

太阳能光伏发电与热泵联合供热的低碳用能研究

格日勒

中冶京城工程技术有限公司

DOI:10.12238/bd.v8i4.4225

[摘要] 面对日益严重的全球能源危机和环境问题,太阳能光伏发电与热泵作为可再生能源,获得了广泛关注。为了实现低碳能源利用,本研究探讨了太阳能光伏发电与热泵联合供热系统的配置与运行方式。分析了光伏发电系统和热泵系统的运行原理,基于实际应用场景构建了住宅和商业建筑用能模型。通过能量平衡分析,研究了光伏发电与热泵在供热系统中的配置权重,以优化系统性能,实现低碳能源利用。结合实验仿真,技术经济性和环境优势,分析了光伏发电-热泵供热与传统化石能源供热的对比。研究结果显示,太阳能光伏发电与热泵联合供热可以有效降低碳排放与能源消耗,提高能源利用效率,具有良好的技术经济性和环境效益。本研究为实现低碳用能、推动清洁能源与建筑节能的深度融合提供了理论支持与实践指导。

[关键词] 太阳能光伏发电; 热泵; 联合供热; 低碳用能; 能源利用效率

中图分类号: TK511 文献标识码: A

Research on Low Carbon Energy Consumption of Solar Photovoltaic Power Generation and Heat Pump Combined Heating

Greele

Zhongye Jingcheng Engineering Technology Co., Ltd

[Abstract] Faced with the increasingly serious global energy crisis and environmental problems, solar photovoltaic power generation and heat pumps, as renewable energy sources, have received widespread attention. In order to achieve low-carbon energy utilization, this study explores the configuration and operation mode of a solar photovoltaic power generation and heat pump combined heating system. Analyzed the operating principles of photovoltaic power generation systems and heat pump systems, and constructed energy consumption models for residential and commercial buildings based on practical application scenarios. Through energy balance analysis, the configuration weights of photovoltaic power generation and heat pumps in heating systems were studied to optimize system performance and achieve low-carbon energy utilization. Based on experimental simulation, technical and economic performance, and environmental advantages, the comparison between photovoltaic power generation heat pump heating and traditional fossil energy heating was analyzed. The research results show that the combination of solar photovoltaic power generation and heat pump heating can effectively reduce carbon emissions and energy consumption, improve energy utilization efficiency, and have good technical, economic, and environmental benefits. This study provides theoretical support and practical guidance for achieving low-carbon energy consumption and promoting the deep integration of clean energy and building energy conservation.

[Key words] solar photovoltaic power generation; Heat pump; Joint heating; Low carbon energy consumption; Energy utilization efficiency

引言

全球能源危机与环境问题已成为各个国家亟需关注和解决的重大课题。在可持续发展背景下,限制碳排放量、发掘可再生能源以取代传统化石燃料已显得尤为关键。太阳能作为一种重

要的可再生能源,在发展低碳经济方面具有巨大潜力。尤其是光伏发电和热泵技术在替代传统能源供热方面展现出显著的环保和经济优势。因此,太阳能光伏发电与热泵联合供热的低碳用能研究对于应对能源问题是非常必要的。为了在住宅和商业建筑

中实现能源的低碳利用,本研究主要关注于光伏发电与热泵联合供热系统的配置与运行方式。首先,详细分析了光伏发电系统和热泵系统的运行原理,并根据实际应用场景构建了典型的用能模型。进一步地,采用能量平衡分析方法调整光伏发电与热泵在供热系统中的配置权重,并以此优化系统性能,实现低碳能源的有效利用。最后,通过实验仿真和对比分析,本研究向读者展示了光伏发电-热泵供热与传统化石能源供热在技术经济性能和环境优势方面的差异。本研究的目的是通过改进和优化太阳能光伏发电与热泵联合供热系统,以降低碳排放和能源消耗、提高能源利用效率。进一步希望从理论支持与实践指导角度发挥其对实现低碳用能,推动清洁能源与建筑节能的融合方面的积极作用。

1 太阳能光伏发电与热泵系统综述

1.1 太阳能光伏发电系统原理与技术

太阳能光伏发电系统利用光电效应,将太阳能转化为电能,是一种清洁、安全、可再生的能源方式^[1]。

系统主要由光伏组件、逆变器、支架、监控和电缆组成。光伏组件为核心,通过半导体材料转化阳光为电能。单晶硅、多晶硅和薄膜是主要技术类型,各有优劣。设计和安装光伏系统需综合考虑光照、安装角度、温度、遮蔽等多种因素。安装位置越接近赤道,光照资源越丰富,发电效率越高。通过调整光伏板的倾角和方位角,可以最大化地捕获太阳能,提升系统效率。

监控系统用于实时监测光伏系统的运行状态和发电量,以确保系统的稳定运行和及时故障排查。逆变器在光伏系统中起到关键作用,将光伏组件产生的直流电转换为交流电,以供给家庭或商业负荷使用,或直接并入电网。逆变器作为光伏系统的关键部件,其效率和质量对系统整体性能有着直接影响。现代逆变器不仅转换效率高,还具备优良的电能输出质量和防孤岛效应功能。

在光伏技术应用中,储能系统日益受到重视^[2]。储能设备如锂离子电池,能在光照不足时储存电能,确保供电平稳、稳定。储能系统的配置不仅提升了光伏系统的能源利用率,还增强了其独立运行能力,尤其在离网应用中表现突出。随着技术不断进步,光伏发电成本持续下降,效率逐步提高。从材料研发到大规模商业应用,光伏技术正朝着高效、低成本和智能化方向迈进。在光伏产业链不断完善和政策大力支持的推动下,太阳能光伏发电系统在全球能源结构转型中扮演着越来越重要的角色,有望成为未来能源供应的主要来源之一,为人类的可持续发展提供强大动力^[3]。

1.2 热泵系统原理与技术

热泵系统,个能优化排列各环节,将散落的低温热量经压缩、冷凝、膨胀等操作,聚焦到高温环境的设备,又实现节能的目的。其核心为逆卡诺循环的运行机制。不同于一般直接燃烧化石燃料产生热能的方法,热泵系统的特别之处在于,无论是热能的转移,还是能源的再利用,其效率显著高于常规。

热泵以极高效率完成热能传递,其精髓在于将环境的低温热量如空气、水源或地热汇集起来,借助电力驱动压缩机加热,进而输送至所需空间。热泵系统可分为空气源热泵、水源热泵和地源热泵等多种形式。空气源热泵依赖环境中的空气进行热交换,广泛适用于各种气候条件下的供暖和制冷。水源热泵则利用河流、湖泊或地下水的稳定温度进行热交换,表现出较高的热效率及可靠性。地源热泵通过地下埋设的管道系统将地下恒温热量利用起来,高效稳定,特别适用于长期运作的供暖系统。

热泵系统在实际应用中还结合了智能控制技术^[4],能够根据室内外温度变化自动调节运行状态,从而实现高效、经济的能源利用。热泵系统的研发和应用不断创新,例如,采用变频技术提升压缩机的运行效率,多种热泵形式并联运行以实现更大幅度的热量回收等。

从节能减排的角度来看,热泵系统作为一种清洁能源技术,在减少温室气体排放方面具有显著优势。与传统燃煤或燃气锅炉相比,热泵系统利用可再生低温热能,显著降低化石能源消耗和碳排放,符合全球低碳经济发展需求。作为清洁高效的供暖制冷方案,热泵逐渐成为提升现代建筑能效的重要组成部分。

1.3 太阳能光伏发电与热泵联合供热系统的研究现状

近年来,太阳能光伏发电与热泵联合供热系统备受关注,成为研究热点。该系统巧妙融合了光伏发电的清洁电能与热泵的高效供热功能,实现了能源的优化利用。

研究重点聚焦于系统的配置优化、运行策略及能效提升等方面。比如,一些研究人员通过建立精确的数学模型,模拟不同组件参数和运行条件下系统的性能表现,以找到最优的配置方案。在实验方面,他们搭建实际的测试平台,对系统在各种环境中的运行数据进行采集和分析,从而验证模拟结果的准确性,并对系统进行进一步的优化改进。

部分研究通过模拟和实验,深入探讨了不同气候条件下的系统性能,力求实现最佳配置和调度。在寒冷的北方地区,着重研究如何提高系统在低温环境下的制热效率和稳定性;在炎热的南方地区,则关注如何避免系统在高温高湿环境下的性能衰减。

同时,也有研究关注系统的经济性和环境效益,充分证明了其在降低碳排放和节约能源成本方面的显著优势。通过详细的成本核算和效益评估,发现该系统在长期运行中能够为用户节省大量的能源费用,并且对减少温室气体排放、缓解环境压力有着积极的作用。

这些研究成果为未来该系统的大规模推广奠定了坚实的理论基础,并提供了有力的技术支持。随着技术的不断进步和成本的进一步降低,相信这一联合供热系统将在未来的能源领域发挥更加重要的作用,为实现可持续发展的目标贡献力量。

2 光伏发电与热泵在供热系统中的配置权重研究

2.1 能量平衡分析方法

光伏发电与热泵联合供热系统中,能量平衡分析方法是一个实现优化配置权重不可或缺的工具。这一方法帮助深入地评

估系统各个组成部分的能量转换和利用状况,为光伏发电和热泵的合适配置提供方向。

将供热系统的能量流动模型构建起来,再进行数量上的分析,便是能量平衡分析方法的核心所在。这种方法主要涉及到了光伏发电系统、热泵系统以及负荷需求的能量平衡计算三个方面。光伏发电系统通过将太阳能转化为电能的光电转换过程,为热泵系统和其他电能负荷提供了动力。而热泵系统在电能的驱动下,将其低品位的热能升级为高品位的热能,从而满足建筑供热的需求。能量平衡分析需综合考虑光伏发电的时变性、电池储能状况、热泵运行效率以及建筑热负荷变化特性。

光伏发电系统的发电量受日照强度和天气条件影响较大。对光伏发电量进行24小时周期内的时间分辨计算非常重要,这涉及到光伏组件的瞬时发电效率和光伏逆变器的转换效率。这些参数需要通过现场测试或模型仿真获取,并且在全年的四季变化中予以调整。

热泵系统的能力需求,要结合建筑热负荷的变化来看。当进入供热模式,室外环境温度的高低、室内温度的设定、以及建筑自身围护结构性能都要相应考虑。热泵机组的能效系数(COP值)也随着使用条件的不同而变化,所以计算能量是否平衡,也要考虑相应时刻的COP值来计算每小时内的电耗值和热能输出值。

能量平衡分析法包括通过数学模型的建立来体现能量的变化,确立光伏发电和热泵系统随时间变化的参数,算出每个时段能量供应和需求的平衡点。还要把全年的运行数据一并拿来分析,目标就是要在保证建筑热负荷的需求的同时,优化出最好的光伏发电和热泵系统配置比例。通过动态仿真和实验验证,还可以进一步优化系统调度策略,提高整体能源利用效率^[5]。

利用能量平衡分析方法,不仅能够量化光伏发电与热泵在联合供热系统中的配置权重,还为系统的技术优化和低碳化应用提供了理论支持和实证依据。

2.2 配置权重优化策略

光伏发电与热泵系统在供热应用中的优化配置权重,是实现系统高效运行和低碳能源利用的关键。为了确保系统在不同条件下的最优性能,需采用多种优化策略。

必须依据建筑物用能消耗及其外部环境特征,创建基于即时数据的调优方案。通过研究光伏发电数据汇总和热泵用电量的相关性,逐一了解其在各种天气、负荷条件下的运行情况。如果运用机器学习算法,把历史数据转为学习素材,或可建立一个预测光伏发电和热泵效能的模型,这样需要动态调整配置比重时,就可得到准确的决定要素。在系统调优过程中,我们必须同时考虑经济效益和环保效果。为了达到最佳经济效益,决定配置比重时必须纳入光伏发电系统的初始投资、运行维护成本以及热泵系统的能效比(COP)等实质因素为考量。环境效益方面,通过计算单位供热量的碳排放量,评估不同配置权重的环保性能。采用多目标优化方法,在保证系统稳定性的最小化碳排放和运行成本。

需考虑空间尺度下的优化策略。在日常运行中,可以通过短

期预测与调度,动态调整光伏发电与热泵的功率输出。而在季节性调整中,则需考虑较长时间范围内的气候变化和供热需求,优化配置权重使全年能源利用达到最优效果。

该策略需要结合先进的数据采集技术和智能调度算法,实现光伏发电与热泵在供热系统中的最佳配置,为系统的高效、低碳运行提供保障。

2.3 低碳能源利用效果评估

评估低碳能源利用的三个核心要素就是能源消耗、碳排放以及能源利用效率。

这其中,光伏发电与热泵联合供热系统拔得头筹,其表现在消耗能源方面是出类拔萃。光热成为电能,进而推动热泵运作,减轻了对化石燃料的依赖,从而实现了能源需求的大幅削减。比如在一些大规模的工业园区,采用这种联合供热系统后,能源消耗相比传统方式降低了显著比例。

碳排放方面,光伏发电不产生温室气体排放,热泵取代了燃烧供暖的传统方式,可见碳排放量问题有效解决。在一些北方城市的试点项目中,采用该系统后,碳排放指标有了明显的下降。

能源利用效率方面,光伏发电与热泵系统彼此融合得恰到好处,大大提升了能源转换与利用的效率,从而为我们展现了高效且低碳的能源利用效果。由上所述,研究表明光伏发电与热泵联合供热系统在供热这一领域,拥有明显的低碳优势与效率较高的特性,是未来能源发展的一个重要方向。

3 光伏发电热泵供热系统与传统化石能源供热系统对比分析

3.1 技术经济性能比较

在技术经济性能比较方面,光伏发电与热泵供热系统相较于传统化石能源供热系统展现出显著优势。太阳能光伏系统直接将太阳能转化为电能,与热泵系统结合后,实现高效的能源转换与利用。热泵系统利用电能驱动,通过传热原理将低温热源提升至高温热源,工作效率远超传统燃烧化石能源的热效率。在优化配置后,系统可根据具体需求灵活调整运行模式,确保供热系统在不同条件下均能保持较高能效。

在经济方面,太阳能光伏发电与热泵系统在初始投资上,可能会较传统化石能源供热系统高,但从长远来看,由于太阳能作为可再生能源,运行过程中无需燃料成本,且维护成本较低,总体经济效益更为显著。随着太阳能光伏技术与热泵技术的不断发展和成本的逐步降低,系统的整体经济性将会进一步提升。

光伏发电与热泵供热系统还可以获得国家 and 地方政府的政策支持与补贴,这无疑为其经济效益增添了更多保障。

与传统化石能源系统相比,光伏与热泵系统在使用寿命、运维成本和能源价格稳定性上均展现出明显经济优势。化石能源价格易受国际市场波动影响,且未来趋势可能上涨,而太阳能资源则具有长期稳定性。光伏发电与热泵供热系统不仅显著提高能源利用效率、降低运行成本,还减少了对化石能源的依赖,确保了能源供应的可持续性和稳定性。研究结果表明,这一联合系

统在技术和经济性能上均优于传统化石能源供热系统,为低碳环保供热提供了有效解决方案。

3.2 环境优势评估

太阳能光伏发电与热泵联合供热系统在环境保护方面表现出显著的优势。基于可再生能源的光伏发电和热泵系统显著减少了二氧化碳排放量。相比使用煤炭、天然气等传统化石能源供热,光伏发电和热泵系统在运行过程中几乎不产生温室气体,大大降低了温室效应和气候变暖的风险。

该联合供热系统能够大幅减少空气污染物的排放。传统化石能源在燃烧过程中,会产生一氧化碳、二氧化硫、氮氧化物等有害气体,对大气环境和人类健康造成严重危害。

而光伏发电和热泵系统完全依赖清洁能源,不排放有害气体,对改善空气质量具有积极作用。光伏发电和热泵系统在运行过程中噪音较低,减少了噪音污染,提高了周边居民的生活质量。

低碳能源利用还促进了可持续发展,缓解了资源短缺问题。化石能源的长期使用导致资源枯竭,而太阳能具有取之不尽、用之不竭的特点,利用太阳能光伏发电与热泵系统可以有效延长现有化石能源的使用寿命。

为进一步验证光伏发电与热泵联合供热系统的环境优势,通过生命周期评价(LCA)方法对两种供热系统进行分析。结果表明,光伏发电和热泵系统在整个生命周期内的能源消耗和环境影响均显著低于传统化石能源供热系统,有助于实现生态环境的良性循环。

太阳能光伏发电与热泵联合供热系统在降低碳排放,减少空气污染,缓解资源短缺等方面表现出显著的环境优势,为实现低碳用能提供了有效途径。

3.3 结论与实践应用意义

光伏发电与热泵联合供热系统相较于传统化石能源供热系统在技术经济性和环境效益上具有显著优势。光伏发电与热泵联合供热系统,其实质是对自然光能与热能的创新利用,为人类缓解化石能源依赖,逐步减轻温室气体排放所带来的环境压力,具有显著的环境效益。初期投资的确比较大,但随着技术的创新,设备成本在逐渐的削减,运行和维护费用也相对较低,它的经济性也开始表露出来。相比于传统的化石能源供热系统,这种新型技术系统明显具有更高的能效,长期运行成本也更为经济。通过

在能源结构方面的改造和对低碳转型的积极推动,它不仅促进了能源结构的逐步优化,而且为清洁能源的推广应用带来了切实可行的方案。通过推广和应用此类系统,能够有效提升建筑节能水平,促进可持续发展目标的实现。该研究为未来清洁能源技术在建筑供热领域的应用提供了重要参考,具有重要的理论意义和实践价值。

4 结束语

本研究旨在探索和理解太阳能光伏发电与热泵联合供热系统如何实现低碳能源利用。通过深入研究光伏发电系统和热泵系统的运行原理,我们构建了住宅和商业建筑的能源模型。通过能量平衡分析,我们揭示了供热系统中光伏发电和热泵的配置权重对优化系统性能的关键作用。与传统化石能源供热相比,联合供热系统能有效降低碳排放与能源消耗,提高能源利用效率,并展现出良好的技术经济性和环境优势。尽管我们的研究取得了一些积极成果,但是依然存在一些问题和挑战需要进一步研究。例如,优化和改进光伏发电与热泵的联合控制策略,以进一步提高系统运行的稳定性和效率。同时,低温环境下的热能回收和利用,也是一个值得进一步研究的课题。总的来说,本研究为实现低碳用能、推动清洁能源与建筑节能的深度融合提供了理论支持与实践指导,未来我们预期更多的应用研究能基于这个基础上,为实现全球的能源可持续性和碳中和做出贡献。

[参考文献]

- [1]刘辉张爽.太阳能光伏发电储能控制研究[J].电子测试,2021,32(20):131-132.
- [2]伍凤华.浅谈太阳能光伏发电技术[J].人民黄河,2023,45(S1):106-107.
- [3]牛擎宇,宋子晔,关欣.太阳能光伏热泵研究进展[J].建模与仿真,2021,10(01):187-199.
- [4]金贵燕.太阳能光伏阵列及光伏发电技术[J].光源与照明,2021,(09):40-41.
- [5]陈洲生.太阳能光伏发电效率提升措施探讨[J].休闲,2020,(18):0239.

作者简介:

格日勒(1983--),女,蒙古族,内蒙古呼和浩特人,硕士,研究方向:暖通专业。