

山地光伏发电建设项目施工管理对策研究

张 进¹ 杜先文² 肖云省² 曹高强² 黄 壮²

1. 四川盐源华电新能源有限公司 四川 盐源 615700

2. 中建八局西南建设工程有限公司 四川 成都 610000

摘 要：随着能源需求的不断增长和对清洁能源的追求，山地光伏发电建设项目日益增多。然而，山地环境复杂，给项目施工管理带来诸多挑战。本文分析了山地光伏发电建设项目施工管理的重要性，探讨了施工管理中的难点，包括施工质量不稳定、运输困难、受季节变化影响等，并提出了相应的施工管理对策，如加强对施工人员的管理、编制详细的施工技术方案、建立完善的质量管理体系和加强成本控制等，旨在提高山地光伏发电建设项目的施工管理水平，确保项目顺利实施，实现预期的经济效益和社会效益。

关键词：山地光伏发电；建设项目；施工管理；难点；对策

引言

山地光伏发电作为一种可再生能源利用形式，具有广阔的发展前景。其利用山地丰富的太阳能资源，将太阳能转化为电能，为缓解能源危机和减少环境污染做出贡献。然而，山地光伏发电建设项目的施工环境复杂，与平原地区相比，存在诸多不利因素，如地形起伏大、交通不便、气候多变等，这些因素给项目的施工管理带来了较大的难度。因此，深入研究山地光伏发电建设项目的施工管理对策具有重要的现实意义。

1 山地光伏发电建设项目的施工管理的重要性

(1) 山地光伏发电建设项目涉及到大量的设备安装和基础设施建设工作，如光伏组件的精确安装、支架的稳固搭建以及电气系统的合理布线等。施工过程中的任何一个环节出现质量问题，都可能影响整个光伏发电系统的性能和发电效率。通过科学有效的施工管理，可以确保施工人员严格按照设计要求和施工标准进行操作，对原材料、构配件和设备的质量进行严格把控，从而保证项目的建设质量，提高光伏发电系统的长期稳定性和发电效率，为项目的长期稳定运行奠定坚实基础。(2) 山地地形复杂，地势起伏较大，施工现场存在诸多安全隐患，如高处坠落、坍塌、滚落等风险。此外，施工过程中还涉及到电气设备安装和调试等工作，存在触电等安全风险。有效的施工管理能够制定并实施完善的安全管理制度和防护措施，为施工人员提供必要的安全培训和防护装备，加强施工现场的安全监督和检查，及时发现并消除安全隐患，确保施工人员的人身安全和身体健康，避免因安全事故导致的人员伤亡和财产损失，保障项目的顺利推进。(3) 施工管理在山地光伏发电建设项目成本控制方面发挥着关键作用。通过合理规划施工进度，优化施工方案，合理安排人力、物力和财力资源，可以避免不必要的返工和浪费，降低施工成本。例如，精确计算原材料的用量，避免材料的过度采购和积压；合理调配施工机械设备，提高设备的利用率，减少设备租赁费用。同时，严格的质量控制可以减少因质量问题导致的后期维修和更换成本，确保项目在预算范围内完成，提高项目的经济效益和投资回报率，增强项目的市场竞争力。(4) 山地光伏发电建设项目通常有明确的工期要求和并网发电时间节点，施工进度的延迟将直接影响项目的收益和投资方的利益。施工管理通过制定详细的施工计划，合理安排各施工工序的先后顺序和时间跨度，协调各施工队伍和部门之间的工作，及时解决施工过程中出现的技术难题、物资供应问题和外部干扰因素，确保项目按照预定的进度计划顺利推进，按时完成建设任务并实现并网发电，满足市场对电力的需求，提升项目的社会效益和行业影响力。

度，优化施工方案，合理安排人力、物力和财力资源，可以避免不必要的返工和浪费，降低施工成本。例如，精确计算原材料的用量，避免材料的过度采购和积压；合理调配施工机械设备，提高设备的利用率，减少设备租赁费用。同时，严格的质量控制可以减少因质量问题导致的后期维修和更换成本，确保项目在预算范围内完成，提高项目的经济效益和投资回报率，增强项目的市场竞争力。(4) 山地光伏发电建设项目通常有明确的工期要求和并网发电时间节点，施工进度的延迟将直接影响项目的收益和投资方的利益。施工管理通过制定详细的施工计划，合理安排各施工工序的先后顺序和时间跨度，协调各施工队伍和部门之间的工作，及时解决施工过程中出现的技术难题、物资供应问题和外部干扰因素，确保项目按照预定的进度计划顺利推进，按时完成建设任务并实现并网发电，满足市场对电力的需求，提升项目的社会效益和行业影响力。

2 山地光伏发电建设项目施工管理难点

2.1 施工质量不稳定

(1) 山地地形起伏较大，导致基础施工难度增加。不同位置的地基承载力存在差异，若在基础施工过程中未能准确勘察和处理，可能会使基础出现不均匀沉降，进而影响光伏支架和组件的安装精度和稳定性，最终导致发电效率下降甚至组件损坏。(2) 由于山地光伏发电项目的施工地点较为偏远，施工条件艰苦，可能难以吸引到高素质的施工人员。部分施工人员缺乏专业的技术培训和丰富的施工经验，对施工工艺和质量标准的掌握不够准确，在施工过程中容易出现操作不规范的情况，如光伏组件的安装角度不准确、电气连接不牢固等，从而影响施工质量^[1]。(3) 山地交通不便，材料运输过程

中可能会受到颠簸、碰撞等因素影响,导致材料损坏或性能下降。此外,材料的存放条件也可能因山地环境的限制而无法达到要求,如防潮、防晒措施不到位,容易使材料受潮、老化,进而影响其质量和使用寿命,给工程质量带来隐患。

2.2 运输困难

(1) 山地地区的道路状况通常较为恶劣,道路狭窄、弯曲且坡度较大,路面状况不佳,部分路段甚至没有硬化路面或根本没有现成的道路可供运输车辆直接通行。这使得大型施工设备和大量建筑材料的运输面临重重困难。例如,运输光伏组件的平板拖车可能无法在狭窄的山路上转弯或掉头,运输混凝土搅拌车可能因坡度太大而无法行驶至施工现场,需要对道路进行拓宽、平整和加固等改造工作,但这不仅成本高昂,而且耗时较长,严重影响了材料和设备的运输效率,增加了项目的建设成本和施工周期。(2) 山地特殊的地形条件对运输设备的类型和性能提出了更高的要求。一些常规的运输车辆和设备无法满足山地运输的需求,如超长、超宽、超重的光伏组件和大型施工机械设备,需要专门的特种运输车辆和设备来进行运输。然而,这些特种运输设备的数量有限,调配难度较大,且租赁费用较高。同时,在山地运输过程中,还需要考虑运输设备的安全性和稳定性,如配备合适的刹车系统、防滑装置和稳定支撑结构等,这进一步增加了运输设备的使用成本和技术难度。此外,由于山地交通不便,运输设备在运输过程中一旦出现故障,维修和救援工作也相对困难,容易造成运输延误和货物滞留,对项目施工进度产生不利影响。

2.3 受季节变化影响

(1) 山地地区在雨季时,降雨量较大且降水集中,容易引发山体滑坡、泥石流、洪水等地质灾害和洪涝灾害。这些灾害不仅会对施工现场的人员生命安全和设备财产造成严重威胁,还可能导致施工道路被冲毁、基础被淹没、材料被冲走等情况,使施工无法正常进行,严重影响施工进度。此外,雨水的浸泡会使土壤变得松软,增加了基础施工的难度和风险。例如,在进行基础混凝土浇筑时,雨水可能会冲刷混凝土表面,导致混凝土强度降低、出现蜂窝麻面等质量问题;在电气设备安装过程中,潮湿的环境可能会影响电气设备的绝缘性能,引发电气故障和安全事故。(2) 在寒冷的冬季,山地气温较低,可能会出现积雪、冰冻等天气现象。积雪覆盖施工现场会阻碍施工人员的行动和设备的操作,增加施工难度和安全风险。例如,施工人员在积雪路面上行走容易滑倒摔伤,施工机械设备在低温下启动困难,

运行效率降低,且容易出现故障。同时,低温天气对混凝土浇筑、管道安装等施工工序也会产生不利影响。混凝土在低温环境下凝结时间延长、强度增长缓慢,容易出现裂缝,影响基础和结构的质量;管道在低温下可能会发生冻裂,导致管道漏水、漏气,影响电气系统和给排水系统的正常运行^[2]。此外,冬季施工还需要采取额外的保暖、防寒和除雪除冰措施,如搭建暖棚、加热原材料、使用防冻液等,这无疑增加了施工成本和管理难度,对项目的经济效益和施工进度产生一定的压力。

3 山地光伏发电建设项目施工管理对策

3.1 加强对施工人员的管理

(1) 提高施工人员的招聘门槛,优先选择具有丰富的光伏发电项目施工经验和相关专业技能证书的人员。在招聘过程中,进行严格的面试和技能考核,确保施工人员具备良好的技术水平和职业素养,能够适应山地复杂的施工环境。(2) 定期组织施工人员进行专业技能培训,包括光伏组件安装技术、电气设备连接规范、基础施工工艺等方面的培训,使施工人员熟悉并掌握最新的施工技术和质量标准。同时,加强安全培训,通过案例分析、现场演示等方式,提高施工人员的安全意识,使其掌握必要的安全防护知识和应急处理技能,如高处作业安全防护、火灾逃生等。(3) 建立完善的激励机制,对施工质量高、工作效率快、安全意识强的施工人员给予物质和精神奖励,如奖金、荣誉证书等,激发施工人员的工作积极性和主动性。同时,加强对施工人员的考核,制定详细的考核指标,如施工质量达标率、施工进度完成情况、安全事故发生率等,对不达标的施工人员进行批评教育和相应的处罚,如扣除奖金、重新培训等,促使施工人员不断提高自身的工作水平。

3.2 编制详细的施工技术方案

(1) 在项目开工前,组织专业的勘察团队对山地地形进行详细的勘察,包括地形地貌、地质条件、土壤性质、坡度等信息。根据勘察结果,绘制详细的地形图和地质图,并对不同区域的地形特点进行分析,为施工技术方案的编制提供准确的数据支持。(2) 针对山地地形起伏大、地基承载力不均匀的问题,优化基础施工方案。采用桩基础、扩展基础等多种基础形式相结合的方式,根据不同位置的地质条件和承载要求,合理选择基础类型和尺寸。在基础施工过程中,严格控制基础的深度、垂直度和混凝土浇筑质量,确保基础的稳定性和承载能力,为光伏支架和组件的安装提供坚实的基础。(3) 根据山地道路条件和运输设备情况,制定详细的运输方案。对于可通行的道路,进行拓宽、加固和修缮,

确保运输车辆能够安全通行。对于无法通行的路段,考虑采用索道运输、轨道运输等特殊运输方式,或者开辟临时施工便道。同时,合理安排运输时间和运输路线,避免在恶劣天气条件下进行运输,减少运输过程中的风险和损失。(4)结合山地地形和施工工艺要求,合理安排施工顺序。遵循先地下后地上、先基础后安装的原则,优先进行基础施工和场地平整工作,为后续的设备运输和安装创造条件。在施工过程中,合理调配施工队伍和机械设备,避免各施工工序之间的相互干扰,提高施工效率。

3.3 建立完善的质量管理体系

(1)建立健全质量管理体系,明确各部门和人员在质量管理中的职责和权限,制定详细的质量控制流程 and 标准。例如,建立质量检验制度,规定施工过程中的自检、互检和专检程序,确保每一道施工工序都经过严格的质量检验,合格后方可进入下一道工序。(2)加强对施工过程的质量检验和监督,配备专业的质量检验人员和检测设备,对原材料、构配件、设备和施工过程中的关键工序进行定期或不定期的检验和检测。如对光伏组件进行功率测试、外观检查,对电气设备进行绝缘电阻测试、耐压试验等,及时发现质量问题并采取有效的整改措施。同时,加强对施工现场的质量监督,对施工人员的操作行为进行规范和指导,确保施工质量符合要求^[3]。(3)建立质量追溯机制,对每一批原材料、构配件和设备的来源、使用部位、检验情况等信息进行详细记录,以便在出现质量问题时能够快速追溯到问题的根源,并采取相应的整改措施。对于发现的质量问题,建立问题台账,明确整改责任人、整改期限和整改要求,跟踪整改情况,确保问题得到彻底解决,避免质量问题的重复出现。

3.4 加强成本控制

(1)在项目开工前,根据项目的设计方案、施工技术要求 and 市场行情,编制详细的成本预算,包括人工成本、材料成本、设备租赁成本、运输成本、管理费用等各项费用的预算。成本预算应具有科学性、合理性和准

确性,为项目成本控制提供明确的目标和依据。(2)加强对施工过程中各项费用的控制,采取有效的成本控制措施。在人工成本控制方面,合理安排施工人员数量 and 工作时间,避免人员闲置和浪费;在材料成本控制方面,加强材料采购管理,选择质优价廉的材料供应商,合理控制材料采购数量,避免材料积压和浪费,同时加强材料的运输和保管,减少材料损耗;在设备成本控制方面,合理租赁和调配施工机械设备,提高设备的利用率,减少设备闲置时间和租赁费用;在运输成本控制方面,优化运输方案,选择经济合理的运输方式和运输路线,降低运输成本。(3)定期进行成本核算和分析,将实际发生的成本与成本预算进行对比,找出成本偏差的原因,并采取相应的调整措施。例如,如果发现某一阶段的人工成本超出预算,应分析是由于施工人员数量过多还是工作效率低下导致的,然后针对性地采取减少人员或提高效率的措施。通过成本核算与分析,及时发现成本控制中的问题,不断优化成本控制措施,确保项目成本控制在预算范围内。

结束语

山地光伏发电建设项目作为清洁能源发展的重要方向,其施工管理具有重要性和复杂性。通过加强对施工人员的管理、编制详细的施工技术方案、建立完善的质量管理体系和加强成本控制等一系列施工管理对策的实施,可以有效地解决山地光伏发电建设项目施工管理中的难点问题,提高施工质量和安全性,保证项目进度,控制项目成本,从而确保山地光伏发电建设项目的顺利实施,实现项目的经济效益和社会效益,为推动我国可再生能源事业的发展做出积极贡献。

参考文献

- [1]郭家庆.光伏电站工程建设的项目管理分析[J].集成电路应用,2021,38(12):160-161.
- [2]王艳国.山地光伏电站设计及施工特点[J].太阳能,2019(9):77-79.
- [3]李丰收.分布式光伏电站施工管理探讨与分析[J].居舍,2020(22):139-140.