光伏电站施工现场全过程统筹管控技术与成本优化策略研究

岑立奇

（肇庆市新奥能源发展有限公司，广东 肇庆 526000）

摘 要 在“双碳”目标驱动下，我国光伏电站建设规模持续扩大，施工现场的统筹管控水平直接决定工程质量、建设周期与综合效益。本文侧重技术维度，系统梳理光伏电站施工现场全过程统筹管控的技术基础与阶段要点，深入分析数字化管控、工艺优化、质安协同等核心技术的应用路径，提出基于技术优化的成本管控策略与协同保障机制，构建技术引领、成本协同的全过程管控体系，以期为光伏电站施工的精细化、高效化管控提供理论参考与实践思路。

关键词 光伏电站；施工现场；全过程管控；数字化现场管控技术；成本控制

中图分类号：TM615 **文献标志码**：A **DOI**：10.3969/j.issn.2097-3365.2026.28.026

0 引言

当前部分光伏项目仍沿用粗放式管控模式，技术管控节点不明确、工艺标准不一致、技术与成本协同性差等缺陷较明显，容易造成施工质量波动、工期延误、成本超支等风险，全过程统筹管控以系统化思维统筹施工全过程技术要素、成本要素，是光伏工程建设提质增效的重要途径。从技术角度分解施工现场各阶段技术管控逻辑，寻找技术应用与成本优化的结合点，是光伏电站施工管控提质增效的重要支撑。

1 光伏电站施工现场全过程统筹管控的技术基础

1.1 全过程管控的技术范畴与边界

光伏电站施工现场全过程管控技术包含施工前期准备至工程竣工验收全过程的技术管控，涵盖土建基础、支架安装、组件铺设、电气布线、系统调试等各专业技术的相互交叉融合，以现场施工作业为依托，向前延伸到施工方案的技术论证、物资进场的技术核验，向后延伸到并网调试、竣工移交的技术闭环，首尾相接的技术管控链条[1]。全过程技术管控不是各工序单独的技术管理，而是以系统化思维统筹各专业、各阶段技术要素，统一技术标准，衔接工序接口，有序开展施工，全面实现技术要求，是保证工程整体技术性能的重要手段。

1.2 现场施工技术管控的核心原则

光伏电站现场施工技术管控应坚持系统性、适配性、前瞻性三个原则。

1. 系统性原则，即把各施工工序看作有机整体，对各专业、各作业面施工技术衔接进行统筹考虑，防止局部技术优化而造成整体施工流程不平衡，确保施工流程各环节协同运转。

2. 适配性原则，即技术方案要与项目场址条件、设备技术参数、施工环境相匹配，根据地形地貌、地质条件、气候特征、电网接入要求等调整技术方案，防止标准化技术方案的生搬硬套，增强技术方案的现场适用性。

3. 前瞻性原则，即在施工技术管控过程中，对施工中可能遇到的技术风险进行预判，提前制定技术预案及替代方案，从源头上减少施工中的技术变更、返工损耗。

1.3 统筹管控技术的整体架构

光伏电站施工现场统筹管控技术架构可分为层级化的三个层面，各层面之间层层依托，形成光伏发电施工现场技术管控整体体系。基本技术层包括施工工艺标准、施工设备技术参数、光伏电站场址技术条件等底层技术内容，是技术管控工作的技术支撑和实施依据；过程管控层以施工全过程为依托，设置分级技术管控节点，对各工序技术实施情况实时检验、纠偏、记录，保证施工过程技术标准的贯彻执行；协同优化层通过跨专业、跨阶段的技术协同，打通工序间的技术壁垒，实现施工效率提升与成本优化的双重目标（如表1所示）。

作者简介：岑立奇（1992-），男，本科，工程师，研究方向：电力与新能源。

表 1 光伏电站施工现场全过程技术管控体系架构

管控层级	对应阶段	核心技术节点	管控侧重点
基础技术层	全阶段	工艺标准、设备参数、场址条件	技术依据的统一性与准确性
过程管控层	主体施工阶段	基础精度、结构质量、电气合规性	工序技术标准落地与作业稳定性
协同优化层	全流程	工序衔接、资源配置、风险预判	整体效能提升与成本协同管控

2 光伏电站施工各阶段的技术管控要点

2.1 前期准备阶段的技术统筹

施工前期准备阶段技术统筹是全过程技术管控的基础，也是后续施工技术顺畅、施工进度高效的前提，施工前期准备阶段应做好场址勘测数据技术复核，对地形、地质、光照、水文条件进行二次复核，调整初步设计中与现场实际不相符的技术参数，使设计方案在施工现场更具适应性[2]。

2.2 主体施工阶段的技术管控

主体施工阶段是技术管控的重中之重，包括桩基施工、支架安装、组件铺设、电气布线等工序，管控的精度高低对电站整体性能有着直接的影响。桩基施工阶段，要重点管控桩位偏差、桩体垂直度、成桩质量等技术参数，保证基础结构满足设计荷载要求及抗震要求；支架安装阶段，要重点管控支架平整度、倾角、连接紧固等技术要求，保证支架系统结构稳定、角度精准，为组件高效发电提供结构支撑；组件铺设阶段，要严格执行组件搬运、固定、接线等技术要求，控制施工过程中外力的影响，防止出现隐裂、破损等质量问题。

2.3 收尾调试阶段的技术核验

收尾调试阶段的技术核验是检验整个工程技术性能的重要环节，包括分项调试和系统联调两个层次，构成技术核验的完整闭环。在分项调试中，依次对光伏组串、汇流箱、逆变器、升压站等各部分进行技术参数测试，检验各设备的运行状况、电气性能、保护功能是否达到设计要求，检验单个设备技术隐患；系统联调中，模拟真实发电工况，检验整个发电系统运行的协同性、故障处理能力及与调度的适应性，检验系统衔接中的技术缺陷[3]。

3 施工现场统筹管控的核心技术应用

3.1 数字化现场管控技术

数字化管控技术是增强施工现场统筹管控能力的重要技术支撑，以信息化技术破除信息孤岛，对施工全过程进行可视化、可追溯化管控。在施工现场可建立一体化数字管控平台，集成施工进度、质量、安全、物资等技术信息，各工序技术状态实时更新，各岗位共享，提高技术决策响应速度；运用三维建模技术，对施工方案进行预演推演，对复杂作业面的施工顺序、设备站位、管线走向进行模拟，提前发现技术矛盾和空间矛盾，优化施工方案的合理性；运用物联网感知技术，对施工关键参数进行实时监测，对桩基施工、设备吊装、电气测试等技术参数进行动态采集，及时发现技术偏差并发出预警，提高管控的准确性和时效性。

3.2 施工工艺优化技术

施工工艺优化是技术管控的重要组成部分，以工艺优化提高施工效率，保证施工质量稳定性是技术降本的重要途径。在桩基施工中，依据场址地质条件优化成桩工艺，选用与地质条件相匹配的施工设备及施工参数，优化施工工序组合，降低成桩过程中的质量波动，避免无效作业；在支架安装中，采用模块化安装工艺，在预制环节完成支架部件的预组装，进行精度调校，提高现场安装效率，安装一致性；在组件铺设中，优化铺设顺序及固定工艺，采用标准化作业流程，降低组件破损率，提高施工效率，保证施工质量稳定性；在电气施工中，采用预制线缆工艺，提前裁剪线缆，进行标识，压接端子，减少现场接线工作量，降低接线错误率。工艺优化结合现场实际情况进行技术论证，在保证质量的前提下，提高施工效率[4]。

3.3 质量与安全协同管控技术

质量与安全的共同管控是施工现场技术管控工作的重要内容，要将技术标准运用到质量管控、安全管控的全过程，使质量与安全技术实现共同管控。质量管控方面，要建立质量技术分级核验制度，对重要工序实行技术停检点制度，严格进行技术标准的逐项核验，形成班组自检、项目部复检、监理终检三级质量管控体系。安全管控方面，要根据施工工序技术特点制定安全技术措施，对高空作业、带电作业、吊装作业等高风险作业，制定安全技术操作规程及安全防护标准，把安全要求纳入施工工艺设计中。

4 基于技术优化的施工成本管控策略

4.1 技术选型与成本适配机制

技术选型是成本控制的源头，要形成技术性能与施工成本的匹配机制，从源头上防止因技术投入过多

或技术标准过低造成成本浪费，在施工方案设计时，要进行多方案技术经济比选，从技术可行性、施工难度、成本投入、工期影响等方面进行比选，选择技术匹配性最好、全周期成本最优的施工方案，不以技术先进或成本低为唯一追求目标；设备、材料选型要结合施工技术要求进行匹配，即在满足技术性能指标的前提下，尽量选择便于现场施工、安装损耗低、通用性强的设备、材料，减少施工过程中的材料损耗及人工投入；技术选型要兼顾施工期间成本与项目运行期间成本，平衡建设成本与运维成本，实现项目全生命周期成本最优[5]。

4.2 施工流程优化的成本压降路径

利用技术性施工流程优化，降低无效及重复作业发生率，达到施工成本系统性降低的目的；利用工序技术逻辑优化施工流水作业，合理设置施工段、作业面，匹配各工序作业节奏，各工序无缝衔接，缩短施工工期，降低工期相关的设备租赁、人工、管理成本费用；利用施工工艺标准化、模块化，增加单位时间作业量，降低单位工程量人工、设备台班消耗，摊薄固定成本。

4.3 资源统筹的成本协同管控

施工现场资源技术化统筹是成本优化的有力途径，借助技术实现人力、设备、物资的精准统筹，提高资源使用效率，如以施工进度技术节点为依托，精准计算各施工阶段资源需求量及进场时间，制定资源动态统筹计划，与施工节奏相匹配，防止资源闲置或资源不足造成成本损失。施工设备选型结合施工技术要求进行匹配，选择性能适配、效率适配的施工设备，优化设备作业路线及排班，提高设备利用率，降低设备租赁及能耗成本。物资管理方面，运用技术优化物资进场顺序及堆放布局，降低二次搬运损耗[6]。

5 全过程技术管控与成本优化的协同保障

5.1 技术标准体系的建立与落地

完备的技术标准体系是全过程管控及成本控制相互配合的制度保障，是开展各项管控工作共同的依据，依据项目特点制定统一的施工技术标准、质量核验标准、成本管控标准，对各工序技术要求、验收程序、成本核算口径进行规定，使技术管控与成本管控标准统一、口径一致。技术标准体系要涵盖各专业、各工序，形成层次分明、衔接有序的标准体系，明确各岗位的管控职责及工作流程，防止各环节标准相互矛盾或管控盲区的出现。

5.2 现场管控团队的技术能力建设

现场管控人员技术水平是管控措施实施的关键，是全过程管控效果的保证，项目管理团队应具有各专业技术综合协调能力，可协调各专业技术接口，兼顾各专业成本平衡，从整体项目角度制定管控方案；现场技术人员应熟知对应专业施工工艺及技术标准，能及时处理施工技术问题，把握工序质量、成本节点，做好现场技术指导及核验；施工班组应具有标准化作业能力，按技术规范作业，降低操作失误造成质量问题及成本浪费。

5.3 动态调整与持续优化机制

光伏电站施工过程受现场条件、环境变化、设备供应等多种因素影响，管控方案难以一成不变，需建立动态调整与持续优化机制，保障技术管控与成本优化的适应性。需建立常态化的技术复盘机制，定期对施工中的技术执行情况与成本数据进行联动分析，识别管控中的薄弱环节与优化空间，及时调整技术方案与管控策略，适配现场变化[7]。

6 结束语

在光伏电站施工中，通过构建施工现场全过程的技术管控体系，明确各阶段技术管控要点，应用数字化管控、工艺优化等核心技术，结合技术导向的成本优化策略，可实现施工质量、建设效率与成本效益的协同提升。技术管控与成本优化并非对立关系，而是相互支撑、协同推进的有机整体，技术优化为成本管控提供可行路径，成本管控为技术升级提供正向反馈。随着光伏产业的持续发展与技术的不断迭代，施工现场管控将向智能化、精细化方向不断改进，进一步推动光伏工程建设的高质量发展。

参考文献：

[1] 陈志坤.山地农光互补光伏电站选址研究及应用[J].中国资源综合利用,2026,44(05):243-245.
[2] 王景航,李蕾.复杂地质条件下的光伏微型桩基施工研究[J].工程技术研究,2026,11(09):223-225.
[3] 鲍悦.地面光伏电站土建工程施工技术要点分析[J].工程建设与设计,2026(09):153-155.
[4] 贺文山,马铂浩,黄炜,等.不同限电率下采用不同类型光伏支架的光伏电站投资收益率分析[J].太阳能,2026(04):76-86.
[5] 杨占坡.光伏电站工程中水上光伏冬季施工关键技术研究[J].电力设备管理,2026(08):243-245.
[6] 李星志.H电力工程公司海外光伏电站项目团队管理改进方案研究[D].哈尔滨:哈尔滨工程大学,2023.
[7] 荣家栋.EPC总承包模式下A光伏电站项目进度管理研究[D].贵州:贵州大学,2022.