



中华人民共和国国家标准

GB/T 19889.3—2005/ISO 140-3:1995

声学 建筑和建筑构件隔声测量 第3部分:建筑构件空气声隔声的实验室测量

Acoustics—Measurement of sound insulation in buildings and of building elements—
Part 3: Laboratory measurements of airborne sound insulation of building elements

(ISO 140-3:1995, IDT)

2005-09-09 发布

2006-04-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

目 次

前言	I
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 测量设备	3
5 测试安排	3
5.1 房间	3
5.2 试件	3
6 测试步骤和计算	5
6.1 声源室声场的产生	5
6.2 平均声压级的测量	6
6.3 测量频率范围	6
6.4 混响时间测量与吸声量的估算	6
6.5 对背景噪声的修正	7
7 精密度	7
8 结果表述	7
9 测试报告	7
附录 A (规范性附录) 测试洞口安装玻璃用的密封膏	9
附录 B (规范性附录) 用来测量门、窗、玻璃和外墙构件的测试洞口的填隙墙(和其他侧向传声构件) 隔声量的测量	10
附录 C (规范性附录) 声源的技术要求和布置	11
C.1 确定扬声器以及扬声器和传声器相互位置的技术要求	11
C.2 选定合适声源位置数目和选择合适声源位置的实验方法	11
附录 D (资料性附录) 侧向传声的测量	14
附录 E (资料性附录) 总损失因数的测量	15
E.1 通则	15
E.2 测量	15
附录 F (资料性附录) 低频段测量导则	16
F.1 通则	16
F.2 最小间距	16
F.3 声场采样	16
F.4 扬声器位置	16
F.5 取平均的时间	16
F.6 混响时间	16
附录 G (资料性附录) 测量结果的表述格式	17
附录 H (规范性附录) 双层轻质板隔墙隔声测量的安装导则	19

前 言

GB/T 19889《声学 建筑和建筑构件隔声测量》分为：

- 第1部分：侧向传声受抑制的实验室测试设施要求；
- 第2部分：数据精密度的确定、验证和应用；
- 第3部分：建筑构件空气声隔声的实验室测量；
- 第4部分：房间之间空气声隔声的现场测量；
- 第5部分：外墙构件和外墙空气声隔声的现场测量；
- 第6部分：楼板撞击声隔声的实验室测量；
- 第7部分：楼板撞击声隔声的现场测量；
- 第8部分：重质标准楼板覆面层撞击声改善量的实验室测量；

……

本部分为 GB/T 19889 的第3部分。

本部分等同采用 ISO 140-3:1995《声学 建筑和建筑构件隔声测量 第3部分：建筑构件空气声隔声的实验室测量》，以及 ISO 140-3:1995/Amd 1:2004《声学 建筑和建筑构件隔声测量 第3部分：建筑构件空气声隔声的实验室测量 补充件1：双层轻质板隔墙隔声测量的安装导则》(英文版)。

本部分与 ISO 140-3:1995 相比，存在如下差异：

- 本部分删除了 ISO 140-3:1995 附录 A 的注，因为本注说明的是某具体产品的品牌和型号；
- 本部分将 ISO 在 2004 年通过的对 ISO 140-3:1995 的补充文件 ISO 140-3:1995/Amd 1:2004《声学 建筑和建筑构件隔声测量 第3部分：建筑构件空气声隔声的实验室测量 补充件1：双层轻质板隔墙隔声测量的安装导则》并入，列为附录 H。

本部分按国家标准的要求对 ISO 140-3:1995 和 ISO 140-3:1995/Amd 1:2004 做了一些编辑性修改。

本部分的附录 A、附录 B、附录 C 和附录 H 为规范性附录，附录 D、附录 E、附录 F 和附录 G 为资料性附录。

本部分由中国科学院提出。

本部分由全国声学标准化技术委员会(SAC/TC 17)归口。

本部分起草单位：同济大学、中国建筑科学研究院、中国科学院声学研究所。

本部分主要起草人：王季卿、谭华、吕亚东。

声学 建筑和建筑构件隔声测量

第3部分:建筑构件空气声隔声的实验室测量

1 范围

本部分规定了一种测量建筑构件空气声隔声的实验室方法。这里的建筑构件主要包括墙、楼板、门、窗、建筑外墙构件和建筑外墙等,但不包括小尺寸构件(它们的测量方法将在 GB/T 19889.10 中规定)。

测量所得到的结果可用来设计具有良好隔声性能的建筑构件,也可以用来进行建筑构件隔声性能的比较,还可以根据建筑构件的隔声性能对其进行分级。

实验室测量所用测试设施的侧向传声已受抑制。如果没有把现场的其他因素(特别是侧向传声和损失因数)对隔声的影响估计在内,那么采用本部分测试方法测量的数据,就不能直接应用于现场。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 GB/T 19889 的本部分的引用而成为本部分的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本部分,然而,鼓励根据本部分达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本部分。

GB/T 19889.1—2005 声学 建筑和建筑构件隔声测量 第1部分:侧向传声受抑制的实验室测试设施要求(ISO 140-1:1997, IDT)

GB/T 19889.2—2005 声学 建筑和建筑构件隔声测量 第2部分:数据精密度的确定、验证和应用(ISO 140-2:1991, IDT)

GB/T 3241—1998 倍频程和分数倍频程滤波器(eqv IEC 61260:1995)

GB/T 3785—1983 声级计的电、声性能及测试方法

GB/T 15173—1994 声校准器(eqv IEC 60942:1988)

GB/T 17181—1997 积分平均声级计(idt IEC 60804:1985)

GB/T 50121—2005 建筑隔声评价标准

ISO 354:1985 声学 混响室吸声测量

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本部分。

3.1

室内平均声压级 average sound pressure level in a room

L

声压平方的空间和时间的平均值与基准声压平方之比,取以10为底的对数乘以10,单位:dB。空间平均是指对整个测试室而言,但不包括声源直接辐射的区域或靠近边界(例如墙面等)的区域,因为它们对结果会有显著影响。

如果使用连续移动的传声器进行测量,*L*由公式(1)确定:

$$L = 10 \lg \frac{\frac{1}{T_m} \int_0^{T_m} p^2(t) dt}{p_0^2} \text{ dB} \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

p ——声压,单位为帕(Pa);

p_0 ——基准声压,取值 $20 \mu\text{Pa}$;

T_m ——积分时间,单位为秒(s)。

如果使用若干个固定位置的传声器进行测量, L 由公式(2)确定:

$$L = 10 \lg \frac{p_1^2 + p_2^2 + \dots + p_n^2}{n \times p_0^2} \text{dB} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

p_1, p_2, \dots, p_n ——室内 n 个不同位置测得声压的方均根值。

在实际工作中,通常测得的是若干个声压级 L_i ,此时 L 由公式(3)确定:

$$L = 10 \lg \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{L_i/10} \right) \text{dB} \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

L_i ——室内 n 个不同测点的声压级,从 L_1 到 L_n 。

3.2

隔声量 sound reduction index

R

入射到受测试件上的声功率 W_1 与透过试件的透射声功率 W_2 之比值,取以 10 为底的对数乘以 10,单位:dB。这个量用 R 来表示:

$$R = 10 \lg \frac{W_1}{W_2} \text{dB} \quad \dots\dots\dots (4)$$

在本部分中,隔声量 R 可由下式求得:

$$R = L_1 - L_2 + 10 \lg \frac{S}{A} \text{dB} \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中:

L_1 ——声源室内平均声压级,单位为分贝(dB);

L_2 ——接收室内平均声压级,单位为分贝(dB);

S ——试件面积,单位为平方米(m^2),等于测试洞口的面积;

A ——接收室内吸声量,单位为平方米(m^2)。

注 1: 由公式(4)导出公式(5)时,假设声场是完全扩散的,并且从声源发出的声音仅仅透过试件传递至接收室。

注 2: 也采用传声损失(TL)这一术语,它与隔声量相当。GB/T 3947—1996 中 12.26,隔声量和传声损失两者通用。

3.3

表观隔声量 apparent sound reduction index

R'

声源室入射到间壁试件上的声功率 W_1 与透射到接收室的总声功率之比,取以 10 为底的对数乘以 10,单位:dB。如果除了经由间壁试件透射到接收室的声功率 W_2 之外,经由侧向或其他部件透射到接收室的声功率 W_3 也比较明显,则表观隔声量 R' 为:

$$R' = 10 \lg \frac{W_1}{W_2 + W_3} \text{dB} \quad \dots\dots\dots (6)$$

一般来说,透射到接收室的声功率由多个部分之和构成。在这种情况下,假设两个房间都是扩散声场,那么本部分的表观隔声量可由公式(7)估算:

$$R' = L_1 - L_r + 10 \lg \frac{S}{A} \text{dB} \quad \dots\dots\dots (7)$$

因此,如果不管实际传声情况如何,在表观隔声量中,透射到接收室的声功率只与公式(4)中入射到试件上的声功率相关。

4 测量设备

测量设备应该满足第6章的要求。

声压级测量设备的准确度应满足 GB/T 3785—1983 和 GB/T 17181—1997 中规定的 0 型或 1 型准确度要求。除非声源室和接收室都采用了对扩散声场有相同频响的传声器,否则测量设备就需要作扩散声场修正。

为了获得声压级的准确值,在设备使用前,包括传声器在内的整个测量系统应采用符合 GB/T 15173—1994 规定的 1 级精度要求的声校准器进行校准。

1/3 倍频程滤波器应满足 GB/T 3241—1998 规定的要求。

混响时间测量设备应满足 ISO 354:1985 规定的要求。

关于声源的要求在 6.1 和附录 C 中有详细的规定。

5 测试安排

5.1 房间

实验室测试设施应符合 GB/T 19889.1—2005 的要求。

5.2 试件

试件的传声会与测试房间内测试工作进行时和/或试件养护时的温度和相对湿度有关,这些条件都要在报告中说明。

5.2.1 间壁

按照 GB/T 19889.1—2005 的规定,间壁试件的尺寸由实验室测试设施中测试洞口的尺寸决定。对于墙,这个尺寸约为 10 m^2 ,对于楼板则在 10 m^2 和 20 m^2 之间,并且墙和地板的短边不小于 2.3 m 。

如果自由弯曲波的最低频率波长小于试件最短边的一半,则间壁试件尺度可小一些。但试件越小,测试结果对于边界固定条件和声场中局部变化就越敏感。

测试间壁要尽可能模拟实际条件下在边界和节点处的正常连接方式和封装方式的情况。封装情况应在报告中说明。

双层轻质板隔墙的安装导则见附录 H。

实体墙和楼板的隔声量受间壁与周围结构耦合的影响很大。为了确切地表述安装的效果,建议测量和报告这些情况下的损失因数(参见附录 E)。

如果试件是安装在声源室与接收室之间的洞口内,则两边洞口深度的比值宜为 $2:1$,除非与所用试件实际尺寸有矛盾。

如试件有一面的吸声明显高于另一面,则吸声高的一面应面向声源室。在此情况下,声源室要安装扩散体。

对于符合 GB/T 19889.1—2005 的实验室,要确保通过其他非直接传播途径的声音与透过试件传递的声音相比,可忽略不计。为了验证这一点,要测量实验室设施的 R'_{\max} 值。为此,测试洞口内要安装隔声非常高的构造来进行验证。测定 R'_{\max} 的步骤见 GB/T 19889.1—2005 的附录 A。

如果某试件测量值 R' 小于或等于 $(R'_{\max} - 15)\text{ dB}$,则通过间接途径传递的声音可忽略不计,所得结果即为 R 。

如果 R' 大于 $(R'_{\max} - 15)\text{ dB}$,则该特定情况下的侧向传声作用就要考虑,具体方法在附录 D 有说明。如有必要,可尝试对测试设施的侧向传声途径采取一些改进抑制的措施。

如果最终的 R' 大于 $(R'_{\max} - 15)$ dB, 则在测试报告中应给出相应说明[见第 9 章 j)]。除门、窗、玻璃和外墙构件外, 不必作计算上的修正, 见附录 B。

如果试件小于测试洞口, 那么有必要先进行一次初步测试, 以证实从周围部分传递的声功率小于透过试件传递的声功率。这可通过附录 D 中的方法来检验。

5.2.2 门、窗、玻璃和外墙构件

5.2.2.1 通则

这类试件的隔声测试方法和间壁试件相同(见 5.2.1)。如果试件小于测试洞口, 则需要在测试洞口里建一个隔声性能足够高的特殊填隙隔墙, 将试件放置于该填隙墙内。从这个填隙墙和其他部位间接传递的声功率与从试件传递的声功率相比可忽略不计。如果不能满足这个条件, 那么测试结果就要进行修正(见附录 B)。

如果试件要求方便地开关, 则试件安装应像平时使用时一样地自由开关, 并在紧接隔声测试之前, 至少开关五次。

门嵌入试件洞口时, 其下槛要尽可能接近测试室地板面, 以再现实际使用情况。

对于玻璃、窗、门等建筑构件, 面积 S 是指填隙墙上安装试件的洞口的面积。

对于某些玻璃系统或构件, 特别是那些装有层压玻璃的试件, 它们的隔声性能受测量时温度影响很大。因此进行这类试件隔声测量时, 两个房间内的温度建议控制在 $20^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ 。测试前, 要将试件在此温度下放置 24 小时。另外, 如果能够按照试件设计时所考虑的温度进行测量则更好。

注 1: 由于窗、门和外墙小型构件的隔声与尺寸大小有关, 因此如果建筑中构件的尺寸与实验室测量的试件尺寸不同, 则实际得到的隔声量便会有相当差异。如试件(特别是窗)的面积与之相差达到两倍时, 其单值隔声量一般相差不超过 3 dB。一般来说, 实际面积比试件面积更大时, 其隔声量会更低一些。如果要想得到精确可靠的结果, 只有通过相同尺寸试件的测量来获得。

注 2: 同样面积的试件, 方形的会比矩形的隔声量低些。

5.2.2.2 窗的安装

窗扇组合单元的安装要尽可能接近实际应用时的情况。窗安装到测试洞口时, 窗两边壁龛深度不宜相同, 除非窗的特殊设计与此有矛盾。壁龛两边深度比值最好是 2:1。可预期如深度比值不同, 所得隔声结果也会不同。

窗与测试洞口之间的缝隙(窗边缘和测试洞口之间大约有 10 mm~13 mm 缝隙)应该用吸声材料(例如岩棉)填充, 并用弹性密封胶在两边进行密封, 或按制造厂说明书作相应的密封处理。

5.2.2.3 玻璃的安装

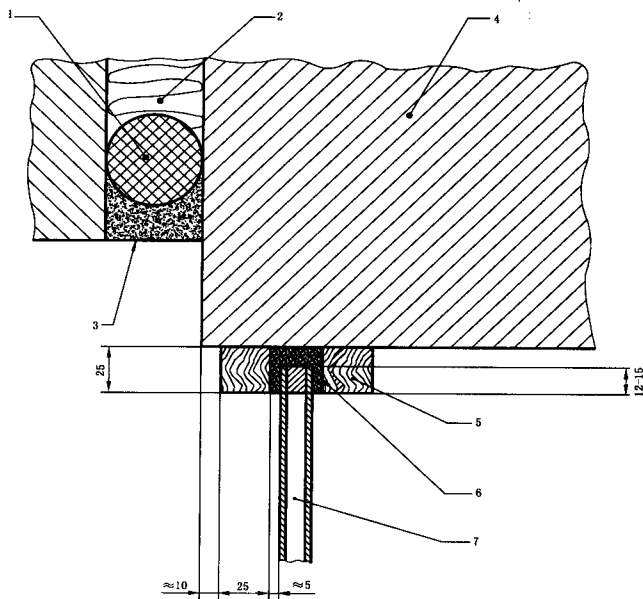
玻璃安装在测试洞口中时, 要保持两边壁龛深度比为 2:1。在玻璃片和测试洞口处应留出 10 mm 缝隙。这个缝隙应按照附录 A 中的规定用密封膏填嵌。

为了固定试件, 应采用两块木制压条(25 mm×25 mm)(见图 1)。玻璃和固定压条之间应该用大约 5 mm 厚的密封膏填嵌, 参见附录 A。木压条应盖过玻璃不小于 12 mm, 不大于 15 mm¹⁾。

注: 某种玻璃的隔声并不代表采用这种玻璃的窗的隔声。因此要想得到采用该种玻璃的整扇窗的隔声, 应对整个窗进行隔声测量, 而不是仅仅测量这种玻璃的隔声。

1) 这种将玻璃安装在测试洞口内并加以填嵌的方法, 虽不是实际工程中的安装式样, 但它是一种切实可行、快速、密封和可重复的方法。

单位: mm



- 1——可压缩的密封材料;
 2——矿物棉;
 3——声反射性弹性材料;
 4——墙体;
 5——木压条;
 6——密封膏;
 7——玻璃试件。

注: 此例所示为双层玻璃试件直接安装在双层填隙墙的(较小)洞口内(详见 GB/T 19889.1—2005 附录 C)。

图 1 玻璃试件的安装

6 测试步骤和计算

6.1 声源室声场的产生

声源室所产生的声音应是稳态的,并且在所考虑频率范围内具有连续频谱。如采用滤波器,其带宽至少需要 1/3 倍频程。如果采用宽带噪声,其频谱形状应确保接收室在高频段也有合适的信噪比(建议采用白噪声)。不论何种情况,声源室声频谱在相邻 1/3 倍频带之间的声压级差值不应大于 6 dB。

接收室在所有频带上的声压级,都应高出背景噪声 15 dB 以上,因此要求所发声音的声功率足够高。如果不能满足此条件,则要按照 6.5 的方法进行修正。

如果声源箱里有多个扬声器同时工作,各扬声器要按同相位驱动。

采用其他办法使这些扬声器达到附录 C.1.3 规定的均匀无指向性辐射效果。如果允许同时使用多个声源,就要保证这些声源是由相同类型的,按同样电平驱动的,并发出不相干的信号。连续移动的声源也可以使用。当采用单个声源时,它至少要有两个位置。这些扬声器位置可在同一个房间内,或者

互换声源室和接收室在相反方向上作重复测量,这时每个室内要有一个或多个声源位置进行测量。如果试件某一面的吸声明显大于另一面时,测量只能在一个方向上进行(见 5.2.1)。

把扬声器放置在尽可能提供扩散声场的位置,并要求与试件有一定的距离,使直达声不太显著。室内声场受声源类型和位置的影响很大。扬声器和布点位置的技术要求应按附录 C 的要求执行。采用移动扬声器的使用说明见 C.2.5。

6.2 平均声压级的测量

6.2.1 通则

平均声压级可以通过下列多种方法得到:采用单个传声器在不同位置测量;或采用固定排列的一组传声器;或连续移动单个传声器;或用转动的传声器。对于所有声源位置,在不同测点测得的声压级应按能量算法进行平均[见公式(1)至(3)]。

6.2.2 传声器的位置

每个房间至少要放五个传声器位置,其分布取决于房间可用空间的大小。这些传声器位置应均匀分布在每个房间的最大容许测量空间内(见附录 C 有关传声器位置的导则)。

下面给出传声器位置的最小间隔距离,且应尽量大于下列距离:

- 传声器之间 0.7 m;
- 传声器与房间边界或扩散体之间 0.7 m;
- 任一传声器与声源之间 1.0 m;
- 任一传声器与试件之间 1.0 m。

如果采用单个移动的传声器,扫测半径应至少 1 m。为了能够覆盖大部分可允许测量的室内空间,扫测经历的平面应作倾斜,与房间任一界面的倾角应大于 10°。扫测周期不少于 15 s。

6.2.3 取平均的时间

在每个传声器测点上,中心频率低于 400 Hz 的频带,取平均的时间至少为 6 s。对于中心频率更高一些的频带,取平均的时间可略短一些,但不可小于 4 s。如果采用一个移动传声器,取平均的时间应该是所有扫测点的总和,但不应少于 30 s。

6.3 测量频率范围

声压级采用 1/3 倍频程滤波器测量时,应至少包括下列 18 个中心频率,单位为 Hz:

100	125	160	200	250	315
400	500	630	800	1 000	1 250
1 600	2 000	2 500	3 150	4 000	5 000

如要求提供低频范围的额外资料,可增加下列中心频率:50 Hz、63 Hz、80 Hz。

附录 F 列有低频带进行这些附加测量的指南。

6.4 混响时间测量与吸声量的估算

公式(5)中修正项所含的吸声量,是根据 ISO 354 测得的混响时间,由赛宾公式(8)确定:

$$A = \frac{0.16 V}{T} \dots\dots\dots (8)$$

式中:

- A——吸声量,单位为平方米(m²);
- V——接收室容积,单位为立方米(m³);
- T——接收室混响时间,单位为秒(s)。

按照 ISO 354:1985,由衰变曲线计算混响时间的起始值,应从声源断开后大约 0.1 s 开始,或者从衰变开始段声压级下降几个分贝算起,所用衰变段范围不应小于 20 dB,但也不宜太大,否则观测段的衰变不能接近直线。衰变段的下端应高出背景噪声 10 dB 以上。

每个频带的衰变测量要求至少进行六次。对每种情况,至少要用一个扬声器位置和三个传声器位

置分别作两次读数。

如采用符合 6.2.2 的移动传声器,其行程时间不得少于 30 s。

6.5 对背景噪声的修正

对背景噪声进行测量,以确保接收室的测试结果未受外来入侵声音的影响,例如来自测试室之外的噪声,接收系统的电噪声,或声源与接收系统之间的电串声。为了校验电串声的影响,可以采用传声器哑头来代替原始传声器,或者用等效电阻抗来代替传声器。背景噪声级应比信号和背景噪声叠加后的总声压级至少低 6 dB,最好低 15 dB 以上。

如果差值在 6 dB~15 dB 之间,对声级的修正可以由公式(9)求出:

$$L = 10 \lg(10^{L_{ab}/10} - 10^{L_b/10}) \quad \dots\dots\dots (9)$$

式中:

L ——修正后的信号声压级,单位为分贝(dB);

L_{ab} ——信号和背景噪声叠加的总声压级,单位为分贝(dB);

L_b ——背景噪声声压级,单位为分贝(dB)。

如果任一频带内的声压级差值小于或等于 6 dB,则采用差值为 6 dB 时的修正值 1.3 dB 进行修正。在这种情况下,测量报告中所给出的 R ,要清楚地指出该 R 值是测量的极限[见第 9 章 e)]。

7 精密度

测量工作要求有足够的重复性。应按照 GB/T 19889.2—2005 中给出方法确定重复率,并且要经常加以检验,特别在测试步骤或设备有变动的情况下。

注:重复率的数值要求见 GB/T 19889.2—2005。

8 结果表述

为了说明试件的空气声隔声性能,应将所有频率的隔声量(保留一位小数)以表格和曲线形式给出。测试报告图中的纵坐标是隔声量,单位 dB;横坐标是按对数坐标的频率,单位 Hz,并采用下面的尺度:

——5 mm 表示一个 1/3 倍频程;

——20 mm 表示 10 dB。

建议采用附录 G 的格式。作为一份简明测试报告,要求列出测试对象、测试步骤和测试结果等所有重要信息。

如果隔声量评估也需要倍频程的资料,则可按公式(10)由一个倍频程内三个 1/3 倍频程的数值计算得到:

$$R_{oct} = -10 \lg \left(\sum_{n=1}^3 \frac{10^{-R_{1/3oct,n}/10}}{3} \right) \text{dB} \quad \dots\dots\dots (10)$$

如果测试程序在相同或相反测量方向重复进行,则可取每一频带的所有测量结果的算术平均。

9 测试报告

测试报告应包括下列内容:

- 以 GB/T 19889 本部分内容为依据;
- 测试实验室的名称和地址;
- 制造商名称和产品型号;
- 委托测试单位或个人的名称和地址;
- 测试日期;
- 试件剖面图和安装状况的描述,包括试件尺寸、厚度、单位面积质量、各组成部件的养护时间和条件;报告中还要列出负责试件的安装者(工厂或测试单位);

- g) 测试洞口的详细描述;
- h) 两个混响室的容积;
- i) 测试室的空气温度和相对湿度;
- j) 试件隔声量与频率的关系;
- k) 测量步骤和设备细节的简单描述;
- l) 说明在一定测量极限条件下所得结果。如果由于背景噪声(声或电的,见 6.5)影响而测不出任一频带上的声压级,或者隔声量的测量受侧向传声影响时,测量结果极限可按 $R' \geq \dots \text{dB}$ 的形式给出。对于后者,应该给出合适的 R'_{max} ;
- m) 用表格和(或)曲线的形式列出所有测量频率的总损失因数 η_{total} (如进行测量则要参照附录 E)。

对曲线 $R(f)$ 进行单值评价(参见 GB/T 50121—2005),并应清楚地说明它是基于实验室法测量获得的结果。

附录 A

(规范性附录)

测试洞口安装玻璃用的密封膏

用来固定试件的密封膏规格应符合本部分的下列测量条件。

按照 5.2.2.3 要求,用这种密封膏将厚度为 $10\text{ mm} \pm 0.3\text{ mm}$ 、尺寸为 $1\,230\text{ mm} \times 1\,480\text{ mm}$ 的钠钙硅酸玻璃(浮法生产,密度为 $2\,500\text{ kg/m}^3$,弹性模量 $E=7 \times 10^4\text{ MPa}$)安装在测试洞口内。测定从 $1\,600\text{ Hz} \sim 3\,150\text{ Hz}$ 范围内的 $1/3$ 倍频程空气声隔声量。第一次测量应在安装固定后 1 h 之内进行。

测量结果应满足如下要求(要求达到 $\pm 2.0\text{ dB}$ 之内):

1 600 Hz: $R=31.3\text{ dB}$

2 000 Hz: $R=35.6\text{ dB}$

2 500 Hz: $R=39.2\text{ dB}$

3 150 Hz: $R=42.9\text{ dB}$

为了使测量结果不受密封膏硬化现象的影响,第二次测量应在 24 h 后进行。系统偏差 $\bar{\Delta R}$ (四个 ΔR 值的平均)不得超过 0.5 dB 。测试洞口应符合 GB/T 19889.1—2005 附录 C 的规定。

附录 B

(规范性附录)

用来测量门、窗、玻璃和外墙构件的测试洞口的
填充墙(和其他侧向传声构件)隔声量的测量

用来测量门、窗、玻璃和外墙构件的测试洞口的填充墙,包括所有侧向传声在内的表观隔声量(用填充墙上测试洞口的净面积进行计算),在所有频带应至少比试件的隔声量高出 6 dB。用一个使透过试件的传声大为降低的构造,来测量表观隔声量 R'_T ,可以验证这一点。

为测量 R'_T ,建议采用如下方法来降低试件传声。

将一个单位面积质量为 25 kg/m^2 的柔性附加层(例如贴有 2 mm 钢板的石膏板)安装到试件的测试洞口处,与填充墙表面平齐,并用吸声材料填满该附加层与试件间的空隙。

注:如果此法不能用(例如由于试件与附加层之间有共振),则参见 GB/T 19889.1—2005 附录 B 中的另外一个方法来检验 R'_T 。

窗或玻璃的测量结果 R'_s 值,应与该构造实测的按填充墙上测试洞口净面积计算的表观隔声量 R'_T 进行比较。如果差值大于或等于 6 dB 但小于 15 dB 时,则 R'_s 的测量值应该对侧向传声影响进行修正。 R_s 可由下式得出:

$$R_s = -10 \lg(10^{-R'_s/10} - 10^{-R'_T/10}) \quad \dots\dots\dots (\text{B.1})$$

式中:

R_s ——修正后的试件隔声量,单位为分贝(dB);

R'_s ——试件装在测试洞口时测得的隔声量,单位为分贝(dB);

R'_T ——特殊构造装在测试洞口时测得的隔声量,单位为分贝(dB)。

如果 R'_s 和 R'_T 之间的差值在任一频带小于 6 dB,则应采用相应 6 dB 差值的修正量 1.3 dB 进行修正。在此情况下, R'_T 应列在测试报告中,这样可清楚地表明 R_s 值是最小值。

附 录 C

(规范性附录)

声源的技术要求和布置

C.1 确定扬声器以及扬声器和传声器相互位置的技术要求

C.1.1 通则

制订本要求的目的是为使入射到试件和由传声器采样的声场尽可能是扩散的。扬声器的位置和指向性应使传声器可在声源直达声场之外,并确保声源直接辐射的声音在试件表面上不占优势。

对声源辐射特性的要求取决于声源室尺寸。为了得到均匀无指向性辐射,声源到试件和任一传声器的距离不应小于:

$$d_{\min} = 0.1(V/\pi T)^{1/2} \quad \dots\dots\dots (C.1)$$

式中:

d_{\min} ——离声源的距离,单位为米(m);

V ——房间的容积,单位为立方米(m^3);

T ——混响时间,单位为秒(s)。

特别建议取 d_{\min} 的两倍值,如果所采用的声源符合 C.1.3 条均匀无指向性单声源要求的,则必须满足 6.2.2 条给出的间隔距离要求。对其他类型声源,声源位置的技术要求则要执行 C.1.2 所列内容。

C.1.2 扬声器和传声器所处相互位置的技术要求

传声器位置应确保在声源的直达声场之外。此可由试验来验证,即记录下传声器沿着从声源表面到被选传声器位置之间直线上移动时声压级变化来检验。对所有中心频率超过 630 Hz 的 1/3 倍频程,都进行这种测试。每个固定传声器位置,应布置在声压级明显随离声源距离增加而下降的区域之外。

对于一个移动传声器,在靠近声源处时,测得的声压级不得明显上升。

C.1.3 扬声器辐射指向性的测试步骤

在室内自由空间中的所有声源位置上,扬声器应采用安装在闭箱内的扬声器单元。同一箱内所有扬声器要求同相位辐射。

装在多面体(最好是 12 面体)表面上的扬声器,可产生近似均匀的无指向性辐射。

为了测试一个声源的指向性,测量声源在自由场中约 1.5 m 处的声压级。声源用噪声信号驱动,按 1/3 倍频程进行测量。测量 $360^\circ(L_{360})$ 的能量平均值,与所有 $30^\circ(L_{30,i})$ 滑动平均值之间的差值。

指向性指数 DI_i 为

$$DI_i = L_{360} - L_{30,i} \quad \dots\dots\dots (C.2)$$

如在 100 Hz~630 Hz 的频带内, DI 值在 ± 2 dB 限值范围内就可假定它为无指向性。在 630 Hz~1 000 Hz 频段内,此限值在 ± 2 dB~ ± 8 dB。在 1 000 Hz~5 000 Hz,此限值范围为 ± 8 dB。

在不同的平面上进行测试,以保证将“最差”的条件也包括在内。对于多面体声源,在一个平面上进行测试已足够。

C.2 选定合适声源位置数目和选择合适声源位置的实验方法

C.2.1 通则

应按照房间的特定模式激发进行检验,使得声源位置能够保证隔声测量结果尽可能接近房间内大量平均分布位置测量结果的平均值。

为了选定试探性的声源位置,提出了一些简单的要求,阐述了判定合适声源位置数目和最优位置的步骤,其中包括技术鉴定的测试。介绍一种推荐采用的试件。也给出采用连续移动扬声器的使用导则。

当实际工作使用所选中的扬声器位置作隔声测量时,采用的扬声器型号和指向性能都应该和鉴定

测试时所用的相同。这对所有实验室的特征,包括传声器位置或传声器移动路径、扩散体、吸声面、甚至试件的位置(特别是装在一个有测试洞口的填隙墙上)都是适用的。

C.2.2 选定程序中对扬声器位置的要求

两个不同扬声器位置之间的距离不应小于 0.7 m。至少有两个位置的间距不能小于 1.4 m。

房间界面(不计室内界面上小的不规则体)距离声源中心不小于 0.7 m。对于靠近界面的声源位置,尤其在角落上的声源位置,参见 C.2.3 条。

相对于声源室(在平行界面条件下)的中轴线或中心平面,扬声器不应作对称布置。不同的扬声器位置不应布置在平行于房间界面的同一平面上。这些平面之间最小距离应是 0.1 m。

如果没有采用无指向性声源,那么扬声器的朝向要记录下来。建议在所有位置上它的朝向点相同,以保证所选位置可完全再现,因为转动一下扬声器会显著地改变声中心的位置。

C.2.3 选定最优位置和技术鉴定试验的准则

扬声器位置的数目和一系列最优测量位置可由下列步骤获得。

测量 m 个扬声器位置上的声压级差值, m 应满足下式:

$$m \geq 152/V^{2/3} \quad \dots\dots\dots (C.3)$$

式中:

V ——声源室容积,单位为立方米(m^3)。

按 C.2.2 选择布点位置。如果任何两个测量位置间的最小距离有必要小于 0.8 m,则测量位置要尽可能均匀地使两位置间的最小距离大一些,并满足 C.2.2 条所列其他要求。

对每个扬声器位置来说,都要测量其声源室和接收室声压级差 $D_{j,i}$ 在 100 Hz~315 Hz 之间的每个 1/3 倍频程,要计算这些差值的如下标准偏差 s_i :

$$s_i = \left[\frac{1}{m-1} \sum_{j=1}^m (D_{j,i} - \mu_i)^2 \right]^{1/2} \quad \dots\dots\dots (C.4)$$

式中:

$D_{j,i}$ ——第 j 个扬声器位置上第 i 个 1/3 倍频程的声压级差;

μ_i ——第 i 个 1/3 倍频程声压级差的算术平均值;

m ——被检扬声器位置数目。

实际工作中采用的扬声器位置数目 N 由下列条件决定:

$$N \geq 2 \quad \dots\dots\dots (C.5)$$

$$N \geq (s_i/\sigma_i)^2 \quad \dots\dots\dots (C.6)$$

$$N \geq \left(\sum_i s_i/4.8 \right)^2 \quad \dots\dots\dots (C.7)$$

式中:

s_i ——各声压级差值的标准偏差,见公式(C.4);

σ_i —— N 个扬声器位置下平均值的规定最大标准偏差(见表 C.1)。

公式(C.4)的要求应在表 C.1 所列的全部 1/3 倍频带都符合。

表 C.1 N 个扬声器位置上实测声压级差的平均值的规定最大标准偏差

f/Hz	σ_i/dB
100	1.4
125	1.2
160	1.0
200	0.8
250	0.8
315	0.8

如果 $2N$ 超过在试所用扬声器位置的数目 m , 那么此 m 数将增至 $2N$ 。选择这些附加的测点, 使公式 (C.5) 到公式 (C.7) 中提出的要求, 对 $2N$ 的位置都能满足。

对于每个扬声器位置 j 的六个 $1/3$ 倍频带声压级差与平均值偏差的平方之和 S_j , 将由公式 (C.8) 求出:

$$s_j = \sum_{i=1}^6 (D_{j,i} - \mu_i)^2 \quad \dots\dots\dots (C.8)$$

从所有在试的扬声器位置中, 选出 S_j 均为最小值时的 q 个位置。

对不满足 C.2.2 条件的附加扬声器位置也要进行考察。例如角落位置在实际工作中常被采用。如果附加位置的 S_j 没有超过被选 q 个位置的 S_j 最大值, 则该位置在实际工作就可采用。

最后, 按照下列步骤选择 q 个位置, $q \geq 2$ 。

对于每一种 q 个点的组合, 计算六个 $1/3$ 倍频带声压级差与平均值的偏差平方总和 S_{qk} 。选定 S_{qk} 取最小值时的 q 个位置。

选定位置中两个或更多个位置之间至少要间隔 1.4 m。

对许多类型扬声器来说, 靠近界面的位置都是很敏感的, 因为靠近界面的微小移动都会导致测量结果很大偏差。如果选了这些位置, 则要求这些位置上的测量结果可以非常精确地重复。

C.2.4 试件

采用符合如下要求的试件进行测试: 隔声量不超过表 C.2 所列值, 其尺寸符合 GB/T 19889.1—2005 附录 C 中对玻璃的规定。

注: 测试结果表明, 隔声量相对较低的小试件一般都对声源位置的变动特别敏感。

表 C.2 试件的最大隔声量

f/Hz	R/dB
100	27
125	28
160	29
200	30
250	31
315	32

建议采用的试件是由一块夹芯钢板(钢片/树脂/钢片)制成的单片薄板, 用螺钉和弹性塑料密封胶与槽钢龙骨固定。

注 1: 建议采用的试件在频率 5 000 Hz 以下整个范围内, 隔声不受共振的影响。因此, 也适用于第 7 章推荐的常规重复率测试。

注 2: 如果实验室通常不测试这类型试件, 那么就采用常用的具有代表性的试件。

C.2.5 连续移动扬声器的使用

当两个房间的声压级测量同时进行, 允许采用一个沿着某条路径自动移动的扬声器。路径长度不应少于 1.6 m。扬声器要求无指向性的。另外, 在路径上所有离那些传声器最近的位置都要按照 C.1.2 中给出的技术鉴定步骤进行验证。

试件隔声量的测量应该按照 C.2.4 中规定的步骤按若干路径来进行, 其中包括四条对角线, 它们穿过满足 C.2.2 的那部分房间空间。实际测量时应该采用 S_j 取最小值[见公式 (C.8)] 的路径。

附 录 D

(资料性附录)

侧向传声的测量

传递到接收室内的声功率可假定由以下部分所组成：

W_{Di} ——直接入射到间壁并由间壁直接辐射的声功率；

W_{Df} ——直接入射到间壁但由侧向构件辐射的声功率；

W_{Fi} ——入射到侧向构件但由间壁直接辐射的声功率；

W_{Ff} ——入射到侧向构件并由侧向构件辐射的声功率；

W_{leak} ——以空气声方式通过缝隙、通风管道等传声的声功率。

如果要测量侧向传声，可用下列两种方法之一。

- a) 在试件两侧覆盖附加柔性层，例如用装在独立框架上的 13 mm 厚石膏板覆盖，柔性层离试件的距离要使该层与空腔所组成系统的共振频率，大大低于所考察的频率范围。空腔内应填吸声材料。这样，可抑制 W_{Di} 、 W_{Df} 、 W_{Fi} ，测得的表现隔声量即可由 W_{Ff} 确定 (W_{leak} 的影响在实验室条件下假设已可忽略不计)。用附加的柔性层覆盖特定的侧向表面，使得确定主要的侧向传声途径成为可能。
- b) 在接收室测量试件或侧向表面的平均表面速度级。试件的平均表面振动速度级 L_v 由公式 (D.1) 给出：

$$L_v = 10 \lg \left(\frac{v_1^2 + v_2^2 + \dots + v_n^2}{n v_0^2} \right) \text{dB} \quad \dots\dots\dots (\text{D.1})$$

式中：

v_1, v_2, \dots, v_n ——被测物体表面几个不同位置上的法向表面振动速度的方均根值；

v_0 ——基准振动速度，取值 10^{-9} m/s 。

注：在建筑声学中，基准速度值也常采用 $5 \times 10^{-8} \text{ m/s}$ 。因此，公式 (D.1) 中的基准速度应随时标明。

振动传感器要很好地与被测物体表面接触，其质量阻抗宜远小于表面点阻抗。

如果试件或侧向构件的临界频率低于研究中的频率范围，由具有面积 S_k 的相关构件 k 辐射到接收室的声功率 W_k 可由公式 (D.2) 求得：

$$W_k = \rho c S_k \overline{v_k^2} \sigma_k \quad \dots\dots\dots (\text{D.2})$$

式中：

$\overline{v_k^2}$ ——法向表面速度的方均值的空间平均；

σ_k ——辐射效率，临界频率以上该值约为 1；

ρc ——空气特性阻抗。

如果，例如由此法确定了侧向构造辐射声能，则可用公式 (D.3) 来计算表观隔声量 (单位 dB) 如下：

$$R'_{\text{Df-Fi}} = 10 \lg \left(\frac{W_i}{W_{\text{Df}} + W_{\text{Fi}}} \right) \text{dB} \quad \dots\dots\dots (\text{D.3})$$

注：侧向传声可用声强法直接测到，只要用此法获得可靠结果所需的不同特殊条件可以满足。除非此法已注明标准出处，否则有关情况宜在测试报告中说明之。

附录 E

(资料性附录)

总损失因数的测量

E.1 通则

要考虑同其他系统通过弱耦合进行能量交换的物理系统。

E 是在稳态下某一个频带($f \pm \Delta f$)的振动能量。在同一频带与频率 f 相应的周期内把能量 ΔE 注入到系统中,以保持能量 E 不变。总损失因数由公式(E.1)给出:

$$\eta_{\text{total}} = \frac{\Delta E}{2\pi E} \quad \text{.....(E.1)}$$

例如,此系统可能是一面墙或者一组表面密度近似的强耦合墙体。

另外的系统可能是一定容积的空气、不同质量的另外一面墙或间壁,它们通过弹性连接与系统耦合。总损失因数包括内部损耗、边缘损失和辐射损失。

E.2 测量

当系统由一个脉冲信号驱动时, η_{total} 和混响时间 T_R 之间的关系可由公式(E.2)得到:

$$\eta_{\text{total}} = \frac{2.2}{f T_R} \quad \text{.....(E.2)}$$

混响时间是通过测量系统中不同点的速度或加速度估算得出。建议由最大声压级以下 5 dB~20 dB 的衰变曲线上得出混响时间。对一个典型的墙体构造(10 m²~20 m²),取 12 个衰变曲线的平均,即由典型的两个测点上用三个激发点和两个衰变值得出。

通过振动器或头上有橡胶垫的锤产生激发。锤的质量大致等于 100 cm² 激发墙的质量。

由于混响时间通常约仅有 20 ms,不能采用常规测量空气声混响时间的数据处理方法。为了避免滤波器和方均根检波器对衰变曲线的影响,可采用下列方法。

用一个录音机或瞬时存储器记录下衰变曲线,然后以一个合适的慢速反向重放。用滤波器以时间反向技术进行测量。当进行正向分析时,滤波器带宽 B 乘上实测混响时间大于 16 s,反向分析时则大于 4 s。方均根检波器宜具有短的时间常数。时间常数为 τ 的方均根检波器的等效混响时间 T_R 为: $T_R = 13.8 \tau$ 。在正向分析时建议 T_R 少于测量混响时间的一半;当反向分析时, T_R 则可高达实测混响时间的四倍。

附录 F
(资料性附录)
低频段测量导则

F.1 通则

在低频段(一般低于 400 Hz,特别指低于 100 Hz),不能期望达到扩散场条件,特别是所考虑的测试室容积仅 $50\text{ m}^3 \sim 100\text{ m}^3$ 。一般要求房间的尺寸至少达到一个波长,但在低频这很难满足。这是由于在该频段中只有少数几个房间模式,于是在整个室内空间中出現驻波结构。

房间模式的激发很大程度上取决于声源位置。隔声量又极依赖于被激发的房间模式。即使在低频重复性并不差,但与其他房间的测量结果相比,其重复性和可比性则可能很差;测试结果转而取决于测试设施。

为减少测量结果的离散性,对室内声场的激发和采样有必要采取附加措施,对房间提出特殊的要求。

体积小、尺寸不适宜的房间是无法进行低频测量的。要求房间至少有一个尺寸达到最低频带中心频率的一个波长,另一个尺寸至少为最低频带中心频率的半波长,并且要有按要求间距布置传声器和声源的空间。

F.2 最小间距

测量表明距室内面约 $1/4$ 波长以内,测得的声压级会有很大的提高。最小间距(见 6.2.2)随测量频率降低而线性增大,故在 50 Hz 频带测量其间距要加倍。传声器位置与界面的距离不宜小于 1.2 m 左右。在传声器位置与试件表面之间的距离也是如此。

F.3 声场采样

为了在一定容积房间中获得可靠的声压级平均值,便要增加传声器的数量。传声器的布点要均匀地散布在整个房间可用空间中。如果采用移动传声器,那么它要在房间可用空间中所有部分均匀地进行采样。对于波长接近房间尺寸两倍的低频,在房间的中心部分测得的声压值极低。因此,合适的传声器位置应该避开这个区域。

F.4 扬声器位置

对于低频扩散极差的小房间,可通过逐个激发的不同声场,然后取其结果的平均来部分地得到补救。因此,扬声器位置的数目也要增加;最小数量应是三个。建议可采用连续移动的扬声器。

F.5 取平均的时间

在 50 Hz 频带测量时,由于滤波频带绝对宽度较窄,低频模式重叠少,50 Hz 的平均测量时间应不少于 15 s(约为 100 Hz 要求的测量时间的三倍)。当采用移动传声器时,平均时间不少于 60 s。

F.6 混响时间

对于具有硬表面的房间,在很低频时会有较长的混响时间,为避免这种情况,可通过改进模式重叠以减少因几个单一房间模式占主导作用。室内吸声处理应均匀分布,建议在墙或天花板采用贴在矿棉层上的石膏板,并建议采用浮筑地板。

附 录 G
(资料性附录)
测量结果的表述格式

本附录给出了表述建筑构件空气声隔声实验室测量结果的例子。

图中参考曲线值取自 GB/T 50121—2005,按照 GB/T 50121—2005 中相关方法,平移或补充参考曲线。

建筑构件空气声隔声量的实验室测量,依据 GB/T 19889.3

制造商:

产品编号:

委托方:

测试室认证号:

试件安装者:

测试日期:

测试设施、试件和测试安排描述:

测试试件面积: m^2 面密度: kg/m^2 实验室温度: $^{\circ}\text{C}$

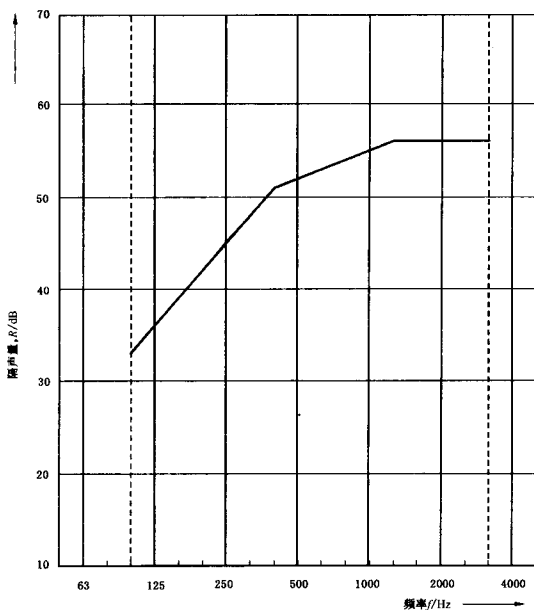
实验室湿度: %

声源室容积: m^3 接收室容积: m^3

——按 GB/T 50121—2005 评价的频率范围

——GB/T 50121—2005 规定的单值评价结果为 52 dB 的空气声参考曲线

频率 f/Hz	R (1/3 倍频程) dB
50	
63	
80	
100	
125	
160	
200	
250	
315	
400	
500	
630	
800	
1 000	
1 250	
1 600	
2 000	
2 500	
3 150	
4 000	
5 000	

按照 GB/T 50121—2005 的评价结果: $R_w(C; C_{tr}) = (\quad ; \quad)$ dB; $C_{50-3150} = \text{dB}; C_{50-5000} = \text{dB}; C_{100-5000} = \text{dB}; C_{tr,50-3150} = \text{dB}; C_{tr,50-5000} = \text{dB}; C_{tr,100-5000} = \text{dB}$

本报告的评价结果是根据实验室测量结果得到的。

测试报告编号:

测试机构名称:

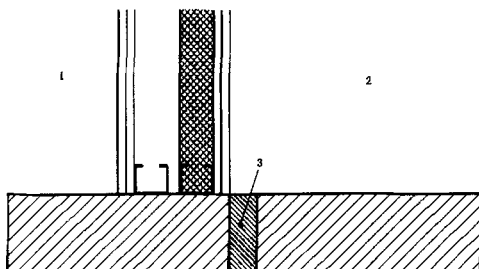
测试日期:

签字:

附录 H (规范性附录)

双层轻质板隔墙隔声测量的安装导则

双层轻质板隔墙的隔声量会受到实验室测试洞口内安装条件的影响。测试洞口的壁龛深度和隔墙试件与测试洞口内隔声缝的相对位置都是重要的安装变量。



- 1——声源室；
2——接收室；
3——实验室的隔离缝。

图 H.1 试件与实验室隔离缝的相对位置图例

为了改进不同实验室之间的再现性和便于对不同产品的隔声量作比较，双层轻质板隔墙不应安装在跨越实验室的隔离缝之上(图 H.1)。壁龛深度应尽实际可能符合 5.2.1 的要求。

其他安装条件也可用，但应在测试报告中详细介绍之。

注：如将双层轻质板隔墙的一层板安装在隔声缝的一边，将另一层板装在隔声缝的另一边，则所得隔声量的数值会偏高。

其他安装方式适用于一些特定的双层墙，例如双联式住宅中所用的那种双层墙可能是振动隔离的，在这种情况下，各层墙体宜分别安装在隔离缝的每一边。