

宣化县龙洞山光伏发电有限公司 50 兆瓦光伏发电项目

水土保持监测总结报告



建设单位：中电投宣化新能源发电有限公司

编制单位：河北隆源水务技术咨询有限公司

2019 年 6 月



宣化县龙洞山光伏发电有限公司

50兆瓦光伏发电项目

水土保持监测总结报告

责任页

(河北隆源水务技术咨询有限公司)

批准：张永红

核定：刘斌

审查：郭建民

校核：刘东杰

项目负责人：李凯

编写：武子元

目 录

前 言.....	1
1 建设项目及水土保持工作概况.....	1
1.1 项目概况.....	1
1.2 水土流失防治工作情况.....	3
1.3 监测工作实施情况.....	4
2 监测内容和方法.....	14
2.1 扰动土地情况.....	14
2.2 取料（土、石）、弃渣（土、石、矸石、尾矿等）.....	14
2.3 水土保持措施.....	14
2.4 水土流失情况.....	14
3 重点部位水土流失动态监测.....	16
3.1 防治责任范围监测.....	16
3.2 取土（石、料）监测结果.....	17
3.3 弃土（石、渣）监测结果.....	17
3.4 土石方流向情况监测结果.....	17
4 水土流失防治措施监测结果.....	19
4.1 工程措施监测结果.....	19
4.2 植物措施监测结果.....	23
4.3 临时防治措施监测结果.....	25
4.4 水土保持措施防治效果.....	27
5 土壤流失情况监测.....	29
5.1 水土流失面积.....	29
5.2 土壤流失量.....	29
5.3 取土（石、料）弃土（石、渣）潜在土壤流失量.....	31
5.4 水土流失危害.....	31
6 水土流失防治效果监测结果.....	32
6.1 扰动土地整治率.....	32

6.2 水土流失总治理度.....	32
6.3 拦渣率与弃渣利用情况.....	32
6.4 土壤流失控制比.....	32
6.5 林草植被恢复率.....	32
6.6 林草覆盖率.....	32
7 结论.....	34
7.1 水土流失动态变化.....	34
7.2 水土保持措施评价.....	34
7.3 存在问题及建议.....	35
7.4 综合结论.....	35
8 附图及有关资料.....	36
8.1 附图.....	36
8.2 有关资料.....	39

前 言

宣化县龙洞山光伏发电有限公司 50 兆瓦光伏发电项目（以下称“本项目”）位于张家口市宣化区深井镇官地房村、南房子村附近。本项目分为 2 个地块，地块 1 位于南房子村北侧，地块 2 位于官地房村西南侧。本项目建设规模 50 兆瓦，主要建设内容包括升压站扩建、光伏方阵、逆变器室以及箱变、施工检修道路、集电线路以及施工生产区。光伏电站年均发电量为 6976.25 万 KW·h，年均利用小时 1395.25h。工程规模属于中型工程，整个光伏电站安装太阳能电池组件 20 万块，100 台 500kW 逆变器。

根据监测要求，项目组编制了本项目的水土保持监测实施方案，制定了监测工作路线、确定了监测内容，并按计划对工程开展水土保持监测工作，开展监测时段为 2019 年 1 月至 2019 年 6 月。通过现场调查了解情况、搜集资料、测量、查勘，布设各类监测点进行监测，核实了项目建设期的防治责任范围和扰动土地面积、水土流失面积、扰动土地整治面积、植被恢复面积等，重点调查了解水土保持工程措施和植物措施的实施情况，测量和计算了水土保持六项指标数据等。

经过现场测量、数据采集、调查和后期数据整理、分析后，综合监测结果为：本项目占地面积 126.00hm²，其中永久占地 3.51hm²，临时占地 122.49hm²。本项目施工建设过程中共动用土石方总量 4.88 万 m³，其中土石方开挖 2.44 万 m³，土石方回填 2.44 万 m³，无弃方。工程水土流失六项防治目标均达到了方案设计的目标，即：扰动土地整治率为 97.62%，水土流失总治理度为 97.31%，土壤流失控制比为 1.0，拦渣率为 100%，林草植被恢复率 97.19%，林草覆盖度为 23.41%。

本工程在开展水土保持工作过程中，对工程水土流失防治责任范围及防治重点把握准确，及时合理布设了各项水土保持措施，通过工程防护、绿化、临时苫盖等水土保持措施的实施，基本控制了由于工程施工造成的新增水土流失，各项防治措施的防护标准和施工质量基本达到了设计要求，总体上发挥了较好的保持水土、改善生态环境的作用。

2019 年 6 月，我单位编写完成了《宣化县龙洞山光伏发电有限公司 50 兆瓦光伏发电项目水土保持监测总结报告》。在报告编写过程中，中电投宣化新能源发电有限

公司（原“宣化县龙洞山光伏发电有限公司”，下文不再赘述）给予了全力支持与配合，监理、施工等有关单位提供了十分重要的支持和帮助，在此一并致谢！

水土保持监测特性表

主体工程主要技术指标										
项目名称		宣化县龙洞山光伏发电有限公司 50 兆瓦光伏发电项目								
建设规模	建设规模为 50MW，生产运营期 25 年。光伏电站年均发电量为 6976.25 万 KW·h，年均利用小时 1395.25h。工程规模属于中型工程，整个光伏电站安装太阳能电池组件 20 万块，100 台 500kW 逆变器。		建设单位		中电投宣化新能源发电有限公司					
			建设地点		河北省张家口市宣化区					
			建设性质		新建					
			所在流域		海河流域					
			工程总投资		实际总投资 45354.07 万元，土建投资 3279.92 万元					
			工程总工期		2015 年 7 月至 2017 年 6 月					
水土保持监测指标										
监测单位		河北隆源水务技术咨询有限公司			联系人		李凯/17732822986			
自然地理类型		中山区			防治标准		一级			
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		2.防治责任范围监测		调查			
	3.水土保持措施情况监测		调查		4.防治措施效果监测		调查			
	5.水土流失危害监测		调查		水土流失背景值		1200t/km ² ·a			
方案设计防治责任范围		129.07hm ²			土壤容许流失量		200t			
水土保持总投资		2342767.85 元			水土流失预测总量		2272.44			
防治措施		防治分区		工程措施及数量		植物措施及数量		临时措施及数量		
		升压站		—		种草 1.0hm ²		临时遮盖 200m ² ；临时拦挡 50m		
		光伏方阵		表土剥离 2.70hm ² ； 表土回铺 2.70hm ² ； 浆砌石护坡 1200m ³ ；截（排）水沟 1200m；		种草 57.50hm ²		临时遮盖 2500m ²		
		逆变器室及箱变		表土剥离 0.27hm ² ； 表土回铺 0.27hm ² ； 铺设植草砖 0.27hm ²		—		—		
		检修道路		土质排水沟 4000m； 浆砌石截水沟 1000m；浆砌石护坡 184m ³ ；过水路面 3 座；水窖 3 个；过滤池 3 个		—		—		
		集电线路		表土剥离 0.64hm ² ； 表土回铺 0.64hm ² ； 土地整治 0.23hm ² ； 浆砌石护坡 95m ³		种草 0.5hm ²		临时遮盖 5000m ² ；临时排水沟 180m		
		施工生产区		土地整治 0.5hm ²		—		临时排水沟 300m；土质沉淀池 2 个		
监测结论	防治效果	分类指标	目标值 (%)	达到值 (%)	实际监测数量					
		扰动土地整治率	95%	97.62%	防治措施面积	29.53hm ²	扰动土地总面积	34.42hm ²		
		水土流失总治理度	90%	97.31%	防治责任范围面积	129.07hm ²	水土流失总面积	30.35hm ²		
		土壤流失控制比	1.0	1.0	工程措施面积	1.93hm ²	容许土壤流失量	200t/km ² ·a		
		拦渣率	95%	100.00%	实际拦挡弃渣量	—	总弃渣量	—		

水土保持监测特性表

	林草植被恢复率	95%	97.19%	可恢复林草植被面积	30.35hm ²	林草类植被面积	29.50hm ²
	林草覆盖率	22%	23.41%	植物措施面积	30.30hm ²	监测土壤流失情况	200t/km ² •a
	水土保持治理达标评价	从该项目水土保持监测结果分析可以看出，各项指标均已达到水土保持方案要求。本工程的排水、土地整治及植被恢复等工程运行效果良好，扰动区水土流失基本得到控制，水土流失量低于背景值。					
	总体结论	各项水土保持措施均已达标					
	主要建议	加强已有水土保持措施的后期管护。					

1 建设项目及水土保持工作概况

1.1 项目概况

1.1.1 基本情况

宣化县龙洞山光伏发电有限公司 50 兆瓦光伏发电项目位于张家口市宣化区深井镇官地房村、南房子村附近。本项目分为 2 个地块，地块 1 位于南房子村北侧，地块 2 位于官地房村西南侧。本项目建设规模 50 兆瓦，光伏电站年均发电量为 6976.25 万 KW·h，年均利用小时 1395.25h。工程规模属于中型工程，整个光伏电站安装太阳能电池组件 20 万块，100 台 500kW 逆变器。主要建设内容包括升压站扩建、光伏方阵、逆变器室以及箱变、施工检修道路、集电线路以及施工生产区。

本项目总占地面积 126.00hm²，其中永久占地 3.51hm²，临时占地 122.49hm²。本项目施工建设过程中共动用土石方总量 4.88 万 m³，其中土石方开挖 2.44 万 m³，土石方回填 2.44 万 m³，无弃方。

建设单位：中电投宣化新能源发电有限公司（原“宣化县龙洞山光伏发电有限公司”）；

水土保持方案编制单位：河北省水利科学研究院；

水土保持监测单位：河北隆源水务技术咨询有限公司；

水土保持监理单位：内蒙古蒙能建设工程监理有限责任公司；

水土保持施工单位：张家口市第二建筑工程有限责任公司。

本项目由中电投宣化新能源发电有限公司投资建设，项目实际总投资 45354.07 万元，土建投资 3279.92 万元。于 2015 年 7 月开始施工，2017 年 6 月完工。

1.1.2 项目区概况

（1）地形地貌

本工程场址位于宣化区深井镇官地房村西北与西南两处地块，西北侧地块 1 坡度较缓，中间有多条 U 状冲蚀土沟，沟内坡度较陡，沟底土层贫瘠，侵蚀沟长、宽度变化较大，长度介于 200~1000m 之间，宽度介于 20~100m 之间，沟道均未在项目区范围内，该地块工程场区海拔高程为 1180~1350m，坡度大约 10%

左右，地势平缓。

西南侧地块 2 坡度相对西北侧地块略陡，且场地比较分散，坡度介于 10%~14%之间，该区域的海拔高程为 1150~1260m，场地内沟道较少。

(2) 气候与气象

工程区域气候类型属暖温带半干旱大陆性季风气候，其特点是春秋多风，冬季漫长而干旱、寒冷，夏季炎热，昼夜温差大，四季分明，冬寒夏热。春季受较强的冷空气影响，天气多变，降水量较少，大风日数多。根据《河北省农业气候资料（1971-2000 年累计值）》，年平均降水量为 392.6mm，年平均气温 7.80℃，最高气温 39.6℃，最低气温-25.4℃，多年平均气压 943.6hPa，多年平均相对湿度 53%。无霜期 120d 左右， $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 以上积温 2586℃，日照时数 2908.4h。冬季一般在 11 月下旬至次年 3 月上旬为封冻期，冰厚可达 0.89m，最大冻土深 2.20m。多年平均风速 2.89m/s，大风日数 69d。

(3) 土壤与植被

工程区域土壤类型主要以栗钙土为主。主体设计本次勘察查明，在钻探所达深度范围内，钻探揭露场地地层属第四系全新统冲、洪积层 (Q_4^{al+pl})，其中第一个粉土层，厚度介于 0.7~1.7m 之间。

项目区植被类型为欧亚大陆草原区系，以耐寒的多年生草本为主，分布少量乔灌木。乔木有黑柳、杨树、山丁子、山杏等；灌木有柠条、红柳、沙棘等；草本植物有披碱草、草木樨、山豌豆、胡枝子等。项目区植被覆盖度在 30% 左右。

(4) 水文地质

根据现场调查及勘探、钻孔揭露，工程区内松散覆盖层较薄，一般覆盖 0~5m 左右，松散覆盖层不具储水条件。控制性钻孔资料显示，孔深 30m 范围内未揭露出地下水。依据《岩土工程勘察规范》GB50021-2001 中 III 类环境判定，地下水对混凝土不具腐蚀性，对钢结构具弱腐蚀性。场地、地基的稳定性良好，无不良地质作用的存在。拟建场址不良地质现象不发育，地基条件良好。拟建场址内主要分布着玄武岩，地基条件良好，地下水位较深，对建构筑物的基础没有影响。

(5) 河流水系

项目区属海河流域永定河水系。宣化区地处永定河上游，县域内有洋河、桑

干河、清水河、盘长河、龙洋河、水泉河等河流 40 条，支流百余条。洋河、桑干河均发源于山西境内，两条河流至怀来县汇合，汇合后称永定河，注入官厅水库。本项目位于洋河流域，距离洋河大约 20km，对其几乎没有影响，项目区南侧有条季节性河道，该河道将周边区域降雨汇流至海儿洼水库，本项目距离海儿洼水库 4~5km。

(5) 水土流失及防治现状

项目区位于河北省宣化区，属于坝下中山区，水土流失现状调查采用遥感结合现场调查的方法，并参考第二次全省水土流失遥感调查结果，通过综合分析，得出项目区现状土壤侵蚀类型主要为水力侵蚀；土壤侵蚀强度为轻度，年平均土壤侵蚀模数在 1200t/km² 左右。

工程区属永定河上游国家级水土流失重点治理区，现状土壤侵蚀类型是以水力侵蚀为主，侵蚀强度为轻度。项目区地处坝下中山区，气候条件恶劣，无霜期短，生态环境较脆弱，工程区水土流失防治工作的重点是对开发建设项目造成的水土流失做好预防保护、监督管理工作，尽量减少地面扰动和对原有植被的破坏，从而减少因项目建设造成的人为水土流失。另外加强后期水土流失治理工作，对扰动地表及时进行土地整治，尽快恢复植被，减少地表裸露时间，并加强对后期水保措施的管护，确保防护效果。

项目区位于清水河的源头地带，下游张家口市的水源地，同时也是京、津地区的天然屏障，搞好水土保持工作尤为重要。新中国成立以来，当地大力发展植树造林，大搞农田基本建设，修建了大量梯田。特别是 1983 年该区域列入国家水土流失重点治理区后，经过第一期和第二期的二十年的水土保持综合治理，坚持以小流域为单元，采取工程措施和生物措施相结合，沟道治理和坡面治理结合，修建了大量梯田、沟坝地、谷坊坝；植草种树、封山育林，取得了显著的防治成效。近几年又实施了《21 世纪初期首都水资源可持续利用工程》、《京津风沙源综合治理工程》及退耕还林还草项目等，水土流失得到了有效治理，生态环境得到了明显改善。

1.2 水土流失防治工作情况

1.2.1 建设单位水土保持管理

建设单位比较重视水土保持工作的推进和开展。工程建设之初，建设单位成

立了水土保持工作组,加强对水土保持工作的管理。同时制定了一系列规章制度,涵盖综合管理、工程管理、财务管理、资料管理等内容,为工程顺利、有效、保质保量地开展和完成提供了重要保障。

建设单位坚持预防为主、全面规划、综合防治、因地制宜的水土保持方针。根据工程造成的水土流失特点,划定不同防治分区,确定重点区域,有针对性的进行分区防治措施设计和落实,积极督促和落实水土保持方案,坚持工程措施、植物措施和临时措施相结合,做到与主体工程相协调。

1.2.2 三同时落实情况

本工程在施工过程中,采取了排水沟、水窖、护坡、绿化、临时拦挡、临时遮盖等水土保持措施,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 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,建设单位委托河北省水利科学研究院编制该项目水土保持方案。2014年6月编制完成了该项目水土保持方案报告书。2014年6月13日获河北省水利厅批复,批准文号为冀水保[2014]161号。

1.2.4 主体工程设计及变更、备案情况

河北省发展和改革委员会于2014年1月22日批复了《关于支持宣化县龙洞山光伏发电有限公司50兆瓦光伏发电项目开展前期工作的函》。该项目主体设计工作由河北省电力勘测设计研究院承担,于2014年2月完成项目可行性研究报告。河北省发展和改革委员会对本项目50兆瓦光伏发电项目分期进行了备案,2015年6月18日对一期10兆瓦进行了备案,备案证号冀发改能源备字[2015]62号,2016年11月17日对二期40兆瓦进行了备案,备案证号冀发改能源备字[2016]100号。

在项目施工建设过程中未出现变更情况。

1.3 监测工作实施情况

1.3.1 监测工作执行情况

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。

2019年1月河北隆源水务技术咨询有限公司接受业主委托，承担该项目的水土保持监测工作，我公司成立监测工作小组，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、水土流失面积等相关数据，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，后期对意见的落实进行核实。

监测过程中通过现场调查、查阅相关资料和实地监测，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2019年6月编制完成了水土保持监测总结报告。

（1）监测工作技术流程

监测技术流程是保证水土保持监测工作科学、高效开展的重要内容，可使建设单位及监测人员对项目监测实施全过程一目了然。本项目监测开展过程中制定了水土保持监测工作流程图，并严格按照工作流程开展监测工作。项目水土保持监测技术流程见图 1-1。

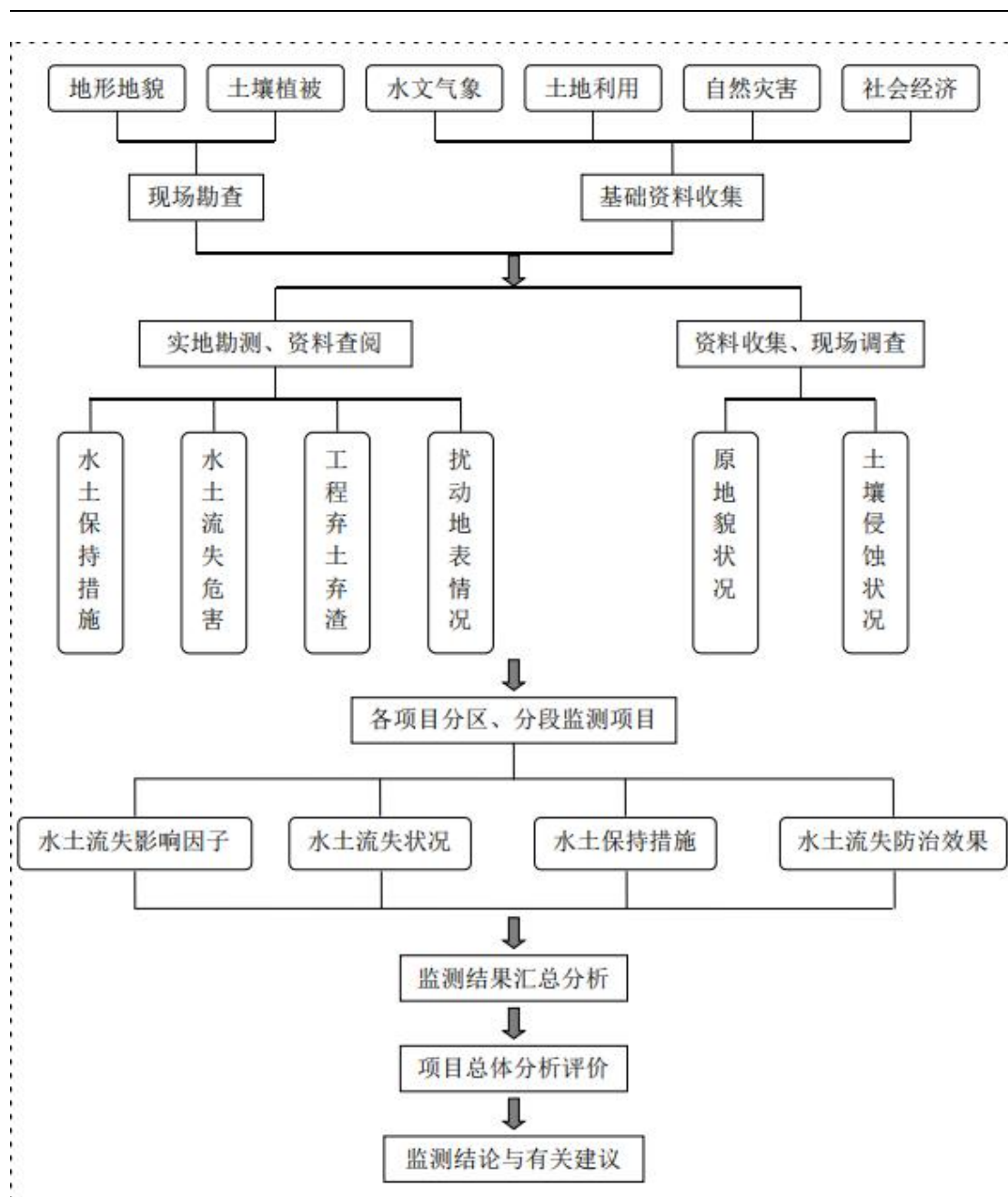


图 1-1 项目水土保持监测工作流程图

(2) 监测制度

为更好地完成本工程水土保持监测任务和目标，提高监测质量，监测单位在开展监测过程中制定、实施了详细的工作计划并制定了相应的监测制度：

1) 依据国家规定的水土保持监测技术标准，监测单位在与建设单位充分协商和征求有关专家意见的基础上，制定了项目水土保持监测实施方案，用以指导监测工作的实施。

2) 监测过程中充分考虑建设单位的意见和建议，及时交流沟通，保证监测工作的顺利实施。

3) 监测过程中要求监测人员不得随意脱岗; 不得随意改变监测工作计划; 不得随意篡改监测收集的原始数据资料; 数据采集过程中遵循随收集、随整理、随分析、随校核原则, 发现问题及时查找原因, 研究解决。

4) 监测收集、统计和调查的相关资料集中存放、专人管理。对监测数据定期进行分析整理, 统计结果及时向建设单位及相应水行政主管部门汇报。

5) 根据工程特点和技术要求, 对监测人员进行有针对性的技术培训, 确保数据采集、资料整编等工作环节的数据准确、可靠, 保证监测报告的编写质量。

(3) 监测分区、范围和重点

根据《水土保持监测技术规程》规定, 水土保持监测范围与水土流失防治责任范围一致原则。根据水土保持方案, 包括项目建设区和直接影响区, 总面积为 129.07hm²。水土保持监测范围详见表 1-1。

表 1-1 本工程水土保持监测范围统计表 单位: hm²

序号	项目分区		占地面积	直接影响区	合计
1	升压站		一期占地		
2	光伏方阵		121.19	3.07	129.07
3	逆变器室及箱变区		0.27		
4	施工检修道路		3.17		
5	集电线路	直埋线路	0.64		
		架空线路	0.23		
6	施工生产区		0.50		
合计			126.00	3.07	129.07

根据工程建设内容, 将电站分为升压站(扩建)、光伏方阵、逆变器室及箱变、检修道路、集电线路、施工生产区 6 个一级分区, 其中集电线路在一级分区的基础上细化为直埋电缆和架空线路 2 个二级分区。水土流失防治分区情况见表 1-2。

表 1-2 水土流失防治分区表

一级分区	二级分区
I 升压站	
II 光伏方阵	
III 逆变器室及箱变区	
IV 施工检修道路	
V 集电线路	V1 直埋线路
	V2 架空线路
VI 施工生产区	

(4) 监测指标与方法

气象水文：降雨量的监测，以收集工程区内或临近区域已有气象站的气象观测资料数据为主；水位、流量、泥沙量等，以收集工程或临近区域观测资料数据为主；气温、风速、湿度等，参照当地气象监测资料。

水土流失因子：采用《水土保持监测技术规程》（SL277-2002）中 7.4 规定的调查和量测的监测的方法。其中：地形、地貌、植被的扰动面积、扰动强度的变化采用实地勘测、线路调查、地形测量等方法，结合 GIS 和 GPS 技术的应用，对地形、地貌、植被的扰动变化进行监测。

建设项目占地面积、扰动地表面积采用查阅业主征地文件资料，结合高精度 GPS 和 GIS 技术，沿扰动边缘进行跟踪作业，结合实地情况调查、地形测量分析，进行对比核实，计算场地占用土地面积、扰动地表面积。

项目挖方、填方数量及面积和各施工阶段产生的弃土、弃石、弃渣量及堆放面积采用查阅设计文件资料，结合实地情况调查、地形测量分析，进行对比核实，计算项目挖方、填方数量及面积和各施工阶段产生的弃土、弃石、弃渣量及堆放面积。人工开挖与填方边坡坡度、存弃渣体高度等采用地形测量法；弃渣量及其堆放面积采用实地测量。

项目区林草覆盖度：采用抽样统计和调查、测量等方法，并结合 GIS 和 GPS 技术的应用进行监测，即选择有代表性的地块，分别确定调查样方，并进行观测和计算。本次监测采用的 GPS 定位和 GIS 技术，具有对监测对象的位置、边界准确定位的高精度特性，可在实地调查基础上，结合对地形图件和施工图件的综合分析，提取建设项目占地面积、地表位置及变化情况的数据信息准确可靠。

水土流失状况：包括地表扰动和人工挖填方坡面的水土流失面积、流失量、程度的变化情况及对周边和下游地区造成的危害及其趋势。

工程建设区扰动地表等施工活动引起的水土流失量，以及变化情况，可通过简易水土流失观测场法、坡面细沟水土流失监测法、堆积体积法、简易径流小区法等进行监测。

①简易水土流失观测场法：主要适用于弃渣场等分散堆积场地及边坡。布设样地规格为 5m×20m。将直径 0.5~1cm、长 50~100cm 的钢钎，在选定的坡面样方小区按照 1m×5m 的间距分纵横方向共计 20 支钢钎垂直打入地下，使钢钎钉帽与坡面齐平，并在钉帽上涂上油漆，编写编号（示意图如图 1-2）。以后，在

每次暴雨后和汛期结束，观测钉帽距地面的高度，以此计算土壤侵蚀厚度和总的水土流失数量。计算公式为：

$$A=ZS/1000\cos\theta$$

式中：A 为土壤侵蚀数量， m^3 ；Z 为侵蚀厚度， mm ；S 为水平投影面积， m^2 ； θ 为斜坡坡度。

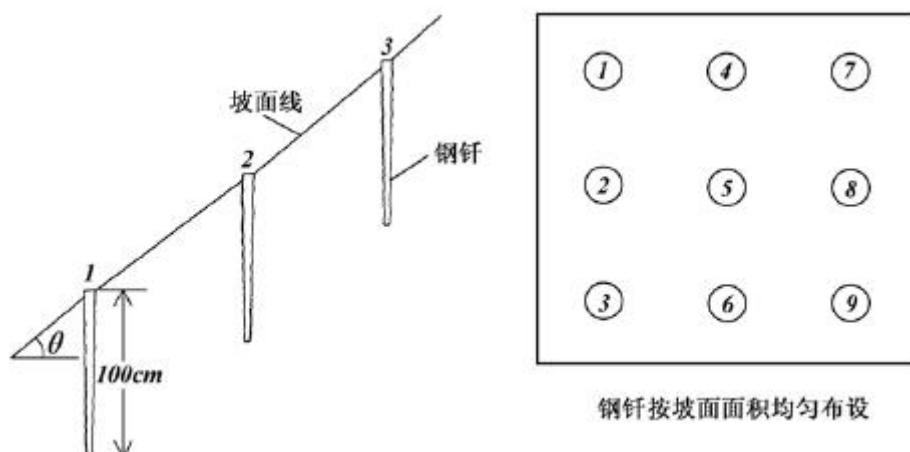


图 1-2 水土流失观测场示意

②坡面细沟水土流失监测法：主要适用于道路边坡土质开挖面、土或土石混合或粒径较小的石砾堆等坡面的水土流失量的测定。在选定的坡面，量测坡面形成初期的坡度、坡长，描述坡面组成物质，实验测定土的干密度等方法，并记录造成侵蚀沟的每次降雨强度。在每次降雨或多次降雨后，量测侵蚀沟的体积，得出沟蚀量，并通过侵蚀沟面积占坡面面积的比例（沟面比），计算水土流失量（示意图如下图 1-3）。当观测坡面能保存一年以上时，应量测至少一年的流失量。

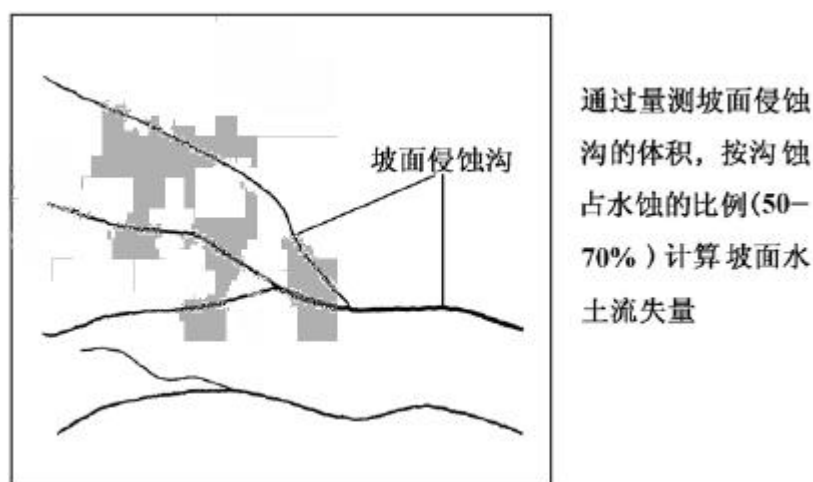


图 1-3 水土流失简易坡面量测场示意

涉及的土壤性质指标（干密度、含水量、抗蚀性等）观测方法采用土壤理化

分析手册和国家有关技术规范规定的标准方法。

水土保持措施实施效果：采用抽样调查的方式进行。对于工程防治措施，主要调查其稳定性、完好程度、质量和运行状况，按照《水土保持监测技术规程》（SL277-2002）中 7.4.3 规定的方法，并参照《水土保持综合治理规划通则》（GB/T15772）、《水土保持综合治理技术规范》（GB/T16453.1~16453.6）的规定；植物措施主要调查其林草的存活率、生长发育情况（林木的树高、胸径、冠幅）、抗冻性及其植被覆盖度的变化，采用《水土保持监测技术规程》（SL277-2002）中 6.5.1-6.5.4 和 7.4.4 规定的方法，参照《水土保持试验规程》（SL419-2007）相关条文规定的方法。

水土流失防治效果监测主要通过实地调查、抽样调查和核算方法进行。水土保持措施保土效益按照《水土保持综合治理效益计算方法》（GB/T15774）进行；拦渣效益通过量测实际拦渣量进行计算。

全面调查水土流失防治措施，监测项目区水土流失防治措施的数量和质量，如植物措施成活率、保存率和生长情况及覆盖度；工程措施的稳定性、完好程度、运行情况和拦渣蓄水保土效果；开挖、填方边坡的防护情况及稳定情况；耕地恢复面积和恢复质量情况等。

通过监测结果，计算出工程的扰动土地整治率、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防治指标值。

水土保持重大事件：采用资料搜集方式获取。

1.3.2 监测项目部组成

根据工作需要，我公司成立了宣化县龙洞山光伏发电有限公司 50 兆瓦光伏发电项目水土保持监测项目部，按照水土保持监测规范要求，制定工作计划，编制监测设计和实施计划，开展日常水土保持监测工作，定期提交监测报告。

该工程水土保持监测工作实行项目组长负责制，项目组长组建监测机构，配备监测工程师 3 人。情况见表 1-3。

表 1-3 水土保持监测人员分工表

姓名	职称	任务安排
李凯	工程师	项目组长，工作协调、人员管理
王佩	工程师	工作协调、技术报告审查
康帅	工程师	报告校核、外业调查
武子元	助工	报告编写、外业调查、资料收集、图件制作

项目组长：全面负责整个项目的监测工作，为本合同履行的总负责人，负责组织本项目水土保持监测工作。

监测工程师：负责监测数据采集、整理、分析，编制监测季报、总结报告等。

1.3.3 监测点布设

根据水土保持监测分区及分区监测重点，布设监测点位，设计监测内容和监测频次。监测点布设在每个监测区具有代表性的地段或场地，并以尽可能集中布设为原则。共布置监测点 11 个。

表1-4 监测点位布设情况表

序号	位置	数量	选取标准
1	升压站	1	基础临时堆土 1 处
2	光伏方阵区	3	光伏电站平整区域 1 处，临时堆土 1 处、绿化区域 1 处
3	逆变器室以及箱变区	1	基础临时堆土 1 处
4	集电线路	2	直埋电缆与架空线路基础开挖处各 1 处
5	施工检修道路	2	道路边坡 1 处、排水沟道 1 处
6	施工生产区	2	2 个施工生产区各 1 处

1.3.4 监测设施设备

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，水土流失观测仪器：取土钻 3 个；铝盒 60 个；百分之一电子天平 1 台；烘箱 1 台；土壤采样器 3 套；皮尺 2 把；钢尺 2 把；卡尺 2 把；雨量桶、蒸发器、径流瓶、天平 5 套。笔记本电脑 2 台；打印机 1 台；数码摄像机 1 台；通讯设备 1 个。GPS 定位仪 2 个。配置情况详见表 1-5。

表 1-5 水土保持监测设备一览表

监测项目	仪器设备	数量	用途
监测点定位	GPS 定位仪	2 个	确定监测点位置
土壤情况	取土钻	3 个	监测土壤水分
	铝盒	60 个	
	百分之一电子天平	1 台	
	烘箱	1 台	
	土壤采样器	3 套	对原状土及扰动土采样
植物生长情况	钢尺	2 个	测量植物高度、冠幅
	皮尺	2 个	打样方

监测项目	仪器设备	数量	用途
	卡尺	2 个	测量植物地径等
水蚀	雨量桶、蒸发器、径流瓶、天平	5 套	监测光伏场区域内水蚀情况
其他设备	笔记本电脑	2 台	
	打印机	1 台	
	数码摄像机	1 台	

1.3.5 监测技术方法

依据工程建设进度、施工扰动以及水土流失防治措施的分布等情况，监测人员在开展监测过程中采用了以地面观测和调查监测为主的监测方法，通过现场查勘和调查、资料收集、类比分析等手段获取了本项目水土流失影响因子、水土流失状况、水土保持措施落实及发挥效益情况等监测结果，为真实、客观反映项目建设期间水土保持工作开展情况提供了依据。

1) 资料收集法。收集项目水土流失影响因子，如：区域降雨、气象水文要素等；收集有关工程占地、施工设计、招投标、监理、质量评定、竣工决算等资料，以便于汇总统计项目水土保持设施数量、程度、质量等；收集有关挖填土石方数量等资料，收集掌握土地整治面积、整治后土地利用形式等。

2) 现场勘查法。根据工程施工技术资料、工程进度等，现场巡查核实项目区地表扰动情况；利用设计监测点位，结合典型段重点观测，掌握项目区水土流失状况；现场跟踪观测水土保持措施运行情况；校核、补充、完善所收集掌握的数据资料。

3) 典型调查法。选择有代表性的典型区域，监测统计项目区微地形变化、土壤质地、林草植被覆盖及生长成活等项目。

4) 类比分析法。利用监测点以及相似地貌类型区已完成的水土流失调查结果，通过植被、降雨、施工扰动等水土流失影响因子变化等开展类比分析，掌握项目区水土流失状况。

5) 图像采集法。包括收集记录工程典型时段、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。

1.3.6 监测成果

2019 年 1 月，我公司接到该项目的监测任务后精心组织技术骨干，成立了监测项目组，研究部署了监测技术路线，对项目的实施做了详细的安排。

在收集分析工程的有关报告、图件、照片等资料的基础上，针对项目的进展情况，项目组按实施方案计划，对工程进行水土保持监测，包括调查了解情况、搜集资料、测量、巡查，核对了项目建设期的防治责任范围和扰动土地面积、水土流失面积、扰动土地整治面积、植被恢复面积等，重点调查了解了水土保持工程措施和植物措施的实施情况，工程措施的质量和植物措施的成活率等，以尽可能客观反映施工过程中的水土流失情况及各项防治措施的实施情况。在对监测数据及调查资料进行详细的计算与分析后，编写完成了《宣化县龙洞山光伏发电有限公司 50 兆瓦光伏发电项目水土保持监测总结报告》。

1.3.7 水土保持监测意见及落实情况

接受建设单位委托后，我公司及时组织相关人员进场实地监测，主要勘查了光伏方阵区、逆变器室及箱变区、集电线路、施工检修道路及施工生产区，针对各分区的治理进度、治理现状及治理方案提出相关监测建议。

1.3.8 重大水土流失危害事件处理情况

本项目在建设过程中，建设单位及施工单位比较重视水土保持工作，未出现重大水土流失危害事件。

2 监测内容和方法

根据《水土保持监测技术规程》和《生产建设项目水土保持监测技术规程（试行）》，监测内容主要包括扰动土地面积、防治责任范围、弃土弃渣量、水土流失因子、水土流失量、水土流失危害、水土保持设施建设情况及水土流失防治效果及其动态变化等。

2.1 扰动土地情况

扰动土地监测是确定土壤流失量的基础，是项目水土保持监测的中心内容之一。扰动土地面积监测包括扰动类型判断和面积监测。工程实际扰动土地面积随着工程建设的进展不断发生变化，是个动态变化过程，扰动土地面积动态监测就是对项目建设区分为永久征占地和临时占地进行及时监测，了解其变化情况，确定防治责任范围。对于扰动土地的监测方法是实地测量和遥感监测，实地测量新开工区域，明确大致范围和位置，利用遥感监测手段，在遥感影像上量算具体面积，并按季度进行详细统计。

2.2 取料（土、石）、弃渣（土、石、矸石、尾矿等）

取料场、弃渣场监测内容主要包括场地的数量、位置、占地面积、取料或取渣数量、取料的动态变化、是否进行表土剥离、使用中和使用结束后实施的水土保持措施以及防治效果等。本工程施工过程中土石方平衡合理，无需外购土方，无弃方，与方案设计中一致，工程建设中未产生取土场、取料场。

2.3 水土保持措施

本工程设计水土保持措施主要包括浆砌石护坡、土质截（排）水沟、水窖等；植物措施主要为绿化；临时措施主要包括临时拦挡、临时遮盖等。主要采用资料收集、现场勘查、遥感监测等方法，对各类水土保持措施的类型、开完工时间、实施位置、规格尺寸、数量等进行监测。

2.4 水土流失情况

2.4.1 水土流失面积监测

水土流失面积监测内容包括扰动地表面积、工程建设占压面积、硬化面积、产生水土流失的面积等。由于工程建设规模小，采用遥感监测和无人机监测相结

合的方法，并配合实地量测进行。

2.4.2 土壤流失量监测

土壤流失量的监测内容包括工程建设扰动地表植被面积、占用破坏水土保持设施的数量、土石方量及弃土弃渣量、流失面积和流失量、水土流失变化情况（类型、形式、流失量）等方面的监测。本工程水土流失量监测主要采取简易坡面量测法（侵蚀沟样方法）和类比分析法进行。

2.4.3 取料弃渣潜在土壤流失量监测

本工程建设中未设置取土场、取料场。

2.4.4 水土流失危害监测

水土流失危害主要包括工程建设过程中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像等。本工程建设过程中不产生弃土弃渣场，周边没有自然泄洪沟道或生态保护区，加之水土保持工程的建设，有效控制了施工扰动，因此未产生水土流失危害。

3 重点部位水土流失动态监测

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

水保方案书根据水土流失的特点和项目施工布局,本项目分为升压站(扩建)、光伏方阵、逆变器室及箱变、检修道路、集电线路、施工生产区 6 个一级分区。

本项目的防治责任范围总面积 129.07hm²,其中项目建设区面积 126.00hm²,直接影响区面积 3.07hm²。水土保持方案设计防治责任范围面积详见表 3-1。

表 3-1 方案确定的水土流失防治责任范围 单位: hm²

序号	项目分区		占地面积	直接影响区	合计
1	升压站		一期占地		
2	光伏方阵		121.19	3.07	129.07
3	逆变器室及箱变区		0.27		
4	施工检修道路		3.17		
5	集电线路	直埋线路	0.64		
		架空线路	0.23		
6	施工生产区		0.50		
合计			126.00	3.07	129.07

3.1.1.2 建设期防治责任范围

根据建设单位提供的资料,结合项目现场调查,本工程建设期实际发生的水土流失防治责任范围面积为 129.07hm²。建设期水土流失防治责任范围统计见表 3-2。

表 3-2 建设期水土流失防治责任范围 单位: hm²

序号	项目分区		占地面积	直接影响区	合计
1	升压站		一期占地		
2	光伏方阵		121.19	3.07	129.07
3	逆变器室及箱变区		0.27		
4	施工检修道路		3.17		
5	集电线路	直埋线路	0.64		
		架空线路	0.23		
6	施工生产区		0.50		
合计			126.00	3.07	129.07

3.1.1.3 防治责任范围变化分析

与水土保持方案阶段相比,在项目实施过程中,建设单位加强施工管理,采取了较好的防护措施,并严格在批复范围内建设,本工程建设期实际发生的水土流失防治责任范围未产生变化。

3.1.2 建设期扰动土地面积

本项目扰动土地总面积为 34.42hm²,工程在施工建设期间将基础安装主要是光伏方阵基础区域扰动,逆变器室以及箱变区、新建施工检修道路、集电线路区域以及施工生产区全部扰动。

表 3-3 工程扰动地表面积情况表 单位: hm²

序号	分区	扰动面积	备注	
1	升压站	—	—	
2	光伏方阵	30.30	场地平整、基础区域扰动	
3	逆变器室及箱变区	0.27	占地范围内均扰动	
4	施工检修道路	2.48	占地范围内均扰动	
5	集电线路	直埋电缆	0.64	占地范围内均扰动
		架空线路	0.23	占地范围内均扰动
		小计	0.87	
6	施工生产区	0.50	占地范围内均扰动	
合计		34.42		

3.2 取土(石、料)监测结果

本工程施工过程中土石方平衡合理,无需外购土方,无弃方,与方案设计中一致,工程建设中未产生取土场、取料场。

3.3 弃土(石、渣)监测结果

工程建设过程中不产生永久弃土场、弃渣场。

3.4 土石方流向情况监测结果

本项目施工建设过程中共动用土石方总量 4.88 万 m³,其中土石方开挖 2.44 万 m³,土石方回填 2.44 万 m³,无弃方。项目土方平衡见表 3-4。

表 3-4 土石方平衡表 单位: 万 m³

分区		总量	开挖	回填	调出		调入	
					数量	去向	数量	来源
升压站①		0.05	0.03	0.02	0.01	②		
地块 1	光伏阵列平整②	2.14	0.95	1.19			0.24	①③⑧
	逆变器室及箱变区③	0.51	0.34	0.17	0.17	②		
	检修道路平整④	0.20	0.10	0.10				
地块 2	光伏阵列平整⑤	0.78	0.34	0.44			0.10	⑥⑧
	逆变器室及箱变区⑥	0.20	0.135	0.065	0.07			
	检修道路平整⑦	0.14	0.07	0.07				
集电线路⑧		0.86	0.475	0.385	0.09	②⑤		
合计		4.88	2.44	2.44	0.34		0.34	

同方案设计比较,实际动用土石方总量减少 1.5 万 m³,主要为光伏阵列平整所用土方挖填量减少,在地块 1 光伏阵列区的实际施工过程中,对低洼区域的挖填量减少 0.5 万 m³,地块 2 光伏阵列区挖填量减少 0.92 万 m³,相应的往光伏阵列区调入土方的集电线路区域土方减少 0.03 万 m³,其余的土方减少量在检修道路的平整上,实际施工减少 0.04 万 m³。

4 水土流失防治措施监测结果

4.1 工程措施监测结果

4.1.1 工程措施的设计情况

措施主要包括表土剥离、覆土平整、修建土质以及浆砌石排水沟、浆砌石护坡、过滤池以及水窖等。光伏方阵区存在挖填平整区域，施工前对平整区域进行表土剥离，施工结束后进行表土回铺，对方阵区周边沟道进行浆砌石护坡防护，方阵内布置截（排）水沟减少径流对场地冲刷；逆变器室以及箱变的表土进行剥离，调配到土壤贫瘠区域进行覆土平整；施工检修道路汇水一侧布设梯形断面土质以及浆砌石排水沟，对高陡松散边坡进行浆砌石护坡，与沟道交叉处修建过水路面，并在排水沟末端布设过滤池与水窖；直埋线路施工前进行表土剥离，施工结束后进行覆土平整，对架空线路塔基较陡区域进行浆砌石护坡，施工结束后进行土地整治；施工生产区施工结束后进行土地整治。

4.1.2 工程措施实施及监测结果

1、光伏方阵

（1）表土剥离

①工程位置：光伏方阵平整区域。

②工程内容：采用推土机结合人工进行施工作业，剥离厚度 30cm，连同表土及地表植被一起进行清理。

③完成的工程量：剥离面积 2.70hm²。

（2）表土回铺

①工程位置：光伏方阵平整区域。

②工程内容：采用推土机结合人工进行施工作业，将集中堆放的表土均匀回铺于原地表，回铺地表保持平整。

③完成的工程量：回铺面积 2.70hm²。

（3）土质截（排）水沟

①工程位置：光伏方阵内。

②工程内容：采取矩形 300mm*400mm 断面，底部进行夯实处理。

③完成的工程量：排水沟长度约 3400m。

(4) 浆砌石护坡

①工程位置：场区沟道区域。

②工程内容：采用人工砌筑，基础深 1m，平均砌筑高度 1.00m。

③完成的工程量：浆砌石方量约 1200m³。

2、逆变器室及箱变

(1) 铺设植草砖

①工程位置：变压器室及箱变区域。

②工程内容：在变压器及箱变区域铺设植草砖。

③完成的工程量：铺设面积 0.27hm²。

(2) 表土剥离

①工程位置：基础区域。

②工程内容：采用推土机结合人工进行施工作业，剥离厚度 30cm，连同表土及地表植被一起进行清理。

③完成的工程量：剥离面积 0.27hm²。

(3) 表土回铺

①工程位置：基础区域。

②工程内容：采用推土机结合人工进行施工作业，将集中堆放的表土均匀回铺于原地表，回铺地表保持平整。

③完成的工程量：回铺面积 0.27hm²。

3、检修道路

(1) 土质截（排）水沟

①工程位置：道路迎水侧。

②工程内容：采取矩形 300mm*400mm 断面，底部进行夯实处理。

③完成的工程量：排水沟长度约 4000m。

(2) 浆砌石截水沟

①工程位置：道路一侧。

②工程内容：较陡处道路一侧，采取矩形 300mm*400mm 断面。

③完成的工程量：截水沟长度约 1000m。

(3) 浆砌石护坡

①工程位置：道路陡坡处。

②工程内容：采用人工砌筑，基础深 1m，平均砌筑高度 1.00m。

③完成的工程量：浆砌石方量约 184m³。

(4) 过水路面

①工程位置：沟道位置。

②工程内容：采用浆砌石基础，具体尺寸由实际施工确定。

③完成的工程量：过水路面 3 座。

(5) 过滤池

①工程位置：排水沟末端。

②工程内容：长 1m，宽 1m，高 1m，砖砌墙体，厚度 0.12m，水泥砂浆抹面。

③完成的工程量：过滤池 3 个。

(6) 水窖

①工程位置：排水沟末端。

②工程内容：混凝土拱底顶盖圆柱形水窖，周边为砖砌墙体，厚度 0.24m，

③完成的工程量：水窖 3 个。

4、集电线路

(1) 表土剥离

①工程位置：集电线路扰动区域。

②工程内容：采用推土机结合人工进行施工作业，剥离厚度 30cm，连同表土及地表植被一起进行清理。

③完成的工程量：剥离面积约 0.64m²。

(2) 表土回铺

①工程位置：集电线路扰动区域。

②工程内容：采用推土机结合人工进行施工作业，将集中堆放的表土均匀回铺于原地表，回铺地表保持平整。

③完成的工程量：回铺面积约 0.64m²。

(3) 土地整治

①工程位置：塔基周边扰动区域。

②工程内容：采用推土机结合人工进行施工作业，将集中堆放的表土均匀回铺于原地表，回铺地表保持平整。

③完成的工程量：回铺面积约 0.64m²。

(4) 浆砌石护坡

①工程位置：山体较陡处线路架设基础。

②工程内容：采用人工砌筑，基础深 1m，平均砌筑高度 1.00m。

③完成的工程量：浆砌石方量约 95m³。

5、施工生产区

(1) 土地整治

①工程位置：施工生产区。

②工程内容：采用推土机结合人工进行施工作业，将集中堆放的表土均匀回铺于原地表，回铺地表保持平整。

③完成的工程量：整治面积 0.5m²。

本工程实际完成水土保持工程措施情况详见表 4-1。本工程水土保持工程措施完成情况对比详见表 4-2。

表 4-1 实际完成水土保持工程措施情况表

防治分区	水保措施	单位	实际完成
光伏方阵	表土剥离	hm ²	2.70
	表土回铺	hm ²	2.70
	浆砌石护坡	m ³	1200
	截（排）水沟	m	3400
逆变器室及箱变	表土剥离	hm ²	0.27
	表土回铺	hm ²	0.27
	铺设植草砖	hm ²	0.27
检修道路	土质排水沟	m	4000
	浆砌石截水沟	m	1000
	浆砌石护坡	m ³	184
	过水路面	座	3
	过滤池	个	3
	水窖	个	3
集电线路	表土剥离	hm ²	0.64
	表土回铺	hm ²	0.64
	土地整治	hm ²	0.23
	浆砌石护坡	m ³	95
施工生产区	土地整治	hm ²	0.50

表 4-2 水土保持工程措施完成情况对比

防治分区	水保措施	单位	方案设计	实际完成	增减 (实际-设计)
光伏方阵	表土剥离	hm ²	2.70	2.70	0
	表土回铺	hm ²	2.70	2.70	0
	浆砌石护坡	m ³	1255.10	1200	-55.10
	截(排)水沟	m	3480	3400	-80
逆变器室及箱变	表土剥离	hm ²	0.27	0.27	0
	表土回铺	hm ²	0.27	0.27	0
	铺设植草砖	hm ²	0	0.27	0.27
检修道路	土质排水沟	m	4150	4000	-150
	浆砌石截水沟	m	1000	1000	0
	浆砌石护坡	m ³	204	184	-20
	过水路面	座	3	3	0
	过滤池	个	3	3	0
	水窖	个	3	3	0
集电线路	表土剥离	hm ²	0.64	0.64	0
	表土回铺	hm ²	0.64	0.64	0
	土地整治	hm ²	0.23	0.23	0
	浆砌石护坡	m ³	117.30	95	-22.3
施工生产区	土地整治	hm ²	0.50	0.50	0

从表 4-2 可以看出,和方案设计情况相比较,本工程基本完成了水土保持方案设计的各项措施,表土剥离、表土回铺等土地整治工程措施量没有发生较大改变,主要差异为排水沟和护坡等防洪排导工程及斜坡防护工程量有所变化,在实际施工中,针对项目区地形现状在陡坡处等关键部位建造护坡,光伏方阵护坡浆砌石方量较方案减少约 55m³,检修道路浆砌石方量减少约 20m³,集电线路浆砌石方量减少约 22m³,同时相应的排水措施量光伏方阵减少了 80m,检修道路土质排水沟减少了约 150m;由于建设单位对水土保持工作较重视,针对集电线路对施工单位提出对变压器室及箱变区域铺设植草砖,以减少水土流失,对集电线路进行种花植草,保证水土保持的同时对项目区环境也大大改善。

4.2 植物措施监测结果

4.2.1 植物措施的设计情况

光伏阵列、集电线路与施工生产区进行种草恢复植被。

4.2.2 植物措施实施及监测结果

1、升压站

(1) 绿化

- ①工程位置：站内区域。
- ②工程内容：对升压站内区域进行土地平整、种植花草及抚育管理。
- ③完成的工程量：绿化面积 1.00hm²。

2、光伏方阵

(1) 种草

- ①工程位置：光伏方阵基础以及周边。
- ②工程内容：在土地裸露严重区域进行表土回填后种草；土壤类别:耕土；回铺厚度:不少于 300mm。
- ③完成的工程量：绿化面积约 57.50hm²。

3、集电线路

(1) 种草

- ①工程位置：集电线路扰动区域及可恢复植被区域。
- ②工程内容：采用撒播草籽的方式进行种植。种植前翻松土壤，种后拍实、浇水、做好抚育工作。
- ③完成的工程量：植草面积共约 0.5hm²。

本工程实际完成水土保持植物措施情况详见表 4-3。本工程水土保持植物措施完成情况对比详见表 4-4。

表 4-3 实际完成水土保持植物措施情况表

防治分区	水保措施	单位	实际完成
升压站	绿化	hm ²	1.0
光伏方阵	种草	hm ²	30.30
集电线路	种草	hm ²	0.5

表 4-4 水土保持植物措施完成情况对比

防治分区	水保措施	单位	方案设计	实际完成	增减 (实际-设计)
升压站	绿化	hm ²	0	1.0	1.0
光伏方阵	种草	hm ²	60.59	57.50	-3.09
集电线路	种草	hm ²	0.87	0.5	-0.37
施工生产区	种草	hm ²	0.50	0	-0.50

从表 4-4 可以看出，和方案设计情况相比较，本工程基本完成了水土保持方案设计的各项植物措施，引起措施工程量变化的原因是光伏项目建设对土地的扰

动破坏较小，存在部分的植被未被占压损坏，同时建设单位对水土保持较重视，注重环境影响，在升压站增加了约 1.0hm²的种草绿化措施。

4.3 临时防治措施监测结果

4.3.1 临时措施的设计情况

对升压站内基础开挖形成的堆土进行临时遮盖与拦挡；对光伏方阵区的堆土采用苫布临时遮盖；对集电线路基础开挖堆土进行苫布遮盖，并对架空线路堆土周边布设临时排水沟；对施工生产区周边布设临时排水沟与沉淀池。

4.3.2 临时措施实施及监测结果

1、升压站

(1) 临时遮盖

- ①工程位置：临时堆土区域。
- ②工程内容：对临时堆土进行苫布遮盖。
- ③完成的工程量：遮盖面积约 200m²。

(2) 临时拦挡

- ①工程位置：临时堆土区域。
- ②工程内容：对施工区域进行彩钢板防护。
- ③完成的工程量：拦挡长度约 50m。

2、光伏方阵

(1) 临时遮盖

- ①工程位置：临时堆土区域。
- ②工程内容：施工过程中部分区域存在土方对临时堆土进行苫布遮盖。
- ③完成的工程量：遮盖面积约 2500m²。

3、集电线路

(1) 临时遮盖

- ①工程位置：临时堆土区域。
- ②工程内容：施工过程中部分区域存在土方对临时堆土进行苫布遮盖。
- ③完成的工程量：遮盖面积约 5000m²。

(2) 临时排水沟

①工程位置：架空线路临时堆土周边。

②工程内容：架空线路基础区域存在一定坡度，对临时堆土周边布设临时排水沟，防止雨季径流对其冲刷。

③完成的工程量：排水沟长度约 180m。

4、施工生产区

(1) 临时排水沟

①工程位置：施工区。

②工程内容：在施工生产区周边开挖梯形断面土质排水沟与检修道路相连接进行排水。

③完成的工程量：排水沟长度约 300m。

(2) 土质沉淀池

①工程位置：施工区。

②工程内容：在排水沟下游沟口处布设沉淀池，总计 2 座。

③完成的工程量：沉淀池 2 座。

实际完成水土保持临时措施情况详见表 4-5。水土保持措施工程量完成对比详见表 4-6。

表 4-5 实际完成水土保持临时措施情况表

防治分区	水保措施	单位	实际完成
升压站	临时遮盖	m ²	200
	临时拦挡	m	50
光伏方阵	临时遮盖	m ²	2500
集电线路	临时遮盖	m ²	5000
	临时排水沟	m	180
施工生产区	临时排水沟	m	300
	土质沉淀池	座	2

表 4-6 水土保持临时措施工程量完成情况对比

防治分区	水保措施	单位	方案设计	实际完成	增减 (实际-设计)
升压站	临时遮盖	m ²	210	200	-10
	临时拦挡	m	50	50	0
光伏方阵	临时遮盖	m ²	2900	2500	-400
集电线路	临时遮盖	m ²	5945	5000	-945
	临时排水沟	m	184	180	-4
施工生产区	临时排水沟	m	300	300	0
	土质沉淀池	座	2	2	0

从表 4-6 可以看出,和方案设计情况相比较,本工程基本完成了水土保持方案设计的各项措施,除光伏方阵区及集电线路外,各分区措施工程量未发生较大变化,由于光伏方阵和集电线路在实际土石方挖填中土方量减少,相应光伏方阵临时堆土遮盖面积减少了约 400m²,集电线路临时堆土遮盖面积减少了约 945m²。

4.4 水土保持措施防治效果

宣化县龙洞山光伏发电有限公司 50 兆瓦光伏发电项目完成的水土保持措施经过核实如下表。

表 4-7 水土保持措施监测表

序号	分区	防治措施监测结果		单位	方案设计	实际完成
1	升压站	植物措施	种草	hm ²	0	1.0
		临时措施	临时遮盖	m ²	210	200
			临时拦挡	m	50	50
2	光伏方阵	工程措施	表土剥离	hm ²	2.70	2.70
			表土回铺	hm ²	2.70	2.70
			浆砌石护坡	m ³	1255.10	1200
			截(排)水沟	m	3480	3400
		植物措施	种草	hm ²	60.59	57.50
		临时措施	临时遮盖	m ²	2900	2500
3	逆变器室及箱变	工程措施	表土剥离	hm ²	0.27	0.27
			表土回铺	hm ²	0.27	0.27
			铺设植草砖	hm ²	0	0.27
4	检修道路	工程措施	土质排水沟	m	4150	4000
			浆砌石截水沟	m	1000	1000
			浆砌石护坡	m ³	204	184
			过水路面	座	3	3
			过滤池	个	3	3
			水窖	个	3	3
5	集电线路	工程措施	表土剥离	hm ²	0.64	0.64
			表土回铺	hm ²	0.64	0.64
			土地整治	hm ²	0.23	0.23
			浆砌石护坡	m ³	117.30	95
		植物措施	种草	hm ²	0.87	0.5
		临时措施	临时遮盖	m ²	5945	5000
			临时排水沟	m	184	180
6	施工生产区	工程措施	土地整治	hm ²	0.5	0.5
		植物措施	种草	hm ²	0.5	0
		临时措施	临时排水沟	m	300	300
			土质沉淀池	个	2	2

根据对水土流失防治措施监测结果来看,各项措施都进行了布设,并进行了合理的调整,对水土流失防治区内的水土流失进行了全面、系统的整治,完成了

水土保持方案所规定的各项防治任务，工程的各类开挖面、临时堆土、施工场地等得到了及时的整治。施工过程的水土流失得到了有效控制。各项工程措施运行良好，工程、植物措施结合实施，人为水土流失基本上得到了控制。总体来说，由于水土保持措施的落实，水土保持效果明显，达到了水土保持方案要求。

5 土壤流失情况监测

5.1 水土流失面积

通过查阅档案资料，按照主体工程的施工进度，施工土建期为 24 个月，即 2015 年 7 月至 2017 年 6 月。自然恢复期约 2 年，即 2017 年 7 月至 2019 年 6 月，自然恢复期数据根据 2019 年 6 月总结数据估算。

施工期是本工程水土流失最为严重的时期，施工期的扰动主要包括支架基础施工、路基填筑等人为扰动。施工期的水土流失面积最大，基本为工程建设区扰动面积。

自然恢复期主体工程基本完工，采取地面硬化、土地整治及地表植被恢复等措施，植物长势良好，工程各分区的水土流失得到有效控制。此时水土流失面积除去建（构）筑物、地面硬化和水域面积，本阶段水土流失面积约为 31.67hm²。

根据对各监测分区调查和各单位工程验收资料统计，本项目建设期水土流失面积 34.42hm²，完工后水土流失面积 31.67hm²。

表 5-1 水土流失面积 单位：hm²

序号	分区	施工期	自然恢复期
1	升压站	—	—
2	光伏方阵	30.30	30.30
3	逆变器室及箱变区	0.27	
4	施工检修道路	2.48	
5	集电线路	直埋电缆	0.64
		架空线路	0.23
		小计	0.87
6	施工生产区	0.50	0.50
合计		34.42	31.67

5.2 土壤流失量

5.2.1 工程建设期土壤流失量分析

2019 年 1 月，受中电投宣化新能源发电有限公司委托，河北隆源水务技术咨询有限公司承担了本工程的水土保持监测工作。接受水土保持监测任务后，根据水土保持方案报告书，结合工程实际情况，布设监测点，由于监测工作开始时本工程主体施工基本完成，工程建设期土壤流失量通过查阅相关资料估算获得，计算表如表 5-2 所示。施工期项目区共产生水土流失侵蚀量 1413.0t，其中原地

貌土壤侵蚀量 826.08t, 新增土壤流失量 586.92t。

表 5-2 工程建设期水土流失量计算表

监测分区	侵蚀面积 (hm ²)	原地貌侵蚀模数 (t/km ² ·a)	施工期		原地貌侵蚀量 (t)	扰动侵蚀量 (t)	新增水土流失量 (t)
			平均侵蚀模数 (t/km ² ·a)	时间 (年)			
光伏方阵	30.30	1200	2000	2.0	727.20	1212.0	484.80
逆变器室及箱变区	0.27	1200	2500	2.0	6.48	13.50	7.02
施工检修道路	2.48	1200	2500	2.0	59.52	124.00	64.48
集电线路	直埋线路	0.64	2500	2.0	15.36	32.00	16.64
	架空线路	0.23	2500	2.0	5.52	11.50	5.98
施工生产区	0.50	1200	2000	2.0	12.00	20.00	8.00
合计	34.42				826.08	1413.0	586.92

5.2.2 自然恢复期土壤流失量分析

整个工程建设期间, 虽然对项目区进行了大面积地表扰动, 损坏了原地貌, 占压了土地, 增加了水土流失。但随着水土保持工作的逐步落实, 绿化和土地平整等措施基本实现, 水土流失危害得到有效控制。监测结果显示, 各项工程防治措施运行良好, 植物措施生长良好, 人为水土流失基本得到控制, 参照同类型地区类似工程恢复期情况, 估算第一年自然恢复期项目水保措施逐步实施完毕后初步发挥效益时的平均土壤侵蚀模数为 1750 (t/km²·a), 土壤流失量为 479.40t, 第二年自然恢复期平均土壤侵蚀模数为 1200 (t/km²·a), 土壤流失量为 380.04t。

表 5-3 自然恢复期 (第一年) 水土流失计算表

监测分区	扰动面积 (hm ²)	自然恢复期		水土流失量 (t)
		平均侵蚀模数 (t/km ² ·a)	时间 (年)	
光伏方阵	30.30	1500	1.0	454.50
逆变器室及箱变区	—	—	1.0	—
施工检修道路	—	—	1.0	—
集电线路	直埋线路	2000	1.0	12.80
	架空线路	2000	1.0	4.60
施工生产区	0.50	1500	1.0	7.50
合计	31.67			479.40

表 5-4 自然恢复期（第二年）水土流失计算表

监测分区	扰动面积 (hm ²)	自然恢复期		水土流失量 (t)
		平均侵蚀模数 (t/km ² ·a)	时间 (年)	
光伏方阵	30.30	1200	1.0	363.60
逆变器室及箱变区	—	—	1.0	—
施工检修道路	—	—	1.0	—
集电线路	直埋线路	0.64	1200	7.68
	架空线路	0.23	1200	2.76
施工生产区	0.50	1200	1.0	6.00
合计	31.67			380.04

5.3 取土（石、料）弃土（石、渣）潜在土壤流失量

本工程无永久弃方，开挖土方全部用于自身调运回填，不涉及弃土弃渣场，故实际不存在弃土潜在土壤流失量情况。

5.4 水土流失危害

工程自 2015 年 7 月开工，2017 年 6 月完工，建设总工期 24 个月。工程在施工过程中未发生水土流失危害事故。

6 水土流失防治效果监测结果

6.1 扰动土地整治率

扰动土地整治率指已整治的扰动地表面积与扰动地表总面积的比值。建设期实际扰动地表面积为 34.42hm^2 ，扰动区域通过主体建筑、路面硬化及排水、土地平整、撒播种草等水土保持措施基本都得到了治理，治理措施面积与永久建筑物面积 33.60hm^2 。扰动土地整治率 = (水土保持措施面积+永久建筑物占地面积) / 建设期扰动地表面积 = 97.62%，达到了防治目标。

6.2 水土流失总治理度

随着施工的开展，本工程建设期扰动土地面积不断扩大，水土流失面积不断增加，其中工程扰动造成的水土流失面积为 30.35hm^2 。在施工过程中按照施工组织设计，对开挖破坏面采取了防护措施，扰动地表施工完毕后进行土地整治并恢复植被，水土流失面积逐渐减少。现状水土保持措施防治面积为 29.53hm^2 ，测算水土流失总治理度为 97.31%，可达到《开发建设项目水土流失防治标准》一级防治标准的要求。

6.3 拦渣率与弃渣利用情况

工程施工期间由于采取了临时拦挡及临时遮盖等措施，能够有效地防治堆土、堆料产生的水土流失，拦渣率能达到 95% 以上。

6.4 土壤流失控制比

本项目所在地容许土壤流失量为 $200\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ ，经过水土保持措施实施后土壤侵蚀模数可减少到 $200\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ ，土壤流失控制比为 1.0。

6.5 林草植被恢复率

根据现场调查，项目区林草植被面积 29.50hm^2 ，可恢复林草植被面积 30.35hm^2 ，林草植被恢复率为 97.19%，达到防治目标。

6.6 林草覆盖率

根据现场调查，林草植被面积共计 29.50hm^2 ，项目区占地 126.00hm^2 ，林草覆盖率达到 23.41%，达到防治目标。

表 6-4 水土流失防治效果监测表

评估指标		计算依据	单位	数量	实际值	实际结果
名称	目标值					
扰动土地整治率	95%	扰动土地整治面积	hm ²	33.60	97.62%	达标
		建设区扰动地表面积	hm ²	34.42		
水土流失总治理度	90%	水土保持措施面积	hm ²	29.53	97.31%	达标
		建设区水土流失总面积	hm ²	30.35		
土壤流失控制比	1.0	项目区容许土壤流失量	t/km ² ·a	200.00	1	达标
		方案实施后土壤侵蚀控制水平	t/km ² ·a	200.00		
拦渣率	95%	实际拦渣量	万 m ³	—	100.00%	达标
		总弃渣量	万 m ³	—		
林草植被恢复率	95%	林草植被面积	hm ²	29.50	97.19%	达标
		可恢复林草植被面积	hm ²	30.35		
林草覆盖率	22%	林草植被面积	hm ²	29.50	23.41%	达标
		项目建设区总面积	hm ²	126.00		

7 结论

7.1 水土流失动态变化

通过计算，宣化县龙洞山光伏发电有限公司 50 兆瓦光伏发电项目六项指标如下：扰动土地整治率为 97.62%，水土流失总治理度为 97.31%，土壤流失控制比为 1.0，拦渣率大于 95%，林草植被恢复率 97.19%，林草覆盖率为 23.41%。计算表详见表 7-1，具体达标情况详见表 7-2。

表 7-1 水土流失防治六项指标计算表

评估指标		计算依据	单位	数量	达到值
名称	目标值				
扰动土地整治率	95%	扰动土地整治面积	hm ²	33.60	97.62%
		建设区扰动地表面积	hm ²	34.42	
水土流失总治理度	90%	水土保持措施面积	hm ²	29.53	97.31%
		建设区水土流失总面积	hm ²	30.35	
土壤流失控制比	1.0	项目区容许土壤流失量	t/km ² ·a	200.00	1
		方案实施后土壤侵蚀控制水平	t/km ² ·a	200.00	
拦渣率	95%	实际拦渣量	万 m ³	—	100.00%
		总弃渣量	万 m ³	—	
林草植被恢复率	95%	林草植被面积	hm ²	29.50	97.19%
		可恢复林草植被面积	hm ²	30.35	
林草覆盖率	22%	林草植被面积	hm ²	29.50	23.41%
		项目建设区总面积	hm ²	126.00	

表 7-2 水土流失防治六项指标达标情况表

水土流失防治目标	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	林采覆盖率
方案值	95%	90%	1.0	95%	95%	22%
实际值	97.62%	97.31%	1.0	>95%	97.19%	23.41%
是否达标	是	是	是	是	是	是

7.2 水土保持措施评价

工程建设期间，对项目建设区的进行了部分区域地表扰动，损坏了原地貌，占压了土地，增加了水土流失。随着水土保持工程的逐步落实，水土流失危害得到有效控制，工程主体进入自然恢复期后各项措施水土保持效果逐渐发挥，监测结果显示，建设单位对水土流失防治区内的水土流失进行了全面、系统的整治，基本完成了水土保持方案所规定的各项防治任务，工程的各类开挖面、临时堆土、施工场地等得到了及时的整治，施工过程的水土流失得到了有效控制。各项工程

防治措施实施后运行良好，人为水土流失基本得到控制，水土保持措施所产生的保土效果日益明显，项目区生态环境得到了明显改善，总体上发挥了较好的保持水土、改善生态环境的作用。

通过对比分析本工程水土流失防治目标均已达到水土保持方案确定的水土流失防治目标。

7.3 存在问题及建议

(1) 问题

部分植物措施由于栽种后抚育管理不到位，造成部分植被死亡或生长状况较差。

(2) 建议

加强植物措施的后期养护工作，对于死亡的植被进行及时补种，生长状况较差的植被加强抚育管理，以保证植物措施发挥最大效益，防止水土流失。

7.4 综合结论

项目建设中，能够按照水土保持法律法规的相关要求，履行生产建设项目水土保持职责，积极落实防治责任范围内的各项措施。施工过程中，能够执行工程建设管理程序，施工管理规定，并根据实际情况优化设计、调整施工方案，做到了尽量减少地表扰动和土方开挖量，尽可能减轻了水土流失危害。

监测结果表明，项目建设期间采用的水土保持措施合理可行，适宜于具体建设情况，工程布局合理，工程质量较好，运行情况良好，各项水土保持设施均能发挥其功能，有效控制了防治责任范围内的水土流失，达到了水土保持设计的要求。

8 附图及有关资料

8.1 附图

(1) 项目区地理位置图

