

中华人民共和国国家标准

GB/T 31004.2—2014/ISO 15186-2:2003

声学 建筑和建筑构件隔声声强法测量 第2部分：现场测量

Acoustics—Measurement of sound insulation in buildings and of
building elements using sound intensity—Part 2: Field measurements

(ISO 15186-2:2003, IDT)

2014-09-03 发布

2015-02-01 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	III
1 范围	1
1.1 概述	1
1.2 准确度	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 测量设备	6
4.1 概述	6
4.2 校准	6
5 测试安排	6
5.1 选择声源室和接收室	6
5.2 安装条件	7
6 测试步骤	7
6.1 概述	7
6.2 声场的产生	7
6.3 声源室平均声压级的测量	7
6.4 接收室合适性的初步检测	7
6.5 接收室侧的平均声强级测量	7
6.6 多子面和多扬声器位置测量结果综合	10
6.7 背景噪声	11
6.8 测量频率范围	11
6.9 测量的量值	11
7 结果表述	11
8 测试报告	11
附录 A (规范性附录) 修正项 K	13
附录 B (资料性附录) 测量方法的准确度估计和偏差	14
附录 C (资料性附录) 侧向传声的测量及其影响	17
参考文献	20

前 言

GB/T 31004《声学 建筑和建筑构件隔声声强法测量》分为以下几个部分：

- 第1部分：实验室测量；
- 第2部分：现场测量；
- 第3部分：低频段的实验室测量。

本部分为 GB/T 31004 的第2部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分使用翻译法等同采用 ISO 15186-2:2003《声学 建筑和建筑构件隔声声强法测量 第2部分：现场测量》。

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：华南理工大学、中国建筑科学研究院、中国科学院声学研究所、云南省设计院。

本部分主要起草人：赵越喆、吴硕贤、蔡阳生、孙海涛、谭华、吕亚东、刘碧龙、李家泉。

声学 建筑和建筑构件隔声声强法测量

第2部分:现场测量

1 范围

1.1 概述

GB/T 31004 的本部分规定了用声强法现场测量墙、楼板、门、窗和小建筑构件隔声性能的方法。该方法适用于存在侧向传声情况的现场测量,可以提供声功率数据以用于侧向传声的诊断分析,或者测量侧向隔声参数。

GB/T 31004.1 用于没有或者只有极小侧向传声的实验室测量。本部分可用于不满足 GB/T 31004.1 要求的实验室测量。GB/T 31004.3 用于实验室条件下的低频测量。

本部分还描述了侧向传声对使用规定的方法进行隔声测量的影响,以及声强测量如何用于:

- 某一建筑构件的隔声的现场测量与抑制侧向传声的实验室测量值(即:GB/T 19889.3)的对比;
- 判定各部分建筑构件的隔声贡献;
- 测量一个或多个传声路径的侧向隔声量(以验证预测模型,如:EN 12354-1)。

本方法给出的空气声隔声量数值与频率有关。这些数值可以根据 GB/T 50121—2005 转换成单值量,对建筑物和建筑构件的隔声性能进行评价。

1.2 准确度

当分别测量单个小或大的建筑构件时,本方法的复现性和 GB/T 19889.10—2006 和 GB/T 19889.4—2005 一样,甚至优于这两者。

注1:如果使用本部分规定的方法测得的隔声参数与用 GB/T 19889 规定的传统混响室法的结果对比,应在两种方法间引入一个修正项,以反映这两种方法之间的偏差。该项在附录 A 中给出。

注2:本部分的准确度及其与根据 GB/T 19889.3—2005 以及 GB/T 19889.4—2005 等方法测定的隔声参数的关系在附录 B 中给出。

注3:侧向传声在附录 C 中讨论。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 15173—2010 电声学 声校准器 (IEC 60942:2003, IDT)

GB/T 17561—1998 声强测量仪 用声压传声器对测量 (IEC 61043:1993, IDT)

GB/T 19889.3—2005 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 (ISO 140-3:1995, IDT)

GB/T 19889.4—2005 声学 建筑和建筑构件隔声测量 第4部分:房间之间空气声隔声的现场测量 (ISO 140-4:1998, IDT)

GB/T 19889.10—2006 声学 建筑和建筑构件隔声测量 第10部分:小建筑构件空气声隔声的实验室测量 (ISO 140-10:1991, IDT)

ISO 717-1:1996 声学 建筑和建筑构件的隔声测定 第1部分:空气声隔音 (Acoustics—Rating

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

声源室平均声压级 average sound pressure level in a source room

L_{p1}

声源室声压平方的空间和时间的平均值与基准声压(20 μPa)平方之比,取以 10 为底的对数乘以 10,单位为分贝(dB)。空间平均是指对整个测试室而言,但不包括靠近声源或靠近边界(例如:墙、窗等)的区域,因为它们对结果会有显著影响。

注:该术语的完整定义参见 GB/T 19889.4—2005。

3.2

表观隔声量 apparent sound reduction index

R'

入射到试件上的声功率与透过试件(包括直接透射和通过各侧向传声路径透射)的声功率之比值,取以 10 为底的对数乘以 10,单位为分贝(dB)。

注 1:除非采取了抑制侧向传声的措施(例如 GB/T 19889.1—2005 所定义的),否则测量得到的声功率包括侧向传声的部分。详见附录 C。

注 2:也采用传声损失(sound transmission loss)这一术语,它与隔声量相当。

注 3:该术语的完整定义参见 GB/T 19889.4—2005。

3.3

声强 sound intensity

I

声场中某点通过与质点速度方向垂直的单位面积的声能在一定时间 T 内的平均值。声强是一矢量,单位为瓦每平方米(W/m²)。表达式为:

$$I = \frac{1}{T} \int_0^T p(t) u(t) dt \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中:

$p(t)$ ——某点的瞬时声压,单位为帕(Pa);

$u(t)$ ——同一点的瞬时质点速度,单位为米每秒(m/s);

T ——平均时间,单位为秒(s)。

3.4

法向声强 normal sound intensity

I_n

与法向单位矢量 n 定义的测量面垂直的声强分量,单位为瓦每平方米(W/m²):

$$I_n = I \cdot n \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中:

n ——指向测量面外部的法向单位矢量。

3.5

法向声强级 normal sound intensity level

L_{In}

法向声强绝对值 $|I_n|$ 与基准声强 I_0 的比值,取以 10 为底的对数乘以 10,单位为分贝(dB),表达式如下:

$$L_{In} = 10 \lg \frac{|I_n|}{I_0} \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中, $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$ 。

3.6

表面声压-声强指示值 surface pressure-intensity indicator F_{pIn}

测量面上时间和空间平均的声压级 \bar{L}_p 与法向声强级 \bar{L}_{In} 之差,单位为分贝(dB):

$$F_{pIn} = \bar{L}_p - \bar{L}_{In} \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中:

$$\bar{L}_p = 10 \lg \left(\frac{1}{S_m} \sum_{i=1}^N S_{mi} 10^{0.1L_{pi}} \right) \quad \dots\dots\dots (5)$$

$$\bar{L}_{In} = 10 \lg \left| \frac{1}{S_m} \sum_{i=1}^N \frac{S_{mi} \bar{I}_{ni}}{I_0} \right| \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中:

\bar{L}_{pi} ——在第 i 个子面上测量的声压级的时间平均和面平均;

\bar{I}_{ni} ——在第 i 个子面上测量的法向声强的时间平均和面平均。总共有 N 个子面,总面积 S_m 为:

$$S_m = \sum_{i=1}^N S_{mi} \quad \dots\dots\dots (7)$$

注:在相同的子面范围内,该指示值相应于 GB/T 16404 中定义的声功率负部指示值 F_3 ,带符号的表面声压-声强指示值 F_{pIn} 在 GB/T 16404.3—2006 中定义。

3.7

声压-残余声强指数 pressure-residual intensity index δ_{pI0}

当声强探头置于声场中并指向声强等于 0 的方位时,所显示的声压级 L_p 和声强级 L_{I0} 之间的差值,单位为分贝(dB):

$$\delta_{pI0} = L_p - L_{I0} \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中, L_{I0} 是残余声强级,由式(9)给出:

$$L_{I0} = 10 \lg \frac{|I_\delta|}{I_0} \quad \dots\dots\dots (9)$$

注:该定义与在 GB/T 16404 中的定义一致。在 GB/T 17561—1998 中给出了确定 δ_{pI0} 的详细方法。

3.8

表观声强隔声量 apparent intensity sound reduction index R'_I

对于一个隔开声源室和接收室(也可以是外部空间)的建筑构件,其表观声强隔声量定义如式(10),单位为分贝(dB):

$$R'_I = \left[L_{p1} - 6 + 10 \lg \left(\frac{S}{S_0} \right) \right] - \left[\bar{L}_{In} + 10 \lg \left(\frac{S_m}{S_0} \right) \right] \quad \dots\dots\dots (10)$$

该式的第一部分表示声源室的入射声功率,第二部分表示由该构件辐射到接收室测量空间的声功率。式中:

L_{p1} ——声源室内平均声压级;

S ——隔离声源室和接收室的建筑构件的面积。当两室错开或为阶梯状时,为声源室和接收室共有的构件面积;

\bar{L}_{In} ——接收室或外部空间测量面的平均法向声强级;

S_m ——测量面的总表面积；

$S = 1 \text{ m}^2$ 。

注 1: 用表观隔声量评价是因为有不同建筑构件辐射声功率到接收室。表观声强隔声量 R'_i 结合了各个侧向传声构件的声强隔声参数,在附录 C 中有详细介绍。

注 2: 根据 GB/T 50121—2005 计算加权表观声强隔声量 $R'_{i,w}$ 时,用 R'_i 代替 R' 。

注 3: R'_i 和 GB/T 19889.4—2005 中通过测量来自所有接收到的声源的总声功率定义的表观隔声量 R' 有根本区别。表观声强隔声量 R'_i 允许利用声强探头的方向性有选择性地测量来自接收室不同表面的声功率。大体上,结合接收室不同表面的声功率,可以计算得到表观隔声量 R' ,详见附录 C。

3.9

第 j 个侧向传声构件的声强隔声量 intensity sound reduction index for flanking element j

R_{IFj}

由一建筑构件隔开声源室和接收室,并设其为在接收室的第 j 个侧向传声构件的声强隔声量 R_{IFj} 为:

$$R_{IFj} = \left[L_{p1} - 6 + 10 \lg \left(\frac{S}{S_0} \right) \right] - \left[\bar{L}_{Inj} + 10 \lg \left(\frac{S_{mj}}{S_0} \right) \right] \dots\dots\dots (11)$$

该式的第一部分表示入射到测试分隔构件的声源室侧的声功率,第二部分表示从第 j 个侧向传声表面辐射到接收室的声功率。

式中:

L_{p1} ——声源室内的平均声压级;

S ——分隔声源室和接收室的建筑构件的面积。当两室错开或为阶梯状时,指声源室和接收室共有的构件面积;

\bar{L}_{Inj} ——在接收室中,从第 j 个侧向传声构件辐射到整个测量面的平均法向声强级;

S_{mj} ——在接收室中,对第 j 个侧向传声构件而言的测量面的总表面积;

$S = 1 \text{ m}^2$ 。

注: 如果目的是为了得到由多个建筑构件共同辐射声波到接收室的综合效应,可以通过对不同独立构件的表观声强隔声量 R'_i 加以综合分析得出,这在附录 C 中有描述。

3.10

构件规范化声强级差 intensity element normalized level difference

$D_{I,n,e}$

该量定义为:

$$D_{I,n,e} = (L_{p1} - 6) - \left[\bar{L}_{In} + 10 \lg \left(\frac{S_m}{A_0} \right) \right] \dots\dots\dots (12)$$

式中:

L_{p1} ——声源室内平均声压级;

\bar{L}_{In} ——接收室测量面的平均法向声强级;

S_m ——测量面的总面积;

$A_0 = 10 \text{ m}^2$ 。

注 1: 规范化构件声强级差用于测量小建筑构件。

注 2: 根据 GB/T 50121—2005 计算加权规范化构件声强级差 $D_{I,n,e,w}$ 时,用 $D_{I,n,e}$ 代替 $D_{n,e}$ 。

3.11

规范化声强级差 intensity normalized level difference

$D_{I,n}$

该量定义为:

$$D_{I,n} = (L_{p1} - 6) - \left[\bar{L}_{In} + 10 \lg \left(\frac{S_m}{A_0} \right) \right] \dots\dots\dots (13)$$

式中：

L_{p1} —— 声源室的平均声压级；

\bar{L}_{In} —— 接收室测量面的平均法向声强级；

S_m —— 测量面的总面积；

$A_0 = 10 \text{ m}^2$ 。

注 1：本隔声参数用于当声源室与接收室之间无共用隔声构件时的场合，当声源室与接收室处于斜对角位置时，就可能出现这种情况。

注 2：根据 GB/T 50121—2005 计算计权规范化声强级差 $D_{I,n,w}$ 时，用 $D_{I,n}$ 代替 D_n 。

3.12

修正表观声强隔声量 modified apparent intensity sound reduction index

$R'_{I,M}$

该量定义为：

$$R'_{I,M} = R'_I + K_c \dots\dots\dots (14)$$

式中， K_c 的值在附录 A 中给出。

注 1：通常认为声强法 (GB/T 31004) 测定的隔声量结果和传统测量方法 (GB/T 19889.3—2005、GB/T 19889.4—2005 和 GB/T 19889.10—2006) 测定的结果在低频上有偏差。如果要将声强法的结果和传统方法对比，则需对声强法的测量结果加以修正，即采用修正表观声强隔声量。

注 2：现场测量的修正项 K_c 与实验室测量 (如 GB/T 31004.1) 的修正项 K_c 一致。考虑接收室的声学条件会引入另一个偏差，这一点已得到公认，将在附录 B 中讨论。

注 3：根据 GB/T 50121—2005 计算计权修正表观声强隔声量 $R'_{I,n,e,M,w}$ 时，用 $R'_{I,M}$ 代替 R'_I ，相应地可得到 $D_{I,n,e,M,w}$ 的表示法。

3.13

测量面 measurement surface

用声强探头进行扫描测量或者离散点测量时，在接收室侧完全包围被测构件的假想面。

3.14

测量距离 measurement distance

d_m

在被测建筑构件法向方向上，测量面和建筑构件之间的距离。

3.15

测量子面 measurement subarea

声强探头在进行一个连续扫描或者离散点测量时的面，是测量面的一部分。

3.16

测量容积 measurement volume

由测量面、被测建筑构件以及相邻的、无明显声辐射到被测建筑构件的表面所包围的容积。

注：见 6.4.2。

表 1 下标含义

下 标	含 义
e	构件
F	侧向
I	声强
i	子面

表 1 (续)

下 标	含 义
j	扬声器位置
M	修正
m	测量
p	声压
w	计权

4 测量设备

4.1 概述

声强测试设备应能够测量以 dB 为单位的 1/3 倍频程声强级(基准声强为 10^{-12} W/m²)。如果使用扫描法时,声强测量应实时进行。声强设备包括探头应符合 GB/T 17561—1998 关于 1 级仪器的要求。

传声器探头和分析仪器的声压-残余声强指数 δ_{pI0} 在整个测量面及每个测量子面上与表面声压-声强指示值 F_{pIn} 的关系应满足 6.5.4 的要求。

注:为了覆盖整个测量频率范围,要求在声强探头的传声器之间配备不同的定距柱。定距柱与频率范围的最优组合取决于 δ_{pI0} 和 F_{pI} 。例如,可应用以下规则:

——50 Hz~500 Hz 之间的频率,使用 50 mm 的定距柱;

——高于 500 Hz 的频率,使用 12 mm 的定距柱。当频率高于 2 000 Hz 时,应根据探头的操作手册对测量结果进行修正。

通常,使用 12 mm 的定距柱和两个 12.5 mm 的传声器,就可以测量 100 Hz~5 000 Hz 频率范围。

声压级的测量设备应当满足 GB/T 19889.4—2005 的要求。此外,声源室内的传声器在扩散声场条件下,其频率响应应是平直的。

4.2 校准

声强测量仪应符合 GB/T 17561—1998 的要求,至少每年到符合相应标准的校准实验室进行一次检定。如果每次测量前都用声强校准器校准,则可每两年进行一次检定。

在每次使用之前,应按下列步骤对声强仪作校准,以保证其正常工作:

- 根据厂商提供的指南对设备进行热机;
- 使用符合 GB/T 15173—2010 的 1 级或更高要求的声压校准器校准传声器对;
- 应用残余声强检测设备测量传声器对的声压-残余声强指数 δ_{pI0} ,以确保设备满足对应的级别。相位补偿和厂家推荐的其他有助于改善性能的方法都可以使用。相位补偿和声压残余声强检测应优先在接近使用的级别上进行;
- 如果有声强校准器,直接用它进行声强校准。

5 测试安排

5.1 选择声源室和接收室

通常,被测的建筑构件是隔开两个房间的多个建筑构件的一部分。要选择哪一个房间做声源室,哪一个房间做接收室,需依据下列影响测量质量的因素考虑:

- a) 房间吸声:吸声量高具有短混响时间的接收室是非常有利的,而吸声量高的声源室不利于测量;
- b) 房间容积:接收室的容积大小不是很重要,而容积大的声源室可以提高声强隔声量测量的低频准确度;
- c) 房间扩散:在声源室,不规则的房间几何形状和随机分布的反射物有助于达到均匀的声场分布。而同样特性的房间作为接收室则无显著优点。

5.2 安装条件

若测量结果是为了与其他标准(用 GB/T 19889.3—2005 测量门、墙和楼板或者 GB/T 19889.10—2006 测量小建筑构件)对比,则被测建筑构件的安装需要满足相应标准的安装和边界条件。

若测定结果是为了表示现场的隔声特性,测量就要在实际的安装条件下进行,若确实需要进行改变,应在测量报告中说明。

6 测试步骤

6.1 概述

对于每一个扬声器位置,在声源室内测量平均声压级 L_{p1} ,在接收室内的测量面上测量平均法向声强级 \bar{L}_{In} 。如果声场条件满足要求[例如满足式(15)],计算表观声强隔声量 R'_j 和/或第 j 个侧向传声构件的声强隔声量 R_{Tj} ,或者,也可测量构件的规范化声强级差 $D_{I,n}$ 。

6.2 声场的产生

声源、信号和扬声器位置应满足 GB/T 19889.4—2005 的要求。

6.3 声源室平均声压级的测量

根据 GB/T 19889.4—2005 规定的方法进行声源室平均声压级测量。

6.4 接收室合适性的初步检测

6.4.1 测量声场检查

为了检测用于声强测量的接收室的合适性,打开声源室的声源,利用声强探头沿对角线扫描被测建筑构件,测量距离为 0.1 m~0.3 m(见 6.5.5)。接收室可以是满足表面声压-声强指示值 F_{pIn} (见 4.1 和 6.5.4)以及背景噪声要求的任一空间。

6.4.2 侧向传声的检查

测量面附近的建筑构件的声辐射会对测量准确度有不良影响。测量面周围的建筑构件不应有相对于被测构件的显著的声功率辐射。附录 C 提供了一个判定这些表面是否有影响的方法。

6.5 接收室侧的平均声强级测量

6.5.1 概述

通过建筑构件辐射的平均声强级应该针对每一个扬声器位置,采用扫描或离散点方法进行测量。

6.5.2 测量面

在接收室侧,定义一测量面完全包围被测建筑构件。实际上,测量面可由多个小的测量子面组成。

若被测建筑构件安装在一龕室中,测量面一般选择龕室开口的平面。龕室开口处的声场通常会比龕室里的声场更均匀。若被测建筑构件不是安装在龕室中或龕室进深小于 0.1m,可以使用一个如图 1 所示的箱形测量面。若建筑构件是一个房间的整个面,比如一面隔墙,则测量面可取一个平行于墙面的平面,如图 2 所示。

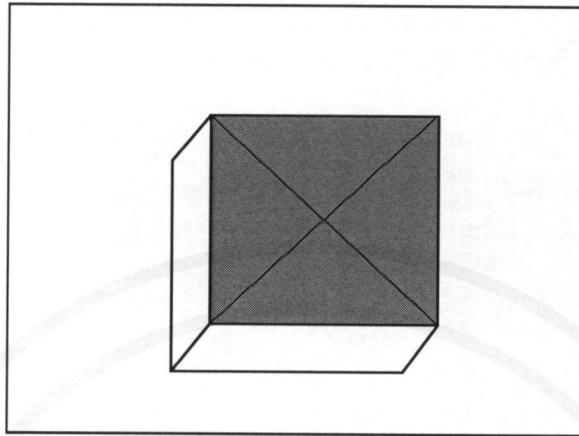
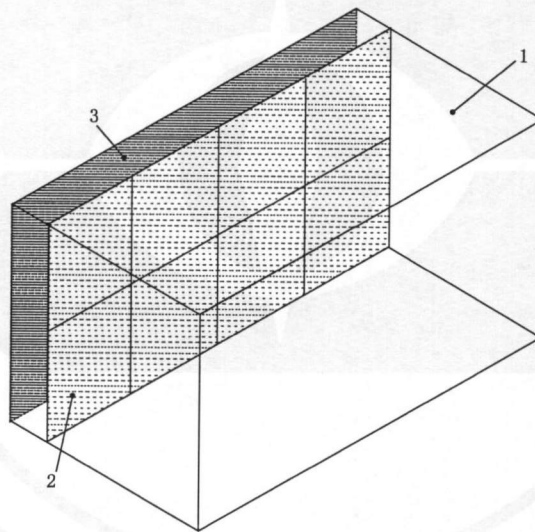


图 1 包围被测建筑构件的箱形测量面(深色区域)



说明:

1——接收室;

2——分为八个子面的测量面;

3——被测建筑构件(深色阴影区)。

注:图中给出八个子面,实际数量由操作者确定。

图 2 由一组全部平行于被测的大建筑构件的子面组成的平面测量面

对于小建筑构件,亦可使用半球形、圆柱形和部分箱形的测量面。

测量距离初始选择在 0.1 m~0.3 m 之间。由于振动构件的近场效应,应避免测量距离小于 0.1 m。在近场声强符号随位置改变而剧烈变化。当使用箱形测量面时,应避免测量距离大于 0.3 m。

如图 1 所示,箱形测量面的五个面中,有四个面与被测构件的边界相交。这些侧向表面的深度即测量面的正面与构件的距离在 0.1 m~0.3 m 之间。因此,在整个侧向表面取点会有包括近场辐射效应情况。当被测建筑构件辐射的声功率远大于在测量容积内由非被测构件的表面所辐射的声功率时,这种

情况可通过将箱形测量面的 4 个侧面位置偏移 0.1 m 来避免。来自非试件表面辐射的声音可视作不需要的侧向传声。附录 C.2 中的判据可用于判定这种测量面布置的选择的合适性。

测量面的选择应避免包括非试件上的吸声表面(比如厚绒毛地毯)。如果无法避免,则应在非试件的吸声表面上贴上材料,该材料在测量频率范围内的任一 1/3 倍频程上的吸声系数应小于 0.1。这个措施如果没做好,会导致测量得到的辐射声强比实际值小,而得到的表观声强隔声量比实际值大。

6.5.3 探头的朝向

探头应垂直于测量面。记录的法向声强 \bar{I}_n 对来自被测建筑构件的能量流应为正值。

6.5.4 测量面的合格性检验

对于整个测量面,无论是采用扫描法还是离散点法,测量时间和空间积分的法向声强级 \bar{L}_{In} ,并尽量同时测量时间和空间积分的声压级。由表面声压-声强指示值 F_{pIn} 评价测量环境。若环境符合要求,则应满足:

$$\left. \begin{aligned} F_{pIn} < \delta_{pI0} - 7 & \quad (\text{对反射型试件}) \\ F_{pIn} < 6 & \quad (\text{对吸声型试件}) \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (15)$$

在进行声强隔声量测量的每一个 1/3 倍频程上,式(15)均应满足。若试件的吸声系数在任一 1/3 倍频程超过 0.5,则视该试件为吸声试件。

注:一种典型的吸声型试件是在一吸声体前有穿孔板。其他大部分试件可认为是反射型试件。

若测量的法向声强 \bar{I}_n 是负的,或者其表面声压-声强指示值 F_{pIn} 不满足式(15),则需对测量环境进行改善。首先,增加测量距离 5 cm~10 cm。若仍不满足要求,可在接收室增加吸声材料。

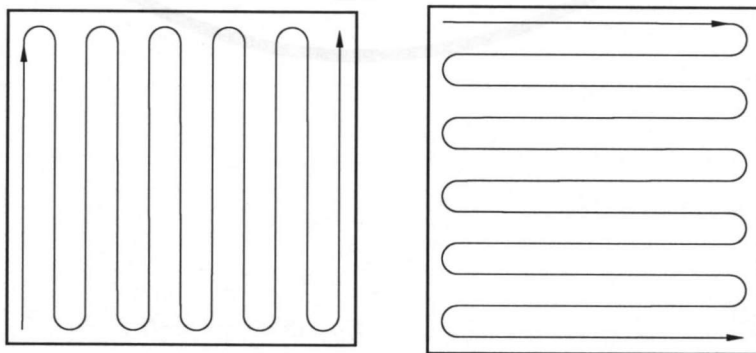
在现场测量时,外部噪声源可能造成测量环境达不到要求。这类声源包括辐射到接收室的侧向传声表面。应将这类声源消除或者屏蔽,以便获得一个合适的测量环境,如附录 C 中所述。

6.5.5 扫描法

6.5.5.1 概述

测量面可由一个面或若干子面构成。各子面的扫描时间应与子面的尺寸成正比。保持恒定的扫描速度。扫描速度宜控制在 0.1 m/s~0.3 m/s 之间。除非从一个子面到另外一个子面,否则扫描不要中断。

如图 3 所示,沿平行线扫描每个测量面或子面,并在边缘处转向。扫描线的密度取决于声辐射的不均匀度。若有诸如漏声等不均匀声辐射的情况,则需要较高的扫描线密度。一般情况下,扫描线的密度取与测量距离 d_m 相同。



注:测量声强分别是 \bar{L}_{In1} 和 \bar{L}_{In2} 。

图 3 两种扫描方式,其区别在于扫描方向转了 90°

如果测量面是如图 1 所示的箱形,或部分箱形(当测量安装在边缘上或者角落处的小构件时,可能会发生这种情形)时,要特别注意箱形测量面与安装被测建筑构件的隔墙之间的邻接面附近区域。应将箱形的各侧面都视为测量子面来进行计算。

6.5.5.2 扫描法的重复性检查

在使用测量数据计算测量面的平均声强之前,应先检查每个子面扫描声强的重复性。当接收室的合适性初步检验通过后(见 6.4),应当如图 3 所示进行两次扫描,记录测量值 \bar{L}_{In1} 和 \bar{L}_{In2} ,检查对于各 1/3 倍频程,式(16)的要求是否能得到满足:

$$|\bar{L}_{In1} - \bar{L}_{In2}| \leq 1.0 \quad \dots\dots\dots(16)$$

若满足式(16),则对两次声强数据进行算术平均,得到子面声强级:

$$\bar{L}_{Inij} = \frac{1}{2}(\bar{L}_{In1} + \bar{L}_{In2}) \quad \dots\dots\dots(17)$$

式中,下标 i 是指子面序号, j 是指测量时的声源位置序号。

若不满足式(16)的要求,则应重复两种路径的扫描,并检查重复测量数据是否满足式(16)的要求。若还是不能满足要求,应改变扫描线的密度、测量面或者测量环境,重复上述测量过程,直到满足要求。如果在采取上述措施之后,仍然不能满足要求,则在测量报告中应该清楚地给出与该方法的要求之间的偏离值。

6.5.6 离散点法

作为扫描法的一个替代方法,也可采用 6.5.2 中描述的在测量面上的固定位置来测量。一开始可选择离散点之间的距离与测量距离 d_m 近似相同。对于有强漏声或不均匀声能流的被测建筑构件,应使用更密的测量网格,但要保持测量距离不变。在测量时,要根据 GB/T 16404.1—1996 所规定的二级方法进行,并根据 GB/T 16404.1—1996 的附录 B 来检查所选择的测量点阵是否足够。在每个测量点上最少测量 10 s。

6.6 多子面和多扬声器位置测量结果综合

对于每一个子面,都应用 6.5.5 或 6.5.6 的方法,且对每个扬声器位置都重复相应步骤。

如果测量面分成 m 个子面,各子面面积记为 S_{mi} ,且有 N 个扬声器声源位置,按式(18)计算测量面平均声强 \bar{I}_n (单位:W/m²):

$$\bar{I}_n = \frac{I_0}{N} \sum_{j=1}^N \frac{1}{S_m} \sum_{i=1}^m [S_{mi} (10^{0.1\bar{L}_{Inij}}) \text{sgn}(\bar{I}_{nij})] \quad \dots\dots\dots(18)$$

式中:

- j —— 声源位置序号;
- i —— 子面序号;
- $\text{sgn}(\bar{I}_{nij})$ —— 当测量子面的声强是指向测量容积时, $\text{sgn}(\bar{I}_{nij})$ 取 -1;否则,取 1;
- S_m —— 测量面总面积,单位为平方米(m²)。

$$S_m = \sum_{i=1}^m S_{mi} \quad \dots\dots\dots(19)$$

利用式(18)计算平均声强 \bar{I}_n ,若得到负值,这表明平均声强是从测量面流向试件。此时,测量得到的隔声量是未加定义的,不应该在报告中体现。

注:若接收室混响过长或者有测量容积外部的噪声源(比如侧向传声面)存在,可能会出现负值的声强。对此的修正方法在 6.5.4 和附录 C 中给出。

测量面的平均法向声强级 \bar{L}_{In} (单位:dB)计算如下:

$$\bar{L}_{In} = 10 \lg \frac{\bar{I}_n}{I_0} \quad \dots\dots\dots (20)$$

式中:

\bar{I}_n ——根据式(18)计算得到的测量面平均法向声强值。

类似地,测量面的表面声压-声强指示值 F_{pIn} (单位: dB)可按式(21)计算:

$$F_{pIn} = 10 \lg \left[\frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \frac{1}{S_m} \sum_{i=1}^m S_{mi} \times 10^{0.1 \bar{L}_{pij}} \right] - \bar{L}_{In} \quad \dots\dots\dots (21)$$

式中:

\bar{L}_{pij} ——对第 j 个扬声器位置的第 i 个测量子面表面的平均声压级。

对于分隔声源室和接收室的建筑构件,用式(10)计算表观声强隔声量 R'_I , 其中的面声强是用式(18)计算得到的正数值,且满足 6.5.4 的条件。

6.7 背景噪声

声压级和声强级均应高出背景噪声级至少 10 dB。可用下述方法检验该要求是否得到满足:如果表面声压-声强指示值 F_{pIn} 满足要求(见 6.5.4),则将声源声压级降低 10 dB。如果这时 F_{pIn} 的改变量小于 1 dB,即说明达到上述背景噪声的要求。

注:由于声强测量不能利用背景噪声声压级修正,所以这个背景噪声的标准比 GB/T 19889.4—2005 中的相应标准更严格。

6.8 测量频率范围

使用 1/3 倍频程测量声压级和声强级,应至少包括下列中心频率,单位为赫兹(Hz):

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

如要求提供低频范围的额外信息,可增加下列中心频率,单位为赫兹(Hz):

50, 63, 80。

如要求提供高频范围的额外信息,可增加下列中心频率,单位为赫兹(Hz):

4 000, 5 000。

若需要倍频程的测量值,可按 GB/T 19889.4—2005 的规定由 1/3 倍频程测量值计算得出。

6.9 测量的量值

根据 R'_I , $R'_{I,M}$, R_{IFj} , $D_{I,n}$, $D_{I,n,e}$ 和 F_{pIn} 测定相关的量值。在没有公共表面存在的特殊情况下, R'_I 和 R_{IFj} 是未加定义的,应分别用 $D_{I,n}$ 和 $D_{I,n,e}$ 代替。

7 结果表述

应将所有测试频率上的评价隔声的数据(例如: R'_I , R_{IFj} , $D_{I,n}$, $D_{I,n,e}$)和表面声压-声强指示值 F_{pIn} 以表格形式给出,保留一位小数。也可以图表的形式给出,这时,测试报告中的图表应表示出分贝值和对数刻度的频率关系,并用下列尺寸:

——5 mm 表示一个 1/3 倍频程;

——20 mm 表示 10 dB。

8 测试报告

测试报告应包括下列内容:

- a) 测试机构的名称；
- b) 测试场地说明；
- c) 委托测试单位或个人的名称；
- d) 测试日期；
- e) 本部分的参考内容,以及没有满足要求的条目；
- f) 对测试建筑构件的描述,包括试件的安装条件、密封状况及面密度；
- g) 测量房间的容积和情况描述;如识别出主要的侧向传声路径,则应清晰地加以说明；
- h) 若被测建筑构件的公共面积 S 小于 10 m^2 ,应特别标示;并注明测量面面积 S_m ；
- i) 对所有 $1/3$ 倍频程测量得到正值的表面平均法向声强级[由式(18)计算得出],给出相关隔声量的数据(例如 $R'_i, R_{iFj}, D_{I,n,e}$)。若报告给出修正数据,则所使用的修正项 K_c 也应给出；
- j) 当所有用于确定计权量的 $1/3$ 倍频程表面平均法向声强级[由式(18)计算得出]都为正值时,才能给出计权隔声量；
- k) 给出表面声压-声强指示值 F_{pIn} 和声压残余声强指数 δ_{pI0} 及其对应频率；
- l) 测量距离和测量面的形状、面积、测量子面的描述;使用扫描法时的扫描线之间的间距,采用离散点法时的测量网格；
- m) 测量设备的描述,包括声强探头(传声器直径以及间距)；
- n) 测量环境的空气温度和相对湿度。

注:计权隔声量评价见 GB/T 50121—2005。

附录 A
(规范性附录)
修正项 K_c

通常认为,若要将使用本部分规定的声强法测得的隔声量与传统混响室法(GB/T 19889.3—2005, GB/T 19889.4—2005 和 GB/T 19889.10—2006)的测量结果相对比,则需对声强法的测量结果加以修正。

在本部分中使用修正项 K_c 的下列值。

根据 GB/T 19889 规定的传统方法测量时,若接收室很好地满足要求,则修正项 K_c (单位: dB) 由式 (A.1) 计算:

$$K_c = 10 \lg \left(1 + \frac{S_{b2} \lambda}{8V_2} \right) \quad \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

S_{b2} ——接收室的所有边界面的面积;

V_2 ——接收室的容积;

λ ——频带中心频率对应的波长。

根据 GB/T 19889.3—2005 规定的传统方法测量时,若接收室未很好地满足要求,则修正项 K_c 值由表 A.1 给出。

注: 表 A.1 给出的修正项 K_c 值由下列房间参数计算得到:

$$S_{b2} (\text{m}^2)$$

$$V_2 (\text{m}^3) (4.5 \times 6.0 \times 3.0)$$

这些尺寸是根据常用的两种声学实验室的大小,即约 50 m^3 和 100 m^3 折中得到的。如可能,最好由式 (A.1) 得出。

表 A.1 修正项 K_c 值

频率/Hz	K_c /dB	频率/Hz	K_c /dB	频率/Hz	K_c /dB
50	3.5	250	1.0	1 250	0.2
63	3.0	315	0.8	1 600	0.2
80	2.5	400	0.6	2 000	0.1
100	2.1	500	0.5	2 500	0.1
125	1.7	630	0.4	3 150	0.1
160	1.4	800	0.3	4 000	0.1
200	1.2	1 000	0.3	5 000	0.1

使用本部分规定的方法测定的隔声量以及受侧向传声影响而产生的另外的偏差和准确度在附录 B 中讨论。

附录 B
(资料性附录)
测量方法的准确度估计和偏差

B.1 概述

本附录给出的方法可用于对同一建筑构件在相同安装方式和边界条件下,分别根据本部分与 GB/T 19889.4—2005(大建筑构件)和 GB/T 19889.10—2006(小建筑构件)测定的表观隔声量 R'_i 的准确度估计。

除非使用遮蔽措施,GB/T 19889.4—2005 所测定的表观隔声量包括了接收室的所有侧向传声路径。而使用声强法时,是要求对接收室各表面的声强求和计算得到表观隔声量。当不能对具有显著辐射声音的表面进行足够的采样时,会产生一个大的负值偏差项 K_2 。因此,该偏差项可用于提供一种指引来判定是否所有显著声源都被测量到。

B.2 偏差项 K_2 的估计

通常认为,若要将使用本部分测量得到的隔声量与用 GB/T 19889.4—2005 得到的结果(R')对比,需引进一修正项 K_2 ,以体现两种测量方法之间的偏差:

$$K_2 = R' - R'_{T,M} \dots\dots\dots (B.1)$$

在某些情形下产生偏差的原因尚不完全清楚。

实际上可认为该偏差和本部分的准确度取决于试件和接收室的环境。因此,不可能存在一个可适合所有测量环境的唯一的偏差估计,尽管如此,得出偏差值的一个大致范围还是有可能的。

当用本部分所规定的方法测量一系列门、窗和墙的隔声参数时,图 B.1 给出了相应的偏差和准确度。这可被看作是当接收室是大空间,环境良好,并且做了侧向传声抑制措施时,可以获得的最好的准确度。

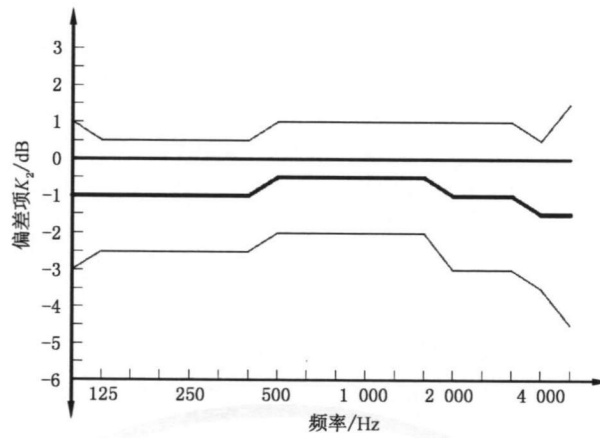
现场测量时,准确度最差的情况是有比较强侧向传声而且较小的接收室空间。图 B.2 和图 B.3 中显示的是存在两种侧向传声的情况下的测量结果。

图 B.2 中的数据是在同一间实验室对 14 组厚重的单层结构的测量结果。这些结果与图 B.1 的数据相似,但其偏差项 K_2 更大。对比图 B.1 和图 B.2,在同一间实验室进行测量的标准偏差较小。这也表明由于接收室环境不同和试件不同,不同实验室之间的偏差项 K_2 有显著区别。

图 B.3 的数据是用来分析测试面、隔墙和侧向结构是否会影响偏差项。可以看出偏差项大概一致。然而侧向表面引起的不确定度更大,特别是在 250 Hz 以下。这可能是由于下列因素的综合影响:

- 低于截止频率(这类情况一般为 2 500 Hz)时,侧向表面辐射声能较低,因此,高的隔声遮蔽措施是必需的;
- 在低频时,声压残余声强指数变小,导致声强测量的准确度变差;
- 接收室的低频共振模式数量少,降低了 GB/T 19889 所规定方法在低频段的准确度;
- 测量位置在移开激励交界处时,由侧向表面辐射的声强会存在明显的梯度,从而能引起采样误差。

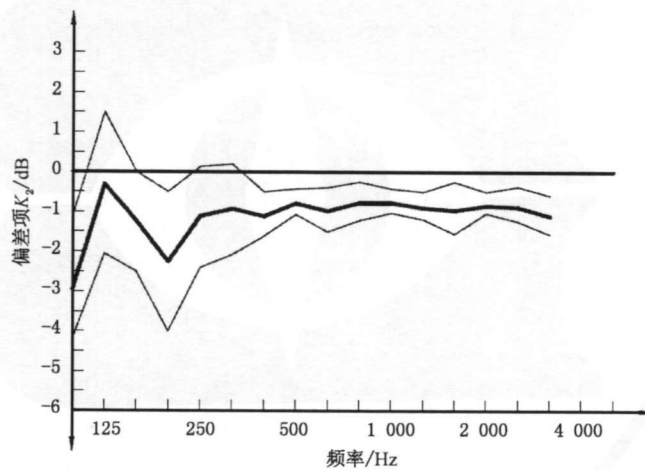
对比图 B.1 和图 B.3,表明测量条件(其中包括侧向传声的程度、房间容积)是影响偏差项 K_2 的因素,因此,规定一个单一的偏差和准确度是不可行的。然而测量结果一般都会在图 B.1~图 B.3 所示的范围之内。



注 1: 该数据(引自参考文献[6])是在三个实验室对一系列门、窗和墙的测量结果的平均。

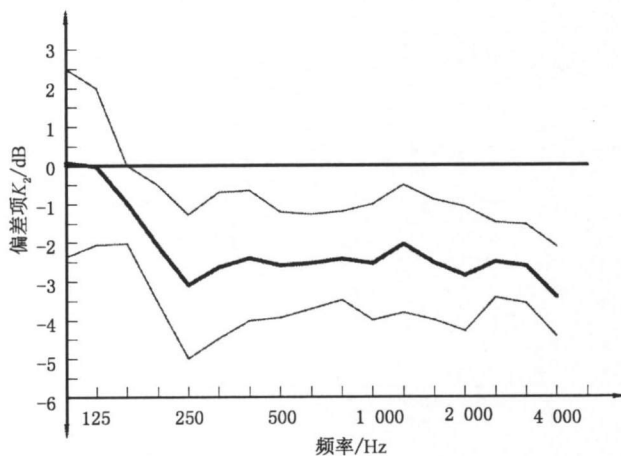
注 2: 准确度用平均偏差项 K_2 (粗线)和标准偏差(细线)来表示。

图 B.1 对采用本部分方法与采用 GB/T 19889.3—2005 方法得到的结果的复现性准确度估计



注: 本图数据是在同一间实验室对 14 组材料的测量结果。准确度用平均偏差项 K_2 (粗线)和标准偏差(细线)表示。

图 B.2 用本部分与 GB/T 19889.4—2005 方法测量单层厚重结构时得到的结果的复现性准确度估计



注 1: 本图数据是在同一间实验室对 34 组双层轻质结构的测量结果。准确度用平均偏差项 K_2 (粗线) 和标准偏差 (细线) 表示。

注 2: 这种情况的偏差项大于图 B.1 和图 B.2。

图 B.3 用本部分与 GB/T 19889.4—2005 方法测量轻质结构得到的结果的复现性准确度估计

B.3 准确度

修正声强隔声量相对于 GB/T 19889 (对大或小的建筑构件) 的测量结果的复现性标准偏差可满足图 B.1~图 B.3 所示的范围。

附 录 C
(资料性附录)
侧向传声的测量及其影响

C.1 概述

本部分不要求如 GB/T 19889.1—2005 所规定进行侧向传声抑制。这是因为使用本部分规定的方法进行测量时,已考虑到有侧向传声的情况。侧向传声的大小和它对表观(声强)隔声量的影响,是建筑表面和建筑间联结件传声的综合体现。

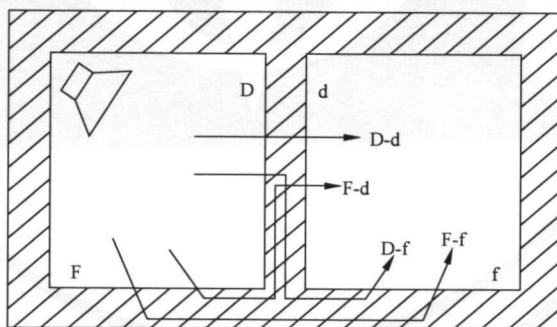
通过选择一个测量面完全包住要测量的构件表面,要区分接收室其他表面辐射的声能是有可能实现的。在理论上,测量的只是被测量面所包住的测量容积辐射出的声功率。因此在测量表观声强隔声量时,测量容积所含的接收室表面决定了侧向传声路径的数量。

通过选择合适的测量面,声强法可以用于测量不同构件的声功率,也可以区分不同构件辐射的声功率的大小。

应注意,尽管本方法考虑了接收室的侧向传声,其影响大部分被消除,但声源室的侧向传声仍未被抵消。图 C.1 仅给出涉及墙和楼板联接的一阶侧向传声路径,说明所有的接收室表面,即使是名义上间隔的建筑构件,都会存在侧向传声。

注:一阶侧向传声路径是指只包括单个声源室表面,单个联结和单个接收室表面的路径。

正是由于这个原因,根据本部分方法进行的现场测量结果,不适合直接和根据 GB/T 31004.1 或 GB/T 19889.3—2005 在声源室和接收室均采用侧向传声抑制措施的实验室方法的测量结果作比较。



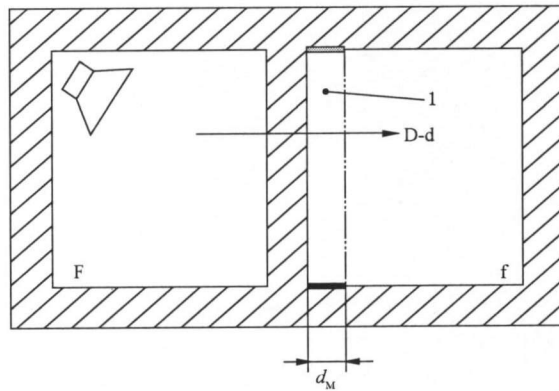
注:为了图示清楚,省略了更高阶的侧向传声。

图 C.1 单层结构的理想化图,标示了直接传声和两房之间的墙/楼板联结处的一阶侧向传声路径

侧向传声会增大接收室内的外界噪声的量级,为了取得满意的测量环境[满足式(15)],应在接收室布置吸声材料。在极端情况下,有必要对接收室的侧向传声表面进行遮蔽。

C.2 侧向传声检查

在进行测量前,识别靠近测量面的声源特别是在测量容积内的声源是非常有益的。图 C.2 给出在测量容积内的部分侧向传声表面。在测量容积内的侧向传声表面不利于隔墙表观隔声量的测量。隔墙辐射的声功率要远大于测量容积内的外部噪声源的声功率(侧向传声部分)。测量容积内的外部噪声源会导致测量得到的试件的表观声强隔声量小于实际值。



说明:

1——测量面。

注: 黑线标示的是测量容积内的部分侧向传声表面。

图 C.2 用于隔墙的测量面示意图

当使用如图所示的测量面时,且不采取遮蔽措施,能测量出 D-d, F-d 路径的侧向传声声能,以及 D-f 和 F-f 路径的部分侧向传声声能(这些路径见图 C.1)。

采用下列步骤可以判断相邻辐射表面是否会影响对被测表面的表观声强隔声量的评价:选择测量面和测量距离 d_{m1} ;沿着测量面的对角线测量法向声强分量,可粗略估计表面声强 \bar{L}_{Inms} ;接着,将声强探头朝向侧向传声表面,离侧向传声表面的测量距离 d_{m2} ,沿着测量面的一条路线测量得到的声强为 \bar{L}_{InFs} 。

若在测量 \bar{L}_{Inms} 和 \bar{L}_{InFs} 时,测量声场不满足要求[不满足式(15)],应在测量房间内布置吸声材料,且不能放在测量容积内。

对于测量容积内所有的侧向传声表面都应满足:

$$\bar{L}_{Inms} - \bar{L}_{InFs} + 10\lg\left(\frac{S_m}{S_F}\right) > 10 \quad \dots\dots\dots (C.1)$$

式中:

S_F ——在测量容积内的侧向传声表面的面积;

S_m ——由式(7)给出。

如果不满足该条件,则对在测量容积内的侧向传声表面应该采取遮蔽措施。大部分情况下,采用在 13 mm 厚的石膏板上覆盖 50 mm 厚的纤维吸声材料,就能满足遮蔽要求。在测量容积内的遮蔽的边界和联结件处,应压胶以防不必要的吸声。遮蔽之后,应重复检测以确保其有效性。

C.3 侧向隔声量

本部分可用于在现场或存在侧向传声的实验室中测定特定路径的侧向隔声量。该测量可为选择应治理的传声路径以改善表观隔声量提供指导,也可以用于验证侧向传声预测模型(例如:EN 12354-1)。

房间每个表面对表观隔声量的影响的相对重要性的判定,可以通过对比每个面辐射的声功率实现,即表面平均法向声强[式(18)]与测量面的面积[式(19)]之乘积。

除非在声源室中已采取专门的措施去除特定的路径,则所测量的声功率是多路径的结果。图 C.1 表明,若欲对接收室的表面 f 进行测量,则测得的声功率应归于至少两条侧向传声路径,即 F-f 和 D-f,此时侧向传声表面 f 的声强隔声量由式(10)计算得出。

从图 C.1 中可以看出,为了隔断 F-f 路径和评价该路径的侧向隔声量,隔墙的声源室侧面 D 应采取

遮蔽措施。类似地,要评价其他路径时,声源室的表面 F 也应采取遮蔽措施。结合适当的遮蔽措施,根据式(10)可以算出特定路径的侧向隔声量。

C.4 修正表观声强隔声量与 GB/T 19889.4—2005 测量结果的关系

采用 GB/T 19889.4—2005 的测量方法,可以得出两个房间的传声情况,以及包括直接传声和各侧向传声路径综合的表观隔声量(即对声源室和接收室都没有采取抑制侧向传声的遮蔽措施)。为了用本部分可以得到一个类似的评价,应对隔墙和各传声路径测量声强,并按式(C.2)计算:

$$R'_I = \left[L_{p1} - 6 + 10 \lg \left(\frac{S}{S_0} \right) \right] - 10 \lg \left(\sum_i S_{mi} 10^{0.1L_{Ii}} \right) + K_c \quad \dots\dots\dots (C.2)$$

式中的求和指数 i ,包括了接收室的各个面。该值可以直接与 GB/T 19889.4—2005 的无遮蔽措施的测量结果 R' 对比。

如果声源室的侧向传声路径都采取了遮蔽的抑制措施,且测量面仅包住名义上间隔的构件本身,此时的表观声强隔声量可接近 GB/T 19889.3—2005 的结果。应当指出的是,可能发生的阻尼和边界条件的差异都会影响现场测量结果间的对比。

参 考 文 献

- [1] 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)
- [2] GB/T 16404—1996 声学 声强法测定噪声源的声功率级 第1部分:离散点上的测量(eqv ISO 9614-1:1993)
- [3] GB/T 16404.2—1999 声学 声强法测定噪声源的声功率级 第2部分:扫描测量(eqv ISO 9614-2:1996)
- [4] GB/T 16404.3—2006 声学 声强法测定噪声源声功率级 第3部分:扫描测量精密法(ISO 9614-3:2002, IDT)
- [5] GB/T 50121—2005 建筑隔声评价标准
- [6] EN 12354-1 Building acoustics—Estimation of acoustic performance of buildings from the performance of elements—Part 1: Airborne sound insulation between rooms.
- [7] JONASSON, H.G. Sound intensity and sound reduction index. *Applied Acoustics*, 40, 1993, pp. 281-293.
-