

装配式建筑施工关键节点施工技术研究

张 威

中国建筑第八工程局有限公司, 安徽 合肥 230011

[摘要]建筑工业化进程持续推进,装配式建筑因具有施工周期短、节能环保、标准化程度高的优势而逐渐成为建筑行业的重要发展方向,其整体结构的稳定性和安全性直接由关键节点的施工质量决定,文中重点关注装配式建筑施工中的预制构件连接、吊装定位、接缝防水等关键节点,深入剖析技术难点和优化对策,从施工工艺、施工流程控制、质量保障等方面系统探讨,旨在为装配式建筑施工质量和效率的提升提供技术支持和实践指导。

[关键词]装配式建筑; 关键节点; 施工技术; 吊装定位; 连接结构

DOI: 10.33142/ect.v3i7.17200

中图分类号: TU74

文献标识码: A

Research on Construction Technology of Key Nodes in Prefabricated Building Construction

ZHANG Wei

China Construction Eighth Engineering Division Corp., Ltd., Hefei, Anhui, 230011, China

Abstract: The process of building industrialization continues to advance, and prefabricated buildings have gradually become an important development direction in the construction industry due to their advantages of short construction period, energy conservation and environmental protection, and high standardization. The stability and safety of their overall structure are directly determined by the construction quality of key nodes. This article focuses on key nodes such as prefabricated component connection, lifting and positioning, and joint waterproofing in prefabricated building construction, deeply analyzes technical difficulties and optimization strategies, and systematically explores from the aspects of construction technology, construction process control, quality assurance, etc., aiming to provide technical support and practical guidance for improving the construction quality and efficiency of prefabricated buildings.

Keywords: prefabricated building; key nodes; construction technology; lifting and positioning; connection structure

引言

建筑工业化的重要体现是装配式建筑,其在住宅、办公楼以及公共基础设施建设中被广泛应用。与传统现浇施工相比,装配式建筑施工节点更集中且结构构件连接更复杂,关键节点成为影响施工质量与安全的重点和难点。本文基于对装配式建筑施工特征的分析,系统研究连接节点、安装精度、防护处理等关键环节的施工技术与优化路径,为推动装配式建筑施工标准化、精细化发展提供技术支撑。

1 装配式建筑关键节点特征与分类

1.1 关键节点的定义与重要性

装配式建筑里,预制构件相互连接并实现整体结构传力的关键部位叫关键节点,像梁柱连接、板墙连接、柱柱连接等都属于关键节点,这可是建筑结构系统稳定性的核心环节,各类预制构件靠节点连接成完整空间结构,整体承载力、抗震性能、耐久性直接受节点力学性能影响,装配式建筑跟现浇结构比起来,节点构造和连接工艺更复杂且施工质量控制要求也更高,关键节点有传递荷载和维持结构连续性的作用,是施工安装精度和后期维护的重点,在设计、施工、验收各阶段都得重点关注,建筑结构的整体性和稳定性由关键节点施工质量决定,建筑安全性能、使用寿命、后续维护成本也与之相关,这是工程质量和施工效率的重要保障。

1.2 关键节点类型分类分析

装配式建筑里,按照连接构件的空间位置和传力路径,关键节点大体能分成竖向连接节点、水平连接节点、板墙连接节点这三类。楼层之间柱子或者墙体构件上下拼接的地方(如柱柱对接、墙墙对接处)主要有竖向连接节点,该节点竖向承载力和抗剪能力要好且受力连续性要靠钢筋套筒灌浆、插筋连接之类的方式实现。梁、板、墙水平接缝处(如梁与梁连接、墙与墙水平拼接处)水平连接节点较多,水平荷载靠它传递且结构整体性靠它保证,常采用湿接缝灌浆、连接件焊接这些工艺。楼板与墙体、楼板与楼板之间是板墙连接节点所在之处,它主要将不同方向构件有效连成整体以增强建筑结构的整体刚度和抗震能力。设计这些节点时既要满足结构传力要求,又要兼顾施工便捷性、防水密封性、后期装饰协调性,装配式建筑技术体系核心内容由这些节点构成。

1.3 不同节点施工面临的主要问题

装配式建筑关键节点施工存在不少难点,影响施工质量和结构性能稳定性。连接精度难以控制,预制构件尺寸有误差、吊装会偏移、现场定位不准,这些容易使节点错位,进而影响连接可靠性。连接方式工艺复杂,竖向连接时更是如此,钢筋套筒灌浆质量控制要求高,若灌浆不密实或有空鼓,节点承载力将被严重削弱。再次,接缝防水

处理不好,板墙连接处或楼板拼缝处理不当容易发生渗漏问题,从而影响建筑使用功能。不同构件材料热胀冷缩、干缩性能差异大,容易产生节点微裂缝,而且现场施工条件受限,空间狭窄、构件吊装路径不顺畅等,会加大施工难度。标准化作业不足也是问题,部分项目节点设计不统一,施工人员技能水平参差不齐,增加了施工过程中的不可控因素。关键节点施工需要进行标准化、精细化管控,结合智能建造技术提高安装精度和质量,才能有效应对施工中的诸多挑战。

2 预制构件吊装与定位施工技术

2.1 吊装机械与工艺选择原则

装配式建筑施工中预制构件吊装是关键环节,对施工效率和安装精度影响很大,选择合适的吊装机械与工艺非常关键,常用吊装设备有塔式起重机、汽车起重机、履带起重机、门式起重机等,中高层建筑项目适合用塔式起重机,因其作业半径大、稳定性好且便于多点吊装,场地狭小、构件重量适中且吊装频繁的施工现场适用机动性强的汽车起重机,大型构件和长时间吊装作业适合履带起重机,其在基础及下部结构施工时尤其合适,构件堆场或者构件水平运输与就位常用门式起重机,要综合考虑预制构件类型、安装部位、构件重量、施工现场条件等因素才能选好工艺,保证吊装作业安全顺畅高效,吊装之前必须做详细的吊点设计与平衡性计算,这样构件在吊装过程中才平稳,避免构件旋转晃动影响施工精度,要制定吊装专项施工方案并进行吊装模拟与路径优化,才能降低高空作业风险并提高安装效率。

2.2 构件吊装过程的精度控制技术

预制构件安装后要满足设计要求,吊装过程中精度控制就特别关键,垂直度控制方面,施工时能用激光铅垂仪、全站仪等先进测量设备实时监测构件立面垂直度,并借助临时支撑系统初步定位与微调,竖向构件吊装时设置基准钢筋或限位卡具辅助垂直对接,标高控制一般用基准高点配激光水平仪,逐层测量校验分层确认标高,必要时在模板或墙面预埋控制点以保证构件逐层堆叠无累计误差,平整度控制重点在板类构件,预制楼板、屋面板安装时,要靠水平仪加人工复核确保板面高差合设计标准,而且构件吊装就位前得清理接口检查平整度,防止砂浆垫层、连接件带来附加误差,吊装时得专人指挥同步监控,保证构件在空中姿态稳定控制精度。

2.3 定位偏差处理与二次校正技术

预制构件吊装时,常因吊点位置、风力干扰、地面导向不清等情况而轻微偏移,就位后得靠二次定位技术微调校正,常用的方法有临时楔块支撑、钢楔校正、千斤顶微调等,墙体或柱体构件小角度偏移时,调整构件底部楔形垫片就能修正倾斜角度,再用钢拉杆或撑杆固定,板类构件可人工局部顶升与重铺垫层来整体调整,二次校正时得

注意结构安全,没完成固定连接前尤其要加强临时支撑,防止构件滑动倾覆,并且所有偏差处理都得按相关规范要求来,还要形成质量验收记录,套筒灌浆类连接节点校正完且验收后才能灌浆,确保构件连接密实、整体,现代施工也慢慢引入智能化辅助校正技术,像用 BIM 模型和全站仪联动进行三维点位复核,结合物联网感应器实时反馈偏差数据,这样能提高现场施工的响应效率和调控精度,多手段、多角度地控制和修正偏差,装配式构件吊装定位的精准性和结构整体安装质量就有保障了。

3 装配节点连接施工技术

3.1 湿连接与干连接工艺对比分析

装配式建筑节点连接方式大体有湿连接和干连接两类,在施工工艺、成本投入与施工效率方面两者差异明显,湿连接是在现场用现浇混凝土、砂浆或者灌浆料对构件连接部位浇筑以达成构件间结构一体化,常用于竖向墙体、楼板等结构部位,其力学性能和抗震能力都不错,虽然连接强度高、结构连续性好、抗震性能佳,但施工工艺复杂些,要支模、绑钢筋、养护且天气条件对其影响大、施工周期也长,干连接则拿螺栓、焊接件、卡扣这些金属连接件装配连接预制构件,在装配式钢结构和部分非承重构件中比较典型,其施工快、安装精度高、受环境影响小、拆卸和重复利用方便,符合快速施工和绿色建造要求,不过成本高,对构件加工精度和连接件质量要求严,连接刚度可能比湿连接稍低,节点性能得充分结构验证,在实际工程里,“湿干结合”这种复合连接方式常见,能保障结构可靠性且提高施工效率,这是装配式建筑发展的主要趋向。

3.2 后浇带施工质量控制要点

装配式建筑里,后浇带属于常见节点处理形式的一种,楼板、墙板水平拼缝处常设置它以靠后续现浇混凝土把各构件整体连接起来,后浇带质量控制重点在施工时序、接口处理和混凝土浇筑工艺这三方面,构件初期稳定后才能施工后浇带且得保证连接区域无沉降变形以便后浇混凝土和原构件黏结良好,接口处理很关键,后浇带内原预留混凝土面得凿毛且浮浆油污要清除有时还得加界面剂增强结合性能并且钢筋对接要准、锚固长度得符合设计要求,混凝土浇筑时要用和主体结构强度等级一样的混凝土且配比得准、振捣要密实、养护要及时以防止冷缝、空鼓、裂缝这些质量缺陷,浇筑完得保湿养护最少 7 天且强度达到设计要求才能接着施工,得用回弹法、超声波检测等方法验收后浇带质量使其满足整体结构使用功能和耐久性要求。

3.3 钢筋套筒灌浆施工工艺要点

在装配式混凝土结构里,钢筋套筒灌浆连接技术是钢筋对接的重要方式,其施工质量直接影响结构传力连续性与整体性,这一工艺包含钢筋插入、套筒定位、封闭密封、灌浆料搅拌与注入、养护与验收等步骤。施工前需按设计

要求选择合格的机械连接套筒,严格控制插入钢筋的直径、长度以及定位偏差,确保钢筋插入深度满足锚固需求,并且套筒内部和钢筋外部要保持干净、不能有油污,灌浆之前要用气泵或者高压水把内部残留杂质冲洗掉。灌浆料要符合国家相关标准,具备早强、高流动性、微膨胀、不泌水这些性能,搅拌时要严格按照厂家给的水灰比进行且搅拌均匀后要在规定时间内灌注完,灌注时采用底进顶出或者侧进顶出工艺以保证套筒里灌浆饱满没气泡,安装泄气孔来监控出浆情况,灌浆完要密封灌浆口、及时清理外溢料并做标识标记。后期养护要保持湿润以防止快速失水出现裂缝,养护期满要用回弹检测、抽样芯样破形试验等方式做质量验收,使灌浆强度和粘结性能达到设计标准,满足结构使用和耐久性要求。

4 接缝处理与防水技术要点

4.1 接缝部位常见渗漏问题分析

装配式建筑施工时,构件连接的重要界面是接缝部位,其既有着结构拼接功能也是防水系统的关键区域,预制构件有天然拼缝,处理不好易渗漏,像楼板拼缝、外墙板垂直接缝、屋面板拼接处尤其如此,常见的渗漏问题有接缝开裂、密封材料老化脱落、灌浆料不密实、构件错位使缝隙不均等,施工时基层没清理干净、密封胶没涂饱满、接口凹凸不平、施工环境湿度温度不达标都会直接造成渗漏,设计节点构造不合理、预制构件加工误差超标、拼装误差积累也会给后期渗水留下隐患,不同材料热胀冷缩系数有差异,长期使用会使节点产生细微裂缝慢慢形成渗漏路径,统计显示,装配式建筑外墙渗漏八成和接缝处理有关,强化接缝区域渗漏防控技术对提升整体防水性能很关键。

4.2 接缝密封材料及施工工艺选择

密封材料选得对与否、施工工艺合理与否,对确保接缝部位密封性能持久可靠非常关键。现在常用的密封材料有聚氨酯密封胶、硅酮结构胶、丁基橡胶密封条,聚氨酯密封胶弹性好、耐候性强、附着力佳,在外墙、屋面、窗框等部位接缝处理时应用广泛,硅酮结构胶粘接性能好且抗紫外线老化能力优异,在幕墙这种对密封要求高的地方很适用,丁基橡胶密封条施工方便、恢复弹性强,主要用于预封缝隙和处理构件垫层。施工工艺方面,要先清理接缝部位的灰尘、油污、杂质,基层需干净、干燥、表面平整,用底涂剂处理接触面以增强黏结力,在接缝里均匀放置泡沫棒或者背衬材料来控制胶体厚度和形状,密封胶要用机械打胶或者手动注胶的方式填充,要保证胶体饱满无气泡,胶缝表面用刮刀抹成凸弧防止积水,打完胶之后需静置 24h 时且不要扰动,让其充分固化,整个施工过程要

严格按照材料说明书和标准化施工流程进行,否则工艺出现问题的话,后期可能出现渗漏或者胶体脱落的情况。

4.3 节点防水一体化施工策略

要让接缝区域防水性能更高效更可靠,当前装配式建筑技术发展的一个重要方向就是推进节点防水一体化施工,即节点设计、构件预制、现场安装和后期处理的整个过程里防水构造和结构构造同步设计、同步施工,形成多层次多道防线的系统防护体系。设计阶段需结合装配式建筑的特点明确节点防水构造层次,像防线布置、防水层搭接长度、排水坡度设计等要提前留出密封构造空间。构件加工时将部分防水构造和结构件一起预制,预埋止水条槽口、防水翼缘结构以减少现场拼装环节的防水风险。现场安装时利用工厂化裁切的密封材料和定型化工具实现标准化模板化安装操作使施工质量更一致,在接缝处增加外部密封保护层和内部柔性衬垫结构形成“内密封、外防水”的双重防线。要保证整体施工质量就得配套引入 BIM 模型预演、防水专项验收、现场视频监控等手段,让全过程防水质量能看到还能追溯,一体化节点防水施工策略可有效提升装配式建筑整体防水性能并减少维修次数和建筑生命周期成本。

5 结语

装配式建筑是推动建筑工业化发展的重要模式,其结构安全与使用性能跟施工质量直接挂钩,本文系统探讨关键节点识别分类、构件吊装定位技术、连接施工工艺、接缝防水策略等内容并针对性地提出许多技术要点和优化措施,实践表明要让装配式建筑安全、高效、耐久运行关键是提高关键节点施工的标准化、精细化水平,以后得不断加深技术融合、创新施工工艺以推动装配式建筑高质量发展。

[参考文献]

- [1]赵君.装配式混凝土结构施工现场连接技术研究[J].砖瓦,2025,11(6):181-183.
- [2]周学军.预制装配式混凝土厂房结构体系的设计与应用[J].黑龙江科学,2025,16(10):148-150.
- [3]葛宝峰.金属结构在装配式建筑中的施工技术与质量控制[J].中国建筑金属结构,2025,24(9):79-81.
- [4]朱勇.装配式 ALC 板填充墙的施工技术与应用研究[J].现代工程科技,2025,4(8):65-68.
- [5]苟立军.装配式建筑结构与施工衔接研究[J].城市开发,2025,11(7):142-144.

作者简介:张威(1989.10—),毕业院校:安徽建筑大学,所学专业:土木工程,当前就职单位:中国建筑第八工程局有限公司,职务:项目经理,职称级别:中级工程师。