新时期AI技术与公路工程项目成本管理的融合应用探析

张贵满
内蒙古路桥集团有限责任公司　内蒙古　呼和浩特　010051

摘　要：公路工程建设流程繁杂、资源消耗庞大，传统成本管理存在管控粗放、预判滞后、数据利用不足等诸多问题。随着人工智能技术不断迭代，为公路工程成本管控革新提供了全新支撑。本文探究AI技术在工程成本管控各环节的融合路径，分析现存问题并给出优化策略，助力提升公路工程成本精细化管控水平。

关键词：新时期；AI技术；公路工程；项目管理；成本管控

引言：公路工程是区域交通互联互通的基础载体，其管控质量与成本效益深刻影响基建行业的高质量发展。当前公路建设项目日趋复杂，资源调配难度持续增加，传统经验式成本管理较难适配精细化、动态化的管控要求。AI技术凭借数据挖掘与智能分析优势，可有效破解传统管控短板，探索二者深度融合路径，对优化资源配置、提升项目经济效益具备重要现实意义。

1 公路工程项目传统成本管理的核心短板

公路工程项目成本管理贯穿前期筹备、施工实施、竣工结算全流程，涉及材料、设备、人力、场地等多维度成本要素，管控体系具备极强的系统性与综合性。长期以来，国内公路工程成本管理多沿用传统管控模式，核心依托管理人员从业经验开展数据统计、成本核算与偏差分析，整体管控效能存在明显局限。成本预判环节，传统模式缺少对海量工程数据的深度挖掘能力，成本测算多参照过往同类项目静态数据，难以结合项目地形条件、施工工艺、市场资源波动等动态变量调整参数，导致前期成本测算精准度不足，极易出现预算与实际施工偏差过大的问题。施工过程管控环节，成本数据采集、汇总、分析均依赖人工操作，数据传递存在延迟、遗漏、失真等问题，管理人员难以实时掌握各施工环节的成本消耗情况，成本偏差出现后才能被动整改，事前预防、事中管控的核心作用难以充分发挥。同时，传统成本管理各环节相互割裂，物资管理、施工调度、成本核算等模块数据无法互通，形成独立的数据孤岛，资源调配缺乏智能化统筹，常出现材料浪费、设备闲置、人力冗余等问题，无形增加了项目无效成本。此外，传统模式对成本风险的识别能力较弱，仅能依托显性数据开展基础研判，不易捕捉隐性成本波动风险，整体管控的前瞻性与系统性严重不足，较难适配新时期公路工程规模化、精细化的发展需求[1]。

2 AI 技术赋能公路工程成本管理的核心优势与适配逻辑

2.1 提升成本测算与预判的精准度

公路工程成本测算质量直接决定项目成本管控成效，传统静态测算方式较难全面覆盖施工各类动态变量，整体适配性与精准度不足。依托机器学习算法的AI测算体系，可整合不同工况、不同规模公路项目的历史成本数据与施工指标，搭建适配性更强的智能化测算模型。模型能够自主梳理各类成本要素的内在关联，精准捕捉建材价格、施工工艺、工期进度等动态因素对总成本的影响，弱化人工主观经验的干预作用。通过多维度变量同步推演，全面覆盖显性与隐性成本内容，有效缩小预算与实际成本的偏差，为项目前期成本规划、报价编制与资金统筹提供可靠的数据支撑，从源头降低成本失控隐患。

2.2 实现施工全过程动态成本管控

公路工程施工周期较长，成本影响因素始终处于动态变化状态，传统阶段性核算模式存在明显的管控滞后问题，较难适配全过程管控需求。AI技术结合物联网采集终端，可搭建全天候动态化成本管控体系，完成施工全流程成本数据的实时采集、自动汇总与智能分析。系统可同步更新材料领用、设备运维、人力投入及能源消耗等核心数据，实时对标既定预算标准，快速识别各工序的成本消耗偏差。针对超支、浪费等异常问题，系统可自动触发预警并精准定位问题成因，指导管理人员及时整改。该模式转变了传统事后整改的被动管控格局，实现成本事前预防与事中动态干预，显著提升过程管控的时效性与规范性[2]。

2.3 优化工程资源统筹配置效率

公路工程建设涉及建材、大型设备、人力及周转资金等多重资源，资源统筹配置水平直接影响项目成本管控效率。传统人工统筹模式难以兼顾多维度资源的动态匹配，易出现资源错配、闲置、短缺等问题，引发不必要的成本损耗。AI智能统筹系统可依托既定施工进度计

划，结合各段落、各工序的实际资源需求，开展智能化调度推演。精准测算各施工阶段的材料用量、设备工时与人力配置标准，科学规划采购、进场与调配方案，减少材料积压损耗与资金占用，规避设备闲置、人力冗余等问题。同时可根据进度变动实时优化配置方案，实现资源与施工节奏精准匹配，最大化提升资源利用率、压缩无效成本。

2.4 强化成本风险智能化识别与防控

公路工程成本风险具备隐蔽性、突发性与关联性特征，市场价格波动、工艺变更、工期调整等因素均会引发连锁成本变动，传统人工研判方式存在明显的覆盖盲区与滞后性。AI技术可依托深度学习梳理海量工程风险数据，构建多维度成本风险识别模型，精准挖掘各类隐性风险诱因。系统能够实时监测建材行情、施工进度、工序衔接等关联数据，通过智能推演提前预判成本上涨、工期延误、资源短缺等潜在风险，并输出对应的防控优化方案。相较于传统管控模式，AI智能风控突破了人工数据与思维局限，实现风险全域识别、前置预判与精准应对，有效降低不确定因素带来的成本损耗，提升成本管控的稳定性。

3 新时期 AI 技术与公路工程成本管理的具体融合应用路径

3.1 智能化成本预测与预算编制模块应用

预算编制是公路工程成本管理的起点，也是把控项目整体成本的核心基础，编制的科学性与精准度直接决定后续成本管控的整体基调。将AI技术融入预算编制环节，可大幅改变传统人工测算、静态对标、经验预判的编制模式，构建数据驱动的智能化预算编制体系。首先，依托大数据挖掘技术，整合区域内同类公路项目的历史成本数据、施工工艺参数、资源消耗指标，结合当期建材市场行情、人工薪酬标准、设备租赁价格等动态数据，搭建专属的公路工程成本数据库，为预算编制提供全面、真实、实时的数据支撑。其次，通过机器学习算法搭建智能预算模型，将项目建设规模、地形地质条件、施工方案、工期要求等核心参数录入系统，模型可自主完成多维度数据的整合分析，精准拆分人工、材料、设备、管理等各项成本明细，自动生成初步预算方案。同时，系统可针对预算方案开展多维度校验，对标同类项目最优成本指标，识别预算编制中存在的冗余环节、虚高指标、漏算项目等问题，自主完成预算优化调整。此外，针对公路工程施工中常见的设计变更、工艺调整等可变因素，智能模型可开展多场景成本推演，预判不同变量下的成本波动区间，预留合理的成本浮动空间，让预算方案既贴合项目实际，又具备较强的动态适配性，从源头提升预算编制的精细化与科学化水平[3]。

3.2 施工过程动态成本监控与偏差管控应用

施工阶段是公路工程成本消耗的核心阶段，也是成本管控难度最大、变量最多的环节，动态化、精准化的过程管控是控制项目成本的关键。依托AI技术搭建动态成本监控体系，可实现施工全流程成本数据的实时采集、智能分析与偏差整改，构建闭环式过程管控机制。在数据采集层面，结合物联网感知设备、智能打卡系统、物资管理终端等设备，实现施工现场材料领用、设备运行、人员作业、能源消耗等各类成本数据的全自动采集，减少人工数据统计带来的误差与延迟，保障成本数据的实时性与真实性。在数据分析层面，AI系统可将实时成本消耗数据与预算指标、进度计划进行联动对标，按日、周、月自动生成成本分析报表，精准核算各工序、各段落的成本消耗情况，快速识别成本超支、进度滞后、资源浪费等偏差问题。针对出现的成本偏差，系统可通过算法回溯溯源，精准定位偏差核心诱因，区分是资源浪费、工艺不合理、进度失控还是市场价格波动等问题，为管理人员提供精准的整改依据。同时，系统具备持续迭代优化能力，可结合历次偏差整改数据，优化后续成本管控参数，降低同类问题重复发生概率。通过智能化动态管控，缓解传统模式重核算、轻管控、整改滞后的问题，实现施工过程成本的精准把控，有效遏制施工阶段的无效成本增长。

3.3 工程物资与设备智能化成本管控应用

物资与设备成本占据公路工程总成本的七成以上，是项目成本管控的核心主体，物资损耗、设备闲置、采购不合理是造成成本浪费的主要诱因。AI技术与物资设备管理的融合，可实现全链条智能化管控，大幅降低物资设备的无效成本损耗。物资管理方面，AI智能采购与库存管理系统可结合施工进度计划，精准测算各阶段各类建材的需求量，制定科学化采购计划，避免盲目采购导致的物资积压与资金占用。系统可实时动态监控库存物资数量、存放状态、消耗进度，自动触发物资补货提醒、过期预警、损耗预警，实现库存物资的精细化管控。同时，系统可整合多家建材供应渠道的价格、质量、供货周期数据，智能筛选性价比最优的采购方案，降低物资采购成本。设备管理方面，AI系统可根据各施工工序的设备需求，智能规划设备进场、退场、调度方案，统筹调配各类大型施工设备，减少设备闲置、重复进场带来的额外成本。同时，依托设备智能监测终端，实时采集设备运行时长、损耗状态、故障信息等数据，

通过AI算法预判设备故障隐患，制定预防性维保方案，减少设备故障停机带来的工期延误与维修成本，延长设备使用寿命，提升设备使用性价比，全方位压缩物资设备环节的成本损耗[4]。

3.4 竣工结算智能化审核与成本复盘应用

竣工结算是公路工程项目成本管控的最终环节，结算审核的精准度与效率，直接决定项目最终成本核算的真实性与完整性。传统结算审核依托人工核对图纸、清单、签证资料，存在审核效率低、漏审错审、核算不规范等问题，容易出现结算成本虚高的情况。AI智能结算审核系统可依托图像识别、文本解析、数据比对技术，实现结算资料的自动化、智能化审核。系统可快速识别施工图纸、工程量清单、签证单据、验收资料等各类文件中的核心数据，自动完成工程量复核、费用核算、清单对标等工作，精准筛选重复计费、虚增工程量、违规取费、资料不符等结算问题，大幅提升结算审核的精准度与效率。同时，项目结算完成后，AI系统可对项目全周期成本数据进行整合复盘，对比预算成本、施工实际成本、结算成本的差异，系统梳理项目成本管控全过程的优势与不足，总结各类成本损耗的核心诱因、管控漏洞与优化经验。基于复盘数据，系统可自主迭代成本管控模型，优化成本测算参数、资源调配方案、风险防控机制，形成项目成本管控经验的沉淀与复用，为后续同类公路工程项目的智能化成本管理提供数据与技术支撑，持续提升行业整体成本管控水平。

3.5 成本数据智能化整合与共享体系搭建

数据孤岛问题是制约公路工程成本管理提质的重要因素，传统管理模式下，物资、施工、财务、设备等各部门数据相互独立，难以实现互联互通与整合利用，导致成本管控缺乏全域数据支撑。AI技术可依托大数据整合能力，搭建一体化成本数据共享平台，打破部门数据壁垒，实现项目全周期、全维度成本数据的集中管理与高效利用。数据平台可整合项目前期策划、施工实施、过程管控、竣工结算全流程数据，涵盖资源消耗、进度变动、市场价格、风险波动、管控整改等各类核心信息，形成完整的项目成本数据链条。同时，依托AI数据分类、筛选、分析算法，可对海量零散数据进行标准化处理、结构化分类与深度挖掘，提炼具备参考价值的成本管控指标、资源配置标准、风险防控阈值，构建标准化的公路工程成本数据体系。各管理部门可根据权限实时调取、共享、应用相关数据，实现各管控环节的协同联动，避免重复数据统计与无效工作，提升整体管控效率。此外，平台可实现数据的持续积累与动态更新，不断丰富行业成本数据库，为后续项目智能化成本测算、方案优化、风险预判提供充足的数据储备，形成数据驱动的良性发展闭环，持续推动公路工程成本管理模式的智能化升级[5]。

结束语：传统公路工程粗放、滞后的经验化成本管理模式，较难适配新时期基建行业高质量发展需求。AI技术的融入有效破解了传统管控短板，重塑了工程成本管理模式。将智能测算、动态监控、资源统筹等技术融入管理全流程，可搭建智能化精细管控体系。未来持续深化技术融合、优化智能模型，能够稳步提升工程成本管控效能，推动交通基建行业智能化、精细化升级发展。

参考文献

[1]姜斌.绿色节能背景下公路工程施工能耗控制技术研究[J].微型计算机,2025,(14):163-165.

[2]胡珣.新时期加强公路工程财务管理的建议研究[J].葡萄酒,2025,(5):0245-0246.

[3]崔聪聪,尧逸民,陈国,等.基于BIM+GIS技术的公路工程施工阶段创新技术研究与应用[J].江西交通科技,2024,(2):98-101+105.

[4]薛树盛.公路工程项目成本管理难点问题与优化对策[J].石河子科技,2025,(3):62-63.

[5]郭胜男.公路工程项目成本控制与财务管理优化策略研究[J].知识经济,2025,(9):99-101.