

嘉定未来城项目智能装备应用实践与效能分析

孙栋杰

上海万科企业有限公司, 上海 201100

DOI: 10.61369/VDE.2026080032

摘 要 : 在新型城镇化与智能建造快速发展背景下, 未来城市建设对工程建造的效率、质量、安全及绿色化水平提出更高标准, 智能装备成为推动传统建造模式转型升级的核心抓手。以上海嘉定未来城智慧建造示范项目为研究对象, 梳理建筑施工机器人、智能监测设备、数字化施工装备等核心智能装备在土方作业、主体施工、安全管控、质量检测等关键环节的应用场景与实施路径, 结合项目实践分析其提质增效、风险防控、质量优化的实际成效。针对技术适配与管理协同问题总结实践经验, 研究表明, 智能装备的系统化落地可有效实现项目精细化、数字化建造, 为国内同类未来城市建设项目提供智能建造实践参考, 助力工程建造行业智能化转型。

关 键 词 : 智能装备; 智能建造; 嘉定未来城; 智慧工地; 工程施工; 数字化建造

Application Practice and Efficiency Analysis of Intelligent Equipment in Jiading Future City Project

Sun Dongjie

Shanghai Vanke Enterprise Co., Ltd, Shanghai 201100

Abstract : Under the background of rapid development of new urbanization and intelligent construction, future city construction puts forward higher standards for the efficiency, quality, safety and green level of engineering construction. Intelligent equipment has become the core grasp to promote the transformation and upgrading of traditional construction mode. Taking Shanghai Jiading Future City intelligent construction demonstration project as the research object, this paper reviews the application scenarios and implementation paths of core intelligent equipment such as construction robots, intelligent monitoring equipment and digital construction equipment in key links such as earthwork operation, main construction, safety control and quality detection. Combined with project practice, it analyzes the actual effects of improving quality and efficiency, risk prevention and control, and quality optimization. The research shows that the systematic implementation of intelligent equipment can effectively realize the refined and digital construction of the project, provide practical reference for intelligent construction of similar future city construction projects in China, and help the intelligent transformation of the engineering construction industry.

Keywords : intelligent equipment; intelligent construction; Jiading future city; smart construction site; engineering construction; digital construction

引言

研究背景与政策导向

我国城镇化建设已进入高质量发展新阶段, 未来城市建设要朝着智慧化、绿色化、精细化转型, 传统建筑施工靠人工、管理粗放, 效率低、安全管控难、质量把控不足、能耗高、人工成本上涨等问题, 很难符合未来城市建设标准, 急需依靠智能装备技术突破行业瓶颈^[1-2]。

国家大力推行智能建造以及新型建筑工业化, 明确要求加快建筑机器人、智能施工装备等技术的运用, 促使建造行业朝着技术密集型转型^[3]。上海是智能建造的试点城市, 嘉定未来城是区域重点智慧新城示范项目, 它肩负着探索新型建造模式、打造标杆工程的使命, 是智能装备规模化应用的典型实践载体^[4]。本研究拿该项目当案例, 重点看智能装备施工全流程的应用场景、实施路径以及实际成果, 剖析技术与管理方面的难题, 归纳可复用的经验。

项目概况

本项目坐落于上海市嘉定区, 总用地面积达66206.70平方米, 总建筑面积为284119.07平方米, 这是集住宅、商业、办公于一体的

大型综合社区，里面包含11栋高层住宅（22# - 32#）、24栋商业办公楼（T10 - T33）以及7栋社区配套用房（P7 - P13）。2023年6月，项目通过了方案评审，2024年6月，施工图评审完成，2025年10月，项目在上海市建筑建材业市场管理总站现场核验通过^[5]。



图1 项目总平面图

Fig.1 Site plan of the project

项目规划刚开始的时候就确定了高标准智能建造的目标，通过全过程的数字化与装备化应用，达成“提效、降本、提质、保安”的核心目标。

研究目的与意义

本研究立足智能建造行业趋势与项目智慧示范定位，围绕智能装备工程应用展开。研究目的：以嘉定未来城为载体，分析智能装备提质增效优势，总结适配未来新城项目的应用经验。理论意义：弥补大型未来城市项目智能建造实操案例研究的不足，丰富智能装备与智慧工地融合应用的理论体系。

一、智能装备应用总体框架

智能装备是建筑施工里把传感器、控制系统、人工智能算法等技术融合起来的机械设备系统，它能自主或者半自主地完成特定施工工序或者管理任务，核心就是环境感知、自主决策、精准执行和数据互联能力。

（一）智能装备的定义与分类

1. 智能装备的定义

智能装备，就是在建筑施工时，把传感器、控制系统、人工智能算法、自动驾驶与执行机构等技术融合起来，能自己或者半自主地完成特定施工工序或者管理任务的机械设备系统。

2. 智能装备的分类

按照嘉定未来城项目的实践情况，智能装备可分成三大类：

- (1) 施工执行类：直接参与建筑实体的形成，替代手工操作。
- (2) 测量检测类：用来对工程质量进行检测以及数据采集。
- (3) 管理巡检类：该类管理包括施工现场的安全状况以及人员管理。

（二）装备选型依据

在智能装备的选型阶段，项目构建起多维度的评估体系，像政策是否符合、技术是否成熟、工序是否匹配、经济是否可行、供应商服务能力这些方面都纳入了。

（三）应用流程与管理机制

要保证智能装备能有序引入并高效运行，项目构建了五阶段应用流程，也就是方案策划、进场准备、试点应用、规模化推广、总结归档这五个阶段。

二、智能装备应用实践与数据分析

本次智能建造实践的核心亮点就是智能装备的应用。项目依照政策要求以及现场实际，一共引入了七大类智能装备，特定工序上达成了“机器代人”这一目标。

（一）装备概况与应用范围

项目智能装备的应用，从方案阶段开始，到变更阶段不断调整，最后确定了如下应用范围（见表1）。

表1 智能装备最终应用范围汇总

Table 1 Summary of intelligent equipment application scope

序号	机器人类型	使用时间	具体实施范围
01	墙面抹灰机器人	2024年8月	住宅区域，面积为32095.83 m ² ，占比24.18%
02	智能巡检机器人	2024年6月	项目要求全范围应用。
03	实测实量机器人	2025年3月	22#~32#的全楼栋，面积约为199417.25 m ² ，比例100%
04	无人机	2023年6月	项目要求：全范围应用
05	地坪研磨机器人	2025年12月	实施面积为29399.13 m ² ，比例为43.30%
06	AR虚拟验收	2025年11月	地下室应用
07	乳胶漆喷涂机器人	2026年1月	24#楼2-17层，实施面积约4896.45 m ² ，比例6.18%

（二）核心装备应用详析

1. 墙面抹灰机器人

墙面抹灰机器人主要用于室内墙面石膏砂浆的抹平作业。

应用数据：施工周期2024.08.29-2025.01.07，施工天数102天，总台班265个，实施面积32095.83 m²。效率分析：单班组（2人）单日施工面积121 m²（传统人工班组：80-100 m²），效率提升约1.5倍。成本分析：机器人方案单位面积成本约8.69元 / m²，传统人工方案约11.36元 / m²，降低约30%。

2. 智能巡检机器人

智能建造里的巡检系统，它把传感器、摄像头、导航系统以及数据处理技术集成起来，能在项目里自主移动、采集数据并实时监测。

施工周期为2024年6月17日到2026年2月4日，施工天数为32天，总台班为32个，施工面积为地上全范围。智能巡检机器人的效率成本分析：其施工效率可达1~1.5小时，人工巡检时则为2~3小时。经济效益5万元 / 年，人工巡检8万元 / 年。效率提升55%，成本节约60%。

3. 无人机

本次项目所选的工业级无人机搭载了RTK/PPK定位模块、激光雷达以及五镜头倾斜摄影设备，能快速生成高精度二维正射影像和三维模型。

施工周期为2023年6月到2025年12月，施工天数为49天，总台班49个，施工面积为地上全范围。设备优势：项目进度数字化了，采集的数据能和BIM模型相结合，形成“实景+BIM”数字底座。

4. 实测实量机器人

实测实量机器人采用3D激光扫描技术，可自动完成房尺寸指标的测量，并自动生成三维模型和报表。

应用数据：施工周期为2025年3月31日到2025年5月21日，施工天数为34天，总台班34个，实施面积199417.25 m²，覆盖11栋楼，共876户。效率分析：单房间测量时间在4-5分钟（传统人工：20-30分钟），效率提升5-6倍。质量优势：精度误差控制在±1.5mm以内（人工误差可达±5-10mm），单次扫描采集超100万个数据点，墙面100%检测。

5. 地坪研磨机器人

地坪研磨机器人用于地下室混凝土地面的研磨预处理，为后续环氧地坪施工提供平整、清洁的基面。

施工周期为2025年12月30日到2026年2月2日，施工天数为24天，总台班数为32个，实施面积达29399.13平方米。机器人

施工效率大概为118.45 m² / h（1200 m² / 天），人工效率约为70 m² / h（700 m² / 天）。机器人施工成本约5元 / m²，人工约7元 / m²，成本节约约30%。

6. 乳胶漆喷涂机器人

乳胶漆喷涂机器人，其主要应用在室内天花板的乳胶漆喷涂工作上。

应用数据：施工周期为2026年1月13日到2026年2月2日，施工天数为13天，总台班13个，实施面积为4896.45 m²（24#楼2-17层）。效率分析：机器人施工效率达89 m² / h，即376 m² / 天 / 班组，人工施工效率为100-150 m² / h，1000 m² / 天 / 班组。

7. AR 虚拟验收

AR虚拟验收是BIM应用的延伸。借助AR设备，把BIM模型与实际的地下室场景相结合，进行对机电管线安装的复核验收。

应用数据：施工周期2025.11.27-2025.12.16，施工天数11天，应用范围为地下室全部区域，可直接在AR视图中进行标注、截图并自动生成验收报告。

三、总结与展望

嘉定未来城项目作为上海市智能建造试点项目，通过对七大类智能装备的系统化应用，实现了从“单点技术应用”向“全系统集成融合”的跨越。

项目在抹灰、实测、研磨、喷涂等关键工序上成功引入智能装备，验证了其替代人工的可行性。墙面抹灰机器人完成3.2万 m²施工，效率提升1.5倍，成本降低30%；实测实量机器人完成876户测量，单房间时间从20-30分钟缩至4-5分钟，精度控制在±1.5mm；地坪研磨机器人效率达118 m² / h，较人工提升70%，成本节约30%；无人机与AR验收显著提升测绘与验收效率，AR验收周期缩短45%。数据证明，智能装备在效率、质量、成本方面具有综合优势。

嘉定未来城项目实践显示，智能建造正促使建筑业从“汗水驱动”迈向“智慧驱动”，这是一大转变。5G、人工智能、物联网等技术跟建筑业深度融合，建筑业新时代就更安全、更高效、更绿色、更可持续了。

参考文献

- [1] 住房和城乡建设部等部门. 关于推动智能建造与建筑工业化协同发展的指导意见 [Z]. 建市〔2020〕60号，2020.
- [2] 丁烈云. 智能建造推动建筑业高质量发展 [J]. 中国工程科学，2023，25(4): 1-8.
- [3] 王要武，李海涛. 建筑施工机器人研究进展 [J]. 土木工程学报，2023，56(8): 1-15.
- [4] 丁烈云. 智能建造推动建筑产业变革 [N]. 中国建设报，2022-03-24(007).
- [5] 毛志兵. 基于数字化技术的智慧工地建设研究 [J]. 施工技术，2023，52(12): 1-6.