

# 太阳能光伏在建筑供配电系统中的应用与优化

王 飞

中国城市建设研究院有限公司 北京 100036

**摘要:** 本论文主要研究太阳能光伏在建筑供配电系统中的应用与优化问题。随着可再生能源的发展和环境保护意识的提高,太阳能光伏作为一种清洁、可再生的能源形式,在建筑领域得到了广泛关注。通过将太阳能光伏技术与建筑供配电系统相结合,可以实现建筑能耗的减少和环境负担的降低。然而,太阳能光伏在建筑供配电系统中的应用还面临一些挑战,如光伏组件布置优化、预测与调度优化、储能系统与负荷管理策略等。本论文采用文献综述和案例分析的方法,对太阳能光伏在建筑供配电系统中的应用进行了深入探讨,并针对优化策略进行了经济性分析和环境影响评价。研究结果表明,太阳能光伏在建筑供配电系统中具备巨大的潜力和优势,可以实现可持续发展和节能减排目标。然而,仍需进一步研究光伏技术的性能改进、建筑供配电系统的智能化与协调控制等方面,以实现太阳能光伏在建筑供配电系统中的最优应用。本论文对于推动太阳能光伏在建筑领域的应用和发展具有重要的理论意义和实践价值。

**关键词:** 太阳能光伏; 建筑供配电系统; 可再生能源; 环境影响; 节能减排

## 引言:

随着全球能源需求的不断增长和环境问题的日益严重,寻找清洁、可再生的能源形式成为当代社会的迫切需求。太阳能光伏作为一种具有巨大潜力的可再生能源,在建筑领域中展示出了广阔的应用前景。太阳能光伏技术通过将太阳辐射转化为电能,为建筑提供了绿色、可持续的电能来源。

建筑供配电系统作为建筑物中不可或缺的组成部分,负责动力设备、照明等负荷的供电。然而,传统的供配电系统主要依赖电网供电,而电能主要来源于化石燃料等非可再生能源,它存在能源消耗高、环境污染严重等问题。因此,将太阳能光伏技术与建筑供配电系统相结合,实现建筑能耗的减少和环境负担的降低,成为了当前建筑领域的一个热门课题。

本论文将探讨太阳能光伏在建筑供配电系统中的应用与优化问题,并通过以下章节展开具体研究。通过这些研究工作,旨在为推动清洁能源应用和可持续建筑发展提供理论支持和实践指导。

## 1. 太阳能光伏技术

太阳能光伏技术是一种利用太阳辐射将光能转化为电能的技术。它基于光电效应原理,通过光伏组件中的半导体材料吸收太阳光子的能量,将其转化为直流电能。太阳能光伏系统由多个光伏组件组成,这些组件通常由硅材料制成。光伏组件内部的半导体材料被分为P型和N型,形成PN结。当太阳光照射到光伏组件上时,通过光生激发,电子从P区域跃迁到N区域,产生电流。这种直流电能可以通过逆变器进行变换,转化为交流电,以供给建筑使用。

太阳能光伏技术还涉及光伏组件的类型和性能评估。常见的光伏组件包括单晶硅、多晶硅和薄膜太阳能电池等。它们在造价、效率和适应性方面存在差异。光伏组件的性能评估主要包括光电转化效率、温度系数、光谱响应等指标。这些指标影响着光伏组件的电能输出和稳定性。

此外,光伏阵列设计和系统配置也是太阳能光伏技术的重要方面。光伏阵列设计考虑到建筑环境、朝向和倾角等因素,以最大化光能收集效率。光伏阵列通常由多个光伏组件串联或并联而成,形成一个整体的发电系统。在光伏系统中,还包括逆变器、电池储能系统、电网连接和监测控制等设备和功能,以实现电能的存储、转换和管理。

## 2. 建筑供配电系统

供配电: 建筑供配电系统是负责将电能从电网传输到建筑中各个用电设备的重要组成部分。它由高压10KV系统、变压器、低压配电箱等设备组成,以确保建筑内的电力供应安全稳定。由市政引来10KV高压电源,高压电源能满足所有用电负荷同时运行的需要。

建筑供配电系统确保了建筑内各个区域的正常运行和设备的可靠工作。

照明: 建筑供配电系统中照明是重要的组成部分,为室内外照明设备提供所需的电力供应。室内照明设计旨在创造舒适、安全和高效的环境,使用各种灯具如LED平板灯、壁灯和路灯等。这些灯具不仅提供充足光线,还能调整亮度和色温,以适应不同场景的需求。

随着新技术的不断发展,建筑供配电系统也在逐渐智能化和自动化。通过使用智能控制、传感器和联网技术,建筑供配电系统可以实现能源管理优化、远程监控和自动化控制,提高能源利用效率和舒适性。

## 3. 太阳能光伏在建筑供配电系统中的应用案例

项目名称: 博鳌某项目太阳能光伏系统应用

项目概述: 该项目旨在将太阳能光伏技术应用于现代化的公共建筑及景观构筑物中(如图1),以实现能源的可持续利用和减少对传统能源的依赖。通过在建筑物外立面和屋顶安装光伏组件,将太阳辐射转化为电能,并供给建筑内的电力需求。

技术实施: 在这个案例中,使用了通用光伏板与异形定制光伏板相结合的方式设计,使用高效率的单晶硅太阳能光伏组件,根据建筑设计和朝向的特点,在办公楼的屋顶及室外构筑物外立面进行布置。光伏组件通过逆变器将直流电转换为交流电,与办公楼配电系统及室外照明配电箱连接,达到自发自用,余电上网的功效。此外,还安装了储能系统,可以存储白天产生的多余电能,供给夜间或低辐射时段使用。

应用效果: 通过太阳能光伏系统的应用,该项目实现了显著的能耗减少和环境影响降低。光伏组件产生的清洁能源满足一部分建筑内的电力需求,达到了减少了对传统燃料的消耗和温室气体排放。在晴天和光照强的日子里,太阳能光伏系统在用电低谷时段甚至可以向电网输送多余的电力,实现净电供给。

经济性分析: 通过经济性分析发现,尽管太阳能光伏系统的初投资较高,但随着时间的推移,由于能源成本的节约以及政府补贴的支持,该项目的回报周期逐渐缩短。太阳能光伏系统的应用不仅为业主提供了经济效益,还促进了可持续能源产业的发展。

总结: 这个案例展示了太阳能光伏技术在建筑供配电系统中的应用。通过将光伏组件安装在建筑物上,利用太阳能光伏系统产生的电力,实现了建筑能耗的减少和环境影响的降低。这种应用不仅具有经济效益,同时也为推动清洁能源的应用和可持续建筑的发展作出了重要贡献。



图1 博鳌某项目椰林部落景观构筑物实景图

#### 4. 建筑供电系统中太阳能光伏的优化策略

**布局和设计优化:** 在建筑设计阶段, 可以优化建筑的朝向、屋顶结构和立面设计, 以最大程度地利用太阳能资源。合理布置光伏组件的位置和角度, 确保它们能够充分接收到太阳辐射, 并减少阴影遮挡对发电效率的影响。

**光伏组件选择和性能评估:** 根据建筑需求和预算限制, 选择性能良好的光伏组件。比较不同类型(如单晶硅、多晶硅、薄膜等)的光伏组件之间的效率、温度系数和可靠性等指标, 以确保选择适合特定应用场景的组件。

**最大功率点跟踪(MPPT)技术:** 运用MPPT技术, 优化光伏组件输出电压和电流, 使其工作在最佳发电状态。MPPT通过动态调整电路参数, 追踪当前条件下的最大功率点, 提高光伏组件的发电效率和能量利用率。

**储能系统集成:** 将储能系统与太阳能光伏系统集成, 以便存储白天产生的多余电能, 并在夜间或低辐射时段供给建筑供电系统使用。这种方式可以减少对电网的依赖, 并提高能源利用效率。

**智能控制和监测:** 通过智能控制和监测系统, 实时监测光伏组件的发电情况、能量消耗和电力需求等信息。根据这些数据, 可以优化能源管理策略, 合理调整光伏组件输出和建筑供电系统的供电计划, 进一步提高能源利用效率。

**系统维护和故障检测:** 定期进行光伏组件的清洁和检查, 确保其正常运行。此外, 安装故障检测设备, 及时发现和处理光伏组件故障或损坏, 以保证系统的稳定性和可靠性。

通过以上优化策略, 建筑供电系统中太阳能光伏的应用可以最大程度地提高电能转换效率、降低能耗和碳排放, 实现可持续能源利用和环境保护的目标。

#### 5. 太阳能光伏在建筑供电系统中的经济性分析

**初始投资:** 首先需要考虑太阳能光伏系统的初始投资成本, 包括光伏组件、逆变器、安装费用、电网连接等。这些成本将直接影响项目的经济可行性。

**发电效益:** 通过太阳能光伏系统发电所产生的电量可以用来替代从传统电网购买的电力。计算并比较每年通过光伏系统发电所节省的电费支出, 以及系统维护和运营的相关成本。

**政府补贴和激励措施:** 随着2022年4月1日国家颁布的《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015-2021正式实施。新建项目需设置太阳能系统。规范的出台, 也加大了太阳能光伏的使用总量。许多地区也采取了政府补贴和激励措施来促进太阳能光伏的应用, 包括可再生能源证书(RECs)的收入、税收减免或奖励等。

**动态回收期和投资回报率:** 根据初始投资和预计收益, 计算太阳能光伏系统的动态回收期(DPP)和投资回报率(IRR)。动态回收期指的是从项目开始到回收全部投资的时间, 而IRR则是投资所

获得收益的年均复合增长率。

**未来能源价格和通胀:** 考虑未来能源价格变化和通货膨胀对项目经济性的影响。如果能源价格上涨, 太阳能光伏系统可以提供可靠的电力并降低能源成本。

**长期效益和环境影响:** 除了经济效益, 太阳能光伏系统还可以带来长期效益和积极的环境影响。通过减少对传统能源的依赖, 降低温室气体排放量, 建筑业主可以获得可持续发展和环境认证等方面的优势。

#### 6. 太阳能光伏在建筑供电系统中的环境影响评价

**温室气体排放减少:** 太阳能光伏是一种清洁能源, 其发电过程不产生二氧化碳等温室气体。通过采用太阳能光伏系统, 可以降低建筑供电系统对传统能源的依赖, 减少温室气体的排放, 从而有助于应对气候变化和减缓全球气候变暖。

**资源节约:** 太阳能光伏系统使用太阳能无限可再生资源作为主要能源, 不消耗化石燃料或其他有限资源。相比传统发电方式, 太阳能光伏系统能有效地节约能源资源, 并减少对水资源的需求(如煤炭开采、天然气输送等)。

**空气污染减少:** 太阳能光伏系统不会产生污染物排放, 与传统的燃煤和燃油发电厂相比, 其在运行过程中不会释放有害气体、颗粒物和废水。这有助于改善空气质量, 减少呼吸道疾病和其他健康问题的风险。

**水资源保护:** 传统发电方式通常需要大量的水资源用于冷却和蒸汽产生。而太阳能光伏系统不需要额外的水资源, 更加环保节约。这对于缺水地区或水资源有限的地区尤为重要。

**土地使用与生态影响:** 太阳能光伏系统可以在建筑的屋顶、墙面、停车场和空地上进行安装, 最大程度地利用现有的土地资源, 减少土地开发的需求。此外, 合理设计和布局光伏组件, 可避免对生态环境和野生动植物的负面影响。

**总结:** 太阳能光伏在建筑供电系统中具有重要的优化策略、经济性分析和环境影响评价。通过合理布局和设计光伏组件、选择高效可靠的组件、使用最大功率点跟踪技术、储能系统集成、智能控制监测以及定期维护等策略, 可以实现太阳能光伏系统的最佳性能和利用效率。经济性分析方面, 需要综合考虑投资成本、发电效益、政府激励、动态回收期和投资回报率等因素, 以确定项目的经济可行性。同时, 太阳能光伏系统还具有减少温室气体排放、节约资源、降低空气污染、保护水资源和土地生态等环境影响优势。

#### 展望:

**提高光伏组件的效率和可靠性:** 持续改进光伏组件的材料和工艺, 提高转换效率和耐久性, 降低成本。同时, 研发新型光伏技术(如钙钛矿、有机太阳能电池等)以及增强光伏组件的适应性和灵活性。

**系统集成与智能化控制:** 进一步完善光伏系统的储能技术、智能控制系统和监测设备, 实现系统的高效运行和优化管理。通过与建筑自动化系统的集成, 使太阳能光伏系统更加智能化、便捷和可靠。

**建筑一体化设计:** 在建筑设计阶段就充分考虑太阳能光伏的安装和利用, 将光伏系统融入建筑的外观、结构和功能中, 实现建筑一体化设计和美学要求的完美融合。

**能源互联网和微电网的发展:** 将太阳能光伏系统与其他可再生能源(如风能、水能等)以及电动车充电桩等设施进行融合, 建立能源互联网和微电网, 进一步提高能源的综合利用效率和可靠性。

#### 参考文献:

- [1]范俊鹏.建筑供电系统中光伏发电技术的应用与研究[J].光源与照明, 2023, (09): 117-119.
- [2]吴旭辉, 韦强, 丁德等.民用建筑供电系统碳排放计算及分析[J].建筑电气, 2023, 42(09): 27-31.