

分布式并网光伏电站系统的应用

孙 强

达拉特旗国能亿利电厂 内蒙古 鄂尔多斯 014300

摘 要：分布式并网光伏电站系统作为一种清洁能源利用方式，正逐步在多个领域得到广泛应用。该系统通过光伏阵列将太阳能转化为电能，并直接并入电网供电。在工业、商业建筑及居民应用中，该系统展现出显著的经济与环境效益。然而，光伏阵列优化配置、温升失配、热斑现象及并网电能质量等问题仍需解决。通过优化配置、加强维护和提高电能质量等措施，可有效提升系统性能。

关键词：分布式并网；光伏电站系统；应用

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，分布式并网光伏电站系统作为一种绿色、可再生的能源利用方式，正受到越来越多的关注。该系统利用光伏效应将太阳能转化为电能，并直接并入电网，为各类用户提供电力支持。其应用领域广泛，包括工业、商业建筑及居民生活等，对于促进能源结构转型和环境保护具有重要意义。

1 分布式并网光伏电站系统概述

分布式并网光伏电站系统是一种在用户现场或靠近用电现场配置的小型光伏发电供电系统，旨在满足特定用户的电力需求。该系统通过光伏组件将太阳能转化为直流电，再经由并网逆变器转换为交流电，供给本地负载使用，并将多余的电能送入电网，实现电能的双向流动。分布式并网光伏电站系统具有输出功率相对较小但投资灵活的特点，其发电效率受电站规模大小的影响较小，适合在家庭、小型商业用户及工厂等场所应用。在发电过程中，该系统不会产生噪声，也不会对空气和水造成污染，具有显著的环保效益。该系统还能在一定程度上缓解局地用电紧张状况，尤其是在用电高峰期，可作为补充电源，提高能源利用效率。从技术角度来看，分布式并网光伏电站系统具有调峰性能好、操作简单、建设成本低等优势。系统启停快速，便于实现全自动控制，能够根据实际用电需求灵活调整发电功率。该系统无需建设配电站，土建和安装成本相对较低，且输配电损耗低，可降低或避免附加的输配电成本。分布式并网光伏电站系统以其高效、环保、灵活等特点，逐渐成为当下光伏系统的主流应用方式之一。

2 分布式并网光伏电站系统的应用领域

2.1 工业领域

在工业领域，分布式并网光伏电站系统发挥着极

为广泛且重要的作用，众多工业厂房通常拥有大面积的闲置屋顶，这为光伏电站的建设提供了得天独厚的空间条件。通过在屋顶铺设光伏组件，原本被浪费的空间被充分利用起来，转化为清洁电力的生产场地。工业生产有着持续且庞大的用电需求，而分布式并网光伏电站系统正好可以有效满足这部分需求。它所产生的电力可直接接入工厂内部的用电网络，优先供工厂自身的生产设备使用，降低了工厂对传统电网的依赖，有助于稳定电力供应，减少生产中断的风险，并在一定程度上降低企业的用电成本。对于高耗能的工业企业而言，使用分布式光伏发电所产生的清洁能源，既符合节能减排的环保理念，也有助于企业树立良好社会形象，提升其社会责任感。更重要的是，分布式并网光伏电站系统还能在一定程度上缓解电力供应紧张的局面，对保障地区能源供应稳定起到积极作用。在工业领域推广分布式并网光伏电站系统，无论是对企业自身的经济效益，还是对社会的可持续发展，都具有极其重要的意义。

2.2 商业建筑

在商业建筑领域，分布式并网光伏电站系统具有广泛且重要的应用。大型商场、写字楼等商业建筑通常耗电量巨大，照明、空调、电梯等设备全天运转，对稳定电力供应需求迫切。分布式并网光伏电站系统可有效缓解这类建筑的用电压力，利用太阳能转化为电能，直接供建筑内设备使用，降低对传统电网的依赖，节省用电成本。商业建筑往往拥有大面积的屋顶和外墙，这些闲置空间为分布式光伏发电系统提供了理想的安装场地。通过合理规划布局，将光伏组件铺设在屋顶或外立面，不仅能充分利用空间，还能在一定程度上起到建筑隔热作用，减少空调制冷能耗。例如，一些城市的商业综合体，将光伏组件巧妙融入建筑设计，既实现了绿色发电，又提升了建筑外观的科技感与独特性。对于连锁

超市、酒店等商业业态，统一采用光伏发电系统，可在展现企业绿色环保形象的同时，降低运营成本，增强品牌竞争力。余电上网政策还允许商业建筑将光伏电站产生的多余电量出售给电网，为企业带来额外的经济收益，进一步提升了分布式光伏发电在商业建筑领域的应用价值^[1]。

2.3 居民应用

在居民应用领域，分布式并网光伏电站系统正发挥着日益重要的作用。随着人们环保意识的提升以及对清洁能源的追求，越来越多的居民开始关注并采用这一系统。居民的日常用电涵盖了照明、家电设备运行等多个方面，传统的依赖市电供电方式不仅成本较高，而且在能源消耗上存在一定的局限性。分布式并网光伏电站系统的出现，为居民提供了新的选择。该系统安装较为便捷，可灵活地安装在居民住宅的屋顶等位置，无需占用大量额外空间。这对于居住空间有限的居民来说，无疑是一个极具吸引力的优势。利用自家屋顶的闲置空间，居民就能够实现光伏发电，满足部分甚至全部的日常用电需求。从经济层面来看，居民安装分布式并网光伏电站系统后，所发电量除自用外，多余电量还可并网出售给电网公司，从而获得额外的经济收益。这不仅降低了家庭用电成本，还能创造一定的经济价值，实现了能源利用和经济效益的双赢。该系统的使用有助于减少对传统化石能源的依赖，降低碳排放，为环境保护贡献力量，让居民在日常生活中践行绿色低碳的生活理念，提升生活品质。

3 分布式并网光伏电站系统应用中的技术问题与解决方案

3.1 分布式并网光伏电站系统应用中的技术问题

3.1.1 光伏阵列优化配置问题

在分布式并网光伏电站系统中，光伏阵列的优化配置是关乎发电效率和成本效益的核心要素。实际应用场景极为复杂多变，不同的安装场地具有各异的地形地貌和光照条件。以山地为例，地势的起伏导致各区域接受光照的时长和强度存在显著差异。在向阳坡面，光照通常充足且时长较长；而背阴坡面或山谷地带则光照强度低，时长也明显缩短。在城市建筑屋顶，周边建筑物的遮挡使得光照分布变得不规则，部分区域可能长期处于阴影之中。若不能依据这些复杂的地形和光照条件对光伏阵列进行精确配置，将导致大量太阳能资源浪费，发电效率难以达到预期，进而降低投资回报率。光伏组件类型多样，性能参数各异。单晶硅组件转换效率高，但成本也相对较高；多晶硅组件则成本较低，转换效率

稍逊。在实际配置过程中，需综合考虑成本预算、期望的发电效率以及系统长期运行的稳定性等多方面因素。通过科学的计算和分析，找到成本、效率和稳定性之间的最佳平衡点，实现组件的合理选型与组合，是光伏阵列优化配置中的一项极具挑战性的任务^[2]。

3.1.2 光伏阵列的温升、失配和热斑现象

光伏阵列在运行时，温升问题对其发电效率和稳定性有着显著影响。随着光照强度的持续增强以及环境温度的逐步升高，光伏组件的温度会随之不断上升。根据大量的实验研究和实际运行数据表明，光伏组件的发电效率通常会随着温度升高而降低，一般情况下，每升高1°C，效率大约会下降0.4%-0.5%。这是因为温度升高会导致光伏组件内部的半导体材料特性发生变化，从而增加了电子-空穴对的复合几率，降低了载流子的迁移率，最终使得发电效率降低。光伏阵列是由多个组件按照串联和并联的方式组合而成。由于各组件在生产工艺上存在细微差异，比如半导体材料的纯度、电极的制作工艺等，以及安装位置的不同，导致其接受光照的强度和角度存在区别，这些因素综合作用下，容易出现失配现象。失配会造成部分组件工作电流不一致，当电流不匹配时，电流较小的组件会像电阻一样消耗电能，进而产生局部过热，形成热斑。热斑会加速组件老化，缩短组件的使用寿命，严重时甚至会使用组件烧毁，进而影响整个光伏阵列的安全稳定运行，导致发电中断，造成经济损失。

3.1.3 并网后的电能质量问题

分布式光伏发电并网后，电能质量问题逐渐成为制约其广泛应用的重要因素。光伏逆变器在直流电转换为交流电的过程中，会因其内部电力电子器件的工作特性产生大量谐波电流注入电网。这些谐波电流与电网基波电流相互作用，导致电网电压波形畸变，对电网中其他电气设备的正常运行产生不良影响。例如，谐波会增加电机的损耗，降低其效率和使用寿命，并可能影响继电保护装置对故障的准确判断，从而威胁电网的安全运行。光伏发电的输出功率受多种自然因素影响，如光照强度和温度，具有间歇性和波动性。当光照强度突然变化或环境温度大幅波动时，光伏发电的输出功率会随之快速改变。这种功率的快速变化会导致并网点电压频繁波动，当波动幅度过大时，就会产生闪变。闪变问题不容忽视，它会对用户的用电体验造成严重影响，特别是对于那些对电压稳定性要求极高的精密设备和电子仪器，如医疗设备、半导体制造设备等。电压闪变可能导致这些设备工作异常，甚至损坏，从而造成生产中断和

经济损失^[3]。

3.2 分布式并网光伏电站系统应用中的解决方案

3.2.1 优化光伏阵列配置

(1) 面对光伏阵列优化配置这一关键问题,借助先进软件模拟技术是有效手段。如PVsyst、PVSOL这类专业软件,通过输入详细地理信息(经纬度、海拔高度等)、气象数据(年平均日照时长、季节光照变化等)和光伏组件参数(转换效率曲线、开路电压、短路电流等),模拟不同条件下的发电效率和发电量,筛选出最优配置方案。(2) 组件选型也是重要环节。转换效率直接影响发电功率,功率衰减率关系到长期发电稳定性,价格则关乎成本投入,可靠性更是影响电站运行的关键。所以在选择组件时,要综合权衡这些因素,优先选用转换效率高、功率衰减慢,并且在成本与性能之间达到合理平衡的组件,确保在有限的预算下实现最大的发电效益。(3) 智能跟踪系统的应用能显著提升光伏阵列对太阳能的捕获效率。该系统通过传感器实时监测太阳的位置,根据太阳的高度角和方位角,自动调整光伏阵列的角度,使光伏组件始终保持与阳光垂直或接近垂直的最佳受光状态,让发电效率得到进一步提升。

3.2.2 加强光伏组件的清洁和维护

(1) 光伏阵列的温升、失配和热斑现象,会严重影响发电效率与组件寿命,加强光伏组件清洁维护至关重要。定期清洁是基础工作,灰尘、污垢等会阻挡光线,降低透光率和发电效率。清洁频率依当地环境而定,沙尘多的地区,沙尘易在组件表面快速堆积,需增加清洁次数,确保组件正常受光发电。(2) 利用红外热像仪等设备对光伏阵列进行定期巡检是及时发现问题的有效方法。红外热像仪能够检测出组件表面的温度分布,一旦出现失配或热斑隐患,组件温度会异常升高,通过热像仪就能及时发现这些问题组件。对于检测出存在问题的组件,必须及时进行更换或修复,防止问题扩大影响整个光伏阵列的正常运行。(3) 在安装光伏组件的过程中,严格遵守操作规程至关重要,这是预防潜在问题的核心。必须确保每个组件的安装位置准确无误,从而避免位置偏差引起的光线遮挡不均。还要保证组件之间的连接牢固可靠,防止松动导致的接触不良,进而减少因

安装不当而产生的失配,确保光伏阵列从源头开始稳定运行。

3.2.3 提高并网电能质量

(1) 在谐波治理上,于光伏逆变器输出端装滤波器是常用有效手段。无源滤波器由电感、电容等元件构成谐振电路,结构简单、成本低,可滤除特定次数谐波,降低谐波含量;有源滤波器运用电力电子技术,动态响应快,能实时跟踪谐波电流变化,精确补偿。合理配置两者,能将注入电网的谐波电流控制在允许范围。(2) 针对电压波动和闪变问题,采用储能系统与光伏发电系统相结合的方式十分有效。在光伏发电功率波动较大时,储能系统能够快速响应,根据功率变化情况进行充放电操作。当发电功率过高时,储能系统充电储存多余电能;当发电功率不足时,储能系统放电补充电能,以此调节电网功率平衡,稳定并网点电压,减少因功率波动对电网造成的影响。(3) 优化光伏电站控制策略是提高电能质量的重要手段。比如采用最大功率点跟踪(MPPT)控制算法的改进版本,实时监测分析光伏阵列输出电压和电流,不断调整工作点,让光伏系统稳定在最大功率点附近,减少对电网电压影响,保障电能质量^[4]。

结语

综上所述,分布式并网光伏电站系统在多个领域展现出了广阔的应用前景。通过优化光伏阵列配置、加强光伏组件的清洁和维护以及提高并网电能质量等措施,可以有效解决系统应用中存在的技术问题。未来,随着技术的不断进步和政策的持续支持,分布式并网光伏电站系统有望实现更高效、更稳定的发展,为全球的能源转型和可持续发展贡献力量。

参考文献

- [1]李永军.分布式并网光伏电站系统的应用[J].集成电路应用,2020,37(4):62-63.
- [2]蓝天.分布式并网光伏电站系统的应用[J].消费导刊,2021(8):294.
- [3]王涛.分布式并网光伏电站系统的应用[J].商品与质量,2020(47):7.
- [4]甄中伍.分布式光伏电站的并网控制技术与系统设计[J].电站系统工程,2024,40(01):78-80.