

关于人工智能技术赋能建筑业监管的融合应用与趋势展望

张 航

雄安新区建设工程质量安全检测服务中心，河北 雄安新区 071701

[摘要]文章深入探讨了人工智能技术在建设工程监督管理领域的融合应用与发展趋势。文章首先分析了传统建筑业监管面临的监管覆盖不足、风险识别滞后及执法标准不一等挑战，指出数字化转型的紧迫性。随后，详细阐述了人工智能在风险防控、教育培训及信息管理等核心场景的应用现状。最后，展望了行业未来的六大发展趋势：包括智能化巡检、深度隐患研判、智能辅助管理、大模型多模态融合、信用分级分类精准监管以及跨部门协同穿透式监管，旨在通过技术重构监管范式，构建建筑业高质量发展的“数字防线”。

[关键词]人工智能；建筑业监管；风险防控；数字化转型；大模型

DOI: 10.33142/sca.v9i8.20201

中图分类号: TU3

文献标识码: A

The Integration Application and Trend Outlook of Artificial Intelligence Technology Empowering the Supervision of the Construction Industry

ZHANG Hang

Quality and Safety Testing Service Center for Construction Projects in Xiong'an New Area, Xiongan, Hebei, 071701, China

Abstract: This article explores in depth the integrated application and development trend of artificial intelligence technology in the field of construction project supervision and management. The article first analyzes the challenges faced by traditional construction industry regulation, such as insufficient regulatory coverage, lagging risk identification, and inconsistent enforcement standards, and points out the urgency of digital transformation. Subsequently, the current application status of artificial intelligence in core scenarios such as risk prevention and control, education and training, and information management was elaborated in detail. Finally, the six major development trends of the industry in the future were discussed, including intelligent inspection, deep hazard assessment, intelligent assisted management, multi-modal integration of large models, precise supervision of credit grading and classification, and cross departmental collaborative penetration supervision. The aim is to reconstruct the regulatory paradigm through technology and build a "digital defense line" for the high-quality development of the construction industry.

Keywords: artificial intelligence; construction industry regulation; risk prevention and control; digital transformation; large model

引言

建筑业是国民经济的支柱产业，是国家强盛、人民富裕的根基。但是长期以来建设工程监督管理主要依靠人工巡查和经验判断，在应对规模化、复杂化工程项目的时候，暴露出了监管覆盖不足、风险识别滞后、执法标准不统一等问题。近些年来，人工智能技术给破解困境赋予了可能，计算机视觉、物联网、大语言模型以及数字孪生这些技术正在渗入风险预警、教育培训、信息治理等各个领域当中，促使监管由“人防”转向“智防”。对建筑行业 AI 监管应用现状及发展趋向进行梳理，对创建建筑行业数字防线有重大意义。AI 赋能不能简单地看作是技术的叠加，它牵涉到理念、流程、制度等诸多方面的系统改变，要依靠方

方面来加以支撑。

1 建筑业监督管理现状与挑战

当前，我国建设工程监督管理在长期实践中形成了以“人工现场巡查”与“执法人员经验判断”为核心的传统模式。该模式贯穿于项目事前风险预防、事中过程监控及事后违规查处与整改的全流程，其效能高度依赖于监管人员的个体专业素养、责任意识与经验积累。然而，伴随建筑行业向规模化、复杂化、高技术集成化方向快速发展，工程项目呈现出分布广泛、体量巨大、技术工艺复杂、参与主体多元等新特征，使得传统监管模式面临多重严峻挑战：

目前建筑施工领域的监督管理体系存在着监管覆盖

面不全、执行效率不高、风险预警机制欠缺等诸多问题。全国在建工程项目数一直保持在 50 万项以上，目前我国质量安全监督机构人员配备严重不足，平均负责的管理区域面积远远超过合理范围。特别是高峰期，单个监管人员要同时监督好几个分散的工地，在这样的情况下工作变得非常困难并且容易出错。传统的现场人工检测方式依靠定时的检查工作，在隐蔽工程质量问题或者违法转包、资质挂靠等违法行为的发现上存在滞后的问题，一般情况下需要几个小时到几天的时间才会有发现的情况。这就造成了事故多发时段成为隐患积累的重要节点之一。为了克服上述弊端，2025 年国务院办公厅下发了《2025 年国务院办公厅关于严格规范涉企行政检查的指导意见》，强调要用信息化手段提高监管效率，建设管理国家治理体系和治理能力现代化的体系。在这种情况下，将人工智能等高新技术运用到建筑业之中，就成为了解决传统管理问题、推进产业转型升级的有效途径。建筑行业数字化转型将进入一个比较重要的发展时期，在这期间它是否能取得突破性的发展，将会成为决定建筑行业发展的关键所在，也会是影响行业治理能力提升的重要因素。

2 人工智能在建筑业监督管理的应用现状

人工智能技术深入到建筑领域的监理和管理当中之后，它就渐渐从单一的、局部的应用情况向着更为全面的、系统化的道路发展。已经渗入到了风险预警、人员培训、数据整合分析、决策支持等诸多领域，依靠计算机视觉、物联网感知设备、边缘计算架构、自然语言处理引擎、区块链可信机制等各方面的协同创新，使得工程管控变得高效精准。

2.1 风险防控中的人工智能应用

一是依靠物联网感知设备、高清监控摄像头、无人机巡检系统、可穿戴技术等手段对建筑工地各方面空间展开全方位的覆盖，并且把空间进行数字化再造。利用边缘计算技术可以提高数据传输的速度，也可以改善异常事件处理的准确度和及时性。目前使用的人工智能视觉分析算法对于检测施工人员佩戴未按规定佩戴安全帽、穿反光背心等常见违章行为已经具备了很高的准确率，大于 95%。依靠集成在安全帽和腕表上的生物特征采集单元和高精度定位设备，可以实时得到操作人员生命体征、工作坐标等关键信息，进而有效地防止疲劳作业和离岗事件的发生。

二是大数据风险研判与预测。通过将建筑信息模型、实时传感器数据、历史事故案例及环境信息等多源数据融合，构建“数字孪生”模型，可对施工过程进行动态模拟与推演，提前预测深基坑、高支模、大型起重吊装等高风险

环节的潜在安全状态。在环境监管领域，通过对空气质量、水位等物联网监测数据的智能分析，能够预测污染物超标或内涝风险，实现“早发现、早预警、早处置”。数字孪生技术的价值就在于把物理世界中的施工过程映射到虚拟空间里，使监管者可以在问题出现之前看到问题，在风险产生之前进行处置，从而实现安全监管由事后追责到事前预防的转变。

2.2 教育培训中的人工智能应用

一是“科技+执法”能力培训。各级监管机构积极组织开展专项培训，将智能执法平台操作、AI 辅助工具应用等纳入核心课程。例如，某地区开展“金牌执法官”培训，通过线上办案平台模拟实操与 AI 执法助手情景演练，显著提升了执法人员适应“人工智能+综合执法”新型工作模式的实战能力。经过系统化培训的执法人员在现场执法时对于各种隐患的综合识别率提高了大约 40%，执法文书制作的规范性以及效率提高幅度超过 50%。

二是虚拟仿真与应急演练属于一种新的培训模式，用虚拟现实、模拟等手段搭建起一个沉浸式的交互平台。本章所提出的仿真系统以虚拟仿真环境为主，在其上可以进行各种模拟演练，同时也可以利用人机互动方式对学员的操作效果进行实时评价。在该类系统结构里，所有的操作都被及时保存到数据库中，并且依靠智能算法去全面剖析并加以综合评定，进而精确找出技能薄弱之处并给出改进意见，进而提升个人于繁杂环境之下做出现场判断和应对突发事件的效能。参与者可以以一种受控制的方式在安全的环境里获得与真实场景比较接近的学习经历。

2.3 信息管理中的人工智能应用

依靠人工智能技术的支撑，分散的、不协调的监管数据变成有着战略性意义的综合系统化资源。

把大数据分析同区块链技术结合起来，依靠建筑工程行业的各种数据（建设方、施工方和监理单位的数据），创建一个安全信息管理平台。在此基础上，区块链技术可以对人员资质认证、巡查日志、质量检测结果这些重要的数据进行不可篡改、全程可追溯，从而给行业信用评定体系的健全以及事故溯源工作赋予有力的数据支撑和可靠的技术保障。

依靠人工智能技术形成起来的专业化知识图谱系统，可以明显改善信息查找速度及服务水准。以某省住房城乡建设部门为研究对象，在全省统一知识共享平台建设整合了建筑、房地产及有关的业务领域法律法规、政策文件、标准规范等共性资源，达到 90%以上覆盖。平台采用大数据处理架构，并用深度学习算法，用自然语言处理的组

件为一线执法人员提供智能化辅助工具。在实际使用的时候,使用者可以利用语音或者文字来快速获取有关的法律法规条款、处罚依据和案例参考等。依靠语义理解引擎和精准匹配机制,系统可以迅速地对复杂的法律条文进行查询,在比传统手工检索更快的情况下提高处罚过程合法性的审核质量和处罚合规性的审核质量。

3 人工智能在建筑业监督管理中的发展趋势展望

一是智能检查与风险识别。通过集成物联网、建筑信息模型(BIM)和人工智能(AI)分析平台,该系统能够实现对整个项目状态的视觉监控和智能检查。系统可自动规划最佳检查路线,指示无人机或检查机器人自动检查关键区域和高风险区域,并利用图像识别技术自动识别常见的风险,如材料违规、悬吊地板的安全问题、基坑渗水、边缘缺乏防护措施、脚手架搭建不当以及防护装备使用错误等。

二是深度分析与研判。人工智能将通过关联分析人员行为数据、设备运行状态、环境参数等多维度信息,构建更为精细的“人员-设备-环境”画像,深度挖掘隐患背后的管理漏洞、行为习惯与系统性风险链条,推动监管从针对表面现象的“治标”向根除风险源的“治本”深化。核心就是“关联”和“溯源”,不能孤立地看待每一个隐患,而应该把分散的隐患点连成风险网络,找到反复出现问题的企业、项目或者施工环节,从而找到制度层面、管理层面的系统性缺陷,为从根本上消除风险提供决策依据。

三是智能辅助管理。基于案例推理和知识图谱,AI能为具体违规情形推荐相匹配的法规条款、判罚尺度和整改措施。在闭环管理中,智能流程引擎可自动派发整改任务、跟踪整改进度、智能核验整改结果,并关联信用管理系统,实现“风险发现-精准处置-信用惩戒-持续预防”的自动化、智能化闭环。闭环管理模式的本质就是把监管由人为驱动变成规则驱动、数据驱动,最大限度地减少人为干预所造成的不确定性。系统每次闭环运行都会产生数据,不断对算法模型进行优化,使监管越来越精确、越来越高效。

四是大模型与多模态融合。通用大语言模型经行业知识微调后,有望成为监管的“超级辅助大脑”。它们不仅能进行深度的自然语言交互与复杂文档理解,还能融合文本报告、设计图纸、监控视频、传感器流数据等多模态信息,进行综合推理与评估,例如自动评估项目的整体合规性风险等级或生成综合性监管分析报告。多模态融合的关键之处在于由原来的“单个数据源分析”变成现在的“多个数据源综合推理”。对结构设计图纸进行读取,查看现场施工的照片,分析传感器应力的数据,自动判断实际的施工是否符合设计的要求,产生详细的分析报告。跨模态

综合推理能力把AI辅助监管提升到了一个全新的智能化阶段。

五是信用分级分类精准监管。基于AI构建的企业、项目、人员全维度数据画像,将使监管重心从“平均用力”的普遍检查转向“基于风险与信用”的精准监管。对高风险对象实施高频次、严要求的重点监管,对信用良好的主体则减少干扰,做到“无事不扰”。信用分级分类监管深层次的意义就是重新塑造监管者和被监管者之间互动的关系,由原来的对抗式的监管变为合作式的治理。当企业明确知道良好的安全信用记录会得到更少的行政干扰、更多的市场机会的时候,安全生产就从应付检查的外部负担变成了提高竞争力的内在需求,形成了市场化的正向激励循环。

六是跨部门协同与穿透式监管。跨部门协同与穿透式监管:人工智能平台将打通工程立项、规划、施工、验收、运维的全生命周期数据流,促进住建、应急管理、城市管理、人力资源社会保障等部门的业务协同与数据共享。例如,将施工现场安全违规数据自动关联至企业资质与人员资格管理,将农民工工资支付异常预警同步至劳动监察系统,形成监管合力。穿透式监管的核心就是“一数一源、一源多用”,即每一个数据在源头采集一次,在各个部门、各个场景中都可以共享使用,从根本上消除信息孤岛。

人工智能正在深刻重构建设工程监督管理的技术基底、业务流程与治理范式。现阶段的应用实践已充分证明其在提升监管效能、规范执法行为、防范重大风险方面的显著价值。展望未来,随着相关技术的持续演进与跨领域深度融合,人工智能将驱动行业监管迈向全域实时感知、深度智能分析、自动协同执行的高级发展阶段,为建筑业高质量发展与城市安全稳定运行构筑起更为坚固的“数字防线”。在此进程中,业界需在积极推进技术应用的同时,高度重视数据安全、算法公平透明性及相关法律法规标准体系的建设,确保智能化转型行稳致远。

4 结语

人工智能赋能建筑业监管,实质上是“人力驱动”向“数据驱动”的治理范式革命。从根本上改变了监管逻辑,由原来的“人找问题”变成了“问题找人”,由原来的“经验判断”变成了“数据支撑”,由原来的“事后追责”变成了“事前预防”,使隐患能够被及时发现、违规能够被准确记录。展望未来,AI从建筑行业的感知、认知走向决策、执行,就构成了从工程全过程的一个数字防线。同时,AI赋能监管的深度取决于数据质量、算法适配性和人机协同能力,其中人的因素起着决定性的作用,即AI

不是取代监管人员,而是把监管人员从重复劳动中解放出来,去做更具有价值的研判和决策。因此要同步推进人才队伍的数字化转型,培养出既懂技术又善应用、能研判的复合型人才。在技术推动、政策引领、行业实践三者共同作用之下,一个遍布全域、即时感知、智能协同的建筑业监管“天网”正在迅速形成,给城市的安全运行和行业的高质量发展筑牢了坚固的防线。

[参考文献]

[1]刘智.新城建视域下建筑质量安全管理智能化探索[J].

中国建设信息化,2024(6):70-73.

[2]于银亮.片区开发下智慧工地管理平台在工程管理中的应用研究[J].智能城市,2024,10(11):89-91.

[3]陈继启.数字化背景下建设工程项目管理效能的提升策略研究[J].智能建筑与智慧城市,2024(11):15-17.

作者简介:张航(1988—),男,汉族,河北邯郸人,中级工程师,大学本科,西南交通大学土木工程专业,现从事建设工程质量安全监督管理工作,重点研究非现场监督模式以及数字赋能监督管理方面。