

人机协同的工程造价智能审核模式创新研究

杨灿

南昌高航投资有限公司, 江西南昌, 330096;

摘要: 随着数字技术在工程管理领域的广泛应用, 工程造价审核作为管控关键环节, 面临效率低、误差大、数据利用不足等问题。人机协同理念为解决这些问题提供了有效思路。本文结合工程造价审核的实际需求, 分析传统审核模式的缺陷与智能技术应用瓶颈。构建“人-机-数据”协同框架, 探索智能算法与专业经验的融合机制, 创新审核流程与方法。研究结果可提升审核精准度与效率, 为工程造价审核智能化发展提供理论与实践支持, 促进工程造价管理行业的数字化转型, 具有一定的行业应用价值。

关键词: 人机协同; 工程造价; 智能审核; 模式创新; 数字化转型

DOI: 10. 64216/3080-1508. 25. 12. 097

引言

工程造价审核对保障工程投资效益至关重要, 直接影响投资决策科学性与工程建设进程。当前建设工程项目规模扩大, 技术工艺复杂, 造价文件信息量激增, 传统人工审核模式已难以适应。人工审核依赖人员经验, 不仅耗时久, 还易受专业水平、工作状态影响, 导致误差率偏高, 对隐蔽工程等关键环节的风险把控不足。人工智能等数字技术为审核智能化提供了可能, 但单一智能系统在处理复杂场景与模糊规范时存在局限, 无法完全替代人工判断。因此, 研究人机协同审核模式具有重要意义。

1 工程造价审核模式的发展现状与问题解析

1.1 传统审核模式特征

传统工程造价审核以人工为核心, 整体流程呈现明显的线性特点。审核工作需按资料接收、分项核对、结果汇总的顺序逐步开展, 前一环节完成才能进入下一环节, 缺乏并行处理能力。审核依据主要是纸质版的定额标准、工程图纸以及现场签证资料, 这些资料的整理与查阅都依赖人工操作。审核人员需要结合自身积累的专业知识和实践经验, 完成工程量计算、单价套取以及各项费用计取等核心工作。在整个审核过程中, 各环节的信息传递主要通过人工交接完成, 没有建立高效的信息共享机制, 容易出现信息滞后或传递误差, 影响审核工作的整体进度。

1.2 智能技术应用现状

在行业数字化转型的推动下, 部分工程造价审核机构已开始尝试引入智能技术工具。造价软件、BIM 技术等成为常用的辅助审核手段, 在工程量自动计算、定额

匹配等基础工作中发挥了积极作用, 有效减少了人工重复劳动。但从整体应用情况来看, 智能技术的应用仍处于初级阶段, 大多集中在单一功能的实现上, 尚未形成覆盖审核全流程的系统化体系。同时, 智能技术与人工审核的衔接较为松散, 缺乏深度协同机制, 智能系统的审核结果难以直接为人工审核提供高效支撑, 未能充分发挥技术的应用价值。

1.3 审核模式瓶颈与需求

传统审核模式与初步智能应用模式均存在显著瓶颈, 难以满足当前工程审核需求。从效率来看, 审核速度与工程规模的增长不匹配, 大型复杂项目的审核周期往往超出预期, 影响工程整体进度。从质量来看, 审核结果受主观因素影响较大, 审核人员的专业能力差异会导致审核质量不稳定, 对隐蔽工程、工程变更签证等关键环节的风险把控能力不足。从数据利用来看, 大量的历史审核数据、工程案例数据未能得到有效整合与分析, 无法转化为支撑审核工作的有效资源, 这些问题推动行业迫切需要构建融合人机优势的新型审核模式。

2 人机协同在工程造价审核中的理论基础与核心价值

2.1 人机协同内涵与支撑

人机协同是指人类与智能系统依据各自优势进行合理分工与协作, 通过高效的信息交互实现功能互补, 共同完成复杂任务的模式。在工程造价审核领域, 人机协同的技术支撑体系较为完善, 涵盖了人工智能算法、大数据处理技术、BIM 可视化技术以及云计算平台等多个方面。人工智能算法负责复杂逻辑的分析与判断, 大数据处理技术实现多源数据的整合与挖掘, BIM 技术提

供可视化的审核支撑,云计算平台则保障各类技术应用的协同性与稳定性,为审核工作的高效开展提供全方位技术保障。

2.2 人机协同适配性分析

工程造价审核工作兼具数据密集型与知识密集型的双重特征,这与人机协同模式的优势高度契合,具备良好的适配性。智能系统在数据处理方面具有显著优势,能够高效完成工程量数据提取、定额库匹配、多维度数据对比分析等重复性工作,大幅提升基础工作效率。而审核人员则在专业判断方面更具优势,可以聚焦于工程变更合理性判断、特殊工艺造价评估、模糊行业政策规范解读等需要丰富经验与主观决策的环节,二者形成优势互补,提升审核工作的整体质量。

2.3 人机协同核心价值

人机协同模式从多个维度为工程造价审核工作创造价值,推动审核工作提质增效。在效率维度,智能系统承担了大量基础数据处理工作,大幅缩短了审核周期,提升了审核工作的时效性,使审核结果能够更快地为工程决策提供支撑。在质量维度,智能系统的应用减少了人工主观误差,同时通过算法模型强化了对潜在风险的识别能力,提升了审核结果的精准度与可靠性。在管理维度,人机协同模式推动审核流程实现标准化改造,促进审核数据的沉淀与复用,为工程投资管理提供了丰富的数据支撑,提升了行业管理水平。

3 人机协同的工程造价智能审核模式构建框架

3.1 模式构建原则与目标

人机协同审核模式的构建遵循明确的核心原则与目标导向。核心原则包括人机优势互补、流程优化高效、结果精准可靠三个方面,确保模式能够充分发挥人与机器的各自优势,实现审核流程的优化升级与审核结果的质量保障。目标导向清晰,致力于打造集数据采集、智能分析、人工复核、结果输出于一体的系统化审核模式。通过该模式的构建,实现审核过程的数字化、智能化与规范化转型,有效满足工程建设领域对造价审核工作高效性与精准性的核心需求,提升审核工作的整体水平。

3.2 三位一体协同架构

“人-机-数据”三位一体的协同架构是人机协同审核模式的核心框架,各部分相互支撑、协同运作。数据层作为基础支撑,负责整合工程图纸、定额标准、合同文件、历史审核数据等多源信息,通过数据标准化处理

构建统一的审核数据库,为审核工作提供全面的数据资源。智能算法层处于核心位置,运用机器学习、自然语言处理等先进技术,实现对数据的智能处理与初步审核,完成基础审核任务。人员决策层作为关键环节,审核人员对智能审核结果进行专业校验、补充完善与最终决策,形成“数据支撑-智能分析-人工决策”的闭环协同机制。

3.3 流程再造与分工机制

基于人机协同理念对传统审核流程进行全面再造,形成全新的审核流程体系。新流程以“数据录入与预处理—智能系统自动审核—人工重点复核与调整—审核结果汇总与反馈”为核心环节,实现各环节的高效衔接。同时,建立清晰的人机分工机制,明确双方的职责与任务边界。智能系统主要负责基础数据处理、工程量计算、定额套用等标准化、重复性工作,提升基础工作效率。审核人员则专注于审核规则设定、特殊情况处理、审核结果确认等需要专业经验与创造性思维的工作,实现人机高效协同。

4 人机协同审核模式的关键技术应用与创新点

4.1 核心技术适配与集成

根据工程造价审核的实际需求,对核心智能技术进行适配应用与集成融合。机器学习技术被用于构建审核误差预测模型,通过对历史审核数据的学习分析,提升对潜在审核风险的识别能力。自然语言处理技术则应用于合同、签证等文本类资料的处理,实现关键信息的自动提取与解析,减少人工录入工作量。BIM技术凭借其可视化优势,实现工程图纸的三维可视化审核与工程量的精准计算。通过云计算平台将这些技术进行集成,保障各类技术应用的协同性与稳定性,形成完整的技术应用体系。

4.2 审核数据整合与应用

数据资源是人机协同审核模式的重要基础,需要进行全面整合与智能化应用。构建多源审核数据库,将工程建设各阶段的造价数据、历史审核案例数据、行业定额标准数据以及政策法规数据等进行统一整合。通过数据清洗、标准化处理等手段,提升数据质量。运用数据挖掘技术对数据库中的数据进行深度分析,挖掘数据背后的关联规律与潜在价值,为审核工作提供数据支撑。建立完善的数据更新机制,定期更新数据库内容,确保数据的时效性与准确性,实现数据资源的智能化复用与价值转化。

4.3 审核规则优化与创新

结合人机协同模式的特征,对传统审核规则体系进行优化与创新,提升审核规则的适用性。将传统的刚性审核规则与智能算法可识别的柔性规则相结合,既保障审核工作的规范性,又增强规则的灵活性。创新引入动态审核规则调整机制,根据工程类型、建设规模、行业政策以及市场环境的变化,通过人机协同的方式对审核规则进行实时优化调整。审核人员提出规则调整需求,智能系统提供数据支撑与规则适配分析,确保审核规则始终符合实际审核需求,提升审核模式的适应性与灵活性。

5 人机协同审核模式的实施保障与推进路径

5.1 技术保障: 构建支撑平台

技术保障是人机协同审核模式顺利实施的基础,核心在于构建稳定高效的技术支撑平台。加大技术研发投入力度,结合工程造价审核中工程量计算、定额套用、费用计取等具体业务需求,开发适配性强的人机协同技术平台,实现 AI 算法与审核流程的深度融合。平台建设需重点关注稳定性、安全性与易用性,确保面对海量审核数据时仍能长期稳定运行,通过数据脱敏、权限分级等手段保障审核数据安全,同时设计简洁直观的操作界面降低审核人员的操作难度。建立完善的技术培训体系,定期组织审核人员参加技术应用培训,提升其技术操作能力。引入专业技术服务团队,为平台的日常运维、故障排查与升级迭代提供 7×24 小时专业支持,确保技术保障的持续性与时效性,为审核工作顺利开展筑牢技术根基。

5.2 人才保障: 培养复合型人才

人才保障是推动人机协同审核模式落地的关键,需要培养大量既懂业务又通技术的复合型审核人才。构建“工程造价专业知识+数字技术能力”的复合型人才培养体系,明确以“业务数字化应用、技术场景化落地”为核心的人才培养目标,内容涵盖造价管理规范、AI 审核工具操作、大数据分析等。通过多种途径推进人才培养工作,在高校工程造价相关专业设置中增加数字技术课程,从源头培养具备技术思维的专业人才;企业内部开展常态化培训,结合实际审核案例讲解技术应用技巧,提升现有审核人员的数字技术应用能力。加强行业交流合作,组织人员参与行业培训与研讨活动,学习先进企业的人才培养经验与技术应用成果。通过多维度培养,打造一支既精通工程造价审核业务,又掌握人工智能、大数据等数字技术的复合型人才队伍,为模式推进

提供人力支撑。

5.3 管理保障: 健全管理制度

完善的管理制度是人机协同审核模式规范运行的重要保障,能有效规避流程混乱、责任不清等问题。建立健全人机协同审核的管理制度体系,明确审核流程中 AI 初筛、人工复核、结果校验等各环节的责任主体,制定详细的工作标准与量化考核机制,将审核效率、结果质量与绩效挂钩,确保各项工作有章可循、有据可查。针对审核数据涉及项目造价核心信息的特殊性,制定严格的数据安全管理规范,采取数据加密存储、访问权限动态管控、操作日志全程追溯等安全措施,保障审核数据的安全性与保密性,防止数据泄露或篡改。建立科学的审核质量评价体系,从审核效率、结果精准度、风险识别能力、数据利用价值等多个维度对审核工作进行全面评价,通过定期的评价反馈及时发现流程漏洞与技术短板,持续优化审核工作,推动审核管理的规范化、精细化发展。

6 结论

本文围绕人机协同的工程造价智能审核模式创新展开研究,系统分析了当前工程造价审核模式的发展现状与核心瓶颈,明确了人机协同模式在该领域的应用价值与适配性。研究构建了“人-机-数据”三位一体的协同审核框架,完成了审核流程的再造与人机分工机制的设计,提出了核心技术适配集成、数据资源整合应用及审核规则优化的具体路径,并从技术、人才、管理三个维度构建了模式实施的保障体系。人机协同审核模式实现了智能技术与专业经验的有机融合,能够有效提升审核效率与质量。未来可进一步深化技术应用,推动模式在不同类型工程项目中的实践落地,为工程造价管理行业数字化转型提供更有力的支撑。

参考文献

- [1] 李波. 我国工程造价咨询行业的发展制约因素及对策探究[J/OL]. 中国企业管理知识仓库, 1-4[2025-11-16].
- [2] 张磊. 绿色石材选材对建筑工程造价的影响分析[J]. 石材, 2025, (11): 7-9.
- [3] 杨帅, 张晶晶, 崔潇巍, 等. 某建筑工程的造价控制管理优化效果分析[J]. 中国建筑金属结构, 2025, 24(2): 160-162.
- [4] 郑卫国, 郑艺, 马芳. 数字化驱动下金融与工程造价的深度融合创新实践[J]. 价值工程, 2025, 44(31): 162-165.