

新能源光伏发电系统效率提升策略研究

宋继光

内蒙古华电辉腾锡勒风力发电有限公司 内蒙古 呼和浩特 010020

摘要：光伏发电系统主要由光伏组件、逆变器、电线电缆和支架系统组成。其中，光伏组件负责光电转换，逆变器将直流电转换为交流电，电线电缆负责电能传输，支架系统则支撑和固定光伏组件。为提升系统效率，可采取多项技术策略：选择高效逆变器，采用智能跟踪系统，结合储能技术，以及进行系统集成与优化设计。这些策略共同作用于光伏发电系统，旨在实现更高效、稳定的能源产出。

关键词：新能源；光伏发电系统；效率提升策略

引言：随着全球能源需求的不断增长和环境保护意识的日益增强，新能源光伏发电系统作为一种清洁、可再生的能源形式，正逐渐成为世界各国能源战略的重要组成部分。然而，尽管光伏发电系统具有诸多优势，但其效率问题一直是制约其大规模应用的关键因素之一。目前，市场上存在的光伏发电系统效率参差不齐，严重影响了其能源产出和经济效益。因此，深入研究如何提升新能源光伏发电系统的效率，不仅有助于推动能源结构的优化升级，更对于促进全球可持续发展、减少碳排放等方面具有深远的意义。

1 新能源光伏发电系统效率提升的必要性

新能源光伏发电系统效率提升的必要性，在当今社会显得尤为突出。随着全球能源需求的持续增长和环境保护意识的日益增强，寻找并高效利用可再生能源已成为人类社会可持续发展的关键路径。光伏发电，作为新能源领域的重要组成部分，其效率的提升不仅是技术进步的体现，更是推动能源结构转型、实现“碳中和”目标的重要途径。第一，效率提升有助于缓解能源压力。传统化石能源资源有限且不可再生，而太阳能作为一种取之不尽、用之不竭的清洁能源，具有巨大的开发潜力。提高光伏发电系统的效率，意味着在相同的光照条件下，能够产生更多的电能，从而有效减轻对传统能源的依赖，保障能源安全。第二，效率提升有助于降低发电成本。随着光伏技术的不断进步和效率的提高，光伏组件的成本逐渐降低，系统的整体经济性得到显著提升^[1]。这不仅促进了光伏发电的大规模应用，还使得更多地区和人群能够享受到清洁、廉价的电力资源，推动全球能源公平与普惠。第三，效率提升对于环境保护具有重要意义。提高光伏发电效率意味着在产生相同电量的情况下，可以减少光伏组件的占地面积和所需材料，从而降低生产过程中的能耗和排放。这对于减轻环境污染、应对气候变化具有

积极作用。

2 光伏发电系统的主要组成部分

2.1 光伏组件

2.1.1 核心功能与转换机制

光伏组件，即太阳能电池板，是光伏发电系统的基石，其核心功能是将太阳辐射能直接转换为电能。这一过程依赖于光伏效应，即当太阳光照射到半导体材料上时，光子激发电子从价带跃迁到导带，形成自由电子和空穴对。在内建电场的作用下，这些电荷载流子被分离并收集，从而在组件两端产生电压和电流，完成光能到电能的转换。光伏组件的高效转换能力是系统发电效率的关键。

2.1.2 构造与材料技术

光伏组件由多层材料精心构建而成，包括高透光率的钢化玻璃保护层、抗反射涂层、封装材料（如EVA）、半导体电池片（多为单晶硅、多晶硅或薄膜材料）、背板和铝边框等。电池片是组件的核心，其表面刻有精细的栅线，以优化光的捕获和电子的收集。封装材料不仅保护电池片免受环境侵害，还确保了组件的机械强度和耐久性。随着材料科学的进步，新型高效电池片及封装技术的发展正不断推动光伏组件性能的提升。

2.1.3 种类与应用场景

光伏组件根据所用半导体材料的不同，主要分为单晶硅组件、多晶硅组件和非晶硅薄膜组件等。单晶硅组件转换效率高，适用于对发电效率要求高的场合；多晶硅组件成本相对较低，广泛应用于大型地面电站；薄膜组件则以其轻薄、灵活的特点，更适合于屋顶集成、建筑一体化等应用场景。随着技术的进步，光伏组件的多样化为不同需求提供了定制化解决方案，促进了光伏发电在更广泛领域的应用。

2.2 逆变器

逆变器是光伏发电系统中的核心设备之一,其主要功能是将光伏组件产生的直流电能转换为交流电能,以供家庭、企业或电网使用。在光伏发电过程中,光伏组件吸收太阳光并产生直流电,但这些直流电并不能直接用于大多数家用电器或并入公共电网,因为电网中的电流是交流电。逆变器的工作原理相对复杂,它内部包含多个电路和元件,如输入EMI电路、DC/DCMPPT电路、DC/AC逆变电路、输出EMI电路以及核心控制单元电路等。这些电路和元件协同工作,确保逆变器能够高效、稳定地将直流电转换为交流电。此外,逆变器还具有多种保护功能,如过电流保护、短路保护、防雷保护等,以确保在异常情况下能够保护系统和设备的安全。例如,当输入端电压低于或高于额定电压的一定范围时,逆变器会自动进行保护和显示;当负载发生短路或电流超过允许值时,逆变器也会及时动作,避免设备受损。

2.3 电线电缆

光伏发电系统作为将太阳能直接转换为电能的重要设施,其高效、稳定的运行离不开各个组成部分的协同工作,其中电线电缆作为能量传输的媒介,扮演着至关重要的角色。以下是光伏发电系统中电线电缆的五个关键方面:(1)种类与规格:光伏发电系统中的电线电缆种类繁多,包括直流电缆、交流电缆、控制电缆等。每种电缆都有其特定的应用场景和规格要求。例如,直流电缆主要用于光伏组件与逆变器之间的连接,需承受较高的直流电压和电流;而交流电缆则用于逆变器与电网或负载之间的连接,需满足交流电的传输需求。(2)耐候性能:由于光伏发电系统通常安装在户外,电线电缆需要承受极端天气条件的考验。因此,选用具有优异耐候性能的电电缆至关重要,以确保系统在各种环境下都能稳定运行。(3)电气性能:电线电缆的电气性能直接关系到光伏发电系统的效率 and 安全性。优质的电电缆应具有低电阻、高绝缘强度等特点,以减少能量损失并提高系统的安全性。(4)防火性能:光伏发电系统中的电线电缆应具备良好的防火性能,以防止因电线电缆老化、短路等原因引发的火灾事故。(5)安装与维护:电线电缆的安装与维护也是光伏发电系统中的重要环节。合理的布线设计、规范的安装工艺以及定期的维护检查,都能有效延长电线电缆的使用寿命,提高系统的稳定性和可靠性。

2.4 支架系统

支架系统,是用于支撑和固定光伏组件的关键结构,它确保了光伏组件能够以最佳的角度接收太阳辐射,从而最大化地提高发电效率。支架系统通常由立

柱、主梁、檩条、连接件和基础等部分组成。这些组件通过精密的设计和计算,能够确保光伏组件在各种气候条件下都能保持稳定。支架系统的材质选择也至关重要,常见的材质包括铝合金、碳钢和不锈钢等,这些材料都具有良好的耐腐蚀性和机械强度,能够适应户外复杂多变的环境。在支架系统的设计中,需要考虑多种因素,如安装地点的地理条件、气候条件、光伏组件的尺寸和重量等。根据这些因素,支架系统可以分为固定支架和跟踪支架两大类。固定支架适用于安装地点光照条件较为稳定的情况,其结构简单、成本较低^[2]。而跟踪支架则能够根据太阳的位置自动调整光伏组件的角度,以最大化接收太阳辐射,虽然成本较高,但发电效率也更高。此外支架系统的安装和维护也至关重要,正确的安装可以确保支架系统的稳定性和安全性,而定期的维护则可以延长支架系统的使用寿命,提高发电效率。因此,在光伏发电系统的建设和运行过程中,需要高度重视支架系统的设计和维护。

3 能源光伏发电系统效率提升的技术策略

3.1 高效逆变器的选择与应用

3.1.1 逆变器效率的优化

逆变器作为光伏发电系统中的关键设备,其效率直接决定了直流电转换为交流电过程中的能量损失。因此,选择具有高转换效率的逆变器至关重要。高效逆变器能够最大限度地减少能量在转换过程中的损耗,从而提高整个光伏发电系统的效率。在选择逆变器时,应关注其转换效率指标,确保所选逆变器在各种工况下都能保持高效率运行。

3.1.2 最大功率点追踪技术的应用

高效逆变器通常配备有最大功率点追踪(MPPT)功能。这一功能能够实时监测光伏组件的输出功率,并自动调整逆变器的工作参数,以确保光伏组件始终工作在最大功率点附近。通过应用MPPT技术,逆变器能够充分利用光照条件,提高光伏组件的发电效率。在光照强度变化较大的环境下,MPPT技术的优势尤为明显,它能够使光伏发电系统在各种光照条件下都能保持较高的发电效率。

3.1.3 智能化管理与监控

随着物联网、大数据等技术的发展,高效逆变器正逐步实现智能化管理与监控。智能化逆变器能够实时监测系统的运行状态,包括电流、电压、功率等关键参数,并通过远程通信将数据传输至监控中心。运维人员可以依据这些数据对系统进行远程调控和优化,确保光伏发电系统始终保持在最佳工作状态。此外,智能化逆

变压器还具备故障预警和自动恢复功能,能够在发生故障时迅速采取措施,保障系统的稳定运行。

3.2 智能跟踪系统的采用

能源光伏发电系统效率提升的技术策略中,智能跟踪系统的采用是一个重要的创新方向。以下是关于智能跟踪系统采用的几个关键点:(1)自动调整角度:智能跟踪系统能够根据太阳的位置和光照强度,自动调整光伏组件的角度,使其始终面向太阳,从而最大化地接收太阳辐射。这种自动调整功能可以显著提高光伏组件的发电效率,尤其是在光照强度变化较大的地区。(2)提高发电效率:通过智能跟踪系统,光伏组件能够更充分地利用太阳辐射,减少因角度不当而造成的能量损失。据研究表明,采用智能跟踪系统的光伏发电系统,其发电效率相比固定安装的光伏组件可提高10%~30%。(3)适应性强:智能跟踪系统具有强大的适应性,能够根据不同地区的地理和气候条件进行定制。例如,在沙漠等光照强度高的地区,智能跟踪系统可以更加频繁地调整角度,以最大化发电效率;而在多雨或多云地区,则可以减少调整频率,以延长系统寿命。(4)智能化管理:智能跟踪系统通常与物联网、大数据等技术相结合,实现远程监控和管理。运维人员可以通过手机或电脑等终端设备,实时查看系统的运行状态,并进行远程调控和优化。这种智能化管理方式不仅提高了系统的运行效率,还降低了运维成本。(5)可靠性高:智能跟踪系统采用先进的传感器和执行机构,具有高度的可靠性和稳定性。即使在恶劣的天气条件下,系统也能保持正常运行,确保光伏发电系统的持续发电。

3.3 储能技术的结合与应用

储能技术不仅能够平衡光伏发电系统的不稳定性,还能在光照不足时提供电力支持,从而显著提升系统的整体效率和可靠性。储能技术主要通过电池储能系统(BESS)实现,这些系统能够在光照充足时储存多余的电能,并在光照不足或需求高峰时释放电能,确保电力供应的连续性和稳定性。这种能力对于光伏发电系统尤为重要,因为太阳能的间歇性和不可预测性常常导致电力输出的波动。结合储能技术,光伏发电系统能够更好地适应电网的需求,减少因电力波动对电网造成的冲击。此外,储能系统还能作为备用电源,在电网故障或

紧急情况下提供电力支持,增强系统的韧性^[3]。在应用储能技术时,需要考虑电池的类型、容量和管理策略。锂离子电池因其高能量密度和长循环寿命而成为主流选择。然而,电池的成本、安全性和回收处理也是需要考

3.4 系统集成与优化设计

在能源光伏发电系统中,系统集成与优化设计是提升发电效率的重要手段,这一策略通过科学的方法和先进的技术手段,将光伏系统的各个组成部分进行有效整合,从而实现更高效、稳定的运行。系统集成不仅仅是将硬件和软件简单组合,而是涵盖需求分析、架构设计、数据整合、安全保障等多个方面。在光伏发电系统中,系统集成意味着将光伏组件、逆变器、储能装置、监控系统等各个部分通过技术手段进行融合,形成一个功能完善、性能优越的整体。这一过程中,需要充分考虑光伏组件的发电效率、逆变器的转换效率以及储能装置的充放电效率等因素,确保各部分的性能得到充分发挥。优化设计则侧重于对系统性能的提升,通过优化光伏组件的排列方式、调整安装角度和间距等措施,可以提高光伏系统对太阳光的捕捉和利用效率。同时,对逆变器、储能装置等关键设备进行选型和优化,也能进一步提升系统的整体性能。

结语

未来,随着技术的不断进步和创新,我们有理由相信,新能源光伏发电系统将在全球能源结构中占据更加举足轻重的地位。它不仅能够大幅度减少对化石燃料的依赖,降低温室气体排放,还能促进能源消费结构的优化,为实现全球可持续发展目标提供源源不断的清洁能源支持,作出更加积极和显著的贡献。

参考文献

- [1]黄耀龙.光伏发电系统并网控制策略研究[J].电力设备管理,2020(12):118-119+130.
- [2]林异凤,任家智.并网光伏发电系统设计研究[J].能源与节能,2020(12):73-75.
- [3]王志刚,祝秀娟.太阳能光伏发电技术在绿色建筑中的应用及其节能研究[J].建设科技,2020(23):98-102+106.