

A Study on Cost Control Strategies for Photovoltaic Projects Under the EPC Engineering, Procurement, and Construction General Contracting Model

Xingyu Huang

China Electric Power Engineering Consulting Group Northwest Electric Power Design Institute Co., Ltd., Xi'an, Shaanxi, 710000, China

Abstract

With the accelerated global transition to clean energy, photovoltaic power stations have become a core sector in energy infrastructure development. While the EPC (Engineering, Procurement, Construction) turnkey model has gained widespread adoption due to its integrated design, procurement, and construction advantages, the full-process project cost estimation remains challenging to control, as it is susceptible to factors like design variations and project timelines. This study examines the full-process project cost management under the EPC model for photovoltaic projects, conducting an in-depth analysis of key relationships including integrated management coordination, design-led optimization, procurement cost anchoring, and cost control mechanisms. It also investigates influencing factors such as capital supervision and market fluctuations. The research proposes targeted control strategies, including resource endowment forecasting during decision-making phases and design phase optimization, to enhance project cost-effectiveness and ensure investment returns, thereby supporting the sustainable development of the photovoltaic industry.

Keywords

photovoltaic project; EPC general contracting model; whole-process engineering cost; control strategy

光伏项目在 EPC 总承包模式下全过程工程造价的控制策略研究

黄兴宇

中国电力工程顾问集团西北电力设计院有限公司, 中国·陕西 西安 710000

摘要

随着全球清洁能源转型加速,光伏电站成为能源建设核心领域,EPC总承包因设计-采购-施工一体化优势广泛应用,但全过程工程造价易受设计、周期等因素影响,管控难度较大。本文以光伏项目EPC总承包模式下的全过程工程造价为研究对象,深入分析集成管理联动、设计前端引领、采购成本锚定与造价的核心关联,以及资金监管、市场波动等影响因素,提出决策阶段资源禀赋预判、设计阶段方案优化等针对性控制策略,为提升项目经济性、保障投资效益提供实践支撑,助力光伏产业可持续发展。

关键词

光伏项目; EPC总承包模式; 全过程工程造价; 控制策略

1 引言

全球可再生能源需求持续增长,光伏电站凭借零污染、资源可再生特性,成为推动能源结构转型的关键领域。EPC总承包模式因能实现设计、采购、施工全流程集成管理,有效降低业主风险、提升项目协同性,已成为光伏项目主流建设模式。但光伏项目全过程造价易受光资源评估、设备选型、建设周期等因素影响,若管控不当易出现成本超支问题,制

约项目经济可行性。本文旨在研究该模式下全过程工程造价控制策略,通过明确造价与集成管理、设计、采购的核心关联,提出各阶段具体管控措施,以解决实际建设中的造价难题,保障项目效益,推动光伏产业高质量发展。

2 光伏项目 EPC 总承包模式与全过程工程造价的核心关联

2.1 集成管理联动: EPC 模式下造价管控的系统性支撑

在光伏项目 EPC 总承包模式中,由于承包商需全面负责从项目初期概念设计、核心设备采购到后期现场施工与交

【作者简介】黄兴宇(1983-),男,中国陕西靖边人,本科,高级工程师,从事新能源设计及项目管理研究。

付的全流程工作,这种将分散环节整合为统一管理体系的特性,为工程造价管控提供了贯穿项目始终的系统性支撑。承包商通过建立协同作业机制,能够实现设计方案与施工需求的提前对接,避免因设计与施工脱节导致的后期工程调整成本,同时可根据施工进度动态优化设备采购计划,减少设备闲置积压或工期延误带来的额外资金占用成本,还能通过整合项目资源、统筹人员与机械配置,提升各环节执行效率,从整体层面避免局部管控疏漏引发的造价失控问题,让造价管控形成覆盖全流程的有机整体^[1]。

2.2 设计前端引领: 造价形成的关键影响环节

对于光伏项目而言,设计阶段作为决定项目技术路径与建设框架的前期核心环节,其涵盖的光资源评估、项目选址规划、光伏阵列布局设计及光伏组件选型等具体工作,直接为工程造价的形成奠定基础框架,成为影响造价高低的关键环节。在设计过程中,通过详细分析项目所在地的光照条件、地形地貌与气候特征选择适宜建设区域,能够降低基础设施建设与后期环境保护成本;科学规划光伏电站整体布局与光伏阵列的朝向、倾斜角度,可提升太阳能接收效率,减少光伏板使用数量以控制设备采购成本;合理选用高转换效率、长寿命的光伏组件,不仅能提高电站发电效益,还能降低项目长期运行中的设备维护与更换成本,从源头对全周期造价进行有效把控。

2.3 采购成本锚定: 总造价构成的核心权重支点

在光伏项目全过程工程造价的构成体系中,设备与材料采购环节产生的成本因涉及光伏组件、逆变器等核心设备及施工所需原材料,在项目总投资额中占据显著比重,成为直接锚定项目总造价水平的核心权重支点。光伏项目中核心设备的采购质量与价格直接影响后续发电效率与运维成本,若在采购环节能够通过精细化管理,如根据项目技术要求筛选适配且性价比优的设备供应商,优化设备订货、运输与仓储流程以减少损耗,可有效降低设备采购成本;同时,通过集中采购方式提升与供应商的议价能力,避免供应商不合理溢价,能够稳固采购成本在总造价中的基础地位,为项目整体造价控制提供关键支撑,确保总造价处于可控范围^[2]。

3 光伏 EPC 项目全过程工程造价的具体控制策略

3.1 决策阶段: 基于资源禀赋的造价精准预判

在光伏 EPC 项目决策阶段开展基于资源禀赋的造价精准预判,需先组织专业团队深入候选区域开展多维度实地勘测,不仅要采集光照强度的季度变化规律、地形地貌的详细测绘结果以及当地气候特征比如大风、降雨频率等,还要结合光伏电站建设的特殊要求重点核查土地性质是否符合政策规定。需避开商业用地、耕地与生态林地,优先选择太阳能资源丰富且拥有大量开阔荒漠地的区域,这类区域既能降低土地征用成本,又能减少后期因土地性质违规引发的环保

合规风险。同时要将资源特征转化为具体成本变量,比如坡度较大的区域需额外测算地基加固的人工与材料消耗,降雨频繁区域需预估排水系统的建设费用,荒漠区域则要考虑施工人员食宿配套与设备运输的额外开支。此外还需结合并网电站上网指标与补贴价格退坡机制,预判项目若未能在规定截止日期前并网可能导致的收益损失,进而反推建设周期的合理区间,测算不同周期下的融资成本与资金占用利息,最终通过整合这些数据编制涵盖技术、经济、环境维度的可行性分析报告,精准锁定项目投资规模与造价区间,为后续各阶段造价管控提供明确基准。

3.2 设计阶段: 全周期导向的方案优化管控

光伏 EPC 项目设计阶段推行全周期导向的方案优化管控,需打破仅关注短期建设成本的传统思维,将长期运维成本与发电效益纳入设计决策核心。在技术选型环节,不仅要对比光伏组件的转换效率,还需结合组件寿命与运维需求开展全周期成本测算,优先选择高转换效率、长寿命且稳定性好的组件,这类组件虽初期采购成本可能略高,但能减少后期设备更换频率与人工巡检费用,同时要关注组件与逆变器的功率匹配度,避免因适配不当导致的发电损耗,进而减少因效率不足引发的额外投入^[3]。在空间布局设计上,需通过精细化模拟不同方案下的太阳能接收效率,优化光伏阵列的朝向与倾斜角度,确保在有限土地面积内最大化提升发电量,同时减少光伏板的总使用量;同步规划运维通道与设备安装空间,通道宽度需满足后期检修车辆通行需求,设备安装间距需考虑散热与维护操作便利性,避免后期运维时因空间受限导致组件损坏或检修效率低下,增加不必要的维修成本。此外还需严格把控设计概算,若设计费用超过项目投资额,需及时调整设计方案,比如替换部分高价新材料为性价比更高的替代材料,或优化施工工艺减少复杂工序,确保设计方案在满足功能需求的同时,实现建设成本与运维成本的全周期平衡。

3.3 采购阶段: 差异化招标的成本精益控制

光伏 EPC 项目采购阶段实施差异化招标的成本精益控制,需针对不同类型物资的属性与在项目中的权重制定分层招标策略,同时依据相关法律法规与合同条件完善招标流程。对于占项目总投资额比例极高的光伏组件、逆变器等核心设备,招标文件需细化技术规范与商务条款,技术层面明确组件的转换效率偏差范围、质保期限内的功率衰减标准例如要求 25 年内衰减不超过 20%,商务层面明确付款周期比如约定预付款 30%、到货验收后支付 50%、质保期满结清剩余 20% 与履约保证金比例,同时设置总价控制限额,避免投标方过度溢价。对于电缆、支架等辅助材料,招标文件需聚焦验收标准与供应周期,明确材料的规格参数比如电缆的导电性能、支架的承重强度、检测方法比如抽样送检的频率与标准与交货时限,避免因标准模糊导致后期验收争议与返工成本。在投标方资格审查环节,需超越基础资质核查,

深入评估供应商的实际供应能力与过往项目业绩，核查核心设备供应商的生产线产能与库存情况，避免因产能不足导致供货延迟；分析供应商过往光伏项目的交付记录，评估其设备质量稳定性与售后服务响应速度比如故障处理是否在48小时内响应，排除经验不足的供应商。评标环节构建“价格-质量-服务”三维评估体系，不仅对比投标报价，更考量供应商提供的运维支持比如免费技术培训、质保期内的定期巡检，通过综合评估选择既能满足项目需求又能控制长期成本的合作方，实现采购成本的精益化管控。

3.4 施工阶段：分级管理的过程动态纠偏

光伏EPC项目施工阶段开展分级管理的过程动态纠偏，需构建进度-成本-质量-安全四维联动的管理体系，将项目总目标拆解为阶段性可控目标，通过实时监控与调整化解造价偏差风险。在进度与成本管控上，需利用项目管理软件将施工计划拆解为土方开挖、场地平整、地基处理、组件安装、并网调试等关键阶段，每个阶段明确工时、人工与机械投入的预算额度比如土方开挖阶段明确每吨土方的挖掘与运输成本预算；每周对比实际进度与计划进度，若出现设备未按时到场导致的进度滞后，及时调整施工顺序，优先开展不受设备影响的场地平整或运维通道建设工作，避免人工与机械闲置浪费；同步监控实际支出与预算的差异，如发现材料费超支，核查是否存在材料浪费比如电缆裁剪后的余料未合理利用或采购价格波动，及时调整采购量或与供应商协商价格，确保成本偏差控制在合理范围。在变更与质量安全管控上，需建立闭环流程，设计变更需先由技术部门评估对造价的影响，出具详细的费用估算报告比如详细测算变更导致的人工、材料增量费用，经业主方书面确认后方可执行，避免随意变更导致的成本失控；质量管控覆盖施工全环节，组件安装后逐块检测倾斜角度与接线质量，支架安装后检查承重性能与防腐处理，一旦发现质量问题立即整改，避免后期因组件故障或支架变形导致的维修成本；安全管理方面，定期开展施工人员安全培训比如高空作业安全规范、设备操作安全流程培训，配备必要的安全防护设备，减少施工事故导致的停工损失与赔偿费用；环保措施需符合项目所在地要求，比如施工废水需经处理达标后排放，避免因违规排放导致的罚款，通过动态纠偏确保施工过程始终围绕造价目标

推进。

3.5 结算阶段：全流程证据链的闭环管控

光伏EPC项目结算阶段实现全流程证据链的闭环管控，需以合同为核心串联项目全周期资料，通过分类核验与明细校准确保结算精准。证据链整理按“合同-执行-付款”逻辑分类，收集项目主合同、分包合同、采购合同等基础文件，施工中的进度报表、质量检测报告、设计变更签证，以及付款凭证如发票、转账记录、履约保证金收据，同时核验资料一致性，如变更签证费用需与分包合同条款、对应付款凭证匹配，避免“有签证无付款”或“有付款无依据”。费用明细校准按合同计价方式逐项拆解，设备费核对采购合同单价与实际采购数量，扣除未使用或退换货金额；劳务费按实际施工工时与合同人工单价计算，结合考勤记录核查虚报情况；管理费依据合同取费比例，对照项目部办公费用、人员薪酬等实际支出核算；针对新增临时工作等争议费用，对照合同条款与现场签证资料，结合施工记录中的工作量证明协商，确保每笔结算费用有完整证据支撑，形成“资料完整、核算精准、争议可溯”的闭环，实现结算结果客观公正。

4 结语

本文系统分析了光伏项目EPC总承包模式下全过程工程造价与集成管理、设计、采购的核心关联，明确各环节对造价的影响机制，并针对性提出从决策到结算各阶段的具体控制策略，为解决光伏EPC项目造价超支、提升投资效益提供了实践路径，呼应了推动光伏产业可持续发展的需求。未来可进一步探索数字化技术（如BIM、大数据）在造价动态管控中的应用，通过实时数据监测提升管控精准度；同时可研究政策波动与市场价格变化下的造价风险对冲机制，以更好适应光伏产业日益复杂的发展环境，为项目造价管控提供更全面的支撑。

参考文献

- [1] 蓝晓琼.光伏项目在EPC总承包模式下全过程工程造价的控制策略分析[J].安家,2023,(12):0202-0204.
- [2] 仰玉伟.光伏电站EPC总承包在工程造价的研究[J].商业观察,2023,9(19):57-60.
- [3] 高培耀.光伏电站EPC总承包在控制工程造价方面的研究[J/OL].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2017(1):270-270.