19.07
	合计		107.05	200.42	32.00	60.23	9.18	0	0	1.72	0	0	0	234.52	176.08	410.60
总计			225.75	611.78	57.83	229.88	47.32	7.16	1.37	1.72	2.81	0.58	563.69	446.43	176.08	1186.20

1.1.1.7 工程土石方情况

本项目土石方挖填总量为 1019.21 万 m^3，其中挖方 556.41 万 m^3，填方 462.80 万 m^3，无借方，余方 93.61 万 m^3。卡麦换流站余方 59.14 万 m^3 运至水保方案批复的两处弃渣场内，卡麦换流站进站道路余方 4.78 万 m^3 进行综合利用，输电线路产生余土数量为 29.69 万 m^3 进行综合利用。

（1）卡麦换流站工程实际土石方挖填总量为 350.74 万 m^3，其中挖方 207.33 万 m^3（含表土剥离土方 16.47 万 m^3），填方 143.41 万 m^3（含表土回覆 16.47 万 m^3），无借方，卡麦换流站进站道路余方 4.78 万 m^3 进行综合利用，弃方 59.14 万 m^3，运至本项目水保方案批复的弃渣场内。

（2）帮果换流站土石方挖填总量为 219.42 万 m^3，其中挖方 109.71 万 m^3（含表土剥离土方 9.65 万 m^3），填方 109.71 万 m^3（含表土回覆 9.65 万 m^3），无外借方和弃方。

（3）湖北换流站工程实际土石方挖填总量为 91.50 万 m^3，其中挖方 45.75 万 m^3（含表土剥离土方 8.88 万 m^3），填方 45.75 万 m^3（含表土回覆 8.88 万 m^3），无外借方和弃方。

（3）送端接地极工程实际土石方挖填总量为 23.84 万 m^3，其中挖方 11.92 万 m^3（含草皮剥离 1.28 万 m^3），填方 11.92 万 m^3（含草皮回覆 1.28 万 m^3），无外借方和弃方。

（4）受端接地极工程土石方挖填总量为 13.76 万 m^3，其中挖方 6.88 万 m^3（含表土剥离 0.96 万 m^3），填方 6.88 万 m^3（含表土回覆 0.96 万 m^3），无外借方和弃方。

（5）输电线路工程

新建输电线路工程土石方挖填总量为 319.95 万 m^3，其中挖方 174.82 万 m^3（含表土剥离 43.12 万 m^3，草皮剥离 6.14 万 m^3），填方 145.13 万 m^3（含表土回覆 43.12 万 m^3，草皮回覆 6.14 万 m^3），无外借土方，余方 29.69 万 m^3，均外运进行综合利用。依据线路工程各标段与线路沿线乡（镇）签订的土方综合利用协议，本工程余土主要用于乡村场地整理、耕地整治、道路填筑等工程利用。

1）西藏自治区

西藏段直流线路土石方挖填总量为 1.47 万 m^3，其中挖方 0.84 万 m^3（含表土剥离 0.10 万 m^3），填方 0.65 万 m^3（含表土回覆 0.10 万 m^3），余方 0.19 万

m^3，余方全部外运综合利用，无外购土方。

西藏段送端接地极线路土石方挖填总量为 27.64 万 m^3，其中挖方 14.20 万 m^3（含表土剥离 1.99 万 m^3，草皮剥离 1.97 万 m^3），填方 13.44 万 m^3（含表土回覆 1.99 万 m^3，草皮回覆 1.97 万 m^3），余方 0.76 万 m^3，余方全部外运综合利用，无外购土方。

2）四川省

四川段±400kV 直流线路土石方挖填总量为 13.93 万 m^3，其中挖方 7.65 万 m^3（含表土剥离 1.01 万 m^3，草皮剥离 0.09 万 m^3），填方 6.28 万 m^3（含表土回覆 1.01 万 m^3，草皮回覆 0.09 万 m^3），余方 1.37 万 m^3，余方全部外运综合利用，无外购土方。

四川段±800kV 直流线路土石方挖填总量为 152.92 万 m^3，其中挖方 81.86 万 m^3（含表土剥离 21.53 万 m^3，草皮剥离 4.07 万 m^3），填方 71.06 万 m^3（含表土回覆 21.53 万 m^3，草皮回覆 4.07 万 m^3），余方 10.80 万 m^3，余方全部外运综合利用，无外购土方。

四川段送端接地极线路土石方挖填总量为 1.66 万 m^3，其中挖方 0.83 万 m^3（含表土剥离 0.16 万 m^3，草皮剥离 0.01 万 m^3），填方 0.83 万 m^3（含表土回覆 0.16 万 m^3，草皮回覆 0.01 万 m^3），无余方，无外购土方。

3）重庆市

重庆市直流输电线路工程土石方挖填总量为 33.98 万 m^3，其中挖方 17.79 万 m3（含表土剥离 6.52 万 m^3），填方 16.19 万 m^3（含表土回覆 6.52 万 m^3），余方 1.60 万 m^3，无外购土方。余方为塔基基础土方，施工单位已签订余土综合利用协议，余土由综合利用方接收，主要用于垫路修道等。

4）湖北省

湖北省直流输电线路工程土石方挖填总量为 84.82 万 m^3，其中挖方 49.85 万 m^3（含表土剥离 11.17 万 m^3），填方 34.97 万 m^3（含表土回覆 11.17 万 m^3），余方 14.88 万 m^3，施工单位已签订余土综合利用协议，余土由综合利用方接收，主要用于垫路修道等。

受端接地极线路土石方挖填总量为 32.83 万 m^3，其中挖方 16.84 万 m^3（含表土剥离 0.64 万 m^3），填方 15.99 万 m^3（含表土回覆 0.64 万 m^3），余方 0.09 万 m^3，余方全部外运综合利用，无外购土方。

本项目实际土石方挖填情况见表 1.1-5。

表 1.1-5　　工程建设区实际土石方平衡情况　　单位：万 m^3

项目	防治分区			开挖量					回填量					调入	调出	借方	余方	
				表层土	草皮剥离	土石方	钻渣	小计	表层土	草皮回铺	土石方	钻渣	小计				数量	去向
点型工程	青藏高原区	送端卡麦站	站区	6.00		84.20		90.20	6.00		84.20		90.20					
			进站道路区	5.82		86.55		92.37	5.82		22.63		28.45				63.92	弃渣场及综合利用
			站用外接电源区	0.10		0.11		0.21	0.10		0.11		0.21					
			站外供排水管线区	0.20		1.00		1.20	0.20		1.00		1.20					
			施工生产生活区	2.20		19.00		21.20	2.20		19.00		21.20					
			临时堆土区	0.90				0.90	0.90				0.90					
			弃渣场区	1.25				1.25	1.25				1.25					
			小计	16.47		190.86		207.33	16.47		126.94		143.41				63.92	弃渣场及综合利用
		送端帮果站	站区	8.11		81.60		89.71	8.11		91.61		99.72	10.01				
			进站道路区	0.05				0.05	0.05				0.05					
			站用外接电源区	0.03		0.10		0.13	0.03		0.11		0.14	0.01				
			站外供排水管线区	0.10		3.14		3.24	0.10		0.98		1.08		2.16			

项目	防治分区			开挖量					回填量					调入	调出	借方	余方	
				表层土	草皮剥离	土石方	钻渣	小计	表层土	草皮回铺	土石方	钻渣	小计				数量	去向
			泥石流治理区	0.36		8.22		8.58	0.36		0.36		0.72		7.86			
			施工生产生活区	1.00		7.00		8.00	1.00		7.00		8.00					
			小计	9.65		100.06		109.71	9.65		100.06		109.71	10.02	10.02			
		送端接地极	汇流装置区		0.02	0.10		0.12			0.10		0.10		0.02			
			检修道路区		0.31	1.50		1.81		0.31	1.50		1.81					
			电极电缆区		0.92	8.96		9.88		0.94	8.96		9.90	0.02				
			站用外接电源区		0.03	0.08		0.11		0.03	0.08		0.11					
			小计		1.28	10.64		11.92		1.28	10.64		11.92	0.02	0.02			
	平原区	受端湖北站	站区	5.88		30.15		36.03	5.88		27.78		33.66		2.37			
			进站道路区	0.61		0.96		1.57	0.31		0.96		1.27		0.30			
			施工生产生活区	1.45		2.85		4.30	1.75		5.22		6.97	2.67				
			站外供排水管线区	0.76		2.68		3.44	0.76		2.68		3.44					
			站外电源	0.18		0.23		0.41	0.18		0.23		0.41					

项目	防治分区			开挖量					回填量					调入	调出	借方	余方	
				表层土	草皮剥离	土石方	钻渣	小计	表层土	草皮回铺	土石方	钻渣	小计				数量	去向
			设施区															
			小计	8.88		36.87		45.75	8.88		36.87		45.75	2.67	2.67			
		受端接地极	汇流装置区	0.01		0.03		0.04			0.03		0.03					
			检修道路区	0.03		0.52		0.55			0.52		0.52		0.03			
			电极电缆区	0.91		5.36		6.27	0.95		5.36		6.31	0.03				
			站用外接电源区	0.01		0.01		0.02	0.01		0.01		0.02					
			小计	0.96		5.92		6.88	0.96		5.92		6.88	0.03	0.03		0	
一、点型工程合计				35.96	1.28	344.35		381.59	35.96	1.28	280.43		317.67	12.74	12.74		63.92	
线型工程	±400kV 直流输电线路	青藏高原区	西藏	塔基区	0.02	0	0.56	0.01	0.59	0.02	0	0.37	0.01	0.4				0.19	综合利用
				牵张场区	0.02	0	0.05	0	0.07	0.02	0	0.05	0	0.07					
				施工道路区	0.06	0	0.12	0	0.18	0.06	0	0.12	0	0.18					
				小计	0.1	0	0.73	0.01	0.84	0.1	0	0.54	0.01	0.65				0.19	综合利用
			四川	塔基区	0.28	0.05	5.08	0	5.41	0.28	0.05	3.71	0	4.04				1.37	综合利用
				牵张场	0.3	0	0.42	0	0.72	0.3	0	0.42	0	0.72					
				施工道路区	0.43	0.04	1.05	0	1.52	0.43	0.04	1.05	0	1.52					
				小计	1.01	0.09	6.55	0	7.65	1.01	0.09	5.18	0	6.28				1.37	综合利用

项目	防治分区			开挖量					回填量					调入	调出	借方	余方	
				表层土	草皮剥离	土石方	钻渣	小计	表层土	草皮回铺	土石方	钻渣	小计				数量	去向
	±800 kV 直流线路	青藏高原区	四川	塔基区	1.94	2.16	17.19	0.97	22.26	1.94	2.16	10.54	0.97	15.61				6.65	综合利用
				牵张场	0.71	0	0.75	0	1.46	0.71	0	0.75	0	1.46					
				施工道路区	5.44	1.91	10.93	0	18.28	5.44	1.91	10.93	0	18.28					
				小计	8.09	4.07	28.87	0.97	42	8.09	4.07	22.22	0.97	35.35				6.65	综合利用
		山丘区		塔基区	5.21	0	23.03	0.98	29.22	5.21	0	18.88	0.98	25.07				4.15	综合利用
				牵张场	0.71	0	0.84	0	1.55	0.71	0	0.84	0	1.55					
				施工道路区	7.52	0	1.57	0	9.09	7.52	0	1.57	0	9.09					
				小计	13.44	0	25.44	0.98	39.86	13.44	0	21.29	0.98	35.71				4.15	综合利用
		山丘区	重庆	塔基区	2.33	0	9.88	0.23	12.44	2.33	0	8.28	0.23	10.84				1.60	综合利用
				牵张场区	0.31	0	0.12	0	0.43	0.31	0	0.12	0	0.43					
				施工道路区	3.88	0	1.04	0	4.92	3.88	0	1.04	0	4.92					
				小计	6.52	0	11.04	0.23	17.79	6.52	0	9.44	0.23	16.19				1.60	综合利用
		山丘区	湖北	塔基区	3.37		18.96	1.19	23.52	3.37		11.26		14.63		1.90		6.99	综合利用
				牵张场区	0.42		1.06		1.48	0.42		1.06		1.48					
				施工道路区	3.38		2.81		6.19	3.38		4.71		8.09	1.90				
				小计	7.17		22.83	1.19	31.19	7.17		17.03		24.20	1.90	1.90		6.99	综合利用
		平		塔基区	2.35		7.95	6.71	17.01	2.35		6.77		9.12				7.89	综合利用

项目	防治分区				开挖量					回填量					调入	调出	借方	余方	
					表层土	草皮剥离	土石方	钻渣	小计	表层土	草皮回铺	土石方	钻渣	小计				数量	去向
		原区		牵张场区	0.51				0.51	0.51				0.51					
				施工道路区	1.14				1.14	1.14				1.14					
				小计	4.00		7.95	6.71	18.66	4.00		6.77		10.77				7.89	综合利用
	接地极线路	青藏高原区	西藏	塔基区	0.21	0.62	5.46	0.02	6.31	0.21	0.62	4.7	0.02	5.55				0.76	综合利用
				牵张场区	0.1	0	0.7	0	0.8	0.1	0	0.7	0	0.8					
				施工道路区	1.68	1.35	4.06	0	7.09	1.68	1.35	4.06	0	7.09					
				小计	1.99	1.97	10.22	0.02	14.2	1.99	1.97	9.46	0.02	13.44				0.76	综合利用
			四川	塔基区	0.03	0.01	0.33	0.01	0.38	0.03	0.01	0.33	0.01	0.38					
				牵张场区	0.01	0	0.06	0	0.07	0.01	0	0.06	0	0.07					
				施工道路区	0.12	0	0.26	0	0.38	0.12	0	0.26	0	0.38					
				小计	0.16	0.01	0.65	0.01	0.83	0.16	0.01	0.65	0.01	0.83					
		山丘区	湖北	塔基区	0.05		0.38		0.43	0.05		0.29		0.34				0.09	综合利用
				牵张场区	0.01		0.02		0.03	0.01		0.02		0.03					
				施工道路区	0.11		0.19		0.30	0.11		0.19		0.30					
				小计	0.17		0.59		0.76	0.17		0.50		0.67				0.09	综合利用
		平原区		塔基区	0.15		0.57		0.72	0.15		0.57		0.72					
				牵张场区	0.02				0.02	0.02				0.02					
				施工道路	0.30				0.30	0.30				0.30					

项目	防治分区				开挖量					回填量					调入	调出	借方	余方	
					表层土	草皮剥离	土石方	钻渣	小计	表层土	草皮回铺	土石方	钻渣	小计				数量	去向
				区															
				小计	0.47		0.57		1.04	0.47		0.57		1.04					
	迁改线路	青藏高原区	四川	塔基区															
				牵张场区															
				施工道路区															
				小计															
	二、线型工程合计				43.12	6.14	115.45	10.12	174.82	43.12	6.14	93.65	2.22	145.13	2	2		29.69	
三、总计					79.08	7.42	459.80	10.12	556.41	79.08	7.42	374.08	2.22	462.80	14.64	14.64		93.61	

1. 建设项目及水土保持工作概况

1.1 项目概况

1.1.2 项目区概况

1.1.2.1 地质

（1）送端卡麦站

送端卡麦站所在区域地质构造单元上均处于青藏高原东部地区的羌塘~昌都陆块，周边断裂分布相对密集，且分布全新世活动断裂即巴塘断裂，站址距离巴塘断裂约 2.5km，满足最小避让距离要求，紧邻雄松－苏洼龙断裂（F7）的小型分支断裂非全新世活动断裂。地层主要由①坡积的粉质黏土、②残积的含砾粉质黏土、③风化片岩构成。涉及特殊性岩土有填土、季节性冻土、混合土。地下水主要为基岩裂隙水。地震基本烈度VIII度，地震动峰值加速度 0.20g。地质灾害未发现泥石流、地面塌陷、地裂缝和地面沉降等不良地质现象。

（2）送端帮果站

送端帮果站位于盖玉复式背斜北东冀，距离东北方向的早中更新世断裂-东江～昌多阔西断裂约 5km。场地地层主要为泥盆系上统上下组（D_3^1、D_3^2）：上部为灰、灰绿、灰黑色片岩、千枚岩。场地覆盖层以第四系洪积碎石土为主，站区第四系地层中存在季节性冻土。地下水类型主要包括松散岩类孔隙水和基岩裂隙水。地震动峰值加速度为 0.20g，对应地震基本烈度为VIII度。站址存在的主要不良地质作用为泥石流，泥石流沟为金沙江左岸一级支流降曲河的左岸支沟，站址位于泥石流沟口堆积扇上，治理工程采用以“拦挡+排导为主”的治理思路，在形成流通区下游沟口处设置 1 道拦砂坝，在拦砂坝下游横穿站址区直到降曲河段修建排导槽，排导槽部分区域采取沟侧土工格栅和沟顶不锈钢围栏增加稳定性，通过采取泥石流治理措施，可改善当地的环境、经济、社会和减灾效益。

（3）送端接地极

送端接地极所在区域地质构造单元上处于青藏高原东部地区的羌塘~昌都陆块相对中心地段，沉积建造复杂，周边断裂以北西-南东走向断裂为主。地层主要由①堆积砂（Q4）、②堆积砂（Q3）、③全~中风化砂岩（P~K）构成。地下水主要有松散堆积层的孔隙水和基岩裂隙水两类。涉及特殊性岩土有填土、季节

性冻土。地震动峰值加速度为 0.10g，对应地震基本烈度为 VII 度。周边未发现滑坡、泥石流、崩塌、岩溶等地质灾害。

（4）受端湖北站

受端湖北站站址地质构造单元为扬子准地台（一级），位于其次级单元下扬子台坪（二级）大冶台褶束（三级），为一震旦系至侏罗系的褶皱构成的台褶带。场地地层分布较为平稳，站址下伏基岩为侏罗系中统花湖组（J2hl），以砂岩为主，埋深 1.0-6.0 米。场地地下水类型为第四系孔隙潜水，受大气降水和地表水补给，以地表蒸发排泄为主。地下水位随季节变化不大，一般常年水位变动在 3.0m 左右，雨季地下水位上升接近地表。场地基本地震加速度值为 0.05g，相应的地震基本烈度为VI度，相应的抗震设防烈度为 6 度，设计地震分组为第一组，场地特征周期值为 0.35s。站址及附近地表未见明显规模性滑坡、危岩、崩塌、泥石流、地面塌陷、地面沉降、落水洞、采空区等不良地质现象，区域地质稳定。

（5）受端接地极

受端接地极场地区内无活动断裂分布或通过，地层岩性为素填土、粉质粘土。场地地震动峰值加速度小于 0.05g，对应的地震基本烈度小于VI度，地震反应谱特征周期值为 0.35s。极址场地属地质构造相对稳定地带。

（6）输电线路

1）西藏自治区境内线路

西藏自治区线路路径工程区内发育的地质构造导致区内岩体节理裂隙发育，尤其是千枚岩、板岩、片麻岩、片岩、页岩、泥岩以及玄武岩等分布区。根据区域水文资料及现场踏勘，按地下水赋存介质不同，工程区内地下水类型可分为松散堆积层孔隙水、基岩裂隙水及碳酸盐岩岩溶水三类，地下水对混凝土无、微腐蚀性，对混凝土结构及钢筋混凝土结构中的钢筋无腐蚀性，对钢结构具弱腐蚀性。线路沿线基本地震动峰值加速度分别为 0.20g。工程区域进入中新生代以来，构造活动越发强烈，基岩节理裂隙发育，岩体破碎，地震活动频繁，降雨量非常充沛等，为各类不良地质作用的发育、产生及发展提供了充足的条件。沿线总体上地质灾害以小规模及单点分布为主，线路工程选址选线在地质灾害相对密集区已避开。

2）四川省境内线路（含直流线路及接地极线路）

四川省境内线路路径在大地构造单元上位于扬子准地台，地层岩性主要由泥砾层夹砂、砾、粘土及泥质充填的卵砾石层，泥岩、页岩、粉砂岩、细砂岩、泥灰岩、花岗岩、闪长岩、辉长岩、玄武岩、石英砂岩等。线路沿线地下水以基岩裂隙水、碎屑岩类孔隙裂隙水、碳酸盐岩岩溶水为主，次为第四系松散堆积物孔隙水。地下水埋深普遍较大，出露泉水多位于低洼地段，水量一般，地下水对线路基础及施工影响较小；地下水对混凝土无、微腐蚀性，对混凝土结构及钢筋混凝土结构中的钢筋无腐蚀性，对钢结构具弱腐蚀性。沿线地区 50 年超越概率 10%的地震动峰值加速度为 0.15-0.20g，相应的地震基本烈度为 VII、VIII度。地震动反应谱特征周期为 0.40~0.45。沿线总体上地质灾害以小规模及单点分布为主，线路工程选址选线在地质灾害相对密集区已避开。

3）重庆市境内线路

重庆市境内线路位于扬子准地台川中台拗，在区域构造上属新华夏系四川盆地沉降带川中坳陷构造区，部分属川东华蓥山、方斗山褶皱带、齐曜山-金佛山断裂带等。沿线区域地层岩性发育较为齐全，上覆薄层第四系冲洪积、残坡积层，岩性主要为粉质粘土，部分区域混少量碎石，下伏地层主要为三叠系（T）石灰岩。沿线地震动峰值加速度 0.05g，相应的地震基本烈度VI度。线路区地下水为基岩裂隙水。顺基岩裂隙向深处渗漏及沿浅层风化带向下游渗流为主。地下水对混凝土结构及钢筋混凝土结构中的钢筋存在微腐蚀性，对钢结构具微~弱腐蚀性。沿线总体上地质灾害以单点小型为主，地质灾害相对密集区已避开，线路路径走向合理。

4）湖北省境内线路（含直流线路和接地极线路）

湖北省境内线路所经地区在大地构造上位于扬子准地台之上扬子台坪、两湖短拗、下扬子台坪内。沿线地区 50 年超越概率 10%的地震动峰值加速度为 0.05g，相应的地震基本烈度为VI度。地震动反应谱特征周期为 0.35s。线路沿线上部覆盖层主要以第四系残积粉质粘土为主，中高山区表层覆盖层为粉质黏土或粉质黏土混碎石，层厚薄，低缓丘陵区覆盖层为粉质黏土混碎石或粉质黏土，一般层厚稍大。下伏基岩主要为三叠系白云岩、灰岩，二叠系灰岩，志留系砂岩，泥盆系砂岩，奥陶系砂岩，三叠系砂岩。沿线地下水类型可分为基岩裂隙水、碳酸盐岩岩溶水和松散土内孔隙水，基岩裂隙水和碳酸盐岩岩溶水地下水埋藏较深，可不

考虑地下水对本项目的影响。沿线部分地段现场调查表明，线路路径内无大型滑坡及崩塌危害点，灰岩区岩溶发育较弱，线路路径走向合理。

1.1.2.2 地貌

（1）送端卡麦站

送端卡麦站站址地貌类型属高山地貌的山顶平面，西南与山脉相邻，其余方向为陡坡倾向金沙江或山谷，场地相对开阔，起伏较小，站址范围高程3650m~3740m，南高东北西低，区域内除民房外，主要以耕地和林地为主。站址东侧山下为金沙江和巴塘水电站。

（2）帮果换流站

送端帮果站站址位于四川省甘孜州白玉县，属于高山峡谷地貌区，山间谷地的多个洪积扇地貌与河流阶地地貌交接的复合地带。整体地势呈东南高西北低，场地高程约 2961 ~ 3030m，相对高差约 25m~65m，整体地形较缓，坡度约 5~15°，局部呈陡坎、陡坡状，场地西南侧山体斜坡坡度约 20~40°，部分挖方边坡位于山体斜坡地段。

（3）送端接地极

送端接地极位地貌类型属高山峡谷地貌，处于两山之间低洼地带，场地较开阔，高程约4250m~4260m，极址东西两侧均为山体，东侧山顶高程约4600m，西侧山顶高程约4500m，其中西南部略低，东北部略高，常年承受两侧汇水，故而形成湿地，植被以草甸为主。湿地中有河流穿过，极址微地貌属河漫滩，雨季将被河水不同程度漫盖。

（4）湖北换流站、受端接地极

受端湖北站属平原区地貌，地势相对低洼、平坦，整体呈东北高、西南低的岗坡地，自然地面高程约29.5m~41.0m，场地内以耕地为主，辅以林地、园地和草地。

受端接地极属平原地貌，整体地势相对低洼、平坦，场地条件较好，自然地面高程约20.0m~21.5m，区域内以耕地为主。

（5）输电线路（含直流输电线路、接地极线路）

输电线路所经区域地形、地貌类型主要包括青藏高原高山区、中低山、丘陵及平原，由西至东海拔高程逐步降低。

西藏自治区境内线路路径区的地形地貌主要类型为：侵蚀、剥蚀、溶蚀构造高山地貌。沿线海拔在2500m~4400m之间，地形坡度一般在30°～45°，地表多为林地、草地。

四川境内线路路径区的地形地貌主要类型为：侵蚀、剥蚀、溶蚀构造高中山、丘陵及溶蚀盆地地貌。沿线海拔在800m~4400m之间，高山地貌沿线地面高程一般在3500m~4400m之间，沿线沟谷纵横，地势起伏较大，相对高差一般在500m~600m。中高山地貌沿线地面高程一般在2500m~3500m之间，地势起伏较大，相对高差一般在300m~600m。地形坡度一般在20°～35°，地表多为林地和草地。

重庆境内线路所经区域地形地貌主要类型为溶蚀中低山地貌，侵蚀、剥蚀、溶蚀构造中山地貌和侵蚀、剥蚀丘陵及溶蚀盆地地貌。小起伏中山地貌海拔在200～400m之间，山顶上整体起伏较小，地形坡度多在15°～35°之间。低中山地貌地形上起伏较大，山峰尖棱，横坡陡，海拔一般为175m～1260m，坡度多为25°～35°。地表多为林地、耕地和草地。

湖北境内线路主要地形地貌可分为中高山、低山、平地地貌，局部地段分布有河网泥沼和丘陵岗地地貌。中高山地貌沿线地面高程一般在500m~2000m之间，沿线沟谷纵横，地势起伏较大，相对高差一般在300m~600m。低山地貌沿线高程一般在200m~500m之间，地形切割强烈，植被发育，起伏较大，山体坡度相对变缓。平地地貌沿线高程在20m~200m左右，该地段地形平坦，地势开阔，现主要为水田与旱地。

1.1.2.3 气象

本项目项目区属高原亚温带亚湿润和亚热带湿润季风气候区。西藏自治区境内雨季为每年的5月～8月，四川境内雨季为每年的6月～8月，重庆境内雨季为每年的5月～9月，湖北境内雨季为每年的6月～9月。根据工程沿线经过各行政区有代表性的气象站近30年（1988～2017年）的实测气象资料。具体气象特征见表1.1-6。

表 1.1-6 沿线各主要行政区基本气象要素统计表

省（市）级	市级行政区	多年平均气温（℃）	极端最高气温（℃）	极端最低气温（℃）	≥10℃有效积温	多年平均蒸发量（mm）	多年平均降水量（mm）	无霜期（天）	全年主导风向	年平均风速（m/s）	平均相对湿度（%）	24h最大降水量（mm）	小时最大降水量（mm）	5年一遇最大10min降水量（mm）	雨季时段（月）
西藏	昌都市	4.95	26.1	-24.6	2049.7	1755.7	510.70	85	NNW	2.5	62	155.6	56.5	1.5	5~8
四川省	甘孜州	9.92	33.72	-15.8	2154.1	1299.4	695.02	268	NW	2.4	69	205.5	66.3	1.6	6~8
	雅安市	15.4	36	-5.5	1972.4	1255.3	1225.7	272	N	2.3	71	235.4	78.5	1.8	6~8
	眉山市	16.8	39.9	-7.4	4862.6	1245.2	2116.1	280	NNE	1.8	74	265.8	86.7	2.0	6~8
	乐山市	17.5	40.7	-8.6	5215.2	1362.5	2913.5	285	NE	1.6	80	216.5	88.4	2.0	6~8
	内江市	17.4	41.9	-3.2	5569.4	1145.1	1152.1	295	SW	1.5	81	243.5	79.9	2.1	6~8
	资阳市	17.4	40.2	-3.7	5545.5	1089.2	1127.5	287	SSW	1.6	78	237.8	90.5	2.1	6~8
	广安市	17.1	42	-3.8	5621.5	1106.3	1216.2	291	N	1.5	79	241.2	86.1	2.2	6~8
	达州市	16.7	42.2	-4.7	5765.6	1043.4	1148.6	318	NE	1.7	79	248.4	80.2	2.2	6~8
重庆市	潼南区	17.9	41.6	-2.9	5914.5	980.5	1138.6	335	N	1.1	81	227.3	90.3	2.1	5~9
	铜梁区	17.8	41.5	-3.7	5903.0	1052.4	1068.8	328	NW	1.2	83	256.2	93.1	2.1	5~9
	合川区	18.8	42.7	-1.9	5893.0	1186.3	1164.1	328	N	1.0	84	218.4	98.9	2.2	5~9
	垫江县	17.0	40.0	-3.1	5873.5	1035.5	1196.5	350	NE	1.0	70	207.3	91.6	2.2	5~9
	梁平区	17.5	40.1	-6.6	5900.5	1100.2	1262.2	312	N	1.4	82	240.1	99.6	2.2	5~9
	万州区	17.9	42.1	-3.7	5913.5	617.0	1222.5	330	N	1.5	80	230	96.7	1.9	5~9
湖北省	恩施州	16.2	41.2	-12.3	4950.3	627.80	1554.3	262	E、SW	1.6	78	227.5	25.2	1.9	6~9
	宜昌市	16.8	40.4	-9.8	5200.1	1271.3	1213.6	300	ES	1.4	75	229.7	24.3	1.9	6~9
	荆州市	16.6	39.6	-12.8	5303.4	1400.0	1063.1	260	N	2.2	80	209.2	39.7	2.1	6~9
	潜江市	16.4	40.2	-12.4	5182.1	862.6	1124.6	250	N	2.7	82	171.7	63.4	2.2	6~9
	咸宁市	17.7	39.4	-6	7008.0	1200.5	1308.0	260	SE	2.6	76	101.0	38.6	2.3	6~9

省（市）级	市级行政区	多年平均气温（℃）	极端最高气温（℃）	极端最低气温（℃）	≥10℃有效积温	多年平均蒸发量（mm）	多年平均降水量（mm）	无霜期（天）	全年主导风向	年平均风速（m/s）	平均相对湿度（%）	24h最大降水量（mm）	小时最大降水量（mm）	5年一遇最大10min降水量（mm）	雨季时段（月）
	黄石市	17.3	41.4	-15.4	5547.2	1466.7	1438.1	241	E	2	78	180.2	79.1	2.3	6~9
	鄂州市	17.2	40.7	-12.4	5100.3	1455.8	1283.6	270	E	2.1	76	212.2	68.8	2.3	6~9

1.1.2.4 水文

项目区涉及长江流域，水土保持管理机构为长江水利委员会。

（1）卡麦换流站

站址位于青藏高原东南缘金沙江西岸高山区，属金沙江流域，金沙江自贡觉县东境边缘流入芒康县境，经尼增、朱巴龙、格良西、索多西、角比西入滇，境内流程136.75km，其平均流量为943m^3/s，年总径流量为297.19亿m^3，落差为274m，平均比降为2.14‰。

站址位于金沙江西岸，站址中心点海拔高程3714.5m，比金沙江水面高约1200m以上，不受金沙江100年一遇洪水影响。站址山顶平地较低洼处有水塘1处，南北方向较低，距站址直线距离最近约800m，水塘整体呈三角形状，长约630m，宽约800m，深度2-3m，预估满库容方量约10万m^3。水塘现状稳定，四周植被发育较差，岩石出露，发生溃决风险小，水塘溃决时流动轨迹为站址平台两侧边界冲沟，对站址区域影响小。

送端卡麦站站址区域排水条件良好，沿山势排水，仅有局部山坡汇水，可通过站外截洪沟导排站址周边山坡汇水，站址均不受洪水内涝影响。

（2）帮果换流站

站址属金沙江流域，站址东北侧为降曲河，降曲河属金沙江左岸一级支流，河长68.38km，流域面积1136.79km^2，自然落差1800m，水能蕴藏丰富。根据降曲河控制断面100、50年一遇洪峰流量、控制大断面、河道糙率和调查洪水比降，得到降曲河100年一遇设计洪水位为2954.59m（最低），场平后站区低台阶标高较降曲河高约16.91m，其余区域站址自然地面高程也均高于设计洪水位，故站址不受降曲河设计洪水淹没影响。叶巴滩水库正常蓄水位为2889m（P=1%），坝顶高程2894m，100年一遇回水尖灭点位于达西沟下游约3km处，站址自然地面最低高程为2961.1m，站址位于叶巴滩水电站百年一遇洪水回水尖灭点上游约6.0km，故叶巴滩水电站回水对站址无影响。

（3）送端接地极

送端接地极极址属金沙江流域，附近有加金达河，加金达河为拉妥草原蜿蜒的小河，径流由融雪和雨水补充，每年7月、8月河道流量最大，汇流装置区附近河道断面河宽约4.5m，河深约1.2m。汇流装置区位于谷底坡地，距加金达河最近

距离约100m，场地原始标高为4254.5m，附近河道50年、100年一遇洪水位分别为4253.7m和4254.0m，汇流装置区标高高于100年一遇洪水位0.5m，由于加金达河为游荡性河道，河道易摆动，极址中心的基础埋深采取低于100年一遇1.5m深的天然冲刷线和桩筏基础措施可避免河槽摆动对基础的淘刷。接地极防洪标准与换流站百年一遇防洪标准保持一致，不受洪水内涝影响。

（2）湖北换流站、受端接地极

湖北换流站站址附近无大型河流，站址西侧约 60m 处和 390m 处分别为洋湖港和洋湖大港，均为现有的自然排水沟，站址东侧约 170m 处有水塘，水塘的自然标高为 28.5m，站址处 100 年一遇洪水为 29.0m，受端湖北站终平标高 35.25m，高于站址处 100 年一遇洪水位，站址不受 100 年一遇洪水位影响。

受端接地极属长江流域，南侧约 450m 处有富水河，其 100 年一遇洪水位为 24.0m，接地极汇流装置区设置混凝土平台，平台高度 24.5m，高于富水河 100 年一遇洪水位，不受富水河 100 年一遇洪水影响。

（3）输电线路

本项目在西藏境内属于金沙江流域，在四川、重庆和湖北境内线路属于长江流域，在四川境内线路跨越主要河流有降曲河、巴塘河、雅砻江河、康定河、大渡河、青衣江、沱江和御临河等河流 85 次；在重庆境内线路跨越的主要河流有琼江、涪江、嘉陵江、渠江、龙溪河（高滩河）和长江等河流 9 次；在湖北境内跨越主要河流有长江、清江、伍家河、龙王河、青龙河、东荆河和其他河流等 9 次。输电线路在跨越河流时，不在水中立塔，避免线路对航运、河道泄洪能力的影响，并按相应的最高通航水位及最大空载船舶高度设计考虑足够的安全净空，以利航运安全，河流百年一遇洪水对工程无影响。

工程线路经过的主要河流概况、跨越情况及水功能情况详见表1.1-7。

表 1.1-7　工程沿线主要河流概况及跨越情况汇总表

流域	行政区	跨越河流	跨越地点	跨越水体方式	是否涉及饮用水水源保护区
金沙江流域	四川省	降曲河	甘孜藏族自治州巴塘县巴塘水电站附近	一档跨越	否
长江流域	四川省	巴塘河	甘孜藏族自治州巴塘县	一档跨越	否
		雅砻江河	甘孜藏族自治州雅江县呷拉镇	一档跨越	否
		康定河	康定市炉城镇	一档跨越	否

流域	行政区	跨越河流	跨越地点	跨越水体方式	是否涉及饮用水水源保护区
		大渡河	泸定县冷碛镇	一档跨越	否
		青衣江	夹江县甘江镇	一档跨越	否
		沱江	资中县顺河场镇	一档跨越	否
		御临河	邻水县坛同镇	一档跨越	否
	重庆市	长江	万州区瀼渡镇	一档跨越	否
		塘坝河	潼南区	一档跨越	否
		琼江	潼南区	一档跨越	否
		涪江	合川区	一档跨越	是
		嘉陵江	合川区	一档跨越	否
		渠江	合川区	一档跨越	否
		龙溪河	梁平区云龙镇	一档跨越	否
		汝溪河	梁平区石安镇	一档跨越	否
		磨刀溪	万州区走马镇	一档跨越	否
	湖北省	清江	恩施土家族苗族自治州恩施市	一档跨越	否
		伍家河	恩施土家族苗族自治州建始县	一档跨越	否
		龙王河	恩施土家族苗族自治州巴东县	一档跨越	否
		青龙河	恩施土家族苗族自治州建始县、巴东县	一档跨越	否
		虎渡河	荆州市荆州区、公安县	一档跨越	否
		长江	荆州市公安县、江陵县	一档跨越	否
		东荆河	荆州市潜江市、监利市	一档跨越	否
		长江	荆州市洪湖市、嘉鱼县	一档跨越	否

1.1.2.5 土壤

结合中国土壤类型图，根据现场调查情况，工程沿线西藏自治区境内以褐土、棕壤土和高山草甸土等为主，四川省境内以红壤、黄壤、棕壤和高山草甸土等为主；重庆市境内以红壤、黄壤土等为主；湖北省境内以黄棕壤、潮土、水稻土为主。本项目表土剥离厚度约为 20~30cm，可剥离表土面积约为 316.21hm^2。

1.1.2.6 植被

根据中国植被类型图，西藏自治区境内以青藏高原高寒针叶林为主；四川省境内以亚热带常绿阔叶林为主；重庆市境内以中亚热带常绿阔叶林为主；湖北境内以温带亚热带落叶阔叶林、一年两熟或两年三熟连作为主。工程沿线林草覆盖率约为 13.00%～94.00%。

1.1.2.7 水土流失情况

依据《全国水土保持规划（2015~2030 年）》，本项目自西向东经过青藏高

原区、西南紫色土区、南方红壤区三个土壤侵蚀类型区，容许土壤流失量均为500t/km²·a。依据现场调查情况，项目区土壤侵蚀强度以微度、轻度水力侵蚀为主，沿线各省、市土壤侵蚀模数背景值详见表1.1-8。

根据水利部办公厅《水利部办公厅关于做好国家级水土流失重点预防区和重点治理区落地上图成果应用的通知》（办水保〔2025〕170号），以及西藏自治区、四川省、重庆市、湖北省等各省级水土保持规划成果，本项目涉及国家级及省级水土保持重点防治区情况见表1.1-9。

表1.1-8　本项目沿线区域原地貌土壤侵蚀模数背景值表

行政区		地貌类型	侵蚀强度及类型	土壤侵蚀模数背景值（t/(km².a)）
西藏自治区	昌都市	青藏高原区	微度水蚀	500~750
四川省	甘孜州	青藏高原区	微度水蚀	500~750
	雅安市	山丘区	轻度水蚀	500~950
	眉山市	山丘区	轻度水蚀	500~920
	乐山市	山丘区	轻度水蚀	500~950
	内江市	山丘区	轻度水蚀	500~920
	资阳市	山丘区	轻度水蚀	500~900
	广安市	山丘区	轻度水蚀	500~850
重庆市		山丘区	轻度水蚀	510~900
湖北省	恩施州	山丘区	轻度水蚀	600~900
	宜昌市	山丘区	轻度水蚀	600~1000
	荆州市	山丘区	轻度水蚀	600~1200
		平原区	微度水蚀	500
	潜江市	平原区	微度水蚀	500
	咸宁市	山丘区	轻度水蚀	600~1100
		平原区	微度水蚀	500
	黄石市	山丘区	轻度水蚀	600~1100
		平原区	微度水蚀	500
	鄂州市	山丘区	轻度水蚀	600~1000

表1.1-9　工程涉及国家级、省级水土流失重点防治区汇总表

行政区	市（县、区）		水保区划	国家级	省级
西藏自治区	昌都市	芒康县、贡觉县	青藏高原区	金沙江岷江上游及三江并流国家级水土流失重点预防区	/
四川省	甘孜州	白玉县、巴塘县、理塘县、雅江县		金沙江岷江上游及三江并流国家级水土流失重点预防区	/
		泸定县		/	雅砻江、大渡河中下游省级水土流失重点预防区
		康定市		/	雅砻江、大渡河中下游省级水土流失重点预防区

行政区	市（县、区）		水保区划	国家级	省级
	雅安市	汉源县	西南紫色土区	金沙江下游国家级水土流失重点治理区	/
		雨城区		/	/
		荥经县		/	/
	眉山市	洪雅县		/	峨眉山省级水土流失重点预防区
		青神县		/	/
		仁寿县		嘉陵江及沱江中下游国家级水土流失重点治理区	/
	乐山市	峨眉山市		/	峨眉山省级水土流失重点预防区
		井研县		嘉陵江及沱江中下游国家级水土流失重点治理区	/
		夹江县		/	/
		市中区		/	四川省沱江下游省级水土流失重点治理区
	内江市	资中县		嘉陵江及沱江中下游国家级水土流失重点治理区	/
	资阳市	雁江区、安岳县		嘉陵江及沱江中下游国家级水土流失重点治理区	/
	广安市	华蓥市		/	/
		邻水县		/	嘉陵江下游省级水土流失重点治理区
	达州市	大竹县		嘉陵江及沱江中下游国家级水土流失重点治理区	/
重庆市		潼南区		/	/
		铜梁区		/	/
		合川区		/	重庆市水土流失重点治理区
		垫江县、梁平区、万州区		三峡库区国家级水土流失重点治理区	重庆市水土流失重点治理区
湖北省	恩施州	利川市		武陵山国家级水土流失重点预防区	/
		恩施市		/	/
		建始县		武陵山国家级水土流失重点预防区	/
		巴东县		三峡库区国家级水土流失重点治理区	/
	宜昌市	五峰县、长阳县		/	清江流域中下游省级水土流失重点预防区
		宜都市		/	/
	荆州市	松滋市	南方红壤区	/	/
		荆州区、公安县、江陵县		/	/
		监利市		/	/
		洪湖市		/	/

行政区	市（县、区）		水保区划	国家级	省级
		潜江市		/	/
	咸宁市	嘉鱼县		/	/
		赤壁市		/	/
		咸安区		/	/
	黄石市	大冶市、阳新县		/	幕阜山省级水土流失重点治理区
	鄂州市	梁子湖区		/	/

1.2 水土流失防治工作情况

1.2.1 水土保持方案编报

2021 年 9 月，受国家电网有限公司委托，西南院、东北院、中南院开展本项目水土保持方案的编制工作，并明确由西南院负责水土保持方案汇总工作。2022 年 8 月，水土保持方案编制单位编制完成《金上—湖北±800 千伏特高压直流输电工程水土保持方案报告书》。

2022 年 8 月 31 日，水利部水土保持监测中心对本项目水土保持方案报告书进行了技术评审，2022 年 9 月 19 日，水利部以《金上—湖北±800 千伏特高压直流输电工程水土保持方案审批准予行政许可决定书》（水许可决〔2022〕69 号）批复了本项目水土保持方案报告书。

1.2.2 水土保持设计及变更情况

（1）可行性研究

2021 年 9 月，受国家电网有限公司委托，由国网经济技术研究院有限公司（以下简称“国网经研院”）牵头，中国电力工程顾问集团西南电力设计院有限公司（以下简称“西南院”）、中国电力工程顾问集团华东电力设计院有限公司（以下简称“华东院”）等 27 家设计院共同承担完成本工程可行性研究报告。2022 年 3 月 31 日，电力规划设计总院以（电规电网〔2022〕602 号文）出具了本工程可行性研究报告评审意见。

（2）项目核准

2023 年 1 月 5 日，国家发展和改革委员会以《国家发展改革委关于 T059（金上—湖北±800 千伏特高压直流输电工程）核准的批复》（发改能源〔2023〕16 号）对本工程予以核准。

（3）初步设计

2023 年 4 月 6 日，国家电网有限公司以《国家电网有限公司关于金上—湖北±800 千伏特高压直流输电工程初步设计（技术部分）的批复》（国家电网特〔2023〕218 号）对初步设计予以批复。

（4）施工图设计

2023 年 3 月，国网经研院牵头组织东北院、中南院和华东院等 20 家设计单位根据批复的水土保持方案及本工程施工特点，分标段开展并完成了本项目施工图设计，对路径、塔位选择、占地等进行了细化、优化，水土保持施工图专项设计工作同步开展。2023 年 3 月~6 月，线路工程各设计单位分标段编制完成本项目水土保持专项设计文件和一塔一图，2023 年 2 月~2024 年 3 月，各换流站设计单位分别编制完成换流站水土保持专项设计。专项设计文件均落实并细化了批复的水土保持方案提出的各项水土保持措施。

（5）水土保持变更

依据《生产建设项目水土保持方案管理办法》（水利部令第 53 号发布，2023 年 1 月 17 日），对本项目水土保持变更情况进行了筛查，本项目不涉及水土保持方案重大变更。

1.2.3 水土保持管理

根据《中华人民共和国水土保持法》《生产建设项目水土保持方案管理办法》（2023 年 1 月 17 日水利部令第 53 号发布）等有关法律、法规，为加强工程建设组织与地方政府的沟通协调，及时高效解决影响工程建设的重大问题，国家电网有限公司将水土保持管理工作列为工程建设管理工作的主要内容之一，水土保持工作采取公司总部统一管理，公司有关直属单位、工程所经各省电力公司及所属有关单位分级负责的原则。

公司总部统一管理，相关单位各负其责。国家电网有限公司负责特高压输电工程水土保持总体工作，国网特高压公司负责特高压直流输电工程的水土保持过程监督检查和自主验收组织工作，国网经研院是水土保持验收的技术评审单位。

明确和落实现场主体管理责任。按照本项目各建管单位负责的建管范围，分别成立了现场业主项目部，各业主项目部全面负责组织管理各自管段内现场水土保持工作。具体如下：国网特高压公司成立卡麦换流站业主项目部和帮果换流站业主项目部，国网西藏电力成立卡麦换流站进站道路、送端接地极极址和西藏段线路 3 个业主项目部，国网四川电力成立帮果站四通一平、四川西段线路和四川

中东段（含直流线路和送端接地极线路）3 个业主项目部，国网重庆电力成立重庆段线路渝西业主项目部和渝东北业主项目部 2 个业主项目部，国网湖北电力成立了湖北段直流线路鄂西、鄂中、鄂东 3 个业主项目部和湖北站（含四通一平和受端接地极极址）业主项目部，湖北段共计 4 个业主项目部。

在各业主项目部组织下，设计、施工、监理、监测等参建各方组成水土保持工作领导小组，组长由业主项目部经理担任。水土保持监测单位及水土保持验收单位作为技术服务单位做好技术支撑工作。各单位均委派具有同类工程水土保持管理经验的人员担任水土保持管理专责人员。各参建单位水土保持职责情况划分见表。

表 1.2-1　水土保持管理工作组织框架

项目	水土保持工作管理职责
国网特高压建设分公司	负责制定工程水土保持管理制度，监督、检查各项水土保持工作的落实。
业主项目部	负责项目建管段范围内的水土保持工作开展情况，统筹、协调参建各方落实各项水土保持工作，开展水土保持工作监督、检查。
监理项目部	作为水土保持监理单位负责各项水土保持措施实施的质量控制、进度控制、投资控制，参与水土保持工作日常巡查、管理，跟踪水土保持问题整改、消缺等事宜。
设计项目部	开展本项目各项水土保持措施的勘测、设计工作，完成各阶段水土保持专项设计。
施工项目部	负责依据设计文件，落实各项水土保持措施。
监测单位	负责开展水土保持监测工作，提出工程现场存在的水土流失问题，编制水土保持监测季度报告、水土保持监测总结报告等资料，作为技术服务单位提供水土保持技术支撑。
验收单位	作为技术服务单位提供水土保持技术支撑，编制水土保持设施验收报告等文件。

1.2.4 “三同时”制度落实情况

本项目沿线所经的各省电力公司及相关管理单位负责组织协调工程水土保持管理工作，提出过程管控的各项要求，落实组织措施、管理措施、技术措施、工艺措施，保证各项工作按照工程水土保持方案以及批复的要求贯彻实施。在设计阶段和施工阶段，水土保持工作与主体工程应贯彻“同时设计、同时施工、同时投产”的“三同时”方针。在开工初期及时委托水土保持监测单位，同时，依据水土保持要求，做到临时防护和永久防护措施相结合，工程措施和植物措施相结合，有效的控制了因建设活动导致的新增水土流失，满足了项目水土流失防治标准。

工程设计单位坚持贯彻执行水土保持“三同时”制度，将各项水土保持措施纳入主体工程设计文件。

主体工程初步设计阶段，依据水土保持方案及批复文件要求，将水土保持方案确定的各项水土保持措施纳入主体工程设计，并编制工程水土保持设计专篇。设计专篇明确了对于＞25°的坡地杆塔，开挖土方优先进行外运，以避免水土流失隐患。明确了各地形、地貌条件水土保持措施的设计要求。对各项水土保持措施进行典型设计。

主体工程施工图设计阶段，根据杆塔终勘定位位置，优化杆塔塔型，充分考虑不等高基础形式及高低腿布置方案，达到基本上同原自然地形、地貌吻合。对于各项水土保持措施，在此阶段通过换流站、接地极工程的平面布置图、竖向布置图、线路工程水保措施“一基一设计”等将各项水土保持措施细化到各施工场地，明确水土保持措施布置位置及工程量。

施工单位在施工前编制水土保持实施策划、绿色施工方案等策划文件以指导各项水土保持措施的实施。施工前均预备密目网、彩条旗、编织袋、彩条布等施工材料。施工过程中，按照“先拦后弃”的原则布置各项临时拦挡措施，施工场地外围布置彩条旗限界措施，临时堆放的砂石料、土方等利用密目网、彩条布进行铺垫、苫盖。换流站工程的护坡、截排水沟等措施在场地平整阶段即同步实施。输电线路工程的挡土墙、护坡、截排水沟等工程措施与主体工程的基础浇筑同步实施。

1.3 监测工作实施情况

1.3.1 监测实施方案执行情况

本项目于 2023 年 6 月开工建设，2025 年 12 月主体工程完工。

2023 年 5 月，依据招投标结果，国家电网有限公司确定由中南院、长科院、黄科院、北京东州金潞等单位分段开展本项目水土保持监测工作。

各水土保持监测单位自承担水土保持监测任务后立即成立监测项目部，组织专业人员赴工程现场进行调研，了解工程实施现状、进展、项目区自然环境、水土流失情况、现场交通条件等。并通过视频会议、现场会议的方式，对施工单位、监理单位等参建单位进行水土保持监测技术交底。依据工程现场的实际情况、主体工程设计资料、已批复《水土保持方案》的要求，各单位编制完成所属标段的

《水土保持监测实施方案》，并报送水行政主管部门、建设单位。

在水土保持监测工作开展过程中，各水土保持监测单位依照《监测实施方案》确定的水土保持监测点位布置各项目区水土保持监测点，收集主体工程施工图设计、环水保专篇等相关文件。通过开展定位观测、调查监测、遥感监测等方法，获取工程施工扰动面积、土石方挖填数量、水土保持措施、水土流失数量等数据，据此编制《水土保持监测季度报告》。同时在日常巡查工作过程中，通过现场调查、资料查阅、无人机巡查等方式，获取工程现场存在的水土流失问题，据此向各工程参建单位提出《水土保持监测意见书》。

最终，在汇总工程各项设计文件等竣工图成果资料的基础上，结合水土保持监测获取的工程现场第一手资料，编制完成《水土保持监测总结报告》。

依据本项目《水土保持监测实施方案》及本项目实际实施情况，本项目水土保持监测实施方案执行对比情况见表 1.3-1。

表 1.3-1　水土保持监测实施方案对比情况

项目	监测实施方案	实施情况
监测范围	依照已批复的《水土保持方案报告书》确定的防治责任范围即为水土保持监测范围	实际发生的防治责任范围即为水土保持监测范围。
监测分区	包括卡麦换流站、帮果换流站、湖北换流站、送端接地极、受端接地极、接地极线路、直流输电线路	一级、二级、三级分区均无变化
监测重点	换流站站区、进站道路区、弃渣场区、施工生产生活区、输电线路塔基区、施工道路区	同左

1.3.2 监测项目部设置

1.3.2.1 监测组织机构

为保证水土保持监测工作高质量、高效率完成，各水土保持监测单位组织专业知识强、业务水平高、监测设备齐全、监测经验丰富的水土保持队伍，成立了水土保持监测项目部。针对项目实际情况，落实各项监测工作，明确责任到人。监测项目部负责该项目水土保持监测实施方案编制；监测管理制度制定；布设监测设施，开展日常水土保持监测工作，收集有关监测数据；统计、分析、审核、汇编监测成果；定期编制监测季报及相关总结报告编写。

各水土保持监测项目部组成及标段划分见表 1.3-2。

表 1.3-2　各监测项目部委托时间及人员组成表

项目	监测单位	委托/技术交底时间	姓名	职称/职务	工作岗位

项目	监测单位	委托/技术交底时间	姓名	职称/职务	工作岗位
卡麦换流站、送端接地极及线路、直流输电线路（西藏段、四川段1）	中国电力工程顾问集团中南电力设计院有限公司	2023年5月/2023年6月	刘刚	高级工程师	项目负责人
			李继洪	高级工程师	技术负责人
			程谅	工程师	监测工程师
			王硕	高级工程师	监测工程师
			王涛	高级工程师	监测工程师
帮果换流站、帮果换流站接地极线路、直流输电线路（四川段2）	长江水利委员会长江科学院	2023年5月/2023年6月	孙佳佳	高级工程师	项目负责人
			蔡道明	高级工程师	技术负责人
			刘纪根	正高级工程师	监测工程师
			聂文婷	高级工程师	监测工程师
直流输电线路（重庆段、湖北段1）	黄河水利委员会黄河水利科学研究院	2023年5月/2023年6月	王金花	正高级工程师	项目负责人
			陈江南	正高级工程师	技术负责人
			孙维营	正高级工程师	监测工程师
			侯欣欣	副高级工程师	监测工程师
			杜林涛	工程师	监测工程师
湖北换流站、受端接地极和接地极线路、直流输电线路（湖北段2）	北京东州金潞科技有限公司	2023年5月/2023年6月	周玉喜	高级工程师	项目负责人
			齐非非	高级工程师	技术负责人
			陈琛	高级工程师	监测工程师
			赵娜娜	工程师	监测工程师
			祁凡	工程师	监测工程师

1.3.2.2 监测工作制度

为保证整个水土保持监测工作科学及时、保质、保量地完成，各监测项目部在管理中制订了“全流程管理、分环节控制”的质量控制和质量保证体系。

（1）项目负责人负责制

项目负责人对项目进度计划、成果质量全面负责。负责组织项目监测实施方案的编制和汇编监测成果报告。项目负责人向建设单位和项目工程负责，向本公司主管领导和法人代表负责，向专题负责人和承担任务的全体技术人员负责。

（2）监测成果实行签名制

每个技术人员均应对其观测和登记的数据或成果负责，作业过程中应作好记录，以备后查。成果必须经过自查并签名，方可上交。

（3）成果质量检验制

监测员、监测工程师和项目负责人必须层层把好质量关，出现问题时及时更正，未经修正不得进入下一作业工序；或者及时上报，以便研究讨论，及时解决问题。全部技术材料和成果材料，必须按照岗位职责范围，由直接工作的监测员、

监测工程师、项目负责人及其单位业务主管或单位代表签名，方可应用于监测工作之中，或作为监测的阶段性成果。

1.3.2.3 监测技术路线

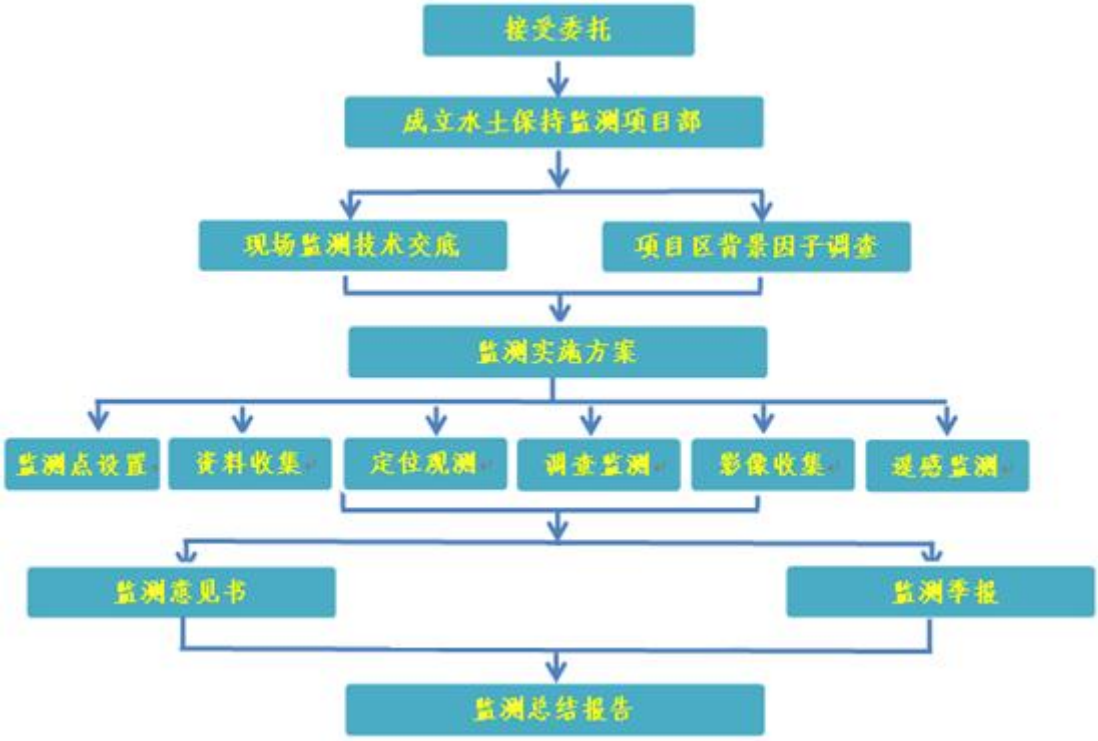


图 1.3-1 水土保持监测技术路线图

1.3.3 监测点布设

（1）水土保持监测重点区域

依据《金上—湖北±800 千伏特高压直流输电工程水土保持方案报告书》及同类工程水土保持监测成果，本项目水土流失发生的重点区域为新建换流站工程站区、进站道路区、弃渣场区、施工生产生活区、输电线路工程塔基区、施工道路区。同时这些区域也是本项目水土保持监测的重点区域。

（2）水土保持监测点位布置

经统计，本项目实际布置水土保持监测点位共计 264 处，较方案设计阶段的 193 处增加 71 处。其中西藏段 25 处、四川段 96 处、重庆段 29 处、湖北段 114 处。

水土保持监测点位统计见表 1.3-3。

表 1.3-3　水土保持监测点位汇总统计表

行政区划			水土保持监测分区			监测点位	监测方法	水土流失重点防治区
西藏自治区	昌都市	芒康县	青藏高原区	卡麦换流站	站区	站区东侧填方边坡	固定监测点（含在线监测系统法）	金沙江岷江上游及三江并流国家级水土流失重点预防区
					进站道路区	K4+160 处边坡	测钎法定位监测、遥感监测法	
					进站道路区	五号大桥边坡	巡查法、遥感监测法	
					站用外接电源区	塔基施工场地	巡查法、遥感监测法	
					站外供排水管线区	管线施工场地	巡查法、遥感监测法	
					施工生产生活区	东侧填方边坡	测钎法定位监测、遥感监测法	
					临时堆土场区	堆土场外围边坡	测钎法定位监测、遥感监测法	
					弃渣场区	1#弃渣场	集沙池法定位监测、遥感监测法	
					弃渣场区	2#弃渣场	测钎法定位监测、遥感监测法	
				线路工程	塔基区	接地极线路 NB22	测钎法定位监测、遥感监测法	
						接地极线路 NB144	测钎法定位监测、遥感监测法	
					牵张场区	接地极线路 NB37 旁牵张场	巡查法、遥感监测法	
						接地极线路 NB70 旁牵张场	巡查法、遥感监测法	
					跨越施工场地区	±400kV 直流线路 4N007~4N008	巡查法、遥感监测法	
						接地极线路 NB99~NB100	巡查法、遥感监测法	
					施工道路区	接地极线路 ZB21 进场道路	巡查法、遥感监测法	
		贡觉县		送端接地极	汇流装置区	南侧	巡查法、遥感监测法	
					检修道路区	临时堆土点	巡查法、遥感监测法	
					电极电缆区	临时堆土点	测钎法定位监测、遥感监测法	
					站用外接电源区	临时堆土点	巡查法、遥感监测法	
				线路工程	塔基区	接地极线路 NA180	测钎法定位监测、遥感监测法	
					牵张场区	接地极线路 NA161 旁牵张场	巡查法、遥感监测法	

行政区划			水土保持监测分区			监测点位	监测方法	水土流失重点防治区
					跨越施工场地区	接地极线路 NA29~NA30	巡查法、遥感监测法	
					施工道路区	接地极线路 NA101 进场道路	巡查法、遥感监测法	
						接地极线路 NA115 进场道路	巡查法、遥感监测法	
四川省	甘孜州	白玉县	青藏高原区	线路工程	塔基区	±800kV 直流线路 N095	测钎法定位监测、遥感监测法	金沙江岷江上游及三江并流国家级水土流失重点预防区
					塔基区	±800kV 直流线路 N120	测钎法定位监测、遥感监测法	
					牵张场区	±800kV 直流线路 N006 旁牵张场*	巡查法、遥感监测法	
					施工道路区	±800kV 直流线路 N047*	测钎法定位监测、遥感监测法	
		巴塘县	青藏高原区	线路工程	塔基区	±800kV 直流线路 N138	测钎法定位监测、遥感监测法	
					牵张场区	±800kV 直流线路 N0210 旁牵张场	巡查法、遥感监测法	
					跨越施工场地区	±800kV 直流线路 N0241 旁跨越场	巡查法、遥感监测法	
					施工道路区	±800kV 直流线路 N0212	巡查法、遥感监测法	
		理塘县	青藏高原区	线路工程	塔基区	±800kV 直流线路 N0313c	固定监测点（含在线监测系统法）	
					塔基区	±800kV 直流线路 N0394	侵蚀沟量测法定位监测、遥感监测法	
					塔基区	±800kV 直流线路 N0395	测钎法定位监测、遥感监测法	
					塔基区	±800kV 直流线路 N0414	测钎法定位监测、遥感监测法	
					塔基区	±800kV 直流线路 N0868	测钎法定位监测、遥感监测法	
					塔基区	±800kV 直流线路 N0870	测钎法定位监测、遥感监测法	
					牵张场区	±800kV 直流线路 N0414 旁牵张场	巡查法、遥感监测法	
					跨越施工场地区	±800kV 直流线路 N0415 旁跨越场	巡查法、遥感监测法	
					施工道路区	±800kV 直流线路 N0338	巡查法、遥感监测法	
		雅江县	青藏高原区	线路工程	塔基区	±800kV 直流线路 N0837	测钎法定位监测、遥感监测法	
					塔基区	±800kV 直流线路 N0840	测钎法定位监测、遥感监测法	

行政区划			水土保持监测分区			监测点位	监测方法	水土流失重点防治区
					牵张场区	±800kV 直流线路 N0952 旁牵张场	巡查法、遥感监测法	
					跨越施工场地区	±800kV 直流线路 N0926 旁跨越场	巡查法、遥感监测法	
					施工道路区	±800kV 直流线路 N0827	巡查法、遥感监测法	
					施工道路区	±800kV 直流线路 N0969	巡查法、遥感监测法	
		白玉县	青藏高原区	帮果换流站	站场区	南侧临时堆土边坡	固定监测点（含在线监测系统法）	雅砻江、大渡河中下游省级水土流失重点预防区
					进站道路区	道路东北侧边坡	测钎法定位监测、遥感监测法	
					泥石流治理区	临时堆土边坡	巡查法、遥感监测法	
					施工生产生活区	西南侧临时堆土边坡	巡查法、遥感监测法	
					站用外接电源区	临时堆土边坡	巡查法、遥感监测法	
					站外供排水管道区	临时堆土边坡	巡查法、遥感监测法	
					表土临时堆放区	堆土场外围边坡	巡查法、遥感监测法	
		康定市	青藏高原区	线路工程	塔基区	±800kV 直流线路 N1430	巡查法、遥感监测法	
					施工道路区	±800kV 直流线路 N1429	巡查法、遥感监测法	
		泸定县	山丘区	线路工程	塔基区	±800kV 直流线路 N2008*	巡查法、遥感监测法	
					塔基区	±800kV 直流线路 N2012*	固定监测点（含在线监测系统法）	
					牵张场区	±800kV 直流线路 N2010*旁牵张场	巡查法、遥感监测法	
					跨越施工场地区	±800kV 直流线路 N1613 旁跨越场	巡查法、遥感监测法	
					施工道路区	±800kV 直流线路 N2008*	巡查法、遥感监测法	
	雅安市	荥经县	山丘区	线路工程	塔基区	±800kV 直流线路 N2129	巡查法、遥感监测法	雅砻江、大渡河中下游省级水土流失重点预防区、金沙江下游
					塔基区	±800kV 直流线路 N2148	测钎法定位监测、遥感监测法	
					牵张场区	±800kV 直流线路 N2178 旁牵张场	巡查法、遥感监测法	
					跨越施工场地区	±800kV 直流线路 N2136 旁跨越场	巡查法、遥感监测法	
					施工道路区	±800kV 直流线路 N2148	巡查法、遥感监测法	

行政区划			水土保持监测分区			监测点位	监测方法	水土流失重点防治区
		汉源县	山丘区	线路工程	塔基区	±800kV 直流线路 N2446	巡查法、遥感监测法	国家级水土流失重点治理区
					牵张场区	±800kV 直流线路 N2446 旁牵张场	巡查法、遥感监测法	
					施工道路区	±800kV 直流线路 N2443	巡查法、遥感监测法	
		雨城区	山丘区	线路工程	塔基区	±800kV 直流线路 N2204	测钎法定位监测、遥感监测法	
					塔基区	±800kV 直流线路 N2214	巡查法、遥感监测法	
					施工道路区	±800kV 直流线路 N2214	巡查法、遥感监测法	
	眉山市	洪雅县	山丘区	线路工程	塔基区	±800kV 直流线路 N2301	巡查法、遥感监测法	
					牵张场区	±800kV 直流线路 N2305 旁牵张场	巡查法、遥感监测法	
					跨越施工场地区	±800kV 直流线路 N2304 旁跨越场	巡查法、遥感监测法	
					施工道路区	±800kV 直流线路 N2308	巡查法、遥感监测法	
		青神县	山丘区	线路工程	塔基区	±800kV 直流线路 N2709	巡查法、遥感监测法	
					塔基区	±800kV 直流线路 N2714	侵蚀沟量测法定位监测、遥感监测法	
					施工道路区	±800kV 直流线路 N2712	巡查法、遥感监测法	
		仁寿县	山丘区	线路工程	塔基区	±800kV 直流线路 N2820	巡查法、遥感监测法	
					塔基区	±800kV 直流线路 N2825	巡查法、遥感监测法	
					施工道路区	±800kV 直流线路 N2794	巡查法、遥感监测法	
	乐山市	夹江县	山丘区	线路工程	塔基区	±800kV 直流线路 N2607	巡查法、遥感监测法	峨眉山省级水土流失重点预防区
					牵张场区	±800kV 直流线路 N2670*旁牵张场	巡查法、遥感监测法	
					跨越施工场地区	±800kV 直流线路 N2675 旁跨越场	巡查法、遥感监测法	
					施工道路区	±800kV 直流线路 N2683	巡查法、遥感监测法	
		峨眉山市	山丘区	线路工程	塔基区	±800kV 直流线路 N2641	测钎法定位监测、遥感监测法	
					塔基区	±800kV 直流线路 N2642	巡查法、遥感监测法	

行政区划			水土保持监测分区			监测点位	监测方法	水土流失重点防治区
					牵张场区	±800kV 直流线路 N2641 旁牵张场	巡查法、遥感监测法	
					施工道路区	±800kV 直流线路 N2641	巡查法、遥感监测法	
		市中区	山丘区	线路工程	塔基区	±800kV 直流线路 N2701	巡查法、遥感监测法	
					塔基区	±800kV 直流线路 N2719	巡查法、遥感监测法	
					牵张场区	±800kV 直流线路 N2701 旁跨越场	巡查法、遥感监测法	
					施工道路区	±800kV 直流线路 N2719	巡查法、遥感监测法	
		井研县	山丘区	线路工程	塔基区	±800kV 直流线路 N2651	测钎法定位监测、遥感监测法	
					牵张场区	±800kV 直流线路 N2652 旁牵张场	巡查法、遥感监测法	
					施工道路区	±800kV 直流线路 N2653	巡查法、遥感监测法	
	内江市	资中县	山丘区	线路工程	塔基区	±800kV 直流线路 N3251	巡查法、遥感监测法	嘉陵江及沱江中下游国家级水土流失重点治理区，四川省沱江下游省级水土流失重点治理区
					牵张场区	±800kV 直流线路 N3239 旁牵张场	巡查法、遥感监测法	
					跨越施工场地区	±800kV 直流线路 N3224 旁跨越场	巡查法、遥感监测法	
					施工道路区	±800kV 直流线路 N3206	巡查法、遥感监测法	
	资阳市	雁江区	山丘区	线路工程	塔基区	±800kV 直流线路 N3260	巡查法、遥感监测法	
					牵张场区	±800kV 直流线路 N3266 旁牵张场	巡查法、遥感监测法	
					跨越施工场地区	±800kV 直流线路 N3267 旁跨越场	巡查法、遥感监测法	
					施工道路区	±800kV 直流线路 N3263	巡查法、遥感监测法	
		安岳县	山丘区	线路工程	塔基区	±800kV 直流线路 N3443	测钎法定位监测、遥感监测法	
					牵张场区	±800kV 直流线路 N3433 旁牵张场	巡查法、遥感监测法	
					跨越施工场地区	±800kV 直流线路 N3437 旁跨越场	巡查法、遥感监测法	
					施工道路区	±800kV 直流线路 N3423	巡查法、遥感监测法	
	广安市	华蓥市	山丘区	线路工程	塔基区	±800kV 直流线路 N4405	巡查法、遥感监测法	嘉陵江及沱江中下游国家级
					牵张场区	±800kV 直流线路 N4411 旁牵张场	巡查法、遥感监测法	

行政区划			水土保持监测分区			监测点位	监测方法	水土流失重点防治区
					跨越施工场地区	±800kV 直流线路 N4407 旁跨越场	巡查法、遥感监测法	水土流失重点治理区，嘉陵江下游省级水土流失重点治理区
					施工道路区	±800kV 直流线路 N4411	巡查法、遥感监测法	
		邻水县	山丘区	线路工程	塔基区	±800kV 直流线路 N4439	测钎法定位监测、遥感监测法	
					牵张场区	±800kV 直流线路 N4476 旁牵张场	巡查法、遥感监测法	
					跨越施工场地区	±800kV 直流线路 N4479 旁跨越场	巡查法、遥感监测法	
					施工道路区	±800kV 直流线路 N4440	巡查法、遥感监测法	
	达州市	大竹县	山丘区	线路工程	塔基区	±800kV 直流线路 N4556	巡查法、遥感监测法	
					塔基区	±800kV 直流线路 N4559	巡查法、遥感监测法	
					牵张场区	±800kV 直流线路 N4544 旁牵张场	巡查法、遥感监测法	
					跨越施工场地区	±800kV 直流线路 N4552 旁跨越场	巡查法、遥感监测法	
					施工道路区	±800kV 直流线路 N4559	巡查法、遥感监测法	
重庆市		潼南区	山丘区	直流输电线路	塔基区	±800kV 直流线路 N3846	测钎法定位监测、遥感监测法	/
					牵张场区	±800kV 直流线路 N3817	巡查法、遥感监测法	
					跨越施工场地区	±800kV 直流线路 N3820-N3821	巡查法、遥感监测法	
					施工道路区	±800kV 直流线路 N3845	巡查法、遥感监测法	
		铜梁区	山丘区	直流输电线路	塔基区	±800kV 直流线路 N3842	测钎法定位监测、遥感监测法	
					施工道路区	±800kV 直流线路 N3839	巡查法、遥感监测法	
		合川区	山丘区	直流输电线路	塔基区	±800kV 直流线路 N3884	测钎法定位监测、遥感监测法	重庆市水土流失重点治理区
					牵张场区	±800kV 直流线路 N3867	巡查法、遥感监测法	
					跨越施工场地区	±800kV 直流线路 N3876-3877	巡查法、遥感监测法	
					施工道路区	±800kV 直流线路 N3876	测钎法定位监测、遥感监测法	
					施工道路区	±800kV 直流线路 N3883	巡查法、遥感监测法	

行政区划			水土保持监测分区			监测点位	监测方法	水土流失重点防治区
		垫江县	山丘区	直流输电线路	塔基区	±800kV 直流线路 N5002	测钎法定位监测、遥感监测法	三峡库区国家级水土流失重点治理区、重庆市水土流失重点治理区
					牵张场区	±800kV 直流线路 N5027	巡查法、遥感监测法	
					跨越施工场地区	±800kV 直流线路 N5013-N5014	巡查法、遥感监测法	
					施工道路区	±800kV 直流线路 N5008	测钎法定位监测、遥感监测法	
					施工道路区	±800kV 直流线路 N5026	巡查法、遥感监测法	
		梁平区	山丘区	直流输电线路	塔基区	±800kV 直流线路 N5102	测钎法定位监测、遥感监测法	三峡库区国家级水土流失重点治理区、重庆市水土流失重点治理区
					牵张场区	±800kV 直流线路 N5015	巡查法、遥感监测法	
					跨越施工场地区	±800kV 直流线路 N5040-N5041	巡查法、遥感监测法	
					施工道路区	±800kV 直流线路 N5039	测钎法定位监测、遥感监测法	
					施工道路区	±800kV 直流线路 N5127	巡查法、遥感监测法	
		万州区	山丘区	直流输电线路	塔基区	±800kV 直流线路 N5172	测钎法定位监测、遥感监测法	三峡库区国家级水土流失重点治理区、重庆市水土流失重点治理区
					塔基区	±800kV 直流线路 N5224	侵蚀沟量测法定位监测、遥感监测法	
					塔基区	±800kV 直流线路 N5239	测钎法定位监测、遥感监测法	
					塔基区	±800kV 直流线路 N5258	测钎法定位监测、遥感监测法	
					牵张场区	±800kV 直流线路 N5261	巡查法、遥感监测法	
					跨越施工场地区	±800kV 直流线路 N5192-N5193	巡查法、遥感监测法	
					施工道路区	±800kV 直流线路 N5198	测钎法定位监测、遥感监测法	
					施工道路区	±800kV 直流线路 N5224	巡查法、遥感监测法	
湖北省	恩施州	利川市	山丘区	直流输电线路	塔基区	±800kV 直流线路 N5643	巡查法、遥感监测法	武陵山国家级水土流失重点预防区、三峡库区国家级水土
					施工道路区	±800kV 直流线路 N5621	巡查法、遥感监测法	
					牵张场	±800kV 直流线路 N5604 大号侧	巡查法、遥感监测法	
					跨越施工场地	±800kV 直流线路 N5677-N5678	巡查法、遥感监测法	

行政区划			水土保持监测分区			监测点位	监测方法	水土流失重点防治区
		恩施市	山丘区	直流输电线路	塔基区	±800kV 直流线路 N5742	固定监测点，遥感监测法	流失重点治理区
						±800kV 直流线路 N5814	巡查法、遥感监测法	
					施工道路区	±800kV 直流线路 N5911	测钎法定位监测、遥感监测法	
						±800kV 直流线路 N5938	巡查法、遥感监测法	
					牵张场	±800kV 直流线路 N5736 大号侧	巡查法、遥感监测法	
					跨越施工场地	±800kV 直流线路 N6205-N6206	巡查法、遥感监测法	
		建始县	山丘区	直流输电线路	塔基区	±800kV 直流线路 N6262	固定监测点	
					施工道路区	±800kV 直流线路 N6274	测钎法定位监测、遥感监测法	
						±800kV 直流线路 N6286	巡查法、遥感监测法	
					牵张场	±800kV 直流线路 N6258 大号侧	巡查法、遥感监测法	
					跨越施工场地	±800kV 直流线路 N6256-N6257	巡查法、遥感监测法	
		巴东县	山丘区	直流输电线路	塔基区	±800kV 直流线路 N6333	巡查点	
					施工道路区	±800kV 直流线路 N6332	巡查点	
					牵张场	±800kV 直流线路 N6345 小号侧	巡查点	
					跨越施工场地	±800kV 直流线路 N6340-N6341	巡查点	
	宜昌市	五峰县	山丘区	直流输电线路	塔基区	±800kV 直流线路 N6406	巡查点	清江流域中下游省级水土流失重点预防区
					施工道路区	±800kV 直流线路 N6409	巡查法、遥感监测法	
					牵张场	±800kV 直流线路 N6370 大号侧	巡查法、遥感监测法	
					跨越施工场地	±800kV 直流线路 N6386-N6387	巡查法、遥感监测法	
		长阳县	山丘区	直流输电	塔基区	±800kV 直流线路 N6479	巡查法、遥感监测法	
					施工道路区	±800kV 直流线路 N6483	巡查法、遥感监测法	

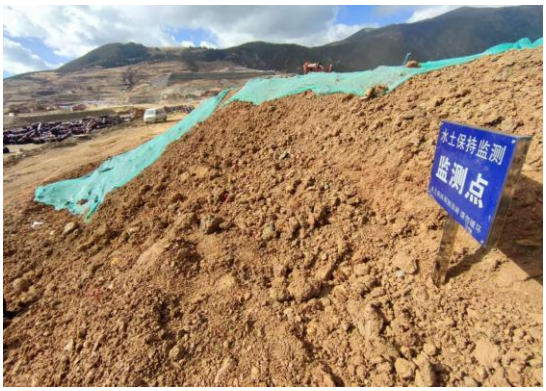
行政区划			水土保持监测分区			监测点位	监测方法	水土流失重点防治区
				线路	牵张场	±800kV 直流线路 N6830 大号侧	巡查法、遥感监测法	
					跨越施工场地	±800kV 直流线路 N6855-6856	巡查法、遥感监测法	
		宜都市	山丘区	直流输电线路	塔基区	±800kV 直流线路 N6905	测钎法定位监测、遥感监测法	
						±800kV 直流线路 N6934	巡查法、遥感监测法	
					施工道路区	±800kV 直流线路 N6905	测钎法定位监测、遥感监测法	
						±800kV 直流线路 N6932	巡查法、遥感监测法	
					牵张场	±800kV 直流线路 N6878 大号侧	巡查法、遥感监测法	
					跨越施工场地	±800kV 直流线路 N6941-6942	巡查法、遥感监测法	
	荆州市	松滋市	山丘区	直流输电线路	塔基区	±800kV 直流线路 N6966	巡查法、遥感监测法	
					施工道路区	±800kV 直流线路 N6965	巡查法、遥感监测法	
					牵张场	±800kV 直流线路 N6978 大号侧	巡查法、遥感监测法	
					跨越施工场地	±800kV 直流线路 N6976-6977	巡查法、遥感监测法	
		荆州区	平原区	线路工程	塔基区	±800kV 直流线路 N7405	测钎法定位监测、遥感监测法	
					施工道路区	±800kV 直流线路 N7407	巡查法、遥感监测法	
					牵张场	±800kV 直流线路 N7618 旁牵张场	巡查法、遥感监测法	
					跨越施工场地	±800kV 直流线路 N7416	巡查法、遥感监测法	
		公安县	平原区	线路工程	塔基区	±800kV 直流线路 N7421	测钎法定位监测、遥感监测法	
					施工道路区	±800kV 直流线路 N7427	巡查法、遥感监测法	/
					牵张场	±800kV 直流线路 N7433 旁牵张场	巡查法、遥感监测法	
					跨越施工场地	±800kV 直流线路 N7437	巡查法、遥感监测法	
		江陵县	平原区	线路工程	塔基区	±800kV 直流线路 N7449	测钎法定位监测、遥感监测法	
					施工道路区	±800kV 直流线路 N7439	巡查法、遥感监测法	
					牵张场	±800kV 直流线路 N7451 旁牵张场	巡查法、遥感监测法	

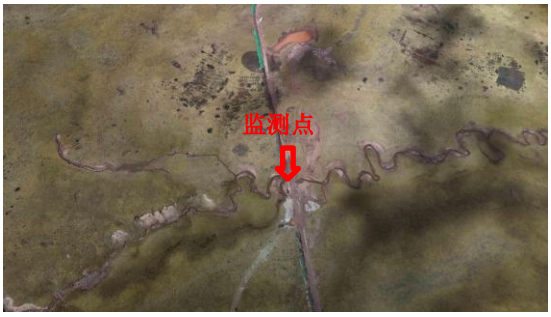
行政区划			水土保持监测分区			监测点位	监测方法	水土流失重点防治区
					跨越施工场地	±800kV 直流线路 N7460	巡查法、遥感监测法	
	潜江市	潜江市	平原区	线路工程	塔基区	±800kV 直流线路 N7516	测钎法定位监测、遥感监测法	
					施工道路区	±800kV 直流线路 N7521	巡查法、遥感监测法	
					牵张场	±800kV 直流线路 N7530 旁牵张场	巡查法、遥感监测法	
					跨越施工场地	±800kV 直流线路 N7536	巡查法、遥感监测法	
	荆州市	监利市	平原区	线路工程	塔基区	±800kV 直流线路 N7552	测钎法定位监测、遥感监测法	
					施工道路区	±800kV 直流线路 N8002	巡查法、遥感监测法	
					牵张场	±800kV 直流线路 N8013 旁牵张场	巡查法、遥感监测法	
					跨越施工场地	±800kV 直流线路 N8006	巡查法、遥感监测法	
		洪湖市	平原区	线路工程	塔基区	±800kV 直流线路 N8301*	测钎法定位监测、遥感监测法	
					施工道路区	±800kV 直流线路 N8067	巡查法、遥感监测法	
					牵张场	±800kV 直流线路 N8063 旁牵张场	巡查法、遥感监测法	
					跨越施工场地	±800kV 直流线路 N8074	巡查法、遥感监测法	
	咸宁市	嘉鱼县	山丘区	线路工程	塔基区	±800kV 直流线路 N8189	测钎法定位监测、遥感监测法	
						±800kV 直流线路 N8301*	巡查法、遥感监测法	
					施工道路区	±800kV 直流线路 N8201	测钎法定位监测、遥感监测法	
					牵张场	±800kV 直流线路 N8195 旁牵张场	巡查法、遥感监测法	
					跨越施工场地	±800kV 直流线路 N8182-N8183	巡查法、遥感监测法	
		赤壁市	山丘区	线路工程	塔基区	±800kV 直流线路 N8629A	测钎法定位监测、遥感监测法	
						±800kV 直流线路 N8605	巡查法、遥感监测法	
					施工道路区	±800kV 直流线路 N8605	巡查法、遥感监测法	
					牵张场	±800kV 直流线路 N8624 旁牵张场	巡查法、遥感监测法	
					跨越施工场地	±800kV 直流线路 N8640A-N8641A	巡查法、遥感监测法	

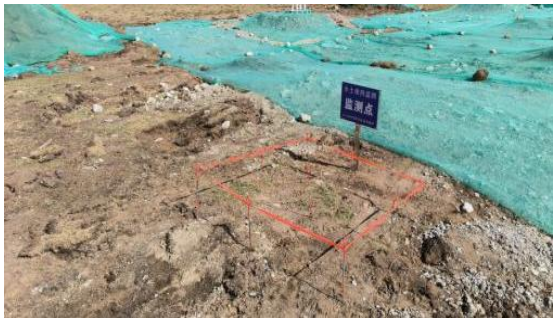
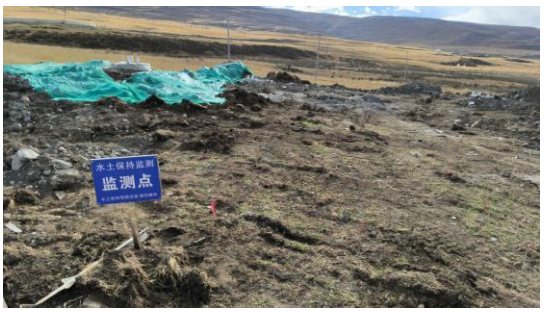
行政区划			水土保持监测分区			监测点位	监测方法	水土流失重点防治区
		咸安区	山丘区	线路工程	塔基区	±800kV 直流线路 N8706	测钎法定位监测、遥感监测法	
						±800kV 直流线路 N8736*	巡查法、遥感监测法	
					施工道路区	±800kV 直流线路 N8656	巡查法、遥感监测法	
					牵张场	±800kV 直流线路 N8715 旁牵张场	巡查法、遥感监测法	
					跨越施工场地	±800kV 直流线路 N8700-N8701	巡查法、遥感监测法	
	鄂州市	梁子湖区	山丘区	线路工程	塔基区	±800kV 直流线路 N8788	测钎法定位监测、遥感监测法	
					施工道路区	±800kV 直流线路 N8735	巡查法、遥感监测法	
					牵张场	±800kV 直流线路 N8798 旁牵张场	巡查法、遥感监测法	
					跨越施工场地	±800kV 直流线路 N8789	巡查法、遥感监测法	
	黄石市	大冶市	山丘区	线路工程	塔基区	±800kV 直流线路 N8805*	测钎法定位监测、遥感监测法	
						±800kV 直流线路 N8818	巡查法、遥感监测法	幕阜山省级水土流失重点治理区
					施工道路区	±800kV 直流线路 N8808	巡查法、遥感监测法	
					牵张场	±800kV 直流线路 N8821 旁牵张场	巡查法、遥感监测法	
					跨越施工场地	±800kV 直流线路 N8766-N8767	巡查法、遥感监测法	
		大冶市	平原区	受端接地极线路	塔基区	接地极线路 N2	测钎法定位监测、遥感监测法	
					塔基施工场地	接地极线路 N2	巡查法、遥感监测法	
					牵张场区	接地极线路 N4 旁牵张场	巡查法、遥感监测法	
					跨越施工场地	接地极线路 N25	巡查法、遥感监测法	
					施工道路区	接地极线路 N25	巡查法、遥感监测法	
		大冶市	山丘区		塔基区	接地极线路 N79	测钎法定位监测、遥感监测法	
					塔基施工场地	接地极线路 N79	巡查法、遥感监测法	
					牵张场区	接地极线路 N80 旁牵张场	巡查法、遥感监测法	
					跨越施工场地	接地极线路 N72	巡查法、遥感监测法	

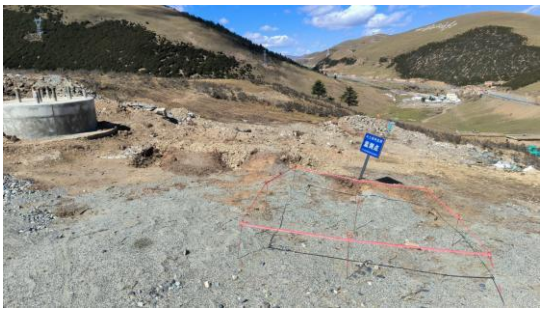
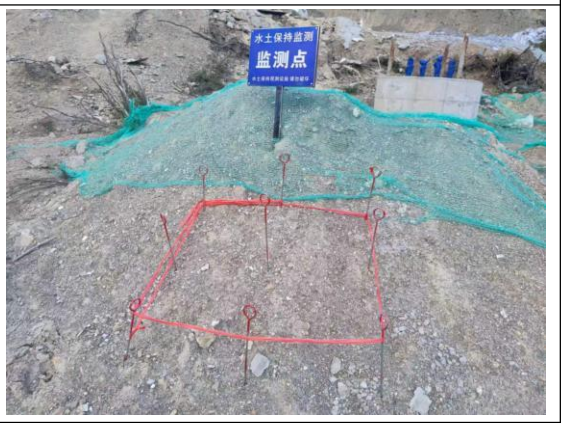
行政区划			水土保持监测分区			监测点位	监测方法	水土流失重点防治区
					施工道路区	接地极线路 N90	巡查法、遥感监测法	
		阳新县	平原区	受端接地极线路	塔基区	接地极线路 N123	测钎法定位监测、遥感监测法	
					塔基施工场地	接地极线路 N123	巡查法、遥感监测法	
					牵张场区	接地极线路 N128 旁牵张场	巡查法、遥感监测法	
					跨越施工场地	接地极线路 N125	巡查法、遥感监测法	
					施工道路区	接地极线路 N141	巡查法、遥感监测法	
		阳新县	山丘区		塔基区	接地极线路 N150	测钎法定位监测、遥感监测法	
					塔基施工场地	接地极线路 N150	巡查法、遥感监测法	
					牵张场区	接地极线路 N98 旁牵张场	巡查法、遥感监测法	
					跨越施工场地	接地极线路 N98	巡查法、遥感监测法	
					施工道路区	接地极线路 N114	巡查法、遥感监测法	
		阳新县	平原区	受端接地极	汇流装置区	汇流装置	巡查法、遥感监测法	
					检修道路区	检修道路	巡查法、遥感监测法	
					电极电缆区	极址东部电极电缆	巡查法、遥感监测法	
					站用外接电源区	外接电源	巡查法、遥感监测法	
		大冶市	平原区	换流站	站区	站区南部	固定监测点（含在线监测系统法）	
					进站道路	进站道路	巡查法、遥感监测法	
					施工生产生活区	生活区	巡查法、遥感监测法	
					站外供排水管线区	站区西侧	巡查法、遥感监测法	
					站用外接电源区	堆土场北	测钎法定位监测、遥感监测法	

注：表中“*”代表位于生态敏感区内的监测点位。

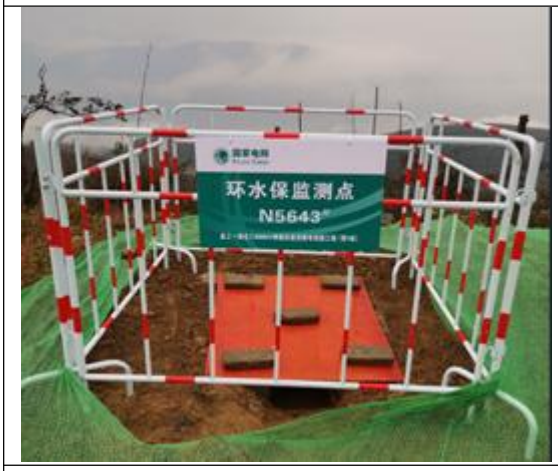
<table>
<tr><td colspan="2">卡麦换流站监测点</td></tr>
<tr><td> 
</td><td> 
</td></tr>
<tr><td>站区东侧填方边坡监测点</td><td>临时堆土场区监测点</td></tr>
<tr><td> 
</td><td> 
</td></tr>
<tr><td>进站道路区边坡监测点</td><td>1#弃渣场集沙池监测点</td></tr>
<tr><td colspan="2">帮果换流站监测点</td></tr>
<tr><td> 
</td><td> 
</td></tr>
<tr><td>站区堆土区监测点</td><td>泥石流治理区堆土监测点</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td> 
</td><td> 
</td></tr>
<tr><td>进站道路边坡堆土监测点</td><td>施工生产生活区堆土监测点</td></tr>
<tr><td colspan="2">送端接地极监测点</td></tr>
<tr><td> 
</td><td> 
</td></tr>
<tr><td>电极电缆区南侧</td><td>检修道路区</td></tr>
<tr><td colspan="2">湖北换流站监测点</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>站区北侧临时堆土区</td><td>进站道路</td></tr>
<tr><td> 
</td><td> 
</td></tr>
<tr><td>站外电源</td><td>在线监测设备</td></tr>
</table>

受端接地极监测点	
	
检修道路	电极电缆区
西藏段线路监测点	
	
送端接地极线路 NB22 塔基区	送端接地极线路 NA180 塔基区
四川段线路监测点	
	
±800kV 直流线路 N0138 塔基区	±800kV 直流线路 N0313 塔基区
	
±800kV 直流线路 N0394 塔基区	±800kV 直流线路 N0837 塔基区

	
±800kV 直流线路 N0868 塔基区	±800kV 直流线路 N0870 塔基区
	
±800kV 直流线路 N0414 塔基区	±800kV 直流线路 N0095 塔基区
	
±800kV 直流线路 N2012 塔基区	±800kV 直流线路 N3212 塔基区
	
±800kV 直流线路 N3220 塔基区	±800kV 直流线路 N3274 塔基区

	
±800kV 直流线路 N3277 塔基区	±800kV 直流线路 N4412 塔基区
	
±800kV 直流线路 N4439 塔基区	±800kV 直流线路 N4456 塔基区
重庆段线路监测点	
	
±800kV 直流线路 N3842 塔基区	±800kV 直流线路 N3845 施工道路

<table>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>±800kV 直流线路 N3846 塔基区</td><td>±800kV 直流线路 N5239 塔基区</td></tr>
<tr><td colspan="2">湖北段线路监测点</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>±800kV 直流线路 N5643 塔基区</td><td>±800kV 直流线路 N5742 塔基区</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>±800kV 直流线路 N7405 塔基区</td><td>±800kV 直流线路 N7552 塔基区</td></tr>
</table>



±800kV 直流线路 N7619 塔基区



±800kV 直流线路 N8201 施工道路



±800kV 直流线路 N8789 跨越施工区



±800kV 直流线路 N8715 牵张场



±800kV 直流线路 N8808 施工道路



受端接地极线路 N150 塔基区

图 1.3-2　水土保持监测点位布置影像

1.3.4 监测设施设备

依据本项目水土流失特点及已批复的《金上—湖北±800 千伏特高压直流输电工程水土保持方案报告书》，本项目水土保持监测设施、设备见表 1.3-4。

表 1.3-4 水土保持监测设施、设备一览表

序号	类别	名称	单位	数量
1	监测设备	GPS 全球定位仪	台	5
		无人机	台	5
		数码相机	台	6
		摄像机	台	6
		自计风速仪	个	6
		泥沙分析器	个	5
		红外线（激光）测距仪	台	6
		便携式植被覆盖度测量仪	台	6
		磅秤	台	6
		天平	台	6
		烘箱	台	6
		简易土工试验仪器	组	6
		在线监测系统	套	6
2	监测资料	购买遥感影像资料	套	4
		购买气象资料	套	4
3	消耗性材料	记录夹	个	25
		米尺	条	15
		皮尺	条	15
		钢卷尺	卷	15
		量筒（量杯）	个	30
		其他消耗性材料	%	10
4	监测设施	定位观测场	个	68
		调查监测场	个	68
		监测场地围栏	米	1360
		警示牌	块	68

1.3.5 监测技术方法

根据《生产建设项目水土保持监测规程（试行）的通知》（办水保〔2015〕139 号）、《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T 51240-2018）、《水利部办公厅关于进一步加强生产建设项目水土保持监测工作的通知》（办水保〔2020〕161 号）等的规定要求，结合本项目建设区的地形、地貌及侵蚀类型，本项目水土保持监测方法主要为定位观测、调查监测、资料分析、遥感监测法。

（1）定位观测法

1）测钎法：对于原状土边坡的水蚀（主要为面蚀），采用测钎法定期观测土壤厚度变化情况，同时测定土壤含水量、土壤紧实度及植被覆盖度、土地利用等。测钎法实施的步骤为①在选定的监测点位划定 3m×3m 的监测小区。②在小

区内沿坡向垂直方向布设 3 行测钎（直径 0.5~1.0cm、长 50cm），行间距和测钎间距均为 1.0m；③定期观测测钎外露地面高度变化情况，计算侵蚀强度及侵蚀量。④在大雨或大风天气后，应及时加测。

2）集沙池法：对于位于坡面位置的杆塔，本项目水土保持监测单位设计在施工作业坡面下坡侧布置汇水沟道，汇水沟收集泥沙顺坡汇集至沉沙池内，通过定期测定沉沙池内的泥沙含量，确定土壤侵蚀强度。

3）在线监测系统法：水土保持在线监测设备以超声测钎传感器和光敏测钎传感器为核心，结合多环境因子监测、雨量筒、太阳能供电、风力发电供电、无线数据传输等子模块，形成统一的水保监测设备，用于输变电工程水土保持自动化监测，本项目水土保持监测单位在全线共布置 6 处在线监测系统。水土保在线监测设备由超声测钎传感器、光敏测钎传感器、集成式环境因子传感器、太阳能风能供电装置、主控系统组成。依照水土保持监测标准，采用传统田子格方式安装 9 根超声测钎传感器，实现水土流失量的在线监测。系统集成了多环境因子传感器，实现温度、湿度、雨量、风速、风向等环境因子的在线实时监测。通过实时观测土壤厚度变化情况，确定土壤侵蚀强度。

（2）调查监测法

定期或不定期通过现场实地勘测，采用 GPS 定位仪结合地形图、数码相机、标杆、皮尺、卷尺等工具，按不同地貌类型分区测定扰动地表类型及扰动面积，记录每个扰动类型区的基本特征（扰动土地类型、开挖面坡长、坡度）及水土保持措施（排水沟、沉沙池、土地整治工程、植被恢复等）实施情况。

1）面积监测：采用手持式 GPS 对监测点定位、现场丈量的方法进行。用手持 GPS 沿各分区边界行走，从而丈量该区域的面积，或通过现场调查，在工程平面布置图上勾绘各区域边界，数字化后通过软件获得该区域面积。

2）尺寸监测：对于已实施的工程措施和临时措施的外观尺寸、工程量等用皮尺或钢卷尺等测量工具进行实地量测。

3）植被监测：采用与面积测量相同的方法得到植物措施实施面积，对于灌木，则通过计数方式记录栽植数量。对于植被覆盖度（郁闭度），选择有代表性的地块布设监测样地，确定调查的样方，先现场量测、计算郁闭度（或盖度），再计算出场地的林草覆盖度。具体方法为：

①灌木盖度的监测采用线段法

用测绳或皮尺在所选定样方灌木上方水平拉过，垂直观察灌丛在测绳上的投影长度，并用卷尺测量。灌木总投影长度与测绳或样方总长度之比，即为灌木盖度。用此法在样方不同位置取三条线段求取平均值，即为样方灌木盖度。

②草地盖度的监测采用针刺法

用所选定样方内，选取 1m×1m 的小样方，利用 1m×1m 的方格网（每个方格的尺寸为 10cm×10cm）平铺于草地上，计数被草被植物覆盖的网格数量。被草被植物覆盖的网格数量与总网格数的比值，即为草地盖度。用此法在样方内不同位置取三个小样方求取平均值，即为样方草地的盖度。

4）问询：通过与现场施工及管理人员谈话，调查、记录主体工程施工进展及水土保持措施实施的相关情况。

（3）资料分析法

通过收集主体工程设计资料、征占地手续、施工记录、监理记录资料等，分析确定工程施工扰动范围、土石方挖填数量、水土保持措施实施数量等情况。通过收集同类工程水土流失监测成果，预测本项目在施工阶段发生的水土流失数量。

（4）遥感监测法

本项目采用的遥感监测主要包括卫星遥感、无人机遥感。

1）卫星遥感技术

卫星遥感具有覆盖范围广、获取信息多、重复观测性强、成本低等特点，获取的数据客观性强，擅长对线路重大变更情况、施工扰动情况解译分析。卫星遥感技术可在大范围区域快速、高效地了解地面情况，并初步定位存在水土流失隐患的区域。

2）无人机遥感技术

无人机具有机动灵活、便携性强，空间分辨率高等特点，相比于卫星遥感技术，无人机遥感技术具有更高的地物识别优势，能更精确地识别存在水保问题的区域和已落实的水保措施。

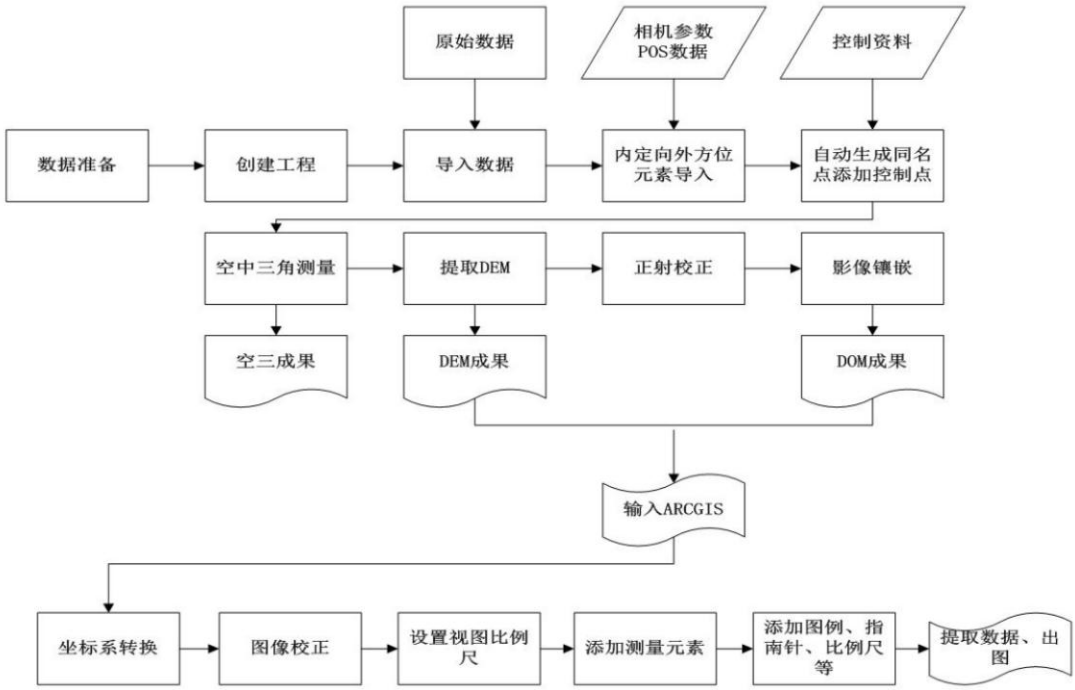


图 1.3-3　水土保持遥感监测技术路线流程图

1.3.6 监测成果提交情况

本项目建设期间共完成监测实施方案 5 份、监测季度报告 60 份、监测意见书 42 份及监测原始记录等监测成果都按要求及时报送项目所属流域管理机构、省市级水行政主管部门、建设单位，监测季报按时在建设管理单位官网、业主项目部、施工项目部公示。

本项目建设期间共完成监测实施方案 5 份、监测季度报告 60 份、监测意见书 42 份及监测原始记录等监测成果。2023 年 10 月编制完成了 2023 第三季度水土保持监测季报，在 2024 年 1 月编制完成了 2023 第四季度水土保持监测季报，2024 年 4 月编制完成了 2024 第一季度水土保持监测季报，2024 年 7 月编制完成了 2024 年第二季度水土保持监测季报，2024 年 10 月编制完成了 2024 第三季度水土保持监测季报，2025 年 1 月编制完成了 2024 第四季度水土保持监测季报，2025 年 4 月编制完成了 2025 第一季度水土保持监测季报，2025 年 7 月编制完成了 2025 第二季度水土保持监测季报，2025 年 10 月编制完成了 2025 第三季度水土保持监测季报，2026 年 1 月编制完成了 2025 第四季度水土保持监测季报，2026 年 4 月编制完成了 2026 第一季度水土保持监测季报，2026 年 7 月编制完成了 2026 第二季度水土保持监测季报，共计 12 期监测季报，按要求及时报送长江水利委员会、西藏水利厅、四川省水利厅、重庆水利局、湖北省水利厅和各级水行政主管部门、建设单位，监测季报按时在建设管理单位官网、业主项目部、施工项目

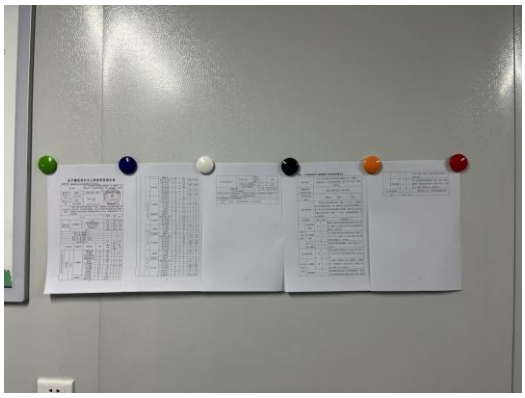
部公示。

所有档案资料均按要求整理建档，并由专人负责管理，项目通过水土保持专项验收后，移交委托单位。

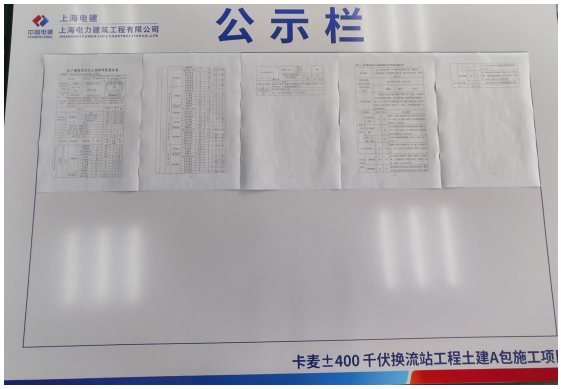
各监测单位监测成果情况见表 1.3-5。

表 1.3-5　本项目主要监测成果提交情况表

监测标段	监测单位	监测周期	监测实施方案	季报期数	监测意见
卡麦站、送端接地极及接地极线路（西藏段）、西藏段直流线路	中国电力工程顾问集团中南电力设计院有限公司	2023.6 至今	1	12	7
四川段 1 直流线路（川 1 标~川 7 标）	中国电力工程顾问集团中南电力设计院有限公司		1	12	5
帮果换流站、送端接地极线路（四川段）、四川段 2 直流线路（川 8 标~川 14 标）	长江水利委员会长江科学院		1	12	6
重庆段直流线路	黄河水利委员会黄河水利科学研究院		1	12	6
湖北段 1 直流线路（鄂 1 标~鄂 5 标）	黄河水利委员会黄河水利科学研究院		1	12	10
湖北换流站、受端接地极及接地极线路、湖北段流线路	北京东州金潞科技有限公司				8



卡麦站业主项目部公示



卡麦站施工项目部公示

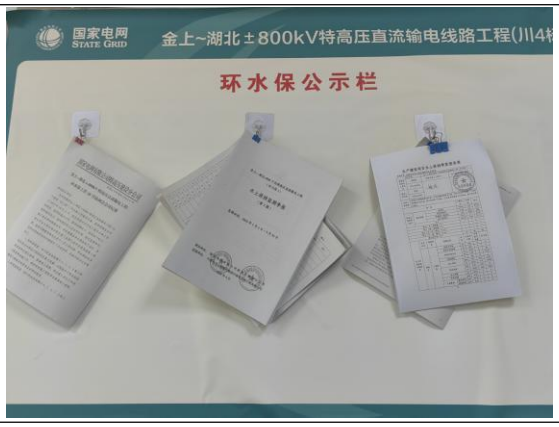
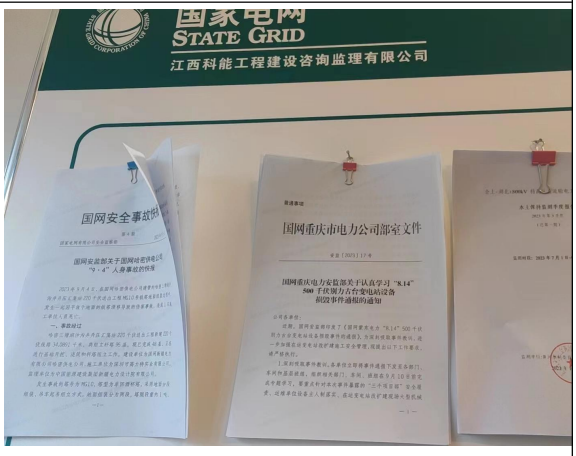
<table>
<tr><td>  </td><td> 
</td></tr>
<tr><td>四川段官网公示</td><td>四川段施工项目部公示</td></tr>
<tr><td> 
</td><td> 
</td></tr>
<tr><td>重庆段官网公示</td><td>重庆段业主项目部公示</td></tr>
<tr><td> 
</td><td> 
</td></tr>
<tr><td>湖北段官网公示</td><td>湖北段业主项目部公示</td></tr>
</table>

图 1.3-4　监测成果公示照片

1.3.7 水土保持监测意见及落实情况

2023 年 6 月至 2026 年 8 月，本项目建设过程中，各监测项目部通过现场调查、定位监测、遥感监测等技术手段，根据工程现场的实际情况，结合水土保持方案及水土保持监测相关规范要求，共完成监测意见书 42 份，并提交至业主项目部。施工单位按照监测意见书要求，对现场及时进行整改。

各监测标段水土保持监测意见及整改落实情况如下。

表 1.3-6　本项目水土保持监测意见及整改落实情况表

监测单位	监测标段	水土保持监测意见	整改落实情况
中国电力工程顾问集团中南电力设计院有限公司	卡麦站、送端接地极及接地极线路（西藏段）、西藏段直流线路	1、卡麦换流站进站道路区部分位置拦挡措施不到位，存在顺坡溜渣，水土流失现象明显。 2、接地极检修道路剥离的草皮临时堆存在道路两侧，部分位置草皮养护措施不到位；进站道路部分路段挖方边坡较大、未采取边坡防护措施，存在水土流失隐患。 3、线路工程已完成基础浇筑和铁塔组立工作，塔基区陆续开展土地整治和植被恢复工作，但部分塔基区周边仍存在少量混凝土渣残留，同时基础余土未及时清理外运，影响植被恢复工作，同时部分塔基临时苫盖措施不到位。	1、施工单位制定了专项整改方案，对边坡溜渣进行了清理，并实施了穴状整地、栽植乔灌木、撒播草籽等措施，恢复原地貌。 2、施工单位对检修道路剥离的草皮进行规范堆存、并采取草皮过冬养护措施，确保草皮成活过冬，利于后期草皮回覆；进站道路边坡挖方较大的路段，采取边坡土地整治、临时苫盖措施，完善进站道路的截排水沟。 3、后续施工单位及时清除现场工作中产生的混凝土残留，将余土外运综合利用，并及时签订综合利用协议，加强塔基施工区裸露面的临时苫盖措施，完工后做好土地整治及塔基区、施工道路区的植被恢复工作。
	四川段 1 直流线路	部分正在施工的塔基，其表土剥离及保护措施不到位，主要体现为现场缺少针对表土的铺垫、苫盖及拦挡措施；部分塔基区及施工道路存在余土溜坡溜渣现象；部分塔基的施工道路进行了草皮剥离，但存在草皮养护不规范情况。	施工单位严格按照水保专项设计要求实施表土剥离、单独堆放、临时防护等措施，待基础完工后再回覆地表；已完成溜渣体清理，平整边坡，塔基余土按设计要求进行就地平整或外运综合利用。对于后续不再扰动的塔基边坡、施工道路边坡实施植物措施；施工单位对施工道路剥离的草皮进行规范堆存、并采取草皮过冬养护措施，确保草皮成活过冬，利于后期草皮回覆。
长江水利委员会长江科学院	帮果换流站	部分边坡斜率较大；施工期站区已布设了部分排水沟、截水沟，但未贯通；站区内表土堆放区划分不明显；泥石流治理区坡面存在较多松散堆积物	施工单位已复核设计文件，严格按设计文件施工；施工单位已将现有的排水沟、截水沟贯通；施工单位进一步明确表土堆放区，对堆放的表土按方案要求落实植生袋装土拦挡、苫盖、排水措施；泥石流治理区坡面松散堆积物已增加临时拦挡苫盖措施。

监测单位	监测标段	水土保持监测意见	整改落实情况
	四川段直流线路、接地极线路	1、表土保护工作仍存在不足。各施工单位均存在部分塔基表土保护工作不足问题。存在部分塔基表土未剥离，部分塔基表土临时防护措施不到位等现象。 2.、各施工单位均存在临时措施不及时、落实不到位问题。部分塔基存在临时苫盖不及时不完整，部分工点欠缺临时排水措施等现象。 3、施工单位环水保施工组织设计流于纸面，造成设计与施工脱节，施工现场环水保问题凸显。 4、部分塔基拦挡防护措施不足，堆放管理工作存在疏漏，造成余土或混凝土渣沿坡溜渣现象。	1、对未开工的塔基，施工单位将水土保持工作纳入施工计划，施工前实施表土剥离，生熟土分开堆放，并对表土进行防护。对已开工的塔基，及时对现有表土采取防护措施。 2、施工中对周边造成影响的，已采取相应的临时拦挡防护措施。裸露地表及时采取临时苫盖措施，裸露时间预计超过一个生长季节的，及时进行临时种草。山区施工做到“先围后挖，先护后扰”，施工产生的余土严禁顺坡倾倒。 3、设计施工全线无施工平台，因此，少量存在施工平台的塔基，施工单位均严格执行土方就地挖填平衡原则，利用周围开挖土方形成平台，完工后立即平整恢复，未外借土源亦未产生弃方。 4、施工过程中，坚持“先防护后施工”原则。余土集中堆放管理，及时清理余土，较长时间存放时，加强拦挡防护措施，防止失稳滑塌。并减少渣土对植被压占，以免影响植被后续生长。
黄河水利科学研究院	重庆段+湖北段 1 直流线路	1. 施工初期部分杆塔临时堆土的拦挡及苫盖落实不到位。 2. 部分杆塔施工场地未进行限界。 3. 部分杆塔基面存在溜渣、溜坡现象。 4. 部分杆塔施工迹地在工程完工后未及时恢复。 5. 部分杆塔实施植物措施后林草植被覆盖率偏低。	1. 施工单位增加对塔基区临时堆土拦挡和苫盖。 2. 临时场地周围设置围栏挡护。 3. 已对对溜坡塔位进行清理和整治，植被恢复前已完成整治工作，并具备了植被恢复的条件。 4. 施工场地进行土地整治和植被恢复等。施工临时占地土地平整后，已实施植物措施。 5. 截至目前植被长势良好，已取得林业部门的验收，林草植被恢复率和林草覆盖率均达到验收要求.

监测单位	监测标段	水土保持监测意见	整改落实情况
北京东州金潞科技有限公司	湖北段2直流线路	部分已完成基础施工的塔基，其表土剥离及保护措施不到位；部分塔基区及施工道路存在余土溜坡溜渣现象；部分塔基区的填土编织袋已出现了破损和垮塌，造成了一定程度的溜坡溜渣现象，引发了二次破坏。	严格按照水保专项设计要求实施表土剥离、单独堆放、临时防护等措施；塔基余土按设计要求进行就地平整或外运综合利用；临时拦挡苫盖措施已拆除。目前施工临时占地土地平整后，已实施植物措施，且植被长势良好，林草植被恢复率和林草覆盖率均达到验收要求。
	湖北换流站、受端接地极址	湖北换流站临时堆放土方场地填方边坡裸露无苫盖拦挡措施；进站道路边坡缺少苫盖，并已形成冲沟，产生水土流失。	对临时堆土场利用密目网进行覆盖，装土编织袋拦挡；平整边坡并夯实，采用密目网对边坡进行苫盖，对进站道路临时排水沟进行维护修整使其起到切实的作用。
	受端接地极线路	部分塔基表土剥离及保护措施不到位，未分类堆放并进行临时防护；部分塔基区的临时拦挡、苫盖等措施不到位，未对临时堆土形成有效防护。	严格按照水保专项设计要求实施表土剥离、单独堆放、临时防护等措施；对临时措施布置不合格塔位进行了整改，加强了临时苫盖、铺垫、拦挡等措施。

1.3.8 重大水土流失危害事件处理

本工程建设期间未发生重大水土流失危害事件。

2 监测内容和方法

2.1 监测内容

依据本项目水土保持方案报告书的要求，结合《生产建设项目水土保持监测与评价标准》(GB/T 51240-2018)、《水利部办公厅关于进一步加强生产建设项目水土保持监测工作的通知》（办水保〔2020〕161 号）和《水利部办公厅关于印发〈生产建设项目水土保持监测规程（试行）〉的通知》（办水保〔2015〕139 号）中的相关规定，本项目水土保持监测主要包括以下内容:

（1）水土流失影响因子监测

包括地形地貌特征、土地利用、植被、土壤、气象等。

（2）水土流失状况监测

包括水土流失类型及面积、水土流失防治责任范围、土壤流失量、水土流失强度、取土（石、料）及弃土（石、渣）。

（3）水土保持措施及效果监测

包括主体工程建设进度、水土保持方案落实情况，水土保持工程建设及实施情况，水土流失防治效果。具体分为防治措施的数量和质量，林草措施成活率、保存率、生长情况及盖度，防护工程稳定性、完好程度和运行情况，各项防治措施的拦渣、保土效果。

（4）水土流失危害监测

包括项目区水土流失灾害隐患，水土流失灾害事件等。

水土保持监测重点内容为：原地貌土地利用类型、植被覆盖度、防治责任范围、扰动地表面积、水土保持措施、取土（石、料）弃土（石、渣）、水土流失防治效果等。

2.2 扰动土地情况

本项目各水土流失防治分区扰动土地情况监测内容、方法和频次见表 2.2-1。

表 2.2-1 扰动土地情况监测内容、方法和频次

防治分区		监测内容	监测方法	监测期	监测频次
卡麦换流站	站区	扰动范围、面积、占用土地类型及变化情况、硬化面积等	无人机遥感解译、卫星遥感图像解译、施工图判读、查阅征占地手续、现场量测	施工准备期：2023 年 6 月 施工期：2023 年 7 月~2025 年 12 月 自然恢复期：2025 年 12 月至今	至少一个月 1 次
	进站道路区	扰动范围、面积、占用土地类型及变化情况、硬化面积等	无人机遥感解译、卫星遥感图像解译、施工图判读、查阅征占地手续、现场量测	施工准备期：2023 年 6 月 施工期：2023 年 7 月~2024 年 12 月 自然恢复期：2025 年 1 月至今	
	站用外接电源区	杆塔数量、扰动范围、面积、占用土地类型及变化情况	施工图判读、现场量测	施工准备期：2023 年 6 月 施工期：2023 年 7 月~2023 年 12 月 自然恢复期：2024 年 1 月至今	
	站外供排水管线区	管线长度、施工作业带宽度、占用土地类型及变化情况	无人机遥感解译、卫星遥感图像解译、施工图判读、监理资料查阅、现场量测	施工准备期：2023 年 6 月 施工期：2023 年 7 月~2024 年 4 月 自然恢复期：2024 年 5 月至今	
	施工生产生活区	扰动范围、面积、占用土地类型及变化情况、硬化面积等	无人机遥感解译、卫星遥感图像解译、施工图判读、现场量测	施工准备期：2023 年 6 月 施工期：2023 年 6 月~2025 年 12 月 自然恢复期：2025 年 12 月至今	
	临时堆土场区	位置、类别、扰动范围、面积、占用土地类型及变化情况	无人机遥感解译、卫星遥感图像解译、施工图判读、现场量测	施工准备期：2023 年 6 月 施工期：2023 年 6 月~2025 年 8 月 自然恢复期：2025 年 9 月至今	
	弃渣场区	扰动范围、面积、占用土地类型及变化情况等	无人机遥感解译、卫星遥感图像解译、施工图判读、现场量测	施工准备期：2023 年 6 月 施工期：2023 年 6 月~2024 年 12 月 自然恢复期：2025 年 1 月至今	

防治分区		监测内容	监测方法	监测期	监测频次
帮果换流站	站区	扰动范围、面积、占用土地类型及变化情况、硬化面积等	无人机遥感解译、卫星遥感图像解译、施工图判读、查阅征占地手续、现场量测	施工准备期：2023 年 5 月 施工期：2023 年 6 月~2025 年 10 月 自然恢复期：2025 年 11 月至今	至少一个月 1 次
	进站道路区	扰动范围、面积、占用土地类型及变化情况、堆土方量等	无人机遥感解译、卫星遥感图像解译、施工图判读、查阅征占地手续、现场量测	施工准备期：2023 年 7 月 施工期：2023 年 8 月~2025 年 10 月 自然恢复期：2025 年 11 月至今	
	站用外接电源区	杆塔数量、扰动范围、面积、占用土地类型及变化情况	无人机遥感解译、卫星遥感图像解译、施工图判读、查阅征占地手续、现场量测	施工准备期：2023 年 9 月 施工期：2023 年 10 月~2023 年 12 月 自然恢复期：2024 年 1 月至今	
	站外供排水管线区	管线长度、施工作业带宽度、占用土地类型及变化情况	无人机遥感解译、卫星遥感图像解译、施工图判读、查阅征占地手续、现场量测	施工准备期：2023 年 7 月 施工期：2023 年 8 月~2024 年 8 月 自然恢复期：2024 年 9 月至今	
	泥石流治理区	扰动范围、面积、占用土地类型及变化情况、硬化面积等	无人机遥感解译、卫星遥感图像解译、施工图判读、查阅征占地手续、现场量测	施工准备期：2023 年 5 月 施工期：2023 年 6 月~2025 年 10 月 自然恢复期：2025 年 11 月至今	
	施工生产生活区	扰动范围、面积、占用土地类型及变化情况、硬化面积等	无人机遥感解译、卫星遥感图像解译、施工图判读、查阅征占地手续、现场量测	施工准备期：2023 年 5 月 施工期：2023 年 6 月~2025 年 10 月 自然恢复期：2025 年 11 月至今	
	表土临时堆放区	位置、类别、扰动范围、面积、占用土地类型及变化情况、堆土方量等	无人机遥感解译、卫星遥感图像解译、施工图判读、监理资料查阅、现场量测	施工准备期：2023 年 5 月 施工期：2023 年 6 月~2025 年 11 月 自然恢复期：2025 年 12 月至今	
送端接地极	汇流装置区	扰动范围、面积、占用土地类型及变化情况	施工图判读、现场量测	施工准备期：2024 年 1 月 施工期：2024 年 2 月~2025 年 5 月 自然恢复期：2025 年 6 月~至今	

防治分区		监测内容	监测方法	监测期	监测频次
	电极电缆区	扰动范围、面积、占用土地类型及变化情况	施工图判读、现场量测	施工准备期：2024 年 1 月 施工期：2024 年 2 月~2025 年 5 月 自然恢复期：2025 年 6 月~至今	
	检修道路区	道路长度、宽度、扰动范围、面积、占用土地类型及变化情况	施工图判读、现场量测	施工准备期：2024 年 1 月 施工期：2024 年 2 月~2025 年 5 月 自然恢复期：2025 年 6 月~至今	
	站用电源线路区	扰动范围、面积、占用土地类型	施工图判读、现场量测	施工准备期：2024 年 1 月 施工期：2024 年 2 月~2025 年 5 月 自然恢复期：2025 年 6 月~至今	
湖北换流站	站区	扰动范围、面积、占用土地类型及变化情况、硬化面积等	无人机遥感解译、卫星遥感图像解译、施工图判读、查阅征占地手续、现场量测	施工准备期：2023 年 7 月 施工期：2023 年 8 月~2025 年 9 月 自然恢复期：2025 年 10 月~至今	至少一个月 1 次
	施工生产生活区	位置、类别、扰动范围、面积、占用土地类型及变化情况	无人机遥感解译、卫星遥感图像解译、施工图判读、现场量测	施工准备期：2023 年 7 月 施工期：2023 年 8 月~2025 年 11 月 自然恢复期：2025 年 12 月~至今	
	站外供排水管线区	管线长度、施工作业带宽度、占用土地类型及变化情况	无人机遥感解译、卫星遥感图像解译、施工图判读、监理资料查阅、现场量测	施工准备期：2023 年 7 月 施工期：2023 年 8 月~2025 年 3 月 自然恢复期：2025 年 4 月~至今	
	站外电源设施区	杆塔数量、扰动范围、面积、占用土地类型及变化情况	施工图判读、现场量测	施工准备期：2023 年 7 月 施工期：2023 年 8 月~2023 年 12 月 自然恢复期：2024 年 1 月~至今	
	施工道路区	扰动范围、面积、占用土地类型及变化情况、硬化面积等	施工图判读、现场量测	施工准备期：2023 年 7 月 施工期：2023 年 8 月~2025 年 9 月 自然恢复期：2025 年 10 月~至今	

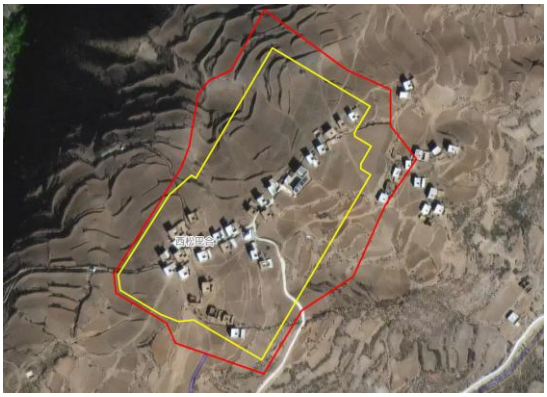
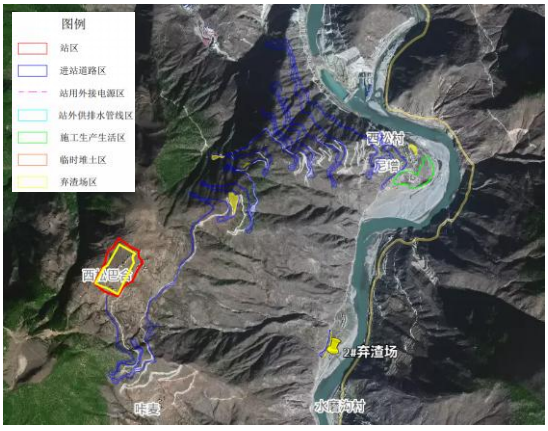
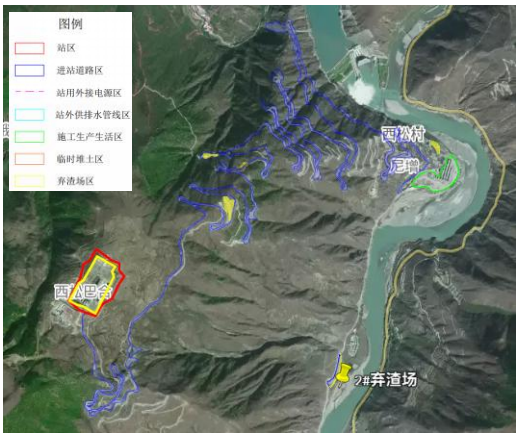
防治分区		监测内容	监测方法	监测期	监测频次
受端接地极	汇流装置区	扰动范围、面积、占用土地类型及变化情况	施工图判读、现场量测	施工准备期：2024 年 11 月 施工期：2024 年 12 月~2025 年 6 月 自然恢复期：2025 年 7 月~至今	至少一个月 1 次
	检修道路区	扰动范围、面积、占用土地类型及变化情况	施工图判读、现场量测	施工准备期：2024 年 11 月 施工期：2024 年 12 月~2025 年 6 月 自然恢复期：2025 年 7 月~至今	至少一个月 1 次
	电极电缆区	扰动范围、面积、占用土地类型及变化情况	无人机遥感解译、卫星遥感图像解译、施工图判读、监理资料查阅、现场量测	施工准备期：2024 年 11 月 施工期：2024 年 12 月~2025 年 6 月 自然恢复期：2025 年 7 月~至今	至少一个月 1 次
	站用外接电源区	杆塔数量、扰动范围、面积、占用土地类型	施工图判读、现场量测	施工准备期：2024 年 11 月 施工期：2024 年 12 月~2025 年 6 月 自然恢复期：2025 年 7 月~至今	至少一个月 1 次
直流输电线路	塔基区	杆塔数量、扰动范围、坡度、面积、占用土地类型及变化情况	无人机遥感解译、卫星遥感图像解译、施工图判读、现场量测	施工准备期：2023 年 6 月 施工期：2023 年 7 月~2025 年 7 月 自然恢复期：2025 年 8 月~至今	至少一个月 1 次
	牵张场地区	位置、数量、扰动范围、面积、占用土地类型及变化情况	无人机遥感解译、卫星遥感图像解译、现场量测、查阅征占地手续	施工准备期：2024 年 7 月 施工期：2024 年 8 月~2025 年 7 月 自然恢复期：2025 年 8 月~至今	
	跨越施工场地区	位置、数量、扰动范围、面积、占用土地类型及变化情况	无人机遥感解译、卫星遥感图像解译、施工图判读、现场量测	施工准备期：2024 年 7 月 施工期：2024 年 8 月~2025 年 7 月 自然恢复期：2025 年 8 月~至今	
	施工道路区	位置、数量、长度、宽度、扰动范围、面积、占用土地类型及变化情况	无人机遥感解译、卫星遥感图像解译、现场量测	施工准备期：2023 年 6 月 施工期：2023 年 7 月~2025 年 7 月 自然恢复期：2025 年 8 月~至今	

防治分区		监测内容	监测方法	监测期	监测频次
接地极线路	塔基区	杆塔数量、扰动范围、坡度、面积、占用土地类型及变化情况	施工图判读、现场量测	施工准备期：2023 年 9 月 施工期：2023 年 10 月~2025 年 6 月 自然恢复期：2025 年 7 月~至今	至少一个月 1 次
	牵张场地区	位置、数量、扰动范围、面积、占用土地类型及变化情况	现场量测、查阅征占地手续	施工准备期：2024 年 9 月 施工期：2024 年 10 月~2025 年 6 月 自然恢复期：2025 年 7 月~至今	
	跨越施工场地区	位置、数量、扰动范围、面积、占用土地类型及变化情况	现场量测	施工准备期：2024 年 9 月 施工期：2024 年 10 月~2025 年 6 月 自然恢复期：2025 年 7 月~至今	
	施工道路区	位置、数量、长度、宽度、扰动范围、面积、占用土地类型及变化情况	现场量测	施工准备期：2023 年 9 月 施工期：2023 年 10 月~2025 年 6 月 自然恢复期：2025 年 7 月~至今	

2.2.1 换流站工程

（1）卡麦换流站

水土保持监测单位卫星遥感监测获取卡麦换流站工程的施工扰动情况。

<table>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>卡麦换流站站区施工前遥感影像
（2023 年 4 月）</td><td>卡麦换流站站区施工遥感影像
（2023 年 11 月）</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>卡麦换流站站区施工中遥感影像
（2024 年 10 月）</td><td>卡麦换流站站区完工后遥感影像
（2025 年 11 月）</td></tr>
<tr><td> 
</td><td> 
</td></tr>
<tr><td>卡麦换流站进站道路施工前遥感影像
（2023 年 4 月）</td><td>卡麦换流站进站道路施工中遥感影像
（2024 年 10 月）</td></tr>
</table>

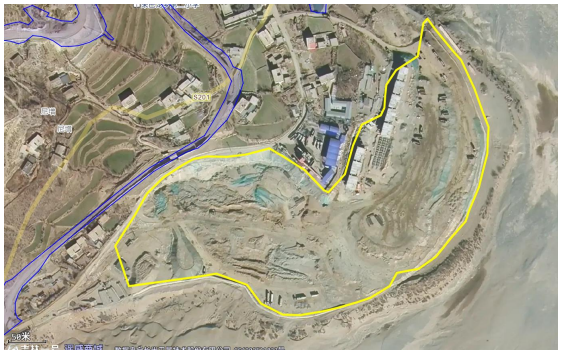
<table>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>卡麦换流站 1#弃渣场施工前遥感影像
（2023 年 4 月）</td><td>卡麦换流站 1#弃渣场施工中遥感影像
（2024 年 10 月）</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>卡麦换流站 1#弃渣场完工后遥感影像
（2025 年 10 月）</td><td>卡麦换流站 2#弃渣场施工前遥感影像
（2023 年 4 月）</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>卡麦换流站 2#弃渣场施工中遥感影像
（2024 年 10 月）</td><td>卡麦换流站 2#弃渣场完工后遥感影像
（2025 年 10 月）</td></tr>
</table>

图 2.2-1　卡麦换流站遥感影像解译示例

（2）帮果换流站

水土保持监测单位卫星遥感监测获取帮果换流站工程的施工扰动情况。

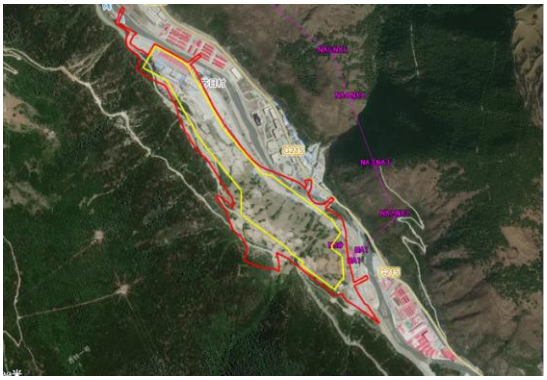
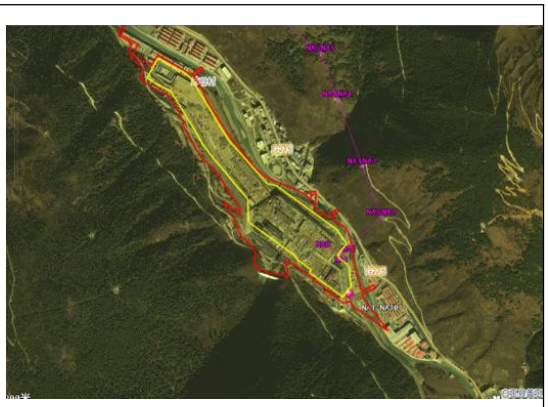
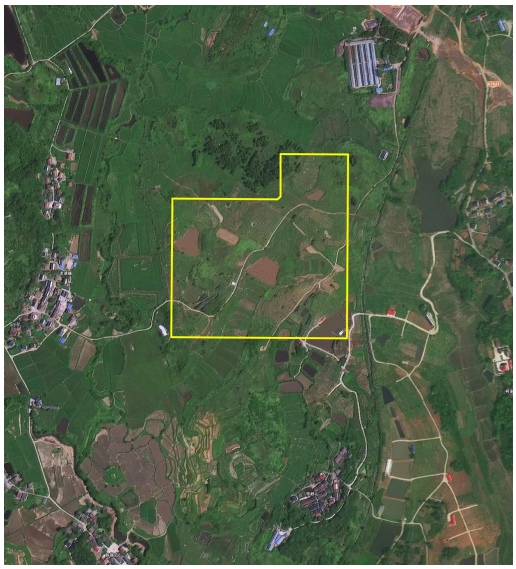
	
帮果换流站施工前遥感影像 （2023 年 1 月）	帮果换流站施工中遥感影像 （2024 年 10 月）
	
帮果站完工后影像 （2025 年 9 月）	帮果站完工后影像 （2025 年 12 月）

图 2.2-2　帮果换流站遥感影像解译示例

（3）湖北换流站

水土保持监测单位无人机遥感监测获取湖北换流站工程的施工扰动情况。

	
湖北换流站施工前遥感影像	湖北换流站施工中遥感影像

（2022 年 4 月）	（2023 年 10 月）
	
湖北换流站进站道路施工前遥感影像 （2022 年 4 月）	湖北换流站进站道路施工中遥感影像 （2024 年 8 月）

图 2.2-3　湖北换流站遥感影像解译示例

2.2.2 接地极工程

（1）送端接地极

水土保持监测单位通过卫星遥感监测获取送端接地极工程的施工扰动情况。

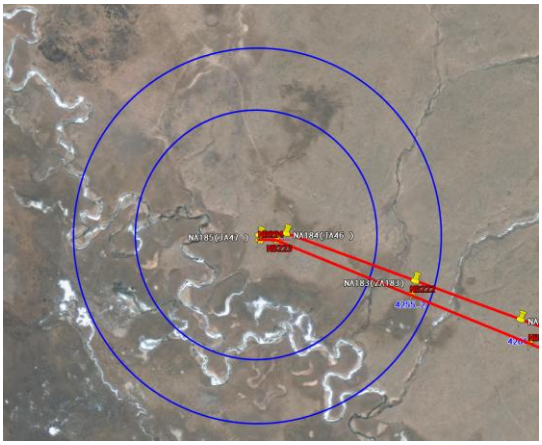
	
送端接地极施工前遥感影像 （2023 年 10 月）	送端接地极施工中遥感影像 （2024 年 12 月）

图 2.2-4　送端接地极工程遥感影像

（2）受端接地极

水土保持监测单位通过无人机遥感监测获取受端接地极工程施工扰动情况。

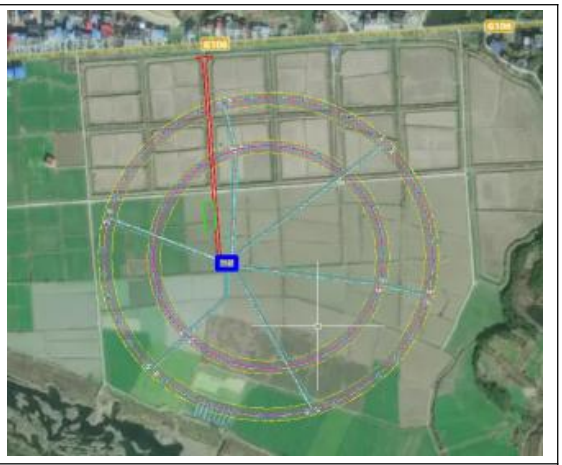
	
受端接地极施工前遥感影像 （2023 年 8 月）	受端接地极施工中遥感影像 （2024 年 12 月）

图 2.2-5　受端接地极工程遥感影像

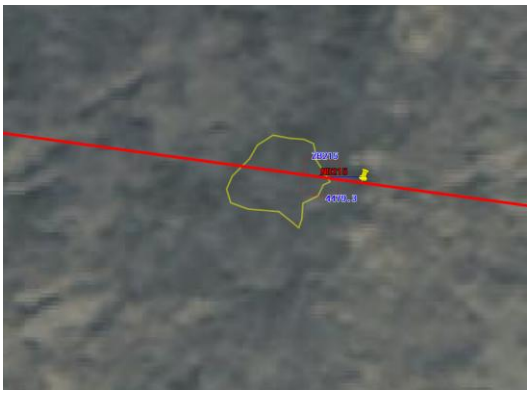
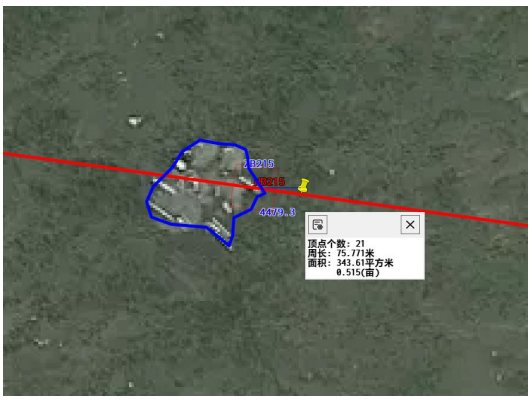
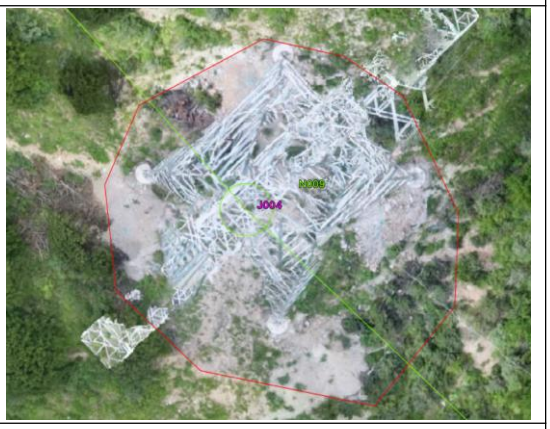
2.2.3 输电线路工程

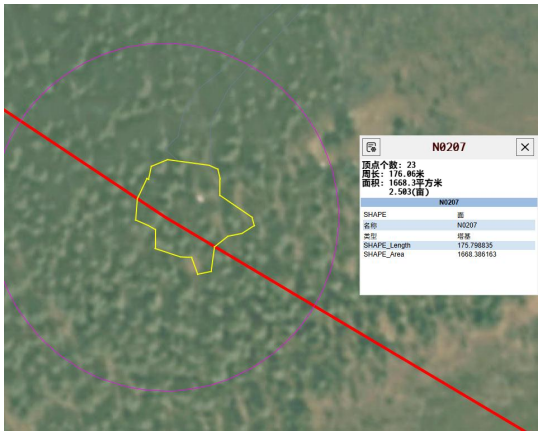
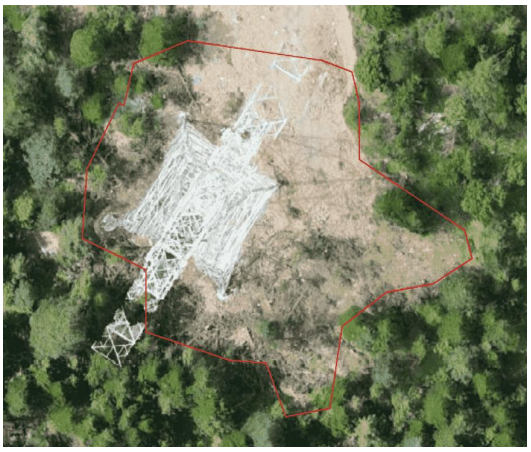
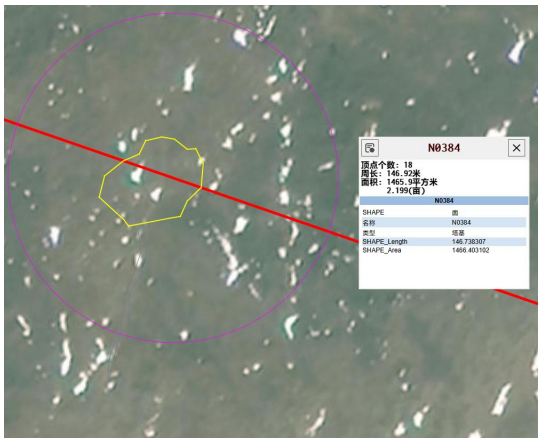
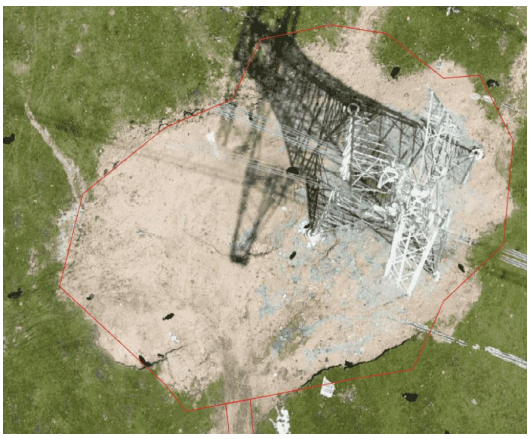
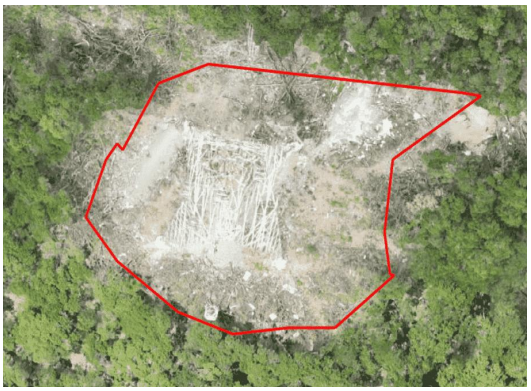
（1）输电线路

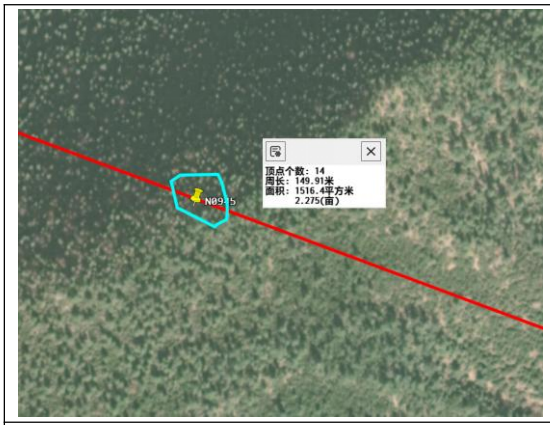
1）塔基区

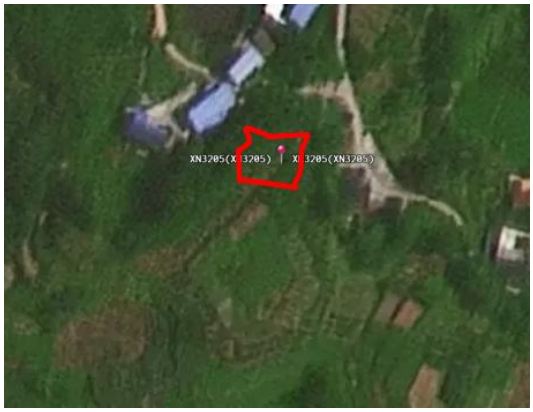
塔基区域施工扰动面积通过无人机航拍、施工图判读结合现场量测的方式进行确定。

西藏段	
	
昌都市芒康县，杆塔号：ZB37（施工前遥感影像）	杆塔号：ZB37（施工中遥感影像，2024.8），扰动面积解译 563.20m^2

	
昌都市芒康县，杆塔号：NB215（施工前遥感影像）	杆塔号：NB215（施工中遥感影像，2024.8），扰动面积解译 343.61m²
四川段	
	
甘孜州白玉县，杆塔号：N009（施工前遥感影像）	杆塔号：N009（施工中遥感影像，2024.08）扰动面积解译 880.64m²
	
甘孜州白玉县，杆塔号：N2641（施工前遥感影像）	杆塔号：N111（施工中遥感影像，2024.08）扰动面积解译 2435.00m²

	
甘孜州巴塘县，杆塔号：N0207（施工前遥感影像）	杆塔号：N0207（施工中遥感影像，2024.08）扰动面积解译 1668.30m^2
	
甘孜州理塘县，杆塔号：N0384（施工前遥感影像）	杆塔号：N0384（施工中遥感影像，2024.08）扰动面积解译 1466.40m^2
	
甘孜州理塘县，杆塔号：N0884（施工前遥感影像）	杆塔号：N0884（施工中遥感影像，2024.8）扰动面积解译 2108.00m^2

	
甘孜州雅江县，杆塔号：N0945（施工前遥感影像）	杆塔号：N0945（施工中遥感影像，2024.8）扰动面积解译 1516.40m^2
	
泸定县冷碛镇，杆塔号：N2018（施工前遥感影像）	杆塔号：N2018（施工后遥感影像，2025.10）扰动面积解译 408.8m^2
	
雅安市荥经县，杆塔号：N2147（施工前遥感影像）	杆塔号：N2147（施工中遥感影像，2025.10）扰动面积解译 343.8m^2

	
雅安市雨城区，杆塔号：N2247（施工前遥感影像）	杆塔号：N2247（施工中遥感影像，2024.8）扰动面积解译 636.2m^2
	
乐山市井研县，杆塔号：N2763（施工前遥感影像）	杆塔号：N2763（施工中遥感影像，2024.8）扰动面积解译 926.4m^2
	
内江市资中县，杆塔号：N3205（施工前遥感影像）	杆塔号：N3205（施工中遥感影像，2024.8）扰动面积解译 316.6m^2

	
广安市邻水县，杆塔号：N4448（施工前遥感影像）	杆塔号：N4448（施工中遥感影像，2024.8）扰动面积解译 402.1m^2
重庆段	
	
重庆市潼南区，杆塔号：N3803（施工前遥感影像）	杆塔号：N3803（施工中遥感影像，2023.10），扰动面积解译 780.9m^2
	
重庆市潼南区，杆塔号：N3821（施工前遥感影像）	杆塔号：N3821（施工中遥感影像，2023.10），扰动面积解译 1139.2 m^2
	

重庆市潼南区，杆塔号：N3833（施工前遥感影像）	杆塔号：N3833（施工中遥感影像，2023.10），扰动面积解译 1344.1m^2
	
重庆市合川区，杆塔号：N3840（施工前遥感影像）	杆塔号：N3840（施工中遥感影像，2023.12），扰动面积解译 860.7 m^2
	
重庆市合川区，杆塔号：N3858（施工前遥感影像）	杆塔号：N3858（施工中遥感影像，2023.12），扰动面积解译 961.3 m^2
	
重庆市合川区，杆塔号：N3905（施工前遥感影像）	杆塔号：N3905（施工中遥感影像，2023.12），扰动面积解译 1163.1 m^2
湖北段	
	

湖北省利川县，杆塔号：N5605（施工前遥感影像）	杆塔号：N5605（施工中遥感影像，2023.12），扰动面积解译 1016.09m²
	
湖北省利川县，杆塔号：N5653（施工前遥感影像）	杆塔号：N5653（施工中遥感影像，2023.12），扰动面积解译 1003.26m²
	
湖北省利川县，杆塔号：N5675（施工前遥感影像）	杆塔号：N5675（施工中遥感影像，2023.12），扰动面积解译 1102.48m²
	
湖北省利川县，杆塔号：N5704（施工前遥感影像）	杆塔号：N5704（施工中遥感影像，2023.12），扰动面积解译 1141.54m²

	
荆州市荆州区，杆塔号：N7405（施工前遥感影像）	杆塔号：N7405（施工中遥感影像，2024.8），扰动面积解译 1388.3m^2
	
荆州市公安县，杆塔号：N7426（施工前遥感影像）	杆塔号：N7426（施工中遥感影像，2024.8），扰动面积解译 2306.2m^2
	
荆州市江陵县，杆塔号：N7455（施工前遥感影像）	杆塔号：N7455（施工中遥感影像，2024.8），扰动面积解译 2076m^2

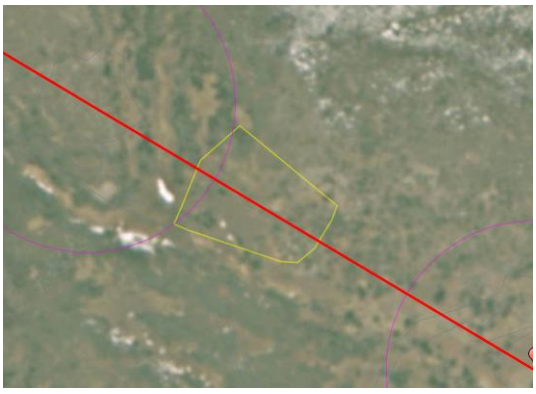
	
潜江市，杆塔号：N7554（施工前遥感影像）	杆塔号：N7554（施工中遥感影像，2024.8），扰动面积解译 2160.8m^2
	
荆州市洪湖市，杆塔号：N8067（施工前遥感影像）	杆塔号：N8067（施工中遥感影像，2024.8），扰动面积解译 2026.5m^2
	
咸宁市赤壁市，杆塔号：N8647A（施工前遥感影像）	杆塔号：N8647A（施工中遥感影像，2024.8），扰动面积解译 1638m^2

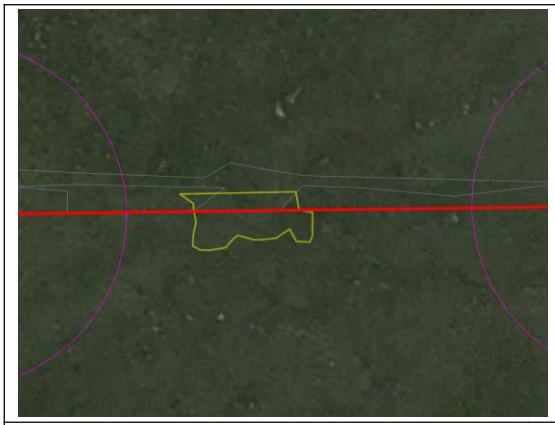
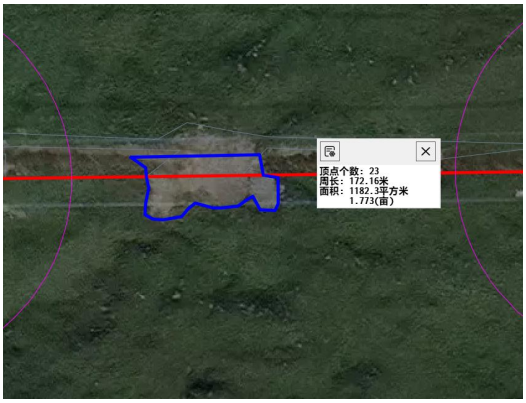
	
黄石市大冶市，杆塔号：N8769（施工前遥感影像）	杆塔号：N8769（施工中遥感影像，2024.8），扰动面积解 1331m^2

图 2.2-6　输电线路塔基区遥感影像解译

2）牵张场地区、跨越施工场地区

牵张场地区、跨越施工场地区为临时施工场地区域，施工扰动面积通过无人机航拍、现场量测的方式进行确定。

西藏段	
	
昌都市芒康县，4N4018 杆塔旁牵张场地施工前遥感影像	4N4018 杆塔旁牵张场地遥感影像（2024 年 8 月）扰动面积解译 1350m^2
四川段	
	
甘孜州巴塘县，N0209 杆塔旁牵张场地施工前遥感影像	N0209 杆塔旁牵张场地遥感影像（2024 年 11 月）扰动面积解译 3728.40m^2

	
甘孜州理塘县，N0338 杆塔旁牵张场地施工前遥感影像	N0338 杆塔旁牵张场地遥感影像（2024 年 11 月）扰动面积解译 3728.40m^2
	
甘孜州泸定县，N2010 杆塔旁牵张场地施工前遥感影像	N2010 杆塔旁牵张场地（2024 年 10 月）扰动面积 910m^2
	
雅安市荥经县，N2187 杆塔旁牵张场地施工前遥感影像	N2187 杆塔旁牵张场地（2024 年 6 月）扰动面积 763m^2

	
乐山市夹江县，N2701 杆塔旁牵张场地施工前遥感影像	N2701 杆塔旁牵张场地（2024 年 6 月）扰动面积 1015m²
重庆段	
	
N3817 杆塔旁牵张场地遥感影像（2024 年 8 月）扰动面积解译 1292.66m²	N3823 杆塔旁牵张场地遥感影像（2024 年 8 月）扰动面积解译 1074.3m²
	
N3836 杆塔旁牵张场地遥感影像（2024 年 8 月）扰动面积解译 804.81m²	N3887 杆塔旁牵张场地遥感影像（2024 年 8 月）扰动面积解译 614.48m²

	
N3891 杆塔旁牵张场地遥感影像（2024 年 8 月）扰动面积解译 1099.96m²	N3904 杆塔旁牵张场地遥感影像（2024 年 8 月）扰动面积解译 1598.87m²
湖北段	
	
松滋市 N7016 杆塔旁牵张场施工前遥感影像	松滋市 N7016 杆塔旁牵张场遥感影像（2025 年 4 月）扰动面积解译 2758.62m²
	
松滋市 N7026 杆塔旁牵张场施工前遥感影像	松滋市 N7026 杆塔旁牵张场遥感影像（2025 年 4 月）扰动面积解译 1560.46m²

	
荆州市监利市 N8016 杆塔旁牵张场施工前遥感影像	荆州市监利市 N8016 杆塔旁牵张场遥感影像（2024 年 8 月）扰动面积解译 1884.6m^2
	
荆州市洪湖市 N8028 杆塔旁牵张场施工前遥感影像	荆州市洪湖市 N8028 杆塔旁牵张场遥感影像（2024 年 8 月）扰动面积解译 3745.1m^2
	
荆州市洪湖市 N8153 杆塔旁牵张场施工前遥感影像	荆州市洪湖市 N8153 杆塔旁牵张场遥感影像（2024 年 8 月）扰动面积解译 2713.9m^2

	
荆州市洪湖市 N8167 杆塔旁牵张场施工前遥感影像	荆州市洪湖市 N8167 杆塔旁牵张场遥感影像（2024 年 8 月）扰动面积解译 258.5m^2

图 2.2-7　牵张场地、跨越施工场地遥感影像解译

3）施工道路区

施工道路区利用历史卫片影像资料及施工阶段拍摄的无人机正射影像进行对比，确定因工程建设新开辟的施工道路长度，利用皮尺现场量测确定施工道路宽度，最终确定施工道路区的施工扰动面积。

西藏段

昌都市贡觉县，杆塔号：NA101　施工道路遥感影像解译，道路长度 153.5m，宽度 5.1m。



昌都市贡觉县，杆塔号：NA105　施工道路卫星遥感影像解译，道路长度 326.5m，宽度 5.0m。

四川段



甘孜州巴塘县，杆塔号：4N039 施工道路无人机正射影像解译，道路长度 314.3m，宽度 4.2m。



甘孜州巴塘县，N0254 施工道路无人机正射影像解译，道路长度 233m，宽度 3.5m。



甘孜州雅江县，N0838 施工道路无人机正射影像解译，道路长度 178m，宽度 4.0m。



眉山市青神县，N2725 施工道路无人机正射影像解译，道路长度 258m，宽度 3.4m。



资阳市安岳县，N3334 施工道路无人机正射影像解译，道路长度 163m，宽度 4.8m。

重庆段



重庆市潼南区，杆塔号：N3803 施工道路无人机正射影像解译，道路长度 65.4m，宽度 5.0m。



重庆市潼南区，杆塔号：N3814 施工道路无人机正射影像解译，道路长度 50.8m，宽度 4.5m。



重庆市合川区，杆塔号：N5016 施工道路无人机正射影像解译，道路长度 63.9m，宽度 4.2m。

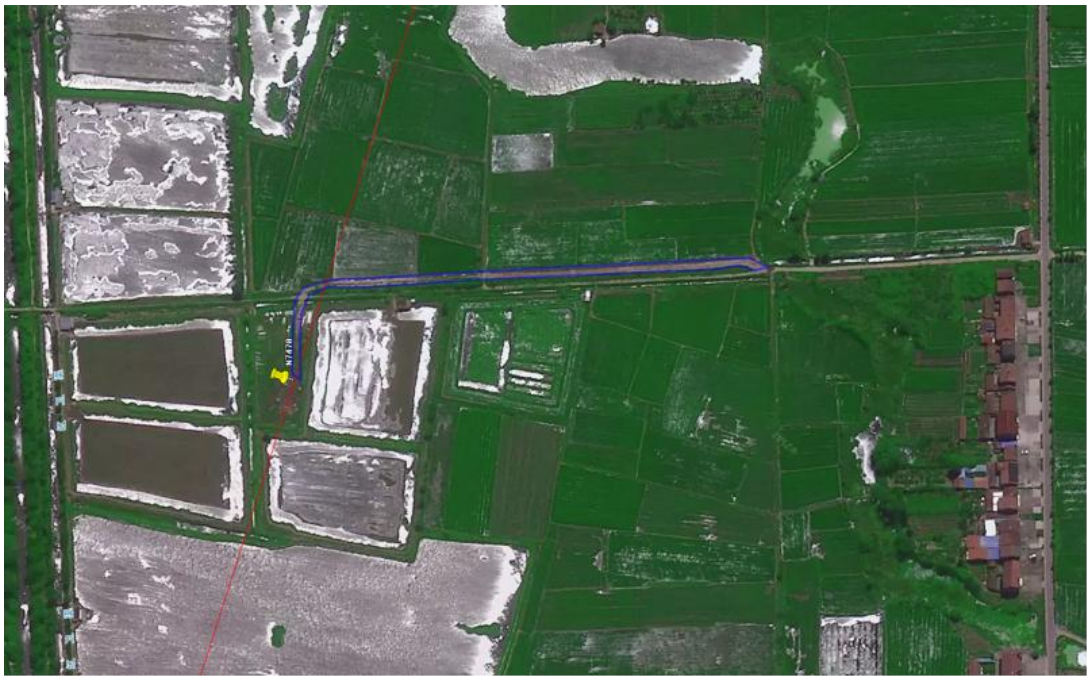
湖北段



湖北利川市，杆塔号：N5660 施工道路无人机正射影像解译，道路长度 154.2m，宽度 4.3m。



湖北利川市，杆塔号：N5688 施工道路无人机正射影像解译，道路长度 45.3m，宽度 4.5m。



荆州市江陵县杆塔号：N7470 施工道路无人机正射影像解译，道路长度 354m，宽度 4.1m。



咸宁市赤壁市杆塔号：N8613 施工道路无人机正射影像解译，道路长度 370.3m，宽度 3.5m。



咸宁市赤壁市杆塔号：N8626 施工道路无人机正射影像解译，道路长度 566.9m，宽度 4m。



鄂州市梁子湖区杆塔号：N8802 施工道路无人机正射影像解译，道路长度 1083m，宽度 3.9m。

图 2.2-8 施工道路遥感影像解译

2.3 取料（土、石）、弃渣（土、石）情况

（1）取料（土、石）情况

本项目不涉及取料（土、石）场。

（2）弃渣（土、石）情况

本项目卡麦换流站进站道路涉及 2 处弃渣场，弃渣（土、石）的监测内容包括：弃渣（土、石）场的位置和数量，弃渣（土、石）临时堆放场的位置和数量，以及各场地的土石方量、表土剥离量、防治措施的类型和数量等；监测方法为实地调查法、资料分析法和实地量测法。

根据现场查勘，本项目工程建设共设置弃渣场 2 处，均为方案批复的弃渣场，弃渣（土、石）监测内容、频次和方法详见表 2.3-1。

表 2.3-1 弃渣监测内容、频次和方法

监测内容	监测方法	监测频次	备注
弃渣场位置和数量	资料分析	每两周一次	每月定期收集工程建设周报，掌握工程进展。
	实地调查		定期收集工程建设月报，实地调查、定位，做好记录。
临时堆放场位置和数量	资料分析		每月定期收集工程建设月报，掌握工程进展。
	实地调查		定期收集工程建设月报，实地调查、定位，做好记录。
	实地量测		结合分析调查结果，实地量测每个堆放场占地面积。

监测内容	监测方法	监测频次	备注
土方量和表土剥离量	资料分析		每月定期收集工程建设周报，掌握工程进展。
	实地调查		定期收集工程建设月报，实地调查、定位，做好记录。
	实地量测		结合施工图设计，实地量测核实土方量和表土剥离量。
防治措施类型和数量	资料分析		每月定期收集工程建设周报，掌握工程进展。
	实地调查		定期收集工程建设月报，实地调查是否采取防护措施。
	实地量测		结合施工图设计，实地量测防护措施类型和工程量。

其他防治分区在施工前剥离场地区域的表土资源，剥离表土集中堆放于施工场地范围内，施工过程中余土集中堆放。各临时堆土场地监测内容、方法及频次见表 2.3-2。

表 2.3-2 临时堆土场地监测内容、方法和频次

防治分区	监测内容	监测方法	监测期	监测频次
卡麦换流站工程	表土堆放场地的数量、位置、方量、水土保持措施落实情况	无人机遥感解译、现场量测、查阅施工及监理记录、巡查	2023 年 6 月~2025 年 12 月	每月监测 1 次
帮果换流站工程	表土堆放场地的位置、方量、数量水土保持措施落实情况	无人机遥感解译、现场量测、查阅施工及监理记录、巡查	2023 年 6 月~2025 年 12 月	
送端接地极工程	草皮堆放场地、沟槽余土堆放场地的数量、位置、方量、水土保持措施落实情况	无人机遥感解译、现场量测、查阅施工及监理记录、巡查	2024 年 1 月~2025 年 6 月	
输电线路工程	表土堆放场地、余土堆放场地的数量、位置、方量、水土保持措施落实情况	资料分析，实地量测、巡查	2023 年 6 月~2025 年 8 月	
受端接地极工程	表土堆放场地、沟槽余土堆放场地的数量、位置、方量、水土保持措施落实情况	无人机遥感解译、现场量测、查阅施工及监理记录、巡查	2023 年 6 月~2025 年 10 月	
湖北换流站	表土堆放场地、基槽余土堆放场地的数量、位置、方量、水土保持措施落实情况	无人机遥感解译、现场量测、查阅施工及监理记录、巡查	2023 年 6 月~2025 年 10 月	

2.4 水土保持措施

本项目水土保持措施监测按工程措施、植物措施、临时措施分类列表说明如下：

表 2.4-1 水土保持措施监测内容、方法和频次

措施类型	监测内容	监测方法	监测期	监测频次
工程措施	措施类型、开工及完工时间、位置、规格、尺寸、	无人机遥感解译、施工图判读、现场量测、查阅施	全过程	每月度监测 1 次

措施类型	监测内容	监测方法	监测期	监测频次
	数量、防治效果、运行情况	工及监理记录、巡查		
植物措施	措施类别、开工及完工时间、位置、植物种籽、数量、成活率、林草覆盖度、郁闭度、防治效果、运行情况	无人机遥感解译、施工图判读、现场量测（网格法、目视法）、查阅施工及监理记录、巡查	组塔完成后至恢复完成	每季度监测1次
临时措施	措施类型、开工及完工时间、位置、规格、尺寸、数量、防治效果	现场量测、查阅施工及监理记录、巡查	全过程	每月度监测1次

2.5 水土流失情况

本项目水土流失情况的监测内容包括水土流失面积、土壤流失数量、水土流失危害等。

表 2.5-1 水土流失情况监测内容、方法和频次

监测内容	监测方法	监测期	监测频次
水土流失面积	无人机遥感解译、施工图判读、现场量测、查阅征占地资料	施工准备期：2023年6月 施工期：2023年7月~2025年12月 自然恢复期：2025年12月~至今	每月监测1次，每逢强降雨加测1次
土壤流失数量	测钎法、集沙池法、侵蚀沟量测法		
水土流失危害	巡查法		

换流站工程在施工过程中水土流失面积为施工扰动面积。

接地极工程在施工过程中主要进行电极电缆沟道施工、汇流装置基础开挖、汇流装置平台组装、进站道路铺设等，水土流失面积为施工裸露地面积。

输电线路塔基区、牵张场地、跨越施工场地、施工道路区水土流失面积为施工扰动面积。

土壤流失数量监测主要依据集沙池法、测钎法测定的土壤侵蚀模数及水土流失面积进行计算。

水土流失危害监测主要采用巡查法监测，通过不定期的赴工程现场开展现场巡查、无人机巡查、卫星航片解译等工作，及时发现施工过程中的水土流失危害。

3 重点对象水土流失动态监测

3.1 防治责任范围监测

3.1.1 防治责任范围变化情况

依据水土保持监测成果，本项目全线实际水土流失防治责任范围共计1186.20hm^2。其中西藏自治区水土流失防治责任范围173.24hm^2，四川省水土流失防治责任范围509.96hm^2，重庆市水土流失防治责任范围92.40hm^2，湖北省水土流失防治责任范围410.60hm^2。与方案设计相比，水土流失防治责任范围面积减少73.27hm^2。水土流失防治责任范围变化情况见表3.1-1。

表3.1-1　方案设计防治责任范围及实际扰动面积统计表　单位：hm^2

防治分区		项目名称	方案设计防治责任范围面积	实际发生防治责任范围面积	防治责任范围变化情况
西藏自治区	卡麦换流站	站区	23.10	23.06	-0.04
		进站道路区	53.85	44.46	-9.39
		站用外接电源区	4.49	4.12	-0.37
		站外供排水管线区	1.79	1.60	-0.19
		施工生产生活区	4.00	8.28	4.28
		临时堆土场区	0.00	3.00	3.00
		弃渣场区	11.44	9.96	-1.48
		小计	98.67	94.48	-4.19
	送端接地极	汇流装置区	0.07	0.08	0.01
		检修道路区	2.20	2.80	0.60
		站用外接电源区	2.64	2.60	-0.04
		电极电缆区	12.61	13.60	0.99
		小计	17.52	19.08	1.56
	±400kV直流线路	塔基区	2.06	2.35	0.29
		牵张场地区	0.72	0.74	0.02
		跨越施工场地区	0.20	0.05	-0.15
		施工道路区	1.15	0.92	-0.23
		小计	4.13	4.06	-0.07
	送端接地极线路	塔基区	32.00	30.18	-1.82
		牵张场地区	3.99	2.65	-1.34
		跨越施工场地区	0.80	0.15	-0.65
		施工道路区	21.49	22.64	1.15
		小计	58.28	55.62	-2.66
	合计		178.60	173.24	-5.36
四川省	帮果换流站	站区	27.06	27.01	-0.05
		进站道路区	1.02	1.36	0.34

防治分区		项目名称	方案设计防治责任范围面积	实际发生防治责任范围面积	防治责任范围变化情况
		站用外接电源区	0.72	0.72	0.00
		站外供排水管线区	0.42	0.42	0.00
		泥石流治理区	1.64	1.24	-0.40
		施工生产生活区	5.00	5.90	0.90
		表土临时堆放区	4.00	0.00	-4.00
		小计	39.86	36.65	-3.21
	±400kV直流线路	塔基区	24.18	22.17	-2.01
		牵张场区	11.28	5.46	-5.82
		跨越施工场地区	0.20	0.29	0.09
		施工道路区	10.42	4.56	-5.86
		小计	46.08	32.48	-13.60
	±800kV直流线路	塔基区	209.39	227.52	18.13
		牵张场区	52.56	48.96	-3.60
		跨越施工场地区	18.15	7.26	-10.89
		施工道路区	162.12	153.87	-8.25
		小计	442.22	437.61	-4.61
	送端接地极线路	塔基区	2.07	1.97	-0.10
		牵张场区	0.28	0.13	-0.15
		跨越施工场地区	0.44	0.04	-0.40
		施工道路区	1.64	1.08	-0.56
		小计	4.43	3.22	-1.21
	迁改线路	塔基区	0.16	0.00	-0.16
		牵张场区	0.07	0.00	-0.07
		跨越施工场地区	0.12	0.00	-0.12
		施工道路区	0.32	0.00	-0.32
		小计	0.67	0.00	-0.67
	合计		533.26	509.96	-23.30
重庆市	±800kV直流线路	塔基区	51.96	51.91	-0.05
		牵张场区	12.00	8.55	-3.45
		跨越施工场地区	2.56	1.72	-0.84
		施工道路区	40.57	30.22	-10.35
		合计	107.09	92.40	-14.69
湖北省	湖北换流站	站区	22.35	23.48	1.13
		施工生产生活区	7.00	2.71	-4.29
		站外供排水管线区	5.84	4.85	-0.99
		站外电源设施区	1.66	2.53	0.87
		进站道路区	2.76	0.59	-2.17
		小计	39.61	34.16	-5.45
	受端接地极	汇流装置区	0.06	0.07	0.01
		电极电缆区	12.05	10.34	-1.71

防治分区		项目名称	方案设计防治责任范围面积	实际发生防治责任范围面积	防治责任范围变化情况
		检修道路区	0.42	0.27	-0.15
		站用外接电源区	0.23	0.10	-0.13
		小计	12.76	10.78	-1.98
	±800kV直流线路	塔基区	218.03	197.78	-20.25
		牵张场区	32.16	40.51	8.35
		跨越施工场地区	6.60	6.56	-0.04
		施工道路区	113.57	101.74	-11.83
		小计	370.36	346.59	-23.77
	接地极线路	塔基区	11.10	11.83	0.73
		牵张场地区	1.05	1.07	0.02
		跨越施工场地区	0.80	0.72	-0.08
		施工道路区	4.84	5.45	0.61
		小计	17.79	19.07	1.28
	合计		440.52	410.60	-29.92
总计			1259.47	1186.20	-73.27

3.1.2 防治责任范围对比分析

本项目水土流失防治责任范围面积较方案设计值减少了73.27hm^2,其中西藏自治区水土流失防治责任范围减少了5.36hm^2，四川省水土流失防治责任范围减少了23.30hm^2，重庆市水土流失防治责任范围减少了14.69hm^2，湖北省水土流失防治责任范围减少了29.92hm^2。

（1）西藏自治区

1）卡麦换流站工程

水土保持方案计列的卡麦换流站工程水土流失防治责任范围面积为98.67hm^2，施工图设计为85.09hm^2。通过对工程实施过程扰动面积的监测，新建卡麦换流站工程实际发生的水土流失防治责任范围面积为94.48hm^2。

经统计，卡麦换流站工程防治责任范围较方案设计阶段减少了4.56hm^2，各防治分区面积变化情况及分析如下:

①站区面积水土保持方案为23.10hm^2，施工图设计为27.66hm^2，实际发生为23.06hm^2。实际发生较水土保持方案减少0.04hm^2，主要原因是：施工图设计时优化调整了站区平面布置,围墙内面积以及围墙外护坡型式和占地面积均略有调整，因此永久占地面积略有减少。

②进站道路区面积水土保持方案为 53.85hm²，施工图设计为 30.10hm²，实际发生为 44.46hm²。实际发生较水土保持方案减少 9.39hm²，主要原因是：方案阶段进站道路长 24.401km，施工图设计调整了道路路径布置，实际长度略增加至 24.801km，但通过优化道路线形组合，尽量避免高填深挖，减少了进站道路挖填方边坡的面积，同时施工过程中余土及时外运至弃渣场内，尽量未堆存于进站道路临时施工场地内，因此占地面积相应减小。

③站用外接电源区面积水土保持方案为 4.49hm²，施工图设计为 4.12hm²，实际发生为 4.12hm²。实际发生较水土保持方案减少 0.37hm²，主要原因是：方案设计阶段外接电源工程从站外 110 千伏夏邛变 35kV 配电装置引接，新建 35kV 架空线路长 16.0km，新建杆塔 43 基，后续施工图设计新建 35kV 单回架空线路路径长 14.984km，新建铁塔 45 基。建设规模有所变化，主要是设计单位优化调整了塔位，同时施工单位尽量利用已有乡村道路和人抬道路，在施工阶段未修建机械道路，因此涉及临时占地面积相应减少。

④供排水工程区面积水土保持方案为 1.79hm²，施工图设计为 1.60hm²，实际发生为 1.60hm²。实际发生较水土保持方案减少 0.19hm²，主要原因是：方案设计站用水源从站址西南侧约 700m 处的山泉水引接，设置站外水泵房，从泵房用一根 DN100 的钢塑复合管埋地敷设至换流站综合水泵房，补给水管线总长度约 1.1km；排水采用雨污分流，雨水排水系统将站内雨水收集后集中排放，站区东侧沿围墙埋地敷设长度为 300m 的排水管（DN800），排水管中的雨水后在站区东南侧流入长度为 1000m 的排水沟，最终排至进站道路边沟，站区西北侧设置 2 条排水沟，汇合前长度分别为 340m 和 50m，后汇合为 1 条排水沟，长度为 80m；污水经过污水处理系统后回用，不外排。后续施工图设计阶段，站用水源引接和雨水排水方式均未发生变化，但实际施工过程中严格限制排水管道施工临时占地面积，沟槽土方尽量采用即挖即填方式，减少临时堆土面积，从而面积略有减少。

⑤施工生产生活区面积水土保持方案为 4.00hm²，施工图设计为 8.28hm²，实际发生为 8.28hm²。实际发生较水土保持方案增加 4.28hm²，主要原因是：方案设计施工生产生活区为一处，布置于站区北侧耕地范围内，后续设计阶段由于涉及施工标段增多，因此进行施工组织调整，同时北侧耕地占地范围内临时租地

协调较困难，因此将施工生产生活区调整布置于站区南侧，南侧由于涉及较多边坡，因此新修边坡进行防护，同时根据施工生产生活实际需求进行临时租用，相应占地面积增加。

⑥临时堆土场区原水土保持方案未设计，施工图设计为 3.00hm²，实际发生为 3.00hm²。实际发生较水土保持方案增加 3.00hm²，主要原因是：方案设计卡麦换流站站区 2.88 万 m³ 表土堆存于拉哇水电站曲引朗沟渣场进行综合利用，用于该渣场植被恢复用土，实际施工过程中经设计调整，改变了站区绿化方案，站区表土均回覆于边坡以及站区内绿化范围内，因此在站区北侧新增临时堆土区用于堆存站区表土，同时施工中采取了各类防护措施。

⑦弃渣场区面积水土保持方案为 11.44hm²，施工图设计为 9.96hm²，实际发生为 9.96hm²。实际发生较水土保持方案减少 1.48hm²，主要原因是：方案设计 1#弃渣场占地 9.46hm²，拟堆渣约 28.81 万 m³，平均堆高约 4.3m，最大堆高 16m；2#弃渣场占地 1.87hm²，拟堆渣约 6.32 万 m³，平均堆高约 4.8m，最大堆高 10.1m。实际施工过程中由于弃渣场临时租地方案调整，同时后续设计阶段依照地形进行弃渣堆放，1#弃渣场平均堆高提高至 5.52m，2#弃渣场平均堆高提高至 11.31m，因此弃渣场占地面积相应减小，其中 1#弃渣场占地面积为 8.81hm²，2#弃渣场占地面积为 1.15hm²。

2）送端接地极工程

水土保持方案计列的送端接地极工程水土流失防治责任范围面积为 17.52hm²，施工图设计为 19.08hm²，通过对工程实施过程扰动面积的监测，新建送端接地极工程实际发生的水土流失防治责任范围面积为 19.08hm²。

经统计，送端接地极工程防治责任范围较方案设计阶段增加了 1.56hm²，各防治分区面积变化情况及分析如下：

①汇流装置区面积水土保持方案为 0.07hm²，施工图设计为 0.08hm²，实际发生为 0.08hm²。实际发生较水土保持方案增加 0.01hm²，主要原因是：后续设计阶段汇流装置区调整了布局方式，增加了永久征地范围，相应面积略有增加。

②检修道路区面积水土保持方案为 2.20hm²，施工图设计为 2.80hm²，实际发生为 2.80hm²。实际发生较水土保持方案增加 0.60hm²，主要原因是：方案设计阶段检修道路长 5500m，路面宽 4m，为临时占地，后续设计阶段根据汇流装

置区位置、实际会车需求以及现场实际运输条件进行道路长度、宽度调整，道路长 3934m，路面平均宽约 6.61m，相应面积增加。

③站用外接电源区面积水土保持方案为 2.64hm²，施工图设计为 2.60hm²，实际发生为 2.60hm²。实际发生较水土保持方案减少 0.04hm²，主要原因是：方案设计外接电源线路采用水泥电杆架空线路，长度约 20.0km，实际施工中新建架空线 25.618km，新敷设电缆长度 0.135km。线路长度增加 5.753km，工程规模略有增加，但实际施工中外接电源利用已有道路较多，同时主要以占地面积较小的新建水泥杆为主，因此占地面积减少。

④电极电缆区面积水土保持方案为 12.61hm²，施工图设计为 13.60hm²，实际发生为 13.60hm²。实际发生较方案增加了 0.99hm²，主要原因是：电极电缆区位于高原草甸区域，需要剥离草皮进行养护，因此需要较多临时施工场地进行草皮堆存，因此施工中施工单位根据实际需要调整了施工场地布设，占地面积增加。

3）±400kV 直流线路工程

水土保持方案计列的±400kV 直流线路工程水土流失防治责任范围面积为 4.13hm²，施工图设计为 4.48hm²。通过对工程实施过程扰动面积的监测，直流线路工程实际发生的水土流失防治责任范围面积为 4.06hm²。

经统计，直流线路工程防治责任范围较方案设计阶段减少了 0.07hm²，各防治分区面积变化情况及分析如下：

①塔基区面积水土保持方案为 2.06hm²，施工图设计为 1.97hm²，实际发生为 2.35hm²。实际发生较方案阶段增加 0.29hm²，主要原因是：后续施工图设计阶段±400kV 直流线路新建塔基 19 基，较方案设计的 17 基增加了 2 基，实际施工时，在满足场地布设需求的基础上调整了施工扰动面积，因此塔基临时占地面积较方案有所增加。

②牵张场区面积水土保持方案为 0.72hm²，施工图设计为 0.13hm²，实际发生为 0.74hm²。实际发生较方案阶段增加 0.02hm²，主要原因是：实际施工中牵张场数量较方案设计一致，施工单位根据现场实际展放线需求进行场地布置，牵张场面积略有增加。

③跨越施工场地区面积水土保持方案为 0.20hm²，施工图设计为 0.04hm²，实际发生为 0.05hm²。实际发生较方案阶段减少 0.15hm²，主要原因是：部分跨

越采用杆塔作支撑体封网跨越，实际施工中跨越施工场地由方案设计的 5 处减少为 1 处，减少了 4 处，因此跨越施工场地区占地面积减少。

④施工道路区面积水土保持方案为 1.15hm²，施工图设计为 2.34hm²，实际发生为 0.92hm²。实际发生较方案阶段减少 0.23hm²，主要原因是：施工时尽量利用项目沿线已有县、乡、村道和原有耕作、伐木道路，新修施工道路长度为 1.051km，较水土保持方案设计的 4.110km 减少 3.059km，因此施工道路扰动占地减少。

4）送端接地极线路

水土保持方案计列的送端接地极线路工程水土流失防治责任范围面积为 58.28hm²，施工图设计为 68.71hm²，通过对工程实施过程扰动面积的监测，新建送端接地极线路工程实际发生的水土流失防治责任范围面积为 55.62hm²。

经统计，送端接地极线路工程防治责任范围较方案设计阶段减少了 2.66hm²。各防治分区面积变化情况及分析如下：

①塔基区面积水土保持方案为 32.00hm²，施工图设计为 30.75hm²，实际发生为 30.18hm²。实际发生较方案阶段减少 1.82hm²，主要原因是：方案设计阶段送端接地极线路布置杆塔 489 基，单基杆塔永久占地面积平均为 134m²，塔基施工场地占地面积平均为 519m²。而实际施工阶段，送端接地极线路布置杆塔 360 基，单基杆塔永久占地面积平均为 100m²，塔基施工场地占地面积平均为 738m²，施工图设计阶段通过优化路径方案，塔基数量减少较多，同时减少了塔基永久占地面积，因此塔基施工场地占地面积较方案设计阶段减少。

②牵张场区面积水土保持方案为 3.99hm²，施工图设计为 3.32hm²，实际发生为 2.65hm²。实际发生较方案阶段减少 1.34hm²，主要原因是：实际施工中牵张场选址困难，施工单位根据实际地形和交通条件加大了部分放线区段长度，牵张场时数量减少 16 个（由 57 个减少为 41 个），同时部分牵张场地与塔基施工场地重复占地，且施工单位严格限制施工扰动范围，因此牵张场面积减少。

③跨越施工场地区面积水土保持方案为 0.80hm²，施工图设计为 0.16hm²，实际发生为 0.15hm²。实际发生较方案阶段减少 0.65hm²，主要原因是：部分跨越采用杆塔作支撑体封网跨越，实际施工中跨越施工场地由方案设计的 20 处减少为 4 处，减少了 16 处，且部分跨越场地根据实际布设情况用地面积相比施工图设计略有减少，因此跨越施工场地区占地面积减少。

④施工道路区面积水土保持方案为 21.49hm²，施工图设计为 34.48hm²，实际发生为 22.64hm²。实际发生较方案阶段增加 1.15hm²，主要原因是：新修送端接地极线路全线共布置人抬道路 40.158km，施工简易道路 26.606km，原方案设计人抬道路 45.25km，施工简易道路 45.25km，施工道路共计减少 23.736km，由于西藏地区地形条件较差，根据现场实际施工需求，施工道路平均宽度由方案设计的 2.4m 增加至 3.4m，施工时部分塔位增加 18 处索道施工，因此施工道路占地面积略有增加。

（2）四川省

1）帮果换流站工程

水土保持方案计列的帮果换流站工程水土流失防治责任范围面积为 39.86hm²，通过对工程实施过程扰动面积的监测，帮果换流站工程实际发生的水土流失防治责任范围面积为 36.65hm²。

经统计，帮果换流站工程防治责任范围较方案设计阶段减少了 3.21hm²。各防治分区面积变化情况及分析如下:

①站区水土保持方案为 27.06hm²，实际发生为 27.01hm²，站区实际发生面积较水土保持方案减少 0.05hm²，主要原因是施工阶段，施工单位采用永临结合理念，将部分施工临建区（材料堆场、加工区）布置在永久占地区域内，减少了临时用地。

②进站道路区水土保持方案为 1.02hm²，实际发生为 1.36hm²，较水土保持方案增加 0.34hm²，主要原因是为保障大件运输安全与路基稳定，依据深化设计，路基宽度进行了适应性加宽，导致进站道路区占地面积比方案设计阶段增加;

③站用外接电源区、站外供排水管线区、表土临时堆放区面积与水土保持方案基本一致，其中表土临时堆放区设置在站区永久用地范围内（因此表格未重复计列此面积）;

④泥石流治理区水土保持方案为 1.64hm²，实际发生为 1.24hm²，较水土保持方案减少 0.40hm²，主要原因是施工过程中优化了拦挡坝、排导槽等关键结构物的具体布设位置，在满足同等安全标准下，减少了不必要的工程占地和临时施工场地。

⑤施工生产生活区水土保持方案为 5hm²，施工图设计为 5hm²，实际发生为 5.90hm²，施工生产生活区实际发生面积较水土保持方案增加了 0.90hm²，主要原

因是建设过程中，施工生产区域临时占地需求增加，导致施工生产生活区总体临时占地面积增加。

2）±400kV 直流线路工程

水土保持方案计列的±400kV 直流线路工程水土流失防治责任范围面积为46.08hm²，施工图设计为 33.22hm²，通过对工程实施过程扰动面积的监测，新建±400kV 直流线路工程实际发生的水土流失防治责任范围面积为 32.48hm²。

经统计，±400kV 直流线路工程防治责任范围较方案设计阶段减少了13.60hm²。各防治分区面积变化情况及分析如下:

①塔基区面积水土保持方案为 24.18hm²，施工图设计为 22.74hm²，实际发生为 22.17hm²。实际发生较水土保持方案减少 2.01hm²，主要原因是：后续施工图设计阶段±400kV 直流线路工程新建塔基 191 基，较方案设计的 201 基减少了 10 基，同时实际施工时，在满足场地布设需求的基础上，严格控制施工扰动面积，因此塔基临时占地面积较方案有所减少。

②牵张场区面积水土保持方案为 11.28hm²，施工图设计为 5.72hm²，实际发生为 5.46hm²。实际发生较方案阶段减少 5.82hm²，主要原因是：实际施工中牵张场选址困难，施工单位根据实际地形和交通条件加大了部分放线区段长度，牵张场时数量减少 21 个（由 47 个减少为 26 个），同时部分牵张场地与塔基施工场地重复占地，且施工单位严格限制施工扰动范围，因此牵张场面积减少。

③跨越施工场地区面积水土保持方案为 0.20hm²，施工图设计为 0.32hm²，实际发生为 0.29hm²。实际发生较方案阶段增加 0.09hm²，主要原因是：施工图设计阶段由于路径有所调整，因此跨越物增加，实际施工中跨越施工场地由方案设计的 5 处增加为 14 处，增加了 9 处，但实际施工中施工单位严格限制施工扰动范围，单个跨越场地用地面积相比施工图设计减少，因此跨越施工场地区占地面积略有增加。

④施工道路区面积水土保持方案为 10.42hm²，施工图设计为 4.44hm²，实际发生为 4.56hm²。实际发生较方案阶段减少 5.86hm²，主要原因是：实际塔基、牵张场地数量减少引起其进场施工道路减少，同时当地原有农牧或生产道路路网发达，新修施工便道条数和长度（由 14.190km 减少到 4.534km）减少，索道数量由 168 个减少至 49 个，因此施工道路区占地面积减少。

3）±800kV 直流线路工程

水土保持方案计列的直流线路工程水土流失防治责任范围面积为442.22hm²，施工图设计为412.92hm²。通过对工程实施过程扰动面积的监测，新建±800kV直流线路工程实际发生的水土流失防治责任范围面积为437.61hm²。

经统计，直流输电线路工程防治责任范围较方案设计阶段减少了4.61hm²。各防治分区面积变化情况及分析如下:

①塔基区水土保持方案为209.39hm²，施工图设计为218.05hm²，实际发生为227.52hm²，塔基区实际发生面积较水土保持方案增加18.13hm²，主要原因是本段线路主要分布在青藏高原区和山丘区，地形复杂。为满足施工需求，塔基区所需的临时占地面积大于方案设计值，导致塔基区总占地面积增加。

②牵张场区水土保持方案为52.56hm²，施工图设计为44.44hm²，实际发生为48.96hm²，牵张场区实际发生面积较水土保持方案阶段减少3.60hm²，主要原因是牵张场较水土保持方案减少35处（219处减少为184处），由于受地形条件限制，大部分牵张场地占用塔基施工场地范围，属重叠利用，导致牵张场地区占地面积较方案设计阶段减少。

③跨越施工场地区水土保持方案为18.15hm²，施工图设计为6.48hm²，实际发生为7.26hm²，跨越施工场地区实际发生面积较水土保持方案减少10.89hm²，主要原因是部分跨越采用杆塔作支撑体封网跨越，跨越施工场地较方案减少289处（454处减少为165处），数量大幅减少，最终导致占地面积减少。

④施工道路区水土保持方案为162.12hm²，施工图设计为143.95hm²，实际发生为153.87hm²，施工道路区实际发生面积较水土保持方案减少8.25hm²，主要是由于方案设计阶段新开辟施工道路216.56km，新开辟人抬便道361.66km。实际施工阶段，新开辟施工道路208.97km，索道336处，由于索道的使用，大幅减少了新开辟施工道路的长度，导致施工道路区面积较方案设计阶段减少。

4）送端接地极线路

水土保持方案计列的送端接地极线路工程水土流失防治责任范围面积为4.43hm²，通过对工程实施过程扰动面积的监测，新建送端接地极线路工程实际发生的水土流失防治责任范围面积为3.22hm²。

经统计,送端接地极线路工程防治责任范围较方案设计阶段减少了1.21hm²。各防治分区面积变化情况及分析如下:

①塔基区水土保持方案为2.07hm²，实际发生为1.97hm²，塔基区实际发生

面积较水土保持方案减少 0.1hm²，主要原因是：方案设计阶段塔基平均施工场地占地面积按 680~720m² 考虑，而实际施工阶段，塔基施工场地面积约为 650~680m²，导致塔基区面积减少。

②牵张场区水土保持方案为 0.28hm²，实际发生为 0.13hm²，牵张场区实际发生面积较水土保持方案减少了 0.15hm²，主要是由于实际实施的牵张场地利用了输电线路工程的塔基施工场地进行布置，导致牵张场地区面积减少。

③跨越施工场地区水土保持方案为 0.44hm²，实际发生为 0.04hm²，跨越施工场地区实际发生面积较水土保持方案减少 0.40hm²，主要是由于实际实施的跨越施工场地较方案设计阶段减少。

④施工道路区水土保持方案为 1.64hm²，施工图设计为 2.34hm²，实际发生为 1.08hm²，施工道路区实际发生面积较水土保持方案减少 0.56hm²，主要是由于索道的使用，减少了施工道路开辟，导致施工道路区面积较方案减少。

5）迁改线路

水土保持方案计列的迁改线路工程水土流失防治责任范围面积为 0.67hm²。

根据工程实际实施情况及水土保持监测资料，实际不涉及迁改线路工程，因此迁改线路工程防治责任范围较方案设计阶段减少了 0.67hm²。

（3）重庆市

1）直流输电线路

水土保持方案计列的直流线路工程水土流失防治责任范围面积为 107.09hm²。

通过对工程实施过程扰动面积的监测，新建直流输电线路工程实际发生的水土流失防治责任范围面积为 92.40hm²。

经统计，直流输电线路工程防治责任范围较方案设计阶段减少了 14.69hm²。各防治分区水土流失防治责任范围面积变化情况及分析如下：

①塔基区水土流失防治责任范围较水土保持方案减少 0.05hm²，主要原因是塔基区施工时临时作业区落实彩旗绳限界措施，严格控制扰动面积，较水土保持方案略有减少。

②牵张场区水土流失防治责任范围较水土保持方案减少 3.45hm²，主要原因是直流线路重庆段沿线高山大岭多，牵张场选址困难，因此架线施工时施工单位根据实际地形和交通条件加大了部分放线区段长度，牵张场数量减少 7 处（由

50 处减少为 43 处），同时施工时，牵张场受实际地形所限，单个牵张场占地面积较水土保持方案预计面积（2400m²）减少。

③跨越施工场地区水土流失防治责任范围较水土保持方案减少 0.84hm²，主要原因是根据实际跨越情况，跨越施工场地区由水保方案阶段的 64 处减少为 48 处，同时部分跨越采用杆塔作支承体封网跨越，对地面扰动减少，因此跨越施工场地区水土流失防治责任范围较水土保持方案有所减少。

④施工道路区水土流失防治责任范围较水土保持方案减少 10.35hm²，主要原因是设计阶段对施工道路进行了优化，增加了山区索道的架设，未开辟人抬道路。简易道路尽量利用项目沿线已有县、乡、村道和原有耕作、伐木道路，新修简易施工便道长度（62.96km，平均宽 4.8m）较水土保持方案（简易施工便道 77.49km（平均宽 3.9m），人抬道路 116.30km（平均宽 0.8m）减少 130.83km。对于位于山丘区坡度较大的塔位，根据地形及建设特点，基本采用施工索道运输材料，索道由水保方案阶段的 21 条增加为 48 条。

（4）湖北省

1）湖北换流站工程

水土保持方案计列的湖北换流站工程水土流失防治责任范围面积为 39.61hm²。通过对工程实施过程扰动面积的监测，新建湖北换流站工程实际发生的水土流失防治责任范围面积为 34.16hm²。

经统计，湖北换流站工程防治责任范围较方案设计阶段减少了 5.45hm²，各防治分区面积变化情况及分析如下：

①站区水土保持方案为 22.35hm²，施工图设计为 23.48hm²，实际发生为 23.48hm²，永久占地面积减少 0.92hm²，临时占地面积增加 2.05hm²，因此站区实际发生面积较水土保持方案增加 1.13hm²，主要原因是：方案设计阶段站区无临时占地，实际实施过程中围墙外侧修建排水沟及护坡时，占压周边草地及耕地作为施工临时区，导致站区项目建设区面积比方案设计阶段增加；

②进站道路区水土保持方案为 2.76hm²，施工图设计为 2.71hm²，实际发生为 2.71hm²，进站道路区实际发生面积较水土保持方案减少 0.05hm²，主要原因是实际施工图设计阶段深化设计，进站道路较水土保持方案阶段减少了 60m，导致进站道路区占地面积比方案设计阶段减少；

③施工生产生活区水土保持方案为 7.00hm²，施工图设计为 4.85hm²，实际发生为 4.85hm²，施工生产生活区实际发生面积较水土保持方案减少 2.15hm²，主要原因是设计优化了施工生产生活区布置，部分施工生产生活功能（如临时材料堆放）直接布置在换流站永久征地范围内的闲置区域，无需额外占用临时土地，导致施工生产生活区占地面积比方案设计阶段减少；

④站外供排水管线区水土保持方案为 5.84hm²，施工图设计为 2.53hm²，实际发生为 2.53hm²，站外供排水管线区实际发生面积较水土保持方案减少 3.51hm²，主要原因是站外供排水管线长度经施工图设计优化减少，导致项目建设区面积较方案设计阶段减少，导致站外供排水管线区占地面积比方案设计阶段减少；

⑤站外电源设施区水土保持方案为 1.66hm²，施工图设计为 0.59hm²，实际发生为 0.59hm²，主要原因是实际施工过程中站用电源电缆线路长度减少且线路布置的施工便道较方案设计阶段减少，导致站用外接电源区面积较方案设计阶段减少。

2）受端接地极工程

水土保持方案计列的受端接地极工程水土流失防治责任范围面积为 12.76hm²。通过对工程实施过程扰动面积的监测，新建受端接地极工程实际发生的水土流失防治责任范围面积为 10.78hm²。

经统计，受端接地极工程防治责任范围较方案设计阶段减少了 1.98hm²，各防治分区面积变化情况及分析如下：

①汇流装置区水土保持方案为 0.06hm²，施工图设计为 0.07hm²，实际发生为 0.07hm²，汇流装置区实际发生面积较水保方案增加 0.01hm²，主要原因是接地极汇流装置区实际施工过程中采用了机械吊装作业，为确保机械的操作空间和安全距离，接地极汇流装置区面积较方案设计阶段增加。

②电极电缆区面积水土保持方案为 12.05hm²，施工图设计为 10.34hm²，实际发生为 10.34hm²，接地极电极电缆区实际发生面积较水土保持方案永久占地减少 1.71hm²，主要原因是施工图阶段电缆长度均较方案设计阶段减小，导致项目建设区面积减少。

③站用外接电源区水土保持方案为 0.23hm²，施工图设计为 0.10hm²，实际发生为 0.10hm²，站用外接电源区实际发生面积较水保方案减少 0.13hm²，主要

原因是外接电源的线路长度和塔基数较方案设计阶段大幅减少，导致水土流失防治责任范围面积减少。

④检修道路区面积水土保持方案为 0.42hm^2，施工图设计为 0.27hm^2，实际发生为 0.27hm^2，检修道路区实际发生面积较水保方案减少 0.13hm^2，主要原因是后续设计阶段根据汇流装置区位置、实际会车需求以及现场实际运输条件进行道路长度、宽度调整。

3）受端接地极线路

水土保持方案计列的受端接地极线路工程水土流失防治责任范围面积为 17.79hm^2。通过对工程实施过程扰动面积的监测，受端接地极线路工程实际发生的水土流失防治责任范围面积为 19.07hm^2。

经统计，受端接地极线路工程防治责任范围较方案设计阶段增加了 1.28hm^2，各防治分区面积变化情况及分析如下：

①塔基区水土保持方案为 11.10hm^2，施工图设计为 11.01hm^2，实际发生为 11.01hm^2，塔基区实际发生面积较水土保持方案减少 0.09hm^2，主要原因是：实际施工阶段塔基数量较水土保持方案阶段减少 1 基，导致塔基区面积减少。

②牵张场区水土保持方案为 1.05hm^2，施工图设计为 1.07hm^2，实际发生为 1.07hm^2，牵张场区实际发生面积较水土保持方案增加 0.02hm^2，主要原因是：实际施工阶段牵张场布设数量较水土保持方案阶段增加 1 处，导致牵张场地区面积增加。

③跨越施工场地区水土保持方案为 0.80hm^2，施工图设计为 0.72hm^2，实际发生为 0.72hm^2，跨越施工场地区实际发生面积较水土保持方案减少 0.08hm^2，主要是由于实际实施的跨越施工场地较方案及施工图设计阶段减少 2 处。

④施工道路区水土保持方案为 4.84hm^2，施工图设计为 5.45hm^2，实际发生为 5.45hm^2，施工道路区实际发生面积较水土保持方案增加 0.61hm^2，主要是由于施工道路区地势平缓，实际施工中采用机械化施工道路增加，导致施工道路区面积增加。

4）直流输电线路

水土保持方案计列的直流线路工程水土流失防治责任范围面积为 370.36hm^2。

通过对工程实施过程扰动面积的监测，新建直流输电线路工程实际发生的水土流失防治责任范围面积为 346.59hm^2，其中永久占地面积为 62.39hm^2，临时占地面积为 284.20hm^2。

经统计，直流输电线路工程防治责任范围较方案设计阶段减少了 23.77hm^2，各防治分区项目建设面积变化情况及分析如下：

①塔基区水土保持方案为 218.03hm^2，施工图设计为 188.87hm^2，实际发生为 197.78hm^2，塔基区实际发生面积较水土保持方案减少 20.25hm^2，主要原因是山丘区塔基数量较水土保持方案减少 79 基（1068 基减少为 989 基）。杆塔终勘定位后，根据实际塔位地形、地质等因素，施工图设计阶段塔位基础型式、塔型和塔高等较方案报告书编制阶段有所变化或优化，施工时基础型式以挖孔基础为主，且在实际施工过程中，施工单位严格控制施工扰动范围，因此塔基区实际施工临时作业区扰动面积较水土保持方案减少。

②牵张场区水土保持方案为 32.16hm^2，施工图设计为 40.51hm^2，实际发生为 40.51hm^2，牵张场区实际发生面积较水土保持方案增加 8.35hm^2，主要原因是直流线路湖北段沿线高山大岭多，因此架线施工时施工单位根据实际地形和交通条件减少了部分放线区段长度，牵张场数量较水土保持方案增加 14 个（134 处增加为 148 处）。

③跨越区水土保持方案为 6.60hm^2，施工图设计为 6.36hm^2，实际发生为 6.56hm^2，跨越施工场地区实际发生面积较水土保持方案减少 0.04hm^2，主要原因是根据实际跨越情况，大部分跨越采用杆塔作支承体封网跨越，无需地面搭设跨越架，跨越施工场地区较水土保持方案减少 4 处（165 处减少为 161 处），对地面扰动减少

④施工道路区水土保持方案为 113.57hm^2，施工图设计为 82.19hm^2，实际发生为 101.74hm^2，施工道路区实际发生面积较水土保持方案减少 11.83hm^2，主要原因是施工时尽量利用项目沿线已有县、乡、村道和原有耕作、伐木道路，新修简易施工便道长度较水土保持方案减少 155.36km，对于位于山丘区坡度较大的塔位，根据地形及建设特点，基本采用施工索道运输材料。

3.1.3 背景值监测

运用遥感技术，获取大型弃渣场（弃渣量 50 万 m^3 以上）、大型取土场（取土量 10 万 m^3 以上）、大型开挖填筑面（占地面积 2000m^2 以上或开挖填筑高度 30m 以上）等扰动强度较大区域的背景值。本工程不涉及弃渣量 50 万 m^3 以上的弃渣场和取土场，利用遥感技术获取换流站工程、接地极工程等扰动强度较大区域的背景防治责任范围值。

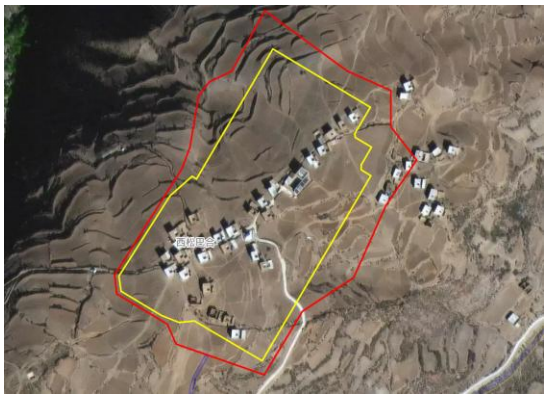
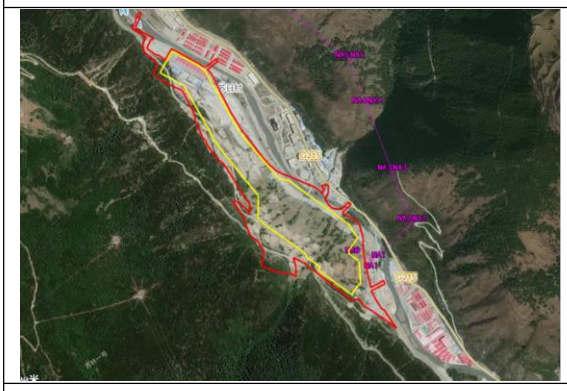
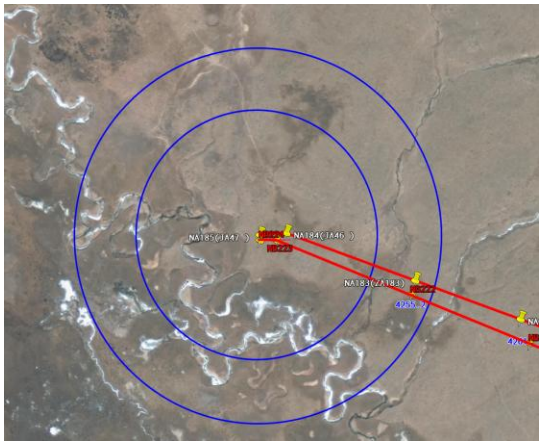
<table>
<tr><td>  </td><td> 
</td></tr>
<tr><td>卡麦换流站</td><td>卡麦换流站</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>帮果换流站</td><td>湖北换流站</td></tr>
<tr><td>  </td><td> 
</td></tr>
<tr><td>送端接地极</td><td>受端接地极</td></tr>
</table>

图 3.1-1　背景防治责任范围影像

3.1.4 建设期扰动土地面积监测

依据水土保持监测成果，本项目建设期扰动土地面积变化情况见表 3.1-2。

表 3.1-2　建设期实际扰动面积统计表　单位：hm²

防治分区		建设期实际扰动面积				合计
		2023 年	2024 年	2025 年	2026 年	
卡麦换流站	站区	23.1	23.1	23.06	23.06	23.06
	进站道路区	26.91	44.46	44.46	44.46	44.46
	站用外接电源区	4.12	4.12	4.12	4.12	4.12
	站外供排水管线区	1.21	1.21	1.6	1.6	1.6
	施工生产生活区	8	8.28	8.28	8.28	8.28
	临时堆土场区	3	3	3	3	3
	弃渣场区	8.91	9.96	9.96	9.96	9.96
	合计	75.25	93.76	94.48	94.48	94.48
帮果换流站	站区	16.8	23.01	23.01	23.01	23.01
	进站道路区	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36
	站用外接电源区	0.32	0.72	0.72	0.72	0.72
	站外供排水管线区	0.23	0.42	0.42	0.42	0.42
	泥石流治理区	0.5	1.24	1.24	1.24	1.24
	施工生产生活区	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9
	表土临时堆放区	4	4	4	4	4
	合计	29.11	36.65	36.65	36.65	36.65
湖北换流站	站区	23.48	23.48	23.48	23.48	23.48
	进站道路	2.21	2.71	2.71	2.71	2.71
	施工生产生活区	4.85	4.85	4.85	4.85	4.85
	站外供排水管线区	2.12	2.53	2.53	2.53	2.53
	站用外接电源区	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59
	合计	33.25	34.16	34.16	34.16	34.16
送端接地极	汇流装置区	0.06	0.06	0.08	0.08	0.08
	电极电缆区	0	12.21	13.6	13.6	13.6
	检修道路区	0.26	2.06	2.8	2.8	2.8
	站用外接电源区	0.03	2.48	2.6	2.6	2.6
	合计	0.35	16.81	19.08	19.08	19.08
受端接地极	汇流装置区	0	0.07	0.07	0.07	0.07
	检修道路区	0	0.27	0.27	0.27	0.27
	电极电缆区	0	10.22	10.34	10.34	10.34

防治分区		建设期实际扰动面积				合计
		2023 年	2024 年	2025 年	2026 年	
	站用外接电源区	0	0	0.1	0.1	0.1
	合计	0	10.56	10.78	10.78	10.78
直流输电线路（西藏段）	塔基区	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35
	牵张场区	0	0.5	0.74	0.74	0.74
	跨越施工场地区	0	0.08	0.05	0.05	0.05
	施工道路区	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
	合计	3.27	3.85	4.06	4.06	4.06
接地极线路（西藏段）	塔基区	28.91	29.33	30.18	30.18	30.18
	牵张场区	0	0.21	2.65	2.65	2.65
	跨越施工场地区	0	0.04	0.15	0.15	0.15
	施工道路区	19.63	20.72	22.64	22.64	22.64
	合计	48.54	50.3	55.62	55.62	55.62
直流输电线路（四川段）	塔基区	208.84	249.69	249.69	249.69	249.69
	牵张场区	0	53.19	54.42	54.42	54.42
	跨越施工场地区	0	7.51	7.55	7.55	7.55
	施工道路区	139.13	158.43	158.43	158.43	158.43
	合计	347.97	468.82	470.09	470.09	470.09
接地极线路（四川段）	塔基区	0.78	1.97	1.97	1.97	1.97
	牵张场区	0	0.13	0.13	0.13	0.13
	跨越施工场地区	0	0.04	0.04	0.04	0.04
	施工道路区	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08
	合计	1.86	3.22	3.22	3.22	3.22
直流输电线路（重庆段）	塔基区	36.46	51.91	51.91	51.91	51.91
	牵张场区	0	7.66	8.55	8.55	8.55
	跨越施工场地区	0	1.35	1.72	1.72	1.72
	施工道路区	25.02	30.02	30.22	30.22	30.22
	合计	61.47	90.94	92.4	92.4	92.4
直流输电线路（湖北段）	塔基区	114.58	197.78	197.78	197.78	197.78
	牵张场	0	40.51	40.51	40.51	40.51
	跨越施工场地	0	6.56	6.56	6.56	6.56
	施工道路	28.09	101.74	101.74	101.74	101.74
	合计	142.67	346.59	346.59	346.59	346.59
接地极线路（湖北段）	塔基区	0	11.83	11.83	11.83	11.83
	牵张场区	0	1.07	1.07	1.07	1.07
	跨越施工场地	0	0.72	0.72	0.72	0.72
	施工道路区	0	5.45	5.45	5.45	5.45
	合计	0	19.07	19.07	19.07	19.07
总计		743.74	1172.47	1186.20	1186.20	1186.20

3.2 土石方流向情况监测

3.2.1 方案设计情况

方案设计阶段，本项目挖填方总量为 1097.43 万 m^3，其中挖方数量为 568.97 万 m^3（含表土剥离 62.41 万 m^3，草皮剥离 9.58 万 m^3），回填土方数量总计为 528.46 万 m^3（含表土回覆 56.59 万 m^3，草皮回铺 8.53 万 m^3），余方 40.51 万 m^3。

其中，卡麦换流站工程挖方数量为 217.19 万 m^3，填方数量为 179.18 万 m^3，区间调入利用量 0.57 万 m^3、调出利用量 0.57 万 m^3，余方共 38.01 万 m^3，其中站区产生余土 2.88 万 m^3 运至拉哇水电站曲引朗沟弃渣场，进站道路产生余土 35.13 万 m^3，其中表土 2.94 万 m^3，运至设置的 2 处弃渣场内。

送端帮果站工程挖方 112.72 万 m^3，填方 110.22 万 m^3，区间调入利用量 9.08 万 m^3、调出利用量 9.08 万 m^3，弃方 2.50 万 m^3，运至叶巴滩水电站降曲河弃渣场。

受端湖北换流站挖方数量为 45.75 万 m^3（含表土剥离土方 8.88 万 m^3），填方 45.75 万 m^3（含表土回覆 8.88 万 m^3），无外借方和弃方。

送端接地极挖方 10.55 万 m^3（含草皮剥离 1.05 万 m^3），填方 10.55 万 m^3（含草皮回铺 1.05 万 m^3），无弃方，无外借土方。

受端接地极挖方 3.99 万 m^3（含表土剥离 0.48 万 m^3），填方 3.99 万 m^3（含表土回覆 0.48 万 m^3），无弃方，无外借土方。

直流线路工程挖方数量为 158.50 万 m^3（含表土剥离 33.64 万 m^3，草皮剥离 6.41 万 m^3），填方数量为 158.50 万 m^3（含表土回覆 33.64 万 m^3，草皮回铺 6.41 万 m^3）。

接地极线路工程挖方数量为 17.69 万 m^3（含表土剥离 2.73 万 m^3，草皮剥离 2.09 万 m^3），填方数量为 17.69 万 m^3（含表土回覆 2.73 万 m^3，草皮回铺 2.09 万 m^3）。

3.2.2 土石方流向监测结果

在实际施工过程中，本项目土石方挖填数量较方案设计阶段发生变化，整体减少 73.44 万 m^3。经统计，本项目土石方挖填总量为 1019.21 万 m^3，其中挖方 556.41 万 m^3，填方 462.80 万 m^3，无借方，余方 93.61 万 m^3。卡麦换流站余

方 59.14 万 m^3 运至水保方案批复的两处弃渣场内，卡麦换流站余方 4.78 万 m^3 进行综合利用，输电线路产生余土数量为 29.69 万 m^3 进行综合利用。

（1）换流站工程

1）卡麦换流站工程实际挖方 207.33 万 m^3（含表土剥离 16.47 万 m^3），填方 143.41 万 m^3（含表土回覆 16.47 万 m^3），无借方，卡麦换流站余方 4.78 万 m^3 进行综合利用，余方 59.14 万 m^3 运至水保方案批复的 2 处弃渣场内。

与方案设计阶段相比，卡麦换流站工程挖填方数量减少，主要是由于在后续设计阶段，站区设计进行调整，工程场平标高发生变化，同时进站道路通过优化道路线形组合，减小深挖槽路段挖方量，同时路径调整后弃渣数量较方案设计增加，导致挖方和填方数量均减少。

2）帮果换流站工程挖方数量为 109.71 万 m^3（含表土剥离土方 9.65 万 m^3），填方数量为 109.71 万 m^3（含表土剥离土方 9.65 万 m^3），区间调入利用量 10.02 万 m^3、调出利用量 10.02 万 m^3，无外借方和弃方。

与方案设计阶段相比，帮果换流站工程挖填方数量有所减少，并成功实现了无外借方和弃方。主要是由于在工程建设过程中，施工单位贯彻了“预防为主、因地制宜”的水土保持理念，对土石方实施了动态、优化管理。在挖填总量减少的前提下，区间调运量增加了 1.04 万 m^3，提升了土方利用率，并最终成功实现了工程弃方为零的优化目标，提升了水土保持效益。

3）湖北换流站挖方数量为 45.75 万 m^3（含表土剥离 8.88 万 m^3），填方数量为 45.75 万 m^3（含表土回覆 8.88 万 m^3），区间调入利用量 2.67 万 m^3、调出利用量 2.67 万 m^3。

与方案设计阶段相比，湖北换流站工程挖填方数量减少，主要是由于在后续设计阶段，站区设计进行调整，工程场平标高发生变化，导致挖方和填方数量均减少。

（2）接地极工程

1）送端接地极工程挖方 11.92 万 m^3（含草皮剥离 1.28 万 m^3），填方 11.92 万 m^3（含草皮回覆 1.28 万 m^3），无外借方和弃方。

与方案设计阶段相比，送端接地极工程挖、填方数量较方案设计阶段增加，主要是由于实际实施的接地极电极电缆埋深较方案设计阶段增加，导致挖、填方数量增加。

2）受端接地极工程挖方数量为 6.88 万 m^3（含表土剥离 0.96 万 m^3），填方数量为 6.88 万 m^3（含表土回覆 0.96 万 m^3）。

与方案设计阶段相比，受端接地极工程挖、填方数量较方案设计阶段增加，主要是由于实际实施的接地极电极电缆埋深较方案设计阶段增加，导致挖、填方数量增加。

（3）输电线路工程

1）直流输电线路工程挖方数量为 157.98 万 m^3（含表土剥离 40.33 万 m^3，草皮剥离 4.16 万 m^3），填方数量为 129.14 万 m^3（含表土回覆 40.33 万 m^3，草皮回铺 4.16 万 m^3），产生余土数量为 28.84 万 m^3 外运进行综合利用。

2）接地极线路工程挖方数量为 16.84 万 m^3（含表土剥离 2.79 万 m^3，草皮剥离 1.98 万 m^3），填方数量为 15.99 万 m^3（含表土回覆 2.79 万 m^3，草皮回铺 1.98 万 m^3），产生余土数量为 0.85 万 m^3 外运进行综合利用。

输电线路工程实际发生的土石方挖填数量为 319.95 万 m^3，较方案设计阶段的 352.54 万 m^3 减少了 32.59 万 m^3，主要是由于实际实施的新建杆塔数量减少，同时杆塔多采用掏挖桩基础，减少了大开挖基础的数量；另外由于山地区域多利用索道运输进行施工建设，新开辟施工道路减少，导致施工道路的土石方数量大幅减少。

土石方监测情况见表 3.2-1。

表 3.2-1　土石方变化情况统计表　　单位：万 m^3

项目	防治分区			挖方			填方			借方			余方		
				方案设计	实际发生	变化情况	方案设计	实际发生	变化情况	方案设计	实际发生	变化情况	方案设计	实际发生	变化情况
点型工程	青藏高原区	送端卡麦站	站区	133.98	90.20	-43.78	131.67	90.20	-41.47	0	0	0	0	0	0
			进站道路区	75.88	92.37	16.49	40.75	28.45	-12.30	0	0	0	35.13	63.92	28.79
			站用外接电源区	0.21	0.21	0.00	0.21	0.21	0.00	0	0	0	0	0	0
			站外供排水管线区	0.92	1.20	0.28	0.35	1.20	0.85	0	0	0	0	0	0
			施工生产生活区	4.95	21.20	16.25	4.95	21.20	16.25	0	0	0	0	0	0
			临时堆土区	0.00	0.90	0.90	0.00	0.90	0.90	0	0	0	0	0	0
			弃渣场区	1.26	1.25	-0.01	1.26	1.25	-0.01	0	0	0	0	0	0
			小计	217.19	207.33	-9.86	179.18	143.41	-35.77	0	0	0	35.13	63.92	28.79
		送端帮果站	站区	91.98	89.71	-2.27	94.78	99.72	4.94	0	0	0	2.50	0	-2.50
			进站道路区	0.55	0.05	-0.50	4.07	0.05	-4.02	0	0	0	0	0	0
			站用外接电源区	0.13	0.13	0.00	0.38	0.14	-0.24	0	0	0	0	0	0
			站外供排水管线区	0.16	3.24	3.08	0.16	1.08	0.92	0	0	0	0	0	0
			泥石流治理区	9.14	8.58	-0.56	0.07	0.72	0.65	0	0	0	0	0	0
			施工生产生活区	10.75	8.00	-2.75	10.75	8.00	-2.75	0	0	0	0	0	0

项目	防治分区			挖方			填方			借方			余方		
				方案设计	实际发生	变化情况	方案设计	实际发生	变化情况	方案设计	实际发生	变化情况	方案设计	实际发生	变化情况
			小计	112.72	109.71	-3.01	110.22	109.71	-0.51	0	0	0	2.50	0	-2.50
		送端接地极	汇流装置区	0.12	0.12	0.00	0.00	0.10	0.10	0	0	0	0	0	0
			检修道路区	10.34	1.81	-8.53	10.46	1.81	-8.65	0	0	0	0	0	0
			电极电缆区	0.00	9.88	9.88	0.00	9.90	9.90	0	0	0	0	0	0
			站用外接电源区	0.10	0.11	0.01	0.10	0.11	0.01	0	0	0	0	0	0
			小计	10.55	11.92	1.37	10.55	11.92	1.37	0	0	0	0	0	0
	平原区	受端湖北站	站区	40.10	36.03	-4.07	32.84	33.66	0.82	0	0	0	0	0.00	0.00
			进站道路区	2.17	1.57	-0.60	1.79	1.27	-0.52	0	0	0	0	0	0
			施工生产生活区	3.70	4.30	0.60	11.34	6.97	-4.37	0	0	0	0	0	0
			站外供排水管线区	1.92	3.44	1.52	1.92	3.44	1.52	0	0	0	0	0	0
			站外电源设施区	0.36	0.41	0.05	0.36	0.41	0.05	0	0	0	0	0	0
			小计	48.25	45.75	-2.50	48.25	45.75	-2.50	0	0	0	0	0.00	0.00
		受端接地极	汇流装置区	0.11	0.04	-0.07	0.09	0.03	-0.06	0	0	0	0	0	0
			检修道路区	0.63	0.55	-0.08	0.60	0.52	-0.08	0	0	0	0	0	0
			电极电缆区	3.23	6.27	3.04	3.28	6.31	3.03	0	0	0	0	0	0
			站用外接电源区	0.02	0.02	0.00	0.02	0.02	0.00	0	0	0	0	0	0
			小计	3.99	6.88	2.89	3.99	6.88	2.89	0	0	0	0	0	0

项目	防治分区				挖方			填方			借方			余方		
					方案设计	实际发生	变化情况	方案设计	实际发生	变化情况	方案设计	实际发生	变化情况	方案设计	实际发生	变化情况
一、点型工程合计					392.70	381.59	-11.11	352.19	317.67	-34.52	0	0	0	37.63	63.92	26.29
线型工程	±400kV直流输电线路	青藏高原区	西藏	塔基区	0.61	0.59	-0.02	0.55	0.40	-0.15	0	0	0	0	0.19	0.19
				牵张场区	0.07	0.07	0.00	0.07	0.07	0.00	0	0	0	0	0	0
				施工道路区	0.13	0.18	0.05	0.19	0.18	-0.01	0	0	0	0	0	0
				小计	0.81	0.84	0.03	0.81	0.65	-0.16	0	0	0	0	0.19	0.19
			四川	塔基区	5.54	5.41	-0.13	5.02	4.04	-0.98	0	0	0	0	1.37	1.37
				牵张场	0.86	0.72	-0.14	0.86	0.72	-0.14	0	0	0	0	0	0
				施工道路区	1.57	1.52	-0.05	2.09	1.52	-0.57	0	0	0	0	0	0
				小计	7.96	7.65	-0.31	7.96	6.28	-1.68	0	0	0	0	1.37	1.37
	±800kV直流线路	青藏高原区	四川	塔基区	21.47	22.26	0.79	19.75	15.61	-4.14	0	0	0	0	6.65	6.65
				牵张场	1.58	1.46	-0.12	1.58	1.46	-0.12	0	0	0	0	0	0
				施工道路区	18.63	18.28	-0.35	20.35	18.28	-2.07	0	0	0	0	0	0
				小计	41.68	42.00	0.32	41.68	35.35	-6.33	0	0	0	0	6.65	6.65
		山丘区		塔基区	27.47	29.22	1.75	25.17	25.07	-0.10	0	0	0	0	4.15	4.15
				牵张场	1.62	1.55	-0.07	1.62	1.55	-0.07	0	0	0	0	0	0
				施工道路区	7.14	9.09	1.95	9.45	9.09	-0.36	0	0	0	0	0	0
				小计	36.23	39.86	3.63	36.23	35.71	-0.52	0	0	0	0	4.15	4.15
		山丘区	重庆	塔基区	13.49	12.44	-1.05	12.50	10.84	-1.66	0	0	0	0	1.60	1.60
				牵张场区	0.96	0.43	-0.53	0.96	0.43	-0.53	0	0	0	0	0.00	0.00
				施工道路区	5.74	4.92	-0.82	6.73	4.92	-1.81	0	0	0	0	0.00	0.00
				小计	20.19	17.79	-2.40	20.19	16.19	-4.00	0	0	0	0	1.60	1.60

项目	防治分区				挖方			填方			借方			余方		
					方案设计	实际发生	变化情况	方案设计	实际发生	变化情况	方案设计	实际发生	变化情况	方案设计	实际发生	变化情况
		山丘区	湖北	塔基区	24.60	23.52	-1.08	22.61	14.63	-7.98	0	0	0	0	6.99	6.99
				牵张场区	1.77	1.48	-0.29	1.77	1.48	-0.29	0	0	0	0	0	0
				施工道路区	6.74	6.19	-0.55	8.73	8.09	-0.64	0	0	0	0	0	0
				小计	33.11	31.19	-1.92	33.11	24.20	-8.91	0	0	0	0	6.99	6.99
		平原区		塔基区	17.72	17.01	-0.71	17.72	9.12	-8.60	0	0	0	0	7.89	7.89
				牵张场区	0.80	0.51	-0.29	0.80	0.51	-0.29	0	0	0	0	0	0.00
				施工道路区	0.00	1.14	1.14	0.00	1.14	1.14	0	0	0	0	0	0.00
				小计	18.52	18.66	0.14	18.52	10.77	-7.75	0	0	0	0	7.89	7.89
	接地极线路	青藏高原区	西藏	塔基区	6.47	6.31	-0.16	5.91	5.55	-0.36	0	0	0	0	0.76	0.76
				牵张场区	0.97	0.80	-0.17	0.97	0.80	-0.17	0	0	0	0	0	0
				施工道路区	7.42	7.09	-0.33	7.97	7.09	-0.88	0	0	0	0	0	0
				小计	14.86	14.20	-0.66	14.86	13.44	-1.42	0	0	0	0	0.76	0.76
			四川	塔基区	0.39	0.38	-0.01	0.35	0.38	0.03	0	0	0	0	0	0
				牵张场区	0.07	0.07	0.00	0.07	0.07	0.00	0	0	0	0	0	0
				施工道路区	0.45	0.38	-0.07	0.49	0.38	-0.11	0	0	0	0	0	0
				小计	0.90	0.83	-0.07	0.90	0.83	-0.07	0	0	0	0	0	0
		山丘区	湖北	塔基区	1.01	0.43	-0.58	0.93	0.34	-0.59	0	0	0	0	0.09	0.09
				牵张场区	0.06	0.03	-0.03	0.06	0.03	-0.03	0	0	0	0	0	0
				施工道路区	0.23	0.30	0.07	0.31	0.30	-0.01	0	0	0	0	0	0
				小计	1.30	0.76	-0.54	1.30	0.67	-0.63	0	0	0	0	0.09	0.09
		平原		塔基区	0.60	0.72	0.12	0.60	0.72	0.12	0	0	0	0	0	0
				牵张场区	0.03	0.02	-0.01	0.03	0.02	-0.01	0	0	0	0	0	0

项目	防治分区				挖方			填方			借方			余方		
					方案设计	实际发生	变化情况	方案设计	实际发生	变化情况	方案设计	实际发生	变化情况	方案设计	实际发生	变化情况
		区		施工道路区	0.00	0.30	0.30	0.00	0.30	0.30	0	0	0	0	0	0
				小计	0.63	1.04	0.41	0.63	1.04	0.41	0	0	0	0	0	0
	迁改线路	青藏高原区	四川	塔基区	0.03	0.00	-0.03	0.03	0.00	-0.03	0	0	0	0	0	0
				牵张场区	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0	0	0
				施工道路区	0.05	0.00	-0.05	0.05	0.00	-0.05	0	0	0	0	0	0
				小计	0.08	0.00	-0.08	0.08	0.00	-0.08	0	0	0	0	0	0
	二、线型工程合计				176.27	174.82	-1.45	176.27	145.13	-31.14	0	0	0	0	29.69	29.69
三、总计					568.97	556.41	-12.56	528.46	462.80	-65.66	0	0	0	37.63	93.61	55.98

3.3 其他重点部位监测结果

3.3.1 大型开挖、填筑监测情况

（1）卡麦换流站工程

卡麦换流站工程选址于高山峡谷地貌区域，站区场地平整形成大型开挖、填筑边坡。其中挖方区域位于站区西南侧，其余区域为填方边坡。

经查阅主体工程设计资料及现场调查，站址西南侧为挖方边坡，最大坡高约30m，总长度约540m，采取分级放坡、锚杆支护、格构护坡。挖方边坡按阶梯式布置，台阶边坡高度控制在8.0m～10.0m，每级连接处设置宽度2.0m～3.0m的马道，分级坡率1:1.0，总体坡率为1:1.20，挖方边坡采取固脚、强腰、分级加固的原则，坡面设置锚杆以保证岩质边坡安全。在挖方边坡坡底设置排水沟，坡面雨水同站区雨水集中后统一排入站区西侧自然沟道，坡顶围墙外设置截洪沟，站外汇流雨水由此就近排入站区西侧自然沟道。

站址东侧、北侧、西侧为填方边坡，最大坡高约40m，总长度约1140m，采取分级放坡、土工格栅、植草护坡。填方边坡按阶梯式布置，坡脚设置毛石混凝支撑墩，在坡脚设置20m~25m长的Ø600~800固脚桩（灌注桩）以保证地基稳定，填方边坡共设置4级台阶边坡，每级台阶边坡坡高均为10.0m，坡率均为1:1.0，马道宽均3.0m，在填方边坡坡底设置排水沟，坡面雨水集中后统一排入站区西侧自然沟道。



挖方边坡现状



填方边坡现状

图 3.3.1-1　卡麦换流站挖填边坡影像

（2）帮果换流站工程

帮果换流站工程选址于高山峡谷地貌区与洪积扇、河流阶地交接的复合地带，站区采用顺应自然地形的台阶式布置，场地平整形成了大规模的开挖与填筑边坡。

经查阅主体工程设计资料及现场调查，站区南侧为挖方边坡，最大坡高约30m，总长度约1150m，主要采用自然放坡结合抗滑桩、格构护坡等措施进行防护。挖方边坡按阶梯式布置，台阶边坡高度及坡率根据岩土条件进行设计，坡面采用格构梁结合植草进行防护，坡顶设置了安全防护栏。在挖方边坡坡脚设置了钢筋混凝土排水沟，以有效汇集和导排坡面雨水。

站区北侧、东侧及东南侧为填方边坡，其中高台阶区域最大填方高度约24m，低台阶区域最大填方高度约10m，填方边坡总长度约1550m。填方边坡采用分级放坡形式，坡脚设置挡墙进行护脚，整体采用加筋土边坡技术以增强稳定性。坡面采取植草或工程护面等防护措施。

站区场地内土石方实现综合自平衡。填筑工程根据区域特点采用夯实、碾压等压实工艺：低台阶区域回填主要采用冲击碾压，高台阶区域在分层回填后采用强夯进行加固，确保了地基的稳定与密实。



挖方边坡现状



填方边坡现状

图 3.3.1-2　帮果换流站挖填边坡影像

（3）湖北换流站工程

湖北换流站工程场地为低丘陵、垅岗地貌，场地东北高西南低，地形较平坦、开阔，站区竖向设计采用平坡式布置方案。竖向设计在场平标高35.25m的基础上进行二次平整，采用基础余土抬高场地标高至35.25m，场区除利用站内基槽余土用以回填外，场平后不涉及大型开挖、填筑边坡。

（4）送端接地极、受端接地极

本项目送端接地极场地地势平坦，汇流装置、电极电缆等基槽、沟槽开挖不涉及大型开挖、填筑面。

受端接地极场地地势平坦，汇流装置、电极电缆等基槽、沟槽开挖不涉及大型开挖、填筑面。

（5）输电线路工程

本项目新建输电线路在杆塔选型、基础选型阶段优化设计，石质山区、土质山区均采用不等高基础形式进行设计，单位杆塔各塔腿基础独立进行开挖、回填作业，不涉及杆塔基础平台的开挖。山丘区基础多采用挖孔桩、岩石嵌固桩等基础形式，避免采用大开挖基础。杆塔施工也不涉及大型施工作业平台的开挖、回填。因此，新建输电线路工程无大型开挖、填筑面。

3.3.2 施工道路监测情况

（1）卡麦换流站工程

卡麦换流站工程主要利用原既有道路以及新建进站道路进行施工材料、建筑材料及电气设备的运输。原既有道路长度约 15.5km，水泥路面，路基宽度约 3～5m；新建进站道路起点位于金沙江西藏省道 201 线，沿省道 201 线左侧向北面山坡展线爬坡，穿越尼曾村于西松村山坡上 19 次回头曲线展线爬坡至卡麦村西面山坡，然后采用 3 次回头曲线继续爬坡至站址大门，累计爬坡高度约 1216.5m，道路长度 24.801km，按双向 2 车道四级公路标准建设，路面宽度 6.0~6.5m，两侧各考虑 0.25m 路肩，为沥青混凝土路面。两处弃渣场均布置于省道 201 线旁边，不需要新布置施工道路。





卡麦进站道路

图 3.3.2-1　卡麦换流站施工道路影像

（2）帮果换流站工程

进站道路分为高台阶和低台阶两个。高台阶进站道路自站区东侧水电站大件运输道路引接，为主入口，长约 195m，路面宽度 6m，设置防护网宽 6m；低台

阶进站道路从水电七局营地西侧水电站大件运输道路引接，为次入口，长约 155m，路面宽度 4.5m，两条进站道路两侧各有 0.5m 路肩，为沥青混凝土路面。进站道路边坡坡地设置排水沟，道路挖方边坡采取植草皮护坡。





帮果进站道路

图 3.3.2-2　帮果换流站施工道路影像

（3）湖北换流站工程

进站道路从站址附近的 079 乡道引接，全长 1090m，路面宽 6m，采用沥青混凝土路面，道路两侧各设置 1.0m 宽路肩，道路两侧为填方边坡，坡脚设置混凝土排水沟。填方边坡坡面采取框格植草护坡防护，排水沟末端与站区外排水沟相连，将主要进站道路雨水通过排水沟最终排入周边自然沟道内。

（4）送端接地极工程

本项目新建送端接地极极址位于昌都市贡觉县拉妥乡，由南侧乡道引接施工便道至新建汇流装置区的施工作业点。

经现场调查，本工程施工阶段新建检修道路长度为 3.934km，路面平均宽度约为 6.61m，为临时土质路面，完工后恢复植被。汇流装置区的临时堆土场地位于汇流装置区内，无新增施工便道；材料及电气设备堆场紧邻乡道布置，不单独设置施工便道。电极电缆施工区域均与汇流装置、乡道连接，车辆通行利用电极电缆施工作业带，不单独设置施工便道。

（5）受端接地极工程

本项目新建受端接地极极址位于湖北省黄石市阳新县，新建汇流装置区引接施工便道由乡道至汇流装置区的施工作业点。

经现场调查，本工程施工阶段施工便道长度为 520m，其中改造土路 434m，新建道路 86m，路面宽度为 4m，施工过程作为施工道路，施工后期均硬化为检

修道路。材料及电气设备堆场紧邻乡道布置，不单独设置施工便道。电极电缆施工区域均与汇流装置、乡道连接，车辆通行利用电极电缆施工作业带，不单独设置施工便道。

（6）输电线路工程

本项目新建输电线路包括直流线路、接地极线路及交流线路工程。为连接现有道路及各杆塔、牵张场地施工作业点，施工单位通过开辟施工简易道路、人抬道路、索道进行施工。

本工程施工简易道路主要为土质碾压道路，道路宽度约为 3.0~5.0m，主要布置于坡度较缓的山脊、山谷及边坡位置。人抬道路主要为人行碾压道路，道路宽度约为 0.5~1.0m，主要布置于坡度较陡的边坡位置。索道主要布置于地势高差大，地形陡峭，距离现有交通道路远的施工作业点位。

输电线路工程主要布置的施工道路形式见图 3.3-3。

<table>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>人抬道路（山丘区）</td><td>施工便道（盘山道路）</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>施工便道（缓坡丘陵）</td><td>施工便道（缓坡山地）</td></tr>
</table>



施工道路（山丘区）



施工道路（山丘区）



施工道路（山丘区）



索道（山丘区）

图 3.3-3　输电线路工程施工道路影像

经统计，本项目施工道路布置情况见表 3.3-1。

表 3.3-1　输电线路工程施工道路及索道布置情况统计表

行政区划	项目	直流线路		接地极线路		合计	
		方案设计	实际实施	方案设计	实际实施	方案设计	实际实施
西藏自治区	施工道路（km）	4.11	1.051	84.5	66.764	88.61	67.815
	索道（条）	14	5	11	33	25	38
四川省	施工道路（km）	595.41	213.507	0.66	0.3	595.41	213.807
	索道（条）	406	385	0	7	406	392
重庆市	施工道路（km）	193.79	58.510	/	/	193.79	62.96
	索道（条）	21	48	/	/	21	48
湖北省	施工道路（km）	348.7	110.502	/	/	348.7	110.5
	索道（条）	36	218	/	/	36	218
合计	施工道路（km）	1142.01	383.570	85.16	67.064	1226.51	455.08
	索道（条）	477	656	11	40	488	696

3.3.3 临时堆土监测情况

（1）卡麦换流站工程

依据主体工程设计，卡麦换流站工程场地平整阶段进站道路产生无法利用的余土 59.14 万 m^3，外运至水保方案批复新建的两处弃渣场内。

1）站区剥离表土集中堆放于临时堆土场区内，临时堆土场区布置 2 处，分别布置于站址北侧空地以及站址南侧施工生产生活区东侧空地，最大堆高约 2.0m，占地面积合计为 3.00hm^2。随绿化工程的实施，逐步转运至绿化施工作业场地。站区场地平整完成后，站内进行设备和建筑物基槽的开挖。经现场调查及资料查阅，站内基槽土方临时堆放于站区北侧空余场地内，位于站区征地红线内，并利用密目网苫盖防护。基础浇筑完成后，基槽土方回填。

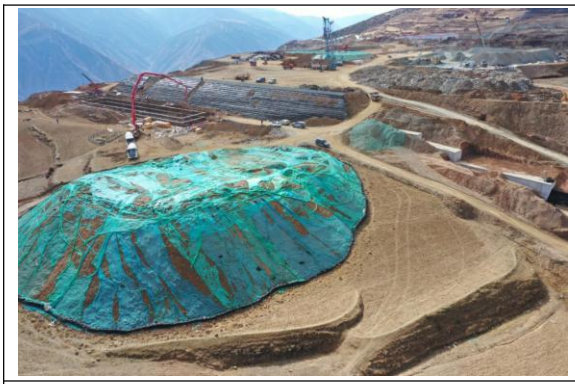
2）进站道路临时堆土主要为路基开挖土方、剥离表土及调入的路基填筑土方，均堆放于进站道路征地范围内。随着路基填筑工程的实施，临时堆土数量逐步减少。同时进站道路产生无法利用的余土 59.14 万 m^3，外运至水保方案批复新建的两处弃渣场内。

3）站用外接电源区临时堆土主要为新建输电线路杆塔剥离表土及开挖土方的堆放，均临时堆放于外围，利用编织袋拦挡、密目网苫盖防护。基础浇筑后，土方回填，表土回覆于施工裸露场地区域。

4）站外供排水管线区临时堆土主要为新建供排水管线基槽剥离表土及开挖基槽土方的堆放，均临时堆放于基槽外围，利用编织袋拦挡、密目网苫盖防护。管线铺设后，基槽土方回填，表土回覆于施工裸露场地区域。

5）施工生产生活区场地平整阶段剥离表土均转运至临时堆土场区，完工后回覆至施工生产生活区绿化区域。

6）弃渣场区场地平整阶段剥离表土均临时堆存于弃渣场内，完工后回覆至弃渣场区绿化和边坡区域。



卡麦换流站临时堆土区



卡麦换流站基础开挖阶段临时堆土



进站道路临时堆土



1#弃渣场临时堆土

图 3.3-4 卡麦换流站工程临时堆土影像

（2）帮果换流站工程

工程开工前，对站区、进站道路区等涉及永久占地区的可利用表土进行了全面剥离，剥离厚度约 0.3m，共剥离表土约 9.65 万 m^3。所有剥离表土均运输至表土临时堆放区进行集中、专项堆存。堆放区落实了规范的防护措施：周边设置植生袋装土拦挡，堆体坡面及顶面采用密目网全覆盖苫盖，并开挖简易排水沟导排雨水，确保了表土资源在堆存期间不发生流失、不丧失肥力。

除表土外，各分区在施工过程中也产生了大量临时性工程土石方，其堆放与防护情况如下：

1）站区在场地平整阶段设置了集中临时堆土场，用于暂时存放开挖料，随后用于站内填方。堆土场采取了与表土堆放区类似的拦挡、苫盖与排水措施。

2）进站道路区、站用外接电源区、站外供排水管线区这些线状工程分区，临时堆土具有点位分散、方量相对较小的特点。主要采取就地、就近原则，在作业面附近选择平坦、安全区域短期堆放，并辅以彩条布铺垫、密目网苫盖及临时排水等简易防护措施，施工结束后随即回用或平整。

3）泥石流治理区土石方活动主要为治理工程本身的开挖与回填。开挖料原则上就地用于工程回填，减少了二次转运和长期堆放。少量临时堆土严格控制在治理工程用地红线内，并采取了必要的拦挡措施。

4）施工生产生活区临时堆土主要为建筑基础开挖料及少量建筑垃圾。堆土规模小、周期短，主要通过规范化场地管理进行控制，及时清运或利用，未形成长期堆土点。





帮果换流站临时堆土

图 3.3-5 帮果换流站工程临时堆土影像

（3）湖北换流站工程

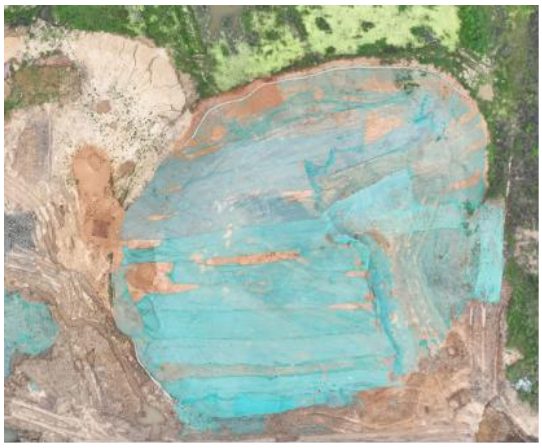
1）站区剥离表土均转运至施工生产生活区临时堆土区域内，随绿化工程的实施，再逐步转运至绿化施工作业场地。站区场地平整完成后，站内进行设备和建筑物基槽的开挖。经现场调查及资料查阅，站内基槽土方临时堆放于施工生产生活区临时堆土区域，并利用密目网苫盖防护。基础浇筑完成后，基槽土方回填。

2）进站道路临时堆土主要为路基开挖土方及剥离表土，均堆放于进站道路征地范围内。表土集中堆放于施工生产生活区内的临时堆土区，采取铺垫、苫盖等临时防护措施。施工结束后部分表土回覆至进站道路的框格植草护坡内，剩余表土回填至施工生产生活区。

3）施工生产生活区场地平整阶段剥离表土均临时堆放于施工生产生活区临时堆土区域，完工后回覆至站区绿化区域。

4）站外供排水管线区临时堆土主要为新建供排水管线基槽剥离表土及开挖基槽土方的堆放，均临时堆放于基槽外围，利用编织袋拦挡、密目网苫盖防护。管线铺设后，基槽土方回填，表土回覆于施工裸露场地区域。

5）站用外接电源区临时堆土主要为新建输电线路杆塔剥离表土及开挖土方的堆放，均临时堆放于外围，利用编织袋拦挡、密目网苫盖防护。基础浇筑后，土方回填，表土回覆于施工裸露场地区域。

湖北换流站基础开挖阶段临时堆土

图 3.3-6 湖北换流站工程临时堆土影像

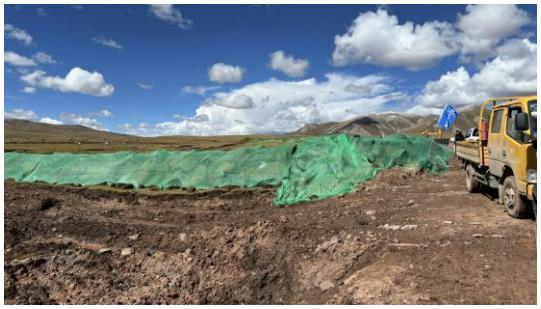
（4）送端接地极工程

经现场调查，送端接地极工程电极电缆区沟槽开挖土方及剥离草皮均布置于沟槽一侧，利用密目网苫盖防护。

检修道路区沟槽开挖土方及剥离草皮均布置于道路一侧，利用密目网苫盖防护。

汇流装置区在施工阶段临时堆放基槽土方及剥离草皮，利用密目网苫盖防护，临时堆土场地及草皮堆放均临近基槽位置。

站用外接电源区新建输电线路杆塔基槽剥离草皮及开挖基槽土方均临时堆放于基槽外围，利用密目网苫盖防护。




电极电缆区临时堆土　　检修道路区临时堆土

图 3.3-7 送端接地极工程临时堆土影像

（5）受端接地极工程

经现场调查，受端接地极工程汇流装置区在施工阶段临时堆放基槽土方及剥离表土，利用密目网苫盖防护，临时堆土场地及表土堆放均临近基槽位置。

检修道路区沟槽开挖土方及剥离表土均布置于道路一侧，利用密目网苫盖防护。

电极电缆区沟槽开挖土方及剥离表土均布置于沟槽一侧，利用密目网苫盖防护。

站用外接电源区新建输电线路杆塔基槽剥离表土及开挖基槽土方均临时堆放于基槽外围，利用编织袋拦挡、密目网苫盖防护。

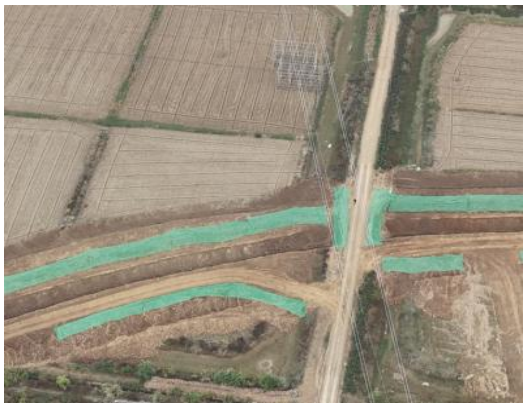
<table>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>电极电缆区临时堆土</td><td>汇流装置区临时堆土</td></tr>
</table>

图 3.3-8 受端接地极工程临时堆土影像

（6）输电线路工程

输电线路工程临时堆土主要为基坑开挖土方及剥离表土临时堆放，表土及生土分类进行堆放，利用密目网苫盖、植生袋装土进行压覆、拦挡，部分杆塔利用编织袋装填剥离表土。临时堆土主要堆存于场地范围内，最大堆高为 2.0m，施工完成后，土方就地回填或外运进行综合利用，表土回覆于塔基施工裸露场地范围内。

3.3.4 弃渣监测情况

（1）设计弃土（石、渣）情况

验收范围内水土保持方案批复弃渣场 2 处，设计弃渣量 35.13 万 m^3，占地 11.33hm^2。

（2）弃土（石、渣）场位置及占地面积监测结果

经查阅工程相关资料与现场调查可知，本项目水土保持方案批复弃渣场 2 处，实际启用 2 处，建设过程中造成的扰动地表面积达 9.96hm^2，占地类型包括耕地、林地、工矿仓储用地；施工过程中设置的弃渣堆场已严格按照原地形地貌及生态环境要求完成全面恢复，确保场地恢复至初始状态，且启用的 2 处弃渣场均为平地型弃渣场，均为 5 级弃渣场。

（3）弃土（石、渣）量监测结果

验收范围内 2 处弃渣场累计弃渣 59.14 万 m^3，2024 年 12 月完成弃渣。弃渣场外围采用 M10 浆砌片石拦渣墙，内侧设置 C20 混凝土排水沟，底部布置片石盲沟，排水末端采取八字式排水口防护措施，坡比均为 1：1.5。

弃渣场监测情况详见表 3.3-2。





1#弃渣场





2#弃渣场

图 3.3-9 卡麦换流站进站道路弃渣场影像

表 3.3-2　弃渣场监测情况表

序号	弃渣场名称	行政区	施工单位	弃渣场等级	现状堆渣量（万 m^3）	设计最大堆渣高度（m）	现状最大堆渣高度（m）	占地（hm^2）	渣场类型	与主体工程或环境建筑物的位置关系
1	1#弃渣场	西藏自治区昌都市芒康县	中铁十八局集团有限公司	5 级	48.62	16.0	11.5	8.81	平地型	换流站进站道路起点处
2	2#弃渣场	西藏自治区昌都市芒康县	中铁十八局集团有限公司	5 级	10.52	10.1	11.4	1.15	平地型	进站道路起点沿 S201 向金沙江下游 2.2km 处

4 水土流失防治措施监测结果

本项目实施的水土保持防治措施包括：工程措施、植物措施、临时措施，在工程施工期间，监测单位在各个防治分区布设固定监测点或调查点，通过现场巡查、现场量测、资料调查等方式对措施实施时间、布设位置、运行情况、防治效果进行全面监测。

4.1 工程措施监测结果

4.1.1 卡麦换流站

（1）方案设计情况

依据《金上—湖北±800千伏特高压直流输电工程水土保持方案报告书》及其批复文件，卡麦换流站方案设计的水土保持工程措施包括:

1）站区

施工前剥离表土并集中堆放，站区设雨水排水管、截洪沟、八字式排水口，边坡马道和坡底设置排水沟。施工结束后对站区空地进行碎石覆盖，对站区绿化区域及临时占用非耕地区域进行表土回覆、土地整治，对需植物护坡的边坡进行表土回覆，对临时占用耕地区域进行表土回覆、耕地恢复。

2）进站道路区

施工前剥离表土，堆放于道路一侧，道路边坡设置截排水沟，排水沟末端设置八字式排水口。施工结束后对临时用地非耕地区域进行表土回覆、土地整治，对临时占用耕地区域进行表土回覆、耕地恢复，对需植物护坡的边坡进行表土回覆。

3）站用外接电源区

施工前剥离表土，施工结束后对临时用地非耕地区域进行表土回覆、土地整治，对临时占用耕地区域进行表土回覆、耕地恢复。

4）站外供排水管线区

施工前剥离表土，站外供排水管线区设置站外排水沟和八字式排水口。施工结束后对临时占地非耕地区域进行表土回覆、土地整治，对临时占用耕地区域进行表土回覆、耕地恢复。

5）施工生产生活区

施工前剥离表土并集中堆放，施工结束后进行表土回覆、土地整治、植被恢复。

6）弃渣场区

施工前剥离表土并集中堆放，弃渣场区于坡脚修筑混凝土挡渣墙。施工过程中，在各弃渣场周边设置截排水沟，在弃渣场底部设置片石盲沟，截排水沟和片石盲沟末端设置八字式排水口。弃土结束后，对坡面、渣顶进行表土回覆，对临时道路进行表土回覆、土地整治。

（2）实际实施情况

实际实施阶段，各防治分区根据工程征占地情况变化、主体工程设计变化等因素进行了调整，水土保持工程措施实施类型及工程量较方案设计阶段发生了变化。

1）站区

站区剥离场地区域表土资源用于站内绿化覆土，在站区内主干道路旁布置雨水排水管、截洪沟、八字式排水口，边坡坡底设置排水沟汇集雨水排出，挖方边坡设置马道排水沟和格构梁植草护坡，对站区空地进行碎石覆盖，施工完成后对站内绿化场地进行表土回覆。

共计布置雨水排水管管长 4500m、碎石覆盖 9285m^2、边坡马道排水沟 338m^3、边坡坡地排水沟 1595m^3、截洪沟 2930m^3、八字式排水口 2 座、格构梁植草护坡 1.00hm^2。

站区场地在施工前对占压耕地、草地区域的表土进行剥离，表土剥离面积为 23.06hm^2，表土剥离厚度约为 20~30cm，表土剥离量为 6.00 万 m^3。剥离的表土用于挖填方边坡的植物护坡及站内绿化地坪区域的表土回覆，表土回覆量为 6.00 万 m^3。

站区对挖填方边坡绿化场地实施植物措施前进行土地整治，共计实施土地整治面积为 1.10hm^2。

2）进站道路区

进站道路区剥离场地区域表土资源用于进站道路内绿化覆土，沿进站道路两侧设置截排水沟，施工完成后对进站道路边坡进行表土回覆，植被恢复区域实施土地整治，原占用耕地的临时区域实施耕地恢复。

经统计进站道路区表土剥离面积为 31.27hm^2，表土剥离量为 5.82 万 m^3，表

土回覆 5.82 万 m^3，道路边坡截排水沟 3870m^3，道路边坡排水沟 13455m^3，八字式排水口 4 座，土地整治 7.43hm^2，耕地恢复 0.54hm^2。

3）站用外接电源区

站用外接电源区施工前剥离开挖区域的表土资源，施工完成后回覆表土，对占压耕地区域进行耕地恢复，对占压林草地区域进行土地整治恢复。

经统计，外接电源工程表土剥离面积为 0.50hm^2，表土剥离量为 0.10 万 m^3，表土回覆量为 0.10 万 m^3，土地整治（植被恢复）3.82hm^2，耕地恢复 0.28hm^2。

4）站外供排水管线区

站外供排水管线布置站外排水管和站外排水沟，排水管出口位置布置八字形排水口。沟槽开挖前对开挖区域进行表土剥离，施工完成后回覆表土，占压耕地区域进行耕地恢复，林草地区域植草恢复。

经统计，站外供排水管线区布置站外雨水排水管管长 300m，站外排水沟 4455m，排水管出口布置八字式排水口 2 座，表土剥离面积为 0.80hm^2，表土剥离量为 0.20 万 m^3，表土回覆量为 0.20 万 m^3，土地整治（植被恢复）1.09hm^2，耕地恢复 0.31hm^2。

5）施工生产生活区

施工生产生活区施工前剥离开挖区域的表土资源，施工完成后回覆表土，占压耕地区域进行耕地恢复，林草地区域植草恢复。

经统计，施工生产生活区表土剥离面积为 7.50hm^2，表土剥离量为 2.20 万 m^3，表土回覆量为 2.20 万 m^3，土地整治（植被恢复）1.88hm^2，耕地恢复 6.40hm^2。

6）临时堆土区

临时堆土区施工前剥离开挖区域的表土资源，施工完成后回覆表土，占压草地区域植草恢复。

经统计，临时堆土区表土剥离面积为 3.00hm^2，表土剥离量为 0.90 万 m^3，表土回覆量为 0.90 万 m^3，土地整治（植被恢复）3.00hm^2。

7）弃渣场区

弃渣场区施工前剥离开挖区域的表土资源，于坡脚修筑混凝土挡渣墙。施工过程中，在各弃渣场周边设置截排水沟，在弃渣场底部设置片石盲沟，截排水沟和片石盲沟末端设置八字式排水口。弃土结束后，对坡面、渣顶进行表土回覆，对占压林草地区域进行土地整治恢复。

经统计，弃渣场区挡渣墙 13075m³，截排水沟 797m，片石盲沟 1106m，八字式排水口 8 座，表土剥离面积为 5.02hm²，表土剥离量为 1.25 万 m³，表土回覆量为 1.25 万 m³，土地整治（植被恢复）0.93hm²。

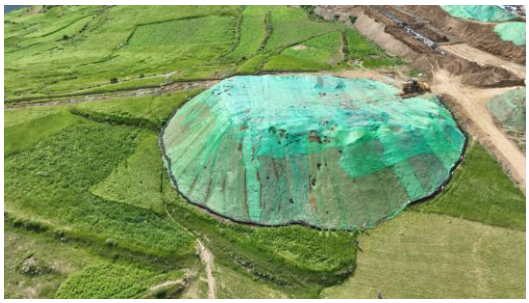
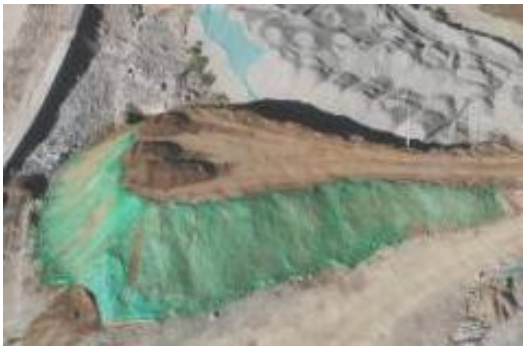
<table>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>站区表土剥离</td><td>进站道路排水沟、护坡</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>站区排水沟、护坡</td><td>1#弃渣场区表土剥离</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>1#弃渣场挡渣墙、排水沟</td><td>2#弃渣场挡渣墙</td></tr>
</table>

图 4.1-1　卡麦换流站实际完成的工程措施

表 4.1-1 卡麦换流站工程水土保持工程措施监测表

防治分区	措施类型	单位	实际工程量	布设位置	实施时间
站区	雨水排水管	m	4500	站内道路两侧	2023.9~2023.12
	碎石覆盖	m³	9285	站内未绿化场地内	2025.9~2025.12
	边坡马道排水沟	m³	338	站区挖方边坡马道	2023.9~2024.5
	边坡坡底排水	m³	1595	站区填方边坡坡底	2023.9~2024.5

防治分区	措施类型	单位	实际工程量	布设位置	实施时间
	沟				
	截洪沟	m^3	2930	站区挖方边坡坡顶	2023.9~2024.5
	八字式排水口	座	2	排水沟末端	2023.9~2024.5
	表土剥离	万 m^3	6.00	站区可剥离表土区域	2023.6~2023.7
	表土回覆	万 m^3	6.00	站区绿化区域	2024.10~2025.5
	格构梁植草护坡	hm^2	1.00	站区西南侧挖方边坡	2024.10~2025.5
进站道路区	道路边坡截水沟	m^3	3870	进站道路区挖方边坡坡顶	2024.10~2025.5
	道路边坡排水沟	m^3	13455	进站道区填方边坡坡底	2024.10~2025.5
	八字式排水口	座	4	排水沟末端	2024.10~2025.5
	表土剥离	万 m^3	5.82	进站道路可剥离表土区域	2024.10~2025.5
	表土回覆	万 m^3	5.82	进站道路边坡绿化区域	2023.6~2023.10
	土地整治	hm^2	7.43	进站道路边坡绿化区域	2025.3~2025.7
	耕地恢复	hm^2	0.54	进站道路临时占用耕地区域	2025.3~2025.7
站用外接电源区	表土剥离	万 m^3	0.10	站用外接电源基础开挖区域	2023.6~2023.7
	表土回覆	万 m^3	0.10	原表土剥离区域	2023.11~2023.12
	土地整治	hm^2	3.82	占用林草地区域	2023.11~2023.12
	耕地恢复	hm^2	0.28	占用耕地区域	2023.11~2023.12
站外供排水管线区	站外排水管	m	300	雨水管线埋设区域	2023.9~2024.3
	站外排水沟	m^3	4455	站区西北角和东侧	2023.9~2024.3
	八字式排水口	座	2	排水沟末端	2023.9~2024.3
	表土剥离	万 m^3	0.20	供排水管线区可剥离表土区域	2023.7~2023.8
	表土回覆	万 m^3	0.20	供排水管线区绿化区域	2024.4~2024.5
	土地整治	hm^2	1.09	供排水管线区占用林草地区域	2024.4~2024.5
	耕地恢复	hm^2	0.31	供排水管线区占用耕地区域	2024.4~2024.5
施工生产生活区	表土剥离	万 m^3	2.20	施工生产生活区可剥离表土区域	2023.7~2023.8
	表土回覆	万 m^3	2.20	施工生产生活区绿化区域	2025.12
	土地整治	hm^2	1.88	施工生产生活区占用林草地区域	2025.12
	耕地恢复	hm^2	6.40	施工生产生活区占用耕地区域	2025.12
临时堆土	表土剥离	万 m^3	0.90	临时堆土区可剥离表土区域	2023.7~2023.8
	表土回覆	万 m^3	0.9	临时堆土区绿化区域	2025.7~2025.12

防治分区	措施类型	单位	实际工程量	布设位置	实施时间
区	土地整治	hm^2	3	临时堆土区占用林草地区域	2025.7~2025.12
弃渣场区	挡渣墙	m^3	13075	弃渣场坡脚处	2023.7~2023.10
	截排水沟	m^3	797	弃渣场四周	2023.7~2024.6
	片石盲沟	m^3	1106	弃渣场底部	2023.7~2023.10
	八字式排水口	座	8	排水沟末端	2023.7~2024.6
	表土剥离	万 m^3	1.25	弃渣场区可剥离表土区域	2023.6~2023.7
	表土回覆	万 m^3	1.25	弃渣渣顶绿化区域	2024.12~2025.1
	土地整治	hm^2	0.93	弃渣渣顶绿化区域	2024.12~2025.1

4.1.2 帮果换流站

（1）方案设计情况

依据《金上—湖北±800 千伏特高压直流输电工程水土保持方案报告书》及其批复文件，帮果换流站方案设计的水土保持工程措施包括:

1）站区

施工前剥离表土并集中堆放于表土临时堆放区，开挖其他土石方集中堆放，对其他土石方堆土采取植生袋装土拦挡、密目网苫盖、临时排水沟、临时沉沙池临时防护措施。站区设雨水排水管、截洪沟、八字式排水口，挖填方边坡坡脚设置排水沟。施工结束后对电气设备区进行碎石覆盖，对站区绿化区域、截洪沟和边坡的临时占地非耕地区域进行表土回覆、土地整治、植被恢复，对需植物护坡的边坡进行表土回覆、植物护坡，对临时占用耕地区域进行表土回覆、耕地恢复。

2）进站道路区

施工前剥离表土并集中堆放于表土临时堆放区，开挖其他土石方堆放于道路一侧，对其他土石方堆土采取密目网苫盖临时防护措施。进站道路区在边坡坡脚底部设置排水沟、排水管涵。施工结束后对需植物护坡的边坡进行表土回覆、植草皮护坡与植生袋护坡。

3）站用外接电源区

施工前剥离表土并集中堆放于表土临时堆放区，开挖其他土石方堆放于电缆管线一侧，对其他土石方堆土采取植生袋装土拦挡、密目网苫盖、彩条布铺垫临时防护措施。施工结束后对临时占地区域进行表土回覆、土地整治、植被恢复。

4）站外供排水管线区

施工过程中开挖其他土石方堆放于供排水管线一侧，对其他土石方堆土采取

植生袋装土拦挡、密目网苫盖、彩条布铺垫临时防护措施，站外供排水管线区设置雨水排水管、八字式排水口。施工结束后对临时占地进行土地整治、植被恢复。

5）泥石流治理区

施工前剥离表土并集中堆放于表土临时堆放区，开挖其他土石方临时集中堆放于施工场地内，对其他土石方堆土采取植生袋装土拦挡、密目网苫盖临时防护措施。施工结束后对临时占地非耕地区域进行表土回覆、土地整治、植被恢复，对临时占用耕地区域进行表土回覆、耕地恢复。

6）施工生产生活区

施工前剥离表土并集中堆放，开挖土石方集中堆放，对表土与其他土石方堆土进行植生袋装土拦挡、密目网苫盖，表土堆土进行彩条布铺垫，其他土石方堆土设置临时排水沟、临时沉沙池，对边坡进行植物护坡。施工结束后进行表土回覆、土地整治、植被恢复。

7）表土临时堆放区

对堆存的表土采取植生袋装土拦挡、密目网苫盖、彩条布铺垫临时防护措施。施工结束后进行土地整治。

（2）实际实施情况

实际实施阶段，各防治分区根据工程征占地情况变化、主体工程设计变化等因素进行了调整，水土保持工程措施实施类型及工程量较方案设计阶段发生了变化。

1）站区

站区占地范围内实施了水土保持方案的水土保持工程措施。为有效疏导地表径流，布设了雨水排水管、八字式排水口和截洪沟等排水设施；同时，为保护土壤资源、恢复土地生产力，实施了表土剥离与回覆、碎石覆盖以及大范围的土地整治工程，形成了从表层防护到排水疏导的综合防治体系。

经统计，雨水排水管 10010m，钢筋混凝土排水沟 689m，八字式排水口 3 座，截洪沟 4103.01m，碎石覆盖 5216m^3，表土剥离 8.11 万 m^3，表土回覆 8.11 万 m^3，土地整治 1.56hm^2。

2）进站道路区

进站道路区主要在高台阶地进站道路范围及道路边坡布设防护措施。该区域通过建设排水管涵和钢筋混凝土排水沟保障了道路及边坡的排水畅通，并同步实施了表土剥离与回覆工作，以保护路基周边土壤资源并利于后期植被恢复。

经统计，排水管涵 246.51m，钢筋混凝土排水沟 72.16m，表土剥离 0.05 万 m^3，表土回覆 0.05 万 m^3。

3）站用外接电源区

站用外接电源区在施工扰动区域内，重点开展了表土的保护与利用工作，实施了表土剥离与回覆，并在工程末期对场地进行了土地整治，为区域生态恢复奠定了基础。

经统计，表土剥离 0.03 万 m^3，表土回覆 0.03 万 m^3，土地整治 0.26hm^2。

4）站外供排水管线区

站外供排水管线区沿管线施工扰动区，实施了站外雨水排水管和八字式排水口等排水工程，确保了管线施工期间的排水畅通。同时，该区域也完成了表土剥离、回覆以及后续的土地整治，实现了施工迹地的有效治理。

经统计，钢筋混凝土排水沟 423.38m，八字式排水口 3 座，表土剥离 0.1 万 m^3，表土回覆 0.1 万 m^3，土地整治 0.09hm^2。

5）泥石流治理区

泥石流治理区针对施工扰动区域，采取了表土剥离保存、施工完成后回覆利用的防治措施，通过土地整治对场地进行平整，增强了该区域的抗蚀能力。

经统计，表土剥离 0.36 万 m^3，表土回覆 0.36 万 m^3，土地整治 0.09hm^2，六棱砖护坡 0.15hm^2，拦水埂 26.6m^3，耕地恢复 0.04hm^2。

6）施工生产生活区

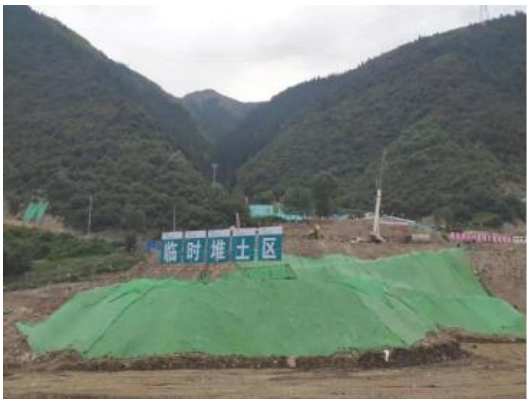
施工生产生活区在完成表土剥离与临时防护后，于施工活动结束时，实施了表土回覆，并对场地进行了区域范围内的土地整治，有效恢复了施工临时占地区域的土地功能。

经统计，表土剥离 1 万 m^3，表土回覆 1 万 m^3，土地整治 5.9hm^2。

7）表土临时堆放区

表土临时堆放区位于站区占地范围内，为保障表土在堆放期间的稳定与安全，对该区域实施了持续的土地整治工作，有效防止了堆放过程中可能发生的水土流失。

经统计，土地整治 0.8hm²。



表土剥离堆放



碎石覆盖



排水口、排水沟



排水管

图 4.1-2　帮果换流站实际完成的工程措施

表 4.1-2 帮果换流站工程水土保持工程措施监测表

防治分区	措施类型	单位	工程量	布设位置	实施时间
站区	雨水排水管	m	10010	站区占地范围	2023.8-2024.4
	钢筋混凝土排水沟	m^3	689	站区占地范围	2023.8-2024.2
	八字式排水口	座	3	站区占地范围	2023.12-2024.8
	截洪沟	m^3	4103.01	站区占地范围	2023.9-2024.10
	碎石覆盖	m^3	5216	站区占地范围	2023.8-2024.10
	表土剥离	万 m^3	8.11	站区占地范围	2023.6-2023.12
	表土回覆	万 m^3	8.11	站区占地范围	2023.9~2024.10
	土地整治	hm^2	1.56	站区占地范围	2024.3~2024.10
进站道路区	排水管涵	m^3	246.51	高台阶地进站道路范围	2023.8-2023.10
	钢筋混凝土排水沟	m^3	72.16	道路边坡	2024.3-2024.10
	表土剥离	万 m^3	0.05	地台阶地进站道路范围	2023.8-2023.10

防治分区	措施类型	单位	工程量	布设位置	实施时间
	表土回覆	万 m^3	0.05	地台阶地进站道路范围	2023.8-2023.10
站用外接电源区	表土剥离	万 m^3	0.03	施工扰动区	2023.10-2023.12
	表土回覆	万 m^3	0.03	施工扰动区	2023.10-2023.12
	土地整治	hm^2	0.26	施工扰动区	2023.10-2023.12
站外供排水管线区	表土剥离	万 m^3	0.1	施工扰动区	2023.12-2024.8
	表土回覆	万 m^3	0.1	施工扰动区	2023.12-2024.8
	钢筋混凝土排水沟	m^3	423.38	施工扰动区	2023.8-2023.10
	八字式排水口	座	3	施工扰动区	2023.12-2024.8
	土地整治	hm^2	0.09	施工扰动区	2023.12-2024.8
泥石流治理区	表土剥离	万 m^3	0.36	施工扰动区	2023.6-2023.9
	表土回覆	万 m^3	0.36	施工扰动区	2024.4~2024.10
	土地整治	hm^2	0.09	施工扰动区	2024.4~2024.10
	六棱砖护坡	hm^2	0.15	施工扰动区	2024.10-2025.1
	拦水埂	m^3	26.6	施工扰动区	2024.10-2025.1
	耕地恢复	hm^2	0.04	施工扰动区	2024.4~2024.10
施工生产生活区	表土剥离	万 m^3	1	施工扰动区	2023.6-2023.8
	表土回覆	万 m^3	1	施工扰动区	2025.8~2025.10
	土地整治	hm^2	5.9	施工扰动区	2025.8~2025.10
表土临时堆放区	土地整治	hm^2	0.8	站区占地范围	2025.8-2025.12

4.1.3 湖北换流站

（1）方案设计情况

依据《金上—湖北±800千伏特高压直流输电工程水土保持方案报告书》及其批复文件，湖北换流站方案设计的水土保持工程措施包括：

1）站区

站区施工前，对占用耕地、林地、园地和草地区域进行表土剥离，站区雨水排水系统布置在站内道路两侧，站区围墙外填方和挖方边坡等坡脚处设置排水沟，末端设置消力池，站区填方边坡坡面采用框格植草护坡，施工结束后将部分站区表土回覆至站区绿化和框格植草护坡内，进行土地整治。

2）进站道路区

施工前对进站道路区占用的耕地和草地进行表土剥离，进站道路两侧设置混凝土排水沟，进站道路边坡采用框格植草护坡，施工结束后将部分表土回覆至进站道路区框格植草护坡。

3）施工生产生活区

施工生产生活区场地平整前，对占用耕地和草地进行表土剥离，工程完工后，进行表土回覆，为复耕和植被恢复提供条件，对扰动的场地进行土地平整，对占用耕地进行耕地恢复。

4）站外供排水管线区

施工前，对开挖的耕地和草地区域进行表土剥离，站区新建一条污水排水管道，排水管末端设置八字式排水口，站外排水管线采用 DN1200 的钢筋混凝土管直埋敷设，出口采用八字式排水口，站区雨水经雨水管线收集后，汇入站内雨水泵站后排至站外西侧的自然排水沟。施工结束后进行表土回覆，对站外供排水管线占用非耕地区域进行土地整治，对占用耕地进行耕地恢复。

5）站用外接电源区

施工前对扰动的耕地和草地进行表土剥离，施工结束后进行表土回覆，对占用非耕地区域进行土地整治，对占用耕地进行耕地恢复。

（2）实际实施情况

实际实施阶段，各防治分区根据工程征占地情况变化、主体工程设计变化等因素进行了调整，水土保持工程措施实施类型及工程量较方案设计阶段发生了变化。

1）站区

施工前剥离表土并集中堆放于表土临时堆放区，开挖其他土石方集中堆放。站区布置浆砌石排水沟、地下雨水管网及雨水井，设置砼网格植草护坡。施工结束后对站区截洪沟和边坡的临时占地区域进行表土回覆、土地整治。

站区场地在施工前对占压耕地、草地区域的表土进行剥离，表土剥离面积为 18.08hm^2，表土剥离厚度约为 20~30cm，表土剥离量为 5.88 万 m^3。剥离的表土用于挖填方边坡的植物护坡及站内绿化地坪区域的表土回覆，表土回覆量为 5.88 万 m^3。

共计布置浆砌石排水沟 2726.3m、地下雨水管网 11950m，雨水井 878 座，砼网格植草护坡 8100m^2。

站区对挖填方边坡绿化场地及站内绿化地坪区域在实施植物措施前进行土地整治，共计实施土地整治面积为 8.92hm^2，耕地恢复 1.20hm^2。

2）进站道路区

施工前剥离表土并集中堆放于表土临时堆放区，开挖其他土石方堆放于道路一侧。进站道路区在边坡坡脚底部设置排水沟。施工结束后对需植物护坡的边坡进行表土回覆与撒播草籽。

经统计进站道路区布设混凝土排水沟 2939m，新增截水沟 111m；实施砼网格植草护坡 4320m^2，表土剥离面积为 2.71hm^2，表土回覆量为 0.61 万 m^3，土地整治 1.69hm^2。

3）施工生产生活区

施工前剥离表土并集中堆放，开挖土石方集中堆放，对表土与其他土石方堆土进行植生袋装土拦挡、密目网苫盖，表土堆土进行彩条布铺垫，其他土石方堆土设置临时排水沟、临时沉沙池。施工结束后进行表土回覆、土地整治、植被恢复及耕地恢复。

经统计，施工生产生活区表土剥离面积为 4.85hm^2，表土剥离量为 1.45 万 m^3，表土回覆量为 1.45 万 m^3，耕地恢复面积为 4.15hm^2。

4）站外供排水管线区

施工前剥离表土并集中堆放于表土临时堆放区，施工过程中开挖其他土石方堆放于供排水管线一侧，对其他土石方堆土采取植生袋装土拦挡、密目网苫盖、彩条布铺垫临时防护措施，站外供排水管线区设置雨水排水管、八字式排水口。施工结束后对临时占地进行表土回覆及耕地恢复。

经统计，站外供排水管线区布置钢筋混凝土排水管 DN1200 共 220m，钢筋混凝土排水管 DN200 共 4350m，八字排水口 2 座，表土剥离面积为 2.53hm^2，表土回覆量为 0.76 万 m^3，耕地恢复 2.53hm^2。

5）站用外接电源区

施工前剥离表土并集中堆放于表土临时堆放区，开挖其他土石方堆放于电缆管线一侧，对其他土石方堆土采取彩条旗限界、密目网苫盖、彩条布铺垫临时防护措施。施工结束后对临时占地区域进行表土回覆、耕地恢复。

经统计，站用外接电源区表土剥离面积为 0.59hm^2，表土回覆 0.18 万 m^3，耕地恢复 0.55hm^2。



站区护坡



站区截排水沟



站外供水管



混凝土网格植草护坡+排水沟

图 4.1-3　湖北换流站实际完成的工程措施

表 4.1-3 湖北换流站工程水土保持工程措施监测表

防治分区	措施类型	单位	工程量	布设位置	实施时间
站区	浆砌石排水沟	m	2726.3	站区占地范围	2024.01~2024.12
	地下雨水管网	m	11950	站区占地范围	2024.01~2024.12
	雨水井	座	878	站区占地范围	2024.01~2024.12
	砼网格植草护坡	m^2	8100	站区占地范围	2024.05 ~ 2025.03
	表土剥离	hm^2	18.08	站区占地范围	2024.01~2024.06
	表土回覆	万 m^3	5.88	站内外绿化区域	2024.01~2024.06
	土地整治	hm^2	8.92	站区绿化区域	2024.06 ~ 2024.10
	耕地恢复	hm^2	1.20	恢复耕地区域	2025.08 ~ 2025.10
进站道路区	混凝土排水沟	m	2939	施工扰动区	2024.01~2025.06
	截水沟	m	111	施工扰动区	2024.01~2025.06
	砼网格植草护坡	m^2	4320	施工扰动区	2024.06~2025.06
	表土剥离	hm^2	2.71	施工扰动区	2024.01~2024.12
	表土回覆	万 m^3	0.61	施工扰动区	2024.06 ~ 2025.09
	土地整治	hm^2	1.69	恢复绿化区域	2024.06 ~ 2025.09
施工生产生活区	表土剥离	hm^2	4.85	办公区域扰动区域	2024.01~2024.04
	表土回覆	万 m^3	1.45	办公区域扰动区域	2025.04 ~ 2025.06
	土地整治	hm^2	0.7	办公区域扰动区域	2025.07 ~ 2025.08

防治分区	措施类型	单位	工程量	布设位置	实施时间
	耕地恢复	hm^2	4.15	恢复耕地区域	2025.08～2025.10
站外供排水管线区	钢筋混凝土排水管 DN1200	m	220	站区南侧、北侧	2024.06~2025.03
	钢筋混凝土排水管 DN200	m	4350	站区南侧、北侧	2024.06~2025.03
	八字式排水口	座	2	站外排水管出口处	2024.06~2025.03
	表土剥离	hm^2	2.53	施工扰动区	2024.06~2024.12
	表土回覆	万 m^3	0.76	施工扰动区	2024.08~2025.03
	耕地恢复	hm^2	2.53	恢复耕地区域	2024.08~2025.03
站外电源设施区	表土剥离	hm^2	0.59	施工扰动区	2024.08~2025.03
	表土回覆	万 m^3	0.18	施工扰动区	2024.08~2025.03
	耕地恢复	hm^2	0.55	恢复耕地区域	2024.08~2025.03

4.1.4 送端接地极

（1）方案设计情况

依据《金上—湖北±800 千伏特高压直流输电工程水土保持方案报告书》及其批复文件，送端接地极工程方案设计的水土保持工程措施包括:

1）汇流装置区

施工前，对汇流装置区占用草地区域进行草皮剥离，剥离厚度根据地表情况按 30cm 考虑，剥离面积共 0.07hm^2，草皮剥离量为 0.02 万 m^3，剥离草皮运至电极电缆区用于土地整治和植被恢复，临时防护措施由电极电缆区统一考虑。

2）电极电缆区

施工前，对扰动深度超过 20cm 且占用草地区域进行草皮剥离，剥离厚度根据地表情况按 30cm 考虑，剥离面积共 3.33hm^2，草皮剥离量为 1.00 万 m^3。施工结束后根据需要，从汇流装置区调入草皮 0.02 万 m^3，将 1.02 万 m^3 草皮回铺至剥离区域，用于土地整治，为绿化提供条件。施工完毕后对电极电缆区临时占地区域 12.58hm^2 进行杂物清理、场地平整等。

3）检修道路区

施工完毕后对检修道路区临时占地区域 2.2hm^2 进行杂物清理、场地平整等。

4）站用外接电源区

施工前，对扰动深度超过 20cm 且占用草地区域进行草皮剥离，剥离厚度根据地表情况按 30cm 考虑，剥离面积共 0.1hm^2，草皮剥离量为 0.03 万 m^3。施工

结束后根据需要将草皮 0.03 万 m^3 回铺至电杆临时施工占地区域，用于土地整治，为绿化提供条件。施工完毕后对站用外接电源区临时占地区域 2.54hm^2 进行杂物清理、场地平整等，从而达到改善立地条件、保持水土和促进林草生长等目的。

（2）实际实施情况

实际实施阶段，各防治分区根据工程征占地情况变化、主体工程设计变化等因素进行了调整，水土保持工程措施实施类型及工程量较方案设计阶段发生了变化。

1）汇流装置区

汇流装置区施工前对基础开挖区域进行草皮剥离。

经统计，汇流装置区草皮剥离量为 0.02 万 m^3。

2）电极电缆区

电极电缆区施工前对沟槽开挖区域进行草皮剥离，沟槽土方回填后进行土地整治、回铺草皮。

经统计，电极电缆区草皮剥离量为 0.92 万 m^3，草皮回铺量为 3.07hm^2，土地整治 12.18hm^2。

3）检修道路区

电极电缆区施工前进行草皮剥离，完工后进行土地整治、回铺草皮。

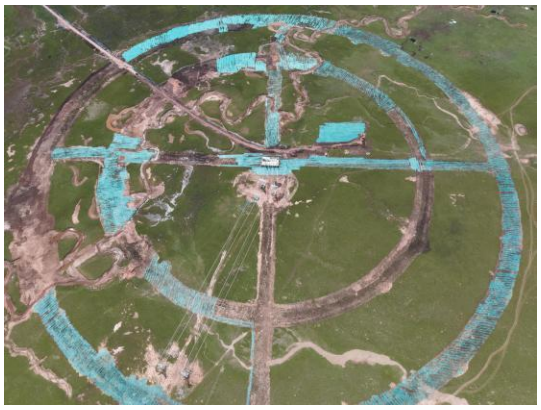
经统计，检修道路区草皮剥离 0.31 万 m^3，草皮回铺为 1.57hm^2，土地整治 2.80hm^2。

4）站用外接电源区

站用外接电源区施工前对基础开挖区域进行草皮剥离，基础土方回填后回铺草皮，施工场地进行土地整治。

站用外接电源区草皮剥离 0.03 万 m^3，草皮回铺为 0.15hm^2，土地整治 2.51hm^2。





电极电缆区草皮剥离	电极电缆区草皮回覆

图 4.1-4　送端接地极工程实际完成的工程措施

表 4.1-4　送端接地极工程水土保持工程措施监测表

防治分区	措施类型	单位	实际工程量	布设位置	实施时间
汇流装置区	草皮剥离	万 m^3	0.02	汇流装置区扰动区域	2024.1~2024.3
电极电缆区	草皮剥离	万 m^3	0.92	电缆沟开挖区域	2024.1~2024.3
	草皮回铺	hm^2	3.07	原草皮剥离区域	2025.4~2025.5
	土地整治	hm^2	13.57	占用草地区域	2025.4~2025.5
检修道路区	草皮剥离	万 m^3	0.31	检修道路扰动区域	2024.1~2024.3
	草皮回铺	hm^2	1.57	原草皮剥离区域	2025.4~2025.5
	土地整治	hm^2	2.8	占用草地区域	2025.4~2025.5
站用外接电源区	草皮剥离	万 m^3	0.03	外接电源基础开挖区域	2024.1~2024.3
	草皮回铺	hm^2	0.15	原草皮剥离区域	2025.4~2025.5
	土地整治	hm^2	2.51	占用草地区域	2025.4~2025.5

4.1.5 受端接地极

（1）方案设计情况

依据《金上—湖北±800 千伏特高压直流输电工程水土保持方案报告书》及其批复文件，受端接地极工程方案设计的水土保持工程措施包括:

1）汇流装置区

汇流装置区施工前，对占用耕地进行表土剥离，施工结束后将表土回覆至电极电缆区，为耕地恢复提供条件。

2）检修道路区

开工前对占用耕地进行表土剥离，施工结束后将表土回覆至电极电缆区，为耕地恢复提供条件。

3）电极电缆区

电极电缆区施工前对沟槽开挖区域进行表土剥离，沟槽土方回填后回覆表土，施工场地进行表土回覆、耕地恢复。

4）站用外接电源区

站用外接电源区施工前剥离开挖区域的表土资源，施工完成后对裸露场地进行表土回覆、耕地恢复。

（2）实际实施情况

实际实施阶段，各防治分区根据工程征占地情况变化、主体工程设计变化等

因素进行了调整，水土保持工程措施实施类型及工程量较方案设计阶段发生了变化。

1）汇流装置区

汇流装置区施工前对基础开挖区域进行表土剥离。

经统计，汇流装置区表土剥离面积为 0.07hm^2，耕地恢复 0.05hm^2。

2）检修道路区

施工前对开挖区域进行表土剥离。

经统计，检修道路区表土剥离面积为 0.1hm^2。

3）电极电缆区

电极电缆区施工前对沟槽开挖区域进行表土剥离，沟槽土方回填后回覆表土，施工场地进行耕地恢复。

经统计，电极电缆区表土剥离面积为 4.2hm^2，表土回覆量为 1.34 万 m^3，耕地恢复 10.28hm^2。

4）站用外接电源区

站用外接电源区施工前对基础开挖区域进行表土剥离，基础土方回填后回覆表土，施工场地进行耕地恢复。

站用外接电源区表土剥离面积为 0.03hm^2，表土回覆量为 0.01 万 m^3，耕地恢复 0.09hm^2。



电极电缆区复耕恢复



电极电缆区复耕恢复

图 4.1-5　受端接地极工程实际完成的工程措施

表 4.1-5　受端接地极工程水土保持工程措施监测表

防治分区	措施类型	单位	工程量	布设位置	实施时间
汇流装置区	表土剥离	hm^2	0.07	施工扰动区	2024.05~2025.03
	表土回覆	万 m^3	0.02	施工扰动区	2025.03~2025.06

防治分区	措施类型	单位	工程量	布设位置	实施时间
	耕地恢复	hm^2	0.05	施工扰动区	2025.03~2025.06
检修道路区	表土剥离	hm^2	0.1	施工扰动区	2024.10~2025.03
站用外接电源区	表土剥离	hm^2	0.03	施工扰动区	2024.10~2025.03
	表土回覆	万 m^3	0.01	施工扰动区	2025.01~2025.03
	耕地恢复	hm^2	0.09	恢复耕地区域	2025.03~2025.06
电极电缆区	表土剥离	hm^2	4.2	施工扰动区	2024.10~2025.03
	表土回覆	万 m^3	0.94	施工扰动区	2025.01~2025.03
	耕地恢复	hm^2	10.28	施工扰动区	2025.03~2025.06

4.1.6 输电线路

（1）方案设计

依据《金上—湖北±800千伏特高压直流输电工程水土保持方案报告书》及其批复文件，输电线路工程方案设计的水土保持工程措施包括:

1）塔基区

当塔基区临坡面存在易风化边坡时，布置浆砌石护坡防护；布置浆砌石挡渣墙拦挡土方；当塔基上游存在坡面汇水冲刷时，布置浆砌石排水沟及消力池。

塔基基坑开挖前剥离场地区域的表土资源，施工完成后回覆表土。对占用耕地的塔基施工完成后进行复耕恢复，对占用林草地区域的塔基施工完成后进行整地恢复。

2）牵张场地区、跨越施工场地区

对占用耕地的牵张场地区、跨越施工场地区施工完成后进行复耕恢复，对占用林草地区域的牵张场地区、跨越施工场地区施工完成后进行土地整治恢复。

3）施工道路区

对涉及路基土方开挖的施工道路，应进行表土剥离，施工完成后回覆表土。对占用耕地的施工道路区施工完成后进行复耕恢复，对占用林草地的施工道路施工完成后进行土地整治恢复。

（2）实际实施情况

实际实施阶段，各防治分区根据工程征占地情况变化、主体工程设计变化等因素进行了调整，水土保持工程措施实施类型及工程量较方案设计阶段发生了变化。

1）塔基区

当塔基区临坡面存在易风化边坡时，布置浆砌石护坡防护。当塔基区基础下边坡临近悬空面时，布置浆砌石挡渣墙固定开挖土方。当塔基上游存在坡面汇水冲刷时，布置浆砌石排水沟及消力池。

对于掏挖桩、挖孔桩基础施工且土方外运的塔位，施工前剥离开挖基础区域的表土资源。对于大开挖基础施工的塔位，施工前剥离塔基永久占地区域内的表土资源。对于存在余土回填压埋塔基永久占地区域的塔位，施工前剥离塔基永久占地区域的表土（草皮）资源。

施工完成后回覆表土(草皮)，对占用耕地的塔基施工完成后进行复耕恢复，对占用林草地区域的塔基施工完成后进行土地整治恢复。

2）牵张场区

对存在土方挖、填的牵张场地，施工前剥离牵张场地开挖区域的表土(草皮)资源，施工完成后回覆表土（草皮）。

对占用耕地的牵张场地区施工完成后进行复耕恢复，对占用林草地区域的牵张场地区施工完成后进行土地整治恢复。

3）跨越施工场地区

对占用耕地的跨越施工场地区施工完成后进行复耕恢复，对占用林草地区域的跨越施工场地区施工完成后进行土地整治恢复。

4）施工道路区

对存在土方挖、填的施工道路，施工前剥离开挖区域的表土（草皮）资源，施工完成后回覆表土（草皮）。

对占用耕地的施工道路区完成后进行复耕恢复，对占用林草地区域的施工道路区施工完成后进行土地整治恢复。

各直流线路分项工程实际实施的工程措施量（详见表 4.1-5）如下:

±400kV 直流线路西藏段: 表土剥离 0.10 万 m^3（0.38hm^2），表土回覆 0.10 万 m^3，土地整治 3.91hm^2，耕地恢复 0.13hm^2。

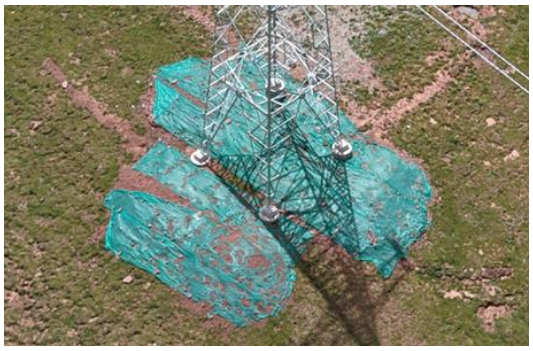
±400kV 直流线路四川段: 表土剥离 0.99 万 m^3（3.82hm^2），表土回覆 0.99 万 m^3，土地整治 32.33hm^2。

±800kV 直流线路四川段: 浆砌石护坡 2655m^3，浆砌石挡渣墙 41m^3，浆砌石排水沟 806m^3，消能措施 24 个，表土剥离 21.53 万 m^3（73.68hm^2），表土回

覆 21.53 万 m^3，草皮剥离 4.08 万 m^3（15.87hm^2），草皮回铺 15.87hm^2，土地整治 358.51hm^2，耕地恢复 76.72hm^2。

±800kV 直流线路重庆段：浆砌石护坡 1020.52m^3，浆砌石挡渣墙 1420.99m^3，排水沟 321.65m^3，消能池 10 个，表土剥离 6.54 万 m^3（剥离面积 22.89hm^2），表土回覆 6.54 万 m^3，土地整治 65.65hm^2，耕地恢复 25.88hm^2。

±800kV 直流线路湖北段：浆砌石护坡 446.05m^3，浆砌石挡渣墙 1092.95m^3，排水沟 845.14m^3，消能池 47 个，表土剥离 11.95 万 m^3（剥离面积 41.62hm^2），表土回覆 11.95 万 m^3，土地整治 243.46hm^2，耕地恢复 99.54hm^2。

<table>
<tr><td colspan="2">西藏段</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>接地极线路塔基区草皮回铺</td><td>接地极线路塔基区草皮回铺</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>接地极线路塔基区草皮回铺</td><td>接地极线路塔基区草皮回铺</td></tr>
<tr><td colspan="2">四川段</td></tr>
<tr><td> 
</td><td>  </td></tr>
<tr><td>塔基区剥离表土</td><td>塔基区剥离表土</td></tr>
</table>

	
塔基区剥离草皮	塔基区剥离草皮
	
塔基区土地整治	塔基区土地整治
	
塔基区排水沟	塔基区排水沟
	
施工便道表土剥离	表土剥离

	
表土剥离	表土剥离
重庆段	
	
土地整治及复耕	排水沟及土地整治
	
土地整治及复耕	土地整治及复耕
	
土地整治及复耕	土地整治及复耕

<table>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>挡土墙及土地整治</td><td>挡土墙及土地整治</td></tr>
<tr><td colspan="2">湖北段</td></tr>
<tr><td> 
</td><td>  </td></tr>
<tr><td>表土剥离及防护</td><td>挡土墙</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>护坡</td><td>排水沟</td></tr>
<tr><td>  </td><td> 
</td></tr>
<tr><td>排水沟</td><td>挡土墙</td></tr>
</table>

	
排水沟	护坡
	
排水沟及护坡	护坡
	
土地整治及复耕	土地整治及复耕
	
浆砌石截排水沟、浆砌石挡土墙	浆砌石挡土墙



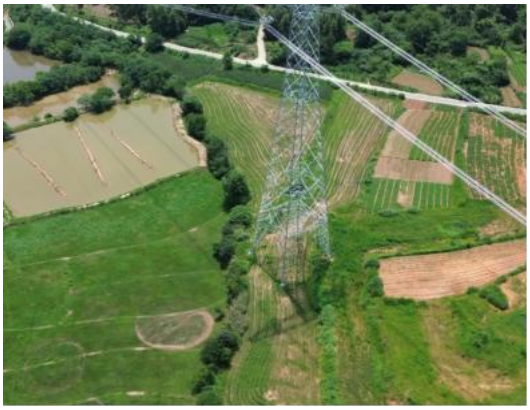
浆砌石挡土墙



浆砌石挡土墙



土地整治及复耕



土地整治及复耕

图 4.1-6　输电线路工程实际完成的工程措施示例

表 4.1-6　输电线路工程水土保持工程措施监测表

防治分区		措施名称		单位	实际工程量合计	布设位置	实施时间
送端接地极线路西藏段	塔基区	浆砌石护坡		m^3	164	塔基下边坡	2024.3~2024.9
		浆砌石排水沟		m	336	塔基汇水区域	2024.3~2024.9
				m^3	635		
		消能措施		个	44	排水沟末端	2024.3~2024.9
		表土剥离		hm^2	0.84	塔基永久占地区域	2023.12~2024.1
				m^3	2103		
		草皮剥离		hm^2	2.07	塔基永久占地区域	2023.12~2024.1
				m^3	6200		
		表土回覆		m^3	1967	塔基施工扰动区域	2025.4~2025.5
		草皮回铺		hm^2	2.07	塔基施工扰动区域	2025.4~2025.5
		土地整治	整治面积	hm^2	28.86	占用林草地区域	2025.5~2025.6
			耕地恢复	hm^2	1.04	占用耕地区域	2025.5~2025.6
	牵张场区	表土剥离		hm^2	0.31	牵张场区需平整区域	2024.9~2024.10
				m^3	989		
		表土回覆		m^3	989	原表土剥离区域	2025.6~2025.8

防治分区		措施名称		单位	实际工程量合计	布设位置	实施时间
		土地整治	整治面积	hm^2	2.57	占用林草地区域	2025.4~2025.5
			耕地恢复	hm^2	0.08	占用耕地区域	2025.4~2025.5
	跨越施工场地	土地整治	整治面积	hm^2	0.15	占用林草地区域	2025.4~2025.5
	施工道路区	表土剥离		hm^2	5.59	施工道路区需平整区域	2023.12~2024.1
				m^3	16776		
		草皮剥离		hm^2	4.3	施工道路区需平整区域	2023.12~2024.1
				m^3	13510		
		表土回覆		m^3	16776	原剥离表土区域	2025.4~2025.5
		草皮回铺		hm^2	4.3	原剥离草皮区域	2025.4~2025.5
		土地整治	整治面积	hm^2	21.8	占用林草地区域	2025.5~2025.6
			耕地恢复	hm^2	0.84	占用耕地区域	2025.5~2025.6
±400kV直流线路西藏段	塔基区	表土剥离		hm^2	0.06	塔基永久占地区域	2023.10~2023.11
				m^3	153		
		表土回覆		m^3	153	塔基施工扰动区域	2025.6~2025.7
		土地整治	整治面积	hm^2	2.25	占用林草地区域	2025.7~2025.8
			耕地恢复	hm^2	0.08	占用耕地区域	2025.7~2025.8
	牵张场区	表土剥离		hm^2	0.09	牵张场区需平整区域	2024.7~2024.9
				m^3	223		
		表土回覆		m^3	223	原表土剥离区域	2025.6~2025.7
		土地整治	整治面积	hm^2	0.72	占用林草地区域	2025.7~2025.8
			耕地恢复	hm^2	0.02	占用耕地区域	2025.7~2025.8
	跨越施工场地	土地整治	整治面积	hm^2	0.05	占用林草地区域	2025.7~2025.8
	施工道路区	表土剥离		hm^2	0.23	施工道路区需平整区域	2023.10~2023.11
				m^3	624		
		表土回覆		m^3	624	塔基施工扰动区域	2025.6~2025.7
		土地整治	整治面积	hm^2	0.89	占用林草地区域	2025.7~2025.8
			耕地恢复	hm^2	0.03	占用耕地区域	2025.7~2025.8
±400kV直	塔基区	浆砌石护坡		m^3	92	塔基下边坡	2024.3~2024.9
		浆砌石挡渣墙		m^3	15	塔基下边坡	2024.3~2024.9
		表土剥离		hm^2	1.27	塔基永久占地区域	2023.6~2023.7
				m^3	2813		
		表土回覆		m^3	2813	塔基施工扰动区域	2025.6~2025.7
		土地整治	整治面积	hm^2	22.02	占用林草地区域	2025.7~2025.8

防治分区		措施名称		单位	实际工程量合计	布设位置	实施时间
流线路四川段	牵张场区	表土剥离		hm^2	1	牵张场区需平整区域	2024.7~2024.9
				m^3	2793		
		表土回覆		m^3	2793	原表土剥离区域	2025.6~2025.7
		土地整治	整治面积	hm^2	5.46	占用林草地区域	2025.7~2025.8
	跨越施工场地	土地整治	整治面积	hm^2	0.29	占用林草地区域	2025.7~2025.8
	施工道路区	表土剥离		hm^2	1.55	施工道路区需平整区域	2023.6~2023.7
				m^3	4321		
		表土回覆		m^3	4321	原剥离表土区域	2025.6~2025.7
		土地整治	整治面积	hm^2	4.56	占用林草地区域	2025.7~2025.8
送端接地极线路四川段	塔基区	浆砌石护坡		m^3	42	塔基下边坡	2024.1~2024.12
		浆砌石挡渣墙		m^3	42	塔基下边坡	2024.1~2024.12
		表土剥离		hm^2	0.18	占用林草地区域	2023.10~2023.12
				m^3	270		
		表土回覆		m^3	270	占用林草地区域	2024.7~2024.9
		草皮回铺		hm^2	0.04	占用林草地区域	2024.4~2024.6
		土地整治	整治面积	hm^2	1.32	占用林草地区域	2024.10~2024.12
	牵张场区	表土剥离		hm^2	0.08	占用林草地区域	2024.1~2024.3
				m^3	122		
		表土回覆		m^3	122	占用林草地区域	2024.7~2024.9
		土地整治	整治面积	hm^2	0.13	占用林草地区域	2025.1~2025.3
	跨越施工场地	土地整治	整治面积	hm^2	0.04	占用林草地区域	2024.10~2024.12
	施工道路区	表土剥离		hm^2	0.8	占用林草地区域	2023.10~2023.12
				m^3	1200		
		表土回覆		m^3	1200	占用林草地区域	2024.7~2024.9
		土地整治	整治面积	hm^2	0.68	占用林草地区域	2025.1~2025.3
±800k	塔基区	浆砌石护坡		m^3	2655	塔基下边坡	2024.3~2024.9
		浆砌石挡渣墙		m^3	41	塔基下边坡	2024.3~2024.9
		浆砌石排水沟		m	177	塔基汇水区域	2024.3~2024.9
				m^3	806		
		消能措施		个	24	排水沟末端	2024.3~2024.9

防治分区		措施名称		单位	实际工程量合计	布设位置	实施时间
±800kV直流线路四川段		表土剥离		hm^2	25.62	塔基永久占地区域	2023.6~2023.7
				m^3	71500		
		草皮剥离		hm^2	8.39	塔基永久占地区域	2023.6~2023.7
				m^3	21631		
		表土回覆		m^3	71500	塔基施工扰动区域	2025.6~2025.7
		草皮回铺		hm^2	8.39	塔基施工扰动区域	2025.6~2025.7
		土地整治	整治面积	hm^2	185.55	占用林草地区域	2025.7~2025.8
			耕地恢复	hm^2	39.59	占用耕地区域	2025.7~2025.8
	牵张场区	表土剥离		hm^2	4.86	牵张场区需平整区域	2024.7~2024.9
				m^3	14204		
		表土回覆		m^3	14204	原表土剥离区域	2025.6~2025.7
		土地整治	整治面积	hm^2	40.41	占用林草地区域	2025.7~2025.8
			耕地恢复	hm^2	8.55	占用耕地区域	2025.7~2025.8
	跨越施工场地	土地整治	整治面积	hm^2	5.54	占用林草地区域	2025.7~2025.8
			耕地恢复	hm^2	1.72	占用耕地区域	2025.7~2025.8
	施工道路区	表土剥离		hm^2	43.20	施工道路区需平整区域	2023.6~2023.7
				m^3	129600		
		草皮剥离		hm^2	7.48	施工道路区需平整区域	2023.6~2023.7
				m^3	19131		
		表土回覆		m^3	129600	原表土剥离区域	2025.6~2025.7
		草皮回铺		hm^2	7.48	原草皮剥离区域	2025.6~2025.7
		土地整治	整治面积	hm^2	127.01	占用林草地区域	2025.7~2025.8
			耕地恢复	hm^2	26.86	占用耕地区域	2025.7~2025.8
±800kV直流线路重庆段	塔基区	浆砌石护坡		m^3	1020.52	施工扰动区	2024.01~2025.07
		浆砌石挡渣墙		m^3	1420.99	施工扰动区	2024.01~2025.07
		浆砌石排水沟		m	417.46	施工扰动区	2024.01~2025.07
				m^3	321.65		
		消能措施		个	10.00	排水沟末端	2024.01~2025.07
		表土剥离		hm^2	8.78	基坑开挖区	2023.06~2024.06
				m^3	23275		
		表土回覆		m^3	23275	施工扰动区	2023.11~2024.06
		土地整治	整治面积	hm^2	39.57	施工扰动区	2023.11~2024.06
			耕地恢复	hm^2	11.47	临时扰动的耕地	2023.11~2024.06
	牵张场区	表土剥离		hm^2	1.07	施工扰动区	2024.06~2025.06
				m^3	3332		
		表土回覆		m^3	3332	施工扰动区	2024.06~2025.06
		土地	整治面积	hm^2	5.73	施工扰动区	2024.06~2025.06

防治分区		措施名称		单位	实际工程量合计	布设位置	实施时间
		整治	耕地恢复	hm^2	2.82	临时扰动的耕地	2024.06~2025.06
	跨越施工场地	土地整治	整治面积	hm^2	1.03	施工扰动区	2024.06~2025.06
			耕地恢复	hm^2	0.69	临时扰动的耕地	2024.06~2025.06
	施工道路区	表土剥离		hm^2	13.04	施工扰动区	2023.06~2024.06
				m^3	38822		
		表土回覆		m^3	38822	施工扰动区	2023.11~2025.06
		土地整治	整治面积	hm^2	19.32	施工扰动区	2023.11~2025.08
			耕地恢复	hm^2	10.9	临时扰动的耕地	2023.06~2025.08
±800kV直流线路湖北段	塔基区	浆砌石护坡		m^3	446.05	塔位四周或下坡侧	2024.01~2025.07
		浆砌石挡渣墙		m^3	1092.95	自然山坡或挖方后的缓坡	2024.01~2025.07
		浆砌石排水沟		m	1275	塔位上坡侧	2024.01~2025.07
				m^3	845.14		
		消能措施		个	47	排水沟末端	2024.01~2025.07
		表土剥离		hm^2	23.16	基坑开挖区	2023.06~2024.06
				m^3	64871.44		
		表土回覆		m^3	64871.44	耕地恢复、绿化恢复区域	2023.11~2024.06
		土地整治	整治面积	hm^2	150.8964	施工扰动的林草地	2023.11~2024.06
			耕地恢复	hm^2	46.8836	临时扰动的耕地	2023.11~2024.06
	牵张场区	表土剥离		hm^2	3.69	施工扰动区	2023.06~2024.06
				m^3	10352		
		表土回覆		m^3	10352	耕地恢复、绿化恢复区域	2023.11~2024.06
		土地整治	整治面积	hm^2	14.96	施工扰动的林草地	2023.11~2024.06
			耕地恢复	hm^2	24.59	临时扰动的耕地	2023.11~2024.06
	跨越施工场地	土地整治	整治面积	hm^2	4.35	施工扰动的林草地	2023.11~2024.06
			耕地恢复	hm^2	2.21	临时扰动的耕地	2023.11~2024.06
	施工道路区	表土剥离		hm^2	14.77	施工扰动区	2023.06~2024.06
				m^3	44254		
		表土回覆		m^3	44254	耕地恢复、绿化恢复区域	2023.11~2024.06
		土地整治	整治面积	hm^2	73.254	施工扰动的林草地	2023.11~2024.06
			耕地恢复	hm^2	25.856	临时扰动的耕地	2023.11~2024.06
受	塔基	表土剥离		hm^2	1.01	基坑开挖区	2024.05~2024.12

防治分区		措施名称		单位	实际工程量合计	布设位置	实施时间
端接地极线路	区			m^3	2017		
		表土回覆		m^3	2017	耕地恢复、绿化恢复区域	2024.09~2025.03
		土地整治	整治面积	hm^2	6.78	施工扰动的林草地	2024.09~2025.06
			耕地恢复	hm^2	3.98	临时扰动的耕地	2024.09~2025.06
	牵张场区	表土剥离		hm^2	0.16	施工扰动区	2024.05~2024.12
				m^3	320		2024.09~2025.03
		表土回覆		m^3	320	耕地恢复、绿化恢复区域	2024.09~2025.03
		土地整治	整治面积	hm^2	0.2	施工扰动的林草地	2024.09~2025.06
			耕地恢复	hm^2	0.87	临时扰动的耕地	2024.09~2025.06
	跨越施工场地	土地整治	整治面积	hm^2	0.44	施工扰动的林草地	2024.09~2025.06
			耕地恢复	hm^2	0.28	临时扰动的耕地	2024.09~2025.06
	施工道路区	表土剥离		hm^2	2.06	施工扰动区	2024.05~2024.12
				m^3	4127		
		表土回覆		m^3	4127	耕地恢复、绿化恢复区域	2024.09~2025.03
		土地整治	整治面积	hm^2	3.77	施工扰动的林草地	2024.09~2025.06
			耕地恢复	hm^2	1.68	临时扰动的耕地	2024.09~2025.06

4.2 植物措施监测结果

4.2.1 卡麦换流站

（1）方案设计情况

依据《金上—湖北±800千伏特高压直流输电工程水土保持方案报告书》及其批复文件，卡麦换流站方案设计的水土保持植物措施包括:

1）站区

施工结束后，对站区非硬化地表进行绿化。

2）进站道路区

施工结束后对临时用地非耕地区域进行撒播草籽绿化，对需植物护坡的边坡进行锚杆框架植草护坡。

3）站用外接电源区

施工结束后，对站用外接电源区占用草地的区域撒播种草恢复。

4）站外供排水管线区

施工结束后，对站外供排水管线占用草地的区域撒播种草恢复。

5）施工生产生活区

施工结束后，对施工生产生活区占用林草地的区域撒播种草恢复。

6）弃渣场区

边坡设置植草护坡，弃土结束后，对坡面、渣顶、临时道路实施撒播草籽。

（2）实际实施情况

实际实施阶段，各防治分区根据工程征占地情况变化、主体工程设计变化等因素进行了调整，水土保持植物措施实施类型及工程量较方案设计阶段发生了变化。

1）站区

施工结束后，对站区边坡实施植基袋绿化护坡 3.14hm²和站区绿化 0.70hm²。

2）进站道路区

对进站道路区边坡实施锚杆框架植草护坡 7376m²、撒播草籽 7.43hm²和栽植灌木 2792 株。

3）站用外接电源区

施工结束后，对站用外接电源区占用林草地的区域实施撒播草籽面积为 3.82hm²。

4）站外供排水管线区

施工结束后，对站外供排水管线占用林草地的区域实施撒播草籽面积为 1.11hm²。

5）施工生产生活区

施工结束后，对施工生产生活区占用林草地的区域实施撒播草籽面积为 1.88hm²。

6）临时堆土区

施工结束后，对临时堆土区占用林草地的区域实施撒播草籽面积为 3.00hm²。

7）弃渣场区

对弃渣场区边坡实施植草护坡 2300m²，施工结束后，对占用林草地的区域实施撒播草籽面积为 0.93hm²。



卡麦换流站站区西南侧边坡绿化



进站道路区绿化



1#弃渣场区绿化



2#弃渣场区绿化

图 4.2-1　卡麦换流站实际完成的植物措施示例

表 4.2-1　卡麦换流站工程水土保持植物措施监测表

防治分区	措施类型		单位	实际工程量	布设位置	实施时间
站区	站区绿化		hm^2	0.70	站区西南侧挖方边坡	2025.4～2025.5
	植基袋绿化护坡		hm^2	3.14	站区填方边坡	2024.9～2025.1
进站道路区	锚杆框架植草护坡		m^2	7376	进站道路区挖方边坡	2024.9～2025.1
	撒播草籽	撒播面积	hm^2	7.43	进站道路绿化区域	2024.9～2025.1
		撒播量	kg	743	进站道路绿化区域	2024.9～2025.1
	栽植灌木		株	2792	进站道路绿化区域	2024.9～2025.1
站用外接电源区	撒播草籽	撒播面积	hm^2	3.82	占用林草地区域	2024.1
		撒播量	kg	382	占用林草地区域	2024.1
站外供排水管线区	撒播草籽	撒播面积	hm^2	1.11	占用林草地区域	2024.5
		撒播量	kg	111	占用林草地区域	2024.5
施工生产生活区	撒播草籽	撒播面积	hm^2	1.88	占用林草地区域	2025.12
		撒播量	kg	188	占用林草地区域	2025.12
临时堆土场区	撒播草籽	撒播面积	hm^2	3	占用林草地区域	2025.12
		撒播量	kg	300	占用林草地区域	2025.12
弃渣场区	植草护坡		m^2	2300	弃渣场外边坡	2024.9～2025.1
	撒播	撒播面积	hm^2	0.93	渣体坡顶	2024.9～2025.1

防治分区	措施类型		单位	实际工程量	布设位置	实施时间
	草籽	撒播量	kg	95	渣体坡顶	2024.9～2025.1

4.2.2 帮果换流站

（1）方案设计情况

依据《金上—湖北±800千伏特高压直流输电工程水土保持方案报告书》及其批复文件，帮果换流站方案设计的水土保持植物措施包括:

1）站区

在站前区撒播草籽进行绿化。土地整治结束后，在站区挖方边坡进行植草皮绿化护坡，填方边坡表面植生袋护坡，以满足挖填方边坡防护需要。土地整治结束后，对临时占地进行撒播黑麦草和狗牙根草籽恢复植被。

2）进站道路区

土地整治结束后，在进站道路挖方边坡进行植草皮绿化护坡。

3）站用外接电源区播撒草籽

土地整治结束后，对临时占地区域进行撒播黑麦草和狗牙根草籽恢复植被。

4）站外供排水管线区

土地整治结束后，对临时占地区域进行撒播黑麦草和狗牙根草籽恢复植被。

5）泥石流治理区

土地整治结束后，对临时占地区域进行撒播黑麦草和狗牙根草籽恢复植被。

6）施工生产生活区

场平后，在施工生产生活区边坡进行格构植草边坡护坡，满足边坡防护需要。土地整治结束后，对其进行撒播黑麦草和狗牙根草籽恢复植被。

7）表土临时堆放区

土地整治结束后，对临时占地区域进行撒播黑麦草和狗牙根草籽恢复植被。

（2）实际实施情况

实际实施阶段，各防治分区根据工程征占地情况变化、主体工程设计变化等因素进行了调整，水土保持植物措施实施类型及工程量较方案设计阶段发生了变化。

1）站区

施工结束后，站区植生袋护坡41082m^2，实施撒播草籽面积为1.56hm^2。

2）进站道路区

对高台阶进站道路及低台阶进站道路边坡实施植生袋护坡 3100m^2。

3）站用外接电源区

施工结束后，对站用外接电源区占用林草地的区域实施撒播草籽面积为 0.26hm^2。

4）站外供排水管线区

施工结束后，对站外供排水管线占用林草地的区域实施撒播草籽面积为 0.09hm^2。

5）泥石流治理区

施工结束后，对泥石流治理中占用林草地的区域实施挂网喷播 0.22hm^2，撒播草籽面积为 0.09hm^2。

6）施工生产生活区

施工结束后，对施工生产生活区占用林草地的区域实施撒播草籽面积为 4hm^2，边坡实施格构植草护坡 2500m^2。

7）表土临时堆放区

土地整治结束后，对临时占地区域进行撒播草籽，播撒面积 0.8hm^2。

	
站区边坡绿化	站区边坡绿化



排导槽边坡绿化



道路边坡绿化

图 4.2-2　帮果换流站实际完成的植物措施示例

表 4.2-2　帮果换流站工程水土保持植物措施监测表

防治分区	措施类型		单位	实际工程量	布设位置	实施时间
站区	站区绿化		m^2	760	站区内	2024.5~2024.8
	植生袋护坡		m^2	41082	站区填方边坡	2024.5~2024.8
	撒播草籽	撒播面积	hm^2	1.56	站区填方边坡	2024.5~2024.8
		撒播量	kg	156	站区填方边坡	2024.5~2024.8
进站道路区	植生袋护坡		m^2	3100	高、低台阶进站道路	2024.6~2024.8
站用外接电源区	撒播草籽	撒播面积	hm^2	0.26	站外电源区域	2023.10~2023.12
		撒播量	kg	20.8	站外电源区域	2023.10~2023.12
站外供排水管线区	撒播草籽	撒播面积	hm^2	0.09	站外边坡区域	2024.6~2024.8
		撒播量	kg	7.2	站外边坡区域	2024.6~2024.8
泥石流治理区	挂网喷播		hm^2	0.22	泥石流治理区范围	2024.12-2025.1
	撒播草籽	撒播面积	hm^2	0.09	泥石流治理区范围	2024.8~2024.10
		撒播量	kg	7.2	泥石流治理区范围	2024.8~2024.10
施工生产生活区	格构植草护坡		m^2	2500	施工生产生活区	2025.10-2026.1
	撒播草籽	撒播面积	hm^2	4	施工生产生活区	2025.10-2026.1
		撒播量	kg	320	施工生产生活区	2025.10-2026.1
表土临时堆放区	撒播草籽	撒播面积	hm^2	0.8	站区占地范围	2024.6~2024.8
		撒播量	kg	64	站区占地范围	2024.6~2024.8

4.2.3 湖北换流站

（1）方案设计情况

依据《金上—湖北±800 千伏特高压直流输电工程水土保持方案报告书》及其批复文件，湖北换流站方案设计的水土保持植物措施包括:

1）站区

施工结束后，对站前区进行绿化。

2）施工生活生产区

施工生产生活区施工结束后对可绿化区域采取播撒草籽恢复植被。

3）站外供排水管线区

供排水管线区施工结束后对管线开挖区域可绿化区域采取播撒草籽恢复植被。

4）站用外接电源区

施工结束后对开挖区域占用可绿化区域采取播撒草籽恢复植被。

（2）实际实施情况

实际实施阶段，各防治分区根据工程征占地情况变化、主体工程设计变化等因素进行了调整，水土保持植物措施实施类型及工程量较方案设计阶段发生了变化。

1）站区

站区施工结束后，对站区非硬化场地进行绿化，绿化面积为 8.07hm^2，撒播草籽面积为 0.85hm^2。

2）进站道路区

进站道路区施工完成后对站道路的植草护坡内种草区域实施撒播草籽，撒播草籽面积为 1.69hm^2。

3）施工生产生活区

施工结束后对施工生产生活区占用草地的区域进行撒播草籽恢复植被，撒播草籽面积为 0.7hm^2。



湖北换流站站区绿化



湖北换流站站区绿化

图 4.2-3　湖北换流站实际完成的植物措施示例

表 4.2-3　湖北换流站工程水土保持植物措施监测表

防治分区	措施类型	单位	实际实施工程量	布置位置	实施时间
站区	站区绿化	hm^2	8.07	站区绿化区域	2025.4~2025.6

防治分区	措施类型		单位	实际实施工程量	布置位置	实施时间
	撒播草籽	撒播面积	hm^2	0.85	施工扰动区占用草地区域	2025.6~2025.11
		播种量	kg	68	/	/
进站道路区	撒播草籽	撒播面积	hm^2	1.69	进站道路边坡绿化区域	2024.4~2025.6
		播种量	kg	135.2	/	/
施工生产生活区	撒播草籽	撒播面积	hm^2	0.7	施工扰动区占用草地区域	2025.6~2025.11
		播种量	kg	56	/	/

4.2.4 送端接地极

（1）方案设计

依据《金上—湖北±800千伏特高压直流输电工程水土保持方案报告书》及其批复文件，送端接地极方案设计的水土保持植物措施包括:

1）电极电缆区

土地整治结束后，对草皮回铺区以外的区域9.27hm^2进行撒播黑麦草和狗牙根草籽恢复植被。

2）检修道路区

土地整治结束后，对占地区域2.20hm^2进行撒播黑麦草和狗牙根草籽恢复植被。

3）站用外接电源区

土地整治结束后，对除草皮回铺之外的面积2.37hm^2进行撒播黑麦草和狗牙根草籽恢复植被。

（2）实际实施

实际实施阶段，各防治分区根据工程征占地情况变化、主体工程设计变化等因素进行了调整，水土保持植物措施实施类型及工程量较方案设计阶段发生了变化。

1）电极电缆区

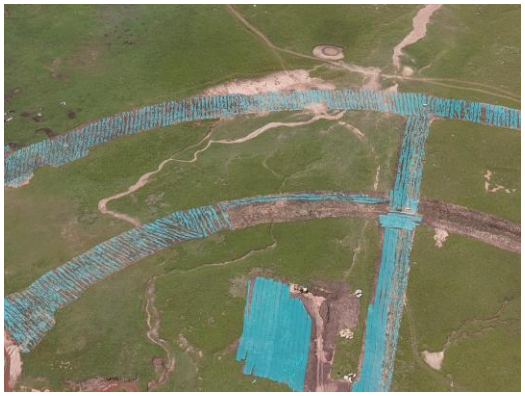
土地整治结束后，对草皮回铺区以外的区域9.11hm^2进行撒播黑麦草和狗牙根草籽恢复植被。

2）检修道路区

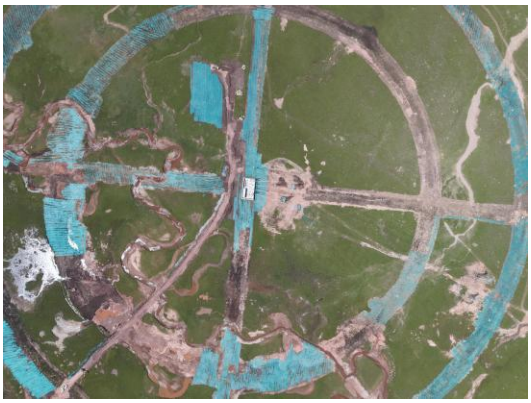
土地整治结束后，对占地区域 2.80hm² 进行撒播黑麦草和狗牙根草籽恢复植被。

3）站用外接电源区

土地整治结束后，对除草皮回铺之外的面积 2.51hm² 进行撒播黑麦草和狗牙根草籽恢复植被。



送端接地极电极电缆区绿化



送端接地极电极电缆区绿化

图 4.2-4　送端接地极实际完成的植物措施示例

表 4.2-4　送端接地极工程水土保持植物措施监测表

防治分区		措施类型		单位	实际工程量	布设位置	实施时间
送端接地极	电极电缆区	撒播草籽	撒播面积	hm²	13.58	占用草地区域	2025.6
			撒播量	kg	1358		
	检修道路区	撒播草籽	撒播面积	hm²	2.8	占用草地区域	2025.6
			撒播量	kg	280		
	站用外接电源区	撒播草籽	撒播面积	hm²	2.51	占用草地区域	2025.6
			撒播量	kg	251		

4.2.5 受端接地极

（1）方案设计情况

方案设计阶段新建受端接地极工程由于占用场地均为耕地，未设计植物措施。

（2）实际实施情况

受端接地极施工扰动裸露场地当前已恢复为耕地，实际无植物措施实施。

4.2.6 输电线路

（1）方案设计

依据《金上—湖北±800千伏特高压直流输电工程水土保持方案报告书》及其批复文件，输电线路工程方案设计的水土保持植物措施包括:

1）塔基区

对占用林草地的塔基区施工完成后撒播种草进行植被覆盖。

2）牵张场地区、跨越施工场地、施工道路区

对占用林地的牵张场地、跨越施工场地区、施工道路区栽植灌木、撒播种草进行恢复，对占用草地区域的牵张场地、跨越施工场地区、施工道路区撒播种草进行恢复。

（2）实际实施情况

实际实施阶段，各防治分区根据工程征占地情况变化、主体工程设计变化等因素进行了调整，水土保持植物措施实施类型及工程量较方案设计阶段发生了变化。

1）塔基区

对占用林地区域的塔基于施工完成后在杆塔外围的临时施工场地内栽植灌木、撒播草籽（种草）进行植被恢复，塔基永久占地范围撒播草籽（种草）恢复。对占用草地的塔基除硬化塔腿外的施工裸露场地撒播草籽(种草)进行植被恢复。

塔基区撒播草籽面积，恢复林地面积

2）牵张场区、跨越施工场地区

对占用林地区域的牵张场区在施工完成后，栽植灌木、撒播草籽（种草）进行植被恢复。对占用草地的牵张场区、跨越施工场地区在施工完成后，撒播草籽（种草）进行植被恢复。

3）施工道路区

对占用林地区域的施工道路区在施工完成后，栽植乔灌木、撒播草籽（种草）进行植被恢复。对占用草地的施工道路区在施工完成后，撒播草籽（种草）进行植被恢复。

各直流线路分项工程实际实施的植物措施工程量（详见表4.2-6）如下:

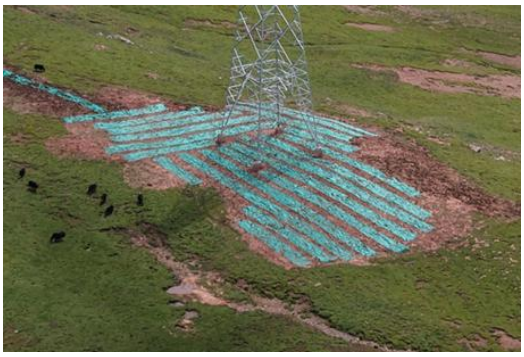
±400kV直流线路西藏段: 撒播草籽31.85hm^2，恢复林地: 栽植灌木2669株。

±400kV直流线路四川段: 撒播草籽329.75hm^2，恢复林地: 栽植灌木8272株。

±800kV 直流线路四川段：撒播草籽 358.51hm^2，草皮养护 15.87hm^2，恢复林地：栽植灌木 289205 株。

±800kV 直流线路重庆段：撒播草籽 62.90hm^2，恢复林地：栽植乔木 50825 株。

±800kV 直流线路湖北段：撒播草籽 236.76hm^2，恢复林地：栽植灌木 170211 株。

西藏段	
	
塔基区植被恢复	塔基区植被恢复
	
塔基区植被恢复	塔基区植被恢复
	
塔基区植被恢复	塔基区植被恢复
	
塔基区植被恢复	塔基区植被恢复
四川段	

	
塔基区植被恢复	塔基区植被恢复
	
塔基区植被恢复	塔基区植被恢复
	
N0216 塔基区植被恢复	塔基区植被恢复
	
塔基区植被恢复	塔基区植被恢复
重庆段	

	
植被恢复	植被恢复
	
植被恢复	植被恢复
	
植被恢复	植被恢复
湖北段	
	
塔基区撒播种草恢复	塔基区撒播种草恢复



耕地恢复



植被恢复

图 4.2-6　输电线路工程实际完成的植物措施示例

表 4.2-6　输电线路工程水土保持植物措施监测表

防治分区		措施名称		单位	实际工程量合计	布设位置	实施时间
送端接地极线路西藏段	塔基区	撒播草籽	撒播面积	hm^2	28.86	占用林草地区域	2025.5~2025.6
			撒播量	kg	2308.8	/	/
		草皮养护		hm^2	2.07	草皮堆存区域	2024.1~2025.5
		恢复林地	防护面积	hm^2	2.94	占用林地区域	2025.5~2025.6
			灌木	株	4227		
			幼苗抚育	hm^2	2.94		
	牵张场区	撒播草籽	撒播面积	hm^2	2.58	占用林草地区域	2025.5~2025.6
			撒播量	kg	206.4	/	/
	跨越施工场地	撒播草籽	撒播面积	hm^2	0.15	占用林草地区域	2025.5~2025.6
			撒播量	kg	12	/	/
	施工道路区	草皮养护		hm^2	4.3	草皮堆存区域	2024.1~2025.5
		撒播草籽	撒播面积	hm^2	21.8	占用林草地区域	2025.5~2025.6
			撒播量	kg	1744	/	/
±400kV直流线路西藏段	塔基区	撒播草籽	撒播面积	hm^2	2.25	占用林草地区域	2025.7~2025.8
			撒播量	kg	180	/	/
		恢复林地	防护面积	hm^2	0.99	占用林地区域	2025.7~2025.8
			灌木	株	1422		
			幼苗抚育	hm^2	0.99		
	牵张场区	撒播草籽	撒播面积	hm^2	0.71	占用林草地区域	2025.7~2025.8
			撒播量	kg	56.8	/	/
	跨越施工场地	撒播草籽	撒播面积	hm^2	0.05	占用林草地区域	2025.7~2025.8
			撒播量	kg	4	/	/
	施工道路	撒播草籽	撒播面积	hm^2	0.89	占用林草地区域	2025.7~2025.8
			撒播量	kg	71.2	/	/

防治分区		措施名称		单位	实际工程量合计	布设位置	实施时间
	区	恢复林地	防护面积	hm^2	0.87	占用林地区域	2025.7~2025.8
			灌木	株	1247		
			幼苗抚育	hm^2	0.87		
±400kV直流线路四川段	塔基区	撒播草籽	撒播面积	hm^2	21.52	占用林草地区域	2025.7~2025.8
			撒播量	kg	2582.78	/	/
		恢复林地	防护面积	hm^2	3.57	占用林地区域	2025.7~2025.8
			灌木	株	6699		
			幼苗抚育	hm^2	3.57		
	牵张场区	撒播草籽	撒播面积	hm^2	5.48	占用林草地区域	2025.7~2025.8
			撒播量	kg	680.2	/	/
	跨越施工场地	撒播草籽	撒播面积	hm^2	0.29	占用林草地区域	2025.7~2025.8
			撒播量	kg	35	/	/
	施工道路区	撒播草籽	撒播面积	hm^2	4.56	占用林草地区域	2025.7~2025.8
			撒播量	kg	546.73	/	/
		恢复林地	防护面积	hm^2	0.89	占用林地区域	2025.7~2025.8
			灌木	株	1573		
			幼苗抚育	hm^2	0.89		
送端接地极线路四川段	塔基区	撒播草籽	撒播面积	hm^2	1.32	占用林草地区域	2025.4~2025.6
			撒播量	kg	158.40		
	牵张场区	撒播草籽	撒播面积	hm^2	0.13	占用林草地区域	2025.4~2025.6
			撒播量	kg	15.60		
	跨越施工场地	撒播草籽	撒播面积	hm^2	0.04	占用林草地区域	2025.4~2025.6
			撒播量	kg	4.80		
	施工道路区	草皮养护		hm^2	0.00	/	/
		撒播草籽	撒播面积	hm^2	0.68	占用林草地区域	2025.4~2025.6
			撒播量	kg	81.35		
		恢复林地	防护面积	hm^2	0.17	占用林草地区域	2025.4~2025.9
			灌木	株	242	占用林草地区域	2025.4~2025.9
			幼苗抚育	hm^2	0.17	占用林草地区域	2025.4~2025.9
±800kV直流线路四川	塔基区	撒播草籽	撒播面积	hm^2	185.55	占用林草地区域	2025.7~2025.8
			撒播量	kg	22266	/	/
		草皮养护		hm^2	8.396	草皮堆存区域	2023.7~2025.7
		恢复林地	防护面积	hm^2	115.84	占用林地区域	2025.7~2025.8
			灌木	株	171168		
			幼苗抚育	hm^2	115.54		
	牵张场区	撒播草籽	撒播面积	hm^2	40.41	占用林草地区域	2025.7~2025.8
			撒播量	kg	2387	/	/
		恢复	防护面积	hm2	16.24	占用林地区域	2025.7~2025.8

防治分区		措施名称		单位	实际工程量合计	布设位置	实施时间
段		林地	灌木	株	23392		
			幼苗抚育	hm2	16.24		
	跨越施工场地区	撒播草籽	撒播面积	hm^2	5.54	占用林草地区域	2025.7~2025.8
			撒播量	kg	175	/	/
		恢复林地	防护面积	hm2	3.40	占用林地区域	2025.7~2025.8
			灌木	株	4897		
			幼苗抚育	hm2	3.40		
	施工道路区	草皮养护		hm^2	7.48	草皮堆存区域	2023.7~2025.7
		撒播草籽	撒播面积	hm^2	127.01	占用林草地区域	2025.7~2025.8
			撒播量	kg	8024.87	/	/
		恢复林地	防护面积	hm^2	59.64	占用林地区域	2025.7~2025.8
			灌木	株	89748		
			幼苗抚育	hm^2	59.64		
±800kV直流线路重庆段	塔基区	撒播草籽	撒播面积	hm^2	38.17	占压林草地的施工扰动区	2024.03~2025.10
			撒播量	kg	2980	占压林地的塔基区	2025.04~2025.11
		恢复林地	防护面积	hm^2	21.53	占压林地的塔基区	2025.04~2025.11
			乔木	株	31000		
			灌木	株	0	/	/
			幼苗抚育	hm^2	21.53	占压林草地的区域	2025.04~2025.11
	牵张场区	撒播草籽	撒播面积	hm^2	5.52	占压林草地的区域	2025.04~2025.11
			撒播量	kg	500		
		恢复林地	防护面积	hm^2	3.10	占压林地的牵张场地区	2025.04~2025.11
			乔木	株	4469		
			灌木	株	/	/	/
			幼苗抚育	hm^2	3.10	占压林草地的施工扰动区	2025.04~2025.11
	跨越施工场地	撒播草籽	撒播面积	hm^2	0.93	占压林草地的施工扰动区	2024.03~2025.08
			撒播量	kg	75.3	占压林地的跨越施工场地区	2025.04~2025.11
		恢复林地	防护面积	hm^2	0.61	占压林地的跨越施工场地区	2025.04~2025.11
			乔木	株	884		
			灌木	株	/	/	/
			幼苗抚育	hm^2	0.61	占压林草地的施工扰动区	2025.04~2025.11
	施工	撒播	撒播面积	hm^2	18.28	占压林草地的施	2024.03~2025.08

防治分区		措施名称		单位	实际工程量合计	布设位置	实施时间
	道路区	草籽				工扰动区	
			撒播量	kg	813	占压林地的施工道路区	2025.04~2025.11
		恢复林地	防护面积	hm^2	10.05	占压林地的施工道路区	2025.04~2025.11
			乔木	株	14472		
			灌木	株	/	/	/
			幼苗抚育	hm^2	10.05	占压林地的施工道路区	2025.04-2025.11
±800kV直流线路湖北段	塔基区	撒播草籽	撒播面积	hm^2	147.48	占压林草地的施工扰动区	2024.03~2025.10
			撒播量	kg	16161.52		
		恢复林地	防护面积	hm^2	99.158	占压林地的塔基区	2025.04~2025.11
			灌木	株	86203		
			幼苗抚育	hm^2	2.3		
	牵张场区	撒播草籽	撒播面积	hm^2	14.96	占压林草地的牵张场地区	2025.04~2025.11
			撒播量	kg	1622.4		
		恢复林地	防护面积	hm^2	12.48	占压林地的牵张场地区	2025.04~2025.11
			灌木	株	14157		
			幼苗抚育	hm^2	0.96		
	跨越施工场地	撒播草籽	撒播面积	hm^2	4.07	占压林草地的施工扰动区	2024.03~2025.08
			撒播量	kg	378		
		恢复林地	防护面积	hm^2	2.24	占压林地的跨越施工场地区	2025.04~2025.11
			灌木	株	1792		
			幼苗抚育	hm^2	0.28		
	施工道路区	撒播草籽	撒播面积	hm^2	70.25	占压林草地的施工扰动区	2024.03~2025.08
			撒播量	kg	7479.14		
		恢复林地	防护面积	hm^2	48.55	占压林地的施工道路区	2025.04~2025.11
			灌木	株	68059		
			幼苗抚育	hm^2	1.39		
受端接地极线路	塔基区	撒播草籽	撒播面积	hm^2	6.31	占压林草地的施工扰动区	2025.04-2025.11
			撒播量	kg	813.6		
		恢复林地	防护面积	hm^2	1.17	占压林地的塔基区	2025.04-2025.11
			灌木	株	1408		
			幼苗抚育	hm^2	1.17		
	牵张场区	撒播草籽	撒播面积	hm^2	0.2	占压林草地的牵张场地区	2025.04-2025.11
			撒播量	kg	24		
		恢复林地	防护面积	hm^2	0.08	占压林地的牵张场地区	2025.04-2025.11
			灌木	株	100		
			幼苗抚育	hm^2	0.08		
	跨越	撒播	撒播面积	hm^2	0.44	占压林草地的施	2025.03-2025.09

防治分区		措施名称		单位	实际工程量合计	布设位置	实施时间
	施工场地	草籽	撒播量	kg	52.8	工扰动区	
		恢复林地	防护面积	hm^2	0.15	占压林地的施工扰动区	2025.03-2025.11
			灌木	株	180		
			幼苗抚育	hm^2	0.15		
	施工道路区	撒播草籽	撒播面积	hm^2	3.36	占压林草地的施工道路区	2025.03-2025.09
			撒播量	kg	452.4		
		恢复林地	防护面积	hm^2	0.92	占压林地的施工道路区	2025.03-2025.11
			灌木	株	1107		
			幼苗抚育	hm^2	0.92		

4.3 临时措施监测结果

4.3.1 卡麦换流站

（1）方案设计情况

依据《金上—湖北±800千伏特高压直流输电工程水土保持方案报告书》及其批复文件，卡麦换流站方案设计的水土保持临时措施包括:

1）站区

对表土与其他土石方堆土进行植生袋装土拦挡、密目网苫盖，表土堆土进行彩条布铺垫，其他土石方堆土设置临时排水沟、临时沉沙池。

2）进站道路区

对表土堆土进行密目网苫盖、彩条布铺垫，开挖其他土石方集中堆放，对其他土石方堆土进行植生袋装土拦挡、密目网苫盖、临时排水沟、临时沉沙池，对临时占地区域进行棕垫铺垫。

3）站用外接电源区

对剥离表土及开挖其他土石方采取密目网苫盖、彩条布铺垫临时防护措施。

4）站外供排水管线区

对表土与其他土石方堆土进行植生袋装土拦挡、密目网苫盖，表土堆土进行彩条布铺垫。

5）施工生产生活区

对表土和其他土石方堆土进行植生袋装土拦挡、密目网苫盖，表土堆土进行彩条布铺垫。

6）弃渣场区

对表土堆土进行植生袋装土拦挡、密目网苫盖、彩条布铺垫，对临时占压便道进行棕垫铺垫。

（2）实际实施情况

实际实施阶段，各防治分区水土保持临时措施实施类型及工程量根据主体工程设计变化及实际工程需要等因素进行了调整。

1）站区

施工过程中站内基槽开挖土方临时堆放于施工场地范围内，布置植生袋装土拦挡、彩条布铺垫防护及密目网苫盖。站内布置临时排水沟、临时沉沙池，减少施工阶段雨水乱流，施工场地四周设置彩条旗围护限界措施。

经统计，站区密目网苫盖面积为 30550m²，植生袋装土拦挡为 4200m³，彩条布铺垫为 3170m²，彩条旗限界为 2320m，临时排水沟 110m，临时沉沙池 2 座。

2）进站道路区

施工过程中边坡开挖部分土方临时堆放于施工场地范围内，布置植生袋装土拦挡、彩条布铺垫防护、棕垫铺垫及密目网苫盖。道路内侧布置临时排水沟、临时沉沙池，减少施工阶段雨水乱流。

经统计，进站道路区密目网苫盖面积为 42031m²，植生袋装土拦挡为 2739m³，彩条布铺垫为 10347m²，棕垫铺垫为 27717m²，临时排水沟 85m，临时沉沙池 4 座。

3）站用外接电源区

站用外接电源区施工过程中临时堆土利用密目网苫盖防护，裸露地表采用彩条布铺垫。

经统计，站用外接电源区密目网苫盖面积为 584m²，彩条布铺垫面积为 199m²。

4）站外供排水管线区

站外供排水管线区临时堆土利用密目网苫盖、植生袋装土拦挡防护。

经统计，站外供排水管线区密目网苫盖面积为 4257m²，植生袋装土拦挡为 4979m³。

5）施工生产生活区

对裸露地表采取密目网苫盖、彩条布铺垫等临时防护措施，边坡设置植生袋装土拦挡防护，施工生产生活区在施工过程中设临时排水沟和沉沙池等临时防护措施。

经统计，施工生产生活区密目网苫盖面积为 12000m²，彩条布铺垫面积为 2000m²，植生袋装土拦挡为 1032m³，临时排水沟 150m，临时沉沙池 1 座。

6）临时堆土区

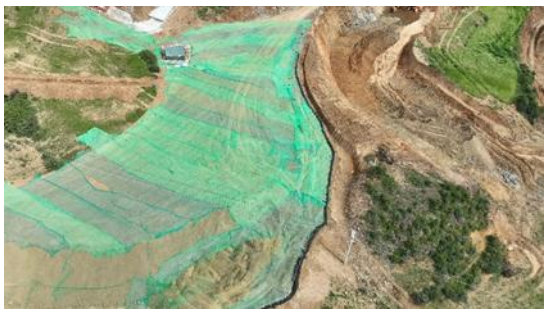
临时堆土区施工过程中对临时堆土利用密目网苫盖、彩条布铺垫、植生袋装土拦挡进行防护，堆土四周设置彩条旗限界，在施工过程中设临时排水沟措施。

经统计，临时堆土区密目网苫盖面积为 23000m²，彩条布铺垫面积为 550m²，植生袋装土拦挡为 360m³，临时排水沟 993m，彩条旗限界 2200m。

7）弃渣场区

弃渣场区施工过程中对临时堆土利用密目网苫盖、彩条布铺垫、棕垫铺垫、植生袋装土拦挡进行防护，在施工过程中设临时排水沟和临时沉沙池等措施。

经统计，弃渣场区密目网苫盖面积为 11000m²，彩条布铺垫面积为 7940m²，植生袋装土拦挡为 1200m³，临时排水沟 297m，临时沉沙池 2 座，棕垫铺垫 600m²。

<table>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>施工生产生活区道路边坡苫盖</td><td>施工场地苫盖和编织袋装土拦挡</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>临时堆土苫盖防护</td><td>临时堆土区彩条旗围护、苫盖防护</td></tr>
</table>



进站道路区边坡苫盖）



进站道路区边坡临时拦挡



弃渣场区边坡苫盖



弃渣场区边坡苫盖

图 4.3-1　卡麦换流站实际实施的临时措施示例

表 4.3-1　卡麦换流站工程水土保持临时措施监测表

防治分区	措施类型	单位	实际工程量	布设位置	实施时间
站区	植生袋装土拦挡	m^3	4200	填方边边坡及临时堆土坡脚	2023.7~2025.1
	植生袋拆除	m^3	4200		2025.1~2025.3
	密目网苫盖	m^2	30550	站区内裸露区域	2023.6~2025.7
	彩条布铺垫	m^2	3170	临时堆土底部	2023.6~2025.7
	临时排水沟	m	110	站区内汇水区域	2023.6~2025.7
	临时沉沙池	座	2		2023.6~2025.7
	彩条旗限界	m	2320	站区施工场地四周	2023.6~2024.1
进站道路区	植生袋装土拦挡	m^3	2739	填方边边坡及临时堆土坡脚	2023.7~2024.12
	植生袋拆除	m^3	2739		2024.12~2025.1
	密目网苫盖	m^2	42031	施工区裸露边坡	2023.7~2024.12
	彩条布铺垫	m^2	10347	临时堆土底部	2023.7~2024.12
	棕垫铺垫	m^2	27717	施工道路底部	2023.7~2024.12
	临时排水沟	m	85	道路内侧汇水区域	2023.7~2024.12
	临时沉沙池	座	4		2023.7~2024.12
站用外接电源	密目网苫盖	m^2	584	临时堆土表面	2023.7~2024.12
	彩条布铺垫	m^2	199	临时堆土底部	2023.7~2024.12

防治分区	措施类型	单位	实际工程量	布设位置	实施时间
区					
站外供排水管线区	植生袋装土拦挡	m^3	4979	临时堆土坡脚	2023.7~2024.4
	植生袋拆除	m^3	4979		2024.4
	密目网苫盖	m^2	4257	临时堆土表面	2023.7~2024.4
施工生产生活区	植生袋装土拦挡	m^3	1032	临时堆土坡脚	2023.7~2024.5
	植生袋拆除	m^3	1032		2024.5~2024.6
	密目网苫盖	m^2	12000	施工裸露区域	2023.7~2024.5
	彩条布铺垫	m^2	2000	临时堆土底部	2023.7~2024.5
	临时排水沟	m	150	施工生产生活区内汇水区域	2023.7~2024.5
	临时沉沙池	座	1		2023.7~2024.5
临时堆土区	植生袋装土拦挡	m^3	360	临时堆土坡脚	2023.7~2025.7
	植生袋拆除	m^3	360		2025.7
	密目网苫盖	m^2	23000	临时堆土表面	2023.7~2025.7
	彩条布铺垫	m^2	550	临时堆土底部	2023.7~2025.7
	临时排水沟	m	993	汇水区域	2023.7~2025.7
	彩条旗限界	m	2200	临时堆土四周	2023.7~2025.7
弃渣场区	植生袋装土拦挡	m^3	1200	临时堆土坡脚	2023.7~2024.10
	植生袋拆除	m^3	1200		2024.11
	密目网苫盖	m^2	11000	渣场边坡及裸露区域	2023.7~2024.10
	彩条布铺垫	m^2	7940	临时堆土底部	2023.7~2024.10
	临时排水沟	m	297	弃渣场区内汇水区域	2023.7~2024.10
	临时沉沙池	座	2		2023.7~2024.10
	棕垫铺垫	m^2	600	道路底部	2023.7~2024.10

4.3.2 帮果换流站

（1）方案设计情况

依据《金上—湖北±800千伏特高压直流输电工程水土保持方案报告书》及其批复文件，帮果换流站方案设计的水土保持临时措施包括:

1）站区

在站区内设置2个临时堆土场，用于站区开挖临时土石方的临时堆放。在临时堆土场的堆土坡顶、坡面采用密目网苫盖，密目网边缘用植生袋装土压实，临时堆土场密目网苫盖。

2）进站道路区

进站道路区施工过程中临时堆土在雨天或风天采用密目网苫盖，坡脚用重物压盖，密目网苫盖。

3）站用外接电源区

站用外接电源区电缆沟道铺设工艺简单，施工时间短，临时堆土堆放在开挖沟道的一侧，先开挖表层土，表层土与深层土分开堆放，临时堆土坡顶、坡面采用密目网苫盖，密目网边缘用植生袋装土压实，密目网苫盖，堆土底部采取彩条布铺垫。

4）站外供排水管线区

外供排水管线铺设施工时间短，临时堆土堆放在开挖沟道的一侧，先开挖表层土，表层土与深层土分开堆放，临时堆土坡顶、坡面采用密目网苫盖，密目网边缘用植生袋装土压实，密目网苫盖，堆土底部采取彩条布铺垫，彩条布铺垫。

5）泥石流治理区

泥石流治理区内设置临时堆土场，在临时堆土场的堆土坡顶、坡面采用密目网苫盖，密目网边缘用植生袋装土压实，临时堆土场密目网苫盖。

6）施工生产生活区

施工生产生活区内临时土石方堆土场，在临时堆土场的堆土坡顶、坡面采用密目网苫盖，密目网边缘用植生袋装土压实，临时堆土场密目网苫盖，在表土临时堆场底部铺设彩条布。

7）表土临时堆放区

表土临时堆放区在站场范围内，表土堆土的坡顶、坡面采用密目网苫盖，密目网边缘用植生袋装土压实，临时堆土密目网苫盖，在表土临时堆场底部铺设彩条布。

（2）实际实施情况

实际实施阶段，各防治分区水土保持临时措施实施类型及工程量根据主体工程设计变化及实际工程需要等因素进行了调整。

1）站区

实施了植生袋装土拦挡、植生袋拆除以及密目网苫盖等临时防护措施。经统计，站区植生袋装土拦挡 3750m^3，植生袋拆除 3750m^3，密目网苫盖面积为 140750m^2。

2）进站道路区

布设了密目网苫盖。经统计，进站道路区密目网苫盖面积为 236m^2。

3）站用外接电源区

采用了彩条布铺垫。经统计，站用外接电源区彩条布铺垫面积为 15m²。

4）站外供排水管线区

实施了植生袋装土拦挡、植生袋拆除、密目网苫盖和彩条布铺垫。经统计，站外供排水管线区植生袋装土拦挡为 2719m³，植生袋拆除 2719m³，密目网苫盖面积为 977m²，彩条布铺垫 930m²。

5）泥石流治理区

实施了植生袋装土拦挡、植生袋拆除和密目网苫盖。经统计，泥石流治理区植生袋装土拦挡 315m³，植生袋拆除 315m³，密目网苫盖面积为 1260m²。

6）施工生产生活区

布设了植生袋装土拦挡、植生袋拆除、密目网苫盖、彩条布铺垫，并修建了临时沉沙池。经统计，施工生产生活区植生袋装土拦挡 709m³，植生袋拆除 709m³，密目网苫盖面积为 3229m²，彩条布铺垫 1875m²，临时排水沟 142m³，临时沉沙池 2 座。

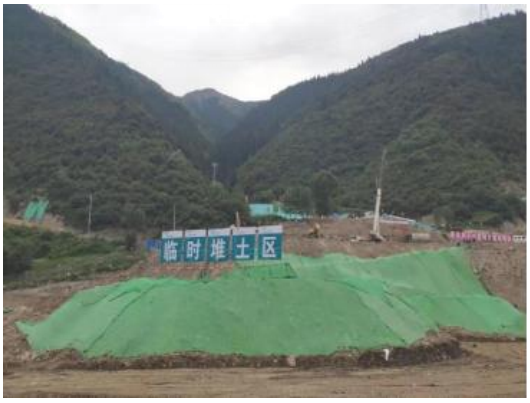
7）表土临时堆放区

实施了植生袋装土拦挡、植生袋拆除、密目网苫盖和彩条布铺垫。经统计，表土临时堆放区植生袋装土拦挡 7500m³，植生袋拆除 7500m³，密目网苫盖面积为 8000m²，彩条布铺垫 8000m²。

	
进站道路区边坡苫盖	站区施工过程苫盖



站区边坡临时排水



站区临时堆土苫盖

图 4.3-2　帮果换流站实际实施的临时措施示例

表 4.3-2　帮果换流站工程水土保持临时措施监测表

防治分区	措施类型	单位	实际工程量	布设位置	实施时间
站区	植生袋装土拦挡	m^3	3750	填方边坡及临时堆土坡脚	2023.8~2023.10
	植生袋拆除	m^3	3750		2023.8~2023.10
	密目网苫盖	m^2	140750	站区内裸露区域	2023.8~2024.6
进站道路区	密目网苫盖	m^2	236	高、低台阶进站道路	2023.8~2023.10
站用外接电源区	彩条布铺垫	m^2	15	外接电源	2023.8~2023.12
站外供排水管线区	植生袋装土拦挡	m^3	2719	临时堆土坡脚	2023.6~2023.9
	植生袋拆除	m^3	2719	站外供排水管线区	2023.6~2023.9
	密目网苫盖	m^2	977	站外供排水管线裸露区	2023.6~2023.9
	彩条布铺垫	m^2	930	临时堆土底部	2023.6~2023.9
泥石流治理区	植生袋装土拦挡	m^3	315	临时堆土坡脚	2023.7~2023.10
	植生袋拆除	m^3	315	泥石流治理范围	2023.7~2023.10
	密目网苫盖	m^2	1260	泥石流治理裸露区域	2023.7~2023.10
施工生产生活区	临时排水沟	m^3	142	施工生产生活区	2023.8~2023.10
	植生袋装土拦挡	m^3	709	施工生产生活区	2023.8~2023.10
	植生袋拆除	m^3	709	施工生产生活区	2023.10~2023.11
	密目网苫盖	m^2	3229	施工生产生活区裸露区	2023.8~2023.10
	彩条布铺垫	m^2	1875	临时堆土底部	2023.8~2023.10
	临时沉沙池	座	2	施工生产生活区	2023.8~2023.10
表土临时堆放区	植生袋装土拦挡	m^3	7500	临时堆土坡脚	2023.8~2024.6
	植生袋拆除	m^3	7500	临时堆土坡脚	2024.6~2024.8
	密目网苫盖	m^2	8000	表土区裸露区域	2023.8~2024.6
	彩条布铺垫	m^2	8000	临时堆土区域	2023.8~2024.6

4.3.3 湖北换流站

（1）方案设计情况

依据《金上—湖北±800 千伏特高压直流输电工程水土保持方案报告书》及

其批复文件，湖北换流站方案设计的水土保持临时措施包括:

1）站区

站内临时堆土场采取必要的防护措施，堆土边界设置植生袋装土拦挡，堆土坡顶、坡面采用密目网苫盖，边缘用植生袋装土压实，场地内和临时堆土场四周修建临时排水沟，排水沟末端设置沉沙池。

2）进站道路区

施工过程中对临时堆土堆放于道路一侧，堆土采用植生袋装土拦挡，临时堆土区和裸露边坡在雨天或风天采用密目网苫盖。

3）施工生产生活区

施工生产生活区采用平坡式布置方案，场地整平后，四周形成高低不等的填方边坡，边坡采取框格植草护坡，边坡坡顶设浆砌石截水沟，坡底设浆砌石排水沟，对临时堆土场采取必要的防护措施，堆土边界设置植生袋装土拦挡，堆土坡顶、坡面采用密目网苫盖，边缘用植生袋装土压实，表土堆放底部用彩条布隔离，场地内修建临时排水沟和沉沙池。场地内雨水经排水沟汇流后进入沉沙池，经沉沙池沉沙后排至附近自然沟道内，沉沙池定期清淤。

4）站外供排水管线区

施工过程中临时土方临时堆放于开挖管线一侧，堆土采用植生袋装土拦挡，临时堆土区和裸露边坡在雨天或风天采用密目网苫盖，坡脚用重物压盖，表土堆放底部用彩条布隔离。

5）站用外接电源区

站外电源临时堆土堆放应将表层土与深层土分开堆放，下面用彩条布铺垫，采用密目网对堆土表面进行苫盖。

（2）实际实施情况

实际实施阶段，各防治分区水土保持临时措施实施类型及工程量根据主体工程设计变化及实际工程需要等因素进行了调整。

1）站区

站区内裸露空地、基础开挖边坡利用密目网苫盖措施临时防护，边坡坡脚设置临时排水沟和临时沉沙池措施。

经统计，站区实施植生袋土拦挡 925m^3，密目网苫盖 12442m^2，临时排水沟 305m，临时沉沙池 2 座。

2）进站道路

进站道路区内表土及开挖土石方采取植生袋土拦挡、密目网苫盖等临时防护措施。

经统计，进站道路区实施植生袋土拦挡 2012m^3，密目网苫盖面积为 4795m^2。

3）施工生产生活

施工生产生活区施工前剥离的表土集中堆放至施工生产生活区内的临时堆土场，并采取植生袋装土拦挡、密目网苫盖等临时防护措施，施工过程中设临时排水沟和沉沙池等临时防护措施。

经统计，施工生产生活区实施浆砌石排水沟 2020m，框格植草护坡 3600m^2，植生袋土拦挡 895m^3，密目网苫盖 8437m^2，临时排水沟 850m，临时沉沙池 4 座。

4）站外供排水管线区

站外供排水管线区沟槽开挖土方利用植生袋土拦挡及密目网苫盖措施防护。

经统计，站外供排水管线区实施植生袋土拦挡 10590m^3，彩条布隔离 13500m^2，彩条旗限界 5200m，密目网苫盖 24852m^2。

5）站用外接电源区

站用外接电源区电缆管线开挖土方及施工裸露面利用密目网苫盖防护，施工裸露场地采用彩条旗限界、彩条布铺垫措施。

经统计，站用外接电源区实施彩条布隔离 4000m^2，彩条旗限界 1800m，密目网苫盖 4536m^2。

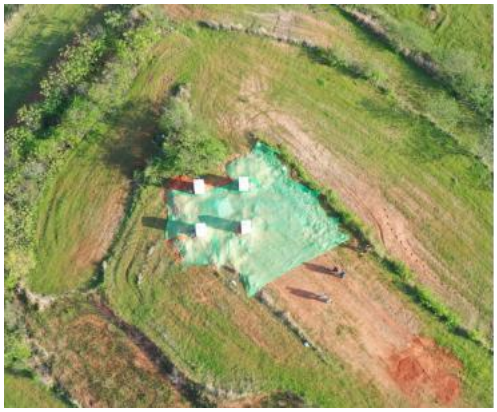
	
湖北换流站站区临时排水沟及密目网苫盖	湖北换流站进站道路边坡密目网苫盖



湖北换流站临时堆土密目网苫盖防护



湖北换流施工场地密目网苫盖



湖北换流站站用外接电源密目网苫盖



湖北换流站施工生产生活区排水沟及沉沙池

图 4.3-3　湖北换流站实际实施的临时措施示例

表 4.3-3　湖北换流站工程水土保持临时措施监测表

防治分区	措施类型	单位	工程量	布设位置	实施时间
站区	植生袋土（石）拦挡	m^3	925	边坡及临时堆土坡脚	2023.07~2025.03
	密目网苫盖	m^2	12442	站区内裸露区域	2023.07~2025.06
	临时排水沟	m	305	站内汇水区域	2023.09~2024.03
	临时沉沙池	座	2	站内汇水区域	2023.09~2024.03
进站道路区	植生袋土（石）拦挡	m^3	2175	进站道路坡脚	2023.10~2024.12
	密目网苫盖	m^2	4795	进站道路裸露区域	2023.10~2024.12
施工生产生活区	浆砌石排水沟	m	2020	汇水区域	2024.01~2024.06
	框格植草护坡	m^2	3600	施工生产生活区边坡	2024.01~2024.09
	植生袋土（石）拦挡	m^3	895	临时堆土坡脚	2023.10~2024.12
	彩条布隔离	m^2	0	临时堆土底部	2024.06~2025.06

防治分区	措施类型	单位	工程量	布设位置	实施时间
	密目网苫盖	m^2	8437	裸露地表区域	2023.07~2025.06
	临时排水沟	m	850	施工生产生活区汇水区域	2023.09~2024.03
	临时沉沙池	座	4	施工生产生活区汇水区域	2023.09~2024.03
站外供排水管线区	植生袋土（石）拦挡	m^3	10590	临时堆土坡脚	2023.10~2024.9
	彩条布隔离	m^2	13500	临时堆土底部	2023.10~2024.9
	彩条旗限界	m	5200	施工扰动范围边界	2023.07~2025.03
	密目网苫盖	m^2	24852	临时堆土表面	2023.10~2024.9
站外电源设施区	彩条布隔离	m^2	4000	临时堆土底部	2023.10~2024.9
	彩条旗限界	m	1800	施工扰动范围边界	2023.07~2025.03
	密目网苫盖	m^2	4536	临时堆土表面	2023.10~2024.9

4.3.4 送端接地极

（1）方案设计

依据《金上—湖北±800千伏特高压直流输电工程水土保持方案报告书》及其批复文件，送端接地极工程方案设计的水土保持临时措施包括:

1）电极电缆区

电极电缆区在极环及电缆沟两侧设置施工场地，先剥离草皮，后开挖深层土。草皮与深层土分开堆放，开挖其他土石方临时堆放在开挖沟道一侧，进行密目网苫盖，在施工场地内设置一个草皮临时堆场，草皮底部进行彩条布铺垫，表面采用密目网苫盖，堆土边界设置植生袋装土拦挡。对电极电缆区临时占用的土地进行棕垫铺垫，以保护地表的草甸。

2）检修道路区

施工前对占地区域进行棕垫铺垫，以满足草地保护需要

3）站用外接电源区

施工过程中临时堆土在雨天或风天采用密目网苫盖，坡脚用重物压盖，表土底部采取彩条布铺垫。对站用外接电源区临时占用的土地进行棕垫铺垫，以保护地表的草甸。

（2）实际实施情况

实际实施阶段，各防治分区水土保持临时措施实施类型及工程量根据主体工

程设计变化及实际工程需要等因素进行了调整。

1）电极电缆区

电极电缆区对临时堆土进行密目网苫盖，草皮临时堆场底部进行彩条布铺垫，表面采用密目网苫盖，堆土边界设置植生袋装土拦挡，对临时占地进行棕垫铺垫，以保护地表的草甸。经统计：密目网苫盖 36772m^2，彩条布铺垫 4002m^2，植生袋装土拦挡 354m^3，棕垫铺垫 68170m^2。

2）检修道路区

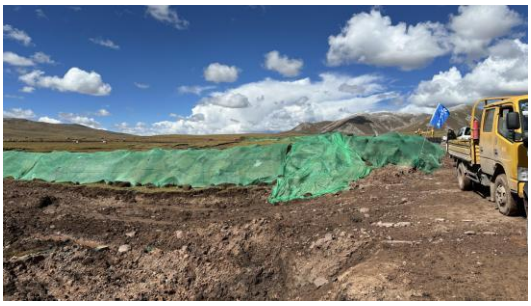
施工前对草皮堆放区域进行密目网苫盖，密目网苫盖 12994m^2。

3）站用外接电源区

施工过程中临时堆土在雨天或风天采用密目网苫盖，坡脚用重物压盖，表土底部采取彩条布铺垫。对站用外接电源区临时占用的土地进行棕垫铺垫，以保护地表的草甸。经统计：密目网苫盖 240m^2，彩条布铺垫 231m^2，棕垫铺垫 19290m^2。



检修道路区密目网苫盖



送端极址区临时堆土防护

图 4.3-4　送端接地极工程实际实施的临时措施示例

表 4.3-4　送端接地极工程水土保持临时措施监测表

防治分区	措施类型	单位	实际工程量	布设位置	实施时间
电极电缆区	植生袋装土拦挡	m^3	354	临时堆土坡脚	2024.1~2025.5
	植生袋拆除	m^3	354		2025.5
	密目网苫盖	m^2	36772	临时堆土表面	2024.1~2025.5
	彩条布铺垫	m^2	4002	临时堆土底部	2024.1~2025.5
	棕垫铺垫	m^2	68170	施工扰动区域底部	2024.1~2025.5
检修道路区	密目网苫盖	m^2	12994	临时堆土表面	2024.1~2025.5
站用外接电源区	密目网苫盖	m^2	240	临时堆土表面	2024.1~2025.5
	彩条布铺垫	m^2	231	临时堆土底部	2024.1~2025.5
	棕垫铺垫	m^2	19290	施工扰动区域底部	2024.1~2025.5

4.3.5 受端接地极

（1）方案设计情况

依据《金上—湖北±800千伏特高压直流输电工程水土保持方案报告书》及其批复文件，受端接地极工程方案设计的水土保持临时措施包括:

1）电极电缆区

施工过程中临时土方临时堆放于开挖电缆沟一侧，堆土采用植生袋装土拦挡，临时堆土区和裸露边坡采用密目网苫盖，坡脚用重物压盖，表土堆放底部用彩条布隔离。

2）站用外接电源区

施工过程中临时堆土区采用密目网苫盖，坡脚用重物压盖，表土堆放底部用彩条布隔离。

（2）实际实施情况

实际实施阶段，各防治分区水土保持临时措施实施类型及工程量根据主体工程设计变化及实际工程需要等因素进行了调整。

1）电极电缆区

电极电缆区沟槽开挖土方采用植生袋装土拦挡，利用密目网进行苫盖防护，表土堆放底部用彩条布隔离。

经统计，电极电缆区实施植生袋土拦挡5116m^3，密目网苫盖面积为19201m^2，彩条布铺垫面积为15227m^2。

2）站用外接电源区

站用外接电源区基础开挖土方利用密目网进行苫盖防护，表土堆放底部用彩条布隔离。

经统计，站用外接电源区彩条布隔离250m^2，密目网苫盖面积为300m^2。



受端接地极电极电缆区密目网苫盖



受端极址区临时堆土防护

图 4.3-5　受端接地极工程实际实施的临时措施示例

表 4.3-5　受端接地极工程水土保持临时措施监测表

防治分区	措施类型	单位	工程量	布设位置	实施时间
站用外接电源区	彩条布隔离	m^2	250	临时堆土下坡侧及施工裸露空地	2024.10~2025.06
	密目网苫盖	m^2	300	临时堆土顶部	2024.10~2025.06
电缆电极区	植生袋土（石）拦挡	m^3	5116	临时堆土坡脚处	2024.10~2025.06
	彩条布隔离	m^2	15227	临时堆土下坡侧及施工裸露空地	2024.10~2025.06
	密目网苫盖	m^2	19201	临时堆土顶部	2024.10~2025.06

4.3.6 输电线路

（1）方案设计

依据《金上—湖北±800 千伏特高压直流输电工程水土保持方案报告书》及其批复文件，输电线路工程方案设计的水土保持临时措施包括:

1）塔基区

基础开挖土方临时堆放场地彩条布铺垫，堆土利用编织袋装土拦挡、密目网苫盖防护，塔基施工场地外围布置彩条旗围护，钻孔灌注桩基础施工场地布置泥浆沉淀池。

2）牵张场区

牵张场区彩条布铺垫、钢板进行隔离保护，施工场地外围布置彩条旗限界措施。

3）跨越施工场地区

跨越施工场地区外围布置彩条旗限界措施。

4）施工道路区

路面铺设钢板进行隔离保护，对于实施表土剥离、临时堆放表土的施工道路段，表土堆土场地铺垫彩条布，利用编织袋装土拦挡、密目网苫盖防护。部分施工道路内侧布置临时排水沟道，路基填筑边坡素土夯实。

（2）实际实施情况

实际实施阶段，各防治分区根据主体工程设计变化及实际工程需要等因素进行了调整，水土保持临时措施实施类型及工程量较方案设计阶段发生了变化。

1）塔基区

基础开挖土方临时堆放场地彩条布铺垫，堆土利用编织袋装土拦挡、密目网苫盖防护，塔基施工场地外围布置彩条旗围护，钻孔灌注桩基础施工场地布置泥浆沉淀池。

2）牵张场区

牵张场区彩条布铺垫、钢板进行隔离保护，开挖土方利用密目网苫盖，施工场地外围布置彩条旗围护措施。

3）跨越施工场地区

跨越施工场地区外围布置彩条旗围护措施。

4）施工道路区

对于实施表土剥离、临时堆放表土的施工道路段，表土堆土场地铺垫彩条布，利用编织袋装土拦挡、密目网苫盖防护。部分施工道路内侧布置临时排水沟道，路基填筑边坡素土夯实。道路外围布置彩条旗围护措施，部分软地基位置的施工道路铺设钢板进场。

索道材料站临时堆放的砂石料底部布置彩条布铺垫，砂石料表面覆盖密目网。

直流线路各分项工程实际实施的临时措施工程量（详见表 4.3-5）如下：

±400kV 直流线路西藏段：植生袋装土拦挡 31m^3，密目网苫盖 9646m^2，彩条旗围护 3654m，彩条布隔离 6094m^2，铺设钢板 1000m^2，棕垫铺垫 734m^2，临时排水沟 89m。

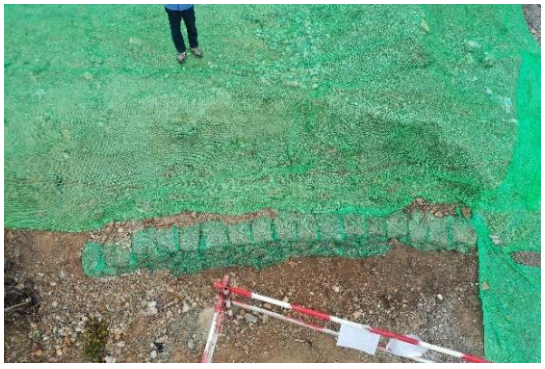
±400kV 直流线路四川段：植生袋装土拦挡 368m³，密目网苫盖 10522m²，彩条旗围护 20083m，彩条布隔离 54464m²，铺设钢板 6094m²，棕垫铺垫 1871m²，临时排水沟 243m。

±800kV 直流线路四川段：植生袋装土拦挡 4968m³，密目网苫盖 541221m²，彩条旗围护 515172m，彩条布隔离 400521m²，泥浆沉淀池 46 个，铺设钢板 88665m²，棕垫铺垫 74423m²，临时排水沟 1826m。

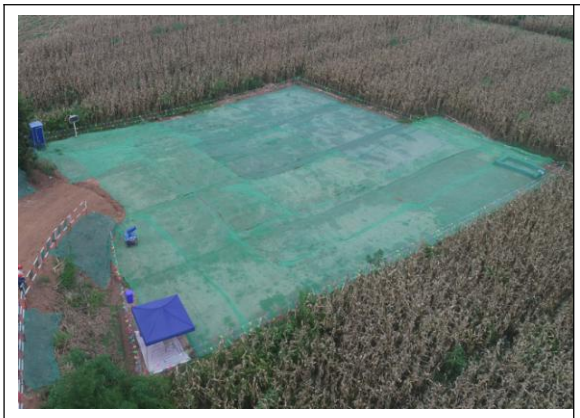
±800kV 直流线路重庆段：彩条旗围护 45182m，彩条布隔离 73708m²，密目网苫盖 122585m²，泥浆沉淀池 83 座，铺垫钢板 13104m²，植生袋装土拦挡 9518m³，植生袋拆除 9518m³，临时排水沟 4024m。

±800kV 直流线路湖北段：彩条旗围护 720547m，彩条布隔离 230704m²，密目网苫盖 281672m²，泥浆沉淀池 573 座，铺垫钢板 23800m²，植生袋装土拦挡 29354m³，植生袋拆除 29354m³，临时排水沟 9432m。

<table>
<tr><td colspan="2">西藏段</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>塔基区临时苫盖</td><td>塔基区临时苫盖</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>接地极线路塔基临时苫盖、拦挡、硬质围栏</td><td>接地极线路塔基临时苫盖、拦挡、硬质围栏</td></tr>
<tr><td colspan="2">四川段</td></tr>
</table>

	
塔基索道堆料区临时铺垫	塔基密目网苫盖
	
索道硬质围栏、苫盖（2023.8.17）	索道硬质围栏、苫盖
	
塔基临时拦挡、苫盖	塔基临时苫盖
	
塔基表土装袋堆存、临时苫盖	塔基临时苫盖

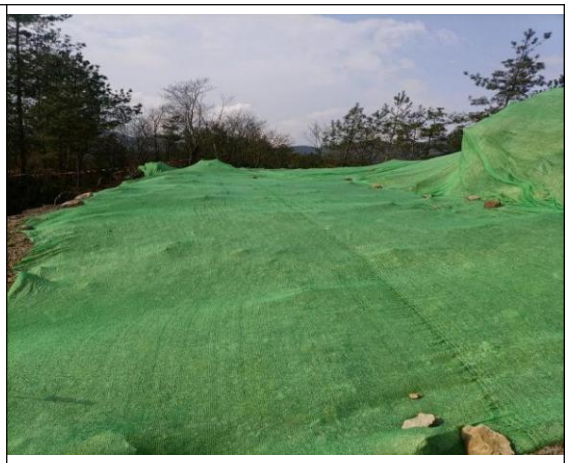
<table>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>塔基施工道路边坡苫盖</td><td>塔基索道临时苫盖、铺垫</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>塔基草皮剥离、临时铺垫、苫盖、硬质围栏</td><td>塔基草皮剥离、临时苫盖</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>塔基彩条旗围护、临时苫盖</td><td>塔基彩条旗围护、临时苫盖</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>塔基硬质围栏、临时苫盖</td><td>塔基彩条布铺垫、硬质围栏</td></tr>
<tr><td colspan="2">重庆段</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>防尘网铺垫+彩旗绳限界</td><td>施工道路临时堆土防护</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>防尘网铺垫+彩旗绳限界+彩条布铺垫</td><td>表土剥离+防尘网苫盖+植生袋拦挡</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>防尘网铺垫+彩旗绳限界</td><td>防尘网苫盖+围栏限界+临时堆土防护</td></tr>
<tr><td colspan="2">湖北段</td></tr>
</table>

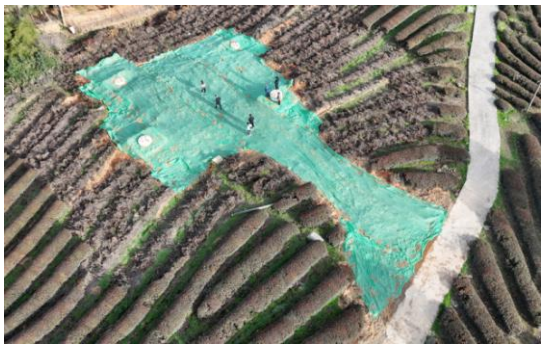
	
表土剥离及密目网苫盖防护	填土编织袋拦挡
	
塔基区防尘网苫盖	索道口彩条布铺垫
	
编织袋装土拦挡	索道口防尘网苫盖及铁质围栏限界



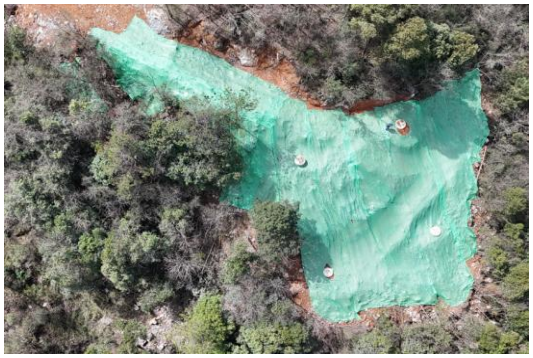
防尘网苫盖



防尘网苫盖



密目网苫盖



密目网苫盖

图 4.3-6　输电线路工程实际实施临时措施示例

表 4.3-6 输电线路工程水土保持临时措施监测表

防治分区		措施名称	单位	实际工程量合计	布设位置	实施时间
送端接地极线路西藏段	塔基区	植生袋装土拦挡	m^3	112	临时堆土坡脚	2024.1~2025.4
		植生袋拆除	m^3	112		2025.4~2025.5
		彩条布隔离	m^2	70184	临时堆土底部	2024.1~2025.4
		密目网苫盖	m^2	122618	临时堆土表面	2024.1~2025.4
		彩条旗围护	m	38838	塔基施工边界	2024.1~2025.4
		泥浆沉淀池	座	2	灌注桩基础塔基施工场地内	2024.1~2024.5
	牵张场区	彩条布隔离	m^2	3532	牵张设备底部	2024.6~2025.5
		密目网苫盖	m^2	1269	施工场地内裸露区域	2024.6~2025.5
		彩条旗围护	m	4938	施工场地四周	2024.6~2025.5
		钢板铺设	m^2	3610	牵张设备底部	2024.6~2025.5
	跨越施工场地	彩条旗围护	m	443	施工场地四周	2024.6~2025.5
	施工	植生袋装土拦	m^3	514	临时堆土坡脚	2024.01~2024.06

防治分区		措施名称	单位	实际工程量合计	布设位置	实施时间
±400kV直流线路西藏段	道路区	挡				
		植生袋拆除	m^3	514		2024.01~2024.07
		临时排水沟	m	2186	站区内汇水区域	2024.01~2024.06
		彩条布隔离	m^2	11318	临时堆土底部	2024.01~2024.06
		密目网苫盖	m^2	28537	临时堆土表面	2024.01~2024.06
		棕垫铺设	m^2	18015	草地施工道路表面	2024.01~2024.06
	塔基区	植生袋装土拦挡	m^3	10	临时堆土坡脚	2024.01~2024.06
		植生袋拆除	m^3	10		2024.01~2024.07
		彩条布隔离	m^2	4655	临时堆土底部	2024.01~2024.06
		密目网苫盖	m^2	8132	临时堆土表面	2024.01~2024.06
		彩条旗围护	m	2139	施工场地四周	2024.6~2025.5
	牵张场区	彩条布隔离	m^2	978	牵张设备底部	2024.6~2025.5
		密目网苫盖	m^2	351	施工场地内裸露区域	2024.6~2025.5
		彩条旗围护	m	1368	施工场地四周	2024.6~2025.5
		钢板铺设	m^2	1000	牵张设备底部	2024.6~2025.5
	跨越施工场地	彩条旗围护	m	147	施工场地四周	2024.6~2025.5
	施工道路区	植生袋装土拦挡	m^3	21	临时堆土坡脚	2024.01~2024.06
		植生袋拆除	m^3	21		2024.01~2024.07
		临时排水沟	m	89	站区内汇水区域	2024.01~2024.06
		彩条布隔离	m^2	461	临时堆土底部	2024.01~2024.06
		密目网苫盖	m^2	1163	临时堆土表面	2024.01~2024.06
		棕垫铺设	m^2	734	草地施工道路表面	2024.01~2024.06
±400kV直流线路四川段	塔基区	植生袋装土拦挡	m^3	261	临时堆土坡脚	2024.01~2024.06
		植生袋拆除	m^3	261		2024.01~2024.07
		彩条布隔离	m^2	49579	临时堆土底部	2024.01~2024.06
		密目网苫盖	m^2	1675	临时堆土表面	2024.01~2024.06
		彩条旗围护	m	14952	施工场地四周	2024.6~2025.5
		棕垫铺垫	m^2	773	临时堆土底部	2024.01~2024.06
	牵张场区	彩条布隔离	m^2	3454	牵张设备底部	2024.6~2025.5
		密目网苫盖	m^2	3712	施工场地四周	2024.6~2025.5
		彩条旗围护	m	5002	施工场地四周	2024.6~2025.5
		钢板铺设	m^2	2300	牵张设备底部	2024.6~2025.5
	跨越施工	彩条旗围护	m	129	施工场地四周	2024.6~2025.5

防治分区		措施名称	单位	实际工程量合计	布设位置	实施时间
	场地					
	施工道路区	植生袋装土拦挡	m^3	107	临时堆土坡脚	2024.01~2024.06
		植生袋拆除	m^3	107		2024.01~2024.07
		临时排水沟	m	243	站区内汇水区域	2024.01~2024.06
			m^3	33		2024.01~2024.06
		彩条布隔离	m^2	1431	草地施工道路表面	2024.01~2024.06
		密目网苫盖	m^2	5135	临时堆土表面	2024.01~2024.06
		钢板铺设	m^2	3794	草地施工道路表面	2024.01~2024.06
		棕垫铺设	m^2	1098	草地施工道路表面	2024.01~2024.06
送端接地极线路四川段	塔基区	植生袋装土拦挡	m^3	320	临时堆土坡脚	2023.11~2024.12
		植生袋拆除	m^3	320	临时堆土坡脚	2024.11~2025.6
		彩条布隔离	m^2	8463	临时堆土底部	2024.1~2024.12
		密目网苫盖	m^2	9338.4	临时堆土顶部	2024.1~2024.12
		彩条旗围护	m	2555	施工场地四周	2024.1~2024.12
		泥浆沉淀池	座	1	灌注桩基础塔基施工场地内	2024.1~2024.12
	牵张场区	彩条布隔离	m^2	400	临时堆土底部	2024.4~2024.12
		密目网苫盖	m^2	166	临时堆土顶部	2024.4~2024.12
		彩条旗围护	m	324	施工场地四周	2024.4~2024.12
		钢板铺设	m^2	432	场地内裸露区域	2024.4~2024.12
	跨越施工场地	彩条旗围护	m	178.2	施工场地四周	2024.5~2024.12
	施工道路区	植生袋装土拦挡	m^3	75	临时堆土坡脚	2023.11~2024.12
		植生袋拆除	m^3	75	临时堆土坡脚	2024.11~2025.6
		临时排水沟	m	162	施工场地内汇水区域	2023.11~2024.12
			m^3	22.14		
		彩条布隔离	m^2	421.74	临时堆土底部	2024.1~2024.12
		密目网苫盖	m^2	892.08	临时堆土顶部	2024.1~2024.12
		钢板铺设	m^2	1500	场地内裸露区域	2024.1~2024.12
		棕垫铺设	m^2	5670	场地内裸露区域	2024.1~2024.12
±800kV直	塔基区	植生袋装土拦挡	m^3	1693	临时堆土坡脚	2023.9~2024.12
		植生袋拆除	m^3	1693	临时堆土坡脚	2024.11~2025.6
		彩条布隔离	m^2	340929	临时堆土底部	2024.1~2024.12
		密目网苫盖	m^2	395462	临时堆土顶部	2024.1~2024.12

防治分区		措施名称	单位	实际工程量合计	布设位置	实施时间
流线路四川段		彩条旗围护	m	147578	施工场地四周	2024.1~2024.12
		硬质围栏限界	m	13627	施工场地四周	2024.1~2024.12
		泥浆沉淀池	座	46	灌注桩基础塔基施工场地内	2024.1~2024.12
		棕垫铺垫	m^2	9542	场地内裸露区域	2024.1~2024.12
	牵张场区	彩条布隔离	m^2	27720	临时堆土底部	2024.4~2024.12
		密目网苫盖	m^2	19292	临时堆土顶部	2024.4~2024.12
		彩条旗围护	m	28115	施工场地四周	2024.4~2024.12
		硬质围栏限界	m	1368	施工场地四周	2024.4~2024.12
		钢板铺设	m^2	23527	场地内裸露区域	2024.4~2024.12
	跨越施工场地	彩条旗围护	m	7905	施工场地四周	2024.5~2024.12
		硬质围栏限界	m	547	施工场地四周	2024.5~2024.12
	施工道路区	植生袋装土拦挡	m^3	3275	临时堆土坡脚	2023.7~2024.12
		植生袋拆除	m^3	3185	临时堆土坡脚	2024.6~2024.12
		临时排水沟	m	1826	施工场地内汇水区域	2023.7~2024.12
			m^3	246		
		彩条旗围护	m	331574	施工场地四周	2024.1~2024.12
		硬质围栏限界	m	33258	施工场地四周	2024.1~2024.12
		彩条布隔离	m^2	31872	临时堆土底部	2024.1~2024.12
		密目网苫盖	m^2	126467	临时堆土顶部	2024.1~2024.12
		钢板铺设	m^2	65138	场地内裸露区域	2024.1~2024.12
		棕垫铺设	m^2	64881	场地内裸露区域	2024.1~2024.12
±800kV直流线路重庆段	塔基区	植生袋装土拦挡	m^3	8224	临时堆土四周	2023.07-2025.08
		植生袋拆除	m^3	8224	临时堆土区底部	2023.07-2024.06
		彩条布隔离	m^2	51206	临时堆土区顶部及四周	2023.07-2024.06
		密目网苫盖	m^2	73698	施工区占地周围	2023.07-2024.06
		彩条旗围护	m	35502	施工区占地周围	2023.07-2024.06
		泥浆沉淀池	座	83	灌注桩基础塔位内	2023.07-2024.06
	牵张场区	彩条布隔离	m^2	7311	施工扰动区域	2024.06-2025.06
		密目网苫盖	m^2	2584	施工区四周	2024.06-2025.06
		彩条旗围护	m	7062	施工区四周	2024.06-2025.06
		钢板铺设	m^2	8862	施工区占地周围	2021.11~2022.09
	跨越施工场地	彩条旗围护	m	2618	施工区占地周围	2022.06-2025.06
	施工	植生袋装土拦	m^3	1294	施工道路临时堆土处	2023.07-2025.08

防治分区		措施名称	单位	实际工程量合计	布设位置	实施时间
	道路区	挡				
		植生袋拆除	m^3	1294	施工道路一侧	2023.07-2025.08
		临时排水沟	m	4024	施工道路一侧	2023.07-2025.08
			m^3	550		
		彩条布隔离	m^2	15191	临时堆土区	2023.07-2025.08
		密目网苫盖	m^2	46303	施工扰动区域	2023.07-2025.08
		钢板铺设	m^2	4242	重型机械碾压区	2023.07-2025.08
±800kV直流线路湖北段	塔基区	植生袋装土拦挡	m^3	23741	临时堆土四周	2023.07-2025.08
		植生袋拆除	m^3	23741	临时堆土区底部	2023.07-2024.06
		彩条布隔离	m^2	153316.6	临时堆土区顶部及四周	2023.07-2024.06
		密目网苫盖	m^2	192101.3	施工区占地周围	2023.07-2024.06
		彩条旗围护	m	159917.6	施工区占地周围	2023.07-2024.06
		泥浆沉淀池	座	573	临时堆土区底部	2023.07-2024.06
	牵张场区	彩条布隔离	m^2	22850	铺设牵引机和张力机的底部	2024.06-2025.06
		密目网苫盖	m^2	7764	施工扰动区域	2024.06-2025.06
		彩条旗围护	m	25210	施工区占地周围	2024.06-2025.06
		钢板铺设	m^2	23800	施工扰动区域	2024.06-2025.06
	跨越施工场地	彩条旗围护	m	22332	施工扰动区域	2024.06-2025.08
	施工道路区	植生袋装土拦挡	m^3	5613	施工道路临时堆土处	2023.07-2025.08
		植生袋拆除	m^3	2905	施工道路临时堆土处	2023.07-2025.08
		临时排水沟	m	9432	施工道路一侧	2023.07-2025.08
			m^3	188.64		
		彩条旗围护	m	513087	施工区占地周围	2023.07-2025.08
		彩条布隔离	m^2	54537.3	临时堆土区	2023.07-2025.08
		密目网苫盖	m^2	81806.4	施工扰动区域	2023.07-2025.08
受端接地极线	塔基区	植生袋装土拦挡	m^3	1519	施工道路临时堆土处	2024.05-2025.03
		植生袋拆除	m^3	1519	施工道路临时堆土处	2024.08-2025.08
		彩条布隔离	m^2	6385	临时堆土底部	2024.05-2025.03
		密目网苫盖	m^2	12260	临时堆土顶部及四周	2024.05-2025.03
		彩条旗围护	m	12652	施工区占地周围	2024.05-2025.08

防治分区		措施名称	单位	实际工程量合计	布设位置	实施时间
路		泥浆沉淀池	座	77	灌注桩基础塔基施工场地内	2024.05-2025.03
	牵张场区	彩条布隔离	m^2	1280	施工机械设备扰动区域	2024.08-2025.08
		密目网苫盖	m^2	240	施工扰动区域	2024.08-2025.08
		彩条旗围护	m	1280	施工区占地周围	2024.08-2025.08
		钢板铺设	m^2	1600	施工扰动区域	2024.08-2025.08
	跨越施工场地	彩条旗围护	m	1080	施工区占地周围	2024.06-2025.08
	施工道路区	植生袋装土拦挡	m^3	297	施工道路临时堆土处	2024.05-2025.08
		临时排水沟	m	588	施工道路一侧	2024.05-2025.08
			m^3	80	施工区占地周围	2024.05-2025.08
		彩条旗围护	m	19932	临时堆土底部	2024.05-2025.08
		彩条布隔离	m^2	2848	临时堆土顶部及四周	2024.05-2025.08
		密目网苫盖	m^2	4188	施工道路一侧	2024.05-2025.08

4.4 水土保持措施防治效果

（1）工程措施防治效果

各分区水土保持防治的工程措施基本已按照水土保持方案设计进行实施。水土保持工程措施防治责任基本得到落实。工程措施已按照相应的设计标准进行了施工，符合有关标准要求，能够起到良好的水土保持作用。

（2）植物措施防治效果

总体上各分区水土保持防治的植物措施基本已按照水土保持方案设计进行实施。种植的草木已经起到了良好的水土保持作用，水土流失情况也得到了改善，临时占地在施工完成后除了复耕部分外均撒播草籽，撒播草籽前进行了土地平整，之后均匀撒播，并采取了适当的养护措施。水土保持植物措施防治责任基本得到落实。植物措施已按照相应的设计标准进行了施工，符合有关标准要求，能够起到良好的水土保持作用。

（3）临时措施防治效果

总体上各分区水土保持防治的临时措施基本已按照水土保持方案设计进行实施。水土保持临时措施防治责任基本得到落实。临时措施已按照相应的设计标准进行了施工，符合有关标准要求，能够起到良好的水土保持作用。

本项目在建设过程中依据水土保持方案及实际工程的需要，在不同的施工阶段采取了针对性的水土保持措施预防、控制、治理工程建设产生的水土流失。通过对项目现场实地巡查和现场调查，各防治区在采取水土保持措施后，水土流失防治效果均比较明显，且土壤侵蚀强度、水土流失量均随着工程措施的完善和植物措施防治水土流失功能的发挥而逐渐下降，工程现场无水土流失隐患。在施工过程及自然恢复期内，本项目未发生水土流失灾害事件。

5 土壤流失情况监测

5.1 水土流失面积

依据水土保持监测过程记录，本项目水土流失面积为 1186.20hm^2，其中西藏境内水土流失面积为 173.24hm^2，四川省境内水土流失面积为 509.96hm^2，重庆市境内水土流失面积为 92.40hm^2，湖北省境内水土流失面积为 410.60hm^2。

表 5.1-1　水土流失面积汇总情况统计表　　单位：hm^2

行政区	换流站工程	接地极工程	直流输电线路	接地极线路	合计
西藏自治区	94.48	19.08	4.06	55.62	173.24
四川省	36.65		470.09	3.22	509.96
重庆市			92.4		92.40
湖北省	34.16	10.78	346.59	19.07	410.60
合计	165.29	29.86	913.14	77.91	1186.20

（1）卡麦换流站

依据水土保持监测过程记录，卡麦换流站工程各施工阶段水土流失面积监测结果见表 5.1-2。

表 5.1-2　　卡麦换流站工程水土流失面积统计表　单位：hm^2

监测分区	施工期（含施工准备期）							自然恢复期				
	2023 年		2024 年				2025 年				2026 年	
	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度
站区	23.10	23.10	23.10	23.10	23.10	23.10	23.55	23.06	23.06	23.06	23.06	23.06
进站道路区	22.14	26.91	26.91	44.46	44.46	44.46	44.46	44.46	44.46	44.46	44.46	44.46
站用外接电源区	4.12	4.12	4.12	4.12	4.12	4.12	4.12	4.12	4.12	4.12	4.12	4.12
站外供排水管线区	0.50	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21	1.60	1.60	1.6	1.6	1.6
施工生产生活区	4.00	8.00	8.28	8.28	8.28	8.28	8.28	8.28	8.28	8.28	8.28	8.28
临时堆土场区	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
弃渣场区	7.54	8.91	9.96	9.96	9.96	9.96	9.96	9.96	9.96	9.96	9.96	9.96

监测分区	施工期（含施工准备期）						自然恢复期					
	2023 年		2024 年				2025 年				2026 年	
	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度
合计	64.40	75.25	76.58	94.13	94.13	94.13	94.58	94.48	94.48	94.48	94.48	94.48



图 5.1-1　　卡麦换流站工程水土流失面积变化情况　　单位：hm^2

卡麦换流站工程在建设过程中，施工初期进行施工临建设施搭建，后续场地进行四通一平作业，随着站区及施工生产生活区等区域开始基础施工，水土流失面积逐步增加至最大值。

（2）帮果换流站

依据水土保持监测过程记录，帮果换流站工程各施工阶段水土流失面积监测结果见表 5.1-3。

表 5.1-3　　帮果换流站工程水土流失面积统计表　单位：hm^2

监测分区	施工期（含施工准备期）						自然恢复期					
	2023 年		2024 年				2025 年				2026 年	
	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度
站区	16.7	16.8	20.2	23.01	23.01	23.01	23.01	23.01	23.01	23.01	23.01	23.01
进站道路区	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36
站用外接电源区	0.1	0.32	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72
站外供排水管线区	0.01	0.23	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42

监测分区	施工期（含施工准备期）							自然恢复期				
	2023 年		2024 年				2025 年				2026 年	
	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度
泥石流治理区	0.2	0.5	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24
施工生产生活区	4.2	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9
表土临时堆放区	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
合计	26.57	29.11	33.84	36.65	36.65	36.65	36.65	36.65	36.65	36.65	36.65	36.65

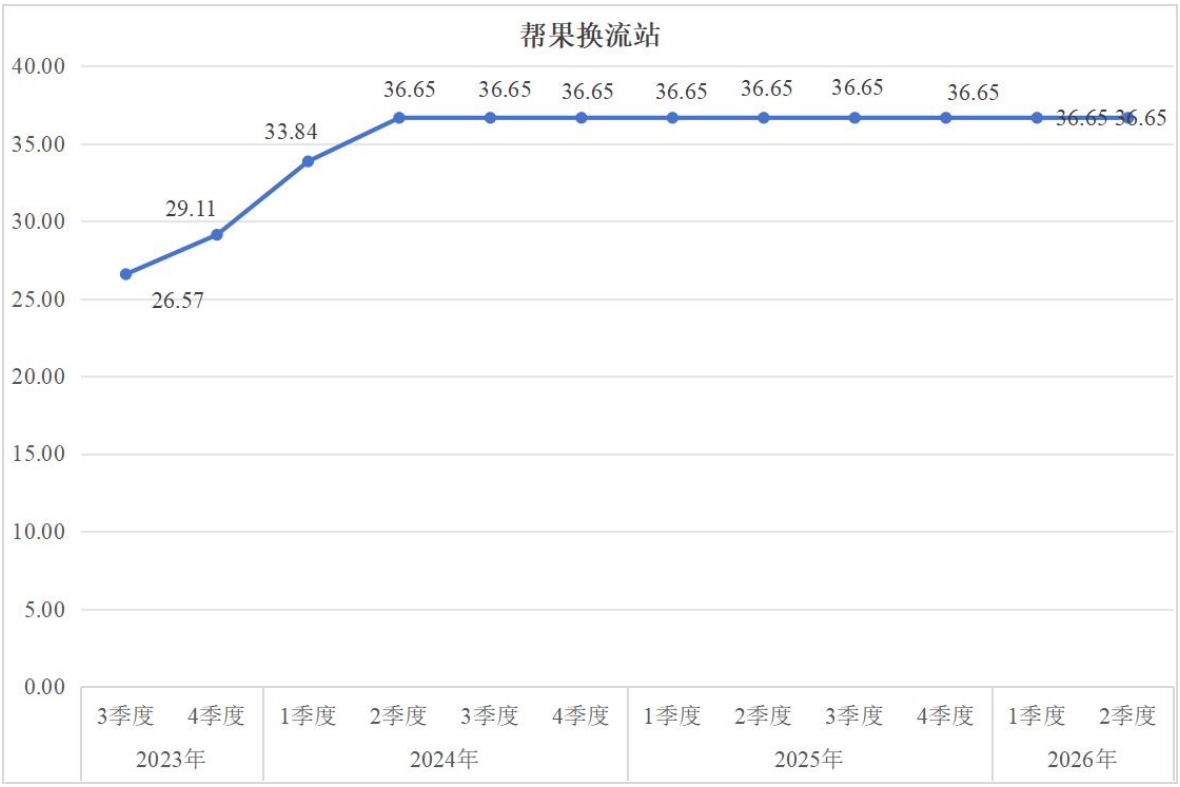


图 5.1-2　帮果换流站工程水土流失面积变化情况　单位：hm^2

帮果换流站工程在建设过程中，各监测分区的水土流失面积呈现阶段性变化特征。从 2023 年第三季度至 2026 年第二季度的监测数据来看，站区水土流失面积在施工期内逐步上升，由 16.7hm^2增至 23.01hm^2；其他区域如进站道路区、站用外接电源区、泥石流治理区等，水土流失面积在施工中后期趋于稳定。全站合计水土流失面积由 26.57hm^2逐步增至 36.65hm^2，并在自然恢复期维持该水平。

（3）湖北换流站

依据水土保持监测过程记录，湖北换流站工程各施工阶段水土流失面积监测结果见表 5.1-4。

表 5.1-4　湖北换流站工程水土流失面积统计表　单位：hm^2

监测分区	施工期（含施工准备期）						自然恢复期					
	2023 年		2024 年				2025 年				2026 年	
	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度
站区	20.19	23.48	19.16	14.54	11.51	7.15	7.15	7.15	7.15	7.15	7.15	7.15
进站道路	0.90	2.21	0.24	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
施工生产生活区	1.12	4.85	0.12	0.12	1.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.85
站外供排水管线区	0.32	2.12	2.12	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53
站用外接电源区	0.54	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59
合计	23.07	33.25	22.23	17.95	15.65	10.27	10.27	10.27	10.27	10.27	10.27	15.12



图 5.1-3　湖北换流站工程水土流失面积变化情况　单位：hm^2

湖北换流站工程在建设过程中，施工初期进行施工临建设施搭建，后续场地进行四通一平作业，随着站区及施工生产生活区等区域开始基础施工，水土流失面积逐步增加至最大值，随着后期建构筑物以及场地硬化等工程建设，水土流失面积逐渐减少。

（4）送端接地极

依据水土保持监测过程记录，送端接地极工程各施工阶段水土流失面积监测结果见表 5.1-5。

表 5.1-5 送端接地极工程水土流失面积统计表 单位：hm^2

监测分区	施工期（含施工准备期）						自然恢复期				
	2023 年	2024 年				2025 年				2026 年	
	4 季度	1 季度	2 季度	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度
汇流装置区	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
电极电缆区	0.00	0.00	5.77	8.10	12.21	12.21	13.60	13.60	13.6	13.6	13.6
检修道路区	0.26	0.26	0.74	1.96	2.06	2.06	2.80	2.80	2.8	2.8	2.8
站用外接电源区	0.03	2.48	2.48	2.48	2.48	2.48	2.60	2.60	2.6	2.6	2.6
合计	0.35	2.80	9.05	12.60	16.81	16.81	19.08	19.08	19.08	19.08	19.08



图 5.1-4 送端接地极工程水土流失面积变化情况 单位：hm^2

送端接地极工程在建设过程中，施工初期主要进行汇流装置区、电极电缆等区域的基础及沟槽开挖作业，水土流失面积逐渐增大，在前期增加幅度较大。至 2025 年第 2 季度土建工程结束、电气安装开始前，水土流失面积达到最大值，后期施工过程中不再增加。

（5）受端接地极

依据水土保持监测过程记录，受端接地极工程各施工阶段水土流失面积监测结果见表 5.1-6。

表 5.1-6　受端接地极工程水土流失面积统计表　单位：hm^2

监测分区	施工期（含施工准备期）							自然恢复期				
	2023 年		2024 年				2025 年				2026 年	
	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度
汇流装置区	0	0	0	0	0	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
检修道路区	0	0	0	0	0	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27
电极电缆区	0	0	0	0	0	10.22	10.22	10.34	10.34	10.34	10.34	10.34
站用外接电源区	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0.10	0.10
合计	0	0	0	0	0	10.56	10.56	10.78	10.78	10.78	10.78	10.78

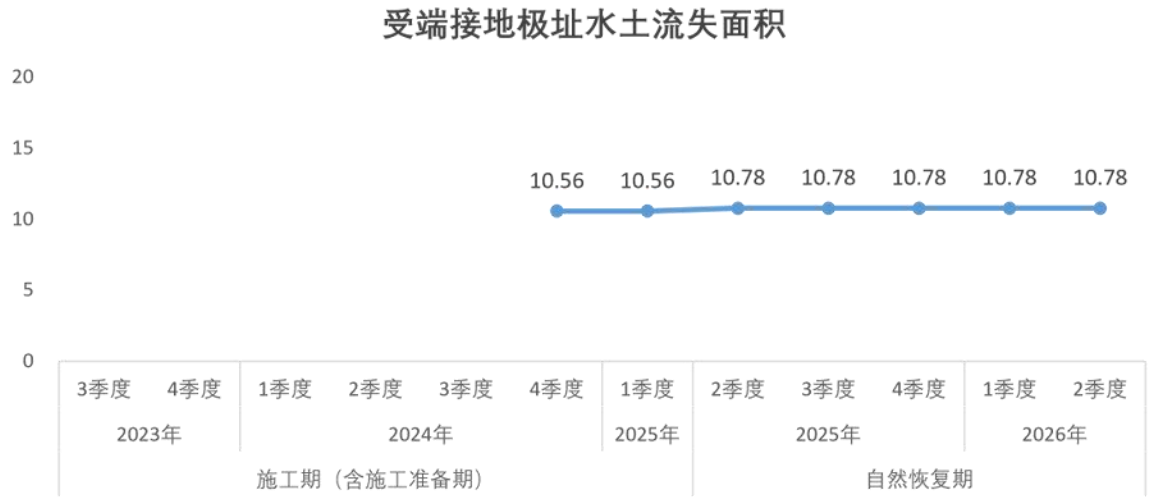


图 5.1-5　受端接地极工程水土流失面积变化情况　单位：hm^2

接地极工程在建设过程中，施工初期主要进行汇流装置区、电极电缆等区域的基础及沟槽开挖作业，水土流失面积在前期增加幅度大。至土建工程结束、电气安装开始前，水土流失面积即达到最大值。

（6）输电线路工程

1）西藏自治区

①直流输电线路

依据水土保持监测过程记录，西藏境内直流输电线路各施工阶段水土流失面积监测结果见表 5.1-7。

表 5.1-7 直流输电线路（西藏段）各监测分区不同监测时段水土流失面积统计表 单位：hm^2

监测分区	施工准备	基础施工		组塔施工		架线、接地	附件安装	迹地恢复			
	2023年	2024年				2025年				2026年	
	4季度	1季度	2季度	3季度	4季度	1季度	2季度	3季度	4季度	1季度	2季度
塔基区	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35
牵张场区	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74
跨越施工场地区	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
施工道路区	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
合计	3.27	3.27	3.27	3.27	3.85	4.06	4.06	4.06	4.06	4.06	4.06



图 5.1-6 直流线路（西藏段）工程水土流失面积变化情况 单位：hm^2

直流输电线路工程在建设过程中，各杆塔施工作业点逐步开始进行基础开挖、杆塔组立作业及施工道路开辟，水土流失面积在土建施工阶段增加幅度大。在线路架设阶段，新增牵张场、跨越场等施工场地的水土流失面积，水土流失面积逐步增加，但增加幅度减小。至架线完成后，水土流失面积达到最大值，后续施工阶段水土流失面积不再增加。

① 接地极线路

依据水土保持监测过程记录，送端接地极线路工程各施工阶段水土流失面积监测结果见表 5.1-8。

表 5.1-8 接地极线路（西藏段）各监测分区不同监测时段水土流失面积统计表 单位：hm^2

监测分区	施工准备	基础施工		组塔施工		架线、接地	附件安装	迹地恢复			
	2023 年	2024 年				2025 年				2026 年	
	4 季度	1 季度	2 季度	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度
塔基区	28.91	28.96	29.21	29.33	29.33	30.18	30.18	30.18	30.18	30.18	30.18
牵张场区	0.00	0.00	0.00	0.16	0.21	2.30	2.65	2.65	2.65	2.65	2.65
跨越施工场地区	0.00	0.00	0.00	0.04	0.04	0.69	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
施工道路区	19.63	20.72	20.72	20.72	20.72	22.10	22.64	22.64	22.64	22.64	22.64
合计	48.54	49.68	49.93	50.25	50.30	55.27	55.62	55.62	55.62	55.62	55.62



图 5.1-7 送端接地极线路工程水土流失面积变化情况 单位：hm^2

送端接地极线路工程在建设过程中，各杆塔施工作业点逐步开始进行基础开挖、杆塔组立作业及施工道路开辟，水土流失面积在土建施工阶段增加幅度大。在线路架设阶段，新增牵张场、跨越场等施工场地的水土流失面积，水土流失面积逐步增加，但增加幅度减小。至架线完成后，水土流失面积达到最大值，后续施工阶段水土流失面积不再增加。

2）四川省

①直流输电线路

依据水土保持监测过程记录，四川境内直流输电线路各施工阶段水土流失面积监测结果见表 5.1-9。

表 5.1-9 直流输电线路（四川段）各监测分区不同监测时段水土流失面积统计表 单位：hm^2

监测分区	施工准备	基础施工		组塔施工		架线、接地	附件安装	迹地恢复			
	2023 年		2024 年				2025 年				2026 年	
	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度
塔基区	118.89	208.84	227.29	228.84	249.69	249.69	249.69	249.69	249.69	249.69	249.69	249.69
牵张场区	0.00	0.00	12.33	31.03	49.53	53.19	53.42	54.42	54.42	54.42	54.42	54.42
跨越施工场地区	0.00	0.00	0.00	1.37	7.23	7.51	7.55	7.55	7.55	7.55	7.55	7.55
施工道路区	102.74	139.13	148.35	152.45	158.43	158.43	158.43	158.43	158.43	158.43	158.43	158.43
合计	221.63	347.97	387.97	413.69	464.88	468.82	469.09	470.09	470.09	470.09	470.09	470.09

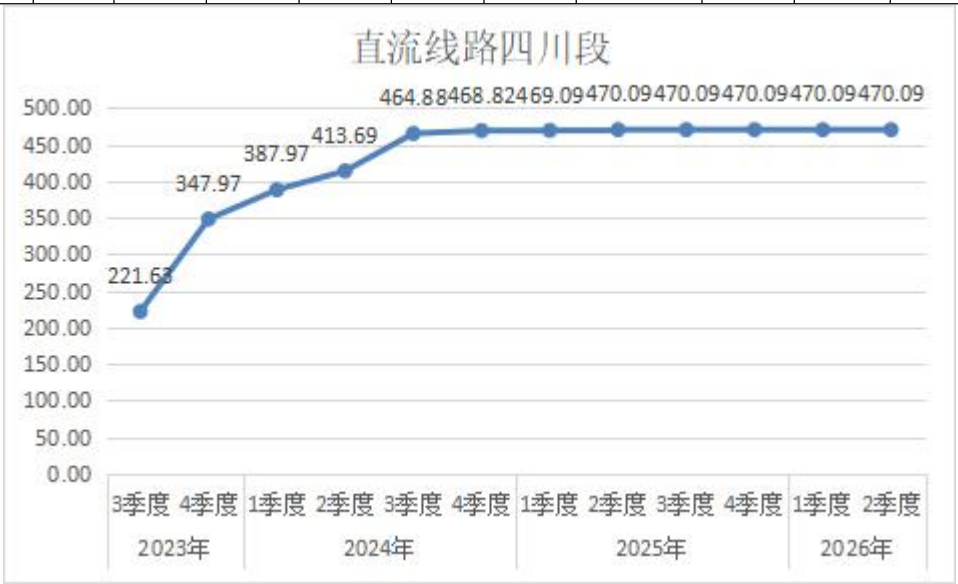


图 5.1-8 直流线路（四川段）工程水土流失面积变化情况 单位：hm^2

直流输电线路工程在建设过程中，各杆塔施工作业点逐步开始进行基础开挖、杆塔组立作业及施工道路开辟，水土流失面积在土建施工阶段增加幅度大。在线路架设

阶段，新增牵张场、跨越场等施工场地的水土流失面积，水土流失面积逐步增加，但增加幅度减小。至架线完成后，水土流失面积达到最大值，后续施工阶段水土流失面积不再增加。

② 接地极线路（四川侧）

依据水土保持监测过程记录，四川境内接地极线路各施工阶段水土流失面积监测结果见表 5.1-10。

表 5.1-10 接地极线路（四川段）监测分区不同监测时段水土流失面积统计表 单位：hm^2

监测分区	施工准备	基础施工		组塔施工		架线、接地		附件安装	迹地恢复			
	2023 年		2024 年				2025 年				2026 年	
	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度
塔基区	0	0.78	1.56	1.97	1.97	1.97	1.97	1.97	1.97	1.97	1.97	1.97
牵张场区	0	0	0.05	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
跨越施工场地区	0	0	0.01	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
施工道路区	0.8	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08
合计	0.8	1.86	2.7	3.22	3.22	3.22	3.22	3.22	3.22	3.22	3.22	3.22



图 5.1-9 接地极线路（四川段）工程水土流失面积变化情况 单位：hm^2

本项目在四川省境内的送端接地极线路线路路径短，施工周期短，在2024年第2季度水土流失面积即达到最大值。

3）重庆市

①直流输电线路

依据水土保持监测过程记录，重庆境内直流输电线路工程各施工阶段水土流失面积监测结果见表5.1-11。

表5.1-11 直流输电线路（重庆段）各监测分区不同监测时段水土流失面积统计表 单位：hm^2

监测分区	施工准备	基础施工		组塔施工		架线、接地		附件安装	迹地恢复			
	2023年		2024年				2025年				2026年	
	3季度	4季度	1季度	2季度	3季度	4季度	1季度	2季度	3季度	4季度	1季度	2季度
塔基区	4.49	36.46	49.28	51.01	51.04	51.04	51.04	51.04	51.04	51.04	51.04	51.04
牵张场区	0	0	0.96	2.4	5.52	7.66	8.13	8.55	8.55	8.55	8.55	8.55
跨越施工场地区	0	0.00	0.03	0.16	0.83	1.35	1.56	1.72	1.72	1.72	1.72	1.72
施工道路区	2.03	25.02	29.86	29.91	29.98	30.02	30.22	30.22	30.22	30.22	30.22	30.22
合计	6.52	61.47	80.13	83.48	87.37	90.07	90.95	91.53	91.53	91.53	91.53	91.53

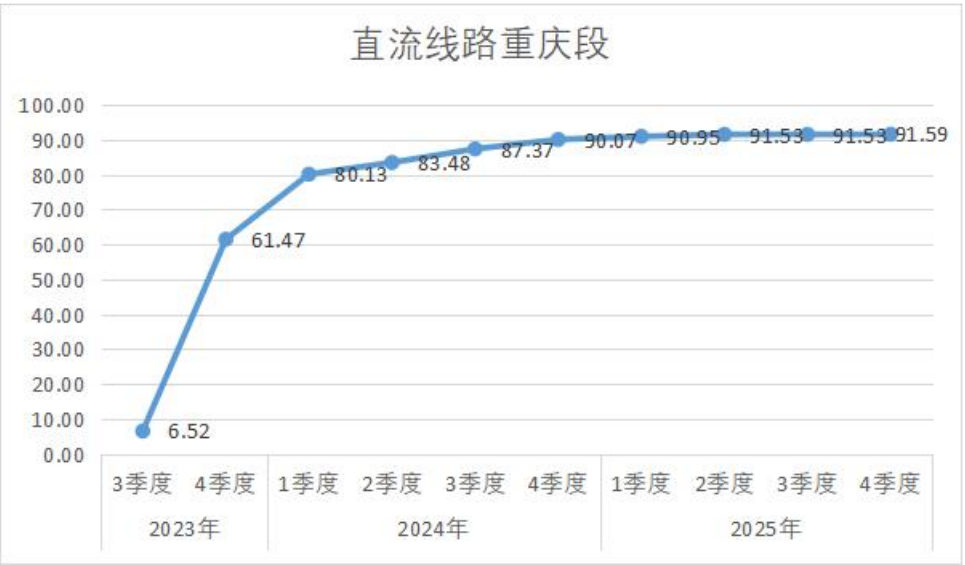


图5.1-10 直流线路（重庆段）工程水土流失面积变化情况 单位：hm^2

直流输电线路工程在建设过程中，各杆塔施工作业点逐步开始进行基础开挖、杆塔组立作业及施工道路开辟，水土流失面积在土建施工阶段增加幅度大。在线路架设

阶段，新增牵张场、跨越场等施工场地的水土流失面积，水土流失面积逐步增加，但增加幅度减小。至架线完成后，水土流失面积达到最大值。

4）湖北段

①输电线路

依据水土保持监测过程记录，湖北境内输电线路工程各施工阶段水土流失面积监测结果见表 5.1-12。

表 5.1-12　直流输电线路（湖北段）各监测分区不同监测时段水土流失面积统计表　单位：hm^2

监测分区	施工准备	基础施工		组塔施工		架线接地	附件安装	迹地恢复			
	2023 年		2024 年				2025 年				2026 年	
	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度
塔基区	22.72	114.58	174.11	195.28	196.48	196.48	196.46	196.46	196.46	196.46	196.46	196.46
牵张场	0.00	0.00	0.00	33.35	40.51	40.51	40.51	40.51	40.51	40.51	40.51	40.51
跨越施工场地	0.00	0.00	0.00	5.57	6.56	6.56	6.56	6.56	6.56	6.56	6.56	6.56
施工道路	4.71	28.09	83.22	101.74	101.74	101.74	101.74	101.74	101.74	101.74	101.74	101.74
合计	27.43	142.67	257.33	335.94	345.29	345.29	345.27	345.27	345.27	345.27	345.27	345.27

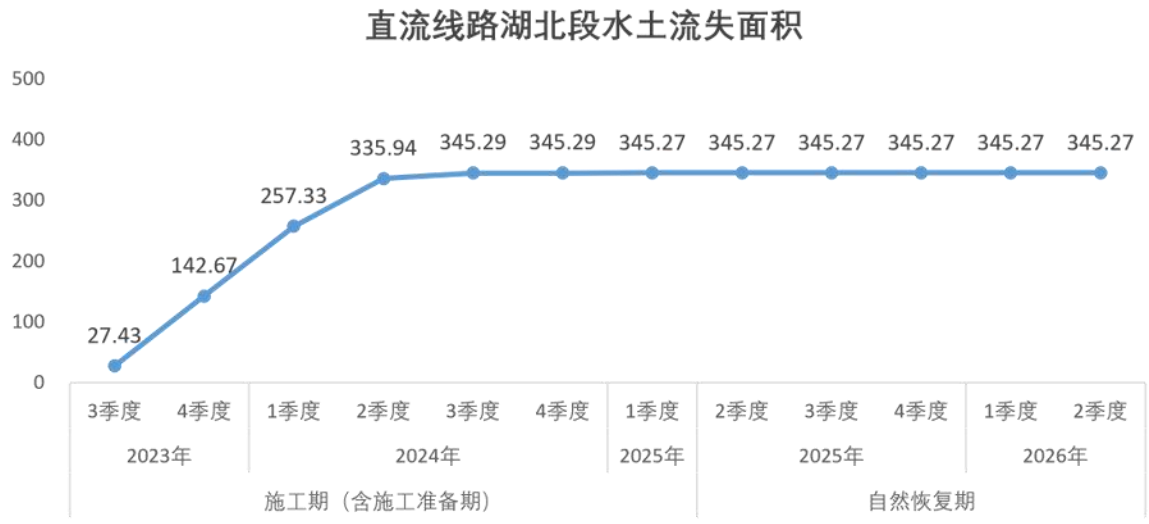


图 5.1-11　直流线路（湖北段）工程水土流失面积变化情况 单位：hm^2

直流输电线路工程在建设过程中，各杆塔施工作业点逐步开始进行基础开挖、杆塔组立作业及施工道路开辟，水土流失面积在土建施工阶段增加幅度大。在线路架设阶段，新增牵张场、跨越场等施工场地的水土流失面积，水土流失面积逐步增加，但增加幅度减小。至架线完成后，水土流失面积达到最大值，后续施工阶段水土流失面积不再增加。

②受端接地极线路

依据水土保持监测过程记录，湖北境内受端接地极线路工程各施工阶段水土流失面积监测结果见表 5.1-13。

表 5.1-13　受端接地极线路各监测分区不同监测时段水土流失面积统计表　单位：hm^2

监测分区	施工准备				基础施工	组塔施工	架线接地	附件安装	迹地恢复			
	2023 年		2024 年				2025 年				2026 年	
	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度
塔基区	0	0	0	2.26	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.70	2.70	2.70
塔基施工场地	0	0	0	6.44	9.07	9.07	9.07	9.07	9.07	9.07	9.07	9.07
牵张场区	0	0	0	0.53	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07
跨越施工场地	0	0	0	0.3	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72
施工道路区	0	0	0	4.23	5.45	5.45	5.45	5.45	5.45	5.45	5.45	5.45
合计	0	0	0	13.76	19.01	19.01	19.01	19.01	19.01	19.01	19.01	19.01

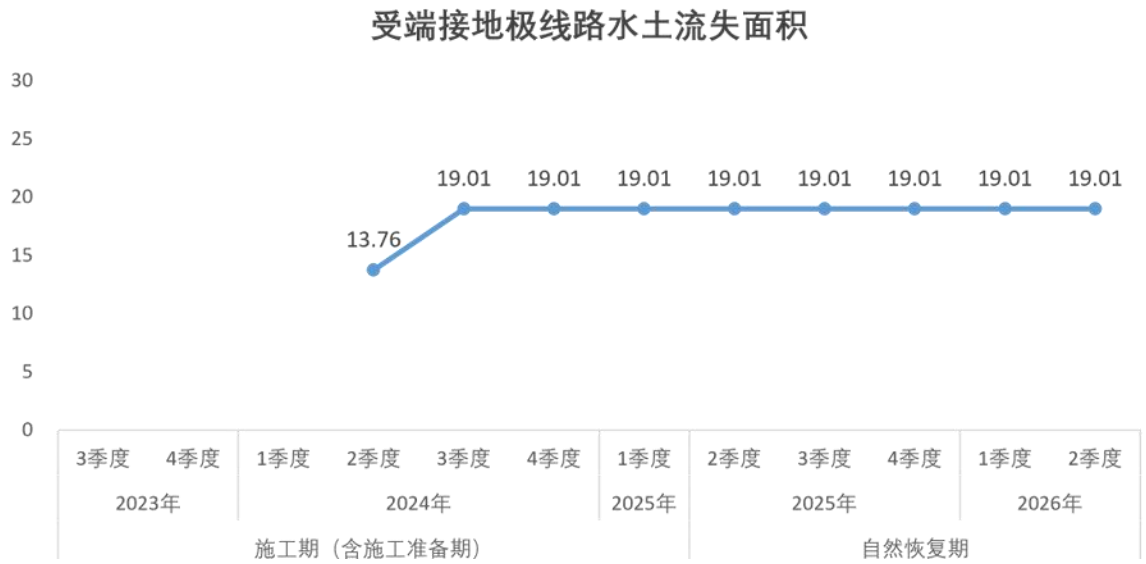


图 5.1-12　受端接地极线路工程水土流失面积变化情况 单位：hm^2

受端接地极线路工程在建设过程中，各杆塔施工作业点逐步开始进行基础开挖、杆塔组立作业及施工道路开辟，水土流失面积在土建施工阶段增加幅度大。在线路架设阶段，新增牵张场、跨越场等施工场地的水土流失面积，水土流失面积逐步增加，但增加幅度减小。至架线完成后，水土流失面积达到最大值，后续施工阶段水土流失面积不再增加。

5.2 土壤流失量

5.2.1 土壤流失量结果的监测和计算过程

根据本项目水土流失特点，水土流失监测以水力侵蚀为主。首先确定工程建设过程中的土壤侵蚀单元，即原地貌侵蚀单元、扰动地表侵蚀单元以及防治措施实施后侵蚀单元。施工过程中，针对本项目各防治分区实施水土保持防治措施。通过对不同时段，不同防治分区的监测，确定不同侵蚀单元的侵蚀模数。

（1）原地貌土壤侵蚀模数

根据本项目水土保持方案及其批复文件。对《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007）的分析，本项目项目区容许土壤流失量为 500t/(km^2·a)，项目区原地貌土壤侵蚀程度为轻度水力侵蚀，本项目水土流失监测以水力侵蚀为主。首先确定工程建设过程中的土壤侵蚀单元，即原地貌侵蚀单元、扰动地表侵蚀单元以及防治措施实施后侵蚀单元。施工过程中，针对本项目各防治分区实施水土保持防治措施。通过对不同时段，不同防治分区的监测，确定不同侵蚀单元的侵蚀模数。

（2）扰动后土壤侵蚀模数

施工期是造成水土流失加剧的主要时段，尤其是集中在土建施工期，主要表现为塔基基础开挖、临时堆土、施工道路施工等。由于开挖破坏了原有地形地貌和植被，不仅形成裸露地面，而且改变了地面地形条件，破坏了土体结构，增加地表的起伏程度，局部区域形成微地貌，使土壤抗蚀性降低，致使土壤侵蚀模数较原地貌侵蚀模数显著增加。本项目采取多种监测方法对2023年6月~2026年8月期间的土壤流失情况进行了监测，通过对监测数据进行汇总、整理、计算，从而得出了监测期内本项目不同分区施工期的土壤侵蚀模数的平均值。在施工过程中，本项目实施了各项水土流失防治措施，如彩条旗限界、密目网苫盖、彩条布铺垫等，这些措施的实施有效减少了本项目的水土流失量。

土壤侵蚀模数计算公式如下:

$$M_i=\frac{h_i\times\rho_i\times S_i}{T_i\times10^{-6}}$$

式中：M_i为某时段某单元测钎法测的土壤侵蚀模数（$t\cdot km^{-2}\cdot a^{-1}$）；$h_i$为某时段某单元监测时间内的土壤侵蚀厚度(m)；$S_i$为某时段某单元监测小区实测地表面积($m^2$)；$\rho_i$为某时段某单元的土壤容重（$t\cdot m^{-3}$）；$T_i$为某时段某单元的监测时间（a）；$i$为预测单元，$i$=1，2，3，…，$n$。

5.2.2 土壤流失量结果监测结果

依据水土保持监测过程中设置的监测点的监测记录，本项目共计发生土壤流失数量为40353.95t，其中西藏自治区境内发生土壤流失量4507.42t，四川省境内发生土壤流失量为16754.70t，重庆市境内发生土壤流失量为5383.27t，湖北省境内发生土壤流失量为13550.08t。

表5.2-3 土壤流失量汇总情况统计表 单位：t

行政区	换流站工程	接地极工程	直流输电线路	接地极线路	合计
西藏自治区	2646.22	215.91	101.17	1544.12	4507.42
四川省	1088.02	\	15601.89	64.79	16754.70
重庆市	\	\	5541.75	\	5541.75
湖北省	646.8	108.08	12387.00	408.2	13550.08
合计	4381.04	323.99	33631.81	2017.11	40353.95

本项目各项目区土壤流失情况如下:

（1）卡麦换流站

表 5.2-4 卡麦换流站工程土壤侵蚀模数统计表 单位：t/(km²·a)

监测分区	施工期（含施工准备期）							自然恢复期				
	2023 年		2024 年				2025 年				2026 年	
	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度
站区	1326	1326	743	1336	1130	881	793	967	851	432	328	313
进站道路区	1476	1478	899	2036	1731	1351	1303	1032	908	793	380	373
站用外接电源区	1039	1476	806	1356	1017	793	819	999	880	669	509	509
站外供排水管线区	1040	1157	860	1484	1164	1021	922	788	693	528	400	380
施工生产生活区	980	570	514	536	600	590	527	554	576	438	366	358
临时堆土场区	1027	1027	800	1359	1279	997	897	1095	963	732	556	543
弃渣场区	1379	1383	1210	2101	1702	1328	1195	1315	1157	879	668	677

表 5.2-5 卡麦换流站工程土壤流失量统计表 单位：t

监测分区	施工期（含施工准备期）								自然恢复期				累计
	2023 年		2024 年				2025 年				2026 年		
	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度	
站区	76.6	76.6	42.9	77.13	65.23	50.88	46.69	55.77	49.07	24.88	18.89	18.06	602.7
进站道路区	81.7	99.4	60.5	226.34	192.44	150.14	144.81	114.70	100.93	88.11	42.22	41.42	1342.71
站用外接电源区	10.7	15.2	8.3	13.97	10.48	8.17	8.44	10.29	9.06	6.89	5.24	5.24	111.98
站外供排水管线区	1.3	3.5	2.6	4.49	3.52	3.09	2.79	3.15	2.77	2.11	1.60	1.52	32.44
施工生产生活区	9.8	11.4	6.5	11.10	10.35	8.07	15.05	13.54	11.92	9.06	7.58	7.41	121.78
临时堆土场区	7.7	7.7	6.0	10.19	9.59	7.48	6.73	8.21	7.22	5.49	4.17	4.07	84.55

弃渣场区	26.0	30.8	29.0	50.37	40.81	31.84	28.65	31.53	27.74	21.07	16.02	16.23	350.06
合计	213.8	244.6	155.8	393.59	332.42	259.67	253.16	237.19	208.71	157.61	95.72	93.95	2646.22



图 5.2-1　卡麦换流站工程土壤流失量季度变化情况 单位：t

依据水土保持监测成果，卡麦换流站工程在 2024 年第 2 季度土壤流失量达到最大值 393.59t，主要是由于该阶段处于土建高峰期，工程现场裸露面积大，临时堆放土方数量多，弃土转运频繁，因此土壤侵蚀强度高。至 2024 年第 4 季度，基础开挖、回填作业已基本结束，建筑构物压占场地已完成硬化，且该季度现场温度低，降雨量小，土壤冻结导致土壤侵蚀强度大幅度降低，土壤流失量相应降低。后续随着迹地恢复工作开展，换流站硬化和植被覆盖面积增加，土壤侵蚀强度逐渐降低，土壤流失量逐渐降低。

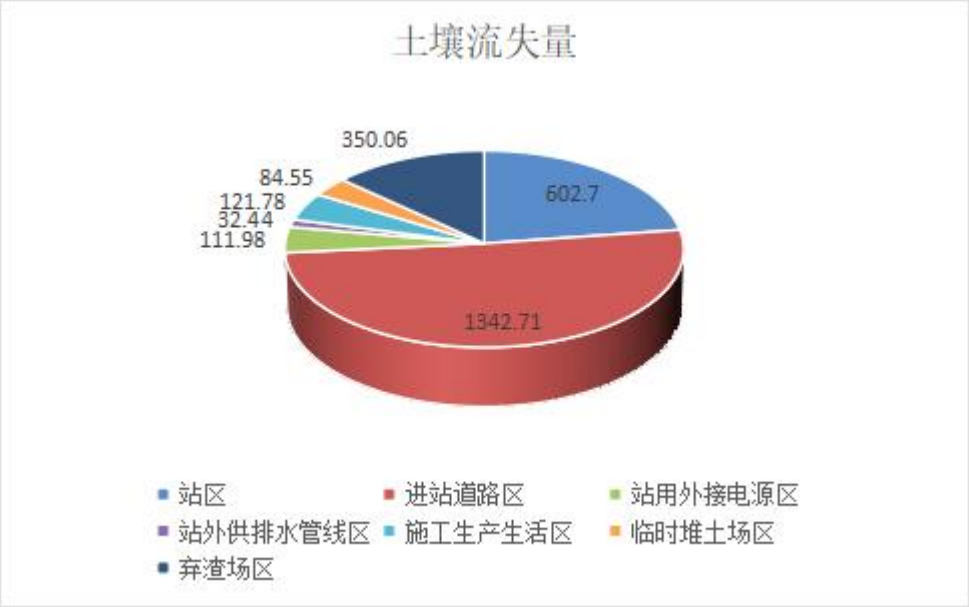


图 5.2-2　卡麦换流站工程土壤流失量饼状图 单位：t

依据水土保持监测成果，卡麦换流站工程进站道路区土壤流失量所占比重最大，主要是由于进站道路区施工扰动面积大，施工过程扰动原地貌，重塑地表地形，临时堆土数量和挖填方边坡多，施工扰动时间长，导致进站道路区土壤流失量大，是卡麦换流站工程建设水土流失防治的重点区域。

（2）帮果换流站

表 5.2-6　帮果换流站工程土壤侵蚀模数统计表　　单位：t/(km²·a)

监测分区	施工期（含施工准备期）							自然恢复期				
	2023 年		2024 年				2025 年				2026 年	
	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度
站区	1300	1300	1300	1500	1800	1700	1500	1000	800	500	1500	1000
进站道路区	1400	1400	1400	1600	1800	1600	1600	900	700	500	500	500
站用外接电源区	500	600	600	700	800	700	600	600	600	500	500	500
站外供排水管线区	500	600	600	700	800	700	600	600	600	500	500	500
泥石流治理区	600	600	600	700	800	700	600	600	600	500	500	500
施工生产生活区	1300	1200	1000	1200	1250	900	800	500	500	500	500	500
表土临时堆放区	1400	1300	1200	1400	1400	1300	1200	700	600	500	500	500

表 5.2-7 帮果换流站工程土壤流失量统计表 单位：t

监测分区	施工期（含施工准备期）						自然恢复期						累计
	2023 年		2024 年				2025 年				2026 年		
	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度	
站区	54.28	54.60	65.65	86.29	103.55	97.79	86.29	57.53	46.02	28.76	86.29	57.53	824.56
进站道路区	4.76	4.76	4.76	5.44	6.12	5.44	5.44	3.06	2.38	1.70	1.70	1.70	47.26
站用外接电源区	0.13	0.48	1.08	1.26	1.44	1.26	1.08	1.08	1.08	0.90	0.90	0.90	11.59
站外供排水管线区	0.01	0.35	0.63	0.74	0.84	0.74	0.63	0.63	0.63	0.53	0.53	0.53	6.76
泥石流治理区	0.30	0.75	1.86	2.17	2.48	2.17	1.86	1.86	1.86	1.55	1.55	1.55	19.96
施工生产生活区	13.65	17.70	14.75	17.70	18.44	13.28	11.80	7.38	7.38	7.38	7.38	7.38	144.19
表土临时堆放区	14.00	13.00	12.00	14.00	14.00	13.00	12.00	7.00	6.00	5.00	5.00	5.00	120
合计	87.12	91.64	100.73	127.59	146.86	133.67	119.10	78.53	65.35	45.81	45.81	45.81	1088.02

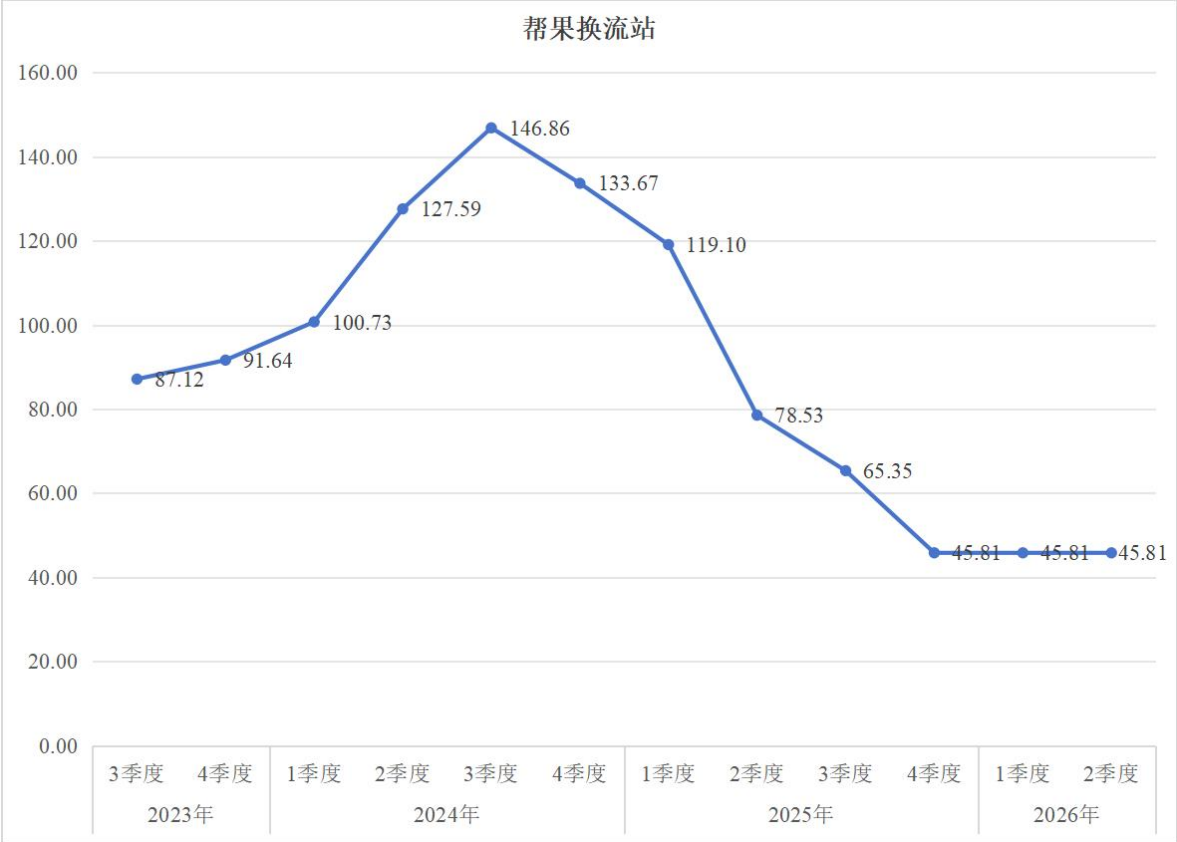


图 5.2-3　帮果换流站工程土壤流失量季度变化情况 单位：t

帮果换流站工程在各监测分区 2023 年第三季度至 2025 年第四季度期间土壤流失量的季度变化趋势。从整体来看，施工期内土壤流失量呈波动上升态势，在 2024 年第三季度达到峰值 146.86t，随后进入自然恢复期后逐步回落，至 2025 年第四季度降至 45.81t 至今。站区、施工生产生活区及表土临时堆放区为主要流失区域，其中站区流失量最大，其变化趋势主导了全站土壤流失总量的波动。该折线图清晰展示了施工活动对土壤流失的阶段性影响及自然恢复过程中流失量逐步控制的成效。

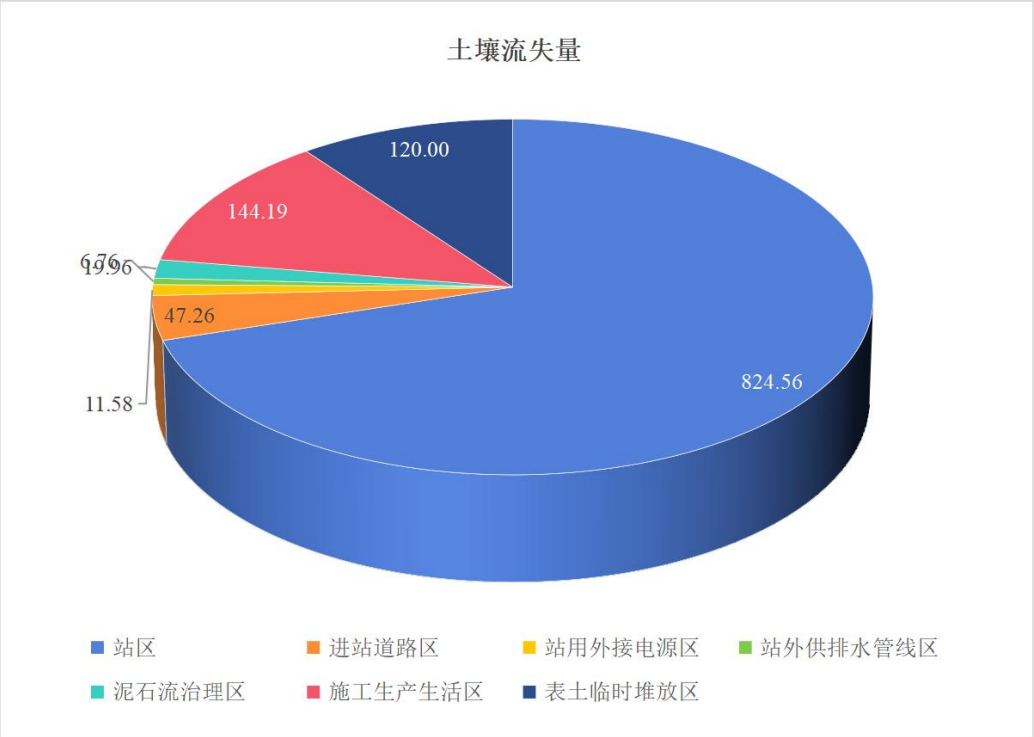


图 5.2-4　帮果换流站工程土壤流失量饼状图 单位：t

帮果换流站各监测分区在监测期间土壤流失量占总量的比例情况如上图。其中，站区占比最大，为主要土壤流失区域；施工生产生活区、表土临时堆放区次之，进站道路区、泥石流治理区等区域占比相对较小。该图从结构上揭示了不同功能区对土壤流失的贡献程度，为识别重点防治区域、优化水土保持措施布局提供了依据。

（3）湖北换流站

表 5.2-8　　湖北换流站工程土壤侵蚀模数统计表　　单位：t/(km²·a)

监测分区	施工期（含施工准备期）							自然恢复期				
	2023 年		2024 年				2025 年				2026 年	
	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度
站区	1338	2750	2640	2430	1242	420	368	413	395	395	397	418
进站道路区	2834	1600	860	653	0	0	0	0	0	0	0	0
施工生产生活区	2500	2340	1254	624	638	0	0	0	0	0	0	522
站外供排水管线区	605	864	843	1284	867	584	533	434	423	422	425	453

监测分区	施工期（含施工准备期）							自然恢复期				
	2023 年		2024 年				2025 年				2026 年	
	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度
站用外接电源区	1545	1468	1300	973	683	523	485	446	435	425	428	467

监测分区	施工期（含施工准备期）							自然恢复期					小计
	2023 年		2024 年				2025 年				2026 年		
	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度	
站区	67.54	161.43	126.46	88.33	35.74	7.51	6.58	7.38	7.06	7.06	7.10	7.47	529.66
进站道路	6.38	8.84	0.52	0.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	16.02
施工生产生活区	7.00	28.37	0.38	0.19	1.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.33	43.9
站外供排水管线区	0.48	4.58	4.47	8.12	5.48	3.69	3.37	2.75	2.68	2.67	2.69	2.87	43.85
站用外接电源区	2.09	2.17	1.92	1.44	1.01	0.77	0.72	0.66	0.64	0.63	0.63	0.69	13.37
合计	83.49	205.39	133.75	98.36	43.86	11.97	10.67	10.79	10.38	10.36	10.42	17.36	646.8

表 5.2-9　　湖北换流站工程土壤流失量统计表　　单位：t



图 5.2-5　湖北换流站工程土壤流失量季度变化情况 单位：t

依据水土保持监测成果，湖北换流站工程在 2023 年第 3、4 季度处于土方开挖阶段，土壤流失量最大，主要是由于该阶段处于土建高峰期，工程现场裸露面积大，临时堆放土方数量多，土壤侵蚀强度高。至 2024 年第 3 季度，基础开挖、回填作业已基本结束，建筑构物压占场地已完成硬化，且该季度降水量少，土壤侵蚀强度大幅度降低，土壤流失量降低。至 2025 年，各处施工裸露场地逐步实施绿化及硬化地坪铺设等，土壤侵蚀强度逐步降低，导致土壤流失量较 2023 年和 2024 年的土建施工高峰期大幅减少。

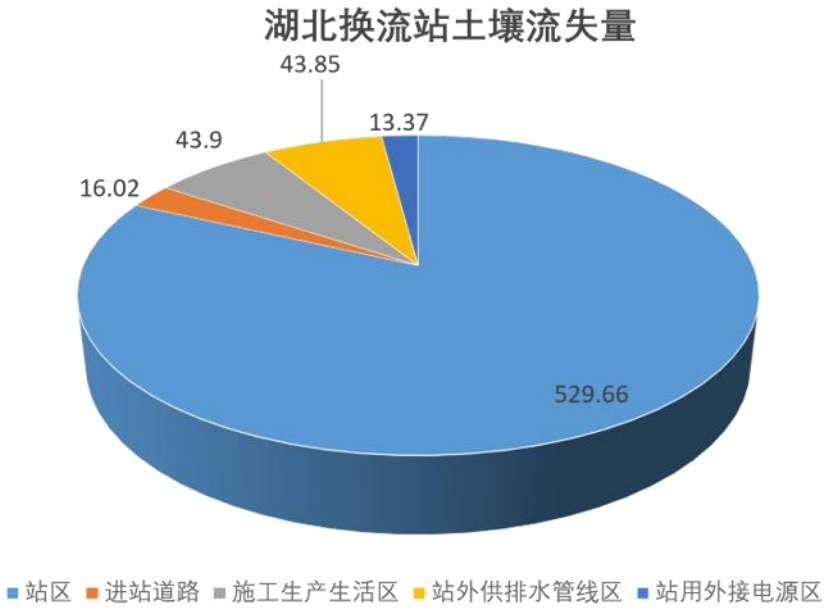


图 5.2-6　湖北换流站工程土壤流失量饼状图 单位：t

依据水土保持监测成果，湖北换流站工程站区土壤流失量所占比重最大，主要是由于站区施工扰动面积占比最大，施工过程扰动原地貌，重塑地表地形，临时堆土数量多，施工扰动时间长，导致站区土壤流失量大，是湖北换流站工程建设水土流失防治的重点区域。

（4）送端接地极

表 5.2-10　　送端接地极工程土壤侵蚀模数统计表　　单位：t/(km²·a)

监测分区	施工期（含施工准备期）					自然恢复期				
	2023 年	2024 年				2025 年			2026 年	
	4 季度	1 季度	2 季度	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度
汇流装置区	667	667	867	733	533	600	650	550	500	550	550
电极电缆区	/	/	0	932	628	606	535	511	632	581	564
检修道路区	923	462	735	671	517	569	284	344	580	534	520
站用外接电源区	1333	435	935	798	544	531	425	358	511	511	508

表 5.2-11　送端接地极工程土壤流失量统计表　　单位：t

监测分区	施工期（含施工准备期）					自然恢复期					累计
	2023 年	2024 年				2025 年			2026 年		
	4 季度	1 季度	2 季度	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度	
汇流装置区	0.10	0.10	0.13	0.11	0.08	0.09	0.13	0.11	0.1	0.11	0.11	1.17
电极电缆区	0.00	0.00	0.00	18.88	19.16	18.50	18.20	17.36	21.49	19.75	19.18	152.52
检修道路区	0.60	0.30	1.36	3.29	2.66	2.93	1.99	2.41	4.06	3.74	3.64	26.98
站用外接电源区	0.10	2.70	5.80	4.95	3.37	3.29	2.76	2.33	3.32	3.32	3.30	35.24
合计	0.80	3.10	7.29	27.23	25.27	24.81	23.08	22.21	28.97	26.92	26.23	215.91



图 5.2-7　送端接地极工程土壤流失量季度变化情况 单位：t

依据水土保持监测成果，送端接地极工程在 2024 年第 3 季度、第 4 季度土壤流失量最大，主要是由于该阶段处于土建高峰期，工程现场裸露面积大，临时堆放土方数量多，土壤侵蚀强度高。至 2025 年第 1 季度，基础开挖、回填作业已基本结束，土壤侵蚀强度降低，土壤流失量明显降低。至 2025 年第 2 季度，送端接地极工程逐步开展迹地恢复工作，土壤侵蚀强度逐渐降低，土壤流失量逐步减少。

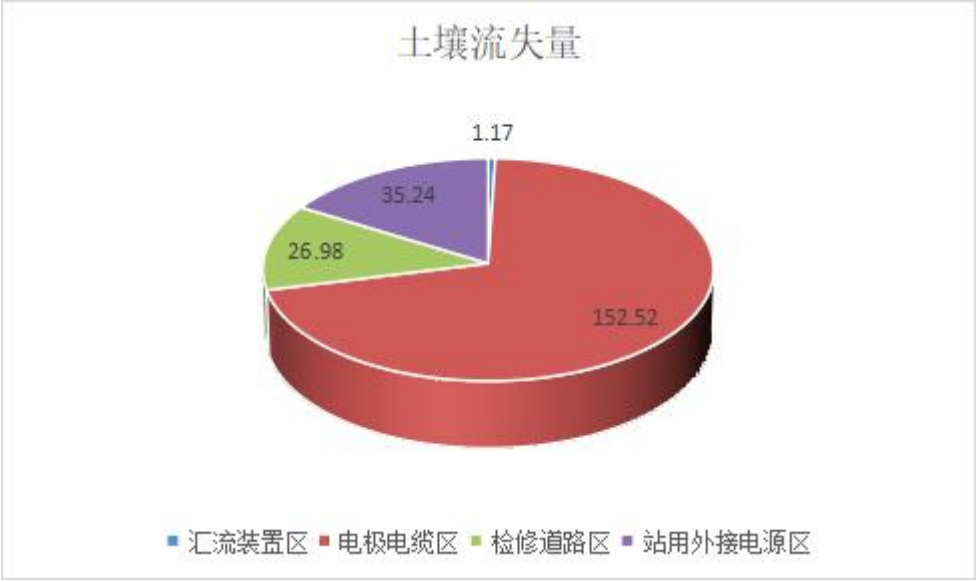


图 5.2-8　送端接地极工程土壤流失量饼状图 单位：t

依据水土保持监测成果，送端接地极工程电极电缆区土壤流失量所占比重最大，主要是由于电极电缆区施工扰动面积大，施工过程大量开挖、堆放沟槽土方，导致土壤流失数量大，是送端接地极工程建设水土流失防治的重点区域。

监测分区	施工期（含施工准备期）						自然恢复期						合计
	2023年		2024年				2025年				2026年		
	3季度	4季度	1季度	1季度	3季度	4季度	1季度	2季度	3季度	4季度	1季度	2季度	
汇流装置区						0.1	0.11	0.09	0.08	0.08	0.08	0.08	0.62
检修道路区						0.38	0.59	0.36	0.33	0.33	0.33	0.33	2.65
电极电缆区						17.37	24.02	13.55	12.36	12.18	12.23	12.49	104.2
站用外接电源区						0	0	0.13	0.12	0.12	0.12	0.12	0.61
合计						17.85	24.72	14.13	12.89	12.71	12.76	13.02	108.08

（5）受端接地极

表 5.2-12　　受端接地极工程土壤侵蚀模数统计表　　单位：t/(km²·a)

监测分区	施工期（含施工准备期）						自然恢复期					
	2023年		2024年				2025年				2026年	
	3季度	4季度	1季度	2季度	3季度	4季度	1季度	2季度	3季度	4季度	1季度	2季度
汇流装置区						586	624	520	474	467	469	473
检修道路区						568	878	534	487	483	484	492
电极电缆区						680	940	524	478	471	473	483
站用外接电源区						573	589	521	475	472	474	487

表 5.2-13　受端接地极工程土壤流失量统计表　　单位：t

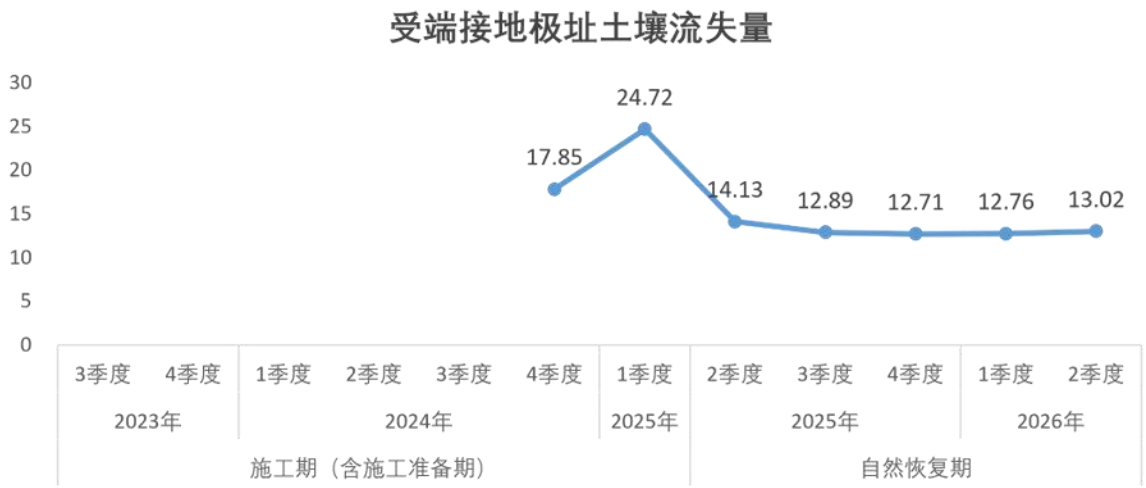


图 5.2-9　受端接地极工程土壤流失量季度变化情况 单位：t

依据水土保持监测成果，受端接地极工程在 2024 年第 4 季度土壤流失量最大，主要是由于该阶段处于土建高峰期，工程现场裸露面积大，临时堆放土方数量多，土壤侵蚀强度高。至 2025 年第 1 季度，基础开挖、回填作业已基本结束，土壤侵蚀强度降低，土壤流失量明显降低。至 2025 年第 2 季度，受端接地极工程逐步开展迹地恢复工作，土壤侵蚀强度逐渐降低，土壤流失量逐步减少。

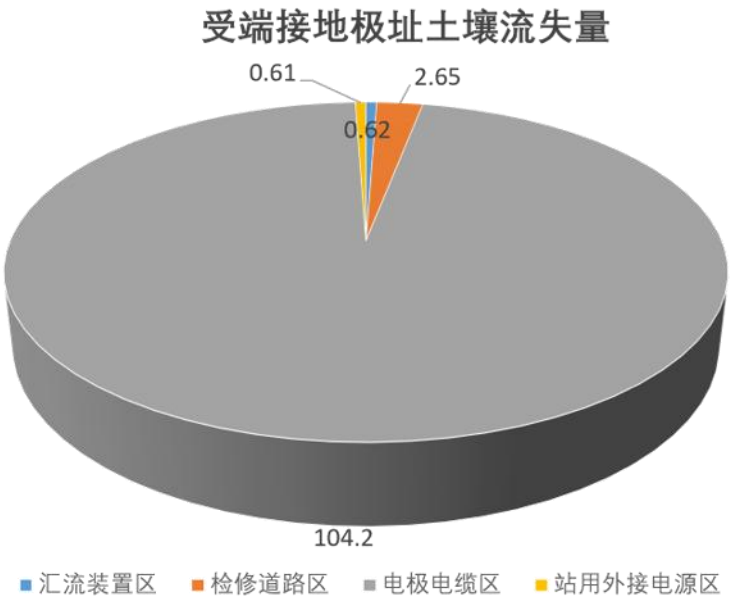


图 5.2-10　受端接地极工程土壤流失量饼状图 单位：t

依据水土保持监测成果，受端接地极工程电极电缆区土壤流失量所占比重最大，主要是由于电极电缆区施工扰动面积大，施工过程大量开挖、堆放沟槽土方，导致土壤流失数量大，是受端接地极工程建设水土流失防治的重点区域。

（6）输电线路工程

1）西藏自治区

① 直流线路

表 5.2-14　　直流线路（西藏段）土壤侵蚀模数统计表　　单位：t/(km²·a)

监测分区	施工准备	基础施工		组塔施工		架线、接地	附件安装	迹地恢复			
	2023年	2024年				2025年				2026年	
	4季度	1季度	2季度	3季度	4季度	1季度	2季度	3季度	4季度	1季度	2季度
塔基区	1344	977	1660	1787	1287	1152	1274	1116	512	502	487
牵张场区	/	/	/	/	456	409	450	660	465	456	442
跨越施工场地区	/	/	/	/	400	438	480	520	480	470	456
施工道路区	1185	797	1367	1455	1048	932	1037	913	543	533	517

表 5.2-15　直流线路（西藏段）工程土壤流失量统计表　　单位：t

监测分区	施工准备	基础施工		组塔施工		架线、接地	附件安装	迹地恢复				累计
	2023年	2024年				2025年				2026年		
	4季度	1季度	2季度	3季度	4季度	1季度	2季度	3季度	4季度	1季度	2季度	
塔基区	7.89	5.74	9.75	10.50	7.56	6.77	7.48	6.56	3.01	2.95	2.86	71.08
牵张场区	0.00	0.00	0.00	0.00	0.57	0.76	0.83	1.22	0.86	0.84	0.82	5.90
跨越施工场地区	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.05	0.06	0.07	0.06	0.06	0.06	0.44
施工	2.73	1.83	3.14	3.35	2.41	2.14	2.39	2.10	1.25	1.23	1.19	23.75

监测分区	施工准备	基础施工		组塔施工		架线、接地	附件安装	迹地恢复				累计
	2023年	2024年				2025年				2026年		
	4季度	1季度	2季度	3季度	4季度	1季度	2季度	3季度	4季度	1季度	2季度	
道路区												
合计	10.62	7.57	12.90	13.84	10.62	9.72	10.76	9.94	5.18	5.08	4.92	101.17



图 5.2-11 直流输电线路工程（西藏段）土壤流失量变化情况 单位：t



图 5.2-12 昌都市降雨量变化情况 单位：mm

依据水土保持监测成果，直流线路（西藏段）工程在2023年第4季度开工进行基础开挖、回填作业，至2024年第3季度，施工扰动作业点、施工道路等大幅增加，水土流失面积增加，土壤流失量显著增加。2025年第1季度由于该季度温度较低，土壤冻结导致土壤流失量减少。而后随着架线完成后，各项水土保持措施逐步实施，土壤侵蚀强度逐步降低，导致土壤流失量逐步减少。

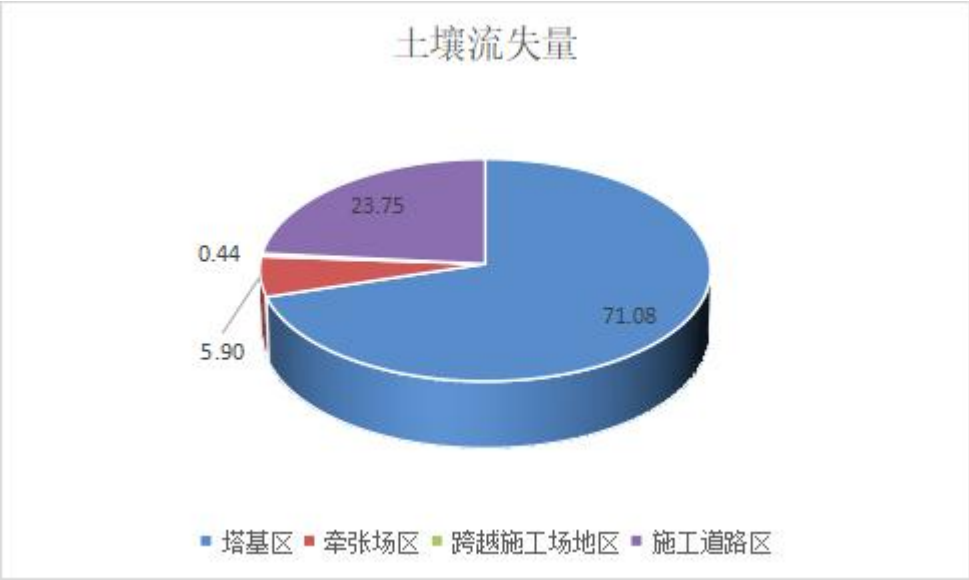


图 5.2-13　直流线路工程（西藏段）土壤流失量饼状图 单位：t

依据水土保持监测成果，直流线路（西藏段）工程塔基区土壤流失量所占比重大，主要是由于塔基施工扰动面积大，施工过程扰动地表，重塑地形，形成裸露的挖填边坡，且临时堆放土方形成水土流失策源点。导致塔基区土壤流失量大，是输电线路工程建设水土流失防治的重点区域。

② 送端接地极线路

表 5.2-16　送端接地极线路工程土壤侵蚀模数统计表　　单位：t/(km²·a)

监测分区	施工准备	基础施工		组塔施工		架线、接地	附件安装	迹地恢复			
	2023年	2024年				2025年				2026年	
	4季度	1季度	2季度	3季度	4季度	1季度	2季度	3季度	4季度	1季度	2季度
塔基区	1344	977	1660	1787	1287	1152	1274	1116	935	642	653
牵张场区	/	/	/	650	456	409	450	660	682	531	529
跨越施工	/	/	/	500	400	438	480	520	533	537	541

监测分区	施工准备	基础施工		组塔施工		架线、接地	附件安装	迹地恢复			
	2023年	2024年				2025年				2026年	
	4季度	1季度	2季度	3季度	4季度	1季度	2季度	3季度	4季度	1季度	2季度
场地区											
施工道路区	1185	797	1367	1455	1048	932	1037	913	748	602	572

表 5.2-17 送端接地极线路工程土壤流失量统计表 单位：t

监测分区	施工准备	基础施工		组塔施工		架线、接地	附件安装	迹地恢复				累计
	2023年	2024年				2025年				2026年		
	4季度	1季度	2季度	3季度	4季度	1季度	2季度	3季度	4季度	1季度	2季度	
塔基区	97.11	70.76	121.25	131.02	94.37	86.91	96.13	84.21	70.52	48.47	49.29	950.03
牵张场区	0.00	0.00	0.00	0.26	0.24	2.35	2.98	4.37	4.52	3.52	3.50	21.74
跨越施工场地区	0.00	0.00	0.00	0.05	0.04	0.76	0.18	0.20	0.2	0.20	0.20	1.82
施工道路区	58.17	41.27	70.81	75.37	54.29	51.47	58.69	51.68	42.34	34.06	32.38	570.53
合计	155.28	112.03	192.05	206.71	148.94	141.49	157.98	140.46	117.58	86.24	85.38	1544.12



图 5.2-14　送端接地极线路工程土壤流失量变化情况 单位：t

依据水土保持监测成果，送端接地极线路工程在 2023 年第 4 季度开工进行基础开挖、回填作业，从 2024 年第 1 季度至第 3 季度，施工扰动作业点、施工道路等大幅增加，水土流失面积增加，同时侵蚀强度受降雨影响逐步增大，土壤流失量显著增加。2024 年第 4 季度后，随着土建施工逐步结束，临时堆土数量减少，塔基硬化面积逐步增加及各项水土保持措施的逐步实施，土壤侵蚀强度、土壤流失量呈下降趋势，但因现场植被尚未恢复完成，土壤侵蚀强度、土壤流失量受雨季和旱季降雨影响差异有一定起伏。

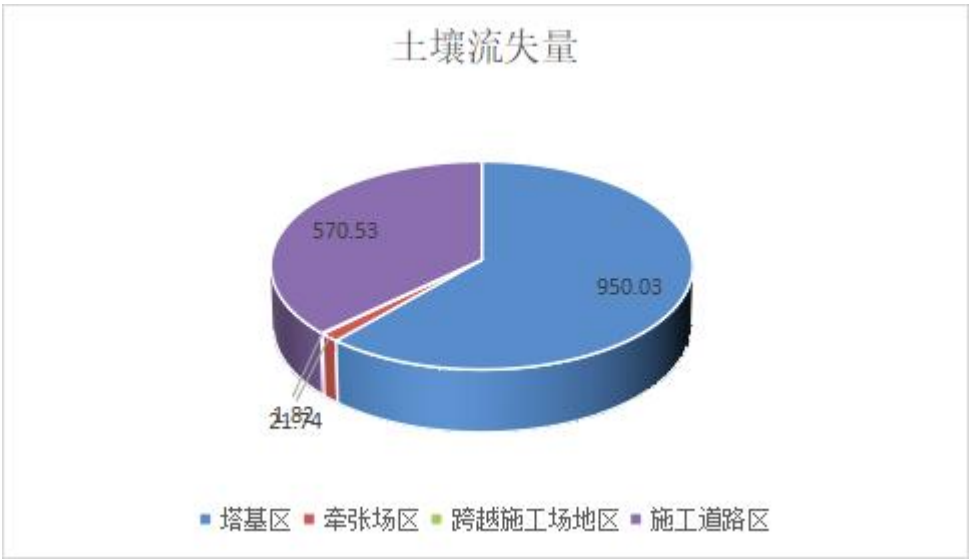


图 5.2-15　送端接地极线路工程土壤流失量饼状图 单位：t

依据水土保持监测成果，送端接地极线路工程塔基区、施工道路区土壤流失量所占比重大，主要是由于塔基区、施工道路区施工扰动面积大，施工过程扰动地表，重塑地形，形成裸露的挖填边坡，且临时堆放土方形成水土流失策源点。导致塔基区、施工道路区土壤流失量大，是输电线路工程建设水土流失防治的重点区域。

2）四川省

①直流输电线路

表 5.2-18　直流输电线路（四川段）工程土壤侵蚀模数统计表　　单位：t/(km²·a)

监测分区	施工准备	基础施工		组塔施工		架线、接地	附件安装	迹地恢复			
	2023 年		2024 年				2025 年				2026 年	
	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度
塔基区	1282	1483	1342	1991	1915	1662	1183	1269	1148	960	850	820
牵张场区	/	/	615	746	1253	732	663	620	570	520	510	510
跨越施工场地区	/	/	/	964	650	503	564	479	469	460	450	455
施工道路区	1063	1517	1585	1919	1880	1721	1414	1420	1292	1025	910	825

表 5.2-19　直流输电线路（四川段）工程土壤流失量统计表　　单位：t

监测分区	施工准备	基础施工		组塔施工		架线、接地	附件安装	迹地恢复				累计
	2023 年		2024 年				2025 年				2026 年		
	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度	
塔基区	381.18	774.12	762.34	1138.98	1095.81	950.64	676.79	725.86	656.61	599.26	530.59	511.86	8804.04
牵张场区	0.00	0.00	18.96	57.84	140.74	88.98	56.50	64.78	58.48	70.75	69.39	69.39	695.79
跨越	0.00	0.00	0.00	3.30	5.09	3.75	3.05	3.33	3.14	8.68	8.49	8.59	47.42

监测分区	施工准备	基础施工		组塔施工		架线、接地	附件安装	迹地恢复				累计
	2023 年		2024 年				2025 年				2026 年		
	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度	
施工场地区													
施工道路区	273.14	527.48	588.02	731.30	717.51	656.80	539.73	542.02	493.24	405.98	360.43	326.76	6162.41
合计	654.32	1301.60	1369.32	1930.91	1932.52	1671.54	1255.12	1304.94	1211.46	1084.66	968.90	916.60	15601.89



图 5.2-16　直流线路（四川段）工程土壤流失量变化情况 单位：t



图 5.2-17　四川段降雨量变化情况 单位：mm

依据水土保持监测成果，直流线路（四川段）工程在 2023 年第 4 季度开工进行基础开挖、回填作业，从 2023 年第 4 季度至 2024 年第 2 季度，施工扰动作业点、施工道路等大幅增加，水土流失面积增加，同时侵蚀强度受降雨影响逐步增大，土壤流失量显著增加。2024 年第 4 季度后，随着土建施工逐步结束，临时堆土数量减少，塔基硬化面积逐步增加及各项水土保持措施的逐步实施，土壤侵蚀强度逐步降低，导致土壤流失量逐步减少。

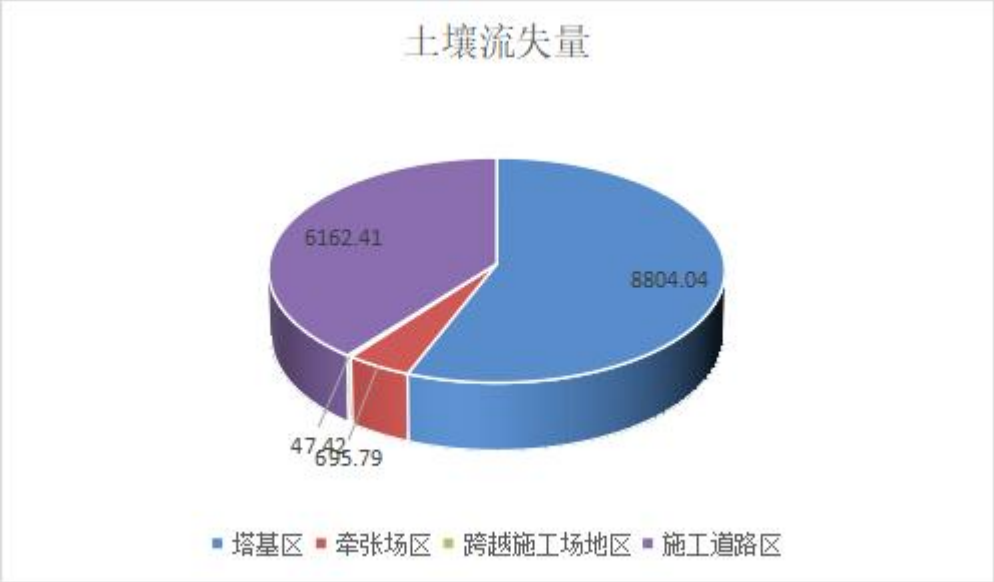


图 5.2-18　直流输电线路（四川段）工程土壤流失量饼状图 单位：t

依据水土保持监测成果，输电线路工程塔基区、施工道路区土壤流失量所占比重大，主要是由于塔基区、施工道路区施工扰动面积大，施工过程扰动地表，重塑地形，

形成裸露的挖填边坡，且临时堆放土方形成水土流失策源点。导致塔基区、施工道路区土壤流失量大，是输电线路工程建设水土流失防治的重点区域。

③ 送端接地极线路

表 5.2-20 送端接地极线路（四川段）工程土壤侵蚀模数统计表 单位：t/(km²·a)

监测分区	施工准备	基础施工		组塔施工		架线、接地	附件安装	迹地恢复			
	施工期（含施工准备期）						自然恢复期				
	2023 年	2024 年				2025 年				2026 年	
	4 季度	1 季度	2 季度	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度
塔基区	1300	700	1200	1400	1100	1000	700	600	500	500	500
牵张场区	/	/	700	800	700	600	600	600	500	500	500
跨越使用场地区	/	/	700	800	700	600	600	600	500	500	500
施工道路区	600	600	1100	1200	700	600	600	600	500	500	500

表 5.2-21 送端接地极线路（四川段）工程土壤流失量统计表 单位：t

监测分区	施工准备	基础施工		组塔施工		架线、接地	附件安装	迹地恢复				累计
	施工期（含施工准备期）						自然恢复期					
	2023 年	2024 年				2025 年				2026 年		
	4 季度	1 季度	2 季度	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度	
塔基区	2.54	2.73	5.91	6.90	5.42	4.93	3.45	2.96	2.46	2.46	2.46	42.20
牵张场区	0.00	0.00	0.23	0.26	0.23	0.20	0.20	0.20	0.16	0.16	0.16	1.79
跨越使用场地区	0.00	0.00	0.07	0.08	0.07	0.06	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.55
施工道路区	1.62	1.62	2.97	3.24	1.89	1.62	1.62	1.62	1.35	1.35	1.35	20.25
合计	4.16	4.35	9.18	10.48	7.61	6.80	5.32	4.83	4.03	4.03	4.03	64.79



图 5.2-19　送端接地极线路工程土壤流失量变化情况 单位：t

根据监测结果，送端接地极线路（四川段）工程土壤流失量随时间呈现明显的阶段性变化特征。2023 年第四季度工程开工后，伴随基础开挖与回填作业，土壤流失开始发生；进入 2024 年，随着施工全面展开，扰动范围扩大，加之降雨影响，土壤流失量逐步上升，于第三季度达到峰值 10.47 t；此后随着主体工程完工、硬化面积增加及水保措施逐步见效，流失量总体呈下降趋势，至 2025 年第四季度降至 4.03 t 至今，反映出施工活动对土壤流失的直接影响及后期恢复治理的初步成效。

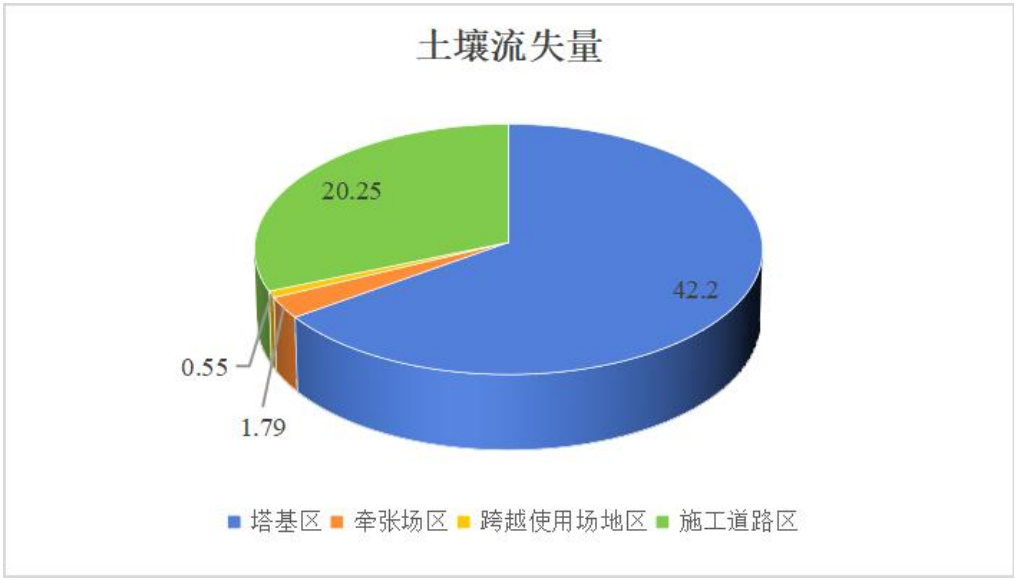


图 5.2-20　送端接地极线路工程土壤流失量饼状图 单位：t

从土壤流失量的构成来看，塔基区和施工道路区是送端接地极线路工程水土流失的主要来源。塔基区累计流失量达 42.2 t，占比最高，施工道路区次之，累计为 20.25 t，两者合计占工程总流失量的绝大部分。这是由于塔基区开挖回填作业集中、扰动强度大，施工道路区持续经受机械碾压和径流冲刷，形成大量裸露坡面与临时堆土，成为水土流失的主要策源地。因此，塔基与施工道路是本项目水土保持重点监控与防治区域。

3）重庆市

表 5.2-22　直流输电线路（重庆段）工程土壤侵蚀模数统计表　　单位：t/(km²·a)

监测分区	施工准备	基础施工		组塔施工		架线	附件安装	植被恢复			
	2023 年		2024 年				2025 年				2026 年	
	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度
塔基区	3300	3600	3300	3700	3700	2800	2600	2600	1600	550	520	480
牵张场区			1020	1400	1700	1700	1000	800	600	400	340	320
跨越施工场地区			600	600	600	600	500	420	330	320	320	300
施工道路区	3800	4500	3900	4200	4200	3200	2800	3200	2500	900	570	500
合计	3095	3493	3234	3591	3619	2787	2477	2588	1779	647	516	468

表 5.2-23　直流输电线路（重庆段）工程土壤流失量统计表　单位：t

监测分区	施工准备	基础施工		组塔施工		架线	附件安装	植被恢复			
	2023 年		2024 年				2025 年				2026 年	
	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度
塔基区	37.07	328.10	406.07	471.20	472.12	357.28	331.76	331.76	204.16	70.18	66.35	61.25

监测分区	施工准备	基础施工		组塔施工		架线	附件安装	植被恢复			
	2023 年		2024 年				2025 年				2026 年	
	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度
牵张场区	0.00	0.00	2.45	8.40	23.46	32.56	20.33	17.10	12.83	8.55	7.27	6.84
跨越施工场地区	0.00	0.00	0.05	0.24	1.25	2.03	1.95	1.81	1.42	1.38	1.38	1.29
施工道路区	19.29	281.52	291.10	314.02	314.76	240.13	211.52	241.73	188.86	67.99	43.06	37.77
合计	56.36	609.62	699.66	793.86	811.58	632.00	565.55	592.40	407.26	148.09	118.13	107.23



图 5.2-21　直流输电线路工程（重庆段）土壤流失量变化情况 单位：t



图 5.2-22 直流输电线路工程（重庆段）降水量变化情况 单位：mm

依据水土保持监测成果，直流输电线路（重庆段）工程在 2023 年第 3 季度开工进行基础开挖作业，新增水土流失量逐渐增加，从 2023 年第 4 季度至 2024 年第 3 季度，施工扰动作业点、施工道路等大幅增加，水土流失面积增加，土壤侵蚀强度增大，土壤流失量显著增加，峰值达到 811.58t。2024 年第 4 季度后，随着土建施工逐步结束，临时堆土数量减少及各项水土保持措施的逐步实施，土壤侵蚀强度逐步降低，土壤流失量逐步减少，至 2026 年第二季度降至 107.23t，反映出施工活动对土壤流失的直接影响及后期恢复治理的初步成效。

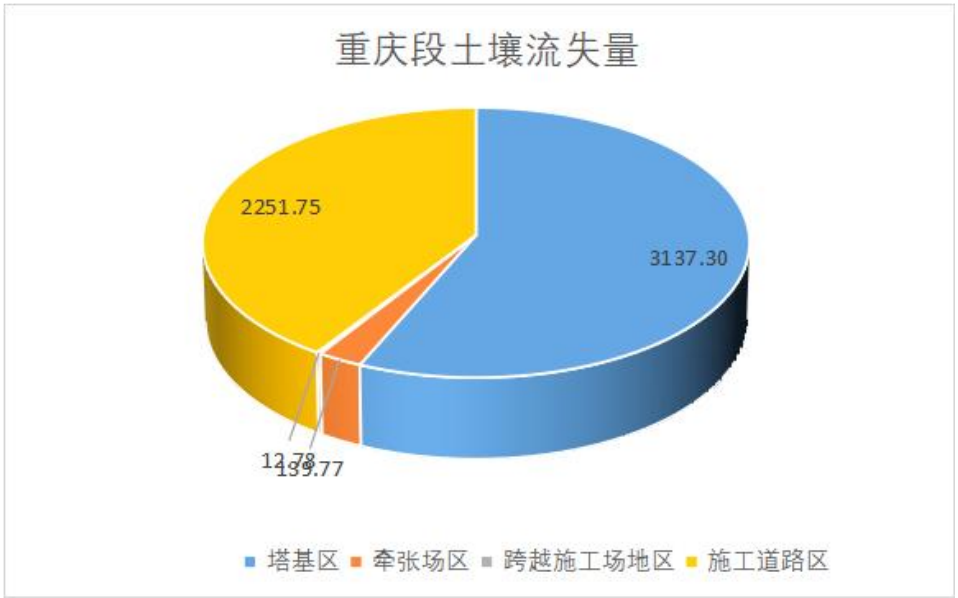


图 5.2-23 直流输电线路（重庆段）工程土壤流失量饼状图 单位：t

从重庆段土壤流失量的构成来看，塔基区和施工道路区是水土流失的主要来源。塔基区累计流失量达3137.30t，占比最高，施工道路区次之，累计为2251.75t，两者合计占工程总流失量的绝大部分。主要是由于塔基区、施工道路区施工扰动面积大，施工过程扰动地表，重塑地形，形成裸露的挖填边坡，且临时堆放土方形成水土流失策源地。因此，塔基与施工道路是输电线路工程建设水土流失防治的重点区域。

4）湖北省

① 输电线路

表 5.2-24　　输电线路（湖北段）土壤侵蚀模数统计表　　单位：t/(km²·a)

监测分区	施工准备	基础施工		组塔施工		架线接地	附件安装	迹地恢复				
	2023 年		2024 年				2025 年				2026 年	
	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度
塔基区	3117	3561	2829	2921	2765	1235	537	534	474	468	469	475
牵张场区				662	1081	844	557	538	477	470	473	480
跨越施工场地区				683	696	557	514	508	465	462	464	469
施工道路区	3437	3563	3650	3743	3375	2450	1408	581	487	483	485	491

表 5.2-25　输电线路（湖北段）工程土壤流失量统计表　　单位：t

监测分区	施工准备	基础施工		组塔施工		架线接地	附件安装	迹地恢复					累计
	2023 年		2024 年				2025 年				2026 年		
	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度	
塔基区	177.05	1020.05	1231.39	1426.03	1358.17	606.63	263.75	262.27	232.81	229.86	230.35	233.30	7271.66
牵张场区				55.19	109.48	85.48	56.41	54.49	48.31	47.60	47.90	48.61	553.47
跨越施工场地区				9.51	11.41	9.13	8.43	8.33	7.63	7.58	7.61	7.69	77.32
施工道路区	40.47	250.21	759.38	952.03	858.43	623.16	358.12	147.78	123.87	122.85	123.36	124.89	4484.55
合计	217.52	1270.26	1990.77	2442.76	2337.49	1324.4	686.71	472.87	412.62	407.89	409.22	414.49	12387

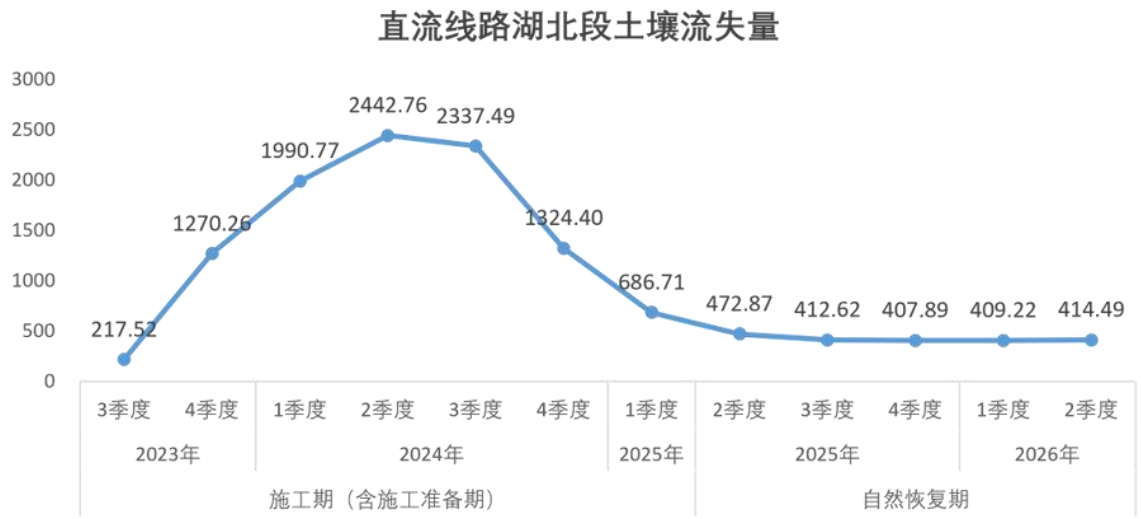


图 5.2-24 直流输电线路工程（湖北段）土壤流失量变化情况 单位：t

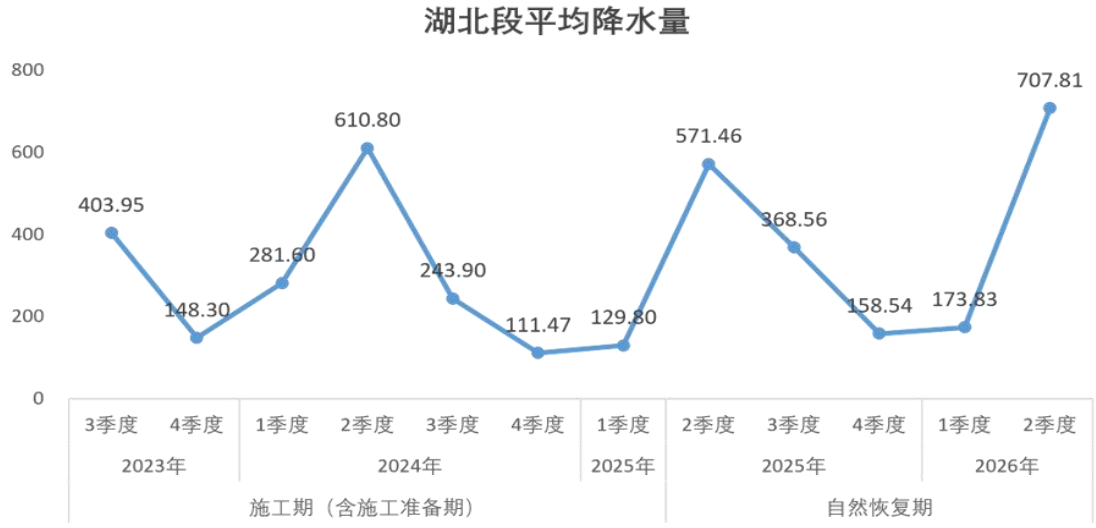


图 5.2-25 直流输电线路工程（湖北段）降水量变化情况 单位：mm

依据水土保持监测成果，输电线路（湖北段）工程在 2023 年第 3 季度开工进行基础开挖、回填作业，至 2024 年第 1 季度，施工扰动作业点、施工道路等大幅增加，水土流失面积增加，土壤流失量显著增加。此阶段降水量从 2023 年第 3 季度的 166.94mm，先降至 2023 年第 4 季度的 51.25mm，再回升至 2024 年第 1 季度的 80.06mm，降水量的逐步增加，进一步加剧了施工扰动区域的土壤冲刷，推动土壤流失量显著上升。2024 年第 2 季度施工扰动仍在持续，土壤流失量达到顶峰，此阶段降水量飙升至 242.87mm，同样是周期内的峰值，强降水与施工扰动叠加，成为土壤流失量最突出的阶段。2024 年第 4 季度随着架线完成后，各项水土保持措施逐步实施，有效抑制了土壤侵蚀，此阶段降水量从 2024 年第 3 季度的 109.12mm 降至 4 季度的 60.06mm，

降水强度减弱；后续 2025 年虽有回升（1 季度 70.39mm、2 季度 189.14mm），但水土保持措施已发挥作用，抵消了降水增加的影响，最终推动土壤流失量逐步减少。

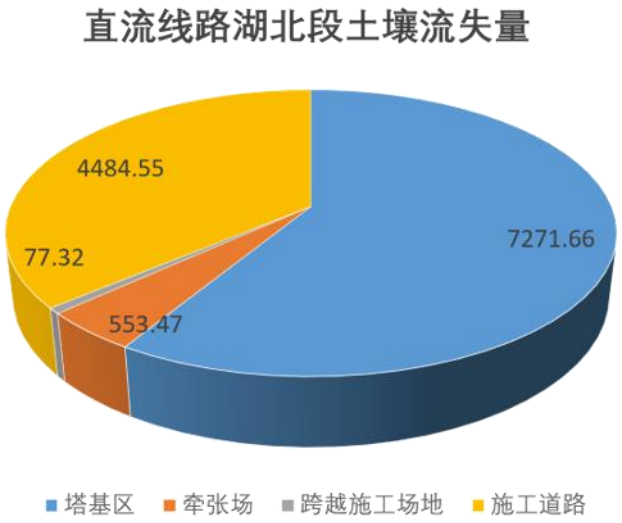


图 5.2-26　输电线路工程（湖北段）土壤流失量饼状图 单位：t

依据水土保持监测成果，直流输电线路（湖北段）工程塔基区和施工道路区土壤流失量所占比重较大，主要是由于塔基施工扰动面积大，施工过程扰动地表，重塑地形，形成裸露的挖填边坡，且临时堆放土方形成水土流失策源点。导致塔基区土壤流失量大；由于机械化施工，开辟的施工道路较多，施工期间路面及边坡地表植被受到破坏，基本成裸露状态。因此塔基区和施工道路区是输电线路工程建设水土流失防治的重点区域。

② 受端接地极线路

表 5.2-26　受端接地极线路工程土壤侵蚀模数统计表　　单位：t/(km²·a)

监测分区	施工准备				基础施工	组塔施工	架线接地	附件安装	迹地恢复			
	2023 年		2024 年				2025 年				2026 年	
	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度
塔基区				2202	1867	1230	573	515	484	476	478	477
塔基施工场地				2656	2128	1643	660	529	483	478	479	483
牵张场区					985	597	547	519	474	471	473	473
跨越施工场地					995	584	559	518	473	470	471	486

监测分区	施工准备			基础施工	组塔施工	架线接地	附件安装	迹地恢复			
	2023 年		2024 年				2025 年			2026 年	
	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度
施工道路区				3041	3087	1055	924	559	495	489	492	476

表 5.2-27　受端接地极线路工程土壤流失量统计表　　单位：t

监测分区	施工准备			基础施工	组塔施工	架线接地	附件安装	迹地恢复				累计
	2023 年			2024 年			2025 年			2026 年		
	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度	
塔基区				12.44	12.60	8.30	3.87	3.48	3.27	3.21	3.23	3.22	53.62
塔基施工场地				42.76	48.25	37.26	14.97	12.00	10.95	10.84	10.86	10.95	198.84
牵张场区				0.00	2.63	1.60	1.46	1.39	1.27	1.26	1.27	1.27	12.15
跨越施工场地				0.00	1.79	1.05	1.01	0.93	0.85	0.85	0.85	0.87	8.2
施工道路区				32.16	42.06	14.37	12.59	7.62	6.74	6.66	6.70	6.49	135.39
合计				87.36	107.33	62.58	33.90	25.42	23.08	22.82	22.91	22.8	408.2

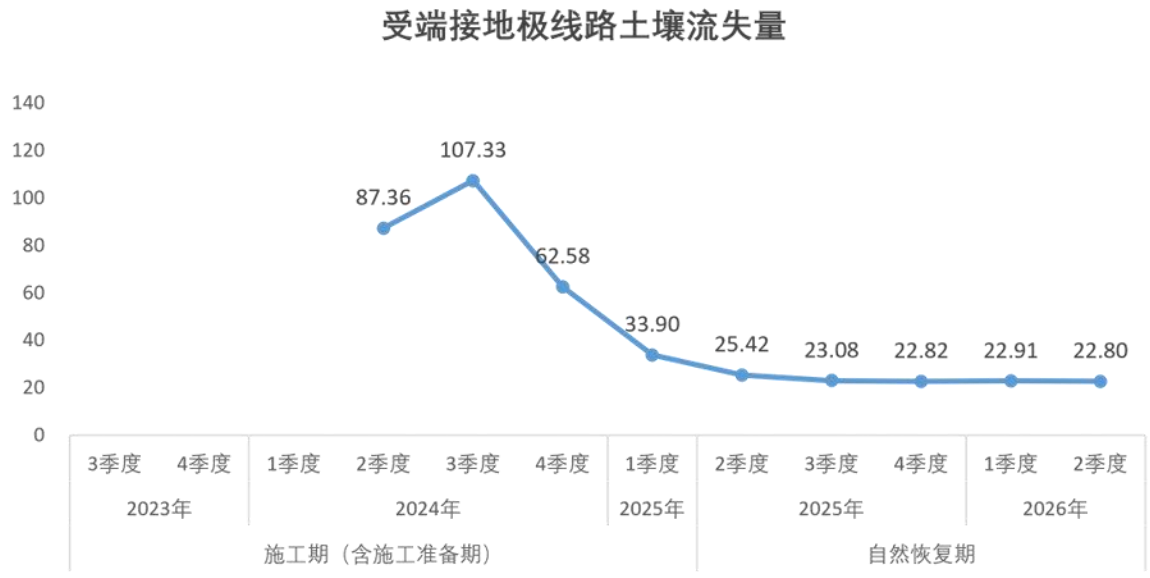


图 5.2-27 受端接地极线路工程土壤流失量变化情况 单位：t

依据水土保持监测成果，受端接地极线路工程在 2024 年第 1 季度开工进行基础开挖、回填作业，从 2024 年第 1 季度至 2024 年第 4 季度，施工扰动作业点施工道路

等大幅增加，水土流失面积增加，土壤流失量显著增加。2024 年第 4 季度开始，基础土方开始逐渐回填，土壤流失量开始降低，而后随着架线完成后，各项水土保持措施逐步实施，土壤侵蚀强度逐步降低，导致土壤流失量逐步减少。

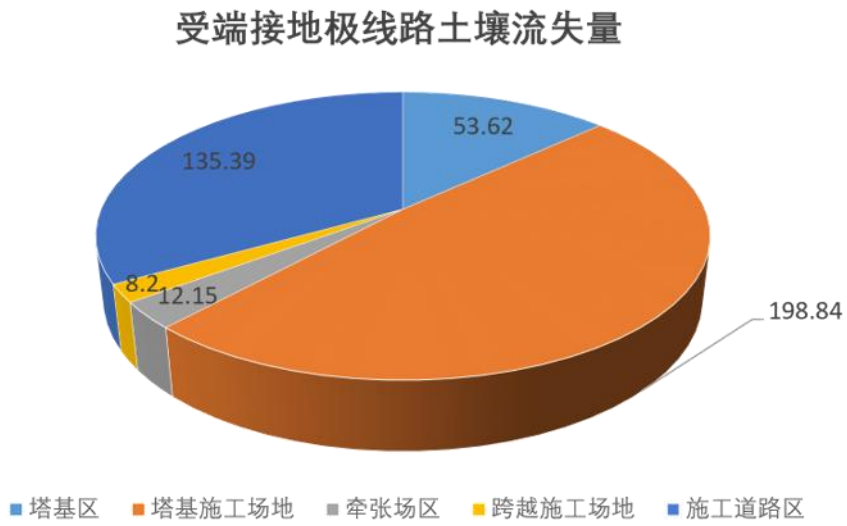


图 5.2-28　受端接地极线路土壤流失量饼状图 单位：t

依据水土保持监测成果，受端接地极线路工程塔基区土壤流失量所占比重大，主要是由于塔基施工扰动面积大，施工过程扰动地表，重塑地形，形成裸露的挖填边坡，且临时堆放土方形成水土流失策源点。导致塔基区土壤流失量大，是输电线路工程建设水土流失防治的重点区域。

5.3 水土流失危害

本项目建设过程中，水土流失危害主要表现为如下方面:

（1）影响生态环境

（2）本项目新建输电线路不可避免进入森林等植被茂盛区域，建设过程中不可避免存在乔灌木砍伐、林草植被践踏等情况，对生态环境造成一定影响。 形成水土流失策源点，加剧水土流失

本项目新建换流站、输电线路场地平整、基础开挖过程形成裸露边坡及松散的临时堆土，在降雨、大风等外营力条件下，裸露边坡、临时堆土成为水土流失策源点，发生侵蚀沟、扬尘等水土流失情况。

施工单位在工程实施过程中，通过各项水土保持措施的实施，将水土流失控制在可控范围之内。在土建工程完成之后，施工单位及时开展迹地恢复工作，恢复项目区的生态环境。

依据本项目水土保持监测过程记录，本项目在建设过程中，未发生水土流失危害性事件。

5.4 取土（石、料）弃土（石、渣）潜在土壤流失量

本项目不涉及取土（石、料）场。

本监测时段内，工程共设有 2 处弃渣场。施工过程中，针对渣体采取了临时苫盖措施；在弃渣场四周配套布设了截排水系统，外边坡设置了挡渣墙设施；施工现场严格落实扬尘治理要求。大风雨后，及时对土方存放区域进行苫盖修复和场地清理；日常施工中通过持续苫盖、拦挡和洒水降尘等措施，有效减少土壤流失。弃渣场使用完毕后，已开展场地平整、坡面整治，并同步实施复垦及植被复绿工程。通过上述系列措施，本监测时段内工程弃渣场的土壤流失得到有效控制，未产生新增潜在土壤流失风险。

根据实际监测情况，水土流失发生的重点部位为换流站站外临时堆土场和输电线路基础施工阶段土方开挖、表土剥离形成的临时堆土区域。

施工过程中，尽量合理安排施工季节，优化施工工艺和流程，严格控制施工扰动面积，减少了工程开挖及临时堆渣对周边环境的破坏。换流站的临时堆土场和输电线路的临时堆土区域，建设单位均采用了彩条布铺垫、密目网苫盖等临时防护措施，有效地控制和减少了施工过程中的水土流失，未对周边区域产生影响。

施工结束后，换流站工程场地平整、开挖余土全部综合利用，输电线路工程塔基基坑开挖土方优先进行土方回填及场地平摊夯实，无法就地消纳的余土外运进行综合利用。

6 水土流失防治效果监测结果

6.1 水土流失治理度

本项目至设计水平年水土流失面积为1186.20hm^2，水土流失治理达标面积为1157.82hm^2。经计算，水土流失治理度为97.61%，达到了水土保持方案设定的目标值。各省段水土流失治理度计算见表6.1-1。

表6.1-1 水土流失治理情况表

防治分区		水土流失总面积(hm^2)	水保措施防治面积（hm^2）			建构筑物占压及固化面积（hm^2）	水土流失治理达标面积（hm^2）	水土流失治理度（%）
			工程措施	植物措施	小计			
西藏自治区	卡麦换流站	94.48	55.88	22.98	78.86	13.59	92.44	97.84
	送端接地极	19.08	0.00	18.89	18.89	0.12	19.01	99.63
	送端接地极线路	55.62	1.20	53.39	54.59	0.14	54.73	98.41
	直流输电线路	4.06	0.00	3.90	3.90	0.02	3.92	96.43
	小计	173.24	57.08	99.16	156.24	13.87	170.10	98.19
四川省	帮果换流站	36.65	14.50	6.80	21.30	14.86	36.16	98.65
	送端接地极线路	3.22	0.98	2.17	3.14	0.02	3.17	98.39
	直流输电线路	470.09	48.00	406.23	454.23	1.53	455.76	96.95
	小计	509.96	63.48	415.20	478.67	16.41	495.09	97.08
重庆市	直流输电线路	92.40	25.88	63.00	88.88	0.87	89.75	97.13
湖北省	受端湖北换流站	34.16	8.73	11.31	20.04	14.04	34.08	99.77
	受端接地极	10.78	10.42	0	10.42	0.29	10.71	99.35
	受端接地极线路	19.07	6.81	10.3	17.11	1.78	18.89	99.06
	直流输电线路	346.59	99.54	236.76	336.3	2.9	339.2	97.87
	小计	410.6	125.5	258.37	383.87	19.01	402.88	98.12
合计		1186.20	271.94	835.73	1107.66	50.16	1157.82	97.61

6.2 土壤流失控制比

本项目所在区域涉及青藏高原区、西南紫色土区和南方红壤区，容许土壤流失量为500t/（km^2·a）。截至目前，本项目水土流失防治责任范围内各项水土保

持措施已初步发挥作用，土壤流失控制比为 1.04，达到了水土保持方案设定的目标值。

表 6.2-1 土壤流失控制比分析计算表

防治分区		土壤流失达到值（t/(km²·a)	容许土壤流失量（t/(km²·a)	土壤流失控制比
西藏自治区	卡麦换流站	475	500	1.05
	送端接地极	488	500	1.02
	送端接地极线路	480	500	1.04
	直流输电线路	480	500	1.04
	加权平均值	478	500	1.05
四川省	帮果换流站	489	500	1.02
	送端接地极线路	496	500	1.01
	直流输电线路	492	500	1.02
	加权平均值	492	500	1.02
重庆市	直流输电线路	468	500	1.07
湖北省	湖北换流站	418	500	1.20
	受端接地极	474	500	1.05
	受端接地极线路	479	500	1.04
	直流输电线路	500	500	1.00
	加权平均值	468	500	1.07
加权平均值				1.04

6.3 渣土防护率

本项目建设期间临时堆放的土方来源于工程开挖土方和弃方，永久弃渣和临时堆土总量为 556.41 万 m^3，利用编织袋拦挡、密目网苫盖等措施实际挡护数量为 514.84 万 m^3，渣土防护率达到了 92.53%，达到了水土保持方案设定的目标值。各省段渣土防护率计算见表 6.3-1。

表 6.3-1 渣土防护率分析计算表

防治分区		永久弃渣和临时堆土量（万 m^3）	实际防护渣量（万 m^3）	渣土防护率（%）
西藏自治区	卡麦换流站	207.33	179.78	86.71
	送端接地极	11.92	11.3	94.80
	送端接地极线路	14.20	13.11	92.32
	直流输电线路	0.84	0.73	86.90
	小计	234.29	204.92	87.46
四川省	帮果换流站	109.71	105.2	95.89
	送端接地极线路	0.83	0.797	96.02
	直流输电线路	89.51	85.86	95.92
	小计	200.05	191.86	95.90

防治分区		永久弃渣和临时堆土量（万 m^3）	实际防护渣量（万 m^3）	渣土防护率（%）
重庆市	直流输电线路	17.79	17.46	98.15
湖北省	受端湖北换流站	45.75	43.98	96.12
	受端接地极	6.88	6.72	97.68
	受端接地极线路	1.81	1.75	96.92
	直流输电线路	49.85	48.16	96.61
	小计	104.29	100.61	96.47
合计		556.41	514.84	92.53

6.4 表土保护率

工程建设期间可剥离表土量为 103.09 万 m^3，实际剥离和铺垫保护表土量为 99.46 万 m^3，项目区扰动表土保护率达到了 96.48%，达到了水土保持方案设定的目标值。各省段扰动土地整治情况见表 6.4-1。

表 6.4-1　表土保护率情况表

防治分区		可剥离表土量（万 m^3）	剥离表土量（万 m^3）	铺垫保护表土量（万 m^3）	表土保护率（%）
西藏自治区	卡麦换流站	16.89	16.47	0.13	98.28
	送端接地极	1.56	1.28	0.23	96.79
	送端接地极线路	5.64	3.96	1.56	97.87
	直流输电线路	0.14	0.10	0.03	92.86
	小计	24.23	21.81	1.95	98.06
四川省	帮果换流站	10.29	9.65	0.09	94.66
	送端接地极线路	0.23	0.17	0.05	95.65
	直流输电线路	33.31	26.70	5.72	97.33
	小计	43.83	36.52	5.86	96.69
重庆市	直流输电线路	9.08	6.52	2.01	93.94
湖北省	受端湖北换流站	9.83	8.88	0.31	93.49
	受端接地极	1.26	0.96	0.22	93.65
	受端接地极线路	0.82	0.64	0.12	92.72
	直流输电线路	14.04	11.17	2.49	97.29
	小计	25.95	21.65	3.14	95.53
合计		103.09	86.50	12.96	96.48

6.5 林草植被恢复率

经计算，本项目水土流失防治责任范围可恢复植被面积为 862.57hm^2，植物措施实施面积为 835.73hm^2，林草植被恢复率为 96.89%，达到了水土保持方案设定目标值。各省段林草植被恢复率计算见表 6.5-1。

表 6.5-1　林草植被恢复率分析计算表

防治分区		可恢复植被面积（hm^2）	植物措施面积（hm^2）	林草植被恢复率（%）
西藏自治区	卡麦换流站	23.51	22.98	97.75
	送端接地极	19.23	18.89	98.23
	送端接地极线路	55.26	53.39	96.62
	直流输电线路	4.02	3.90	97.01
	小计	102.02	99.16	97.20
四川省	帮果换流站	7.29	6.80	93.24
	送端接地极线路	2.22	2.17	97.66
	直流输电线路	419.37	406.23	96.87
	小计	428.88	415.20	96.81
重庆市	直流输电线路	65.65	63.00	95.96
湖北省	受端湖北换流站	11.39	11.31	99.30
	受端接地极	0.00	0.00	/
	受端接地极线路	10.48	10.30	98.28
	直流输电线路	244.15	236.76	96.97
	小计	266.02	258.37	97.12
合计		862.57	835.73	96.89

6.6 林草覆盖率

本项目水土流失防治责任范围面积为 1186.20hm^2，植被措施实施面积为 835.73hm^2，本项目林草覆盖率为 70.45%，达到了水土保持方案设定的目标值。各省段林草覆盖率计算结果见表 6.6-1。

表 6.6-1 林草覆盖率分析计算表

防治分区		水土流失防治责任范围面积（hm^2）	植物措施面积（hm^2）	林草覆盖率（%）
西藏自治区	卡麦换流站	94.48	22.98	24.32
	送端接地极	19.08	18.89	99.00
	送端接地极线路	55.62	53.39	95.99
	直流输电线路	4.06	3.90	96.06
	小计	173.24	99.16	57.24
四川省	帮果换流站	36.65	6.80	18.55
	送端接地极线路	3.22	2.17	67.33
	直流输电线路	470.09	406.23	86.42
	小计	509.96	415.20	81.42
重庆市	直流输电线路	92.40	63.00	68.18
湖北省	受端湖北换流站	34.16	11.31	33.11
	受端接地极	10.78	0.00	0.00
	受端接地极线路	19.07	10.30	54.01
	直流输电线路	346.59	236.76	68.31
	小计	410.60	258.37	62.92

防治分区	水土流失防治责任范围面积（hm^2）	植物措施面积（hm^2）	林草覆盖率（%）
合计	1186.20	835.73	70.45

6.7 防治指标达标情况

综上，根据水土保持监测成果，结合项目建设前后遥感影像或航拍等资料进行分析，水土保持防护措施布局基本合理，防治效果明显，有效地控制和减少了施工过程中的水土流失。已实施的水土保持措施质量和运行状况能满足方案和设计要求。经计算，水土流失治理度达到了97.61%，土壤流失控制比达到了1.04，渣土防护率达到了92.53%，表土保护率达到了96.48%，林草植被恢复率达到了96.89%，林草覆盖率达到了70.45%，均达到或优于水土保持方案确定的目标值。

水土流失防治指标达标情况见表6.7-1。

表6.7-1 水土流失防治指标达标情况

序号	项目	方案目标值	实际完成值	达标情况
1	水土流失治理度（%）	92.5	97.61	达标
2	土壤流失控制比	1	1.04	达标
3	渣土防护率（%）	88.3	92.53	达标
4	表土保护率（%）	91.17	96.48	达标
5	林草植被恢复率（%）	96.41	96.89	达标
6	林草覆盖率（%）	22.51	70.45	达标

7 结论

7.1 水土流失动态变化

7.1.1 防治责任范围

水利部批复的本项目建设区面积为 1259.47hm^2，根据工程征占地资料、施工资料和现场勘察记录，经监测，本项目建设期实际发生水土流失防治责任范围为 1186.20hm^2。

按工程组成划分：换流站工程防治责任范围面积为 165.29hm^2、接地极址工程防治责任范围面积为 29.86hm^2、直流线路工程防治责任范围面积为 913.14hm^2、接地极线路工程防治责任范围面积为 77.91hm^2。换流站工程包括卡麦换流站 94.48hm^2，帮果换流站 36.65hm^2，湖北换流站 34.16hm^2；接地极工程包括送端接地极 19.08hm^2，受端接地极 10.78hm^2。

按行政区划分：西藏自治区境内防治责任范围面积为 173.24hm^2，四川省境内防治责任范围面积为 509.96hm^2，重庆市境内防治责任范围面积为 92.40hm^2，湖北省境内防治责任范围面积 410.60hm^2。

7.1.2 土石方挖填情况

本项目水土保持方案设计的土石方挖填总量为 1097.43 万 m^3，其中挖方数量为 568.97 万 m^3，填方数量为 528.46 万 m^3，无借方，余方 40.51 万 m^3。本项目方案设计阶段确定的表土剥离 62.41 万 m^3，表土回覆 56.59 万 m^3，草皮剥离 9.58 万 m^3，草皮回铺 8.53 万 m^3。

根据水土保持监测结果，本项目实际发生的土石方挖填总量为 1019.21 万 m^3，其中挖方 556.41 万 m^3，填方 462.80 万 m^3，无借方，余方 93.61 万 m^3。本项目实际发生的表土剥离数量为 79.08 万 m^3，表土回覆数量为 79.08 万 m^3，草皮剥离数量为 7.42 万 m^3，草皮回铺数量为 7.42 万 m^3。

卡麦换流站余方 59.14 万 m^3 运至水保方案批复的两处弃渣场内，卡麦换流站余方 4.78 万 m^3 进行综合利用，输电线路产生余土数量为 29.69 万 m^3 进行综合利用。

7.1.3 水土流失防治效果

根据《生产建设项目水土流失防治标准》，水土保持方案设计项目整体的防治目标为：水土流失治理度 92.50%，土壤流失控制比 1.0，渣土防护率 88.30%，表土保护率 91.17%，林草植被恢复率 96.41%，林草覆盖率 22.51%。

依据本项目水土保持监测结果，截至 2026 年 8 月，本项目水土流失治理度达到了 97.61%，土壤流失控制比达到了 1.04，渣土防护率达到了 92.53%，表土保护率达到了 96.48%，林草植被恢复率达到了 96.89%，林草覆盖率达到了 70.45%。

7.2 水土保持措施评价

7.2.1 水土保持措施的布局评价

本项目根据不同地貌类型、不同防治分区的施工扰动特点，因地制宜采取了相应的水土保持措施，总体上落实了水土保持方案及其批复文件的要求，水土保持措施防治效果已逐步显现。实施的水土保持措施布局情况如下：

（1）换流站工程

1）卡麦换流站

①站区：站区剥离场地区域表土资源用于站内绿化覆土，在站区内主干道路旁布置雨水排水管、截洪沟、八字式排水口，边坡坡面设置马道排水沟、坡底设置排水沟汇集雨水排出，挖方边坡设置格构梁植草护坡，对站区空地进行碎石覆盖，施工过程中站内基槽开挖土方临时堆放于施工场地范围内，布置植生袋装土拦挡、彩条布铺垫防护及密目网苫盖。站内布置临时排水沟、临时沉沙池，减少施工阶段雨水乱流，施工场地四周设置彩条旗围护限界措施。施工完成后对站内绿化场地进行土地整治、表土回覆。施工结束后，对站区非硬化地表进行铺设草皮绿化，边坡实施植基袋绿化护坡和撒播草籽。

②进站道路区：剥离场地区域表土资源用于进站道路内绿化覆土，沿进站道路两侧设置截排水沟，施工过程中边坡开挖部分土方临时堆放于施工场地范围内，布置植生袋装土拦挡、彩条布铺垫防护、棕垫铺垫及密目网苫盖。道路内侧布置临时排水沟、临时沉沙池，减少施工阶段雨水乱流。施工完成后对进站道路边坡进行表土回覆，植被恢复区域实施土地整治，原占用耕地的临时区域实施耕地恢

复。对进站道路区边坡实施锚杆框架植草护坡、撒播草籽和栽植灌木。

③站用外接电源区：站用外接电源区施工前剥离开挖区域的表土资源，站用外接电源区施工过程中临时堆土利用密目网苫盖防护，裸露地表采用彩条布铺垫。施工完成后回覆表土，对占压耕地区域进行耕地恢复，对占压林草地区域进行土地整治恢复。施工结束后，对站用外接电源区占用林草地的区域实施撒播草籽。

④站外供排水管线区：沟槽开挖前对开挖区域进行表土剥离，临时堆土利用密目网苫盖、植生袋装土拦挡防护。布置站外排水管和站外排水沟，排水管出口位置布置八字形排水口。施工完成后回覆表土，占压耕地区域进行耕地恢复，林草地区域植草恢复。施工结束后，对站外供排水管线占用林草地的区域实施撒播草籽。

⑤施工生产生活区：施工前剥离开挖区域的表土资源，对裸露地表采取密目网苫盖、彩条布铺垫等临时防护措施，边坡设置植生袋装土拦挡防护，施工生产生活区在施工过程中设临时排水沟和沉沙池等临时防护措施。施工完成后回覆表土，占压耕地区域进行耕地恢复，林草地区域植草恢复。施工结束后，对施工生产生活区占用林草地的区域实施撒播草籽。

⑥临时堆土区：施工前剥离开挖区域的表土资源，临时堆土区施工过程中对临时堆土利用密目网苫盖、彩条布铺垫、植生袋装土拦挡进行防护，堆土四周设置彩条旗限界，在施工过程中设临时排水沟措施。施工完成后回覆表土，占压草地区域植草恢复。施工结束后，对临时堆土区占用林草地的区域实施撒播草籽。

⑦弃渣场区：施工前剥离开挖区域的表土资源，于坡脚修筑混凝土挡渣墙。施工过程中，在各弃渣场周边设置截排水沟，在弃渣场底部设置片石盲沟，截排水沟和片石盲沟末端设置八字式排水口。对临时堆土利用密目网苫盖、彩条布铺垫、棕垫铺垫、植生袋装土拦挡进行防护，在施工过程中设临时排水沟和临时沉沙池等措施。弃土结束后，对坡面、渣顶进行表土回覆，对占压林草地区域进行土地整治恢复。对弃渣场区边坡实施植草护坡，对占用林草地的区域实施撒播草籽。

2）帮果换流站

①站区：施工前剥离表土并集中堆放于表土临时堆放区，开挖其他土石方集中堆放，对其他土石方堆土采取植生袋装土拦挡、密目网苫盖、临时排水沟、临时沉沙池临时防护措施。站区设雨水排水管、截洪沟、八字式排水口，挖填方边

坡坡脚设置排水沟。施工结束后对电气设备区进行碎石覆盖，对站区截洪沟和边坡的临时占地区域进行表土回覆、土地整治、植被恢复，对需植物护坡的边坡落实表土回覆与植生袋护坡措施。

②进站道路区：施工前剥离表土并集中堆放于表土临时堆放区，开挖其他土石方堆放于道路一侧，对其他土石方堆土采取密目网苫盖临时防护措施。进站道路区在边坡坡脚底部设置排水管涵。施工结束后对需植物护坡的边坡进行表土回覆与植生袋护坡。

③站用外接电源区：施工前剥离表土并集中堆放于表土临时堆放区，开挖其他土石方堆放于电缆管线一侧，对其他土石方堆土采取植生袋装土拦挡、密目网苫盖、彩条布铺垫临时防护措施。施工结束后对临时占地区域进行表土回覆、土地整治、植被恢复。

④站外供排水管线区：施工过程中开挖其他土石方堆放于供排水管线一侧，对其他土石方堆土采取植生袋装土拦挡、密目网苫盖、彩条布铺垫临时防护措施，站外供排水管线区设置雨水排水管、八字式排水口。施工结束后对临时占地进行土地整治、植被恢复。

⑤泥石流治理区：施工前剥离表土并集中堆放于表土临时堆放区，开挖其他土石方临时集中堆放于施工场地内，对其他土石方堆土采取植生袋装土拦挡、密目网苫盖临时防护措施。施工结束后对临时占地区域进行表土回覆、土地整治、植被恢复。

⑥施工生产生活区：施工前剥离表土并集中堆放，开挖土石方集中堆放，对表土与其他土石方堆土进行植生袋装土拦挡、密目网苫盖，表土堆土进行彩条布铺垫，其他土石方堆土设置临时排水沟、临时沉沙池，对边坡进行格构植草护坡。施工结束后进行表土回覆、土地整治、植被恢复。

⑦表土临时堆放区：对堆存的表土采取植生袋装土拦挡、密目网苫盖、彩条布铺垫临时防护措施。施工结束后进行土地整治。

3）湖北换流站

①站区：站区剥离场地区域表土资源用于站内绿化覆土，沿站内主干道路旁布置 UPVC 排水管、钢筋混凝土排水管汇集雨水排出，站内设置雨水检查井、雨水井和调蓄水池。施工过程中站内基槽开挖土方临时堆放于施工场地范围内，布置编织袋装土拦挡防护及密目网苫盖。站内布置临时排水沟、临时沉沙池，减

少施工阶段雨水乱流。施工完成后对站内绿化场地进行土地整治、回覆表土、绿化恢复。

②施工生产生活区:施工前剥离场地区域的表土资源,施工完成后回覆表土,空余未硬化场地实施土地整治后进行景观绿化。对剥离表土采取密目网苫盖、彩条布铺垫等临时防护措施,施工生产生活区在施工过程中设临时排水沟和沉沙池等临时防护措施。

③站外供排水管线区:站外供排水管线布置钢筋混凝土排水管道,排水沟出口位置布置八字形排水口。沟槽开挖前对开挖区域进行表土剥离,临时堆土利用密目网苫盖防护,施工完成后回覆表土,占压耕地区域进行耕地恢复。

④站用外接电源区:站用外接电源区施工前剥离开挖区域的表土资源,施工过程中临时堆土利用密目网苫盖防护,裸露地表采用彩条布铺垫,施工完成后对裸露场地进行表土回覆、土地整治,林草地区域植草恢复。

(2)接地极工程

1)送端接地极工程

①汇流装置区:施工前草皮剥离,草皮及开挖其他土石方堆放于附近电极电缆区,临时防护措施由电极电缆区统一考虑。

②电极电缆区:施工前草皮剥离,开挖其他土石方堆放于管线一侧,对草皮及其他土石方堆土进行植生袋装土拦挡、密目网苫盖,表土堆土进行彩条布铺垫。对临时占地区域进行棕垫铺垫。施工结束后对草皮剥离区域进行土地整治、草皮回铺及养护,对临时占地进行土地整治、撒播草籽。

③检修道路区:施工过程中进行密目网苫盖,施工结束后进行土地整治,并撒播草籽。

④站用外接电源区:施工前草皮剥离,对草皮及开挖其他土石方堆土采取密目网苫盖临时防护措施,对草皮进行彩条布铺垫,对临时占地进行棕垫铺垫。施工结束后对草皮剥离区域进行土地整治、草皮回铺及养护,对临时占地进行土地整治、撒播草籽。

2)受端接地极工程

①汇流装置区:汇流装置区施工前对基础开挖区域进行表土剥离。

②检修道路区:施工前对基础开挖区域进行表土剥离。

③电极电缆区：电极电缆区施工前对沟槽开挖区域进行表土剥离，开挖土方利用密目网进行苫盖防护，裸露地表铺垫彩条布防护，沟槽土方回填后回覆表土，施工场地进行耕地恢复。

④站用外接电源区：站用外接电源区施工前对沟槽开挖区域进行表土剥离，开挖土方利用密目网进行苫盖防护，基础土方回填后回覆表土，施工完成后对裸露场地进行耕地恢复。

（3）输电线路工程

①塔基区：当塔基上游存在坡面汇水冲刷时，布置浆砌石（混凝土）排水沟及消力池。对于掏挖桩、挖孔桩基础施工且土方外运的塔位，施工前剥离开挖基础区域的表土资源。对于大开挖基础施工的塔位，施工前剥离塔基永久占地区域内的表土资源。对于存在余土回填压埋塔基永久占地区域的塔位，施工前剥离塔基永久占地区域的表土资源。

基础开挖土方临时堆放场地彩条布铺垫，堆土利用编织袋装土拦挡、密目网苫盖、彩条布铺垫防护，塔基施工场地外围布置彩条旗限界，钻孔灌注桩基础施工场地布置泥浆沉淀池。

施工完成后回覆表土，对占用耕地的塔基施工完成后进行复耕恢复，对占用林草地区域的塔基施工完成后进行土地整治、栽植灌木、撒播种草恢复。

②牵张场区：对存在土方挖、填的牵张场地，施工前剥离牵张场地开挖区域的表土资源，施工完成后回覆表土。

牵张场地区彩条布铺垫、钢板进行隔离保护，施工场地外围布置彩条旗限界措施。

对占用耕地的牵张场地区施工完成后进行复耕恢复，对占用林草地区域的牵张场地区施工完成后进行土地整治、撒播种草恢复。

③跨越施工场地区：施工场地外围布置彩条旗限界措施，对占用耕地的跨越施工场地区施工完成后进行复耕恢复，对占用林草地区域的跨越施工场地区施工完成后进行土地整治、栽植灌木、撒播种草恢复。

④施工道路区：对存在土方挖、填的施工道路，施工前剥离开挖区域的表土资源，施工完成后回覆表土。

对于实施表土剥离、临时堆放表土的施工道路段，利用密目网苫盖防护。

部分施工道路内侧布置临时排水沟道，路基填筑边坡素土夯实。道路外围布置彩条旗限界措施，部分软地基位置的施工道路铺设钢板进场。

对占用耕地的施工道路区施工完成后进行复耕恢复，对占用林草地区域的施工道路区施工完成后进行土地整治、撒播种草恢复。

总体来看，本项目总体上落实了水土保持方案及其批复文件的要求，实际完成水土保持措施体系虽与水土保持方案存在一定差异，但基本按照水土保持方案的设计原则和要求实施完成，换流站工程根据实际防治需要措施类型进行了优化和增加，线性工程措施体系与水土保持方案基本一致，后续设计调整的水土保持措施能够有效防治新增水土流失，使总体水土保持功能不降低。因此，实施的水土保持措施体系完整、合理，体现了综合治理、注重实效的原则。本项目水土保持措施布局与水土保持方案基本一致。各防治分区均布设有水土保持措施，各项措施布局符合本区的水土流失特点和防治需求。

7.2.2 水土保持措施的数量评价

（1）工程措施

本项目实际实施的水土保持工程措施包括：表土剥离 79.08 万 m^3、表土回覆 79.08 万 m^3、草皮剥离 27.03hm^2（7.42 万 m^3）、草皮回铺 27.03hm^2（7.42 万 m^3）、土地整治 835.63hm^2、耕地恢复 237.32hm^2、边坡马道排水沟 338m^3、边坡坡底排水沟 1595m^3、道路边坡截水沟 3870m^3、道路边坡排水沟 13455m^3、钢筋混凝土排水沟 700m^3、混凝土排水沟 2700m、截洪沟 12688m^3、截水沟 857m^3、浆砌石排水沟 6951.76m、站外排水沟 4455m^3、钢筋混凝土排水管 4570m、排水管涵 195m^3、片石盲沟 1106m^3、八字式排水口 25 座、消能措施 125 个、格构梁植草护坡 1.00hm^2、锚杆框架植草护坡 7376m^2、砼网格植草护坡 12420m^2、浆砌石护坡 4419.57m^3、六棱砖护坡 1510m^2、拦水埂 26.6m^3、挡渣墙 12833.94m^3、碎石覆盖 14501m^3、雨水管 26840m、雨水井 878 座。

（2）植物措施

本项目实际实施的水土保持植物措施包括：站区绿化 8.15hm^2、植草护坡 2300m^2、植生袋护坡 7.56hm^2、挂网喷播 2180m^2、乔木 6414 株、灌木 480413 株、撒播草籽 776.55hm^2、幼苗抚育 89.76hm^2、草皮养护 21.00hm^2。

（3）临时措施

本项目实际实施的水土保持临时措施包括：密目网苫盖 1572959m^2、植生袋装土拦挡 147515m^3、硬质围栏 50160m、棕垫铺垫 216490m^2、彩条布隔离 1003871m^2、彩条旗围护 1397378m、钢板铺设 138305m^2、临时沉沙池 17 座、临时排水沟 21340m^3、泥浆沉淀池 782 座。

经综合分析，本项目实施的各项水土保持措施均能满足工程水土保持需要，水土保持功能未降低。并且注重生态防护，在微扰动施工状态下，调整优化工程防护措施，减少了扰动面积，提高了植被生态的保护，体现了生态发展的理念。

7.2.3 水土保持措施的适宜性评价

本项目的建设，满足水土流失防护与主体工程设计相互衔接，综合考虑工程建设时序的要求，合理安排水保工程与主体工程建设之间的关系，在施工过程中树立人与自然和谐相处的理念，尊重自然规律，注重措施实施与周边景观相协调的原则。

（1）管理职责明确

根据《国家电网公司电网建设项目水土保持管理办法》（国网〔科/3〕643-2019〔F〕）中管理办法的规定，明确国网特高压公司负责组织开展本项目水土保持工作，以及水土保持现场归口管理工作。

（2）管理的强化措施

在本项目的全过程管理中，按照“关于印发《特高压直流输电线路工程环保、水保措施专项设计编制细则（试行）》的通知”（直流线路〔2015〕44 号）要求，本项目要求设计单位开展水土保持“一塔一图”的专项设计。

工程可研阶段，建设单位按照公司水土保持管理办法的要求，组织设计单位开展可研工作，并反复优化、完善工程选线、选址，并将批复的水土保持方案所要求的水保措施纳入初步设计中，初步设计文件包含环水保专篇。随后，国网经研院组织设计单位分标段开展并完成了本项目施工图设计，对路径、塔位选择、占地等进行了优化，水土保持施工图专项设计、审查工作同步开展，施工图阶段又再次落实并细化、完善了批复的水土保持方案提出的各项水土保持措施，设计成果包含“一塔一图”的专项设计成果。

工程开工前，国网特高压公司采取公开招标方式，对水保监测、监理、验收开展招标工作，并组织相关水土保持人员开展相应的水土保持工作。

工程建设期间，在国网特高压公司的统一安排下，成立网络申报平台，按月进行网上上报工作，上报系统包括施工、监理、监测、验收单位，从现场及时上传到每季度现场无人机全线核查，开展全方位监控工作。并组织设计、施工、监理、水土保持监测、水土保持验收等相关单位核查了现场水土保持措施实施情况，并组织了金上—湖北±800kV 特高压直流输电工程水土保持专项设计文件复核工作，结合工程建设实际，提出了水土保持专项设计文件的完善意见和建议，后由设计单位补充完善了水土保持专项设计，为工程水土保持设施验收和质量评定工作奠定了基础。

通过监测单位对工程全程监测，以上管理模式快捷、先进、科学化，大大提高了水土保持监测工作的开展，准确有效。

（3）施工中的水土保持实施亮点

针对工程的全过程监测，通过巡查及现场监测，发现工程在基础施工过程中仅对基础部位采取表土剥离，其他塔基区域的范围尽量不破坏植被、不进行表土剥离，表土扰动量和剥离量减少，但表土保护及防护率大大提高，后期组塔阶段也尽量保护乔木根系及植被，使得后期植被恢复时期能够较快达到防护要求。

线路施工过程中，针对交通不便利的深山，采取非扰动方式的索道运输建材，减少了进场施工道路建设造成的水土流失。虽增加了索道场地，但因采取了铺设及苫盖的防护措施，未对地表进行开挖，扰动极微。

（4）优化工程设计的亮点

国网特高压公司率先对特高压直流工程开展“一塔一图”设计创新要求，进一步将水土保持工作细化到点，使得施工全过程责任更加明确，并且能够及时掌握各个点带面的变化反馈，而主体设计在各阶段均按照国家电网公司对特高压项目提出的“一塔一图”设计要求，每一个设计阶段都做了相对应的专项设计，能够指导现场施工具体到点到位，也严格控制了水土流失的发生。在施工过程中，针对不可预见的自然因素、改线变更，也都能够及时到场进行技术方案变更，并完善了阶段性的“一塔一图”专项设计。

工程完工后，主体设计单位针对现场具体实施的水土保持措施，进一步完成了“一塔一图”专项设计的竣工图设计。

（5）因地制宜选择治理方案

植物措施布设均根据每个塔基的具体情况及专项设计要求，采取相适宜的措施。植被物种按当地立地条件类型进行乡土树种和草种选择。土地整治以能恢复耕地的优先恢复耕地的原则进行。自然生态和农业生态均未因工程的建设受到影响。

（6）分区分类布设监测点位

根据地形地貌、工程建设内容，因地制宜采用多种监测手段（遥感监测、测钎法、集沙池法、侵蚀沟量测法、样方法等）开展水土保持监测工作，依托主体工程已有排水沟措施布置沉沙池作为监测点使用，减少新增扰动，并完善了主体工程的排水系统。

7.2.4 水土保持措施的防治效果评价

经计算，本项目水土流失防治指标均达到了水土保持方案批复的要求，工程质量合格，中间产品质量及原材料质量全部合格，水土保持设施运行管护责任落实，水土保持设施满足验收条件。

7.2.5 水土保持措施的运行情况评价

在项目初期运行过程中，国网特高压公司及项目各运行管理单位建立了一系列的规章制度和管护措施，实行水土保持工程管理、维护、养护目标责任制，各部门各司其职，分工明确，各区域的管护落实到人，奖罚分明，从而为水土保持措施早日发挥其功能奠定了基础。

根据水土保持监测成果，结合项目建设前后遥感影像和现场航拍等资料，已实施的水土保持工程措施、植物措施运行正常，满足水土保持要求。

7.2.6 水土保持监测“三色评价”情况

依据《水利部办公厅关于进一步加强生产建设项目水土保持监测工作的通知》（办水保〔2020〕161 号），各水土保持监测单位在历次水土保持监测季报等成果中对工程水土保持措施实施及防治效果情况进行“三色评价”。依据历次各省段水土保持监测季报成果，本项目水土保持监测“三色评价”得分情况见表 7.2-1。

表 7.2-1 水土保持监测“三色评价”得分情况表

监测标段	2023 年		2024 年				2025 年				2026 年		平均得分
	第三季度	第四季度	第一季度	第二季度	第三季度	第四季度	第一季度	第二季度	第三季度	第四季度	第一季度	第二季度	
卡麦换流站（特高压公司部分）	86	84	91	92	94	94	94	96	98	96	100	100	94
西藏段	82	79	77	73	78	78	79	77	82	86	89	93	81
四川段 1	87	83	83	81	78	80	82	87	89	90	92	92	85
四川段 2	74	80	86	82	80	81	93	89	91	94	99	99	87
重庆段	96	80	80	78	82	86	90	90	92	98	100	100	89
湖北段	94	91	85	83	84	85	90	90	95	96	96	95	90
湖北换流站	92	94	94	95	96	98	98	98	98	98	98	98	96
平均值	87	84	85	83	85	86	89	90	92	94	96	97	89

水土保持监测总结报告“三色评价”得分为全部监测季报得分的平均值，经计算，水土保持监测总结报告“三色评价”得分为 89 分，三色评价结论为绿色。

7.3 存在问题及建议

经过各参建单位的共同努力，本项目基本完成了各项水土保持设施建设任务，总体上建立了比较完善的水土保持综合防护体系，水土保持防护措施布局基本合理，防治效果明显。

水土保持监测单位根据本项目实际施工过程及防治效果的监测情况，提出如下建议:

（1）在工程质保期内，各施工单位需加强现场巡查，根据各防治区植被恢复情况，持续做好塔基区、施工道路区等的补植补种工作；定期排查截（排）水沟、护坡、挡渣墙等工程措施是否存在损坏，若有，及时进行修复。

（2）各运行单位需加强对水土保持设施的管护，以保障其正常发挥水土保持功能。

7.4 综合结论

本项目建设管理单位在工程建设中，按照水土保持法律、法规的规定，委托了水土保持监测单位开展工程水土保持监测工作。各监测单位按时编制、报送各项监测成果，并及时在建设单位官网、业主项目部、施工项目部公开。各参建单位能够按批复的水土保持方案要求，落实水土保持防治责任与义务，围绕“创环境友好工程、生态示范工程”的理念，贯彻了防治结合、预防为主的水土保持方针。施工时尽量合理安排施工季节，优化施工工艺和流程，严格控制施工扰动面

积，减少了工程开挖及临时堆渣对周边环境的破坏，并采取一些临时性防治措施，有效地控制和减少了施工过程中的水土流失。

水土保持三色评价结论为“绿色”，对水土流失防治责任范围内的水土流失进行了有效治理。

截至 2026 年 8 月，本项目水土保持防治效果达到预期目标值。

8 附图及有关资料

8.1 附图

（1）附图 1：项目区地理位置图：

附图 1-1：项目区地理位置图（西藏段）；

附图 1-2：项目区地理位置图（四川段）；

附图 1-3：项目区地理位置图（重庆段）；

附图 1-4：项目区地理位置图（湖北段 1）；

附图 1-5：项目区地理位置图（湖北段 2）。

（2）附图 2：水土流失防治责任范围图：

附图 2-1：水土流失防治责任范围图（卡麦换流站）；

附图 2-2：水土流失防治责任范围图（帮果换流站）；

附图 2-3：水土流失防治责任范围图（湖北换流站）；

附图 2-4：水土流失防治责任范围图（送端接地极址）；

附图 2-5：水土流失防治责任范围图（受端接地极址）；

附图 2-6：水土流失防治责任范围图（西藏段）；

附图 2-7：水土流失防治责任范围图（四川段）；

附图 2-8：水土流失防治责任范围图（重庆段）；

附图 2-9：水土流失防治责任范围图（湖北段 1）；

附图 2-10：水土流失防治责任范围图（湖北段 2）。

（3）附图 3：水土保持监测点布设图：

附图 3-1：水土保持监测点布设图（卡麦换流站）；

附图 3-2：水土保持监测点布设图（帮果换流站）；

附图 3-3：水土保持监测点布设图（湖北换流站）；

附图 3-4：水土保持监测点布设图（送端接地极址）；

附图 3-5：水土保持监测点布设图（受端接地极址）；

附图 3-6：水土保持监测点布设图（西藏段）；

附图 3-7：水土保持监测点布设图（四川段）；

附图 3-8：水土保持监测点布设图（重庆段）；

附图 3-9：水土保持监测点布设图（湖北段 1）；

附图 3-10：水土保持监测点布设图（湖北段 2）。

8.2 有关资料

附件 1：《金上—湖北±800 千伏特高压直流输电工程水土保持方案审批准予行政许可决定书》（水许可决〔2022〕69 号）；

附件 2：《国家发展改革委关于 T059（金上~湖北±800 千伏特高压直流输电工程）核准的批复》（发改能源〔2023〕16 号）；

附件 3：水土保持监测季度报告；

附件 4：监测意见书及整改回复。