

论装配式建筑施工技术在建筑工程施工管理中的应用

陈 何

广西来宾市象州县建筑工程公司 广西来宾 545800

摘 要: 基于可持续发展背景, 建筑行业实现绿色施工已成为当前的必然趋势, 而装配式建筑施工技术的应用, 因其具备环保、高效等优势, 已逐渐成为推动建筑业向数字化转型的重要动力。本文围绕装配式建筑施工技术, 探讨其应用于建筑工程施工管理的策略。通过相关案例分析, 结合当前施工数据分析, 简述装配式建筑施工技术的内涵与优势, 进而分析该技术在构件生产、运输、装配等各个环节的应用情况, 最后提出强化管理措施。结果发现, 装配式建筑施工技术的应用, 可以明显缩短施工周期, 减少施工废料和二氧化碳排放量, 该技术兼顾经济和环境效益, 显著提高施工质量和进度, 以期为建筑行业绿色优质发展提供新的路径。

关键词: 装配式; 建筑施工; 施工管理; 应用策略

面临严峻的环境问题, 全球范围内提倡节能减排, 推动产业持续升级和优化, 而传统建筑施工模式, 因资源消耗较大, 建设周期较长, 存在严重环境污染问题, 已经很难适应当前建筑行业发展的需求。装配式建筑施工技术, 是将建筑构件在厂房内加工, 后续运送到现场进行组装的新型施工模式, 能够有效促进建筑行业的集约化发展。该技术的实施, 既能提高施工效率, 又可确保工程质量, 完全符合绿色施工和可持续发展的理念。当前, 国际上普遍采用装配式建筑, 但其在施工中还存在诸多问题。文章通过对技术进行深度分析, 探讨优化措施, 对促进建筑行业的转型升级有着重要意义。

一、装配式建筑施工技术概述

装配式建筑施工技术, 是基于产业化制造, 在工厂内按照标准的制造过程, 对建筑的各个构件进行预制, 其中包括梁与板, 还涉及建筑主体的柱与墙体等, 然后将其运送到建筑现场, 通过机械吊装, 结合连接等方式进行组装的新型施工技术。该技术的应用, 不仅打破现场浇筑的操作, 也可以减少人工作业的传统施工, 促使建筑行业从手工制造逐步走向产业化。

装配式建筑施工, 不仅涉及构件的设计和制造, 也包括后期的运输和组装等多个环节。在构件设计过程中, 要注意构件的标准化和模数化, 保证每个构件在工厂生产和现场实际使用的可能性; 制造过程中, 采用全自动的生产线, 对生产过程和质量进行严密的监控, 比如生产期间, 必须保证钢筋绑扎精度控制在 $\pm 2\text{mm}$ 左右, 也要保证混凝土的强度达到设计要求的 100% 才能后期使用; 运输期间, 应依据构件的大小和重量, 选用

适当的运输工具和安装方法, 以防止构件出现损伤; 对于装配环节, 可以采用塔吊、吊车等机械, 利用精密的检测和定位等手段, 将构件精准地安装到合适的位置, 并采用灌浆套管和螺栓连接等方法, 确保结构的完整性和稳定性。

与传统施工技术相比, 装配式建筑技术具备明显的应用优势。从施工进度分析, 可以降低现场上的湿工作量, 以此缩短施工周期; 针对质量管理方面, 工厂的制造氛围相对稳定, 可以减少人工造成的质量问题; 针对环保方面, 该技术可以降低建筑垃圾, 减少粉尘和噪声的排放, 充分满足建筑的发展需求。当前随着施工技术的持续发展, 装配式施工技术逐渐走向智能化和信息化, 这给建筑行业的发展带来新的变化。

二、装配式建筑施工技术在建筑工程施工中的具体应用

(一) 标准化构件生产提升施工精度与效率

构件标准化制造是装配式建筑产业化的基础, 其关键是通过构建标准化的制造标准和工艺体系, 从而实现建筑构件的规模化和规范化制造。以某市 28 层的装配式高层住宅为例, 施工期间遵循“少规格多组合”的基本理念, 将建筑构件分为 6 种类型, 分别涉及叠合楼板、梁、柱、板、预制剪力墙、装修集成墙体, 再将其分成 28 个规格种类^[1]。在构件设计期间, 利用参数化工具构建构件类, 通过调节构件的主要特征, 从而形成各种尺寸的构件模型, 使得构件设计效率提高 50% 左右。

在整个制造过程, 通过引进智能化的全自动生产线, 建立钢筋处理、模装配、浇筑、蒸养、出料质量检测的

数字化监控体系，从而实现生产全流程的智能化管理。其中，针对钢筋加工生产线，可以使用智能焊接机器人，配合数控弯箍机，可以将钢筋弯曲角度误差减小，精度控制在 $\pm 1^\circ$ 左右，还可以控制钢筋网片焊接点之间的间距误差，可以将误差控制在 $\pm 2\text{mm}$ 左右。针对混凝土浇筑操作，可以利用智能配料器和振动台配合工作，借助传感器对混凝土的坍落度和浇筑速率进行实时监控，保证构件的整体密度大于99%，构件尺寸误差小于 $\pm 3\text{mm}$ 。本次项目以规范化生产为基础，实现每条生产线可加工 $35\text{--}40\text{m}^3$ 构件的能力，比常规的手动流水线提高效果达到40%以上，首检合格率由85%提高到98.5%左右，返修率下降至约1.5%。另外，通过规范化的加工，使得模板的再利用效率达到70%左右，显著减少生产成本。

（二）高效运输与存储保障构件质量

装配式建筑构件生产后，构件从工厂存储和运输环节，是保证构件整体质量和生产延续的重要环节。针对运输管理层面，结合某市装配式商业综合体工程为例，项目施工提前设计预制外墙板，大小达到 $6.5\text{m} \times 3.2\text{m}$ ，其重量达到18吨，同时还预制各种小型楼梯，配合多个空调面板等构件^[2]。根据各种构件特点，采取个性化的运输方式。利用特殊的液压提升输送支架，将大型外墙板预先嵌入的吊环进行刚性连接，在运输时，车辆安装GPS定位和运行状况监控，时速严格控制在60公里/小时，转弯时速不得大于30公里/小时；在搬运过程中，各构件之间设置50mm厚度的EVA衬垫，再用胶带将其与货盘进行连接，以避免因搬运过程中产生的冲击损坏。

构件在现场存储期间，构建3D的可视化构件管理体系。储存区域按照进入时间、安置次序、构件型式的三维维度分区进行设计，地表为C30硬化的混凝土，保持200mm厚度，并设有3%的排水坡降。大构件竖直堆放，下部设有可调节的钢扶壁，扶壁间隔按各构件的受力特性进行计算；针对较小的构件采取货架法进行储存，并通过构造计算对其进行校核。配备温度和湿度的自动监控装置，在湿度高于80%的情况下，能自动开启除湿装置，防止构件表面潮湿霉变。经过以上措施，本项目提出的构件运输损伤率由常规方法的8%下降到2.3%，场地存储损失小于1%，从而保障构件的质量和施工进度。

（三）精准装配技术确保建筑结构稳定性

基于BIM技术（如图1），配合智能测量和自动化组装修装的精确组装，可以实现装配式建筑的精准化施工，从而提高施工质量。以某市装配式体育场工程为例，其占地82000多平方米，采用大量异型曲面构件和大跨空

间。在项目实施前，基于BIM技术，构建1:1的全专业3D建模，通过碰撞测试，对各构件的装配次序和接头进行优化，避免127个设计矛盾，节省20多天的施工时间。同时利用BIM技术的5D仿真功能，针对施工进度进行模拟，从而实现各构件制造和运输方案的实时优化，以此推行“零库存”的施工^[3]。



图1 BIM技术使用示意图

装配过程，利用北斗卫星定位，与全站仪结合，构建双控测量系统，将BIM信息芯片嵌入到预制的螺栓和套管中，并利用手机的扫描仪采集构件的3D空间位置，与设计模型进行实时对比，保证构件的安装误差小于5mm。针对大跨径钢桁架与装配式钢筋混凝土结构的接头，采用高强度注浆套管工艺，注浆材料为C45早强-微膨胀性材料，在0.3-0.5MPa的高压注浆设备中注入，并在预埋设的传感器中实现对灌注量的实时监控，保证套管中注浆的压实度大于98%。通过第三方检验，该项目的整体垂直误差小于1/1000时，满足相关标准的规定，同时其极限承载力检验的合格率达到100%，为工程的安全性奠定技术基础。

（四）连接技术创新增强建筑整体性

连接技术是影响装配式建筑整体性能的重要部分，建筑行业针对该部分进行一系列的技术创新。结合某市装配式房屋工程为例，针对预应力筋自复位连接技术进行创新分析。采用预埋高强无粘结预应力钢筋的方法，张拉预应力，保证结构在地震时能产生可控变形，并在地震发生后通过施加预应力恢复其自身的功能^[4]。经过抗震试验，8度地震下连接点剩余变形降低70%，节点抗剪承载力增加30%，可显著改善结构抗震能力。

干式连接技术也被大量采用，尤其是应用于低层装

装配式建筑当中，以某市装配式别墅工程为例，将螺栓、销钉相结合的干式连接技术，即将预制的钢套和销钉安装在构件的两端，然后利用高强度的螺钉旋入和销钉的方式，在工程中实现了快捷的连接。这种技术不需要进行湿法施工，只需要15分钟就能完成接头的装配，比注浆接头的施工效率提高约60%，并且便于以后的维护和更换。伴随连接技术的持续革新，工业领域正积极发展3D打印连接构件和智能感知监控连接等新技术，以促进装配式建筑连接技术向智能化发展。

三、强化管理策略探讨

（一）深化构件标准化与模块化设计

突破传统设计思路，构建统一的设计规范和模块化系统，以此深化构件的标准化和规范化。在建筑结构设计，从建筑功能、结构性能和建造过程三个方面出发，对建筑构件进行模块化拆分，使其成为具有普适性的模块^[5]。比如住宅的厨房和卫生间，可以按照标准的模块进行设计，包括给排水、电气等配套设备，以便于在各个工程之间进行快捷使用。借助参数化软件对各构件的结构进行优化，实现构件的尺度和组装形式的灵活调节，提升构件的性能和通用性。通过深化设计，使得构件重用率达到80%，从而缩短构件的制造费用，减少设计周期。

（二）推进智能装配技术应用

智能装配技术是提高我国装配式建筑施工水平的重要发展趋势。使用预制构件安装机器人为代表的装配技术，利用视觉识别和自动定位等方法，对构件进行精确定位，降低人为的误差，提升装配效率。将物联网应用于构件和建筑设备中，实现构件应力和吊装设备的在线监测，实现对吊装设备运行状况的实时监测，并对其进行分析和预警，以实现工程安全的有效控制。某智能装配式建筑工程中，采用该技术可使施工效率提升35%，节约劳动力约25%，展现出明显的发展前景。

（三）优化供应链协同管理

通过对供应链协调管理持续优化，建立多行业联盟，涉及构件制造，也包括运输和施工等多方数据的集成。构建不同环节的信息管理平台，可以实现将构件设计、生产计划、运输调度和现场组装等多环节数据共享和协作。比如生产企业按照建设项目的进度进行构件制造，运输企业按照构件的制造进度和场地需要，从而确定运输的顺序，建筑企业则对现场的施工状况进行实时反馈，从而对生产和运输进行合理调整^[6]。通过供应链的最优协作，可以减少构件的供货时间20%–30%，避免存货和物流的损失，从而提升整个供应链的运作效率。

（四）加强质量全过程管控

实施全过程质量管控，必须制定完整的质量控制系统。构件制造过程中，制定严格的原材料检测制度，对钢筋和混凝土进行抽样检测，保证原材料的质量达到规范要求。制造环节，强化对制造流程的监测，重点环节做好图像和数据保存。在运输和装配阶段，制定构件的验收准则和作业规程，对进场的构件进行外形检验和性能检验，在装配时要严格遵守施工技术规程要求强化接头的质量检验，通过超声波探伤和拉拔试验等方法保证接头的质量。通过对整个过程的质量控制，使装配式施工质量缺陷发生率不超过3%，从而保证整体项目的质量。

结束语

综上，装配式建筑施工技术的应用，显著提高建筑工程施工管理质量。通过构件标准化制造，实现构件的高效运输与存储，结合精确装配与连接等技术手段，使建筑施工速度和质量得到显著提升，从而减少施工周期，降低资源消耗，从而实现绿色施工目标。强化策略的实施，通过对构件深入规范化和模块化，直接改善构件的通用化程度和性能。推动智能组装技术的运用，使建筑更加智能化、精确化。供应链协作的最佳化，明显提高不同行业的协作效率。而全过程强化质量控制，可以确保整体工程的稳定性。展望未来，建筑行业需要加大技术革新力度，打破目前的技术瓶颈，开发有效的连接技术和智能化的组装装备，持续完善相应的标准和规范，从而推动装配式建筑行业的标准化发展。

参考文献

- [1]王永全.装配式建筑套筒灌浆技术在房建工程施工中应用[J].新疆有色金属, 2024, 47(04): 91-92.
- [2]章晓琳.新时期装配式建筑施工技术在建筑工程施工管理中的运用[J].中国住宅设施, 2024, (04): 91-93.
- [3]田硕果.装配式建筑施工技术在建筑工程施工管理中的应用分析[J].陶瓷, 2024, (01): 224-227.
- [4]曹孝平.装配式建筑施工技术在建筑工程施工管理中的应用[J].江苏建材, 2023, (06): 96-97.
- [5]周华安.装配式建筑施工技术在建筑工程施工管理中的应用价值[J].陶瓷, 2023, (11): 234-236.
- [6]高树梁.装配式建筑工程施工技术在建筑施工管理中的应用[J].城市建设理论研究(电子版), 2023, (29): 110-112.