

大型地面光伏电站施工组织与进度优化研究

何 恒 汪小强 路江昆 何安顺 王富厅

中建八局西南建设工程有限公司 四川 成都 610041

摘 要：大型地面光伏电站建设规模大、周期长，其施工组织与进度管理直接影响项目效益与能源供给。施工组织设计涵盖机构设置、资源配置及流程规划等关键环节，自然环境、技术、管理等因素显著制约施工进度。通过科学规划施工组织，采用适应性技术方案，完善管理体系，可有效提升施工效率，保障项目按时交付。研究成果对优化光伏电站施工管理、推动清洁能源发展具有重要实践价值。

关键词：大型地面；光伏电站；施工组织；进度优化

引言

在“双碳”目标驱动下，大型地面光伏电站作为清洁能源开发的重要形式，建设规模持续扩大。然而，复杂的施工环境与庞大的工程体量，致使施工组织与进度管理面临诸多挑战。自然条件的不确定性、技术应用的适配性问题，以及管理体系的不完善，常引发工期延误与成本增加。本文深入剖析大型地面光伏电站施工关键环节，系统分析进度影响因素，提出针对性优化策略，为提升工程管理水平提供理论与实践参考。

1 大型地面光伏电站施工概述

大型地面光伏电站施工是一项复杂的系统工程，涵盖场地规划、基础施工、光伏组件安装、电气系统集成等多个关键环节。项目启动前需对选址区域进行详细勘察，通过地形测绘、地质勘探明确地势地貌与土壤承载能力，结合光照资源数据评估项目可行性，以此为依据规划光伏阵列布局，确保组件获取充足光照的同时，兼顾土地利用效率与施工便捷性。基础施工阶段，根据地质条件选择合适的基础形式，如灌注桩基础、螺旋桩基础或预制混凝土基础。灌注桩基础适用于地质条件复杂区域，需采用专业钻孔设备成孔后浇筑混凝土，形成稳固的桩基；螺旋桩基础凭借其施工速度快、对环境扰动小的优势，在地质条件适宜的场地广泛应用，通过机械旋拧将桩体植入地下；预制混凝土基础则可在工厂标准化生产，现场快速安装，有效缩短工期。各类基础施工均需严格控制高程与垂直度，保障后续光伏支架安装精度。光伏组件安装是实现发电功能的核心步骤，施工人员需按照设计图纸，将光伏支架有序组装并精准固定于基础之上，利用高精度测量仪器确保支架倾角符合当地纬度与光照条件要求，以最大化光能转换效率。组件安装过程中，通过专业的安装工具与吊装设备，将光伏板逐块固定在支架上，并完成电气连接，确保组件间电路

导通良好。电气系统集成阶段，需将光伏阵列产生的直流电通过汇流箱、逆变器转化为交流电，再经变压器升压后接入电网。此过程涉及高压电气设备安装与调试，要求施工人员具备扎实的电气专业知识，确保系统运行稳定、安全可靠。整个施工过程中，还需运用先进的施工管理手段与质量检测技术，实时监测施工进度与工程质量，保障大型地面光伏电站高效建成、顺利投运。

2 大型地面光伏电站施工组织设计

2.1 施工组织机构设置

大型地面光伏电站施工需构建科学高效的组织机构以保障工程顺利推进。设置项目经理部作为核心管理中枢，项目经理统筹全局，负责协调施工进度、质量把控与成本管理，凭借丰富经验与专业能力对项目整体目标负责。下设技术管理组，由资深工程师领衔，专注施工技术方案编制、图纸深化及技术难题攻克，确保施工工艺符合电站技术要求；施工管理组负责现场施工调度，依据施工计划合理安排各工序衔接，调配施工队伍与机械设备，保障现场施工有序开展；安全质量组全程监督施工安全与质量，制定安全操作规程，建立质量检验标准与流程，通过日常巡检与专项检查，消除安全隐患、把控施工质量；物资设备组负责材料采购、验收及设备管理，确保物资供应及时、设备运行良好，为施工提供坚实的物质基础^[1]。

2.2 施工资源配置

施工资源的合理配置是大型地面光伏电站施工顺利实施的关键。人力资源方面，组建涵盖土建施工、电气安装、机械操作等多工种的专业施工队伍，各工种人员按施工阶段与工程量科学配置，确保各环节人员充足且技能匹配。土建施工阶段，增加模板工、钢筋工等人员，电气安装阶段则侧重电工、调试工程师的投入。物资资源上，依据施工进度计划精确计算光伏组件、支

架、电缆、逆变器等材料用量，与优质供应商建立合作，保障材料按时、按质、按量供应。储备适量易损件与常用物资，应对突发情况。设备资源方面，配备挖掘机、起重机、混凝土搅拌车等大型机械设备，以及电焊机、测试仪等小型工具，定期对设备进行维护保养，确保设备性能稳定，满足施工强度与精度要求，提升施工效率。

2.3 施工流程规划

大型地面光伏电站施工流程需系统规划以实现高效作业。第一，开展场地平整与基础施工，利用测量仪器精准放线，挖掘机、推土机等设备配合完成场地清理与平整，为后续施工创造条件。第二，进行光伏支架安装，采用模块化施工方式，按设计图纸精准定位、固定支架，确保支架安装精度与稳定性。第三，开展光伏组件安装，借助起重机等设备将组件吊运至支架上，严格按规范完成组件固定与电气连接。第四，电气系统施工同步推进，包括电缆敷设、逆变器安装、汇流箱接线等，确保电气连接可靠、布线规范。第五，进入系统调试阶段，对光伏电站的发电性能、电气参数、安全保护功能等进行全面测试与优化，及时处理调试中发现的问题。第六，完成竣工验收，通过严格的质量检验与性能评估，确保电站达到设计标准与运行要求。

3 大型地面光伏电站施工进度影响因素分析

3.1 自然环境因素

大型地面光伏电站通常选址于光照资源丰富的区域，此类地区往往生态环境复杂，自然条件对施工进度形成显著制约。高海拔地区空气稀薄，施工人员易出现高原反应，导致工作效率大幅降低，设备安装精度也因人员身体机能下降而难以保证。极端温度环境同样不容忽视，高温天气下混凝土浇筑后水化热积聚，可能引发裂缝，增加养护成本与工期延误风险；低温环境使施工机械润滑油黏度增加，设备启动困难，且光伏组件的安装精度受材料冷缩特性影响，安装误差超出标准范围。强风、暴雨等恶劣气象条件直接干扰现场施工。强风会阻碍光伏支架的吊装作业，需反复校准已安装部件的稳定性，增加高空作业安全隐患；暴雨不仅会冲毁临时施工道路，中断材料运输，还可能使地基浸泡变软，后续需进行地基加固处理，延长基础施工周期。复杂地质条件同样棘手，如在岩石地基区域，爆破作业需精准控制药量与频次，避免对周边地质结构造成破坏，且岩石开挖效率远低于普通土壤，使基础施工进度滞后，进而影响整个电站的建设周期。

3.2 技术因素

光伏电站施工涉及多学科技术融合，技术方案的合理性与成熟度直接决定施工进度。在光伏组件安装环节，若采用新型双面双玻组件，其重量较传统组件增加，对安装工艺要求更高，若施工团队缺乏相关经验，需投入额外时间进行技术培训与工艺调试，导致安装效率下降。逆变器等核心设备的选型与安装技术也至关重要，大功率逆变器的散热设计若与现场环境不匹配，安装后需进行二次改造，增加设备调试与整改时间。施工过程中的技术衔接问题不容忽视。光伏场区与升压站之间的电缆敷设，若电气设计与土建施工缺乏协同，可能出现电缆沟尺寸不符、预埋件位置偏差等问题，迫使返工。智能化监控系统的集成技术若存在缺陷，会导致各子系统间数据传输延迟或错误，后期需投入大量时间排查与修复，影响电站整体调试进度。新技术、新工艺的应用虽能提升项目性能，但技术转化过程中的不确定性，如新型支架的防腐处理效果验证、漂浮式光伏电站的锚固技术稳定性测试等，都可能导致施工进度放缓^[2]。

3.3 管理因素

大型地面光伏电站施工管理涉及多工种、多环节协同作业，管理水平直接影响施工进度。施工组织设计不合理，如未充分考虑各工序间的逻辑关系，导致光伏支架安装与组件铺设交叉作业时相互干扰，降低施工效率。资源调配失衡也是常见问题，设备采购计划与现场施工进度脱节，会造成关键设备到场延迟，如变压器未能按时交付，后续电气安装、调试工作无法开展，形成工期延误。现场管理能力对施工进度起决定性作用。施工团队人员配置不足或技能结构不合理，会导致部分工序进度缓慢，如专业电工短缺影响电气设备接线效率。材料管理不善同样影响进度，光伏组件的存储需满足特定温湿度条件，若现场仓储条件不达标，组件出现隐裂等质量问题，更换材料将消耗大量时间。施工进度动态管控能力不足，未能及时发现并解决施工过程中的潜在问题，如未及时调整因地形变化导致的支架基础施工方案，会使问题积累，最终对整体施工进度造成严重影响。

4 大型地面光伏电站施工进度优化策略

4.1 科学规划施工组织

(1) 构建精准化施工流程体系，基于光伏电站项目特性，对场地平整、基础施工、支架安装、组件铺设及电气连接等核心环节进行细致拆解，利用BIM技术搭建三维可视化模型，模拟施工全过程，精准预判工序衔接中的潜在冲突，制定出兼具逻辑性与高效性的作业顺序，避免因流程混乱导致的工期延误。(2) 实施动态化资源调配机制，通过大数据分析历史施工数据，结合当前

项目需求,对人力、材料、设备进行科学配置。针对施工高峰期,提前规划劳动力投入,确保各工种人员数量匹配施工进度;建立材料供应预警系统,根据施工进度实时监控材料库存,与供应商保持紧密沟通,保障材料及时供应;对施工设备进行全生命周期管理,定期维护保养,依据施工强度合理调配设备使用,提升设备利用率。(3)创新协同化作业模式,打破传统施工中各环节相对独立的局面,加强不同施工班组之间的协作与沟通。在场地平整阶段,同步开展基础施工的前期准备工作;在支架安装时,为组件铺设预留合理作业空间,实现各工序的无缝衔接,减少工序间等待时间,以并行作业的方式大幅缩短整体施工周期^[3]。

4.2 应对自然环境影响

(1)建立全面的环境监测预警机制,在光伏电站施工现场布置气象监测设备,实时采集风速、降水、温度、光照等气象数据,结合当地长期气象资料,运用专业气象分析软件,提前预测极端天气的发生概率与影响时段,为施工安排提供准确的气象依据。(2)制定针对性的施工防护与调整方案,面对高温天气,合理调整施工时间,采用早晚时段集中作业、正午高温时段暂停施工的模式,避开正午高温时段,同时为施工人员配备防暑降温物资。在雨季来临前,完善施工现场排水系统,对基础施工区域进行防雨遮盖,对已安装的设备和材料采取防潮措施;遭遇大风天气时,暂停高空作业,对未固定的支架和组件进行临时加固,降低恶劣天气对施工进度影响。(3)采用适应性施工技术,针对复杂地形条件,运用无人机测绘技术获取高精度地形数据,结合地理信息系统(GIS)进行地形分析,优化光伏组件布局与支架设计,采用差异化基础施工方案,减少地形因素对施工进度的制约;在风沙较大的地区,采用防风沙施工工艺,对施工设备和材料进行防护,保障施工的顺利进行。

4.3 强化技术与管理保障

(1)引入先进施工技术与工艺,积极采用预制化施工技术,将光伏支架、基础等构件在工厂预制生产,运

输至现场进行快速组装,减少现场施工时间;应用智能安装设备,如自动光伏组件安装机器人,提高组件安装精度与效率;采用模块化施工技术,将光伏电站划分为多个功能模块,分别进行施工,最后进行整体集成,提升施工的灵活性与可控性。(2)搭建数字化管理平台,利用物联网、云计算等技术,对施工现场的人员、设备、材料、进度等信息进行实时采集与整合,实现施工过程的可视化管理。通过平台对施工进度进行动态跟踪,对比实际进度与计划进度,及时发现偏差并分析原因,制定针对性的调整措施;利用平台实现各参与方之间的信息共享与协同办公,提高管理决策效率。(3)实施精细化进度管控,建立多级进度计划体系,将总工期目标分解为年度、季度、月度、周计划,明确各阶段施工任务与责任人;定期召开进度分析会议,对施工进度进行复盘总结,针对进度滞后环节,组织技术与管理团队进行专项研究,优化施工方案,加大资源投入,确保施工进度按计划推进^[4]。

结语

综上所述,大型地面光伏电站施工组织与进度优化是保障项目高效推进的核心。通过合理设置施工组织机构、精准配置资源、科学规划流程,有效应对自然环境影响,强化技术与管理保障,可显著提升施工效率与质量。研究成果为行业提供了切实可行的管理方案,有助于推动光伏电站建设规范化、高效化发展。未来可进一步结合智能化技术,深化施工组织与进度管理的创新研究。

参考文献

- [1]顾宁.大型地面光伏电站项目工程管理探究[J].电气技术与经济,2022(4):184-186.
- [2]邹永立,史鹏祺.大型地面光伏电站提质增效[J].自动化应用,2023,64(2):143-146.
- [3]唐静.大型地面光伏电站项目工程管理探究[J].建筑工程技术与设计,2024,12(36):64-66.
- [4]蔡富杰,林远桥,邓鑫.大型地面光伏电站建设中的项目管理策略分析[J].电气时代,2025(2):37-42.