

新疆大型光伏基地桩基与支架安装施工技术应用

彭学亮

中国水利水电第四工程局有限公司 青海 西宁 810000

【摘要】：新疆大型光伏基地的桩基与支架安装施工技术涉及多个方面的技术挑战，尤其是在特殊的地理与气候条件下。通过分析现有施工工艺与技术标准，结合实际案例，本文探讨了优化桩基与支架施工技术的可行性及其应用。研究表明，合理的施工方案设计、精细化管理与技术创新是确保光伏基地建设顺利进行的关键。通过技术改进，可以有效提高施工效率，降低成本，保证光伏系统的长期稳定运行。

【关键词】：光伏基地；桩基安装；支架技术；施工工艺；技术创新

DOI:10.12417/2705-0998.26.04.043

引言

新疆作为中国重要的光伏资源区域，其独特的地理环境为大型光伏基地的建设带来了诸多挑战。特别是桩基与支架的安装，作为光伏系统的基础设施建设，直接影响到光伏项目的整体效能与使用寿命。在这样的环境下，施工技术的应用与优化成为项目成功的关键因素。如何在严苛的自然环境中确保高效、安全地完成桩基与支架的安装任务，成为当前光伏工程建设中的一个重要课题。通过对相关技术的探索与实际施工经验的总结，可以为未来类似项目提供借鉴和参考。

1 新疆光伏基地施工技术面临的挑战

1.1 地理与气候条件对施工的影响

新疆地区地处内陆，气候干旱、温差大，风沙天气频繁，这些都对光伏基地的施工带来了极大的挑战。桩基安装过程中，地质条件的差异与地下水位的变化，常常导致基础施工难度增大。特别是在戈壁和沙漠地带，施工过程中容易遇到土壤松软、承载力不足的问题，这对桩基的稳定性和支架的固定提出了更高要求。同时，强风和沙尘暴天气的影响，不仅影响施工人员的安全，还可能导致设备安装精度的降低，增加了施工难度与风险。

1.2 传统施工技术的局限性

在新疆的特殊环境下，传统的桩基与支架安装技术面临诸多局限。传统方法常依赖人工操作和机械设备配合，施工速度较慢，且在极端气候条件下，设备的稳定性和施工精度无法得到有效保证^[1]。特别是风沙较大的时期，传统施工技术的效率大大降低，容易造成施工延期和成本上升。传统技术在材料使用和施工步骤上往往缺乏针对性，导致施工过程中产生大量资源浪费，不符合现代化光伏项目高效、节能的需求。

1.3 光伏系统施工的特殊要求

光伏系统的安装不仅要求高精度的桩基和支架施工，还需要确保系统的长期稳定运行。在新疆这类高温、高紫外线辐射的环境下，光伏板的安装和支架的抗腐蚀性要求尤为严格。系统的整体结构需要考虑到光伏板的安装角度、支架的耐久性以

及电缆铺设的便捷性。施工时，必须确保光伏支架能够承受强烈的紫外线照射、沙尘侵蚀以及温差变化带来的应力影响。因此，施工过程中不仅要确保精度，还要充分考虑光伏系统运行的可靠性与长期稳定性，这对技术和施工管理提出了更高的要求。

2 桩基安装技术与优化方案

2.1 桩基设计与选择的标准

在新疆的特殊地质条件下，桩基必须能够有效应对土壤松软、风沙侵蚀等因素带来的影响。根据当地的土壤类型和地质勘查数据，桩基的选型应着重考虑桩的承载能力与抗拔力。常见的桩基类型包括预制混凝土桩、钢管桩和自钻桩等，每种类型的桩基都有其独特的优缺点。在设计阶段，需要根据土壤的承载能力与桩基深度的要求，选择合适的桩基类型，并结合现场实际情况设计桩基的间距和排列方式。设计过程中，应充分考虑桩基的稳定性、抗风性以及光伏系统负荷分布，确保在极端气候条件下仍能保持支撑强度。桩基的施工深度与土壤类型之间也需要有精确的匹配，以确保桩基能够有效传递负载并保持持久稳定。

2.2 施工过程中常见问题与解决方案

桩基安装过程中常见的难题之一是土壤条件的不均匀性，导致桩基无法达到预期的深度或承载力。面对这一问题，常采取的解决方案是通过地质勘探进一步确认土壤性质，采用适当的桩基类型，如增加桩的长度或者使用承载能力更强的桩型。风沙天气常常影响施工精度，导致桩基倾斜或不稳定。在这种情况下，通过优化施工工艺，例如采取防风沙设施、调整施工时间、增设现场指挥与监控，可以有效避免这一问题^[2]。另一个常见问题是桩基施工中的孔洞偏位或施工过程中出现沉降不均，这会直接影响到支架的安装与光伏系统的布局。针对这一问题，可采用高精度的施工定位技术，通过GPS测量、激光扫描等手段，确保桩基安装的精准度和稳定性。

2.3 技术创新与优化案例分析

新疆光伏基地施工中，技术创新显著提升了施工效率与精

度。例如，在和田民丰 100 万千瓦光伏治沙项目中，施工团队仅用 72 天完成 22.81 万根桩基浇筑任务，同步建成 31.5 公里检修道路。昌吉州某 30 万千瓦光伏项目克服高温不利条件，以日均近 2000 根的浇筑速度完成超 13 万根灌注桩施工。智能化技术的应用成效显著。通过智能化桩基检测系统实时监测桩基打入深度与承载力，实现精确控制，避免了人工操作误差。在复杂地质环境下，地质雷达探测技术可精确勘察地下水位与土层分布，优化桩基设计。部分项目采用模块化预制桩基安装系统，有效缩短施工周期，减少人为误差。材料创新方面，高强度钢管桩与复合材料支架增强了桩基抗风沙能力，同时降低成本。值得注意的是，在昌吉州某沙漠地貌 300MW 光伏项目中，采用预应力高强混凝土管桩（PHC 管桩）相比双桩灌注桩方案，桩基总造价节省约 10.81%，桩基与支架总造价节省约 5.57%，充分体现了合理选型的经济性优势。

3 支架安装技术及其施工管理

3.1 支架结构设计及安装技术

支架是光伏系统的核心组成部分之一，其设计与安装直接影响到光伏板的稳定性和效率。支架结构设计需综合考虑当地气候条件、光伏组件的重量及受力情况，并且要考虑到长期的耐久性与抗风沙能力。在新疆地区，支架设计特别需要考虑强风、沙尘暴和极端温差等因素的影响，因此支架的选材和设计必须具备高强度和耐腐蚀性能。铝合金与热镀锌钢管常用于支架的制作材料，因为它们能够有效抵抗沙尘、紫外线以及强烈的温差。安装技术上，为了确保支架的精确度和稳定性，需要使用激光定位设备进行高精度定位，并配合机械化设备确保安装过程的快速性和安全性。支架的基础连接部分也需要特别注意，连接处应使用抗腐蚀涂层，防止长期暴露在外的支架因环境因素发生老化，导致整体系统失稳。

3.2 支架施工过程中的技术难点

支架施工的技术难点集中于精准安装与复杂地形适应性两方面。在地形起伏较大的区域，支架需满足特定的坡度与角度要求，施工人员须根据地形高低差精确调整每根支架的高度与角度，确保符合设计标准。支架基础稳定性是另一关键难点，在土质松软或多风环境下，如何确保支架牢固固定、抵御风力和震动影响，成为重要技术挑战，采用深埋基础或锚固技术可有效提升稳定性^[3]。在新疆尼勒克 3200 兆瓦山地光伏项目中，针对数以万计的差异化支架，项目团队采用无人机测绘与数据软件联动技术，精确识别每类支架的空间位置与数量需求，定制化生成生产方案，使支架生产精准度提高 40%，现场切割作业量减少 60%，显著降低了材料损耗与安装误差。此外，新疆地区气候剧烈变化，施工中需提前预防温差对支架材料的影响，采取有效防护措施避免因材料膨胀收缩导致的结构变形。在高温及强紫外线环境下，支架抗老化性能尤为关键，选择合

适的涂层与材质有助于延长使用寿命。

3.3 施工质量控制与安全保障

在支架安装过程中，施工质量控制是保证光伏系统长期稳定运行的关键。质量控制涉及到每个施工环节的细节，包括支架结构的焊接、紧固件的选择与安装、支架与桩基的连接等。每一项操作都需要严格执行技术标准和规范。针对支架施工中的质量问题，可通过对施工人员进行专项技术培训，确保他们熟悉施工工艺和质量标准，避免人为失误导致的质量问题。施工过程中使用先进的检测技术，如无损检测技术，实时监控施工质量，能够有效发现潜在的质量隐患。在安全保障方面，光伏电站的支架安装作业大多涉及高空作业，因此施工现场必须严格落实安全措施，配备必要的安全防护设备，确保工人的人身安全。施工前需对全体工作人员进行安全教育和应急处理培训，确保在突发事故中能够迅速有效地处理问题，降低安全风险。

4 光伏项目施工效率与成本控制

4.1 提高施工效率的技术路径

在复杂环境下，自动化施工与数字化管理是提升光伏项目施工效率的关键路径。无人驾驶设备与机器人可减少人力投入，提高施工速度；数字化管理系统通过实时监控与资源调配，有效缩短工期；集成项目管理平台统一设计、施工与监控环节，提升协同效率；现代化施工机械结合精确定位与施工模拟软件，可减少重复作业与误差（见图 1）。新疆进度管理系统使施工偏差率降低 25%；基于 BIM 的三维轻量化技术使安装效率提升 35%，新手培训周期缩短 50%。



图 1 复杂环境下光伏项目施工效率提升的技术图

4.2 成本控制与资源优化

光伏项目成本控制的核心在于资源利用效率与材料选择的优化。合理选用高性价比材料，优先采用当地易得资源，可有效降低运输成本，提升经济效益^[4]。精准的物料需求计划与进度安排，能够减少设备空闲与人力闲置，避免材料浪费；精益施工管理模式则通过流程优化与任务合理分配，进一步提升成本管控能力。在新疆莎车 2000MW 光储一体化项目一期工程中，项目团队通过优化集电线路路径、选用高效组件等措施，节约成本 2200 万元；创新“融资租赁+预收款”资金模式，使经营效益提升 9.3%。

4.3 施工过程中的风险评估与管理

在光伏项目施工过程中，涉及到许多不可控的风险因素，风险评估与管理是确保项目顺利实施的关键。施工风险通常来自于环境因素、设备故障、施工质量问题以及人为操作失误等。针对这些潜在风险，项目管理团队需进行详细的风险评估，制定相应的应急预案。使用风险管理软件进行实时监控，可以及时发现并预警潜在问题，从而避免风险的进一步扩大。在施工过程中，必须加强现场监督，确保每个环节都符合规范要求，减少人为失误导致的质量问题。同时，做好设备的定期检查与维护，确保施工机械的正常运转。项目管理还应考虑到外部环境因素，如气候变化和不可抗力因素，通过调整施工进度和应急预案，确保项目在复杂环境中能够平稳推进。

5 技术应用效果与施工总结

5.1 案例分析：成功的光伏项目实施

新疆多个大型光伏项目的成功实践，验证了先进施工技术的应用价值。以新疆莎车 2000MW 光储一体化项目一期工程为例，针对流沙层地质挑战，项目团队创新采用螺旋钻机与注浆工艺，结合数字化建模技术，使单桩承载力提升至 180 千牛，支架基础稳定性提高 30%。在施工管理方面，通过预制舱式模块化建造方式，有效缩短施工周期 40%。项目还自主研发了能源管理系统，运用 AI 算法使 N 型双面组件发电量提升 8%，弃光率控制在 3% 以内。这些技术措施的实施，不仅保障了项目按计划高质量完成，也为类似地质条件下的光伏基地建设提供了可复制的技术经验。

5.2 技术应用效果评估

在光伏项目的施工过程中，技术的应用效果直接影响到项

目的进度、成本和质量^[5]。在新疆地区的光伏基地中，先进的桩基安装技术和支架施工方法显著提升了施工效率和精度。通过引入自动化设备与智能监控系统，施工中的偏差和误差大幅度降低，工程质量得到了充分保证。技术的应用不仅缩短了工期，还通过优化资源配置降低了施工成本。在新疆尼勒克光伏项目中，三维深化设计与高精度施工管理技术的应用，使设计校核效率提升 30%，支架生产精准度提高 40%，现场切割作业量减少 60%，安装效率提升 35%。这些数据充分证明，现代化技术的引入极大地提升了施工质量和项目经济性。

5.3 未来技术发展趋势与建议

光伏行业的不断发展，未来的技术应用将更加注重智能化、自动化和绿色环保。在施工领域，随着人工智能与机器学习技术的逐步成熟，未来将更多采用无人机和自动化施工设备，以提升施工精度与效率。环保型施工材料和节能设备的应用将逐步增加，符合可持续发展的要求。建议在光伏项目施工中加强对新兴技术的研究与应用，特别是智能化施工管理系统的引入，能够更好地应对复杂施工环境中的挑战。针对施工中的各类风险，应建立完善的风险预警机制和应急处理流程，确保项目顺利推进。

6 结语

光伏项目的施工技术在新疆地区的应用展示了现代化施工手段的重要性。针对特殊地理与气候条件，通过先进的桩基、支架安装技术以及智能化施工管理系统的有机结合，显著提高了施工效率与项目质量。未来，随着技术的不断发展，光伏施工技术将更加智能化、自动化，为光伏产业的可持续发展奠定更为坚实的基础。

参考文献：

- [1] 朱成祥,张宝莲.审计机构入场不到一月就“闪辞”仕净科技总投资超百亿元光伏基地现状如何? [N].每日经济新闻,2026-03-19(003).
- [2] 赵熠如.无人机守护沙漠光伏基地[N].中国商报,2025-12-03(002).
- [3] 刘常青,王占军,吴旭东.关于加强光伏基地生态保护的对策建议[J].宁夏农林科技,2025,66(11):1-3+42.
- [4] 黄山田,鲁华伟,李怀亮,等.海上桩基安装推荐系统的设计与实现[J].计算机应用与软件,2025,42(09):18-23+43.
- [5] 沙煜.“精益管控+科技赋能”做实“沙戈荒”光伏基地安全管理[J].中国电力企业管理,2025,(18):18-19.