

# 光伏发电工程建设管理策略分析

唐慰馨

点点云智能科技有限公司 浙江 宁波 315600

**摘要：**“双碳”目标下，光伏发电作为清洁低碳能源的核心，其建设规模不断扩大，建设管理科学性关乎工程质量、发电效率及全生命周期效益。本文依托全生命周期管理理论与项目管理要素，梳理光伏发电工程的技术、建设与管理特性，剖析前期规划不足、设计施工挑战、成本效益失衡、质量安全管控薄弱等关键问题。进而从全生命周期协同、技术创新、成本效益优化、质量安全保障、政策市场适配五个维度，提出针对性的建设管理优化策略。

**关键词：**光伏发电工程；全生命周期管理；风险管理

**引言：**当前，我国能源结构正加速向清洁低碳转型，光伏发电因资源可再生、无污染、运维成本低等优势，成为推动新能源发展、助力“双碳”目标实现的关键力量。光伏发电工程是多学科技术集成的系统工程，建设流程复杂、涉及主体多，对选址、技术、管理能力要求高。其建设管理水平不仅影响工程进度与投资回报，更关乎电站长期稳定运行与能源供应。因此，结合实际分析管理问题、提出优化策略，对提升管理水平、促进光伏产业健康发展意义重大。

## 1 光伏发电工程建设管理理论基础

### 1.1 光伏工程特点

光伏发电工程具有显著区别于传统能源项目的技术与管理特征。在技术层面，光伏工程是集光电子技术、电气工程、土建工程、自动化控制等多学科交叉的系统工程，组件效率、逆变器性能、系统匹配度等技术参数直接影响发电效率。在建设条件上，项目选址对太阳能资源、地形地貌、电网接入条件等自然与基础设施条件依赖性强，环境适应性要求高。在工程实施方面，光伏项目通常呈现模块化、标准化特点，便于快速复制和规模化建设，但同时也对设备质量一致性、施工工艺标准化提出更高要求。另外，光伏电站占地面积大，涉及土地租赁、生态保护、社区关系等复杂的社会环境因素，使得项目管理维度更加多元化。理解这些特点是构建针对性管理体系的出发点。

### 1.2 全生命周期管理理论

全生命周期管理理论为光伏工程建设提供了系统化的管理框架。该理论强调将项目的规划、设计、采购、施工、调试、运营、维护直至退役回收的各个阶段视为有机整体，进行统筹管理和持续优化。在光伏工程中应用全生命周期管理，意味着不仅要关注建设期的投资成本与进度，更要前瞻性地评估和设计项目未来25年甚至

更长时间内的运营效率、维护成本、设备更换计划以及最终的环保回收方案。这一理论框架要求管理者建立覆盖项目全过程的决策支持系统，实现各阶段信息的有效传递与共享，确保前期决策与长期运营目标的一致，最终追求项目在整个生命周期内的综合效益最大化，而不仅仅是建设成本的最低化<sup>[1]</sup>。

### 1.3 项目管理核心要素

光伏发电工程的项目管理围绕成本、进度、质量、安全、范围等核心要素展开，并需特别关注其特殊内涵。成本管理需统筹考虑初始投资与长期运营维护费用，进行全生命周期成本分析。进度管理需充分考虑天气条件、设备供应周期、并网审批流程等特有影响因素，制定弹性计划。质量管理贯穿设备选型、现场安装、系统调试各环节，核心是保障电站长期可靠运行，而非仅仅符合施工规范。安全管理除常规施工安全外，还需重点管控高压电气作业、高处安装等特殊风险。范围管理需清晰界定工程边界，特别是涉及土地、电网接入、配套设施等接口部分。这些要素相互关联、相互制约，需要运用系统思维进行综合平衡与动态控制。

## 2 光伏发电工程建设管理关键问题分析

### 2.1 前期规划与可行性研究不足

光伏项目前期规划与可行性研究的深度和精度不足是导致后续问题的根源。部分项目在资源评估阶段，仅采用短期或粗糙的辐照数据，未能充分考虑局地微气候、地形遮挡等影响因素，导致发电量预测偏差较大。在选址方面，对土地性质、地质条件、生态红线、军事设施等限制性因素排查不全面，可能引发后期重大变更甚至项目停滞。技术方案比选不足，未能根据具体资源条件和电网要求，优化组件选型、阵列布置、逆变器配置等关键设计参数。经济性分析往往过于乐观，对电价政策变化、设备衰减率、运维成本上涨等风险因素估计

不足,影响投资决策的科学性。前期工作的薄弱直接为项目的技术可行性和经济可靠性埋下隐患。

## 2.2 设计与施工阶段的技术挑战

设计与施工阶段面临诸多技术集成与现场实施挑战。设计环节,需要精准平衡发电效率与投资成本,优化光伏方阵的倾角、间距、串并联方案,同时解决复杂地形下的阵列布置、电气线路优化、阴影分析等问题。系统集成设计需确保组件、逆变器、支架、电缆等设备的兼容性与性能匹配。施工阶段,大规模光伏组件的安装精度与效率控制是关键,特别是在山地、水面等特殊场址,施工组织和设备吊装难度大。电气安装质量,特别是直流侧接线、接地系统的可靠性,直接影响系统安全和发电效率<sup>[2]</sup>。另外,新技术的快速迭代,如双面组件、跟踪支架、大功率逆变器的应用,对设计和施工人员的技术能力提出了持续更新的要求。

## 2.3 成本控制与效益优化矛盾

光伏行业降本增效压力巨大,成本控制与长期效益优化之间存在现实矛盾。为降低初始投资,部分项目可能选用价格较低但质量或效率欠佳的设备,虽然建设期成本下降,但可能导致更高的故障率、更快的功率衰减和增加的运维成本,全生命周期总成本反而上升。在施工环节,过度压缩合理工期或降低施工标准,可能引发安装质量隐患。另一方面,为提高发电效益而采用高效组件或跟踪系统等先进技术,又会推高初始投资。如何在设备选型、技术方案、施工标准等方面找到全生命周期成本与效益的最佳平衡点,是项目的核心挑战。另外,供应链波动带来的设备价格变化,也给成本精准控制带来不确定性。

## 2.4 质量与安全风险管控

质量与安全风险贯穿光伏工程建设始终,管控难度较大。质量风险方面,设备质量参差不齐,组件隐裂、PID效应、逆变器故障等质量问题可能在投运后逐步暴露。施工工艺质量,如螺栓扭矩、压块安装、接线防水等细节处理不当,可能引发系统性故障。安全风险具有行业特殊性:施工现场涉及大面积露天作业,易受极端天气影响;大量电气设备安装与调试,存在触电、电弧光灼伤风险;高处作业、机械吊装等传统施工风险并存。电站运行后的消防安全,特别是应对直流侧电弧火灾的能力,需在建设期提前设计和布局。当前,质量检测手段的全面性、安全风险识别的系统性以及全过程风险预警机制均有待加强。

# 3 光伏发电工程建设管理优化策略

## 3.1 全生命周期协同管理策略

基于全生命周期管理理论,构建光伏发电工程全流程协同管理体系,打破各环节管理壁垒,实现规划、设计、施工、运维等环节的协同推进,提升工程全生命周期综合效益。前期规划阶段,加强现场调研与可行性研究,结合区域光照资源、地形地貌、电网条件、生态环境等因素,开展多方案比选,优化规划方案,同时充分考虑后期运维与电网接入需求,确保规划方案的科学性与前瞻性。设计阶段,推行“设计-施工-运维”协同设计模式,鼓励设计单位、施工单位、运维单位提前介入,结合施工难度与运维需求优化设计方案,严格遵循行业技术标准,确保设计方案的针对性与可操作性,同时加强设计方案审核,杜绝设计漏洞。施工阶段,加强施工与设计的衔接,严格按照设计方案施工,建立施工进度、质量、安全协同管控机制,及时解决施工过程中出现的技术与管理问题;加强施工过程中的数据采集与分析,为后期运维提供数据支撑。运维阶段,建立智能化运维体系,加强设备状态监测与故障预警,及时开展设备维护与检修,同时结合前期设计与施工数据,优化运维方案,降低运维成本,实现工程全生命周期协同优化。

## 3.2 技术管理创新策略

针对设计与施工阶段的技术挑战,推行技术管理创新,构建“设计优化+施工提质+设备升级”的技术管理体系,提升工程技术与建设质量。设计技术创新方面,采用智能化设计软件,结合现场实测数据,开展个性化设计,优化光伏组件布局与支架安装角度,提升发电效率;加强储能系统与电网接入设计创新,结合工程规模与区域电网条件,优化储能配套方案,提升电网接入稳定性;推行模块化设计,提高设计效率与设计质量,减少设计变更。施工技术创新方面,引入先进的施工设备与施工工艺,针对山地、丘陵等复杂地形,采用智能化安装设备,提升施工效率与安装质量;推行标准化施工,制定统一的施工技术规范与操作流程,加强施工人员专业技术培训,提升施工人员技术水平;加强施工过程中的技术交底与现场指导,及时解决施工过程中出现的技术难题。设备技术升级方面,优先选用高效、节能、耐用的光伏组件、逆变器等核心设备,加强设备采购环节的技术审核,确保设备质量;引入智能化监测设备,实现施工过程与设备运行状态的实时监测,及时发现并排查技术隐患,提升工程技术可靠性<sup>[3]</sup>。

## 3.3 成本控制与效益提升策略

针对成本控制与效益优化的矛盾,构建“全流程成本管控+多维度效益提升”的协同策略,在保障工程质量与安全的前提下,降低建设成本,提升工程综合效益。

成本控制方面,建立全流程成本管控体系,明确各环节成本管控责任,加强前期调研与设计成本管控,优化调研与设计方案,减少成本浪费;优化设备采购模式,推行集中采购、比价采购、招标采购相结合的方式,降低设备采购成本,同时加强设备验收,杜绝不合格设备投入使用,避免返工成本;加强施工成本管控,优化施工方案,合理调配人力、物力、财力资源,减少材料浪费与人工效率低下的问题,严格控制施工成本超支。效益提升方面,优化工程设计与施工质量,提升光伏电站发电效率,增加发电量;建立智能化运维体系,降低运维成本,延长设备使用寿命;加强政策研究,积极争取国家与地方的新能源补贴政策,提升工程收益;探索“光伏+”多元发展模式,结合农业、林业、渔业等产业,发展农光互补、林光互补等项目,拓展收益渠道,实现成本控制与效益提升的协同优化。

#### 3.4 质量与安全保障策略

筑牢质量与安全底线,建立健全“全流程、全方位、多层次”的质量与安全保障体系,实现质量与安全风险的常态化管控。质量保障方面,完善质量管理体系,明确质量管控责任,将质量管控落实到每个环节、每个人;加强设计质量审核,建立设计方案三级审核制度,确保设计方案符合行业标准与工程实际;加强设备质量管控,严格筛选设备供应商,完善设备采购与验收流程,对设备质量进行全程跟踪;加强施工质量管控,推行施工质量终身责任制,加强施工过程中的质量巡检与验收,重点把控组件安装、支架固定、线路铺设等关键环节的质量,杜绝质量隐患;建立质量追溯体系,实现工程质量问题的可追溯、可整改。安全保障方面,完善安全管理制度,建立安全责任体系,明确各主体安全责任,加强安全培训与教育,提升施工人员安全意识与操作规范性;加强施工现场安全监管,配备必要的安全防护设施与应急救援装备,设置安全警示标识,严格管控高空作业、用电作业等危险环节;建立安全风险预警与应急处置机制,定期开展安全隐患排查,及时发现并整改安全隐患,制定突发事件应急预案,定期开展应急

演练,杜绝安全事故发生。

#### 3.5 政策与市场适应性策略

结合光伏发电行业政策导向与市场发展趋势,构建政策与市场适应性管理策略,提升工程建设的抗风险能力与市场竞争力。加强政策研究与解读,安排专业人员跟踪国家与地方新能源政策、电价政策、补贴政策的调整变化,及时优化工程建设方案与管理策略,积极争取政策支持,确保工程建设符合政策要求,充分享受政策红利。主动适应市场发展趋势,加强市场调研,结合市场需求与电价波动情况,优化工程规模与建设节奏,提升工程市场适应性;加强行业合作与交流,学习先进的建设管理经验与技术,提升工程综合竞争力;探索多元化投资模式,引入社会资本,优化资金配置,降低投资风险。同时,加强品牌建设,注重工程质量与效益,提升企业在光伏发电行业的知名度与影响力;建立市场风险预警机制,及时预判市场波动、政策调整等带来的风险,制定针对性的应对措施,确保工程建设与运营的稳定性,实现工程长期可持续发展。

#### 结束语

光伏发电工程建设管理是贯穿项目全生命周期的系统工程,其成效关乎能源转型与产业可持续发展。本文分析揭示了当前管理实践中的核心问题,提出涵盖管理协同、技术创新、效益平衡、风险防控、环境适应五个维度的综合性优化策略。未来,随着技术进步与市场变化,需持续深化全生命周期理念,推进数字化、智能化转型,动态优化管理模式,构建科学精细高效的现代化管理体系,以应对挑战,实现光伏项目经济、社会、环境效益协同共赢,助力“双碳”目标。

#### 参考文献

- [1]张诗昆.全流程管理体系构建在光伏发电工程建设的应用研究[J].中国战略新兴产业,2024,(17):75-77.
- [2]余振涛.光伏发电工程建设管理策略分析[J].商业文化,2024,(02):120-122.
- [3]王春.低碳发展背景下光伏发电项目建设及管理问题[J].储能科学与技术,2023,(02):635-636.