

ALC 墙薄板安装固定水泥纤维复合板的施工技术研究

姚茂泽^{1,2} 蒋志军^{1,2} 黄立暖^{1,2} 蒋启诚^{1,2} 丁石磊^{1,2}

1.中国建筑第八工程局有限公司 上海 200122

2.中建八局华南建设有限公司 广东 广州 510663

【摘要】：本文针对 ALC 墙薄板与水泥纤维复合板安装中存在的稳定性不足、施工效率低等问题，结合项目实际案例，从材料性能优化与施工工艺改进两方面展开研究。通过对比改进前后的技术参数、施工流程及经济效益，验证了采用不锈钢方钢龙骨、对穿螺栓+角码固定等施工技术，可显著提升墙体稳定性、缩短工期并降低施工难度。研究结果为类似工程提供了可借鉴的技术路径。

【关键词】：蒸压轻质加气混凝土；水泥纤维复合板； 龙骨通顶设计； 不锈钢方钢龙骨；对穿螺栓

DOI:10.12417/2811-0528.25.21.086

引言

ALC 墙薄板是一种以硅砂、水泥、石灰等为主要原料，经高温蒸压养护而成的轻质多孔混凝土板材，具有轻质高强、隔热隔音、防火耐久的特性。近年来，随着装配式建筑的发展，ALC 板与水泥纤维复合板的组合应用成为内隔墙施工的主流方案。然而，本项目原有设计存在龙骨稳定性不足等问题，本文结合最新工程实践，提出系统性解决方案。

1 工程概况

广州医科大学附属第一医院横琴医院位于广东省珠海市横琴新区，项目总建筑面积 191594.85 m²，规划总床位 500 床，日门急诊量 2700 人次。横琴医院聚焦粤港澳大湾区战略和行业发展需求，建设高水平的医疗服务和医学科技创新平台，医院将按照高水平三级甲等医院标准建设成为集医疗、保健、科研、教学于一体并与国际接轨的综合性公立医院，是服务大横琴、辐射珠三角的中心医院，为广东地区，澳门，珠海和香港健康和可持续发展的重要支撑。项目

大部分医疗功能区域采用内墙 6 做法，内墙 6 做法为水泥纤维复合墙面。具体做法见图 1。

内墙6	水泥纤维复合墙面 燃烧性能等级A	1、m8膨胀螺丝固定装配式50×20轻钢龙骨两侧干挂成品8mm水泥纤维板
		2、轻质实心复合墙板两侧m8膨胀螺丝固定装配式50×20轻钢龙骨
		3、聚合物水泥砂浆修补墙体基面，要求墙面平整
		3、75厚轻质实心复合墙板

图1 内墙 6 做法表

原设计理念中采用“一体化”设计理念，考虑龙骨作为内芯板的稳定加强肋，两者合为一个整体、共同受力保证稳定性。

若不考虑龙骨的加劲肋效果，则应根据《JGJ/T 157-2014 建筑轻质条板隔墙技术规范》4.2.6 条“90mm 厚条板隔墙的接板安装高度不应大于 3.6m”，项目与条板厂家沟通，若仅考虑 75mm 条板墙自承重稳定，则安装高度不能超过 3m，项目层高最低为 3.9m。

2 施工材料改进

2.1 螺栓类型改进

原图纸采用 M8 膨胀螺栓固定龙骨与结构板，但原设计存在以下问题：

虽然 M8 膨胀螺栓可以直接通过预钻孔固定于 ALC 墙板，无需穿透墙体，但 ALC 板为轻质多孔材料，基材强度较低，膨胀螺栓的锚固力受基材强度限制，长期荷载或振动环境下易松动，螺栓浮锁、滑牙风险较高，

如若增大螺栓直径至 M10 以提高锚固力，将需更大的钻孔直径，可能加剧 ALC 板局部破损风险。由于板材厚度仅有 75mm，易导致锚固深度不足，同时基材强度也仍是限制锚固力的瓶颈。

作者简介：姚茂泽（1997 年 08 月-），男，学士，主要从事建筑施工生产管理。

蒋志军（1991 年 07 月-），男，学士，主要从事建筑施工技术管理。

黄立暖（1989 年 02 月-），男，学士，主要从事建筑施工生产管理。

蒋启诚（1994 年 05 月-），男，学士，主要从事建筑施工技术管理。

丁石磊（1987 年 04 月-），男，学士，主要从事建筑施工质量管理。

最终讨论采用Φ6对穿螺栓配合角码固定，对穿螺栓穿透ALC墙板，通过L型角码与龙骨固定，抗拉拔和抗剪切能力显著优于膨胀螺栓，角码分散受力，减少局部应力集中，避免ALC板开裂，且对穿螺栓与角码为金属刚性连接，耐温差、抗腐蚀性能更优，长期稳定性好。

表1 螺栓材料对比表

序号	螺栓类型	主要差异
1	M8 膨胀螺栓	受基材强度限制，膨胀螺栓的锚固力交小，螺栓浮锁、滑牙风险较高
2	Φ6 对穿螺栓+3.0mm L型角码	抗剪切能力显著，角码分散受力，减少局部应力集中，长期稳定性好



图2 龙骨固定

2.2 龙骨材质改进

原设计采用预制装配式50×20轻钢龙骨，预制装配式设计标准化，直接通过膨胀螺栓或对穿螺栓固定，安装步骤简单，无需复杂工具。且轻钢龙骨重量轻，搬运和调整方便，适合大面积快速施工。但预制拼装工艺也将导致接缝多，且轻钢龙骨截面强度较低、抗侧向力弱、耐久性不足，普通镀锌轻钢龙骨在潮湿环境中易锈蚀，在原有基础上增加U型卡件通过多点夹持固定龙骨，可以有效分散受力，减少局部应力集中，虽优于纯螺栓固定，但轻钢龙骨本身强度有限，仍存在抗侧向力弱、耐久性不足等问题。

最终讨论采用龙骨选用50×20×2.0mm不锈钢方钢龙骨，采用通长竖龙骨焊接，取消U型卡件。方钢龙骨强度远高于轻钢龙骨，抗弯、抗压性能优异，通长焊接形成刚性整体，抗振动和冲击性能极强，同时不锈钢材质具有耐腐蚀、抗氧化能力强等优点，无需额外防腐处理，龙骨与墙体形成整体结构，抗震性能优越。

表2 龙骨材料对比表

序号	龙骨类型	优缺点
1	预制装配式50x20轻钢龙骨	安装步骤简单、重量轻但强度较低、抗侧向力弱锈蚀风险高
2	轻钢龙骨+U型卡件	U型卡件能减少局部应力集中，但轻钢龙骨本身强度有限，仍存在抗侧向力弱、耐久性不足等问题
3	50×20×2.0mm 不锈钢方钢，通长焊接	材料成本增加，但有效提升抗弯刚度，耐腐蚀性

3 施工工艺改进

3.1 龙骨安装方式改进

原工艺采用预制装配式E型配件拼装龙骨，拼装龙骨拼接处容易因安装误差或配件精度不足产生缝隙。这种非刚性连接方式导致结构传力不连续，缺乏焊接或通长构件的整体性，在水平荷载下易发生局部失稳。同时由于龙骨材料变更为50×20×2.0mm不锈钢方钢，其硬度高、延展性较低，加工过程中需专业设备切割和成型，对预制装配的精度要求极高，不锈钢方钢的高强度特性显然更适合焊接固定以实现刚性连接。若采用预制拼装将需要设计专用连接配件，成本显著增加。

又由于结构力学以及规范需求，最终讨论采用“竖龙骨通长、横龙骨断开”，龙骨间焊接固定的安装方式。

表3 龙骨安装方式对比表

序号	龙骨类型	优缺点
1	预制装配式E型配件拼装龙骨	施工高效便捷，但易因安装误差或配件精度不足产生缝隙、易发生局部失稳
2	“竖龙骨通长、横龙骨断开”，龙骨间焊接固定	施工复杂耗时、成本相对较高、且焊接存在不可逆性，但结构整体性强、承载能力高、耐久性优异



图3 50×20×2.0mm 不锈钢方钢龙骨安装

3.2 龙骨与结构、墙板连接方式改进

原工艺中龙骨与结构、墙板采用栓接,此方法通过膨胀螺栓直接固定龙骨,操作简单、成本低廉。但抗拉拔能力弱,螺栓锚固力有限,长期使用后可能出现“浮锚”现象,同时栓接点也缺乏整体性。

后考虑采用 A6 对穿螺栓贯穿结构板与龙骨, 配合双侧焊接抱箍 (3mm 厚角铁), 形成刚性节点。对穿螺栓穿透 ALC 板, 双侧角铁焊接抱箍形成刚性节点, 抗拉拔力显著增加; 焊接节点分散应力, 减少 ALC 板局部受压开裂风险。

为了进一步增加龙骨与墙板的整体性,最终讨论采用对穿螺栓型角铁+双侧焊接抱箍+B 级背胶满粘的方式,保留对穿螺栓与双侧焊接抱箍,同时在龙骨与墙板间满涂 B 级结构胶(粘结强度 $\geq 1.5\text{MPa}$),在焊接区域涂覆环氧富锌底漆,螺栓表面镀锌处理,焊接后采用红丹漆对焊接部位进行防锈处理。

表 4 龙骨与结构、墙板连接方式对比表

序号	龙骨类型	优缺点
1	膨胀螺栓连接	操作简单、成本低廉。抗拉拔能力弱，螺栓锚固力有限，易出现“浮锁”现象
2	对穿螺栓+双侧焊接抱箍	施工复杂、成本较高； 减少 ALC 板局部受压开裂风险，抗剪和抗弯能力显著提升
3	对穿螺栓+焊接抱箍+B 级背胶	施工工序增加，成本上升，但背胶满粘能提供提供大面积粘结力，显著提高龙骨墙板整体性



图4 对穿螺栓+焊接拘孺+B级背胶连接

3.3 天地龙骨固定方式改进

项目吊顶与侧墙的交接节点大样如图 5 所示,可见吊顶板

对侧墙的洁净板面层及龙骨无法实现约束作用。

在使用过程中医护人员推动病床碰撞墙面,乃至地震荷载等偶然荷载作用下,为保证医院后续使用过程中墙体稳定性充分、不产生整体垮塌问题,将两侧饰面板龙骨延伸到结构板固定,实现龙骨对芯板的二次稳定作用。

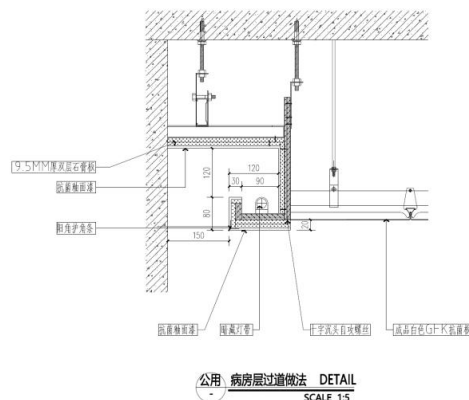


图 5 病房层过道做法示意图

从前文所知, 芯板厚 75mm, 为 ALC (蒸压加气混凝土), 材料性能不足以轻钢龙骨提供“锚固支座条件”, 且吊顶以下龙骨至少高 2.5m, 是一个“悬臂受力模型”方通龙骨仅底部与结构板之间固定, 顶部悬臂, 墙面整体的稳定性不足, 洁净板挂于龙骨外侧, 稳定性不足。

如果将龙骨拉高到顶、与上层楼板同样固定,则此时龙骨将变成“简支模型/固支模型”,可靠性和稳定性将极大提升,结构安全性更加有保障。

龙骨拉通到顶,分别与上下层楼板固定。考虑固定效果,拟采用转接 L 型角码,通过螺栓实现“角码—龙骨—结构板”的固定。

龙骨 0.6m 一道，洁净板单块板宽 1.2m，ALC 隔墙板宽 0.6m，龙骨和 ALC 错接缝、避免应力集中。但此方案竖龙骨数量、角码、螺栓及焊接辅材用量显著上升，焊接和栓接节点数量多，施工周期延长明显，且顶横龙骨需贯穿整个吊顶区域，对钻孔精度和焊接工艺要求极高，易因误差导致龙骨倾斜或错位。

综上所述,最终讨论采用将龙骨改为 1.8m 一道,地龙骨改为“3.0 厚不锈钢片+不锈钢钉”固定。此方法增加竖向龙骨间距和取消顶部横龙骨会降低横向约束,牺牲一部分稳定性,但明显墙板龙骨并非主要需要横向约束,且增大间距后的竖向龙骨仍满足稳定性要求,同时局部加固补偿:通过 L 型角码焊接+栓接增加关键节点抗拉拔力,这在牺牲一小部分的稳定性的情况下,减少大量成本,是项目现阶段最为适宜的方案。

表5 天地龙骨固定方式对比表

序号	固定方式	优缺点
1	E 装配式 15x30 天地龙骨采用钢钉固定	操作简单、成本低廉。但不满足稳定性需求
2	吊项上部竖龙骨间距 0.6m，顶横龙骨“焊接+栓接”	有效约束吊项区域，抗侧向力能力高。但材料、工期、人工成本较高；
3	吊项上部竖龙骨间距 1.8m，且仅竖龙骨“L 型角码焊接+栓接” 底部“3.0 厚不锈钢片 + 不锈钢钉”固定，与竖龙骨焊接	相较方案 2，减少了大量成本；局部加固补偿：通过 L 型角码焊接+栓接，增加关键节点抗拉力。是项目现阶段最为适宜的方案



图5 龙骨与顶部结构连接

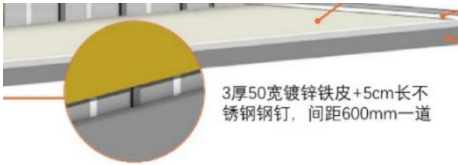


图6 龙骨与底部结构连接

参考文献:

[1] JGJ/T 157-2014.建筑轻质条板隔墙技术规范[S].北京:中国建筑工业出版社,2014.

[2] 王建国,李志强.轻钢龙骨隔墙体系抗震性能试验研究[J].工程抗震与加固改造,2021,43(4):78-83.

对于项目将 150 厚 ALC 墙板当作芯板的复合墙板来说、其芯板厚度较厚，且高于 4m 层高时，半墙高处增加了一道构造梁（120×120×3mm 方通），墙体自身稳定性较好。此时，考虑龙骨不到顶、到吊顶标高往上 10cm 即可，将龙骨顶部通过膨胀螺栓固定在 ALC 芯板上。因此时芯板够厚，通过膨胀螺栓固定相对稳定，以此节约此部分龙骨成本。

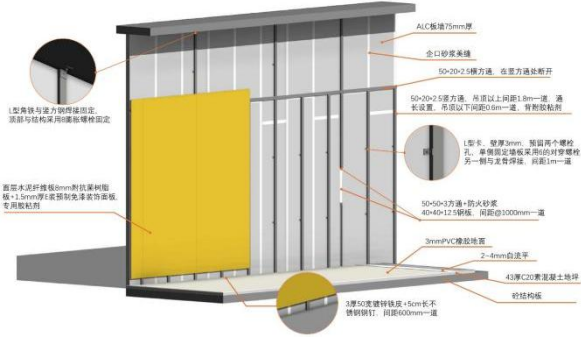


图7 水泥纤维板 BIM 深化设计做法示意图

4 结论

本文针对 ALC 墙薄板与水泥纤维复合板组合墙体施工中存在的稳定性不足、施工效率低等问题，在施工成本、墙体稳定性、施工工期、施工难度等方面进行综合考虑，通过系统性材料优化与工艺改进，提出创新解决方案。该方案龙骨抗弯刚度、耐腐蚀性、抗拉拔力均显著增强，抗侧力向提升，有效避免锚固松动及 ALC 板开裂。

相较超预算版本方案，将墙板稳定性偏差控制在 10% 以内。综合成本降低 50% 的同时，也满足墙板的长期使用需求

本成果成功应用于本项目，为医院等高耐久场景的装配式墙体工程提供技术范例。

未来可研发 ALC 板专用纳米涂层，实现锚固件自防腐功能；推广 BIM 管线综合排布算法，减少现场开槽量。