

# 建筑电气中光伏发电系统的应用与效能分析

陈思

中国移动通信集团设计院有限公司河南分公司

DOI:10.32629/btr.v8i6.4860

**[摘要]** 光伏发电系统在建筑电气领域的应用日益广泛且成效显著,本文阐述了建筑电气中光伏发电系统的重要性,包括能源供应、节能减排、经济及推动行业创新等方面。介绍了其在建筑屋顶、立面、遮阳设施的应用形式与作用。从发电、节能、经济、环境与社会效能多角度分析,指出其发电效能受组件效率等因素影响,在节能上可减少传统能源消耗,在经济上全生命周期收益可观,在环境与社会层面有利于生态保护、创造就业、推动技术进步及提升公众节能意识。本文的对比研究表明,优化光伏系统应用需依据不同场景特征进行差异化设计,并在多维效能间寻求平衡,从而为建筑光伏系统从“有无应用”向“高效融合”的实践转型提供直接参考。

**[关键词]** 建筑电气; 光伏发电系统; 应用; 效能分析

中图分类号: TM615 文献标识码: A

## Application and Efficiency Analysis of Photovoltaic Power Generation Systems in Building Electrical Systems

Si Chen

China Mobile Group Design Institute Co., Ltd., Henan Branch

**[Abstract]** The application of photovoltaic power generation systems in the field of building electrical systems is increasingly widespread and effective. This paper elaborates on the importance of photovoltaic systems in building electrical systems, including aspects such as energy supply, energy conservation and emission reduction, economic benefits, and driving industry innovation. It introduces their application forms and roles on building roofs, facades, and shading facilities. Analyzing from multiple perspectives—power generation, energy saving, economic, environmental, and social efficiency—it points out that their power generation efficiency is affected by factors such as component efficiency; in energy saving, they can reduce traditional energy consumption; economically, the life-cycle benefits are considerable; and environmentally and socially, they contribute to ecological protection, job creation, technological advancement, and raising public awareness of energy conservation. The comparative study in this paper indicates that optimizing photovoltaic system applications requires differentiated design based on different scenario characteristics and seeking balance among multiple efficiencies, thereby providing direct reference for the practical transition of building photovoltaic systems from "whether to apply" to "efficient integration."

**[Key words]** Building electrical systems; Photovoltaic power generation system; Application; Efficiency analysis

### 引言

在全球能源危机与环保压力日益增大的背景下,建筑行业作为能源消耗大户,探索绿色可持续的能源解决方案迫在眉睫。光伏发电系统凭借其清洁、可再生等优势,在建筑电气领域的应用愈发广泛。然而,不同应用场景下光伏发电系统的效能存在差异。本文聚焦建筑电气中光伏发电系统的应用与效能,旨在通过对比不同应用场景下光伏发电系统的发电、节能、经济、环境与社会效能,为优化系统应用提供参考。

### 1 建筑电气中光伏发电系统的重要性

(1) 能源供应保障,太阳能作为一种分布广泛且不受地域限制的清洁能源,为建筑电气提供了新的能源选择。合理布局光伏发电系统,能够有效增加建筑电气的能源供应来源,减少对传统电网的依赖,从而提升能源供应的稳定性。在偏远地区或电网覆盖不佳的区域,光伏发电系统可独立供电,保障建筑内各类设备的正常运行,满足基本的用电需求。(2) 节能减排与环保,建筑行业是能源消耗和碳排放的大户,传统建筑电气依赖化石能源发

电,会产生大量的污染物。而光伏发电系统运行过程中几乎不产生污染,是一种清洁绿色的能源。将其应用于建筑电气,能够显著减少传统能源的消耗,降低碳排放,对缓解全球气候变化、改善空气质量以及保护生态环境具有重要意义。(3)经济优势,尽管光伏发电系统的初始投资相对较高,但随着技术的不断进步和规模效应的显现,其成本逐渐降低。在建筑的使用寿命周期内,光伏发电系统可以减少购电费用,降低能源成本。许多国家和地区出台了补贴优惠措施,建筑业主安装光伏发电系统能够享受政策红利,同时安装该系统还能提高建筑的市场价值,增强其吸引力和竞争力,为业主带来潜在的经济收益<sup>[1]</sup>。(4)推动行业创新发展,光伏发电系统的应用促使建筑行业与新能源技术深度融合。为了实现光伏发电系统与建筑的有效集成,需要研发高效光伏电池组件、建筑一体化光伏技术、智能化监控管理技术等一系列新技术、新材料和新工艺,这不仅提升了建筑电气系统的性能和品质,还引领建筑行业向绿色、智能、高效的方向转型升级。

## 2 建筑电气中光伏发电系统的应用

### 2.1 建筑屋顶光伏发电应用

建筑屋顶光伏系统的应用,首先基于其得天独厚的资源条件,并由此决定了相应的布局方式。建筑屋顶具备面积开阔、光照资源丰富且受遮挡干扰小等显著优势,为光伏组件的安装创造了极为有利的条件,同时也能提供充足稳定的太阳能资源。在建筑屋顶安装光伏发电系统时,主要采用分布式布局方式。分布式布局尤其适配中小型建筑屋顶,它能够紧密结合屋顶的实际形状和具体面积,灵活且合理地安装光伏组件,达成分散式发电的效果。这种布局方式可以充分满足不同建筑在形状、面积等方面呈现出的个性化需求,进而有效提高太阳能的利用率。屋顶光伏系统的核心价值,最终通过其特有的供电模式与综合效益得以实现。屋顶光伏发电系统在运行发电过程中,所产电量会优先供给建筑自身使用,以此满足建筑内各类电气设备正常运转的用电需求,切实保障建筑的基本用电稳定。当发电量出现剩余情况时,可将多余电量并入电网。这种“自发自用,余电上网”的模式,一方面能够避免能源的无端浪费,另一方面可以实现能源的合理调配与共享,显著提升能源利用效率。而且该模式还能减少建筑对传统电网的依赖程度,降低能源供应过程中可能面临的风险,在节能减排、降低运营成本等诸多方面发挥积极且重要的作用,有力推动建筑朝着绿色、可持续的方向稳步发展。

### 2.2 建筑立面光伏发电应用

随着建筑一体化光伏技术的不断进步,光伏组件的设计愈发多样化,可以制成不同形状和颜色,能够与建筑立面装饰材料完美融合,实现光伏发电功能和建筑美学的有机统一。在实际应用中,建筑立面光伏发电系统会综合考虑建筑的朝向、光照状况以及立面设计需求,科学合理地挑选光伏组件的类型与安装方式<sup>[2]</sup>。例如,南向立面因光照充足,会优先选用转换效率高的光伏组件,以充分捕获阳光并转化为电能;东西向立面为兼顾发电与室内采光,会挑选透光性好的光伏组件,在发电的同时保障室

内自然光线充足。这种设计考量体现了在满足建筑功能需求的前提下,最大化利用太阳能资源,实现发电效益与建筑美观的平衡。建筑立面光伏发电系统一方面能够持续为建筑提供电力,满足各类电气设备的用电需求,降低对传统电网的依赖;另一方面具备隔热、保温功能,可有效降低建筑因热量传递产生的能耗,提升整体能源利用效率。这种集发电、节能与美观于一体的应用方式,有力推动了建筑向绿色、智能、可持续方向转型。

### 2.3 建筑遮阳设施光伏发电应用

建筑遮阳设施与光伏发电系统的结合能够实现功能与发电的双重效益。建筑遮阳设施包括遮阳棚、遮阳板等,在其上安装光伏组件是一种可行的做法。这种结合方式具有多方面优势:一是能充分利用遮阳设施空间进行发电,增加能源产出。原本仅发挥遮阳作用的设施,在安装光伏组件后,可额外产生电能,为建筑能源供应提供补充;二是光伏组件自身具备遮阳功能,可减少阳光直射进入建筑室内。阳光直射会使室内温度升高,增加空调等制冷设备运行时间与能耗,而光伏组件的遮阳作用能有效降低室内温度,减少制冷设备使用,进而降低能耗。这种应用方式对商业建筑、办公建筑等对遮阳和节能有较高要求的建筑类型十分适用。通过合理设计遮阳设施光伏发电系统,在规划时充分考虑建筑朝向、遮阳需求、光照条件等因素,可精准匹配建筑遮阳需求<sup>[3]</sup>。在满足遮阳功能基础上,为建筑提供一定比例清洁电力,将原本单一功能的遮阳设施转化为兼具遮阳与发电功能的综合设施,实现能源节约与高效利用。

## 3 建筑电气中光伏发电系统的效能分析

### 3.1 发电效能分析

光伏发电系统的发电效能受多方面因素制约。光伏组件转换效率是关键指标,它反映了组件将太阳能转化为电能的能力。转换效率越高,在相同光照条件下产电量就越多。光照条件包括光照强度与光照时间,不同地区的光照资源存在差异,光照充足区域的发电量相对可观。安装角度影响光伏组件接收太阳辐射量,合理的安装角度能够让组件在一天内尽可能多地接收太阳直射辐射,提升发电效率。系统配置方面,逆变器、电缆等设备的性能与质量对整体发电效能也有重要作用。逆变器若转换效率高、稳定性好,能减少电能损耗,提升输出电能质量;电缆若电阻小、传输性能佳,可降低传输过程中的能量损失。对光伏组件转换效率、光照条件、安装角度及系统配置等因素开展综合分析,依据分析结果进行优化设计,是提高光伏发电系统发电效能的关键。例如,根据当地光照特点选择合适转换效率的组件、确定最佳安装角度,选用性能优良的逆变器和电缆等,通过这些优化策略,可以有效提高光伏发电系统的发电效能,达成更高的能源产出目标。

### 3.2 节能效能分析

光伏发电系统的节能效能,主要体现在对传统能源消耗的削减以及碳排放的降低上。当光伏发电系统接入建筑电气体系,便能够替代部分原本从传统电网获取的电力。传统电网的电力供应,大多依赖化石能源发电,而光伏发电系统的投入使用,直

接减少了化石能源的使用规模。由于化石能源燃烧会大量产生二氧化碳等温室气体,其使用量的减少,也就意味着此类气体排放量的降低。不仅如此,光伏发电系统与建筑节能技术协同配合,能进一步强化节能效果。当光伏发电系统与建筑的保温、隔热、自然通风等技术共同发挥作用时,可产生综合节能效益。以建筑立面安装光伏发电系统并搭配保温材料为例,光伏组件在发电的同时,保温材料能有效阻隔室内外热量的快速交换,减少室内热量的散失以及室外热量的侵入<sup>[4]</sup>。这样一来,空调和采暖设备的运行时间与负荷都会降低,其能源消耗也随之减少。通过这种协同模式,光伏发电系统不仅自身实现了绿色发电,还助力建筑整体能源利用效率得到显著提升,达成建筑能源综合节能的目标,有力推动建筑朝着绿色、低碳的方向稳步迈进。

### 3.3 经济效能分析

从经济效能视角看,光伏发电系统应用于建筑电气领域,开展全生命周期成本效益分析十分必要。以常见的100kW规模分布式光伏发电系统为例,其初始投资涵盖光伏组件、逆变器及安装工程等费用,约在80-120万元,投入相对较高。但在使用寿命周期内,多种收益途径可助其回本盈利。节省电费是重要收益,按平均每天发电400度、每度电节省0.6元算,一年能省约8.76万元电费,因系统发电供建筑自用,减少了从传统电网的购电量。政府补贴也关键,不少地区出台补贴政策,如部分地区每度光伏发电补贴0.3元,若系统年发电量14.6万度,补贴收益达4.38万元。有余电上网时,按每度电0.4元上网电价,年售电收益可达5.84万元。伴随光伏技术进步,生产成本降低,其经济性愈发凸显。在光照足、电价高的地区,如西北部分地区年日照超2500小时、电价每度0.8元左右,投资回收期可缩短至5-8年,投资回报率达10%-15%。而且,安装该系统能提升建筑市场价值,建筑具备绿色节能特性,更契合市场对环保建筑的需求,据调研,此类建筑租赁或出售时价格平均提升5%-10%,吸引更多潜在买家或租户,增加资产收益。业主可借此获得长期稳定经济利益,实现经济与环境效益双赢,推动建筑电气领域绿色可持续发展。

### 3.4 环境与社会效能分析

光伏发电系统应用于建筑电气,在环境层面展现出显著效能。其发电方式清洁绿色,运行过程中不产生传统化石能源发电那样的污染物。通过替代部分传统能源发电,能够有效减少二氧化碳、二氧化硫、氮氧化物等污染物排放,进而改善空气质量,

减轻大气污染对生态环境和人体健康的危害。对缓解全球气候变暖这一全球性环境问题有着积极意义,助力生态环境保护与修复。社会层面,光伏发电系统广泛应用能推动新能源产业发展。从光伏组件制造、系统安装调试到后期运维,整个产业链可创造大量就业岗位,涵盖技术研发、生产制造、工程施工、运营管理等多个领域,缓解就业压力<sup>[5]</sup>。同时为了在市场竞争中占据优势,企业会加大技术研发投入,推动光伏技术不断进步,促进产业升级,而且随着光伏发电系统在建筑中的普及,公众能更直观地接触和了解可再生能源,提高对可再生能源的认知与接受度,增强节能环保意识。这种意识的提升会促使全社会形成绿色、低碳的生活方式和消费模式,从日常出行选择公共交通、使用节能电器,到消费时优先选购绿色产品,全方位推动社会可持续发展。

## 4 结语

综上所述,在全球能源危机与环保压力下,建筑电气探索绿色能源解决方案至关重要。本文通过对建筑电气中光伏发电系统的应用及效能的研究,分析了其在建筑屋顶、立面、遮阳设施的应用方式与效益,并从发电、节能、经济、环境与社会效能方面展开探讨。结果表明,优化光伏系统应用的关键,在于依据具体场景特征(如资源、负荷、建筑形态)进行差异化设计,并在其发电、节能与经济等多维效能间寻求最佳平衡。本文通过对比分析,为这种场景化、精细化的系统选型与效能评估提供了直接依据,从而推动建筑光伏从“有无应用”迈向“高效融合”的新阶段。

### [参考文献]

- [1]李大才,郑建业,匡磊,等.光伏建筑一体化系统设计与电气应用[J].光源与照明,2025(1):147-149.
- [2]王成.光伏技术在建筑电气节能中的应用研究[J].张江科技评论,2025(1):82-84.
- [3]范俊鹏.建筑电气系统中光伏发电技术的应用与研究[J].光源与照明,2023(9):117-119.
- [4]郭婷婷.基于光伏发电的建筑电气系统规划与应用研究[J].电脑校园,2021(12):5498-5499.
- [5]晋学平,程仕龙,李朝.光伏一体化幕墙在绿色建筑中的应用与效能优化[J].门窗,2025(13):1-3.