

建筑智能制造在装配式建筑中的应用分析

张海平

中铁十一局集团第七工程有限公司 广东 广州 510940

摘要：随着建筑行业的快速发展，装配式建筑因其高效、环保的特性而受到广泛关注。建筑智能制造在装配式建筑中的应用，不仅提高了生产效率，还确保了建筑质量。本文首先概述了装配式建筑智能制造的概念，分析了其应用意义与综合特点。针对装配式建筑在装配工厂智能化生产设备不足、施工阶段脱节及信息利用率低、人才不足等问题进行了现状分析，并提出了建筑智能制造在装配式建筑中的应用策略，以期推动装配式建筑行业的智能化发展。

关键词：建筑智能制造；装配式建筑；应用分析

引言

在全球资源紧张与环境保护意识日益增强的背景下，装配式建筑作为一种绿色、高效的建筑方式，正逐渐成为建筑行业发展的新趋势。建筑智能制造作为推动装配式建筑发展的核心技术，其应用不仅能够提高生产效率、降低能耗，还能确保建筑质量与安全。因此，研究建筑智能制造在装配式建筑中的应用，对于推动建筑行业的可持续发展具有重要意义。

1 建筑智能制造在装配式建筑中概述、意义及特点

1.1 装配式建筑智能制造概述

装配式结构则是指首先由建筑构件厂进行预制化工程，随后再将结构材料运送至施工现场进行现场安装和施工。在国务院办公厅《关于大力发展装配式建筑的指导意见》中的含义为：“用预制部品部件在工地装配而成的建筑”。装配式结构是我国工业化发展的重要产物，由传统建造方式转变出来的新兴建造方式，充分适应社会的需要。装配式施工推动了整体改造的实现，施工制造效益大大提高，且更加方便管理，满足建筑行业发展中的节约建设要求，是一个创新、环保、资源节约的建筑方式^[1]。装配式建设也是用智能、机械化生产手段取代人力生产，推动建设生产制造模式变革的基础，从而在基础上适应城镇化建设要求的工程建设要求，并在提升建筑行业管理水平、现代化程度的基础上吸纳更多年轻人来投身装配式建筑行业。

1.2 建筑智能制造在装配式建筑中的应用意义

近年来，由于建筑市场需求的改变，再加上地方政府部门相继颁布的鼓励措施，装配式施工建设逐渐得以发展，在建筑业中的占比也呈现出逐渐稳定上升的趋势，在建筑工程质量、技术水平和总体经济效益都取得提高。而与此同时，我国装配式建筑发展过程也暴露出诸多困难，如PC构件制造技术智能化水平欠缺、使用

BIM的软件系统数量较低、缺少有效施工现场实时监控手段、工程设计和实施在项目施工中衔接度差、没有从实际意义上达到协同化工程要求的情况。建筑中智能制造系统的运用与普及，将能够彻底解决并有效解决了以上所提出的问题，从而促进了装配式的建筑现行制造系统的现代化发展，使装配式建筑的优越性得到发挥。因此，借助建筑智能生产体系来构建PC的智能厂房，在建筑智能制造体系中需要采用多规格的自动送料、自动焊接、柔性布料加工等智能化手段，操作者只需要提前在操作进程中选择操作程序，对作业过程进行即时观察和管理，系统即可在无人工干预条件下，自主进行送料、焊接等作业过程，从而为预制构件的生产精度与效率进行提升，彻底解决常规施工方法所存在的PC结构制造质量较差、容易产生材料损失、构件尺寸加工精度差等实际问题。

1.3 建筑智能制造在装配式建筑中的特点

基于现代装配式工程建设和智慧生产技术的广泛运用，成功构建了智慧生产技术的高度自律性、人机融合、自学习管理、自维护以及超强灵活性的总体特征，是智能制造与传统制造的区别。其中，自律特征是系统和安装设备都具有数据信息分析判断的使用功能，规划自身的行为，根据外部环境和实际问题进行决策分析，进行协同作业智能机器之间。人机结合的主要特征是人和人工智能技术之间的充分融合，从而产生了“混合智能”的新形态。对于更复杂的问题，优秀的个人将形成正确的价值观，并担负起判断、决定等责任，而人工智能系统则发挥辅助功能，让二者处于相互合作、互相了解的境地。自动知识管理功能是指在楼宇智能系统的工作流程中，按照程序运行要求，自动收集整理专业理论类似项目案例报告，从中获取高价值信息^[2]。筛选并导入知识库。由于数据库的丰富，信息系统的自动化程度会

进一步增强,以便更有效地解决突发事件等复杂问题,以提升故障诊断效率。自组装超柔性的特征是智能生产系统在解决不同形式问题和复杂性的产品中,由于充分调动了系统资源,会通过判断结果产生超柔性的最优结构形式,以更好地实现目标。

2 装配式建筑的现状分析

2.1 装配工厂智能化生产设备不足

装配式建筑的工程在建造过程中需要生产出大量的预制构件,因此装配式构件厂的产品生产率和产品合格率对装配式建筑工程的质量显得尤为重要。目前我国使用最多的装配式结构是装配式混凝土结构,即PC装配式建筑。现如今,国外的PC构件生产流水线上已经出现大量的机器人技术,在PC构件生产方面已经有了相当成熟的管理经验。相比之下,目前国内外生产PC构件产品的主要提供商则有三一筑工、中建机械等。

2.2 施工阶段脱节,信息利用率低

建筑行业的自动化程度还处在比较低下的层次,施工方、监理方等各有关机构的数据不能高效的获取,导致施工数据不对称,不准确。这和目前的建筑行业仍然使用传统模式密切相关。由于装配式建筑的施工模式不同于传统现浇建筑,如果继续使用原有的模式将会造成整个工程的不同阶段脱节,各环节之间无法合理的协调配合,同时管理人员对整个项目建设阶段也做不了很细致控制,最后造成整个工程出现难题^[1]。

2.3 工艺技术掌握不足

由于预制装配式建设的高速发展,对相关架构设计技术人员的需求也愈来愈大,但由于传统的施工技术人员对装配式结构的相关工艺掌握不足,对预制结构技术和现场施工技术的考虑不周,导致在设计、制造、运输、施工等各个环节严重脱节,从而产生结构标准化度少、对结构模具的使用率少、对施工工件考虑不充分、施工效益低下等系列问题,最后造成了工程项目的建设成本增加,从而无法真正实现预制装配式建设的价值所在。

3 建筑智能制造在装配式建筑中的应用策略

3.1 积极发展数字艺术

针对装配式结构在设计中存在的可选用软件系统数量单一、软件系统功能不齐全、自动化程度不够、各学科协调建设成效不佳的情况,建筑企业要借助建筑智能设计技术来大力发展数字设计体系,通过开发使用功能齐全、具有较高智能水平的深化设计软件系统,以帮助设计者完成装配式建筑结构与平面布局设计、现场设计、PC构件设计、多学科的设计方案集成、3D可视化图纸制作等繁杂的设计工作。还需要在深化的设计环境中

开发三维信息模型建立、建筑构件配筋率与整体设计数据分析、装配式指标统计分析、结构设计信息导出等应用能力^[3]。这样,可以大大提高装配式施工的设计品质和工作效率,如在模板制作中达到减少反复翻模过程和减少工程周期的效果,在方案设计中达到项目拆分整合、自动计算、方案合规性自动审核的功能,在深化设计环节起到碰撞检测、深度调查、工况验证的功能,在结果产出环节起到快速出图、制作科学计算可视化的三维图、收集并提交BOM清单和JSON信息的功能。在数字设计环境中,对于建设智慧设计体系的运用,重点表现在BIM技术的运用上,这种技术应用在装配式建设的规划立项、方案设计、现场实施的过程,实现了对数据设计过程和生产流程的全面打通。比如,在某装配式建筑中,利用BIM软件将建筑设计系统和智能企业的PC工业系统处于互动中,设计者可直接通过BIM应用将PC构件设计方案和生产信息发送至PC构件制造工厂,以工程信息带动智能生产开展构件设计制造项目。

3.2 建设PC智能车间

在早期建造的装配式建筑中,由于预制构件生产系统采用人工作业模式,并通过配备先进自动装置达到了对制造质量和生产精度的提高,由于在PC构件方案设计和生产制造加工过程,偶尔存在方案图纸识别错误、工作不及时、错误操作的情况,加上企业人员过多,使得PC构件的制造加工成本相对居高不下,构件良品率亟待继续改善,从而导致了工程效率、费用成本、时间效率等诸多方面。在这一工程背景下,企业必须借助建筑智能施工体系来建设最先进的PC智慧厂房,并采用了SPCI系列工程管理软件,同时在建筑智能施工管理系统中设置了设备管理、产品管理系统等具备较高智能水平的系统与管理程序,它采用了开环控制或闭环控制技术,可以遥控工业装置进行PC构件的制造加工任务,如手动执行机械化喷漆、机器人焊接等作业。具体来说,即是对原PC厂房的传统劳动力密集型生产工艺进行数字化改造,在厂房现场配备了大量的工程机械设备、信号传感设备等智能设备,控制系统在生产阶段不断收集实时控制信息,通过PC构件的设计情况和工程单位报送的构件设计情况,按照控制系统工作规定自动作出相应控制指令,或是通过作业管理人员即时的命令或者事先确定的监控方法,达到对PC构件的加工过程的合理把控。与此同时,智慧生产管理系统还具有构件生成预警、失效自检、实时传输交付的应用特点,以智能化手段实现物资输送、故障诊断检测、PC构件传输交易等任务。自动供应的物资装置还包括了矫直切断、钢筋放线和规格传

递等机构，能同时进行各种类型、规格尺寸相同的小直径材料的送料任务，以及开展直速率稳定实验，都有效克服了盘形螺钢筋材料直线度失稳的技术问题。

3.3 建设智慧工地

装配式施工具有场地情况复杂多变，牵涉多个领域、人员设备交流频繁的特点，若采取单一的粗放型施工模式，将无法真正适应工程需求和技术要求，容易发生现场监督力量薄弱、存在工程质量安全隐患、危害周围生态环境、现场资源效益等各种情况。例如，由于建筑施工作业过程缺少有效控制，存在不正确作业情况，造成飘尘和落尘，在大风作用下刮至施工现场的风口，从而导致大气污染。所以，为了达到安全生产、文明工地目标，有效解决建设中不断生成的现场信息和复杂现场控制任务，必须运用智慧生产体系来建设智能现场，通过研究设计系统软件和配套硬件设备，在工艺实施阶段不断收集人、机、材料各要素的控制信息，在分析计算结果基础上提出正确的决策措施，做到对所有实施要素的合理把控，及时发现并减少变形影响和质量安全隐患，保证实施组织方案、实施工艺计划得到有效实施。

3.4 建筑智慧生产管理系统

在智慧施工上，建筑智慧生产管理系统的的使用方式分为进度管理、现场控制、工地远程管理。一是进度控制。系统既能够通过人机等的资源配置状况、工艺技术条件等各种因素的仿真实施阶段，精确设计每个项目的连续作业时间，将之视为目标时间偏离度的判断准则，我们可以在实施阶段不断收集现场资料，实时处理实施小组提交的现场报表，借此来了解工程的进展，当现场进展与预计时间有很大偏差后，向管理层提出决策意见，如重新安排作业程序和提出人机数量的计划^[4]。二是现场控制。系统实时统计人员出场情况、现场各种机具的类型和位置、施工物资入库率与库存量、机械设施

运转工况及作业效果等情况，管理人员预先在管理系统中设置各种操作数据的额定值，自动对比分析实际数据差值和额定值，自动对比分析实时统计值与额定值，当监测到统计的超限问题时会自动发出报警信号、采取紧急处理措施，如发布机具装置事故警告信息和工地扬尘危害警告信息。三是现场远程管理。在事故现场配备感应器、摄像机、探测器等设备，不断进行现场检测信号和获取录像图像资料，管理者能够直观看到现场施工状态，纠正不规范作业情况，及时发现安全管理隐患问题。另外，还能够运用特征提取技术，在影像画面中获得一定的特性数据，如自动检测场所工作人员能够按规定穿着安全帽、安全带、防护服等安全保护装备。

结语

综上，建筑智能制造在装配式建筑中的应用具有重要的现实意义和发展潜力。通过积极发展数字艺术、建设PC智能车间、建设智慧工地及智能化现场监控系统的综合应用，我们可以有效解决装配式建筑在装配工厂智能化生产设备不足、施工阶段脱节及信息利用率低、人才不足等问题。未来，随着技术的不断进步和应用的不断深入，建筑智能制造将在装配式建筑中发挥更加重要的作用，推动建筑行业向更高效、更环保的方向发展。

参考文献

- [1]吴亚琳.装配式建筑PC构件车辆调度优化研究[J].河北工程大学,2020.(7):29-30.
- [2]渠天亮.装配式建筑智能制造和智能建造的创新需求[J].陶瓷,2020(11):129-130.
- [3]李晓军.跨越智能建造与智能制造的鸿沟[J].中国建设信息化,2020(20):34-36.
- [4]曾辉.装配式建筑智能制造云平台在津建成[J].建筑,2020(19):52-53.