

电力工程造价超支成因分析及精益化创新管理策略

杨伟春

441481*****3612

摘要: 电力工程作为国家能源基础设施的核心组成,其造价控制直接关系到能源安全与经济效益。当前电力工程建设中,造价超支现象频发,传统管理模式因规划粗放、设计协同不足、动态管控缺位等问题,难以适应新能源转型与复杂环境挑战。本文基于精益管理理论与全生命周期成本分析框架,系统剖析电力工程造价超支的成因,并且针对性提出精益化创新策略,通过价值工程应用、数字化动态管控、供应链协同及权责激励重构,希望能够为实现造价控制从被动应对向主动预控转型带来参考价值。

关键词: 电力工程; 造价超支; 精益化管理; 创新策略; 全生命周期; 风险对冲

DOI: 10.69979/3029-2727.25.08.073

引言

电力工程涵盖火电、水电、风电、光伏及输变电等多类型项目,具有投资规模大、技术复杂度高、建设周期长、外部环境敏感等特征。随着我国“双碳”目标推进,新能源电力工程占比持续提升,其造价构成从传统设备材料为主,拓展至技术研发、生态修复、智能运维等多元领域,控制难度显著增加。

造价超支不仅挤占企业利润空间,更可能延缓能源项目建设进度,影响能源安全保障能力。传统造价管理聚焦施工阶段成本核算,忽视前期规划与全周期协同,导致“重事后补救、轻事前预控”的管理困境。在此背景下,基于精益管理理念构建创新造价控制体系,成为电力工程行业提质增效的核心课题。

1 电力工程造价超支的核心成因分析

1.1 前期规划阶段: 目标模糊与需求失真

一方面,部分电力工程前期需求分析流于形式,未结合区域能源结构、负荷增长预测及政策导向精准定位建设规模。例如,新能源项目未充分评估当地风能、太阳能资源禀赋,盲目跟风建设导致装机容量与实际消纳能力不匹配,后期被迫扩容引发造价追加。

另一方面,可行性研究报告侧重技术可行性论证,对经济性评价(如全生命周期成本、投资回报率)分析简略,未量化政策变动(如补贴退坡)、技术迭代(如储能成本下降)对造价的影响。此外,利益相关方协同缺位也是重要的因素之一,业主、设计单位、电网公司、地方政府等主体在规划阶段沟通不足,对并网条件、土地征收、环保标准等核心诉求未达成共识,后期因诉求

冲突引发额外成本(如线路改迁、环保设施升级)。

1.2 设计阶段: 技术保守与协同不足

1.2.1 设计标准滞后于技术发展

电力工程设计规范更新周期长(通常五年以上),难以适配新能源技术快速迭代需求。

1.2.2 多专业协同效率低下

电力工程设计涉及电气、结构、土建、暖通等多专业,传统二维设计模式下专业间信息割裂,常出现“错漏碰缺”问题。如变电站设计中,电气设备布置与建筑结构冲突,施工阶段返工率达百分之十以上,直接推高造价。

1.2.3 价值工程应用不足

设计阶段过度追求“技术先进”,忽视“成本效益匹配”。

1.3 施工阶段: 动态管控缺位与资源错配

1.3.1 进度与成本联动机制缺失

施工计划编制侧重工期目标,未与成本预算动态关联。例如,为追赶工期增加夜间施工、机械台班,导致人工与机械成本超支;或因工序衔接不当造成窝工,资源闲置成本占比达总成本的百分之八至十二。

1.3.2 现场变更管理混乱

设计变更、现场签证缺乏标准化流程,口头指令、事后补签现象普遍。变更原因未分类统计(如设计缺陷、业主需求调整、不可抗力),导致同类问题重复发生,累计变更金额常超合同价的百分之十五。

1.3.3 分包管理失控

施工单位将主体工程违规分包给无资质队伍,或为

压缩成本选用低价劣质材料（如电缆、变压器），后期因质量问题返工，维修成本远超初期节约额。

2 精益化创新管理策略构建

2.1 全生命周期视角下的规划优化策略

2.1.1 精准需求定位与动态目标调整

建立“区域能源需求-技术经济性-政策适配性”三维评估模型，结合负荷预测、资源禀赋（如风电场风速分布、光伏电站日照小时数）、电价机制（如峰谷价差）确定最优建设规模。引入滚动规划机制，每两年根据技术迭代（如储能成本下降曲线）与政策变化（如补贴调整）动态修正目标，避免“一刀切”导致的过度投资。

2.1.2 深化可行性研究的多维度论证

可行性研究报告需增加“全生命周期成本分析”章节，量化不同技术方案（如火电与储能调峰、集中式与分布式光伏）的初始投资、运维成本、残值回收及风险溢价（如政策变动概率）。采用蒙特卡洛模拟评估不确定性因素影响，设定造价控制基准区间（如±百分之五），为后续阶段提供弹性空间。

2.1.3 利益相关方协同决策机制

成立由业主、设计、电网、地方政府组成的“规划协同委员会”，通过定期联席会议明确并网条件、土地征收补偿标准、环保设施共建共享方案。采用“需求清单-责任矩阵”工具，将各方诉求转化为可执行条款，写入项目合作协议。

2.2 设计阶段精益化协同与价值工程应用

2.2.1 推动设计规范与技术创新同步

建立“设计规范动态更新机制”，联合行业协会、科研机构每年评估新技术（如钙钛矿光伏组件、氢储能）对造价的影响，及时修订设计标准。鼓励设计单位采用“模块化设计”，将通用构件（如变电站基础、风机塔筒）标准化，减少定制化设计带来的成本浪费。

2.2.2 构建多专业 BIM 协同设计平台

基于建筑信息模型技术整合电气、结构、土建等专业数据，实现“一处修改、全局更新”。利用碰撞检测功能自动识别管线冲突、设备布置干涉，将设计错误消灭在图纸阶段。例如，变电站设计中，通过 BIM 模拟母线桥与屋顶结构间距，避免因空间不足返工。

2.2.3 价值工程导向的方案比选

设计阶段引入价值工程分析，将项目功能分解为“核心功能”（如发电效率、供电可靠性）与“辅助功能”（如外观美化、冗余配置），绘制“功能-成本”

矩阵图。对“高成本-低价值”功能（如过度冗余的备用电源）进行优化，对“低成本-高价值”功能（如智能运维监测系统）优先投入。例如，对比进口与国产主变的全生命周期成本，优先选用性价比高的国产设备。

2.3 施工过程动态监控与资源整合

2.3.1 进度-成本联动的动态调度

采用“挣值管理法”，将施工进度（完成工作量）与成本支出关联分析，计算“成本偏差”与“进度偏差”。通过甘特图与资源负荷图可视化展示人力、机械、材料需求，提前调配闲置资源（如将 A 项目富余挖掘机调至 B 项目），减少窝工与赶工成本。

2.3.2 标准化变更与签证管理

制定《施工变更分类分级管理办法》，将变更分为“设计优化类”“业主需求类”“不可抗力类”，明确各类变更的审批权限（如小额变更由项目经理审批，大额变更需业主、设计、监理三方会签）。推行“变更影响预评估”制度，要求提出变更方同步提交成本增减测算，避免“先做后算”。

2.3.3 分包与供应链精益管控

建立分包商“资质-业绩-信用”三维评价体系，优先选用有电力工程经验、信用评级高的队伍。与核心材料供应商签订“长期框架协议+浮动定价”合同，约定价格调整触发条件（如铜价波动超百分之十时启动调价），锁定基础供应量以规避断供风险。

2.4 材料设备价格风险对冲与供应链优化

2.4.1 价格波动预警与金融工具应用

构建“材料价格监测平台”，整合期货市场（如上海期货交易所铜、铝价格）、行业协会价格指数、供应商报价等多源数据，设置预警阈值（如硅料价格月涨幅超百分之十五时触发警报）。鼓励企业通过期货套期保值、远期合约锁定关键材料（如铜、硅料）价格，对冲短期波动风险。

2.4.2 供应链本土化与多元化布局

加大对国产高端设备（如特高压绝缘材料、风机控制系统）的研发投入，通过“首台套”政策支持降低采购成本。建立“主供应商+备选供应商”双轨制，避免单一供应商断供导致工期延误与成本激增。

2.4.3 精益库存管理

采用“准时制”采购模式，根据施工进度动态下达材料订单，减少库存积压。对通用材料（如水泥、砂石）实行区域集中采购，通过规模效应降低单价；对专用设

备(如变压器)采用“零库存”管理,由供应商直送现场^[1]。

2.5 外部环境不确定性的预警与应对

2.5.1 政策与市场风险动态评估

设立“政策研究专班”,跟踪国家能源政策(如补贴退坡节奏)、环保法规(如碳排放核算细则)、电力市场改革(如现货交易规则),每月发布《风险影响评估报告》。对高风险政策(如补贴取消),提前制定“技术降本”或“商业模式转型”预案(如从纯发电转向“发电+储能”)。

2.5.2 自然风险防控体系构建

项目选址阶段采用地理信息系统技术分析地质灾害风险(如滑坡、泥石流),避开高风险区域。施工期部署气象监测站与地质灾害预警系统,对极端天气(如台风、暴雨)提前启动应急预案(如加固临时设施、转移设备)。投保“工程一切险”,覆盖自然灾害与意外事故导致的损失^[2]。

2.5.3 市场化环境下的收益保障

在投资协议中明确“电价调整机制”,约定当煤价、气价波动超阈值时同步调整上网电价。探索“隔墙售电”“绿证交易”等新模式,拓宽项目收益渠道,增强抗风险能力。

2.6 管理机制创新与权责重构

2.6.1 全生命周期责任清单制度

编制《电力工程造价控制责任清单》,明确业主(需求确认、资金保障)、设计(方案优化、限额设计)、施工(现场管控、变更合规)、监理(质量监督、成本审核)各方责任边界,将造价控制目标纳入绩效考核^[3]。

2.6.2 多元化激励与约束机制

设立“造价节约奖励基金”,对通过技术创新(如优化施工方案)、成本管控(如材料损耗率低于基准值)实现节约的团队,按节约额的百分之五至十给予奖励。对恶意索赔、虚报变更的行为,纳入企业信用黑名单并限制投标资格。

2.6.3 数字化协同管理平台搭建

开发集成“规划-设计-施工-运维”数据的造价管理平台,实现工程量自动计算(基于BIM模型)、材料价格实时查询、变更流程线上审批、成本偏差智能预警。通过区块链技术存证关键数据(如合同签订、变更签证),确保信息不可篡改与可追溯。

3 创新策略实施的保障机制

3.1 制度保障:完善法规与标准体系

推动出台《电力工程造价精益化管理条例》,明确全生命周期造价控制的法律地位与责任划分。制定《电力工程设计规范动态更新办法》《施工变更分类分级标准》等配套文件,统一行业操作尺度。将精益化管理要求纳入电力工程招标投标示范文本,强制要求投标文件包含造价控制方案^[4]。

3.2 技术保障:强化数字化与智能化支撑

支持企业研发“电力工程造价智能分析系统”,集成大数据(历史造价数据)、人工智能(风险预测模型)、物联网(现场数据采集)技术,实现造价估算自动化、偏差预警智能化。鼓励产学研合作,联合高校建立“电力工程造价研究中心”,攻关新材料新工艺计价、全生命周期成本建模等关键技术。

4 结论与展望

电力工程造价超支是多重因素叠加的结果,需从规划、设计、施工、供应链、外部环境及管理机制全链条系统施策。本文提出的精益化创新策略,通过全生命周期规划优化、设计协同与价值工程应用、施工动态监控、价格风险对冲及机制重构,实现了造价控制从“被动应对”向“主动预控”的转变。实践表明,该策略可显著提升造价控制精度、降低超支率,为电力工程在新能源转型中实现高质量发展提供支撑。未来研究可从三方面深化:一是探索人工智能在电力工程造价预测中的应用,开发自适应调价模型;二是研究跨区域电力工程协同造价机制,减少重复建设与资源浪费;三是将碳成本、社会责任成本纳入造价控制体系,推动绿色精益管理。随着技术迭代与管理创新,电力工程造价控制将迈向更智能、更高效的新阶段,为国家能源安全与“双碳”目标实现贡献力量。

参考文献

- [1] 曹照科. 基于大数据分析的电力工程概预算策略及其实践效果评估[J]. 电子元器件与信息技术, 2024, 8(2): 124-127
- [2] 张钰. 电力工程成本超概预算原因分析及对策探讨[J]. 电工技术, 2023(S01): 216-217
- [3] 汪慧青. 电力工程项目成本超概预算原因和控制策略分析[J]. 建筑与装饰, 2024(22): 97-99
- [4] 金帅, 姚爽, 陈杰. 论电力系统超概预算的原因及控制措施[J]. 中国市场, 2022(4): 90-91