

曲阳北台乡 30 兆瓦地面光伏电站项目 水土保持监测总结报告

河北环京工程咨询有限公司





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

法 定 代 表 人： 赵 兵

单 位 等 级： ★★★★ (4 星)

证 书 编 号： 水保监测(冀)字第 000 号

有 效 期： 自 2018 年 1 月 1 日 至 2020 年 12 月 31 日

发证机构：

发证时间：2018 年 1 月 1 日



此复印件仅限曲阳北台乡30兆瓦地面光伏电站项目使用

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 - m ail : huanjingshuibao@126.com

曲阳北台乡 30 兆瓦地面光伏电站项目
水土保持监测总结报告
责任页
(河北环京工程咨询有限公司)

批准：赵 兵（董事长） 赵兵

核定：张 伟（工程师） 张伟

审查：钟晓娟（工程师） 钟晓娟

校核：李旗凯（工程师） 李旗凯

项目负责人：贾志刚（工程师） 贾志刚

编写：贾志刚（工程师） 贾志刚

李艳丽（工程师） 李艳丽

目 录

1 前言	1
2 项目及项目区概况	2
2.1 项目概况	2
2.2 项目区概况	4
2.3 水土保持工作情况	6
3 监测内容与方法	7
3.1 监测实施情况	7
3.2 监测内容	8
3.3 监测方法	10
3.4 监测时段	11
3.5 监测点的布设	11
3.6 监测设备	11
3.7 监测成果提交情况	12
4 水土流失动态监测	13
4.1 水土流失因子监测	13
4.2 防治责任范围监测	13
4.3 水土流失背景值监测	17
4.4 建设期扰动土地面积	18
4.5 土石方流向情况监测	18
4.6 土壤流失情况分析	19

4.7 水土流失危害	20
5 水土流失防治措施监测	21
5.1 工程措施监测结果	21
5.2 植物措施监测结果	28
5.3 临时措施监测结果	30
6 水土流失防治效果监测	31
6.1 扰动土地整治率	31
6.2 水土流失总治理度	31
6.3 拦渣率	32
6.4 土壤流失控制比	32
6.5 林草植被恢复率及林草覆盖率	32
6.6 防治效果	33
7 结论	35
7.1 水土保持措施评价	35
7.2 监测工作中的经验与问题	35
8 附图及有关资料	37
8.1 附图	37
8.2 有关资料	37

水土保持监测特性表

1 前言

曲阳北台乡 30 兆瓦地面光伏电站项目（以下简称“本项目”）位于河北省保定市曲阳县北台乡罗家峪村西北约 1.3km，为新建并网型太阳能光伏发电站，项目建设规模 30MW，由光伏发电区、集电线路、施工检修道路、110kV 升压站、进站道路等组成。

项目累计占地 73.48hm²，永久占地 0.30hm²，临时租用 73.18hm²；土方工程总量为 2.80 万 m³，其中挖方 1.40 万 m³，填方 1.40 万 m³，土石方在项目区内部调配利用平衡。

本项目于 2015 年 9 月开工建设，2016 年 6 月完工。表土剥离与回铺、土地整治、种草等水土保持措施随主体工程进度实施，排水措施于 2017 年 9—10 月完成。项目总投资 26142.76 万元，由曲阳绿谷能源科技有限公司投资建设。

受建设单位委托，河北环京工程咨询公司开展本项目水土保持监测工作。接到任务后，我公司成立项目组，制定监测工作路线，确定监测内容。项目组先后 3 次赴现场实地监测，测量、查勘、核实水土流失防治责任面积范围、水土流失面积、扰动土地整治面积、植被恢复面积，重点调查水土保持的实施情况、防治水土流失效果，收集资料，最终形成《曲阳北台乡 30 兆瓦地面光伏电站项目水土保持监测总结报告》。

在开展水土保持监测和监测报告编写的过程中，曲阳绿谷能源科技有限公司提供了良好的工作条件和技术配合，各级水行政主管部门给予指导和大力支持，在此一并致谢！

2 项目及项目区概况

2.1 项目概况

2.1.1 地理位置

本项目位于保定市曲阳县北台乡罗家峪村西北约 1.3km，项目中心地理坐标为北纬 $38^{\circ}50'13''$ ，东经 $114^{\circ}31'58''$ 。项目区地理位置图见图 2-1。



图 2-1 地理位置示意图

2.1.2 项目基本情况

本项目总投资 26142.76 万元，其中土建投资 2324.54 万元，由曲阳绿谷能源科技有限公司投资建设。项目于 2015 年 9 月开工建设，2016 年 6 月完工；道路排水工程于 2017 年 9 月至 10 月完成。项目占地 73.48hm^2 ，永久占地 0.30hm^2 ，临时租用 73.18hm^2 ；土方工程总量为 2.80万 m^3 ，其中挖方 1.40万 m^3 ，填方 1.40万 m^3 ，土石方在项目区内部调配利用平衡。

2.1.3 建设规模

本项目为新建并网型太阳能光伏发电站，项目规划总规模 80MW，分两期建设，本期为一期工程，建设规模为 30MW，建设等级为中型光伏电站。

2.1.4 项目组成及布局

本项目由光伏发电区、集电线路、施工检修道路、110kV 升压站、进站道路五部分组成，电站内光伏阵列竖向布置方式为平坡式，顺应山体地形与地面平行布置，只对升压站、逆变箱变器地面进行适当整平，以利用施工和管理。光伏发电区位于项目区内坡度较小阳面山坡，光伏组成较分散。

2.1.4.1 光伏发电区

光伏发电区包括光伏组件区和逆变升压器两部分，占地面积 67.19hm^2 。

(1) 光伏架设区

光伏架设区海拔标高 310 ~ 350m，占地面积 67.04hm^2 。光伏组件选用多晶硅光伏组件，共布置 131076 块单块容量为 255Wp 的太阳能板，组成 30 个 1MW 多晶硅太阳能电池子方阵，每个 1MW 光伏子方阵由光伏组件、汇流设备、逆变设备及升压设备构成。每个子系统连接 1 座 1000kVA 箱式变压器，组成子系统一箱式变单元接线，该单元接线将子系统逆变组件输出的电压升至 35kV；每 10 个子方阵高压侧并联为一回路，接入到 35kV 配电室，共以 3 回 35kV 线路接入本项目新建的 110kV 升压站。

(2) 逆变升压器

本项目共安装 30 座预装式一体化逆变机房，基础采用砌体结构条形基础，基础埋深约 1.5m，每座逆变机房占地面积约 50m^2 ，逆变升压器占地 0.15hm^2 。

2.1.4.2 集电线路

本项目集电线路采用直埋电缆的方式敷设，总长度 8.85km，总占地面积 1.77hm^2 。电缆沟采用梯形断面，顶宽 0.8m，占地面积 0.71hm^2 ；开挖土石方堆放在电缆沟一侧，占地宽约 1.2m，占地面积 1.06hm^2 。施工便道直接利用施工检修道路。

2.1.4.3 施工检修道路

为方便施工检修，光伏电站根据地形情况及光伏板的布置情况设置检修道路。在边坡较陡地段靠近山体一侧修建排水设施。施工检修道路采用泥结石碎石路面，路面

宽 4m，租地宽度 5m，总长度 7.96km，占地面积 3.98hm²。

2.1.4.4 110kV 升压站

本项目新建 1 座 110kV 升压站，主要内容包括构建筑物和道路广场。

构建筑物主要有综合楼、主控楼、35kV 配电室、无功补偿装置等，总占地面积 0.12hm²；道路广场包括站内道路和硬化空地，道路将升压站内的有关构建筑物联系起来，便于设备运输、安装、检修和消防车辆通行，广场为升压站内空地区域铺设透水砖，道路广场占地面积 0.18hm²。

2.1.4.5 进站道路

进站道路由南侧的乡村道路引接，进站道路长 360m，租地宽度约 6.5m，采用素混凝土路面，占地面积 0.24hm²。

2.1.4.6 施工生产生活区

本项目施工过程中不设施工生产生活区，升压站施工材料全部堆放在升压站围墙内，混凝土采用外购的方式解决，不设拌合站；光伏电池钢支架就地组装，不集中设堆放场地。施工项目部设在罗家峪村村委会，施工办公及临时生活全部设在项目部。

2.2 项目区概况

2.2.1 自然概况

2.2.1.1 地形地貌

本项目位于河北省保定市曲阳县北台乡，地处太行山低山丘陵区，海拔高度不大，山坡较陡峻。项目区总体地势为西北高东南低，平均海拔为 310~250m，场地坡度在 8% 左右。

2.2.1.2 气象水文

项目区属大陆性季风气候，四季分明。多年年平均气温 12.4℃，极端最高气温 41.7℃，极端最低气温 -19.2℃，无霜期 203.8d，最大冻土深 0.66m，年平均日照 2599.9h，>10℃ 积温 4343.3℃。多年年平均降雨量 523.7mm，年大气降水主要集中在 7~9 月份，10 年一遇 6 小时最大降雨量 122.58mm，1 小时最大降雨量 56.23mm，多年年平均蒸发量 1916.2mm。年平均风速 2.1m/s，年平均大风日数 40.7d，其中春季风最多。项目区主要气象指标见表 2-1。

项目区主要气象指标统计表

表 2-1

类别	项目	单位	数值
降水	多年年平均降雨量	mm	523.7
	年最大 1h 暴雨多年平均值	mm	32.7
	10 年一遇 1h 降雨量	mm	56.23
	年最大 6h 暴雨多年平均值	mm	67
	10 年一遇 6h 降雨量	mm	122.58
	年最大 24h 暴雨多年平均值	mm	90
	10 年一遇 24h 降雨量	mm	166.50
蒸发量	多年年平均蒸发量	mm	1916.2
日照	年平均日照时数	h	2599.9
气温	多年年平均气温	°C	12.4
	极端最高气温	°C	41.7
	极端最低气温	°C	-19.2
	≥10°C 积温	°C	4343.3
	最大冻土深度	m	0.66
	无霜期	d	203.8
风向风速	多年平均风速	m/s	2.1
	大风日数	d	40.7

2.2.1.3 土壤植被

项目区土壤类型主要为褐土，土层较厚约 30cm。项目区植被类型为温带落叶阔叶林，主要植被有乔木、灌木、草本等，乔木主要为杨树、柳树、洋槐树，灌木主要有酸枣、柠条等，草本植物主要有三棱草、沙蓬等，林草覆盖率为 40% 左右。

2.2.1.4 河流水系

项目区属海河流域大清河水系，项目区位于三会河东南。三会河发源于大茂山东南曲阳、唐县阜平交界处的青山村北三角界山，河源海拔 853m，全长 33.5km，河有三源，一在三角界山，一在红冈西北分水岭，一在下格尔。三水在葫芦汪村汇合，历经野北、聚龙洞西、灵山镇，在南镇和通天河相汇，出曲阳，由唐县十八渡入西大洋水库。项目区距三会河直线距离约 5km，项目建设对三会河没有产生影响。

2.2.1.5 地质地震

项目区内出露地层主要为新生代第三系灵山组砂砾岩及第四系残坡积粉土或粉土夹碎石层。场址处于较稳定地块，适宜建设。

根据《中国地震动参数区划图》，场地抗震设防烈度为 7 度，设计基本地震加速度值为 0.05g。

2.2.1.6 工程水土流失特点

项目区位于曲阳县，根据《全国水土保持区划》，项目区属于北方土石山区（北方山地丘陵区）太行山山地丘陵区太行山东部山地丘陵水源涵养保土区。

通过对项目区及周边地区的植被及水土流失情况进行调查，项目区植被覆盖度40%左右，占地类型为荒草地，土壤侵蚀类型以水力侵蚀为主，侵蚀强度为轻度，通过坡度、土地利用类型、林草覆盖率、降雨等因素综合分析，现状侵蚀模数为1000t/(km²·a)。

根据《土壤侵蚀分类分级标准》，项目区属于北方土石山区，容许土壤流失量为200t/(km²·a)。根据《全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果》，项目区属于太行山国家级水土流失重点治理区，水土流失防治采用一级标准。

2.3 水土保持工作情况

为做好水土保持工作，履行相关法定义务，建设单位按照有关要求编制了《曲阳北台乡30兆瓦地面光伏电站项目水土保持方案报告书》，建设过程中采取了土地整治、排水、绿化和临时遮盖等有效的水土保持措施，减少了水土流失，改善了项目区的生态环境。

3 监测内容与方法

3.1 监测实施情况

本项目于 2015 年 9 月开工建设，2016 年 6 月完工；道路排水工程于 2017 年 9—10 月完成。

受建设单位委托，河北环京工程咨询有限公司开展本项目的水土保持监测工作。接受监测任务后，我公司对该项目高度重视，及时抽调技术骨干和开发建设项目建设水土保持监测经验丰富的技术人员组建“曲阳北台乡 30 兆瓦地面光伏电站项目水土保持监测小组”。

(1) 接受委托后，我公司监测小组进场对本项目进行了初步调查、收集了相关资料。

(2) 我公司根据收集的基础资料，多次对项目现场进行调查，并根据水土保持方案报告书要求和现场水土流失特点，选定监测重点区域，选出水土保持监测点的布设位置；收集、分析基础资料、数据；对水土保持措施实施情况进行现场调查监测，并及时提出水土保持监测意见。

(3) 水土保持监测主要采取调查的方式进行。工程技术资料的收集通过档案室查询工程建设期间的主体施工组织设计、工程建设进度月报、监理月报、施工现场照片等工程资料；以及编制资料清单、调查统计表等形式，由建设单位填写。

(4) 最后在现场调查、统计分析数据、影像资料的基础上完成了《曲阳北台乡 30 兆瓦地面光伏电站项目水土保持监测总结报告》。

3.1.1 水土保持监测技术路线

水土保持监测工作开展过程中，技术人员首先需了解和掌握项目区的水土流失背景资料，在获取背景数据的基础上进行调查勘验和水土保持分析与评价，最终提交监测成果。

3.1.2 监测分区

由于本项目既有点型工程又有线型工程。根据项目施工布局及施工特点，将项目监测分区划分为光伏发电区、集电线路、施工检修道路、110kV 升压站、进站道路 5

个一级分区，再细化为光伏组件区、逆变升压器、集电线路、施工检修道路、构建筑物区、道路广场区和进站道路等7个二级分区。

3.1.3 监测分工

本项目水土保持监测工作由河北环京工程咨询有限公司承担。为了完成本项目监测任务，河北环京工程咨询有限公司成立了本项目水土保持监测工作小组，开展本项目的水土保持监测工作。项目监测技术人员及其职责分工情况见表3-1。

水土保持监测人员分工表

表3-1

姓名	职称	主要职责分工
张伟	工程师	工作协调、技术报告审查
王富	工程师	外业调查、数据整理
贾志刚	工程师	外业调查、资料收集、监测报告编写
李旗凯	工程师	监测报告编写、图件制作
李艳丽	工程师	监测报告编写、图件制作

3.2 监测内容

根据《水土保持监测技术规程》和《生产项目水土保持监测规程》(试行)，结合项目区现状特点，本次监测采取调查监测的方法，监测内容包括影响水土流失因子、水土流失状况、水土流失危害、水土保持措施实施及水土流失防治效果五个方面，具体操作步骤按照相关规程规范进行。

监测内容主要包括水土流失因子、防治责任范围、水土流失背景值、扰动土地情况、土石方流向、分区水土流失情况、水土保持措施、水土流失危害、防治效果等。

3.2.1 防治责任范围动态监测

(1) 永久占地监测

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建设的情况及各阶段永久性占地变化情况。

(2) 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、被扰动部分水土保持措施实施

及植被恢复情况。

(3) 水土流失防治责任范围的界定

根据永久占地面积，结合建设期及试运行期扰动地表面积，确定建设期及试运行期防治责任范围。

3.2.2 土石方监测

对施工过程中的土石方的监测主要通过施工资料统计分析获得，包括开挖、填筑土石方量等动态变化情况。

3.2.3 水土流失因子监测

主要是对监测范围内的地形地貌、地质土壤、地面组成物质、植被、气象（降水、风速等）、水土流失状况及水土流失背景值等因子进行监测。其中地形地貌、地质土壤等相对固定。

3.2.4 水土流失监测

确定项目区每个监测时段内不同土壤侵蚀强度等级的土地面积、侵蚀强度等内容，计算土壤侵蚀量。

3.2.5 水土流失危害监测

水土流失危害监测主要针对因项目建设对周围环境、资源、人类生产生活产生的不利影响，包括建设生产过程产生的水土流失及其对下游河道的影响，工程建设区植被及生态环境变化，工程建设对环境的影响等。

3.2.6 水土流失防治措施及效果动态监测

水土保持措施包括主体工程中具有水土保持功能的措施和方案新增水土保持措施两部分。监测时按照划定的监测分区统计各项水土保持措施实施数量。

水土保持措施防治效果监测主要测定工程措施质量，林草植被恢复情况、林草覆盖度以及测定林草措施保存率、成活率、生长及覆盖情况，调查水土保持工程措施的稳定性、完好程度和运行情况。

3.3 监测方法

根据《水土保持监测技术规程》和《生产项目水土保持监测规程》，结合本项目的实际情况确定监测方法，监测方法力求经济、适用和可操作性。

由于本项目水土保持监测工作在项目主体完工后进行，因此本项目采用以调查为主的监测方法，通过现场的典型调查、普查和访问调查等监测方法，结合施工过程资料收集及历史影像资料收集和分析等手段开展主体工程的监测工作。

土地整治、排水、绿化工程等水土保持措施的监测方法采用调查监测和地面定位监测和巡查监测相结合的方法。在全面调查的基础上，在不同的监测分区内选择监测点位，在监测点内根据监测内容、要求，布设不同的监测仪器，获取监测数据。

3.3.1 资料收集

收集项目水土流失影响因子，如区域降水、风速等情况；收集有关工程占地、施工设计、招投标、监理、设计变更等资料，以便于汇总统计项目水土保持设施数量和质量等；收集有关土石方开挖和回填的数量，土地整治面积、整治后土地利用形式等。

3.3.2 现场勘查

根据工程施工技术资料、工程进度，现场巡查核实项目区地表扰动情况；结合典型段重点观测，掌握项目区水土流失状况；对项目区内不同工程措施、植物措施的实地测量，掌握核实项目区水土保持工程数量、质量；跟踪观测水土保持措施运行情况等。

3.3.3 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、土壤质地、林草植被覆盖等项目。

3.3.4 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、生态环境、水利水保设施等危害情况。

3.3.5 图像采集

图像资料是项目水土保持状况最直接、最形象的反映。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以及水土保持监测人员开展监测情况等内容。

3.4 监测时段

本项目水土保持监测时段确定为接受监测委托至水土保持设施专项验收结束。

3.5 监测点的布设

光伏发电区、集电线路、施工检修道路、110kV 升压站、进站道路 5 个监测分区的水土保持观测点布设按主体工程水土流失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。

本项目各建设区域共布设各类监测点 19 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 7 处，集电线路监测点 5 处，施工检修道路监测点 4 处，110kV 升压站监测点 2 处，进站道路监测点 1 处，详见表 3-2。

水土保持监测点布置表

表 3-2

监测分区		监测区域	监测点数	监测方法
一级分区	二级分区			
光伏发电区	光伏组件区	原地貌	1	调查监测
		光伏板区	3	调查监测
	逆变升压器	扰动地表	3	调查监测
集电线路	集电线路	电缆沟	5	调查监测
施工检修道路	施工检修道路	道路排水	4	调查监测
110kV 升压站	建构筑物	建构筑物	1	调查监测
	道路及广场	道路广场	1	调查监测
进站道路	进站道路	道路排水	1	调查监测

3.6 监测设备

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 3-3。

水土保持监测设备一览表

表 3-3

监测设施及设备	数量
一、常规设备	
手持GPS	1 台 (精度 5m)
激光测距仪	1 套
罗盘仪	1 套
坡度仪	1 套
50m皮尺	2 套
5m钢卷尺	2 套
钢钎	300 根
二、辅助设备及资料	
笔记本电脑	2 台
数码照相机	2 台
摄像机	1 台
1: 10000 与 1: 50000 地形图	各 1 套
降雨资料	邻近气象站采集
三、交通设备	
越野车	一部

3.7 监测成果提交情况

监测单位根据委托协议及监测开展情况，及时提出水土保持监测意见，并最终完成《曲阳县北台乡 30 兆瓦地面光伏电站项目水土保持监测总结报告》。

4 水土流失动态监测

4.1 水土流失因子监测

主要是对监测范围内的地形地貌、地质土壤、地面组成物质、植被、气象（降水、风速等）、水土流失状况及水土流失背景值等因子进行监测。其中地形地貌、地质土壤等相对固定，降水、风等气象因子根据曲阳县气象站的观测资料统计分析。

4.2 防治责任范围监测

4.2.1 水土保持方案确定的防治责任范围

依据《曲阳北台乡 30 兆瓦地面光伏电站项目水土保持方案报告书（报批稿）》及其批复（冀水保〔2016〕40 号），本项目的水土流失防治范围总面积 72.60hm²，其中项目建设区面积 71.32hm²，直接影响区面积 1.28hm²。水土保持方案设计防治责任范围面积详见表 4-1。

水土保持方案确定的防治责任范围

表 4-1

单位: hm²

一级分区	二级分区	项目建设区	直接影响区	合计
光伏发电区	光伏组件区	63.81	1.20	72.36
	逆变升压室	0.15		
	小计	63.96		
集电线路		1.77		
施工检修道路		4.63		
110kV 升压站	构建筑物区	0.05		
	道路广场区	0.20		
	绿化区	0.05		
	小计	0.30		
施工生产生活区		0.50		
进站道路		0.16	0.08	0.24
合计		71.32	1.28	72.60

4.2.2 监测的防治责任范围

本项目主体开工时间为 2015 年 9 月，完工时间 2016 年 6 月。工程建设过程中，道路修建、建构筑物基础开挖等施工活动大面积扰动了原地貌，道路运输碾压、施工

场地平整等均对原地表表土结构产生了扰动，不仅局部改变了原地貌形态，而且破坏了原地表植被，施工活动还对扰动区域周边地区产生了一定的影响。

4.2.2.1 项目建设区

通过查阅档案资料、现场实地调查核实，本项目共征占地 74.38hm^2 ，其中，光伏发电区 67.19hm^2 （光伏组件区 67.04hm^2 、逆变升压室 0.15hm^2 ），集电线路 1.77hm^2 ，施工检修道路 3.98hm^2 ， 110kV 升压站 0.30hm^2 （构建筑物 0.12hm^2 、道路广场 0.18hm^2 ），进站道路 0.24hm^2 。

4.2.2.2 直接影响区

直接影响区指工程征、占地范围以外，由于建设施工造成的水土流失可能对周围农田、村庄、河流、林草植被等产生直接危害的区域。建设单位通过合同及组织管理，严格要求各施工单位控制征占地范围外的扰动面积，对征占地周围扰动范围一般 1m 左右，直接影响区面积 1.37hm^2 。

①光伏发电区：光伏组件的施工建设活动对周边产生一定的影响，由于施工过程无大型机械扰动，影响较轻微，考虑该区有一定的坡度，按围栏外 1m 作为直接影响区，光伏发电区直接影响区面积 1.30hm^2 。

②集电线路：地埋电缆皆位于围栏内，不重复计列直接影响区。

③施工检修道路：施工检修道路两侧为光伏发电区占地，不计算直接影响区面积。

④ 110kV 升压站：升压站位于租地范围内，不重复计直接影响区。

⑤进站道路：按道路两侧各 1m 计算，直接影响区面积 0.07hm^2 。

综上所述，水土流失防治责任范围 74.85hm^2 ，其中建设区面积 73.48hm^2 ，直接影响区面积 1.37hm^2 。本项目建设区水土流失防治责任范围详见表 4-2。

建设期水土流失防治责任范围

表 4-2

单位: hm^2

一级分区	二级分区	项目建设区	直接影响区	合计
光伏发电区	光伏组件区	67.04	1.3	68.49
	逆变升压器	0.15		
	小计	67.19	1.3	68.49
集电线路		1.77		1.77
施工检修道路		3.98		3.98
110kV 升压站	构建筑物区	0.12		0.12
	道路广场区	0.18		0.18
	小计	0.3		0.3
进站道路		0.24	0.07	0.31
合计		73.48	1.37	74.85

4.2.3 建设期与方案设计的防治范围变化情况

通过与水土保持方案报告书比较, 本项目建设期水土流失防治责任范围的面积比方案编制(可研)阶段增加了 2.25hm^2 , 其中建设区面积增加了 2.16hm^2 , 直接影响区面积增加了 0.09hm^2 , 水土流失防治责任范围变化情况详见表 4-3。

方案设计与建设期发生的水土流失防治责任范围变化情况

表 4-3

单位: hm^2

监测分区		方案设计			建设期实际发生			增减情况 (+/-)		
		项目建设区	直接影响区	小计	项目建设区	直接影响区	小计	项目建设区	直接影响区	小计
光伏发电区	光伏架设区	63.81	1.2	65.16	67.04	1.3	68.49	3.23	0.1	3.33
	逆变升压器	0.15			0.15			0		
	小计	63.96	1.2	65.16	67.19	1.3	68.49	3.23	0.1	3.33
集电线路		1.77		1.77	1.77		1.77	0		0
施工检修道路		4.63		4.63	3.98		3.98	-0.65		-0.65
110kV 升压站	建构筑物	0.05		0.05	0.12		0.12	0.07		0.07
	道路及广场	0.2		0.2	0.18		0.18	-0.02		-0.02
	绿化区	0.05		0.05				-0.05		-0.05
	小计	0.3		0.3	0.3		0.3	0		0
进站道路		0.16	0.08	0.24	0.24	0.07	0.31	0.08	-0.01	0.07
施工生产生活区		0.5		0.5				-0.5	0	-0.5
合计		71.32	1.28	72.6	73.48	1.37	74.85	2.16	0.09	2.25

主要变化原因如下:

(1) 光伏发电区

根据光伏板布置情况和施工需要, 光伏发电区的光伏架设区在建设过程中实际租

地面积较方案设计增加了 3.23hm^2 ；逆变升压器占地面积与方案设计相同。光伏发电区实际占地较方案设计增加，对周边扰动基本都是 1m，直接影响区面积较方案增加 0.10hm^2 。

光伏发电区实际产生的水土流失防治责任范围较方案设计增加了 3.33hm^2 。

(2) 集电线路

集电线路采用直埋电缆的形式，方案阶段直埋电缆长度 8.85km，总占地面积 1.77hm^2 ，电缆沟占地面积 0.71hm^2 ，土石方堆放带占地面积 1.06hm^2 ；实际建设过程中集电线路占地面积与方案设计一致。直埋电缆在围栏内，不计列直接影响区，与方案设计一致。

集电线路实际产生的水土流失防治责任范围与方案设计一致。

(3) 施工检修道路

方案设计施工检修道总长度 5.90km，路面宽度为 4m，占地面积 4.63hm^2 ；实际建设施工检修道路路面宽 4m，租地宽度 5m，总长度 7.96km，占地面积 3.98hm^2 ，占地面积较方案设计减少了 0.65hm^2 。施工检修道路两侧均为光伏发电区占地，不计算直接影响区，与方案设计一致。

施工检修道路实际产生的水土流失防治责任范围较方案设计减少了 0.65hm^2 。

(4) 110kV 升压站

升压站实际征地面积与方案设计一致，建构筑物、道路及广场、绿化区各分区间面积有调整，建构筑物面积比方案设计增加了 0.07hm^2 ；道路广场面积比方案设计减少了 0.02hm^2 ；升压站内全部硬化，未进行绿化绿化，绿化面积比方案设计减少了 0.05hm^2 。方案未计列直接影响区，实际施工也在租地范围内，不计算直接影响区。

升压站实际产生的水土流失防治责任范围与方案设计没有变化。

(5) 进站道路

方案阶段进站道路长 390m、路面宽 4m，占地面积 0.16hm^2 ；实际建设长度 360m、租地宽度约 6.5m，路面宽 4.5m，占地面积 0.24hm^2 ，占地面积增加 0.08hm^2 。由于进站道路长度减少，直接影响区面积较方案设计减少 0.01hm^2 。

进站道路实际产生的水土流失防治责任范围较方案设计增加了 0.07hm^2 。

(6) 施工生产生活区

方案设计阶段设置一个集中的施工生产生活区，占地面积 0.50hm^2 ；施工过程中不设施工生产生活区，升压站施工材料全部堆放在升压站围墙内，混凝土采用外购的

方式解决，不设拌合站，光伏电池钢支架就地组装，不集中设堆放场地，在罗家峪村村委会设一施工项目部设，施工办公及临时生活全部设在项目部。

施工生产生活区实际产生的水土流失防治责任范围较方案设计减少了 0.50hm^2 。

4.2.4 运行期的防治责任范围

工程进入运行期后，项目区地表结构稳定，各项水土保持措施已发挥效益，基本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，项目运行期水土流失防治责任范围只包括项目占地，项目建设区面积 73.48hm^2 。

4.3 水土流失背景值监测

施工期是造成水土流失加剧的主要时段，尤其是集中在土建施工期，开挖、填筑土石方量大，由于建构建筑物基础开挖、道路修建等等施工形成裸露边坡时间较长，发生水土流失的强度较大，形成了不同程度的坡面侵蚀；同时改变了植被条件，破坏了土体结构，使土壤可蚀性指数升高，因此各施工场所根据扰动强度不同，使土壤侵蚀模数较原地貌侵蚀模数显著增加。

为了更好地反映工程建设过程中的水土流失防治措施及效果，经整理施工影像资料、建设期气象资料、临近工程的监测资料及临时观测点观测数据得出各地面观测点代表地表扰动类型区的侵蚀模数。

通过监测调查，各监测分区土壤侵蚀模数背景值为 $1000\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ ，建设期（2015.9—2016.6）土壤侵蚀模数 $2000\sim3000\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ ，试运行期土壤侵蚀模数 $180\sim250\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ ，详见表 4-4。

各监测分区土壤侵蚀模数统计表

表 4-4

单位： $\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$

监测分区		建设期土壤侵蚀模数	试运行期土壤侵蚀模数
光伏发电区	光伏架设区	2000	180
	逆变升压单元	3000	200
集电线路		3000	250
施工检修道路		3000	220
110kV 升压站	建构建筑物	3000	
	道路及广场	2500	
进站道路		2500	200

4.4 建设期扰动土地面积

根据档案资料反映的主体工程建设进度，建设期间共征占地 73.48hm^2 ，永久占地 0.30hm^2 ，临时租用 71.48hm^2 。

光伏发电区的光伏板之间的区域无施工活动，未扰动面积 41.52hm^2 。土石方挖填、道路修建等施工活动扰动土地面积 31.96hm^2 ，其中，光伏发电区 25.67hm^2 ，集电线路 1.77hm^2 ，施工检修道路 3.98hm^2 ， 110kV 升压站 0.30hm^2 ，进站道路 0.24hm^2 。本项目建设征地、扰动土地面积情况详见表 4-5。

工程征地及扰动土地面积

表 4-5

单位： hm^2

项目分区		占地面积	扰动面积	占地类型
光伏发电区	光伏架设区	67.04	25.52	荒草地
	逆变升压单元	0.15	0.15	
	小计	67.19	25.67	
集电线路		1.77	1.77	
施工检修道路		3.98	3.98	
110kV 升压站	建构筑物	0.12	0.12	
	道路及广场	0.18	0.18	
	小计	0.30	0.30	
进站道路		0.24	0.24	
合计		73.48	31.96	

4.5 土石方流向情况监测

本项目已建成，通过调查查阅设计资料和施工记录，建设期挖填土石方总量为 2.80 万 m^3 ，挖方 1.40 万 m^3 ，填方 1.40 万 m^3 ，土石方在项目区内部综合利用平衡，无借方、弃方。建设期土石方量监测结果见表 4-6。

建设期土石方平衡表

表 4-6

单位: 万 m³

监测分区		土石方 总量	挖方	填方	余方/借方	
					数量	去向/来源
光伏发电区	光伏架设区	0.56	0.28	0.28		
	逆变升压器	0.41	0.29	0.12	0.17	施工检修道路
	小计	0.97	0.57	0.4	0.17	
集电线路		0.58	0.29	0.29		
施工检修道路		1.09	0.46	0.63	0.17	逆变升压器
110kV 升压站		0.12	0.06	0.06		
进站道路		0.04	0.02	0.02		
合计		2.8	1.4	1.4		

4.6 土壤流失情况分析

监测调查统计, 项目区原地貌年产生土壤侵蚀量 735t, 建设期 (2015.9—2016.6 按 1 年计) 共产生土壤侵蚀量 1532t, 试运行期每年产生土壤侵蚀量 135t。各阶段土壤流失量详见表 4-7 至表 4-9。

各地表扰动类型原地貌每年土壤侵蚀量统计表

表 4-7

监测分区		工程占地 (hm ²)	土壤侵蚀模数 (t/ (km ² ·a))	侵蚀时段 (a)	年侵蚀量 (t)
光伏发电区	光伏架设区	67.04	1000	1	670.4
	逆变升压单元	0.15	1000	1	1.5
	小计	67.19			671.9
集电线路		1.77	1000	1	17.7
施工检修道路		3.98	1000	1	39.8
110kV 升压站	建构筑物	0.12	1000	1	1.2
	道路及广场	0.18	1000	1	1.8
	小计	0.3			3
进站道路		0.24	1000	1	2.4
合计		73.48			735

建设期各地表扰动类型土壤侵蚀量统计表

表 4-8

监测分区		工程占地 (hm ²)	土壤侵蚀模数 (t/(km ² ·a))	侵蚀时段 (a)	年侵蚀量 (t)
光伏发电区	光伏架设区	67.04	2000	1	1340.8
	逆变升压单元	0.15	3000	1	4.5
	小计	67.19			1345.3
集电线路		1.77	3000	1	53.1
施工检修道路		3.98	3000	1	119.4
110kV 升压站	建构筑物	0.12	3000	1	3.6
	道路及广场	0.18	2500	1	4.5
	小计	0.3			8.1
进站道路		0.24	2500	1	6
合计		73.48			1532

试运行期各地表扰动类型年土壤侵蚀量统计表

表 4-9

监测分区		工程占地 (hm ²)	土壤侵蚀模数 (t/(km ² ·a))	侵蚀时段 (a)	年侵蚀量 (t)
光伏发电区	光伏架设区	67.04	180	1	120.7
	逆变升压单元	0.15	200	1	0.3
	小计	67.19			121.0
集电线路		1.77	250	1	4.4
施工检修道路		3.98	220	1	8.8
110kV 升压站	建构筑物	0.12		1	
	道路及广场	0.18		1	
	小计	0.3			
进站道路		0.24	200	1	0.5
合计		73.48			135

4.7 水土流失危害

工程建设产生的水土流失主要集中在施工期。在此期间，工程建设中构筑物基础开挖与回填、施工场地、施工道路等工程活动，使地表植被受到不同程度的破坏，地表抗蚀能力减弱，造成了水土流失。主要表现为：一是升压站建筑物基础及光伏基础开挖、电缆沟的开挖、设备安装，造成植被破坏，基础开挖产生的临时堆土裸露面在降水的作用下易产生水蚀，对周围植被产生一定影响；二是施工道路的开挖平整、机械碾压等活动，破坏了土壤表层结构，在水力冲刷、重力的作用下，使原有植被保持水土的功能受到损害，致使水土流失增加；三是项目的建设降低了原地表植被的蓄水保土功能，表层土壤流失，土壤肥力下降。

5 水土流失防治措施监测

5.1 工程措施监测结果

5.1.1 方案设计的工程措施

5.1.1.1 光伏发电区

1、光伏组件区

土质截水沟：在上游设置土质截水沟 14000m。

沉砂池：在排水沟末端修建沉砂池 34 个。

砂砾石防护带：在太阳能板水流方向下方铺设砂砾石防护带 19575m。

表土回铺：将逆变升压器清理的表土回铺到光伏组件区，回铺面积 0.15hm^2 ，工程量 450m^3 。

2、逆变升压器

表土剥离：施工前对开挖占地进行表土剥离，表土剥离面积 0.15hm^2 ，工程量 450m^3 。

铺设碎石：施工结束对逆变升压器周边扰动土地采用铺设碎石的方式进行防护，铺设面积 0.73hm^2 。

5.1.1.2 集电线路

表土剥离：施工前对占地进行表土剥离，剥离面积 1.77hm^2 ，工程量 5130m^3 。

表土回铺：施工结束把前期收集表土回铺在地表，表土回铺面积 1.77hm^2 ，工程量 5130m^3 。

5.1.1.3 施工检修道路

表土剥离：施工前对部分占地进行表土剥离，表土剥离面积 2.37hm^2 ，工程量 7110m^3 。

浆砌石护坡：对道路高陡边坡采用浆砌石护坡防护 1180m。

浆砌石排水沟：为排出道路雨水，路基一侧设浆砌石排水沟 5900m。

5.1.1.4 110kV 升压站

1、构建筑物区

(1) 工程措施

表土剥离：施工前对部分占地进行表土剥离，表土剥离面积 0.05hm^2 ，工程量 150m^3 。

(2) 临时措施

防尘网苫盖：临时堆土采用防尘网临时遮盖面积 0.05hm^2 。

草袋装土拦挡：临时堆土坡脚采用草袋装土拦挡 130m。

2、道路广场区

(1) 工程措施

土地平整：施工前进行场地平整，面积 0.20hm^2 。

浆砌石排水沟：道路两侧设浆砌石排水沟 400m。

3、绿化区

(1) 工程措施

表土回铺：前期收集表土回铺后平整，表土回铺面积 0.05hm^2 ，工程量 150m^3 。

5.1.1.5 进站道路

表土剥离：施工前对占地进行表土剥离，表土剥离面积 0.16hm^2 ，工程量 480m^3 。

表土回铺：施工结束后，把收集表土回铺到道路两侧，表土回铺面积 0.01hm^2 ，工程量 480m^3 。

浆砌石排水沟：进站道路两侧设浆砌石排水沟 780m。

5.1.1.6 施工生产生活区

土地整治：施工结束后，平整土地 0.50hm^2 。

方案设计工程措施见表 5-1。

水土保持方案设计水土保持措施布置表

表 5-1

防治分区	措施类型	水土保持措施	措施布置			
			措施位置	单位	数量	
光伏发电区	光伏组件区	工程措施	土质截水沟	场区上游	m	14000
			沉砂池	排水沟末端	个	34
			砂砾石防护带	太阳能板水流方向下方	m	19575
		植物措施	表土回铺	光伏板水流下方	m ³	450
	逆变升压室	工程措施	种草绿化	施工扰动土地	hm ²	23.04
			表土剥离	开挖占地	m ³	450
		临时措施	铺设碎石	逆变升压室周围	hm ²	0.73
		临时措施	临时遮盖	临时堆土	hm ²	0.08
		临时措施	临时拦挡	临时堆土坡脚	m	113
集电线路	工程措施	表土剥离	电缆沟开挖地表	m ³	5310	
		表土回铺	电缆沟开挖地表	m ³	5310	
	植物措施	种草绿化	施工扰动土地	hm ²	1.77	
	临时措施	临时遮盖	临时堆土	hm ²	0.26	
施工检修道路	工程措施	表土剥离	施工扰动地表	m ³	7110	
		浆砌石护坡	高陡边坡	m	1180	
		浆砌石排水沟	道路一侧	m	5900	
	植物措施	种草绿化	路基边坡	hm ²	2.15	
		撒播爬山虎	路基坡角	hm ²	0.12	
	临时措施	临时遮盖	临时堆土	hm ²	0.35	
		临时拦挡	临时堆土坡脚	m	240	
110kV 升压站	构建筑物区	表土剥离	施工占地	m ³	150	
		临时措施	临时遮盖	hm ²	0.05	
		临时措施	临时拦挡	m	130	
	道路广场区	工程措施	土地平整	hm ²	0.2	
		工程措施	浆砌石排水沟	m	400	
	绿化区	工程措施	表土回铺	m ³	150	
		植物措施	绿化	hm ²	0.05	
进站道路	工程措施	表土剥离	施工扰动地表	m ³	480	
		表土回铺	道路两侧	m ³	480	
		浆砌石排水沟	道路两侧	m	780	
	植物措施	栽植灌木	道路两侧	株	780	
施工生产生活区	工程措施	土地整治	施工扰动占地	hm ²	0.5	
	植物措施	种草绿化	施工扰动占地	hm ²	0.5	
	临时措施	临时排水	施工生产生活区周边	m	300	

5.1.2 工程措施完成情况监测

水土保持工程措施包括表土剥离 2580m³, 表土回铺 2580m³, 土地整治 27.31hm², 混凝土排水沟 6860m。

其中, 光伏发电区表土剥离 450m³, 表土回铺 450hm³, 土地整治 25.18hm²; 集电线路表土剥离 2130m³, 表土回铺 2130m³, 土地整治 1.02hm²; 施工检修道路土地整治 1.59hm², 混凝土排水沟 6500m; 110kV 升压站土地整治 0.30hm²; 进站道路土地整治 0.05hm², 混凝土排水沟 360m。

5.1.2.1 光伏发电区

(1) 表土剥离: 在逆变升压基础区域剥离表土 0.15hm², 工程量 450m³; 施工时间为 2015 年 10 月。

(2) 表土回铺: 施工结束后将收集的表土回铺在基础周围, 回铺面积 0.12hm², 工程量 450m³; 施工时间 2016 年 2 月。

(3) 土地整治: 施工结束对光伏组件基础扰动地表进行全面整地, 土地整治面积 25.18hm²; 施工时间 2016 年 2 月。

5.1.2.2 集电线路

(1) 表土剥离: 在电缆沟开挖地表剥离表土 0.71hm², 工程量 2130m³; 施工时间为 2015 年 10 月。

(2) 表土回铺: 施工结束后将收集的表土回铺在开挖地表, 回铺面积 0.71hm², 工程量 2130m³; 施工时间 2016 年 2 月。

(3) 土地整治: 施工结束对电缆沟一侧施工扰动区域进行全面整地, 土地整治面积 1.02hm²; 施工时间 2016 年 2 月。

5.1.2.3 施工检修道路

(1) 混凝土排水沟: 在检修道路内侧浇筑混凝土排水沟 6500m, 断面形式为 U 型槽, 顶宽 0.5m, 深 0.2m; 施工时间为 2017 年 9 月—10 月。

(2) 土地整治: 在检修道路两侧扰动区域土地整治 1.59hm²; 施工时间为 2016 年 2 月。

5.1.2.4 110kV 升压站

(1) 土地整治: 升压站施工前进行场地整治, 土地整治面积 0.30hm²; 施工时间

为 2015 年 10 月。

5.1.2.5 进站道路

(1) 土地整治：在进站道路两侧扰动区域土地整治 0.05hm^2 ；施工时间为 2016 年 2 月。

(2) 混凝土排水沟：在进站道路内侧浇筑混凝土排水沟 360m，断面形式为 U 型槽，顶宽 0.6m，深 0.2m；施工时间 2017 年 9 月—10 月。

工程量及实施进度见表 5-2。

水土保持措施完成情况统计表

表 5-2

防治分区		措施类型	水土保持措施	措施布置			施工时间	
				措施位置	单位	数量		
光 伏 发 电 区	光伏组 件区	工程措施	土地整治	施工扰动土地	hm^2	25.18	2016.2	
		植物措施	种草绿化	施工扰动土地	hm^2	25.18	2016.5	
	逆变升 压器	工程措施	表土剥离	施工扰动地表	m^3	450	2015.10	
			表土回铺	逆变升压器周围	m^3	450	2016.2	
		植物措施	种草绿化	逆变升压器周围	hm^2	0.12	2016.5	
		临时措施	临时遮盖	临时堆土	hm^2	0.06	2015.10-2016.2	
集 电 线 路		工程措施	表土剥离	电缆沟开挖地表	m^3	2130	2015.10	
			表土回铺	电缆沟开挖地表	m^3	2130	2016.2	
			土地整治	土石方堆放带	hm^2	1.02		
		植物措施	种草绿化	施工扰动土地	hm^2	1.73	2016.5	
		临时措施	临时遮盖	临时堆土	hm^2	0.26	2015.10-2016.2	
施工检修道路		工程措施	土地整治	道路两侧	hm^2	0.76	2016.2	
			混凝土排水沟	道路内侧	m	6500	2017.9-10	
		植物措施	种草绿化	道路两侧	hm^2	0.76	2016.5	
110k V 升 压 站	构筑物区	工程措施	土地整治	施工占地	hm^2	0.12	2015.10	
	道路广 场区	工程措施	土地整治	施工占地	hm^2	0.18		
进 站 道 路		工程措施	土地整治	道路两侧	hm^2	0.05	2016.2	
			混凝土排水沟	道路两侧	m	360	2017.9-10	
		植物措施	种草绿化	道路两侧	hm^2	0.02	2016.5	

5.1.3 工程措施对比分析

对照批复水土保持方案设计工程量，实施措施量与设计有以下变化：

1、光伏发电区

实际施工光伏架设区不需要进行大面积场平，施工对原地貌植被破坏较轻，项目

区降水顺自然坡面排放或经道路排水沟排放在自然沟道，方案设计的土质排水沟、沉砂池、砂砾石防护带等措施未实施，施工结束后对施工扰动区域采用了土地整治措施，土地整治面积 25.18hm^2 ；逆变升压器采用预装式一体化逆变机房，按照方案设施施工区对占地进行表土剥离，施工结束后将表土回铺在箱变逆变基础周边。

2、集电线路

方案设计对占地进行表土剥离与回铺，实际施工只对电缆沟开挖地表进行了表土剥离与回铺，工程量分别减少 3180m^3 ，施工过程中土石方堆放带扰动地表采取了土地整治措施，新增土地整治面积 1.02hm^2 。

3、施工检修道路

施工检修道路采用泥结碎石路面，道路边坡为较为稳定的石质坡面，方案设计的浆砌石护坡措施未实施；根据现场实际情况实际施工用混凝土排水沟代替了方案设计的浆砌石排水沟，且长度增加了 600m ；方案设计的表土剥离、表土回铺措施未实施，新增了土地整治措施 0.76hm^2 。

4、110kV 升压站

升压站实际施工除建构筑物外全部硬化，未进行绿化，方案设计的表土剥离、回铺措施未实施，实施了土地整治措施 0.30hm^2 ；升压站实际排水采用散排的方式，方案设计的浆砌石排水沟措施未实施。

5、进站道路

进站道路为混凝土路面，方案设计的表土剥离、回铺措施未实施，施工结束后对道路两侧进行了土地整治，整治面积 0.05hm^2 ；实际施工道路内侧修建了混凝土排水沟 360m ，代替了方案设计的浆砌石排水沟。

6、施工生产生活区

方案设计阶段设置一个集中的施工生产生活区，占地面积 0.50hm^2 ；施工过程中不设施工生产生活区，不新增占地，方案设计的措施未实施。

实际完成工程措施工程量与主体和方案设计工程量对比见表 5-3。

水土保持方案设计与实际完成工程量比较表

表 5-3

防治分区		措施类型	措施内容	单位	工程量			
					方案设计	实际完成	变化量	
光伏发电区	光伏组件区	工程措施	土质截水沟	m	14000		-14000	
			沉砂池	个	34		-34	
			砂砾石防护带	m	19575		-19575	
			表土回铺	m ³	450		-450	
		植物措施	土地整治	hm ²		25.18	+25.18	
	逆变升压器	工程措施	种草绿化	hm ²	23.04	25.18	+2.14	
			表土剥离	m ³	450	450	0	
		植物措施	表土回铺	m ³		450	+450	
			种草绿化	hm ²		0.12	+0.12	
		临时措施	临时遮盖	m ²	800	600	-200	
施工检修道路	集电线路	工程措施	临时拦挡	m	113		-113	
			表土剥离	m ³	5310	2130	-3180	
			表土回铺	m ³	5310	2130	-3180	
			土地整治	hm ²		1.02	+1.02	
		植物措施	种草绿化	hm ²	1.77	1.73	-0.04	
		临时措施	临时遮盖	m ²	2600	2600	0	
	110kV 升压站	构建筑物区	工程措施	表土剥离	m ³	7110		-7110
				土地整治	hm ²		0.76	+0.76
				浆砌石护坡	m	1180		-1180
				浆砌石排水沟	m	5900		-5900
				混凝土排水沟	m		6500	+6500
110kV 升压站	道路广场区	工程措施	种草绿化	hm ²	2.15	0.76	-1.39	
			撒播爬山虎	hm ²	0.12		-0.12	
		临时措施	临时遮盖	hm ²	0.35		-0.35	
			临时拦挡	m	240		-240	
		临时措施	表土剥离	m ³	150		-150	
			土地整治	hm ²		0.12	+0.12	
			临时遮盖	hm ²	0.05		-0.05	
	绿化区	工程措施	临时拦挡	m	130		-130	
			土地平整	hm ²	0.2		-0.2	
			土地整治	hm ²		0.18	+0.18	
		植物措施	浆砌石排水沟	m	400		-400	
			表土回铺	m ³	150		-150	
进站道路	工程措施	绿化	hm ²	0.05			-0.05	
		表土剥离	m ³	480			-480	
		表土回铺	m ³	480			-480	
		土地整治	hm ²			0.05	0.05	

(续上表)						
进站道路	工程措施	浆砌石排水沟	m	780		-780
		混凝土排水沟	m		360	360
施工生产生活区	植物措施	种草绿化	hm ²		0.02	0.02
		栽植灌木	株	780		-780
施工生产生活区	工程措施	土地整治	hm ²	0.5		-0.5
	植物措施	种草绿化	hm ²	0.5		-0.5
	临时措施	临时排水	m	300		-300

5.2 植物措施监测结果

5.2.1 方案设计植物措施

5.2.1.1 光伏发电区

1、光伏组件区

种草绿化：施工结束后，对扰动的土地采用撒播草籽的方式绿化，绿化面积 23.04hm^2 。

5.2.1.2 集电线路

种草绿化：施工结束后对扰动土地采用撒播草籽的方式绿化，绿化面积 1.77hm^2 。

5.2.1.3 施工检修道路

种草绿化：路基边坡采用撒播草籽的方式绿化，绿化面积 2.15hm^2 。

撒播爬山虎：部分路段坡角撒播爬山虎草籽，绿化面积 0.12hm^2 。

5.2.1.4 110kV 升压站

绿化：对建筑物周围及站内空地进行绿化，绿化面积 0.05hm^2 。

5.2.1.5 进站道路

栽植灌木：进站道路两侧栽植紫穗槐 780 株。

5.2.1.6 施工生产生活区

种草绿化：在施工生产区土地整治后，撒播草籽 0.50hm^2 。

主体及方案设计的植物措施情况见表 5-1。

5.2.2 植物措施完成情况监测

水土保持植物措施种草 27.81hm^2 , 其中, 光伏发电区种草 25.30hm^2 , 集电线路种草 1.73hm^2 , 施工检修道路种草 0.76hm^2 , 进站道路种草 0.02hm^2 。各监测分区植物措施工程量及实施进度见表 5-2。

5.2.2.1 光伏发电区

(1) 种草: 在光伏板、箱逆变施工扰动区域种草面积 25.30hm^2 ; 施工时间 2016 年 5 月。

5.2.2.2 集电线路

(1) 种草: 在电缆沟及施工扰动区域种草面积 1.73hm^2 ; 施工时间 2016 年 5 月。

5.2.2.3 施工检修道路

(1) 种草: 在检修道路两侧种草 0.76hm^2 ; 施工时间 2017 年 5 月。

5.2.2.4 进站道路

(1) 种草: 在进站道路两侧种草 0.02hm^2 ; 施工时间 2017 年 5 月。

5.2.3 植物措施对比分析

对比批复水土保持方案设计植物措施工程量, 实际实施的工程量与设计的工程量有以下调整:

1、光伏发电区

为了加快现场植被恢复, 对扰动范围内空地种草恢复植被, 较方案设计增加 2.14hm^2 。

2、集电线路

施工结束后对电缆沟开挖地表及施工压占、扰动区域种草恢复植被, 较方案减少 0.04hm^2 。

3、施工检修道路

施工结束对施工检修道路两侧经土地整治后的区域进行种草恢复植被, 种草面积 0.76hm^2 , 较方案设计减少 1.39hm^2 ; 方案设计的撒播爬山虎措施未实施。

4、110kV 升压站

根据主体工程实际施工需求, 升压站全部硬化, 方案设计的植物措施未实施。

5、进站道路

进站道路两侧土地整治后种草绿化，较方案设计新增种草面积 0.02hm^2 ；根据现场实际情况，方案设计的栽植灌木措施未实施。

实际完成植物措施工程量与主体和方案设计工程量对比见表 5-3。

5.3 临时措施监测结果

5.3.1 方案设计情况

5.1.1.1 光伏发电区

1、逆变升压器

防尘网苫盖：对临时堆土采用防尘网苫盖 0.08hm^2 。

草袋装土拦挡：临时堆土坡脚采用草袋装土拦挡 113m。

5.1.1.2 集电线路

防尘网苫盖：对临时堆放表土采取防尘网苫盖的方式进行防护，面积 0.26hm^2 。

5.1.1.3 施工检修道路

防尘网苫盖：临时堆土采用防尘网临时遮盖面积 0.35hm^2 。

草袋装土拦挡：临时堆土坡脚采用草袋装土拦挡 240m。

5.1.1.4 110kV 升压站

1、构建筑物区

防尘网苫盖：临时堆土采用防尘网临时遮盖面积 0.05hm^2 。

草袋装土拦挡：临时堆土坡脚采用草袋装土拦挡 130m。

5.1.1.5 施工生产生活区

临时排水：在施工生产生活区周边开挖土质排水沟 300m。

主体及方案设计的临时措施情况见表 5-1。

5.3.2 临时措施完成情况监测

由于没有大的开挖面，且施工周期短，施工过程中只是在逆变升压器和集电线路采取了临时遮盖措施，工程量分别为 600m^2 和 2600m^2 ，其他方案设计的临时措施未实施；施工时间 2015 年 10 月—2016 年 2 月。

6 水土流失防治效果监测

6.1 扰动土地整治率

本项目扰动土地面积以主体工程开工至水土保持工程完工期间扰动最大面积计算，施工期间扰动土地面积为 31.96hm^2 ，累计完成综合整治面积为 31.54hm^2 ，扰动土地整治率 98.69%（方案设计为 95%）。

各监测分区扰动土地整治率见表 6-1。

各监测分区扰动土地整治情况统计表

表 6-1

监测分区	占地面积 (hm^2)	扰动面积 (hm^2)	扰动土地治理面积 (hm^2)				扰动土地整治率 (%)
			植物措施	工程措施	建筑物及道路硬化	小计	
光伏发电区	67.19	25.67	25.30		0.13	25.43	99.07
集电线路	1.77	1.77	1.73			1.73	97.74
施工检修道路	3.98	3.98	0.76	0.33	2.78	3.87	97.24
110kV 升压站	0.3	0.3			0.3	0.3	100.00
进站道路	0.24	0.24	0.02	0.03	0.16	0.21	87.50
合计	73.48	31.96	27.81	0.36	3.37	31.54	98.69

6.2 水土流失总治理度

经现场监测调查核实，工程建设造成水土流失面积 28.29hm^2 ，水土流失治理达标面积 28.17hm^2 ，水土流失总治理度为 98.53%（方案设计为 95%）。

各监测分区水土流失治理度见表 6-2。

各监测分区水土流失总治理度情况统计表

表 6-2

监测分区	扰动面积 (hm^2)	建筑物及道路硬化 (hm^2)	水土流失面积 (hm^2)	水土流失治理面积 (hm^2)			水土流失总治理度 (%)
				植物措施	工程措施	小计	
光伏发电区	25.67	0.13	25.54	25.30	0	25.3	99.06
集电线路	1.77	0	1.77	1.73	0	1.73	97.74
施工检修道路	3.98	2.78	1.2	0.76	0.33	1.09	90.83
110kV 升压站	0.3	0.3	0	0	0	0	
进站道路	0.24	0.16	0.08	0.02	0.03	0.05	62.50
合计	31.96	3.37	28.59	27.81	0.36	28.17	98.53

6.3 拦渣率

根据调查，本项目建设过程中基础、电缆沟、道路等开挖、回填土石方在项目区内部调配利用平衡，无弃渣产生，拦渣率 95%以上。

6.4 土壤流失控制比

根据水土保持方案报告书，本项目区的容许土壤流失量 $200\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ 。

随着各项水土保持措施的进一步完善，工程措施、植被措施效果更加显著，使得路域降雨径流得到有效控制。试运行期的土壤侵蚀模数降至 $183\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ ，本项目的土壤流失控制比为 1.1。

6.5 林草植被恢复率及林草覆盖率

林草植被恢复率是指项目建设区（扰动面积）内，林草类植被面积（人工恢复植被）占可恢复林草植被面积的百分比。可恢复植被面积是指在当前技术经济条件下，通过分析论证确定的可以采取植物措施的面积，不含应恢复农耕的面积。

扰动范围内可绿化面积为 28.23hm^2 ，项目完工后，已实施人工植物绿化措施面积为 27.81hm^2 ，由此计算项目扰动范围内平均林草植被恢复率为 98.51%，平均林草覆盖率为 37.85%。

项目扰动范围内林草植被恢复率和林草覆盖率

表 6-3

监测分区	占地面积 (hm^2)	扰动面积 (hm^2)	可绿化面 积 (hm^2)	植物措施 面积(hm^2)	林草植被恢 复率 (%)	林草覆盖 率 (%)
光伏发电区	67.19	25.67	25.54	25.30	99.06	37.65
集电线路	1.77	1.77	1.77	1.73	97.74	97.74
施工检修道路	3.98	3.98	0.87	0.76	87.36	19.10
110kV 升压站	0.3	0.3	0	0		0.00
进站道路	0.24	0.24	0.05	0.02	40.00	8.33
合计	73.48	31.96	28.23	27.81	98.51	37.85

通过现场调查，项目区属于太行山低山丘陵区，项目区内地势起伏较缓，土壤类型为褐土；植被类型是灌草地，原生植物种类为柠条、酸枣、沙蓬等，自然植被盖度为 40%左右。项目区未扰动区域面积 41.52hm^2 ，自然林草植被面积 16.61hm^2 。

主体工程在 2016 年 6 月施工完成，至 2018 年 8 月，项目区靠人工与自然力量恢复了植被，林草植被面积 44.42hm^2 （其中植物措施 27.81hm^2 ，自然林草植被

16.61hm²），整个项目区占地范围内植被盖度达到60%左右。

总体上，项目区内植被恢复情况恢复较好，大部分区域植被恢复接近周围未干扰区域，预计今后的2~3年，自然植物种类会逐步恢复，立地条件也逐步与周围环境相同，基本达到了水土保持防治要求。

6.6 防治效果

6.6.1 方案确定的防治目标

项目区位于保定市曲阳县，方案按原标准，项目区水土流失防治标准采用一级标准。使项目区内的水土流失得到有效控制，最大限度的减少工程建设带来的水土流失危害。根据项目区的降水、土壤侵蚀强度、地形、地貌等条件因素，方案对规范中确定的目标进行了一定修正。水土流失防治目标见表6-4。

方案确定的水土流失防治目标

表 6-4

防治内容	规范标准	修正因素			采用标准
		降水量	土壤侵蚀强度	地形	
扰动土地整治率（%）	95				95
水土流失总治理度（%）	95				95
土壤流失控制比	0.8		+0.2		1.0
拦渣率（%）	95				95
林草植被恢复率（%）	97				97
林草覆盖率（%）	25				25

6.6.2 水土保持效果评价结论

本项目各项水土保持措施布置到位，运行效果良好，水土流失得到治理，水土流失防治指标达到了方案设计的防治目标，见表6-5。

水土流失防治指标对比分析表

表 6-5

序号	评价指标	方案设计	防治效果	是否达标
1	扰动土地整治率 (%)	95	98.69	达标
2	水土流失总治理度 (%)	95	98.53	达标
3	土壤流失控制比	1.0	1.1	达标
4	拦渣率 (%)	95	95	达标
5	林草植被恢复率 (%)	97	98.51	达标
6	林草覆盖率 (%)	25	37.85	达标

7 结论

7.1 水土保持措施评价

7.1.1 水土流失动态变化与防治达标情况

从监测结果看，建设期防治责任范围内土壤流失量为 1532t，较原地貌增加了 797t；防治措施实施后，随着水保措施的实施，扰动土地得到治理，水土流失得到控制，土壤侵蚀量降至 135t/a。

工程建设过程中，各监测分区采取了表土清理及回铺、土地整治、混凝土排水沟、种草绿化等措施。通过各类水土流失防治措施的综合治理，6 项指标基本达到了方案设计的水土流失防治目标，其中扰动土地整治率为 98.69%，水土流失总治理度达到 98.53%，土壤流失控制比为 1.1，拦渣率达到 95%，林草植被恢复率为 98.51%，林草覆盖率 37.85%。

7.1.2 综合结论

(1) 工程施工过程中，建设单位较重视水土保持工作，积极实施了水土流失防治措施，防治效果显著。

(2) 项目区占地落实的水土保持措施的数量、质量、规格、防护能力等符合相关要求，运行状况良好，已基本发挥水土保持效益。

综合认为，建设单位在项目建设及运行过程中较为重视水土保持工作，要求各施工单位落实相关的水土保持工程和植物措施，较好的控制了建设过程中的水土流失，取得了较好的水土流失防治效果。

7.1.3 存在的问题及建议

(1) 落实好水保设施的管护责任，运营期间要进一步落实管护责任，加强排水等工程措施的维护工作，保证永久发挥作用。

(2) 加强对植物措施的抚育管理，出现裸地及时补植补种恢复植被。

7.2 监测工作中的经验与问题

(1) 本项目水土保持监测滞后于主体土建工程，无法获取施工期水土流失监测情

况。因此，今后工程建设中，应在施工准备阶段开展水土保持监测工作。

(2) 加强已建水土保持措施的日常巡查、管护，确保水土保持措施持久发挥效益。

(3) 进一步加强和完善水土保持工程相关资料的归档、管理。

8 附图及有关资料

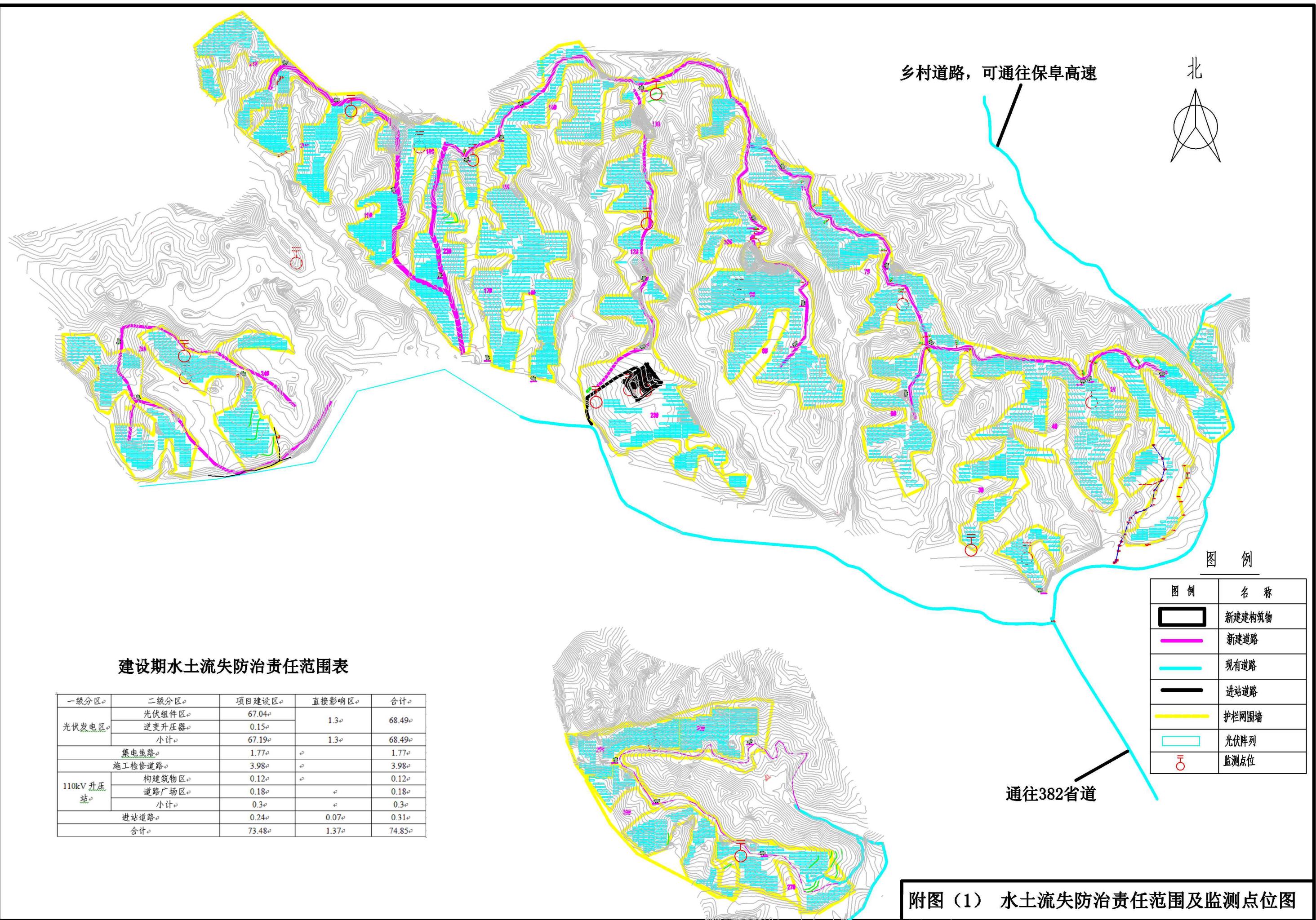
8.1 附图

(1) 水土流失防治范围及监测点位图。

8.2 有关资料

(1) 河北省水利厅《关于曲阳北台乡 30 兆瓦地面光伏电站项目水土保持方案的批复》(冀水保〔2016〕40 号)；

(2) 监测影像资料



河北省水利厅文件

冀水保〔2016〕40号

关于曲阳北台乡 30 兆瓦地面光伏电站项目 水土保持方案的批复

曲阳绿谷能源科技有限公司：

《关于审批<曲阳北台乡 30 兆瓦地面光伏电站项目水土保持方案报告书>的请示》收悉。根据水土保持法律、法规的规定和技术评审意见，经研究，现批复如下：

一、基本情况。曲阳北台乡 30 兆瓦地面光伏电站项目位于保定市曲阳县，建设规模 30 兆瓦，年发电量 3807.4770 万千瓦时。该项目总占地 71.32 公顷，土石方挖填总量 4.12 万立方米，估算总投资 26142.76 万元，由曲阳绿谷能源科技有限公司投资

建设，计划 2016 年开工，建设期 6 个月。

该项目地处太行山低山丘陵区，项目区土壤主要为褐土，现状水土流失以轻度水力侵蚀为主。

二、同意方案报告书确定的水土流失防治责任范围、防治目标和防治措施布局，可以作为该项目开展水土保持工作的依据。

三、基本同意水土流失预测和水土保持监测的内容、方法。方案确定的水土保持责任面积为 72.60 公顷。

四、基本同意水土保持措施及其实施进度安排。工程建设过程中应做好排水、边坡防护、绿化和光伏板区地面保护，各施工场地应做好表土收集保护和临时防护措施，施工结束后及时进行覆土平整，恢复植被。

五、基本同意水土保持投资估算的编制依据和方法。该项目水土保持方案估算总投资 343.56 万元。

六、建设单位在该项目建设阶段应当落实以下工作：

1、按照水土保持“三同时”制度要求，将水土保持方案确定的水土保持措施、投资和防治责任落实到下阶段主体工程初步设计、招标合同和施工组织设计之中。水土保持后续设计文件报送省水利厅备案检查。

2、认真开展水土保持监测工作，及时报送水土保持监测情况。

3、做好水土保持监理工作，确保水土保持工程质量和进度。

4、加强水土保持监管，减少施工过程中造成的水土流失。
主体工程投入运行前应当及时向河北省水利厅申请验收水土保持设施。

七、建设单位应当在该方案批准后 15 日内将批复的水土保持方案报告书送达保定市和曲阳县水利局，并回执省水利厅水土保持处。



抄送：水利部水保司，海委水保处，省发改委、省环保厅，保定市水利局，曲阳县水利局，河北天和咨询有限公司。

河北省水利厅办公室

2016年2月4日印发

(2) 监测影像资料



集电线路



集电线路电缆沟地表植被恢复情况

施工检修道路



施工检修道路两侧植被恢复情况



施工检修道路混凝土排水沟

110kV 升压站



升压站内硬化

进站道路



进站道路排水沟及植被恢复情况