

光伏发电工程结算管理与造价控制分析

王鹏飞

中国三峡新能源(集团)股份有限公司建设管理分公司 北京 101199

摘要: 光伏发电工程结算管理与造价控制是确保项目经济可行性的关键。结算管理需明确合同条款,规范结算流程,利用信息化工具提升透明度与效率,并引入第三方审计保障公正性。造价控制应贯穿全生命周期,通过限额设计、优化采购、动态监控施工变更等措施降低成本。同时,加强风险管理与团队协同,提升项目整体管控水平,实现经济效益最大化。

关键词: 光伏发电工程; 结算管理; 造价控制

引言: 在全球能源结构加速向清洁低碳转型的背景下,光伏发电作为可再生能源的核心领域,其装机规模持续扩大,技术迭代日新月异。然而,光伏工程实践中普遍存在结算管理流程不规范、造价控制精细化不足等问题,导致项目成本超支、结算纠纷频发,制约了行业高质量发展。本文聚焦光伏工程结算管理与造价控制的关键痛点,通过全生命周期视角剖析其内在逻辑,提出系统性优化路径,助力行业提质增效。

1 光伏发电工程概述

1.1 光伏发电技术原理与分类

光伏发电技术核心是利用半导体的光生伏特效应,将太阳辐射能直接转化为电能。在阳光照射下,光伏组件中的PN结吸收光子能量,使电子挣脱束缚形成光生载流子,载流子在电场作用下定向移动产生电流,经逆变器将直流电转化为交流电后接入电网或供负载使用。光伏电站主要分为集中式与分布式两类。集中式光伏电站规模大、选址集中,多建于荒漠、荒地等开阔区域,通过高压输电线路并网,发电效率易受大规模运维管理水平影响;分布式光伏电站则贴近用户侧,多安装在建筑屋顶、工业厂房等区域,可实现就近发电就近消纳,能有效降低输电损耗,但受安装空间和用户用电负荷限制,规模相对较小。

1.2 光伏发电工程全生命周期阶段划分

光伏发电工程全生命周期涵盖四个关键阶段。规划阶段需开展项目选址、资源评估、政策合规性分析等工作,明确项目建设目标与可行性;设计阶段要完成光伏阵列布局、电气系统设计、土建结构设计等,确保方案技术可行且经济合理;施工阶段涉及土建施工、光伏组件及设备安装、系统调试等环节,需严格把控施工质量与安全;运维阶段则通过定期巡检、设备维护、故障排查等,保障电站长期稳定运行,提升发电效益。

1.3 光伏工程成本构成与影响因素

(1) 设备成本: 占总成本比重最大,核心为光伏组件与逆变器。光伏组件成本受原材料(如硅料)价格、生产技术水平影响,高效组件成本较高但发电效率优;逆变器成本与功率等级、转换效率相关,高质量逆变器能降低能耗损失。(2) 施工成本: 包含土建、安装、调试费用。土建成本受选址地形影响,复杂地形需更多平整工程;安装成本与施工规模、人工费用相关;调试成本取决于设备复杂度与技术要求。(3) 间接成本: 涵盖管理费、融资成本、税费等。管理费与项目管理团队规模、运营周期相关;融资成本受贷款利率、还款期限影响;税费则依据国家及地方相关政策计算,不同地区税费标准存在差异^[1]。

2 光伏发电工程结算管理分析

2.1 结算管理的基本概念与流程

(1) 结算管理的定义与目标: 光伏发电工程结算管理是指在项目全周期内,对工程价款的计算、支付、调整及清算等环节进行统筹管控的活动。其核心目标是确保工程款结算合法合规、准确及时,平衡建设单位与施工单位的经济利益,同时通过成本管控提升项目投资效益,保障工程顺利推进与竣工交付。(2) 结算流程: 遵循“合同签订→进度款支付→竣工结算→审计与决算”的闭环流程。合同签订阶段,明确价款计算方式、支付周期及调整条款,为结算奠定基础;进度款支付阶段,依据工程实际进度与合同约定,审核施工单位提交的进度款申请,按比例支付款项,保障施工资金需求;竣工结算阶段,项目完工后,施工单位整理工程量清单、变更签证等资料,编制竣工结算报告,建设单位审核确认;审计与决算阶段,引入专业审计机构对结算报告进行核查,确认无误后完成决算,形成项目最终造价结论。

2.2 结算管理中的关键问题

(1) 合同条款不明确导致的争议：部分光伏项目合同中，对工程价款调整条件（如材料价格波动范围）、变更签证审批流程、索赔时限等条款约定模糊。例如，未明确硅料等关键材料价格涨幅超过多少时启动价款调整，导致施工过程中双方对成本分摊产生分歧，延误结算进度。(2) 工程变更与索赔管理难点：光伏工程受地形、天气及政策影响，易发生设计变更（如光伏阵列布局调整），但变更审批流程不规范、签证资料不完整等问题频发；同时，施工单位因业主方原因（如征地延误）提出索赔时，存在索赔证据不足、责任界定不清的情况，导致索赔纠纷难以高效解决，影响结算推进。(3) 结算资料不完整或数据失真：结算需依赖工程量清单、施工日志、检测报告等资料，但实际中常出现资料缺失（如部分隐蔽工程验收记录未留存）、数据不符（如工程量统计与现场实际存在偏差）的问题。例如，光伏组件安装数量记录与实际并网数量不一致，导致结算价款计算失准，增加结算风险。

2.3 结算管理优化策略

(1) 标准化合同模板的制定与应用：结合光伏工程特点，制定涵盖价款结算、变更签证、索赔处理等核心内容的标准化合同模板。明确材料价格波动调整公式、变更审批时限、索赔证据要求等细节，减少条款模糊地带，从源头规避结算争议，同时提升合同签订效率。(2) 信息化工具在结算中的应用：引入BIM技术实现工程可视化管理，实时记录工程量变化，自动生成结算数据，减少人工统计误差；借助ERP系统整合合同、进度、财务等数据，实现进度款支付、变更签证的线上审批与跟踪，提升结算流程透明度与效率，确保数据实时同步与可追溯^[2]。(3) 第三方审计与全过程跟踪审计机制：委托具备光伏行业经验的第三方审计机构，参与项目全周期，从合同审核、进度款支付监督到竣工结算核查，实现全过程跟踪审计；同时，建立审计结果反馈机制，及时整改结算中的问题，保障结算结果的准确性与公正性。

3 光伏发电工程造价控制分析

3.1 造价控制的基本原则与方法

(1) 全生命周期造价控制理念：该理念贯穿光伏发电项目从决策、设计、施工到运维的全阶段，不仅关注前期建设成本，更兼顾长期运维费用与设备更新成本。通过综合测算项目全周期内的总支出，实现成本与效益的动态平衡，避免因单纯压缩建设成本导致后期运维成本激增，保障项目长期经济可行性。(2) 动态控制与主动控制结合：动态控制要求实时跟踪项目各阶段造价

变化，对比计划成本与实际成本差异，及时调整管控措施，例如根据硅料价格波动调整采购计划；主动控制则强调提前预判风险，在造价偏差发生前采取预防手段，如在设计阶段优化光伏阵列布局以减少土地占用成本，通过“事前预防+事中调整”的组合方式，提升造价控制精度。

3.2 各阶段造价控制要点

(1) 决策阶段：重点开展项目选址、资源评估与投资估算工作。通过实地考察分析光照条件、土地性质，优先选择光照充足、征地成本低的区域；结合设备市场价格、施工工艺难度，精准编制投资估算，确保估算误差控制在合理范围，为后续造价管控设定科学基准。(2) 设计阶段：推行限额设计，以投资估算为依据明确各专业设计成本上限，避免设计方案超支；同时优化设计细节，例如通过对比集中式与分布式光伏系统的造价差异，选择适配项目场景的方案；采用新型支架技术减少钢材用量，在保证工程质量的前提下降低材料成本。(3) 施工阶段：依据工程量清单规范计算工程价款，严格审核施工单位的工程款支付申请，确保付款与实际工程量匹配；建立规范的工程变更流程，对因地形变化、政策调整产生的变更，需先评估造价影响再审批实施，避免无序变更导致成本失控^[3]。(4) 运维阶段：运用LCCA方法测算设备维护、故障维修、能耗等长期成本，制定合理的运维计划。例如通过定期检测光伏组件发电效率，及时更换老化组件以减少发电量损失；优化运维人员配置，采用智能化监控系统降低人工成本，实现运维阶段的成本最优。

3.3 造价控制中的风险因素与应对措施

(1) 市场风险：硅料、逆变器等核心设备价格受市场供需影响波动较大，补贴政策、税收优惠调整也会直接影响项目成本。应对措施包括：与供应商签订长期供货协议锁定材料价格，建立政策跟踪机制，提前预判政策变化并调整项目规划，例如利用税收优惠窗口期加快项目建设进度。(2) 技术风险：若选择的光伏组件效率低、故障率高，或施工工艺落后导致返工，将增加额外成本。应对措施为：通过技术参数对比、实地考察厂家选择高效可靠的设备；引入成熟的施工工艺，开展施工人员技术培训，减少因技术问题引发的造价风险。(3) 管理风险：造价管理人员专业能力不足可能导致成本核算偏差，各参建方协调不畅易延误工期、增加费用。应对措施包括：组建专业造价管理团队，定期开展业务培训；建立多方沟通机制，通过例会、信息化平台及时解决协作问题，提升项目管理效率，降低管理失误带来的

造价损失。

4 光伏发电工程结算与造价控制优化策略

4.1 政策与制度层面

(1) 完善行业计价规范与结算标准：当前光伏工程行业存在计价依据分散、结算规则不统一的问题，易引发甲乙双方争议。需由行业主管部门牵头，结合光伏技术迭代（如高效组件应用、储能配套集成）与工程特点，制定统一的行业计价规范，明确硅料、逆变器等核心设备的计价方式，细化隐蔽工程（如支架基础施工）的结算标准；同时规范结算流程时限，例如明确竣工结算审核周期不超过30个工作日，避免因标准模糊导致结算拖延，保障工程价款结算的合法性与公正性。(2) 推动光伏工程定额体系更新：现有工程定额部分内容滞后于光伏行业发展，如未涵盖BIPV（光伏建筑一体化）、农光互补等新型项目的定额子目。需加快定额体系动态更新，将新型施工工艺（如光伏组件快速安装技术）、新型材料（如轻质光伏支架）纳入定额范畴，细化不同应用场景（荒漠光伏、屋顶光伏）的定额指标；同时建立定额调整机制，根据市场价格波动（如硅料价格季度变化）每半年更新一次人工、材料、机械台班单价，确保定额能精准反映工程实际成本，为造价核算提供科学依据。

4.2 技术与管理层面

(1) 推广数字化造价管理平台：传统造价管理依赖人工核算，易出现数据误差与信息断层。应推广集成BIM、大数据、云计算的数字化平台，实现全流程造价管控：设计阶段通过BIM模型自动计算工程量，生成精准的工程量清单；施工阶段实时同步工程变更数据，平台自动核算变更造价并推送预警；结算阶段整合合同、签证、付款等数据，自动生成结算报告，减少人工干预，提升造价计算效率与准确性，同时实现数据可追溯，便于审计核查^[4]。(2) 加强全过程咨询与第三方服务：当前部分项目存在“重施工、轻前期咨询”的问题，导致造价管控被动。需引入全过程工程咨询机构，从项目决策阶段参与可行性研究与投资估算，设计阶段协助优化方案与限额设计，施工阶段监督进度款支付与变更管理，结算阶段协助审核结算报告；同时委托第三方造价咨询机构开展独立审核，重点核查工程量计算、单价套

用、费用计取的合规性，避免“自审自结”带来的风险，提升造价控制的客观性与专业性。

4.3 人才培养与团队建设

(1) 复合型造价管理人才培养：光伏工程结算与造价控制需兼具造价专业知识、光伏技术认知与政策解读能力的复合型人才。企业应建立分层培养体系：针对新人开展“造价+光伏技术”双轨培训，学习组件选型、逆变器原理等专业知识；针对资深人员组织政策解读培训（如新能源补贴政策、税收优惠）与数字化工具（BIM造价软件）实操训练；同时鼓励员工考取注册造价工程师（安装专业）、光伏系统设计师等证书，提升专业素养。(2) 强化项目团队协同能力：结算与造价控制涉及设计、施工、财务、审计等多部门，协同不畅易导致造价失控。需建立跨部门协同机制：定期召开造价管控例会，设计部门说明方案优化对造价的影响，施工部门反馈现场变更情况，财务部门通报付款进度；借助协同管理平台实现信息共享，例如施工部门上传变更签证后，设计、造价部门实时审核，避免信息滞后导致的造价偏差，提升团队整体管控效率。

结束语

光伏发电工程结算管理与造价控制是保障项目经济效益、推动行业健康发展的核心环节。通过规范结算流程、强化合同管理、应用信息化工具，可有效减少争议与风险；而全生命周期造价控制理念与动态管理策略，则能实现成本优化与效益最大化。未来，随着政策完善、技术进步与人才梯队建设，光伏工程结算与造价管理将向精细化、智能化方向迈进，为全球能源转型与“双碳”目标实现提供坚实支撑。

参考文献

- [1]宋小红.光伏发电项目全过程造价控制[J].价值工程,2022,41(30):97-98.
- [2]王庆坡,王昊.光伏发电项目全过程造价管理[J].中国电力企业管理,2022,(27):72-73.
- [3]蒋玮.光伏发电工程结算管理与造价控制分析[J].建筑设计及理论,2020,(10):105-106.
- [4]高银燕,高燕楠.光伏发电工程结算管理与造价控制分析[J].中国电业与能源,2022,(11):122-124.