

山地柔性光伏快速安装分析

章 锁

浙江华业电力工程股份有限公司 浙江 宁波 315800

摘要：随着全球对清洁能源需求的不断增长，山地柔性光伏作为一种高效利用太阳能的方式，正逐渐受到广泛关注。本文深入分析了山地柔性光伏的快速安装技术，从柔性光伏支架的特点与定制化设计出发，详细阐述了地形勘测、电气设计、材料采购与检验、支架搭建、光伏组件安装及电气线路布置等关键安装流程。同时，针对山地复杂地形和极端气候条件带来的挑战，提出了针对性的对策与建议。本文旨在为山地柔性光伏项目的快速、高效安装提供实用指导和理论依据。

关键词：山地柔性光伏；快速安装；挑战与对策

引言：在全球能源转型和可持续发展的背景下，山地柔性光伏作为一种创新的太阳能利用方式，正展现出巨大的发展潜力。山地地形复杂多变，传统刚性光伏支架难以适应其特殊环境，而柔性光伏支架以其独特的优势，如大跨度、高净空、良好的地形适应性等，成为解决这一难题的关键。本文旨在通过分析山地柔性光伏的快速安装技术，探讨其在实际应用中的可行性和效率，为推动我国山地光伏产业的发展提供有益的参考和借鉴。

1 山地柔性光伏支架技术概述

1.1 柔性光伏支架的定义及特点

柔性光伏支架是一种两端固定，基于张力结构体系设计，以拉索作为组件支撑构件形成的大跨度光伏组件支撑结构。相较于传统的刚性固定支架，柔性支架具有“大跨度、高净空、长列距”的显著特点，这使得它在复杂多变的山地地形中具有独特的优势。（1）材料选择。在材料选择上，柔性光伏支架倾向于使用轻质高强、耐腐蚀、易回收的环保材料，如高强度铝合金和碳纤维等。这些新型材料不仅具有优异的力学性能和耐候性，还能有效减轻支架系统的整体重量，降低安装难度和运输成本。1）高强度铝合金：铝合金因其重量轻、强度高、耐腐蚀性好等特点，在柔性支架中被广泛应用。它能够有效抵抗强风、暴雨等极端天气条件的影响，保持光伏电站的稳定运行。2）碳纤维：碳纤维材料具有更高的强度和更低的重量，是柔性支架中另一种重要的选择。它的高刚性和高强度使得支架在复杂地形下依然能够保持稳定，同时减轻了整体结构的负担。（2）轻量化与高强度的并存。柔性光伏支架的设计要求支架不仅具备足够的强度和刚度，以抵御强风、暴雨等极端天气的影响，还需要实现轻量化，以降低运输和安装成本。因此，采用高强度铝合金和碳纤维等轻质高强材料，结合

先进的制造工艺，实现了支架的轻量化与高强度并存。轻量化设计减轻了支架系统的承重负担，使得光伏板能够更轻松地安装在支架上，同时减少了安装过程中的人工和材料成本。高强度设计则确保了支架在恶劣天气条件下的稳定性和安全性，延长了光伏电站的使用寿命。

1.2 定制化设计策略

为了满足不同山地地形的特殊需求，柔性光伏支架的设计采用了定制化策略。通过三维建模和仿真分析，设计师可以精确计算支架的支撑力、稳定性及抗风压能力，确保每一块光伏板都能紧密贴合山坡并最大化利用阳光资源。（1）三维建模与仿真分析的应用。三维建模技术能够直观地展示山地地形的复杂性和多变性，为设计师提供精确的地形数据。在此基础上，仿真分析技术可以模拟不同工况下支架的受力情况和变形情况，从而优化结构设计，提高支架的稳定性和安全性。这种定制化设计策略不仅提高了光伏电站的发电效率，还降低了建设成本和施工难度^[1]。（2）支撑力、稳定性及抗风压能力的计算。在定制化设计过程中，支撑力、稳定性及抗风压能力的计算是至关重要的。设计师需要根据地形变化和气候条件，精确计算支架所需的支撑力和稳定性。同时，还需要考虑支架的抗风压能力，确保在强风天气下光伏组件不会受到损害。这些计算和分析工作需要借助先进的软件和工具来完成，以确保设计结果的准确性和可靠性。

2 山地柔性光伏快速安装流程

2.1 前期准备

（1）地形勘测与评估。地形勘测是山地柔性光伏安装的首要步骤。这包括对山地的坡度、土壤类型、植被覆盖、地质结构等进行全面评估。利用无人机航拍、卫星遥感等现代技术手段，可以快速获取山地地形的高精

度数据。在此基础上,分析地形的稳定性,识别潜在的地质灾害风险,如滑坡、泥石流等,为设计合理的光伏支架系统奠定基础。此外,还需考虑光照资源分布,利用专业软件模拟太阳轨迹,确定最佳的光伏板朝向和倾斜角度,以最大化利用太阳能。(2) 电气设计方案的制定。电气设计是确保光伏系统高效运行的关键。设计团队需根据地形勘测结果,结合光伏电站的规模、容量以及当地电网接入条件,制定详细的电气设计方案。这包括光伏阵列的布局、汇流箱的位置、逆变器的选择、电缆线路的走向以及接地系统的设计。特别地,在山地环境中,电缆线路需沿着地形起伏布置,既要保证线路的隐蔽性和安全性,又要尽量减少线路长度,降低电能损耗。同时,需考虑山地的气候特点,如多雨、多雾等,选择防潮、耐腐蚀的电缆材料^[2]。(3) 材料设备的采购与检验。在电气设计方案确定后,即可进行材料设备的采购。柔性光伏支架、光伏组件、逆变器、电缆、汇流箱等关键设备需根据设计要求进行选型。在采购过程中,要注重设备的质量和性价比,选择有良好信誉的供应商。材料设备到货后,需进行严格的质量检验。包括检查设备的外观、尺寸、重量等是否符合设计要求,以及进行必要的性能测试,如光伏组件的功率测试、逆变器的效率测试等。确保所有设备均符合使用标准,为后续的安装施工打下坚实基础。

2.2 安装施工

(1) 支架系统的搭建与调整。支架系统的搭建是山地柔性光伏安装的核心环节。根据地形勘测结果和电气设计方案,施工团队需先在预定位置打下地基,如采用混凝土基础或螺旋桩等。然后,按照设计要求,逐步搭建支架系统。在搭建过程中,需特别注意支架的倾斜角度和稳定性。利用激光测距仪、水平仪等工具,确保每一块支架都准确安装在预定位置,且倾斜角度符合设计要求。同时,还需对支架进行必要的调整,以应对地形的不规则性,确保光伏组件能够紧密贴合山坡。(2) 光伏组件的安装与固定。光伏组件的安装需遵循“安全第一、效率优先”的原则。首先,需检查光伏组件的完整性,确保无破损、裂纹等缺陷。然后,按照设计要求,将光伏组件逐一安装在支架上,并使用专用的固定件进行固定。在固定过程中,需确保固定件的牢固性和稳定性,以防止光伏组件在强风、大雪等极端天气下脱落。同时,还需注意光伏组件之间的间距和倾斜角度,以保证光伏阵列的通风散热和光照效率。(3) 电气线路的合理布置与固定。电气线路的布置需遵循“简洁、美观、安全”的原则。电缆线路需沿着地形起伏和支架系统的

走向进行布置,既要保证线路的隐蔽性和安全性,又要尽量减少线路长度和弯头数量,降低电能损耗。在固定电缆线路时,需使用专用的电缆夹、电缆桥架等工具,确保电缆线路的稳定性和牢固性。同时,还需在电缆线路的关键位置设置标识牌,以便于后续的维护和检修^[1]。

2.3 调试与验收

(1) 电气系统的全面检查。在光伏系统安装完成后,需进行全面的电气系统检查。这包括检查光伏组件的接线是否正确、逆变器的工作状态是否正常、电缆线路的绝缘电阻是否合格等。确保电气系统的每一个环节都符合设计要求,为后续的调试和验收做好准备。(2) 性能测试与安全性评估。性能测试是验证光伏系统性能的重要环节。利用专业的测试设备,对光伏系统的发电量、功率因数、谐波含量等关键参数进行测试,确保系统性能达到设计要求。同时,还需对系统的安全性进行评估,检查接地系统的可靠性、防雷措施的有效性以及消防设施的完备性等,确保系统在任何情况下都能安全运行。在测试过程中,若发现任何问题或异常情况,需立即进行排查和处理。必要时,可邀请专家或第三方检测机构进行技术支持和评估,以确保测试结果的准确性和可靠性。(3) 验收标准及流程。验收是山地柔性光伏安装流程的最后一步。根据国家相关标准和规定,制定详细的验收标准和流程。验收内容包括但不限于:光伏组件的完整性、支架系统的稳定性、电气系统的安全性、性能测试结果的合格性等。验收流程一般包括以下几个步骤:1) 初步验收。由施工团队进行自查,确保所有安装工作均已完成,且符合设计要求。然后,向项目管理部门提交初步验收报告。2) 专业验收。由专业验收团队或第三方检测机构进行现场验收。验收团队需对光伏系统的各个环节进行仔细检查,并参照验收标准进行评分。若发现问题或不合格项,需及时记录并反馈给施工团队进行整改。3) 整改与复验。施工团队根据验收团队的反馈进行整改,确保所有问题得到妥善处理。整改完成后,向验收团队提交复验申请,由验收团队进行再次检查。4) 最终验收。若复验合格,验收团队将出具最终验收报告,并签字确认。此时,山地柔性光伏安装流程正式结束,光伏系统可投入运行。在验收过程中,需注重与验收团队的沟通和协调,确保验收工作的顺利进行。同时,还需保留好验收过程中的所有文件和记录,以备后续查阅和审计^[4]。

3 山地柔性光伏快速安装技术的挑战与对策

3.1 技术挑战

(1) 复杂地形的适应性问题。山地地形复杂多变,

坡度陡峭,岩石层分布不均,这些因素都给柔性光伏系统的安装带来了极大的挑战。支架系统需要具备良好的地形适应性,能够紧密贴合山坡,确保光伏组件的稳定性和安全性。然而,由于地形的复杂性,支架的选型、设计和安装难度显著增加,需要更加精准的地形勘测和定制化设计。此外,山地的土壤承载力各异,部分地段可能存在地质灾害风险,如滑坡、泥石流等。这些因素都对光伏支架的基础设计和施工提出了更高要求,需要采用特殊的基础类型和加固措施,以确保支架系统的稳固性。(2)极端气候条件下的稳定性。山地气候多变,极端天气频发,如强风、暴雨、雷电等。这些极端气候条件对柔性光伏系统的稳定性构成了严重威胁。在强风天气下,光伏组件和支架系统可能会受到严重的风压作用,导致变形或损坏。同时,暴雨可能导致支架基础的水土流失,影响系统的稳定性。雷电天气则可能引发安全事故,对运维人员和设备构成威胁。因此,在山地柔性光伏系统的设计和安装过程中,需要充分考虑极端气候条件的影响,采取相应的防护措施和应对策略,以确保系统的稳定运行。

3.2 对策与建议

(1)提高材料耐候性与耐久性。针对山地复杂地形和极端气候条件,应选择具有高耐候性和耐久性的材料制作光伏支架和组件。这些材料应具备良好的抗腐蚀、抗老化、抗风压和抗雪压等性能,以适应山地环境的特殊要求。例如,可以采用高强度铝合金或碳纤维等轻质高强材料制作支架系统,以提高支架的承载能力和稳定性。同时,选用具有高透光率、耐候性强的有机硅改性聚酯树脂等材料制作光伏背板,以保护光伏电池免受环境因素的侵蚀。(2)优化结构设计与制造工艺。在结构设计和制造工艺方面,应注重提高支架系统的地形适应性和稳定性。通过采用模块化、可调节的结构设计,以及先进的制造工艺,使支架系统能够更好地适应复杂地形和极端气候条件。例如,可以采用可调节长度的支撑杆、可弯曲的横梁以及灵活的连接件,确保支架系统能够紧密贴合地形,实现光伏组件的稳定安装。同时,采

用智能化焊接、自动化切割等先进制造工艺,提高支架的制造精度和效率,降低安装难度和成本。(3)智能化技术在安装与运维中的应用。智能化技术的应用是提高山地柔性光伏系统安装效率和运维水平的关键。通过引入智能化设备和技术手段,可以实现对光伏系统的实时监测、故障预警和远程运维。在安装过程中,可以利用无人机进行地形测绘和施工监控,提高地形勘测和安装的精度和效率。同时,采用模块化、预制化的施工方法,可以简化安装流程,提高施工效率和质量。在运维过程中,可以集成传感器、监控摄像头等设备,实时监测支架的受力状态、倾斜角度及周围环境变化。通过云计算、大数据等先进技术对运维数据进行深度挖掘和分析,为运维决策提供有力支持。此外,还可以利用智能化运维平台实现远程监控和故障预警,提高运维效率和质量,降低运维成本。

结束语

综上所述,山地柔性光伏的快速安装技术为解决复杂地形下的太阳能高效利用提供了有效的途径。通过深入分析柔性光伏支架的特点、定制化设计策略以及快速安装流程,我们进一步理解了其在实际应用中的优势和挑战。未来,随着技术的不断进步和成本的进一步降低,山地柔性光伏有望在全球范围内实现更广泛的应用。本文的研究不仅为山地光伏项目的快速安装提供了理论依据,也为推动全球能源转型和可持续发展做出了积极的贡献。

参考文献

- [1]刘丹.柔性悬索结构在光伏项目中的应用分析[J].山西建筑,2022,(05):59-60.
- [2]李成志.柔性光伏支架系统构造设计与工程应用[J].建筑技术,2021,(09):112-113.
- [3]李启源.从工序成本的角度讨论光伏工程施工协调管理[J].价值工程,2023,(05):41-43.
- [4]许鑫.大型地面光伏新型组件支架安装项目管理分析[J].科技风,2022,(06):74-76.