

# 人工智能在建筑工程设计与施工决策支持中的研究

周勇武

浙江杭州未来科技城管委会

DOI:10.12238/btr.v8i2.4629

**[摘要]** 近年来,人工智能技术快速发展,对多领域产生深远影响。计算能力和大数据技术的提升推动了深度学习、自然语言处理和计算机视觉等核心领域的突破。2025年,全球AI产业规模达数千亿美元,广泛应用于医疗、金融、交通等行业。深度学习通过神经网络实现复杂数据模式的学习与预测,如CNN在图像识别中超越人类水平,自然语言处理助力智能客服和翻译系统。同时,边缘计算和量子计算等新兴技术进一步提升AI性能,拓展其应用场景,优化响应速度并解决复杂问题。这些进步为各行业提供了强大技术支持。

**[关键词]** 人工智能; 建筑工程; 设计与施工; 研究

中图分类号: TP18 文献标识码: A

## Research on Artificial Intelligence in Building Engineering Design and Construction Decision Support

Yongwu Zhou

Zhejiang Hangzhou Future Science and Technology City Management Committee

**[Abstract]** In recent years, artificial intelligence technology has developed rapidly and has had a profound impact on multiple fields. The improvement of computing power and big data technology has driven breakthroughs in core fields such as deep learning, natural language processing, and computer vision. By 2025, the global AI industry will reach a scale of hundreds of billions of dollars and be widely applied in industries such as healthcare, finance, and transportation. Deep learning uses neural networks to learn and predict complex data patterns, such as CNN surpassing human level in image recognition, and natural language processing assisting intelligent customer service and translation systems. At the same time, emerging technologies such as edge computing and quantum computing further improve AI performance, expand its application scenarios, optimize response speed and solve complex problems. These advancements provide strong technical support for various industries.

**[Key words]** artificial intelligence; architectural engineering; Design and construction; study

### 引言

建筑工程作为复杂系统工程,涵盖设计、施工与运维,传统管理方式面临诸多挑战。设计阶段需兼顾安全性、功能性和美学,对设计师跨学科能力要求高;施工中常出现进度延误、成本超支等问题,全球约30%项目未能按时交付,主因包括资源分配不当和沟通不畅;运维阶段则存在能源浪费现象,建筑物全生命周期消耗全球40%以上能源。引入人工智能可整合多源信息、优化决策并持续改进,通过数据分析与自动化控制,助力高效设计、优化施工流程及降低运维成本,为建筑行业提供全方位支持。

### 1 核心技术概述

#### 1.1 数据处理技术

在建筑工程设计与施工决策中,数据处理技术至关重要。它通过将原始数据转化为可用信息,支持有效决策制定。随着行业数字化转型,大量数据被收集存储,包括工程图纸、施工日志、材料清单及传感器数据等。数据预处理是第一步,涉及清洗、转换和归一化操作,如优化三维建模数据以提高算法效率。数据集成也必不可少,例如结合BIM与GIS数据提供全面空间参考。特征提取可从原始数据中提炼有意义模式,助力机器学习模型精准预测,如建筑材料性能分析。数据可视化技术帮助工程师直观理解复杂数据,快速发现问题。同时,数据安全性不可忽视,需通过加密和访问控制保护敏感信息,避免隐私泄露带来的经济损失和声誉损害。这些技术共同推动建筑行业的高效与安全发展。

#### 1.2 深度学习算法

深度学习作为人工智能的重要分支,在建筑行业的设计与施工决策中展现出巨大潜力。其核心思想是通过多层神经网络模拟人脑学习过程,解决复杂问题。在建筑领域,深度学习主要应用于图像识别、自动化设计优化及施工风险评估。卷积神经网络(CNN)被广泛用于施工现场监控,可自动检测工人安全帽佩戴等行为,误报率较传统方法降低约30%,显著提高安全性。生成对抗网络(GAN)能自动生成符合需求的建筑设计方案,如某城市规划部门利用GAN设计出多样化的高层住宅方案,节省时间和成本。强化学习则可用于优化施工计划,通过模拟资源分配策略缩短工期并降低成本。然而,深度学习依赖大量高质量训练数据,获取足够标注数据是一大挑战。为此,迁移学习和半监督学习逐渐受到关注,可缓解数据不足问题,提升模型普适性与适应性。

### 1.3 自然语言处理

自然语言处理(NLP)在建筑工程设计与施工决策支持中作用显著,可实现人机交互智能化升级。其主要应用场景包括文档管理、知识抽取和智能问答系统。在文档管理方面,基于NLP的系统能通过语义分析快速定位合同文件、技术说明书等海量文本中的关键信息,大幅提升效率。知识抽取技术可从非结构化文本如施工日志中提取工期延误原因、质量问题描述等结构化信息,构建知识图谱以辅助项目管理,某单位借此将问题分析时间缩短40%。智能问答系统则支持用户以自然语言提问,例如技术人员可通过语音助手查询施工工艺要求或设备操作方法,减少查阅纸质手册的时间,提高沟通效率和工作质量。这些应用共同推动建筑行业向智能化转型。

## 2 设计阶段的应用

### 2.1 方案生成优化

建筑设计方案的生成是建筑生命周期中的关键步骤,对施工和运营有直接影响。随着AI技术发展,其在优化设计方案方面展现出巨大潜力。通过学习历史建筑数据,AI可快速生成并优化多种方案。例如,在高层住宅设计中,AI综合日照、风向和环境等因素生成符合规范的初步方案,同时平衡美学与实用性,某项目使用AI辅助后,设计时间减少40%,质量显著提升。此外,AI还能结合用户偏好进行定制化设计,如在商业综合体中,根据客户行为和消费习惯优化动线布局,提升顾客体验和销售额。这种数据驱动的方法不仅提高设计效率,还最大化了建筑功能。

### 2.2 可视化模拟技术

可视化模拟技术显著提升了建筑设计中的沟通效率与决策准确性。通过VR、AR及三维建模,设计师可直观展示方案,便于非专业人士理解。BIM技术将建筑信息整合到三维模型中,涵盖结构、机电等多领域,支持全方位分析并提前发现设计冲突。某办公楼项目应用BIM后,设计修改减少35%,周期大幅缩短。动态仿真技术同样重要,如CFD软件可模拟气流分布优化通风系统,日照模拟则为采光设计提供依据。这些技术不仅提高设计精度,还推动了绿色建筑的发展。

### 2.3 资源配置规划

建筑设计阶段的资源配置规划是复杂的多目标优化问题,涉及人力、材料和设备等多方面协调。人工智能凭借强大计算能力和智能算法可有效解决此难题。在人力资源配置上,AI根据项目规模、难度及团队能力合理分配任务,某机场航站楼设计团队引入AI系统后实现人员高效利用并确保节点按时完成。材料选择中,AI综合评估性能、价格和环保性,推荐最优方案,某绿色建筑通过AI选材降低成本且达到LEED金级认证。设备配置方面,AI预测施工进度与需求,制定采购租赁计划,避免设备短缺延误工期,某基建项目应用AI后设备闲置率下降28%,施工效率显著提升。

## 3 施工阶段的应用

### 3.1 进度管理优化

建筑工程施工中,进度管理是确保项目按时完成的关键。人工智能的应用显著提升了施工效率与管理水平。通过分析历史数据、实时监控和预测模型,AI生成精确的工期预测方案。例如,某基础设施项目利用机器学习分析10年数据,将工期误差控制在5%以内。此外,AI结合物联网实现动态调整,快速识别进度偏差并优化资源分配。某住宅楼项目因混凝土工序延迟时,AI即时调整后续安排,保障整体工期。自然语言处理技术还支持高效沟通,提升交互性。同时,AI与BIM融合生成三维动态模拟,帮助团队直观掌握进度与风险,促进决策和跨部门协作。

### 3.2 安全监测预警

安全问题是建筑施工的重要关注点,传统监测手段效率低、覆盖范围有限。人工智能的应用提升了安全监测的智能化水平,实现了从被动应对到主动预防的转变。通过图像识别技术,AI可实时监控工地隐患,如检测工人是否佩戴安全帽或系好安全绳,某大型工地部署AI系统后违规操作下降70%,事故风险显著降低。此外,AI还能分析环境参数,预警潜在危险,例如结合传感器数据与气象信息预测极端天气,或在高危区域实时追踪人员位置并触发报警机制。不过,AI应用仍需解决数据隐私保护和技术可靠性等问题,确保系统稳定性和安全性,才能更好地助力建筑施工安全<sup>[1]</sup>。

### 3.3 成本控制方案

成本控制是建筑工程经济效益的重要保障,人工智能通过大数据分析、智能预算编制及精细化管理提供创新解决方案。AI可挖掘历史项目财务数据,识别关键成本因素并生成详细预算报告,某开发商利用此技术预测住宅项目成本,误差仅3%。施工中,AI结合物联网实时监控成本数据,生成动态报表以预警超支,如桥梁建设中优化钢材采购节省数十万元。此外,AI优化资源配置,如调度机械设备、降低运输成本,虽单次效果有限,但累积效益显著。AI已渗透进度管理、安全监测与成本控制等环节,展现出广阔应用前景和技术优势<sup>[2]</sup>。

## 4 决策支持系统构建

### 4.1 系统架构设计

在建筑工程领域,决策支持系统的架构设计是关键环节,通常采用分层设计,包括数据层、业务逻辑层和用户界面层。数据

层负责存储与管理多源数据,如BIM、施工进度和成本预算数据,需结合关系型与非关系型数据库,确保准确性并建立备份机制。业务逻辑层为核心,通过人工智能技术实现数据挖掘与分析,例如预测施工风险或优化资源配置,功能需根据业务场景调整。用户界面层面向最终用户,提供友好操作环境,需满足设计师、工程师和管理人员的不同需求,如三维可视化功能或简洁报表展示,以支持高效决策。

#### 4.2 功能模块划分

决策支持系统需划分为多个功能模块以服务建筑工程各环节。项目管理模块覆盖从立项到验收的全过程,可跟踪进展、记录事件、生成报告并设置预警机制。资源管理模块协调人力、物力和财力资源,通过分析历史数据预测需求,优化采购与调配,如某桥梁项目减少钢材浪费15%。质量管理模块实时监控施工现场参数,对比标准并发出警报,如某住宅小区提升混凝土浇筑质量合格率。风险管理模块识别潜在风险,评估并提出应对策略,如某地铁隧道工程规避地质变化带来的安全隐患。这些模块协同作用,提高建筑项目的效率与安全性。

#### 4.3 数据交互流程

数据交互流程的设计对决策支持系统的效率和用户体验至关重要。需综合考虑数据来源、传输方式及安全性。数据来源分为内部与外部两类,内部包括ERP系统、BIM模型等,外部则来自天气预报、市场行情等第三方服务。为确保数据质量与时效性,应建立统一接口标准并定期清洗更新数据。在传输过程中,可采用HTTPS协议保障安全,使用分块传输提高速度。最终的数据呈现形式也需优化,除传统表格图表外,还可借助VR或AR技术实现更直观的信息展示。例如,在某商业综合体建设中,通过AR技术实现了施工与设计图纸的实时对比,显著提升了工作效率与准确性<sup>[3]</sup>。

### 5 发展趋势与展望

#### 5.1 新技术融合方向

随着科技发展,人工智能(AI)在建筑工程中的应用将更加深入。AI与物联网(IoT)结合,可通过传感器采集施工现场环境数据并分析预测,优化施工流程。同时,AI与区块链的融合保障了工程数据的安全性和透明性,其去中心化特性确保数据真实不可篡改,AI深度挖掘数据助力科学决策,预计到2030年,全球超50%大型项目将采用此方案。此外,AI与增强现实(AR)、虚拟现实(VR)技术结合,在设计和施工中发挥重要作用,设计师可借助AR/VR创建虚拟模型,让客户沉浸体验建筑效果,AI还能自动检测设计问题并改进,提升质量和效率。

#### 5.2 行业标准制定

随着AI技术在建筑工程领域的广泛应用,制定统一的行业标准至关重要。标准化有助于规范技术发展、降低企业成本并提升竞争力。国际上,如ISO正制定与AI相关的通用标准框架;国内方面,政府和行业协会也在积极推进标准化进程,中国建筑业协会发布的《建筑工程人工智能应用指南》提供了从数据采集到模型训练的详细指导。然而,制定行业标准面临诸多挑战,包括满足不同类型工程的差异化需求、确保灵活性与可扩展性,以及解决安全性和隐私保护问题。标准的推广还需政府部门、科研机构和企业的支持与努力。

#### 5.3 未来应用场景

展望未来,AI在建筑工程中的应用将更加广泛和智能。在建筑运维中,AI通过大数据分析机器学习,可实时监控设备状态并预测故障,延长设备寿命15%-20%,显著降低成本。在绿色建筑领域,AI优化设计与室内环境调节,有效降低能耗。某办公楼采用AI温控系统后,空调能耗下降超30%,经济效益与环保效益显著。此外,在灾害应对方面,AI能快速评估自然灾害对建筑的影响并提供应急方案,提升城市韧性和安全保障。AI在建筑工程中的未来发展潜力巨大,值得期待。

### 6 结束语

人工智能(AI)为建筑工程领域带来深远变革,从设计到施工全面提升效率、质量和安全性。通过深度学习优化建筑信息建模(BIM),设计周期缩短20%-30%,错误率降低15%;无人机与计算机视觉技术助力实时监控,减少事故风险。AI重新定义行业运作模式,推动数据驱动决策和协同合作,并将成为智能化转型的核心力量。未来研究需聚焦多模态数据融合、强化学习适应动态环境及提升人机交互友好性,以解决实际工程中的复杂问题。从业人员需掌握编程与数据分析技能,具备跨学科能力,同时注重持续学习与伦理思考。尽管面临挑战,AI在建筑领域的应用前景广阔,只有积极拥抱新技术,才能抓住机遇,在行业中保持竞争力。

#### [参考文献]

- [1]高洋,景雪飞,吕然.数字化浪潮下人工智能在建筑工程设计领域的应用和展望[J].工程建设标准化,2024,(07):84-87.
- [2]刘向东.基于人工智能的建筑工程进度管理系统设计与应用[J].江西建材,2023,(10):322-324.
- [3]吴芊凝.人工智能在智慧工地中的应用研究[D].东南大学,2022.

#### 作者简介:

周勇武(1981--),男,浙江省台州市人,本科,高级工程师,研究方向:建筑工程。