



中华人民共和国国家标准

GB/T 6881.3—2002
idt ISO 3743-2:1994

声学 声压法测定噪声源声功率级 混响场中小型可移动声源工程法 第2部分:专用混响测试室法

Acoustics—Determination of sound power levels of noise
sources—using sound pressure—Engineering methods for small,
movable sources in reverberant field
—Part 2:Methods for special reverberation test rooms

2002-03-26 发布

2002-12-01 实施

中华人民共和国
国家质量监督检验检疫总局 发布

目 次

前言	Ⅱ
ISO 前言	Ⅳ
0 引言	1
1 范围	2
2 引用标准	3
3 定义	4
4 专用混响室要求	4
5 仪器	6
6 被测声源的安装和运行	6
7 测试室中的测量	7
8 声功率级计算	10
9 记录内容	10
10 报告内容	11
附录 A(标准的附录) 标准声源的特性和校准	12
附录 B(提示的附录) 专用混响测试室的设计导则	12
附录 C(提示的附录) 适用的仪器系统的例子	16
附录 D(提示的附录) 参考资料	17

前 言

本标准根据国际标准 ISO 3743-2:1994《声学 声压法测定噪声源声功率级 混响场中小型可移动声源工程法 第二部分:专用混响测试室法》对 GB 6881—1986 进行修订。本标准是声压法测定噪声源声功率级的系列标准之一,在技术内容上等同于 ISO 3743-2:1994。

GB 6881—1986 是参照采用 ISO 3741—1975、ISO 3742—1975 和 ISO 3743—1976 合并制定的,现根据 ISO 最新的修改版本,分别对 ISO 3741—1999《声学 声压法测定噪声源声功率级 混响室精密法》、ISO 3743-1:1994《声学 声压法测定噪声源声功率级 混响场中小型可移动声源工程法 第1部分:硬壁测试室比较法》和 ISO 3743-2:1994《声学 声压法测定噪声源声功率级 混响场中小型可移动声源工程法 第2部分:专用混响测试室法》进行等同采用的修订。

本标准 and GB/T 6881.1、GB/T 6881.2 替代 GB 6881—1986。

本标准的附录 A 为本标准的附录,附录 B、附录 C、附录 D 为提示的附录,仅供参考。

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归口。

本标准起草单位:南京大学、中国科学院声学研究所。

本标准主要起草人:孙广荣、章汝威。

ISO 前言

国际标准化组织(ISO)是由各国标准化委员会(ISO 成员国)组成的世界范围的联合组织。国际标准的制定工作通常由 ISO 技术委员会来完成。每个成员国在对某技术委员会所确定的某项标准感兴趣时,有权参加该技术委员会。与 ISO 有联系的政府和非政府国际性组织也可参加该项工作。ISO 与国际电工委员会(IEC)在电工标准化的各个方面均保持密切合作。

各技术委员会采纳的国际标准草案应分发给各成员国进行投票表决。国际标准草案至少需要 75% 的成员国投票赞同,才能作为国际标准出版发行。

ISO 3743-2 是由 ISO/TC 43 声学技术委员会 SCI 噪声分会制定的。

本版本对 ISO 3743:1988 稍作修改后取代了它。

ISO 3743 是在总标题“声学—声压法测定噪声源声功率级—小型可移动声源在混响场中工程法”下由下面两部分组成:

- 第一部分:硬壁测试室比较法
- 第二部分:专用混响测试室方法

附录 A 是标准的附录,附录 B、附录 C、附录 D 是提示的附录,仅供参考。

中华人民共和国国家标准

声学 声压法测定噪声源声功率级 混响场中小型可移动声源工程法 第2部分:专用混响测试室法

Acoustics—Determination of sound power levels of noise
sources—using sound pressure—Engineering methods for small,
movable sources in reverberant field
—Part 2: Methods for special reverberation test rooms

GB/T 6881.3—2002
idt ISO 3743-2:1994

0 引言

0.1 GB/T 6881.3 是 GB/T 14367 有关声压法测定噪声源声功率级的系列标准之一,该系列标准规定了用声压法确定机器、设备及其部件的声功率级的各种方法。这些基本标准规定了如表 0.1 所示的适合于不同测试环境的声学测量设备。当选用 GB/T 14367 系列中的某一个方法时,需要选择最适合于噪声测量的条件和目的。在 GB/T 14367 中提供了用于选择的一般指导。该系列标准只是给出被测机器或设备运行和安装的一般原则。对于特殊类型的机器或设备应参考其噪声测试规范,对安装和运行条件做出详细说明。

0.2 本标准给出的方法能在指定的固定传声器位置或沿指定路径测量 A 计权和倍频程声压级。允许确定 A 计权声功率级或其他计权声功率级及倍频程声功率级。不能确定的量是声源的指向特性和非稳态发射的噪声源辐射的时间图形。

0.3 GB/T 6881.2 和 6881.3 规定了确定小型噪声源 A 计权和倍频程声功率级的工程方法。这些方法可应用于能安装在规定声学特性的硬壁测试室或专用混响测试室内的小型机器、器件、元件和附件。这些方法特别适用于便携式的小型设备;而不准备用于较大的固定设备(由于它们的运行或安装方式的原因,不能被搬运到测试室并像正常使用那样运行)。当有工程级准确度要求而不需要使用实验室设施时可考虑采用本方法。

0.4 GB/T 6881.2 是用于确定声源倍频程声功率级的一种比较方法。被测声源产生的空间平均(倍频程)声压级与已知声功率输出的基准声源产生的空间平均(倍频程)声压级相比较。如果两组测量条件相同,则声压级差等于声功率级的差,而 A 计权声功率级可以从倍频程声功率级计算得到。

按本标准给出的专用混响测试室的测量所要满足的要求,比 GB/T 6881.2 给出的用硬壁测试室中的比较法明显地有更多的限制。

表 0.1 本标准(相应的国家标准)规定的确定机器和设备声功率级的各种方法

国际 标准	相应的国家 标准	方法的 级别	测试环境	声源的体积	噪声特性	可得到的 声功率级	可选择得 到的资料
3741	6881.1	精密级 (1 级)	混响室满足 专门要求	最好小于混响 室容积的 2%	稳态、宽 带、离散频 率或窄带	1/3 倍频程或 倍频程	A 计权声功 率级

表 0.1 (完)

国际 标准	相应的国家 标准	方法的 级别	测试环境	声源的体积	噪声特性*	可得到的 声功率级	可选择得 到的资料
3743-1	6881.2	工程级 (2级)	硬壁测试室	最好小于测试 室容积的1%	稳态, 宽 带, 窄带或 离散频率	A计权和倍 频程	其他计权声 功率级
3743-2	6881.3		专用混响测试室				
3744	3767	工程级 (2级)	户外或大房 间	最大尺寸小于 15 m	任意	A计权和倍 频程或1/3 倍频程	指向性信息 和作为时间 函数的声压级; 其他计权声 功率级
3745	6882	精密级 (1级)	消声室或半 消声室	最好小于测试 室容积的0.5%	任意		
3746	3768	简易级 (3级)	无规定测试 环境	无规定; 仅受可 利用测试环境的 限制	任意	A计权	作为时间函 数的声压级; 其他计权声 功率级
3747		简易级 (3级)	无专门测试 环境, 被测声 源不可移动	无限制	稳态、宽 带、窄带或 离散频率	A计权	倍频程声功 率级
* 见 GB/T 14259—93							

1 范围

1.1 概述

本标准规定了确定小型可移动噪声源声功率级的比较简单的工程法。这种测量是将声源置于所需考虑频率范围内具有规定混响时间的专门设计的房间内。被测声源的A计权声功率级是由各传声器位置测量单一的A计权声压级来确定, 而不由倍频程声压级求和得到。直接方法避免了需要用标准声源, 但要求用专用混响测试室。直接方法基于这样的前提: 可以用测试室中空间和时间平均声压级来得到声源发射的声功率级。选择专用混响测试室的特性, 使对被测设备声功率输出的影响要小。要专门规定测试室中传声器位置和声源位置的数量。专用混响室的设计导则见附录B。

除直接方法之外, 也述说了比较法(见8.3)。然而, 因为GB/T 6881.2的比较法对测试室要求的限制明显地少, 所以当专用混响测试室不便应用时, 推荐用GB/T 6881.2的比较法。

注: 确定小型噪声源声功率级的精密方法在GB/T 6881.1和GB/T 6882中规定。

1.2 噪声类型

本标准规定的方法, 除了包括孤立的猝发声在内的间歇噪声外, 适用于在规定频率范围内测量的所有类型的噪声。

注

1 不同噪声类型的分类见ISO 12001。

2 对于间歇噪声源, 包括短持续时间的猝发声, 应该用GB/T 3767和GB/T 6882中规定的自由场方法。

1.3 噪声源

噪声源可以是机器、器件、部件或配件。

被测声源的最大尺寸和所用方法的频率范围的低频极限与用作声学测量的房间大小有关。噪声源的体积应不超过专用混响测试室容积的1%。对于70 m³的最小测试室容积, 推荐声源的最大尺寸为0.7 m³。对于源发射低于200 Hz的离散频率成分的测量, 很难在这样小的测试室中进行。

1.4 测量不确定度

按本标准进行的测定结果,再现性标准偏差一般等于或小于 500 Hz~4 000 Hz 为 2.0 dB,250 Hz 与 8 000 Hz 为 3.0 dB,125 Hz 为 5.0 dB(见表 1)。

按本标准方法确定的单个噪声声功率级值可能与真值有差异,其差值在测量的不确定度范围内。有几个影响结果的因子使确定声功率级出现不确定度,有些与测试室的环境条件有关,另一些与实验技术有关。

如果一特定噪声源在若干不同测试室中按本标准方法确定声源的声功率级,其结果将显示出分散性。可以计算出测得声功率级的标准偏差(例如见 GB/T 14573.1—1993 附录 B),它随频率变化。这些标准偏差一般不超过表 1 所列的值。表 1 中的值是由 GB/T 14573.1 中所定义的再现性标准偏差 σ_R ,它考虑了应用本标准的测量不确定度的累积效应,但因运行条件(例如转速、供电电压)或安装条件变化引起声功率输出的变化除外。

测量不确定度与表 1 中的再现性标准偏差和置信度要求有关。例如,对于正态分布的声功率级,置信度为 90%时,声源声功率级的真值落在测量值 $\pm 1.645 \sigma_R$ 的范围内;置信度为 95%时,其值在测量值 $\pm 1.96 \sigma_R$ 的范围内。进一步的例子见 GB/T 14573 和 ISO 9296 系列。

表 1 按本标准确定声功率级的再现性标准偏差估计值

倍频程中心频率/Hz	再现性标准偏差 σ_R /dB
125	5.0
250	3.0
500~4 000	2.0
8 000	3.0
A 计权	2.0*

注: * 应用于发射 100 Hz~10 000 Hz 范围内频谱较“平”噪声的声源

注

- 表 1 中列出的标准偏差与本标准所定义的测试条件和方法有关,而与噪声源本身无关。出现不确定度的原因,部分是测试实验室之间房间的几何形状、边界面的声学性质、背景噪声、仪器的类型和校准以及标准声源;也由于实验测量技术的差异,包括传声器位置 and 空间平均、被测声源的位置、积分时间和混响时间测量。
- 如果几个实验室用相似的设备和仪器,对于给定声源,在这些实验室中声功率测定结果将比表 1 给出的标准偏差有更好的一致性。
- 对于特定的声源系列,具有相似尺寸、相似声功率谱和相似的运行条件,再现性标准偏差要小于表 1 给出的值。如果适当的实验室之间的试验结果证明是可用的,则对于特定类型的机器或设备,参照本标准作出的噪声测试规范可以说明其标准偏差比表 1 中所列要小。
- 表 1 中所列再现性标准偏差,包括相同噪声源在相同条件下重复性测量有关的不确定度(重复性标准偏差见 GB/T 14573.1)。此不确定度通常比不同实验室交叉实验的不确定度更小一些。然而,对于特定声源,如果难于保持稳定的运行或安装条件,则重复性标准偏差可能不比表 1 给出的值小。在这种情况下,难以得到声源的可重复的声功率级数据这一事实应记录并表明在测试报告中。
- 本标准方法和表 1 的标准偏差可应用于对个别机器的测量。同一系列或类型批量机器声功率的特征表示,包括规定可信度范围的无规采样技术,其结果以统计的上限表示。应用这些技术时,总的标准偏差必须知道或估计出来,包括 GB/T 14573.1 定义的生产标准偏差,这是一个批量内个别机器之间声功率输出差异的测量。表示一个批量机器特性的统计方法在 GB/T 14573.4 中描述。

2 引用标准

下列标准所包含的条款,通过本标准的引用,构成本标准的条款。在本标准出版时,所示各版均为有效。所有标准都会被修订,鼓励使用本标准的团体(或有关人员)在本标准的基础上研究使用下列标准最新版本的可能性。

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 4129—1995 声学 噪声源声功率级的测定 标准声源性能的要求与校准(eqv ISO 6926:1990)

GB/T 6881.1—2002 声学 声压法测定噪声源声功率级—混响室精密法(idt ISO 3741:1999)

GB/T 6881.2—2002 声学 声压法测定噪声源声功率级—混响场中小型可移动声源的工程法 第1部分:硬壁测试室比较法(idt ISO 3743-1:1994)

GB/T 6882—1986 声学 声压法测定噪声源声功率级—消声室和半消声室精密法(neq ISO 3745:1977)

GB/T 14573.1—1993 声学 确定和检验机器设备规定的噪声辐射值的统计学方法 第一部分:概述与定义(neq ISO 7574-1:1985)

GB/T 14573.4—1993 声学 确定和检验机器设备规定的噪声辐射值的统计学方法 第四部分:成批机器牌值的确定和检验方法(neq ISO 7574-4:1985)

GB/T 15173—1994 声校准器(eqv IEC 942:1988)

GB/T 17181—1997 积分平均声级计(idt IEC 804:1985)

GB/T 18698—2002 声学 信息技术设备和通信设备噪声发射值的标示(eqv ISO 9296:1988)

GBJ 47—1983 混响室法吸声系数测量规范

3 定义

本标准采用 GB/T 6881.2 中的定义和下述定义。

3.1 专用混响测试室 special reverberation test room

满足本标准要求的测试室

4 专用混响室要求

4.1 概述

合适的测试室的设计导则和确定房间标称混响时间的例子见附录 B。混响时间的测量方法见 GBJ47。

4.2 测试室容积

测试室容积至少为 70 m^3 ,但如果所需考虑频率范围包含 125 Hz ,则测试室容积最好更大些。如果包含 $4\,000 \text{ Hz}$ 和 $8\,000 \text{ Hz}$,则容积不超过 300 m^3 。

注:当用比较法时,更大的房间容积是可取的。

4.3 测试室的混响时间

从声压级测量值计算声功率级,需对与频率有关的靠近测试室壁面声能的集中作出补偿。为便于作补偿,混响时间在低频时应稍高。测试室的混响时间 T 应落在由 $T=0.9 RT_{\text{nom}}$ 和 $T=1.1 RT_{\text{nom}}$ 限定的极限曲线之间,这里混响参量 R 由下式给出:

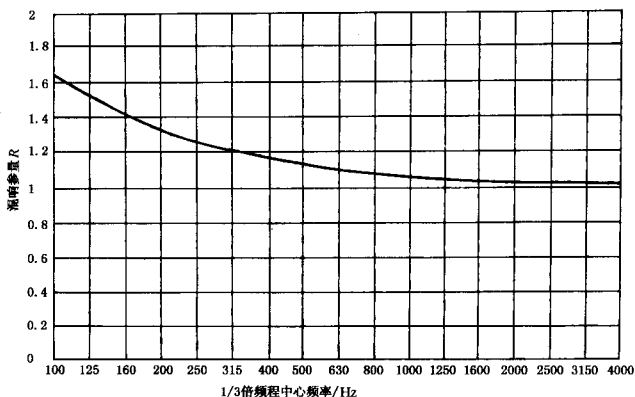
$$R = 1 + 257/(\sqrt{f})^{1/3}$$

式中: f ——频率, Hz ;

V ——容积, m^3 。

频率高于 $6\,300 \text{ Hz}$ 时,常数 0.9 和 1.1 分别用 0.8 和 1.2 替代。房间的标称混响时间 T_{nom} 是由上述规定的极限曲线之间 T 测量值的中心化(归一化于 $1\,000 \text{ Hz}$ 的混响时间)来确定,并且在 $0.5 \text{ s} \sim 1.0 \text{ s}$ 之间(见附录 B 的例子)。对于容积为 70 m^3 的房间, R 值从图 1 确定。

如果声学测量时使用有声吸收的结构支承声源或声源有吸收表面,则混响时间 T 应在这些物件存在时测量。

图1 $V=70 \text{ m}^3$ 时 1/3 倍频程中心频率的 R 值

4.4 表面处理

测试室的地面是吸声系数小于 0.06 的反射面。除地面以外其他表面的吸收性能彼此没有显著的偏离。在所考虑的频率范围内,各个墙面或天花板每个倍频程的吸声系数的平均值在所有墙面和天花板的吸声系数平均值的 0.5 至 1.5 倍的范围内。

4.5 对背景噪声要求

在每个传声器位置,背景噪声声压级比声源产生的 A 计权声压级或频带声压级至少低 4 dB,最好低 10 dB。

4.6 对温度和湿度的要求

混响室中空气吸收随温度和湿度变化,特别在频率 1 000 Hz 以上。在声压级测量期间要控制温度 θ (以摄氏度为单位)和相对湿度 ($R.H.$) (以百分数表示)。在测试室混响时间测量过程中乘积 $R.H. \times ((\theta+5)^\circ\text{C})$ 变化不要超过 $\pm 10\%$ 。

注:为使混响时间在最高频率也保持在规定的限值之内,有时需要减低空气吸收。湿度的增加(例如用小的加湿器)是有用的。

4.7 测试室适用性的评价

测试室在用于声功率测定之前,其适用性按下面程序评价:

- 第一步:获得一个按 GB/T 6881.1 或按 GB/T 4129 和 GB/T 6882 程序校准过的小型宽带标准声源。
- 第二步:在专用混响室中按本标准方法在相同运行条件下测定同一标准声源的声功率级。
- 第三步:在所考虑频率范围内对每个倍频程计算用本方法得到的声功率级之间的差值。
- 第四步:将这些差值与表 2 给出的值比较。

如果倍频程声功率级的差值不超过表 2 的规定,则该室用于按本标准方法测定宽带噪声源声功率级是适合的。

表 2 与按 4.7a)测得的宽带噪声源倍频程功率级的最大允差

倍频程中心频率/Hz	倍频程功率级差/dB
125	± 5
250~4 000	± 3
8 000	± 4

5 仪器

5.1 概述

基本仪器包括传声器、带 A 计权网络的放大器、平方和平均电路及指示器。也需要一组倍频程滤波器。这些单元可以是分离的仪器或者集成完整的一个设备,例如一个适用的声级计。对声级计的要求见 GB/T 3785 和 GB/T 17181。

只要有可能,传声器与仪器的其他部分在形体上分离,而用电缆相联。适用仪器系统的例子见附录 C。

5.2 传声器和与之相连的电缆

传声器在整个所考虑的频率范围内对无规入射声有平的频率响应,测定方法见 5.6。

注

1 此要求对声级计的传声器通常并不满足,因为它为自由场测量作校准的。

2 如果使用几个传声器,则要求每个传声器的轴线避免在空间中有相同取向。

连接传声器到仪器系统其他部分的电缆不要对传声器系统的频率响应和稳定性产生不利影响。如果传声器是移动的,则要小心地使用以避免引入声或电的噪声,这会干扰测量。

5.3 放大器和计权网络

放大器和计权网络的特性要符合 GB/T 3785 的要求。

5.4 倍频程滤波器

倍频程滤波器要符合 GB/T 3241 的要求。

5.5 平方平均电路和指示器件

传声器输出电压的平方和平均可由附录 C 描述的模拟或数字电路完成。对模拟系统,连续平均一般用时间常数为 τ_A 的 RC 平滑网络来完成。这样的系统时间常数至少 0.5 s,从而使指示的起伏小于 ± 5 dB。

对数字系统和某些模拟系统,使用在整个固定时间间隔(积分时间 τ_0)的真实积分。积分时间至少 1 s。平方和平均(积分)电路和指示器的偏差在其值的 3% 以内。

5.6 仪器系统的频率响应

用无规入射声作校准的仪器频率响应按 GB/T 3785 的方法确定,其容差见表 3。

表 3 仪器系统的相对容差

频率/Hz	容差极限/dB
100~4 000	± 1
5 000	± 1.5
6 300	+1.5, -2
8 000	+1.5, -3
10 000	+2, -4

注: 源于 GB/T 3785

5.7 校准

对每个系列的测量,用准确度为 ± 0.3 dB 的声校准器(GB/T 15173 规定的 1 级)耦合于传声器,在所考虑的频率范围内对一个或多个频率对整个测量系统作校准。

声校准器要每年作检定来确认其输出没有变化。另外,对仪器系统在全部考虑的频率范围内以不超过两年的间隔,周期性地电校准。

6 被测声源的安装和运行

6.1 概述

专用混响室的声学性质和声源在室内的运行方法对声源的发射声功率有显著影响。

6.2 声源的位置

在测试室中以一个或多个位置像常规使用那样安装声源。如果这些位置没有明确,则将声源置于测试室地面上,声源任何表面与最近墙面之间的最小距离为 1 m。

声源在测试室中的位置应写在测试报告中。

注:房间声学性质对声源发射声功率的影响与声源在室内位置的某些范围有关。对测试室的要求(见第 4 章),是要减低这个影响。因而在某些情况下有必要或希望在测试室内几个位置来确定声源的声功率级(见 7.4)。

6.3 声源的安装

许多情况下声功率发射与被测声源的支承或安装条件有关。被测设备存在典型的安装条件,如果可行应使用或模拟此条件。

如果典型安装条件不存在或不能被利用,则要小心地避免用于测试的装置系统引起的声源声输出的变化。要采取措施来减少安装设备的结构的声辐射。

正常情况下经由窗、墙或天花板安装的声源,就通过测试室的墙或天花板来安装。

声源的安装条件及其相关设备要写在测试报告中。

注:在大的表面上用弹性装置或振动阻尼材料来支承被测设备是适宜的。

6.4 辅助设备

对连接被测声源的任何电、水、气的管道,要小心地保证它们不会向测试室显著地辐射声能。如有可能,将被测声源运行的所有必要的辅助设备都置于测试室外,并将所有对测量有干扰的物体清除出测试室。

6.5 测试时声源的运行

如果对特定类型的被测机器或设备存在任何测试规范中规定的运行条件,则测量时就用此运行条件。如果没有测试规范,尽可能以典型的常规使用方式使声源运行。这种情况下,将选择下列运行条件中的一种或几种:

- a) 特定负载和运行条件;
- b) 满负载(如果与上述 a)不同);
- c) 无负载(不工作);
- d) 相应于代表正常使用时最大声发生的运行条件。

本标准给出的方法可应用于确定任意要求的一组运行条件下(即温度、湿度、运转速度等)声源的声功率级。这些测试条件应事先选择并在测试过程中保持恒定。在任何声学测量进行前声源应处于所要求的运行条件。

声学测量时声源的运行条件应记录在测试报告中。

7 测试室中的测量

7.1 概述

声源的近似声功率级的计算是基于在测试室内适当的位置数上测得的时间平均的声压均方值。

用单只传声器从一个位置到另一个位置移动,一组固定的传声器或一只传声器在测试室内以适当的路径连续移动。

7.2 观察周期

观察周期至少十倍于时间常数 τ_A 。对整个周期作平均,记录此平均值作为测量结果。

对于 RC 平滑的仪器,在任何滤波器开关或声场扰动之后(包括传声器转移到一新的固定位置)不要立即开始观察,而要等到至少为仪器时间常数五倍的“设置”时间过去之后才开始观察。

如果在固定的时间间隔 τ_D 上积分,则在每个固定的传声器位置上的测量,应至少有 5 s 的观察时间(例如,如果 $\tau_D = 1$ s,则在方均基础上平均五个读数;如果 $\tau_D = 5$ s,则在 5 s 间隔的末端取读数)。如果传

声器在路径上移动,整个观察周期对于中心频率 ≤ 160 Hz的频带(及A计权)至少为30 s,对于中心频率 ≥ 200 Hz的频带至少为10 s。

7.3 传声器位置

传声器位置距室内表面距离不小于 $\lambda/4$, λ 是相应于测量中最低倍频程中心频率的波长。传声器位置与被测声源表面的最小距离 d_{\min} (单位为米)为:

$$d_{\min} = 0.3 V^{1/3}$$

式中: V ——测试室容积,单位为立方米。

任何两传声器位置间距离至少 $\lambda/2$, λ 是相应于测量中最低倍频程中心频率的波长。对于A计权测量,假定 $\lambda=3.5$ m。

7.4 传声器和声源的位置数

为达到规定精密度的声功率级所需的传声器与声源的位置数目与声源和测试室的性能有关。对每个源,为达到等于或小于表1给出的标准偏差值所需最小位置数,对各个所考虑的倍频程或A计权由下述方法确定。

a) 第一步:对一特定声源位置,在六个传声器位置测量声压级。

b) 第二步:从下式计算测得声压级的估计标准偏差 S_M ,dB:

$$S_M = (n-1)^{-1/2} \left[\sum_{i=1}^n (L_{pi} - \bar{L}_p)^2 \right]^{1/2}$$

式中: L_{pi} ——第 i 个位置的声压级,单位为dB(基准为20 μ Pa);

\bar{L}_p —— $L_{p1}, L_{p2}, \dots, L_{p6}$ 的平均值,单位为dB(基准:20 μ Pa);

n ——传声器位置数($n=6$)。

如果 $L_{p1}, L_{p2}, \dots, L_{p6}$ 值的范围不大于5 dB,对 \bar{L}_p 可以做简单的算术平均。如果范围大于5 dB, \bar{L}_p 用下式计算:

$$\bar{L}_p = 10 \lg [1/6 (10^{0.1L_{p1}} + 10^{0.1L_{p2}} + \dots + 10^{0.1L_{p6}})] \text{ dB}$$

注: S_M 的大小取决于测试室声场的性质。这些性质受到测试室和声源特性(即所发射声的指向性和谱)的影响。

c) 第三步:第二步确定的以dB为单位的 S_M 值,对每个倍频程和A计权从表4中选择合适的最小传声器位置数 N_M 和源位置数 N_s 的组合。这些最小的位置数将用于得到表1规定的准确度。

作为 S_M ,对每个倍频程和A计权已经从六次测量确定,则 N_M 的最小值一般就是6。如果有同类型声源的几个样品一个接一个在同一测试室中测量,第一个样品合适时,总数可选择更小的 N_M ,但在这种情况下,要注意声源不仅在几何形状上而且在发射声的频谱上都要相同。

表4 在给定传声器位置数 N_M 、估计的标准偏差值 S_M 和倍频程中心频率情况下声源位置最小数 N_s

S_M /dB	倍频程中心频率/Hz	传声器位置数 N_M 3 6 12
		声源位置最小数 N_s
$S_M < 2.3$	125~8 000, A 计权	1 1 1
	125	1 1 1
	250, 500, A 计权	2 2 1
$2.3 \leq S_M \leq 4$	1 000~8 000	2 1 1
	125	3 2 2
	250, A 计权	4 3 2
$S_M > 4$	500	4 2 2
	1 000~8 000	3 2 1

注: 对每个声源位置应测定均方声压

7.5 谱不规则性的衡量标准

所发射声的谱的不规则性可由 S_M 来确定。因为 S_M 只是真实标准偏差 σ 的估计值,选择三个范围来界定离散频率或窄带噪声的存在:

- a) 如 $S_M > 4\text{dB}$,则在所述及频带内存在离散纯音;
- b) 如 $2.3\text{dB} \leq S_M \leq 4\text{dB}$,则在所述及频带内存在窄带噪声成分;
- c) 如 $S_M < 2.3\text{dB}$,谱很可能具有宽带特性。

在所发射声的谱中察觉有任何窄带成分或离散频率存在时应写在报告中。

7.6 移动传声器的平均技术

7.6.1 概述

在测试室中沿一定路径以恒定速度移动传声器,常常比用一定数量的固定传声器位置更方便。路径可以是直线、弧、圆或其他几何形状。

7.6.2 连续平均的路径长度

对于连续平均,如果路径是直线或弧,最小路径长度 l 由下式确定 $l = \frac{\lambda}{2} N_M$

如果在矩形或圆形面积上平均,最小面积 A 由下式确定:

$$A = \left(\frac{\lambda}{2}\right)^2 N_M$$

这些公式中的 λ 是进行测量的倍频程中心频率的声波波长。

表 4 中 S_M 的值可从沿路径至少相距半波长的六个测点的均方声压来确定。

对于 A 计权测量,假定 $\lambda = 3.5\text{ m}$ 。

7.6.3 测试室内路径的位置

只包含传声器位置的路径要满足 7.3 的要求。

如果路径或路径的一部分在一平面内,则该平面与房间任一表面的交角要大于 10° 。

7.6.4 移动速度

传声器在路径上以恒定速度移动。传声器移动的重复率(或固定传声器阵列的扫描率)与仪器系统的积分时间或时间常数有关。对 RC 平滑电路,移动或扫描周期应小于时间常数的两倍。如果用积分器,传声器移动的单个周期(或完整传声器阵列的扫描周期)等于积分时间。总的观察周期在 7.2 款中规定。

7.7 固定传声器阵列

如果用固定传声器阵列来测量,所用传声器和电缆要适合 5.2 要求。

所用传声器数由 7.4 规定,传声器位置的确定由 7.3 规定。

如果阵列或阵列的一部分包含在一平面内,平面与任何房间表面的交角要大于 10°

在传声器输出的采样期间,注意 7.2 给出的要求。

7.8 背景声压级的修正

对测得的频带声压级按表 5 作背景噪声影响的修正。如果背景声压级与标准声源或运行设备的声压级相比不低于 4dB ,则测量准确度将减低而数据不列入报告,除非清楚地说明背景噪声不满足本标准的要求。

表 5 背景声压级修正

声源运行时声压级与单独背景声压级之差/dB	从有噪声源运行时测得的声压级来得到声源单独运行时的声压级所要减去的修正值/dB
4	2
5	2
6	1
7	1

表 5 (完)

声源运行时声压级与单独背景声压级之差/dB	从有噪声源运行时测得的声压级来得到声源单独运行时的声压级所要减去的修正值/dB
8	1
9	0.5
10	0.5
>10	0

8 声功率级计算

8.1 平均频带声压级的计算

从测得各倍频程声压级和 A 计权声压级按下式计算平均倍频程声压级和 A 计权声压级 \bar{L}_p , 以 dB 为单位:

$$\bar{L}_p = 10 \lg \left[\frac{1}{n} (10^{0.1 L_{p1}} + 10^{0.1 L_{p2}} + \dots + 10^{0.1 L_{pn}}) \right] \text{ dB}$$

式中: L_{p1} ——第 1 次测量的倍频程声压级或 A 计权级, 单位为 dB;

L_{pn} ——第 n 次测量的倍频程声压级或 A 计权级, 单位为 dB;

n ——对某倍频程或插入 A 计权网络总的测量次数。

8.2 确定声功率级的直接方法

以 dB 为单位(基准为 1 pW)的声源近似的频带声功率级或 A 计权声功率级从下式计算:

$$L_W = \bar{L}_p - 10 \lg \frac{T_{\text{nom}}}{T_0} + 10 \lg \frac{V}{V_0} - 13 \text{ dB}$$

式中: T_{nom} ——测试室的标称混响时间(见 4.3), s;

V ——测试室容积, m^3 ;

$T_0 = 1 \text{ s}$;

$V_0 = 1 \text{ m}^3$ 。

注: 常数 13 dB 代替 14 dB(在其他国际标准中出现)和混响时间随频率的变化近似地说明了声能密度在靠近专用混响测试室表面和邻近声源处声能密度的增加。

8.3 确定频带声功率级的比较法

将符合附录 A 要求的标准声源置于测试室地面上离任何墙面至少 1 m。声源和任何传声器的最小距离满足 7.3 要求。

以不少于六个传声器位置, 经过背景噪声修正(如果必要), 按 8.1 计算, 来确定标准声源每个倍频程的平均声压级 L_{pe} 。

然后按下列步骤对所考虑频率范围内计算声源每个倍频程产生的声功率级, 以 dB 为单位(基准为 1 pW);

a) 从标准声源产生的已知声功率级减去标准声源产生的频带声压级(按 7.8 经背景噪声修正);

b) 将上述差值加上被测源的频带声压级(按 7.8 经背景噪声修正), 即

$$L_{We} = L_{pe} + (L_{Wi} - L_{pi})$$

式中: L_{pe} ——被测声源的平均频带声压级, dB(基准: $20 \mu\text{Pa}$);

L_{Wi} ——标准声源的频带声功率级, dB(基准: 1 pW);

L_{pi} ——标准声源的平均频带声压级, dB(基准: $20 \mu\text{Pa}$)。

9 记录内容

按本标准要求进行的所有测量, 应收集和记录可用的按 9.1 到 9.4 规定的资料。

9.1 被测声源

- a) 被测声源的描述,包括它的型号、技术数据、尺寸、制造者、序号、生产日期。
- b) 运行条件。
- c) 安装条件。
- d) 噪声源在测试室中的位置。
- e) 如果测试物体由多个噪声源组成,要说明测量时声源的运行状态。

9.2 声学环境

- a) 测试室的描述,包括尺寸及墙、天花板和地面的处理。
- b) 测试室的略图,表示声源的位置和房间内容。
- c) 测试室的声学鉴定(见 4.7)。
- d) 空气温度,℃;相对湿度,%;大气压,Pa。

9.3 仪器

- a) 用于声学测量的设备,包括名称、型号、序号和制造者。
- b) 频率分析仪的带宽。
- c) 仪器系统的频率响应。
- d) 用于校准传声器的方法和校准的日期及场所。
- e) 标准声源的校准(见 4.7)。

9.4 声学数据

- a) 传声器路径或阵列的位置和取向(如需要应包括一张简图)。
- b) 如果有修正,要在每个频带对传声器的频率响应、滤波器的通带频率响应、背景噪声等做修正。
- c) 计算各所用频带的声功率级和 A 计权声功率级,以 dB 为单位(基准:1 pW)。
- d) 修正的声功率级,以修约至 0.5 dB 的值列表或作图。
- e) 完成测量的日期和时间。
- f) 对噪声主观印象的记述(可听及的离散音、脉冲特性、谱的成分、时间特性等)。

10 报告内容

只有那些为测量目的所要求的数据(见第 9 章)列入报告。报告要说明报告中的声功率级是否完全与本标准的要求一致。报告说明这些声功率级以 dB 为单位(基准为 1 pW)。

附录 A

(标准的附录)

标准声源的特性和校准

A1 标准声源的特性

标准声源具有从 A1.1 到 A1.5 规定的特性。

A1.1 辐射的声具有宽带特性,没有离散音成分,也即在任何 1/10 倍频程内声压级比相应倍频程声压级至少低 5 dB。

A1.2 合适地安装标准声源,避免振动传递到支承它的结构上。

A1.3 在 100 Hz 到 10 000 Hz 的频率范围内的任何 1/3 倍频程,声源的指向性指数与均匀半球面辐射相比不超过 6 dB。

A1.4 标准声源的体积要小(最大尺寸应小于 0.5 m)。

A1.5 每个频带的声功率级保持不变,在有效使用期间其容差在表 A1 范围内。

A2 标准声源的校准

标准声源产生的声功率级应以表 A1 规定的倍频程和 1/3 倍频程的准确度来确定。校准时,声源在地面上如同使用它那样运行。

表 A1 标准声源校准的准确度

1/3 倍频程中心频率/Hz	容差/dB
100~160	±1
200~4 000	±0.5
5 000~10 000	±1
注:规定的容差只能在比本标准描述的更为精细的测量中得到(GB/T 6882 和 GB/T 4129)。	

附录 B

(提示的附录)

专用混响测试室的设计导则

B1 概述

对于本标准规定的测量,噪声源(机器、器件或元件)应在需有第 4 章规定的声学性质的测试室中运行。这些特性可以有不同方法得到,其中某些方法在本附录中描述。

B2 测试室的大小和形状

测试室的最小容积应为 70 m³。测试室对所需考虑频率范围内所有频带提供足够的混响声场。房间简正模式的频率在所需考虑频率范围内要求很好地分布。对矩形房间,在表 B1 中推荐一些尺寸比例。也可用其他比例,但比例应避免相等或近似地接近整数或简单分数。

表 B1 对矩形房间推荐的尺寸比例

l_y/l_x	l_z/l_x
0.83	0.47
0.83	0.65
0.79	0.63

注：符号 l_x 、 l_y 、 l_z 是房间尺寸

如果房间尺寸比例近似于表 B1，容积大于 70 m^3 ，一般对低频测量的准确度有改进。

B3 测试室的吸收

作为测试室，很多情况下需要改造为具有硬表面(例如混凝土墙)的房间。这样一种房间的混响时间，通常在低频和中频时是高的，但在所考虑频率范围的上限接近于规定值。房间的低频和中频混响时间可以在墙和天花板上安装吸声材料来降低到推荐值。

为修正中频和低频混响时间，内侧有矿棉的穿孔板是适用的。关于这类材料的吸声特性，一般可从制造者和测试实验室得到。

合适的低频吸收器可以制作成膜吸收器，例如木框架复盖硬板，内部填矿棉。对于这类吸收器，最大吸收频率的近似值 f (单位为 Hz) 由下式给出：

$$f \approx 60(l\rho_A)^{-1/2}$$

式中： l ——硬板到墙的距离，m；

ρ_A ——硬板面密度， kg/m^2 。

举例：

一种吸收器由 $0.95 \text{ m} \times 0.65 \text{ m} \times 0.05 \text{ m}$ 木框架构成，复盖 4 mm 厚面密度为 3.5 kg/m^2 的硬板，如图 B1 所示，其吸声特性见图 B2。

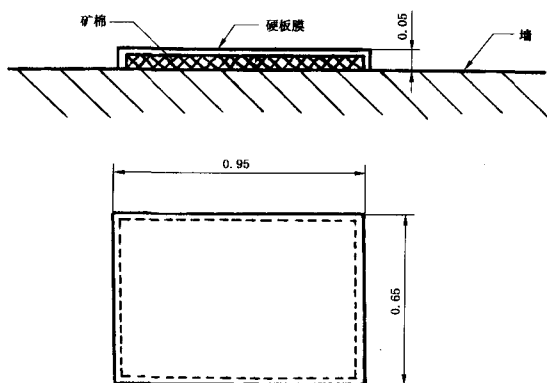
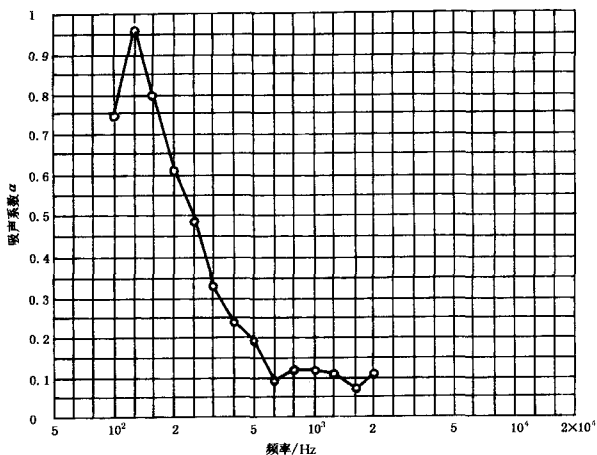
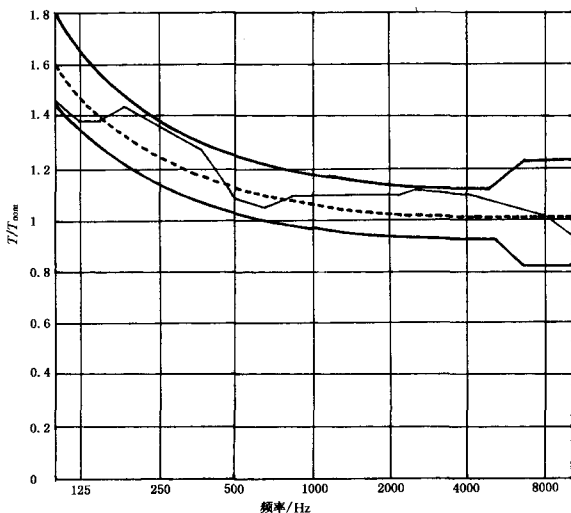


图 B1 硬板膜吸收器(尺寸单位:m)

图 B2 在 200 m³ 混响室中测得的膜吸收器的吸声系数 α 

注：虚线表示理想比例。图 B4 的数据置于极限曲线之内。

图 B3 对 70 m³ 测试室混响时间 T 与标称混响时间比率的极限曲线

吸声材料样品应无规地分布在测试室整个墙和天花板的表面。材料应小块地使用，每块面积不大于 1.5 m²，并满足 4.4 的要求。这样处理后在测量混响时间时可以得到所希望的平滑衰减曲线。

测试室地面在整个所考虑的频率范围内应是反射的，油漆混凝土地面通常能满足 4.4 的要求。

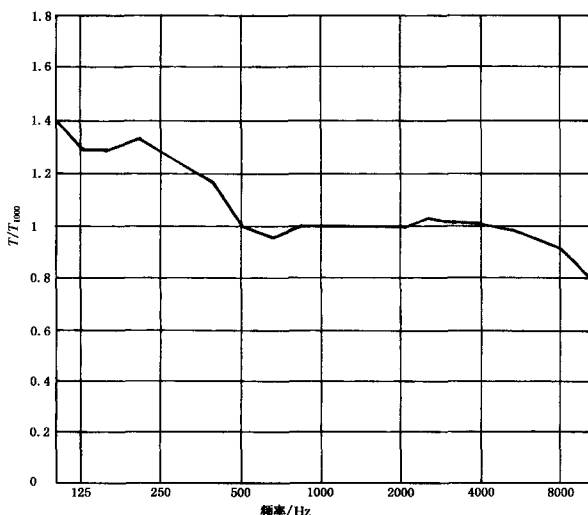


图 B4 实验上确定混响时间(归一化于 T_{1000})作为 1/3 倍频程中心频率的函数图

B4 隔声

对被测声源,测试室对空气声和结构声的隔离应满足 4.5 的要求。有窗户的房间一般不适于用作测试室,因为窗提供了小的传声损失。

对某些类型噪声源,声功率级小(例如家用冰箱),需要双层墙和天花板的专门装置。对于靠近外部噪声源的测试室位置应小心地考虑。

B5 确定房间标称混响时间的例子

T/T_{nom} 的方程和 T/T_{nom} 极限曲线的表示在 4.3。对于 70 m^3 的房间,这些曲线以 1/3 倍频程中心频率表示在图 B3。如果规定的曲线正确地得到,则

$$T_{\text{nom}} = \frac{T_{1000}}{1.06}$$

式中: 1.06——1 000 Hz 的 R 值。

实际上 T_{nom} 是在极限曲线内将 T 的测量值中心化来确定(归一化于 1 000 Hz 的混响时间)。

举例:

假定 1 000 Hz 的混响时间为 0.8 s ($T_{1000}=0.8$),对于其他 1/3 倍频程中心频率, T/T_{1000} 的比率见图 B4。当图 B4 的数据处于图 B3 极限曲线的中间,发现在 1 000 Hz,比率 $T/T_{1000}=1$ 相应于 $T/T_{\text{nom}}=1.09$ 。

因此

$$\frac{T/T_{1000}}{T/T_{\text{nom}}} = \frac{1}{1.09}$$

$$\text{或 } \frac{T}{T_{\text{nom}}} = 1.09 \frac{T}{T_{1000}}$$

$$\text{或 } T_{\text{nom}} = \frac{T_{1.000}}{1.09} = \frac{0.8}{1.09} = 0.73 \text{ s}$$

如果测量值 $T/T_{1.000}$ 不能被置于极限曲线的中间,则测试室的混响时间应调整。

附录 C

(提示的附录)

适用的仪器系统的例子

C1 概述

仪器系统基本上由传声器、含滤波器的放大器、平方平均电路和指示器件组成。有几种处理或支配滤波器输出的方法可用于得到输出的均方值的估计;这些包括用等效于 RC 平滑的检波、滤波器输出平方值的积分以及数字方法。一些总的看法叙述于 C1.1 至 C1.3。

C1.1 RC 平滑、声级计

许多模拟装置,包括遵循 GB/T 3785 的声级计,应用 RC 平滑电路。

对于设置在时间计权特性 s 上的声级计,指示计加上 RC 平滑网络的时间常数是 1 s 。如果摆动小于 5 dB ,则表示偏转的平均值近似于声压级的均方值。

通常用于声级计的传声器应代之以对无规入射声有平的响应的传声器。直径 13 mm 的传声器适用于测量目的。传声器和相联的前置放大器(如果有)应置于测试室内用符合 5.2 的电缆与声级计连接。系统应在前置放大器和声级计间插入电缆情况下校准。

声级计和观察者应在邻近测试室的房间内;仪表的时间计权应设置在 S 档。

其他模拟器件能提供更长时间常数的平滑特性,如果摆动超过 5 dB 时应用这种器件。

C1.2 模拟积分器

另一种接近于有效值检波的是“真实”模拟积分器,(近似地)计算积分:

$$e_{\text{rms}} = \left[\frac{1}{T} \int_0^T e_0^2(t) dt \right]^{1/2}$$

式中: $e_0(t)$ ——滤波器输出。

平方与平方根通常由非线性模拟元件实现。积分的计算或者是将 $e_0(t)$ 转换为电流在一电容器上累积充电,或者是对频率正比于 $e_0^2(t)$ 的信号进行周期计数。

C1.3 数字系统

滤波器输出的有效值,可以由采样、模数转换、平方并累积此结果来确定。采样率可以是下面两者之一:

- 比滤波器输出中存在的最高频率要高;
- 比存在的最高频率低得多,因此得到的采样(近似地)是统计上独立的。

这两种情况下,在规定时间间隔之后检波器的输出在所考虑频率范围内所有频率应在时间函数有效值的 3% 之内。

C2 声级记录仪

声级记录仪或可以作为平方、平均和指示设备,或只是作为指示设备。

在第一种情况,仪器系统的时间常数由声级记录仪的笔速确定。因为声级记录仪是复杂的电机系统,不能给出确定最后时间常数的简单规律。对此,可向生产者咨询。

如果记录仪只是用作指示,则记录仪通常设置在记录预先平方平均设备的直流输出位置,其时间常数由仪器系统的最后时间常数来确定。

如果它的摆动小于 5 dB,则两种情况下得到的平均值仅仅是可接受的近似的有效值。如果用移动传声器来测量窄带噪声,则容易得到更大的摆动。

附录 D

(提示的附录)

参考资料

- [1] GB/T 3222—94 声学 城市环境噪声测量方法
- [2] GB/T 3767—1996 声学 声压法测定噪声源声功率级 反射面上方近似自由场的工程法
- [3] GB/T 3768—1996 声学 声压法测定噪声源声功率级 反射面上方采用包络测量表面的简易法
- [4] GB/T 6881.1—2002 声学 声压法测定噪声源声功率级 混响室精密法
- [5] GB/T 6882—1986 声学 噪声源声功率级的测定 消声室和半消声室精密法
- [6] GB/T 14367—1993 声学 噪声源声功率级的测定 使用基础标准与制订噪声测试规范的准则
- [7] GB/T 14573.2—1993 声学 确定和检验机器设备规定的噪声辐射值的统计学方法 第 2 部分:单台机器标牌值的确定和检验方法
- [8] GB/T 14574—2000 声学 机器和设备噪声发射值的标示和验证
- [9] GB/T 16538—1996 声学 声压法测定噪声源声功率级 使用标准声源简易法
- [10] GB/T 18698—2002 声学 信息技术设备和通信设备噪声发射值的标示
- [11] ISO 12001:1996 Acoustics—Noise emitted by machinery and equipment rules for the drafting and presentation of a noise test code