

提高光伏发电系统效率技术实践

钱义龙

(青海水利水电集团共和光伏发电有限公司 青海省西宁市 810000)

摘要：随着光伏产业技术的不断进步，光伏发电因其环境友好、建设周期短等优点在我国得到迅速发展。然而，光伏发电仍然面临着发电成本高、发电效率低等问题，特别是在平价光伏发电项目中，发电效率的高低直接关系到项目的经济性。

关键词：光伏发电；效率；措施

光伏发电技术作为一种清洁可再生能源，近年来在全球范围内得到了广泛应用和快速发展。随着技术的进步和成本的下降，光伏发电在能源结构转型和环境保护中的地位日益重要。然而，如何进一步提高光伏发电系统的效率，降低成本，提高系统的可靠性和可持续性，仍然是当前研究和实践中的重要课题。本文将从太阳能电池技术、孤岛效应检测技术和聚光光伏技术三个方面入手，详细探讨光伏发电技术的发展现状和未来方向，并提出相应的技术优化措施和管理策略，以期光伏发电系统的高效运行提供理论支持和实践指导。

1 光伏发电技术概述

1.1 太阳能电池技术

太阳能电池在光伏发电系统中是关键组件，负责将太阳光转化为电能，效率越高性能越好。市场上主要有多晶硅、薄膜太阳能电池和单晶硅三种类型。多晶硅电池成本相对较低但光电转换效率稍低，薄膜电池轻薄柔性且成本低但效率相对较低，而单晶硅电池效率高但制造成本高。

太阳能电池技术研发方向包括提高转换效率、降低制造成本、改善系统可持续性和可靠性。提高效率增强能量捕获效果，降低成本有助于技术推广，而改善可持续性和可靠性确保系统在各种环境下稳定运行，促进太阳能发电的长期应用。

1.2 “孤岛效应”检测技术

孤岛效应，即在电力网络中断电供应的情况下，光伏并网发电系统持续运转，为周边负荷供应电能，构建了无法受电力公司操控的独立供电体系。这种情况可能导致电压和频率失去有效控制，存在潜在风险影响用户设备和维修人员。光伏并网发电系统进入孤岛状态可能引发一系列问题，如果遇到电压和频率难以有效调节这种事情，那么很有可能造成用户设备受损这种情况；同时，如果是维修人员也是很可能会因孤岛中的带电线路而处于危险的情境中。

高性能孤岛检测系统能迅速检测电网故障，在毫秒

级别内采取措施，具有可设置的灵敏度和自动重连时间，有效减少孤岛期间的电力中断，提高系统可靠性。此外，孤岛检测技术兼容不同型号的光伏系统和逆变器，符合国际安全标准，增强了系统的灵活性和通用性。主动式孤岛检测方法包括输出功率扰动法、主动频率偏移法等，其中频率偏移法易操作且实用性强，广泛应用于实际场景，旨在及时识别光伏并网发电系统的孤岛状态，确保电力系统的稳定性和可靠性。

1.3 聚光光伏技术

聚光光伏技术是区别于传统光伏系统的，聚光光伏发电系统主要由太阳跟踪机构、组件框架、聚光镜、太阳能接收器组成，即通过高效率的光伏电池将聚焦后的太阳光直接转化为电能的技术，其中，聚光光伏（Concentrated Photovoltaics）是聚光太阳能发电技术中最典型的代表。这种系统能够最大程度地利用太阳能，提高光伏系统的能量输出。聚光光伏系统使用的光伏电池的效率通常高于传统太阳能电池，可达30%至40%，其常见的聚光比在300倍到1000倍之间。在实际应用中，CPV系统的跟踪精度可以达到亚角秒（subarcsecond）的级别。这样的高精度跟踪系统可以确保太阳光在不同季节和天气条件下始终被准确地聚焦在太阳能电池上，从而最大程度地提高能源转换效率。与适用于各种光照条件下、无需高度聚光的传统太阳能电池不同的是，CPV系统适用于要求高效能的环境，如阳光直射强烈的沙漠地区，使其能更有效地利用阳光。

聚光光伏技术以其显著的光电转换效率优势成为新兴电能生产模式，有望解决传统能源供应不足，实现更高的发电功率密度。然而，该技术对光学器件制造和调整、系统维护以及安全方面提出了严格要求。通过对砷化镓（GaAs）薄膜电池等聚光发电技术的研究，聚光光伏技术有望在大规模光伏发电项目中得到广泛应用。作为新兴发电技术，聚光光伏发电标志着可再生能源进入更高效和可持续的阶段。通过优化太阳能的捕获和转换过程，该技术不仅提高了发电效率，还减少了对传统能

源的依赖。引入聚光光伏发电技术将为可再生能源领域注入新的活力，为清洁能源的可持续发展创造更有利的条件。随着技术不断创新和应用，聚光光伏发电有望为全球能源格局带来积极的变革，对环境保护至关重要，为能源行业的未来发展打开崭新前景。

2 提高光伏发电系统效率的措施

2.1 组件的选择和匹配

提高光伏发电系统效率的首要措施是选择和匹配高效的光伏组件。光伏组件是光伏系统的核心，其转换效率直接影响系统的整体发电量。首先，应选择高效、低衰减率的光伏组件。市场上的高效组件包括单晶硅组件、多晶硅组件和薄膜组件，其中单晶硅组件由于其较高的转换效率和稳定的性能，成为大多数光伏系统的首选。其次，应注重光伏组件的匹配度。不同类型和品牌的光伏组件在电性能上可能存在差异，混合使用可能导致系统整体效率下降。为确保最佳性能，应尽量选择同一型号和品牌的组件，并通过优化设计，确保各组件之间的电性能一致。

此外，光伏组件的安装角度和朝向也会影响发电效率。合理设计组件的倾斜角度和朝向，可以最大化地利用太阳能资源，提高发电量。一般来说，倾斜角度应根据当地的纬度和季节变化进行调整，以确保光伏组件能够接受到最多的阳光。同时，避免光伏组件受到遮挡，保持其表面的清洁度，也能显著提高系统的发电效率。

2.2 逆变器的选型和控制策略

逆变器是光伏发电系统中将直流电转换为交流电的关键设备，其性能直接影响系统的整体效率。选择高效的逆变器和优化其控制策略是提高光伏发电系统效率的重要措施之一。首先，应选择具有高转换效率、低能耗和高可靠性的逆变器。市场上的逆变器主要分为集中式、组串式和微型逆变器三种类型。集中式逆变器适用于大型光伏电站，具有成本低、维护方便的优势；组串式逆变器适用于中小型光伏系统，具有灵活性高、易于扩展的特点；微型逆变器则适用于分布式光伏系统，能够最大化每块光伏组件的发电量。

其次，优化逆变器的控制策略也是提高系统效率的关键。采用最大功率点跟踪（MPPT）技术，可以在不同光照条件下，使光伏组件始终工作在最大功率点，从而提高系统的发电量。此外，逆变器的散热设计也非常重要，良好的散热性能可以保证逆变器在高温环境下稳定运行，延长设备使用寿命。

逆变器的安装位置和环境条件也会影响其运行效率。应避免逆变器暴露在高温、潮湿等不利环境中，选

择通风良好的安装位置，以确保其高效、稳定运行。

2.3 优化光伏发电技术管理方式与资源配置

优化光伏发电技术管理方式与资源配置也是提高系统效率的重要措施。首先，加强光伏电站的运行维护管理，定期检查和维护光伏组件和逆变器，确保设备处于最佳运行状态。通过定期清洗光伏组件表面，避免灰尘和污垢积累，可以提高光伏组件的光电转换效率。此外，及时发现并处理组件和逆变器的故障，减少设备停机时间，也是提高系统效率的重要措施。

其次，采用先进的监控系统和智能管理平台，可以实时监控光伏发电系统的运行状态，快速响应异常情况。通过数据分析和故障诊断技术，可以提前预测和预防可能出现的问题，提高系统的可靠性和稳定性。同时，优化电力调度和资源配置，根据光照条件和电力需求，合理安排光伏发电量和并网时间，最大化光伏发电的利用率。

最后，加强人员培训和技术交流，提升运维人员的技术水平和管理能力。通过引入先进的管理理念和技术手段，提高光伏发电系统的整体管理水平，确保系统高效、稳定运行。加强与设备制造商和技术服务商的合作，及时获取技术支持和服务，也能为光伏发电系统的高效运行提供保障。

3 结语

光伏发电技术作为未来能源的重要组成部分，具有巨大的发展潜力和广泛的应用前景。本文通过对太阳能电池技术、孤岛效应检测技术和聚光光伏技术的深入分析，阐述了提高光伏发电系统效率的具体措施，包括组件选择和匹配、逆变器选型和控制策略、以及技术管理方式和资源配置的优化。这些措施不仅有助于提高光伏发电系统的整体效率，还能增强其可靠性和可持续性，为实现全球能源转型和环境保护目标提供有力支持。未来，随着技术的不断创新和应用的深入，光伏发电技术必将在清洁能源领域发挥更加重要的作用，推动能源结构的优化和可持续发展。

参考文献：

- [1]杨晨洲.分布式光伏电站发电效率提升策略研究[J].光源与照明,2023,(09):123-125.
- [2]马培文.山地光伏电站发电效率提升要点——以武乡县山地光伏电站为例[J].光源与照明,2023,(07):108-110.
- [3]魏晨晨,王超,李想,等.光伏组件发电效率影响因素分析[J].建设科技,2023,(01):79-81.