

装配式建筑在高层住宅中的应用与施工效率提升策略

文 / 王步高 安徽高升建筑集团有限公司

摘要：装配式建筑施工技术操作过程中，将各种部件在工厂加工之后运输到施工现场装配，改变了传统建筑施工的分散性，减少资源浪费了。高层住宅建筑施工中采用装配施工方式，施工进度加快，效率显著提高，本论文针对装配式建筑在高层住宅中的应用与施工效率提升策略展开研究。

关键词：高层住宅建筑；装配式建筑；施工效率；应用；提升策略

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.18.039

引言

建筑行业的良性发展得益于新技术的引进，比较具有代表性的是装配式技术，应用于施工中成效显著。装配式施工技术的应用，弥补了传统施工技术的诸多不足，其优势得以充分发挥，施工质量显著提高，因此，该技术得到建筑领域青睐并快速推广。高层住宅建筑结构复杂，对施工技术要求高，装配式施工技术的合理运用，操作环节减少，推进的速度更快，工作人员不需要如传统施工技术一样投入大量的精力，施工效率高且质量有保证，经济效益显著提高^[1]。

一、装配式建筑的优势

其一，不受自然因素影响。高层住宅建筑的楼层高，且结构日趋复杂化，如果采用传统施工技术，为现场浇筑方式，包括气候条件以及各种外部因素都会对其造成不良影响。高层住宅建筑施工过程中，进行现场浇筑的时候需要面临大量的高空湿作业，如果天气恶劣，诸如雷雨天气或者大风天气等，就无法继续施工。高空作业的风险系数高，加之自然因素的影响，必然存在安全隐患。装配式建筑可以解决这方面的问题，多数构件为工厂内加工处理，完成制作之后运输到现场进行拼装。工厂的生产环境比较稳定，以室内作业为主，不会被天气所影响，可按照计划推进。即便气候环境非常恶劣，构件生产也可顺利进行。比如，冬季室外环境温度低，如果采用传统现场浇筑方法，低温环境必然对其造成不良影响，主要体现为混凝土不能在预期的实践凝固，甚至产生冻害，工程质量受到影响。采用装配式施工技术，构件在工厂中的恒温环境中生产出来，就不会受到这些因素的干扰。

其二，预制构件的应用，施工周期缩短，效率显著提高。高层住宅建筑施工中，缩短时间就意味着降低成本，按期交付使用，甚至缩短工期，就意味着开发所投入大资金量减少，提高经济效益，满足用户需求。高层住宅建筑施工中，如果采用传统的现场浇筑施工模式，施工进度难以快速推进，周期很长。从基础施工开始直到整个的主体结构完工，再到后期的装修，直至竣工交付

使用，通常需要一年以上，大型工程需要几年时间才能完成。装配式建筑施工则不然，其各种构件为工厂预制，经过检查各项指标合格之后运输到施工现场，施工人员按照设计图纸组装作业即可，速度快，操作便捷。例如，一栋高层住宅建筑应用装配式建筑技术，主体结构施工中采用组装的方式，进度非常快，由于传统施工方式相比较，时间可缩短半年以上。如果高层住宅建筑需要快速交付，应用这种施工技术可以实现。同时，施工采用组装的方式促使周期缩短，施工现场不会对周边环境造成严重影响，不会产生大量的灰尘，也不会有噪音，施工对周边环境的影响时间缩短，避免长时间干扰居民正常生活。

二、装配式建筑在高层住宅中的应用

(一) 模块化设计

高层住宅建筑的设计阶段，设计人员要对整个建筑分解为多个部分，每个部分有自身的结构特点，为独立的模块且各有特定功能。采用这种模块化的设计方式，能够灵活开展设计工作，且减少成本，设计进度快而且结构设计精准。通常而言，高层住宅设计中需要考虑户型需求，还要了解空间布局，基于此将各种模块组合起来。采用模块化设计方式，有助于标准化生产。通过将模块统一化，尺寸和规格一致，生产效率提高，生产成本得到有效控制。（图1：高层主要建筑模块）

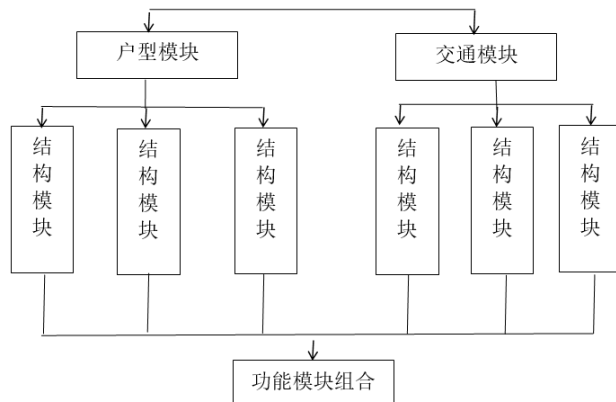


图1 高层主要建筑模块

划分模块的时候，基于建筑功能布局以及建筑结构特点将高层住宅结构体系分解为多个独立的模块，每个模块应具有独立的功能和结构，便于在工厂预制和现场组装。应用 BIM 模拟技术进行建模获得基础模型，该基础模型包含 MIC 模块单元模型，其中预制模型有顶板模型、底板模型以及侧墙模型，连接模型包含预埋钢板模型、焊接钢板模型、现浇模型以及连接钢板模型等。例如，在底板模型的顶部边缘预埋设置预埋钢板模型，侧墙模型的底部预设焊接钢板模型，并对预埋钢板模型以及焊接钢板模型输入焊接连接定义。基础模型导入 ABAQUS 软件，将新型节点的实体模型建立起来，对各种类型的类型节点定义。同时，明确节点的具体构造和连接方式，诸如顶板与围护墙的连接方式、顶板与隔墙的连接方式等等。将墙体厚度确定下来，比如墙体以及侧墙模型厚度分别为 320mm 和 60mm，现浇模型厚度是 200mm。进入到模拟分析环节，对已经建立起来的模型加载荷载，直至结构破损为止，将此时的荷载百分比以及结构破坏形态记录下来。针对这些数据分析，基于所获得的结果优化模块化设计，包括模块尺寸、结构形式以及连接方式等等适当调整。（图 2：MIC 模块单元模型）

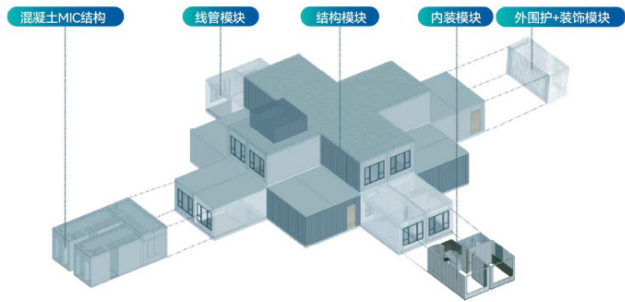


图 2 MIC 模块单元模型

（二）工厂化生产

工厂中生产各种建筑构件，由于生产环境有较高的稳定性，即便外界环境多变，也不会被干扰。工厂的生产设备先进，工艺技术高端，保证生产的构建有很高的精度，提高构件的质量。比如，对高层住宅建筑的墙体构件生产中，工厂通过运行自动化生产线开展各项工作，从原材料搅拌施工、构件成型以及后续的养护等等，各个环节的控制精确度极高。工厂化生产还有一个重要优势，就是生产规模大，生产效率显著提高。工厂生产构件的过程中，会有大量的废料产生，可回收经过加工处理之后再利用，实现资源高效利用。

（三）装配化施工

在高层住宅建筑施工现场，施工人员先检查预制好的构件，确定其各项指标符合要求之后就进入到组装环

节。采用这种施工方式，现场操作的难度降低且减少工作量。装配式施工技术应用于施工，相比较于传统的现场浇筑技术，速度显著加快且效率高。

施工现场，施工人员进行吊装操作的时候，要严格按照规范实施。以预制剪力墙构件吊装为例，进行竖向构件吊装施工中，起吊的时候速度要慢，随着构件被吊起来，逐渐加快速度，放置到指定位置的时候需要缓慢操作。竖向构件底部与建筑表面要留有空隙，20mm 为最佳，使用的垫铁厚度为 1-10mm 之间，保证竖向构件安装到指定的位置，与设计标高相符合。起吊操作的过程中，要逐级加快速度，注意不能越档操作。构件吊装下降操作的时候，对于构件的转动要合理控制，要在其根部系好缆风绳，使其维持平稳状态。当构件已经接近安装面，且两者之间的距离达到 1.5m 的时候，速度就要缓慢，调整方向和位置，以安装在指定位置；楼地面预留插筋与构件预留注浆管之间要一根根对应，向注浆管中准确插入，构件下降的速度要缓慢；构件接近建筑地面，两者之间的距离位 30cm 的时候，安装施工人员对其轻推，结合使用撬棍，基于定位线对其进行初步定位。

对构件临时固定环节，竖向构件就位的时候，根据轴线、构件边线、测量控制线将竖向构件基本就位后，利用可调式斜支撑上下连接板通过螺栓和螺母将竖向构件与楼面临时固定，竖向构件与楼面保持基本垂直后摘除吊钩。每竖向构件用不少于 2 根斜支撑进行固定，斜支撑安装在竖向构件的同一侧面，斜支撑与楼面的水平夹角不应小于 60°。装配式构件与主体结构的梁以及剪力墙连接，不同的承重构件连接方式不同。例如，外墙与梁连接时，可采用不直接与上部梁连接，通过侧向连接剪力墙暗柱把外墙固定好；或者上部连接在梁侧，下部通过焊接件固定等方式 [2]。

灌浆料拌合物从灌浆筒进入到腔体与套筒内，需要采用增压的方式，有导管与注浆孔连接，经由导管流入到注浆孔中。注浆施工的时候，确保浆孔可以树立出浆并使用橡胶塞封堵。（图 3：套筒灌浆连接方式）

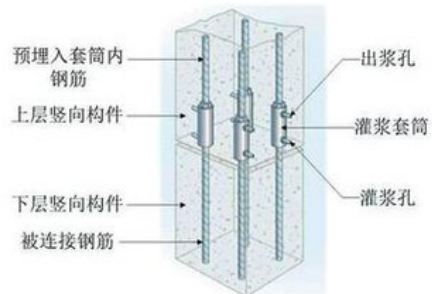


图 3 套筒灌浆连接方式

三、高层装配式住宅建筑工程提高施工效率的有效策略

(一) 设计标准化

装配式建筑施工设计标准化,就是使用的构件尺寸、类型同一,并采用相同的连接方式,将设计流程以及生产流程简化,项目周期缩短。设计标准化对工厂化生产标准化有帮助,还有助于预制操作,进行现场作业的时候效率更高,避免由于设计频繁变更而导致成本提高或者工程不能按期交工。

(二) 现场施工机械化

应用智能化吊装设备,采用“塔吊+汽车吊+履带吊”组合方案,则可以根据构件重量和现场空间灵活调度。例如,对于大型的、重量较重的构件,如预制的大型梁柱,塔吊凭借其强大的起吊能力和较高的作业高度,能够安全、稳定地将其吊运至指定位置;而对于一些小型的、需要灵活移动作业的构件,汽车吊则可以发挥其机动性强的优势,快速地完成吊装任务;在一些地形较为复杂、对设备稳定性要求较高的施工现场,履带吊则能够凭借其良好的接地性能和稳定性,顺利完成吊装作业。通过这种组合方案,能够充分发挥各种吊装设备的优势,减少设备闲置时间,提高吊装作业的整体效率。在某高层装配式住宅项目中,采用了多级吊装体系,通过合理调度不同类型的吊装设备,使得吊装作业的效率比传统单一吊装设备作业提高了30%,大大缩短了施工周期。

建筑构件是否安全稳定,决定于安装施工质量以及各个部件的连接质量。施工过程中应用效率很高的连接工艺技术,灌浆套筒机械灌浆技术的应用以及螺栓自动紧固技术的应用,保证节点高质量连接,工序时间缩短。灌浆套筒机械灌浆施工技术应用中,要采用先进的连接工艺技术,使用专用的灌浆设备,让灌浆料在高强度下向套筒中灌注,使钢筋连接在套筒上并保证牢固度^[3]。

(三) 项目管理协同化

其一,构建一体化信息平台。在高层装配式住宅建筑施工中,打破信息孤岛,实现全流程协同是效率提升的底层支撑。项目管理协同化,通过构建一体化信息平台实现,设计、生产、施工方共享同一BIM模型,能够实时更新变更信息^[4]。例如,当设计方对建筑设计进行调整时,通过BIM+云平台集成系统,变更信息可以自动同步至工厂的模具参数中。工厂可以根据最新的设计信息及时调整模具的制造和生产计划,避免了因信息传递不及时而导致的生产错误和延误。同时,施工方也可以通过云平台实时获取最新的设计信息,提前做好施工

准备工作。在某装配式建筑项目中,采用了BIM+云平台集成系统,当设计方对某一层的户型进行调整后,工厂在第一时间获取了变更信息,并及时调整了模具参数和生产计划,确保了构件的按时生产和供应。

其二,物联网动态监控。将传感器植入到构件中,对于运输状态全过程监测,保证堆放环境以及安装均为远程监视之内。传感器能够实时采集信息,构件运输过程中会产生大量的信息,均可实时收集,无线通信技术的应用,能够实时反馈信息并传输到管理平台,管理人员对这些信息分析,以及时应对^[6]。比如,构件运输过程中,传感器获得信息,如果振动幅度没有超过安全范围,管理平台会及时发出预警,提醒运输人员采取措施进行调整。在构件安装过程中,传感器对于安装质量能够准确检测,保证安装各项指标符合要求。比如,某高层建筑采用装配式施工技术,运行物联网动态监控系统,对于构件运输的整个过程进行监测,相关数据传输给管理人员分析检查。

结语

通过研究明确,住宅建筑施工过程中应用装配式施工技术,为达到预期效果,就要在装配式施工中对该技术优势准确把握,现场施工的工作量减少,成本得到有效控制。从施工材料的应用情况来看,适应量减少,避免资源浪费,包括建筑垃圾以及各种污染源被消除,实现施工绿色化。高层建筑施工中采用装配式施工模式,准确把握施工技术,以提高应用效果,对住宅建筑行业更好发展起到促进作用。

参考文献

- [1] 童鹏鹏. 建筑工程施工管理中装配式建筑施工技术的应用策略[J]. 装饰装修天地, 2023, 000(1): 187-189.
- [2] 段亚弟, 王志皓, 张巍炜. 建筑装配式施工技术在高层住宅建筑中的应用研究[J]. 中国科技投资, 2024, 000(24): 146-148.
- [3] 许淑苗. 现阶段装配式结构在高层住宅中的应用及质量控制[J]. 工程技术, 2024, 000(3): 35-36.
- [4] 何维, 杨行. 装配式建筑施工技术在建筑工程施工管理中的应用研究[J]. 东方陶瓷, 2024, 000(5): 241-243.
- [5] 刘剑锋. 建筑工程施工管理中装配式建筑施工技术的应用策略分析[J]. 电子乐园, 2023, 000(2): 217-219.
- [6] 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, 000(1): 224-227.