

声学 噪声源声功率级的测定
消声室和半消声室精密法

UDC 534.62

GB 6882—86

Acoustics—Determination of sound power levels
of noise sources—Precision methods
for anechoic and semi-anechoic rooms

1 引言

1.1 本标准规定了在消声室和半消声室的专用测试室中测定噪声源（包括设备、机器、部件或零件）声功率级的精密法，在附录中规定了对测试室的要求和鉴定程序，还给出了测试室的设计原则。

本标准规定的方法还可测得噪声源的指向特性。

1.2 本标准规定的方法得出的物理数据，可用于下述目的：

- a. 根据声功率输出来评价设备；
- b. 制定噪声控制措施；
- c. 预计某个设备在给定的房间或环境中产生的声压级。

利用物理数据于这些特殊目的的技术，不属于本标准范围内。

1.3 在完全自由场中或一反射平面上方的自由场中测定声源辐射的声功率，是基于下列前提：声源产生的混响场可忽略不计、总辐射功率可由在声源周围假设的球面或半球面上测得的时间空间平均的均方声压得出。球或半球的半径应选择得使其表面位在声源的远辐射场中。

1.4 本标准是参照国际标准ISO 3745—1977《声学噪声源声功率级的测定—消声室和半消声室的精密法》编制的。

1.5 本标准中使用的声学名词术语、量和单位的名称与符号等均遵照GB 3947—83《声学名词术语》和GB 3102.7—86《声学的量和单位》等的规定。

2 应用范围

2.1 概述

本标准规定的测量方法可用于各类设备的测试标准中。

2.2 噪声类型

本标准适用于在测试频率范围内产生按频率均匀分布的声源，且其辐射声功率级至少在30 s内是相对稳定的。声谱可包含有显著的离散频率分量或窄带噪声。本标准规定的方法也可适用于非稳态噪声，但不适用于猝发声。

2.3 声源尺寸

本标准主要适用于小型声源，即待测试声源的体积最好小于测试室体积的0.5%。此限制的目的在于为了保证声源周围的假设球面或半球面处在声源的远辐射场中。

2.4 测试频率范围

对一般情况，测试频率取中心频率在125~8000 Hz之间的倍频带或中心频率在100~10000 Hz之间的1/3倍频带。声级比最高频带声压级低40 dB以上的任何频带都应除外。对特殊情况，测试频率范围可以向两端延伸，此时测试环境和仪器准确度应满足在延伸频率范围上的使用要求。对于辐射具有

突出的高（或低）频率声音的声源，为了能最佳使用测试设备和方法，可以限制测试频率范围。

2.5 测量不确定度

符合本标准方法测量结果的标准偏差，等于或小于表1和表2给出的值。表1和表2中的标准偏差反映了引起测量不确定度的各种因素的累积效应。但不包括各次测试之间声源声功率的变化。

消声室测定声功率级的不确定度的主要原因，是由于声源指向性引起声场的空间不规则性。在半消声室中，空间不规则性，可能由于实际声源与像声源的声场叠加而增加。位于反射平面上的声源的指向性图案，一般要比同一声源在自由场中的复杂得多，而且近场延伸至较大的距离，使测试半球面的半径通常要大于自由场中所需的测试球面的半径。当在自由场中测量时，测定声功率级的不确定度最小，由于这个原因，如果没有其它的限制实验室测量最好用自由场环境。不过某些类型的设备要在真正的自由场条件下测量是很困难的。有些声源太大，不能安装在现成的消声室内，有些太重无法悬挂在消声室的中心，另外有些声源在正常情况下，是用或接连坚硬反射面作支撑的，由于这些原因，反射面上方的自由场是一种实验室环境，它对测量很多不同类型的设备是很有用的。

表1 消声室内测定声源声功率级的不确定度

倍频带中心频率 Hz	1/3倍频带中心频率 Hz	平均值的标准偏差 dB
125~500	100~630	1.0
1000~4000	800~5000	0.5
8000	6300~10000	1.0

表2 半消声室内测定声源声功率级的不确定度

倍频带中心频率 Hz	1/3倍频带中心频率 Hz	平均值的标准偏差 dB
125~500	100~630	1.5
1000~4000	800~5000	1.0
8000	6300~10000	1.5

3 定义

3.1 表面声压：利用第7章规定的平均方法，既以平方平均为基础按时间平均，又在测量表面上按空间平均得到的平均声压。单位为：帕，Pa。

3.2 表面声压级 L_p ：表面声压级是表面声压平方与基准声压平方之比值以10为底的对数乘以10所用的计权网络和频带宽度应指明，例如，A声级，倍频带声压级，1/3倍频带声压级等等。单位为：分贝，dB（基准值为：20μPa）。

3.3 测量表面：测量表面是一假想表面，它包围声源，并在它上面布置测点。本标准中用的测量表面通常是半径为r的球面或半球面。

4 测试室的要求

4.1 概述

测试室应足够大并且应具有很高的声吸收，使在测试频率范围内所有频带和选定的测量表面有合适的自由声场。消声室设计的原则可参见附录F。

4.1.1 测试室性能的评价标准

利用附录A的方法,就可鉴定测试室是否符合本标准的测量要求。

4.1.2 背景噪声的评价标准

在测试频率范围内,在传声器位置上,背景噪声的声压级至少比被测声源的声压级低6 dB,最好低12 dB。

4.2 测试室体积

为了能在声源辐射的远场中作测量,建议测试室的体积应至少大于被测声源体积的200倍。

4.3 温度和湿度的评价标准

测试室的空气吸收随温度和湿度而变,频率在1000 Hz以上时更为明显。因此在声压级测量过程中应该控制温度和相对湿度,并尽可能使之保持恒定。

4.4 反射平面的评价标准

放置声源的反射平面,应至少延伸至测量表面。反射面的吸声系数应不超过0.06。

5 测试仪器

5.1 测量仪器

所用测量仪器应符合GB 3785—83《声级计的电、声性能及测试方法》中1型声级计的有关规定。附录G给出了合适的测量仪器系统的例子。

5.2 传声器及其连接电缆

测量用的传声器应使用准确性、稳定性良好及在厂家规定的人射角下在测试频率范围内具有平直的频率响应的电容传声器。建议采用12 mm的测量传声器。

传声器及其连接电缆应适当选择,使灵敏度不随测量过程中温度的变化而改变。如要移动传声器,应十分小心力求避免引起干扰测量的声噪声(如风噪声)或电噪声(如由于齿轮、柔性电缆或滑动接触等)。

5.3 计权网络、频率分析器

应使用符合GB 3785—83规定的A计权网络和符合GB 3241—82《声和振动分析用的1/1和1/3倍频程滤波器》规定的1/1或1/3倍频程滤波器组。

注:如果除了A计权外还使用其它的计权网络,则这种网络的特性应予以说明。

5.4 校准

每次测量以前,应用准确度为 ± 0.2 dB的声级校准器在测试频率范围内一个或几个频率上对整个测量系统进行校准。校准器应每年作一次检查,证明其输出不变。此外,在整个测试频率范围内,应对仪器系统定期进行电校准,至少2年校准一次。

6 声源安装和运转

6.1 概述

在很多情况中,声源辐射的声功率取决于它的支架或安装条件以及声源运转的状况。本章将给出关于声源安装和运转的一般建议。关于特殊类型声源(例如旋转电机)安装和运转的具体要求,应参考特殊的测试标准。

6.2 声源的安装

只要声源存在一种典型的安装条件,就应尽实际可能使用或模拟这种条件。如果声源正常条件是由坚硬表面支承的或连接着的,则声源应安装在半消声室内(反射平面上方的自由场)。

6.2.1 安装方法

很多小声源(例如荧光灯的镇流器、电钟等),虽然它们本身并不辐射强的低频声,但要是安装方法不当,使振动能量传输到面积较大的足以成为有效辐射器时,就能显著增加低频声。如有可能,在待测设备和支承表面之间应插入弹性垫,使传递到支承的振动及对声源的反作用均可降低。但是,如

果待测设备在典型现场工作时不是弹性安装的,则不应采用这种弹性垫。在这种情况下,设备的底座应有足够高的阻抗,避免振动并由此辐射过大的声音。

6.3 方法的选择

根据实际使用情况作如下的选择。

6.3.1 反射平面

当声源靠近反射平面安装时,声源辐射的功率与向自由空间辐射的功率明显不同。如果这种安装是典型的现场安装,则测试设备应安装在半消声室(反射平面上方的自由场)内坚硬的地板上,以使它与典型现场安装类似,此时反射平面应考虑为声源的一部分。

6.3.2 自由场环境

如果测试声源通常不是安装在反射平面上,或者没有典型条件,则声源应放置在消声室的中心附近。

注:如果设备通常是在台子上或架子上工作的,则测试时也应如此安装。可用消声室也可用半消声室。

6.4 辅助设备

应采取谨慎措施以保证任何电气管道、线路或空气管线连到设备上时,不向测试室辐射显著的声能量。所有辅助设备应尽实际可能放置在测试室外,并应清除掉测试室内所有物体,使不影响测量。

6.5 测试时声源的运转

在声学测量的过程中,声源应按规定的典型的正常使用方式运转。可选用如下的运转条件:

- a. 在正常转速和正常载荷下运转;
- b. 在满载荷(有别于a.)下运转;
- c. 无载荷下(空载)运转;
- d. 在相当于辐射最大声音的条件下运转。

声源的声功率可在任何需要的一组运转条件下测定(如温度、湿度、转速等等)。这些测试条件应预先选定,并在测试过程中保持恒定。声源应在达到稳定运转后才能作噪声测量。

7 声压级的测量

7.1 概述

要测定声源的声功率,首先要测得包围声源的假设球面或半球面测量表面上的表面声压级,然后计算出声源辐射的声功率级。

7.2 测量表面

7.2.1 测量球面的半径

在消声室中测量时,用来测定表面声压值的假想球面,其中心最好位在声源声中心的位置上。因为声中心的位置通常是未知的,因此选定的声中心(例如声源的几何中心)应在测试报告中清楚说明。测量球面的半径应等于或大于声源主要尺寸的两倍,且不小于1 m。传声器位置不可位于按附录A测试鉴定为合格的区域以外。

7.2.2 测量半球面的半径

在半消声室中测量时,假想半球的中心应与按7.2.1选定的中心在地板上的投影相重合。测试半球的半径等于或大于声源主要尺寸的两倍,或声源离反射平面的平均距离的四倍。这两者中取其尺寸较大者,且不小于1 m。传声器位置不应位按附录A测试鉴定为合格的区域以外。

7.3 传声器位置

7.3.1 概述

为了获得测量球面(或半球面)上均方声压的平均值,应使用下述三种方法之一:

- a. 采用固定传声器位置的阵列,这些位置分布在测量球(或半球)的表面上。
注:单个传声器在相邻位置上相继移动,或者用几只固定传声器并相继采集它们的输出讯号。
- b. 传声器沿测量球面(或半球面)上有规则间隔分布的几个平行圆形路径移动。

c. 单个传声器沿测试球（或半球）面上有规则间隔分布的几个子午圈上移动。

7.3.2 固定的传声器位置

7.3.2.1 测试球面（自由场测量）

应使用附录B所示20个传声器位置的阵列。通常，如果在任何测试频带中测得的最高和最低声压级之差（dB）在数值上小于测点数的一半，则测点数是足够的。如果采用附录B的20个测点的阵列不能满足这要求，则可用对附录B的原来阵列绕Z轴转动 180° 所确定的另20点阵列（新阵列的Z轴顶上和底下的测点与原阵列顶上和底下测点重合）。这两阵列的40个测点在附录B的测量球面上，占有相等的面积。

注：① 如果用两阵列的40点还不能满足有足够测点数的要求时，则应详细研究球面局部区域的声压级，可观察到这一区域由于声源的高度指向性形成的“声束”。为了测定在测试频带内声压级的最高和最低值，这种研究是需要的。如果按照这个方法，传声器位置通常就不必在测量球面上占有相等的面积并应作一些适当的修正（见7.7.1.2）。

② 对基本上是无指向性的声源，可使用较少的传声器位置（例如8或12个），而不致产生比表2给出的较大的不确定度。

7.3.2.2 测试半球（反射平面上方的自由场测量）

应使用附录C中所示的10个传声器位置的阵列。通常如果在任何测试频带中最高和最低声压级的差值（dB）小于测点数的一半，则测点的数是足够的。如果使用附录C的10点阵列不能满足这一要求，则可用对附录C原阵列绕Z轴转动 180° 所确定的另一组10点阵列（新阵列Z轴顶上测点与原阵列的顶上测点重合）。这两阵列的20个测点在附录C测量半球面上占有相等的面积。

注：① 如果用两阵列的20个测点还不能满足足够测点数的要求时，则应详细研究半球上局部区域的声压级，可观察到这一区域由于声源的高度指向性形成的“声束”。为了测定在测试频带内声压级最高和最低的数值，这种研究是需要的。如果按这个方法，传声器位置通常就不必在测量半球面上占有相等的面积，并应作一些适当的修正（见7.7.1.2）。

② 为了减小由平面反射引起干涉效应所造成的误差，即使声源基本是无指向性的、且有宽带特性，也不应少于附录C规定的10个传声器位置。

7.3.3 平行平面内同轴的圆形路径

对反射平面上方的自由场的测量，要作声压级的空间和时间平均。以单个传声器要按在附录D所示的五个圆形路径上连续移动。每一圆形路径所涉及半球环形面积是相等的，传声器利用转盘作恒速移动。

对完全自由场中的测量，应使用另五个圆形路径。这五个路径示于附录D的镜像的一些位置上。

注：为了避免由于平面反射造成干涉效应而引起的误差，在反射平面上方的自由场中时，即使声源基本是无指向性的，且有宽带特性的，也不得使用少于附录D规定的五个路径。

7.4 测量条件

7.4.1 概述

测试环境会对测量传声器产生影响（例如，强电场或强磁场，来自测试设备的空气放电、风的冲击、高温或低温等等）必须适当选择和放置传声器以避免这些影响，同时传声器应始终保持这样的取向，即声波的入射角与传声器校准时相同。

7.4.2 用声级计测量

如果用声级计的指示表头，则应使用“慢”档特性。若用“慢”档表头特性时，声级计指针的起伏小于 ± 3 dB，则对本标准来说，认为噪声是稳定的，声级可取观测期间极大和极小声级的平均值。如果观测期间表针起伏大于 ± 3 dB，噪声就认为是非稳态的，应该使用附录G的方法。

7.4.3 用具有RC平均或积分系统的测量

如果使用RC平均，时间常数 τ_A 应足够长，才能得出在观察过程中均方根声级的估值具有 ± 0.5 dB的精密度。

如果使用真实积分, 建议积分时间应等于观测时间。

对于随时间变化的噪声, 仔细规定观测时间是很重要的, 这通常将取决于测量的目的。例如, 如果机器的噪声级有两种各种不同的噪声级的特殊的工作方式, 则就需要对每一种方式选择一个观测时间。

7.5 要得到的观测数据

声压级应该在声源典型工作的时间内观测。在每个测量点用A计权和测试频率范围内每一频带读取声压级 (相当于均方声压级)。所用的仪器必须符合第5章的要求。

应得出如下数据:

- a. 在被测声源操作时的A声级和频带声压级;
- b. 由背景噪声产生的A声级和频带声压级。

对中心频率等于或小于160 Hz的频带, 观测时间应至少为30 s, 对A声级和中心频率等于或大于200 Hz的频带, 观测时间应至少为10 s。

7.6 对背景声压级的修正

应按7.3条所规定的方法之一在声源不工作时测得背景噪声声压级。当每一测点和每个频带的背景噪声声压级与声源工作时的声压级之差小于6 dB时, 测量无效。背景噪声对测量频带声压级的影响, 应按表3进行修正。

表3 对背景噪声声压级的修正

声源工作时测得的声压级与背景噪声声压级之差 dB	应从声源工作时测得的声压级中减去的修正值 dB
6	1.3
7	1.0
8	0.8
9	0.6
10	0.4
11	0.3
12	0.3
13	0.2
14	0.2
15	0.1

7.7 表面声压级的计算

声源声功率级 L_w , 是由测量球 (或半球) 面上的表面声压级 $\overline{L_p}$ 计算得。此表面声压级 $\overline{L_p}$ 是由测量球 (或半球) 面上均方声压的空间平均算出。为了从声压级读数得到表面声压级 $\overline{L_p}$, 可用下列方法计算。

7.7.1 固定的传声器位置

当使用固定的传声器位置时, 可用下列两个方法中的一种。

7.7.1.1 等面积

当传声器位置在测量球 (或半球) 面上占有的面积相等时, 应用下列方程求出表面声压级 $\overline{L_p}$:

$$\overline{L_p} = 10 \lg \left[\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{0.1 L_{pi}} \right] \dots\dots\dots (1)$$

式中: $\overline{L_p}$ —— 表面声压级, dB (基准值为20 μ Pa);

L_{pi} —— 在第*i*点测得的并经修正后的频带声压级, dB (基准值为20 μ Pa);

N ——测点数。

7.7.1.2 不相等的面积

当各传声器位置在测量表面上占有的面积不相等时,应用下列方程求出表面声压级 $\overline{L_p}$:

$$\overline{L_p} = 10 \lg \left[\frac{1}{S} \sum_{i=1}^N S_i 10^{0.1 L_{pi}} \right] \dots\dots\dots (2)$$

式中: $\overline{L_p}$ ——表面声压级, dB (基准值为 $20 \mu\text{Pa}$);

L_{pi} ——在第 i 点测得的并经修正后的频带声压级, dB (基准值为 $20 \mu\text{Pa}$);

S_i ——第 i 测点在测量球 (或半球) 面上占有的面积;

S ——测量球 (或半球) 面的总面积;

N ——测点数。

7.7.2 传声器沿圆形路径

当让传声器沿 10 个或 5 个圆形路径移动时 (见 7.3.3)。则可用 7.7.1.1 中的 (1) 式求得表面声压级 $\overline{L_p}$, 此时式中的 L_{pi} 是第 i 条移动路径的平均频带声压级。

8 声功率级的计算

8.1 自由场

在自由场中, 声源声功率 L_w 可由下式计算:

$$L_w = \overline{L_p} + 10 \lg \left[\frac{S_1}{S_0} \right] + C \dots\dots\dots (3)$$

式中: L_w ——声源声功率级, dB (基准值为 1 pW);

$\overline{L_p}$ ——测量球面上的表面声压级, dB (基准值为 $20 \mu\text{Pa}$);

S_1 ——半径为 r 的测量球面的面积 ($= 4\pi r^2$), m^2 ;

$S_0 = 1 \text{ m}^2$;

C ——温度和气压修正值, dB。

当测试环境条件为温度 t ($^{\circ}\text{C}$) 和大气压 P_0 (kPa) 时, 则修正值 C 为:

$$C = -10 \lg \frac{Z_c}{400} = -10 \lg \left[\sqrt{\frac{293}{273+t}} \cdot \frac{P_0}{100} \right] \dots\dots\dots (4)$$

注: 只有当测试环境条件与 $t = 20^{\circ}\text{C}$ 和 $P_0 = 100 \text{ kPa}$ 有显著差别时, 才需要有修正项 C 。使用修正项 C 可保证在计算中应用正确的 Z_c 值。 Z_c 为测量声压级时的测试环境的温度、大气压下空气的特性阻抗。不能用来修正不同于测量时的温度和大气压下的测量。

8.2 反射面上方的自由场

在反射面上方的自由场中, 声源声功率 L_w 由下式计算:

$$L_w = \overline{L_p} + 10 \lg \left(\frac{S_2}{S_0} \right) + C \dots\dots\dots (5)$$

式中: S_2 ——半径为 r 的测量半球的面积 ($= 2\pi r^2$), m^2 ;

$S_0 = 1 \text{ m}^2$ 。

注: 其它符号与 (3) 式中所用的相同。

8.3 计权声功率级和频带声功率级

利用仪器系统中的计权网络 (例如 A 计权) 或者 1/1 倍频程或 1/3 倍频程滤波器, 利用方程 (1) 和 (2), 就可得出表面声压级 $\overline{L_p}$ 的值。如果要得到计权声功率级, 则用 (3) [或 (5)] 式只需

计算一次，如要得出频带功率级，则需对测试频率范围中的每一频带作重复计算。

9 记录内容

对按本标准要求的所有测量，应收集和记录下列可用的资料。

9.1 被测声源

- a. 被测声源的描述（包括尺寸）；
- b. 工作条件；
- c. 安装条件；
- d. 声源在测试室中的位置；
- e. 如果测试对象具有多个声源，则要说明测量时这些声源的工作状态。

9.2 声学环境

- a. 测试室尺寸：有关墙面、天花板和地板声学处理的描述，表明声源位置和房间内物件的简图；
- b. 根据附录 A 对测试室的声学检定；
- c. 空气温度（℃）、相对湿度（%）和大气压（kPa）。

9.3 仪器

- a. 用于测量的设备，包括名称、型号、序号和制造厂；
- b. 频率分析器的带宽；
- c. 仪器系统的频率响应；
- d. 用于校准传声器的方法、校准的日期和地点。

9.4 声学数据

- a. 传声器路径或阵列的位置和取向（如有需要，应绘一简图）；
- b. 相应于传声器频率响应的每一频带，滤波器在通带中的频率响应，背景噪声等等的修正值；
- c. 为 A 声级（其它计权可选用）和每一频带声压级计算用的表面声压级 \bar{L}_p ；
- d. 对所有频带计算的声功率级和 A 声功率级；
- e. 对经过修正的声功率级列表或绘图，精确至半分贝；
- f. 测量的日期和时间；
- g. 简述噪声的主观印象（可听的离散纯音、脉冲特性、频谱含量、瞬态特性等等）；
- h. 如有需要，指向性指数和指向性因数（见附录 E）。

10 报告内容

报告应说明所得到的声功率级是完全符合本标准的方法的。并报告同测量目的有关的必要的那些数据（见第 9 章）。

附录 A
测试室的鉴定方法
(补充件)

A.1 概述

为了作符合本标准要求的测量,应使用能提供自由场(消声室)或反射平面上方的自由场(半消声室)的实验室。

测试室应该足够大,且应除了半消声室中的反射平面外没有反射物体。测试室应能提供测量表面,这些测量表面位于:

- a. 没有从房间边界来的不需要的声反射的声场中;
- b. 被测声源的近场以外。

本附录所描述的方法。可用来测定不需要的环境影响(如有的话),并可用来检验自由场条件。对于半消声室测量,反射平面应满足 A.2 条所规定的要求。

A.2 反射平面的性质

测试室内有一个反射的表面时,测量可以在反射平面上方进行。或者在具有吸声表面的测试室内,建造一个反射平面。

注:当反射面不是地面,或者不是测试室壁面的重要部分时,操作要非常谨慎。应保证此反射平面不会由于振动而辐射出任何显著的声音。

A.2.1 形状和尺寸

反射平面不应小于测量表面在此面上的投影。

A.2.2 吸声系数

反射平面的吸声系数在整个测试的频率范围内,应小于 0.06。

A.3 声压衰减测试**A.3.1 仪器****A.3.1.1 测试声源**

应使用有扬声器的电声系统。声辐射应无指向性,其偏差应小于 ± 1 dB。

注:建议对不同的频率范围用不同的声源,例如:

小于 400 Hz: 装于封闭式吸声箱 (0.02 m^3) 内的 25 cm 直径的电动扬声器。

400 至 2000 Hz: 两只直径 10 cm 的电动扬声器用螺钉连接起来,使安装环位在同一平面上,且电路连接使成脉动“球”。

2000 至 10000 Hz: 用一带细圆管(直径小于 1.5 cm)的障板式扬声器系统,只让圆管端截面辐射声音。

A.3.1.2 传声器

建议用 12 mm 传声器。

A.3.2 测试声源和传声器的安装**A.3.2.1 声源位置****A.3.2.1.1 消声室**

测试声源的位置应与被测声源的位置基本相同。最好是在测试室中央。

A.3.2.1.2 半消声室

测试声源的位置应靠近反射地面上。测试声源的辐射面和反射平面之间的最大距离应足够小,使在平面上方的半球空间产生的辐射是无指向性的,其偏差为 A.3.1.1 规定的值。

A.3.2.2 传声器位置

传声器移动路径应至少有 8 条远离测试声源的不同方向上的直线路径。传声器的主路径是从声源到测试室一角上的几条直线，4 条或 4 条以上的路径是随机选择的。但建议不要取靠反射地面很近的路径。

A.3.3 测试方法

A.3.1 和 A.3.2 介绍的电声系统应在离散频率上工作，这些离散频率是以离散的间隔覆盖待测声源辐射的整个频率范围。在 125 Hz 以下和 4000 Hz 以上，应采用 GB 3240—82《声学测量中的常用频率》中 1/3 倍频程的中心频率；在 125 和 4000 Hz 之间，应采用倍频程的中心频率。

注：如果被测机器只辐射宽带噪声，则本方法可用 1/3 倍频带噪声或倍频带噪声，替代离散频率。

对每一测试频率传声器应沿 A.3.2 所述的路径连续移动并记录出声压级。这些声压级要与按平方律的衰减作比较，并对每一路径和每一测试频率计算出测量声压级和理论声压级之间的差值。

A.3.4 鉴定要求

差值不应超过下表给出的数值。

测量声级和理论声级之间的最大允许差值

测试室类型	1/3 倍频带中心频率 Hz	允许差值 dB
消声室	<630	±1.5
	800~5000	±1.0
	>6300	±1.5
半消声室	<630	±2.5
	800~5000	±2.0
	>6300	±3.0

表中的差值确定了允许的测量半径和围绕声源的最大空间，在这空间中可选择允许的测量表面。如果测量表面位在实际被测声源的近场以外，则这种测量表面按本标准进行测量是合适的。

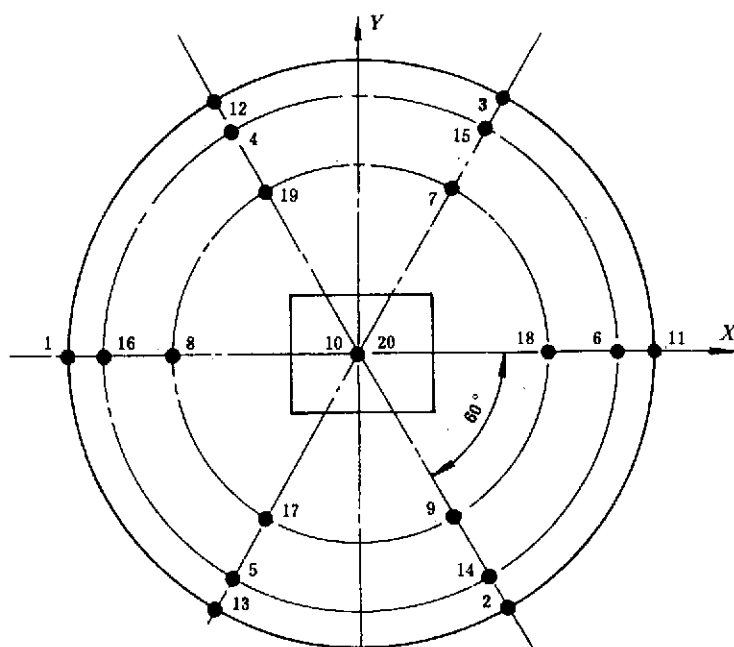
如果这些要求不能满足，测量就不能按本标准进行，测试室的鉴定是不合格的。

附 录 B
建议的自由场中传声器阵列的位置
(补充件)

下图所示是半径为 r 的球表面上具有相等面积的20个测点的位置。下表给出以声源中心为原点的笛卡尔坐标 (x, y, z) 。 Z 轴选为垂直于水平面($z = 0$)向上的方向。

传声器的位置

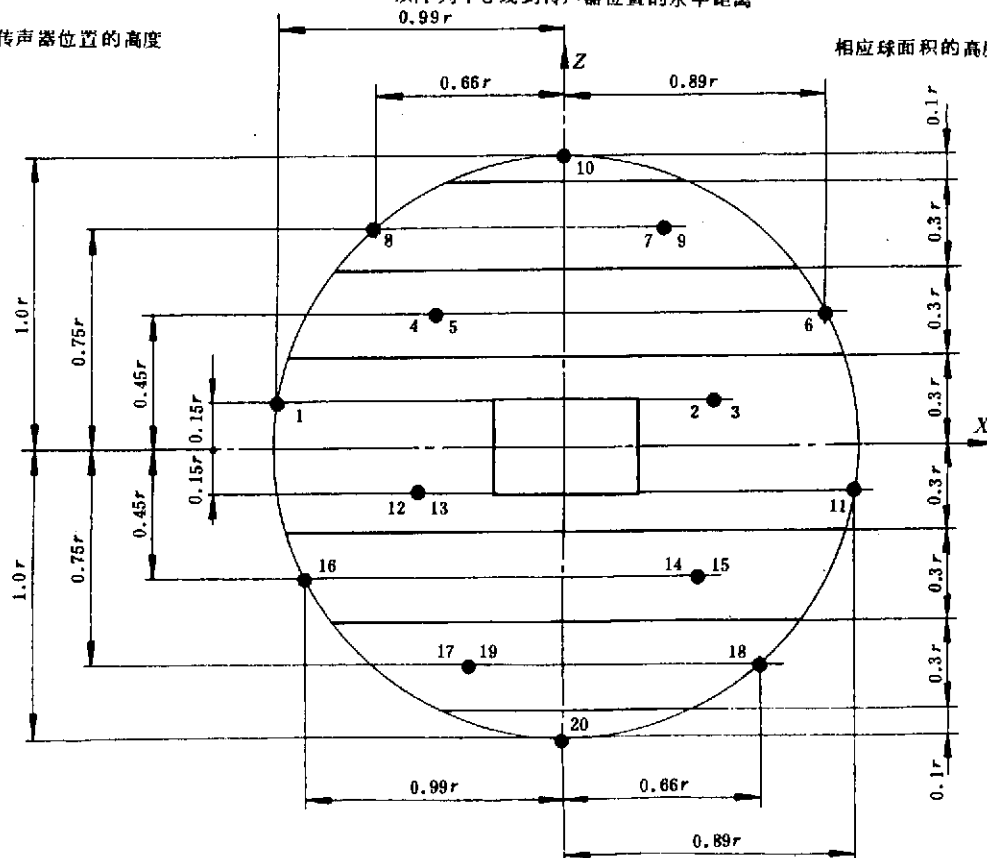
编 号	$\frac{x}{r}$	$\frac{y}{r}$	$\frac{z}{r}$
1	-0.99	0	0.15
2	0.50	-0.86	0.15
3	0.50	0.86	0.15
4	-0.45	0.77	0.45
5	-0.45	-0.77	0.45
6	0.89	0	0.45
7	0.33	0.57	0.75
8	-0.66	0	0.75
9	0.33	-0.57	0.75
10	0	0	1.0
11	0.99	0	-0.15
12	-0.50	0.86	-0.15
13	-0.50	-0.86	-0.15
14	0.45	-0.77	-0.45
15	0.45	0.77	-0.45
16	-0.89	0	-0.45
17	-0.33	-0.57	-0.75
18	0.66	0	-0.75
19	-0.33	0.57	-0.75
20	0	0	-1.0



从阵列中心线到传声器位置的
水平距离 $0.99r$

传声器位置的高度

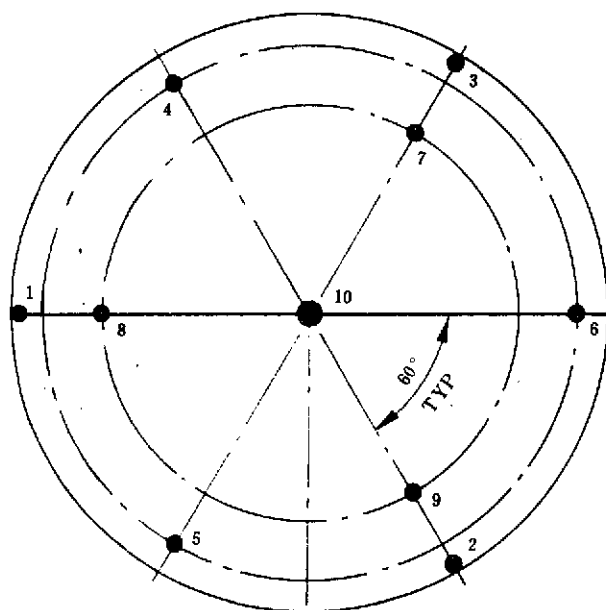
相应球面积的高度



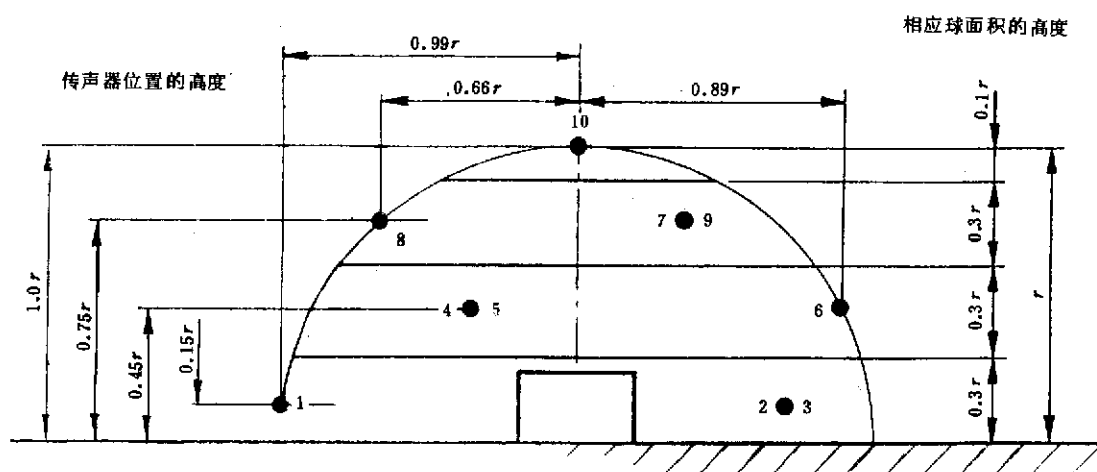
附 录 C
反射面上方的自由场中传声器位置的基本阵列
(补充件)

下图所示是半径 r 的半球面上具有相等面积的10测点的位置。

以声源声中心在反射平面上的投影为原点的笛卡尔坐标 (x, y, z) ，与附录B表中给出的位置1到位置10相同。



从阵列中心线到传声器位置的水平距离



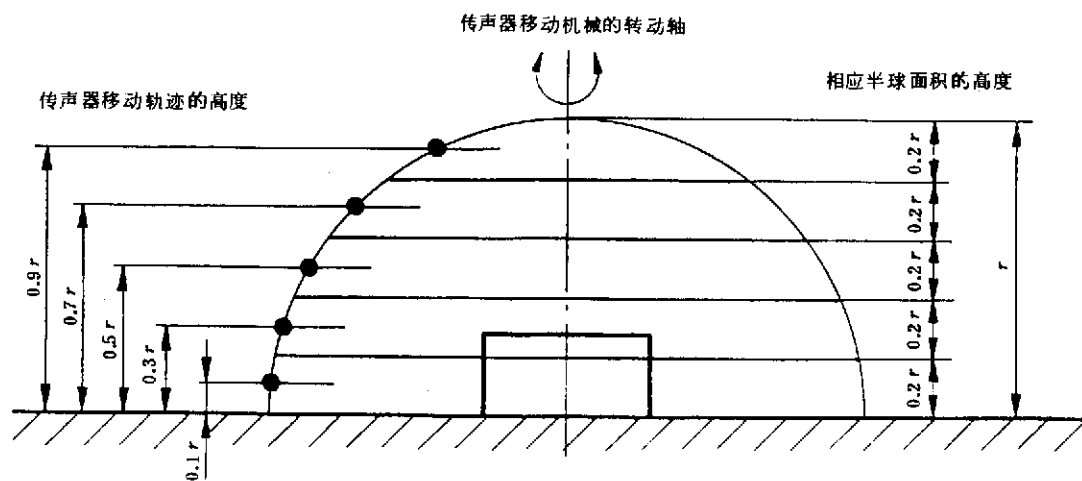
如果声源辐射出具有显著的纯音，且几个传声器位置置放在反射面上同样高度处时，可能会出现强烈的干涉效应。在这种情况下，建议用下表所列的坐标作为传声器阵列。

当声源辐射显著纯音时所建议的传声器位置

编 号	$\frac{x}{r}$	$\frac{y}{r}$	$\frac{z}{r}$
1	0.16	-0.96	0.22
2	0.78	-0.60	0.20
3	0.78	5.55	0.31
4	0.16	0.90	0.41
5	-0.83	0.32	0.45
6	0.83	-0.40	0.38
7	-0.26	-0.65	0.71
8	0.74	-0.07	0.67
9	-0.26	0.50	0.83
10	0.10	-0.10	0.99

附录 D

在一个反射平面上方的自由场中平行平面内传声器移动的同轴圆形路径
(补充件)



选择路径时要使得每条路径涉及的半球上的环形面积都相等。

附录 E

指向性指数和指向性因数的计算 (补充件)

E.1 自由场

声源的指向性指数 D_1 单位为 dB，可由自由场中的测量值按下式计算：

$$D_1 = L_{pi} - \overline{L_p} \dots\dots\dots (E1)$$

式中： L_{pi} ——在需要计算 D_1 的特定方向上测出离声源距离为 r 的声压级，dB（基准值为 $20\mu Pa$ ）；

$\overline{L_p}$ ——在半径为 r 的测量球面上的表面声压级，dB（基准值为 $20\mu Pa$ ）。

在给定方向上声源的指向性因数 Q_0 可由下式确定：

$$Q = \text{antilg} \frac{D_1}{10} \dots\dots\dots (E2)$$

式中： D_1 ——在同一方向上由（E1）式得出的指向性指数，dB。

E.2 在一个反射平面上方的自由场

声源在一个反射平面上方的自由场中工作的指向性图案通常要比同样声源在自由场中工作的更为复杂。但在通常情况下声源和坚硬反射平面是结合在一起的。可以考虑把反射平面作为声源的一部分来得出声源的指向性指数和指向性因数。

声源的指向性指数 D_1 可由一个反射平面上方的自由场中的测量用下式算出：

$$D_1 = L_{pi} - \overline{L_p} + 3 \dots\dots\dots (E3)$$

式中： L_{pi} ——在需要计算 D_1 的特定方向上测出离声源距离为 r 的声压级，dB（基准值为 $20\mu Pa$ ）；

$\overline{L_p}$ ——在半径 r 的测试半球上的表面声压级，dB（基准值为 $20\mu Pa$ ）。

注：在测量报告中，只列上 D_1 的最高值及其产生的方向就够了。

附录 F

设计测试室的准则

(参考件)

F.1 概述

为实现自由场的条件,测试室应具有:

- a. 足够的体积;
- b. 在测试频率范围内,界面上具有很大的声吸收;
- c. 除了和被测声源有关的(如有的话,包括反射平面)以外,没有声学反射面和障碍物;
- d. 足够低的背景噪声级。

F.2 测试室的体积

测试室体积的要求已由4.2给出。

注:① 测试室的体积应足够大,以使传声器可放在被测声源的远辐射场中又不致太靠近测试室的吸声表面。

② 在没有规定数据时,远场可以假定为从离声源 $2a$ 的距离开始,这里 a 较保守的数值是最大的声源尺寸。

测量表面应至少离开测试室吸声面 $\lambda/4$,这里的 λ 是相当于最低测试频带中心频率的声波波长。

③ 如果测试室内选择测量表面有困难时,只要传声器始终处在声源的远场中并离测试室吸声面不小于 $\lambda/4$,则在测量的系列中允许在测试室内转动和移动声源。

F.3 测试室的吸声

墙面和天花板处理的垂直入射能量吸收系数在测试的频率范围内在平面波驻波管中测量应等于或大于0.99。吸声处理应在整个表面上均匀分布。在消声室中,地面的吸声处理应与墙面和天花板相同。在半消声室中,地面应该是坚硬光滑的平面,垂直入射能量吸收系数在测试频率范围内不大于0.06。

F.4 吸声处理

满意的表面吸声处理是吸声材料制成的尖劈,吸声尖劈应事先做试验,在测试频率范围内的垂直入射吸声系数应大于0.99。有时可在尖劈后留一小空腔,空腔长度由实验确定。一般情况下吸声处理的总厚度(尖劈加空腔)应大于 $\lambda/4$,这里的 λ 是测试最低频带中心频率相应的声音波长。

F.5 不需要的反射

管道、支柱、网格,金属织物,电缆或各类支架,都可能产生反射。除在测试室中必需的以外,所有物体和仪器都应放在室外。空心管应堵塞或填以吸声材料。以免引起共振。

F.6 悬吊地板构造

消声室内可用典型地板结构,由不锈钢钢筋绷成的网格构成。钢筋直径小于2.5 mm,间隔2~5 cm。

F.7 背景噪声

背景噪声的问题通常在低频最为严重。要在低频作满意的测量,就需要用质量大的墙把消声室围住,并把整个结构放置在隔振器上。在高频,电噪声可能形成干扰。

F.8 空气吸收

在消声室(体积大小200m³)中,在高频时可能需要作室内空气吸声的修正。

附录 G

合适的仪器系统的实例

(参考件)

G.1 概述

仪器系统基本上是由传声器、带滤波器的放大器、平方和平均电路以及指示器所组成。滤波器输出可用几种方法来处理或调节以得出输出的均方值的估计值。这些方法包括等效于RC平均的检波。滤波器输出平方值的积分和数字法。一些通用的方面介绍如下。

G.1.1 RC - 平均, 声级计

很多模拟器件, 包括符合GB 3785—83的声级计, 是使用RC平均的。

对于放在“慢”响应档的声级计如果起伏小于 ± 5 dB, 表头偏转的平均值近似于均方声压级。

注: 传声器及其所相连的前置放大器(如有的话)应放在测试室内, 并用符合5.2的电缆连接声级计。要连着前置放大器和声级计之间的电缆一起来校准系统。

声级计和实验人员应在邻近测试室的另一房间中。声级计应放在“慢”响应档, 并用7.4.2所述的方法读数。

其他模拟器件可提供更长的时间常数的平均, 如果起伏超过5 dB, 就应采用这种器件。

G.1.2 模拟积分器

有效值(rms)检波的另一办法, 是“真正”的模拟积分器, 并用(近似地)下式积分:

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

式中, $e_0(t)$ 是滤波器输出。平方和平方根通常由非线性的模拟元件来完成。积分可用两种办法计算: 把 $e_0(t)$ 换算成电流和电容器上电荷的积累; 或计算频率比例于 $e_0^2(t)$ 的信号一周数的周数。

G.1.3 数字系统

滤波器输出的有效值可由采样、换算成数字值、进行平方和累计其结果的办法来确定。采样可以是:

- a. 比滤波器输出中最高频率高。
- b. 比滤波器输出中最高频率低, 这样使采样结果在统计上是(近似)独立的。

无论哪种情况, 在一定时间间隔以后, 检波器输出对所有测试频率范围内的频率, 应该在时间函数的真正有效值(rms)的3%以内。

G.2 声级记录器

声级记录器既可用作平方、平均和指示器件, 也可只用作指示器件。

在第一种情况下, 仪器系统的时间常数由声级记录器的写速确定。因为声级记录器是复杂的机电系统, 不能给出确定时间常数的简单规则, 有关事项可向生产厂了解。

如果声级记录器只作指示使用, 则记录器按正常使用以记录出前面平均和平均器件的直流输出, 其时间常数将决定仪器系统的总时间常数。

在这两种情况下, 如果声的起伏小于 ± 5 dB, 则得到的平均值, 只是可接受的近似的有效值。如果用移动传声器测量窄带噪声, 则很容易得出较大的起伏。

附加说明：

本标准由全国声学标准化技术委员会审查通过。

本标准主要起草人章汝威。