

全要素协同视角下电力工程造价与工程效率双提升路径

王力冉

内蒙古送变电有限责任公司 内蒙古 呼和浩特 010010

摘要：电力工程建设面临成本控制与效率提升的双重压力，传统管理模式中要素割裂、协同不足是制约双提升的关键瓶颈。本文引入全要素协同理论，系统分析电力工程造价与效率的耦合关系，识别影响双提升的核心要素，构建涵盖规划、设计、采购、施工、交付全过程的协同管理框架。从组织协同、流程协同、信息协同、资源协同四个维度提出双提升路径，并结合电力工程实践案例验证路径有效性。全要素协同可显著降低工程造价并提升工程效率，为电力工程精益化管理提供理论依据与实践指导。

关键词：电力工程；全要素协同；造价控制；工程效率；双提升路径

引言：电力工程建设投资规模大、建设周期长、参与主体多，造价超支与工期延误是长期存在的顽疾。传统的造价管理与进度管理分属不同职能条线，设计、采购、施工等环节信息孤岛严重，要素资源配置缺乏统筹，导致成本与效率难以兼得。全要素协同理论强调打破职能边界，实现人力、技术、信息、资金等要素的系统整合与动态优化，为解决造价与效率的矛盾提供了新视角。本文从全要素协同视角出发，探索电力工程造价与效率双提升的内在机理与实施路径，以期为电力工程精益化、集约化管理提供理论支撑。

1 全要素协同视角下的理论框架

1.1 全要素协同理论及其适用性

全要素协同理论源于系统科学与协同学，认为复杂系统整体性能取决于子系统及要素间的协同程度，强调通过序参量引导子系统走向有序，实现协同效应。在电力工程管理中，全要素协同指将人力、技术、信息、资金、物资、时间等影响工程建设的要素统一整合、动态优化。电力工程投资密集、技术复杂、参建单位多、接口界面多，要素耦合关系复杂，一个要素失衡会引发连锁反应，如设计变更会导致材料重购、工期延误和费用增加。因此，全要素协同理论对电力工程造价与效率双提升天然适用，能解决传统管理模式条块分割、各自为政的问题。

1.2 工程造价与工程效率的耦合关系

工程造价与工程效率并非对立，而是有复杂非线性耦合特征。传统认为压缩工期会增加赶工费，控制成本会牺牲质量效率，形成“效率-成本”权衡曲线。但从全要素协同看，二者可“双赢”。协同改善能消除等待、返工等非增值活动，减少资源浪费，缩短工期，降低管理成本和资金占用成本。如设计-采购-施工深度协同可

大幅降低设计变更率，减少返工费用和工期损失；物资采购与施工进度精准匹配可降低库存资金占用；信息实时共享可减少沟通延迟。反之，要素割裂会导致造价超支和工期延误，协同管理是打破“效率-成本”零和博弈的关键^[1]。

1.3 影响双提升的核心要素识别

基于电力工程管理实践与文献研究，影响造价与效率双提升的核心要素有六类。一是组织要素，涉及参建各方权责划分、沟通机制与协作文化，组织壁垒是首要协同障碍。二是流程要素，涵盖全过程 workflow，流程断点等是效率损失和隐性成本诱因。三是信息要素，包括各类工程信息，信息孤岛会导致决策滞后等问题，约30%的工期延误与此有关。四是资源要素，包含人力等实物和财务资源，资源配置不合理会造成效率损失和浪费。五是技术要素，指设计技术等，技术选型不当或标准不统一会引发问题。六是环境要素，如政策法规等外部因素。这六类要素相互交织，需协同机制实现系统优化。

2 电力工程造价与效率管理的现状及问题

2.1 管理现状扫描

当前电力工程造价管理普遍采用“概算控制+全过程审计”模式，在项目立项阶段编制投资概算，施工过程中通过工程量清单计价和变更签证管理控制成本，竣工阶段进行结算审计。效率管理主要依托进度计划管控体系，以关键路径法为基础编制网络计划，通过月度报表和例会制度跟踪进展。大型电力工程普遍引入了项目管理信息系统，实现了部分流程的电子化。部分先进企业开始试点BIM技术和项目管理软件，在设计 and 施工阶段进行协同探索。在组织架构上，业主通常设立工程管理部门统筹项目，下设造价、进度、质量、安全等专业岗位。然而，这些专业岗位分属不同条线，考核指标相

互独立, 造价人员关注成本控制, 进度人员关注工期达标, 缺乏协同考核机制。

2.2 存在的核心问题

要素割裂是制约双提升的核心症结, 具体表现为四个“分离”。一是组织分离, 业主、设计、施工、供应商之间缺乏有效的协同机制, 各方以自身利益最大化为目标, 设计单位倾向于提高安全冗余导致造价偏高, 施工单位追求进度可能忽视变更管理造成成本失控。二是流程分离, 造价管理流程与进度管理流程并行运行, 造价工程师在做估算时未充分获取进度计划信息, 进度计划编制时也未考虑资金供应约束, 导致“花钱的不知道什么时候要花, 管进度的不知道有多少钱可用”。三是信息分离, 造价数据存储于财务系统和合同台账, 进度数据存储于计划报表和例会纪要, 两类数据无法自动关联。当发生设计变更时, 造价影响评估和工期影响评估由不同人员分别进行, 且往往不同步, 变更指令已下发才发现费用超支或工期无法满足^[2]。四是资源分离, 物资采购计划与施工进度计划脱节, 材料提前到货占用仓储和资金, 或者到货滞后造成窝工。

3 全要素协同视角下双提升路径设计

3.1 组织协同路径: 构建一体化管理组织

组织协同作为全要素协同的首要前提, 核心任务是打破业主、设计、施工、供应商等多方主体的组织壁垒, 构建目标同向、利益共享、责任共担的一体化管理体系。搭建协同治理架构, 以业主为核心设立协同管理委员会, 统筹重大决策与资源调配, 下设设计-造价-进度联合工作组, 实行合署办公, 实现设计变更、费用估算、进度调整的三方同步会签, 减少跨主体沟通内耗; 创新合同管理模式, 优先推广工程总承包模式, 由总承包方统筹全流程责任, 降低多界面协调成本; 对平行发包项目, 在合同中嵌入协同条款, 明确信息共享义务与配合责任, 并设置协同绩效奖金激励各方; 建立“造价-效率”双维度绩效考核体系, 设计单位造价对应工期、变更综合影响系数等核心指标, 将参建方利益与项目整体目标深度绑定; 培育协同文化, 通过联合培训、团队建设等活动, 强化各方“项目共同体”意识, 筑牢组织协同根基。

3.2 流程协同路径: 端到端流程再造

传统电力工程串行流程存在断点多、效率低、成本高的弊端, 流程协同的核心的是通过端到端再造, 消除职能壁垒, 构建高效闭环的价值流。针对串行流程工期长的问题, 推行设计-采购-施工并行工程, 打破“设计完成→招标采购→进场施工”的传统模式, 设计完成60%左

右即启动长周期设备采购, 提前开展施工准备, 可有效压缩总工期15%-20%。针对变更决策片面的问题, 建立变更管理联合审批流程, 任何变更需同步提交造价与工期影响分析, 联合工作组48小时内完成综合评估, 规避单维度决策偏差。针对资金支付与实际进展脱节问题, 优化支付流程, 将进度款与形象进度、造价控制复合指标挂钩, 采用“进度-成本联合挣值”计算方法, 实现精准支付。建立工序级协同调度机制, 以施工进度为核心, 联动设计、物资、资金、人力计划, 建立动态调整机制, 并设置快速问题升级路径, 避免延误处置时机^[3]。

3.3 信息协同路径: 打造一体化信息平台

信息协同是全要素协同的技术支撑, 其落地关键在于构建覆盖项目全生命周期的集成信息平台, 打通造价与进度数据的信息壁垒。具体可通过四步实现: 一是建立统一数据标准, 制定电力工程造价科目与工作分解结构的映射规则及编码对照表, 实现工程量清单与进度活动自动关联, 如将混凝土浇筑工程量与进度编码绑定, 实现进度更新与成本计算同步。二是部署一体化项目管理平台, 集成BIM模型、进度计划、造价及物资管理系统, 实现“一模多用、数据同源”, 依托5D BIM技术, 让模型构件同步承载几何、进度、成本信息。三是推行移动端现场采集, 管理人员通过APP实时填报进度与资源消耗数据, 系统自动更新进度计划与实际成本, 实现“日清日结”动态管控。四是构建协同预警与决策辅助机制, 设置造价与效率联动预警阈值, 异常情况自动推送预警; 利用数字孪生技术构建项目虚拟镜像, 模拟决策对造价与效率的影响, 为管理决策提供科学支撑。

3.4 资源协同路径: 资源动态优化配置

资源协同的核心是实现人力、机械、材料、资金等要素在时空维度的精准匹配与动态调度, 最大化资源利用率, 实现“降本增效”。实践中可结合具体案例优化配置策略: 在物资管理方面, 借鉴准时制生产理念, 建立资源需求预测模型, 通过蒙特卡洛仿真预测不同时段资源需求, 推行零库存或低库存管理, 某变电站工程应用后, 钢材库存从30天用量压缩至7天, 大幅降低库存资金占用。在机械管理方面, 对同一区域多标段工程, 建立机械资源池, 集中调度吊车、挖掘机等通用设备, 减少机械闲置与空驶。在资金管理方面, 结合施工进度与合同支付条件, 编制资金需求计划, 合理安排融资节奏, 减少资金沉淀成本。在人力资源管理方面, 识别各工种需求峰谷, 通过内部调配、灵活用工等方式实现动态平衡, 避免人力窝工或短缺。最终实现物资零库存、机械零闲置、人力零窝工、资金零沉淀、信息零延迟的

目标。

4 路径实施保障与案例分析

4.1 实施保障体系

双提升路径的有效实施需要构建四重保障体系。制度保障方面,修订现行的电力工程造价管理办法和进度管理办法,增加协同管理的专门章节,明确协同流程、责任主体和考核要求。制定《电力工程全要素协同管理指南》等行业指导文件,为各企业提供操作依据。人才保障方面,培养既懂造价又懂进度、既懂技术又懂管理的复合型人才,在造价工程师和建造师的继续教育中增加协同管理模块。在项目团队中设置“协同工程师”岗位,专职负责跨职能的协调对接。技术保障方面,加大一体化信息平台的研发投入,解决不同软件系统之间的数据接口问题。建立行业级的电力工程造价-进度数据库,积累历史项目的协同数据,为机器学习预测模型提供训练样本^[4]。文化保障方面,通过标杆项目示范、最佳实践分享、协同绩效表彰等方式,逐步培育“协同创造价值”的组织文化,使协同从“要我做”转变为“我要做”。

4.2 典型案例分析

某500千伏输变电工程概算投资12.6亿元,计划工期18个月,具有线路长(127公里)、跨越复杂(穿越2处自然保护区)、参建单位多(11家)等特点。该工程试点实施了全要素协同管理路径。组织上,成立了由业主、设计、监理、施工总包、主要供应商组成的协同管理委员会,实行联合办公。流程上,推行设计-采购-施工并行工程,设计完成60%即启动铁塔、导线的长周期采购,压缩采购周期45天。信息上,部署了集成BIM、进度、造价的一体化平台,实现了工程量清单与WBS的自动映射,变更管理的联合评估时间从平均5天压缩至1.5天。资源上,建立了物资需求与施工进度的动态匹配机制,钢材库存降低42%。实施效果:工程实际竣工工期16.5个月,较计划提前1.5个月;实际结算投资11.98亿元,较概算节约6200万元,节资率4.9%;设计变更率较

同类工程下降35%,窝工损失下降58%。该案例验证了全要素协同路径对造价与效率双提升的有效性。

4.3 路径适用性与推广建议

全要素协同路径适用于投资规模大、建设周期长、参建单位多的复杂电力工程,对于小型、简单的改造工程,协同管理的边际效益可能低于实施成本,可简化应用。推广建议包括:分阶段推进,先在项目策划阶段引入协同理念,逐步扩展至设计、采购、施工全过程;分层次推广,在大型项目中先行试点,形成可复制的经验和模板后向中小项目辐射;建立激励机制,对在协同管理方面取得显著成效的企业和项目给予信用加分、评优优先等政策倾斜;持续迭代优化,建立协同管理成熟度评价模型,引导企业从初始级向可重复级、已定义级、量化管理级、优化级逐级提升。

结束语

电力工程造价与效率双提升是行业高质量发展的内在要求。本文从全要素协同视角出发,系统分析了造价与效率的耦合关系,识别了影响双提升的核心要素,构建了涵盖组织、流程、信息、资源四维度的协同管理框架与实施路径。通过打破要素割裂、实现系统整合,可以在降低工程造价的同时提升工程效率,破解传统管理中“成本-效率”的零和困局。未来,随着数字化技术的深度应用,全要素协同将向更精细、更智能的方向演进,为电力工程建设提供更强大的管理赋能。

参考文献

- [1]李磊.电力工程造价管理策略分析[J].电气技术与经济,2023(10):273-275,282.
- [2]陈贻尧.电力工程造价预测与控制[J].模型世界,2023(28):127-129.
- [3]谷芸娟.电力工程造价管理问题及对策研究[J].现代工程科技,2025,4(4):181-184.
- [4]邱妍.基于决策树的电力工程造价异常数据挖掘技术[J].信息记录材料,2026,27(4):114-116.