

Centralized mountain photovoltaic basic construction technology and safety management measures

Chencheng Liu Yabin Huang Luo Li Long Jin Yuanbin Tan

China Construction Fifth Engineering Bureau Third Construction Co., Ltd., Changsha, Hunan, 410000, China

Abstract

This article focuses on the characteristics and technical challenges of centralized mountain photovoltaic infrastructure construction. It systematically analyzes the construction challenges faced by such projects in complex terrains and proposes corresponding safety management measures. The article highlights that mountain photovoltaic projects are characterized by large-scale construction, complex terrain, high safety risks, and significant seasonal impacts, which impose higher demands on construction technology and management. By optimizing design, enhancing preparatory work, and employing scientific pile foundation drilling and concrete pouring techniques, the quality of the project can be significantly improved. Additionally, to address safety management challenges such as forest fire prevention, steep slope operations, traffic management, and pest control, the article suggests several strategies, including setting up firebreaks, building access roads, strengthening transportation control, and equipping snake repellent devices, all aimed at ensuring the smooth implementation of the project and the safety of personnel.

Keywords

basic construction; safety management; mountain photovoltaic

集中式山地光伏基础施工技术及安全管理措施

刘陈诚 黄雅彬 黎罗 金龙 谭源斌

中建五局第三建设有限公司, 中国·湖南长沙 410000

摘要

本文围绕集中式山地光伏基础施工的特点与技术难点, 系统分析了此类项目在复杂地形条件下的施工挑战, 并提出了相应的安全管理措施。文章指出, 山地光伏具有建设规模大、地形复杂、安全风险高和季节性影响明显等特点, 对施工技术和安全管理提出了更高要求。通过优化设计、加强前期准备、采用科学的桩基钻孔及混凝土浇筑技术, 可有效提升工程质量。同时, 针对山林防火、陡坡作业、交通及毒虫防治等安全管理难点, 提出了包括设置防火隔离带、修建便道、加强运输管控及配备驱蛇防护装备等多项应对策略, 旨在保障工程顺利实施与人员安全。

关键词

基础施工; 安全管理; 山地式光伏

1 引言

近年来, 随着“双碳”目标的提出, 国家持续推进产业结构和能源结构调整, 大力发展可再生清洁能源。集中式山地光伏建设具有“建设规模大、工期短、施工工程量大、施工现场面积广、场地地形复杂、道路陡峭曲折、施工难度大、施工地点偏僻、信息传递困难”等各项特点。山地光伏一般布置在南坡的山体上, 个别部位山体自然坡度达到 30° 以上, 施工条件差, 因山地坡度的影响, 在落实光伏支架基础施工技术的同时, 还应做好安全管理工作, 采取专业的管理措施和方法显得尤为重要。

2 集中式山地式光伏基础工程特点

市场发展前景好: 从近几年来看, 山地光伏的发展趋势非常稳定, 其安装量不断增加, 且正在不断推动山地光伏发电市场的规模和效率。地形复杂、施工条件艰苦: 山地式光伏组件基础位于地势起伏较大的山区, 山地场区坡面施工部分坡度陡峭已达 30° 以上、坡底临水而依; 这种地形复杂性增加了项目的施工难度。复杂的地形可能导致运输困难、支架基础施工复杂以及对施工设备和人员的要求更高, 人员、设备站立不便。

安全风险大、环境保护措施: 山地施工面临更多的自然风险, 山地光伏项目建设过程中需要特别注意环境保护, 比如控制噪音、粉尘和废水排放, 避免对周围生态环境造成负面影响, 施工中不可避免的破坏原有地貌, 要在建设过程中实现环境影响最小化。

【作者简介】刘陈诚 (1991-), 男, 中国湖北公安人, 本科, 工程师, 从事新能源项目管理研究。

季节性施工影响：不同季节的天气变化（如雨季、冬季）会对施工进度产生影响，因此需要制定相应的应对措施来保证工程顺利进行。

3 施工技术

3.1 设计过程

从近几年来看，山地光伏项目的设计和建设面临着诸多特点和难点，这需要充分考虑山地地形的复杂性和特殊性，设备的选型以及电气系统设计要确保电站的安全性、稳定性和发电效率。

开展集中式山地光伏基础施工作业之前，设计人员需要合理设计光伏发电系统，充分分析复杂的地形地貌形式包括高程分析、坡度与坡向分析，地貌类别识别等，对光伏组件选型与布局进行优化并细化，对电气与控制系统设计，尽可能简化工程技术操作内容和流程，山地光伏项目设计灵活调整，确保更好地适应山地环境。

3.2 准备工作（资源准备、清表场平、测量放线）

集中式山地光伏基础施工前，施工人员要在具体开展项目施工作业之前做好相应的准备工作。

首先是技术准备：一是对工程项目图纸行熟悉，并将定期组织各部门尤其是现场施工员进行规范及标准、图集的学习。二是测量基准交底、复测及验收：对建设单位移交的测量控制点进行复测，并将控制点对现场施工员进行交底。三是测量器具的送检和校正：确保器具都在校准合格期内。四是做好岗前培训和技术交底工作：对于现场管理人员和技术人员进行系统的岗前培训，做好现场技术交底工作，各个现场管理人员都应熟悉图纸和熟悉规范，严格按图施工，按规范施工，对于重点工序和步骤应做好技术交底工作。

其次是现场准备：一是施工运输主干道的修筑与拓宽；二是临时用电用水设备的准备，三是场内施工道路：从现有乡村道路引接，结合现场地形和充分利用场内现有土便道，少数土便道存在转弯半径较小的情况，需要局部拓宽。

再次是资源准备：一是劳动力资源的组织，二是机械设备和机具准备。

桩基钻孔技术：在基础钻孔施工的过程中，施工人员主要需要利用山地式光伏基础钻孔技术为后续基础浇筑奠定良好的基础，从而确保整体工程项目建设施工的科学性。开展这个环节的施工操作时，要注意从以下几个方面控制工程建设施工质量。

第一，施工人员要做好现场勘察工作，充分了解施工现场的实际情况，合理制定工程项目建设施工方案，分析可能产生的施工效果。可以根据现阶段支架基础施工开展项目施工操作，如采用履带式潜孔钻机、旋挖钻、履带高低腿光伏打桩机为主要设备进行钻孔，通过试钻对后续作业进行指导。正式钻孔采用机械成孔，开始钻进时，应控制进尺速度及钻压，采用“低压慢进”的措施，再以正常速度钻进。钻

孔作业必须连续进行，不得中断。因故必须停钻时，孔口必须加盖防护，并且必须把钻头提出孔道，以防埋钻。否则很容易影响工程建设施工效果。

第二，施工人员要对钻孔深度、垂直度、虚土深度等进行合理控制，开展施工作业时保证各参数满足规范以及图纸规定的范围之内。

第三，部分施工人员在作业期间会受到天气情况的影响，特别是会在降雨时期影响工程结构的性能。这就要求施工人员在工程项目建设施工过程中注意防止钻孔底部发生积水现象，做好钻孔底部防水施工，对其进行排水；避免雨水流入钻孔底部影响工程项目整体施工质量，否则还会拖延施工进度，不利项目建设运营。

光伏基础钢筋及支模施工：这个环节的操作要求施工单位组织专业素养较高的团队完成施工任务，同时要使用符合质量要求的原材料，保证基础浇筑前后施工的科学性与合理性，为提高支架稳定基础质量奠定良好的基础。

第一是钢筋加工笼的制作与安装，施工人员在现场操作中要根据图纸进行钢筋笼的制作、保护层的设置，预埋螺栓的固定；

第二是基础模板的安装：首先分析施工现场是否存在特殊的地质条件，在选择模板材料时，应考虑材料的耐磨性和周转次数，保证其可以满足工程项目建设施工标准，减少后期施工中可能产生的问题。

光伏基础浇筑及养护：基础浇筑及养护质量对于整个基础的使用寿命来说会产生较大的影响，尤其是会影响基础的受力情况。开展基础浇筑施工作业时，施工人员首先选用商品砼使用，保证混凝土原材料的质量。混凝土的运输针对于每种坡度选用不同的施工方案。

施工人员要合理落实浇筑养护技术，在模板钢筋隐蔽验收合格后，再落实基础浇筑技术，加强对工程项目整体施工质量的控制效果。实施回填沟槽技术操作的过程中，施工人员如果发现管道存在质量问题或者存在缺陷，就应及时对其进行维护，确保管道在后期使用的过程中能够达到相应的标准^[1]。

3.3 安全管理措施

重视山林防火管理：山地式光伏基础施工场地都在山地，以下行为都能引发火灾。一是节日庆祝及祭祀引起的火灾、农民烧荒引起的火灾、雷击引起的火灾。二是光伏场区动火作业--动火动焊未做好防火措施、随意丢弃烟头等行为引起的火灾。三是违规用电造成线路超负荷引起的火灾。四是易燃物品存放处置不当引起的火灾。针对以上现场管理安全问题采取以下措施进行防治。一是加强现场踏勘，对施工场区存在的祭祀点、坟墓等进行准确摸排，充分了解光伏电站地址周围土地属性。二是动火作业严格执行作业审批，动焊作业人员持证上岗，专人监护，设置接火斗，做好焊渣防护措施、灭火器材设置，场区施工所有人员严禁吸烟，

严禁携带香烟、打火机等进入光伏山区施工现场。三是临时用电发电机用线路需满足规范要求,严禁一闸多接,使用的带漏电短路保护功能的盘插必须单回路接电用电。四是现场易燃材料等危险物品应存放在特定位置,做好防火隔离间距。施工现场应根据实际情况配备足够的灭火器等消防器材以及防毒面具、消防服、消防帽、消防靴等消防防护装备,配备的消防器材和消防防护装备应符合要求。

五是光伏施工场区周围设置防火标识牌,定期开展防火宣传,加强周边村民防火安全教育。施工场区设置专人安保值守巡查,发现异常情况,随时上报与处理。六是成立应急消防救援队,为应急防火灭火救援及时性,成员为现场项目管理人员、分包管理人员、流动作业人员、所有到达一线的施工项目成员,成员都有义务在第一时间发现火情时进行扑灭,为防止复燃,扑灭标准为“无明火、无烟、无温度”三无标准。

山地陡坡作业安全管理:山地场区坡面施工部分坡度陡峭已达 30° 以上、坡底临水而依;微型灌注桩打孔、混凝土浇筑、支架安装、光伏组件安装、材料运输环境条件差,人员、设备站立不便,如何保证坡面施工安全是管理难点。安全管理措施为:一是在确保山林环保、绿植覆盖量合格的要求下,修建施工便道。二是根据地形地貌合理选型钻孔设备,在便道不能修建、机械不能到达的位置选用人工钻孔。三是运用缆索、有轨运输、无人机等方式进行材料搬运。

注重交通安全管理:一是场外运输风险:设备组件运输到达施工场地,将会途经学校、医院、商城、集镇等人流量较大场所,这些道路场所社会人员聚集、老人、小孩众多,稍有不慎既有可能发生人员车辆碰撞等交通安全事故。二是山区运输风险:光伏组件等设备需要通过山区运输道路到达各材料集中堆放场地,这些运输道路与地方交通或有交叉,或道路狭窄,或为原有山脊防火通道借道、转弯角度小、盲区多、坡度大、无会车调转点、傍山临崖而置,极易发生车辆倾翻、坠崖等交通安全事故。解决措施如下:

(1)在选择运输车辆、方式和路线时,要考虑到货物的重量、体积、质量和运输距离等因素,选择最适合的运输方式和路线和运输车辆,运输路线上,提前做好踩点规划,确保货车正常安全通行^[2]。

(2)进入山区道路,根据道路环境设置明显的交通警示标志,省乡道路人流量较大位置设置减速带,乡镇道路交

叉口、转弯盲角设置凹凸镜,限速标牌,施工路段标志。

(3)山区场内施工范围道路行车严格限速行驶 15km/h ,车辆交汇时,大车让小车,转弯让直行,在宽度变窄至6米以下的路段通过前,提前在会车点等待观察,在确认无来车的情况下再进行通行。

(4)运输车辆灯光、制动、转向系统、轮胎情况应保证良好,应设有倒车蜂鸣器及后置摄像头,在倒车时防止将后面跟车人员或车辆卷入、碰撞。

(5)改装的施工机械车辆后视镜应完好、刹车应灵敏、车尾处安装微波声光报警器,倒车前先观察后方情况,确定安全后再倒车。

(6)载货车辆、三轮车严禁载人。

注重山地毒虫防治安全管理:山区地形复杂,植被丰富,虫蛇种类繁多,夏季雨水较多,各种蛇、虫活动开始频繁给施工人员的安全带来极大威胁。因环保要求植被不能清除,毒虫蛇类出没无法直观可见,如何驱蛇避蛇防止蛇咬是安全管理的难点。采取如下措施进行防治。(1)加强虫蛇防控宣传,提高施工人员自我防护意识。

(2)山区作业人员按要求穿戴好劳保用品,穿上高腰鞋或雨鞋、长裤、必要绷紧裤脚,前期进入山林时,在行进途中,可用树棍等不断打击地面、草丛、树干,所谓打草惊蛇,以利于虫蛇回避(蛇对于从地面传来的震动很敏感,但听觉十分迟钝,不能接受空气传导来的声波,高声说话对驱蛇无效)。发现毒蛇后的第一时间通知其他人员,并绕行或确定毒蛇游走,方可继续前行或作业,以确保人员安全^[1]。

4 结语

综上所述,开展集中式山地光伏基础施工管理工作时,应准确落实各项技术方法,同时加大工程安全管理力度,明确工程项目建设施工的具体要求,优化电力光伏基础设施建设效果,构建高质量光伏发电系统,促使城市区域的生态环境得到有效保障,为促进城市可持续发展保驾护航。

参考文献

- [1] 王炜贵,孙浩杰,张轩,等.山地光伏支架基础灌注桩适应性选择[J].四川建材,2024,50(12):103-104+118.
- [2] 曹佳,刁元,胡春,等.论山地光伏施工全过程安全管理要点[J].生态与资源,2024,(11):120-122.
- [3] 郭敏敏,蒋昊楠.山地光伏微孔灌注桩基础质量控制技术研究[J].红水河,2024,43(04):86-89.