

人工智能在建筑工程质量检测与管理中的应用探索

李浩瑞

天津金隅津丽房地产开发有限公司 天津 300300

摘要：本文围绕人工智能在建筑工程质量检测与管理中的应用展开研究，先阐述相关理论概述，涵盖人工智能核心技术、质量管控内涵流程及应用可行性。再从质量检测与管理两大维度，剖析计算机视觉、传感器物联网、无损检测融合AI等应用场景，以及数据智能分析、流程优化、人员管理智能化路径。最后探讨技术融合、标准化建设、人才培养等发展趋势与建议。研究表明，人工智能可破解传统管控效率低、主观性强等难题，推动行业向数据驱动转型，为建筑工程质量管控智能化升级提供理论与实践支撑。

关键词：人工智能；建筑工程；质量检测

引言：随着建筑行业规模化、复杂化发展，传统质量检测与管理依赖人工操作，存在效率低下、误差率高、全流程管控不足等痛点，难以适配高质量发展需求。人工智能技术的成熟为行业转型提供了新路径，其核心技术与建筑工程的深度融合，可实现质量管控的精准化、自动化与全周期覆盖。基于此，本文聚焦人工智能在建筑工程质量检测与管理中的应用，系统梳理相关理论与实践场景，分析技术应用价值与落地路径，预判未来发展趋势并给出建议，为行业智能化升级提供参考，助力建筑工程质量管控水平迭代提升。

1 人工智能与建筑工程质量检测与管理相关理论概述

1.1 人工智能基本概念与核心技术

人工智能是一门融合计算机科学、数学、心理学等多学科的交叉技术，本质是模拟人类智能的思维过程与行为能力，实现感知、推理、学习、决策等自主化操作。其核心技术体系涵盖机器学习、深度学习、计算机视觉、自然语言处理及物联网融合技术等。机器学习通过算法让系统从数据中迭代优化模型，无需明确编程即可完成；深度学习作为机器学习的分支，依托神经网络模拟人脑结构，在海量数据中挖掘深层规律，是复杂场景应用的核心支撑^[1]。计算机视觉技术实现对图像、视频的智能解析与特征提取，物联网则构建数据采集的终端网络。这些技术协同发力，打破传统技术的局限，为建筑工程质量检测与管理的智能化升级提供了核心驱动力，推动行业从经验驱动向数据驱动转型。

1.2 建筑工程质量检测与管理的内涵与流程

建筑工程质量检测与管理是保障工程安全、合规及使用功能的核心环节，内涵涵盖工程全生命周期的质量管控，包括施工前原材料检测、施工中工序质量把控、竣工后验收评估及运维阶段质量监测。其核心流程具

有系统性与闭环性：施工前需对建材、设备进行抽样检测，核查供应商资质与产品合格证明，杜绝不合格材料入场；施工中针对钢筋绑扎、混凝土浇筑、墙体砌筑等关键工序，开展实时检测与旁站监督，及时纠正偏差；竣工后通过实体检测、资料审核等方式，确认工程是否符合设计标准与规范要求。传统流程依赖人工操作，效率低、主观性强，易出现遗漏与误差，而智能化升级可实现各环节的无缝衔接，让质量管控更精准、高效，契合现代建筑工程规模化、复杂化的发展需求。

1.3 人工智能在建筑工程领域应用的可行性分析

人工智能在建筑工程领域的应用具备充足的技术、数据与市场可行性。技术层面，深度学习、计算机视觉等核心技术日趋成熟，硬件设备成本大幅下降，便携式检测终端、高清摄像头等设备可满足现场数据采集需求。数据层面，现代建筑工程积累了海量施工日志、检测报告、图像视频等数据，为人工智能模型的训练与优化提供了充足素材，数据资源的规模化积累成为智能化应用的基础。市场层面，建筑行业面临劳动力短缺、质量管控压力增大等问题，传统模式难以适配高质量发展需求，行业对智能化解决方案的需求迫切。政策层面多地出台推动建筑工业化、智能化的政策，为技术应用提供了良好环境。综合来看，技术成熟度、数据支撑力、市场需求及政策导向形成合力，为人工智能在建筑工程领域的落地应用提供了坚实保障。

2 人工智能在建筑工程质量检测中的应用

2.1 基于计算机视觉的质量检测

基于计算机视觉的质量检测是人工智能在建筑工程领域的主流应用方向，通过高清摄像头、无人机等设备采集现场图像数据，依托深度学习模型实现对工程缺陷的自动识别、分类与量化。该技术可覆盖墙面裂缝、

混凝土蜂窝麻面、钢筋间距偏差等多种常见缺陷,相比人工检测,具有效率高、精度高、客观性强的优势。例如,通过卷积神经网络(CNN)模型对混凝土表面图像进行分析,可精准识别宽度0.1mm以上的裂缝,并自动计算裂缝长度、宽度等参数;无人机搭载高清摄像头可对高层建筑外立面、桥梁底部等人工难以抵达的区域进行检测,大幅降低作业风险。目前,该技术已在住宅建筑、市政工程、桥梁隧道等项目中广泛试点,有效减少人工漏检、误检问题,提升检测工作的标准化水平^[2]。

2.2 基于传感器与物联网的质量检测

基于传感器与物联网的质量检测,通过在工程结构、建材及施工设备上部署各类传感器,构建实时数据采集网络,结合人工智能算法对数据进行分析,实现对工程质量的动态监测与预警。传感器可采集混凝土养护温度、湿度、结构应力应变、钢筋锈蚀程度等关键指标,物联网技术将分散的传感器数据实时传输至云端平台,人工智能模型对数据进行趋势分析与异常识别,及时发现质量隐患。例如,在混凝土浇筑过程中,温度传感器实时采集内部温度数据,AI模型通过分析温度变化曲线,判断混凝土水化热是否合理,预防裂缝产生;在钢结构工程中,应力传感器监测结构受力状态,当数据超出安全阈值时,系统自动发出预警。该技术实现了质量检测从“事后验收”向“事中控制”的转变,为工程质量提供全时段、全方位的保障。

2.3 基于无损检测技术与人工智能融合的质量检测

无损检测技术(NDT)可在不破坏工程实体结构的前提下,检测内部缺陷与性能指标,与人工智能融合后,大幅提升了检测精度与数据解读能力。传统无损检测技术如超声波检测、射线检测、回弹法等,依赖操作人员的经验解读检测结果,主观性强、误差较大。人工智能技术可对无损检测获取的波形、图像等数据进行智能分析,自动识别缺陷位置、大小及类型。例如,超声波检测中,AI模型通过分析反射波形特征,精准区分混凝土内部空洞、裂缝等不同缺陷;射线检测中,通过图像分割算法提取缺陷区域,实现对钢结构内部焊接缺陷的自动判定。这种融合模式既保留无损检测的优势,又通过AI算法弥补人工解读的不足,广泛应用于混凝土结构、钢结构、管线工程等检测场景,为工程质量评估提供更可靠的技术支撑。

3 人工智能在建筑工程质量管理中的应用

3.1 质量数据智能分析与决策支持

人工智能在质量数据智能分析与决策支持中的应用,核心是通过算法对工程全生命周期的海量质量数据

进行整合、分析与挖掘,为管理人员提供科学决策依据。建筑工程质量数据涵盖原材料检测数据、施工工序数据、缺陷处理数据、验收数据等,传统数据处理方式效率低下,难以挖掘数据间的关联规律。AI算法可对多源数据进行标准化处理,通过聚类分析、回归分析等方法,识别影响工程质量的关键因素,预测质量风险。通过对缺陷数据的统计分析,定位高频缺陷产生的工序环节,针对性制定管控措施^[3]。同时,AI系统可将分析结果转化为可视化报告,助力管理人员快速掌握质量状况,提升决策的科学性与时效性。

3.2 质量管控流程智能化优化

人工智能可对建筑工程质量管控流程进行全链条优化,打破传统流程中各环节信息孤岛,实现流程的自动化、标准化与高效化。传统质量管控流程存在审批繁琐、信息传递滞后、流程衔接不畅等问题,AI技术通过构建智能化管控平台,实现从原材料入场审核、工序质量验收,到缺陷整改、竣工备案的全流程线上化处理。例如,原材料入场时,AI系统自动比对检测报告与标准数据,合格材料自动录入台账,不合格材料直接拦截;工序验收时,通过计算机视觉检测结果自动触发验收流程,无需人工上报。同时,AI算法可对流程节点进行优化,识别冗余环节,精简审批流程,缩短管控周期。另外,系统可自动记录各环节质量数据,形成可追溯的质量档案,为工程质量追溯与责任认定提供便利。

3.3 人员管理与培训智能化

人工智能在人员管理与培训中的应用,主要聚焦于提升施工人员专业能力、规范作业行为,实现人员管理的精细化与高效化。人员管理方面,AI系统通过人脸识别、定位技术,对施工人员到岗情况、作业区域进行实时监控,确保关键岗位人员在岗履职;通过分析作业行为数据,识别违规操作行为,及时发出预警并记录,强化人员行为管控。培训方面,依托虚拟现实(VR)、增强现实(AR)与AI融合技术,构建沉浸式培训场景,模拟复杂施工工序与质量缺陷处理流程,让培训人员在虚拟环境中反复实操,快速提升技能。同时AI系统可根据培训人员的学习进度、考核成绩,定制个性化培训方案,针对性弥补能力短板。这种智能化模式既解决了传统培训效率低、场景化不足的问题,又实现人员管理与培训的闭环管控,为工程质量提供人力保障。

4 未来发展趋势与建议

4.1 技术融合方向

未来,人工智能在建筑工程质量检测与管理领域的发展,将呈现多技术深度融合的趋势,进一步突破单一

技术的应用局限。一方面,人工智能将与大数据、云计算、区块链技术深度融合,云计算为海量质量数据提供存储与算力支撑,区块链技术保障数据的不可篡改与可追溯,三者协同构建更安全、高效的智能化管控体系。另一方面, AI与BIM技术的融合将更加深入,通过将AI算法嵌入BIM模型,实现工程设计、施工、运维全生命周期的质量可视化管控,精准模拟施工过程中的质量风险。人工智能与机器人技术的结合将逐步普及,检测机器人、施工机器人可实现自动化巡检与作业,配合AI算法完成实时质量检测与调整。多技术融合将推动建筑工程质量管控向全流程、智能化、精准化方向升级,构建一体化技术解决方案。

4.2 标准化与政策支持

标准化建设与政策支持是推动人工智能在建筑工程领域实现规模化应用的关键保障,未来务必加快完善相关体系。当前,人工智能在建筑工程质量检测与管理中的应用面临诸多困境,其中缺乏统一标准是突出问题。因此,需尽快制定一系列标准,涵盖AI检测设备技术标准、数据格式标准以及缺陷识别判定标准等。通过这些标准规范技术应用流程,打破数据壁垒,实现行业内数据的顺畅共享与高效协同。在政策层面,政府部门应发挥引导作用,出台针对性扶持政策。加大对AI技术研发与应用的资金投入,鼓励企业与科研机构携手开展技术创新,形成产学研用深度融合的良好局面。同时完善行业监管政策,明确人工智能技术在工程质量管控中的应用范围和责任划分,建立健全质量追溯与问责机制,确保技术应用合法合规、安全可靠。还可通过开展试点示范工程,推广成熟的AI应用方案,以点带面推动行业标准化、规范化发展,为人工智能技术在建筑工程领域的落地创造良好的政策环境。

4.3 人才培养与生态构建

人才培养与生态构建是人工智能在建筑工程领域实现长远发展的核心支撑,必须构建“产学研用”协同发展的生态体系。在人才培养方面,高校肩负着重要使命,应优化专业设置,增设人工智能与建筑工程交叉专业,打破学科壁垒,培养既掌握建筑工程专业知识又具

备AI技术能力的复合型人才,为行业发展注入新鲜血液。企业则需加强在职人员培训,根据行业转型需求,制定针对性的培训计划,提升现有技术人员与管理人員的智能化操作水平,使其能够熟练运用人工智能技术解决实际问题^[4]。鼓励科研机构与企业开展深度合作,建立人才培养基地,通过实际项目实践,让学生和在职人員在实践中积累经验,培养实用型人才。在生态构建方面,要搭建行业交流平台,定期举办技术研讨会、学术交流活动等,促进企业、高校、科研机构之间的技术交流与资源共享,形成优势互补、协同创新的良好氛围。培育一批专注于建筑工程AI应用的龙头企业,发挥其引领示范作用,带动产业链上下游企业协同发展。加强国际合作与技术引进,积极借鉴国外先进经验和技术成果,结合国内行业实际需求进行优化和创新,构建开放、协同、创新的产业生态,推动人工智能在建筑工程领域的可持续发展。

结束语

人工智能与建筑工程质量检测管理的融合,是行业高质量发展的必然趋势,已在检测、管控、人员管理等领域展现出显著优势,有效弥补了传统模式的短板。但目前仍面临技术融合不深入、标准不统一、复合型人才短缺等问题。未来需聚焦多技术协同、标准化建设与人才生态构建,强化政策引导与产学研协同。相信通过持续创新与实践,人工智能将全面赋能建筑工程质量管控全生命周期,推动行业实现高效、安全、智能的转型,为建筑领域高质量发展注入持久动力。

参考文献

- [1]孙志坚.基于人工智能的建筑工程质量智能检测方法研究[J].砖瓦, 2025(7): 110-112,116.
- [2]贺敬帅.探究工程检测对建筑工程质量控制的影响及重要性[J].建筑与装饰,2025(16):73-75.
- [3]王丽娜.信息化视角下的建筑工程质量检测技术研究[J].建筑与装饰, 2025(13): 142-144.
- [4]周一璐.人工智能技术在建筑工程质量缺陷智能识别与管理中的应用研究[J].建筑与施工, 2025,4(18):149-151.