

Discussion on project management in EPC photovoltaic power station construction process

Yiying Chen

China Power Technology Engineering Co., Ltd., Jinan, Shandong, 250001, China

Abstract

With the accelerated global energy transition, the construction scale of photovoltaic power stations continues to expand. The Engineering, Procurement, and Construction (EPC) model has become the mainstream approach for building photovoltaic power stations, demonstrating significant advantages in resource integration, cost control, and project schedule optimization. However, the geographical dispersion of photovoltaic projects, complex environmental factors, rapid technological iterations, and numerous stakeholders impose higher demands on project management under the EPC model. This study explores key aspects of EPC photovoltaic power station project management throughout the entire lifecycle, analyzing specific management methods and practical challenges during critical phases including preliminary planning, implementation, and post-completion phases. The aim is to enhance project control efficiency, ensure high-quality project delivery and long-term stable operation, and promote the healthy and orderly development of the photovoltaic industry.

Keywords

EPC photovoltaic power station; project management; construction process; risk management

EPC 光伏电站工程建设过程的项目管理探讨

陈之迎

国能电力技术工程有限公司, 中国·山东 济南 250001

摘要

随着全球能源结构转型加速推进,光伏电站建设规模持续扩大,采用工程总承包(EPC)模式建设光伏电站已成为主流方式,其在整合资源、控制成本与压缩工期方面具备显著优势。然而,光伏项目地域分布广、环境影响因素复杂、技术迭代快速、参与方众多等特点,对EPC模式下的项目管理水平提出了更高要求。探讨EPC光伏电站工程建设过程的全生命周期项目管理要点,分析其在前期规划、实施过程及后期收尾等核心阶段的具体管理方法与实践难点,旨在提升项目管控效能,保障工程高质量交付与长期稳定运行,促进光伏产业健康有序发展。

关键词

EPC光伏电站; 项目管理; 建设过程; 风险管理

1 引言

能源结构变革背景下,光伏发电凭借其清洁性与经济性发展迅速。EPC模式因其设计、采购、施工一体化的特点,显著提高了光伏电站建设的效率与可控性。有效实施项目管理是EPC光伏电站工程成功的关键要素,贯穿于从项目前期立项到后期运维的完整过程。深入理解光伏工程自身特性与EPC模式的运作规律,系统梳理项目建设过程中涉及的项目规划与可行性研究、招投标管理、设计与采购施工控制、风险应对以及竣工验收与后评价等核心管理环节的执行要点,对规避项目风险、优化资源配置、保障项目整体目标的达成意义重大。当前形势下,精细化管理EPC光伏电站

建设流程具有明确的现实需求与应用价值。

2 EPC 光伏电站项目管理概述

2.1 EPC 模式的概念与特点

工程总承包模式由单一责任主体统筹执行项目全周期工作,涵盖工程设计、设备采购、土建施工至并网调试全链条任务。该模式区别于传统平行发包模式的主要优势在于责任界面高度整合,总承包商直接承担设计施工衔接风险与技术接口协调义务。承包合同采用固定总价或限额总价形式,有效控制投资超支风险同时倒逼承包商优化资源配置。实践中总包商需深度介入前端方案比选,例如光伏阵列倾角设计必须兼顾后期清洗车作业空间需求与支架用钢量经济性平衡。整体项目管理架构呈现纵向集成特征,设计团队输出的设备技术规格书直接驱动采购订单生成,施工现场的地质条件变化则需实时反馈至设计院调整基础图^[1]。

【作者简介】陈之迎(1982-),男,中国山东济宁人,本科,工程师,从事项目管理研究。

2.2 EPC 光伏电站项目管理的主要内容

项目全生命周期管理覆盖决策阶段可行性研究的精准度管控，场址选择失误可能导致后期土地转性成本激增；实施阶段强化设计采购施工的动态耦合机制，采购经理提前锁定长周期设备避免施工断档，施工经理在图纸会审阶段提出大型机械进场路径优化建议；移交阶段注重技术文档与实体工程的同步交付，组件安装坐标定位图必须与运维巡检系统坐标基准统一。风险控制维度需要建立自然变化应对预案，暴雨冲刷形成的坡面侵蚀应当立即启动水土保持强化方案而非简单修复。成本控制要点在于全流程变更签证的闭环管理，设计变更导致的组件串列扩容需重新核算电缆载流量避免超温运行。全过程管理精髓在于专业知识的持续转化，沙漠电站防沙网设置经验可直接迁移至同类型新项目设计导则编制。

3 EPC 光伏电站工程建设前期项目管理

3.1 项目规划与可行性研究

项目规划是工程启动的基石，涵盖场址踏勘、容量测算、接入系统布局等系统性工作，科学规划直接决定后续环节的可实施性^[2]。可行性研究需针对光伏项目特性开展多维论证，技术路线评估着重组件选型、方阵排布与逆变器匹配方案的经济技术比选，同时精确模拟发电量；经济分析应当构建涵盖初始投资、运维成本、电价政策及金融工具的收益模型，以量本利平衡点作为决策依据；环境评价则需关注土地使用合规性、生态敏感点避让及水土保持措施的实际效力。前期深入的地理勘测与气候数据分析能够规避后期设计变更风险，为设计院提供充分的技术边界条件。各项可行性研究内容存在逻辑关联，技术方案支撑经济测算，环境约束反推设计优化，形成一个有机闭环的决策体系。

3.2 招投标管理

招标流程的严谨性深刻影响工程质量与成本控制，项目业主通常根据投资性质选择公开招标或邀请招标形式，编制招标文件时需明确技术规格书中关键参数的技术阈值与性能罚则条款，尤其对组件衰减率、逆变器转换效率等核心指标设定阶梯式考核标准。评标环节需构建量化评分矩阵，技术标的权重应覆盖设计方案成熟度、施工组织合理性及并网保障能力；商务标评审则须交叉比对价格清单的合理性，避免不平衡报价对后期执行形成干扰。合同谈判聚焦于风险分配机制，重点厘清自然条件变化的责任归属、设备供应延误的违约金计算方式以及设计变更的计价原则，同时设定清晰的支付节点与质量验收挂钩条款。合同签订后的交底环节必须确保施工单位与设计方就技术规范理解达成一致。

3.3 项目团队组建与沟通协调机制建立

项目团队构建需依据 EPC 全链条业务需求配置复合型人才，项目经理除具备传统土建经验外必须熟悉光伏发电技术特性，设计经理需主导设备选型与系统集成方案优化，采

购经理应建立光伏设备供应链数据库并制定应急采购预案，施工经理则要统筹机械调配与专业分包衔接。团队职责界面划分可采用责任矩阵工具明确设计提资、设备监造、现场验收等关键流程的责任主体与协作方。建立分级沟通机制解决多接口协同难题，日常进度协调会由施工方主导处理现场问题，周例会上各方共同核对设计变更执行与设备到货状态，月度会议则着重协调重大资源调配和外部审批推进。利用数字平台实现图纸版本管理、变更签证在线审批等协同功能，能够有效降低信息错漏概率，特别在复杂地形项目中三维模型的可视化协同显著提升各方对空间冲突的预判能力^[3]。

4 EPC 光伏电站工程建设实施过程项目管理

4.1 设计管理

设计阶段划分为初步方案设计、施工图设计与竣工图设计三个核心层级，每层级均需明确界面对应技术标准与经济指标。设计单位筛选侧重其在复杂地形并网项目中的业绩积累，尤其关注其应对山地阴影遮挡或盐雾腐蚀环境的解决方案成熟度。设计过程推行“前端介入”机制，采购与施工团队提前参与方案评审，例如电缆路径布置需综合考量现场开挖条件与设备供货周期限制。设计审查聚焦系统效率提升空间，组件倾角优化需结合当地经纬度气象数据反复模拟测算，支架结构选型则依据风荷载雪荷载动态验算调整。竣工图阶段强制实行模型比对，光伏阵列微调数据必须实时更新至三维地理信息系统，确保后期运维定位精确度。

4.2 采购管理

采购计划制定需嵌入时间缓冲余量，光伏组件等长周期设备需预留国际物流波动应对周期，逆变器等定制设备则要衔接工厂排产窗口。供应商评价体系建立多维度指标，技术维度考察实验室认证报告与实地运行案例匹配度，生产维度分析原材料溯源机制与产能弹性空间，服务维度评估本地化技术团队响应速度与备件储备深度。关键设备质量监管实施工厂见证与飞行检查双轨制，组件 EL 检测要求覆盖每批次货源的隐裂率监控，接线盒灌封工艺必须满足 IP68 防护等级验证。大宗材料供应推行“分段锁定”策略，镀锌钢材质保书需追溯至钢厂熔炼编号，电缆绝缘层厚度抽样检测频率应当高于行业标准三倍基数。

4.3 施工管理

进度管理运用关键路径法锁定支架安装、箱变就位等制约性工序，动态监控引入无人机航拍进行现场实景与 BIM 模型比对，雨季施工应急预案包含组件暂存仓库改建与道路硬化升级方案。质量管理构建“四级防错”体系：班组自检记录隐蔽工程覆土前影像证据，分包互检重点复核接地电阻值等参数，总包专检采用红外热成像仪排查虚接热点，业主监理飞检则突袭抽查混凝土抗压试块养护状况。安全管理编制高风险作业清单，组串接线高空作业强制采用防坠速差器，吊装作业半径设置电子围栏报警装置。针对山

地项目陡坡运输难题,发明履带式组件运输车与索道联动系统,降低人工搬运滑坠风险同时提升工效三成。

4.4 风险管理

技术风险识别聚焦设备适配性缺陷,高海拔项目必须验证逆变器降容曲线与实际工况的匹配关系,沿海滩涂项目则需提交支架基础抗氯离子腐蚀加速试验报告。市场波动应对采取价格联动条款,组件采购合同约定以装运当日PVinsight行情指数作为调价基准,汇率波动损失通过远期结售汇工具部分对冲。自然灾害防控建立“三色预警”机制,台风蓝色预警时加固临时工棚,橙色预警撤离履带吊配重块,红色预警启动光伏板角度紧急调平程序^[4]。风险转移策略创新应用工程质量潜在缺陷保险,地基沉降等五年质保期后风险由保险公司承接勘查责任。

5 EPC 光伏电站工程建设后期项目管理

5.1 竣工验收与调试

竣工验收以电力建设工程质量监督大纲为基准逐项核验实体质量,隐蔽工程需提供全过程影像记录作为追溯依据。调试工作分阶段推进性能验证,低功率测试期间需完成组串极性校验与绝缘阻抗扫描,高功率测试阶段着重监控三相不平衡度与谐波畸变率临界值。全容量并网前实施电网适应性测试,重点检验光伏系统在电压骤升骤降工况下的脱网重合闸响应时间是否符合调度规程。设备保护定值整定应当结合现场短路容量实测数据修正理论参数,避免保护误动导致发电损失。调试数据包作为绩效考核基础,包含逆变器转换效率曲线对比表与环境温度修正后的功率输出特性图谱。

5.2 项目交付与后评价

交付环节执行双重确认制,技术交付涵盖设备操作维护手册修订版与专用工具清单清点,法律交付则需完善征地补偿协议闭环与环保验收批复文件的归档。后评价方法论采用AHP层次分析法构建指标体系,技术维度分析组件实际衰减率与设计预测偏差成因,经济维度追溯融资成本变动对内部收益率的影响机制,管理维度评估设计变更频率与施工界面交接效率的关联性。建立跨项目数据库收录支架基础混凝土用量优化方案与特殊气候区设备故障图谱,后续项目设计团队可实时调取案例库数据进行方案比选。知识转化机制要求关键工艺工法形成三维可视化操作指南,例如复杂地形灌注桩成孔质量控制模块已植入新员工培训系统。

5.3 项目保修与维护管理

保修责任界定采用“功能包络”原则,组件隐裂保修范围排除人为踩踏损伤但包含EVA胶膜层压气泡成因缺陷,逆变器保修条款需明确软件升级服务是否计入免费维护范畴。预防性维护体系设置动态阈值报警,组串电流离散率超过设定阈值时自动生成热斑巡检工单,子阵直流绝缘阻抗周波性下降则触发电缆接头密封性专项检查。大数据运维平台关联气象预警信息,沙尘暴来临前启动组件清洁机器人集中作业,冰冻雨雪天气后系统自动调取支架应力传感器历史数据检查结构形变^[5]。备件储备执行分级分类策略,通用型MC4连接器实施分布式现场仓储,光伏专用DC熔断器建立区域中心仓库两小时应急调配通道,高价值逆变器功率模块与电网公司共享备用库存池降低资金占用。

6 结语

EPC光伏电站工程建设过程的管理效能直接关乎项目的成败及经济效益。强化项目规划阶段的科学性与可行性论证深度是项目启动基础,严谨的招投标策略与合同条款为后续执行设定清晰框架。实施过程需着力协同设计、采购与施工动态互动,严格把控设备材料质量与施工安全规范,并建立实时进度监控与风险预警机制,确保各环节高效衔接。后期阶段细致规范的竣工验收调试与明确的项目交付标准是项目闭环标志,系统性的后评价工作则为未来项目提供宝贵知识积累。覆盖项目全生命周期的、注重风险管理与团队协作的专业化管理实践,是保障光伏电站安全可靠投产并长期稳定高效运行不可或缺的支撑。

参考文献

- [1] 叶金伟.EPC模式下光伏电站建设过程的项目管理措施研究[J].中国科技投资,2024,(19):125-127.
- [2] 顾涛.基于EPC模式下光伏电站建设过程的项目管理研究[J].建筑技术开发,2020,47(16):61-62.
- [3] 石卉.浅析EPC模式下光伏电站建设过程的项目管理[J].居业,2018,(11):154-155.
- [4] 贺才伟.EPC光伏电站工程建设过程的项目管理分析[J].低碳世界,2017,(04):114-115.
- [5] 亢超.EPC光伏电站工程建设过程的项目管理探讨[J].科技创业月刊,2015,28(17):68-69.