

河北省张家口市怀安县  
北庄堡村 8MW 农业光伏扶贫发电项目  
**水土保持监测总结报告**





## 生产建设项目水土保持监测单位水平评价证书 (正本)

单位名称：河北环京工程咨询有限公司

只适用于本次北庄堡村 8 兆瓦光伏项目

证书等级：甲级

证书编号：水保监测 甲 字 第 016 号

有效 期：自 2015 年 04 月 01 日 至 2019 年 03 月 31 日

发证机构：

2015年04月01日

单位名称：河北环京工程咨询有限公司

联系人：张伟

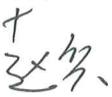
邮 编：050011

联系电话：0311-85696305

E-mail:huanjingshuibao@126.com

河北省张家口市怀安县北庄堡村 8MW 农业光伏扶贫发电项目

(河北环京工程咨询有限公司)

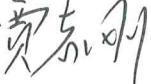
批准: 赵 兵 (董事长) 

核定: 王 富 (工程师) 

审查: 张 伟 (工程师) 

校核: 李艳丽 (工程师) 

项目负责人: 贾志刚 (工程师) 

编写: 贾志刚 (工程师) (报告编写、外业调查) 

钟晓娟 (工程师) (资料收集、外业调查) 

# 目 录

|                        |    |
|------------------------|----|
| 前 言 .....              | 1  |
| 1 建设项目及水土保持工作概况 .....  | 3  |
| 1.1 项目概况 .....         | 3  |
| 1.2 水土保持工作概况 .....     | 11 |
| 1.3 监测工作实施情况 .....     | 12 |
| 2 监测内容与方法 .....        | 16 |
| 2.1 扰动土地情况 .....       | 16 |
| 2.2 水保措施 .....         | 16 |
| 2.3 水土流失情况 .....       | 16 |
| 3 重点对象水土流失动态监测 .....   | 18 |
| 3.1 防治责任范围监测 .....     | 18 |
| 3.2 土石方流向情况监测 .....    | 22 |
| 4 水土流失防治措施 .....       | 23 |
| 4.1 方案确定的水土保持措施 .....  | 23 |
| 4.2 水土流失防治措施监测结果 ..... | 26 |
| 4.3 水土保持措施对比分析 .....   | 29 |
| 5 土壤流失情况监测 .....       | 33 |
| 5.1 水土流失面积 .....       | 33 |
| 5.2 土壤流失情况分析 .....     | 33 |
| 5.3 水土流失危害 .....       | 35 |
| 6 水土流失防治效果监测 .....     | 36 |

|                         |    |
|-------------------------|----|
| 6.1 扰动土地整治率 .....       | 36 |
| 6.2 水土流失总治理度 .....      | 36 |
| 6.3 拦渣率与弃渣利用情况 .....    | 37 |
| 6.4 土壤流失控制比 .....       | 37 |
| 6.5 林草植被恢复率和林草覆盖率 ..... | 37 |
| 6.6 防治效果分析 .....        | 37 |
| 7 结论 .....              | 38 |
| 7.1 水土流失动态变化 .....      | 38 |
| 7.2 水土保持措施评价 .....      | 38 |
| 7.3 存在问题及建议 .....       | 38 |
| 7.4 综合结论 .....          | 38 |

附 图：

- 1、开关站水土流失防治责任范围及监测点位图
- 2、场区水土流失防治责任范围及监测点位图
- 3、现场照片

## 前 言

河北省张家口市怀安县北庄堡村 8MW 农业光伏扶贫发电项目(以下简称“本项目”)由中国水电工程顾问集团有限公司投资，中国水电顾问集团怀安新能源有限公司建设。本工程规划装机容量为 8MW，生产运营期 25 年。本项目 8MW 光伏方阵由 9 个光伏子方阵组成，配有 9 台逆变器和 9 台箱变，共安装 1376 个光伏组串，每个光伏组串由 18 个光伏组件串联而成。工程建设包括开关站、光伏发电区、道路、集电线路、施工生产生活区。项目建成后年均发电量约为 1150 万 KWh，年均利用小时数 1428h。工程位于河北省张家口市怀安县西沙城乡朱家庄村，项目周围有省道、乡道和村村通道路连接，可直达项目区，交通比较便利。

本项目主体于2017年9月开工，2017年12月底完工，总工期4个月。项目主体总投资6212.41万元，土建投资1017.88万元。工程占地22.93hm<sup>2</sup>，永久占地0.25hm<sup>2</sup>，临时占地22.68hm<sup>2</sup>，占地类型为荒草地。动用土石方总量6.33万m<sup>3</sup>，其中土石方开挖3.24万m<sup>3</sup>，土石方回填3.09万m<sup>3</sup>，剩余土石方0.15万m<sup>3</sup>，为箱变逆变基础和电缆沟回填后剩余方，施工结束后就地平铺。

根据《中华人民共和国水土保持法》及有关法律法规规定，建设单位委托北京冀能安全技术开发有限公司编制该项目水土保持方案。2017年8月，方案编制单位完成了《河北省张家口市怀安县北庄堡村8MW农业光伏扶贫发电项目水土保持方案报告书》。2017年9月12日，张家口市行政审批局以张行审[2017]117号批复了该项目水土保持方案报告书，批复的水土保持总投资185.64万元。

2017 年 11 月，河北环京工程咨询有限公司承担了本项目水土保持监测工作。接受任务后，监测单位组建了监测工作小组，监测小组结合工程的实际情况，讨论和确定了监测工作遵循和执行的法规和技术标准，确定了工作程序和方法，于 2017 年 12 月至 2017 年 9 月多次到工程现场开展调查监测工作，并提出相应的整改意见。监测小组查阅了工程设计施工单位竣工报告等档案资料，并在监测季报的基础上完成了《河北省张家口市怀安县北庄堡村 8MW 农业光伏扶贫发电项目水土保持监测总结报告》。

在监测工作过程中，建设单位提供了良好的工作条件和技术配合，相关单位都给予了大力支持和帮助，在此诚挚地表示感谢。

**河北省张家口市怀安县北庄堡村 8MW 农业光伏扶贫发电项目  
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           | 河北省张家口市怀安县北庄堡村 8MW 农业光伏扶贫发电项目                 |  |  |         |                        |            |                          |                         |  |  |
| 建设规模           | 本项目装机容量为 8MW，建设内容包括开关站、光伏发电区、道路、集电线路、施工生产生活区。 |  |  | 建设单位    | 中国水电顾问集团怀安新能源有限公司      |            |                          |                         |  |  |
|                |   |  |  | 建设地点    | 张家口市怀安县                |            |                          |                         |  |  |
|                |   |  |  | 所在流域    | 海河流域永定河水系              |            |                          |                         |  |  |
|                |   |  |  | 主体工程总投资 | 6212.41 万元             |            |                          |                         |  |  |
|                |   |  |  | 主体工程总工期 | 2017 年 9 月-2017 年 12 月 |            |                          |                         |  |  |
| 水土保持监测指标       |   |  |  |         |                        |            |                          |                         |  |  |
| 监测单位           |   | 河北环京工程咨询有限公司   |  |         | 联系人及电话                 |            | 贾志刚<br>031185696305      |                         |  |  |
| 自然地理类型         |   | 暖温带大陆性季风气候   |  |         | 防治标准                   |            | 一级标准                     |                         |  |  |
| 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   |         |                        | 2、防治责任范围监测 | 调查监测                     |                         |  |  |
|                | 3、水土保持措施情况监测                                  |  | 调查监测   |         |                        | 4、防治措施效果监测 | 调查监测                     |                         |  |  |
|                | 5、水土流失危害监测                                    |  | 调查监测   |         |                        | 水土流失背景值    | 2000t/km <sup>2</sup> ·a |                         |  |  |
| 方案设计防治责任范围     |   | 27.25hm <sup>2</sup>   |  |         | 容许土壤流失量                |            | 200t/km <sup>2</sup> ·a  |                         |  |  |
| 水土保持投资         |   | 161.69 万元  |  |         | 水土流失目标值                |            | 200t/km <sup>2</sup> ·a  |                         |  |  |
| 防治措施           |   | 开关站：站内排水 300m、渗水砖 130m <sup>2</sup> 。光伏阵列区：土地平整 9.1hm <sup>2</sup> 、种草 9.1hm <sup>2</sup> 。箱变逆变：土地平整 0.27hm <sup>2</sup> 、浆砌石挡墙 33.6m <sup>3</sup> 、种草 0.27hm <sup>2</sup> 。进场道路：土地平整 0.55hm <sup>2</sup> 、种草 0.55hm <sup>2</sup> 。检修道路：土地平整 0.77hm <sup>2</sup> 、浆砌石排水沟 263.4m、土质排水沟 2600m、浆砌石挡墙 986.7m <sup>3</sup> 、浆砌石护坡 139.3m <sup>3</sup> 、道路管涵 12m、沉砂池 4 个、种草 0.77hm <sup>2</sup> 。集电线路：土地平整 0.35hm <sup>2</sup> 、种草 0.35hm <sup>2</sup> 。施工生产生活区：土地平整 0.27hm <sup>2</sup> 、种草 0.27hm <sup>2</sup> 。 |  |         |                        |            |                          |                         |  |  |
| 监测结论           | 防治效果  | 分类分级指标   |  | 目标值     | 达到值                    | 实际监测数量     |                          |                         |  |  |
|                |   | 扰动土地整治率  |  | 95%     | 96.6%                  | 防治措施面积     | 11.62hm <sup>2</sup>     | 永久面积                    |  |  |
|                |   | 水土流失总治理度   |  | 95%     | 96.0%                  | 防治责任范围     |                          | 2.14hm <sup>2</sup>     |  |  |
|                |   | 土壤流失控制比  |  | 1.0     | 1.0                    | 工程措施面积     |                          | 13.76hm <sup>2</sup>    |  |  |
|                |   | 拦渣率  |  | 95%     | 95%                    | 植物措施面积     |                          | 11.62hm <sup>2</sup>    |  |  |
|                |   | 林草植被恢复率  |  | 97%     | 97.7%                  | 可恢复植被面积    |                          | 200t/km <sup>2</sup> ·a |  |  |
|                |   | 林草覆盖率  |  | 25%     | 49.3%                  | 实际拦挡弃渣量    |                          | 0.31hm <sup>2</sup>     |  |  |
|                | 水土保持治理达标评价                                    |  | 根据项目水土保持监测结果分析，项目各项水土流失防治措施基本按照水土保持方案要求落实，水土流失防治指标达到了水土流失防治要求。 |         |                        |            |                          |                         |  |  |
|                | 总体结论  |  | 建设单位实施了水土流失防治措施，水土保持设施数量、规格符合要求，运行状况良好，已全部发挥水土保持效益。            |         |                        |            |                          |                         |  |  |
| 主要建议           |   |  | 运行期后加强水土保持设施的日常管理与维护，确保其正常发挥效益。                                |         |                        |            |                          |                         |  |  |

# 1 建设项目及水土保持工作概况

## 1.1 项目概况

### 1.1.1 地理位置与交通

#### 1.1.1.1 项目地理位置

本项目位于河北省张家口市怀安县西沙城乡朱家庄村的北部山区，距离怀安县城的直线距离约10km，场区中心坐标为东经 $114^{\circ}30'53''$ ，北纬 $40^{\circ}36'28''$ 。项目连接现有村落道路，通过S247省道可直达县城，交通比较便利。本项目地理位置见图1-1。



图1-1 项目地理位置图

#### 1.1.1.2 工程建设规模

本工程建设容量为8MW，生产运营期25年，光伏电站年均发电量为1150万KWh，年均利用小时数1428h。本工程共建设9个发电单元，电能通过电缆线路汇集后接入开关站。主体总投资6212.41万元，土建投资1017.88万元。送出线路工程不包括在本次验收范围内。

本工程分为主要分为开关站、光伏发电区、集电线路、检修道路、施工生产生活区、进场道路六个区域，工程总占地面积 $22.93\text{hm}^2$ ，永久占地 $0.25\text{hm}^2$ ，临时占地 $22.68\text{hm}^2$ 。工程特性表见表1-1。

**工程特性表**

表1-1

|       |   |  |
|-------|---|--|
| 项目名称  | 河北省张家口市怀安县北庄堡村 8MW 农业光伏扶贫发电项目   |  |
| 工程性质  | 新建建设类项目   |  |
| 工程等级  | 小型  |  |
| 建设地点  | 河北省张家口市怀安县朱家庄村北部山区  |  |
| 建设单位  | 中国水电顾问集团怀安新能源有限公司   |  |
| 建设规模  | 8MWp  |  |
| 主体总投资 | 总投资 6212.41 万元，土建投资 1017.88 万元  |  |
| 主体建设期 | 4 个月（2017 年 9 月 ~ 2017 年 12 月）  |  |
| 工程占地  | 总占地 $22.93\text{hm}^2$ ，包括永久占地 $0.25\text{hm}^2$ ，临时占地 $22.68\text{hm}^2$ 。 |  |
| 土石方量  | 土石方开挖 3.24 万 $\text{m}^3$ 、回填 3.09 万 $\text{m}^3$                           |  |
| 项目内容  | 开关站   | 35kV 开关站周围修建围墙长 194m，呈东西布置，站内布置有生产楼，生活楼，水泵房，门卫室，无功补偿等辅助建(构)筑物等设施。总占地面积为 $0.21\text{hm}^2$ 。                      |
|       | 光伏发电区   | 容量为 8MWp，采用 24768 块多晶硅组件，单片容量 320wp，共布置 9 个光伏方阵，灌注桩基础 11008 根，每个方阵配有 9 台逆变器和 9 台箱变。光伏区总占地面积为 $18.5\text{hm}^2$ 。 |
|       | 集电线路  | 采用 2 回 35kV 电缆集电线路，电缆线路采用桥联和地埋两种方式，直埋电缆线路约 3500m。电缆沟占地面积为 $0.35\text{hm}^2$ 。                                    |
|       | 检修道路  | 场内检修道路，道路宽 4.5m，长约 2.7km，采用碎石路面，占地面积 $2.32\text{hm}^2$ 。   |
|       | 进场道路  | 进场道路在原道路上修建宽 4.5m，长约 1.5km，采用碎石路面，占地面积 $1.28\text{hm}^2$ 。   |
|       | 施工生产生活区   | 施工生产生活区布置开关站西侧和南侧，紧邻检修道路，占地面积 $0.27\text{hm}^2$ ，主要用于办公生活、加工和存放少量中转材料。   |

### 1.1.1.3 工程建设内容

本工程建设内容主要有开关站、光伏发电区、集电线路、检修道路、施工生产生活区、进场道路。

#### (1) 开关站

开关站位于光伏场区西北山体顶部的一处台地，站内高程为 1165.5m，站址呈东西方向布置，围墙长 70m，宽 27m。站内布置由东向西有综合楼、室外变压

器、出线架构、消防及雨水泵池。站内综合楼周围及道路采用混凝土地面硬化，站内西侧预留空地铺设碎石，靠近围墙空地铺设透水砖 $130\text{m}^2$ ，所以站内无裸露地表。站内雨水采用集中排放的方式，建筑物和道路旁设有集水口，雨水可顺势进入集水口，通过暗管流到污水处理池，最后排出站外。开关站占地面积为 $0.21\text{hm}^2$ 。

综合楼房为二层钢筋混凝土框架结构，基础采用钢筋混凝土独立基础，基础埋深 $1.5\text{m}$ ，屋面为现浇钢筋混凝土，楼内除设有办公、会议、生活等设施外，还包括中控室、高低压配电室、继保室、SVG室、储藏室等，占地面积 $922\text{m}^2$ 。



图1-2 开关站

## (2) 光发电区

本项目场区属于丘陵地貌，地形破碎，地势变化较大，坡度一般约为 $5^\circ\sim 20^\circ$ ，局部地势较陡，坡度约 $25^\circ\sim 40^\circ$ 。光伏板布置于阳面缓坡，布置标高在 $1035\sim 1179\text{m}$ 之间，总体地势北高南低，地形起伏北陡南缓，竖向顺应自然地坪采用平坡式。场区南北长约 $1.4\text{km}$ ，东西宽约 $900\text{m}$ ，使用围栏约 $10.3\text{km}$ 。光发电区占地 $18.5\text{hm}^2$ 。其中包括光伏组件区、箱变逆变区。

### ① 光伏组件区

光伏组件区域占地 $18.19\text{hm}^2$ 。本工程共建设9个光伏方阵，包括2个 $1.25\text{MW}$ 、3个 $1\text{MW}$ 、4个 $0.63\text{MW}$ 光伏方阵，每个 $1.25\text{MW}$ 方阵包括2个 $630\text{kW}$ 发电单元，每个 $1\text{MW}$ 方阵包括2个 $500\text{kW}$ 发电单元。光伏板根据地形采用随坡就势方式竖向布置，每个光伏组串由18块光伏组件串联而成，每个光伏组串上下两排平行布置，每排9块光伏组件，共安装1376个光伏组串，安装 $320\text{Wp}/\text{块}$ 的多晶硅电池组件。

24768块。

光伏阵列采用钢结构固定式支架作为直接支撑，与基础锚栓连接。考虑到场区地质，因此光伏支架采用钻孔钢管灌注桩基础。每组串阵列两行8个基础，安装支架1376个，工程共11008根支架基础桩。桩基钻孔直径为150mm，桩长1.8m。

## ② 箱变及逆变区

场区9个光伏方阵共布置9组三种型号的箱变及逆变器，其中（#1、#2、#4、#7四个方阵为630kWp，#3、#5、#9三个方阵为1000kWp，#6、#8两个方阵为1250kWp。设备布置在场区靠近检修道路的位置，9组箱变及逆变器连成一回接入开关站。箱变及逆变器基础采用天然浅地基，砌体结构条形基础，基础埋深1.5m，箱变及逆变器基础占地 $0.04\text{hm}^2$ 。为了满足施工，基础周围都有一定的施工作业区域，施工区占地面积 $0.27\text{hm}^2$ 。箱变及逆变区占地面积 $0.31\text{hm}^2$ 。

## （3）检修道路

施工检修道路：施工检修道路接引自进场道路，连接开关站和各个光伏单元。施工检修道路总长度约2.7km，全部为新建道路，施工检修道路采用泥结碎石路面，道路宽度约4.5m，因为地势原因修建时会产生边坡，道路路面面积为 $1.22\text{hm}^2$ ，道路边坡面积 $1.1\text{hm}^2$ ，总占地面积 $2.32\text{hm}^2$ 。



图1-3 检修道路

## （4）进场道路

进场道路：在原有道路基础上适当修缮平整使之满足使用要求，起到连接村落道路和场内道路的作用。道路宽度约4.5m，长约1.5km，采用泥结碎石路面。

道路路面面积为 $0.68\text{hm}^2$ ，道路边坡面积 $0.6\text{hm}^2$ ，总占地面积 $1.28\text{hm}^2$ 。

### (5) 集电线路

光伏方阵至开关站电能传输采用 $35\text{kV}$ 电缆集电线路，因地质原因部分地段无法开挖，所以电缆线路采用桥架和直埋敷设两种方式。本项目采用2回 $35\text{kV}$ 直埋线路引至开关站，两回线路交汇后通过直埋线路进入 $35\text{kV}$ 开关站。直埋电缆尽量沿施工检修道路进行敷设，长度总计约 $3500\text{m}$ ，开挖断面为 $1.0\times 1.0\text{m}$ ，施工过程中对两侧有一定扰动。直埋线路总占地 $0.35\text{hm}^2$ 。

### (6) 施工生产生活区

本工程施工生产生活区位于开关站西侧和南侧，紧邻检修道路，方便材料运输，总占地面积 $0.27\text{hm}^2$ 。主要用于办公生活、加工和存放少量中转材料。工程需要混凝土主要采用外购方式，少量低标号混凝土在临建场地搅拌。工程所需建设材料除少量存于施工生产生活区内中转外，其它大部分运至光伏场地。

#### 1.1.1.4 占地面积

本工程总占地面积 $22.93\text{hm}^2$ ，其中永久占地 $0.25\text{hm}^2$ ，临时占地 $22.68\text{hm}^2$ 。永久占地为开关站占地 $0.21\text{hm}^2$ 、箱变逆变占地 $0.04\text{hm}^2$ ；临时占地中，光伏发电区占地 $18.5\text{hm}^2$ 、道路占地 $3.6\text{hm}^2$ 、集电线路占地 $0.35\text{hm}^2$ 、施工生产生活区 $0.27\text{hm}^2$ 。工程占地面积统计情况详见表1-2。

工程占地面积统计表

表 1-2

单位： $\text{hm}^2$

| 分 区     |       | 面积    | 占地性质 |       | 占地类型  |
|---------|-------|-------|------|-------|-------|
|         |       |       | 永久占地 | 临时占地  |       |
|         | 开关站   | 0.21  | 0.21 |       | 0.21  |
| 光伏发电区   | 光伏阵列区 | 18.19 |      | 18.19 | 18.19 |
|         | 逆变箱变区 | 0.31  | 0.04 | 0.27  | 0.31  |
|         | 小计    | 18.5  | 0.04 | 18.46 | 18.5  |
| 道路      | 检修道路  | 2.32  |      | 2.32  | 2.32  |
|         | 进场道路  | 1.28  |      | 1.28  | 1.28  |
|         | 小计    | 3.6   |      | 3.6   | 3.6   |
| 集电线路区   |       | 0.35  |      | 0.35  | 0.35  |
| 施工生产生活区 |       | 0.27  |      | 0.27  | 0.27  |
| 合计      |       | 22.93 | 0.25 | 22.68 | 22.93 |

### 1.1.1.5 参建单位

投资单位：中国水电工程顾问集团有限公司；  
 建设单位：中国水电顾问集团怀安新能源有限公司；  
 主体工程设计单位：中国电建集团昆明勘测设计研究院有限公司；  
 施工单位：中国电建集团昆明勘测设计研究院有限公司；  
 主体工程监理单位：河北兴源工程建设监理有限公司；  
 水土保持方案编制单位：北京冀能安全技术开发有限公司。

主体参加单位详见表 1-3。

**主要参加单位一览表**

表 1-3

|          |                     |
|----------|---------------------|
| 投资单位     | 中国水电工程顾问集团有限公司      |
| 建设单位     | 中国水电顾问集团怀安新能源有限公司   |
| 主体工程设计单位 | 中国电建集团昆明勘测设计研究院有限公司 |
| 施工单位     | 中国电建集团昆明勘测设计研究院有限公司 |
| 主体监理单位   | 河北兴源工程建设监理有限公司      |
| 水保方案编制单位 | 北京冀能安全技术开发有限公司      |

### 1.1.1.6 工程投资及施工工期

#### (1) 工程投资

主体工程总投资6212.41万元，土建投资1017.88万元，由中国水电工程顾问集团有限公司投资，中国水电顾问集团怀安新能源有限公司建设。

#### (2) 工程工期

主体工程于2017年9月开工建设，2017年12月完工，总工期4个月。

水土保持工程于2018年8月完工。

## 1.1.2 项目区自然概况

### 1.1.2.1 地形地貌

光伏电站场址位于河北省怀安县西沙城乡朱家庄村北部山区的山坡上，属冀西北西部山区，为低山地貌，沟壑纵横，场地地形略陡，地形坡度5°~25°，北高南低，现为山坡荒地，海拔在1035m~1194m之间，场址区四周均无遮挡，满足布置光伏电站的地形条件。



图1-4 项目区地形地貌图

### 1.1.2.2 土壤植被

项目区土壤类型为栗钙土，主要以黄土、粉土为主，土层较厚，部分区域杂风化碎石，土层厚度0.5-0.3m。

项目区植被类型属于温带落叶林区，地表植被主要为荒草，只有在沟壑中分布有零星乔、灌木。草本植物以禾本科为主，如针茅属、羊茅、白羊草、羊草、冰草等；灌木主要有沙棘、柠条等；乔木主要为杨树、柳树，经济林树种为杏树。植被覆盖度15%左右。



图1-5 项目区植被图

### 1.1.2.3 气象

项目区属温带大陆性季风气候中温带亚干旱区，一年四季分明，冬季寒冷而漫长；春季干燥多风沙；夏季炎热短促降水集中；秋季晴朗冷暖适中。年平均气温7.2℃。一月份平均温度为-10.8℃，七月份平均温度为22.2℃；极端最高气温

39.4℃；极端最低气温为-26.1℃左右。无霜期130天左右；年均降水量407mm，其中汛期降雨占总降水量的70%，全年年均蒸发量1707.7mm， $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 有效积温为2335℃，年均日照时数2156小时；最大冻土深1.3m，年大风日数46天，全年多偏西北风，年平均风速2.8m/s，最大风速21m/s。

### 项目区常规气象要素

表1-4

| 统计项目 |                                | 单位  | 数量     |
|------|--------------------------------|-----|--------|
| 降雨   | 多年平均降雨量                        | mm  | 407    |
| 蒸发量  | 多年平均蒸发量                        | mm  | 1707.7 |
| 日照   | 年平均日照时数                        | h   | 2156   |
| 气温   | 年平均气温                          | ℃   | 7.2    |
|      | 最高气温                           | ℃   | 39.4   |
|      | 最低气温                           | ℃   | -26.1  |
|      | $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 以上积温 | ℃   | 2335   |
|      | 最大冻土深                          | m   | 1.3    |
|      | 无霜期                            | d   | 130    |
| 风向风速 | 多年平均风速                         | m/s | 2.8    |

注：根据《河北省农业气候资料（1971-2000年累计值）》。

### 1.1.2.4 地质概况

根据勘察资料，拟建场地内无全新活动断裂、无崩塌、泥石流、岸边冲刷、地下水浅蚀等不良地质作用；未发现采空区、地面沉降、地裂缝、化学污染、水位上升等环境质量问题；未发现埋藏的河道、墓穴、地下防空洞、孤石等对工程不利的埋藏物。该场地稳定，地基稳定，较适宜本工程建设。

### 1.1.2.5 河流水系

本区属海河流域永定河水系，境内主要河流均为永定河上游支流，东洋河、西洋河、南洋河、洪塘河等，均为季节性河流，干旱季节水量很小，在县城东并入洋河流入官厅水库。

项目区位于南洋河流域，南洋河总流域面积2427平方公里，径流量1.64立方米/秒，河床宽100米。洪水流量为100立方米/秒，最大洪峰流量423立方米/秒，其上游为白登河和黑水河。发源于山西省阳高县南部丰稔山，向东北流贯天镇县入河北省怀安县境，后注入洋河。洋河又经下花园区，在怀来县夹河村附近与桑干河汇合，注入官厅水库。



图1-6 项目区河流水系图

### 1.1.2.6 地震烈度

根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)，该区地震动峰值加速度为0.15，其相应的地震基本烈度为VII度。

### 1.1.2.7 水土流失及防治现状

#### (1) 项目区水土流失现状

项目区位于河北省张家口市怀安县，属永定河上游国家级水土流失重点治理区。通过对项目区周边植被及水土流失情况进行现状调查，植被覆盖率15%。项目区低山区，植被以草本植物为主，雨季降雨量较少，较易形成水土流失。通过综合分析，得出项目区土壤侵蚀类型以轻度水力侵蚀为主，原地貌土壤侵蚀背景值为 $2000\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

#### (2) 项目区容许土壤流失量

项目区属北方土石山区。根据《土壤侵蚀分类分级标准》，项目区容许土壤流失量为 $200\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

## 1.2 水土保持工作概况

### 1.2.1 水土保持方案编报情况

根据《中华人民共和国水土保持法》及有关法律法规规定，建设单位委托北

京冀能安全技术开发有限公司编制该项目水土保持方案。2017年8月方案编制单位完成了《河北省张家口市怀安县北庄堡村8MW农业光伏扶贫发电项目水土保持方案报告书》。2017年8月28日张家口市行政审批局组织专家对该项目进行了技术评审，2017年9月12日以张行审[2017]117号批复了该项目水土保持方案报告书，批复的水土保持总投资185.64万元。

### 1.2.2 水土保持管理及“三同时”落实

为保证本工程水土保持方案的顺利实施，新增水土流失得到有效控制，项目区及周边环境良性发展，使水土保持措施发挥最大效益，实现方案确定的防治目标，本工程设立了水土保持工作小组，组织协调水土保持工作。

本工程在施工过程中，采取了土地整治、防护工程、防洪排导、植被防护工程等水土保持措施，水土保持措施基本与主体工程同步实施，基本落实了“三同时”制度。

### 1.2.3 监督检查意见落实情况

在工程建设过程及实施水土保持措施过程中，水行政主管部门到现场进行了监督检查及指导，建设单位对水行政主管部门的监督检查积极配合，服从指导工作，落实相关建议。

## 1.3 监测工作实施情况

### 1.3.1 监测委托及开展情况

水土保持监测是水土保持生态建设的基础性工作，通过对本项目进行水土保持监测，掌握水土流失形成过程，了解不同类型水土流失分布情况及影响范围和程度，弄清水土保持设施的防治效果，确定工程的水土流失情况，从而为水土保持措施的实施和防治水土流失及监督管理提供依据。

2017年11月至2018年9月期间，监测单位成立监测工作小组，根据项目实际情况，依照水土保持监测规程、规范，多次赴现场实地监测，收集资料、了解情况，测量、查勘、核实水土流失防治责任范围、水土流失面积、扰动土地整治面积、植被恢复面积，重点调查了水土保持措施实施情况、防治水土流失效果；现

场监测后向建设单位提出整改意见，然后对意见的落实进行核实。

监测过程中采用以补充调查、统计分析施工资料为主的监测方法，通过现场的典型调查、普查和访问调查等调查方法，收集了施工过程中水土流失影响因子，水土流失状况、危害，水土保持措施、效益等方面的数据和图片资料，并进行计算和分析，最终于2018年10月编制完成了《河北省张家口市怀安县北庄堡村8MW农业光伏扶贫发电项目水土保持监测总结报告》。

### 1.3.2 监测内容

根据《生产建设项目水土保持监测技术规程》（试行）的规定，结合本项目水土保持方案报告书中设计监测内容要求和工程施工特点，在现场调查研究的基础上确定了监测内容包括水土流失影响因子、水土流失状况、水土流失防治措施实施和水土流失防治效果。

一是水土流失影响因子。包括项目区的降雨量和降雨强度、地形地貌等。

二是水土流失状况监测。建设项目水土流失防治责任范围、土石方情况以及水土流失量监测，工程水土流失主要来自光伏支架基础、箱变逆变基坑、道路修建、开关站建设和电缆沟的开挖和回填，监测内容主要为开挖土石方量和回填土石方量。

三是水土流失防治措施实施。工程建设中实施的水土保持措施。

四是水土流失防治效果监测。水土流失防治效果监测内容为水土流失防治六项指标：水土流失总治理度、土壤流失控制比、拦渣率、扰动土地整治率、林草覆盖率和林草植被恢复率。

### 1.3.3 监测项目部设置

本工程水土保持监测工作主要参与人员的监测业务分工等情况见表1-5。

**水土保持监测人员分工表**

表1-5

| 姓名  | 职称  | 任务安排           |
|-----|-----|----------------|
| 张伟  | 工程师 | 工作协调、人员管理      |
| 李艳丽 | 工程师 | 工作协调、技术报告审查    |
| 钟晓娟 | 工程师 | 报告校核、外业调查、资料收集 |
| 贾志刚 | 工程师 | 报告编写、外业调查、图件制作 |

### 1.3.4 监测点位布设

开关站、光伏发电区、集电线路、检修道路、施工生产生活区、进场道路六个监测分区的水土保持观测点布设按主体工程水土保持监测分区和实施的水土保持措施类型等项目进行布设，以监测运行期各项防治措施的治理效果为重点。

本工程共布设各类监测点18处，其中原地貌监测点1处（工程建设区附近选取），光伏发电区监测点8处，开关站监测点1处，检修道路监测点2处，进场道路集2处，集电线路监测点3处，施工生产生活区监测点1处。详见表1-6。

**水土保持监测点布置表**

表1-6

| 监测分区    | 位置     | 监测区域   | 监测点数 | 监测方法 |
|---------|--------|--------|------|------|
| 开关站     | 道路一侧   | 铺渗水砖   | 1    | 调查监测 |
| 光伏发电区   | 光伏组件区  | 原地貌    | 1    | 调查监测 |
|         |        | 光伏架开挖处 | 4    | 调查监测 |
|         | 箱变逆变   | 施工区    | 4    | 调查监测 |
| 检修道路    | 道路两侧   | 路基边坡   | 2    | 调查监测 |
| 进场道路    | 道路两侧   | 路基边坡   | 2    | 调查监测 |
| 集电线路    | 电缆沟开挖处 | 电缆直埋区  | 3    | 调查监测 |
| 施工生产生活区 | 项目部等   | 场地恢复   | 1    | 调查监测 |

### 1.3.5 监测设备配置

为保证水土保持监测工作的顺利实施、提高监测数据成果的质量，监测单位为监测技术人员配置了专用设备，配置情况详见表1-7。

**水土保持监测设备一览表**

表1-7

| 监测设施及设备      | 数量          |
|--------------|-------------|
| 一、常规设备       |             |
| 手持 GPS       | 1 台(精度 10m) |
| 50m 皮尺、5m 钢尺 | 2 套         |
| 钢钎           | 300 根       |
| 二、辅助设备及资料    |             |
| 电脑、数码照相机     | 2 台         |
| 摄像机          | 1 台         |
| 地形图          | 1 套         |
| 降雨资料         | 邻近气象站采集     |
| 三、交通设备       |             |
| 越野车          | 一部          |

### 1.3.6 监测技术方法

本项目2017年11月开始监测工作，监测工作主要采用调查监测和收集相关资料等方法进行扰动地表面积、水土流失防治责任范围、水土保持措施落实情况、水土保持防治效果、有无水土流失危害等方面进行监测。同时在土壤流失量的计算中，通过调查和翻阅现场施工记录、施工过程中的影像资料等，了解各阶段水土流失面积的变化情况，进行土壤流失量的计算。

监测过程中主要采用资料收集、现场勘测、典型调查、访问调查以及图像采集等方法，结合施工过程资料及历史影像资料收集和分析等手段开展监测工作。

(1) 资料收集。收集项目地形地貌变化、开挖和回填土方量等情况，收集施工设计、招投标、监理、质量评定等相关资料，以便于汇总统计项目水土保持设施数量、质量等情况。

(2) 现场勘测。通过对项目区内不同水土保持措施的实地测量，掌握核实项目区水土保持工程数量、质量。

(3) 典型调查。选择有代表性的典型地段，监测统计项目区微地形变化、植被恢复等情况。

(4) 访问调查。调查项目区工农业生产、社会经济、土地利用等情况。结合收集到相关施工资料，调查统计项目建设运行对周边村落、居民、耕地、生态环境、水利水保设施等危害情况。

(5) 图像采集。图像采集包括记录工程典型时段、地段现场施工情况；水土保持临时措施实施、水土流失危害发生等重要水土保持事件现场情况；水土保持监测人员开展监测情况等内容。

## 2 监测内容与方法

### 2.1 扰动土地情况

扰动土地情况监测的内容包括扰动范围、面积、土地利用类型及其变化情况等。

监测方法：本工程扰动土地情况监测采用实地量测、资料分析两种方法相结合，对已扰动的土地情况采取全面量测的方法。在水土保持监测期间，扰动土地情况按照实地量测监测频次每季度 1 次的原则进行监测。我公司多次组织监测人员对现场深入调查，对施工期间的扰动土地面积采用实地量测法，主要借助测距仪、钢尺、卷尺、GPS 对各分区占地、临时道路长度等进行了测量。通过查阅施工、监理资料、工程用地协议等文件，结合现场量测复核，对施工占地的情况进行调查，核实扰动地表面积。

### 2.2 水保措施

监测内容：包括措施类型、开（完）工日期、位置、规格、尺寸、数量、林草覆盖度（郁闭度）、防治效果、运行状况等。

监测方法：水土保持措施监测采用实地量测和资料分析的方法。在监测过程中，主要针对项目区内的表土清理、表土回铺、土地整治等措施进行了重点监测，水土保持措施工程量、断面尺寸主要通过查阅施工监理资料获取，结合现场典型调查进行复核。水土保持措施的位置、防治效果、运行状况主要采用调查监测的方式进行。

### 2.3 水土流失情况

监测内容：水土流失情况监测主要包括土壤流失面积、土壤流失量、弃土（石、渣）潜在土壤流失量和水土流失危害等内容。土壤流失面积监测不少于每季度 1 次，土壤流失量不少于每月 1 次，遇暴雨、大风加测。

监测方法：水土流失情况监测采用地面观测、实地量测和资料分析的方法。在监测过程中，土壤流失面积通过调查监测，结合对扰动地表面积的监测相结合 确定土壤流失面积，土壤流失量通过借助场地内的排水沟等淤积情况确定土壤流失量，针对临时堆土在降雨后根据侵蚀沟的数量、面积、沟深估算土壤流

失量。在监测过程中未发生较大的水土流失危害。

### 3 重点对象水土流失动态监测

#### 3.1 防治责任范围监测

##### 3.1.1 水土流失防治责任范围

###### 3.1.1.1 方案确定的防治责任范围

根据河北省水利厅批复的《河北省张家口市怀安县北庄堡村8MW农业光伏扶贫发电项目水土保持方案报告书》及张行审[2017]117号批文，本工程水土流失防治责任范围区面积 $27.25\text{hm}^2$ ，其中项目建设区面积 $23.02\text{hm}^2$ ，直接影响区面积 $4.23\text{hm}^2$ 。防治责任范围见表3-1。

方案确定的水土流失防治责任范围统计表

表3-1

单位:  $\text{hm}^2$ 

| 建设项目分区  | 项目建设区   | 直接影响区 | 合计    |
|---------|---------|-------|-------|
| 开关站     | 0.21    | 3.63  | 25.33 |
| 光伏发电区   | 18.77   |       |       |
| 检修道路    | 2.37    |       |       |
| 集电线路区   | 0.35    |       |       |
| 临时生产生活区 | ( 0.3 ) |       |       |
| 进场道路    | 1.32    |       |       |
| 合计      | 23.02   | 4.23  | 27.25 |

###### 3.1.1.2 建设期防治责任范围

根据建设单位提供的占地面积，结合项目建设扰动地表监测结果，本工程建设期实际发生的水土流失防治责任范围面积为 $27.21\text{hm}^2$ ，其中项目建设区 $22.93\text{hm}^2$ ，直接影响区 $4.28\text{hm}^2$ 。建设期水土流失防治责任范围统计见表3-2。

建设期水土流失防治责任范围统计表

表3-2

单位:  $\text{hm}^2$ 

| 分 区     | 项目建设区 | 直接影响区 | 合计    |
|---------|-------|-------|-------|
| 开关站     | 0.21  | 3.68  | 25.33 |
| 光伏发电区   | 18.5  |       |       |
| 检修道路    | 2.32  |       |       |
| 集电线路区   | 0.35  |       |       |
| 施工生产生活区 | 0.27  |       |       |
| 进场道路    | 1.28  |       |       |
| 合计      | 22.93 | 4.28  | 27.21 |

### 3.1.1.3 运行期防治责任范围

工程完工后逆变箱变施工区、道路两侧、集电线路、施工生产生活区等临时占地进行恢复，因此运行期不列入水土流失防治责任范围。由于运行期项目区地表结构基本稳定，各项水土保持措施已发挥效益，不会对周边区域产生影响，因此直接影响区部分不再计入防治责任范围。综上所述，调查确定本项目运行期水土流失防治责任范围总面积  $20.61\text{hm}^2$ 。

运行期水土流失防治责任范围统计表

表3-3

单位:  $\text{hm}^2$ 

| 分 区   | 项目建设区 | 合 计   |
|-------|-------|-------|
| 开关站   | 0.21  | 19.93 |
| 光伏发电区 | 18.5  |       |
| 检修道路  | 1.22  |       |
| 进场道路  | 0.68  | 0.68  |
| 合计    | 20.61 | 20.61 |

### 3.1.1.4 防治责任范围变化分析

与水土保持方案阶段相比，本工程建设期实际发生的水土流失防治责任范围减少了  $0.04\text{hm}^2$ ，其中项目建设区面积减少  $0.09\text{hm}^2$ ，直接影响区面积增加  $0.05\text{hm}^2$ 。具体变化原因如下：

水土流失防治责任范围变化对比表

表3-4

单位:  $\text{hm}^2$ 

| 分 区   | 方案设计    | 实际发生  | 增减变化  |
|-------|---------|-------|-------|
| 项目建设区 | 开关站     | 0.21  | 0.21  |
|       | 光伏发电区   | 18.77 | 18.5  |
|       | 检修道路    | 2.37  | 2.32  |
|       | 集电线路    | 0.35  | 0.35  |
|       | 施工生产生活区 |       | 0.27  |
|       | 进场道路    | 1.32  | 1.28  |
|       | 小计      | 23.02 | 22.93 |
| 直接影响区 | 开关站     | 3.63  | 0.05  |
|       | 光伏发电区   |       |       |
|       | 检修道路    |       |       |
|       | 集电线路    |       |       |
|       | 施工生产生活区 |       |       |
|       | 进场道路    | 0.6   | 0     |
|       | 小计      | 4.23  | 4.28  |
| 合计    |         | 27.25 | 27.21 |
|       |         |       | -0.04 |

(1) 本项目开关站建设规模与设计一致，占地面积在建设前后没有发生变化，所以防治责任范围没有变化。

(2) 光伏组件区规模没有变化，但经过优化设计布置面积减少  $0.27\text{hm}^2$ 。

(3) 检修道路长度及路面面积与设计一致，建设过程中以减少扰动为原则，尽量控制两侧边坡扰动，边坡面积减少  $0.05\text{hm}^2$ 。

(4) 虽然集电线路由设计的  $2200\text{m}$  增加到  $3500\text{m}$ ，增加了  $1300\text{m}$ ，但开挖宽度由设计的  $1.6\text{m}$  减少到  $1\text{m}$ ，所以占地面积与设计相比没有变化。

(5) 施工生产生活区原设计位置在光伏阵列区内，方案不计入总占地面积。实际施工中布置在了开关站附近，占地面积为  $0.27\text{hm}^2$ ，相应的直接影响区面积增加  $0.05\text{hm}^2$ 。

(6) 进场道路长度及路面面积与设计一致，建设过程中以减少扰动为原则，尽量控制两侧边坡扰动，边坡面积减少  $0.04\text{hm}^2$ 。

### 3.1.2 背景值监测

#### 3.1.2.1 原地貌土壤侵蚀模数

项目区位于低山区，土壤侵蚀类型以轻度水力侵蚀为主，原地貌土壤侵蚀背景值为  $2000\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

#### 3.1.2.2 扰动后土壤侵蚀模数

施工活动破坏了原地貌表土结构，降低了土壤抗蚀性，受施工活动影响各扰动地表土壤侵蚀模数较原地貌有了明显增加。通过查阅施工记录、工程监理日志等施工过程资料、施工时段内气象资料，并结合项目区内类似项目的侵蚀情况，光伏基础、道路、电缆沟和逆变器室、箱变基础和开关站等扰动地表受施工开挖回填影响，土壤侵蚀模数增加到  $4000\text{-}5500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ；施工生产生活区等受施工扰动影响较小，土壤侵蚀模数增加到  $3500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

### 建设期项目区各扰动地表类型土壤侵蚀模数统计表

表3-5

| 监测分区    | 扰动面积 (hm <sup>2</sup> ) | 侵蚀时段 (a) | 侵蚀模数 (t/km <sup>2</sup> ·a) |
|---------|-------------------------|----------|-----------------------------|
| 开关站     | 0.21                    | 0.5      | 5500                        |
| 光伏发电区   | 9.81                    | 0.5      | 4000                        |
| 进站道路    | 1.28                    | 0.5      | 4000                        |
| 检修道路    | 2.32                    | 0.5      | 4000                        |
| 集电线路    | 0.35                    | 0.5      | 4000                        |
| 施工生产生活区 | 0.27                    | 0.5      | 3500                        |
| 合计      | 14.36                   |          |                             |

#### 3.1.2.3 运行期土壤侵蚀模数

项目进入试运行期后，随着已实施的各项措施水土保持效益的发挥，项目区水土流失状况较建设期明显降低。项目区水土保持措施落实后，平均侵蚀模数下降至200t/km<sup>2</sup>·a左右。

#### 3.1.2.4 建设期扰动土地面积

主体工程于2017年9月开工建设，2017年12月完工，总工期4个月。2019年9月开关站、光伏阵列、集电线路和道路同时开始施工作业，至2017年12月工程完工，项目整体并网发电。工程工期短，各个单元同时施工，施工过程中本工程共扰动土地面积14.24hm<sup>2</sup>，占地类型为荒草地。其中开关站、箱变逆变为永久占地，占地面积0.25hm<sup>2</sup>；光伏阵列区、道路、集电线路和施工生产生活区为临时占地，占地面积13.99hm<sup>2</sup>。

### 扰动土地面积统计表

表3-6

单位: hm<sup>2</sup>

| 序号 | 工程分区    | 扰动面积  | 占地性质 |       | 占地类型 |
|----|---------|-------|------|-------|------|
|    |         |       | 永久占地 | 临时占地  |      |
| 1  | 开关站     | 0.21  | 0.21 |       | 荒草地  |
| 2  | 光伏发电区   | 9.81  | 0.04 | 9.77  | 荒草地  |
| 3  | 集电线路    | 0.35  |      | 0.35  | 荒草地  |
| 4  | 检修道路    | 2.32  |      | 2.32  | 荒草地  |
| 5  | 进场道路    | 1.28  |      | 1.28  | 荒草地  |
| 6  | 施工生产生活区 | 0.27  |      | 0.27  | 荒草地  |
| 合计 |         | 14.24 | 0.25 | 13.99 | 荒草地  |

## 3.2 土石方流向情况监测

### 3.2.1 方案设计土石方情况

本工程施工建设过程中填挖方总量为6.76万m<sup>3</sup>，其中土石方开挖3.48万m<sup>3</sup>，土石方回填3.28万m<sup>3</sup>，土石方在场区内部调运后，弃土0.19万m<sup>3</sup>，平铺于吊装场地。方案设计土石方情况见表3-7。

水土保持方案设计土石方情况统计表

表3-7

单位：万 m<sup>3</sup>

| 分 区     | 总 量  | 开 挖  | 回 填  | 调 入 | 调 出 | 弃 方  | 备 注     |
|---------|------|------|------|-----|-----|------|---------|
| 开关站     | 0.29 | 0.2  | 0.09 |     |     | 0.11 | 平铺于吊装场地 |
| 光伏发电区   | 0.52 | 0.30 | 0.22 |     |     | 0.08 | 平铺于吊装场地 |
| 集电线路    | 0.14 | 0.07 | 0.07 |     |     |      |         |
| 进场道路    | 0.12 | 0.06 | 0.06 |     |     |      |         |
| 检修道路    | 5.2  | 2.6  | 2.6  |     |     |      |         |
| 施工生产生活区 | 0.48 | 0.24 | 0.24 |     |     |      |         |
| 合 计     | 6.76 | 3.48 | 3.28 |     |     | 0.19 |         |

### 3.2.2 土石方监测结果

根据调查监测结果，本工程建设过程中动用土石方总量6.33万m<sup>3</sup>，其中土石方开挖3.24万m<sup>3</sup>，土石方回填3.09万m<sup>3</sup>，剩余土石方0.15万m<sup>3</sup>，为箱变基础和电缆沟回填后剩余方，施工结束后就地平铺。

建设期土石方情况详见表3-8。

建设期土石方情况统计表

表3-8

单位：万 m<sup>3</sup>

| 分 区     | 总 量  | 开 挖  | 回 填  | 剩 余  | 调 入 | 调 出 | 备 注  |
|---------|------|------|------|------|-----|-----|------|
| 开关站     | 0.4  | 0.2  | 0.2  |      |     |     |      |
| 光伏发电区   | 0.55 | 0.3  | 0.25 | 0.05 |     |     | 就地平铺 |
| 集电线路    | 0.38 | 0.24 | 0.14 | 0.1  |     |     | 就地平铺 |
| 进场道路    | 0.2  | 0.1  | 0.1  |      |     |     |      |
| 检修道路    | 4.6  | 2.3  | 2.3  |      |     |     |      |
| 施工生产生活区 | 0.2  | 0.1  | 0.1  |      |     |     |      |
| 合 计     | 6.33 | 3.24 | 3.09 | 0.15 |     |     |      |

## 4 水土流失防治措施

### 4.1 方案确定的水土保持措施

#### 4.1.1 开关站水土保持措施

**工程措施:**

浆砌石截排水沟：主体设计在开关站内及周边修建浆砌石截排水沟，其深0.4m，宽0.4m，方案设计浆砌石排水沟170m。

**植物措施:**

铺种草皮：根据开关站平面布局特点，结合消防要求对站内绿化区铺设草皮绿化，估算面积350m<sup>2</sup>。

**临时措施:**

编织袋装土拦挡：在堆土四周用编织袋装土拦挡，需设置编织袋装土拦挡100m，编织袋装土 20m<sup>3</sup>。

#### 4.1.2 光伏发电区水土保持措施

##### (1) 光伏阵列区

**工程措施:**

集、排水工程：设计集水沟、集水池，并连接排水沟将多余的水排出。集水沟、排水沟共长6500m，集水池5个。

**植物措施:**

种草：在扰动地表种草，面积7.1hm<sup>2</sup>，草种选用披碱草。播种量100kg/hm<sup>2</sup>，需要草籽710kg。

灌木：在扰动地表栽植灌木，面积2hm<sup>2</sup>，灌木选用紫穗槐。播种量7500株/hm<sup>2</sup>，需要草籽15000株。

**临时措施:**

编织袋装土拦挡：在堆土四周用编织袋装土拦挡，需设置编织袋装土拦挡102m，编织袋装土20.91m<sup>3</sup>。

##### (2) 箱变逆变区

**工程措施:**

覆土平整：对本区需要的地方回铺绿化用土 $810\text{m}^3$ ，覆土来源为外购腐殖土，覆土厚度30cm，覆土面积约为 $0.27\text{hm}^2$ 。外购土选取附近合法的取土场。

干砌石护坡：在箱变及电缆分接箱基础上边坡设干砌石护坡，共3个箱变及电缆分接箱，每个长度为15m，工程量为 $20.25\text{m}^3$ 。

干砌石挡墙：箱变及电缆分接箱基础边坡设干砌石护坡，共3个箱变及电缆分接箱，每个长度为15m，工程量为 $22.5\text{m}^3$ 。

#### 植物措施：

种草：在吊装场地地表种草，估算面积 $0.27\text{hm}^2$ ，草种选用披碱草。播种量 $100\text{kg}/\text{hm}^2$ ，需要草籽 $27\text{kg}$ 。

#### 临时措施：

编织袋装土拦挡：在堆土四周用编织袋装土拦挡，需设置编织袋装土拦挡208m，编织袋装土 $50.2\text{m}^3$ 。

### 4.1.3 检修道路水土保持措施

#### 工程措施：

混凝土排水沟：检修道路单侧设混凝土排水沟，防止雨水对道路及场区的冲刷，排水沟长约2700m，混凝土为 $216\text{m}^3$ ，土方开挖为 $891\text{m}^3$ 。

覆土平整：对本区需要的地方回铺绿化用土 $3450\text{m}^3$ ，覆土来源为外购腐殖土，覆土厚度30cm，覆土面积约为 $1.15\text{hm}^2$ 。外购土选取附近合法的取土场。

干砌石护坡：在道路下坡设干砌石护坡，长度为2700m，工程量为 $1620\text{m}^3$ 。

#### 植物措施：

种草：道路边坡地表种草，估算面积 $0.75\text{hm}^2$ ，草种选用披碱草。播种量 $100\text{kg}/\text{hm}^2$ ，需要草籽 $75\text{kg}$ 。

灌木：在扰动地表栽植灌木，估算面积 $0.4\text{hm}^2$ ，灌木选用紫穗槐。播种量 $7500\text{株}/\text{hm}^2$ ，需要草籽 $3000\text{株}$ 。

#### 临时措施：

编织袋装土拦挡：在堆土四周用编织袋装土拦挡，需设置编织袋装土拦挡1200m，编织袋装土 $255\text{m}^3$ 。

#### 4.1.4 进场道路水土保持措施

**工程措施:**

土质排水沟：进场道路单侧设土质排水沟，防止雨水对道路及场区的冲刷，排水沟长约1500m，工程量为 $1120\text{m}^3$ 。

**植物措施:**

种草：道路边坡地表种草，估算面积 $0.65\text{hm}^2$ ，草种选用披碱草。播种量 $100\text{kg}/\text{hm}^2$ ，需要草籽 $65\text{kg}$ 。

#### 4.1.5 集电线路水土保持措施布置

**植物措施:**

种草：开挖地表种草，估算面积 $0.35\text{hm}^2$ ，草种选用披碱草。播种量 $100\text{kg}/\text{hm}^2$ ，需要草籽 $35\text{kg}$ 。

#### 4.1.6 施工生产生活区水土保持措施

**临时措施:**

编织袋装土拦挡：在堆土四周用编织袋装土拦挡，需设置编织袋装土拦挡 $150\text{m}$ ，编织袋装土 $50\text{m}^3$ 。

**水土保持方案设计工程量**

表 4-1

| 分 区     | 措施类型  | 措施内容   | 措施布设   |                  |       |
|---------|-------|--------|--------|------------------|-------|
|         |       |        | 位置     | 单 位              | 数 量   |
| 开关站     | 工程措施  | 浆砌石排水沟 | 站址周围   | m                | 170   |
|         | 植物措施  | 铺草皮    | 绿化区    | hm <sup>2</sup>  | 0.04  |
|         | 临时拦挡  | 编织袋装土  | 临时堆土周围 | m                | 100   |
| 光伏发电区   | 光伏阵列区 | 集、排水沟  | 阵列周围   | m                | 6500  |
|         |       | 集水池    | 阵列周围   | 个                | 5     |
|         |       | 植草绿化   | 扰动区域   | hm <sup>2</sup>  | 7.1   |
|         |       | 种灌木    | 扰动区域   | hm <sup>2</sup>  | 2     |
|         | 临时拦挡  | 编织袋装土  | 临时堆土周围 | m                | 102   |
|         | 箱变逆变  | 外购土    | 合法取土场  | 万 m <sup>3</sup> | 0.08  |
|         |       | 覆土平整   | 吊装场地   | hm <sup>2</sup>  | 0.27  |
|         |       | 干砌石挡墙  | 基础边坡   | m                | 45    |
|         |       | 干砌石护坡  | 基础边坡   | m                | 45    |
|         |       | 植物措施   | 基础周围   | hm <sup>2</sup>  | 0.27  |
|         |       | 临时拦挡   | 编织袋装土  | m                | 208   |
| 进场道路    | 工程措施  | 土质排水沟  | 道路一侧   | m                | 1500  |
|         | 植物措施  | 植草绿化   | 道路边坡   | hm <sup>2</sup>  | 0.65  |
| 检修道路    | 工程措施  | 混凝土排水沟 | 道路一侧   | m                | 2700  |
|         |       | 外购土    | 合法取土场  | 万 m <sup>3</sup> | 0.35  |
|         |       | 干砌石护坡  | 道路边坡   | m                | 2700  |
|         |       | 覆土平整   | 道路边坡   | hm <sup>2</sup>  | 1.15  |
|         | 植物措施  | 植草绿化   | 扰动区域   | hm <sup>2</sup>  | 0.75  |
|         |       | 种灌木    | 扰动区域   | hm <sup>2</sup>  | 0.4   |
|         | 临时拦挡  | 编织袋装土  | 临时堆土周围 | m                | 12000 |
| 集电线路    | 植物措施  | 植草绿化   | 开挖地表   | hm <sup>2</sup>  | 0.35  |
| 施工生产生活区 | 临时拦挡  | 编织袋装土  | 临时堆土周围 | m                | 150   |

**4.2 水土流失防治措施监测结果****4.2.1 开关站水土保持措施****工程措施:**

站内排水：在站内建筑物周围及道路两侧埋设雨水暗管300m，收集的雨水通过暗管流入污水处理池。施工时间2018年3月。

渗水砖铺设：在站内围墙边缘空地铺设渗水砖130m<sup>2</sup>，起到一定的雨水入渗作用。施工时间2018年7月。

**4.2.2 光伏发电区水土保持措施****(1) 光伏阵列区****工程措施:**

土地平整：施工结束对光伏组件基础扰动地表进行场地清理、平整地表，土地平整面积 $9.1\text{hm}^2$ 。施工时间2017年11月-12月。

**植物措施：**

种草绿化：施工结束对光伏组件基础周围扰动地表进行植被恢复，种草面积 $9.1\text{hm}^2$ 。施工时间2018年8月。

**(2) 箱变逆变区**

**工程措施：**

土地平整：施工结束对箱变逆变基础扰动地表进行场地清理、平整地表，土地平整面积 $0.27\text{hm}^2$ 。施工时间2018年7月。

浆砌石挡墙：对基础高陡边坡修建浆砌石挡墙，浆砌石方量 $33.6\text{m}^3$ 。施工时间2018年8月。

**植物措施：**

种草绿化：施工结束对基础周围扰动地表进行植被恢复，种草面积 $0.27\text{hm}^2$ 。施工时间2018年8月。

**4.2.3 进场道路水土保持措施**

**工程措施：**

土地平整：施工结束对道路两侧边坡进行场地清理、平整地表，土地平整面积 $0.55\text{hm}^2$ 。施工时间2018年7月。

**植物措施：**

种草绿化：对道路两侧边坡进行植被恢复，种草面积 $0.55\text{hm}^2$ 。施工时间2018年8月。

**4.2.4 检修道路水土保持措施**

**工程措施：**

土地平整：施工结束对道路两侧边坡进行场地清理、平整地表，土地平整面积 $0.77\text{hm}^2$ 。施工时间2018年7月。

浆砌石排水沟：在检修道路汇水面积大陡坡一侧修建浆砌石排水沟 $263.4\text{m}$ ，浆砌石方量 $190\text{m}^3$ 。施工时间2018年8月。

土质排水沟：检修道路一侧修建土质排水沟 $2600\text{m}$ ，采用小型挖土机开挖，

将道路汇水导入自然沟道。施工时间2018年8月。

**浆砌石挡墙:** 在检修道路两侧较陡立的边坡修建浆砌石挡墙247.8m, 浆砌石方量986.7m<sup>3</sup>。施工时间2018年8月。

**浆砌石护坡:** 在检修道路汇水面积较大缓坡修建浆砌石护坡55m, 浆砌石方量139.3m<sup>3</sup>。施工时间2018年8月。

**涵管:** 在排水沟末端和跨路排水铺设混凝土管涵12m。施工时间2018年8月。

**沉砂池:** 在浆砌石排水沟末端前, 修建沉砂池4个。施工时间2018年8月。

#### **植物措施:**

**种草绿化:** 对道路两侧边坡进行植被恢复, 种草面积0.77hm<sup>2</sup>。施工时间2018年8月。

### **4.2.5 集电线路水土保持措施**

#### **工程措施:**

**土地平整:** 电缆沟回填后将剩余土石方就地平整, 防止沉降, 场地清理、平整, 土地平整面积0.35hm<sup>2</sup>。施工时间2018年3月。

#### **植物措施:**

**种草绿化:** 对扰动地表进行植被恢复, 种草面积0.35hm<sup>2</sup>。施工时间2018年8月。

### **4.2.6 施工生产生活区水土保持措施**

#### **工程措施:**

**土地平整:** 施工结束对施工临时占地进行场地清理、平整地表, 土地平整面积0.27hm<sup>2</sup>。施工时间2018年8月。

#### **植物措施:**

**种草绿化:** 对扰动地表进行植被恢复, 种草面积0.27hm<sup>2</sup>。施工时间2018年8月。

水土保持措施实施情况统计表

表4-2

| 分 区     | 措施类型  | 措施内容   | 措施布设   |                 |                 |            |        |
|---------|-------|--------|--------|-----------------|-----------------|------------|--------|
|         |       |        | 位置     | 单位              | 数量              | 实施时间       |        |
| 开关站     | 工程措施  | 站内排水   | 站内     | m               | 300             | 2018.3     |        |
|         |       | 渗水砖铺设  | 站内空地   | m <sup>2</sup>  | 130             | 2018.7     |        |
| 光伏发电区   | 光伏阵列区 | 土地平整   | 方阵区域   | hm <sup>2</sup> | 9.1             | 2017.11-12 |        |
|         |       | 植草绿化   | 方阵区域   | hm <sup>2</sup> | 9.1             | 2018.8     |        |
|         | 箱变逆变  | 土地平整   | 基础周围   | hm <sup>2</sup> | 0.27            | 2018.7     |        |
|         |       | 浆砌石挡墙  | 基础边坡   | m <sup>3</sup>  | 33.6            | 2018.8     |        |
| 进场道路    | 工程措施  | 植草绿化   | 基础周围   | hm <sup>2</sup> | 0.27            | 2018.8     |        |
|         |       | 土地平整   | 道路两侧   | hm <sup>2</sup> | 0.55            | 2018.7     |        |
| 检修道路    | 工程措施  | 植物措施   | 道路两侧   | hm <sup>2</sup> | 0.55            | 2018.8     |        |
|         |       | 土地平整   | 道路两侧   | hm <sup>2</sup> | 0.77            | 2018.7     |        |
|         |       | 浆砌石排水沟 | 道路两侧   | m               | 263.4           | 2018.8     |        |
|         |       | 土质排水沟  | 道路一侧   | m               | 2600            | 2018.8     |        |
|         |       | 浆砌石挡墙  | 道路两侧   | m <sup>3</sup>  | 986.7           | 2018.8     |        |
|         |       | 浆砌石护坡  | 道路边坡   | m <sup>3</sup>  | 139.3           | 2018.8     |        |
|         |       | 道路涵管   | 出水口    | m               | 12              | 2018.8     |        |
|         |       | 沉砂池    | 排水沟出水口 | 个               | 4               | 2018.8     |        |
| 集电线路    | 工程措施  | 植物措施   | 植草绿化   | 道路两侧            | hm <sup>2</sup> | 0.77       | 2018.8 |
|         |       | 土地平整   | 扰动范围   | hm <sup>2</sup> | 0.35            | 2018.3     |        |
| 施工生产生活区 | 工程措施  | 植物措施   | 植草绿化   | 扰动范围            | hm <sup>2</sup> | 0.35       | 2018.8 |
|         |       | 土地平整   | 扰动范围   | hm <sup>2</sup> | 0.27            | 2018.8     |        |
|         |       | 植物措施   | 植草绿化   | 扰动范围            | hm <sup>2</sup> | 0.27       | 2018.8 |

### 4.3 水土保持措施对比分析

#### (1) 开关站

站内排水采用集中排放；站址位于山顶，站外雨水采用的散排方式，未修建站外浆砌石排水沟。

原设计站内空地铺设草皮，实际空地内铺设渗水砖，起到渗水和保持水土作用。

开关站土建工期短，未使用拦挡措施。

#### (2) 光伏阵列区

光伏阵列区域采用散排方式，对扰动区域新增平整措施，未修建排水沟和集雨池。

施工结束后对施工扰动区域和植被稀疏区域进行种草，比设计增加2hm<sup>2</sup>。考虑灌木对光伏板的遮挡，所以未种植灌木。

光伏阵列区无临时堆土，所以未实施拦挡措施。

#### (3) 箱变逆变

箱变逆变区土层较厚，不需外购土方，基础回填后对施工区域进行平整。设计基础采用干砌石挡墙和干砌石护坡，实际采用的是浆砌石挡墙结构。

绿化措施与设计一致。

基础土建工期短，未使用拦挡措施。

#### (4) 进场道路

道路两侧边坡新增平整措施，采用散排方式，雨水可进入两侧低洼处入渗。

按照设计进行植被恢复，对道路两侧可绿化区域进行种草。

#### (5) 检修道路

检修道路区土层较厚，不需外购土方，局部碎石较多区域可进行场内调运进行覆土，施工结束后对两侧边坡进行平整措施。道路区设计的混凝土排水沟优化为浆砌石排水沟和土质排水沟，并在排水沟末端和跨路处新增了沉砂池和过水管涵。道路设计的干砌石护坡优化为浆砌石结构的挡墙和护坡。

按照设计进行植被恢复，对道路两侧可绿化区域进行种草。

道路修建工期短，无临时堆土，未使用拦挡措施。

#### (6) 集电线路

电缆沟回填后新增了平整措施。

绿化措施与设计一致。

#### (7) 施工生产生活区

新增平整措施和绿化种草措施。

无临时堆土，未使用拦挡措施。

### 水保方案与实际完成水土保持措施工程量对比表

表4-3

| 分区    | 措施类型 | 措施内容   | 位置     | 单位               | 设计数量 | 完成数量 | 变化    | 备注                        |
|-------|------|--------|--------|------------------|------|------|-------|---------------------------|
| 开关站   | 工程措施 | 浆砌石排水沟 | 站址周围   | m                | 170  |      | -170  | 站外采用散排方式。                 |
|       |      | 站内排水   | 站内     | m                |      | 300  | 300   | 新增措施，集中排放。                |
|       |      | 渗水砖铺设  | 站内空地   | m <sup>2</sup>   |      | 130  | 130   | 站内空地铺设渗水砖代替了植草砖。          |
|       | 植物措施 | 铺草皮    | 绿化区    | hm <sup>2</sup>  | 0.04 |      | -0.04 |                           |
|       | 临时拦挡 | 编织袋装土  | 临时堆土周围 | m                | 100  |      | -100  | 工期短，未实施。                  |
| 光伏发电区 | 工程措施 | 土地平整   | 方阵区域   | hm <sup>2</sup>  |      | 9.1  | 9.1   | 新增措施，平整扰动区域。              |
|       |      | 集、排水沟  | 阵列周围   | m                | 6500 |      | -6500 | 采用散排方式。                   |
|       |      | 集水池    | 阵列周围   | 个                | 5    |      | -5    |                           |
|       | 植物措施 | 植草绿化   | 方阵区域   | hm <sup>2</sup>  | 7.1  | 9.1  | 2     | 种草面积比设计增加；考虑对光伏板遮挡，未种植灌木。 |
|       |      | 种灌木    | 扰动区域   | hm <sup>2</sup>  | 2    |      | -2    |                           |
|       | 临时拦挡 | 编织袋装土  | 临时堆土周围 | m                | 102  |      | -102  | 无堆土，未实施。                  |
|       | 工程措施 | 土地平整   | 基础周围   | hm <sup>2</sup>  |      | 0.27 | 0.27  | 新增措施，平整施工区。               |
|       |      | 外购土    | 合法取土场  | 万 m <sup>3</sup> | 0.08 |      | -0.08 | 土层较厚，不需要外购。               |
|       |      | 覆土平整   | 吊装场地   | hm <sup>2</sup>  | 0.27 |      | -0.27 |                           |
|       |      | 浆砌石挡墙  | 基础边坡   | m <sup>3</sup>   |      | 33.6 | 33.6  |                           |
|       |      | 干砌石挡墙  | 基础边坡   | m                | 45   |      | -45   | 干砌石结构优化为浆砌石结构。            |
|       |      | 干砌石护坡  | 基础边坡   | m                | 45   |      | -45   |                           |
|       | 植物措施 | 植草绿化   | 基础周围   | hm <sup>2</sup>  | 0.27 | 0.27 | 0     | 与设计一致。                    |
|       | 临时拦挡 | 编织袋装土  | 临时堆土周围 | m                | 208  |      | -208  | 工期短，未实施。                  |
| 进场道路  | 工程措施 | 土地平整   | 道路两侧   | hm <sup>2</sup>  |      | 0.55 | 0.55  | 新增措施，平整两侧边坡。              |
|       |      | 土质排水沟  | 道路一侧   | m                | 1500 |      | -1500 | 采用散排方式，未实施。               |
|       | 植物措施 | 植草绿化   | 道路两侧   | hm <sup>2</sup>  | 0.65 | 0.55 | -0.1  | 按设计实施。                    |

|         |      |        |        |                  |                 |       |        |                                 |
|---------|------|--------|--------|------------------|-----------------|-------|--------|---------------------------------|
| 检修道路    | 工程措施 | 土地平整   | 道路两侧   | hm <sup>2</sup>  |                 | 0.77  | 0.77   | 新增措施，平整两侧边坡。                    |
|         |      | 外购土    | 合法取土场  | 万 m <sup>3</sup> | 0.35            |       | -0.35  | 土层较厚，局部碎石较多区域可进行场内调运进行覆土，不需要外购。 |
|         |      | 覆土平整   | 道路边坡   | hm <sup>2</sup>  | 1.15            |       | -1.15  |                                 |
|         |      | 浆砌石排水沟 | 道路两侧   | m                |                 | 263.4 | 263.4  | 修建了浆砌石排水沟和土质排水沟，代替了混凝土排水沟。      |
|         |      | 土质排水沟  | 道路一侧   | m                |                 | 2600  | 2600   |                                 |
|         |      | 混凝土排水沟 | 道路一侧   | m                | 2700            |       | -2700  |                                 |
|         |      | 干砌石护坡  | 道路边坡   | m                | 2700            |       | -2700  | 修建浆砌石结构的挡墙和护坡，代替干砌石护坡。          |
|         |      | 浆砌石挡墙  | 道路两侧   | m <sup>3</sup>   |                 | 986.7 | 986.7  |                                 |
|         |      | 浆砌石护坡  | 道路边坡   | m <sup>3</sup>   |                 | 139.3 | 139.3  |                                 |
|         |      | 道路涵管   | 出水口    | m                |                 | 12    | 12     | 新增措施。                           |
|         |      | 沉砂池    | 排水沟出水口 | 个                |                 | 4     | 4      |                                 |
|         |      | 植物措施   | 植草绿化   | 道路两侧             | hm <sup>2</sup> | 0.75  | 0.77   | 0.02 按设计实施。                     |
|         |      |        | 种灌木    | 扰动区域             | hm <sup>2</sup> | 0.4   |        | -0.4                            |
| 集电线路    | 临时拦挡 | 编织袋装土  | 临时堆土周围 | m                | 12000           |       | -12000 | 道路修建工期短，无临时堆土，未实施。              |
|         | 工程措施 | 土地平整   | 扰动范围   | hm <sup>2</sup>  |                 | 0.35  | 0.35   | 新增措施，平整扰动区域。                    |
| 施工生产生活区 | 植物措施 | 植草绿化   | 扰动范围   | hm <sup>2</sup>  | 0.35            | 0.35  | 0      | 与设计一致。                          |
|         | 工程措施 | 土地平整   | 扰动范围   | hm <sup>2</sup>  |                 | 0.27  | 0.27   | 新增措施，平整扰动区域。                    |
|         | 植物措施 | 植草绿化   | 扰动范围   | hm <sup>2</sup>  |                 | 0.27  | 0.27   | 新增措施。                           |
|         | 临时拦挡 | 编织袋装土  | 临时堆土周围 | m                | 150             |       | -150   | 无临时堆土，未实施。                      |

## 5 土壤流失情况监测

### 5.1 水土流失面积

本工程水土流失面积 $14.24\text{hm}^2$ , 其中永久占地 $0.25\text{hm}^2$ , 临时占地 $13.99\text{hm}^2$ , 工程占地类型为灌草地。

水土流失面积统计表

表 5-1

单位:  $\text{hm}^2$

| 序号 | 工程分区    | 扰动面积  | 占地性质 |       | 占地类型 |
|----|---------|-------|------|-------|------|
|    |         |       | 永久占地 | 临时占地  |      |
| 1  | 开关站     | 0.21  | 0.21 |       | 荒草地  |
| 2  | 光伏发电区   | 9.81  | 0.04 | 9.77  | 荒草地  |
| 3  | 集电线路    | 0.35  |      | 0.35  | 荒草地  |
| 4  | 检修道路    | 2.32  |      | 2.32  | 荒草地  |
| 5  | 进场道路    | 1.28  |      | 1.28  | 荒草地  |
| 6  | 施工生产生活区 | 0.27  |      | 0.27  | 荒草地  |
| 合计 |         | 14.24 | 0.25 | 13.99 | 荒草地  |

### 5.2 土壤流失情况分析

#### 5.2.1 原地貌土壤流失量

项目区位于河北省张家口市怀安县, 属永定河上游国家级水土流失重点治理区。通过对项目区周边植被及水土流失情况进行现状调查, 植被覆盖率15%。项目区地低山区, 植被以草本植物为主, 雨季降雨量较少, 土壤为粉土, 较易形成水土流失。通过综合分析, 得出项目区土壤侵蚀类型以轻度水力侵蚀为主, 原地貌土壤侵蚀背景值为 $2000\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

根据监测调查统计分析, 本工程原地貌年土壤流失为 $427\text{t}$ 。原地貌各监测分区土壤流失量统计情况见表5-2。

原地貌年土壤流失统计表

表 5-2

| 监测分区    | 扰动面积 ( $\text{hm}^2$ ) | 侵蚀时段 (a) | 侵蚀模数 ( $\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ) | 流失量 (t) |
|---------|------------------------|----------|--|---------|
| 开关站     | 0.21                   | 1.5      | 2000   | 6       |
| 光伏发电区   | 9.81                   | 1.5      | 2000   | 294     |
| 进站道路    | 1.28                   | 1.5      | 2000   | 38      |
| 检修道路    | 2.32                   | 1.5      | 2000   | 70      |
| 集电线路    | 0.35                   | 1.5      | 2000   | 11      |
| 施工生产生活区 | 0.27                   | 1.5      | 2000   | 8       |
| 合计      | 14.24                  |          |  | 427     |

## 5.2.2 建设期土壤流失量

主体工程2017年9月开工建设，2017年12月完工，总工期4个月，建设期土壤侵蚀时段按0.5年计算。施工活动破坏了原地貌表土结构，降低了土壤抗蚀性，受施工活动影响各扰动地表土壤侵蚀模数较原地貌有了明显增加。光伏基础、道路、电缆沟和逆变器室、箱变基础和开关站等扰动地表受施工开挖回填影响，土壤侵蚀模数增加到 $4000\text{-}5500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ；施工生产生活区等受施工扰动影响较小，土壤侵蚀模数增加到 $3500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

根据监测调查统计，本工程建设期共产生土壤流失量287t，其中光伏发电区196t，占总量68%；开关站6t，检修道路47t，进场道路26t，集电线路区7t；施工生产生活区5t，占总量1.7%。建设期各监测分区土壤流失量统计情况见表5-3。

**建设期土壤流失量情况统计表**

表 5-3

| 监测分区    | 扰动面积 ( $\text{hm}^2$ ) | 侵蚀时段 (a) | 侵蚀模数 ( $\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ) | 流失量 (t) |
|---------|------------------------|----------|--|---------|
| 开关站     | 0.21                   | 0.5      | 5500   | 6       |
| 光伏发电区   | 9.81                   | 0.5      | 4000   | 196     |
| 进站道路    | 1.28                   | 0.5      | 4000   | 26      |
| 检修道路    | 2.32                   | 0.5      | 4000   | 47      |
| 集电线路    | 0.35                   | 0.5      | 4000   | 7       |
| 施工生产生活区 | 0.27                   | 0.5      | 3500   | 5       |
| 合计      | 14.24                  |          |  | 287     |

## 5.2.3 试运行期土壤流失量

2017年12月主体工程完工后进入试运行期，随着各项水土保持措施落实完成及发挥水土保持效益。

根据监测调查推算，本工程试运行期年土壤侵蚀量预计12t，其中光伏发电区10t，检修道路1t，进场道路1t。试运行期各监测分区土壤流失统计情况见表5-4。

**试运行期年土壤流失量情况统计表**

表 5-4

| 监测分区  | 扰动面积 ( $\text{hm}^2$ ) | 侵蚀时段 (a) | 侵蚀模数 ( $\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ) | 流失量 (t) |
|-------|------------------------|----------|--|---------|
| 光伏发电区 | 9.54                   | 0.5      | 200  | 10      |
| 进站道路  | 1.22                   | 0.5      | 200  | 1       |
| 检修道路  | 0.68                   | 0.5      | 200  | 1       |
| 合计    | 11.44                  |          |  | 12      |

### 5.3 水土流失危害

本工程施工过程中无水土流失危害事件发生。

## 6 水土流失防治效果监测

### 6.1 扰动土地整治率

根据监测调查统计，本工程建设期实际扰动原地貌、破坏土地和植被面积  $14.24\text{hm}^2$ 。

截止到 2018 年 8 月，本工程共完成扰动土地整治面积  $13.76\text{hm}^2$ ，扰动土地整治率达到了 96.6%，各监测分区扰动土地面积及扰动土地整治率计算情况如表 5-1。

**扰动土地整治情况计算表**

表5-1

| 序号   | 工程分区    | 扰动面积<br>( $\text{hm}^2$ ) | 扰动地表治理面积( $\text{hm}^2$ ) |       |            |       | 扰动土地<br>整治率(%) |
|------|---------|---------------------------|---------------------------|-------|------------|-------|----------------|
|      |         |                           | 工程措施                      | 植物措施  | 建构建筑物(含道路) | 小计    |                |
| 1    | 开关站     | 0.21                      | 0.01                      |       | 0.2        | 0.21  | 100.0          |
| 2    | 光伏发电区   | 9.81                      |                           | 9.37  | 0.04       | 9.41  | 95.9           |
| 3    | 集电线路    | 0.35                      |                           | 0.35  |            | 0.35  | 100.0          |
| 4    | 检修道路    | 2.32                      | 0.3                       | 0.77  | 1.22       | 2.29  | 98.7           |
| 5    | 进场道路    | 1.28                      |                           | 0.55  | 0.68       | 1.23  | 96.1           |
| 6    | 施工生产生活区 | 0.27                      |                           | 0.27  |            | 0.27  | 100.0          |
| 综合指标 |         | 14.24                     | 0.31                      | 11.31 | 2.14       | 13.76 | 96.6           |

### 6.2 水土流失总治理度

根据监测调查统计，截止到 2018 年 10 月，本工程共完成水土流失治理面积  $11.62\text{hm}^2$ ，项目区水土流失面积  $12.1\text{hm}^2$ ，水土流失总治理度达到了 96.0%，各防治区水土流失治理情况见表 5-2。

**水土流失总治理度计算表**

表5-2

| 序号   | 工程分区    | 水保措施面积( $\text{hm}^2$ ) |          |       | 水土流失面积( $\text{hm}^2$ )(扰动地表面积 - 建构筑物) |               |      | 水土流<br>失总治<br>度(%) |
|------|---------|-------------------------|----------|-------|--|---------------|------|--------------------|
|      |         | 工程措<br>施                | 植物措<br>施 | 小计    | 扰动面积                                   | 建构筑物<br>(含道路) | 计算结果 |                    |
| 1    | 开关站     | 0.01                    | 0        | 0.01  | 0.21                                   | 0.2           | 0.01 | 100.0              |
| 2    | 光伏发电区   | 0                       | 9.37     | 9.37  | 9.81                                   | 0.04          | 9.77 | 95.9               |
| 3    | 集电线路    | 0                       | 0.35     | 0.35  | 0.35                                   | 0             | 0.35 | 100.0              |
| 4    | 检修道路    | 0.3                     | 0.77     | 1.07  | 2.32                                   | 1.22          | 1.1  | 97.3               |
| 5    | 进场道路    | 0                       | 0.55     | 0.55  | 1.28                                   | 0.68          | 0.6  | 91.7               |
| 6    | 施工生产生活区 | 0                       | 0.27     | 0.27  | 0.27                                   | 0             | 0.27 | 100.0              |
| 综合指标 |         | 0.31                    | 11.31    | 11.62 | 14.24                                  | 2.14          | 12.1 | 96.0               |

### 6.3 拦渣率与弃渣利用情况

本工程在建设过程中，建设单位和设计、施工单位科学组织、合理施工，尽量压缩建设施工占地，土石方挖填平衡，未产生永久弃渣，剩余土石方全部利用。根据监测调查统计，本工程拦渣率达到 95%以上。

### 6.4 土壤流失控制比

项目区属土壤侵蚀类型以轻度水力侵蚀为主，根据《土壤侵蚀分类分级标准》，项目区容许土壤流失量为  $200\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。项目区水土保持措施落实后，平均侵蚀模数下降至  $200\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$  左右，土壤流失控制比达到了 1.0，水土流失基本得到了有效控制。

### 6.5 林草植被恢复率和林草覆盖率

本项目总占地面积  $22.93\text{hm}^2$ ，可绿化面积  $11.58\text{hm}^2$ ，绿化面积  $11.31\text{hm}^2$ ，项目区林草植被恢复率 97.7%；项目区林草植被覆盖率达到 49.3%。

**林草植被恢复率及林草覆盖率计算表**

表5-3

| 序号   | 工程分区    | 林草植被恢复率(%)                 |                           |       | 林草覆盖率(%)                  |       |       |
|------|---------|----------------------------|---------------------------|-------|---------------------------|-------|-------|
|      |         | 可绿化面积<br>( $\text{hm}^2$ ) | 绿化面积<br>( $\text{hm}^2$ ) | 计算结果  | 绿化面积<br>( $\text{hm}^2$ ) | 工程占地  | 计算结果  |
| 1    | 开关站     | 0                          | 0                         | 0     | 0                         | 0.21  | 0     |
| 2    | 光伏发电区   | 9.6                        | 9.37                      | 97.6  | 9.37                      | 18.5  | 50.6  |
| 3    | 集电线线路   | 0.35                       | 0.35                      | 100.0 | 0.35                      | 0.35  | 100.0 |
| 4    | 检修道路    | 0.79                       | 0.77                      | 97.5  | 0.77                      | 2.32  | 33.2  |
| 5    | 进场道路    | 0.57                       | 0.55                      | 96.5  | 0.55                      | 1.28  | 43.0  |
| 6    | 施工生产生活区 | 0.27                       | 0.27                      | 100.0 | 0.27                      | 0.27  | 100.0 |
| 综合指标 |         | 11.58                      | 11.31                     | 97.7  | 11.31                     | 22.93 | 49.3  |

### 6.6 防治效果分析

随着各项水土保持措施的实施和发挥水土保持效益，试运行期各项水土流失防治指标达到了水土保持方案设定的目标值。其中扰动土地整治率达到 96.6%；水土流失总治理度达到 96.0%；土壤流失控制比大于 1.0；拦渣率达到 95%，林草植被恢复率 97.7%，林草覆盖率 49.3%。

## 7 结论

### 7.1 水土流失动态变化

本工程位于河北省张家口市怀安县，低山地貌，属永定河上游国家级水土流失重点治理区。项目区土壤侵蚀类型为轻度水力侵蚀为主，项目区原地貌年土壤流失量285t。主体工程2017年9月开工建设，2017年12月完工，建设期共产生土壤流失量287t。施工结束各项水土保持措施落实后，试运行期年土壤流失量24t，土壤流失量明显减小，项目区水土流失得到了有效控制。

### 7.2 水土保持措施评价

本工程建设过程中，建设单位依据批复的水土保持方案报告书，结合本工程施工特点，实施了各项水土保持措施。

根据监测汇总统计，本工程完成工程措施有土地平整  $11.39\text{hm}^2$ 、站内排水300m、渗水砖  $130\text{m}^2$ 、浆砌石挡墙  $1020.3\text{m}^3$ 、浆砌石护坡  $139.3\text{m}^3$ 、浆砌石排水沟  $263.4\text{m}$ 、土质排水沟  $2600\text{m}$ 、种草  $11.31\text{hm}^2$ 、道路管涵  $12\text{m}$ 、沉砂池4个。

水土保持方案设计的主要水土保持措施基本得到了落实，已落实的水土保持措施数量、规格符合要求。通过试运行调查监测，项目区各项水土保持措施起到了很好的防治水土流失的作用，已初步发挥水土流失防治效益。

### 7.3 存在问题及建议

(1) 对已经完成绿化或已自然恢复植被的区域加强抚育管理，保持成活率及保存率。

(2) 运行期后加强水土保持设施的日常管理与维护，确保其正常发挥效益。

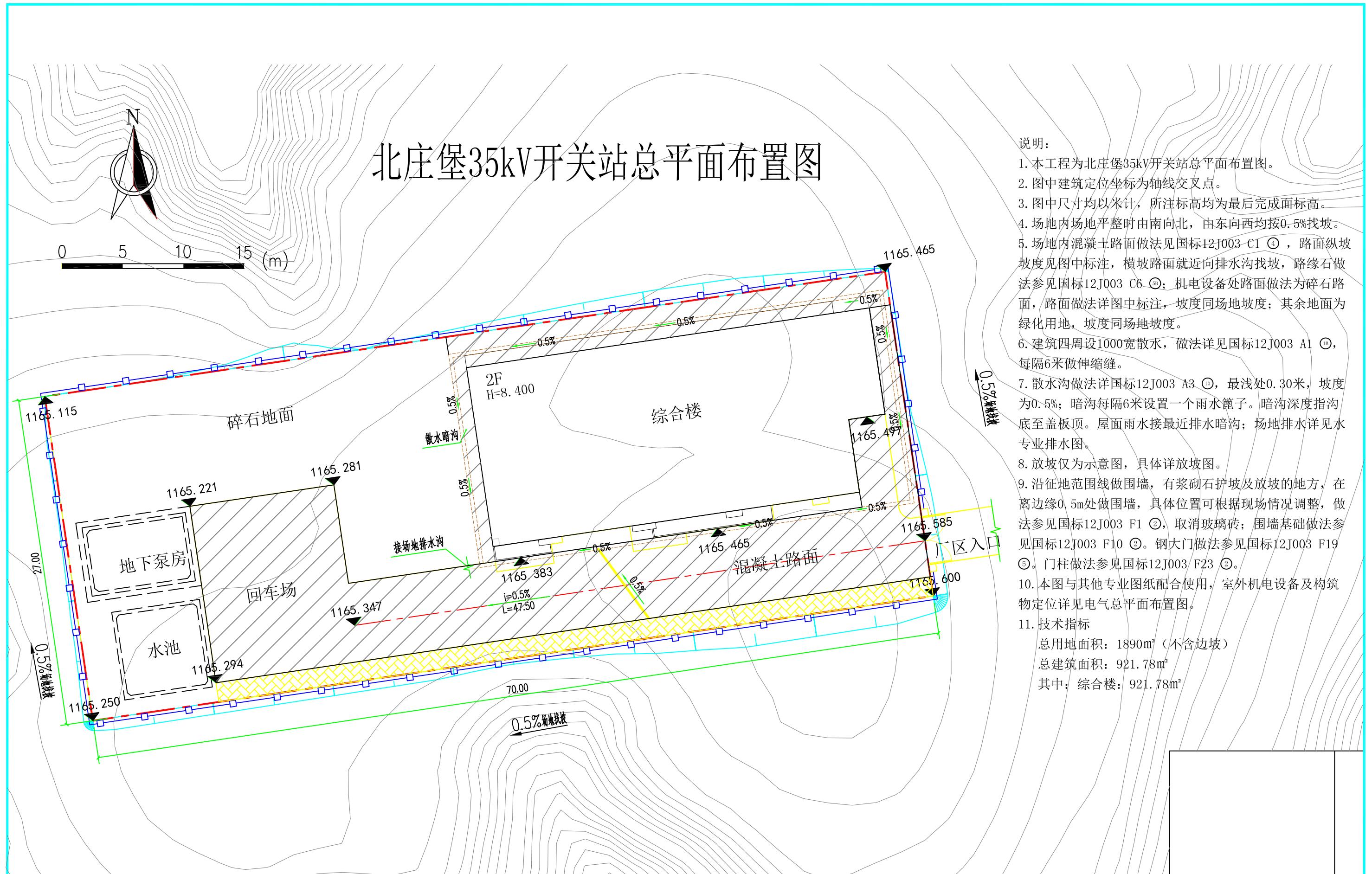
### 7.4 综合结论

自承担监测工作以来，监测单位积极开展了现场调查、资料收集等工作，获得了较为详实的监测数据，达到了预期的监测目标。通过对监测结果分析，得出以下结论：

(1) 工程施工过程中，建设单位基本落实了水土流失防治措施，防治效果较好。

- (2) 工程施工全部控制在项目征占地范围内，对周边环境影响轻微。
- (3) 工程建设期间，未出现因扰动引发的大规模的水土流失，水土保持方案设计的水土保持措施基本得到落实，水土流失防治指标达到了水土保持方案设定的目标值。
- (4) 水土保持设施数量、规格符合要求，运行状况良好，已发挥水土保持效益。

## 附 图



图例:

|    |                  |                  |              |        |
|----|------------------|------------------|--------------|--------|
| 围墙 | 混凝土道路            | 渗水青砖             | 放坡           | 防治责任范围 |
| 建筑 | 场地高程<br>1165.600 | i=0.5%<br>L=23.3 | 道路横坡<br>0.5% | 散水暗沟   |

附图1 开关站水土流失防治责任范围



| 图例     |      |
|--------|------|
| 开关站    | 施工临建 |
| ② 箱变逆变 | 场内道路 |
| 进场道路   | 监测点位 |
| 防治责任范围 |      |

| 监测分区    | 位置     | 监测区域   | 监测点数 | 监测方法 |
|---------|--------|--------|------|------|
| 开关站     | 道路一侧   | 铺渗水砖   | 1    | 调查监测 |
| 光伏发电区   | 光伏组件区  | 原地貌    | 1    | 调查监测 |
|         |        | 光伏架开挖处 | 4    | 调查监测 |
|         | 箱变逆变   | 施工区    | 4    | 调查监测 |
| 检修道路    | 道路两侧   | 路基边坡   | 2    | 调查监测 |
| 进场道路    | 道路两侧   | 路基边坡   | 2    | 调查监测 |
| 集电线路    | 电缆沟开挖处 | 电缆直埋区  | 3    | 调查监测 |
| 施工生产生活区 | 项目部等   | 场地恢复   | 1    | 调查监测 |

建设期水土流失防治责任范围统计表

单位:  $\text{hm}^2$

| 分区      | 项目建设区 | 直接影响区 | 合计    |
|---------|-------|-------|-------|
| 开关站     | 0.21  |       |       |
| 光伏发电区   | 18.5  |       |       |
| 检修道路    | 2.32  |       |       |
| 集电线路区   | 0.35  |       |       |
| 施工生产生活区 | 0.27  |       |       |
| 进场道路    | 1.28  | 0.6   | 1.88  |
| 合计      | 22.93 | 4.28  | 27.21 |

附图2场区水土流失防治责任范围及监测点位



道路浆砌石挡墙



基础浆砌石挡墙



道路浆砌石挡墙结合浆砌石排水



排水沟末端管涵和沉砂池



道路平整并播撒草子



边坡平整，修建挡墙并播撒草子



道路平整，铺设泥结碎石路面



土质排水沟结合浆砌石排水沟



支路土质排水沟