

人工智能技术在路桥工程造价风险控制中的应用

黎燕娜

(广州致正工程咨询有限公司, 广东 广州 511400)

摘要 在路桥工程建设过程中, 造价风险控制始终是工程管理的关键环节。传统风险控制方式受制于人工经验、信息滞后, 难以适应项目多变的复杂环境。随着人工智能技术的快速发展, 其在造价风险识别、预测与决策中的应用价值日益凸显。本文以路桥工程为研究对象, 探讨人工智能技术在造价风险控制中的应用策略, 旨在为工程造价管理智能化转型提供技术参考。

关键词 路桥工程; 造价风险; 人工智能技术

中图分类号: TP18; U4

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.31.025

0 引言

路桥工程投资规模大、建设周期长、参与主体多, 造价风险复杂多变, 是工程管理中最具挑战性的环节之一。传统造价管理多依赖经验判断、静态分析, 往往无法及时识别潜在风险, 导致预算超支、资源浪费^[1]。随着智能算法不断成熟, 人工智能正逐步融入工程建设管理领域, 为造价风险控制带来革命性变革。采用人工智能技术可以实现工程造价的精准计算, 并有效提高人员的工作效率^[2]。因此, 系统分析人工智能技术在路桥工程造价风险控制中的应用价值与应用策略具有重要意义。

1 路桥工程造价风险分析

路桥工程作为典型的基础设施项目, 其建设周期长、投资规模大、涉及环节复杂, 造价风险贯穿于项目全生命周期。从项目立项到竣工结算, 每一个环节的决策与执行偏差都可能引发成本波动。首先, 设计阶段的风险较为突出。设计方案不合理、技术参数变更或勘察数据不准确, 都会造成后期工程量增加或施工方案调整, 导致造价超支。其次, 市场因素风险不可忽视。建筑材料、劳动力及机械设备价格随政策、季节及供需关系波动, 直接影响工程成本。此外, 施工过程中存在进度延误、施工工艺不当、现场管理松散等操作性风险, 容易造成资源浪费和重复作业, 从而推高造价。资金管理风险也是一大隐患, 若资金筹措不及时或支付计划不合理, 将引起项目现金流紧张, 增加融资成本。最后, 政策环境与自然因素风险如环保要求提高、极端气候影响等, 均可能引起工程变更

甚至停工^[3]。因此, 只有采取科学有效的风险控制措施, 才能在项目运行中实现对成本的有效控制。

2 人工智能技术在路桥工程造价风险控制中的应用价值

2.1 提升造价风险识别的精准性

在传统路桥工程造价管理中, 风险识别多依赖人工经验与历史统计, 往往存在主观判断偏差、信息滞后的问题。而人工智能技术的应用使得风险识别从经验判断转向数据驱动。AI 通过大数据分析、机器学习及自然语言处理等手段, 能够自动识别影响造价的关键风险变量。系统可在数以万计的项目数据中提取材料价格波动规律、施工进度偏差与地质条件异常等隐藏信息, 从而提前锁定潜在风险点^[4]。尤其是在复杂的路桥项目中, AI 能快速处理结构设计参数、气候数据与市场行情等多维信息, 生成风险热力图, 直观呈现造价波动的分布趋势, 从而大幅提升风险定位的全面性, 使管理者实现“早发现、早预防”的目标。另外, 相较于人工统计, AI 的学习能力还使其可以持续优化识别模型, 随着项目数据积累, 风险判断愈发精准可靠, 从根本上增强造价控制的科学性。

2.2 强化造价预测与动态控制能力

路桥工程的造价受市场价格、气候变化、施工组织与政策调整等多重因素影响, 传统静态预算难以应对这些动态变量。人工智能技术的应用则为造价预测与动态控制提供了强大支撑。基于深度学习算法, AI 能在历史数据中学习成本变化规律, 构建高精度的造价预测模型。例如: 当材料价格出现波动时, 系统会

即时评估其对整体预算的影响，预测可能出现的超支区间，并给出应对方案^[5]。结合 BIM 技术，AI 还能实现设计变更与造价联动，实时计算施工调整对成本的影响，确保预算更新具有实时性。AI 还具备自学习、自适应特征，可根据项目进展不断修正参数，使预测结果动态优化，避免因延误、浪费或资源调配不当导致的资金风险，实现全过程造价可控可调。

2.3 促进路桥工程造价风险决策科学化

在路桥工程项目中，造价风险决策往往涉及设计变更、施工组织调整、资金调度与材料采购等多维度因素，传统依靠人工经验的决策模式难以应对复杂多变的施工环境。人工智能技术的引入，使得风险决策从主观判断走向数据驱动的科学分析。AI 系统可基于路桥工程的结构参数、施工进度、气候环境与市场行情等多源数据，建立造价风险评估与决策模型。例如：在桥梁上部结构施工中，AI 可结合监测到的混凝土用量、模板使用周期与劳动力消耗情况，自动推演不同工期与工序调整方案的成本差异，从而为管理层提供量化决策依据。通过深度学习与强化学习算法，系统还能对过往类似桥梁、隧道或路基项目的风险事件进行复盘学习，生成多场景模拟曲线，展示在不同施工策略下的造价变化趋势。这样，项目团队能够直观比较“延期开工”“分段施工”“材料替代”等方案的经济与风险结果，实现最优方案选择。AI 的实时反馈机制还能在施工过程中动态修正模型参数，当现场气候、交通封闭或设备故障等突发因素影响施工进度时，系统可即时预测成本偏差范围并自动生成调整建议，大大提高了风险响应的灵活性与科学性。通过将 AI 嵌入造价决策体系，路桥企业实现了从经验判断到算法推演的跃升，使风险管控更具系统性和前瞻性，为项目投资控制提供了坚实的技术支撑。

2.4 推动造价管理数字化转型

人工智能的深度应用不仅体现在技术层面，更在于推动造价管理体系的整体变革。通过 AI 技术的嵌入，路桥工程造价管理从传统的人工统计、事后审计转型为数据驱动的全过程智能管控模式。AI 可与 BIM、物联网、云计算、区块链等技术协同，从项目立项到竣工验收各阶段实现设计、施工、采购、结算等环节的全过程信息互联，形成各参建单位的数字化管理平台^[6]。同时，AI 的普及也促使企业管理理念发生转变，从依赖人工审核向依靠算法分析转型，极大地提升了管理效率，不仅优化了资源配置，减少了人为干预造成的造价失真，还可为行业建立智能化的造价管理体系奠

定基础，推动路桥建设向智慧化方向高质量发展。

3 人工智能技术在路桥工程造价风险控制中的应用策略

3.1 强化智能数据采集，整合造价风险信息

路桥工程项目涉及设计、施工、材料采购、交通组织、地质勘查等多维数据源，信息分散、格式不统一是造价风险识别的难点。要充分发挥人工智能的价值，路桥企业必须构建一套智能化数据采集与信息整合系统，利用物联网（IoT）与智能传感技术，在施工现场、供应链环节、机械设备运行系统中安装自动采集节点，实时监测材料消耗、机械运行状态、施工进度和工人出勤情况^[7]。AI 系统可对这些数据进行自动清洗与标准化处理，确保数据的准确性。在此基础上，企业应建立造价风险信息数据库，将历史项目造价数据、市场价格、施工日志、设计变更记录等纳入统一平台，实现多源数据汇聚。AI 算法可通过聚类分析、主成分分析等方法，识别出造成造价波动的关键变量。例如：当系统检测到材料采购价格与运输距离呈显著相关性时，可自动生成风险提示报告，提醒管理人员提前调整采购计划，以实现造价风险的动态识别、可视化呈现，帮助项目管理者在海量信息中精准捕捉潜在的成本风险。

3.2 运用机器学习算法优化造价风险预测模型

造价风险预测的准确性决定了项目资金调度、投资决策的科学性，人工智能尤其是机器学习算法，能在庞大复杂的数据环境中挖掘非线性规律，为造价预测提供精准支持^[8]。对此，路桥企业应基于历史工程数据构建机器学习样本集，包括人工费、材料费、机械费、运输费、政策变动、气候条件等指标。通过对这些特征变量的多维训练，AI 系统可自动学习成本波动的规律，并形成风险预测模型。相比传统线性回归或人工估算方法，机器学习模型能更有效地捕捉变量之间的非线性耦合关系，从而提高预测精度。在实际应用中，AI 系统可实现对施工阶段造价的滚动预测，会根据现场实时数据不断修正模型参数，形成预测—验证—再学习的自适应循环。当监测到市场钢材价格上涨、人工费波动或天气因素干扰施工时，AI 模型可自动计算其对造价的综合影响，并给出预测区间。管理人员可据此调整预算分配、采购时机或施工计划，避免因滞后反应导致资金损失。此外，企业还可将模型输出与决策系统联动，实现风险分级管理，对高波动项目设置专项监控机制，从而真正实现数据驱动下的风险前瞻控制。

3.3 建立智能预警系统，实现全过程动态监控

在路桥工程造价风险管理中，实时性、持续性是确保风险控制效果的关键。应用人工智能技术可构建基于动态监测、自动预警的全过程造价风险管理体系。路桥企业应在工程建设的各关键节点设置材料进场、工序验收、进度支付数据采集模块，AI系统通过实时分析数据波动情况，识别异常趋势。例如：当检测到某材料消耗量与施工进度不匹配时，系统会自动生成预警报告，并标注潜在风险来源。同时，系统可根据历史风险模型自动设定阈值，实现自动判断、分级预警。轻微偏差时可提示施工班组进行核查，严重偏差时系统会同步通知项目管理层和财务控制部门，实现多层级联动。该智能预警系统还应具备自我学习功能，每当风险事件被识别并处理后，系统会记录处理方案与效果的相关数据，进一步优化模型判断标准，使得系统在项目推进过程中越来越精准，不仅可以及时发现造价偏差，还能形成风险演化曲线，为后续项目提供科学依据，实现从事后补救到事前预防的根本转变。

3.4 构建智能化辅助决策平台，提升风险响应效率

针对路桥工程投资体量大、施工周期长、风险链条复杂的特点，构建基于人工智能的造价风险辅助决策平台，是实现全过程动态管控的关键举措。该平台以AI算法为核心，融合大数据分析、可视化技术与云端协作机制，能够对项目的进度、成本、合同与市场环境进行多维综合分析。在实践中，系统会接入路桥工程的BIM模型、监测传感数据和供应链数据库，对桥梁预应力张拉、隧道掘进、路面摊铺等关键环节的造价风险进行动态计算。例如：当AI检测到隧道掘进速度下降与设备能耗异常时，可自动推演出“设备检修延误”与“追加人工投入”两种情景下的造价差异，并推荐成本最优方案。平台还内置情景模拟模块，可在材料价格突涨、交通封闭或政策变动等突发事件发生时，自动生成风险损失评估与资金调度方案。以桥梁主塔施工为例，AI系统可根据高空作业计划与天气数据预测停工风险，提前调整资源分配，避免工期延误带来的额外造价支出。通过这一辅助决策平台，管理者能够在最短时间内完成造价风险的识别、分析与响应，显著提高路桥工程的管理韧性与资金使用效率，真正实现风险控制的智能化、可视化与实时化。

3.5 推进AI技术体系融入造价管理

人工智能技术在路桥工程造价管理中的持续应用，不仅是技术发展的趋势，更是推动管理体系智能化升级的重要途径。路桥企业应建立AI驱动的造价管理制

度，明确数据采集规范、算法透明机制和风险责任追溯体系，确保AI系统的使用具有可监管性。管理部门可制定《AI造价风险控制操作规范》，统一数据格式与算法接口，保证不同系统间的互联互通。同时，企业应在管理体系中设立“智能造价控制中心”，由AI系统与人工专家共同参与风险分析与决策评审。人工智能负责海量数据处理与风险预测，专家团队则对模型结果进行逻辑审核与策略确认，形成机器判断+人类复核的双重机制，以防算法偏差带来的风险。此外，企业还要强化人员培训，培养兼具工程造价知识与AI算法能力的复合型人才；鼓励企业将AI成果纳入绩效考核体系，以激励人工智能在造价管理中的创新实践，进而为路桥工程高质量建设提供持久的技术保障。

4 结束语

人工智能技术在路桥工程造价风险控制中的应用，能够将传统依赖经验的管理方式转变为基于数据算法的科学决策模式，实现风险识别精准化、预测分析智能化及管理流程自动化。通过构建AI驱动的风险预警与决策支持系统，造价控制的实时性、前瞻性得以提升，工程资金利用效率明显改善。未来，路桥企业应进一步推动AI与BIM、物联网、区块链等技术的融合，构建智能化的造价风险管理体系，助力路桥工程实现高质量发展。

参考文献：

- [1] 彭雷雷. 基于人工智能的工程造价估算系统优化设计[J]. 信息记录材料, 2025, 26(07): 122-124.
- [2] 张羽洋. 基于人工智能的工程造价自动计算系统设计[J]. 信息记录材料, 2025, 26(05): 41-43, 46.
- [3] 郝同金. 人工智能技术与工程造价的融合应用[J]. 中国建筑金属结构, 2025, 24(12): 193-195.
- [4] 陈亚渝. 人工智能技术在建筑工程造价风险控制中的应用与展望[J]. 住宅与房地产, 2025(17): 101-103.
- [5] 杜鹏飞, 王修全. 人工智能技术在工程造价管理中的应用[J]. 房地产世界, 2025(11): 98-100.
- [6] 马跃龙, 王恬. 人工智能在铁路工程造价管理领域的应用前景和挑战[J]. 铁路工程技术与经济, 2025, 40(03): 1-5.
- [7] 乐裕. 浅析人工智能技术在工程造价领域的应用前景[J]. 散装水泥, 2024(04): 104-107.
- [8] 周文瑞. 基于人工智能算法的工程造价精准预测模型构建及应用研究[J]. 信息记录材料, 2025, 26(04): 75-77.