

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	16
1.7 水土流失预测结果	18
1.8 水土保持措施布设成果	18
1.9 水土保持监测方案	26
1.10 水土保持投资及效益分析成果	26
1.11 结论	27
2 项目概况	32
2.1 项目组成及工程布置	32
2.2 施工组织	68
2.3 工程占地	93
2.4 土石方平衡	100
2.5.拆迁（移民）安置与专项设施改（迁）建	113
2.6.施工进度	114
2.7.自然概况	116
3 项目水土保持评价	150
3.1 主体工程选址（线）水土保持评价	150
3.2 建设方案与布局水土保持评价	157
3.3 主体工程设计中水土保持措施界定	181

4 水土流失分析与预测	185
4.1 水土流失现状.....	185
4.2 水土流失影响因素分析.....	187
4.3 土壤流失量预测.....	190
4.4 水土流失危害分析.....	198
4.5 指导性意见.....	199
5 水土保持措施	201
5.1 防治区划分.....	201
5.2 措施总体布局.....	203
5.3 分区措施布设.....	214
5.4 施工要求.....	283
6 水土保持监测	293
6.1 范围和时段.....	293
6.2 内容和方法.....	293
6.3 点位布设.....	299
6.4 实施条件和成果.....	308
7 水土保持投资估算及效益分析	311
7.1 投资估算.....	311
7.2 效益分析.....	364
8 水土保持管理	366
8.1 组织管理.....	366
8.2 后续设计.....	367
8.3 水土保持监测.....	367
8.4 水土保持监理.....	368
8.5 水土保持施工.....	368
8.6 水土保持设施验收.....	369

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) 合理利用资源，实现能源资源更大范围优化配置

哈密-重庆 $\pm 800\text{kV}$ 特高压直流输电工程的建设将构筑起“西电东送”的“高速路”，实现西北综合能源基地电能直供中部地区负荷中心，为实现更大范围内的资源优化配置创造了有利条件。

2) 推动沙漠、戈壁、荒漠地区风光基地开发

位于天山北麓的哈密市北部能源资源富集，尤其是风光资源极其丰富。哈密-重庆 $\pm 800\text{kV}$ 特高压直流输电工程的建设，是推动沙漠、戈壁、荒漠地区风电光伏基地开发的有效手段，也是我国兑现“碳达峰、碳中和”承诺的重要保障措施。

3) 促进新疆清洁能源开发，助力边疆地区巩固脱贫攻坚成果

哈密-重庆 $\pm 800\text{kV}$ 特高压直流输电工程的建设，有助于促进新疆清洁能源开发，有利于带动哈密市北部两县的能源产业发展，加快资源优势向经济优势转变，带动地方经济社会快速发展，扩大就业渠道，提高人民收入，对促进民族团结和谐，助力边疆地区巩固脱贫攻坚成果，从而实现社会稳定和长治久安有重要的意义。

4) 构建重庆市多元化电力保障体系，促进重庆市经济社会高质量发展

哈密-重庆 $\pm 800\text{kV}$ 特高压直流输电工程的建设，为重庆提供稳定、可靠、持续电力支撑，是切实推动重庆市多元化电力保障体系构建的重要举措，也是促进直辖市经济社会高质量发展的重要举措。

5) 贯彻国家可再生能源发展政策

哈密-重庆 $\pm 800\text{kV}$ 特高压直流输电工程的建设，可以将哈密市北部的新能源电量送往重庆负荷中心地区，有效扩大清洁能源消纳范围，显著提高可再生能源在重庆地区能源消费中的比例，是贯彻国家可再生能源消纳政策的具体表现。

综上，哈密-重庆 $\pm 800\text{kV}$ 特高压直流输电工程的建设是十分必要的。

(2) 项目概况

本工程点型工程包括送端哈密 $\pm 800\text{kV}$ 换流站新建工程（下文简称“送端换流站”）、送端换流站接地极（下文简称“送端接地极”）、受端重庆 $\pm 800\text{kV}$ 换流站新建工程（下文简称“受端换流站”）、受端换流站接地极（下文简称“受端接地极”）四部

分，线路工程包括新建送端换流站-受端换流站 $\pm 800\text{kV}$ 直流线路（下文简称“直流线路”）、送端接地极线路、受端接地极线路、迁改线路四部分，共八部分内容。

本工程属新建建设类项目、特大型输电工程。送端换流站位于新疆维吾尔自治区哈密市巴里坤哈萨克自治县三塘湖乡。送端接地极位于新疆维吾尔自治区哈密市伊吾县苇子峡乡。受端换流站位于重庆市渝北区大湾镇。受端接地极位于重庆市合川区香龙镇。线路工程途经新疆维吾尔自治区哈密市巴里坤哈萨克自治县、伊吾县、伊州区，第十三师新星市红山农场；甘肃省酒泉市肃北县、瓜州县、玉门市、金塔县、肃州区，嘉峪关市，张掖市高台县、肃南裕固族自治县、临泽县、甘州区、山丹县，金昌市永昌县，武威市民勤县、凉州区、古浪县，白银市景泰县、白银区，兰州市皋兰县、榆中县，定西市安定区、陇西县、通渭县，天水市武山县、甘谷县、秦州区，陇南市礼县、西和县、成县、康县；陕西省汉中市略阳县、宁强县；四川省广元市朝天区、旺苍县、苍溪县，南充市阆中市、仪陇县、蓬安县、高坪区，广安市岳池县、武胜县；重庆市合川区、北碚区、渝北区。共计 5 个省级行政区，19 个地市级行政区，43 个县级行政区。

1) 点型工程

①送端换流站

送端换流站换流变压器容量 $(24+4) \times 407.5\text{MVA}$ ， $\pm 800\text{kV}$ 直流出线 1 回、接地极 1 回，交流 750kV 规划出线 10 回，本期出线 3 回至三塘湖 750kV 变电站，出线 7 回为电源进线。送端换流站划分为直流场区、阀厅及控制楼区、750kV 交流配电装置区、交流滤波器场、站前区 5 个功能区。送端换流站按最终规模一次征地，主体设计总征地面积 33.83hm^2 ，其中站区 31.95hm^2 （围墙内 28.70hm^2 ，围墙外边坡、集水池等设施 3.25hm^2 ）、进站道路 1.88hm^2 ；配电装置区地表铺设广场砖进行封闭。站址采用平坡式布置，自然标高 1171~1184m，设计标高 1178m。挖方边坡主要分布于站址西南侧、东南侧，最大边坡高度约 6.0m；填方边坡主要位于站址西北侧、东北侧，最大边坡高度约 6.0m。站外边坡采用六棱混凝土砖护坡进行防护，护坡总长约 2616m，面积 30411m^2 ，挖方、填方边坡均为自然放坡，边坡比分别为 1:1.75、1:1.5。送端换流站总计挖方 55.14 万 m^3 ，填方 55.14 万 m^3 。

进站道路从站址北侧 G331 国道引接，长度 700m，建设标准为厂矿道路四级，路面宽 6m，路基宽 7m，郊区型沥青混凝土路面，道路两侧各设 3m 宽的临时施工场地；进站道路高于自然地坪，建成后形成填方边坡，坡面采用六棱混凝土砖护坡形式，

边坡比为 1:2, 护坡面积 12870 m²。站用电源自三塘湖 750kV 变电站引接, 新建 66kV 线路长 25.83km, 其中架空线路 25.3km, 电缆线路 0.53km。施工电源从 10kV 下湖口线 6#杆引接引接 10kV 线路, 新建线路 18.06km, 其中架空线路长 17.84km, 电缆线路长 0.22km。站用水源采用永临结合的方式, 从站址西南侧市政自来水管网引接, 采用 DN200 内衬塑无缝钢管埋地敷设, 供水管道全长 15.0km。站区排水采用雨污分流, 雨水利用站内雨水排水管网将雨水收集后汇入站外雨水排水管排至站外西北侧的雨水集水池, 站外排水管道管径 DN1350, 长度 100m。施工生产生活区布置在站区东北侧, 占地面积 6.00hm²。送端换流站临时堆土区共 2 处, 其中站区内西南侧设置 1 处, 施工生产生活区内设置 1 处。

②送端接地极

送端接地极采用浅埋环型接地极型式, 内、外环半径分别为 420m、600m, 埋深 4.0m。电缆采用直埋, 总长 8806m, 埋深 2.5m。汇流装置区位于极址圆环中心, 总征地面积约 0.15hm², 围墙内占地面积 0.04hm²。检修道路由接地极西南侧村道引接, 长度约 850m, 平均宽度 3.0m。送端接地极外接电源引接自卓越 110kV 变电站, 长度 28.5km, 该电源同时作为施工电源。

③受端换流站

受端换流站换流变容量 (24+4) ×379MVA。±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。站区由北向南依次布置站前区、直流开关场、阀厅及换流变区域、交流开关场、交流滤波器区域、动态无功预留场地共 6 个功能分区。受端换流站按最终规模一次征地, 主体设计总征地面积 27.42hm², 其中围墙内 18.96hm²。站址采用平坡式竖向布置, 自然标高 386~460m, 设计标高 410.15m。挖方边坡总长度 830m, 主要位于站址西侧及西南角, 最大边坡高度约 48m, 坡面进行格构梁喷锚护坡, 表面再用纤维绿化层进行防护; 填方边坡总长度 1320m, 主要位于站址东侧、南侧及北侧, 最大边坡高度约 24m, 坡面采用植基袋植草进行防护。受端换流站总挖方 154.16 万 m³, 填方 154.16 万 m³, 土石方综合平衡。

进站道路从站址北侧村道引接, 采用沥青混凝土路面, 长 1.7km, 路面宽 6.0m, 两侧设 0.5m 宽路肩。站用电源自金凤 110kV 变电站 35kV 配电装置引接, 架空线路长度 4km, 电缆 0.5km。施工电源 I 回线路从 10kV 印西线 7-3#杆 T 接, 长度 0.5km, II 回线路从 10kV 凤金支线金西 9#杆 T 接, 长度 2.0km。站用水源从两岔水厂 DN280

供水主管引接,采用 DN200 钢丝网骨架聚乙烯复合管埋地敷设,供水管道全长 4.5km,该水源同时作为施工水源。站区排水采用雨污分流制,站区雨水在北侧与截洪沟内雨水汇合后,通过站外雨水排水管将雨水排至东侧茶园河,站区雨水在南侧与截洪沟内雨水汇合后,继续通过截洪沟将雨水排至茶园河,排水管道管径 DN1200,总长度 200m;生活污水通过 1 根排水管排至西南侧的高嘴污水处理厂,排水管道管径 DN100,长度 3000m,生产废水通过 1 根排水管排至高嘴污水处理厂,排水管道管径 DN200,长度 3000m,生活污水排水管与生产废水排水管采用埋地平行敷设。站区建设需在东侧还建村道,采用混凝土路面,长 900m,路面宽 3.0m。施工生产生活区布置在站区北侧,占地面积 3.00hm²。临时堆土区布置在站区北侧,占地面积 4.00hm²。

④受端接地极

受端接地极采用浅埋型接地极型式,采用树枝形布置,共包括 8 条分支,总长为 5172m,埋深为 4.5m。汇流装置区布置在接地极终端塔下方,设备基础采用钢筋混凝土独立基础。导流系统从汇流装置区由埋地电缆将电流引至极环,电缆沟总长为 6771m,埋深为 1.5m。外接电源从 10kV 郭岳线 T 接,架空线路长度约 5km,该电源同时作为施工电源。检修道路从东南侧乡村道路引接,采用泥结碎石路面,长 200m,路面宽 3.5m,两侧设 0.5m 宽路肩。

2) 线路工程

①直流线路

直流线路起自新疆维吾尔自治区哈密市巴里坤哈萨克自治县送端换流站,止于重庆市渝北区受端换流站,线路路径总长 2300.4km,其中新疆维吾尔自治区境内 356.2km,甘肃省境内 1506.9km,陕西省境内 76.0km,四川省境内 298.9km,重庆市 62.4km,全线共架设杆塔 4529 基(其中直线塔 3577 基,转角、耐张及跨越塔 952 基)。

②送端接地极线路

送端接地极线路起自送端换流站,止于送端接地极,线路途经新疆维吾尔自治区哈密市巴里坤哈萨克自治县、伊吾县,第十三师新星市红山农场,共计 1 个省级行政区,2 个地级市行政区、3 个县级行政区,线路长 135.0km,新建铁塔 342 基(其中直线塔 308 基,转角、耐张及跨越塔 34 基)。

③受端接地极线路

受端接地极线路起自受端换流站，止于受端接地极，线路途经重庆市渝北区、北碚区、合川区，共计 1 个省级行政区，3 个县级行政区，线路长 60.0km，新建铁塔 176 基（其中直线塔 107 基、转角塔 69 基）。

④迁改线路

本工程迁改线路情况汇总详见下表。

表 1.1-1 迁改线路汇总表

序号	行政区			线路名称	迁改长度 (km)	新建塔基 数(基)
	省	市	县			
1	甘肃省	酒泉市	瓜州县	±110kV 吉泉线	0.4	2
2				±800kV 哈郑线	0.4	2
3			金塔县	330kV 八雄线	9.5	26
4			肃州区	330kV 泉湖 I、II 线	0.8	3
5		张掖市	山丹县	750kV 河泉一线	0.9	3
6		金昌市	永昌县	750kV 武河一线	0.9	3
7		张掖市	山丹县	110kV 山马牵线	0.15	2
8		金昌市	永昌县	110kV 上气二线	0.9	3
9		武威市	古浪县	110kV 古压一回线路	1.0	4
10		兰州市	皋兰县	220kV 龙大一回线路	2.1	7
11		白银市	景泰县	750kV 武白一、二同塔双回线路	2.5	8
12		定西市	安定区	750kV 东凉同塔双回线路	6.5	17
13				330kV 定纪 II 回线路	1.8	5
14	陕西省	汉中市	宁强县	110kV 燕子砭牵 T 接线路	0.5	1
15	四川省	广元市	旺苍县	110kV 洪桅一线、110kV 洪桅二线	0.4	2
16	合计				31.4	93

经统计：线路工程（含直流线路、接地极线路、迁改线路）总长为 2526.8km，其中直流线路 2300.4km，送端接地极线路 135.0km，受端接地极线路 60.0km，迁改线路 31.4km。新建铁塔 5140 基（直线塔 4025 基，耐张塔 1115 基），拆除铁塔 17 基。线路沿线共布设牵张场 505 处，跨越施工场地 1253 处。工程沿线施工道路包括施工简易道路和人抬道路，其中施工简易道路新建 1567.2km、拓宽 677.5km；人抬道路新建 932.5km。

工程占地面积共计 1738.21hm²，其中永久占地 220.49hm²，临时占地 1517.72hm²。按行政区统计，新疆维吾尔自治区境内占地 400.09hm²，甘肃省境内占地 935.74hm²，陕西省境内占地 60.86hm²，四川省境内占地 197.58hm²，重庆市境内占地 143.94hm²。

本工程挖填方总量 921.34 万 m³，其中挖方 460.67 万 m³（含表土 36.28 万 m³），填方 460.67 万 m³（含表土 36.28 万 m³），无借方，无余方。

工程计划 2023 年 8 月开工，2025 年 7 月完工，总工期 24 个月。工程由国家电网有限公司出资建设，总投资 2881755 万元，其中土建投资 374628 万元。

1.1.2 项目前期工作进展情况

2022 年 7 月 12 日，国家电网有限公司召开哈密-重庆特高压直流输电工程可研工作启动会。2023 年 4 月 21 日，电力规划设计总院印发本工程可行性研究报告评审意见。目前，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、用地预审等专项报告正在编制。

2022 年 8 月，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东北电力设计院有限公司（以下简称“东北院”）、中国电力工程顾问集团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南电力设计院有限公司（以下简称“西南院”）分省份中标本工程水土保持方案编制工作。水土保持方案编制工作分工详见下表。

表 1.1-2 水土保持方案编制工作分工一览表

序号	行政区	项目名称	水土保持方案编制单位	
1	新疆维吾尔自治区	送端换流站、送端接地极、直流线路、送端接地极线路	西北院	西北院 (汇总)
2	甘肃省	直流线路、迁改线路	东北院、华东院	
3	陕西省	直流线路、迁改线路	华东院	
4	四川省	直流线路、迁改线路	西南院	
5	重庆市	受端换流站、受端接地极、直流线路、受端接地极线路		

接受水土保持方案编制任务后，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 2 月、2023 年 4 月进行了现场踏勘。根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB 50433-2018）、《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T 50434-2018）、《水土保持工程设计规范》（GB 51018-2014）以及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 号文）的要求，于 2023 年 6 月编制完成了《哈密-重庆 ±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、送端接地极地貌类型为戈壁荒滩，站址自然地形高程 1171~1184m，极址自然地形高程 880m~940m。受端换流站、受端接地极地貌类型为丘陵，站址自然地形高程 386~460m，极址自然地形高程约 390m。线路工程沿线地貌类型为戈壁荒漠、山丘及平原，沿线海拔 200~2950m。工程沿线途经中温带干旱气候区、暖温带亚湿润气候区、亚热带湿润气候区，新疆境内风季 3~6 月、雨季 7~9 月，甘肃、陕西境内雨季为每年的 7~9 月，四川、重庆境内雨季为每年的 5~9 月。项目区多年平均降水量 38.6~1185.7mm，多年平均蒸发量 801.4~4287.2mm，年平均风速 0.8~4.3m/s，大于 10°C 有效积温 2250~6015°C，无霜期 131~341 天，年平均湿度 43~85%。项目区属于内陆河流域、黄河流域和长江流域。

新疆境内以棕钙土、棕漠土、灰棕漠土为主，甘肃境内以灰棕漠土、棕钙土、灌淤土、灰钙土、风沙土、绵土为主，陕西境内以棕壤、黄棕壤为主，四川境内以紫色土为主，重庆境内以紫色土和水稻土为主，沿线表土可剥离厚度在 20~35cm 不等，土壤抗蚀性一般。新疆境内属温带矮半灌木荒漠植被、温带丛禾草原；甘肃境内属温带灌木、半灌木荒漠植被，温带丛生矮禾草、矮半灌木草原植被，农业植被（一年一熟粮作、耐寒经济作物）；陕西境内属北亚热带针阔混交林和含常绿阔叶树的针阔叶混交林，农业植被（两年三熟连作的农业植被）；四川、重庆境内以亚热带常绿阔叶林为主。工程沿线林草覆盖率约为 2%~78.2%。

工程沿线水土流失类型以中度风力侵蚀、轻度水力侵蚀为主。根据全国水土保持区划成果，由西北向东南经过北方风沙区、西北黄土高原区、西南紫色土区 3 个土壤侵蚀类型区，北方风沙区容许土壤流失量为 1500t/km² a，西北黄土高原区容许土壤流失量为 1000t/km² a，西南紫色土区容许土壤流失量为 500t/km² a。项目区背景侵蚀模数新疆境内 3000~4000t/km² a，甘肃境内 1200~5000t/km² a，陕西境内 300~1000t/km² a，四川境内 300~900t/km² a，重庆境内 300~900t/km² a。

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）及工程沿线各地水土流失两区复核划分成果，工程沿线 17 个县（市、区）涉及国家级水土流失重点预防区、11 个县（市、区）涉及国家级水土流失重点治理区。根据新疆维吾尔自治区、甘肃省、陕西省、四川省、重庆市人民政府关于水土保持规划的批复，工程沿线 11 个县（市、区）涉及省级水土流失重点预防区、28 个县（市、区）涉及省级水土流失重点治理区。

本工程已避开了多处水源保护区、森林公园、地质公园、湿地保护区、自然保护区等水土保持敏感区，本工程线路工程仍需穿（跨）越自然保护区 4 处、饮用水水源保护区 6 处、湿地公园 1 处、地质公园 1 处、森林公园 1 处、沙化土地封禁保护区 2 处、秦岭生态环境保护范围 1 处。线路工程不可避让穿（跨）生态保护红线 137.6km，其中甘肃省生态保护红线 43.6km，陕西省生态保护红线 13.0km，重庆市生态保护红线 13.4km。本工程涉及到的 19 个敏感区，目前已全部取得所在地自然资源、林业和草原等主管部门意见。

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) 《新疆维吾尔自治区实施〈中华人民共和国水土保持法〉办法》（新疆维吾尔自治区人大常委会，2013 年 10 月 1 日起施行）；

(6) 《甘肃省水土保持条例》（2012 年 8 月 10 日甘肃省第十一届人民代表大会常务委员会第二十八次会议）；

(7) 《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）；

(8) 《四川省实施〈中华人民共和国水土保持法〉办法》（四川省人大常委会，1993 年 12 月 15 日通过，2012 年 9 月 21 日修订）；

(9) 《重庆市实施〈中华人民共和国水土保持法〉办法》（重庆市人大常委会，2012 年 9 月 27 日颁布，2018 年 7 月 26 日修订）；

1.2.2 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);

1.2.3 技术标准

(1)《生产建设项目水土保持技术标准》(GB 50433-2018);

(2)《生产建设项目水土流失防治标准》(GB/T 50434-2018);

(3)《水土保持工程调查与勘测标准》(GB/T 51297-2018);

(4)《水土保持工程设计规范》(GB 51018-2014);

(5)《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190-2007);

(6)《生产建设项目水土保持监测与评价标准》(GB/T 51240-2018);

(7)《水利水电工程制图标准水土保持图》(SL 73.6-2015);

(8)《生产建设项目土壤流失量测算导则》(SL773-2018);

(9)《防洪标准》(GB50201-2014);

(10)《土地利用现状分类》(GB/T21010-2017);

(11)《输变电项目水土保持技术规范》(SL640-2013);

(12)《特高压输变电工程水土保持方案内容深度规定》(DL/T5530-2017);

(13)其他有关的设计规范及技术标准。

1.2.4 技术资料

- (1) 《哈密-重庆±800kV 特高压直流输电工程》可研等设计资料;
- (2) 《哈密-重庆±800kV 特高压直流输电工程》可研评审意见;
- (3) 全国水土保持规划(2015-2030年)(国函〔2015〕160号);
- (4) 《新疆维吾尔自治区水土保持规划》(2018-2030年)(新疆维吾尔自治区水利厅水利厅,2018年8月);
- (5) 《甘肃省水土保持规划》(2016-2030年)(甘肃省水利厅,2016年11月);
- (6) 《陕西省水土保持规划》(2016-2030年)(陕西省水利厅,2016年1月);
- (7) 《四川省水土保持规划》(2015-2030年)(四川省水利厅,2016年12月);
- (8) 《重庆市水土保持规划》(2016-2030年)(重庆市水利局,2017年5月)。

1.3 设计水平年

根据《生产建设项目水土保持技术标准》(GB 50433-2018)有关规定,水土保持方案设计水平年应为主体工程完工,且水土保持措施实施完毕并初步发挥效益的当年或后一年。

本工程计划2023年8月开工,2025年7月完工,总工期24个月。本方案设计水平年确定为工程完工的次年,即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1738.21hm²,其中新疆维吾尔自治区400.09hm²、甘肃省935.74hm²、陕西省60.86hm²、四川省197.58hm²、重庆市143.94hm²。分县级防治责任范围详见附表1。

表 1.4-1 水土流失防治责任范围一览表 单位: hm²

序号	沿线所经行政区	项目建设区		合计
		永久占地	临时占地	
1	新疆维吾尔自治区	56.87	343.22	400.09
1.1	哈密市	56.28	337.79	394.07
1.2	第十三师新星市	0.59	5.43	6.02
2	甘肃省	98.47	837.27	935.74
2.1	酒泉市	22.95	304.77	327.72
2.2	嘉峪关市	0.35	1.77	2.12
2.3	张掖市	17.45	148.34	165.79
2.4	金昌市	7.3	63.81	71.11
2.5	武威市	10.70	85.37	96.07
2.6	白银市	3.25	17.97	21.22
2.7	兰州市	8.71	47.81	56.52
2.8	定西市	10.16	64.00	74.16
2.9	天水市	6.43	37.70	44.13
2.10	陇南市	11.17	65.73	76.90
3	陕西省	6.40	54.46	60.86
3.1	汉中市	6.40	54.46	60.86
4	四川省	22.64	174.94	197.58
4.1	广元市	8.47	60.51	68.98
4.2	南充市	9.72	78.46	88.18
4.3	广安市	4.45	35.97	40.42
5	重庆市	36.11	107.83	143.94
5.1	合川区	4.60	58.20	62.80
5.2	北碚区	2.06	15.74	17.80
5.3	渝北区	29.45	33.89	63.34
合计		220.49	1517.72	1738.21

1.5 水土流失防治目标

1.5.1 执行标准等级

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）及沿线五省水土保持规划，项目建设区涉及4个国家级水土流失重点预防区：天山北坡国家级水土流失重点预防区、祁连山-黑河国家级水土流失重点预防区、嘉陵江上游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；3个国家级水土流失重点治理区：甘青宁黄土丘陵国家级水土流失重点治理区、嘉陵江及沱江中下游国家级水土流失重点治理区、三峡库区国家级水土流失重点治理区；5个省级水土流失重点预防区：河西走廊省级水土流失重点预防区、祁连山省级水土流失重点预防区、西

秦岭北坡省级水土流失重点预防区、陇南山地省级水土流失重点预防区、重庆市水土流失重点预防区；8个省级水土流失重点治理区：天山北坡诸小河流域自治区级水土流失重点治理区、内陆河流域省级水土流失重点治理区、黄河干流省级水土流失重点治理区、渭河流域省级水土流失重点治理区、嘉陵江上游省级水土流失重点治理区、汉江周边低山丘陵重点治理区、嘉陵江下游省级水土流失重点治理区、重庆市水土流失重点治理区。此外，工程不可避免让穿（跨）越自然保护区、森林公园、湿地公园、地质公园、沙化土地封禁保护区、生态保护红线、水源保护区等水土保持敏感区。

综上，根据《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T 50434-2018）的规定，分别执行北方风沙区、西北黄土高原区、西南紫色土区一级标准，详见下表。

表 1.5-1 水土流失防治执行标准一览表

省	市	县	国家级“两区”	省级“两区”	重要水土保持敏感区域	执行标准	
新疆维吾尔自治区	哈密市	巴里坤哈萨克自治县	天山北坡国家级水土流失重点预防区	天山北坡诸小河流域自治区级水土流失重点治理区		北方风沙区一级标准	
		伊吾县	天山北坡国家级水土流失重点预防区	天山北坡诸小河流域自治区级水土流失重点治理区			
		伊州区	天山北坡国家级水土流失重点预防区				
	第十三师新星市	红山农场	天山北坡国家级水土流失重点预防区				
甘肃省	酒泉市	肃北县		内陆河流域省级水土流失重点治理区			北方风沙区一级标准
		瓜州县		内陆河流域省级水土流失重点治理区			
		玉门市		内陆河流域省级水土流失重点治理区	甘肃省生态保护红线		
		金塔县	祁连山-黑河国家级水土流失重点预防区	河西走廊省级水土流失重点预防区	金塔县沙枣园子省级自然保护区 甘肃省生态保护红线		
		肃州区		内陆河流域省级水土流失重点治理区			
	嘉峪关市	嘉峪关市		内陆河流域省级水土流失重点治理区			
	张掖市	高台县	祁连山-黑河国家级水土流失重点预防区	河西走廊省级水土流失重点预防区	高台县西沙窝国家沙化土地封禁保护区 张掖黑河湿地国家级自然保护区		
		临泽县	祁连山-黑河国家级水土流失重点预防区	河西走廊省级水土流失重点预防区	临泽北部国家沙化土地封禁保护区		
		甘州区	祁连山-黑河国家级水土流失重点预防区	河西走廊省级水土流失重点预防区			
		山丹县		内陆河流域省级水土流失重点治理区			
		肃南裕固族自治县	祁连山-黑河国家级水土流失重点预防区	内陆河流域省级水土流失重点治理区			
	金昌市	永昌县		内陆河流域省级水土流失重点治理区	金昌市金川区地表水集中式饮用水水源保护区、梅北供水站集中式饮用水水源保护区、甘肃永昌北海子国家湿地公园、金昌市北海子湿地省级地质公园		
	武威市	民勤县		内陆河流域省级水土流失重点治理区			
		凉州区		内陆河流域省级水土流失重点治理区			
		古浪县		内陆河流域省级水土流失重点治理区			
	白银市	景泰县		祁连山省级水土流失重点预防区			
白银区			黄河干流省级水土流失重点治理区				

1 综合说明

省	市	县	国家级“两区”	省级“两区”	重要水土保持敏感区域	执行标准
	兰州市	皋兰县		黄河干流省级水土流失重点治理区		西北黄土高原区一级标准
		榆中县	甘青宁黄土丘陵国家级水土流失重点治理区	黄河干流省级水土流失重点治理区		
	定西市	安定区	甘青宁黄土丘陵国家级水土流失重点治理区	黄河干流省级水土流失重点治理区		
		陇西县	甘青宁黄土丘陵国家级水土流失重点治理区	渭河流域省级水土流失重点治理区		
		通渭县	甘青宁黄土丘陵国家级水土流失重点治理区	渭河流域省级水土流失重点治理区		
	天水市	武山县	甘青宁黄土丘陵国家级水土流失重点治理区	西秦岭北坡省级水土流失重点预防区		
		甘谷县	甘青宁黄土丘陵国家级水土流失重点治理区	西秦岭北坡省级水土流失重点预防区		
		秦州区	甘青宁黄土丘陵国家级水土流失重点治理区	西秦岭北坡省级水土流失重点预防区		
	陇南市	礼县	嘉陵江上游国家级水土流失重点预防区			西南紫色土区一级标准
		西和县	嘉陵江上游国家级水土流失重点预防区	陇南山地省级水土流失重点预防区 嘉陵江上游省级水土流失重点治理区		
		成县	嘉陵江上游国家级水土流失重点预防区		甘肃省生态保护红线	
		康县	嘉陵江上游国家级水土流失重点预防区		甘肃省生态保护红线	
陕西省	汉中市	略阳县	丹江口库区及上游国家级水土流失重点预防区	汉江周边低山丘陵重点治理区	秦岭重点保护区、陕西省生态保护红线	
		宁强县	丹江口库区及上游国家级水土流失重点预防区	汉江周边低山丘陵重点治理区	秦岭重点保护区、陕西省生态保护红线	
四川省	广元市	朝天区	嘉陵江上游国家级水土流失重点预防区		四川汉王山东河湿地省级自然保护区，东河饮用水水源保护区	
		旺苍县	嘉陵江上游国家级水土流失重点预防区			
		苍溪县	嘉陵江及沱江中下游国家级水土流失重点治理区			
	南充市	阆中市	嘉陵江及沱江中下游国家级水土流失重点治理区			
		仪陇县	嘉陵江及沱江中下游国家级水土流失重点治理区			
		蓬安县		嘉陵江下游省级水土流失重点治理区		
	广安市	岳池县		嘉陵江下游省级水土流失重点治理区	岳池县响水滩水库饮用水水源保护区	
		武胜县		嘉陵江下游省级水土流失重点治理区		
重庆市	合川区			重庆市水土流失重点预防区 重庆市水土流失重点治理区	重庆市生态保护红线	
	北碚区			重庆市水土流失重点预防区	北碚金刀峡县级自然保护区实验区 重庆市生态保护红线	
	渝北区		三峡库区国家级水土流失重点治理区	重庆市水土流失重点治理区	四五水库饮用水水源二级保护区、两岔水库高嘴水厂饮用水水源保护区、两岔水厂饮用水水源保护区、南天门森林公园、重庆市生态保护红线	

1.5.2 防治目标

(1) 基本目标

- 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、林草覆盖率六项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/T 50434-2018）的规定。

(2) 防治标准

依据《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T 50434-2018），水土流失防治标准等级应根据项目所处地区水土保持敏感程度和水土流失影响程度确定，指标值结合干旱程度、侵蚀强度、地貌类型等因素进行调整，综合确定设计水平年各防治区应达到的水土流失防治目标值。

项目沿线各省市县分别执行北方风沙区一级标准、西北黄土高原区一级标准、西南紫色土区一级标准，鉴于无法避让的国家级与省级水土流失重点预防区和重点治理区、自然保护区、森林公园、湿地公园、重要湿地、生态保护红线等水土保持敏感区，林草覆盖率均提高 2 个百分点；沿线水土流失以轻度水力侵蚀为主的，土壤流失控制比调高为 1.0；沿线北方风沙区部分占用耕地区域具备表土剥离条件，表土保护率调高为 90%；极干旱区水土流失治理度降低 5%、林草植被恢复率、林草覆盖率不作要求；干旱区水土流失治理度、林草植被恢复率、林草覆盖率降低 3%；其余各项指标维持北方风沙区一级标准、西北黄土高原区一级标准、西南紫色土区一级标准目标值不变。

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，水土流失治理度 86.35%，土壤流失控制比 0.89，渣土防护率 88.94%，表土保护率 90.78%，林草植被恢复率 95.15%，林草覆盖率 23.58%。防治标准指标计算表详见附表 2。

表 1.5-2 水土流失防治目标值一览表

防治指标		一级标准	
		施工期	设计水平年
综合防治目标值	水土流失治理度 (%)	-	86.35
	土壤流失控制比	-	0.89
	渣土防护率 (%)	86.94	88.94

	表土保护率 (%)	90.78	90.78
	林草植被恢复率 (%)	-	95.15
	林草覆盖率 (%)	-	23.58

1.6 项目水土保持评价结论

1.6.1 主体工程选址（线）评价

按照《中华人民共和国水土保持法》、《生产建设项目水土保持技术标准》（GB 50433-2018）等相关规定进行相符性分析，主体工程基本符合相关规定要求，主体工程选址（线）避开了崩塌和滑坡危险区、泥石流易发区、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，兼顾了水土保持要求。对于无法避让的国家级与省级水土流失重点预防区和重点治理区、自然保护区、森林公园、湿地公园、地质公园、沙化土地封禁保护区、生态保护红线等水土保持敏感区，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，最大限度地保护现有土地和植被的水土保持功能，从水土保持角度分析，项目建设可行。

1.6.2 建设方案与布局评价

（1）建设方案经过多站址、多方案比选，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，竖向标高结合电气布置要求，充分考虑地形条件，通过优化专题论证，减少土石方工程量。

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。工程建设无法避让国家级、省级水土流失重点预防区和重点治理区、自然保护区、森林公园、湿地公园、地质公园、沙化土地封禁保护区、生态保护红线等水土保持敏感区，优化换流站布置，优化线路路径及施工组织方案，尽可能减少占地面积和土石方量，同时提高截排水工程、拦挡工程等级和防洪标准，布设洪集蓄、沉沙设施，提高植物措施标准，建设方案符合《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）相关规定与要求。

（2）本工程主体设计占地面积合理，换流站征占地符合《电力工程项目建设用

地指标》（建标〔2010〕78号）用地指标，占地面积符合水土保持节约用地要求。

（3）本工程表土剥离的区域、厚度、临时堆存及保护，后期回覆的区域、厚度、综合利用符合水保法与现场实际情况，工程建设区域表土资源得到有效保护和利用。

（4）项目建设过程开挖土石方就地平衡利用，表土就地回覆利用，不设置取土场和弃土场，不涉及取、弃土场设置评价内容。换流站采用平坡式布置，通过标高调整，在减少土石方工程量的同时，开挖土石方全部就地利用。线路工程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，施工结束后余土就地整平在塔基区，将塔基平均垫高 20~30cm 左右，塔基垫高后不仅可充分利用多余土方，且对线路的安全运行不产生影响，地形坡度较大的山丘区需在堆土下坡侧修建挡土墙进行防护，不另设弃渣处置点，符合水土保持要求。

（5）本工程施工场地布置尽量避让了植被相对良好的区域，考虑表土剥离与临时防护，裸露地表进行苫盖并及时恢复。采用机械施工为主，人工施工为辅的方式，采用先进适用的组塔、架线工艺，有效缩短了建设工期，减少了土石方开挖、回填与地表扰动。从水土保持角度分析，施工组织设计、施工方法与施工工艺合理，有利于减少工程建设过程中水土流失。

（6）根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB 50433-2018）的界定原则，将送端换流站内雨水排水管线、站外雨水排水管线、六棱混凝土砖护坡、集水池界定为水土保持措施，将受端换流站站区雨水排水管、围墙边沟、边坡截排水沟、截洪沟、站区绿化、进站道路截排水沟、站外雨水排水管、八字式出水口，站区及进站道路的植基袋护坡、纤维绿化层护坡界定为水土保持措施，将线路工程浆砌石护坡、浆砌石挡渣墙、浆砌石排水沟、泥浆沉淀池、草方格沙障、石方格沙障、砾石压盖界定为水土保持措施，其投资纳入本方案投资估算中。本方案在上述措施基础上，补充增加表土剥离、表土回覆、土地整治、耕地恢复等工程措施，补充增加栽植灌木、播撒草籽等植物措施，补充增加彩条旗围护、填土袋拦挡、填土袋拆除、密目网苫盖、彩条布铺垫、铺设钢板、临时排水沟、临时沉沙池、洒水降尘等临时措施，全时段、全方位防治工程建设过程产生的水土流失。

综上所述，本方案从水土保持角度对建设方案、工程占地、土石方平衡、施工方法与工艺、主体设计水土保持工程界定等方面进行分析评价，基本符合《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）相关规定与要求。

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 509661t，原地貌土壤侵蚀量 295554t，新增土壤流失量 214107t。水土流失重点时段是施工期，水土流失防治和监测重点区域为线路工程塔基区和施工道路区，送端换流站站区、受端换流站站区。

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。项目区多年形成的地表粗颗粒及地表结皮是良好的保护层，一旦破坏，极易产生水土流失，如不采取防护措施，造成土壤侵蚀加剧。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、梯田设施、居民房屋造成一定的影响。在河道附近施工时，若得不到及时有效的防护治理，渣土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、苫盖等措施。

1.8 水土保持措施布设成果

1.8.1 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土壤侵蚀类型划分为 3 个一级分区，即北方风沙区、西北黄土高原区、西南紫色土区。按照工程组成及特点划分为送端换流站防治区、送端接地极防治区、受端换流站防治区、受端接地极防治区、线路工程防治区等 5 个二级分区。

三级分区按照项目布局分区，送端换流站划分为 5 个区，即①站区、②进站道路区、③外接电源工程区、④供排水工程区、⑤施工生产生活区。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外接电源工程区。受端换流站划分为 7 个区，即①站区、②进站道路区、③外接电源工程区、④供排水工程区、⑤施工生产生活区、⑥临时堆土区、⑦还建工程区。受端接地极划分为 4 个区，即①汇流装置区、②电极电缆区、③检修道路区、④外接电源工程区。线路工程划分 4 个区，即①塔基区、②牵张场地区、③跨越施工场地区、④施工道路区。

1.8.2 措施布设成果

1.8.2.1 北方风沙区

(1) 送端换流站

站区：施工前，对具备砾幕剥离条件的区域进行砾幕剥离，施工过程中，站外设置集水池、六棱混凝土砖护坡，站区设置排水管线，临时堆土坡脚采取填土袋拦挡、

顶部密目网苫盖，对场地进行洒水降尘。水土保持措施工程量：集水池 1 座、站内排水管线 14700m、六棱混凝土砖护坡 30411m²、砾幕剥离 19.60hm²、填土袋拦挡及拆除 1350m³、密目网苫盖 33750m²，洒水降尘 1800 m³。

进站道路区：施工前，对永久占地范围内具备砾幕剥离条件的区域进行砾幕剥离，施工过程中，设置混六棱混凝土砖护坡，裸露地表采用密目网苫盖防护，施工结束后，裸露地表及砾幕堆放区域采用密目网苫盖防护，施工结束后，对临时占地进行土地整治并将剥离的砾幕回覆至道路两侧施工临时扰动区域。水土保持措施工程量：六棱混凝土砖护坡 12870m²、土地整治 0.42hm²（土地平整 0.42hm²）、砾幕剥离 0.94hm²，砾幕回覆 0.06 万 m³、密目网苫盖 2100m²。

外接电源工程区：施工前，在施工边界设置彩条旗标识并限定施工范围，对塔基永久占地范围内具备砾幕剥离条件的区域进行砾幕剥离，临时堆土采用密目网苫盖。施工结束后进行土地整治、砾幕回覆。水土保持措施工程量：土地整治 15.42hm²（土地平整 15.42hm²）、砾幕剥离 0.17hm²，砾幕回覆 0.01 万 m³、彩条旗围护 60830m、密目网苫盖 23171m²。

供排水工程区：施工前，对管线开挖区域内具备砾幕剥离条件的进行砾幕剥离，施工过程中，站区雨水排水管顺接至站外排水管，最终至站外集水池。施工结束后进行土地整治、砾幕回覆。水土保持措施工程量：站外排水管线 100m、土地整治 20.25hm²（土地平整 20.25hm²）、砾幕剥离 3.75hm²，砾幕回覆 0.23 万 m³、填土袋拦挡及拆除 2480m³、密目网苫盖 43500m²、彩条布铺垫 29000m²。

施工生产生活区：施工过程中，临时堆土、堆料采用密目网苫盖、填土袋拦挡。施工结束后进行土地整治并将站区剥离的砾幕回覆至施工生产生活区。水土保持措施工程量：土地整治 6.00hm²（土地平整 6.00hm²）、砾幕回覆 1.18 万 m³、填土袋拦挡及拆除 630m³、密目网苫盖 7500m²。

（2）送端接地极

汇流装置区：施工过程中，临时堆土顶部密目网苫盖。施工结束后进行土地整治和砾石压盖。水土保持措施工程量：砾石压盖 0.02hm²、土地整治 0.02hm²（土地平整 0.02hm²）、密目网苫盖 300m²。

电极电缆区：施工前，对电缆沟开挖区域内具备砾幕剥离条件的进行砾幕剥离，施工过程中，临时堆土堆存在施工作业带一侧，坡脚采用填土袋拦挡，顶部采用密目网苫盖，底部采用彩条布铺垫。施工结束后进行土地整治、砾幕回覆。水土保持措施

工程量：土地整治 35.25hm²（土地平整 35.25hm²）、砾幕剥离 2.64hm²，砾幕回覆 0.16 万 m³、填土袋拦挡及拆除 3474m³、密目网苫盖 90150m²、彩条布铺垫 60100m²。

检修道路区：施工过程中，裸露地表苫盖密目网。施工结束后进行土地整治。水土保持措施工程量：土地整治 0.40hm²（土地平整 0.40hm²）、密目网苫盖 850m²。

外接电源工程区：施工前，在施工边界设置彩条旗标识并限定施工范围、对塔基开挖区域内具备砾幕剥离条件的进行砾幕剥离，临时堆土采用密目网苫盖。施工结束后进行土地整治、砾幕回覆。水土保持措施工程量：土地整治 7.29hm²（土地平整 7.29hm²）、砾幕剥离 0.07hm²，砾幕回覆 0.004 万 m³、彩条旗围护 40000m、密目网苫盖 2565m²。

（3）线路工程

塔基区：施工前在塔基施工场地周围设置彩条旗围护，限制施工机械和人员活动范围，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保护，对地表为砾幕的区域进行砾幕剥离保护。施工期间临时堆土压占及其他轻微扰动区域铺垫彩条布、堆土外侧设填土袋拦挡、堆土苫盖密目网等临时措施。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。塔基区根据需要设置草方格沙障、石方格沙障、砾石压盖，修筑浆砌石护坡、浆砌石挡渣墙、浆砌石排水沟。施工结束后进行砾幕回覆、表土回覆、土地整治并恢复迹地（耕地恢复或植被恢复）。水土保持措施工程量：草方格沙障 1360 m²、石方格沙障 42578m²、砾石压盖 11370m²、浆砌石护坡 498m³、浆砌石挡渣墙 120 m³、浆砌石排水沟 493m³、砾幕剥离 4.91 hm²、砾幕回覆 4910 m³、表土剥离 19.29 hm²、表土回覆 4.89 万 m³、土地整治 319.41hm²（植被恢复土地整治 50.45hm²，穴状整地 31270 个，耕地恢复 29.32hm²，土地平整 239.64hm²）、播撒草籽 50.45hm²、补撒草籽 50.45hm²、恢复林地 19.30hm²、幼林抚育 19.30 hm²、填土袋拦挡及拆除量 30983m³、密目网苫盖共 869460m²、彩条布铺垫 612551m²、彩条旗围护 260838m、泥浆沉淀池 400 座。

牵张场地区：施工前在场地周围设置彩条旗围护、限制施工机械和人员活动范围、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保护。施工期场地内采取彩条布铺垫、铺设钢板等临时防护措施。施工结束后进行土地整治并恢复迹地（耕地恢复或植被恢复）。水土保持措施工程量：表土剥离 0.31hm²、表土回覆 0.07 万 m³、土地整治 76.55hm²（植被恢复土地整治 11.61hm²，穴状整地 14477 个，耕地恢复 12.44hm²，土地平整 52.50hm²）、播撒草籽 11.61hm²、补撒草籽 11.61

hm²、恢复林地 8.97hm²、幼林抚育 8.97hm²、彩条布铺垫 49947m²、彩条旗围护 52520m、铺设钢板 95462m²。

跨越施工场地地区：施工过程中在跨越施工场地周围采取彩条旗围护，严格控制施工扰动范围。施工结束后进行土地整治并恢复迹地（耕地恢复或植被恢复）。水土保持措施工程量：土地整治 24.54hm²（植被恢复土地整治 4.41hm²，耕地恢复 10.93hm²，土地平整 9.20hm²）、播撒草籽 4.41hm²、补撒草籽 4.41 hm²、彩条旗围护 38494m。

施工道路区：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保护，施工过程中，对林地、草地及水土保持敏感区施工道路铺设钢板进行原地貌保护，在施工道路两侧设置彩条旗围护、限制施工机械和人员活动范围。施工结束后进行土地整治并恢复迹地（耕地恢复或植被恢复）。水土保持措施工程量：表土剥离 4.28hm²、表土回覆 1.05m³、土地整治 483.98hm²（植被恢复土地整治 51.51hm²，穴状整地 32378 个，耕地恢复 39.90hm²，土地平整 392.57hm²）、播撒草籽 51.51 hm²、补撒草籽 51.51 hm²、恢复林地 20.04hm²、幼林抚育 20.04hm²、铺设钢板 70320m²、彩条旗围护 1768554m、填土袋拦挡、拆除 4000m³、临时排水沟 2469m、素土夯实 333m³。

1.8.2.2 西北黄土高原区

（1）线路工程

塔基区：施工前在塔基施工场地周围设置彩条旗围护，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、集中堆放保护。施工期间临时堆土压占及其他轻微扰动区域铺垫彩条布、堆土外侧设填土袋拦挡、堆土苫盖密目网等临时措施。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。塔基区根据需要设置浆砌石护坡、浆砌石排水沟。施工结束后回覆表土、土地整治并恢复迹地（耕地恢复或植被恢复）。水土保持措施工程量：浆砌石护坡 953m³、浆砌石排水沟 599m³、表土剥离 21.91hm²、表土回覆 6.57 万 m³、土地整治 84.94hm²（植被恢复面积为 69.01hm²，穴状整地 52957 个，耕地恢复 15.93hm²）、播撒草籽 69.01hm²、补撒草籽 69.01hm²、恢复林地 32.51hm²、幼林抚育 32.51hm²、填土袋拦挡、拆除量 10522m³、密目网苫盖共 229500m²、彩条布铺垫 218834m²、彩条旗围护 68850m、泥浆沉淀池 13 座。

牵张场地区：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保护，并在周围设置彩条旗围护、限制施工机械和人员活动范围。施工期场地内采取密目网苫盖、彩条布铺垫、铺设钢板等临时防护措施。施工结束后

回覆表土、土地整治并恢复迹地（耕地恢复或植被恢复）。水土保持措施工程量：表土剥离 1.33hm^2 、表土回覆 0.40m^3 、土地整治 22.87hm^2 （植被恢复 17.35hm^2 ，穴状整地 20237 个，耕地恢复 5.52hm^2 ）、播撒草籽 17.35hm^2 、补撒草籽 17.35hm^2 、恢复林地 12.46hm^2 、幼林抚育 12.46hm^2 、彩条布铺垫 11000m^2 、密目网苫盖 9445m^2 、彩条旗围护 11733m 、铺设钢板 14667m^2 。

跨越施工场地区：施工过程中在跨越施工场地周围采取彩条旗围护，严格控制施工扰动范围。施工结束后土地整治并恢复迹地（耕地恢复或植被恢复）。水土保持措施工程量：土地整治 11.84hm^2 （植被恢复 7.60hm^2 ，耕地恢复 4.24hm^2 ）、播撒草籽 7.60hm^2 、补撒草籽 7.60hm^2 、彩条旗围护 10967m 。

施工道路区：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保护，并将调运土方进行平整。施工期采用编制袋装土拦挡对临时堆放区域及存在放坡的施工道路坡脚进行必要的挡护，并在局部道路设置临时排水沟，排水沟开挖土方夯实作为道路边坡的临时防护，施工结束后回覆表土、土地整治并恢复迹地（耕地恢复或植被恢复）。水土保持措施工程量：表土剥离 11.15hm^2 、表土回覆 3.40万 m^3 、土地整治 113.39hm^2 （植被恢复 79.66hm^2 ，穴状整地 63702 个，耕地恢复 33.73hm^2 ）、播撒草籽 79.66hm^2 、补撒草籽 79.66hm^2 、恢复林地 39.34hm^2 、幼林抚育 39.34hm^2 、填土袋拦挡、拆除量 31000m^3 、临时排水沟 5972m^3 、素土夯实 806m^3 。

1.8.2.3 西南紫色土区

（1）受端换流站

站区：施工前，剥离表土集中堆存于临时堆土区。施工过程中，站区西侧受山洪影响处设置截洪沟，围墙设置排水边沟，边坡设置截排水沟，站区内设置雨水排水管，对其他土石方临时堆土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。施工结束后，对边坡与站区绿化区域进行表土回覆，对站区绿化区域进行土地整治后绿化，边坡进行植基袋护坡与纤维绿化层护坡。水土保持措施工程量：站区雨水排水管 16030m 、围墙边沟 1500m （混凝土砌筑量 472.5m^3 ）、边坡截排水沟 1200m （混凝土砌筑量 192m^3 ）、截洪沟 2140m （混凝土砌筑量 2715.6m^3 ）、表土剥离 18.09hm^2 、表土回覆 5.28万 m^3 、土地整治 4.00hm^2 、植基袋护坡 2.96hm^2 、纤维绿化层护坡 2.04hm^2 、站区绿化 4.00hm^2 、密目网苫盖 12000m^2 、填土袋拦挡及拆除 878m^3 、临时排水沟 390m （土石方 53m^3 ）、临时沉沙

池 2 座。

进站道路区：施工前，剥离表土集中堆存于临时堆土区。施工过程中，边坡设置截排水沟，对其他土石方临时堆土顶部采取密目网苫盖，坡脚采取填土袋拦挡。施工结束后，对需要绿化边坡进行表土回覆并进行植基袋护坡与纤维绿化层护坡。水土保持措施工程量：进站道路截排水沟 2000m（混凝土砌筑量 400m^3 ）、表土剥离 3.40hm^2 、表土回覆 0.97 万 m^3 、植基袋护坡 1.50hm^2 、纤维绿化层护坡 0.86hm^2 、密目网苫盖 36000m^2 、填土袋拦挡及拆除 273m^3 。

外接电源工程区：施工前，剥离表土集中堆放于塔基周边空地，底部采取彩条布铺垫，顶部采取密目网苫盖。施工过程中，对其他土石方临时堆土顶部采取密目网苫盖。施工结束后对永久占地中除硬化区域与临时占地进行表土回覆，耕地恢复或土地整治后植被恢复。水土保持措施工程量：表土剥离 0.01hm^2 、表土回覆 0.003 万 m^3 、土地整治 0.92hm^2 、穴状整地 1328 个、耕地恢复 0.66hm^2 、恢复林地 0.83hm^2 、幼林抚育（1 年） 0.83hm^2 、播撒草籽 0.92hm^2 、补撒草籽 0.92hm^2 、彩条布铺垫 52m^2 、密目网苫盖 536m^2 。

供排水工程区：施工前，剥离表土集中堆存在施工作业带一侧，底部采取彩条布铺垫，顶部采取密目网苫盖。施工过程中，设置站外雨水排水管，排水管雨水排至截洪沟后最终排至茶园河，末端设置八字式出水口，对其他土石方临时堆土顶部采取密目网苫盖，坡脚采取填土袋拦挡。施工结束后对临时占地进行表土回覆，耕地恢复或土地整治后植被恢复。水土保持措施工程量：站外雨水排水管 200m、八字式出水口 2 座、表土剥离 3.32hm^2 、表土回覆 0.94 万 m^3 、土地整治 6.51hm^2 、穴状整地 9504 个、耕地恢复 4.71hm^2 、恢复林地 5.94hm^2 、幼林抚育（1 年） 5.94hm^2 、播撒草籽 6.51hm^2 、补撒草籽 6.51hm^2 、彩条布铺垫 23532m^2 、密目网苫盖 66588m^2 、填土袋拦挡、拆除 1232m^3 。

还建工程区：施工前，剥离表土集中堆存于临时堆土区。施工结束后对临时占地进行表土回覆，耕地恢复或土地整治后植被恢复。水土保持措施工程量：表土剥离 0.24hm^2 、表土回覆 0.07 万 m^3 、土地整治 0.16hm^2 、穴状整地 256 个、耕地恢复 0.08hm^2 、恢复林地 0.16hm^2 、幼林抚育（1 年） 0.16hm^2 、播撒草籽 0.16hm^2 、补撒草籽 0.16hm^2 。

施工生产生活区：施工前，剥离表土集中堆存于临时堆土区。施工过程中，对其他土石方临时堆土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。施工结束后对临时占地进行表土回覆，耕地恢复或土地整治后植被恢复。水土保持措施工程量：表土剥离 3.00hm^2 、表土回覆 0.84万 m^3 、土地整治 1.80hm^2 、穴状整地 2880 个、耕地恢复 1.20hm^2 、恢复林地 1.80hm^2 、幼林抚育（1 年） 1.80hm^2 、播撒草籽 1.80hm^2 、补撒草籽 1.80hm^2 、密目网苫盖 3000m^2 、填土袋拦挡、拆除 428m^3 、临时排水沟 190m（土石方 26m^3 ）、临时沉沙池 2 座。

临时堆土区：施工过程中，对表土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。施工结束后对临时占地进行耕地恢复或土地整治后植被恢复。水土保持措施工程量：土地整治 2.40hm^2 、穴状整地 3840 个、耕地恢复 1.60hm^2 、恢复林地 2.40hm^2 、幼林抚育（1 年） 2.40hm^2 、播撒草籽 2.40hm^2 、补撒草籽 2.40hm^2 、彩条布铺垫 35758m^2 、密目网苫盖 42910m^2 、填土袋拦挡、拆除 1679m^3 、临时排水沟 746m（土石方 101m^3 ）、临时沉沙池 2 座。

（2）受端接地极

汇流装置区：施工前，剥离表土并堆存于电极电缆区。施工过程中，对其他土石方临时堆土顶部采取密目网苫盖，坡脚采取填土袋拦挡。

水土保持措施工程量：表土剥离 0.11hm^2 、填土袋拦挡、拆除 110m^3 、密目网苫盖 180m^2 。

电极电缆区：施工前，剥离表土集中堆存在施工作业带一侧，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。施工过程中，对其他土石方临时堆土顶部采取密目网苫盖，坡脚采取填土袋拦挡。施工结束后对临时占地进行表土回覆，耕地恢复或土地整治后植被恢复。

水土保持措施工程量：表土剥离 5.61hm^2 、表土回覆 1.65万 m^3 、土地整治 3.70hm^2 、穴状整地 5920 个、耕地恢复 19.76hm^2 、恢复林地 3.70hm^2 、幼林抚育（1 年） 3.70hm^2 、播撒草籽 3.70hm^2 、补撒草籽 3.70hm^2 、彩条布铺垫 11690m^2 、填土袋拦挡、拆除 2738m^3 、密目网苫盖 42785m^2 。

检修道路区：施工前，剥离表土并堆存于电极电缆区。施工过程中，对其他土石方临时堆土顶部采取密目网苫盖，坡脚采取填土袋拦挡。

水土保持措施工程量：表土剥离 0.09hm^2 、填土袋拦挡、拆除 32m^3 、密目网苫盖 53m^2 。

外接电源工程区：施工前，剥离表土集中堆放于塔基周边空地，底部采取彩条布铺垫，顶部采取密目网苫盖。施工结束后对永久占地中除硬化区域与临时占地进行表土回覆，耕地恢复或土地整治后植被恢复。

水土保持措施工程量：表土剥离 0.02hm^2 、表土回覆 0.004 万 m^3 、土地整治 0.30hm^2 、穴状整地 458 个、耕地恢复 0.28hm^2 、恢复林地 0.29hm^2 、幼林抚育（1 年） 0.29hm^2 、播撒草籽 0.30hm^2 、补撒草籽 0.30hm^2 、彩条布铺垫 43m^2 、密目网苫盖 307m^2 。

（3）线路工程

塔基区：施工前在塔基施工场地周围设置彩条旗围护，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、集中堆放。施工期间临时堆土压占及其他轻微扰动区域铺垫彩条布、堆土外侧设填土袋拦挡、堆土苫盖密目网等临时措施。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。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、土地整治并恢复迹地（耕地恢复或植被恢复）。水土保持措施工程量：浆砌石护坡 2966m^3 、浆砌石挡渣墙 421m^3 、浆砌石排水沟 2074m^3 、表土剥离 28.36hm^2 、表土回覆 6.40 万 m^3 、土地整治 133.49hm^2 （植被恢复 109.91hm^2 ，穴状整地 76171 个，耕地恢复 23.58hm^2 ）、播撒草籽 109.91hm^2 、补撒草籽 109.91hm^2 、恢复林地 54.52hm^2 、幼林抚育 54.52hm^2 、泥浆沉淀池 26 个、填土袋拦挡、拆除量 17905m^3 、密目网苫盖共 285008m^2 、彩条布铺垫 283768m^2 、彩条旗围护 104091m 。

牵张场地区：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保护，并在周围设置彩条旗围护、限制施工机械和人员活动范围。施工期场地内采取密目网苫盖、彩条布铺垫、铺设钢板等临时防护措施。施工结束后回覆表土、土地整治并恢复迹地（耕地恢复或植被恢复）。水土保持措施工程量：表土剥离 1.64hm^2 、表土回覆 0.39 万 m^3 、土地整治 35.28hm^2 （植被恢复 25.16hm^2 ，穴状整地 37021 个，耕地恢复 10.12hm^2 ）、播撒草籽 25.16hm^2 、补撒草籽 25.16hm^2 、恢复林地 23.06hm^2 、幼林抚育 23.06hm^2 、彩条布铺垫 15296m^2 、密目网苫盖 23408m^2 、铺设钢板 24527m^2 、彩条旗围护 19922m 。

跨越施工场地区：施工过程中在跨越施工场地周围采取彩条旗围护，严格控制施工扰动范围。施工结束后土地整治并恢复迹地（耕地恢复或植被恢复）。水土保持措施工程量：土地整治 20.33hm^2 （植被恢复 12.83hm^2 ，耕地恢复 7.5hm^2 ）、播撒草籽 12.83hm^2 、补撒草籽 12.83hm^2 、彩条旗围护 27876m 。

施工道路区：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保护，并将调运土方进行平整。施工期采用编制袋装土拦挡对临时堆放区域及存在放坡的施工道路坡脚进行必要的挡护，并在局部道路设置临时排水沟，排水沟开挖土方夯实作为道路边坡的临时防护，施工结束后回覆表土、土地整治并恢复迹地（耕地恢复或植被恢复）。水土保持措施工程量：表土剥离 20.02 hm²、表土回覆 4.34 万 m³、土地整治 222.95hm²（植被恢复 159.46hm²，穴状整地 194933 个，耕地恢复 63.49hm²）、播撒草籽 159.46 hm²、补撒草籽 159.46 hm²、恢复林地 180.38 hm²、填土袋填筑、拆除量 36611 m³、临时排水沟 22149m、素土夯实 2990 m³。

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，监测时段从 2023 年 8 月开始，至设计水平年 2026 年结束。同时在 2023 年 8 月份前进行本底值监测。监测内容包括水土流失自然影响因素监测、扰动土地监测、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。本工程主要采用遥感监测、无人机监测、地面观测、调查监测及查阅资料、巡查监测相结合的方式进行监测，其中地面观测主要利用定位观测点，风蚀监测主要采用测钎法，水蚀监测主要采用简易径流小区法、侵蚀沟量测法和沉沙池法。监测重点区域为线路工程塔基区和施工道路区，送端换流站站区、受端换流站站区。监测点位 428 处，包括 158 个固定监测点（敏感区 42 个）和 270 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 33799.45 万元，其中工程措施为 9351.43 万元，植物措施为 3337.07 万元，临时措施为 11514.49 万元，独立费用为 5234.52 万元，水土保持监理费为 796.18 万元，水土保持监测费为 1049.58 万元，基本预备费为 2089.98 万元，水土保持补偿费为 2271.96 万元。

本工程水土保持总投资中新疆维吾尔自治区水土保持措施费 5626.90 万元，水土保持补偿费 400.09 万元；甘肃省水土保持措施费 10417.50 万元，水土保持补偿费 1310.04 万元；陕西省水土保持措施费 892.02 万元，水土保持补偿费 103.46 万元；四川省水土保持措施费 3130.23 万元，水土保持补偿费 256.85 万元；重庆市水土保持措施费 4136.34 万元，水土保持补偿费 201.52 万元。

本工程扰动原地貌面积 1738.21hm²，方案实施后水土流失治理达标面积 1687.72hm²，水土保持措施面积 1630.98hm²，林草植被面积 482.11hm²，可减少水土

流失量 192696t。至设计水平年末水土流失治理度达 97.10%，土壤流失控制比达 0.91，渣土防护率达 92.53%，表土保护率达 94.57%，林草植被恢复率达 95.53%，林草覆盖率达 27.74%，各项指标可达到防治目标要求。

1.11 结论

按照《中华人民共和国水土保持法》、《生产建设项目水土保持技术标准》（GB 50433-2018）等相关规定进行相符性分析，对于无法避让的国家级与省级水土流失重点预防区和重点治理区、自然保护区、森林公园、湿地公园、地质公园、沙化土地封禁保护区、生态保护红线等水土保持敏感区，本方案提高防治标准指标值及敏感区水土保持措施布设量，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，最大限度地保护现有土地和植被的水土保持功能，从水土保持角度分析，项目建设可行。

本方案从水土保持角度对建设方案、工程占地、土石方平衡、施工方法与工艺、主体设计水土保持工程界定等方面进行分析评价，符合《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）相关规定与要求。水土保持措施实施后可以达到控制水土流失、保护和恢复生态环境的目的。

下阶段设计时进一步落实水保措施并进一步优化平面布置，尽量减少施工临时占地面积，减少土石方挖填方量。严格落实水土保持“三同时”制度，严格落实水土保持方案及其批复要求。水土保持方案经批准后，生产建设项目地点、规模发生重大变化，及时履行水土保持变更手续。

建设单位合同条款明确约定水土流失防治责任主体的责任、义务。施工单位要严格依据批复的水土保持方案报告书及后续设计文件，落实各项水土保持措施及投资，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，妥善处置余土。建设单位与监测单位严格按照水土保持监测“三色评价”相关要求开展水土保持监测工作，水土保持监测与监理成果满足水土保持设施验收相关规定。本项目投产使用前，建设单位应当依据《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）开展水土保持设施自主验收工作。

哈密-重庆±800kV 特高压直流输电工程水土保持方案特性表

项目名称	哈密-重庆±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	
涉及省 (市区)	新疆维吾尔自治区、甘肃省、 陕西省、四川省、重庆市	涉及地市或 个数	19	涉及县或个数	44
项目 规模	新建送端换流站换 1 座、送 端接地极 1 座，受端换流站 换 1 座、受端接地极 1 座。 新建 ±800kV 直流线路 2300.4km，接地极线路 195km，迁改线路 31.4km。	总投资 (万元)	2881755	土建投资(万 元)	374628
动工时间	2023 年 8 月	完工时间	2025 年 7 月	设计水平年	2026 年
工程占地 (hm ²)	1738.21	永久占地 (hm ²)	220.49	临时占地(hm ²)	1517.72
土石方量 (万 m ³)	挖方	填方	借方	余(弃)方	
	460.67	460.67	0	0	
重点防治区 名称	<p>4 个国家级水土流失重点预防区：天山北坡国家级水土流失重点预防区、祁连山-黑河国家级水土流失重点预防区、嘉陵江上游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；</p> <p>3 个国家级水土流失重点治理区：甘青宁黄土丘陵国家级水土流失重点治理区、嘉陵江及沱江中下游国家级水土流失重点治理区、三峡库区国家级水土流失重点治理区；</p> <p>5 个省级水土流失重点预防区：河西走廊省级水土流失重点预防区、祁连山省级水土流失重点预防区、西秦岭北坡省级水土流失重点预防区、陇南山地省级水土流失重点预防区、重庆市水土流失重点预防区；</p> <p>8 个省级水土流失重点治理区：天山北坡诸小河流域自治区级水土流失重点治理区、内陆河流域省级水土流失重点治理区、黄河干流省级水土流失重点治理区、渭河流域省级水土流失重点治理区、嘉陵江上游省级水土流失重点治理区、汉江周边低山丘陵重点治理区、嘉陵江下游省级水土流失重点治理区、重庆市水土流失重点治理区。</p>				
地貌类型	戈壁荒漠区、山丘区、平原区		水土保持区划	北防风沙区、西北黄土高原区、西南紫色土区	
土壤侵蚀 类型	风力侵蚀 水力侵蚀	土壤侵蚀强度	轻度、中度		
防治责任范 围面积(hm ²)	1738.21	容许土壤流失量(t/km ² a)	1500(北方风沙区)、1000(西北黄土高原区)、 500(西南紫色土区)		
土壤流失预 测总量(t)	509661	新增土壤流失量(t)	214107		
水土流失防治标准执行等级		北方风沙区一级标准、西北黄土高原区一级标准、西南紫色土区一级标准			
防 治 指 标	水土流失治理度(%)	86.35	土壤流失控制比	0.89	
	渣土防护率(%)	88.94	表土保护率(%)	90.78	
	林草植被恢复率(%)	95.15	林草覆盖率(%)	23.58	

1 综合说明

防治分区		工程措施	植物措施	临时措施
防治措施及工程量	北方风沙区	<p>送端换流站</p> <p>站区：集水池 1 座、站内排水管线 14700m、六棱混凝土砖护坡 30411m²、砾幕剥离 19.60hm²； 进站道路区：六棱混凝土砖护坡 12870m²、土地整治 0.42hm²（土地平整 0.42hm²），砾幕剥离 0.94hm²，砾幕回覆 0.06 万 m³； 外接电源工程区：土地整治 15.42hm²（土地平整 15.42hm²），砾幕剥离 0.17hm²，砾幕回覆 0.01 万 m³； 供排水工程区：站外排水管线 100m、土地整治 20.25hm²（土地平整 20.25hm²），砾幕剥离 3.75hm²，砾幕回覆 0.23 万 m³； 施工生产生活区：土地整治 6.00 hm²（土地平整 6.00 hm²），砾幕回覆 1.18 万 m³。</p>	/	<p>站区：填土袋拦挡、拆除 1350m³、密目网苫盖 33750m²、洒水降尘 1800 m³； 进站道路区：密目网苫盖 2100m²； 外接电源工程区：彩条旗围护 60830m、密目网苫盖 23171m²； 供排水工程区：填土袋拦挡、拆除 2480m³、密目网苫盖 43500m²、彩条布铺垫 29000m²； 施工生产生活区：填土袋拦挡、拆除 630m³、密目网苫盖 7500m²。</p>
	送端接地极	<p>汇流装置区：砾石压盖 0.02hm²、土地整治 0.02hm²（土地平整 0.02hm²）； 电极电缆区：土地整治 35.25hm²（土地平整 35.25hm²），砾幕剥离 2.64hm²，砾幕回覆 0.16 万 m³； 检修道路区：土地整治 0.40hm²（土地平整 0.40hm²）； 外接电源工程区：土地整治 7.29hm²（土地平整 7.29hm²），砾幕剥离 0.07hm²，砾幕回覆 0.004 万 m³。</p>	/	<p>汇流装置：密目网苫盖 300m²； 电极电缆：填土袋拦挡、拆除 3474m³、密目网苫盖 90150m²、彩条布铺垫 60100m²； 检修道路：密目网苫盖 850m²； 外接电源工程区：彩条旗围护 40000m、密目网苫盖 2565m²。</p>
	线路工程	<p>塔基区：草方格沙障 1360 m²、石方格沙障 42578m²、砾石压盖 11370m²、浆砌石护坡 498m³、浆砌石挡渣墙 120 m³、浆砌石排水沟 493m³、砾幕剥离 4.91 hm²、砾幕回覆 4910 m³、表土回覆 19.29 hm²、表土回覆 4.89 万 m³、土地整治 319.41hm²（植被恢复 50.45hm²，穴状整地 31270 个，耕地恢复 29.32hm²，土地平整 239.64hm²）； 牵张场地区：表土剥离 0.31 hm²、表土回覆 0.07 万 m³、土地整治 76.55hm²（植被恢复土地整治 11.61hm²，穴状整地 14477 个，耕地恢复 12.44hm²，土地平整 52.50hm²）； 跨越施工场地区：土地整治 24.54hm²（植被恢复土地整治 4.41hm²，耕地恢复 10.93hm²，土地平整 9.20hm²）； 施工道路区：表土剥离 4.28hm²、表土回覆 1.05m³、土地整治 483.98hm²（植被恢复土地整治 51.51hm²，穴状整地 32378 个，耕地恢复 39.90hm²，土地平整 392.57hm²）。</p>	<p>塔基区：播撒草籽 50.45hm²、补撒草籽 50.45hm²、恢复林地 19.30 hm²、幼林抚育 19.30 hm²； 牵张场地区：播撒草籽 11.61hm²、补撒草籽 11.61hm²、恢复林地 8.97 hm²、幼林抚育 8.97 hm²； 跨越施工场地区：播撒草籽 4.41hm²、补撒草籽 4.41 hm²； 施工道路区：播撒草籽 51.51 hm²、补撒草籽 51.51 hm²、恢复林地 20.04hm²、幼林抚育 20.04hm²。</p>	<p>塔基区：填土袋拦挡、拆除量 30983m³、密目网苫盖共 869460m²、彩条布铺垫 612551m²、彩条旗围护 260838m、泥浆沉淀池 400 座； 牵张场地区：彩条布铺垫 49947m²、彩条旗围护 52520m、铺设钢板 95462m²； 跨越施工场地区：彩条旗围护 38494m； 施工道路区：铺设钢板 70320m²、彩条旗围护 1768554m、填土袋拦挡、拆除 4000m³、临时排水沟 2469m、素土夯实 333m³。</p>
西北黄土高原区	线路工程	<p>塔基区：浆砌石护坡 953m³、浆砌石排水沟 599m³、表土剥离 21.91hm²、表土回覆 6.57 万 m³、土地整治 84.94hm²（植被恢复面积为 69.01hm²，穴状整地 52957 个，耕地恢复 15.93hm²）； 牵张场地区：表土剥离 1.33hm²、表土回覆 0.40m³、土地整治 22.87hm²（植被恢复 17.35hm²，穴状整地 20237 个，耕地恢复 5.52hm²）； 跨越施工场地区：土地整治 11.84hm²（植被恢复 7.60hm²，耕</p>	<p>塔基区：播撒草籽 69.01hm²、补撒草籽 69.01hm²、恢复林地 32.51hm²、幼林抚育 32.51hm²； 牵张场区：播撒草籽 17.35hm²、补撒草籽 17.35hm²、恢复林地 12.46hm²、幼林抚育 12.46 hm²； 跨越施工场地区：播撒草籽 7.60hm²、补撒草籽 7.60 hm²；</p>	<p>塔基区：填土袋拦挡、拆除量 10522m³、密目网苫盖共 229500m²、彩条布铺垫 218834m²、彩条旗围护 68850m、泥浆沉淀池 13 座； 牵张场地区：彩条布铺垫 11000m²、密目网苫盖 9445m²、彩条旗围护 11733m、铺设钢板 14667m²； 跨越施工场地区：彩条旗围护 10967m； 施工道路区：填土袋拦挡、拆除量 31000m³、临时排水沟</p>

1 综合说明

		地恢复 4.24hm ²); 施工道路区: 表土剥离 11.15hm ² 、 表土回覆 3.40 万 m ³ 、土地整治 113.39hm ² (植被恢复 79.66hm ² 、 穴状整地 63702 个, 耕地恢复 33.73hm ²)。	施工道路区: 播撒草籽 79.66hm ² 、补撒草籽 79.66hm ² 、恢复林地 39.34hm ² 、幼林抚育 39.34hm ² 。	5972m ³ 、素土夯实 806m ³ 。
西南 紫色 土区	受端换流站	站区: 雨水排水管 16030m、围墙 边沟 1500m、边坡截排水沟 1200m、截洪沟 2140m、表土剥离 18.09hm ² 、表土回覆 5.28 万 m ³ 、 土地整治 4.00hm ² ; 进站道路区: 排截排水沟 2000m、 表土剥离 3.40hm ² 、表土回覆 0.97 万 m ³ ; 外接电源工程区: 表土剥离 0.01hm ² 、表土回覆 0.003 万 m ³ 、 土地整治 0.92hm ² 、穴状整地 1328 个、耕地恢复 0.66hm ² ; 供排水工程区: 站外雨水排水管 200m、八字式出水口 2 座、表土 剥离 3.32hm ² 、表土回覆 0.94 万 m ³ 、土地整治 6.51hm ² 、穴状整地 9504 个、耕地恢复 4.71hm ² ; 还建工程区: 表土剥离 0.24hm ² 、 表土回覆 0.07 万 m ³ 、土地整治 0.16hm ² 、穴状整地 256 个、耕地 恢复 0.08hm ² ; 施工生产生活区: 表土剥离 3.00hm ² 、表土回覆 0.84 万 m ³ 、土 地整治 1.80hm ² 、穴状整地 2880 个、耕地恢复 1.20hm ² ; 临时堆土区: 土地整治 2.40hm ² 、 穴状整地 3840 个、耕地恢复 1.60hm ² 。	站区: 植基袋护坡 2.96hm ² 、纤维绿化层护 坡 2.04hm ² 、站区绿化 4.00hm ² ; 进站道路区: 植基袋护坡 1.50hm ² 、纤维绿化层护 坡 0.86hm ² ; 外接电源工程区: 恢复林 地 0.83hm ² 、幼林抚育(1 年) 0.83hm ² 、播撒草籽 0.92hm ² 、补撒草籽 0.92hm ² ; 供排水工程区: 恢复林地 5.94hm ² 、幼林抚育(1 年) 5.94hm ² 、播撒草籽 6.51hm ² 、补撒草籽 6.51hm ² 。 还建工程区: 恢复林地 0.16hm ² 、幼林抚育(1 年) 0.16hm ² 、播撒草籽 0.16hm ² 、补撒草籽 0.16hm ² 。 施工生产生活区: 恢复林 地 1.80hm ² 、幼林抚育(1 年) 1.80hm ² 、播撒草籽 1.80hm ² 、补撒草籽 1.80hm ² ; 临时堆土区: 恢复林地 2.40hm ² 、幼林抚育(1 年) 2.40hm ² 、播撒草籽 2.40hm ² 、补撒草籽 2.40hm ² 。	站区: 密目网苫盖 12000m ² 、 填土袋拦挡、拆除 878m ³ 、临时 排水沟 390m、临时沉沙池 2 座; 进站道路区: 密目网苫盖 36000m ² 、填土袋拦挡、拆除 273m ³ ; 外接电源工程区: 彩条布铺垫 52m ² 、密目网苫盖 536m ² ; 供排水工程区: 彩条布铺垫 23532m ² 、密目网苫盖 66588m ² 、填土袋拦挡、拆除 1232m ³ ; 施工生产生活区: 密目网苫盖 3000m ² 、填土袋拦挡、拆除 428m ³ 、临时排水沟 190m、 临时沉沙池 2 座; 临时堆土区: 彩条布铺垫 35758m ² 、密目网苫盖 42910m ² 、填土袋拦挡、拆除 1679m ³ 、临时排水沟 746m、 临时沉沙池 2 座。
	受端接地极	汇流装置区: 表土剥离 0.11hm ² ; 电极电缆区: 表土剥离 5.61hm ² 、 表土回覆 1.65 万 m ³ 、土地整治 3.70hm ² 、穴状整地 5920 个、耕地 恢复 19.76hm ² ; 检修道路区: 表土剥离 0.09hm ² ; 外接电源工程区: 表土剥离 0.02hm ² 、表土回覆 0.004 万 m ³ 、 土地整治 0.30hm ² 、穴状整地 458 个、耕地恢复 0.28hm ² 。	电极电缆区: 恢复林地 3.70hm ² 、幼林抚育(1 年) 3.70hm ² 、播撒草籽 3.70hm ² 、补撒草籽 3.70hm ² ; 外接电源工程区: 恢复林 地 0.29hm ² 、幼林抚育(1 年) 0.29hm ² 、播撒草籽 0.30hm ² 、补撒草籽 0.30hm ² 。	汇流装置区: 填土袋拦挡、拆 除 110m ³ 、密目网苫盖 180m ² ; 电极电缆区: 彩条布铺垫 11690m ² 、填土袋拦挡、拆除 2738m ³ 、密目网苫盖 42785m ² ; 检修道路区: 填土袋拦挡、拆 除 32m ³ 、密目网苫盖 53m ² ; 外接电源工程区: 彩条布铺垫 43m ² 、密目网苫盖 307m ² 。
	线路工程	塔基区: 浆砌石护坡 2966 m ³ 、浆 砌石挡渣墙 421 m ³ 、浆砌石排水沟 2074 m ³ 、表土剥离 28.36hm ² 、表 土回覆 6.40 万 m ³ 、土地整治 133.49hm ² (植被恢复 109.91hm ² 、 穴状整地 76171 个, 耕地恢复 23.58hm ²); 牵张场地区: 表土剥离 1.64hm ² 、 表土回覆 0.39 万 m ³ 、土地整治 35.28hm ² (植被恢复 25.16hm ² 、穴 状整地 37021 个, 耕地恢复 10.12hm ²); 跨越施工场地区: 土地整治 20.33hm ² (植被恢复 12.83hm ² 、耕 地恢复 7.5hm ²); 施工道路区: 表土剥离 20.02 hm ² 、 表土回覆 4.34 万 m ³ 、土地整治 222.95hm ² (植被恢复 159.46hm ² 、 穴状整地 194933 个, 耕地恢复 63.49hm ²)。	塔基区: 播撒草籽 109.91hm ² 、补撒草籽 109.91hm ² 、恢复林地 54.52hm ² 、幼林抚育 54.52hm ² ; 牵张场地区: 播撒草籽 25.16 hm ² 、补撒草籽 25.16 hm ² 、恢复林地 23.06 hm ² 、幼林抚育 23.06 hm ² ; 跨越施工场地区: 播撒草 籽 12.83 hm ² 、补撒草籽 12.83 hm ² ; 施工道路区: 播撒草籽 159.46 hm ² 、补撒草籽 159.46 hm ² 、恢复林地 180.38 hm ² 。	塔基区: 泥浆沉淀池 26 个、 填土袋拦挡、拆除量 17905m ³ 、密目网苫盖共 285008m ² 、彩条布铺垫 283768m ² 、彩条旗围护 104091m; 牵张场地区: 彩条布铺垫 15296m ² 、密目网苫盖 23408 m ² 、铺设钢板 24527m ² 、彩条 旗围护 19922m; 跨越施工场地区: 彩条旗围护 27876m; 施工道路区: 填土袋填筑、拆 除量 36611 m ³ 、临时排水沟 22149m、素土夯实 2990 m ³ 。
投资 (万元)	9351.43	3337.07	11514.49	

1 综合说明

水土保持总投资 (万元)	33799.45		独立费用 (万元)	5234.52	
监理费 (万元)	796.18	监测费 (万元)	1049.58	补偿费 (万元)	2271.96
分省措施费 (万元)	新疆维吾尔自治区措施费 5626.90 甘肃省措施费 10417.50; 陕西省措施费 892.02; 四川省措施费 3130.23; 重庆市措施费 4136.34。		分省补偿费 (万元)	新疆维吾尔自治区补偿费 400.09 甘肃省补偿费 1310.04; 陕西省补偿费 103.46; 四川省补偿费 256.85; 重庆市补偿费 201.52。	
方案编制单位	中国电力工程顾问集团西北 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	徐陆		法定代表人	辛保安	
地址	西安市高新区团结南路 22 号		地址	北京市西城区宣武门内 大街 6 号	
邮编	710075		邮编	100031	
联系人及电话	公博/029-88358893		联系人及电话	孔玮/010-63413032	
传真	029-89583749		传真	010-66598501	
电子信箱	gongbo@nwepdi.com		电子信箱	wei-kong@sgcc.com.cn	

2 项目概况

2.1 项目组成及工程布置

项目名称：哈密-重庆±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：工程起于新疆维吾尔自治区哈密市巴里坤哈萨克自治县三塘湖乡送端换流站，止于重庆市渝北区大湾镇受端换流站。途经新疆、甘肃、陕西、四川、重庆 5 个省级行政区，19 个地级市行政区，43 个县级行政区。

建设性质：新建建设类项目

主要建设内容：新建送端换流站、送端接地极、受端换流站、受端接地极；直流线路 2300.4km，送端接地极线路 135.0km，受端接地极线路 60.0km，迁改线路 31.4km。

总投资及土建投资：总投资 2881755 万元，其中土建投资 374628 万元。

投资单位及出资比例：项目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：本工程计划于 2023 年 8 月开工，2025 年 7 月完工，总工期 24 个月。

项目基本组成及工程特性详见下表。

表 2.1-1 项目基本组成及工程特性表

一、项目基本情况		
1	项目名称	哈密-重庆±800kV 特高压直流输电工程
2	项目组成	送端换流站、送端接地极、受端换流站、受端接地极、直流线路、送端接地极线路、受端接地极线路、迁改线路等 8 部分组成。
3	建设地点	<p>工程起于哈密送端换流站，止于重庆受端换流站。途经新疆、甘肃、陕西、四川、重庆 5 个省级行政区，19 个地市级行政区，43 个县级行政区。</p> <p>送端换流站：新疆维吾尔自治区哈密市巴里坤哈萨克自治县三塘湖乡</p> <p>送端接地极：新疆维吾尔自治区哈密市伊吾县苇子峡乡</p> <p>受端换流站：重庆市渝北区大湾镇太和村</p> <p>受端接地极：重庆市合川区香龙镇白塔寺村</p> <p>直流线路：线路途经新疆维吾尔自治区哈密市巴里坤哈萨克自治县、伊吾县、伊州区，第十三师新星市红山农场；甘肃省酒泉市肃北县、瓜州县、玉门市、金塔县、肃州区，嘉峪关市，张掖市高台县、肃南裕固族自治县、临泽县、甘州区、山丹县，金昌市永昌县，武威市民勤县、凉州区、古浪县，白银市景泰县、白银区，兰州市皋兰县、榆中县，定西市安定区、陇西县、通渭县，天水市武山县、甘谷县、秦州区，陇南市礼县、西和县、成县、康县；陕西省汉中市略阳县、宁强县；四川省广元市朝天区、旺苍县、苍溪县，南充市阆中市、仪陇县、蓬安县、高坪区，广安市岳池县、武胜县；重庆市合川区、北碚区、渝北区。</p> <p>送端接地极线路：线路途经新疆维吾尔自治区哈密市巴里坤哈萨克自治县、伊吾县。</p> <p>受端接地极线路：线路途经重庆市合川区、北碚区、渝北区。</p> <p>迁改线路：线路涉及甘肃省酒泉市瓜州县、金塔县、肃州区，张掖市山丹县，金昌市永昌县，武威市古浪县，兰州市橄榄县，白银市景泰县，定西市安定区；陕西省汉中市宁强县；四川省广元市旺苍县。</p>

2 项目概况

3	设计标准	一级（防洪标准为 100 年一遇）							
4	工程性质	新建建设类项目							
5	建设单位	国家电网有限公司							
6	点型工程	送端换流站	换流变压器容量 (24+4)×407.5MVA, ±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 3 回至三塘湖 750kV 变电站, 出线 7 回为电源进线。						
		送端接地极	极址采用浅埋环型接地极型式, 按双环圆形布置, 内、外环半径分别为 420m、600m, 埋深内 4.0m, 内、外环极环馈电棒采用 φ50mm 高硅铬铁, 填充材料为焦炭, 内、外环焦炭截面为 1.0m×1.0m。						
		受端换流站	换流变容量 (24+4)×379MVA。±800kV 直流出线 1 回, 接地极 1 回。交流 500kV 出线规划出线 8 回, 本期一次建成。						
		受端接地极	极址采用浅埋型接地极型式, 采用树枝形布置, 共包括 8 条分支, 总长为 5172m, 埋深为 4.5m, 极环馈电棒采用 φ55mm 高硅铬铁, 填充材料为焦炭, 焦炭截面为 0.7m×0.7m。						
	线路工程	行政区 (省)		新疆	甘肃	陕西	四川	重庆	合计
		直流线路	线路长度	356.2	1506.9	76.0	298.9	62.4	2300.4
			塔基数 (基)	704	2955	154	591	125	4529
		接地极线路	长度 (km)	135.0				60.0	195.0
			塔基数 (基)	342				176	518
		迁改线路	长度 (km)		30.5	0.5	0.4		31.4
			塔基数 (基)		90	1	2		93
		电压等级	直流线路 ±800kV, 接地极线路, 迁改线路 (750kV、330kV、220kV、110kV)						
		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	直流线路主要采用挖孔基础、直柱板式基础、岩石嵌固基础、岩石锚杆基础、灌注桩基础、嵌岩桩基础和山地微型桩基础。 接地极线路主要采用挖孔基础、直柱板式基础、灌注桩基础。						
地貌类型	戈壁荒漠区 33%、山丘区 55%、平原区 12%。								
工程拆迁	工程拆除居民房屋占地面积共计 56.11 万 m ² 。由建设单位委托地方政府实施, 采用货币补偿方式, 不纳入本工程防治责任范围。								
跨越	河流	项目区属内陆河流域、黄河流域、长江流域。跨越主要河流 92 次。							
	其他	跨越电力线 163 次, 跨越公路 (高速、等级、一般) 1277 次, 跨越铁路 26 次, 油气管道 53 次。							
7	总投资 (万元)	2881755	土建投资 (万元)	374628	建设期	2023 年 8 月~2025 年 7 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)		
送端换流站	站区	31.95		31.95					
	进站道路区	1.88	0.42	2.3		0.70	7		
	外接电源工程区	0.28	15.42			站用 25.83 施工 18.06			
	供排水工程区		20.25			供水管 15.0 排水管 0.1			
	施工生产生活区		6.00						
	小计	34.11	42.09	76.20					

2 项目概况

送端 接地板	汇流装置区	0.15					
	电极电缆区	0.02	35.25				
	检修道路区	0.40				0.85	3.0
	外接电源工程区	0.11	7.29			28.5	
	小计	0.68	42.54	43.22			
受端 换流站	站区	23.65		23.65			
	进站道路区	3.77		3.77		1.7	7
	外接电源工程区	0.01	1.57	1.58		站用 4.5 施工 2.5	
	供排水工程区		11.22	11.22		站用供水管 4.5, 雨水排水管 0.2	
	还建工程区	0.27	0.27	0.54		0.9	3
	施工生产生活区		3.00	3.00			
	临时堆土区		4.00	4.00			
小计	27.70	20.06	47.76				
受端 接地板	汇流装置区	0.18		0.18			
	电极电缆区	0.09	24.70	24.79			
	检修道路区	0.09		0.09		0.2	4.5
	外接电源工程区	0.02	0.57	0.59		5	
	小计	0.38	25.27	25.65			
直流 线路工程	塔基区	151.03	392.75	543.78	4529		
	牵张场地区		119.52	119.52	444/54		
	跨越施工场地区		48.80	48.80	1220		
	施工道路区		745.13	745.13		1481.3/594.1/876	3.5/1.5/1.5
	小计	151.03	1306.2	1457.23			
接地 极线路工程	塔基区	4.83	14.42	19.25	133		
	牵张场地区		3.08	3.08	42/2		
	跨越施工场地区		1.12	1.12	28		
	施工道路区		43.51	43.51		65.1/81.2/54.7	3.5/1.5/1.5
	小计	4.83	62.13	66.96			
迁改 工程	塔基区	1.76	5.80	7.56	19		
	牵张场地区		5.52	5.52	19/4		
	跨越施工场地区		0.20	0.20	5		
	施工道路区		7.91	7.91		20.8/2.2/1.8	3.5/1.5/1.5
	小计	1.76	19.43	21.19			
合计		220.49	1517.72	1738.21			

三、项目土石方量 (单位: 万 m ³)							
项目组成		挖方	填方	调入	调出	借方	综合利用
送端 换流 站	站区	44.02	39.15		4.87		
	进站道路区	0.06	3.75	3.69			
	外接电源工程区	3.31	3.31				
	供排水工程区	9.23	9.23				
	施工生产生活区		1.18	1.18			
	小计	56.62	56.62	4.87	4.87		
送端 接地 板	汇流装置区	0.04	0.08	0.04			
	电极电缆区	33.45	33.41		0.04		
	检修道路区	0.21	0.21				
	外接电源工程区	0.174	0.174				
	小计	33.87	33.87	0.04	0.04		
受端 换流 站	站区	131.90	135.90	4.00			
	进站道路区	10.97	6.97		4.00		
	外接电源工程区	0.05	0.05				
	供排水工程区	7.33	7.33				
	还建工程区	0.07	0.07				
	施工生产生活区	3.84	3.84				
	小计	154.16	154.16	4.00	4.00		
受端 接地 板	汇流装置区	0.05	0.03		0.02		
	电极电缆区	16.82	16.87	0.05			
	检修道路区	0.04	0.01		0.03		
	外接电源工程区	0.02	0.02				
	小计	16.93	16.93	0.05	0.05		
直 流 线 路 工 程	塔基区	137.58	137.58				
	牵张场地区	8.35	8.35				
	施工道路区	40.09	40.09				
	小计	186.02	186.02				
接 地 极 线 路 工 程	塔基区	8.91	8.91				
	牵张场地区	0.09	0.09				
	施工道路区	0.90	0.90				
	小计	9.90	9.90				
迁 改 工 程	塔基区	2.80	2.80				
	牵张场地区	0.25	0.25				
	施工道路区	0.11	0.11				
	小计	3.16	3.16				
合计		460.67	460.67	8.96	8.96		

(3) 建设规模

送端换流站换流变压器容量 $(24+4) \times 407.5\text{MVA}$ ， $\pm 800\text{kV}$ 直流出线 1 回、接地极 1 回，交流 750kV 规划出线 10 回，本期出线 3 回至三塘湖 750kV 变电站，出线 7 回为电源进线。

(4) 平面布置

送端换流站划分为 5 个功能区域：直流场区、阀厅及控制楼区、 750kV 交流配电装置区、交流滤波器场、站前区。

$\pm 800\text{kV}$ 直流场位于站区西部南侧，向南出线； 750kV 交流配电装置位于站区北侧，主要向北出线；换流区域布置在直流场和 750kV 交流配电装置区之间，位于站区中部直流场北侧， 750kV 交流滤波器组位于站区南部东侧，预留调相机区域位于交流滤波器组南侧。站区东西向围墙与进站道路平行布置，站前区位于站区西侧，进站道路向北接 G331 国道。

送端换流站按最终规模一次征地，主体设计总征地面积 33.83hm^2 ，其中围墙内 28.70hm^2 ，围墙外边坡、集水池等设施 3.25hm^2 ，进站道路 1.88hm^2 。配电装置区地表铺设广场砖进行封闭。

(5) 竖向布置

竖向布置采用平坡式布置，站址自然标高 $1171\sim 1184\text{m}$ ，设计标高 1178m 。送端换流站挖方 55.14万 m^3 ，填方 55.14万 m^3 ，挖填平衡，无借方，无余方。

站外六棱混凝土砖护坡长约 2616m ，面积 30411m^2 ，其中挖方边坡主要分布于站址西南侧、东南侧，最大边坡高度约 6.0m ；填方边坡主要位于站址西北侧、东北侧，最大边坡高度约 6.0m 。挖方、填方边坡均为自然放坡，边坡比分别为 $1:1.75$ 、 $1:1.5$ 。坡面采用预制六棱混凝土砖护坡形式。

站内排水采用雨污分流，其中站内排水管道采用 $\text{DN}200\sim\text{DN}1200$ 钢筋混凝土排水管，站内排水管总长 14700m ；站外排水管采用 $\text{DN}1350$ 钢筋混凝土排水管，长度 100m 。站区雨水排水管顺接至站外西北侧的站外雨水集水池。

(6) 防排洪情况

站址区域远离河流，无河流洪水影响，主要受坡面洪水的影响，百年一遇平均最大水深按地面以上 0.30m 考虑，站址设计标高高于自然标高，为抵御坡面洪水的侵袭，站区围墙采用围墙基础兼做挡水墙的形式，将围墙基础抬高，围墙（兼挡水墙）长度共计 2616m ，围墙基础（挡水墙）高度 0.5m ，可满足站区防洪要求。

(7) 进站道路

进站道路从站址北侧 G331 国道引接，长度 700m，建设标准为厂矿道路四级，路面宽 6m，路基宽 7m，郊区型沥青混凝土路面，道路两侧各设 3m 宽的临时施工场地。进站道路高于自然地坪，建成后形成填方边坡，坡面采用六棱混凝土砖护坡形式，边坡比为 1:2，进站道路护坡面积 12870 m²，站区围墙处填方边坡最高，高度约为 6.3m。

进站道路占地面积共计 2.30 hm²，其中永久占地 1.88hm²，临时占地 0.42 hm²。

(8) 外接电源工程

送端换流站站用电系统设置 3 路站用电源，其中 2 路工作电源引接自站内，另外一路备用电源从三塘湖 750kV 变电站引接，拟从 3 号主变 66kV 侧扩建 1 个间隔并通过 66kV 专线引接 1 路电源。送端换流站外接电源依托的三塘湖 750kV 变电站水土保持方案报告书已经批复（中华人民共和国水利部 水保函〔2014〕79 号），并已完成水土保持设施验收（报备证明，2019.5.28）。三塘湖 750kV 变电站间隔扩建区域占地面积 200m²，扩建区域的基础支架已在前期工程完成，本期仅进行电气安装，不涉及土石方开挖。66kV 外接电源线路总长 25.83km，其中架空线路 25.3km，电缆线路 0.53km；新建铁塔 106 基，其中直线塔 94 基，耐张塔 12 基；设置牵张场 5 处，施工道路 17.7km。

施工期间，在外接电源线路施工完毕前，采用临时施工电源。从 10kV 下湖口线 6#杆引接 10kV 线路，新建线路 18.06km，其中架空线路长 17.84km，电缆线路长 0.22km，新立非预应力杆 361 基。设置施工道路 12.5km。

上述建设内容涉及占地面积、土石方量等均纳入外接电源工程区统一考虑。

(9) 供排水工程区

1) 站外供水系统

送端换流站用水主要由生活用水、生产用水（主要为换流阀冷却用水）和消防用水三部分组成。站址西南侧敷设有自来水管网，送端换流站站外供水由此处接引。

供水管线采用 DN200 内衬塑无缝钢管埋地敷设，全程重力自流，沿途无需设置加压泵站，全长 15.0km。

2) 站外排水工程

站区采用雨污分流，生活废水和生产废水不外排，雨水利用站内雨水排水管网将雨水收集后汇入站外排水管，最终重力自流至站外西北侧的雨水集水池。站区围墙外排水管为钢筋混凝土材质，管径 DN1350，长度 100m，将站区收集的雨水引接入雨

水集水池内，站外雨水排水管布设于站址征地红线范围内，不单独计列占地面积。站外雨水集水池设计尺寸为 $80 \times 20 \times 4.3\text{m}$ ，有效容积为 4000m^3 ，采用混凝土砌筑，集水池底部不防渗，雨水通过集水池收集后下渗。

送端换流站站址主要技术指标详见下表。

表 2.1-2 送端换流站主要技术指标一览表

序号	名称	单位	数量	备注
1	站址用地面积	hm^2	76.20	永久占地面积 34.11hm^2 ，临时占地 42.09hm^2 。
(1)	站区	hm^2	32.66	站区征地面积 31.95hm^2 ，其中围墙内占地面积 28.70hm^2 ，围墙外边坡、集水池等设施面积 3.25hm^2 。
(2)	进站道路区	hm^2	1.88	进站道路从站址北侧 G331 国道引接，建设标准为厂矿道路四级，路面宽 6m ，路基宽 7m ，郊区型沥青混凝土路面，道路两侧各设 3m 宽的临时施工场地。占地面积 2.30hm^2 ，其中永久占地 1.88hm^2 ，临时占地 0.42hm^2 。
(3)	外接电源工程区	hm^2	15.70	66kV 外接电源线路总长 25.83km ，其中架空线路 25.3km ，电缆线路 0.53km 。新建铁塔 106 基，其中直线塔 94 基，耐张塔 12 基。 10kV 施工电源从从 10kV 下湖口线 6#杆引接引接 10kV 线路，新建线路 18.06km ，其中架空线路长 17.84km ，电缆线路长 0.22km ，新立非预应力杆 361 基。 总占地面积 15.70hm^2 。
(4)	供水工程区	hm^2	20.25	供水管线管径 DN200，全长 15.0km 。占地面积 20.25hm^2 。
(5)	施工生产生活区	hm^2	6.00	1 处
2	场地自然标高	m	1171~1184	1985 国家高程基准。
3	站区设计标高	m	1178	1985 国家高程基准。
4	送端换流站土石方 (挖/填)	万 m^3	55.14 /55.14	送端换流站土石方挖填平衡。
5	站区围墙长度	m	2616	
6	站内总建筑面积	m^2	50185	
7	站内道路广场面积	hm^2	6.55	

2.1.2 送端接地极

(1) 地理位置

送端接地极极址位于新疆维吾尔自治区哈密市伊吾县苇子峡乡。

(2) 极址现状

送端接地极极址位于山前冲洪积扇区，站址区域地势平坦、开阔，主要为戈壁荒滩，总体地势由东南向西北方向倾斜，地表主要由沙土和砾石组成，表面长有少量沙蒿。自然标高约 $880\text{m} \sim 940\text{m}$ ，极址中心受西南侧坡面洪水影响，采取围墙基础兼做挡水墙的形式防洪。送端接地极现状见图 2.1-2。

(4) 接地极布置型式

送端接地极极址采用浅埋环型接地极型式，按双环圆形布置，内、外环半径分别为 420m、600m，埋深 4.0m，内、外环极环馈电棒采用 $\phi 50\text{mm}$ 高硅铬铁，填充材料为焦炭，内、外环焦炭截面为 $1.0\text{m}\times 1.0\text{m}$ 。渗水井均匀分布在电极环上方，共设置 56 个渗水井。电缆与馈电棒相连接的地方安装一个检测井，共安装 32 个检测井。

接地极线路引至中心设备后，采用电缆连接至极环中心。电缆采用直埋，总长 8806m，埋深 2.5m，上方用钢筋混凝土盖板覆盖。

汇流装置区位于极址圆环中心，总征地面积约 0.15hm^2 ，围墙内占地面积 0.04hm^2 ，中心区布置了接地极线路终端塔、滤波电抗器、滤波电容器、导流和汇流管母线支架。接地极设备基础采用钢筋混凝土独立基础，方舱基础采用钢筋混凝土条基或独立基础。

2.1.3 受端换流站

(1) 地理位置

受端换流站站址位于重庆市渝北区大湾镇太和村。

(2) 站址现状

受端换流站站址地貌类型为丘陵，场地由条线山地及其间的凹槽组成，场地地形整体西高东低，地形起伏较大，站址自然高程 386~460m，现状主要为鱼塘、一般耕地和宅基地。受端换流站站址现状见图 2.1-3。

(3) 建设规模

受端换流站换流变压器容量 $(24+4)\times 379\text{MVA}$ ， $\pm 800\text{kV}$ 直流出线 1 回，接地极 1 回，交流 500kV 规划出线 8 回，分别至金山 2 回、明月山 2 回、铜梁特 2 回、长寿 2 回，本期一次建成。

站外边坡总长度 2150m，其中挖方边坡长 830m，主要分布于站址西侧及西南角，最大边坡高度约 48m，填方边坡长 1320m，主要位于站址东侧、南侧及北侧，最大边坡高度约 24m。

挖方边坡分级放坡，坡率为 1:0.75，单级坡高 8m，坡间设 2m 宽混凝土马道，坡面采用格构梁喷锚护坡，再使用抗侵蚀纤维绿化层进行防护，防护表面积为 20390m²。坡脚设置素混凝土仰斜式挡墙，坡顶设置截水沟，截排水沟总长 1200m，断面为 0.4m×0.4m，钢筋混凝土壁厚 100mm，砌筑量为 192m³。截排水沟的雨水排至截洪沟，最终排至站区东侧的茶园河。填方边坡分级放坡，坡率为 1:1，单级坡高 8m，坡间设 2m 宽混凝土马道，坡面采用植基袋植草进行防护，防护表面积为 29554m²。坡脚无抗滑桩处设置素混凝土护脚墙。

站区围墙外侧设置排水边沟，总长 1500m，断面为 0.6m×0.6m，混凝土壁厚 150mm，砌筑量为 472.5m³。

站区排水采用雨污分流，其中站内雨水管道采用 DN300~DN1000 钢筋混凝土排水管，同时站内设置雨水口及雨水算，共同构成了换流站雨水排水系统，站区雨水排水管总长 16030m，最终排至站区东侧的茶园河。

(6) 防排洪情况

受端换流站站址西侧靠山体，山体的山脊呈现南北走向，山脊向东发育有多个小型沟槽，站址呈南北长条形布置并占据多个沟槽，站址西侧受山洪影响。

站址西侧有 7 个坡面汇水区域，沿山洪影响侧于挖方边坡坡脚设置截洪沟，按百年一遇设计洪水流量进行设计。西南侧截洪沟分 2 段布设，断面为 1.0m×1.2m 的长 0.32km，断面为 1.0m×1.0m 的长 0.32km；西北侧截洪沟分 3 段布设，断面为 1.2m×1.4m 的长 0.50km，断面为 1.2m×1.2m 的长 0.40km，断面为 1.0m×1.0m 的长 0.40km。站区雨水排水管与截洪沟内雨水汇合后，继续通过截洪沟排至站址东侧茶园河，汇合后的截洪沟断面为 1.8m 1.8m，长 0.20km。截洪沟总长 2140m，钢筋混凝土壁厚 300mm，砌筑量为 2715.6m³。截洪沟内雨水最终通过 2 座八字式出水口排入站址东侧的茶园河。

(7) 进站道路

进站道路从站址北侧村道引接，采用沥青混凝土硬化路面，长 1.7km，路面宽 6.0m，两侧设 0.5m 宽路肩，按厂矿道路四级建设。进站道路最大挖方边坡高度约 26m，采用 1:1 分级放坡，坡面采取纤维绿化层护坡，表面积为 8600m²；最大填方边坡高

度约 23m，采用 1:0.75 加筋土分级放坡，坡面采取植基袋护坡，表面积为 15000m²。进站道路边坡坡顶与坡脚布设截排水沟，总长 2000m，断面为 0.4m×0.5m，素混凝土砌筑量为 400m³。

(8) 外接电源工程

受端换流站设置 3 回站用电源，其中 2 回引自站内，另 1 回从站外金凤 110kV 变电站 35kV 配电装置引接（金凤 110kV 变电站 35kV 配电装置基础及室内电缆沟前期已建成），架空线路长 4km，新建铁塔 9 基，电缆长 0.5km，沿线设置材料站 2 处，面积为 400m²/处，牵张场 2 处，面积为 2400m²/处，跨越场地 9 处，面积为 400m²/处，施工便道 2km，宽 1.5m。施工电源设置 2 回，I 回线路从 10kV 印西线 7-3#杆 T 接，架空线路长度约 0.5km，II 回线路从 10kV 凤金支线金西 9#杆 T 接，架空线路长度约 2km，新建杆塔共 45 基，沿线设置施工便道 1km，宽 1.5m。

(9) 供排水工程区

1) 站外供水系统

受端换流站用水主要由生活用水、场地浇洒用水、阀冷用水和消防用水组成，水源从两岔水厂 DN280 供水主管引接。输水管线采用 DN200 钢丝网骨架聚乙烯复合管埋地敷设，全长 4.5km。

2) 站外排水工程

受端换流站排水采用雨污分流，站区雨水通过 2 根站外雨水排水管排至截洪沟，最终通过八字式出水口排至东侧茶园河，排水管管径 DN1200，总长度 200m，末端设置八字式出水口；生活污水通过 1 根排水管排至西南侧的高嘴污水处理厂，排水管管径 DN100，长度 3000m，生产废水通过 1 根排水管排至高嘴污水处理厂，排水管管径 DN200，长度 3000m，生活污水排水管与生产废水排水管采用埋地平行敷设。

(10) 还建工程区

受端换流站建设过程中占用东侧原有农耕路，需对占用道路进行还建，长度 900m，道路采用混凝土路面，路面宽 3.0m。还建由建设单位实施，纳入本方案项目建设区。

(11) 施工生产生活区

在站外以租地形式另设施工生产生活区，根据站区周围土地利用及地形条件，施工生产生活区布置在站区北侧，用于项目部的办公及施工人员居住，以及施工设备临时周转场地、材料堆场等，施工生产生活区面积为 3.00hm²。

(12) 临时堆土区

在站外以租地形式布设一处临时堆土区，根据站区周围土地利用及地形条件，临时堆土区布置在站区北侧，用于表土临时堆存，临时堆土区面积为 4.00hm²。

受端换流站站址主要技术指标见下表。

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	站址用地面积	hm ²	47.76	永久占地面积 27.70hm ² ，临时占地 20.06hm ² 。
(1)	站区	hm ²	23.65	总征地面积 27.42hm ² ，其中站区征地面积为 23.65hm ² （包括围墙内占地面积 18.96hm ² ，围墙外边坡挡墙及截排水设施面积 4.69hm ² ），进站道路征地面积为 3.77hm ² 。
(2)	进站道路区	hm ²	3.77	进站道路从北侧村道引接，采用沥青混凝土硬化路面，道路长 1703.5m，路面宽 6m，两侧各设 0.5m 宽路肩，占地面积 3.77hm ² 。
(3)	外接电源工程区	hm ²	1.58	①站用电源 35kV 线路引自金凤 110kV 变电站，单回路架空线路长度 4km，电缆 0.5km。占地面积 1.33hm ² 。 ②施工电源 I 回线路从 10kV 印西线 7-3#杆 T 接，长度 0.5km，II 回线路从 10kV 凤金支线金西 9#杆 T 接，长度 2km。占地面积 0.25hm ² 。
(4)	供排水工程区	hm ²	11.22	①站用水源取自两岔水厂自来水，供水管管径 DN200，长度 4.5km。占地面积 6.08hm ² 。 ②站内雨水排水汇集后通过 2 根站外雨水排水管排至截洪沟，最终排至东侧茶园河，排水管管径 DN1200，总长度 200m，占地面积 0.37hm ² 。 ③生活污水通过 1 根排水管送至西南侧的高嘴污水处理厂，排水管管径 DN100，长度 3000m；生产废水通过 1 根排水管送至西南侧的高嘴污水处理厂，排水管管径 DN200，长度 3000m。生活污水排水管与生产废水排水管平行敷设。总占地面积 4.77hm ² 。
(5)	还建工程区	hm ²	0.54	还建道路长 900m，宽 3m。
(6)	施工生产生活区	hm ²	3.00	1 处，占地面积 3hm ² 。
(7)	临时堆土区	hm ²	4.00	1 处，占地面积 4hm ² 。
2	场地自然标高	m	386~460	1985 国家高程基准。
3	百年一遇洪水位	m	389.2	1985 国家高程基准。
4	站区设计标高	m	410.15	1985 国家高程基准
5	站址土石方（挖/填）	万 m ³	154.16/154.16	
6	站区围墙长度	m	2230	
7	站内总建筑面积	m ²	35836	
8	站内道路及广场面积	m ²	52000	
9	站区绿化	hm ²	8.08	

(5) 外接电源

受端接地极汇流装置区从附近 10kV 郭岳线 T 接 1 回电源至接地极汇流装置区内 10kV 终端杆，接地极电源引线采用架空线路，长度约 5km。

2.1.5 线路工程

2.1.5.1 线路路径方案

(1) $\pm 800\text{kV}$ 特高压直流线路

哈密-重庆 $\pm 800\text{kV}$ 特高压直流线路工程起自送端换流站，止于受端换流站，线路全长 2300.4km，途经新疆、甘肃、陕西、四川、重庆 5 个省级行政区。各省（直辖市）路径方案描述如下：

1) 新疆境内路径方案

本段线路起自哈密换流站出线后，向东南走线并穿越红山农场约 8km，进入伊吾县，继续向东南沿山边走线，至伊吾县苇子峡，继续向东南方向走线，依次跨越已建 110kV 淖幻线、10kV 苇子峡线风电支线、伊吾河、X115 县道、35kV 卓伊线后右转，沿着规划的伊吾通用机场东北方向走线，跨越能源公路后向东南方向走线，至伊吾县与伊州区县界处。线路进入伊州区境内，继续向东南方向翻越天山，后线路右转向南，至伊州区黑山峡东北。之后线路由北向南方向穿越唐华苦水东风电场，继续往南，穿越红柳沟后左转向东南走线，在 S22 梧驼高速东侧 3 公里处平行走线约 40km，线路跨越 G7 京新高速公路后，往东南走线，从矿区间隙穿越至新甘省界。

新疆境内方案线路长度约为 356.2km，途经新疆维吾尔自治区哈密市巴里坤哈萨克自治县、伊吾县、伊州区，第十三师新星市红山农场，共 2 个地（市）行政区，4 个县（区）行政区。

2) 甘肃境内路径方案

线路自甘肃省酒泉市肃北县马鬃山镇进入甘肃省境内，向东南走线至中节能下属马鬃山饮马峡风电场 D 区东北，由此右转向西南至肃北县和瓜州县县界。进入瓜州县后向西南方向走线，进入瓜州县华润电力桥湾第一风场范围，线路穿越风场向南走线，跨越 G312 国道后右转向西走线，一档钻越 $\pm 1100\text{kV}$ 昌吉-古泉线路、 $\pm 800\text{kV}$ 哈密-郑州线路、 $\pm 800\text{kV}$ 酒泉-湖南线路后左转向南，左转向东南走线，进入玉门市。进入玉门市后与三回已建特高压平行走线，抵达玉门市和金塔县县界。进入金塔县后继续向东走线，跨越嘉策铁路后进入肃州区，在金塔、肃州县界转向东南，跨越酒嘉绕城高速公路后进入嘉峪关市，后又进入肃州区，线路向东北跨越 G213 国道、酒额铁路后进入张掖市高台县。

线路进入张掖市高台县境内后，向东北方向走线到达正谷滩南侧，向东南方向走线，进入临泽县境内。临泽县境内向东走线，由青石岩北侧进入甘州区。甘州区境内向东南方向走线，跨越 750kV 泉甘 I 线进入山丹县境内。山丹县境内继续向东南方向走线，后向东与已建的 $\pm 1100\text{kV}$ 吉泉线平行走线，跨越规划的兰张高铁和兰新铁路后继续向东南走线，进入金昌市永昌县境内。

线路进入金昌市永昌县境内后，沿东南方向平行已建的 $\pm 1100\text{kV}$ 吉泉线，跨越 G570 国道，线路往东北走线至董家庄西南侧进入武威市民勤县。

线路进入武威市后，在民勤县境内走线，向东南进入凉州区境内，继续向东南与已建的 $\pm 1100\text{kV}$ 吉泉线平行走线，在西靖镇东侧与已建的 $\pm 800\text{kV}$ 酒湖线平行走线，至武威市古浪县与白银市景泰县县界。

线路进入白银市景泰县后，全线与 $\pm 800\text{kV}$ 酒湖线并行走线，至兰州市皋兰县县界。

线路进入兰州市皋兰县继续向东南方向走线，并行 $\pm 800\text{kV}$ 酒湖线进入榆中县，后跨越 750kV 东白一线，进入定西市安定区。

线路在安定区平行 ± 800 千伏酒湖线沿东南方向架设，从康家庄北侧跨越省道 227 后继续向南架设，从阴家湾北侧向西南方向至定西市陇西县境内。随后继续向南进入天水市武山县境内。线路进入天水市武山县后，向东南方向架设进入甘谷县，在甘谷县境内与已建酒湖线并行由西北向东南走线，避让甘谷县境内多个矿区后进入天水市秦州区。线路在秦州区由北向南走线，进入陇南市礼县。

线路在礼县由北向南走线，依次跨越 G247 国道、西汉水后进入陇南市西和县。在西和县境内继续由北向南走线，跨越 G567 国道与 G7011 十天高速公路后至西和县与成县县界。成县境内在 $\pm 800\text{kV}$ 青豫线西侧平行走线，在成县谭河乡跨越西汉水（成县与康县县界）后进入康县，此后线路与青豫直流分开走线，之后向南进入陕西省汉中市略阳县境内。

甘肃境内方案线路长度约为 1506.9km，途经甘肃省酒泉市肃北县、瓜州县、玉门市、金塔县、肃州区；嘉峪关市；张掖市高台县、肃南裕固族自治县、临泽县、甘州区、山丹县；金昌市永昌县；武威市民勤县、凉州区、古浪县；白银市景泰县；兰州市皋兰县、榆中县；定西市安定区、陇西县、通渭县；天水市甘谷县、武山县、秦州区；陇南市礼县、西和县、成县、康县，共 10 个地（市）行政区，27 个县（区）行政区。

3) 陕西境内路径方案

线路在大南峪乡东南侧进入陕西省汉中市略阳县境内，在略阳县郭镇向南走线，再次进入甘肃省康县，出康县后向南进入陕西汉中宁强县，向南走至川陕省界处。

陕西省境内方案线路长度约为 76km，途经陕西省汉中市略阳县、宁强县，1 个地（市）行政区，2 个区（县）级行政区。

4) 四川境内路径方案

四川境内线路从朝天区北侧四川省和陕西省省界向西南方向走线，到达两河口西侧后线路左转避让二级水源保护地和朝天岩溶王国省级地质公园后右转继续向南走线，随后进入旺苍县境内。跨越拟建 S5 扩容高速后继续向南，在窝窝山左转避让盆中城市饮用水源保护红线后向西南方向走线，随后右转依次跨越 110kV 洪桅一二线、110kV 旺代线、110kV 旺匡线，继续向东南方向在龙凤镇西侧左转进入苍溪县。线路向南平行 S17 南江至盐亭高速公路走线，左转到达南充市境内。

线路进入阆中市，跨越亭子口-达州 500kV 线路后左转进入仪陇县。继续向南走线跨越规划的阆北-马鞍 220 千伏线路，右转跨越规划的仪陇-马鞍 220 千伏线路，继续向东南方向进入蓬安县，继续向南走线到达水泉村，随后进入南充市。

线路起自南充市高坪区向南走线，进入岳池县。线路向南穿越岳池县响水滩水库水源地准保护区后，跨越 110kV 莲双线，随后向东南方向走线跨越长滩寺河，进入武胜县。进入武胜县境内，线路向南跨越 220kV 贺武线、S40 广泸高速、红星水库和 220kV 铜武线，随后继续向南进入重庆市合川区。

四川境内线路长度约为 298.9km，途经四川省广元市朝天区、旺苍县、苍溪县，南充市阆中市、仪陇县、蓬安县、高坪区，广安市岳池县、武胜县，3 个地（市）行政区，9 个区（县）级行政区。

4) 重庆境内路径方案

重庆境内线路整体呈西北-东南走向，线路自四川省广安市武胜区平竹村进入重庆市合川区，继续往东南方向走线，钻越拟建 ±800kV 金上直流线路后，经龙市镇、涑滩古镇、小沔镇，跨越渠江，经狮滩镇、清平镇、三汇镇，先后跨越 G85 银昆高速公路、220kV 思星东西线、220kV 双思线、G244 国道、渝襄铁路等设施后进入北碚区，继续向东南方向走线，经北碚金刀峡旅游集散中心南侧折向东后进入渝北区，线路向东穿越南天门森林公园，经茨竹镇、兴隆镇，跨越国道 G210、南北大道，穿越四五水库二级水源地，在大湾镇草米岩村附近进入受端换流站。

重庆境内线路长度约为 62.4km，途经重庆市合川区、北碚区、渝北区，共计 3 个区（县）级行政区。

（2）接地极线路

1）送端接地极线路

送端接地极线路长 135.0km，途经新疆维吾尔自治区哈密市巴里坤哈萨克自治县、伊吾县，共计 1 个地级市行政区、2 个县级行政区。

线路从送端换流站向西南方向出线后，转向东南钻越同期 $\pm 800\text{kV}$ 哈密-重庆特高压直流线路，沿着 G331 国道南侧和三塘湖-淖毛湖 220kV 线路北侧走线约 58km，在牛圈湖附近钻越三塘湖-淖毛湖 220kV 线路继续向东南走线，从淖毛湖风电场南侧避让风电场后，最终至送端接地极极址。

2）受端接地极线路

受端接地极线路长 60.0km，途经重庆市合川区、北碚区、渝北区，共计 3 个区（县）级行政区。

线路从受端换流站向西出线后，平行本工程直流线路并在直流线路南侧向西走线，穿越南天门市级森林公园进入北碚区境内，经二汇村、堰口村、小桥村并穿越金刀峡自然保护区实验区和金刀峡市级森林公园后向北走线，经板沟村、大井村后进入合川区境内，随即钻越本工程直流线路并沿直流线路北侧向西平行走线，在老龙村西侧与直流线路分开向东北方向走线，经田家院子、斜坝村后在双门村附近钻越拟建金上-湖北 $\pm 800\text{kV}$ 直流线路，经黄楠村、黑石村后接入受端接地极极址。

(3) 迁改线路

本工程迁改线路情况汇总详见下表。

表 2.1-4 迁改线路汇总表

序号	行政区			线路名称	迁改长度 (km)	新建塔基 数(基)
	省	市	县			
1	甘肃省	酒泉市	瓜州县	±110kV 吉泉线	0.4	2
2				±800kV 哈郑线	0.4	2
3			金塔县	330kV 八雄线	9.5	26
4			肃州区	330kV 泉湖 I、II 线	0.8	3
5		张掖市	山丹县	750kV 河泉一线	0.9	3
6		金昌市	永昌县	750kV 武河一线	0.9	3
7		张掖市	山丹县	110kV 山马牵线	0.15	2
8		金昌市	永昌县	110kV 上气二线	0.9	3
9		武威市	古浪县	110kV 古压一回线路	1.0	4
10		兰州市	皋兰县	220kV 龙大一回线路	2.1	7
11		白银市	景泰县	750kV 武白一、二同塔双回线路	2.5	8
12		定西市	安定区	750kV 东凉同塔双回线路	6.5	17
13				330kV 定纪 II 回线路	1.8	5
14	陕西省	汉中市	宁强县	110kV 燕子砭牵 T 接线路	0.5	1
15	四川省	广元市	旺苍县	110kV 洪桅一线、110kV 洪桅二线	0.4	2
16	合计				31.4	93

2.1.5.2 线路长度、地形及杆塔数量

本工程直流线路路径总长 2300.4km，其中北方风沙区 1336.2km，西北黄土高原区线路路径长度 375.4km，西南紫色土区线路路径 588.8km。直流线路共新建杆塔 4529 基。

接地极线路总长 195.0km，其中送端接地极线路 135.0km，全部位于北方风沙区境内；受端接地极线路 60.0km，全部位于西南紫色土区境内。接地极线路均为独立塔架设，新建杆塔共计 518 基。

迁改线路总长为 31.4km，新建杆塔 93 基。

线路工程沿线各行政区域内线路长度、地形及杆塔情况详见下表。

表 2.1-5 沿线各市（县、区）路径分段长度及杆塔分布表

序号	行政区	线路长度 (km)				塔基数量 (基)						
		北方风沙区	西北黄土高原区	西南紫色土区	合计	北方风沙区		西北黄土高原区		西南紫色土区		合计
						直线塔	转角、耐张及跨越塔	直线塔	转角、耐张及跨越塔	直线塔	转角、耐张及跨越塔	
一	±800kV 直流线路工程	1336.2	375.4	588.8	2300.4	2299	339	533	198	745	415	4529
1	新疆维吾尔自治区	356.2			356.2	627	77					704
1.1	哈密市	348.2			348.2	613	75					688
	巴里坤哈萨克自治县	51.5			51.5	87	12					99
	伊吾县	148.0			148.0	289	31					320
	伊州区	148.7			148.7	237	32					269
1.2	第十三师新星市	8.0			8.0	14	2					16
	红山农场	8.0			8.0	14	2					16
2	甘肃省	980.0	375.4	151.5	1506.9	1672	262	533	198	179	111	2955
2.1	酒泉市	402.6			402.6	675	98					773
	肃北县	141.5			141.5	231	29					260
	瓜州县	47.3			47.3	82	13					95
	玉门市	126.0			126.0	220	26					246
	金塔县	35.1			35.1	60	9					69
	肃州区	52.7			52.7	82	21					103
2.2	嘉峪关市	6.0			6.0	9	2					11
2.3	张掖市	296.5			296.5	524	72					596
	高台县	96.0			96.0	172	20					192
	肃南裕固族自治县	11.7			11.7	24	1					25
	临泽县	59.9			59.9	108	10					118
	甘州区	46.3			46.3	73	16					89
	山丹县	82.6			82.6	147	25					172
2.4	金昌市	120.9			120.9	209	32					241
	永昌县	120.9			120.9	209	32					241

2 项目概况

序号	行政区	线路长度 (km)				塔基数量 (基)						
		北方风沙区	西北黄土高原区	西南紫色土区	合计	北方风沙区		西北黄土高原区		西南紫色土区		合计
						直线塔	转角、耐张及跨越塔	直线塔	转角、耐张及跨越塔	直线塔	转角、耐张及跨越塔	
2.5	武威市	154			154	255	58					313
	民勤县	3			3	6	1					7
	凉州区	51			51	78	30					108
	古浪县	100			100	171	27					198
2.6	白银市		45.7		45.7			67	12			79
	白银区		5.7		5.7			5				5
	景泰县		40		40			62	12			74
2.7	兰州市		117.9		117.9			169	67			236
	皋兰县		80.8		80.8			98	56			154
	榆中县		37.1		37.1			71	11			82
2.8	定西市		134.2		134.2			182	67			249
	安定区		77.6		77.6			103	43			146
	陇西县		29.4		29.4			38	12			50
	通渭县		27.2		27.2			41	12			53
2.9	天水市		77.6		77.6			115	52			167
	武山县		13.1		13.1			23	8			31
	甘谷县		38.3		38.3			58	25			83
	秦州区		26.2		26.2			34	19			53
2.10	陇南市			151.5	151.5					179	111	290
	礼县			23.2	23.2					28	12	40
	西和县			64.3	64.3					92	50	142
	成县			30	30					28	23	51
	康县			34	34					31	26	57

2 项目概况

序号	行政区	线路长度 (km)				塔基数量 (基)						
		北方风沙区	西北黄土高原区	西南紫色土区	合计	北方风沙区		西北黄土高原区		西南紫色土区		合计
						直线塔	转角、耐张及跨越塔	直线塔	转角、耐张及跨越塔	直线塔	转角、耐张及跨越塔	
3	陕西省			76	76					92	62	154
3.1	汉中市			76	76					92	62	154
	略阳县			20.4	20.4					24	17	41
	宁强县			55.6	55.6					68	45	113
4	四川省			298.9	298.9					394	197	591
4.1	广元市			109.1	109.1					119	88	207
	朝天区			25.0	25.0					34	25	59
	旺苍县			46.2	46.2					58	42	100
	苍溪县			37.9	37.9					27	21	48
4.2	南充市			134.6	134.6					193	77	270
	阆中市			21.0	21.0					23	14	37
	仪陇县			45.0	45.0					65	29	94
	蓬安县			54.6	54.6					84	26	110
	高坪区			14.0	14.0					21	8	29
4.3	广安市			55.2	55.2					82	32	114
	岳池县			32.5	32.5					48	19	67
	武胜县			22.7	22.7					34	13	47
5	重庆市			62.4	62.4					80	45	125
5.1	合川区			32.8	32.8					43	23	66
5.2	北碚区			16.0	16.0					20	12	32
5.3	渝北区			13.6	13.6					17	10	27
二	接地极线路	135.0		60.0	195.0	308	34			107	69	518
1	新疆维吾尔自治区	135.0			135.0	308	34					342
1.1	哈密市	131.0			131.0	300	34					334
	巴里坤哈萨克自治县	55.2			55.2	127	13					140
	伊吾县	75.8			75.8	173	21					194

2 项目概况

序号	行政区	线路长度 (km)				塔基数量 (基)						
		北方风沙区	西北黄土高原区	西南紫色土区	合计	北方风沙区		西北黄土高原区		西南紫色土区		合计
						直线塔	转角、耐张及跨越塔	直线塔	转角、耐张及跨越塔	直线塔	转角、耐张及跨越塔	
1.2	第十三师新星市	4.0			4.0	8						8
	红山农场	4.0			4.0	8						8
2	重庆市			60.0	60.0					107	69	176
2.1	合川区			31.3	31.3					57	38	95
2.2	北碚区			15.0	15.0					25	13	38
2.3	渝北区			13.7	13.7					25	18	43
三	迁改线路	15.7	14.8	0.9	31.4	20	28	13	29		3	93
1	甘肃省	15.7	14.8	0.0	30.5	20	28	13	29		0	90
1.1	酒泉市	11.6			11.6	20	13					33
	瓜州县	0.8			0.8	0	4					4
	金塔县	10.0			10.0	20	6					26
	肃州区	0.8			0.8	0	3					3
1.2	张掖市	1.2			1.2	0	5					5
	山丹县	1.2			1.2	0	5					5
1.3	金昌市	1.9			1.9	0	6					6
	永昌县	1.9			1.9	0	6					6
1.4	武威市	1			1		4					4
	古浪县	1			1		4					4
1.5	白银市		4.6		4.6			4	11			15
	景泰县		4.6		4.6			4	11			15
1.6	兰州市		6.5		6.5			5	12			17
	皋兰县		6.5		6.5			5	12			17
1.7	定西市		1.8		1.8			2	3			5
	安定区		1.8		1.8			2	3			5
1.8	天水市		1.9		1.9			2	3			5
	甘谷县		1.9		1.9			2	3			5

2 项目概况

序号	行政区	线路长度 (km)				塔基数量 (基)						
		北方风沙区	西北黄土高原区	西南紫色土区	合计	北方风沙区		西北黄土高原区		西南紫色土区		合计
						直线塔	转角、耐张及跨越塔	直线塔	转角、耐张及跨越塔	直线塔	转角、耐张及跨越塔	
2	陕西省			0.5	0.5						1	1
2.1	汉中市			0.5	0.5						1	1
	宁强县			0.5	0.5						1	1
3	四川省			0.4	0.4						2	2
3.1	广元市			0.4	0.4						2	2
	旺苍县			0.4	0.4						2	2
四	合计	1486.9	390.2	649.7	2526.8	2627	401	546	227	852	487	5140

2.1.5.3 杆塔型式

本工程线路工程杆塔型式均为自立铁塔，包括直线塔，转角塔、耐张和跨越塔。塔基永久占地按照杆塔根开（考虑双回路杆塔主柱宽度）外扩 2m 计列，塔基临时施工场地按照山丘区杆塔根开外扩 14m 范围扣除永久占地计列，平原区按杆塔根开外扩 20m 范围扣除永久占地计列。本工程线路工程使用杆塔型式及占地面积详见下表，各省杆塔占地面积详细情况详见附表 3。

表 2.1-6 ±800kV 直流线路工程使用杆塔型式及占地面积范围表

序号	项目名称	北方风沙区		西南紫色土区		西北黄土高原区	
		双极架设（一般线路）		双极架设（一般线路）		双极架设（一般线路）	
		直线塔	耐张、转角及跨越塔	直线塔	耐张、转角及跨越塔	直线塔	耐张、转角及跨越塔
一	新疆维吾尔自治区						
1	永久占地						
	基础根开（m）	9.0~19.0	12.2~15.8				
	主柱宽（m）	1.0~1.4	1.4~2.2				
	塔基永久占地面积（m ² ）	151~462	250~404				
2	塔基施工场地（m ² ）	439~1058	533~1048				
二	甘肃省						
1	永久占地						
	基础根开（m）	8.8~22.8	12.4~20.1	7.6~34.5	11.9~29.1	11.2~22.8	13.7~19.8
	主柱宽（m）	1.0~1.8	1.4~2.4	1.0~1.8	1.4~2.8	1.0~1.8	1.4~2.2
	塔基永久占地面积（m ² ）	143~707	261~600	112~1467	234~1149	207~707	299~576
2	塔基施工场地（m ² ）	531~1464	649~1380	493~1268	624~1145	881~1464	1092~1360
三	陕西省						
1	永久占地						
	基础根开（m）			9.0~18.0	12.0~19.0		
	主柱宽（m）			1.0~1.4	1.8~2.2		
	塔基永久占地面积（m ² ）			144~458	250~538		
2	塔基施工场地（m ² ）			532~795	638~846		

2 项目概况

序号	项目名称	北方风沙区		西南紫色土区		西北黄土高原区	
		双极架设（一般线路）		双极架设（一般线路）		双极架设（一般线路）	
		直线塔	耐张、转角及跨越塔	直线塔	耐张、转角及跨越塔	直线塔	耐张、转角及跨越塔
四	四川省						
1	永久占地						
	基础根开（m）			10.3~22.8	13.3~21.7		
	主柱宽（m）			1.5~1.6	1.9~2.1		
	塔基永久占地面积（m ² ）			189~692	301~663		
2	塔基施工场地（m ² ）			581~933	682~917		
五	重庆市						
1	永久占地						
	基础根开（m）			9.5~34.0	11.2~22.4		
	主柱宽（m）			1.2~2.0	1.4~2.4		
	塔基永久占地面积（m ² ）			233~1414	467~574		
2	塔基施工场地（m ² ）			624~1249	801~867		

表 2.1-7 接地极线路使用杆塔型式及占地面积范围表

序号	项目名称	北方风沙区		西南紫色土区	
		直线塔	耐张、转角及 跨越塔	直线塔	耐张、转角及 跨越塔
一	新疆维吾尔自治区				
1	永久占地				
	基础根开 (m)	4.7~9.1	6.5~8.5		
	主柱宽 (m)	1.0~1.0	1.0~1.0		
	塔基永久占地面积 (m ²)	59~146	90~132		
2	塔基施工场地 (m ²)	200~300	300~400		
二	重庆市				
1	永久占地				
	基础根开 (m)			4.13~11.0	5.5~10.5
	主柱宽 (m)			1.0~1.0	1.0~1.4
	塔基永久占地面积 (m ²)			91~182	127~139
2	塔基施工场地 (m ²)			200	300

表 2.1-8 迁改线路使用杆塔型式及占地面积统计表

序号	项目名称	北方风沙区										西北黄土高原区								西南紫色土区					
		±110kV		±800kV		750kV		330kV		220kV		110kV		110kV		220kV		330kV		750kV		110kV	750kV		
		直线塔	耐张、转角及跨越塔	直线塔	耐张、转角及跨越塔	直线塔	耐张、转角及跨越塔	直线塔	耐张、转角及跨越塔	直线塔	耐张、转角及跨越塔	直线塔	耐张、转角及跨越塔	直线塔	耐张、转角及跨越塔	直线塔	耐张、转角及跨越塔	直线塔	耐张、转角及跨越塔	直线塔	耐张、转角及跨越塔	耐张、转角及跨越塔	耐张、转角及跨越塔		
一	甘肃省																								
1	永久占地																								
	基础根开 (m)	20~25		18~22		20.0~20.0	6.0~10.0	8.0~10.0		7.3		6.7~7.5	6.0~7.5	6.0~7.5	6.0~6.4	7.2~9.8	6.5~7.5	9.6~11.8	9.8~20.5	14.76~23.1	6.7~7.5	20.0~20.0			
	主柱宽 (m)	1.6~2.4		1.4~2.2		1.6~1.8	0.6~1.0	0.8~1.4		1.2		1.2~1.6	1.2~1.4	1.2~1.4	0.8~1.0	1.2~1.4	1.2~1.6	1.4~1.8	1.4~1.6	1.8~2.2	1.2	1.6~1.8			
	塔基永久占地面积 (m ²)	600~900		480~700		557~566	74~169	117~180		102		98.0~115	85~119	85~119	77~88	108~173	94~123	170~243	174~581	91~745	98~115	557~566			
2	塔基施工场地 (m ²)	1200		1200		1000	600	800		500		600	400	500	400	500	500	600	700	800	600	1000			
二	陕西省																								
1	永久占地																								
	基础根开 (m)													6.0~7.6											
	主柱宽 (m)													1.0~1.6											
	塔基永久占地面积 (m ²)													81~125											
2	塔基施工场地 (m ²)												500												
三	四川省																								
1	永久占地																								
	基础根开 (m)																					5.0~5.0			
	主柱宽 (m)																					1.2~1.2			
	塔基永久占地面积 (m ²)																					67~67			
2	塔基施工场地 (m ²)																					500			

2.1.5.4 基础结构型式

根据线路工程沿线的地质条件、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，本工程主要采用挖孔基础、直柱板式基础、岩石嵌固基础、岩石锚杆基础、灌注桩基础、嵌岩桩基础和山地微型桩基础，本工程线路使用的基础型式及适用范围一览表见下表，输电线路工程位于山丘区的基础全部采用不等高基础结构设计。

输电线路基础型式、尺寸及土石方量一览表详见下表。

表 2.1-9 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	挖孔基础	以人工开挖机孔并采用钢筋混凝土护壁进行支撑保护，浇筑基础，施工操作简单，占地面积小，土石方开挖量小，弃土量较少，对环境的影响较小，工程造价较低。	适用于无地下水或地下水较少的黏土、粉质黏土，含少量的砂、砂卵石、浆结石的黏层
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	岩石嵌固基础	使基础底部嵌固于基岩中，充分利用岩石的抗剪性能，以达到提高基础抗拔能力的目的。该基础具有适用范围广、工程量小、材料消耗低、施工方便等优点，在以往设计的线路工程中已大量使用，具有成熟的设计、施工、运行经验。	在强风化硬质岩石及中风化岩石地基上的所有直线塔及耐张转角塔推荐采用岩石嵌固式基础。
4	岩石锚杆基础	以细石混凝土和锚杆灌注于钻凿成型的岩孔内的锚杆基础，具有开挖量少、节省混凝土、工程造价低的优越性	岩石锚杆基础适用于直接建在基岩上的柱基，以及承受拉力或水平力较大的塔位
5	灌注桩基础	钻孔灌注桩是一种深基础型式，安全系数高，不会产生不均匀沉降，可以避免地震砂土液化问题，施工土方量小，机械化程度高，但施工费用相对较高。	主要用于砂土类地基或地下水位较浅且地基承载力较差以及受洪水影响的塔位。
6	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。
7	山地微型桩基础	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。

表 2.1-10 ±800kV 直流线路工程基础型式、尺寸及土石方量一览表

行政区	主要技术指标		基础型式						
			岩石嵌固基础	挖孔基础	直柱板式基础	灌注桩基础	岩石锚杆基础	嵌岩桩基础基础	山地微型桩基础
新疆维吾尔自治区	底宽/桩径 (m)			1.0~2.2	3.6~7.1		2.2~2.2	1.2~1.6	
	埋深 (m)			7.0~25.0	4.0~5.0		9.0~9.0	6.0~12.0	
	北方风沙区	挖方 (m ³)		22.0~380.0	338.6~1656.2		136.8~136.8	27.1~96.5	
		填方 (m ³)		0	237.0~1325.0		13.7~13.7	2.7~9.6	
		利用方 (m ³)		26.6~380.0	101.6~331.2		123.1~123.1	24.4~86.9	
	基础数 (基)		525	156		8	15		
甘肃省	底宽/桩径 (m)		1.2~2.2	1.0~2.8	3.7~9.3	1.0~2.4	1.1~3.0		1.1~1.2
	埋深 (m)		6.5~9.0	6.5~26	4.0~5.6	10~35	2.4~6.0		4.5~5.0
	北方风沙区	挖方 (m ³)	29.4~136.8	29.4~380.1	256.0~1729.8	38.0~633.3	31.1~216.0		
		填方 (m ³)	23.5~109.4	0	217.6~1470.3	0~192.0	0		
		利用方 (m ³)	5.9~27.4	29.4~380.1	38.4~259.5	38.0~441.3	31.1~216.0		
		基础数 (基)	12	1127	302	418	75		
	西北黄土高原区	挖方 (m ³)		20.4~597.2		31.4~542.9	17.1~188.16		17.1~22.6
		填方 (m ³)		0		0	0		0
		利用方 (m ³)		20.4~597.2		31.4~542.9	17.1~188.16		17.1~22.6
		基础数 (基)		630		13	44		44
	西南紫色土区	挖方 (m ³)		29.4~640.1					
		填方 (m ³)		0					
		利用方 (m ³)		29.4~640.1					
基础数 (基)			290						

行政区	主要技术指标		基础型式						
			岩石嵌固基础	挖孔基础	直柱板式基础	灌注桩基础	岩石锚杆基础	嵌岩桩基础基础	山地微型桩基础
陕西省	底宽/桩径 (m)			1.0~2.2			1.2~1.4		
	埋深 (m)			7.0~15.5			3.5~4.0		
	西南紫色土区	挖方 (m ³)		22.0~235.6			15.8~24.6		
		填方 (m ³)		0			12.6~19.7		
		利用方 (m ³)		22.0~235.6			3.2~4.9		
		基础数 (基)		147			7		
四川省	底宽/桩径 (m)			1.0~3.0	5.0~9.2	6.5~18	2.2~3.4		
	埋深 (m)			6.0~18.0	4.5~5.0	0.4~1.8	2.0~4.0		
	西南紫色土区	挖方 (m ³)		27.1~508.7	648.0~2039.2	6.28~674.8	45.6~108.9		
		填方 (m ³)		0	518.4~1835.3	0~512	36.5~87.1		
		利用方 (m ³)		27.1~508.7	129.6~611.8	6.28~162.77	9.1~21.8		
		基础数 (基)		529	12	15	35		
重庆市	底宽/桩径 (m)			1.2~2.4	5.0~6.5	1.4~1.8	2.8~3.4		
	埋深 (m)			6.0~15.0	4.5~5.0	12.0~16.0	2.0~3.0		
	西南紫色土区	挖方 (m ³)		32.8~318.6	691.9~1312.2	73.9~162.8	64.3~150.8		
		填方 (m ³)		0	609.9~1125.8	0	32.2~76.5		
		利用方 (m ³)		32.8~318.6	82.0~186.4	73.9~162.8	32.1~74.3		
		基础数 (基)		108	7	1	9		

表 2.1-11 接地极线路使用基础型式、尺寸及土石方量一览表

行政区	主要技术指标		基础型式		
			挖孔基础	直柱板式基础	灌注桩基础
新疆维吾尔自治区	底宽/桩径 (m)		1.0~1.0	2.4~5.0	
	埋深 (m)		2.4~8.5	2.4~4.0	
	北方风沙区	挖方 (m ³)	7.5~26.7	55.3~400.0	
		填方 (m ³)	0	38.7~280.0	
		利用方 (m ³)	7.5~26.7	16.6~120.0	
		基础数 (基)	39	303	
重庆市	底宽/桩径 (m)		1.0~1.4	2.6~3.2	1.0~1.2
	埋深 (m)		4.5~7.5	2.2~3.0	8.0~12.0
	西南紫色土区	挖方 (m ³)	27.7~94.2	155.2~461.3	25.1~54.3
		填方 (m ³)	0	139.5~429.9	0
		利用方 (m ³)	27.7~94.2	15.7~31.4	25.1~54.3
		基础数 (基)	161	10	5

表 2.1-12 迁改线路使用基础型式、尺寸及土石方量一览表

行政区	主要技术指标		基础型式	
			挖孔基础	直柱板式基础
甘肃省	底宽/桩径 (m)		1.2~2.6	3.3~12.0
	埋深 (m)		5.8~16.0	3.0~5.0
	北方风沙区	挖方 (m ³)	26.2~339.6	129.6~2880.0
		填方 (m ³)	0.0~0.0	103.7~2450.0
		利用方 (m ³)	26.2~339.6	25.9~430.0
		基础数 (基)	14	35
	西北黄土高原区	挖方 (m ³)	29.4~339.6	
		填方 (m ³)	0.0~0.0	
		利用方 (m ³)	29.4~339.6	
		基础数 (基)	41	
陕西省	底宽/桩径 (m)		1.0~1.4	
	埋深 (m)		9.0~12.0	
	西南紫色土区	挖方 (m ³)	28.3~73.9	
		填方 (m ³)	0	
		利用方 (m ³)	28.3~73.9	
		基础数 (基)	1	
四川省	底宽/桩径 (m)		1.2~1.2	
	埋深 (m)		7.0~7.0	
	西南紫色土区	挖方 (m ³)	10.18~10.18	
		填方 (m ³)	0	
		利用方 (m ³)	10.18~10.18	
		基础数 (基)	2	

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，本工程线路工程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				
	新疆维吾尔自治区	甘肃省	陕西省	四川省	重庆市
一、直流线路	51	695	27	459	207
±800kV 线路		1			
750kV 线路		10			
500kV 线路		4	1	5	
330kV 线路		41			
220kV 线路	6	5		9	5
110kV 线路	4	29	3	20	2
接地极线路	1				2
铁路(含待建)	2	12	1	6	2
高速公路	3	20	1	11	2
等级公路	16	52	1	23	11
一般公路	4	457	18	368	157
河流	14	41	1	9	6
油气管道	1	23	1	8	20
二、接地极线路	23				144
220kV 线路	5				2
110kV 线路	1				3
铁路					3
高速公路					2
等级公路	1				4
一般公路					124
河流	15				6
35kV 线路	1				
三、迁改线路		5			
110kV 线路		2			
等级公路		2			
35kV 线路		1			
四、合计	74	700	27	459	351

2.2 施工组织

2.2.1 施工场地布设

(1) 送端换流站

1) 施工生产生活区

施工场地主要用以堆放土建施工阶段的砂石、砖、钢筋、模板等材料，木工和钢筋加工场，以及安装阶段的构支架和电气设备材料堆场等。送端换流站在站区北侧布置施工生产生活区，施工生产区包含机械设备、材料、仓库等，施工生活区主要布置项目部的办公及施工人员居住设施。施工生产生活区占地面积 6.00hm^2 。

2) 临时堆土区

送端换流站临时堆土区共 2 处，其中站区内西南侧设置 1 处，施工生产生活区内设置 1 处。

送端换流站在站区内西南侧设置 1 个面积约为 2.00hm^2 的临时堆土区用于堆放无法及时回填的其他土石方，堆高按 3m 考虑（单个堆土场尺寸：长 \times 宽 \times 高= $150\text{m}\times 150\text{m}\times 3.0\text{m}$ ，堆土坡度为 1:1）。堆土边界设置填土袋拦挡，填土袋成“品”字分层堆砌成环状，填土袋拦挡断面为梯形（梯形断面尺寸：上底宽 \times 下底宽 \times 高= $1\text{m}\times 2\text{m}\times 1.5\text{m}$ ），堆土坡顶、坡面采用密目网苫盖，密目网边缘用填土袋压实。

送端换流站东北侧的施工生产生活区内设置 1 个面积约为 0.5hm^2 的临时堆土区用于堆放无法及时回填的其他土石方，堆高按 3m 考虑，临时堆土外侧采用填土袋拦挡，填土袋成“品”字分 2 层堆砌成环状，填土袋为立方体（立方体尺寸：长 \times 宽 \times 高= $0.6\text{m}\times 0.4\text{m}\times 0.2\text{m}$ ），临时堆土采用密目网苫盖，密目网边缘用填土袋压实。

3) 供排水工程区

站外供水管线管径 DN200，全长 15.0km，为地埋铺设，地埋管道平均挖深 2.0m，管槽底部宽度 2.0m，边坡比 1:0.5，施工作业带宽度按 13.5m 计。

站外排水管线管径 DN1350，长度 100m，为地埋铺设，站外排水管位于站区征地红线内，占地面积、土石方挖填量计入站区，不单独计列。

送端换流站供排水工程施工参数见下表。

表 2.2-1 送端换流站供排水工程施工参数一览表

项目	长度 (km)	管径/尺寸	开挖施工					宽度 (m)	面积 (hm^2)
			坡比	挖深 (m)	底宽 (m)	上口宽 (m)	开挖量 (万 m^3)		
供水管线	15.0	DN200	1:0.5	2	2	4	9.00	13.5	20.25

(2) 送端接地极

送端接地极采用圆形浅埋沟型布置，汇流装置区施工场地利用围墙内空地，电极电缆开挖土石方堆放于沟道一侧；电极施工临时占地宽度按 33m 布置，电缆施工临时占地宽度按 16m 布置，施工场地布置充分考虑了临时堆土区和施工作业区的宽度。

(3) 受端换流站

1) 施工生产生活区

施工场地主要用以堆放土建施工阶段的砂石、砖、钢筋、模板等材料，木工和钢筋加工场，以及安装阶段的构支架和电气设备材料堆场等。受端换流站在站区北侧布置施工生产生活区，施工生产区包含机械设备、材料、仓库等，施工生活区主要布置项目部的办公及施工人员居住设施。施工生产生活区占地面积 3.00hm²。

2) 供排水工程区

站用供水管管径 DN200，长度 4.5km，采取埋地敷设，敷设管道按梯形断面开挖，挖深 2.0m，底宽 2.0m，边坡比 1:0.5，施工作业带宽度按 4m 计，堆土临时用地宽度按 5.5m 计。

站外雨水排水管管径 DN1200，长度 0.2km，采取埋地敷设，敷设管道按梯形断面开挖，挖深 4.0m，底宽 2.5m，边坡比 1:0.5，施工作业带宽度按 4m 计，堆土临时用地宽度按 8.0m 计。

生活污水排水管管径 DN100，生产废水排水管管径 DN200，两根排水管采取埋地平行敷设，长度 3.0km，敷设管道按梯形断面开挖，挖深 3.0m，底宽 2.2m，边坡比 1:0.5，施工作业带宽度按 4m 计，堆土临时用地宽度按 6.7m 计。

受端换流站供排水工程施工参数见下表。

表 2.2-2 受端换流站供排水工程施工参数一览表

项目	长度 (km)	管径/尺寸	开挖施工					宽度 (m)	面积 (hm ²)
			坡比	挖深 (m)	底宽 (m)	上口宽 (m)	开挖量 (万 m ³)		
站外供水管	4.5	DN200	1:0.5	2	2	4	2.70	13.5	6.08
站外排水管(雨水)	0.2	DN1200	1:0.5	4	2.5	6.5	0.36	18.5	0.37
站外排水管(生活污水 与生产废水)	3	DN100, DN200	1:0.5	3	2.2	5.2	3.33	15.9	4.77

3) 临时堆土区

受端送端换流站北侧设置 1 处表土临时堆场，占地面积为 4.00hm^2 ，堆高按 2.5m 计，规划容量约 8万 m^3 ，能够容纳受端换流站站区、进站道路区、还建工程区与施工生产生活区剥离的表土。

(4) 受端接地极

受端接地极采用浅埋型接地极型式，汇流装置区施工场地利用围墙内空地，剥离表土堆放于电极电缆沟道一侧，开挖其他土石方堆放于汇流装置区内空地。电极施工临时占地宽度按 25m~26m 布设，电缆沟施工临时占地宽度按 16m~18m 布设，施工场地布置充分考虑了施工作业带和临时堆土的宽度。

(5) 线路工程

线路工程施工场地主要有塔基施工场地，施工放线牵引的牵张场布置，另外是跨越铁路、公路、高架线路等重要设施的施工场地。

1) 塔基施工场地

塔基基础施工临时场地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。

北方风沙区直线塔每基塔基施工场地范围：直流线路占地 $439\sim 1464\text{m}^2$ ；接地极线路占地 $200\sim 300\text{m}^2$ 。

北方风沙区耐张、转角及跨越塔每基塔基施工场地范围：直流线路占地 $893\sim 1380\text{m}^2$ ；接地极线路占地 $300\sim 400\text{m}^2$ ；迁改线路占地 $600\sim 1200\text{m}^2$ 。

西北黄土高原区直线塔基每基塔基施工场地范围：直流线路占地 $881\sim 1464\text{m}^2$ ；迁改线路占地 $400\sim 700\text{m}^2$ 。

西北黄土高原区耐张、转角及跨越塔每基塔基施工场地范围：直流线路占地 $1092\sim 1360\text{m}^2$ ；迁改线路占地 $500\sim 800\text{m}^2$ 。

西南紫色土区直线塔基每基塔基施工场地范围：直流线路占地 $493\sim 1268\text{m}^2$ ；接地极线路占地 200m^2 ；迁改线路占地 $500\sim 600\text{m}^2$ 。

西南紫色土区耐张、转角及跨越塔每基塔基施工场地范围：直流线路占地 $624\sim 1145\text{m}^2$ ；接地极线路占地 300m^2 ；迁改线路占地 1000m^2 。

塔基施工场地占地面积详见附表 3。

本工程输电线路沿线施工作业场地布置情况见下表。

表 2.2-3 线路沿线材料站布置一览表

序号	沿线所经行政区	材料站数量 (个)				材料站占地 (hm ²)			
		北方风沙区	西北黄土高原区	西南紫色土区	合计	北方风沙区	西北黄土高原区	西南紫色土区	合计
一	±800kV 直流线路工程	35	3	16	54	8.40	0.72	3.84	12.96
1	新疆维吾尔自治区	25			25	6.00			6.00
1.1	哈密市	25			25	6.00			6.00
	巴里坤哈萨克自治县	1			1	0.24			0.24
	伊吾县	1			1	0.24			0.24
	伊州区	23			23	5.52			5.52
1.2	第十三师新星市								
	红山农场								
2	甘肃省	10	3	3	16	2.40	0.72	0.72	3.84
2.1	酒泉市	4			4	0.96			0.96
	肃北县	3			3	0.72			0.72
	瓜州县					0.00			0.00
	玉门市					0.00			0.00
	金塔县	1			1	0.24			0.24
	肃州区					0.00			0.00
2.2	嘉峪关市					0.00			0.00
2.3	张掖市	1			1	0.24			0.24
	高台县								
	肃南裕固族自治县								
	临泽县								
	甘州区								
	山丹县	1			1	0.24			0.24
2.4	金昌市	2			2	0.48			0.48
	永昌县	2			2	0.48			0.48
2.5	武威市	3			3	0.72			0.72
	民勤县								
	凉州区	1			1	0.24			0.24
	古浪县	2			2	0.48			0.48
2.6	白银市								
	景泰县								
	白银区								
2.7	兰州市								
	皋兰县								
	榆中县								
2.8	定西市		2		2		0.48		0.48
	安定区		1		1		0.24		0.24
	陇西县								
	通渭县		1		1		0.24		0.24
2.9	天水市		1		1		0.24		0.24

序号	沿线所经行政区	材料站数量 (个)				材料站占地 (hm ²)			
		北方风沙区	西北黄土高原区	西南紫色土区	合计	北方风沙区	西北黄土高原区	西南紫色土区	合计
	武山县								
	甘谷县								
	秦州区		1		1		0.24		0.24
2.10	陇南市			3	3			0.72	0.72
	西和县		2		2			0.48	0.48
	成县								
	康县			1	1			0.24	0.24
3	陕西省			1	1			0.24	0.24
3.1	汉中市			1	1			0.24	0.24
	略阳县								
	宁强县			1	1			0.24	0.24
4	四川省			9	9			2.16	2.16
4.1	广元市			3	3			0.72	0.72
	朝天区			1	1			0.24	0.24
	旺苍县			1	1			0.24	0.24
	苍溪县			1	1			0.24	0.24
4.2	南充市			4	4			0.96	0.96
	阆中市			1	1			0.24	0.24
	仪陇县			1	1			0.24	0.24
	蓬安县			1	1			0.24	0.24
	高坪区			1	1			0.24	0.24
4.3	广安市			2	2			0.48	0.48
	岳池县			1	1			0.24	0.24
	武胜县			1	1			0.24	0.24
5	重庆市			3	3			0.72	0.72
5.1	合川区			1	1			0.24	0.24
5.2	北碚区			1	1			0.24	0.24
5.3	渝北区			1	1			0.24	0.24
二	接地极线路	2			2	0.48			0.48
1	新疆维吾尔自治区	2			2	0.48			0.48
1.1	哈密市	2			2	0.48			0.48
	巴里坤哈萨克自治县	1			1	0.24			0.24
	伊吾县	1			1	0.24			0.24
2	重庆市								
2.1	合川区								
2.2	北碚区								
2.3	渝北区								
三	迁改线路	2	2		4	0.48	0.48		0.96
1	甘肃省	2	2		4	0.48	0.48		0.96
1.1	酒泉市	2			2	0.48			0.48
	金塔县	1			1	0.24			0.24
	肃州区	1			1	0.24			0.24

序号	沿线所经行政区	材料站数量 (个)				材料站占地 (hm ²)			
		北方风沙区	西北黄土高原区	西南紫色土区	合计	北方风沙区	西北黄土高原区	西南紫色土区	合计
1.2	张掖市								
	山丹县								
1.3	金昌市								
	永昌县								
1.4	白银市								
	景泰县								
1.5	兰州市								
	皋兰县								
1.6	定西市		2		2		0.48		0.48
	安定区		2		2		0.48		0.48
四	合计	39	5	16	60	9.36	1.20	3.84	14.40

表 2.2-4 线路工程沿线牵张场布置一览表

序号	沿线所经行政区	牵张场数量 (个)				牵张场 (含材料站) 占地 (hm ²)			
		北方风沙区	西北黄土高原区	西南紫色土区	合计	北方风沙区	西北黄土高原区	西南紫色土区	合计
一	±800kV 直流线路工程	260	74	110	444	70.80	18.48	30.24	119.52
1	新疆维吾尔自治区	62			62	20.88			20.88
1.1	哈密市	61			61	20.64			20.64
	巴里坤哈萨克自治县	9			9	2.40			2.40
	伊吾县	26			26	6.48			6.48
	伊州区	26			26	11.76			11.76
1.2	第十三师新星市	1			1	0.24			0.24
	红山农场	1			1	0.24			0.24
2	甘肃省	198	74	15	287	49.92	18.48	4.32	72.72
2.1	酒泉市	82			82	20.64			20.64
	肃北县	28			28	7.44			7.44
	瓜州县	10			10	2.40			2.40
	玉门市	26			26	6.24			6.24
	金塔县	7			7	1.92			1.92
	肃州区	11			11	2.64			2.64
2.2	嘉峪关市	2			2	0.48			0.48
2.3	张掖市	63			63	15.36			15.36
	高台县	22			22	5.28			5.28
	肃南裕固族自治县	2			2	0.48			0.48
	临泽县	13			13	3.12			3.12
	甘州区	10			10	2.40			2.40
	山丹县	16			16	4.08			4.08
2.4	金昌市	22			22	5.76			5.76
	永昌县	22			22	5.76			5.76
2.5	武威市	29			29	7.68			7.68
	民勤县	1			1	0.24			0.24

序号	沿线所经行政区	牵张场数量 (个)				牵张场 (含材料站) 占地 (hm ²)			
		北方风沙区	西北黄土高原区	西南紫色土区	合计	北方风沙区	西北黄土高原区	西南紫色土区	合计
	凉州区	10			10	2.64			2.64
	古浪县	18			18	4.80			4.80
2.6	白银市		8		8		1.92		1.92
	景泰县		8		8		1.92		1.92
	白银区								
2.7	兰州市		22		22		5.28		5.28
	皋兰县		16		16		3.84		3.84
	榆中县		6		6		1.44		1.44
2.8	定西市		27		27		6.96		6.96
	安定区		15		15		3.84		3.84
	陇西县		6		6		1.44		1.44
	通渭县		6		6		1.68		1.68
2.9	天水市		17		17		4.32		4.32
	武山县		1		1		0.24		0.24
	甘谷县		5		5		1.20		1.20
	秦州区		11		11		2.88		2.88
2.10	陇南市			15	15			4.32	4.32
	西和县			7	7			0.48	0.48
	成县			8	8			1.68	1.68
	康县			18	18			2.16	2.16
3	陕西省			18	18			4.56	4.56
3.1	汉中市			6	6			4.56	4.56
	略阳县			12	12			1.44	1.44
	宁强县				0			3.12	3.12
4	四川省			64	64			17.52	17.52
4.1	广元市			23	23			6.24	6.24
	朝天区			5	5			1.44	1.44
	旺苍县			10	10			2.64	2.64
	苍溪县			8	8			2.16	2.16
4.2	南充市			29	29			7.92	7.92
	阆中市			4	4			1.20	1.20
	仪陇县			10	10			2.64	2.64
	蓬安县			12	12			3.12	3.12
	高坪区			3	3			0.96	0.96
4.3	广安市			12	12			3.36	3.36
	岳池县			7	7			1.92	1.92
	武胜县			5	5			1.44	1.44
5	重庆市			13	13			3.84	3.84
5.1	合川区			7	7			1.92	1.92
5.2	北碚区			3	3			0.96	0.96
5.3	渝北区			3	3			0.96	0.96
二	接地极线路	28		14	42	2.10		0.98	3.08

序号	沿线所经行政区	牵张场数量 (个)				牵张场 (含材料站) 占地 (hm ²)			
		北方风沙区	西北黄土高原区	西南紫色土区	合计	北方风沙区	西北黄土高原区	西南紫色土区	合计
1	新疆维吾尔自治区	28			28	2.10			2.10
1.1	哈密市	28			28	2.10			2.10
	巴里坤哈萨克自治县	13			13	0.98			0.98
	伊吾县	15			15	1.12			1.12
2	重庆市			14	14			0.98	0.98
2.1	合川区			7	7			0.49	0.49
2.2	北碚区			4	4			0.28	0.28
2.3	渝北区			3	3			0.21	0.21
三	迁改线路	12	7	0	19	3.36	2.16	0.00	5.52
1	甘肃省	12	7	0	19	3.36	2.16	0	5.52
1.1	酒泉市	4			4	1.44			1.44
	金塔县	3			3	0.96			0.96
	肃州区	1			1	0.48			0.48
1.2	张掖市	4			4	0.96			0.96
	山丹县	4			4	0.96			0.96
1.3	金昌市	4			4	0.96			0.96
	永昌县	4			4	0.96			0.96
1.4	白银市		2		2		0.48		0.48
	景泰县		2		2		0.48		0.48
1.5	兰州市		2		2		0.48		0.48
	皋兰县		2		2		0.48		0.48
1.6	定西市		3		3		1.20		1.20
	安定区		3		3		1.20		1.20
四	合计	300	81	124	505	76.26	20.64	31.22	128.12

3) 跨越施工场地

输电线路跨越铁路、道路、电力线路等设施需要搭设跨越架。跨越架一般有三种形式：①采用木架或钢管式跨越架；②金属格构式跨越架；③利用杆塔作支承体跨越。通过调查同类输电工程确定特高压直流输电线路平均每处跨越架临时占地面积约400m²，交叉跨越角尽量接近90°，以减少临时占地的面积。

序号	沿线所经行政区	跨越场地数量 (处)				跨越施工场地占地 (hm ²)			
		北方风沙区	西北黄土高原区	西南紫色土区	合计	北方风沙区	西北黄土高原区	西南紫色土区	合计
	景泰县		3		3		0.12		0.12
	白银区								
2.7	兰州市		22		22		0.88		0.88
	皋兰县		19		19		0.76		0.76
	榆中县		3		3		0.12		0.12
2.8	定西市		116		116		4.64		4.64
	安定区		70		70		2.80		2.80
	陇西县		23		23		0.92		0.92
	通渭县		23		23		0.92		0.92
2.9	天水市		21		21		0.84		0.84
	武山县		6		6		0.24		0.24
	甘谷县		14		14		0.56		0.56
	秦州区		1		1		0.04		0.04
2.10	陇南市			39	39			1.56	1.56
	礼县			1	1			0.04	0.04
	西和县			17	17			0.68	0.68
	成县			13	13			0.52	0.52
	康县			8	8			0.32	0.32
3	陕西省			25	25			1.00	1.00
3.1	汉中市			25	25			1.00	1.00
	略阳县			10	10			0.40	0.40
	宁强县			15	15			0.60	0.60
4	四川省			324	324			12.96	12.96
4.1	广元市			29	29			1.16	1.16
	朝天区			3	3			0.12	0.12
	旺苍县			13	13			0.52	0.52
	苍溪县			13	13			0.52	0.52
4.2	南充市			157	157			6.28	6.28
	阆中市			17	17			0.68	0.68
	仪陇县			43	43			1.72	1.72
	蓬安县			57	57			2.28	2.28
	高坪区			40	40			1.60	1.60
4.3	广安市			138	138			5.52	5.52
	岳池县			83	83			3.32	3.32
	武胜县			55	55			2.20	2.20
5	重庆市			26	26			1.04	1.04
5.1	合川区			17	17			0.68	0.68
5.2	北碚区			5	5			0.20	0.20
5.3	渝北区			4	4			0.16	0.16
二	接地极线路	8		20	28	0.32		0.80	1.12
1	新疆维吾尔自治区	8			8	0.32			0.32
1.1	哈密市	8			8	0.32			0.32

序号	沿线所经行政区	跨越场地数量 (处)				跨越施工场地占地 (hm ²)			
		北方风沙区	西北黄土高原区	西南紫色土区	合计	北方风沙区	西北黄土高原区	西南紫色土区	合计
	巴里坤哈萨克自治县	3			3	0.12			0.12
	伊吾县	5			5	0.20			0.20
2	重庆市			20	20			0.80	0.80
2.1	合川区			16	16			0.64	0.64
2.2	北碚区			2	2			0.08	0.08
2.3	渝北区			2	2			0.08	0.08
三	迁改线路		5		5		0.20		0.20
1	甘肃省		5		5		0.20		0.20
1.1	定西市		5		5		0.20		0.20
	安定区		5		5		0.20		0.20
四	合计	652	167	434	1253	26.08	6.68	17.36	50.12

4) 施工生活区

线路工程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

(1) 搭建及施工材料运输

1) 送端换流站

送端换流站推荐运输线路：站址附近的淖毛湖火车站具备较好的卸车条件和公路转运条件，为本工程中转火车站。大件货物在淖毛湖火车站采用顶推方式卸车后，利用 500t 桥式车组公路运输至站址。运输线路为：淖毛湖火车站货场-出站道路 (15km) -X115 (5km) -G331 (140km) -进站道路-站址，运输线路全程 160km，采取措施后满足大件运输条件。

2) 受端换流站

受端换流站推荐运输线路：果园港重大件码头至站址公路运输线路，果园港重大件码头→疏港路 (9km) →现代大道 (2km) →龙骏大道 (15km) →G319 (30km) →空港东路 (4km) →南北大道 (20km) →永高路 (9km) →Y030 (1.5km) →进站道路→站址，运输线路全程约为 91km。采取措施后满足大件运输条件。

3) 线路工程施工材料运输

线路工程对外交通主要解决建筑材料和牵引张拉设备等运输问题。本工程大型设备运输尽量利用项目沿线已有的高速公路、国道、省道、县道，利用现有道路的长度

约占本工程线路长度的 30~40%左右。当现有道路不能满足工程设施运输要求时，需要在原有的乡、村道路上拓宽或加固以满足运行要求，在无现有道路可利用的情况下，需开辟新的简易道路。本工程需开辟的施工简易道路（机械运输），其中平原区施工简易道路（机械运输）平均宽度约 3.5m；山丘区施工简易道路（机械运输）考虑部分施工道路修筑前进行了表土剥离，同时部分施工道路可能存在一定的放坡，在道路一侧设置填土袋拦挡措施，对堆放土方及道路边坡的坡脚实施挡护，因此平均宽度按 4.0m 考虑。拓宽的施工简易道路（机械运输）宽度约 1.5m。

山丘区坡度较缓时充分利用部分原有道路，约占工程线路长度的 30~40%左右，当与山下交通设施没有山间小路相接，可临时开辟人抬道路，以满足材料挑抬和畜力运输要求。本工程需新开辟的人抬道路宽度 1.5m。

山丘区坡度较大或植被覆盖度较好的林区，可采用施工索道运输材料，减缓因修施工道路引起的水土流失及树木砍伐。索道运输一般有单跨单索、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，宜采取单跨单索往复式索道。由始端地锚、始端支点、承载索、货车、牵引索、终端支架、驱动装置及终端地锚等组成。本工程主体设计共考虑索道 97 条，本方案索道占地、土方及措施工程量纳入施工道路区中一并考虑。

本工程线路施工道路包括施工简易道路和人抬道路两类。其中施工简易道路新建 1567.2km、拓宽 677.5km；人抬道路新建 932.5km。线路工程沿线施工道路布设情况见下表。

表 2.2-6 线路工程沿线施工道路一览表

序号	行政区	新建施工道路(km)				拓宽施工道路(km)				人抬施工道路(km)				索道(条)				施工道路占地(hm ²)			
		北方风沙区	西北黄土高原区	西南紫色土区	合计	北方风沙区	西北黄土高原区	西南紫色土区	合计	北方风沙区	西北黄土高原区	西南紫色土区	合计	北方风沙区	西北黄土高原区	西南紫色土区	合计	北方风沙区	西北黄土高原区	西南紫色土区	合计
一	±800kV 直流线路工程	1155.1	105.9	220.3	1481.3	270.9	55.3	267.9	594.1				876.0				90	464.53	83.33	197.27	745.13
1	新疆维吾尔自治区	370.6			370.6	17.0			17.0				46.8				8	139.73			139.73
1.1	哈密市	362.6			362.6	16.0			16.0				46.8				8	136.78			136.78
	巴里坤哈萨克自治县	55.0			55.0	4.0			4.0									19.85			19.85
	伊吾县	148.0			148.0	10.0			10.0				27.0					57.35			57.35
	伊州区	159.6			159.6	2.0			2.0				19.8				8	59.58			59.58
1.2	第十三师新星市	8.0			8.0	1.0			1.0									2.95			2.95
	红山农场	8.0			8.0	1.0			1.0									2.95			2.95
2	甘肃省	784.5	105.9	45.6	936.0	253.9	55.3	49.2	358.4				411.3				43	324.80	83.33	38.37	446.50
2.1	酒泉市	495.6			495.6	37.0			37.0	32.0			32.0	23			23	185.31			185.31
	肃北县	237.3			237.3	28.2			28.2	32.0			32.0	23			23	93.58			93.58
	瓜州县	47.5			47.5	0.0			0.0									16.63			16.63
	玉门市	123.0			123.0	0.0			0.0									43.05			43.05
	金塔县	35.1			35.1	3.5			3.5									12.81			12.81
	肃州区	52.7			52.7	5.3			5.3									19.24			19.24
2.2	张掖市	117.3			117.3	180.7			180.7									68.18			68.18
	高台县	66.2			66.2	36.4			36.4									28.63			28.63
	肃南裕固族自治县	11.7			11.7	31.0			31.0									8.75			8.75
	临泽县	15.0			15.0	39.9			39.9									11.24			11.24
	甘州区					46.3			46.3									6.95			6.95
	山丹县	24.4			24.4	27.1			27.1									12.61			12.61

2 项目概况

序号	行政区	新建施工道路(km)				拓宽施工道路(km)				人抬施工道路(km)				索道(条)				施工道路占地(hm ²)			
		北方风沙区	西北黄土高原区	西南紫色土区	合计	北方风沙区	西北黄土高原区	西南紫色土区	合计	北方风沙区	西北黄土高原区	西南紫色土区	合计	北方风沙区	西北黄土高原区	西南紫色土区	合计	北方风沙区	西北黄土高原区	西南紫色土区	合计
2.3	金昌市	66.1			66.1	6.8			6.8	22.0			22.0					27.46			27.46
	永昌县	66.1			66.1	6.8			6.8	22.0			22.0					27.46			27.46
2.4	武威市	105.5			105.5	29.4			29.4	14.8			14.8					43.85			43.85
	民勤县	1.2			1.2	0.4			0.4									0.48			0.48
	凉州区	86.5			86.5	23.6			23.6	14.8			14.8					36.33			36.33
	古浪县	17.8			17.8	5.4			5.4									7.04			7.04
2.5	白银市		15.2		15.2		4.4		4.4		17.4		17.4						8.67		8.67
	景泰县		14		14		4		4		16.0		16.0						8.00		8.00
	白银区		1.2		1.2		0.4		0.4		1.4		1.4						0.67		0.67
2.6	兰州市		41.3		41.3		11.8		11.8		47.2		47.2						23.49		23.49
	皋兰县		28.3		28.3		8.1		8.1		32.3		32.3						16.10		16.10
	榆中县		13		13		3.7		3.7		14.8		14.8						7.39		7.39
2.7	定西市		31.8		31.8		24.1		24.1		107.4		107.4						31.00		31.00
	安定区		18.5		18.5		14		14		62.1		62.1						17.96		17.96
	陇西县		6.8		6.8		5.2		5.2		23.5		23.5						6.73		6.73
	通渭县		6.5		6.5		4.9		4.9		21.8		21.8						6.31		6.31
2.8	天水市		17.6		17.6		15		15		77.0		77.0	3		3			20.17		20.17
	武山县		3.4		3.4		2.5		2.5		4.6		4.6						2.27		2.27
	甘谷县		8		8		7.3		7.3		21.5		21.5	3		3			7.30		7.30
	秦州区		6.2		6.2		5.2		5.2		50.8		50.8						10.60		10.60
2.9	陇南市			45.6	45.6			49.2	49.2			93.6	93.6			17	17			38.37	38.37
	礼县			5.8	5.8			4.5	4.5							16	16			3.45	3.45
	西和县			14.2	14.2			12.7	12.7							1	1			6.99	6.99
	成县			12	12			15	15			44.1	44.1							13.13	13.13

2 项目概况

序号	行政区	新建施工道路(km)				拓宽施工道路(km)				人抬施工道路(km)				索道(条)				施工道路占地(hm ²)			
		北方风沙区	西北黄土高原区	西南紫色土区	合计	北方风沙区	西北黄土高原区	西南紫色土区	合计	北方风沙区	西北黄土高原区	西南紫色土区	合计	北方风沙区	西北黄土高原区	西南紫色土区	合计	北方风沙区	西北黄土高原区	西南紫色土区	合计
	康县			13.6	13.6			17	17			49.5	49.5							14.80	14.80
3	陕西省			30.4	30.4			38	38			135.0	135.0			6	6			37.06	37.06
3.1	汉中市			30.4	30.4			38	38			135.0	135.0			6	6			37.06	37.06
	略阳县			8.2	8.2			10.2	10.2			36.0	36.0							9.83	9.83
	宁强县			22.2	22.2			27.8	27.8			99.0	99.0			6	6			27.23	27.23
4	四川省			119.4	119.4			149.5	149.5			233.0	233.0			27	27			100.61	100.61
4.1	广元市			43.5	43.5			54.6	54.6			87.2	87.2			16	16			37.23	37.23
	朝天区			10.0	10.0			12.5	12.5			20.0	20.0			2	2			8.50	8.50
	旺苍县			18.5	18.5			23.1	23.1			36.9	36.9			14	14			16.01	16.01
	苍溪县			15.0	15.0			19.0	19.0			30.3	30.3			0	0			12.72	12.72
4.2	南充市			53.8	53.8			67.3	67.3			101.6	101.6			11	11			44.78	44.78
	阆中市			8.2	8.2			10.3	10.3			15.4	15.4			3	3			6.85	6.85
	仪陇县			17.8	17.8			22.3	22.3			33.5	33.5			4	4			14.82	14.82
	蓬安县			22.2	22.2			27.7	27.7			41.6	41.6			3	3			18.36	18.36
	高坪区			5.6	5.6			7.0	7.0			11.2	11.2			1	1			4.75	4.75
4.3	广安市			22.1	22.1			27.6	27.6			44.2	44.2							18.60	18.60
	岳池县			13.0	13.0			16.3	16.3			26.0	26.0							10.95	10.95
	武胜县			9.1	9.1			11.4	11.4			18.2	18.2							7.65	7.65
5	重庆市			25.0	25.0			31.2	31.2			49.9	49.9			6	6			21.23	21.23
5.1	合川区			13.1	13.1			16.4	16.4			26.2	26.2			2	2			11.12	11.12
5.2	北碚区			6.4	6.4			8.0	8.0			12.8	12.8			2	2			5.46	5.46
5.3	渝北区			5.4	5.4			6.8	6.8			10.9	10.9			2	2			4.65	4.65

2 项目概况

序号	行政区	新建施工道路(km)				拓宽施工道路(km)				人抬施工道路(km)				索道(条)				施工道路占地(hm ²)			
		北方风沙区	西北黄土高原区	西南紫色土区	合计	北方风沙区	西北黄土高原区	西南紫色土区	合计	北方风沙区	西北黄土高原区	西南紫色土区	合计	北方风沙区	西北黄土高原区	西南紫色土区	合计	北方风沙区	西北黄土高原区	西南紫色土区	合计
二	接地极线路	41.1		24.0	65.1	51.3		29.9	81.2			47.9	54.7			7	7	22.08	1.02	20.41	43.51
1	新疆维吾尔自治区	41.1			41.1	51.3			51.3				6.8					22.08	1.02		23.10
1.1	哈密市	40.2			40.2	51.3			51.3				6.8					21.76	1.02		22.78
	巴里坤哈萨克自治县	15.9			15.9	21.0			21.0				6.8					8.71	1.02		9.73
	伊吾县	24.3			24.3	30.3			30.3									13.05			13.05
1.2	第十三师新星市	0.9			0.9													0.32			0.32
	红山农场	0.9			0.9													0.32			0.32
2	重庆市			24.0	24.0			29.9	29.9			47.9	47.9			7	7			20.41	20.41
2.1	合川区			12.5	12.5			15.6	15.6			25.0	25.0			3	3			10.62	10.62
2.2	北碚区			6.0	6.0			7.5	7.5			12.0	12.0			2	2			5.12	5.12
2.3	渝北区			5.5	5.5			6.8	6.8			10.9	10.9			2	2			4.67	4.67
三	迁改线路	19.2	1.6	0.0	20.8	1.7	0.5		2.2			1.8	1.8					6.99	0.92	0.00	7.91
1	甘肃省	19.2	1.6	0.0	20.8	1.7	0.5		2.2			1.8	1.8					6.99	0.92	0.00	7.91
1.1	酒泉市	16.2			16.2	1.7			1.7									5.93			5.93
	金塔县	15.0			15.0	1.5			1.5									5.48			5.48
	肃州区	1.2			1.2	0.2			0.2									0.45			0.45
1.2	张掖市	1.3			1.3													0.46			0.46
	山丹县	1.3			1.3													0.46			0.46
1.3	金昌市	1.7			1.7													0.60			0.60
	永昌县	1.7			1.7													0.60			0.60
1.4	白银市		0.9		0.9	0.3			0.3		1.0		1.0						0.50		0.50
	景泰县		0.9		0.9	0.3			0.3		1.0		1.0						0.50		0.50
1.5	兰州市		0.7		0.7	0.2			0.2		0.8		0.8						0.42		0.42
	皋兰县		0.7		0.7	0.2			0.2		0.8		0.8						0.42		0.42
四	合计	1215.4	107.5	244.3	1567.3	323.9	55.8	297.8	677.5				932.5				97	493.60	85.27	217.68	796.55

(2) 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,一般租用现有民房和场地,离村庄、居民区较远的区域,需要考虑单独设置材料站等。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。

(3) 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定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) 送端换流站与接地极

送端换流站施工最大日用水量约 170t/d,平均日约 100t/d,其中生活用水约 10t/d。施工用水按照“永临结合”的供水方案,供水管线由站址西南侧敷设有自来水管网接引,管线长度 15.0km。施工前期(四通一平期间)采用水车运水的方式,平均日约 30t/d,待供水管线施工完毕后,可保证施工期水源的正常需求。施工电源从 10kV 下湖口线 6#杆引接引接 10kV 线路,长度 10.06km,其中架空线路 17.84km,电缆线路 0.22km,设置施工道路 12.5km。

送端接地极外接电源引接自卓越 110kV 变电站的 10kV 侧,长度 28.5km,该电源同时作为施工电源,设置施工道路 20.0km。

(2) 受端换流站与接地极

受端换流站施工高峰期用水量约 50~750m³/d,站用水源水源取自两岔水厂自来水,采用“永临结合”的供水方案。站外供水的设计、施工要先行于现场施工用水时间,可保证施工水源的正常需求。施工电源 I 回线路从 10kV 印西线 7-3#杆 T 接,长度约 0.5km,II 回线路从 10kV 凤金支线金西 9#杆 T 接,长度约 2km。

受端接地极外接电源从 10kV 郭岳线 T 接,长约 5km,该电源同时作为施工电源。

(3) 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

换流站主要施工内容包括：三通一平、站区场地平整、建（构）筑物、屋外配电网架、供排水管线、进站道路等，施工采用机械施工和人工施工相结合的方法，换流站工程主要施工工艺、方法见下表。

表 2.2-7 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的施工，科学合理的利用人力、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	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。 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。 清基及表土剥离：对站区进行表土剥离，剥离厚度根据实际情况按 30cm 计；剥离的表土与开挖土方分区堆放，土方堆存高度最高不宜超过 4.0m，周边设置袋装土进行挡护，并设密目网苫盖。 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，整个场地按设计标高进行填方平整。回填土最优含水率（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。

序号	施工场所	施工工艺、方法
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	供排水工程	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。开挖前先剥离表土,剥离的表土置于最外侧,开挖的土方置于内侧,顶部采用防尘网苫盖。回填时按照土层自然序列依次回填。
6	进站道路	站内外道路永临结合,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

本工程接地极工程采用浅埋型接地极方案,主要施工内容包括:复测放样及定位、电极沟道开挖、铺垫炭床、电极敷设、回填土等,施工采用机械施工和人工施工相结合的方法。接地极工程主要施工工艺、方法见下表。

表 2.2-8 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、平面座标图和经纬仪、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 并复核极环圆周长度。
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(0.3m~0.4m)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 100 m 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,拆出找正木卡。
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土壤,以利于完工后恢复原地貌。

2.2.4.3 线路工程

(1) 塔基施工

1) 基坑开挖

——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。

——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被抽吸出来，泥浆经沉淀池自然沉淀后晾干，填埋至塔基征地范围内。

①施工准备

施工前做好施工图纸会检，基础施工原材料的取样、检验，施工人员的配备等。

②基坑分坑

采用单腿分坑，基础分坑前测量并校核铁塔塔基断面；坑口放样，基坑放样前计算基坑坑口放样尺寸，减少开挖土石方量。

③钻孔及清孔

基坑开挖之前进行基面平整、表土剥离、场地清理。钻机钻头中心应与桩机中心重合，钻头旋转平稳，钻孔施工过程中加强泥浆管理，及时清理循环系统。清孔方法主要有正循环和反循环两种，清孔完毕合格后方可进入下一工序。

④钢筋绑扎及模板安装

钢筋绑扎原则上先进行底板钢筋的绑扎，再进行立柱钢筋绑扎；模板组装、模板安装、模板固定牢靠，模板吊装的各索具应连接可靠，且均匀受力。

⑤灌注混凝土

混凝土搅拌采用机械搅拌，混凝土拌合合格后应立即进行浇筑，浇筑时应先从一角或一边开始，逐渐浇到四周。

⑥基础养护及拆模

拆模前后进行基础浇筑养护，基础达到拆模强度后方可拆模，拆模后应及时在基础内角进行支撑，以防止基础回填过程中根开及高差发生变化。

⑦基础回填

基础回填时应均匀回填，且应在内角侧进行必要的支撑，防止基础发生位移；基础回填时应清除杂根、杂草等异物。

⑧施工现场恢复

基础回填后剩余回填土在塔基征地范围内平摊，回覆表土，清理施工现场，恢复施工现场原有地形地貌。

——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。

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。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。

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，最终塔基占地区回填后一般仅高出原地面 20~30cm。

运回材料站。塔材拆除完毕后，对塔基基础地上部分进行拆除，基础拆除后的废弃混凝土块，可用于当地村民修路或者其他方式的综合利用。

(6) 水土保持敏感区内施工

水土保持敏感区内施工时需注意以下事项：

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 2.2-9 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、天然湿地、森林公园、沙化封禁保护区等	<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>

2.3 工程占地

工程占地面积共计 1738.21hm^2 ，其中永久占地 220.49hm^2 ，临时占地 1517.72hm^2 。按行政区统计，新疆维吾尔自治区境内占地 400.09hm^2 ，甘肃省境内占地 935.74hm^2 ，陕西省境内占地 60.86hm^2 ，四川省境内占地 197.58hm^2 ，重庆市境内占地 143.94hm^2 。按占地类型统计，占用耕地 310.96hm^2 、林地 378.44hm^2 、园地 25.02hm^2 、草地 155.88hm^2 、其他土地 860.72hm^2 、住宅用地 1.02hm^2 、交通运输用地 2.39hm^2 、水域及水利设施用地 3.78hm^2 。按水土保持区划统计，北方风沙区占地 1062.90hm^2 ，西北黄土高原区占地 196.03hm^2 ，西南紫色土区面积 479.28hm^2 。

本工程占地面积统计见下表。分省各项建设内容占地面积情况见附表 4。

表 2.3-1 分省占地面积一览表 单位: hm²

序号	行政区划	按占地类型								分区			占地性质		合计
		耕地	林地	园地	草地	其他土地	住宅用地	交通运输用地	水域及设施利用	北方风沙区	西北黄土高原区	西南紫色土区	永久	临时	
1	新疆维吾尔自治区					400.09				400.09			56.87	343.22	400.09
1.1	哈密市					394.07				394.07			56.28	337.79	394.07
1.2	第十三师新星市					6.02				6.02			0.59	5.43	6.02
2	甘肃省	185.22	171.04	14.80	104.82	459.86				662.81	196.03	76.9	98.47	837.27	935.74
2.1	酒泉市	27.91	4.25		17.79	277.77				327.72			22.95	304.77	327.72
2.2	嘉峪关市	2.12								2.12			0.35	1.77	2.12
2.3	张掖市	15.70	1.56		8.26	140.27				165.79			17.45	148.34	165.79
2.4	金昌市	28.62	0.00		8.24	34.25				71.11			7.3	63.81	71.11
2.5	武威市	42.60	18.49	3.17	24.24	7.57				96.07			10.70	85.37	96.07
2.6	白银市	2.97	8.49		9.76						21.22		3.25	17.97	21.22
2.7	兰州市	7.91	22.60		26.01						56.52		8.71	47.81	56.52
2.8	定西市	36.50	28.44	2.42	6.80						74.16		10.16	64.00	74.16
2.9	天水市	12.51	25.17	4.19	2.26						44.13		6.43	37.70	44.13
2.10	陇南市	8.38	62.04	5.02	1.46							76.90	11.17	65.73	76.90
3	陕西省		60.86									60.86	6.40	54.46	60.86
3.1	汉中市		60.86									60.86	6.40	54.46	60.86
4	四川省	72.38	83.89	6.16	35.15							197.58	22.64	174.94	197.58
4.1	广元市	22.7	32.52		13.76							68.98	8.47	60.51	68.98
4.2	南充市	33.51	34.39	6.16	14.12							88.18	9.72	78.46	88.18
4.3	广安市	16.17	16.98		7.27							40.42	4.45	35.97	40.42
5	重庆市	53.36	62.65	4.06	15.91	0.77	1.02	2.39	3.78			143.94	36.11	107.83	143.94
5.1	合川区	27.98	23.11	2.2	8.19		0.07	1.25				62.80	4.60	58.20	62.80
5.2	北碚区	2.82	9.78	0.92	4.28							17.80	2.06	15.74	17.80
5.3	渝北区	22.56	29.76	0.94	3.44	0.77	0.95	1.14	3.78			63.34	29.45	33.89	63.34
6	合计	310.96	378.44	25.02	155.88	860.72	1.02	2.39	3.78	1062.90	196.03	479.28	220.49	1517.72	1738.21

表 2.3-2 各项建设内容占地面积一览表 单位: hm²

项目		占地类型							分区			合计	
		耕地	林地	园地	草地	其他土地	住宅用地	交通运输用地	水域及水利设施用地	北方风沙区	西北黄土高原区		西南紫色土区
1	送端换流站					76.20				76.20			76.20
2	送端接地极					43.22				43.22			43.22
3	受端换流站	19.30	21.82			0.77	0.95	1.14	3.78			47.76	47.76
4	受端接地极	20.19	4.14				0.07	1.25				25.65	25.65
5	直流线路	263.15	335.26	23.38	143.26	692.18				890.88	189.20	377.15	1457.23
6	送端接地极线路					38.49				38.49			38.49
7	受端接地极线路	5.59	14.81	1.64	6.43							28.47	28.47
8	迁改线路	2.73	2.41	0	6.19	9.86	0	0	0	14.11	6.83	0.25	21.19
9	合计	310.96	378.44	25.02	155.88	860.72	1.02	2.39	3.78	1062.90	196.03	479.28	1738.21

表 2.3-3 送端换流站及接地极占地面积一览表 单位: hm²

项目		占地类型							分区			合计	
		耕地	林地	园地	草地	其他土地	住宅用地	交通运输用地	水域及水利设施用地	北方风沙区	西北黄土高原区		西南紫色土区
1	送端换流站工程					76.20				76.20			76.20
永久占地	站区					31.95				31.95			31.95
	进站道路区					1.88				1.88			1.88
	外接电源工程区					0.28				0.28			0.28
	小计					34.11				34.11			34.11
临时占地	外接电源工程区					15.42				15.42			15.42
	进站道路区					0.42				0.42			0.42
	供排水工程区					20.25				20.25			20.25
	施工生产生活区					6.00				6.00			6.00
	小计					42.09				42.09			42.09
2	送端接地极					43.22				43.22			43.22
永久占地	汇流装置区					0.15				0.15			0.15
	电极电缆区					0.02				0.02			0.02
	检修道路区					0.40				0.40			0.40
	外接电源工程区					0.11				0.11			0.11
	小计					0.68				0.68			0.68
临时占地	电极电缆区					35.25				35.25			35.25
	外接电源工程区					7.29				7.29			7.29
	小计					42.54				42.54			42.54
合计						119.42				119.42			119.42

表 2.3-4 受端换流站及接地极占地面积一览表 单位: hm²

项目		占地类型							分区			合计	
		耕地	林地	园地	草地	其他土地	住宅用地	交通运输用地	水域及水利设施用地	北方风沙区	西北黄土高原区		西南紫色土区
1	受端换流站工程	19.30	21.82			0.77	0.95	1.14	3.78			47.76	47.76
永久占地	站区	9.46	8.63			0.12	0.95	0.71	3.78			23.65	23.65
	进站道路区	1.51	1.89					0.37				3.77	3.77
	外接电源工程区	0.00	0.01									0.01	0.01
	还建工程区	0.08	0.16					0.03				0.27	0.27
	小计	11.05	10.69			0.12	0.95	1.11	3.78			27.70	27.70
临时占地	外接电源工程区	0.66	0.83			0.08						1.57	1.57
	供排水工程区	4.71	5.94			0.57						11.22	11.22
	还建工程区	0.08	0.16					0.03				0.27	0.27
	施工生产生活区	1.20	1.80									3.00	3.00
	临时堆土区	1.60	2.40									4.00	4.00
	小计	8.25	11.13			0.65		0.03				20.06	20.06
2	受端接地极	20.19	4.14				0.07	1.25				25.65	25.65
永久占地	汇流装置区		0.11				0.07					0.18	0.18
	电极电缆区	0.07	0.01					0.01				0.09	0.09
	检修道路区	0.07	0.02									0.09	0.09
	外接电源工程区	0.01	0.01									0.02	0.02
	小计	0.15	0.15				0.07	0.01				0.38	0.38
临时占地	电极电缆区	19.76	3.70					1.24				24.70	24.70
	外接电源工程区	0.28	0.29									0.57	0.57
	小计	20.04	3.99					1.24				25.27	25.27
合计		39.49	25.96			0.77	1.02	2.39	3.78	0	0	73.41	73.41

表 2.3-5 线路工程占地面积一览表 单位: hm²

项目		占地类型							分区			合计	
		耕地	林地	园地	草地	其他土地	住宅用地	交通运输用地	水域及水利设施用地	北方风沙区	西北黄土高原区		西南紫色土区
1	送端接地极线路					38.49				38.49			38.49
永久占地	塔基区					2.76				2.76			2.76
临时占地	塔基区					10.21				10.21			10.21
	牵张场地区					2.10				2.10			2.1
	跨越施工场地					0.32				0.32			0.32
	施工道路区					23.10				23.10			23.1
	临时占地小计					35.73				35.73			35.73
2	受端接地极线路	5.59	14.81	1.64	6.43							28.47	28.47
永久占地	塔基区	0.40	1.08	0.12	0.47							2.07	2.07
临时占地	塔基区	0.82	2.19	0.25	0.95							4.21	4.21
	牵张场地区	0.18	0.51	0.06	0.23							0.98	0.98
	跨越施工场地	0.16	0.41	0.05	0.18							0.80	0.8
	施工道路区	4.03	10.62	1.16	4.60							20.41	20.41
	临时占地小计	5.19	13.73	1.52	5.96							26.40	26.4
3	直流线路	263.15	335.26	23.38	143.26	692.18				890.88	189.20	377.15	1457.23
永久占地	塔基区	28.7	43.4	3.66	17.05	58.22				77.35	27.54	46.14	151.03
临时占地	塔基区	69.62	84.55	7.32	39.08	192.18				252.44	53.37	86.94	392.75
	牵张场地区	27.3	27.21	1.75	12.58	50.68				70.8	18.48	30.24	119.52
	跨越施工场地	20.23	11.14	0.84	5.96	10.63				25.76	6.48	16.56	48.8
	施工道路区	117.3	168.96	9.81	68.59	380.47				464.53	83.33	197.27	745.13
	临时占地小计	234.45	291.86	19.72	126.21	633.96				813.53	161.66	331.01	1306.2

2 项目概况

项目		占地类型								分区			合计
		耕地	林地	园地	草地	其他土地	住宅用地	交通运输用地	水域及水利设施用地	北方风沙区	西北黄土高原区	西南紫色土区	
4	迁改线路	2.73	2.41		6.19	9.86				14.11	6.83	0.25	21.19
永久占地	塔基区	0.43	0.34		0.66	0.33				0.72	1.01	0.03	1.76
临时占地	塔基区	1.14	0.98		1.52	2.16				3.04	2.54	0.22	5.8
	牵张场地区	0.90	0.67		2.51	1.44				3.36	2.16	0	5.52
	跨越施工场地区	0.13	0.05		0.02						0.20		0.2
	施工道路区	0.13	0.37		1.48	5.93				6.99	0.92	0	7.91
	临时占地小计	2.30	2.07		5.53	9.53				13.39	5.82	0.22	19.43
合计		271.47	352.48	25.02	155.88	740.53				943.48	196.03	405.87	1545.38

2.4 土石方平衡

本工程挖填方总量 921.34 万 m^3 ，其中挖方 460.67 万 m^3 （含表土 36.28 万 m^3 ），填方 460.67 万 m^3 （含表土 36.28 万 m^3 ），无借方，无余方。

本工程土石方平衡见下表。

表 2.4-1 土石方平衡一览表 单位: 万 m³

序号	建设内容	开挖量				回填量				借方	余方
		表土	土石方	钻渣	小计	表土	土石方	钻渣	小计		
1	送端换流站		56.62		56.62		56.62		56.62		
2	送端接地极		33.874		33.874		33.874		33.874		
3	受端换流站	8.10	146.06		154.16	8.10	146.06		154.16		
4	受端接地极	1.65	15.28		16.93	1.65	15.28		16.93		
5	线路工程	26.53	165.16	7.39	199.08	26.53	165.16	7.39	199.08		
6	合计	36.28	416.99	7.39	460.67	36.28	416.99	7.39	460.67		

2.4.1 表土剥离情况

(1) 受端换流站

1) 站区: 施工前, 对占用耕地、林地进行表土剥离, 剥离厚度根据地表情况按耕地 30~35cm、林地 20~25cm 考虑, 剥离面积共 18.09hm², 剥离量为 5.28 万 m³, 表土根据施工情况, 堆放在站区北侧的临时堆土区内, 堆土区面积约 4.00hm², 堆高按 2.5m 计, 规划容量 8 万 m³, 能够容纳受端换流站站区、进站道路区、还建工程区与施工生产生活区剥离的表土。施工结束后根据覆土需要将 5.28 万 m³ 表土回覆至边坡及站区绿化区域。

2) 进站道路区: 施工前, 对占用耕地、林地进行表土剥离, 剥离厚度根据地表情况按耕地 30~35cm、林地 20~25cm 考虑, 剥离面积共 3.40hm², 剥离量为 0.97 万 m³, 表土根据施工情况, 堆放在站区北侧的临时堆土区内。施工结束后根据覆土需要将 0.97 万 m³ 表土回覆至绿化边坡。

3) 外接电源工程区: 施工前, 对塔基占用耕地、林地进行表土剥离, 剥离厚度根据地表情况按耕地 30~35cm、林地 20~25cm 考虑, 剥离面积共 0.01hm², 剥离量为 0.003 万 m³, 剥离表土集中堆放于塔基周边空地。施工结束后根据覆土需要将 0.003 万 m³ 表土回覆至剥离区域中除硬化外区域。

4) 供排水工程区: 施工前, 对管线开挖区占用耕地、林地进行表土剥离, 剥离厚度根据地表情况按耕地 30~35cm、林地 20~25cm 考虑, 剥离面积共 3.32hm², 剥离量为 0.94 万 m³, 剥离表土集中堆存在施工作业带一侧。施工结束后根据覆土需要将 0.94 万 m³ 表土回覆至剥离区域。

5) 还建工程区: 施工前, 对路面占用耕地、林地进行表土剥离, 剥离厚度根据地表情况按耕地 30~35cm、林地 20~25cm 考虑, 剥离面积共 0.24hm², 剥离量为 0.07 万 m³, 表土根据施工情况, 堆放在站区北侧的临时堆土区内。施工结束后根据覆土需要将 0.07 万 m³ 表土回覆至临时占地中原占地类型为耕地、林地区域。

6) 施工生产生活区: 施工前, 对占用耕地、林地进行表土剥离, 剥离厚度根据地表情况按耕地 30~35cm、林地 20~25cm 考虑, 剥离面积共 3.00hm², 剥离量为 0.84 万 m³, 表土根据施工情况, 堆放在站区北侧的临时堆土区内。施工结束后根据覆土需要将 0.84 万 m³ 表土回覆至原占地类型为耕地、林地区域。

(4) 受端接地极

1) 汇流装置区: 施工前, 对占用林地进行表土剥离, 剥离厚度根据地表情况按 20cm 考虑, 剥离面积共 0.11hm^2 , 剥离量为 0.02 万 m^3 , 剥离表土堆存于电极电缆区, 用于电极电缆区回覆。

2) 电极电缆区: 施工前, 对电极、电缆开挖区占用耕地、林地进行表土剥离, 剥离厚度根据地表情况按耕地 30cm、林地 20cm 考虑, 剥离面积共 5.61hm^2 , 剥离量为 1.60 万 m^3 , 剥离表土集中堆存在施工作业带一侧。施工结束后根据覆土需要将 1.65 万 m^3 表土回覆至剥离区域。

3) 检修道路区: 施工前, 对路面占用耕地、林地进行表土剥离, 剥离厚度根据地表情况按耕地 30cm、林地 20cm 考虑, 剥离面积共 0.09hm^2 , 剥离量为 0.03 万 m^3 , 剥离表土堆存于电极电缆区, 用于电极电缆区回覆。

4) 外接电源工程区: 施工前, 对塔基占用耕地、林地进行表土剥离, 剥离厚度根据地表情况按耕地 30cm、林地 20cm 考虑, 剥离面积共 0.02hm^2 , 剥离量为 0.004 万 m^3 , 剥离表土集中堆放于塔基周边空地。施工结束后根据覆土需要将 0.004 万 m^3 表土回覆至剥离区域中除硬化外区域。

(3) 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基础开挖扰动区域进行表土剥离, 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, 其中北方风沙区和西南紫色土区占用耕地、园地的区域表土剥离厚度按平均 30cm 考虑, 占用林地、草地的区域表土剥离厚度按平均 20cm 考虑; 西北黄土高原区占用耕地、园地、林地及草地的区域表土剥离厚度按平均 30cm 考虑。该区域仅对塔基基础开挖扰动范围进行表土剥离, 塔基区其他以占压为主的区域将采取铺垫保护, 不再进行表土剥离, 以减少扰动破坏。

2) 塔基区施工场地以临时占压为主, 建设期将采取铺垫保护, 不再进行表土剥离。

3) 牵张场地区对于地形起伏较大的山丘区牵张场及材料站考虑进行表土剥离, 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保护, 不再进行表土剥离, 以减少扰动破坏。

4) 跨越施工场地以临时占压为主, 对地表扰动较轻, 不再进行表土剥离。

5) 人抬便道主要是对路面进行平整, 对地表扰动较轻, 不再进行表土剥离。

6) 施工简易道路以利用原有道路和乡村小道为主, 平原区新建的施工简易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; 山丘区新建的部分施工简易道路根据沿线实际情况局部路段施工前对抗洼回填深度超过 20cm 的区域进行表土剥离。本工程表土剥离及回覆量见表 2.4-2。

2.4.2 点型工程土石方平衡

(1) 送端换流站挖方 55.14 万 m^3 , 填方 55.14 万 m^3 , 区间调入、调出利用量 3.69 万 m^3 。

(2) 送端接地极挖方 33.71 万 m^3 , 填方 33.71 万 m^3 , 区间调入、调出利用量 0.04 万 m^3 。

(3) 受端换流站挖方 154.16 万 m^3 , 填方 154.16 万 m^3 , 区间调入、调出利用量 4.00 万 m^3 。

(4) 受端接地极挖方 16.93 万 m^3 , 填方 16.93 万 m^3 , 区间调入、调出利用量 0.05 万 m^3 。

2.4.3 线路工程土石方平衡

塔基区余土石方进行塔基范围内整平处理; 布设挡渣墙措施进行拦挡处理。土石方开挖量为 149.29 万 m^3 (含表土 17.02 万 m^3), 回填量为 149.29 万 m^3 (含表土 17.02 万 m^3)。

牵张场土石方开挖量为 8.69 万 m^3 (含表土 0.86 万 m^3), 回填量为 8.69 万 m^3 (含表土 0.86 万 m^3)。

施工道路土石方开挖量为 41.10 万 m^3 (含表土 8.65 万 m^3), 回填量为 41.10 万 m^3 (含表土 8.65 万 m^3)。

本工程土石方平衡一览表见表 2.4-3, 土石方平衡流向图见图 2.4-1。

表 2.4-2 表土剥离及回覆平衡一览表 单位: 万 m³

项目	行政区划	分区	表土剥离	表土回覆	回填区域	调入量	调出量	临时堆存场地	
一、点型工程			9.75	9.75		0.05	0.05		
受端换流站	重庆市	西南紫色土区	站区	5.28	5.28	本区			临时堆土区
			进站道路区	0.97	0.97	本区			临时堆土区
			外接电源工程区	0.003	0.003	本区			杆塔临时占地区域
			供排水工程区	0.94	0.94	本区			管线一侧空地
			还建工程区	0.07	0.07	本区			临时堆土区
			施工生产生活区	0.84	0.84	本区			临时堆土区
			小计	8.10	8.10				
受端接地极	重庆市	西南紫色土区	汇流装置区	0.02		电极电缆区		0.02	电缆沟槽一侧空地
			电极电缆区	1.60	1.65	本区	0.05		电缆沟槽一侧空地
			检修道路区	0.03		电极电缆区		0.03	电缆沟槽一侧空地
			外接电源工程区	0.004	0.004	本区			杆塔临时占地区域
			小计	1.65	1.65		0.05	0.05	
二、线路工程			26.69	26.69					
直流线路	甘肃省	北方风沙区	塔基区	4.81	4.81	塔基区			塔基施工场地临时堆土区
			牵张场地区	0.07	0.07	牵张场地区			牵张场地区临时堆土范围
			施工道路区	1.05	1.05	施工道路区			施工道路区两侧
			小计	5.93	5.93				
		西北黄土高原区	塔基区	6.24	6.24	塔基区			塔基施工场地临时堆土区
			牵张场地区	0.31	0.31	牵张场地区			牵张场地区临时堆土范围
			施工道路区	3.37	3.37	施工道路区			施工道路区两侧
			小计	9.82	9.82				

2 项目概况

项目	行政区划	分区	表土剥离	表土回覆	回填区域	调入量	调出量	临时堆存场地	
		西南紫色土区	塔基区	0.77	0.77	塔基区			塔基施工场地临时堆土区
			牵张场地区	0.01	0.01	牵张场地区			牵张场地区临时堆土范围
			施工道路区	1.14	1.14	施工道路区			施工道路区两侧
			小计	1.92	1.92				
	陕西省	西南紫色土区	塔基区	0.47	0.47	塔基区			塔基施工场地临时堆土区
			牵张场地区	0.004	0.004	牵张场地区			牵张场地区临时堆土范围
			施工道路区	1.11	1.11	施工道路区			施工道路区两侧
			小计	1.58	1.58				
	四川省	西南紫色土区	塔基区	3.27	3.27	塔基区			塔基施工场地临时堆土区
			牵张场地区	0.29	0.29	牵张场地区			牵张场地区临时堆土范围
			施工道路区	1.50	1.50	施工道路区			施工道路区两侧
			小计	5.06	5.06				
	重庆市	西南紫色土区	塔基区	0.69	0.69	塔基区			塔基施工场地临时堆土区
			牵张场地区	0.07	0.07	牵张场地区			牵张场地区临时堆土范围
			施工道路区	0.29	0.29	施工道路区			施工道路区两侧
			小计	1.05	1.05				
接地极线路	重庆市	西南紫色土区	塔基区	0.33	0.33	塔基区			塔基施工场地临时堆土区
			牵张场地区	0.02	0.02	牵张场地区			牵张场地区临时堆土范围
			施工道路区	0.30	0.30	施工道路区			施工道路区两侧
			小计	0.65	0.65				
迁改线路	甘肃省	北方风沙区	塔基区	0.08	0.08	塔基区			塔基施工场地临时堆土区
		西北黄土高原区	塔基区	0.33	0.33	塔基区			塔基施工场地临时堆土区
			牵张场地区	0.04	0.04	牵张场地区			牵张场地区临时堆土范围
			施工道路区	0.05	0.05				
			小计	0.42	0.42				
	陕西省	西南紫色土区	塔基区	0.004	0.004	塔基区			塔基施工场地临时堆土区
四川省	西南紫色土区	塔基区	0.02	0.02	塔基区			塔基施工场地临时堆土区	
三、工程合计			36.28	36.28					

表 2.4-3 土石方平衡一览表单位: 万 m³

项目	省	分区	开挖量				回填量				调入	调出	借方	综合利用	
			表土	土石方	钻渣	小计	表土	土石方	钻渣	小计					
一、点型工程			9.75	251.83		261.58	9.75	251.83		261.58	8.96	8.96			
送端换流站	新疆维吾尔自治区	北方风沙区	站区		44.02		44.02		39.15		39.15		4.87		
			进站道路区		0.06		0.06		3.75		3.75	3.69			
			外接电源工程区		3.31		3.31		3.31		3.31				
			供排水工程区		9.23		9.23		9.23		9.23				
			施工生产生活区						1.18		1.18	1.18			
		小计		56.62		55.44		56.62		56.62	4.87	4.87			
送端接地极	新疆维吾尔自治区	北方风沙区	汇流装置区		0.04		0.04		0.08		0.08	0.04			
			电极电缆区		33.45		33.45		33.41		33.41		0.04		
			检修道路区		0.21		0.21		0.21		0.21				
			外接电源工程区		0.174		0.174		0.174		0.174				
			小计		33.87		33.87		33.87		33.87	0.04	0.04		
受端换流站	重庆市	西南紫色土区	站区	5.28	126.62		131.90	5.28	130.62		135.90	4.00			
			进站道路区	0.97	10.00		10.97	0.97	6.00		6.97		4.00		
			外接电源工程区	0.003	0.05		0.05	0.003	0.05		0.05				
			供排水工程区	0.94	6.39		7.33	0.94	6.39		7.33				
			还建工程区	0.07	(纳入站区)		0.07	0.07	(纳入站区)		0.07				
			施工生产生活区	0.84	3.00		3.84	0.84	3.00		3.84				
			小计	8.10	146.06		154.16	8.10	146.06		154.16	4.00	4.00		
受端接地极	重庆市	西南紫色土区	汇流装置区	0.02	0.03		0.05		0.03		0.03		0.02		
			电极电缆区	1.60	15.22		16.82	1.65	15.22		16.87	0.05			
			检修道路区	0.03	0.01		0.04		0.01		0.01		0.03		
			外接电源工程区	0.00	0.02		0.02	0.00	0.02		0.02				

2 项目概况

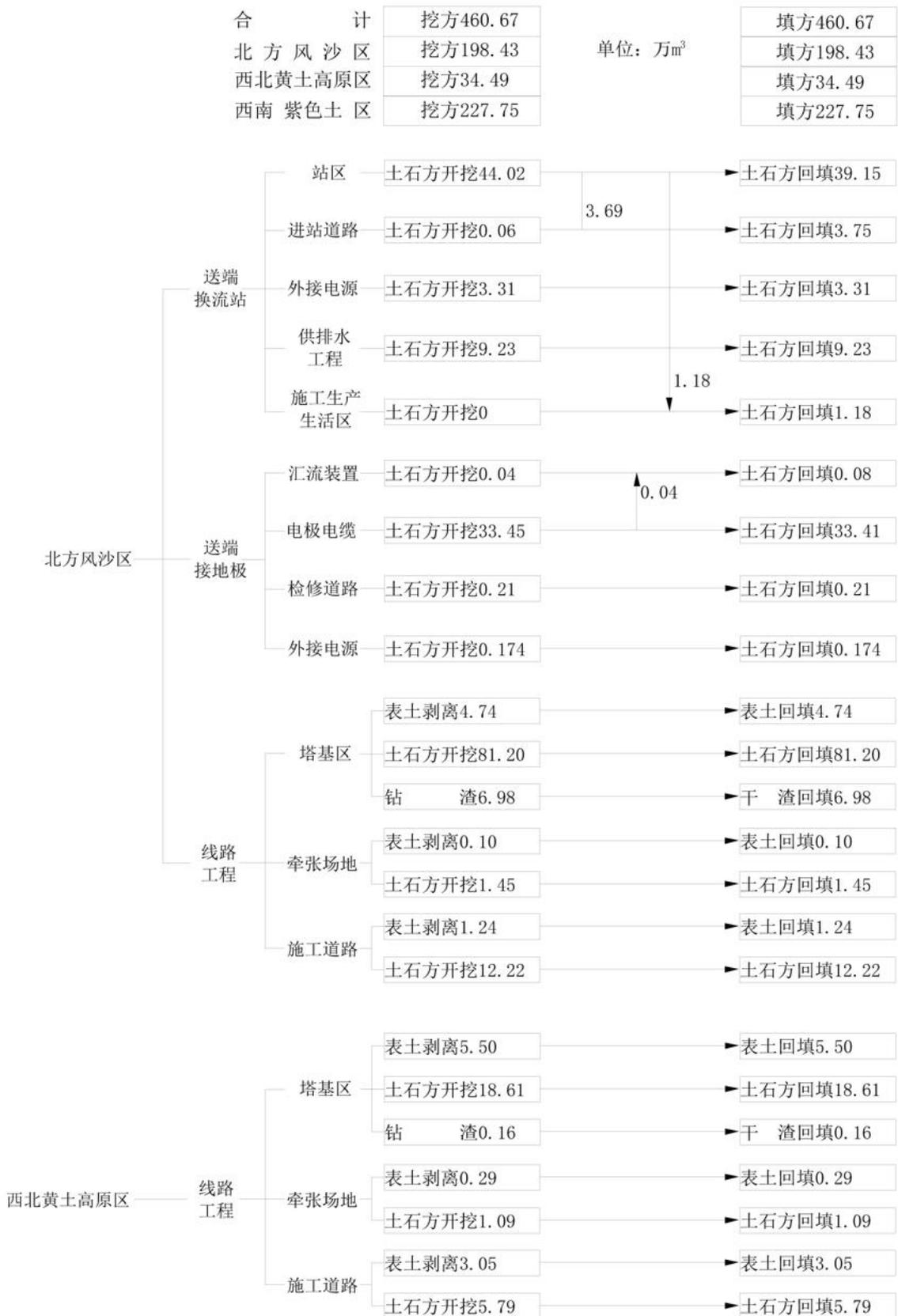
项目	省	分区		开挖量				回填量				调入	调出	借方	综合利用
				表土	土石方	钻渣	小计	表土	土石方	钻渣	小计				
		小计		1.65	15.28		16.93	1.65	15.28		16.93				
二、线路工程				26.69	165.90	7.39	199.98	26.69	165.90	7.39	199.98				
±800kV 直流 输电线路	新疆维吾尔自治区	北方风沙区	塔基区		25.22		25.22		25.22		25.22				
			牵张场地区		0.31		0.31		0.31		0.31				
			施工道路区		1.19		1.19		1.19		1.19				
		小计		26.72		26.72		26.72		26.72					
	甘肃省	北方风沙区	塔基区	4.66	47.24	6.98	58.88	4.66	47.24	6.98	58.88				
			牵张场地区	0.10	1.13	0.00	1.23	0.10	1.13	0.00	1.23				
			施工道路区	1.24	11.03	0.00	12.27	1.24	11.03	0.00	12.27				
		西北黄土高原区	塔基区	5.17	17.24	0.16	22.57	5.17	17.24	0.16	22.57				
			牵张场地区	0.24	0.89		1.13	0.24	0.89		1.13				
			施工道路区	3.01	5.72		8.73	3.01	5.72		8.73				
		西南紫色土区	塔基区	2.00	6.67	0.06	8.73	2.00	6.67	0.06	8.73				
			牵张场地区	0.09	0.35		0.44	0.09	0.35		0.44				
			施工道路区	1.16	2.21		3.38	1.16	2.21		3.38				
			小计	17.67	92.48	7.20	117.36	17.67	92.48	7.20	117.36				
	陕西省	西南紫色土区	塔基区	0.47	1.80		2.27	0.47	1.80		2.27				
			牵张场地区	0.004	0.27		0.27	0.004	0.27		0.27				
			施工道路区	1.11	2.60		3.71	1.11	2.60		3.71				
		小计	1.58	4.67		6.25	1.58	4.67		6.25					
	四川省	西南紫色土区	塔基区	3.27	14.09	0.16	17.52	3.27	14.09	0.16	17.52				
			牵张场地区	0.29	4.38		4.67	0.29	4.38		4.67				
			施工道路区	1.50	8.40		9.90	1.50	8.40		9.90				

2 项目概况

项目	省	分区		开挖量				回填量				调入	调出	借方	综合利用
				表土	土石方	钻渣	小计	表土	土石方	钻渣	小计				
		小计		5.06	26.87	0.16	32.09	5.06	26.87	0.16	32.09				
	重庆市	西南紫色土区	塔基区	0.69	1.69	0.01	2.39	0.69	1.69	0.01	2.39				
牵张场地区			0.07	0.23		0.30	0.07	0.23		0.30					
施工道路区			0.29	0.62		0.91	0.29	0.62		0.91					
小计			1.05	2.54	0.01	3.60	1.05	2.54	0.01	3.60					
接地极线路	新疆维吾尔自治区	北方风沙区	塔基区		25.22		25.22		25.22		25.22				
			牵张场地区		0.31		0.31		0.31		0.31				
			施工道路区		1.19		1.19		1.19		1.19				
		小计			26.72		26.72		26.72		26.72				
	重庆市	西南紫色土区	塔基区	0.33	0.74	0.02	1.09	0.33	0.74	0.02	1.09				
			牵张场地区	0.02	0.06		0.08	0.02	0.06		0.08				
			施工道路区	0.30	0.60		0.90	0.30	0.60		0.90				
		小计		0.65	1.40	0.02	2.07	0.65	1.40	0.02	2.07				
迁改线路	四川省	西南紫色土区	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				
	甘肃省	北方风沙区	塔基区	0.08	0.92	0.00	1.00	0.08	0.92	0.00	1.00				
		西北黄土高原区	塔基区	0.33	1.37	0.00	1.70	0.33	1.37	0.00	1.70				
			牵张场地区	0.05	0.20	0.00	0.25	0.05	0.20	0.00	0.25				
			施工道路区	0.04	0.07	0.00	0.11	0.04	0.07	0.00	0.11				
		小计		0.50	2.56	0.00	3.06	0.50	2.56	0.00	3.06				
	陕西省	西南紫色土区	塔基区	0.004	0.01		0.01	0.004	0.01		0.01				
			牵张场地区												
			施工道路区												
小计			0.004	0.01		0.01	0.004	0.01		0.01					

2 项目概况

项目	省	分区	开挖量				回填量				调入	调出	借方	综合利用
			表土	土石方	钻渣	小计	表土	土石方	钻渣	小计				
三、工程合计			36.28	416.99	7.39	460.67	36.28	416.99	7.39	460.67	8.96	8.96		



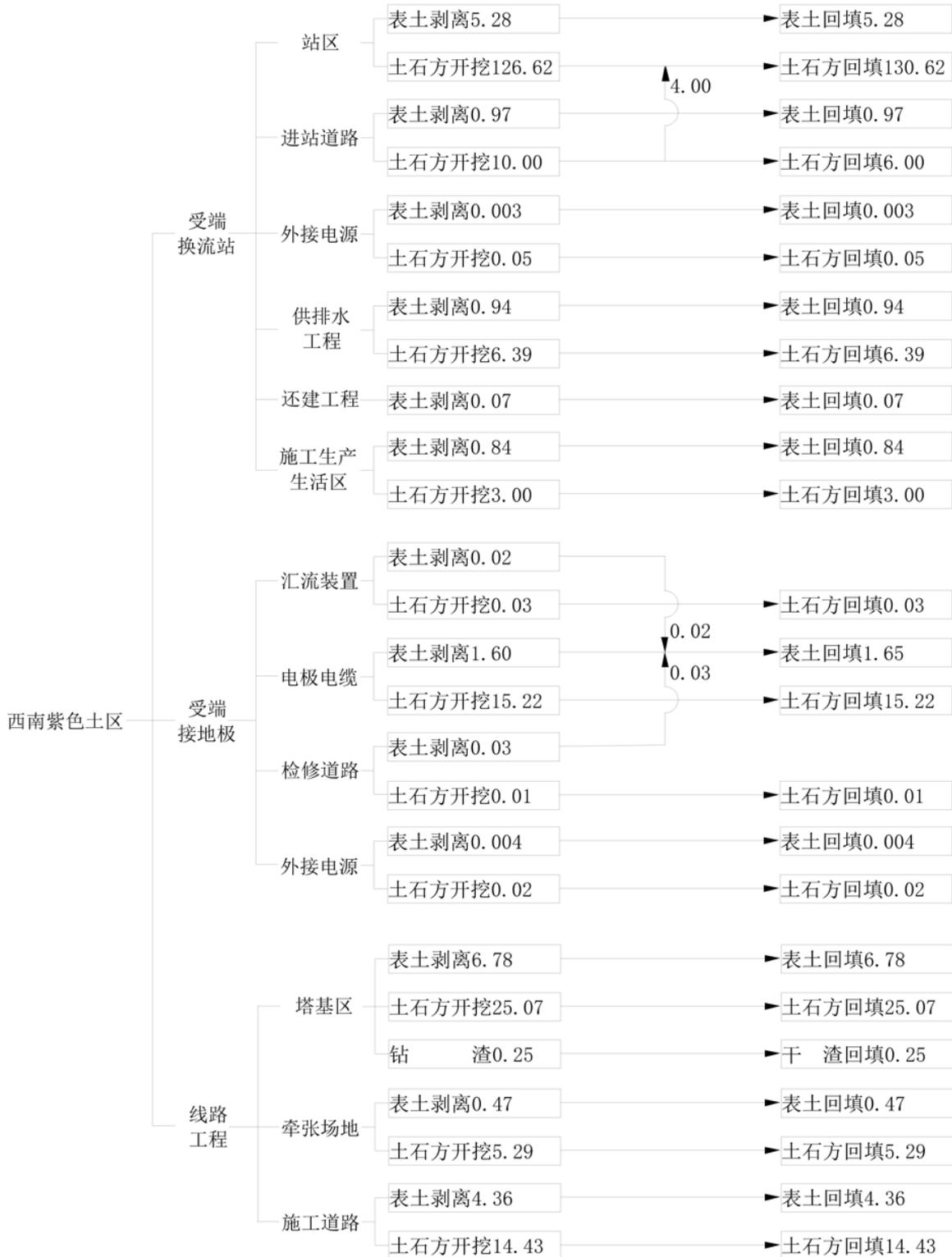


图 2.4-1 土石方平衡流向图

2.5 拆迁（移民）安置与专项设施改（迁）建

本工程建设因无法避让部分居民建筑物，需要进行拆除。拆迁安置具体水土流失防治工作由地方政府实施单位统一实施，采用货币补偿方式。拆迁安置单位结合工程建设及当地实际情况优先考虑综合利用，若无法综合利用，则运至就近的建筑垃圾场地堆放集中堆置或按当地相关部门要求堆放在指定场地，房屋拆迁不纳入本方案防治责任范围内。

本工程涉及的改迁工程情况如下：

①甘肃境内 $\pm 110\text{kV}$ 吉泉线、 $\pm 800\text{kV}$ 哈郑线迁改工程：甘肃省酒泉市瓜州县境内， $\pm 110\text{kV}$ 吉泉线新建 0.4km ，新建铁塔 2 基； $\pm 800\text{kV}$ 哈郑线新建 0.4km ，新建铁塔 2 基。

②甘肃境内 330kV 八雄线迁改工程：甘肃省酒泉市金塔县境内，新建 330kV 线路长度约 9.5km ，新建杆塔 26 基。

③甘肃境内 330kV 泉湖 I、II 线迁改工程：新建 330kV 线路长度约 0.8km ，新建杆塔 3 基。

④甘肃境内 750kV 河泉一线迁改工程：甘肃省张掖市山丹县境内，新建线路长度约为 0.9km ，新建 3 基单回路转角塔。

⑤甘肃境内 750kV 武河一线迁改工程：甘肃省金昌市永昌县境内，新建线路长度约为 0.9km ，新建 3 基单回路转角塔。

⑥甘肃境内 110kV 山马牵线迁改工程：甘肃省张掖市山丹县境内，新建 2 基铁塔。

⑦甘肃境内 110kV 上气二线迁改工程：甘肃省金昌市永昌县境内，新建线路长度约为 0.9km ，新建 3 基单回路转角塔。

⑧甘肃境内 110kV 古压一回线迁改工程：甘肃省武威市古浪县境内，新建线路长度 1.0km ，共需要建 4 基铁塔。

⑨甘肃境内 220kV 龙大一回线路迁改工程：甘肃省兰州市皋兰县境内，新建线路长 6.5km ，新建铁塔 17 基。

⑩甘肃境内 750kV 武白一、二同塔双回线路迁改工程：甘肃省白银市景泰县境内，新建线路长 4.6km ，新建铁塔 15 基。

⑪甘肃境内 750kV 东凉同塔双回线路迁改工程：甘肃省定西市安定区境内，新建单回 750kV 线路长度 1.8km ，共需新建 5 基铁塔。

⑫甘肃境内 330kV 定纪 II 回线路迁改工程：甘肃省定西市安定区境内，新建线路长度 1.8km，共需要建 5 基铁塔。

⑬陕西境内 110kV 燕子砭牵 T 接线路迁改工程：陕西省汉中市宁强县境内，新建县路长度 0.5km，新建电缆终端塔 1 基。

⑭四川境内 110kV 洪梳一线、110kV 洪梳二线迁改工程：新建 2 基铁塔。

新建塔基纳入本方案考虑，拆除杆塔占地纳入塔基区施工场地考虑，不单独计列。

2.6 施工进度

根据类似工程施工经验，本工程计划于 2023 年 8 月开工，2025 年 7 月完工，总工期 24 个月，施工进度安排见下表。

2.7 自然概况

2.7.1 地质

(1) 送端换流站

送端换流站站址在大地构造上位于东准噶尔地槽褶皱带与北天山优地槽褶皱带的结合部，属博格达隆起带的东延部分。站区上部地层主要为第四系冲洪积的角砾（ Q_4^{al+pl} ）、粉质黏土（ Q_4^{al+pl} ），下伏二叠系砾岩（p2）、砂岩（p2）和火山岩（玄武岩、安山岩）。站址区域地层结构相对简单，构造条件相对稳定，不存在软土震陷及地基土地震液化等问题，属于中硬场地土，建筑的场地类别为II类。站址区地下水类型主要为碎屑岩类裂隙孔隙潜水，对钢结构的腐蚀性具微腐蚀性。

根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015），II类场地条件下，基本地震动峰值加速度为0.10g，相应地震基本烈度VII度，基本地震动加速度反应谱特征周期为0.40s。

(2) 送端接地极

送端接地极极址区域上部地层主要为第四系冲洪积的角砾（ Q_4^{al+pl} ），下伏第三系砂质泥岩。站址区地下水类型主要为碎屑岩类裂隙孔隙潜水，主体设计勘探结果显示未发现地下水（钻孔最大深度16m），可不考虑地下水对基础和施工的影响。根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015），II类场地条件下，极址基本地震动峰值加速度为0.10g，相应的地震基本烈度为VII度，基本地震动加速度反应谱特征周期为0.40s。

(3) 受端换流站

受端换流站站址场地位于铜锣峡背斜西翼，重庆—沙坪向斜东翼。站址区场地上覆第四系冲洪积（ Q_4^{al+pl} ）或残坡积（ Q_4^{el+dl} ）黏性土、粉土，场地下覆基岩为侏罗系中统上沙溪庙组（ J_2s ）紫红色、砖红色泥岩，青灰色、浅黄色砂岩。

场地地下水为松散岩类孔隙水和基岩裂隙水。第四系松散堆积层中的孔隙水，主要赋存于场地覆盖层中，其补给来源为大气降水、地表水补给，但分布不均，无统一水面，水量小，水量受季节性影响大，水力联系差。基岩裂隙水赋存于岩石构造裂隙及风化裂隙带中，埋藏深，不具区域水力联系，含水层以砂岩为主，泥岩含水性极弱，主要受大气降水补给。

根据《中国地震动峰值加速度区划图》（GB18306）的有关规定，场地地震动峰值加速度为0.05g，相应的地震基本烈度为VI度。地震动反应谱特征周期为0.35s。

站址无影响站址稳定的滑坡、崩塌、泥石流及采空区等不良地质作用。

(4) 受端接地极

受端接地极极址区场地上覆为第四系冲洪积 (Q_4^{al+pl})、残坡积 (Q_4^{el+dl}) 黏性土, 下覆为侏罗系中统上沙溪庙组 (J_{2s}) 泥质砂岩、泥岩。

场地内地下水类型按赋存介质主要为孔隙水, 其次为基岩裂隙水。孔隙水主要赋存在①层粉质黏土、黏土中, 由大气降水, 以蒸发及侧向径流为主要排泄方式。基岩裂隙水赋存于③层泥岩中, 埋藏较深。

根据《中国地震动峰值加速度区划图》(GB18306)的有关规定, 场地地震动峰值加速度为 $0.05g$, 相应的地震基本烈度为VI度。地震动反应谱特征周期为 $0.35s$ 。

场地内及附近区域无大型滑坡、泥石流、采空区、地面沉陷等不良地质作用分布, 场地稳定, 适宜工程建设。

(5) 线路工程

1) 新疆维吾尔自治区境内线路(含直流线路及接地极线路)

本段线路沿线地层主要为角砾、砂质粘土、卵石、砂砾石、泥岩、安山岩、砂岩、凝灰岩、花岗岩等。

沿线区域地下水以第四系孔隙潜水为主及裂隙水, 主要接受大气降水和地表径流水(主要为雪山消融水)补给, 地下水位埋深多大于 $15\sim 20m$, 可不考虑其影响。山丘区域主要为基岩裂隙水, 补给主要来源于大气降水, 该类地下水埋藏较深, 可不考虑其对工程设计和施工影响。应考虑融雪季节和雨季时可能存在的临时性地下潜水及洪水对设计和施工的影响。

根据《中国地震动峰值加速度区划图》(GB18306)的有关规定, 沿线地区地震动峰值加速度 $0.10g\sim 0.20g$, 相应的地震基本烈度为VI~VII度。地震动反应谱特征周期 $0.35\sim 0.40s$ 。

本工程线路沿线主要存在的岩土工程问题有: 冲沟、滑坡、泥石流、崩塌等地质灾害, 规模以单点小型为主, 地质灾害相对密集区已避开。线路在施工图定位阶段应避开线路稳定性有影响的不良地质区域。

2) 甘肃省境内线路

在区域构造上, 线路途经地区位于昆仑-祁连褶皱系的祁连山褶皱带内, 自西北向东南依次穿越祁连山褶皱带的河西走廊过渡带、北祁连褶皱带和中祁连隆起等次一级构造单元, 与秦岭褶皱系相邻。依据线路沿线勘察结果和区域地质资料, 线路沿线

除山区、部分丘陵地段有石炭系（C）、二叠系（P）、第三系（R）基岩和华力西期、加里东期岩浆岩直接出露以外，其余地段地表多被第四系上更新统、全新统冲洪积层（ Q_{3-4}^{al+pl} ）覆盖，局部地段地表还零星分布全新统风积松散砂层（ Q_4^{col} ）。

工程沿线绝大多数地段的地下水位埋深大于 10m，但在河流漫滩及常年流水的沟谷、泉水溢出及和雪山消融水联系较为密切的部分低缓平原地带，水位埋深在 1.0~6.0m 不等，一般埋深 3.0~6.0m，这些地段的地下水多和地表水联系密切，水位因季节变化较大，地下水位年变幅在 1.0~3.0m 左右。沿线地下水对线路基础及施工影响较小；地下水对混凝土结构及钢筋混凝土结构中的钢筋均具有微~弱腐蚀性。

根据《中国地震动峰值加速度区划图》（GB18306）的有关规定，沿线地区地震动峰值加速度 0.05g~0.20g，相应的地震基本烈度为 VI~VIII 度。地震动反应谱特征周期 0.35~0.45s。

沿线部分地段属于地质灾害易发区，不良地质作用较发育，主要类型有危岩、崩塌、陡坎（崖）、小型冲沟、局部丘陵低山谷口的泥石流、局部流动性沙丘、局部冲刷等，总体上地质灾害以小规模及单点分布为主，线路工程选址选线在地质灾害相对密集区已避开。

3) 陕西省境内线路

陕西省境内线路路径在地质构造上属于华南板块的秦岭褶皱系（II）和扬子准地台（III）两个一级大地构造单元。组成岩石是古生界片岩、千枚岩、板岩、花岗岩、砂岩及石灰岩。地层岩性为上覆地层，主要有第四系全新统残、坡积粉质黏土，下伏有元古界（Pt）千枚岩、板岩、砂岩、凝灰岩、石英岩、大理岩、花岗闪长岩等。

沿线除个别山涧洼地或沟谷底部地下水位埋藏稍浅外，大部分地段地下水埋藏深度大于 10.0m，可不考虑地下水的影响。

根据《中国地震动峰值加速度区划图》（GB18306）的有关规定，沿线地区 50 年超越概率 10% 的地震动峰值加速度为 0.15g，相应的地震基本烈度为 VII 度。地震动反应谱特征周期为 0.40s。

线路地处陕南低山丘陵区，不良地质作用主要有滑坡、崩塌、泥石流、岩溶等。规模以单点小型为主，地质灾害相对密集区已避开。

4) 四川省境内线路

线路路径区位于四川省北部，沿线所经过地区，未见有全新活动断裂，根据区域

地震资料，无破坏性地震的震中分布。沿线区域稳定性为稳定，适宜工程建设。岩土性质主要以粉质黏土、泥岩、砂岩等。

根据区域水文地质调查及现场踏勘，按地下水的赋存形式、水理特征，工程区内地下水类型可分为两大类：松散岩类孔隙水、基岩裂隙水。线路北部主要以碳酸盐岩类岩溶水为主，南部以基岩裂隙水为主。据所搜集的水质分析成果及该区域工程经验，地下水对混凝土具微腐蚀性，对混凝土结构及钢筋混凝土结构中的钢筋具微腐蚀性，对钢结构具微腐蚀性。建议下阶段勘察时在线路沿线做进一步的取样分析工作，详细判定线路沿线各地段地下水的腐蚀性。

根据《中国地震动参数区划图》（GB18306），本段线路沿线 50 年超越概率 10% 的地震动峰值加速度为 0.04~0.05g，相应的地震基本烈度为 VI 度。地震动反应谱特征周期为 0.35~0.40s。

沿线经过地段主要为丘陵及中低山区，不良地质作用主要有滑坡、崩塌、泥石流、采空区等，属中等易发区，规模较小，线路在施工图定位阶段应避免线路稳定性有影响的不良地质区域，对杆塔有潜在影响的小型崩塌及松动孤石建议清理。

5) 重庆市境内线路（含直流线路及接地板线路）

线路沿线地形地貌主要为丘陵、低山、岩溶及堆积地貌。沿线地层较为简单，基岩主要为侏罗系、三叠系、二叠系泥岩、砂岩、灰岩、页岩、泥灰岩等，第四系主要为全新统残坡积与冲洪积地层。地质构造属压应构造行迹，以北北东向梳妆褶皱为主，具有背斜紧闭狭窄，向斜开阔和陡倾纵横张裂发育的特征。工程区内地质构造较复杂，但无全新世活动性断裂分布，构造相对稳定。

线路沿线地下水主要有松散岩类孔隙水、岩溶水和基岩裂隙水，线路部分路径受孔隙水影响。松散岩类孔隙水主要分布于各河流阶地及丘间沟谷地带，基岩裂隙水在线路路径区广泛分布，岩溶水主要由大气降水、地表水补给，汇集于岩溶洼地、槽沟、漏斗等地带。

根据《中国地震动峰值加速度区划图》（GB18306）的有关规定，按照 II 类场地考虑，沿线地震动峰值加速度为 0.05g，相应的地震基本烈度为 VI 度。地震动反应谱特征周期为 0.35s。

沿线地形条件总体较好，植被发育，不良地质作用发育程度较弱，其主要类型表现为小型滑坡、小型崩塌及采空区，无大型不良地质作用，无影响线路路径方案成立的地质灾害。

表 2.7-1 项目区气象要素特征值一览表

省级行政区	市级行政区	多年平均气温 (°C)	极端最高气温 (°C)	极端最低气温 (°C)	≥10°C 有效积温	多年平均蒸发量 (mm)	多年平均降水量 (mm)	无霜期 (天)	全年主导风向	年平均风速 (m/s)	平均相对湿度 (%)	24h 最大降水量 (mm)	冻土深度 (cm)
新疆维吾尔自治区	哈密市	9.9	43.9	-32.0	4300.0	4287.2	38.6	182	NE	4.3	43	25.5	133
甘肃省	酒泉市	7.2	40.1	-31.6	2954.5	2005.2	85.4	131	SW	2.2	47	44.2	132
	嘉峪关市	7.3	38.4	-31.6	3016.8	2149.0	85.3	177	NW	2.2	49	44.2	132
	张掖市	7.1	38.6	-28.7	2870.0	2047.9	110.0	148	ESE	2.0	52	46.7	123
	金昌市	9.0	39.5	-25.1	3088.1	1595.4	156.1	143	NE	1.1	59	65.0	93
	武威市	7.9	40.8	-32.0	2250.0	2021.2	165.9	135	SSW	1.8	53	62.7	141
	白银市	9.0	39.5	-25.1	3088.1	1595.4	237.6	143	SE	1.1	59	65.0	93
	兰州市	10.6	39.8	-19.3	3350.0	1446.4	301.1	147	NE	1	53	56.9	126
	定西市	7.0	35.8	-29.7	3120.5	1536	560.8	150	NE	2.2	64	92.2	83
	天水市	10.5	36.3	-19.2	3510.0	1481.5	558.0	185	SE	1.9	68	65.8	60
陇南市	12.2	40.2	-8.1	4568.0	1035.0	725.0	225	SE	1.5	69	80.0	80	
陕西省	汉中市	13	40.8	-5.0	4769.0	950.0	893.0	241	E、NE	1.3	76	98.0	/
四川省	广元市	16.4	40.5	-8.6	5606	1136.3	1185.7	240	SE、NW	1.5	68	293.6	/
	南充市	17.1	41.3	-5.7	5701	914.8	1087.2	300	N	1.5	77	328.5	/
	广安市	16.0	42.5	-3.3	5475	901.4	1066	317	NE	1.5	82	349.3	/
重庆市	合川区	18.0	42.7	-3.7	5998	886.0	1147.6	314	N	0.8	85	232.1	/
	北碚区	18.5	45.0	-3.1	6015	1008.0	1154.6	341	NE	1.2	81	192.2	/
	渝北区	17.5	41.8	-7.4	5987	1057.7	1171.8	319	NE	2.0	81	204.8	/

2.7.4 水文

(1) 送端换流站

三塘西泉站址位于三塘湖乡东南侧约 13km 处，地处东天山支脉莫钦乌拉山北坡的山前冲洪积扇区。三塘西泉站址位于二道沟水库下游约 23km，影响站址的洪水主要是二道沟水库下泄洪水、三道沟和四道沟洪水、三道沟与四道沟之间山洪沟以及站址南侧坡面洪水。其中：二道沟水库部分下泄洪水、三道沟和四道沟及其间山洪沟洪水、部分山前坡面产流汇水从站址东侧冲沟流走。二道沟水库另一部分下泄洪水及部分山前坡面产流汇水从站址西侧冲沟流走。

站址区域远离河流，无河流洪水影响，主要受坡面洪水的影响，百年一遇平均最大水深按地面以上 0.30m 考虑，站址设计标高高于自然标高，为抵御坡面洪水的侵袭，站区围墙采用围墙基础兼做挡水墙的形式，将围墙基础抬高，围墙（兼挡水墙）采用浆砌石砌筑，长度共计 2616m，围墙基础（挡水墙）高度 0.5m，可满足站区防洪要求。

(2) 送端接地极

送端接地极址东侧紧邻伊吾河主河道，极址不受伊吾河主河道百年一遇洪水的影响。其上游约 27km 处建有峡沟水库，峡沟水库设计洪水标准为 50 年一遇，校核洪水标准为 1000 年一遇，校核标准高于接地极一个等级以上，不考虑溃坝洪水对极址的影响。极址中心受西南侧坡面洪水影响，采取围墙基础兼做挡水墙的形式防洪。

(3) 受端换流站

受端换流站站址西侧靠山体，山体的山脊呈现南北走向，山脊向东发育有多个小型沟槽，站址呈南北长条形布置并占据多个沟槽，西侧受山洪影响，据估算，山洪百年一遇设计洪峰流量为 4.42~7.46m³/s。沿站址山洪影响侧设置了截洪沟，截洪沟设计满足站区坡面百年一遇设计山洪流量，故站址不受山洪影响。

紧邻站址东侧有茶园河从北往南流经，茶园河为山区性小河沟，河沟深约 2~3m，河宽约 5~20m，常年流水。站址区域大部分地势相对茶园河较高，中部鱼塘（水田）区域地势相对较低，局部受洪水影响。据估算，茶园小河站址下游断面百年一遇设计洪峰流量约 185m³/s，百年一遇设计洪水位约 387.54m，站址上游断面百年一遇设计洪水位约 389.26m。站址设计标高为 410.15m，场平后不受百年一遇洪水影响。

站址西侧约 600m 有两岔河从北向南流过，西北侧直线距离约 600m 处有已建两岔水库。两岔水库总库容 3760 万 m³，正常蓄水位 420.50m，设计洪水位 423.70m

($P=2\%$)，校核洪水位 425.20m ($P=0.2\%$)，坝顶高程 426.70m，最大坝高 44.3m。站址与两岔水库之间有宽约 60-100m 的山体阻隔，山脊平均高约 450-480m，故站址不受两岔水库洪水影响。

(4) 受端接地极

受端接地极极址区域附近西侧直线距离渠江 3.8km，极址区域附近渠江河段河面标高约 200m，渠江水位最大变幅约 28m，极址区域与渠江河段水面高差在 130m 以上，故极址区域不受渠江百年一遇洪水淹没冲刷影响。

(3) 线路工程

1) 新疆维吾尔自治区境内线路

本段线路涉及的河流属于内陆河流域，线路跨越主要河流有伊吾河、代尔昆代郭勒河。还跨越巴里坤县二道沟、三道沟、四道沟、头道白杨沟、二道白杨沟、二道白杨沟右支河、三道白杨沟、增旦，伊吾县四道白杨沟、小白杨、科克托木、马依当、其格勒克坤多、鲁孙昆多、阿勒吞昆多，以及鱼尔墩、比勒、夏托许可、亚马提昆都、亚曼提、上马崖、达拉克昆带、图尔艾勒克冲沟、红柳沟、镜儿泉等小型河流、沟道，均不通航且常年干涸。线路工程在跨越河流时，采取一档跨越，不在水中和河道内立塔。

2) 甘肃省境内线路

本段线路涉及的河流属于内陆河流域、黄河流域及长江流域，线路跨越主要河流有疏勒河、北大河、黑河、石羊河、黄河、渭河、西汉水、嘉陵江。线路工程在跨越河流时，不在河中立塔，避免线路对航运和河道泄洪能力的影响，并按相应的最高通航水位及最大空载船舶高度设计考虑足够的安全净空，以利航运安全。

3) 陕西省境内线路

本段线路涉及的河流均属于长江流域，线路跨越主要河流为嘉陵江。线路工程在跨越河流时，不在河中立塔，避免线路对航运、河道泄洪能力的影响，并按相应的最高通航水位及最大空载船舶高度设计考虑足够的安全净空，以利航运安全。

4) 四川省境内线路

本段线路涉及的河流均属于长江流域，沿线跨越河流主要为嘉陵江支流东河、仪陇河、河舒河、长滩寺河等，以及一些小支流。线路工程在跨越河流时，不在河中立塔，避免线路对航运、河道泄洪能力的影响，并按相应的最高通航水位及最大空载船舶高度设计考虑足够的安全净空，以利航运安全。

5) 重庆市境内线路

本段线路涉及的河流均属于长江流域，线路涉及跨越河流较多，其中通航河流为渠江，沿线还跨越了渠江、嘉陵江、长江左岸的一些小支流，如温塘河、代峨溪、大河溪、麻柳河、黑水滩河、后河等，还将跨越一些小冲沟，跨越两岸均有较高地形可利用，百年一遇洪水对路径方案无影响。线路工程在跨越河流时，采取一档跨越，不在水中及河道范围内立塔，避免线路对航运、河道泄洪能力的影响，并按相应的最高通航水位及最大空载船舶高度设计考虑足够的安全净空，以利航运安全。

线路工程经过的主要河流跨越情况见下表。

表 2.7-2 沿线主要河流概况及重要跨越情况汇总表

行政区	跨越河流	河流概况
新疆维吾尔自治区	伊吾河	伊吾河流域地处天山山脉东段，哈尔里克山北坡。发源于哈尔里克山北坡冰川群的大白杨沟与托木尔提峰的科托沟、小白杨沟、塔什克其克、库木克其克等支流汇流而成。河流全长 71.6km，流域集水面积 1057km ² 。依据苇子峡水文站 1976~2005 年实测洪水资料分析，水文站断面百年一遇洪峰流量为 81.7m ³ /s。
甘肃省	疏勒河	疏勒河上游称为昌马河，发源于青海省祁连山疏勒南山与托莱山之间的海拔 5174m 的岗格尔消合力冰川地段，是河西走廊的三大内陆河之一。疏勒河在出口口的昌马大坝被分为玉门河和安西河，在安西县桥湾乡附近又汇流在一起，疏勒河全长 945km，全流域面积 101884km ² ，昌马峡水文站以上流域面积 13400km ² 。根据藩家庄水文站实测径流和洪水资料记载，其多年平均径流量 3.61×10 ⁸ m ³ ，1958 年最大径流量 3.89×10 ⁸ m ³ ，1976 年最小径流量只有 1.77×10 ⁸ m ³ ；实测最大洪峰流量 420m ³ /s。一档跨越，不在河中立塔。
	北大河	在出口口以上称之为陶勒河，该河发源于青海省陶勒南山北坡，在鼎新汇入黑河。在北大河出口口河段设有冰沟水文站，1947 年设站观测，测站以上控制流域面积 6883km ² 。河流由冰雪融水和降雨混合补给型，出口口以上，河流穿越于崇山峻岭之中，地势险要，人烟稀少。出口口以下，进入河西走廊酒泉盆地，河道开阔宽浅。洪水来自于 6~9 月的暴雨，洪水陡涨陡落，历时短，峰高量小。冰沟水文站实测最大洪水流量 1120m ³ /s。一档跨越，不在河中立塔。
	黑河	发源于河西走廊南部的祁连山北麓的锦羊岭，海拔 4260m，流经青海、甘肃、内蒙三省，流域面积 14.3×10 ⁴ km ² ，河道全长 821km，以莺落峡与正义峡为界分为上中下游。在黑河出口口附近设有莺落峡水文站，该站控制流域面积 1×10 ⁴ km ² 。于 1943 年观测至今。洪水主要由 6-9 月份暴雨形成，实测最大洪峰流量 1150m ³ /s，发生于 1952 年。据分析，黑河百年一遇洪峰流量为 2330m ³ /s。一档跨越，不在河中立塔。
	石羊河	石羊河是河西走廊东端的一条内陆河流，该河流域东与景泰县毗邻，东南以乌鞘岭和庄浪河为界，南以祁连山为屏障，西以东大河和西大河分水岭为界，流域范围包括天祝、古浪、武威、民勤和永昌 5 县市的部分地区，流域面积达 47380km ² ，河流流向自南向北流，经民勤，然后流入内蒙阿拉善旗进入沙漠消失。石羊河蔡旗水文站断面上游由黄羊河、杂木河、金塔河、西营河、东大河、西大河等众多山水河流和泉水河流汇合而成的内陆河流。 线路在石羊河蔡旗水文站上游附近跨越石羊河，河道宽约 170m，河床及

行政区	跨越河流	河流概况
		岸边稳定, 横断面较窄, 一档跨越, 不在河中立塔。
	黄河	黄河从共和县南部铁盖乡克周村进入共和境内, 经拉干峡、铁盖、吾雷和曲沟河谷, 从龙羊峡流入贵德县, 流程 90km, 流域面积 2627.57km ² 。余处小泉、沿河沟谷的雨水注入黄河。河床最宽处 7000m, 峡谷最窄处 40m。龙羊峡段年径流量 205 亿 m ³ , 枯水期 (1、2 月) 流量 132m ³ /s, 洪水期 (8、9 月) 流量 1500m ³ /s 左右, 年平均流量 650m ³ /s。 线路跨越黄河拟建塔位位于黄河两岸的山体上, 不在河中立塔。
	渭河	河流经陕、甘、宁三省区, 流域总面积为 13.5 万 km ² , 其中陕西境内流域面积为 6.71 万 km ² , 占总面积的 50%。渭河多年平均径流量 75.7 亿立方米, 陕西境内为 53.8 亿立方米。 线路跨越渭河处河道宽约 200m, 一档跨越, 不在河中立塔。
	西汉水	西汉水为嘉陵江一级支流, 发源于甘肃省天水市秦州区南部齐寿山, 流经礼县、西和县、康县和成县, 在陕西省汉中市略阳县注入嘉陵江, 全长 279km, 流域面积 9569km ² , 年径流量 17.78 亿 m ³ , 最大洪峰流量为 5020m ³ /s (谭坝水文站 1984 年 8 月实测)。 线路在礼县与西和交界的长道镇附近跨越西汉水。跨越处河道宽约 200m, 一档跨越, 不在河中立塔。
陕西省	嘉陵江	嘉陵江是长江上游左岸的主要支流, 发源于陕西省凤县东北的秦岭山脉, 干流全长 1120km, 落差有 2300m, 平均比降 2.05‰, 全流域面积为 15.98 万 km ² , 占长江流域面积的 9%。嘉陵江按照流域及河道特征, 将干流分为上、中、下游, 广元以上河道长为 380km, 为上游; 广元至合川长约 645km 为中游, 合川至河口长约 95km。 线路在韩家河附近跨越嘉陵江, 跨越段嘉陵江河宽 230m, 可凭借两岸地势一档跨越, 不在河中立塔。
	东河	东河为嘉陵江中游左岸的一级支流。东河发源于秦岭山西南麓陕西平关黎乡镇和四川南江县大巴山南麓, 东河全流域面积 5191km ² , 河道长 293km, 平均比降 0.71‰, 多年平均年径流量约 28.3 亿 m ³ 。 本工程线路在高阳镇罗家渡大桥上游 350m 处一档跨越东河, 跨越河段为山区弯曲河道, 河宽约 100m, 地形呈 V 型河谷, 两岸均为山体, 初拟跨河塔位高出河床 200m 以上, 初步判断塔位不受东河 100 年一遇洪水影响。两岸为基岩, 塔位位于高大山体上, 初步判断塔位不受 50 年一遇河道变迁影响。目前东河已经完成河道划界工作, 经核实, 两岸塔位均不在河道管理范围内。根据从广元市交通运输局收集的资料, 东河干流罗家渡大桥以下为等外级航道, 跨越河段不通航。
四川省	仪陇河	仪陇河, 长江嘉陵江水系支流渠江的一级支流——流江河的最长源头河段。发源于仪陇县西部土门镇, 至西北向东南流经仪陇西南, 蓬安北部, 营山中部。在营山县中部黄渡镇汇入消水河, 其下游即称流江河。全长 140km。 线路方案在铜鼓乡响滩子村西侧和西南侧连续三次跨越跨越仪陇河。跨越处属低丘河段, 河道弯曲, 两岸无堤防, 河道宽约 35~40m, 线路可借助两岸地势跨越仪陇河主河槽, 跨河处部分线路受河道洪水影响, 最大淹没深度 1~2m, 需考虑洪水冲刷影响。
	溪河	线路在蓬安县相如街道古楼沟村北、龙滩桥村以南跨越溪河及其支流。线路跨河处为自然河道, 河段弯曲, 主河槽宽 20~40m, 两岸为低丘, 高出河床 20~30m。线路可借助两岸地势一档跨越溪河及其支流, 可不考虑洪水影响。
	河舒河	河舒河源于银汉乡石马寨东, 白云寨西麓, 流经罗家、风石、经济渡、碧溪、海田、河舒, 至清溪汇入清溪河。主河道全长 32.2km, 总长度 47km, 流域面积 483km ² , 多年平均流量 2.1m ³ /s。线路可借助两岸地势一档跨越河舒河, 可不考虑洪水影响。

行政区	跨越河流	河流概况
	长滩寺河	长滩寺河原名盐滩溪，嘉陵江武胜段左岸一级支流。源出南充县鄢家乡，纵贯岳池县，从武胜县北飞龙镇入境，流经飞龙、三溪、鸣钟、沿口、永胜、街子、旧县、中心 8 个乡镇，至中心镇郭家注入嘉陵江。干流全长 110km，右岸纳罗斗岩河，左岸纳双星河等主要支流。流域面积 770km ² 。本包段线路在四川省岳池县天王庙村附近跨越长滩寺河，跨越河段属于五排水库库区。跨越长滩寺河（五排水库）水面宽约 150~200m，现场调查，跨越河段河道稳定，无变迁现象，两岸有山坡利用，初拟两岸塔位位于已划定长滩寺河河道管理范围线之外。经初步分析，跨越长滩寺河（五排水库）水文条件对路径方案无影响。
重庆市	渠江	渠江系嘉陵江中游的主要支流之一，位于四川盆地东部边缘。渠江上游分为巴河与州河两大支流，且均发源于大巴山南麓。巴河自北向南流经通江、平昌，至渠县三汇镇进入渠江，其间接纳的主要支流有南江及恩阳河；州河上游有前河、中河与后河三条支流构成，自东北向西南流经宣汉、达县，至三汇镇注入渠江。渠江干流从三汇始自东北向西南流经临巴、渠县、广安、至渠河咀注入嘉陵江。河流全长 723km，流域集水面积 39220km ² 。线路在合川区小沔镇下游约 4km 处一档跨越渠江，跨越段河宽约 300~350m，跨越河段河道稳定，两岸有地形可以利用，河流百年一遇洪水对路径方案无影响。
	温塘河	温塘河为御临河右岸支流，长江二级支流。发源于重庆市渝北区茨竹镇北山岗，东南流过斗水，转南入两岔水库区。因此，温塘河上段又称两岔河。河流出两岔水库后，向南流过高嘴、大树，折而向东，穿越东山温塘峡谷，于统景镇向东汇入御临河。温塘河长约 30.0km，流域面积 216km ² ，河口流量 3.58m ³ /s。线路在两岔水库下游约 250m 处跨越温塘河，跨越河段水面宽约 30~40m，跨越河段河道稳定，两岸有地形可以利用。

2.7.5 土壤

(1) 送端换流站

送端换流站站址属于戈壁荒地，土壤以棕漠土为主，棕漠土也称棕色荒漠土，是暖温带荒漠条件下发育的地带性土壤类型，地表通常为成片的砾幕，表面多由砾石或碎石组成，腐殖含量极低。项目区土壤贫瘠，地表存在结皮，土壤抗蚀性较弱。占用其他土地，无可剥离表土。

(2) 送端接地极

送端接地极极址属于戈壁荒地，土壤以棕漠土为主，项目区土壤贫瘠，地表存在结皮，土壤抗蚀性较弱。占用其他土地，无可剥离表土。

(3) 受端换流站

受端换流站站址土地性质为耕地和林地，土壤主要以黄棕壤、黄壤、紫色土和水稻土为主。黄棕壤主要分布于四川盆地山地及川西南山地垂直带的非耕地；黄壤是亚热带湿润气候条件下的地带性土壤，质地较轻，表层有机质养分较高，改良后适宜耕作和种植；紫色土主要分布于四川盆地和川东平行岭谷，母岩疏松易风化，保水性能

差，以壤土为主，含石砾量高，土层浅薄，大多开垦种植。据调查，站址表土厚度在 20~35cm 不等。

(4) 受端接地极

受端接地极极址主要为耕地，土壤以水稻土、紫色土为主，据调查，极址表土厚度在 20~30cm 不等。

(5) 线路工程

结合中国土壤类型图，根据现场调查情况，工程沿线新疆维吾尔自治区境内以棕钙土、棕漠土、灰棕漠土为主；工程沿线甘肃省境内以灰棕漠土、棕钙土、灌淤土、灰钙土、风沙土、黄绵土为主；陕西省境内以棕壤、黄棕壤为主；四川省境内以紫色土为主；重庆市境内以紫色土和水稻土为主。沿线表土可剥离厚度在 20~30cm 不等，土壤抗蚀性一般。工程沿线表土调查图见图 2.7-11，土壤分布见表 2.7-3。

表 2.7-3 工程沿线土壤分布表

行政区		土壤类型	土壤特性	可剥离范围	可剥离面积 (hm ²)
省	市				
新疆维吾尔自治区	哈密市	项目区土壤类型主要以棕钙土、棕漠土、灰棕漠土为主	项目区土壤贫瘠，部分地表存在结皮，土壤抗蚀性较弱。占用其他土地，无可剥离表土。	/	/
	第十三师新星市	项目区土壤类型主要以棕钙土、棕漠土、灰棕漠土为主	项目区土壤贫瘠，部分地表存在结皮，土壤抗蚀性较弱。占用其他土地，无可剥离表土。	/	/
甘肃省	酒泉市	项目区土壤类型主要以灰棕漠土、棕漠土、盐土、风沙土为主。	表土可剥离厚度约 20~30cm 不等，土壤抗蚀性一般。	线路工程塔基区。	3.37
	嘉峪关市	项目区土壤类型主要以灰棕漠土、草甸土、风沙土为主。	表土可剥离厚度约 20~30cm 不等，土壤抗蚀性一般。	线路工程塔基区。	0.35
	张掖市	项目区土壤类型主要以灰棕漠土、灌耕土、栗钙土、风沙土为主。	表土可剥离厚度约 20~30cm 不等，土壤抗蚀性一般。	线路工程塔基区。	2.41
	金昌市	项目区土壤类型主要以灰漠土、灰棕漠土、灌耕土为主。	表土可剥离厚度约 20~30cm 不等，土壤抗蚀性一般。	线路工程塔基区。	3.7
	武威市	项目区土壤类型主要以灌耕土、灰钙土、栗钙土、黑钙土为主。	表土可剥离厚度在 10cm~30cm 不等，土壤抗蚀性一般。	塔基区、施工道路区、牵张场地区。	14.05
	白银市	项目区土壤类型主要以栗钙土、灌淤土、灰钙土、风沙土为主。	表土可剥离厚度在 10cm~30cm 不等，土壤抗蚀性一般。	塔基区、施工道路区、牵张场地区。	3.36
	兰州市	项目区土壤类型主要以栗钙土、灌淤土、灰钙土、风沙土为主。	表土可剥离厚度在 10cm~30cm 不等，土壤抗蚀性一般。	塔基区、施工道路区、牵张场地区。	9.17
	定西市	项目区土壤类型主要有栗钙土、灌淤土、灰钙土、黄绵土、褐色土、黑垆土。	表土可剥离厚度在 10cm~30cm 不等，土壤抗蚀性一般。	塔基区、施工道路区、牵张场地区。	15.92

行政区		土壤类型	土壤特性	可剥离范围	可剥离面积 (hm ²)
省	市				
	天水市	项目区土壤类型主要有黄绵土、黑垆土、灌淤土。	表土可剥离厚度在20~0cm不等,土壤抗蚀性较弱	塔基区、施工道路区、牵张场地区。	6.11
	陇南市	项目区土壤类型主要有山地褐土、紫色土、山地黄棕壤、山地棕壤。	表土可剥离厚度在20~30cm不等,土壤抗蚀性较弱	塔基区、施工道路区、牵张场地区。	9.04
陕西省	汉中市	项目区土壤类型以棕壤或黄棕壤为主。	表土可剥离厚度在20~30cm不等,土壤抗蚀性一般	塔基区、施工道路区、牵张场地区。	7.95
四川省	广元市	项目区土壤类型以紫色土为主。	表土可剥离厚度约20~30cm不等,土壤抗蚀性一般	塔基区、牵张场地区、施工道路区。	7.83
	南充市	项目区土壤类型以紫色土为主。	表土可剥离厚度约20~30cm不等,土壤抗蚀性一般	塔基区、牵张场地区、施工道路区。	9.25
	广安市	项目区土壤类型以紫色土为主。	表土可剥离厚度约20~30cm不等,土壤抗蚀性一般	塔基区、牵张场地区、施工道路区。	4.07
重庆市		项目区土壤类型主要以紫色土、水稻土为主。	表土可剥离厚度20~35cm不等,土壤抗蚀性一般	受端换流站站区、进站道路区、外接电源工程区、供排水工程区、还建工程区、施工生产生活区。受端接地极汇流装置区、电极电缆区、检修道路区、外接电源工程区。线路工程塔基区、牵张场地区、施工道路区。	41.45

2.7.6 植被

根据中国植被类型图,新疆境内属温带矮半灌木荒漠植被、温带丛禾草草原;甘肃境内属温带灌木、半灌木荒漠植被,温带丛生矮禾草、矮半灌木草原植被,农业植被(一年一熟粮作、耐寒经济作物);陕西境内属北亚热带针阔混交林和含常绿阔叶树的针阔叶混交林,农业植被(两年三熟连作的农业植被);四川境内以亚热带常绿阔叶林为主;重庆境内以亚热带常绿阔叶林为主。工程沿线林草覆盖率约为2%~78.2%。

工程沿线植被类型、适生树种、草种见下表。

表 2.7-4 工程沿线植被类型表

行政区		植被类型	覆盖率 (%)	适生树种、草种
省	市			
新疆维吾尔自治区	哈密市	项目区属于温带和暖温带的过渡带,以戈壁荒漠植被为主,气候极端干燥,土壤贫瘠,水热匹配不协调,因而植被稀疏,物种贫乏。区内没有天然生长的乔木树种,灌木种类也很少,半灌木和草本植物是本地区的主要植物。主要植物有膜果麻黄、泡泡刺、齿叶白刺、梭梭等。	2~5	骆驼刺、披碱草、芨芨草
	第十三师新星市	项目区属于温带和暖温带的过渡带,以戈壁荒漠植被为主,气候极端干燥,土壤贫瘠,水热匹配不协调,因而植被稀疏,物种贫乏。区内没有天然生长的乔木树种,灌木种类也很少,半灌木和草本植物是本地区的主要植物。主要植物有膜果麻黄、泡泡刺、齿叶白刺、梭梭等。	2~5	骆驼刺、披碱草、芨芨草
甘肃省	酒泉市	项目区属于温带和暖温带的过渡带,其境内分布着极旱荒漠、典型荒漠和草原化荒漠三种植被类型,由于气候极端干燥,土壤贫瘠且盐渍化严重,生长季短,水热匹配不协调,因而植被稀疏,物种贫乏。区内没有天然生长的乔木树种,灌木种类也很少,半灌木和草本植物是本地区的主要植物。主要植物有黑柴、红砂、珍珠、膜果麻黄、木霸王、裸果木、泡泡刺、齿叶白刺、梭梭等。	2~5	骆驼刺、梭梭、早熟禾、披碱草、冰草、黑麦草、芨芨草
	嘉峪关市	项目区的植被类型为典型的戈壁荒漠型植被,从西南向东北逐渐由超早生的灌木、半灌木砾质荒漠类型及夏雨型或短命型的草本和碎屑石戈壁荒漠类型转为喜温性禾草类、早芦苇、芨芨草等。主要植物有芨芨草、骆驼刺、早芦苇、白刺等。	2~5	骆驼刺、梭梭、早熟禾、披碱草、冰草、黑麦草、芨芨草
	张掖市	项目区属温带荒漠植被带,由于气候干燥和水分不足,天然植被仅有零星分布,绿洲内主要为人工栽培的农作物和人工林,自然生态系统主要为农业生态系统,主要植物有白杨、沙枣、旱柳、榆、红柳、箭杆杨、钻天杨等;在绿洲外围植物品种非常贫乏,多系早生耐盐碱的灌木、小灌木和半灌木,植被稀疏,结构简单,覆盖度很低,呈现典型的荒漠植被特征。主要植物有白刺、红砂、麻黄、针茅、芨芨草、冰草、珍珠、合头草等。	2~5	骆驼刺、梭梭、早熟禾、披碱草、冰草、黑麦草、芨芨草
	金昌市	项目区属温带荒漠植被带,走廊平原植被多为灌木丛和稀疏乔木,或人工栽培的用材林、经济林、防护林主要树种有新疆杨、沙枣树、榆树、柳树等,植被主要有黑沙蒿、白刺、木紫菀、沙生针茅、骆驼蓬、蒙古葱等。	3~8	骆驼刺、梭梭、早熟禾、披碱草、冰草、黑麦草、芨芨草

2 项目概况

行政区		植被类型	覆盖率 (%)	适生树种、草种
省	市			
陕西省	武威市	项目区属温带荒漠植被带,绿洲内主要为人工栽培植的农作物和人工林,自然生态系统主要为农业生态系统,主要植物有新疆杨、榆树、柳树、沙枣树等;在绿洲外围荒漠植被主要有白刺、木紫菀、猫头刺、骆驼蓬、沙蓬、苦豆子、碱蓬、盐爪爪、赖草、艾蒿、芨芨草、冰草等。	5~8	山杨、白桦、荆条、狼牙刺、紫花苜蓿、大针茅
	白银市	项目区属草原和荒漠草原植被类型,生态环境十分脆弱,植被覆盖率低,植物种类贫乏、单调、草层低矮,主要为旱生、超旱生灌木、半灌木和草本植物,有碱蓬、白刺、骆驼蓬、猫头刺、紫花牧畜、盐爪爪、红砂、珍珠、刺叶柄刺豆、短叶假木贼、戈壁针茅、沙蒿等,形成干旱气候条件下的荒漠、半荒漠自然景观。	5~15	山杨、白桦、荆条、狼牙刺、紫花苜蓿、大针茅
	兰州市	项目区地处黄土高原中部草原区。黄土丘陵区以灌草植被为主,主要植被类型为半干旱草原植被,主要生长有侧柏、油松、刺槐、柠条锦鸡儿、紫穗槐、柽柳、沙打旺、碱蓬、芨芨草等。	30	刺槐、山杨、侧柏、卫矛、火棘、紫花苜蓿、马蔺、披碱草、沙打旺
	定西市	项目区植被类型属草原向荒漠草原过渡类型,主要树种有山毛桃、侧柏、柠条、红柳、山杨等,草木植被除人工紫花苜蓿以外,其余主要有禾本科的本氏针茅、白羊草、大针茅、冰草,豆科的胡枝子、小叶锦鸡金,菊科的艾蒿、麻蒿,黎科的伏地肤、百里香等。	40	刺槐、山杨、侧柏、卫矛、火棘、紫花苜蓿、披碱草、沙打旺
	天水市	项目区属草原和荒漠草原植被类型,生态环境十分脆弱,植被覆盖率低,植物种类贫乏、单调、草层低矮,主要为旱生、超旱生灌木、半灌木和草本植物,有碱蓬、白刺、骆驼蓬、猫头刺、紫花牧畜、盐爪爪、红砂、珍珠、刺叶柄刺豆、短叶假木贼、戈壁针茅、沙蒿等,形成干旱气候条件下的荒漠、半荒漠自然景观。	45	侧柏、辽东栎、紫穗槐、胡枝子、紫花苜蓿、黑麦草、三叶草、狗尾草
	陇南市	项目区植被类型属于常绿阔叶落叶混交林和针阔叶混交林,主要乔木有刺槐、油松、泡桐、臭椿、杨、柳、白榆、国槐、香椿等;灌木树种主要有沙棘、紫穗槐、柠条等;果树类有苹果、李、桃、杏、梨、柿、枣等,草本植物主要为紫花苜蓿、草木樨、红豆草、沙打旺、马蔺等。	55.9	侧柏、辽东栎、荆条、狼牙刺、胡枝子、紫花苜蓿、黑麦草、三叶草、狗尾草
	汉中市	植被类型以北亚热带针阔混交林和含常绿阔叶树的针阔叶混交林等、两年三熟连作的农业植被为主。线路沿线主要树种有栎类、油松、柳树、枫树、柏树、马桑、刺槐和香椿,草种多白茅、蕨类、蒿类。	63.5	马尾松、油松、紫穗槐、胡枝子、黑麦草

行政区		植被类型	覆盖率 (%)	适生树种、 草种
省	市			
四川省	广元市	植被类型亚热带常绿阔叶林为主。项目区林木植被主要以松树、柏树和杂树为主。	57.6	荆条、黑麦草、狗牙根
	南充市	植被类型亚热带常绿阔叶林为主。项目区林木植被主要以杉树、松树、柏树和杂树为主。	61.4	荆条、黑麦草、狗牙根
	广安市	植被类型亚热带常绿阔叶林为主。项目区林木植被主要以桉树、松树、柏树和杂树为主。	78.2	荆条、黑麦草、狗牙根
重庆市		植被以亚热带常绿阔叶林为主。项目区农业植被主要有水稻、小麦、玉米等；林木植被有榕、桐、银杏、柏、红豆杉、槭、樟等；经济林果主要有油菜、柑橘、橙、柚等；灌木植被主要有胡枝子、黄荆、马桑等；草被群落主要有黑麦草、白三叶、狗尾草等。	60	胡枝子、黑麦草、白三叶

2.7.7 水土保持敏感区

经多方案比选和多次优化，换流站占地范围完全避让生态敏感区；输电线路路径在选线阶段进行了综合比选和多次优化，尽可能避让沿线的敏感区。但特高压直流输电线路作为长距离、跨区域的典型线性基础设施，沿线涉及区域众多、自然环境复杂，受自然地形地质条件、安全稳定性、城镇规划范围、密集矿区、集中居民区分布等因素的限制，仍无法完全避让各类水土保持敏感区。本工程线路工程仍需穿（跨）越自然保护区 4 处、饮用水水源保护区 6 处、湿地公园 1 处、地质公园 1 处、森林公园 1 处、沙化土地封禁保护区 2 处、秦岭生态环境保护范围 1 处。

线路工程不可避让穿（跨）生态保护红线 137.6km，其中甘肃省生态保护红线 43.6km，陕西省生态保护红线 13.0km，重庆市生态保护红线 13.4km。

对于受自然条件限制或避让重要设施等因素而确实无法避让的自然保护区、森林公园、湿地公园、生态保护红线、饮用水水源保护区等水土保持敏感区域，本项目输电线路尽可能采取一档跨越的方式通过；对于无法一档跨越需在敏感区内立塔的，设计时加大档距，减少在敏感区范围内的塔基数量，在塔基基础选型时进行优化，在满足主体工程安全运行的前提下选用根开较小、土石方挖填量较小的杆塔型式，并尽量避免在水土保持敏感区内设置牵张场、在有条件的区域采用索道运输的方式以减少施工道路的修筑，减少对敏感区内地表的扰动和破坏。

本工程涉及到的 19 个敏感区，目前已全部取得所在地自然资源、林业和草原等主管部门意见。

涉及水土保持敏感区列表见下表。本工程与各敏感区相对位置关系见图 2.7-12。

表 2.7-5 本工程涉及的水土保持敏感区

序号	敏感区名称	类型	行政区	级别	主管部门	本工程相对位置关系
1	金塔县沙枣园子省级自然保护区	自然保护区	甘肃省酒泉市金塔县	省级	林草	直流线路穿越实验区约 35.0km，立塔约 75 基
2	张掖黑河湿地国家级自然保护区	自然保护区	甘肃省张掖市高台县	国家级	林草	直流线路一档跨越现行分区的缓冲区和实验区约 1.2km
3	四川汉王山东河湿地省级自然保护区	自然保护区	四川省广元市旺苍县	省级	林草	直流线路一档跨越实验区约 0.1km
4	北碚金刀峡县级自然保护区	自然保护区	重庆市北碚区	县级	林草	直流线路穿越实验区约 0.9km，立塔约 2 基；接地极线路穿越实验区约 0.8km，立塔约 2 基
5	金昌市金川区地表水集中式饮用水水源保护区	水源保护区	甘肃省金昌市永昌县	市级	生态环境	直流线路一档跨越准保护区约 0.06km
6	梅北供水站集中式饮用水水源保护区	水源保护区	甘肃省金昌市永昌县	乡镇级	生态环境	直流线路穿越二级保护区约 2.3km，立塔约 3 基
7	东河城市饮用水水源保护区	水源保护区	四川省广元市旺苍县	县级	生态环境	直流线路一档跨越准保护区约 0.5km
8	岳池县响水滩水库饮用水水源保护区	水源保护区	四川省广安市岳池县	县级	生态环境	直流线路穿越准保护区约 6.1km，立塔约 12 基
9	两岔水库高嘴水厂饮用水水源保护区	水源保护区	重庆市渝北区	县级	生态环境	受端换流站进站道路穿越二级保护区约 0.6km；穿越准保护区约 0.03km
10	两岔水厂饮用水水源保护区	水源保护区	重庆市渝北区	县级	生态环境	受端换流站进站道路穿越二级保护区约 0.08km
11	甘肃永昌北海子国家湿地公园	湿地公园	甘肃省金昌市永昌县	国家级	林草	直流线路一档跨越约 0.06km
12	金昌市北海子湿地省级地质公园	地质公园	甘肃省金昌市永昌县	省级	自然资源	直流线路两次一档跨越，长度合计约 1.1km
13	南天门森林公园	森林公园	重庆市渝北区	省级	林草	直流线路穿越约 2.2km，立塔约 5 基；接地极线路穿越约 1.7km，立塔约 8 基
14	临泽北部国家沙化土地封禁保护区	沙化土地封禁保护区	甘肃省张掖市临泽县	国家级	林草	直流线路穿越约 18.0km，立塔约 40 基

2 项目概况

序号	敏感区名称	类型	行政区	级别	主管部门	本工程相对位置关系
15	高台县西沙窝国家沙化土地封禁保护区	沙化土地封禁保护区	甘肃省张掖市高台县	国家级	林草	直流线路穿越约 20.0km，立塔约 42 基
16	秦岭生态环境保护范围	重要生境	陕西省汉中市宁强县、略阳县	省级	发改	直流线路穿越重点保护区约 2.1km，立塔约 4 基
17	甘肃省生态保护红线	生态保护红线	甘肃省酒泉市玉门市、金塔县；陇南市康县、成县	省级	自然资源	穿越生态保护红线约 43.6km，立塔 81 基。
18	陕西省生态保护红线	生态保护红线	陕西省汉中市略阳县、宁强县	省级	自然资源	穿越生态保护红线约 13.0km，立塔 35 基。
19	重庆市生态保护红线	生态保护红线	重庆市渝北区、北碚区、合川区	/	自然资源	直流线路穿越约 6.5km，立塔 15 基；接地板线路穿越约 6.9km，立塔 220 基。

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

根据《中华人民共和国水土保持法》（2011年3月1日实施）及沿线地方水土保持法规规定，进行项目与水土保持法符合性对照分析，结果详见表3.1-1。由表中可见，本工程不属于禁止开发的项目，符合批准条件，同时针对项目区现状，将采取适当提高防护标准、优化施工工艺等措施控制因工程建设造成的水土流失，详见下表。

工程建设无法避让国家级和省级水土流失重点预防区及治理区，无法避让生态保护红线及饮用水源地范围、自然保护区等水土保持敏感区。本方案通过提高防治标准，优化方案，减少工程占地和土石方量，提高截排水工程等级和防洪标准，提高植物措施标准，有效控制可能造成水土流失，主体工程选址（线）不存在水土保持制约因素。

表 3.1-1 工程与《中华人民共和国水土保持法》的符合性分析

序号	约束性条件	相符性分析	分析评价
《中华人民共和国水土保持法》			
1	第二十四条：生产建设项目选址、选线应当避让水土流失重点预防和重点治理区，无法避让的，应当提高防治标准，优化施工工艺，减少地表扰动和植被损坏范围，有效控制可能造成的水土流失。	项目区涉及国家级与省级“两区”、重要水土保持敏感区域，执行一级防治标准，优化施工工艺，减少地表扰动和植被损坏范围，有效控制可能造成的水土流失。	存在约束性因素，主体工程及本方案优化施工工艺，提高防治指标值后符合
2	第二十五条：在山区、丘陵区、风沙区以及水土保持规划确定的容易发生水土流失的其他区域开办可能造成水土流失的生产建设项目，生产建设单位应该编制水土保持方案，报县级以上人民政府水行政主管部门审批，并按照经批准的水土方案，采取水土流失预防和治理措施。	建设单位已委托开展本工程水土保持方案编制工作。	符合要求
3	第二十六条：依法应当编制水土保持方案的生产建设项目，生产建设单位未编制水土保持方案或者水土保持方案未经水行政主管部门批准的，生产建设项目不得开工建设。	未开工建设，建设单位已委托开展本工程水土保持方案编制工作。	符合要求
4	第二十八条：依法应当编制水土保持方案的生产建设项目，其生产建设活动中排弃的砂、石、土、矸石、尾矿、废渣等应当综合利用；不能综合利用，确需废弃的，应当堆放在水土保持方案确定的专门存放地，并采取措施保证不产生新的危害。	本项目不设置弃渣场，换流站表土综合利用，线路工程塔基余土在塔基占地范围内就地平衡。	符合要求
5	第三十二条：在山区、丘陵区、风沙区以及水土保持规划确定的容易发生水土流失的其他区域开办生产建设项目或者从事其他生产建设活动，损坏水土保持设施、地貌植被，不能恢复原有水土保持功能的，应当缴纳水土保持补偿费，专项用于水土流失预防和治理。	工程建设损坏水土保持设施，本方案计列水土保持补偿费，由建设单位缴纳，专项用于水土流失预防和治理。	符合要求
新疆维吾尔自治区实施《中华人民共和国水土保持法》办法（新疆维吾尔自治区人大常委会，2013年10月1日起施行）			
1	第十六条：禁止在崩塌、滑坡危险区和泥石流易发区从事取土、挖砂、采石等可能造成水土流失的活动。	本工程不涉及崩塌、滑坡危险区和泥石流易发区。	符合要求
2	第十七条：禁止非法开垦、开发等活动，严格保护植被、沙壳、结皮等具有水土保持功能的原生地貌，防止水土流失。	本工程不涉及非法开垦、开发等活动。优化施工方案和工艺，减少地表扰动范围，减轻对植被、沙壳、结皮等具有水土保持功能原生地貌的破坏和扰动，并采取铺垫保护措施，最大程度保护原生地貌。	符合要求

3 项目水土保持评价

3	第十八条: 开办生产建设项目, 生产建设单位应当编制水土保持方案, 报项目批准部门的同级水行政主管部门审批, 并按照批准的水土保持方案, 采取水土流失预防和治理措施, 防止水土流失。	未开工建设, 已经委托开展水土保持方案报告书编制工作。	符合要求
《甘肃省水土保持条例》(甘肃省人大常委会, 2012年10月1日起施行)			
1	第二十五条 生产建设项目选址、选线应当避让泥石流易发区、崩塌滑坡危险区、林区、草原区及易引起严重水土流失和生态恶化的区域。无法避让的, 应当提高防治标准, 优化施工工艺, 减少地表扰动和植被损坏范围。	执行北方风沙区、西北黄土高原区一级标准并提高目标值, 优化施工方案和工艺, 减少地表扰动和植被损坏范围, 机械化施工缩短施工周期和地表裸露时间, 有效控制水土流失。	存在约束性因素, 优化施工工艺, 提高防治指标值后符合。
2	第二十七条 生产建设项目水土保持方案未经批准, 项目审批部门不得审批核准, 生产建设单位不得开工建设。	未开工建设, 已经委托开展水土保持方案报告书编制工作。	符合要求
3	第二十九条 生产建设活动中排弃的砂、石、土、矸石、尾矿、废渣等, 应当运至规定的专门存放地堆放, 不得向专门存放地以外的区域和江河、湖泊、水库倾倒。	换流站、线路工程开挖土石方就地利用, 表土综合利用, 无永久弃渣。	符合要求
《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)			
1	第二十条 生产建设项目选址、选线应当避让水土流失重点预防区和重点治理区;无法避让的, 应当提高防治标准, 优化施工方案和工艺, 减少地表扰动和植被损坏范围, 缩短施工周期和地表裸露时间, 有效控制水土流失。	执行西南紫色土区一级标准并提高目标值, 优化施工方案和工艺, 减少地表扰动和植被损坏范围, 机械化施工缩短施工周期和地表裸露时间, 有效控制水土流失。	存在约束性因素, 优化施工工艺, 提高防治指标值后符合。
2	第二十一条 涉及土石方挖填、扰动地表等可能造成水土流失的生产建设项目, 生产建设单位负责编制或者委托具有相应资质的单位编制水土保持方案, 经建设项目审批机关的同级水行政主管部门审批。	未开工建设, 已经委托开展水土保持方案报告书编制工作。	符合要求
3	第二十七条 对生产建设活动所占用土地的地表土应当进行分层剥离、保存和利用, 做到土石方挖填平衡, 减少地表扰动范围。	工程占用的耕地、园地、林地、草地剥离表土并临时防护, 后期回覆地表。	符合要求
《四川省实施<中华人民共和国水土保持法>办法》(四川省人大常委会, 1993年12月15日通过, 2012年9月21日修订)			
1	第十五条 地方各级人民政府应当加强对取土、挖砂、采石等活动的管理, 预防和减轻水土流失。 县级以上地方人民政府应当组织国土资源、水利等行政主管部门划定并公告崩塌、滑坡危险区和泥石流易发区的范围。 禁止在崩塌、滑坡危险区和泥石流易发区从事取土、挖砂、采石等可能造成水土流失的活动。	本工程不涉及崩塌、滑坡危险区和泥石流易发区;同时执行西南紫色土区一级标准并提高目标值, 优化施工方案和工艺, 减少地表扰动和植被损坏范围, 机械化施工缩短施工周期和地表裸露时间, 有效控制水土流失。	存在约束性因素, 优化施工工艺, 提高防治指标值后符合。

《重庆市实施<中华人民共和国水土保持法>办法》（重庆市人大常委会，2012年9月27日颁布，2018年7月26日修订版实施）			
1	<p>第十七条 在下列区域，禁止可能造成水土流失的生产建设活动：</p> <p>（一）崩塌、滑坡危险区，泥石流易发区；</p> <p>（二）一、二级饮用水源保护区，水源涵养区，江河源头区；</p> <p>（三）法律、法规规定的其他水土流失严重、生态脆弱的区域。</p>	<p>本工程不涉及崩塌、滑坡危险区和泥石流易发区；不涉及法律、法规规定的其他水土流失严重、生态脆弱的区域。受端换流站进站道路穿越两岔水库两岔水厂饮用水水源保护区二级区约 0.6km，穿越准保护区约 0.03km，穿越两岔水库高嘴水厂饮用水水源保护区二级区约 0.08km，直流线路穿越四五水库饮用水水源保护区二级区 1.3km，立塔约 3 基，接地极线路穿越四五水库饮用水水源保护区二级区 1.3km，立塔约 5 基，已取得相关协议。本方案将按西南紫色土区一级防治标准执行，施工过程中采取无人机放线、高低腿等先进的施工方法工艺，建设单位在建设过程中加强工程管理，减少地表扰动和植被损坏范围，有效控制可能造成水土流失。</p>	<p>存在约束性因素，优化施工工艺，提高防治标准后符合。</p>

表 3.1-2 《中华人民共和国黄河保护法》中水土保持制约性因素分析

黄河保护法的约束性条件		相符性分析	分析评价
工程选址（线）方面	第三十二条 禁止在二十五度以上陡坡地开垦种植农作物。黄河流域省级人民政府根据本行政区域的实际情况，可以规定小于二十五度的禁止开垦坡度。	本工程不属于在陡坡地开垦种植农作物工程。	符合要求
	第三十五条 禁止在黄河流域水土流失严重、生态脆弱区域开展可能造成水土流失的生产建设活动。确因国家发展战略和国计民生需要建设的，应当进行科学论证，并依法办理审批手续。生产建设单位应当依法编制并严格执行经批准的水土保持方案。从事生产建设活动造成水土流失的，应当按照国家规定的水土流失防治相关标准进行治理。	本工程不属于水土流失严重、生态脆弱地区。生产建设单位已委托开展水土保持方案报告书编制工作，并承诺施工过程中严格按照水土保持方案执行，按照国家规定的水土流失防治相关标准进行治理。	符合要求
	第四十四条 黄河流域生产建设活动损毁的土地，由生产建设者负责复垦。因历史原因无法确定土地复垦义务人以及因自然灾害损毁的土地，由黄河流域县级以上地方人民政府负责组织复垦。	本工程建设过程中不可避免的扰动了耕地区域，水土保持方案要求施工结束后对耕地进行耕地恢复。	符合要求

	<p>第六十七条 国家加强黄河流域河道、湖泊管理和保护。禁止在河道、湖泊管理范围内建设妨碍行洪的建筑物、构筑物以及从事影响河势稳定、危害河岸堤防安全和其他妨碍河道行洪的活动。禁止违法利用、占用河道、湖泊水域和岸线。河道、湖泊管理范围由黄河流域管理机构和有关县级以上地方人民政府依法科学划定并公布。</p> <p>建设跨河、穿河、穿堤、临河的工程设施，应当符合防洪标准等要求，不得威胁堤防安全、影响河势稳定、擅自改变水域和滩地用途、降低行洪和调蓄能力、缩小水域面积；确实无法避免降低行洪和调蓄能力、缩小水域面积的，应当同时建设等效替代工程或者采取其他功能补救措施。</p>	<p>本工程不在河道、湖泊管理范围内建设妨碍行洪的建筑物、构筑物以及从事影响河势稳定、危害河岸堤防安全和其他妨碍河道行洪的活动。</p> <p>本工程涉及跨河、穿河、穿堤、临河的塔基，目前已开展防洪评价专题论证，建设单位应符合相应规定的要求，不得威胁堤防安全、影响河势稳定，擅自改变水域和滩地用途、降低行洪和调蓄能力、缩小水域面积。</p>	符合要求
--	---	--	------

表 0.1-4 《中华人民共和国长江保护法》中相关条款分析与评价

序号	约束性条件	相符性分析	分析结果
1	第四章、第四十九条 禁止在长江流域河湖管理范围内倾倒、填埋、弃置、处理固体废弃物。	本工程项目区不涉及左侧所述行为。	符合要求
2	第五章、第六十一条 禁止在长江流域水土流失严重、生态脆弱的区域开展可能造成水土流失的生产建设活动。	本工程项目区不属于长江流域水土流失严重、生态脆弱的区域。	符合要求
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。	符合要求

3.1.2 与《生产建设项目水土保持技术标准》的符合性分析

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 3.1-2 工程与《生产建设项目水土保持技术标准》的符合性分析

GB50433-2018 的约束性条件		相符性分析	结论
工程 选址 (线) 方面	选址(线)应避让水土流失重点预防区和重点治理区。	项目区无法避让天山北坡国家级水土流失重点预防区、祁连山-黑河国家级水土流失重点预防区、甘青宁黄土丘陵国家级水土流失重点治理区、嘉陵江上游国家级水土流失重点预防区、嘉陵江及沱江中下游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、三峡库区国家级水土流失重点治理区，以及天山北坡诸小河流域自治区级水土流失重点治理区、内陆河流域省级水土流失重点治理区、河西走廊省级水土流失重点预防区、内陆河流域省级水土流失重点治理区、祁连山省级水土流失重点预防区、黄河干流省级水土流失重点治理区、渭河流域省级水土流失重点治理区、西秦岭北坡省级水土流失重点预防区、陇南山地省级水土流失重点预防区、嘉陵江上游省级水土流失重点治理区、汉江周边低山丘陵重点治理区、嘉陵江下游省级水土流失重点治理区、重庆市水土流失重点预防区、重庆市水土流失重点治理区。	存在约束性因素，主体工程及本方案优化施工工艺，提高防治标准及目标值后符合
	选址(线)应避让河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带。	工程线路沿线跨越疏勒河、北大河、黑河、石羊河、黄河、渭河、西汉水、嘉陵江、东河、仪陇河、溪河、河舒河、长滩寺河、渠江、温塘河和其他河流，均采用一档跨越，不在植物保护带内立塔。	符合
	选址(线)应避让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。	本工程已避让了左栏所列站点及试验区。	符合
不同 水土 流失 类型 区的 水土 流失 特殊 规定	北方风沙区		
	(1) 应控制施工扰动范围，保护地表结皮层、沙壳、砾幕； (2) 可采取砾(片、碎)石覆盖、沙障、植物固沙、化学固化等措施防治风蚀； (3) 植物措施宜配套灌溉设施。	(1) 本工程优化施工方案和工艺，减少地表扰动范围，减轻对地表结皮层、沙壳、砾幕的破坏和扰动，并采取铺垫保护措施，最大程度进行保护； (2) 线路工程考虑了砾石覆盖等防风固沙措施； (3) 本工程涉及北方风沙区的区域降雨量小、蒸发量大，立地条件较差，无法进行人工植被恢复，以原地貌保护为主。	符合
	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；	(1) 线路工程考虑截排水设施，配套建设排水顺接及消能设施；	符合	

GB50433-2018 的约束性条件		相符性分析	结论
(2) 应设置雨水集蓄利用设施。	(2) 送端换流站站区外墙外设雨水集水池 1 座，用于收集站区雨水，集雨池底部不防渗，雨水通过集水池收集后下渗。线路工程通过地表整地考虑雨水集蓄利用，同时在陡坡、起伏大区域的塔基及施工道路修筑排水沟，增加雨洪排导和集蓄。		
西南紫色土区			
(1) 弃土(石、渣)场应注重防洪排水、拦挡措施。 (2) 江河上游水源涵养区应采取水源涵养措施。江河上游水源涵养区应采取水源涵养措施。	(1) 本工程未设置弃土(石、渣)场。 (2) 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

3.1.3 水土保持敏感区评价

(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)，本工程在新疆维吾尔自治区哈密市、第十三师新星市经过天山北坡国家级水土流失重点预防区，直流线路长度 356.2km，拟立塔 704 基，接地极线路长度 135.0km，拟立塔 342 基。本工程在甘肃省酒泉市金塔县，张掖市高台县、临泽县、甘州区、肃南裕固族自治县经过祁连山-黑河国家级水土流失重点预防区，直流线路长度 249.0km，拟立塔 493 基；在甘肃省兰州市榆中县、定西市安定区、陇西县、通渭县、天水市武山县、甘谷县、秦州区经过甘青宁黄土丘陵国家级水土流失重点治理区，直流线路长度 248.9km，拟立塔 498 基；在甘肃省陇南市礼县、西和县、成县、康县经过嘉陵江上游国家级水土流失重点预防区，直流线路长度 151.5km，拟立塔 290 基。本工程在陕西省汉中市略阳县、宁强县经过丹江口库区及上游国家级水土流失重点预防区，直流线路长度 76.0km，拟立塔 154 基。本工程在四川省广元市朝天区、旺苍县经过嘉陵江上游国家级水土流失重点预防区，线路长度 71.2km，拟立塔 159 基；广元市苍溪县、南充市阆中市、仪陇县经过嘉陵江及沱江中下游国家级水土流失重点治理区，线路长度 103.9km，拟立塔 179 基；南充市蓬安县、高坪区、广安市岳池县、武胜县经过嘉陵江下游省级水土流失重点治理区，线路长度 123.8km，拟立塔 253 基。本工程在重庆市渝北区经过三峡库区国家级水土流失重点治理区，直流线路长度 13.6km，拟立塔 27 基，接地极线路长度 13.66km，拟立塔 43 基。此外还涉及省级水土流失重点预防区和重点治理区。

(2) 水土保持敏感区

1) 生态敏感区

经多方案比选和多次优化，本工程线路工程仍需穿（跨）越自然保护区 4 处、饮用水水源保护区 6 处、湿地公园 1 处、地质公园 1 处、森林公园 1 处、沙化土地封禁保护区 2 处、秦岭生态环境保护范围 1 处。

2) 生态保护红线

线路工程不可避让穿（跨）生态保护红线 137.6km，其中甘肃省生态保护红线 43.6km，陕西省生态保护红线 13.0km，重庆市生态保护红线 13.4km。本工程涉及到的 19 个敏感区，目前已全部取得所在地自然资源、林业和草原等主管部门意见。

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立塔的，采取先进的高跨施工工艺、优化塔基占地及基础型式、施工前采取限界措施严格控制施工范围，减少在敏感区内的占地面积及土石方挖填量，以减少对原状地表土的扰动；牵张场的设置尽量避开敏感区，优化施工道路、在有条件的区域采取索道运输的方式运输施工材料，以减少临时施工场地引起的扰动；施工过程中采取、彩条布铺垫、钢板铺垫等铺垫措施，减少施工材料、施工器械、临时堆土等对地表的扰动；临时堆土顶部采取苫盖措施，避免土方乱流；不在水土保持敏感区范围内弃渣，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已取得相关部门的支持性文件，项目建设符合相关规定的要求。本方案也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 建设方案与布局水土保持评价

3.2.1 建设方案评价

山丘区输电线路由于地形高低起伏的原因，输电线路铁塔各个塔腿所处的地面往往高低不一，为减小地表受损和水土流失，本工程山丘区塔型均设计了全方位长短腿，铁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，这样基本上不需降低基础的施工基面，既可减少大量土石方开挖和水土流失，又能将附近植被的损坏程度降到最低，同时降低护坡及挡墙的工程量。满足技术标准要求。

项目区无法避让国家级水土流失重点预防区、重点治理区，省级水土流失重点治理区、重点预防区。经分析，建设方案符合以下规定：

(1) 应优化方案，减少工程占地和土石方量。

经分析，换流站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。竖向布置采用平坡式布置，通过标高调整，在减少土石方工程量的同时，开挖土石全部就地利用，本阶段的竖向布置方式均经过设计优化专题进行论证，选择该方式主要由洪水水位、自然地形、工艺要求、站区总平面布置格局、交通运输、雨水排放、土（石）方工程量等因素共同确定。送端接地极极环采用水平浅埋、双环圆形布置方案，受端接地极采用水平浅埋、树枝形布置方案，汇流装置区布设在中心位置，减少永久占地范围。线路优化了线路路径方案，配合高低腿设计减少了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，优化道路规划，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及扰动面积。施工过程中场内外交通、水电供应充分利用现有设施，表土及开挖土石方综合利用不设置弃渣场，砂石料及骨料均外购，采用商品混凝土，“永临结合”基础上根据实际施工需要布设临建设施，均有效减少了占地面积和土石方量，满足本条规定要求。

(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。

依据《水土保持工程设计规范》（GB 51018-2014），按 1 级标准 10 年一遇短历时暴雨对主体设计排水工程进行校核，满足本条规定要求。

参照《建筑边坡工程技术规范》（GB50330-2013），本工程护坡级别由 3 级提高到 2 级，执行 2 级标准。

参照《水土保持工程设计规范》（GB 51018-2014），本工程挡墙工程级别由 5 级提高到 4 级，执行 4 级标准。

(3) 宜布设雨洪集蓄、沉沙设施。

送端换流站雨水通过雨水排水管排至站外雨水集水池进行收集，满足本条规定要求。

受端换流站站址为安全运行考虑，站内雨水通过截排水设施、雨水排放系统排入站址周边自然沟道，末端设置消能沉沙设施，满足本条规定要求。

线路工程通过地表整地考虑雨水集蓄利用，同时在陡坡、起伏大区域的塔基及施工道路修筑排水沟，增加雨洪排导和集蓄，满足本条规定要求。

(4) 提高植物措施标准, 林草覆盖率应提高 1 个~2 个百分点。

依据《生产建设项目水土流失防治标准》(GB/T50434-2018), 项目执行北方风沙区、西北黄土高原区、西南紫色土区一级标准, 施工迹地回覆表土后土地整治, 优先选择灌草结合方式恢复地表植被, 同时林草覆盖率目标值提高 2 个百分点, 满足本条规定要求。

综合分析, 本工程建设方案合理, 符合水土保持要求。

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国家级、省级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
	应优化方案, 减少工程占地和土石方量。	换流站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。竖向布置采用平坡式布置, 通过标高调整, 在减少土石方工程量的同时, 开挖土石全部就地利用。送端接地极极环采用水平浅埋、双环圆形布置方案, 受端接地极采用水平浅埋、树枝形布置方案, 汇流装置区布设在中心位置, 减少永久占地范围。线路优化了线路路径方案, 配合高低腿设计减少了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, 优化道路规划, 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及扰动面积。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。施工过程中场内外交通、水电供应充分利用现有设施, 表土及开挖土石方综合利用不设置弃渣场, 砂石料及骨料均外购, 采用商品混凝土, “永临结合”基础上根据实际施工需要布设临建设施, 均有效减少了占地面积和土石方量。	
截排水工程、拦挡工程的工程等级和防洪标准应提高一级。	依据《水土保持工程设计规范》(GB 51018-2014), 按 1 级标准 10 年一遇短历时暴雨对主体设计排水工程进行校核, 满足本条规定要求。参照《建筑边坡工程技术规范》(GB50330-2013), 本工程护坡级别由 3 级提高到 2 级, 执行 2 级标准。参照《水土保持工程设计规范》(GB 51018-2014), 本工程挡墙工程级别由 5 级提高到 4 级, 执行 4 级标准。	符合	

GB50433-2018 的约束性条件		相符性分析	分析结果
	宜布设雨洪集蓄、沉沙设施。	送端换流站雨水通过雨水排水管排至站外雨水集水池进行收集，满足本条规定要求 受端换流站站雨水通过截排水设施、雨水排放系统排入站址周边自然沟道，末端设置消能沉沙设施，满足本条规定要求。 同时在陡坡、起伏大区域的塔基及施工道路修筑排水沟，增加雨洪排导和集蓄。	符合
	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，结合工程特点确定植被恢复与建设工程级别为 1 级，同时提高林草覆盖率 2 个百分点。	符合

3.2.2 工程占地评价

本工程用地不属于《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

本工程项目建设区占地面积为 1738.21hm²，其中占用耕地 310.96hm²、林地 378.44hm²、园地 25.02hm²、草地 155.88hm²、其他土地 860.72hm²、住宅用地 1.02hm²、交通运输用地 2.39hm²、水域及水利设施用地 3.78hm²。

本工程占地类型中将会占用部分耕地，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。目前，建设单位已委托相关单位进行了用地预审工作，要求该项目采取相关措施少占耕地，尽可能避让永久基本农田。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。

本工程通过多方案比选、优化站区平面布局，尽量减少永久用地面积。

工程占地类型基本符合水土保持要求。

（2）占地面积分析评价

送端换流站 750kV 配电装置采用 GIS 设备单列式布置方案、交流滤波器组采用一字型布置等措施可较好的满足全站总平面布置的需要，具有布置规整、节约占地等特点。

受端换流站站各生产区设备在满足电气、消防安全净距前提下，采用紧凑的布置方案，占地面积较以往工程有较大优化。节约用地方面主要包括：①500kV 交流配电装置区，低压配电室及电气设备室与 GIS 室联合布置；②站前区建筑物充分利用场地，相互交错布置，形成站前广场和检修广场，站前区布置紧凑，用地较优化；③站区竖向布置采用平坡式，设西高东低排水坡，降低了挖填高度，缩减了边坡占地面积；

④优化站外填挖方边坡坡率,填方区边坡部分采用加筋土边坡,节省了边坡占地面积。通过总平面布置优化,节约了占地,提高了总平面对地形的整体适应性,站区各个功能分区明确清晰,布置紧凑整齐美观。

送端换流站站址按最终规模永久占地面积共 33.83hm^2 ,受端换流站站址按最终规模永久占地面积共 27.70hm^2 ,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。送端换流站施工临时占地面积 42.09hm^2 ,受端换流站施工临时占地面积 20.06hm^2 ,均可满足施工需要,占地面积无需增减。

接地极工程主体已考虑汇流装置区占地、电缆电极占地、检修道路占地。汇流装置区、电极电缆区渗水井、检查井,检修道路、外接电源工程区永久征地根据实际需要情况确定,电缆电极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。

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、跨越施工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,线路工程各区占地即可满足施工需要,又不存在漏项和冗余占地,线路工程占地面积无需增减。

从水土保持角度分析,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。

(3) 占地性质分析评价

换流站站区、进站道路、外接电源工程塔基、还建道路,接地极汇流装置区、电极电缆区地表构筑物、检修道路、外接电源工程塔基,线路工程塔基等永久占地,永久改变土地利用性质和利用方向,界定为永久占地。其余占地施工过程中临时征占,施工结束后土地整治,恢复原有利用性质和利用方向,界定为临时占地。

(4) 临时占地分析评价

换流站进站道路区、外接电源工程区、供排水工程区、还建道路区,接地极检修道路区、外接电源工程区尽量做到“永临结合”,有效减少了施工过程中临时占地。汇流装置区直接利用永久占地开展施工活动,不新增临时占地。换流站施工过程中利用站内空地临时调配土石方,有效减少了站外临时堆土区面积。施工生产区集中布置,尽量

减少临时占地面积。供排水工程管线、接地极极环及电缆等施工作业带根据地质条件、管径、埋深、断面尺寸，最大限度压缩施工作业带宽度，减少临时占地面积。

线路工程从工程总体布置，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，线路工程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，本工程主体设计占地面积合理，经水土保持方案报告书核实相应面积后，占地面积不存在漏项，临时占地也能够满足工程施工要求。

3.2.3 土石方平衡评价

(1) 工程土石方平衡分析评价

本工程挖填方总量 921.34 万 m^3 ，其中挖方 460.67 万 m^3 （含表土 36.28 万 m^3 ），填方 460.67 万 m^3 （含表土 36.28 万 m^3 ），无借方，无余方。

(2) 土方调运合理性分析

送端换流站站区平整、基坑开挖产生余土 3.69 万 m^3 ，同时进站道路设计标高高于自然标高需进行土方回填，将站区余土调运至进站道路进行路基填筑，最大调运距离 1.0km，土石方调配利用方式及时序合理。送端接地极电极电缆区调运 0.04 万 m^3 至汇流装置区，用于基础回填。其余施工区域开挖土石方就地平衡利用，不涉及土石方调配。

受端换流站外接电源工程区、供排水工程区、还建工程区、施工生产生活区考虑土石方综合平衡。进站道路区开挖基础土石方 4 万 m^3 调出至站区进行场平填高，土石方调配利用方式及时序合理。受端换流站总体挖填平衡，无弃方，无外借土方，土石方调运符合水土保持要求。

受端接地极外接电源工程区考虑土石方综合平衡。汇流装置区剥离表土 0.02 万 m^3 和检修道路区剥离表土 0.03 万 m^3 全部调入电极电缆区进行回覆，土石方调配利用方式及时序合理。受端接地极总体挖填平衡，无弃方，无外借土方，土石方调运符合水土保持要求。

线路工程塔位分散，单个杆塔基础开挖回填土石方量较小，工程挖、填方考虑就地平衡。土石方调运符合水土保持要求。

(3) 余土处置合理性分析

换流站工程通过优化总平面布置及竖向布置，考虑各防治分区内土方调运，做到土石方挖填平衡，无借方和余方，符合弃渣处置减量化、资源化的水土保持要求。

线路工程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，施工结束后余土就地整平在塔基区，将塔基平均垫高 20~30cm 左右，塔基垫高后不仅可充分利用多余土方，且对线路的安全运行不产生影响，地形坡度较大的山丘区需在堆土下坡侧修建挡土墙进行防护，不另设弃渣处置点，符合弃渣处置减量化、资源化的水土保持要求。

(4) 借方来源可行性分析

本工程无借方。

(5) 临时堆土的数量和位置

送端换流站在站区设置 1 个面积约为 2.00hm² 的临时堆土区用于堆放无法及时回填的其他土石方，堆高按 3m 考虑。进站道路路基开挖其他土石方沿道路一侧堆放，后期就地回填。外接电源塔基基础开挖的土石方集中堆放于塔基周边空地，后期就地回填。供排水工程开挖其他土石方沿管槽一侧堆放，后期就地回填。在施工生产生活区设置 1 个面积为 0.50hm² 的临时堆存区，用于堆放无法及时回填的土石方及其他建筑材料，堆高按 3m 考虑。

受端换流站在站区设置 1 个面积为 1.00hm² 的临时堆土区用于堆放无法及时回填的其他土石方，堆高按 3m 考虑。进站道路路基开挖其他土石方沿道路一侧堆放，后期就地回填。外接电源塔基永久占地剥离表土与开挖其他土石方集中堆放于塔基周边空地，后期就地回填。供排水工程剥离表土与开挖其他土石方沿管槽一侧堆放，后期就地回填。在施工生产生活区设置 1 个面积为 0.25hm² 的临时堆土区用于堆放无法及时回填的其他土石方，堆高按 3m 考虑。在站外北侧设置 1 个面积为 4.00hm² 的表土临时堆放区，堆高按 2.5m 计，规划容量 8 万 m³，能够容纳受端换流站站区、进站道路区、还建工程区与施工生产生活区剥离的表土。

外接电源塔基永久占地表土和基础土方在塔基周边空地临时堆放，施工结束后回覆至塔基区。供排水工程管槽表土和土方沿管槽一侧堆放，施工结束后回覆利用。接地极工程不设置专门的表土和临时堆土场，剥离的表土沿极环施工作业带外侧堆放，开挖的土石方沿极环施工作业带内侧堆放，施工结束后回覆利用。

输电线路塔基区永久占地范围内不能及时回填利用的表土和基础土方，堆放至塔基施工场地进行防护，施工结束后回覆利用。

(6) 可剥离表土量分析评价

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。

换流站、接地极、线路工程塔基永久占地耕地、园地、林地、草地的一般区域均可剥离表土，剥离厚度根据实际情况按 20~35cm 综合考虑；甘肃省酒泉市、张掖市、金昌市、武威市占用草地、林地区域地表为沙化土地，无表土资源，不采取剥离保护措施。

塔基区其他以压占为主或轻微扰动区域将采取铺垫保护，以减少扰动破坏。塔基区施工场地以临时占压为主，建设期将采取铺垫保护。牵张场地区以临时占压为主，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。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涉及的表土剥离，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。可剥离表土量详见附表 5。

(7) 表土剥离保护、集中防护及利用分析评价

本方案从保护表土资源角度出发，对占用耕地、园地、林地及草地且开挖扰动深度超过 20cm 的区域进行表土剥离、保存和利用，剥离厚度按 20~35cm 计。塔基施工场地、牵张场、跨越施工场地扰动轻微，为尽量减少地表扰动范围，主要采取彩条布铺垫、钢板铺垫等防护措施。

受端换流站站区、进站道路区、还建工程区与施工生产生活区剥离的表土集中堆放在临时堆土区并临时防护，后期用于植被恢复或耕地恢复。接地极剥离表土集中堆放在电极电缆区并临时防护，后期用于电极电缆区植被恢复或耕地恢复。

经分析，本工程表土剥离总土方 36.28 万 m^3 ，均在施工结束用于土地整治后耕地恢复或植被恢复。从水土保持的角度考虑，本项目工程表土剥离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 弃土场设置评价

本工程不设置弃渣场，土石方均就地平衡利用，符合水土保持要求。

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）分析评价见下表。

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	换流站工程	场地平整	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。灌注桩基础成孔设备就位后，必须平正、稳固、确保在施工操作时不发生倾斜、移动。成孔完毕后应清除孔底虚土，孔底沉渣厚度<100mm，随后尽快灌注混凝土，混凝土应连续灌注。	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。
		接地板工程	场地平整	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	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。	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。
			组塔	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。	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。
			架线	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。	本工程架线施工中，结合国内目前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
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，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设施。	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，防治沿途散逸。	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，用于站区后期绿化覆土、耕地恢复、植被恢复。	符合要求，需加强表土的隔离和覆盖等防护措施，以保证回覆需要。
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。本工程不设置弃渣场。	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。本工程不设置取土场。	符合要求。

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

(1) 站区

——站区道路广场硬化

站区内的道路广场进行硬化处理、配电装置区地表铺设广场砖进行封闭，场地的根据水土保持工程措施界定原则分析，场地硬化措施具有水土保持功能，但主要为主体工程服务，不界定为水保措施。

——站区围墙（兼挡水墙）

站区围墙采用围墙基础兼做挡水墙的形式，将围墙基础抬高，围墙（兼挡水墙）长度共计 2616m，围墙基础（挡水墙）高度 0.5m，可满足站区防洪要求。根据水土保持工程措施界定原则分析，站区围墙（兼挡水墙）措施具有水土保持功能，但主要为主体工程安全服务，不界定为水保措施。

——站内排水管线

送端换流站竖向布置，送端换流站站区雨水排水系统布置在站内道路两侧，换流站站区排水系统设计按照《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。雨水管道采用 DN200~DN1200 钢筋混凝土排水管，通过雨水排水管排至站外雨水集水池。送端换流站站区雨水管总长 14700m。根据水土保持工程措施界定原则分析，站内排水管线具有水土保持功能，属于水土保持工程。

——六棱混凝土砖护坡护坡

送端换流站竖向布置，站外六棱混凝土砖护坡面积 30411m²，其中挖方边坡主要分布于站址西南侧、东南侧，最大边坡高度约 6.0m；填方边坡主要位于站址西北侧、东北侧，最大边坡高度约 6.0m。挖方、填方边坡均为自然放坡，边坡比分别为 1:1.75、1:1.5。坡面采用预制六棱混凝土砖护坡形式。根据水土保持工程措施界定原则分析，六棱混凝土砖护坡具有水土保持功能，属于水土保持工程。

——雨水集水池

根据主体设计，在西北侧的站外设置集水池，与站区雨水排水管相接，用于站区雨水蓄积，雨水集水池设计尺寸为 80×20×4.3m，有效容积为 4000m³，集雨池底部不防渗，雨水通过集水池收集后下渗。根据水土保持工程措施界定原则分析，雨水集水池具有水土保持功能，属于水土保持工程。

(2) 进站道路

——六棱混凝土砖护坡

根据送端换流站竖向布置，进站道路高于自然地坪，建成后形成填方边坡，坡面采用六棱混凝土砖护坡形式，边坡比为 1:2，站区围墙处填方边坡最高，高度约为 6.3m。坡面采用预制六棱混凝土砖护坡形式，护坡面积为 12870m²。根据水土保持工程措施界定原则分析，六棱混凝土砖护坡具有水土保持功能，属于水土保持工程。

(3) 供排水工程区

——站外排水管线

根据站内竖向布置，站外排水管设计按照《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。送端换流站站区雨水利用站内雨水排水管网将雨水收集后汇入站外排水管，最终重力自流至站外西北侧的站外雨水集水池。站外排水管为钢筋混凝土材质，管径 DN1350，长度 100m。站外雨水集水池有效容积为 4000m³。根据水土保持工程措施界定原则分析，站外排水管线具有水土保持功能，属于水土保持工程。

3.2.7.2 送端接地极

(1) 汇流装置区

——围墙（兼挡水墙）

根据主体设计，汇流装置区围墙采用围墙基础兼做挡水墙的类型，可满足防洪要求。根据水土保持工程措施界定原则分析，挡水墙措施具有水土保持功能，但主要为主体工程安全服务，不界定为水保措施。

——砾石压盖

根据主体设计，汇流装置区在完工后进行砾石压盖，砾石压盖 0.02hm²。根据水土保持工程措施界定原则分析，汇流装置区砾石压盖具有水土保持功能，属于水土保持工程。

3.2.7.3 受端换流站

(1) 站区

——站区雨水排水管

站区排水采用雨污分流，其中站内雨水管道采用 DN300~DN1000 钢筋混凝土排水管道，同时站内设置雨水口及雨水算，共同构成了换流站雨水排水系统，站区雨水排水管道总长 16030m，雨水经站区雨水排水管道收集后流至站外雨水排水管道，最终排入站

区东侧的茶园河。主体工程设计的站区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。

——围墙边沟

沿站区围墙外侧设置排水边沟，总长 1500m，断面为 0.6m×0.6m，为 C30 混凝土沟，壁厚 150mm，砌筑量为 472.5m³。主体工程设计的围墙边沟可满足围墙外侧雨水排放需要，根据水土保持工程措施界定原则分析，围墙边沟具有水土保持功能，属于水土保持工程。

——边坡截排水沟

挖方边坡采取分级放坡，坡率为 1:0.75，坡面采用“框架格构梁+锚杆+植基袋植草”进行防护。坡脚设置素混凝土仰斜式挡墙，坡顶设置截水沟，截排水沟总长 1200m，断面为 0.4m×0.4m，为 C20 钢筋混凝土沟，壁厚 100mm，砌筑量为 192m³，截排水沟的雨水最终排至站区东侧的茶园河。

根据《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014），排水沟按 1 级标准进行设计，采用 10 年一遇短历时暴雨对排水沟进行校核。

坡面设计排水流量计算见公式：

$$Q_m = 16.67\phi q F$$

式中：Q_m——设计排水流量，m³/s；

φ——径流系数，取 0.65；

q——设计重现期和降雨历时内的平均降雨强度， $q = C_p C_t q_{5,10}$ ，C_p 取 1.22，C_t 取 1.00，q_{5,10} 取 2.0，计算得 q 为 0.24mm/min；

F——汇水面积，km²，最大汇水面积为 0.202km²。

经计算，站区边坡 10 年一遇短历时坡面设计排水流量为 0.53m³/s。

边坡截排水沟安全超高按 0.1m 设计，根据主体设计的典型断面进行计算（见表 3.2-3），边坡截排水沟过流能力 0.60m³/s > 0.53m³/s，可以满足站区边坡排水要求。

表 3.2-3 受端换流站站区边坡坡面汇水计算成果表

断面型式	底坡 i	糙率 n	底宽 b (m)	设计深 h (m)	安全超高 (m)	过水面积 A (m ²)	湿周 χ (m)	水力半径 R (m)	流量 Q (m ³ /s)
矩形	0.0055	0.012	0.4	0.4	0.1	0.12	1.00	0.12	0.60

主体工程设计的边坡截排水沟可满足边坡雨水排放需要，根据水土保持工程措施界定原则分析，边坡截排水沟具有水土保持功能，属于水土保持工程。

——截洪沟

站址西侧靠山体，易受山洪影响，沿山洪影响侧于挖方边坡坡脚设置截洪沟，西南侧截洪沟分 2 段布设，断面为 1.0m×1.2m 的长 0.32km，断面为 1.0m×1.0m 的长 0.32km；西北侧截洪沟分 3 段布设，断面为 1.2m×1.4m 的长 0.50km，断面为 1.2m×1.2m 的长 0.40km，断面为 1.0m×1.0m 的长 0.40km。站区雨水排水管与截洪沟内雨水汇合后，继续通过截洪沟排至站址东侧茶园河，汇合后截洪沟断面为 1.8m 1.8m，长 0.20km。截洪沟总长 2140m，为钢筋混凝土沟，壁厚 300mm，砌筑量为 2715.6m³。

场地排洪流量计算与截洪沟过流能力复核：

站址西侧有 7 个坡面汇水区域，坡面汇水计算成果见表 3.2-4。

表 3.2-4 受端换流站站址坡面汇水计算成果表

坡面	坡面面积 (km ²)	概化沟长 (km)	100 年一遇洪水 (m ³ /s)	50 年一遇洪水 (m ³ /s)	备注
区域 1	0.012	0.16	0.639	0.574	站址西侧坡面
区域 2	0.013	0.11	0.806	0.728	
区域 3	0.024	0.20	1.240	1.110	
区域 4	0.032	0.21	1.670	1.500	
区域 5	0.013	0.17	0.671	0.602	
区域 6	0.043	0.38	1.740	1.540	
区域 7	0.035	0.39	1.250	1.100	

截洪沟安全超高按 0.2m 设计，根据主体设计的典型断面进行计算（见表 3.2-5），截洪沟过流能力均大于百年一遇洪水流量，可以满足站区防洪要求。

表 3.2-5 受端换流站站址坡面汇水计算成果表

断面 型式	底坡 i	糙率 n	底宽 b (m)	设计深 h (m)	安全超高 (m)	过水面积 A (m ²)	湿周 χ (m)	水力半径 R (m)	流量 Q (m ³ /s)
矩形	0.01	0.012	1.0	1.2	0.2	1.00	3.00	0.33	4.01
矩形	0.01	0.012	1.0	1.0	0.2	0.80	2.60	0.31	3.80
矩形	0.01	0.012	1.2	1.4	0.2	1.44	3.60	0.40	5.43
矩形	0.01	0.012	1.2	1.2	0.2	1.20	3.20	0.38	5.20

主体工程设计的截洪沟可满足站外山洪排放需要，根据水土保持工程措施界定原则分析，截洪沟具有水土保持功能，属于水土保持工程。

——站区植物护坡

挖方边坡采取分级放坡，坡率为 1:0.75，坡面采用格构梁喷锚护坡，表面再使用纤维绿化层进行防护，防护表面积为 20390m²。填方边坡采取分级放坡，坡率为 1:1，坡脚无抗滑桩处设置素混凝土护脚墙，坡面采用植基袋植草进行防护，防护表面积为

29554m²。主体工程设计的站区植物护坡可满足边坡防护需要，根据水土保持工程措施界定原则分析，站区植物护坡具有水土保持功能，属于水土保持工程。

——站区绿化

考虑到站区环保与美化需要，对站区内空地均进行绿化，绿化面积为 4.00hm²。主体工程设计的站区绿化可满足环保与美化需要，根据水土保持工程措施界定原则分析，站区绿化具有水土保持功能，属于水土保持工程。

(2) 进站道路

——进站道路截排水沟

进站道路边坡坡顶与坡脚布设截排水沟，总长 2000m，断面为 0.4m×0.5m，为素混凝土沟，砌筑量为 400m³。

根据《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014），排水沟按 1 级标准进行设计，采用 10 年一遇短历时暴雨对排水沟进行校核。

坡面设计排水流量计算与站区边坡截排水沟坡面设计排水流量相同，进站道路坡面最大汇水面积为 0.099km²。经计算，进站道路 10 年一遇短历时坡面设计排水流量为 0.26m³/s。

进站道路截排水沟安全超高按 0.2m 设计，根据主体设计的典型断面进行计算（见表 3.2-6），截洪沟过流能力 0.48m³/s > 0.26m³/s，可以满足进站道路排水要求。

表 3.2-6 受端换流站进站道路坡面汇水计算成果表

断面型式	底坡 i	糙率 n	底宽 b (m)	设计深 h (m)	安全超高 (m)	过水面积 A (m ²)	湿周 χ (m)	水力半径 R (m)	流量 Q (m ³ /s)
矩形	0.01	0.015	0.4	0.5	0.2	0.12	1.00	0.12	0.48

主体工程设计的进站道路截排水沟可满足进站道路边坡雨水排放需要，根据水土保持工程措施界定原则分析，进站道路截排水沟具有水土保持功能，属于水土保持工程。

——进站道路植物护坡

挖方边坡破面采用纤维绿化层护坡，表面积为 8600m²；填方边坡采用 1: 0.75 加筋土分级放坡，坡面采取植基袋护坡，表面积为 15000m²。主体工程设计的进站道路植物护坡可满足进站道路边坡防护需要，根据水土保持工程措施界定原则分析，进站道路植物护坡具有水土保持功能，属于水土保持工程。

(3) 供排水工程区

——站外雨水排水管、八字式出水口

供排水工程区设置雨水排水管道，站区雨水在南北两侧通过 2 根站外雨水排水管分别排至截洪沟后，最终通过 2 座八字式出水口排至东侧茶园河，排水管采用地下铺设方式，管径 DN1200，总长度 200m。主体工程设计的站外雨水排水管和八字式出水口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，站外雨水排水管和八字式出水口具有水土保持功能，属于水土保持工程。

3.2.7.4 线路工程

北方风沙区线路塔基区设计时考虑了塔基的石方格沙障、砾石压盖、泥浆沉淀池设计。具体情况如下：

——草方格沙障、石方格沙障、砾石压盖

线路处于风积沙区域的塔位，基面采用草方格沙障、石方格沙障、砾石压盖进行防护。草方格和石方格规格为 1.0m×1.0m，铺设宽度根据塔基及塔基施工场地的面积确定，横向布置要和主风向垂直。砾石压盖面积根据塔基及塔基施工场地的面积确定，砾石压盖厚度为 3~5cm。

经统计，北方风沙区甘肃境内直流线路草方格沙障 1360m²、石方格沙障 42578m²、砾石压盖 11370m²。

根据水土保持工程措施界定原则分析，草方格沙障、石方格沙障、砾石压盖具有水土保持功能，属于水土保持工程。

——浆砌石护坡

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。通常在下列情形中使用：

①基础保护范围虽然满足设计要求，但塔基周围土质松散或为严重强风化岩石，无植被或植被稀疏，在自然雨水作用下，极易引起水土流失，影响塔基的安全稳定。

②少数塔位因基础局部保护范围不满足设计要求，需填土夯实，以满足设计要求。当边坡较陡，若填土不采取措施易被冲刷流失时，需在夯实的填土外侧局部砌护坡。

③当基面挖方较多时，上山坡侧或高低腿之间坡面虽然按规定要求放坡，但因土质松散及岩石风化极严重，易剥落坍塌，影响塔位安全，此时需沿挖方坡面局部或全部砌护坡。

塔位护坡可能是大面积的，也可能是局部范围的，应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 $\phi 100$ PVC 管。

经统计，北方风沙区线路工程护坡工程量分别为：新疆境内直流线路 104m^3 ；甘肃境内直流线路 394m^3 。西北黄土高原区线路工程护坡工程量分别为：甘肃境内直流线路 953m^3 。西南紫色土区线路工程护坡工程量分别为：甘肃境内直流线路 368m^3 ；陕西境内直流线路 176m^3 ；四川境内直流线路 1790m^3 ；重庆境内直流线路 399m^3 ，接地极线路 233m^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。

——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环境。

根据《水土保持工程设计规范》GB51018-2014，由于本工程无法避让水土流失重点预防区，挡渣墙等级应由 5 级提升至 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。

经统计，北方风沙区线路工程挡渣墙的工程量分别为：甘肃境内直流线路 120m^3 。西南紫色土区线路工程挡渣墙的工程量分别为：四川境内直流线路 221m^3 ；重庆境内直流线路 200m^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×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）。沟底应留有不小于 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。

经统计，北方风沙区浆砌石排水沟工程量分别为：新疆境内直流线路 208m³；甘肃境内直流线路 285m³。西北黄土高原区浆砌石排水沟工程量分别为：甘肃境内直流线路 599m³。西南紫色土区浆砌石排水沟工程量分别为：甘肃境内直流线路 231m³；陕西境内直流线路 379m³；四川境内直流线路 1032m³；重庆境内直流线路 275m³，接地极线路 157m³。

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。

——砾幕剥离及回覆

施工前，对地表为砾幕的塔基区永久占地进行砾幕剥离，剥离厚度 10cm，施工结束后对塔基区永久占地进行砾幕回覆。

经统计，砾幕剥离和回覆量分别为：新疆境内直流线路 2.06hm²、2060m³；甘肃境内直流线路 2.85hm²、2850 m³。

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。

——灌注桩基础泥浆沉淀池

由于施工时会产生钻渣泥浆，因此需采取措施对塔基基础产生的钻渣泥浆进行处理。按平均每基灌注桩钻渣泥浆为 200m³设计泥浆沉淀池，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）×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，每个沉淀池地下部分容量超过 150m³，足以容纳钻孔灌注桩产生的钻渣泥浆。

经统计，北方风沙区泥浆沉淀池工程量分别为：甘肃省境内直流线路 400 座。西北黄土高原区泥浆沉淀池工程量为：甘肃省境内直流线路 13 座。西南紫色土区泥浆

沉淀池工程量分别为：甘肃省境内直流线路 5 座；四川省境内直流线路 15 座；重庆市境内直流线路 1 座，接地极线路 5 座。

根据水土保持工程措施界定原则分析，泥浆沉淀池具有水土保持功能，属于水土保持工程。

3.2.7.5 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（含植被恢复、穴状整地、耕地恢复、土地平整）、及植被恢复等措施。水保措施分析评价见下表。

表 3.2-7 主体工程水保措施分析与评价表

项目	分区	主体已有	存在问题及不足	方案补充完善				
				工程措施	植物措施	临时措施		
送端换流站	新疆维吾尔自治区	北方风沙区	站区	六棱混凝土砖护坡、站内排水管线、集水池	未考虑施工前对砾幕的剥离保护，施工期间临时堆土及裸露地表防护措施。	砾幕剥离	/	填土装拦挡、填土袋拆除、密目网苫盖、洒水降尘
			进站道路区	六棱混凝土砖护坡	未考虑施工前对砾幕的剥离保护，施工期间裸露地表防护措施。	砾幕剥离及回覆、土地整治	/	密目网苫盖
			外接电源工程区	/	未考虑施工前对砾幕的剥离保护，施工过程中临时堆土防护、限界措施，施工结束后土地整治等措施。	砾幕剥离及回覆、土地整治	/	彩条旗围护、密目网苫盖
			供排水工程区	站外排水管线	未考虑施工前对砾幕的剥离保护，施工过程中临时堆土防护、原地貌保护措施，施工结束后土地整治等措施。	砾幕剥离及回覆、土地整治	/	填土装拦挡、填土袋拆除、密目网苫盖、彩条布铺垫
			施工生产生活区	/	未考虑砾幕回覆，施工期间临时堆土及裸露地表防护措施。	砾幕回覆、土地整治	/	填土装拦挡、填土袋拆除、密目网苫盖
送端接地极	新疆维吾尔自治区	北方风沙区	汇流装置区	砾石压盖	未考虑施工过程中临时堆土防护，施工结束后土地整治等措施。	土地整治	/	密目网苫盖
			电极电缆区	/	未考虑施工前对砾幕的剥离保护，施工过程中临时堆土防护、原地貌保护措施，施工结束后土地整治等措施。	砾幕剥离及回覆、土地整治	/	填土装拦挡、填土袋拆除、密目网苫盖、彩条布铺垫
			检修道路区	/	未考虑裸露地表防护措施，施工结束后土地整治等措施。	土地整治	/	密目网苫盖
			外接电源工程区	/	未考虑施工前对砾幕的剥离保护，施工过程中临时堆土防护、限界措施，施工结束后土地整治等措施。	砾幕剥离及回覆、土地整治	/	彩条旗围护、密目网苫盖
线路工程	新疆维吾尔自治区、	北方风沙	塔基区	草方格沙障、石方格沙障、砾石压盖、浆砌石护坡、浆砌石挡渣	未考虑施工过程临时堆土的防护、原地貌保护及限界措施，施工结束后土地整治等措施。	表土剥离及回覆、砾幕剥离与回覆、土地整治	/	填土装拦挡、填土袋拆除、密目网苫盖、彩条旗围护、彩条布铺垫

3 项目概况

项目	分区	主体已有	存在问题及不足	方案补充完善			
				工程措施	植物措施	临时措施	
甘肃省	区	墙、浆砌石排水沟、泥浆沉淀池					
		牵张场地区	/	未考虑施工前牵张场范围的明确, 施工过程中原地貌的保护, 施工结束后土地整治等措施。	土地整治	/	彩条布铺垫、铺设钢板、彩条旗围护
		跨越施工场地	/	未考虑施工过程中限界措施, 施工结束后土地整治等措施。	土地整治	/	彩条旗围护
		施工道路区	/	未考虑施工过程中限界措施, 施工结束后土地整治等措施。	土地整治	/	彩条旗围护
甘肃省	西北黄土高原区	浆砌石护坡、浆砌石排水沟、泥浆沉淀池	未考虑施工前表土剥离和防护, 施工过程中临时堆土的防护, 施工结束后表土回覆及施工迹地恢复、土地整治, 施工场地植被恢复等措施。	表土剥离及回覆、土地整治	恢复林地、播撒草籽	密目网苫盖、彩条布铺垫、彩条旗围护、填土装拦挡、填土袋拆除	
		牵张场地区	/	未考虑施工前表土剥离和防护, 施工前牵张场范围的明确, 施工过程中原地貌的保护, 施工结束后施工迹地恢复、土地整治等措施。	表土剥离及回覆、土地整治	恢复林地、播撒草籽	彩条布铺垫、铺设钢板、彩条旗围护、密目网苫盖
		跨越施工场地	/	未考虑施工过程中限界措施, 完工后扰动地表的迹地恢复、土地整治等措施。	土地整治	播撒草籽	彩条旗围护
		施工道路区	/	未考虑施工前表土剥离和防护, 道路排水措施、完工后扰动地表的迹地恢复、土地整治等措施。	表土剥离及回覆、土地整治	恢复林地、播撒草籽	填土装拦挡、填土袋拆除、临时排水沟及素土夯实
甘肃省、陕西省、四川	西南紫色	浆砌石护坡、浆砌石挡渣墙、浆砌石排水沟、泥浆沉淀池	未考虑施工前表土剥离和防护, 施工过程中临时堆土的防护, 施工结束后表土回覆及施工迹地恢复、土地整治, 施工场地植被恢复等措施。	表土剥离及回覆、土地整治	恢复林地、播撒草籽	密目网苫盖、彩条布铺垫、彩条旗围护、填土装拦挡、填土袋拆除	

3 项目概况

项目	分区	主体已有	存在问题及不足	方案补充完善				
				工程措施	植物措施	临时措施		
省、重庆市	土区	牵张场地区	/	未考虑施工前表土剥离和防护，施工前牵张场范围的明确，施工过程中原地貌的保护，施工结束后施工迹地恢复、土地整治等措施。	表土剥离及回覆、土地整治、耕地恢复	恢复林地、播撒草籽	彩条布铺垫、铺设钢板、彩条旗围护、密目网苫盖	
		跨越施工场地	/	未考虑施工过程中限界措施，完工后扰动地表的迹地恢复、土地整治等措施。	土地整治、耕地恢复	播撒草籽	彩条旗围护	
		施工道路区	/	未考虑施工前表土剥离和防护，道路排水措施、完工后扰动地表的迹地恢复、土地整治等措施。	表土剥离及回覆、土地整治、耕地恢复	恢复林地、播撒草籽	填土装拦挡、填土袋拆除、临时排水沟及素土夯实	
受端换流站	重庆市	西南紫色土区	站区	站区雨水排水管、围墙边沟、边坡截排水沟、截洪沟、站区植基袋护坡、站区绿化	未考虑表土剥离及回覆、临时堆土防护、临时排水沉沙、土地整治	表土剥离及回覆、土地整治	/	密目网苫盖、填土袋拦挡、填土袋拆除、临时排水沟、临时沉沙池
			进站道路区	进站道路截排水沟、进站道路植基袋护坡	未考虑表土剥离及回覆、临时堆土防护	表土剥离及回覆	/	密目网苫盖、填土袋拦挡、填土袋拆除
			外接电源工程区	/	未考虑表土剥离及回覆、临时堆土防护、土地整治及耕地恢复、植被恢复及抚育	表土剥离及回覆、土地整治及耕地恢复	播撒草籽、补撒草籽、恢复林地、幼林抚育	彩条布铺垫、密目网苫盖
			供排水工程区	站外雨水排水管、八字式出水口	未考虑表土剥离及回覆、临时堆土防护、土地整治及耕地恢复、植被恢复及抚育	表土剥离及回覆、土地整治及耕地恢复	播撒草籽、补撒草籽、恢复林地、幼林抚育	彩条布铺垫、密目网苫盖、填土袋拦挡、填土袋拆除
			还建工程区	/	未考虑表土剥离及回覆、土地整治及耕地恢复、植被恢复及抚育	表土剥离及回覆、土地整治及耕地恢复	播撒草籽、补撒草籽、恢复林地、幼林抚育	/

3 项目概况

项目	分区	主体已有	存在问题及不足	方案补充完善			
				工程措施	植物措施	临时措施	
受端接地极	施工生产生活区	/	未考虑表土剥离及回覆、临时堆土防护、临时排水沉沙、土地整治及耕地恢复、植被恢复及抚育	表土剥离及回覆、土地整治及耕地恢复	播撒草籽、补撒草籽、恢复林地、幼林抚育	密目网苫盖、填土袋拦挡、填土袋拆除、临时排水沟、临时沉沙池	
		临时堆土区	/	未考虑临时堆土防护、临时排水沉沙、土地整治及耕地恢复、植被恢复及抚育	土地整治及耕地恢复	播撒草籽、补撒草籽、恢复林地、幼林抚育	彩条布铺垫、密目网苫盖、填土袋拦挡、填土袋拆除、临时排水沟、临时沉沙池
	西南紫色土区	汇流装置区	/	未考虑表土剥离、临时堆土防护	表土剥离	/	密目网苫盖、填土袋拦挡、填土袋拆除
		电极电缆区	/	未考虑表土剥离及回覆、临时堆土防护、土地整治及耕地恢复、植被恢复及抚育	表土剥离及回覆盖、土地整治及耕地恢复	播撒草籽、补撒草籽、恢复林地、幼林抚育	彩条布铺垫、密目网苫盖、填土袋拦挡、填土袋拆除
		检修道路区	/	未考虑表土剥离、临时堆土防护	表土剥离	/	密目网苫盖、填土袋拦挡、填土袋拆除
		外接电源工程区	/	未考虑表土剥离及回覆、临时堆土防护、土地整治及耕地恢复、植被恢复及抚育	表土剥离及回覆盖、土地整治及耕地恢复	播撒草籽、补撒草籽、恢复林地、幼林抚育	彩条布铺垫、密目网苫盖
	重庆市						

3.3 主体工程设计中水土保持措施界定

(1) 水土保持工程界定原则

根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018），水土保持工程界定的原则主要为：

- 1) 应将主体工程设计中以水土保持功能为主的工程界定为水土保持措施；
- 2) 难以区分是否以水土保持功能为主的工程，可按破坏性试验的原则进行界定；即假定没有这些工程，主体设计功能仍然可以发挥作用，但会产生较大的水土流失，此类工程应界定为水土保持措施；
- 3) 标准中附录 D 的相关规定。

(2) 水保措施的界定

根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB 50433-2018）的界定原则，将送端换流站站内排水管线、站外排水管线、六棱混凝土砖护坡、集水池界定为水土保持措施，将受端换流站站区雨水排水管、围墙边沟、边坡截排水沟、截洪沟、纤维绿化层护坡、植基袋护坡、站区绿化、进站道路截排水沟、站外雨水排水管、八字式出水口界定为水土保持措施，将线路工程浆砌石护坡、浆砌石挡渣墙、浆砌石排水沟、泥浆沉淀池、草方格沙障、石方格沙障、砾石压盖界定为水土保持措施。

主体工程设计中具有水土保持功能工程的措施工程量及投资见下表。

表 3.3-1 主体工程设计中具有水土保持功能工程一览表

行政区	项目分区			措施类型	措施名称	单位	数量	单价 (元)	投资 (万元)
新疆维吾尔自治区	北方风沙区	送端换流站	站区	工程措施	蒸发池	座	1	1279998	128
					站内排水管(钢筋砼, DN200)	m	3000	603.78	181.13
					站内排水管(钢筋砼, DN300)	m	3000	603.78	181.13
					站内排水管(钢筋砼, DN400)	m	3500	1139.21	398.72
					站内排水管(钢筋砼, DN500)	m	2000	1139.21	227.84
					站内排水管(钢筋砼, DN600)	m	1500	1139.21	170.88
					站内排水管(钢筋砼, DN800)	m	700	1895.03	132.65
					站内排水管(钢筋砼, DN1000)	m	500	1895.03	94.75
					站内排水管(钢筋砼, DN1200)	m	500	2414.56	120.73
					混凝土护坡	m ²	30411	200.74	610.47
		进站道路	工程措施	混凝土护坡	m ²	12870	200.74	258.35	
		供排水管线区	工程措施	站外排水管(钢筋砼, DN1350)	m	100	2102.49	21.02	
		送端接地极	汇流装置区	工程措施	砾石压盖	m ²	200	154.06	3.08
		直流线路	塔基区	工程措施	浆砌石护坡	m ³	104	1405.5	14.45
					浆砌石排水沟	m ³	208	1274	26.17
浆砌石护坡	m ³				118.4	1389.44	16.45		
浆砌石排水沟	m ³				138.4	1258.17	17.41		
送端接地极线路	塔基区	工程措施							
合计								2569.37	
甘肃省	北方风沙区	直流线路	塔基区	工程措施	石方格沙障	m ²	42578	14	59.61
					草方格沙障	m ²	1360	1.6	0.22
					砾石压盖	m ²	8936	37.32	33.35
					浆砌石护坡	m ³	394	1396.03	55
					浆砌石挡渣墙	m ³	120	1396.03	16.75
					浆砌石排水沟	m ³	285	1263.66	36.01
					临时措施	泥浆沉淀池	座	400	20000
		小计							

3 项目概况

	西北黄土高原区	直流线路	塔基区	工程措施	砾石压盖	m ²	5888.89	69.34	40.83	
					浆砌石护坡	m ³	952.64	1396.03	132.99	
				临时措施	浆砌石排水沟	m ³	598.67	1263.66	75.65	
					泥浆沉淀池	座	13	20000	26	
	小计								275.47	
	西南紫色土区	直流线路	塔基区	工程措施	砾石压盖	m ²	2277.04	69.34	15.79	
					浆砌石护坡	m ³	368.35	1396.03	51.42	
				临时措施	浆砌石排水沟	m ³	231.48	1263.66	29.25	
					泥浆沉淀池	座	5	20000	10	
	小计								106.46	
合计								1382.87		
陕西省	西南紫色土区	直流线路	塔基区	工程措施	浆砌石护坡	m ³	176	1375.28	24.2	
					浆砌石排水沟	m ³	379	1240.55	47.02	
				合计						
四川省	西南紫色土区	直流线路	塔基区	工程措施	浆砌石护坡	m ³	2238	1400	315	
					浆砌石挡渣墙	m ³	277	1000	27.7	
				临时措施	浆砌石排水沟	m ³	1290	1200	155	
					泥浆沉淀池	座	15	20000	30	
				合计						
重庆市	西南紫色土区	受端换流站	站区	工程措施	站区雨水排水管	m	16030	522.07	836.88	
					围墙边沟	m ³	472.5	1659.55	78.41	
					边坡截排水沟	m ³	192	1659.55	31.86	
					截洪沟	m ³	2715.6	1659.55	450.67	
				植物措施	植基袋护坡	m ²	29554	129.83	383.69	
					纤维绿化层护坡	m ²	20390	98.53	200.90	
					站区绿化	m ²	40000	24.43	97.73	
				进站道路区	工程措施	进站道路截排水沟	m ³	400	1415.23	56.61
					植物措施	植基袋护坡	m ²	15000	129.83	194.74
				纤维绿化层护坡		m ²	8600	98.53	84.74	
供排水工程区	工程措施	站外雨水排水管	m	200	551.59	11.03				

3 项目概况

					八字式出水口	座	2	20000	4.00	
		直流线路	塔基区	工程措施	浆砌石护坡	m ³	499.2	1348.82	67.33	
						浆砌石挡渣墙	m ³	249.6	1348.82	33.67
						浆砌石排水沟	m ³	344	1220.93	42.00
				临时措施	泥浆沉淀池	座	1	20000	2.00	
		接地极线路	塔基区	工程措施	护坡	m ³	290.7	1329.29	38.64	
						排水沟	m ³	197	1203.25	23.66
				临时措施	泥浆沉淀池	座	5	20000	10.00	
	合计								2648.56	
	总计								7189.72	

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、2021年沿线各省水土保持公报(年报)、工程沿线各市(区)、县水土保持规划等专题报告,并结合工程现场调查,项目区所经区域以风力、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、中度侵蚀为主。项目区水土流失现状见下表。

表 4.1-1 项目区水土流失现状一览表 单位: km²

省	市	水土流失强度						面积比例 (%)	土地 面积
		轻度	中度	强烈	极强烈	剧烈	小计		
新疆维吾尔自治区	哈密市	33714.26	8002.71	2306.54	5755.37	41876.34	91655.22	65.98	138914
	第十三师 新星市	14794.09	5222.83	2727.79	1078.06	417.03	24239.80	34.30	36738
甘肃省	酒泉市	45607.82	6124.76	5199.35	13232.39	22985.37	93149.69	48.52	192000
	嘉峪关市	295.32	204.17	195.47	0.56	0.00	695.52	56.82	1224
	张掖市	7319.66	2235.64	611.99	99.91	4.77	10271.97	26.61	38600
	金昌市	1639.66	699.79	133.31	499.38	581.85	3553.99	37.02	9600
	武威市	8279.12	1701.33	1315.82	3964.12	6155.35	21415.74	35.57	60207
	白银市	4162.71	1507.71	808.70	488.55	378.45	7346.12	65.36	11239
	兰州市	1879.31	1225.87	530.54	193.44	13.82	3842.98	70.63	5441
	定西市	3632.74	1839.92	854.70	439.19	32.70	6799.25	66.56	10215
	天水市	1924.32	1178.79	306.90	56.24	2.64	3468.89	75.96	4567
	陇南市	5157.24	730.13	294.85	104.54	17.02	6303.78	77.36	8149
陕西省	汉中市	3870.34	420.45	304.53	369.01	138.16	5102.49	18.83	27098
四川省	广元市	4203.37	655.41	531.39	586.82	309.98	6286.97	38.53	16319
	南充市	2981.73	887.17	631.74	433.97	123.59	5058.20	40.47	12500
	广安市	976.29	348.79	198.84	109.25	17.61	1650.78	26.04	6339
重庆市	合川区	413.18	218.43	71.01	4.24	1.93	708.79	30.25	2343
	北碚区	142.05	38.09	19.28	1.64	0.38	201.44	26.82	751
	渝北区	426.37	95.00	51.27	14.97	1.77	589.38	40.45	1457

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,项目由西向东经过北方风沙区、西北黄土高原区、西南紫色土区3个土壤侵蚀类型区,根据《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190-2007),北方风沙区容许土壤流失量为1500t/(km² a),西北黄土高原区容许土壤流失量为1000t/(km² a),西南紫色土区容许土壤流失量为

500t/(km² a)。

项目区水土保持区划情况见下表。

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)	容许值 (t/km ² .a)
北方风沙区	北疆山地盆地	吐哈盆地生态维护防沙区	新疆维吾尔自治区: 伊州区、巴里坤哈萨克自治县、伊吾县、红山农场	1500
	河西走廊及阿拉善高原区	河西走廊农田防护防沙区	甘肃省: 肃北蒙古族自治县、肃州区、瓜州县、玉门市、肃南裕固族自治县、金塔县、嘉峪关市、永昌县、甘州区、临泽县、高台县、山丹县、永昌县、民勤县、凉州区、古浪县	
西北黄土高原区	甘宁青山地丘陵沟壑区	陇中丘陵沟壑蓄水保土区	甘肃省: 景泰县、皋兰县、榆中县、安定区	1000
		宁南陇东丘陵沟壑蓄水保土区	甘肃省: 陇西县、通渭县、武山县、甘谷县、秦州区	
西南紫色土区	秦巴山山地	陇南山地保土减灾区	甘肃省: 礼县、西和县、成县、康县	500
		秦岭南麓水源涵养保土区	陕西省: 略阳县	
		大巴山山地保土生态维护区	陕西省: 宁强县、广元市: 朝天区、旺苍县	
	川渝山地丘陵区	四川盆地北中部山地丘陵保土人居环境维护区	四川省: 苍溪县、阆中市、仪陇县、蓬安县、高坪区、岳池县、武胜县	
		四川盆地南部中低丘土壤保持区	重庆市: 合川区	
		川渝平行岭谷山地保土人居环境维护区	重庆市: 北碚区、渝北区	

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(年报),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。项目区以中度风力、轻度水力侵蚀为主,沿线原地貌土壤侵蚀模数背景值见下表。

表 4.1-3 沿线原地貌土壤侵蚀模数背景值表

行政区		侵蚀强度及类型	土壤侵蚀模数背景值 (t/km ² .a)
新疆维吾尔自治区	哈密市	中度风蚀	3000~4000
	第十三师新星市	中度风蚀	3000~4000
甘肃省	酒泉市	中度风蚀	3000~5000
	嘉峪关市	中度风蚀	3500~4500
	张掖市	中度风蚀	3000~5000
	金昌市	中度风蚀	3000~4000
	武威市	轻度水蚀	1800~2400
	白银市	轻度水蚀	1500~2000
	兰州市	轻度水蚀	1500~2000
	定西市	轻度水蚀	1500~2000
	天水市	轻度水蚀	1500~2000
	陇南市	轻度水蚀	1200~1800
	陕西省	汉中市	轻度水蚀
四川省	广元市	轻度水蚀	300~900
	南充市	轻度水蚀	300~900
	广安市	轻度水蚀	300~900
重庆市	合川区	轻度水蚀	300~900
	北碚区	轻度水蚀	300~900
	渝北区	轻度水蚀	300~900

4.2 水土流失影响因素分析

根据《生产建设项目水土保持技术标准（GB 50433-2018）》规定，水土流失影响因素分析应根据项目区自然条件、工程施工特点，分析工程建设与生产对水土流失的影响，明确建设和生产过程中扰动地表、损毁植被面积，废弃土石量。

（1）工程建设对水土流失的影响

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见下表。

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	土地平整, 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~极强烈风蚀。
	进站道路区	土方开挖回填, 扰动地表。	产生中度~强烈风蚀。
	外接电源工程区	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。	产生中度~强烈风蚀。
	供排水工程区	管沟开挖, 破坏原地貌。	产生强烈~极强烈风蚀。
	施工生产生活区	土地整治, 土方开挖回填扰动。	产生中度风蚀。
送端接地极	汇流装置区	土地整治, 基坑开挖等扰动地表。	产生强烈~极强烈风蚀。
	电极电缆区	管沟开挖, 破坏原地貌。	产生强烈~极强烈风蚀。
	检修道路区	土方开挖回填, 扰动地表。	产生强烈~极强烈风蚀。
	外接电源工程区	基础开挖回填, 扰动地表。	产生强烈~极强烈风蚀。
受端换流站	站区	土地整治, 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	基础开挖回填, 破坏原地貌。	产生中度~强烈水蚀。
	外接电源工程区	基础开挖回填, 破坏原地貌。	产生中度~强烈水蚀。
	供排水工程区	管沟开挖, 破坏原地貌。	产生强烈~极强烈水蚀。
	施工生产生活区	土地整治, 土方开挖回填扰动。	产生强烈~极强烈水蚀。
	临时堆土区	土体堆放及地表扰动	产生强烈~极强烈水蚀。
	还建工程区	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	土地整治, 基坑开挖等扰动地表。	产生强烈~极强烈水蚀。
	电极电缆区	管沟开挖, 破坏原地貌。	产生强烈~极强烈水蚀。
	检修道路区	土方开挖回填, 扰动地表。	产生强烈~极强烈水蚀。
	外接电源工程区	基础开挖回填, 扰动地表。	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~极强烈风蚀、水蚀。
	牵张场地区	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。	产生中度~强烈侵蚀。
	跨越施工场地区	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~强烈侵蚀。
	施工道路区	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。	产生中度~强烈侵蚀。
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~强烈侵蚀	

(2) 扰动地表、损毁植被面积

经过统计分析, 确定本工程扰动原地貌面积为 1738.21hm^2 , 扣除工程占用耕地 310.96hm^2 、园地 25.02hm^2 、其他土地 860.72hm^2 、住宅用地 1.02hm^2 、交通运输用地

2.39hm²、水域及水利设施用地 3.78hm²，损坏植被面积 534.32hm²。损毁植被面积详见下表。

表 4.2-2 扰动地表及损坏植被面积表

序号	行政区划	按占地类型							合计	
		耕地	林地	园地	草地	其他土地	住宅用地	交通运输用地		水域及水利设施用地
1	新疆维吾尔自治区					400.09				400.09
1.1	哈密市					394.07				394.07
1.2	第十三师新星市					6.02				6.02
2	甘肃省	185.22	171.04	14.8	104.82	459.86				935.74
2.1	酒泉市	27.91	4.25		17.79	277.77				327.72
2.2	嘉峪关市	2.12								2.12
2.3	张掖市	15.7			8.26	140.27				165.79
2.4	金昌市	28.62			8.24	34.25				71.11
2.5	武威市	42.6	18.49	3.17	24.24	7.57				96.07
2.6	白银市	2.97	8.49		9.76					21.22
2.7	兰州市	7.91	22.6		26.01					56.52
2.8	定西市	36.5	28.44	2.42	6.8					74.16
2.9	天水市	12.51	25.17	4.19	2.26					44.13
2.10	陇南市	8.38	62.04	5.02	1.46					76.9
3	陕西省		60.86							60.86
3.1	汉中市		60.86							60.86
4	四川省	72.38	83.89	6.16	35.15					197.58
4.1	广元市	22.7	32.52		13.76					68.98
4.2	南充市	33.51	34.39	6.16	14.12					88.18
4.3	广安市	16.17	16.98		7.27					40.42
5	重庆市	53.36	62.65	4.06		0.77	1.02	2.39	3.78	143.94
5.1	合川区	27.98	23.11	2.20			0.07	1.25		62.80
5.2	北碚区	2.82	9.78	0.92						17.80
5.3	渝北区	22.56	29.76	0.94		0.77	0.95	1.14	3.78	63.34
6	合计	310.96	378.44	25.02	155.88	860.72	1.02	2.39	3.78	1738.21

(3) 废弃土（石、渣）量

根据工程设计资料，本工程挖填方总量 921.34 万 m³，其中挖方 460.67 万 m³（含表土 36.28 万 m³），填方 460.67 万 m³（含表土 36.28 万 m³）。本工程无废弃土石方。

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，确定项目沿线为风力作用、水力作用下的土壤流失，包括一般扰动地表、工程堆积体 2 种下垫面类型，风力作用下一般扰动地表、工程堆积体，以及水力作用下植被破坏型一般扰动地表、地表翻扰型一般扰动地表、上方无来水工程堆积体共 5 种扰动单元。本工程水土流失预测（计算）单元划分见下表。

表 4.3-1 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	生产建设项目土壤流失类型
			(风力作用)	(水力作用)
北方风沙区	送端换流站	站区	一般扰动地表、工程堆积体	
		进站道路区	一般扰动地表	
		外接电源工程区	一般扰动地表、工程堆积体	
		供排水工程区	一般扰动地表、工程堆积体	
		施工生产生活区	一般扰动地表、工程堆积体	
	送端接地极	汇流装置区	一般扰动地表	
		电极电缆区	一般扰动地表、工程堆积体	
		检修道路区	一般扰动地表	
		外接电源工程区	一般扰动地表、工程堆积体	
	线路工程	塔基区	一般扰动地表、工程堆积体	
		牵张场地区	一般扰动地表	
		跨越施工场地区	一般扰动地表	
		施工道路区	一般扰动地表	
西北黄土高原区	线路工程	塔基区		永久占地区：地表翻扰型一般扰动地表 临时占地区：植被破坏型一般扰动地表
		牵张场地区		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
西南紫色土区	受端换流站	站区		地表翻扰型一般扰动地表、工程堆积体
		进站道路区		地表翻扰型一般扰动地表、工程堆积体
		外接电源工程区		永久占地区：地表翻扰型一般扰动地表
				临时占地区：植被破坏型一般扰动地表、工程堆积体
		供排水工程区		开挖区：地表翻扰型一般扰动地表 非开挖区：植被破坏型一般扰动地表、工程堆积体

4 水土流失分析与预测

一级分区	二级分区	三级分区	生产建设项目土壤流失类型	生产建设项目土壤流失类型	
			(风力作用)	(水力作用)	
	还建工程区	还建工程区		永久占地区：地表翻扰型一般扰动地表	
				临时占地区：植被破坏型一般扰动地表、工程堆积体	
		施工生产生活区		植被破坏型一般扰动地表、工程堆积体	
		临时堆土区		植被破坏型一般扰动地表、工程堆积体	
	受端接地极	汇流装置区	汇流装置区		地表翻扰型一般扰动地表、工程堆积体
					开挖区：地表翻扰型一般扰动地表
		电极电缆区		非开挖区：植被破坏型一般扰动地表、工程堆积体	
		检修道路区		植被破坏型一般扰动地表、工程堆积体	
	线路工程	外接电源工程区	外接电源工程区		永久占地区：地表翻扰型一般扰动地表
					临时占地区：植被破坏型一般扰动地表、工程堆积体
		塔基区	塔基区	一般扰动地表、工程堆积体	永久占地区：地表翻扰型一般扰动地表
					临时施工场地区：植被破坏型一般扰动地表
	牵张场地区		一般扰动地表	植被破坏型一般扰动地表	
	跨越施工场地区		一般扰动地表	植被破坏型一般扰动地表	
	施工道路区		一般扰动地表	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、风季长度的按全年计，未超过雨季、风季长度的按占雨季、雨季长度比例计算，本工程涉及区域为干旱区、半湿润区、湿润区，自然恢复期按规定分别取5年、3年、2年。本工程水土流失预测时段划分见下表。

表 4.3-2 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	施工期	2023年8月~2025年7月	2.0
		自然恢复期	单项工程施工结束后5.0年	5.0
	进站道路区、外接电源工程区、供排水工程区	施工期	2023年8月~2023年12月	0.67
		自然恢复期	单项工程施工结束后5.0年	5.0
送端接地极	汇流装置区、电极电缆区、检修道路区、外接电源工程区	施工期	2023年8月~2024年7月	1.0
		自然恢复期	单项工程施工结束后5.0年	5.0
受端换流站	站区、施工生产生活区、临时堆土区	施工期	2023年8月~2025年7月	2.0
		自然恢复期	单项工程施工结束后2.0年	2.0
	进站道路区、外接电源工程区、供排水管线区、供电工程区、还建工程区	施工期	2023年8月~2023年12月	0.4
		自然恢复期	单项工程结束后2.0年	2.0
受端接地极	汇流装置区、电极电缆区	施工期	2023年8月~2024年7月	1.0
		自然恢复期	单项工程施工结束后2.0年	2.0
	检修道路区、外接电源工程区	施工期	2023年8月~2023年12月	0.4
		自然恢复期	单项工程结束后2.0年	2.0
线路工程	塔基区、牵张场地区、跨越施工场地区、施工道路区	施工期	2023年8月~2024年7月	1.0
		自然恢复期	单项工程施工结束后2.0/3.0/5.0年	2.0/3.0/5.0

4.3.3 预测参数

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，详见下表。

表 4.3-3 土壤流失预测计算公式表

生产建设项目土壤 流失类型		土壤流失量计算公式	备注
风力作用	一般扰动地 表	$M_{fy}=QIJAG_f$	式中 M_{fy} 为一般扰动地表计算单元风蚀量(t), Q 为计算单位面积风蚀率($t\ km^2$), I 为粗糙干扰因子, J 为地表物质紧实程度系数, G_f 为风蚀可蚀性因子。
	工程堆积体	$M_{fd}=QIHPAG_f$	式中 M_{fd} 为工程堆积体计算单元风蚀量(t), H 为高度因子, 其他同上。
水力作用	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。

表 4.3-4 各计算单元土壤流失因子取值表

土壤流失因子	行政区	巴里坤县	伊吾县	伊州区	红山农场	肃北县	瓜州县	玉门市	金塔县	肃州区	嘉峪关市	高台县	肃南县
计算单位面积风蚀率 Q		50565	120095	64004	64004	84166	101244	62357	42208	24923	36149	19948	20941
风蚀可蚀性因子 Gf		0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61/0.39	0.61/0.39	0.61	0.61/0.39	0.39	0.61/0.39	0.61
	临泽县	甘州区	山丹县	永昌县									
计算单位面积风蚀率 Q		14364	17391	23406	27222								
风蚀可蚀性因子 Gf		0.61/0.39	0.61/0.39	0.61/0.39	0.61/0.39								
	民勤县	凉州区	古浪县	景泰县	皋兰县	榆中县	安定区	陇西县	通渭县	武山县	甘谷县	秦州区	
降雨侵蚀力因子 R		251.4	351.7	382.4	444.8	644.1	809.6	975.7	1127.3	1150.1	1300.2	1382.7	1826.8
土壤可蚀性因子 K		0.0087	0.0138	0.0102	0.0105	0.0097	0.0152	0.0163	0.0161	0.0168	0.0127	0.0158	0.0114
	礼县	西和县	成县	康县	略阳县	宁强县	朝天区	旺苍县	苍溪县	阆中市	仪陇县	蓬安县	
降雨侵蚀力因子 R		1668.2	1986.9	2283.7	2789.0	3060.6	3661.9	4206.0	4649.6	4974.2	5227.3	5523.2	5399.9
土壤可蚀性因子 K		0.0059	0.0063	0.0058	0.0066	0.0041	0.0041	0.0060	0.0053	0.0071	0.0071	0.0072	0.0070
	高坪区	岳池县	武胜县	合川区	北碚区	渝北区							
降雨侵蚀力因子 R		5276.9	5264.1	5169.3	5036.3	4933.7	4900.0						
土壤可蚀性因子 K		0.0071	0.0070	0.0070	0.0067	0.0064	0.0067						
坡长因子 $L_y=(\lambda/20) m$	投影坡长 λ : 换流站站区取 100m, 进站道路区取 100m, 供排水工程区取 100m, 施工生产生活区取 100m, 临时堆土区取 100m, 还建工程区取 100m, 外接电源工程区单基占地面积计取; 接地极汇流装置区取 10m, 电极电缆区取 100m, 检修道路区取 100m, 外接电源工程区按单基占地面积计取; 直流线路塔基区按单基占地面积计取, 牵张场地区取 60m, 跨越场地区取 20m, 施工道路区取 100m; 接地极线路塔基区按单基占地面积计取, 牵张场地区取 35m, 跨越场地区取 20m, 施工道路区取 100m; 迁改线路塔基区按单基占地面积计取, 牵张场地区取 60m, 跨越场地区取 20m, 施工道路区取 100m。												
坡度因子 $S_y=-1.5+17/[1+e^{(2.3-6.1\sin\theta)}]$	平原区坡度 θ 取 $0\sim 5^\circ$; 山丘区坡度 θ 取 $5\sim 15^\circ$ 。												
植被覆盖因子 B	原地貌植被覆盖因子: 林地、草地根据实际情况取值, 耕地、园地取 1。												
	施工期: 植被破坏型根据实际情况取值, 地表翻扰型草地取 0.516、林地取 0.614。												
	自然恢复期: 根据实际情况取值。												
工程措施因子 E	E 均取 1。												

4 水土流失分析与预测

耕作措施因子 $T=T_1 \times T_2$	根据实际情况取值, 非农地 T 取 1。
地表植被覆盖度和砾石覆盖度 v	根据实际情况取值。
地表物质紧实程度系数 J	J 均取 1.33。
计算单元水平投影面积 $A=10^{-4} \omega \lambda$	计算单元宽度 ω : 换流站站区取 100m, 进站道路区按道路宽计取, 供排水工程按扰动宽度计取, 施工生产生活区取 100m, 临时堆土区取 100m, 还建工程区按实际扰动宽度计取, 外接电源工程区塔基区按单基占地面积计取; 接地极汇流装置区取 10m, 电极电缆区取按扰动宽度计取, 检修道路按道路宽计取, 外接电源工程区塔基区按单基占地面积计取; 直流线路塔基区按单基占地面积计取, 牵张场地区取 40m, 跨越场地区取 20m, 施工道路区取 1m; 接地极线路塔基区按单基占地面积计取, 牵张场地区取 20m, 跨越场地区取 20m, 施工道路区取 1m; 迁改线路塔基区按单基占地面积计取, 牵张场地区取 40m, 跨越场地区取 20m, 施工道路区取 1m。
工程堆积体形态因子 (水力) X	X 均取 0.92。
工程堆积体堆放方式因子 (风力) P	站区、施工生产生活区、供排水管线、电极电缆取 0.49, 其他取 1。
堆积体土质因子 $G_{dw} = a_1 e^{b_1 \delta}$	土石质因子均按壤土 a_1 取 0.046, b_1 取 -3.379, 土体砾石含量 δ 取 0.2。
堆积体坡度因子 $S_{dw} = (\theta/25)^{d_1}$	坡度 θ 取 35°; 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 0.632。

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 509661t，原地貌土壤侵蚀量 295554t，新增土壤流失量 214107t。本工土壤流失预测详细过程见附表，程土壤流失量预测汇总情况见下表。

表 4.3-5 本工程土壤流失量预测汇总表

单位: t

预测区域		建设期			背景流 失量	新增流 失量	
		施工期	自然恢复期	合计			
北方 风 沙 区	送端换流站	站区	4716	0	4716	1814	2901
		进站道路区	3	0	3	1	2
		外接电源工程区	751	3237	3988	2128	1860
		供排水工程区	1473	5881	7355	3865	3489
		施工生产生活区	867	1423	2290	1155	1136
		小计	7810	10541	18351	8963	9388
	送端接地极	汇流装置区	10	2069	2079	4	2075
		电极电缆区	5336	14238	19574	9902	9672
		检修道路区	5	19	25	13	11
		外接电源工程区	409	1352	1761	940	821
		小计	5761	17678	23439	10860	12579
	直流线路	塔基区	22479	52290	74769	43038	31731
		牵张场地区	2649	9679	12327	8767	3560
		跨越施工场地区	514	1926	2440	1812	629
		施工道路区	25860	82440	108300	67915	40385
		小计	51502	146336	197837	121532	76306
	送端接地极线路	塔基区	2632	5083	7714	4030	3684
		牵张场地区	197	694	892	601	292
		跨越施工场地区	33	114	145	98	48
		施工道路区	2784	8555	11339	6783	4556
		小计	5646	14446	20090	11512	8580
	迁改线路	塔基区	212	395	607	343	264
		牵张场地区	44	178	222	181	41
		跨越施工场地区	50	194	245	192	53
施工道路区		325	1085	1409	946	464	
小计		631	1852	2483	1662	821	
合计		71351	190852	262200	154529	107674	
西北 黄 土 高 原 区	直流线路	塔基区	11550	27812	39362	24254	15108
		牵张场地区	889	4079	4969	4205	763
		跨越施工场地区	2205	10516	12721	11712	1009
		施工道路区	6656	27759	34416	26261	8155
		小计	21300	70167	91467	66432	25035
	迁改线路	塔基区	132	216	348	139	209
		牵张场地区	49	169	218	150	68

预测区域		建设期			背景流 失量	新增流 失量	
		施工期	自然恢复期	合计			
	跨越施工场地区	0	0	0	0	0	
	施工道路区	51	155	206	124	82	
	小计	232	540	772	413	359	
	合计	21532	70707	92239	66845	25394	
西南 紫色 土区	受端换流站	站区	5460	321	5781	376	5405
		进站道路区	183	50	232	20	213
		外接电源工程区	6	6	12	7	5
		供排水工程区	298	246	543	210	333
		还建工程区	15	4	19	5	14
		施工生产生活区	161	39	200	74	126
		临时堆土区	312	65	377	126	251
	小计	6433	731	7164	818	6346	
	受端接地极	汇流装置区	2	0	2	0	2
		电极电缆区	2004	711	2715	832	1884
		检修道路区	1	2	3	2	1
		外接电源工程区	3	3	6	3	2
		小计	2010	715	2726	837	1889
	直流线路	塔基区	11975	21440	33415	15154	18261
		牵张场地区	3654	8813	12467	5665	6802
		跨越施工场地区	797	1241	2038	1073	966
		施工道路区	27971	66178	94149	49190	44959
		小计	44397	97672	142069	71082	70987
	受端接地极线路	塔基区	248	79	327	81	246
		牵张场地区	22	13	35	18	17
		跨越施工场地区	13	8	21	11	10
		施工道路区	1170	526	1696	678	1017
		小计	1453	626	2079	788	1290
	迁改线路	塔基区	157	420	576	314	262
		牵张场地区	89	214	302	180	122
		跨越施工场地区	37	16	53	18	34
		施工道路区	45	208	253	145	108
		小计	327	858	1184	658	527
合计		54621	100601	155222	74182	81040	
总计		147503	362160	509661	295554	214107	

4.4 水土流失危害分析

本工程建设会扰动破坏原地表结皮、植被,占用部分耕地并砍伐一定数量的林木,施工建设期产生临时堆土,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。项目区多年形成的地表粗颗粒及地表结皮是良好的保护层，一旦破坏，极易产生水土流失，如不采取防护措施，造成土壤侵蚀加剧。

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。

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。

(3) 降低水利工程效益

线路沿线平原区域水利化程度较高，如沿线跨越的河道和干渠防护堤、绕行的水库和河道堤防，如在线路路径走线及塔基位置布设时不避开水利设施，也不采取防治措施，汛期发生暴雨时，可能对防洪堤坝产生不利影响，施工时不合理堆放的弃土弃渣随径流流失到中下游河段，由于河道特征变化，便有泥沙沉积下来，淤塞附近水库、渠道等水利设施，局部良田被泥沙压埋，水利设施将会受到影响，抗灾能力减弱。

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、风速等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为原则，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，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，送端换流站站区、受端换流站站区。

(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、苫盖、铺垫等几个方面入手，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，换流站土建施工及线路工程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、水蚀风蚀因子作用下土壤流失量以及林草覆盖率的观测。重点监测区域为线路工程塔基区和施工道路，送端换流站站区、受端换流站站区，注重施工期检查。

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，根据输变电工程布局、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）各区之间应具有显著差异性；
- （2）同一区内造成水土流失的主导因子和防治措施应相近或相似；
- （3）根据项目的繁简程度和项目区自然情况，防治区可划分为一级或多级；
- （4）防治分区应结合工程布局、项目组成、占地性质和扰动特点进行逐级分区；
- （5）各级分区应层次分明，具有关联性和系统性。

5.1.2 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水土保持区划分为 3 个一级分区，即北方风沙区、西北黄土高原区、西南紫色土区。按照工程组成及特点划分为送端换流站防治区、送端接地极防治区、受端换流站防治区、受端接地极防治区、线路工程防治区等 5 个二级分区。

三级分区按照项目布局分区，送端换流站划分为 5 个区，即①站区、②进站道路区、③外接电源工程区、④供排水工程区、⑤施工生产生活区。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外接电源工程区。受端换流站划分为 7 个区，即①站区、②进站道路区、③外接电源工程区、④供排水工程区、⑤施工生产生活区、⑥临时堆土区、⑦还建工程区。受端接地极划分为 4 个区，即①汇流装置区、②电极电缆区、③检修道路区、④外接电源工程区。线路工程划分 4 个区，即①塔基区、②牵张场地区、③跨越施工场地区、④施工道路区。

本工程水土流失防治分区见下表。

表 5.1-1 水土流失防治分区 单位: hm^2

一级分区	二级分区	三级分区	占地面积	备注
北方风沙区	送端换流站	站区	31.95	新疆维吾尔自治区哈密市巴里坤哈萨克自治县三塘湖乡
		进站道路区	2.30	
		外接电源工程区	15.70	
		供排水工程区	20.25	
		施工生产生活区	6.00	
	送端接地极	汇流装置区	0.15	新疆维吾尔自治区哈密市伊吾县苇子峡乡
		电极电缆区	35.27	
		检修道路区	0.40	
		外接电源工程区	7.40	
	线路工程	塔基区	346.52	新疆境内长 266.8km+128.2km (含送端接地极线路), 甘肃境内长 980.0km+12.6km (含迁改线路)
		牵张场地区	76.26	
		跨越施工场地区	26.08	
施工道路区		494.62		
西北黄土高原区	线路工程	塔基区	84.46	甘肃境内长 234.5km+2.9km (含迁改线路)
		牵张场地区	20.64	
		跨越施工场地区	6.68	
		施工道路区	84.25	
西南紫色土区	受端换流站	站区	23.65	重庆市渝北区大湾镇境内
		进站道路区	3.77	
		外接电源工程区	1.58	
		供排水工程区	11.22	
		还建工程区	0.54	
		施工生产生活区	3.00	
		临时堆土区	4.00	
	受端接地极	汇流装置区	0.18	重庆市合川区香龙镇境内
		电极电缆区	24.79	
		检修道路区	0.09	
		外接电源工程区	0.59	
	线路工程	塔基区	139.61	甘肃境内长 161.3km+0.2km (含迁改线路), 陕西境内长 76.0km+0.5km (含迁改线路), 四川境内长 298.9km+0.4km (含迁改线路)、重庆境内长 62.4km+60.0km (含受端接地极线路)。
		牵张场地区	31.22	
		跨越施工场地区	17.36	
施工道路区		217.68		
合计			1738.21	

5.2 措施总体布局

本工程防治措施总体布局遵循“生态优先、绿色发展”的理念，结合工程实际和项目区特点，因地制宜提出水土保持总体布局，明确综合防治措施体系，工程措施、植物措施以及临时措施有机结合。

5.2.1 北方风沙区

(1) 送端换流站

站区：施工前，对具备砾幕剥离条件的区域进行砾幕剥离，施工过程中，站外设置集水池、六棱混凝土砖护坡，站区设置排水管线，临时堆土坡脚采取填土袋拦挡、顶部密目网苫盖、定期进行洒水降尘。

进站道路区：施工前，对永久占地范围内具备砾幕剥离条件的区域进行砾幕剥离，施工过程中，设置六棱混凝土砖护坡，裸露地表及砾幕堆放区域采用密目网苫盖防护，施工结束后，将剥离的砾幕回覆至道路两侧施工临时扰动区域。

外接电源工程区：施工前，在施工边界设置彩条旗标识并限定施工范围，对塔基永久占地范围内具备砾幕剥离条件的区域进行砾幕剥离，施工过程中，临时堆土采用密目网苫盖。施工结束后进行土地整治，施工结束后，进行砾幕回覆。

供排水工程区：施工前，对管线开挖区域内具备砾幕剥离条件的进行砾幕剥离，施工过程中，站区雨水排水管顺接至站外排水管，最终至站外集水池。施工结束后进行土地整治，施工结束后，进行砾幕回覆。

施工生产生活区：施工过程中，临时堆土、堆料采用密目网苫盖、填土袋拦挡。施工结束后进行土地整治，施工结束后，将站区剥离的砾幕回覆至施工生产生活区。

(2) 送端接地极

汇流装置区：施工过程中，临时堆土顶部密目网苫盖。施工结束后进行土地整治和砾石压盖。

电极电缆区：施工前，对电缆沟开挖区域内具备砾幕剥离条件的进行砾幕剥离，施工过程中，临时堆土堆存在施工作业带一侧，坡脚采用填土袋拦挡，顶部采用密目网苫盖，底部采用彩条布铺垫。施工结束后进行土地整治、砾幕回覆。

检修道路区：施工过程中，裸露地表苫盖密目网。施工结束后进行土地整治。外接电源工程区：施工前，在施工边界设置彩条旗标识并限定施工范围，临时堆土采用密目网苫盖。施工结束后进行土地整治。

外接电源工程区：施工前，在施工边界设置彩条旗标识并限定施工范围、对塔基开挖区域内具备砾幕剥离条件的进行砾幕剥离，临时堆土采用密目网苫盖。施工结束后进行土地整治、砾幕回覆。

（3）线路工程

塔基区：施工前在塔基施工场地周围设置彩条旗围护，限制施工机械和人员活动范围，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，对地表为砾幕的区域进行砾幕剥离。施工期间临时堆土压占及其他轻微扰动区域铺垫彩条布、堆土外侧设填土袋拦挡、堆土苫盖密目网等临时措施。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。塔基区根据需要设置草方格沙障、石方格沙障、砾石压盖，修筑浆砌石护坡、浆砌石挡渣墙、浆砌石排水沟。施工结束后进行砾幕回覆、表土回覆、土地整治并恢复迹地（耕地恢复或植被恢复）。

牵张场地区：施工前在周围设置彩条旗围护、限制施工机械和人员活动范围、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。施工期场地内采取彩条布铺垫、铺设钢板等临时防护措施。施工结束后进行土地整治并恢复迹地（耕地恢复或植被恢复）。

跨越施工场地区：施工过程中在跨越施工场地周围采取彩条旗围护，严格控制施工扰动范围。施工结束后进行土地整治并恢复迹地（耕地恢复或植被恢复）。

施工道路区：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，施工过程中，在林地、草地和水土保持敏感区铺设钢板，在施工道路两侧设置彩条旗围护、限制施工机械和人员活动范围。施工结束后进行土地整治并恢复迹地（耕地恢复或植被恢复）。

5.2.2 西北黄土高原区

（1）线路工程

塔基区：施工前在塔基施工场地周围设置彩条旗围护，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、集中堆放。施工期间临时堆土压占及其他轻微扰动区域铺垫彩条布、堆土外侧设填土袋拦挡、堆土苫盖密目网等临时措施。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。塔基区根据需要设置浆砌石护坡、浆砌石排水沟。施工结束后回覆表土、土地整治并恢复迹地（耕地恢复或植被恢复）。

牵张场地区：施工前对起伏较大的牵张场及材料站进行表土剥离，并在周围设置

彩条旗围护、限制施工机械和人员活动范围。施工期场地内采取密目网苫盖、彩条布铺垫、铺设钢板等临时防护措施。施工结束后回覆表土、土地整治并恢复迹地（耕地恢复或植被恢复）。

跨越施工场地区：施工过程中在跨越施工场地周围采取彩条旗围护，严格控制施工扰动范围。施工结束后土地整治并恢复迹地（耕地恢复或植被恢复）。

施工道路区：施工前对山丘区新开拓的施工道路进行表土剥离，并将调运土方进行平整。施工期采用编制袋装土拦挡对临时堆放区域及存在放坡的施工道路坡脚进行必要的挡护，并在局部道路设置临时排水沟，排水沟开挖土方夯实作为道路边坡的临时防护，施工结束后回覆表土、土地整治并恢复迹地（耕地恢复或植被恢复）。

5.2.3 西南紫色土区

（1）受端换流站

站区：施工前，剥离表土集中堆存于临时堆土区。施工过程中，站区西侧受山洪影响处设置截洪沟，围墙外侧设置排水边沟，边坡设置截排水沟，站区内设置雨水排水管，对其他土石方临时堆土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。施工结束后，对边坡与站区绿化区域进行表土回覆，对站区绿化区域进行土地整治后绿化，边坡进行植物护坡。

进站道路区：施工前，剥离表土集中堆存于临时堆土区。施工过程中，边坡坡顶与坡脚设置截排水沟，对其他土石方临时堆土顶部采取密目网苫盖，坡脚采取填土袋拦挡。施工结束后，对需要绿化边坡进行表土回覆并进行植物护坡。

外接电源工程区：施工前，剥离表土集中堆放于塔基周边空地，底部采取彩条布铺垫，顶部采取密目网苫盖。施工过程中，对其他土石方临时堆土顶部采取密目网苫盖。施工结束后对永久占地中除硬化区域与临时占地进行表土回覆，耕地恢复或土地整治后植被恢复。

供排水工程区：施工前，剥离表土集中堆存在施工作业带一侧，底部采取彩条布铺垫，顶部采取密目网苫盖。施工过程中，设置站外雨水排水管，排水管末端设置八字式出水口，对其他土石方临时堆土顶部采取密目网苫盖，坡脚采取填土袋拦挡。施工结束后对临时占地进行表土回覆，耕地恢复或土地整治后植被恢复。

还建工程区：施工前，剥离表土集中堆存于临时堆土区。施工结束后对临时占地进行表土回覆，耕地恢复或土地整治后植被恢复。

施工生产生活区：施工前，剥离表土集中堆存于临时堆土区。施工过程中，对其

他土石方临时堆土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。施工结束后对临时占地进行表土回覆,耕地恢复或土地整治后植被恢复。

临时堆土区:施工过程中,对表土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。施工结束后对临时占地进行表土回覆,耕地恢复或土地整治后植被恢复。

(2) 受端接地极

汇流装置区:施工前,剥离表土并堆存于电极电缆区。施工过程中,对其他土石方临时堆土顶部采取密目网苫盖,坡脚采取填土袋拦挡。

电极电缆区:施工前,剥离表土集中堆存在施工作业带一侧,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。施工过程中,对其他土石方临时堆土顶部采取密目网苫盖,坡脚采取填土袋拦挡。施工结束后对临时占地进行表土回覆,耕地恢复或土地整治后植被恢复。

检修道路区:施工前,剥离表土并堆存于电极电缆区。施工过程中,对其他土石方临时堆土顶部采取密目网苫盖,坡脚采取填土袋拦挡。

外接电源工程区:施工前,剥离表土集中堆放于塔基周边空地,底部采取彩条布铺垫,顶部采取密目网苫盖。施工结束后对永久占地中除硬化区域与临时占地进行表土回覆,耕地恢复或土地整治后植被恢复。

(3) 线路工程

塔基区:施工前在塔基施工场地周围设置彩条旗围护,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、集中堆放。施工期间临时堆土压占及其他轻微扰动区域铺垫彩条布、堆土外侧设填土袋拦挡、堆土苫盖密目网等临时措施。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。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、土地整治并恢复迹地(耕地恢复或植被恢复)。

牵张场地区:施工前对起伏较大的牵张场及材料站进行表土剥离,并在周围设置彩条旗围护、限制施工机械和人员活动范围。施工期场地内采取密目网苫盖、彩条布铺垫、铺设钢板等临时防护措施。施工结束后回覆表土、土地整治并恢复迹地(耕地恢复或植被恢复)。

跨越施工场地区：施工过程中在跨越施工场地周围采取彩条旗围护，严格控制施工扰动范围。施工结束后土地整治并恢复迹地（耕地恢复或植被恢复）。

施工道路区：施工前对山丘区新开拓的施工道路进行表土剥离，并将调运土方进行平整。施工期采用编制袋装土拦挡对临时堆放区域及存在放坡的施工道路坡脚进行必要的挡护，并在局部道路设置临时排水沟，排水沟开挖土方夯实作为道路边坡的临时防护，施工结束后回覆表土、土地整治并恢复迹地（耕地恢复或植被恢复）。

5.2.4 措施布设建议

依据对主体工程设计中具有水土保持功能工程的评价，借鉴当地同类生产建设项目防治经验，布设防治措施。应注重：

（1）表土资源保护。

开工前做好施工规划，将施工扰动严格限定在工程征占地范围内。依据工程总平面布置与现场调查，确定工程征占地范围内耕地、园地、林地、草地施工前实施剥离，剥离厚度与面积根据现场调查结果确定，使项目区的表土资源得到充分保护。

接地极工程、线路工程剥离的表土就地利用，受端换流站剥离的表土站区与边坡绿化利用。项目区表土资源得到充分利用。

（2）降水的排导、集蓄利用以及排水与下游（周边）的衔接。

换流站工程设置的截水沟、排水沟、集水池，雨水排水管末端与周边天然沟道顺接。线路工程部分塔位设置排水沟，排水沟的末端与周边天然沟道顺接。

（3）土石（渣）的防护。

送端换流站、受端换流站采用平坡式布置，通过标高调整，在减少土石方工程量的同时，开挖土石全部就地利用。送端接地极、受端接地极建设过程开挖土石方就地平衡利用，线路工程塔基余土就地平衡，无永久弃渣，不设置弃土场。

项目建设所需的砾石、沙子等建筑材料可从砂石厂直接购买。

（4）地表防护，防止地表裸露，优先布设植物措施，限制硬化面积。

工程建设过程中，方案补充裸露地表苫盖、铺垫措施。工程建成以后，扣除建筑物、构筑物、硬化地表面积，受端换流站主体设计考虑站区绿化，站外边坡采用填土袋护坡与纤维绿化层护坡绿化。本方案补充耕地恢复后剩余施工迹地灌草结合恢复地表植被。

（5）施工期的临时防护，对临时堆土、裸露地表应及时防护。

开工前做好施工规划，避免土石方二次倒运。建筑物、构筑物、塔基开挖土石方临时堆存期间采用密目网苫盖等防护措施。尤其注重表土资源的保护与利用，换流站工程剥离的表土集中堆存在临时堆土区，坡脚采取填土袋拦挡措施，顶部密目网苫盖，后期回覆至恢复区域。

水土流失防治措施体系见下表，水土流失防治措施体系框图见图 5.2-1。

表 5.2-1 水土流失防治措施体系表

一级分区	二级分区	三级分区	措施类型	水土流失防治措施	
北方风沙区	送端换流站	站区	工程措施	集水池*、站内排水管线*、六棱混凝土砖护坡*、砾幕剥离	
			临时措施	填土装拦挡、填土袋拆除、密目网苫盖、洒水降尘	
		进站道路区	工程措施	六棱混凝土砖护坡*、砾幕剥离及回覆	
			临时措施	密目网苫盖	
		外接电源工程区	工程措施	土地整治、砾幕剥离及回覆	
			临时措施	彩条旗围护、密目网苫盖	
		供排水工程区	工程措施	站外排水管线*、土地整治、砾幕剥离及回覆	
			临时措施	填土装拦挡、填土袋拆除、密目网苫盖、彩条布铺垫	
		施工生产生活区	工程措施	土地整治、砾幕回覆	
			临时措施	填土装拦挡、填土袋拆除、密目网苫盖	
		送端接地极	汇流装置区	工程措施	砾石压盖*、土地整治
				临时措施	密目网苫盖
	电极电缆区		工程措施	土地整治、砾幕剥离及回覆	
			临时措施	填土装拦挡、填土袋拆除、密目网苫盖、彩条布铺垫	
	检修道路区		工程措施	土地整治	
			临时措施	密目网苫盖	
	外接电源工程区		工程措施	土地整治、砾幕剥离及回覆	
			临时措施	彩条旗围护、密目网苫盖	
	线路工程	塔基区	工程措施	草方格沙障*、石方格沙障*、砾石压盖*、浆砌石护坡*、浆砌石挡渣墙*、浆砌石排水沟*、表土剥离及回覆、砾幕剥离及回覆、土地整治	
			植物措施	恢复林地、幼林抚育(1年)、播撒草籽、补撒草籽	
			临时措施	泥浆沉淀池*、填土装拦挡、填土袋拆除、密目网苫盖、彩条旗围护、彩条布铺垫	
		牵张场地区	工程措施	土地整治	
			植物措施	恢复林地、幼林抚育(1年)、播撒草籽、补撒草籽	
			临时措施	彩条布铺垫、彩条旗围护、铺设钢板	
		跨越施工场地	工程措施	土地整治	
			植物措施	播撒草籽、补撒草籽	
			临时措施	彩条旗围护	
		施工道路区	工程措施	土地整治	
			植物措施	恢复林地、幼林抚育(1年)、播撒草籽、补撒草籽	
			临时措施	铺设钢板、彩条旗围护、填土装拦挡、填土袋拆除	
西北黄土高原区	塔基区	工程措施	浆砌石护坡*、浆砌石排水沟*、表土剥离及回覆、土地整治		
		植物措施	恢复林地、幼林抚育(1年)、播撒草籽、补撒草籽		
		临时措施	泥浆沉淀池*、密目网苫盖、彩条布铺垫、彩条旗围护、填土装拦挡、填土袋拆除		
	牵张场地区	工程措施	表土剥离及回覆、土地整治		
		植物措施	恢复林地、幼林抚育(1年)、播撒草籽、补撒草籽		
		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	工程措施	土地整治		
		植物措施	播撒草籽、补撒草籽		
		临时措施	彩条旗围护		
	施工道路区	工程措施	表土剥离及回覆、土地整治		
		植物措施	恢复林地、幼林抚育(1年)、播撒草籽、补撒草籽		
		临时措施	填土装拦挡、填土袋拆除、临时排水沟及素土夯实		
西南紫色土区	站区	工程措施	站区雨水排水管*、围墙边沟*、边坡截排水沟*、截洪沟*、表土剥离、表土回覆、土地整治		
		植物措施	站区植基袋护坡*、纤维绿化层护坡*、站区绿化*		
		临时措施	密目网苫盖、填土袋拦挡、填土袋拆除、临时排水沟、临时沉沙池		
	进站道路区	工程措施	进站道路截排水沟*、表土剥离、表土回覆		
		植物措施	植基袋护坡*、纤维绿化层护坡*、		
		临时措施	密目网苫盖、填土袋拦挡、填土袋拆除		
	外接电源工程区	工程措施	表土剥离、表土回覆、土地整治		
		植物措施	恢复林地、幼林抚育(1年)、播撒草籽、补撒草籽		
	供排水工程区	工程措施	站外雨水排水管*、八字式出水口*、表土剥离、表土回覆、土地整治		
		植物措施	恢复林地、幼林抚育(1年)、播撒草籽、补撒草籽		
	还建工程区	工程措施	表土剥离、表土回覆、土地整治		
		植物措施	恢复林地、幼林抚育(1年)、播撒草籽、补撒草籽		
	施工生产生活区	工程措施	表土剥离、表土回覆、土地整治		
		植物措施	恢复林地、幼林抚育(1年)、播撒草籽、补撒草籽		
			临时措施	密目网苫盖、填土袋拦挡、填土袋拆除、临时排水沟、临时沉沙池	

一级分区	二级分区	三级分区	措施类型	水土流失防治措施	
		临时堆土区	工程措施	土地整治	
			植物措施	恢复林地、幼林抚育(1年)、播撒草籽、补撒草籽	
			临时措施	彩条布铺垫、密目网苫盖、填土袋拦挡、填土袋拆除、临时排水沟、临时沉沙池	
	受端接地极	汇流装置区	工程措施	表土剥离	
			临时措施	密目网苫盖、填土袋拦挡、填土袋拆除	
		电极电缆区	工程措施	表土剥离、表土回覆、土地整治	
			植物措施	恢复林地、幼林抚育(1年)、播撒草籽、补撒草籽	
			临时措施	彩条布铺垫、密目网苫盖、填土袋拦挡、填土袋拆除	
		检修道路区	工程措施	表土剥离	
			临时措施	密目网苫盖、填土袋拦挡、填土袋拆除	
		外接电源工程区	工程措施	表土剥离、表土回覆、土地整治	
			植物措施	恢复林地、幼林抚育(1年)、播撒草籽、补撒草籽	
			临时措施	彩条布铺垫、密目网苫盖	
		线路工程	塔基区	工程措施	浆砌石护坡*、浆砌石挡渣墙*、浆砌石排水沟*、表土剥离及回覆、土地整治
				植物措施	恢复林地、幼林抚育(1年)、播撒草籽、补撒草籽
	临时措施			泥浆沉淀池*、密目网苫盖、彩条布铺垫、彩条旗围护、填土装拦挡、填土袋拆除	
	牵张场地区		工程措施	表土剥离及回覆、土地整治	
			植物措施	恢复林地、幼林抚育(1年)、播撒草籽、补撒草籽	
			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		工程措施	土地整治	
			植物措施	播撒草籽、补撒草籽	
			临时措施	彩条旗围护	
	施工道路区		工程措施	表土剥离及回覆、土地整治	
			植物措施	恢复林地、幼林抚育(1年)、播撒草籽、补撒草籽	
			临时措施	填土装拦挡、填土袋拆除、临时排水沟及素土夯实	

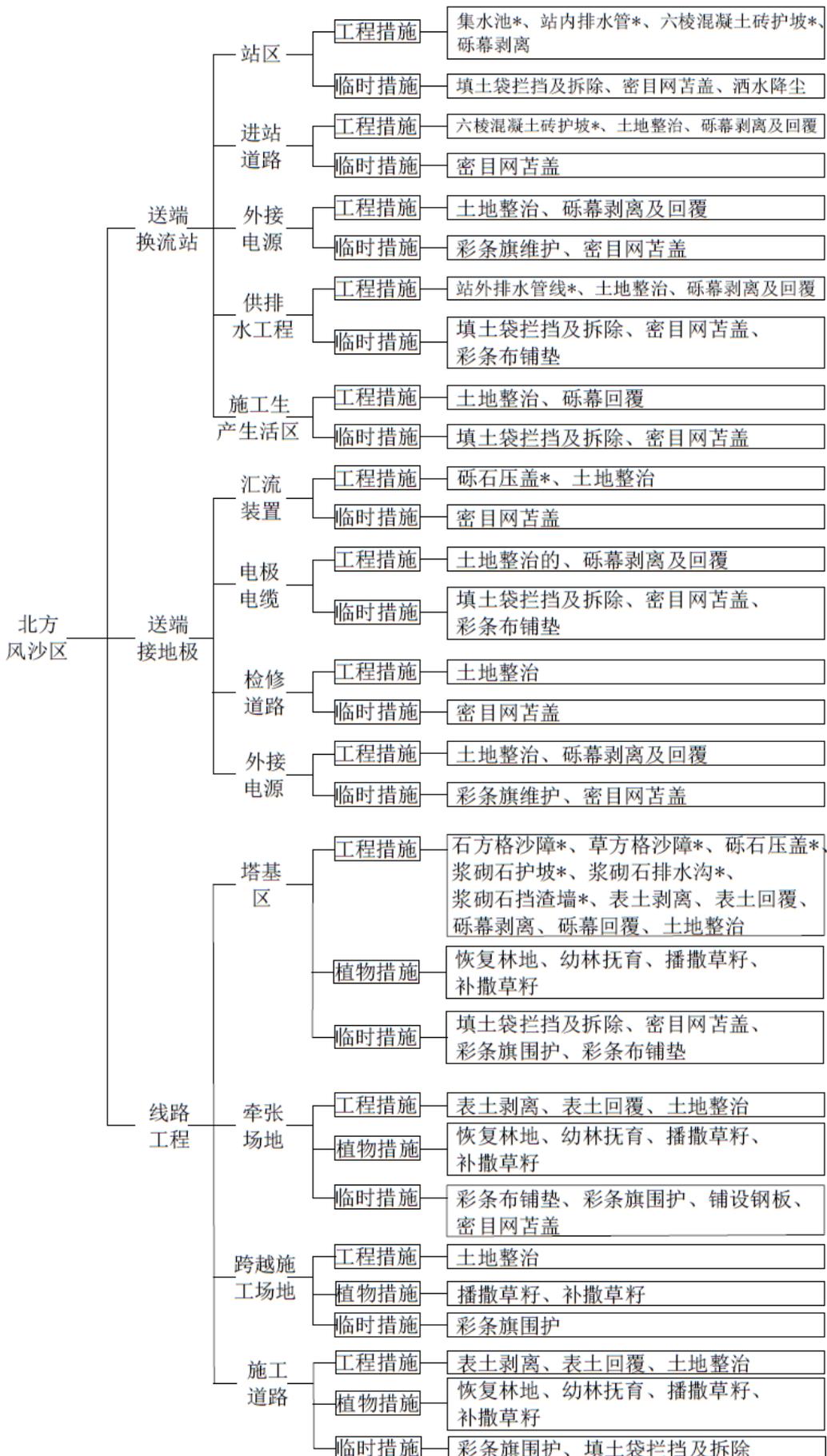






图 5.2-1 水土流失防治措施体系框图

5.3 分区措施布设

5.3.1 设计标准

(1) 工程措施

1) 防洪标准: 参照《防洪标准》(GB50201-2014), 换流站、线路工程防护等级为I级, 防洪标准百年一遇。

2) 截排水工程: 根据《室外排水设计标准》(GB50014-2021), 换流站排水管主体设计重现期为5年。根据《水土保持工程设计规范》(GB 51018-2014), 对换流站、线路塔基主体设计的截排水措施按1级标准10年一遇短历时暴雨进行校核。

3) 护坡工程: 参照《建筑边坡工程技术规范》(GB50330-2013), 本工程护坡级别由3级提高到2级, 执行2级标准。

4) 挡墙工程: 参照《水土保持工程设计规范》(GB 51018-2014), 本工程挡墙工程级别由5级提高到4级, 执行4级标准。

5) 固沙工程: 参照《水土保持工程设计规范》(GB 51018-2014), 本工程固沙工程执行3级标准。

6) 土地整治工程

①全面整地(植被恢复):

参照《水土保持工程设计规范》(GB 51018-2014), 对占用草地、林地且开挖扰动深度超过20cm的区域, 施工前进行表土剥离, 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20~35cm, 施工结束后需要后期恢复绿化的, 进行全面整地后回覆表土, 表土回覆厚度按20~30cm的标准。

②穴状整地

参照《水土保持工程设计规范》(GB 51018-2014), 对占用林地、需要后期栽植灌木的区域, 对灌木栽植处进行穴状整地, 以满足植被恢复的要求, 穴状整地规格为穴径×坑深: 50cm×50cm。

③耕地恢复

参照《水土保持工程设计规范》(GB 51018-2014), 对占用耕地、园地且开挖扰动深度超过20cm的区域, 施工前进行表土剥离, 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20~35cm, 施工结束后进行场地清理、坑凹回填、表土回覆, 人工施肥, 机械耕翻地后可满足作物生长需要。

④土地平整

参照《水土保持工程设计规范》（GB 51018-2014），对占用无表土资源、完工后不恢复植被的区域采用土地平整措施。通过对扰动的场地进行坑凹回填、平整压实等整治活动，恢复土地原有功能。

（2）植物措施

1）参照《水土保持工程设计规范》（GB 51018-2014），本工程植被恢复与建设工程级别为1级，其中线路工程由2级提高到1级。

造林方式：采用植苗造林，苗木质量等级均为I级苗，灌木种植密度1600株/hm²。

播撒草籽：草籽尽量采用多草种混播，根据项目区沿线各地水热条件的实际情况，撒播密度标准为甘肃省100~120kg/hm²、陕西省80kg/hm²、四川省80kg/hm²、重庆市80kg/hm²。

2）立地条件类型与树种选择

植物措施布设需要根据项目区立地条件类型进行树种选择。项目区立地条件的划分主要是以项目区所在原地貌土壤类型作为主导因子，根据不同的土壤特性进行分类。根据适地适树，因地制宜的原则，编制人员通过现场调查、咨询当地水土保持部门并结合工程沿线气候带，对当地乡土树种和草种的生长情况、生态学和生物学特性进行了分析和比选，选择并确定了适宜于本项目区立地条件的树种和草种。

（3）临时措施

本方案临时措施设计主要依据《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014）、《水利水电工程水土保持技术规范》（SL575-2012）中的相关规定，临时排水沟设计标准按3年一遇短历时暴雨计算，沉沙池的设计施工应符合国家行业标准《水利水电工程沉沙池设计规范》（SL/T 269-2019）相关规定。

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、临时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）土地整治主要针对塔基区及施工场地、牵张场地、施工道路区等覆土平整和

施工迹地恢复。

2) 北方风沙区无植被覆盖的砾石荒漠区域,砾幕层对于保护土地资源方面有着重要作用,施工前进行砾幕剥离,施工完结后进行砾幕回覆。

3) 北方风沙区防风固沙措施采用砾石压盖。半固定、流动沙丘区域防风固沙措施采用石方格沙障,固定沙丘区域防风固沙措施采用草方格沙障。

4) 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。

5) 沿线施工临时占用耕地的区域,施工完结后需恢复耕地。

6) 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:

①因地制宜,因害设防的原则;

②“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;

③优先考虑乡土树种,注重绿化、美化相结合的绿化模式;

④坚持高标准整地,科学栽植,提高造林成活率和保存率;

⑤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

本工程北方风沙区主要包括工程沿线新疆境内,以及甘肃酒泉、嘉峪关市、张掖市、金昌市、武威市,北方风沙区气候类型属中温带干旱气候区,年均降水量38.6~165.9mm,年均蒸发量3088.1~4287.2mm,土壤以棕钙土、棕漠土、灰棕漠土、灌淤土、灰钙土、风沙土、黄绵土为主,地表通常为成片的砾幕或细粉砂,表面多由砾石或碎石组成,腐殖含量较低。

西北黄土高原区、西南紫色土区所包含的工程沿线途经其他区域为暖温带亚湿润气候区、亚热带湿润气候区。项目区多年年平均风速0.8~4.3m/s,大于10°C有效积温3088.1~6015°C。土壤以栗钙土、灌淤土、灰钙土、风沙土、黄绵土、棕壤、黄棕壤、紫色土、水稻土为主。

根据项目区立地条件条件分析,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。

表 5.3-1 沿线采用绿化树草种一览表

行政区	绿化树草种	
	灌木	草籽
甘肃省	紫穗槐	早熟禾、披碱草，紫花苜蓿、狗尾草
陕西省	紫穗槐	紫花苜蓿、狗尾草
四川省	荆条	黑麦草、狗牙根
重庆市	胡枝子	黑麦草、白三叶

表 5.3-2 植被恢复树（草）种规格表

灌木苗				
苗木名称	苗木种类	灌高 (cm) ≥	蓬径 (cm) ≥	地径 (cm) ≥
胡枝子 (灌木)	容器苗	40	45	5
紫穗槐	裸根苗	80-100	40	5
荆条	容器苗	40	45	5
种子				
种子名称	等级	纯度	净度	发芽率
黑麦草 (草种)	一级种	>90%	>90%	>80%
白三叶 (草种)	一级种	>90%	>90%	>80%
狗牙根 (草种)	一级种	>90%	>90%	>80%
紫花苜蓿 (草种)	一级种	>90%	>90%	>80%
狗尾草 (草种)	一级种	>90%	>90%	>80%
早熟禾 (草种)	一级种	>90%	>90%	>80%
披碱草 (草种)	一级种	>90%	>90%	>80%

表 5.3-3 主要绿化树草种生物学和生态学特性表

类型	名称	科、属	特性	抗性	主要用途
灌木	胡枝子	豆科胡枝子属	高 0.5-2m, 3 小叶, 顶生小叶宽椭圆形或卵状椭圆形, 长 3-6cm, 宽 1.5-4cm, 先端圆钝, 有小尖, 基部圆形, 上面疏生伞状短毛, 下面毛较密;倒生叶较小, 总状花序腋生, 花冠紫色, 旗瓣长约 1.2cm, 无爪, 翼瓣长约 1cm, 有爪, 龙骨瓣与旗瓣等长, 基部有长爪。荚果斜卵形, 长约 10mm, 宽约 5mm, 网脉明显, 有密柔毛。	耐旱性、耐暑性极强, 耐寒性尚可, 耐阴性强, 耐踏性强。	固土绿化
	紫穗槐	豆科紫穗槐属	豆科紫穗槐属。小枝灰褐色, 被疏毛, 后变无毛, 嫩枝密被短柔毛。叶互生, 奇数羽状复叶, 长 10-15cm, 有小叶 11-25 片, 基部有线形托叶; 叶柄长 1-2cm。	耐寒性强, 耐干旱能力也很强, 一定的耐淹能力, 对光线要求充足, 对土壤要求不严。	固土绿化
	荆条	马鞭草科牧荆属	落叶灌木, 高 1-5 米, 高可达 2-8 米, 地径 7-8 厘米, 树皮灰褐色, 幼枝方形有四棱; 掌状复叶对生或轮生, 小叶 5 或 3 片, 叶缘呈大锯齿状或羽状深裂, 上面深绿色具细毛, 下面灰白色, 密被柔毛。花序顶生或腋生, 先由聚伞花序集成圆锥花序, 核果球形, 果径 2-5 毫米, 黑褐色, 外被宿萼。	抗旱耐寒, 多生长于山地阳坡及林缘, 为中旱生灌丛的优势种。对土壤要求不严, 在黄绵土, 褐土, 红黏土, 石质土, 石灰岩山地的钙质土以及山地棕壤上都能生长。	固土绿化
草种	黑麦草	禾本科 黑麦草属	多年生草本株高 70-100 厘米, 有时可达 1 米以上。茎秆丛生, 质地较软。叶在芽中呈折叠状, 叶鞘光滑, 叶耳细小, 叶舌短而不明显。穗状花序, 小穗含小花 6-11 朵, 无外颖。无芒, 内稃与外稃等长。	喜温暖湿润土壤, 适宜土壤 pH 为 6-7 的环境。黑麦草耐湿。	固土绿化
	白三叶	豆科的车轴草属	多年生草本; 短期多年生草本, 为栽培植物, 有时逸生为杂草, 侵入旱作物田, 危害不重, 对局部地区的蔬菜、幼林有危害。生长期达 6 年, 高 10-30 厘米	抗热抗寒性强, 可在沙质土中生长, 有一定的观赏价值, 是世界各国主要栽培牧草。	固土绿化
	狗牙根	禾本科狗牙根属	秆细而坚韧, 下部匍匐地面蔓延甚长, 节上常生不定根, 直立部分高 10-30cm, 直径 1-1.5mm, 秆壁厚, 光滑无毛, 有时略两侧压扁。	生长力强, 极耐热和抗旱	固土绿化

5 水土保持措施

类型	名称	科、属	特性	抗性	主要用途
	紫花苜蓿	豆科苜蓿属	多年生豆科牧草，多分枝，高 30-100 厘米。叶具 3 小叶；小叶倒卵形或倒披针形，长 1-2 厘米，宽约 0.5 厘米，先端圆，中肋稍突出，上部叶缘有锯齿，两面有白色长柔毛；小叶柄长约 1 毫米，有毛；托叶披针形，先端尖，有柔毛，长约 5 毫米。总状花序腋生；花萼有柔毛，萼齿狭披针形，急尖；花冠紫色，长于花萼。荚果螺旋形，有疏毛，先端有喙，有种子数粒；种子肾形，黄褐色。	抗逆性强，适应范围广，能生长在多种类型的气候、土壤环境下。性喜干燥、温暖、多晴天、少雨天的气候和高燥、疏松、排水良好，富含钙质的土壤。	固土绿化
	狗尾草	禾本科狗尾草属	一年生。根为须状，高大植株具支持根。秆直立或基部膝曲，高 10-100 厘米，基部径达 3-7 毫米。叶鞘松弛，无毛或疏具柔毛或疣毛，边缘具较长的密绵毛状纤毛；叶舌极短，缘有长 1-2 毫米的纤毛；叶片扁平，长三角状狭披针形或线状披针形，先端长渐尖或渐尖，基部钝圆形，几呈截状或渐窄，长 4-30 厘米，宽 2-18 毫米，通常无毛或疏被疣毛。	喜长于温暖湿润气候区，以疏松肥沃、富含腐殖质的砂质壤土及粘壤土为宜。	固土绿化
	早熟禾	禾本科早熟禾属	一年生或冬性禾草。秆直立或倾斜，质软，高 6-30 厘米，全体平滑无毛。叶鞘稍压扁，中部以下闭合。	喜光，耐旱性较强，耐阴性也强，对土壤要求不严，耐瘠薄，但不耐水湿。喜微酸性至中性土壤。	固土绿化
	披碱草	禾本科披碱草属	禾本科披碱草属多年生牧草植物。其秸秆稀疏直立，比较细。叶子光滑无毛，叶片扁平细长，稀可内卷，呈粉绿色。其穗为花序状，分布比较紧密，形态为直立，小穗初期为绿色，成熟后变为草黄色，穗上含有小花。花果期为 7-9 月份。秆疏丛，直立，高 70-140 厘米，基部膝曲。叶鞘光滑无毛；叶片扁平，稀可内卷，上面粗糙，下面光滑，有时呈粉绿色，长 15-25 厘米，宽 5-9（12）毫米。	披碱草具有耐旱、耐寒、耐碱、耐风沙的生长特点披碱草，是一种很好的护坡、水土保持和固沙的植物。	固土绿化

(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) 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，采用装土袋拦挡及用密目网苫盖。

3) 对原地貌采用彩条布铺垫、铺设钢板等措施进行保护。

4) 受端换流站站区、施工生产生活区及临时堆土区布设临时排水沟及沉沙池措施，山丘区施工道路布设临时排水沟及素土夯实措施，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 分区水土流失措施布设

5.3.3.1 北方风沙区

(1) 送端换流站防治区

1) 站区

(a) 工程措施

——雨水集水池

根据主体设计，在西北侧的站外设置集水池，与站区雨水排水管相接，用于站区雨水蓄积，雨水集水池设计尺寸为 $80 \times 20 \times 4.3\text{m}$ ，有效容积为 4000m^3 ，集雨池底部不防渗，雨水通过集水池收集后下渗。

——站内排水管线

送端换流站竖向布置，送端换流站站区雨水排水系统布置在站内道路两侧，换流站站区排水系统设计按照《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。雨水管道采用 DN200~DN1200 钢筋混凝土排水管，通过雨水排水管排至站外雨水集水池。送端换流站站区雨水管总长 14700m。

——六棱混凝土砖护坡

送端换流站竖向布置，站外六棱混凝土砖护坡面积 30411m^2 ，其中挖方边坡主要分布于站址西南侧、东南侧，最大边坡高度约 6.0m；填方边坡主要位于站址西北侧、东北侧，最大边坡高度约 6.0m。挖方、填方边坡均为自然放坡，边坡比分别为 1:1.75、1:1.5。坡面采用预制六棱混凝土砖护坡形式。挖方、填方边坡均为直接放坡，边坡比分别为 1:1、1:1.5。坡面采用预制六棱混凝土砖护坡形式。

——砾幕剥离

施工前，对站区内具备砾幕剥离条件的区域进行砾幕剥离，剥离面积 19.60hm^2 ，剥离厚度平均约 6cm ，剥离量共计 1.18万 m^3 ，剥离的砾幕堆放于临时堆土场内，施工结束后回覆至施工生产生活区。

站区砾幕剥离共计 19.60hm^2 。

(b) 临时措施

——填土袋拦挡及密目网苫盖

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（单个堆土场尺寸：长 \times 宽 \times 高= $150\text{m}\times 150\text{m}\times 3.0\text{m}$ ，堆土坡度为 1:1）。

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，堆土边界设置填土袋拦挡，填土袋成“品”字分层堆砌成环状，填土袋拦挡断面为梯形（梯形断面尺寸：上底宽 \times 下底宽 \times 高= $1\text{m}\times 2\text{m}\times 1.5\text{m}$ ），单个临时堆土场挡护长 600m ，填土袋拦挡工程量为 1350m^3 ；堆土坡顶、坡面采用密目网苫盖，密目网边缘用填土袋压实，密目网苫盖面积为 33750m^2 。

——洒水降尘

施工期间定期在场地内洒水进行降尘，洒水既要达到抑制扬尘的效果，又要防止水量过多造成地面泥泞。施工高峰期按 15 个月计，共 450 天，站区每天洒水 1 台时，每台时用水 4m^3 ，水源利用站区施工用水。站区施工期间共洒水 450 台时，用水 1800m^3 。

2) 进站道路区

(a) 工程措施

——六棱混凝土砖护坡

根据送端换流站竖向布置，进站道路高于自然地坪，建成后形成填方边坡，坡面采用六棱混凝土砖护坡形式，边坡比为 1:2，站区围墙处填方边坡最高，高度约为 6.3m 。坡面采用预制六棱混凝土砖护坡形式，护坡面积为 12870m^2 。

——土地整治

① 土地平整

对占用无表土资源、完工后不恢复植被的区域采用土地平整措施。通过对扰动的场地进行坑凹回填、平整压实等整治活动，恢复土地原有功能。进站道路区土地平整

共 0.42hm^2 。

——砾幕剥离及回覆

施工前，对进站道路永久占地范围内具备砾幕剥离条件的区域进行砾幕剥离，剥离面积 0.94hm^2 ，剥离厚度平均约 6cm ，剥离量共计 0.06 万 m^3 ，剥离的砾幕堆放于临时施工场地内，施工结束后全部回覆至临时占地范围内，回覆厚度平均约 14cm 。

进站道路砾幕剥离共计 0.94hm^2 ，砾幕回覆共计 0.06 万 m^3 。

(b) 临时措施

——密目网苫盖

施工期间进站道路两侧裸露地表采用密目网苫盖，密目网苫盖面积 2100m^2 。

3) 外接电源工程区

(a) 工程措施

——土地整治

① 土地平整

对占用无表土资源、完工后不恢复植被的区域采用土地整治措施。通过对扰动的场地进行坑凹回填、平整压实等整治活动，恢复土地原有功能。外接电源工程区土地平整共 15.42hm^2 。

——砾幕剥离及回覆

施工前，对塔基永久占地范围内具备砾幕剥离条件的区域进行砾幕剥离，剥离面积 0.17hm^2 ，剥离厚度平均约 6cm ，剥离量共计 0.01 万 m^3 ，剥离的砾幕堆放于临时施工场地内，施工结束后全部回覆。

外接电源工程区砾幕剥离共计 0.17hm^2 ，砾幕回覆共计 0.01 万 m^3 。

(c) 临时措施

——彩条旗围护

施工前做好施工组织规划，在塔基施工边界设置彩条旗，限定与标识施工扰动范围，彩条旗围护 60830m 。

——密目网苫盖

外接电源工程区临时堆土顶部采用密目网对堆土表面进行苫盖，密目网苫盖面积为 23171m^2 。

4) 供排水工程区

(a) 工程措施

——站外排水管线

根据站内竖向布置，站外排水管设计按照《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。送端换流站站区雨水利用站内雨水排水管网将雨水收集后汇入站外排水管，最终重力自流至站外东北侧的站外雨水集水池。经统计DN1350钢筋混凝土排水管总长100m。

——土地整治

①土地平整

对占用无表土资源、完工后不恢复植被的区域采用土地整治措施。通过对扰动的场地进行坑凹回填、平整压实等整治活动，恢复土地原有功能。供排水工程区土地平整共20.25hm²。

——砾幕剥离及回覆

施工前，对管沟开挖区域内具备砾幕剥离条件的进行砾幕剥离，剥离面积3.75hm²，剥离厚度平均约6cm，剥离量共计0.23万m³，剥离的砾幕堆放于临时施工场地内，施工结束后全部回覆。

外接电源工程区砾幕剥离共计3.75hm²，砾幕回覆共计0.23万m³。

(b) 临时措施

——彩条布铺垫、密目网苫盖、填土袋拦挡、拆除

站外供排水管工艺简单，施工时间短，临时堆土堆放在开挖沟道的一侧，对临时堆土外侧采用填土袋拦挡，填土袋成“品”字分2层堆砌成环状，填土袋为立方体（立方体尺寸：长×宽×高=0.6m×0.4m×0.2m），临时堆土挡护长15500m，拦挡工程量2480m³，待施工完毕后，拆除填土袋；对临时堆土采用密目网苫盖，密目网边缘用填土袋压实，密目网可重复利用，密目网苫盖43500m²；临时堆土底部采取彩条布铺垫，彩条布可重复利用，铺垫面积29000m²。

5) 施工生产生活区

(a) 工程措施

①土地平整

对占用无表土资源、完工后不恢复植被的区域采用土地整治措施。通过对扰动的场地进行坑凹回填、平整压实等整治活动，恢复土地原有功能。施工生产生活区土地平整共 6.00hm^2 。

——砾幕回覆

施工结束后，将站区剥离的砾幕全部回覆至施工生产生活区，砾幕回覆面积 6hm^2 ，回覆厚度约 20cm ，回覆量 1.18万 m^3 。

(b) 临时措施

——密目网苫盖、填土袋拦挡、拆除

对施工生产生活区临时堆土、堆料外侧采用填土袋拦挡，填土袋成“品”字分 2 层堆砌成环状，填土袋为立方体（立方体尺寸：长 \times 宽 \times 高= $0.6\text{m}\times 0.4\text{m}\times 0.2\text{m}$ ），临时堆土挡护长 280m ，拦挡工程量 630m^3 ，待施工完毕后，拆除填土袋；对临时堆土、堆料采用密目网苫盖，密目网边缘用填土袋压实，密目网苫盖 7500m^2 。

(2) 送端接地极防治区

1) 汇流装置区

(a) 工程措施

——砾石压盖

汇流装置区在完工后进行砾石压盖，砾石压盖 0.02hm^2 。

——土地整治

对占用无表土资源、完工后不恢复植被的区域采用土地整治措施。通过对扰动的场地进行坑凹回填、平整压实等整治活动，恢复土地原有功能。汇流装置区土地平整共 0.02hm^2 。

(b) 临时措施

——密目网苫盖

汇流装置区开挖土石方集中堆存，堆土坡顶、坡面采用密目网苫盖，密目网边缘用重物压实，密目网苫盖面积为 300m^2 。

2) 电极电缆区

(a) 工程措施

——土地整治

① 土地平整

对占用无表土资源、完工后不恢复植被的区域采用土地整治措施。通过对扰动的

场地进行坑凹回填、平整压实等整治活动，恢复土地原有功能。电极电缆区土地平整共 35.25hm^2 。

——砾幕剥离及回覆

施工前，对电缆沟开挖区域内具备砾幕剥离条件的进行砾幕剥离，剥离面积 2.64hm^2 ，剥离厚度平均约 6cm ，剥离量共计 0.16万 m^3 ，剥离的砾幕堆放于临时施工场地内，施工结束后全部回覆。

电极电缆区砾幕剥离共计 2.64hm^2 ，砾幕回覆共计 0.16万 m^3 。

(b) 临时措施

——彩条布铺垫、密目网苫盖、填土袋拦挡、拆除

电极电缆施工时间短，临时堆土堆放在开挖沟道的一侧，对临时堆土外侧采用填土袋拦挡，填土袋成“品”字分 2 层堆砌成环状，填土袋为立方体（立方体尺寸：长 \times 宽 \times 高= $0.6\text{m}\times 0.4\text{m}\times 0.2\text{m}$ ），临时堆土挡护长 21710m ，拦挡工程量 3474m^3 ，待施工完毕后，拆除填土袋；对临时堆土采用密目网苫盖，密目网边缘用填土袋压实，密目可重复使用，共苫盖密目网苫盖 90150m^2 ；临时堆土底部采取彩条布铺垫，彩条布可重复使用，共铺垫 60100m^2 。

3) 检修道路区

(a) 工程措施

——土地整治

①土地平整

对占用无表土资源、完工后不恢复植被的区域采用土地整治措施。通过对扰动的场地进行坑凹回填、平整压实等整治活动，恢复土地原有功能。检修道路区土地平整共 0.40hm^2 。

(b) 临时措施

——密目网苫盖

施工期间进站道路两侧裸露地表采用密目网苫盖，密目网苫盖面积 850m^2 。

4) 外接电源工程区

(a) 工程措施

①土地平整

对占用无表土资源、完工后不恢复植被的区域采用土地整治措施。通过对扰动的场地进行坑凹回填、平整压实等整治活动，恢复土地原有功能。外接电源工程区土地

平整共 7.29hm^2 。

——砾幕剥离及回覆

施工前，对塔基永久占地范围内具备砾幕剥离条件的进行砾幕剥离，剥离面积 0.07hm^2 ，剥离厚度平均约 6cm ，剥离量共计 0.004m^3 ，剥离的砾幕堆放于临时施工场地内，施工结束后全部回覆。

外接电源线区砾幕剥离共计 0.07hm^2 ，砾幕回覆共计 0.004 万 m^3 。

(b) 临时措施

——彩条旗围护

施工前做好施工组织规划，在塔基施工边界设置彩条旗，限定与标识施工扰动范围，彩条旗围护 40000m 。

——密目网苫盖

塔基开挖土石方集中堆存，堆土坡顶、坡面采用密目网苫盖，彩条布边缘用填土袋压实，密目网苫盖面积为 2565m^2 。

(3) 线路工程

1) 塔基区

(a) 工程措施

——草方格沙障、石方格沙障、砾石压盖

线路处于风积沙区域的塔位，基面采用草方格沙障、石方格沙障、砾石压盖进行防护。草方格和石方格规格为 $1.0\text{m}\times 1.0\text{m}$ ，铺设宽度根据塔基及塔基施工场地的面积确定，横向布置要和主风向垂直。砾石压盖面积根据塔基及塔基施工场地的面积确定，砾石压盖厚度为 $3\sim 5\text{cm}$ 。

经统计，甘肃境内直流线路草方格沙障 1360m^2 、石方格沙障 42578m^2 、砾石压盖 11370m^2 。

——浆砌石护坡

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。塔位护坡可能是大面积的，也可能是局部范围的，根据现场具体情况而定。

经统计，线路工程护坡工程量分别为：新疆境内直流线路 104m^3 ；甘肃境内直流线路 394m^3 。

——浆砌石挡渣墙

当铁塔位于山包或斜坡，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，应在堆土的下方修一道挡渣墙，将弃土堆放在挡渣墙内。

经统计，线路工程挡渣墙的工程量分别为：甘肃境内直流线路 120m^3 。

——浆砌石排水沟

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 $\geq 4\text{m}$ 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。排水沟末端与自然沟道顺接在较平缓区域，排水沟出口设八字式消能散水措施。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，以减轻汇水对地表的冲刷。

经统计，浆砌石排水沟工程量分别为：新疆境内直流线路 208m^3 ；甘肃境内直流线路 285m^3 。

——砾幕剥离及回覆

施工前，对地表为砾幕的塔基区永久占地进行砾幕剥离，剥离厚度 10cm ，施工结束后对塔基区永久占地进行砾幕回覆。

经统计，砾幕剥离和回覆量分别为：新疆境内直流线路 2.06hm^2 、 2060m^3 ；甘肃境内直流线路 2.85hm^2 、 2850m^3 。

——表土剥离及回覆

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、表土剥离量和表土回覆量分别为：甘肃境内直流线路 18.9hm^2 、 4.81万 m^3 、 4.81万 m^3 ，迁改线路 0.39hm^2 、 0.08万 m^3 、 0.08m^3 。

——土地整治

北方风沙区土地整治总面积为 319.41hm^2 ，其中植被恢复土地整治面积 50.45hm^2 ，穴状整地 31270 个，耕地恢复 29.32hm^2 ，土地平整 239.64hm^2 。

①植被恢复

对塔基区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。

经统计,土地整治面积分别为:甘肃省境内直流线路 48.79hm^2 , 迁改线路 1.66hm^2 。

②穴状整地

对塔基区需要后期栽植灌木处进行穴状整地,以满足植被恢复的要求,穴状整地规格:穴径 \times 坑深为 $50\text{cm}\times 50\text{cm}$ 。

经统计,穴状整地个数分别为:甘肃省境内直流线路 30934 个,迁改线路 336 个。

③耕地恢复

对于塔基施工场地占用耕地、园地区域,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。

经统计,土地整治(耕地恢复)面积分别为:甘肃境内直流线路 29.07hm^2 , 迁改线路 0.25hm^2 。

④土地平整

对占用无表土资源、完工后不恢复植被的区域采用土地平整措施。通过对扰动的场地进行坑凹回填、平整压实等整治活动,恢复土地原有功能。

经统计,土地平整面积分别为:新疆境内直流线路 69.64hm^2 , 接地极线路 11.75hm^2 ; 甘肃境内直流线路 156.05hm^2 , 迁改线路 2.20hm^2 。

(b) 植物措施

施工结束后,对塔基区非硬化区域播撒草籽恢复植被。根据当地自然环境条件,甘肃省境内为早熟禾和披碱草、紫花苜蓿和狗尾草混播,根据项目区沿线各地水热条件的实际情况确定撒播密度标准。占用林的临时占地采用“灌-草”复合形式恢复植被,甘肃省境内灌木选择种植梭梭和紫穗槐。

经统计,播撒草籽面积、草籽量、补撒草籽面积、补撒草籽量、栽植灌木、恢复林地面积和幼林抚育(1年)面积分别为:甘肃境内直流线路 48.79hm^2 、 5456kg 、 48.79hm^2 、 4233kg 、30934 株、 19.09hm^2 、 19.09hm^2 , 迁改线路 1.66hm^2 、 191.4kg 、 1.66hm^2 、 152.92kg 、336 株、 0.21hm^2 、 0.21hm^2 。

(c) 临时措施

——填土袋拦挡、拆除、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，剥离的表土和开挖基槽土石不能及时回填，分别集中堆放。

北方风沙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×宽×高=0.6m×0.4m×0.2m，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。直流线路、迁改线路单个塔基临时堆土区平均设置 10m³ 填土袋压实，接地极线路单个塔基临时堆土区平均设置 3m³ 填土袋压实，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、迁改线路单塔按 300m² 考虑，接地极线路单塔按 200m³ 考虑。彩条布铺垫面积直流线路、迁改线路单塔按 200m² 考虑，接地极线路单塔按 150m³ 考虑。

经统计，填土袋拦挡、拆除工程量、密目网苫盖和彩条布隔离工程量分别为：新疆境内直流线路 7610m³、211200m²、140800m²，接地极线路 1104m³、68400m²、51300m²；甘肃境直流线路 21831m³、578198m²、412676m²，迁改线路 438m³、11662m²、7775m²。

——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：新疆境内直流线路 63360m，接地极线路 20520m；甘肃境内直流线路 173459m，迁改线路 3499m。

——泥浆沉淀池

由于施工时会产生钻渣泥浆，因此需采取措施对塔基基础产生的钻渣泥浆进行处理。按平均每基灌注桩钻渣泥浆为 200m³ 设计泥浆沉淀池，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）×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，每个沉淀池地下部分容量超过 150m³，足以容纳钻孔灌注桩产生的钻渣泥浆。

经统计，泥浆沉淀池工程量分别为：甘肃省境内直流线路 400 座。

2) 牵张场地区

(a) 工程措施

——表土剥离及回覆

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 20~30cm 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、剥离量和回覆量分别为:甘肃境内直流线路 0.31hm²、0.07m³、0.07m³。

——土地整治

北方风沙区牵张场地区土地整治总面积为 76.55hm²,其中植被恢复土地整治面积 11.61hm²,穴状整地 14477 个,耕地恢复 12.44hm²,土地平整 52.50hm²。

①植被恢复

对塔基区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。

经统计,土地整治面积分别为:甘肃境内直流线路 9.40hm²,迁改线路 2.21hm²。

②穴状整地

对牵张场区需要后期栽植灌木处进行穴状整地,以满足植被恢复的要求,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:甘肃省境内直流线路 14237 个,迁改线路 240 个。

③耕地恢复

对于牵张场地区占用耕地、园地区域,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。

经统计,土地整治(耕地恢复)面积分别为:甘肃境内直流线路 12.23hm²,迁改线路 0.21hm²。

④土地平整

对占用无表土资源、完工后不恢复植被的区域采用土地平整措施。通过对扰动的场地进行坑凹回填、平整压实等整治活动,恢复土地原有功能。

经统计,土地平整面积分别为:新疆境内直流线路 20.64m²,接地极线路 2.10m²;甘肃境内直流线路 28.32hm²,迁改线路 1.44hm²。

(b) 植物措施

牵张场地仅为对地表的临时占压，牵张场地施工完成后进行土地整治，对原占地类型为草地的区域播撒草籽进行植被恢复，对原占地类型为林地的区域采取“灌-草”复合形式恢复林地植被。

经统计，播撒草籽面积、草籽量、补撒草籽面积、补撒草籽量、栽植灌木、恢复林地面积和幼林抚育（1年）面积分别为：甘肃省境内直流线路 9.40hm²、998.4kg、9.40hm²、791.92kg、14237 株、8.82hm²、8.82hm²，迁改线路 2.21hm²、259.4kg、2.21hm²、184.32kg、240 株、0.15hm²、0.15hm²，

(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，以满足施工结束后耕地恢复或土地整治需要，直流线路、迁改线路单个牵张场彩条布铺垫为 150m²。

经统计，牵张场彩条布铺垫工程量分别为：新疆境内直流线路 13850m²，接地极线路 3050m²；甘肃境内直流线路 30671m²，迁改线路 2376 m²。

——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，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。

经统计，牵张场彩条旗围护工程量分别为：新疆境内直流线路 14560m，接地极线路 2710m；甘肃境内直流线路 32716m，迁改线路 2534m。

——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。直流线路、迁改线路占用草地、林地的牵张场平均铺设钢板 1000m²，占用耕地、园地的牵张场平均铺设钢板 200m²。

经统计，牵张场铺设钢板工程量分别为：新疆境内直流线路 16600m²、送端接地极线路 3000m²；甘肃境内直流线路 72695m²，迁改线路 3167m²。

3) 跨越施工场地区

(a) 工程措施

——土地整治

北方风沙区跨越施工场地区土地整治总面积为 24.54hm²，其中植被恢复土地整治

面积 4.41hm^2 ，耕地恢复 10.93hm^2 ，土地平整 9.20hm^2 。

①植被恢复

对跨越施工场地区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。

北方风沙区跨越施工场植被恢复土地整治面积分别为：甘肃境内直流线路 4.39hm^2 ，迁改线路 0.02hm^2 。

②耕地恢复

对于跨越施工场地区占用耕地、园地区域，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。

北方风沙区跨越施工场地耕地恢复面积分别为：甘肃境内直流线路 10.9hm^2 ，迁改线路 0.03hm^2 。

③土地平整

对占用无表土资源、完工后不恢复植被的区域采用土地平整措施。通过对扰动的场地进行坑凹回填、平整压实等整治活动，恢复土地原有功能。

经统计，土地平整面积分别为：新疆境内直流线路 1.96m^2 ，接地极线路 0.32m^2 ；甘肃境内直流线路 6.92hm^2 。

(b) 植物措施

跨越施工场地施工完成后进行土地整治，对原占地类型为林地和草地的区域采取播撒草籽恢复植被。

经统计，播撒草籽面积、草籽量、补撒草籽面积、补撒草籽量分别为：甘肃境内直流线路 4.39hm^2 、 467.2kg 、 4.39hm^2 、 370.96kg ，迁改线路 0.02hm^2 、 2kg 、 0.02hm^2 、 1.6kg 。

(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，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，彩条旗围护量分别为：新疆境内直流线路 5320m ，接地极线路 390m ；甘肃境内直流线路 32784m 。

4) 施工道路区

(a) 工程措施

——表土剥离及回覆

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、剥离量和回覆量分别为：甘肃境内直流线路 4.28hm²、1.05m³、1.05m³。

——土地整治

北方风沙区施工道路区土地整治总面积为 483.98hm²，其中植被恢复土地整治面积 51.51hm²，穴状整地 32378 个，耕地恢复 39.90hm²，土地平整 392.57hm²。

①植被恢复

对施工道路区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。

经统计，土地整治面积分别为：甘肃境内直流线路 50.27hm²，迁改线路 1.24hm²。

②穴状整地

对施工道路需要后期栽植灌木处进行穴状整地，以满足植被恢复的要求，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：甘肃省境内直流线路 32250 个，迁改线路 128 个。

③耕地恢复

对于施工道路区占用耕地、园地区域，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。

经统计，土地整治（耕地恢复）面积分别为：甘肃境内直流线路 39.87hm²，迁改线路 0.03hm²。

④土地平整

对占用无表土资源、完工后不恢复植被的区域采用土地平整措施。通过对扰动的场地进行坑凹回填、平整压实等整治活动，恢复土地原有功能。

经统计，土地平整面积分别为：新疆境内直流线路 136.78m²，接地极线路 23.10m²；甘肃境内直流线路 232.69hm²。

(b) 植物措施

施工道路施工完成后进行土地整治,对原占地类型为草地的区域播撒草籽进行植被恢复,对原占地类型为林地的区域采取“灌-草”复合形式恢复林地植被。

经统计,播撒草籽面积、草籽量、补撒草籽面积、补撒草籽量、栽植灌木、恢复林地面积和幼林抚育(1年)面积分别为:甘肃境内直流线路 50.27hm^2 、 5397.4kg 、 50.27hm^2 、 4301.92kg 、 32250 株、 19.96hm^2 、 19.96hm^2 ; 迁改线路 1.24hm^2 、 145.2kg 、 1.24hm^2 、 115.76kg 、 128 株、 0.08hm^2 、 0.08hm^2 。

(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。

经统计,彩条旗围护工程量分别为:新疆境内直流线路 683380m ,接地极线路 82380m ;甘肃境内直流线路 996994m ,迁改线路 5800m 。

——填土袋拦挡、拆除

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,填土袋拦挡、拆除量分别为:新疆境内直流线路 464m^3 ;甘肃境内直流线路 3444m^3 ,迁改线路 92m^3 。

——铺设钢板

北方风沙区扰动林地、草地,以及水土保持敏感区的施工道路铺设 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,钢板可重复利用。

经统计,铺设钢板工程量分别为:甘肃境内直流线路 70080m^2 ,迁改线路 240m^2 。

——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,作好临时性排水工程,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 ,排水沟开挖土石方夯实作为施工道路边坡的临时防护。

经统计,临时排水沟长度、土石方工程量、素土夯实工程量分别为:甘肃境内直流线路 2432m 、 328m^3 、 328m^3 ,迁改线路 37m 、 5m^3 、 5m^3 。

5.3.3.2 西北黄土高原区

(1) 线路工程

1) 塔基区

(a) 工程措施

——浆砌石护坡

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。塔位护坡可能是大面积的,也可能是局部范围的,根据现场具体情况而定。

经统计,线路工程护坡工程量分别为:甘肃境内直流线路 953m³;

——浆砌石排水沟

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 $\geq 4\text{m}$ 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。排水沟末端与自然沟道顺接在较平缓区域,排水沟出口设八字式消能散水措施。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,以减轻汇水对地表的冲刷。

经统计,浆砌石排水沟工程量分别为:甘肃境内直流线路 599m³。

——表土剥离及回覆

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 20~30cm 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:甘肃境内直流线路 20.80hm²、6.24 万 m³、6.24 万 m³,迁改线路 1.11hm²、0.33 万 m³、0.33m³。

——土地整治

土地整治面积共 84.94hm²,其中植被恢复面积为 69.01hm²,穴状整地个数为 52957 个,耕地恢复面积为 15.93hm²。

① 植被恢复

对塔基区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。

经统计,土地整治面积分别为:甘肃省境内直流线路 68.07hm²,迁改线路 0.94hm²。

②穴状整地

对塔基区需要后期栽植灌木处进行穴状整地，以满足植被恢复的要求，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：甘肃省境内直流线路 52157 个，迁改线路 800 个。

③耕地恢复

对于塔基施工场地占用耕地、园地区域，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。

经统计，土地整治（耕地恢复）面积分别为：甘肃境内直流线路 15.32hm²，迁改线路 0.61hm²。

（b）植物措施

施工结束后，对塔基区非硬化区域播撒草籽恢复植被。根据当地自然环境条件，甘肃省境内为早熟禾和披碱草、紫花苜蓿和狗尾草混播，陕西省境内为紫花苜蓿和狗尾草混播，四川境内为黑麦草和狗牙根混播，重庆市境内为黑麦草和白三叶混播，根据项目区沿线各地水热条件的实际情况确定撒播密度标准。塔基采用“灌-草”复合形式恢复植被，甘肃省和陕西省境内灌木选择种植紫穗槐，四川境内灌木选择种植荆条，重庆市境内灌木选择种植胡枝子。

经统计，播撒草籽面积、草籽量、补撒草籽面积、补撒草籽量、栽植灌木、恢复林地面积和幼林抚育（1 年）面积分别为：甘肃境内直流线路 68.07hm²、7204kg、68.07hm²、5446kg、52157 株、32.01hm²、32.01hm²，迁改线路 0.94hm²、94kg、0.94hm²、75kg、800 株、0.50hm²、0.50hm²。

（c）临时措施

——填土袋拦挡、拆除、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，剥离的表土和开挖基槽土石不能及时回填，分别集中堆放。

西北黄土高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，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×宽×高=0.6m×0.4m×0.2m，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。直流线路、迁改线路单个塔基临时堆土区平均设置 15m^3 填土袋压实，接地极线路单个塔基临时堆土区平均设置 5m^3 填土袋压实，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、迁改线路单塔按 300m^2 考虑，接地极线路单塔按 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，填土袋拦挡、拆除工程量、密目网苫盖和彩条布隔离工程量分别为：甘肃境内直流线路 10164m^3 、 222333m^2 、 214056m^2 ，迁改线路 358m^3 、 7167m^2 、 4778m^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，彩条旗围护工程量为：甘肃境内直流线路 66700m ，迁改线路 2150m 。

——泥浆沉淀池

由于施工时会产生钻渣泥浆，因此需采取措施对塔基基础产生的钻渣泥浆进行处理。按平均每基灌注桩钻渣泥浆为 200m^3 设计泥浆沉淀池，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） $\times 15\text{m}$ （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，每个沉淀池地下部分容量超过 150m^3 ，足以容纳钻孔灌注桩产生的钻渣泥浆。

经统计，泥浆沉淀池工程量为：甘肃省境内直流线路 13 座。

2) 牵张场地区

(a) 工程措施

——表土剥离及回覆

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、剥离量和回覆量分别为：甘肃境内直流线路 1.14hm^2 、 0.34万 m^3 、 0.34万 m^3 ，迁改线路 0.19hm^2 、 0.06万 m^3 、 0.06万 m^3 。

——土地整治

土地整治面积共 22.87hm^2 ，其中植被恢复面积为 17.35hm^2 ，穴状整地个数为 20237 个，耕地恢复面积为 5.52hm^2 。

①植被恢复

对塔基区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。

经统计，土地整治面积分别为：甘肃境内直流线路 16.65hm^2 ，迁改线路 0.70hm^2 。

②穴状整地

对牵张场区需要后期栽植灌木处进行穴状整地，以满足植被恢复的要求，穴状整地规格：穴径×坑深为 $50\text{cm}\times 50\text{cm}$ 。

经统计，穴状整地个数分别为：甘肃省境内直流线路 19645 个，迁改线路 592 个。

③耕地恢复

对于牵张场地区占用耕地、园地区域，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。

经统计，土地整治（耕地恢复）面积分别为：甘肃境内直流线路 5.01hm^2 ，迁改线路 0.51hm^2 。

(b) 植物措施

牵张场地仅为对地表的临时占压，牵张场地施工完成后进行土地整治，对原占地类型为草地的区域播撒草籽进行植被恢复，对原占地类型为林地的区域采取“灌-草”复合形式恢复林地植被。

经统计，播撒草籽面积、草籽量、补撒草籽面积、补撒草籽量、栽植灌木、恢复林地面积和幼林抚育（1 年）面积分别为：甘肃境内直流线路 16.65hm^2 、 1684kg 、 16.65hm^2 、 1332kg 、19645 株、 12.09hm^2 、 12.09hm^2 ，迁改线路 0.70hm^2 、 70kg 、 0.70hm^2 、 56kg 、592 株、 0.37hm^2 、 0.37hm^2 。

(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，以满足施工结束后耕地恢复或土地整治需要，直流线路、迁改线路单个牵张场彩条布铺垫为 150m^2 ，接地极线路单个牵张场彩条布平均铺垫 100m^2 。

由于线路工程的单个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隔离,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、迁改线路每个牵张场按 200m^2 考虑,接地极线路每个牵张场按 150m^3 考虑。

西北黄土高原区牵张场彩条布铺垫工程量分别为:甘肃境内直流线路 10333m^2 、迁改线路 667m^2 。

西北黄土高原区牵张场密目网苫盖工程量分别为:甘肃境内直流线路 8556m^2 、迁改线路 889m^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,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。

西北黄土高原区牵张场彩条旗围护工程量分别为:甘肃境内直流线路 11022m 、迁改线路 711m 。

——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。直流线路、迁改线路单个牵张场平均铺设钢板 200m^2 ,接地极线路单个牵张场平均铺设钢板 100m^2 。

西北黄土高原区牵张场铺设钢板工程量分别为:甘肃境内直流线路 13778m^2 、迁改线路 889m^2 。

3) 跨越施工场地区

(a) 工程措施

——土地整治

土地整治面积共 11.84hm^2 ,其中植被恢复面积为 7.60hm^2 ,耕地恢复面积为 4.24hm^2 。

① 植被恢复

对跨越施工场地区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。

西北黄土高原区跨越施工场土地整治面积分别为:甘肃境内直流线路 7.56hm^2 ,

迁改线路 0.04hm^2 。

②耕地恢复

对于跨越施工场地地区占用耕地、园地区域，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。

西北黄土高原区跨越施工场地土地整治（耕地恢复）面积分别为：甘肃境内直流线路 4.17hm^2 ，迁改线路 0.07hm^2 。

（b）植物措施

跨越施工场地施工完成后进行土地整治，对原占地类型为林地的区域采取播撒草籽恢复植被。

经统计，播撒草籽面积、草籽量、补撒草籽面积、补撒草籽量分别为：甘肃境内直流线路 7.56hm^2 、 763kg 、 7.56hm^2 、 605kg ，迁改线路 0.04hm^2 、 4kg 、 0.04hm^2 、 3kg 。

（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，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。

西北黄土高原区跨越施工场地彩条旗维护量为：甘肃境内直流线路 10800m ，迁改线路 167m 。

4) 施工道路区

（a）工程措施

——表土剥离及回覆

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、剥离量和回覆量分别为：甘肃境内直流线路 11hm^2 、 33500m^3 、 3.35万 m^3 ；迁改线路 0.15hm^2 、 460m^3 、 460m^3 。

——土地整治

土地整治面积共 113.39hm^2 ，其中植被恢复面积为 79.66hm^2 ，穴状整地个数为 63702 个，耕地恢复面积为 33.73hm^2 。

①植被恢复

对施工道路区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。

经统计，土地整治面积分别为：甘肃境内直流线路 79.22hm^2 ，迁改线路 0.44hm^2 。

②穴状整地

对施工道路需要后期栽植灌木处进行穴状整地，以满足植被恢复的要求，穴状整地规格：穴径 \times 坑深为 $50\text{cm}\times 50\text{cm}$ 。

经统计，穴状整地个数分别为：甘肃省境内直流线路 63366 个，迁改线路 336 个。

③耕地恢复

对于施工道路区占用耕地、园地区域，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。

经统计，土地整治（耕地恢复）面积分别为：甘肃境内直流线路 33.66hm^2 ，迁改线路 0.07hm^2 。

（b）植物措施

施工道路施工完成后进行土地整治，对原占地类型为草地的区域播撒草籽进行植被恢复，对原占地类型为林地的区域采取“灌-草”复合形式恢复林地植被。

经统计，播撒草籽面积、草籽量、补撒草籽面积、补撒草籽量、栽植灌木、恢复林地面积和幼林抚育（1年）面积分别为：甘肃境内直流线路 79.22hm^2 、 7969kg 、 79.22hm^2 、 6338kg 、 63366 株、 39.13hm^2 、 39.13hm^2 ；迁改线路 0.44hm^2 、 44kg 、 0.44hm^2 、 35kg 、 336 株、 0.21hm^2 、 0.21hm^2 。

（c）临时措施

——填土袋拦挡、拆除

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，填土袋拦挡、拆除量分别为：甘肃境内直流线路 30778m^3 ，迁改线路 222m^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，作好临时性排水工程，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 ，排水沟开挖土石方夯实作为施工道路边坡的临时防护。

经统计,临时排水沟长度、土石方工程量、素土夯实工程量分别为:甘肃境内直流线路 5883m、794m³、794m³,迁改线路 89m、12m³、12m³。

5.3.3.3 西南紫色土区

(1) 受端换流站工程

1) 站区

(a) 工程措施

——站区雨水排水管

站区排水采用雨污分流,其中站内雨水管道采用 DN300~DN1000 钢筋混凝土排水管,同时站内设置雨水口及雨水算,共同构成了换流站雨水排水系统,雨水经站区雨水排水管收集后流至站外雨水排水管,最终排入站区东侧的茶园河。站区雨水排水管总长 16030m。

——围墙边沟

沿站区围墙外侧设置排水边沟,满足围墙外侧雨水排放需要,雨水经排水管收集后最终排入站区东侧的茶园河。围墙边沟总长 1500m,断面为 0.6m×0.6m,为 C30 混凝土沟,壁厚 150mm,砌筑量为 472.5m³。

——边坡截排水沟

挖方边坡采取分级放坡,坡率为 1:0.75,坡面采用“框架格构梁+锚杆+植基袋植草”进行防护。坡脚设置素混凝土仰斜式挡墙,坡顶设置截水沟,截排水沟的雨水最终排至站区东侧的茶园河。边坡截排水沟总长 1200m,断面为 0.4m×0.4m,为 C20 钢筋混凝土沟,壁厚 100mm,砌筑量为 192m³。

——截洪沟

站址西侧靠山体,易受山洪影响,沿山洪影响侧于挖方边坡坡脚设置截洪沟,截洪沟的雨水最终排至站区东侧的茶园河。西南侧截洪沟分 2 段布设,断面为 1.0m×1.2m 的长 0.32km,断面为 1.0m×1.0m 的长 0.32km;西北侧截洪沟分 3 段布设,断面为 1.2m×1.4m 的长 0.50km,断面为 1.2m×1.2m 的长 0.40km,断面为 1.0m×1.0m 的长 0.40km;站区雨水排水与截洪沟雨水汇合后,继续通过截洪沟排至站址东侧茶园河,汇合后截洪沟断面为 1.8m×1.8m,长 0.20km。截洪沟总长 2140m,为钢筋混凝土沟,壁厚 300mm,砌筑量为 2715.6m³。

——表土剥离及回覆

施工前,对占用耕地、林地进行表土剥离,剥离厚度根据地表情况按耕地

30~35cm、林地 20~25cm 考虑，剥离面积共 18.09hm^2 ，剥离量为 5.28 万 m^3 ，表土根据施工情况，堆放在站区北侧的临时堆土区内，并进行防护，施工结束后根据覆土需要将 5.28 万 m^3 表土回覆至绿化边坡及站区绿化区域，站区绿化区域回覆厚度约 30cm。

——土地整治

施工结束后，对站区绿化区域进行坑凹回填、翻松土壤、增施有机肥等土地整治措施，以提高植物成活率。土地整治面积约 4.00hm^2 。

(b) 植物措施

——站区植物护坡

挖方边坡采取分级放坡，坡率为 1:0.75，坡面采用“格构梁喷锚护坡”，表面再用纤维绿化层进行防护，防护表面积为 20390m^2 。填方边坡采取分级放坡，坡率为 1:1，坡脚无抗滑桩处设置素混凝土护脚墙，坡面采用“植基袋植草”进行防护，防护表面积为 29554m^2 。站区植物护坡总面积为 4.99hm^2 。

——站区绿化

站区绿化采用灌、花、草结合。根据换流站功能分区的不同，有所侧重地进行绿化。站前区树种选择以常青、观赏性强为原则。选择角质层厚、不落叶的灌木和草坪；在道路两侧种植灌木丛，在空闲处设小型花坛，可纵植灌木等；区内闲置地铺设草坪。站区绿化面积为 4.00hm^2 。

(c) 临时措施

——填土袋拦挡、拆除、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（单个堆土场尺寸：长×宽×高=100m×100m×3.0m，堆土坡度 40 度），用于站区开挖其他土石方的临时堆放。为防止雨水冲刷而产生新的水土流失，对临时堆土场采取必要的防护措施，堆土边界设置填土袋拦挡，填土袋成“品”字分层形堆砌成环状，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 390m，拦挡工程量 878m^3 ；在临时堆土场坡顶、坡面采用密目网苫盖，密目网边缘用填土袋压实，临时堆土场密目网苫盖 12000m^2 。

——临时排水沟、临时沉沙池

为保障排水通畅，在临时堆土场四周修建临时排水沟，排水沟末端设置临时沉沙

池。雨水经排水沟汇流后进入沉沙池，经沉沙后排入站区雨水排水系统，沉沙池定期清淤。临时排水沟长 390m，断面均为梯形，断面尺寸为：上底宽×下底宽×深=0.6m×0.3m×0.3m，临时堆土场修建排水沟开挖土石方 53m³。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 2 座。

2) 进站道路区

(a) 工程措施

——进站道路截排水沟

进站道路边坡坡顶与坡脚布设截排水沟，雨水经收集后最终排至站区东侧茶园河。进站道路截排水沟总长 2000m，断面为 0.4m×0.5m，为素混凝土沟，砌筑量为 400m³。

——表土剥离及回覆

施工前，对占用耕地、林地进行表土剥离，剥离厚度根据地表情况按耕地 30~35cm、林地 20~25cm 考虑，剥离面积共 3.40hm²，剥离量为 0.97 万 m³，表土根据施工情况，堆放在站区北侧的临时堆土区内。施工结束后根据覆土需要将 0.97 万 m³ 表土回覆至绿化边坡。

(b) 植物措施

——进站道路植物护坡

挖方边坡采取分级放坡，坡面采用“纤维绿化层护坡”，防护表面积为 8600m²。填方边坡采取分级放坡，坡脚无抗滑桩处设置素混凝土护脚墙，坡面采用“植基袋护坡”，防护表面积为 15000m²。进站道路植物护坡总面积为 2.36hm²。

(c) 临时措施

——填土袋拦挡、拆除、密目网苫盖

施工时，开挖其他土石方的临时堆土堆放在道路一侧，堆高为 2m，堆土坡脚采用填土袋拦挡，填土袋成“品”字分 2 层堆砌成环状，填土袋为立方体（立方体尺寸：长×宽×高=0.6m×0.4m×0.2m），临时堆土挡护长 1704m，拦挡工程量 273m³，待土石方回填后，拆除填土袋；临时堆土坡顶、坡面采用密目网苫盖，密目网边缘用填土袋压实，密目网苫盖 36000m²。

3) 外接电源工程区

(a) 工程措施

——表土剥离及回覆

施工前，对塔基占用耕地、林地进行表土剥离，剥离厚度根据地表情况按耕地 30~35cm、林地 20~25cm 考虑，剥离面积共 0.01hm²，剥离量为 0.003 万 m³，剥离表土集中堆放于塔基周边空地。施工结束后根据覆土需要将 0.003 万 m³ 表土回覆至剥离区域中除硬化外区域，回覆厚度约 27cm。

——土地整治

土地整治面积共 1.58hm²，其中植被恢复面积为 0.92hm²，穴状整地个数为 1328 个，耕地恢复面积为 0.66hm²。

①植被恢复

对塔基永久占地除硬化区域与施工临时占地非耕地区域进行土地整治，改善施工迹地的理化性质，以满足后期植被生长环境要求。土地整治面积为 0.92hm²。

②穴状整地

对塔基区需要后期栽植灌木处进行穴状整地，以满足植被恢复的要求，穴状整地规格：穴径×坑深为 50cm×50cm。穴状整地个数为 1328 个。

③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。耕地恢复面积为 0.66hm²。

(b) 植物措施

——恢复林地及幼林抚育、播撒草籽及补撒草籽

施工结束后对土地整治区域采取播撒草籽恢复植被，草籽选择黑麦草和白三叶，按 1:1 比例混合播撒，播撒密度为 80kg/hm²，播撒面积为 0.92hm²，共播撒草籽 73kg，补撒面积为 0.92hm²，共补撒草籽 59kg。对土地整治区域除塔基永久占地区域采取栽植灌木恢复林地，灌木选择胡枝子，栽植密度为 1600 株/hm²，恢复林地面积为 0.83hm²，灌木共 1328 株，栽植后的 1 年进行抚育管理工作，幼林抚育（1 年）面积为 0.83hm²。

(c) 临时措施

——彩条布铺垫、密目网苫盖

施工前，剥离表土集中堆放于塔基周边空地，底部采取彩条布铺垫，顶部采取密目网苫盖；施工过程中，对其他土石方临时堆土顶部采取密目网苫盖。密目网苫盖 536m²，彩条布铺垫 52m²。

4) 供排水工程区

(a) 工程措施

——站外雨水排水管、八字式出水口

供排水工程区设置站外雨水排水管道，站区雨水于南北两侧通过 2 根站外雨水排水管道分别排至截洪沟后，最终通过八字式出水口排至东侧茶园河，排水管道管径 DN1200，采用地下铺设方式。站外雨水排水管道总长 200m，八字式出水口 2 座。

——表土剥离及回覆

施工前，对管线开挖区占用耕地、林地进行表土剥离，剥离厚度根据地表情况按耕地 30~35cm、林地 20~25cm 考虑，剥离面积共 3.32hm²，剥离量为 0.94 万 m³，剥离表土集中堆存在施工作业带一侧。施工结束后根据覆土需要将 0.94 万 m³ 表土回覆至剥离区域，回覆厚度约 28cm。

——土地整治

土地整治面积共 11.22hm²，其中植被恢复面积为 6.51hm²，穴状整地个数为 9504 个，耕地恢复面积为 4.71hm²。

① 植被恢复

对施工临时占地非耕地区域进行土地整治，改善施工迹地的理化性质，以满足后期植被生长环境要求。土地整治面积为 6.51hm²。

② 穴状整地

对塔基区需要后期栽植灌木处进行穴状整地，以满足植被恢复的要求，穴状整地规格：穴径×坑深为 50cm×50cm。穴状整地个数为 9504 个。

③ 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。耕地恢复面积为 4.71hm²。

(b) 植物措施

——恢复林地及幼林抚育、播撒草籽及补撒草籽

施工结束后对土地整治区域采取播撒草籽恢复植被，草籽选择黑麦草和白三叶，按 1:1 比例混合播撒，播撒密度为 80kg/hm²，播撒面积为 6.51hm²，共播撒草籽 520kg，补撒面积为 6.51hm²，共补撒草籽 416kg。对临时占地中林地区域采取栽植灌木恢复林地，灌木选择胡枝子，栽植密度为 1600 株/hm²，恢复林地面积为 5.94hm²，灌木共

9504 株，栽植后的 1 年进行抚育管理工作，幼林抚育（1 年）面积为 5.94hm^2 。

（c）临时措施

——彩条布铺垫、密目网苫盖、填土袋拦挡、拆除

站外供排水管工艺简单，施工时间短，临时堆土堆放在开挖沟道的一侧，先开挖表层土，表层土与深层土分开堆放，对其他土石方堆土坡脚采用填土袋拦挡，填土袋成“品”字分 2 层堆砌成环状，填土袋为立方体（立方体尺寸：长 \times 宽 \times 高 $=0.6\text{m}\times 0.4\text{m}\times 0.2\text{m}$ ），其他土石方临时堆土挡护长 7700m，拦挡工程量 1232m^3 ；对剥离表土与开挖其他土石方的堆土采用密目网苫盖，密目网边缘用填土袋压实，密目网苫盖 66588m^2 ，待施工完毕后，拆除填土袋，表土临时堆土底部采取彩条布铺垫，铺垫面积 23532m^2 。

5) 还建工程区

（a）工程措施

——表土剥离及回覆

施工前，对路面占用耕地、林地进行表土剥离，剥离厚度根据地表情况按耕地 30~35cm、林地 20~25cm 考虑，剥离面积共 0.24hm^2 ，剥离量为 0.07 万 m^3 ，表土根据施工情况，堆放在站区北侧的临时堆土区内。施工结束后根据覆土需要将 0.07 万 m^3 表土回覆至临时占地中原占地类型为耕地、林地区域，回覆厚度约 27cm。

——土地整治

土地整治面积共 0.24hm^2 ，其中植被恢复面积为 0.16hm^2 ，穴状整地个数为 256 个，耕地恢复面积为 0.08hm^2 。

① 植被恢复

对施工临时占地中林地区域进行土地整治，改善施工迹地的理化性质，以满足后期植被生长环境要求。土地整治面积为 0.16hm^2 。

② 穴状整地

对塔基区需要后期栽植灌木处进行穴状整地，以满足植被恢复的要求，穴状整地规格：穴径 \times 坑深为 $50\text{cm}\times 50\text{cm}$ 。穴状整地个数为 256 个。

③ 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。耕地恢复面积为 0.08hm^2 。

(b) 植物措施

——恢复林地及幼林抚育、播撒草籽及补撒草籽

施工结束后对土地整治区域采取播撒草籽恢复植被，草籽选择黑麦草和白三叶，按 1:1 比例混合播撒，播撒密度为 $80\text{kg}/\text{hm}^2$ ，播撒面积为 0.16hm^2 ，共播撒草籽 13kg ，补撒面积为 0.16hm^2 ，共补撒草籽 10kg 。对临时占地中林地区域采取栽植灌木恢复林地，灌木选择胡枝子，栽植密度为 1600 株/ hm^2 ，恢复林地面积为 0.16hm^2 ，灌木共 256 株，栽植后的 1 年进行抚育管理工作，幼林抚育（1 年）面积为 0.16hm^2 。

6) 施工生产生活区

(a) 工程措施

——表土剥离及回覆

施工前，对占用耕地、林地进行表土剥离，剥离厚度根据地表情况按耕地 $30\sim 35\text{cm}$ 、林地 $20\sim 25\text{cm}$ 考虑，剥离面积共 3.00hm^2 ，剥离量为 0.84 万 m^3 ，表土根据施工情况，堆放在站区北侧的临时堆土区内。施工结束后根据覆土需要将 0.84 万 m^3 表土回覆至原占地类型为耕地、林地区域，回覆厚度约 28cm 。

——土地整治

土地整治面积共 3.00hm^2 ，其中植被恢复面积为 1.80hm^2 ，穴状整地个数为 2880 个，耕地恢复面积为 1.20hm^2 。

① 植被恢复

对原占地类型为林地区域进行土地整治，改善施工迹地的理化性质，以满足后期植被生长环境要求。土地整治面积为 1.80hm^2 。

② 穴状整地

对塔基区需要后期栽植灌木处进行穴状整地，以满足植被恢复的要求，穴状整地规格：穴径 \times 坑深为 $50\text{cm}\times 50\text{cm}$ 。穴状整地个数为 2880 个。

③ 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。耕地恢复面积为 1.20hm^2 。

(b) 植物措施

——恢复林地及幼林抚育、播撒草籽及补撒草籽

施工结束后对土地整治区域采取播撒草籽恢复植被，草籽选择黑麦草和白三叶，

按 1:1 比例混合播撒,播撒密度为 $80\text{kg}/\text{hm}^2$,播撒面积为 1.80hm^2 ,共播撒草籽 144kg ,补撒面积为 1.80hm^2 ,共补撒草籽 115kg 。对原占地类型为林地区域采取栽植灌木恢复林地,灌木选择胡枝子,栽植密度为 $1600\text{株}/\text{hm}^2$,恢复林地面积为 1.80hm^2 ,灌木共 2880株 ,栽植后的 1 年进行抚育管理工作,幼林抚育(1 年)面积为 1.80hm^2 。

(c) 临时措施

——填土袋拦挡、拆除、密目网苫盖

由于挖填土石方在时间、空间上不能均衡同步,考虑在施工生产生活区内设置 1 个临时堆土场(单个堆土场尺寸:长 \times 宽 \times 高= $50\text{m}\times 50\text{m}\times 3.0\text{m}$,堆土坡度 40 度),用于施工生产生活区开挖其他土石方的临时堆放。为防止雨水冲刷而产生新的水土流失,对临时堆土场采取必要的防护措施,堆土边界设置填土袋拦挡,填土袋成“品”字分层形堆砌成环状,拦挡断面为梯形(梯形断面尺寸:上底宽 \times 下底宽 \times 高= $1\text{m}\times 2\text{m}\times 1.5\text{m}$),临时堆土场考虑留有 10m 进场车辆宽度,临时堆土场挡护长 190m ,拦挡工程量 428m^3 ;在临时堆土场坡顶、坡面采用密目网苫盖,密目网边缘用填土袋压实,临时堆土场密目网苫盖 3000m^2 。

——临时排水沟、临时沉沙池

为保障排水通畅,在临时堆土场四周修建临时排水沟,排水沟末端设置临时沉沙池。雨水经排水沟汇流后进入沉沙池,经沉沙后最终排入站区东侧的茶园河,沉沙池定期清淤。临时排水沟长 190m ,断面均为梯形,断面尺寸为:上底宽 \times 下底宽 \times 深= $0.6\text{m}\times 0.3\text{m}\times 0.3\text{m}$,临时堆土场修建排水沟开挖土石方 26m^3 。单个沉沙池的尺寸均为:长 \times 宽 \times 深= $2.5\text{m}\times 1.2\text{m}\times 1.5\text{m}$,沉沙池为机砖抹面,单个沉沙池容积为 4.5m^3 。临时堆土场修建沉沙池 2 座。

7) 临时堆土区

(a) 工程措施

——土地整治

土地整治面积共 4.00hm^2 ,其中植被恢复面积为 2.40hm^2 ,穴状整地个数为 3840 个,耕地恢复面积为 1.60hm^2 。

① 植被恢复

对原占地类型为林地区域进行土地整治,改善施工迹地的理化性质,以满足后期植被生长环境要求。土地整治面积为 2.40hm^2 。

② 穴状整地

对塔基区需要后期栽植灌木处进行穴状整地，以满足植被恢复的要求，穴状整地规格：穴径×坑深为 50cm×50cm。穴状整地个数为 3840 个。

③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。耕地恢复面积为 1.60hm²。

(b) 植物措施

——恢复林地及幼林抚育、播撒草籽及补撒草籽

施工结束后对土地整治区域采取播撒草籽恢复植被，草籽选择黑麦草和白三叶，按 1:1 比例混合播撒，播撒密度为 80kg/hm²，播撒面积为 2.40hm²，共播撒草籽 192kg，补撒面积为 2.40hm²，共补撒草籽 154kg。对原占地类型为林地区域采取栽植灌木恢复林地，灌木选择胡枝子，栽植密度为 1600 株/hm²，恢复林地面积为 2.40hm²，灌木共 3840 株，栽植后的 1 年进行抚育管理工作，幼林抚育（1 年）面积为 2.40hm²。

(c) 临时措施

——填土袋拦挡、拆除、密目网苫盖、彩条布铺垫

为防止雨水冲刷而产生新的水土流失，对表土临时堆土场采取必要的防护措施，堆土边界设置填土袋拦挡，填土袋成“品”字分层形堆砌成环状，拦挡断面为梯形（梯形断面尺寸：上底宽×下底宽×高=1m×2m×1.5m），临时堆土场挡护长 746m，拦挡工程量 1679m³；在临时堆土场的堆土坡顶、坡面采用密目网苫盖，密目网边缘用填土袋压实，临时堆土场密目网苫盖 42910m²，在临时堆场底部铺设彩条布 35758m²。

——临时排水沟、临时沉沙池

为保障排水通畅，在临时堆土场四周修建临时排水沟，排水沟末端设置临时沉沙池。雨水经排水沟汇流后进入沉沙池，经沉沙后最终排入站区东侧的茶园河，沉沙池定期清淤。临时排水沟长 746m，断面均为梯形，断面尺寸为：上底宽×下底宽×深=0.6m×0.3m×0.3m，临时堆土场修建排水沟开挖土石方 101m³。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 2 座。

(2) 受端接地极工程

1) 汇流装置区

(a) 工程措施

——表土剥离

施工前，对占用林地进行表土剥离，剥离厚度根据地表情况按 20cm 考虑，剥离

面积共 0.11hm^2 ，剥离量为 0.02 万 m^3 ，剥离表土堆存于电极电缆区，用于电极电缆区回覆。

(b) 临时措施

——填土袋拦挡、拆除、密目网苫盖

汇流装置区开挖土石方集中堆存，堆土边界设置填土袋拦挡，填土袋成“品”字分层形堆砌成环状，拦挡断面为梯形（梯形断面尺寸：上底宽 \times 下底宽 \times 高 $=1\text{m}\times 2\text{m}\times 1.5\text{m}$ ），临时堆土场挡护长 49m ，拦挡工程量 110m^3 ；在临时堆土场的堆土坡顶、坡面采用密目网苫盖，密目网边缘用填土袋压实，临时堆土场密目网苫盖 180m^2 。

2) 电极电缆区

(a) 工程措施

——表土剥离及回覆

施工前，对电极、电缆开挖区占用耕地、林地进行表土剥离，剥离厚度根据地表情况按耕地 30cm 、林地 20cm 考虑，剥离面积共 5.61hm^2 ，剥离量为 1.60 万 m^3 ，剥离表土集中堆存在施工作业带一侧。施工结束后根据覆土需要将 1.65 万 m^3 表土回覆至剥离区域，回覆厚度约 29cm 。

——土地整治

土地整治面积共 23.46hm^2 ，其中植被恢复面积为 3.70hm^2 ，穴状整地个数为 5920 个，耕地恢复面积为 19.76hm^2 。

① 植被恢复

对临时占地中林地区域进行土地整治，改善施工迹地的理化性质，以满足后期植被生长环境要求。土地整治面积为 3.70hm^2 。

② 穴状整地

对塔基区需要后期栽植灌木处进行穴状整地，以满足植被恢复的要求，穴状整地规格：穴径 \times 坑深为 $50\text{cm}\times 50\text{cm}$ 。穴状整地个数为 5920 个。

③ 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。耕地恢复面积为 19.76hm^2 。

(b) 植物措施

——恢复林地及幼林抚育、播撒草籽及补撒草籽

施工结束后对土地整治区域采取播撒草籽恢复植被，草籽选择黑麦草和白三叶，

按 1:1 比例混合播撒,播撒密度为 $80\text{kg}/\text{hm}^2$,播撒面积为 3.70hm^2 ,共播撒草籽 296kg ,补撒面积为 3.70hm^2 ,共补撒草籽 237kg 。对临时占地中林地区域采取栽植灌木恢复林地,灌木选择胡枝子,栽植密度为 $1600\text{株}/\text{hm}^2$,恢复林地面积为 3.70hm^2 ,灌木共 5550 株,栽植后的 1 年进行抚育管理工作,幼林抚育(1 年)面积为 3.70hm^2 。

(c) 临时措施

——彩条布铺垫、填土带拦挡、拆除、密目网苫盖

电极电缆区施工工艺简单,施工时间短,临时堆土堆放在开挖沟道的一侧,先开挖表层土,表层土与深层土分开堆放,对临时堆土坡脚采用填土袋拦挡,填土袋成“品”字分 2 层堆砌成环状,填土袋为立方体(立方体尺寸:长 \times 宽 \times 高= $0.6\text{m}\times 0.4\text{m}\times 0.2\text{m}$),临时堆土挡护长 17115m ,拦挡工程量 2738m^3 ;对剥离表土与开挖其他土石方的堆土采用密目网苫盖,密目网边缘用填土袋压实,密目网苫盖 42785m^2 ,待施工完毕后,拆除填土袋,表土临时堆土底部采取彩条布铺垫,铺垫面积 11690m^2 。

3) 检修道路区

(a) 工程措施

——表土剥离

施工前,对路面占用耕地、林地进行表土剥离,剥离厚度根据地表情况按耕地 30cm 、林地 20cm 考虑,剥离面积共 0.09hm^2 ,剥离量为 0.03 万 m^3 ,剥离表土堆存于电极电缆区,用于电极电缆区回覆。

(b) 临时措施

——填土袋拦挡、拆除、密目网苫盖

检修道路区开挖土石方堆放于道路一侧,堆高 2m ,堆土坡脚设置填土袋拦挡,填土袋成“品”字分 2 层堆砌成环状,填土袋为立方体(立方体尺寸:长 \times 宽 \times 高= $0.6\text{m}\times 0.4\text{m}\times 0.2\text{m}$),临时堆土场挡护长 200m ,拦挡工程量 32m^3 ;在临时堆土场的堆土坡顶、坡面采用密目网苫盖,密目网边缘用填土袋压实,临时堆土场密目网苫盖 53m^2 。

4) 外接电源工程区

(a) 工程措施

——表土剥离及回覆

施工前,对塔基占用耕地、林地进行表土剥离,剥离厚度根据地表情况按耕地 30cm 、林地 20cm 考虑,剥离面积共 0.02hm^2 ,剥离量为 0.004 万 m^3 ,剥离表土集中

堆放于塔基周边空地。施工结束后根据覆土需要将 0.004 万 m^3 表土回覆至剥离区域中除硬化外区域，回覆厚度约 29cm。

——土地整治及耕地恢复

施工完毕后对塔基永久占地除硬化区域与施工临时占地非耕地区域进行杂物清理、场地平整等土地整治措施，面积为 0.30hm^2 ，对栽植灌木处进行穴状整地，工程量为 458 个，对临时占地中耕地区域进行耕地恢复，面积为 0.28hm^2 ，从而达到改善立地条件、保持水土和促进林草生长等目的。

①植被恢复

对临时占地中林地区域进行土地整治，改善施工迹地的理化性质，以满足后期植被生长环境要求。土地整治面积为 0.30hm^2 。

②穴状整地

对塔基区需要后期栽植灌木处进行穴状整地，以满足植被恢复的要求，穴状整地规格：穴径 \times 坑深为 $50\text{cm}\times 50\text{cm}$ 。穴状整地个数为 458 个。

③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。耕地恢复面积为 0.28hm^2 。

(b) 植物措施

——恢复林地及幼林抚育、播撒草籽及补撒草籽

施工结束后对土地整治区域采取播撒草籽恢复植被，草籽选择黑麦草和白三叶，按 1:1 比例混合播撒，播撒密度为 $80\text{kg}/\text{hm}^2$ ，播撒面积为 0.30hm^2 ，共播撒草籽 24kg，补撒面积为 0.30hm^2 ，共补撒草籽 19kg。对临时占地中林地区域采取栽植灌木恢复林地，灌木选择胡枝子，栽植密度为 1600 株/ hm^2 ，恢复林地面积为 0.29hm^2 ，灌木共 458 株，栽植后的 1 年进行抚育管理工作，幼林抚育（1 年）面积为 0.29hm^2 。

(c) 临时措施

——彩条布铺垫、密目网苫盖

施工前，剥离表土集中堆放于塔基周边空地，底部采取彩条布铺垫，顶部采取密目网苫盖；施工过程中，对其他土石方临时堆土顶部采取密目网苫盖。密目网苫盖 307m^2 ，彩条布铺垫 43m^2 。

(3) 线路工程

1) 塔基区

(a) 工程措施

——浆砌石护坡

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。塔位护坡可能是大面积的,也可能是局部范围的,根据现场具体情况而定。

经统计,线路工程护坡工程量分别为:甘肃境内直流线路 368m^3 ;陕西境内直流线路 176m^3 ;四川境内直流线路 1790m^3 ;重庆境内直流线路 399m^3 ,接地极线路 233m^3 。

——浆砌石挡渣墙

当铁塔位于山包或斜坡,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,应在堆土的下方修一道挡渣墙,将弃土堆放在挡渣墙内。

经统计,线路工程挡渣墙的工程量分别为:四川境内直流线路 221m^3 ;重庆境内直流线路 200m^3 。

——浆砌石排水沟

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 $\geq 4\text{m}$ 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。排水沟末端与自然沟道顺接在较平缓区域,排水沟出口设八字式消能散水措施。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,以减轻汇水对地表的冲刷。

经统计,浆砌石排水沟工程量分别为:甘肃境内直流线路 231m^3 ;陕西境内直流线路 379m^3 ;四川境内直流线路 1032m^3 ;重庆境内直流线路 275m^3 ,接地极线路 157m^3 。

——表土剥离及回覆

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、表土剥离量和表土回覆量分别为:甘肃境内直流线路 3.41hm^2 、 0.77万 m^3 、 0.77万 m^3 ;陕西境内直流线路 6.6hm^2 、 1.32万 m^3 、 1.32万 m^3 ,迁改线路 0.02hm^2 、 40m^3 、 40m^3 ;四川境内直流线路 13.64hm^2 、 3.27万 m^3 、 3.27万 m^3 ,迁改线路 0.09hm^2 、 0.02万 m^3 、 0.02万 m^3 ;重庆市境内直流线路 3.06hm^2 、 0.69万 m^3 、 0.69万 m^3 ,接地极线路 1.54hm^2 、 0.33万 m^3 、 0.33万 m^3 。

——土地整治

土地整治面积共 133.49hm^2 ，其中植被恢复面积为 109.91hm^2 ，穴状整地个数为 76171 个，耕地恢复面积为 23.58hm^2 。

①植被恢复

对塔基区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。

经统计，土地整治面积分别为：甘肃省境内直流线路 26.32hm^2 ；陕西省境内直流线路 17.21hm^2 ，迁改线路 0.06hm^2 。四川境内直流线路 48.42hm^2 ，迁改线路 0.09hm^2 ；重庆市境内直流线路 12.81hm^2 ，接地极线路 5.00hm^2 。

②穴状整地

对塔基区需要后期栽植灌木处进行穴状整地，以满足植被恢复的要求，穴状整地规格：穴径×坑深为 $50\text{cm}\times 50\text{cm}$ 。

经统计，穴状整地个数分别为：甘肃省境内直流线路 13805 个；陕西省境内直流线路 18864 个，迁改线路 80 个；四川省境内直流线路 29941 个，迁改线路 144 个；重庆市境内直流线路 9273 个，接地极线路 4064 个。

③耕地恢复

对于塔基施工场地占用耕地、园地区域，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。

经统计，土地整治（耕地恢复）面积分别为：甘肃境内直流线路 13.01hm^2 ；四川境内直流线路 6.96hm^2 ；重庆境内直流线路 2.54hm^2 ，接地极线路 1.07hm^2 。

（b）植物措施

施工结束后，对塔基区非硬化区域播撒草籽恢复植被。根据当地自然环境条件，甘肃省境内为早熟禾、披碱草混播。塔基采用“灌-草”复合形式恢复植被，甘肃省境内灌木选择种植紫穗槐、梭梭。

经统计，播撒草籽面积、草籽量、补撒草籽面积、补撒草籽量、栽植灌木、恢复林地面积和幼林抚育（1 年）面积分别为：甘肃境内直流线路 26.32hm^2 、 2760kg 、 26.32hm^2 、 2160kg 、 26125 株、 16.10hm^2 、 16.10hm^2 ；陕西境内直流线路 17.21hm^2 、 1432kg 、 17.21hm^2 、 1101kg 、 19619 株、 11.79hm^2 、 11.79hm^2 ，迁改线路 0.06hm^2 、 5kg 、 0.06hm^2 、 3.84kg 、 80 株、 0.05hm^2 、 0.05hm^2 ；四川境内直流线路 48.42hm^2 、 3908kg 、 48.42hm^2 、 3126kg 、 29941 株、 18.55hm^2 、 18.55hm^2 ，迁改线路 0.09hm^2 、 7kg 、 0.09hm^2 、 6kg 、 144 株、 0.09hm^2 ；重庆境内直流线路 12.81hm^2 、 1061kg 、 12.81hm^2 、 849kg 、 9273

株、 5.60hm^2 、 5.60hm^2 ，接地极线路 5.00hm^2 、 415kg 、 5.00hm^2 、 332kg 、 4064 株、 2.34hm^2 、 2.34hm^2 。

(c) 临时措施

——填土袋拦挡、拆除、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，剥离的表土和开挖基槽土石不能及时回填，分别集中堆放。

西南紫色土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。直流线路、迁改线路单个塔基临时堆土区平均设置 15m^3 填土袋压实，接地极线路单个塔基临时堆土区平均设置 5m^3 填土袋压实，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、迁改线路单塔按 300m^2 考虑，接地极线路单塔按 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，填土袋拦挡、拆除工程量、密目网苫盖和彩条布隔离工程量分别为：西南紫色土区甘肃境内直流线路 3930m^3 、 3308m^2 、 82768m^2 ；陕西境内直流线路 2310m^3 、 46200m^2 、 30800m^2 ，迁改线路 15m^3 、 300m^2 、 200m^2 ；四川境内直流线路 8865m^3 、 177300m^2 、 118200m^2 ，迁改线路 30m^3 、 600m^2 、 400m^2 ；重庆境内直流线路 1875m^3 、 37500m^2 、 25000m^2 ，接地极线路 880m^3 、 35200m^2 、 26400m^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：甘肃境内直流线路 25791m ；陕西境内直流线路 13860m ，迁改线路 90m ；四川境内直流线路 53190m ，迁改线路 180m ；重庆境内 11250m ，接地极线路 10560m 。

——泥浆沉淀池

由于施工时会产生钻渣泥浆，因此需采取措施对塔基基础产生的钻渣泥浆进行处理。按平均每基灌注桩钻渣泥浆为 200m^3 设计泥浆沉淀池，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） $\times 15\text{m}$ （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，每个沉淀池地下部分容量超过 150m^3 ，足以容纳钻孔灌注桩产生的钻渣泥浆。

经统计，泥浆沉淀池工程量分别为：甘肃省境内直流线路 5 座；四川省境内直流线路 15 座；重庆市境内直流线路 1 座，接地极线路 5 座。

2) 牵张场地区

(a) 工程措施

——表土剥离及回覆

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、剥离量和回覆量分别为：甘肃境内直流线路 0.05hm^2 、 102m^3 、 102m^3 ；陕西境内直流线路 0.02hm^2 、 40m^3 、 40m^3 ；四川境内直流线路 1.23hm^2 、 0.29 万 m^3 、 0.29 万 m^3 ；重庆境内直流线路 0.26hm^2 、 0.07 万 m^3 、 0.07 万 m^3 ，接地极线路 0.08hm^2 、 0.02 万 m^3 、 0.02 万 m^3 。

——土地整治

土地整治面积共 35.28hm^2 ，其中植被恢复面积为 25.16hm^2 ，穴状整地个数为 37021 个，耕地恢复面积为 10.12hm^2 。

① 植被恢复

对塔基区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。

经统计，土地整治面积分别为：甘肃境内直流线路 6.44hm^2 ；陕西境内直流线路 4.56hm^2 ；四川境内直流线路 10.56hm^2 ；重庆境内直流线路 2.86hm^2 ，接地极线路 0.74hm^2 。

② 穴状整地

对牵张场区需要后期栽植灌木处进行穴状整地，以满足植被恢复的要求，穴状整地规格：穴径 \times 坑深为 $50\text{cm} \times 50\text{cm}$ 。

经统计，穴状整地个数分别为：甘肃省境内直流线路 13805 个；陕西省境内直流线路 7296 个；四川省境内直流线路 11888 个；重庆市境内直流线路 3200 个，接地极线路 832 个。

③耕地恢复

对于牵张场地区占用耕地、园地区域，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。

经统计，土地整治（耕地恢复）面积分别为：甘肃境内直流线路 1.94hm^2 ；四川境内直流线路 6.96hm^2 ；重庆境内直流线路 0.98hm^2 ，接地极线路 0.24hm^2 。

（b）植物措施

牵张场地仅为对地表的临时占压，牵张场地施工完成后进行土地整治，对原占地类型为草地的区域播撒草籽进行植被恢复，对原占地类型为林地的区域采取“灌-草”复合形式恢复林地植被。

经统计，播撒草籽面积、草籽量、补撒草籽面积、补撒草籽量、栽植灌木、恢复林地面积和幼林抚育（1 年）面积分别为：甘肃境内直流线路 6.44hm^2 、 651kg 、 6.44hm^2 、 515kg 、13805 株、 8.55hm^2 、 8.55hm^2 ；陕西境内直流线路 4.56hm^2 、 379kg 、 4.56hm^2 、 292kg 、7587 株、 4.56hm^2 、 4.56hm^2 ；四川境内直流线路 10.56hm^2 、 845kg 、 10.56hm^2 、 676kg 、11888 株、 7.43hm^2 、 7.43hm^2 ；重庆境内直流线路 2.86hm^2 、 229kg 、 2.86hm^2 、 183kg 、3200 株、 2.00hm^2 、 2.00hm^2 ，接地极线路 0.74hm^2 、 59kg 、 0.74hm^2 、 47kg 、832 株、 0.52hm^2 、 0.52hm^2 。

（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，以满足施工结束后耕地恢复或土地整治需要，直流线路、迁改线路单个牵张场彩条布铺垫为 150m^2 ，接地极线路单个牵张场彩条布平均铺垫 100m^2 。

由于线路工程的单个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隔离，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、迁改线路每个牵张场按 200m^2

考虑，接地极线路每个牵张场按 150m^3 考虑。

西南紫色土区牵张场彩条布铺垫工程量分别为：甘肃境内直流线路 396m^2 ；陕西境内直流线路 150m^2 ；四川境内直流线路 10950m^2 ；重庆境内直流线路 2400m^2 ，接地极线路 1400m^2 。

西南紫色土区牵张场密目网苫盖工程量分别为：甘肃境内直流线路 3308m^2 ；陕西境内直流线路 200m^2 ；四川境内直流线路 14600m^2 ；重庆境内直流线路 3200m^2 ，接地极线路 2100m^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，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。

西南紫色土区牵张场彩条旗围护工程量分别为：甘肃境内直流线路 4262m ；陕西境内直流线路 160m ；四川境内直流线路 11680m ；重庆境内直流线路 2560m ，接地极线路 1260m 。

——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。直流线路、迁改线路单个牵张场平均铺设钢板 200m^2 ，接地极线路单个牵张场平均铺设钢板 100m^2 。

西南紫色土区牵张场铺设钢板工程量分别为：甘肃境内直流线路 5327m^2 ；四川境内直流线路 14600m^2 ；重庆境内直流线路 3200m^2 ，接地极线路 1400m^2 。

3) 跨越施工场地区

(a) 工程措施

——土地整治

土地整治面积共 20.33hm^2 ，其中植被恢复面积为 12.83hm^2 ，耕地恢复面积为 7.5hm^2 。

① 植被恢复

对跨越施工场地区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。

西南紫色土区跨越施工场土地整治面积分别为：甘肃境内直流线路 2.92hm^2 。陕西境内直流线路 1.00hm^2 。四川境内直流线路 7.54hm^2 。重庆境内直流线路 0.78hm^2 ，

接地极线路 0.59hm^2 。

②耕地恢复

对于跨越施工场地地区占用耕地、园地区域，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。

西南紫色土区跨越施工场地土地整治（耕地恢复）面积分别为：甘肃境内直流线路 1.61hm^2 。四川境内直流线路 5.42hm^2 。重庆境内直流线路 0.26hm^2 ，接地极线路 0.21hm^2 。

（b）植物措施

跨越施工场地施工完成后进行土地整治，对原占地类型为林地的区域采取播撒草籽恢复植被。

经统计，播撒草籽面积、草籽量、补撒草籽面积、补撒草籽量分别为：甘肃境内直流线路 2.92hm^2 、 295kg 、 2.92hm^2 、 234kg 。陕西境内直流线路 1.00hm^2 、 83kg 、 1.00hm^2 、 64kg 。四川境内直流线路 7.54hm^2 、 603kg 、 7.54hm^2 、 482kg 。重庆境内直流线路 0.78hm^2 、 62kg 、 0.78hm^2 、 50kg ，接地极线路 0.59hm^2 、 47kg 、 0.59hm^2 、 38kg 。

（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，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。

西南紫色土区跨越施工场地甘肃境内直流线路 4176m ；陕西境内直流线路 1500m ；四川境内直流线路 19440m ；重庆境内直流线路 1560m ，接地极线路 1200m 。

4) 施工道路区

（a）工程措施

——表土剥离及回覆

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、剥离量和回覆量分别为：甘肃境内直流线路 5.58hm^2 、 1.14m^3 、 1.14m^3 ；陕西境内直流线路 5.56hm^2 、 1.11m^3 、 1.11m^3 ；四川境内直流线路 6.26hm^2 、 1.50万 m^3 、 1.50万 m^3 ；重庆境内直流线路 1.33hm^2 、 0.29万 m^3 、 0.29万 m^3 ，接地极线路 1.29hm^2 、 0.30万 m^3 、 0.30万 m^3 。

——土地整治

土地整治面积共 222.95hm^2 ，其中植被恢复面积为 159.46hm^2 ，穴状整地 194933 个，耕地恢复面积为 63.49hm^2 。

①植被恢复

对施工道路区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。

经统计，土地整治面积分别为：甘肃境内直流线路 30.63hm^2 ；陕西境内直流线路 37.06hm^2 ；四川境内直流线路 60.73hm^2 ；重庆境内直流线路 15.82hm^2 ，接地极线路 15.22hm^2 。

②穴状整地

对施工道路需要后期栽植灌木处进行穴状整地，以满足植被恢复的要求，穴状整地规格：穴径 \times 坑深为 $50\text{cm}\times 50\text{cm}$ 。

经统计，穴状整地个数分别为：甘肃省境内直流线路 28330 个；陕西省境内直流线路 61667 个。四川境内直流线路 69034 个；重庆市境内直流线路 18281 个，接地极线路 17621 个。

③耕地恢复

对于施工道路区占用耕地、园地区域，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。

经统计，土地整治（耕地恢复）面积分别为：甘肃境内直流线路 13.01hm^2 ；四川境内直流线路 39.88hm^2 ；重庆境内直流线路 5.41hm^2 ，接地极线路 5.19hm^2 。

(b) 植物措施

施工道路施工完成后进行土地整治，对原占地类型为草地的区域播撒草籽进行植被恢复，对原占地类型为林地的区域采取“灌-草”复合形式恢复林地植被。

经统计，播撒草籽面积、草籽量、补撒草籽面积、补撒草籽量、栽植灌木、恢复林地面积和幼林抚育（1 年）面积分别为：甘肃境内直流线路 30.63hm^2 、3081kg、 30.63hm^2 、2450kg、28330 株、 17.51hm^2 、 17.51hm^2 ；陕西境内直流线路 37.06hm^2 、3083kg、 37.06hm^2 、2372kg、61667 株、 37.06hm^2 、 37.06hm^2 ；四川境内直流线路 60.73hm^2 、4901kg、 60.73hm^2 、3921kg、69034 株、 42.77hm^2 、 42.77hm^2 ；重庆境内直流线路 15.82hm^2 、1310kg、 15.82hm^2 、1048kg、18281 株、 11.04hm^2 、 11.04hm^2 ，

接地极线路 15.22hm²、1263kg、15.22hm²、1010kg、17621 株、10.62hm²、10.62hm²。

(c) 临时措施

——填土袋拦挡、拆除

考虑到部分施工道路修筑前进行了表土剥离,同时部分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,填土袋拦挡、拆除量分别为:甘肃境内直流线路 11901m³;陕西境内直流线路 2310m³;四川境内直流线路 16000m³;重庆境内直流线路 3200m³,接地极线路 3200m³。

——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,作好临时性排水工程,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,排水沟开挖土石方夯实作为施工道路边坡的临时防护。

经统计,临时排水沟长度、土石方工程量、素土夯实工程量分别为:甘肃境内直流线路 2275m、307m³、307m³;陕西境内直流线路 3040m、410m³、410m³;四川境内直流线路 11938m、1612m³、1612m³;重庆境内直流线路 2496m、337m³、337m³,接地极线路 2400m、324m³、324m³。

5.3.3.4 施工管理措施

为最大程度的减少工程施工对原地表的扰动,减少水土流失数量,本方案提出工程施工管理措施,具体如下:

(1) 施工单位应按总体规划要求,对各自的施工区进行规划,避免和减少相互干扰。基础开挖尽量一次开挖施工,以减少相互干扰及二次开挖和夯填工程量。临近的地下设施尽量同槽一次开挖,同时保持基坑土方边坡的稳定,使基面不受干扰。

(2) 施工时合理安排施工时序,开挖前要先放线,做到先防护,后开挖。开挖的土石方应尽可能直接堆至回填区域或指定的临时堆土场妥善堆放,做到随挖、随填、随夯,减少由于土石方中转造成的水土流失。基础开挖和混凝土浇灌要尽量避开大风、大雨天气,施工单位在土建施工期间应注意收听天气预报,如遇大风、大雨应及时作好施工区的临时防护。

(3) 各处施工区域采用封闭施工,减少对周边区域扰动。

(4) 施工单位应在施工手册中包含水土保持实施细则，将水土保持方案报告书及设计文件中规定的水土保持措施进行细化，管理到位，监理到场，责任到人。

(5) 加强对施工人员的宣传教育，增强生态环境保护意识，防治水土流失。应安排专人对施工环境状况进行日常监督检查，并将水土保持及生态环境保护纳入个人收入考核范围。

5.3.3.5 措施工程量汇总

本工程水土保持工程量汇总见下表。

表 5.3-8 水土保持工程措施工程量汇总表

防治分区			工程措施	单位	工程量		
新疆维吾尔自治区	北方风沙区	送端换流站	站区	集水池*	座	1	
				站内排水管线*	m	14700	
				六棱混凝土砖护坡*	m ²	30411	
				砾幕剥离	hm ²	19.60	
			进站道路区	六棱混凝土砖护坡*	m ²	12870	
				土地整治 土地平整	hm ²	0.42	
				砾幕剥离	hm ²	0.94	
				砾幕回覆	万 m ³	0.06	
			外接电源工程区	土地整治 土地平整	hm ²	15.42	
				砾幕剥离	hm ²	0.17	
				砾幕回覆	万 m ³	0.01	
			供排水管线区	站外排水管线*	m	100	
				土地整治 土地平整	hm ²	20.25	
				砾幕剥离	hm ²	3.75	
				砾幕回覆	万 m ³	0.23	
			施工生产生活区	土地整治 土地平整	hm ²	6	
				砾幕回覆	万 m ³	1.18	
			送端接地极	汇流装置区	土地整治 土地平整	hm ²	0.02
					砾石压盖*	hm ²	0.02
				电极电缆区	土地整治 土地平整	hm ²	35.25
		砾幕剥离			hm ²	2.64	
		砾幕回覆			万 m ³	0.16	
		检修道路区		土地整治 土地平整	hm ²	0.4	
		外接电源工程区		土地整治 土地平整	hm ²	7.29	
				砾幕剥离	hm ²	0.07	
			砾幕回覆	万 m ³	0.004		
		直流线路	塔基区	浆砌石护坡*	m ³	104	
				浆砌石排水沟*	m	341.6	
					m ³	208	
				砾幕剥离	hm ²	2.06	
				砾幕回覆	m ³	2060	
			土地整治 土地平整	hm ²	79.14		
			牵张场地区	土地整治 土地平整	hm ²	20.64	
			跨越施工场地区	土地整治 土地平整	hm ²	1.96	
			施工道路区	土地整治 土地平整	hm ²	136.78	
			接地极线路	塔基区	土地整治 土地平整	hm ²	12.84
		牵张场地区		土地整治 土地平整	hm ²	2.1	
		跨越施工场地区		土地整治 土地平整	hm ²	0.32	

防治分区			工程措施		单位	工程量		
甘肃省	北方风沙区	直流线路	施工道路区	土地整治	土地平整	hm ²	23.1	
			塔基区	石方格沙障*		m ²	42578	
				草方格沙障*		m ²	1360	
				砾石压盖*		m ²	11370	
				浆砌石护坡*		m ³	394	
				浆砌石挡渣墙*		m ³	120	
				浆砌石排水沟*		m	154	
						m ³	285	
				砾幕剥离		hm ²	2.85	
				砾幕回覆		m ³	2850	
				表土剥离		hm ²	18.9	
			表土回覆		m ³	48100		
			土地整治		植被恢复	hm ²	48.79	
					穴状整地	个	30934	
					耕地恢复	hm ²	29.07	
					土地平整	hm ²	156.05	
		牵张场地区		表土剥离		hm ²	0.31	
				表土回覆		m ³	720	
				土地整治		植被恢复	hm ²	9.4
						穴状整地	个	14237
						耕地恢复	hm ²	12.23
		土地平整	hm ²			28.32		
		跨越施工场地区		土地整治		植被恢复	hm ²	4.39
						耕地恢复	hm ²	10.9
						土地平整	hm ²	6.92
		施工道路区		表土剥离		hm ²	4.28	
				表土回覆		m ³	10500	
				土地整治		植被恢复	hm ²	50.27
						穴状整地	个	32250
						耕地恢复	hm ²	39.87
		土地平整	hm ²			232.69		
		迁改线路		表土剥离		hm ²	0.39	
表土回覆				m ³	800			
土地整治				植被恢复	hm ²	1.66		
				穴状整地	个	336		
				耕地恢复	hm ²	0.25		
				土地平整	hm ²	2.2		
牵张场				土地整治		植被恢复	hm ²	2.21
						穴状整地	个	240
		耕地恢复	hm ²			0.21		
跨越施工场地区		土地整治	植被恢复	hm ²	0.02			

防治分区			工程措施		单位	工程量	
西北黄土高原区		施工道路区	土地整治	耕地恢复	hm ²	0.03	
				植被恢复	hm ²	1.24	
				穴状整地	个	128	
				耕地恢复	hm ²	0.03	
				土地平整	hm ²	0	
	直流线路	塔基区	砾石压盖*		m ²	5889	
			浆砌石护坡*		m ³	953	
			浆砌石排水沟*		m	140	
					m ³	599	
			表土剥离		hm ²	20.8	
			表土回覆		m ³	62400	
			土地整治	植被恢复	hm ²	68.07	
				穴状整地	个	52157	
				耕地恢复	hm ²	15.32	
			牵张场地区	表土剥离		hm ²	1.14
				表土回覆		m ³	3430
				土地整治	植被恢复	hm ²	16.65
					穴状整地	个	19645
					耕地恢复	hm ²	5.01
			跨越施工场地区	土地整治	植被恢复	hm ²	7.56
				耕地恢复	hm ²	4.17	
		施工道路区	表土剥离		hm ²	11.17	
			表土回覆		m ³	33500	
			土地整治	植被恢复	hm ²	79.22	
				穴状整地	个	63366	
				耕地恢复	hm ²	33.66	
		迁改线路	塔基区	表土剥离		hm ²	1.11
				表土回覆		m ³	3330
				土地整治	植被恢复	hm ²	0.94
					穴状整地	个	800
				耕地恢复	hm ²	0.61	
	牵张场地区		表土剥离		hm ²	0.19	
			表土回覆		m ³	570	
			土地整治	植被恢复	hm ²	0.7	
				穴状整地	个	592	
			耕地恢复		hm ²	0.51	
	跨越施工场地区		土地整治	植被恢复	hm ²	0.04	
				耕地恢复	hm ²	0.07	
	施工道路区		表土剥离		hm ²	0.15	
			表土回覆		m ³	460	

防治分区				工程措施		单位	工程量	
陕西省	西南紫色土区	直流线路	塔基区	土地整治	植被恢复	hm ²	0.44	
					穴状整地	个	336	
					耕地恢复	hm ²	0.07	
					砾石压盖*	m ²	2277	
					浆砌石护坡*	m ³	368	
					浆砌石排水沟*	m	54	
						m ³	231	
					表土剥离	hm ²	3.41	
					表土回覆	m ³	7700	
				土地整治	植被恢复	hm ²	26.32	
					穴状整地	个	26125	
					耕地恢复	hm ²	5.92	
				牵张场地区	表土剥离	hm ²	0.05	
					表土回覆	m ³	102	
					土地整治	植被恢复	hm ²	6.44
						穴状整地	个	13805
						耕地恢复	hm ²	1.94
				跨越施工场地区	土地整治	植被恢复	hm ²	2.92
						耕地恢复	hm ²	1.61
				施工道路区	表土剥离	hm ²	5.58	
					表土回覆	m ³	11400	
					土地整治	植被恢复	hm ²	30.63
						穴状整地	个	28330
						耕地恢复	hm ²	13.01
	西南紫色土区	直流线路	塔基区	排水沟长度*	m	275		
				排水沟体积*	m ³	379		
				浆砌石护坡*	m ³	176		
				表土剥离	hm ²	6.6		
				表土回覆	万 m ³	1.32		
				土地整治	植被恢复	hm ²	17.21	
					穴状整地	个	18864	
			牵张场区	表土剥离	hm ²	0.02		
				表土回覆	万 m ³	0.004		
				土地整治	植被恢复	hm ²	4.56	
				穴状整地	个	7296		
			跨越施工场地区	土地整治	植被恢复	hm ²	1	
			施工道路区	表土剥离	hm ²	5.56		
				表土回覆	万 m ³	0.004		
				土地整治	植被恢复	hm ²	37.06	
	穴状整地	个	61667					

防治分区				工程措施	单位	工程量				
四川省	西南紫色土区	迁改线路	塔基区	表土剥离	hm ²	0.02				
				表土回覆	万 m ³	0.004				
				土地整治	植被恢复	hm ²	0.06			
					穴状整地	个	59296			
		直流线路	塔基区	塔基区	浆砌石护坡*	m ³	1790			
					浆砌石挡渣墙*	m ³	221			
					表土剥离	hm ²	13.64			
					表土回覆	万 m ³	3.27			
					土地整治	植被恢复	hm ²	48.42		
						穴状整地	个	29941		
						耕地恢复	hm ²	17.34		
					浆砌石排水沟*	m	3343			
						m ³	1032			
					牵张场地区	牵张场地区	牵张场地区	表土剥离	hm ²	1.23
								表土回覆	万 m ³	0.29
土地整治	植被恢复							hm ²	10.56	
	穴状整地							个	11888	
	耕地恢复							hm ²	6.96	
跨越施工场地区	跨越施工场地区	跨越施工场地区	植被恢复	hm ²				5.42		
			耕地恢复	hm ²				7.54		
施工道路区	施工道路区	施工道路区	表土剥离	hm ²				6.26		
			表土回覆	万 m ³	1.50					
			土地整治	植被恢复	hm ²	60.73				
				穴状整地	个	69034				
				耕地恢复	hm ²	39.88				
迁改线路	塔基区	塔基区	表土剥离	hm ²	0.09					
			表土回覆	万 m ³	0.02					
			土地整治	植被恢复	hm ²	0.09				
				穴状整地	个	144				
重庆市	西南紫色土区	直流线路	塔基区	护坡*	m ³	399.36				
				挡渣墙*	m ³	199.68				
				排水沟*	m	437.60				
					m ³	275.20				
				表土剥离	hm ²	3.06				
				表土回覆	万 m ³	0.69				
				土地整治	植被恢复	hm ²	12.81			
					穴状整地	个	9273			
					耕地恢复	hm ²	2.54			
				牵张场区	牵张场区	牵张场区	表土剥离	hm ²	0.26	
表土回覆	万 m ³	0.07								

防治分区			工程措施		单位	工程量	
			土地整治	植被恢复	hm ²	2.86	
				穴状整地	个	3200	
				耕地恢复	hm ²	0.98	
			跨越施工场地区	土地整治	植被恢复	hm ²	0.78
					耕地恢复	hm ²	0.26
			施工道路区	表土剥离		hm ²	1.33
				表土回覆		万 m ³	0.29
				土地整治	植被恢复	hm ²	15.82
					穴状整地	个	18281
					耕地恢复	hm ²	5.41
			塔基区	护坡*		m ³	232.56
				排水沟*		m	240.00
						m ³	157.28
				表土剥离		hm ²	1.54
				表土回覆		万 m ³	0.33
		土地整治		植被恢复	hm ²	5.00	
				穴状整地	个	4064	
			耕地恢复	hm ²	1.07		
		牵张场区	表土剥离		hm ²	0.08	
			表土回覆		万 m ³	0.02	
			土地整治	植被恢复	hm ²	0.74	
				穴状整地	个	832	
				耕地恢复	hm ²	0.24	
		跨越施工场地区	土地整治	植被恢复	hm ²	0.59	
				耕地恢复	hm ²	0.21	
		施工道路区	表土剥离		hm ²	1.29	
			表土回覆		万 m ³	0.30	
			土地整治	植被恢复	hm ²	15.22	
				穴状整地	个	17621	
				耕地恢复	hm ²	5.19	
		受端换流站	站区	站区雨水排水管*		m	16030
				围墙边沟*		m	1500
						m ³	472.5
边坡截排水沟*				m	1200		
				m ³	192		
截洪沟*				m	2140		
				m ³	2715.60		
表土剥离				hm ²	18.09		
表土回覆				万 m ³	5.28		
土地整治	植被恢复			hm ²	4.00		
进站道路区	进站道路截排水沟*		m	2000			

防治分区			工程措施	单位	工程量		
					m ³	400	
			表土剥离	hm ²	3.40		
			表土回覆	万 m ³	0.97		
			外接电源工程区	表土剥离	hm ²	0.01	
				表土回覆	万 m ³	0.003	
				土地整治	植被恢复	hm ²	0.92
					穴状整地	个	1328
			耕地恢复		hm ²	0.66	
			供排水管线区	站外雨水排水管*	m	200	
				八字式出水口*	座	2	
				表土剥离	hm ²	3.32	
				表土回覆	万 m ³	0.94	
				土地整治	植被恢复	hm ²	6.51
					穴状整地	个	9504
					耕地恢复	hm ²	4.71
		还建工程区	表土剥离	hm ²	0.24		
			表土回覆	万 m ³	0.07		
			土地整治	植被恢复	hm ²	0.16	
				穴状整地	个	256	
				耕地恢复	hm ²	0.08	
		施工生产生活区	表土剥离	hm ²	3.00		
			表土回覆	万 m ³	0.84		
			土地整治	植被恢复	hm ²	1.80	
				穴状整地	个	2880	
				耕地恢复	hm ²	1.20	
		临时堆土区	土地整治	植被恢复	hm ²	2.40	
			穴状整地	个	3840		
			耕地恢复	hm ²	1.60		
		受端接地极	汇流装置区	表土剥离	hm ²	0.11	
			电极电缆区	表土剥离	hm ²	5.61	
表土回覆	万 m ³			1.65			
土地整治	植被恢复			hm ²	3.70		
	穴状整地			个	5920		
	耕地恢复			hm ²	19.76		
检修道路区	表土剥离		hm ²	0.09			
外接电源工程区	表土剥离		hm ²	0.02			
	表土回覆		万 m ³	0.004			
	土地整治		植被恢复	hm ²	0.30		
			穴状整地	个	458		
耕地恢复			hm ²	0.28			

表 5.3-9 水土保持植物措施工程量汇总表

防治分区		植物措施	树草种	单位	数量	面积 (hm^2)		
甘肃省	北方风沙区	塔基区	恢复林地(非敏感区)	梭梭	株	3680	2.30	
			幼林抚育(1年)	梭梭	hm^2/a	2.3	2.30	
			恢复林地(非敏感区)	紫穗槐	株	24912	15.57	
			恢复林地(敏感区)	紫穗槐	株	2342	1.22	
			幼林抚育(1年)	紫穗槐	hm^2/a	17	16.79	
			播撒草籽(非敏感区)	紫花苜蓿、狗尾草	kg	1993	19.93	
			播撒草籽(敏感区)	紫花苜蓿、狗尾草	kg	985	8.21	
			补撒草籽	紫花苜蓿、狗尾草	kg	2251	28.14	
			播撒草籽(非敏感区)	早熟禾、披碱草	kg	2478	20.65	
			补撒草籽	早熟禾、披碱草	kg	1982.4	20.65	
		牵张场区	恢复林地(非敏感区)	紫穗槐	株	13056	8.16	
			恢复林地(敏感区)	紫穗槐	株	749	0.39	
			幼林抚育(1年)	紫穗槐	hm^2/a	9	8.55	
			恢复林地(非敏感区)	梭梭	株	432	0.27	
			幼林抚育(1年)	梭梭	hm^2/a	0.27	0.27	
			播撒草籽(非敏感区)	紫花苜蓿、狗尾草	kg	648	6.48	
			播撒草籽(敏感区)	紫花苜蓿、狗尾草	kg	48	0.40	
			补撒草籽	紫花苜蓿、狗尾草	kg	550	6.88	
			播撒草籽(非敏感区)	早熟禾、披碱草	kg	302.4	2.52	
			补撒草籽	早熟禾、披碱草	kg	241.92	2.52	
		跨越施工场地区	播撒草籽(非敏感区)	紫花苜蓿、狗尾草	kg	299	2.99	
			播撒草籽(敏感区)	紫花苜蓿、狗尾草	kg	17	0.14	
			补撒草籽	紫花苜蓿、狗尾草	kg	250	3.13	
			播撒草籽(非敏感区)	早熟禾、披碱草	kg	151.2	1.26	
		补撒草籽	早熟禾、披碱草	kg	120.96	1.26		
		施工道路区	恢复林地(非敏感区)	紫穗槐	株	26448	16.53	
			恢复林地(敏感区)	紫穗槐	株	1882	0.98	
			幼林抚育(1年)	紫穗槐	hm^2/a	18	17.51	
			恢复林地(非敏感区)	梭梭	株	3920	2.45	
			幼林抚育(1年)	梭梭	hm^2/a	2.45	2.45	
			播撒草籽(敏感区)	紫花苜蓿、狗尾草	kg	118	0.98	
			播撒草籽(非敏感区)	紫花苜蓿、狗尾草	kg	3177	31.77	
			补撒草籽	紫花苜蓿、狗尾草	kg	2620	32.75	
			播撒草籽(非敏感区)	早熟禾、披碱草	kg	2102.4	17.52	
		补撒草籽	早熟禾、披碱草	kg	1681.9	17.52		
		迁改线路	塔基区	恢复林地	紫穗槐	株	336	0.21
				幼林抚育(1年)	紫穗槐	hm^2/a	0	0.21
				播撒草籽	紫花苜蓿、狗尾草	kg	39	0.39
				补撒草籽	紫花苜蓿、狗尾草	kg	31	0.39
				播撒草籽	早熟禾、披碱草	kg	152.4	1.27
				补撒草籽	早熟禾、披碱草	kg	121.92	1.27

防治分区			植物措施	树草种	单位	数量	面积 (hm ²)	
西北黄土高原区	直流线路	牵张场区	恢复林地	紫穗槐	株	240	0.15	
			幼林抚育(1年)	紫穗槐	hm ² /a	0	0.15	
			播撒草籽	紫花苜蓿、狗尾草	kg	29	0.29	
			补撒草籽	紫花苜蓿、狗尾草	kg	23	0.29	
			播撒草籽	早熟禾、披碱草	kg	230.4	1.92	
			补撒草籽	早熟禾、披碱草	kg	184.32	1.92	
		跨越施工场地	播撒草籽	紫花苜蓿、狗尾草	kg	2	0.02	
			补撒草籽	紫花苜蓿、狗尾草	kg	1.6	0.02	
		施工道路区	恢复林地	紫穗槐	株	128	0.08	
			幼林抚育(1年)	紫穗槐	hm ² /a	0.08	0.08	
			播撒草籽	紫花苜蓿、狗尾草	kg	18	0.18	
			补撒草籽	紫花苜蓿、狗尾草	kg	14	0.18	
			播撒草籽	早熟禾、披碱草	kg	127.2	1.06	
			补撒草籽	早熟禾、披碱草	kg	101.76	1.06	
		迁改线路	塔基区	恢复林地(非敏感区)	紫穗槐	株	46512	29.07
				恢复林地(敏感区)	紫穗槐	株	5645	2.94
				幼林抚育(1年)	紫穗槐	hm ² /a	32.01	32.01
				播撒草籽(非敏感区)	紫花苜蓿、狗尾草	kg	4822	48.22
	播撒草籽(敏感区)			紫花苜蓿、狗尾草	kg	2382	19.85	
	补撒草籽			紫花苜蓿、狗尾草	kg	5446	68.07	
	牵张场区			恢复林地(非敏感区)	紫穗槐	株	17840	11.15
				恢复林地(敏感区)	紫穗槐	株	1805	0.94
				幼林抚育(1年)	紫穗槐	hm ² /a	12.09	12.09
				播撒草籽(非敏感区)	紫花苜蓿、狗尾草	kg	1569	15.69
				播撒草籽(敏感区)	紫花苜蓿、狗尾草	kg	115	0.96
				补撒草籽	紫花苜蓿、狗尾草	kg	1332	16.65
	跨越施工场地		播撒草籽(非敏感区)	紫花苜蓿、狗尾草	kg	722	7.22	
			播撒草籽(敏感区)	紫花苜蓿、狗尾草	kg	41	0.34	
			补撒草籽	紫花苜蓿、狗尾草	kg	605	7.56	
	施工道路区		恢复林地(非敏感区)	紫穗槐	株	58816	36.76	
恢复林地(敏感区)			紫穗槐	株	4550	2.37		
幼林抚育(1年)			紫穗槐	hm ² /a	39.13	39.13		
播撒草籽(敏感区)			紫花苜蓿、狗尾草	kg	284	2.37		
播撒草籽(非敏感区)			紫花苜蓿、狗尾草	kg	7685	76.85		
补撒草籽			紫花苜蓿、狗尾草	kg	6338	79.22		
塔基区	恢复林地		紫穗槐	株	800	0.50		
	幼林抚育(1年)		紫穗槐	hm ² /a	0.5	0.50		
	播撒草籽		紫花苜蓿、狗尾草	kg	94	0.94		
	补撒草籽	紫花苜蓿、狗尾草	kg	75	0.94			
	牵张场区	恢复林地	紫穗槐	株	592	0.37		
		幼林抚育(1年)	紫穗槐	hm ² /a	0.37	0.37		

防治分区			植物措施	树草种	单位	数量	面积 (hm ²)	
陕西省	西南紫色土区	直流线路	跨越施工场地区	播撒草籽	紫花苜蓿、狗尾草	kg	70	0.70
				补撒草籽	紫花苜蓿、狗尾草	kg	56	0.70
				播撒草籽	紫花苜蓿、狗尾草	kg	4	0.04
				补撒草籽	紫花苜蓿、狗尾草	kg	3	0.04
			施工道路区	恢复林地	紫穗槐	株	336	0.21
				幼林抚育(1年)	紫穗槐	hm ² /a	0.21	0.21
				播撒草籽	紫花苜蓿、狗尾草	kg	44	0.44
				补撒草籽	紫花苜蓿、狗尾草	kg	35	0.44
		塔基区	牵张场区	恢复林地(非敏感区)	紫穗槐	株	23936	14.96
				恢复林地(敏感区)	紫穗槐	株	2189	1.14
				幼林抚育(1年)	紫穗槐	hm ² /a	16.1	16.10
				播撒草籽(非敏感区)	紫花苜蓿、狗尾草	kg	1993	19.93
				播撒草籽(敏感区)	紫花苜蓿、狗尾草	kg	767	6.39
				补撒草籽	紫花苜蓿、狗尾草	kg	2106	26.32
	跨越施工场地区		恢复林地(非敏感区)	紫穗槐	株	13056	8.16	
			恢复林地(敏感区)	紫穗槐	株	749	0.39	
			幼林抚育(1年)	紫穗槐	hm ² /a	8.55	8.55	
			播撒草籽(非敏感区)	紫花苜蓿、狗尾草	kg	607	6.07	
			播撒草籽(敏感区)	紫花苜蓿、狗尾草	kg	44	0.37	
	施工道路区		补撒草籽	紫花苜蓿、狗尾草	kg	515	6.44	
			播撒草籽(非敏感区)	紫花苜蓿、狗尾草	kg	279	2.79	
			播撒草籽(敏感区)	紫花苜蓿、狗尾草	kg	16	0.13	
		补撒草籽	紫花苜蓿、狗尾草	kg	234	2.92		
		恢复林地(非敏感区)	紫穗槐	株	26448	16.53		
		恢复林地(敏感区)	紫穗槐	株	1882	0.98		
		幼林抚育(1年)	紫穗槐	hm ² /a	17.51	17.51		
		播撒草籽(敏感区)	紫花苜蓿、狗尾草	kg	110	0.92		
	直流线路	塔基区	播撒草籽(非敏感区)	紫花苜蓿、狗尾草	kg	2971	29.71	
补撒草籽			紫花苜蓿、狗尾草	kg	2450	30.63		
恢复林地(非敏感区)			紫穗槐	株	15088	9.43		
恢复林地(敏感区)			紫穗槐	株	4531	2.36		
幼林抚育(1年)			紫穗槐	hm ² /a	11.79	11.79		
播撒草籽(非敏感区)			紫花苜蓿、狗尾草	kg	1102	13.77		
牵张场区		播撒草籽(敏感区)	紫花苜蓿、狗尾草	kg	330	3.44		
		补撒草籽	紫花苜蓿、狗尾草	kg	1101	17.21		
		恢复林地(非敏感区)	紫穗槐	株	5840	3.65		
		恢复林地(敏感区)	紫穗槐	株	1747	0.91		
		幼林抚育(1年)	紫穗槐	hm ² /a	4.56	4.56		
		播撒草籽(非敏感区)	紫花苜蓿、狗尾草	kg	292	3.65		
		播撒草籽(敏感区)	紫花苜蓿、狗尾草	kg	87	0.91		
		补撒草籽	紫花苜蓿、狗尾草	kg	292	4.56		

5 水土保持措施

防治分区			植物措施	树草种	单位	数量	面积 (hm ²)			
四川省	西南紫色土区	跨越施工场地	塔基区	播撒草籽(非敏感区)	紫花苜蓿、狗尾草	kg	64	0.80		
				播撒草籽(敏感区)	紫花苜蓿、狗尾草	kg	19	0.20		
				补撒草籽	紫花苜蓿、狗尾草	kg	64	1.00		
			施工道路区	塔基区	恢复林地(非敏感区)	紫穗槐	株	47440	29.65	
					恢复林地(敏感区)	紫穗槐	株	14227	7.41	
					幼林抚育(1年)	紫穗槐	hm ² /a	37.06	37.06	
				迁改线路	塔基区	播撒草籽(非敏感区)	紫花苜蓿、狗尾草	kg	2372	29.65
						播撒草籽(敏感区)	紫花苜蓿、狗尾草	kg	711	7.41
						补撒草籽	紫花苜蓿、狗尾草	kg	2372	37.06
		直流线路	塔基区	恢复林地	紫穗槐	株	80	0.05		
				幼林抚育(1年)	紫穗槐	hm ² /a	0.05	0.05		
				播撒草籽	紫花苜蓿、狗尾草	kg	5	0.06		
				补撒草籽	紫花苜蓿、狗尾草	kg	3.84	0.06		
			牵张场地区	恢复林地	荆条	株	29941	18.55		
				幼林抚育	荆条	株	29941	18.55		
				播撒草籽	黑麦草、狗牙根	kg	3908	48.42		
补撒草籽	黑麦草、狗牙根			kg	3126	48.42				
跨越施工场地	恢复林地	荆条	株	11888	7.43					
	幼林抚育	荆条	株	11888	7.43					
	播撒草籽	黑麦草、狗牙根	kg	845	10.56					
	补撒草籽	黑麦草、狗牙根	kg	676	10.56					
直流线路	牵张场地区	播撒草籽	黑麦草、狗牙根	kg	603	7.54				
		补撒草籽	黑麦草、狗牙根	kg	482	7.54				
		恢复林地	荆条	株	69034	42.77				
		幼林抚育	荆条	株	69034	42.77				
	施工道路区	播撒草籽	黑麦草、狗牙根	kg	4901	60.73				
		补撒草籽	黑麦草、狗牙根	kg	3921	60.73				
		迁改线路	塔基区	恢复林地	荆条	株	144	0.09		
				幼林抚育	荆条	株	144	0.09		
播撒草籽	黑麦草、狗牙根			kg	7	0.09				
补撒草籽	黑麦草、狗牙根			kg	6	0.09				
重庆市	西南紫色土区	塔基区	恢复林地	胡枝子	株	9273	5.60			
			幼林抚育(1年)	胡枝子	hm ² /a	5.60	5.60			
			播撒草籽	黑麦草、白三叶	kg	1060.64	12.81			
			补撒草籽	黑麦草、白三叶	kg	848.51	12.81			
		牵张场地区	恢复林地	胡枝子	株	3200	2.00			
			幼林抚育(1年)	胡枝子	hm ² /a	2.00	2.00			
			播撒草籽	黑麦草、白三叶	kg	228.80	2.86			
			补撒草籽	黑麦草、白三叶	kg	183.04	2.86			
		跨越施工场地	塔基区	播撒草籽	黑麦草、白三叶	kg	62.40	0.78		
				补撒草籽	黑麦草、白三叶	kg	49.92	0.78		

防治分区		植物措施	树草种	单位	数量	面积 (hm ²)		
接地极线路	区	恢复林地	胡枝子	株	18281	11.04		
		幼林抚育(1年)	胡枝子	hm ² /a	11.04	11.04		
		播撒草籽	黑麦草、白三叶	kg	1309.76	15.82		
		补撒草籽	黑麦草、白三叶	kg	1047.81	15.82		
	塔基区	恢复林地	胡枝子	株	4064	2.34		
		幼林抚育(1年)	胡枝子	hm ² /a	2.34	2.34		
		播撒草籽	黑麦草、白三叶	kg	414.88	5.00		
		补撒草籽	黑麦草、白三叶	kg	331.90	5.00		
		牵张场区	恢复林地	胡枝子	株	832	0.52	
			幼林抚育(1年)	胡枝子	hm ² /a	0.52	0.52	
			播撒草籽	黑麦草、白三叶	kg	59.20	0.74	
			补撒草籽	黑麦草、白三叶	kg	47.36	0.74	
		跨越施工场地区	播撒草籽	黑麦草、白三叶	kg	47.20	0.59	
			补撒草籽	黑麦草、白三叶	kg	37.76	0.59	
		施工道路区	恢复林地	胡枝子	株	17621	10.62	
			幼林抚育(1年)	胡枝子	hm ² /a	10.62	10.62	
	播撒草籽		黑麦草、白三叶	kg	1262.72	15.22		
	补撒草籽		黑麦草、白三叶	kg	1010.18	15.22		
	受端换流站	站区	植基袋护坡*	黑麦草、白三叶			2.96	
			纤维绿化层护坡*				2.04	
			站区绿化*	女贞、丁香、黄杨、红花继木+结缕草/麦冬草皮				4.00
		进站道路区	植基袋护坡*	黑麦草、白三叶				1.50
			纤维绿化层护坡*					0.86
		外接电源工程区	恢复林地	胡枝子	株	1328	0.83	
			幼林抚育(1年)	胡枝子	hm ² /a	0.83	0.83	
			播撒草籽	黑麦草、白三叶	kg	73.42	0.92	
			补撒草籽	黑麦草、白三叶	kg	58.73	0.92	
		供排水管线区	恢复林地	胡枝子	株	9504	5.94	
			幼林抚育(1年)	胡枝子	hm ² /a	5.94	5.94	
			播撒草籽	黑麦草、白三叶	kg	520.40	6.51	
			补撒草籽	黑麦草、白三叶	kg	416.32	6.51	
		还建工程区	恢复林地	胡枝子	株	256	0.16	
			幼林抚育(1年)	胡枝子	hm ² /a	0.16	0.16	
			播撒草籽	黑麦草、白三叶	kg	12.80	0.16	
			补撒草籽	黑麦草、白三叶	kg	10.24	0.16	
		施工生产生活区	恢复林地	胡枝子	株	2880	1.80	
			幼林抚育(1年)	胡枝子	hm ² /a	1.80	1.80	
			播撒草籽	黑麦草、白三叶	kg	144.00	1.80	

防治分区			植物措施	树草种	单位	数量	面积 (hm ²)
		临时堆土区	补撒草籽	黑麦草、白三叶	kg	115.20	1.80
			恢复林地	胡枝子	株	3840	2.40
			幼林抚育(1年)	胡枝子	hm ² /a	2.40	2.40
			播撒草籽	黑麦草、白三叶	kg	192.00	2.40
			补撒草籽	黑麦草、白三叶	kg	153.60	2.40
		电极电缆区	恢复林地	胡枝子	株	5920	3.70
			幼林抚育(1年)	胡枝子	hm ² /a	3.70	3.70
			播撒草籽	黑麦草、白三叶	kg	296.00	3.70
			补撒草籽	黑麦草、白三叶	kg	236.80	3.70
			外接电源工程区	恢复林地	胡枝子	株	458
	幼林抚育(1年)	胡枝子		hm ² /a	0.29	0.29	
	播撒草籽	黑麦草、白三叶		kg	24.12	0.30	
	补撒草籽	黑麦草、白三叶		kg	19.29	0.30	

表 5.3-10 水土保持临时措施工程量汇总表

防治分区				工程措施	单位	工程量	
新疆维吾尔自治区	北方风沙区	送端换流站	站区	填土袋拦挡	m ³	1350	
				填土袋拆除	m ³	1350	
				密目网苫盖	m ²	33750	
				洒水降尘	m ³	1800	
			进站道路区	密目网苫盖	m ²	2100	
			外接电源工程区	密目网苫盖	m ²	23171	
				彩条旗围护	m	60830	
			供排水管线区	填土袋拦挡	m ³	2480	
				填土袋拆除	m ³	2480	
				密目网苫盖	m ²	43500	
				彩条布铺垫	m ²	29000	
			施工生产生活区	填土袋拦挡	m ³	630	
				填土袋拆除	m ³	630	
				密目网苫盖	m ²	7500	
			送端接地极	汇流装置区	密目网苫盖	m ²	300
				电极电缆区	填土袋拦挡	m ³	3474
		填土袋拆除			m ³	3474	
		密目网苫盖			m ²	90150	
		彩条布铺垫			m ²	60100	
		检修道路区		密目网苫盖	m ²	850	
		外接电源工程区		密目网苫盖	m ²	2565	
			彩条旗围护	m	40000		
		直流线路	塔基区	填土袋拦挡	m ³	7610	
				填土袋拆除	m ³	7610	
				密目网苫盖	m ²	211200	
				彩条旗围护	m	63360	
				彩条布铺垫	m ²	140800	
			牵张场地区	彩条布铺垫	m ²	13850	
				铺设钢板	m ²	16600	
				彩条旗围护	m	14560	
				密目网苫盖	m ²	3200	
			跨越施工场地区	彩条旗围护	m	5320	
			施工道路区	彩条旗围护	m	683380	
				填土袋拦挡	m ³	464	
				填土袋拆除	m ³	464	
			塔基区	填土袋拦挡	m ³	1104	
		填土袋拆除		m ³	1104		
		密目网苫盖		m ²	68400		
		彩条旗围护		m	20520		
		彩条布铺垫		m ²	51300		

防治分区				工程措施	单位	工程量	
甘肃省	北方风沙区	直流线路	牵张场地区	彩条布铺垫	m ²	3050	
				铺设钢板	m ²	3000	
				彩条旗围护	m	2710	
				密目网苫盖	m ²	150	
			跨越施工场地区	彩条旗围护	m	390	
			施工道路区	彩条旗围护	m	82380	
	甘肃省	北方风沙区	直流线路	塔基区	密目网苫盖	m ²	578198
					彩条布铺垫	m ²	412676
					彩条旗围护	m	173459
					泥浆沉淀池*	座	400
					填土袋拦挡	m ³	21831
					填土袋拆除	m ³	21831
				牵张场地区	密目网苫盖	m ²	11336
					彩条布铺垫	m ²	30671
					彩条旗围护	m	32716
					铺设钢板	m ²	72695
				跨越施工场地区	彩条旗围护	m	32784
				施工道路区	临时排水沟	m	2432
					m ³	328	
			素土夯实		m ³	328	
			填土袋拦挡		m ³	3444	
填土袋拆除			m ³		3444		
彩条旗围护			m		996994		
迁改线路			塔基区	铺设钢板	m ²	70080	
				密目网苫盖	m ²	11662	
				彩条布铺垫	m ²	7775	
				彩条旗围护	m	3499	
	填土袋拦挡	m ³		438			
	填土袋拆除	m ³		438			
	牵张场地区	密目网苫盖	m ²	367			
		彩条布铺垫	m ²	2376			
		彩条旗围护	m	2534			
		铺设钢板	m ²	3167			
	跨越施工场地区	彩条旗围护	m	69			
	施工道路区	临时排水沟	m	37			
		m ³	5				
素土夯实		m ³	5				
填土袋拦挡		m ³	92				
填土袋拆除		m ³	92				
铺设钢板		m ²	240				
彩条旗围护	m	5800					

防治分区				工程措施	单位	工程量
西北黄土高原区	直流线路	塔基区	密目网苫盖	m ²	222333	
			彩条布铺垫	m ²	214056	
			彩条旗围护	m	66700	
			泥浆沉淀池*	座	13	
			填土袋拦挡	m ³	10164	
			填土袋拆除	m ³	10164	
		牵张场地区	密目网苫盖	m ²	8556	
			彩条布铺垫	m ²	10333	
			彩条旗围护	m	11022	
			铺设钢板	m ²	13778	
		跨越施工场地区	彩条旗围护	m	10800	
		施工道路区	临时排水沟	m	5883	
				m ³	794	
			素土夯实	m ³	794	
			填土袋拦挡	m ³	3	
	填土袋拆除		m ³	3		
	彩条旗围护		m	167889		
	迁改线路	塔基区	密目网苫盖	m ²	7167	
			彩条布铺垫	m ²	4778	
			彩条旗围护	m	2150	
			填土袋拦挡	m ³	358	
			填土袋拆除	m ³	358	
		牵张场地区	密目网苫盖	m ²	889	
			彩条布铺垫	m ²	667	
			彩条旗围护	m	711	
			铺设钢板	m ²	889	
		跨越施工场地区	彩条旗围护	m	167	
施工道路区		临时排水沟	m	89		
			m ³	12		
	素土夯实	m ³	12			
	填土袋拦挡	m ³	222			
	填土袋拆除	m ³	222			
	彩条旗围护	m	167889			
西南紫色土区	直流线路	塔基区	密目网苫盖	m ²	85969	
			彩条布铺垫	m ²	82768	
			彩条旗围护	m	25791	
			泥浆沉淀池*	座	5	
			填土袋拦挡	m ³	3930	
			填土袋拆除	m ³	3930	
	牵张场地区	密目网苫盖	m ²	3308		
		彩条布铺垫	m ²	3996		
		彩条旗围护	m	4262		

防治分区			工程措施	单位	工程量	
				铺设钢板	m ²	5327
			跨越施工场地区	彩条旗围护	m	4176
			施工道路区	临时排水沟	m	2275
					m ³	307
				素土夯实	m ³	307
				填土袋拦挡	m ³	1
				填土袋拆除	m ³	1
			彩条旗围护	m	64917	
陕西省	西南紫色土区	直流线路	塔基区	密目网苫盖	m ²	46200
				彩条布铺垫	m ²	30800
				彩条旗围护	m	13860
				填土袋拦挡	m ³	2310
				填土袋拆除	m ³	2310
			牵张场区	密目网苫盖	m ²	200
				彩条布铺垫	m ²	150
				彩条旗围护	m	160
				铺设钢板	m ²	200
			跨越施工场地区	彩条旗围护	m	1500
		施工道路区	填土袋拦挡	m ³	2310	
			填土袋拆除	m ³	2310	
			临时排水沟	m	3040	
				m ³	410	
			素土夯实	m ³	410	
		迁改线路	塔基区	密目网苫盖	m ²	300
				彩条布铺垫	m ²	200
				彩条旗围护	m	90
				填土袋拦挡	m ³	15
				填土袋拆除	m ³	15
四川省	西南紫色土区	直流线路	塔基区	密目网苫盖	m ²	177300
				彩条布铺垫	m ²	118200
				彩条旗围护	m	53190
				填土袋拦挡/拆除	m ³	8865
				泥浆沉淀池*	座	15
			牵张场地区	密目网苫盖	m ²	14600
				彩条布铺垫	m ²	10950
				彩条旗围护	m	11680
				铺设钢板	m ²	14600
			跨越施工场地区	彩条旗围护	m	19440
		施工道路区	填土袋拦挡/拆除	m ³	15000	
			临时排水沟	m	11938	

防治分区				工程措施	单位	工程量
重庆市	西南紫色土区	迁改线路	塔基区		m ³	1612
				素土夯实	m ³	1612
				密目网苫盖	m ²	600
				彩条布铺垫	m ²	400
				彩条旗围护	m	180
				填土袋拦挡/拆除	m ³	30
				泥浆沉淀池*	座	1
	直流线路	塔基区	密目网苫盖	m ²	37500	
			彩条布铺垫	m ²	25000	
			彩条旗围护	m	11250	
			填土袋拦挡	m ³	1875	
			填土袋拆除	m ³	1875	
			铺设钢板	m ²	3200	
		牵张场区	密目网苫盖	m ²	3200	
			彩条布铺垫	m ²	2400	
			彩条旗围护	m	2560	
		跨越施工场地区	彩条旗围护	m	1560	
		施工道路区	填土袋拦挡	m ³	2900	
			填土袋拆除	m ³	2900	
			临时排水沟	m	2496	
m ³	337					
素土夯实	m ³		337			
接地极线路	塔基区	泥浆沉淀池*	座	5		
		密目网苫盖	m ²	35200		
		彩条布铺垫	m ²	26400		
		彩条旗围护	m	10560		
		填土袋拦挡	m ³	880		
		填土袋拆除	m ³	880		
	牵张场区	铺设钢板	m ²	1400		
		密目网苫盖	m ²	2100		
		彩条布铺垫	m ²	1400		
	跨越施工场地区	彩条旗围护	m	1260		
		m	1200			
	施工道路区	填土袋拦挡	m ³	3000		
		填土袋拆除	m ³	3000		
		临时排水沟	m	2400		
m ³			324			
素土夯实		m ³	324			
受端换流站	站区	密目网苫盖	m ²	12000		
		填土袋拦挡	m ³	878		

防治分区			工程措施	单位	工程量		
			填土袋拆除	m ³	878		
				临时排水沟	m	390	
					m ³	53	
			进站道路区	临时沉沙池	座	2	
				密目网苫盖	m ²	36000	
				填土袋拦挡	m ³	273	
			外接电源工程区	填土袋拆除	m ³	273	
				彩条布铺垫	m ²	52	
			供排水管线区	密目网苫盖	m ²	536	
				彩条布铺垫	m ²	23532	
				密目网苫盖	m ²	66588	
				填土袋拦挡	m ³	1232	
			施工生产生活区	填土袋拆除	m ³	1232	
				密目网苫盖	m ²	3000	
				填土袋拦挡	m ³	428	
				填土袋拆除	m ³	428	
					m	190	
				临时排水沟	m ³	26	
			临时堆土区	临时沉沙池	座	2	
				彩条布铺垫	m ²	35758	
				密目网苫盖	m ²	42910	
				填土袋拦挡	m ³	1679	
				填土袋拆除	m ³	1679	
				临时排水沟	m	746	
					m ³	101	
			临时沉沙池	座	2		
			受端接地极	汇流装置区	填土袋拦挡	m ³	110
					填土袋拆除	m ³	110
					密目网苫盖	m ²	180
				电极电缆区	彩条布铺垫	m ²	11690
					填土袋拦挡	m ³	2738
					填土袋拆除	m ³	2738
					密目网苫盖	m ²	42785
检修道路区	填土袋拦挡	m ³		32			
	填土袋拆除	m ³		32			
	密目网苫盖	m ²	53				
外接电源工程区	彩条布铺垫	m ²	43				
	密目网苫盖	m ²	307				

5.4 施工要求

5.4.1 施工原则

(1) 与主体工程相配合、协调，在不影响主体工程施工的前提下，尽可能利用线路沿线已有的水、电、交通等施工条件，减少施工辅助设施工程量。

(2) 按照“三同时”的原则，水土保持措施实施进度与主体工程建设进度相适应，及时防治新增水土流失。

(3) 施工进度安排坚持“保护优先、先挡后弃、及时跟进”的原则，堆土堆渣先采取拦挡措施，临建工程施工完毕后，按原占地类型及时进行恢复，植物措施在整地的基础上尽快实施。

5.4.2 施工组织形式

本方案防治措施主要有工程措施、植物措施和临时防护措施，不同的措施其施工组织形式不同，应区别对待。

施工时应根据各防治区域具体的工程措施合理安排各施工工序，减少或避免各工序间的相互干扰，与主体工程施工一并进行。

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栽植灌木。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植被恢复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

(1) 表土剥离及回覆

本工程对对占用耕地、林地、园地和草地存在表土资源、开挖扰动深度超过 20cm 的区域进行表土剥离。

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用铁锹、锄头清除施工场地表土，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，表土剥离厚度按耕地 30~35cm，其他 20~30cm 考虑。

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。

5) 表土回覆

土地整治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，分别确定表土回覆厚度。换流站站区绿化区域表土回覆厚度按 30cm 考虑，其余区域按照 20~30cm 考虑。线路工程耕地恢复区域按照 30cm 考虑，其余区域按照 20~30cm 考虑。

(2) 砾幕剥离与回覆

在无植被覆盖的砾石荒漠区域，施工前，对于塔基永久占地区域进行砾幕剥离，剥离厚度 10cm，剥离的砾石存放于塔基施工场地内，并对砾石堆置表面拍实，以免引起倾倒，砾石堆置表面覆盖密目网。施工结束后，将砾幕均匀回覆至塔基永久占地区域，回覆厚度平均 10cm，回覆后进行压实。

(3) 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 30~50cm。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 3~5cm，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。

（4）截排水沟工程

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、混凝土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 素混凝土做成散水。

（5）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》（DL/T5397-2007）、《浆砌石坝设计规范》（SL25-91）、《水工建筑物荷载设计规范》（DL/5077-1997）、《水工建筑物抗震设计规范》（DL5073-2000）执行。

（6）土地整治

①全面整地（植被恢复）：

全面整地时先清除表层块石、杂物等，再翻耕 10~20cm，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。

②穴状整地

穴状整地一般为圆形坑穴，在造林前一个月进行挖穴，挖穴时把不同层次的土壤分别堆放，穴面与原坡面持平或稍向内倾斜，穴径×坑深为 50cm×50cm。造林前，如穴内的虚土不够踏实，还应灌一次底水，使穴内虚土充分踏实，避免造林后苗木断根或倒伏，影响苗木生长。灌底水后，要凉穴几天，以免造成苗木烂根。

③耕地恢复

耕地恢复应将按照《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，耕地恢复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、配合施肥的耕地恢复方案以保持土壤具有较好的肥力，以利后期作物生长。

④土地平整

对占用无表土资源、完工后不恢复植被的区域采用土地平整措施。通过对扰动的场地进行坑凹回填、平整压实等整治活动，恢复土地原有功能。

（7）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 4~6 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耨耙覆土。

甘肃省境内种子比例为早熟禾：披碱草混合草籽=1: 1 和紫花苜蓿：狗尾草=1: 1，撒播密度 100~120kg/hm²；陕西境内种子比例为紫花苜蓿：狗尾草=1: 1，撒播密度 80kg/hm²；四川境内种子比例为黑麦草：狗牙根=7: 3，撒播密度 80kg/hm²；重庆境内种子比例为黑麦草：白三叶=1: 1，撒播密度 80kg/hm²。

播种深度：2cm。

2) 补种

补种时间：播种时间为 4~6 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耨耙覆土。

甘肃省境内种子比例为早熟禾：披碱草混合草籽=1: 1 和紫花苜蓿：狗尾草=1: 1，撒播密度 80kg/hm²；陕西境内种子比例为紫花苜蓿：狗尾草=1: 1，撒播密度 64kg/hm²；四川境内种子比例为黑麦草：狗牙根=7: 3，撒播密度 64kg/hm²；重庆境内种子比例为黑麦草：白三叶=1: 1，撒播密度 64kg/hm²。

播种深度：2cm。

3) 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践踏致死，因此不能在人工恢复草地进行放牧等活动，应视情况采用刺铁丝隔离栅栏防护。

(8) 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 4~6 月、10 月中旬~11 月。

栽植方法：灌木的人工直播造林应提前整地，即在头年的 11~12 月整地。坑的规格以 30×30×20cm 居多，也可用小锄边整地边播种，其坑的规格须小一些，即 15×15×10cm。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，甘肃境内灌木选择种植紫穗槐；陕西境内灌木选择种植紫穗槐；四川境内灌木选择荆条；重庆境内灌木选择胡枝子。

栽植密度：灌木种植密度为 1600 株/hm²。

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 3 年内，最好每年进行一次砍灌除草、松土施肥等抚育管理工作。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、磷酸二氢铵等含氮高的化肥。

(9) 填土袋拦挡

山丘区部分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，为防止山丘区施工道路开挖土方顺坡溜，人工用编织袋装土后在临时堆土下边坡及道路边坡的坡脚实施挡护进行拦挡，施工结束后拆除填土袋。

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《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）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下表。

表 5.4-1 水土保持措施施工进度表

防治分区	措施类型	措施名称	2023 年			2024 年						2025 年					
			8	9-10	11-12	1-2	3-4	5-6	7-8	9-10	11-12	1-2	3-4	5-6	7		
主体工程																	
送端换流站	站区	工程措施	集水池														
			站内排水管线														
			六棱混凝土砖护坡														
		临时措施	砾幕剥离														
			填土袋拦挡、拆除														
			密目网苫盖														
	进站道路区	工程措施	六棱混凝土砖护坡														
			砾幕剥离														
			砾幕回覆														
		临时措施	土地整治														
			密目网苫盖														
	外接电源工程区	工程措施	土地整治														
			砾幕剥离														
		临时措施	砾幕回覆														
			彩条旗围护														
	供排水工程	工程措施	土地整治														
			砾幕剥离														
			砾幕回覆														
		临时措施	土地整治														
			填土袋拦挡、拆除														
			密目网苫盖														
	施工生产生活区	工程措施	彩条布铺垫														
			土地整治														
		砾幕回覆															
北方风沙区	汇流装置区	工程措施	填土袋拦挡、拆除														
			砾幕回覆														
	电极电缆区	工程措施	砾幕剥离														
			砾幕回覆														
		临时措施	土地整治														
	填土袋拦挡、拆除																
	密目网苫盖																
	检修道路区	工程措施	彩条布铺垫														
			砾幕回覆														
	外接电源工程区	工程措施	土地整治														
			砾幕回覆														
			砾幕剥离														
临时措施		彩条旗围护															
		密目网苫盖															
线路工程	塔基区	工程措施	浆砌石挡水墙														
			浆砌石排水沟														
			草方格沙障														
			石方格沙障														
		临时措施	砾幕压盖														
			砾幕剥离														
			砾幕回覆														
			土地整治														
	牵张场地区	工程措施	泥浆沉淀池														
			填土袋拦挡、拆除														
			密目网苫盖														
		临时措施	彩条旗围护														
			彩条布铺垫														
			土地整治														

5 水土保持措施

防治分区	措施类型	措施名称	2023年			2024年						2025年			
			8	9-10	11-12	1-2	3-4	5-6	7-8	9-10	11-12	1-2	3-4	5-6	7
跨越施工场地 施工道路区	工程措施	铺设钢板													
		土地整治													
	临时措施	彩条旗围护													
		土地整治													
施工道路区	临时措施	彩条旗围护													
		土地整治													
站区	工程措施	站区雨水排水管													
		围墙边沟													
		边坡截排水沟													
		截洪沟													
		表土剥离及回覆													
		土地整治													
	植物措施	站区植基袋护坡													
		站区绿化													
	临时措施	密目网苫盖													
		填土袋拦挡、拆除													
		临时排水沟													
		临时沉沙池													
	进站道路区	工程措施	进站道路截排水沟												
			表土剥离及回覆												
植物措施		进站道路植基袋护坡													
		密目网苫盖													
外接电源工程 区	工程措施	表土剥离及回覆													
		土地整治													
		耕地恢复													
	植物措施	恢复林地													
		播撒草籽													
	临时措施	彩条布铺垫													
密目网苫盖															
供排水工程区	工程措施	站外雨水排水管													
		八字式出水口													
		表土剥离及回覆													
		土地整治													
	植物措施	耕地恢复													
		恢复林地													
	临时措施	播撒草籽													
		彩条布铺垫													
还建工程区	工程措施	密目网苫盖													
		填土袋拦挡、拆除													
		表土剥离及回覆													
	植物措施	土地整治													
		耕地恢复													
施工生产生活 区	工程措施	恢复林地													
		播撒草籽													
		表土剥离及回覆													
	植物措施	土地整治													
		耕地恢复													
		恢复林地													
		播撒草籽													
	临时措施	彩条布铺垫													
		密目网苫盖													
		填土袋拦挡、拆除													
临时堆土区	工程措施	临时排水沟													
		临时沉沙池													
	植物措施	密目网苫盖													
		填土袋拦挡、拆除													
		表土剥离及回覆													
	临时措施	土地整治													
		耕地恢复													

防治分区	措施类型	措施名称	2023年			2024年						2025年						
			8	9-10	11-12	1-2	3-4	5-6	7-8	9-10	11-12	1-2	3-4	5-6	7			
受端接地板	汇流装置区	工程措施	临时沉沙池															
		临时措施	表土剥离															
	电极电缆区	工程措施	填土袋拦挡、拆除															
			密目网苫盖															
			表土剥离及回覆															
		植物措施	土地整治															
			耕地恢复															
			恢复林地															
			播撒草籽															
			彩条布铺垫															
	临时措施	填土袋拦挡、拆除																
		密目网苫盖																
		表土剥离																
	检修道路区	工程措施	填土袋拦挡、拆除															
			密目网苫盖															
		临时措施	表土剥离															
	外接电源工程区	工程措施	表土剥离及回覆															
			土地整治															
			耕地恢复															
		植物措施	恢复林地															
播撒草籽																		
临时措施		彩条布铺垫																
		密目网苫盖																
塔基区	工程措施	浆砌石护坡																
		浆砌石挡渣墙																
		浆砌石排水沟																
		表土剥离及回覆																
		土地整治																
		土地整治																
		耕地恢复																
	植物措施	恢复林地																
		播撒草籽																
	临时措施	泥浆沉淀池																
		填土袋拦挡、拆除																
		密目网苫盖																
		彩条旗围护																
		彩条布铺垫																
	牵张场地区	工程措施	表土剥离及回覆															
			土地整治															
			土地整治															
植物措施		耕地恢复																
		恢复林地																
临时措施		播撒草籽																
		密目网苫盖																
跨越施工场地区	工程措施	彩条布铺垫																
		彩条旗围护																
		铺设钢板																
	植物措施	土地整治																
		土地整治																
施工道路区	工程措施	耕地恢复																
		恢复林地																
		播撒草籽																
	临时措施	填土袋拦挡、拆除																
		临时排水沟																
		素土夯实																
		表土剥离及回覆																
西线	塔基区	工程措施	表土剥离及回覆															

5 水土保持措施

防治分区	措施类型	措施名称	2023年			2024年						2025年							
			8	9-10	11-12	1-2	3-4	5-6	7-8	9-10	11-12	1-2	3-4	5-6	7				
			北黄土高原区	路工程	土地整治														
		土地整治																	
		耕地恢复																	
	植物措施	恢复林地																	
		播撒草籽																	
	临时措施	泥浆沉淀池																	
		填土袋拦挡、拆除																	
		密目网苫盖																	
		彩条旗围护																	
		彩条布铺垫																	
	工程措施	表土剥离及回覆																	
		土地整治																	
		耕地恢复																	
	植物措施	恢复林地																	
		播撒草籽																	
	临时措施	彩条布铺垫																	
		彩条旗围护																	
		铺设钢板																	
	工程措施	土地整治																	
		耕地恢复																	
		播撒草籽																	
	临时措施	彩条旗围护																	
	工程措施	土地整治																	
		耕地恢复																	
	植物措施	恢复林地																	
		播撒草籽																	
	临时措施	彩条旗围护																	
		铺设钢板																	

注： 主体工程： ■ 工程措施： ■ 植物措施： ■ 临时措施 ■

6 水土保持监测

本工程的水土保持监测应按照《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。

本项目水土保持监测的主要任务是及时、准确掌握项目防治责任范围内水土流失状况和防治效果；落实水土保持方案，加强水土保持设计和施工管理，优化水土流失防治措施；及时发现重大水土流失危害隐患，提出防治对策建议；提供水土保持监督管理技术依据和公众监督基础信息。

6.1 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。本工程监测时段始于2023年8月，止于2026年（设计水平年末）。

6.2 内容和方法

6.2.1 监测内容

依据《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T 51240-2018）及《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）相关要求，结合工程建设和新增水土流失的特点分析，本工程水土保持监测安排在施工期和自然恢复期，监测内容有以下几方面。

（1）水土流失自然影响因素

主要包括气象水文、地形地貌、地表组成物质、植被等自然影响因素。

（2）扰动土地

项目建设对原地表、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。

（3）水土流失状况

重点监测水土流失面积、分布、土壤流失量及变化情况。

(4) 水土流失防治成效

重点监测采取水土保持工程、植物和临时措施的位置数量,以及实施水土保持措施前后的防治效果对比情况等。

(5) 水土流失危害

应重点监测水土流失对主体工程、周边重要设施等造成的影响及危害等。

6.2.2 监测方法及频次

6.2.2.1 监测方法

根据《生产建设项目水土保持监测与评价标准》(GB/T 51240-2018)及《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),本工程主要采用遥感监测、无人机监测、地面观测、调查监测及查阅资料、巡查监测相结合的方式监测。

本工程选取换流站站区为典型的定点监测点,进行驻点监测,并对重点塔基及施工区作定点监测,其他点位以调查监测及查阅资料为主。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) 遥感监测

遥感监测适用于大面积、长距离的线性项目。遥感监测主要通过收集卫星遥感卫片,利用图像判读和解译的方法,达到对项目水土流失进行监测的目的,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。水土保持遥感监测成果比例尺参照GB/T13989-2012规定的国家基本比例尺地形图系列执行,项目监测成果比例尺不小于1:10000。水土保持遥感监测工作应按资料准备、遥感影像选择与预处理、解译标志建立、信息提取、野外验证、分析评价和成果资料管理等程序进行。前期资料准备时,应选择性地搜集已有成果资料,至少包括项目区地形图、土地利用状况、地貌、土壤、植被、水文、气象、水土流失防治等资料。航拍影像选择应有不小于影像宽度1%的重叠,分辨率不低于2.5m。

(2) 无人机监测

无人机遥感监测可以实现自动化、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、措施布局、措施面积设计航摄方案,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。

(3) 地面观测

根据项目建设区实际情况设置定位观测点，风蚀监测主要采用测钎法，水蚀监测主要采用简易径流小区法、侵蚀沟量测法和沉沙池法。

测钎法：采用测钎法定期观测风蚀土壤深度情况，同时测定土壤含水量、土壤紧实度及植被覆盖度、土地利用等。①在选定的监测点位划定 3m×3m 的监测小区。需要围栏长 12m。②在小区内沿主风方向垂直方向布设 3 行测钎，行间距和测钎间距均为 1m，共布设 9 支测钎。③大于起沙风速（5m/s）时，风后量取插钎顶部离地面的高度变化，算得风蚀强度、风蚀量、同时测土壤含水量与土壤紧实度。而且，每当风速达 17m/s 以上时，在风后加测 1 次。④设置风速风向自记仪，记录每天的风速资料，大风出现时间、频次，整理统计监测年内各级起沙风的历时。同时收集气象站的平均起沙风速、大风日数、频次等。

简易径流小区法：主要针对换流站站区及塔基区，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 10m²，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 10~20cm，埋入地下 20~30cm，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 Φ25mmPVC 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。

侵蚀沟量测法：在具有一定坡度的坡面上，重点监测边坡的水蚀量，量测坡面形成初期的坡度、坡长、地面组成物质、容重等，每次降雨后对选定坡面上的侵蚀沟数量、深度、长度进行量测，测算出侵蚀沟的体积，计算得出沟蚀量。

沉沙池法：主要采用集沙池法监测。结合本工程受端换流站施工生产生活区临时沉沙池、临时堆土区临时沉沙池开展土壤流失量监测，定期观测清理沉沙池土石物质，晾干称重，求得土壤流失量。

(4) 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, 弃渣数量及堆放面积

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弃土、弃石、弃渣数量及堆放面积。人工开挖与填方边坡坡度、弃渣体高等采用地形测量法。

3) 项目区林草覆盖度采用抽样调查、测量等方法, 选择有代表性的地块, 分别确定调查地样方, 并进行现场测量和计算。

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; 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, 监测主要通过实地调查和核算的方法进行。

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。

(5) 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。

6.2.2.2 监测频次

(1) 水土流失影响因素情况

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。

(2) 水土流失状况监测

水土流失类型及形式监测每年不少于 1 次; 水土流失面积监测每季度不少于 1 次; 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、弃土(石、渣)潜在土壤流失量应不少于每月 1 次, 遇暴雨、大风等应加测。

(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下表。

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；项目弃土（石、渣）场的占地面积、弃土（石、渣）量及堆放方式；项目取土（石、料）的扰动面积及取料方式。	采用调查及资料分析方法	降雨量、平均风速和风向每月统计；地形地貌状况监测频次监测期不少于 1 次；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，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、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、遥感监测、资料分析的方法	水土流失类型及形式监测每年不少于 1 次；水土流失面积监测每季度不少于 1 次；前和监测期末各 1 次，施工期每年不少于 1 次；土壤流失量、弃土（石、渣）潜在土壤流失量应不少于每月 1 次，遇暴雨、大风等应加测。	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，提出监测意见，编写监测季度和年度报告。
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，有可能直接进入江河湖泊或产生行洪安全影响的弃土（石、渣）情况。	采用地面观测、实地量测、遥感监测和资料分析的方法。	水土流失危害事件发生后 1 周内完成监测工作。	/	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、遥感监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及项目区原有水土流失类型、强度等因素，确定本项目设置水土流失监测点位 428 处，包括 158 个固定监测点（敏感区 42 个）和 270 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换流站站区、线路工程塔基区、施工道路区。本工程监测点布设见下表。

表 6.3-1 水土保持监测点位布设表

分区	行政区划		监测点位		数量	备注
北方风沙区	新疆维吾尔自治区	巴里坤哈萨克自治县	送端换流站	站区	2	固定监测点
				进站道路区	1	巡查监测点
				外接电源工程区	1	巡查监测点
				供排水工程区	1	巡查监测点
				施工生产生活区	1	巡查监测点
			送端接地极	汇流装置区	1	固定监测点
				电极电缆区	1	固定监测点
				检修道路区	1	巡查监测点
				外接电源工程区	1	巡查监测点
			线路工程	塔基区	2	1个固定监测点, 1个巡查监测点
				牵张场地区	1	巡查监测点
				跨越施工场地区	1	巡查监测点
		施工道路区		1	巡查监测点	
		伊吾县	线路工程	塔基区	4	2个固定监测点, 2个巡查监测点
				牵张场地区	1	巡查监测点
				跨越施工场地区	2	巡查监测点
				施工道路区	3	1个固定监测点, 个巡查监测点
		伊州区	线路工程	塔基区	4	2个固定监测点, 2个巡查监测点
				牵张场地区	2	巡查监测点
				跨越施工场地区	2	巡查监测点
				施工道路区	3	1个固定监测点, 2个巡查监测点
		红山农场	线路工程	塔基区	2	1个固定监测点, 1个巡查监测点
				牵张场地区	1	巡查监测点
				跨越施工场地区	1	巡查监测点
施工道路区	1			巡查监测点		

6 水土保持监测

分区	行政区划		监测点位	数量	备注	
甘肃省		肃北县	线路工程	塔基区	4	2个固定监测点, 2个巡查监测点
				牵张场地区	2	巡查监测点
				跨越施工场地区	2	巡查监测点
				施工道路区	3	1个固定监测点, 2个巡查监测点
		瓜州县	线路工程	塔基区	6	3个固定监测点, 3个巡查监测点
				牵张场地区	3	巡查监测点
				跨越施工场地区	3	巡查监测点
				施工道路区	4	1个固定监测点, 3个巡查监测点, 敏感区3个固定监测点
		玉门市	线路工程	塔基区	9	3个固定监测点, 3个巡查监测点
				牵张场地区	3	巡查监测点
				跨越施工场地区	3	巡查监测点
				施工道路区	4	1个固定监测点, 3个巡查监测点
		金塔县	线路工程	塔基区	5	1个固定监测点, 1个巡查监测点, 敏感区3个固定监测点
				牵张场地区	1	巡查监测点
				跨越施工场地区	1	巡查监测点
				施工道路区	1	巡查监测点
		肃州区	线路工程	塔基区	4	2个固定监测点, 2个巡查监测点
				牵张场地区	2	巡查监测点
				跨越施工场地区	2	巡查监测点
				施工道路区	2	巡查监测点
		嘉峪关市	线路工程	塔基区	2	1个固定监测点, 1个巡查监测点
				牵张场地区	1	巡查监测点
				跨越施工场地区	1	巡查监测点
				施工道路区	1	巡查监测点
高台县	线路工程	塔基区	12	3个固定监测点, 3个巡查监测点, 敏感区6个固定监测点		
		牵张场地区	3	巡查监测点		
		跨越施工场地区	1	巡查监测点		

6 水土保持监测

分区	行政区划	监测点位	数量	备注		
	肃南裕固族自治县	线路工程	施工道路区	4	1个固定监测点, 3个巡查监测点	
			塔基区	4	2个固定监测点, 2个巡查监测点	
			牵张场地区	2	巡查监测点	
			跨越施工场地区	1	巡查监测点	
			施工道路区	2	巡查监测点	
		临泽县	线路工程	塔基区	7	2个固定监测点, 2个巡查监测点, 敏感区3个固定监测点
				牵张场地区	2	巡查监测点
				跨越施工场地区	2	巡查监测点
				施工道路区	3	1个固定监测点, 2个巡查监测点
		甘州区	线路工程	塔基区	6	2个固定监测点, 2个巡查监测点
				牵张场地区	1	巡查监测点
				跨越施工场地区	3	巡查监测点
				施工道路区	4	1个固定监测点, 2个巡查监测点
		山丹县	线路工程	塔基区	6	3个固定监测点, 3个巡查监测点
				牵张场地区	3	巡查监测点
				跨越施工场地区	3	巡查监测点
				施工道路区	4	1个固定监测点, 3个巡查监测点
		永昌县	线路工程	塔基区	7	2个固定监测点, 2个巡查监测点, 敏感区3个固定监测点
				牵张场地区	2	巡查监测点
				跨越施工场地区	1	巡查监测点
	施工道路区			3	1个固定监测点, 2个巡查监测点	
	民勤县	线路工程	塔基区	4	2个固定监测点, 2个巡查监测点	
			牵张场地区	1	巡查监测点	
			跨越施工场地区	1	巡查监测点	
			施工道路	1	巡查监测点	
	凉州区	线路工程	塔基区	6	3个固定监测点, 3个巡查监测点	
			牵张场地区	2	巡查监测点	

6 水土保持监测

分区	行政区划		监测点位	数量	备注	
西北黄土高原区	甘肃省	古浪县	线路工程	跨越施工场地区	2	巡查监测点
				施工道路	4	1个固定监测点, 3个巡查监测点
				塔基区	4	2个固定监测点, 2个巡查监测点
				牵张场地区	1	巡查监测点
				跨越施工场地区	2	巡查监测点
				塔基区	2	1个固定监测点, 1个巡查监测点
	景泰县	线路工程	牵张场地区	1	巡查监测点	
			跨越施工场地区	1	巡查监测点	
			施工道路	2	1个固定监测点, 1个巡查监测点	
			塔基区	2	1个固定监测点, 1个巡查监测点	
			牵张场区	1	巡查监测点	
			跨越施工场地区	1	巡查监测点	
	白银区	线路工程	施工道路	2	1个固定监测点, 1个巡查监测点	
			塔基区	2	1个固定监测点, 1个巡查监测点	
			牵张场地区	1	巡查监测点	
			跨越施工场地区	1	巡查监测点	
			施工道路	2	1个固定监测点, 1个巡查监测点	
			塔基区	2	1个固定监测点, 1个巡查监测点	
	皋兰县	线路工程	牵张场地区	1	巡查监测点	
			跨越施工场地区	1	巡查监测点	
施工道路			2	1个固定监测点, 1个巡查监测点		
塔基区			2	1个固定监测点, 1个巡查监测点		
牵张场地区			1	巡查监测点		
跨越施工场地区			1	巡查监测点		
榆中县	线路工程	施工道路	2	1个固定监测点, 1个巡查监测点		
		塔基区	2	1个固定监测点, 1个巡查监测点		
		牵张场地区	1	巡查监测点		
		跨越施工场地区	1	巡查监测点		
		施工道路	2	1个固定监测点, 1个巡查监测点		
		塔基区	2	1个固定监测点, 1个巡查监测点		
安定区	线路工程	牵张场地区	1	巡查监测点		
		跨越施工场地区	1	巡查监测点		
		施工道路	2	1个固定监测点, 1个巡查监测点		
		塔基区	2	1个固定监测点, 1个巡查监测点		
		牵张场地区	1	巡查监测点		
		跨越施工场地区	1	巡查监测点		
陇西县	线路工程	塔基区	2	1个固定监测点, 1个巡查监测点		
		牵张场地区	1	巡查监测点		

6 水土保持监测

分区	行政区划		监测点位	数量	备注			
		通渭县	跨越施工场地区	1	巡查监测点			
				2	1个固定监测点, 1个巡查监测点			
			线路工程	塔基区	2	1个固定监测点, 1个巡查监测点		
					1	巡查监测点		
				跨越施工场地区	1	巡查监测点		
					2	1个固定监测点, 1个巡查监测点		
			武山县	线路工程	塔基区	2	1个固定监测点, 1个巡查监测点	
						1	巡查监测点	
				跨越施工场地区	1	巡查监测点		
					2	1个固定监测点, 1个巡查监测点		
		甘谷县	线路工程	塔基区	2	1个固定监测点, 1个巡查监测点		
					1	巡查监测点		
				跨越施工场地区	1	巡查监测点		
					2	1个固定监测点, 1个巡查监测点		
		秦州区	线路工程	塔基区	2	1个固定监测点, 1个巡查监测点		
					1	巡查监测点		
				跨越施工场地区	1	巡查监测点		
					2	1个固定监测点, 1个巡查监测点		
		西南紫色土区	甘肃省	礼县	线路工程	塔基区	2	1个固定监测点, 1个巡查监测点
						跨越施工场地区	1	巡查监测点
施工道路	2				1个固定监测点, 1个巡查监测点			
西和县	线路工程			塔基区	2	1个固定监测点, 1个巡查监测点		
					1	巡查监测点		
				跨越施工场地区	1	巡查监测点		
					2	1个固定监测点, 1个巡查监测点		
成县	线路工程			塔基区	5	1个固定监测点, 1个巡查监测点, 敏感区3个固定监测点		
					1	巡查监测点		

6 水土保持监测

分区	行政区划		监测点位	数量	备注	
陕西省	康县	线路工程	跨越施工场地区	1	巡查监测点	
			施工道路	2	1个固定监测点, 1个巡查监测点	
			塔基区	5	1个固定监测点, 1个巡查监测点, 敏感区3个固定监测点	
			牵张场地区	1	巡查监测点	
			跨越施工场地区	1	巡查监测点	
			施工道路	2	1个固定监测点, 1个巡查监测点	
	略阳县	线路工程	塔基区	5	1个固定监测点, 1个巡查监测点, 敏感区3个固定监测点	
			牵张场地区	1	巡查监测点	
			跨越施工场地区	1	巡查监测点	
			施工道路	2	1个固定监测点, 1个巡查监测点	
		宁强县	线路工程	塔基区	5	1个固定监测点, 1个巡查监测点, 敏感区3个固定监测点
				牵张场地区	1	巡查监测点
				跨越施工场地区	1	巡查监测点
				施工道路	2	1个固定监测点, 1个巡查监测点
	四川省	朝天区	线路工程	塔基区	2	1个固定监测点, 1个巡查监测点
				牵张场地区	1	巡查监测点
				跨越施工场地区	1	巡查监测点
				施工道路区	2	1个固定监测点, 1个巡查监测点
		旺苍县	线路工程	塔基区	2	1个固定监测点, 1个巡查监测点
				牵张场地区	1	巡查监测点
				跨越施工场地区	1	巡查监测点
				施工道路区	2	1个固定监测点, 1个巡查监测点
		苍溪县	线路工程	塔基区	2	1个固定监测点, 1个巡查监测点
				牵张场地区	1	巡查监测点
跨越施工场地区				1	巡查监测点	
施工道路区				2	1个固定监测点, 1个巡查监测点	
阆中市		线路工程	塔基区	2	1个固定监测点, 1个巡查监测点	

6 水土保持监测

分区	行政区划		监测点位	数量	备注			
				牵张场地区	1	巡查监测点		
				跨越施工场地区	1	巡查监测点		
				施工道路区	2	1个固定监测点, 1个巡查监测点		
			仪陇县	线路工程	塔基区	2	1个固定监测点, 1个巡查监测点	
					牵张场地区	1	巡查监测点	
					跨越施工场地区	1	巡查监测点	
			蓬安县	线路工程	施工道路区	2	1个固定监测点, 1个巡查监测点	
					塔基区	2	1个固定监测点, 1个巡查监测点	
					牵张场地区	1	巡查监测点	
			高坪区	线路工程	跨越施工场地区	1	巡查监测点	
					施工道路区	2	1个固定监测点, 1个巡查监测点	
					塔基区	2	1个固定监测点, 1个巡查监测点	
			岳池县	线路工程	牵张场地区	1	巡查监测点	
					跨越施工场地区	1	巡查监测点	
					施工道路区	2	1个固定监测点, 1个巡查监测点	
					塔基区	5	1个固定监测点, 1个巡查监测点, 敏感区3个固定监测点	
			武胜县	线路工程	塔基区	2	1个固定监测点, 1个巡查监测点	
					牵张场地区	1	巡查监测点	
					跨越施工场地区	1	巡查监测点	
					施工道路区	2	1个固定监测点, 1个巡查监测点	
			重庆市	合川区	线路工程	塔基区	5	1个固定监测点, 1个巡查监测点, 敏感区3个固定监测点
						牵张场地区	1	巡查监测点
						跨越施工场地区	1	巡查监测点
						施工道路区	2	1个固定监测点, 1个巡查监测点

6 水土保持监测

分区	行政区划		监测点位	数量	备注		
			受端接地极	汇流装置区	1	固定监测点	
				电极电缆区	1	固定监测点	
				检修道路区	1	巡查监测点	
				外接电源工程区	1	巡查监测点	
	北碚区		线路工程	塔基区	5	1个固定监测点, 1个巡查监测点, 敏感区3个固定监测点	
				牵张场地区	1	巡查监测点	
				跨越施工场地区	1	巡查监测点	
				施工道路区	2	1个固定监测点, 1个巡查监测点	
	渝北区		线路工程	塔基区	5	1个固定监测点, 1个巡查监测点, 敏感区3个固定监测点	
				牵张场地区	1	巡查监测点	
				跨越施工场地区	1	巡查监测点	
				施工道路区	2	1个固定监测点, 1个巡查监测点	
		受端换流站		站区	站区	2	固定监测点
					进站道路区	1	巡查监测点
					外接电源工程区	1	巡查监测点
					供排水工程区	1	巡查监测点
					还建工程区	1	巡查监测点
施工生产生活区					1	巡查监测点	
临时堆土区	2	1个固定监测点, 1个巡查监测点					
合计				428	158个固定监测点(其中敏感区42个), 270个巡查监测点		

6.4 实施条件和成果

6.4.1 实施条件

(1) 监测设施、设备及消耗性材料

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,用测距仪对防治责任范围对防治责任范围、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。监测及巡查采用主要监测设备见下表。

表 6.4-1 监测设备及消耗性材料一览表

序号	类别	名称	单位	数量
1	监测设备	GPS 全球定位仪	台	6
		无人机	台	6
		数码相机	台	6
		摄像机	台	6
		自计风速仪	个	6
		泥沙分析器	个	6
		测距仪	台	6
		便携式植被覆盖度测量仪	台	6
		磅秤	台	6
		天平	台	6
		烘箱	台	6
		简易土工试验仪器	组	6
2	监测资料	购买遥感影像资料	景	60
		购买气象资料	套	1
3	消耗性材料	记录夹	个	25
		测钎	根	585
		米尺	条	15
		皮尺	条	15
		钢卷尺	卷	15
		量筒(量杯)	个	30
		监测场地围栏	米	2340
		警示牌	块	156
		其他消耗性材料	%	10

(2) 监测人员配置

本项目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项目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见下表。

表 6.4-2 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	新疆维吾尔自治区	7	2	2	1
2	甘肃省	3	2	2	1
3	陕西省	3	2	2	1
4	四川省	3	2	2	1
5	重庆市	7	2	2	1
合计		23	10		

6.4.2 监测成果

根据《水利部办公厅关于进一步加强生产建设项目水土保持监测工作的通知》(办水保〔2020〕161号)要求,本工程必须进行水土保持监测工作,建设单位应当自行或者委托具备相应技术条件的机构开展水土保持监测工作。

(1) 监测成果及要求

1) 监测成果应包括水土保持监测实施方案、监测报告、图件、数据表(册)影像资料等。

2) 在施工准备期之前应进行现场查勘和调查,并应根据相关技术标准和水土保持方案编制《生产建设项目水土保持监测实施方案》。

3) 水土保持监测报告应包括季度报告表、专项报告和总结报告。监测期间,应编制《生产建设项目水土保持监测季度报告表》,季度报告表格式应按《生产建设项目水土保持技术标准》(GB50433-2018)要求执行。发生严重水土流失灾害事件时,应于事件发生后一周内完成专项报告。监测工作完成后,应编制《生产建设项目水土保持监测总结报告》,并在水土保持设施验收前编制完成。

监测季度报告要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。

- 4) 监测单位应及时向生产建设单位提出控制施工过程中水土流失的意见建议,并按规定向水行政主管部门定期报送监测情况。
- 5) 监测单位需在监测季报和总结报告中明确水土保持监测“绿黄红”三色评价结论。
- 6) 图件应包括项目区地理位置图、扰动地表分布图、监测分区与监测点分布图、土壤侵蚀强度图、水土保持措施分布图等。
- 7) 数据表(册)应包括原始记录表和汇总分析表。
- 8) 影像资料应包括监测过程中拍摄的反映水土流失动态变化及治理措施实施情况的照片、录像等。
- 9) 监测成果应采用纸质和电子版形式保存,做好数据备份。

(2) 水土保持监测三色评价

根据《水利部办公厅关于进一步加强生产建设项目水土保持监测工作的通知》(办水保〔2020〕161号),生产建设项目水土保持监测需实行三色评价。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土地情况、水土流失状况、防治成效及水土流失危害等监测成果,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。

三色评价以水土保持方案确定的防治目标为基础,以监测获取的实际数据为依据,针对不同的监测内容,采取定量评价和定性分析相结合方式进行量化打分。三色评价采用评分法,满分为100分;得分80分及以上的为“绿”色,60分及以上不足80分的为“黄”色,不足60分的为“红”色。

监测季报三色评价得分为本季度实际得分,监测总结报告三色评价得分为全部监测季报得分的平均值。

(3) 监测成果报送制度

水土保持监测单位接受监测任务后,应于施工前向相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》,工程建设期间,应于每季度的第一个月内报送上季度的《生产建设项目水土保持监测季度报告表》,同时附现场照片和影像资料,因降雨、大风或爆破等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 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) 投资估算编制的项目划分、费用构成、表格形式等应依据水土保持工程概(估)算编制规定编写。

(2) 水土保持投资估算的价格水平年、人工单价、主体材料价格、施工机械台时费、估算定额、取费项目及费率与主体工程一致,不足部分按《水土保持概算(估)算编制规定》(水利部水总〔2003〕67号文)规定计列;

(3) 主体工程估算定额中未明确的,采用水土保持的定额、取费项目及费率;

(4) 水土保持方案投资按 2023 年第 2 季度价格水平确定。

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) 《电网工程建设预算编制与计算规定》(2018年版);

(3) 《电力建设工程概算定额》(2018年版)-建筑工程、电气设备安装工程;

(4) 《电力建设工程装置性材料综合预算价格》(2018年版);

(5) 《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价格水平调整的通知》,定额〔2023〕1号;

(6) 《电力建设工程施工机械台班费用定额》(2018年版);

(7) 《关于印发<国家电网公司特高压交流工程环水保监理、监测及验收等 6 项费用计列指导意见(试用)>的通知》国家电网电定〔2018〕32号。

(8) 《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);

(9) “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);

(10) 《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);

(11) 《新疆维吾尔自治区水土保持补偿费征收使用管理办法》(新财非税〔2015〕10号,2015年1月1日施行);

(12)《关于我区水土保持补偿费政策有关事宜的通知》(新疆维吾尔自治区发展和改革委员会、新疆维吾尔自治区财政厅、新疆维吾尔自治区水利厅,新发改规〔2021〕12号)。

(13)《甘肃省发展和改革委员会 甘肃省财政厅 甘肃省水利厅关于水土保持补偿费收费标准的通知》(甘发改收费〔2017〕590号);

(14)《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);

(15)《四川省发展和改革委员会 四川省财政厅关于制定水土保持补偿费收费标准的通知》(川发改价格〔2017〕347号);

(16)《重庆市物价局重庆市财政局重庆市水利局关于水土保持补偿费收费标准的通知》(渝价〔2017〕81号)。

7.1.2 编制说明与估算成果

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、基本预备费构成见下表。

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、水土保持设施验收报告编制费
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

人工预算单价定额换流站工程为建筑工程 70 元/日,线路工程为输电技术工 98 元/日,人工工日单价调增根据《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价格水平调整的通知》（定额〔2023〕1号）关于各省调增系数计算见表 7.1-2。

根据《水土保持工程概（估）算编制规定》（水利部水总〔2003〕67号），本工程新疆境内沿线海拔在 820~2400m 之间，甘肃境内沿线海拔在 900~2950m 之间，因此新疆、甘肃人工定额调整系数分别为 1.10、1.15。

2) 材料预算单价

工程措施及植物措施材料价格由当地市场价格加包装费、运杂费、采购及保管费组成，材料价格以 2023 年第 2 季度当地市场价格为准，采购及保管费分别按材料运到工地价格的 2.3% 和 1% 计算见表 7.1-3。

3) 施工用水用电价格

与主体工程一致，详见下表。

4) 施工机械台时费

根据《水土保持工程概（估）算编制规定》（水利部水总〔2003〕67号）进行编制。本工程新疆境内沿线海拔在 820~2400m 之间，甘肃境内沿线海拔在 900~2950m 之间，因此新疆、甘肃人工机械定额调整系数分别为 1.25、1.35。

(2) 工程单价编制

工程措施和植物措施单价由直接费、间接费、企业利润和税金组成。

直接费包括直接工程费和措施费。直接工程费指人工费、材料费和机械使用费三项。措施费指冬雨季施工增加费、夜间施工增加费、施工工具用具使用费、特殊地区施工增加费、施工机构迁移费、临时设施费、安全文明施工费。

间接费包括规费、企业管理费和施工企业配合调试费。规费指社会保险费、住房公积金、危险作业意外伤害保险费。

企业利润：按直接费与间接费之和乘以企业利润率计算。

税金：按直接费、间接费、企业利润之和乘以综合税率计算。

本方案编制阶段为可研设计阶段，故单价乘以 10% 的扩大系数。

本工程单价费率取值与主体工程保持一致，详见表 7.1-4。

表 7.1-2 水土保持工程人工单价表

序号	项目	计算式	新疆维吾尔自治区		甘肃省	陕西省	四川省	重庆市	
			送端换流站	线路	线路	线路	线路	线路	受端换流站
			送端接地极	工程	工程	工程	工程	工程	受端接地极
1	基准人工工日单价定额(元/日)	2018 电力行业定额	70	98	98	98	98	98	70
2	建筑工程人工调整系数(%)	定额〔2023〕1号	12.41	12.41	10.72	11.60	11.72	12.27	12.27
3	人工工日预算单价(元/日)	基准人工工日单价定额×(1+ 建筑工程人工调整系数)	78.69	110.16	108.51	109.51	109.49	110.02	78.59
4	人工工时预算单价(元/时)	人工工日估算单价÷8	9.84	13.77	13.56	14.56	13.69	13.75	9.82

表 7.1-3 水土保持主要材料单价汇总表

编号	材料名称	单位	预算价格(元)					备注
			新疆维吾尔自治区	甘肃省	陕西省	四川省	重庆市	
1	水泥 425#	t					540	含运杂费、采购及保管费
2	砂子	m ³					240	含运杂费、采购及保管费
3	机砖	千块					588.80	含运杂费、采购及保管费
4	紫穗槐	株		15	15			含运杂费、采购及保管费
5	胡枝子	株					15	含运杂费、采购及保管费
6	荆条	株				18		含运杂费、采购及保管费
7	梭梭			20				含运杂费、采购及保管费

7 水土保持投资估算及效益分析

编号	材料名称	单位	预算价格 (元)					备注
			新疆维吾尔自治区	甘肃省	陕西省	四川省	重庆市	
8	紫花苜蓿、狗尾草混合草籽 (1:1)	kg		120	120			含运杂费、采购及保管费
9	黑麦草、白三叶混合草籽 (1:1)	kg					84	含运杂费、采购及保管费
10	早熟禾、披碱草混合草籽 (1:1)	kg		92				含运杂费、采购及保管费
11	黑麦草、狗牙根混合草籽 (7:3)	kg				87		含运杂费、采购及保管费
12	水	m ³	4.1	5.43	4.1	3.95	3.35	含运杂费、采购及保管费
13	电	kwh	1	1	0.6	0.56	0.6	含运杂费、采购及保管费
14	柴油	kg	8.73	8.87	7.71	7.91	8.04	含运杂费、采购及保管费
15	汽油	kg	10.51	10.79	11.04			含运杂费、采购及保管费
16	农家肥	m ³		116	132.79	118	115	含运杂费、采购及保管费
17	填土袋	个	1.55	1.5	1.5	1.4	1.2	含运杂费、采购及保管费
18	密目网	m ²	2	2	2.2	2.2	2	含运杂费、采购及保管费
19	彩条旗	m	1.5	1.4	1.3	1.3	1.2	含运杂费、采购及保管费
20	彩条布	m ²	1.8	1.8	1.44	1.8	1.7	含运杂费、采购及保管费
21	钢板	m ²	25	26.2	27	52.3	50.1	含运杂费、采购及保管费

表 7.1-4 工程定额费率表

序号	费用名称	新疆维吾尔自治区		甘肃省	陕西省	四川省	重庆市		取费基础	
		送端换流站 送端接地极	线路 工程	线路 工程	线路 工程	线路 工程	线路 工程	受端换流站 受端接地极	换流站 接地极	线路 工程
一	直接费									
1	直接工程费	按定额	按定额	按定额	按定额	按定额	按定额	按定额	人工费+材料费+机械使用费	
2	措施费 (%)									
2.1	冬雨季施工增加费、夜间施工增加费、施工工具用具使用费、特殊地区施工增加费、施工机构迁移费	3.27	14.88	13.15	10.35	9.89	10.65	1.87	直接工程费	人工费
2.2	临时设施费、安全文明施工费	6.08	12.16	11.01	10.45	10.13	10.15	5.60	直接工程费	直接工程费
二	间接费 (%)	47.65	76.21	74.11	73.81	73.66	75.12	46.05		
1	规费 (%)	39.90	39.90	37.80	37.50	37.35	38.30	38.30		
1.1.1	社会保险费、住房公积金 (%)	39.90	39.90	37.80	37.50	37.35	38.30	38.30	直接工程费×0.18	人工费×1.05
1.1.2	危险作业意外伤害保险费 (%)								直接工程费	人工费
2	企业管理费 (%)	7.75	35.76	35.76	35.76	35.76	35.76	7.75	直接工程费	人工费
3	施工企业配合调试费 (%)		0.55	0.55	0.55	0.55	1.06			直接费
三	企业利润 (%)	5	5	5	5	5	5	5	直接费+间接费	直接费+间接费
四	税金 (%)	9	9	9	9	9	9	9	直接费+间接费+企业利润	直接费+间接费+企业利润
五	扩大系数 (%)	10	10	10	10	10	10	10	直接费+间接费+企业利润+税金	直接费+间接费+企业利润+税金

(3) 水土保持工程估算编制

1) 工程措施

工程措施估算按设计工程量乘以工程单价进行编制。

2) 植物措施

植物措施费由苗木和种子等材料及种植费组成。材料费由苗木和种子的预算价格乘以数量进行编制；种植费按《水土保持工程概算定额》进行编制。

3) 临时工程费

临时防护工程按设计工程量乘以单价编制，其他临时工程按第一部分工程措施和第二部分植物措施投资的 2.0% 计取。

4) 独立费用

①建设管理费：按方案投资第一至第三部分之和的 2.0% 计算。

②科研勘测设计费：包括勘测设计费、水土保持方案编制费。根据中电联定额〔2015〕162 号行业标准，并参考同类特高压项目收费情况并结合实际合同费用计取。

③水土保持监理费：根据国家电网电定〔2018〕32 号行业标准，并参考同类特高压项目收费情况并结合实际合同费用计取。

④水土保持监测费：根据国家电网电定〔2018〕32 号行业标准，并参考同类特高压项目收费情况并结合实际合同费用计取。

⑤水土保持设施验收报告编制费：根据国家电网电定〔2018〕32 号行业标准，并参考同类特高压项目收费情况并结合实际合同费用计取。

5) 预备费

基本预备费：为解决在工程施工过程中，经上级批准的设计变更和为预防意外事故而采取的措施所增加的工程项目和费用，按水土保持的工程措施、植物措施、临时工程和其他费用之和的 6% 计取。

6) 水土保持补偿费

水土保持补偿费收费标准根据工程沿线各省关于水土保持补偿费相关规定执行，具体见下表。

表 7.1-5 水土保持补偿费取费标准

行政区	水土保持补偿费取费标准单价
新疆维吾尔自治区	1.0 元/m ²
甘肃省	1.4 元/m ²
陕西省	1.7 元/m ²
四川省	1.3 元/m ²
重庆市	1.4 元/m ²

7.1.2.3 估算成果

本工程水土保持措施总投资 33799.45 万元，其中工程措施为 9351.43 万元，植物措施为 3337.07 万元，临时措施为 11514.49 万元，独立费用为 5234.52 万元，水土保持监理费为 796.18 万元，水土保持监测费为 1049.58 万元，基本预备费为 2089.98 万元，水土保持补偿费为 2271.96 万元。

本工程水土保持总投资中新疆维吾尔自治区水土保持措施费 5626.90 万元，水土保持补偿费 400.09 万元；甘肃省水土保持措施费 10417.50 万元，水土保持补偿费 1310.04 万元；陕西省水土保持措施费 892.02 万元，水土保持补偿费 103.46 万元；四川省水土保持措施费 3130.23 万元，水土保持补偿费 256.85 万元；重庆市水土保持措施费 4136.34 万元，水土保持补偿费 201.52 万元。

表 7.1-6 水土保持投资估算总表 单位：万元

序号	工程或费用名称	建安工程费	植物措施费		独立费用	合计
			栽(种)植费	苗木、草、种子费		
第一部分 工程措施		9351.43				9351.43
1	送端换流站	2629.48				2629.48
2	送端接地极	65.07				65.07
3	受端换流站	1563.31				1563.31
4	受端接地极	29.4				29.4
5	直流线路	4830.54				4830.54
6	送端接地极线路	61.99				61.99
7	受端接地极线路	113.92				113.92
8	迁改线路	57.72				57.72
第二部分 植物措施			1663.2	1673.87		3337.07
1	受端换流站		972.29	40.97		1013.26
2	受端接地极		3.7	14.41		18.11
3	直流线路		653.35	1540.66		2194.01
4	受端接地极线路		28.40	60.77		89.17
5	迁改线路		5.46	17.06		22.52
第三部分 临时措施		11514.49				11514.49
1	送端换流站	238.67				238.67
2	送端接地极	246.06				246.06
3	受端换流站	227.49				227.49
4	受端接地极	102.80				102.80
5	直流线路	9903.28				9903.28
6	送端接地极线路	251.94				251.94
7	受端接地极线路	280.85				280.85
8	迁改线路	132.01				132.01
9	其他临时措施	131.39				131.39
一至三部分合计		20865.92	1663.2	1673.87		24202.99
第四部分 独立费用					5234.52	5234.52
1	建设管理费				429.48	429.48
2	科研勘测设计费				1543.92	1543.92
3	水土保持监理费				796.18	796.18
4	水土保持监测费				1049.58	1049.58
5	水土保持设施验收报告编制费				1415.36	1415.36
一至四部分合计		20865.92	1663.2	1673.87	5234.52	29437.51
基本预备费						2089.98
水土保持补偿费						2271.96
水土保持总投资		20865.92	1663.20	1673.87	5234.52	33799.45

表 7.1-7 新疆维吾尔自治区境内水土保持措施投资估算表

	工程或费用名称		单位	数量	单价(元)	合价(万元)
一	第一部分 工程措施费					3159.00
(一)	北方风沙区					3159.00
1	送端换流站					2629.48
1.1	站区					2276.57
	蒸发池*		座	1	1279998	128.00
	站内排水管(钢筋砼, DN200)*		m	3000	603.78	181.13
	站内排水管(钢筋砼, DN300)*		m	3000	603.78	181.13
	站内排水管(钢筋砼, DN400)*		m	3500	1139.21	398.72
	站内排水管(钢筋砼, DN500)*		m	2000	1139.21	227.84
	站内排水管(钢筋砼, DN600)*		m	1500	1139.21	170.88
	站内排水管(钢筋砼, DN800)*		m	700	1895.03	132.65
	站内排水管(钢筋砼, DN1000)*		m	500	1895.03	94.75
	站内排水管(钢筋砼, DN1200)*		m	500	2414.56	120.73
	混凝土护坡*		m ²	30411	200.74	610.47
	砾幕剥离		hm ²	19.60	15443	30.27
	进站道路区					260.78
1.2	混凝土护坡					258.35
	土地整治	土地平整	hm ²	0.42	13179.00	0.55
	砾幕剥离		hm ²	0.94	15443.00	1.45
	砾幕回覆		万 m ³	0.06	71437.00	0.43
1.3	外接电源工程区					20.65
	土地整治	土地平整	hm ²	15.42	13179	20.32
	砾幕剥离		hm ²	0.17	15443	0.26
	砾幕回覆		万 m ³	0.01	71437	0.07
1.4	供排水管线区					55.14
	站外排水管(钢筋砼, DN1350)*		m	100	2102.49	21.02
	土地整治	土地平整	hm ²	20.25	13179	26.69
	砾幕剥离		hm ²	3.75	15443	5.79
	砾幕回覆		万 m ³	0.23	71437	1.64
1.5	施工生产生活区					16.34
	土地整治	土地平整	hm ²	6.00	13179	7.91
	砾幕回覆		万 m ³	1.18	71437	8.43
2	送端接地极					65.07
2.1	汇流装置区					3.11
	土地整治	土地平整	hm ²	0.02	13179	0.03
	砾石压盖*		m ²	200	154.06	3.08
2.2	电极电缆区					51.68
	土地整治	土地平整	hm ²	35.25	13179	46.46
	砾幕剥离		hm ²	2.64	15443	4.08
	砾幕回覆		万 m ³	0.16	71437	1.14
2.3	检修道路区					0.53
	土地整治	土地平整	hm ²	0.40	13179	0.53

7 水土保持投资估算及效益分析

	工程或费用名称		单位	数量	单价(元)	合价(万元)
2.4	外接电源工程区					9.45
	土地整治	土地平整	hm ²	7.29	13179	9.61
	砾幕剥离		hm ²	0.07	15443	0.11
	砾幕回覆		万 m ³	0.004	71437	0.03
3	直流线路					402.46
3.1	塔基区					165.55
	浆砌石护坡*		m ³	104	1389.44	14.45
	浆砌石排水沟*		m ³	208	1258.17	26.17
	砾幕剥离		hm ²	2.06	17193	3.54
	砾幕回覆		万 m ³	0.21	78931	1.66
	土地整治	土地平整	hm ²	69.64	17193	119.73
3.2	牵张场地区					28.88
	土地整治	土地平整	hm ²	16.80	17193	28.88
3.3	跨越施工场地区					3.16
	土地整治	土地平整	hm ²	1.84	17193	3.16
3.4	施工道路区					204.87
	土地整治	土地平整	hm ²	119.16	17193	204.87
4	接地极线路					61.99
4.1	塔基区					20.20
	土地整治	土地平整	hm ²	11.75	17193	20.20
4.2	牵张场地区					3.49
	土地整治	土地平整	hm ²	2.03	17193	3.49
4.3	跨越施工场地区					0.34
	土地整治	土地平整	hm ²	0.20	17193	0.34
2.3	施工道路区					37.96
	土地整治	土地平整	hm ²	22.08	17193	37.96
二	第二部分 临时措施费					2466.66
(一)	北方风沙区					2455.63
1	送端换流站					238.67
1.1	站区					59.07
	填土袋拦挡		m ³	1350	259.74	35.06
	填土袋拆除		m ³	1350	26.64	3.60
	密目网苫盖		m ²	33750	5.11	17.25
	洒水降尘		m ³	1800	17.53	3.16
1.2	进站道路区					1.07
	密目网苫盖		m ²	2100	5.11	1.07
1.3	外接电源工程区					49.62
	密目网苫盖		m ²	23171	5.11	11.84
	彩条旗围护		m	60830	6.21	37.78
1.4	供排水管线区					107.04
	填土袋拦挡		m ³	2480	259.74	64.42
	填土袋拆除		m ³	2480	26.64	6.61
	密目网苫盖		m ²	43500	5.11	22.23

7 水土保持投资估算及效益分析

	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合价(万元)
	彩条布铺垫	m ²	29000	4.75	13.78
1.5	施工生产生活区				21.87
	填土袋拦挡	m ³	630	259.74	16.36
	填土袋拆除	m ³	630	26.64	1.68
	密目网苫盖	m ²	7500	5.11	3.83
2	送端接地极				246.06
2.1	汇流装置区				0.15
	密目网苫盖	m ²	300	5.11	0.15
2.2	电极电缆区				219.33
	填土袋拦挡	m ³	5053	259.74	131.25
	填土袋拆除	m ³	5053	26.64	13.46
	密目网苫盖	m ²	90150	5.11	46.07
	彩条布铺垫	m ²	60100	4.75	28.55
2.3	检修道路区				0.43
	密目网苫盖	m ²	850	5.11	0.43
2.4	外接电源工程区				26.15
	密目网苫盖	m ²	2565	5.11	1.31
	彩条旗围护	m	40000	6.21	24.84
3	直流线路				1718.96
3.1	塔基区				775.29
	填土袋拦挡	m ³	7610	528.47	402.17
	填土袋拆除	m ³	7610	66.88	50.90
	密目网苫盖	m ²	211200	7.16	151.22
	彩条旗围护	m	63360	11.81	74.83
	彩条布铺垫	m ²	140800	6.83	96.17
3.2	牵张场地区				102.70
	彩条布铺垫	m ²	13850	6.83	9.46
	铺设钢板	m ²	16600	44.43	73.75
	彩条旗围护	m	14560	11.81	17.20
	密目网苫盖	m ²	3200	7.16	2.29
3.3	跨越施工场地区				6.28
	彩条旗围护	m	5320	11.81	6.28
3.4	施工道路区				834.69
	彩条旗围护	m	683380	11.81	807.07
	填土袋拦挡	m ³	464	528.47	24.52
	填土袋拆除	m ³	464	66.88	3.10
4	接地极线路				251.94
4.1	塔基区				173.96
	填土袋拦挡	m ³	1104	528.47	58.34
	填土袋拆除	m ³	1104	66.88	7.38
	密目网苫盖	m ²	68400	7.16	48.97
	彩条旗围护	m	20520	11.81	24.23
	彩条布铺垫	m ²	51300	6.83	35.04

7 水土保持投资估算及效益分析

	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合价(万元)
4.2	牵张场地区				18.72
	彩条布铺垫	m ²	3050	6.83	2.08
	铺设钢板	m ²	3000	44.43	13.33
	彩条旗围护	m	2710	11.81	3.20
	密目网苫盖	m ²	150	7.16	0.11
4.3	跨越施工场地区				0.28
	彩条旗围护	m	390	7.16	0.28
4.4	施工道路区				58.98
	彩条旗围护	m	82380	7.16	58.98
(三)	其它临时措施费	%	2.00	6137300	12.27
四	新疆维吾尔自治区合计				5626.90
	北方风沙区				5626.90

表 7.1-8 甘肃省境内水土保持措施投资估算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合价(万元)	
一	第一部分 工程措施费				3167.23	
(一)	北方风沙区				1733.34	
1	直流线路				1711.27	
1.1	塔基区				1030.7	
	石方格沙障*	m ²	42578	14	59.61	
	草方格沙障*	m ²	1360	1.6	0.22	
	砾石压盖*	m ²	8936	37.32	33.35	
	浆砌石堡坎/护坡*	m ³	394	1396.03	55	
	浆砌石挡渣墙*	m ³	120	1396.03	16.75	
	浆砌石排水沟*	m ³	285	1263.66	36.01	
	砾幕剥离	hm ²	2.85	18279	5.21	
	砾幕回覆	m ³	2850	8.3966	2.39	
	表土剥离	hm ²	18.9	99634	188.31	
	表土回覆	m ³	48100	50.36	242.23	
	土地整治	植被恢复	hm ²	48.79	13081.7	63.83
		穴状整地	个	30934	1.46	4.52
		耕地恢复	hm ²	29.07	13081.7	38.03
		土地平整	hm ²	156.05	18279	285.24
1.2	牵张场地区				83.32	
	表土剥离	hm ²	0.31	18279	0.57	
	表土回覆	m ³	720	8.3966	0.6	
	土地整治	植被恢复	hm ²	9.4	13081.7	12.3
		穴状整地	hm ²	14237	1.46	2.08
		耕地恢复	hm ²	12.23	13081.7	16

7 水土保持投资估算及效益分析

		土地平整	hm ²	28.32	18279	51.77
1.3	跨越施工场地区					32.65
	土地整治	植被恢复	hm ²	4.39	13081.7	5.74
		耕地恢复	hm ²	10.9	13081.7	14.26
		土地平整	hm ²	6.92	18279	12.65
1.4	施工道路区					564.6
		表土剥离	hm ²	4.28	18279	7.82
		表土回覆	m ³	10500	8.3966	8.82
	土地整治	植被恢复	hm ²	50.27	13081.7	65.76
		穴状整地	hm ²	32250	1.46	4.71
		耕地恢复	hm ²	39.87	13081.7	52.16
		土地平整	hm ²	232.69	18279	425.33
2	迁改线路					22.07
2.1	塔基区					14.49
		表土剥离	hm ²	0.39	99634	3.89
		表土回覆	m ³	800	50.36	4.03
	土地整治	植被恢复	hm ²	1.07	13081.7	2.17
	土地整治	穴状整地	hm ²	336	1.46	0.05
		耕地恢复	hm ²	0.25	13081.7	0.33
		土地平整	hm ²	2.2	18279	4.02
2.2	牵张场地区					5.83
		表土剥离	hm ²	0	18279	0
		表土回覆	m ³	0	8.3966	0
	土地整治	植被恢复	hm ²	1.25	13081.7	2.89
		穴状整地	hm ²	240	1.46	0.04
		耕地恢复	hm ²	0.21	13081.7	0.27
		土地平整	hm ²	1.44	18279	2.63
2.3	跨越施工场地区					0.07
	土地整治	植被恢复	hm ²	0.02	13081.7	0.03
		耕地恢复	hm ²	0.03	13081.7	0.04
2.4	施工道路区					1.68
	土地整治	植被恢复	hm ²	0.18	13081.7	1.62
		穴状整地	个	128	1.46	0.02
		耕地恢复	hm ²	0.03	13081.7	0.04
(二)	西北黄土高原区					1178.65
1	直流线路					1144.64
1.1	塔基区					887.66
		砾石压盖*	m ²	5888.89	69.34	40.83
		浆砌石护坡*	m ³	952.64	1396.03	132.99
		浆砌石排水沟*	m ³	598.67	1263.66	75.65
		表土剥离	hm ²	20.8	99634	207.24

	表土回覆	m^3	62400	50.36	314.25
	土地整治	植被恢复	hm^2	68.07	13081.7
		耕地恢复	hm^2	15.32	13081.7
		穴状整地	个	52157	1.46
1.2	牵张场地区				36.16
	表土剥离	hm^2	1.14	18279	2.08
	表土回覆	m^3	3430	8.4	2.88
	土地整治	植被恢复	hm^2	16.65	13081.7
		耕地恢复	hm^2	5.01	13081.7
		穴状整地	个	19645	1.46
1.3	跨越施工场地区				15.35
	土地整治	植被恢复	hm^2	7.56	13081.7
		耕地恢复	hm^2	4.17	13081.7
1.4	施工道路区				205.47
	表土剥离	hm^2	11.17	18279	20.42
	表土回覆	m^3	33500	8.4	28.14
	土地整治	植被恢复	hm^2	79.22	13081.7
		耕地恢复	hm^2	33.66	13081.7
		穴状整地	个	63366	1.46
2	迁改线路				34.01
2.1	塔基区				29.98
	表土剥离	hm^2	1.11	99634	11.06
	表土回覆	m^3	3330	50.36	16.77
	土地整治	植被恢复	hm^2	0.94	13081.7
		耕地恢复	hm^2	0.61	13081.7
		穴状整地	个	800	1.46
2.2	牵张场地区				2.51
	表土剥离	hm^2	0.19	18279	0.35
	表土回覆	m^3	570	8.4	0.48
	土地整治	植被恢复	hm^2	0.7	13081.7
		耕地恢复	hm^2	0.51	13081.7
		穴状整地	个	592	1.46
2.3	跨越施工场地区				0.14
	土地整治	植被恢复	hm^2	0.04	13081.7
		耕地恢复	hm^2	0.07	13081.7
2.4	施工道路区				1.38
	表土剥离	hm^2	0.15	18279	0.27
	表土回覆	m^3	460	8.4	0.39
	土地整治	植被恢复	hm^2	0.44	13081.7
		耕地恢复	hm^2	0.07	13081.7
		穴状整地	个	336	1.46

(三)	西南紫色土区				255.24	
1	直流线路				255.24	
1.1	塔基区				155.14	
		砾石压盖*	m ²	2277.04	69.34	15.79
		浆砌石护坡*	m ³	368.35	1396.03	51.42
		浆砌石排水沟*	m ³	231.48	1263.66	29.25
		表土剥离	hm ²	3.41	18279	6.23
		表土回覆	m ³	7700	8.4	6.47
	土地整治	植被恢复	hm ²	26.32	13081.7	34.43
		穴状整地	个	26125	1.46	3.81
		耕地恢复	hm ²	5.92	13081.7	7.74
1.2	牵张场地区				13.16	
		表土剥离	hm ²	0.05	18279	0.09
		表土回覆	m ³	102	8.4	0.09
	土地整治	植被恢复	hm ²	6.44	13081.7	8.42
		穴状整地	个	13805	1.46	2.02
		耕地恢复	hm ²	1.94	13081.7	2.54
1.3	跨越施工场地区				5.93	
	土地整治	植被恢复	hm ²	2.92	13081.7	3.82
		耕地恢复	hm ²	1.61	13081.7	2.11
1.4	施工道路区				81.01	
		表土剥离	hm ²	5.58	18279	10.2
		表土回覆	m ³	11400	8.4	9.58
	土地整治	植被恢复	hm ²	30.63	13081.7	40.07
		穴状整地	个	28330	1.46	4.14
		耕地恢复	hm ²	13.01	13081.7	17.02
二	第二部分 植物措施费				1240.3	
(一)	北方风沙区				412.76	
1	直流线路				398.64	
1.1	塔基区				170.75	
1.1.1	恢复林地(梭梭)				10.43	
		栽植费	株	3680	4.95	1.82
		苗木费	株	3680	20	7.36
		幼林抚育(1年)	hm ² /a	2.3	5456.32	1.25
1.1.2	恢复林地(紫穗槐)				26.36	
		栽植费	株	27254	4.81	13.11
		苗木费	株	27254	1.5	4.09
		幼林抚育(1年)	hm ² /a	16.79	5456.32	9.16
1.1.3	播撒草籽(早熟禾、披碱草)				29.27	
		播种费	hm ²	20.65	3135	6.47
		草籽费	kg	2478	92	22.8
1.1.4	补撒草籽(早熟禾、披碱草)				24.39	
		播种费	hm ²	20.65	2979.87	6.15
		草籽费	kg	1982.4	92	18.24
1.1.5	播撒草籽(紫花苜蓿、狗尾草)				44.75	
		播种费	hm ²	28.14	3202.44	9.01

7 水土保持投资估算及效益分析

	草籽费	kg	2978	120	35.74
1.1.6	补撒草籽(紫花苜蓿、狗尾草)				35.55
	播种费	hm ²	28.14	3033.82	8.54
	草籽费	kg	2251	120	27.01
1.2	牵张场				40.39
1.2.1	恢复林地(梭梭)				1.22
	栽植费	株	432	4.95	0.21
	苗木费	株	432	20	0.86
	幼林抚育(1年)	hm ² /a	0.27	5456.32	0.15
1.2.2	恢复林地(紫穗槐)				13.38
	栽植费	株	13805	4.81	6.64
	苗木费	株	13805	1.5	2.07
	幼林抚育(1年)	hm ² /a	8.55	5456.32	4.67
1.2.3	播撒草籽(早熟禾、披碱草)				3.57
	播种费	hm ²	2.52	3135	0.79
	草籽费	kg	302.4	92	2.78
1.2.4	补撒草籽(早熟禾、披碱草)				2.98
	播种费	hm ²	2.52	2979.87	0.75
	草籽费	kg	241.92	92	2.23
1.2.5	播撒草籽(紫花苜蓿、狗尾草)				10.55
	播种费	hm ²	6.88	3202.44	2.2
	草籽费	kg	696	120	8.35
1.2.6	补撒草籽(紫花苜蓿、狗尾草)				8.69
	播种费	hm ²	6.88	3033.82	2.09
	草籽费	kg	550	120	6.6
1.3	跨越施工场地				12.02
1.3.1	播撒草籽(早熟禾、披碱草)				1.79
	播种费	hm ²	1.26	3135	0.4
	草籽费	kg	151.2	92	1.39
1.3.2	补撒草籽(早熟禾、披碱草)				1.49
	播种费	hm ²	1.26	2979.87	0.38
	草籽费	kg	120.96	92	1.11
1.3.3	播撒草籽(紫花苜蓿、狗尾草)				4.79
	播种费	hm ²	3.13	3202.44	1
	草籽费	kg	316	120	3.79
1.3.4	补撒草籽(紫花苜蓿、狗尾草)				3.95
	播种费	hm ²	3.13	3033.82	0.95
	草籽费	kg	250	120	3
1.4	施工道路				175.48
1.4.1	恢复林地(梭梭)				11.12
	栽植费	株	3920	4.95	1.94
	苗木费	株	3920	20	7.84
	幼林抚育(1年)	hm ² /a	2.45	5456.32	1.34
1.4.2	恢复林地(紫穗槐)				27.43
	栽植费	株	28330	4.81	13.63
	苗木费	株	28330	1.5	4.25
	幼林抚育(1年)	hm ² /a	17.51	5456.32	9.55

1.4.3	播撒草籽（早熟禾、披碱草）				24.83
	播种费	hm ²	17.52	3135	5.49
	草籽费	kg	2102.4	92	19.34
1.4.4	补撒草籽（早熟禾、披碱草）				20.69
	播种费	hm ²	17.52	2979.87	5.22
	草籽费	kg	1681.92	92	15.47
1.4.5	播撒草籽（紫花苜蓿、狗尾草）				50.03
	播种费	hm ²	32.75	3202.44	10.49
	草籽费	kg	3295	120	39.54
1.4.6	补撒草籽（紫花苜蓿、狗尾草）				41.38
	播种费	hm ²	32.75	3033.82	9.94
	草籽费	kg	2620	120	31.44
2	迁改线路				14.12
2.1	塔基区				4.7
2.1.1	恢复林地（紫穗槐）				0.32
	栽植费	株	336	4.81	0.16
	苗木费	株	336	1.5	0.05
	幼林抚育（1年）	hm ² /a	0.21	5456.32	0.11
2.1.2	播撒草籽（早熟禾、披碱草）				1.8
	播种费	hm ²	0.59	3135	0.4
	草籽费	kg	70.8	92	1.4
2.1.3	补撒草籽（早熟禾、披碱草）			0	1.5
	播种费	hm ²	0.59	2979.87	0.38
	草籽费	kg	56.64	92	1.12
2.1.4	播撒草籽（紫花苜蓿、狗尾草）			0	0.59
	播种费	hm ²	0.39	3202.44	0.12
	草籽费	kg	39	120	0.47
2.1.5	补撒草籽（紫花苜蓿、狗尾草）			0	0.49
	播种费	hm ²	0.39	3033.82	0.12
	草籽费	kg	31	120	0.37
2.2	牵张场				6.04
2.2.1	恢复林地（紫穗槐）				0.24
	栽植费	株	240	4.81	0.12
	苗木费	株	240	1.5	0.04
	幼林抚育（1年）	hm ² /a	0.15	5456.32	0.08
2.1.2	播撒草籽（早熟禾、披碱草）				2.72
	播种费	hm ²	1.92	3135	0.6
	草籽费	kg	230.4	92	2.12
2.1.3	补撒草籽（早熟禾、披碱草）				2.27
	播种费	hm ²	1.92	2979.87	0.57
	草籽费	kg	184.32	92	1.7
2.2.4	播撒草籽（紫花苜蓿、狗尾草）				0.44
	播种费	hm ²	0.29	3202.44	0.09
	草籽费	kg	29	120	0.35
2.2.5	补撒草籽（紫花苜蓿、狗尾草）				0.37
	播种费	hm ²	0.29	3033.82	0.09
	草籽费	kg	23	120	0.28

2.3	跨越施工场地				0.06
2.3.1	播撒草籽(紫花苜蓿、狗尾草)				0.03
	播种费	hm ²	0.02	3202.44	0.01
	草籽费	kg	2	120	0.02
2.3.2	补撒草籽(紫花苜蓿、狗尾草)				0.03
	播种费	hm ²	0.02	3033.82	0.01
	草籽费	kg	1.6	120	0.02
2.4	施工道路				3.32
2.4.1	恢复林地(紫穗槐)				0.06
	栽植费	株	128	4.81	0.06
	苗木费	株	128	1.5	0.02
	幼林抚育(1年)	hm ² /a	0.08	5456.32	0.04
2.4.2	播撒草籽(早熟禾、披碱草)				1.5
	播种费	hm ²	1.06	3135	0.33
	草籽费	kg	127.2	92	1.17
2.4.3	补撒草籽(早熟禾、披碱草)				1.26
	播种费	hm ²	1.06	2979.87	0.32
	草籽费	kg	101.76	92	0.94
2.4.4	播撒草籽(紫花苜蓿、狗尾草)				0.28
	播种费	hm ²	0.18	3202.44	0.06
	草籽费	kg	18	120	0.22
2.4.5	补撒草籽(紫花苜蓿、狗尾草)				0.22
	播种费	hm ²	0.18	3033.82	0.05
	草籽费	kg	14	120	0.17
(二)	西北黄土高原区				591.54
1	直流线路				583.99
1.1	塔基区				244.63
1.1.1	恢复林地(紫穗槐)				50.38
	栽植费	株	52157	4.81	25.09
	苗木费	株	52157	1.5	7.82
	幼林抚育(1年)	hm ² /a	32.01	5456.32	17.47
1.1.2	播撒草籽(紫花苜蓿、狗尾草)				108.25
	播种费	hm ²	68.07	3202.44	21.8
	草籽费	kg	7204	120	86.45
1.1.3	补撒草籽(紫花苜蓿、狗尾草)				86
	播种费	hm ²	68.07	3033.82	20.65
	草籽费	kg	5446	120	65.35
1.2	牵张场地区				35.81
1.2.1	恢复林地(紫穗槐)				19
	栽植费	株	19645	4.81	9.45
	苗木费	株	19645	1.5	2.95
	幼林抚育(1年)	hm ² /a	12.09	5456.32	6.6
1.2.2	播撒草籽(紫花苜蓿、狗尾草)				25.54
	播种费	hm ²	16.65	3202.44	5.33
	草籽费	kg	1684	120	20.21
1.2.3	补撒草籽(紫花苜蓿、狗尾草)				21.03
	播种费	hm ²	16.65	3033.82	5.05
	草籽费	kg	1332	120	15.98

1.3	跨越施工场地区				21.13
1.3.1	播撒草籽(紫花苜蓿、狗尾草)				11.58
	播种费	hm ²	7.56	3202.44	2.42
	草籽费	kg	763	120	9.16
1.3.2	补撒草籽(紫花苜蓿、狗尾草)				9.55
	播种费	hm ²	7.56	3033.82	2.29
	草籽费	kg	605	120	7.26
1.4	施工道路区				282.42
1.4.1	恢复林地(紫穗槐)				61.33
	栽植费	株	63366	4.81	30.48
	苗木费	株	63366	1.5	9.5
	幼林抚育(1年)	hm ² /a	39.13	5456.32	21.35
1.4.2	播撒草籽(紫花苜蓿、狗尾草)				121
	播种费	hm ²	79.22	3202.44	25.37
	草籽费	kg	7969	120	95.63
1.4.3	补撒草籽(紫花苜蓿、狗尾草)				100.09
	播种费	hm ²	79.22	3033.82	24.03
	草籽费	kg	6338	120	76.06
2	迁改线路				7.55
2.1	塔基区				3.39
2.1.1	恢复林地(紫穗槐)				0.77
	栽植费	株	800	4.81	0.38
	苗木费	株	800	1.5	0.12
	幼林抚育(1年)	hm ² /a	0.5	5456.32	0.27
2.1.2	播撒草籽(紫花苜蓿、狗尾草)				1.43
	播种费	hm ²	0.94	3202.44	0.3
	草籽费	kg	94	120	1.13
2.1.3	补撒草籽(紫花苜蓿、狗尾草)				1.19
	播种费	hm ²	0.94	3033.82	0.29
	草籽费	kg	75	120	0.9
2.2	牵张场地区				2.51
2.2.1	恢复林地(紫穗槐)				0.57
	栽植费	株	592	4.81	0.28
	苗木费	株	592	1.5	0.09
	幼林抚育(1年)	hm ² /a	0.37	5456.32	0.2
2.2.2	播撒草籽(紫花苜蓿、狗尾草)				1.06
	播种费	hm ²	0.7	3202.44	0.22
	草籽费	kg	70	120	0.84
2.2.3	补撒草籽(紫花苜蓿、狗尾草)				0.88
	播种费	hm ²	0.7	3033.82	0.21
	草籽费	kg	56	120	0.67
2.3	跨越施工场地区				0.11
2.3.1	播撒草籽(紫花苜蓿、狗尾草)				0.06
	播种费	hm ²	0.04	3202.44	0.01
	草籽费	kg	4	120	0.05
2.3.2	补撒草籽(紫花苜蓿、狗尾草)				0.05
	播种费	hm ²	0.04	3033.82	0.01
	草籽费	kg	3	120	0.04

7 水土保持投资估算及效益分析

2.4	施工道路区				1.54
2.4.1	恢复林地（紫穗槐）				0.32
	栽植费	株	336	4.81	0.16
	苗木费	株	336	1.5	0.05
	幼林抚育（1年）	hm ² /a	0.21	5456.32	0.11
2.4.2	播撒草籽（紫花苜蓿、狗尾草）				0.67
	播种费	hm ²	0.44	3202.44	0.14
	草籽费	kg	44	120	0.53
2.4.3	补撒草籽（紫花苜蓿、狗尾草）				0.55
	播种费	hm ²	0.44	3033.82	0.13
	草籽费	kg	35	120	0.42
（三）	西南紫色土区				236
1	直流线路				236
1.1	塔基区				100.08
1.1.1	恢复林地（紫穗槐）				25.27
	栽植费	株	26125	4.81	12.57
	苗木费	株	26125	1.5	3.92
	幼林抚育（1年）	hm ² /a	16.1	5456.32	8.78
1.1.2	播撒草籽（紫花苜蓿、狗尾草）				41.55
	播种费	hm ²	26.32	3202.44	8.43
	草籽费	kg	2760	120	33.12
1.1.3	补撒草籽（紫花苜蓿、狗尾草）				33.26
	播种费	hm ²	26.32	3033.82	7.99
	草籽费	kg	2106	120	25.27
1.2	牵张场地区				31.38
1.2.1	恢复林地（紫穗槐）				13.38
	栽植费	株	13805	4.81	6.64
	苗木费	株	13805	1.5	2.07
	幼林抚育（1年）	hm ² /a	8.55	5456.32	4.67
1.2.2	播撒草籽（紫花苜蓿、狗尾草）				9.87
	播种费	hm ²	6.44	3202.44	2.06
	草籽费	kg	651	120	7.81
1.2.3	补撒草籽（紫花苜蓿、狗尾草）				8.13
	播种费	hm ²	6.44	3033.82	1.95
	草籽费	kg	515	120	6.18
1.3	跨越施工场地区				8.18
1.3.1	播撒草籽（紫花苜蓿、狗尾草）				4.48
	播种费	hm ²	2.92	3202.44	0.94
	草籽费	kg	295	120	3.54
1.3.2	补撒草籽（紫花苜蓿、狗尾草）				3.7
	播种费	hm ²	2.92	3033.82	0.89
	草籽费	kg	234	120	2.81
1.4	施工道路区				96.36
1.4.1	恢复林地（紫穗槐）				10.89
	栽植费	株	2116	4.81	1.02
	苗木费	株	2116	1.5	0.32
	幼林抚育（1年）	hm ² /a	17.51	5456.32	9.55
1.4.2	播撒草籽（紫花苜蓿、狗尾草）				46.78

7 水土保持投资估算及效益分析

	播种费	hm ²	30.63	3202.44	9.81
	草籽费	kg	3081	120	36.97
1.4.3	补撒草籽(紫花苜蓿、狗尾草)				38.69
	播种费	hm ²	30.63	3033.82	9.29
	草籽费	kg	2450	120	29.4
三	第三部分 临时措施费				6009.97
(一)	北方风沙区				4043.07
1	直流线路				3966.42
1.1	塔基区				2994.36
	密目网苫盖	m ²	578198	7.14	412.83
	彩条布铺垫	m ²	412676	6.82	281.45
	彩条旗围护	m	173459	11.68	202.6
	泥浆沉淀池*	座	400	20000	800
	填土袋拦挡	m ³	21831	527.17	1150.86
	填土袋拆除	m ³	21831	67.16	146.62
1.2	牵张场地区				401.25
	密目网苫盖	m ²	11336	7.14	8.09
	彩条布铺垫	m ²	30671	6.82	20.92
	彩条旗围护	m	32716	11.68	38.21
	铺设钢板	m ²	72695	45.95	334.03
1.3	跨越施工场地区				38.29
	彩条旗围护	m	32784	11.68	38.29
1.4	施工道路区				532.52
	临时排水沟	m ³	328	47.02	1.54
	素土夯实	m ³	328	130.33	4.27
	填土袋拦挡	m ³	3444	527.17	181.56
	填土袋拆除	m ³	3444	67.16	23.13
	铺设钢板	m ²	70080	45.95	322.02
2	迁改线路				76.65
2.1	塔基区				43.75
	密目网苫盖	m ²	11662	7.14	8.33
	彩条布铺垫	m ²	7775	6.82	5.3
	彩条旗围护	m	3499	11.68	4.09
	填土袋拦挡	m ³	438	527.17	23.09
	填土袋拆除	m ³	438	67.16	2.94
2.2	牵张场地区				19.39
	密目网苫盖	m ²	367	7.14	0.26
	彩条布铺垫	m ²	2376	6.82	1.62
	彩条旗围护	m	2534	11.68	2.96
	铺设钢板	m ²	3167	45.95	14.55
2.3	跨越施工场地区				0.08
	彩条旗围护	m	69	11.68	0.08
2.4	施工道路区				13.43
	临时排水沟	m ³	5	47.02	0.02
	素土夯实	m ³	5	130.33	0.07
	填土袋拦挡	m ³	92	527.17	4.85
	填土袋拆除	m ³	92	67.16	0.62

7 水土保持投资估算及效益分析

	彩条旗围护	m	5800	11.68	6.77
	铺设钢板	m ²	240	45.95	1.1
(二)	西北黄土高原区				1376.82
1	直流线路				1325.03
1.1	塔基区				1012.72
	密目网苫盖	m ²	222333	7.14	158.75
	彩条布铺垫	m ²	214056	6.82	145.99
	彩条旗围护	m	66700	11.68	77.91
	泥浆沉淀池*	座	13	20000	26
	填土袋拦挡	m ³	10164	527.17	535.81
	填土袋拆除	m ³	10164	67.16	68.26
1.2	牵张场地区		0		89.34
	密目网苫盖	m ²	8556	7.14	6.11
	彩条布铺垫	m ²	10333	6.82	7.05
	彩条旗围护	m	11022	11.68	12.87
	铺设钢板	m ²	13778	45.95	63.31
1.3	跨越施工场地区		0		12.61
	彩条旗围护	m	10800	11.68	12.61
1.4	施工道路区		0		210.36
	填土袋拦挡	m ³	3	527.17	0.16
	填土袋拆除	m ³	3	67.16	0.02
	临时排水沟	m	5883	6.35	3.74
	素土夯实	m ³	794	130.33	10.35
	彩条旗围护	m	167889	11.68	196.09
2	迁改线路		0		51.79
2.1	塔基区		0		32.19
	密目网苫盖	m ²	7167	7.14	5.12
	彩条布铺垫	m ²	4778	6.82	3.26
	彩条旗围护	m	2150	11.68	2.51
	填土袋拦挡	m ³	358	527.17	18.89
	填土袋拆除	m ³	358	67.16	2.41
2.2	牵张场地区		0		5.99
	密目网苫盖	m ²	889	7.14	0.63
	彩条布铺垫	m ²	667	6.82	0.45
	彩条旗围护	m	711	11.68	0.83
	铺设钢板	m ²	889	45.95	4.08
2.3	跨越施工场地区		0		0.19
	彩条旗围护	m	167	11.68	0.19
2.4	施工道路区		0		13.42
	填土袋拦挡	m ³	222	527.17	11.71
	填土袋拆除	m ³	222	67.16	1.49
	临时排水沟	m	89	6.35	0.06
	素土夯实	m ³	12	130.33	0.16
(三)	西南紫色土区		0		512.15
1	直流线路		0		512.15
1.1	塔基区		0		391.4
	密目网苫盖	m ²	85969	7.14	61.38
	彩条布铺垫	m ²	82768	6.82	56.45

7 水土保持投资估算及效益分析

	彩条旗围护	m	25791	11.68	30.12
	泥浆沉淀池*	座	5	20000	10
	填土袋拦挡	m ³	3930	527.17	207.18
	填土袋拆除	m ³	3930	67.16	26.39
1.2	牵张场地区		0		34.54
	密目网苫盖	m ²	3308	7.14	2.36
	彩条布铺垫	m ²	3996	6.82	2.72
	彩条旗围护	m	4262	11.68	4.98
	铺设钢板	m ²	5327	45.95	24.48
1.3	跨越施工场地区		0		4.88
	彩条旗围护	m	4176	11.68	4.88
1.4	施工道路区		0		81.33
	临时排水沟	m	2275	6.35	1.44
	素土夯实	m ³	307	130.33	4
	填土袋拦挡	m ³	1	527.17	0.06
	填土袋拆除	m ³	1	67.16	0.01
	彩条旗围护	m	64917	11.68	75.82
(四)	其它临时措施费	%	2	38966700	77.93
四	甘肃省合计				10417.5
	北方风沙区				6189.17
	西北黄土高原区				3147.01
	西南紫色土区				1003.39

表 7.1-9 陕西省境内水土保持措施投资估算表

序号	工程费用名称	单位	数量	单价(元)	合价(万元)	
一	第一部分 工程措施费				205.31	
(一)	西南紫色土区				205.31	
1	直流线路				205.19	
1.1	塔基区				133.83	
	排水沟体积*	m ³	379	200	47.02	
	浆砌石护坡*	m ³	176	3831	24.2	
	表土剥离	hm ²	2.35	85790	20.16	
	表土回覆	万 m ³	0.47	4E+05	20.37	
	土地整治	植被恢复	hm ²	17.21	11307	19.46
		穴状整地	个	17685	1.39	2.62
1.2	牵张场				6.22	
	表土剥离	hm ²	0.02	13022	0.03	
	表土回覆	万 m ³	0.004	59657	0.02	
	土地整治	植被恢复	hm ²	4.56	11307	5.16
		穴状整地	个	6840	1.39	1.01
1.3	跨越施工场地				1.13	
	土地整治	植被恢复	hm ²	1	11307	1.13
1.4	施工道路				64.01	
	表土剥离	hm ²	5.56	13022	7.24	
	表土回覆	万 m ³	1.11	59657	6.62	
	土地整治	植被恢复	hm ²	37.06	11307	41.91
		穴状整地	个	61667	1.39	8.24
2	迁改线路				0.12	
2.1	塔基区				0.12	
	表土剥离	hm ²	0.02	13022	0.03	
	表土回覆	万 m ³	0.004	59657	0.02	
	土地整治	植被恢复	hm ²	0.06	11307	0.07
		穴状整地	个	75	1.39	0.01
二	第二部分 植物措施费				340.5	
(一)	西南紫色土区				340.5	
1	直流线路				340.17	
1.1	塔基区				84.28	
1.1.1	恢复林地(紫穗槐)				44.77	
	栽植费	株	18393	4.19	8.22	
	苗木费	株	18393	15	29.43	
	幼林抚育(1年)	hm ² /a	11.79	6038	7.12	
1.1.2	播撒草籽(紫花苜蓿、狗尾草)				21.88	
	播种费(敏感区)	hm ²	3.44	2835	0.98	
	播种费(非敏感区)	hm ²	13.77	2701	3.72	
	草籽费	kg	1432	120	17.18	
1.1.3	补撒草籽(紫花苜蓿、狗尾草)				17.63	

7 水土保持投资估算及效益分析

序号	工程费用名称	单位	数量	单价(元)	合价(万元)
	播种费	hm ²	17.21	2567	4.42
	草籽费	kg	1101	120	13.21
1.2	牵张场				27.78
1.2.1	恢复林地(紫穗槐)				17.31
	栽植费	株	7113	4.19	3.18
	苗木费	株	7113	15	11.38
	幼林抚育(1年)	hm ² /a	4.56	6038	2.75
1.2.2	播撒草籽(紫花苜蓿、狗尾草)				5.8
	播种费(敏感区)	hm ²	0.91	2835	0.26
	播种费(非敏感区)	hm ²	3.65	2701	0.99
	草籽费	kg	379	120	4.55
1.2.3	补撒草籽(紫花苜蓿、狗尾草)				4.67
	播种费	hm ²	4.56	2567	1.17
	草籽费	kg	292	120	3.5
1.3	跨越施工场地				2.31
1.3.1	播撒草籽(紫花苜蓿、狗尾草)				1.28
	播种费(敏感区)	hm ²	0.2	2835	0.06
	播种费(非敏感区)	hm ²	0.8	2701	0.22
	草籽费	kg	83	120	1
1.3.2	补撒草籽(紫花苜蓿、狗尾草)				1.03
	播种费	hm ²	1	2567	0.26
	草籽费	kg	64	120	0.77
1.4	施工道路				225.8
1.4.1	恢复林地(紫穗槐)				140.72
	栽植费	株	57813	4.19	25.84
	苗木费	株	57813	15	92.5
	幼林抚育(1年)	hm ² /a	37.06	6038	22.38
1.4.2	播撒草籽(紫花苜蓿、狗尾草)				47.11
	播种费(敏感区)	hm ²	7.41	2835	2.1
	播种费(非敏感区)	hm ²	29.65	2701	8.01
	草籽费	kg	3083	120	37
1.4.3	补撒草籽(紫花苜蓿、狗尾草)				37.97
	播种费	hm ²	37.06	2567	9.51
	草籽费	kg	2372	120	28.46
2	迁改线路				0.33
2.1	塔基区				0.33
2.1.1	恢复林地(紫穗槐)				0.18
	栽植费	株	75	4.19	0.03
	苗木费	株	75	15	0.12
	幼林抚育(1年)	hm ² /a	0.05	6038	0.03
2.1.2	播撒草籽(紫花苜蓿、狗尾草)				0.08
	播种费	hm ²	0.06	2701	0.02

7 水土保持投资估算及效益分析

序号	工程费用名称	单位	数量	单价(元)	合价(万元)
	草籽费	kg	5	120	0.06
2.1.3	补撒草籽(紫花苜蓿、狗尾草)				0.07
	播种费	hm ²	0.06	2567	0.02
	草籽费	kg	3.84	120	0.05
三	第三部分 临时措施费				346.21
(一)	西南紫色土区				336.72
1	直流线路				335.53
1.1	塔基区				183.75
	密目网苫盖	m ²	46200	6.89	31.83
	彩条布铺垫	m ²	30800	5.68	17.49
	彩条旗围护	m	13860	10.18	14.11
	填土袋拦挡	m ³	2310	463.1	106.97
	填土袋拆除	m ³	2310	57.81	13.35
1.2	牵张场				23.67
	密目网苫盖	m ²	200	6.89	2.48
	彩条布铺垫	m ²	150	5.68	1.53
	彩条旗围护	m	160	10.18	2.93
	铺设钢板	m ²	200	46.47	16.73
1.3	跨越施工场地				1.53
	彩条旗围护	m	1500	10.18	1.53
1.4	施工道路				126.58
	填土袋拦挡	m ³	2310	463.1	106.97
	填土袋拆除	m ³	2310	57.81	13.35
	临时排水沟	m	3040	5.46	1.66
	素土夯实	m ³	410.4	112.2	4.6
2	迁改线路				1.19
2.1	塔基区				1.19
	密目网苫盖	m ²	300	6.89	0.21
	彩条布铺垫	m ²	200	5.68	0.11
	彩条旗围护	m	90	10.18	0.09
	填土袋拦挡	m ³	15	463.1	0.69
	填土袋拆除	m ³	15	57.81	0.09
(二)	其他临时工程费	%	2	4565900	9.49
四	陕西省合计				892.02

表 7.1-10 四川省境内水土保持措施投资估算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合价(万元)	
一	第一部分 工程措施费				891.94	
(一)	西南紫色土区				891.94	
1	直流线路				890.42	
1.1	塔基区				711.12	
	浆砌石护坡*	m ³	1790.00	1400.00	250.60	
	浆砌石挡渣墙*	m ³	221.00	1000.00	22.10	
	表土剥离	hm ²	13.64	59500.00/85512.00	95.18	
	表土回覆	万 m ³	3.27	432061.00	141.28	
	土地整治	耕地恢复	hm ²	17.34	11246.60	19.50
		土地整治	hm ²	48.42	11246.60	54.46
		穴状整地	个	29941	1.39	4.16
	浆砌石排水沟*	m ³	1032	1200.00	123.84	
1.2	牵张场地区				24.72	
	表土剥离	hm ²	1.23	13134.00	1.62	
	表土回覆	万 m ³	0.29	60169.00	1.74	
	土地整治	耕地恢复	hm ²	6.96	11246.60	7.83
		土地整治	hm ²	10.56	11246.60	11.88
		穴状整地	个	11888	1.39	1.65
1.3	跨越施工场地区				14.58	
	土地整治	耕地恢复	hm ²	5.42	11246.60	6.10
		土地整治	hm ²	7.54	11246.60	8.48
1.4	施工道路区				140.00	
	表土剥离	hm ²	6.26	13134.00	8.22	
	表土回覆	万 m ³	1.50	60169.00	9.03	
	土地整治	耕地恢复	hm ²	39.88	11246.60	44.85
		土地整治	hm ²	60.73	11246.60	68.30
		穴状整地	个	69034	1.39	9.60
2	迁改线路				1.52	
2.1	塔基区				1.52	
	表土剥离	hm ²	0.09	59500.00	0.54	
	表土回覆	万 m ³	0.02	432061.00	0.86	
	土地整治	土地整治	hm ²	0.09	11246.60	0.10
		穴状整地	个	144	1.39	0.02
二	第二部分 植物措施费				509.02	
(一)	西南紫色土区				509.02	
1	直流线路				508.50	
1.1	塔基区				162.75	
1.1.1	播撒草籽(黑麦草、狗牙根)				46.17	
	播种费(敏感区)	hm ²	2.13	2605.47	0.56	
	播种费(非敏感区)	hm ²	46.29	2508.44	11.61	

7 水土保持投资估算及效益分析

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合价(万元)
	草籽费	kg	3908	87.00	34.00
	补撒草籽(黑麦草、狗牙根)				38.88
	播种费	hm ²	48.42	2411.42	11.68
	草籽费	kg	3126	87.00	27.20
1.1.2	栽植灌木(荆条)				77.70
	栽植费	株	29941	4.26	12.76
	苗木费	株	29941	18.00	53.89
	幼林抚育	hm ² /a	18.55	5955.25	11.05
1.2	牵张场区				49.32
1.2.1	播撒草籽(黑麦草、狗牙根)				10.00
	播种费	hm ²	10.56	2508.44	2.65
	草籽费	kg	845	87.00	7.35
	补撒草籽(黑麦草、狗牙根)				8.43
	播种费	hm ²	10.56	2411.42	2.55
	草籽费	kg	676	87.00	5.88
1.2.2	栽植灌木(荆条)				30.89
	栽植费	株	11888	4.26	5.07
	苗木费	株	11888	18.00	21.40
	幼林抚育	hm ² /a	7.43	5955.25	4.42
1.3	跨越施工场地区				11.28
1.3.1	播撒草籽(黑麦草、狗牙根)				5.27
	播种费	hm ²	7.54	2508.44	0.02
	草籽费	kg	603	87.00	5.25
	补撒草籽(黑麦草、狗牙根)				6.01
	播种费	hm ²	7.54	2411.42	1.82
	草籽费	kg	482	87.00	4.19
1.4	施工道路区				285.15
1.4.1	撒播草籽(黑麦草、狗牙根)				57.90
	播种费(敏感区)	hm ²	2.67	2605.47	0.70
	播种费(非敏感区)	hm ²	58.06	2508.44	14.56
	草籽费	kg	4901	87.00	42.64
	补撒草籽(黑麦草、狗牙根)				48.11
	播种费	hm ²	58.06	2411.42	14.00
	草籽费	kg	3921	87.00	34.11
1.4.2	栽植灌木(荆条)				179.14
	栽植费	株	69034	4.26	29.41
	苗木费	株	69034	18.00	124.26
	幼林抚育	hm ² /a	42.77	5955.25	25.47
2	迁改线路				0.52
2.1	塔基区				0.52
2.1.1	播撒草籽(黑麦草、狗牙根)				0.08
	播种费	hm ²	0.09	2508.44	0.02

7 水土保持投资估算及效益分析

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合价(万元)
	草籽费	kg	7	87.00	0.06
	补撒草籽(黑麦草、狗牙根)				0.07
	播种费	hm ²	0.09	2411.42	0.02
	草籽费	kg	6	87.00	0.05
2.1.2	栽植灌木(荆条)				0.37
	栽植费	株	144	4.26	0.06
	苗木费	株	144	18.00	0.26
	幼林抚育	hm ² /a	0.09	5955.25	0.05
三	第三部分 临时措施费				1729.27
(一)	西南紫色土区				1709.18
1	直流线路				1706.80
1.1	塔基区				735.65
	密目网苫盖	m ²	177300	6.87	121.85
	彩条布铺垫	m ²	118200	6.24	73.71
	彩条旗围护	m	53190	10.15	53.97
	填土袋拦挡	m ³	8865	456.90	405.04
	填土袋拆除	m ³	8865	57.61	51.08
	泥浆沉淀池*	座	15	20000.00	30.00
1.2	牵张场区				155.13
	密目网苫盖	m ²	14600	6.87	10.03
	彩条布铺垫	m ²	10950	6.24	6.83
	彩条旗围护	m	11680	10.15	11.85
	铺设钢板	m ²	14600	86.59	126.42
1.3	跨越施工场地区				19.73
	彩条旗围护	m	19440	10.15	19.73
1.4	施工道路区				796.29
	填土袋拦挡	m ³	15000	456.90	685.35
	填土袋拆除	m ³	15000	57.61	86.42
	临时排水沟	m ³	1612	40.33	6.50
	素土夯实	m ³	1612	111.80	18.02
2	迁改线路				2.38
2.1	塔基区				2.38
	密目网苫盖	m ²	600	6.87	0.41
	彩条布铺垫	m ²	400	6.24	0.25
	彩条旗围护	m	180	10.15	0.18
	填土袋拦挡	m ³	30	456.90	1.37
	填土袋拆除	m ³	30	57.61	0.17
(二)	其他临时措施费	%	2	10044200.00	20.09
四	四川省合计				3130.23
	西南紫色土区				3130.23

表 7.1-11 重庆市境内水土保持措施投资估算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合价(万元)	
一	第一部分 工程措施费				1927.95	
(一)	西南紫色土区				1927.95	
1	直流线路				221.32	
1.1	塔基区				184.13	
	护坡*	m ³	399.36	1348.82	53.87	
	挡渣墙*	m ³	199.68	1348.82	26.93	
	排水沟*	m ³	275.20	1220.93	33.60	
	表土剥离(20cm)	hm ²	2.28	60486.71	13.79	
	表土剥离(30cm)	hm ²	0.78	86927.01	6.78	
	表土回覆	万 m ³	0.69	439288.33	30.31	
	土地整治	植被恢复	hm ²	12.81	11429.95	14.64
		穴状整地	个	9273	1.41	1.31
		耕地恢复	hm ²	2.54	11429.95	2.90
1.2	牵张场地区				5.62	
	表土剥离	hm ²	0.26	13334.14	0.35	
	表土回覆	万 m ³	0.07	61095.72	0.43	
	土地整治	植被恢复	hm ²	2.86	11429.95	3.27
		穴状整地	个	3200	1.41	0.45
		耕地恢复	hm ²	0.98	11429.95	1.12
1.3	跨越施工场地区				1.19	
	土地整治	植被恢复	hm ²	0.78	11429.95	0.89
		耕地恢复	hm ²	0.26	11429.95	0.30
1.4	施工道路区				30.38	
	表土剥离	hm ²	1.33	13334.14	1.77	
	表土回覆	万 m ³	0.29	61095.72	1.77	
	土地整治	植被恢复	hm ²	15.82	11429.95	18.08
		穴状整地	个	18281	1.41	2.58
		耕地恢复	hm ²	5.41	11429.95	6.18
2	接地极线路				113.92	
2.1	塔基区				82.18	
	护坡*	m ³	232.56	1329.29	30.91	
	排水沟*	m ³	157.28	1203.25	18.92	
	表土剥离(20cm)	hm ²	1.15	60486.71	6.96	
	表土剥离(30cm)	hm ²	0.39	86927.01	3.39	
	表土回覆	万 m ³	0.33	439288.33	14.50	
	土地整治	植被恢复	hm ²	5.00	11429.95	5.71
		穴状整地	个	4064	1.41	0.57
		耕地恢复	hm ²	1.07	11429.95	1.22
2.2	牵张场地区				1.47	
	表土剥离	hm ²	0.08	13334.14	0.11	

7 水土保持投资估算及效益分析

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合价(万元)	
	表土回覆	万 m ³	0.02	61095.72	0.12	
	土地整治	植被恢复	hm ²	0.74	11429.95	0.85
		穴状整地	个	832	1.41	0.12
		耕地恢复	hm ²	0.24	11429.95	0.27
2.3	跨越施工场地区				0.91	
	土地整治	植被恢复	hm ²	0.59	11429.95	0.67
		耕地恢复	hm ²	0.21	11429.95	0.24
2.4	施工道路区				29.36	
	表土剥离	hm ²	1.29	13334.14	1.72	
	表土回覆	万 m ³	0.30	61095.72	1.83	
	土地整治	植被恢复	hm ²	15.22	11429.95	17.40
		穴状整地	个	17621	1.41	2.48
		耕地恢复	hm ²	5.19	11429.95	5.93
3	受端换流站工程				1563.31	
3.1	站区				1451.93	
	站区雨水排水管*	m	16030	522.07	836.89	
	围墙边沟*	m ³	472.5	1659.55	78.41	
	边坡截排水沟*	m ³	192	1659.55	31.86	
	截洪沟*	m ³	2715.60	1659.55	450.67	
	表土剥离	hm ²	18.09	12268.98	22.19	
	表土回覆	万 m ³	5.28	56529.76	29.85	
	土地整治	植被恢复	hm ²	4.00	5153.36	2.06
3.2	进站道路区				66.26	
	进站道路截排水沟*	m ³	400	1415.23	56.61	
	表土剥离	hm ²	3.40	12268.98	4.17	
	表土回覆	万 m ³	0.97	56529.76	5.48	
3.3	外接电源工程区				1.00	
	表土剥离(30cm)	hm ²	0.01	39870.31	0.04	
	表土回覆	万 m ³	0.003	197584.58	0.06	
	土地整治	植被恢复	hm ²	0.92	5153.36	0.47
		穴状整地	个	1328	0.65	0.09
		耕地恢复	hm ²	0.66	5153.36	0.34
3.4	供排水工程区				30.81	
	站外雨水排水管*	m	200	551.59	11.03	
	八字式出水口*	座	2	20000.00	4.00	
	表土剥离	hm ²	3.32	12268.98	4.07	
	表土回覆	万 m ³	0.94	56529.76	5.31	
	土地整治	植被恢复	hm ²	6.51	5153.36	3.35
		穴状整地	个	9504	0.65	0.62
		耕地恢复	hm ²	4.71	5153.36	2.43
3.5	还建工程区				0.83	

7 水土保持投资估算及效益分析

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合价(万元)	
	表土剥离	hm ²	0.24	12268.98	0.29	
	表土回覆	万 m ³	0.07	56529.76	0.40	
	土地整治	植被恢复	hm ²	0.16	5153.36	0.08
		穴状整地	个	256	0.65	0.02
		耕地恢复	hm ²	0.08	5153.36	0.04
3.6	施工生产生活区				10.17	
	表土剥离	hm ²	3.00	12268.98	3.68	
	表土回覆	万 m ³	0.84	56529.76	4.75	
	土地整治	植被恢复	hm ²	1.80	5153.36	0.93
		穴状整地	个	2880	0.65	0.19
		耕地恢复	hm ²	1.20	5153.36	0.62
3.7	临时堆土区				2.31	
	土地整治	植被恢复	hm ²	2.40	5153.36	1.24
		穴状整地	个	3840	0.65	0.25
		耕地恢复	hm ²	1.60	5153.36	0.82
4	受端接地极				29.40	
4.1	汇流装置区				0.13	
	表土剥离	hm ²	0.11	12268.98	0.13	
4.2	电极电缆区				28.68	
	表土剥离	hm ²	5.61	12268.98	6.88	
	表土回覆	万 m ³	1.65	56529.76	9.33	
	土地整治	植被恢复	hm ²	3.7	5153.36	1.91
		穴状整地	个	5920	0.65	0.38
		耕地恢复	hm ²	19.76	5153.36	10.18
4.3	检修道路区				0.11	
	表土剥离	hm ²	0.09	12268.98	0.11	
4.4	外接电源工程区				0.48	
	表土剥离(30cm)	hm ²	0.02	39870.31	0.08	
	表土回覆	万 m ³	0.004	197584.58	0.08	
	土地整治	植被恢复	hm ²	0.3	5153.36	0.15
		穴状整地	个	458	0.65	0.03
		耕地恢复	hm ²	0.28	5153.36	0.14
二	第二部分 植物措施费				1247.25	
(一)	西南紫色土区				1247.25	
1	直流线路				126.71	
1.1	塔基区				43.64	
1.1.1	恢复林地(胡枝子)				21.22	
	栽植费	株	9273	4.23	3.92	
	苗木费	株	9273	15.00	13.91	
	幼林抚育(1年)	hm ² /a	5.60	6048.26	3.39	
1.1.2	播撒草籽(黑麦草、白三叶)				12.17	
	播种费(非敏感区)	hm ²	10.57	2528.41	2.67	

7 水土保持投资估算及效益分析

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合价(万元)
	播种费(敏感区)	hm ²	2.24	2622.59	0.59
	草籽费	kg	1060.64	84.00	8.91
	补撒草籽(黑麦草、白三叶)				10.25
	播种费	hm ²	12.81	2434.24	3.12
	草籽费	kg	848.51	84.00	7.13
1.2	牵张场地区				12.24
1.2.1	恢复林地(胡枝子)				7.36
	栽植费	株	3200	4.23	1.35
	苗木费	株	3200	15.00	4.80
	幼林抚育(1年)	hm ² /a	2.00	6048.26	1.21
1.2.2	播撒草籽(黑麦草、白三叶)				2.64
	播种费	hm ²	2.86	2528.41	0.72
	草籽费	kg	228.80	84.00	1.92
	补撒草籽(黑麦草、白三叶)				2.24
	播种费	hm ²	2.86	2434.24	0.70
	草籽费	kg	183.04	84.00	1.54
1.3	跨越施工场地区				1.33
1.3.1	播撒草籽(黑麦草、白三叶)				0.72
	播种费	hm ²	0.78	2528.41	0.20
	草籽费	kg	62.40	84.00	0.52
	补撒草籽(黑麦草、白三叶)				0.61
	播种费	hm ²	0.78	2434.24	0.19
	草籽费	kg	49.92	84.00	0.42
1.4	施工道路区				69.50
1.4.1	恢复林地(胡枝子)				41.83
	栽植费	株	18281	4.23	7.73
	苗木费	株	18281	15.00	27.42
	幼林抚育(1年)	hm ² /a	11.04	6048.26	6.68
1.4.2	播撒草籽(黑麦草、白三叶)				15.02
	播种费(非敏感区)	hm ²	13.06	2528.41	3.30
	播种费(敏感区)	hm ²	2.76	2622.59	0.72
	草籽费	kg	1309.76	84.00	11.00
	补撒草籽(黑麦草、白三叶)				12.65
	播种费	hm ²	15.82	2434.24	3.85
	草籽费	kg	1047.81	84.00	8.80
2	接地极线路				89.17
2.1	塔基区				18.00
2.1.1	恢复林地(胡枝子)				9.24
	栽植费	株	4064	4.23	1.72
	苗木费	株	4064	15.00	6.10
	幼林抚育(1年)	hm ² /a	2.34	6048.26	1.42
2.1.2	播撒草籽(黑麦草、白三叶)				4.75

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合价(万元)
	播种费(非敏感区)	hm ²	4.07	2528.41	1.03
	播种费(敏感区)	hm ²	0.93	2622.59	0.24
	草籽费	kg	414.88	84.00	3.48
	补撒草籽(黑麦草、白三叶)				4.01
	播种费	hm ²	5.00	2434.24	1.22
	草籽费	kg	331.90	84.00	2.79
2.2	牵张场地区				3.18
2.2.1	恢复林地(胡枝子)				1.91
	栽植费	株	832	4.23	0.35
	苗木费	株	832	15.00	1.25
	幼林抚育(1年)	hm ² /a	0.52	6048.26	0.31
2.2.2	播撒草籽(黑麦草、白三叶)				0.69
	播种费	hm ²	0.74	2528.41	0.19
	草籽费	kg	59.20	84.00	0.50
	补撒草籽(黑麦草、白三叶)				0.58
	播种费	hm ²	0.74	2434.24	0.18
	草籽费	kg	47.36	84.00	0.40
2.3	跨越施工场地区				1.01
2.3.1	播撒草籽(黑麦草、白三叶)				0.55
	播种费	hm ²	0.59	2528.41	0.15
	草籽费	kg	47.20	84.00	0.40
	补撒草籽(黑麦草、白三叶)				0.46
	播种费	hm ²	0.59	2434.24	0.14
	草籽费	kg	37.76	84.00	0.32
2.4	施工道路区				66.98
2.4.1	恢复林地(胡枝子)				40.30
	栽植费	株	17621	4.23	7.45
	苗木费	株	17621	15.00	26.43
	幼林抚育(1年)	hm ² /a	10.62	6048.26	6.42
2.4.2	播撒草籽(黑麦草、白三叶)				14.49
	播种费(非敏感区)	hm ²	12.40	2528.41	3.14
	播种费(敏感区)	hm ²	2.82	2622.59	0.74
	草籽费	kg	1262.72	84.00	10.61
	补撒草籽(黑麦草、白三叶)				12.19
	播种费	hm ²	15.22	2434.24	3.70
	草籽费	kg	1010.18	84.00	8.49
3	受端换流站工程				1013.26
3.1	站区				682.32
	植基袋护坡*	m ²	29554	129.83	383.69
	纤维绿化层护坡*	m ²	20390	98.53	200.90
	站区绿化*	m ²	40000	24.43	97.73
3.2	进站道路区				279.48

7 水土保持投资估算及效益分析

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合价(万元)
	植基袋护坡*	m ²	15000	129.83	194.74
	纤维绿化层护坡*	m ²	8600	98.53	84.74
3.3	外接电源工程区				3.89
3.3.1	恢复林地(胡枝子)				2.53
	栽植费	株	1328	2.17	0.29
	苗木费	株	1328	15.00	1.99
	幼林抚育(1年)	hm ² /a	0.83	3044.64	0.25
3.3.2	播撒草籽(黑麦草、白三叶)				0.75
	播种费	hm ²	0.92	1422.69	0.13
	草籽费	kg	73.42	84.00	0.62
	补撒草籽(黑麦草、白三叶)				0.61
	播种费	hm ²	0.92	1319.38	0.12
	草籽费	kg	58.73	84.00	0.49
3.4	供排水工程区				27.79
3.4.1	恢复林地(胡枝子)				18.13
	栽植费	株	9504	2.17	2.06
	苗木费	株	9504	15.00	14.26
	幼林抚育(1年)	hm ² /a	5.94	3044.64	1.81
3.4.2	播撒草籽(黑麦草、白三叶)				5.30
	播种费	hm ²	6.51	1422.69	0.93
	草籽费	kg	520.40	84.00	4.37
	补撒草籽(黑麦草、白三叶)				4.36
	播种费	hm ²	6.51	1319.38	0.86
	草籽费	kg	416.32	84.00	3.50
3.5	还建工程区				0.73
3.5.1	恢复林地(胡枝子)				0.49
	栽植费	株	256	2.17	0.06
	苗木费	株	256	15.00	0.38
	幼林抚育(1年)	hm ² /a	0.16	3044.64	0.05
3.5.2	播撒草籽(黑麦草、白三叶)				0.13
	播种费	hm ²	0.16	1422.69	0.02
	草籽费	kg	12.80	84.00	0.11
	补撒草籽(黑麦草、白三叶)				0.11
	播种费	hm ²	0.16	1319.38	0.02
	草籽费	kg	10.24	84.00	0.09
3.6	施工生产生活区				8.17
3.6.1	恢复林地(胡枝子)				5.49
	栽植费	株	2880	2.17	0.62
	苗木费	株	2880	15.00	4.32
	幼林抚育(1年)	hm ² /a	1.80	3044.64	0.55
3.6.2	播撒草籽(黑麦草、白三叶)				1.47
	播种费	hm ²	1.80	1422.69	0.26

7 水土保持投资估算及效益分析

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合价(万元)
	草籽费	kg	144.00	84.00	1.21
	补撒草籽(黑麦草、白三叶)				1.21
	播种费	hm ²	1.80	1319.38	0.24
	草籽费	kg	115.20	84.00	0.97
3.7	临时堆土区				10.88
3.7.1	恢复林地(胡枝子)				7.32
	栽植费	株	3840	2.17	0.83
	苗木费	株	3840	15.00	5.76
	幼林抚育(1年)	hm ² /a	2.40	3044.64	0.73
3.7.2	播撒草籽(黑麦草、白三叶)				1.95
	播种费	hm ²	2.40	1422.69	0.34
	草籽费	kg	192.00	84.00	1.61
	补撒草籽(黑麦草、白三叶)				1.61
	播种费	hm ²	2.40	1319.38	0.32
	草籽费	kg	153.60	84.00	1.29
4	受端接地极工程				18.11
4.1	电极电缆区				16.79
4.1.1	恢复林地(胡枝子)				11.29
	栽植费	株	5920	2.17	1.28
	苗木费	株	5920	15.00	8.88
	幼林抚育(1年)	hm ² /a	3.70	3044.64	1.13
4.1.2	播撒草籽(黑麦草、白三叶)				3.02
	播种费	hm ²	3.70	1422.69	0.53
	草籽费	kg	296.00	84.00	2.49
	补撒草籽(黑麦草、白三叶)				2.48
	播种费	hm ²	3.70	1319.38	0.49
	草籽费	kg	236.80	84.00	1.99
4.2	外接电源工程区				1.32
4.2.1	恢复林地(胡枝子)				0.88
	栽植费	株	458	2.17	0.10
	苗木费	株	458	15.00	0.69
	幼林抚育(1年)	hm ² /a	0.29	3044.64	0.09
4.2.2	播撒草籽(黑麦草、白三叶)				0.24
	播种费	hm ²	0.30	1422.69	0.04
	草籽费	kg	24.12	84.00	0.20
	补撒草籽(黑麦草、白三叶)				0.20
	播种费	hm ²	0.30	1319.38	0.04
	草籽费	kg	19.29	84.00	0.16
三	第三部分 临时措施费				961.14
(一)	西南紫色土区				949.53
1	直流线路				338.39
1.1	塔基区				149.86
	泥浆沉淀池*	座	1	20000.00	2.00

7 水土保持投资估算及效益分析

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合价(万元)
	密目网苫盖	m ²	37500	6.63	24.86
	彩条布铺垫	m ²	25000	6.15	15.38
	彩条旗围护	m	11250	10.15	11.42
	填土袋拦挡	m ³	1875	454.53	85.22
	填土袋拆除	m ³	1875	58.58	10.98
1.2	牵张场地区				32.94
	铺设钢板	m ²	3200	83.56	26.74
	密目网苫盖	m ²	3200	6.63	2.12
	彩条布铺垫	m ²	2400	6.15	1.48
	彩条旗围护	m	2560	10.15	2.60
1.3	跨越施工场地区				1.58
	彩条旗围护	m	1560	10.15	1.58
1.4	施工道路区				154.01
	填土袋拦挡	m ³	2900	454.53	131.81
	填土袋拆除	m ³	2900	58.58	16.99
	临时排水沟	m ³	337	41.01	1.38
	素土夯实	m ³	337	113.68	3.83
2	接地极线路				280.85
2.1	塔基区				105.46
	泥浆沉淀池*	座	5	20000.00	10.00
	密目网苫盖	m ²	35200	6.63	23.34
	彩条布铺垫	m ²	26400	6.15	16.24
	彩条旗围护	m	10560	10.15	10.72
	填土袋拦挡	m ³	880	454.53	40.00
	填土袋拆除	m ³	880	58.58	5.16
2.2	牵张场地区				15.23
	铺设钢板	m ²	1400	83.56	11.70
	密目网苫盖	m ²	2100	6.63	1.39
	彩条布铺垫	m ²	1400	6.15	0.86
	彩条旗围护	m	1260	10.15	1.28
2.3	跨越施工场地区				1.22
	彩条旗围护	m	1200	10.15	1.22
2.4	施工道路区				158.94
	填土袋拦挡	m ³	3000	454.53	136.36
	填土袋拆除	m ³	3000	58.58	17.57
	临时排水沟	m ³	324	41.01	1.33
	素土夯实	m ³	324	113.68	3.68
3	受端换流站工程				227.49
3.1	站区				29.73
	密目网苫盖	m ²	12000	5.02	6.02
	填土袋拦挡	m ³	878	236.98	20.81

7 水土保持投资估算及效益分析

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合价(万元)
	填土袋拆除	m ³	878	26.13	2.29
	临时排水沟	m ³	53	18.29	0.10
	临时沉沙池	座	2	2534.27	0.51
3.2	进站道路区				25.25
	密目网苫盖	m ²	36000	5.02	18.07
	填土袋拦挡	m ³	273	236.98	6.47
	填土袋拆除	m ³	273	26.13	0.71
3.3	外接电源工程区				0.29
	彩条布铺垫	m ²	52	4.49	0.02
	密目网苫盖	m ²	536	5.02	0.27
3.4	供排水工程区				76.42
	彩条布铺垫	m ²	23532	4.49	10.57
	密目网苫盖	m ²	66588	5.02	33.43
	填土袋拦挡	m ³	1232	236.98	29.20
	填土袋拆除	m ³	1232	26.13	3.22
3.5	施工生产生活区				13.33
	密目网苫盖	m ²	3000	5.02	1.51
	填土袋拦挡	m ³	428	236.98	10.14
	填土袋拆除	m ³	428	26.13	1.12
	临时排水沟	m ³	26	18.29	0.05
	临时沉沙池	座	2	2534.27	0.51
3.6	临时堆土区				82.47
	彩条布铺垫	m ²	35758	4.49	16.06
	密目网苫盖	m ²	42910	5.02	21.54
	填土袋拦挡	m ³	1679	236.98	39.79
	填土袋拆除	m ³	1679	26.13	4.39
	临时排水沟	m ³	101	18.29	0.18
	临时沉沙池	座	2	2534.27	0.51
4	受端接地极工程				102.80
4.1	汇流装置区				2.99
	填土袋拦挡	m ³	110	236.98	2.61
	填土袋拆除	m ³	110	26.13	0.29
	密目网苫盖	m ²	180	5.02	0.09
4.2	电极电缆区				98.77
	彩条布铺垫	m ²	11690	4.49	5.25
	填土袋拦挡	m ³	2738	236.98	64.89
	填土袋拆除	m ³	2738	26.13	7.15
	密目网苫盖	m ²	42785	5.02	21.48
4.3	检修道路区				0.87
	填土袋拦挡	m ³	32	236.98	0.76
	填土袋拆除	m ³	32	26.13	0.08

7 水土保持投资估算及效益分析

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价 (元)	合价 (万元)
	密目网苫盖	m ²	53	5.02	0.03
4.4	外接电源工程区				0.17
	彩条布铺垫	m ²	43	4.49	0.02
	密目网苫盖	m ²	307	5.02	0.15
(二)	其它临时措施费	%	2	5803360.89	11.61
四	重庆市合计				4136.34
	西南紫色土区				4136.34

表 7.1-12 独立费用估算表

序号	工程名称及费用	编制依据及计算公式	费用(万元)
1	建设管理费	(工程措施+植物措施+临时工程)×2.0%	429.48
2	科研勘测设计费	参照《<工程勘察收费标准>(计价格[2002]10号)、《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>(发改价格[2015]299号)的指导意见》(中电联定额[2015]162号)计列	1543.92
3	水土保持监理费	参照国家电网电定[2018]32号计列	796.18
4	水土保持监测费	参照国家电网电定[2018]32号计列	1049.58
5	水土保持设施验收报告编制费	参照国家电网电定[2018]32号计列	1415.36
合计			5234.52

表 7.1-13 本工程水土保持监理费估算表

序号	工程类别	取费基数	费率/费用	取费基数	小计(万元)
1	送端换流站	建筑工程费+安装工程费	0.10%	158462	158.46
2	受端换流站	建筑工程费+安装工程费	0.10%	144396	144.40
3	直流线路工程	路径长度≤500km	0.14 万元/km	500	105
		路径长度>500km 每增加 100km	12.88 万元	17.98	347.37
4	接地极线路	按单回路计	0.14 万元/km	195	40.95
合计					796.18

备注：特高压输电工程，沿线地貌类型复杂且以山丘为主，经过高海拔地区，并涉及水土保持敏感区，调整系数确定为 1.5。

表 7.1-14 本工程水土保持监测费用估算表

序号	工程类别	取费基数	费用	取费基数	小计(万元)
1	送端换流站	新建	24.22 万元/站	24.22	24.22
2	受端换流站	新建	24.22 万元/站	24.22	24.22
3	直流线路工程	5km≤路径长度≤100km	7.56~20.59 万元	20.59	24.71
		路径长度>100, 每增加 1km	0.34	2198.2	896.87
4	接地极线路	按单回路计	0.34	195	79.56
合计					1049.58

备注：特高压输电工程，沿线地貌类型复杂且以山丘为主，并涉及水土保持敏感区，调整系数确定为 1.2。

表 7.1-15 本工程水土保持设施验收报告编制费费用估算表

序号	工程类别	取费基数	费用	取费基数	小计万元
1	送端换流站	新建	31.70 万元/站	31.7	31.7
2	受端换流站	新建	31.70 万元/站	31.7	31.7
3	直流线路工程	5km≤路径长度≤100km	12.37 ~ 25.76 万元	25.76	30.912
		路径长度>100, 每增加 1km	0.46	2198.2	1213.41
4	接地极线路	每增加 1km	0.46	195	107.64
合计					1415.36

备注：特高压输电工程，沿线地貌类型复杂且以山丘为主，并涉及水土保持敏感区，调整系数确定为 1.2。

表 7.1-16 本工程水土保持补偿费计算表

序号	行政区划	水土保持补偿费计征面积 (hm ²)	补偿标准 (元/m ²)	合计 (万元)
1	新疆维吾尔自治区	400.09	1.0	400.09
1.1	哈密市	394.07	1.0	394.07
	巴里坤哈萨克自治县	109.77	1.0	109.77
	伊吾县	191.93	1.0	191.93
	伊州区	102.76	1.0	102.76
1.2	第十三师新星市	6.02	1.0	6.02
	红山农场	6.02	1.0	6.02
2	甘肃省	935.74	1.4	1310.04
2.1	酒泉市	327.72	1.4	458.81
	肃北县	132.48	1.4	185.47
	瓜州县	34.28	1.4	47.99
	玉门市	89.67	1.4	125.54
	金塔县	33.13	1.4	46.38
	肃州区	38.16	1.4	53.43
2.2	嘉峪关市	2.12	1.4	2.97
2.3	张掖市	165.79	1.4	232.11
	高台县	60.32	1.4	84.45
	肃南裕固族自治县	12.68	1.4	17.75
	临泽县	29.32	1.4	41.05
	甘州区	21.09	1.4	29.53
	山丹县	42.38	1.4	59.33
2.4	金昌市	71.11	1.4	99.55
	永昌县	71.11	1.4	99.55
2.5	武威市	96.07	1.4	134.50
	民勤县	1.64	1.4	2.30
	凉州区	55.10	1.4	77.14
	古浪县	39.33	1.4	55.06
2.6	白银市	21.22	1.4	29.71
	白银区	2.72	1.4	3.81
	景泰县	18.50	1.4	25.90

7 水土保持投资估算及效益分析

序号	行政区划	水土保持补偿费计征面积 (hm ²)	补偿标准 (元/m ²)	合计 (万元)
2.7	兰州市	56.52	1.4	79.13
	皋兰县	38.70	1.4	54.18
	榆中县	17.82	1.4	24.95
2.8	定西市	74.16	1.4	103.82
	安定区	44.56	1.4	62.38
	陇西县	14.72	1.4	20.61
	通渭县	14.88	1.4	20.83
2.9	天水市	44.13	1.4	61.78
	武山县	6.24	1.4	8.74
	甘谷县	18.41	1.4	25.77
	秦州区	19.48	1.4	27.27
2.10	陇南市	76.90	1.4	107.66
	礼县	8.00	1.4	11.20
	西和县	24.13	1.4	33.78
	成县	21.07	1.4	29.50
	康县	23.70	1.4	33.18
3	陕西省	60.86	1.7	103.46
3.1	汉中市	60.86	1.7	103.46
	略阳县	16.51	1.7	28.07
	宁强县	44.35	1.7	75.40
4	四川省	197.58	1.3	256.85
4.1	广元市	68.98	1.3	89.67
	朝天区	15.81	1.3	20.55
	旺苍县	29.21	1.3	37.97
	苍溪县	23.96	1.3	31.15
4.2	南充市	88.18	1.3	114.63
	阆中市	13.76	1.3	17.89
	仪陇县	29.48	1.3	38.32
	蓬安县	35.77	1.3	46.50
	高坪区	9.17	1.3	11.92
4.3	广安市	40.42	1.3	52.55
	岳池县	23.80	1.3	30.94
	武胜县	16.62	1.3	21.61
5	重庆市	143.94	1.4	201.52
5.1	合川区	62.80	1.4	87.92
5.2	北碚区	17.80	1.4	24.92
5.3	渝北区	63.34	1.4	88.68
	合计	1738.21		2271.96

表 7.1-17 主体工程水土保持单价汇总表 单位: 元

序号	工程名称	单位	单价
1	新疆维吾尔自治区		
1.1	送端换流站		
	集水池	座	127998
	站内排水管 (钢筋砼, DN200)	m	603.78
	站内排水管 (钢筋砼, DN300)	m	603.78
	站内排水管 (钢筋砼, DN400)	m	1139.21
	站内排水管 (钢筋砼, DN500)	m	1139.21
	站内排水管 (钢筋砼, DN600)	m	1139.21
	站内排水管 (钢筋砼, DN800)	m	1895.03
	站内排水管 (钢筋砼, DN1000)	m	1895.03
	站内排水管 (钢筋砼, DN1200)	m	2414.56
	六棱混凝土砖护坡	m ²	200.74
	砾石压盖	m ²	154.06
1.2	线路工程 (直流线路)		
	浆砌石护坡	m ³	1405.50
	浆砌石排水沟	m ³	1274.00
1.3	线路工程 (接地极线路)		
	浆砌石护坡	m ³	1389.44
	浆砌石排水沟	m ³	1258.17
2	甘肃省		
2.1	线路工程		
	截/排水沟	m ³	1263.66
	石方格沙障	m ²	14.00
	砾石压盖	m ²	37.32
	挡渣墙	m ³	1396.03
	堡坎/护坡	m ³	1396.03
	泥浆沉淀池	座	20000.00
3	陕西省		
3.1	线路工程		
	浆砌石护坡	m ³	1375.28
	浆砌石排水沟	m ³	1240.55

7 水土保持投资估算及效益分析

序号	工程名称	单位	单价
	泥浆沉淀池	座	20000
4	四川省		
4.1	线路工程		
	浆砌石护坡	m ³	1400.00
	浆砌石挡渣墙	m ³	1000.00
	浆砌石排水沟	m	1200.00
	泥浆沉淀池	座	20000.00
5	重庆市		
5.1	受端换流站		
	站区雨水排水管	m	522.07
	围墙边沟	m ³	1659.55
	边坡截排水沟	m ³	1659.55
	截洪沟	m ³	1659.55
	进站道路截排水沟	m ³	1415.23
	站外雨水排水管	m	551.59
	八字式出水口	座	20000.00
	站区植基袋护坡	m ²	129.83
	纤维绿化层护坡	m ²	98.53
	站区绿化	m ²	24.43
5.2	线路工程（直流线路）		
	浆砌石护坡	m ³	1348.82
	浆砌石挡渣墙	m ³	1348.82
	浆砌石排水沟	m ³	1220.93
	泥浆沉淀池	座	20000.00
5.3	线路工程（接地极线路）		
	浆砌石护坡	m ³	1329.29
	浆砌石排水沟	m ³	1203.25
	泥浆沉淀池	座	20000.00

表 7.1-18 方案设计的水土保持单价汇总表 单位：元

序号	工程名称	单位	单价	其中								
				人工费	材料费	机械使用费	措施费	间接费	企业利润	税金	扩大10%	
1	新疆维吾尔自治区											
1.1	换流站、接地极工程											
	土地整治（土地平整）	100m ²	131.79	7.58	1.29	75.37	7.87	12.58	5.23	9.89	11.98	
	砾幕剥离	100m ²	154.43	7.58	1.29	94.21	13.66	5.93	6.13	11.59	14.04	
	砾幕回覆	100m ³	714.37	33.55	3.69	438.36	62.82	29.02	28.37	53.62	64.94	
	填土袋拦挡	100m ³	27762.56	12577.49	5166.15		1659.03	2649.48	1102.61	2083.93	2523.87	
	填土袋拆除	100m ³	2930.58	1818.43	54.55		175.13	279.68	116.39	219.98	266.42	
	密目网苫盖	100m ²	526.50	108.24	228.26		31.46	50.25	20.91	39.52	47.86	
	彩条布铺垫	100m ²	490.79	108.24	205.43		29.33	46.84	19.49	36.84	44.62	
	彩条旗围护	100m	659.09	265.19	156.05		39.38	62.90	26.18	49.47	59.92	
	铺设钢板	100m ²	169.36	108.24	0.00		10.12	16.16	6.73	12.71	15.40	
1.2	线路工程											
	土地整治（土地平整）	100m ²	171.93	10.60	1.80	99.98	15.25	8.93	6.83	12.91	15.63	
	砾幕剥离	100m ²	171.93	10.60	1.80	99.98	15.25	8.93	6.83	12.91	15.63	
	砾幕回覆	100m ³	789.31	587.26	5.17	465.23	69.90	39.69	31.35	59.25	71.76	
	填土袋拦挡	100m ³	52847.17	17600.81	5166.15		5387.46	13822.76	2098.86	3966.84	4804.29	
	填土袋拆除	100m ³	6688.47	2544.70	76.34		697.37	1994.33	265.64	502.05	608.04	
	密目网苫盖	100m ²	715.78	151.47	228.26		68.72	120.10	28.43	53.73	65.07	
	彩条布铺垫	100m ²	683.35	151.47	205.43		65.94	119.96	27.14	51.29	62.12	
	彩条旗围护	100m	1181.16	371.10	156.05		119.32	291.74	46.91	88.66	107.38	

7 水土保持投资估算及效益分析

序号	工程名称	单位	单价	其中							
				人工费	材料费	机械使用费	措施费	间接费	企业利润	税金	扩大10%
	铺设钢板	100m ²	4442.74	151.47	2853.25		387.91	136.29	176.45	333.48	403.89
2	甘肃省(线路工程)										
	表土剥离(人工, 20cm)	100m ²	693.28	260.42	26.04		65.79	198.43	27.53	52.04	63.03
	表土剥离(人工, 30cm)	100m ²	996.34	374.26	37.43		94.55	285.16	39.57	74.79	90.58
	表土剥离(机械)	100m ²	182.79	10.92	1.86	108.62	14.81	8.98	7.26	13.72	16.62
	表土回覆(人工)	100m ³	5035.99	1943.01	97.15		480.13	1479.86	200.01	378.01	457.82
	表土回覆(机械)	100m ³	839.66	48.34	5.32	505.44	67.92	39.93	33.35	63.03	76.33
	砾幕剥离	100m ²	182.79	10.92	1.86	108.62	14.81	8.98	7.26	13.72	16.62
	砾幕回覆	100m ³	839.66	48.34	5.32	505.44	67.92	39.93	33.35	63.03	76.33
	土地整治(耕地恢复)	1hm ²	13081.7	5114.83	131.08		1250.17	3894.87	519.55	981.95	1189.25
	土地整治(植被恢复)	1hm ²	13081.7	5114.83	131.08		1250.17	3894.87	519.55	981.95	1189.25
	土地整治(土地平整)	1hm ²	182.79	10.92	1.86	108.62	14.81	8.98	7.26	13.72	16.62
	土地整治(穴状整地)	100个	145.95	52.88	13.36		13.36	40.29	5.59	15.26	13.27
	填土袋拦挡	100m ³	52717.26	18120.23	4999.5		4928.29	13825.97	2093.7	3957.09	4792.48
	填土袋拆除	100m ³	6716.46	2619.79	78.59		641.59	1995	266.75	504.15	610.59
	密目网苫盖	100m ²	713.98	155.94	228.26		62.81	120.11	28.36	53.59	64.91
	彩条布铺垫	100m ²	681.89	155.94	205.43		60.3	119.97	27.08	51.18	61.99
	彩条旗围护	100m	1168.05	382.05	145.64		108.34	291.76	46.39	87.68	106.19
	铺设钢板	100m ²	4595.2	155.94	2990.21		366.9	136.97	182.5	344.93	417.75
	人工挖排水沟	100m ³	4701.52	1833.85	55.02		449.11	1396.5	186.72	352.91	427.41
	素土夯实	100m ³	13033.16	5083.64	152.51		1245	3871.26	517.62	978.3	1184.83
	播撒草籽(早熟禾、披碱草)	1hm ²	3135	935.64	552		286.83	715.7	124.51	235.32	285

7 水土保持投资估算及效益分析

序号	工程名称	单位	单价	其中							
				人工费	材料费	机械使用费	措施费	间接费	企业利润	税金	扩大10%
	补撒草籽（早熟禾、披碱草）	1hm ²	2979.87	935.64	441.6		274.67	715.03	118.35	223.68	270.9
	播撒草籽（紫花苜蓿、狗尾草） （非敏感区）	1hm ²	2523.73	813.6	336		233.56	621.47	100.23	189.44	229.43
	播撒草籽（紫花苜蓿、狗尾草） （敏感区）	1hm ²	3371.09	935.64	720		305.33	716.73	133.89	253.04	306.46
	补撒草籽（紫花苜蓿、狗尾草）	1hm ²	3033.82	935.64	480		278.9	715.26	120.49	227.73	275.8
	恢复林地（紫穗槐）	100株	453.22	149.16	54.88		42.07	113.89	18	34.02	41.2
	恢复林地（梭梭）	100株	495.31	171.53	44.68		46.36	130.86	19.67	37.18	45.03
	幼林抚育	1 每公顷年	5456.32	1952.64	195.26		493.25	1539.46	209.03	570.65	496.03
3	陕西省（线路工程）										
	表土剥离（人工，20cm）	100m ²	596.97	228.29	22.83		49.87	173.19	23.71	44.81	54.27
	表土剥离（人工，30cm）	100m ²	857.9	328.08	32.81		71.67	248.88	34.07	64.4	77.99
	表土剥离（机械）	100m ²	130.22	9.57	1.63	74.57	9.95	7.72	5.17	9.77	11.84
	表土回覆（人工）	100m ³	4334.83	1703.28	85.16		363.18	1291.59	172.16	325.38	394.08
	表土回覆（机械）	100m ³	596.57	42.38	4.66	346.99	45.57	34.27	23.69	44.78	54.23
	土地整治（耕地恢复）	1hm ²	11307.48	4483.76	150.05		948.3	3399.57	449.08	848.77	1027.95
	土地整治（植被恢复）	1hm ²	11307.48	4483.76	150.05		948.3	3399.57	449.08	848.77	1027.95
	土地整治（穴状整地）	100个	139.41	53.31	5.33		11.65	40.44	5.54	10.46	12.67
	填土袋拦挡	100m ³	46305.73	15884.54	4999.5		3826.43	12070.76	1839.06	3475.83	4209.61
	填土袋拆除	100m ³	5780.52	2296.56	68.9		484.88	1741.2	229.58	433.9	525.5
	密目网苫盖	100m ²	689.4	136.7	251.09		54.67	105.14	27.38	51.75	62.67

7 水土保持投资估算及效益分析

序号	工程名称	单位	单价	其中							
				人工费	材料费	机械使用费	措施费	间接费	企业利润	税金	扩大10%
	彩条布铺垫	100m ²	568.14	136.7	164.35		45.61	104.62	22.56	42.65	51.65
	彩条旗围护	100m	1018.04	334.92	135.24		83.79	254.69	40.43	76.42	92.55
	铺设钢板	100m ²	4646.79	136.7	3081.51		350.45	122.34	184.55	348.8	422.44
	人工挖排水沟	100m ³	4046.35	1607.59	48.23		339.42	1218.83	160.7	303.73	367.85
	素土夯实	100m ³	11216.96	4456.42	133.69		940.91	3378.76	445.49	841.97	1019.72
	播撒草籽(紫花苜蓿、狗尾草) (非敏感区)	1hm ²	2701.18	820.2	480		220.76	624.62	107.28	202.76	245.56
	播撒草籽(紫花苜蓿、狗尾草) (敏感区)	1hm ²	2835.39	820.2	576		230.79	625.2	112.61	212.83	257.76
	补撒草籽(紫花苜蓿、狗尾草)	1hm ²	2566.95	820.2	384		210.73	624.03	101.95	192.68	233.36
	灌木种植(紫穗槐)	100株	380.56	150.37	5.99		31.9	114.02	15.11	28.57	34.6
	幼林抚育	1 每公顷年	6038.12	1968.48	787.39		491.73	1548.55	239.81	453.24	548.92
4	四川省(线路工程)										
	表土剥离(机械)	100m ²	131.34	9.58	1.63	75.64	9.75	7.72	5.22	9.86	11.94
	表土剥离(人工, 30cm)	100m ²	855.12	328.56	32.86		69.1	248.71	33.96	64.19	77.74
	表土剥离(人工, 20cm)	100m ²	595	228.62	22.86		48.08	173.06	23.63	44.66	54.09
	表土回覆(人工)	100m ²	4320.61	1705.77	85.29		350.13	1290.72	171.6	324.32	392.78
	表土回覆(机械)	100m ³	601.69	42.44	4.67	351.94	44.62	34.26	23.9	45.16	54.7
	土地整治(植被恢复)	1hm ²	11246.6	4490.32	133.34		912.47	3397.18	446.67	844.2	1022.42
	土地整治(耕地恢复)	1hm ²	11246.6	4490.32	133.34		912.47	3397.18	446.67	844.2	1022.42
	土地整治(穴状整地)	100个	138.95	53.39	5.34		11.23	40.41	5.52	10.43	12.63

7 水土保持投资估算及效益分析

序号	工程名称	单位	单价	其中							
				人工费	材料费	机械使用费	措施费	间接费	企业利润	税金	扩大10%
	植生袋土填筑	100m ³	45689.72	15907.78	4666.2		3657.42	12060.52	1814.6	3429.59	4153.61
	植生袋土拆除	100m ³	5761.43	2299.92	69		467.43	1740.02	228.82	432.47	523.77
	密目网苫盖	100m ²	687.27	136.9	251.09		52.84	105.07	27.3	51.59	62.48
	铺设彩条布	100m ²	623.62	136.9	205.43		48.22	104.8	24.77	46.81	56.69
	彩条旗围护	100m	1014.73	335.41	135.24		80.85	254.51	40.3	76.17	92.25
	铺设钢板	100m ²	8658.65	136.9	5969		632.07	139.71	343.88	649.94	787.15
	人工挖排水沟	100m ³	4032.99	1609.94	48.3		327.2	1218.01	160.17	302.73	366.64
	素土夯实	100m ³	11179.91	4462.94	133.89		907.04	3376.47	444.02	839.19	1016.36
	播撒草籽(黑麦草、狗牙根,非敏感区)	1hm ²	2508.44	821.4	348		199.7	623.39	99.62	188.29	228.04
	播撒草籽(黑麦草、狗牙根,敏感区)	1hm ²	2605.47	821.4	417.6		206.75	623.81	103.48	195.57	236.86
	补撒草籽(黑麦草、狗牙根)	1hm ²	2411.42	821.4	278.4		192.65	622.97	95.77	181.01	219.22
	灌木种植(荆条)	100株	426.06	150.59	39.55		34.15	114.14	16.92	31.98	38.73
	幼林抚育	1 每公顷年	5955.25	1971.36	788.54		474.55	1495.87	236.52	447.02	541.39
5	重庆市										
5.1	换流站、接地极工程										
	表土剥离(人工, 20cm)	100m ²	277.43	164.05	16.41		13.48	26.43	11.02	20.82	25.22
	表土剥离(人工, 30cm)	100m ²	398.70	235.77	23.58		19.37	37.98	15.83	29.93	36.25
	表土剥离(机械)	100m ²	122.69	6.88	1.17	71.76	5.96	11.69	4.87	9.21	11.15
	表土回覆(人工)	100m ³	1975.85	1224.02	61.20		96.01	188.21	78.47	148.31	179.62

7 水土保持投资估算及效益分析

序号	工程名称	单位	单价	其中							
				人工费	材料费	机械使用费	措施费	间接费	企业利润	税金	扩大10%
	表土回覆（机械）	100m ³	565.30	30.45	3.35	333.91	27.47	53.85	22.45	42.43	51.39
	土地整治（耕地恢复）	1hm ²	5153.36	3222.15	129.95		250.40	490.88	204.67	386.82	468.49
	土地整治（植被恢复）	1hm ²	5153.36	3222.15	129.95		250.40	490.88	204.67	386.82	468.49
	土地整治（穴状整地）	100个	64.79	38.31	3.83		3.15	6.17	2.57	4.86	5.89
	填土袋拦挡	100m ³	23697.78	11415.05	3999.60		1151.47	2257.32	941.17	1778.82	2154.34
	填土袋拆除	100m ³	2613.32	1650.37	49.51		126.98	248.93	103.79	196.16	237.57
	密目网苫盖	100m ²	501.94	98.24	228.26		24.39	47.81	19.93	37.68	45.63
	彩条布铺垫	100m ²	449.30	98.24	194.02		21.83	42.80	17.84	33.73	40.85
	人工挖排水沟	100m ³	1829.32	1155.26	34.66		88.89	174.25	72.65	137.31	166.30
	临时沉砂池	矩形 4.5m ³	2534.27	885.11	763.35		123.14	241.40	100.65	190.23	230.39
	播撒草籽（黑麦草、白三叶）	1hm ²	1422.69	589.42	336.00		69.13	135.52	56.50	106.79	129.34
	补撒草籽（黑麦草、白三叶）	1hm ²	1319.38	589.42	268.80		64.11	125.68	52.40	99.04	119.94
	灌木种植（胡枝子）	100株	216.85	108.06	32.99		10.54	20.66	8.61	16.28	19.71
	幼林抚育	1 每公顷年	3044.64	1414.60	565.84		147.94	290.02	120.92	228.54	276.79
5.2	线路工程										
	表土剥离（人工，20cm）	100m ²	604.9	229.68	22.97		50.10	177.71	24.02	45.40	54.99
	表土剥离（人工，30cm）	100m ²	869.27	330.07	33.01		72.01	255.39	34.52	65.25	79.02
	表土剥离（机械）	100m ²	133.34	9.63	1.64	76.38	9.92	8.35	5.30	10.01	12.12
	表土回覆（人工）	100m ³	4392.88	1713.63	85.68		365.13	1324.88	174.47	329.74	399.35
	表土回覆（机械）	100m ³	610.96	42.63	4.69	355.41	45.42	37.14	24.26	45.86	55.54

7 水土保持投资估算及效益分析

序号	工程名称	单位	单价	其中							
				人工费	材料费	机械使用费	措施费	间接费	企业利润	税金	扩大10%
	土地整治(耕地恢复)	1hm ²	11429.95	4511.01	129.95		951.48	3486.52	453.95	857.96	1039.09
	土地整治(植被恢复)	1hm ²	11429.95	4511.01	129.95		951.48	3486.52	453.95	857.96	1039.09
	土地整治(穴状整地)	100个	141.26	53.64	5.36		11.70	41.50	5.61	10.60	12.84
	填土袋拦挡	100m ³	45452.69	15981.07	3999.60		3730.02	12392.95	1805.18	3411.79	4132.06
	填土袋拆除	100m ³	5858.23	2310.52	69.32		487.62	1785.81	232.66	439.73	532.57
	密目网苫盖	100m ²	662.81	137.53	228.26		51.77	108.92	26.32	49.75	60.26
	彩条布铺垫	100m ²	614.83	137.53	194.02		48.30	108.52	24.42	46.15	55.89
	彩条旗围护	100m	1015.11	336.95	124.84		82.76	261.77	40.32	76.20	92.28
	铺设钢板	100m ²	8356.19	137.53	5717.91		608.97	173.01	331.87	627.24	759.65
	人工挖排水沟	100m ³	4100.76	1617.36	48.52		341.34	1250.07	162.86	307.81	372.80
	素土夯实	100m ³	11367.75	4483.50	134.51		946.22	3465.32	451.48	853.29	1033.43
	播撒草籽(黑麦草、白三叶)(非敏感区)	1hm ²	2528.41	825.18	336.00		205.74	641.42	100.42	189.79	229.86
	播撒草籽(黑麦草、白三叶)(敏感区)	1hm ²	2622.59	825.18	403.20		212.56	642.21	104.16	196.86	238.42
	补撒草籽(黑麦草、白三叶)	1hm ²	2434.24	825.18	268.80		198.92	640.64	96.68	182.72	221.29
	灌木种植(胡枝子)	100株	423.45	151.28	32.99		34.82	117.26	16.82	31.79	38.50
	幼林抚育	1公顷年	6048.26	1980.44	792.18		492.34	1539.25	240.21	454.00	549.84

表 7.1-19 水土保持投资分年度实施计划表 单位: 万元

序号	工程或费用名称	分年度				投资合计	总投资的比例 (%)
		2023 年	2024 年	2025 年	2026 年		
第一部分 工程措施		1948.21	6152.76	1250.45		9351.43	27.67
1	送端换流站	547.81	1314.74	766.93		2629.48	7.78
2	送端接地极	13.56	32.54	18.98		65.07	0.19
3	受端换流站	325.69	781.66	455.97		1563.31	4.63
4	受端接地极	6.13	14.70	8.58		29.40	0.09
5	直流线路	1006.36	3824.18	0.00		4830.54	14.29
6	送端接地极线路	12.91	49.08	0.00		61.99	0.18
7	受端接地极线路	23.73	90.19	0.00		113.92	0.34
8	迁改线路	12.03	45.69	0.00		57.72	0.17
第二部分 植物措施		21.11	1668.54	899.73	747.70	3337.07	9.87
1	受端换流站	21.11	506.63	474.23	11.29	1013.26	3.00
2	受端接地极	0.00	9.06	5.16	3.90	18.11	0.05
3	直流线路	0.00	1097.01	393.80	703.21	2194.01	6.49
4	受端接地极线路	0.00	44.59	22.61	21.98	89.17	0.26
5	迁改线路	0.00	11.26	3.93	7.33	22.52	0.07
第三部分 临时措施		2398.85	8839.60	276.04		11514.49	34.07
1	送端换流站	49.72	119.34	69.61		238.67	0.71
2	送端接地极	51.26	123.03	71.77		246.06	0.73
3	受端换流站	47.39	113.75	66.35		227.49	0.67
4	受端接地极	21.42	51.40	29.98		102.80	0.30
5	直流线路	2063.18	7840.10	0.00		9903.28	29.30
6	送端接地极线路	52.49	199.45	0.00		251.94	0.75
7	受端接地极线路	58.51	222.34	0.00		280.85	0.83
8	迁改线路	27.50	104.51	0.00		132.01	0.39
9	其他临时措施	27.37	65.70	38.32		131.39	0.39
一至三部分合计		4368.18	16660.90	2426.21	747.70	24202.99	71.61
第四部分 独立费用		2017.93	714.63	625.16	1876.80	5234.52	15.49
1	建设管理费	89.48	214.74	125.27		429.48	1.27
2	科研勘测设计费	1543.92				1543.92	4.57
3	水土保持监理费	165.87	215.63	215.63	199.05	796.18	2.36
4	水土保持监测费	218.66	284.26	284.26	262.40	1049.58	3.11
5	水土保持设施验收报告编制费				1415.36	1415.36	4.19
一至四部分合计		6386.10	17375.53	3051.37	2624.50	29437.51	87.09
基本预备费		435.41	1044.99	609.58		2089.98	6.18
水土保持补偿费		2271.96				2271.96	6.72
水土保持总投资		9093.48	18420.52	3660.95	2624.50	33799.45	100.00

7.2 效益分析

本方案实施后各项水土保持措施起到了保持水土的作用，均达到或超过了预期的治理目标。经分析计算，本工程水土流失防治效果分析评价见下表。

表 7.2-1 水土流失防治效果分析评价指标表

防治指标	标准值	计算依据	单位	数量	计算结果	评价结果
水土流失治理度(%)	86.35	水土流失治理达标面积	hm ²	1687.72	97.10	达标
		水土流失总面积	hm ²	1738.21		
土壤流失控制比	0.89	容许土壤流失量	t/km ² a	996	0.91	达标
		治理后土壤流失量	t/km ² a	1096		
渣土防护率(%)	88.94	采取措施实际挡护临时堆土数量	万 m ³	426.24	92.35	达标
		临时堆土总量	万 m ³	460.67		
表土保护率(%)	90.78	保护的表土数量	万 m ³	34.31	94.57	达标
		可剥离表土总量	万 m ³	36.28		
林草植被恢复率(%)	95.15	林草类植被面积	hm ²	482.11	95.53	达标
		可恢复林草植被面积	hm ²	504.69		
林草覆盖率(%)	23.58	林草类植被面积	hm ²	482.11	27.74	达标
		项目建设区总面积	hm ²	1738.21		

(1) 水土流失治理度

设计水平年水土流失治理度计算见下表。

表 7.2-2 设计水平年水土流失治理度计算表

项目	水土流失总面积 (hm ²)	水保措施防治面积 (hm ²)	建构筑物占压及固化面积 (hm ²)	水土流失治理达标面积 (hm ²)	水土流失治理度 (%)
新疆维吾尔自治区	400.09	357.44	35	392.44	98.09
甘肃省	935.74	900.15	2.86	903.01	96.50
陕西省	60.86	59.10	0.12	59.22	97.31
四川省	197.58	191.28	0.54	191.82	97.08
重庆市	143.94	123.01	16.66	139.67	97.03
综合效果	1738.21	1630.98	56.74	1687.72	97.10

(2) 土壤流失控制比

设计水平年土壤流失控制比计算见下表。

表 7.2-3 设计水平年土壤流失控制比计算表

项目		容许土壤流失量 (t/(km ² a))	治理后平均水土流失量 (t/(km ² a))	土壤流失控制比
新疆维吾尔自治区	北方风沙区	1500	1700	0.88
甘肃省	北方风沙区	1500	1700	0.88
	西北黄土高原区	1000	1100	0.91
	西南紫色土区	500	500	1.00
陕西省	西南紫色土区	500	500	1.00
四川省	西南紫色土区	500	500	1.00
重庆市	西南紫色土区	500	500	1.00
综合效果		996	1096	0.91

(3) 渣土防护率、表土保护率

设计水平年渣土防护率、表土保护率计算见下表。

表 7.2-4 设计水平年渣土防护率、表土保护率计算表

项目	总弃渣量 (万 m ³)	实际防护渣量 (万 m ³)	可剥离表土量 (万 m ³)	保护表土量 (万 m ³)	渣土防护率 (%)	表土保护率 (%)
新疆维吾尔自治区	125.04	114.29			91.40	
甘肃省	120.42	110.12	18.17	16.91	91.44	93.08
陕西省	6.26	5.78	1.58	1.52	92.27	95.73
四川省	32.18	30.09	5.08	4.90	93.52	96.44
重庆市	176.76	165.96	11.45	10.99	93.89	95.94
综合效果	460.67	426.24	36.28	34.31	92.53	94.57

(4) 林草植被恢复率、林草覆盖率

设计水平年林草植被恢复率、林草覆盖率的计算见下表。

表 7.2-5 设计水平年林草植被恢复率、林草覆盖率计算表

项目	建设区面积 (hm ²)	可恢复林草植被面积 (hm ²)	林草植被面积 (hm ²)	林草植被恢复率 (%)	林草覆盖率 (%)
新疆维吾尔自治区	400.09	0	0		
甘肃省	935.74	235.88	220.88	93.64	23.60
陕西省	60.86	59.89	58.11	97.03	95.48
四川省	197.58	126.78	123.38	97.32	62.45
重庆市	143.94	82.14	79.74	97.08	55.40
综合效果	1738.21	504.69	482.11	95.53	27.74

由上述表可知，本工程扰动原地貌面积 1738.21hm²，方案实施后水土流失治理达标面积 1687.72hm²，水土保持措施面积 1630.98hm²，林草植被面积 482.11hm²，可减少水土流失量 192696t。至设计水平年末水土流失治理度达 97.10%，土壤流失控制比达 0.91，渣土防护率达 92.53%，表土保护率达 94.57%，林草植被恢复率达 95.53%，林草覆盖率达 27.74%，各项指标可达到防治目标要求。

8 水土保持管理

为贯彻落实《中华人民共和国水土保持法》，确保水土保持方案落到实处，在本方案实施过程中，建设单位应切实做好水土保持工程的招投标工作，落实工程的设计、施工、监理、监测工作，要求项目施工单位具有相应的专业资质，尤其注意在承包合同中明确水土流失防治责任，并依法成立水土保持方案实施领导小组，制定水土保持管理规章制度，主动向水行政主管部门做好水土保持工程的竣工验收备案工作。

8.1 组织管理

根据国家有关法律法规，水土保持方案报水行政主管部门批准后，建设单位将成立“哈密-重庆±800kV特高压直流输电工程”水土保持方案实施领导小组，配置专职人员负责水土保持工作的组织、管理和落实，按照经批准的水土保持方案，采取水土流失预防和治理措施。实施领导小组负责协调水土保持方案与主体工程的关系，统一领导，规范施工，制定方案实施的目标责任制，提出方案的实施、检查、验收方法和要求。同时建设单位将加强对施工技术人员水土保持法律、法规的宣传工作，提高其水土保持法律意识。

水土保持实施领导小组主要工作职责如下：

- (1) 认真贯彻、执行“预防为主、保护优先、全面规划、综合防治、因地制宜、突出重点、科学管理、注重效益”的水土保持工作方针；
- (2) 建立水土保持目标责任制，把水土保持列为工程进度、质量考核的内容之一，按年度向水行政主管部门报告水土流失防治情况，制定水土保持方案详细实施计划；
- (3) 工程施工期间，与设计、施工、监理单位保持畅通联系，协调好水土保持方案与主体工程的关系，确保水土保持设施的正常建设，并按时竣工，最大限度减少人为造成的水土流失和生态环境的破坏；
- (4) 定期深入工程现场进行检查，掌握工程施工和运行期间的水土流失状况及其防治措施落实状况。

自觉接受水行政主管部门的监督检查，与沿线各省、市、县地方水行政主管部门保持密切联系，工程开工及时报告。

按国家档案法有关规定建立水土保持工作档案。根据《基建部关于印发电网建设项目数码照片采集与管理办法的通知》（基建质量〔2016〕56号）规定做好水土保持施工记录和其他资料（如临时措施的影像资料、照片等）的管理、存档，以备监督检查和验收时查阅。

8.2 后续设计

按照《中华人民共和国水土保持法》有关条款“建设项目中的水土保持设施，必须和主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用”的规定，本水土保持方案经水行政主管部门批复后，建设单位将本方案制定的防治措施内容和投资纳入主体工程后续设计文件中，按程序与主体工程设计一并报经有关部门审核，作为水土保持措施实施的依据。无设计的水土保持措施，不得通过水土保持自主设施验收。

在初步设计及施工图设计中有水土保持专章或专篇，明确水土流失防治措施、标准和水土保持投资，施工图设计应当细化水土保持措施设计，加强水土保持措施图件的要求，按照国家电网有限公司相关文件要求对换流站和线路工程水保措施实施专项设计和“一塔一设计”，特别是北方风沙区、西北黄土高原区与西南紫色土区山丘区塔基余土处置、护坡、排水沟及消能措施的布设。项目初步设计阶段应进一步细化水保方案各防治分区中的各项水土保持措施投资，进一步明确水土保持措施概算费用。

当生产建设项目的地点、规模发生重大变化的，建设单位将补充或者修改水土保持方案并报水利部批准。水土保持方案实施过程中，水土保持措施需要作出重大变更的，应当经水利部批准。

8.3 水土保持监测

依据《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）、《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），本项目生产建设单位应当自行或者委托具备相应技术条件的机构开展水土保持监测工作。承担生产建设项目水土保持监测任务的单位（以下简称监测单位），应当按照水土保持有关技术标准和水土保持方案的要求，根据不同生产建设项目的特点，明确监测内容、方法和频次，调查获取项目区水土流失背景值，定量分析评价自项目动土至投产使用过程中的水土流失状况和防治效果，及时向生产建设单位提出控制施工过程中水土流失的意见建议，并按规定向水行政主管部门定期报送监测情况。监测单位在监测工作开展前要制定监测实施方案；在监测期间要做好监测记录和数据整编，按季度编制监测报告（以下简称监测季报）；在水土保持设施验收前应编制监测总结报告。监测实施方案、日常监测记录和数据、监测意见、监测季报和总结报告，应及时提交生产建设单位。监测单位发现可能发生水土流失危害情况的，应随时向生产建设单位报告。监测单位应当在每季度第一个月向项目涉及的流域管理机构报送上一季度的监测季报。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。监测结果应当公开，生产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。

生产建设单位要根据水土保持监测成果和三色评价结论，不断优化水土保持设计，加强施工组织管理，对监测发现的问题建立台账，及时组织有关参建单位采取整改措施，有效控制新增水土流失。对监测总结报告三色评价结论为“红”色的，务必整改措施到位并发挥效益后，方可通过水土保持设施自主验收。

8.4 水土保持监理

根据《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）要求，本项目占地面积大于200公顷、挖填土石方总量大于200万立方米，因此建设单位应委托有水土保持监理资质的单位开展水土保持监理工作。水土保持监理工作应按照水利工程建设监理的规定和水土保持监理规范执行。

本项目水土保持方案经批准后，为确保方案如期实施和方案实施质量，将实行工程监理制，并接受各级水行政主管部门的监督和检查。水土保持监理工程师要对水土保持方案的落实情况进行验收，确保水土保持各项措施的数量、质量、进度和投资，对水土保持设施的单元工程、分部工程、单位工程提出质量评定意见，并指导施工，接受当地水行政主管部门的监督检查，监理单位定期向建设单位提交水土保持工程监理报告。水土保持监理单位应收集施工过程的影像资料，作为备查和自验报告的依据。

8.5 水土保持施工

水土保持工程建设将与主体工程一起，在工程施工前实行招标投标制，以保证水土保持方案的顺利实施，并达到预期的设计标准。建设单位将本项目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，并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。

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。施工管理满足下列要求：

- (1) 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。
- (2) 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。
- (3) 注意施工及生活用火安全，防止火灾烧毁地表植被。
- (4) 建成的水土保持工作应有明确的管理维护要求。
- (5) 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。
- (6) 严格按设计方案施工，开挖、排弃土石方。
- (7) 严格控制施工扰动面积，不得随意扩大施工范围。
- (8) 合理安排工期，尽量避开雨季施工。
- (9) 优化施工工艺，避免重复开挖。
- (10) 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。
- (11) 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

依据《生产建设项目水土保持方案管理办法》（水利部令第 53 号）及《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），本项目生产建设单位必须按照有关要求自主开展水土保持设施验收。

（1）自主验收程序

1) 组织第三方机构编制水土保持设施验收报告。根据《生产建设项目水土保持方案管理办法》（水利部令第 53 号）有关要求，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。依法编制水土保持方案报告书的生产建设项目投产使用前，生产建设单位应当根据水土保持方案及其审批决定等，组织第三方机构编制水土保持设施验收报告，验收报告可以参照《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）附件 1 编写。第三方机构是指具有独立承担民事责任能力且具有相应水土保持技术条件的企业法人、事业单位法人或其他组织。各级水行政主管部门和流域管理机构不得以任何形式推荐、建议和要求生产建设单位委托特定第三方机构提供水土保持设施验收报告编制服务。

2) 明确验收结论。水土保持设施验收报告编制完成后，生产建设单位应当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，水土保持设施验收鉴定书可以参照《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）附件2编写。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，生产建设单位应当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开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。对于公众反映的主要问题和意见，生产建设单位应当及时给予处理或者回应。

4) 报备验收材料。生产建设单位应在向社会公开水土保持设施验收材料后、生产建设项目投产使用前，向水土保持方案审批机关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。

(2) 水土保持设施未经验收或者验收不合格的情形

水土保持设施未经验收或者验收不合格的，生产建设项目不得投产使用。存在下列情形之一的，水土保持设施验收结论应当为不合格：

- 1) 未依法依规履行水土保持方案编报审批程序或者开展水土保持监测、监理的；
- 2) 弃土弃渣未堆放在经批准的水土保持方案确定的专门存放地的；
- 3) 水土保持措施体系、等级和标准或者水土流失防治指标未按照水土保持方案批复要求落实的；
- 4) 存在水土流失风险隐患的；
- 5) 水土保持设施验收材料明显不实、内容存在重大缺项、遗漏的；
- 6) 存在法律法规和技术标准规定不得通过水土保持设施验收的其他情形的。