“双碳”背景下山区农业光伏电站项目 水土流失防治措施探讨

——以普定县鸡场坡农业光伏电站项目为例

杨 梅, 罗松平

(贵州省水土保持科技示范推广中心, 贵州 贵阳 550002)

[关键词] 农业光伏电站; 建设项目; 水土流失; 防治措施; 碳汇; 山区; 贵州省

[摘要] 在全球碳中和加速推进的过程中, 储能技术的不断创新已成为全球制造业必争高地。贵州省大力发展光伏等新能源项目, 推出了“光伏+农业”模式, 逐渐打造出绿色能源技术与传统农业融合发展的新业态。以普定县鸡场坡农业光伏电站项目为例, 对项目建设水土流失特点、土壤流失量、水土保持措施设计及配置等进行了分析, 结果表明: ①项目建设对地表植被和原地貌破坏大, 光伏设备安装后影响原地貌保水保土功能, 迹地恢复面积大、范围广、难度高; ②经预测, 项目建设可能产生的土壤流失总量为 2 297.54 t, 其中新增土壤流失量 1 276.53 t, 光伏阵列区新增量最多, 为 1 145.10 t, 占总新增量的 89.70%, 光伏阵列区是项目水土流失重点防治区; ③配置水土保持措施时, 要强化“预防为主、保护优先”的水土保持理念, 加强表土综合利用规划, 注重项目施工管理、以生态为主, 分区施策, 因地制宜; ④做好山区农业光伏电站项目水土流失防治工作, 既可助力碳中和目标实现, 又可促进当地生态、经济、社会协同共进、融合发展。

[中图分类号] S157.2 [文献标识码] B DOI:10.3969/j.issn.1000-0941.2024.10.009

[引用格式] 杨梅, 罗松平. “双碳”背景下山区农业光伏电站项目水土流失防治措施探讨: 以普定县鸡场坡农业光伏电站项目为例[J]. 中国水土保持, 2024(10): 29-32.

2020 年 9 月 22 日, 我国在联合国大会上宣布, 中国二氧化碳排放力争于 2030 年前达到峰值, 努力争取 2060 年前实现碳中和。然而我国是世界第一大碳排放国家, 实现碳达峰、碳中和的首要问题是减排, 核心问题是能源。2021 年 10 月, 国务院印发了《2030 年前碳达峰行动方案》, 明确指出要大力发展新能源, 全面推进风电、太阳能发电大规模开发和高质量发展, 坚持集中式与分布式并举, 加快建设风电和光伏发电基地;

加快智能光伏产业创新升级和特色应用, 创新“光伏+”模式, 推进光伏发电多元布局。由此可见, 贵州省大力发展光伏等新能源项目, 既符合国家能源发展战略, 也是优化地方能源结构、促进当地经济社会发展的重要举措。但受限于贵州省独特的喀斯特山区环境, 农业光伏电站项目建设产生的水土流失风险和生态环境破坏问题也不容忽视。本研究以普定县鸡场坡农业光伏电站项目(以下简称“鸡场坡光伏项目”)为例, 对

4.2 探讨

智慧化对生产建设项目水土保持高效、精准管理必将产生积极的推动作用。同时, 智慧化技术方法应用和数据实时在线的全过程监测监管, 对生产建设项目的监管约束作用将明显加强。智慧化技术和方法在大尺度项目, 尤其是线性工程水土保持监测监管中, 需要与无人机、卫星遥感技术相结合才能充分发挥其功能。

[参考文献]

- [1] 姜德文, 亢庆, 赵永军, 等. 生产建设项目水土保持“天地一体化”监管技术研究[J]. 中国水土保持, 2016(11): 1-3.
- [2] 乔殿新. 高质量发展视角下智慧水土保持发展探讨[J]. 中国水土保持, 2020(7): 1-3, 64.
- [3] 程复, 时宇, 罗志东, 等. 生产建设项目水土保持监管新技术运用思考[J]. 中国水土保持, 2023(3): 44-47.

- [4] 汤召桃. 提高生产建设项目土壤流失监测精度的探讨[J]. 中国水土保持, 2020(6): 59-61.
- [5] 郝咪娜, 戚德辉, 宋立旺. 我国生产建设项目水土保持监测技术及存在问题与对策探讨[J]. 亚热带水土保持, 2017, 29(1): 62-65.
- [6] 夏兵, 张祯尧, 蒋达, 等. 生产建设项目含沙量智慧监测设备研究与应用[J]. 中国水土保持, 2024(2): 23-26.
- [7] 黄守科, 陈建辉, 刘亮水, 等. 浅析深圳城市水土流失监管[J]. 智能城市, 2021, 7(12): 113-114.
- [8] 赵永军, 马松增, 罗志东, 等. “十四五”时期智慧水土保持建设思路[J]. 中国水土保持, 2022(10): 74-78.

收稿日期: 2024-05-31

第一作者: 赵方莹(1974—), 男, 江苏扬州人, 教授级高级工程师, 博士, 主要从事水土保持生态修复研究与科技产业化工作。

E-mail: 2373261146@qq.com

(责任编辑 李佳星)

山区农业光伏电站项目建设水土流失特点、土壤流失量、水土保持措施设计及配置等进行分析,探索此类项目水土保持减蚀、减排路径,以充分挖掘和提升水土保持碳汇潜力,在国家“双碳”战略中贡献水土保持担当,助力国家实现“双碳”目标。

1 项目及项目区概况

鸡场坡光伏项目位于贵州省安顺市普定县鸡场坡镇西南部,属于典型的喀斯特山区农业光伏电站项目。鸡场坡光伏项目共设置 26 个光伏方阵,装机容量 80 MW,配套建设 1 座 110 kV 升压站;集电线路采用桥架结合的架空方式敷设,总长 18.9 km;新建进站道路 41 m、施工道路 5.31 km、检修道路 3.22 km,改建道路 3.27 km。项目占地面积为 148.52 hm²,挖方 68 933 m³,填方 68 933 m³,无废弃土石方。

项目区地理坐标 26.351°N、105.553°E,属扬子准地台黔北台隆六盘水断陷普安旋扭构造变形区,低中山地貌,多为山地地形。区内属亚热带季风性湿润气候区,气候温和,冬无严寒,夏无酷暑,年均气温 15.4℃,年均降水量 1 311.9 mm,雨量充沛,雨季为 5—10 月,年均相对湿度 85%,年均蒸发量 1 051.0 mm,年均无霜期 301 d,年均日照时数 1 164.9 h。土壤类型以黄壤为主,土层厚 0.1~0.8 m。植被区系属亚热带常绿阔叶林带。

2 水土流失特点

1) 征占地面积大,对地表植被和原地貌破坏大。农业光伏电站项目建设征占地面积普遍较大,从几十公顷到几百公顷不等,若全部采用大开挖、台阶式整地方式建设,则对地表植被和原地貌破坏非常大,会造成严重的水土流失^[1]。项目光伏场区占地多为荒草地(岩石裸露面积达 80%左右),石漠化较严重,一旦原地表植被被破坏,短时期内难以恢复原有生态功能。

2) 光伏设备安装后,影响原地貌保水保土功能。项目区属长江流域乌江水系,在全国土壤侵蚀类型区划中属以水力侵蚀为主的西南岩溶区,容许土壤流失量为 500 t/(km²·a)。项目区土壤侵蚀模数平均背景值为 965 t/(km²·a),属轻度侵蚀。光伏设备看似只有支架直接接触地面,但大量的光伏板改变了原地貌的光照、水流等自然特征,一方面可能导致土壤固结,降低土壤的保水能力和生产力,另一方面可能产生新的土壤污染^[1]。

3) 迹地恢复面积大、范围广、难度高。项目区位于喀斯特石漠化山区,原生态环境脆弱,开展迹地恢复的难度较大,费用成本高,因此施工期间应尽可能控制扰

动范围,减少对地表的破坏,控制人为水土流失。

3 土壤流失量预测

3.1 预测方法

项目土壤流失量按下式预测:

$$W = \sum_{j=1}^2 \sum_{i=1}^n F_{ji} M_{ji} T_{ji} \quad (1)$$

式中:W 为地表扰动时土壤流失量,单位 t;i 为预测单元,i=1,2,3,⋯,n;j 为预测时段,施工期取值 1,自然恢复期取值 2;F_{ji} 为第 j 预测时段第 i 个预测单元的占地面积,单位 km²;M_{ji} 为第 j 预测时段第 i 个预测单元的土壤侵蚀模数,单位 t/(km²·a);T_{ji} 为第 j 预测时段第 i 个预测单元的预测时段长度(扰动时长),单位 a。

3.2 预测结果

鸡场坡光伏项目区主要由光伏阵列区、升压站区、集电线路区、连接道路区和施工营地区组成,由此划分为 5 个水土流失防治分区,各分区占地面积和扰动地面积见表 1。由表 1 可知,光伏场区占地面积最大,为 142.58 hm²,占总占地面积的 96.00%;其扰动面积也最大,为 35.65 hm²,占总扰动面积的 85.72%。项目开挖土石方 68 933 m³,其中开挖表土 930 m³,一般土方 14 546 m³、石方 53 457 m³,全部回填利用。

表 1 项目区占地面积和扰动面积 hm²

水土流失防治分区		占地面积	扰动面积
光伏阵列区	光伏场区	142.58	35.65
	箱变区	0.13	0.13
升压站区		0.46	0.46
集电线路区		0.12	0.12
连接道路区	改建道路区	1.78	1.78
	新建道路区	3.27	3.27
施工营地区		0.18	0.18
合计		148.52	41.59

依据式(1)计算,各预测单元(防治分区)土壤流失量见表 2。由表 2 可知,项目建设期(包括施工期和自然恢复期)可能产生的土壤流失总量为 2 297.54 t,其中新增土壤流失量 1 276.53 t,占总量的 55.56%。从各防治分区来看,整个项目建设期光伏阵列区新增水土流失量最多,为 1 145.10 t,占总新增量的 89.70%;其次是连接道路区,新增水土流失量 116.04 t,占总新增量的 9.09%。因此,光伏阵列区是项目水土流失重点防治区,连接道路区也需做好水土流失防护。

4 水土保持措施设计

4.1 设计原则

项目建设中虽动用土石方总量不多,但项目占地面积大,扰动区域点多面广,土石开挖、各种材料运输

表2 土壤流失量预测结果

预测单元	预测时段	土壤侵蚀背景值/ [$\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$]	扰动后土壤侵蚀模数/[$\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$]		扰动面 积/ hm^2	扰动 时长/a	背景土壤 流失量/t	预测土壤 流失量/t	新增土壤 流失量/t
			第一年	第二年					
光伏阵列区	施工期	973	3 800		35.78	0.83	288.96	1 128.50	839.54
	自然恢复期	973	1 800	1 000	35.78	2.00	696.28	1 001.84	305.56
升压站区	施工期	554	4 000		0.46	0.50	1.27	9.20	7.93
	自然恢复期	554	1 800	1 000	0.09	2.00	1.00	2.52	1.52
集电线路区	施工期	1 000	4 000		0.12	0.50	0.60	2.40	1.80
	自然恢复期	1 000	1 800	1 800	0.07	2.00	1.40	2.52	1.12
连接道路区	施工期	799	4 500		5.05	0.5	20.17	113.63	93.46
	自然恢复期	799	2 800	2 500	0.61	2.00	9.75	32.33	22.58
施工营地区	施工期	661	3 500		0.18	0.33	0.39	2.08	1.69
	自然恢复期	661	1 800	1 000	0.09	2.00	1.19	2.52	1.33
合计							1 021.01	2 297.54	1 276.53

和堆存、集电线路埋设及道路新(改)建等活动都极易产生水土流失。因此,在进行水土保持措施设计时,应遵循以下原则:

1) 强化“预防为主、保护优先”的水土保持理念。贵州属于山区省份,地形起伏较大,工程建设的施工条件普遍较差,特别是农业光伏电站项目,大多数布设在较为偏远的农村地区,项目占地面积较大,工程建设对地表扰动范围广,地表植被一旦被破坏就难以自然恢复。这就要求项目在主体设计阶段,要深入贯彻“预防为主、保护优先”的水土保持理念,优先选择对地表破坏扰动小的施工工艺和建设方式。如:采用小型机械钻孔、高低腿支架、柔性支架等方式安装光伏板,避免台阶式大规模整地;集电线路的布设采用桥架敷设或与道路共同埋设的方式,以减少地表扰动;充分利用原有道路和光伏阵列区内部便道,以避免新建道路。

2) 加强表土综合利用规划。表土是珍贵的自然资源,特别是在西南山区,土层较为瘠薄,一旦被破坏,基本上就没有可替代的。目前贵州省内绝大部分新能源项目为农业光伏项目,在实现光伏发电的同时,保护好光伏阵列区内的表土资源是一项重点工作。对可剥离表土区要做到“应剥尽剥”,光伏阵列区可不集中剥离表土,就近分散剥离和回覆使用;其他区域表土可集中剥离、堆放和利用。另外,建设单位应按照水土保持方案要求,把表土资源的保护和利用列入合同约定。

3) 注重项目施工管理。在施工组织设计中需明确施工土石方调配要求及水土保持要求,合理安排施工进度、施工工艺和时序。施工单位应在指定的地点、范围开展施工,光伏阵列区要注意对地表植被和表土的保护,清表时不能清除植物根系,并采用苦盖等措施保护地表;新建道路区要严格控制施工红线范围内,严禁乱挖乱弃,重点做好下边坡的拦挡,可采取砌石、彩钢桩、竹串片板等拦挡方式,避免顺坡溜渣。

4) 以生态为主。山区农业光伏电站项目区自然地貌复杂多样,项目建设时除了影响主体工程安全的区域,其余区域应以绿色工程、生态工程、低碳工程为

主;植物措施以草灌为主,有条件的区域可采取乔灌草搭配的方式,同时做好生态防护,以形成立体的水土流失防治措施体系;树草种宜选择当地的乡土树草种,尽可能恢复原有的生态环境。

4.2 措施配置

按照《生产建设项目水土流失防治标准》(GB/T 50434—2018),鸡场坡光伏项目水土流失防治标准执行西南岩溶区一级标准。结合项目区地质地理条件、水土流失状况及工程建设特点,分区施策,因地制宜为各防治分区配置水土保持措施(见表3),以合理控制项目建设引起的水土流失,减少项目建设对区域生态环境产生的影响。

表3 鸡场坡光伏项目水土保持措施配置

水土流失防治分区	工程措施	植物措施	临时措施
光伏阵列区	土地整治,设置截排水沟	撒播绿肥草种,恢复地表植被	
升压站区	表土剥离,设置截排水沟、排水管、雨水检查井,综合护坡,土地整治,回覆表土	植树种草,绿化美化	临时苦盖
集电线路区	土地整治	按原土地利用类型恢复植被	
连接道路区	设置截排水沟、挡墙、沉沙池、排水涵管,表土剥离、土地整治	设置种植槽,种植攀缘植物	临时苦盖、临时拦挡
施工营地区	表土剥离、土地整治、回覆表土	按原土地利用类型恢复植被	临时苦盖、临时排水沟、拦挡

1) 光伏阵列区。该区占地面积 142.71 hm^2 ,水土流失防治重点是做好预防保护,尽量减少施工扰动及优化施工工艺等。在山坡安装光伏阵列时,采用小型机械或人工方式打钻孔,避免对场地进行全面开挖和平整;阵列基础采用直径 300 mm 的钢筋混凝土灌注桩基础,结合无人机运送施工材料,可减少项目建设对原地表的扰动。光伏阵列区水土保持措施布置:①根

据地形地貌和上游汇水情况,沿该区上游和原汇流沟道设置截排水沟 134 m;②施工结束后,在打孔桩附近、材料堆放区域和运输区域就地翻松、平整、改良土壤,共整治土地 23.32 hm²;③在扰动区域撒播绿肥草种 23.32 hm²,以恢复地表植被,并为后期光伏板下农业项目开展创造良好的种植条件。

2) 升压站区。该区占地面积 0.46 hm²,占地面积不大且施工简单,产生的水土流失较少,采取的水土保持措施为:①施工前剥离表土 0.12 hm²,集中堆存和临时苫盖;②在周边和区内设置截排水沟、排水管 200 m,设置雨水检查井 10 座;③对开挖或填方边坡进行综合防护,综合护坡 783 m²;④施工结束后土地整治,回覆表土,植树种草,绿化美化。

3) 集电线路区。该区占地面积 0.12 hm²,集电线路采用桥架结合的架空方式敷设,其水土流失防治重点是做好施工过程的土石方管理,防止乱挖乱弃;施工结束后对施工迹地进行土地整治,就地翻松和平整土壤,按原土地利用类型恢复植被。该区综合治理面积约 0.03 hm²。

4) 连接道路区。该区占地面积 5.05 hm²,水土流失防治重点是施工过程中的土石方管理和边坡防护。其水土保持措施布置:①施工中做好下边坡临时拦挡,设置各类临时拦挡约 200 m,以防止顺坡溜渣;②沿道路内侧和边坡上沿设置截排水沟 7 029 m、坡脚挡墙 926 m,同时配套排水涵管、沉沙池;③在高陡边坡区域设置种植槽,种植攀缘植物,综合防护面积约 0.30 hm²;④临时堆土处、开挖边坡采取临时苫盖措施,以减少扬尘和雨水冲刷。

5) 施工营地区。该区占地面积小,为 0.18 hm²,主要用于材料临时堆放,新增水土流失量较小。其水土保持措施布置:①施工前剥离表土,集中堆存和临时苫盖;②在营地周边布置临时排水沟和拦挡措施;③施

工结束后,对施工迹地进行土地整治,就地翻松和平整土壤,回覆表土,并按原土地利用类型恢复植被。该区综合治理面积约 0.18 hm²。

5 结束语

实现“双碳”目标的关键是有效进行碳减排^[2]。在全球碳中和加速推进的过程中,储能技术的不断创新已成为全球制造业必争高地。随着光伏产业从平原地带转向光照资源更丰富的山地,贵州省加大了推动光伏电站项目建设的力度,推出了“光伏+农业”模式,探索了“农光互补”产业应用的途径,逐渐打造出绿色能源技术与传统农业融合发展的新业态。因此,做好山区农业光伏电站项目水土流失防治工作,既可以让水土保持措施充分发挥保碳、减排、增汇的碳汇作用,助力碳中和目标实现,又可减少工程建设对当地农业生产及生态环境造成的负面影响,促进当地生态、经济、社会协同共进,融合发展。

[参考文献]

- [1] 黄志军. 山地光伏发电项目的水土治理防治措施[J]. 中国高新科技, 2023(18): 145-147.
- [2] 何李丽, 张恒. “双碳”目标下我国能源转型路径[J]. 上海节能, 2023(9): 1285-1294.

收稿日期: 2024-06-22

基金项目: 贵州省水利科技经费项目(KT202331)

第一作者: 杨梅(1988—), 女, 贵州贵阳人, 工程师, 学士, 主要从事水土保持监测、规划、设计等工作。

通信作者: 罗松平(1983—), 女, 贵州铜仁人, 高级工程师, 博士, 主要从事水土保持与生态修复等工作。

E-mail: 10574053@qq.com

(责任编辑 张绪兰)

河南省水利厅召开全省水土保持工作会议

9月4日至5日,河南省水利厅召开全省水土保持工作会议。厅党组成员、副厅长李建顺出席会议并讲话。

会议指出,2024年是贯彻落实中共中央办公厅、国务院办公厅《关于加强新时代水土保持工作的意见》和《河南省加强新时代水土保持工作实施方案》的关键一年,做好水土保持各项工作意义重大。

会议强调,要从水土保持是基本国策、是江河保护治理的根本措施、是生态文明建设的必然要求、是绿色低碳发展的有效途径、是乡村振兴的重要抓手等几方面深刻认识国家对水土保持的定位,努力构建全社会

水土保持工作新格局。

会议要求,要准确把握当前新形势新要求,认真落实中央和河南省委、省政府决策部署。一要肯定成绩增信心,对标对表查短板,全面增强水保工作的紧迫感。二要找准定位明方向,紧盯目标抓重点,全力做好今后一个时期水土保持工作。三要强化措施抓落实,改革创新增动力,全面夯实新时代水土保持工作保障基础。

厅二级巡视员蔡玉靖主持会议。各省辖市、济源示范区、航空港区水利局,厅机关有关处室、厅属有关单位负责同志参加会议。