

目 录

1. 综合说明	1
1.1. 项目简况	1
1.2. 编制依据	8
1.3. 设计水平年	10
1.4. 水土流失防治责任范围	10
1.5. 水土流失防治目标	11
1.6. 项目水土保持评价结论	15
1.7. 水土流失预测结果	17
1.8. 水土保持措施布设成果	18
1.9. 水土保持监测方案	27
1.10. 水土保持投资及效益分析成果	27
1.11. 结论	28
2. 项目概况	34
2.1. 项目组成及工程布置	34
2.2. 施工组织	65
2.3. 工程占地	90
2.4. 土石方平衡	96
2.5. 拆迁（移民）安置及专项设施改（迁）建	109
2.6. 施工进度	111
2.7. 自然概况	113
3. 项目水土保持评价	134
3.1. 主体工程选址（线）水土保持评价	134
3.2. 建设方案与布局水土保持分析评价	140
3.3. 主体工程设计中水土保持措施界定	167
4. 水土流失分析与预测	169
4.1. 水土流失现状	169
4.2. 水土流失影响因素分析	170

4.3.	土壤流失量预测	173
4.4.	水土流失危害分析	179
4.5.	指导性意见	180
5.	水土保持措施	182
5.1.	防治区划分	182
5.2.	措施总体布局	182
5.3.	分区措施布设	194
5.4.	施工要求	245
6.	水土保持监测	256
6.1.	监测范围和时段	256
6.2.	监测内容和方法	256
6.3.	点位布设	263
6.4.	实施条件和成果	266
7.	水土保持投资估算及效益分析	269
7.1.	投资估算	269
7.2.	效益分析	311
8.	水土保持管理	312
8.1.	组织管理	312
8.2.	后续设计	313
8.3.	水土保持监测	313
8.4.	水土保持监理	314
8.5.	水土保持施工	314
8.6.	水土保持设施验收	315

1 综合说明

1.1. 项目简况

1.1.1. 项目基本情况

(1) 项目建设必要性

1) 落实国家《电力发展“十四五”规划》，实现资源优化配置的需要

建设陕北~安徽±800kV 特高压直流输电工程（以下简称“本工程”），是认真贯彻党中央、国务院关于双碳战略和“四个革命、一个合作”能源安全新战略的重要举措，是切实落实国家发展改革委、国家能源局关于电力源网荷储一体化和多能互补发展部署的具体实践。本工程已纳入国家《电力发展“十四五”规划》。

2) 保障安徽省能源安全，满足用电负荷快速增长的需要

安徽地区一次常规能源资源匮乏，绝大部分靠区外调入。根据平衡结果，仅考虑核准在建和国家规划机组，2025 年安徽省电力缺口达 1303 万千瓦，电网具备消纳陕皖直流电力的市场空间。通过特高压直流将电力直送安徽省负荷中心，对于缓解地区能源供需矛盾、满足地方经济的发展需要具有重要的战略意义。因此，积极接受区外来电是保障安徽地区经济社会持续快速发展的重要途径。

3) 促进陕西地区经济发展、满足陕北新能源开发外送的需要

陕西省位于西北内陆腹地，是我国重要能源生产基地，能源产业作为陕西省的主导支柱产业，对全省国民经济和社会发展具有重要支撑和保障作用。陕西省是国家煤炭重点建设省区和重要的能源输出省份，为充分利用陕西省的煤炭资源和新能源资源，实现传统能源经济向现代能源经济的跃升转变，实现能源与经济、生态的协调可持续发展，将陕西煤炭资源和新能源资源打捆转换成电力送出，对于发挥中西部地区绿色能源优势、支持陕北革命老区发展具有重要意义。

4) 改善安徽省电力供应结构，促进安徽省碳达峰和碳中和目标实施。

安徽省长期以来，能源和电源结构对煤炭依赖性较强，省内风电、光伏资源禀赋一般，不利于安徽省能源和电源的清洁化进程。通过区外新能源基地受入清洁电力，将有效改善安徽省能源和电源结构，同时降低安徽省单位电量碳排放水平，近期可促进“十四五”期间安徽省非水可再生能源的消纳，远期有利于安徽省碳达峰、碳中和目标的实现。

本工程已列入国家能源局《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》，详见附件 2。综上所述，本工程的建设是十分必要的。

（2）项目概况

本工程属新建建设类项目、大型输电工程，主要分为点型工程和线型工程，点型工程包括：送端陕北 $\pm 800\text{kV}$ 换流站新建工程（以下简称“送端换流站”）、送端接地极、受端安徽 $\pm 800\text{kV}$ 换流站新建工程（以下简称“受端换流站”）、受端接地极四部分；线型工程包括： $\pm 800\text{kV}$ 直流输电线路（以下简称 $\pm 800\text{kV}$ 直流线路）、送端接地极线路、受端接地极线路和迁改线路四个部分，共八部分组成。

点型工程中送端换流站位于陕西省延安市富县寺仙镇；送端接地极位于陕西省延安市洛川县石头镇；受端换流站位于安徽省合肥市庐江县郭河镇；受端接地极位于安徽省六安市裕安区青山乡；线型工程途经陕西省延安市富县、黄陵县、洛川县，渭南市白水县、澄城县、蒲城县、大荔县、华州区、华阴市，商洛市洛南县，河南省三门峡市灵宝市、卢氏县，洛阳市栾川县、嵩县、汝阳县，平顶山市鲁山县、叶县、舞钢市，南阳市南召县、方城县，驻马店市西平县、遂平县、上蔡县、汝南县、平舆县，安徽省阜阳市临泉县、颍州区、阜南县、颍上县，六安市霍邱县、裕安区、金安区、舒城县、霍山县，合肥市肥西县、庐江县。本工程共计涉及 3 个省级行政区，11 个地市级行政区，36 个县（区）级行政区。项目地理位置图见附图 1-1。

1）点型工程

①送端换流站

送端换流站直流额定电压 $\pm 800\text{kV}$ ， $\pm 800\text{kV}$ 直流出线 1 回，接地极直流出线 1 回，750kV 规划出线 10 回，本期出线 9 回。站区总平面采用南北布置方式，总征地面积 32.28hm^2 。竖向布置为平坡式布置方案，设计标高为 1149.15m，送端换流站工程整体挖填自平衡。站区挖方边坡总长 1036m，最大坡高为 6.15m，放坡坡率为 1:1.50；填方边坡总长 1332m，最大坡高为 5.05m，放坡坡率为 1:1.75。进站道路由站区西侧寺仙镇乡道引接，长 434m。

站用水源引接自陕西延长石油富县电厂蓄水池，需新建一处加压泵，供水管道总长度为 12.20km。施工水源引接自站址西侧 1km 处水井，沿线管道总长度 1km。站内排水采用雨污分流制，阀冷却水排至阀冷却水蒸发池，不外排；生活污水处理达标后贮存在地下回用水池内，定期清运；换流站雨水经排水管网和边坡排水沟汇集后通过站区南侧的站外排水管线排至站址南侧自然沟道内，站外排水管线总长度 1.95km。站用电源从

330kV 吉现变 110kV 间隔接入，新建 110kV 架空线路 10km。施工电源从 35kV 隆坊变 10kV 隆北线公网 70#杆引接，10kV 线路长度为 12.16km。送端换流站于站址西侧、东侧及北侧设置三处施工生产生活区，占地面积共计 10.28hm²。施工期于送端换流站站内设置一处 2.25hm² 的临时堆土场地，此外于站外布置 2 处临时堆土区，位于站址东侧，站外临时堆土区占地面积共 4.07hm²。

②送端接地极

汇流装置占地面积 0.08hm²。极环采用水平浅埋、双环圆形布置，内/外半径确定为 235m/325m，极环总长度 3518m，极环埋深 3.0m，导流电缆长度共计 1300m，埋深 3.0m。检修道路自汇流装置区南侧已有乡村道路引接，长度 125m，路面宽度 3.0m。站用外接电源自 110kV 土基站 10kV 待用出线间隔接入，路径总长度为 12.39km。极址施工电源自极址附近 10kV 石百线路仁里府支线 T 接至本站，路径总长度为 0.18km。

③受端换流站

受端换流站直流额定电压 $\pm 800\text{kV}$ ， $\pm 800\text{kV}$ 直流出线 1 回，接地极 1 回，500kV 规划出线 8 回，本期一次建成。站区按北偏西 22° 布置，总征地面积 23.99hm²。竖向布置为平坡式布置方案，设计标高为 21.80m，站址处清淤土方 2.55 万 m³ 无法回用于本工程，外运用于其他项目绿化。站区挖方边坡总长度约 790m，最大坡高约 5m，放坡坡率为 1: 1.5；填方边坡总长度约 860m，最大坡高约 9.8m，放坡坡率为 1: 2.0。进站道路由东侧郭三路引接，长 218m。

站用水源由郭三路已有市政管网引接，管线施工无需新增临时占地。施工用水考虑永临结合。站内排水采用雨污分流制，雨水经雨水排水管网收集后在站址东南侧和西南侧分别排入站外还建沟渠，无需新增临时占地，站区生活污水与阀冷却水共管排入市政污水管网，新修污水管线 3.90km。站用电源榆墩 110kV 变电站 35kV 配电装置引接，35kV 线路全长约 6.80km。10kV 施工临时电源共 2 回，1 回引接自 10kV 三塘 104 线龙岗支线 #1 杆，全长约 1.41km；1 回引接自 35kV 郭河变 10kV 三畈 109 线王老支线 #57 杆，全长约 0.76km。施工生产生活区于站外布置，包括管理区、劳务人员生活区、加工区及施工临时道路，占地面积共 6.24hm²。受端换流站站内布置一处 1.20hm² 的临时堆土场地，此外于站外西北侧布置 3 处临时堆土区，占地面积共 2.63hm²。受端换流站大件运输需布设临时换装平台一座，位于安徽省合肥市庐江县万山镇，距站址东南约 17km，占地面积 1.22hm²。

④受端接地极

汇流装置区占地面积 0.06hm^2 。电极电缆区采用水平浅埋型电极，双圆环形布置方式，内/外半径分别为 $275\text{m}/375\text{m}$ ，极环总长度 4290m ，埋深 4.0m ；导流电缆长度 1778m ，埋深 1.5m 。检修道路由已有乡村道路引接，新修检修道路长度约 22m ，扩建已有乡村道路 500m 。站用外接电源由 35kV 青山变电站引接，路径长 7.7km 。

2) 线型工程

① $\pm 800\text{kV}$ 直流线路

$\pm 800\text{kV}$ 直流线路起自送端换流站，止于受端换流站，途经陕西省延安市富县、黄陵县、洛川县，渭南市白水县、澄城县、蒲城县、大荔县、华州区、华阴市，商洛市洛南县，河南省三门峡市灵宝市、卢氏县，洛阳市栾川县、嵩县、汝阳县，平顶山市鲁山县、叶县、舞钢市，南阳市南召县、方城县，驻马店市西平县、遂平县、上蔡县、汝南县、平舆县，安徽省阜阳市临泉县、颍州区、阜南县、颍上县，六安市霍邱县、裕安区、金安区、舒城县，合肥市肥西县、庐江县。共计 3 个省级行政区，11 个地级行政区，35 个县级行政区。线路全长 1070.00km ，其中陕西省境内 249.10km 、河南省境内 493.30km 、安徽省境内 327.60km ，全线共架设铁塔 2170 基（其中直线塔 1560 基、耐张塔 610 基）。沿线布设牵张场 257 处，跨越施工场地 819 处，新修施工道路 253.50km ，拓宽已有道路 355.17km ，人抬道路 535.52km ，索道 70 处。

②送端接地极线路

35kV 送端接地极线路起自送端换流站，止于送端接地极，线路途经陕西省延安市富县、黄陵县、洛川县，共 1 个省级行政区，1 个地市级行政区、3 个县级行政区。线路全长 53.40km ，共架设铁塔 149 基（其中直线塔 108 基、耐张塔 41 基）。沿线布设牵张场 17 处，跨越施工场地 67 处，新修施工道路 9.80km ，拓宽已有道路 29.38km ，人抬道路 59.40km 。

③受端接地极线路

35kV 受端接地极线路起自受端换流站，止于受端接地极，线路途经安徽省六安市裕安区、霍山县、金安区、舒城县，合肥市肥西县、庐江县，共 1 个省级行政区、2 个地市级行政区、6 个县级行政区，其中舒城县、庐江县境内接地极线路与直流线路共塔，无需单独新建杆塔。线路全长 94.20km （其中单独架设段 68.90km ，与直流共塔段 25.30km ），共新建铁塔 241 基，其中单独架设段新建铁塔 186 基（其中直线塔 143 基，

耐张塔 43 基），与直流共塔段新建铁塔 55 基（其中直线塔 37 基，耐张塔 18 基）。沿线布设牵张场 18 处，跨越施工场地 21 处，新修施工道路 18.22km，拓宽已有道路 21.34km。

④迁改线路

本工程陕西省延安市富县、洛川县，陕西省渭南市大荔县、华州区，河南省南阳市方城县，驻马店市汝南县，安徽省六安市霍邱县、金安区境内新建的 $\pm 800\text{kV}$ 直流线路部分占用已建的输电线路通道，需进行线路迁改，共涉及 3 个省级行政区、5 个地市级行政区、8 个县级行政区。迁改线路全长 12.65km，共架设铁塔 41 基（其中直线塔 10 基，耐张塔 31 基），拆除杆塔 14 基。拆除杆塔相关占地纳入塔基区一并计列。沿线布设牵张场 10 处，跨越施工场地 17 处，新修施工道路 3.60km，拓宽已有道路 4.00km，人抬道路 4.60km。

（3）拆迁（移民）数量及安置方式

居民拆迁由建设单位进行货币补偿，由地方政府统一安置，不纳入本工程防治责任范围。

（4）专项设施改（迁）建

1）送端换流站迁改工程

送端换流站址处需对现有 10kV121 驿南线需进行迁改，包括拆除并新建架空线路 5.0km 采用架空线路，线路共新架设 100 根水泥电杆。

2）受端换流站迁改工程

受端换流站占用部分水渠及乡村道路需进行还建。红线内还建水渠位于站址西南侧，长度共 346m。红线外还建水渠位于东南侧，长度 114m。还建乡村道路长约 640m。

3）迁改线路工程

即 1.1.1 章节（2）项目概况 2）线型工程④迁改线路。

（5）开工与完工时间

本工程计划 2024 年 6 月开工，完工时间为 2026 年 5 月，建设总工期为 24 个月。

（6）总投资与土建投资

由国家电网有限公司出资建设，工程总投资 2067729 万元，其中土建投资 345731 万元。

（7）工程占地面积

工程总占地面积为 831.05hm²，其中永久占地 143.53hm²，临时占地 687.52hm²。

(8) 工程土石方挖填量

本工程挖填土石方总量为 578.31 万 m³，总挖方 290.43 万 m³，总填方 287.88 万 m³，无外借土方，总余方 2.55 万 m³，为受端换流站清淤土方，干化后运至“合肥市兆河生态清洁小流域建设工程-庐南矿山生态修复工程项目（二期）”用于其后期绿化。

(9) 取土场和弃渣场数量

本工程不涉及取土场和弃渣场。

1.1.2. 项目前期工作进展情况

2023 年 8 月，受国家电网有限公司委托，本工程可行性研究工作由国网经济技术研究院有限公司牵头，华东、西北、华北等 10 家设计院共同承担完成。电力规划设计总院（电力规划总院有限公司）于 2023 年 8 月 30~31 日在合肥市召开了本工程可行性研究报告评审会议，于 2023 年 11 月 6 日以电规电网〔2023〕2413 号印发了本工程可研评审意见。

2023 年 5 月，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”）、中国电力工程顾问集团西北电力设计院有限公司（以下简称“西北院”）、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”）中标本工程水土保持方案编制工作（详见附件 1）。本工程水土保持方案编制分工参见表 1.1-1。

表 1.1-1 本工程水土保持方案编制分工一览表

序号	项目名称	水土保持方案编制单位	
1	送端换流站、±800kV 直流线路（送端换流站~河南省三门峡市）、 送端接地极及送端接地极线路	西北院	华东院 （汇总）
2	±800kV 直流线路（河南省洛阳市~河南省驻马店市）	中南院	
3	受端换流站、±800kV 直流线路（安徽省阜阳市~受端换流站） 受端接地极及受端接地极线路	华东院	

本工程的环境影响评价、地质灾害危险性评估、压覆矿产评价、文物调查、节能评估等专项报告已委托相关单位进行编制，目前在同步开展中。

接受工作任务后，各编制单位均成立了水土保持专题项目组，对工程设计资料进行全面分析研究，并于 2023 年 6 月~8 月进行了现场勘查，对项目沿线的自然环境、生态环境、水土流失及水土保持现状等进行了调查，同时征求了地方水行政主管部门的意见，收集了项目建设区所在地相关水土保持现状和规划资料，在水土流失预测的基础上，制定了本工程水土流失防治措施、水土保持监测方案以及投资估算，编制完成了《陕北~

安徽±800kV 特高压直流输电工程水土保持方案报告书》。

1.1.3. 自然简况

送端换流站地处陕西省延安市富县寺仙镇东侧黄土塬上，属山丘区，地势开阔，地形平坦，高程在 1141.2~1155.0m（1985 国家高程系，下同）之间，站址区域内现状为农田和果园。送端接地极址位于陕西省延安市洛川县石头镇，为黄土塬地貌，属山丘区，总体西南低东北高，由东北向西南缓倾。接地极址勘探点高程在 1064.5~1076.5m 之间，现状为农田和果园。受端换流站位于安徽省合肥市庐江县郭河镇，为岗地地貌，属平原区，场地标高约为 12.0~26.0m，现状以林地、耕地为主，站址范围内有多座水塘，同时分布有少量房屋及道路。受端接地极位于安徽省六安市裕安区青山乡，周边为岗地地貌，极址属平原区，场地自然高程约 54.0m~56.0m，占地类型以耕地为主，兼有林地、沟渠。两端换流站站址区域及接地极极址地质稳定，均适宜建站。线型工程沿线涉及黄土塬梁峁、丘陵、中低山、河流阶地及平原地貌，线路已避开沿线地质灾害相对密集区，路径走向合理、适宜线路架设，线路沿线海拔在 0m~2000m 之间。

本工程项目区涉及暖温带半干旱季风气候、暖温带半湿润季风气候、亚热带湿润季风气候。本工程沿线所经陕西、河南省境内雨季为每年的 6 月~8 月，安徽省境内雨季为每年的 6 月~9 月。项目区多年平均降水量 548.0mm~1093.5mm，多年平均蒸发量 835.0mm~1778.3mm，年平均风速 1.3m/s~2.7m/s， $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 有效积温为 $2765.0^{\circ}\text{C}\sim 5039.3^{\circ}\text{C}$ ，无霜期 148 天~269 天，年平均相对湿度 52%~75%。

项目区涉及黄河流域、长江流域及淮河流域，在陕西省境内主要涉及黄河流域，线路跨越主要河流有北洛河、渭河、方山河；在河南省境内主要涉及黄河流域、淮河流域、长江流域，线路跨越主要河流有伊河、洛河、洪河、汝河、沙河、澧河；在安徽省境内主要涉及淮河流域、长江流域，线路跨越的主要河流有流鞍河、浍河、润河、界南河、淮河、沔河、汲河、淝河、丰乐河、杭埠河等河流。本工程无需河中立塔。

工程沿线陕西省境内以黄绵土、黑垆土等为主；河南省境内以棕壤、黄棕壤、褐土、潮土和水稻土等为主；安徽省境内以黄棕壤、红壤、水稻土为主。

根据中国植被类型图，陕西省境内以暖温带落叶阔叶林为主；河南省境内以伏牛山-淮河干流为界，南部属北亚热带常绿落叶阔叶林带，北部属暖温带落叶阔叶林带；安徽省境内以亚热带落叶与常绿阔叶混交林为主。工程沿线林草覆盖率约为 30.7%~48.0%。

根据全国水土保持区划成果，项目由西向东经过西北黄土高原区、北方土石方区、南方红壤区三个土壤侵蚀类型区，项目区沿线容许土壤流失量分别为 $1000\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ 、 $200\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ 、 $500\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ 。项目区内以轻度水力侵蚀为主。侵蚀模数背景值陕西境内 $600\sim 1200\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ ，河南境内 $180\sim 1100\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ 、安徽境内为 $160\sim 600\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ 。

本工程涉及 3 个国家级水土流失重点预防区、1 个国家级水土流失重点治理区、3 个省级水土流失重点预防区、3 个省级水土流失重点治理区。此外，本工程涉及多个市级“两区”。

本工程线路路径经过优化后已避开了多处水土保持敏感区，在线路优化的基础上，线路仍需穿（跨）越自然保护区、水源保护区、森林公园、地质公园、湿地公园、水产种质资源保护区、重要湿地等共 23 处水土保持敏感区。

1.2. 编制依据

1.2.1. 法律法规

（1）《中华人民共和国水土保持法》（主席令第 39 号，1991 年 6 月 29 日颁布，2010 年 12 月 25 日修订，2011 年 3 月 1 日实施）；

（2）《中华人民共和国水土保持法实施条例》（1993 年 8 月 1 日中华人民共和国国务院令第 120 号发布，2011 年 1 月 8 日修订）；

（3）《中华人民共和国长江保护法》（2020 年 12 月 26 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第二十四次会议通过，2021 年 3 月 1 日起施行）；

（4）《中华人民共和国黄河保护法》（2022 年 10 月 30 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第三十七次会议通过，2023 年 4 月 1 日起施行）；

（5）《陕西省实施〈中华人民共和国水土保持法〉办法》（2007 年 7 月 28 日陕西省第十届人民代表大会常务委员会第三十二次会议修正）；

（6）《陕西省水土保持条例》（陕西省人大常委会，2013 年 10 月 1 日起施行）；

（7）《河南省实施〈中华人民共和国水土保持法〉办法》（2014 年 9 月 26 日河南省第十二届人民代表大会常务委员会第十次会议审议通过，2014 年 12 月 1 日施行）；

（8）《河南省实施〈中华人民共和国水土保持法〉办法》（2014 年 9 月 26 日河南省第十二届人民代表大会常务委员会第十次会议审议通过，2014 年 12 月 1 日施行，2021 年 5 月 28 日河南省第十三届人民代表大会常务委员会第二十四次会议修正）；

（9）《安徽省实施〈中华人民共和国水土保持法〉办法》（安徽省人大常委会，

2015 年 1 月 1 日实施，2018 年 3 月 30 日修订）。

1.2.2. 部委规章、规范性文件

(1) 《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）；

(2) 《水利部办公厅关于印发<水利部生产建设项目水土保持方案变更管理规定(试行)>的通知》（办水保〔2016〕65 号）；

(3) 《水利部办公厅关于印发<生产建设项目水土保持设施自主验收规程(试行)>的通知》（办水保〔2018〕133 号）；

(4) 《水利部办公厅关于印发<生产建设项目水土保持技术文件编写和印制格式规定(试行)>的通知》（办水保〔2018〕135 号）；

(5) 《水利部办公厅关于印发生产建设项目水土保持监督管理办法的通知》（办水保〔2019〕172 号）；

(6) 《水利部关于进一步深化“放管服”改革全面加强水土保持监管的意见》（水保〔2019〕160 号）；

(7) 《水利部办公厅关于实施生产建设项目水土保持信用监管“两单”制度的通知》（办水保〔2020〕157 号）；

(8) 《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）；

(9) 《水利部办公厅关于印发生产建设项目水土保持问题分类和责任追究标准的通知》（办水保函〔2020〕564 号）；

(10) 《自然资源部关于规范临时用地管理的通知》（自然资规〔2021〕2 号）。

1.2.3. 技术标准

(1) 《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）；

(2) 《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T50434-2018）；

(3) 《水土保持工程调查与勘测标准》（GB/T51297-2018）；

(4) 《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014）；

(5) 《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T51240-2018）；

(6) 《生产建设项目土壤流失量测算导则》（SL773-2018）；

(7) 《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007）；

- (8) 《水利水电工程制图标准水土保持图》(SL73.6-2015)；
- (9) 《输变电项目水土保持技术规范》(SL640-2013)；
- (10) 《特高压输变电工程水土保持方案内容深度规定》(DL/T5530-2017)；
- (11) 《土地利用现状分类》(GB/T21010-2017)。

1.2.4. 技术资料

《陕北~安徽±800 千伏特高压直流输电工程可行性研究报告》，主要包括：第一卷总报告，第四卷换流站工程，第五卷直流输电线路工程，第六卷接地极及接地极线路工程、第七卷投资估算以及第八卷专题研究报告，同时参考本工程初步设计最新资料。

1.3. 设计水平年

本工程计划 2024 年 6 月开工，2026 年 5 月建成投运，总工期 24 个月。根据《生产建设项目水土保持技术标准》(GB50433-2018)有关规定，水土保持方案设计水平年应为主体工程完工水土保持措施实施及发挥效益的当年或后一年，根据本工程工期安排结合项目所在地实际情况，本方案设计水平年确定为工程完工当年，即为 2026 年。

1.4. 水土流失防治责任范围

本工程水土流失防治责任范围面积共 831.05hm²，其中永久占地面积 143.53hm²，临时占地面积 687.52hm²，按行政区统计陕西省 271.48hm²、河南省 300.57hm²、安徽省 259.00hm²，详见表 1.4-1、1.4-2。

表 1.4-1 本工程按项目组成计列水土流失防治责任范围表 单位：hm²

项目组成		项目建设区			防治责任范围
		永久占地	临时占地	小计	
点型工程	送端换流站	32.51	34.82	67.33	67.33
	受端换流站	24.50	15.68	40.18	40.18
	送端接地极	0.29	10.20	10.49	10.49
	受端接地极	0.17	21.86	22.03	22.03
	小计	57.47	82.56	140.03	140.03
线型工程	±800kV 直流线路工程	81.05	553.83	634.88	634.88
	送端接地极线路工程	1.66	24.99	26.65	26.65
	受端接地极线路工程	2.34	19.15	21.49	21.49
	迁改工程	1.01	6.99	8.00	8.00
	小计	86.06	604.96	691.02	691.02
合计		143.53	687.52	831.05	831.05

表 1.4-2 本工程按行政区计列水土流失防治责任范围表 单位: hm^2

序号	行政区划	项目建设区		
		永久	临时	小计
1	陕西省	53.88	217.60	271.48
2	河南省	38.48	262.09	300.57
3	安徽省	51.17	207.83	259.00
4	合计	143.53	687.52	831.05

1.5. 水土流失防治目标

1.5.1. 执行标准等级

本工程涉及 3 个国家级水土流失重点预防区：子午岭-六盘山国家级水土流失重点预防区、丹江口库区及上游国家级水土流失重点预防区、桐柏山大别山国家级水土流失重点预防区；1 个国家级水土流失重点治理区：伏牛山中条山国家级水土流失重点治理区；3 个省级水土流失重点预防区：关中阶地、台塬基本农田重点预防区、秦岭山地重点预防区、江淮丘陵区中东部水土流失重点预防区，3 个省级水土流失重点治理区：渭北高原沟壑重点治理区、秦岭北麓低山、台塬重点治理区、伏牛山中条山省级水土流失重点治理区。此外，本工程涉及多个市级“两区”。

工程仍需穿（跨）越自然保护区、水源保护区、森林公园、地质公园、湿地公园、水产种质资源保护区、重要湿地等水土保持敏感区。

此外，工程于河南省驻马店市上蔡县、汝南县、安徽省阜阳市临泉县、颍州区、六安市霍邱县、合肥市庐江县等非执行一级标准区县内沿线周边 500m 范围内均有乡镇、居民点。

综上，根据《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T50434-2018）的规定，分别执行西北黄土高原区一级标准、北方土石山区一级标准、北方土石山区二级标准、南方红壤区一级标准、南方红壤区二级标准。详见表 1.5-1。

1.5.2. 防治目标

根据《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T50434-2018）的有关要求，本项目水土流失防治目标为：

- 1) 项目建设范围内的新增水土流失应得到有效控制，原有水土流失得到治理；
- 2) 水土保持设施应安全有效；
- 3) 水土资源、林草植被应得到最大限度的保护与恢复；
- 4) 水土流失治理度、土壤流失控制比、渣土防护率、表土保护率、林草植被恢复率、林草覆盖率等指标应符合现行国家标准《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T50434-2018）的规定。

本工程指标值结合侵蚀强度、是否涉及水土保持敏感区等因素进行调整。区域内涉及水土保持敏感区的，林草覆盖率提高 1~2 个百分点；沿线水土流失均以轻度侵蚀为主，土壤流失控制比根据背景值情况进行提高。其它指标值无需进行调整。

本方案按沿线各省市县面积加权确定设计水平年综合防治目标值，具体为：水土流失治理度 94.8%，土壤流失控制比 1.1，渣土防护率 95.2%，表土保护率 92.3%，林草植被恢复率 96.3%，林草覆盖率 25.3%。

具体区县防治目标表详见附表 1 防治标准指标计算表。

表 1.5-2 本工程水土流失防治标准等级表

防治标准	防治指标	方案确定目标值	
		施工期	设计水平年
综合防治目标值	水土流失治理度（%）	*	94.8
	土壤流失控制比	*	1.1
	渣土防护率（%）	92.9	95.2
	表土保护率（%）	92.3	92.3
	林草植被恢复率（%）	*	96.3
	林草覆盖率（%）	*	25.3

1.6. 项目水土保持评价结论

1.6.1. 主体工程选址（线）评价

通过与《中华人民共和国水土保持法》、《中华人民共和国黄河保护法》、《中华人民共和国长江保护法》、《陕西省水土保持条例》、《河南省实施〈中华人民共和国水土保持法〉办法》、《安徽省实施〈中华人民共和国水土保持法〉办法》以及《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）相关规定进行相符性分析，主体工程选

址（线）未涉及崩塌和滑坡危险区、易引起严重水土流失和生态恶化地区，不涉及河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带，不占用全国水土保持监测网络中的水土保持监测站点、重点试验区及国家确定的水土保持长期定位观测站。对于无法避让的水土流失重点预防区、重点治理区，主体设计建设方案已按《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）中的 3.2.2 的第 4 条规定优化了建设方案，提高了护坡、拦挡、截排水、防洪工程等级及林草覆盖率等，符合相关规定。

本工程路径选择中无法避让的自然保护区、水源保护区、森林公园、地质公园、湿地公园、水产种质资源保护区、重要湿地等 23 处水土保持敏感区。主体设计已考虑无害化穿（跨）越方式，并采取相应的生态影响和恢复措施，建设单位正在办理相关的同意性文件，工程开工前将依法全部办理完成相关协议文件，后续按照相关规定施工。主体工程选（址）线存在制约性因素，本方案通过提高防治标准指标值及敏感区水保措施布设量，加强预防保护，优化施工工艺，尽量减少地表扰动和植被损坏范围，同时采取科学可行的水土流失防治措施，可满足水土保持要求，工程建设可行。

1.6.2. 建设方案与布局评价

本工程换流站用地指标符合《电力工程项目建设用地指标》（建标〔2010〕78 号），建设方案充分考虑资源节约和环境友好因素，换流站布置紧凑，尽量减少占地面积，竖向标高充分考虑地形条件，减少土石方工程量。输电线路山丘区铁塔基础设计全方位高低腿，减少土石方开挖，经过林区采用加高铁塔跨越，并采用无人机放线等先进施工架线工艺，减少林区破坏，施工道路尽量充分利用现有道路，尽量减少地表扰动和植被破坏，对无法避让水土流失重点预防区、重点治理区及其他水土保持敏感区，工程需根据水土保持敏感区保护目标不同，有针对性的采用相关水土保持施工方式，建设方案落实主体工程设计要求和本方案补充相应水土流失防治要求后，满足水土保持要求。

本工程占地类型以耕地、林地为主。主体考虑的换流站、输电线路永久占地符合工程实际建设需要，不存在多占用土地的情况，临时占地完全满足施工阶段各项目建设区的施工用地需要，不存在多占情况。换流站占地以永久占地为主，占地相对集中，工程建成后四周有围墙防护，留有部分绿化空地，其余部分基本硬化，对四周的生态环境影响很小；线路工程以临时占地为主，占地较为分散，不存在集中大量占用土地的情况，对生态环境的影响仅限于施工期，并且影响较小。

本工程挖、填方优先考虑就地平衡，工程余方处置合理，剥离的表土全部用于复耕

或植被恢复，为后期占地恢复利用创造先行条件。临时堆土防护及表土保护、利用方案经方案补充后能够满足水土保持要求。

根据主体工程特点，本工程施工方案以尽量减少扰动面积、尽量减少拆迁为原则。施工时合理安排工序，采用机械和人工配合进行，工程基础开挖、放线、牵张、架线等过程中都将采用有利于水土保持的施工工艺，符合水土保持要求。

送端换流站工程设置雨水排水管网、框格植草护坡、站区绿化、钢筋混凝土截洪沟、排水沟、钢筋混凝土排水管、排水钢管、跌水沟、消力池；受端站工程设置了钢筋混凝土截排水沟、截洪沟、雨水排水管网、框格植草护坡、混凝土排水沟、站区绿化、植草护坡、泥浆沉淀池；对线路工程塔基设置了浆砌石护坡、挡渣墙、排水沟、泥浆沉淀池，对施工道路进行了铺设钢板，以上措施具有水土保持功能，纳入到水保措施体系中，同时本方案完善补充施工前的表土剥离措施，施工期间及施工结束后各防治分区的表土回覆、临时挡护、苫盖、铺垫、排水、土地整治（含耕地恢复）、植被恢复等措施，上述措施具有水土保持功能，可减少水土流失。为更好地防止施工中产生的水土流失。

通过从水土保持角度对主体工程选址（线）、建设方案、工程占地、土石方平衡、施工组织、施工方法及工艺、施工时序等方面分析评价，本工程在优化施工工艺、提高防治标准指标值、采取各项水土保持措施后，水土流失防治效果可达到水土保持要求，项目建设是可行的。

1.7. 水土流失预测结果

本工程施工期及自然恢复期土壤流失总量 72968t，原地貌土壤侵蚀量 10611t，新增土壤流失量 62357t。根据预测结果，点型工程中水土流失防治和监测重点区域为两端换流站工程站区及站外临时堆土区、送端换流站工程站外供排水设施区、两端接地极工程电极电缆区；线路工程中水土流失防治和监测重点区域为线路工程塔基区及施工道路区。

本工程水土流失危害主要表现为影响生态环境，加剧水土流失、降低土地生产力、影响农业生产以及降低水利工程效益。线路沿线山丘区施工过程中由于土石方开挖形成开挖边坡，损坏了塔位原有土体结构，易导致边坡失稳，若施工过程中不采取有效措施进行挡护，极易发生土石方溜坡现象，对塔基下方的耕地及其他设施造成一定的影响。在河道附近施工时，若得不到及时有效的防护治理，水土流失将会随地表径流汇入河网，影响水质。因此工程在施工过程中应加强边坡防护、临时拦挡等措施。

1.8. 水土保持措施布设成果

1.8.1. 水土流失防治分区

结合本工程水土流失特点及后续管护的需求,本工程水土流失防治分区按照地貌分为 2 个一级分区,即山丘区、平原区。按照工程组成及特点,划分为 5 个二级分区,即送端换流站防治区、受端换流站防治区、送端接地极防治区、受端接地极防治区、线路工程防治区。按项目布局,送端换流划分为 7 个区:即①站区、②进站道路区、③施工生产生活区、④站外供排水设施区(供水管线、站外雨水排水管线及配套设施)、⑤站外电力设施区(站用电源及施工电源)、⑥站外临时堆土区、⑦专项设施迁改区(站址处 10kV 线路还建);受端换流站划分为 8 个区:即①站区、②进站道路区、③施工生产生活区、④站外临时堆土区、⑤站外供排水设施区(生活、生产污水排水管线)、⑥站外电力设施区(站用电源及施工电源)、⑦专项设施迁改区(红线外还建水渠及还建乡村道路)、⑧临时换装平台区。送端接地极划分为 4 个区,即①汇流装置区、②电极电缆区、③检修道路区、④站用外接电源区(含施工电源)。受端接地极划分为 4 个区,即①汇流装置区、②检修道路区、③电极电缆区、④站用外接电源区。线路工程划分 4 个区,即①塔基区、②牵张场区、③跨越施工场地区、④施工道路区。

1.8.2. 水土保持措施总体布局

根据本工程建设过程中各地貌地形单元水土流失的特点、危害程度以及水土流失防治目标,在对主体工程中具有水土保持功能的防护措施的基础上,结合工程的特点和已有的防治措施,对工程进行水土流失防治分区,合理、全面、系统的规划,提出各种工程地貌地形单元新增的一些水土保持措施,使之形成一个完整的水土流失防治体系。水土流失防治措施总体布局如下:

一、山丘区

1) 送端换流站

①站区:施工前剥离表土并集中堆放,施工过程中,围墙内侧及临时堆土区域设置临时排水沟,排水沟末端设置临时沉沙池。临时堆土顶部采用密目网苫盖,四周采用植生袋装土进行拦挡,站区裸露区域根据施工时序进行苫盖。站内设雨水排水管网,挖填方边坡坡底设置钢筋混凝土排水沟,挖方边坡外侧设钢筋混凝土截洪沟,边坡设置框格植草护坡。施工结束后,对边坡、站区绿化、边坡与用地红线之间区域进行表土回覆,土地整治后绿化或撒播草籽。

工程措施：表土剥离 6.13 万 m^3 ，土地整治（站区绿化）6.96 hm^2 ，框格植草护坡 19819 m^2 ，钢筋混凝土截洪沟 1776 m^3 ，钢筋混凝土排水沟 1347 m^3 ，雨水排水管网 7250m。

植物措施：站区绿化 6.59 hm^2 ，撒播草籽 0.37 hm^2 ，草籽量 37.30kg。

临时措施：植生袋装土拦挡 1328 m^3 ，密目网苫盖 82780 m^2 ，临时排水沟 427 m^3 ，临时沉沙池 2 座。

②进站道路区：施工前剥离表土，集中堆放于站外临时堆土区域，施工过程中对进站道路两侧裸露边坡采用密目网苫盖。进站道路两侧修筑钢筋混凝土截排水沟，边坡设置框格植草护坡。施工结束后，对边坡、边坡与用地红线之间区域进行表土回覆，土地整治后撒播草籽。

工程措施：表土剥离 0.18 万 m^3 ，框格植草护坡 5279 m^2 ，钢筋混凝土排水沟 401 m^3 ，钢筋混凝土截洪沟 341 m^3 ，土地整治（恢复植被）0.10 hm^2 。

植物措施：撒播草籽 0.10 hm^2 ，草籽量 10.08kg。

临时措施：密目网苫盖 528 m^2 。

③施工生产生活区：施工前剥离表土并集中堆放至站外临时堆土区域，施工过程中布置临时排水沟、临时沉沙池，并对地表裸露区域采用密目网苫盖。施工结束后进行表土回覆并对临时占地区域进行耕地及园地恢复。

工程措施：表土剥离 2.06 万 m^3 ，土地整治（耕地恢复）1.03 hm^2 ，土地整治（园地恢复）9.25 hm^2 。

临时措施：临时排水沟 413 m^3 ，临时沉沙池 3 座，密目网苫盖 20560 m^2 。

④站外供排水设施区：施工前剥离表土，表土与开挖其他土石方分开堆放于供排水管线一侧，临时堆土采取彩条布铺垫、密目网苫盖的方式进行防护。排水管线区敷设钢筋混凝土排水管、排水钢管、混凝土跌水沟、八字式排水口、消力池等与站区雨水排水系统及站外边坡截排水沟相连接。施工结束后进行表土回覆，对可绿化区域进行植被恢复，对占用耕地和园地的区域进行耕地及园地恢复。

工程措施：钢筋混凝土排水管 1000m，排水钢管 900m，八字式排水口 1 座，混凝土跌水沟 40m，消力池 1 座，表土剥离 1.19 万 m^3 ，土地整治（恢复植被）10.84 hm^2 ，土地整治（耕地恢复）1.71 hm^2 ，土地整治（园地恢复）3.86 hm^2 ，穴状整地 10042 个。

植物措施：撒播草籽 10.84 hm^2 ，草籽量 1092.67kg，恢复林地 6.38 hm^2 ，栽植灌木 8350 株、乔木 1692 株，幼林抚育 6.38 hm^2 。

临时措施：密目网苫盖 36372m^2 ，彩条布铺垫 30310m^2 。

⑤**站外电力设施区**：施工前剥离表土并集中堆放，开挖其他土石方集中堆放，对堆土进行彩条布铺垫、密目网苫盖。施工结束后将表土回覆至开挖扰动区域，对可绿化区域进行土地整治并恢复植被，对占用耕地和园地的区域进行耕地及园地恢复。

工程措施：表土剥离 0.01 万 m^3 ，土地整治（恢复植被） 2.19hm^2 ，土地整治（耕地恢复） 0.59hm^2 ，土地整治（园地恢复） 1.18hm^2 ，穴状整地 2183 个。

植物措施：撒播草籽 2.19hm^2 ，草籽量 220.75kg ，恢复林地 1.39hm^2 ，栽植灌木 1815 株、乔木 368 株，幼林抚育 1.39hm^2 。

临时措施：密目网苫盖 2184m^2 ，彩条布铺垫 1820m^2 。

⑥**站外临时堆土区**：施工过程中，对临时堆土底部采取彩条布铺垫，顶部采取密目网苫盖，坡脚采取填土袋拦挡，四周设置临时排水沟，排水沟末端设置临时沉沙池，表土堆土上方撒播草籽进行临时绿化。施工结束后对临时占地区域进行土地整治恢复园地。

工程措施：土地整治（园地恢复） 4.07hm^2 。

临时措施：植生袋装土拦挡 2574m^3 ，彩条布铺垫 39072m^2 ，密目网苫盖 48840m^2 ，临时排水沟 160m^3 ，临时沉沙池 2 座，临时绿化 2.39hm^2 ，草籽量 191.2kg 。

⑦**专项设施迁改区**：施工前剥离表土并集中堆放，开挖其他土石方集中堆放，对堆土进行彩条布铺垫、密目网苫盖。施工结束后对扰动区域进行表土回覆，对占用耕地和园地的区域进行耕地及园地恢复。

工程措施：表土剥离 0.01 万 m^3 ，土地整治（耕地恢复） 0.01hm^2 ，土地整治（园地恢复） 0.06hm^2 。

临时措施：密目网苫盖 240m^2 ，彩条布铺垫 200m^2 。

2) 送端接地极

①**汇流装置区**：施工前剥离表土，表土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。

工程措施：表土剥离 0.02 万 m^3 。

②**检修道路区**：施工前对永久占地区域剥离表土，表土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。对检修道路路肩与用地红线之间可绿化区域进行土地整治并撒播草籽。

工程措施：表土剥离 0.01 万 m^3 ，土地整治（恢复植被）0.02 hm^2 。

植物措施：撒播草籽 0.02 hm^2 ，草籽量 2.02kg。

③站用外接电源区：施工前剥离表土，表土与其他土方分开堆放，堆土采取对堆土进行彩条布铺垫、密目网苫盖。施工结束后将表土回覆至开挖扰动区域，对可绿化区域进行土地整治并恢复植被，对占用耕地和园地的区域进行耕地及园地恢复。

工程措施：表土剥离 0.01 万 m^3 ，土地整治（恢复植被）0.18 hm^2 ，土地整治（耕地恢复）0.09 hm^2 ，土地整治（园地恢复）0.19 hm^2 ，穴状整地 142 个。

植物措施：撒播草籽 0.18 hm^2 ，草籽量 18.14kg，恢复林地 0.09 hm^2 ，栽植灌木 118 株、乔木 24 株，幼林抚育 0.09 hm^2 。

临时措施：密目网苫盖 1040 m^2 ，彩条布铺垫 867 m^2 。

④电极电缆区：施工前剥离表土，表土与开挖其他土石方分开堆放于开挖区域一侧，临时堆土采取植生袋装土拦挡、彩条布铺垫、密目网苫盖的方式进行防护。施工结束后对开挖扰动区域进行表土回覆，并对占用耕地和园地的区域进行耕地及园地恢复。

工程措施：表土剥离 0.82 万 m^3 ，土地整治（耕地恢复）2.45 hm^2 ，土地整治（园地恢复）7.33 hm^2 。

临时措施：植生袋装土拦挡 6592 m^3 ，密目网苫盖 48096 m^2 ，彩条布铺垫 40080 m^2 。

3) 线路工程

①塔基区：施工前在塔基施工场地周围设置彩条旗围护，严格限制施工机械和人员活动范围，并对开挖扰动区域进行剥离表土，表土和基础开挖土方均单独堆放，施工期对临时堆土压占及其他轻微扰动区域采取彩条布铺垫、堆土外侧设植生袋拦挡、密目网苫盖等临时措施，灌注桩基础施工过程中在塔基施工场地范围内设泥浆沉淀池，根据需要设置浆砌石护坡、浆砌石挡渣墙、浆砌石排水沟和消能措施，施工结束后回覆表土、整治土地，恢复林地的还需进行穴状整地，根据原地貌类型确定耕地、园地恢复或植被恢复等土地利用方向。

工程措施：浆砌石护坡 299 m^3 ，浆砌石挡渣墙 108 m^3 ，浆砌石排水沟 632 m^3 ，表土剥离 31.46 hm^2 （6.32 万 m^3 ），土地整治（恢复植被）98.55 hm^2 ，土地整治（耕地恢复）8.40 hm^2 ，土地整治（园地恢复）16.80 hm^2 ，穴状整地 136124 个。

植物措施：撒播草籽 98.55 hm^2 ，草籽量 9933.84kg，恢复林地 83.41 hm^2 ，栽植灌木量 136124 株，幼林抚育 83.41 hm^2 。

临时措施：植生袋装土拦挡量 19697m^3 ，彩条布铺垫 233400m^2 ，密目网苫盖 345100m^2 ，彩条旗围护 103530m ，泥浆沉淀池 28 个。

②牵张场区：牵张场尽量选择在较为平坦区域并避开乔木林地，场地布设时应充分考虑地形条件，减少场平土方挖填量。部分山丘区牵张场确需场平的，施工前对开挖扰动区域表土剥离。牵张场周围设置彩条旗围护、严格限制施工机械和人员活动范围，施工期间对临时堆土、材料堆放区域、裸露地表采取彩条布铺垫和密目网苫盖措施，针对牵引机、张力机占压地表区域采取铺设钢板措施，施工结束后回覆表土并土地整治、穴状整地，根据原地貌进行耕地、园地恢复或植被恢复。

工程措施：表土剥离 4.75hm^2 (0.96 万 m^3)，土地整治（恢复植被） 24.07hm^2 ，土地整治（耕地恢复） 2.69hm^2 ，土地整治（园地恢复） 5.95hm^2 ，穴状整地 37258 个。

植物措施：撒播草籽 24.07hm^2 ，草籽量 2426.27kg ，恢复林地 22.83hm^2 ，栽植灌木量 37258 株，幼林抚育 22.83hm^2 。

临时措施：彩条布铺垫 21850m^2 ，密目网苫盖 29550m^2 ，彩条旗围护 22890m ，钢板铺设 28300m^2 。

③跨越施工场地：跨越施工场地对地表扰动较小，施工过程前在场地周围采取彩条旗围护，严格控制施工扰动范围，跨越施工场地临时占用林地的，可利用林地间的空隙进行布设，无需砍伐林木，施工结束后进行土地整治，根据原地貌进行耕地、园地恢复或植被恢复。

工程措施：土地整治（恢复植被） 8.74hm^2 ，土地整治（耕地恢复） 2.30hm^2 ，土地整治（园地恢复） 6.90hm^2 。

植物措施：撒播草籽 8.74hm^2 ，草籽量 881.00kg 。

临时措施：彩条旗围护 27060m 。

④施工道路区：山丘区部分新修施工道路不可避免的需要进行场平，开挖扰动区域施工前进行表土剥离，方案设计将剥离的表土装入植生袋内，对道路边坡的坡脚实施植生袋拦挡措施进行挡护，同时施工道路汇水面积较大地段设置临时排水沟，做好临时性排水工程，临时排水沟顺接至自然沟道中，临时排水沟开挖土方夯实于边坡坡脚处。施工过程中，施工道路根据主体设计要求铺设钢板，有一定的防治水土流失作用。施工结束后回覆表土并土地整治、穴状整地，根据原地貌进行耕地、园地恢复或植被恢复。

工程措施：表土剥离 43.99hm^2 (8.87 万 m^3)，土地整治（恢复植被） 147.02hm^2 ，

土地整治（耕地恢复） 13.35hm^2 ，土地整治（园地恢复） 26.36hm^2 ，穴状整地 196188 个。

植物措施：撒播草籽 147.02hm^2 ，草籽量 14819.61kg ，恢复林地 137.42hm^2 ，灌木 74501 株，乔木 121687 株，幼林抚育 137.42hm^2 。

临时措施：植生袋装土拦挡量 88700m^3 ，临时排水沟 14255m （ 1924m^3 ），素土夯实 1924m^3 ，钢板铺设 3100m^2 。

二、平原区

1) 受端换流站

①站区：施工前剥离表土并集中堆放，施工过程中，围墙内侧及临时堆土区域设置临时排水沟，排水沟末端设置临时沉沙池。临时堆土顶部采用密目网苫盖，四周采用植生袋装土进行拦挡，站区裸露区域根据施工时序进行苫盖。站内设雨水排水管网，挖填方边坡坡底设置钢筋混凝土排水沟，挖方边坡外侧设钢筋混凝土截洪沟，边坡设置框格植草护坡。施工结束后，对边坡、站区绿化、边坡与用地红线之间区域进行表土回覆，土地整治后绿化或撒播草籽。

工程措施：钢筋混凝土排水沟 684m^3 ，雨水排水管网 14250m ，框格植草护坡 15900m^2 ，钢筋混凝土截洪沟 484m^3 ，表土剥离 4.42 万 m^3 ，土地整治（站区绿化） 8.37hm^2 。

植物措施：站区绿化 7.70hm^2 ，撒播草籽 0.67hm^2 ，草籽量 56.28kg 。

临时措施：植生袋装土拦挡 1148m^3 ，密目网苫盖 94200m^2 ，临时排水沟 318m^3 ，沉沙池 3 座。

②进站道路区：施工前剥离表土，集中堆放于站外临时堆土区域。施工过程中，对临时堆土采用密目网苫盖，进站道路两侧设置混凝土排水沟。施工结束后对进站道路边坡与征地红线之间的扰动区域进行表土回覆、土地整治，撒播草籽恢复植被。

工程措施：混凝土排水沟 176m^3 ，表土剥离 0.08 万 m^3 ，土地整治（恢复植被） 0.15hm^2 。

植物措施：撒播草籽 0.15hm^2 ，草籽量 12.60kg 。

临时措施：密目网苫盖 440m^2 。

③施工生产生活区：施工前剥离表土并集中堆放至站外临时堆土区域，施工过程中四周设置临时排水沟，排水沟末端设置临时沉沙池，并对地表裸露区域采用密目网苫盖。施工结束后回覆表土，进行土地整治及穴状整地，对占用的林地、草地根据原地貌进行恢复，并及时进行抚育，对占用耕地区域进行复耕。

工程措施：表土剥离 1.65 万 m^3 ，土地整治（恢复植被） 3.65hm^2 ，土地整治（耕地恢复） 2.46hm^2 ，穴状整地 4963 个。

植物措施：撒播草籽 3.65hm^2 ，草籽量 306.60kg，恢复林地 3.41hm^2 ，栽植灌木 3947 株、乔木 1016 株，幼林抚育 3.41hm^2 。

临时措施：密目网苫盖 18720m^2 ，临时排水沟 227m^3 ，沉沙池 3 座。

④站外临时堆土区：施工过程中，对临时堆土底部采取彩条布铺垫，顶部采取密目网苫盖，坡脚采取填土袋拦挡，四周设置临时排水沟，排水沟末端设置临时沉沙池，表土堆土上方撒播草籽进行临时绿化。施工结束后土地整治及穴状整地，对占用的林地、草地根据原地貌进行恢复，并及时进行抚育。

工程措施：土地整治（恢复植被） 2.63hm^2 ，穴状整地 3060 个。

植物措施：撒播草籽 2.63hm^2 ，草籽量 220.92kg，恢复林地 2.00hm^2 ，栽植灌木 3060 株，幼林抚育 2.00hm^2 。

临时措施：植生袋装土拦挡 2655m^3 ，彩条布铺垫 23209m^2 ，密目网苫盖 27851m^2 ，临时排水沟 165m^3 ，沉沙池 3 座，临时绿化 1.68hm^2 ，草籽量 141.12kg。

⑤站外供排水设施区：施工前剥离表土，表土与开挖其他土石方分开堆放于供排水管线一侧，临时堆土采取彩条布铺垫、密目网苫盖的方式进行防护。站区生活污水与阀冷却水排水管线穿越合九铁路采用顶管施工，于顶管两侧出口处各配套设置泥浆沉淀池 1 座。施工过程中布设站外排水管与站区雨水排水系统相连接。施工结束后对临时占地区域撒播草籽进行恢复。

工程措施：表土剥离 0.08 万 m^3 ，土地整治（恢复植被） 1.02hm^2 。

植物措施：撒播草籽 1.02hm^2 ，草籽量 85.68kg。

临时措施：彩条布铺垫 10924m^2 ，密目网苫盖 13109m^2 ，泥浆沉淀池 2 座。

⑥站外电力设施区：施工前剥离表土，表土与开挖其他土石方分别集中堆放于站外电力设施区临时施工场地内，施工过程中对开挖土石方采取彩条布铺垫和密目网苫盖等临时防护措施。施工结束后进行土地整治及穴状整地，对可绿化区域按照原占地类型进行植被恢复，对占用耕地区域进行复耕。

工程措施：表土剥离 0.12 万 m^3 ，土地整治（恢复植被） 0.08hm^2 ，土地整治（耕地恢复） 1.92hm^2 ，穴状整地 122 个。

植物措施：撒播草籽 0.08hm^2 ，草籽量 6.72kg，恢复林地 0.08hm^2 ，栽植灌木 122

株，幼林抚育 0.08hm^2 。

临时措施：彩条布铺垫 2356m^2 ，密目网苫盖 2827m^2 。

⑦**专项设施迁改区**：施工前剥离表土，表土与开挖其他土石方分别集中堆放于专项设施迁改区临时施工场地内，施工过程中对开挖土石方采取彩条布铺垫和密目网苫盖等临时防护措施。施工结束后进行表土回覆、土地整治，施工临时占地根据原地貌撒播草籽恢复植被或复耕，还建道路边坡采取植草护坡。

工程措施：表土剥离 0.06 万 m^3 ，土地整治（恢复植被） 0.13hm^2 ，土地整治（耕地恢复） 0.10hm^2 。

植物措施：植草护坡 0.25hm^2 ，撒播草籽 0.13hm^2 ，草籽量 10.92kg 。

临时措施：彩条布铺垫 1150m^2 ，密目网苫盖 1380m^2 。

⑧**临时换装平台区**：本区无表土剥离条件，施工期设置泥浆沉淀池，针对裸露地表进行密目网苫盖，施工结束后进行土地整治，撒播草籽恢复植被。

工程措施：土地整治（恢复植被） 1.22hm^2 。

植物措施：撒播草籽 1.22hm^2 ，草籽量 102.48kg 。

临时措施：泥浆沉淀池 2 座，密目网苫盖 2400m^2 。

2) 受端接地极

①**汇流装置区**：施工前剥离表土，表土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。

工程措施：表土剥离 0.02 万 m^3 。

②**检修道路区**：施工前对检修道路硬化区域剥离表土，表土及开挖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。占地范围内部分非硬化区域施工期采取彩条布铺垫措施对地表进行保护，施工结束后土地整治并恢复耕地。

工程措施：表土剥离 0.02 万 m^3 ，土地整治（耕地恢复） 0.01hm^2 。

临时措施：彩条布铺垫 80m^2 。

③**电极电缆区**：施工前剥离表土，表土与其他土方分开堆放，堆土两侧采用植生袋装土拦挡并采用彩条布铺垫、密目网苫盖等临时防护措施。施工结束后回覆表土，对施工临时占地进行土地整治、穴状整地，根据原地貌复耕或恢复植被。

工程措施：表土剥离 1.62 万 m^3 ，土地整治（恢复植被） 1.79hm^2 ，土地整治（耕地恢复） 18.67hm^2 ，穴状整地 2629 个。

植物措施：撒播草籽 1.79hm^2 ，草籽量 180.43kg ，恢复林地 1.79hm^2 ，栽植灌木 2191 株、乔木 438 株，幼林抚育 1.79hm^2 。

临时措施：植生袋装土拦挡 5947m^3 ，彩条布铺垫 84200m^2 ，密目网苫盖 101040m^2 。

④站用外接电源区：施工前剥离表土并集中堆放，表土及开挖土石采取彩条布铺垫、密目网苫盖等临时防护措施。施工结束后回覆表土，土地整治后恢复耕地。

工程措施：表土剥离 0.06 万 m^2 ，土地整治（耕地恢复） 0.96hm^2 。

临时措施：彩条布铺垫 1300m^2 ，密目网苫盖 1560m^2 。

3) 线路工程

①塔基区：施工前在塔基施工场地周围设置彩条旗围护，严格限制施工机械和人员活动范围，并对开挖扰动区域进行剥离表土，表土和基础开挖土方均单独堆放，施工期对临时堆土压占及其他轻微扰动区域采取彩条布铺垫、堆土外侧设植生袋拦挡、密目网苫盖等临时措施，灌注桩基础施工过程中在塔基施工场地范围内设泥浆沉淀池，施工结束后回覆表土、整治土地、恢复林地的还需进行穴状整地，根据原地貌类型确定耕地、园地恢复或植被恢复等土地利用方向。

工程措施：表土剥离 38.72hm^2 （ 11.49 万 m^3 ），土地整治（恢复植被） 8.86hm^2 ，土地整治（耕地恢复） 161.33hm^2 ，土地整治（园地恢复） 6.87hm^2 ，穴状整地 6019 个。

植物措施：撒播草籽 8.86hm^2 ，草籽量 875.30kg ，恢复林地 3.71hm^2 ，栽植灌木量 6019 株，幼林抚育 3.71hm^2 。

临时措施：植生袋装土拦挡量 6273m^3 ，彩条布铺垫 255750m^2 ，密目网苫盖 379600m^2 ，彩条旗围护 113880m ，泥浆沉淀池 1069 个。

②牵张场区：牵张场周围设置彩条旗围护、严格限制施工机械和人员活动范围，施工期间对临时堆土、材料堆放区域、裸露地表采取彩条布铺垫措施，针对牵引机、张力机占压地表区域采取铺设钢板措施，施工结束后土地整治、穴状整地，根据原地貌情况进行恢复。

工程措施：土地整治（恢复植被） 1.03hm^2 ，土地整治（耕地恢复） 29.84hm^2 ，土地整治（园地恢复） 1.18hm^2 ，穴状整地 392 个。

植物措施：撒播草籽 1.03hm^2 ，草籽量 90.52kg ，恢复林地 0.24hm^2 ，栽植灌木量 392 株，幼林抚育 0.24hm^2 。

临时措施：彩条布铺垫 21100m^2 ，彩条旗围护 22190m ，钢板铺设 27500m^2 。

③**跨越施工场地地区**：跨越施工场地对地表扰动较小，施工过程前在场地周围采取彩条旗围护，严格控制施工扰动范围，跨越施工场地临时占用林地的，可利用林地间的空隙进行布设，无需砍伐林木，施工结束后进行土地整治，根据原地貌进行耕地、园地恢复或植被恢复。

工程措施：土地整治（恢复植被）1.72hm²，土地整治（耕地恢复）16.75hm²，土地整治（园地恢复）0.45hm²。

植物措施：撒播草籽 1.72hm²，草籽量 121.73kg。

临时措施：彩条旗围护 283800m。

④**施工道路区**：平原区的施工道路设置彩条旗围护措施，严格控制行车轨迹。施工过程中，施工道路根据主体设计要求铺设钢板，有一定的防治水土流失作用。施工结束后土地整治、穴状整地，根据原地貌进行耕地、园地恢复或植被恢复。

工程措施：土地整治（恢复植被）7.14hm²，土地整治（耕地恢复）85.73hm²，土地整治（园地恢复）3.19hm²，穴状整地 2842 个。

植物措施：撒播草籽 7.14hm²，草籽量 699.00kg，恢复林地 2.00hm²，灌木 1466 株，乔木 1376 株，幼林抚育 2.00hm²。

临时措施：钢板铺设 191407m²，彩条旗围护 332100m。

1.9. 水土保持监测方案

本工程水土保持监测范围即水土流失防治责任范围，水土流失重点监测时段为施工准备期开始至设计水平年结束，即从 2024 年 6 月开始，止于 2026 年 12 月，并在施工准备期前进行本底值监测。水土保持监测内容包括：水土流失影响因素监测、项目施工全过程各阶段扰动土地情况监测、水土流失状况监测、水土流失防治成效监测、水土流失危害监测等。监测方法主要采用地面观测、调查监测及资料分析、巡查监测、无人机低空遥感监测。

根据工程特点及施工布置，确定本工程设置水土流失重点监测点位 180 处，包括 109 个固定监测点和 71 个巡查监测点。

1.10. 水土保持投资及效益分析成果

本工程水土保持措施总投资 31315.36 万元，其中工程措施为 9594.08 万元，植物措施为 3015.26 万元，临时措施为 13209.71 万元，独立费用为 2752.59 万元，水土保持监理费为 537.41 万元，水土保持监测费为 604.14 万元，基本预备费为 1714.30 万元，水土

保持补偿费为 1029.42 万元。

水土保持总投资中陕西省措施费为 10779.61 万元；河南省措施费为 6848.53 万元；安徽省措施费为 8190.91 万元。

水土保持补偿费中陕西省水土保持补偿费为 461.54 万元，河南省水土保持补偿费 360.68 万元；安徽省水土保持补偿费 207.20 万元。

方案实施后，设计水平年各项防治目标均可达到目标值。方案各项水土保持措施建成并发挥效益后，可有效防治项目建设新增水土流失，提高土壤蓄水保土能力，最大程度补偿项目建设对当地生态环境的不利影响。

1.11. 结论

通过水土保持的分析论证，主体工程选址（线）避开易引起严重水土流失和生态恶化地区，避让了河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带，避让了国家水土保持监测网络中的水土保持监测站点、重点试验区及国家确定的水土保持长期定位观测站，兼顾了水土保持要求。对于无法避让的水土保持重点预防区和重点治理区以及其他水土保持敏感区，主体设计采取先进施工工艺、严格控制施工范围等措施，尽量减少地表扰动和植被损坏范围，本方案已相应提高防治标准值，并对敏感区内提高了防治措施工程量，项目建设方案可行，且符合水土保持法律法规、技术标准的相关规定。在工程建设过程中建设单位实施一系列的水土保持措施后，能有效地控制水土流失，达到方案所确定的防治目标及防治水土流失的目的，实现项目区环境的恢复和改善，从水土保持角度分析，本工程建设是可行的。

工程下阶段设计时进一步落实水保措施，并进一步优化换流站设计及线路路径，尽量减少施工临时占地面积，减少土石方挖填方量。施工过程中加强表土剥离保护和回覆利用，加强临时堆土过程管护。建设单位招标时明确承包商承担防治水土流失的责任、义务。施工单位应做好施工期间的水土流失防治措施。监理单位应对水土保持措施进行全过程的监督管理。监测单位应对水土保持措施进行全过程监督管理。建设单位应依据监测结果和防治目标，提出意见，组织相关单位进行完善和改进，达到方案要求。

此外，建设单位应及时完成防洪影响评价，保证跨越河流施工符合相关要求，线路工程无法避让的自然保护区、水源保护区、森林公园、地质公园、湿地公园、水产种质资源保护区、重要湿地等水土保持敏感区需取得相关的同意性文件，保证工程建设符合相关规定，并根据水土保持敏感区保护目标不同，有针对性的采用水土保持施工方式。

陕北~安徽±800kV 特高压直流输电工程水土保持方案特性表

项目名称		陕北~安徽±800kV 特高压直流输电工程			流域管理机构		水利部黄河水利委员会 水利部长江水利委员会 水利部淮河水利委员会				
涉及省份 (市、区)		陕西省、河南省、安徽省		涉及地市或个数	11		涉及县或个数		36		
项目规模		送端换流站、送端接地极、受端换流站、受端接地极, ±800kV 直流线路 1070.00km、送端接地极线路路径长 53.40km, 受端接地极线路路径长 94.20km, 迁改线路路径长 12.65km。			总投资 (万元)		2067729		土建投资 (万元)		345731
动工时间		2024.6		完工时间		2026.5		设计水平年		2026	
工程占地 (hm²)		831.05		永久占地 (hm²)		143.53		临时占地 (hm²)		687.52	
土石方量 (万 m³)				挖方		填方		借方		余 (弃) 方	
				290.43		287.88		0		2.55	
重点防治区名称		子午岭-六盘山国家级水土流失重点预防区、伏牛山中条山国家级水土流失重点治理区、丹江口库区及上游国家级水土流失重点预防区、桐柏山大别山国家级水土流失重点预防区、渭北高原沟壑重点治理区、关中阶地、台塬基本农田重点预防区、秦岭北麓低山、台塬重点治理区、秦岭山地重点预防区 (陕西省省级及商洛市市级同名)、伏牛山中条山省级水土流失重点治理区、小秦岭-崤山-伏牛山山区片区市级水土流失重点预防区、洛阳市市级重点预防区、洛阳市市级重点治理区、平顶山市市级重点治理区、南阳市市级重点治理区、淮北平原岗地市级水土流失重点治理区、阜阳市水土流失重点预防区、东西湖上游市级重点预防区、六安市西北部市级重点治理区									
地貌类型		山丘和平原			水土保持区划		西北黄土高原区、北方土石山区、南方红壤区				
土壤侵蚀类型		水力				土壤侵蚀强度		轻度			
防治责任范围面积 (hm²)		831.05		容许土壤流失量 [t/ (km²·a)]			1000/200/500				
土壤流失预测总量 (t)		72968		新增土壤流失量 (t)			62357				
水土流失防治标准执行等级			西北黄土高原区一级, 北方土石山区一级, 北方土石山区二级, 南方红壤区一级, 南方红壤区二级								
防治指标	水土流失治理度 (%)		94.8			土壤流失控制比		1.1			
	渣土防护率 (%)		95.2			表土保护率 (%)		92.3			
	林草植被恢复率 (%)		96.3			林草覆盖率 (%)		25.3			
防治措施及工程量	分区		工程措施			植物措施		临时措施			
	山丘区	送端换流站	站区	表土剥离 6.13 万 m³, 土地整治 (站区绿化) 6.96hm², 框格植草护坡 19819m², 钢筋混凝土截洪沟 1776m³, 钢筋混凝土排水沟 1347m³, 雨水排水管网 7250m。			站区绿化 6.59hm², 撒播草籽 0.37hm², 草籽量 37.30kg。		植生袋装土拦挡 1328m³, 密目网苫盖 82780m², 临时排水沟 427m³, 临时沉沙池 2 座。		
			进站道路区	表土剥离 0.18 万 m³, 框格植草护坡 5279m², 钢筋混凝土排水沟 401m³, 钢筋混凝土截洪沟 341m³, 土地整治 (恢复植被) 0.10hm²。			撒播草籽 0.10hm², 草籽量 10.08kg。		密目网苫盖 528m²。		
			施工生产生活区	表土剥离 2.06 万 m³, 土地整治 (耕地恢复) 1.03hm², 土地整治 (园地恢复) 9.25hm²。					临时排水沟 413m³, 临时沉沙池 3 座, 密目网苫盖 20560m²。		
			站外供排水设施区	钢筋混凝土排水管 1000m, 排水钢管 900m, 八字式排水口 1 座, 混凝土跌水沟 40m, 消力池 1 座, 表土剥离 1.19 万 m³, 土地整治 (恢复植被) 10.84hm², 土地整治 (耕地恢复) 1.71hm², 土地整治 (园地恢复) 3.86hm², 穴状整地 10042 个。			撒播草籽 10.84hm², 草籽量 1092.67kg, 恢复林地 6.38hm², 栽植灌木 8350 株、乔木 1692 株, 幼林抚育 6.38hm²。		密目网苫盖 36372m², 彩条布铺垫 30310m²。		

			站外电力设施区	表土剥离 0.01 万 m ³ , 土地整治 (恢复植被) 2.19hm ² , 土地整治 (耕地恢复) 0.59hm ² , 土地整治 (园地恢复) 1.18hm ² , 穴状整地 2183 个。	撒播草籽 2.19hm ² , 草籽量 220.75kg, 恢复林地 1.39hm ² , 栽植灌木 1815 株、乔木 368 株, 幼林抚育 1.39hm ² 。	密目网苫盖 2184m ² , 彩条布铺垫 1820m ² 。
			站外临时堆土区	土地整治 (耕地恢复) 4.07hm ² 。		植生袋装土拦挡 2574m ³ , 彩条布铺垫 39072m ² , 密目网苫盖 48840m ² , 临时排水沟 160m ³ , 临时沉沙池 2 座, 临时绿化 2.39hm ² , 草籽量 191.2kg。
			专项设施迁改区	表土剥离 0.01 万 m ³ , 土地整治 (耕地恢复) 0.01hm ² , 土地整治 (园地恢复) 0.06hm ² 。		密目网苫盖 240m ² , 彩条布铺垫 200m ² 。
		送端接地极	汇流装置区	表土剥离 0.02 万 m ³ 。		
			检修道路区	表土剥离 0.01 万 m ³ , 土地整治 (恢复植被) 0.02hm ² 。	撒播草籽 0.02hm ² , 草籽量 2.02kg。	
			站用外接电源区	表土剥离 0.01 万 m ³ , 土地整治 (恢复植被) 0.18hm ² , 土地整治 (耕地恢复) 0.09hm ² , 土地整治 (园地恢复) 0.19hm ² , 穴状整地 142 个。	撒播草籽 0.18hm ² , 草籽量 18.14kg, 恢复林地 0.09hm ² , 栽植灌木 118 株、乔木 24 株, 幼林抚育 0.09hm ² 。	密目网苫盖 1040m ² , 彩条布铺垫 867m ² 。
			电极电缆区	表土剥离 0.82 万 m ³ , 土地整治 (耕地恢复) 2.45hm ² , 土地整治 (园地恢复) 7.33hm ² 。		植生袋装土拦挡 6592m ³ , 密目网苫盖 48096m ² , 彩条布铺垫 40080m ² 。
		线路工程	塔基区	浆砌石护坡 299m ³ , 浆砌石挡渣墙 108m ³ , 浆砌石排水沟 632m ³ , 表土剥离 31.46hm ² (6.32 万 m ³), 土地整治 (恢复植被) 98.55hm ² , 土地整治 (耕地恢复) 8.40hm ² , 土地整治 (园地恢复) 16.80hm ² , 穴状整地 136124 个。	撒播草籽 98.55hm ² , 草籽量 9933.84kg, 恢复林地 83.41hm ² , 栽植灌木量 136124 株, 幼林抚育 83.41hm ² 。	植生袋装土拦挡量 19697m ³ , 彩条布铺垫 233400m ² , 密目网苫盖 345100m ² , 彩条旗围护 103530m, 泥浆沉淀池 28 个。
			牵张场区	表土剥离 4.75hm ² (0.96 万 m ³), 土地整治 (恢复植被) 24.07hm ² , 土地整治 (耕地恢复) 2.69hm ² , 土地整治 (园地恢复) 5.95hm ² , 穴状整地 37258 个。	撒播草籽 24.07hm ² , 草籽量 2426.27kg, 恢复林地 22.83hm ² , 栽植灌木量 37258 株, 幼林抚育 22.83hm ² 。	彩条布铺垫 21850m ² , 密目网苫盖 29550m ² , 彩条旗围护 22890m, 钢板铺设 28300m ² 。
			跨越施工场地区	土地整治 (恢复植被) 8.74hm ² , 土地整治 (耕地恢复) 2.30hm ² , 土地整治 (园地恢复) 6.90hm ² 。	撒播草籽 8.74hm ² , 草籽量 881.00kg。	彩条旗围护 27060m。
			施工道路区	表土剥离 43.99hm ² (8.87 万 m ³), 土地整治 (恢复植被) 147.02hm ² , 土地整治 (耕地恢复) 13.35hm ² , 土地整治 (园地恢复) 26.36hm ² , 穴状整地 196188 个。	撒播草籽 147.02hm ² , 草籽量 14819.61kg, 恢复林地 137.42hm ² , 灌木 74501 株、乔木 121687 株, 幼林抚育 137.42hm ² 。	植生袋装土拦挡量 88700m ³ , 临时排水沟 14255m (1924m ³), 素土夯实 1924m ³ , 钢板铺设 3100m ² 。
	平原区	受端换流站	站区	钢筋混凝土排水沟 684m ³ , 雨水排水管网 14250m, 框格植草护坡 15900m ² , 钢筋混凝土截洪沟 484m ³ , 表土剥离 4.42 万 m ³ , 土地整治 (站区绿化) 8.37hm ² 。	站区绿化 7.70hm ² , 撒播草籽 0.67hm ² , 草籽量 56.28kg。	植生袋装土拦挡 1148m ³ , 密目网苫盖 94200m ² , 临时排水沟 318m ³ , 沉沙池 3 座。

			进站道路区	混凝土排水沟 176m ³ , 表土剥离 0.08 万 m ³ , 土地整治 (恢复植被) 0.15hm ² 。	撒播草籽 0.15hm ² , 草籽量 12.60kg。	密目网苫盖 440m ² 。
			施工生产区	表土剥离 1.65 万 m ³ , 土地整治 (恢复植被) 3.65hm ² , 土地整治 (耕地恢复) 2.46hm ² , 穴状整地 4963 个。	撒播草籽 3.65hm ² , 草籽量 306.60kg, 恢复林地 3.41hm ² , 栽植灌木 3947 株、乔木 1016 株, 幼林抚育 3.41hm ² 。	密目网苫盖 18720m ² , 临时排水沟 227m ³ , 沉沙池 3 座。
			站外临时堆土区	土地整治 (恢复植被) 2.63hm ² , 穴状整地 3060 个。	撒播草籽 2.63hm ² , 草籽量 220.92kg, 恢复林地 2.00hm ² , 栽植灌木 3060 株, 幼林抚育 2.00hm ² 。	植生袋装土拦挡 2655m ³ , 彩条布铺垫 23209m ² , 密目网苫盖 27851m ² , 临时排水沟 165m ³ , 沉沙池 3 座, 临时绿化 1.68hm ² , 草籽量 141.12kg。
			站外供排水设施区	表土剥离 0.08 万 m ³ , 土地整治 (恢复植被) 1.02hm ² 。	撒播草籽 1.02hm ² , 草籽量 85.68kg。	彩条布铺垫 10924m ² , 密目网苫盖 13109m ² , 泥浆沉淀池 2 座。
			站外电力设施区	表土剥离 0.12 万 m ³ , 土地整治 (恢复植被) 0.08hm ² , 土地整治 (耕地恢复) 1.92hm ² , 穴状整地 122 个。	撒播草籽 0.08hm ² , 草籽量 6.72kg, 恢复林地 0.08hm ² , 栽植灌木 122 株, 幼林抚育 0.08hm ² 。	彩条布铺垫 2356m ² , 密目网苫盖 2827m ² 。
			专项设施迁改区	表土剥离 0.06 万 m ³ , 土地整治 (恢复植被) 0.13hm ² , 土地整治 (耕地恢复) 0.10hm ² 。	植草护坡 0.25hm ² , 撒播草籽 0.13hm ² , 草籽量 10.92kg。	彩条布铺垫 1150m ² , 密目网苫盖 1380m ² 。
			临时换装平台区	土地整治 (恢复植被) 1.22hm ² 。	撒播草籽 1.22hm ² , 草籽量 102.48kg。	泥浆沉淀池 2 座, 密目网苫盖 2400m ² 。
		受端接地极	汇流装置区	表土剥离 0.02 万 m ³ 。		
			检修道路区	表土剥离 0.02 万 m ³ , 土地整治 (耕地恢复) 0.01hm ² 。		彩条布铺垫 80m ² 。
			电极电缆区	表土剥离 1.62 万 m ³ , 土地整治 (恢复植被) 1.79hm ² , 土地整治 (耕地恢复) 18.67hm ² , 穴状整地 2629 个。	撒播草籽 1.79hm ² , 草籽量 180.43kg, 恢复林地 1.79hm ² , 栽植灌木 2191 株、乔木 438 株, 幼林抚育 1.79hm ² 。	植生袋装土拦挡 5947m ³ , 彩条布铺垫 84200m ² , 密目网苫盖 101040m ² 。
			站用外接电源区	表土剥离 0.06 万 m ³ , 土地整治 (耕地恢复) 0.96hm ² 。		彩条布铺垫 1300m ² , 密目网苫盖 1560m ² 。
		线路工程	塔基区	表土剥离 38.72hm ² (11.49 万 m ³), 土地整治 (恢复植被) 8.86hm ² , 土地整治 (耕地恢复) 161.33hm ² , 土地整治 (园地恢复) 6.87hm ² , 穴状整地 6019 个。	撒播草籽 8.86hm ² , 草籽量 875.30kg, 恢复林地 3.71hm ² , 栽植灌木量 6019 株, 幼林抚育 3.71hm ² 。	植生袋装土拦挡量 6273m ³ , 彩条布铺垫 255750m ² , 密目网苫盖 379600m ² , 彩条旗围护 113880m, 泥浆沉淀池 1069 个。
			牵张场区	土地整治 (恢复植被) 1.03hm ² , 土地整治 (耕地恢复) 161.33hm ² , 土地整治 (园地恢复) 6.87hm ² , 穴状整地 392 个。	撒播草籽 1.03hm ² , 草籽量 90.52kg, 恢复林地 0.24hm ² , 栽植灌木量 392 株, 幼林抚育 0.24hm ² 。	彩条布铺垫 21100m ² , 彩条旗围护 22190m, 钢板铺设 27500m ² 。
			跨越施工场地区	土地整治 (恢复植被) 1.72hm ² , 土地整治 (耕地恢复) 16.75hm ² , 土地整治 (园地恢复) 0.45hm ² 。	撒播草籽 1.72hm ² , 草籽量 121.73kg。	彩条旗围护 283800m。

1. 综合说明

			施 工 道 路 区	土地整治(恢复植被)7.14hm ² , 土地整治(耕地恢复)85.73hm ² ,土地整治(园地恢复)3.19hm ² ,穴状整地2842个。	撒播草籽7.14hm ² , 草籽量699.00kg, 恢复林地2.00hm ² , 灌木1466株,乔木1376株,幼林抚育2.00hm ² 。	钢板铺设191407m ² ,彩条旗围护332100m。
投资(万元)				9594.08	3015.26	13209.71
水土保持总投资(万元)				31315.36	独立费用(万元)	2752.59
监 理 费 (万 元)			537.41	监 测 费 (万 元)	604.14	补 偿 费 (万 元) 1029.42
分省措施费(万元)			陕西省措施费10779.61万元; 河南省措施费6848.53万元; 安徽省措施费8190.91万元		分省补偿费(万元)	陕西省补偿费461.54万元; 河南省补偿费360.68万元; 安徽省补偿费207.20万元
方案编制单位			中国电力工程顾问集团 华东电力设计院有限公司		建设单位	国家电网有限公司
法定代表人			顾 晋		法定代表人	辛保安
地 址			上海市黄浦区河南中路99号		地 址	北京市西城区宣武门内大街 6号
邮 编			200001		邮 编	100031
联系人及电话			张嘉良/13761332347		联系人及电话	陈豫朝/010-66597747
传 真			021-33662064		传 真	010-66598501
电子信箱			zhangjl3304@ecepdi.com		电子信箱	yuchao-chen@sgcc.com.cn

2 项目概况

2.1. 项目组成及工程布置

工程名称：陕北~安徽±800kV 特高压直流输电工程

建设单位：国家电网有限公司

建设地点：本工程途经陕西省、河南省、安徽省 3 个省级行政区，11 个地市级行政区，36 个县（区）级行政区。（具体行政区县见表 2.1-1）。

建设性质：新建建设类项目

主要内容：主要分为点型工程和线型工程，点型工程包括：新建送端换流站、送端接地极、受端换流站、受端接地极四部分；线型工程包括：±800kV 直流线路 1070.00km（其中陕西省境内 249.10km、河南省境内 493.30km、安徽省境内 327.60km）、送端接地极线路 53.40km、受端接地极线路 94.20km、迁改线路 12.65km 四部分，共八部分组成。

总投资及土建投资：工程总投资 2067729 万元，其中土建投资 345731 万元。

投资单位及出资比例：投资单位为国家电网有限公司，其中自筹资金占工程总投资的 20%，银行贷款占工程总投资的 80%。

建设工期：本工程计划 2024 年 6 月开工，2026 年 5 月完工，总工期为 24 个月。

工程组成及主要特性：工程组成及主要特性表详见表 2.1-1。

表 2.1-1 工程组成及主要特性表

一、项目基本情况		
1	项目名称	陕北~安徽±800kV 特高压直流输电工程
2	项目组成	主要分为点型工程和线型工程，点型工程包括：新建送端换流站、送端接地极、受端换流站、受端接地极四部分；线型工程包括：±800kV 直流线路 1070.00km（其中陕西省境内 249.10km、河南省境内 493.30km、安徽省境内 327.60km）、送端接地极线路 53.40km、受端接地极线路 94.20km、迁改线路 12.65km 四部分，共八部分组成
3	建设地点	<p>送端换流站：陕西省延安市富县寺仙镇。</p> <p>送端接地极：陕西省延安市洛川县石头镇。</p> <p>受端换流站：安徽省合肥市庐江县郭河镇。</p> <p>受端接地极：安徽省六安市裕安区青山乡。</p> <p>±800kV 直流线路：途经陕西省延安市富县、黄陵县、洛川县，渭南市白水县、澄城县、蒲城县、大荔县、华州区、华阴市，商洛市洛南县，河南省三门峡市灵宝市、卢氏县，洛阳市栾川县、嵩县、汝阳县，平顶山市鲁山县、叶县、舞钢市，南阳市南召县、方城县，驻马店市西平县、遂平县、上蔡县、汝南县、平舆县，安徽省阜阳市临泉县、颍州区、阜南县、颍上县，六安市霍邱县、裕安区、金安区、舒城县，合肥市肥西县、庐江县。共计 3 个省级行政区，11 个地级行政区，35 个县级行政区。</p> <p>送端接地极线路：途经陕西省延安市富县、黄陵县、洛川县，共计 1 个省级行政区，1 个地级行政区，3 个县级行政区。</p> <p>受端接地极线路：线路途经安徽省合肥市肥西县、庐江县，六安市舒城县、金安区、裕安区、霍山县，共 1 个省级行政区、2 个地市级行政区、6 个县级行政区。</p>

		迁改线路： 本工程陕西省延安市富县、洛川县，陕西省渭南市大荔县、华州区，河南省南阳市方城县，驻马店市汝南县，安徽省六安市霍邱县、金安区境内新建的±800kV 直流线路部分占用已建的输电线路通道，需进行线路迁改，共 3 个省级行政区、5 个地市级行政区、8 个县级行政区。 综上，本工程共计涉及 3 个省级行政区，11 个地市级行政区，36 个县（区）级行政区。										
4	设计标准	防洪标准为 100 年一遇										
5	工程性质	新建建设类项目										
6	建设单位	国家电网有限公司										
7	建设规模	点型工程	送端换流站	直流输电系统额定电压±800kV，包括±800kV 直流出线 1 回，接地极 1 回。交流 750kV 规划出线 10 回，本期出线 9 回。								
			送端接地极	极环采用水平浅埋、双环圆形布置。内/外半径分别为 235m/325m，极环总长度 3518m。								
			受端换流站	直流输电系统额定电压±800kV，包括±800kV 直流出线 1 回，接地极 1 回，交流 500kV 规划出线 8 回，本期一次建成。								
			受端接地极	采用水平浅埋型电极，圆环形布置方式。内/外环半径分别为 275m/375m，极环总长度 4290m。								
		线型工程	行政区（省）		陕西	河南	安徽	合计				
			±800kV 直流线路	长度（km）	249.10	493.30	327.60	1070.00				
				塔基数（基）	492	1007	671	2170				
			送端接地极线路	长度（km）	53.40	/	/	53.40				
				塔基数（基）	149	/	/	149				
			受端接地极线路	长度（km）	/	/	68.90	68.90				
				塔基数（基）	/	/	186	186				
			迁改线路	长度（km）	7.95	1.00	3.70	12.65				
				塔基数（基）	23	5	13	41				
			电压等级	±800kV 直流线路，750kV、330kV、500kV、220kV、110kV 迁改线路，35kV 接地极线路								
			铁塔型式	均为自立铁塔，包括直线塔、转角塔、耐张塔和跨越塔。								
			基础型式	挖孔桩基础、直柱板式基础、岩石锚杆基础、钻孔灌注桩基础、嵌岩桩基础和微型桩基础。								
			地貌类型	山丘区 45.86%、平原区 54.14%。								
			工程拆迁	居民拆迁由建设单位出资，由地方政府统一安置。								
			跨越	河流	项目区涉及黄河流域、淮河流域、长江流域。本工程在陕西省境内主要涉及黄河流域，线路跨越主要河流有北洛河、渭河、方山河；在河南省境内主要涉及黄河流域、长江流域、淮河流域，线路跨越主要河流有伊河、洛河、洪河、汝河、沙河、澧河；在安徽省境内主要涉及淮河流域、长江流域，线路跨越的主要河流有流鞍河、涎河、润河、界南河、淮河、沔河、汲河、淝河、丰乐河、杭埠河等河流。							
				电力线、公路、铁路	跨越电力线、公路（高速、等级、一般）、铁路共 1466 次。							
8	总投资（万元）	2067729	土建投资（万元）	345731	建设期	2024 年 6 月～2026 年 5 月						
二、项目组成及主要技术指标												
项目组成			占地面积（hm ² ）			主要技术指标						
			永久	临时	合计	数量	长度（km）	宽度（m）				
送端	站区		31.30		31.30							

2. 项目概况

换流站	进站道路区	0.98		0.98		0.43	6.0~8.0
	施工生产生活区		10.28	10.28			
	站外供排水设施区	0.04	16.63	16.67		供水 13.20/排水 1.95	
	站外电力设施区	0.17	3.79	3.96		站用 10.0/施工 12.16	
	站外临时堆土区		4.07	4.07			
	专项设施迁改区	0.02	0.05	0.07		5km	
	小计	32.51	34.82	67.33			
送端接地极	汇流装置区	0.08		0.08			
	检修道路区	0.06		0.06		0.13	3.0
	电极电缆区	0.04	0.42	0.46		站用 12.39/施工 0.18	
	站用外接电源区	0.11	9.78	9.89			
	小计	0.29	10.20	10.49			
受端换流站	站区	23.55		23.55			
	进站道路区	0.44		0.44		0.22	6.0~8.0
	施工生产生活区		6.24	6.24			
	站外临时堆土区		2.63	2.63			
	站外供排水设施区		3.41	3.41		排水 3.90	
	站外电力设施区	0.06	1.95	2.01		站用 6.80/施工 2.17	
	专项设施迁改区	0.45	0.23	0.68		红线外水渠 0.11/道路 0.64	水渠 12.0/道路 4.0~6.0
	临时换装平台区		1.22	1.22			
	小计	24.50	15.68	40.18			
受端接地极	汇流装置区	0.06		0.06			
	检修道路区	0.07		0.07		新修 0.02/拓宽 0.50	新修 4.0~6.0/拓宽 1.0
	电极电缆区	0.01	20.90	20.91			
	站用外接电源区	0.03	0.96	0.99		7.70	
	小计	0.17	21.86	22.03			
直流线路工程	塔基区	81.05	208.56	289.61	2170	1070.00	
	牵张场地区		61.68	61.68	257		
	跨越施工场地区		32.76	32.76	819		
	施工道路区		250.83	250.83		新修 253.50/拓宽 355.17	新修 4.5/拓宽 1.5
	小计	81.05	553.83	634.88			
送端接地极线路工程	塔基区	1.66	3.39	5.05	149	53.40	
	牵张场地区		1.19	1.19	17		
	跨越施工场地区		2.68	2.68	67		
	施工道路区		17.73	17.73		新修 9.80/拓宽 29.38	新修 4.5/拓宽 1.5
	小计	1.66	24.99	26.65			
受端接地极线路工程	塔基区	2.34	5.65	7.99	186	68.90	
	牵张场地区		1.26	1.26	18		
	跨越施工场地区		0.84	0.84	21		
	施工道路区		11.40	11.40		新修 18.22/拓宽 21.34	新修 4.5/拓宽 1.5
	小计	2.34	19.15	21.49			

北侧、西侧受极小坡面影响，100 年一遇洪峰流量按 $1.00\text{m}^3/\text{s}$ 考虑。站区的竖向设计以土方平衡为原则，尽可能减少弃土购土工程量，场地设计采用分区域顺地势找坡的设计思路，利用场地北高南低的特点，在交流滤波器场、直流场及站前区南部设置 0.5% 的排水坡度，从北向南找坡。根据土方平衡计算，站区初平标高为 1148.25m。土建阶段，利用站区基槽余土，将场地标高抬高至终平标高 1149.15m。

站区挖方边坡位于站区的西侧、西北侧、西南侧，挖方边坡长 1036m，挖方边坡大坡高为 6.15m，放坡坡率为 1:1.50，坡面采用框格植草护坡形式，挖方边坡坡顶以外不小于 5m 处设置矩形截洪沟，坡脚处设置矩形排水沟；填方边坡位于站区东侧、东北侧、东南侧，填方边坡长 1332m，填方边坡最大坡高为 5.05m，放坡坡率为 1:1.75，坡面采用框格植草护坡形式，边坡坡脚设置矩形排水沟。站区挖填方边坡护坡面积共计 19819m^2 ，其中挖方边坡护坡面积 10824m^2 ，填方边坡面积 8995m^2 。

站区围墙外共设置截排水沟 3535m，其中截洪沟 1776m，排水沟 1759m，截排水沟均为钢筋混凝土材质。其中，站址北侧、西侧及南侧（部分）截洪沟防洪标准为 100 年一遇，其断面尺寸为 $1.5\text{m}\times 1.0\text{m}$ ，长度共 1776m；站址北侧、西侧及南侧（部分）排水沟设计标准为 5 年一遇，断面尺寸为 $1.0\text{m}\times 1.0\text{m}$ ，长度为 1119m；站址东侧及南侧（部分）排水沟设计标准为 5 年一遇，断面尺寸为 $0.6\text{m}\times 0.6\text{m}$ ，长度为 640m。截排水沟相互连通，雨水经站外排水管线排至站址南侧的自然沟道内。

站区围墙外边坡、截排水沟等占地已在站区用地面积内计列。站外排水管线、跌水沟、消力池均纳入站外供排水设施区一并计列。

（6）进站道路

换流站进站道路从站址西侧寺仙镇乡道引接，进站道路建设标准按四级公路标准设计，道路两侧各设置 0.5m 宽预制混凝土硬路肩，采用沥青混凝土硬化路面，路面宽 6.0m，道路长约 434m，占地面积共计 0.98hm^2 。

进站道路挖方边坡放坡坡率为 1:1.5，坡面采用框格植草护坡形式，护坡面积共计 5279m^2 。进站道路两侧共布设钢筋混凝土截排水沟 1457m，进站道路挖方边坡截洪沟断面尺寸为 $0.6\text{m}\times 0.8\text{m}$ ，长 546m，进站道路挖方边坡排水沟长 546m，断面尺寸 $0.6\text{m}\times 0.6\text{m}$ ，进站道路不涉及挖填方区域的部分排水沟长 365m，断面尺寸 $0.6\text{m}\times 0.6\text{m}$ ，截洪沟、排水沟设计标准同站区，进站道路雨水经站外排水管线排至站区南侧自然沟壑内。

送端换流站主要技术指标见表 2.1-2。

站区挖填方边坡、截洪沟、排水沟占地已在站区用地面积内计列，故不再重复计列占地面积。

(6) 进站道路

进站道路由东侧郭三路引接，长度为 218m，采用公路型沥青混凝土路面，路面宽度 6~8m，占地面积共计 0.44hm²。进站道路两侧设置混凝土排水沟，总长约 464m，断面尺寸为 0.5m×0.5m，收集雨水后直接排至进站道路南侧已有沟渠，最终汇入马槽河，排水设施建设均位于用地红线内。进站道路两侧部分区域布设直立式路肩混凝土挡墙，挡墙高度为 2.0m~5.0m，挡墙长度共计 342m，共布设挡墙 1484m³。

受端换流站站址主要技术指标见表 2.1-3。

表 2.1-3 受端换流站主要技术指标一览表

序号	名称	单位	数量	备注
1	站址征地面积	hm ²	23.99	永久占地面积 24.74hm ² ，临时占地 13.74hm ²
(1)	站区占地面积	hm ²	23.55	包括围墙内用地面积 18.96hm ² ；围墙外其他用地面积 4.59hm ²
(2)	进站道路占地面积	hm ²	0.44	长度共计 218m
2	场地自然标高	m	12.0~26.0	1985 国家高程基准
3	百年一遇洪峰流量	m ³	2.0	
4	站区设计标高	m	21.80	1985 国家高程基准
5	站区围墙长度	m	1860	
6	站内总建筑面积	m ²	31832	
7	站内道路及广场面积	hm ²	48900	
8	站区绿化	hm ²	7.70	采取马尼拉草坪全站绿化

2.1.4. 受端接地极

(1) 地理位置及极址现状

受端接地极位于安徽省六安市裕安区青山乡陶大庄，中心点坐标为 E116°18'58.57"，N31°3'24.7"，距受端站站址约 79km。场地自然高程约 54.0m~56.0m，整体地势平坦。受端接地极建设范围内以农田为主，兼有林地、沟渠。

安徽省境内 327.60km，全线共架设铁塔 2170 基（其中直线塔 1560 基、耐张塔 610 基）。线路曲折系数 1.20。沿线海拔高度在 0~2000m 之间。路径方案按照省（市）包段描述如下：

1) 陕西省

线路起于陕西省延安市富县寺仙镇送端换流站，线路整体呈北-南方向，线路从换流站出线后左转向东走线，经过喜家峁，在富村转向东南方向走线，进入黄陵县后，继续向南走线，在东塬畔向南进入洛川县境内，随后继续向东南方向走线，经过吉林村，在蔡家河进入白水县，在鹿角村右转向南走线，在五里冢南侧进入澄城县，继续向南三次跨越北洛河，进入大荔县后向东南走线，经仁庄村、新柳村、小营村，穿越渭河进入华阴市境内，跨越方山河，翻越秦岭主梁后进入商洛市洛南县，经梁家坪、埝底下、唐家沟后，到达寺耳镇桥沟附近的省界。

2) 河南段

线路进入河南省三门峡市灵宝市境内向东南走线，经王家村、蒲阵沟村、秦池村，随后向东经范家驼村、柏坡村、老庙沟至洛阳市栾川县。

线路进入洛阳市栾川县境内后，经草庙河村、胡家村、高坡村、大崖底、朱家坡、靳村乡、王坪乡、焦家庄，跨越 G241 国道、G344 国道、G208 国道、平鲁铁路、G311 国道、S88 郑栾高速和 G55 二广高速，随后经漆树坪至南阳市南召县。

线路进入南召县境内后，避让鲁山机场净空区后向东南方向走线，经过北湾、东岗、褚家庄、东方庄、陈家庄、姚家村，跨越 S234 省道、郑渝高铁至平顶山市叶县。

线路进入平顶山市叶县后依次经过王成相村、后李村、东曹庄至驻马店市西平县，途中依次跨越兰南高速、S220 省道、许广高速、漯舞铁路。

线路进入驻马店市西平县后经过槐树乡、沈寨镇、和兴镇、常庄镇、君刘庄、小张村，跨越许信高速、京广高铁。线路依次跨越 G107 国道、北汝河、G230 国道、安罗高速公路。线路进入驻马店市平舆县境内后继续向东走线，经过小潘庄至豫皖省界。

3) 安徽段

线路起于安徽省阜阳市临泉县庙岔镇，由吴庄村北侧自河南省进入安徽省阜阳市临泉县境内，跨越在建合周高速、S12 滁新高速、S253 省道、S202 省道、京九铁路、S238 省道、S252 省道、润河、G35 济广高速、阜六普铁、G105 国道、鲁庄、张圩子、吴寨村、冯庄、大孙庄、万庄村，前行至后店村附近跨越淮河进入六安市霍邱县境内，

线路进入六安市霍邱县后依次跨越龙台子、陶台子、截流村、城西湖村、牛台子、沿岗河、杨家大湖、蓝桥湾、孙大塘、庞郢子、皂角树村、军庄村、东傅老庄、G308国道、联圩水库、城西湖、沔河、沔东干渠、汲河、淠河、陡涧河，在G40沪陕高速北侧杨家圩村东进入合肥市肥西县。

线路进入合肥市肥西县后依次跨越淠河总干渠河、G312国道、宁西线西合锻普铁、沪蓉高铁、省道S329、省道S440、G206国道、合安高速铁路、在建宣商高速公路、S19淮南~桐城高速、省道S330、杭埠河、省道S241后在郭河镇弯树村折向西南方向进入受端换流站。

（2）送端接地极线路

35kV送端接地极线路起自陕西省延安市富县寺仙镇的送端换流站，止于陕西省延安市洛川县石头镇仁里府村接地极址，线路全长53.40km，新建铁塔149基（直线塔108基，转角、耐张及跨越塔41基），途经延安市富县、黄陵县和洛川县，沿线海拔高度在1000m~1200m之间，线路曲折系数为1.14。

送端接地极线路起自陕西省延安市富县寺仙镇送端陕北换流站，出线后左转向东大致并行本工程直流线路走线，在半坡塬南侧钻越750kV印道I线后向东南走线，至三川驿村东侧钻越750kV泾道I线、750kV泾道II线，进入南沟门水库二级保护区向东南走线后，进入陕西省延安市洛川县。在岷岷村西侧，并行110kV黄洛线改接入洛川南线路（拟建）先跨越110kV黄段线，再钻越330kV现黄II线和330kV现黄I线后向东南转向，在南谷村西跨越110kV土黄T线后向东南跨越110kV电力线并避让光伏区域。线路向东南在贺家庄村钻越750kV信洛I、II线，后跨越G327国道并避让两水河水源地位后，跨越110kV土基-贺家河（拟建）后进入接地极站址。

（3）受端接地极线路

35kV受端接地极线路起自安徽省合肥市庐江县郭河镇受端换流站，终于安徽省六安市裕安区青山乡陶大庄受端接地极。受端接地极线路全长94.20km（其中单独架设段68.90km，与直流共塔段25.30km），其中单独架设段新建铁塔186基（其中直线塔143基，耐张塔43基），与直流共塔段新建铁塔55基（其中直线塔37基，耐张塔18基），线路途经安徽省六安市裕安区、霍山县、金安区、舒城县，合肥市庐江县、肥西县。沿线海拔高度在0m~200m之间，线路曲折系数为1.19。

接地极线路从受端庐江郭河檀树棵换流站出线后与陕北-安徽直流特高压线路共塔

由东向西北走线，至合肥市肥西县花岗镇八里村附近与特高压直流线路分开走线，接地极线路独立架设继续向西走线，相继跨越跨越 S440 省道、S236 省道、德上高速公路、国道 G237、省道 S240、省道 S330、济广高速公路、国道 G105，在青山乡牛观冲村折向西北走线，最终接至六安-陶大庄极址。

(4) 迁改线路工程

工程情况详见 2.5.2 章节。

2.1.5.2. 线路长度、地形及铁塔数量

本工程输电线路总路径长度为 1204.95km（其中山丘区 562.15km，平原区 642.80km），按照工程组成划分：其中 $\pm 800\text{kV}$ 直流线路路径长 1070.00km（其中山丘区 490.70km，平原区 579.30km），送端接地极线路路径长 53.40km（均位于山丘区），受端接地极线路路径长 68.90km（其中山丘区 11.20km，平原区 57.70km，不含与直流线路共塔长度 25.30km），迁改线路路径长 12.65km（其中山丘区 6.85km，平原区 5.80km）。

本工程输电线路共新建铁塔 2546 基（直线塔 1821 基，转角、耐张及跨越塔 725 基），按照工程组成划分：其中 $\pm 800\text{kV}$ 直流线路新建铁塔 2170 基（直线塔 1560 基，转角、耐张及跨越塔 610 基），送端接地极线路新建铁塔 149 基（直线塔 108 基，转角、耐张及跨越塔 41 基），受端接地极线路新建铁塔 186 基（直线塔 143 基，转角、耐张及跨越塔 43 基），迁改线路新建铁塔 41 基（直线塔 10 基，转角、耐张及跨越塔 31 基）；按照地形地貌分区划分：其中山丘区新建铁塔 1217 基（直线塔 817 基，转角、耐张及跨越塔 400 基），平原区新建铁塔 1329 基（直线塔 1004 基，转角、耐张及跨越塔 325 基）。本工程沿线各市（县、区）路径分段长度及铁塔分布表详见表 2.1-4，本工程路径长度及铁塔分布统计总表见表 2.1-5。

2. 项目概况

序号	沿线所经行政区	线路长度 (km)			塔基数量 (基)				
		山丘区	平原区	合计	山丘区		平原区		合计
					直线塔	转角、耐张 及跨越塔	直线塔	转角、耐张 及跨越塔	
	汝南县		0.10	0.10				2	2
3	安徽省		3.70	3.70			5	8	13
3.1	六安市		3.70	3.70			5	8	13
	霍邱县		0.70	0.70				3	3
	金安区		3.00	3.00			5	5	10
五	合计	562.15	642.80	1204.95	817	400	1004	325	2546

注：耐张塔指转角、耐张及跨越塔。

表 2.1-5 本工程路径长度及塔基分布总统计表

序号	工程项目		路径长度 (km)	塔基数量（基）		
				直线塔	转角、耐张及 跨越塔	小计
1	直流线路工程	±800kV 直流线路	1070.00	1560	610	2170
2	接地极线路	送端接地极线路	53.40	108	41	149
3		受端接地极线路	68.90	143	43	186
4	迁改线路		12.65	10	31	41
合计			1204.95	1821	725	2546

2.1.5.3. 塔基概况

本工程输电线路铁塔包括直线塔，转角塔、耐张和跨越塔。本工程塔基永久占地按照铁塔根开+主柱宽度（1.0~2.6m）+外扩 2m 计列，塔基临时施工场地结合铁塔分布和组塔方式，其中 ±800kV 直流线路一般线路山丘区按照根开主柱宽度+外扩 2m+外扩 14m 扣除永久占地计列，平原区按照根开主柱宽度+外扩 2m+外扩 20m 扣除永久占地计列；接地极线路按照平原区直线塔 300m²，转角塔、耐张塔及跨越塔 400m²，山丘区直线塔 200m²，转角塔、耐张塔及跨越塔 400m² 进行取值。本工程输电线路使用铁塔型式及占地面积详见下表，占地面积详表详见表 2.1-6~2.1-8。

表 2.1-8 迁改线路使用铁塔型式及占地面积统计表

一、陕西省		
项目名称	330kV 线路改造	
	直线塔	耐张、转角及跨越塔
基础根开 (m)	8.5 ~ 13.0	13.0 ~ 20.6
主柱宽度 (m)	0.8 ~ 1.0	1.0 ~ 1.2
塔基占地面积 (m ²)	81.2~139.1	97.6~194.6
塔基施工场地 (m ²)	448.3~600.6	478.1~726.3
项目名称	750kV 线路改造	
	直线塔	耐张、转角及跨越塔
基础根开 (m)	11.7 ~ 12.4	15.4 ~ 29.6
主柱宽度 (m)	1.0 ~ 1.2	1.6 ~ 2.0
塔基占地面积 (m ²)	216.4~237.5	359.1~1127.5
塔基施工场地 (m ²)	735.8~771.1	793.1~1830.4
二、河南省		
项目名称	500kV 线路改造	
	直线塔	耐张、转角及跨越塔
基础根开 (m)		13.01~14.90
主柱宽度 (m)		1.2~1.4
塔基永久占地面积 (m ²)		289.3~357.2
塔基施工场地 (m ²)		584.3~810.5
项目名称	110kV 线路改造	
	直线塔	耐张、转角及跨越塔
基础根开 (m)		7.8~13.2
主柱宽度 (m)		0.8~1.6
塔基永久占地面积 (m ²)		205.1~245.6
塔基施工场地 (m ²)		470.2~630.5
三、安徽省		
项目名称	220kV 线路改造	
	直线塔	耐张、转角及跨越塔
基础根开 (m)	8.2 ~ 11.0	9.3 ~ 13.6
主柱宽度 (m)	0.8 ~ 1.0	1.0 ~ 1.2
塔基永久占地面积 (m ²)	81.2~129.1	92.2~164.4
塔基施工场地 (m ²)	348.3~450.6	412.2~688.2

2.1.5.4. 基础结构型式

根据输电线路沿线的地质条件、水文情况及各型塔基础作用力的特点,同时按照减少土石方量、减少水土流失的原则,不同的基础型式具有不同的特点,承载能力、材料耗量、土石方量以及对环境的影响等各不相同,对输电线路而言,各个塔位的微地形相当复杂,这需要设计根据塔位不同的地质、地形及周边环境来选择适宜的基础型式,充分利用每个基础的优点,达到安全、经济、环保的目的。

本工程塔基基础主要采用挖孔桩基础、直柱板式基础、岩石锚杆基础、钻孔灌注桩基础、嵌岩桩基础和微型桩基础。

表 2.1-9 塔基基础型式及适用范围一览表

序号	基础型式	基础特点	适用地区
1	挖孔桩基础	该基础以土代模，直接将钢筋骨架和混凝土浇入掏挖成形的土胎内，充分利用了原状土承载力高、变形小的优点。	适用于陡坡地形及狭窄的山脊的塔位，利用其基础露出高度较大的特点来满足塔位地形要求。
2	直柱板式基础	该基础采用直立式主柱及钢筋混凝土底板，比较充分地利用了基础及上覆土重力的作用。	适用于地下水位较高、地质条件较差，地基承载力较低，基坑无法深挖的直线塔位。
3	岩石锚杆基础	该基础是以机械在岩体上直接钻孔后，通过水泥砂浆或细石混凝土将岩孔内的锚杆与岩体胶结成整体的岩石基础。	主要适用于硬质、整体性好基岩裸露的塔基。
4	钻孔灌注桩基础	该基础型式通过机械成孔浇筑钢筋混凝土，通过作用于桩端的地层阻力和桩周土层的摩阻力来支撑轴向荷载，依靠桩侧土层的侧向阻力来支撑水平荷载。	适用于基础作用力很大、地质条件极差或有特殊要求，普通浅埋基础不能满足要求的塔位。
5	嵌岩桩基础	该基础一般分为等截面人工挖孔桩和扩底人工挖孔桩两种型式，由桩周土总侧阻、嵌岩段总侧阻和总端阻三部分组成，充分利用岩石承载力高的优势，提高基础的抗拔、抗倾覆承载能力。	适用于“上土下岩”的二元地质结构中，桩端嵌入中等风化、微风化或新鲜基岩的桩基。
6	微型桩基础	该基础主要指直径为 200~400mm，由细石混凝土浇筑形成的钢筋混凝土微型桩和连接于桩顶承台共同组成的基础。	适用于淤泥、淤泥质土、粘性土、粉土、砂土等地基。近年来，随着机械设备的不断发展，其应用范围扩展到了山区岩石地基中。

上表介绍了本工程采用的基础型式及适用范围，根据沿线的地质、水文条件和多年来在线路工程中各种基础型式的设计、试验等资料，下面将塔基基础在本工程中的应用分述如下：

（1）挖孔基础

挖孔基础属于柔性基础，位于陡坡地形及狭窄的山脊的塔位，可采用挖孔基础，利用其基础露出高度较大的特点来满足塔位地形的要求。根据基础型式对比分析，本工程档距较大的直线塔及耐张塔采用该基础型式，系本工程的主要基础型式。

（2）直柱板式基础

直柱板式基础采用直立式主柱及钢筋混凝土底板，综合造价比普通混凝土刚性基础低。另外，它要求的施工精度比斜柱板式基础低。

（3）岩石锚杆基础

该种基础以“群锚”型式充分发挥了岩石力学性能，具有较好的抗拔性能，地基变形

比其它类型都小。它是以机械在岩体上直接钻孔后，通过水泥砂浆或细石混凝土将岩孔内的锚杆与岩体胶结成整体的岩石基础，从而大量地降低了基础材料的耗用量，特别是运输困难的高山地区更具有明显的经济效益。

(4) 钻孔灌注桩基础

该种基础型式通过作用于桩端的地层阻力和桩周土层的摩阻力来支撑轴向荷载，依靠桩侧土层的侧向阻力来支撑水平荷载。该型基础钢筋和混凝土用量都较大，造价很高，对于本工程长江大跨越等河流阶地内考虑冲刷的塔位可采用该类基础。

(5) 嵌岩桩基础

嵌岩抗拔桩一般分为等截面人工挖孔桩和扩底人工挖孔桩两种型式。充分利用岩石承载力高的优势，提高基础的抗拔、抗倾覆承载能力。

(6) 微型桩基础

微型桩基础主要指直径为 200~400mm，由细石混凝土浇筑形成的钢筋混凝土微型桩和连接于桩顶承台共同组成的基础。可承担交替荷载，技术安全可靠；具有较高的单桩极限承载力；长细比较大，单桩耗材少；施工机具轻便，能适应偏远山区狭窄场地或地下障碍物较多地形；成孔速度快，施工周期短，泥浆排放少。

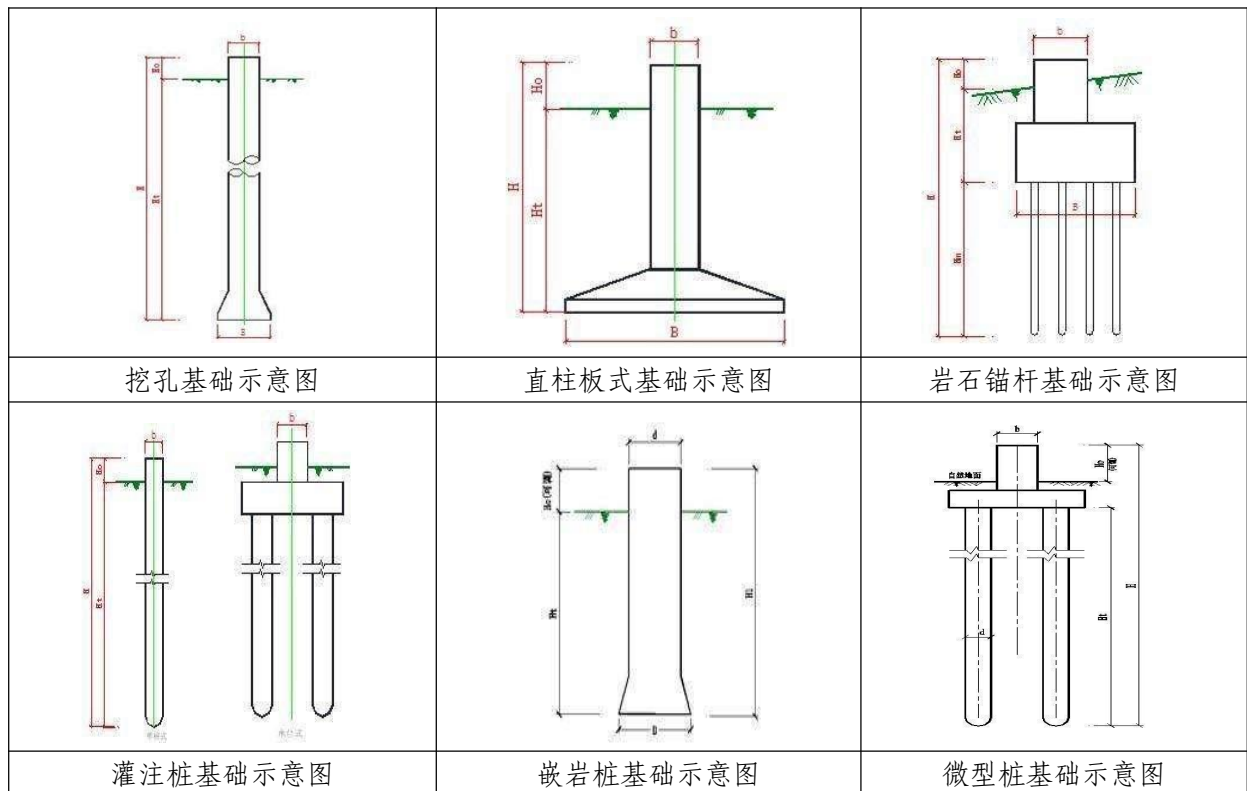


图 2.1-10 本工程塔基基础示意图

表 2.1-11 本工程接地极线路使用基础型式、尺寸及土石方量一览表

省份	主要技术指标		基础型式		
			人工挖孔基础	板式基础	灌注桩基础
陕西省	底宽/桩径 (m)		0.6 ~ 1.0	3 ~ 3.7	
	埋深 (m)		7.7 ~ 17.2	3.2 ~ 3.8	
	山丘区	挖方 (m ³)	4 ~ 20	10 ~ 14	
		填方 (m ³)	3 ~ 16	8 ~ 11	
		利用方 (m ³)	1 ~ 4	2 ~ 3	
安徽省	底宽/桩径 (m)		0.8 ~ 1.2		
	埋深 (m)		7.5 ~ 10.5		
	平原区	挖方 (m ³)	60 ~ 200		
		填方 (m ³)	60 ~ 200		
		利用方 (m ³)	60 ~ 200		
	底宽/桩径 (m)			2.0 ~ 5.2	0.6 ~ 1.2
	埋深 (m)			2.5 ~ 4.0	6.0 ~ 23.0
	平原区	挖方 (m ³)		48 ~ 180	7 ~ 93
		填方 (m ³)		48 ~ 180	7 ~ 93
		利用方 (m ³)		48 ~ 180	7 ~ 93

表 2.1-12 本工程迁改线路使用基础型式、尺寸及土石方量一览表

项目	主要技术指标		基础型式	
			挖孔桩基础	板式基础
750kV 线路改造	底宽/桩径 (m)		1.5	
	埋深 (m)		10.9~16.4	
	山丘区	挖方 (m ³)	70~93	
		填方 (m ³)	0	
		利用方 (m ³)	70~93	
500kV 线路改造	底宽/桩径 (m)		1.4	
	埋深 (m)		10.7~14.7	
	山丘区	挖方 (m ³)	60~85	
		填方 (m ³)	0	
		利用方 (m ³)	60~85	
330kV 线路改造	底宽/桩径 (m)		0.8~1.0	
	埋深 (m)		11.7~13.7	
	山丘区	挖方 (m ³)	30~63	
		填方 (m ³)	0	
		利用方 (m ³)	30~63	
220kV 线路改造	底宽/桩径 (m)			0.8 ~ 1.8
	埋深 (m)			9.0 ~ 18.0
	平原区	挖方 (m ³)		14 ~ 280
		填方 (m ³)		14 ~ 100
		利用方 (m ³)		14 ~ 280
110kV 线路改造	底宽/桩径 (m)		1.0~1.2	
	埋深 (m)		10.0~15.0	
	山丘区	挖方 (m ³)	5~18	
		填方 (m ³)	2~14	
		利用方 (m ³)	3~4	

2.1.5.5. 主要交叉跨越

本工程线路选线时尽量减少与其他基础设施的交叉跨越，本工程输电线路主要交叉跨越情况详见下表。

表 2.1-13 线路工程主要交叉跨越一览表

交叉跨越名称	跨越次数						总计
	±800kV 直流线路			送端接地 极线路	受端接地 极线路	迁改线路	
	陕西省	河南省	安徽省				
一、输电线路	59	53	46	12	7	3	177
±1100kV 线路					1		1
±1000kV 线路		3					3
±800kV 线路		3			1		4
750kV 线路	6			4			10
500kV 线路		9	5		2		16
330kV 线路	16			3			19
220kV 线路		17	19		2		38
110kV 线路	37	21	22	5	1	3	86
二、铁路	6	7	6	1	1		21
高速铁路	2	2	3		1		8
电气化铁路	2	3	3	1			9
普通铁路	2	2					4
三、公路	271	489	260	91	133	21	1244
高速公路	7	14	9	1	2	2	33
等级公路	11	59	33	3	15	3	121
一般公路	253	416	218	87	116	21	1090
四、其他	28	65	31	7	8		139
河流	17	48	28	3	6		102
输气管道	6	15	2	4	2		29
输油管道	5	2	1				8
合计	364	614	343	111	149	24	1581

结合同类特高压线路工程实际施工经验，主体设计针对线路跨越高速公路、部分铁路及国道等重要跨越点位考虑布设跨越施工场地，其中针对跨越低电压等级、非等级道路等小型交叉跨越点，施工期可采用直接“封网”方式进行施工放线，同时河流、输油管道和输气管道均可以直接跨越，不搭设跨越架，以达到尽量节省临时占地、本方案将不再重复计列，可减少对原地貌扰动的水土保持要求。

2.1.6. 附属工程

2.1.6.1. 送端换流站附属工程

(1) 供排水工程

送端换流站供排水系统主要包括站区生活用水、生产用水及消防补水供水系统和雨

污水分流制排水系统。

1) 供水系统

送端换流站供排水系统主要包括站区生活用水、生产用水及消防补水供水系统和雨污水分流制排水系统。

1) 供水系统

站用水源引接自延长石油富县电厂 4000m³清水池，供水管线自延长石油富县电厂清水池引接后沿富寺路一路向南敷设，至送端换流站，清水池旁设置加压泵站 1 座，泵站设计下水位高程 903.5m，上水位高程 1182.5m，设计净扬程 279m，占地面积为 0.01hm²。沿线管道长度共 12.20km，在高压管段和爬坡管段敷设 DN200 供水管 4.56km，平缓段敷设 DN150 供水管 7.64km，材质为涂塑钢管。此外，换流站站内设置有效容积 4000m³综合蓄水池，储存 3d 生产用水量及一次最大消防用水量。

2) 排水系统:

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。换流站围墙内共布设雨水排水管网 7250m。为保证雨水收集后可迅速排至站外，在换流站北侧、南侧及东侧设置多个雨水排水出口，站区雨水经排水管网汇集后通过站区南侧的站外排水管线排至站址南侧自然沟道内，站外排水系统的依次由 DN2300 钢筋混凝土排水管-DN2000 排水钢管-八字式排水口-跌水沟-消力池组成。站外排水管线总长度为 1.95km，排水管出口设置八字式排水口 1 座，顺接钢筋混凝土跌水沟 40m，跌水沟末端设置消力池 1 座。

阀冷却水：换流阀外冷却系统排水最大年产生量约 2750m³。本工程 4 座阀冷设备间分别设置 1 座阀冷却水提升泵池，水冷系统中绝大部分冷却水进行循环复用，少量阀冷却水收集在阀冷提升泵池内经潜水排污泵升压送至站内阀冷却水蒸发池，有效容积约 2750m³，四壁及池底为钢筋混凝土结构。

生活污水：主控楼、综合楼、警传室等建筑物内的生活污水通过格栅、调节池后进入一体化污水处理设备，处理达到城市绿化水质标准后，储存在回用水池内，定期清运，站内设置一座回用水池（地下），有效容积约 800m³，四壁及池底为钢筋混凝土结构。

(2) 站用电源工程

外接备用电源自 330kV 吉现变 110kV 间隔接入 1 回 110kV 线路。本期新建站外电源线路从 330kV 吉现变 110kV 出线间隔自东向西第 13 个间隔出线后，平行 110kV 现张

I II 线西侧向西北走线，途径半坡塬村、前桃源村与后桃园村，最终架空接至换流站站外电源 110kV 间隔，新建架空线路约 10km。均位于延安市富县境内，共立 110kV 铁塔 30 基，其中单回路直线塔 18 基，单回路耐张塔 12 基。

2.1.6.2. 送端接地极附属工程

(1) 检修道路

检修道路自汇流装置区南侧已有乡村道路引接，长度共计 125m，为新修混凝土硬化道路，路面宽度 3.0m，道路两侧各外扩 0.75m 为检修道路征地范围，占地面积共计 0.06hm²，为永久占地。

(2) 站用外接电源

站用外接电源自 110kV 土基站 10kV 待用出线间隔接入，新建 10kV 线路 12.39km，其中架空线路长 12.01km，电缆路径长 0.38km，共新建水泥杆塔 214 根，单杆永久占地约 2m²。

2.1.6.3. 受端换流站附属工程

(1) 供排水工程

受端换流站供排水系统主要包括站区生活用水、生产用水及消防补水供水系统和雨污水分流制排水系统。

1) 供水系统

站用水源取自庐江县水务集团榆墩自来水厂，榆墩自来水厂在站址周边的 232 省道及郭三路上已敷设了 DN300 管道，拟从进站道路与郭三路交口北侧引接 DN200 供水管线接至站内，新建供水管线长度约 0.30km，该水源也用于施工用水。此外，换流站站内设置 2 座 3500m³ 的工业、消防合用水池，储存 3d 生产用水量。

2) 排水系统

雨水排水：站区雨水采用有组织排水方式，地面排水坡度 0.5%，每隔 20m~30m 间距设置雨水口，各雨水井用管道相连通，共布设雨水排水管网 14250m，管径为 DN225~DN1200，其中 DN225 管线采用硬聚氯乙烯（PVC-U）加筋管，其余管径管线采用钢筋混凝土管。为减少站区内雨水管道的埋设深度，站区雨水分区排放，在站址东南侧和西南侧分别由 1 根管径为 DN1200 的钢筋混凝土圆管排入围墙外还建沟渠，最终汇入马槽河。围墙外还建沟渠为钢筋混凝土材质，且排水出口处无高差，无需布置消能

措施。

生产、生活污水：站区生活污水与阀冷却水通过排水泵共管排入合庐产业新城郭河分区龙榆路污水管网，最终汇入郭河水质净化厂，新修 DN110 污水管线 3.90km，其中 120m 采用顶管施工穿越合九铁路。

（2）站用电源工程

全站考虑 3 回站用电源，其中 2 回由站内引接，另 1 回由榆墩 110kV 变电站 35kV 配电装置引接，110kV 榆墩变电站不需扩建间隔。站用 35kV 电源线路全长约 6.80km，其中架空路径长 5.30km，电缆路径长 1.50km，新建铁塔 19 基。

2.1.6.4. 受端接地极附属工程

（1）检修道路

检修道路由已有乡村道路引接，新修检修道路长度约 22m，为混凝土硬化路面，征地面积为 0.02hm²。此外对已有村道进行扩建，扩建长度约 500m，扩建平均宽度约 1m，扩建道路为永久占地。检修道路区占地共计 0.07hm²。

（2）站用外接电源

站用外接电源由 35kV 青山变电站引接一回 10kV 线路至接地极极址内，同时该电源也可作为施工电源。10kV 线路路径长 7.7km，其中架空线路长度 7.0km，电缆线路长 0.7km，共计水泥杆 150 根。

2.2. 施工组织

2.2.1. 施工场地布设

2.2.1.1. 送端换流站施工场地布设

（1）施工生产生活区

送端换流站在站外设置三处施工生产生活区，占地面积共计 10.28hm²，其中临建 A 区均为施工生活区，占地面积约为 3.39hm²，临建 B 区分为施工生产区，占地面积约为 2.04hm²，临建 C 区分为施工生活区和施工生产区，占地面积分别为 4.01hm² 和 0.84hm²，相关占地均为临时占地，占地类型以园地、耕地为主，施工后期拆除后按照原地貌进行耕地恢复或园地恢复。

临建 A 区位于站址西侧，沿进站道路布设，自然标高在 1155.6~1160.8m 之间；临建 B 区位于站址西侧，沿进站道路布设，自然标高在 1157.7~1159.8m 之间；临建 C 区

位于站址东侧，沿原有乡道布设，自然标高在 1140.0~1145.7m 之间。施工生产生活区整体地势平坦，整体与周边地形衔接良好。各场地均布设临时排水、沉沙措施，场地内雨水经沉沙池沉沙后分别就近排入站区边坡排水沟内，统一排至站址南侧的自然沟道内。

(2) 临时堆土区

主体设计考虑到一般土石方临时堆存需求和表土剥离保护的要求后，于站外布置 2 处临时堆土区，均位于站址东侧，占地类型均为园地，占地面积共 4.07hm²。其中临时堆土 A 区占地面积约为 1.14hm²，自然高程在 1141.2~1144.8m 之间，主要用于一般土石方临时堆存；临时堆土 B 区占地面积约为 2.93hm²，自然高程在 1140.5~1144.4m 之间，平均堆高按 3.5m 考虑，共可集中堆放土方 10.26 万 m³（松方），换流站、施工生产生活区、施工道路剥离表土可集中堆放于此，并可堆放少量站区基础土石方。站外临时堆土区域仅用于施工期土石方周转，不进行场地平整及土石方挖填。各处临时堆土均采取拦挡、铺垫、苫盖及临时排水、沉沙等防护措施，此外，堆存表土区域撒播草籽进行临时绿化。临时排水沟沿外围布设，雨水经临时沉沙池后分别就近汇入站区边坡排水沟。目前站外临时堆土区的选址已取得相关部门同意。

此外，站区内设置一处 2.25hm² 的临时堆土区，平均堆高按 3.5m 考虑共可集中堆放土方 7.88 万 m³（松方），用于站区基础土石方周转。

表 2.2-1 送端换流站临时堆土区域一览表

名称	位置	所属分区	面积 (hm ²)	临时堆土 量(万 m ³)	土方来源	堆高 (m)	堆存时 间(年)	土方去向
站内临时堆土场	站内	站区	2.25	7.88	站区基础开挖土石方	3.5	1	站区基础土石方回填
临时堆土 A 区	站址东侧	站外临时堆土区	1.14	3.99		3.5	1.8	
临时堆土 B 区	站址东侧	站外临时堆土区	2.93	10.26	站区、施工生产生活区、施工道路区剥离表土及少量站区基础开挖土石方	3.5	1.8	表土回用于站区绿化区域、站区框格植草护坡内、站区及进站道路边坡与红线之间撒播草籽区域、施工生产生活区耕地及园地恢复。一般土石方用于站区基础回填。

范围计列。

经统计：本工程站外供排水系统总长 15.15km（其中站外供水系统长度 13.20km，站外排水系统长度 1.95km）。供排水设施总占地面积 16.67hm²，永久占地 0.04hm²（跌水沟、消力池），临时占地 16.63hm²，本方案将站外供排水设施全部纳入站外供排水设施区。

（4）站外电力设施

站用 110kV 电源施工场地包括新建杆塔永久占地及塔基施工临时占地、牵张场临时占地、跨越施工场地临时占地、施工道路临时占地。新建杆塔 30 基，永久占地共计 0.17hm²，临时占地约 3.23hm²；沿线设牵张场 3 处，每处占地面积 500m²；跨越施工场地 5 处，每处占地面积 200m²；新修施工道路 5.0km，平均宽度 3.5m。

此外，送端换流站施工用电考虑 1 回 10kV 施工电源，由 35kV 隆坊变 10kV 隆北线公网 70#杆引接，全长约 12.16km，其中架空路径长 11.65km，电缆路径长 0.51km。施工临时电源共架设 219 根水泥电杆，单杆临时占地约 2m²，单杆施工场地占地面积约 5m²。架线施工利用电杆施工场地，无需另设牵张场地。电缆沟开挖沟道断面为梯形，边坡比为 1:0.5，底宽 0.8m，深 1.4m，顶宽 2.2m，考虑电缆沟临时堆土区域及施工作业带，电缆区按 8m 宽范围计列。施工临时电源相关占地均为临时占地。

站外电力设施占地面积共计 3.96hm²，其中永久占地 0.17hm²，临时占地 3.79hm²。

表 2.2-2 送端换流站供排水管线及电缆施工临时占地一览表

项目		长度 (m)	管径 (DN)	开挖施工					用地宽度 (m)	占地面积 (hm ²)
				边坡 比	挖深 (m)	底宽 (m)	上口宽 (m)	土石方量 (万 m ³)		
送端 换流 站	供水管线	4560	DN200	1:0.5	2.0	0.80	2.80	16416	8.60	3.92
		7640	DN150	1:0.5	2.0	0.75	2.75	26740	8.50	6.49
		1000	DN100	1:0.5	2.0	0.70	2.70	3400	8.40	0.84
	雨水排水管线	1000	DN2300	1:1	4.3	4.0	12.6	3.57	29.50	2.95
		900	DN2000	1:1	4.0	3.5	11.5	2.70	26.50	2.39
	施工临时电源 电缆	510	0.4×0.6	1:0.5	1.4	0.8	2.2	0.11	8.0	0.41

表 2.2-3 送端换流站站外电力设施指标一览表

项目名称	站用电源	施工电源
	直线塔、耐张塔	水泥杆、直埋电缆
一、线路指标		
总长度 (km)	10.0	12.16
(1) 架空线路		
长度 (km)	10.0	11.65

项目名称	站用电源	施工电源
	直线塔、耐张塔	水泥杆、直埋电缆
杆塔数量	30	219
单基杆塔平均永久占地	直线 49m ² /耐张 64m ²	/
单基杆塔施工临时占地	直线 350m ² /耐张 500m ²	7
牵张场地	共计 3 处, 平均每处 500m ²	/
跨越施工场地	共计 5 处, 平均每处 200m ²	/
施工道路	新修施工道路 5.0km, 平均宽度 3.5m	/
(2) 直埋电缆		
长度 (km)	/	0.51
二、占地面积		
永久占地 (hm ²)	0.17	
临时占地 (hm ²)	3.79	
总计占地面积 (hm ²)	3.96	

(5) 专项设施迁改

站址处原 10kV121 驿南线需进行迁改, 包括拆除并新建架空线路 5.0km, 采用架空线路, 共新架设水泥电杆 100 根。单杆占地约 2m², 单杆施工场地占地面积约 5m², 架线施工利用电杆施工场地, 无需另设牵张场地, 沿途无需架设跨越架, 沿线可充分利用已有道路, 无需新修施工道路。迁改线路占地面积共计 0.07hm², 其中永久占地面积 0.02hm², 临时占地面积 0.05hm²。

2.2.1.2. 送端接地极施工场地布设

送端接地极汇流装置区及检修道路区可利用永久占地布设施工场地, 无需新增临时占地。接地极施工场地主要考虑电极电缆区极环、电缆敷设及站用外接电源施工场地。

(1) 电极电缆区

双圆环极环开挖面呈梯形, 其中极环电缆沟边坡比为 1:0.75, 底宽 3.5m, 顶宽 8.75m, 深 3.5m, 考虑临时堆土区域及施工作业带, 施工临时占地按 21.50m 范围计列。导流电缆长度共计 1300m, 开挖面呈梯形, 电缆沟边坡比为 1:0.75, 底宽 1.6m, 顶宽 6.85m, 深 3.5m, 临时占地按 17.50m 范围计列。检修井 16 个、渗水井 80 个共永久占地 0.11hm²。电极电缆区面积共计 9.89hm², 其中永久占地面积 0.11hm², 临时占地面积 9.78hm²。

(2) 站用外接电源区

站用外接电源及施工电源新建 10kV 水泥杆单杆永久占地约 2m², 单杆施工场地占地面积约 5m², 其中站用外接电源新修杆塔 214 基, 施工电源新修杆塔 10 基。电缆沟开挖沟道断面为梯形, 边坡比为 1:0.5, 底宽 0.8m, 深 1.4m, 顶宽 2.2m, 考虑电缆沟临

时堆土区域及施工作业带，电缆区按 8m 宽范围计列，电缆总长度 0.38km。站用外接电源占地面积共计 0.46hm²，其中永久占地面积 0.04hm²，临时占地面积 0.42hm²。

2.2.1.3. 受端换流站施工场地布设

(1) 施工生产生活区

受端换流站在站外设置施工生产生活区，占地面积共计 6.24hm²，包括管理区 3.48hm²，劳务人员生活区 1.76hm²，加工区 0.83hm²，施工临时道路 0.17hm²。相关占地均为临时占地，施工后期拆除按照原地貌进行复耕或植被恢复。

管理区位于站址东南侧，现状以耕地、林地为主，自然标高在 15.1~16.0m 之间，场平标高为 15.5m；劳务人员生活区位于站址西侧，现状以林地为主，自然标高在 23.1~26.3m 之间，场平标高为 25.0m；加工区位于站址西侧，现状以林地为主，自然标高在 21.2~25.8m 之间，场平标高为 24.4m。施工临时道路由站址南侧乡村道路引接，长约 280m，路面宽 4m，采用混凝土路面，两侧共考虑 2m 的临时占地。施工生产生活区整体地势平坦，局部存在低洼，场平后各处施工生产生活区场地与周边地形衔接良好。各场地均布设临时排水、沉沙措施，场地内雨水经沉沙池沉沙后分别就近排入周边已有水塘、沟渠。

(2) 临时堆土区

主体设计考虑表土剥离保护的要求后，于站外布置 3 处临时堆土区，均位于站址西北侧，现状以林地、草地为主，占地面积共 2.63hm²，自然高程在 20.5m~26.8m 之间，平均堆高按 3.5m 考虑共可集中堆放土方 9.02 万 m³（松方），换流站、施工生产生活区、施工道路剥离表土可集中堆放于此，并可堆放少量站区基础土石方。站外临时堆土区域仅用于受端换流站区及施工生产生活区开挖土方临时堆放，不进行场地平整及土石方挖填。各处临时堆土均采取拦挡、铺垫、苫盖及临时排水、沉沙等防护措施，此外，堆存表土撒播草籽进行临时绿化。临时排水沟沿外围布设，雨水经临时沉沙池后分别就近汇入周边坑塘或站区边坡截水沟。目前站外临时堆土区的选址已取得相关部门同意。

此外，站区内设置一处 1.20hm² 的临时堆土区，平均堆高按 3.5m 考虑共可集中堆放土方 4.12 万 m³（松方），用于站区基础土石方周转。

2.71m，挖深 2.0m。考虑供水管线两侧施工临时用地，临时占地宽度按 9m 范围计列，此外顶管两端考虑 60m² 的施工临时占地。站外供排水设施占地面积共计 3.41hm²，均为临时占地。

(4) 站外电力设施

站用 35kV 电源施工场地包括新建杆塔永久占地及塔基施工临时占地、牵张场临时占地、跨越施工场地临时占地、施工道路临时占地及电缆施工临时占地。新建杆塔 19 基，永久占地共计 0.06hm²，临时占地约 0.15hm²；沿线设牵张场 2 处，每处占地面积 700m²；跨越施工场地 3 处，每处占地面积 400m²；新修施工道路 0.85km，平均宽度 1.5m。电缆沟开挖沟道断面为梯形，边坡比为 1:0.5，底宽 0.8m，深 1.4m，顶宽 2.2m，考虑电缆沟临时堆土区域及施工作业带，电缆区按 8m 宽范围计列。

此外，受端换流站施工用电考虑 2 回 10kV 临时电源，1 回引接自 10kV 三塘 104 线龙岗支线#1 杆，全长约 1.41km，其中架空路径长 1.40km，电缆路径长 0.01km；1 回引接自 35kV 郭河变 10kV 三畈 109 线王老支线#57 杆，全长约 0.76km，其中架空路径长 0.73km，电缆路径长 0.03km。施工临时电源共架设 48 根水泥电杆，单杆临时占地约 2m²，单杆施工场地占地面积约 5m²。架线施工利用电杆施工场地，无需另设牵张场地，沿线布设跨越施工场地 4 处，每处占地约 200m²，沿线设置施工便道 0.44km，宽 1.5m。电缆沟开挖沟道断面为梯形，边坡比为 1:0.5，底宽 0.8m，深 1.4m，顶宽 2.2m，考虑电缆沟临时堆土区域及施工作业带，电缆区按 8m 宽范围计列。施工临时电源相关占地均为临时占地。

站外电力设施占地面积共计 2.01hm²，其中永久占地 0.06hm²，临时占地 1.95hm²。

表 2.2-5 受端换流站供排水管线及电缆施工临时占地一览表

项目		长度 (m)	管径/断面 (m)	开挖施工					用地宽度 (m)	占地面积 (hm ²)
				边坡比	挖深 (m)	底宽 (m)	上口宽 (m)	土石方量 (万 m ³)		
受端换流站	站外排水管线(明挖)	3780	DN110	1:0.5	2.0	0.71	2.71	1.29	9.0	3.40
	站外排水管线(顶管)	120	DN110					0.00		0.01
	站用电源电缆	40	0.4×0.6	1:0.5	1.4	0.8	2.2	0.01	8.0	0.03
	施工临时电源电缆	1500	0.4×0.6	1:0.5	1.4	0.8	2.2	0.32	8.0	1.20

表 2.2-6 受端换流站站外电力设施指标一览表

项目名称	站用电源	施工电源
	直线塔、耐张塔、直埋电缆	水泥杆、直埋电缆
一、线路指标		
总长度 (km)	6.80	2.17
(1) 架空线路		
长度 (km)	5.30	2.13
杆塔数量	19	48
单基杆塔平均永久占地 (m ²)	30.25	/
单基杆塔施工临时占地 (m ²)	80	7
牵张场地	共计 2 处, 平均每处 700m ²	/
跨越施工场地	共计 3 处, 平均每处 400m ²	共计 4 处, 平均每处 200m ²
施工道路	新修人抬道路 0.85km, 平均宽度 1.5m	新修人抬道路 0.44m, 平均宽度 1.5m
(2) 直埋电缆		
长度 (km)	1.50	0.04
二、占地面积		
永久占地 (hm ²)	0.06	
临时占地 (hm ²)	1.95	
总计占地面积 (hm ²)	2.01	

(5) 专项设施迁改

红线内还建水渠相关占地纳入换流站站区一并计列。红线外还建水渠长度 114m, 水渠断面为 12m×3.5m, 永久占地约 0.14hm², 该还建工程紧靠施工生产生活区及换流站征地红线, 部分施工临时占地纳入施工生产生活区及换流站站区, 此外施工仍需施工临时占地 0.10hm²。

还建乡村道路施工场地在充分利用还建道路永久占地及施工生产生活区的基础上, 部分路段两侧仍需考虑 4m 的临时占地, 施工临时占地约 0.13hm², 还建乡村道路永久占地为 0.31hm²。

专项设施迁改占地面积共计 0.68hm², 其中永久占地面积 0.45hm², 临时占地面积 0.23hm²。

2.2.1.4. 受端接地极施工场地布设

受端接地极汇流装置区及检修道路区可利用永久占地布设施工场地, 无需新增临时占地。接地极施工场地主要考虑电极电缆区极环、电缆敷设及站用外接电源施工场地。

(1) 电极电缆区

双圆环极环开挖面呈梯形, 其中内环边坡比为 1:1, 底宽 1.4m, 顶宽 11.0m, 深 4.8m, 考虑临时堆土区域及施工作业带, 极环内环施工临时占地按 40m 范围计列; 外环内环边

坡比为 1:1, 底宽 1.5m, 顶宽 11.3m, 深 4.9m, 考虑临时堆土区域及施工作业带, 极环外环施工临时占地按 41.5m 范围计列。导流电缆长度共计 1778m, 开挖面呈梯形, 其中 1336m 电缆沟边坡比为 1:1, 底宽 1.5m, 顶宽 5.5m, 深 2m; 442m 电缆沟边坡比为 1:1, 底宽 1.4m, 顶宽 5.4m, 深 2m, 考虑临时堆土区域及施工作业带, 导流电缆沟临时占地按 19m 范围计列。检测井永久占地位于电极电缆区施工场地内。电极电缆区面积共计 20.91hm², 其中永久占地面积 0.01hm², 临时占地面积 20.90hm²。

(2) 站用外接电源区

站用外接电源新建水泥杆单杆永久占地约 2m², 单杆施工场地占地面积约 5m², 沿线设置 3 处牵张场, 占地面积约 200m², 沿线设置施工便道 1.72km, 宽 1.5m。电缆沟开挖沟道断面为梯形, 边坡比为 1:0.5, 底宽 0.8m, 深 1.4m, 顶宽 2.2m, 考虑电缆沟临时堆土区域及施工作业带, 电缆区按 8m 宽范围计列。站用外接电源占地面积共计 0.99hm², 其中永久占地面积 0.03hm², 临时占地面积 0.96hm²。

2.2.1.5. 线路工程施工场地布设

输电线路工程塔基施工场地主要有塔基区的塔基施工临时场地、施工放线牵引的牵张场布置牵张场区、跨越输电线路、铁路、公路、高架线路等重要设施的跨越施工场地区和浇筑塔基在缓坡处修建的进场的施工道路区。

(1) 塔基施工临时占地

塔基施工临时占地是包括在塔基区内的占地。塔基施工以单个塔基为单位零星布置, 在塔基施工过程中每处塔基都有一处施工临时占地作为施工场地, 用来临时堆置土方、砂石料、水、材料和工具等。若采用灌注桩基础, 则需在塔基设置泥浆沉淀池, 用于临时沉淀塔基施工泥浆和钻渣。

据统计, ±800kV 直流线路塔基永久占地 136m²~1029m²; ±800kV 大跨越线路塔基永久占地 2756m²; 接地极线路塔基永久占地 65m²~206m²; 迁改线路塔基永久占地 81m²~1127m²。±800kV 直流线路塔基施工场地范围 538m²~1439m²; ±800kV 大跨越线路塔基施工场地范围 19600m²; 接地极线路塔基施工场地范围 200m²~400m²; 迁改线路塔基施工场地范围 448m²~2100m²。

(2) 牵张场

为满足施工放线需要, 输电线路沿线需设置牵引场和张力场(本方案统称牵张场),

2. 项目概况

序号	沿线所经行政区	牵张场数量（个）		占地面积 （hm ² ）	跨越施工场地		
					数量（个）		占地面积 （hm ² ）
		山丘区	平原区		山丘区	平原区	
	舞钢市		4	0.96		42	1.68
2.4	南阳市	14		3.36	41		1.64
	南召县	7		1.68	18		0.72
	方城县	7		1.68	23		0.92
2.5	驻马店市		29	6.96		115	4.6
	西平县		4	0.96		30	1.20
	遂平县		10	2.40		42	1.68
	上蔡县		2	0.48		7	0.28
	汝南县		4	0.96		12	0.48
	平舆县		9	2.16		24	0.96
3	安徽省		71	17.04		188	7.52
3.1	阜阳市		31	7.44		62	2.48
	临泉县		13	3.12		17	0.68
	颍州区		1	0.24		2	0.08
	阜南县		9	2.16		13	0.52
	颍上县		8	1.92		30	1.2
3.2	六安市		28	6.72		115	4.60
	霍邱县		15	3.60		57	2.28
	裕安区		6	1.44		23	0.92
	金安区		4	0.96		16	0.64
	舒城县		3	0.72		19	0.76
3.3	合肥市		12	2.88		11	0.44
	肥西县		11	2.64		10	0.4
	庐江县		1	0.24		1	0.04
二	送端接地极线路	17		1.19	67		2.68
1	陕西省	17		1.19	67		2.68
1.1	延安市	17		1.19	67		2.68
	富县	3		0.21	11		0.44
	黄陵县	4		0.28	9		0.36
	洛川县	10		0.70	47		1.88
三	受端接地极线路	2	16	1.26		21	0.84
1	安徽省	2	16	1.26		21	0.84
1.1	合肥市		6	0.42		7	0.28
	肥西县		6	0.42		7	0.28
1.2	六安市	2	10	0.84		14	0.56
	金安区		7	0.49		7	0.28
	裕安区	2	1	0.21		6	0.24
	霍山县		2	0.14		1	0.04
四	迁改线路	6	4	0.70	14	3	0.68
1	陕西省	6	2	0.56	14	3	0.68
1.1	延安市	6		0.42	14		0.56
	富县	2		0.14	2		0.08
	洛川县	4		0.28	12		0.48

序号	沿线所经行政区	牵张场数量（个）		占地面积 （hm ² ）	跨越施工场地		
					数量（个）		占地面积 （hm ² ）
		山丘区	平原区		山丘区	平原区	
1.2	渭南市		2	0.14		3	0.12
	大荔县		1	0.07		1	0.04
	华州区		1	0.07		2	0.08
2	安徽省		2	0.14			
2.1	六安市		2	0.14			
	霍邱县		1	0.07			
	金安区		1	0.07			
五	合计	154	148	64.83	451	473	36.96

注：线路跨越不通航河流、输油、油气管道不考虑跨越施工场地。

经统计，本工程共布设牵张场 302 处，占地约 64.83hm^2 ，布设 924 处跨越场地，占地约 36.96hm^2 。

（4）材料站

材料站按照不同施工标段进行设置，主要用于各包段塔材、钢材、线材、水泥、金具和绝缘子的集散，其地点由施工单位租用当地现有厂房或民房解决。

材料站的使用方式主要为塔材的物资公司将材料运输到施工单位材料站，之后由施工班组在材料站申领材料，直接运输到塔基施工临时场地进行临时堆放进行组塔，因此本方案不重复计列材料站占地。

（5）施工生活场地

输电线路施工时由于线路塔基及牵张场较分散，施工周期短，沿线村庄较多，因此工程临时施工生活用房采用租用民房的方式解决。局部人烟稀少的路段可在塔基施工场地、牵张场临时租地范围内搭设临时施工工棚。

2.2.2. 施工材料运输

2.2.2.1. 换流站工程、接地极工程施工材料运输

送端换流站采用“铁路+公路”联合运输方案，卸货站为甘泉火车站货场，公路运距 118km ，部分道路、桥梁采取措施后可满足大件运输要求。

受端换流站采用“水路+公路”联运方案。为保证受端换流站大件运输顺利实施，需新建临时换装平台一座，临时换装平台位于安徽合肥市庐江县万山镇，位于受端换流站东南方向，直线距离约 17km 。临时换装平台共需设置 6 处桥吊基础，均为灌注桩基础，并布置有换装平台及配套运输道路，面层均为混凝土面层，基层为水泥稳定碎石基层，配套运输道路长约 180m ，连接换装平台至 G346 国道。临时换装平台修筑需从站区调入

索道：地形坡度较大、植被覆盖度较好的林区以及植被恢复困难的石质山区采用索道施工，减缓因修施工道路引起的水土流失及树木砍伐。索道运输有单跨单索、单跨多索、多跨多索等多种形式，根据本工程地形及建设特点，采取单跨单索往复式索道。索道两侧起点与终点分别为索道起始站和终点站（面积约 150m²），中间有门架连接（门架面积约 50m²）。

本工程施工道路新修施工简易道路长度为 285.12km，其中山丘区和平原区分别为 140.50km、144.62km，分别占新修施工简易道路总长度的 49.28%和 50.72%，分别占输电线路总长度的 11.66%和 12.00%。本工程新修人抬道路长度为 598.92km，全部位于山丘区，占输电线路总长度的 49.70%。

输电线路沿线施工道路布设情况见表 2.2-8。

2.2.2.3. 工程所需建筑材料

为了便于调度和保管施工材料，线路工程一般采用分标段设立工程项目部和材料站，各标段项目部和材料站应设在离线路较近、交通方便、通讯便利的地区，一般租用现有民房，线路施工过程分标段进行，施工管理不新征地，不新建设施。施工材料均就近采购，通过施工点附近的国道、省道及县道运输至塔基附近。

2.2.2.4. 材料来源及防治责任

本工程所需建筑材料主要有砂料、石料等，主要通过市场采购解决，由有资质的专供企业提供，材料生产期间的水土流失防治责任由材料生产单位负责，运输期间的水土流失防治责任由运输单位负责，并报相应的水行政主管部门备案。

工程建筑材料取料场地均应在施工招投标阶段由施工方与供应方签订有关供需及运输协议，取用当地有关部门统一指定地点的土方、石料，禁止随地取用土方、石料，并明确取料场水土流失防治责任范围属供应方，供应方应该在供应土方和石料过程中采取临时防护、恢复植被等措施防治水土流失。

2.2.3. 施工力能供应

(1) 换流站工程、接地极工程

送端换流站：施工水源引接自站址西侧 1km 处水井，敷设管线材质为 DN100 涂塑钢管，沿线管道总长度 1km。施工电源由 35kV 隆坊变 10kV 隆北线公网 70#杆引接 1 回 10kV 线路，全长约 12.16km，其中架空路径长 11.65km，电缆路径长 0.51km，线路位于富县和黄陵县境内。送端换流站充分利用站外已有道路进行施工运输，施工通讯拟采用无线电通讯方式。

受端换流站：施工用水考虑永临结合。施工用电就近引接 2 回 10kV 施工临时电源，1 回引接自 10kV 三塘 104 线龙岗支线#1 杆，全长约 1.41km，其中架空路径长 1.40km，电缆路径长 0.01km；1 回引接自 35kV 郭河变 10kV 三畈 109 线王老支线#57 杆，全长约 0.76km，其中架空路径长 0.73km，电缆路径长 0.03km。换流站施工道路和进站道路采取永临结合的方式，同时充分利用站外已有道路进行施工运输，此外站址南侧布置有施工临时道路，长度约 280m。施工通讯拟采用无线电通讯方式。

送端接地极：施工用水取自附近村庄，极址施工电源自极址附近 10kV 石百线路仁里府支线 T 接至本站，新建架空线路长度为 0.18km。施工通讯拟采用无线电通讯方式。

受端接地极：施工用水取自附近村庄，施工电源永临结合。检修道路由已有乡村道路引接，新修检修道路长度约 22m，拓宽已有道路长度约 500m。施工通讯拟采用无线电通讯方式。

（2）线路工程

线路工程施工过程中用电根据周边设施情况安排，周围已有用电用户区，可按照安全用电规定引接用于施工用电，无用电用户区可采用自备小型柴油发电机提供施工电源。线路工程每个塔基施工用水量较少，施工过程中一般都根据塔基周边水源情况确定取水方案，塔基附近有水源的，可就近接取水管引用河水，如塔基附近无任何水源，则可考虑采用水车就近输送水源来满足施工用水。施工用水、用电布设应根据塔基附近的地形条件布置在塔基施工临时场地，不再另外占地，布设管、线尽量就近解决，以减少管线牵拉对地表的扰动，施工用水不应开挖引水明沟，而应采用地表敷设管材，可减少对地表的损坏。通讯设施均依托项目所在区域附近已有的城市通讯设施。

2.2.4. 主要施工方法与施工工艺

2.2.4.1. 换流站工程

本工程在施工过程中采用机械施工和人工施工相结合的方法，具体见下表

表 2.2-9 换流站工程主要施工工艺、方法

序号	施工场所	施工工艺、方法
1	三通一平	本工程三通一平部分属于换流站部分的前期准备工程，为确保该工程紧张有序地施工，科学合理地利用人力、物力资源及确保工程安全、质量和工期要求，将三通一平工程划分为三个施工段，其中以场内土、石方开挖工程为一个施工段，以土、石方回填工程为一个施工段，以围墙及进站道路施工为一个施工段，组织三个土建施工队分段流水作业，严格按照批准的施工组织设计安排施工进度，合理调配，不延误工期，确保本工程如期交工。
2	站区场地平整	<p>本工程施工过程中采用机械施工与人工施工相结合的方法，统筹、合理、科学安排施工工序，避免重复施工和土方乱流。对挖填方较为集中的区域，单独进行施工组织大纲编制，施工组织大纲中增加水土保持要求，施工单位严格按照施工组织大纲施工。</p> <p>换流站场地整平可利用大型机械挖掘、填筑、推平，并使厚度满足要求，振动碾压密实，边角部位采用平板振动夯实。</p> <p>清基及表土剥离：送端换流站占地类型主要为耕地和园地，表土剥离厚度为 20cm，受端换流站主要对占用耕地、林地剥离表土，林地植物根系发达，场地平整前应先清理去除枯木、树桩、根茎等，表土剥离厚度为 20~25cm，耕地区域表土剥离厚度为 30cm。水域及水利设施用地施工前进行清淤，淤泥干化处理后进行综合利用。清理完毕后，表土与开挖土方分区堆放，土方堆存高度最高不宜超过 3.5m，堆放过程中需对土方进行拍实，周边设置植生袋进行挡护，并设密目网苫盖。</p> <p>开挖回填时，挖方区按设计标高进行开挖，开挖宜从上到下分层分段依次进行，随时作一定的坡度以利泄水；填方区的填土分层夯实填平，整个场地按设计进行填</p>

序号	施工场所	施工工艺、方法
		方平整。由于填土较深，为保证质量，回填土的含水率应严格控制，防止形成橡皮土；如土质过干，应洒水湿润再压实。回填土最佳含水率（重量比）：19%~23%，最大干密度（g/cm ³ ）：1.58~1.70。分层填土后，经检查合格方可铺填上层土。 场地整平过程中宜避开雨季施工，严禁大雨期进行回填施工，并应做好防雨及排水措施。
3	建（构）筑物	采用人工开挖基槽，钢模板浇制钢筋混凝土。砖混、混凝土、预制构件等建材采用塔吊垂直提升，水平运输采用人力推车搬运。基础挖填施工工艺流程为：测量定位、放线→土方开挖→清理→垫层施工→基础模板安装→基础钢筋绑扎→浇捣基础砼→模板拆除→人工养护→回填土夯实→成品保护。
4	屋外配电网架	采用人工开挖基槽，钢模板浇制基础，钢管人字柱及螺栓角钢梁构架均在现场组装，采用吊车；设备支架为浇制基础，预制构件在现场组立。
5	排水管线、管沟	采用机械和人工相结合的方式开挖沟槽，管道敷设顺序为：测量定线-清除障碍物-平整工作带-管沟开挖-钢管运输、布管-组装焊接-下沟-回填-竣工验收。开挖前先剥离表层土，临时堆土一侧铺设防尘网，防止堆土扰动地表，剥离的表层土置于最底层，开挖的土方置于顶层，堆土外侧采用植生袋进行拦挡，土方顶部采用密目网进行苫盖。土方回填时按照后挖先填、先挖后填的原则进行施工。站外排水管线区施工占地宽度能够满足土方堆放、开挖放坡及施工的要求。
6	站内外道路	站内外道路可永临结合，土建施工期间宜暂铺泥结砾石面层，待土建施工、构支架吊装施工基本结束，大型施工机具退场后，再铺筑永久路面层。

2.2.4.2. 接地极工程

本工程共建设两处接地极工程，均采用浅埋型接地极方案，施工工艺具体如下。

表 2.2-10 接地极工程主要施工工艺、方法

序号	施工步骤	施工工艺、方法
1	复测放样及定位	依据设计资料、平面坐标图和经纬仪、红外线测距仪进行复测及定位。对极址中心、主控制桩、极环断面标高等逐一进行复测。对极环进行密点放样，点间距 3m~5m 并复核极环圆周长。
2	电极沟道开挖	根据地质情况及槽深计算边坡，从小极环开始进行地面槽口放样，严格控制炭槽尺寸；机械粗挖电极槽；人工修挖电极槽操作平台、边坡，人工精凿炭槽，当遇到地下水时，在槽沟旁挖积水坑进行排水。
3	铺垫炭床	安装木制外包白铁皮挡板，防止泥土混入焦炭；人工铺垫炭床；夯实垫层。在开挖沟道时，先将电极埋处的表层适合耕种的带有杂草的（约 0.2~0.3m）土壤铲去，集中堆放，待电极铺设完毕后，再将它搬移到回填土上面。铺设焦炭的基面应平坦，成型良好，沟内不得有明显的凹凸不平现象和杂物（包括浮土）。
4	电极敷设	采用分段吊放的方式将已焊好的电极圆钢置于炭床上，每段 100m 左右；采用木卡找正定位，使电极处于炭床中央；人工铺盖焦炭，夯实，边夯边将挡板抽出，待确认圆钢已固定后，拆除找正木卡。
5	回填土	炭床密实度检测，要求铺设后炭床干密度满足设计要求；人工细填回填土，细夯后，机械回填，人工打夯。回填土不能有卵石，尤其是紧靠电极（0.5m）的回填土不但不能有卵石，而且要求土质细，否则有可能破坏电极（焦炭）形状。回填土中不能有明显的空隙，并适度夯实。回填土表层应是开挖时的表层土壤，以利于完工后植被恢复。

2.2.4.3. 输电线路工程

（1）塔基施工

1) 基础施工

本工程于安徽境内部分塔基位于水田区域，塔基施工前应提前一个耕作期告知耕作人员，不再对水田进行放水，方便施工。

——一般基坑开挖

土质基坑基础采用明挖方式，在挖掘前首先清理基面及基面附近的浮石等杂物，开挖自上而下进行，基坑四壁保持稳定放坡或用挡土板支护。

遇地下水水位较高时，采用钢梁及钢模板组合挡土板配合抽水机抽水进行开挖施工，或采用单个基坑开挖后先浇筑混凝土基础以及基坑周围采用明沟排水法进行开挖施工。

在交通条件许可的塔位采用挖掘机突击挖坑的方式，以缩短挖坑的时间，避免坑壁坍塌。基坑开挖尽量保持坑壁成型完好，并做好临时堆土处理，避免坑内积水以及影响周围环境和破坏植被，基础坑开挖好后应尽快浇筑混凝土。

——岩石基坑开挖

嵌固式岩石基础施工分为清理施工基面、分坑、钻孔、安装锚筋或地脚螺栓、浇灌砂浆、养护等步骤。

嵌固式和掏挖式岩石基础一般用于风化较严重的岩石地带，采用人工开挖或分层定向爆破，以及人工开挖和爆破二者相结合的方式，不能采用大开挖、大爆破的方式施工，以保证塔基及附近岩体的完整性和稳定性。近年推广采用微差爆破、光面爆破和非电起爆系统等技术运用于嵌固式岩石锚基基础的基坑开挖。

对于嵌固岩石基础及掏挖基础的基坑开挖，采用人工开挖或分层定向爆破，以及人工开挖和爆破二者相结合的方式，不能采用大开挖、大爆破的方式，以保证塔基及附近岩体的完整性和稳定性。

——灌注桩基础施工

灌注桩基础施工采用钻机钻进成孔，成孔过程中为防止孔壁坍塌，在孔内注入人工泥浆或利用钻削下来的粘性土与水混合的自造泥浆保护孔壁。扩壁泥浆与钻孔的土屑混合，边钻边排出，集中处理后，泥浆被重新灌入钻孔进行孔内补浆。当钻孔达到规定深度后，安放钢筋笼，在泥浆下灌注混凝土，浮在混凝土之上的泥浆抽吸至泥浆沉淀池内，禁止无序排放。

2) 塔基开挖余土堆放及调运

山丘区塔基通常以挖孔桩基础为主，余土量较小，主体考虑将山区塔基挖方就近堆放在塔基施工场地，施工后期回填至塔基永久占地范围内。塔基产生余方中的部分石方可考虑作为塔基挡渣墙、护坡的建筑材料。少量灌注桩基础施工产生的泥浆经沉淀池自然沉淀后晾干，填埋至塔基永久占地范围内。

平地区塔基余土堆放：塔基开挖回填后，尚余一定量的余方，考虑到塔基余土具有点多、分散的特点，为合理利用水土资源，先将余土就近堆放在塔基施工场地，采取人工夯实方式对塔基开挖产生的土石方在塔基周边分层碾压，灌注桩基础施工产生的泥浆经沉淀池自然沉淀后晾干，填埋至塔基永久占地范围内。塔基区回填后一般仅高出原地面 20~30cm。

3) 混凝土浇筑

购买成品混凝土或现场拌和的混凝土，需及时进行浇筑，浇筑先从一角或一处开始，延入四周。混凝土倾倒入模盒内，其自由倾落高度不超过 2m，超过 2m 时设置溜管、斜槽或串筒倾倒，以防离析。混凝土分层浇筑和捣固，每层厚度为 20cm，留有振捣窗口的地方在振捣后及时封严。

(2) 铁塔组装

工程铁塔安装施工采用分解组塔的施工方法。在实际施工过程中，根据铁塔的形式、高度、重量以及施工场地、施工设备等施工现场情况，确定正装分解组塔或倒装分解组塔。利用支立抱杆，吊装铁塔构件，抱杆通过牵引绳的连接拉动，随铁塔高度的增高而上升，各个构件顶端和底部支脚采用螺栓连接。

(3) 架线

线路架线采用张力架线方法施工，不同地形采取不同的放线方法，目前多采用无人机架线，施工人员可充分利用施工道路等场地进行操作，不需新增占地，在线路穿越林地、山区和江河跨越段，可免除或减少砍伐放线通道和封江断航等代价高昂的作业。施工方法依次为：架空地线展放及收紧、展放导引绳、牵放牵引绳、牵放导线、锚固导线、紧线临锚、附件安装、压接升空、间隔棒安装、耐张塔平衡挂线和跳线安装等。无人机放线一般是在机身下悬挂一平衡重物，导引绳连接其上，在地面展放机械的配合下牵引飞过塔位。由塔上人员配合或机上操作人员借助导杆将导引绳放入牵引滑车槽内，再用

导引绳牵引绳，通过相与相间渡绳等操作，最后用牵引绳牵放导线。

线路沿线设置牵张场，采用张力机紧线，一般以张力放线施工段作为紧线段，以直线塔作为紧线操作塔。紧线完毕后进行附件、线夹、防振金具、间隔棒安装。

（4）交叉跨越施工

架线施工中对交叉跨越情况一般采用占地和扰动均较小的搭建跨越架的方法，在需跨越的铁路、道路、电力线路、河流等的两侧搭建跨越架，跨越架高度以不影响其运行为准。跨越架一般有三种形式：采用木架或钢管式跨越架；金属格构式跨越架；利用杆塔作支承体跨越。跨越架交叉跨越角尽量接近 90° ，以减少临时占地的面积。跨越施工场地施工方法如下：

1) 跨越架搭设：立杆-小横杆-大横杆-剪刀撑，搭设应横平竖直，若跨越架需搭设在林地中，可利用林地间的空隙进行施工，无需砍伐林木。

2) 跨越放线施工：跨越架、封网等搭设完毕，在点内通过迪尼玛绳贯通跨越物两侧牵引绳，并腾空。通过牵引绳与准备好的导线、地线连接，带张力缓缓收回牵引绳过跨越物，使用跨越塔代替跨越架作为支撑。

3) 拆除跨越架：跨越架拆除顺序是由上而下，后绑者先拆，先绑者后拆。

（5）迁改线路杆塔拆除施工

本工程部分迁改线路需拆除原有杆塔，拆除下来的导、地线、钢材及附件等及时运出并由专业单位进行回收利用，塔基基础拆除至原地面 1m 以下，便于农民复耕，混凝土拆除数量很小且分布较散，拆除后由施工单位就近运至垃圾处理站处置，不随意丢弃。

（6）山丘区施工道路施工

山丘区施工道路施工存在的主要水土流失危害为溜坡溜渣，针对山丘区路基土石方开挖期间因施工条件复杂、坡面较陡、坡面高度较高而导致溜坡、溜渣的情况，在施工前对山丘区施工道路进行表土剥离，将剥离的表土全部装入植生袋中，对山丘区施工道路边坡进行植生带装土拦挡。同时沿坡脚设置土质排水沟，以防止坡面雨水冲刷及确保坡脚过往行人、车辆安全。施工结束后对该段坡面进行表土覆盖并进行土地整治、撒播种草，对占用林地的部分进行穴状整地、栽植灌木恢复林地，并安排专人养护，定期洒水，确保植被恢复。

山丘区施工道路主要施工工艺：

1) 掌握主线地形、地貌的详细资料, 应尽量减少对农田和环境的污染和破坏。

2) 测量定位: 根据测量控制点, 利用全站仪定出施工道路边线, 并用水准仪控制道路高程。

3) 施工方案

①先剥离表土, 然后在施工道路外侧开挖边沟, 并进行原地表填土前碾压。

②根据施工道路高程分层填筑, 填料控制每层填筑松铺层厚度不大于 30cm, 每层碾压完毕, 检测压实度, 不低于同层位路基设计要求压实度。

③施工道路的爬坡道应设在原地面高程较高处, 根据地形的变化可以调整设置施工简易道路的走向, 在尽量靠近主线的前提下, 保证施工道路坡度不大于 15 度, 道路路基以半挖半填为主, 边坡坡比控制在 1:1.5~1:1.75, 对于道路开辟过程中形成的边坡采用植生袋装土拦挡, 防止顺坡溜渣的情况发生。

2.3. 工程占地

本工程占地包括永久占地和临时占地, 占地类型按照《土地利用现状分类标准》(GB/T21010-2017) 一级类别划分, 本工程土地类型划分为耕地(旱地、水浇地、水田)、林地(乔木林、灌木林)、园地(果园)、草地(其他草地)、其他土地(空闲地、设施农用地)、交通运输用地(农村道路)、水域及水利设施用地(坑塘水面、沟渠)、公共管理与公共服务用地(公共设施用地)等类型。

本工程总占地面积为 831.05hm², 永久占地 143.53hm², 临时占地 687.52hm²。占地类型中耕地 360.33hm²、林地 299.82hm²、园地 123.29hm²、草地 22.86hm²、其他土地 16.27hm²、交通运输用地 5.37hm²、水域及水利设施用地 3.10hm²、公共管理与公共服务用地 0.01hm²。

本工程占地面积统计见表 2.3-1 ~ 表 2.3-7。

2.4. 土石方平衡

本工程土石方平衡的原则：施工过程中土石方原则上考虑挖方、填方、调出调入利用方最终平衡。基础挖方全部平整在原地或调出回填至所需区内，山丘区塔基挖方中石方余方可作为塔基挡渣墙、护坡的建筑材料，平原区就地回填在塔基区，土石方中不包括工程建设所需的混凝土、砂石料等建筑材料。

本工程挖填土石方总量为 578.31 万 m^3 ，总挖方 290.43 万 m^3 （其中表土剥离 46.21 万 m^3 ，基础开挖土石方 232.63 万 m^3 ，钻渣 11.59 万 m^3 ），总填方 287.88 万 m^3 （其中表土回覆 46.21 万 m^3 ，基础回填土石方 230.08 万 m^3 ，钻渣 11.59 万 m^3 ），总余方 2.55 万 m^3 ，为受端换流站清淤土方，外运进行综合利用，无外借土方。

2.4.1. 点型工程土石方平衡

换流站站区主要是场地平整及基础挖填而产生较大量土方，进站道路、站外电力设施区、站外供排水设施区、专项设施迁改区等主要是施工挖填土方，施工生产生活区主要是场地平整土方以及生活区建筑基础挖填土方。

送端换流站工程挖方 113.71 万 m^3 ，填方 113.71 万 m^3 ；区间调入利用量 4.97 万 m^3 、调出利用量 4.97 万 m^3 ，其中站区调入进站道路区基础土方 2.00 万 m^3 ，施工生产生活区调入利用站区表土共 2.97 万 m^3 ，无余方，无借方。

受端换流站工程挖方 70.07 万 m^3 ，填方 67.52 万 m^3 ；区间调入利用量 4.78 万 m^3 、调出利用量 4.78 万 m^3 ，为站区调入进站道路区、施工生产生活区、临时换装平台区土方；无借方；余方 2.55 万 m^3 外运进行综合利用，余方以受端换流站站址处灌溉塘清淤土方为主，干化后运至“合肥市兆河生态清洁小流域建设工程-庐南矿山生态修复工程项目（二期）”用于其后期绿化，详见附件 4。

送端接地极挖方 9.62 万 m^3 ，填方 9.62 万 m^3 ，无余方，无外借土方；区间调入利用量 0.03 万 m^3 、调出利用量 0.03 万 m^3 。受端接地极挖方 14.71 万 m^3 ，填方 14.71 万 m^3 ，无余方，无外借土方；区间调入利用量 0.09 万 m^3 、调出利用量 0.09 万 m^3 。

2.4.2. 线型工程土石方平衡

塔基土石方开挖填筑活动主要集中在基坑、接地槽和施工基面的开挖、填筑，本工程还有部分塔基采用了灌注桩基础，需要设置泥浆沉淀池，泥浆进行沉淀干化处理，达标后合理处置，施工结束后进行土地整治或复耕。对坡度较大塔基开挖土方，部分土石方可考虑塔基挡渣墙、护坡的建筑材料，无法自平衡及利用土方统一考虑调运至周围输

电线路施工道路用于道路翻修及平整。牵张场占地区一般选择地形平缓的区域，同时采用铺设钢板、彩条布铺垫和密目网苫盖进行防护，对于部分位于山丘区的牵张场考虑表土剥离并进行一定的地表平整后就地回填。跨越施工场地占地区一般依地形搭建竹架，因此跨越施工场地一般不涉及土石方挖填，不考虑表土剥离措施。施工简易道路及人抬便道主要是利用原有的道路和乡村小道，涉及土石方挖填主要是新建道路坡度较陡路面开辟需进行表土剥离。输电线路工程挖方 82.32 万 m^3 ，填方 82.32 万 m^3 ，无借方、余方。

2.4.3. 表土剥离情况

本工程表土保护总量为 77.16 万 m^3 ，其中剥离保护 46.98 万 m^3 ，通过苫盖等措施保护表土量共计 30.18 万 m^3 。

1、送端换流站

(1) 站区：站区施工前，对占用耕地和园地的区域进行表土剥离，剥离厚度根据地表情况按 20cm 考虑，剥离面积共 30.67 hm^2 ，表土剥离量为 6.13 万 m^3 ，表土根据施工情况，临时堆放在站区东侧临时堆土区范围内，临时堆土场面积约 2.93 hm^2 ，堆高按 3.5m 考虑，施工结束后，回覆表土 0.07 万 m^3 至站区边坡与征地红线之间范围内用于绿化覆土，回覆表土 0.59 万 m^3 至站区边坡用于框格植草护坡用土，回覆表土 2.50 万 m^3 至站区用于绿化，调入施工生产生活区 2.97 万 m^3 用于后期耕地及园地恢复。

(2) 进站道路区：施工前，对进站道路区占用耕地和园地的区域进行表土剥离，剥离厚度根据地表情况按 20cm 考虑。表土剥离面积为 0.90 hm^2 ，表土剥离量为 0.18 万 m^3 ，临时堆放在站区东侧临时堆土区范围内，施工结束后，回覆表土 0.02 万 m^3 至进站道路边坡与征地红线之间范围内用于绿化覆土，回覆表土 0.16 万 m^3 至进站道路边坡用于框格植草护坡用土。

(3) 施工生产生活区：场地平整前，对施工生产生活区中的办公、生活、生产临建场地占用耕地和园地进行表土剥离，剥离厚度根据地表情况按 20cm 考虑，表土剥离面积 10.28 hm^2 ，表土剥离量为 2.06 万 m^3 ，剥离的表土临时堆放在站区东侧临时堆土区范围内。施工结束后将 2.06 万 m^3 表土及站区部分表土 2.97 万 m^3 回覆至施工生产生活扰动区域用于耕地及园地恢复，覆土面积为 10.28 hm^2 ，与原地貌相比垫高约 29cm。施工生产生活区原地貌为黄土塬，地形平坦，占地类型主要为果园，垫高后不仅可充分利用表土，且能为果苗抚育提供优质耕植土，有利于防治水土流失。

(4) 站外供排水设施区：施工前，对管线开挖区进行表土剥离，剥离厚度根据地

表情况按 20cm 考虑。施工结束后进行表土回覆，为植被恢复提供条件。表土剥离面积为 5.96hm^2 ，表土剥离量为 1.19万 m^3 ，表土回覆量为 1.19万 m^3 。剥离的表土就近堆放在管线一侧，并加以防护。

(5) 站外电力设施区：施工前，对杆塔永久占地和电缆沟开挖面进行表土剥离，剥离厚度根据地表情况按 20cm 考虑。表土剥离面积为 0.06hm^2 ，表土剥离量为 0.01万 m^3 ，施工结束后将 0.01万 m^3 回覆至站外电力设施区用于恢复植被及耕、园地恢复。剥离的表土临时堆放在外接电源区临时施工场地内，并加以防护。

(6) 专项设施迁改区：施工前，对迁改线路杆塔永久占地进行表土剥离。表土剥离面积为 0.02hm^2 ，表土剥离量为 0.01万 m^3 ，施工结束后根据覆土需要将 0.01万 m^3 回覆至迁改线路临时占地范围内用于恢复植被及耕、园地恢复。剥离的表土临时堆放在专项设施迁改区临时施工场地内，并加以防护。

2、送端接地极

(1) 汇流装置区：施工前对汇流装置占用耕地和园地的区域进行表土剥离，剥离厚度按 20~30cm 考虑，表土剥离面积为 0.08hm^2 ，表土剥离量为 0.02万 m^3 ，剥离的表土集中堆放在电极电缆区，用于电极电缆区回填。

(2) 检修道路区：施工之前对新修道路占用耕地和园地的区域进行表土剥离，剥离厚度按 20~30cm 考虑，表土剥离面积为 0.04hm^2 ，表土剥离量为 0.01万 m^3 ，剥离的表土集中堆放在电极电缆区，用于电极电缆区回填。

(3) 电极电缆区：施工之前对电极电缆区占用耕地和园地的开挖区域进行表土剥离，剥离厚度按 20~30cm 考虑，表土剥离面积为 4.08hm^2 ，表土剥离量为 0.90万 m^3 ，剥离的表土集中堆放在电极电缆区，用于电极电缆区回填，汇流装置区和检修道路区的表土共计 0.03万 m^3 回填在电极电缆区内，电极电缆区表土回覆量共计 0.93万 m^3 。

(4) 站用外接电源区：施工之前对开挖区域进行表土剥离，剥离厚度按 20cm 考虑，表土剥离面积为 0.04hm^2 ，表土剥离量为 0.01万 m^3 ，剥离的表土堆放在临时施工场地内，施工结束后回覆至站用外接电源区用于恢复植被及复耕，表土回覆量共计 0.01万 m^3 。

3、受端换流站

(1) 站区：施工前，对占用林地和耕地区域进行表土剥离，林地剥离厚度为 20~25cm、耕地为 30cm，剥离面积共 18.48hm^2 ，表土剥离量为 4.42万 m^3 ，表土集中堆放于站外临时堆土区。根据施工时序，表土陆续全部回覆于站区，其中回覆至站区绿化区域内的表土共计 3.85万 m^3 ，回覆至站区框格植草护坡内的表土共计 0.24万 m^3 ，回覆

至站区边坡与红线之间撒播草籽区域内的表土共计 0.33 万 m^3 。

(2) 进站道路区：施工前，对进站道路区占用林地区域进行表土剥离，剥离厚度根据地表情况按 25cm 考虑。表土剥离面积为 0.30hm^2 ，表土剥离量为 0.08 万 m^3 ，剥离的表土堆放于站外临时堆土区。施工结束后将表土回覆于进站道路边坡、红线之间区域，共回覆表土 0.08 万 m^3 。

(3) 施工生产生活区：场地平整前，对施工生产生活区占用耕地、林地、草地区域进行表土剥离，林地、草地剥离厚度为 25cm、耕地为 30cm，剥离面积共 6.11hm^2 ，表土剥离量为 1.65 万 m^3 ，剥离的表土堆放于站外临时堆土区。施工结束后将表土全部回覆至本区用于植被恢复及复耕。

(4) 站外供排水设施区：施工前，对管线开挖区占用草地进行表土剥离，剥离厚度根据地表情况按 25cm 考虑。施工结束后进行表土回覆，为植被恢复提供条件。表土剥离面积为 0.31hm^2 ，表土剥离量为 0.08 万 m^3 ，剥离的表土就近堆放在管线一侧，并加以防护，施工完毕后回覆于原位。

(5) 站外电力设施区：施工前，对杆塔永久占地和电缆沟开挖区域进行表土剥离，剥离区域主要为耕地及少量林地，剥离厚度根据地表情况按 30cm 考虑，表土剥离面积为 0.41hm^2 ，表土剥离量为 0.12 万 m^3 ，剥离的表土就近堆放在管线一侧或杆塔施工临时占地范围内并加以防护，施工完毕后回覆于原位。

(6) 专项设施迁改区：施工前，对还建道路、还建水渠永久占地占用耕地和草地区域进行表土剥离，草地剥离厚度为 25cm、耕地为 30cm。表土剥离面积共 0.23hm^2 ，表土剥离量为 0.06 万 m^3 ，剥离的表土临时堆放在专项设施迁改区临时施工场地内并加以防护，施工结束后表土回覆于还建道路植草边坡。

(7) 临时换装平台区：本区内占地类型均为其他土地，场地内无可剥离表土。

4、受端接地极

(1) 汇流装置区：施工前，对占用耕地区域进行表土剥离，剥离厚度根据地表情况按 30cm 考虑，剥离面积共 0.06hm^2 ，剥离量为 0.02 万 m^3 。剥离的表土堆放在电极电缆区，用于电极电缆区回填，临时防护措施由电极电缆区统一考虑。

(2) 检修道路区：施工之前对检修道路硬化路面占用耕地、草地区域进行表土剥离，草地剥离厚度为 25cm、耕地为 30cm，剥离面积共 0.06hm^2 ，表土剥离量为 0.02 万 m^3 ，剥离的表土堆放在电极电缆区，用于电极电缆区回填，临时防护措施由电极电缆区

统一考虑。

(3) 电极电缆区: 施工前, 对扰动超过 20cm 占用耕地、林地区域进行表土剥离, 林地剥离厚度为 25cm、耕地为 30cm, 剥离面积共 5.57hm², 表土剥离量为 1.62 万 m³。施工结束后将本区及汇流装置区、检修道路区剥离表土回覆于本区, 为绿化及复耕提供条件, 表土回覆量 1.66 万 m³。

(4) 站用外接电源区: 施工前, 对扰动超过 20cm 占用耕地区域进行表土剥离, 剥离厚度根据地表情况按 30cm 考虑, 剥离面积共 0.18hm², 剥离量为 0.06 万 m³。施工结束后回覆于电杆临时施工占地及电缆沟开挖区域, 为复耕提供条件。

5、输电线路工程

(1) 塔基区: 在施工前, 本工程对占用耕地、园地、林地及草地类型的塔基永久占地区域进行表土剥离。剥离厚度根据沿线实际表土层情况按 20cm~30cm 综合考虑, 其中陕西省、河南省山丘区剥离厚度 20cm, 平原区 30cm; 安徽省阜阳市剥离厚度 30cm, 六安市、合肥市境内耕地、园地表土剥离厚度 30cm, 林地、草地 25cm。塔基施工场地以临时占压为主, 将采取彩条布铺垫进行临时防护, 不再进行表土剥离, 以减少扰动破坏。

(2) 牵张场区: 对于地形起伏较大的牵张场考虑进行表土剥离, 并保存和利用。剥离厚度根据沿线实际表土层情况按 20cm~30cm 综合考虑。平原区及地形条件较好的山丘区牵张场地采取铺垫彩条布、铺设钢板等进行临时防护, 不再进行表土剥离, 以减少扰动破坏。

(3) 跨越施工场地: 该区域以临时占压为主, 不再进行表土剥离。

(4) 施工道路: 施工简易道路包括新修和拓宽道路、人抬道路和索道三部分。

以利用原有道路和乡村小道为主, 在无现有道路可利用的情况下, 本工程需新开辟机械施工道路, 其中平原区新建的机械施工道路主要对路面进行平整, 扰动程度较轻, 故不再进行表土剥离; 山丘区新建的部分机械施工道路(包括新修和拓宽部分)在微地形起伏较大、坡度较陡的区域时将涉及一定量的土石方挖填工程, 故本工程考虑根据沿线实际情况对新修和拓宽的机械施工道路局部路段施工前进行表土剥离, 剥离厚度按 20cm~30cm 考虑, 施工期加以保护, 完工后回覆利用。人抬道路和索道不涉及土石方开挖, 因此不考虑表土剥离。本工程表土剥离及回覆量和表土保护量、土石方平衡一览表见表 2.4-1~2.4-5 及图 2.4-1~2.4-3。

表 2.4-1 表土剥离及回覆平衡一览表

项目	分区			剥离面积 (hm ²)	平均剥离 厚度 (m)	表土剥离 (万 m ³)	表土回覆 (万 m ³)	调入量	调出量	临时堆存场地	
点 型 工 程	送端换 流站	站区		30.67	0.20	6.13	3.16		2.97	站外临时堆土区	
		进站道路区		0.90	0.20	0.18	0.18			站外临时堆土区	
		施工生产生活区		10.28	0.20	2.06	5.03	2.97		站外临时堆土区	
		站外供排水设施区		5.96	0.20	1.19	1.19			管线施工临时占地一侧	
		站外电力设施区		0.06	0.20	0.01	0.01			杆塔及电缆施工临时占地	
		专项设施迁改区		0.02	0.20	0.01	0.01			施工临时占地一侧	
		小计		47.89		9.58	9.58	2.97	2.97		
	送端接 地极	汇流装置区		0.08	0.20	0.02			0.02	电极电缆区	
		检修道路区		0.04	0.20	0.01			0.01	电极电缆区	
		电极电缆区		4.08	0.20	0.82	0.85	0.03		电极电缆区	
		站用外接电源区		0.04	0.20	0.01	0.01			杆塔及电缆施工临时占地	
		小计		4.24		0.86	0.86	0.03	0.03		
	受端换 流站	站区		18.48	0.24	4.42	4.42			站外临时堆土区	
		进站道路区		0.30	0.25	0.08	0.08			站外临时堆土区	
		施工生产生活区		6.11	0.27	1.65	1.65			站外临时堆土区	
		站外供排水设施区		0.31	0.25	0.08	0.08			管线施工临时占地一侧	
		站外电力设施区		0.41	0.30	0.12	0.12			杆塔及电缆施工临时占地	
		专项设施迁改区		0.23	0.26	0.06	0.06			施工临时占地一侧	
		小计		25.84		6.41	6.41				
	受端接 地极	汇流装置区		0.06	0.30	0.02			0.02	电极电缆区	
		检修道路区		0.06	0.27	0.02			0.02	电极电缆区	
		电极电缆区		5.57	0.29	1.62	1.66	0.04		电极电缆区	
		站用外接电源区		0.18	0.30	0.06	0.06			杆塔及电缆施工临时占地	
		小计		5.87		1.72	1.72	0.04	0.04		
点型工程合计				83.84		18.57	18.57	3.04	3.04		
线 型 工	±800kV 直流线 路	陕 西	山 丘 区	塔基区	12.11	0.20	2.42	2.42			塔基施工临时占地范围内
				牵张场	1.40	0.20	0.28	0.28			牵张场临时占地范围内
				施工道路区	16.64	0.20	3.33	3.33			填入植生袋内堆放于施工

2. 项目概况

项目程	分区				剥离面积 (hm ²)	平均剥离 厚度 (m)	表土剥离 (万 m ³)	表土回覆 (万 m ³)	调入量	调出量	临时堆存场地
35kV 接 地极线 路	河南	平原 区	小计		30.15		6.03	6.03			道路边坡坡角处
			塔基区		2.94	0.30	0.88	0.88			塔基施工临时占地范围内
			小计		2.94		0.88	0.88			
		山丘 区	塔基区		17.30	0.20	3.46	3.46			塔基施工临时占地范围内
			牵张场区		3.20	0.20	0.64	0.64			牵张场临时占地范围内
			施工道路区		22.15	0.20	4.43	4.43			填入植生袋内堆放于施工 道路边坡坡角处
			小计		42.65		8.53	8.53			
		平原 区	塔基区		11.57	0.30	3.47	3.47			塔基施工临时占地范围内
			小计		11.57		3.47	3.47			
	安徽	平原 区	塔基区		22.25	0.29	6.57	6.57			塔基施工场地临时堆土区
			小计		22.25		6.57	6.57			
		合计			109.56		25.48	25.48			
	陕西	山丘 区	塔基区		1.30	0.20	0.26	0.26			塔基施工临时占地范围内
			牵张场区		0.08	0.20	0.02	0.02			牵张场临时占地范围内
			施工道路区		3.53	0.20	0.71	0.71			填入植生袋内堆放于施工 道路边坡坡角处
			小计		4.91		0.99	0.99			
		山丘 区	塔基区		0.39	0.28	0.11	0.11			塔基施工临时占地范围内
			牵张场区		0.04	0.28	0.01	0.01			牵张场临时占地范围内
			施工道路区		0.95	0.27	0.26	0.26			填入植生袋内堆放于施工 道路边坡坡角处
			小计		1.38		0.38	0.38			
		平原 区	塔基区		1.60	0.29	0.46	0.46			塔基施工临时占地范围内
			小计		1.60		0.46	0.46			
		合计			7.89		1.83	1.83			
迁改线 路	陕西	山丘 区	塔基区		0.26	0.20	0.05	0.05			塔基施工临时占地范围内
			牵张场区		0.03	0.20	0.01	0.01			牵张场临时占地范围内
			施工道路区		0.72	0.20	0.14	0.14			填入植生袋内堆放于施工

2. 项目概况

项目	分区				剥离面积 (hm ²)	平均剥离 厚度 (m)	表土剥离 (万 m ³)	表土回覆 (万 m ³)	调入量	调出量	临时堆存场地	
											道路边坡坡角处	
				小计	1.01		0.20	0.20				
		平原区	塔基区	0.07	0.30	0.02	0.02				塔基施工临时占地范围内	
			小计	0.07		0.02	0.02					
		山丘区	塔基区	0.10	0.20	0.02	0.02				塔基施工临时占地范围内	
			小计	0.10		0.02	0.02					
		平原区	塔基区	0.02	0.30	0.01	0.01				塔基施工临时占地范围内	
			小计	0.02		0.01	0.01					
		安徽平原区	塔基区	0.27	0.29	0.08	0.08				塔基施工临时占地范围内	
			小计	0.27	0.29	0.08	0.08					
		合计				1.47		0.33	0.33			
		线型工程合计					118.92		27.64	27.64		
工程合计					202.76		46.21	46.21	3.04	3.04		

表 2.4-2 本工程土石方平衡一览表-点型工程 单位: 万 m³

项目	分区			开挖量			回填量			调入	调出	借方	余方
				表层土	土石方	小计	表层土	土石方	小计				
点型工程	山丘区	送端换流站	站区	6.13	79.71	85.84	3.16	81.71	84.87	2.00	2.97		
			进站道路区	0.18	2.01	2.19	0.18	0.01	0.19		2.00		
			施工生产生活区	2.06	12.35	14.41	5.03	12.35	17.38	2.97			
			站外供排水设施区	1.19	9.81	11.00	1.19	9.81	11.00				
			站外电力设施区	0.01	0.23	0.24	0.01	0.23	0.24				
			专项设施迁改区	0.01	0.02	0.03	0.01	0.02	0.03				
			小计	9.58	104.13	113.71	9.58	104.13	113.71	4.97	4.97		
		送端接地极	汇流装置区	0.02	0.02	0.04		0.02	0.02		0.02		
			检修道路区	0.01	0.03	0.04		0.03	0.03		0.01		
			电极电缆区	0.82	8.59	9.41	0.85	8.59	9.44	0.03			
			站用外接电源区	0.01	0.12	0.13	0.01	0.12	0.13				
			小计	0.86	8.76	9.62	0.86	8.76	9.62	0.03	0.03		
	平原区	受端换流站	站区	4.42	55.79	60.21	4.42	48.46	52.88		4.78		2.55
			进站道路区	0.08	0.07	0.15	0.08	0.35	0.43	0.28			
			施工生产生活区	1.65	5.35	7.00	1.65	9.59	11.24	4.24			
			站外供排水设施区	0.08	1.22	1.30	0.08	1.22	1.30				
			站外电力设施区	0.12	0.33	0.45	0.12	0.33	0.45				
			专项设施迁改区	0.06	0.59	0.65	0.06	0.59	0.65				
			临时换装平台区		0.31	0.31		0.57	0.57	0.26			
			小计	6.41	63.66	70.07	6.41	61.11	67.52	4.78	4.78		2.55
		受端接地极	汇流装置区	0.02	0.07	0.09		0.03	0.03		0.06		
			检修道路区	0.02	0.01	0.03		0.06	0.06	0.05	0.02		
			电极电缆区	1.62	12.78	14.40	1.66	12.77	14.43	0.04	0.01		
			站用外接电源区	0.06	0.13	0.19	0.06	0.13	0.19				
			小计	1.72	12.99	14.71	1.72	12.99	14.71	0.09	0.09		
			一、点型工程合计			18.57	189.54	208.11	18.57	186.99	205.56	9.87	9.87

表 2.4-3 本工程土石方平衡一览表-线型工程 单位: 万 m³

项目	省份	分区		开挖量				回填量				借方	余方
				表层土	土石方	钻渣	小计	表层土	土石方	钻渣	小计		
±800kV 直流线路	陕西	山丘区	塔基区	2.42	6.66	0.05	9.13	2.42	6.66	0.05	9.13		
			牵张场	0.28	0.87		1.15	0.28	0.87		1.15		
			施工道路区	3.33	2.76		6.09	3.33	2.76		6.09		
			小计	6.03	10.29	0.05	16.37	6.03	10.29	0.05	16.37		
		平原区	塔基区	0.88	1.85		2.73	0.88	1.85		2.73		
			小计	0.88	1.85		2.73	0.88	1.85		2.73		
	河南	山丘区	塔基区	3.46	10.38	0.65	14.49	3.46	10.38	0.65	14.49		
			牵张场区	0.64	0.68		1.32	0.64	0.68		1.32		
			施工道路区	4.43	8.38		12.81	4.43	8.38		12.81		
			小计	8.53	19.44	0.65	28.62	8.53	19.44	0.65	28.62		
		平原区	塔基区	3.47	3.11	2.98	9.56	3.47	3.11	2.98	9.56		
			小计	3.47	3.11	2.98	9.56	3.47	3.11	2.98	9.56		
	安徽	平原区	塔基区	6.57	3.51	7.62	17.70	6.57	3.51	7.62	17.70		
			小计	6.57	3.51	7.62	17.70	6.57	3.51	7.62	17.70		
	合计		塔基区	16.80	25.51	11.30	53.61	16.80	25.51	11.30	53.61		
			牵张场	0.92	1.55		2.47	0.92	1.55		2.47		
施工道路			7.76	11.14		18.90	7.76	11.14		18.90			
合计			25.48	38.20	11.30	74.98	25.48	38.20	11.30	74.98			
35kV 接地极 线路	陕西	山丘区	塔基区	0.26	2.34		2.60	0.26	2.34		2.60		
			牵张场区	0.02	0.06		0.08	0.02	0.06		0.08		
			施工道路区	0.71	0.82		1.53	0.71	0.82		1.53		
			小计	0.99	3.22		4.21	0.99	3.22		4.21		
	安徽	山丘区	塔基区	0.11	0.44		0.55	0.11	0.44		0.55		
			牵张场区	0.01	0.01		0.02	0.01	0.01		0.02		
			施工道路区	0.26	0.10		0.36	0.26	0.10		0.36		
			小计	0.38	0.55		0.93	0.38	0.55		0.93		
		平原区	塔基区	0.46	0.17	0.29	0.92	0.46	0.17	0.29	0.92		
			小计	0.46	0.17	0.29	0.92	0.46	0.17	0.29	0.92		

2. 项目概况

项目	省份	分区		开挖量				回填量				借方	余方
				表层土	土石方	钻渣	小计	表层土	土石方	钻渣	小计		
	合计		塔基区	0.83	2.95	0.29	4.07	0.83	2.95	0.29	4.07		
			牵张场	0.03	0.07		0.10	0.03	0.07		0.10		
			施工道路	0.97	0.92		1.89	0.97	0.92		1.89		
	合计			1.83	3.94	0.29	6.06	1.83	3.94	0.29	6.06		
迁改线路	陕西	山丘区	塔基区	0.05	0.38		0.43	0.05	0.38		0.43		
			牵张场区	0.01	0.03		0.04	0.01	0.03		0.04		
			施工道路	0.14	0.20		0.34	0.14	0.20		0.34		
			小计	0.20	0.61		0.81	0.20	0.61		0.81		
	平原区	塔基区	0.02	0.10		0.12	0.02	0.10		0.12			
		小计	0.02	0.10		0.12	0.02	0.10		0.12			
	河南	山丘区	塔基区	0.02	0.07		0.09	0.02	0.07		0.09		
			小计	0.02	0.07		0.09	0.02	0.07		0.09		
		平原区	塔基区	0.01	0.04		0.05	0.01	0.04		0.05		
			小计	0.01	0.04		0.05	0.01	0.04		0.05		
	安徽	平原区	塔基区	0.08	0.13		0.21	0.08	0.13		0.21		
			小计	0.08	0.13		0.21	0.08	0.13		0.21		
	合计		塔基区	0.18	0.72		0.90	0.18	0.72		0.90		
			牵张场	0.01	0.03		0.04	0.01	0.03		0.04		
			施工道路	0.14	0.20		0.34	0.14	0.20		0.34		
	合计				0.33	0.95		1.28	0.33	0.95		1.28	
二、线型工程合计				27.64	43.09	11.59	82.32	27.64	43.09	11.59	82.32		

表 2.4-4 本工程土石方平衡一览表 单位: 万 m³

项目		开挖量				回填量				调入	调出	借方	余方
		表层土	土石方	钻渣	小计	表层土	土石方	钻渣	小计				
点型工程	送端换流站	9.58	104.13		113.71	9.58	104.13		113.71	4.97	4.97		
	送端接地极	0.86	8.76		9.62	0.86	8.76		9.62	0.03	0.03		
	受端换流站	6.41	63.66		70.07	6.41	61.11		67.52	4.78	4.78		2.55
	受端接地极	1.72	12.99		14.71	1.72	12.99		14.71	0.09	0.09		
	小计	18.57	189.54		208.11	18.57	186.99		205.56	9.87	9.87		2.55
线型工程	±800kV 直流线路	25.48	38.20	11.30	74.98	25.48	38.20	11.30	74.98				
	送端接地极线路	0.99	3.22		4.21	0.99	3.22		4.21				
	受端接地线路	0.84	0.72	0.29	1.85	0.84	0.72	0.29	1.85				
	迁改线路	0.33	0.95		1.28	0.33	0.95		1.28				
	小计	27.64	43.09	11.59	82.32	27.64	43.09	11.59	82.32				
合计		46.21	232.63	11.59	290.43	46.21	230.08	11.59	287.88	9.87	9.87		2.55

注：土方均换算为自然方，松散系数取 1.33。

表 2.4-5 表土剥离及回覆平衡及表土保护情况一览表

行政区划	表土剥离 (万 m ³)	表土回覆 (万 m ³)	表土苫盖保护面积 (hm ²)	表土苫盖保护量 (万 m ³)	表土保护总量 (万 m ³)
陕西省	18.56	18.56	29.39	8.23	26.79
河南省	12.03	12.03	24.99	7.00	19.03
安徽省	15.62	15.62	50.11	14.64	30.26
合计	46.21	46.21	104.49	29.87	76.08

2.5. 拆迁（移民）安置及专项设施改（迁）建

2.5.1. 拆迁（移民）安置

本工程建设因无法避让部分居民建筑物，需要进行拆除。拆迁及其安置工作执行国家及地方有关拆迁安置政策，由建设单位按当地标准进行补偿，由地方政府组织实施，相应水土流失防治工作由地方政府负责。因此，拆迁（移民）安置不纳入本工程防治责任范围。

2.5.2. 专项设施改（迁）建

（1）送端换流站迁改工程

送端换流站址处需对现有 10kV121 驿南线需进行迁改，包括拆除并新建架空线路 5.0km 采用架空线路，线路共新架设 100 根水泥电杆。

（2）受端换流站迁改工程

受端换流站占用部分水渠及乡村道路需进行还建。

受端换流站红线内还建水渠位于站址西南侧，长度 346m，包括 10m×2.0m 水渠 196m，6m×1.2m 水渠 150m。红线外还建水渠位于东南侧，长度 114m，水渠断面为 12m×3.5m。

还建乡村道路长约 640m，路面宽 4~6m，采用混凝土路面。还建道路两侧存在水塘区域布设直立式路肩混凝土挡墙，挡墙高度为 2.5m~5.0m，挡墙长度共计 365m，共布设挡墙 2500m³。边坡采用自稳放坡+植草护坡的形式，放坡坡率按 1: 2 考虑，植草护坡面积共计 2500m²。

（3）迁改线路工程

本工程陕西省延安市富县、洛川县，陕西省渭南市大荔县、华州区，河南省南阳市方城县，驻马店市汝南县，安徽省六安市霍邱县、金安区境内新建的±800kV 直流线路部分占用已建的输电线路通道，需进行线路迁改，共涉及 3 个省级行政区、5 个地市级行政区、8 个县级行政区。迁改线路全长 12.65km，共架设铁塔 41 基（其中直线塔 10 基、耐张塔 31 基），拆除杆塔 14 基。拆除杆塔施工临时占地纳入迁改线路工程塔基区一并计列。

1) 陕西省延安市境内需对泾道 II 线 750kV 线路、信洛同塔双回 750kV 线路、现黄 I 线 330kV 线路进行迁改，其中泾道 II 线 750kV 线路迁改位于富县，建设内容包括新

建架空线路 0.75km，新建耐张塔 3 基，拆除 2 基杆塔；信洛同塔双回 750kV 线路迁改位于洛川县，建设内容包括新建架空线路 3.6km，新建直线塔 3 基，耐张塔 4 基；现黄 I 线 330kV 线路迁改位于洛川县，建设内容包括新建架空线路 1.6km，新建直线塔 2 基，耐张塔 4 基，拆除 4 基杆塔。

2) 陕西省渭南市境内需对禹信 I、II 线同塔双回 330kV 线路、罗咸 I 线 330kV 线路进行迁改，其中禹信 I、II 线同塔双回 330kV 线路改造位于大荔县，建设内容包括新建架空线路 1.2km，新建耐张塔 4 基，拆除 3 基杆塔；罗咸 I 线 330kV 线路改造位于华州区，建设内容包括新建架空线路 0.8km，新建耐张塔 3 基，拆除 3 基水泥杆。

3) 河南省南阳市方城县境内需对白武线 500kV 线路进行迁改，建设内容包括新建架空线路 0.9km，新建耐张塔 3 基，拆除 2 基杆塔。

4) 河南省驻马店市境内需对 110kV 汝南-桃源铺/五龙-桃源铺线进行过渡迁改，线路迁改位于汝南县，建设内容包括架空线路新建耐张塔 2 基，新建过渡电缆 0.1km。

5) 安徽省六安市境内需对 220kV 松俞 4V30、4V31 线、皋城~广岩 220kV 线进行迁改，其中松俞 4V30、4V31 线路改造位于霍邱县，建设内容包括新建架空线路 0.70km，新建耐张塔 3 基；皋城~广岩 220kV 线路改造位于金安区，建设内容包括新建架空线路 3.0km，新建耐张塔 5 基，直线塔 5 基。

2.6. 施工进度

本工程为建设类项目，本工程计划于 2024 年 6 月开工，2026 年 5 月完工，总工期 24 个月。本工程进度安排见表 2.6-1。

2.7. 自然概况

2.7.1. 地质

(1) 送端换流站

送端陕北站所在区域位于位于中朝准地台鄂尔多斯地块中部，构造上处于新构造活动微弱区域。地下水类型主要为第四系孔隙潜水及基岩裂隙水。地下水赋存于黄土及基岩地层中，大气降水及河流侧向补给为其主要补给来源，蒸发、地下径流和人工取水为其主要排泄方式，站址区地下水埋深大于 50m。站址区地震烈度为 VI 度，加速度为 0.05g，地震动反应谱特征周期为 0.45s，地震分组为第三组。站址位于构造稳定地段，周边无全新世活动断裂分布，无不良地质现象，适宜工程建设。

(2) 送端接地极

送端接地极址区勘测范围揭露地层主要为第四系上更新统风积成因（Q3eol）的乌兰黄土和第四系中更新统风积成因（Q2eol）的离石黄土组成。极址区地下水类型主要为第四系孔隙潜水及基岩裂隙水。地下水赋存于黄土及基岩地层中，大气降水及河流侧向补给为其主要补给来源，蒸发、地下径流和人工取水为其主要排泄方式。地极址地下水埋深大于 30m。极址地震基本烈度为 VI 度，地震动反应谱特征周期为 0.45s，对应设计地震分组为第三组。极址范围不存在滑坡、崩塌等不良地质作用。综上判断该极址场地稳定性较好，适宜建设。

(3) 受端换流站

受端换流站站址所处断裂为非全新世活动断裂，场地内最近的断裂与拟选站址的直线距离大于 10km，地层自上至下为素填土、黏土、粉质黏土、细砂、卵石、强风化泥质砂岩、中等风化泥质砂岩。在 II 类场地条件下，50 年超越概率为 10% 情况下，设计基本地震动峰值加速度为 0.10g，对应的地震基本烈度为 7 度，反应谱特征周期为 0.35s，设计地震分组为第一组。场地内未发现岩溶、滑坡、崩塌、泥石流、采空、塌陷及地面沉降等不良地质作用，主要不良地质作用为明浜和暗浜。区域地质稳定，适宜建站。

(4) 受端接地极

受端接地极地层自上至下为填土、粉质黏土夹粉砂、卵石。夏季钻孔内量测的稳定地下水位埋深约 0.5 ~ 0.7m。极址在 50 年超越概率为 10% 情况下，II 类场地条件下场地设计基本地震动峰值加速度为 0.15g，反应谱特征周期 0.35s，对应的地震基本烈度为 7

度，设计地震分组为第一组。极址场地属地质构造相对稳定地带，适宜建设。

(5) 输电线路

1) 陕西省境内线路

陕西省线路沿线分布的地层岩性主要有第四系全新统冲洪积成因黄土状粉土、细中砂、粉质黏土、漂石，残坡积成因粉质黏土，风积成因粉细砂，上中更新统风积成因黄土，上更新统冲积成因粉质黏土。下伏砂岩（Pt）、板岩（Pt）、花岗岩（γ）、片麻岩（Ar）、等。沿线主要为黄土塬梁峁、丘陵和中低山，线路沿线地下水类型主要为孔隙潜水和基岩裂隙水，局部地段分布有上层滞水，地下水埋深一般在15m以上。线路沿线基本地震动峰值加速度 $0.15g\sim 0.30g$ ，地震基本烈度Ⅷ度，全线基本地震动反应谱特征周期均为0.45s。线路沿线区域内不良地质作用主要为滑坡、崩塌、落水洞、冲沟、泥石流等，线路已对上述不良地质作用影响区进行了避让。

2) 河南省境内线路

河南省境内线路沿线地层岩性复杂，地层主要为第四系黄土状粉质黏土、耕植土、残坡积粉质黏土、粘性土、粉土、砂土、花岗岩、砂岩为主。线路沿线地区地下水主要为基岩裂隙水，主要接受大气降水入渗补给，地下水位埋深一般大于10m，阶地及低洼处地下水埋深在0.5m~3.0m。线路沿线Ⅱ类场地地震动峰值加速度为0.05、0.10g，基本地震动加速度反应谱特征周期为0.35s，相应的地震基本烈度为Ⅵ、Ⅶ度。该地区岩溶地质为主的不良地质作用十分发育，对线路影响较大，选线阶段已对上述不良地质作用影响区进行了避让。

3) 安徽省境内线路

安徽省境内线路构造位于华北地台的南部，东以郯庐断裂与张八岭隆起相邻，南抵东秦岭~大别山断褶带北缘，位于扬子板块和华北板块相互碰撞作用下形成的中、新生代山前陆相残留沉积盆地南部。沿线地层主要有第四系全新世（Q4）、第四系晚更新世（Q3）沉积的地层，岩性以粉质黏土、淤泥质粉质黏土、粉土、粉细砂为主，下部基岩主要有白垩系泥质砂岩。地下水类型均主要为孔隙潜水和上层滞水，分布于第四系松散地层中，水位埋深较浅，稳定水位按0~3m考虑，常年最高地下水水位可接近地表。线路按Ⅱ类建筑场地考虑，设计地震分组为第一组，抗震设防烈度为Ⅶ度，地震动峰值加速度 $0.1g$ ，场地地震反应谱特征周期为0.35s。线路沿线区域内不良地质作用主要为坍塌、基底胀缩、暗浜、软土、地面沉降、流砂、砂土液化等，线路工程选线在地质灾

行政区		植被类型	本工程适生树、草种	林草覆盖率(%)
省	市(州)			
		樟树、五角枫、乌桕、楸树、黄连木；灌木树种有丁香、月季、等；草本植物主要有茅草、黄背草、龙须草、百喜草等。	马尾松、刺槐等。	
	驻马店市	项目区属暖温带落叶阔叶林带。乔木树种主要有毛白杨、柳树、泡桐、刺槐等；灌木树种有紫穗槐、紫叶李、石楠等；草本植物主要有紫花苜蓿、黄背草、羊胡子草等。	羊胡子草、百喜草、三叶草、紫穗槐、胡枝子、榆树、刺槐等。	36.8
安徽省	阜阳市	阜阳市属暖温带落叶阔叶林，主要树种有椿树、杨树、刺槐、柳树、榆树、枫杨、毛白杨、悬铃木、栎树等草本植物有狗牙根、狗尾草、百喜草等。	百喜草、狗牙根、黑麦草、紫穗槐、榆树、马尾松等。	30.7
	六安市	六安市属北亚热带常绿阔叶林植被带、皖中落叶与常绿阔叶混交林地带，主要树种有楠木、花榈木、红椿。草本植物有狗尾草、紫花苜蓿、狗牙根、黑麦草、龙须草、三叶草等。	狗牙根、黑麦草、龙须草、紫穗槐、楠木、马尾松等。	32.4
	合肥市	合肥市属于亚热带常绿落叶阔叶混交林带，主要树种有油松、杨树、榆树、侧柏、旱柳、银杏等。草本植物有黑麦草、狗牙根、三叶草、茅草、百喜草等。	三叶草、狗牙根、黑麦草、紫穗槐、卫矛、银杏、马尾松等。	38.5

2.7.7. 水土保持敏感区

本工程线路路径经过优化后已避开了多处饮用水水源保护区、湿地保护区等水土保持敏感区，工程在线路优化的基础上，本工程线路仍需穿（跨）越自然保护区、水源保护区、森林公园、地质公园、湿地公园、水产种质资源保护区、重要湿地等共 23 处水土保持敏感区，涉及水土保持敏感区列表详见表 2.7-5，此外，工程涉及水土保持重点治理区、重点预防区情况详见表 1.5-1。

3 项目水土保持评价

3.1. 主体工程选址（线）水土保持评价

3.1.1. 制约性因素分析

（1）依据新修订的《中华人民共和国水土保持法》、《中华人民共和国黄河保护法》、《中华人民共和国长江保护法》、《陕西省水土保持条例》、《河南省实施〈中华人民共和国水土保持法〉办法》、《安徽省实施〈中华人民共和国水土保持法〉办法》以及《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）的规定和要求，对工程选址（线）进行了分析与评价并提出相应要求，具体详见表 3.1-1~表 3.1-4。

序号	约束性条件	相符性分析	分析结果
3	第八章、第八十八条 违反本法规定，有下列行为之一的： （一）在长江干支流岸线一公里范围内新建、扩建化工园区和化工项目的； （二）在长江干流岸线三公里范围内和重要支流岸线一公里范围内新建、改建、扩建尾矿库的； （三）违反生态环境准入清单的规定进行生产建设活动的。	本工程不涉及左栏所列项目。	符合

综上所述,本工程部分区域涉及水土保持敏感区,在选址(线)及建设中虽有一定的限制性因素,通过提高防治指标,加强预防保护,优化设计及施工工艺,尽量减少地表扰动和植被损坏范围,采取科学可行的水土流失防治措施后,可满足水土保持要求,工程建设可行。此外,建设单位应及时完成防洪影响评价等内容,保证跨越河流施工符合相关要求。

3.1.2.特定水土流失类型区的特殊性分析

依据《生产建设项目水土保持技术标准》(GB50433-2018),结合本项目建设特征和区域现状,对照规范进行符合性分析,满足规范相关要求,详见下表。

表 3.1-5 不同水土流失类型区的水土流失特殊规定分析表

序号	制约性因素条款	本工程情况	相符性
西北黄土高原区			
1	坡面应采取截(排)水和排水顺接、消能措施。	本工程于塔基陡坡地区布设了排水沟、消能措施。站区及进站道路边坡设置了截洪沟、排水沟及顺接、消能措施。	符合本类型区特殊规定。
2	宜设置雨水集蓄利用设施。	山丘区塔基已根据坡面实际情况设施排水沟。送端站区不设置绿化,无灌溉需求,不再进行雨水集蓄利用。	符合本类型区特殊规定。
北方土石山区			
1	应保存和综合利用表土	本方案已补充完善表土剥离、保护相关水土保持措施,本工程于北方土石山区区域内均为线路工程,表土均回覆于原位用于复耕或植被恢复。	符合本类型区特殊规定。
2	江河上游水源涵养区应采取水源涵养措施。	本工程在选址选线过程中已进行现场调查等,不涉及江河上游水源涵养区。	符合本类型区特殊规定。
南方红壤区			
1	坡面应布设径流排导工程,防止引发崩岗、滑坡等灾害。	本工程山丘区塔基已根据坡面实际情况设施排水沟及护坡、挡墙,换流站边坡布设有截排水沟。	符合本类型区特殊规定。
2	针对暴雨、台风特点,应采取应急防护措施。	临时占压场地采取密目网苫盖、铺设彩条布、铺设钢板等临时措施,有效防止暴雨的影响。	符合本类型区特殊规定。
平原地区			
1	应保存和利用耕作层土壤	本方案已补充完善耕作层土壤的保护及利用措施。	符合本类型区特殊规定。
2	应采取沉沙措施,防止河渠淤积	本工程两端换流站工程均已考虑临时堆土的临时排水沉沙措施,线路工程单个塔基临时堆土堆放时间较短,堆土量较小,并布设有临时拦挡及苫盖措施,无需布设临时沉沙池。	符合本类型区特殊规定。
3	取土(石、砂)场宜以宽浅式为主,注重取土后的恢复利	本工程不涉及取土(石、砂)场。	符合本类型区特殊规定。

序号	制约性因素条款	本工程情况	相符性
	用措施		
4	应优化场地、路面设计标高,或采取其他措施,减少外借土石方量	本工程主体设计结合原始标高及现场情况,优先考虑土石方平衡,本工程不涉及借方。	符合本类型区特殊规定。

3.2. 建设方案与布局水土保持分析评价

3.2.1. 建设方案评价

(1) 建设方案相符性分析

本方案对照《生产建设项目水土保持技术标准》(GB50433-2018)中关于工程建设方案与布局的相关规定进行水土保持分析与评价,并提出相应要求,详见表 3.2-1。

表 3.2-1 《生产建设项目水土保持技术标准》关于工程建设方案与布局的分析评价

GB50433-2018 的约束性条件		相符性分析	分析结果
建设方案应符合下列规定	山丘区输电工程塔基应采用不等高基础,经过林区的应采用加高铁塔跨越方式。	根据主体工程设计资料,本工程为减少基面土石方开挖量和破坏山区植被,在山丘区塔基采用全方位高低腿塔及主柱加高基础。在路径选择时,尽量避开林区,对线路走廊范围内不能避开的林区,采用加高塔身的方法进行高跨,减少林木砍伐。	符合
	对无法避让水土流失重点预防区和重点治理区的生产建设项目,建设方案应符合下列规定:	本工程在可研设计阶段已尽量避开了左栏所列区域,但线路路径仍无法避免的涉及水土流失重点预防区、重点治理区。经主体设计对建设方案进行优化和水保方案分析补充后,本工程与左栏要求相符性分析如下:	符合
	①应优化方案,减少工程占地和土石方量。	两端换流站总平面在可研设计阶段在满足电气设备要求基础上,布置紧凑,功能分区明确,尽量减少永久占地面积。竖向布置充分考虑地形条件,采用平坡式布置,减少土石方工程量。接地极根据地形条件极环采用水平浅埋、双环圆形布置方案,工程开挖减少作业带宽尽量减少土石方量。输电线路优化了线路路径方案,各塔四条腿可根据实际地形自由调节组合,并配合高低基础使用以适应塔位原地形,进而减少了总体占地面积及塔基基础土石方挖填工程量。优化施工组织方案,充分利用已有道路或采用索道运输,减少施工道路开挖扰动,合理安排架线施工,采用无人机放线等先进施工架线工艺,减少牵张场地设置数量,同时采用索桥封网架线施工,减少跨越架搭建,临时施工场地设置彩条旗围栏,严格控制临时施工扰动范围。本工程通过优化设计,换流站共计减少占地面积 2.55hm ² ,减少土石方挖填方总量 7.65 万 m ³ ;塔基区减少占地面积 5.20hm ² ,减少土石方挖填	

GB50433-2018 的约束性条件		相符性分析	分析结果
		方总量 1.10 万 m ³ ；牵张场区减少占地面积 0.72hm ² ；施工道路减少长度 3.60km，减少占地面积 1.62hm ² 。	
	②截排水工程、拦挡工程的工程等级和防洪标准应提高一级。	主体设计根据相关规范，本工程防洪标准为 100 年一遇，防护等级为 1 级，不再进行提高；送端换流站截排水工程由 2 级提高为 1 级；受端换流站不涉及水土保持敏感区，满足 2 级标准要求，无需提高标准；塔基排水沟设计重现期为 10 年，满足 1 级标准，无需提高标准；山丘区塔基拦挡工程级别为 4 级，其他区域为 5 级。根据左栏要求，本方案补充设计的临时防护措施对临时堆土采取了彩条布铺垫、密目网苫盖以及植生袋装土拦挡，对施工期的临时堆土密闭防护，严控水土流失。	
	③宜布设雨洪集蓄、沉沙设施。	本工程两端换流站工程在排水沟末端设置了沉沙池措施，站区设置了雨水排水管网、排水沟、截洪沟，输电线路工程铁塔分散且占地较小，不需布设左列设施。	
	④提高植物措施标准，林草覆盖率应提高 1~2 个百分点。	经本方案分析补充，换流站站区植被恢复与建设工程级别为 1 级，其他工程涉及水土保持敏感区的，工程级别 3 级提高为 2 级，同时提高林草覆盖率 1~2 个百分点。	

根据上述分析，经主体设计优化和本方案补充完善，本工程建设方案总体合理，符合水土保持相关规定与要求。

（2）水土保持敏感区情况

1）水土保持重点预防区和重点治理区

根据《水利部办公厅关于印发〈全国水土保持规划国家级水土流失重点预防保护区和重点治理区复核划分成果〉的通知》（办水保〔2013〕188 号）及沿线省、市水土保持分区划分相关文件，下面分省进行详细叙述：

陕西省全省均位于水土流失重点治理区或重点预防区，工程无法避让，其中±800kV 直流线路长度为 249.10km，拟立塔 492 基，送端接地极线路长度为 53.40km，拟立塔 149 基，迁改线路 7.95km，拟立塔 23 基。送端换流站位于陕西省延安市富县寺仙镇，涉及子午岭-六盘山国家级水土流失重点预防区和渭北高原沟壑水土流失重点治理区。送端接地极位于陕西省延安市洛川县石头镇，涉及子午岭-六盘山国家级水土流失重点预防区和渭北高原沟壑水土流失重点治理区。

本工程在河南省三门峡市灵宝市、卢氏县，洛阳市栾川县、嵩县、汝阳县，平顶山市鲁山县、叶县、舞钢市，南阳市南召县、方城县，驻马店市西平县、遂平县、上蔡县、

汝南县、平舆县经过伏牛山中条山国家级水土流失重点治理区、丹江口库区及上游国家级水土流失重点预防区、伏牛山中条山省级水土流失重点治理区等国家级、省级两区，于驻马店市上蔡县、汝南县、平舆县途径驻马店市市级——淮北平原岗地市级水土流失重点治理区。其中 $\pm 800\text{kV}$ 直流线路长度为493.30km，拟立塔1007基，迁改线路1.00km，拟立塔5基。河南省境内山丘区均为国家级或省级“两区”，工程无法避让。

线路工程于安徽省六安市裕安区、金安区、舒城县经过桐柏山大别山国家级水土流失重点预防区，于肥西县经过江淮丘陵区中东部水土流失重点预防区。桐柏山大别山国家级水土流失重点预防区和江淮丘陵区中东部水土流失重点预防相衔接，整体位于安徽省中部，线路不可避免的穿过了该区域，但避开了山地、丘陵等水土流失较为严重区域。此外，线路跨越淮河处涉及阜阳市、六安市市级“两区”。 $\pm 800\text{kV}$ 直流线路于“两区”内长度为210.3km，拟立塔424基；接地极线路长度为46.1km，拟立塔127基。受端换流站位于安徽省合肥市庐江县郭河镇，不涉及国家级及省级水土保持两区。受端接地极位于安徽省六安市裕安区青山乡，涉及桐柏山大别山国家级水土流失重点预防区，其他推荐选极址均位于安徽省无为市昆山镇，涉及三公山片水土流失重点治理区，比选极址均涉及“两区”，无法避让。

2) 其他水土保持敏感区

本工程线路路径经过优化后已避开了多处饮用水水源保护区、湿地保护区等水土保持敏感区，工程在线路优化的基础上，本工程线路仍需穿（跨）越自然保护区、风景名胜區、森林公园、地质公园、湿地公园、水产种质资源保护区、生态保护红线等共23处水土保持敏感区。

本工程线路所穿（跨）越区段均不在相关法律法规规定的禁止建设区域，主体设计线路不在饮用水源保护一级区、自然保护区核心区与缓冲区、风景名胜区核心景区、世界文化遗产区内立塔，对于需在饮用水源保护二级区或准保护区、自然保护区内实验区或外围保护地带、风景名胜区一般景区立塔的，采取先进的高跨施工工艺、严格控制施工范围，禁止大开挖减少对原状地表土的扰动，设置醒目的标示牌、边界线等有效措施，可以保持生态系统的完整性。项目穿越的水土保持敏感区正在办理相关部门的支持性文件，项目建设需符合相关规定的要求。本方案也通过提高了经过水土保持敏感区的水土流失防治标准及林草覆盖率指标。因此，本工程经过水土保持敏感区虽存在一定的制约性因素，但采取相应防护措施后可满足水土保持要求。

3.2.2. 工程占地评价

本工程不属于《限制用地项目目录（2012 年本）》和《禁止用地项目目录（2012 年本）》中用地项目。

（1）占地类型分析评价

本工程总占地面积为 831.05hm²，永久占地 143.53hm²，临时占地 687.52hm²。占地类型中耕地 360.33hm²、林地 299.82hm²、园地 123.29hm²、草地 22.86hm²、其他土地 16.27hm²、交通运输用地 5.37hm²、水域及水利设施用地 3.10hm²、公共管理与公共服务用地 0.01hm²。

本工程施工过程中不可避免将会占用部分耕地、林地、草地，其中临时占地在施工结束后可以恢复原使用功能，通过土质改良等措施复耕、还田还林，不影响土地生产功能。在正式用地报批前按规定做好征地补偿安置、耕地占补平衡以及土地复垦有关工作。

工程占地类型基本符合水土保持要求。

（2）占地面积漏项分析评价

本工程点型工程和线型工程中，均考虑了各分项占地面积，经本方案核实，占地面积不存在漏项。

（3）占地面积分析评价

本工程设计征地时，充分参考了±800kV 换流站用地指标要求，已将用地控制在国土资源部和项目所在地国土资源部门限制用地范围内，符合土地使用标准。两端换流站土地征用面积均低于《电力工程项目建设用地指标》（建标〔2010〕78 号）用地指标。两端换流站施工临时占地面积在考虑站外临时堆土区面积后均可满足施工需要，占地面积无需增减。

接地极工程汇流装置区、检修道路区及电极电缆区渗水井、检查井永久征地根据实际需要情况确定，电缆电极区、检修道路区、站用外接电源区施工占地根据施工临时用地确定。以上各区占地即可满足施工需要，又不存在漏项和冗余占地，接地极占地面积无需增减。

输电线路工程主体考虑了塔基占地、塔基施工场地占地、牵张场地占地、跨越场地占地和施工道路占地，塔基永久占地根据塔基根开尺寸确定，临时占地依据输变电工程可行性研究阶段临时施工场地核算规定，从工程总体布置，施工方法、调查同类工程施工经验及实地测量等方面分析确定，在严格控制施工场地范围的前提下，充分考虑施工

期间堆放材料、临时堆土、人员活动可能扰动的区域，输电线路各区占地即可满足施工需要，又不存在漏项和冗余占地，输电线路占地面积无需增减。

从水土保持角度分析，换流站征地严格执行相关行业标准，在保证其能够正常、安全运行的同时，尽量减少土地征用，减少地表扰动面积。项目永久占地符合工程实际建设需要，不存在多占用土地的情况，临时占地完全满足施工阶段各项目建设区的施工用地需要，不存在多占情况，经核算，本工程主体设计占地面积合理，满足工程施工要求，不存在漏项，本方案无需增减。

（4）占地性质分析评价

本工程总占地面积为 831.05hm²，永久占地 143.53hm²，约占 17%，临时占地 687.52hm²，约占 83%。

换流站占地较为集中，在工程建成后四周有围墙防护，站内空地基本硬化或布置绿化，对四周的生态环境影响很小。输电线路工程占地较为分散，施工临时占地较多，不存在集中大量占用土地的情况，且临时占地施工结束后均给予恢复植被，或者恢复耕地归还当地农耕，对生态环境的影响仅限于施工期，并且影响较小。

项目完工至设计水平年时对生态环境基本无影响。

3.2.3. 土石方平衡评价

（1）工程土石方平衡分析评价

本工程挖填土石方总量为 578.31 万 m³，总挖方 290.43 万 m³（其中表土剥离 46.21 万 m³，基础开挖土石方 232.63 万 m³，钻渣 11.59 万 m³），总填方 287.88 万 m³（其中表土回覆 46.21 万 m³，基础回填土石方 230.08 万 m³，钻渣 11.59 万 m³），总余方 2.55 万 m³，为受端换流站清淤土方，无外借土方。清淤土方干化后运至“合肥市兆河生态清洁小流域建设工程-庐南矿山生态修复工程项目（二期）”用于其后期绿化。

换流站工程主体设计结合原始标高及现场情况，尽量减少土石方挖填量，线路工程尽量采用挖填方量较少的基础形式。本工程挖、填方优先考虑就地平衡，余方为受端换流站站址处灌溉塘清淤土方，淤泥一方面初步干化处理后需进一步加工才可进行回用，本工程占地较为紧张，站外临时堆土区没有场地用于淤泥处置，另一方面本工程站区及施工生产生活区本身表土剥离量已足够后期绿化用土，无需使用淤泥回填。因此，清淤土方初步干化后外运进行综合利用，符合水土保持要求。

（2）土方调运合理性分析

本工程送端换流站主体设计在优化站区、进站道路区竖向布置和设计标高后，送端换流站土方根据站址自然地形地貌、站区总平面布置、竖向布置、进站道路布置等情况按综合自平衡考虑，在场平前对站区、进站道路部分区域进行清表，共计 6.31 万 m^3 。表土主要用于站区绿化、站区及进站道路的框格植草护坡、站区及进站道路边坡至征地红线植被恢复用土，施工生产生活区调入表土 2.97 万 m^3 至用于耕地及果园恢复。

送端接地极站用外接电源区考虑土方综合平衡，汇流装置区剥离的表土 0.02 万 m^3 和检修道路区剥离的表土 0.01 万 m^3 调入到电极电缆区进行回覆，区间调入利用量 0.03 万 m^3 ，调出利用量 0.03 万 m^3 。土石方调运符合水土保持要求。

受端换流站征地范围内剥离表土全部用于本工程绿化，站区调出土方分别至进站道路区、施工生产生活区及临时换装平台区，其中调入进站道路区 0.28 万 m^3 用于施工道路修筑，调入施工生产生活区 4.24 万 m^3 用于场平，调入临时换装平台区 0.26 万 m^3 用于场地平整及换装平台、运输道路修筑。土石方调运符合水土保持要求。

受端接地极站用外接电源区考虑土方综合平衡，检修道路区及汇流装置区剥离的表土共 0.04 万 m^3 调入到电极电缆区进行回覆，汇流装置区及电极电缆区调出基础土方共计 0.05 万 m^3 至检修道路区用于道路修筑。土石方调运符合水土保持要求。

输电线路工程塔位分散，单个铁塔基础开挖回填土石方量较小，工程挖、填方优先考虑就地平衡，塔基区开挖多余的土方，尽量避免土方重复开挖调用。

综上，本工程土石方调运符合水土保持要求。

（3）余土处置合理性分析

受端换流站工程余方共计 2.55 万 m^3 ，余方以站址处灌溉塘清淤土方为主，拟用于“合肥市兆河生态清洁小流域建设工程-庐南矿山生态修复工程项目（二期）”绿化用土。经调查，该项目共需外借土方 40.95 万 m^3 ，绿化施工期为 2023 年 12 月~2024 年 8 月，运距约 40km，可将本项目余方全部综合利用。

万 m^3 ，换流站、施工生产生活区、施工道路剥离表土可集中堆放于此，并可堆放站区基础土石方。站内临时堆土场面积 1.20hm^2 ，平均堆高按 3.5m 考虑共可集中堆放土方 4.12 万 m^3 ，用于站区基础土石方周转。

送端接地极和受端接地极临时堆土堆放与电极电缆区施工场地范围内，并进行临时防护。

输电线路塔基区永久占地范围内不能及时回填的开挖土，堆放至塔基施工场地进行防护。

(6) 可剥离表土量及表土保护利用分析评价

主体工程设计中未考虑表土的剥离及防护措施，本方案从保护表土资源角度出发，根据地形条件，施工方法及表土层厚度情况，综合确定项目建设区可剥离表土量。本工程可剥离表土面积共 287.58hm^2 ，可剥离量 79.04 万 m^3 ，按照本方案要求，工程实际剥离表土面积 202.76hm^2 ，剥离保护量 46.21 万 m^3 ，苫盖保护表土面积 104.49hm^2 ，苫盖量 29.87 万 m^3 。

两端换流站及接地极工程扰动土地类型为耕地、园地、林地、草地区域均可剥离表土，剥离厚度根据实际情况按 $20\text{cm}\sim 30\text{cm}$ 综合考虑，表土剥离后与一般土石方分开堆放，并采取临时拦挡及铺垫苫盖措施，针对堆放超过一个生长季的表土撒播草籽进行临时绿化，施工后期全部用于绿化或复耕。不涉及开挖扰动区域采用彩条布铺垫的形式对表土进行保护。

输电线路工程塔基区在施工前，对占用耕地、园地、林地及草地类型且开挖深度超过 20cm 的区域进行表土剥离，剥离厚度根据沿线实际情况按 $20\text{cm}\sim 30\text{cm}$ 综合考虑，剥离的表土与一般土石方分开堆放于塔基施工临时占地范围内，并采取临时拦挡及铺垫苫盖措施，施工后期全部回用于本区绿化或复耕。塔基区其他以压占为主或轻微扰动区域将采取铺垫彩条布进行表土防护，以减少扰动破坏。牵张场区以临时占压为主，扰动轻微，施工期将采取铺垫彩条布、铺设钢板等进行表土防护，确需进行场平的，施工前剥离表土，表土与一般土石方分开堆放并进行铺垫苫盖，施工后期全部回用于本区绿化或复耕。跨越施工场地以临时占压为主，施工期对地表扰动较轻，不进行表土剥离保护及铺垫防护。施工道路区人抬便道和施工简易道路以利用原有道路和乡村小道为主，新修施工道路仅考虑山丘区新开辟道路地表翻整区域的表土剥离，剥离的表土装入植生袋中堆放于边坡坡脚进行临时拦挡，施工后期回覆于原位用于绿化或复耕，其他施工道路不

涉及大开挖，车辆对施工道路的扰动有限，完工后对施工道路进行整平后恢复迹地，因此无需剥离表土。

本工程剥离的表土用于复耕或植被恢复，为后期占地恢复利用创造先行条件。从水土保持的角度考虑，本工程表土保护与利用措施合理。

3.2.4. 取土场设置评价

本工程不设置取土场。

3.2.5. 弃渣场设置评价

本工程不设置弃渣场。

3.2.6. 施工方法与工艺评价

本工程施工过程中采用先进的施工方法与工艺，加强施工组织管理。施工过程中采用机械施工与人工施工相结合的方法，统筹、合理、科学安排施工工序，避免重复施工和土方乱流，施工组织大纲中增加水土保持要求，施工单位严格按照施工组织大纲施工。工程施工方法（工艺）分析评价见表 3.2-2。

表 3.2-2 本工程施工方法（工艺）水土保持分析与评价

序号	评价内容			项目情况	水土保持分析与评价结论
1	施工方法是否符合减少水土流失的要求	换流站及接地极工程	场地平整	施工前剥离表土，表土与一般土石方分开堆放，两端换流站站区及施工生产生活区剥离表土集中堆放于各自站外临时堆土区域，其他附属工程表土就近堆放于施工临时占地范围内，整个场地按设计进行填方平整，挖方区按设计标高进行开挖，开挖宜从上到下分层分段依次进行，随时作一定的坡度以利泄水，尽量做到当天土方挖填平衡，减少临时堆土量。	符合要求，需加强土方临时堆放地及临时防护措施。
			基础开挖	采用机械及人工结合开挖、人工清理的方式，待浇筑基础前再清余土，并从速浇筑基础。填方采取分层碾压回填。	符合要求，需注意挖方回填、余土去向。加强临时堆土的拦挡防护措施。
		线路工程	基础施工	施工前剥离表土，表土与一般土石方分开堆放于塔基施工临时占地范围内。基坑开挖主要有人工开挖、机械开挖。浇筑混凝土基础时在挖好的基坑放置钢筋笼、支好钢模板，进行混凝土浇筑。基础拆除模板，测试砼强度达到设计强度后进行土方回填。钻	符合要求，应增加施工过程中塔基剥离表土与基础土方的分层堆放措施，开挖土方的临时拦挡、苫盖、减少因雨水冲刷和大风造成的水土流失。

序号	评价内容			项目情况	水土保持分析与评价结论
			<div>组塔</div> <div>架线</div>	渣排入泥浆沉淀池中干化处理后就地深埋。	符合要求，注意组塔过程中组装器具、塔材的堆放、拦挡措施，尽量减少对地表的扰动。 本工程架线施工中，结合国内先进架线施工工艺和本工程沿线地形地貌情况，选择适宜的架线工艺。先进工艺的架线施工方式虽然投资较高，但是利用施工简易道路及牵张场地即可实施，能大大减少对沿线植被的破坏，减少工程临时占地，减少可能造成的水土流失。
				工程铁塔安装施工采用分解组塔的施工方法。在施工过程中，根据铁塔的形式、高度、重量以及施工场地、施工设备等施工现场情况，确定正装分解组塔或倒装分解组塔。	
				线路架线采用张力架线方法施工，施工方法依次为：放线通道处理、架空地线展放及收紧、展放导引绳、牵放牵引绳、牵放导线、锚固导线、紧线临锚、附件安装、压接升空、间隔棒安装、耐张塔平衡挂线和跳线安装等。	
2	施工场地是否避让植被相对良好的区域和基本农田。			施工道路尽量利用当地已有的道路，在汽车运输无法到达的地段开辟人抬便道，采用畜力和人力运输，尽量避免新建施工道路，尽量避让植被相对良好的区域和基本农田。	符合要求，尽量避免新建施工道路。避让植被相对良好的区域和基本农田。施工过程中需严格控制施工场地范围，不占用植被相对良好的区域和基本农田。
				换流站施工场地尽量利用红线范围内用地。塔基施工场地布设在紧邻塔基四周，尽量避让植被相对良好的区域和基本农田。	符合要求，尽量紧邻永久占地，严格控制作业范围，尽量避免对植被相对良好的区域和基本农田造成破坏。
3	在河岸陡坡开挖土石方，以及开挖边坡下方有河渠、公路、铁路、居民点和其他重要基础设施时，是否设计渣石渡槽、溜渣洞等专门导渣或防护措施。			不涉及左栏内容。换流站及塔基选址中避让河岸陡坡以及开挖边坡下方有河渠、公路、铁路、居民点和其他重要基础设施。	符合要求。
4	大型料场宜分台阶开采，控制开挖深度。爆破开挖应控制装药量和爆破范围。			不涉及左栏内容。施工材料均就近采购运输。	符合要求。
5	土石方在运输是否采取防止沿途散溢等保护措施。			土石方在运输车辆采用密封环保车辆，防止沿途散逸。	符合要求。土石方运输过程中严格执行车辆密封要求。
6	是否采取表土剥离或保护措施及具体施工方法。			场平采用机械与人工相结合的施工方式进行平整。清基表土单独堆放，用	符合要求，需加强表土的铺垫和覆盖等防护措施，以保

序号	评价内容	项目情况	水土保持分析与评价结论
		于工程后期绿化覆土、耕地恢复、植被恢复。	证回覆需要。
7	裸露地表是否及时采取防护措施,填筑土方是否做到随挖、随运、随填、随压。	裸露地表及时苫盖,避免产生扬尘等。填筑土方及时挖运填压,做好防护措施。	符合要求。裸露地表及时苫盖,填筑土方及时挖运填压。
8	临时堆土应集中堆放,并采取临时拦挡、苫盖、排水、沉沙等措施。	本工程换流站站根据需要设置了临时堆土场,将临时堆土集中堆放,并布设了临时拦挡、苫盖、排水、沉沙等措施。	符合要求。临时堆土集中堆放,并采取临时拦挡、苫盖、排水、沉沙等措施。
9	围堰填筑、拆除是否采取减少流失的有效措施。	不涉及左栏内容。本工程无围堰填筑及拆除工作。	符合要求。
10	弃渣场是否满足“先拦后弃”原则。	不涉及左栏内容。本工程无弃渣场。	符合要求。
11	取土场开挖前是否按要求设置截(排、挡)水、沉沙等措施。	不涉及左栏内容。本工程无取土场。	符合要求。

此外,本工程涉及水土保持敏感区数量较多,于水土保持敏感区内施工应注意以下事项:

塔基及施工场地:施工时应在工期安排上合理有序,先设置防护措施,后进行工程建设,施工中要严格控制临时占地,尽量减少对地表和植被的破坏,除施工必须不得不铲除或碾压植被外,不允许以其他任何理由铲除植被,以减少对生态环境的破坏。

基坑开挖尽量保持坑壁成型完好,并做好临时堆土的挡护及苫盖,基础坑开挖好后应尽快浇筑混凝土,回填后及时整平场地。严格控制施工范围,穿越水土保持敏感区段,应尽量控制作业面,以保持生态系统的完整性。水土保持敏感区施工应按照本方案措施布设要求,增加临时苫盖、临时拦挡、临时排水的措施实施量,降低施工造成的水土流失影响,并在施工后期增大林地栽植和草籽撒播实施密度,增大生态恢复力度。

施工道路:材料运输过程中对施工道路及人抬便道进行合理的选择和规划,施工运输道路一般为单行道,尽量避免过多扰动原始地面,严禁出线下道行驶和开辟多条施工道路,避免在植被完好的地段进行道路修筑工作。对运至塔位的塔材,选择合适的位置进行堆放,减少场地的占用。

工程根据水土保持敏感区保护目标不同,有针对性的采用相关水土保持施工方式,水土保持敏感区施工方式见下表。

表 3.2-3 水土保持敏感区水土保持施工方式

敏感区分类	主要水保施工方式
自然保护区、森林公园、重要湿地、水产种质资源保护区、水土保持重点治理区、重点预防区等	<p>(1) 材料运输过程中对施工道路及人抬便道进行合理的选择和规划，施工运输道路一般为单行道，尽量避免过多扰动原始地面，严禁出线下道行驶和开辟多条施工道路，避免在植被完好的地段进行道路修筑工作。</p> <p>(2) 对运至塔位的塔材，选择合适的位置进行堆放，减少场地的占用。</p> <p>(3) 合理控制施工作业范围，尽量减少对地表和植被的破坏，除施工必须不得不铲除或碾压植被外，不允许以其他任何理由铲除植被，以减少对生态环境的破坏。</p> <p>(4) 基坑开挖尽量保持坑壁成型完好，并做好临时堆土的挡护及苫盖，基础坑开挖好后应尽快浇筑混凝土，回填后及时整平场地。</p> <p>(5) 施工过程按照水保方案措施实施要求，提高临时苫盖、拦护等措施，并增加绿化恢复措施，减轻工程施工过程中的扰动同时及时恢复或提升原地貌生态条件。</p>
水源保护区	<p>(1) 不在二级水源地地上采用灌柱桩施工工艺，以免施工过程中对地下水造成污染。</p> <p>(2) 严禁施工过程中的施工废水外排，施工产生的废污水应集中拉运至污水处理厂集中处理。</p>

3.2.7. 主体工程设计中具有水土保持功能工程的评价

3.2.7.1. 送端换流站具有的水土保持功能工程分析与评价

(1) 站区

——雨水排水管网

送端换流站站区雨水采取有组织排水方式，地面排水坡度 0.5%，每隔 20m~30m 间距设置雨水口，各雨水口之间用管道相连通，站区雨水经排水管网汇集后通过站区南侧的站外排水管线排至站址南侧自然沟道内。站区雨水排水管网总长 7250m，站内雨水排水管道采用钢筋混凝土排水管，管径为 DN300~DN1000。排水系统设计按照《变电站和换流站给水排水设计规程》(DL/T5143-2018)、《室外排水设计标准》(GB50014-2021) 中室外排水规定设计，设计重现期为 5 年。主体工程设计的雨水排水管可满足站内雨水排放需要，根据水土保持工程措施界定原则分析，雨水排水管具有水土保持功能，属于水土保持工程，满足水土保持要求。

——钢筋混凝土排水沟

换流站挖方边坡、填方边坡坡脚处设置矩形钢筋混凝土排水沟，排水沟长度共计 1759m，其中断面尺寸为 1.0m × 1.0m 的排水沟长度为 1119m，断面尺寸为 0.6m × 0.6m 的排水沟长度为 640m，所有排水沟比降不小于 0.005，雨水经站外排水管线排至站址南

侧的自然沟道内。主体工程设计的钢筋混凝土排水沟可满足站区雨水排放需要，根据水土保持工程措施界定原则分析，该措施具有水土保持功能，属于水土保持工程，满足水土保持要求。

钢筋混凝土排水沟采用 5 年一遇短历时暴雨排水工程设计标准，项目位于水土流失重点治理区，截排水工程的工程等级提高 1 级，根据《水土保持工程设计规范》(GB51018-2014)，排水沟按 1 级标准进行校核，下面对排水沟过流能力进行校核，边坡排水沟断面尺寸为 1m×1m，总长 1119m，最大汇流面积为 1.21hm²，设计重现期和降雨历时内的平均降雨强度参考延安市暴雨强度公式计算：

$$q=990 \times (1+1.3\lg P) / (t+7)^{0.67} \quad \text{公式 3.2-1}$$

坡面洪水设计径流量公式：

$$Qm = q \cdot F \quad \text{公式 3.2-2}$$

式中： q —暴雨强度，计算得 283.12L/hm²·s；

P —暴雨重现期，取 5 年；

t —降雨历时 (min)，取 10min

Qm —雨水设计流量 (L/s)；

Ψ —径流系数，取 0.80；

F —汇水面积 (hm²)，边坡排水沟最大汇水面积为 1.21hm²。

经计算，5 年一遇洪峰流量约为 342.57L/s。

排水沟过流能力校核：

排水沟过流能力采用明渠均匀流公式计算确定。

$$Q=A \times V \quad \text{公式 3.2-3}$$

式中： Q ——设计流量 (m³/s)；

A ——过水断面面积 (m²)，需考虑安全超高 0.3m；

V ——流速 (m/s)；

$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times i^{\frac{1}{2}} \quad \text{公式 3.2-4}$$

式中： R ——水力半径(m)；

i ——水力坡度，取 0.005；

n ——粗糙系数，取 0.014；

经计算，排水沟设计排水流量为 $1.55\text{m}^3/\text{s}$ ，大于设计洪峰流量 $0.34\text{m}^3/\text{s}$ ，满足过流要求。

站区东侧排水沟总长度 640m，断面尺寸为 $0.6\text{m} \times 0.6\text{m}$ ，对其过流能力进行校核，最大汇流面积为 0.64hm^2 ，设计重现期和降雨历时内的平均降雨强度参考延安市暴雨强度公式计算：

根据《水土保持工程设计规范》(GB51018 - 2014)，排水沟按 1 级标准进行校核，排水沟出口断面设计洪峰流量为 $0.18\text{m}^3/\text{s}$ 。排水沟过流能力采用明渠均匀流公式计算确定，详见公式 3.1-3、3.1-4，排水沟需考虑安全超高 0.3m，水力坡度取 0.005，粗糙系数取 0.014，经计算，排水沟设计排水流量为 $0.26\text{m}^3/\text{s}$ ，大于设计洪峰流量 $0.18\text{m}^3/\text{s}$ ，满足过流要求。

——钢筋混凝土截洪沟

站区北侧及西侧受极小坡面来水影响，主体设计于挖方边坡外侧设置钢筋混凝土截洪沟，断面尺寸为 $1.5\text{m} \times 1.0\text{m}$ ，共计 1776m，比降不小于 0.005，截洪沟防洪标准为 100 年一遇。根据水土保持工程措施界定原则分析，该措施具有水土保持功能，属于水土保持工程，满足水土保持要求。

根据《水土保持工程设计规范》(GB51018 - 2014)，截洪沟按 1 级标准进行校核，站址北侧、西侧站外汇水区域出口断面设计洪峰流量为 $1.00\text{m}^3/\text{s}$ 。截洪沟过流能力采用明渠均匀流公式计算确定，详见公式 3.1-3、3.1-4，需考虑安全超高 0.3m，水力坡度取 0.005，粗糙系数取 0.014，经计算，截洪沟设计排水流量为 $2.69\text{m}^3/\text{s}$ ，大于设计洪峰流量 $1.02\text{m}^3/\text{s}$ ，满足过流要求。

——框格植草护坡

站区挖方边坡位于站区的西侧、西北侧、西南侧，挖方边坡长 1036m，挖方边坡大坡高为 6.15m，放坡坡率为 1:1.50，坡面采用框格植草护坡形式；填方边坡位于站区东侧、东北侧、东南侧，填方边坡长 1332m，填方边坡最大坡高为 5.05m，放坡坡率为 1:1.75，坡面采用框格植草护坡形式。站区挖填方边坡护坡面积共计 19819m^2 ，其中挖方边坡护坡面积 10824m^2 ，填方边坡面积 8995m^2 。

根据水土保持工程措施界定原则分析，框格植草护坡具有水土保持功能，属于水土保持工程，满足水土保持要求。

——站区绿化

对站区可绿化区域铺植草坪，草坪为高羊茅、黑麦草、早熟禾混播草坪，高羊茅：黑麦草：早熟禾=7:2:1，站区内绿化面积为 6.59hm²。

绿化措施可满足站区美化需要，根据水土保持工程措施界定原则分析，该措施具有水土保持功能，属于水土保持工程，满足水土保持要求。

（2）进站道路区

——钢筋混凝土排水沟

进站道路两侧设置钢筋混凝土排水沟，断面尺寸为 0.6m×0.6m，总长约 911m，比降不小于 0.005，进站道路排水沟出水口衔接至站区排水沟内，经站外排水主管线排至站区南侧的自然沟道内。排水沟采用 5 年一遇短历时暴雨排水工程设计标准，按 1 级标准进行校核。进站道路汇水面积小于站区边坡排水沟最大汇流面积，断面尺寸与站区边坡排水沟一致，能够满足过流要求。

根据水土保持工程措施界定原则分析，该措施具有水土保持功能，属于水土保持工程，满足水土保持要求。

——钢筋混凝土截洪沟

进站道路挖方边坡坡顶处设置钢筋混凝土截洪沟，断面尺寸为 0.6m×0.8m，总长约 546m，比降不小于 0.005，经进站道路排水沟排入站区边坡排水沟内，再由站外排水管线排至站区南侧自然沟道内。截洪沟防洪标准为 100 年一遇，按 1 级标准进行校核。进站道路区汇水面积小于站区边坡排水沟最大汇流面积，过水断面尺寸大于站区边坡排水沟，能够满足过流要求。

根据水土保持工程措施界定原则分析，该措施具有水土保持功能，属于水土保持工程，满足水土保持要求。

——框格植草护坡

进站道路挖方边坡放坡坡率为 1:1.5，坡面采用框格植草护坡形式，护坡面积共计 5279m²。

根据水土保持工程措施界定原则分析，框格植草护坡具有水土保持功能，属于水土保持工程，满足水土保持要求。

（3）站外供排水设施区

——钢筋混凝土排水管、排水钢管、混凝土跌水沟、八字式排水口、消力池

站区雨水经过钢筋混凝土排水管（DN2300）、排水钢管（DN2000）、八字式排水

口、混凝土跌水沟、消力池后排至站址南侧的自然沟道，其中钢筋混凝土排水管（DN2300）长度为 1000m，排水钢管（DN2000）长度为 900m，混凝土跌水沟（断面尺寸 4m×3.5m）长度为 40m，消力池（断面尺寸 4m×3.5m）长 15m，在排水钢管出口处设置八字排水口，排水管、排水沟坡比为 0.005。

根据水土保持工程措施界定原则分析，上述排水设施具有水土保持功能，属于水土保持工程，满足水土保持要求。

下面对站区雨水站外排水管道过流能力进行复核：

根据设计文件，设计重现期为 5 年一遇，综合径流系数为 0.8，降雨历时 $t=10\text{min}$ ，围墙内站区汇水面积为 27.89hm^2 。项目区域最大降雨量参考《中国城市新一代暴雨强度公式（中国建筑工业出版社，2014.10）》中延安市暴雨强度公式计算，通过公式 3.2-1、3.2-2 得雨水流量 $Q=6.32\text{m}^3/\text{s}$ ，站区边坡截排水沟洪峰流量为 $1.54\text{m}^3/\text{s}$ ，合计 $7.86\text{m}^3/\text{s}$ 。

换流站雨水由 DN2300 钢筋混凝土管衔接 DN2000 排水钢管进行排放，按管径较小的 DN2000 排水钢管进行过流能力符合，根据公式 3.2-3，排水管过流能力达到 $9.99\text{m}^3/\text{s}$ ，能够满足过流要求。

3.2.7.2. 受端换流站具有的水土保持功能工程分析与评价

（1）站区

——雨水排水管网

受端换流站站区雨水采用有组织排水方式，地面排水坡度 0.5%，每隔 20m~30m 间距设置雨水口，各雨水井用管道相连通，共布设雨水排水管网 14250m，管径为 DN225~DN1200，其中 DN225 管线采用硬聚氯乙烯（PVC-U）加筋管，其余管径管线采用钢筋混凝土管。站区雨水分区排放，于站外东南侧和西南侧分别布设 1 处雨水排水口，每个排水口大约分担站内雨水一半的地表雨水汇水量，雨水经雨水排水管网汇集后分别通过 DN1200 排水管排至站址东南和西南侧的围墙外沟渠，最终汇入马槽河。排水系统设计按照《变电站和换流站给水排水设计规程》（DL/T5143-2018）、《室外排水设计标准》（GB50014-2021）中室外排水规定设计，设计重现期为 3 年。根据水土保持工程措施界定原则分析，该措施具有水土保持功能，属于水土保持工程，满足水土保持要求。

根据《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014），雨水排水管网按 2 级标准进行校核，站区最大汇流面积为 10.28hm^2 ，设计重现期和降雨历时内的平均降雨强度参考合

肥市暴雨强度公式计算:

$$q=3600 \times (1+0.76\lg P) / (t+14)^{0.84} \quad \text{公式 3.2-5}$$

坡面洪水设计径流量公式:

$$Q_m = q \psi F \quad \text{公式 3.2-6}$$

式中: q —暴雨强度, 计算得 339.86L/hm²·s;

P —暴雨重现期, 取 3 年;

t —降雨历时 (min), 取 10min

Q_m —雨水设计流量 (L/s);

ψ —径流系数, 取 0.60;

F —汇水面积 (hm²), 边坡排水沟最大汇水面积为 10.28hm²。

经计算, 3 年一遇洪峰流量约为 2096L/s。

排水管过流能力校核:

排水管过流能力采用明渠均匀流公式计算确定。

$$Q=A \times V \quad \text{公式 3.2-3}$$

式中: Q ——设计流量 (m³/s);

A ——过水断面面积 (m²);

V ——流速 (m/s);

$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times i^{\frac{1}{2}} \quad \text{公式 3.2-4}$$

式中: R ——水力半径(m);

i ——水力坡度, 取 0.005;

n ——粗糙系数, 取 0.014;

经计算, 排水沟设计排水流量为 2.56m³/s, 大于设计洪峰流量 2.10m³/s, 排水管满足过流要求。

——钢筋混凝土排水沟

换流站挖方边坡、填方边坡坡底均设置钢筋混凝土排水沟, 排水沟长度共计 1800m, 断面尺寸为 0.5m×0.5m, 所有排水沟比降不小于 0.005, 边坡排水沟内雨水就近排入周边沟渠或水塘。主体工程设计的钢筋混凝土截排水沟可满足站区雨水排放需要, 根据水土保持工程措施界定原则分析, 该措施具有水土保持功能, 属于水土保持工程, 满足水

土保持要求。

边坡排水沟采用 3 年一遇短历时暴雨排水工程设计标准, 根据《水土保持工程设计规范》(GB51018 - 2014), 排水沟按 2 级标准进行校核, 边坡排水沟最大汇流面积为 0.58hm^2 , 设计重现期和降雨历时内的平均降雨强度参考合肥市暴雨强度公式计算, 详见公式 3.2-5、3.2-6, P 取 3 年, t 取 10min, Ψ 取 0.60。排水沟过流能力采用明渠均匀流公式, 详见公式 3.2-3、3.2-4 计算确定, i 取 0.005, n 取 0.014。经计算, 排水沟设计排水流量为 $0.20\text{m}^3/\text{s}$, 大于设计洪峰流量 $0.12\text{m}^3/\text{s}$, 混凝土排水沟满足过流要求。

——钢筋混凝土截洪沟

站址北侧受小流域汇水影响, 主体设计于挖方边坡外侧设置钢筋混凝土截洪沟, 长度共计 550m, 断面尺寸为 $2.0\text{m} \times 1.0\text{m}$, 比降不小于 0.005, 截洪沟防洪标准为 100 年一遇。根据水土保持工程措施界定原则分析, 该措施具有水土保持功能, 属于水土保持工程, 满足水土保持要求。

根据《水土保持工程设计规范》(GB51018 - 2014), 排水沟按 2 级标准进行校核, 站址北侧站外汇水区域出口断面设计洪峰流量为 $2.00\text{m}^3/\text{s}$ 。截洪沟过流能力采用明渠均匀流公式计算确定, 详见公式 3.2-3、3.2-4, 截洪沟需考虑安全超高 0.2m, i 取 0.005, n 取 0.014, 经计算, 排洪沟设计排水流量为 $4.71\text{m}^3/\text{s}$, 大于设计洪峰流量 $2.00\text{m}^3/\text{s}$, 截洪沟满足过流要求。

——框格植草护坡、混凝土护坡

站址西侧、北侧及东侧局部区域挖方边坡总长度约 790m (不含北侧水塘区域), 最大坡高约 5m, 采用自稳放坡方案, 放坡坡率为 1: 1.5; 站址南侧及东侧大部分区域为填方边坡, 填方边坡总长度约 860m。大部分区域填方边坡坡高小于 7.5m, 局部位于沟渠处坡高达 9.8m, 采用自稳分级放坡方案, 放坡坡率为 1: 2.0, 其中第 1 级台阶边坡坡高 7.0m, 马道宽 2.0m, 第 2 级台阶边坡坡高 2.0m。除站址东侧占用水塘区域边坡外, 挖填方边坡均采用 $3\text{m} \times 3\text{m}$ 混凝土骨架+六角形植草绿化护坡, 挖方边坡框格植草护坡工程量为 3000m^2 , 填方边坡为 12900m^2 , 合计 15900m^2 。

为保证边坡安全, 站址东侧占用水塘区域填土后形成的填方边坡不采用框格植草护坡, 护坡形式为 200mm 厚 C30 混凝土护坡, 面积为 800m^2 。

根据水土保持工程措施界定原则分析, 框格植草护坡具有水土保持功能, 属于水土保持工程, 满足水土保持要求。本工程所采用的混凝土护坡主要为主体工程安全服务,

不界定为水土保持措施。

——站区绿化

受端换流站考虑全站绿化，主体设计在站区内可绿化区域铺设草皮进行绿化，根据当地自然环境条件，草皮选择马尼拉，站区内绿化面积为 7.70hm^2 。绿化措施可满足站区美化需要，根据水土保持工程措施界定原则分析，该措施具有水土保持功能，属于水土保持工程，满足水土保持要求。

(2) 进站道路区

——挡土墙

进站道路两侧部分区域布设直立式路肩混凝土挡墙，挡墙高度为 $2.0\text{m}\sim 5.0\text{m}$ ，挡墙长度共计 342m ，共布设挡墙 1484m^3 。

根据水土保持工程措施界定原则分析，本工程进站道路挡土墙属路基挡土墙，主要为主体工程安全服务，不界定为水土保持措施。

——混凝土排水沟

进站道路两侧设置混凝土排水沟，总长约 464m ，断面尺寸为 $0.5\text{m}\times 0.5\text{m}$ ，比降不小于 0.005 ，收集雨水后直接排至进站道路南侧已有沟渠，最终汇入马槽河。排水沟采用 3 年一遇短历时暴雨排水工程设计标准，按 2 级标准进行校核。进站道路汇水面积小于站区边坡排水沟最大汇流面积，断面尺寸与站区边坡排水沟一致，能够满足过流要求。

根据水土保持工程措施界定原则分析，该措施具有水土保持功能，属于水土保持工程，满足水土保持要求。

(3) 站外供排水设施区

——泥浆沉淀池

站区生活污水与阀冷却水排水管线穿越合九铁路采用顶管施工，配套设置泥浆沉淀池，泥浆沉淀池采用半挖半填方式，地下部分池口尺寸为 $6\text{m}(\text{长})\times 6\text{m}(\text{宽})\times 1.5\text{m}(\text{深})$ ，池壁开挖坡比控制在 $1: 0.5$ ，以保持边坡的稳定。

根据水土保持工程措施界定原则分析，该措施具有水土保持功能，属于水土保持工程，满足水土保持要求。

(4) 专项设施迁改区

——挡土墙

还建道路两侧部分区域布设直立式路肩混凝土挡墙，挡墙高度为 $2.5\text{m}\sim 5.0\text{m}$ ，挡墙

长度共计 365m，共布设挡墙 2500m³。

根据水土保持工程措施界定原则分析，本工程还建道路挡土墙属路基挡土墙，主要为主体工程安全服务，不界定为水土保持措施。

——植草护坡

还建道路高度小于 2.5m 边坡采用自稳放坡+植草护坡的形式，放坡坡率按 1: 2 考虑，植草护坡面积共计 2500m²，草籽选择黑麦草、狗牙根混播。

根据水土保持工程措施界定原则分析，该措施具有水土保持功能，属于水土保持工程，满足水土保持要求。

(5) 临时换装平台区

——泥浆沉淀池

临时换装平台桥吊基础为灌注桩基础，配套设置泥浆沉淀池，泥浆沉淀池采用半挖半填方式，地下部分池口尺寸为 15m（长）×15m（宽）×1.5m（深），池壁开挖坡比控制在 1: 0.5，以保持边坡的稳定。

根据水土保持工程措施界定原则分析，该措施具有水土保持功能，属于水土保持工程，满足水土保持要求。

3.2.7.3. 输电线路具有的水土保持功能工程分析与评价

(1) 塔基区

输电线路设计时考虑了塔基的护坡防护、排水设计。具体情况如下：

——浆砌块石护坡

护坡通常沿塔位周围自然山坡或基面挖方后的缓坡面用 MU20 块石砌筑，对塔基边坡起保护作用。根据现场具体情况而定。护坡坡脚必须置于原状土土层上，山坡削成小于 50°，用 M5 水泥砂浆砌筑、勾缝，并每隔 2m 设一个泄水孔，预埋设φ100PVC 管。斜坡防护工程级别确定为 5 级。

浆砌石护坡量共计 299m³。

根据水土保持工程措施界定原则分析，主体工程设计的塔基边坡防护措施可防止雨水冲刷，具有水土保持功能，属于水土保持工程，满足水土保持要求。

——浆砌石挡渣墙

当杆塔位于山包或斜坡，塔位四周或下坡侧为陡坡时，降底基面与基坑开挖的土石方无法就地堆稳，主体设计考虑在堆土的下方修一道挡渣墙，将土堆放在挡渣墙内，避

免水土流失和影响周边生态环境。

本工程山丘区塔基拦挡工程级别为 4 级。本方案要求杆塔终勘定位后，正常运用工况下，挡渣墙基底抗滑稳定安全系数不小于 1.20、抗倾覆安全系数为 1.40；非常运用工况下，挡渣墙基底抗滑稳定安全系数不小于 1.05、抗倾覆安全系数为 1.30。满足水保要求。

浆砌石挡渣墙共计 108m^3 。

根据水土保持工程措施界定原则分析，主体工程设计的塔基挡渣墙能有效拦挡塔基区余土，具有水土保持功能，属于水土保持工程。

——浆砌石排水沟

通畅良好的基面排水，有利于基面挖方边坡及基础保护范围外临空面的土体稳定。塔位有坡度时，为防止上山坡侧汇水面的雨水、山洪及其他地表水对基面的冲刷影响，除位于面包形山顶或山脊的塔位外，其余山丘区塔位需根据实际地形因素（考虑坡度、上坡处汇水等）在塔位上坡侧（如果基面有降基挖方，距挖方坡顶水平距离 $\geq 4\text{m}$ 处），依山势设置部分环状排水沟，以拦截和排除周围山坡汇水面内的地表水。根据工程实际情况，可布设 1 道或 2 道排水沟。

排水沟设计标准按 10 年一遇 10min 降水量设计，其横断面尺寸为：深 \times 底宽 \times 上口宽 $=0.5\text{m}\times 0.4\text{m}\times 0.5\text{m}$ （I 型），深 \times 底宽 \times 上口宽 $=1.0\text{m}\times 0.8\text{m}\times 1.0\text{m}$ （II 型）。沟底应留有不少于 0.3%的纵向坡度。

在设计中对降基挖方的基面留有内高外低的排水坡度，坡度一般为 0.5~1.0%。基面排水坡度尽可能向基础保护范围大的缓坡方向倾斜，以便基面雨水从此方向排出。排水沟末端与自然沟道顺接在较平缓区域，排水沟出口设八字式能散水措施，所用材料与排水沟保持一致，其横断面尺寸为：I 型末端宽 0.8m、长 1.0m，II 型宽 1.2m、长 1.0m。

浆砌石排水沟量共计 663m^3 。

根据水土保持工程措施界定原则分析，主体工程设计的山丘区塔基排水沟能满足塔基区排水要求，具有水土保持功能，属于水土保持工程。

——泥浆沉淀池

针对塔基灌注桩基础主体工程考虑了灌注桩基础泥浆防护临时措施。泥浆沉淀池采用半挖半填方式，其尺寸根据钻渣泥浆量确定，每个沉淀池地下部分池口尺寸为 15m（长） \times 15m（宽） \times 1.5m（深），接地极线路及 500kV 以下迁改线路按 10m（长） \times 8m

(宽) × 1m (深)，池壁开挖坡比控制在 1: 0.5，以保持边坡的稳定。淮河大跨越处跨越塔每基布设 2 座泥浆沉淀池，其它灌注桩基础塔基每基布设 1 处泥浆沉淀池。

泥浆沉淀池共计 1097 座。

根据水土保持工程措施界定原则分析，主体工程设计的灌注桩基础泥浆防护措施具有水土保持功能，属于水土保持工程，满足水土保持要求。

(2) 施工道路区

——铺设钢板

因线路工程沿线部分区域原状土承载力较弱，为方便施工器械及材料运输，主体考虑于施工道路部分区域铺设钢板，钢板厚度为 6mm。铺设钢板能有效减轻地表扰动，保护表土。施工道路共计铺设钢板 194507m²。

根据水土保持工程措施界定原则分析，铺设钢板具有水土保持功能，属于水土保持工程，满足水土保持要求。

3.2.7.4. 主体工程设计的水土保持措施综合分析评价

主体工程从自身功能和安全角度考虑，布置了一系列具有水土保持功能的设施，在充分发挥主体工程自身作用的同时，有效地防治了水土流失。本方案将从全面防治水土流失的角度出发，对主体工程设计中具有水土保持功能的各项工程进行分析论证，对不能满足水土保持要求的，本方案将进行补充设计。为更好地防止施工中产生的水土流失，方案需完善补充施工期间各防治分区的临时挡护、苫盖、铺垫措施、排水、土地整治（含耕地恢复、穴状整地）、及植被恢复（林草恢复及幼林抚育）等措施。

本工程主体工程设计的水保措施分析评价见表 3.2-5。

3.3. 主体工程设计中水土保持措施界定

根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB 50433-2018）的界定原则，将换流站站区内、外雨水排水管网设施，送端站护坡、受端站框格植草护坡、站区绿化等防护措施，线路塔基的护坡、挡渣墙、排水沟、灌注桩泥浆处理等界定为水土保持措施，其投资纳入本方案投资估算中。主体工程设计中具有的水土保持功能工程的措施工程量及投资见表 3.3-1~3.3-4。

表 3.3-1 送端换流站界定为水土保持措施的工程量及投资一览表

项目分区		水保措施		单位	数量	单价（元）	工程投资（万元）
送端换流站	站区	工程措施	地下雨水管网	m	7250	883	640.18
			钢筋混凝土截洪沟	m ³	1776	1898	337.08
			钢筋混凝土排水沟	m ³	1347	1898	255.66
			框格植草护坡	m ²	19819	148	293.32
		植物措施	站区绿化	hm ²	6.59	279800	184.39
	进站道路区	工程措施	钢筋混凝土截洪沟	m ³	341	1898	64.72
			钢筋混凝土排水沟	m ³	401	1898	76.11
			框格植草护坡	m ²	5279	148	78.13
	站外供排水设施区	工程措施	钢筋混凝土排水管	m	1000	4556	455.6
			排水钢管	m	900	36047	3244.23
			跌水沟	m	40	19623	78.49
			消力池	个	1	400000	40
			八字式排水口	座	1	22523	2.25
合计							5750.16

表 3.3-2 受端换流站界定为水土保持措施的工程量及投资一览表

项目分区		水保措施		单位	数量	单价（元）	工程投资（万元）
受端换流站	站区	工程措施	钢筋混凝土排水沟	m ³	684	1643	112.39
			雨水排水管网	m	14250	616	1333.54
			框格植草护坡	m ²	15900	161	256.12
			钢筋混凝土截洪沟	m ³	484	1643	79.53
	进站道路区	植物措施	站区绿化	hm ²	7.70	284300	218.91
		工程措施	混凝土排水沟	m ³	176	1278	22.54
	站外供排水设施区	临时措施	泥浆沉淀池	座	2	10000	2.00
		植物措施	边坡植草	hm ²	0.25	15544	0.65
	临时换装平台区	临时措施	泥浆沉淀池	座	2	20000	4.00
合计							2029.68

表 3.3-3 直流线路界定为水土保持措施的工程量及投资一览表

项目	省份	分区	措施类型	水保措施	单位	数量	单价 (元)	工程投资 (万元)
直流 线路	陕西省	塔基区	工程措施	浆砌石护坡	m³	53	1120	5.94
				浆砌石挡渣墙	m³	45	1120	5.04
				浆砌石排水沟	m³	65	1120	7.28
		施工道路	临时措施	泥浆沉淀池	个	103	20000	206.00
				钢板铺设	m²	8400	140.05	117.64
	河南省	塔基区	工程措施	浆砌石护坡	m³	241	1029	24.82
				浆砌石挡土墙	m³	52	1029	5.34
				浆砌石排水沟	m³	562	1029	57.86
		施工道路	临时措施	泥浆沉淀池	座	398	20000	796.00
				钢板铺设	m²	6500	144.82	94.13
	安徽省	塔基区	临时措施	泥浆沉淀池	座	441	20000	882.00
		施工道路		钢板铺设	m²	137162	137.92	1891.74
合计								4093.79

备注：表中浆砌石排水投资中包括了排水沟末端消能池的投资。

表 3.3-4 接地极线路及迁改线路界定为水土保持措施的工程量及投资一览表

项目	省份	分区	措施类型	水保措施	单位	数量	单价 (元)	工程投资 (万元)
接地 极线 路及 迁改 线路	陕西省	塔基区	工程措施	浆砌石护坡	m³	5	1120	0.56
				浆砌石挡渣墙	m³	11	1120	1.23
				浆砌石排水沟	m³	5	1120	0.56
	河南省	施工道路	临时措施	钢板铺设	m²	400	144.82	5.79
	安徽省	塔基区	临时措施	泥浆沉淀池	座	155	12000	186.00
		施工道路		钢板铺设	m²	42045	137.92	579.88
合计								774.02

备注：表中浆砌石排水投资中包括了排水沟末端消能池的投资。

4 水土流失分析与预测

4.1. 水土流失现状

4.1.1. 水土流失类型及强度

根据全国土壤侵蚀第二次遥感普查报告、各省水土流失遥感调查成果、《陕西省水土保持公报（2021年）》、《河南省水土保持规划（2016-2030年）》、《安徽省水土保持公报（2022年）》等专题报告，并结合工程现场调查，项目区所经区域以水力侵蚀为主，侵蚀形式主要为面蚀、沟蚀，土壤侵蚀强度以轻度侵蚀为主，详见表 4.1-1。

表 4.1-1 项目区水土流失面积统计表 单位：km²

行政区	水土流失面积						水土流失面积比例 (%)	土地面积
	轻度	中度	强烈	极强烈	剧烈	小计		
延安市	9712.21	5694.24	1599.11	817.56	148.82	17971.94	48.53	37032
渭南市	1205.04	332.57	84.89	21.46	3.03	1649.99	14.40	11437
商洛市	2903.33	646.53	253.71	201.36	27.64	4032.57	20.59	19581
三门峡市	1143.89	503.05	116.35	48.32	8.33	1819.94	18.31	9935
洛阳市	2413.41	1803.43	447.39	66.3	3.47	4734	31.08	15230
平顶山市	1032.24	461.11	121.27	0	0	1614.62	25.59	6310
南阳市	3216.29	2170.37	371.65	41.69	0	5800	21.88	26511
驻马店市	521.58	215.2	88.36	44.37	10.35	879.86	6.45	13644
阜阳市	9.51	0.11	0	0	0	9.62	0.10	9775
六安市	2018.93	81.17	24.91	8.06	4.60	2137.67	13.83	15462
合肥市	555.56	33.30	17.22	3.54	1.36	610.98	5.31	11496

4.1.2. 项目区水土保持区划

根据《全国水土保持区划》（试行）及各省水土保持规划，项目由西向东经过西北黄土高原区、北方土石山区、南方红壤区三个土壤侵蚀类型区。

根据《土壤侵蚀分类分级标准》，项目区沿线容许土壤流失量为 1000t/(km²·a)、200t/(km²·a)、500t/(km²·a)。

项目区水土保持区划情况见表 4.1-2。工程沿线土壤侵蚀强度分布图见附图 4-2。

表 4.1-2 项目区水土保持区划情况表

一级区	二级区	三级区	行政区（县市）	容许土壤流失量 (t/km ² ·a)
西北黄土高原区	晋陕甘高塬沟壑区	晋陕甘高塬沟壑保土蓄水区	富县、黄陵县、洛川县、白水县、澄城县	1000
	汾渭及晋城丘陵阶地区	秦岭北麓-渭河中低山阶地保土蓄水区	蒲城县、大荔县、华州区、华阴市、洛南县	1000

一级区	二级区	三级区	行政区（县市）	容许土壤流失量 (t/km ² ·a)
北方土石山区	华北平原区	淮北平原岗地农田防护保土区	临泉县、颍州区、阜南县、颍上县、西平县、汝南县、上蔡县、平舆县	200
	豫西南山地丘陵区	豫西黄土丘陵保土蓄水区	灵宝市、卢氏县、栾川县、嵩县	200
	豫西南山地丘陵区	伏牛山山地丘陵保土水源涵养区	汝阳县、鲁山县、叶县、舞钢市、南召县、方城县、遂平县	200
南方红壤区	大别山-桐柏山山地丘陵区	桐柏大别山山地丘陵水源涵养保土区	霍邱县	200
	大别山-桐柏山山地丘陵区	桐柏大别山山地丘陵水源涵养保土区	裕安区、金安区、舒城县	500
	江淮丘陵及下游平原区	江淮丘陵岗地农田防护保土区	肥西县、庐江县	500

4.1.3. 项目区土壤侵蚀模数背景值

收集各省水土流失遥感调查结果、各省水土保持监测公报、项目区土壤侵蚀强度图和项目区内已验收的同类工程监测结果，同时征求了各县市（区）水土保持局（站）专家的意见，根据原地貌土地占地类型，最终确定工程沿线的原地貌土壤侵蚀模数。项目区以水力侵蚀为主，沿线各省、市土壤侵蚀模数背景值详见表 4.1-3。

表 4.1-3 本工程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/km ² ·a)	扰动后侵蚀模数 (t/km ² ·a)
陕西省	延安市	山丘	轻度水蚀	800~1200	4000~13000
	渭南市	山丘	轻度水蚀	700~1200	3000~6000
		平原	轻度水蚀	600~1000	2500~4500
	商洛市	山丘	轻度水蚀	650~1100	2500~5000
河南省	三门峡市	山丘	轻度水蚀	600~1100	2500~5500
	洛阳市	山丘	轻度水蚀	200~450	3000~7000
		平原	轻度水蚀	180~250	2000~5500
	平顶山市	山丘	轻度水蚀	200~450	3000~7000
		平原	轻度水蚀	180~250	2000~5500
	南阳市	山丘	轻度水蚀	200~350	2500~6500
安徽省	驻马店市	平原	轻度水蚀	180~220	1600~5000
	阜阳市	平原	轻度水蚀	160~220	1600~5000
	六安市	山丘	轻度水蚀	300~600	3000~7500
		平原	轻度水蚀	180~500	1700~5600
	合肥市	平原	轻度水蚀	300~500	1600~7000

4.2. 水土流失影响因素分析

4.2.1. 水土流失影响分析

本工程为建设类项目，水土流失主要发生在施工期（含施工准备期），建设过程中

场地开挖、回填、平整等施工过程必然扰动原地表，损坏原地表土壤、植被，并形成松散堆积体，易造成新的水土流失。项目建设可能产生土壤流失影响因素及侵蚀强度分析如表 4.2-1。

表 4.2-1 项目建设可能产生土壤流失影响因素及侵蚀强度分析

项目分区		产生土壤流失的影响因素	侵蚀特点
项目施工准备期及施工期水土流失因素分析			
送端换流站	站区	场地平整，站区管沟和基坑开挖、临时堆放余土以及建筑物建设等扰动地表	产生强烈～极强烈水蚀
	进站道路区	土方开挖回填，扰动地表	产生强烈～极强烈水蚀
	站外电力设施区	土方开挖回填，扰动地表	产生中度～强烈水蚀
	站外供排水设施区	管沟开挖，破坏原地貌	产生中度～强烈水蚀
	施工生产生活区	场地平整，土方开挖回填扰动	产生强烈～极强烈水蚀
	站外临时堆土区	土方开挖回填，扰动地表	产生强烈～极强烈水蚀
	专项设施迁改区	土方开挖回填，扰动地表	产生强烈～极强烈水蚀
送端接地极	汇流装置区	场地平整，基坑开挖等扰动地表	产生强烈～极强烈水蚀
	检修道路区	土方开挖回填，扰动地表	产生强烈～极强烈水蚀
	站用外接电源区	基础开挖回填，扰动地表	产生中度～强度水蚀
	电极电缆区	管沟开挖，破坏原地貌	产生强烈～极强烈水蚀
受端换流站	站区	场地平整，站区管沟和基坑开挖、临时堆放余土以及建筑物建设等扰动地表	产生强烈～极强烈水蚀
	进站道路区	场地平整，土方开挖回填扰动	产生强烈～极强烈水蚀
	施工生产生活区	场地平整，土方开挖回填扰动	产生强烈～极强烈水蚀
	站外临时堆土区	土方堆积造成土壤侵蚀	产生强烈～极强烈水蚀
	站外供排水设施区	管沟开挖，破坏原地貌	产生中度～强烈水蚀
	站外电力设施区	土方开挖回填，扰动地表	产生中度～强烈水蚀
	专项设施迁改区	土方开挖回填，扰动地表	产生强烈～极强烈水蚀
	临时换装平台区	土方开挖回填，扰动地表	产生强烈～极强烈水蚀
受端接地极	汇流装置区	基坑开挖等扰动地表	产生强烈～极强烈水蚀
	检修道路区	土方开挖回填，扰动地表	产生强烈～极强烈水蚀
	站用外接电源区	基础开挖回填，扰动地表	产生中度～强烈水蚀
	电极电缆区	管沟开挖，破坏原地貌	产生强烈～极强烈水蚀
线路工程	塔基区	基坑开挖使地面裸露、表土破损、破坏原地貌，临时堆土堆置期间坡面松散	产生强烈～极强烈水蚀
	牵张场地	牵张机施工过程占用土地，使地面表土破损、破坏原地貌、损坏地表植被，局部区域存在土方挖填	产生中度侵蚀
	跨越施工场地	临时占压土地，使地表结构破损、破坏原地貌、损坏地表植被	产生中度侵蚀
	施工道路	主要为人为、车辆踩踏地表造成地表结构破损、破坏原地貌、损坏地表植被，山丘区部分区域存在土方挖填	产生中度～强烈水蚀
自然恢复期水土流失因素分析			
植被恢复区		植物措施尚未完全发挥水土保持作用，有少量流失。	产生轻度～中度侵蚀

4.2.2. 扰动地表、损毁植被面积

本工程总占地面积为 831.05hm²，占地类型中耕地 360.33hm²、林地 299.82hm²、园地 123.29hm²、草地 22.86hm²、其他土地 16.27hm²、交通运输用地 5.37hm²、水域及水利设施用地 3.10hm²、公共管理与公共服务用地 0.01hm²。损毁植被面积包括林地、园地、草地，共计 445.97hm²。

项目扰动地表及损坏植被面积情况详见表 4.2-2。

表 4.2-2 项目扰动地表及损坏植被面积表

序号	沿线所经行政区	按占地类型								合计
		耕地	林地	园地	草地	其他土地	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	
1	陕西省	43.04	92.68	121.31	13.51		0.93		0.01	271.48
1.1	延安市	15.11	31.19	88.54	8.59		0.93		0.01	144.37
1.2	渭南市	25.15	39.21	31.37	3.53					99.26
1.3	商洛市	2.78	22.28	1.40	1.39					27.85
2	河南省	111.67	180.20			8.70				300.57
2.1	三门峡市		58.19			6.24				64.43
2.2	洛阳市	4.85	71.87			2.46				79.18
2.3	平顶山市	32.12	27.35							59.47
2.4	南阳市	2.48	22.79							25.27
2.5	驻马店市	72.22								72.22
3	安徽省	205.62	26.94	1.98	9.35	7.57	4.44	3.10		259.00
3.1	阜阳市	66.76	0.48	1.98	1.38					70.60
3.2	六安市	93.88	4.81		4.58	3.67		0.44		107.38
3.3	合肥市	44.98	21.65		3.39	3.90	4.44	2.66		81.02
合计		360.33	299.82	123.29	22.86	16.27	5.37	3.10	0.01	831.05

4.2.3. 废弃土（石、渣）量

本工程挖填土石方总量为 578.31 万 m³，总挖方 290.43 万 m³（其中表土剥离 46.21 万 m³，基础开挖土石方 232.63 万 m³，钻渣 11.59 万 m³），总填方 287.88 万 m³（其中表土回覆 46.21 万 m³，基础回填土石方 230.08 万 m³，钻渣 11.59 万 m³），总余方 2.55 万 m³，为受端换流站清淤土方，干化后运至“合肥市兆河生态清洁小流域建设工程-庐南矿山生态修复工程项目（二期）”用于其后期绿化，无外借土方。

本工程采取相应措施进行水土流失防护，结合工程实际建设情况，合理补充完善水土保持措施体系，最大限度控制施工中、施工后的可能产生的水土流失，符合水土保持要求。

4.3. 土壤流失量预测

4.3.1. 预测单元

预测单元为工程建设扰动地表的时段、扰动形式总体相同、扰动强度和特点大体一致的区域。根据《生产建设项目土壤流失量测算导则》（SL773-2018）规定，结合输变电工程特点及区域地形地貌特点。本工程水土流失预测（计算）单元见表 4.3-1。

表 4.3-1 本工程水土流失预测（计算）单元划分表

一级分区	二级分区	三级分区	生产建设项目土壤流失类型（水力侵蚀兼风蚀侵蚀）
山丘区	送端换流站	站区	植被破坏型一般扰动地表、地表翻扰型一般扰动地表；临时堆土区：上方无来水工程堆积体
		进站道路区	植被破坏型一般扰动地表、地表翻扰型一般扰动地表；临时堆土区：上方无来水工程堆积体
		站外电力设施区	植被破坏型一般扰动地表、地表翻扰型一般扰动地表
		站外供排水设施区	植被破坏型一般扰动地表、地表翻扰型一般扰动地表
		施工生产生活区	地表翻扰型一般扰动地表；临时堆土区：上方无来水工程堆积体
		站外临时堆土区	植被破坏型一般扰动地表、地表翻扰型一般扰动地表；临时堆土区：上方无来水工程堆积体
		专项设施迁改区	植被破坏型一般扰动地表、地表翻扰型一般扰动地表
	送端接地极	汇流装置区	地表翻扰型一般扰动地表
		检修道路区	植被破坏型一般扰动地表
		电极电缆区	植被破坏型一般扰动地表、地表翻扰型一般扰动地表；临时堆土区：上方无来水工程堆积体
		站用外接电源区	植被破坏型一般扰动地表、地表翻扰型一般扰动地表
	线路工程	塔基区	塔基永久占地区：地表翻扰型一般扰动地表 塔基临时施工场地区：植被破坏型一般扰动地表、上方无来水工程堆积体、上方有来水工程堆积体
		牵张场区	植被破坏型一般扰动地表
		跨越施工场地区	植被破坏型一般扰动地表
		施工道路区	植被破坏型一般扰动地表、地表翻扰型一般扰动地表
平原区	受端换流站	站区	地表翻扰型一般扰动地表；临时堆土区：上方无来水工程堆积体
		进站道路区	地表翻扰型一般扰动地表
		施工生产生活区	地表翻扰型一般扰动地表
		站外临时堆土区	植被破坏型一般扰动地表；上方无来水工程堆积体
		站外供排水设施区	植被破坏型一般扰动地表、地表翻扰型一般扰动地表
		站外电力设施区	植被破坏型一般扰动地表、地表翻扰型一般扰动地表
		专项设施迁改区	植被破坏型一般扰动地表、地表翻扰型一般扰动地表
		临时换装平台区	地表翻扰型一般扰动地表
	受端接地极	汇流装置区	植被破坏型一般扰动地表、地表翻扰型一般扰动地表
		检修道路区	植被破坏型一般扰动地表、地表翻扰型一般扰动地表
		电极电缆区	植被破坏型一般扰动地表、地表翻扰型一般扰动地表 临时堆土区：上方无来水工程堆积体
		站用外接电源区	植被破坏型一般扰动地表、地表翻扰型一般扰动地表
	输电	塔基区	塔基永久占地区：地表翻扰型一般扰动地表

一级分区	二级分区	三级分区	生产建设项目土壤流失类型（水力侵蚀兼风蚀侵蚀）
	线路工程		塔基临时施工场地区：植被破坏型一般扰动地表、上方无来水工程堆积体
		牵张场区	植被破坏型一般扰动地表
		跨越施工场地区	植被破坏型一般扰动地表
		施工道路区	植被破坏型一般扰动地表、地表翻扰型一般扰动地表

4.3.2. 预测时段

根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB 50433-2018）规定，生产建设项目可能产生的水土流失量应按施工期（含施工准备期）、自然恢复期两个时段进行预测。每个预测单元的施工期预测时段按最不利情况考虑，超过雨季长度的按全年计，未超过雨季长度的按占雨（风）季长度比例计算，本工程涉及区域半湿润区，自然恢复期取3年；涉及区域湿润区，自然恢复期按规定取2年。本工程水土流失预测时段划分见表4.3-2。

表 4.3-2 本工程水土流失预测时段一览表

工程名称	施工名称	预测时段	预测时间(年)
送端换流站	站区、施工生产生活区、站外临时堆土区	施工期	2024.6-2026.5
		自然恢复期	2026.6-2029.5
	进站道路区、站外电力设施区、站外供排水设施区、专项设施迁改区	施工期	2024.6-2024.10
		自然恢复期	2024.11-2027.10
送端接地极	汇流装置区、检修道路区、站用外接电源区	施工期	2024.6-2024.10
		自然恢复期	2024.11-2027.10
	电极电缆区	施工期	2024.6-2025.5
		自然恢复期	2025.6-2028.5
线路工程	塔基区、牵张场、跨越施工场地、施工道路区	施工期	2024.6-2025.5
		自然恢复期	单项工程结束后3.0年（陕西省、河南省）
			单项工程结束后2.0年（安徽省）
受端换流站	站区、施工生产生活区、站外临时堆土区、临时换装平台区	施工期	2024.6-2026.5
		自然恢复期	2026.6-2028.5
	进站道路区、站外供排水设施区、站外电力设施区、专项设施迁改区	施工期	2024.6-2024.10
		自然恢复期	2024.11-2026.10
受端接地极	汇流装置区、检修道路区、站用外接电源区	施工期	2024.6-2024.10
		自然恢复期	2024.11-2026.10
	电极电缆区	施工期	2024.6-2025.5
		自然恢复期	2025.6-2027.5

4.3.3. 土壤侵蚀模数

项目施工期将损坏原有地形地貌和植被，增加土壤的可侵蚀性；另一方面，由于场

地平整时，挖、填土方不仅造成大面积的裸露地面，而且会改变原地形，增大侵蚀扰动表面积。

自然恢复初期，项目区主体工程和水土保持措施布置的防护措施都已发挥一定的保水保土功能，而植物措施发挥保水保土作用则具有后效性。因为植物栽植初期根系不发达，扎根较浅，还不具备较强的固土能力，地面也未形成较强的覆盖来抵御降雨、径流等外营力侵蚀作用，故在自然恢复期仍存在一定程度的水土流失。

项目施工期和自然恢复期土壤流失量根据《生产建设项目土壤流失量测算导则》（SL773-2018）推荐公式计算，扰动前后各土壤侵蚀因子可根据项目区地形地貌、气候（降雨、风速等）、土地利用、植被情况等实际情况结合输变电工程特点，参照《生产建设项目土壤流失量测算导则》（SL773-2018）确定取值，详见表 4.3-3 和表 4.3-4。

表 4.3-3 本工程土壤流失预测计算公式表（水力侵蚀）

生产建设项目土壤流失类型（水力作用）	土壤流失量计算公式	备注
植被破坏型一般扰动地表土壤流失	$M_{yz}=RKL_yS_yBETA$	式中 M_{yz} 为植被破坏型一般扰动地表计算单元土壤流失量（t）， R 为降雨侵蚀力因子， K 为土壤可蚀性因子， L_y 为坡长因子， S_y 为坡度因子， B 为植被覆盖因子， E 为工程措施因子， T 为耕作措施因子， A 为计算单元的水平投影面积。
地表翻扰型一般扰动地表土壤流失	$M_{yd}=RK_{yd}L_yS_yBETA$	式中 $K_{yd}=NK$ ， M_{yd} 为地表翻扰型一般扰动地表计算单元土壤流失量（t）， K_{yd} 为地表翻扰后土壤可蚀性因子， N 为地表翻扰后土壤可蚀性因子增大系数，可取 2.13，其他同上。
上方无来水工程堆积体土壤流失量	$M_{dw}=XRG_{dw}L_{dw}S_{dw}A$	M_{dw} 为上方无来水工程堆积体土壤流失量（t）， X 为堆积体形态因子， G_{dw} 为堆积体土质因子， L_{dw} 为堆积体坡长因子， S_{dw} 为堆积体坡度因子。
上方有来水工程堆积体土壤流失量	$M_{dy}=F_{dy}G_{dy}L_{dy}S_{dy}A+M_{dw}$	F_{dy} 为径流冲蚀力因子， M_{dw} 为上方无来水工程堆积体土壤流失量（t）， G_{dy} 、 L_{dy} 、 S_{dy} 含义同上方无来水工程堆积体。

表 4.3-4 本工程各计算单元土壤流失因子取值表

行政区/ 土壤侵蚀因子	富县	黄陵县	洛川县	白水县	澄城县	蒲城县	大荔县	华州区	华阴市	洛南县	灵宝市	卢氏县
降雨侵蚀力因子 R	1722.1	1804.3	1886.6	1978.8	2045.5	2102	2242.7	2330.8	2408.2	2451.3	2406.9	2622.5
土壤可蚀性因子 K	0.0186	0.0137	0.0165	0.0159	0.0166	0.0166	0.0133	0.0099	0.0117	0.0038	0.0143	0.014
行政区/ 土壤侵蚀因子	栾川县	嵩县	汝阳县	鲁山县	叶县	舞钢市	南召县	方城县	西平县	遂平县	上蔡县	汝南县
降雨侵蚀力因子 R	2997.9	3088.1	3208.1	3662.3	4066.7	4347.1	3630	4115.8	4436.7	4637.1	4565.7	4962.7
土壤可蚀性因子 K	0.0158	0.0144	0.0134	0.014	0.0166	0.0158	0.0032	0.0039	0.0047	0.0046	0.0049	0.0047
行政区/ 土壤侵蚀因子	平舆县	临泉县	颍州区	阜南县	颍上县	霍邱县	裕安区	霍山县	金安区	舒城县	肥西县	庐江县
降雨侵蚀力因子 R	4941.8	5244.2	5188.2	5550.7	5251.0	5517.2	5610.9	6295.1	5561.3	6015.4	5324.8	6015.4
土壤可蚀性因子 K	0.005	0.0041	0.0037	0.0044	0.0042	0.0046	0.0048	0.0036	0.0049	0.0041	0.0045	0.0041
坡长因子	$L_y = (\lambda/20)^m$ 投影坡长 λ : 送端换流站站区取 50m, 进站道路区取 100m, 站外电力设施区取 100m, 站外供排水设施区取 100m, 施工生产生活区取 50m, 站外临时堆土区取 50m, 专项设施迁改区取 100m; 送端接地极汇流装置区取 10m, 检修道路区取 100m, 电极电缆区取 100m, 站用外接电源区取 100m; 受端换流站站区取 50m, 进站道路区取 100m, 站外电力设施区取 100m, 站外供排水设施区取 100m, 施工生产生活区取 50m, 站外临时堆土区取 50m, 专项设施迁改区取 100m, 临时换装平台区取 100; 受端接地极汇流装置区取 10m, 检修道路区取 100m, 电极电缆区取 100m, 站用外接电源区取 100m; 直流线路塔基区取 18~22m, 塔基施工场地区取 26m~35m, 牵张场区取 40m, 跨越场地区取 20m, 施工道路区取 100m; 接地极线路塔基区取 10~12m, 塔基施工场地区取 14~16m, 牵张场区取 40m, 跨越场地区取 20m, 施工道路区取 100m。											
坡度因子	$S_y = -1.5 + 17/[1 + e^{(2.3 - 6.1 \sin \theta)}]$ 坡度因子: 平原区坡度 θ 取 1~3°, 陕西省山丘区坡度 θ 取 6°, 河南省山丘区坡度 θ 取 6°, 安徽省山丘区坡度 θ 取 5°											
植被覆盖因子 B	原地貌植被覆盖因子: 农地取 1。送端换流站及接地极工程取 0.105; 受端换流站及接地极工程取 0.009; 陕西省线路工程取 0.105, 河南省线路工程取 0.040, 安徽省线路工程取 0.009。											
	施工期: B 均取 1 自然恢复期第 1 年: 农地取 1。农地取 1。送端换流站及接地极工程取 0.310; 受端换流站及接地极工程取 0.042; 陕西省线路工程取											

	0.310, 河南省线路工程取 0.200, 安徽省线路工程取 0.042。 自然恢复期第 2 年: 农地取 1。农地取 1。农地取 1。送端换流站及接地极工程取 0.250; 受端换流站及接地极工程取 0.012; 陕西省线路工程取 0.250, 河南省线路工程取 0.095, 安徽省线路工程取 0.012。 自然恢复期第 3 年: 农地取 1。农地取 1。农地取 1。送端换流站及接地极工程取 0.180; 陕西省线路工程取 0.180, 河南省线路工程取 0.020。
工程措施因子 E	E 均取 1
耕作措施因子	$T=T_1 \times T_2$, 非农地 T 取 1; 陕西省农地 T1 均取 0.425, T2 取 0.42; 河南省农地 T1 均取 0.152, T2 取 0.40; 安徽省农地 T1 均取 0.152; T2 取 0.38。
计算单元水平投影面积	$A=10^{-4}\omega\lambda$ 计算单元宽度 ω : 送端换流站站区取 50m, 进站道路区取 1.5m, 站外电力设施区取 1.5m, 站外供排水设施区取 1.5m, 施工生产生活区取 50m, 站外临时堆土区取 50m, 专项设施迁改区取 1.5m; 送端接地极汇流装置区取 10m, 检修道路区取 1.5m, 电极电缆区取 1.5m, 站用外接电源区取 1.5m; 送端换流站站区取 50m, 进站道路区取 1.5m, 站外电力设施区取 1.5m, 站外供排水设施区取 1.5m, 施工生产生活区取 50m, 站外临时堆土区取 50m, 专项设施迁改区取 1.5m, 临时换装平台区取 6; 送端接地极汇流装置区取 10m, 检修道路区取 1.5m, 电极电缆区取 5m, 站用外接电源区取 1.5m; 直流线路塔基区取 18~22m, 塔基施工场地区取 26m~35m, 牵张场区取 30m, 跨越场地区取 10m, 施工道路区取 1.5m; 接地极线路塔基区取 10~12m, 塔基施工场地区取 14~16m, 牵张场区取 30m, 跨越场地区取 20m, 施工道路区取 1.5m。
工程堆积体形态因子 X	X 均取 1
堆积体土质因子	$G_{dw}=a_1e^{b_1\delta}$ 土石质因子均按壤土 a_1 取 0.046, b_1 取 -3.379。侵蚀面土体砾石含量 δ 送端换流站及接地极工程取 0.20; 受端换流站及接地工程均取 0.20; 陕西省线路工程 δ 取值 0.20; 河南省线路工程 δ 取值 0.20; 安徽省线路工程取值 0.20。
堆积体坡度因子	$S_{dw}=(\theta/25)^{d_1}$, 坡度 θ 送端换流站工程取 35; 受端接地极工程区 30; 受端换流站工程取 35; 受端接地极工程区 30; 线路工程塔基区取 30。坡度因子系数 d_1 均取 1.245。
堆积体坡长因子	$L_{dw}=(\lambda/5)^{f_1}$, 坡长因子系数 f_1 均取 0.751。

4.3.4. 预测结果

本工程施工期及自然恢复期土壤流失总量 72968t, 原地貌土壤侵蚀量 10611t, 新增土壤流失量 62357t。本工程土壤流失量汇总情况详见表 4.3-5, 工程各分区土壤流失量预测情况详见附表 4-1。

表 4.3-5 本工程土壤流失量预测汇总表

预测区域			建设期 (t)			背景流失量 (t)	新增水土流失量 (t)
			施工期	自然恢复期	合计		
点型工程	送端换流站	站区	8322	0	8322	421	7901
		进站道路区	240	0	240	12	228
		施工生产生活区	2653	429	3082	335	2747
		站外供排水设施区	1622	959	2581	526	2055
		站外电力设施区	16	11	27	7	20
		专项设施迁改区	8	4	12	3	9
		临时堆土区	678	219	897	137	760
		小计	13539	1622	15161	1441	13720
	送端接地极	汇流装置区	4	2	6	1	5
		检修道路区	8	4	12	3	9
		站用外接电源区	38	26	64	18	46
		电力电缆区	1612	515	2127	432	1695
		小计	1662	547	2209	454	1755
	受端换流站	站区	2955	15	2970	52	2918
		进站道路区	19	0	19	1	18
		施工生产生活区	568	27	595	45	550
		站外供排水设施区	96	6	102	5	97
		站外电力设施区	56	16	72	23	49
		专项设施迁改区	24	3	27	3	24
		站外临时堆土区	1685	4	1689	3	1686
		临时换装平台区	39	3	42	5	37
		小计	5442	74	5516	137	5379
	受端接地极	汇流装置区	2	0	2	0	2
		检修道路区	4	0	4	1	3
		站用外接电源区	34	12	46	17	29
		电力电缆区	2967	240	3207	355	2852
		小计	3007	252	3259	373	2886
	合计		23650	2495	26145	2405	23740
线型工程	±800kV 直流 线路工程	塔基区	14504	2571	17075	1903	15172
		牵张场	1586	872	2458	605	1853
		跨越施工场地	852	397	1249	348	901
		施工道路区	13488	6584	20072	4377	15695
		小计	30430	10424	40854	7233	33621
	送端接地极 线路工程	塔基区	464	107	571	67	504
		牵张场	61	44	105	28	77
		跨越施工场地	99	71	170	45	125
		施工道路区	1545	994	2539	621	1918

预测区域			建设期 (t)			背景流失量 (t)	新增水土流失量 (t)
			施工期	自然恢复期	合计		
	受端接地极 线路工程	小计	2169	1216	3385	761	2624
		塔基区	1193	18	1211	12	1199
		牵张场	24	2	26	3	23
		跨越施工场地	163	13	176	14	162
		施工道路区	472	47	519	45	474
		小计	1852	80	1932	74	1858
	迁改线路工程	塔基区	189	71	260	40	220
		牵张场	21	14	35	8	27
		跨越施工场地	24	17	41	11	30
		施工道路区	193	123	316	79	237
		小计	427	225	652	138	514
	合计		34878	11945	46823	8206	38617
	总计		58528	14440	72968	10611	62357

注：表中施工期包括施工准备期和土建施工期。

4.4. 水土流失危害分析

本工程建设占用部分耕地并砍伐一定数量的林木，施工建设期将扰动地表，如不采取有效的水土保持措施，将对建设区的水土资源和经济发展带来不利影响，主要表现在：

(1) 影响生态环境

本工程沿线穿越部分水土保持敏感区，施工过程中如采取的水土保持措施不当，将对水土保持敏感区造成一定的影响。

工程施工占用耕地、砍伐树木等，如不采取有效的水土保持措施，将使生态环境最基本的水土资源受到影响，土地蓄水保水能力有所降低，泥沙沉积淤塞渠道等水利设施，良田被泥沙压埋，会造成一定的经济损失。

(2) 加剧水土流失，降低土地生产力，影响农业生产

由于工程建设中原地貌及植被受到一定程度的破坏，诱发了水土流失。同时工程施工使裸露的地面增加，扰动了原土层和岩层，为溅蚀、面蚀、细沟侵蚀、浅沟和切沟侵蚀创造了条件。本工程线路沿线占用了一定数量的耕地，施工中如得不到及时有效的防护治理，在降雨和人为因素的作用下，临时堆土会沿边坡汇入周围农田中，加剧水土流失，影响农业生产。

(3) 影响河道水质

在河道附近施工时，若得不到及时有效的防护治理，水土流失将会随地表径流汇入河网，影响水质。

(4) 影响水库正常运行

在水库附近施工时，若得不到及时有效的防护治理，水土流失将会随地表径流汇入水库，影响水库库容、水库蓄水量及水库的灌溉、调蓄等正常功能。

此外，线路工程建设扰动土地产生的水土流失，使耕地土壤的有机质流失，土壤结构遭到破坏，土壤中的氮磷、有机物及无机盐等营养物质含量减少，同时土壤中动物、微生物及它们的衍生物数量也大大降低，使土地条件改变，给以后的植被恢复工作增加难度，使土地生产力降低。

4.5. 指导性意见

预测结果是在未采取有效防护措施时可能的流失结果。产生水土流失的因素较多，其中地面坡度、降雨强度是造成水土流失的主要因素，而采取综合性的水土保持防护措施将对水土流失有较强的抑制作用。工程水土保持防护措施的布置应本着与施工进度同步的原则，减缓施工扰动引起的新增水土流失，及时恢复原地貌植被。

（1）防治重点区域的指导性意见

根据预测结果，点型工程中水土流失防治和监测重点区域为两端换流站工程站区及站外临时堆土区、送端换流站工程站外供排水设施区、两端接地极工程电极电缆区；线路工程中水土流失防治和监测重点区域为线路工程塔基区及施工道路区。

（2）防治重点时段的指导性意见

根据预测结果，本工程的重点防治时段为施工期，因此，在措施体系防治方面，重点加强施工期间的临时防护措施体系，同时，结合工程措施和植物措施，确保施工结束后自然恢复期内施工扰动地面的水土流失得到有效治理。

（3）防治措施的指导性意见

本工程防治措施应从边坡防护、截排水设施、临时拦挡等几个主要方面入手，并与必要的植物措施相结合，最大程度地减缓新增水土流失的发生。

施工期间人员活动比较频繁，扰动比较集中，待施工结束后将对各施工区进行平整和原地貌恢复。施工期间主要的建设活动为换流站、塔基等基础开挖和回填，所采取的防治措施应结合主体工程，植物措施宜结合季节适时及时开展，当主体工程建成投运时，工程措施和植物措施均应及时到位。

（4）施工进度安排的指导性意见

根据预测结果，换流站土建施工及输电线路塔基基础施工是本工程水土流失量较大的时段，加强主体工程施工进度的紧凑安排，尽量避免大风和暴雨天气施工，可以有效

地缩短强度水土流失时段。根据线路工程塔基施工特点，可考虑对单基塔施工结束后分别进行土地整治和迹地恢复措施。

（5）水土保持监测工作安排的指导性意见

根据预测结果，在工程沿线选择有代表性点位，监测临时堆土土体变化情况、水蚀因子作用下土壤流失量以及林草覆盖率的观测。

5 水土保持措施

5.1. 防治区划分

5.1.1. 分区原则

本方案按照《生产建设项目水土保持技术标准》（GB 50433-2018）的规定，根据工程布局、施工扰动特点、建设时序、地貌特征、自然属性、水土流失影响等因素，结合项目区域自然环境状况进行水土流失防治分区。

- （1）各分区之间具有显著差异性。
- （2）各分区内造成水土流失的主导因子和防治措施相近或相似。
- （3）一级分区应具有控制性、整体性、全局性，按地貌类型划分区。
- （4）二级分区按工程组成及特点分区。
- （5）三级分区结合工程布局 and 施工扰动特点进行分区。

5.1.2. 水土流失防治分区

一级分区按照地貌地形划分，二级分区按照工程组成及特点划分，三级分区按照工程布局分区。本方案具体水土流失防治分区见表 5.1-1。

表 5.1-1 本工程水土流失防治分区

水土流失防治分区					
一级分区	山丘区			平原区	
二级分区	送端换流站	送端接地极	线路工程（直流线路、接地极线路、迁改线路）	受端换流站	受端接地极
三级分区	①站区	①汇流装置区	①塔基区	①站区	①汇流装置区
	②进站道路区	②检修道路区	②牵张场区	②进站道路区	②检修道路区
	③施工生产生活区	③电极电缆区	③跨越施工场地区	③施工生产生活区	③电极电缆区
	④站外供排水设施区	④站用外接电源区	④施工道路区	④站外临时堆土区	④站用外接电源区
	⑤站外电力设施区			⑤站外供排水设施区	
	⑥站外临时堆土区			⑥站外电力设施区	
	⑦专项设施迁改区			⑦专项设施迁改区	
				⑧临时换装平台区	

5.2. 措施总体布局

5.2.1. 防治措施布设原则

本工程防治措施总体布局遵循“预防为主、保护优先、全面规划、综合治理、因地制宜、突出重点、科学管理、注重效益”的方针，坚持“水土保持工程必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用”的“三同时”原则，在满足设计深度与主体工程相适应外，做好水土保持措施与主体工程设计相互衔接，综合考虑工程建设时序，合理安排水保工程与主体工程建设之间的关系，树立人与自然和谐相处的理念，尊重自然规律，注重措施设计与周边景观相协调的原则。

按照预防和治理相结合的原则，坚持局部与整体防治、单项防治措施与综合防治措施相协调、兼顾生态效益与经济效益，按分区进行措施总体布置。

5.2.2. 水土流失防治措施体系

——水土流失预防措施

（1）优化工程设计

通过在对主体工程水土保持评价的基础上，对主体工程施工组织设计，包括土方倒运、工序安排、进度安排、工艺改进、土石方平衡等提出水土保持建议，通过设计优化减少土石方量。

（2）加强管理，规范施工

做好水土流失临时措施，塔基施工过程中表土的临时防护，牵张场地、施工道路等在施工完工后要进行植被恢复；尽量缩短施工周期，减少疏松地面的裸露时间，合理安排施工时间，尽量避开雨季和汛期，同时安排好土方区间调运时的工程时序安排。

——水土流失防治措施

根据水土流失防治分区，在水土流失预测及分析评价主体工程中具有水土保持功能工程的基础上，把水土保持工程措施、植物措施、临时措施有机结合起来，形成完整的、科学的水土流失防治措施体系和总体布局。工程永久性占地区：该区开挖量较大，对地表扰动相对剧烈，水土流失防治以工程措施为主，裸露地表部分必要时辅以植物措施。工程临时性占地区：临时占地区主要是换流站施工生产生活区、站外排水管线区、站用电源线路区和输电线路塔基施工场地、牵张场、跨越施工场地、施工道路等。对该区的水土流失防治主要以管理措施、植物措施以及临时措施为主。

防治措施体系和总体布局详叙如下：

1) 送端换流站

①站区

施工前剥离表土并集中堆放，施工过程中，围墙内侧及临时堆土区域设置临时排水沟，排水沟末端设置临时沉沙池。临时堆土顶部采用密目网苫盖，四周采用植生袋装土进行拦挡，站区裸露区域根据施工时序进行苫盖。站内设雨水排水管网，挖填方边坡坡底设置钢筋混凝土排水沟，挖方边坡外侧设钢筋混凝土截洪沟，边坡设置框格植草护坡。施工结束后，对边坡、站区绿化、边坡与用地红线之间区域进行表土回覆，土地整治后绿化或撒播草籽。

②进站道路区

施工前剥离表土，集中堆放于站外临时堆土区域，施工过程中对进站道路两侧裸露边坡采用密目网苫盖。进站道路两侧修筑钢筋混凝土截排水沟，边坡设置框格植草护坡。施工结束后，对边坡、边坡与用地红线之间区域进行表土回覆，土地整治后撒播草籽。

③施工生产生活区

施工前剥离表土并集中堆放至站外临时堆土区域，施工过程中布置临时排水沟、临时沉沙池，并对地表裸露区域采用密目网苫盖。施工结束后进行表土回覆并对临时占地区域进行耕地及园地恢复。

④站外供排水设施区

施工前剥离表土，表土与开挖其他土石方分开堆放于供排水管线一侧，临时堆土采取彩条布铺垫、密目网苫盖的方式进行防护。排水管线区敷设钢筋混凝土排水管、排水钢管、混凝土跌水沟、八字式排水口、消力池等与站区雨水排水系统及站外边坡截排水沟相连接。施工结束后进行土地整治，对可绿化区域进行植被恢复，对占用耕地和园地的区域进行耕地及园地恢复。

⑤站外电力设施区

施工前剥离表土并集中堆放，开挖其他土石方集中堆放，对堆土进行彩条布铺垫、密目网苫盖。施工结束后将表土回覆至开挖扰动区域，对可绿化区域进行土地整治并恢复植被，对占用耕地和园地的区域进行耕地及园地恢复。

⑥站外临时堆土区

施工过程中，对临时堆土底部采取彩条布铺垫，顶部采取密目网苫盖，坡脚采取填土袋拦挡，四周设置临时排水沟，排水沟末端设置临时沉沙池，表土堆土上方撒播草籽进行临时绿化。施工结束后对临时占地区域进行园地恢复。

⑦专项设施迁改区

施工前剥离表土并集中堆放，开挖其他土石方集中堆放，对堆土进行彩条布铺垫、密目网苫盖。施工结束后对扰动区域进行表土回覆，对占用耕地和园地的区域进行耕地及园地恢复。

2) 送端接地极

①汇流装置区

施工前剥离表土，表土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检修道路区

施工前对永久占地区域剥离表土，表土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。对检修道路路肩与用地红线之间可绿化区域进行土地整治并撒播草籽。

③站用外接电源区

施工前剥离表土，表土与其他土方分开堆放，堆土采取对堆土进行彩条布铺垫、密目网苫盖。施工结束后进行土地整治，对可绿化区域进行植被恢复，对占用耕地和园地的区域进行耕地及园地恢复。

④电极电缆区

施工前剥离表土，表土与开挖其他土石方分开堆放于开挖区域一侧，临时堆土采取植生袋装土拦挡、彩条布铺垫、密目网苫盖的方式进行防护。施工结束后进行土地整治，对可绿化区域进行植被恢复，对占用耕地和园地的区域进行耕地及园地恢复。

3) 受端换流站

①站区

施工前剥离表土并集中堆放于站外临时堆土区域，施工过程中，围墙内侧及临时堆土区域设置临时排水沟，排水沟末端设置临时沉沙池。临时堆土顶部采用密目网苫盖，四周采用植生袋装土进行拦挡，站区裸露区域根据施工时序进行苫盖。站内设雨水排水管网，挖填方边坡坡底设置钢筋混凝土排水沟，挖方边坡外侧设钢筋混凝土截洪沟，边坡设置框格植草护坡。施工结束后，对边坡、站区绿化、边坡与用地红线之间区域进行土地整治后绿化或撒播草籽。

②进站道路区

施工前剥离表土，集中堆放于站外临时堆土区域。施工过程中，临时堆土采用密

目网苫盖，进站道路两侧设置混凝土排水沟。施工结束后对进站道路边坡与征地红线之间的扰动区域进行土地整治并撒播草籽恢复植被。

③施工生产生活区

施工前剥离表土并集中堆放至站外临时堆土区域，施工过程中四周设置临时排水沟，排水沟末端设置临时沉沙池，并对地表裸露区域采用密目网苫盖。施工结束后进行土地整治及穴状整地，对可绿化区域按照原占地类型进行植被恢复，对占用耕地区域进行复耕。

④站外临时堆土区

施工过程中，对临时堆土底部采取彩条布铺垫，顶部采取密目网苫盖，坡脚采取植生袋装土拦挡，四周设置临时排水沟，排水沟末端设置临时沉沙池，表土堆土上方撒播草籽进行临时绿化。施工结束后土地整治及穴状整地，对占用的林地、草地根据原地貌进行恢复，并及时进行抚育。

⑤站外供排水设施区

施工前剥离表土，表土与开挖其他土石方分开堆放于供排水管线一侧，临时堆土采取彩条布铺垫、密目网苫盖的方式进行防护，顶管施工临时占地范围内布设泥浆沉淀池。施工结束后对临时占地区域土地整治并撒播草籽进行恢复。

⑥站外电力设施区

施工前剥离表土，表土与开挖其他土石方分别集中堆放于站外电力设施区临时施工场地内，施工过程中对开挖土石方采取彩条布铺垫和密目网苫盖等临时防护措施。施工结束后进行土地整治及穴状整地，对可绿化区域按照原占地类型进行植被恢复，对占用耕地区域进行复耕。

⑦专项设施迁改区

施工前剥离表土，表土与开挖其他土石方分别集中堆放于专项设施迁改区临时施工场地内，施工过程中对开挖土石方采取彩条布铺垫和密目网苫盖等临时防护措施。施工结束后进行土地整治，施工临时占地根据原地貌撒播草籽恢复植被或复耕，还建道路边坡采取植草护坡。

⑧临时换装平台区

本区无表土剥离条件，施工期设置泥浆沉淀池，针对场平阶段裸露地表进行密目网苫盖，施工结束后进行土地整治，撒播草籽恢复植被。

4) 受端接地极

① 汇流装置区

施工前剥离表土，表土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 检修道路区

施工前对检修道路硬化区域剥离表土，表土及开挖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。占地范围内部分非硬化区域施工期采取彩条布铺垫措施对地表进行保护，施工结束后土地整治以保证复耕。

③ 电极电缆区

施工前剥离表土，表土与其他土方分开堆放，堆土两侧采用植生袋装土拦挡并采用彩条布铺垫、密目网苫盖等临时防护措施。施工结束后对施工临时占地进行土地整治、穴状整地，根据原地貌复耕或恢复植被。

④ 站用外接电源区

施工前剥离表土并集中堆放，表土及开挖土石采取彩条布铺垫、密目网苫盖等临时防护措施。施工结束后土地整治以保证复耕。

6) 输电线路（包括直流线路、接地极线路和迁改线路）

① 塔基区

设计阶段，山丘区内铁塔定位时塔位尽量选择地形较平缓区域。施工前在塔基施工场地周围设置彩条旗围护，严格限制施工机械和人员活动范围，并对开挖扰动区域表土剥离，表土和开挖土石方分开堆放，施工期对临时堆土压占及其他轻微扰动区域采取彩条布铺垫措施，堆土外侧设植生袋拦挡并采用密目网进行苫盖。灌注桩基础施工过程中在塔基施工场地范围内设泥浆沉淀池，山丘区内塔基区根据需要设置浆砌石护坡、浆砌石挡渣墙、浆砌石排水沟，施工结束后回覆表土、整治土地，恢复林地的还需进行穴状整地，根据原地貌类型确定耕地、园地恢复或植被恢复等土地利用方向。

② 牵张场区

牵张场尽量选择在较为平坦区域并避开乔木林地，场地布设时应充分考虑地形条件，减少场平土方挖填量。部分山丘区牵张场确需场平的，施工前对开挖扰动区域表土剥离。牵张场周围设置彩条旗围护、严格限制施工机械和人员活动范围，施工期间对临时堆土、材料堆放区域、裸露地表采取彩条布铺垫和密目网苫盖措施，针对牵引机、张力机占压地表区域采取铺设钢板措施，施工结束后土地整治、穴状整地，根据原地貌进行耕地、园地恢复或植被恢复。

③跨越施工场地地区

跨越施工场地对地表扰动较小，施工过程前在场地周围采取彩条旗围护，严格控制施工扰动范围，跨越施工场地临时占用林地的，可利用林地间的空隙进行布设，无需砍伐林木，施工结束后进行土地整治，根据原地貌进行耕地、园地恢复或植被恢复。

④施工道路区

山丘区部分新修施工道路不可避免的需要进行场平，开挖扰动区域施工前进行表土剥离，方案设计将剥离的表土装入植生袋内，对道路边坡的坡脚实施植生袋拦挡措施进行挡护，同时山丘区施工道路汇水面积较大地段设置临时排水沟，做好临时性排水工程，临时排水沟顺接至自然沟道中。平原区场地开阔，对平原区的施工道路设置彩条旗围护措施，严格控制行车轨迹。施工过程中，施工道路根据主体设计要求铺设钢板，有一定的防治水土流失作用。施工结束后回覆表土并土地整治、穴状整地，根据原地貌进行耕地、园地恢复或植被恢复。

本工程防治措施体系详见表 5.2-1~5.2-4，防治措施体系框图见图 5.2-1~5.2-3，水土流失防治分区及水土保持措施总体布局图见附图 5-1~附图 5-5，各防治分区水土保持措施典型设计图见附图 5-6~附图 5-25。

表 5.2-1 送端换流站水土流失防治措施体系表

防治区		措施类型	水土流失防治措施
			山丘区
送端换流站	站区	工程措施	表土剥离、雨水排水管网、钢筋混凝土截洪沟、钢筋混凝土排水沟、框格植草护坡、土地整治
		植物措施	站区绿化、撒播草籽
		临时措施	植生袋装土拦挡、密目网苫盖、临时排水沟、临时沉沙池
	进站道路区	工程措施	表土剥离、钢筋混凝土截洪沟、钢筋混凝土排水沟、框格植草护坡、土地整治
		植物措施	撒播草籽
		临时措施	密目网苫盖
	施工生产生活区	工程措施	表土剥离、土地整治
		临时措施	密目网苫盖、临时排水沟、临时沉沙池
	站外供排水设施区	工程措施	钢筋混凝土排水管、排水钢管、跌水沟、消力池、八字式排水口、表土剥离、土地整治、穴状整地
		植物措施	撒播草籽、恢复林地及幼林抚育
		临时措施	密目网苫盖、彩条布铺垫
	站外电力设施区	工程措施	表土剥离、土地整治、穴状整地
		植物措施	撒播草籽、恢复林地及幼林抚育
		临时措施	密目网苫盖、彩条布铺垫
	站外临时堆土区	工程措施	土地整治
		临时措施	植生袋装土拦挡、密目网苫盖、彩条布铺垫、临时排水沟、临时沉沙池、临时绿化

防治区		措施类型	水土流失防治措施
			山丘区
	专项设施 迁改区	工程措施	表土剥离、土地整治
		临时措施	密目网苫盖、彩条布铺垫

表 5.2-2 受端换流站水土流失防治措施体系表

防治区		措施类型	水土流失防治措施
			平原区
受端换流站	站区	工程措施	钢筋混凝土排水沟、雨水排水管网、框格植草护坡、钢筋混凝土截洪沟、表土剥离、土地整治
		植物措施	站区绿化、撒播草籽
		临时措施	植生袋装土拦挡、密目网苫盖、临时排水沟、临时沉沙池
	进站道路区	工程措施	混凝土排水沟、表土剥离、土地整治
		植物措施	撒播草籽
		临时措施	密目网苫盖
	施工生产生活区	工程措施	表土剥离、土地整治、穴状整地
		植物措施	撒播草籽、恢复林地及幼林抚育
		临时措施	密目网苫盖、临时排水沟、临时沉沙池
	站外临时堆土区	工程措施	土地整治、穴状整地
		植物措施	撒播草籽、恢复林地及幼林抚育
		临时措施	植生袋装土拦挡、临时绿化、彩条布铺垫、密目网苫盖、临时排水沟、临时沉沙池
	站外供排水设施区	工程措施	表土剥离、土地整治
		植物措施	撒播草籽
		临时措施	彩条布铺垫、密目网苫盖、泥浆沉淀池
	站外电力设施区	工程措施	表土剥离、土地整治、穴状整地
		植物措施	撒播草籽、恢复林地及幼林抚育
		临时措施	彩条布铺垫、密目网苫盖
	专项设施迁改区	工程措施	表土剥离、土地整治
		植物措施	植草护坡、撒播草籽
		临时措施	彩条布铺垫、密目网苫盖
	临时换装平台区	工程措施	土地整治
		植物措施	撒播草籽
		临时措施	泥浆沉淀池、密目网苫盖

表 5.2-3 接地极工程水土流失防治措施体系表

防治区		措施类型	水土流失防治措施	
			山丘区	平原区
送端接地极	汇流装置区	工程措施	表土剥离	
	检修道路区	工程措施	表土剥离、土地整治	
		植物措施	撒播草籽	
	站用外接电源区	工程措施	表土剥离、土地整治、穴状整地	
		植物措施	撒播草籽、恢复林地及幼林抚育	
		临时措施	密目网苫盖、彩条布铺垫	
	电极电缆区	工程措施	表土剥离、土地整治	
		临时措施	植生袋装土拦挡、密目网苫盖	

防治区		措施类型	水土流失防治措施	
			山丘区	平原区
			盖、彩条布铺垫	
受端接地板	汇流装置区	工程措施		表土剥离
	检修道路区	工程措施		表土剥离、土地整治
		临时措施		彩条布铺垫
	电极电缆区	工程措施		表土剥离、土地整治、穴状整地
		植物措施		撒播草籽、恢复林地及幼林抚育
		临时措施		植生袋装土拦挡、彩条布铺垫、密目网苫盖
	站用外接电源区	工程措施		表土剥离、土地整治
		临时措施		彩条布铺垫、密目网苫盖

表 5.2-4 线路工程水土流失防治措施体系表

防治区		措施类型	水土流失防治措施	
			山丘区	平原区
线型工程	塔基区	工程措施	浆砌石排水沟、浆砌石挡渣墙、浆砌石护坡、表土剥离、土地整治、穴状整地	表土剥离、土地整治、穴状整地
		植物措施	恢复林地及幼林抚育、播撒草籽	恢复林地及幼林抚育、播撒草籽
		临时措施	泥浆沉淀池、植生袋装土拦挡、密目网苫盖、彩条布铺垫、彩条旗围护	泥浆沉淀池、植生袋装土拦挡、密目网苫盖、彩条布铺垫、彩条旗围护
	牵张场区	工程措施	表土剥离、土地整治、穴状整地	土地整治、穴状整地
		植物措施	恢复林地及幼林抚育、播撒草籽	恢复林地及幼林抚育、播撒草籽
		临时措施	密目网苫盖、彩条布铺垫、彩条旗围护、铺设钢板	彩条布铺垫、彩条旗围护、铺设钢板
	跨越施工场地	工程措施	土地整治	土地整治
		植物措施	撒播草籽	撒播草籽
		临时措施	彩条旗围护	彩条旗围护
	施工道路区	工程措施	表土剥离、土地整治、穴状整地	土地整治、穴状整地
		植物措施	恢复林地及幼林抚育、播撒草籽	恢复林地及幼林抚育、播撒草籽
		临时措施	铺设钢板、植生袋装土拦挡、临时排水沟、素土夯实	铺设钢板、彩条旗围护

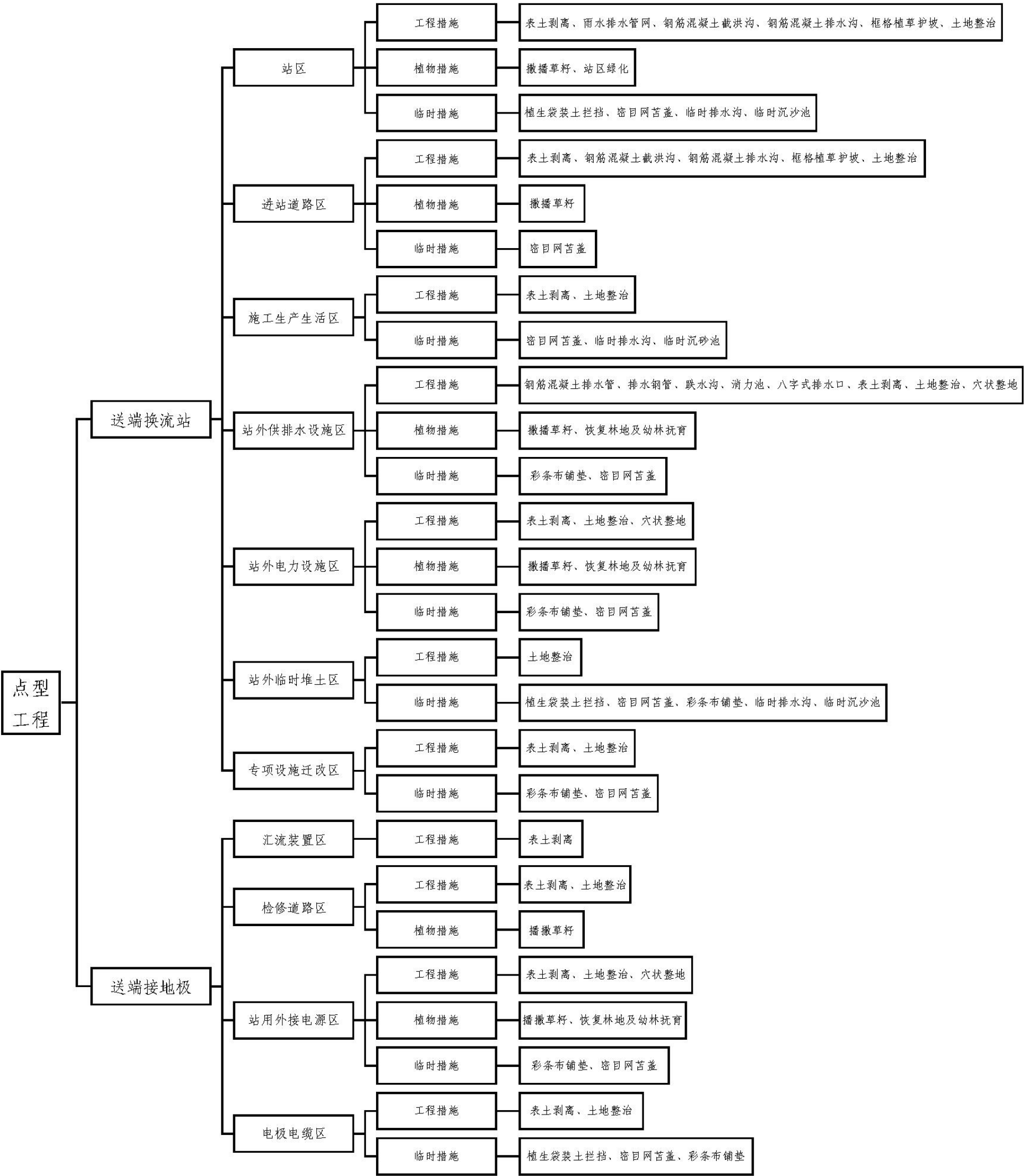


图 5.2-1 送端换流站和送端接地极水土流失防治措施体系框图

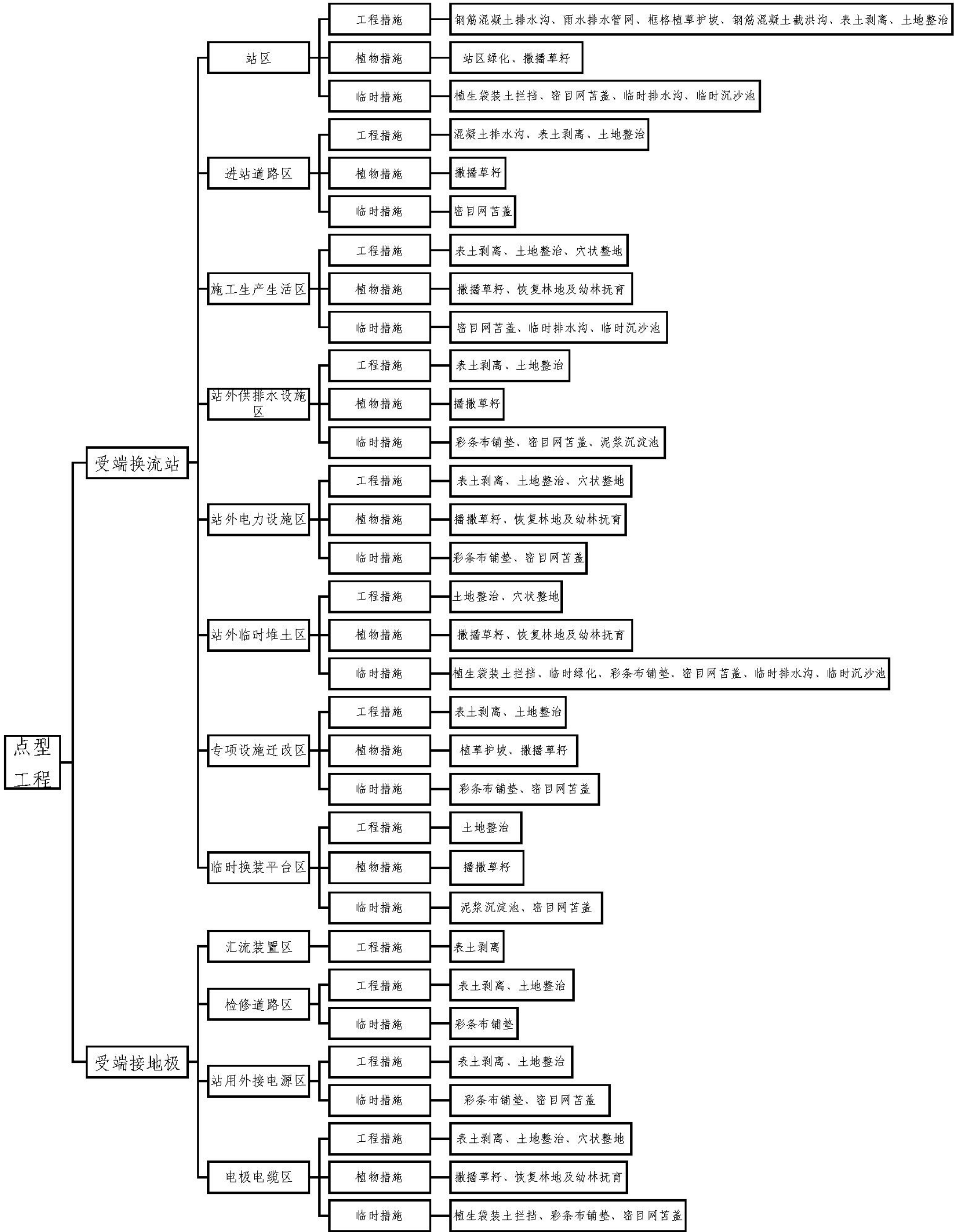


图 5.2-2 受端换流站和受端接地极水土流失防治措施体系框图

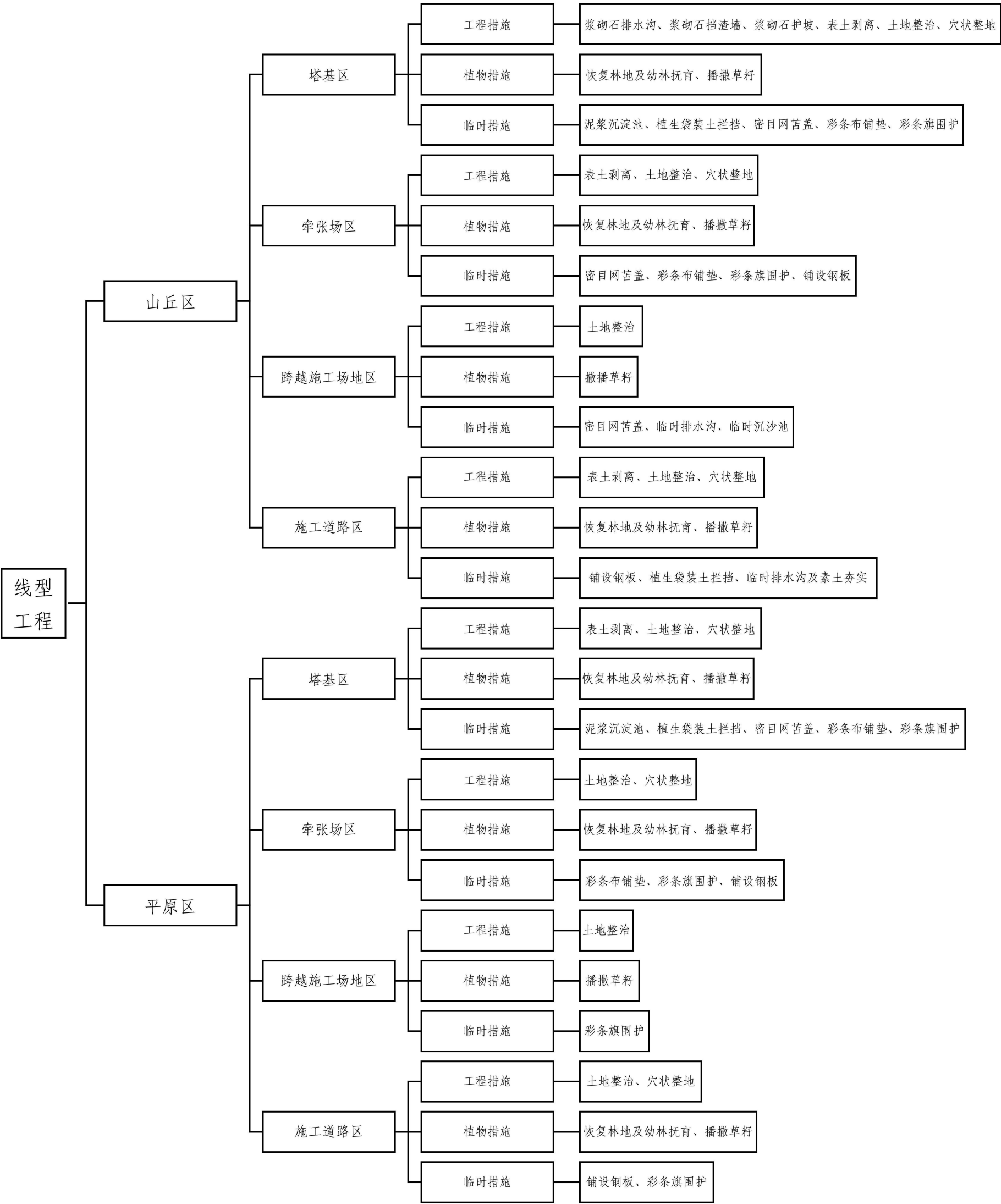


图 5.2-3 输电线路水土流失防治措施体系框图

5.3. 分区措施布设

5.3.1. 设计标准

- 1) 防洪标准：换流站、线路工程为 100 年一遇。
- 2) 截排水工程：送端换流站排水管网及排水沟设计标准为 5 年一遇短历时暴雨、受端换流站为 3 年一遇短历时暴雨、线路工程为 10 年一遇短历时暴雨。
- 3) 护坡工程：边坡破坏危害对象为工矿企业、居民点、重要基础设施的，斜坡防护工程级别为 4 级，危害对象为一般基础设施或农业生产设施的，斜坡防护工程级别为 5 级。
- 4) 拦挡工程：山丘区塔基拦挡工程级别为 4 级，其他区域为 5 级。
- 5) 植被恢复与建设工程级别：换流站站区为 1 级，临建设施区域为 3 级，涉及重点“两区”的区域为 2 级。

5.3.2. 设计原则

根据不同水土流失防治区的特点和水土流失状况，确定各区的防治重点和措施配置。措施配置中，以工程措施控制大面积、高强度水土流失，为植物措施的实施创造条件；同时以植物措施、与工程措施配套，提高水土保持效果、节省工程投资、改善生态环境。措施布置注重功效性，坚持工程措施、临时措施和植物措施相结合，做到措施布设不重不漏、系统全面。

(1) 工程措施

- 1) 土地整治主要针对需绿化、植被恢复、复耕区域。
- 2) 施工前对扰动区域进行表土剥离，施工结束后回覆以便于后期恢复。
- 3) 根据规范要求，对护坡、排水沟（含防冲措施）等工程进行典型设计，并估算工程量。

(2) 植物措施

- 1) 水土保持植物措施在布设上应遵循以下原则：

a. 因地制宜，因害设防的原则；b. “适地适树”原则。根据立地条件选择适宜的树种，根据树种的生物学及生态学特性选择相应的立地类型；c. 优先考虑乡土树种，注重绿化、美化相结合的绿化模式；d. 坚持高标准整地，科学栽植，提高造林成活率和保存率；e. 调查项目区内同类工程植被恢复采取的草种、树种。

2) 立地条件类型与树种选择

根据项目区立地条件分析，本着“适地适草”的原则，工程沿线各省采用绿化树（草）种、规格见下表。工程沿线各省采用绿化树（草）种见表 5.3-1，树（草）种规格见表 5.3-2。

表 5.3-1 本工程沿线采用绿化树草种一览表

行政区	绿化树草种		
	乔木	灌木	草籽
陕西省	刺槐	紫穗槐	冰草、苜蓿
河南省	刺槐	胡枝子	百喜草、三叶草
安徽省	马尾松	紫穗槐	狗牙根、黑麦草

表 5.3-2 植被恢复树（草）种规格表

乔木苗				
苗木名称（灌木）	苗木种类	苗高（cm）≥	蓬径（cm）≥	——
刺槐	容器苗	100	25	
马尾松	容器苗	150	40	
灌木苗				
苗木名称（灌木）	苗木种类	苗高（cm）≥	蓬径（cm）≥	——
紫穗槐	容器苗	35	40	
胡枝子	容器苗	35	40	
种子				
种子名称	等级	纯度	净度	发芽率
冰草、苜蓿	一级种	>90%	>90%	>80%
百喜草、三叶草	一级种	>90%	>90%	>80%
狗牙根、黑麦草	一级种	>90%	>90%	>80%

（3）临时措施

1) 临时措施设计遵循简便、易行、实用、随主体工程施工进度及时布设的原则。

2) 施工过程中，临时堆土采取拦挡措施。

3) 对施工剥离的地表熟土，进行单独防护，施工结束后回覆表土。针对剥离的表土及临时堆土进行防护，采用植生袋装土拦挡及用密目网遮盖，密目网规格可根据沿线地形地貌等情况选用 800 目~1200 目。

4) 换流站站区、施工生产生活区、站外临时堆土区及山丘区施工道路等布设临时排水沟及沉沙池措施，灌注桩基础塔基处设置泥浆沉淀池。

5) 对塔基施工场地、牵张场地、跨越施工场地、施工道路等施工扰动范围进行彩条旗围护限界。

5.3.3. 措施布设

5.3.3.1. 山丘区水土流失防治措施

(1) 送端换流站

(a) 工程措施

——雨水排水管网

送端换流站站区雨水采取有组织排水方式，地面排水坡度 0.5%，每隔 20m~30m 间距设置雨水口，各雨水口之间用管道相连通，站区雨水经排水管网汇集后通过站区南侧的站外排水管线排至站址南侧自然沟道内。站区雨水排水管网总长 7250m，设计重现期为 5 年，站内雨水排水管道采用钢筋混凝土排水管，管径为 DN300~DN1000。

——钢筋混凝土排水沟

换流站挖方边坡、填方边坡坡脚处设置矩形钢筋混凝土排水沟，排水沟长度共计 1759m，砌筑量为 1347m³，设计重现期为 5 年，断面尺寸为 1.0m×1.0m 的排水沟长度为 1119m，断面尺寸为 0.6m×0.6m 的排水沟长度为 640m，壁厚为 250mm，所有排水沟比降不小于 0.005，雨水经站外排水管线排至站址南侧的自然沟道内。

——钢筋混凝土截洪沟

站区北侧及西侧受极小坡面来水影响，主体设计于挖方边坡外侧设置钢筋混凝土截洪沟，截洪沟防洪标准为 100 年一遇，断面尺寸为 1.5m×1.0m，壁厚 250mm，共计 1776m，砌筑量为 1776m³，比降不小于 0.005。

——框格植草护坡

站区挖方边坡位于站区的西侧、西北侧、西南侧，挖方边坡长 1036m，挖方边坡大坡高为 6.15m，放坡坡率为 1:1.50；填方边坡位于站区东侧、东北侧、东南侧，填方边坡长 1332m，填方边坡最大坡高为 5.05m，放坡坡率为 1:1.75，坡面均采用框格植草护坡形式。

站区边坡的框格植草护坡面积为 19819m²，其中挖方边坡护坡面积 10824m²，填方边坡面积 8995m²。

——表土剥离

施工前，对站区占用耕地和园地的开挖扰动区域进行表土剥离，剥离厚度根据地表情况按 20cm 考虑，剥离面积共 30.67hm²，表土集中堆放于站外临时堆土区，表土

剥离量为 6.13 万 m^3 。

——土地整治

表土回覆至站区绿化区域内共计 2.50 万 m^3 ，回覆厚度 38cm，回覆至站区框格植草护坡内的表土共计 0.59 万 m^3 ，回覆厚度 30cm；回覆至站区边坡与红线之间撒播草籽区域内的表土共计 0.07 万 m^3 ，回覆厚度 20cm，表土回覆量共计 3.16 万 m^3 。

回覆完毕后对边坡与用地红线之间区域以及站区绿化区域进行杂物清理、场地平整、增施有机肥等整治活动，从而达到改善立地条件、保持水土和促进林草生长的目的。土地整治面积共计 6.96 hm^2 。

(b) 植物措施

——站区绿化

对站区可绿化区域铺植草坪，草坪为高羊茅、黑麦草、早熟禾混播草坪，高羊茅：黑麦草：早熟禾=7:2:1，站区内绿化面积为 6.59 hm^2 。

——撒播草籽

土地整治结束后，对站区边坡与用地红线之间可绿化区域撒播冰草和苜蓿草籽恢复植被，按 1:1 比例混合播撒，撒播密度见 5.4.3.6 章节草籽播种及抚育管理。经统计：撒播草籽面积为 0.37 hm^2 ，草籽量 37.30kg。

(c) 临时措施

——植生袋装土拦挡

由于挖填土石方在时间、空间上不能均衡同步，考虑在站区内设置 1 个临时堆土场（堆土场尺寸：长×宽×高=150m×150m×3.5m，堆土坡度 40°），用于站区开挖临时土石方的临时堆放。为防止雨水冲刷而产生新的水土流失，本方案考虑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，植生袋成“品”字分层形堆砌成环状，植生袋拦挡断面为梯形（梯形断面尺寸：上底宽×下底宽×高=1m×2m×1.5m），每个临时堆土场考虑留有 10m 进场车辆宽度，临时堆土场挡护长 590m，植生袋装土拦挡工程量 1328 m^3 。

——密目网苫盖

在临时堆土场坡顶、坡面及施工过程中裸露区域采用密目网苫盖，临时堆土区域密目网边缘用植生袋装土压实，其他区域用重物压实，共布设密目网苫盖 82780 m^2 。

——临时排水沟、临时沉沙池

为保障施工期站区场地内排水通畅,本方案考虑在其场地内、临时堆土场四周修建临时排水沟,排水沟末端设置沉沙池。雨水经排水沟汇流后进入沉沙池,经沉沙池沉沙后排入站外边坡截排水沟,沉沙池定期清淤。站区临时堆土场共布设排水沟 3165m,断面均为梯形,断面尺寸为:上底宽 \times 下底宽 \times 深=0.6m \times 0.3m \times 0.3m。单个沉沙池的尺寸均为:长 \times 宽 \times 深=2.5m \times 1.2m \times 1.5m,沉沙池为机砖抹面,单个沉沙池容积为 4.5m³,临时堆土场修建临时沉沙池 1 座,站区排水沟末端修建临时沉沙池 1 座。

经统计:临时排水沟共 3165m,开挖土石方 427m³,临时沉沙池 2 座。

2) 进站道路区

(a) 工程措施

——表土剥离

施工前,对进站道路区占用耕地和园地的开挖扰动区域进行表土剥离,剥离面积共 0.90hm²,表土剥离量为 0.18 万 m³。

——钢筋混凝土排水沟

进站道路两侧设置钢筋混凝土排水沟,设计重现期为 5 年一遇,断面尺寸为 0.6m \times 0.6m,壁厚 250mm,总长约 911m,砌筑量 401m³,比降不小于 0.005,进站道路排水沟出水口衔接至站区边坡排水沟内,经站外排水主管线排至站区南侧的自然沟道内。

——钢筋混凝土截洪沟

进站道路挖方边坡坡顶处设置钢筋混凝土截洪沟,设计洪峰流量为 100 年一遇,断面尺寸为 0.6m \times 0.8m,壁厚 250mm,总长约 546m,砌筑量 341m³,比降不小于 0.005,经进站道路排水沟排入站区边坡排水沟内,再由站外排水管线排至站区南侧自然沟道内。

——框格植草护坡

进站道路挖方边坡放坡坡率为 1:1.5,坡面采用框格植草护坡形式,进站道路框格植草护坡面积共计 5279m²。

——土地整治

施工结束后对进站道路边坡与征地红线之间的扰动区域进行表土回覆,回覆厚度为 20cm,表土回覆量为 0.02 万 m³;回覆至进站道路框格植草护坡区域内的表土为 0.16

万 m^3 ，共计回覆表土 0.18 万 m^3 。

(b) 植物措施

——撒播草籽

土地整治结束后，对进站道路边坡与用地红线之间可绿化区域撒播冰草和苜蓿草籽恢复植被，按 1:1 比例混合播撒，撒播密度见 5.4.3.6 章节草籽播种及抚育管理。经统计：撒播草籽面积为 0.10hm^2 ，草籽量 10.08kg。

(c) 临时措施

——密目网苫盖

施工期间进站道路两侧裸露边坡采用密目网苫盖，密目网之间考虑 10cm 的搭接宽度，密目网苫盖面积 528m^2 。

3) 施工生产生活区

(a) 工程措施

——表土剥离

施工前，对施工生产生活区开挖扰动区域进行表土剥离，剥离面积共 10.28hm^2 ，剥离厚度按 20cm 考虑，剥离量为 2.06 万 m^3 。

——土地整治

施工结束后将表土回覆至原扰动区域，同时将站区部分表土回覆至施工生产生活扰动区域用于耕地及园地恢复，表土回覆量 5.03 万 m^3 。

耕地恢复：对于临时占用耕地区域施工结束后进行场地清理、坑凹回填，人工施肥，机械耕翻地后可满足作物生长需要。园地恢复：对于临时占用园地区域，施工结束后进行场地清理、坑凹回填，人工施肥，耕翻地后可满足苗木生长需要。

施工生产生活区耕地恢复面积 1.03hm^2 ，园地恢复面积 9.25hm^2 。

(b) 临时措施

——临时排水沟、临时排水沟

为保障施工期施工生产生活区场地内排水通畅，本方案考虑在临建 A、B、C 区场地四周分别修建临时排水沟，排水沟末端设置沉沙池。雨水经排水沟汇流后进入沉沙池，经沉沙池沉沙后排入进站道路排水系统，沉沙池定期清淤。临时排水沟总长 3061m，断面均为梯形，断面尺寸为：上底宽 \times 下底宽 \times 深= $0.6\text{m}\times 0.3\text{m}\times 0.3\text{m}$ 。单个沉

沙池的尺寸均为：长×宽×深=2.5m×1.2m×1.5m，沉沙池为机砖抹面，单个沉沙池容积为 4.5m³。

经统计：临时排水沟共 3061m，开挖土石方 413m³，临时沉沙池 3 座。

——密目网苫盖

施工期间裸露区域采用密目网苫盖，密目网苫盖面积 20560m²。

4) 站外供排水设施区

(a) 工程措施

——钢筋混凝土排水管、排水钢管、混凝土跌水沟、八字式排水口、消力池

站区雨水经过钢筋混凝土排水管（DN2300）、排水钢管（DN2000）、八字式排水口、混凝土跌水沟、消力池后排至站址南侧的自然沟道，其中钢筋混凝土排水管长度为 1000m，排水钢管长度为 900m，混凝土跌水沟长度为 40m，消力池 1 个，长 15m，在排水钢管出口处设置八字排水口，排水管、排水沟坡比为 0.005。

——表土剥离

施工前，对开挖扰动区域进行表土剥离，剥离面积共 5.96hm²，表土剥离量为 1.19 万 m³。

——土地整治

施工结束后根据站外供排水设施区覆土需要将表土回覆至剥离区域，表土回覆厚度为 20cm，表土回覆量 1.19 万 m³。

整治面积：针对后期恢复绿化区域进行土地整治，改善施工迹地的理化性质，以满足后期植被生长环境要求。耕地恢复：对于临时占用耕地区域施工结束后进行场地清理、坑凹回填，人工施肥，机械耕翻地后可满足作物生长需要。园地恢复：对于临时占用园地区域，施工结束后进行场地清理、坑凹回填，人工施肥，耕翻地后可满足苗木生长需要。

站外供排水设施区整治面积为 10.84hm²；耕地恢复面积为 1.71hm²；园地恢复面积为 3.86hm²。

——穴状整地

在工程完工后对需栽植灌木和乔木树苗处进行穴状整地，以满足后期植被恢复的要求。穴状整地规格：穴径×坑深为 50cm×50cm。共需穴状整地 10042 个。

(b) 植物措施

——撒播草籽

土地整治结束后,对临时占地类型为林地、草地可绿化区域撒播冰草和苜蓿草籽恢复植被,按 1:1 比例混合播撒,撒播密度见 5.4.3.6 章节草籽播种及抚育管理。经统计:撒播草籽面积为 10.84hm^2 ,草籽量 1092.67kg 。

——恢复林地

施工结束后对占用林地区域进行林地恢复,根据原地貌情况采用“乔+草”或“灌+草”的形式,栽植密度见 5.4.3.7 章节乔、灌木种植及抚育管理,乔、灌木采用刺槐、紫穗槐,恢复林地面积为 6.38hm^2 ,栽植灌木 8350 株、乔木 1692 株,栽植后两年内采取抚育措施。

(c) 临时措施

——密目网苫盖、彩条布铺垫

站外排水管线铺设工艺简单,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,后开挖深层土。表层土与深层土分开堆放,下面用彩条布铺垫,在雨天或风天,预先采用密目网对堆土表面进行苫盖,密目网边缘用重物压实。共布设密目网苫盖 36372m^2 ,彩条布铺垫 30310m^2 。

5) 站外电力设施区

(a) 工程措施

——表土剥离

施工前,对扰动区域进行表土剥离,剥离厚度根据地表情况按 20cm 考虑,剥离面积共 0.06hm^2 ,表土剥离量为 0.01 万 m^3 。

——土地整治

施工结束后表土全部回覆于本区,表土回覆厚度为 20cm,表土回覆量为 0.01 万 m^3 。

整治面积:针对后期恢复绿化区域进行土地整治,改善施工迹地的理化性质,以满足后期植被生长环境要求。耕地恢复:对于临时占用耕地区域施工结束后进行场地清理、坑凹回填,人工施肥,机械耕翻地后可满足作物生长需要。园地恢复:对于临时占用园地区域,施工结束后进行场地清理、坑凹回填,人工施肥,耕翻地后可满足

苗木生长需要。

站外电力设施区整治面积为 2.19hm^2 ；耕地恢复面积为 0.59hm^2 ；园地恢复面积 1.18hm^2 。

——穴状整地

在工程完工后对需栽植灌木和乔木树苗处进行穴状整地，以满足后期植被恢复的要求。穴状整地规格：穴径 \times 坑深为 $50\text{cm}\times 50\text{cm}$ 。共需穴状整地 2183 个。

(b) 植物措施

土地整治结束后，对临时占地类型为林地、草地可绿化区域进行撒播冰草和苜蓿草籽恢复植被，按 1:1 比例混合播撒，撒播密度见 5.4.3.6 章节草籽播种及抚育管理。经统计：撒播草籽面积为 2.19hm^2 ，草籽量 220.75kg 。

——恢复林地

施工结束后对占用林地区域进行林地恢复，根据原地貌情况采用“乔+草”或“灌+草”的形式，栽植密度见 5.4.3.7 章节乔、灌木种植及抚育管理，乔、灌木采用刺槐、紫穗槐，恢复林地面积为 1.39hm^2 ，栽植灌木 1815 株、乔木 368 株，栽植后两年内采取抚育措施。

(c) 临时措施

——密目网苫盖、彩条布铺垫

施工过程中临时堆土及剥离表土堆放于施工临时占地区域，表土与一般土石方分开堆放，临时堆土下方采用彩条布进行铺垫，上方采用密目网进行苫盖，密目网边缘用重物压实。共布设密目网苫盖 2184m^2 ，彩条布铺垫 1820m^2 。

6) 站外临时堆土区

(a) 工程措施

——土地整治

工程完工后，临时占用园地区域，施工结束后进行场地清理、坑凹回填，人工施肥，耕翻地后可满足苗木生长需要，园地恢复面积 4.07hm^2 。

(b) 临时措施

——植生袋装土拦挡、密目网苫盖、彩条布铺垫

施工期间站外临时堆土场区域主要用于土方周转，堆土量较大，为防止雨水冲刷

而产生新的水土流失，本方案考虑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，植生袋成“品”字分层形堆砌成环状，植生袋拦挡断面为梯形（梯形断面尺寸：上底宽×下底宽×高=1m×2m×1.5m），每个临时堆土场考虑留有10m进场车辆宽度，临时堆土场挡护长1144m，植生袋装土拦挡工程量2574m³；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，表土堆存区域底部铺垫彩条布进行保护。经统计：植生袋装土拦挡工程量2574m³，彩条布铺垫39072m²，密目网苫盖48840m²。

——临时排水沟、临时沉沙池

站外临时堆土区外侧修建临时排水沟，排水沟末端设置沉沙池。雨水经排水沟汇流后进入沉沙池，经沉沙池沉沙后均与边坡排水沟衔接，沉沙池定期清淤。临时排水沟长1184m，断面均为梯形，断面尺寸为：上底宽×下底宽×深=0.6m×0.3m×0.3m。单个沉沙池的尺寸均为：长×宽×深=2.5m×1.2m×1.5m，沉沙池为机砖抹面，单个沉沙池容积为4.5m³。

经统计：临时排水沟总长1184m，开挖土石方160m³，临时沉沙池2座。

——临时绿化

因本项目施工周期较长，表土堆放时间超过1年，因此针对表土堆土进行临时绿化。具体形式为在表土堆土顶部撒播苜蓿和冰草草籽，草籽比例为1:1，撒播密度为80kg/hm²，撒播面积约2.39hm²，共撒播草籽191.20kg。

7) 专项设施迁改区

(a) 工程措施

——表土剥离

施工前，对扰动区域进行表土剥离，剥离面积共0.02hm²，表土剥离量为0.01万m³。

——土地整治

施工结束后表土全部回覆于本区，表土回覆厚度为20cm，表土回覆量为0.01万m³。

耕地恢复：对于临时占用耕地区域施工结束后进行场地清理、坑凹回填，人工施肥，机械耕翻地后可满足作物生长需要。园地恢复：对于临时占用园地区域，施工结

束后进行场地清理、坑凹回填，人工施肥，耕翻地后可满足苗木生长需要。

专项设施迁改区耕地恢复面积 0.01hm^2 ；园地恢复面积 0.06hm^2 。

(b) 临时措施

——密目网苫盖、彩条布铺垫

施工过程中临时堆土及剥离表土堆放于施工临时占地区域，表土与一般土石方分开堆放，临时堆土下方采用彩条布进行铺垫，上方采用密目网进行苫盖，密目网边缘用重物压实。共布设密目网苫盖 240m^2 ，彩条布铺垫 200m^2 。

(2) 送端接地极

1) 汇流装置区

(a) 工程措施

——表土剥离

施工前，对开挖扰动区域进行表土剥离，剥离厚度根据地表情况按 20cm 考虑，剥离面积共 0.08hm^2 ，剥离量为 0.02 万 m^3 。剥离的表土堆放在电极电缆区，用于电极电缆区回填，临时防护措施由电极电缆区统一考虑。

2) 检修道路区

(a) 工程措施

——表土剥离

施工之前对开挖扰动区域进行表土剥离，剥离厚度按 20cm 考虑，表土剥离面积为 0.04hm^2 ，表土剥离量为 0.01 万 m^3 ，剥离的表土堆放在电极电缆区，用于电极电缆区回填，临时防护措施由电极电缆区统一考虑。

——土地整治

进站道路两侧边坡距用地红线之间均有 0.8m 未进行建设，施工完毕后对该区域进行杂物清理、场地平整、增施有机肥等整治活动，从而达到改善立地条件、保持水土和促进林草生长的目的。土地整治面积共计 0.02hm^2 。

(b) 植被恢复

——撒播草籽

土地整治结束后，对检修道路与用地红线之间可绿化区域撒播冰草和苜蓿草籽恢复植被，按 1:1 比例混合播撒，撒播密度见 5.4.3.6 章节草籽播种及抚育管理。经统计：

撒播草籽面积为 0.02hm^2 ，草籽量 2.02kg 。

3) 站用外接电源区

(a) 工程措施

——表土剥离

施工前，对开挖扰动区域进行表土剥离，剥离厚度根据地表情况按 20cm 考虑，剥离面积共 0.04hm^2 ，剥离量为 0.01 万 m^3 。

——土地整治

施工结束后回覆于电杆临时施工占地，为土地整治提供条件，表土回覆厚度为 22cm ，表土回覆量为 0.01 万 m^3 。

整治面积：针对后期恢复绿化区域进行土地整治，改善施工迹地的理化性质，以满足后期植被生长环境要求。耕地恢复：对于临时占用耕地区域施工结束后进行场地清理、坑凹回填，人工施肥，机械耕翻地后可满足作物生长需要。园地恢复：对于临时占用园地区域，施工结束后进行场地清理、坑凹回填，人工施肥，耕翻地后可满足苗木生长需要。

站用外接电源区整治面积为 0.18hm^2 ；耕地恢复面积为 0.09hm^2 ；园地恢复 0.19hm^2 。

——穴状整地

在工程完工后对需栽灌木和乔木植树苗处进行穴状整地，以满足后期植被恢复的要求。穴状整地规格：穴径 \times 坑深为 $50\text{cm}\times 50\text{cm}$ 。共需穴状整地 142 个。

(b) 植被恢复

——撒播草籽

土地整治结束后，对临时占地类型为林地、草地可绿化区域进行撒播冰草和苜蓿草籽恢复植被，按 $1:1$ 比例混合播撒，撒播密度见 5.4.3.6 章节草籽播种及抚育管理。经统计：撒播草籽面积为 0.18hm^2 ，草籽量 18.14kg 。

——恢复林地

施工结束后对占用林地区域进行林地恢复，根据原地貌情况采用“乔+草”或“灌+草”的形式，栽植密度见 5.4.3.7 章节乔、灌木种植及抚育管理，乔、灌木采用刺槐、紫穗槐，恢复林地面积为 0.09hm^2 ，栽植灌木 118 株、乔木 24 株，栽植后两年内采取抚育措施。

(c) 临时措施

——密目网苫盖、彩条布铺垫

施工过程中临时堆土及剥离表土堆放于施工临时占地区域，表土与一般土石方分开堆放，临时堆土下方采用彩条布进行铺垫，上方采用密目网进行苫盖，密目网边缘用重物压实。共布设密目网苫盖 1040m^2 ，彩条布铺垫 867m^2 。

4) 电极电缆区

(a) 工程措施

——表土剥离

施工前，对扰动开挖扰动区域进行表土剥离，剥离厚度根据地表情况按 20cm 考虑，剥离面积共 4.08hm^2 ，剥离量为 0.82 万 m^3 。

——土地整治

施工结束后将电极电缆区、汇流装置区及检修道路区剥离表土回覆于本区，为复耕提供条件，表土回覆厚度为 20cm ，表土回覆量 0.85 万 m^3 。

耕地恢复：对于临时占用耕地区域施工结束后进行场地清理、坑凹回填，人工施肥，机械耕翻地后可满足作物生长需要。园地恢复：对于临时占用园地区域，施工结束后进行场地清理、坑凹回填，人工施肥，耕翻地后可满足苗木生长需要。

电极电缆区耕地恢复面积 2.45hm^2 ，园地恢复面积 7.33hm^2 。

(b) 临时措施

——植生袋装土拦挡、密目网苫盖、彩条布铺垫

电极电缆区施工工艺简单，施工时间短，本方案为了严格控制施工范围，考虑在极环及电缆沟两侧设置施工场地，先剥离表土，后开挖深层土。表土与深层土分开堆放，土方集中堆放于开挖沟道一侧，堆土下方铺垫彩条布，表面采用密目网苫盖，堆土边界设置植生袋装土拦挡。经统计：植生袋装土拦挡约 4578m ，工程量 6592m^3 ，密目网苫盖 48535m^2 ，彩条布铺垫 40446m^2 。

(3) 输电线路工程

1) 塔基区

位于缓坡地形的塔位，塔基采用高低腿，当坡面塔位上坡侧汇水对其冲刷影响较大的设置环状排水沟，并引至附近排水沟或自然沟道排泄，对无自然沟道的塔基，对

b. 抗倾覆稳定计算

$$K_i = \frac{\text{抗倾覆力矩}}{\text{倾覆力矩}} = \frac{W_a + P_{ay} b}{P_{ax} h}$$

式中： K_i —最小抗倾覆安全系数，4级挡渣墙正常运用为1.40，非常运用为1.30； W_a —墙体自重； P_{ay} —作用于墙体的外部荷载的竖向分力； P_{ax} —作用于墙体的外部荷载的水平分力； a — W_a 对墙趾点的力矩，m； b — P_{ay} 对墙趾点的力矩，m； h — P_{ax} 对墙趾点的力矩，m。按最不利的情况考虑，在坡度30°的情况下，挡渣墙外露高度4.0m，基脚埋深1.2m，基础底部逆坡高度0.3m，基础底部宽度1.5m，墙顶宽度0.6m，浆砌块石工程量5.5m³/m。正常运用工况下，挡渣墙基底抗滑稳定安全系数3.63、抗倾覆安全系数为7.64；非常运用工况下，挡渣墙基底抗滑稳定安全系数不小于1.97、抗倾覆安全系数为4.97。能够满足安全运行要求。

经统计，挡渣墙工程量分别为：陕西境内56m³；河南境内52m³。

——浆砌石排水沟、消能措施

塔位有坡度时，为防止上山坡侧汇水面的雨水、山洪及其他地表水对基面的冲刷影响，除塔位位于面包形山顶或山脊外，均需在塔位上坡侧（如果基面有降基挖方，距挖方坡顶水平距离≥4m处），依山势设置环状排水沟，以拦截和排除周围山坡汇水面内的地表水。

排水沟设计标准按10年一遇10min降水量设计，其横断面尺寸为：深×底宽×上口宽=0.5m×0.4m×0.5m（I型），深×底宽×上口宽=1.0m×0.8m×1.0m（II型）。沟底应留有不少于0.3%的纵向坡度。

在设计中对降基挖方的基面留有内高外低的排水坡度，坡度一般为0.5~1.0%。基面排水坡度尽可能向基础保护范围大的缓坡方向倾斜，以便基面雨水从此方向排出。排水沟末端与自然沟道顺接在较平缓区域，排水沟出口设八字式能散水措施，所用材料与排水沟保持一致，其横断面尺寸为：I型末端宽0.8m、长1.0m，II型宽1.2m、长1.0m。

排水沟末端与自然沟道顺接在较平缓区域，排水沟出口设八字式能散水措施，所用材料与排水沟保持一致。排水沟末端与自然沟道顺接在地形坡度较陡的区域时，在排水沟末端设置消力池措施，以减轻汇水对下游的冲刷。消力池所用材料与排水沟保

持一致，采用浆砌石。

经统计，排水沟工程量分别为：陕西境内 70m^3 ；河南境内 562m^3 。

——表土剥离

施工前，对占用耕地、林地、园地和草地且开挖扰动深度超过 20cm 的区域进行表土剥离，剥离厚度根据地表情况按 $20\text{cm} \sim 30\text{cm}$ 考虑。施工结束后进行表土回覆，为绿化及耕地恢复提供条件。

经统计，表土剥离面积、表土剥离量分别为：陕西境内 13.67hm^2 、 2.73 万 m^3 ；河南境内 17.40hm^2 、 3.48 万 m^3 ；安徽境内 0.39hm^2 、 0.11 万 m^3 。

——土地整治

表土回覆：塔基区表土全部回覆于塔基永久占地内，各塔基表土回覆厚度约为表土剥离量与塔基永久占地扣除塔基硬化面积的比值。

整治面积：在塔基基础施工后，对塔基区林地、草地和其他土地需要后期恢复绿化区域进行土地整治，改善施工迹地的理化性质，以满足后期植被生长环境要求。耕地恢复：对于塔基区占用耕地区域，施工结束后进行场地清理、坑凹回填，人工施肥，耕翻地后可满足作物生长需要。园地恢复：对于塔基区占用园地区域，施工结束后进行场地清理、坑凹回填，人工施肥，耕翻地后可满足苗木生长需要。

经统计，表土回覆量分别为：陕西境内 2.73 万 m^3 ；河南境内 3.48 万 m^3 ；安徽境内 0.11 万 m^3 。土地整治面积分别为：陕西境内 28.57hm^2 ；河南境内 69.05hm^2 ；安徽境内 0.93hm^2 。耕地恢复面积分别为：陕西境内 4.25hm^2 ；河南境内 3.75hm^2 ；安徽境内 0.40hm^2 。园地恢复面积分别为：陕西境内 16.80hm^2 。

——穴状整地

在工程完工后对塔基区占用的林地进行穴状整地，以满足后期栽植灌木恢复林地的要求。穴状整地规格：穴径 \times 坑深为 $50\text{cm} \times 50\text{cm}$ 。

经统计，穴状整地个数分别为：陕西境内 28347 个；河南境内 107255 个；安徽境内 522 个。

(b) 植物措施

——撒播草籽

塔基区土地整治后对占用林地、草地、其他土地等可绿化域撒播草籽，根据当

地自然环境条件，陕西境内为冰草、苜蓿混播；河南境内为百喜草、三叶草混播，安徽境内为黑麦草、狗牙根混播，撒播密度见 5.4.3.6 章节草籽播种及抚育管理。

经统计，各省撒播草籽面积、草籽量分别为：陕西境内 28.57hm^2 、 2879.86kg ；河南境内 69.05hm^2 、 6960.24kg ；安徽境内 0.93hm^2 、 93.74kg 。

——恢复林地

塔基施工临时占地范围内，对占用林地区域进行林地恢复，为保证输电线路安全运行，采用“灌+草”的形式。陕西境内灌木选择紫穗槐；河南境内选择胡枝子；安徽境内选择紫穗槐，栽植密度见 5.4.3.7 章节乔、灌木种植及抚育管理。栽植后的两年内采取抚育措施。

经统计，各省恢复林地面积、栽植灌木株数分别为：陕西境内 17.37hm^2 、28347 株；河南境内 65.72hm^2 、107255 株；安徽境内 0.32hm^2 、522 株。

(c) 临时措施

——植生袋装土拦挡、密目网苫盖、彩条布铺垫

塔基在施工过程中必然会产生临时堆土，主要为表土和基槽余土，塔基区基础开挖土方临时堆存于塔基两侧，并采取相应的水土保持临时措施对堆土进行防护。考虑到土石方工程的时间、空间分布，塔基施工过程中，剥离的表土和开挖临时土石方不能及时回填，分别集中堆放。此外组塔架线阶段也应采取铺垫、苫盖措施对表土进行保护。

山丘区塔基临时堆土防护措施：临时堆土大体呈棱台形堆放于塔基两侧，考虑到堆放区为坡地，临时堆土堆存时遵循“先拦挡后堆土”原则，在堆土下坡侧方向用填土袋作临时挡墙，填土袋规格为长 \times 宽 \times 高= $0.6\text{m}\times 0.4\text{m}\times 0.2\text{m}$ ，坡顶、坡面采用密目网临时覆盖，上坡侧及两侧坡脚处用填土袋对密目网进行压盖。填土袋主要利用塔基开挖出的临时堆土，施工结束后将填土袋清理干净，袋中的土方回填利用。不涉及水土保持敏感区区域直流线路、500kV 及以上迁改线路单个塔基临时堆土区平均设置 15m^3 填土袋压实，位于水土保持敏感区的提高为 $18\text{m}^3/\text{基}$ ；不涉及水土保持敏感区区域接地极线路及 500kV 以下改迁线路单个塔基临时堆土区平均设置 5m^3 填土袋压实，位于水土保持敏感区的提高为 $7\text{m}^3/\text{基}$ 。施工结束后拆除填土袋。为避免清理回填土时对原地貌的扰动，需在临时堆土区域底部先行彩条布铺垫，可降低清理场地时的扰动程度。

密目网苫盖面积直流线路、500kV 及以上迁改线路单塔按 300m^2 考虑，接地极线路及 500kV 以下改迁线路单塔按 200m^2 考虑。彩条布铺垫面积直流线路、迁改线路单塔按 200m^2 考虑，接地极线路单塔按 150m^2 考虑。

经统计，植生袋拦挡工程量、彩条布铺垫和密目网苫盖工程量分别为：陕西境内 7995m^3 ， 100750m^2 ， 147000m^2 ；河南境内 11457m^3 ， 127400m^2 ， 191100m^2 ；安徽境内 245m^3 ， 5250m^2 ， 7000m^2 。

——彩条旗围护

为防止施工人员及车辆跨越塔基施工场地租地范围作业，造成大面积的地表扰动，施工期间对塔基施工场地四周布设彩条旗进行围护，只留有施工作业面进出口。

经统计，彩条旗围护工程量分别为：陕西境内 44100m ；河南境内 57330m ；安徽境内 2100m 。

——泥浆沉淀池

针对塔基灌注桩基础主体工程考虑了灌注桩基础泥浆防护临时措施。浆沉淀池采用半挖半填方式，其尺寸根据钻渣泥浆量确定，每个沉淀池地下部分池口尺寸为 15m （长） $\times 15\text{m}$ （宽） $\times 1.5\text{m}$ （深），接地极线路及 500kV 以下迁改线路按 10m （长） $\times 8\text{m}$ （宽） $\times 1\text{m}$ （深），池壁开挖坡比控制在 1: 0.5，以保持边坡的稳定。

经统计，需要设置泥浆沉淀池的数量分别为：陕西境内 3 座；河南境内 25 座。

2) 牵张场区

(a) 工程措施

——表土剥离

牵张场尽量选择平坦地形进行布设，并避让乔木林地，施工前，对占用耕地、林地、园地和草地且开挖扰动深度超过 20cm 的区域进行表土剥离，剥离厚度根据地表情况按 $20\sim 30\text{cm}$ 考虑。施工结束后进行表土回覆，为绿化及耕地恢复提供条件。

经统计，表土剥离面积、剥离量分别为：陕西境内 1.51hm^2 、 0.31 万 m^3 ；河南境内 3.20hm^2 、 0.64 万 m^3 ；安徽境内 0.04hm^2 、 0.01 万 m^3 。

——土地整治

表土回覆：牵张场区表土全部回覆于原位，表土回覆厚度与剥离厚度一致。

整治面积：对牵张场区林地、草地和其他土地需要后期恢复绿化区域进行土地整

治，改善施工迹地的理化性质，以满足后期植被生长环境要求。耕地恢复：对于牵张场地占用耕地区域，施工结束后进行场地清理、坑凹回填，人工施肥，机械耕翻地后可满足作物生长需要。园地恢复：对于牵张场地占用园地区域，施工结束后进行场地清理、坑凹回填，人工施肥，耕翻地后可满足苗木生长需要。

经统计，表土回覆量分别为：陕西境内 0.31 万 m^3 ；河南境内 0.64 万 m^3 ；安徽境内 0.01 万 m^3 。土地整治面积分别：陕西境内 7.51 hm^2 ；河南境内 16.56 hm^2 。耕地恢复面积分别为：陕西境内 1.35 hm^2 ；河南境内 1.20 m^2 ；安徽境内 0.14 hm^2 。园地恢复面积分别为：陕西境内 5.95 hm^2 。

——穴状整地

在工程完工后对牵张场区占用的林地进行穴状整地，以满足后期栽植灌木恢复林地的要求。穴状整地规格：穴径×坑深为 50cm×50cm。

经统计，穴状整地个数分别为：陕西境内 11048 个；河南境内 26210 个。

(b) 植物措施

——撒播草籽

牵张场区土地整治后对占用林地、草地、其他土地等可绿化域撒播草籽，根据当地自然环境条件，陕西境内为冰草、苜蓿混播；河南境内为百喜草、三叶草混播，安徽境内为黑麦草、狗牙根混播，撒播密度见 5.4.3.6 章节草籽播种及抚育管理。

经统计，各省撒播草籽面积、草籽量分别为：陕西境内 7.51 hm^2 、757.02kg；河南境内 16.56 hm^2 、1669.25kg。

——恢复林地

对牵张场区占用林地区域进行林地恢复，根据原地貌采用“灌+草”的形式。陕西境内灌木选择紫穗槐；河南境内选择胡枝子；安徽境内选择紫穗槐，栽植密度见 5.4.3.7 章节乔、灌木种植及抚育管理。栽植后的两年内采取抚育措施。

经统计，各省恢复林地面积、栽植灌木株数分别为：陕西境内 6.77 hm^2 、11048 株；河南境内 16.06 hm^2 、26210 株。

(c) 临时措施

——彩条布铺垫、密目网苫盖

为减少对地表的扰动，在牵张场地内铺设一定数量的彩条布用于隔离地表，以满足施工结束后耕地恢复或土地整治需要，直流线路单个牵张场彩条布铺垫为 150 m^2 ，

接地极线路、迁改线路单个牵张场彩条布平均铺垫 80m^2 。

由于输电线路的单个牵引场和牵张场利用时间较短,一个放线段大约 10 天以内放线完毕,为避免清理回填土时对原地貌的扰动,本方案只考虑将剥离的表土和临时堆土区域底部先行采用彩条布铺垫,可降低清理场地时的扰动程度,并将剥离的表土和临时堆土采用密目网苫盖,待单个牵引场和张力场使用完毕后,立即将剥离的表土进行回填,并平整开挖的临时土石方。密目网苫盖面积直流线路每个牵张场按 200m^2 考虑,接地极线路、迁改线路每个牵张场按 150m^2 考虑。

经统计:彩条布铺垫、密目网苫盖面积分别为:陕西境内 10550m^2 、 14450m^2 ;河南境内 11100m^2 、 14800m^2 ;安徽境内 200m^2 、 300m^2 。

——彩条旗围护

为防止施工人员及车辆跨越牵张场租地范围作业,严格控制施工扰动范围,避免造成大面积的地表扰动,在施工期内对牵张场三侧布设彩条旗进行围护(如条件允许,布设铁架围栏亦可)。

经统计:彩条旗围护工程量分别为:陕西境内 10870m ;河南境内 11840m ;安徽境内 180m 。

——铺设钢板

为方便机械设备和导线的运输与吊装,在牵张场地内规划出施工通道,通道做适当平整后铺设 6mm 厚钢板,钢板的铺设可降低重型机械及车辆对原地貌的扰动。根据与主体单位沟通结合实际施工单位经验,直流线路单个牵张场平均铺设钢板 200m^2 ,接地极线和迁改路单个牵张场平均铺设钢板 100m^2 。

经统计:铺设钢板的工程量分别为:陕西境内 13300m^2 ;河南境内 14800m^2 ;安徽境内 200m^2 。

3) 跨越施工场地区

(a) 工程措施

——土地整治

整治面积:对跨越施工场地区占用的林地、草地和其他土地需要后期恢复绿化区域进行土地整治,改善施工迹地的理化性质,以满足后期植被生长环境要求。耕地恢复:对于跨越施工场地区占用耕地区域,施工结束后进行场地清理、坑凹回填,人工

施肥，机械耕翻地后可满足作物生长需要。园地恢复：对于跨越施工场地区占用园地区域，施工结束后进行场地清理、坑凹回填，人工施肥，耕翻地后可满足苗木生长需要。

经统计：整治面积分别为：陕西境内 5.56hm^2 ；河南境内 3.18hm^2 。耕地恢复面积分别为：陕西境内 1.38hm^2 ；河南境内 0.92hm^2 。园地恢复面积分别为：陕西境内 6.90hm^2 。

(b) 植物措施

——撒播草籽

跨越施工场地区土地整治后对占用林地、草地、其他土地等可绿化域撒播草籽，根据当地自然环境条件，陕西境内为冰草、苜蓿混播；河南境内为百喜草、三叶草混播，安徽境内为黑麦草、狗牙根混播，撒播密度见 5.4.3.6 章节草籽播种及抚育管理。

经统计，各省撒播草籽面积、草籽量分别为：陕西境内 5.56hm^2 、 560.46kg ；河南境内 3.18hm^2 、 320.54kg 。

(c) 临时措施

——彩条旗围护

为防止施工人员及车辆跨越场租地范围作业，严格限制扰动范围，避免造成大面积的地表扰动，在施工期内对跨越场地三侧布设彩条旗进行围护。

经统计：彩条旗围护工程量分别为：陕西境内 20760m ；河南境内 6300m 。

4) 施工道路区

(a) 工程措施

——表土剥离

人抬道路、拓宽道路和索道区域的扰动以踩踏和伐疏枝条为主，对部分凹凸不平的地方进行简单的填凹削凸，扰动深度小于 20cm ，该部分表土可不进行剥离，而新修施工道路部分区域不可避免的需要进行场平，本方案考虑对新修施工道路开挖扰动深度超过 20cm 占用耕地、林地、园地和草地区域进行表土剥离，并将表土采用植生袋装袋，用于拦挡施工道路下边坡，后期用于新修道路区域迹地恢复。

经统计，表土剥离面积、表土剥离量分别为：陕西境内 20.89hm^2 、 4.18 万 m^3 ；河南境内 22.15hm^2 、 4.43 万 m^3 ；安徽境内 0.95hm^2 、 0.26 万 m^3 。

——土地整治

表土回覆：牵场张区表土全部回覆于原位，表土回覆厚度与剥离厚度一致。

整治面积：对施工道路区占用的林地、草地和其他土地需要后期恢复绿化区域进行土地整治，改善施工迹地的理化性质，以满足后期植被生长环境要求。耕地恢复：对于施工道路区占用耕地区域，施工结束后进行场地清理、坑凹回填，人工施肥，耕翻地后可满足作物生长需要。园地恢复：对于施工道路区占用园地区域，施工结束后进行场地清理、坑凹回填，人工施肥，耕翻地后可满足苗木生长需要。

经统计：表土回覆量分别为：陕西境内 4.18 万 m^3 ；河南境内 4.43 万 m^3 ；安徽境内 0.26 万 m^3 。整治面积分别为：陕西境内 50.81 hm^2 ；河南境内 94.85 hm^2 ；安徽境内 1.36 hm^2 。耕地恢复面积分别为：陕西境内 6.71 hm^2 ；河南境内 6.05 hm^2 ；安徽境内 0.59 hm^2 。园地恢复面积分别为：陕西境内 26.36 hm^2 。

——穴状整地

在工程完工后对施工道路区占用的林地进行穴状整地，以满足后期栽植乔、灌木恢复林地的要求。穴状整地规格：穴径×坑深为 50cm×50cm。

经统计，穴状整地个数分别为：陕西境内 70287 个；河南境内 124700 个；安徽境内 1201 个。

(b) 植物措施

——撒播草籽

施工道路区施工结束后对占用林地、草地、其他土地区域撒播草籽，根据当地自然环境条件，陕西境内为冰草、苜蓿混播；河南境内为百喜草、三叶草混播，安徽境内为黑麦草、狗牙根混播，撒播密度见 5.4.3.6 章节草籽播种及抚育管理。

经统计，各省撒播草籽面积、草籽量分别为：陕西境内 50.81 hm^2 、5121.64kg；河南境内 94.85 hm^2 、9560.88kg；安徽境内 1.36 hm^2 、137.09kg。

——恢复林地

施工道路区施工结束后对占用林地区域进行林地恢复，根据原地貌情况采用“乔+草”或“灌+草”的形式，为保证线路运行安全，输电线路下方不栽植乔木。陕西境内乔、灌木选择刺槐、紫穗槐；河南境内选择刺槐、胡枝子；安徽境内选择马尾松、紫穗槐，栽植密度见 5.4.3.7 章节乔、灌木种植及抚育管理。栽植后的两年内采取抚育措施。

经统计, 各省恢复林地面积及栽植灌木、乔木株数分别为: 陕西境内 46.56hm^2 、45592 株、24695 株; 河南境内 90.08hm^2 、28018 株、96682 株; 安徽境内 0.78hm^2 、891 株、310 株。

(c) 临时措施

——植生袋装土拦挡

考虑到部分山丘区施工道路修筑前进行了表土剥离, 同时部分山丘区施工道路可能存在一定的放坡, 方案设计采取填土袋拦挡措施对堆放土方及道路边坡的坡脚实施挡护。施工结束后拆除填土袋。

经统计: 植生袋拦挡工程量分别为: 陕西境内 41800m^3 ; 河南境内 44300m^3 ; 安徽境内 2600m^3 。

——临时排水沟、素土夯实

对施工道路区局部地段设置临时排水沟, 做好临时性排水工程, 防止水土流失, 临时排水沟开挖断面为梯形, 上底为 0.6m , 下底为 0.3m , 深为 0.3m , 临时排水沟排水排至自然沟道中。此外, 排水沟开挖土石方夯实于施工道路边坡坡脚处, 作为施工道路边坡的临时防护。

经统计: 临时排水沟工程量分别为: 陕西境内 5803m , 783m^3 ; 河南境内 7947m , 1073m^3 ; 安徽境内 505m , 68m^3 。

——铺设钢板

为方便施工器械及材料运输, 减轻地表扰动。主体考虑于施工道路部分区域铺设钢板, 钢板厚度为 6mm 。

经统计: 铺设钢板的工程量分别为: 河南境内 3100m^2 。

5.3.3.2. 平原区水土流失防治措施

(1) 受端换流站

1) 站区

(a) 工程措施

——雨水排水管网

受端换流站站区雨水采用有组织排水方式, 地面排水坡度 0.5% , 每隔 $20\text{m}\sim 30\text{m}$ 间距设置雨水口, 各雨水井用管道相连通, 共布设雨水排水管网 14250m , 设计重现

期为3年，管径为DN225~DN1200，其中DN225管线采用硬聚氯乙烯（PVC-U）加筋管，其余管径管线采用钢筋混凝土管。站区雨水分区排放，于站外东南侧和西南侧分别布设1处雨水排水口，雨水经雨水排水管网汇集后分别通过DN1200排水管排至站址东南和西南侧的围墙外河道，最终汇入马槽河。

——钢筋混凝土排水沟

换流站挖方边坡、填方边坡坡底均设置钢筋混凝土排水沟，排水沟设计重现期为3年，长度共计1800m，断面尺寸为0.5m×0.5m，壁厚200mm，砌筑量为684m³，所有排水沟比降不小于0.005，边坡排水沟内雨水就近排入周边沟渠或水塘。

——钢筋混凝土截洪沟

挖方边坡外侧设置钢筋混凝土截洪沟，防洪标准为100年一遇，长度共计550m，断面尺寸为2.0m×1.0m，壁厚200mm，砌筑量为484m³，比降不小于0.005。截洪沟内雨水就近排入周边沟渠或水塘。

——框格植草护坡

站址西侧、北侧及东侧局部区域挖方边坡总长度约790m（不含北侧水塘区域），最大坡高约5m，采用自稳放坡方案，放坡坡率为1:1.5；站址南侧及东侧大部分区域为填方边坡，填方边坡总长度约860m。大部分区域填方边坡坡高小于7.5m，局部位于沟渠处坡高达9.8m，采用自稳分级放坡方案，放坡坡率为1:2.0，其中第1级台阶边坡坡高7.0m，马道宽2.0m，第2级台阶边坡坡高2.0m。除站址东侧占用水塘区域边坡外，挖填方边坡均采用3m×3m混凝土骨架+六角形植草绿化护坡，挖方边坡框格植草护坡工程量为3000m²，填方边坡为12900m²，合计15900m²。

——表土剥离

施工前，对占用林地和耕地区域进行表土剥离，林地剥离厚度为25cm、耕地为30cm，剥离面积共18.48hm²，表土剥离量为4.42万m³，表土集中堆放于站外临时堆土区。根据施工时序，表土陆续全部回覆于站区。

——土地整治

表土回覆至站区绿化区域内共计3.85万m³，回覆厚度50cm；回覆至站区框格植草护坡内的表土共计0.24万m³，回覆厚度20cm；回覆至站区边坡与红线之间撒播草籽区域内的表土共计0.33万m³，回覆厚度50cm。表土回覆量共计4.42万m³。

表土回覆完毕后对站区绿化区域、护坡和征地红线之间的扰动区域进行土地整治，通过坑凹回填、翻松土壤、增施有机肥等整治活动，提高植物成活率。土地整治面积约 8.37hm^2 。

(b) 植物措施

——站区绿化

受端换流站考虑全站绿化，主体设计在站区内可绿化区域铺设草皮进行绿化，根据当地自然环境条件，草皮选择马尼拉，站区内绿化面积为 7.70hm^2 。

——撒播草籽

对站区护坡和征地红线之间的可绿化区域采取播撒草籽恢复植被，草籽选择黑麦草和狗牙根，按 1:1 比例混合播撒，撒播密度见 5.4.3.6 章节草籽播种及抚育管理，撒播面积为 0.67hm^2 ，共撒播草籽 56.28kg 。

(c) 临时措施

——植生袋装土拦挡、密目网苫盖

由于挖填土石方在时间、空间上不能均衡同步，考虑在站区内设置 1 个临时堆土场（站区临时堆土场尺寸：长 \times 宽 \times 高= $200\text{m}\times 60\text{m}\times 4.0\text{m}$ ，堆土坡度为 1:1，临时堆土场考虑留有 10m 进场车辆宽度），用于站区土方周转。为防止雨水冲刷而产生新的水土流失，本方案考虑对临时堆土采取植生袋装土拦挡措施，植生袋成“品”字分层堆砌成环状，植生袋拦挡断面为梯形（梯形断面尺寸：上底宽 \times 下底宽 \times 高= $1\text{m}\times 2\text{m}\times 1.5\text{m}$ ），植生袋装土挡护长 510m，植生袋装土拦挡工程量为 1148m^3 ；堆土坡顶、坡面采用密目网苫盖，边缘用植生袋装土压实，此外施工中对裸露地表采取密目网苫盖措施，密目网苫盖面积为 94200m^2 。

受端换流站站区植生袋装土拦挡工程量为 1148m^3 ，密目网苫盖面积工程量合计 94200m^2 。

——临时排水沟、沉沙池

为保障施工期站区场地内排水通畅，本方案考虑在其场地内、临时堆土场四周修建临时排水沟，排水沟末端设置沉沙池。雨水经排水沟汇流后进入沉沙池，经沉沙池沉沙后排入站址东南侧、西南侧沟渠，沉沙池定期清淤。临时排水沟长 2353m，断面均为梯形，断面尺寸为：上底宽 \times 下底宽 \times 深= $0.6\text{m}\times 0.3\text{m}\times 0.3\text{m}$ 。单个沉沙池的尺寸均

为：长×宽×深=2.5m×1.2m×1.5m，沉沙池为机砖抹面，单个沉沙池容积为 4.5m³，临时堆土场修建沉沙池 1 座，排水沟出口处各布设 1 座。

经统计：临时排水沟共 2353m，开挖土石方 318m³，临时沉沙池 3 座。

2) 进站道路区

(a) 工程措施

——混凝土排水沟

进站道路两侧设置混凝土排水沟，总长约 464m，砌筑量为 176m³，断面尺寸为 0.5m×0.5m，比降不小于 0.005，收集雨水后直接排至进站道路南侧已有沟渠，最终汇入马槽河。排水沟采用 3 年一遇短历时暴雨排水工程设计标准。

——表土剥离

施工前，对进站道路区占用林地区域进行表土剥离，剥离厚度根据地表情况按 25cm 考虑。表土剥离面积为 0.30hm²，表土剥离量为 0.08 万 m³，剥离的表土堆放于站外临时堆土区。

——土地整治

施工结束后将表土回覆于进站道路边坡、红线之间区域，共回覆表土 0.08 万 m³，回覆厚度 50cm。

表土回覆后对进站道路区路基与征地红线之间的扰动区域进行土地整治，通过坑凹回填、翻松土壤、增施有机肥等整治活动，提高植物成活率。土地整治面积约 0.15hm²。

(b) 植物措施

——撒播草籽

对进站道路区硬化区域和征地红线之间的扰动区域采取播撒草籽恢复植被，草籽选择黑麦草和狗牙根，按 1:1 比例混合播撒，撒播密度见 5.4.3.6 章节草籽播种及抚育管理，撒播面积为 0.15hm²，共撒播草籽 12.60kg。

(c) 临时措施

——密目网苫盖

施工期间进站道路临时堆土采用密目网苫盖，密目网之间考虑 10cm 的搭接宽度，密目网苫盖面积 440m²。

3) 施工生产生活区

(a) 工程措施

——表土剥离

场地平整前,对施工生产生活区占用耕地、林地、草地区域进行表土剥离,林地、草地剥离厚度为 25cm、耕地为 30cm,剥离面积共 6.11hm²,表土剥离量为 1.65 万 m³,剥离的表土堆放于站外临时堆土区。

——土地整治

施工结束后将表土全部回覆至本区用于植被恢复及复耕,表土回覆量为 1.65 万 m³,表土回覆平均厚度约 27cm。

整治面积:针对后期恢复绿化区域进行土地整治,改善施工迹地的理化性质,以满足后期植被生长环境要求。耕地恢复:对于临时占用耕地区域施工结束后进行场地清理、坑凹回填,人工施肥,机械耕翻地后可满足作物生长需要。

施工生产生活区整治面积为 3.65hm²;耕地恢复面积为 2.46hm²。

——穴状整地

在工程完工后对施工生产生活区占用的林地进行穴状整地,以满足后期栽植灌木恢复林地的要求。穴状整地规格:穴径×坑深为 50cm×50cm,共计穴状整地 4963 个。

(b) 植物措施

——撒播草籽

施工生产生活区施工结束后对占用林地、草地区域撒播草籽,草籽选择黑麦草和狗牙根,按 1:1 比例混合播撒,撒播密度见 5.4.3.6 章节草籽播种及抚育管理,撒播面积为 3.65hm²,共撒播草籽 306.60kg。

——恢复林地

施工生产生活区施工结束后对占用林地区域进行林地恢复,根据原地貌情况采用“乔+草”或“灌+草”的形式,栽植密度见 5.4.3.7 章节乔、灌木种植及抚育管理,乔、灌木采用马尾松、紫穗槐,恢复林地面积为 3.41hm²,栽植灌木 3947 株、乔木 1016 株,栽植后两年内采取抚育措施。

(c) 临时措施

——密目网苫盖

施工期间裸露地表采用密目网苫盖,密目网苫盖面积 18720m²。

——临时排水沟、沉沙池

为保障施工期施工生产生活区场地内排水通畅，本方案考虑施工生产生活区各地块场地四周分别修建临时排水沟，排水沟末端设置沉沙池。雨水经排水沟汇流后进入沉沙池，经沉沙池沉沙后分别就近排入周边已有水塘、沟渠。临时排水沟长 1682m，断面均为梯形，断面尺寸为：上底宽×下底宽×深=0.6m×0.3m×0.3m。单个沉沙池的尺寸均为：长×宽×深=2.5m×1.2m×1.5m，沉沙池为机砖抹面，单个沉沙池容积为 4.5m³，各地块排水沟出口处均布设沉沙池。

经统计：临时排水沟共 1682m，开挖土石方 227m³，临时沉沙池 3 座。

4) 站外临时堆土区

(a) 工程措施

——土地整治

施工结束后对站外临时堆土区占用林地和草地区域进行土地整治以满足植被恢复需要，土地整治面积为 2.63hm²。

——穴状整地

在工程完工后对站外临时堆土区占用的林地进行穴状整地，以满足后期恢复林地的要求。穴状整地规格：穴径×坑深为 50cm×50cm，共计穴状整地 3060 个。

(b) 植物措施

——撒播草籽

施工生产生活区施工结束后对占用林地、草地区域撒播草籽，草籽选择黑麦草和狗牙根，按 1:1 比例混合播撒，撒播密度见 5.4.3.6 章节草籽播种及抚育管理，撒播面积为 2.63hm²，共撒播草籽 220.92kg。

——恢复林地

施工生产生活区施工结束后对占用林地区域进行林地恢复，根据原地貌情况采用“灌+草”的形式，栽植密度见 5.4.3.7 章节乔、灌木种植及抚育管理，树种为紫穗槐，恢复林地面积为 2.00hm²，栽植灌木 3060 株，栽植后两年内采取抚育措施。

(c) 临时措施

——植生袋装土拦挡、彩条布铺垫、密目网苫盖

站外临时堆土区内表土与基础土石方分开堆放，为防止雨水冲刷而产生新的水土

流失，堆土边界设置植生袋装土拦挡，植生袋成“品”字分层堆砌成环状，植生袋拦挡断面为梯形（梯形断面尺寸：上底宽×下底宽×高=1m×2m×1.5m），植生袋拦挡优先使用表土进行填筑，挡护长 1180m，植生袋装土拦挡工程量为 2655m³；堆土坡顶、坡面采用密目网苫盖，边缘用植生袋装土压实，堆土底部用彩条布铺垫，彩条布铺垫面积 23209m²，密目网苫盖 27851m²。

——临时排水沟、沉沙池

考虑场地周围局部雨水汇流影响，在站外临时堆土区各地块四周分别设临时土质排水沟，排水沟末端连接沉沙池，场地内雨水经排水沟汇流后进入沉沙池，经沉沙池沉淀后就近汇入周边坑塘或站区边坡截水沟，沉沙池定期清淤。临时截排水沟断面均为梯形，断面尺寸为：上底宽×下底宽×深=0.6m×0.3m×0.3m，沉沙池为机砖抹面，单个沉沙池的尺寸为：长×宽×深=2.5m×1.2m×1.5m，单个沉沙池容积为 4.5m³。

经统计：临时排水沟共 1219m，开挖土石方 165m³，临时沉沙池 3 座。

——临时绿化

因本项目施工周期较长，表土堆放时间超过 1 年，因此针对表土堆土进行临时绿化。具体形式为在表土堆土顶部撒播黑麦草和狗牙根草籽，草籽比例为 1:1，撒播密度见 5.4.3.6 章节草籽播种及抚育管理，撒播面积约 1.68hm²，共撒播草籽 141.12kg。

5) 站外供排水设施区

(a) 工程措施

——表土剥离及回覆

施工前，对管线开挖区占用草地进行表土剥离，剥离厚度根据地表情况按 25cm 考虑。施工结束后进行表土回覆，为植被恢复提供条件。表土剥离面积为 0.31hm²，表土剥离量为 0.08 万 m³，剥离的表土就近堆放在管线一侧，并加以防护。

——土地整治

施工完毕后表土回覆于原位，回覆量及回覆厚度同剥离厚度。

为改善施工迹地的理化性质，保证植被生长环境，对站外供排水管线占用草地区域进行土地整治以满足绿化需要，土地整治面积为 1.02hm²。

(b) 植物措施

——撒播草籽

供排水管线区施工结束后对可绿化区域采取播撒草籽恢复植被，草籽选择黑麦草和狗牙根，按 1:1 比例混合播撒，撒播密度见 5.4.3.6 章节草籽播种及抚育管理，撒播面积为 1.02hm^2 ，共撒播草籽 85.68kg 。

(c) 临时措施

——密目网苫盖、彩条布铺垫

供排水管线铺设工艺简单，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，后开挖深层土。表层土与深层土分开堆放，底部用彩条布铺垫，顶部采用密目网对堆土表面进行苫盖，密目网边缘用重物压实。共布设彩条布铺垫 10924m^2 ，密目网苫盖 13109m^2 。

——泥浆沉淀池

站区生活污水与阀冷却水排水管线穿越合九铁路采用顶管施工，于顶管两侧出口处各配套设置泥浆沉淀池 1 座，泥浆沉淀池采用半挖半填方式，地下部分池口尺寸为 6m （长） $\times 6\text{m}$ （宽） $\times 1.5\text{m}$ （深），池壁开挖坡比控制在 1: 0.5，以保持边坡的稳定。

6) 站外电力设施区

(a) 工程措施

——表土剥离

施工前，对杆塔永久占地和电缆沟开挖区域进行表土剥离，剥离区域主要为耕地及少量林地，剥离厚度根据地表情况按 30cm 考虑，表土剥离面积为 0.41hm^2 ，表土剥离量为 0.12 万 m^3 ，剥离的表土就近堆放在管线一侧或杆塔施工临时占地范围内并加以防护。施工完毕后回覆于原位。

——土地整治

施工完毕后回覆于原位，回覆量及回覆厚度基本同剥离厚度。

整治面积：针对后期恢复绿化区域进行土地整治，改善施工迹地的理化性质，以满足后期植被生长环境要求。耕地恢复：对于占用耕地区域施工结束后进行场地清理、坑凹回填，人工施肥，机械耕翻地后可满足作物生长需要。

站外电力设施区整治面积为 0.08hm^2 ；耕地恢复面积为 1.92hm^2 。

——穴状整地

在工程完工后对站外电力设施区占用的林地进行穴状整地，以满足后期恢复林地

的要求。穴状整地规格：穴径 \times 坑深为 50cm \times 50cm，共计穴状整地 122 个。

(b) 植物措施

——撒播草籽

站外电力设施区占用林地区域不涉及林木砍伐、破坏，对扰动区域播撒草籽进行植被恢复，草籽选择黑麦草和狗牙根，按 1:1 比例混合播撒，撒播密度见 5.4.3.6 章节草籽播种及抚育管理，撒播面积为 0.08hm²，共撒播草籽 6.72kg。

——恢复林地

施工生产生活区施工结束后对占用林地区域进行林地恢复，根据原地貌情况采用“灌+草”的形式，栽植密度见 5.4.3.7 章节乔、灌木种植及抚育管理，树种为紫穗槐，恢复林地面积为 0.08hm²，栽植灌木 122 株，栽植后两年内采取抚育措施。

(c) 临时措施

——密目网苫盖、彩条布铺垫

施工过程中临时堆土及剥离表土堆放于施工临时占地区域，表土与一般土石方分开堆放，临时堆土下方采用彩条布进行铺垫，上方采用密目网进行苫盖，密目网边缘用重物压实。共布设彩条布铺垫 2356m²，密目网苫盖 2827m²。

7) 专项设施迁改区

(a) 工程措施

——表土剥离

施工前，对还建道路、还建水渠永久占地占用耕地和草地区域进行表土剥离，草地剥离厚度为 25cm、耕地为 30cm。表土剥离面积共 0.23hm²，表土剥离量为 0.06 万 m³，剥离的表土临时堆放在专项设施迁改区临时施工场地内并加以防护。

——土地整治

施工结束后表土回覆于还建道路植草边坡，回覆量共 0.06 万 m³，回覆厚度 25cm。

整治面积：针对后期恢复绿化区域进行土地整治，改善施工迹地的理化性质，以满足后期植被生长环境要求。耕地恢复：对于占用耕地区域施工结束后进行场地清理、坑凹回填，人工施肥，机械耕翻地后可满足作物生长需要。

专项设施迁改区整治面积为 0.13hm²；耕地恢复面积为 0.10hm²。

(b) 植物措施

——植草护坡

新建道路高度小于 2.5m 边坡采用自稳放坡+植草护坡的形式，放坡坡率按 1: 2 考虑，植草护坡面积共计 2500m²，草籽选择黑麦草、狗牙根混播。

——撒播草籽

施工结束后对临时占用草地区域撒播草籽恢复植被，草籽选择黑麦草和狗牙根，按 1:1 比例混合播撒，撒播密度见 5.4.3.6 章节草籽播种及抚育管理，撒播面积为 0.13hm²，共撒播草籽 10.92kg。

(c) 临时措施

——彩条布铺垫、密目网苫盖

施工过程中临时堆土及剥离表土堆放于施工临时占地区域，表土与一般土石方分开堆放，临时堆土下方采用彩条布进行铺垫，上方采用密目网进行苫盖，密目网边缘用重物压实。共布设彩条布铺垫 1150m²，密目网苫盖 1380m²。

8) 临时换装平台区

(a) 工程措施

——土地整治

经调查，本区域现状为其他土地，施工后期拆除硬化后进行土地整治为植被恢复创造条件，土地整治面积 1.22hm²。

(b) 植物措施

——撒播草籽

施工结束后对施工临时占地范围内撒播草籽恢复植被，草籽选择黑麦草和狗牙根，按 1:1 比例混合播撒，撒播密度见 5.4.3.6 章节草籽播种及抚育管理，撒播面积为 1.22hm²，共撒播草籽 102.48kg。

(c) 临时措施

——密目网苫盖

施工过程中裸露地表采用密目网进行苫盖，密目网边缘用重物压实。共布设密目网苫盖 2400m²。

——泥浆沉淀池

临时换装平台桥吊基础为灌注桩基础，配套设置泥浆沉淀池，泥浆沉淀池采用半

挖半填方式，地下部分池口尺寸为 15m（长）×15m（宽）×1.5m（深），池壁开挖坡比控制在 1: 0.5，以保持边坡的稳定。共设置泥浆沉淀池 2 座。

（2）受端接地极

1）汇流装置区

——表土剥离

施工前，对占用耕地区域进行表土剥离，剥离厚度根据地表情况按 30cm 考虑，剥离面积共 0.06hm²，剥离量为 0.02 万 m³。剥离的表土堆放在电极电缆区，用于电极电缆区回填，临时防护措施由电极电缆区统一考虑。

2）检修道路区

（a）工程措施

——表土剥离

施工之前对检修道路硬化路面占用耕地、草地区域进行表土剥离，非硬化区域不再进行表土剥离，草地剥离厚度为 25cm、耕地为 30cm，剥离面积共 0.06hm²，表土剥离量为 0.02 万 m³，剥离的表土堆放在电极电缆区，用于电极电缆区回填，临时防护措施由电极电缆区统一考虑。

——土地整治

检修道路征地范围内路基与红线之间区域土地整治后考虑恢复耕地，施工结束后进行场地清理、坑凹回填，人工施肥，机械耕翻地后可满足作物生长需要。耕地恢复面积为 0.01hm²。

（b）临时措施

——彩条布铺垫

检修道路征地范围内路基与红线之间区域施工期采用彩条布进行铺垫，面积约 80m²。

3）电极电缆区

（a）工程措施

——表土剥离

施工前，对扰动超过 20cm 占用耕地、林地区域进行表土剥离，林地剥离厚度为 25cm、耕地为 30cm，剥离面积共 5.57hm²，表土剥离量为 1.62 万 m³。

——土地整治

施工结束后将本区及汇流装置区、检修道路区剥离表土回覆于本区表土剥离区域，为绿化及复耕提供条件，表土回覆量 1.66 万 m^3 ，表土回覆厚度约 30cm。

整治面积：针对后期恢复绿化区域进行土地整治，改善施工迹地的理化性质，以满足后期植被生长环境要求。耕地恢复：对于临时占用耕地区域施工结束后进行场地清理、坑凹回填，人工施肥，机械耕翻地后可满足作物生长需要。

电极电缆区整治面积为 1.79hm^2 ；耕地恢复面积为 18.67hm^2 。

——穴状整地

在工程完工后对施工生产生活区占用的林地进行穴状整地，以满足后期栽植灌木恢复林地的要求。穴状整地规格：穴径 \times 坑深为 $50\text{cm}\times 50\text{cm}$ ，共计穴状整地 2629 个。

(b) 植物措施

——撒播草籽

施工结束后对占用林地区域撒播草籽，草籽选择黑麦草和狗牙根，按 1:1 比例混合播撒，撒播密度见 5.4.3.6 章节草籽播种及抚育管理，撒播面积为 1.79hm^2 ，共撒播草籽 180.43kg。

——恢复林地

施工结束后对占用林地区域进行林地恢复，根据原地貌情况采用“乔+草”或“灌+草”的形式，栽植密度见 5.4.3.7 章节乔、灌木种植及抚育管理，乔、灌木采用马尾松、紫穗槐，恢复林地面积为 1.79hm^2 ，栽植灌木 2191 株、乔木 438 株，栽植后两年内采取抚育措施。

(c) 临时措施

——植生袋装土拦挡、彩条布铺垫、密目网苫盖

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，最大堆放高度不超过 2m，拦挡高度不超过 1.2m，植生袋装土拦挡长度 4130m，植生袋装土拦挡工程量为 5947m^3 ，堆土下方采用彩条布铺垫，上方采取密目网苫盖。彩条布铺垫面积共计 84200m^2 ，密目网苫盖面积共 101040m^2 。

4) 站用外接电源区

(a) 工程措施

本工程在平原区输电线路工程水保措施量将按照分省统计，其工程量详见 5.3.4 节工程量汇总表。

1) 塔基区

(a) 工程措施

——表土剥离

施工前，对占用耕地、林地、园地和草地且开挖扰动深度超过 20cm 的区域进行表土剥离，剥离厚度根据地表情况按 20cm ~ 30cm 考虑。施工结束后进行表土回覆，为绿化及耕地恢复提供条件。

经统计，表土剥离面积、表土剥离量和表土回覆量分别为：陕西境内 3.01hm²、0.90 万 m³；河南境内 11.59hm²、3.48 万 m³；安徽境内 24.12hm²、7.11 万 m³。

——土地整治

表土回覆：塔基区表土全部回覆于塔基永久占地内，各塔基表土回覆厚度约为表土剥离量与塔基永久占地扣除塔基硬化面积的比值。

整治面积：在塔基基础施工后，对塔基区林地、草地和其他土地需要后期恢复绿化区域进行土地整治，改善施工迹地的理化性质，以满足后期植被生长环境要求。耕地恢复：对于塔基区占用耕地区域，施工结束后进行场地清理、坑凹回填，人工施肥，耕翻地后可满足作物生长需要。园地恢复：对于塔基区占用园地区域，施工结束后进行场地清理、坑凹回填，人工施肥，耕翻地后可满足苗木生长需要。

经统计，表土剥离面积、表土剥离量和表土回覆量分别为：陕西境内 0.90 万 m³；河南境内 3.48 万 m³；安徽境内 7.11 万 m³。土地整治面积分别为：河南境内 2.17hm²；安徽境内 6.69hm²。耕地恢复面积分别为：陕西境内 5.28hm²；河南境内 51.96m²；安徽境内 98.19hm²。园地恢复面积分别为：陕西境内 16.80hm²，安徽境内 1.59hm²。

——穴状整地

在工程完工后对塔基区占用的林地进行穴状整地，以满足后期栽植灌木恢复林地的要求。穴状整地规格：穴径×坑深为 50cm×50cm。

经统计，穴状整地个数分别为：河南境内 2725 个；安徽境内 3294 个。

(b) 植物措施

——撒播草籽

塔基区土地整治后对占用林地、草地、其他土地等可绿化域撒播草籽，根据当地自然环境条件；河南境内为百喜草、三叶草混播，安徽境内为黑麦草、狗牙根混播，撒播密度见 5.4.3.6 章节草籽播种及抚育管理。

经统计，各省撒播草籽面积、草籽量分别为：河南境内 2.17hm^2 、 218.74kg ；安徽境内 6.69hm^2 、 656.56kg 。

——恢复林地

塔基施工临时占地范围内，对占用林地区域进行林地恢复，为保证输电线路安全运行，采用“灌+草”的形式。河南境内选择胡枝子；安徽境内选择紫穗槐，栽植密度见 5.4.3.7 章节乔、灌木种植及抚育管理。栽植后的两年内采取抚育措施。

经统计，各省恢复林地面积、栽植灌木株数分别为：河南境内 1.67hm^2 、2725 株；安徽境内 2.04hm^2 、3294 株。

(c) 临时措施

——植生袋装土拦挡、密目网苫盖、彩条布铺垫

塔基在施工过程中必然会产生临时堆土，主要为表土和基槽余土，塔基区基础开挖土方临时堆存于塔基两侧，并采取相应的水土保持临时措施对堆土进行防护。考虑到土石方工程的时间、空间分布，塔基施工过程中，剥离的表土和开挖临时土石方不能及时回填，分别集中堆放。此外组塔架线阶段也应采取铺垫、苫盖措施对表土进行保护。

平原区塔基临时堆土防护措施：临时堆土大体呈棱台形堆放于塔基两侧，四周采取植生袋装土进行拦挡，填土袋规格为长 \times 宽 \times 高= $0.6\text{m}\times 0.4\text{m}\times 0.2\text{m}$ ，坡顶、坡面采用密目网临时覆盖，下方采用彩条布进行铺垫。填土袋主要利用塔基开挖出的临时堆土，施工结束后将填土袋清理干净，袋中的土方回填利用。直流线路、 500kV 及以上迁改线路单个塔基临时堆土区平均设置 5m^3 填土袋压实，接地极线路及 500kV 以下改迁线路单个塔基临时堆土区平均设置 3m^3 填土袋压实，施工结束后拆除填土袋。密目网苫盖面积直流线路、 500kV 及以上迁改线路单塔按 300m^2 考虑，接地极线路及 500kV 以下改迁线路单塔按 200m^2 考虑。彩条布铺垫面积直流线路、迁改线路单塔按 200m^2 考虑，接地极线路单塔按 150m^2 考虑。

经统计，植生袋拦挡工程量、彩条布铺垫和密目网苫盖工程量分别为：陕西境内

581m³, 23450m², 35000m²; 河南境内 1875m³, 75000m², 112500m²; 安徽境内 3817m³, 157300m², 232100m²。

——彩条旗围护

为防止施工人员及车辆跨越塔基施工场地租地范围作业,造成大面积的地表扰动,施工期间对塔基施工场地四周布设彩条旗进行围护,只留有施工作业面进出口。

经统计,彩条旗围护工程量分别为:陕西境内 10500m;河南境内 33750m;安徽境内 69630m。

——泥浆沉淀池

针对塔基灌注桩基础主体工程考虑了灌注桩基础泥浆防护临时措施。浆沉淀池采用半挖半填方式,其尺寸根据钻渣泥浆量确定,每个沉淀池地下部分池口尺寸为 15m(长)×15m(宽)×1.5m(深),接地极线路及 500kV 以下迁改线路按 10m(长)×8m(宽)×1m(深),池壁开挖坡比控制在 1:0.5,以保持边坡的稳定。

经统计,需要设置泥浆沉淀池的数量分别为:陕西境内 100 座;河南境内 373 座;安徽境内 596 座。

2) 牵张场区

(a) 工程措施

本工程沿线平原区地势整体较为平坦,牵张场区不涉及大规模的土方挖填,无需剥离表土。

——土地整治

整治面积:对牵张场区林地、草地和其他土地需要后期恢复绿化区域进行土地整治,改善施工迹地的理化性质,以满足后期植被生长环境要求。耕地恢复:对于牵张场地占用耕地区域,施工结束后进行场地清理、坑凹回填,人工施肥,耕翻地后可满足作物生长需要。园地恢复:对于塔基区占用园地区域,施工结束后进行场地清理、坑凹回填,人工施肥,耕翻地后可满足苗木生长需要。

经统计,土地整治面积分别:河南境内 0.24hm²;安徽境内 0.79hm²。耕地恢复面积分别为:陕西境内 2.56hm²;河南境内 9.84m²;安徽境内 17.44hm²。园地恢复面积分别为:陕西境内 1.18hm²。

——穴状整地

在工程完工后对牵张场区占用的林地进行穴状整地，以满足后期栽植灌木恢复林地的要求。穴状整地规格：穴径×坑深为 50cm×50cm。

经统计，穴状整地个数分别为：河南境内 392 个。

(b) 植物措施

——撒播草籽

牵张场区土地整治后对占用林地、草地、其他土地等可绿化域撒播草籽，根据当地自然环境条件；河南境内为百喜草、三叶草混播，安徽境内为黑麦草、狗牙根混播，撒播密度见 5.4.3.6 章节草籽播种及抚育管理。

经统计，各省撒播草籽面积、草籽量分别为：河南境内 0.24hm²、24.19kg；安徽境内 0.79hm²、66.33kg。

——恢复林地

对牵张场区占用林地区域进行林地恢复，根据原地貌采用“灌+草”的形式。河南境内选择胡枝子；安徽境内选择紫穗槐，栽植密度见 5.4.3.7 章节乔、灌木种植及抚育管理，栽植后的两年内采取抚育措施。

经统计，各省恢复林地面积、栽植灌木株数分别为：河南境内 0.24hm²、392 株。

(c) 临时措施

——彩条布铺垫

为减少对地表的扰动，在牵张场地内铺设一定数量的彩条布用于隔离地表，以满足施工结束后耕地恢复或土地整治需要，直流线路单个牵张场彩条布铺垫为 150m²，接地极线路和迁改线路单个牵张场彩条布平均铺垫 80m²。

经统计：彩条布铺垫面积分别为：陕西境内 2450m²；河南境内 6300m²；安徽境内 12350m²。

——彩条旗围护

为防止施工人员及车辆跨越牵张场租地范围作业，严格控制施工扰动范围，避免造成大面积的地表扰动，在施工期内对牵张场三侧布设彩条旗进行围护（如条件允许，布设铁架围栏亦可）。

经统计：彩条旗围护工程量分别为：陕西境内 2580m；河南境内 6720m；安徽境内 12890m。

——铺设钢板

为方便机械设备和导线的运输与吊装，在牵张场地内规划出施工通道，通道做适当平整后铺设 6mm 厚钢板，钢板的铺设可降低重型机械及车辆对原地貌的扰动。根据与主体单位沟通结合实际施工单位经验，直流线路单个牵张场平均铺设钢板 200m²，接地极线和迁改路单个牵张场平均铺设钢板 100m²。

经统计：铺设钢板的工程量分别为：陕西境内 3200m²；河南境内 8400m²；安徽境内 15900m²。

3) 跨越施工场地区

(a) 工程措施

——土地整治

整治面积：对跨越施工场地区占用的林地、草地和其他土地需要后期恢复绿化区域进行土地整治，改善施工迹地的理化性质，以满足后期植被生长环境要求。耕地恢复：对于跨越施工场地占用耕地区域，施工结束后进行场地清理、坑凹回填，人工施肥，耕翻地后可满足作物生长需要。园地恢复：对于跨越施工场地占用园地区域，施工结束后进行场地清理、坑凹回填，人工施肥，耕翻地后可满足苗木生长需要。

经统计：整治面积分别为：河南境内 0.60hm²；安徽境内 1.12hm²。耕地恢复面积分别为：陕西境内 0.79hm²；河南境内 8.80m²；安徽境内 7.16hm²。园地恢复面积分别为：陕西境内 0.37hm²，安徽境内 0.08hm²。

(b) 植物措施

——撒播草籽

跨越施工场地区土地整治后对占用林地、草地、其他土地等可绿化域撒播草籽，根据当地自然环境条件；河南境内为百喜草、三叶草混播，安徽境内为黑麦草、狗牙根混播，撒播密度见 5.4.3.6 章节草籽播种及抚育管理。

经统计，各省撒播草籽面积、草籽量分别为：河南境内 0.60hm²、60.48kg；安徽境内 1.12hm²、61.45kg。

(c) 临时措施

——彩条旗围护

为防止施工人员及车辆跨越场租地范围作业，严格限制扰动范围，避免造成大面

积的地表扰动，在施工期内对跨越场地三侧布设彩条旗进行围护。

经统计：彩条旗围护工程量分别为：陕西境内 1740m；河南境内 14100m；安徽境内 12540m。

4) 施工道路区

本工程沿线平原区地势整体较为平坦，新修施工道路不涉及大规模的土方挖填，表土保护以铺设钢板为主，无需剥离表土。

(a) 工程措施

——土地整治

整治面积：对施工道路区占用的林地、草地和其他土地需要后期恢复绿化区域进行土地整治，改善施工迹地的理化性质，以满足后期植被生长环境要求。耕地恢复：对于施工道路区占用耕地区域，施工结束后进行场地清理、坑凹回填，人工施肥，耕翻地后可满足作物生长需要。园地恢复：对于施工道路区占用园地区域，施工结束后进行场地清理、坑凹回填，人工施肥，耕翻地后可满足苗木生长需要。

经统计：整治面积分别为：河南境内 0.96hm²；安徽境内 6.18hm²。耕地恢复面积分别为：陕西境内 6.20hm²；河南境内 28.48m²；安徽境内 51.05hm²。园地恢复面积分别为：陕西境内 2.90hm²，安徽境内 0.29hm²。

——穴状整地

在工程完工后对施工道路区占用的林地进行穴状整地，以满足后期栽植乔、灌木恢复林地的要求。穴状整地规格：穴径×坑深为 50cm×50cm。

经统计，穴状整地个数分别为：河南境内 1329 个；安徽境内 1513 个。

(b) 植物措施

——撒播草籽

施工道路区施工结束后对占用林地、草地、其他土地区域撒播草籽，根据当地自然环境条件；河南境内为百喜草、三叶草混播，安徽境内为黑麦草、狗牙根混播，撒播密度见 5.4.3.6 章节草籽播种及抚育管理。

经统计，各省撒播草籽面积、草籽量分别为：河南境内 0.96hm²、96.77kg；安徽境内 6.18hm²、602.23kg。

——恢复林地

施工道路区施工结束后对占用林地区域进行林地恢复，根据原地貌情况采用“乔+草”或“灌+草”的形式，为保证线路运行安全，输电线路下方不栽植乔木。陕西境内乔、灌木选择刺槐、紫穗槐；河南境内选择刺槐、胡枝子；安徽境内选择马尾松、紫穗槐，栽植密度见 5.4.3.7 章节乔、灌木种植及抚育管理。栽植后的两年内采取抚育措施。

经统计，各省恢复林地面积及栽植灌木、乔木株数分别为：河南境内 0.96hm^2 、299 株、1030 株；安徽境内 1.04hm^2 、1167 株、346 株。

(c) 临时措施

——彩条旗围护

为防止施工人员及车辆跨越施工道路租地范围作业，造成大面积的地表扰动，在施工期内对施工道路两侧布设彩条旗进行围护。

平原区施工道路彩条旗围护工程量分别为：陕西境内 69000m；河南境内 87640m；安徽境内 175460m。

——铺设钢板

为方便施工器械及材料运输，减轻地表扰动。主体考虑于施工道路部分区域铺设钢板，钢板厚度为 6mm。

经统计：铺设钢板的工程量分别为：陕西境内 8400m^2 ；河南境内 3800m^2 ；安徽境内 179207m^2 。

5.3.4. 防治措施工程量汇总

本工程水土保持工程量汇总详见表 5.3-3~表 5.3-10。

1) 山丘区

表 5.3-3 送端换流站水土保持措施工程量汇总表

分 区			措施	单位	工程量
送端换 流站	工程措施	站 区	钢筋混凝土截洪沟	m	1776
				m³	1776
			钢筋混凝土排水沟	m	1759
				m³	1347
			雨水排水管网	m	7250
			框格植草护坡	m²	19819
			表土剥离	hm²	30.67
				万 m³	6.13
		表土回覆	万 m³	3.16	
土地整治	整治面积	hm²	6.96		
	进站道路区	钢筋混凝土截洪沟	m	546	

植物措施设计以经济实用、方便施工和美观大方为原则。塔基区、施工区临时占地区等结合主体工程进行种植草或植树。植物措施施工要选择雨季或雨季即将来临进行,以防恶劣天气造成的不必要的损失,造成新的水土流失。草籽撒播前,在种草的区域内铺填一定厚度的表土。

土地整治应按复垦或草籽撒播要求对地形进行整理。注意将埋在土壤内的杂物等清除。同时要考虑草地的排水状况,过干过湿润不利于草籽植物的生长。对于需恢复农田耕作的整地时可同时施入基肥,同时要注意增施氮肥,施基肥应混入 10cm 土层中,整地施肥时注意土地整平,耕松表土,用滚轴压平,使其紧实,坑洼处必须填平。

5.4.3. 主要水土保持工程施工方法与施工工艺

5.4.3.1. 表土剥离及回覆

本工程对山丘和平原区耕地、园地、林地及草地的扰动开挖区域进行表土剥离。

(1) 施工准备

建好施工平面控制网、高程系统,按设计要求放出开挖高程及开挖边线。

(2) 测量放样

表土剥离前,利用全站仪及水准仪进行测量放样,确定开挖范围、高程,并打(放)开挖范围、开挖深度控制桩线。

(3) 表土剥离

根据测量放样,大范围区域的表土剥离采用推土机推至存储区,对于地形有起伏且区域较小部位采用铁锹、锄头清除施工场地表层土,再采用推土机推至存储区,若临时堆放场地较远,可采用自卸汽车运输至设定的临时堆放场地存放。

考虑项目区表土厚度及施工条件等因素,表土剥离的厚度按 20cm ~ 30cm。

(4) 堆存保护

由于表土存储无压实度要求,因此按要求堆放在存储地后进行拍实即可,临时堆土底部彩条布铺垫,减缓清理堆土时对原地貌的扰动,表层苫盖密目网,防止刮风引起扬尘。

(6) 表土回覆

土地平整后将表土运至回覆场地进行铺料、整平、压实,据原占地类型、立地条件及环境绿化等需要,表土回覆厚度按 20cm ~ 50cm 的标准。

5.4.3.2. 护坡工程

浆砌石护坡工程施工工艺包括基土清理、基土碾压、基座施工、浆砌石砌筑等。

基土清理，基面清理范围包括坡面及阶面，顶部其边界应在设计基面边线外 30cm ~ 50cm。避免对已清理的基土造成人为破坏，堤基表层不合格土、杂物等必须清除，堤基范围内的坑、槽、沟等，应按堤身填筑要求进行回填处理。护坡工程所需块石、砂、水泥等材料同主体工程一并购买，浆砌石砌筑采用人工砌筑并修整，水泥砂浆由小型拌合机械现场拌制，砌筑前，应在砌体外将石料上的泥垢冲洗干净，砌筑时保持砌石表面湿润；应采用坐浆法分层砌筑，铺浆厚宜 3cm ~ 5cm，随铺浆随砌石，砌缝需用砂浆填充饱满，不得无浆直接贴靠，砌缝内砂浆应采用扁铁插捣密实；上下层砌石应错缝砌筑；砌体外露面应平整美观，外露面上的砌缝应预留约 4cm 深的空隙，以备勾缝处理；水平缝宽应不大于 2.5cm，竖缝宽应不大于 4cm；勾缝前必须清缝，用水冲净并保持缝槽内湿润，砂浆应分次向缝内填塞密实；勾缝砂浆标号应高于砌体砂浆；应按实有砌缝勾平缝，严禁勾假缝、凸缝；砌筑完毕后应保持砌体表面湿润做好养护。

5.4.3.3. 排水沟工程

浆砌石排水沟施工工艺包括沟槽开挖、砌筑、抹面等。排水沟沟槽开挖采用挖掘机配合人工开挖，出渣采用手推车或拖拉机运至线路防治责任范围填平。排水沟所需块石同主体工程一并购买，人工砌筑并修整，水泥砂浆由小型拌合机械现场拌制，排水沟出水口采用 C15 混凝土做成散水。

5.4.3.4. 挡渣墙工程

浆砌石砌筑采用坐浆法，先铺砂浆在砌，无架空、通缝、叠砌现象，达到平整、稳定、密实、错缝及设计高等要求，参照主体设计。

1) 测量放线

采用经纬仪、水准仪对挡渣墙的主要四大角轴线相关尺寸进行测量放线。根据测量放线结果设置定位桩，采用外控轴线向设计轴线量取。采用水准仪对开挖部位的原始地貌进行复测，并做好记录。用石灰洒出开挖线，进行基础开挖。

2) 清基挖土

土方开挖采用挖掘机及自卸车配合进行，由边到中，自上而下，分层循序进行取土。当开挖到接近路基设计顶面时，根据土质情况注意预留碾压沉落高度，严防超挖。挖土过程中，基底工作面按设计保持一定的纵、横坡度。

3) 浆砌石挡墙

墙体施工严格按《水电工程施工组织设计规范》NB/T10491-2021、《砌石坝设计规范》（SL 25-2006）、《水工建筑物荷载设计规范》（SL744-2016）、《水工建筑

物抗震设计标准》（GB51247-2018）执行。

5.4.3.5. 土地整治工程

土地整治时先清除表层块石、杂物等，再翻耕 100~200mm，要求整治后的地面坡度要均匀一致、且应满足植被生长要求；控制平整工作量，保持与周边微地形的一致性、协调性，避免产生较大翻土挖填；平整后的土地要尽量保持一定的肥力；宜选择机械化施工为主、人工为辅的翻土、碎土、配合施肥的土地整治方案。在工程完工后对栽植灌木恢复林地的区域进行穴状整地，穴状整地规格：穴径×坑深为 50cm×50cm。

复耕应按照《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013）的相关要求，进行耕地恢复，兼顾自然条件与土地类型，复耕后地形地貌与当地自然环境和景观相协调。旱地田面坡度不宜超过 25°，有效耕植土层厚度不低于 30cm，土壤容重 $\leq 1.4\text{g/cm}^3$ ，砾石含量 $\leq 15\%$ ，PH 值宜在 5.5-8.0 范围，宜选择机械化施工为主、人工为辅的翻土、碎土、配合施肥的复耕方案以保持土壤具有较好的肥力，以利后期作物生长。

5.4.3.6. 草籽播种及抚育管理

（1）播种

播种时间：结合本工程施工进度，播种时间为 4 月~6 月、10 月中旬~11 月。

撒播：把种子尽可能均匀地撒在地表松土表面并耧耙覆土。

陕西境内采用冰草、苜蓿，河南境内采用百喜草、三叶草，安徽境内采用黑麦草、狗牙根，种子比例均为 1:1，撒播密度 80kg/hm^2 ，敏感区考虑补植补种，撒播密度提高 20%，撒播密度 96kg/hm^2 ，播种深度：2cm。此外，草籽量可研阶段考虑 1.05 的扩大系数。

（2）抚育管理

地表覆盖：播种后及时覆土，用草席或无纺布进行覆盖以免被风吹走。

适当施肥：一般在植物生长期需追肥两次，第一次在幼苗生长 1 个月后即 7 月，多年生草本植物开始分蘖时，第二次在幼苗根系迅速生长的 8 月中旬。肥种以尿素、磷酸二铵为宜，每次追肥量 5 公斤/亩。

围栏封育：人工恢复植被第一年植物根系较浅，容易为牛羊采食而拔根或踩踏致死，因此不能在人工恢复草地进行放牧等活动，应采用刺铁丝隔离栅栏防护。

5.4.3.7. 乔、灌木种植及抚育管理

（1）栽植

栽植时间：结合本工程施工进度，播种时间为4月~6月、10月中旬~11月。

栽植方法：乔、灌木的栽植采用人工直播，栽植前穴状整地，坑内的土块必须打碎整平，工作内容主要包括挖坑、栽植、浇水、覆土、保墒、清理。

树种选择：根据当地自然环境条件，陕西境内乔、灌木选择刺槐、紫穗槐；河南境内选择刺槐、胡枝子；安徽境内选择马尾松、紫穗槐。

栽植密度：不涉及水土保持敏感区区域灌木种植密度采取1500株/hm²，乔木种植密度采取1200株/hm²，水土保持敏感区内灌木种植密度采取1600株/hm²，乔木种植密度采取1300株/hm²。此外，苗木株数可研阶段考虑1.02的扩大系数。

（2）抚育管理

结合松土、除草和施肥工作，可进行补植补造，造林后的1年内，进行2次松土施肥等抚育管理工作，造林后的第2年，进行1次抚育工作。随着树龄的增加，其植株所需营养也在提高，因而施肥量也要不断增加，但在幼树阶段不能施用尿素、硫酸二氢铵等含氮高的化肥。

5.4.4. 施工质量要求

水土保持工程实施后，各项治理措施必须符合规定的质量要求，并经规定的质量测定方法确定后，才能作为治理成果进行数量统计。

根据《开发建设项目水土保持设施验收技术规程》（GB/T22490-2008）等的相关规定：水保各项治理措施的基本要求是总体布局合理，各项措施位置符合规划要求，规格、尺寸、质量使用材料、施工方法符合施工和设计标准经暴雨考验后基本完好。

排水沟有效地控制地表径流，排水去处有妥善处理。在经规定频率的暴雨考验后，排水沟及护坡等的完好率在90%以上。

水土保持种草的位置应符合各类草种所需要的立地条件，种草密度达到设计要求。采用经济价值高、保土保水能力强、抗污染性能好的优良草种，当年出苗率与成活率在90%以上，三年后保存率在85%以上。

5.4.5. 进度安排

根据水土保持技术规范要求，水土保持措施实施计划安排原则如下：

（1）按照“三同时”原则，坚持预防为主，及时防治。

（2）永久性占地区工程措施坚持“先防护、后施工”的原则，及时控制施工过程中的水土流失。

（3）临时占地区使用完毕后需及时拆除并进行场地清理整治。

(4) 植物措施应根据季节及时实施。

本工程水土保持的实施进度，本着预防为主、及时防治的原则，根据工程进度进行安排，尽可能减少施工过程中的水土流失。本工程水土保持措施施工进度见表 5.4-1。

表 5.4-1 本工程水土保持措施施工进度表

防治分区				措施类型	措施名称	2024 年					2025 年					2026 年	
						6	7	8	9~10	11~12	1~2	3~4	5~6	7~9	10~12	1~3	4~5
主体工程																	
山丘区	送端换流站	站区	工程措施	表土剥离													
				雨水排水管网、钢筋混凝土截洪沟、钢筋混凝土排水沟、框格植草护坡													
				土地整治													
			植物措施	站区绿化、撒播草籽													
			临时措施	植生袋装土拦挡、密目网苫盖、临时排水沟、临时沉沙池													
		进站道路区	工程措施	表土剥离													
				钢筋混凝土截洪沟、钢筋混凝土排水沟、框格植草护坡													
				土地整治													
			植物措施	撒播草籽													
			临时措施	密目网苫盖													
		施工生产生活区	工程措施	表土剥离													
				土地整治													
			临时措施	密目网苫盖、临时排水沟、临时沉沙池													
		站外供排水设施区	工程措施	钢筋混凝土排水管、排水钢管、跌水沟、消力池、八字式排水口													
				表土剥离													
				土地整治、穴状整地													
			植物措施	撒播草籽、恢复林地及幼林抚育													
			临时措施	密目网苫盖、彩条布铺垫													
		站外电力设施区	工程措施	表土剥离													
				土地整治、穴状整地													
			植物措施	撒播草籽、恢复林地及幼林抚育													
		临时措施	密目网苫盖、彩条布铺垫														
		站外临时堆土区	工程措施	土地整治													
			临时措施	植生袋装土拦挡、密目网苫盖、临时排水沟、临时沉沙池、临时绿化、彩条布铺垫													
		专项设施迁改区	工程措施	表土剥离													
				土地整治													
			临时措施	密目网苫盖、彩条布铺垫													

5. 水土保持措施

防治分区			措施类型	措施名称	2024 年					2025 年					2026 年	
					6	7	8	9~10	11~12	1~2	3~4	5~6	7~9	10~12	1~3	4~5
	送端 接地 地板	汇流装 置区	工程措施	表土剥离												
		电极电 缆区	工程措施	表土剥离												
				土地整治												
		检修道 路区	临时措施	植生袋装土拦挡、密目网苫盖、彩条布铺 垫												
			工程措施	表土剥离												
				土地整治												
			植物措施	撒播草籽												
		站用外 接电源 区	工程措施	表土剥离												
				土地整治、穴状整地												
			植物措施	撒播草籽、恢复林地及幼林抚育												
			临时措施	密目网苫盖、彩条布铺垫												
	线路 工程	塔基区	工程措施	表土剥离、排水沟、挡渣墙、护坡												
				土地整治、穴状整地												
			植物措施	恢复林地及幼林抚育、播撒草籽												
			临时措施	泥浆沉淀池、植生袋装土拦挡、密目网苫 盖、彩条布铺垫、彩条旗围护												
		牵张场 区	工程措施	表土剥离、土地整治、穴状整地												
			植物措施	恢复林地及幼林抚育、播撒草籽												
			临时措施	密目网苫盖、彩条布铺垫、彩条旗围护、 铺设钢板												
		跨越施 工场 地区	工程措施	土地整治												
			植物措施	播撒草籽												
			临时措施	彩条旗围护												
		施工道 路区	工程措施	表土剥离												
				土地整治、穴状整地												
			植物措施	恢复林地及幼林抚育、播撒草籽												
	平原 区	站区	临时措施	铺设钢板、填土袋拦挡、临时排水沟及素 土夯实												
			工程措施	钢筋混凝土排水沟、雨水排水管网、框格 植草护坡、钢筋混凝土截洪沟												
				表土剥离												
				土地整治												
			植物措施	站区绿化、撒播草籽												

5. 水土保持措施

防治分区			措施类型	措施名称	2024 年					2025 年					2026 年	
					6	7	8	9~10	11~12	1~2	3~4	5~6	7~9	10~12	1~3	4~5
			临时措施	植生袋装土拦挡、密目网苫盖、临时排水沟、临时沉沙池												
			施工生 产生活 区	工程措施	表土剥离											
					土地整治、穴状整地											
				植物措施	撒播草籽、恢复林地及幼林抚育											
			临时措施	密目网苫盖、临时排水沟、临时沉沙池												
			站外临 时堆土 区	工程措施	土地整治、穴状整地											
				植物措施	撒播草籽、恢复林地及幼林抚育											
				临时措施	植生袋装土拦挡、临时绿化、彩条布铺垫、密目网苫盖、临时排水沟、临时沉沙池											
			站外供 排水设 施区	工程措施	表土剥离											
					土地整治											
				植物措施	撒播草籽											
				临时措施	彩条布铺垫、密目网苫盖、泥浆沉淀池											
			站外电 力设施 区	工程措施	表土剥离											
					土地整治、穴状整地											
				植物措施	撒播草籽、恢复林地及幼林抚育											
				临时措施	彩条布铺垫、密目网苫盖											
			进站道 路区	工程措施	混凝土截排水沟											
					表土剥离											
					土地整治											
				植物措施	撒播草籽											
			临时措施	密目网苫盖												
			专项设 施迁改 区	工程措施	表土剥离											
					土地整治											
				植物措施	植草护坡、撒播草籽											
			临时措施	彩条布铺垫、密目网苫盖												
			临时换 装平台 区	工程措施	土地整治											
				植物措施	撒播草籽											
				临时措施	泥浆沉淀池、密目网苫盖											
	受端 接地 极	汇流装 置区	工程措施	表土剥离												
				表土剥离												
		检修道 路区	工程措施	土地整治												
			临时措施	彩条布铺垫												

5. 水土保持措施

防治分区			措施类型	措施名称	2024 年					2025 年					2026 年	
					6	7	8	9~10	11~12	1~2	3~4	5~6	7~9	10~12	1~3	4~5
		电极电缆区	工程措施	表土剥离												
				土地整治、穴状整地												
			植物措施	撒播草籽、恢复林地及幼林抚育												
			临时措施	植生袋装土拦挡、彩条布铺垫、密目网苫盖												
		站用外接电源区	工程措施	表土剥离												
				土地整治												
			临时措施	密目网苫盖、彩条布铺垫												
	线路工程	塔基区	工程措施	表土剥离												
				土地整治、穴状整地												
			植物措施	恢复林地及幼林抚育、播撒草籽												
			临时措施	泥浆沉淀池、植生袋装土拦挡、密目网苫盖、彩条布铺垫、彩条旗围护												
		牵张场区	工程措施	土地整治、穴状整地												
			植物措施	恢复林地及幼林抚育、播撒草籽												
			临时措施	彩条布铺垫、彩条旗围护、铺设钢板												
		跨越施工场地区	工程措施	土地整治												
			植物措施	撒播草籽												
			临时措施	彩条旗围护												
		施工道路区	工程措施	土地整治、穴状整地												
			植物措施	恢复林地及幼林抚育、播撒草籽												
			临时措施	铺设钢板、彩条旗围护												

注： 幼林抚育实施时间为 2026~2027 年

主体工程：

工程措施：

临时措施：

植物措施

6 水土保持监测

本工程的水土保持监测按照《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T51240-2018）、《水利部关于进一步加强“放管服”改革全面加强水土保持监管的意见》（水保〔2019〕160号）、《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）要求实施，并应与主体工程同步开展。

6.1. 监测范围和时段

监测范围为本方案确定的水土流失防治责任范围，以及项目建设过程中扰动与危害的其他区域。监测分区与水土流失防治分区一致。

本工程属建设类项目，其水土保持监测时段应从施工准备期开始至设计水平年结束，并在施工准备期前进行本底值监测。本工程监测时段从2024年6月开始，止于2026年，以每年6月~9月（雨季）为重点监测时段。

6.2. 监测内容和方法

6.2.1. 监测内容

根据《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T51240-2018）、《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），本工程监测内容主要包括水土流失影响因素监测、项目施工全过程各阶段扰动土地情况监测、水土流失状况监测、水土流失防治成效监测、水土流失危害监测等。此外，施工前还应在项目区地形、地貌、植被、气象、水文、土地利用、水土流失等水土保持背景值进行监测。

水土流失影响因素应重点监测包括气象水文、地形地貌、地表组成物质、植被等自然影响因素。

扰动土地情况监测方面，应重点监测实际发生的永久和临时占地、扰动地表植被面积、土石方挖填情况、永久和临时弃渣量及变化情况等，本工程无取土场及弃土场，但对临时堆土的占地面积及堆放方式进行监测。

在水土流失状况方面，应重点监测水土流失类型、形式、面积、分布、强度及变化情况。

水土流失防治成效监测的内容包括：工程措施的类型、数量、分布和完好程度；植物措施的种类、面积、分布、生长状况、成活率、保存率和林草覆盖率；临时措施的类型、数量和分布；主体工程和各项水土保持措施的实施进度情况；水土保持措施对主体工程安全建设和运行发挥的作用；水土保持措施对周边生态环境发挥的作用。水土流失

危害监测的内容包括：水土流失对主体工程造成危害的方式、数量和强度；水土流失掩埋冲毁农田、道路、居民点等的数量、程度；生产建设项目造成的沙化、崩塌、滑坡、泥石流等灾害；对水源地、生态保护区、江河湖泊、水库、塘坝、航道的危害。在工程开工建设之前，应对项目区土壤侵蚀背景值进行监测；在大暴雨、特大暴雨、泥石流等自然灾害后应进行重大水土流失事件监测，事发后一周内上报地方水行政主管部门。

6.2.2. 监测方法与频次

6.2.2.1. 监测方法

根据“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）、《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T51240-2018）和《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），本工程主要采用地面观测、调查监测及资料分析、巡查监测、无人机低空遥感监测和卫星遥感片监测相结合的方式监测。

本工程选取换流站站区及接地极址临时堆土场为典型的长时间保留定点监测点，进行驻点监测，并对重点塔基及施工区作定点监测，其他点位以调查巡查监测为主。建设项目在整个建设期（含施工准备期内）必须全程开展监测。

（1）地面观测

根据项目建设区实际情况设置定位观测点，主要采用简易径流小区法、测钎法和集沙池法监测。

1）简易径流小区法

主要针对换流站站区及施工期较长的大跨越塔基，选择具有代表性，且交通方便、观测便利的土质稳定坡面，简易径流小区面积可根据坡面情况布设，面积不应小于 10m^2 ，形状宜采用矩形，径流小区四周设置水泥板或金属板等截水墙围成矩形，边墙高出地面 $10\sim 20\text{cm}$ ，埋入地下 $20\sim 30\text{cm}$ ，小区底端修建集流槽，通过集流管连接沉沙池，沉沙池采用高标号水泥抹面。沉沙池出口排水沟用 $\Phi 25\text{mm}$ PVC管，施工完毕后用棉砂堵塞，PVC管接边坡下游的排水沟。按照设计频次或每次降雨后测量泥沙集蓄设施中的泥沙量，然后计算土壤流失量。

2）测钎法

测钎法可适用于开挖、填筑和堆弃形成的、以土质为主的稳定坡面土壤流失简易监测，于本工程中可应用于山丘区塔基水土流失量监测。按照每月1次的频次观测钉帽距地面的高度变化，通过测量观测区土壤容重、坡面面积、坡面坡度及土壤流失厚度计算

出坡面土壤流失量。

3) 集沙池法

结合本工程换流站站区、站外临时堆土区及施工生产生活区排水沟末端的沉沙池，可采用集沙池法，定期观测清理沉沙池土石物质，晾干称重，求得土壤流失量。

水力侵蚀定位观测应对下垫面土壤的含水量、紧实度等理化性质进行相应的观测。

施工阶段地面观测法重点针对换流站站区、进站道路区、站外临时堆土场、输电线路塔基区的土壤侵蚀强度、水土流失状况进行监测；施工完成后，地面观测法重点对各区域土壤侵蚀强度、土壤流失控制比达标情况进行监测。

(2) 调查监测及资料分析

1) 场地占用土地面积和扰动地表面积

对地形、地貌的变化情况、建设项目占用土地面积、扰动地表面积情况的监测，由监测人员进行实地调查、量测记录，并结合设计文件资料，进行对比核实，计算场地占用土地面积和扰动地表面积。

2) 项目挖方、填方数量及堆放面积

采用查阅设计文件资料，沿扰动边缘进行跟踪作业，结合实地情况调查，地形测量分析，进行对比核实，计算项目区挖方、填方数量，各个施工阶段所产生的土石方数量及堆放面积。人工开挖与填方边坡坡度等采用地形测量法。施工完成后，重点关注开挖土方是否完成回填，场地是否平整。

3) 项目区林草覆盖度

施工前采用抽样调查、测量等方法，选择有代表性的地块，分别确定项目区原地貌调查地样方，并进行现场测量和计算。土建施工结束后，通过样方调查的方式，确定林草植被恢复情况。

4) 水土保持措施的实施面积、数量和质量

采用抽样调查的方式，通过实地调查核实。对于工程措施，主要调查其稳定性、完好程度、质量和运行状况，按照《水土保持监测技术规程》（SL277-2002）中规定的方法，并参照相关规定进行调查，在施工完成后，定期赴工程现场开展调查监测，对措施的稳定性、完好程度、质量及运行情况进行跟踪调查。

植物措施主要调查林草的成活率、保存率、生长发育情况及其植物覆盖度的变化。

5) 水土流失防治效果

施工期重点关注临时拦挡、临时苫盖等临时措施的防护效果，确定施工期渣土防护率等指标达标情况。施工完成后，通过面积量测、样方调查等方式，确定扰动土地迹地恢复情况。

6) 水土保持措施的保土效益，拦渣效益通过量测实际拦渣量进行计算。

(3) 巡查监测

对生产建设的各个环节进行巡视，从而全面把握进程，及时发现建设过程中的问题，需要巡视者对施工方法和施工时序十分清楚。

(4) 遥感监测

本工程属于点+线型工程，施工作业面较分散，项目区占地和扰动地表面积、防治责任范围变化情况、林草植被恢复情况等可在现场调查的基础上辅以无人机低空遥感监测和卫星遥感片监测进行分析统计。完成遥感数据处理、应用分析最终获得项目区的遥感影像资料，全面、直观地对项目区施工动态进行监测。

① 无人机低空遥感监测

适用于大面积、长距离的线性项目，通过对项目区高分辨率遥感影像的解译，能够及时、快速、客观、周期性地获取水土保持相关信息。利用遥感技术监测建设项目地表扰动、水土保持措施布局、水土流失面积、水土流失强度及分布等内容。

无人机遥感监测主要利用先进的无人驾驶飞行器技术、遥感传感器技术、遥测遥控技术、通讯技术、GPS 差分定位技术和遥感应用技术，实现自动化、智能化、专用化快速获取空间遥感信息。监测方法是以监测区域地形、地貌设计航摄方案，利用无人机进行野外航摄，整理航摄范围内航片，通过遥感影像处理软件对影像进行拼接、纠正等处理，得到水土保持监测结果。

② 卫星遥感片监测

在监测过程中每季度拍摄 1 期卫星遥感图像。完成遥感数据处理、应用分析最终获得项目区的遥感影像资料，全面、直观地对项目区施工动态进行监测。

(5) 资料分析法

项目区地形、地貌、植被、气象、水文、土地利用、水土流失等水土保持背景值可在实地调查的基础上，收集当地已有资料进行分析。施工过程中的扰动地表面积、土石方量、水土保持措施实施数量等依据工程设计资料、监理资料并结合现场实地调查确定。项目施工、运行阶段的水土保持措施管理、水土流失防治、各级水行政主管部门监督检

查情况，主要利用资料分析法收集相关资料进行统计。在项目建设过程中，还要采用询问法对向周边群众咨询，掌握本项目对当地及周边地区的影响和危害情况。

6.2.2.2. 监测频次

根据《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T51240-2018）、《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），监测频次应符合：

（1）水土流失影响因素情况

扰动土地情况应至少每月监测1次，全过程记录防护措施实施情况。

气象因子每月1次，降雨和风力等气象资料可通过收集资料，或设置监测设备观测。降雨量、平均风速和风向每月统计。日降水量超过25mm或1小时降水量超过8mm的降水统计降水量和历时，风速大于5m/s时统计风速、风向、出现的次数或频率；地形地貌状况监测频次监测期不少于1次；地表组成物质监测频次施工准备期和试运行期各监测1次；植被状况监测频次施工准备期前测定1次；地表扰动情况和水土流失防治责任范围实地量测监测频次应不少于每月1次，典型地段监测每月1次。遥感监测应在施工前开展1次，施工期每年不少于1次，试运行期1次。

（2）水土流失状况监测

水土流失状况应至少每月监测1次，发生强降水等情况后应及时加测。

土壤侵蚀强度施工准备期前和监测期末各1次，施工期每年不少于1次；土壤流失量、应不少于每月1次，遇暴雨、大风等应加测。土壤流失面积、土壤流失量潜在土壤流失量监测精度不小于90%。地表扰动情况点式项目每月监测1次；线型项目全线巡查每季度不少于1次，典型地段每月1次。

（3）水土流失危害监测

水土流失危害事件发生后1周内完成监测工作。

（4）水土保持措施监测

工程措施重点区域每月监测记录不少于1次，整体状况每季度不少于1次；植物措施类型及面积每季度监测不少于1次；栽植6个月后调查成活率，保存率及生长状况每年不少于1次；郁闭度与盖度每年在植被生长最茂盛的季节监测1次；临时措施不少于每月监测记录1次；措施实施情况每季度统计1次；水土保持措施对主体工程安全建设和运行、对周边水土保持生态环境发挥的作用监测每年汛期前后及大风、暴雨后进行调查。本工程监测内容、监测频次及监测程序见表6.2-1。

表 6.2-1 水土保持监测内容、监测频次、监测程序一览表

项目	监测内容	监测要求			监测程序
		监测方法	监测频次	监测精度	
水土流失影响因素监测	气象水文、地形地貌、地表组成物质、植被等自然影响因素；项目建设对原地表、水土保持设施、植被的占压和损毁情况；项目征占地和水土流失防治责任范围变化情况。	采用调查、资料分析方法、遥感监测的方法	气象因子每月 1 次，扰动土地情况应至少每月监测 1 次，全过程记录防护措施实施情况。降雨和风力等气象资料可通过收集资料，或设置监测设备观测。降雨量、平均风速和风向每月统计。日降水量超过 25mm 或 1 小时降水量超过 8mm 的降水统计降水量和历时，风速大于 5m/s 时统计风速、风向、出现的次数或频率；地形地貌状况监测频次监测期不少于 1 次；地表组成物质监测频次施工准备期和试运行期各监测 1 次；植被状况监测频次施工准备期前测定 1 次；地表扰动情况和水土流失防治责任范围实地量测监测频次应不少于每月 1 次，典型地段监测每月 1 次。遥感监测应在施工前开展 1 次，施工期每年不少于 1 次，试运行期 1 次。	1、遥感影像空间分辨率应不低于 2.5m。 2、遥感监测流程、质量要求、成果汇总等满足《水土保持遥感监测技术规范（SL 592-2012）》要求。 3、点型扰动面积监测精度不小于 95%，线型扰动面积监测精度不小于 90%。	1、根据水土保持方案，结合项目建设特点，收集区域相关资料，同时开展现场调查。 2、工程建设过程中，按照监测方法和频次监测各分区的扰动情况，填写记录表。 3 汇总水土流失影响因素情况监测结果，编写监测季度和年度报告。
水土流失状况监测	水土流失类型、形式、面积、分布及强度；各监测分区及其重点对象的土壤流失量。	采用实地量测、资料分析的方法	水土流失状况应至少每月监测 1 次，发生强降水等情况后应及时加测。 土壤侵蚀强度施工准备期前和监测期末各 1 次，施工期每年不少于 1 次；土壤流失量、应不少于每月 1 次，遇暴雨、大风等应加测。土壤流失面积、土壤流失量潜在土壤流失量监测精度不小于 90%。	点型扰动面积监测精度不小于 95%，线型扰动面积监测精度不小于 90%。	1、根据水土保持方案，结合施工组织设计和平面布局图，实地界定生产建设项目防治责任范围。2、工程建设过程中，按照监测方法和频次监测各分区的扰动情况，填写记录表。并与水土保持方案确定的防治责任范围进行对比，分析变化原因。3 分析汇总扰动情况监测结果，提出意见，编写监测季度报告。
水土流失危害监测	水土流失对主体工程造成危害的方式、数量和强度；水土流失掩埋冲毁农田、道路、居民点等的数量、程度；对高	采用地面观测、实地量测、资料分析的	水土流失危害事件发生后 1 周内完成监测工作。	遥感监测流程、质量要求、成果汇总等满足《水土保持遥感监测技术规范（SL592-2012）》	1、工程建设前，根据水土保持方案，监测防治责任范围内土壤流失面积。2、工程建设过程中，根据监测分区、监测点和设施布设情况，按照监测频次，监测水土流失情况，采集影像资料，填写

6. 水土保持监测

项目	监测内容	监测要求			监测程序
		监测方法	监测频次	监测精度	
	等级公路、铁路、输变电、输油（气）管线等重大工程造成的危害；生产建设项目造成的沙化、崩塌、滑坡、泥石流等灾害；对水源地、生态保护区、江河湖泊、水库、塘坝、航道的危害。	方法、遥感监测的方法		要求。	记录表。3、发现水土流失危害事件，应现场通知建设单位，并开展监测，填写水土流失危害监测记录表，5 日内编制水土流失危害事件监测报告并提交建设单位。4、按监测分区，整理记录表，获得水土流失情况，编写监测季度和年度报告。
水土保持措施监测	工程措施的类型、数量、分布和完好程度；植物措施的种类、面积、分布、生长状况、成活率、保存率和林草覆盖率；临时措施的类型、数量和分布；主体工程和各项水土保持措施的实施进度情况；水土保持措施对主体工程安全建设和运行发挥的作用；水土保持措施对周边环境发挥的作用。	采用实地量测和资料分析的方法。	工程措施重点区域每月监测记录不少于 1 次，整体状况每季度不少于 1 次；植物措施类型及面积每季度监测不少于 1 次；栽植 6 个月后调查成活率，保存率及生长状况每年不少于 1 次；郁闭度与盖度每年在植被生长最茂盛的季节监测 1 次；临时措施不少于每月监测记录 1 次；措施实施情况每季度统计 1 次；水土保持措施对主体工程安全建设和运行、对周边水土保持生态环境发挥的作用监测每年汛期前后及大风、暴雨后进行调查。	水土保持措施监测精度不小于 95%。	1、根据水土保持方案、施工组织设计、施工图等，建立水土保持措施名录。主要包括各类措施的数量、位置和实施进度等。 2、工程建设过程中，应按监测方法和频次，开展水土保持措施监测，填写记录表。 3、分析汇总水土保持措施监测结果，提出监测意见，编写监测季度和年度报告。

6.3. 点位布设

依据主体工程建设特点、施工中易产生新增水土流失的区域、项目区涉及水土保持重点治理区、预防区及其他水保敏感区情况等因素，确定本工程设置水土流失重点监测点位 180 处，包括 109 个固定监测点和 71 个巡查监测点。

为了体现水土保持监测的全面性、典型性和代表性，本工程水土保持重点监测部位为两端换流站站区、站外临时堆土区、送端换流站站外供排水设施区及两端接地极电极电缆区，输电线路沿线典型的塔基区、施工道路等区域。

表 6.3-1 水土保持监测点位布设表

项目		行政区划		监测点位	数量	备注
点型工程	送端换流站	陕西省	延安市富县	站区	2	固定监测点
				进站道路区	1	巡查点
				施工生产生活区	1	固定监测点
				站外临时堆土区	2	固定监测点 1, 巡查点 1
				站外供排水设施区	2	巡查点
				站外电力设施区	1	巡查点
				专项设施迁改区	1	巡查点
	送端接地极	陕西省	延安市洛川县	电极电缆区	1	固定监测点
	受端换流站	安徽省	合肥市庐江县	站区	2	固定监测点
				进站道路区	1	巡查点
				施工生产生活区	1	固定监测点
				站外临时堆土区	2	固定监测点 1, 巡查点 1
				站外供排水设施区	1	巡查点
				站外电力设施区	1	巡查点
				专项设施迁改区	1	巡查点
	受端接地极	安徽省	六安市裕安区	电极电缆区	1	固定监测点
线型工程		陕西省	延安市富县	塔基区	2	固定监测点
				牵张场区	1	巡查点 1
				施工道路区	1	固定监测点 1
			延安市黄陵县	塔基区	2	固定监测点
				牵张场区	1	巡查点 1
				施工道路区	2	固定监测点 1, 巡查点 1
			延安市洛川县	塔基区	3	固定监测点
				牵张场区	1	巡查点 1
				施工道路区	1	固定监测点 1
			渭南市白水县	塔基区	2	固定监测点
				牵张场区	1	巡查点 1
				施工道路区	1	固定监测点 1
			渭南市澄城县	塔基区	1	固定监测点 1

项目	行政区划		监测点位	数量	备注
			牵张场区	1	巡查点 1
			施工道路区	1	固定监测点 1
		渭南市蒲城县	塔基区	2	固定监测点
			牵张场区	1	巡查点 1
			施工道路区	1	固定监测点 1
		渭南市大荔县	塔基区	6	固定监测点
			牵张场区	1	巡查点 1
			施工道路区	1	固定监测点 1
		渭南市华州区	塔基区	3	固定监测点
			牵张场区	1	巡查点 1
			施工道路区	2	固定监测点 1, 巡查点 1
		渭南市华阴市	塔基区	4	固定监测点
			牵张场区	1	巡查点 1
			施工道路区	1	巡查点 1
		商洛市洛南县	塔基区	2	固定监测点
			牵张场区	1	巡查点 1
			施工道路区	2	固定监测点 1, 巡查点 1
	河南省	三门峡市灵宝市	塔基区	2	固定监测点 2
			牵张场区	1	巡查点 1
			施工道路区	1	固定监测点 1
		三门峡市卢氏县	塔基区	3	固定监测点 3
			牵张场区	1	巡查点 1
			施工道路区	1	巡查点 1
		洛阳市栾川县	塔基区	2	固定监测点 2
			牵张场区	1	巡查点 1
			施工道路区	1	巡查点 1
		洛阳市嵩县	塔基区	2	固定监测点 2
			牵张场区	1	巡查点 1
			施工道路区	1	巡查点 1
		洛阳市汝阳县	塔基区	3	固定监测点 3
			牵张场区	1	巡查点 1
			施工道路区	1	巡查点 1
		平顶山市鲁山县	塔基区	2	固定监测点 2
			牵张场区	1	巡查点 1
			施工道路区	1	固定监测点 1
		平顶山市叶县	塔基区	2	固定监测点 2
			牵张场区	1	巡查点 1
			施工道路区	1	固定监测点 1
		平顶山市舞钢市	塔基区	2	固定监测点 2
			牵张场区	1	巡查点 1
			施工道路区	1	巡查点 1
		南阳市南召县	塔基区	5	固定监测点 5
			牵张场区	1	巡查点 1
			施工道路区	1	巡查点 1

项目	行政区划		监测点位	数量	备注
		南阳市方城县	塔基区	2	固定监测点 2
			牵张场区	1	巡查点 1
			施工道路区	1	固定监测点 1
		驻马店市西平县	塔基区	2	固定监测点 2
			牵张场区	1	巡查点 1
			施工道路区	1	固定监测点 1
		驻马店市遂平县	塔基区	2	固定监测点 2
			牵张场区	1	巡查点 1
			施工道路区	1	固定监测点 1
		驻马店市上蔡县	塔基区	2	固定监测点 2
			牵张场区	1	巡查点 1
			施工道路区	1	巡查点 1
		驻马店市汝南县	塔基区	2	固定监测点 2
			牵张场区	1	巡查点 1
			施工道路区	1	巡查点 1
		驻马店市平舆县	塔基区	3	固定监测点 3
			牵张场区	1	巡查点 1
			施工道路区	1	固定监测点 1
	安徽省	阜阳市临泉县	塔基区	1	固定监测点
			牵张场区	1	巡查点 1
			施工道路区	1	巡查点 1
		阜阳市颍州区	塔基区	1	固定监测点
			牵张场区	1	巡查点 1
			施工道路区	1	巡查点 1
		阜阳市阜南县	塔基区	2	固定监测点
			牵张场区	1	巡查点 1
			施工道路区	1	巡查点 1
		阜阳市颍上县	塔基区	3	固定监测点
			牵张场区	1	巡查点 1
			施工道路区	1	固定监测点 1
		六安市霍邱县	塔基区	3	固定监测点
			牵张场区	1	巡查点 1
			施工道路区	1	巡查点 1
		六安市裕安区	塔基区	1	固定监测点
			牵张场区	1	巡查点 1
			施工道路区	1	巡查点 1
		六安市金安区	塔基区	1	固定监测点
			牵张场区	1	巡查点 1
			施工道路区	2	固定监测点 1、巡查点 1;
		六安市舒城县	塔基区	3	固定监测点
			牵张场区	1	巡查点 1
			施工道路区	2	固定监测点 1、巡查点 1;
		六安市霍山县	塔基区	1	固定监测点
			牵张场区	1	巡查点 1

项目	行政区划		监测点位	数量	备注
		合肥市肥西县	施工道路区	1	巡查点 1
			塔基区	1	固定监测点 1
			牵张场区	1	巡查点 1
			施工道路区	1	巡查点 1
		合肥市庐江县	塔基区	1	固定监测点
			牵张场区	1	巡查点 1
			施工道路区	1	巡查点 1
59 个固定监测点，32 个巡查点				91	山丘区
50 个固定监测点，39 个巡查点				89	平原区
109 个固定监测点，71 个巡查点				180	合计

6.4. 实施条件和成果

6.4.1. 实施条件

(1) 监测设施

为准确获取各项地面观测及调查数据，水土保持监测必须采用现代技术与传统手段相结合的方法，借助一定的先进仪器设备，使监测方法更科学，监测结论更合理。如利用全球定位系统（GPS）对临时堆土场形态变化作动态监测并应用于遥感监测中，用红外线（激光）测距仪对防治责任范围、扰动土地面积、水土流失面积、扰动土地整治面积等进行现场测量；用便携式植被覆盖度测量仪测量植被恢复面积，用水样、土样分析仪器分析典型区域含沙量以及土方养分等。

(2) 监测人员配置

本工程水土保持监测由建设单位自行开展监测或者委托具备完成本工程监测任务的单位开展水土保持监测工作。承担委托的监测机构必须按规定的监测内容、方法、时段对项目建设实施水土保持监测。

本工程沿线监测人员配置情况详见表 6.4-1。

表 6.4-1 各省监测人员配置情况一览表

序号	行政区划	监测人员人数（个）		监测时间（年）	
		施工期	设计水平年	施工期	设计水平年
1	陕西省	7	2	2	1
2	河南省	3	2	2	1
3	安徽省	7	2	2	1
合计		17	6	/	/

6.4.2. 监测成果

监测成果应包括监测实施方案、监测记录表、监测意见、监测季度报告、水土保持

监测总结报告、相关监测图件、影像资料。

(1) 监测实施方案应根据实际情况,结合水土保持方案合理确定监测重点及计划。

(2) 监测季度报告客观反映工程施工过程中水土保持监测情况,及时上报建设单位及水行政或流域监督管理部门,建设单位应当在工程建设期间将水土保持监测季报在其官方网站公开,同时在业主项目部和施工项目部公开。

(3) 水土保持监测总结报告应内容全面、数据真实、重点突出、结论客观。报告包括以下内容:①建设项目及水土保持工作概况。包括项目建设概况、水土流失防治工作概况及监测工作实施概况。②重点部位水土流失动态监测结果。包括防治责任范围监测结果(包括水土保持防治责任范围、建设期扰动土地面积)。③水土流失防治措施监测结果。包括工程措施及实施进度、植物措施及实施进度及临时措施实施进度。④土壤流失量分析。包括各阶段土壤流失量分析、各扰动土地类型土壤流失量分析。⑤水土流失防治效果监测结果。包括水土流失治理度、土壤流失控制比、渣土防护率、表土保护率、林草植被恢复率及林草覆盖率。⑥结论。包括水土流失动态变化、水土保持措施评价、存在问题及建议、综合结论。

(4) 监测图件主要包括工程地理位置图、监测分区及监测点位分布图、水土流失防治责任范围图、工程建设前项目区水土流失现状图、水土保持措施布局图、工程竣工后项目区水土流失现状图等,作为监测成果报告的附图。

(5) 监测影像资料主要包括监测过程中各监测点(简易观测点)照片、水土保持设施施工前、中、后照片及监测人员现场监测的录像资料等。

(6) 监测制度

每次监测前,需对仪器设备进行检验,合格后方可投入使用。对每次监测结果进行统计分析,做出简要评价,提出防治水土流失的意见及建议。监测单位要及时对监测成果进行整理、统计、分析和归档,监测单位在项目开工前向有关水行政主管部门报送《生产建设项目水土保持监测实施方案》;监测过程中,每季度报送《生产建设项目水土保持监测季度报告表》,并在监测季报和总结报告等监测成果中提出“绿黄红”三色评价结论。因降雨、大风或人为原因发生严重水土流失及危害事件的,应于事件发生后1周内报告有关情况;水土保持监测任务完成后,应于3个月内报送《生产建设项目水土保持监测总结报告》。

(7) 监测成果报告

监测单位应当在每季度第一个月向审批水土保持方案的水行政主管部门报送上一季度的监测季报。其中，本工程属于水利部审批的生产建设项目，监测季报应向项目涉及的流域管理机构及省水行政主管部门报送。

(8) 实行生产建设项目水土保持监测三色评价

生产建设项目水土保持监测三色评价是指监测单位依据扰动的土地情况、水土流失状况、防治成效及水土流失危害等监测结果，对生产建设项目水土流失防治情况进行评价，在监测季报和总结报告中明确“绿黄红”三色评价结论。

7 水土保持投资估算及效益分析

7.1. 投资估算

7.1.1. 编制原则及依据

7.1.1.1. 编制原则

(1) 本方案设计的水土保持措施投资估(概)算编制依据、价格水平年及工程单价中的相关费率等与主体工程保持一致;

(2) 人工单价、施工水电单价等与主体工程一致;

(3) 措施材料单价依据当地价格水平确定;

(4) 工程投资估算价格水平年为 2023 年第四季度。

7.1.1.2. 编制依据

(1) 《开发建设项目水土保持工程概(估)算编制规定》(水利部水总〔2003〕67号);

(2) 《电力建设工程定额和费用计算规定》(2018年版);

(3) 《电力建设工程施工机械台班费用定额》(2018年版);

(4) 《电力工程造价与定额管理总站关于发布 2018 版电力建设工程预算定额 2022 年度价格水平调整的通知》(定额〔2023〕1号);

(5) 《关于落实〈国家发展改革委关于进一步放开建设项目专业服务价格的通知〉的指导意见》(中电联定额〔2015〕162号);

(6) “水利部办公厅关于印发《水利工程营业税改征增值税计价依据调整办法》的通知”(办水保〔2016〕132号);

(7) 《财政部 税务总局关于调整增值税税率的通知》(财税〔2018〕32号);

(8) 《水利部办公厅关于调整水利工程计价依据增值税计算标准的通知》(办财务函〔2019〕448号);

(9) 《陕西省财政厅、陕西省物价局、陕西省水利厅、陕西省地方税务局、中国人民银行西安分行关于印发〈陕西省水土保持补偿费征收使用管理实施办法〉的通知》(陕财办综〔2015〕38号);

(10) 河南省财政厅河南省发展和改革委员会河南省水利厅中国人民银行郑州中心支行关于印发《河南省(水土保持补偿费征收使用管理办法)实施细则》的通知(豫财

综〔2015〕107号)；

(11) 河南省发改委 河南省财政厅 河南省水利厅文件《关于我省水土保持补偿费收费标准的通知》(豫发改收费〔2021〕1112号)；

(12) 《安徽省物价局安徽省财政厅转发国家发展改革委财政部关于降低电信网码号资源占用费等部分行政事业性收费标准的通知》(皖价费〔2017〕77号)；

(13) 《安徽省发展改革委 安徽省财政厅 安徽省市场监管局 关于降低部分收费标准的通知》(皖发改价费函〔2022〕127号)。

7.1.2. 投资估算说明

7.1.2.1. 费用构成

水土保持工程投资由工程措施费、植物措施费、施工临时工程费、独立费用、水土保持补偿费、基本预备费构成，具体见表 7.1-1。

表 7.1-1 水土保持工程投资费用构成表

费用构成	1	工程措施费	主体已有	直接费、间接费、企业利润、税金
			方案新增	直接工程费、间接费、企业利润、税金
	2	植物措施费	主体已有	直接费、间接费、企业利润、税金
			方案新增	直接工程费、间接费、企业利润、税金
	3	施工临时工程费		临时防护工程费、其他临时工程费
	4	独立费用		建设管理费、科研勘测设计费、水土保持监理费、水土保持监测费、水土保持设施验收费
	5	基本预备费		
	6	水土保持补偿费		

7.1.2.2. 估算编制方法说明

(1) 基础单价编制

1) 人工预算单价

人工预算单价定额中陕西、河南、安徽境内为输电普通工人工单价均为 70 元/日。陕西、河南和安徽人工工时预算单价根据《电力工程造价与定额管理总站关于发布 2018 版电力建设工程概预算定额 2022 年度价格水平调整的通知》(定额〔2023〕1号)关于各省调增系数计算。详见表 7.1-2。

建设单位应当将水土保持工作任务和内容纳入施工合同，落实施工单位水土保持责任，在建设过程中同步实施水土保持方案提出的水土保持措施，保证水土保持措施的质量、实施进度和资金投入。

建设单位在工程施工招标文件和施工合同中明确施工单位的水土保持责任，强化奖惩制度，规范施工行为。对施工单位提出水土保持措施的施工要求，组织施工单位学习、宣传《中华人民共和国水土保持法》，提高工程建设者的水土保持自觉行动意识。要求施工单位配备水土保持专业人员，以解决措施实施过程中的技术问题，接受当地水行政主管部门的监督检查。同时，应明确承包商在各工程分区的水土流失防治范围及防治责任，外购砂石材料应在购买合同中明确砂石料场的水土流失防治责任。施工管理满足下列要求：

施工期应严格控制施工扰动范围，禁止随意压占破坏地表植被。设立保护地表及植被的警示牌，施工过程中应注重保护表土与植被。注意施工及生活用火安全，防止火灾烧毁地表植被。建成的水土保持工作应有明确的管理维护要求。加强施工人员的培训和教育，树立保护植被的意识，严禁乱砍、乱伐。严格按设计方案施工，开挖、回填土石方。严格控制施工扰动面积，不得随意扩大施工范围。合理安排工期，尽量避开雨季施工。优化施工工艺，避免重复开挖。自觉接受水行政主管部门的监督，对不达标的措施及时整改。施工完成后，施工单位应在工程验收合格后，方能撤离施工现场。

8.6. 水土保持设施验收

（1）检查

在工程实施过程中，建设单位应与水行政主管部门积极配合，成立专门管理机构，负责对工程水土保持方案的实施进度、质量、资金落实等情况进行监督，保证水土保持方案高标准、高质量、按进度完成。强化责任，加强检查力度，杜绝施工过程中各种不规范、不文明的行为发生，严防对当地生态环境造成严重破坏。

（2）水土保持设施竣工验收

依据《水利部办公厅关于印发生产建设项目水土保持监督管理办法的通知》（办水保〔2019〕172号），生产建设单位是生产建设项目水土保持设施验收的责任主体。在方案实施过程中，建设单位首先进行自检，加强对施工单位的检查，同时加强与水行政主管部门合作，自觉接受地方水行政主管部门的监督管理。建设单位对水行政主管部门监督检查中发现的问题及时处理并回复整改结果。

在主体工程竣工验收时，应依据相关文件，同时验收水土保持设施，水土保持设施验收合格后，主体工程方可正式投入使用，验收不合格，主体工程不得投入运行。验收时，建设单位应依据《水利部关于加强事中事后监管规范生产建设项目水土保持设施自主验收的通知》（水保〔2017〕365号）、《水利部办公厅关于印发生产建设项目水土保持设施自主验收规程（试行）的通知》（办水保〔2018〕133号）、《生产建设项目水土保持方案管理办法》（水利部令第53号）开展水土保持设施自主验收工作，并报水行政主管部门备案。

①生产建设项目投产使用前，生产建设单位应当按照水利部规定的标准和要求，开展水土保持设施自主验收，验收结果向社会公开并报审批水土保持方案的水行政主管部门备案。水行政主管部门应当出具备案回执。生产建设单位组织第三方机构编制水土保持设施验收报告，承担生产建设项目水土保持方案技术评审、水土保持监测、水土保持监理工作的单位不得作为该生产建设项目水土保持设施验收报告编制的第三方机构。

②明确验收结论。水土保持设施验收报告编制完成后，生产建设单位按照水土保持法律法规、标准规范、水土保持方案及其审批决定、水土保持后续设计等，组织水土保持设施验收工作，形成水土保持设施验收鉴定书，明确水土保持设施验收合格的结论。水土保持设施验收合格后，生产建设项目方可通过竣工验收和投产使用。

③公开验收情况。除按照国家规定需要保密的情形外，生产建设单位在水土保持设施验收合格后，通过其官方网站或者其他便于公众知悉的方式向社会公示水土保持设施验收鉴定书、水土保持设施验收报告和水土保持监测总结报告，公示时间不少于20个工作日。对于公众反映的主要问题和意见，生产建设单位将及时给予处理或者回应。

④报备验收材料。生产建设单位在向社会公示水土保持设施验收材料后、生产建设项目投产使用前，在自主验收通过后3个月内向水利部报备水土保持设施验收材料。报备材料包括水土保持设施验收鉴定书、水土保持设施验收报告和水土保持监测总结报告。生产建设单位、第三方机构和水土保持监测机构分别对水土保持设施验收鉴定书、水土保持设施验收报告和水土保持监测总结报告等材料的真实性负责。

验收过程中应注意总结水土保持措施实施过程中的成功经验和不足部分，对没有足额完成的部分或有缺陷的工程，责令相关责任单位整改完善，直到水土保持措施能够按照本工程水土保持防治标准达到验收的指标。

生产建设项目水土保持设施验收合格后，生产建设单位或者运行管理单位应当依法防治生产运行过程中发生的水土流失，加强对水土保持设施的管理维护，确保水土保持设施长期发挥效益。