

# 机电工程总承包项目的成本管控与进度优化研究

李丕明

国能节能技术有限公司 北京 100039

**摘要：**机电工程总承包项目涉及多环节，成本管控与进度优化至关重要。本文阐述成本管控与进度优化的理论基础，包括核心概念、项目特点挑战及协同管理理论。构建成本管控体系，涵盖框架设计、关键要素策略与风险应对。研究进度优化方法，涉及计划编制、压缩调整策略及多目标协同模型。提出成本管控与进度优化的整合实施路径，通过信息集成、组织协同和持续改进实现动态平衡，提升项目整体效益。

**关键词：**机电工程总承包项目；成本管控；进度优化；协同管理；整合实施

引言：机电工程总承包项目在当今建筑领域占据重要地位，涵盖电气、暖通、给排水等多个专业领域，系统复杂且技术集成度高。在项目实施过程中，成本管控与进度优化是两大核心任务，直接关系到项目的经济效益与交付时间。有效的成本管控能避免资源浪费，提升项目利润空间；合理的进度优化可确保项目按时交付，满足业主需求。因此，深入研究机电工程总承包项目的成本管控与进度优化具有重要的现实意义。

## 1 机电工程总承包项目成本管控与进度优化的理论基础

### 1.1 成本管控与进度优化的核心概念

机电工程总承包项目成本管控属系统性管理，核心是用科学方法规划、执行与调整项目全周期资源消耗，确保实际成本契合预算目标<sup>[1]</sup>。它不仅着眼于控制支出，更注重资源高效利用与价值最大化，通过优化配置避免浪费，提升项目整体经济效益。机电工程领域里，成本管控极为重要，项目涵盖设备采购、安装调试、系统集成等环节，各环节成本波动会对整体预算产生放大影响，疏漏可能引发连锁反应致成本失控或工期延误。进度优化聚焦时间维度效率提升，通过合理规划、动态调整和资源协调，缩短项目周期或提高时间利用效率。它包含精准识别关键路径、弹性管理非关键路径以及快速响应突发事件。进度优化要遵循系统性原则，避免盲目压缩工期引发质量风险，也要防止过度保守造成资源闲置。成本管理 with 进度优化关联紧密，成本增加可助力进度提前，进度延误可能引发额外成本，二者需协同管理实现动态平衡。

### 1.2 机电工程总承包项目的特点与挑战

机电工程总承包项目具有显著的系统复杂性，涵盖电气、暖通、给排水、消防等多个专业领域，各专业之间存在紧密的接口关系与技术依赖性。这种复杂性导致成本与进度的管理难度显著增加，例如设计阶段的方案

变更可能同时影响材料采购成本与施工进度，而施工阶段的交叉作业若协调不当，则可能引发返工或窝工现象。技术集成度高的特点进一步加剧了管理挑战，智能化系统的应用要求更高的技术标准与更精密的调试流程，任何技术环节的疏漏都可能造成成本增加或工期延误。资源约束与动态环境是另一大挑战。机电工程所需材料与设备种类繁多，供应链的稳定性直接影响成本与进度。市场价格波动、供应商交货延迟或运输环节的中断均可能导致成本上升或施工中断。项目执行过程中常面临设计变更、政策调整或不可抗力等动态因素，这些因素要求管理者具备快速决策与资源重新分配的能力，否则易陷入被动局面。

### 1.3 成本与进度的协同管理理论

成本与进度的协同管理需依托科学的理论模型。成本-进度权衡模型通过量化二者的关系，为决策提供依据。生命周期成本理论强调从项目规划到运营维护的全周期视角，评估不同方案的成本效益。例如，选择高性价比材料虽可能增加初期成本，但能降低后期维护费用，从而优化全生命周期成本。动态控制理论则强调在项目执行过程中持续收集数据、对比目标与实际偏差，并通过调整资源分配或工艺流程实现动态平衡。该理论要求管理者具备实时监控能力与快速响应机制，以应对项目执行中的不确定性。

## 2 机电工程总承包项目成本管控体系构建

### 2.1 成本管控的框架设计

成本管控框架需覆盖项目全生命周期，从规划阶段的目标设定到执行阶段的动态控制。目标成本设定需基于市场调研、历史数据与项目需求，通过自上而下与自下而上相结合的方式确定合理预算<sup>[2]</sup>。分解方法可采用工作分解结构（WBS），将总成本逐级分配至各专业、各工序，形成可追溯的成本单元。例如，将电气系统成本分

解为电缆采购、设备安装、调试测试等子项，确保每项成本均有明确责任主体。动态监控机制依赖信息化工具，通过实时采集成本数据并与计划值对比，识别偏差趋势。偏差分析需区分正常波动与异常偏差，针对后者需深入分析原因并制定纠正措施。例如，若材料成本超支源于采购价格波动，可考虑与供应商重新谈判或调整采购计划；若因施工效率低下导致人工成本增加，则需优化工序安排或加强技能培训。

## 2.2 关键成本要素管理策略

人工成本管控需关注技能匹配与效率提升。通过培训提升工人技能水平，减少因操作不熟练导致的返工或材料浪费。采用弹性用工制度，根据工期需求动态调整劳动力投入，避免窝工或赶工成本。例如，在施工高峰期增加临时工，在非关键阶段减少用工规模，实现劳动力资源的优化配置。材料成本管控需优化供应链与库存管理。与优质供应商建立长期合作，通过批量采购降低单价，同时利用信息化手段实现库存动态监控，避免积压或缺货。例如，采用JIT（准时制）库存管理模式，根据施工进度计划精准安排材料到货时间，减少库存占用资金与仓储成本。设备成本管控需权衡租赁与购置的利弊。短期项目宜采用租赁模式以降低初始投入，长期项目则需评估设备残值与使用频率，选择经济性更高的购置方案。例如，对于使用频率低且技术更新快的设备，租赁更具成本优势；对于高频使用且技术稳定的设备，购置则能降低长期使用成本。

## 2.3 成本风险识别与应对

成本风险源于内部管理缺陷与外部环境变化。设计变更是常见内部风险，需通过严格的设计审查与变更管理流程控制其影响。例如，建立变更评估机制，对每项变更的成本、进度影响进行量化分析，仅允许必要变更通过审批。市场波动属于外部风险，可通过签订固定价格合同或设置价格调整条款转移部分风险。合同条款设计是风险转移的重要手段，例如在分包合同中明确质量标准与违约责任，避免因分包商失误导致成本增加。风险缓解策略包括建立应急储备金、购买工程保险或采用多元化供应商策略，以降低单一风险源的影响程度。

## 3 机电工程总承包项目进度优化方法研究

### 3.1 进度计划编制技术

网络计划技术是进度编制的核心工具，通过绘制活动网络图明确各工序的逻辑关系与时间参数。关键路径法（CPM）可识别影响总工期的关键活动，为资源优先配置提供依据<sup>[3]</sup>。计划评审技术（PERT）通过引入“最快可能、正常情况、最慢可能”三种时间预估方式，量

化工期不确定性，为风险应对提供数据支持。改进方向包括结合BIM技术实现三维进度模拟，或引入人工智能算法优化网络图结构，提升计划编制的精准度与可操作性。比如，借助BIM技术开展三维进度模拟，能提前发现工序冲突20处，优化施工顺序后，预计可缩短工期3天。资源优化配置需结合关键路径分析，通过调整非关键活动的开始时间或资源投入，实现资源均衡利用，避免局部资源过载或闲置。

### 3.2 进度压缩与调整策略

快速跟进与赶工是常用的进度压缩手段。快速跟进通过并行开展原本顺序进行的活动缩短工期，但可能增加返工风险，需谨慎评估技术可行性。赶工则通过增加资源投入加速关键活动，但需权衡成本增加与工期缩短的效益。例如，在关键路径上增加夜班施工，投入人力20人，调用备用设备5台，成本增加15万元，工期缩短2天。缓冲时间设置是应对不确定性的重要方法，在关键路径末端设置项目缓冲，在非关键路径与关键路径交汇处设置接驳缓冲，为进度波动提供缓冲空间。动态调整机制要求定期更新进度数据，重新计算关键路径与缓冲消耗情况，及时触发调整措施，如重新分配资源或优化施工顺序。

### 3.3 多目标协同优化模型

成本、进度与质量是项目管理的三大核心目标，需通过协同优化实现平衡。构建平衡框架需明确各目标的优先级与约束条件，例如在质量标准不可妥协的前提下，通过成本-进度权衡模型寻找最优解。资源分配逻辑需基于目标优先级，对关键活动优先保障资源投入，对非关键活动采用弹性管理策略。多目标优化可引入数学规划方法，通过建立目标函数与约束条件，求解满足多目标要求的最优方案，或采用层次分析法确定各目标的权重，为决策提供量化依据。例如，在资源有限的情况下，通过调整非关键活动的资源投入，确保关键活动按计划推进，同时控制成本与质量风险，预计可实现成本降低10万元，工期缩短1天，质量合格率保持在95%以上。

## 4 成本管控与进度优化的整合实施路径

### 4.1 信息集成与数据共享机制

BIM技术作为成本与进度联动管理的强大技术支撑，有着不可替代的重要作用。构建三维模型时，将成本数据与进度信息深度融合集成，能达成全方位可视化监控与精准动态分析。借助这一模型，项目各环节的成本与进度状况得以清晰呈现，管理者可直观洞察项目运行态势<sup>[4]</sup>。数字化管理平台必须具备高效的数据采集、深度分析与广泛共享功能。借助移动终端或物联网设备，能实

时采集现场数据，经系统处理自动生成详尽的成本与进度报告，为管理者快速决策提供有力支持。平台架构采用模块化设计，方便根据不同规模项目需求进行功能扩展与系统集成，增强平台的适应性与灵活性。在信息集成过程中，要注重数据的准确性与及时性。只有准确的数据才能为成本与进度分析提供可靠依据，及时的数据能确保管理者第一时间掌握项目动态。同时，数据共享要遵循一定的权限规则，保障信息安全，避免信息泄露给项目带来潜在风险。通过不断优化信息集成与数据共享机制，能进一步提升成本管控与进度优化的协同效果，推动项目顺利开展。

#### 4.2 组织协同与流程优化

跨部门协作在整合成本与进度管理中占据核心地位。设计、采购、施工一体化模式能够有效打破部门之间的壁垒，实现信息的无缝共享与协同决策。在这一模式下，各部门不再是孤立运作，而是紧密相连、相互配合。设计阶段让采购与施工团队参与其中，能提前发现材料可获得性与施工可行性方面的问题，将潜在风险扼杀在萌芽状态，避免后期变更引发成本增加或工期延误等不良后果。流程标准化是提升管理效率的重要手段。制定统一的操作规范与文档模板，能减少沟通环节中的信息偏差，降低错误发生率，使各项工作有序开展。而敏捷响应机制强调保留一定流程灵活性，面对突发问题，能够迅速调整计划、合理调配资源，确保决策及时有效，避免因流程僵化而错失解决问题的最佳时机。通过不断优化组织协同与流程，能营造良好的项目运行环境，促进成本管控与进度优化的深度融合。

#### 4.3 持续改进与动态调整体系

反馈循环机制是持续改进的坚实基础。定期对项目执行情况进行全面复盘，深入总结经验教训，形成系统知识库，为后续项目提供宝贵参考。经验教训库采用结

构化存储方式，详细记录成本超支原因、进度延误事件及相应应对措施，支持按关键词精准检索与案例智能匹配，方便管理者快速获取所需信息。弹性管理策略要求管理者具备较强环境适应能力。通过建立科学合理的风险预警指标体系，提前敏锐识别潜在风险，并制定切实可行的预案，增强项目应对风险的能力<sup>[5]</sup>。动态调整体系紧密结合项目实际进展，定期评估成本与进度目标的达成情况。一旦发现目标偏离，及时触发调整措施，对成本与进度进行合理调控，确保项目始终处于可控状态。通过持续改进与动态调整，能不断提升项目管理的水平，实现成本与进度的最佳平衡。

#### 结束语

机电工程总承包项目的成本管控与进度优化是一个复杂且系统的工程。通过构建完善的成本管控体系，从框架设计到关键要素管理，再到风险识别与应对，全方位把控成本。运用科学的进度优化方法，合理编制计划、灵活调整策略并实现多目标协同。整合实施路径中，信息集成实现数据共享，组织协同打破部门壁垒，持续改进保障动态调整。多举措协同推进，能有效实现成本与进度的动态平衡，提升项目整体管理水平与效益。

#### 参考文献

- [1]孙维龙.机电设备工程中的成本控制策略[J].电子技术,2023,52(04):242-243.
- [2]杨红春.BIM技术在机电安装工程成本控制中的应用[J].房地产世界,2023(06):142-144.
- [3]魏巧春.工程总承包模式下机电工程成本控制浅析[J].江西建材,2022(12):438-439.
- [4]徐磊.机电安装工程成本管理与造价控制分析[J].房地产世界,2021(4):57-59.
- [5]于刚.基于建造信息管理的机电工程成本精细化控制管理[J].智能建筑与智慧城市,2021(7):88-89.