

# 基于分布式光伏的住宅建筑屋顶施工技术

杜鑫

甘肃省通信产业服务有限公司, 甘肃 兰州 730070

**[摘要]**近年来, 全球能源结构调整的趋势愈加明显, 清洁能源的发展成为各国政策制定和企业战略的重要方向。光伏发电作为最具潜力的清洁能源之一, 在分布式应用中尤为引人注目。在城市化进程加快、能源安全问题日益突出的情况下, 利用建筑物屋顶空间进行光伏发电不仅能够最大化地利用现有资源, 还能有效降低电网负荷压力, 改善能源供应结构。分布式光伏系统在实际应用中面临诸多挑战, 如屋顶类型的多样性、安装技术的复杂性以及施工安全管理的需求等, 这些都需要深入研究和有效应对。

**[关键词]**分布式光伏; 住宅建筑; 屋顶施工技术

DOI: 10.33142/sca.v7i9.13408

中图分类号: TM769

文献标识码: A

## Roof Construction Technology for Residential Buildings Based on Distributed Photovoltaics

DU Xin

Gansu Communication Industry Service Co., Ltd., Lanzhou, Gansu, 730070, China

**Abstract:** In recent years, the trend of global energy structure adjustment has become increasingly evident, and the development of clean energy has become an important direction for policy formulation and corporate strategy in various countries. Photovoltaic power generation, as one of the most promising clean energy sources, is particularly noteworthy in distributed applications. In the context of accelerated urbanization and increasingly prominent energy security issues, utilizing the rooftop space of buildings for photovoltaic power generation can not only maximize the utilization of existing resources, but also effectively reduce the load pressure on the power grid and improve the energy supply structure. Distributed photovoltaic systems face many challenges in practical applications, such as the diversity of roof types, the complexity of installation technology, and the need for construction safety management, all of which require in-depth research and effective response.

**Keywords:** distributed photovoltaics; residential buildings; roof construction technology

### 引言

随着全球对清洁能源需求的增加和环境保护意识的提升, 分布式光伏系统作为一种重要的可再生能源解决方案, 正逐步成为现代建筑领域的热点话题。分布式光伏系统利用太阳能转换成电能, 不仅可以减少对传统能源的依赖, 还能显著降低建筑物的碳排放, 符合可持续发展的战略方向。探讨分布式光伏在住宅建筑屋顶的应用, 深入分析其技术特点、安装适配性及施工管理策略, 以期对相关领域的实践提供理论支持和操作指导。

### 1 分布式光伏系统特点与优势

#### 1.1 环保与可持续性

分布式光伏系统以其显著的环保与可持续性优势成为当今清洁能源解决方案的重要组成部分。光伏电池板通过直接转化阳光能为电能, 无需消耗化石燃料, 从根本上减少了二氧化碳等温室气体的排放。这种清洁能源的采用不仅有助于减少对有限能源资源的依赖, 还能有效降低环境污染和生态破坏的风险。此外, 分布式光伏系统的长期运行可持续性, 成为实现能源自给自足和减缓气候变化影响的重要手段。

#### 1.2 经济性与长期收益

分布式光伏系统在经济性和长期收益方面展现出显

著优势。首先, 通过减少能源成本, 屋顶光伏系统可以帮助居民和企业降低电费支出, 尤其是在长期运行中可以显著节约能源支出。其次, 政府和地方政府通常提供的激励措施和补贴政策, 进一步降低了系统投资成本增加了经济回报率。此外, 光伏系统具有较长的使用寿命和稳定的发电性能, 能够持续为用户提供长期的经济收益, 成为一种可靠的投资选择。

#### 1.3 结构灵活与美观性

分布式光伏系统以结构灵活性和美观性成为现代建筑中的理想选择。光伏组件可以根据不同建筑物的屋顶结构和空间特点进行灵活布局和安装, 不影响建筑的整体设计美感。低轻质化设计和各类颜色可选的外观, 能够与各种建筑风格和环境融合, 甚至可以成为建筑设计的一部分, 提升了建筑的整体美观性。这种结构灵活性不仅有助于最大化光伏系统的发电效率, 还为建筑师和设计师提供了更多创造性的空间, 促进了可持续建筑设计的发展。

#### 1.4 能源独立性与安全性

分布式光伏系统具有显著的能源独立性和安全性特点。通过利用太阳能作为清洁能源的直接来源, 光伏系统能够减少对传统能源供应的依赖, 从而增强能源供应的稳

定性和可靠性<sup>[1]</sup>。这种能源独立性不仅降低了用户对外部能源市场波动的敏感度，还提升了能源安全性，特别是在灾难或紧急情况下，光伏系统可以为用户提供可靠的备用电源保障基本能源需求。同时，光伏系统无噪音、无污染的运行特性也符合现代社会对安全和环境保护的高标准要求，为居民和企业提供了一种可持续且安全的能源选择。

## 2 住宅建筑屋顶类型与适配性分析

### 2.1 不同类型屋顶的特点与适配性分析

不同类型的住宅建筑屋顶在安装分布式光伏系统时需要考虑其独特的特点和适配性。平屋顶通常具有较大的平坦表面适合安装大面积的光伏板，但需要考虑排水和支架系统的设计，以确保水流顺畅并支撑光伏组件的稳固安装。斜屋顶则因其倾斜角度和材料类型的不同而需采用不同的安装技术，例如在瓦片屋顶上需特别设计支架系统，以确保安装过程中不损坏屋顶材料和结构，同时最大化光伏板的发电效率。此外，各种屋顶材料如混凝土、金属或瓦片等，也会影响光伏系统的安装方式和结构设计，需要根据实际情况进行综合考量和优化设计，以实现最佳的适配性和效益。

### 2.2 光伏板在各类屋顶的安装考虑

在各类屋顶上安装光伏板需要综合考虑多个因素以确保安全、稳定和高效地运行。对于平屋顶需要特别设计支架系统以确保光伏板的倾斜角度和朝向能最大化日照吸收，同时考虑屋顶结构的承重能力和防水性能，避免水密性问题和增强屋顶的结构强度。对于斜屋顶需要根据屋顶坡度和材料类型选择适当的安装方法，例如使用轻质支架和特制夹具来确保光伏板稳固固定在屋顶上，并充分利用光伏板的布局设计来最大化太阳能的吸收效率。对于不同材质的屋顶，如瓦片、金属或混凝土，需要针对性地设计安装技术，以保证在安装过程中不损坏屋顶材料，并确保光伏系统的长期稳定运行。

## 3 分布式光伏建筑屋顶施工技术

### 3.1 施工前的准备工作

在进行分布式光伏建筑屋顶施工之前，必须进行详细的准备工作，以确保施工顺利进行并最大化系统的性能和安全性。首先，必须进行彻底的屋顶检查和评估，确认屋顶结构是否符合安装光伏系统的要求，这包括检查屋顶的承重能力、防水状况以及周围环境的安全情况，确保施工过程中不会损害屋顶的完整性和功能。其次，需要制定详细的施工计划和安全措施，施工计划应包括工程时间表、材料和设备的准备情况，以及具体的施工步骤和流程。安全措施方面需确保施工人员具备相关的安全培训和技能严格执行安全操作规程，以防止意外事件和工作中断的发生。同时，施工前还需与当地政府和相关部门协调，获取必要的施工许可和遵守地方建筑规范，这包括屋顶安装的法律和环保要求，以及可能需要满足的电气安全标准和认证要求。

### 3.2 基础设施建设与屋顶结构调整

在进行分布式光伏建筑屋顶施工时，必须进行基础设施建设和必要的屋顶结构调整，以支持光伏系统的安全稳定安装和长期运行。首先，基础设施建设包括确保屋顶平整和清洁，这可能涉及清除屋顶上的杂物、清理檐口和排水系统，以确保光伏支架系统能够均匀支撑并固定在屋顶表面上。特别是在平屋顶上可能需要额外的平整工作和加固以支持光伏板的布置和安装。其次，根据实际情况进行屋顶结构调整是非常关键的一步，这包括根据光伏组件的尺寸和布局设计支架系统，确保支架能够牢固地固定在屋顶上，并且不会影响现有屋顶结构的稳定性和功能。例如，可能需要调整屋顶的坡度或安装特制的支撑框架，以适应不同类型和坡度的屋顶。此外，需要注意的是光伏系统的布局设计应考虑最大化太阳能的捕捉效率和系统的整体性能。这可能包括根据日照条件和建筑物的方位选择最佳的光伏板安装位置，并确保光伏板之间的间距和布局能够充分利用可用的屋顶空间，同时不影响屋顶的功能和美观性。

### 3.3 光伏组件安装技术

光伏组件的安装技术在分布式光伏建筑屋顶施工中扮演着关键角色，直接影响着系统的性能和长期运行效果。安装光伏组件的过程需要经过精确的规划和严格的操作步骤，确保每一步都能达到高标准的质量和和安全要求。首先，安装光伏组件前必须进行详细的现场准备工作，这包括确认施工计划和安全措施，检查所有安全装备和工具的完好性，以及与施工团队进行必要的安全培训和沟通。在确认现场安全无隐患后，进行光伏组件的实际安装。支架系统的设计和安装是安装过程中的第一步关键环节，支架系统必须能够承受光伏组件的重量和风荷载，同时确保光伏板的最佳倾斜角度和朝向，以最大化日照吸收效率<sup>[2]</sup>。设计支架系统时，需要考虑屋顶类型、结构承载能力、地方气候条件等因素，并严格按照光伏组件制造商提供的安装指南进行操作。光伏板的安装过程涉及到使用专用工具和设备，如吊篮或安全带，确保施工人员能够安全高效地进行高处作业。在安装每块光伏板时，需确保其牢固固定在支架上，并且平整无缺陷，避免未来可能的松动或损坏。完成光伏板的安装后，需要进行电气连接和布线工作，这包括将光伏板的直流输出连接到逆变器，再将逆变器的交流输出连接到建筑物的电力系统。电气连接过程必须严格遵循电气安全标准和当地法规，确保系统的可靠性和安全性。最后，完成电气连接后，需要进行系统的电气调试和测试，这包括检查每个光伏板的电气输出是否正常，确保系统能够稳定运行并达到设计要求。同时，还需进行系统的地面连接和接地测试，以确保系统的安全运行。

### 3.4 电气设备连接与调试

在分布式光伏建筑屋顶施工中，电气设备的连接与调

试是确保系统正常运行和安全性的关键步骤。这一过程涉及到将光伏板的直流电输出连接到逆变器，并将逆变器的交流输出连接到建筑物的电力系统，以实现光伏发电系统与电网的互联。首先，进行电气设备连接时，必须严格遵循光伏组件制造商提供的安装指南和电气连接图，这包括准确地接线每块光伏板的正负极到逆变器的输入端子，确保连接牢固并使用符合要求的电缆和接线端子。其次，逆变器作为光伏系统的核心部件，负责将直流电转换为交流电，并调整输出电压和频率以适应电网要求。在连接过程中需要根据逆变器的规格和电气参数，合理选择电缆截面和安装位置，确保电流传输安全稳定。接着，进行电气设备的调试和测试，这包括启动逆变器并检查其运行状态和输出电压是否符合设计要求。调试过程中，需要测量和记录光伏系统的各项电气参数，如输出功率、电流和电压波形，以验证系统的性能和稳定性。在调试完成后还需进行系统的安全性测试和地面连接测试，安全性测试主要包括检查逆变器和电气设备的绝缘性能和接地情况，确保系统在异常情况下能够安全断电并保护人员和设备安全。最后，完工前的最终检查和验收非常重要，这包括检查所有电气设备和连接点是否牢固可靠，电气系统是否符合当地电气安全标准和法规要求。同时，也要确保施工过程中的所有记录和文件完备，以便日后的运维和管理。

## 4 施工质量与安全管理

### 4.1 质量控制与检验

施工质量控制与检验在分布式光伏建筑屋顶项目中至关重要，直接关系到系统的安全性、可靠性和长期性能。有效的质量控制措施需要从施工前的准备阶段开始，到施工过程中的实时监控和最终的验收阶段，全面覆盖项目的各个环节。首先，质量控制始于详细的施工计划和规范制定，在施工计划中应明确光伏系统的设计要求、安装标准和技术规范，确保每一项工作都按照统一的标准进行。施工前的技术交底和培训也是质量控制的重要环节，确保施工人员了解并能正确执行各项工作。其次，施工过程中需要进行严格的实时监控和检查，这包括对支架系统的安装、光伏板的布置和固定、电气连接的合规性等进行全程跟踪和检验。实施过程中的质量记录和检查报告是评估工作进展和质量达标情况的重要依据，确保每个关键步骤都符合设计要求和安全标准<sup>[3]</sup>。在完成施工后，必须进行系统的最终验收和检验，这包括对光伏系统的功能性测试、安全性能评估和电气参数测量等。验收过程中需要验证系统的运行稳定性和能效表现，确保其能够在各种天气条件下正常运行并输出预期的电能。同时，质量控制还需考虑施工过程中可能遇到的风险和问题的应对措施，这包括制定应急预案和安全措施，培训施工人员应对突发情况，确保在

任何情况下都能够保障施工的安全和质量。

### 4.2 安全管理与风险防控

安全管理与风险防控在分布式光伏建筑屋顶施工中是至关重要的方面，保障施工人员和现场设施的安全防止意外事件的发生，并最大限度地减少潜在的施工风险。首先，在施工前必须详细分析可能涉及到的各种风险，如高空作业、电气安全、物料运输和环境因素等，并制定相应的应对策略和应急预案，这些措施不仅包括技术层面的规范和操作程序，还需确保施工人员具备相关的安全培训和技能，能够应对突发情况并采取有效措施。其次，安全管理需要严格执行现场管理和监督，这包括设立安全责任人，定期组织安全例会和培训，确保施工人员了解和遵守安全规章制度，同时监督施工现场的安全情况和工作进度。定期的安全检查和评估是发现和解决安全隐患的关键环节，确保施工过程中安全措施的有效性和实施情况。在施工过程中，特别是在高风险作业环节如安装支架和光伏板时，必须严格执行安全操作规程和使用安全防护装备。这包括使用安全带和吊篮等高空作业设备，并确保其安全可靠，有效防止高空坠落事故的发生。最后，安全管理还需要及时响应和处理施工中可能发生的安全事件和事故。建立健全的安全事件报告和处理机制，确保事故现场的迅速处置和伤员的紧急救治。通过事后的安全分析和经验总结，不断改进安全管理措施和提升安全意识，以预防类似事故的再次发生。

## 5 结语

在分布式光伏建筑屋顶施工的过程中，我们深入探讨了光伏系统的特点与优势，屋顶类型的适配性分析，以及施工技术、质量管理和安全防控等关键议题。通过这些探讨不仅展现了分布式光伏技术在可持续能源发展中的重要性，也凸显了在施工过程中所需的严谨性和专业性。在未来，随着技术的进步和经验的积累，我们期待能够进一步完善施工实践，推动分布式光伏系统在建筑领域的广泛应用，为可持续发展贡献更多的清洁能源解决方案。

### [参考文献]

- [1] 李明泽, 范鑫. 基于分布式光伏的住宅建筑屋顶施工技术[J]. 居舍, 2024(16): 57-60.
- [2] 李源. 居民户用分布式光伏储能系统资源优化[J]. 能源与节能, 2024(6): 62-64.
- [3] 何磊. 分布式光伏发电项目施工过程结算研究[J]. 投资与合作, 2024(6): 169-171.

作者简介：杜鑫（1990.8—），男，毕业院校：兰州理工大学技术工程学院，所学专业：电气工程及其自动化，当前就职单位：甘肃省通信产业维护分公司，职务：双碳运营中心经理，职称级别：中级。