

# 城市轨道交通土建工程成本管理措施

梁 昊 肖张龙

山东齐通工程检测有限公司 山东 济南 250000

**摘要：**城市轨道交通土建工程成本管理需贯穿全生命周期。决策阶段应科学规划线路与站点，优化建设标准；设计阶段推行限额设计与BIM技术比选，减少冗余功能；施工阶段强化动态成本监控，利用挣值分析协同控制进度与成本，通过集中采购、新技术应用降低材料与机械费用；竣工阶段建立标准化审计流程，开展成本后评价以反馈经验。同时，需建立风险预警机制，协调多主体利益，提升信息化管理水平。

**关键词：**城市轨道交通；土建工程；成本管理措施

引言：随着城市化进程加速，城市轨道交通作为缓解交通压力、提升城市运行效率的关键基础设施，其建设规模持续扩大。然而，土建工程因地质条件复杂、施工周期长、技术要求高及多主体协同难等特点，成本超支、动态管控不足等问题频发，直接影响项目经济效益与社会效益。因此，构建覆盖全生命周期、融合动态控制与数字化技术的精细化成本管理体系，成为保障轨道交通工程高质量建设与可持续运营的核心需求。

## 1 城市轨道交通土建工程成本构成与影响因素

### 1.1 土建工程成本构成

(1) 直接成本：作为成本核心组成，直接贯穿施工全流程，涵盖材料、人工、机械及施工措施费。材料费用占比最高，包括混凝土、钢筋、防水材料等主材及各类辅材，其价格波动直接影响成本基数；人工费用与施工规模、技术难度相关，涉及支护、浇筑、安装等多工种作业；机械费用含大型设备租赁、运维等，如盾构机、起重机等关键设备的使用成本占比显著；施工措施费用于保障施工安全与进度，包括临时支护、降水、交通导改等费用。(2) 间接成本：为工程顺利推进提供保障，主要包括管理费、规费、税费及风险预留金。管理费涵盖项目管理人员薪酬、办公经费、现场管理等费用；规费为法定缴纳的各类费用，如工程定额测定费、社会保险费等；税费按国家相关规定缴纳，主要为增值税及附加；风险预留金用于应对施工中突发风险，如地质条件突变、材料价格暴涨等不可预见因素。

### 1.2 关键影响因素分析

(1) 外部因素：核心影响源自地质条件、政策变动及市场价格波动。地质条件是基础制约因素，复杂地质如软土、溶洞、断层等会增加施工难度与成本；政策变动涉及环保要求提升、征地拆迁标准调整等，直接影响施工方案与费用；市场价格波动主要体现在建材、人工、

设备租赁价格的起伏，受宏观经济、供应链状况等因素影响。(2) 内部因素：聚焦项目实施过程中的可控环节，包括设计变更、施工组织、技术方案选择及管理水平。设计变更易导致返工、材料浪费，增加额外成本；施工组织的科学性直接影响效率，合理的进度规划、资源配置可降低损耗；技术方案选择需平衡质量与成本，先进适用技术可提升效率、减少投入；管理水平体现在成本管控、质量安全管理等方面，高效管理能有效规避浪费与风险<sup>[1]</sup>。

### 1.3 成本管理核心挑战

(1) 成本超支的普遍性：据行业数据显示，国内近半数城市轨道交通土建项目存在不同程度的成本超支，平均超支幅度达8%-15%，主要源于前期估算不足、风险预判不充分等。(2) 动态调整能力不足：施工过程中各类因素动态变化，但现有成本管理多依赖静态预算，缺乏实时数据支撑与灵活调整机制，难以快速响应市场波动、地质突变等变化。(3) 多主体利益协调困难：项目涉及建设、设计、施工、监理等多个主体，各主体利益诉求存在差异，易在成本分摊、变更签证等环节产生分歧，协调成本高，影响成本管控效率。

## 2 城市轨道交通土建工程成本管理理论框架

### 2.1 全生命周期成本管理理论

全生命周期成本管理理论以工程全流程为管控范畴，核心在于凸显决策、设计、施工、运维各阶段的成本关联性，实现全周期成本最优。决策阶段作为成本管控源头，其项目可行性分析、投资估算直接决定成本基线，合理的线路规划、站点选址可规避后期高成本调整；设计阶段是成本控制关键，方案优劣对总成本影响达70%以上，需兼顾技术可行性与经济合理性，避免过度设计或功能缺失；施工阶段通过精细化管理把控实际支出，减少浪费与返工，同时为运维阶段预留便利；运维阶段成本占

全生命周期成本的40%~60%，前期设计与施工的合理性直接影响运维难度与费用，各阶段需形成协同管控闭环。

## 2.2 动态控制原理

(1) PDCA循环在成本监控中的应用：将计划(Plan)、执行(Do)、检查(Check)、处理(Act)循环贯穿成本管理全过程。计划阶段制定精准的成本预算与管控目标；执行阶段严格按预算推进施工，实时记录实际成本数据；检查阶段对比实际成本与预算的差异，分析偏差成因；处理阶段总结经验教训，将有效措施标准化，针对问题制定改进方案并纳入下一循环，实现成本管控的持续优化<sup>[2]</sup>。

(2) 偏差分析与纠偏机制：偏差分析聚焦量差、价差、效率差等核心维度，通过对比实际工程量、材料价格、人工效率与计划值，精准定位偏差来源，如材料价格暴涨、施工工艺不合理等；纠偏机制需具备时效性与针对性，针对正向偏差(成本节约)总结推广经验，针对负向偏差(成本超支)采取调整施工方案、优化资源配置、协商材料采购价格等措施，及时遏制成本失控趋势。

## 2.3 价值工程理论

价值工程理论以“价值=功能/成本”为核心，通过功能分析与成本优化实现价值最大化。在城市轨道交通土建工程中，功能分析需明确工程核心需求，如车站的通行能力、结构安全性、运营便利性等，剔除冗余功能；成本优化需在保障核心功能的前提下，降低非必要支出。以车站结构选型为例，某城市轨道交通项目通过功能分析，对比框架结构、剪力墙结构、钢结构的功能适配性与成本，最终选用装配整体式框架结构，在保障结构稳定性与施工效率的基础上，减少材料损耗与人工成本，实现功能与成本的最优匹配，项目车站建设成本降低12%左右。

## 2.4 风险管理理论

(1) 成本风险识别：采用文献分析、现场勘查、专家论证等多种方法，全面识别工程各阶段潜在的成本风险，核心风险包括地质风险(如软土、溶洞、断层导致的施工返工、设备损耗)、政策风险(如环保标准提升、征地拆迁政策调整导致的成本增加)、市场风险(如建材价格波动、人工短缺)、技术风险(如施工工艺不成熟导致的效率低下)等，形成系统化的风险清单。(2) 成本风险应对策略：针对不同风险类型制定差异化措施。地质风险可通过前期详细勘察优化施工方案，预留风险准备金，配备应急施工设备；政策风险需加强政策研判，提前与相关部门沟通协调，将政策变动影响纳入成本预算；市场风险可采用长期协议采购、套期保值等方式锁定价格，建立市场价格监测机制；技术风险通过前期技术论证、试点施工、储备替代技术等方式规避，确保工程推

进与成本管控不受影响<sup>[3]</sup>。

## 3 城市轨道交通土建工程成本管理关键措施

### 3.1 决策与设计阶段措施

(1) 基于BIM的方案比选与成本预测：借助BIM技术构建三维可视化模型，整合地质勘察、线路规划、站点设计等多维度数据，实现不同设计方案的可视化对比。通过模型模拟施工流程，精准测算各方案的工程量、材料用量及人工、机械成本，提升成本预测精度。同时，利用BIM的协同功能，推动设计、造价、施工等多方提前介入，及时发现方案中的冲突与优化空间，避免后期设计变更导致的成本增加，为决策阶段的投资估算提供科学依据。(2) 限额设计制度的实施路径：以批准的投资估算为核心约束，明确各专业、各阶段的成本限额指标，将限额分解至分项工程及设计节点。建立“估算-概算-预算”三级管控体系，强化设计过程中的成本审核，对超限部分实行严格的审批流程，要求设计人员通过优化技术方案、精简冗余功能等方式回归限额。同时，建立限额设计考核机制，将成本控制成效与设计团队绩效挂钩，倒逼设计人员树立“技术+经济”一体化理念，从源头把控成本。

### 3.2 招投标阶段措施

(1) 合理低价中标法的优化应用：摒弃单纯以最低报价为中标的唯一标准，构建“价格+技术+信誉”的综合评审体系。在招标文件中明确工程质量、工期、安全等核心要求，对投标单位的技术方案可行性、履约能力、过往项目业绩进行严格审核。通过量化评分平衡价格竞争力与履约可靠性，避免低价中标单位为保障利润而偷工减料、推诿责任，确保中标价格合理且工程质量可控。(2) 清单计价模式下的风险分配机制：基于工程量清单计价规范，明确业主与施工单位的风险责任边界。将地质条件异常、政策法规变动等不可预见的风险归责于业主，由业主承担相应成本；将施工工艺选择、现场管理效率等可控风险归责于施工单位，倒逼其提升管理水平。同时，在合同中约定风险调整条款，针对材料价格大幅波动等情况制定明确的调价公式，实现风险合理分担，减少招投标阶段的争议与后期索赔<sup>[4]</sup>。

### 3.3 施工阶段措施

(1) 动态成本数据库的建立与更新：整合项目施工过程中的各类成本数据，包括材料采购价格、人工薪酬、机械租赁费用、签证变更费用等，构建动态成本数据库。依托信息化平台实现数据实时录入、分类统计与动态更新，同步对接市场价格监测系统，及时捕捉建材、人工等价格波动信息。通过数据库分析掌握成本变化趋

势,为成本偏差预警、资源优化配置提供数据支撑,提升成本管控的精准性。(2)挣值分析(EVM)在进度-成本协同控制中的应用:引入挣值分析方法,通过计算计划工作量预算费用(BCWS)、已完成工作量预算费用(BCWP)、已完成工作量实际费用(ACWP),精准衡量进度偏差(SV)与成本偏差(CV)。基于分析结果判断项目是否存在进度滞后、成本超支等问题,追溯偏差成因,针对性制定纠偏措施,如优化施工进度计划、调整资源投入强度等,实现进度与成本的协同管控,避免两者脱节导致的成本浪费<sup>[5]</sup>。(3)材料集采与供应链金融创新:推行大宗建材集中采购模式,通过规模化采购提升议价能力,降低采购价格与物流成本;建立战略供应商合作机制,保障材料质量与供应稳定性。同时,引入供应链金融工具,如应收账款保理、订单融资等,缓解施工企业资金压力,优化付款周期,减少因资金周转不畅导致的材料积压或供应中断,降低资金使用成本与供应链风险。

#### 3.4 竣工结算阶段措施

(1)审计流程标准化与争议解决机制:制定标准化的竣工结算审计流程,明确审计范围、审核标准、时间节点及各主体职责,规范工程量核对、签证变更审核、费用计取等关键环节。建立多层次争议解决机制,对结算过程中出现的工程量争议、价格分歧等,先通过协商沟通解决;协商无果的,引入第三方专业机构进行鉴定,避免争议拖延导致的成本追加与工期延误。(2)成本后评价与经验反馈体系:竣工后开展全面的成本后评价,对比实际成本与预算成本、估算成本的差异,分析偏差成因,总结各阶段成本管理的经验与不足。建立经验反馈机制,将后评价结果整理形成案例库与管理手册,应用于后续项目的决策、设计、施工等阶段,实现成本管理经验的传承与优化,持续提升项目成本管控水平。

#### 3.5 数字化工具应用

(1)BIM+GIS技术在土方量计算中的精度提升:融合BIM的三维建模能力与GIS的地理空间分析功能,构建

包含地形、地质信息的一体化模型。通过模型进行土方量精准计算,规避传统二维图纸计算中的误差;同时,模拟土方开挖、运输的最优路径,减少土方倒运次数与运输成本,提升土方工程的施工效率与成本管控精度,相比传统方法可使土方量计算误差降低10%以上。(2)智能监控系统对机械台班效率的实时管理:在施工机械上安装智能监控终端,集成定位、油耗、工时等监测功能,通过物联网技术实现数据实时传输。后台系统对机械台班效率进行动态分析,监控机械闲置、过度能耗等问题,及时发出预警并优化调度方案。通过智能管理减少机械无效作业时间,提升台班利用率,降低机械租赁与能耗成本,助力施工阶段成本精细化管控。

#### 结束语

城市轨道交通土建工程成本管理是一项系统性工程,需以全生命周期视角统筹规划,强化动态监控与风险预判能力。通过融合限额设计、BIM技术、挣值分析等创新方法,优化资源配置,降低施工浪费;借助数字化工具实现成本数据实时共享与智能决策,提升管理效能。同时,需加强多主体协同,完善利益分配机制,形成“技术-经济-管理”一体化管控模式。唯有如此,才能有效应对成本挑战,推动轨道交通建设向高效、经济、可持续方向迈进。

#### 参考文献

- [1]赵毅.城市轨道交通土建工程成本管理措施[J].四川建材,2021,47(10):211-212.
- [2]杨凯宇.城市轨道交通土建工程成本管理策略[J].智能城市,2021,7(2):107-108.
- [3]马蕾.城市轨道交通土建工程成本管理控制措施[J].工程管理与技术探讨,2022,4(5):59-61.
- [4]刘雨遥.城市轨道交通土建工程成本管理探讨[J].城市建设理论研究(电子版),2023,(20):57-59.
- [5]张楠.浅析城市地铁土建施工成本管理与控制[J].环渤海经济瞭望,2023,(3):159-161.