

绿色建筑中光伏与建筑电气系统 协同技术应用

张小康

(深圳市建安(集团)股份有限公司)

【摘要】光伏发电是一种清洁可再生的能源形式，在建筑领域中得到了越发广泛的应用。建筑光伏发电系统能够有效利用建筑表面空间^[1]，同时可以为建筑运营提供绿色、可持续的能源供应。绿色建筑中，光伏和建筑电气系统的协同，能够提高建筑能源利用率，降低建筑对传统能源的依赖性。文章从绿色建筑的内涵出发，分析了光伏与建筑电气系统协同的原理与意义，并对绿色建筑中光伏与建筑电气系统协同技术的应用进行了讨论。

【关键词】绿色建筑；光伏；电气系统；协同技术

中图分类号：TU85；TM615

DOI：10.13655/j.cnki.ibci.2025.S2.050

Application of Synergistic Technology Between Photovoltaics and Building Electrical Systems in Green Buildings

ZHANG Xiao-kang

(Shenzhen Jian'an (Group) Co., Ltd.)

【Abstract】Photovoltaic (PV) power generation, as a clean and renewable form of energy, is being increasingly widely applied in the building sector. Building photovoltaic power generation systems can effectively utilize building surface space while providing a green and sustainable energy supply for building operations. In green buildings, the synergy between photovoltaics and electrical systems can enhance energy utilization efficiency and reduce dependence on traditional energy sources. Based on the core principles of green buildings, this article analyzes the rationale and significance of the coordination between photovoltaics and electrical systems and discusses the application of synergistic technologies between photovoltaic and building electrical systems in green buildings.

【Keywords】green buildings; photovoltaics; electrical systems; synergistic technology

1 引言

近年来,绿色发展理念在建筑领域持续深化,从降低建筑能耗、减少碳排放的目标出发,绿色建筑已逐步成为现代建筑发展的主流,其在缓解能源危机、减少环境污染等方面发挥着重要作用。光伏与建筑电气系统协同技术,核心是在建筑电气系统中融入光伏发电技术,通过光伏电力替代部分建筑用电需求,降低建筑对传统电网的依赖度,实现建筑能耗的优化管控,为绿色建筑发展提供了坚实支撑。

2 绿色建筑概述

可持续发展是绿色建筑的核心导向,需贯穿于建筑设计、施工、使用直至拆除的全生命周期^[2]。绿色建筑强调统筹生态效益、社会效益与经济效益的平衡,通过减碳降耗、优化资源利用等措施,实现建

筑与自然的和谐共生,既降低长期运维成本,又为使用者营造健康舒适的环境。绿色建筑与传统建筑的区别如表1所示。

表1 绿色建筑与传统建筑的区别

维度	绿色建筑	传统建筑
能源策略	可再生能源为主,智能化调配	依靠传统电网,高能耗
环境影响	低环境影响,与自然共生	忽视生态协调,污染严重
成本理念	全周期成本优化,长期收益显著	关注初期投入,忽视长期运营
技术路径	主动创新,多技术协同	被动满足规范,技术单一
核心目标	生态、社会、经济价值统一	满足基本使用功能

3 光伏与建筑电气系统协同的原理与意义

3.1 原理

光伏发电依托半导体材料的光电效应,将光能转化为电能。当光伏电池接收光照时,光子与电池内部半导体材料发生相互作用,形成电子—空穴对,电子与空穴在电场作用下向电池两端定向移动,进而形成电流。常见光伏电池包括单晶硅、多晶硅及薄膜电池等,单晶硅光电转换效率约19%~21%,薄膜电池转换效率理论上可达30%以上。

光伏与建筑电气系统协同的核心在于实现光伏发电与建筑用电的动态匹配,在建筑电气系统中合理接入光伏发电系统。当光伏系统发电量超过建筑用电量时,多余电能可存储于储能设备或反馈至电网;反之,若光伏出力无法满足建筑用电需求,可通过电网补电或储能设备放电实现供需平衡^[2]。

3.2 意义

3.2.1 提高能源利用效率

光伏与建筑电气系统协同技术的应用,可实现能源就地生产与消纳,减少电能传输和转换环节的损耗。例如,依托直流配电技术,能将光伏发电系统产生的直流电直接供给建筑直流负载,规避多次交直流转换造成的电能损耗,提升能源利用效率。研究表明,绿色建筑应用该协同技术后,能源利用效率相较传统建筑可提升10%~30%。

3.2.2 降低能源成本

光伏发电可覆盖建筑部分用电需求,降低建筑对外部电网的依赖度,从而削减电费支出。在部分区域,还可将多余电能反馈至电网以获取收益。伴随光伏发电技术迭代,其发电成本将进一步下行,项目经济效益将愈发显著^[3]。

3.2.3 减少建筑碳排放

光伏发电属于典型的清洁能源,发电过程无碳排放产生。采用光伏与建筑电气系统协同技术的建筑,可大幅降低对传统化石能源的依赖,实现碳排放削减。据测算,每安装1kW光伏发电设备,每年可减少约1t碳排放,对建筑行业低碳转型具有重要推动作用。

3.2.4 提升供能稳定性

将光伏与建筑电气系统协同技术应用到绿色建筑中,搭配相应的储能系统,可以在停电或者发生电网故障时,提供应急电源,保障建筑内部关键设备的正常稳定运行。不仅如此,在应用智能控制系统的情况下,还可以实现对能源的优化调度,解决光伏发电系统间歇性和波动性问题。

4 绿色建筑中光伏与建筑电气系统协同技术应用

1) 光伏与供配电系统协同

绿色建筑中,光伏发电系统可实现与供配电系统的高效协同。通过在建筑屋面或外立面布设光伏组件,配套逆变器将产生的直流电转换为交流电,再接入建筑内部低压配电系统。白天光照充足时,光伏发电量基本可满足建筑内部负载用电需求,富余电能可存储至储能系统^[3];夜间或阴天光照不足时,则由储能系统或电网为负载供电。该协同模式能显著提升能源利用效率,同时降低对电网的冲击。以某绿色办公建筑为例,其配备500KWp光伏发电系统,与供配电系统协同运行后,每年可减少建筑购电量约30万度^[4]。

2) 光伏与照明系统协同

光伏与建筑照明系统的协同,核心是依托光伏发电系统为建筑内部照明设备供电,搭配智能控制系统实现照明设备的节能管控。一方面,建筑照明系统可选用直流LED灯具,直接接驳光伏发电系统,减少交直流转换产生的电能损耗;另一方面,以光照传感器与智能控制器为支撑,照明系统可根据室内外光照强度变化,自动调节灯具亮度,实现按需照明。以某学校建筑为例,其应用光伏与照明系统协同技术,在教室及走廊装设光伏供电的智能照明系统,每年可节约照明用电约30%。

3) 光伏与空调系统协同

现代建筑中,空调系统为核心高耗能系统,尤其在功能日趋多样化的背景下,其能耗也随之攀升。光伏与空调系统的协同,可有效降低空调系统运行能耗。实际应用中,既可通过光伏发电直接驱动空调压缩机运行,降低对电网电能的依赖;也可利用储能系统,在电价低谷时段存储光伏电能或电网电能,在空调用电高峰时段释放电能,从而削减运行成本。配套智能控制系统后,可结合室内温度及人员活动

情况优化空调运行策略,提升能源利用效率。例如某酒店应用该协同技术并搭配智能化控制,每年可降低空调系统能耗约20%。

4)光储直柔技术应用

光储直柔技术是新兴的绿色建筑分布式微电网技术,目前在绿色建筑领域应用日益广泛且成效显著。以中建西南院滨湖设计总部为例,该建筑为绿色三星及LEED金奖项目,也是西部地区首个光储直柔技术应用项目,其光伏系统采用单晶硅组件,一二期总装机容量约145KWp,储能系统容量为30kWh。光伏构件将光能转化为直流电后,输送至地下室直流配电机房及储能机房,再供给办公区域用电、充电桩及地下室照明等负荷。光储直柔技术的落地,实现了项目能源的高效利用与灵活调配,大幅降低了建筑能耗及碳排放。

5 光伏与建筑电气系统协同技术的发展趋势

5.1 技术创新推动成本下降

光伏、储能及电力电子等技术的持续创新^[4],使光伏发电与储能系统成本实现有效管控。例如,新型光伏材料的应用,在提升光伏电池转换效率的同时降低制造成本;新型储能技术的落地,既优化储能系统性能,又延长其使用寿命。在此背景下,光伏与建筑电气系统协同技术的性价比持续提升,为其规模化应用奠定基础。

5.2 信息化和智能化水平提高

未来发展中,光伏与建筑电气系统协同技术的信息化、智能化水平将持续提升。通过在绿色建筑电气系统中融入大数据、物联网、人工智能等前沿技术,可实现对建筑能源系统的全面感知、实时监测与优化调控。例如,依托物联网技术可远程监控设备运行状态,提升运维效率;人工智能技术可结合实时天气与历史数据,预测光伏发电量并提前优化能源调度策略,保障系统运行稳定。

5.3 跨领域合作加强

光伏与建筑电气系统协同技术未来发展呈现显著跨领域合作特征,与建筑设计、电力工程、信息技术、光伏制造等领域联系紧密。在绿色发展理念持续深化的背景下,各领域协作愈发紧密,构建起完整

产业链,共同推动技术迭代与应用落地。例如,绿色建筑设计阶段,设计单位可联合光伏制造企业、电力工程企业,实现建筑与能源系统的一体化设计建造。

6 结语

总而言之,绿色建筑是现代建筑行业发展的必然趋势,更是建筑行业实现可持续发展的核心路径。在绿色建筑发展中,光伏与建筑电气系统协同技术发挥核心支撑作用,可显著提升建筑能源利用效率、降低能源成本、削减温室气体排放。从实践来看,该技术已在供配电、照明、空调等系统中有效应用,光储直柔技术的创新应用,更为建筑近零能耗与低碳发展提供了有效路径。不过,该技术实际应用中仍面临技术成本优化、标准体系完善、系统稳定性提升等挑战。未来,通过技术创新、智能化升级及跨领域协作,光伏与建筑电气系统协同技术将实现更广泛应用,为绿色建筑发展注入更强动力。

参考文献

- [1] 崔明明.光伏发电系统在建筑中的应用探析[J].科技资讯, 2025, 23 (5): 208-210.
- [2] 马眷荣.建筑玻璃的绿色度评价[J].中国建材科技, 2003 (6): 11-13.
- [3] 李晓硕, 何思思, 王沁, 郝楠, 杨奕泓, 朱峰磊.基于BIM与数字孪生技术的“光储直柔”能源监测系统[J].建筑节能(中英文), 2025, 53 (8): 2-6.
- [4] 洪旭伟.基于光伏技术的新能源汽车充电桩应用研究[J].汽车测试报告, 2025 (3): 154-156.