

装配式建筑施工技术的现状与发展趋势

沈永飞, 赵飞*, 韩琳

(青岛海元建设集团有限公司, 山东 青岛 266100)

摘要 装配式建筑是以工厂预制构件为核心支撑, 采用“工厂规模化生产构件、现场模块化装配搭建”的工艺建造房屋的新型建造方式, 更是推动我国建筑业从传统粗放生产模式向绿色集约方向转型升级的核心抓手与重要发展方向。近年来, 由于国家政策的大力扶持, 装配式建筑市场不断扩大, 主流技术体系也趋于完善。但是装配式建筑施工技术在发展过程中还存在着构件质量参差不齐、技术标准体系不健全、专业人才缺乏等难题, 从而影响到产业的高质量发展。本文对装配式建筑施工技术发展现状进行梳理, 对目前存在的主要问题进行分析, 并从智能化融合应用、绿色建造方向、标准化体系完善等方面对装配式建筑未来的发展趋势进行预测, 以为装配式建筑产业的持续健康发展提供参考。

关键词 装配式建筑; BIM 技术; 绿色建造; 标准化体系

中图分类号: TU767

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2026.14.023

0 引言

建筑业长期以来采用现浇为传统的施工方式, 存在着资源消耗大、劳动效率低、建造质量难以保证等缺点。装配式建筑依靠标准化生产、机械化安装、绿色低碳等明显的优势, 成为建筑业转型发展的主要途径。基于此, 对装配式建筑施工技术发展脉络及趋势走向进行系统的研究, 对建筑业现代化转型有着十分重要的理论和实践意义。

1 装配式建筑施工技术的发展现状

1.1 政策背景与市场发展规模

近些年, 国家以及各地方各级政府相继出台了多项关于发展装配式建筑的政策文件。在政策的不断推动下, 我国装配式建筑市场规模迅速扩大, 新开工装配式建筑面积逐年增加, 占新建建筑面积比例不断提高, 装配式建筑已经成为建筑业转型升级的主要动力, 市场前景广阔, 产业体系日趋完善^[1]。

1.2 主流技术体系与工艺流程

目前, 我国装配式建筑已经形成以装配式混凝土结构、钢结构、木结构为主体的三大技术体系。预制混凝土剪力墙结构由于适应性好, 在住宅中得到了广泛的应用。钢结构体系因为工期短、自重轻的特点, 在公共建筑中占有重要的地位。各种体系都包含构件深化设计、工厂预制生产、运输存储、现场吊装、节点连接等全部工艺过程^[2]。

1.3 国内外发展水平的比较分析

从装配式建筑发展来看, 与我国相比, 欧美、日本等发达国家在装配化率、技术标准体系的完备程度、全产业链协同发展能力等各方面均存在较大差距。发达国家装配式建筑比例高, 产业链条长、集成度高, 信息化水平也高。相比之下, 装配式建筑起步较晚, 各地区发展水平参差不齐, 技术体系的系统化程度还有待提高^[3]。

2 装配式建筑施工技术存在的问题

2.1 构件生产与现场装配的质量问题

构件质量是装配式建筑整体性能的根本保证, 但是构件生产、现场装配环节都存在着不容忽视的质量隐患。构件生产阶段部分预制构件生产企业的质量控制体系不健全, 工厂生产过程中原材料检验、模具精度控制、养护条件管理等重要环节缺少严格规定, 造成构件尺寸偏差、表面缺陷等问题时有发生。部分生产企业为了降低成本, 压缩原材料用量并简化生产工艺环节, 使得构件质量不稳定的情况更加严重。现场装配时吊装精度控制比较困难, 构件之间接缝处理和节点连接质量对施工人员的技术水平要求比较高。由于目前现场作业人员普遍缺乏系统培训, 装配操作不规范的现象比较严重, 造成构件安装偏位、接缝宽度不均匀、连接节点渗漏等质量缺陷频繁出现。加上构件从工厂到现场的运输过程中, 由于道路颠簸、装卸

作者简介: 沈永飞 (1989-), 男, 本科, 工程师, 研究方向: 建筑施工。

*通信作者: 赵飞 (1994-), 男, 本科, 工程师, 研究方向: 建筑设计。E-mail: 295602480@qq.com

操作不当等原因造成构件破损的情况也时有发生^[4]。

2.2 技术标准体系不健全

完善的装配式建筑技术标准体系是保证装配式建筑质量、规范市场行为的基础，但是目前我国装配式建筑技术标准体系建设还比较落后，不能满足产业快速发展的需要。从标准的覆盖面来说，目前的规范主要是结构设计和施工安装方面的，对于构件接口尺寸模数统一、信息化协同管理、全寿命周期维护等标准的规定还比较欠缺，造成各个企业生产的构件之间兼容性不好，不能实现规模化通用互换。就标准层级协调来说，国家标准、行业标准和地方标准之间缺少协调，某些条款存在相互重复或者矛盾的情形，造成企业执行难、成本高。另外，装配式建筑技术更新换代快，标准的编制和修订周期较长，现行标准对新材料、新工艺、新结构体系的覆盖比较少，造成技术创新成果不能及时得到标准的支持，在一定程度上影响了新技术的推广应用^[5]。

2.3 专业人才培养与产业链协同不足

装配式建筑高质量发展的关键在于系统的产业链协同运作、充足的劳动力供给，但是目前这两个方面均存在明显的不足。装配式建筑包含设计、生产、施工、运维等诸多专业，对从业者的综合素质有较高的要求。但是目前高校和职业院校对于装配式建筑相关专业的培养投入较少，课程体系没有很好地与产业需求相衔接，校企合作育人的机制还需要进一步完善。一线施工人员的技能培训体系还不健全，持证上岗的比例很低，熟练掌握装配式施工操作规范的产业工人非常缺乏，成为制约产业发展的一个瓶颈。装配式建筑包含开发、设计、生产、物流、施工等各个环节的主体，各个主体之间信息交流和配合还不理想。设计与生产之间缺少有效的信息交流渠道，设计图纸同生产工艺衔接不紧密，造成预制构件返工率居高不下；生产与施工之间没有建立完善的计划协调体系，构件供应速度和现场安装进度不能精准对接，经常出现窝工待料的情况。

3 装配式建筑施工技术的发展趋势

3.1 智能化与 BIM 技术的融合应用

随着新一轮科技革命的不断深入，智能化技术同装配式建筑的深度融合已经成为不可阻挡的趋势。BIM 技术能创建装配式建筑全生命周期的数字化模型，把构件设计、工厂生产、物流运输、现场装配和后期运维等环节的信息有机地结合起来，消除各个参与方之间的信息壁垒，使数据可以无限地互相传递和共享。

设计阶段 BIM 技术可以支持各专业协同工作，消除碰撞冲突，提高设计精度；生产阶段 BIM 模型可以直接给数控加工设备提供准确的生产参数，使构件加工向自动化、精细化方向发展；施工阶段利用 BIM 的施工模拟技术可以预演吊装方案，改善施工组织，削减现场操作风险。同时，人工智能、物联网、大数据等新一代信息技术同装配式建筑施工的融合也变得越来越深。通过在构件上植入智能芯片进行编码标识，可以达到从工厂到现场的全过程数字化跟踪和质量溯源的目的，同时依靠机器视觉质量检测系统可以自动识别出构件表面的各种缺陷，大大提高了检测的速度和精确度。智能建造平台的建立可以实现工厂生产、物流调度和现场施工的高效联动，使装配式建筑整体建造过程更加精准可控，质量保证水平明显提高。

在装配式住宅项目施工过程中，全面应用 BIM 协同管理平台，将建筑、结构、机电等各个专业的模型融合为一个数字化的底座。项目组利用平台对预制墙板、叠合楼板、预制楼梯等构件展开碰撞检测工作，在此过程中及时发现了诸多管线同结构件之间的冲突状况，并且顺利地完成了这些冲突点的消除工作，从而防止了出现后续的返工情况发生。工厂生产时，技术人员直接从 BIM 模型中获取构件参数，输入数控生产线，构件尺寸精度明显提高。进入施工现场后，项目管理人员通过平台对吊装顺序进行三维模拟推演，合理安排塔吊作业范围和构件堆放区，减少吊装等待时间。同时每块构件都粘贴了二维码标签，施工人员扫描二维码就可以获得构件的规格、安装位置和注意事项等全部信息，现场装配效率大大提高，质量追溯能力也得到了加强，整个项目施工工期比传统的施工方式明显缩短。由此可见，智能化技术的融合应用对于提高装配式建筑的建造水平有着重要的现实意义。

3.2 绿色建造与可持续发展方向

在“双碳”战略的指引下，绿色低碳成了装配式建筑施工技术今后的发展主要价值取向，绿色建造理念会全面改变装配式建筑全产业链的技术路线和发展方式。装配式建筑自身在减少施工扬尘、降低噪声污染、减少建筑垃圾产生等各方面都具有明显的生态优势，随着绿色建造要求的不断加深，这种优势将会更加明显和广泛。在材料应用上，高性能绿色建材研发和推广速度将进一步加快，低碳混凝土、再生骨料构件、高强度钢材、新型绿色保温材料等的应用比例会越来越高，从源头降低建筑碳排放强度。工厂化生产方式

给精细化节能管理创造了有利条件，在预制工厂中清洁能源的使用会逐渐推广，生产过程中能耗控制和废料循环利用水平会不断改善。

装配式公共建筑项目在建造过程中全面践行绿色建造理念，从材料选择到施工组织都以节能减碳为目标来展开系统的规划。预制构件生产阶段，工厂用低碳胶凝材料代替一部分水泥，把生产废料集中回收利用到非结构构件的填充生产中去，固体废弃物产生量比常规生产方式大大减少。施工现场由于构件在工厂预制完成，现场湿作业量减少，扬尘和建筑垃圾的排放得到有效控制，现场用水量也大大降低。项目管理团队也采用了精益建造的方法，对构件的运输路线、吊装顺序进行了细致的安排，从而缩减了由于车辆空驶、等待而产生的碳排放。竣工之后，项目就建筑全生命周期的碳排放展开核算评价，得出的结果表明，该工程单位面积的碳排放比同类型的传统现浇建筑要低很多，绿色建造效果显著，为同类项目推广绿色装配式建造模式提供了重要的实践参照。

3.3 标准化体系完善与产业规模化推进

标准化属于装配式建筑产业规模化、高质量发展的基础性制度保障，创建系统的装配式建筑施工技术标准体系，将会成为装配式建筑施工技术发展的一个重要方向。从标准体系整体结构上讲，今后要加快国家标准、行业标准、地方标准之间层次上的协调以及内容上的衔接，努力创建起包含全产业链、全建筑类型的完整标准体系，给企业赋予明确统一的技术准则。从构件标准化角度来说，推进预制构件接口尺寸、连接方式、质量检验等主要标准的统一，是实现构件规模化通用互换、降低生产成本的重要途径。随着构件标准化程度越来越高，生产企业规模效应会逐渐体现出来，产业集中度会持续提高，形成若干具有较强竞争力的龙头企业引领整个产业向高端化发展。同时，标准化的深入推行会促使装配式建筑产业基地实现规模化布局和集群化发展，塑造起以标准化生产为根基、以规模化配送为依托的供应链体系，从而从根本上解决目前产业链协同效率偏低的问题。另外，随着信息化技术的广泛使用，以数字化平台为依托的装配式建筑标准管理体系也会迅速形成起来，促使标准由静态文本转变为动态的数字化管理模式。随着标准体系的不断完善以及产业规模的不断扩大，装配式建筑将会由政策推动的阶段进入市场内生驱动的阶段，成为建筑业现代化转型发展的主要推动力量。

以推动装配式建筑产业规模化发展为目的，组织当地主管部门、高校科研机构 and 骨干企业一起开展地方装配式建筑技术标准编制工作。编制团队对辖区内各个在建装配式项目进行调研，全面整理出预制构件在设计、生产、运输、安装等各个环节的技术衔接问题，然后制定了统一的构件模数协调规则以及接口连接标准，确定了构件质量验收的具体判定指标。标准发布之后，区域内各个预制构件生产企业按照新的标准进行生产，不同企业生产的构件可以互相替换使用，从而降低采购成本、减少库存压力。多个施工项目显示，标准统一之后构件进场验收的时间明显缩短，现场安装效率大大提高，因为尺寸偏差造成的返工问题大大减少。主管部门依靠统一的标准体系来整理、规范施工质量监督工作，从而提高监管效能，整个区域装配式建筑产业进入有序高效的新的发展阶段。

4 结束语

装配式建筑施工技术发展是建筑业现代化进程中的一个重要问题。目前，在政策扶持和技术进步的双重推动之下，装配式建筑产业正处在重要的转型时期。面对构件质量控制不到位、技术标准体系滞后、人才和产业链协同缺失等现实问题，各方应该形成合力，不断推进技术创新和制度建设。随着智能化建造、绿色低碳理念的不断融合、标准化体系的不断完善，装配式建筑施工技术必将迎来更加高质量、更具活力的发展新局面，为我国建筑业转型升级做出重要贡献。建筑从业人员要顺应时代发展潮流，以开放创新的态度积极投身装配式建筑技术研究和实践，用精益求精的工匠精神推动装配式建筑产业行稳致远，为建设现代化建筑强国做出贡献。

参考文献：

- [1] 王娜,于翠霞,张秀娟.装配式建筑施工技术的应用现状与发展趋势分析[J].安家,2025(03):79-81.
- [2] 王茹,廖文涛,刘清楠.装配式建筑质量信息模型构建[J].土木工程与管理学报,2019,36(06):8-16.
- [3] 张爱琳,梁爽.基于装配式建筑施工偏差预测的应用[J].土木工程与管理学报,2019,36(02):109-113.
- [4] 曹西,缪昌铅,潘海涛.基于碳排放模型的装配式混凝土与现浇建筑碳排放比较分析与研究[J].建筑结构,2021,51(S2):1233-1237.
- [5] 王英.影响装配式建筑构件连接节点质量的因素分析[J].混凝土,2024(12):175-177.