公路养护工程造价编制的关键技术研究

黄晓露 魏嘉育

中交基础设施养护集团有限公司 101300

DOI: 10.12238/ems.v7i3.12211

[摘要] 本文深入探讨公路养护工程造价编制的核心技术, 通过对影响造价因素的分析, 详细阐述了数据采集与处理、信息化平台应用、工程量清单编制、价格信息动态管理与分析以及造价预测与成本控制等关键技术点, 并针对造价编制中的常见问题提出解决方案, 旨在提高公路养护工程造价编制的准确性与科学性, 为公路养护工程的顺利实施提供有力保障。

[关键词] 公路养护工程; 造价编制; 关键技术; 成本控制

1 引言

公路的维护和保养工程是确保其性能稳定并延长使用寿命的关键措施。养护工程的质量与效益直接与造价编制的合理性相关。在当前市场环境复杂且变化多端的情况下, 传统的造价编制方式已无法满足公路维护工程的实际需求。因此, 深入探讨关键技术并提升造价编制的质量, 具有重要的现实意义。通过精确的造价规划, 能够合理分配资源, 减少资金浪费, 确保公路维护项目在预算范围内顺利完成, 并为公路管理机构的决策提供科学依据。

2 影响公路养护工程造价的因素分析

公路维护工程的成本受多重因素的综合影响。其中, 公路的使用寿命和路面状况是决定成本的关键因素之一。例如, 对于使用寿命较长的公路, 路面通常会出现各种病害, 如裂缝和坑槽等, 修复这些问题需要投入大量的工程资金, 从而导致成本增加。根据相关数据, 一条服务超过 10 年的二级公路, 其路面修复费用可能比新建 5 年以内的同级公路每公里高出 5 至 10 万元。除此之外, 交通流量对工程造价的影响也不容忽视。交通流量较大的道路, 路面磨损速度更快, 因此需要更多的维护工作, 这也导致了交通疏导费用的增加。例如, 当某条高速公路的日均交通流量超过 10000 辆时, 维护过程中每公里的交通疏导费用可能高达 2 至 3 万元。另一方面, 养护工程的设计方案和施工方法也会影响造价。采用先进的预防性养护技术, 如微表处技术, 虽然初期投入较大, 但能显著减缓路面病害进展, 从而减少长期的维护费用。与传统的铣刨重铺方法相比, 微表处技术在 5 年维护周期内每

公里的成本可节省约 8 至 12 万元。此外, 材料价格波动、人工成本上升以及地区地理环境等因素, 也在不同程度上影响公路养护工程的造价。

3 公路养护工程造价编制的核心技术

3.1 数据采集与处理技术

在路面检测领域, 激光多普勒测振仪展示了其卓越性能。该仪器能够在车辆正常行驶的情况下, 以每小时 60 公里的速度同步监测路面的振动, 并将数据转化为路面的平整度指标, 其测量精度可达到 0.005 毫米。结合高精度的数字图像采集系统, 该仪器还可以对路面裂缝、坑槽等问题进行成像, 并通过图像分析技术准确识别出最小宽度为 0.05 毫米的裂缝。

在路基检测方面, 采用了地质瞬变电磁法。工作频率为 800 兆赫兹时, 电磁脉冲能够深入路基 6 米深度, 从而精确定位直径为 0.08 米的空洞或水分含量超过 5% 的区域。

在桥梁检测中, 使用了分布式光纤传感技术, 并在桥梁的关键部位布设光纤, 实时监测应变, 精度达到 0.1 微应变。同时, 结合激光位移传感器, 可对桥梁的变形进行测量, 精度控制在 ± 0.3 毫米以内。

通过将大量数据导入专业软件 (如 Python 中的 SciPy 库), 首先使用中值滤波技术去除椒盐噪声, 再依据结构力学原理, 采用有限元分析方法构建结构健康模型。通过模拟不同病害对结构承载能力的影响, 预测养护需求, 为造价编制提供可靠的数据支持, 从而确保造价与实际养护工程量的精准匹配。表 1 展示了三种数据采集方法在路面、路基和桥梁检测中的实际应用及其精度对比。

表 1 数据采集检测技术对比

检测技术	测量精度	适用场景	数据处理方式
激光多普勒测振仪	精度: 0.005 毫米	路面振动检测与平整度评估	数据通过图像分析算法精确识别裂缝
地质瞬变电磁法	探测深度: 6 米, 精度: 0.08 米	路基下空洞或水分含量变化检测	精确定位空洞, 数据导入有限元分析
分布式光纤传感技术	精度: 0.1 微应变, 位移精度: ± 0.3 毫米	桥梁结构变形监测	结合激光位移传感器分析结构健康

3.2 信息化平台在造价编制中的应用

本公路维护工程造价信息化平台融合了云计算、大数据、物联网和 BIM 技术。以腾讯云为研究对象, 其云计算能力为大量数据的维护提供了高速通道, 存储能力可根据需求扩展至 EB 级, 数据读写速度比传统架构提高了近百倍。在施工现场, 物联网技术构建了高精度传感网络, 配备智能沥青和石料含水量传感器, 精度严格控制在 $\pm 0.3\%$, 实时监控原材料质量; 此外, 还使用超声波传感器检测路面铺设厚度, 精度达到 ± 0.8 毫米, 确保施工精确性。通过 Spark 分布式计算框架, 大数据对信息资源进行深入分析, 采用 FP-Growth 算法得出, 路面种类、维护周期及当地气候与造价密切相关。例如, 在湿润多雨地区, 使用水泥混凝土进行 5 年路面养护, 其造价比干燥地区高约 25%。基于 BIM 模型的造价模块具有广泛应用前景。它可一键提取工程量, 准确度较传统二维图纸计量提高 50%, 并通过 4D 模拟展示造价随施工进度的动态

变化。在一个大型跨区域公路维护项目中, 该平台连接了设计、施工、监理和造价团队, 实现信息实时交流, 造价编制时间从 30 天缩短至 18 天, 显著提高了效率和准确性。

3.3 工程量清单编制技术

编制工程量清单时, 必须严格遵循《公路工程工程量清单计价规范》和其他行业标准, 确保准确无误。例如, 在路面修复中使用就地热再生技术时, 加热深度控制精度应在 0.3 厘米以内, 且再生剂添加量的误差不超过 0.5%。旧料与新料的比例需明确列出, 如 70:30, 且根据混合料设计配合比计算施工损耗, 比例控制在 5%-7%。在路基防护工程中, 以锚杆框架梁为例, 锚杆长度测量精度为 0.03 米, 钻孔直径偏差控制在 ± 0.8 厘米以内。每立方米混凝土中的水泥、砂、石子的用量精确至 320 千克、750 千克、1100 千克。根据地质岩层特性, 锚杆钻进速率为软岩 1.2-1.5 米/小时, 硬岩 0.8-1 米/小时。所有精细参数录入清单。在交通安全设施

中, 轮廓标安装间距为 10 米, 轮廓标高度精度为 0.008 米, 同时明确反光元件类型和强度。通过 BIM 可视化模型和专业软件反复验证, 确保每个清单细节的准确性, 为精确计价奠定基础。

3.4 价格信息的动态管理与分析技术

构建了一个集成网络爬虫、价格指数模型和深度学习算法的智能化价格信息管理系统。网络爬虫每天从全球超过 300 家建材市场的电子平台和权威行业数据库中抓取材料、设备及人工的动态价格变化, 例如特种钢材的价格波动, 精度为每千克±0.5 元。利用帕氏价格指数模型, 精确计算价格的环比和同比波动, 分析近半年铜材价格环比增长 6%, 同

表 2 不同情景下造价预测

材料/设备	当前价格 (元/单位)	价格波动区间 (过去三个月)	预计未来价格波动 (3-5 个月)
钢材	5000 元/吨	波动幅度: ±10%	预计上涨 6%-8%
铜材	300 元/公斤	环比上涨 6%, 同比上涨 12%	预计上涨 4%-5%
聚氯乙烯 (PVC)	6000 元/吨	波动幅度: ±8%	预计上涨 8%-11%

3.5 造价预测与成本控制关键点

造价预测采用了系统动力学与模糊综合评估的创新技术, 构建了动态反馈模型, 涵盖公路状况、交通流量、维护技术和资金投入等变量。该模型模拟了多种因素交互作用下, 维护工程成本随时间变化的情况。例如, 交通流量年增长率为 8% 时, 路面磨损加剧导致未来 3 年维护费用增长 10%-12%。模糊综合评估用于量化工程中的不确定性因素, 如自然灾害 (暴雨洪涝、山体滑坡等) 和政策变化 (环保标准提高导致的防护成本), 通过隶属度函数将这些因素纳入预测模型, 使结果更接近实际情况。

在成本控制方面, 建立了全过程动态监控体系。在设计阶段, 采用价值工程理念, 对养护方案进行了功能成本分析。例如, 在某段公路的预防性养护中, 微表处与雾封层技术的功能与成本进行了对比。微表处的功能评分为 85 分, 成本为 60 万元; 雾封层的功能评分为 70 分, 成本为 40 万元, 通过价值系数优化方案。在施工阶段, 实施了挣值管理策略, 通过关键成本偏差率 (CV) 进行实时控制, 公式如下:

$$CV = \frac{BCWP - ACWP}{BCWP}$$

其中, BCWP 表示已完成工作预算成本, ACWP 表示已完成工作实际成本。

实时对比计划工作预算成本 (BCWS)、已完成工作实际成本 (ACWP) 与已完成工作预算成本 (BCWP), 若成本偏差率 (CV%) 超过 6%, 即需分析问题原因, 调整资源分配或更换供应商, 确保成本有效控制。通过结合造价预测与成本控制, 最大化公路养护工程的效益。

4 公路养护工程造价编制中的常见问题及解决方案

4.1 费用预算与实际成本的偏差分析

工程量预估错误是造价偏差的主要原因之一。例如, 路面病害修复时, 如果前期勘查不够细致, 未精确测量裂缝深度、坑槽面积等, 可能导致修复材料计算偏差, 进而造成实际成本与预算不符。数据显示, 工程量预估的不准确性可能引起 10% 至 20% 的偏差。此外, 材料价格受市场需求和政策调整的影响, 若预算未考虑价格波动, 成本可能失控。高峰期钢材价格上涨超过 30%, 若未预留调整空间, 造价也会受到影响。施工过程中的变更管理不当, 如临时增设防护工程或改动工艺, 若未及时核算, 偏差将加剧。为解决这些问题, 应加强前期勘查的精确度, 采用先进的测量工具; 构建价格监控系统, 实时调整; 严格审批流程, 详细计算变更成本, 减少误差。

4.2 信息不对称与数据不准确的问题

比上升 12%。结合深度学习中的卷积神经网络技术, 基于过去四年的价格走势及影响因素 (如国际大宗商品走势、国内政策调整和地区供需不平衡), 预测未来 3-5 个月的价格波动, 准确性超过 90%。例如, 因北方冬季供暖导致电力供应紧张和建材厂减产, 预计未来三个月电线电缆的主要原材料聚氯乙烯价格将上涨 8%-11%, 如表 2。此外, 正在建立供应商生命周期评估体系, 从价格稳定性 (权重 40%)、准时供货率 (权重 30%)、产品良品率 (权重 25%) 和售后服务 (权重 5%) 等多方面评分, 筛选表现最佳的供应商。如果价格波动超过 15% 的预设红线, 将灵活调整造价预算, 确保采购成本稳定可控, 保证养护工程的科学合理性。

造价人员通常难以迅速掌握施工现场的最新情况, 特别是地下隐蔽工程的实际情况, 缺乏及时反馈可能导致估算偏差。同时, 材料供应商与造价人员之间的沟通不畅, 造成材料性质和价格信息模糊。例如, 环保沥青添加剂的特殊工艺可能导致成本加成不清晰, 进而影响造价计算。此外, 若检测设备精度不足或操作不当, 路基含水量等数据误差也会导致分析偏差。为应对这一问题, 应建立信息共享平台, 确保施工、供应和造价方面实时沟通; 加强造价人员的实地考察, 掌握现场实际情况; 定期校准检测设备, 确保操作规范和数据准确, 减少信息不对称。

4.3 造价编制中的法规与政策不明确问题

公路养护工程的造价编制中, 新的环保法律要求更严格的污水处理和扬尘控制措施, 若造价人员未完全理解相关政策并忽略费用计算, 可能导致资金压力。招标和投标法律的调整可能改变招标范围和评标标准, 影响竞争格局, 进而影响中标价格的合理性。如果不做相应调整, 造价估算将与实际不符。同时, 税收政策和增值税税率变化直接影响材料采购和劳务成本核算, 细节疏漏可能导致估算不准确。为应对这些挑战, 建议成立专门的法规研究团队, 提供持续的政策解读; 定期为造价人员提供培训, 更新知识体系; 在造价编制过程中加入法律和政策审查, 确保每项费用符合法规, 避免因政策盲点导致的漏洞。

结语

公路养护工程造价编制的关键技术研究对于提高公路养护工程的经济效益和社会效益具有重要作用。通过精准的数据采集与处理、高效的信息化平台应用、规范的工程量清单编制、科学的价格信息管理以及有效的造价预测与成本控制, 能够显著提高造价编制的质量。同时, 针对造价编制中的常见问题采取有效的解决方案, 能够进一步保障造价编制的准确性和合理性, 为公路养护工程的科学决策和顺利实施提供坚实的技术支撑, 推动公路养护事业的可持续发展。

【参考文献】

- [1] 李林霖. 高速公路养护工程造价管理与控制探析[J]. 汽车周刊, 2024, (06): 178-180.
- [2] 宋姿萱. 加强高速公路养护工程造价管理与控制探讨[J]. 中国高新技术, 2018, (18): 55-57.
- [3] 李林霖. 高速公路养护工程造价管理与控制探析[J]. 汽车周刊, 2024, (06): 178-180.
- [4] 李群善, 青海省公路养护预算编制办法及定额研究. 青海省, 青海省交通科学研究院, 2021-03-15.
- [5] 刘飞. 市政与公路工程预算审核中的技术问题分析[J]. 居业, 2024, (09): 218-220.