

浅析装配式建筑及墙体构造设计

杨园园

中铁房地产集团设计咨询有限公司 北京 大兴 102600

【摘要】：通过对装配式建筑、装配式建筑常用的外墙、内墙、装配式建筑墙体连接节点的介绍，并结合实际工程案例进行分析，得出装配式建筑墙体连接构造采用干法施工在框架结构中应用的合理性。

【关键词】：装配式建筑的发展；装配式建筑预制墙板；复合夹芯墙板；装配式内隔墙；墙体连接节点构造概述

装配式建筑主要是指根据建筑工程项目建设要求与相关技术标准，建筑工程项目中的建筑构件在工厂生产完成，运送至施工现场进行装配的建筑。通常情况下，装配式建筑根据预制构件结构类型进行划分，可分为砌块装配式建筑、板材装配式建筑、盒式装配式建筑、升板升层建筑等多种类型。相对于传统现浇建筑而言，装配式建筑具有提高工程质量、缩短建设周期、节约建造能源、减少施工损耗、降低工程管理难度等优势。

1 装配式建筑国内研究历程

相对于国外装配式建筑的蓬勃发展而言，我国装配式建筑起步相对较晚，且发展历程比较曲折。我国装配式建筑发展于二十世纪五十年代，当时由于我国经济基础差，建筑水平不高，对装配式建筑认知与理解不全面，预制构件的制作多由施工企业完成。到二十世纪七十年代，随着政府扶持力度的逐渐提升，大型构件生产技术与能力得到发展，加速推动了我国装配式建筑的发展，但是由于缺乏完善的管理体系与规范化技术标准，存在预制构件市场混乱、构件尺寸多样化等特征，逐渐制约了我国装配式建筑的优化发展。近年来，随着我国社会经济的高速发展，城镇化建设进程的日渐加快以及人们审美素养的提升，建筑事业得到进一步发展，随着建筑行业的工业化、市场化发展，装配式建筑因以其所具有的优势在我国得到迅速发展，现阶段我国上海、北京、深圳等城市均颁布了发展装配式建筑的政策与建议，制定了相应的技术标准与规范。但相对发达国家而言，装配式建筑仍存在诸多不足，如相应的行业标准不够健全，装配式建筑产业链结构有待完善，专业设计与施工人才缺乏，先进技术（如 BIM、VR 技术）利用率不高等等。

2 我国装配式建筑技术日益发展成熟

装配式建筑结构体系目前发展的已经比较稳定，墙体是装配式建筑的重要组成部分，要承受多种荷载，收缩变形和冻融循环等作用，不仅要满足一定的强度，还要具有保温、隔热、防水等功能，对整体建筑的能耗和室内舒适度都有重要影响，所以下文将着重对装配式建筑外围护墙体、内隔墙的分类及墙体连接节点进行分析和说明。

2.1 装配式建筑墙体分类

2.1.1 装配式建筑外围护墙体分类

装配式建筑外围护墙体按照组成材料分为普通预制墙板和复合夹芯墙板。目前常见的预制墙板有：ALC 外墙板，GRC 外墙板及 PRC 外墙板。ALC 墙板为蒸压加气混凝土（Autoclaved aerated concrete panels）装配式墙体构造，以粉煤灰、水泥、石灰为主要原料，经过高压蒸汽养护、制成的蒸压轻质加气混凝土配筋墙板；ALC 墙板自重轻，强度高，干缩性好，具有良好的隔热和防火性能，具有较好的整体性，目前被广泛应用于框架结构的外围护墙体和内隔墙系统中；

GRC 墙板为玻璃纤维增强水泥板（glass fiber reinforced Cement Board），是以一种低碱度水泥砂浆为基材，耐碱玻璃纤维为增强材料，经浇筑预制与其他保温隔热材料复合制成的预制墙板；GRC 墙板自重轻，可塑性强，施工工艺简单，无污染，目前常用于外墙有造型的部

位，可实现立面丰富多样的造型设计。

PRC 墙板为植物纤维水泥板（Plant Reinforced Cement），是一种以普通硅酸盐水泥为基材，植物纤维为增强材料，并掺入少量改性添加剂，经过一定加工养护生产出的轻质板材。该板材机械加工性好，可锯、可刨，装配方便，施工速度快，可应用于低层框架结构的承重墙。

目前常见的复合夹心墙板有：钢筋混凝土岩棉保温装饰一体板和陶粒混凝土夹心复合外墙板。钢筋混凝土岩棉装饰一体板具有保温性能好，防火性能好，防止产生热桥等优点，普遍应用于外墙工程中；陶粒混凝土夹心复合外墙板，是两侧为陶粒混凝土，中间夹心保温板的一种外围护墙体，该墙板轻质高强、耐久、保温性能好，是一种优质的自保温外围护保温墙体材料。

2.1.2 装配式建筑内隔墙分类

随着装配式建筑的发展，内隔墙体系也在不断发展，诸如预制成品内隔墙、集成内隔墙等随着建筑产业化发展应运而生，在实际工程中的应用越来越多；预制成品内隔墙常用的有预制混凝土条板内隔墙；集成内隔墙常用的有轻钢龙骨隔墙系统，这两种内隔墙均是目前广泛应用与工程中的成功案例。

（1）预制混凝土条板内隔墙

预制混凝土条板内隔墙，是将蒸压加气混凝土条板在工厂预制好后，运送至现场进行组装的一种内隔墙系统，该墙体质轻高强、隔热、隔声、防火性能均很好，是非常理想的装配式内隔墙材料，被普遍应用于装配式建筑工程的内墙系统当中。

（2）集成一体化石膏板体系装配式内隔墙

该内墙系统是将纸面石膏板和轻钢龙骨在现场拼装或者在工厂复合在一起，然后运送至现场组装的内墙系统；设备管线可以从龙骨中间贯穿，安装方便；该墙体系统施工速度比传统墙体快速许多，可大量缩短工期，绿色、节能、环保；在轻钢龙骨内隔墙中间加入玻璃棉、岩棉等材料，既能达到保温的要求也具有隔声效果，可使得室内的隔声量满足不同建筑功能使用要求，提高房间使用的舒适度。轻钢龙骨石膏板隔墙体可减少墙体厚度，提高建筑得房率，因此该墙体系统符合建筑节能的理念，具备市场竞争力；常用内隔墙材料性能对比如下表 1 所示。

表 1 常用内隔墙材料性能对比

项目	墙厚 /M	墙体自重 (kg/m ²)	隔声 /dB	防火 /h	能耗 (标煤) / (kg/m ²)	碳排放 / (kg/m ²)	综合造价
石膏砌块 1	100	62	40.5	3.0			低

石膏砌块 2	150	100	48	5.0			低
轻钢龙骨纸面石膏	99	40	43	1.5	5	13.3	低
轻钢龙骨双层纸面石膏板	148	60	52	2.0	6.3	16.76	稍高
加气混凝土砌块	200	280	45	3.5	14.25	37.92	高
空心砖墙	200	320	45	2.5	21.28	56.61	高
多孔砖墙	120	104	45	2.5			高

注：上接表 1

通过上表可以发现，轻钢龙骨石膏板墙体在能耗和碳排放方面相对传统砌体墙体有明显的优势，是符合装配式绿色建筑发展要求的优选墙体系统。

3 装配式墙体连接构造设计

装配式墙体连接构造设计主要分为剪力墙预制墙体和框架预制墙体连接构造设计两种。

3.1 剪力墙结构墙体连接构造

3.1.1 墙体和墙体之间连接构造

墙体和墙体之间的连接主要通过对内部钢筋进行机械连接，浆锚连接、套筒连接等连接方式实现墙体之间的连接。

3.1.2 墙体与梁、板、柱之间连接

墙体与主体结构之间的连接主要有浆锚连接、混凝土现浇连接、后浇整体式连接、灌浆拼装、预应力技术的整浇连接等方式。

3.2 框架结构墙体构造连接

3.2.1 墙体与墙体之间连接

墙体与墙体之间的连接主要借助于钢筋网片进而进行现浇浇筑连接。

3.2.2 墙体与梁、板、柱之间连接

墙体与主体结构的连接主要有机械套筒连接，牛腿连接，焊接连接，螺栓连接榫式连接等连接方式。

3.3 工程案例析

该工程为雄安新区某组团中的 12 班制中心幼儿园项目，项目结构形式为钢框架结构，结构主体为钢柱、钢梁、楼板为混凝土楼承板；该建筑地上三层，地下一层，建筑高度约 15 米，总建筑面积约 5000m²；项目工地现场照片

本项目采用装配式技术，装配率高达 90%，主要体现在以下三个方面：



(1) 结构形式采用钢框架结构

(2) 建筑外围护墙体、内隔墙均采用预制 ALC 墙板

(3) 楼梯采用预制楼梯

该项目墙体与结构主体连接均采用干法施工方式，外围护墙体和主体结构连接主要采用在主体结构中预埋焊接连接件，墙体通过钩头螺栓与焊接连接件相连，进而实现与结构主体牢固连接；内隔墙与主体连接主要采用将 U 型卡固定在楼板上，墙体用 U 型卡固定，从而实现墙体和楼板牢固连接；墙体和墙体之间接缝需特别加强处理，墙体横向连接采用企口缝，竖向连接采用平缝，缝隙处均采用专用的粘接剂，PE 棒封堵，涂刷专用聚氨酯密封胶，保证墙板接缝处的密封性、防水性及节能效果达到使用要求。

该项目外立面造型有多处为弧形造型，设计为了较好的实现立面效果，同时要保证建筑使用的耐久性，造型处均采用 GRC 外墙板实现，其可塑性强，强度高，较好的实现了该项目中多处弧型及异形造型；该项目效果如下图 1、2 所示。



图1 幼儿园效果



图2 幼儿园效果

综上所述,通过对装配式建筑墙体及连接构造的分析,结合工程案例进行分析,体现出干法施工在装配式框架结构中应用的可行性。

干式连接,就是在预制厂提前制作需要的构件,施工现场不需要作业操作,仅需机械组装连接即可,这种构件内有提前设置好的预埋件,使用机械连接,不需要浇筑。通过对本案例的分析,说明了装配式建筑墙体连接方式采用干法连接是实际可行,是一种可以良好的实现建筑功能和建筑造型的方法,值得在以后的工程项目中大力推广,符合建筑产业化发展趋势。

4 结论

装配式建筑是建筑产业化发展的必然趋势,具有多种优势,如:施工周期短、节约成本、节能环保等,必将在未来建筑行业中占据重要地位。目前我国装配式建筑研究经验尚浅,技术还不够成熟,装配式建筑节点连接存在诸多问题,特别是墙板连接问题尤为突出,装配式建筑墙体连接的节点处理是关键,目前对于墙体连接节点处的研究还不是很成熟,墙体节点处的研究有待继续进行,以后应该侧重对于墙板连接节点的研究,节点连接尚需完整的规范和标准体系,进而促进建筑产业化的大力发展。

参考文献:

- [1] 许景秘,白蓉,马海彬.浅析装配式建筑节点连接技术[J].四川建筑,2017,37(5):2.
- [2] BAO Li-yi,GENG Fei,HAN Su-juan,等.预制装配式建筑外墙墙体研究现状[J].建筑节能,2019,47(1):6.
- [3] 李泽中,魏振宇.装配式建筑节点干式连接技术探讨[J].山西建筑,2019,45(22):2.