

# 基于精细化工行业工程总承包项目进度与人工成本管理协调机制的实证分析与研究

刘 骁 (中国中轻国际工程有限公司, 北京 100026)

**摘 要:** 精细化工行业工程总承包 (EPC) 项目周期短、产品迭代快、工艺设备定制化程度高, 进度管理与人工成本控制的协调是盈利关键, 但实践中常脱节。本文研究该行业 EPC 项目的进度、人工成本及协调管理, 结合行业特点、分析案例, 揭示项目管理挑战与风险。在此基础上构建四维协调机制, 包括目标协同与预算弹性设定、动态监控与联合预警、智能排程与资源优化、协同决策与闭环优化。研究结论可为项目优化资源配置、控制人工成本、提升盈利性提供理论与实践参考, 未来可结合大数据与人工智能完善需求预测与智能决策。

**关键词:** 工程总承包 (EPC); 项目进度管理; 人工成本控制; 协调机制

**中图分类号:** F406.7

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1674-5167 (2025) 032-0013-03

## Empirical Analysis and Research on the Coordination Mechanism of Schedule and Labor Cost Management in Engineering and Procurement Contract Projects in the Fine Chemical Industry

Liu Xiao (China Light Industry International Engineering Co., Ltd., Beijing 100026, China)

**Abstract:** The EPC (Engineering, Procurement, and Construction) projects in the fine chemical industry are characterized by short project cycles, rapid product iterations, and high levels of customized process equipment. Coordinating schedule management with labor cost control is crucial for profitability, yet this coordination often falls short in practice. This paper examines the schedule, labor costs, and coordination management of EPC projects in this sector, analyzing industry-specific characteristics and case studies to reveal project management challenges and risks. Building on this, a four-dimensional coordination mechanism is proposed, encompassing goal alignment and flexible budgeting, dynamic monitoring and joint early warnings, intelligent scheduling and resource optimization, and collaborative decision-making with closed-loop optimization. The findings provide theoretical and practical insights for optimizing resource allocation, controlling labor costs, and enhancing profitability. Future research could further integrate big data and artificial intelligence to refine demand forecasting and intelligent decision-making.

**Keywords:** Engineering, Procurement, and Construction (EPC); Project Schedule Management; Labor Cost Control; Coordination Mechanism

精细化工行业项目周期短、产品更新快、工艺设备复杂且定制化程度高, 企业采用工程总承包 (EPC) 模式实施新建或技改项目渐趋普遍。但实际操作中, 进度管理与人工成本控制常脱节。过度追赶工期会采取紧急外聘、突击加班等短期行为, 从而导致人工费用攀升; 而过度控成本削减人力或培训, 会使施工效率低、质量返工、进度延误, 形成恶性循环。这种“投入不明晰、管控相脱节”的情况增加了项目亏损的风险。所以, 在精细化工行业 EPC 项目管理中, 研究进度目标与人工成本管理的协调关系、构建协调机制, 对优化资源配置和保障项目盈利有重要理论与实践意义。

### 1 理论基础与精细化工行业特性

#### 1.1 项目进度管理理论核心

EPC 项目进度管理依赖工作分解结构 (WBS)、关键路径法 (CPM) 和资源平衡技术, 目标是制定可行进度计划 (基线), 并通过动态监控与偏差分析 (如

赢得值法) 确保按时交付。精细化工项目涉及精细工艺设备安装调试和洁净厂房建设, 工序衔接紧密, 关键路径管理尤为重要, 重要性体现在以下四个方面:

①成本控制的核心保障。关键路径管理通过精准识别项目中的最长任务链, 直接决定整体工期。若关键路径延误, 将引发连锁反应: a. 人工与设备成本激增: 延期导致人工待工费、设备租赁费持续累积。b. 资金占用与机会损失: 延迟投产影响资金回笼, 同时错失市场窗口期, 降低投资回报率。②质量与安全的关键防线。精细化工项目涉及高危工艺和复杂设备, 关键路径管理可规避“赶工风险”: a. 专属设备制造周期保障: 如反应器等非标设备设计、采购耗时占关键路径 30% 以上, 仓促制造易引发质量缺陷, 变更或返工亦会导致人工及设备成本的增加。b. 工艺调试完整性: 跳过必要测试环节 (如催化剂活化) 将埋下安全隐患, 关键路径管理确保各环节严格按序执行。③资源优化

配置的决策依据。精细化工项目依赖多专业协同，关键路径分析为资源精准投放提供决策依据：a. 人力资源动态调配：优先保障关键路径上的稀缺工种（如工艺安全工程师），防止非关键任务占用核心资源，优化设计、采购及施工时间安排。b. 供应链协同管理：针对关键设备采购节点（如定制反应釜），提前锁定供应商产能，降低交付延误风险。④风险预警与动态调控的枢纽。关键路径作为项目进度的“晴雨表”，为主动管理提供支撑：a. 风险量化评估：通过浮动时间计算（如总浮动时间 $\leq 7$ 天），识别高风险任务并提前采取干预措施。b. 变更影响即时反馈：当工艺参数调整或法规变更时，快速模拟其对关键路径的影响，为决策提供依据。c. 精细化工项目具有“三高”特性：技术复杂度高：例如连续流工艺需要多装置无缝衔接，关键路径中断将导致全线停产。资源依赖度高：专属设备占项目总投资的40%以上，其进度直接决定项目整体工期。监管风险高：环保验收、安全许可等审批节点处于关键路径，延误将引发合规风险。

## 1.2 人工成本管理理论核心

EPC项目人工成本包括直接劳务费用（自有内部成本、分包工人工资等）和间接相关费用（现场管理、后勤保障等）。其管理核心是科学估算（依据劳动定额或历史数据）、动态预算控制及生产效率优化（实现单位人工成本产出最大化）。精细化工行业项目劳动力构成复杂，需大量特定工艺技能技术工人（如设备安装调试技师、高级焊工），还需考虑高处作业、安全培训等特殊支出成本，其成本构成与供应稳定性对总成本影响大。

## 1.3 协调管理理论

系统论强调项目各要素（范围、质量、成本、进度、资源）之间的相互联系与制约关系。协调理论要求通过建立目标关联、信息共享、协同决策等机制，化解目标冲突，实现整体最优。

## 1.4 精细化工行业 EPC 项目特点

①节奏快、变更多：市场竞争激烈促使项目快速启动、周期严格压缩，且受市场或工艺调整影响，设计变更频繁，对既定进度与人力计划造成冲击。②技能依赖性高：核心设备安装调试、特殊工艺施工高度依赖少数技术骨干，导致人工成本单价高且可替代性低。③人工成本结构复杂：大量采用专业分包队伍，劳务关系多样，管理费、培训费、安全投入等间接成本占比较高，透明度较低。④成本敏感性强：化工行业项目单体利润空间有限，严格控制人工成本至关重要。如神木煤化工公司通过日成本核算和市场导向的柔性生产机制扭亏为盈，鲁北化工通过极致成本节约

措施逆转盈亏，这些案例表明，有效成本管理能助企业应对市场波动，在竞争中保持盈利。

## 2 精细化工行业 EPC 进度与人工成本管理失调现状与风险剖析

当前精细化工行业 EPC 项目管理中，进度目标与人工成本管理普遍存在协调失效问题，表现为：

### 2.1 “赶工陷阱”

为应对上游设计延迟或指令变更致进度滞后，承包商常被动“赶工”。突击投入人力使单价飙升，且因仓促上阵，导致效率低下、返工率攀升，甚至引发安全事故增加赔偿成本，致人工成本指数级增长，侵蚀项目利润。

### 2.2 “资源错配闲置”

工序安排不合理、进度计划缺乏前瞻性与灵活性，易造成不同工种人员进场时间冲突或衔接空档。表现为高峰期人手短缺需紧急增援（推高成本），低谷期人员窝工闲置（隐性浪费），导致劳动力需求曲线波动剧烈，增加管理和摊销成本。

### 2.3 “成本控制滞后割裂”

人工成本管控常仅在“费用报销”层面事后统计，未融入动态进度管理流程。缺乏关键节点人工成本投入效率（如单位工序工时消耗、人工效率指数）实时监控与预警，致成本偏差发现滞后，难有效干预。

### 2.4 “信息孤岛加剧风险”

进度管理部门关注里程碑节点达成，成本（财务）管理部门关注费用额度控制，二者常信息不畅通、目标不一致。若进度状态变化未及时转化为成本影响评估，如未进行成本估算就签发签证，可能使后期结算时实际成本超预期，导致成本约束信息无法有效指导进度计划调整，增大项目整体失控风险。

### 2.5 “非标准化设计风险”

因设计管理部门未实现精细化工设计模块化与标准化，各专业提资数据难统一，导致各阶段设计图纸反复变更、采购数据不精准、提资时间延长，最终使设计及采购阶段人工与采购成本大增。

## 3 进度与人工成本管理协调机制构建

### 3.1 目标协同与预算弹性设定机制

①目标集成规划：项目策划阶段，将进度目标（主计划/里程碑）与人工成本预算一体化集成编制。应用基于活动的人工成本估算技术，结合精细化工项目工序工艺，在进度网络图中明确关键路径活动人工投入计划。②“缓冲预算”设置：识别进度风险高节点（如设计交图、设备到货阶段），设定“可控赶工缓冲预算”（拆解项目不可预见费分配到对应节点）。此预算用于风险触发时保障关键路径的高效赶工措施，避免无



预算约束的恐慌性高价采购。

### 3.2 动态监控与联合预警机制

项目团队通过赢得值管理 (EVM) 融合指标, 定期监控进度偏差 (SV)、成本偏差 (CV), 结合人工效率指数, 确保项目按时完成、质量过关、成本受控。如计算“单位进度价值人工消耗 (ACWP/BCWP)”, 识别进度异常背后的人工成本效率问题, 关注关键路径“黄金工人”投入效率。

联动预警阈值: 设立联动预警点, 当关键工序进度延误超计划时间 X%, 系统提示进度风险, 预估对未来人工需求时段/成本影响, 触发成本超支预警 (预测最终人工成本超基准预算 Y%), 推动管理层尽早决策。

### 3.3 智能排程与资源优化机制

①多约束条件下资源平衡工具应用: 应用项目管理软件 P6 编制和调整项目进度计划时, 以人工成本为核心资源管理, 区分工种、技能等级和成本单价, 实现资源需求规划与平衡。目标是确保关键路径, 削峰填谷使劳动力需求曲线平滑, 减少“紧急采购/窝工”。②设计精细化工“模块化用工池”: 针对精细化工项目, 采用核心与弹性结合的用工策略, 与优质劳务分包商长期合作, 形成可快速调用、具备特定工艺技能的“模块化用工池” (如设备安装突击队)。根据各阶段/工序需求灵活组合模块, 提高调配效率, 降低应急溢价。

### 3.4 协同决策与闭环优化机制

①联席决策会议制度: 设立由项目经理主导, 计划工程师、成本控制经理、主要分包商负责人等参加的定期 (如周/双周) 进度-成本协调会。会上共同审视进度执行报告 (含关键路径)、赢得值报告、人力投入实绩与效率分析、预警信号, 对重大偏差 (如设计变更、业主指令) 集体研判, 共同制定或批准包含进度调整方案及配套人工成本控制措施的纠偏计划。②基于反馈的动态调整: 分析阶段执行结果以优化后续方案。如某次高效赶工经验可提炼为基准方法纳入“缓冲预算”管理库; 若某类型工序人工效率反复低于预期, 则审视定额标准或工艺方法有效性并更新迭代。

## 4 基于精细化工项目的机制应用与效果分析 (案例示意)

以某精细化工企业新建工厂 EPC 项目为例 (总投资约 5 亿, 工期 18 个月), 该项目成功应用协调机制: 目标协同方面, 初期用精细工序分解法结合设备安装调试标准工时库编制预算, 为关键设备联调设“缓冲预算”; 动态监控方面, 项目实施中发现疫情致进口

设备调试专家延迟, 关键调试进度滞后 10%, 监控系统预警, 按原计划追赶进度人工成本超基准 60% 且有签证风险; 协同决策与资源优化方面, 协调会议决定, 一是用部分“缓冲预算”从用工池抽调预备组做本地化准备和预调试, 二是调整非关键路径区域资源投入强度保障调试现场, 三是与供应商协商远程诊断支持协议并调整后续测试批次安排; 效果方面, 虽初期延误, 但仅用少量可控预算 (占总人工成本 0.8%) 达成关键里程碑, 整体人工成本控制在基准预算 +2.5%, 项目按期投产, 避免巨额成本超支和更大延误风险。

## 5 结论与展望

随着我国精细化工产业的不断发展, 精细化工项目的建设也越来越多, 技术含量也越来越高, 设备专属性和施工要求也不断加大。精细化工行业 EPC 项目的成功实施高度依赖于进度目标与人工成本管理的高效协同。二者的脱节管理 (如片面赶工、被动响应、信息割裂) 是造成人工成本投入不明、项目亏损风险增大的关键原因。本研究提出“目标协同与预算弹性”“动态监控与联合预警”“智能排程与资源优化”“协同决策与闭环优化”四维协调机制, 旨在打破进度与成本管理边界, 构建一体化管控体系。机制在精细化工项目实践验证显示, 通过主动规划可控缓冲、实时联动预警、优化资源部署和集体智慧决策, 能提升应对进度风险效率与成本效益, 遏制人工成本失控, 保障项目整体目标均衡达成, 提升企业在复杂 EPC 项目环境中的盈利能力和竞争力。随着大数据分析和人工智能技术进步, 精细化工行业可构建更精准的劳动力需求预测模型和智能协调决策引擎, 深化研究推动行业发展。同时, 推动行业内工时定额库和标准化协调流程共享, 是提升整体管理水平的有效途径。

### 参考文献:

- [1] 王祖和. 项目进度管理 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2018:45-62.
- [2] 李丽红, 张守健. 建设项目人工成本动态控制研究 [J]. 建筑经济, 2020, 41(3):58-62.
- [3] 刘贵应, 黄伟军. EPC 总承包项目进度与成本协同管理机制 [J]. 施工技术, 2019, 48(S1):1234-1237.
- [4] 张水波, 何伯森. 国际工程总承包项目管理模式研究 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2016:118-135.
- [5] 陈立文, 陈敬武. 项目管理中的协调理论与方法 [J]. 技术经济与管理研究, 2017(8):63-67.

### 作者简介:

刘骁 (1984-), 女, 高级工程师, 长期从事工程总承包项目管理。