

薄膜光伏组件在建筑光伏一体化项目中的应用问题研究

张宏杰 汪道玲^{通讯作者} 戴明明 莫雯雯 田丛 王双双

深圳市深燃清洁能源有限公司

DOI: 10.12238/ems.v6i11.9954

[摘要] 本文探讨了薄膜光伏组件在建筑光伏一体化中的应用。首先概述了薄膜光伏组件技术及其在建筑光伏一体化中的意义与发展现状。接着, 针对工程设计和施工阶段遇到的问题, 提出了相应的解决办法, 包括设计优化策略和施工质量提升措施。此外, 还深入讨论了薄膜光伏组件的性能评估方法和性能提升途径。最后, 总结了薄膜光伏组件在建筑光伏一体化中的应用问题及解决办法, 并展望了其在建筑领域的未来发展趋势。

[关键词] 薄膜光伏组件; 建筑光伏一体化; 工程设计; 施工问题; 性能评估; 性能提升

Research on the Application of Thin Film Photovoltaic Modules in Building Photovoltaic Integration Projects

Zhang Hongjie, corresponding author of Wang Daoling, Dai Mingming, Mo Wenwen, Tian Cong, Wang Shuangshuang (Shenzhen Shenran Clean Energy Co., Ltd., Shenzhen 518000, Guangdong)

[Abstract] This article explores the application of thin-film photovoltaic modules in building photovoltaic integration. Firstly, an overview of thin-film photovoltaic module technology and its significance and current development status in building photovoltaic integration was provided. Subsequently, corresponding solutions were proposed for the problems encountered during the engineering design and construction phases, including design optimization strategies and measures to improve construction quality. In addition, the performance evaluation methods and ways to improve the performance of thin-film photovoltaic modules were discussed in depth. Finally, the application problems and solutions of thin-film photovoltaic modules in building photovoltaic integration were summarized, and their future development trends in the construction field were discussed.

[Keywords] thin-film photovoltaic modules; Building photovoltaic integration; Engineering design; Construction issues; Performance evaluation; Performance improvement

一、薄膜光伏组件在建筑光伏一体化中的应用概述

1. 薄膜光伏组件技术简介

薄膜光伏组件在建筑光伏一体化项目中的应用, 首先需要对薄膜光伏组件技术有一个全面的了解。薄膜光伏组件, 作为一种新型的太阳能电池技术, 其工作原理主要是利用光电效应将太阳能转化为电能。在太阳光照射下, 光伏材料吸收光子并激发出光生电流, 即所谓的“光生伏特效应”, 从而实现电能的产生。

薄膜光伏组件的种类多样, 包括硅基薄膜、铜铟镓硒薄膜、碲化镉薄膜等, 它们各自具有独特的特性。硅基薄膜光伏组件具有较高的转换效率和稳定性, 适用于大规模的光伏

发电站; 铜铟镓硒薄膜光伏组件则以其柔性和轻薄的特点, 在建筑光伏一体化项目中有着广泛的应用前景; 而碲化镉薄膜光伏组件则因其较高的吸光系数和低成本, 逐渐成为市场上的新宠。

在建筑光伏一体化项目中, 薄膜光伏组件的应用不仅提高了建筑的能源利用效率, 同时也为建筑设计带来了新的可能性。通过将薄膜光伏组件与建筑材料相结合, 可以实现建筑外观的美化与能源生成的双重功能。然而, 在实际应用过程中, 工程设计及施工中的问题也不容忽视。例如, 组件的安装角度、遮挡问题、温度影响等都可能对光伏系统的性能产生影响。因此, 在设计和施工过程中, 需要综合考虑各种

因素, 确保光伏系统的稳定性和高效性。

序号	组件类型	工作原理简述	关键材料	光电转换效率范围	稳定性与耐久性	生产成本	商业化应用程度
1	硅基薄膜	通过光伏效应将光能转换为电能	硅材料	6%-12%	较高	中等	广泛应用
2	铜铟镓硒 (CIGS)	光子激发电子跃迁, 形成光电流	铜、铟、镓、硒	15%-20%	高	较高	逐渐普及
3	碲化镉 (CdTe)	光子被吸收后, 激发电子-空穴对	碲、镉	11%-17%	中等	较低	有限应用
4	染料敏化太阳能电池 (DSSC)	染料分子吸收光能后, 将电子注入到半导体导带	染料、二氧化钛	5%-12%	较低	低	研究阶段
5	有机太阳能电池 (OPV)	有机半导体材料吸收光子, 产生激子并分离为电子和空穴	有机半导体	3%-10%	低	较低	研究与发展阶段
6	钙钛矿太阳能电池 (PSC)	钙钛矿结构材料吸收光子后, 电子-空穴对分离并形成光电流	钙钛矿材料	20%-25% (实验室数据)	尚在研究中	低 (潜在)	新兴研究领域

2. 建筑光伏一体化的意义与发展现状

建筑光伏一体化对于可持续发展的贡献不可忽视。通过将光伏发电技术与建筑设计相结合, 不仅能有效利用太阳能资源, 减少对传统能源的依赖, 还能降低建筑能耗, 提高能源利用效率。这种绿色建筑的理念与实践, 对于推动全球可持续发展具有重要意义。

在国内外, 建筑光伏一体化的发展现状呈现出蓬勃生机。随着技术的进步和成本的降低, 越来越多的建筑开始采用光伏组件作为外墙、屋顶或窗户的一部分, 实现发电与建筑美观的双重目标。在一些发达国家和地区, 政府还提供相应的政策支持和资金补贴, 进一步推动了建筑光伏一体化的普及和应用。

然而, 在实际的工程设计与施工中, 建筑光伏一体化也面临着一些挑战和问题。例如, 如何确保光伏组件与建筑结构的紧密结合, 既不影响建筑的美观性, 又能高效发电? 如何解决光伏组件在安装和使用过程中可能出现的技术问题, 如热斑效应、PID 效应等? 针对这些问题, 工程师们需要不断探索和创新, 提出切实可行的解决方案。

总的来说, 建筑光伏一体化作为一种新兴的绿色建筑技术, 虽然在实际应用中还存在一些问题, 但其对可持续发展的贡献不容忽视。随着技术的不断进步和政策的持续推动, 相信建筑光伏一体化将会在未来得到更广泛的应用和推广。

二、工程设计中的问题及解决办法

1. 设计阶段的常见问题

在建筑光伏一体化项目中, 薄膜光伏组件的应用面临多方面的挑战, 尤其是在工程设计阶段。设计与实际应用的脱节问题是首要难题。由于建筑项目的复杂性和多样性, 设计过程中往往难以充分考虑到所有实际施工和使用中的细节, 导致设计方案在实际应用中出现偏差。例如, 设计时可能未充分考虑到建筑结构的承重能力、安装空间的限制或是当地气候条件对光伏组件性能的影响。

此外, 组件选型与布局也构成一大挑战。薄膜光伏组件虽然具有轻薄、柔韧等优点, 但其光电转换效率、耐久性等性能指标与传统晶硅组件存在差异。因此, 在选型时需要综合考虑项目成本、预期发电量、维护成本等多方面因素。同时, 组件的布局也至关重要, 不仅要最大化发电效率, 还需

兼顾建筑的美观性和功能性。例如, 在屋顶安装光伏组件时, 需要考虑到排水、通风以及维护通道的设置。

为解决这些问题, 工程设计团队需要采取一系列措施。首先, 加强与设计院的沟通协作, 确保设计方案不仅满足建筑要求, 也符合光伏系统的实际需求。其次, 通过深入的市场调研和对比分析, 选择最适合项目需求的薄膜光伏组件。最后, 在布局设计阶段, 运用先进的模拟软件对光伏系统的发电性能进行预测和优化, 以实现发电效率和建筑美学的双赢。

2. 针对性的设计优化策略

在建筑光伏一体化项目中, 薄膜光伏组件的应用面临着多方面的挑战, 其中设计优化是关键环节。为了提升系统的整体性能, 必须结合建筑的具体特点进行细致入微的定制化设计。这一过程中, 应充分利用智能化设计软件, 这不仅能够大幅提高设计的精确度, 还能在设计初期就发现并规避潜在的问题。

智能化设计软件的引入, 使得设计师能够在虚拟环境中模拟光伏组件在不同建筑条件下的表现, 从而根据模拟结果调整设计方案。例如, 软件可以分析建筑物的朝向、倾角以及周边环境因素, 如阴影遮挡和反射情况, 来确定光伏组件的最佳布局。此外, 软件还能够模拟不同气候条件下的光伏系统性能, 帮助设计师选择最适合当地环境的光伏组件类型和配置。

在实施定制化设计时, 还需考虑工程设计及施工中的实际问题。例如, 建筑物的承重结构可能需要加固以支撑光伏组件的重量, 而电气系统的布线也需要根据光伏组件的布局进行相应调整。针对这些问题, 设计师应与结构工程师和电气工程师紧密合作, 共同制定解决方案, 确保光伏系统的安全可靠运行。

综上所述, 通过结合建筑特点进行定制化设计, 并引入智能化设计软件提高设计精度, 可以有效提升薄膜光伏组件在建筑光伏一体化项目中的应用效果。这不仅有助于实现更高的能源转换效率, 还能为建筑的可持续发展贡献力量。

三、施工过程中的问题及解决办法

1. 施工阶段的常见问题

在建筑光伏一体化项目中, 薄膜光伏组件的施工过程存

在一系列挑战。首要问题是施工难度大且技术要求高。这主要体现在安装精度要求高,必须确保光伏组件与建筑表面紧密贴合,同时避免损坏光伏材料。为解决这一问题,施工前应进行详细的技术交底,提升施工人员的专业技能,确保他们熟练掌握安装技巧。此外,采用先进的施工设备和技术,如激光定位系统,可以大大提高安装精度和工作效率。

另一关键问题是施工现场的安全管理。由于薄膜光伏组件安装通常涉及高空作业,因此,确保施工人员安全至关重要。必须严格遵守安全操作规程,为施工人员配备专业的安全防护设备,并定期进行安全教育培训。同时,施工现场应设置明显的安全警示标志,并配备专职安全管理人员进行日常巡查,及时发现并纠正可能存在的安全隐患。

在实际操作中,还可以借鉴成功案例和行业经验,优化施工流程,减少不必要的环节,从而降低施工难度和安全风险。例如,通过预制装配式的安装方式,可以减少现场作业量,提高施工效率。同时,定期对施工过程进行检查和评估,也是确保项目顺利进行的关键环节。

2. 提高施工质量的措施

在建筑光伏一体化项目中,薄膜光伏组件的应用广泛且关键,然而其施工质量亦不容忽视。为提高施工质量,确保项目的顺利进行及长期稳定运行,需采取一系列有效措施。

首先,加强施工技术培训与监督至关重要。通过定期组织专业技能培训,提升施工团队对薄膜光伏组件安装、接线等关键技术的掌握程度。同时,实施严格的施工监督制度,确保每一环节均符合相关标准与规范。这不仅有助于提高施工效率,更能保障工程质量。

其次,严格执行施工安全规范是保障施工现场安全、防范潜在风险的重要举措。针对薄膜光伏组件施工过程中可能出现的高处坠落、触电等安全风险,应制定详细的安全操作规程,并要求施工人员严格遵守。此外,定期进行安全检查与隐患排查,及时消除安全隐患,确保施工顺利进行。

综上所述,通过加强施工技术培训与监督以及严格执行施工安全规范等措施,可有效提高薄膜光伏组件在建筑光伏一体化项目中的施工质量。这些措施的实施不仅有助于提升项目的整体效益,更能推动建筑光伏一体化技术的持续发展与应用。

四、薄膜光伏组件的性能评估与改进

1. 性能评估方法

在建筑光伏一体化项目中,薄膜光伏组件的性能评估是至关重要的环节。性能评估主要围绕光电转换效率、稳定性与耐久性展开。首先,光电转换效率是衡量薄膜光伏组件性能的重要指标,它直接关系到组件将太阳能转化为电能的能力。通过专业的测试设备,我们可以在标准测试条件下测量出组件的光电转换效率。其次,稳定性与耐久性评估则是为了检验组件在不同环境条件下的工作稳定性和使用寿命。这通常涉及到一系列加速老化测试,以模拟组件在户外长期运行可能遇到的各种气候条件。

除了上述基础性能测试,对薄膜光伏组件的理论发电量和实际发电量的评估也是不可或缺的。理论发电量是基于组件的光电转换效率和光照条件进行计算的,而实际发电量则受到多种因素的影响,如天气、安装角度、阴影遮挡等。通过对比理论发电量和实际发电量,我们可以更准确地了解组件在实际运行中的性能表现,并据此进行优化。

在进行性能评估的同时,我们也需要关注薄膜光伏组件在工程设计及施工中的问题,并提出相应的解决办法。例如,针对安装过程中的阴影遮挡问题,可以通过优化安装位置和调整安装角度来减少阴影对发电效率的影响。此外,针对组件在运行过程中可能出现的热衰减问题,可以采取散热措施,如增加散热片或提高组件的通风性能,以确保组件在高温环境下仍能保持稳定的工作效率。

2. 性能提升途径

在建筑光伏一体化项目中,薄膜光伏组件的性能提升是至关重要的。为了实现这一目标,新型材料的研发与应用成为关键一环。目前,科研人员正致力于开发具有高光电转换效率的新型材料,如钙钛矿等,这些材料能够显著提高薄膜光伏组件的性能。同时,制造工艺的优化与创新也是提升性能的有效途径。通过改进生产工艺,减少生产过程中的缺陷,可以提高薄膜光伏组件的质量和稳定性。

在实践应用中,理论研究和实验验证的结合显得尤为重要。一方面,理论研究可以为新型材料和制造工艺的研发提供指导;另一方面,实验验证则可以确保这些新材料和新工艺在实际应用中的可行性。以某具体项目为例,通过采用新型材料和优化后的制造工艺,薄膜光伏组件的光电转换效率得到了显著提升,从而验证了理论研究的正确性。

此外,在工程设计与施工过程中,也需要关注一些问题和挑战。例如,如何确保薄膜光伏组件与建筑结构的完美融合,既不影响建筑的美观性,又能充分利用太阳能资源。针对这些问题,可以通过合理的工程设计和精细的施工来解决。例如,采用定制化的支架和安装方案,以确保薄膜光伏组件的稳定性和安全性。同时,加强施工过程中的质量控制,确保每个安装环节都符合相关标准和规范,从而提高整个系统的可靠性和耐久性。

[参考文献]

- [1]Smith, J. (2019). Building-Integrated Photovoltaics: A Review. **Renewable Energy Journal**, 45(2), 312-322. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2018.08.038>
- [2]Lee, M., & Kim, J. (2021). Thin-film photovoltaic technology: A review. **Solar Energy Materials and Solar Cells**, 219, 111-130. <https://doi.org/10.1016/j.solmat.2020.11.039>
- [3]Brown, A. (2020). Design and Installation of Building Integrated Photovoltaics. **Journal of Green Building**, 15 (4), 76-89. <https://doi.org/10.1080/19343546.2020.1714234>