

地铁车站装配式内隔墙应用研究

张禹

广州地铁设计研究院股份有限公司

摘要: 本文以轨道交通地铁车站装配式内隔墙为研究对象,以实际参与的工程项目为依据,结合地铁车站装配式内隔墙类型分析,从四个方面对地铁车站装配式内隔墙的应用进行研究论述:地铁车站装配式内隔墙模数研究、平面设计研究、节点连接研究和BIM应用研究。

关键词: 地铁车站装配式内隔墙;模数;平面设计;节点连接;BIM

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.08.057

自从工业革命之后,手工操作便逐步被机器所替代,由格伦·皮乌斯的包豪斯所倡导的工业化建造方式开始兴起。21世纪是信息化时代,生产和建造效率大大提高,建筑师应当掌握预制装配式技术,将其作为设计表达的工具。目前我国轨道交通地铁车站主要施工方法仍以传统现场浇筑为主,耗费大量的人力及物力资源,且工程质量无法保证,施工效率较低^[1],与国家所倡导的低碳、环保和可持续理念相矛盾,故将装配式设计理念和施工方法应用于轨道交通建设势在必行。

一、地铁车站装配式内隔墙类型分析

回顾我国轨道交通地铁车站发展历史,车站内隔墙材料更替演化成三个阶段:第一阶段,以传统黏土砖为代表的现场砌内隔墙,需要在人力、物力等方面消耗大量资源,施工周期长,效率低。黏土砖烧制过程对自然环境造成严重破坏,目前已禁止使用在地铁车站内部;第二阶段,以加气混凝土砌块为代表的砌块类内隔墙,目前为地铁车站内隔墙主要类型。施工方式仍为现场湿作业,砌筑效率较低,施工质量不高;第三阶段,以装配式板材为代表的装配式内隔墙,具有施工效率高、低碳、环保等优点,正逐渐取代传统加气混凝土砌块类内隔墙^[2]。

目前,国内预制装配式内隔墙根据其形式可分为三类:空心板材类内隔墙、实心板材类内隔墙、复合板材类内隔墙。其中空心板材类内隔墙根据材料的不同分为:陶粒混凝土空心墙板、混凝土空心墙板、玻璃纤维增强水泥(GRC)轻质多孔墙板。实心板材类内隔墙根据材料的不同分为:蒸压加气混凝土墙板(ALC)、发泡陶瓷轻质墙板。复合板材类内隔墙根据材料的不同分为:聚苯颗粒水泥夹芯复合墙板、轻钢龙骨硅酸钙墙板、钢丝网架水泥聚苯乙烯夹芯墙板。

(一) 空心板材类内隔墙

1. 蒸压陶粒混凝土墙板

蒸压陶粒混凝土墙板是以水泥、砂、陶粒、加气剂和水等材料配制而成的轻骨料混凝土为基料,内部配置钢筋骨架,浇筑成形的具有贯通长孔的轻质条形墙板。蒸压陶粒混凝土墙板具有抗渗性能好、抗震性能强、防火及吸声性能良好、无湿作业,施工方便等特点。但由

于原材料生产受限,故产量和价格波动较大,且由于材料内配钢筋,导热系数增加。

2. 混凝土空心墙板

混凝土空心墙板是以水泥为胶凝材料,并配以砂、石,以及适量建筑废弃物为骨料,内部配置适量钢筋,挤压成具有若干贯通长孔的混凝土轻质墙板。混凝土空心墙板具有取材方便、吊挂力强、生产制作简单和性价比高等优点。但由于材料自身重量较大,质量不稳定,故在运输和吊装过程中容易破损。

3. 玻璃纤维增强水泥(GRC)轻质多孔墙板

玻璃纤维增强水泥(Glass Fiber Reinforced Cement)轻质多孔墙板,简称GRC轻质墙板。GRC轻质墙板主要以低碱度硫铝酸盐水泥或快硬硫铝酸盐水泥作为胶结材料、以耐碱玻璃纤维无捻粗纱及其网格布作为增强材料、以珍珠岩、陶粒等轻质无机复合材料为轻集料、并掺加粉煤灰矿渣等外掺料制成的空心条板。GRC轻质墙板绿色环保无污染,是一种具有轻质、高强、防火、隔音、保温等特点的新产品。但由于施工工艺精度要求较高,产品价格较贵,故应用范围有限。

(二) 实心板材类内隔墙

1. 蒸压加气混凝土墙板

蒸压加气混凝土墙板,简称ALC(Autoclaved Lightweight Concrete)板,以水泥、石灰、石英砂、发气材料等为原材料,经磨细、配料、浇注、切割、蒸压养护等工序而制成的多气孔硅酸盐材料。蒸压加气混凝土墙板具有良好的防火、保温、隔声特性,是一种新型轻质的绿色环保建材。

2. 发泡陶瓷轻质墙板

发泡陶瓷轻质墙板是由瓷砖抛光渣、矿渣、钢渣等材料按比例配料,加发泡剂搅拌均匀,干铺入模,经1200℃高温烧结,切割成需要厚度的多孔实心板材。该产品具有轻质、强度较高、防火性能好、尺寸和颜色长期稳定性好等优点,且自重小,仅靠施工人员就能上墙,板材平整度高,墙体免抹灰,防水性能好。但产品需大量切割拼板,施工效率低,施工损耗率高,且现场施工拼缝多,需设构造柱、圈梁,故墙体的整体性弱。

(三) 复合板材类内隔墙

1. 聚苯颗粒水泥夹芯复合墙板

聚苯颗粒水泥夹芯复合墙板也叫REF围墙用保温隔热与结构一体化板,板材的两边是5.5毫米厚的硅酸钙板,板材内部是聚苯颗粒和高标号水泥的混合物,芯材是9公分厚的聚苯颗粒保温层,经过原材料调和、模具灌注、7000吨层压机压制而成。该产品重量轻,保温效果好,可重复使用。但极易吸潮,收缩变形大,耐久性差。

2. 轻钢龙骨硅酸钙墙板

轻钢龙骨硅酸钙墙板是以轻钢龙骨为骨架,内部可

铺设岩棉、玻璃棉等隔声、隔热材料所形成的非承重轻质墙体。该产品具有质轻、高强、耐火、通用且安装简单等优点。但由于内置吸水率较高的岩棉等材料，导致隔声、隔热性能降低，耐久性变弱，使用周期缩短。

3. 钢丝网架水泥聚苯乙烯夹芯墙板

钢丝网架水泥聚苯乙烯夹芯墙板，主要以阻燃型聚苯乙烯为整体芯板，双向覆以冷拔钢丝网片，经机械化双向排插斜丝焊接而成的板材。产品在现场安装，并两面喷抹水泥砂浆后形成墙体。具有质轻、高强、防水、防火、隔声、隔震、节能等优点。但同样由于内置材料易吸水受潮，不适合长期使用。

综合分析上述预制装配式内隔墙材料特性，结合轨道交通地铁车站建筑地下环境潮湿、净高偏高、受到周期性列车震动等特点，在满足性能要求的前提下，通过比较结构稳定性，经济性及节能环保等因素，建议在轨道交通地铁车站装配式内隔墙优先使用蒸压加气混凝土墙板（ALC板）。结构稳定性方面，蒸压加气混凝土墙板具备耐火性、耐久性、抗震性、可加工性、隔音性能好、整体性优、无需设置构造柱、圈梁等优点。经济性方面，蒸压加气混凝土墙板现场施工速度快，增加室内有效使用面积，从而有效提高经济效益。节能环保方面，蒸压加气混凝土墙板是一种新型轻质的低碳环保建材，无现场湿作业，节约人力、物力资源，降低施工噪音，建设过程更加低碳环保，符合当下国家所倡导的“双碳”时代理念^[3]。

二、地铁车站装配式内隔墙应用研究

（一）地铁车站装配式内隔墙模数研究

通常建筑模数以M（M=100mm）作为基本模数，可以成倍增加为扩大模数2M、3M等，也可以成倍缩小为分模数M/2、M/5、M/10等，数列增减均匀，通过灵活组合各种模数，满足从简单到复杂不同种类建筑平面布局的基本要求。

轨道交通地铁车站装配式内隔墙模数的选择受多种因素影响，通常我们需要考虑结构柱网的尺寸、机电设备的布置和行车配线的要求等因素，它们对地铁车站装配式内隔墙建筑体系的模数确定有着至关重要的影响。具体而言，决定地铁车站装配式内隔墙模数选择的依据，可以从以下四个方面进行考虑：首先，轨道交通地铁车站的平面布局。轨道交通地铁车站通常以9米为基本轴网进行平面布局，故车站地下空间以扩大模数3M为单元进行设计；其次，轨道交通地铁车站的层高尺寸。轨道交通地铁车站层高一般比较高，故装配式内隔墙需考虑结构的刚度；再次，因轨道交通地铁车站装配式内隔墙受到周期性行车震动及风压影响，故地铁车站内隔墙模数需考虑结构的稳定性；最后，需考虑轨道交通地铁车站装配式内隔墙中预制构件的尺寸。综合上述分析，结合轨道交通地铁车站特点，装配式内隔墙宽度模数选择为600mm^[4]。

（二）地铁车站装配式内隔墙平面设计研究

轨道交通地铁车站装配式内隔墙平面设计，通过选取合理的模数标准，建立系统的模数网格，选择标准的模块化预制构件和功能单元进行组合，形成灵活的平面

布局。

在轨道交通地铁车站装配式内隔墙平面设计中，根据使用功能的不同，可划分为三种基本类型：普通房间内隔墙，防火分区内隔墙和临轨行区承受风压类内隔墙。普通房间内隔墙选用150mm厚蒸压加气混凝土墙板（150mm厚ALC墙板可替换传统200mm厚加气混凝土砌块），结合轨道交通地铁车站特点，在满足隔声、结构稳定性等要求的前提下，最大限度提高空间使用效率。防火分区墙需满足耐火极限不低于3小时的规范要求，采用200mm厚蒸压加气混凝土墙板。临轨行区墙、风阀墙等需承受周期性列车震动及巨大风压力的内隔墙，为满足结构稳定性及建筑安全性，建议使用钢筋混凝土墙体。

在深圳市轨道交通3号线四期工程白石塘站项目中，依照上述设计原则，进行平面装配式内隔墙布局，结合装修及管线综合等专业，最大限度提高空间使用率，达到车站内隔墙设计经济、适用、美观相统一的效果。如图1。

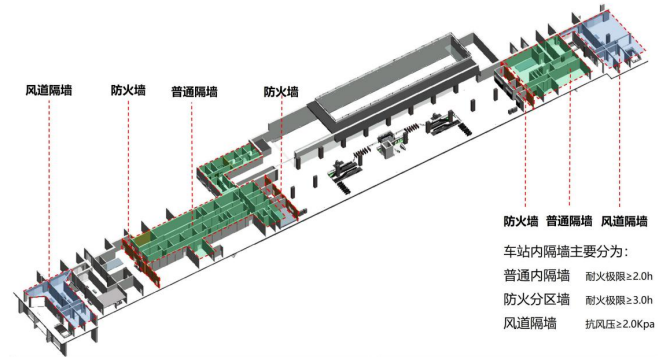


图1 装配式内隔墙平面设计示意图

（三）地铁车站装配式内隔墙节点连接研究

轨道交通地铁车站装配式内隔墙节点连接方式根据位置、功能及构造要求可分为装配式内隔墙与钢筋混凝土结构连接节点，装配式内隔墙之间连接节点两类。其中装配式内隔墙与钢筋混凝土结构连接节点具体分为与结构顶板、底板及结构柱连接节点；装配式内隔墙之间连接节点可分为“一”字型节点、“T”型节点及“L”型节点。

装配式内隔墙与结构顶板连接，为保证墙体整体稳定性，板缝之间采用“U”字型卡固定，“U”字型卡采用螺等固定于结构顶板。抗风压内隔墙需要每隔3.6m（6块）设置“U”字型卡加固。如图2。装配式内隔墙与结构底板连接，为防潮保证墙体使用耐久性，墙底设置于钢筋混凝土坎墙上，板缝之间采用“U”字型卡固定，“U”字型卡采用螺栓固定于结构底板，且墙面增设防水砂浆层，做好防水处理。如图3。装配式内隔墙与结构柱连接，为保证墙体整体稳定性，需专用砂浆嵌缝连接。如图4。

装配式内隔墙之间“一”字型连接节点，墙体连接处为凹凸形式，板与板之间需采用专用砂浆，并使用专业管卡进行连接固定，如图5；装配式内隔墙之间“T”、“L”字型连接节点，板与板之间需采用专用砂

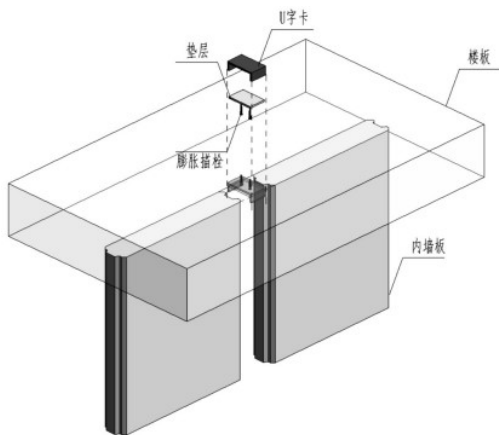


图2 与结构顶板连接

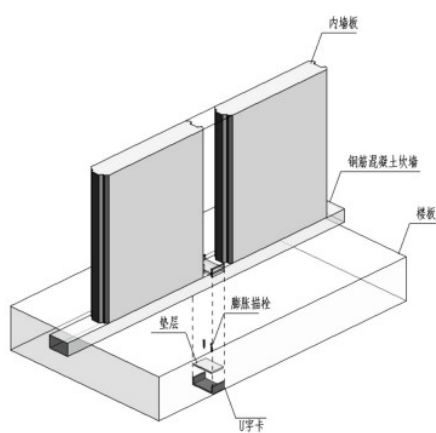


图3 与结构底板连接

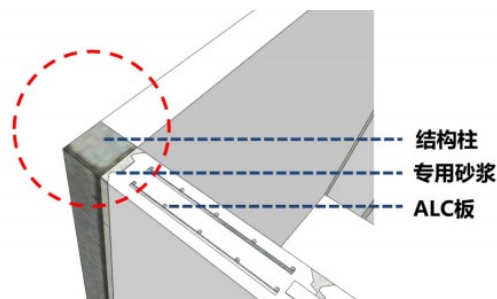
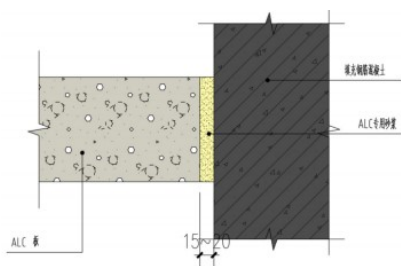


图4 与结构柱连接

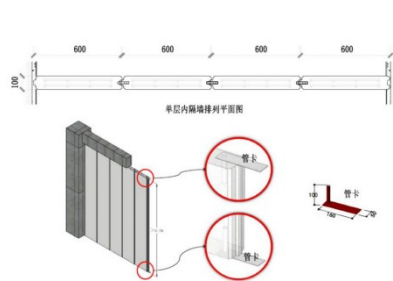


图5 “一”字形连接节点

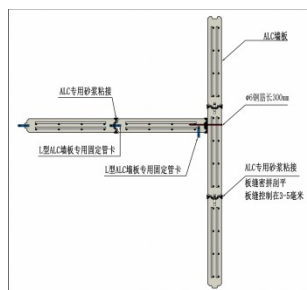


图6 “T”字形连接节点

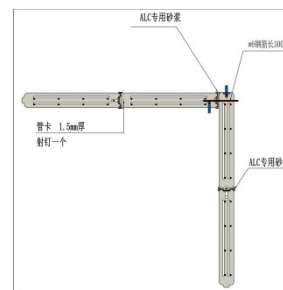


图7 “L”字形连接节点

浆，且用300mm的钢筋加强连接。如图6、图7。

(四) 地铁车站装配式内隔墙BIM应用研究

城市轨道交通地铁车站工程是一项多专业、多角色在多约束、长周期、大投入下建设的复杂系统工程，涉及的专业和接口众多。通过运用全生命周期BIM设计，打通各阶段数据壁垒、多专业一体化协同，提高设计、施工效率，降低建设成本。在轨道交通地铁车站装配式内隔墙设计的过程中，通过BIM技术进行管线综合、VR模拟，可以有效减少各专业差错漏缺，保证施工质量，减少现场湿作业，打造绿色地铁车站^[5]。

三、结语

目前，随着我国建筑工业化的不断发展，装配式轨道交通地铁车站必然成为趋势，而地铁车站中的装配式内隔墙可有效提高车站整体装配率，并且在控制人工成本、提高空间利用率、提高施工质量及效率等方面具有较好的效果。本文以地铁车站装配式内隔墙为研究对

象，以实际工程项目为基础，结合轨道交通建筑特点，试图探讨出适合地铁车站装配式内隔墙的设计方法及推广应用的技术要点，期望有助于推动我国预制装配式轨道交通车站的发展。

参考文献

[1] 魏胜月. 信息技术在疾控中心档案管理中的应用[J]. 办公室业务, 2021(7): 127-128.
 [2] 李明, 王国良, 路贵林, 齐大洪. 预制隔墙板在地铁车站中的应用浅析[J]. 工程质量, 2021, 39(4): 41-44.
 [3] 李大鹏. 广东民用建筑隔墙板的比较研究[J]. 广东建材, 2019, 35(12): 29-37.
 [4] 刘晋瑞. 浅谈装配式地下车站隔墙材料[J]. 四川水泥, 2021(9): 91-92.
 [5] 赵霞. 建筑业4.0视角下基于BIM的建筑集成设计方法研究[D]. 北京: 北京交通大学, 2015.