

装配式隔声一体墙板在装配式建筑中的应用分析

欧武丙 王君天 赵鑫杰 张春光 苟一
中建科工集团有限公司 广东 深圳 518000

摘要：以重庆市某市民中心项目为例，装配式隔墙作为现代建筑工业化的重要组成部分，具有施工高效、节能环保等显著优势。项目层高主要有4米和6米，本文以装配式隔声一体墙板为研究对象，系统分析其施工工艺、技术难点及质量控制措施。为装配式建筑内隔墙体系的应用推广提供理论依据与实践参考。可为今后同类装配式隔墙项目提供借鉴。

关键词：装配式内隔墙；装配式隔声一体墙板；施工工艺；技术难点

引言

装配式隔声一体墙板是一种在工厂内预制完成的墙体构件，其核心特点是将结构功能、围护功能与优异的隔声性能集成在一个标准化、模块化的板材中。装配式隔声一体墙板具有卓越且稳定的隔声效果，施工速度快、效率高，且绿色环保，减少建筑垃圾。它代表了现代建筑工业化和绿色建造的重要发展方向。

1 应用背景

1.1 建筑工业化与政策驱动

随着全球经济一体化的不断推进，各国之间的经济联系日益紧密，经济增长速度也在不断加快。然而，这种快速增长的背后，却隐藏着一个不容忽视的问题——二氧化碳排放量的不断增加。随着工业化和城市化的加速发展，能源消耗和碳排放量呈现出爆炸式增长的趋势，这对于地球的生态系统造成了极大的压力^[1]

我国《“十四五”建筑业发展规划》明确提出，到2025年装配式建筑占新建建筑的比例需达到30%以上。装配式隔墙作为装配式建筑的重要组成部分，凭借其“工厂预制、现场装配”的工业化建造模式，成为实现建筑产业现代化的重要技术路径。随着技术的不断进步和市场需求的增加，预计这种隔墙体系将成为推动建筑行业向更加绿色、高效、智能化方向发展的重要力量^[1]

1.2 高隔声墙体在应用中的优势

1.2.1 装配式高隔声墙体优点

上述研究结果均表明装配式隔墙体系具有许多优点，如环保、节能、高效等，使其在绿色建筑中具有广泛的应用前景。基于此，本文提出一种新型的高隔声装配式隔墙系统，通过优化内墙体系来减少建筑废料的产生。同时，除了减少建筑废料外，该高隔声装配式隔墙系统还具有其他优势。首先，它能够提高施工效率。由于墙体模块已经在工厂中完成生产和组装，现场只需要

进行简单的安装工作，大大缩短了施工周期，提高了施工效率。其次，该系统还能够降低成本。预制构件的生产可以在工厂中进行大规模生产，进一步降低了整体成本。此外，该高隔声装配式隔墙系统还具有良好的隔声性能。提供更好的室内环境^[1]。

装配式轻质隔墙的隔声性能受墙体板材自身声学性能影响较大；在墙体的构造形式上，通过增加墙板层数，在墙体两侧加挂或外贴玻镁板，均能有效提升隔声性能。通过在龙骨和墙板之间填充岩棉，不仅能显著提升墙体在全频段的隔声性能，还能减小低频共振对隔声性能的不利影响。

1.2.2 装配式隔声一体墙板较其它装配式墙板的优势

装配式高隔声一体墙板是高性能内隔墙的首选方案，尤其适用于对声学环境、施工效率、空间利用率要求严苛的项目。虽然其单价可能高于其他类型装配式墙板（约20-30%），但凭借节省结构成本、缩短工期、提升使用面积等优势，全生命周期综合成本更具竞争力。若项目定位高端或需通过绿色建筑认证，高隔声板的优势将更加显著。

(1) 卓越且稳定的隔声性能。在同等甚至更薄的厚度下，隔声一体板的隔声性能（尤其是中低频）显著优于标准厚度的ALC单板。ALC条板（如100mm厚）的隔声量 R_w 通常在40-45dB左右，且其多孔结构对低频声隔绝效果相对较差；

(2) 更薄的墙体厚度。隔声一体板通过精密的声学结构设计，可以在相对较薄的厚度（例如100-150mm）实现非常高的隔声量（ $R_w \geq 50dB$ ）；

(3) 施工便捷性与效率。施工速度更快，工序更少，人工成本更低，项目管理更简单。高隔声板采用工厂预制，现场拼装（螺栓/卡扣连接），同时无需抹灰等施工，饰面（涂料、瓷砖、木饰面）可同步完成，工期

较其他类型装配式墙体可以节省50%以上;

(4) 墙面基础质量更好。隔声一体板工厂预制, 面板平整度高, 安装后墙面整体平整度好, 大幅减少现场找平工序, 可直接进行饰面层施工(刮腻子、刷漆、贴壁纸等)。

(5) 重量更轻。其整体面密度(单位面积重量)通常低于同等隔声性能下所需的ALC墙体(无论是厚单板还是双板墙)。这对减轻建筑结构荷载、降低基础造价, 尤其在改造项目或高层建筑中更为有利。

(6) 绿色环保(废弃物少)。隔声一体板现场“干作业”, 几乎不产生建筑垃圾(如砂浆、砖块碎屑)。安装过程清洁。

(7) 管线集成, 免开槽。高隔声板可预埋电管、开关盒, 实现“零现场开槽”。

2 施工技术

2.1 装配式隔声一体墙板技术选型

(1) 刚性隔声指标场景。住宅分户墙(国标《民用建筑隔声设计规范》GB 50118要求: $\geq 50\text{dB}$), 医院病房隔墙($\geq 55\text{dB}$)、学校教室隔墙($\geq 50\text{dB}$)。传统砌块墙需 $\geq 200\text{mm}$ 厚+双面抹灰才能达标, 而隔声一体板仅需120-150mm厚度即可实现 $R_w \geq 52\text{dB}$, 节省5%-8%使用面积。

(2) 工期压缩型项目。对于抢工需求的项目, 装配式隔声一体墙板安装完成即达标, 无后续的装修做法。

(3) 空间价值最大化场景。对于高房价、小户型核心城市住宅或公寓, 隔声墙体厚度小, 可以最大程度利用室内空间。

(4) 绿色建造强制要求。对于有环保评级项目, 在施工过程中, 可以显著减少粉尘污染、废弃物垃圾。

2.2 装配式隔声一体墙板施工

2.2.1 施工准备

认真熟悉施工图纸及相应的施工规范、标准图集, 如有不合理和错误之处应及时与业主、设计院协商。由技术负责人组织编制专项施工方案及技术交底; 针对工程实际情况, 对施工班组进行技术交底。

2.2.2 施工工艺

(1) 定位放线

施工前移交测量控制线, 按装配式隔墙深化图纸尺寸及位置, 在轴线定位的基础上, 依据现场提供的轴线、标高进行测量放线。

(2) 天地龙骨及靠墙竖龙骨安装

分别在顶、地面根据天地龙骨定位, 按定位放线钻膨胀螺栓固定孔, 间距不大于600mm, 左右交错布设。

安装高隔声横龙骨, 高隔声横龙骨在楼地面上门窗洞口位置处断开, 在主体结构墙体边固定高隔声竖龙骨, 采用M8*60膨胀螺钉与主体结构固定。

将高隔声竖龙骨插入高隔声横龙骨时, 开口方向应朝向隔墙中部, 剪口应一致朝上, 上下不得倒置, 以保证线管孔在同一水平面上。

若隔墙内房间为涉水房间, 隔墙下部需浇筑250高阻水混凝土导墙, 地龙骨安装于导墙上。

(3) 门窗洞口钢矩管烧焊制作

以热镀锌钢材为主材料, 根据门窗洞口定位及尺寸烧焊门窗骨架。门洞口均用镀锌钢材烧焊, 门洞口为H型。窗洞口宽度大于1.3米时使用镀锌钢材烧焊, 窗洞口为井字型, 小于等于1.3米窗洞口采用天地龙骨与竖龙骨扣合加固。洞口大于300mm或洞口所在位置需切割竖龙骨处需做横撑龙骨进行加固, 洞口横撑加固龙骨开口均对应背向洞口。若洞口位于门框加固矩管上方, 洞口加固需烧焊矩管进行加固。

(4) 声阻板及竖向龙骨安装

龙骨间距依设计规定, 中心线水平距离为610mm。多功能声阻板按列按从下到上的顺序插入已安装好的靠墙竖龙骨的凹槽内, 插入过程中用平接龙骨卡入隔开上下两相邻隔声板, 竖龙骨与平接龙骨不直接连接。

(5) 水电管线安装铺设

隔墙内高隔声板安装完成后需配合机电安装单位进行管线敷设, 平接龙骨与竖龙骨均有管线孔洞可直接穿线, 省去开槽过程, 根据设计要求合理布线, 若有插座等设备需要在龙骨位置安装, 可切割龙骨侧面。

(6) 填充棉施工

管线敷设完成经隐蔽验收后才可填充棉, 将填充棉填入竖龙骨与平接龙骨围成的矩形空间内, 填充棉卡入竖向龙骨与平接龙骨卡槽内固定。管线区域填充棉时, 根据已安装的管线排布进行填充棉切割并填入空隙。

(7) 墙面附加设备点位加固

加固点位采用12mm厚防火阻燃板加固。加固板长度同竖龙骨模数, 加固板采用自攻螺丝与两侧竖龙骨翼缘进行固定, 具体加固点位需同精装修单位协商确定。

(8) 基层板安装

1) 基板采用抗裂耐水板(干区)与纤维水泥板(湿区)。

2) 基板施工前应进行面板排列布置, 裁制的面板应无脱层、折裂, 应无缺棱掉角, 单边缺损长度不应大于10mm。

3) 基板与龙骨采用自攻螺钉固定, 自攻钉不应小于

ST4.2,间距不应大于200mm,自攻钉应按先板中后四周的顺序攻入,自攻钉距竖向板边缘不小于15mm,距横向边宜为30mm,螺钉平头深入板面宜为5mm。

4) 基板接缝处应在竖龙骨翼缘的中线,另一侧对应面板的竖向接缝必须错开,不得在同一龙骨上形成竖向通缝。

5) 面板和结构主体应预留3mm的缝隙,板边拼缝时,当相邻两块板边为楔形边时应自然靠拢,当板边为直角边时需留4mm缝隙。

6) 同一层同一柱柱间宜从柱边开始自下而上、逐板安装;洞口处面板不宜拼接;面板的边端应支撑在竖龙骨上。

2.3 装配式高隔声墙体加固措施

(1) 装配式隔墙的墙体端头若无其他可承载螺性受力的墙体,墙体端头设置钢柱加固;隔墙单体长度超过7320mm时,沿隔墙长度方向每7320mm,设置钢柱加固。

(2) 墙体高度大于6000mm时,延隔墙高度4880mm处横向设置钢矩管,横向端头用竖向钢矩管作支撑,作横向加固措施。

2.4 装配式隔墙安装注意事项

(1) 分别在顶、地面固定高隔声槽龙骨。采用膨胀螺钉、射钉等连接件连接,间距 $\leq 800\text{mm}$;

(2) 隔墙龙骨间距依设计规定为610mm,面板沉头螺丝间距为 $\leq 200\text{mm}$;

(3) 竖龙骨和槽龙骨之间宜采用平头自攻螺丝固定;

(4) 墙体内管线安装验收完毕,再铺装保温材料和低密度抗裂防水板。

3 装配式高隔声墙体在特殊功能房间的应用

在特殊功能房间中,装配式高隔声墙体通过“性能可调、快速安装、多系统集成”三大核心能力,解决了传统材料在声学控制、洁净度、抗震性等方面的短板。尤其适用于医疗、科研、高端制造等对环境与可靠性要求严苛的领域,是未来高性能建筑隔墙的技术标杆。

3.1 医疗建筑

3.1.1 手术室

手术室对于手术环境要求较高,手术过程中须避免较大的噪音,以免影响手术效果。手术室需要隔绝外部噪音($\geq 50\text{dB}$),防止内部设备声干扰相邻病房,同时满足洁净度要求。使用装配式高隔声墙体,实现 $R_w \geq 55\text{dB}$ 。同时,在接缝处用医用级密封胶处理,阻断空气传声,在墙体表面覆抗菌金属饰面,便于消毒且不积尘。

3.1.2 精神病房/ICU

精神病房或者ICU病房的噪音控制非常重要,需要防止患者受噪音刺激(要求 $R_w \geq 52\text{dB}$),墙体需抗冲

击,增加内部钢骨架提升抗冲击性;集成隐藏式医护呼叫系统管线,避免开槽破坏隔声层。在医疗建筑中,为了起到更好的隔声效果,一般将轻钢龙骨与其他材料形成多层板式复合结构,复合材料包含耐火石膏板和离心玻璃棉^[2]。

3.2 声学敏感空间

声学敏感空间包括录音棚、影院、法庭等,需要兼顾降噪隔声、保密性等,在施工过程中可考虑使用双层墙板+30mm空腔填充岩棉,添加质量弹簧系统等。

3.3 教育科研设施

对于实验室,如生物、声学等,需要兼顾振动控制以及化学俯视的防护,在振动控制方面,可以采用浮动地板+墙体弹性连接,以此阻断设备振动传递(如离心机、振动台)。在化学腐蚀防护方面,在表面覆耐酸碱PVC饰面板,接缝处热熔焊接密封,有效隔绝化学物质对于墙面的腐蚀。

3.4 工业特殊场景

近年来,随着城市建设的快速发展,社会用电量的不断攀升,许多变电站逐渐深入到人口密集的区域,城镇区域内的变电站越来越多,变电站噪声对周围居民的影响受到了社会的广泛关注。其中变压器噪声是户内变电站中噪声的主要来源,噪声频率范围主要集中在中低频,同时也存在少部分高频段噪声。噪声控制方法主要包括隔声、吸声、隔振等。因此,开展户内变电站用高隔声模块化墙体结构设计,将设备的噪声辐射控制在变电站内部,开发出相较于降噪改造成本更加低廉、降噪效果显著的高隔声模块化墙体结构,形成统一的定制式工程解决方案,具有重要的工程应用价值和较高的社会效益。^[3]

4 结语

随着在政策驱动、市场需求拉动和技术进步推动下,装配式隔声墙应用范围将不断扩大,具有巨大的市场潜力和广阔的应用前景。对于开发商、设计院、施工单位和材料企业而言,积极关注、投入研发和推广应用该技术,将能在未来的绿色建筑和装配式建筑市场中占据有利位置。

参考文献

- [1]李福.高隔声装配式隔墙系统在绿色建筑中的应用[J].科技和产业,2025,25(1):81
- [2]韩升升,王鹏程等.关于装配式钢结构医院建筑轻钢龙骨隔墙隔声性能的研究[J],2022:775
- [3]李想,莫娟,蔡红军等.变电站用隔声性能优化的装配式墙板设计及试验研究[J].建筑结构,2021,51(21):84-85