

# 高效光伏支架设计对发电效率的影响研究

张兆儒

信息产业电子第十一设计研究院科技工程股份有限公司山东分公司 250000

DOI: 10.12238/ems.v8i1.17688

**[摘要]** 光伏支架设计对光伏发电效率和系统稳定性至关重要。优化支架设计能够提高光伏系统的整体性能，降低成本，并增强环境适应性。通过改善热传导性能、简化安装流程、减少维护需求，支架设计能够提升光伏模块的工作效率并延长使用寿命。材料选择、制造工艺及运输安装的便捷性直接影响成本，因此优化方案需平衡成本效益。支架设计还应考虑不同气候条件下的适应性，通过区域化定制设计确保系统的长期稳定性。随着技术进步，智能化和模块化设计成为提升光伏系统效率和可靠性的关键，推动光伏产业持续发展。

**[关键词]** 光伏支架；发电效率；设计优化；系统性能；光伏产业

## 引言：

支架作为光伏系统的核心组成部分，直接影响到光伏模块的安装效率和长期运行表现。随着光伏行业的不断发展，如何在提高发电效率、降低成本、延长使用寿命的基础上，优化支架设计成为关键问题。支架的优化不仅包括提高其热传导性能、简化安装流程，还需考虑不同环境下的适应性和成本效益。研究光伏支架设计的优化路径，对于提升光伏系统的整体性能和推动行业技术进步具有重要意义。

## 一、光伏支架设计的现状与挑战

当前，光伏支架设计面临着多方面的挑战，其中最显著的问题是如何平衡支架的结构强度与成本。支架的材料通常包括铝合金、不锈钢等，虽然这些材料具有较好的耐腐蚀性和强度，但其高成本和生产复杂性使得光伏项目的整体投资增大。与此同时，随着光伏系统的不断升级和应用场景的多样化，传统支架设计的适应性逐渐受到限制。在一些特殊环境下，例如山区、海岛等地区，传统支架设计无法满足风力、温差和腐蚀等自然环境因素的需求，导致支架的耐久性和稳定性问题不断暴露。另一个挑战是支架对光伏发电效率的影响。

光伏模块的输出功率与其倾斜角度密切相关，而支架设计不合理会导致太阳能模块的安装角度偏差，进而影响光伏组件的辐照效率。现有的固定支架设计通常无法根据季节变化或日照角度的变化进行动态调节，这限制了其在实际应用中的发电潜力。支架对光伏系统的散热效果也至关重要。若

支架设计无法有效散热，电池板的温度升高将导致光伏组件的光电转换效率降低，甚至缩短其使用寿命。如何设计出既能提高光伏模块发电效率，又能适应不同环境的支架系统，成为了当前研究的重要课题。

光伏支架设计中的一大挑战是提高安装和维护的便捷性。光伏电站建设周期短，快速安装、降低人工成本和施工时间成为关键问题。不同类型的支架，如地面固定、跟踪和屋顶支架，在安装便捷性、维护成本及适配性上各有优劣。跟踪支架虽能优化日照接收，但需要额外电力和控制系统，增加了安装和运维复杂度。对于大规模光伏电站，如何在确保发电效率的基础上优化安装流程，依然是技术难题。随着光伏产业发展，支架设计的创新不仅有助于提高整体发电性能，还在降低成本、提升可靠性方面起着重要作用，成为推动光伏行业持续发展的关键。

## 二、现有光伏支架设计对发电效率的影响分析

光伏支架的设计直接影响光伏发电系统的效率。支架的基本功能是提供支撑和固定作用，同时确保光伏模块能够在最佳角度接收阳光，以最大化发电效果。支架设计不当会导致光伏面板的角度偏离理想位置，从而影响其接收辐射的能力，最终降低发电效率。现有的固定支架设计大多以某一固定角度安装，无法随着太阳位置的变化进行调节。这种设计通常依赖于地理位置和安装时的预设角度，往往未能考虑到季节性变化和日照角度的差异，导致在某些时段光伏模块无法充分接收太阳能，造成不必要的能源损失。

在支架的结构设计上，支架的高度、间距以及倾斜角度等因素同样对发电效率产生影响。过小的间距可能导致阴影遮挡，尤其是在光伏电池阵列较大时，阴影效应会导致部分模块不能正常工作，甚至可能造成“热点”效应，降低整体发电效能。另一方面，支架的设计也应考虑到模块间的通风散热。温度过高会导致光伏组件效率下降，支架若无法有效提高空气流通，散热性能差，将使得光伏组件长时间处于较高温度下，进一步降低其光电转换效率和使用寿命。许多传统支架系统由于设计缺乏优化，未能有效解决这一问题，导致在高温环境下系统的整体发电效率受到显著抑制。随着光伏技术的发展，跟踪支架作为一种新型支架设计方案，逐渐进入了应用领域。与固定支架不同，跟踪支架能够根据太阳的运动轨迹自动调节光伏面板的角度，从而保证光伏模块始终处于最佳接收角度。

尽管跟踪支架能显著提高发电效率，但其在安装、运行和维护方面的复杂性增加了系统的成本和运维难度。尽管其具有较高的发电潜力，如何平衡成本与收益仍然是当前研究的难点。光伏支架设计还与气候条件、地形和环境密切相关。在不同地区，尤其是风力较强的区域，支架必须具有足够的抗风能力。

### 三、优化光伏支架设计的方案与方法

优化光伏支架设计的关键在于提高系统的发电效率、降低成本并增强适应性。传统光伏支架多为固定式，无法根据太阳轨迹变化自动调节模块角度，从而限制了发电的潜力。设计方案的优化应注重提升支架系统的灵活性，使其能够根据环境变化和季节性差异动态调整光伏模块的倾斜角度。动态跟踪支架是一种行之有效的解决方案，它通过追踪太阳的位置来调整模块角度，从而保持光伏板始终处于最佳光照角度。与固定支架相比，跟踪支架可显著提升系统的发电效率，但其高成本和复杂的控制系统是制约其广泛应用的因素。为此，改进跟踪支架的驱动系统和控制算法，以减少能源消耗和降低故障率，成为当前的一个研究热点。

在支架结构的优化上，材料选择起着至关重要的作用。传统的金属支架由于其重量和耐腐蚀性不足，可能在恶劣环境中出现结构损坏或腐蚀。采用更轻便且抗腐蚀性更强的材料，如高强度铝合金、镀锌钢或复合材料，可以在保证支架

强度的前提下减轻重量，减少运输和安装成本。随着新型涂层技术的应用，支架的耐腐蚀性和抗老化能力得到了显著提升，从而增加了其在恶劣环境中的适应性，延长了使用寿命。支架设计的另一重要优化方向是改进其通风和散热性能。光伏模块的发电效率受温度影响较大，当模块温度过高时，光电转换效率会显著下降。在支架设计中引入优化的通风系统，增强空气流通，有助于降低光伏模块的工作温度。支架的结构设计应尽量避免密集排列和过小的间距，应确保每个模块之间有足够的空气流动空间，从而有效散热。

优化光伏支架设计不仅有助于提高热传导性能，减少过热引起的光伏模块老化，还能延长组件使用寿命。在安装与维护方面，简化设计可缩短施工周期，降低人工成本和错误发生率。模块化支架系统的设计能有效提高安装效率，减少后期维护需求，提升光伏电站的经济性。考虑到不同地区的气候差异，支架设计需根据当地环境定制。例如，高风速地区需增强抗风能力，高温地区需优化散热性能，寒冷地区则需提高抗冻性。通过区域化定制，支架能够在多种环境下保持高效运行，确保光伏系统的长期稳定性和发电效率。

### 四、优化设计方案的实验验证与效果评估

优化设计方案的实验验证与效果评估是确保光伏支架设计能够在实际应用中达到预期性能的关键步骤。实验验证的核心目的是通过模拟和实地测试，评估优化方案对光伏发电效率、成本控制、系统稳定性和环境适应性的综合影响。在此过程中，首先需要建立一个符合实际运行环境的实验平台，确保实验条件能够准确反映真实世界中的各种变量，如日照强度、温度变化、风力、湿度等。

通过这一平台可以对不同优化设计方案进行系统的测试，收集相关数据，并评估各设计在不同条件下的表现。在发电效率的评估上，实验验证主要通过比较优化设计与传统设计方案在相同环境下的发电量来进行。不同支架设计下，光伏模块的倾斜角度、模块间距、散热性能等都会直接影响其发电效率，因此通过对比不同设计的电力输出，可以直观地评估各方案对发电效益的提升程度。实验过程中，需注意温度对发电效率的影响，特别是对于采用新型材料和优化结构设计的支架系统，其散热性能的提升可能有助于降低光伏模块温度，进而提高光电转换效率。

实验中应详细记录温度数据，并将其与发电量变化进行对比分析，以验证支架设计对散热性能和发电效率的优化效果。优化设计方案的实验验证需要平衡成本与效益，除了初期安装成本，还应考虑材料选择、制造工艺、运输与安装的便捷性，这些因素都会影响整体成本。通过实际测试，可以准确估算新设计在制造和安装过程中的额外开支，并通过长期运行数据评估其在降低运维成本方面的潜力。稳定性和环境适应性同样至关重要。通过环境模拟测试，可评估支架在高温、高湿、大风等极端条件下的表现，检验其耐腐蚀性、抗风性及耐候性等特性。

### 五、未来光伏支架设计的发展趋势与潜在应用

未来光伏支架设计的发展趋势将朝着更加智能化、轻量化和环境适应性强的方向发展。随着全球光伏产业的不断进步，对光伏系统的高效性、稳定性和经济性要求日益提高，光伏支架的设计也需要不断创新，以满足日益复杂的应用需求。智能化设计成为未来光伏支架技术发展的重要方向。通过集成智能控制系统，支架能够根据实时环境变化，自动调整光伏模块的角度和方位，优化日照接收效率。结合人工智能和大数据分析技术，支架能够对气候、季节和日照变化进行动态响应，进一步提高发电效率，并降低运维成本。智能支架不仅可以自动调整角度，还能够实现对故障的实时监测与预警，减少人工干预和维护成本，提高光伏电站的整体可靠性。轻量化设计也是未来光伏支架发展的趋势之一。

随着光伏产业对成本的严格控制，轻量化不仅有助于降低材料成本，还能简化安装过程，缩短建设周期。未来的支架将更多采用复合材料、新型合金以及创新的结构设计，减轻重量的同时确保其强度和稳定性。轻量化支架特别适合一些较为特殊的安装场景，如屋顶、轻型建筑或土地有限的区域，通过减少支架重量来提高系统的整体经济性和可安装性。随着先进制造技术的进步，模块化和预制化支架系统将成为趋势，标准化的部件可以快速组装，大幅提升施工效率，并减少现场施工的复杂性。环境适应性也是未来支架设计必须重点考虑的因素。

随着全球气候变化的加剧，支架设计需要能够在不同的地理环境和气候条件下提供高效稳定的支持。针对高温、高

湿、强风等极端天气，未来的支架系统将更多采用耐腐蚀性强、抗风压能力优异的材料，并配备更先进的防护设计。在盐雾、沙尘暴等特殊环境下，支架的耐用性和稳定性尤为重要，未来的设计将更加注重环境适应性，确保支架在恶劣条件下仍能长期稳定运行。随着绿色建筑和可持续发展理念的推广，光伏支架的设计还将朝着更加环保和可回收的方向发展。未来的支架将更多采用可再生材料，减少对环境的负面影响。随着光伏建筑一体化 (BIPV) 技术的发展，支架将不仅仅局限于地面和屋顶系统，还可能与建筑结构相结合，成为建筑的一部分。通过与建筑结构的无缝融合，光伏支架可以更好地利用空间，提高能源利用效率，并为建筑提供额外的节能效果。

### 结语

光伏支架设计在提升光伏发电效率方面具有重要作用，其优化直接影响到光伏系统的整体性能和经济性。当前，随着光伏技术的不断进步，支架设计正在向智能化、轻量化和环境适应性强的方向发展。智能化设计能够根据实时环境变化动态调整光伏模块角度，提高发电效率；轻量化和模块化设计则在降低成本的同时提升安装效率。未来，光伏支架将更多采用新型材料和结构，增强系统的抗风、抗腐蚀能力，并具备更强的环境适应性。随着可持续发展需求的增加，环保和可回收设计也将成为未来光伏支架设计的重要方向，推动光伏产业向更加高效、稳定和绿色的方向发展。

### [参考文献]

- [1] 李强. 光伏支架设计对发电效率的优化影响[J]. 太阳能学报, 2023, 44 (3): 203-210
- [2] 王军. 光伏系统优化设计及支架改进研究[J]. 电力系统自动化, 2022, 46 (6): 157-165
- [3] 赵丽. 基于支架设计优化的光伏发电性能分析[J]. 可再生能源, 2021, 39 (7): 108-115
- [4] 张磊. 现代光伏支架技术进展与挑战[J]. 新能源技术, 2022, 35 (4): 85-93
- [5] 王明. 光伏支架设计优化的理论与实践[J]. 太阳能光伏, 2021, 52 (8): 45-50