
乳源瑶族自治县一六镇中心小学
新建食堂项目
建筑构件隔声性能分析计算报告

建设单位：乳源瑶族自治县一六镇中心小学

设计单位：韶关市规划市政设计研究院有限公司

日期：2025.07

说 明

1. 本报告技术内容依据甲方提供的资料及相关国家和地方标准规范编制；
2. 本报告未盖咨询单位公章无效；
3. 本报告经涂改和复印均无效；
4. 本报告仅用于指定项目，非本项目无效。

目 录

第一章 项目简介	1
第二章 评价标准	1
第三章 理论依据	1
3.1 单层匀质密实墙的空气声隔绝	2
3.2 多层复合板的设计要点	3
3.3 质量定律	3
3.4 建筑中应用的经验公式	5
第四章 建筑构件隔声性能分析	5
4.1 外墙隔声量	5
4.2 分户墙隔声量	5
4.3 楼板的类型及计权隔声量	6
4.4 外窗隔声量	6
4.5 分户门隔声量	6
4.6 楼板的计权标准化撞击声声压级	7
4.7 结论	7

第一章 项目简介

本项目位于广东省韶关市乳源瑶族自治县一六镇中心小学，规划建设用地面积 16 960.01m²，本次参评建筑为食堂，建筑面积 2149.40m²，建筑层数为地上 3 层，地下 0 层，高度为 15.80m。

第二章 评价标准

《绿色建筑评价标准》GB/T50378-2019（2024 年版）第 5.1.4 条：主要功能房间的室内噪声级和隔声性能应符合下列规定：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。

《绿色建筑评价标准》GB/T50378-2019（2024 年版）第 5.2.7 条：主要功能房间的隔声性能良好。评价总分值 10 分，按下列规则评分：

表 5.2.7 主要功能房间隔声性能评分规则			
建筑类别	构件或房间名称		评价指标
住宅建筑	卧室含窗外墙		计权标准化声压级差与交通噪声频谱修正量之和 $D_{nont,w} + C_n$ $\geq 35\text{dB}$
	相邻两户房间之间	隔墙两侧	计权标准化声压级差与交通噪声频谱修正量之和 $D_{nT,w} + C_n \geq 30\text{dB}$ (卧室与邻户房间之间) 且计权标准化声压级差与粉红噪声频谱修正量之和 $D_{nT,w} + C_n \geq 50\text{dB}$ (其他相邻两户房间之间)
		楼板上下	
	卧室和起居室楼板撞击声隔声		计权标准撞击声压级 $L'_{nT,w} \leq 50\text{dB}$ (55dB)
公共建筑	外围护结构		计权标准化声压级差与交通噪声频谱修正量之和 $D_{nont,w} + C_n$ $\geq 30\text{dB}$
	房间之间	隔墙两侧	比国家民用建筑隔声设计标准规定限值高 5dB 及以上
		楼板两侧	
	楼板撞击声隔声		比国家民用建筑隔声设计标准规定限值低 5dB (10dB) 及以上

第三章 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：

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

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。

3.1 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2所示：

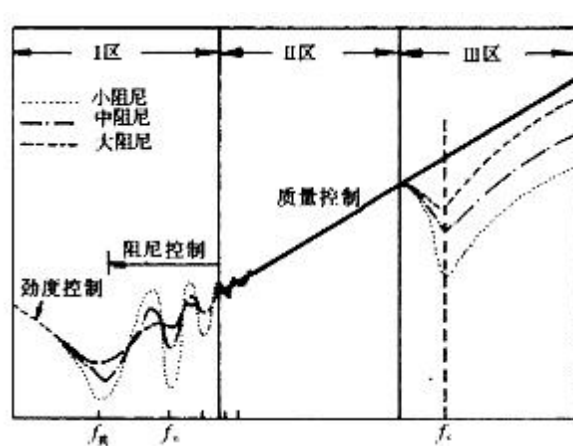


图2 单层匀质墙典型隔声频率特性曲线

从图2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。隔声量虽频率的降低而增大。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。

3.2 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。

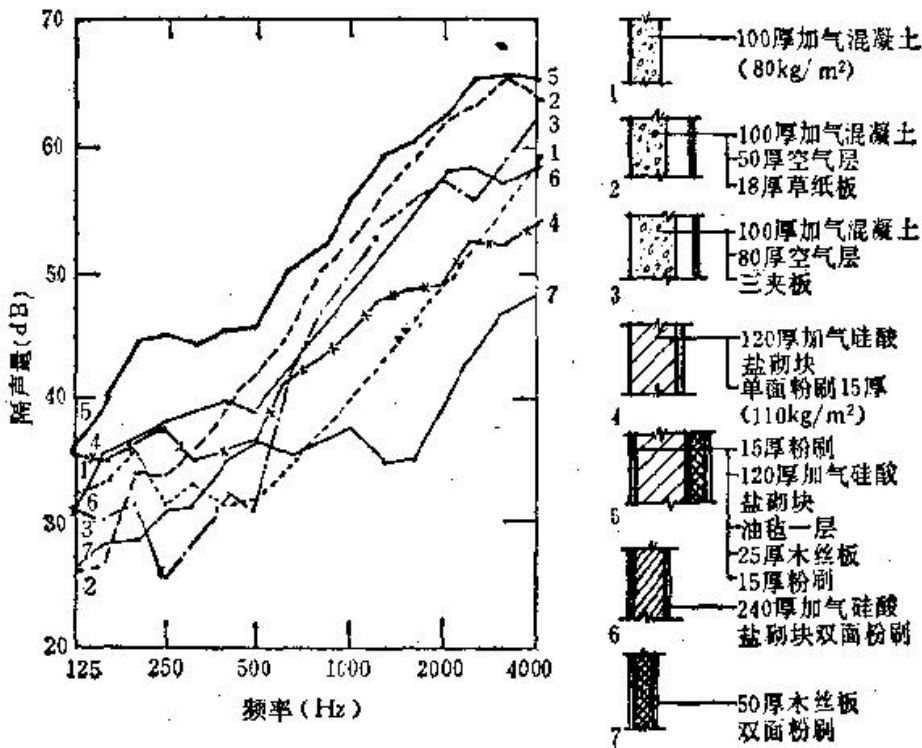


图3 改善多孔材料的隔声特性实例

3.3 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：

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

式中 m -----墙单位面积的质量，或称面密度， kg/m^2

ρ_0 ----- 空气密度， kg/m^3 。

c -----空气中的声速，一般取 344m/s ； c

f -----入射声波的频率， Hz 。 F

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：

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

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4表示了质量定律直线。

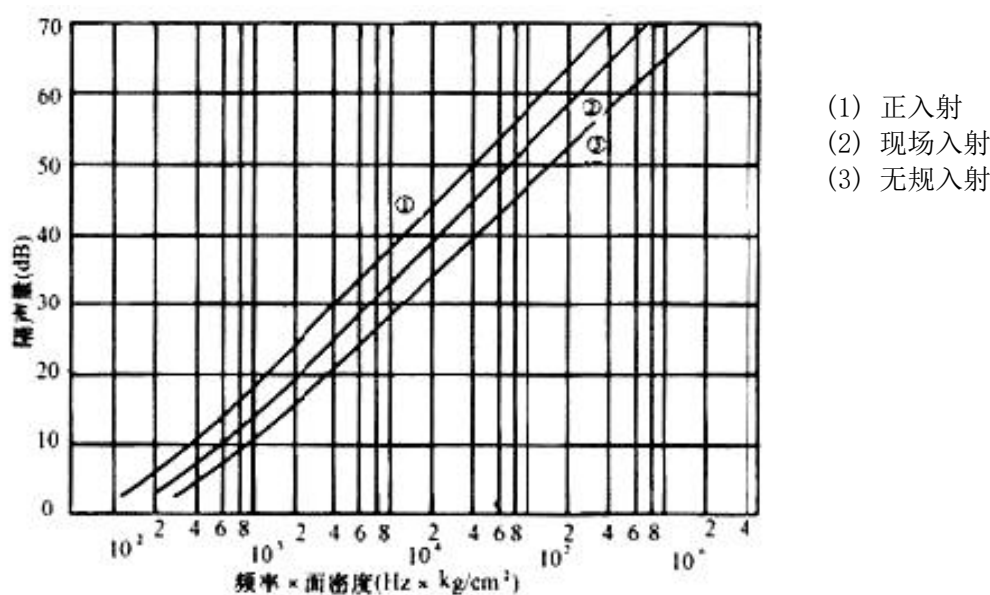


图4 由质量控制的柔性板的隔声量

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。

3.4 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：

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

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

第四章 建筑构件隔声性能分析

4.1 外墙隔声量

表 1 外墙材料表

主要构造材料名称	水泥砂浆	非粘土烧结页岩多孔砖	岩棉保温板	石灰水泥砂浆（混合砂浆）
密度（kg/m ² ）	1800	1300	110	1700

表 2 外墙隔声量表

类型	构造	面密度 kg/m ²	隔声量 dB
1	水泥砂浆 5mm + 水泥砂浆 15mm + 非粘土烧结页岩多孔砖 200mm + 岩棉保温板 50mm + 水泥砂浆 6mm + 石灰水泥砂浆（混合砂浆） 15mm + 石灰水泥砂浆（混合砂浆） 5mm	346.30	49.41
合计			49.41

根据隔声量经验公式计算本项目中外墙构造空气声计权隔声量为 49.41dB，本项目参评建筑为食堂，依据《民用建筑隔声设计规范》GB50118-2010 的 5.2.1 条中，未有针对学校食堂做出有关外墙的空气声隔声单值评价量+频谱修正量（dB）的要求，视为满足要求。

4.2 分户墙隔声量

分户墙类型：15厚水泥砂浆+200厚非粘土烧结页岩多孔砖+15厚水泥砂浆

表 3 分户墙隔声量表

类型	构造	面密度 kg/m ²	隔声量 dB
1	15 厚水泥砂浆+200 厚非粘土烧结页岩多孔砖+15 厚水泥砂浆	314.00	48.43
合计			48.43

由此可得出结论，本项目参评建筑为食堂，依据《民用建筑隔声设计规范》

GB50118-2010的5.2.1条中，未有针对学校食堂做出有关分户墙的空气声隔声单值评价+频谱修正量（dB）的要求，视为满足要求。

4.3 楼板的类型及计权隔声量

本项目参评建筑为食堂，依据《民用建筑隔声设计规范》GB50118-2010的5.2.1条中，未有针对学校食堂做出有关楼板的空气声隔声单值评价+频谱修正量（dB）的要求，视为满足要求。

4.4 外窗隔声量

依据《建筑用玻璃隔声技术条件》T/ZHB 021-2022表B.1一般玻璃构造Rw参考值可知。如下表

表 B.1 一般玻璃构造 R_w 参考值

单位为分贝			
名称	玻璃构造	R	R _w (C; C _w)
单层玻璃	12 mm	32.9	33(-2;-3)
单腔中空玻璃	6 mm+12 A+6 mm	34.1	35(-1;-3)
	8 mm+12 A+8 mm	35.8	36(0;-2)
双腔中空玻璃	6 mm+12 A+6 mm+12 A+6 mm	37.7	37(-1;-3)
真空玻璃	6 mm+0.3 V+6 mm	—	38(-1;-2)
真空复合中空玻璃	6 mm+0.3 V+6 mm+12 Ar+6 mm	—	40(-1;-4)
夹层玻璃	4 mm+0.76 PVB+4 mm	36.1	36(0;-1)
	6 mm+0.76PVB+6 mm	38.4	37(-1;-2)
	6 mm+1.52PVB+6 mm	39.9	37(-1;-4)
	8 mm+1.52PVB+8 mm	41.6	38(0;-2)
夹层复合中空玻璃	5 mm+9Ar+3 mm+0.76PVB+3 mm	38.8	38(-1;-3)
	8 mm+0.76PVB+3 mm+24 A+4 mm+0.76PVB+4 mm	45.0	43(0;-2)
注：V 表示真空；A 表示空气；Ar 表示氩气。R _w (C; C _w)为检测机构出具的检测报告值,仅供参考。			

本项目外窗采用断热铝合金窗+中透光 Low-E 中空玻璃(6mmLow-E+12mm 空气+6 透明)。查上表可知窗户为单腔中空玻璃 6mm+12 A+6 mm，其空气声计权隔声量 Rw+Crr=35-3=32dB，故可视为达标。

4.5 分户门隔声量

《建筑声学设计》书中表3-11给出的一般门窗的隔声量在30~40dB。本项目采用钢质门。

根据声学原理，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45-50dB。

本项目内部大多采用钢质门，通过良好的门缝处理后隔声性能应能达到25dB以上。

4.6 楼板的计权标准化撞击声声压级

本项目参评建筑为食堂，依据《民用建筑隔声设计规范》GB50118-2010的5.2.1条中，未有针对学校食堂做出有关楼板的计权标准化撞击声声压级的要求，视为满足要求。

4.7 结论

建筑类型	外墙隔声量设计值	低限标准值
外墙隔声量	49.41dB	/
分户墙隔声量	48.43dB	/
楼板隔声量	/	/
楼板撞击声隔声量	/	/

项目为公共建筑，根据《民用建筑隔声设计规范》GB 50118-2010 和外窗与外墙组合的有效隔声量计算，则本项目外墙的空气声计权隔声量不小于 45dB，楼板的空气声计权隔声量不小于 45dB，分户墙的空气声计权隔声量不小于 45dB。户门的空气声计权隔声量不小于 25dB；外窗的空气声计权隔声量为 32dB。楼板撞击声压级不高于 75dB。满足《绿色建筑评价标准》GB/T50378-2019（2024 年版）第 5.1.4 条要求，满足表 5.2.7 外围护结构计权标准化声压级差与交通噪声频谱修正量之和 $D_{2m, nT,w} + C_{tr} \geq 30dB$ 。共得 2 分。