

全视角下预制装配式建筑的应用探索与未来发展

陶存进

(东台市泓泰建设工程有限公司, 江苏 盐城 224200)

摘要 在社会经济发展与可持续发展理念深度践行的背景下, 传统建筑建造模式已难以适配行业发展需求, 预制装配式建筑凭借质量可控、节能减排的核心优势, 逐步成为建筑行业改革转型升级的重要发展方向。本文系统阐述预制装配式建筑的核心特征与关键施工技术, 从技术、产业、政策等多维度剖析其发展现存问题, 同时结合技术、经济与环境层面分析该建筑形式的可持续发展优势, 并据此预判其未来发展趋势, 以期为预制装配式建筑的高质量发展提供理论参考。

关键词 预制装配式建筑; 预制内剪力墙施工; 预制叠合板安装; 预制窗体施工; BIM 技术

中图分类号: TU767

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2026.25.025

0 引言

预制装配式建筑是将建筑全部或部分构件在专业预制工厂标准化生产, 经检测合格后运至施工现场, 依托专用机械与标准化工艺完成现场组装, 最终形成具备使用功能的建筑工程施工模式^[1-2]。与传统建筑相比, 预制装配式建筑实现了建筑构件的工厂化生产与现场装配化施工, 大幅转变了传统建筑的建造方式。按材料划分, 可分为预制装配式钢筋混凝土建筑与预制装配式钢结构建筑; 按使用功能划分, 可分为预制装配式民用建筑和预制装配式工业建筑, 其中民用建筑又细分为住宅与公共建筑^[3-4]。预制装配式建筑能够有效提升施工效率、保障建筑工程质量、缩短工程周期、控制施工成本、降低能耗等, 契合建筑行业绿色化、工业化的发展需求。因此, 深入研究并推广该技术, 对推动建筑行业高质量发展具有重要的现实意义与产业价值。

1 预制装配式建筑的特征

预制装配式建筑与传统建造模式的核心差异在于生产作业方式的转变, 即把大量现场施工作业转移至预制工厂完成, 由此形成了“五化一体”的核心特征, 充分体现了建筑工业化的理念。

1.1 设计标准化

设计标准化是预制装配式建筑工业化发展的基础, 具备设计灵活、低碳环保、工期节约、成本可控等优

势, 能够有效解决装配式建筑装配率偏低、建造成本偏高的行业痛点。高集成化水平能够推动设计、生产、施工的一体化进程, 加速装配式建筑产业链的完善与升级。

1.2 生产工厂化

生产工厂化的核心是将传统施工中的大部分湿作业转移至预制工厂, 转化为流水线标准化操作^[5]。其优势明显: 一是流水线生产能严格保障预制构件的质量稳定性, 大幅缩短构件生产周期; 二是减少现场湿作业量, 降低废水、废气排放, 践行绿色施工; 三是改善作业环境, 精简施工人员数量并提升专业素质, 提高文明施工水平; 四是工厂生产受自然环境等外部因素影响较小, 保障工期稳定, 可有效延长寒冷地区施工周期。

1.3 施工装配化

装配化施工是把在工厂生产合格的构配件运至施工现场后, 通过机械吊装完成拼接组装, 大幅简化了作业流程, 提升效率并缩短工期。经过专业培训少量施工人员即可开展交叉作业, 实现预制构件的快速、精准装配, 且施工各环节均可实施标准化质量检验, 从工序层面保障建筑工程的整体质量。

1.4 装修一体化

装修一体化要求在设计前期, 统筹考虑后期施工与装修的协同性: 在构件生产阶段, 根据装修施工需

作者简介: 陶存进 (1971-), 男, 本科, 工程师, 研究方向: 工程管理。

求预先预留钻洞、打孔等工艺孔洞；在预制构件吊装施工过程中，同步开展下一楼层的装修与水电工程施工，实现预制构件生产与集成装修的同步推进，从设计与施工层面实现建筑主体与装修工程的一体化衔接。

1.5 管理信息化

预制装配式建筑的发展与信息技术的融合应用深度绑定，BIM 技术是装配式建筑信息化管理的核心手段。在设计阶段，可通过 BIM 技术构建 3D 设计模型与施工模拟模型，有效规避构件遗漏、管线碰撞等问题。同时，BIM 技术也渗透在建筑的全寿命周期中，实现设计、生产、施工、运维等各参与方的信息共享与协同作业，保障建筑工程各环节的高效衔接。

2 预制装配式建筑的关键技术和创新

2.1 关键施工技术

1. 预制内剪力墙施工。预制内剪力墙施工质量直接影响建筑的抗震性能与结构稳定性，构件衔接是该技术的核心控制点。在住宅施工中，需要做好预留，注重构件的准确连接，减少误差；预制构件安装阶段，通过灌浆工艺向螺栓孔灌注水泥，配合螺栓固定实现构件连接，使各预制构件形成整体结构，为后续施工奠定基础。

2. 预制叠合板安装。预制叠合板安装是预制装配式建筑的常用核心技术。施工过程中需严格控制叠合板与作业层的间距，根据施工图纸与工程实际需求确定叠合板安装方向，确保安装位置与方向的准确性。针对双层结构的预制叠合板，需提前布置双层支撑支架，上层叠合板安装完成后进行混凝土浇筑，并做好混凝土养护工作，确保混凝土强度达到施工要求^[6]。支架拆除时，混凝土强度需满足 75% 的设计标准，拆除过程中需实时监测叠合板状态，保障安装质量^[7]。

3. 预制窗体施工。预制窗体施工是保障建筑采光、通风功能的关键环节，需兼顾窗体安装的安全、稳定与美观。预制窗体与墙体的连接普遍采用螺栓固定方式，该技术不仅能保障窗体安装质量，还具备施工成本低、效率高、操作难度低的优势，大幅提升窗体施工的标准化水平。

2.2 技术创新方向

1. 采用高精度垂直传感技术。高精度垂直传感技术极大地提高了垂直测量在施工过程中的精准度与工作效率。该项技术解决了施工时实际过程跟踪监控以及实时数据分析的问题，凭借远程监控管理系统实现了预制构件装配的精准评价和估量，从而从技术层面为建筑结构垂直度的标准化控制提供了支持。

2. 预制墙板支撑体系。预制墙板支撑体系通过对支撑体系的优化设计，能够增强预制装配式建筑结构的安全性及稳定性，同时精简了施工工艺，大大降低了施工成本。

3. 脚手架多功能防护体系。构建无脚手架多功能防护体系，研发新型多功能施工操作围栏，该防护体系采用轻质材料制作，具备可重复利用的特点，不仅能使材料多次重复使用、降低了施工成本，还能让现场施工操作环境更优化，施工效率更高。

3 预制装配式建筑的不足

我国预制装配式建筑行业目前处于发展初级阶段，受技术、产业、政策等多方面原因的影响，在发展过程中仍然存在很多需要解决的问题。

3.1 建造成本偏高

行业尚未形成规模化生产，无法发挥规模效益；构件工厂化生产需缴纳增值税，成本增加；现有建设管理体制与预制装配式建筑的工业化生产模式不匹配，进一步推高了项目建设成本。

3.2 建筑设计与深化设计脱节

现阶段，多数设计院仍采用传统设计思路开展装配式建筑的设计，未充分考虑装配式施工的工艺要求；承建商需开展二次深化设计，且需与原设计单位沟通调整设计方案，这样既影响了施工周期，又不能使方案一次性做到最佳。

3.3 未形成规模效益

建筑结构体系种类繁多，不同体系之间的构配件难以通用，小体量项目无法实现构配件的标准化、规模化生产，难以发挥社会化大生产的成本优势。

3.4 施工成熟度不高

预制装配式混凝土建筑工艺在我国住宅项目使用中所占比例偏低，市场需求率造成施工队伍的专业性难以提高，从而使预制装配式建筑在项目应用中的施工质量与施工效率提升缓慢。

3.5 认证不到位

由于我国预制装配式建筑混凝土结构体系种类繁多，在行业不断发展、不断创新的同时，缺乏对新技术、新体系关键技术的严格认证与把关，导致部分技术体系的安全性及适用性难以保障。

3.6 过度追求装配率

建筑装配率的确定应结合项目综合成本科学考量，部分地区在政策执行过程中过度强调装配中采用预制部品部件的综合比例，甚至采取“一刀切”的管理办法，从而扼制了行业的良性发展。

4 预制装配式建筑可持续性

预制装配式建筑以低污染、低能耗、高质量为核心特征,契合绿色建筑施工理念,通过工厂预制、现场装配模式施工,替代传统现场浇筑、现场制作的施工方式,既能缩短工期,又能提升施工效率与工程质量,为建筑行业绿色可持续发展走出了一条新的道路。

构件在工厂标准化生产,通过工厂精准的材料配比,减少材料浪费。与传统现场施工相比,预制装配式建筑可节约 55% 的混凝土、70% 的木材模板与 40% 的钢筋,不但降低施工成本,而且还实现了能源与资源的高效利用。

预制装配式建筑大幅缩短了现场施工工期,构件吊装施工仅需少量专业人员协同作业,单个构件的组装效率大幅提升。工期的缩短不仅减少了成本支出,还降低了项目整体建设造价;同时,有效减少了建筑施工的噪声污染、建筑垃圾,降低了施工扬尘。

预制装配式建筑从全过程实现了污染控制。在构件运输方面,不仅降低了运输成本,还减少了运输过程中的扬尘、噪声污染及道路破坏。预制装配式建筑在全过程、全方位对废弃物的控制,契合绿色低碳的发展理念。

5 预制装配式建筑的发展趋势

结合行业发展的现状及发展需求,我国预制装配式建筑将朝着一体化、标准化、多元化、信息化的方向发展,核心趋势如下。

5.1 确立工程总承包施工的发展模式

预制装配式建筑全过程对从事该行业的相关人员都具有较高的专业技术要求,才能使其每个环节高度协同,确立工程总承包施工模式最大限度发挥企业的资源优化配置能力,实现项目整体效益的最大化,是适配预制装配式建筑工业化发展的核心模式。

5.2 形成良性的技术体系

预制装配剪力墙结构体系的关键技术、高强混凝土技术与预应力技术、预制/预应力框架结构体系、预制/预应力框架剪力墙结构体系等在未来的行业发展中都有待持续完善,形成良性的技术体系,提供更好的技术支持,确保预制装配式建筑向更高质量发展。

5.3 形成通用体系

从设计角度出发,统一模数,保证预制构件厂生产的标准化,从而提高生产工艺的机械化、自动化程度,是建筑工业化的高级发展形式,也是预制装配式建筑发展的趋势。

5.4 拓展公共建筑、工业建筑领域

随着高强度混凝土、预应力等核心技术的不断发展,预制装配式建筑的结构性能持续提升,能够满足大跨度、重载建筑的设计与施工需求,未来将逐步从住宅建筑向公共建筑、工业建筑领域拓展,充分发挥其结构经济效益与施工优势。

5.5 BIM 技术的全面应用

BIM 技术将贯穿预制装配式建筑全过程、全方位及全寿命周期,以快捷的供应链、精准的建造,构建以 BIM 模型为核心的建筑供应链管理体系,实现各环节的信息共享、协同作业与精准管控,推动预制装配式建筑行业的数字化、智能化发展。

6 结束语

预制装配式建筑作为建筑行业技术创新与模式转型的核心方向,其科学应用推动了绿色建筑的长效发展,为建筑行业的健康良性发展提供了新思路,推动建筑市场向工业化、绿色化、智能化转型升级。与传统现浇建造模式相比,预制装配式建筑在提升施工质量、缩短施工工期、降低建筑全寿命周期能耗等方面优势十分明显,是公认的可持续发展技术。目前,在政策支持下,我国预制装配式建筑的研发与推广工作正在快速推进,但行业的高质量发展仍面临技术、产业、政策等多方面的挑战。未来,需要工程领域与学术领域加强协同创新,不断完善技术标准体系、优化生产施工工艺、健全政策激励机制,推动预制装配式建筑实现规模化、高质量发展,助力建筑行业完成转型升级,为我国可持续发展战略的实施提供坚实的产业支撑。

参考文献:

- [1] 曹伟.装配式混凝土结构应用现状研究[J].科技风,2020(24):178,180.
- [2] 徐通.装配式建筑施工安全管理关键措施探析[J].江西建材,2021(01):181-182.
- [3] 肖帅,郝生跃,任旭.我国农村装配式建筑发展对策研究[J].工程管理学报,2018,32(01):7-11.
- [4] 刘美霞.国外发展装配式建筑的实践与经验借鉴[J].住宅产业,2016(10):16-20.
- [5] 王洁.基于 BIM 的预制装配式建筑绿色施工应用研究[J].建筑节能,2020,48(10):138-141.
- [6] 王成.预制装配式住宅建筑建设管理问题分析及防治措施[J].现代建筑,2020,11(03):184-185.
- [7] 赵轩,曲宏迪.预应力混凝土叠合板研究[J].砖瓦,2023(12):93-95.