

市政给排水工程全生命周期成本控制分析

刘俊¹, 张辉²

1. 山东华德市政工程集团有限公司, 山东 青岛 266000

2. 青岛安博劳务工程有限公司, 山东 青岛 266000

DOI:10.61369/UAID.2024100009

摘要： 本文系统分析了市政给排水工程规划设计期、施工建设期、运营维护期及更新改造与报废期的全生命周期过程，深入剖析直接成本与间接成本构成，针对性提出各阶段成本控制策略与方法。旨在为市政给排水工程全生命周期成本控制提供理论参考与实践指导，助力降低项目成本，提高资源利用效率。

关键词： 市政给排水工程；全生命周期；成本控制

Analysis of Life Cycle Cost Control in Municipal Water Supply and Drainage Engineering

Liu Jun¹, Zhang Hui²

1. Shandong Huade Municipal Engineering Group Co., Ltd. Qingdao, Shandong 266000

2. Qingdao Anbo Labor Engineering Co., Ltd. Qingdao, Shandong 266000

Abstract： This paper systematically analyzes the entire life cycle process of municipal water supply and drainage engineering, including planning and design, construction, operation and maintenance, renovation and scrap periods. It provides an in-depth examination of both direct and indirect costs and proposes targeted cost control strategies and methods for each stage. The aim is to offer theoretical references and practical guidance for life cycle cost control in municipal water supply and drainage engineering, helping to reduce project costs and improve resource utilization efficiency.

Keywords： municipal water supply and drainage engineering; full life cycle; cost control

引言

传统的市政给排水工程建设与管理往往聚焦于施工阶段的成本控制，忽视项目全生命周期的系统性规划，导致工程出现前期规划不合理、运营维护成本居高不下、资源浪费严重等问题，不仅增加了政府财政负担，也制约了城市基础设施建设的高质量发展。在“双碳”目标与精细化管理的政策导向下，市政给排水工程面临着降低能耗、提升效率、优化资源配置的新挑战。全生命周期成本控制理念的引入，打破了传统分段式管理的局限，强调从规划设计、施工建设到运营维护、更新改造的全过程成本统筹。通过对各阶段成本构成的深度剖析与科学管控，能够有效避免因决策失误、管理粗放引发的成本失控，实现工程经济效益与社会效益的最大化。本文深入探讨市政给排水工程全生命周期成本控制策略与方法，旨在为行业提供一套系统、科学的成本管理框架，助力解决工程建设与运营中的成本痛点。

一、市政给排水工程全生命周期解析

（一）规划设计期

市政工程建设具有涉及范围广、社会影响大的特点，因此必须从城市政治经济发展的宏观角度出发，充分参考区域环境、施工条件以及工程施工对市民生活的影响，深入研究项目的合理性后再进行决策。传统造价控制理论普遍重视招投标阶段和施工阶段的造价管理工作，但近年来的调查资料显示，项目决策与初步设计影响工程投资额的可能性在75% ~ 90%左右，可见项目前期规划是否可行对工程造价的决定性作用^[1]。规划设计期对市政给排水工程全生命周期成本控制起着关键的前置性影响，城市水

资源规划与给排水需求预测需充分结合城市人口增长趋势、产业布局调整等因素，精准判断给排水规模，防止过度规划造成资源闲置浪费或规划不足导致后续反复扩建增加成本。管网布局优化方面，要综合考虑地形地貌、地质条件以及现有基础设施分布情况，科学规划管网走向与布局，最大程度减少管网铺设长度与施工难度，降低建设成本^[2]。在设计环节，工艺技术方案选型需对比不同处理工艺在初期投资与长期运行成本上的差异，权衡利弊选择最优方案；设备选型则应兼顾设备性能、采购价格以及后期维护成本，避免因盲目追求高性能而忽视成本因素。

（二）施工建设期

施工建设期的成本构成较为复杂，材料成本受市场价格波动

影响显著，管材、管件、设备等采购费用在总成本中占比较大。人工成本与施工工期长短、人员工作效率紧密相关，合理安排施工人员数量与工作任务，提高施工效率，能有效控制人工成本支出。机械成本涵盖施工设备租赁、使用及维护费用，合理调配设备使用，做好设备维护保养，可降低机械成本。施工建设期成本控制的关键在于优化施工组织设计，通过合理安排施工顺序、科学规划施工进度，避免出现窝工、返工现象；同时要严格把控工程变更管理，规范变更审批流程，减少因工程变更产生的额外成本^[3]。

（三）运营维护期

运营维护期是市政给排水工程成本持续支出的阶段，能耗成本主要来源于水泵、污水处理设备等运行过程中的电力消耗，通过技术手段提高设备能效、优化运行参数，可降低能耗成本。药剂成本涉及水处理过程中添加的各类药剂费用，合理控制药剂使用量、选择性价比高的药剂产品，有助于节约成本。设备维护成本包括定期检修、零部件更换等费用，建立科学的设备维护计划，及时发现并处理设备故障，能延长设备使用寿命，降低维护成本。在运营维护期，可通过智能化监测设备运行状态，实现设备运行管理的节能降耗；同时合理配置运营维护人员数量，加强人员操作技能培训与管理，提高人员工作效率，从而降低运营维护成本^[4]。

（四）更新改造与报废期

更新改造与报废期的成本控制围绕设施的后续处置展开，当出现技术更新换代，老旧设备与落后工艺无法满足当前需求时，或是设施因老化损坏严重，修复成本过高时，就需要进行更新改造。在更新改造前，需深入分析不同改造方案的成本效益，选择最经济合理的方案^[5]。对于达到使用寿命或失去使用价值的设施，进行报废处理时，要依据科学的评估标准判断设施剩余使用价值与维护成本，确定是否报废。在报废设施处理过程中，规范报废设备、材料的回收流程，实现资源再利用，既能降低处置成本，又符合环保要求。

二、全生命周期成本构成剖析

（一）直接成本

直接成本是市政给排水工程全生命周期中可直接计入项目成本的部分，具有直观性与可计量性。工程建设成本作为直接成本的重要组成，贯穿规划设计期与施工建设期，涵盖从项目前期调研、可行性研究，到设计方案落地、材料设备采购、施工建设全过程的费用支出。其中材料设备采购占据较大比重，不同材质、规格的管材，性能各异的给排水设备，其价格差异直接影响工程成本。施工建设过程中的人工费用、机械租赁与使用费用，也会因施工工艺复杂程度、工期长短而产生波动^[6]。运营成本则主要体现在运营维护期，是维持工程正常运转的持续性支出。能源消耗成本如水泵运行、污水处理设备运转所需的电力，药剂成本在水质净化处理环节的投入，设备维护成本包括日常检修、零部件更换，以及人员工资福利等，这些成本随着工程运行时间的延长

持续累加，对工程全生命周期成本控制有着重要影响。

（二）间接成本

间接成本虽不直接构成工程实体，但与项目建设、运营紧密相关，是不容忽视的成本组成部分。管理成本贯穿工程全生命周期，涉及项目管理团队组建、人员培训、办公场地租赁、行政办公费用等。科学的管理架构与高效的管理流程能降低管理成本，反之则可能导致资源浪费、效率低下，增加管理成本支出。社会环境成本具有潜在性与长期性特点。市政给排水工程建设施工可能对周边环境造成破坏，如施工噪音污染、土壤与水体破坏，由此产生环境修复成本；工程运营过程中若出现污水泄漏、水质不达标等情况，引发社会负面效应与后续治理成本；此外工程建设对周边居民生活、交通产生的影响，可能带来的补偿成本等，这些都属于社会环境成本范畴，对工程全生命周期成本控制形成挑战^[7]。

三、成本控制策略与方法

（一）规划设计阶段

规划设计阶段是市政给排水工程成本控制的“先行棋”，其决策质量直接奠定项目全生命周期成本基础。在前期筹备中，需构建多维度数据收集体系，除城市人口增长、产业发展规划等宏观数据外，还应深入调研区域地质条件、现有管网布局缺陷、历史用水高峰数据等，运用数学模型与大数据分析技术，精准预测未来 10-20 年给排水需求。例如通过构建灰色预测模型，可有效预测城市扩张过程中的用水缺口，避免因规划滞后导致的二次管网扩建成本^[8]。在方案设计环节，建立系统性比选机制，组织技术、经济、环境领域专家，从技术可行性、全生命周期成本、环境友好性等六个维度对不同方案进行量化评分。以污水处理厂工艺选型为例，对比传统活性污泥法与新型 MBR 膜处理工艺，前者建设成本低但占地面积大、能耗高，后者虽初期投资高，但运行成本低、出水水质优。通过价值工程分析，可确定与项目定位匹配的最优方案。同时引入 BIM（建筑信息模型）技术进行管线综合设计，提前规避设计冲突，减少施工阶段因设计缺陷导致的成本浪费。

此外建立“业主 - 设计单位 - 造价咨询”三方协同机制，要求设计单位在每个设计节点提交成本概算，通过限额设计将工程造价控制在合理区间。如某城市新区给排水管网设计中，通过严格的成本反馈机制，将管网铺设成本降低 12%，同时保证设计方案满足防洪排涝与供水安全需求。

（二）施工建设阶段

施工建设阶段作为成本投入的“主战场”，需构建全方位、动态化的成本管控体系。在招标管理环节，推行“资格预审 + 技术标评审 + 商务标比价”的三维评标模式，重点考察施工单位的技术实力、类似项目业绩及成本控制能力。通过建立供应商数据库，引入电子招标平台，实现材料设备采购的阳光化与透明化。某市政管网工程通过公开招标，将 PE 管材采购成本降低 15%，同时与优质供应商签订长期战略合作协议，锁定材料价格波动风

险。施工过程中,运用 Project、Primavera 等项目管理软件进行进度模拟与资源优化配置,制定精细化的施工进度计划,将关键线路工期压缩 5%~8%。建立“日巡查、周例会、月结算”的现场管理制度,严格控制工程变更。对于必要变更,需由施工、监理、业主三方联合进行成本效益评估,通过变更台账系统实时跟踪变更成本^[9]。如某污水处理厂建设中,通过严格的变更管理,将工程变更成本控制在合同价的 3% 以内,远低于行业平均水平。同时引入物联网技术构建智慧工地管理系统,对施工机械运行状态、材料消耗、人员工时等数据进行实时采集与分析。通过智能电表监测设备能耗,结合施工进度调整设备运行参数,实现节能降耗;利用地磅称重系统与 BIM 模型联动,实时监控材料用量,避免超额浪费。

(三) 运营维护阶段

运营维护阶段的成本控制需从“被动维修”转向“主动管理”,构建智能化、精细化的运维体系。引入智慧水务管理平台,通过物联网传感器实时监测水泵流量、压力、水质等参数,运用机器学习算法建立设备运行模型,预测设备故障并自动生成维护计划。某城市供水公司通过该系统,将水泵能耗降低 18%,设备故障率下降 30%。建立全生命周期设备管理档案,采用“预防性维护+状态检修”相结合的模式,对关键设备实施定期检测与性能评估^[10]。例如对污水处理厂的曝气系统进行在线监测,根据溶解氧浓度自动调节曝气量,在保证处理效果的同时降低能耗。推行“一人多岗、一岗多能”的复合型人才培养模式,通过定期技能培训与绩效考核,优化人员配置。某中型污水处理厂通过人员整合,将运营人员数量减少 20%,人均劳动生产率提升 35%。

积极探索新技术应用,如采用纳米陶瓷涂层技术延长管道使用寿命,使用生物酶制剂替代传统化学药剂降低污水处理成本。建立能耗成本对标体系,与行业先进水平对比分析,定期发布节能降耗专项报告,持续优化运营成本。

(四) 更新改造与报废阶段

更新改造与报废阶段的成本控制核心在于科学决策与资源再

利用,建立设施健康度评估模型,从设备运行效率、维修频率、能耗指标等八个维度进行量化评分,设定预警阈值,当设施评分低于阈值时启动更新改造程序。例如对使用超过 15 年的铸铁管网进行评估,通过非开挖检测技术确定管网破损程度,制定针对性改造方案,避免盲目更新造成的成本浪费。对于更新改造项目,开展全生命周期成本分析,采用净现值(NPV)、内部收益率(IRR)等经济评价指标,对比不同改造方案的投入产出比。如某污水处理厂提标改造项目,通过方案比选,采用“生物滤池+深度处理”工艺,虽然初期投资增加 20%,但运行成本降低 30%,项目投资回收期缩短 2 年。

在报废处置环节,建立报废资产拍卖平台,通过公开竞价方式选择回收单位,提高资产处置收益。对报废管材、设备进行分类拆解,将可再利用部件纳入供应商循环体系,实现资源再利用。某城市排水公司通过规范报废流程,将报废资产处置收益提升 40%,同时降低了废弃物处理成本。此外建立项目后评价制度,系统总结成本控制经验教训,为后续项目提供数据支撑与管理借鉴。

四、结束语

市政给排水工程全生命周期成本控制是一项贯穿项目各阶段的系统性工程,本文通过对规划设计、施工建设、运营维护及更新改造与报废阶段的深入解析,揭示了不同阶段成本构成的特点与影响因素,并针对性地提出了成本控制策略与方法。从规划设计期的源头把控,到施工建设期的动态管理,再到运营维护期的智能化转型和更新报废期的科学决策,各环节相互关联、层层递进,共同构建起完整的成本控制体系。研究成果表明,全生命周期成本控制理念的应用,能够有效降低市政给排水工程的总体成本,提升资源利用效率,实现经济效益与社会效益的平衡。

参考文献

- [1] 张萍,潘建中.市政给排水工程的造价控制及其要点分析[J].中国城市经济,2011,(14):68.
- [2] 都晶冬,郑天.论市政给排水工程造价控制与管理的措施[J].城市建筑,2012,(09):16+26.DOI:10.19892/j.cnki.csjz.2012.09.007.
- [3] 郭雨.浅论市政给排水工程造价控制与管理[J].江西建材,2016,(14):246+249.
- [4] 潘鸿.市政给排水工程造价管理要点探微[J].江西建材,2016,(15):249+254.
- [5] 夏俊芳,江彩霞.市政给排水工程造价控制与管理的措施探析[J].住宅与房地产,2017,(03):40.
- [6] 郝婧.市政给排水项目的工程造价分析[J].山西建筑,2018,44(06):220-222.DOI:10.13719/j.cnki.cn14-1279/tu.2018.06.118.
- [7] 刘金栋.市政给排水工程施工成本管理与控制分析探讨[J].黑龙江科技信息,2016,(02):259.
- [8] 陈源峰.市政给排水工程造价控制与管理措施探讨[C]//中国智慧城市经济专家委员会.2023年智慧城市建设论坛深圳分论坛论文集.广西钦州北投环保水务有限公司,2023:120-122.DOI:10.26914/c.cnkihy.2023.027174.
- [9] 阙开松.探讨市政给排水工程造价管理与控制方法[J].大众标准化,2020,(04):28-29.
- [10] 张祖建.市政给排水工程造价控制与管理的措施探析[J].居舍,2019,(26):155+128.