

分布式光伏发电系统在民用建筑中的应用

李 翀

1. 天地科技股份有限公司, 北京 100013
2. 中煤科工开采研究院有限公司, 北京 100013

[摘要] 随着全球能源需求的不断增长, 传统能源的消耗对环境造成了严重的污染和破坏。因此, 开发和利用可再生能源已成为全球能源发展的趋势。分布式光伏发电作为一种清洁、可再生的能源, 逐渐受到广泛关注。文中主要分析了分布式光伏发电系统在民用建筑中的应用, 探讨了其在节能减排、经济效益、政策支持等方面的优势, 并提出了相应的推广措施。

[关键词] 分布式光伏发电; 民用建筑; 节能减排; 经济效益; 政策支持

DOI: 10.33142/hst.v7i8.13154

中图分类号: TU201.5

文献标识码: A

Application of Distributed Photovoltaic Power Generation System in Civil Buildings

LI Chong

1. Tiandi Technology Co., Ltd., Beijing, 100013, China
2. CCTEG Coal Mining Research Institute Co., Ltd., Beijing, 100013, China

Abstract: With the continuous growth of global energy demand, the consumption of traditional energy has caused serious pollution and damage to the environment. Therefore, the development and utilization of renewable energy has become a trend in global energy development. Distributed photovoltaic power generation, as a clean and renewable energy source, has gradually received widespread attention. This article mainly analyzes the application of distributed photovoltaic power generation systems in civil buildings, explores their advantages in energy conservation and emission reduction, economic benefits, policy support, and proposes corresponding promotion measures.

Keywords: distributed photovoltaic power generation; civil buildings; energy conservation and emission reduction; economic performance; policy support

引言

近年来, 我国能源消费需求持续增长, 能源供应压力不断加大。在此背景下, 光伏发电作为一种具有广泛应用前景的清洁能源, 得到了国家政策的大力扶持。分布式光伏发电系统是指在用户侧就近发电、就近使用, 具有投资成本低、安装方便、输电损耗小等优点。将其应用于民用建筑, 不仅可以降低建筑能耗, 还能有效减少碳排放, 对促进我国能源结构调整和可持续发展具有重要意义。

1 分布式光伏发电系统原理

分布式光伏发电系统的工作原理基于光伏伏特效应, 当太阳光照射到太阳能电池板上时, 电池板中的半导体材料会吸收光子, 产生电子-空穴对。在电池板中, 电子和空穴会被分离, 电子会通过外部电路流动, 产生电流, 光能就被转换成了电能^[1]。原理如下图 1 所示。

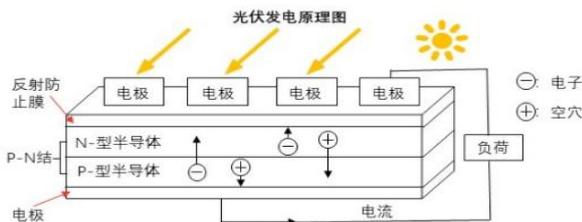


图 1 分布式光伏发电系统原理

在分布式光伏发电系统中, 太阳能电池板通常安装在屋顶或者墙面上, 电池板是按照一定的倾角和间距进行排列的, 以最大限度地接收太阳光; 电池板之间的连接线将各个电池板产生的电能传输到汇流箱中; 汇流箱中的汇流条将多个电池板产生的电能汇总在一起, 通过逆变器将直流电转换为交流电。

2 分布式光伏发电系统在民用建筑中的应用优势

2.1 节能减排

在民用建筑领域, 能源消耗量巨大, 而分布式光伏发电系统的应用能显著降低建筑对化石能源的依赖。据权威研究数据显示, 采用分布式光伏发电系统后, 民用建筑的能源消耗可减少近三成, 意味着在相同建筑需求的情况下, 能源使用效率得到大幅提升。

在减排方面, 效果更为显著。燃煤是当前我国主要的发电方式之一, 而燃煤产生的二氧化碳排放是导致全球变暖的主要因素。分布式光伏发电系统的使用, 可以有效减少民用建筑对燃煤的依赖, 从而减少燃煤消耗量和二氧化碳排放。根据相关研究, 每安装 1 兆瓦的分布式光伏发电系统, 一年可以减少约 1000 吨的二氧化碳排放, 该数据在民用建筑领域具有重要的现实意义。

2.2 经济效益

首先, 分布式光伏发电系统能够有效降低民用建筑的

电力支出。传统上,民用建筑的电力供应主要依赖于电网,而电网供电的电费价格通常较高。然而,通过在建筑屋顶或者墙壁上安装光伏板,建筑可以使用自己产生的电力,从而减少对电网的依赖。尤其是在阳光充足的地区,光伏发电系统的发电量可以大大超过建筑的用电需求,剩余的电力还可以出售给电网,获得额外的收益。

其次,分布式光伏发电系统还能提高投资回报率。根据我国的光伏发电政策,分布式光伏发电项目可以享受国家补贴、税收优惠等政策支持。这些政策支持降低了项目的投资风险,提高了投资回报率。此外,光伏发电系统的运行寿命通常较长,一般在25年以上,意味着投资者可以长期获得稳定的收益。此外,分布式光伏发电系统还具有很好的环保效益。光伏发电是一种清洁的能源,不会产生二氧化碳等温室气体排放,对改善我国的环境质量,应对气候变化具有重要意义。

2.3 政策支持

我国政府在近年来出台了一系列支持政策,以促进光伏产业的快速发展,包括光伏发电补贴、光伏发电标杆电价等政策的实施,为分布式光伏发电系统在民用建筑中的应用提供了有力保障。

光伏发电补贴政策是指政府对光伏发电项目的投资方提供的资金补贴,该政策的出台,旨在鼓励和引导社会资本投入光伏发电领域,推动光伏产业的发展。通过补贴政策的实施,投资者可以获得一定的经济回报,从而降低了光伏发电项目的投资风险。这为民用建筑中分布式光伏发电系统的应用提供了经济支持。光伏发电标杆电价政策是指政府规定光伏发电的电价标准,并对其进行补贴,政策的目的是保障光伏发电项目的盈利性,鼓励更多的投资者参与光伏产业^[2]。通过标杆电价政策,光伏发电项目的收益得到了保障,从而吸引了大量的投资。这为民用建筑中分布式光伏发电系统的应用提供了稳定的经济收益。

3 分布式光伏发电系统应用分析

3.1 光电转换应用效率

标准测试条件下,某测试案例对光伏电池板的光电转换效率进行测量。测试条件如下,照度维持在 1000 W/m^2 ,环境温度控制在 $25\pm 1^\circ\text{C}$,光谱特性则采用AM1.5的标准光谱。实验中,选用了一块标准功率为270 W_p、尺寸为 $1650\times 992\times 35\text{ mm}^3$ 的光伏电池板进行测试。经过一系列细致的测试,得到了光伏电池板的光电转换效率为16.49%^[3]。

表1 测试案例数据表

项目	照度	环境温度	光谱特性	标准功率	尺寸
基本数据	1000 W/m^2	$25\pm 1^\circ\text{C}$	AM1.5	270WP	$1650*992*35\text{mm}^3$
换算公式	$1.65\times 0.992\times 1000$				
	转换率: 16.49%				

通过以上测试,了解到光伏电池板在标准条件下的光电转换效率,对于评估光伏电站的供电效率具有重要意义,

同时也为实际应用中提高光伏电站的效率提供了参考依据。然而,光伏电池板的实际应用效果会受到诸多因素的影响,如照度、温度、光谱特性等。因此,在实际应用中,需要根据不同的环境条件对光伏电池板进行调整,以使其达到最佳的工作状态。此外,为提高光伏电池板的光电转换效率,还需要不断优化光伏电池板的结构和材料。例如,可以通过增加电池片的数量、改进电池片的光学特性、提高电池片的制作工艺等方式来提高光伏电池板的光电转换效率。

3.2 应用时的遮光效率

分布式光伏发电系统其优势在于能够将光伏发电设备安装在屋顶、道路、停车场等场所,充分利用空间资源,减少对土地的占用,同时也能降低输电损耗,提高电力供应的可靠性。

光伏发电系统在设计时,遮光效率指的是光伏组件表面被遮挡的程度,直接影响到光伏组件的发电效率。当光伏组件表面被遮挡时,其发电效率会显著下降,因为遮挡部分无法吸收太阳光,从而无法产生电流。因此,在设计 and 安装光伏发电系统时,需要充分考虑遮挡因素,采取相应的措施来减少遮挡,提高光伏组件的发电效率。

为提高光伏组件的遮光效率,可采取以下几种措施。首先,优化光伏组件的排列方式。通过合理的设计和排列,可以减少组件之间的阴影互相影响,从而提高整体的光伏发电效率。其次,采用双面光伏组件。双面光伏组件具有较高的遮光效率,不仅可以吸收正面太阳光,还能吸收背面反射的太阳光,从而提高整体发电效率。再次,采用跟踪式光伏支架。跟踪式光伏支架可以根据太阳的位置自动调整光伏组件的角度,使其始终面向太阳,从而提高光伏组件的受光面积,提高发电效率。此外,还可以通过定期清洗光伏组件来提高其遮光效率。光伏组件在运行过程中,表面会积累灰尘、污垢等杂物,影响其吸光效果。因此,定期清洗光伏组件,保持其表面的清洁,可以有效提高其遮光效率,进而提高发电效率。

3.3 逆变器系统设计

逆变器作为分布式光伏发电系统的核心部件,能够将太阳能这一清洁、可再生的能源转化为与电能同频、同相的交流电,不仅能够优先满足当地负荷的供电需求,还能够将剩余的电能馈入电网,实现能源的有效利用。更为重要的是,逆变器具备过压、电压频率异常、过流、漏电流和绝缘阻抗等保护功能,是保障光伏发电系统安全、稳定运行的基础。

在设计中,首先对逆变器进行了精心设计,主要采用的是40 kW的逆变器进行构建。在逆变器的设计中,我们将每个光伏串的容量定为 $270\times 15=4050\text{ Wp}$ 。根据逆变器的参数,每台40 kW的逆变器需要的光伏串数量最大配置为 $40\div 4.05=9.8$ 。因此,在实际设计中,每台逆变器内安装了10串光伏串,其中包括了4串正极光伏串和4串负极光伏串,并为光伏串配置了电池板^[4]。

为了实现电力供应的充足性,需为每串光伏串配置了

15 块电池板。在这种配置下,进行了测试,逆变器的总发电量达到了 64.8kWp,该结果不仅满足当地负荷的供电需求,还有多余的电能馈入电网,实现了能源的优化配置。总的来说,逆变器在分布式光伏发电系统中发挥着至关重要的作用,不仅能够将太阳能高效转化为电能,还能够保障系统的安全、稳定运行。而通过合理的设计和配置,可以实现逆变器的高效运行,进一步提升光伏发电系统的性能和经济效益。

3.4 电源设计

分布式光伏发电其优势在于就近发电、消纳,有助于减少长距离输电损失,同时响应了节能减排和绿色能源的战略需求。然而,由于其受自然条件如日照强度、天气变化等因素的影响,分布式光伏发电系统的输出功率呈现波动性和随机性,对于并入电网的稳定性构成了挑战。因此,在电源设计方面,更倾向于采用分布式低压电源,以期提高供电的稳定性。

在设计方案中,应考虑将分布式低压电源接入光伏系统,此时光伏发电的总装机容量设定为 64.8kWp 容量,能够满足一定区域内电力需求,也考虑到分布式电源的接入对电网稳定性的影响^[5]。设计方案主要在地下室变配电房处设计两个单体分别直流汇流,通过汇流后的电流采用单体电井将电流引入逆变器。

逆变器在分布式光伏发电系统中起着至关重要的作用,将直流电转换为质量更高的交流电,满足电网对电能质量的需求。在电流通过逆变器后,将进行整流、调相、调压和调频等处理,这样处理的目的是提高电能的质量,确保其能够顺利接入低压母排。

分布式电源并网接入过程中,通过合理的并网方式,可以有效减少因光伏发电功率波动性带来的影响。并网时,我们采用先进的控制策略和保护措施,确保在光伏发电功率波动时,能够及时进行调整,保持电网的稳定性。同时,为提高光伏系统的整体性能,我们还考虑了阴影对光伏发电效率的影响。在设计中,通过采用高效的光伏组件和优化组件布局,减少阴影对光伏发电效率的影响。此外,还考虑了系统的维护和清洁工作,确保光伏组件长期保持高效率的发电能力。在并网接入方面,工作人员应遵循国家相关标准和规定,确保光伏系统能够安全、稳定地并入电网。在设计中,还考虑了与电网的互动,如在光伏发电功率超过需求时,能够将多余的电力反馈至电网,实现电网的削峰填谷。

总的来说,分布式光伏发电系统的设计和实施,需要充分考虑其对电网稳定性的影响,通过采用分布式低压电源、先进的逆变技术和控制策略,以及合理的并网方式,可以有效提高供电的稳定性,同时实现清洁、绿色能源的发展目标。

4 分布式光伏发电系统应用评价

分布式光伏发电系统作为一种新型的可再生能源技术,在民用建筑中的应用越来越广泛。该系统通过在建筑物的屋顶、墙面或者地面上安装光伏板,将太阳光能转换

为电能,从而满足建筑物的电力需求。

分布式光伏发电系统在民用建筑中的应用具有多方面的优势。首先,可以有效地减少建筑物的电力消耗。传统的电力供应方式往往需要通过长距离的输电线路将电能从发电站输送到建筑物,这过程中会有一些的能量损失。而分布式光伏发电系统则可以直接在建筑物上安装光伏板,将太阳光能直接转换为电能,避免了远距离输电的能量损失,提高了能源利用效率。

随着光伏技术的不断发展,光伏板的制造成本逐渐降低,使得分布式光伏发电系统的投资成本也越来越低。而且,通过自产自消,建筑物可以减少对外部电力供应的依赖,降低电力费用支出。在一些国家和地区,政府还提供了光伏发电的补贴政策,进一步降低了建筑物的投资成本,提高了经济效益。然而,分布式光伏发电系统在民用建筑中的应用也面临一些挑战。例如,光伏板的安装和维护需要专业技术的支持,建筑物的屋顶和墙面空间需要充分利用,以提高光伏板的安装面积。此外,光伏发电的效率受到天气和光照条件的影响,因此在设计分布式光伏发电系统时需要考虑这些因素,确保系统的稳定性和可靠性。

总之,分布式光伏发电系统在民用建筑中的应用具有减少电力消耗、提供清洁能源和带来经济效益等多方面的优势。尽管面临一些挑战,但随着技术的进步和政策的扶持,相信分布式光伏发电系统在民用建筑中的应用将会更加广泛。

5 结语

分布式光伏发电系统是将光伏发电设备安装在民用建筑上,通过光伏组件将太阳能转化为电能,满足建筑自身用电需求,多余电量上网销售。本文详细分析了分布式光伏发电系统在民用建筑中的应用,探讨分布式光伏发电系统在民用建筑中的应用具有明显的环保效益、经济效益和社会效益。随着技术进步和政策扶持力度加大,分布式光伏发电系统在民用建筑中的应用将更加广泛,成为推动我国能源结构调整、实现可持续发展的重要力量。

[参考文献]

- [1]张雷,刘思彤,李勇.分布式光伏发电系统并网技术分析[J].电子技术,2024,53(2):372-374.
- [2]凌佳桦,顾逸清.分布式光伏发电对电网的影响与对策分析[J].集成电路应用,2024,41(2):88-89.
- [3]贾如宾,刘泉,付凯歌.基于 50 kW 逆变器替换 100 kW 逆变器的分布式光伏发电系统设计方案优化分析[J].电工技术,2023(24):47-50.
- [4]谭放.分布式光伏发电系统的并网技术应用分析[J].城市建设理论研究(电子版),2023(6):79-81.
- [5]朱成林.分布式光伏发电在民用建筑中的应用[J].光源与照明,2021(8):73-75.

作者简介:李翀(1980.5—),毕业院校:沈阳化工大学,所学专业:自动化,当前就职单位:中煤科工开采研究院有限公司,职务:项目经理,职称级别:副高级工程师。