

山地光伏施工技术研究与应用

李 宁

中国水利水电第七工程局成都水电建设工程有限公司 四川 成都 611130

摘要：山地光伏施工技术研究与应用是一项复杂而关键的工程。由于山地地形崎岖、气候条件多变，施工难度相对较大。因此，在施工过程中，需要充分考虑地形和气候的影响，选择合适的桩基和边坡防护技术，确保基础工程的稳定性和安全性。同时，还需研究光伏组件的安装与固定技术，确保组件在不同坡度和角度下都能稳定工作。此外，智能化的运维管理体系对于提高电站的运行效率和降低运维成本也具有重要意义。

关键词：山地光伏；施工技术；应用

引言：随着全球能源结构的转型与环境保护意识的提升，山地光伏施工技术研究与应用日显重要。山地环境复杂多变，对光伏电站的施工提出了更高的要求。因此，研究适应山地地形的光伏施工技术，对提高施工效率、确保电站安全稳定运行具有重要意义。本文旨在深入分析山地光伏施工的关键技术，探讨其在实践中的应用及优化策略，以期为推动清洁能源的发展提供技术支持和参考借鉴，促进能源与环境的可持续发展。

1 山地光伏电站建设特点与难点分析

1.1 山地地形特点及其对光伏电站建设的影响

山地光伏电站建设的首要特点便是地形崎岖不平。山区往往地势起伏，高低错落，这种地形特点使得施工难度大大增加。在建设过程中，施工队伍需要面对不同高度的山丘、沟壑和斜坡，这使得土地平整、土方开挖和回填等基础工程变得尤为复杂。同时，山地的坡度大、起伏大，也是光伏电站建设的难点之一。坡度较大时，不仅会影响基础的稳定性，还可能对光伏组件的安装和支架的设计带来挑战。起伏的地形则要求电站设计更加灵活，以适应地形变化，保持组件的采光效率和发电性能。此外，山地地貌多样，环境复杂。山区可能包括森林、草地、裸岩等多种地貌类型，每种地貌类型都需要采用不同的施工方法和环境保护措施。这种多样性不仅增加了施工难度，也要求项目团队具备更全面的技能和经验。

1.2 山地气候条件及其对光伏电站建设的影响

气候条件也是影响山地光伏电站建设的重要因素。山地气候往往湿润，多雨多雾。这种气候条件可能导致施工现场泥泞不堪，影响施工效率和工程质量。同时，雨水还可能对基础工程造成侵蚀和破坏，需要采取有效的防水和排水措施。此外，山地温度变化大，风力较强。这种气候条件要求光伏组件和支架具备更好的耐

热、耐寒和抗风性能。同时，在电站运行过程中，也需要加强对极端天气事件的预防和应对措施，确保电站的安全稳定运行。

1.3 山地光伏电站建设难点

基于上述地形和气候特点，山地光伏电站的建设面临一系列难点。首先，基础工程施工难度大。在崎岖不平的地形上施工，需要采取特殊的施工方法和设备，以确保基础的稳定性和耐久性。其次，光伏组件的安装与固定困难。由于地形和坡度的限制，组件的安装位置和方向需要更加精准，固定方式也需要更加牢固可靠。这要求项目团队具备丰富的施工经验和专业的技术能力。最后，电站运维管理也面临诸多挑战。山地环境复杂多变，电站的运维管理需要更加精细化和智能化。同时，还需要加强对自然灾害的预警和应对能力，确保电站的安全稳定运行。

2 山地光伏施工技术研究

2.1 基础工程施工技术研究

基础工程施工是山地光伏电站建设的首要任务，其质量直接关系到整个电站的稳定性和安全性。因此，在基础工程施工中，需要针对山地地形特点和气候条件，采用科学合理的施工技术和方法。（1）桩基施工技术。桩基施工是山地光伏电站基础工程中的关键环节。由于山地地形崎岖不平，岩石和土壤条件复杂，桩基施工难度较大。因此，在桩基施工前，需要进行详细的地质勘察和测量，了解地形和地质条件，确定合适的桩型和桩长。在施工过程中，应优先选择适应山地环境的施工机械和设备，如履带式挖掘机、旋挖钻机等，以提高施工效率和质量。同时，还应采取必要的措施，如注浆加固、扩大桩径等，以增强桩基的承载力和稳定性。（2）边坡防护技术。山地光伏电站建设往往需要在山坡上开挖基础，因此边坡防护显得尤为重要。边坡防护的主要

目的是防止山体滑坡、坍塌等地质灾害的发生,确保电站建设的安全。在边坡防护技术中,可以采用挡土墙、护坡、锚杆等措施。挡土墙可以根据地形和地质条件选择合适的材料和结构形式,如重力式挡土墙、悬臂式挡土墙等。护坡则可以采用植被护坡、混凝土护坡等方式,增强边坡的稳定性和抗冲刷能力。锚杆技术则适用于一些特殊的地质条件,如破碎岩层或软弱地基^[1]。

(3) 排水系统设计。山地光伏电站的排水系统设计至关重要,它关系到电站能否在雨季正常运作,以及基础工程的长期稳定性。由于山地地形容易导致雨水汇集和冲刷,因此,排水系统需要综合考虑地形、汇水面积、降雨量等因素。设计时,应合理规划排水沟的走向和宽度,确保能够有效收集并排出雨水。同时,排水沟的坡度和防护措施也应考虑在内,防止冲刷和侵蚀。此外,还可以设置集水井和排水管道,将雨水引入低洼地区或通过管道排出,减少对电站的潜在威胁。

2.2 光伏组件安装与固定技术研究

在山地光伏电站建设中,光伏组件的安装与固定是关键环节之一。这一过程需确保组件安装稳固、合理布局,以提高发电效率并延长组件使用寿命。(1) 支架选型与设计。支架作为支撑光伏组件的结构,其选型与设计直接决定了组件的安装效果。在山地环境中,支架需要具备良好的稳定性和适应性,以应对复杂地形和气候条件。选型时,可以考虑采用轻质、高强度的材料,如铝合金或不锈钢,以降低支架重量并提高抗风能力。同时,支架结构应具有足够的调节范围,以适应不同坡度和角度的安装需求。设计方面,应注重支架的强度和稳定性,确保在极端天气条件下仍能保持稳固。此外,支架的安装位置应合理布局,充分利用空间资源,并避免遮挡和阴影影响组件发电^[2]。(2) 组件安装方法与步骤。组件安装是一个技术性强、操作要求严格的过程。在安装前,需要对支架进行检查和调整,确保其平整度和稳定性符合要求。然后,按照预定的安装顺序和角度进行组件的安装。安装过程中,应注意保持组件之间的间距和排列整齐,避免互相遮挡。同时,安装人员应严格遵守安全操作规程,佩戴好安全防护用品,确保施工安全。此外,安装完成后还需对组件和支架进行整体检查,确保牢固可靠,无松动和损坏现象。(3) 固定件选择与安装技巧。固定件的选择对于光伏组件的稳固性和长期运行效果至关重要。在山地光伏电站中,由于地形复杂、气候条件多变,对固定件的要求更为严格。固定件应选用耐候性好、强度高、抗腐蚀能力强的材料,如不锈钢或特殊合金材料。此外,固定件的设计应考虑到

山地地形的不规则性,如坡度、凹凸等,确保能够在各种地形条件下牢固固定光伏组件。在安装技巧方面,固定件的安装应严格按照设计要求进行,确保安装位置准确、固定牢靠。安装过程中,需要控制力度和角度,避免对组件和支架造成损坏。同时,安装完毕后应对固定件进行检查和调整,确保无松动和移位现象。

2.3 电站运维管理技术研究

山地光伏电站的运维管理涉及电站的日常运行、故障处理、性能监测等多个方面,是保障电站安全稳定运行的重要环节。(1) 运维管理体系构建。建立科学有效的运维管理体系是山地光伏电站运维管理的关键。运维管理体系应包括电站的日常运维计划、故障处理流程、定期维护制度等内容,明确各级人员的职责和协作关系。同时,应建立完善的电站信息管理系统,实现电站运行数据的实时监测、记录和分析,为运维决策提供数据支持。此外,还应加强与设备供应商、维保单位等合作方的沟通协调,确保电站运维工作的顺利进行。(2) 故障诊断与处理技术。故障诊断与处理技术是电站运维管理的核心。在山地环境中,电站可能会面临各种复杂的故障情况,如组件损坏、支架断裂、线缆故障等。因此,运维人员应掌握故障诊断的基本方法和技巧,如通过电站信息管理系统进行数据分析、利用专业设备进行现场检测等,准确判断故障原因和位置。同时,运维人员还应具备处理各种故障的能力,如更换损坏的组件、修复断裂的支架等,确保电站的及时恢复运行^[3]。(3) 性能监测与优化。性能监测与优化是电站运维管理的重要内容。通过对电站运行数据的实时监测和分析,可以了解电站的运行状态、发电效率等关键指标,进而采取相应的优化措施,提高电站的性能和经济效益。运维人员应定期对电站进行性能评估,找出影响电站性能的关键因素,如阴影遮挡、灰尘污染等,并提出针对性的优化方案。同时,还应关注电站的维护情况,及时发现并处理潜在的维护问题,保证电站的长期稳定运行。

3 山地光伏施工技术应用实例分析

3.1 典型山地光伏电站案例分析

3.1.1 案例分析选择与依据

在选择分析的典型案例时,我们主要依据电站的建设规模、地形复杂度、气候条件以及技术创新性和成熟度。我们选择了一处位于我国西部山区的典型山地光伏电站作为分析对象,该电站不仅规模较大,且建设于地形崎岖、气候条件复杂的山地环境中,其施工技术应用具有较高的代表性和研究价值。

3.1.2 案例工程概况及特点

该山地光伏电站位于海拔较高、地形复杂的山区，占地面积广阔，装机容量较大。电站所在地区气候多变，冬季寒冷，夏季炎热，且常伴有大风、暴雨等极端天气。这些特点使得电站的基础施工、组件安装及运维管理等环节都面临极大的挑战。电站设计充分考虑了地形特点，采用了分块布局、柔性设计的方式，以最大限度地利用土地资源并适应地形变化。同时，电站还采用了先进的监控系统和运维管理模式，确保电站的安全稳定运行。

3.1.3 施工技术应用情况

(1) 基础工程施工技术：该电站基础工程施工采用了桩基与边坡防护相结合的技术。针对复杂地形和不良地质条件，工程人员通过详细的地质勘察和试验，选择了合适的桩基类型和参数。同时，为了防止山体滑坡和泥石流等地质灾害，工程采用了多种边坡防护技术，包括挡土墙、植被护坡等。(2) 光伏组件安装技术：在组件安装环节，电站采用了具有自动调平功能的支架，以适应不同坡度地形的安装需求。同时，为了确保组件安装的稳固性和抗风能力，工程人员使用了高强度、耐腐蚀的固定件，并严格按照设计要求进行安装和调试。

(3) 电站运维管理技术：电站采用了智能化的运维管理系统，通过实时监测和数据分析，实现对电站运行状态的精准把控。此外，电站还建立了完善的运维管理流程，包括定期巡检、故障处理、性能优化等，确保电站长期稳定运行^[4]。

3.2 应用效果评估与对比分析

3.2.1 电站运行性能评估

通过长时间的运行数据监测和分析，该山地光伏电站表现出良好的运行性能。电站的发电效率、稳定性和可靠性均达到了设计要求，并显示出较高的经济效益和社会效益。同时，电站的运维成本也控制在合理范围内，实现了高效运维和可持续发展。

3.2.2 成本效益分析

在成本效益方面，该山地光伏电站通过合理的施工技术应用和优化设计，有效降低了建设成本。同时，电站的发电量高且稳定，为当地提供了可再生的清洁能源，缓解了能源紧张问题，降低了环境污染，具有显著

的环境效益。从长期运营角度看，电站的稳定运行和低维护成本进一步提升了其经济效益。因此，该电站的建设与运营在成本效益方面表现优异，为类似山地环境下的光伏电站建设提供了有益的参考。

3.2.3 与其他类型电站对比分析

与其他类型电站相比，该山地光伏电站的施工技术应用和性能表现具有独特优势。在复杂地形条件下，山地光伏电站通过技术创新和优化设计，成功解决了基础施工、组件安装等关键技术难题，实现了高效稳定的发电。此外，山地光伏电站的建设还充分利用了山区的土地资源，实现了土地的集约化利用。与平原地区相比，山地光伏电站虽然面临地形复杂、气候条件恶劣等挑战，但通过合理的施工技术应用和管理措施，可以有效地弥补这些不足。与传统火电站或核电站相比，山地光伏电站具有显著的环保优势。它利用太阳能进行发电，不产生温室气体排放和核废料，对环境的污染极小。同时，随着光伏技术的不断进步和成本的降低，山地光伏电站的经济性也在逐步提高，逐渐成为一种可行的清洁能源发电方式。

结束语

山地光伏施工技术的研究与应用，不仅是对施工技术的挑战，更是对可持续能源发展的积极探索。我们通过深入研究与实践，不断优化施工方案，提高了施工效率与质量，为山地光伏电站的建设提供了坚实的技术支撑。展望未来，我们将继续深化研究，推动山地光伏施工技术的创新与发展，助力清洁能源的更广泛应用，为构建绿色、低碳、可持续的能源体系贡献我们的智慧与力量。

参考文献

- [1]李明.山地光伏电站施工技术要点及优化策略[J].太阳能学报,2023,4(5):34-35.
- [2]张晓红.复杂地形条件下光伏电站施工技术的创新与实践[J].电力与能源,2022,3(3):37-38.
- [3]陈亮,赵勇.山地光伏支架设计及施工技术的优化研究[J].新能源技术,2023,7(1):56-62.
- [4]王丽.光伏电站施工中的生态环境保护与恢复技术研究[J].环境保护与循环经济,2022,39(10):89-93.