

# 智能建造技术在装配式项目建造中的应用实践

王志贺

青岛亿联建设集团股份有限公司

**摘要：**基于信息化技术在建筑工程施工中的渗透，智能化建造技术应用越来越广泛化，尤其是在装配式项目建造中已经成为本领域研究热门话题。在提升建筑效率和质量需求不断增加的现阶段，智能技术的快速发展前景下，探究智能建造技术在装配式项目中的具体应用效果具有重要意义。本研究结果得出，智能建造技术的应用可大大提升装配式项目建造效率，降低施工成本，提升装配式建筑工程施工质量，对于推广装配式项目的应用提供坚实技术和理论支持。

**关键词：**智能建造技术；装配式；项目建造；应用

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.13.050

## 引言

随着城市化进程的加速，建筑行业施工技术面临施工质量严格化、施工管理要求提升的技术挑战。传统建造与施工模式在效率、质量和成本控制方面存在较大挑战，并具有局限性，装配式建筑作为新兴化建造模式，施工工期短、质量可控、节能环保等优势，因此在建筑行业领域中备受关注<sup>[1]</sup>。但是随着装配式建筑的大规模推广和应用，离不开智能建造技术的支持。智能建造技术将信息技术、物联网、人工智能等先进技术融为一体，具有高度化的智能化和自动化特点。通过实时监控、数据分析、智能调度等智能技术应用手段，智能建造技术可实现建造过程的数字化、精细化和智能化管理，提高建造效率、降低建造成本、提升建造质量，进而持续推动装配式建筑的发展和应用。

## 一、工程概况

某建筑工程项目，总占地面积约为4.2万m<sup>2</sup>，总建筑面积达到12.3万m<sup>2</sup>。其中，地上建筑面积为7.979万m<sup>2</sup>，包括了7栋18层高的独立建筑以及14栋叠加建筑。该项目采用了装配整体式剪力墙结构，预制叠合楼板，预制率达到40%，而装配式建筑覆盖率高达100%。结合以上建筑基本信息，本项目选取装配式建筑技术，能够较大幅度提升施工效率和工程质量。通过采用装配式建筑技术，可保证本项目施工效率，缩短施工周期，降低了施工难度。同时，装配式建筑技术还能有效减少对施工现场的环境污染，为建筑可持续发展做出了积极的贡献。

本项目实施智能建造技术的原因主要包含以下几方面。第一，规模庞大的建筑工程需要高效的施工方法来保证工期的控制和项目的顺利进行。传统化施工技术的应用存在人力资源的浪费、施工周期长等问题，而智能建造技术可通过数字化、自动化的手段，提高施工效率，缩短施工周期，进而降低项目建设与投资成本。第二，装配式建筑技术作为智能建造技术的核心，工程施工质量稳定性强<sup>[2]</sup>。选用装配式建筑技术可实现工厂化生产，大部分构件在工厂内完成，保证了构件的精度和质量，减少在施工现场的误差，提高建筑工程的整体质

量水平。而且，装配式建筑技术能够顺利适应项目大规模和复杂性，对于高效化解决传统施工方式下出现的施工技术应用问题提供技术支持。本项目效果图如下图1所示。



图1 本项目效果图

## 二、装配式项目构建生产智能化

### （一）智能划线

装配式建筑项目的生产智能化是目前建筑行业发展的核心。在此施工技术应用过程中，智能划线边模图识别算法是主要依托技术，其可精确识别边模的位置，为现场施工提供精准化的数据参考。结合相关研究数据可知：智能划线边模图识别算法正确识别率可达99.5%，结合此数据可充分说明智能划线技术的实施具有较高的准确性和可靠性。基于对大量的边模图形数据进行分析 and 训练，算法能够准确地识别出边模的位置，避免了人工划线可能存在的误差，提高施工的精度和效率。另外，智能划线边模图识别算法具有较高的智能化水平。该算法采用了先进的图像处理和深度学习技术，能够自动识别出边模图形的特征并进行准确的定位，无需人工干预，大大提高现场划线施工的自动化程度，降低人力资源成本和施工风险<sup>[3]</sup>。

### （二）质检布设系统

装配式项目构建生产智能化的关键之一即质检布设系统，其可结合先进化的生产智能技术手段，不断的提高施工质量监控管理效率。从结构组件的组成看，该系统主要包括传感器网络、数据采集与处理系统、质检算法和实时监控平台。传感器网络覆盖了整个施工现场，实时采集相关环节的数据，传输到数据采集与处理系统，经过质检算法分析后，结果即时反馈到实时监控平台，实现对质量状况的及时监测与调整。本项目具体检测数据见下表1。

表1 具体检测数据

日期	时间	施工区域	质检结果	备注
2023-02-01	08:00:00	主体结构区	合格	无
2023-02-01	10:30:00	外墙装饰区	不合格	墙面开裂
2023-02-02	13:45:00	室内装修区	合格	无

质检布设系统可为现场施工带来众多的技术优势与性能提升。第一，传感器网络的覆盖范围广，可实现对整个施工过程的全方位监控，持续化提高质量管控的全面性和准确性。第二，数据采集与处理系统选用先进性的数据处理技术，可实时分析大量数据信息，快速识别出质量问题，为及时纠正提供可靠化数据支持依据。第三，质检算法的运用可保证系统能够自动识别和分类各类质检问题，减轻人工质检作业负担，提高施工效率和一致性。

质检布设系统的应用效果显著，据统计，其在实际施工中的质检准确率可达95%，不仅能够大大降低施工质量风险和事故发生率，同时能够保障项目顺利实施。未来，随着智能化技术的不断发展和应用，质检布设系统将逐步的完善和优化，实现更高水平的智能化质检，为装配式建筑项目的生产质量和效率提供更强有力的技术支持。

### 三、装配式构件施工智能化

#### (一) 预制墙板智能化调垂

在本项目5号楼的墙板调垂施工作业过程中，依据现场检测数据，施工技术人员可对智能化调垂技术和传统工艺进行比对分析。智能化调垂技术中初始偏差：20~28mm，调垂用时：30~38秒，精度控制：±3mm以内。通过智能化调垂技术，初始偏差在20~28mm之间，调整用时仅需30~38秒，而且精度可以控制在±3mm以内。相比传统工艺，智能化调垂技术在调整时间上节省了大量时间，且调整精度更高，能够更快、更准确地完成调垂作业<sup>[4]</sup>。

传统工艺中的调垂用时：5~10分钟。传统工艺下，相同的墙板调垂作业通常需要5~10分钟的时间，远远超过了智能化调垂技术所需的时间。此外，在传统工艺下，由于人工操作，调整精度会存在一定的偏差，但是偏差值要保证在既定的区间和范围内，无法像智能化调垂技术那样精确到±3mm以内。

智能化调垂技术相较于传统工艺，优势明显，从施工内容上主要包含调整时间短、精度高等方面。说明在项目施工中，选取使用智能化调垂技术可以大大提高施工效率和质量水平，有助于项目的顺利进行和高质量完成。智能化调垂仪现场调垂作业图如下图2所示。

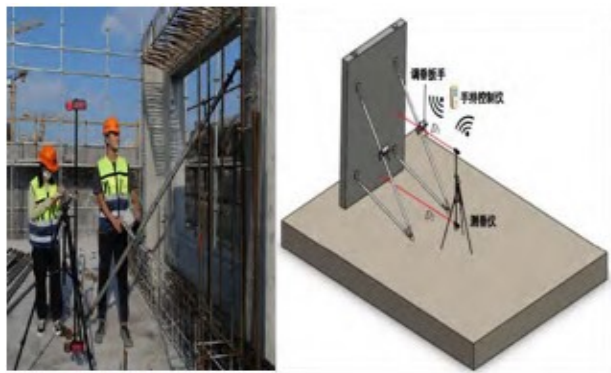


图2 智能化调垂仪现场调垂作业图

#### (二) 高效套筒灌浆

智能灌浆机的应用可最大化提高套筒灌浆施工作业效率。依据现场施工调研数据可知，智能灌浆机平均1分30秒即可完成单面5个灌浆套筒墙体的灌浆作业，而传统灌浆机则需要约2分钟左右。在试点楼栋535个套筒的情况下，智能灌浆机总时长为2.6小时，而传统灌浆机总时长为3.6小时，节约了整体1小时的施工时间。智能灌浆机的高效率带来了多方面的优势。首先，基于施工周期的缩短，可大幅度提升施工效率，缩短工期，降低项目施工成本。其次，高效率的施工作业流程，也可降低人工干预劳动强度，减少人力资源消耗，提高施工质量和安全性。此外，由于灌浆作业更快速，可提高施工现场的秩序，优化和提升整体施工组织的效率和管理水平。

另一方面，灌浆检测结果良好，第三方检测合格率可控制在95%以上。这意味着智能灌浆机的高效率并没有降低施工质量，而是在保证灌浆质量的前提下提高了施工效率。这不仅可以有效降低施工风险，也提高了项目整体竞争力和可持续发展能力。

#### (三) 基于超声波断层扫描的灌浆质量检测

基于超声波断层扫描的灌浆质量检测属于建筑工程施工领域的非破坏性检测技术，基于超声波的传播特性来评估混凝土结构中灌浆质量现状。该技术实施的过程中，主要利用超声波在不同材料中的传播速度差异和反射特性，首先需要对混凝土结构扫描，获得相应超声波的反射信号，并详细分析信号强度、时间延迟等参数，进而识别可能存在的灌浆质量问题。

(1) 超声波传播速度：在混凝土和灌浆材料中传播速度参数之间存在较大的差异，一般情况下，混凝土传播速度要高于灌浆材料。(2) 超声波反射强度：正常情况下，混凝土和灌浆材料之间的反射强度差异性也较大，主体反映出灌浆情况的良好与否。(3) 超声波传播路径：基于对超声波传播路径的分析，可明确相关灌浆空洞、裂缝或其他缺陷。

#### 四、新技术背景下的施工智能检测

在新技术的应用背景下，施工智能检测带来效率提升和质量保障。根据本项目施工现场所反馈的数据，开发并应用了“钢筋/钢管云点数”建筑材料数量智能验收小程序，相较于传统的人工点数方式，检测点数效率提高了50倍，仅需36小时即可完成年均点数量为320万根的材料数量智能查验。此外，批验收总用时仅为34分钟，大大缩短了验收周期。

基于本项目实际施工过程，可为实现检测结果的准确性和可靠性提供理论基础，选用多项严格的规定和措施。首先，在钢筋保护层厚度的检测中，基于两次检测取平均值的方式，保证了数据的精确性，确保施工质量符合标准要求。其次，在间距数据测量过程中，针对同一处钢筋进行两次检测，确保了数据的可靠性。同时，对于数据读取和处理，设定标准，确保了数据的准确性和一致性<sup>[5]</sup>。

#### 五、基本BIM技术的智能管理平台

##### (一) 施工进度录入数据的分析

进度录入数据是建筑工程管理的主要环节，所体现的是工程各项任务的完成情况和进度进展。基于常规化的BIM技术的智能管理平台产生的48000余条进度录入数据，可对工程进度的实时监控和分析。通过数据的分类收集与整理，能够及时发现工程进度存在的问题和延误，采取相应的措施进行调整和优化，确保工程按计划顺利进行。此外，基于对施工进度数据的统计和分析，还可标准化的评估工程的整体进度，为本项目施工决策提供可靠的数据化支持。

### （二）智能管理平台的应用效果

智能管理平台的应用，不仅能够现场录入众多施工进度录入数据，还可对工程管理过程进行智能化管控和协调。基于平台所提供的数据，管理人员可实时检测和了解工程运行情况，完善各项任务的执行进度，实现对工程的精细化管理。此外，智能管理平台还可对工程施工中可能遇到的风险和问题进行预警和识别，有助于施

工管理人员及时应对和解决，最大限度地减少工程管理中的风险和损失，提高工程施工管理水平和效率。

### （三）数据挖掘与优化

除了进度录入数据外，BIM技术的智能管理应用水平，还可基于其他各类数据，如质量检查数据、人员资源数据等。通过对相关数据的挖掘和分析，可发现工程管理过程中存在的潜在问题和瓶颈，为施工技术管理人员提供优化和改进建议。同时，基于对数据的长期积累和分析，还可构建工程建设与管理的数据模型，实现对工程管理过程的优化和智能化，不断提升工程管理的水平和效率。BIM技术优化的过程中，智能管理平台产生的大量数据为工程管理提供有力技术支持和依据，基于对这些数据的分析和应用，可以实现对工程管理过程的精细化管理和优化，为工程的顺利进行和高质量完成提供了强大的保障。BIM三维场地布置（计算机截图）

如下图3所示。



图3 BIM三维场地布置（计算机截图）

## 六、结束语

综上所述，智能建造技术的应用，在装配式项目建造中的应用实践可为建筑行业带来新机遇、创新性思考，有助于推动建筑行业向着更加智能化、高效化的方向发展。但是随着技术的不断进步和应用的深入，还需要深入强化本技术研究和实践，不断完善智能建造技术管理体系，推动其在建筑领域的高质量发展。

### 参考文献

[1]李艳雯. 构成秩序视角下基于智能建造的部品接口技术体系研究[D]. 北京交通大学, 2021.

[2]苏世龙. 智能建造技术在装配式住宅项目中的研究与应用[J]. 住宅产业, 2020, (09): 31-36.

[3]张胜超, 靳小飞, 赵兴哲, 苏帅. 郑州南站装配式联方网壳雨棚智慧建造技术[J]. 智能建筑, 2022, (03): 39-42.

[4]叶子青. 智能建造技术在装配式项目建造中的应用实践[J]. 土木建筑工程信息技术, 2023, 15(04): 48-53.

[5]李硕. 建筑工业化发展动力机制研究[D]. 青岛理工大学, 2022.