

建筑构件隔声性能分析报告



项目名称 深圳市澳特创新中心项目

报告名称 建筑构件隔声性能分析报告

建设单位 深圳市澳科电缆有限公司

咨询单位 深圳国研建筑科技有限公司

编写人 张成瑞

校对 人

审核人

报告日期 2015 年 2 月 10 日

目 录

前言	2
1 理论依据	4
1.1 单层匀质密实墙的空气声隔绝	4
1.2 多层复合板的设计要点	5
1.3 质量定律	6
1.4 建筑中应用的经验公式	7
2 建筑构件隔声性能分析	7
2.1 围护结构构造	7
2.2 外墙计权隔声量	7
2.3 分户墙的类型及计权隔声量	8
2.4 楼板的类型及计权隔声量	8
2.5 分户门的计权隔声量	9
2.6 楼板的计权标准化撞击声压级	10
2.7 外窗计权隔声量	10
3 分析结论	10

前 言

项目名称：澳特创新中心

计算内容：

本次分析对象为澳特创新中心，以查看是否满足

深圳市《绿色建筑评价规范》SZJG30-2009 5.5.4对建筑围护结构采取有效的隔声、减噪措施。卧室、起居室的允许噪声级在关窗状态下白天不大于45 dB（A），夜间不大于35 dB（A）。楼板和分户墙的空气声计权隔声量不小于45dB，楼板的计权标准化撞击声声压级不大于70dB；户门的空气声计权隔声量不小于30dB；外窗的空气声计权隔声量不小于25dB，沿街时不小于30dB。

设计依据：

- 《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2009）；
- 《建筑声学设计》；
- 《建筑声学设计手册》；
- 《建筑隔声设计—空气声隔声技术》；
- 《建筑物理环境与设计》；
- 《民用建筑热工设计规范》（GB50176-93）；
- 《绿色建筑评价标准》（GB/T50378-2014）；
- 《绿色建筑评价规范》SZJG30-2009
- 《绿色建筑评价技术细则》；
- 《绿色建筑评价技术细则补充说明》（规划设计部分）；

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 R 来表示构件对空气声的隔绝能力，它与构件透射系数 t 有如下关系：

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

t 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，惯性抗力越大，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。

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、劲度、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。

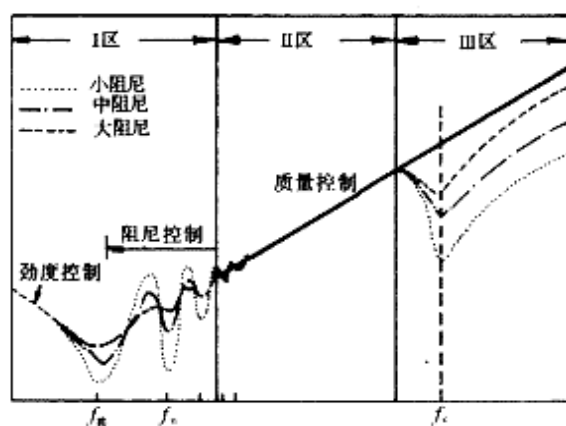


图1 单层匀质墙典型隔声频率特性曲线

从图1中可知，在不同频率时（低频、中频、高频），影响隔声性能的劲度、阻尼、质量控制现象。在很低的频率时，劲度起主要控制作用。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，可能出现劲度和质量效应相抵消而产生的构件共振现象。

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分贝左可。下图是几种隔声结构隔声性能的实测结果。

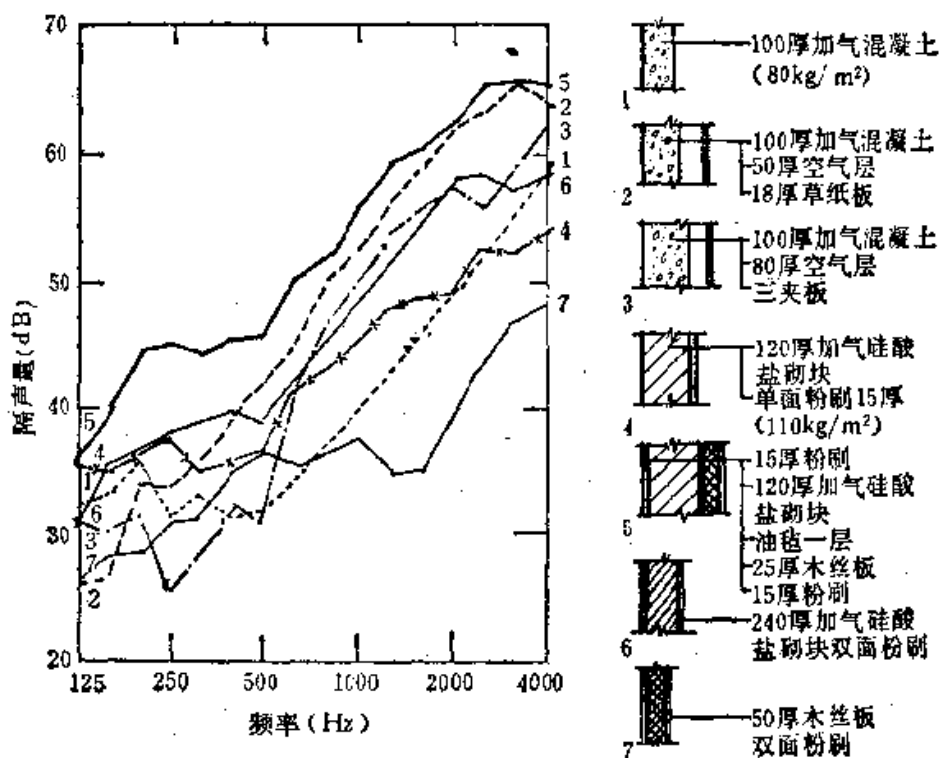


图2 改善多孔材料的隔声特性实例

1.3 质量定律

如果把墙看成是无劲度、无阻尼的柔顺质量、且忽略墙边界条件，则在声波垂直入射时，可从理论上得到墙的隔声量的计算式：

$$R_0 = 10 \lg \left[1 + \left(\frac{p m f}{r_0 c} \right)^2 \right]$$

式中 m -----墙单位面积的质量，或称面密度， kg/m^2 。

r_0 ----- 空气密度， kg/m^3 。

c -----空气中的声速，一般取344m/s；

f -----入射声波的频率，Hz。

一般情况下， $p m f > r_0 c$ ，即 $\frac{p m f}{r_0 c} > 1$ ，上式便可简化为：

$$\begin{aligned} R_0 &= 20 \lg \left(\frac{p m f}{r_0 c} \right) \\ &= 20 \lg m + 20 \lg f - 43 \end{aligned}$$

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。

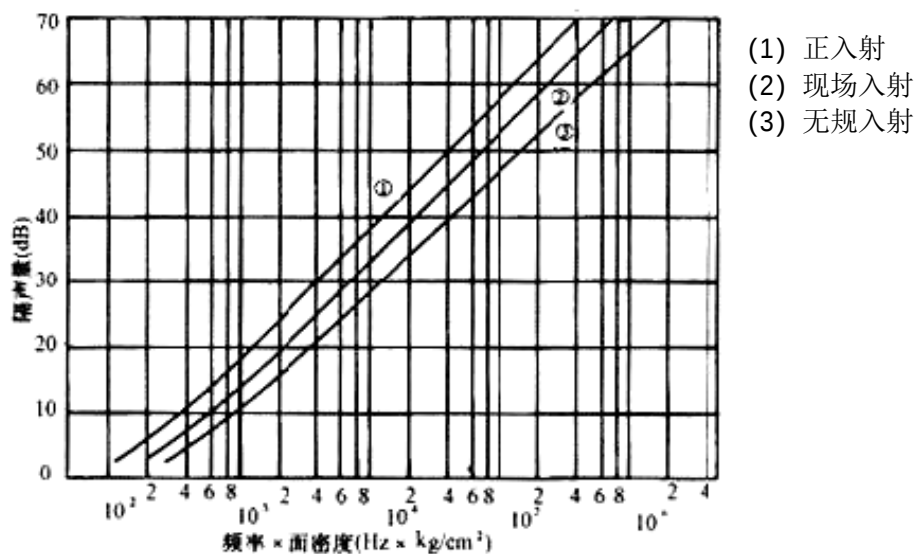


图3 由质量控制的柔性板的隔声量

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。

1.4 建筑中应用的经验公式

《建筑隔声设计—空气声隔声技术》书中，推荐我们使用影响我国声学界的阿尔杰里的两个经验公式，这两个经验公式是建筑师进行隔声设计的重要依据：

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

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

2 建筑构件隔声性能分析

2.1 围护结构构造

外墙：

20厚水泥砂浆+200厚加气混凝土砌块（56%）/200厚钢筋混凝土（44%）+20厚水泥砂浆

分户墙：

20厚水泥砂浆+200厚加气混凝土砌块+20厚水泥砂浆

普通层间楼板：

20厚水泥砂浆+100厚钢筋混凝土楼板

2.2 外墙计权隔声量

外墙类型	水泥砂浆	加气混凝土砌块	钢筋混凝土	水泥砂浆
厚度(mm)	20	200 (56%)	200 (44%)	20
材料密度(kg/m ³)	1800	700	2500	1800
综合面密度(kg/m ²)	370.4			

注：材料密度来自于《民用建筑热工设计规范》（GB50176-93）

外墙的综合面密度计算为：

m=0.02×1800+0.2×700×0.56+0.2×2500×0.44+0.02×1800=515.4kg/ m²

本项目外墙的单位面积的质量为： 370.4kg/ m²≥200 kg/ m²

根据经验公式计算得出：

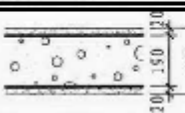
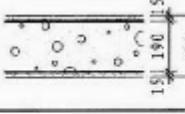
R = 23lg m-9 = 23 lg370.4-9 = 50.08dB

根据隔声量经验公式计算外墙构造空气声计权隔声量为50.08dB。

满足《绿色建筑评价规范》SZJG30-2009 5.5.4项中对外墙的空气计权隔声量的高要求。

2.3 分户墙的类型及计权隔声量

根据《建筑隔声与吸声构造》08J931，参照图集外墙4做法（见下图），采用200厚加气混凝土隔声量Rw+Ctr大于46 dB。

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	486	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 190×190×190 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: 张树君 校对: 张树君 绘图: 张树君 设计: 张树君 审核: 张树君				图 号	10

由此可得出结论，本项目分户墙的空气声计权隔声量大于46dB。满足《绿色建筑评价规范》SZJG30-2009 5.5.4条对分户墙的空气计权隔声量的要求。

2.4 楼板的类型及计权隔声量

楼板类型	隔声毡	水泥砂浆	钢筋混凝土
厚度(mm)	——	20	100

材料密度(kg/m ³)	——	1800	2500
综合面密度(kg/m ²)	286		

注：材料密度来自于《民用建筑热工设计规范》（GB50176-93）

楼板的综合面密度计算为：

$$m=0.1 \times 2500 + 0.02 \times 1800 = 286 \text{ kg/m}^2$$

本项目楼板的单位面积的质量为 $286 \text{ kg/m}^2 \geq 200 \text{ kg/m}^2$ ，根据经验公式计算得出：

$$R = 231 \lg m - 9 = 23 \lg 286 - 9 = 47.5 \text{ dB}$$

结论：

根据隔声量经验公式计算本项目的楼板构造空气声计权隔声量为47.5dB。

由此可得出结论，本项目楼板的空气声计权隔声量大于45dB。满足《绿色建筑评价规范》SZJG30-2009 5.5.4条对楼板的空气计权隔声量的要求。

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安全防盗节能门，木门，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 50 kg/m^2 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35-40dB。

结论：

本项目楼梯间分户门采用安全防盗节能门，甲级防火门，通过良好的门缝处理后隔声性能应能达到35-40dB。

满足《绿色建筑评价规范》SZJG30-2009 5.5.4项中对户门的空气声计权隔声量25dB的要求。

2.6楼板的计权标准化撞击声压级

本项目申报深圳铜级，楼板撞击声压级不参评。

2.7外窗计权隔声量

普通铝合金透明中空玻璃门窗（6+12A+6），提高了外窗的隔声性能，空气声计权隔声量达 31 分贝，对低频噪声的隔声量也在 25 分贝以上。

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

《建筑物理环境与设计》 东南大学 主编

玻璃隔声性能						
构造	厚度	计权隔声量 R _w (dB)	频谱修正量		R _w +C	R _w +C _{tr}
			C (dB)	C _{tr} (dB)		
单层玻璃	3	27	-1	-4	26	23
	5	29	-1	-2	28	27
	8	31	-2	-3	29	28
	12	33	0	-2	33	31
夹层玻璃	6+	32	-1	-3	31	29
	10+	34	-1	-3	33	31
中空玻璃	4+6A~12A+4	29	-1	-4	28	25
	6+6A~12A+6	31	-1	-4	30	27
	8+6A~12A+6	35	-2	-6	33	29
	6+6A~12A+10+	37	-1	-5	36	32

注：本表数据根据建筑科学研究院物理所提供的资料编制。
6+、10+表示夹层玻璃。

本项目外窗采用 12 厚中空玻璃，外窗的计权隔声量按 31 分贝计算。

满足《绿色建筑评价规范》SZJG30-2009 5.5.4项中对户门的空气声计权隔声量25dB的要求。

3 分析结论

根据对外墙、楼板、分户墙、分户门的计权隔声量及楼板的计权标准化撞击声压

级计算分析可知，外墙的空气声计权隔声量为50.08，分户墙的空气隔声量大于46dB。户门的隔声性能达到35-40dB。满足《绿色建筑评价规范》SZJG30-2009 5.5.4、6.5.4条的要求：建筑围护结构采取有效的隔声、减噪措施。卧室、起居室的允许噪声级在关窗状态下白天不大于45 dB（A），夜间不大于35 dB（A）。楼板和分户墙的空气声计权隔声量不小于45dB，楼板的计权标准化撞击声声压级不大于70dB；户门的空气声计权隔声量不小于30dB；外窗的空气声计权隔声量不小于25dB，沿街时不小于30dB。