



中华人民共和国国家标准

GB/T 20247—2006/ISO 354:2003

声学 混响室吸声测量

Acoustics—Measurement of sound absorption in a reverberation room

(ISO 354:2003, IDT)

2006-05-08 发布

2006-11-01 实施



中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会

发布

目 次

前言	Ⅲ
引言	Ⅳ
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 测量原理	2
5 频率范围	2
6 测试安排	2
6.1 混响室和声场扩散	2
6.2 试件	3
6.3 温度和相对湿度	4
7 混响时间测量	4
7.1 概述	4
7.2 中断声源法	4
7.3 脉冲响应积分法	5
7.4 根据衰变曲线的混响时间取值	6
8 结果表达	7
8.1 计算方法	7
8.2 精密度	8
8.3 结果表述	8
9 测试报告	9
附录 A (规范性附录) 混响室内声场的扩散性	10
附录 B (规范性附录) 吸声测试的试件安装	11
附录 C (资料性附录) 参考文献	17

前 言

本标准等同采用 ISO 354:2003《声学 混响室吸声测量》。

本标准等同采用国际标准时,部分术语和定义依照 GB/T 3947—1996《声学名词术语》。

本标准的附录 A 和附录 B 为规范性附录,附录 C 为资料性附录。

本标准由中国科学院提出。

本标准由全国声学标准化技术委员会(SAC/TC 17)归口。

本标准起草单位:中广电广播电影电视设计研究院、中国科学院声学研究所。

本标准主要起草人:陈怀民、张明照、骆学聪、陈建华、吕亚东。

引 言

声源在封闭空间内发声时,混响声将增大到某一声级,该声源停止发声,混响声随之逐渐衰变,这种衰变取决于封闭空间内的界面、空气以及物体的吸声特性。通常,某个表面吸收的部分入射声能与声入射角有关。为了把诸如厅堂、办公室、工厂等的混响时间与受吸声处理影响的噪声降低联系起来,需要了解各个表面的吸声特性,通常采用对所有入射角进行适当平均的方式。由于声波在典型封闭空间的分布包含大量的不可预知的传播方向,为标准统一起见,采用一个均匀的分布状态作为基本条件。另外,如果声强与空间位置无关,这时的声场分布状态称为扩散声场,声音随机入射到房间表面。

适当设计的混响室内的声场近似于扩散声场。因此,混响室测量的吸声性能近似于在假定标准的基本条件下测量的吸声性能。

本标准旨在促进混响室吸声测量的方法和条件的一致性。

声学 混响室吸声测量

1 范围

本标准规定了在混响室内测量用于处理墙壁或顶部等界面的声学材料的吸声系数,或诸如家具、人、空间吸声体等的吸声量的方法。该方法不适用于测量低阻尼共鸣器的吸声特性。

测量结果可用于有关室内声学 and 噪声控制的数据比较及设计计算。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。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标准,然而,鼓励根据本标准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标准。

GB/T 3240—1982 声学测量中的常用频率

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

GB/T 17247.1 声学 户外声传播衰减 第1部分:大气声吸收的计算 (GB/T 17247.1—2000, eqv ISO 9613-1:1993)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

衰变曲线 decay curve

描述声源停止发声后房间内声压级随时间衰变的图形。

3.2

混响时间 reverberation time

T

声音已达到稳态后停止声源,平均声能密度自原始值衰变百万分之一(60 dB)所需要的时间,单位为秒(s)。

注1:可通过对较短的取值范围作线性外推来符合声压级衰变60 dB的混响时间定义。

注2:该定义建立在假定的理想情况下,即声压级与时间呈线性关系,并且背景噪声足够低。

3.3

中断声源法 interrupted noise method

激励房间的宽带或窄带声源中断发声后,直接记录声压级的衰变来获取衰变曲线的方法。

3.4

脉冲响应积分法 integrated impulse response method

通过把脉冲响应的平方对时间反向积分来获取衰变曲线的方法。

3.5

脉冲响应 impulse response

房间内某一点发出的 Dirac 脉冲声在另一点形成的声压瞬时状况。

注:现实中不可能产生并辐射出真正的 Dirac delta 函数脉冲。但在实际测量中,可以采用足够近似的瞬时声(比如射击声)。另一种可选的测量技术是使用一段最大长度序列信号(MLS),或其他确定平直频谱特性的信号,并将测得的响应变换回脉冲响应。

GB/T 20247—2006/ISO 354:2003

3.6

房间吸声量 equivalent sound absorption area of a room

房间内各表面和物体的总吸声量加上房间内媒质中的损耗。

注1: 单位为 m^2 。注2: 空场混响室的房间吸声量用 A_1 表示, 有试件混响室的房间吸声量用 A_2 表示。

3.7

试件吸声量 equivalent sound absorption area of the test specimen A_T

混响室在有和没有试件情况下的吸声量的差值。

注: 单位为 m^2 。

3.8

试件面积 area of the test specimen S

被试件覆盖的地面或墙壁的面积。

注1: 单位为 m^2 。

注2: 在试件被构造包围的情况(见附录B中E类或J类安装方式), 试件面积为构造所包围的面积。

3.9

吸声系数 sound absorption coefficient α_s

试件吸声量与试件面积的比值。

注1: 对于两面暴露的吸声体, 吸声系数为试件吸声量与试件两面总面积的比值。

注2: 通过测量混响时间得出的吸声系数 α_s 可能大于1.0(比如由于衍射影响), 故 α_s 不用百分数来表示。注3: 下标 s 是为避免与定义成非反射声能与入射声能之比的吸声系数相混淆, 比如平面波以特定角入射到平面墙体的情况。这种“几何的”吸声系数总是小于1.0, 故可用百分数表示。

4 测量原理

分别测量在有和没有试件情况下混响室的平均混响时间。试件吸声量 A_T 由这些混响时间数据用赛宾公式计算得出(见8.1.2)。

对于均匀覆盖表面的试件(平面吸声体或规定的物体排列), 其吸声系数为试件吸声量 A_T 与试件面积 S 的比值(见8.1.3)。

如果试件由若干个相同的物体组成, 则单个物体的吸声量 A_{obj} 为总吸声量 A_T 与物体数量 n 的比值(见8.1.4)。

5 频率范围

测量应按1/3倍频程进行, 其中心频率(Hz)按GB/T 3240—1982规定如下:

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

此频率范围之外的附加测量可按中心频率符合GB/T 3240—1982规定的1/3倍频程进行。在低频段(低于100 Hz), 由于混响室的简正模式密度低, 很难得到准确的测量结果。

6 测试安排

6.1 混响室和声场扩散

6.1.1 混响室容积

混响室容积不应小于 150 m^3 。新建混响室的容积建议不小于 200 m^3 。容积超过 500 m^3 的混响室可能由于空气吸收而不能准确测量出高频段的吸声。

6.1.2 混响室形状

混响室形状应满足式(1)条件:

$$l_{\max} < 1.9V^{1/3} \dots\dots\dots(1)$$

式中:

l_{\max} ——房间最大线度(比如矩形房间最大线度为主对角线),单位为米(m);

V ——房间容积,单位为立方米(m^3)。

为达到简正频率(特别在低频段)的均匀分布,房间任意两个边的尺寸不应呈小整数比。

6.1.3 声场扩散

混响室内逐渐衰变的声场应充分扩散。为达到满意的扩散度,不论混响室形状如何,通常需要设置固定或悬挂的扩散体或旋转扩散体(见附录 A)。

6.1.4 吸声量

按 8.1.2.1 计算的空场混响室的 $1/3$ 倍频程吸声量 A_1 不应超过表 1 给出的数值。

表 1 容积为 200 m^3 空场混响室的最大吸声量

频率/Hz	100	125	160	200	250	315	400	500	630
吸声量/ m^2	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5
频率/Hz	800	1 000	1 250	1 600	2 000	2 500	3 150	4 000	5 000
吸声量/ m^2	6.5	7.0	7.5	8.0	9.5	10.5	12.0	13.0	14.0

如果混响室容积 V 不是 200 m^3 ,则表 1 中给出的吸声量数值应乘以 $(V/200)^{2/3}$ 。

空场混响室吸声量的频率特性图应为平滑的且没有明显的峰或谷的曲线,任何一个 $1/3$ 倍频程吸声量与其相邻的两个 $1/3$ 倍频程吸声量的平均值之间差别不应大于 15%。

6.2 试件

6.2.1 平面吸声体

6.2.1.1 试件面积应为 $10 \text{ m}^2 \sim 12 \text{ m}^2$ 。如果混响室容积 V 大于 200 m^3 ,则试件面积的上限应乘以 $(V/200)^{2/3}$ 。

试件面积的选择取决于混响室容积和试件的吸声能力;房间容积越大,试件面积宜越大。对于吸声系数小的试件,宜选试件面积要求的上限。

6.2.1.2 试件应做成宽度与长度之比为 $0.7 \sim 1$ 的矩形,距房间任何边界宜不小于 1 m ,但至少 0.75 m 。试件边界宜不平行于距其最近的房间边界。如必要,较重的试件可沿着墙壁垂直安装并直接落在地面上,这时可不考虑试件距房间边界至少 0.75 m 的要求。

6.2.1.3 试件应按附录 B 中规定的某一种方式安装,除非制造商提供有关说明或使用者提出应用细节需要一个不同的安装方式。空场混响室混响时间的测量应在没有试件框架或侧框的情况下进行(J 类安装时环绕挡板除外)。

6.2.2 分立吸声体

6.2.2.1 矩形单元吸声垫或板应按附录 B 中 J 类方式安装。

6.2.2.2 分立物体(如座椅、独立式屏风、人等)应按实际应用中典型安装方式安装。比如,座椅或独立式屏风应落在地面上,但距房间任何其他边界不小于 1 m 。空间吸声体应安装在距房间任何边界、房间扩散体以及传声器均至少 1 m 的地方。办公室屏风应按单个物体安装。

6.2.2.3 试件应包含足够数量的单个物体(一般至少三个),以提供可测的房间吸声量的改变量大于 1 m^2 ,但不超过 12 m^2 。如果混响室容积 V 大于 200 m^3 ,则这两数值应乘以 $(V/200)^{2/3}$ 。分立物体间距

应至少 2 m,且随机地布置。如果试件只是一个物体,则至少要测三个位置,每个位置间距至少 2 m,并将测量结果予以平均。

6.3 温度和相对湿度

6.3.1 测量过程中温度和相对湿度的变化对测得的混响时间有很大影响,特别是在高频段和相对湿度较小时。对此 GB/T 17247.1 中有定量描述。

6.3.2 空室和放试件后混响室内的测量宜在温度和相对湿度近乎相同的情况下进行,这样缘于空气吸收的调整就相差不大。不论如何,整个测量过程中混响室内相对湿度至少为 30%,最大为 90%;温度不低于 15℃。所有测量都应按 8.1.2.3 对空气吸收的变化进行修正。

测试进行之前,让试件在混响室内达到温度及相对湿度条件的平衡。

7 混响时间测量

7.1 概述

7.1.1 简介

本标准阐述了两种测量衰变曲线的方法:中断声源法和脉冲响应积分法。中断声源法测出的衰变曲线是一个统计过程的结果,为获取合适的可重复性数据,必须把在某一传声器/扬声器位置测得的数条衰变曲线或数个混响时间值进行平均。而房间的脉冲响应积分是一个确定函数,不会有统计偏差,所以不必平均。可是,脉冲响应积分法比中断声源法要求有更高級的仪器和数据处理功能。

7.1.2 传声器和传声器位置

测量用传声器应是全向传声器。应设不同的传声器位置,位置间距至少 1.5 m,距声源至少 2 m,距房间任何表面和试件至少 1m。不同传声器位置测得的衰变曲线不应以任何方式合并。

7.1.3 声源位置

混响室内声音应由全向辐射的声源发出。应设不同的声源位置,位置间距至少 3 m。

7.1.4 传声器和扬声器位置的数量

空间独立测量的衰变曲线至少为 12 条。因此,传声器位置数与扬声器位置数的乘积至少为 12,其中传声器位置数最少为 3,声源位置数最少为 2。允许同时使用两个或两个以上的声源,只要它们各个 1/3 倍频程声功率之差不超过 3 dB。如果两个或两个以上的声源同时发声激励,则空间独立测量的衰变曲线可以减少到 6 条。

7.2 中断声源法

7.2.1 房间声激励

使用扬声器作为声源,馈给扬声器的信号为具有连续频谱的宽带或窄带噪声信号。当使用宽带噪声信号和实时分析仪时,该噪声信号的频谱应使混响室内两个相邻的 1/3 倍频程声压级的差值不超过 6 dB。当使用窄带噪声信号时,其带宽应至少为 1/3 倍频程。

声激励时间应足够长,在停止之前应能在需测的所有频带里产生稳态的声压级。为此,声激励时间至少是混响时间预估值的一半。

激励信号的声压级在衰变之前应足够高,以使衰变曲线中取值范围下限处的声压级至少高于背景噪声声压级 10 dB(见 7.4.1)。

如果信号的带宽大于 1/3 倍频程,相邻频带的混响时间差别会影响衰变曲线中较低的部分。如果相邻频带的混响时间相差超过 1.5 倍,则应用 1/3 倍频程声源单独测量其中最短混响时间的频带的衰变曲线。

7.2.2 平均

在 7.1.1 中已经阐述,必须将在某一传声器/扬声器位置测得的多个数据进行平均,以减小因统计偏差引起的测量不确定度。至少应有 3 个数据的平均。如果希望中断声源法的可重复性与脉冲响应积分法的可重复性处于同一范围,则至少应有 10 个数据的平均(见 8.2)。有两种平均方法,第一种是用

式(2)对某一传声器/扬声器位置记录下的衰变曲线进行平均。

$$L_p(t) = 10 \lg \left[\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N 10^{\frac{L_{pn}(t)}{10}} \right] \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

$L_p(t)$ ——总数为 N 个衰变计算的在 t 时刻的平均声压级,单位为分贝(dB);

$L_{pn}(t)$ ——第 n 个衰变在 t 时刻的声压级,单位为分贝(dB)。

这种方法一般称为“集合平均法”。

第二种平均方法适用于集合平均法不能应用的情况,先对单个衰变曲线进行混响时间取值,再将取得的混响时间值进行算术平均。在不同传声器/扬声器位置记录下的衰变曲线不应进行平均。

注:理论上,实验室测量中,对混响时间值进行平均能得到与集合平均法相似的结果。使用计算机控制仪器时,总是运用集合平均法。平均多个衰变得到的衰变曲线通常会比单个衰变曲线更加平滑,这样会更可靠地定位出衰变曲线中的取值范围(大部分情况下是自动完成的)。

7.2.3 记录系统

记录系统应是一个电平记录仪或其他合适的用来确定与混响时间对应的衰变曲线平均斜度的系统,包括必要的放大器和滤波器。

记录(显示和/或取值)声压级衰变的仪器可能会运用:

- a) 指数平均,输出连续曲线,或
- b) 指数平均,输出连续平均得出的逐次离散的样点,或
- c) 线性平均,输出逐次离散的线性平均,某些情况下在确定平均值时有相当长的暂停时间。

指数平均仪器(或类似设备,见注2)的时间常数应低于,并尽可能接近 $T/20$ 。

线性平均仪器的平均时间应低于 $T/12$ 。

对于将衰变记录成一系列离散点的仪器,记录的采样时间间隔应低于仪器的平均时间($\leq T/12$)。

在衰变记录必须直观取值的情况下,宜调整显示图的时间刻度以使衰变曲线的斜度尽可能接近 45° 。

注1:以图形方式记录作为时间函数的声压级的商用电平记录仪近似等效于指数平均仪器。

注2:使用指数平均仪器时,把平均时间设定成远低于 $T/20$ 优点很少;使用线性平均仪器时,把采样时间间隔设定成远低于 $T/12$ 没有优点。系列测量过程中,可针对各个频带设定相应合适的平均时间。上述做法不可行的测量过程中,建议根据最短混响时间依上述要求确定所有频带的平均时间或采样时间间隔。

接收设备里的 $1/3$ 倍频程滤波器应符合 GB/T 3241 的规定。

7.3 脉冲响应积分法

7.3.1 直接方法

脉冲响应可用脉冲声源比如手枪射击、气球爆破、电火花或其他能产生足够频率宽度和能量(符合 7.2.1 的要求)的声源直接进行测量。

注:扬声器通常不适合于产生足够能量的宽频脉冲信号,而只可能产生滤波脉冲。一种行之有效的做法是把带通滤波器(如 $1/3$ 倍频程滤波器)的逆时脉冲响应信号馈送给扬声器系统。

7.3.2 间接方法

可用一种特殊声信号,只需对传声器信号作特殊处理即可得到脉冲响应。这样会改善信噪比。如果声源频谱特性满足要求,就可使用扫频或伪随机噪声(比如最大长度序列 MLS)。由于信噪比的改善,声源的动态范围比 7.3.1 要求的低得多。如果进行同步时间平均(比如为了提高信噪比),则必须确认为在整个测量过程中脉冲响应始终保持不变。声信号可由外置的硬软件或测量仪器的一个构成部分发出。

声信号带宽应大于 $1/3$ 倍频程。待测的 $1/3$ 倍频程的频谱宜比较平直。另外,也可对宽带噪声频谱进行调整来提供从 100 Hz 至 5 000 Hz $1/3$ 倍频程中心频率范围的近似粉红噪声频谱,用以同时测量出各个 $1/3$ 倍频程的混响时间。声信号应使各个频带的衰变曲线能满足 7.2.1 中对声压级的要求。

7.3.3 记录系统

记录系统应包括:满足 7.1.2 和 7.2.3 要求的传声器和放大器;能对记录的信号进行数字化处理,并能完成包括对脉冲响应进行积分和对衰变曲线进行取值等所有必要的数据处理的数据处理的附加仪器。在 7.3.2 情况下,记录系统还会包括一些必要的硬软件,来处理由记录的信号得出的脉冲响应,以及产生测试信号。

脉冲响应应进行 1/3 倍频程滤波。滤波过程可在脉冲响应数字化之前或之后进行,但不管怎样都必须在积分过程之前。模拟滤波器或者数字滤波器都是可以使用的。滤波器应符合 GB/T 3241 的规定。

注:使用特殊测试信号比如最大长度序列 MLS,要获得适当的结果,不仅需要更复杂的数据处理,而且需要更深的理论知识。这个技术具体细节已超过本标准范围,使用者可查阅相关资料。

7.3.4 脉冲响应的积分

对经滤波的脉冲响应进行反向积分。理论上其结果等效于通过中断声源法获取的无穷个衰变的平均结果。已有许多商用系统将反向积分过程集成化,使用者一般不必自己去计算积分。基本运算过程如下:

通过对脉冲响应的平方进行反向积分得出各个频带的衰变曲线。在没有背景噪声的理想情况下,从脉冲响应的终点($t \rightarrow \infty$)开始,至脉冲响应的起点,对脉冲响应的平方进行积分。这样,作为时间函数的衰变见式(3):

$$E(t) = \int_0^{\infty} p^2(\tau) d\tau - \int_0^t p^2(\tau) d\tau = \int_t^{\infty} p^2(\tau) d\tau = \int_{\infty}^t p^2(\tau) d(-\tau) \dots\dots\dots (3)$$

式中:

$E(t)$ ——脉冲响应平方的反向积分;

$p(\tau)$ ——脉冲响应声压,单位为帕斯卡(Pa)。

为使背景噪声对脉冲响应的后期的影响降低到最小,运用下面方法来修正:

如果背景噪声声压级已知。则积分下限 t_1 为下面两条线的交点:一条是背景噪声水平线;一条是能代表脉冲响应平方衰变曲线的斜线。积分上限仍为脉冲响应的起点,通过式(4)计算衰变曲线:

$$E(t) = \int_{t_1}^t p^2(\tau) d(-\tau) + C \dots\dots\dots (4)$$

式中:

$t < t_1$, C 为脉冲响应平方在 t_1 至 ∞ 间积分的可选修正值。

在假定声能量指数衰变曲线与 t_0 至 t_1 间脉冲响应平方衰变曲线的斜率相同的前提下计算 C 值,得出的结果是最可靠的。 t_0 为比 t_1 时刻的声压级高出 10 dB 处所对应的时刻。

如果 C 取为零,有限的积分起始点会导致混响时间的系统性低估。为使混响时间的低估不大于 5%,反向积分起始点的声压级应低于脉冲响应平方最大值至少 15 dB,加上混响时间 T 估值的动态范围。

7.4 根据衰变曲线的混响时间取值

7.4.1 取值范围

第 5 章中规定的各个频带衰变曲线的取值应在低于起始声压级 5 dB 的地方开始。取值范围应为 20 dB,其下限应比测量系统的整体背景噪声至少高出 10 dB。

7.4.2 取值方法

当使用计算机控制的记录系统时,计算出整个取值范围的最小二乘法拟合直线是确定混响时间的一个便利的方法。运用其他算法也可得到类似的结果。当使用电平记录仪直接记录时,应手工画出尽可能靠近衰变曲线的一条直线。在对离散点取值的情况下,点的数量应足够多,以便应用最小二乘拟合法。

8 结果表达

8.1 计算方法

8.1.1 混响时间 T_1 和 T_2 的计算

混响室各个频带的混响时间由在该频带测得的所有混响时间的算术平均值表达。

空场混响室和有试件情况下分别测得的各个频带混响时间的平均值, T_1 和 T_2 , 应保留小数点后两位有效数字计算和表达。

8.1.2 A_1 、 A_2 和 A_T 的计算

8.1.2.1 空场混响室的吸声量 A_1 (单位: m^2), 应按式(5)计算:

$$A_1 = \frac{55.3V}{c_1 T_1} - 4Vm_1 \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中:

V ——空场混响室容积, 单位为立方米(m^3);

c_1 ——空场混响室条件下声音在空气中的传播速度, 单位为米每秒(m/s);

T_1 ——空场混响室的混响时间, 单位为秒(s);

m_1 ——空场混响室条件下的声强衰减系数, 单位为每米(m^{-1})。根据测量过程中空场混响室空气条件按照 GB/T 17247.1 计算得出。 m 值可通过 GB/T 17247.1 中应用的衰减系数 α 按下式计算:

$$m = \frac{\alpha}{10\lg(e)}$$

注: 温度在 15°C 到 30°C 范围内, c 值可按公式 $c = 331.45 + 0.6t$ 计算, c 为空气中声速, 单位为米/每秒(m/s), t 为空气温度, 单位为摄氏度($^\circ\text{C}$)。

8.1.2.2 放试件后混响室的吸声量 A_2 (单位: m^2), 应按式(6)计算:

$$A_2 = \frac{55.3V}{c_2 T_2} - 4Vm_2 \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中:

c_2 ——放试件后混响室条件下声音在空气中的传播速度, 单位为米每秒(m/s);

T_2 ——放试件后混响室的混响时间, 单位为秒(s);

m_2 ——放试件后混响室条件下的声强衰减系数, 单位为每米(m^{-1})。根据测量过程中放试件后混响室空气条件按照 GB/T 17247.1 计算得出。 m 值可通过 GB/T 17247.1 中应用的衰减系数 α 按下式计算:

$$m = \frac{\alpha}{10\lg(e)}$$

8.1.2.3 试件吸声量 A_T (单位: m^2), 应按式(7)计算:

$$A_T = A_2 - A_1 = 55.3V \left(\frac{1}{c_2 T_2} - \frac{1}{c_1 T_1} \right) - 4V(m_2 - m_1) \quad \dots\dots\dots (7)$$

8.1.3 吸声系数 α_s 的计算

平面吸声体或规定的物体排列的吸声系数 α_s 应按式(8)计算:

$$\alpha_s = \frac{A_T}{S} \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中:

S ——试件面积, 单位为平方米(m^2)(见 3.8)。

8.1.4 分立吸声体吸声量的计算

对于分立吸声体, 通常用单个物体的吸声量 A_{obj} 来表示结果, 应按式(9)计算:

$$A_{\text{obj}} = \frac{A_T}{n} \dots\dots\dots (9)$$

式中:

n ——被测物体数量。

对于规定的物体排列,用吸声系数来表示结果,按 8.1.3 计算。

8.2 精密度

8.2.1 概述

整个吸声测量的不确定度受两方面因素的影响。第一是混响时间测量的不确定度,这种影响在应用中断声源法时尤为突出(见 8.2.2)。第二个引起不确定度的因素是再现性的限制,这是由包括混响室和安装方法在内的整个测量过程的设置造成的。实验室设置引起的变化正在调查研究中(见 8.2.3)。

8.2.2 混响时间测量的重复率

在 20 dB 的衰变范围内取值的混响时间 T_{20} 的相对标准偏差可用式(10)估算^[1]:

$$\epsilon_{20}(T)/T = \sqrt{\frac{2.42 + 3.59/N}{fT}} \dots\dots\dots (10)$$

式中:

$\epsilon_{20}(T)$ ——混响时间 T_{20} 的标准偏差;

T ——测得的混响时间,单位为秒(s);

f ——1/3 倍频程中心频率,单位为赫兹(Hz);

N ——衰变曲线的数量。

图 1 示例了一个 T_{20} 的测量标准偏差。12 个测点,每个测点重复记录三次衰变。

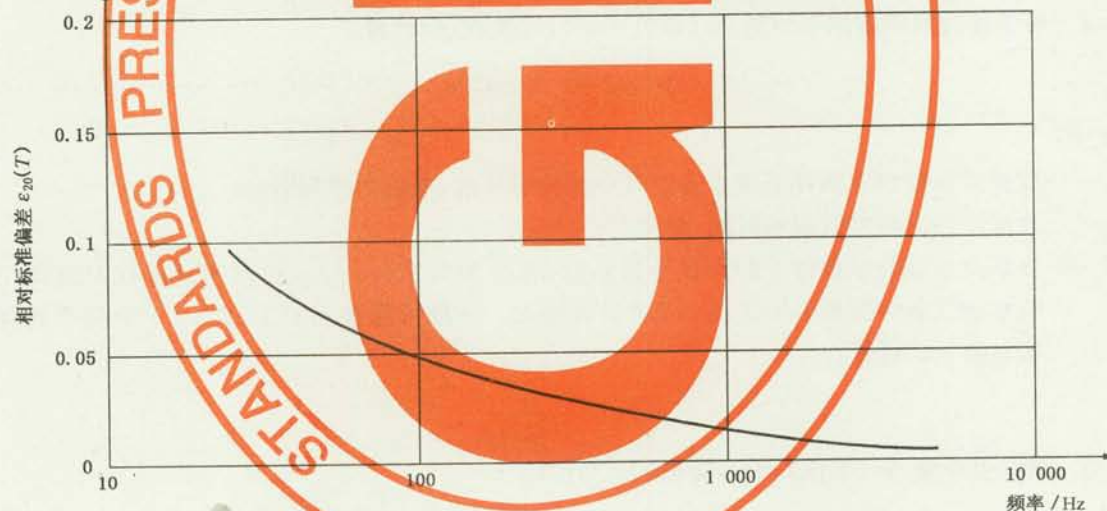


图 1 标准偏差示例

8.2.3 再现性

吸声测量的再现性仍在调查研究中。

8.3 结果表述

对于所有测量频带,应在测量报告中以表格和图形的方式给出下列结果:

- 对于平面吸声体,吸声系数 α_s ;
- 对于单个物体,单个物体吸声量 A_{obj} ;
- 对于规定的物体排列,吸声系数 α_s 。

试件吸声量应修约到 0.1 m²,吸声系数应修约到 0.01。

注:注意测量结果的精密度可能会小于上述小数点修约限值所指的精密度。

图形表示中各数据点应用直线连接,横坐标以对数刻度表示频率,纵坐标以线性刻度表示吸声量或吸声系数。纵坐标上由 $A_T=0$ 至 $A_T=10 \text{ m}^2$ 或由 $\alpha_s=0$ 至 $\alpha_s=1$ 的距离与横坐标上 5 个倍频程的距离之比应为 2:3。对于测量结果 $A_T \leq 3 \text{ m}^2$,纵坐标刻度范围可选择为 $A_T=0$ 至 $A_T=5 \text{ m}^2$ 。

另外,可能包括按照参考文献[2]计算的单值评价量。按照参考文献[2]规定,倍频程数据由该倍频程内的 3 个 1/3 倍频程数据的算术平均值得出。

9 测试报告

测试报告应参照本标准,并应包括以下内容:

- a) 测试单位名称;
- b) 测试日期;
- c) 试件描述、试件面积 S 、试件安装及在混响室内的位置,宜画图表示;
- d) 混响室形状、扩散处理设施(扩散体的数量和尺寸)以及传声器和声源的位置数;
- e) 混响室的尺寸、容积 V 及总表面积 S_t (墙壁、地面和天花);
- f) 测量 T_1 和 T_2 时的温度和相对湿度;
- g) 各个频带的平均混响时间 T_1 和 T_2 ;
- h) 测试结果按照 8.3 中规定形成报告。



附录 A

(规范性附录)

混响室内声场的扩散性

A.1 扩散体

符合要求的扩散场可以用固定扩散体和(或)旋转扩散体来获得。理想情况下,扩散体宜为吸声小且面密度约 5 kg/m^2 的薄板。建议扩散体有不同的尺寸,每块面积(单面)约 $0.8 \text{ m}^2 \sim 3 \text{ m}^2$ 。薄板可略有弯曲,并应随机朝向,在整个混响室内布置。

如果使用旋转扩散体,衰变曲线重复测量的周期与旋转扩散体的旋转周期不应成小整数比。

A.2 扩散性的检测

选一合适的试件,比如 $5 \text{ cm} \sim 10 \text{ cm}$ 厚均匀多孔吸声材料,该材料在适当条件下,从 500 Hz 至 $4\,000 \text{ Hz}$ 频率范围的吸声系数均大于 0.9 (某些玻璃棉、石棉或聚氨酯泡沫塑料可以达到)。

按 6.2 安装此试件。

按下面步骤进行试件的吸声测量:

- a) 没有扩散体;
- b) 有少量固定扩散体(面积大约 5 m^2);
- c) 逐步增加固定扩散体的数量,每次大约增加 5 m^2 。

每组测量,均计算从 500 Hz 至 $5\,000 \text{ Hz}$ 频率范围的吸声系数的平均值,并将这些数据对应扩散体的数量(总面积)绘制成图表。

可以发现随着扩散体数量(面积)的增加,平均吸声系数逐渐达到最大值,然后保持稳定。

扩散体的优选数量(面积)为吸声系数达到稳定值时的数量(面积)。

如果使用旋转扩散体,应证实最终的扩散度等效于用上述步骤获得的扩散度。

注:根据经验,矩形房间内达到满意扩散度所需扩散体的面积(两面)大约是房间总表面积的 $15\% \sim 25\%$ 。

附 录 B

(规范性附录)

吸声测试的试件安装

B.1 概述

材料的吸声特性与测试时的安装方式有关。本附录规定吸声测试应采用的几种标准的安装方式。通常一个试件仅采用其中的一种。

E类和G类安装的标识中包含一个数字后缀,例如E-400或G-100。该后缀以mm为单位表示安装距离,修约到最接近的5mm的整数倍。

注:本附录中采用的安装方式标识经过选择,以与附录编写之前已存在的标准中使用的标识相匹配。如美国ASTM E 795《吸声测试试件安装实施规范》。

B.2 A类安装

试件安装或直接放置在房间表面,比如混响室地面。如需要,测试中可使用不留有薄空腔的粘合剂或机械固定件来固定试件。测试报告中应包括对固定件、固定件位置或者表面处理方法、用以固定试件的粘合剂的全面描述。

如果试件由两个或多个构件(或分离的板)拼装而成,可能需要用带子、勾缝化合物或其他不吸声材料来覆盖相邻构件的联结处。这样做是为了防止单个构件边界的吸声。如果联结处被覆盖,测试报告中应描述覆盖方法和所用材料。

试件周边应密封或覆盖以防止吸声。如果实际应用中试件边界通常为暴露状态,则测试中试件边界也不应密封或覆盖。如果试件边界未被覆盖,在计算试件面积时应包括试件边界的面积。

测试报告中应描述试件边界的处理情况。如果试件边界的面积被计入试件面积,应在测试报告中注明。

试件周边可用声反射框架封闭或覆盖。框架应坚固、实心。并且在试件与框架之间、房间表面与框架之间均不应留有空腔。可使用1mm厚钢板、12mm厚石膏板或12mm厚木板(最小厚度)等组成框架¹⁾。框架应紧贴试件并与房间表面密封。框架的暴露面应与试件表面齐平。

如果试件表面使用了穿孔金属网或其他多孔材料,应在测试报告中对该面层材料进行全面描述。

B.3 B类安装

B类安装适用于用粘合剂直接粘合在某硬面上的产品。实际应用中通常在产品 and 粘合产品的硬面之间留有一层薄空腔。

将试件粘合在直接靠放于房间表面的石膏板上。至于石膏板的厚度并不关键。按产商说明书规定进行粘合。如没有说明,则在每块试件背面用上四小块粘合剂。为获得空腔,在每块试件四角放上3mm厚25mm×25mm大小的垫块。试件周边应用声反射框架封闭或覆盖。框架应坚固、实心。并且在试件与框架之间、房间表面与框架之间均不应留有空腔。可使用1mm厚钢板、12mm厚石膏板或12mm厚木板(最小厚度)等组成框架²⁾。框架应紧贴试件并与房间表面密封。框架的暴露面应与试件表面齐平。

1) ISO 原文中为12.5mm厚,鉴于我国具体情况改为12mm厚。

2) 同1)。

B.4 E类安装

安装的试件背后留有空腔。标识的后缀(比如 E-400)表示试件暴露面与试件背后的房间表面之间的距离,修约到最接近的 5 mm 的整数倍。如应用 E 类安装,试件应按 E-400, E-300 或 E-200 进行测试。除 200 mm, 300 mm, 400 mm 距离外,也可以采用其他距离。

安装固定件应用面密度不小于 20 kg/m^2 的金属、木料或其他无孔材料构成,并且在试件背后围一封闭空腔,空腔内不应有任何隔板,除非该隔板属于试件的一部分。固定件应覆盖试件周边。固定件与房间表面的联结处、固定件与试件的联结处均应密封来阻止封闭空间和外界之间的空气泄漏。

E 类安装时可将试件朝上放置在房间地面上,除非该试件的结构因重力因素影响吸声。

B.5 G类安装

试件如帘幕、织物、窗帘、百页等平行于房间表面悬挂安装。安装标识的后缀(比如 G-100)表示试件表面与房间表面之间的距离。如应用 G 类安装,试件应按 G-100 进行测试。除 100 mm 距离外,也可以采用其他距离。

如果采用其他距离,该距离应是 50 mm 的整数倍。根据实际应用情况,试件测试时可以设置或不设置周边框架。如果设置周边框架,应使其紧靠试件并与房间表面密封。

也可能有其他的帘幕安装方式,并可用来测试。测试报告中应对该特殊安装方式进行详细描述。

B.6 I类安装

I 类安装适用于喷涂或抹涂的材料,比如灰泥。这些材料应用适当的衬底。材料固化时应注意防止衬底的扭曲。这类试件应按 A 类安装中试件周边采用框架封闭的方式进行测试。

B.7 J类安装

J 类安装适用于矩形单元吸声垫或板的吸声测量。

吸声垫或板的侧边应放置在或接触房间的一个表面。也可选用其他有地面净空的安装方式。吸声垫或板的侧边与房间表面之间不应留有空腔。试件安装占地面积应为 $10 \text{ m}^2 \sim 15 \text{ m}^2$ 。

吸声垫或板应分两或三排平行安装。一排中的吸声垫或板之间不应留有缝隙。任何吸声垫或板距除与其接触的房间表面之外的房间任何其他表面应至少 1 m,除非该房间表面属于挡板的一部分。

吸声垫或板的排列应由不吸声的挡板包围。混响室的一面或两面墙可作为挡板的一部分,分别如图 B.1 和图 B.2 所示。平行于吸声垫或板的挡板应与最近的那排垫或板的中心线相距 $d/2$ (d 是平行排间距)。垂直于吸声垫或板的挡板应与吸声垫或板的端部齐平。挡板的高度有以下两种设计:

a) “井法”

挡板高度与吸声垫或板的高度相同,如图 B.3 所示。

b) “深井法”

挡板比吸声垫或板高出 0.8 m,但挡板高度不应超过混响室高度的一半。如图 B.4 所示。

空场混响室测量时挡板不应移出混响室。

单位:m



图例:

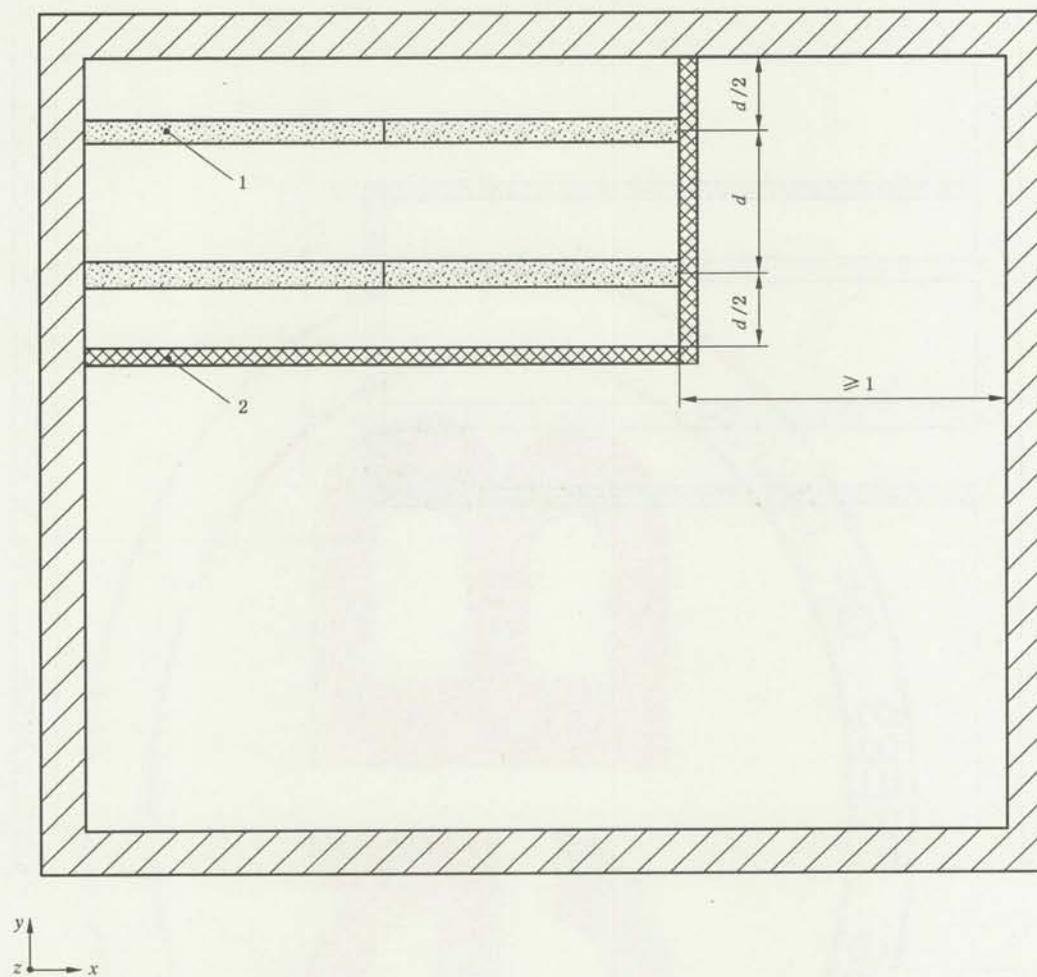
1——吸声板;

2——挡板;

 d ——平行排间距。

图 B.1 应用不吸声环绕挡板的 J 类安装示例一(俯视图)

单位:m



图例:

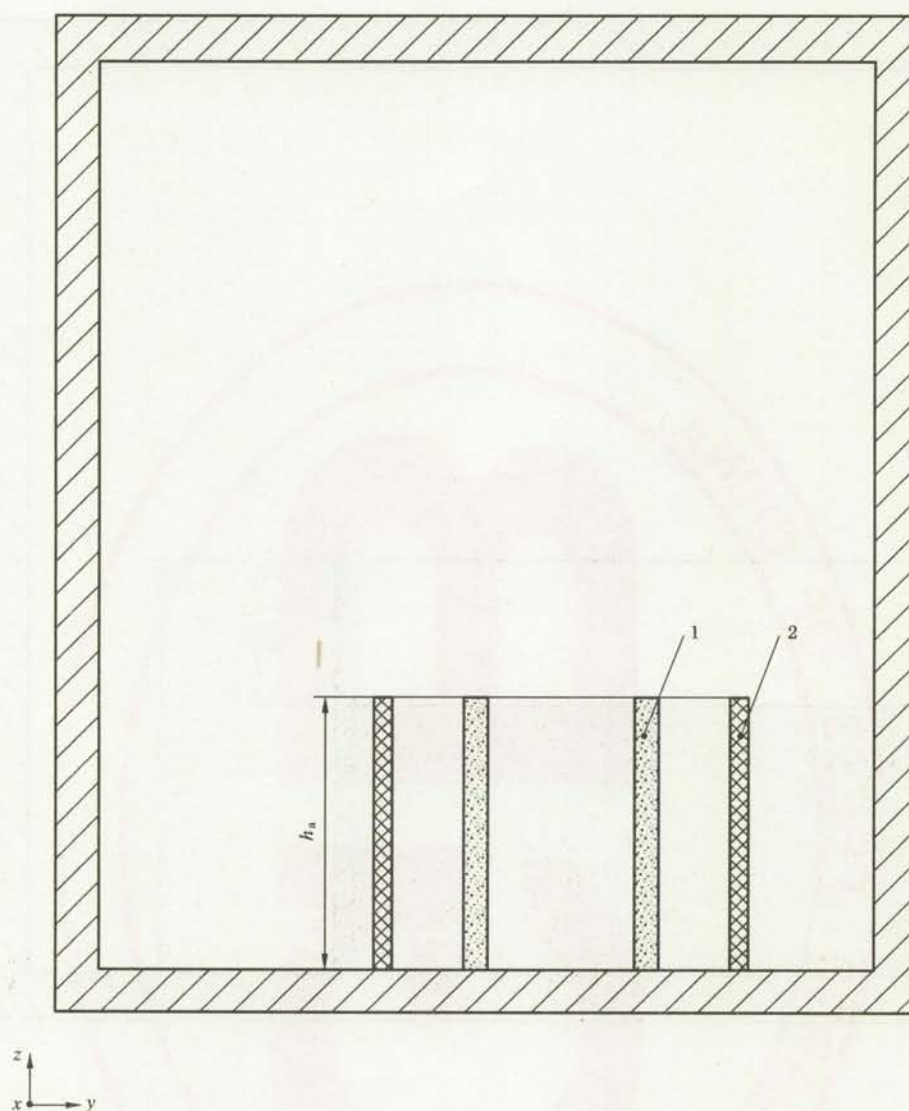
1——吸声板;

2——挡板;

 d ——平行排间距。

图 B.2 应用不吸声环绕挡板的 J 类安装示例二(俯视图)

单位:m



- 图例:
- 1——吸声板;
 - 2——挡板;
 - h_a ——吸声板高度。

图 B.3 “井法”J 类安装示例

单位:m



图例:

1——吸声板;

2——挡板;

 H ——混响室高度。

图 B.4 “深井法”J类安装示例

附 录 C
(资料性附录)
参 考 文 献

- [1] ISO/TR 140-13, Acoustics—Measurement of sound insulation in buildings and of building elements-Part 13: Guidelines
 - [2] ISO 11654, Acoustics—Sound absorbers for use in buildings-Rating of sound absorption
 - [3] ISO 3382, Acoustics—Measurement of the reverberation time of rooms with reference to other acoustical parameters
 - [4] BARRON, M. Impulse Response Testing Techniques for Auditoria. *App. Acoust.*, 17, 1984, pp. 165ff
 - [5] SCHROEDER, M. R. New method of measuring reverberation time. *J. Acoust. Soc. Am.*, 37, 1965, pp. 409ff
 - [6] VORLANDER, M. BIETZ, H. Comparison of Methods for Measuring Reverberation Time. *Acustica*, 80, 1994, pp. 205ff
 - [7] KUTTRUFF, H. *Room Acoustics*. 4th edition, Elsevier Applied Science, London and New York, 2000, Chapter VIII
 - [8] YOSHITO HIDAKA, HIROO YANO, HIDEKI TACHIBANA. Correction for the effect of atmospheric sound absorption on the sound absorption coefficients of materials measured in a reverberation room. *J. Acoust. Soc. Jpn. (E)*, 19, 1998, pp. 217-223
 - [9] FUKUSHI KAWAKAMI, TAKESHI SAKAI. Deep-well approach for canceling the edge effect in random incident absorption measurement. *J. Acoust. Soc. Jpn. (E)*, 19, 1998, pp. 327-338
-

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准

声学 混响室吸声测量

GB/T 20247—2006/ISO 354:2003

*

中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街16号
邮政编码:100045

网址 www.spc.net.cn

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 1.5 字数 38 千字
2006年10月第一版 2006年10月第一次印刷

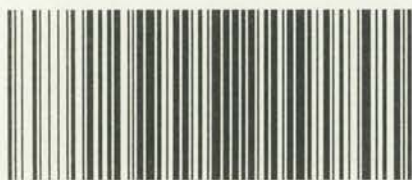
*

书号:155066·1-28007 定价 14.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换

版权专有 侵权必究

举报电话:(010)68533533



GB/T 20247-2006