

装配式建筑在土建施工中的应用与效益分析

史红中

2301251985***3518

摘要: 随着建筑行业的转型升级,装配式建筑凭借其高效、环保、优质等优势,逐渐成为土建施工领域的重要发展方向。本文首先阐述装配式建筑的概念、发展背景及核心特点,进而从构件生产、现场施工、质量控制、安全管理等关键环节,详细分析装配式建筑在土建施工中的具体应用方式,最后从经济效益、社会效益和环境效益三个维度,系统探讨装配式建筑应用所产生的综合效益,旨在为土建施工企业推广装配式建筑技术提供理论参考与实践借鉴。

关键词: 装配式建筑; 土建施工; 应用策略; 效益分析

DOI: 10.69979/3029-2727.25.05.068

引言

近年来,我国建筑行业面临资源短缺、环境污染、劳动力成本上升等挑战,传统现浇式建筑施工模式存在效率低、资源浪费、现场混乱等问题,难以适应行业高质量发展要求。在此背景下,装配式建筑作为新型生产方式,通过工厂标准化生产构件、现场组装拼接,突破传统施工模式局限。国家出台《关于大力发展装配式建筑的指导意见》《“十四五”建筑业发展规划》等政策,提出到 2025 年装配式建筑占新建建筑比例达 30% 以上。在政策与市场需求驱动下,深入研究装配式建筑在土建施工中的应用路径与效益具有重要现实意义。

1 装配式建筑的概念与核心特点

1.1 概念界定

装配式建筑是指将建筑的部分或全部构件(如梁、板、柱、墙体、楼梯、阳台等)在工厂按照统一标准进行预制生产,经检验合格后运输至施工现场,通过可靠的连接方式(如螺栓连接、灌浆连接、焊接等)将构件组装成完整建筑的施工模式。根据构件预制率的不同,装配式建筑可分为装配整体式混凝土结构、钢结构装配式建筑、木结构装配式建筑等类型,其中装配整体式混凝土结构在民用建筑、公共建筑等领域应用最为广泛。

1.2 核心特点

与传统现浇式建筑相比,装配式建筑具有以下核心特点:

第一,标准化生产。装配式建筑构件的生产基于统一的设计标准与规格,构件尺寸、材质、性能等参数高度统一,可实现工厂化批量生产,有效减少构件生产过

程中的误差,提升构件质量稳定性。

第二,现场装配化施工。施工现场主要以构件组装修作业为主,大幅减少现浇混凝土、砌筑等湿作业,降低对现场劳动力数量与技能的依赖,同时缩短施工周期。

第三,绿色环保性。工厂生产构件可有效控制材料浪费,减少施工现场的建筑垃圾、粉尘污染与噪声污染;此外,构件生产过程中可采用绿色建材与节能技术,符合建筑行业低碳发展要求。

第四,质量可控性强。构件在工厂封闭环境下生产,可通过自动化设备与严格的质量检测流程(如混凝土强度检测、构件尺寸偏差检测等)保障构件质量,避免传统施工现场受天气、人为因素影响导致的质量问题。

2 装配式建筑在土建施工中的具体应用

2.1 构件生产阶段的应用

构件生产是装配式建筑施工基础,其质量决定后续装配效果与建筑整体性能。该阶段装配式建筑应用如下:

首先,进行 BIM 技术协同设计与生产。利用 BIM 技术构建三维建筑模型,实现设计、生产、施工等环节信息共享。设计人员在 BIM 模型完成构件拆分与深化设计,明确参数并传输信息至工厂生产系统;工厂依据模型数据,通过自动化生产线完成生产,同时用 BIM 技术监控,确保与设计一致。如装配式剪力墙构件生产, BIM 技术可精准定位,避免人工标注偏差。

其次,开展构件质量检测与存储管理。构件生产后按规范严格检测,包括外观、力学性能、尺寸偏差等;合格构件分类存储,场地设防潮、防雨设施,用专用支架堆放,防变形损坏。此外,通过二维码或 RFID 标签

为构件赋予唯一标识,记录生产批次、检测报告、安装位置等信息,便于后续追溯管理。

2.2 现场施工阶段的应用

现场施工是装配式建筑从构件到完整建筑的关键转化环节,其应用重点在于构件运输、吊装、连接与协同作业:

第一,构件运输与现场堆放规划。根据施工进度计划,合理安排构件运输时间与顺序,运输车辆需配备专用固定装置(如防滑垫、紧固绳索),避免构件在运输过程中碰撞、移位;施工现场需提前规划构件堆放区域,堆放位置应靠近吊装作业点,减少二次搬运,同时根据构件类型(如墙板、楼板、梁柱)采用不同的堆放方式,例如墙板采用立式堆放,楼板采用水平叠放(叠放层数不超过规范要求),确保构件堆放安全且便于吊装。

第二,构件吊装与精准定位。吊装作业前,需对吊装设备(如塔式起重机、汽车起重机)进行性能检查,同时根据构件重量、尺寸确定吊装点与吊装方式,选用专用吊具(如墙板吊具、楼板吊具),避免构件吊装过程中损坏。在吊装过程中,利用 BIM 技术与全站仪、激光准直仪等设备进行实时定位,将构件精准安装至设计位置。例如,在装配式框架结构梁、柱安装中,通过 BIM 模型预设梁、柱的安装坐标,利用全站仪测量实际安装位置与设计坐标的偏差,及时调整吊装角度,确保梁、柱连接节点的精准对接。

第三,构件连接施工。构件连接是保障装配式建筑结构安全的核心,需根据构件类型选择合适的连接方式:对于装配式混凝土构件,常用的连接方式包括灌浆套筒连接、浆锚搭接连接、螺栓连接等。以灌浆套筒连接为例,施工时需先清理套筒内的杂物与积水,再将钢筋插入套筒并固定,然后采用专用灌浆料进行灌浆,灌浆过程中需从下口灌浆孔注入,直至上口溢浆孔流出均匀浓浆,确保灌浆饱满,避免出现空鼓现象;灌浆完成后需做好养护,确保连接节点的强度达到设计要求。对于钢结构构件,常用焊接、高强螺栓连接等方式,焊接作业需严格控制焊接工艺参数(如焊接电流、电压、焊接速度),高强螺栓连接需按照规范要求进行终拧扭矩检测,确保连接节点的刚度与稳定性。

2.3 质量控制与安全管理中的应用

2.3.1 质量控制应用

装配式建筑施工质量控制需贯穿“设计-生产-施工”全过程,其应用措施包括:

一是全过程质量追溯体系。依托 BIM 技术与物联网技术,建立构件从生产到安装的全生命周期质量追溯平台,记录构件设计参数、生产检测数据、运输信息、现场安装检测结果等,一旦发现质量问题,可快速定位问题环节与责任人,及时采取整改措施。

二是关键工序质量管控。针对构件吊装、连接等关键工序,制定专项质量管控方案,设置质量控制点。例如,在构件吊装前,需检查构件型号、安装位置是否与设计一致;在灌浆套筒连接施工中,需对灌浆料的配合比、灌浆过程、养护情况进行全程监督,同时采用超声波检测等无损检测技术,检测灌浆饱满度,确保连接节点质量。

三是现场验收标准化。严格按照《装配式混凝土建筑工程工程施工质量验收规范》(GB50204-2015)等规范要求,明确现场验收的内容与标准,验收时需结合 BIM 模型与实体构件进行比对,重点验收构件安装位置偏差、连接节点质量、防水密封性能等指标,验收合格后方可进入下一工序。

2.3.2 安全管理应用

装配式建筑施工现场虽减少了湿作业,但构件吊装、高空作业等环节仍存在安全风险,其安全管理应用主要体现在:

第一,吊装作业安全管控。制定专项吊装作业方案,明确吊装作业半径、吊装高度、作业人员职责等;吊装作业前对作业人员进行安全技术交底,作业过程中设置警戒区域,禁止非作业人员进入;利用视频监控系统对吊装作业进行实时监控,及时发现违规操作行为。

第二,高空作业安全防护。在构件安装过程中,需搭建临时操作平台与防护栏杆,作业人员必须佩戴安全带、安全帽等防护用品;对于高层建筑装配式施工,需设置外脚手架或爬架,确保高空作业人员的安全。

第三,构件堆放安全管理。严格按照构件堆放规范要求,控制构件堆放高度与间距,避免堆放过高导致构件坍塌;对堆放区域进行定期检查,及时清理积水、杂物,确保堆放场地的稳定性。

3 装配式建筑在土建施工中的效益分析

3.1 经济效益

装配式建筑在土建施工中的经济效益主要体现在施工成本节约与投资回报提升两个方面:

从施工成本来看,一方面,人工成本降低。装配式建筑施工现场湿作业大幅减少,对劳动力数量的需求显

著下降,同时降低对高技能劳动力的依赖,有效缓解劳动力成本上升带来的压力。另一方面,施工周期缩短。工厂化生产与现场装配化施工可并行开展,在构件生产的同时,施工现场可同步推进场地平整、基础施工等工作,整体施工周期明显缩短。施工周期的缩短能减少项目资金占用成本(如贷款利息),同时加快项目交付与投入使用进度,帮助项目提前产生收益。

从投资回报来看,装配式建筑构件虽前期生产设备与技术投入相对较高,但随着生产规模化推进与技术不断成熟,构件生产成本逐步降低;此外,装配式建筑质量稳定性强,后期维修养护成本更低,长期投资回报优势更为突出。

3.2 社会效益

装配式建筑的应用对推动建筑行业转型升级与提升社会发展质量具有重要意义,其社会效益主要体现在:

第一,推动建筑行业工业化转型。装配式建筑将建筑生产模式从“现场施工”转变为“工厂制造+现场装配”,促进建筑行业与制造业、信息技术产业的深度融合,推动建筑行业向工业化、标准化、智能化方向发展,进而提升建筑行业整体生产效率与技术水平。

第二,改善施工现场作业环境。传统现浇式建筑施工现场湿作业量大,粉尘与噪声污染问题突出,作业环境恶劣;而装配式建筑施工现场以装配作业为主,湿作业大幅减少,粉尘与噪声污染明显降低,有效改善施工人员的作业环境,保障施工人员身体健康。

第三,提升建筑质量与居住舒适度。装配式建筑构件在工厂标准化生产,质量可控性强,建筑结构性性能更稳定,能有效减少传统建筑中常见的裂缝、渗漏等质量问题;同时,装配式建筑在设计阶段可更充分地融入节能、隔音、保温等技术,进一步提升建筑的居住舒适度与使用性能,满足人们对高品质建筑的需求。

3.3 环境效益

在“双碳”目标背景下,装配式建筑的环境效益成为其推广应用的重要驱动力,主要体现在:

一是减少资源消耗与浪费。装配式建筑构件通过工厂标准化生产,材料利用更为高效,能显著减少建筑材料浪费;同时,装配式建筑施工现场的水资源消耗大幅降低,符合资源节约型发展要求。

二是降低建筑垃圾产生量。传统现浇式建筑施工现场建筑垃圾产生量较大,而装配式建筑施工现场的建筑

垃圾主要为构件包装材料与少量装配废料,建筑垃圾总量大幅减少,有效减轻城市垃圾处理压力。

三是减少碳排放。装配式建筑在构件生产阶段可采用清洁能源,同时减少施工现场各类设备的燃油消耗;此外,装配式建筑能更广泛地应用节能建材与再生建材,从建筑全生命周期维度降低能耗与碳排放,符合建筑行业低碳发展要求。

4 结论与展望

4.1 结论

分析表明,装配式建筑依托标准化生产、装配化施工、绿色环保等特性,可解决传统现浇建筑效率低、质量难控、污染重等问题,适配建筑行业高质量发展需求;其通过 BIM 协同、标准构件生产、精准装配及全流程质量控制安全管理,能实现高效优质施工,保障建筑结构安全;且应用效益显著,经济上降本缩周期、提回报,社会上促行业转型、改善作业环境与建筑质量,环境上减耗降碳,符合绿色发展要求。

4.2 展望

当前装配式建筑面临技术体系不完善、成本高、人才缺等问题。未来需加强关键技术研发与标准体系建设,优化成本策略以降投入、提竞争力,同时完善人才培养体系,通过高校课程与现场培训,培育专业人才支撑其推广。

参考文献

- [1] 张志铎,李执顺,于永波,等.装配式施工在建筑装饰装修工程中的应用与发展[J].住宅与房地产,2017(26):115. DOI:CNKI:SUN:ZZFD.0.2017-26-096.
- [2] 赵磊.装配式建筑在建筑设计中的应用分析[J].建筑技术,2018(S1):2. DOI:CNKI:SUN:JZJ1.0.2018-S1-095.
- [3] 张萌萌,刘超.装配式建筑在建筑工程中的应用与发展趋势分析[J].现代装饰,2025(11).
- [3] 李建波.装配式建筑施工技术在建筑工程中的应用分析[J].建筑·建材·装饰,2024(23).
- [4] 周永胜.装配式建筑施工技术在建筑工程中的运用分析[J].2022.
- [5] 尹实之,柯达,黎晶晶.装配式结构在建筑施工中的应用分析[J].工程建设(2630-5283),2022(006):005.