

自来水安装工程设计阶段造价影响因素与管控对策研究

李红

广东惠州 516000

DOI:10.61369/UAID.2026030029

摘 要： 在自来水安装工程的设计环节，其对总体造价起着主要的决定作用，需要根据生命周期成本理论以及价值工程来对方案进行优化。影响要素包括工程大小、管网材料、设计复杂程度以及外部条件，通过层次分析法对权重进行定量评估。管控措施包括功能完善、BIM技术运用、全周期成本均衡以及风险化解，实证案例证实其有效性。未来应拓展应用场景，研发智能化管控手段。

关 键 词： 自来水安装工程；设计阶段造价管控；全生命周期成本管理

Research on Cost Influencing Factors and Control Strategies in the Design Stage of Tap Water Installation Engineering

Li Hong

Huizhou, Guangdong 516000

Abstract： In the design of tap water installation engineering, it plays a major decisive role in the overall cost. It is necessary to optimize the scheme according to the life cycle cost theory and value engineering. The influencing factors include project size, pipe network material, design complexity and external conditions, and the weight is quantitatively evaluated by analytic hierarchy process. The control measures include functional improvement, BIM technology application, full-cycle cost balance and risk resolution, and the empirical case proves its effectiveness. In the future, application scenarios should be expanded and intelligent control methods should be developed.

Keywords： tap water installation project; cost control during the design phase; whole life cycle cost management

引言

自来水管道安装工程是城市基础设施的主要构成部分，其造价管控的科学性直接关系到公共服务的经济性和可持续性。设计环节作为工程成本管控的主要步骤，对项目整体造价的影响比例超过70%，方案的合理性决定后续施工以及运维过程中的资源投入效率。《十四五节水型社会建设规划》（2021年）清晰提出对城市供水系统建设模式进行优化，加强全生命周期成本的管控，为设计环节的造价管理提供政策指引。目前部分项目由于设计方案深度不够、功能和成本不匹配，导致后期变更较为频繁，增大造价风险，但是现有的研究在对设计阶段影响因素进行系统性分析方面仍存在欠缺。该文针对设计阶段造价的影响因素开展定量评估，结合价值工程、生命周期成本理论以及BIM技术给出管控措施，且通过实证案例验证其有效性，为工程实践提供科学支撑。

一、自来水安装工程造价的概述

（一）工程特点与设计阶段核心作用

自来水安装项目作为城市基础建设的主要部分，其主要特性集中于管网方案的系统性以及施工场景的复杂性方面。管网体系一般包含输水管网、配水管网以及附属设施，要根据城市规划和用户需求开展多节点、多路径的布局规划，不同管材（像球墨铸铁管、PE管）的选用和管径适配直接关系到材料成本与施工难易程度^[1]。在工程施工进程里，项目往往会碰到地下管线交叉施

工、地质状况不同以及交通干扰等情况，这使得施工周期和成本的波动幅度较大。从工程成本管控角度而言，设计环节对总造价有着决定性作用。根据相关研究，设计环节的成本把控能够影响项目总造价的七成以上，设计方案的合理性直接决定后续施工环节的资源投入和成本消耗。举例来说管网线路的优化能够降低土方开挖数量和管线的长度，管材规格的精确设计可防止材料的浪费。所以设计优化是降低自来水安装工程成本、提高项目经济性的重要环节，需要在设计阶段全面考量技术可行性和经济合理性之间的平衡。

（二）造价管理的理论基础与现状

在自来水安装工程造价的相关概述里，造价管理的理论根据与当前状况属于核心要点。全生命周期成本理念重点从项目整个生命周期的角度来评估投资，包含设计、施工、运营维护等阶段的成本总计，为设计阶段的造价管控提供系统性的方案；价值工程是通过功能和成本的优化搭配，在满足使用要求的基础上降低造价，这两者一同构成设计阶段造价管理的理论根据。在当下给水工程改造的实际操作里，设计环节常常遭遇方案深度不够、成本与功能不匹配等状况。有些项目由于前期设计时对材料选取、施工技术考量欠缺，使得后期变更情况频繁出现，进一步增添造价方面的风险。当前研究大多集中于施工阶段的造价把控，对于设计阶段影响因素的系统性分析以及具有针对性的管控措施仍存在空白区域，特别是缺少结合自来水安装工程特点的量化研究，这为后续深入研讨设计阶段造价影响因素和管控对策指明了方向^[2]。

二、设计阶段造价影响因素分析

（一）影响因素的识别与分类

在自来水安装工程的设计环节，造价影响要素要结合工程特点与设计逻辑进行系统识别。工程规模与造价基数直接相关，像管道的总长度、覆盖的用户数量这类参数的变动，会对材料用量和施工成本产生线性影响；管网材质的挑选是主要变量，球墨铸铁管、PE管和钢管在采购成本以及安装工艺上存在明显差异，从而影响整体造价^[3]。设计方案的复杂程度体现在管网布局的合理性、附属设施（像阀门井、加压泵站）的配置密度方面，方案越繁杂，交叉施工和技术协调的成本就越高。外界环境因素包括地质状况（像地下水位、土壤腐蚀性）、既有管网适配性以及政策规范规定，地质繁杂区域的地基处理成本会明显提高造价。以给水工程改造规划为例，可把上述要素划分为成本驱动类与风险关联类：成本驱动类要素像工程体量、管网材料，其变动直接对应能量化的造价升降；风险关联类要素如外部环境变数、设计方案繁杂度，其不确定性或许引发造价超支风险，需通过风险评估提前把控。

（二）影响因素的定量评价与权重分配

设计环节造价影响要素的定量评估与权重设定，要运用科学方式建立指标体系，结合自来水安装项目的技术特点筛选主要要素。层次分析法（AHP）作为常采用的定性与定量相结合的工具，能够通过建立递阶层次结构，把管网布置方案、管材规格挑选、管径优化设计、地形条件适配等要素纳入评价体系。在指标权重的计算里，要通过专家咨询来明确各因素的相对重要程度，建立判断矩阵且开展一致性检验，以保障评价结果的可信度。供水管网造价是给水工程成本的主要组成部分，其权重分配要体现特殊性。例如管材材质和管径搭配对成本存在非线性影响，管网布置的合理性与施工难度以及材料使用量存在关联，这些都需要

通过定量分析来确定权重占比。研究显示科学的权重设定能够揭示设计环节里对造价影响最为突出的要素，为后续管控策略提供数据根据^[4]。

三、造价管控对策的理论与方法

（一）成本控制技术的应用

1. 设计优化策略

在设计环节，通过价值工程的设计优化手段通过功能和成本的权衡实现造价控制。以功能分析为主要，算出价值系数来筛选待优化的环节。在管网建设工程里，能够从管径规格选取、管道材料挑选、管网方案布置方面着手，运用混合式布局与标准化设计方法，降低资源浪费并且提高工作效率。某供水管网改造工程把 DN300 管径调整为 DN250，用 PE 管替换球墨铸铁管并采用标准化检查井，使造价下降 12%，实现供水需求。通过 BIM 技术能够模拟碰撞和水力工况，进一步对参数加以优化，保证设计和成本目标相符^[5]。

2. 生命周期成本管理

在自来水安装工程设计环节，生命周期成本管理理论为造价控制提供全周期的视角，要把工程初始投入与长期运营维护费用纳入统一的分析方案。设计环节需通过预算分配的优化，在实现功能要求的基础上，恰当平衡初始建设成本和后续维护费用。比如挑选耐久性更强的管材，尽管或许会增加初期投资，但是能大幅降低长期的更换及维修成本^[6]。全流程成本预估要结合项目规模、材料属性、环境状况等参数，运用动态成本模型模拟不同设计方案在全生命周期里的成本流向，包含施工、运营、维护以及报废阶段的各类费用。经由对比不同方案的生命周期成本现值，能够识别出成本最优化的设计策略，防止因仅专注初始造价而忽略长期维护所产生的隐性成本，进一步实现设计阶段造价管控与全周期经济效益的协同优化。

（二）自来水工程的具体实施对策

1. 管网造价控制的实务对策

造价管控策略的理论和方法应结合管网工程的特殊属性来开展，针对管材挑选与布局规划这两个主要环节拟定实践对策。在管材挑选方面，要全面考量材料成本、使用年限、维护开支以及环境适应能力，通过成本、效益分析模型对不同管材的全生命周期成本进行量化，优先选用性价比优良的新型管材，像 PE 管或者球墨铸铁管，在实现工程技术要求的基础上减少长期投入^[7]。在布局规划阶段，需根据水力计算对管网走向进行优化，削减不必要的管道长度和节点数量，并且要结合城市发展规划预留拓展空间，防止后期改造引发的重复投入。改造实例表明，某陈旧管网通过更换新式管材且优化环状结构，不但降低 30% 的初始造价，还削减后期漏损维护费用，证实该实务措施的成效。这些措施要通过 BIM 技术建立三维模型，模拟管网的运行状况，预先察觉设

计漏洞，进一步加强造价管控的精确性与科学性。

2. 风险防范与管理机制

在设计环节引入价值工程理论和 BIM 技术，通过功能与成本的匹配来优化方案，提高造价估算的精准度。需强化设计方案的经济性研讨，清楚管材选择、管网布置等主要参数的成本限制，建立设计成果和造价指标的联动体系。在风险防控方面，针对设计变动、材料价格起伏等要素，建立动态监测体系，设置预警界限，同时储备备用方案。合同管理要清晰变更审批程序与责任界定，把造价管控列入条款，保证对策具备可操作性，实现设计阶段造价的有效把控^[8]。

四、管控对策的实证研究与应用

（一）管网造价控制案例的应用

1. 材料选择与成本优化实例

在某新建的小区自来水安装项目里，在设计环节针对 DN200 输水管材开展成本优化工作。起始方案中球墨铸铁管的造价为 380 元每米，可选用的 HDPE 管造价是 260 元每米。HDPE 管具备抗腐蚀特性，施工较为便捷，能够适应高水位下的地基沉降情况，其使用寿命相近且无需进行防腐处理。运用 HDPE 管后，管材成本下降 31.6%，施工工期缩短 15%。在阀门的选型工作里，智能电动蝶阀的初期投入会增加 8%，不过其全生命周期的成本会降低 12%。实例显示通过材料替换比选和全生命周期分析，能够在设计环节确实管控管网造价^[9]。

2. 设计参数控制与预算监控

在某市政自来水安装项目里，通过优化设计指标和预算监管实现造价管控。初始设计压力为 0.6MPa，经研究分析后调整至 0.45MPa，同时对流量分配进行优化，减少高等级管材的使用占比。同时设定预算阈值，当超出限额 10% 时自动发出预警。实际情况表明，管材成本减少 12%，整体建造价格降低 8.5%。此案例显示，精准化参数管控和动态预算监测相结合，能在确保功能的基础上确实压缩成本，为设计阶段的造价管理提供可参考的经验。

（二）给水工程改造方案的管控实践

1. 方案经济性评估方法

在某老旧小区的水管改造工作里，采用净现值法（NPV）对三种方案进行评估（设定基准收益率为 8%，运营期为 20 年）。方案一是将 PE 管全部替换（投资 120 万，每年成本 8 万，每年收益 15 万），方案二为局部修复并进行监测（投资 80 万，每年成本 10 万，每年收益 12 万），方案三是维持现有状况（投资 0，每年成本 15 万，没有收益）。经计算 NPV 的值分别是 35.6 万元、28.9 万元、-136.2 万元^[10]。

2. 风险监控与应对实施

在管控对策的实证研究与运用里，选取某老旧小区给水工程

改造项目作为研究对象，通过风险管理框架并结合工程执行数据，验证风险识别及缓释措施对造价偏差的管控成效。此项目在设计环节识别出管材选型欠佳、地下管线碰撞、设计变更频繁这三类主要风险。其中管材选型有误或许会使后期更换成本提高 15%，地下管线碰撞可能会导致返工费用占到总造价的 8%。根据识别结果，拟定有针对性的缓释办法：对于管材挑选，建立设计、市场、施工三方协同机制，在设计环节引入管材供应商的技术参数和成本信息，选用抗压性能符合标准且成本最合理的 PE 管替换传统铸铁管，降低后期维护开销；对于地下管线冲突问题，运用 BIM 技术开展管线碰撞检测，提前察觉并调整设计规划，减少现场返工情况；对于设计变更事宜，设定变更审批界限，规定变更费用超过原设计 5% 时需由造价咨询单位和业主共同审核，同时建立变更影响记录，实时跟踪变更对造价的累计影响。

（三）综合管理系统构建与实施

1. 成本管理信息系统设计

在管控对策的实证研究与运用里，综合管理体系的搭建与施行要以信息技术作为核心，通过 BIM 系统整合设计资料，实现造价动态追踪与预警作用。系统设计应包含数据采集部分，实时获取设计环节的工程量清单、材料价格、工艺参数等数据，建立与造价指标的关联模式。平台需具备三维可视化特性，把设计模型和成本数据关联起来，一旦设计变更出现，系统会自动核算成本变动情况并启动预警机制，提醒设计人员对方案进行调整，从而控制造价。成本管控信息系统要嵌入历史数据资料库，通过对比相似工程的造价信息，为当下项目提供参考标准，并且支持多部门协作，让造价管理贯穿设计、采购、施工等全流程。在实证运用里，某自来水安装项目通过该体系把设计阶段的造价偏差控制在 5% 以内，证实体系在动态管控方面的有效性，为工程项目成本管理提供技术支持。

2. 执行反馈与持续改进机制

在自来水安装工程设计阶段造价管控策略的实证研究与运用中，综合管理体系搭建要整合设计方案信息库、造价指标库以及审批流程板块，通过数字化平台实现设计参数和造价数据的实时关联，保证设计方案符合造价管控目的。系统实施完成后，要通过监控报告对主要数据进行分析，像设计变更比例、材料选型合规状况以及造价偏差比例等，找出管控流程里的瓶颈部分。执行反馈和持续改进机制需建立绩效评估体系，把设计团队的造价管控成效列入考核指标，结合项目全流程数据优化管控参数，比如根据不同管径、管材的实际造价数据对设计选型标准加以调整。通过定期采集施工阶段的造价反馈信息，对设计阶段的成本估算模型予以修正，建立设计、造价、施工的闭环式管理模式，保证造价管控策略在自来水安装工程里能够持续应用，加强设计阶段造价控制的精确性与实效性。

五、总结

总结部分重点探讨自来水安装工程设计阶段造价管理的核心思路，明确设计方案和管网特性作为主要影响要素的作用机理，前者通过技术选型和布局规划直接确定成本方案，后者则通过管材种类、管径设计以及管网拓扑构造影响资源投入效能。在此基础上，实施成本优化和风险管理等管控措施，能够在方案比选环节实现造价预控目标，通过多方面参数模拟来降低后期变更的风

险，大幅提高工程的经济性。研究存在案例范围的局限问题，大多专注于城市新建工程，对于老旧管网改造这类复杂情形的适用性尚待验证，并且未充分考虑区域水文地质状况对设计决策的动态作用。未来的研究工作需要扩大场景覆盖范围，研发融合 BIM 与 AI 技术的智能管控工具，实现设计参数和造价数据的实时关联，并且搭建多主体协同的成本管理体系，从而满足自来水安装工程的多样化要求。

参考文献

- [1] 高靖. EPC 建设项目设计阶段的造价管控机制研究 [D]. 广东工业大学, 2022.
- [2] 彭露瑶. 基于数据空间的电网工程造价管控研究 [D]. 华北电力大学 (北京), 2023.
- [3] 杨磊. 历史建筑整修工程造价影响因素及对策研究 [D]. 天津科技大学, 2022.
- [4] 陆晓妍. 广西工程造价改革推进影响因素研究 [D]. 广西大学, 2022.
- [5] 何泊龙. 页岩气“井工厂”交叉作业安全风险因素耦合分析与管控对策研究 [D]. 重庆科技学院, 2023.
- [6] 邓美露. 桩基工程造价主要影响因素管控 [J]. 中华传奇 (中旬), 2021(2): 0103-0104.
- [7] 刘娜. 浅谈建筑工程造价的影响要素与全过程工程造价成本管控的分析 [J]. 居舍, 2019(15): 160.
- [8] 陈安杰. 建筑安装工程造价的影响因素和控制措施解析 [J]. 文摘版: 工程技术 (建筑), 2016, 000(005): P.112-112.
- [9] 李凤花, 李阳. 建筑机电安装工程造价与成本管控措施 [J]. 建材与装饰, 2022(012): 018.
- [10] 李小芬. 建筑工程造价的影响因素与全过程工程造价成本管控策略分析 [J]. 电脑迷, 2023(7): 118-120.