

# 土木工程中的智能建造技术应用探索

李丽宝

中国电子系统工程第四建设有限公司 河北 石家庄 050000

**摘要:** 随着科技的飞速发展,智能化浪潮正以前所未有的态势席卷各个行业,土木工程领域也不例外。本文聚焦土木工程中的智能建造技术应用。首先概述智能建造技术,接着阐述土木工程中智能建造的关键技术,涵盖建筑信息模型(BIM)、物联网、大数据和人工智能技术。深入探讨这些技术在规划设计、施工、运营维护等阶段的具体应用,如BIM辅助设计、物联网实时监控施工、大数据助力预测性维护等。最后展望其未来发展趋势,包括技术融合加深、应用场景拓展、标准规范完善及人才培养体系健全等,旨在为土木工程智能建造发展提供参考。

**关键词:** 土木工程;智能建造;技术应用

引言:在科技飞速发展的当下,传统土木工程建造模式面临诸多挑战,如效率低下、质量管控难、资源浪费等。智能建造技术作为新兴力量,融合多种先进科技,为土木工程领域带来创新变革契机。它借助信息化、数字化手段,打破传统建造局限,提升工程全生命周期管理水平。从规划设计到施工建设,再到运营维护,智能建造技术正逐步渗透并发挥关键作用。深入研究其在土木工程中的应用,探索未来发展趋势,对推动行业转型升级、实现可持续发展具有重要意义。

## 1 智能建造技术概述

智能建造技术是融合信息技术、自动化技术与建筑工程领域的新兴技术体系,旨在实现建造过程的智能化、高效化与绿色化。它借助物联网、大数据、云计算、人工智能等前沿科技,对建造全生命周期进行全面感知、实时分析与智能决策。在设计阶段,利用建筑信息模型(BIM)技术,实现三维可视化设计与协同工作,提前发现并解决潜在问题;施工环节,通过智能机器人、无人机等设备,完成高精度、高效率的施工作业,如混凝土浇筑、墙面喷涂等;同时,借助传感器网络,对施工现场的环境、安全、质量等要素进行实时监控与预警。智能建造技术的应用,不仅显著提升了建造效率与质量,降低了人力成本与安全风险,还推动了建筑行业的转型升级,为实现建筑业的可持续发展提供了有力支撑,是未来建筑领域发展的核心方向<sup>[1]</sup>。

## 2 土木工程中智能建造的关键技术

### 2.1 建筑信息模型(BIM)技术

建筑信息模型(BIM)技术以三维数字技术为基础,集成建筑工程项目各类相关信息。它为项目各方提供了协同工作平台,在设计阶段,可实现多专业碰撞检查,提前发现设计冲突,优化设计方案;施工阶段,能进行

施工模拟,合理安排施工顺序与资源,辅助进度管理;运营维护阶段,可存储建筑设施信息,为设施管理提供数据支持。BIM技术打破了传统建造模式中各阶段信息割裂的局面,提升了工程全生命周期的管理效率与质量,是智能建造的核心技术之一。

### 2.2 物联网技术

物联网技术在土木工程智能建造中,通过在建筑材料、设备、人员等要素上安装传感器,实现信息的实时采集与传输。在施工现场,可对环境参数(如温度、湿度)、设备运行状态(如塔吊的载重、转速)等进行实时监测,管理人员能及时掌握现场情况,做出科学决策。同时,借助物联网技术还能实现设备的远程控制与自动化作业,如智能混凝土搅拌站可根据预设参数自动配料搅拌,提高施工效率与精准度,保障工程建设的顺利进行。

### 2.3 大数据技术

大数据技术为土木工程智能建造提供了强大的数据支持。在项目全生命周期中,会产生海量的数据,包括设计数据、施工进度数据、质量检测数据等。通过大数据分析技术,可挖掘这些数据背后的潜在价值。例如,在设计阶段,分析历史项目数据可优化设计方案;施工阶段,根据实时数据预测施工进度偏差,及时调整施工计划;运营维护阶段,依据设备运行数据实现预测性维护,提前发现故障隐患,降低维修成本,提高工程的整体效益。

### 2.4 人工智能技术

人工智能技术在土木工程智能建造中发挥着日益重要的作用。在设计环节,人工智能算法可辅助设计师进行创意生成与方案优化,提高设计效率与质量。施工阶段,智能机器人可完成危险、繁重的施工任务,如高

空作业、地下挖掘等,保障施工人员的安全;同时,人工智能还能通过图像识别、视频分析等技术,对施工现场的安全风险进行实时预警。在运营维护阶段,人工智能可优化能源管理,根据建筑使用情况自动调节设备运行,实现节能减排,推动土木工程向智能化、绿色化方向发展<sup>[2]</sup>。

### 3 智能建造技术在土木工程中的应用

#### 3.1 规划设计阶段

##### 3.1.1 BIM技术辅助设计

BIM技术在规划设计阶段发挥着多维度的辅助作用。它构建的三维模型能直观呈现建筑的空间形态与结构布局,让设计师清晰看到各部分的关系,提前发现设计中的空间冲突,如管线碰撞、结构与建筑不协调等问题,及时调整优化。同时,BIM技术支持多专业协同设计,不同专业人员可在同一模型上工作,实时共享信息,提高沟通效率,减少因信息不畅导致的设计错误,确保设计方案的科学性与合理性,为后续施工奠定良好基础。

##### 3.1.2 基于大数据的设计方案优化

规划设计阶段,大数据技术为方案优化提供了丰富依据。通过收集和分析大量同类项目的设计数据、使用反馈、环境参数等,设计师能了解不同设计方案的优缺点及适用场景。例如,分析不同建筑布局在采光、通风方面的数据,可优化当前项目的朝向与开口设计;参考过往项目的成本数据,能在满足功能需求的前提下,合理控制造价。

##### 3.1.3 人工智能参与设计决策

人工智能凭借强大的算法和学习能力,正逐渐参与规划设计决策。它可以分析海量的设计案例,学习不同风格和类型建筑的设计规律,为设计师提供创意灵感和参考方案。在面对复杂的设计问题时,人工智能能快速评估多种设计选项,根据预设的目标函数(如成本、美观、功能性等)进行排序和筛选,辅助设计师做出更科学合理的决策。此外,人工智能还能实时模拟不同设计方案的效果,帮助设计师直观感受设计变化带来的影响,提高设计效率与质量。

#### 3.2 施工阶段

##### 3.2.1 物联网实现施工现场实时监控

物联网通过在施工现场部署各类传感器,如摄像头、温湿度传感器、噪声传感器等,实现对人员、设备、环境等要素的全方位实时监控。摄像头可捕捉现场画面,让管理人员远程查看施工情况,及时发现违规操作;温湿度传感器能监测混凝土养护环境,确保施工质量;噪声传感器可掌握施工噪声水平,避免扰民。这些

传感器将采集的数据实时传输至管理平台,一旦出现异常,系统立即发出警报,管理人员可迅速采取措施,保障施工安全与质量,提升施工管理的精细化水平。

##### 3.2.2 智能机器人助力施工

智能机器人在土木工程中发挥着重要作用。在砌墙作业中,砌墙机器人能按照预设程序精准砌砖,提高砌墙效率和质量,减少人工误差;焊接机器人可在钢结构施工中完成高质量焊接,避免人工焊接可能出现的缺陷,提升结构安全性。此外,还有地面平整机器人、高空作业机器人等,它们能承担危险、繁重或高精度的施工任务,降低工人的劳动强度和安全风险。

##### 3.2.3 大数据辅助施工进度与质量管理

施工阶段,大数据技术可收集和分析施工进度、质量检测等多方面数据。通过分析历史项目进度数据,能预测当前项目的施工进度趋势,提前发现可能延误的环节,及时调整施工计划。在质量管理方面,大数据可对质量检测数据进行深度挖掘,找出质量问题的规律和根源,如分析混凝土强度数据,确定影响强度的关键因素,从而采取针对性措施改进施工工艺。

##### 3.2.4 人工智能用于安全风险预警

人工智能在施工安全风险预警中具有显著优势。它可以通过分析施工现场的图像、视频数据,利用图像识别技术识别人员的安全防护装备佩戴情况、危险区域人员闯入等安全隐患。同时,结合传感器采集的设备运行数据,人工智能算法能预测设备故障,提前发出安全预警,避免因设备故障引发安全事故。此外,人工智能还能对历史安全数据进行分析,建立安全风险模型,实时评估施工现场的安全状况,为管理人员提供决策支持,有效降低施工安全风险,保障施工人员的生命安全。

#### 3.3 运营维护阶段

##### 3.3.1 BIM技术结合物联网进行设施管理

在土木工程运营维护阶段,BIM技术与物联网的结合为设施管理带来了高效解决方案。BIM模型存储着建筑设施的详细信息,如设备型号、安装位置、维护记录等。物联网则通过在设施上安装传感器,实时采集设备的运行状态、环境参数等数据,并传输至管理平台。管理人员借助BIM模型的可视化界面,能直观查看设施信息,结合物联网实时数据,精准定位故障设备,快速安排维修。

##### 3.3.2 大数据分析实现预测性维护

大数据分析在土木工程设施的预测性维护中发挥着关键作用。运营过程中,设施会产生大量运行数据,如设备的振动、温度、压力等。通过收集和分析这些数据,利用大数据算法挖掘数据背后的规律和趋势,能够

提前预测设备可能出现的故障。例如,分析电梯运行数据,可发现潜在的部件磨损问题,在故障发生前安排维修或更换部件,避免设备突发故障导致的停运和损失。预测性维护不仅提高了设施的可靠性和可用性,还降低了维护成本,提升了运营效益。

### 3.3.3 人工智能优化能源管理

人工智能为土木工程的能源管理提供了智能化优化手段。它可以实时监测建筑的能源消耗情况,包括电力、燃气、水等,分析不同时间段、不同区域的能源使用模式。基于这些分析结果,人工智能算法能够自动调整设备的运行参数,如根据室内外温度自动调节空调系统的制冷制热强度,实现能源的合理分配和高效利用。此外,人工智能还能预测未来的能源需求,提前制定能源采购和使用计划,降低能源成本。

## 4 土木工程中智能建造技术的未来发展趋势

### 4.1 技术融合更加深入

未来,土木工程智能建造领域将迎来多技术深度融合的新局面。BIM技术作为核心基础,会与物联网、大数据、人工智能等前沿技术紧密交织。物联网让建筑实体与虚拟模型实时互动,实现设备、材料等要素的精准感知与动态监控;大数据为智能建造提供海量信息支撑,通过对施工、运维等数据的深度挖掘,揭示潜在规律,优化决策流程;人工智能则赋予系统自主分析与判断能力,从设计优化到施工调度,再到质量检测,都能实现智能化操作。同时,5G、云计算等通信与计算技术将打破信息传输与处理的瓶颈,使各技术间的数据流通更顺畅,协同工作更高效,最终构建起一个全面感知、智能决策、精准执行的智能建造技术生态体系。

### 4.2 应用场景不断拓展

智能建造技术的应用场景将突破传统建筑工程的局限,向更广泛的领域延伸。在城市更新中,智能建造技术可助力老旧建筑的智能化改造,实现结构安全监测、能源智能管理等,提升建筑的使用价值和寿命。在交通基础设施领域,从桥梁、隧道到轨道交通,智能建造可实现全生命周期的智能管理,包括施工过程的实时监控、运营阶段的健康评估等。在水利工程建设中,利用智能建造技术可实现水资源的精准调配和防洪减灾的智能化决策。

### 4.3 行业标准和规范逐步完善

随着智能建造技术的广泛应用,行业标准和规范将不断完善以适应发展需求。在技术标准方面,会制定统一的BIM模型交付标准、物联网设备接口标准等,确保不同系统和设备之间的兼容性和互操作性。在安全规范上,针对智能建造过程中的网络安全、数据安全以及机器人作业安全等问题,出台详细的安全管理准则和操作流程,保障施工和运维过程的安全可靠。同时,建立智能建造项目的质量评估和验收标准,明确各阶段的质量要求,确保项目建设质量。

### 4.4 人才培养体系更加健全

为满足智能建造技术发展对人才的需求,人才培养体系将朝着多元化、专业化方向发展。高校将优化专业设置,加强土木工程与计算机科学、自动化、人工智能等学科的交叉融合,开设智能建造相关专业和课程,培养具有跨学科知识和创新能力的复合型人才。职业院校将注重实践教学,与企业合作建立实训基地,开展智能建造技术技能培训,提高学生的实际操作能力和解决实际问题的能力。企业将加强内部培训,为员工提供智能建造新技术、新方法的学习机会,提升员工的专业素养和技能水平<sup>[3]</sup>。

### 结束语

智能建造技术作为土木工程领域的前沿发展方向,正深刻改变着传统建造模式。通过BIM、物联网、人工智能等技术的深度融合,施工效率、质量管控与安全保障能力显著提升,推动行业向精细化、绿色化、智能化转型。未来,随着数字孪生、机器人施工等技术的突破,智能建造将进一步突破时空限制,实现全生命周期动态优化。然而,技术普及仍需克服标准体系不完善、复合型人才短缺等挑战。唯有坚持技术创新与产业协同并进,才能释放智能建造的变革潜力,为土木工程高质量发展注入持久动能,助力“中国建造”迈向全球价值链高端。

### 参考文献

- [1] 龚俊.智能建造技术在土木工程领域的应用[J].江苏建材,2025,(03):122-124.
- [2] 张竹慧.人工智能技术在土木工程领域的创新应用与发展路径[J].房地产世界,2025,(06):158-160.
- [3] 张妍睿.智能建造技术在土木工程施工中的应用与前景展望[J].中国住宅设施,2025,(01):241-243.