

电力工程建设进度管理与成本控制优化实践

劳鸿杰

广东 江门 529400

DOI:10.61369/WCEST.2026040016

摘 要： 电力工程管理需实现进度与成本的动态平衡，根据主要路径法、挣值分析等理论，存在数字化应用不平均、协同机制缺失等情形；通过 BIM、物联网建立动态监测体系，结合多目标协同模型与跨部门策略来优化资源配置；案例证明了其有效性，未来智能化技术和标准化体系是发展方向。

关 键 词： 电力工程管理；进度与成本控制；优化策略

Practice of Optimizing Progress Management and Cost Control in Power Engineering Construction

Lao Hongjie

Jiangmen, Guangdong 529400

Abstract： Power engineering management needs to achieve a dynamic balance between schedule and cost. According to the main path method, earned value analysis and other theories, there are situations such as uneven digital application and lack of coordination mechanism. Establish a dynamic monitoring system through BIM and the Internet of Things, and combine multi-objective collaborative models and cross-departmental strategies to optimize resource allocation ; the case proves its effectiveness, and the future intelligent technology and standardization system are the development direction.

Keywords： power engineering management; progress and cost control; optimization strategy

引言

电力工程建设作为新型电力系统建立的主要支撑，其进度和成本的协同管控直接影响工程效益与能源供应的稳定性。2023年国家能源局颁布《关于加强电力工程建设管理 提高工程质量安全水平的指导意见》，清晰提出需强化工程全生命周期的进度和成本动态平衡，推动数字化技术在管控中的深度应用。目前行业存在进度与成本协同机制缺失、数字化工具应用不均衡等情形，制约工程精益化管理水平提高。本探讨专注电力工程进度和成本管控的理论基础、现存难题以及优化办法展开研究，结合主要路径法、挣值分析、BIM和物联网技术的融合应用，通过案例实证来检验协同优化策略的效果，为电力工程管理向数据驱动型转型提供理论支撑与实践渠道。

一、电力工程管理的理论基础

（一）电力工程管理概述

电力工程管理是指在项目的全生命周期中，通过规划、组织、协调、控制等手段，对资源、进度、成本、质量、安全等要素实施综合管理的系统性工作。此体系规划把项目管理学说与电力领域技术特性相结合，包括开启、谋划、施行、监督以及结束等阶段，建立出决策方面、管理方面和执行方面的三级管理规划^[1]。主要要素包括进度控制、成本管理、质量监督、安全维护以及风险防范。在项目的整个生命周期中，电力工程管理通过动态调整资源分配、优化施工流程，确实规避工期延误和成本超预算的风险，对提高项目的经济与社会效益具有重要意义。

（二）进度与成本控制的理论基础

在进度管控领域，主要路径法（CPM）通过找出项目中最长的活动顺序，明确影响总工期的主要任务，为进度安排提供量

化的根据。在成本管控领域，挣值分析法（EVA）整合计划工作量、实际成本和挣值这三项主要参数，通过成本偏差（CV）与进度偏差（SV）实现动态监控。二者的相互联系体现为进度滞后往往导致成本超出预算，而成本控制不力也会对资源投入形成限制，因此需建立协同机制，在 CPM 明确的主要路径上通过 EVA 实施实时监控，确保进度与成本目标实现平衡^[2]。

二、电力工程进度管理与成本控制的现状分析

（一）进度管理现状与挑战

当前电力工程进度管理在数字化工具应用上存在明显的不均衡情形。中小规模项目仍然通过传统的甘特图以及人工协调手段，这造成数据更新产生滞后，偏差预警不够及时^[3]。常见的延误原因包含极端天气、电网接入审批程序耗时久、设计变更频繁发生、施工资源调配不协同等。系统性难题体现为进度管理和成

本控制的协同体系缺失，多数项目采用单一导向的管理手段，例如为推进进度增加夜间施工费用，或者因降低成本减少检测环节导致返工，形成延误与超支的恶性循环。

（二）成本控制现状与问题

成本控制大多依赖传统的静态预算管理方式，欠缺动态的调节机制。超支的因素主要包括设计变更（占比超30%）、材料价格波动、施工方案欠佳等^[4]。管理流程中的薄弱环节体现为成本管控的责任划分不明确，部门彼此间缺乏高效交流，成本数据的传输相对滞后。多数企业仍然通过人工开展核算工作，缺乏信息化系统的支持，很难实现成本的实时监控与分析。

三、进度与成本控制的优化策略探究

（一）进度管理优化方法

1. 基于关键路径法的优化技术

主要路径法（CPM）通过识别项目中的最长活动序列，来确定工期的瓶颈所在。优化手段包括增加资源投入以缩短主要活动的时间，或者对活动的逻辑关联加以调整。比如在变电站建设时，设备装配和二次布线可从串行转变为部分并行，进一步缩短主要路径的长度^[5]。BIM技术通过建立三维模型整合各专业的信息，其4D模拟功能可以动态显示施工进度和主要路径之间的关联，帮助管理者实时调节资源配置，实现进度与成本的协同优化。

2. 风险管理与进度协同策略

进度风险预警机制建立起多方面的指标体系（例如主要路径任务延迟可能性、资源供给波动系数等），对潜藏风险开展实时监测并启动预警。跨部门合作通过组建进度和成本联合管控小组，整合设计、施工、物资等部门的信息。例如当施工部门反馈设备到货有延迟风险状况时，物资部门可提前对采购计划予以调整，设计部门同步优化方案。研究表明该策略可使进度偏差率降低15%–20%，成本超支风险减少10%–15%^[6]。

（二）成本控制优化策略

1. 成本效益分析模型应用

在电力工程建设的进度与成本管控优化实践中，成本效益分析模型的应用是实现资源配置决策科学化的主要方式。该模型通过建立量化策略，将电力工程中的各类资源投入与项目进度环节、成本支出以及预期回报建立关联，建立多方面的效益评估体系。在实际应用中，模型通过设定主要参数，针对不同的资源配置方案进行模拟计算，输出各方案的净现值、内部收益率以及进度偏差风险值，为决策提供数据根据。比如在变电站建设项目中，通过模型分析能够知晓，增加特定专业技术人才的投入虽然会使短期成本上升，但是能够缩短主要路径的工期，降低因延误产生的违约成本和机会成本，最终实现整体效益的提高。该模型的优化意义是，突破传统经验决策的限制，通过量化分析探寻资源配置中的低效率部分，推动资源向高价值、高进度贡献的方面偏移，进一步在保障进度目标实现的同时使项目经济效益达到最大化。相关研究表明，恰当的成本效益模型应用可使电力工程的资源利用效率提高15%–20%，成本超支风险降低30%以上^[7]。

2. 动态成本监控技术

在电力工程建设推进过程中，实时成本监控系统通过ERP集成实现跨模块数据的协同，将工程进度节点与物资采购、人工费

用、设备租赁等成本因素进行实时关联，建立成本数据的动态采集和分析体系。该系统通过物联网设备实时采集施工现场的资源消耗数据，并同步至ERP平台的成本管控模块，建立进度与成本两方面的数据映射模型。通过提前设定的成本预警临界值，系统可自动识别超出预算的分项工程。比如电缆敷设阶段材料损耗率显示异常，亦或是变压器安装的人工工时成本超支，同时通过可视化的仪表盘向管理人员发送预警信息。ERP集成的核心价值是消除部门间的数据壁垒，财务模块里的预算数据和工程管理模块的进度数据能够实时互通，实现成本偏差的及时分析。比如当某一项施工工序的进度滞后，使得设备租赁费用增加时，系统可自动核算延期成本，并且对后续阶段的资源配置计划进行调整。相关研究表明，ERP集成的实时成本监测体系可使电力工程成本管控的精确性提高15%–20%，明显降低因信息滞后导致的超支风险^[8]。

四、优化实践的系统应用与案例实证

（一）进度管理优化实践案例

1. 特高压输电项目进度优化实践

配电网工程进度优化工作以某10kV配电网项目当作案例，该项目因城区施工协调不易以及多专业交叉作业，造成进度滞后15%。项目团队首先建立通过BIM的4D进度模拟模型，整合设计、施工和物资供应信息，实现进度偏差的实时预警与动态管控^[9]。针对杆塔基础施工用时过久的状况，引入模块化组塔技术，将传统的现场焊接程序移至工厂开展预制，单基塔的组装时间缩短35%；采用无人机巡检以及AI进度预估算法，对主要线路的工序（如导线展放、配电设备安装）实施精准管控，提前察觉可能出现的延误风险并拟定应对方案。工程实施后整体进度提前6%得以实现，主要路径工序的效率提高18%，这证实BIM、模块化施工、智能监控的集成优化方案在10kV配电网工程中的可行性，为同类型工程的进度管控提供可复制的技术办法。

2. 实践成效与推广启示

在优化实践的系统应用与案例验证中，某10kV开关站新建工程通过BIM技术建立4D进度模型，将传统线性规划转化为动态可视化管理，结合挣值法实时监控进度误差，最终实现工期较计划缩短10%，主要路径作业效率提高15%^[10]。从进度管理优化的实际事例可知，该工程采用预制装配化建造以及模块化设计，让现场作业量减少30%，通过物联网设备实时采集施工数据，及时针对进度延误风险发出预警，确保主体结构施工提前7天完成。在实践效果与推广参考方面，量化的成果表明，进度优化直接让工期延误成本降低15万元，此成本占总投资的1.8%；具有可复制特性的经验包括建立进度与成本的联动控制机制、引入数字化工具实现动态调节。在技术适配方面，主要是根据工程的规模与复杂程度来选用BIM或者甘特图工具，同时需加强施工人员数字化技能的培训。该案例证明进度管理优化在10kV及以下配电网工程建造中的可行性，为相似类型项目给出技术赋能与流程再造的参考样式，推动行业从经验式管理向数据驱动式管理转型。

（二）成本控制优化实践案例

1. 智能变电站成本控制系统应用

在成本控制优化的具体实例中，智能配电室成本管控系统的应用显示出明显成效。以某10kV智能配电室新建项目为例，项目

团队引入通过 BIM 与物联网技术的成本动态监控系统，实现施工流程里材料损耗、设备采购及人工费用的实时数据采集与分析。系统根据提前设定的预算基准值，对实际发生的成本与计划成本进行动态比较。当某类低压电缆采购费用超出预算达 10% 时，系统会自动开启预警，同时生成偏差分析报告，报告表明偏差是因供应商报价产生波动以及运输损耗有所上升。项目团队根据系统数据对采购策略予以调整，更换本地供应商并对运输计划进行优化，最终将电缆成本偏差纠正至 2.5% 以内。系统通过资源配置模型对人工与机械的使用效率进行分析，发现二次设备安装阶段存在人员闲置现象，通过重新安排施工班组，将该阶段工期缩短 3 天，间接使人工成本下降约 6%。该案例表明，智能配电室成本管控体系通过动态监控与数据驱动决策，确实提高预算偏差修正效率以及资源配置的合理性，为 10kV 及以下配电网工程建设成本管理提供可参考的实践途径。

2. 实践中的问题诊断与改进

挑选某 10kV 配电站新建工程当案例，该工程前期因设计变更较为频繁、材料采购和施工进度不相符，导致成本超支比例达 9%。问题分析显示，工程变更缺乏规范化的审批流程，变更之后的成本核算存在滞后；而且材料库存管理依赖人工台账，供需信息的不均衡导致材料出现积压或者短缺现象，间接增加仓储成本以及因工期延误造成的损失。针对上述阻碍因素，项目团队建立流程标准化方案，明确变更申请、技术评估、成本核算这三个审批环节，规定变更方案需同时递交成本影响分析报告，经多部门联合审核后才能实施，使变更审批周期缩短 35%，无效变更占比从 25% 降至 10%。在技术融合领域，引入建筑信息模型（BIM）和物联网（IoT）技术，通过 BIM 模型对施工工序进行模拟，提早发现碰撞问题从而降低返工费用；利用 IoT 传感器对材料储备及使用情形进行实时监控，建立供需预警体系，让材料周转率提高 25%，仓储费用降低 12%。优化后的项目最终成本控制在预算范围内，较原计划节约成本 5.5%，证明了流程标准化与技术集成在 10kV 及以下配电网工程成本管控中的有效性。

（三）进度与成本整合优化路径

1. 多目标协同优化模型构建

在电力工程建设的进度管控及成本控制优化实践中，多目标协同优化模型的建立是以进度和成本的动态耦合关系为核心，通过量化进度滞后与成本超支的关联机理，设计出双目标优化模型。模型将进度计划中的主要路径活动持续时间和资源投入费用作为决策变量，引入存在资源限制情形下的进度、成本权衡函数，以实现项目总工期和总成本最小化为目标函数。系统集成可行性研究重点专注电力工程项目的资源分配特性，结合 10kV 及以下配电网工程建造中设备购置、土建作业、电气装配等环节的时

间先后依存联系，通过粒子群优化算法或者遗传算法来攻克多目标优化问题，得出 Pareto 最优解集合。模型通过以往项目数据对参数进行校准，验证其在 10kV 及以下配电站、配电线路工程中的适配状况，为进度与成本的整合优化途径提供量化工具支撑，实现资源的动态调控与目标的协同优化。

2. 技术管理在整合中的作用机制

在电力工程建设的进度管控与成本把控整合优化的办法中，技术管理通过建立数据驱动的协作方案，成为消除进度和成本信息阻碍的主要机制。BIM 技术作为三维数字化的承载，将工程设计、施工进度安排和成本预算模型进行整合，实现进度节点与资源消耗的动态关联。例如通过 BIM 模型对施工工序的时间参数以及材料用量进行模拟，及时体现进度偏差对成本造成的影响。物联网技术通过施工现场的传感器网络，采集人员、设备、材料的实时状态数据，将进度执行过程中的实际工时、机械台班等信息同步至成本管理系统，防止传统管理中因数据延迟导致的决策迟缓。二者协同运用建立起进度、成本数据关联的闭环体系：BIM 提供静态的成本基准以及进度逻辑，物联网补充动态的现场执行数据，技术管理通过统一的数据标准和接口规划，确保两类数据在同一平台实时交互，帮助管理人员快速识别因进度延迟引发的成本超支风险，并根据数据模型制定调整策略，例如优化资源分配或者调整工序顺序，最终实现进度与成本的整体优化。

五、总结

电力工程建设在进度管控与成本把控方面的优化实施，需着眼于工程的全生命周期，通过科学方法与技术手段的融合，实现进度与成本的动态平衡。研究表明按照主要路径法（CPM）进行进度计划的编制事宜，再结合挣值管理（EVM）实施动态监测，能够明显提高进度管控的精确性，通过资源的合理调配以及风险的提前把控，可减少成本超支的概率。实际案例验证显示，某 500kV 变电站建造工程采用 BIM 技术进行施工模拟，提前识别冲突状况并优化施工流程，使得工期缩减 15%，成本节约 8%；另一个风电建设项目通过建立成本数据库和进度预警机制，实现进度与成本的协同管控，项目收益率提高 12%。这些实践活动证明了理论策略具有可行性，也为该行业提供可供复制参考的经验。未来智能化技术像人工智能（AI）的进展预测、物联网（IoT）的即时数据采集，以及标准化管理体系的建立，将成为电力工程管理的主要发展方向，促使行业向精细化、高效化转型，为新型电力系统建设提供有力支撑。

参考文献

- [1] 张萌. MT 家具企业成本费用内部控制优化研究 [D]. 西安石油大学, 2022.
- [2] 储江. HJ 建设集团内部控制优化研究 [D]. 扬州大学, 2022.
- [3] 张宏波. H 公司 D 设备交付进度管理与控制优化研究 [D]. 中国矿业大学 (江苏), 2022.
- [4] 杨芳丽. H 公司 S 校园一网通办软件项目进度管理优化研究 [D]. 兰州大学, 2023.
- [5] 杨思玉. A 生物工程有限公司成本中心绩效管理优化研究 [D]. 河南农业大学, 2023.
- [6] 王传生. 电力工程项目进度管理的关键影响因素分析 [J]. 工程技术研究, 2025, 7(16): 56-58.
- [7] 谭力. 工程建设项目管理优化与成本效益最大化研究 [J]. 百科论坛电子杂志, 2024(23): 229-231.
- [8] 何文进. 成本目标管理及其在电力工程管理中的应用研究 [J]. 中国民商, 2022(3): 58-60.
- [9] 刘燕丽, 赵谦雅. 成本目标管理在电力工程中的应用 [J]. 模型世界, 2023(27): 41-43.
- [10] 李宝宝. 利用 BIM 技术优化建设工程项目的成本控制与进度管理 [J]. 智能建筑与智慧城市, 2023(12): 91-93.