

中广核风电有限公司山西阳曲杨兴 10 万千瓦风电项目水土保持监测特性表

| 建设项目主体工程主要技术指标 |   |  |     |        |                   |                      |                          |                         |         |                      |
|----------------|---|--|-----|--------|-------------------|----------------------|--------------------------|-------------------------|---------|----------------------|
| 项目名称           |   | 中广核风电有限公司山西阳曲杨兴 10 万千瓦风电项目   |     |        |                   |                      |                          |                         |         |                      |
| 建设规模           | 总装机容量为 100MW  | 建设单位、联系人   |     |        | 中广核风电有限公司山西分公司    |                      |                          |                         |         |                      |
|                |   | 建设地点   |     |        | 山西省太原市阳曲县杨兴乡和凌井店乡 |                      |                          |                         |         |                      |
|                |   | 所属流域   |     |        | 黄河流域、海河流域         |                      |                          |                         |         |                      |
|                |   | 工程总投资  |     |        | 82964 万元          |                      |                          |                         |         |                      |
|                |   | 工程工期   |     |        | 13 个月             |                      |                          |                         |         |                      |
| 水土保持监测成果       |   |  |     |        |                   |                      |                          |                         |         |                      |
| 监测单位全称         |   | 山西宏志环境工程咨询有限公司   |     |        | 联系人及电话            |                      | 杨继宗<br>13754898490       |                         |         |                      |
| 自然地貌类型         |   | 北方土石山区   |     |        | 防治标准              |                      | 建设类二级标准                  |                         |         |                      |
| 监测内容           | 监测指标  | 监测方法（设施）   |     |        | 监测指标              |                      |                          | 监测方法（设施）                |         |                      |
|                | 1、水土流失状况监测  | 调查监测   |     |        | 3、水土保持措施效果监测      |                      |                          | 调查监测                    |         |                      |
|                | 2、水土流失危害监测  | 调查监测   |     |        | 4、水土流失防治目标监测      |                      |                          | 调查监测                    |         |                      |
| 水土流失预测总量       |   | 3057.04  |     |        | 水土流失背景值           |                      | 2895t/km <sup>2</sup> ·a |                         |         |                      |
| 建设期防治责任范围面积    |   | 49.13hm <sup>2</sup>   |     |        | 水土流失容许值           |                      | 200t/km <sup>2</sup> ·a  |                         |         |                      |
| 项目建设区面积        |   | 49.13hm <sup>2</sup>   |     |        | 水土流失目标值           |                      | 275t/km <sup>2</sup> ·a  |                         |         |                      |
| 直接影响区面积        |   | --   |     |        | 水土保持工程投资          |                      | 556.45 万元                |                         |         |                      |
| 防治措施           | ①风机箱变:全面整地 8.83hm <sup>2</sup> ,覆土 0.72 万 m <sup>3</sup> ,浆砌石挡墙 189m,干砌石挡墙 110m,植生袋挡墙 1728m;植被恢复 8.83hm <sup>2</sup> ,三年幼林抚育;临时堆土苫盖 3000hm <sup>2</sup> 。②升压站:站内排水沟 500m,站外排水沟 80m,表土剥离及回覆 540m <sup>3</sup> ;绿化 0.20hm <sup>2</sup> ;临时堆土苫盖 1500m <sup>2</sup> 。③施工生产生活区:表土剥离及回覆 450m <sup>3</sup> ;全面整地 0.15hm <sup>2</sup> ;植被恢复 0.15hm <sup>2</sup> ;临时苫盖 1000m <sup>2</sup> 。④输电线路:全面整地 9.38hm <sup>2</sup> ,植生袋挡墙 1575m;植被恢复 9.38hm <sup>2</sup> ;临时堆土苫盖 500m <sup>2</sup> 。⑤道路工程:进站道路排水沟 420m;施工检修道路浆砌石挡墙 445m,施工检修道路排水沟及顺接工程 826m,全面整地 9.18hm <sup>2</sup> ,覆土 1.27 万 m <sup>3</sup> ;进站道路绿化 0.04hm <sup>2</sup> ,施工检修道路植被恢复 9.18hm <sup>2</sup> ,三年幼林抚育;植生袋拦挡 1063m。 |  |     |        |                   |                      |                          |                         |         |                      |
| 监测结论           | 防治效果  | 分类分级指标   | 目标值 | 达到值    | 监测数量              |                      |                          |                         |         |                      |
|                |   | 扰动土地整治率  | 95% | 99.92% | 防治措施面积            | 28.25hm <sup>2</sup> | 永久建筑物面积及硬化面积             | 20.84hm <sup>2</sup>    | 扰动土地总面积 | 49.13hm <sup>2</sup> |
|                |   | 水土流失总治理度   | 85% | 99.86% | 防治责任范围面积          | 49.13hm <sup>2</sup> | 水土流失总面积                  | 28.29hm <sup>2</sup>    |         |                      |
|                |   | 土壤流失控制比  | 0.7 | 0.73   | 工程措施面积            | 0.47hm <sup>2</sup>  | 容许土壤流失量                  | 200t/km <sup>2</sup> ·a |         |                      |
|                |   | 拦渣率  | 95% | 98%    | 植物措施面积            | 27.78hm <sup>2</sup> | 治理后的平均土壤流失强度             | 275t/km <sup>2</sup> ·a |         |                      |
|                |   | 林草植被恢复率  | 95% | 99.86% | 可恢复林草植被面积         | 27.82hm <sup>2</sup> | 林草类植被面积                  | 27.78hm <sup>2</sup>    |         |                      |
|                |   | 林草覆盖率  | 20% | 56.55% | 实际拦渣量             | --                   | 弃渣                       | --                      |         |                      |
|                | 水土保持治理达标评价  | 六项指标均达到相关标准要求  |     |        |                   |                      |                          |                         |         |                      |
| 总体结论           |   | 建设单位实施水土保持措施后,六项指标均达到《开发建设项目水土流失防治标准》二级标准,水土保持设施具备正常运行条件,可以交付使用,满足开发建设项目水土保持验收的条件。 |     |        |                   |                      |                          |                         |         |                      |
| 主要建议           | (1) 后期加强植物措施的抚育工作;(2) 针对植物措施恢复不到位的在适当季节及时补植补栽;(3) 建议建设单位严格执行水保措施后续管护的各项制度。  |  |     |        |                   |                      |                          |                         |         |                      |



## 目录

|                         |           |
|-------------------------|-----------|
| 前言.....                 | 1         |
| 1 建设项目及水土保持工作概况.....    | 3         |
| 1.1 项目建设概况.....         | 3         |
| 1.2 水土流失防治工作概况.....     | 6         |
| 1.3 监测工作实施概况.....       | 7         |
| 2 重点部位水土流失动态监测结果.....   | 16        |
| 2.1 防治责任范围监测结果.....     | 16        |
| 2.2 弃土监测结果.....         | 18        |
| 3 水土流失防治措施监测结果.....     | 20        |
| 3.1 工程措施及实施进度.....      | 20        |
| 3.2 植物措施及实施进度.....      | 26        |
| 3.3 临时措施及实施进度.....      | 34        |
| 4 土壤流失量分析.....          | 错误！未定义书签。 |
| 4.1 各阶段土壤流失量分析.....     | 错误！未定义书签。 |
| 4.2 各扰动土地类型土壤流失量分析..... | 错误！未定义书签。 |
| 5 水土流失防治效果监测结果.....     | 41        |
| 5.1 扰动土地整治率.....        | 41        |
| 5.2 水土流失总治理度.....       | 41        |
| 5.3 拦渣率与弃渣利用率.....      | 41        |
| 5.4 土壤流失控制比.....        | 42        |
| 5.5 林草植被恢复率.....        | 42        |

|                    |    |
|--------------------|----|
| 5.6 林草覆盖率 .....    | 42 |
| 6 结论 .....         | 44 |
| 6.1 水土流失动态变化 ..... | 44 |
| 6.2 水土保持措施评价 ..... | 44 |
| 6.3 存在问题及建议 .....  | 45 |
| 6.4 综合结论 .....     | 45 |

**附表:**

- 附表 1: 防治责任范围动态监测汇总表;
- 附表 2: 弃土弃渣动态监测汇总表;
- 附表 3: 水土流失防治措施监测汇总表;
- 附表 4: 植物措施建设监测表;
- 附表 5: 水土流失监测六项指标达标情况表。

**附件:**

- 1、《关于中广核风电有限公司山西阳曲杨兴 10 万千瓦风电项目水土保持方案的批复》(山西省水利厅, 水保函[2012]751 号)
- 2、监测季报

**附图:**

- 1、项目区地理位置图
- 2、扰动地表范围图
- 3、监测分区与监测点位布设图
- 4、土壤侵蚀强度图
- 5、水土保持措施分布图

## 前言

中广核风电有限公司山西阳曲杨兴10万千瓦风电项目位于山西省太原市阳曲县东北部的杨兴乡和凌井店乡一带，行政区划属阳曲县的杨兴乡和凌井店乡管辖。风电场区域位为东经  $112^{\circ}47'47.87''\sim 113^{\circ}2'15.51''$ ，北纬  $38^{\circ}5'13.25''\sim 38^{\circ}17'14.07''$ 之间，规划面积 $186\text{km}^2$ ，海拔介于 $1200\text{m}\sim 1740\text{m}$ 之间。风电场中心距离太原市阳曲县城直线距离约 $28.5\text{km}$ 。

项目区位于阳曲县杨兴乡和凌井店乡，项目区西距大运高速、108国道 $11\text{km}$ ，南距京昆高速、314省道 $21\text{km}$ ，项目区紧邻县道贾城线。风场内乡村道路发达，本项目通过新建和改扩建风场内的一些道路来满足风电场的施工要求，在风场内沿风力发电机组沿线修建道路，变电站的进站道路引接自县道贾城线水头村路段，风场的进场道路引接自贾城线石槽村路段，交通十分便利。

工程主体建设期为13个月，于2017年5月开工，2018年5月完工。水保工程于2019年7月完工。

本项目位于太原市阳曲县杨兴乡和凌井店乡境内，地貌类型为北方土石山区，属温带大陆性季风气候类型区。项目区年平均气温  $9.4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 该区历史记录极端最高气温为  $39.6\text{ }^{\circ}\text{C}$ 极端最低气温为  $-24.6\text{ }^{\circ}\text{C}$ 大于等于  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 平均活动积温为  $3300\text{ }^{\circ}\text{C}$ 年平均降水量  $425.5\text{mm}$ ，平均风速  $1.4\text{m/s}$ ，最大冻土深  $109\text{cm}$ 。土壤类型以草甸土和山地褐土为主。植被类型属温带落叶阔叶林带，林草覆盖率在45%左右。

根据项目区及周边土壤侵蚀现状图分析，土壤侵蚀类型以水力侵蚀为主，兼有风蚀，项目区范围内原地貌平均土壤侵蚀模数为  $2895\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，侵蚀强度为中度侵蚀，容许土壤流失量为  $200\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。本项目所在地属于山西省水土流失重点治理区，因此，水土流失防治标准执行建设类二级标准。

2014年6月，中广核风电有限公司山西分公司委托山西宏志环境工程咨询有限公司编制该项目水土保持方案，2014年9月完成了《中广核风电有限公司山西阳曲杨兴10万千瓦风电项目水土保持方案报告书》，山西省水利厅于2014年10月17日以晋水保函[2014]661号文件予以批复。

根据《中华人民共和国水土保持法》、《开发建设项目水土保持设施验收技术规程》等相关法律法规，建设单位委托山西宏志环境工程咨询有限公司承担该项

目的水土保持监测任务。

2018 年 3 月接受委托后，我公司立即组成项目领导小组全面负责该项目监测工作的实施，并成立了监测项目组，下设监测资料整理分析小组和野外调查观测小组。投入监测技术人员共 3 人，其中高级职称 1 人，中级职称 2 人。

自接受该项目水土保持监测工作委托后，截至 2019 年 7 月 31 日，已完成普查、基础资料搜集和各防治区监测点布设工作，在 2019 年 7 月 31 日前完成了项目区样地典型调查和水土保持监测实施方案编制等工作。监测方法主要以调查为主，对影响土壤侵蚀的各种因子分别调查监测，并对监测数据进行处理、分析。同时对主体工程竣工后水土保持植物措施及水土保持工程措施进行调查。

根据已批复水土保持方案，本项目建设内容包括风机箱变、升压站、施工生产生活区、输电线路、道路工程等。本次监测主要是针对建设期各分区工程措施和植物措施进行调查和复核。分析得出项目实际的水土流失责任范围为 49.13hm<sup>2</sup>。

通过统计、分析各措施的保水保土效果，并对本项目年度水土流失监测成果进行技术整合和综合评价，最终形成《中广核风电有限公司山西阳曲杨兴 10 万千瓦风电项目水土保持监测总结报告》。经过对监测时段内所获监测资料的分析整理，得出以下监测结果：

- (1) 扰动土地治理率为 99.92%；
- (2) 水土流失治理度为 99.86%；
- (3) 土壤流失控制比为 0.73；
- (4) 拦渣率可达 98%；
- (5) 林草植被恢复率为 99.86%；
- (6) 林草覆盖率为 56.55%。

扰动土地整治率、水土流失总治理度、土壤流失控制比、拦渣率、林草植被恢复率和林草覆盖率等六项指标均达到《开发建设项目水土流失防治标准》二级标准，水土保持设施具备正常运行条件，可以交付使用，满足开发建设项目水土保持验收的条件。

在实施监测过程中，得到了山西省水利厅水土保持局、太原市水务局和中广核风电有限公司山西分公司的大力支持和帮助，在此表示衷心地感谢！

# 1 建设项目及水土保持工作概况

## 1.1 项目建设概况

### 1.1.1 地理位置及交通条件

中广核风电有限公司山西阳曲杨兴10万千瓦风电项目位于山西省太原市阳曲县东北部的杨兴乡和凌井店乡一带，行政区划属阳曲县的杨兴乡和凌井店乡管辖。风电场区域位为东经  $112^{\circ}47'47.87''\sim 113^{\circ}2'15.51''$ ，北纬  $38^{\circ}5'13.25''\sim 38^{\circ}17'14.07''$  之间，海拔介于1200m~1740m 之间。风电场中心距离太原市阳曲县城直线距离约28.5km。

项目区西距大运高速、108国道11km，南距京昆高速、314省道21km，项目区紧邻县道贾城线。风场内乡村道路发达，本项目通过新建和改扩建风场内的一些道路来满足风电场的施工要求，在风场内沿风力发电机组沿线修建道路，升压站的进站道路引接自县道贾城线水头村路段，风场的进场道路引接自贾城线石槽村路段，交通十分便利。

### 1.1.2 工程规模与特性

项目名称：中广核风电有限公司山西阳曲杨兴10万千瓦风电项目

建设单位：中广核风电有限公司山西分公司

建设地点：山西省太原市阳曲县杨兴乡和凌井店乡

项目类型：建设类项目

建设内容：（1）建设总装机容量为100MW，安装单机容量为2000kW 的风电机组50台；（2）50台风机箱变分为4回集电线路单元；（3）集电线路采用架空线路的方式接至新建的110kV 升压站35kV 母线侧；（4）新建110kV 升压站一座。

工程投资：本工程总投资82964万元，其中土建投资9398万元，资金来源为自筹资金20%，其余80%通过银行贷款。

方案设计工期：建设总工期18个月，计划于2015年3月进入施工准备，2016年8月底完工。

实际工期：工程主体建设期为13个月，于2017年5月开工，2018年5月完工。水保工程于2019年7月完工。

### 1.1.3 项目组成及布置

项目组成包括：风机箱变、升压站、施工生产生活区、输电线路和道路工程等。

### 1.1.3.1 风机箱变

#### 1、水土保持方案设计

根据水保方案设计，本风电场安装 50 台单机容量为 2000kW 的风机和 50 台箱式变压器，风力发电机和变压器组采用一机一变单元接线方式。每台箱式变压器距离风机 20m，风机和箱变之间采取地埋式电缆进行连接。为了满足风电机组的施工吊装要求，在每个机位的周边设置 50m×50m 的吊装平台。风机箱变占地面积为 12.50hm<sup>2</sup>，永久占地 1.52hm<sup>2</sup>，临时占地 10.98hm<sup>2</sup>。

#### 2、实际监测情况

本风电场安装 50 台单机容量为 2000kW 和 50 台箱式变压器，风力发电机和变压器组采用一机一变单元接线方式，风机和箱变之间采取地埋式电缆进行连接。满足风电机组施工吊装要求的前提下，根据实际地形条件，在每个机位的周边设置 1 处吊装平台。通过现场调查、监测，经汇总分析，风机箱变占地面积为 9.12hm<sup>2</sup>，其中永久占地 0.29hm<sup>2</sup>，临时占地 8.83hm<sup>2</sup>。

### 1.1.3.2 升压站

#### 1、水土保持方案设计

本工程配套新建一座 110kV 升压站，站址位于杨兴乡水头村西南侧 500m 处，进站道路接自县道贾城线水头村路段，升压站总占地面积为 0.61hm<sup>2</sup>，全部为永久占地。

#### 2、实际监测情况

经实际监测，升压站实际占地面积为 0.86hm<sup>2</sup>，全部为永久占地。站内设综合楼、35kV 配电装置等建筑物以及各项辅助构筑物。综合楼布置在站区东侧，西侧布置 110kV 配电装置、35kV 配电装置、主变压器及有关电缆、电线构架等电气设备，各个区间均有站内道路沟通。站内生活、消防水池布置在站区南侧。污水处理设施布置在综合楼西南侧。车库及检修间布置在站区东北侧。

### 1.1.3.3 施工生产生活区

#### 1、水土保持方案设计

水保方案设计在施工期间布设 2 处施工生产生活区，1 号施工生产生活区位于升压站西侧，2 号施工生产生活区布设于马圈村东侧约 2.5km 处，紧靠施工检修道



路，施工生产生活区总占地面积 $0.85\text{hm}^2$ ，全部为临时占地。

## 2、实际监测情况

根据实际调查，本项目只在升压站东侧布设1处施工生产生活区，实际占地 $0.15\text{hm}^2$ ，全部为临时占地。

### 1.1.3.4 输电线路

#### 1、水土保持方案设计

根据水保方案，输电线路包括集电线路与施工用电线路。

##### 1) 集电线路

本工程组装50台风力发电机，风机—箱变采用单元接线方式，每台风力发电机经一台2000kVA箱变将机端电压由 $0.69\text{kV}$ 升至 $35\text{kV}$ 。50台风机分别连接在4回集电线路上，以单塔双回接入升压站。本工程 $35\text{kV}$ 集电线路采用架空方式， $35\text{kV}$ 集电线路架空线路长 $65\text{km}$ ，其中双回路线路为 $8\text{km}$ ，单回路线路为 $57\text{km}$ ，杆塔全线采用自立式铁塔架设，共修建铁塔360座（每座占地 $5\text{m}\times 5\text{m}$ ）。集电线路共计占地 $11.21\text{hm}^2$ ，其中永久占地 $0.90\text{hm}^2$ ，临时占地 $10.31\text{hm}^2$ 。

##### 2) 施工用电线路

根据水保方案：1号施工生产生活区施工用电，从杨兴乡水头村引接，施工电源接入距离为 $0.5\text{km}$ ；2号施工生产生活区施工用电从马圈村引接，引接长度为 $2.5\text{km}$ 。施工用电线路采用钢筋混凝土水泥单杆架设，共计长 $3.0\text{km}$ ，需架设25个电杆，施工用电线路总占地 $0.04\text{hm}^2$ ，其中永久占地 $0.01\text{hm}^2$ ，临时占地 $0.03\text{hm}^2$ 。

综上，输电线路总占地 $11.25\text{hm}^2$ ，其中永久占地 $0.91\text{hm}^2$ ，临时占地 $10.34\text{hm}^2$ 。

## 2、实际监测情况

##### 1) 集电线路

本项目集电线路长 $44.23\text{km}$ ，共建204基铁塔，50台风机分别连接在4回集电线路上，以单塔双回接入升压站，平均每处永久占地面积 $25\text{m}^2$ 。

##### 2) 施工用电线路

施工中，主要以柴油发电机作为施工电源，无施工用电线路。

综上，输电线路总占地面积约 $9.89\text{hm}^2$ ，其中永久占地约 $0.51\text{hm}^2$ ，临时占地 $9.38\text{hm}^2$ 。

### 1.1.3.5 道路工程

### 1、水土保持方案设计

根据水保方案，该项目道路工程由进站道路和施工检修道路组成。

进站道路接自县道贾城线水头村路段，为新建爬坡道路，路基宽 6.5m，长 100m，另考虑道路一侧排水和两侧绿化用地，排水沟占地宽 1m，两侧绿化用地各宽 1m，进站道路占地面积共计 0.10hm<sup>2</sup>，全部为永久占地。

施工检修道路长度为 34.50km，总占地面积为 30.04hm<sup>2</sup>，其中永久占地面积 17.37hm<sup>2</sup>，临时占地面积 12.67hm<sup>2</sup>。

综上，道路工程共计占地30.14hm<sup>2</sup>，其中永久占地面积17.47hm<sup>2</sup>，临时占地面积12.67hm<sup>2</sup>。

### 2、实际监测情况

进站道路接自县道贾城线水头村路段，道路共计长 210m，宽 6m（包括 4m 宽的路基和 2m 宽的排水绿化）。进站道路总占地 0.13hm<sup>2</sup>，全部为永久占地。

施工检修道路实际长度为 44km，施工检修道路实际占地面积 28.98hm<sup>2</sup>，其中永久占地 19.80hm<sup>2</sup>，临时占地 9.18hm<sup>2</sup>。

综上，道路工程共计占地 29.11hm<sup>2</sup>，其中永久占地面积 19.93hm<sup>2</sup>，临时占地面积 9.18hm<sup>2</sup>。

#### 1.1.3 项目占地面积

本工程占地面积共计 49.13hm<sup>2</sup>，其中永久占地为 21.59hm<sup>2</sup>，临时占地为 27.54hm<sup>2</sup>。占地类型主要为灌木林地和其他草地。工程占地情况见表 1-2。

表 1-2 项目占地情况表 单位: hm<sup>2</sup>

| 项目组成    | 占地情况   |      |       |       |       |       |      |       |       |       |       |
|---------|--------|------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|
|         | 永久占地   |      |       |       |       | 临时占地  |      |       |       | 合计    |       |
|         | 有林地    | 灌木林地 | 其他草地  | 农村道路  | 小计    | 有林地   | 灌木林地 | 其他草地  | 小计    |       |       |
| 风机箱变    | 0.05   | 0.11 | 0.13  |       | 0.29  | 0.88  | 2.73 | 5.22  | 8.83  | 9.12  |       |
| 升压站     |        |      | 0.86  |       | 0.86  |       |      |       |       | 0.86  |       |
| 施工生产生活区 |        |      |       |       |       |       |      | 0.15  | 0.15  | 0.15  |       |
| 输电线路    | 0.04   | 0.09 | 0.38  |       | 0.51  | 0.69  | 1.70 | 6.99  | 9.38  | 9.89  |       |
| 道路工程    | 进站道路   |      | 0.13  |       | 0.13  |       |      |       |       | 0.13  |       |
|         | 施工检修道路 |      | 5.37  | 12.22 | 2.21  | 19.80 |      | 2.49  | 6.69  | 9.18  | 28.98 |
|         | 小计     | 0.00 | 5.37  | 12.35 | 2.21  | 19.93 | 0.00 | 2.49  | 6.69  | 9.18  | 29.11 |
| 合计      | 0.09   | 5.57 | 13.72 | 2.21  | 21.59 | 1.57  | 6.92 | 19.05 | 27.54 | 49.13 |       |

## 1.2 水土流失防治工作概况

### 1.2.1 水土流失现状

#### (1) 工程区水土流失特点

阳曲县土地总面积 2070.67km<sup>2</sup>，其中水土流失面积 1286.95km<sup>2</sup>，占总面积 62.15%，存在主要的生态问题为草地退化及浪费严重、森林分布不匀，天然草地缺乏管护，生态环境脆弱，土地退化趋势明显，导致水土流失问题严重。

项目区土壤侵蚀分区主要属于北方土石山区，水土流失类型以水力侵蚀为主，其强度为中度侵蚀，容许土壤侵蚀量为 200t/km<sup>2</sup>·a。本项目区属于山西省水土流失重点治理区，根据《开发建设项目水土流失防治标准》(GB50434-2008)，水土流失防治标准执行建设类项目二级防治标准。本项目区内部分地区水力侵蚀较严重，主要表现为层状面蚀和鳞片状面蚀，部分区域存在沟蚀。该区土壤结构较疏松，自然植被以其他草地为主，抗蚀力较差，加之降雨分布不均，且降雨量集中，故沟间地的水蚀占相当大的比例。

#### (2) 工程区水土流失背景值

根据实地调查及分析，该区属中度侵蚀区，由于该项目区土壤结构疏松，分层不明显，雨季集中，土层稀薄，抗蚀力较差等原因，项目区原地貌侵蚀模数为 2600t/km<sup>2</sup>·a。容许土壤流失量为 200t/km<sup>2</sup>·a。

### 1.2.2 水土流失治理情况

本项目在施工结束后对各分区的临时占地进行土地平整，对风机箱变吊装场地边坡进行防护，临时占地进行了植被恢复，场地进行了撒播草籽恢复植被；升压站内空地进行了绿化，站内布设排水沟；施工生产生活区临时占地进行植被恢复；输电线路施工结束后进行了植被恢复；道路工程部分路段布设浆砌石挡土墙、浆砌石排水沟，道路外侧及部分道路两侧临时占地植被恢复。经过实施水土保持措施，能够起到防治水土流失的作用，达到水土保持验收标准。

本项目建设区实际占地面积 49.13hm<sup>2</sup>，扰动土地面积 49.13hm<sup>2</sup>，水土流失面积 28.29hm<sup>2</sup>，治理水土流失面积 28.25hm<sup>2</sup>，绿化面积 27.78hm<sup>2</sup>。

## 1.3 监测工作实施概况

### 1.3.1 监测指导思想

水土保持监测是从保护水土资源和维护良好的生态环境出发，运用多种手段和办法，对工程建设过程中新增水土流失的成因、数量、强度、影响范围及其水

水土保持工程效果等进行动态观测和分析,通过完善的监测技术、方法、评价体系与标准,对项目建设过程中的土壤侵蚀因子、水土流失状况进行监测,同时对水土保持方案各项措施的实施及效果进行监测,及时掌握工程施工期间各区域水土流失情况和各项水土保持措施的落实情况,及时发现问题,以便采取相应的防控措施,完善水土保持措施体系,实现开发建设与保护生态环境协调发展。同时,为水土保持专项验收提供依据,为水土保持监督提供资料,为建设管理部门提供信息。

### 1.3.2 监测依据

(1)《中华人民共和国水土保持法》(中华人民共和国主席令第 39 号,2010 年 12 月 25 日);

(2)《土壤侵蚀分类分级标准》(SL 190-2007);

(3)《水土保持监测技术规程》(SL 277-2002);

(4)《开发建设项目水土保持技术规范》(GB 50433-2008);

(5)《开发建设项目水土流失防治标准》(GB 50434-2008);

(6)《水土保持综合治理 效益计算》(GB/T 15774-2008);

(7)《开发建设项目水土保持设施验收技术规程》(GB/T 22490-2008);

(8)《关于规范生产建设项目水土保持监测工作的意见》(水保[2009]187 号)。

(9)《生产建设项目水土保持监测规程(试行)》(办水保〔2015〕139 号)。

### 1.3.3 监测程序

#### (1) 前期准备阶段

组建监测工作组,收集项目区气象、水文、泥沙资料,有关工程设计资料、图件。通过图件资料整理分析,深入细致了解和掌握项目区自然、社会、经济情况,特别是工程建设概况,在此基础上,研究制定详细的监测实施方案、工作计划。

#### (2) 监测实施阶段

依据制定的实施方案,对项目区进行全面踏勘调查,通过踏勘调查,选定典型地块设立水土流失观测场,对工程建设的水土流失情况及水土保持措施的拦渣保土效益进行长期定位观测,并按照拟定的工作计划,开展调查、巡查监测,及时掌握工程建设过程中水土流失及其防治的动态变化情况,尽可能全面收集第一

手的监测数据资料。

### (3) 监测成果分析评价阶段

整理分析监测资料，在分析项目区土壤环境因子、水土流失动态变化和水土保持防治效果等基础上，依据开发建设项目水土流失防治标准，对该工程水土保持综合防治情况做出客观评价，并对工程建设过程中水土流失的防治特点和成功经验及存在问题等进行归纳总结，并提出相关建议。

## 1.3.4 监测内容及方法

### (1) 监测内容

中广核风电有限公司山西阳曲杨兴 10 万千瓦风电项目水土保持监测严格按照《水土保持监测技术规程》(SL277-2002)的要求，依据《中广核风电有限公司山西阳曲杨兴 10 万千瓦风电项目水土保持方案报告书》，并结合本项目的建设特点进行监测。

为了更好地对比分析施工期内的水土流失情况及其防治措施实施效果，需要对水土流失影响因子变化情况进行监测。监测内容主要包括地表情况、水文气象、项目占地、水土流失防治责任范围、取弃土(石、渣)、水土保持防治措施、土壤流失量、水土流失防治效果等。

#### 1) 地表情况、水文气象监测

主要是采用调查监测的方法，对施工前的地表情况，如：地形地貌、地面组成物质、原地貌植被、土地利用现状、原地貌水土保持措施、原地貌水土流失状况进行询问、调查、量测、记录，并收集施工期间的水文气象资料，为后期的监测提供基础数据资料。

#### 2) 水土流失防治责任范围动态监测

中广核风电有限公司山西阳曲杨兴 10 万千瓦风电项目水土流失防治责任范围包括项目建设区和直接影响区。项目建设区分为永久占地和临时占地，该项目永久占地面积在施工阶段和项目运行阶段一直保持不变，临时占地则随着工程进展情况和工程变更情况不断变化。防治责任范围动态监测主要是通过调查监测法进行调查测量其面积，确定建设期防治责任范围面积。

##### ①永久性占地面积监测

永久性占地面积由国土部门按权限批准，水土保持监测是对红线围地认真核查，监测建设单位有无超越红线开发的情况及各阶段永久性占地变化情况。

## ②临时性占地面积监测

临时性占地的土地管辖权不变，但要求在主体工程竣工验收前必须恢复原貌。一般采用植物样方法和调查监测方法，主要是监测有无超范围使用临时性占地情况、各种临时占地临时性水土保持措施的数量和质量以及施工结束后原地貌恢复情况。

## ③扰动地表面积监测

在开发建设过程中对原有地表植被或地貌发生改变的行为，均属于扰动地表行为。扰动地表水土保持监测内容主要是扰动地表面积、临时堆土占压地表面积、临时堆土处的临时水土保持措施、被扰动部分植被恢复情况。

## ④水土流失治责任范围的界定

根据监测所得的永久占地、临时占地的面积，结合施工期扰动地表面积，确定施工期防治责任范围。

## 3) 水土保持防治措施动态监测

水土保持防治措施的实施是控制因工程建设活动造成项目建设区水土流失、改善区域生态环境的有效途径。按照《中广核风电有限公司山西阳曲杨兴 10 万千瓦风电项目水土保持方案报告书》设计的总体布局，全面监测施工期水土保持工程措施、植物措施和临时防护措施的实施情况，是客观评价 6 项量化防治指标的重要依据。

该工程建设期水土保持防治措施监测内容包括以下两个方面：

### ①工程措施

#### a、硬化工程

包括道路硬化和裸露地面硬化等。监测指标为硬化工程分布、面积、数量及质量等。

#### b、土地整治工程

包括防治责任范围内所有施工场地和裸露地面在施工结束后开展的土地平整、临时建筑物拆除和建筑垃圾清理等。监测指标包括土地整治工程分布、整治类型、整治面积等。

#### c、排水导流工程

包括升压站的排水沟、道路工程排水沟等。主要监测指标是排水系统规格、布局及其畅通性等。

#### d、拦挡工程

包括升压站建设过程中修建的挡土墙、道路工程内侧挡土墙。监测指标为拦挡工程类型、规格、长度、数量及质量等。

#### ②植物措施

主要指各防治分区的绿化和植被恢复等。监测方案主要采用植被样方法，监测指标包括植物措施类型（灌木、乔木或种草等）、苗木或草种种类、分布、面积或株数、株行距等。

#### 4) 建设期土壤流失量动态监测

##### a、水土流失面积变化

主要监测防治责任范围内各类水土流失面积的变化。

##### b、水土流失量变化监测

针对不同地表扰动类型的流失特点，对不同地表扰动类型，分别采用侵蚀沟体积测量法、插钎法，进行多点位、多频次监测。经综合分析得出不同扰动类型的侵蚀强度及水土流失量。其监测指标包括：水蚀模数、水蚀影响因子（降雨量、降雨历时、降雨强度、林草植被覆盖率、土壤含水率、小地形地貌及其坡度组成等）、水蚀面积、侵蚀时段、侵蚀量等。

对项目区周边造成的危害及其趋势监测。主要对土地生产力下降、水利设施损害和淤积量、损害的土地面积（侵蚀或淤积面积）等进行监测。

#### 5) 水土流失防治效果动态监测

##### a、防护效果

主要监测排水工程、土地整治工程和植物措施在导流、减少水土流失量、稳定坡面、绿化地表和改善生态环境的效果。

##### b、林草措施的成活率、保存率、生长情况及覆盖度

主要监测水土保持措施实施后各防治分区及其周边的植被类型、主要树种、盖度、成活率、保存率等。

##### c、防护工程的稳定性、完好程度和运行情况

主要监测挡土墙、护坡、排水等工程是否有损坏、混凝土裂缝、挡墙断裂或沉降等不稳定情况是否出现。

##### d、各项措施的拦渣保土效果

主要监测各项措施实施后的拦渣率、土壤流失控制比。

水土流失防治效果动态监测一般都采用调查监测、蚀沟体积测量法、插钎法等方法进行获取基础数据，然后汇总计算得出最终防治效果。

## (2) 监测方法

按照《水土保持监测技术规程》(SL277-2002)的规定，结合《中广核风电有限公司山西阳曲杨兴 10 万千瓦风电项目水土保持方案报告书》的要求，该工程建设期水土流失监测主要以调查监测为主，辅以定位监测。具体方法如下：

### 1) 调查监测

调查监测方法是指定期采用分区调查的方式，通过现场实地勘测，结合基础资料按监测分区进行统计、分析其变化情况并记录。

#### ①水土流失背景值调查

在本次监测工作中对影响工程区水土流失的相关因子资料，包括地貌、土壤、植被、水文、土地利用以及与水土保持有关的一些社会经济资料等方面进行了全面收集和整理分析。

资料收集尽量采用工程设计单位、当地政府相关业务部门和工程区涉及政府提供等方式，以最大程度地保证资料数据的可靠性、完整性和代表性。对收集的资料均进行分类、编目、汇总和必要的统计分析，剔除不可靠的资料数据。

#### ②施工扰动面积监测

利用相关测量仪器，按照监测分区测量实际施工扰动面积，确定防治责任范围，同时测量各监测分区扰动土地平整面积。

#### ③工程措施调查

对于土地平整工程、拦挡工程等所有具有水土保持功能的主体工程，依据设计文件，按照监测分区进行统计调查，对工程数量、质量、完好程度、运行状况、稳定性及其安全性进行现场调查监测。

#### ④植物措施调查

植被监测按分区进行统计。选有代表性的地块作为样地进行调查，样地的面积为垂直投影面积，要求灌木林 2m×2m、草地 1m×1m，样地的数量一般不少于 3 块。若为线性树群时采用线路调查，每隔 100m 测定 10m。

##### a、植物措施类型、分布和面积调查

按照监测分区进行分类调查，对分布面积较大的林草措施采用 GPS 测量其面积；对于分布面积较小的林草措施采用卷尺等工具实地测量其面积。



## b、林草覆盖度调查

主要包括草地盖度和各分区林草的植被覆盖度，选有代表性的地块作为样地进行监测，样地的面积为垂直投影面积。

草地盖度调查方法：样方面积  $1\text{m}\times 1\text{m}$ ，用方格法测定。事先准备一个方格网，网的规格为  $1\text{m}\times 1\text{m}$ ，上下左右各拉 10 根线，间距 10cm，形成 100 个交叉点。将方格网置于样方之上，用细针沿交叉点垂直插下，针与草相接触即算一次“有”，如不接触则算“无”，并做记录。

## c、植被生长情况调查

植被生长情况调查包括林木成活率、保存率、种草的有苗面积率和林草生长及管护情况。生长状况一年调查 1-3 次，成活率在春季、秋季造林种草后进行 1 次调查，保存率在植物措施实施一年后进行，按植被面积逐季统计。

调查造林成活率、保存率时在选定的样方或样行内，逐株调查，统计出样方或样行内成活的株数和总栽植株数，计算出样方或样行的成活率，再计算平均成活率。依据调查时间的不同，统计各阶段的保存率。

## 2) 定位监测

根据工程施工进度、施工扰动范围、水土流失特点确定可进行实时地面定位观测的监测项目，对应确定地面定位观测方法。该工程地面定位观测主要以坡面侵蚀沟体积量测法和测钎法为主。

### ①侵蚀沟体积量测

在建设区域范围内相对稳定的堆积土坡面，布设  $4\text{m}\times 5\text{m}$  的侵蚀沟观测小区。依据细沟侵蚀发生、发展规律，在小区内从坡上到坡下，布设 5~10 个等距施测断面，量测每一断面细沟的深度和宽度（要求精确到毫米），测完每个断面后，绘制小区内细沟分布图，再计算细沟侵蚀量。在测得单个细沟侵蚀量后，将其累加即可得到小区内细沟侵蚀总量。

### ②测钎法

布设样地规格为  $1.5\text{m}\times 2.0\text{m}$ ，长边顺坡，将直径 0.6cm，长 20-30cm，类似钉子形状的钢钎相距  $0.5\text{m}\times 0.5\text{m}$  分上中下、左中右纵横各 3 排（共 9 根）沿坡面垂直方向打入坡面，钉帽与坡面齐平，并在钉帽上涂上红漆，编号登记入册。坡面面积较大时，为提高精度，钢钎密度可加大。每次暴雨后和汛期終了以及时段末，观测钉帽出露地面高度，计算土壤侵蚀深度和土壤侵蚀量。计算公式采用：

$A=ZS/1000\cos\theta$ , 式中  $A$  - 土壤侵蚀量,  $Z$  - 侵蚀深度 (mm),  $S$  - 侵蚀面积 ( $m^2$ ),  $\theta$  - 坡度值。监测钢钎设置示意图见图 1-1。

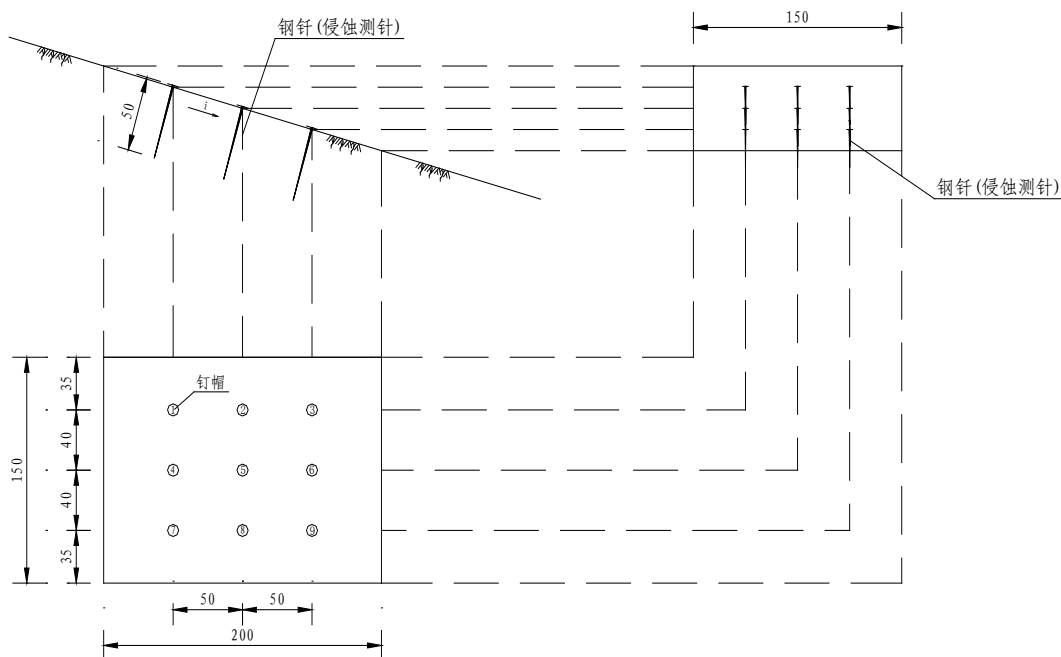


图 1-1 监测钢钎设置示意图

### 1.3.5 监测点位布置及监测工作开展情况

#### (1) 监测点位布置

根据监测要求和该项目水土流失防治特点, 依照土壤侵蚀分布特点, 设置调查点进行监测。

根据开发建设项目的建设特点, 本项目的调查监测点布设主要在风机箱变、升压站、施工生产生活区、输电线路、道路工程的工程措施、植被措施以及临时措施部分。

根据工程实际情况, 按照水土保持监测规范, 结合该工程施工布局特点, 实际布设调查监测点 8 处, 详见表 1-4。

表 1-4 工程水土保持监测调查点布设情况一览表

| 序号 | 监测位置    | 监测内容                            | 监测点位 |
|----|---------|---------------------------------|------|
| 1  | 风机箱变    | 风机箱变区防治责任范围, 包括风机平台及边坡工程措施和植物措施 | 2    |
| 2  | 升压站     | 升压站防治责任范围, 绿化、排水措施等             | 1    |
| 3  | 施工生产生活区 | 施工生产生活区防治责任范围                   | 1    |
| 4  | 输电线路    | 输电线路防治责任范围, 植被恢复措施              | 2    |
| 5  | 道路工程    | 场外道路防治责任范围, 道路上下边坡绿化、排水等措施      | 2    |

|    |  |  |   |
|----|--|--|---|
| 合计 |  |  | 8 |
|----|--|--|---|

(2) 监测工作开展情况

依据水土保持方案及该工程实际情况，确定了监测工作路线、监测内容、监测方法、重点监测地段等。在施工过程中，会阶段性的将监测情况及存在的问题及时反馈给建设单位。

## 2 重点部位水土流失动态监测结果

### 2.1 防治责任范围监测结果

#### 2.1.1 水土保持防治责任范围

##### (1) 方案确定的防治责任范围

根据《中广核风电有限公司山西阳曲杨兴 10 万千瓦风电项目水土保持方案报告书》确定，水土流失防治责任范围主要包括：风机箱变防治区、升压站防治区、施工生产生活区防治区、输电线路防治区和道路工程防治区。

防治责任范围详见表 2-1。

表 2-1 水土流失防治责任范围表（水保方案设计） 单位：hm<sup>2</sup>

| 防治责任分区  | 项目建设区 | 直接影响区 | 合计     |
|---------|-------|-------|--------|
| 风机箱变    | 12.50 | 9.00  | 21.5   |
| 升压站     | 0.61  | 0.16  | 0.77   |
| 施工生产生活区 | 0.85  | 0.27  | 1.12   |
| 输电线路    | 11.25 | 19.43 | 30.68  |
| 道路工程    | 30.14 | 44.35 | 74.49  |
| 合计      | 55.35 | 73.21 | 128.56 |

##### (2) 防治责任范围监测结果

建设过程中的水土流失防治责任范围面积以实际征地范围和实际扰动面积为准，建设过程中实际监测范围为 49.13hm<sup>2</sup>，具体见表 2-2。

表 2-2 建设期水土流失防治责任范围监测统计表 单位：hm<sup>2</sup>

| 防治责任分区  | 项目建设区 | 直接影响区 | 合计    |
|---------|-------|-------|-------|
| 风机箱变    | 9.12  | 0     | 9.12  |
| 升压站     | 0.86  | 0     | 0.86  |
| 施工生产生活区 | 0.15  | 0     | 0.15  |
| 输电线路    | 9.89  | 0     | 9.89  |
| 道路工程    | 29.11 | 0     | 29.11 |
| 合计      | 49.13 | 0     | 49.13 |

##### (3) 方案设计防治责任范围与监测结果对比

建设期水土流失实际发生的防治责任范围为 49.13hm<sup>2</sup>，比方案设计的减少了 79.43hm<sup>2</sup>，其中项目建设区减少 6.22hm<sup>2</sup>，直接影响区减少 73.21hm<sup>2</sup>，具体情况见表 2-3，主要原因是：

①项目在实际施工过程中严格控制扰动范围，因此实际防治责任范围只含有项目建设区，没有直接影响区。

②风机箱变项目建设区比方案设计减小 3.38hm<sup>2</sup>，主要原因是风机吊装场地临时占地面积有所减少。施工过程中，减少了吊装平台临时征地范围，因此总体占地面积减少。

③升压站由于实际变电需求，项目建设区比方案设计增加 0.25hm<sup>2</sup>。

④施工过程中，施工生产生活区紧邻升压站布设，通过优化施工时序，协调布置，施工机械、设备等利用升压站空地存放。同时，施工人员租用当地民房居住，因此减少了施工生产生活区临时占地面积，相应直接影响区面积减少。故施工生产生活区防治责任范围比方案设计减少 0.70hm<sup>2</sup>。

⑤根据水保方案，新建输电线路共 68km，采用钢筋混凝土电杆和自立式铁塔，共需要钢筋混凝土电杆 150 个，自立式铁塔 360 座。实际建设中新建集电线路 44.23km，采用自立式铁塔，共设 204 基铁塔，占地面积有所减少。同时，施工中主要以柴油发电机作为施工电源，无施工用电线路，因此施工用电线路占地减少。因此输电线路项目建设区面积比方案设计减少 1.36hm<sup>2</sup>。

⑥根据水保方案，该项目道路工程由进站道路和施工检修道路组成。实际进站道路长210m，比方案设计长110m，进站道路占地面积增加；实际施工检修道路长44km，比方案设计长9.5km，但是实际施工过程中优化施工工艺，严格控制扰动范围，减少了临时占地面积，因此道路工程项目建设区面积减少1.03hm<sup>2</sup>。

表 2-3 方案设计与实际建设期的防治责任范围对比情况 单位: hm<sup>2</sup>

| 工程单元        | 设计防治责任范围  |           |        | 实际防治责任范围  |           |       | 增减情况      |           |        |
|-------------|-----------|-----------|--------|-----------|-----------|-------|-----------|-----------|--------|
|             | 项目建<br>设区 | 直接影<br>响区 | 小计     | 项目建<br>设区 | 直接影<br>响区 | 小计    | 项目建<br>设区 | 直接影<br>响区 | 小计     |
| 风机箱变        | 12.50     | 9.00      | 21.50  | 9.12      | 0.00      | 9.12  | -3.38     | -9.00     | -12.38 |
| 升压站         | 0.61      | 0.16      | 0.77   | 0.86      | 0.00      | 0.86  | 0.25      | -0.16     | 0.09   |
| 施工生产<br>生活区 | 0.85      | 0.27      | 1.12   | 0.15      | 0.00      | 0.15  | -0.70     | -0.27     | -0.97  |
| 输电线路        | 11.25     | 19.43     | 30.68  | 9.89      | 0.00      | 9.89  | -1.36     | -19.43    | -20.79 |
| 道路工程        | 30.14     | 44.35     | 74.49  | 29.11     | 0.00      | 29.11 | -1.03     | -44.35    | -45.38 |
| 合计          | 55.35     | 73.21     | 128.56 | 49.13     | 0.00      | 49.13 | -6.22     | -73.21    | -79.43 |

### 2.1.2 建设期扰动土地面积

本次监测对风机箱变、升压站、施工生产生活区、输电线路、道路工程进行监测，项目建设期扰动面积为 49.13hm<sup>2</sup>。具体见表 2-4。

表 2-4 项目建设期扰动面积统计表

| 项目组成 | 扰动面积 |
|------|------|
| 风机箱变 | 9.12 |

|         |       |
|---------|-------|
| 升压站     | 0.86  |
| 施工生产生活区 | 0.15  |
| 输电线路    | 9.89  |
| 道路工程    | 29.11 |
| 合计      | 49.13 |

## 2.2 弃土监测结果

### 2.2.1 方案设计弃土（渣）情况

根据《中广核风电有限公司山西阳曲杨兴 10 万千瓦风电项目水土保持方案报告书》，本工程共计总土石方量 48.88 万 m<sup>3</sup>，其中总挖方量 24.44 万 m<sup>3</sup>，总填方量 24.44 万 m<sup>3</sup>，总体挖填平衡，无弃方。详见土石方流动平衡表 2-5。

表 2-5 方案设计土石方平衡表 单位：万 m<sup>3</sup>

| 分项      | 挖填方总量 | 开挖    | 回填    | 调入 |    | 调出 |    | 外借 |    | 废弃 |    |
|---------|-------|-------|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|
|         |       |       |       | 数量 | 来源 | 数量 | 去向 | 数量 | 来源 | 数量 | 去向 |
| 风机箱变    | 19.02 | 9.51  | 9.51  |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 升压站     | 1.10  | 0.55  | 0.55  |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 施工生产生活区 | 1.20  | 0.60  | 0.60  |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 输电线路    | 7.34  | 3.67  | 3.67  |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 道路工程    | 20.22 | 10.11 | 10.11 |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 合计      | 48.88 | 24.44 | 24.44 |    |    |    |    |    |    |    |    |

### 2.2.2 弃土（渣）量监测结果

通过对本工程的监测工作，实际挖方总量 41.26 万 m<sup>3</sup>，其中挖方总量 20.63 万 m<sup>3</sup>，填方总量 20.63 万 m<sup>3</sup>，总体挖填平衡，无取土、无弃方。实际施工土石方平衡表见表 2-6。

表 2-6 实际施工土石方平衡表 单位：万 m<sup>3</sup>

| 分项      | 挖填方总量 | 开挖    | 回填    | 调入 |    | 调出 |    | 外借 |    | 废弃 |    |
|---------|-------|-------|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|
|         |       |       |       | 数量 | 来源 | 数量 | 去向 | 数量 | 来源 | 数量 | 去向 |
| 风机箱变    | 16.74 | 8.37  | 8.37  |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 升压站     | 1.22  | 0.61  | 0.61  |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 施工生产生活区 | 0.10  | 0.05  | 0.05  |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 输电线路    | 6.76  | 3.38  | 3.38  |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 道路工程    | 16.44 | 8.22  | 8.22  |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 合计      | 41.26 | 20.63 | 20.63 |    |    |    |    |    |    |    |    |

### 2.2.3 监测结果与方案设计对比

表 2-7 方案设计与实际施工中土石方平衡对照表 单位: 万 m<sup>3</sup>

| 序号 | 项目      | 方案设计  |       |    |    | 监测结果  |       |    |    | 增减情况  |       |    |    |
|----|---------|-------|-------|----|----|-------|-------|----|----|-------|-------|----|----|
|    |         | 开挖    | 回填    | 调入 | 调出 | 开挖    | 回填    | 调入 | 调出 | 开挖    | 回填    | 调入 | 调出 |
| 1  | 风机箱变    | 9.51  | 9.51  |    |    | 8.37  | 8.37  |    |    | -1.14 | -1.14 |    |    |
| 2  | 升压站     | 0.55  | 0.55  |    |    | 0.61  | 0.61  |    |    | 0.06  | 0.06  |    |    |
| 3  | 施工生产生活区 | 0.6   | 0.6   |    |    | 0.05  | 0.05  |    |    | -0.55 | -0.55 |    |    |
| 4  | 输电线路    | 3.67  | 3.67  |    |    | 3.38  | 3.38  |    |    | -0.29 | -0.29 |    |    |
| 5  | 道路工程    | 10.11 | 10.11 |    |    | 8.22  | 8.22  |    |    | -1.89 | -1.89 |    |    |
| 合计 |         | 24.44 | 24.44 |    |    | 20.63 | 20.63 |    |    | -3.81 | -3.81 |    |    |

建设期土石方挖填情况与方案设计相比有所变化, 主要原因是:

①由于吊装过程中减少了吊装平台临时征地范围, 减少了基础开挖范围, 土石方开挖量减少。

②升压站实际占地增加, 土方开挖回填量增加。

③施工过程中, 施工生产生活区紧邻升压站布设, 通过优化施工时序, 协调布置, 施工机械、设备等利用升压站空地存放。同时, 施工人员租用当地民房居住, 因此减少了施工生产生活区临时占地面积, 相应动用土石方量减少。

④施工过程中集电线路塔基数量和方案设计相比有所减少, 同时减少了施工用电线路建设, 施工便道等采用人抬道路, 所以土石方开挖量减少。

⑤实际施工中, 根据地形条件, 进站道路和施工检修道路比方案设计长, 但实际施工检修道路爬山段多数利用已有道路, 并且优化施工工艺, 严格控制扰动范围, 因此土方开挖回填量减少。

### 3 水土流失防治措施监测结果

#### 3.1 工程措施及实施进度

##### 3.1.1 方案设计中的工程措施

###### (1) 风机箱变

###### 1) 方案新增

①7 个风机箱变吊装场地四周布设干砌石防护，需干砌石量  $675.5\text{m}^3$ ；22 个风机箱变吊装场地四周布设草袋填筑防护，需草袋防护  $1794.1\text{m}^3$ ；

②施工结束后全面整地  $10.98\text{hm}^2$ 。

###### (2) 升压站

###### 1) 主体设计:

场地内布设断面为  $0.3\text{m}\times 0.3\text{m}$ ，壁厚  $0.3\text{m}$  的浆砌石排水沟  $300\text{m}$ ；

###### 2) 方案新增措施:

表土剥离量及回覆量各为  $610\text{m}^3$ ；

###### (3) 施工生产生活区:

###### 1) 方案新增

①表土剥离及回覆量各为  $4250\text{m}^3$ ；

②施工结束后全面整地  $0.85\text{hm}^2$ 。

###### (4) 输电线路:

###### 1) 主体设计:

高低腿铁塔塔基布设浆砌石挡墙长  $350\text{m}$ ，高  $0.5\text{m}$ ；

###### 2) 方案新增

①塔基上方修筑排水沟  $280\text{m}$ ，土方开挖  $196.0\text{m}^3$ ，需浆砌石  $151.2\text{m}^3$ 。

②施工结束后全面整地  $10.34\text{hm}^2$ ；

###### (5) 道路工程:

###### 1) 进站道路:

进站道路单侧修筑排水沟  $0.1\text{km}$ 。

###### 2) 施工检修道路:

①爬山段转弯处上边坡浆砌石贴坡防护  $0.80\text{km}$ ，共计浆砌石量  $216\text{m}^3$ ；

②爬山段转弯处靠山体侧布设排水沟  $0.80\text{km}$ ；



③施工检修道路临时占地全面整地 12.67hm<sup>2</sup>。

方案设计水土保持工程措施及工程量见表 3-1。

表3-1 方案设计的水土保持工程措施及工程量

| 序号   | 工程或费用名称      | 单位              | 工程量    |
|------|--------------|-----------------|--------|
| 第一部分 | 工程措施         |                 |        |
| 一    | 风机箱变防治区      |                 |        |
| (1)  | 临时用地全面整地     | hm <sup>2</sup> | 10.98  |
| (2)  | 吊装场地边坡防护     |                 |        |
|      | 干砌石          | m <sup>3</sup>  | 675.5  |
|      | 草袋填筑         | m <sup>3</sup>  | 1794.1 |
| 二    | 升压站          |                 |        |
| (1)  | 站内排水沟        | m               | 300    |
| (2)  | 表土剥离         | m <sup>3</sup>  | 610    |
| (3)  | 表土回覆         | m <sup>3</sup>  | 610    |
| 三    | 施工生产生活防治区    |                 |        |
| (1)  | 全面整地         | hm <sup>2</sup> | 0.85   |
| (2)  | 表土剥离         | m <sup>3</sup>  | 4250   |
| (3)  | 表土回覆         | m <sup>3</sup>  | 4250   |
| 四    | 输电线路防治区      |                 |        |
| 1    | 临时用地全面整地     | hm <sup>2</sup> | 10.34  |
| 2    | 浆砌石挡墙        | m               | 350    |
| 3    | 浆砌石排水沟       | m               | 280    |
|      | 土方开挖         | m <sup>3</sup>  | 196.0  |
|      | M7.5 浆砌石     | m <sup>3</sup>  | 151.2  |
| 五    | 道路工程防治区      |                 |        |
| (一)  | 进站道路         | km              | 0.1    |
| (1)  | 升压站进站道路单侧排水沟 | m               | 100    |
| 1)   | 土方开挖         | m <sup>3</sup>  | 70     |
| 2)   | M7.5 浆砌石     | m <sup>3</sup>  | 54     |
| (二)  | 施工检修道路       | km              | 34.5   |
| (1)  | 爬山段上边坡浆砌石护坡  | m               | 800    |
| 1)   | 土方开挖         | m <sup>3</sup>  | 96     |
| 2)   | M7.5 浆砌石     | m <sup>3</sup>  | 216    |
| (2)  | 爬山段靠山体侧排水沟   | m               | 800    |
| 1)   | 土方开挖         | m <sup>3</sup>  | 560    |
| 2)   | 浆砌石          | m <sup>3</sup>  | 437    |
| (三)  | 临时占地全面整地     | hm <sup>2</sup> | 12.67  |

### 3.1.2 实际完成的工程措施及实施进度

通过实地监测，现场具有水土保持作用的工程措施具体实施情况如下：

#### (1) 风机箱变

##### ①临时用地全面整地

对风机箱变吊装场地进行全面整地，整地面积 8.83hm<sup>2</sup>。

##### ②覆土

为便于植被恢复，对部分风机平台及其边坡根据需要进行了覆土作业，覆土厚度为 0.3m，覆土量为 2.27 万 m<sup>3</sup>。

### ③浆砌石挡墙

根据水土保持后续设计，3#、11#、24#、45#风机平台较高较陡，在坡脚设浆砌石挡墙，挡墙顶宽 0.5m，墙身坡比 1:0.25，挡墙高 2.6m，其中地下埋深 1.1m，地上部分高 1.5m。采用浆砌块石砌筑，挡墙离地面 20cm 处设置泄水孔，泄水孔采用 PVC 管。其中，3#风机平台边坡挡墙 54m，11#风机平台边坡挡墙 35m，24#风机平台边坡挡墙 60m，45#风机平台边坡挡墙 40m。共设计挡墙长 189m，土方开挖 771.1m<sup>3</sup>，土方回填 170.1m<sup>3</sup>，共需浆砌石 593.5m<sup>3</sup>。

### ④干砌石挡墙

根据现场调查及水土保持后续设计，37#风机边坡和 50#风机边坡较高，风机平台周边边坡散落有施工期间的落石，因此对边坡坡脚进行干砌石贴坡防护。干砌石工程量：37#（长 50m，宽 0.5m，高 1.0m）、50#（长 60m，宽 1.0m，高 2.0m）。共设置干砌石护脚长 110m，干砌石护坡工程量为 145m<sup>3</sup>。

### ⑤植生袋挡墙

植生袋采取贴坡的方式防护边坡，贴坡前对风机边坡进行整理，要求坡度为 ≤1: 1，坡面连贯无凹凸不平现象，平台周围无临时堆渣。装土后的单袋有效体积为 0.038m<sup>3</sup>，绿色袋装，袋内草籽种类为披碱草，砌筑时层间错开堆放。根据现场调查统计工程量，本风场共砌筑植生袋防护 1728m，使用植生袋堰体方 1058.1m<sup>3</sup>，共使用植生袋 27845 条。

## (2) 升压站

### ①站内排水沟

升压站内设有排水沟（明暗排水结合），采用 M7.5 浆砌石矩形断面，断面为 0.4×0.4m，共计长 500m。

### ②站外排水沟

升压站在站外布设 M7.5 浆砌石排水沟，断面为 0.4×0.4m，厚 0.3m，共计长 80m。

### ③表土剥离及回覆

升压站施工前绿化区域进行表土剥离，剥离面积 0.18hm<sup>2</sup>，剥离厚度 0.3m，共剥离及回覆土方量 540m<sup>3</sup>，施工结束后作为绿化用土。

### (3) 施工生产生活区

#### ①表土剥离及回覆

对施工生产生活区施工前进行表土剥离，剥离面积  $0.15\text{hm}^2$ ，剥离厚度  $0.3\text{m}$ ，剥离土方量  $450\text{m}^3$ ，施工结束后作为植被恢复用土全部表土回覆，回覆量  $450\text{m}^3$ 。

#### ②临时用地全面整地

施工结束后，对施工生产生活区进行全面整地，整治面积  $0.15\text{hm}^2$ 。

### (4) 输电线路

#### ①全面整地

施工结束后对施工便道和塔基施工区域临时占地实施全面整地措施，整地面积  $9.38\text{hm}^2$ 。

#### ②植生袋防护

通过现场调查，输电线路塔基大部分位于风机平台旁边。经统计，共有 45 基塔基存在边坡，布设植生袋防护措施。植生袋规格为：带草籽  $40\text{cm}\times 80\text{cm}$ ，绿色袋装，袋内草籽种类为披碱草，装土后的单袋有效体积为  $0.038\text{m}^3$ （长  $70\text{cm}\times$  宽  $30\text{cm}\times$  高  $18\text{cm}$ ）。植生袋采取贴坡的方式防护边坡，贴坡前对边坡进行整理，要求坡度为  $\leq 1:1$ ，坡面连贯无凹凸不平现象，平台周围无临时堆渣。

经调查，输电线路共设植生袋  $1575\text{m}$ ，植生袋平均高  $1.5\text{m}$ ，植生袋堰体方  $708.8\text{m}^3$ ，共使用植生袋 18651 条。

### (5) 道路工程

#### 1) 进站道路:

##### ①排水沟

在进站道路 2 侧修筑排水沟，共计长  $420\text{m}$ ，采用 M7.5 浆砌石砌筑，设计比降与道路坡度一致，采用矩形断面底宽  $0.4\text{m}$ ，深  $0.4\text{m}$ ，浆砌石壁厚  $0.3\text{m}$ 。

#### 2) 施工检修道路:

##### ①上边坡浆砌石挡墙

在道路工程挖方段上边坡布设浆砌石挡墙防护，浆砌石挡墙平均高度  $0.5\text{m}$ ，厚  $0.3\text{m}$ ，基础埋深  $0.4\text{m}$ ，布设浆砌石挡墙长  $445\text{m}$ 。

##### ②排水沟及其顺接工程

根据实际调查和水土保持后续设计，本项目在部分爬山段修建排水沟以便疏导上游来水，排水沟及顺接工程共计长  $826\text{m}$ ，采用 M7.5 浆砌石砌筑，设计比

降与道路坡度一致，采用矩形断面，底宽 0.4m，深 0.4m，浆砌石壁厚 0.3m。并  
 铺设涵管 3 根。

### ③临时占地全面整地

对施工结束后的临时占地进行全面整地，整地面积 9.18hm<sup>2</sup>。

### ④覆土

为便于植被恢复，对检修道路下边坡及部分施工临时占地进行了覆土作业，  
 覆土量为 1.27 万 m<sup>3</sup>。

实际水土保持工程措施及工程量见表 3-2。

表 3-2 实际完成的水土保持工程措施及工程量

| 序号          | 工程名称             | 单位               | 工程量  |
|-------------|------------------|------------------|------|
| <b>第一部分</b> | <b>工程措施</b>      |                  |      |
| <b>一</b>    | <b>风机箱变防治区</b>   |                  |      |
| 1           | 全面整地             | hm <sup>2</sup>  | 8.83 |
| 2           | 覆土               | 万 m <sup>3</sup> | 2.27 |
| 3           | 浆砌石挡墙            | m                | 189  |
| 4           | 干砌石挡墙            | m                | 110  |
| 5           | 植生袋挡墙            | m                | 1728 |
| <b>二</b>    | <b>升压站防治区</b>    |                  |      |
| 1           | 站内排水沟            | m                | 500  |
| 2           | 站外排水沟            | m                | 80   |
| 3           | 表土剥离             | m <sup>3</sup>   | 540  |
| 4           | 表土回覆             | m <sup>3</sup>   | 540  |
| <b>三</b>    | <b>施工生产生活防治区</b> |                  |      |
| 1           | 全面整地             | hm <sup>2</sup>  | 0.15 |
| 2           | 表土剥离             | m <sup>3</sup>   | 450  |
| 3           | 表土回覆             | m <sup>3</sup>   | 450  |
| <b>四</b>    | <b>输电线路防治区</b>   |                  |      |
| 1           | 全面整地             | hm <sup>2</sup>  | 9.38 |
| 2           | 植生袋挡墙            | m                | 1575 |
| <b>五</b>    | <b>道路工程防治区</b>   |                  |      |
| (一)         | 进站道路             | m                | 210  |
| 1           | 排水沟              | m                | 420  |
| (二)         | 施工检修道路           | km               | 44   |
| 1           | 浆砌石挡墙            | m                | 445  |
| 2           | 排水沟及顺接工程         | m                | 826  |
|             | 涵管               | 根                | 3    |
| 3           | 全面整地             | hm <sup>2</sup>  | 9.18 |
| 4           | 覆土               | 万 m <sup>3</sup> | 1.27 |

### 3.1.3 工程措施实施效果分析

各防治分区水土保持工程措施实际完成与方案设计对照表详见表 3-3。

表 3-3 各防治分区水土保持工程措施完成情况对照表

| 序号          | 工程名称             | 单位               | 工程量   |      |       |
|-------------|------------------|------------------|-------|------|-------|
|             |                  |                  | 方案设计  | 实际完成 | 增减情况  |
| <b>第一部分</b> | <b>工程措施</b>      |                  |       |      |       |
| <b>一</b>    | <b>风机箱变防治区</b>   |                  |       |      |       |
| 1           | 全面整地             | hm <sup>2</sup>  | 10.98 | 8.83 | -2.15 |
| 2           | 覆土               | 万 m <sup>3</sup> |       | 2.27 | +2.27 |
| 3           | 浆砌石挡墙            | m                |       | 189  | +189  |
| 4           | 干砌石挡墙            | m                | 1351  | 110  | -1241 |
| 5           | 植生袋挡墙            | m                | 4246  | 1728 | -2518 |
| <b>二</b>    | <b>升压站防治区</b>    |                  |       |      |       |
| 1           | 站内排水沟            | m                | 300   | 500  | +200  |
| 2           | 站外排水沟            | m                |       | 80   | +80   |
| 3           | 表土剥离             | m <sup>3</sup>   | 610   | 540  | -70   |
| 4           | 表土回覆             | m <sup>3</sup>   | 610   | 540  | -70   |
| <b>三</b>    | <b>施工生产生活防治区</b> |                  |       |      |       |
| 1           | 全面整地             | hm <sup>2</sup>  | 0.85  | 0.15 | -0.70 |
| 2           | 表土剥离             | m <sup>3</sup>   | 4250  | 450  | -3800 |
| 3           | 表土回覆             | m <sup>3</sup>   | 4250  | 450  | -3800 |
| <b>四</b>    | <b>输电线路防治区</b>   |                  |       |      |       |
| 1           | 全面整地             | hm <sup>2</sup>  | 10.34 | 9.38 | -0.96 |
| 2           | 浆砌石挡墙            | m                | 350   |      | -350  |
| 3           | 浆砌石排水沟           | m                | 280   |      | -280  |
| 4           | 植生袋挡墙            | m                |       | 1575 | +1575 |
| <b>五</b>    | <b>道路工程防治区</b>   |                  |       |      |       |
| (一)         | 进站道路             | m                | 100   | 210  | +110  |
| 1           | 排水沟              | m                | 100   | 420  | +320  |
| (二)         | 施工检修道路           | km               | 34.5  | 44   | +9.5  |
| 1           | 浆砌石挡墙            | m                | 800   | 445  | -355  |
| 2           | 排水沟及顺接工程         | m                | 800   | 826  | +26   |
| 3           | 全面整地             | hm <sup>2</sup>  | 12.67 | 9.18 | -3.49 |
| 4           | 覆土               | 万 m <sup>3</sup> |       | 1.27 | 1.27  |

实际施工和方案设计相比，工程措施工程量有所变化，发生变化原因如下：

①风机平台吊装过程中，优化施工工艺，严格控制扰动范围，减少了吊装平台临时征地范围，因此总体上占地面积减少，全面整地面积减少。

②根据各风机平台边坡的实际情况对边坡坡脚进行防护，由于部分风机边坡平缓直接采取覆土绿化，可满足水保要求，因此减少了干砌石防护工程量；部分风机平台边坡较陡，增加浆砌石挡墙措施

③由于施工导致原地表土层遭到破坏，在开挖回填后的平台上无法直接恢复植被，为了便于后续的植被恢复，对风机平台进行了覆土处理，因此增加了覆土工程量。

④施工过程中严格控制风机基础开挖土方在风机吊装平台的整平，因此产生的边坡较缓较小，需要植生袋挡护的风机平台边坡数量减少。

根据水土保持方案和水土保持工程设计，结合实际情况，与方案相比增减了水土保持工程措施工程量，以上措施对于防治水土流失有显著防治效果。

经现场调查和查阅有关资料，工程措施布局较为合理，设计标准相对较高，完成的质量和数量符合设计，达到了开发建设项目水土保持方案技术规范的要求。该项目水土保持工程建筑物结构、尺寸和外观符合设计要求。目前，各项水土保持工程措施运行情况良好，未发现重大工程质量缺陷，能够有效地控制水土流失。与水保方案相比，水土保持功能未降低，符合验收标准。

## 3.2 植物措施及实施进度

### 3.2.1 方案中设计的植物措施

#### (1) 风机箱变:

##### 1) 方案新增

##### ① 植被恢复

方案设计采用灌草结合进行植被恢复，面积为  $10.98\text{hm}^2$ 。灌木选择高 0.3m 的柠条，采用穴状整地 ( $30\text{cm}\times 30\text{cm}$ )，营养钵栽植，行距 2.0m，株距 1.0m，初植密度  $5000\text{株}/\text{hm}^2$ ，共需苗量 56547 株 (考虑 3% 的损耗)；草种撒播采用无芒雀麦和披碱草混播，草籽量按 1: 1 混合，选择品质优良的一级草籽，播种密度：无芒雀麦  $40\text{kg}/\text{hm}^2$ ，披碱草  $40\text{kg}/\text{hm}^2$  (即混合撒播密度  $80\text{kg}/\text{hm}^2$ )。共计撒播草籽  $10.98\text{hm}^2$ ，共需草籽 878.4kg。

#### (2) 升压站

##### 1) 主体设计

##### ① 升压站绿化工程

项目主体设计升压站绿化措施面积  $0.12\text{hm}^2$ ，绿化率 20%。

#### (3) 施工生产生活区:

##### 1) 方案新增

施工生产生活区施工结束后，采用乔、灌、草结合方式恢复植被，恢复面积为  $0.85\text{hm}^2$ 。乔木选择高 0.5m 樟子松，采用穴状整地 ( $30\text{cm}\times 30\text{cm}$ )，带土球栽植，行距 2.0m，株距 2.0m，初植密度  $2500\text{株}/\text{hm}^2$ ，共需苗量 2168 株 (考虑 2%

的损耗); 灌木选用 0.3m 高的柠条, 采用穴状整地 (30cm×30cm), 营养钵栽植, 行距 2.0m, 株距 1.0m, 初植密度 5000 株/hm<sup>2</sup>, 共需苗量 4378 株 (考虑 3% 的损耗); 草种撒播采用无芒雀麦和披碱草混播, 草籽量按 1: 1 混合, 选择品质优良的一级草籽, 播种密度: 无芒雀麦 40kg/hm<sup>2</sup>, 披碱草 40kg/hm<sup>2</sup> (即混合撒播密度 80kg/hm<sup>2</sup>)。共计撒播草籽 0.85hm<sup>2</sup>, 共需草籽 68kg。

#### (4) 输电线路:

##### 1) 方案新增

①施工结束后, 对临时占用的 1.68hm<sup>2</sup> 有林地、灌木林地进行乔、灌、草结合恢复植被。乔木选择高 0.5m 樟子松, 采用穴状整地 (30cm×30cm), 带土球栽植, 行距 2.0m, 株距 2.0m, 初植密度 2500 株/hm<sup>2</sup>, 共需苗量 4284 株 (考虑 2% 的损耗); 灌木选用 0.3m 高的柠条, 采用穴状整地 (30cm×30cm), 营养钵栽植, 行距 2.0m, 株距 1.0m, 初植密度 5000 株/hm<sup>2</sup>, 共需苗量 8652 株 (考虑 3% 的损耗); 草种撒播采用无芒雀麦和披碱草混播, 草籽量按 1: 1 混合, 选择品质优良的一级草籽, 播种密度: 无芒雀麦 40kg/hm<sup>2</sup>, 披碱草 40kg/hm<sup>2</sup> (即混合撒播密度 80kg/hm<sup>2</sup>)。共计撒播草籽 1.68hm<sup>2</sup>, 共需草籽 134.4kg。

②方案设计剩余临时占地采用灌草结合进行植被恢复, 面积为 8.66hm<sup>2</sup>。灌木选择高 0.3m 柠条, 采用穴状整地 (30cm×30cm), 营养钵栽植, 行距 2.0m, 株距 1.0m, 初植密度 5000 株/hm<sup>2</sup>, 共需苗量 44599 株 (考虑 3% 的损耗); 草种撒播采用无芒雀麦和披碱草混播, 草籽量按 1: 1 混合, 选择品质优良的一级草籽, 播种密度: 无芒雀麦 40kg/hm<sup>2</sup>, 披碱草 40kg/hm<sup>2</sup> (即混合撒播密度 80kg/hm<sup>2</sup>)。共计撒播草籽 8.66hm<sup>2</sup>, 共需草籽 692.8kg。

#### (5) 道路工程:

##### 1) 进站道路

①方案设计在升压站进站道路两侧布设植物措施 (乔草结合方式), 栽植长度共 0.2km。树种选择樟子松, 高 1.5m, 带土球, 单排栽植, 株距为 3.0m, 种植时进行整地, 整地采用穴状整地, 规格 60cm×60cm; 草种撒播采用无芒雀麦和披碱草混播, 草籽量按 1: 1 混合, 选择品质优良的一级草籽, 播种密度: 无芒雀麦 40kg/hm<sup>2</sup>, 披碱草 40kg/hm<sup>2</sup> (即混合撒播密度 80kg/hm<sup>2</sup>)。共计撒播草籽 0.02hm<sup>2</sup>, 共需草籽 1.6kg。

##### 2) 施工检修道路:

#### ①爬山段转弯处上边坡植物措施

检修道路爬山段转弯处上边坡占地  $0.24\text{hm}^2$ ，永久占地  $0.12\text{hm}^2$ ，临时占地  $0.12\text{hm}^2$ ，方案设计在上边坡临时占地撒播草籽，草种撒播采用无芒雀麦和披碱草混播，草籽量按 1: 1 混合，选择品质优良的一级草籽，播种密度：无芒雀麦  $40\text{kg}/\text{hm}^2$ ，披碱草  $40\text{kg}/\text{hm}^2$ （即混合撒播密度  $80\text{kg}/\text{hm}^2$ ）。共计撒播草籽  $0.12\text{hm}^2$ ，共需草籽 9.6kg。

#### ②爬山段下边坡植物措施

检修道路爬山段下边坡占地  $3.00\text{hm}^2$ ，全部为临时占地。本方案设计下边坡采用灌草结合进行植被恢复。灌木选用 0.3m 高的柠条，采用穴状整地（ $30\text{cm}\times 30\text{cm}$ ），营养钵栽植，行距 2.0m，株距 1.0m，初植密度  $5000\text{株}/\text{hm}^2$ ，共需苗量 15450 株（考虑 3% 的损耗）；草种撒播采用无芒雀麦和披碱草混播，草籽量按 1: 1 混合，选择品质优良的一级草籽，播种密度：无芒雀麦  $40\text{kg}/\text{hm}^2$ ，披碱草  $40\text{kg}/\text{hm}^2$ （即混合撒播密度  $80\text{kg}/\text{hm}^2$ ）。共计撒播草籽  $3.00\text{hm}^2$ ，共需草籽 240kg。

#### ③检修道路临时占用有林地、灌木林地部分植被恢复

施工结束后，对施工检修道路占用  $3.87\text{hm}^2$  有林地、灌木林地进行乔、灌、草结合恢复植被。乔木选择高 1.5m 樟子松，采用穴状整地（ $60\text{cm}\times 60\text{cm}$ ），带土球栽植，行距 2.0m，株距 2.0m，初植密度  $2500\text{株}/\text{hm}^2$ ，共需苗量 9869 株（考虑 2% 的损耗）；灌木选用 0.3m 高的柠条，采用穴状整地（ $30\text{cm}\times 30\text{cm}$ ），营养钵栽植，行距 2.0m，株距 1.0m，初植密度  $5000\text{株}/\text{hm}^2$ ，共需苗量 19931 株（考虑 3% 的损耗）；草种撒播采用无芒雀麦和披碱草混播，草籽量按 1: 1 混合，选择品质优良的一级草籽，播种密度：无芒雀麦  $40\text{kg}/\text{hm}^2$ ，披碱草  $40\text{kg}/\text{hm}^2$ （即混合撒播密度  $80\text{kg}/\text{hm}^2$ ）。共计撒播草籽  $3.87\text{hm}^2$ ，共需草籽 309.6kg。

#### ④道路剩余临时占地植被恢复

施工结束后，对检修道路剩余的全部临时占地进行灌草结合植被恢复，面积为  $5.68\text{hm}^2$ 。灌木选用 0.3m 高的柠条，采用穴状整地（ $30\text{cm}\times 30\text{cm}$ ），营养钵栽植，行距 2.0m，株距 1.0m，初植密度  $5000\text{株}/\text{hm}^2$ ，共需苗量 29252 株（考虑 3% 的损耗）；草种撒播采用无芒雀麦和披碱草混播，草籽量按 1: 1 混合，选择品质优良的一级草籽，播种密度：无芒雀麦  $40\text{kg}/\text{hm}^2$ ，披碱草  $40\text{kg}/\text{hm}^2$ （即混合撒播密度  $80\text{kg}/\text{hm}^2$ ）。共计撒播草籽  $5.68\text{hm}^2$ ，共需草籽 454.4kg。



方案设计水土保持植物措施具体情况见表 3-4。

表 3-4 方案设计水土保持植物措施及工程量

| 序号   | 工程或费用名称          | 单位              | 工程量     |
|------|------------------|-----------------|---------|
| 第二部分 | 植物措施             |                 |         |
| 一    | 风机箱变防治区          |                 |         |
| (一)  | 临时占地植被恢复         | hm <sup>2</sup> | 10.98   |
| 1    | 撒播草籽             | hm <sup>2</sup> | 10.98   |
| 2    | 草籽量(无芒雀麦)        | kg              | 439.2   |
| 3    | 草籽量(披碱草)         | kg              | 439.2   |
| 4    | 穴状整地(30×30)      | 个               | 54900   |
| 5    | 栽植苗数(柠条)         | 株               | 54900   |
| 6    | 需苗量(柠条)          | 株               | 56547   |
| 二    | 升压站              |                 |         |
|      | 绿化               | hm <sup>2</sup> | 0.12    |
| 三    | 施工生产生活防治区        |                 |         |
| (1)  | 临时占地植被恢复         | hm <sup>2</sup> | 0.85    |
| 1    | 穴状整地(30×30)      | 个               | 6375    |
| 2    | 栽植苗数(樟子松)        | 株               | 2125    |
| 3    | 需苗量(樟子松)         | 株               | 2168    |
| 4    | 栽植苗木(柠条)         | 株               | 4250    |
| 5    | 需苗量(柠条)          | 株               | 4378    |
| 6    | 撒播草籽             | hm <sup>2</sup> | 0.85    |
| 7    | 草籽量(无芒雀麦)        | kg              | 34      |
| 8    | 草籽量(披碱草)         | kg              | 34      |
| 四    | 输电线路防治区          |                 |         |
| (一)  | 占用有林地、灌木林地部分植被恢复 | hm <sup>2</sup> | 1.68    |
| 1    | 穴状整地(30×30)      | 个               | 12600   |
| 2    | 栽植苗数(樟子松)        | 株               | 4200    |
| 3    | 需苗量(樟子松)         | 株               | 4284    |
| 4    | 栽植苗木(柠条)         | 株               | 8400    |
| 5    | 需苗量(柠条)          | 株               | 8652    |
| 6    | 撒播草籽             | hm <sup>2</sup> | 1.68    |
| 7    | 草籽量(无芒雀麦)        | kg              | 1 67.2  |
| 8    | 草籽量(披碱草)         | kg              | 2 67.2  |
| (二)  | 剩余临时占地植被恢复       | hm <sup>2</sup> | 8.66    |
| 3 1  | 撒播草籽             | hm <sup>2</sup> | 4 8.66  |
| 2    | 草籽量(无芒雀麦)        | kg              | 5 346.4 |
| 3    | 草籽量(披碱草)         | kg              | 6 346.4 |
| 4    | 穴状整地(30×30)      | 个               | 7 43300 |
| 5    | 栽植苗数(柠条)         | 株               | 8 43300 |
| 6    | 需苗量(柠条)          | 株               | 9 44599 |
| 五    | 道路工程防治区          |                 |         |
| (一)  | 进站道路             | km              | 0.1     |
| 1    | 穴状整地(60×60)      | 个               | 68      |

表 3-4 方案设计水土保持植物措施及工程量

| 序号  | 工程或费用名称          | 单位              | 工程量      |
|-----|------------------|-----------------|----------|
| 2   | 栽植苗木 (樟子松)       | 株               | 68       |
| 3   | 需苗量 (樟子松)        | 株               | 70       |
| 4   | 撒播草籽             | hm <sup>2</sup> | 0.02     |
| 5   | 草籽量 (无芒雀麦)       | kg              | 0.8      |
| 6   | 草籽量 (披碱草)        | kg              | 0.8      |
| (二) | 施工检修道路           | km              | 34.5     |
| (1) | 爬山段上边坡植物措施       | hm <sup>2</sup> | 0.12     |
| 1   | 撒播草籽             | hm <sup>2</sup> | 0.12     |
| 2   | 草籽量 (无芒雀麦)       | kg              | 4.8      |
| 3   | 草籽量 (披碱草)        | kg              | 4.8      |
| (2) | 爬山段下边坡植物措施       | hm <sup>2</sup> | 3.00     |
| 1   | 穴状整地(30×30)      | 个               | 15000    |
| 2   | 栽植苗木 (柠条)        | 株               | 15000    |
| 3   | 需苗量 (柠条)         | 株               | 15450    |
| 4   | 撒播草籽             | hm <sup>2</sup> | 3.00     |
| 5   | 草籽量 (无芒雀麦)       | kg              | 120      |
| 6   | 草籽量 (披碱草)        | kg              | 120      |
| (3) | 占用有林地、灌木林地部分植被恢复 | hm <sup>2</sup> | 3.87     |
| 1   | 穴状整地(60×60)      | 个               | 9675     |
| 2   | 栽植苗数 (樟子松)       | 株               | 9675     |
| 3   | 需苗量 (樟子松)        | 株               | 9869     |
| 4   | 穴状整地(30×30)      | 个               | 19350    |
| 5   | 栽植苗木 (柠条)        | 株               | 19350    |
| 6   | 需苗量 (柠条)         | 株               | 19931    |
| 7   | 撒播草籽             | hm <sup>2</sup> | 3.87     |
| 8   | 草籽量 (无芒雀麦)       | kg              | 10 154.8 |
| 9   | 草籽量 (披碱草)        | kg              | 11 154.8 |
| (4) | 道路剩余临时占地植被恢复     | hm <sup>2</sup> | 5.68     |
| 1   | 穴状整地(30×30)      | 个               | 28400    |
| 2   | 栽植苗木 (柠条)        | 株               | 28400    |
| 3   | 需苗量 (柠条)         | 株               | 29252    |
| 4   | 撒播草籽             | hm <sup>2</sup> | 12 5.68  |
| 5   | 草籽量 (无芒雀麦)       | kg              | 13 227.2 |
| 6   | 草籽量 (披碱草)        | kg              | 14 227.2 |

### 3.2.2 实际完成的水土保持植物措施

通过实地监测, 该项目实际完成植物措施和施工进度情况如下:

#### (1) 风机箱变:

施工结束后对风机平台及边坡临时占地进行植被恢复, 混播披碱草和无芒雀麦, 撒播密度各为 100kg/hm<sup>2</sup>, 即混播密度 200kg/hm<sup>2</sup>, 撒播面积 8.83hm<sup>2</sup>, 撒播披碱草和无芒雀麦各 900.66kg。

平台边坡采用灌草结合的方式进行植被恢复。灌木选择一年生黄刺玫, 穴状

整地(30cm×30cm), 营养钵栽植, 行距 1.0m, 株距 1.0m, 初植密度 10000 株/hm<sup>2</sup>。边坡面积共 1.02hm<sup>2</sup>, 穴状整地 10174 个, 共需黄刺玫 10479 株(考虑 3% 的损耗率)。撒播草籽工程量已计入前列, 此处不重复计列。植被栽植后, 进行三年幼林抚育。

## (2) 升压站

升压站绿化面积 0.20hm<sup>2</sup>。

## (3) 施工生产生活区:

施工结束后采用灌草结合的方式进行植被恢复。灌木选用一年生黄刺玫, 穴状整地(30cm×30cm), 营养钵栽植, 行距 2.0m, 株距 1.0m, 初植密度 5000 株/hm<sup>2</sup>, 共栽植黄刺玫 750 株; 草种撒播采用无芒雀麦和披碱草混播, 草籽量按 1: 1 混合, 选择品质优良的一级草籽, 播种密度: 无芒雀麦 100kg/hm<sup>2</sup>, 披碱草 100kg/hm<sup>2</sup>(即混合撒播密度 200kg/hm<sup>2</sup>)。共计撒播草籽 0.15hm<sup>2</sup>, 需披碱草和无芒雀麦各 15.3kg。植被栽植后, 进行三年幼林抚育。

## (4) 输电线路:

施工结束后对施工便道和塔基施工区域临时占地采用撒播草籽的方式恢复植被。草种撒播采用无芒雀麦和披碱草混播, 草籽量按 1: 1 混合, 选择品质优良的一级草籽, 播种密度: 无芒雀麦 100kg/hm<sup>2</sup>, 披碱草 100kg/hm<sup>2</sup>(即混合撒播密度 200kg/hm<sup>2</sup>)。共计撒播草籽 9.38hm<sup>2</sup>, 需披碱草和无芒雀麦各 956.76kg。

## (5) 道路工程:

### 1) 进站道路

在升压站进站道路两侧采用乔草结合的方式进行绿化。乔木选择高 2.0m 柳树, 穴状整地(60×60cm), 带土球栽植, 株距 2.0m, 栽植柳树 210 株; 草种撒播采用无芒雀麦和披碱草混播, 草籽量按 1: 1 混合, 选择品质优良的一级草籽, 播种密度: 无芒雀麦 100kg/hm<sup>2</sup>, 披碱草 100kg/hm<sup>2</sup>(即混合撒播密度 200kg/hm<sup>2</sup>)。共计撒播草籽 0.04hm<sup>2</sup>, 需披碱草和无芒雀麦各 4.28kg。

### 2) 施工检修道路

施工结束后对临时占地采用撒播草籽的方式进行植被恢复。草种撒播采用无芒雀麦和披碱草混播, 草籽量按 1: 1 混合, 选择品质优良的一级草籽, 播种密度: 无芒雀麦 100kg/hm<sup>2</sup>, 披碱草 100kg/hm<sup>2</sup>(即混合撒播密度 200kg/hm<sup>2</sup>)。共计撒播草籽 9.18hm<sup>2</sup>, 需披碱草和无芒雀麦各 936.36kg。

在施工检修道路两侧栽植行道树，树种选用 0.5m 高樟子松，穴状整地（60cm×60cm），带土球栽植，株距 2.0m，共栽植樟子松 5250 株。植被栽植后，进行三年幼林抚育。

在施工检修道路下边坡栽植灌木。灌木树种选择一年生黄刺玫，穴状整地（30×30cm），营养钵栽植，行距 1.0m，株距 1.0m，初植密度为 10000 株/hm<sup>2</sup>，共栽植黄刺玫 15056 株。植被栽植后，进行三年幼林抚育。

实际完成的水土保持植物措施见表 3-5。

**表 3-5 实际完成的水土保持植物措施及工程量**

| 序号          | 工程名称             | 单位              | 工程量    |
|-------------|------------------|-----------------|--------|
| <b>第二部分</b> | <b>植物措施</b>      |                 |        |
| <b>一</b>    | <b>风机箱变防治区</b>   |                 |        |
| 1           | 植被恢复             | hm <sup>2</sup> | 8.83   |
|             | 撒播草籽             | hm <sup>2</sup> | 8.83   |
|             | 草籽量（无芒雀麦）        | kg              | 900.66 |
|             | 草籽量（披碱草）         | kg              | 900.66 |
|             | 穴状整地(30×30)      | 个               | 10174  |
|             | 栽植苗数（黄刺玫）        | 株               | 10174  |
|             | 需苗量（黄刺玫）         | 株               | 10479  |
| 2           | 幼林抚育             |                 | 0      |
|             | 第一年              | hm <sup>2</sup> | 1.02   |
|             | 第二年              | hm <sup>2</sup> | 1.02   |
|             | 第三年              | hm <sup>2</sup> | 1.02   |
| <b>二</b>    | <b>升压站防治区</b>    |                 |        |
| 1           | 绿化               | hm <sup>2</sup> | 0.20   |
| <b>三</b>    | <b>施工生产生活防治区</b> |                 |        |
| 1           | 植被恢复             | hm <sup>2</sup> | 0.15   |
|             | 穴状整地(30×30)      | 个               | 750    |
|             | 栽植苗木（黄刺玫）        | 株               | 750    |
|             | 需苗量（黄刺玫）         | 株               | 773    |
|             | 撒播草籽             | hm <sup>2</sup> | 0.15   |
|             | 草籽量（无芒雀麦）        | kg              | 15.3   |
|             | 草籽量（披碱草）         | kg              | 15.3   |
| 2           | 幼林抚育             |                 | 0      |
|             | 第一年              | hm <sup>2</sup> | 0.15   |
|             | 第二年              | hm <sup>2</sup> | 0.15   |
|             | 第三年              | hm <sup>2</sup> | 0.15   |
| <b>四</b>    | <b>输电线路防治区</b>   |                 |        |
| 1           | 植被恢复             | hm <sup>2</sup> | 9.38   |
|             | 撒播草籽             | hm <sup>2</sup> | 9.38   |
|             | 草籽量（无芒雀麦）        | kg              | 956.76 |
|             | 草籽量（披碱草）         | kg              | 956.76 |
| <b>五</b>    | <b>道路工程防治区</b>   |                 |        |
| (一)         | 进站道路             | m               | 210    |

|     |                 |                 |        |
|-----|-----------------|-----------------|--------|
| 1   | 穴状整地(60×60)     | 个               | 210    |
| 2   | 栽植苗木(樟子松)       | 株               | 210    |
| 3   | 需苗量(樟子松)        | 株               | 214    |
| 4   | 撒播草籽            | hm <sup>2</sup> | 0.042  |
| 5   | 草籽量(无芒雀麦)       | kg              | 4.284  |
| 6   | 草籽量(披碱草)        | kg              | 4.284  |
| (二) | 施工检修道路          | km              | 44     |
| 1   | 栽植樟子松           |                 | 0      |
|     | 穴状整地(60cm×60cm) | 个               | 5250   |
|     | 栽植樟子松           | 株               | 5250   |
|     | 樟子松需苗量          | 株               | 5408   |
| 2   | 栽植黄刺梅           |                 |        |
|     | 穴状整地(30cm×30cm) | 个               | 15056  |
|     | 栽植黄刺玫           | 株               | 15056  |
|     | 黄刺玫需苗量          | 株               | 15508  |
| 3   | 撒播草籽            | hm <sup>2</sup> | 9.18   |
|     | 草籽量(无芒雀麦)       | kg              | 936.36 |
|     | 草籽量(披碱草)        | kg              | 936.36 |
| 4   | 幼林抚育            |                 |        |
|     | 第一年             | hm <sup>2</sup> | 2.43   |
|     | 第二年             | hm <sup>2</sup> | 2.43   |
|     | 第三年             | hm <sup>2</sup> | 2.43   |

### 3.2.3 植物措施水土保持效果分析与评价

各防治分区水土保持植物措施实际完成与方案设计对照表详见表 3-6。

表 3-6 各防治分区水土保持植物措施完成情况对照表

| 序号          | 工程名称             | 单位              | 工程量   |      |       |
|-------------|------------------|-----------------|-------|------|-------|
|             |                  |                 | 方案设计  | 实际完成 | 增减情况  |
| <b>第二部分</b> | <b>植物措施</b>      |                 |       |      |       |
| <b>一</b>    | <b>风机箱变防治区</b>   |                 |       |      |       |
| 1           | 植被恢复             | hm <sup>2</sup> | 10.98 | 8.83 | -2.15 |
| 2           | 幼林抚育             |                 |       |      |       |
|             | 第一年              | hm <sup>2</sup> |       | 1.02 | +1.02 |
|             | 第二年              | hm <sup>2</sup> |       | 1.02 | +1.02 |
|             | 第三年              | hm <sup>2</sup> |       | 1.02 | +1.02 |
| <b>二</b>    | <b>升压站防治区</b>    |                 |       |      |       |
| 1           | 绿化               | hm <sup>2</sup> | 0.12  | 0.20 | +0.08 |
| <b>三</b>    | <b>施工生产生活防治区</b> |                 |       |      |       |
| 1           | 植被恢复             | hm <sup>2</sup> | 0.85  | 0.15 | -0.70 |
| 2           | 幼林抚育             |                 |       |      |       |
|             | 第一年              | hm <sup>2</sup> |       | 0.15 | +0.15 |
|             | 第二年              | hm <sup>2</sup> |       | 0.15 | +0.15 |
|             | 第三年              | hm <sup>2</sup> |       | 0.15 | +0.15 |
| <b>四</b>    | <b>输电线路防治区</b>   |                 |       |      |       |
| 1           | 植被恢复             | hm <sup>2</sup> | 10.34 | 9.38 | -0.96 |
| <b>五</b>    | <b>道路工程防治区</b>   |                 |       |      |       |
| (一)         | 进站道路绿化           | m <sup>2</sup>  | 0.02  | 0.04 | +0.02 |

|     |        |                 |       |      |       |
|-----|--------|-----------------|-------|------|-------|
| (二) | 施工检修道路 |                 |       |      |       |
| 1   | 植被恢复   | hm <sup>2</sup> | 12.67 | 9.18 | -3.49 |
| 2   | 幼林抚育   |                 |       |      |       |
|     | 第一年    | hm <sup>2</sup> |       | 2.43 | +2.43 |
|     | 第二年    | hm <sup>2</sup> |       | 2.43 | +2.43 |
|     | 第三年    | hm <sup>2</sup> |       | 2.43 | +2.43 |

项目区在建设过程中水土保持植物措施完成情况比水土保持方案设计的植物措施工程量有所变化，具体情况如下：

①吊装过程中，优化施工工艺，严格控制扰动范围，减少了吊装平台临时征地范围，因此总体上占地面积减少，植被恢复面积减少。

②升压站根据实际需要占地面积增加，绿化面积增加。

③施工生产生活区紧邻升压站布设，通过优化施工时序，协调布置，施工机械、设备等利用升压站空地存放。同时，施工人员租用当地民房居住，因此减少了施工生产生活区临时占地面积，因此植被恢复面积相应减少。

④实际建设中新建集电线路 44.23km，采用自立式铁塔，共设 204 基铁塔，占地面积有所减少。同时，施工中主要以柴油发电机作为施工电源，无施工用电线路，因此施工用电线路占地减少。因此输电线路临时占地面积减少，相应植被恢复面积减少。同时，根据电力要求和安全因素，铁塔附近不适宜种植乔木等高大树种，因此减少了樟子松和柠条的栽植，以撒播草籽为主进行植被恢复。

⑤实际施工过程中，根据地形条件，进站道路长度增加，并在进站道路 2 侧栽植行道树，因此进站道路绿化工程量增加；实际施工过程中，根据地形条件，施工检修道路长度增加，但优化了施工工艺，严格控制扰动范围，减少了临时占地面积，因此植被恢复面积减少。

上述项目区域中根据当地树种适宜原则和实际施工情况增减了水土保持植物措施工程量，对于防止水土流失有显著防治效果。植物措施质量总体合格，能够满足水土保持功能要求，达到水土保持方案要求的林草植被恢复率和林草覆盖率的防治目标值，具备水土保持设施植物措施验收条件。植物措施中植被种类的变化与水保方案相比，防治标准未降低、水土保持功能未降低。

### 3.3 临时措施及实施进度

#### 3.3.1 方案中设计的临时措施

##### (1) 风机箱变

方案将风机箱变基础土方回填量（ $1032\text{m}^3$ /个风机箱变）堆放在吊装场地基础开挖四周空地处，四周洒水并由铁锹拍实，并进行苫盖处理，单个吊装场地需苫盖防护网  $350\text{m}^2$ 。本方案按照施工情况，设计 4 个风机吊装平台为一个施工周期，防护网重复利用，需要防护网合计  $1400\text{m}^2$ 。

## （2）升压站

### ①基础临时堆土防护

升压站建筑物基础施工过程中，土方开挖后，需临时堆放，最大堆土量为  $450\text{m}^3$ ，堆高 1.5m，长 20m，宽 15m，坡比 1: 1。方案设计对临时堆土进行防护网苫盖，防护网重复利用，需防护网  $500\text{m}^2$ 。

### ②表土临时堆放防护

升压站绿化用地在施工前进行表土剥离，临时堆放在升压站绿化用地处，堆土四周洒水由铁锹拍实，并进行苫盖处理，需要防护网合计  $300\text{m}^2$ 。

## （3）施工生产生活区

施工生产生活区空地临时堆放表土，方案设计对临时堆土进行防护网苫盖，每个施工生产生活区需防护网  $300\text{m}^2$ ，施工生产生活区共需防护网  $600\text{m}^2$ 。

## （4）输电线路

方案将塔基基础土方开挖量堆放在基础四脚中间部位，堆高 1m，长 3m，宽 3m，坡比 1:1。四周洒水并由铁锹拍实。并进行苫盖处理，单个需苫盖防护网  $20\text{m}^2$ 。本方案按照施工情况，设计 10 个基础为一个施工周期，防护网重复利用，需要防护网合计  $200\text{m}^2$ 。

## （5）道路工程

方案设计对一些下边坡坡长较长且容易施工的路段在下边坡坡腰处修建草袋填筑挡护措施，以减少对落石对下游边坡的影响。爬山段全长 7.5km，约 3.5km 长的施工检修道路进行了大的挖填方作业，设计临时挡墙平均高度 0.6m，宽度 0.5m，装土草袋挡护长度 3500m，挡护方量为  $1050\text{m}^3$ 。

方案设计水土保持临时措施具体情况见表 3-7。

表 3-7 方案设计的水土保临时措施及工程量

| 序号   | 工程或费用名称 | 单位           | 工程量  |
|------|---------|--------------|------|
| 第三部分 | 临时措施    |              |      |
| 一    | 风机箱变防治区 |              |      |
| 1    | 临时堆土苫盖  |              |      |
|      | 防护网     | $\text{m}^2$ | 1400 |

|   |            |                |      |
|---|------------|----------------|------|
| 二 | 升压站防治区     |                |      |
| 1 | 临时堆土苫盖     |                |      |
|   | 防护网        | m <sup>2</sup> | 800  |
| 三 | 施工生产生活区防治区 |                |      |
| 1 | 临时堆土苫盖     |                |      |
|   | 防护网        | m <sup>2</sup> | 600  |
| 四 | 输电线路防治区    |                |      |
|   | 临时堆土苫盖     |                |      |
|   | 防护网        | m <sup>2</sup> | 200  |
| 五 | 道路工程防治区    |                |      |
|   | 草袋填筑临时拦挡   |                |      |
|   | 草袋填筑堰体     | m <sup>3</sup> | 1050 |

### 3.3.2 实际完成的水土保持临时措施

通过实地监测，该项目实际完成临时措施和施工进度情况如下：

#### (1) 风机箱变

对临时堆土进行了苫盖，共计使用防护网 3000m<sup>2</sup>。

#### (2) 升压站

对临时堆土进行了苫盖，共计使用防护网 1500m<sup>2</sup>。

#### (3) 施工生产生活区

对临时堆土进行了苫盖，共计使用防护网 1000m<sup>2</sup>。

#### (4) 输电线路

对临时堆土进行了苫盖，共计使用防护网 500m<sup>2</sup>。

#### (5) 道路工程

通过现场调查，在施工检修道路较陡的下边坡坡脚采用植生袋进行拦挡防护，植生袋规格为：带草籽 40cm×80cm，绿色袋装，袋内草籽种类为披碱草，装土后的单袋有效体积为 0.038m<sup>3</sup>（长 70cm×宽 30cm×高 18cm）。植生袋采取贴坡的方式防护边坡，贴坡前对道路边坡进行整理，要求坡度为≤1: 1，坡面连贯无凹凸不平现象，平台周围无临时堆渣。经调查，施工检修道路共设植生袋长 1063m，植生袋堰体方 550.5m<sup>3</sup>，共需植生袋 14487 条。

表 3-8 实际完成的水土保临时措施及工程量

| 序号   | 工程名称    | 单位             | 工程量  |
|------|---------|----------------|------|
| 第三部分 | 临时措施    |                |      |
| 一    | 风机箱变防治区 |                |      |
| 1    | 临时堆土苫盖  |                |      |
|      | 防护网     | m <sup>2</sup> | 3000 |
| 二    | 升压站防治区  |                |      |
| 1    | 临时堆土苫盖  |                |      |



|   |           |                |      |
|---|-----------|----------------|------|
|   | 防护网       | m <sup>2</sup> | 1500 |
| 三 | 施工生产生活防治区 |                |      |
| 1 | 临时堆土苫盖    |                |      |
|   | 防护网       | m <sup>2</sup> | 1000 |
| 四 | 输电线路防治区   |                |      |
| 1 | 塔基临时堆土苫盖  | m <sup>2</sup> | 500  |
| 五 | 道路工程防治区   |                |      |
| 1 | 植生袋拦挡     | m              | 1063 |

### 3.3.3 临时措施水土保持效果分析与评价

各防治分区水土保持临时措施实际完成与方案设计对照表详见表 3-9。

表 3-9 各防治分区水土保持临时措施完成情况对照表

| 序号   | 工程名称      | 单位             | 工程量  |      |       |
|------|-----------|----------------|------|------|-------|
|      |           |                | 方案设计 | 实际完成 | 增减情况  |
| 第三部分 | 临时措施      |                |      |      |       |
| 一    | 风机箱变防治区   |                |      |      |       |
| 1    | 临时堆土苫盖    | m <sup>2</sup> | 1400 | 3000 | +1600 |
| 二    | 升压站防治区    |                |      |      |       |
| 1    | 临时堆土苫盖    | m <sup>2</sup> | 800  | 1500 | +700  |
| 三    | 施工生产生活防治区 |                |      |      |       |
| 1    | 临时堆土苫盖    | m <sup>2</sup> | 600  | 1000 | +400  |
| 四    | 输电线路防治区   |                |      |      |       |
| 1    | 塔基临时堆土苫盖  | m <sup>2</sup> | 200  | 500  | +300  |
| 五    | 道路工程防治区   |                |      |      |       |
| 1    | 植生袋拦挡     | m              | 3500 | 1063 | -2437 |

与方案设计相比，临时措施发生变化的原因：

①风机箱变、升压站、施工生产生活区和输电线路实际施工过程中加强了临时堆土防护力度，增加防护网苫盖工程量。

②施工检修道路在实际施工过程中尽量避免大开挖，避免产生较陡的下边坡，因此布设植生袋拦挡的长度减少。

本项目在施工过程中，严格执行相关的规章制度，严格按照相关的施工组织设计开展施工作业，在施工过程中优化施工工艺，改进施工技术，合理避开了降雨及大风对本项目施工工作的影响，为了防止各防治区开挖对周边区域的影响，布设防护网苫盖、编织袋拦挡等措施，符合水保要求。

## 4 土壤流失量分析

工程建设区水土流失以水力侵蚀造成的流失为主，土壤流失量主要来源于降雨条件下水流冲刷产生的流失。

### 4.1 各阶段土壤流失量分析

#### (1) 各阶段侵蚀模数的分析确定

侵蚀模数确定主要是通过参考历史资料和收集现场观测结果相结合的方式。我单位在监测过程中，经过一系列的调查和资料收集整理，确定该工程项目区内平均土壤侵蚀模数为 2895t/km<sup>2</sup>·a。

**表 4-1 项目建设区土壤侵蚀模数** 单位: (t/km<sup>2</sup>·a)

| 监测分区    | 原地貌模数 | 扰动后模数 | 治理后模数 |
|---------|-------|-------|-------|
| 风机箱变区   | 2900  | 6200  | 280   |
| 升压站     | 2700  | 5400  | 240   |
| 施工生产生活区 | 2700  | 5200  | 260   |
| 输电线路    | 2900  | 6100  | 260   |
| 道路工程    | 2900  | 6300  | 280   |

#### (2) 水土流失面积确定

经实地调查和统计分析，各分区单元水土流失面积见表 4-2。

**表 4-2 分区单元水土流失面积** 单位: hm<sup>2</sup>

| 侵蚀单元    | 面积    |
|---------|-------|
| 风机箱变区   | 9.12  |
| 升压站     | 0.86  |
| 施工生产生活区 | 0.15  |
| 输电线路    | 9.89  |
| 道路工程    | 29.11 |
| 合计      | 49.13 |

#### (3) 各阶段土壤流失量计算

通过对调查收集到的监测数据按各个防治责任分区进行分类、汇总、整理，利用水土流失面积、侵蚀模数和侵蚀时段计算出各分区水土流失量。

侵蚀量计算公式:  $M_s = F \times K_s \times T$

式中:  $M_s$ ——侵蚀量 (t);

$F$ ——水土流失面积 (km<sup>2</sup>);

$K_s$ ——侵蚀模数 (t/km<sup>2</sup>·a);

$T$ ——侵蚀时段 (a)。

表 4-3 各分区原地貌水土流失量计算结果

| 监测分区    | 原地貌侵蚀模数(t/km <sup>2</sup> ·a) | 扰动面积 (hm <sup>2</sup> ) | 年土壤侵蚀量 (t) |
|---------|-------------------------------|-------------------------|------------|
| 风机箱变区   | 2900                          | 9.12                    | 264.55     |
| 升压站     | 2700                          | 0.86                    | 23.22      |
| 施工生产生活区 | 2700                          | 0.15                    | 4.05       |
| 输电线路    | 2900                          | 9.89                    | 286.81     |
| 道路工程    | 2900                          | 29.11                   | 844.19     |
| 合计      |                               | 49.13                   | 1422.82    |

表 4-4 各分区扰动地表后水土流失量计算结果

| 项目分区    | 扰动后侵蚀模数(t/km <sup>2</sup> ·a) | 扰动面积 (hm <sup>2</sup> ) | 年土壤侵蚀量 (t) |
|---------|-------------------------------|-------------------------|------------|
| 风机箱变区   | 6200                          | 9.12                    | 565.58     |
| 升压站     | 5400                          | 0.86                    | 46.44      |
| 施工生产生活区 | 5200                          | 0.15                    | 7.80       |
| 输电线路    | 6100                          | 9.89                    | 603.29     |
| 道路工程    | 6300                          | 29.11                   | 1833.93    |
| 合计      |                               | 49.13                   | 3057.04    |

表 4-5 各分区设计水平年末水土流失量计算结果

| 项目分区    | 治理后侵蚀模数(t/km <sup>2</sup> ·a) | 扰动面积 (hm <sup>2</sup> ) | 年土壤侵蚀量 (t) |
|---------|-------------------------------|-------------------------|------------|
| 风机箱变区   | 280                           | 9.12                    | 25.54      |
| 升压站     | 240                           | 0.86                    | 2.06       |
| 施工生产生活区 | 260                           | 0.15                    | 0.39       |
| 输电线路    | 260                           | 9.89                    | 25.71      |
| 道路工程    | 280                           | 29.11                   | 81.51      |
| 合计      |                               | 49.13                   | 135.22     |

经过计算，项目区原地貌水土流失量为 1422.82t/a，扰动后水土流失量为 3057.04t/a，治理后水土流失量为 135.22t/a，每年比原地貌减少流失量 1287.60t，比扰动后减少流失量 2921.83t。

## 4.2 各扰动土地类型土壤流失量分析

项目区主要扰动方式为：土质开挖、土质回填、场地平整、临时堆放，其中风机箱变以基础开挖和回填为主；升压站以建筑物基础开挖和回填为主；施工生产生活区以临时堆放、压占为主；输电线路以临时堆放，压占，塔基开挖和回填为主；道路工程以土方开挖、回填为主。

由表 4-3~4-5 可以看出，项目区原地貌水土流失量为 1422.82t/a，扰动后水土流失量为 3057.04t/a，治理后水土流失量为 135.22t/a。其中，道路工程扰动和占压面积较大，是水土流失量的重点区，随着各项防治措施的实施及防治效果的

逐步发挥效应，水土流失将会得到有效控制，水土流失量也随之降低。

## 5 水土流失防治效果监测结果

### 5.1 扰动土地整治率

扰动土地整治率为项目建设区内扰动土地整治面积占扰动土地总面积的百分比。本工程防治责任范围内建设期扰动土地面积为49.13hm<sup>2</sup>，施工结束后治理面积为28.25hm<sup>2</sup>，计算得出扰动土地整治率为99.92%，达到并超过了方案目标值的95%，符合验收相关标准要求。扰动土地整治率计算结果见表5-1。

表5-1 各监测分区扰动土地整治率计算结果 单位:hm<sup>2</sup>

| 监测分区    | 建设期扰动面积 | 构建筑物及硬化面积 | 水保措施面积 |       |       | 扰动土地整治率 |
|---------|---------|-----------|--------|-------|-------|---------|
|         |         |           | 工程措施   | 植物措施  | 小计    |         |
| 风机箱变    | 9.12    | 0.08      | 0.20   | 8.83  | 9.03  | 99.89%  |
| 升压站     | 0.86    | 0.65      |        | 0.20  | 0.20  | 98.84%  |
| 施工生产生活区 | 0.15    |           |        | 0.15  | 0.15  | 100.00% |
| 输电线路    | 9.89    | 0.40      | 0.10   | 9.38  | 9.48  | 99.90%  |
| 道路工程    | 29.11   | 19.71     | 0.17   | 9.22  | 9.39  | 99.97%  |
| 合计      | 49.13   | 20.84     | 0.47   | 27.78 | 28.25 | 99.92%  |

注：扰动土地整治率=(水保措施防治面积+永久性建筑面积)/扰动土地面积

### 5.2 水土流失总治理度

水土流失总治理度即项目建设区内水土流失治理达标面积占水土流失总面积的百分比，其中水土流失总面积为防治责任范围面积减去各防治区建设物占地面积和硬化固化面积。本工程防治责任范围内建设期水土流失治理达标面积为28.25hm<sup>2</sup>，水土流失总面积为28.29hm<sup>2</sup>，计算得出水土流失总治理度为99.86%，达到并超过了方案目标值85%，符合验收相关标准要求。

表5-2 各监测分区水土流失治理度计算结果 单位:hm<sup>2</sup>

| 监测分区    | 建设期扰动面积 | 构建筑物及硬化面积 | 水土流失面积 | 水保措施面积 |       |       | 水土流失总治理度 |
|---------|---------|-----------|--------|--------|-------|-------|----------|
|         |         |           |        | 工程措施   | 植物措施  | 小计    |          |
| 风机箱变    | 9.12    | 0.08      | 9.04   | 0.20   | 8.83  | 9.03  | 99.89%   |
| 升压站     | 0.86    | 0.65      | 0.21   |        | 0.20  | 0.20  | 95.24%   |
| 施工生产生活区 | 0.15    |           | 0.15   |        | 0.15  | 0.15  | 100.00%  |
| 输电线路    | 9.89    | 0.40      | 9.49   | 0.10   | 9.38  | 9.48  | 99.89%   |
| 道路工程    | 29.11   | 19.71     | 9.40   | 0.17   | 9.22  | 9.39  | 99.89%   |
| 合计      | 49.13   | 20.84     | 28.29  | 0.47   | 27.78 | 28.25 | 99.86%   |

注：水土流失总治理度=水土保持措施面积/建设区水土流失总面积

### 5.3 拦渣率

项目建设区内采取措施实际拦挡的弃土（石、渣）量与工程弃土（石、渣）总量的百分比。

计算公式：拦渣率（%）=[采区措施后实际拦挡的弃土（石、渣）量/弃土（石、渣）总量]×100%

根据实际监测结果，工程在施工过程中，实际挖方总量 20.63 万 m<sup>3</sup>，填方总量 20.63 万 m<sup>3</sup>，挖填平衡。该项目拦渣率可以达到 98%，达到并超过了方案目标值的 95%，符合验收相关标准要求。

## 5.4 土壤流失控制比

根据各防治责任分区的治理情况，植物措施全部实施后，项目建设区水土流失将得到有效控制，后期植物措施持续发挥治理效果。

计算公式：土壤流失控制比=项目区容许土壤侵蚀模数/方案实施后土壤侵蚀模数。

经现场监测分析，通过坡面侵蚀沟体积量测法和测钎法等方法测定，确定本工程设计水平年土壤流失强度已控制在 275t/km<sup>2</sup>·a 以下，项目区土壤允许流失量为 200t/km<sup>2</sup>·a，项目建设区土壤流失控制比可达到 0.73，达到并超过了方案目标值的 0.7，符合验收相关标准要求。

## 5.5 林草植被恢复率

林草植被恢复率即实际完成的植物措施面积与整个项目区可绿化面积之比。经监测计算，该项目整个建设区内植物措施全部实施后，植物措施面积达到 27.78hm<sup>2</sup>，整个项目区可绿化面积为 27.82hm<sup>2</sup>，林草植被恢复率为 99.86%，达到并超过了方案目标值的 95%，符合验收相关标准要求。

各监测分区林草植被恢复率及林草覆盖率计算结果见表 5-3。

表 5-3 各监测分区植被恢复率计算结果 单位:hm<sup>2</sup>

| 监测分区    | 建设期扰动面积 | 可恢复植被面积 | 林草植被恢复面积 | 林草植被恢复率 | 林草覆盖率   |
|---------|---------|---------|----------|---------|---------|
| 风机箱变    | 9.12    | 8.84    | 8.83     | 99.89%  | 96.80%  |
| 升压站     | 0.86    | 0.21    | 0.2      | 95.24%  | 23.26%  |
| 施工生产生活区 | 0.15    | 0.15    | 0.15     | 100.00% | 100.00% |
| 输电线路    | 9.89    | 9.39    | 9.38     | 99.89%  | 94.84%  |
| 道路工程    | 29.11   | 9.23    | 9.22     | 99.89%  | 31.68%  |
| 合计      | 49.13   | 27.82   | 27.78    | 99.86%  | 56.55%  |

## 5.6 林草覆盖率

林草覆盖率即实际完成的植物措施面积与项目区总占地面积之比。经监测计算，该项目整个建设区内植物措施全部实施后，植物措施面积达到 27.78hm<sup>2</sup>，整个项目区面积为 49.13hm<sup>2</sup>，林草覆盖率为 56.55%，分别达到并超过了方案目标值的 20%，符合验收相关标准要求。

表 5-4 水土流失监测六项指标达标情况表

| 序号 | 六项指标     |               | 单位                   | 指标值   | 方案目标值 | 实际达到值 | 达标情况 |
|----|----------|---------------|----------------------|-------|-------|-------|------|
| 1  | 扰动土地整治率  | 扰动土地整治面积      | hm <sup>2</sup>      | 28.25 | 95    | 99.92 | 达标   |
|    |          | 扰动土地总面积       | hm <sup>2</sup>      | 49.13 |       |       |      |
| 2  | 水土流失总治理度 | 水土流失治理达标面积    | hm <sup>2</sup>      | 28.25 | 85    | 99.86 | 达标   |
|    |          | 水土流失总面积       | hm <sup>2</sup>      | 28.29 |       |       |      |
| 3  | 土壤流失控制比  | 容许土壤流失量       | t/km <sup>2</sup> ·a | 200   | 0.7   | 0.73  | 达标   |
|    |          | 治理后的平均土壤流失强度  | t/km <sup>2</sup> ·a | 275   |       |       |      |
| 4  | 拦渣率      | 实际拦挡的弃土（石、渣）量 | 万 m <sup>3</sup>     |       | 95    | 98    | 达标   |
|    |          | 工程弃土（石、渣）总量   | 万 m <sup>3</sup>     |       |       |       |      |
| 5  | 林草植被恢复率  | 林草类植被面积       | hm <sup>2</sup>      | 27.78 | 95    | 99.86 | 达标   |
|    |          | 可恢复林草植被       | hm <sup>2</sup>      | 27.82 |       |       |      |
| 6  | 林草覆盖率    | 林草类植被面积       | hm <sup>2</sup>      | 27.78 | 20    | 56.55 | 达标   |
|    |          | 项目建设区面积       | hm <sup>2</sup>      | 49.13 |       |       |      |

## 6 结论

### 6.1 水土流失动态变化

本项目所在地古交市属于山西省水土流失重点治理区，根据水土保持方案，水土流失防治标准执行建设类二级标准。项目区属北方土石山区，容许土壤流失量为  $200\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

通过比较项目区工程建设前后水土流失调查数据，项目区原地貌水土流失量为项目区原地貌水土流失量为  $1422.82\text{t}/\text{a}$ ，扰动后水土流失量为  $3057.04\text{t}/\text{a}$ ，治理后水土流失量为  $135.22\text{t}/\text{a}$ ，水土流失强度有了明显的下降。具体情况见下表 6-1。

表 6-1 各阶段侵蚀单元水土流失量计算结果

| 监测分区    | 水土流失面积<br>( $\text{hm}^2$ ) | 年土壤侵蚀量 (t) |         |        |
|---------|-----------------------------|------------|---------|--------|
|         |                             | 原地貌        | 扰动后     | 治理后    |
| 风机箱变区   | 9.12                        | 264.55     | 565.58  | 25.54  |
| 升压站     | 0.86                        | 23.22      | 46.44   | 2.06   |
| 施工生产生活区 | 0.15                        | 4.05       | 7.80    | 0.39   |
| 输电线路    | 9.89                        | 286.81     | 603.29  | 25.71  |
| 道路工程    | 29.11                       | 844.19     | 1833.93 | 81.51  |
| 合计      | 49.13                       | 1422.82    | 3057.04 | 135.22 |

### 6.2 水土保持措施评价

本项目建设单位较为重视水土流失防治工作，能够认真及时落实各项水土保持防治措施，较好的完成了水土流失防治任务。

从扰动土地整治率等六项指标来看，均达到相关标准要求，项目建设区水土流失状况得到了很大改善，具体达标情况见下表 6-2。

表 6-2 水土保持防治指标统计表

| 防治指标         | 方案设计值 | 实际达到值 | 综合评价 |
|--------------|-------|-------|------|
| 扰动土地整治率 (%)  | 95    | 99.92 | 达标   |
| 水土流失总治理度 (%) | 85    | 99.86 | 达标   |
| 土壤流失控制比      | 0.7   | 0.73  | 达标   |
| 拦渣率 (%)      | 95    | 98    | 达标   |
| 林草植被恢复率 (%)  | 95    | 99.86 | 达标   |
| 林草覆盖率 (%)    | 20    | 56.55 | 达标   |

由此可见该项目水土保持工程布置合理，水土保持防护效果较明显，通过现场调查，已完成的各项水土保持措施的水土流失防治效果与水土保持方案设计的



目标值比较，均达到水土保持方案设计要求。

中广核风电有限公司山西阳曲杨兴 10 万千瓦风电项目已完成的水土保持措施布局合理，防治效果明显，水土保持措施具备正常运行条件，可以交付使用。

### 6.3 存在问题及建议

通过对建设工程监测，我们发现存在以下问题：

(1) 部分风机平台及边坡植物措施后期抚育不到位；

对现有问题分析基础上，我们做出以下建议：

(1) 后期加强植物措施的抚育工作；

(2) 针对植物措施恢复不到位的区域，在适当季节及时补植补栽；

(3) 建议建设单位严格执行水保措施后续管护的各项制度。

### 6.4 综合结论

通过对本工程监测，建设单位基本按照相关要求进行水土保持防护工作，水土保持工作较为到位，各项水土保持措施布设合理，防治效果显著，有效的控制了人为造成的水土流失，项目区内土壤流失量控制在容许的范围内，随着现有的水保措施效益的逐步发挥，水土保持治理效果将进一步巩固提高。

中广核风电有限公司山西阳曲杨兴 10 万千瓦风电项目扰动土地整治率、水土流失总治理度、土壤流失控制比、拦渣率、林草植被恢复率和林草覆盖率等六项指标均达到《开发建设项目水土流失防治标准》二级标准，水土保持设施具备正常运行条件，可以交付使用，满足开发建设项目水土保持验收的条件。