

茂名广港码头 2#宿舍楼工程

构件隔声量计算分析报告

建设单位：_____茂名广港码头有限公司_____

设计单位：_____广州市设计院集团有限公司_____

咨询单位：_____广州市设计院集团有限公司_____

报告日期：_____2024-11-11_____

声明：

1. 本报告无咨询单位签字盖章无效；
2. 本报告涂改、复印、换页均无效；
3. 本报告仅对本项目有效；

报告编写人： _____ 梁刚毅 梁刚毅

绿建负责人： _____ 王飞 王飞

绿建校对： _____ 覃建伟 覃建伟

绿建审核人： _____ 王飞 王飞

目 录

1 项目概况	1
2 评估依据	1
2.1 评估依据	1
2.2 评估要求	1
3 构件隔声量计算分析	2
3.1 理论依据	2
3.1.1 单层匀质密实墙的空气声隔绝	3
3.1.2 多层复合板的设计要点	3
3.1.3 理论公式	4
3.1.4 经验公式	6
3.2 计算分析	6
3.2.1 围护结构构造	6
3.2.2 外墙计权隔声量	6
3.2.3 内墙的类型及计权隔声量	7
3.2.4 楼板的类型及计权隔声量	8
3.2.5 分户门的计权隔声量	9
3.2.6 外窗计权隔声量	9
3.2.7 楼板撞击声压级	11
4 结论	13

1 项目概况

本项目位于广东省茂名市茂名广港码头有限公司内。本项目建设用地面积 281112 m²，总建筑面积 7141.89 m²，容积率 2.756，本次参评为 2#宿舍楼绿建星级为基本级。

2 评估依据

2.1 评估依据

《绿色建筑评价标准》（GB50378-2019）；
《民用建筑隔声设计规范》（GB50118-2010）；
《噪声与振动控制工程手册》（2002）；
《声环境质量标准》（GB3096-2008）；
《建设项目环境影响报告书》；
《建筑环境通用规范 GB55016-2021》

委托方提供的建筑设计图纸、设计说明、设计效果图及其他相关资料。

2.2 评估要求

《绿色建筑评价标准》（GB/T 50378-2019）：

5.1.4 主要功能房间的室内噪声级和隔声性能应符合下列规定：

1 室内噪声级应满足现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB 50118 中的低限要求；

2 外墙、隔墙、楼板和门窗的隔声性能应满足现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB 50118 中的低限要求。

5.2.7 主要功能房间的隔声性能良好，评价总分为 10 分，并按下列规则分别评分并累计：

1 构件及相邻房间之间的空气声隔声性能达到现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB 50118 中的低限标准限值和高要求标准限值的平均值，得 3 分；达到高要求标准限值，得 5 分；

2 楼板的撞击声隔声性能达到现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB 50118 中的低限标准限值和高要求标准限值的平均值，得 3 分；达到高要求标准限值，得 5 分。

本项目具体要求为：根据对应的标准要求，应符合现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB50118 中室内允许噪声标准的要求，如下表所示：

表 2 围护结构空气声隔声标准

构件名称	空气声隔声单值评价量 +频谱修正量 (dB)	低要求 标准	高限标 准
分室墙、分室楼板	计权隔声量+粉红噪声频谱 修正量 $R_w + C$	>45	>50
居室门		>25	>30
户内卧室墙		>35	—
户内其他分室墙		≥ 30	—
分隔居室和非居住 用途空间的楼板	计权隔声量+交通 噪声频谱修正量 $R_w + C_{tr}$	>51	—
交通干线两侧居室 的窗		≥ 30	≥ 35
其他窗		≥ 25	≥ 30
外墙		≥ 45	≥ 50

表 2 建筑楼板撞击声隔声标准

楼板部位	撞击声隔声单值 评价量 (dB)	低要求标 准	高要求标 准
居室之间的分户楼 板	计权规范化撞击声压 级 $L_{n,w}$ (实验室测量)	<75	<65

3 构件隔声量计算分析

3.1 理论依据

声音在房屋建筑中的传播，有许多不同的途径，如通过墙壁、门窗、楼板、基础及各种设备管道等。声的传播途径大致可归纳为两大类：通过空气的传声和通过建筑结构的固体传声。在建筑声学中，把凡是通过空气传播而来的声音称为空气声，例如汽车声、飞机声等；把凡是通过建筑结构传播的由机械振动和物体撞击等引起的声音，称为固体声，如脚步声、撞击声等。建筑构件隔绝的若是空气声，则称为空气声隔绝；若隔绝的是固体声，则称为固体声隔绝。

在工程上，常用隔声量及来表示构件对空气声的隔绝能力，它与构件透射系数有如下关系：

$$R=10\lg\frac{1}{\tau}$$

τ 为构件的透射系数。

可以看出，构件的透射系数越大，则隔声量越小，隔声性能越差；反之，透射系数越小，则隔声量越大，隔声性能越好。

隔声构件按照不同的结构形式，有不同的隔声特性。对于隔墙（分户墙）设计上的措施，理论上采用高声阻、刚性、匀质密实的围护结构，如砖、混凝土等，其质量越大则振动越小，惰性抗力越大，使传声减小到最低程度，因而，密实而重质的材料隔声性能较好。

3.1.1 单层匀质密实墙的空气声隔绝

单层匀质密实墙的隔声性能和入射声波的频率有关，还取决于墙本身的面密度、刚度、材料的内阻尼，以及墙的边界条件等因素。典型的单层匀质密实墙的隔声频率特性曲线如图1所示。

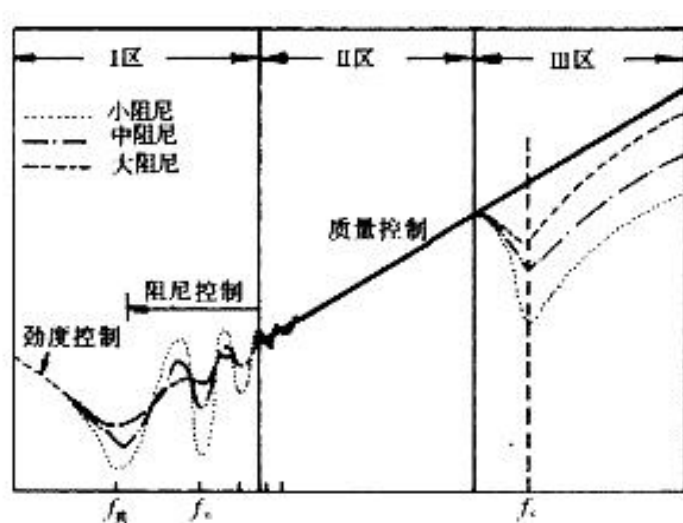


图 3-1 单层匀质墙典型隔声频率特性曲线

从图3-1中可知，在不同频率时（低频、中频、高频），影响隔声性能的刚度、阻尼、质量控制现象。在很低的频率时，刚度起主要控制作用。隔声量随频率的降低而增大。随着频率的增高，质量效应增大，在某些频率处，可能出现刚度和质量效应相抵消而产生的构件共振现象。

3.1.2 多层复合板的设计要点

现在的节能建筑一般采取多层复合墙板达到节能保温的效果，这同时也可以增加墙体的隔声性能。多层复合板的设计要点如下：

(1) 多层复合板一般3-5层，在构造合理的条件下，相邻层间的材料尽量做成软硬结合形式。

(2) 提高薄板的阻尼有助于改善隔声量。如在薄钢板上粘贴超过板厚三倍左右的沥青玻璃纤维或麻丝之类材料时，对消弱共振频率和吻合效应有显著作用。

(3) 多孔材料本身的隔声能力差，但当这些材料和坚实材料组成多层复合板时，在它的表面抹一层不透气的粉刷层或粘一层轻薄的材料时，则可提高它的隔声性能。如5mm厚的木丝板仅有的18分贝左右的隔声量，单面粉刷后，隔声量提高到24分贝左右，双面粉刷后隔声量可提高到30分贝左右。下图是几种隔声结构隔声性能的实测结果。

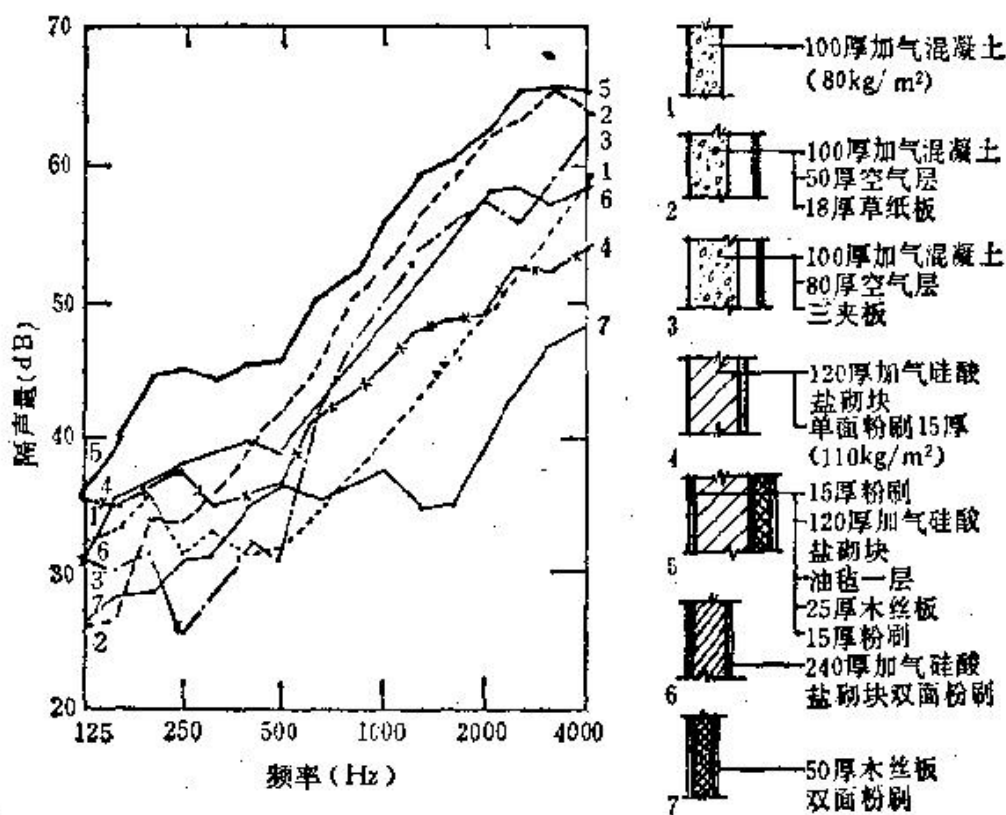


图 3-2 改善多孔材料的隔声特性实例

3.1.3 理论公式

(1) 假设建筑构件是无限大柔性障板，均质单层板的隔声量计算公式如下所示：

$$R_0 = 10 \lg \left[1 + \left(\frac{\pi f M}{\rho_0 c} \right)^2 \right]^2$$

式中： ρ_0 ——空气密度，取 1.18kg/m³；
 c ——空气中的声速，取 344m/s；
 f ——入射声波的频率 (Hz)；

M——板的面密度（kg/m²）。

（2）当声波来自各个方向，即无规则入射是：

$$R_f = R_0 - 10\lg(0.23R_0)$$

一般情况下， $\pi mf > \rho_0 c$ ，即 $\frac{\pi mf}{\rho_0 c} > 1$ ，上式便可简化为：

$$\begin{aligned} R_0 &= 20\lg\left(\frac{\pi mf}{\rho_0 c}\right) \\ &= 20\lg m + 20\lg f - 43 \end{aligned}$$

如果声波并非垂直入射，而是无规入射时，则墙的隔声量为：

$$R = R_0 - 5 = 20\lg m + 20\lg f - 48$$

上面两个式子证明，墙的单位面积质量越大，则隔声效果越好，单位面积质量每增加一倍，隔声量可增加6dB。这一规律称为“质量定律”。从上式还可以看出，入射声波的频率每增加一倍，隔声量也可以增加6dB。图3表示了质量定律直线。

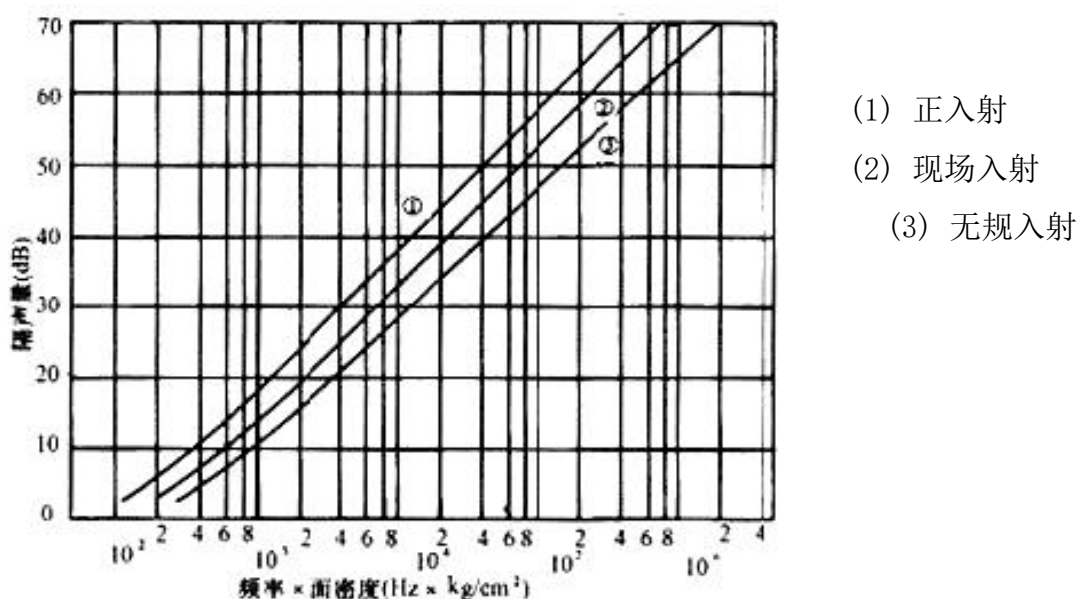


图 3-3 由质量控制的柔性板的隔声量

由于本式是建立在理论上的许多假定条件下导出的，计算值普遍比实测大，并不符合现场实际情况，所以一般隔声设计中采用经验公式进行隔声量计算。

所有经验公式隔声量计算值，普遍小于理论公式计算值，并不同程度地接近现场实际情况，接近实测，所以经验公式比理论公式有实用价值。

经验公式都是加进了实践的因素，即包括实验室测定、现场测定、主观评估、判断等研究成果，它比理论公式接近实际，已不再是完全符合质量定律中的假定条件。但这

些经验公式的基本变量还是质量 m ,质量大小控制隔声量,所以这类公式还是以质量定律为基本理论的隔声量经验计算式,是理论上的质量定律向实践的延伸。

3.1.4经验公式

实际上,建筑构件是不可能像理论推导公式那样,是无限大柔性障板。由于受到劲度、吻合效应、阻尼和边界条件的影响,构件的实际隔声量达不到理论计算公式计算的结果。而且现实中一般墙体都为双层或多层,通过长时期经验积累总结出的隔声量计算经验公式为:

$$R = 23 \lg m - 9 \quad (m \geq 200 \text{kg/m}^2)$$

$$R = 13.5 \lg m + 13 \quad (m \leq 200 \text{kg/m}^2)$$

3.2 计算分析

3.2.1围护结构构造

外墙:

外墙砖 6mm+水泥砂浆 20mm +加气混凝土砌块 200mm+水泥砂浆 20mm

内墙:

水泥砂浆 20mm+加气混凝土砌块 200mm+水泥砂浆 20mm

楼板:

宿舍: 地砖 10mm+水泥砂浆 33mm+聚氨酯减振隔音垫 3mm+钢筋混凝土 100mm

外窗:

普通铝合金窗+6mm Low-E+12A+6mm 中空玻璃

3.2.2 外墙计权隔声量

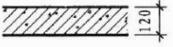


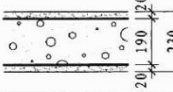
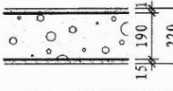
常用外墙的隔声性能										
编号	构造简图	构造	墙厚 (mm)	面密度 (kg/m ²)	计权隔声量 R _w (dB)	频谱修正量		R _w +C	R _w +C _{tr}	附 注
						C (dB)	C _{tr} (dB)			
外墙1		钢筋混凝土	120	276	49	-2	-5	47	44	需增加抹灰层方可满足外墙隔声要求
外墙2		钢筋混凝土	150	360	52	-1	-5	51	47	满足外墙隔声要求
外墙3		钢筋混凝土	200	480	57	-2	-5	55	52	满足外墙隔声要求
外墙4		蒸压加气混凝土砌块 390×190×190 双面抹灰	230	284	49	-1	-3	48	46	满足外墙隔声要求
外墙5		蒸压加气混凝土砌块 390×190×190 双面抹灰	220	259	47	0	-2	47	45	满足外墙隔声要求
注: 1. 一般情况下, 当外墙有保温层时, 墙体的隔声性能会有所提高。 2. 表中隔声数据根据中国建筑科学研究院建筑物理所提供的资料编制。			常用外墙的隔声性能						图集号	08J931
			审核: 张树君 设计: 雷艺君 校对: 雷艺君 设计: 焦秉曾 设计: 焦秉曾						页	10

图 3-4 外墙隔声性能构造图

根据上图，本项目外墙空气声计权隔声量大于 46dB，由此可得出结论，本项目外墙的隔声量大于 45dB，满足《民用建筑隔声设计规范》GB50118 低限标准要求。

3.2.3内墙的类型及计权隔声量

内墙的构造：水泥砂浆20mm+加气混凝土砌块200mm+水泥砂浆20mm

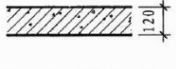
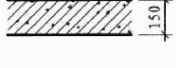

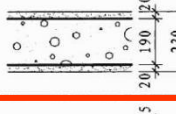
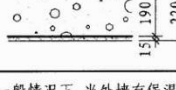
常用外墙的隔声性能										
编号	构造简图	构造	墙厚 (mm)	面密度 (kg/m ²)	计权隔声量 R _w (dB)	频谱修正量		R _w +C	R _w +C _{tr}	附 注
						C (dB)	C _{tr} (dB)			
外墙1		钢筋混凝土	120	276	49	-2	-5	47	44	需增加抹灰层方可满足外墙隔声要求
外墙2		钢筋混凝土	150	360	52	-1	-5	51	47	满足外墙隔声要求
外墙3		钢筋混凝土	200	480	57	-2	-5	55	52	满足外墙隔声要求
外墙4		蒸压加气混凝土砌块 390×190×190 双面抹灰	230	284	49	-1	-3	48	46	满足外墙隔声要求
外墙5		蒸压加气混凝土砌块 390×190×190 双面抹灰	220	259	47	0	-2	47	45	满足外墙隔声要求
注: 1. 一般情况下, 当外墙有保温层时, 墙体的隔声性能会有所提高。 2. 表中隔声数据根据中国建筑科学研究院建筑物理所提供的资料编制。			常用外墙的隔声性能						图集号	08J931
			审核: 张树君 设计: 雷艺君 校对: 雷艺君 设计: 焦秉甫 设计: 焦秉甫						页	10

图 3-4 外墙隔声性能构造图

根据上图，本项目外墙空气声计权隔声量大于 48dB，由此可得出结论，本项目内墙的隔声量大于 45dB，满足《民用建筑隔声设计规范》GB50118 高限要求和低限标准要求值的平均值。

3.2.4楼板的类型及计权隔声量

办公室、宿舍：地砖10mm+水泥砂浆35mm+隔声涂料5mm+钢筋混凝土100mm

常见围护结构构造的隔声性能		表 7-3
构 件		R _w (dB)
240 砖墙，两面 20mm 抹灰		54
120 砖墙，两面 20mm 抹灰		48
100mm 厚现浇钢筋混凝土墙板		48
180mm 厚现浇钢筋混凝土墙板		52
290mm 厚水泥空心砌块，两面 20mm 抹灰		54
290mm 厚水泥空心砌块，两面 20mm 抹灰		49
75mm 轻钢龙骨双面双层 12mm 纸面石膏板墙，内填玻璃棉或岩棉		50~53
75mm 轻钢龙骨双面双层 12mm 纸面石膏板墙		42~44

图 4-2 楼板隔声描述摘自（图集 15ZJ502 民用建筑隔声与吸声构造）

结论：

根据《民用建筑隔声与吸声构造》15ZJ502图集描述可知,100厚钢筋混凝土空气隔声量为48dB,本项目在100厚钢筋混凝土楼板上还加有6mm橡胶隔音垫,由此可见,本项目楼板的计权隔声量+粉红噪声频谱修正量大于48dB,满足《民用建筑隔声设计规范》GB50118中低限要求。

3.2.5分户门的计权隔声量

《建筑声学设计》书中表3-11给出的一般门窗的隔声量。从表一般双层门的隔声量在30~40dB,本项目的分户门采用甲、乙、丙级木质防火门,中间填充防火材料,隔声效果好。

在高噪声隔声中需要使用隔声门,提高门的隔声性能一方面需要提高门扇的隔声量,另一方面需要处理好门缝。提高门扇自身隔声量的方法有:

1) 增加门扇重量和厚度。但重量不能太大,否则难于开启,门框支撑也成问题;太厚也不行,影响开启,而且也受到锁具的限制。常规建筑隔声门重量在50kg/m²以内,厚度不大于8cm。

2) 使用不同密度的材料叠合而成,如多层钢板、密度板复合,各层的厚度也不同,防止共振和吻合效应。

3) 在门扇内形成空腹,内填吸声材料。隔声门门扇的隔声量可做到50-55dB。

门缝处理的方法有:

1) 将门框做成多道企口,并使用密封胶条或密封海绵密封。采用密封条时要保证门缝各处受压均匀,密封条处处受压。有时采用两道密封条,但必须保证门扇和门框的加工精度,配合良好。

2) 采用机械压紧装置,如压条等。门的周边安装压紧装置,锁门转动扳手时,通过机械联动将压紧装置压在门框上,可获得良好的密封性。对于下部没有门槛的隔声门,必须在门扇底安装这种机械密封装置,关门时,压条自动压在地面上密封。通过良好门缝处理的单隔声门隔声量可达到40~50dB。

本项目分户门采用单层实体门,隔声性能达到25dB,满足《民用建筑隔声设计规范》GB50118的低限要求。

3.2.6外窗计权隔声量

隔声量数据来源于:

《建筑声学设计手册》 中国建筑科学研究院建筑物理所 主编

国家建筑材料测试中心

(National Research Center of Testing Techniques for Building Materials)

检验报告

(Test Report)

正本

第 2 页 共 5 页

中心编号: 20093-0514

序号	检验项目	检验值	单项判定			
1.	气密性能	正压 10Pa 压力差下空气渗透量值: q_1 : $0.25\text{m}^3/(\text{m} \cdot \text{h})$; q_2 : $0.48\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$	8 级			
		负压 10Pa 压力差下空气渗透量值: q_1 : $0.15\text{m}^3/(\text{m} \cdot \text{h})$; q_2 : $0.29\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$	8 级			
2.	水密性能	3 榫试件综合检测值为 ΔP : 600Pa (稳定加压法检测)	5 级			
3.	抗风压性能	相对面法线挠度达到 $1/450$ 时: 变形检测: $+P_1$: 5.2kPa, $-P_1$: -5.2kPa 反复加压: $+P_2$: 3.0kPa, $-P_2$: -3.0kPa 定级检测结果: $+P_3$: 5.0kPa, $-P_3$: -5.0kPa	9 级			
备注:						
试件信息及检测条件						
开启部分缝长	4.30m	试件面积	2.25m ²	框与窗面积比	27%	
型材生产厂家	德国旭格国际集团 (Sch ü co)		型材规格型号	旭格 AWS60 系列		
五金生产厂家	德国旭格国际集团 (Sch ü co)		五金规格型号	2 点锁		
玻璃生产厂家	中国南玻集团股份有限公司		玻璃规格型号	6mmLow-E+12A+6mm		
玻璃镶嵌材料	德国 Sch ü co EPDM		框扇密封材料	德国 Sch ü co EPDM		
三性检测条件	检测室温度	21.0℃	检测室大气压	100.2kPa		
	检测设备	ZMC - 5000 系列微机控制门窗三性试验机				
(此处空白)						

国家建筑材料测试中心

(National Research Center of Testing Techniques for Building Materials)

检 验 报 告

(Test Report)

中心编号: 20093-0514

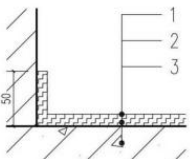
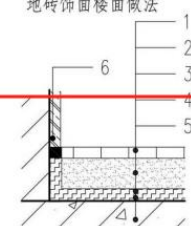
第 3 页 共 5 页

序号	检验项目	检验值		单项判定
4.	保温性能	传热系数 K: 2.0 W/(m ² ·K)		6 级
5.	空气声隔声性能	$R_w(C; C_{tr})=34(0; -3)\text{dB}$	计权隔声量 $R_w=34\text{dB}$	—
			计权隔声量和粉红噪声频谱修正量之和 $R_w+C=34\text{dB}$	3 级
			计权隔声量和交通噪声频谱修正量之和 $R_w+C_{tr}=31\text{dB}$	3 级
备注: 试件信息及检测条件				
保温检测条件	热箱空气平均温度	19.23℃	空气相对湿度	40%
	冷箱空气平均温度	-20.36℃	冷侧气流速度	3m/s
	检测设备	BHR-III 型保温性能检测设备		
空气声隔声检测条件	检测室温度	23.0℃	检测室气压	100.2kPa
	检测设备	德国 BBM 公司 PAK 二通道声学测量仪		
(此处空白)				

本项目外窗采用普通铝合金窗+6mm Low-E+12A+6mm中空玻璃, 参考6+12A+6中空玻璃的实验室报告, 外窗的计权隔声量为31dB, 满足《民用建筑隔声设计规范》GB50118的低限要求。

3.2.7 楼板撞击声压级

本项目对楼板撞击声压级有要求的房间的办公室、宿舍楼板构造如下: 地砖10mm+水泥砂浆33mm+聚氨酯减振隔音垫3mm+钢筋混凝土100mm

审核 郭伟佳 杜嘉琪 梁俊杰		编号	构造简图	用料及分层做法	总厚度 (mm)	面密度 (kg/m ²)	隔声垫厚度 (mm)	计权规范化 撞击声压级 L _{n,w} (dB)
审核 郭伟佳 杜嘉琪 梁俊杰	校对 设计	01		1. 1.5或3厚单面覆膜 VIAB聚氨酯隔声垫 2. 2厚水泥胶浆一道粘贴 3. 120厚钢筋混凝土楼板 对于毛坯交付的建筑,可暂不做保护层,但应注意成品保护,防止人为破坏,其面层构造待后期装修时确定。后期饰面不得破坏隔声层,饰面完成后需重新进行隔声测试,并满足GB50118相关要求。	123.5	4.5	1.5	62
		02		125	5.5	3	59	
		03		1. 8~12厚地砖 2. 30厚D(W)S M15水泥砂浆 3. 1.5或3厚单面覆膜	164.5	66	1.5	61
		04		VIAB聚氨酯隔声垫 4. 2厚水泥胶浆一道粘贴 5. 120厚钢筋混凝土楼板 6. 踢脚	166	67	3	58
注: 1. 楼板应采用大于或等于100厚钢筋混凝土楼板,实际隔声量偏差应以检测为准。表格中面密度不含钢筋混凝土楼板密度。 2. 阴角部位隔声垫上翻,防止造成声桥。 3. 表中数据由广东韦博声学技术有限公司提供。								
					1.5/3厚VIAB聚氨酯隔声垫 楼板构造及隔声性能(一)			图集号20ZTJ503 页 10

隔声涂料楼板中的应用示意(摘自《绿色建筑楼板隔声构造》20ZTJ503)

从《绿色建筑楼板隔声构造》20ZTJ503可知,本项目所选用的办公、宿舍楼板计权标准化撞击声声压级可确定小于等于58dB。

表3-3 主要功能房间的空气声隔声性能统计表

围护结构	构造做法	隔声量	低限要求	高限要求
隔墙	加气混凝土砌块 200mm	48	>45 (R _w +C)	>50 (R _w +C)
办公室、宿舍楼板	地砖 10mm+水泥砂浆 33mm+聚氨酯减振隔音垫 3mm+钢筋混凝土 100mm	48	>40 (R _w +C)	>45 (R _w +C)
户门	单层实体门	25	≥20 (R _w +C)	-
外窗	普通铝合金窗+6mm Low-E+12A+6mm 中空玻璃	31	≥25 (R _w +C _{tr})	≥30 (R _w +C _{tr})
外墙	加气混凝土砌块 200mm	46	≥45 (R _w +C _{tr})	≥50 (R _w +C _{tr})

表3-4 楼板撞击声性能统计表

楼板类型	撞击声隔声单值评价量 (dB)	低限标准限值和高要求标准限值的平均值 (dB)	高要求标准限值 (dB)	是否符合要求
------	-----------------	-------------------------	--------------	--------

办公室、宿舍隔音楼板	60	70	65	是
------------	----	----	----	---

4 结论

本项目的外墙、隔墙、楼板和门窗的隔声性能应满足现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB50118中的低限要求。