

# 基于智能建造技术的装配式建筑施工管理研究

邱世博 马栋闯 魏振力

中国建筑第七工程局有限公司 河南 郑州 450000

**摘要：**在快速城市化的背景下，建筑行业面临着前所未有的挑战与机遇。装配式建筑以其高效、环保的特点，逐渐成为现代建筑领域的重要趋势。而智能建造技术的兴起，更是为装配式建筑施工管理带来了前所未有的变革。智能建造技术既提升了施工效率，又优化了资源配置，还显著增强了施工安全性，为装配式建筑的发展注入了新的活力。本文旨在深入探讨基于智能建造技术的装配式建筑施工管理，分析其在实际应用中的作用与优势，探讨如何通过技术创新推动装配式建筑的可持续发展。利用综合研究设计、生产、运输、施工等关键环节，本文将揭示智能建造技术如何助力装配式建筑实现更高效、更环保、更安全的施工管理模式，为建筑行业的未来发展提供有益的参考和启示。

**关键词：**智能建造技术；装配式建筑；施工管理

引言：基于智能建造技术的装配式建筑施工管理在现代建筑行业中发挥着至关重要的作用。随着科技的飞速发展，装配式建筑作为一种绿色、高效、环保的建筑方式，越来越受到业界的青睐。而智能建造技术的应用，则为装配式建筑施工管理带来了革命性的变革，极大地提升了施工效率、优化了资源配置，并显著提高了施工安全性。

## 1 基于智能建造技术的装配式建筑施工管理的作用

装配式建筑通过工厂预制构件，然后在施工现场进行模块化组装，这一特点使其相较于传统建筑方式具有更快的施工速度。但是，大规模的装配过程也带来了构件数量庞大且复杂的管理挑战。这时，智能建造技术便显得尤为重要。智能化系统通过实时监控和计划跟踪功能，结合传感器、视频监控等设备，对装配过程进行全方位监测。结合数据分析和算法，系统能够及时反馈施工进度和存在的问题，帮助管理者实时掌握施工情况，从而进行及时的调整和协调，显著提高装配过程中的各个环节的效率。

在资源配置方面，装配式建筑由于采用预制构件和标准化设计与制造流程，使得资源配置可以更加科学和精确。智能建造技术通过数据分析、模拟仿真等手段，在项目开始之前便能进行资源需求和分配计划的编制<sup>[1]</sup>。通过分析历史数据以及外部影响因素，如天气情况等，系统能够精准预测未来施工过程中所需的物资、人员数量以及设备调度等信息。在此基础上，管理者可以根据系统提供的预测结果进行合理的资源分配，避免资源过剩或不足的现象发生。另一方面，智能化系统还能实现全程监控和追踪资源使用情况，及时发现并纠正资源浪

费的问题，进一步提高资源的利用率。

众所周知，施工安全性是装配式建筑施工中不可忽视的一环。尽管装配式建筑在一定程度上降低了人员操作的风险，但仍存在高空作业、机械设备操作、构件运输等安全隐患。智能建造技术通过无线传感器网、视频监控等手段对施工现场进行实时监控和报警，一旦发生异常情况，如高空坠落、机械故障等事故风险，系统将立即发送预警信息给相关人员，并及时采取相应措施。除此之外，无人机和机器人在装配式建筑施工中的应用，完全可代替人工完成高空作业、危险操作等任务，进一步减少人员直接参与施工过程中的风险。智能化系统还能提供实时的施工顾问和培训资料，通过模拟仿真、虚拟现实等技术手段，帮助提升施工人员的安全意识和技术水平。

在具体实践中，许多项目已经成功应用了智能建造技术，并取得了显著成效。如，中建四局在某装配式住宅项目中，应用BIM技术、集成桥式双梁起重机的装配结构云端建造工厂等先进技术，大幅提升了施工效率和质量。该项目在设计、生产、运输、施工等各个阶段均采用了BIM技术，全面实现了全过程一体化协同工作，提高了设计效率的同时，还优化了现场施工流程，有效减少了预制构件的二次搬运，提高了机械运输效率。与此同时，采用新型竖缝密拼全装配剪力墙结构体系，使得整体装配率高达80.52%，竖向构件预制率100%，有效解决了现有装配式建筑结构节点质量差、施工难度大等问题。

## 2 智能建造技术

### 2.1 BIM技术

BIM技术是在传统计算机辅助设计技术的基础上发展

而来的，能够集中多维建筑模型信息，属于集成管理技术，高度实现了传统二维技术向三维技术的转变。BIM技术的核心为共享数据库，其无论是物理性能还是各项功能，在建筑工程项目的每一生命周期都可得到广泛应用，包括开发设计、运维管理。在项目开展的不同阶段，不同参与方可通过BIM技术对信息进行提取、更新与修改，保障项目信息化科学开展，实现项目决策合理化，从而提高建筑施工效率，保障项目综合质量，维护项目的综合收益。

## 2.2 大数据技术

大数据技术可结合巨量的数据资源，主要功能在于信息交换、存储与处理，利用对大量数据的精准分析，提高了数据处理效果。与传统的数据库功能相比，大数据可存储与管理大量的数据信息，同时也能够对数据进行精准分析，保障数据的快速流转，及时获取更高价值的信息<sup>[2]</sup>。大数据的特点为规模大且处理速度相对较快，数据的真实性较高，应用该功能，能够对各项数据信息进行抓取分析处理，从而为基础的数据运营提供可靠的决策支持，获取具有预测性的数据信息，及时发现可能被忽视的数据规律，为运营与管理提供可靠的决策支持。

## 2.3 人工智能技术

### 2.3.1 AI视觉识别技术在质量控制上的应用

利用AI视觉识别技术可以对构件进行自动检测和质量评估。摄像头捕捉到的图像数据，结合深度学习算法进行分析和判定，可以实现对构件尺寸、形状、表面缺陷等进行准确检测。这不仅可以大大提高检测效率，还能够降低人为因素所带来的错误。

### 2.3.2 AI预警系统

可通过智能感知设备（如摄像头、传感器等）收集实时数据，并利用机器学习算法对施工现场的安全事故风险进行预测和判定。一旦发现异常行为或潜在危险，系统会及时发出警报并采取相应措施。这不仅仅可避免事故的发生，还可提高整个施工过程的安全性。

### 2.3.3 AI智能机器人

在装配式建筑中，高空作业是一个高风险的环节。利用AI智能机器人，使得高空施工更加自动化和智能化。比如，可使用具备视觉识别和定位功能的机器人进行绳索索道等高难度工艺操作，在确保安全性的同时提高施工效率。

## 2.4 物联网技术

物联网技术利用传感器、RFID等设备，将物理世界与数字世界连接起来，实现信息的实时采集、传输和处

理。在装配式建筑施工中，物联网技术可应用于材料管理、设备监控、环境监测等方面，提高施工管理的智能化水平。

## 2.5 云计算技术

云计算技术为装配式建筑施工管理提供了强大的数据存储和处理能力。云计算平台，可以实现数据的集中存储、共享和分析，为施工管理提供决策支持。

## 3 基于智能建造技术的装配式建筑施工管理

### 3.1 设计阶段的优化

在设计阶段，BIM技术（建筑信息模型）的应用远远超越了简单的三维建模和模拟分析范畴，它成为推动装配式建筑施工管理智能化转型的核心驱动力。BIM平台作为一个集成化的信息枢纽，使得设计团队能够跨越地域限制，实时共享和同步设计信息，极大地提升了设计协作的效率和灵活性。设计师不仅仅能即时获取最新的设计数据，还能利用BIM的协同设计功能，迅速响应其他团队成员的修改建议，确保设计方案的时效性和准确性。

BIM技术的碰撞检测功能在设计阶段尤为重要，它能提前识别并解决结构、管线、设备等之间的潜在冲突，尽可能避免了传统施工中常见的返工问题，从而优化了设计方案，降低了后期变更成本。另外，能耗模拟分析帮助设计师评估不同设计方案对能源效率的影响，指导其做出更加环保、节能的选择，符合绿色建筑的发展趋势。

构件的标准化设计是装配式建筑施工管理的另一大亮点。BIM技术的应用，使设计师轻松实现构件尺寸的标准化、连接节点的统一化以及质量标准的明确化，不仅增强了构件的互换性和通用性，也为后续的工厂化生产和现场快速组装奠定了坚实基础。标准化设计还促进了构件的批量生产，通过规模效应进一步降低了生产成本，缩短了施工周期，同时提升了工程质量的一致性和稳定性。

### 3.2 生产阶段的优化

在生产阶段，智能制造技术的深度融合，为装配式建筑的构件生产带来了革命性的变革。机器人和自动化生产线的引入，显著提高了生产效率，还确保了构件尺寸、形状和性能的精准控制，这是传统手工生产难以比拟的。智能化设备通过高精度传感器和先进的控制系统，实现了生产过程的实时监控和灵活调整，有效减少了人为误差，提升了产品质量。

生产计划的优化同样是提升生产效率的关键环节。基于BIM模型生成的生产计划，能够精确匹配施工进度和构件需求，实现按需生产，避免了库存积压和资源浪费。并且，通过大数据分析和预测算法，企业能够提前

识别生产瓶颈,优化生产流程和时间安排,确保构件的及时供应,满足项目快速推进的需求。

### 3.3 运输阶段的优化

在装配式建筑的运输环节,物联网与大数据技术的融合成为提升运输效能的关键利器。运输路径的优化绝非易事,大数据技术能够深度剖析海量的交通数据、地理信息以及历史运输记录。它不仅能精准筛选出距离最短的路线,还会综合考量道路的实时路况,如上下班高峰期的拥堵路段、施工区域的限行情况,乃至天气变化带来的潜在风险,像暴雨可能导致的积水路段、大雾天气下的低能见度区域等,确保运输路径始终安全畅通。

而车辆调度的优化同样至关重要。依据构件的类型、数量、交付时间节点以及现有车辆的载重、容积、行驶性能等资源状况,借助智能算法制定精细的车辆调度计划。如,对于紧急且批量小的构件需求,优先安排小型灵活、速度快的车辆直送;对于大型、非紧急构件则合理拼载,充分利用大型车辆的运力。精准匹配能够减少车辆的空载率与等待时间,大幅提高运输效率,降低燃油消耗、人力成本等综合运输成本,为装配式建筑供应链的流畅运转筑牢根基。

### 3.4 施工阶段的优化

步入施工阶段,智能建造技术将施工现场转变为一个高度智能化的作业空间。施工现场的智能化管理依托物联网技术,构建起一张无形却强大的信息网。智能传感器如同敏锐的神经末梢,广泛分布于塔吊、脚手架、施工机械等关键部位,实时捕捉设备的运行参数、振动频率,精准反映其工作状态;高清摄像头则像警觉的眼睛,全方位监控施工人员的操作流程、物料的堆放与流转,所采集的数据源源不断汇聚至后台。通过数据分析,管理人员能即时掌握施工进度与计划的偏差,提前预警潜在的延误风险,动态调配资源。

施工质量的控制借助AI视觉识别技术迈入新高度。摄像头捕捉的构件图像,在深度学习算法的深度解析下,尺寸的细微偏差、形状的不规则、表面细微裂缝或孔洞等缺陷无所遁形。相较于传统人工检测的主观性与低效率,AI系统能迅速给出精准量化的评估结果,一旦发现质量问题,即刻标记反馈,确保不合格构件不过

关,保障整体建筑质量。

施工安全保障更是重中之重,AI预警系统与智能机器人协同发力。AI系统实时分析人员的安全帽佩戴情况、高空作业防护措施落实、动火区域安全间距等要素,一旦监测到违规行为或危险隐患,立即发出尖锐警报,并精准定位风险点<sup>[3]</sup>。智能机器人则可深入危险区域,如高粉尘、高噪音、有毒有害气体环境,执行物料搬运、巡检任务,代替人工涉险,全方位为施工现场保驾护航,确保施工安全万无一失。

### 3.5 信息化平台的构建

#### 3.5.1 信息化平台的架构

信息化平台应包括数据采集层、数据存储层、数据分析层和应用层等多个层次。通过数据采集层,实现施工现场、工厂生产线等各个环节的数据采集;通过数据存储层,实现数据的集中存储和管理;通过数据分析层,对数据进行挖掘和分析;通过应用层,为施工管理提供决策支持和信息服务。

#### 3.5.2 信息化平台的功能

信息化平台应具备项目管理、进度管理、质量管理、安全管理、成本管理等多个功能。通过项目管理功能,实现对项目的全面监控和管理;通过进度管理功能,实时掌握施工进度和计划执行情况;通过质量管理功能,对施工质量进行实时监测和控制;通过安全管理功能,实时监测和分析施工现场的安全风险;通过成本管理功能,实现对项目成本的全面控制和管理。

结语:综上所述,基于智能建造技术的装配式建筑施工管理在提高施工效率、优化资源配置和提升施工安全性等方面具有显著优势。随着技术的不断进步和应用的深入,智能建造技术将成为推动装配式建筑行业高质量发展的关键力量。

### 参考文献

- [1]洪爱彪.浅谈装配式建筑施工技术在施工管理中的应用[J].居舍,2020(36):123-124+144.
- [2]白杨,裘敏浩.装配式建筑施工安全管理关键措施分析[J].建材发展导向,2020,18(24):77-78.
- [3]曹放.装配式建筑PC构件的质量控制及施工管理[J].住宅与房地产,2020(35):110-111.