

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。当前工程建设项目建设规模扩大，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，大型复杂的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、安全性和易用性，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]. 中国企业经营管理知识仓库, 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(21): 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.