



中华人民共和国国家标准

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

Acoustics—Determination of sound power levels of
noise sources using sound pressure—Survey method
using a reference sound source

1996-09-13 发布

1997-03-01 实施

国家技术监督局 发布

目 次

前言 I

1 范围 1

2 引用标准 2

3 定义 2

4 声学环境 3

5 测试仪器 3

6 声源的安装与工作 3

7 声压级测量 3

8 声功率级的计算 5

9 记录内容 7

10 报告内容..... 7

前 言

本标准参照国际标准 ISO 3747:1987《声学 噪声源声功率级的测定——使用标准声源简易法》制定。

测定机器设备等噪声源的声功率级有多种方法,各适用于不同的测试环境与精度要求。使用标准声源的简易法是可供选择的方法之一,这种方法适用于各种室内外声学环境中噪声源 A 声功率级的测试。

本标准的制定使噪声源声功率级的测定系列标准更加完善,并且对机器设备噪声的检测方法和限制标准等方面的工作起着推动的作用。

本标准由全国声学标准化技术委员会提出并归口。

本标准起草单位:中国科学院声学研究所。

本标准主要起草人:冯瑀正、刘凯升。

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 使用标准声源简易法

GB/T 16538—1996

Acoustics—Determination of sound power levels of
noise sources using sound pressure—Survey method
using a reference sound source

1 范围

1.1 本标准规定了使用标准声源测定声源(包括设备、机器、部件或零件)A声功率级的简易法。测量被测声源和标准声源在规定测点产生的声压级,被测声源的声功率级由测得的声压级经过环境修正得到。环境修正则由计算标准声源声功率级的标定值与测量的声压级得到。

传声器位置和标准声源的位置与数目由被测声源尺寸、声源附近反射面的大小、数目和取向等声学状态确定。

本标准是国标 GB/T 3768 的一种补充方法。

1.2 本标准规定的方法测得的数据可用于以下目的:

- a) 用 A 声功率级评定设备的噪声;
- b) 同类型设备噪声的比较;
- c) 不同类型设备噪声的比较。

1.3 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/T 3947 和 GB 3102.7 等的规定。

1.4 测试环境

可以安装在室内外无限制,声源附近可以有一个或多个反射面或反射物体。

1.5 声源类型

适用于辐射宽带、窄带、离散频率和它们的复合声等的稳态噪声,也适用于除重复率小于每秒五次的猝发声外的非稳态噪声。

1.6 测试频率范围

除非另外说明,测试频率范围应包括中心频率在 125~8 000 Hz 之间的各倍频带。

1.7 测量不确定度

符合本标准方法测量声源声功率级的标准偏差为:

- a) 对辐射频率密度均匀的声源,其标准偏差不大于 4 dB;
- b) 对辐射包括明显离散频率的声源,其标准偏差不大于 5 dB;
- c) 对无指向性并辐射宽带噪声的相似声源,在相似测试环境中进行比较时,其标准偏差不大于 3 dB。

注:此处均指由各种因素所造成的累积的标准偏差。

2 引用标准

下列标准包含的条文,通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。在标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB 3102.7—1993 声学的量和单位

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。(eqv ISO 3746—1995)

GB 3785—83 声级计的电声性能及测试方法(neq IEC 651:1979)

GB/T 3947—1996 声学名词术语

GB/T 4129—1995 声学 噪声源声功率级的测定 标准声源的性能要求与校准(eqv ISO 6929:1990)

JJG 176—84 声压级校准器试行检定规程

JJG 188—90 声级计试行检定规程

3 定义

本标准采用以下定义:

3.1 标准声源 reference sound source

具有稳定的声功率输出、宽带频谱的声源。在 100 至 10 000 Hz 的范围内所有 1/3 倍频带声功率级的最大和最小的差值在 12 dB 之内,相邻两个 1/3 倍频带声功率级偏差不超过 ± 3 dB。任何 1/3 倍频带的指向性指数不超过 9 dB,输出的声压级至少应超过背景噪声的 10 dB。有气动源、电动源和机械源等形式。

注:可用于比较法测量机器设备辐射噪声的声功率。

3.2 替代法 substitution procedure

将被测声源从安装的位置移去,将标准声源占有被测声源的位置的方法。

3.3 顶置法 superposition procedure

当被测声源不能从安装的位置移动时,将标准声源放在被测声源顶上的方法。

3.4 并列法 juxtaposition procedure

当替代法和顶置法不能应用时,将标准声源放在被测声源近旁的方法。

3.5 声压级 L_p sound pressure level

声压与基准声压之比的以 10 为底的对数乘以 2,单位为贝[尔],B,但通常用 dB 为单位。基准声压必须指明。

注:基准声压为:20 μ Pa(空气中)。

3.6 声功率级 L_w sound power level

声功率与基准声功率之比的以 10 为底的对数,单位为贝[尔],B,但通常用 dB 为单位。基准声功率必须指明。

注:基准声功率为 1 pW。

3.7 测量表面 measurement surface

包络声源的一个假想表面;传声器位置分布在它的面上。

3.8 基准体 reference rectangular parallelepiped

正好包络被测声源并且终止在反射表面上的最小矩形六面体。

3.9 测量距离 measurement distance

基准体表面和测量表面间的距离。

3.10 背景噪声 background noise

在发生、检查、测量或记录的系统中与信号存在与否无关的一切干扰。

4 声学环境

4.1 测量场地

可应用于任何类型的室内外空间,对它的声学及几何性质没有限制,在声源附近可以有一个或多个反射面或反射物体。

4.2 背景噪声

在测量表面上各测点背景噪声 A 声级的平均值,应比被测声源或标准声源工作时在测量表面上各测点 A 声级的平均值低 3 dB 以上,如测倍频带声压级,则每一倍频带声压级均应满足此要求。

4.3 风

室外测量时,风速应低于 5 m/s,当风速大于 1 m/s 时传声器上应加防风罩。

5 测试仪器

5.1 概述

测试仪器应使用 GB 3785 中规定的 2 型或 2 型以上的声级计,以及准确度相当的其他测试仪器,用慢档测量。声级计或其他测试仪器与传声器之间最好使用延伸电缆或延伸杆,以减少观测者对测量的影响,观测者不要站在传声器与声源之间。

5.2 校准

每系列测量前后,需用准确度优于 ± 0.5 dB 的声校准器在一个或多个频率上对整个测试系统(包括电缆)进行校准,校准频率应在 125~1 000 Hz 频率范围内。声校准器应按 JJG 176,声级计及其他测试仪器应按 JJG 188 定期检定,以保证测试仪器的准确度。

5.3 标准声源

使用的标准声源,应符合国标 GB/T 4129 的规定。

6 声源的安装与工作

6.1 被测声源

应明确被测声源,除此之外的其他部件产生的噪声均当作背景噪声。

6.2 测量时声源的工作

进行测量时声源应按规定的正常方式工作,对所测量的机器或设备如有实验法规应按法规运行,也可以适当选择以下的工作状况:

- a) 在规定的负载下;
- b) 在满载下(如果不同于 a);
- c) 在空载下;
- d) 在最大声辐射的工作状况下;
- e) 在模拟负载的工作状况下。

6.3 标准声源的放置

标准声源可采用替代法、顶置法或并列法(参见 3.2、3.3 和 3.4)放置。标准声源放置的方法与位置数目取决于被测声源的大小和放置标准声源的可能性(详见 7.3)。

注:当测量时标准声源附近的反射面与标准声源校准时不相同时,可能影响标准声源辐射的声功率,对于简易法不需要对此影响进行修正。

7 声压级测量

7.1 基准体表面与测量表面

按 3.8, 基准体表面是一个恰好包络被测声源与标准声源并终止于反射面上的最小矩形六面体。在确定基准体时, 可以不考虑不是主要辐射声能的突出部分。

传声器放在一个测量表面上, 这是一个包络被测声源与标准声源并终止于一个或几个反射面上的一个假想表面, 反射面指吸声系数 a 小于 0.2 的表面, 当不满足此要求时可沿 $a \geq 0.2$ 的表面延长。选取包围基准体表面的平行六面体形的假想表面作为测量表面, 它与基准体表面的距离(测量距离 d) $d \geq 1$ m, 一般可取 $d = 1$ m(见图 1~5)。

7.2 传声器位置

7.2.1 概述

传声器位置均应放置在测量表面上。称测量表面中每一个面为自由表面, 称三个自由表面的交角为自由顶角。

7.2.2 传声器的位置数目

7.2.2.1 五个自由表面(一个反射表面)

传声器位置至少五点, 即每个自由表面中点, 对水平尺寸超过 1 m 的声源增加四个自由顶角各一点, 共九点(见图 6), 对水平尺寸超过 5 m 的声源除按上述规定外传声器位置在相邻两点间的距离应小于 $2d$, d 是测量距离。

7.2.2.2 四个自由表面(二个反射表面)

传声器位置在每个自由表面中点和二个自由顶角各一点(见图 7)。

7.2.2.3 三个自由表面(三个反射表面)

传声器位置在每个自由表面中点和自由顶角一点(见图 8)。

7.2.2.4 二个自由表面(四个反射表面)

传声器位置在每个自由表面中点和二个自由表面交线的中点(见图 9)。

7.2.2.5 一个自由表面(五个反射表面)

传声器位置在自由表面上三点有规则的分布(见图 10)。

7.2.2.6 没有自由表面(六个反射表面)

传声器位置在作为测量表面的实验房间的开口处三点有规则的分布(见图 10)。

7.3 标准声源的位置

7.3.1 概述

标准声源的位置如下:

- 假如基准体的高度 L_3 不大于 $1.5d$ 时, 放在被测声源的顶面上;
- 假如基准体的高度大于 $1.5d$ 或者不能放在被测声源的顶上时(例如从安全和操作考虑)则放在被测声源的近旁;
- 被测声源如果可以移动, 移开被测声源将标准声源放在被测声源原来的位置。

7.3.2 顶置法

假如基准体的高度 L_3 不超过 $1.5d$ 时优先考虑顶置法。如顶置法不满足要求时可增设旁置的位置。

7.3.2.1 假如基准体的长度 L_1 或宽度 L_2 均不超过 $2d$ 时标准声源放在被测声源顶面上的一个位置(见图 11)。

7.3.2.2 假如基准体的宽度 L_2 不超过 $2d$ 但长度 L_1 大于 $2d$, 则标准声源的位置数($j=1, \dots, M$)至少是二个, 标准声源位置放在被测声源顶面沿长 L_1 方向的对称轴分布, 间距不大于 $3d$ (见图 13 举例 $3d < L_1 \leq 6d$)。

7.3.2.3 假如基准体长度 L_1 和宽度 L_2 均大于 $2d$, 标准声源位置放在被测声源顶面上至少四点, 这些位置在沿长度方向间距不大于 $3d$ 的两条线上(见图 14 举例, $3d < L_1 \leq 6d$ 和 $2d < L_2 \leq 3d$)。

注: 对于三、四和五个反射表面的情况标准声源的位置数限于三个(见图 13)。

7.3.3 并列法

假如基准体的高度 L_3 大于 $1.5d$ 时应首先考虑并列法。

标准声源不能放在被测声源顶上时可应用 7.3.3.1~7.3.3.4 描述的位置。

7.3.3.1 标准声源距地面高度 H 应为：

$$H=0.5(L_3+d)$$

(见图 12 上部分)。

7.3.3.2 标准声源放在基准体每个侧面的中心至少四点。

7.3.3.3 假如基准体的长度 L_1 或宽度 L_2 大于 $3d$ 标准声源的位置数至少每个面二个,在大于 $3d$ 的侧面沿高度 H 的一条线上有规则的分布(例如 $L/4, 3L/4$ 等)。

7.3.3.4 在不能放置传声器的那些侧面,标准声源只取一个位置。

7.3.4 替代法

如果被测声源可以移动并且它的尺寸小于 2 m 建议采用替代法,移去被测声源后将标准声源放在基准体在地面上投影中心的位置。

7.4 测量方法

测量被测声源和标准声源每个位置单独工作时每个传声器位置($i=1, \dots, N$)的 A 声级或必要时的测试频率范围各倍频带的声压级。

假如被测声源和标准声源的频谱形状相似,可直接测 A 声级用来计算 A 声功率级。

假如两者频谱形状不同时由测量的倍频带声压级计算 A 声功率级。

当调整两个频谱使它们在 1000 Hz 具有相同的倍频带声压级时在测试频率范围内,任何倍频带声压级的差值不大于 5 dB 时,则认为两个频谱形状相似。在大多数情况则需要用倍频带声压级计算 A 声功率级。

当各测点的 A 声级(或倍频带声压级) dB 的最大差值大于所测点数 N 的 1.5 倍时则测量的 A 声功率级的误差可能大于 1.7 中给出的值,应增加测量点数。

应得到的 A 声级或倍频带声压级如下：

- 每个传声器位置 $i=1, \dots, N$ 被测声源工作时声压级 L_{p1}
- 每个传声器位置 $i=1, \dots, N$ 背景噪声的声压级 $L_{p1(B)}$
- 在每个标准声源位置($j=1, \dots, M$)时每个传声器位置 $i=1, \dots, N$ 标准声源工作时的声压级 L_{p1R} 。

7.5 背景噪声的修正

对所有测量的 A 声级或倍频带声压级应按表 1 进行背景噪声修正。

表 1 背景噪声的修正

声源工作时测得的声压级与背景噪声声压级的差值 dB	应减去的修正量 dB
3	3
4	2
5	2
6	1
7	1
8	1
9	0.5
10	0.5
>10	0

8 声功率级的计算

8.1 测量表面平均声压级的计算

测量表面平均声压级 $\overline{L_p}$ (dB)应从测得的声压级(A声级或倍频带声压级)经背景噪声修正后由下式计算:

$$\overline{L_p} = 10 \lg \left[\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{0.1 L_{p1}} \right] \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中: L_{p1} ——第 i 个测点的声压级 dB(基准值为 $20 \mu\text{Pa}$);

N ——传声器位置数。

8.2 测量 A 声级时 A 声功率级的计算

A 声功率级 L_{WA} 由下式计算:

$$L_{WA} = L_{WAR} - \overline{L_{pAR}} + \overline{L_{pA}} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中: L_{WAR} ——标准声源标定的 A 声功率级;

$\overline{L_{pAR}}$ ——标准声源在测量表面上的平均 A 声级;

$\overline{L_{pA}}$ ——被测声源在测量表面上的平均 A 声级。

假如有多个标准噪声源的位置,平均值 $\overline{L_{pAR}}$ 由下式计算:

$$\overline{L_{pAR}} = -10 \lg \left[\frac{1}{M} \sum_{j=1}^M 10^{-0.1 \overline{L_{pAjR}}} \right] \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中: $\overline{L_{pAjR}}$ ——标准声源在第 j 点的 A 声级;

M ——标准声源位置数。

8.3 测量倍频带声压级时 A 声功率级的计算

第 K 个倍频带声功率级 L_{WK} 由下式计算:

$$L_{WK} = L_{WKR} - \overline{L_{pKR}} + \overline{L_{pK}} \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中: L_{WKR} ——标准声源第 K 个倍频带标定的声功率级;

$\overline{L_{pKR}}$ ——标准声源第 K 个倍频带在测量表面上的平均声压级;

$\overline{L_{pK}}$ ——被测声源第 K 个倍频带在测量表面上的平均声压级。

假如有多个标准声源位置平均值 $\overline{L_{pKR}}$ 由下式计算:

$$\overline{L_{pKR}} = -10 \lg \left[\frac{1}{M} \sum_{j=1}^M 10^{-0.1 \overline{L_{pKjR}}} \right] \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中: $\overline{L_{pKjR}}$ ——标准声源第 K 个倍频带在 j 点的平均声压级;

M ——标准声源的位置数。

A 声功率级 L_{WA} 由下式计算:

$$L_{WA} = 10 \lg \left[\frac{1}{M} \sum_{K=1}^7 10^{0.1(L_{WK} + A_K)} \right] \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中: L_{WK} ——第 K 个倍频带的声功率级;

A_K ——第 K 个倍频带中心频率的 A 计权常数, A_K 值见表 2。

表 2 A 计权常数

频率 Hz	A_K dB
125	-16.1
250	-8.6
500	-3.2
1 000	0.0
2 000	+1.2
4 000	+1.0
8 000	-1.1

9 记录内容

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。

9.2 声学环境

测试环境的描述,如在室内,应描述包括墙面,天花板和地面处理情况,作出表明声源位置与室内物品的草图;如在室外,作出表明声源位置与周围地形,包括实验环境描述的草图,并记录反射面(包括地面)的性质。

9.3 测试仪器

- a) 测试仪器的名称、型号、编号和制造厂;
- b) 仪器系统的校准方法;
- c) 声校准器的校准日期和部门;
- d) 测量所用标准声源的名称、型号、编号与制造厂;
- e) 标准声源声功率级标定值, A 声功率级和必要时的倍频带声压级。

9.4 声学数据

- a) 传声器位置(必要时可画草图);测量距离和标准声源位置;
- b) 测量表面的面积;
- c) 被测声源和标准声源(一个或多个位置)在所有传声器位置的 A 声级和必要的倍频带声压级;
- d) 各传声器位置背景噪声的 A 声级和必要时的倍频带声压级和相应的修正量;
- e) 计算的 A 声功率级和必要的倍频带声功率级,化为近似整分贝值;
- f) 噪声的主观印象(可听的离散音、脉冲特性、频谱成份和瞬态特性等);
- g) 测量单位、人员、地点和时间。

10 报告内容

报告中应给出所测得的 A 声功率级并应说明与本标准的符合情况。

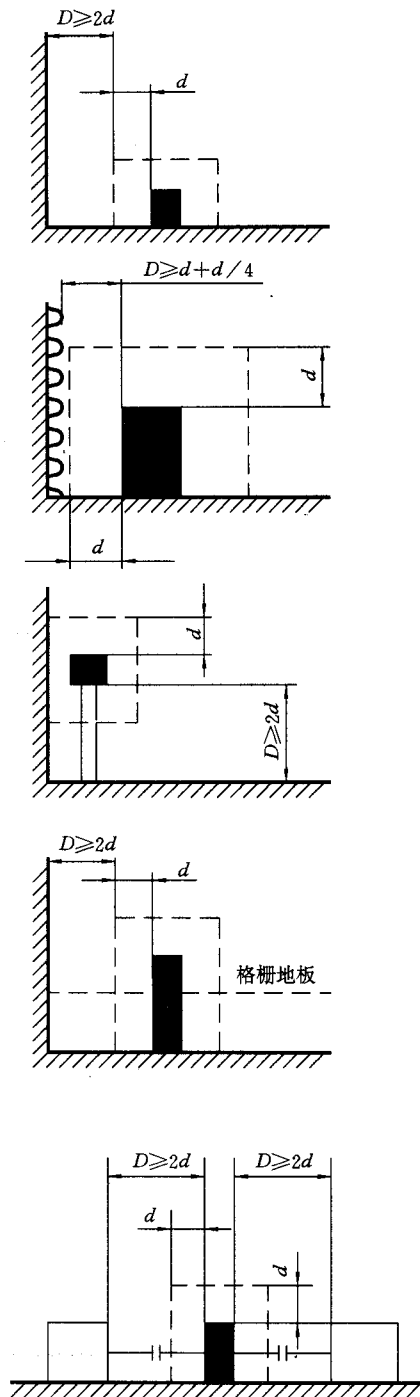
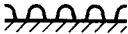
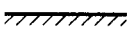
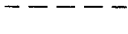


图 1 五个测量表面的典型

图注 (图 1~5):

-  吸声面 $a \geq 0.2$
-  反射面 $a < 0.2$
-  测量表面
-  基准体
- d 测量距离

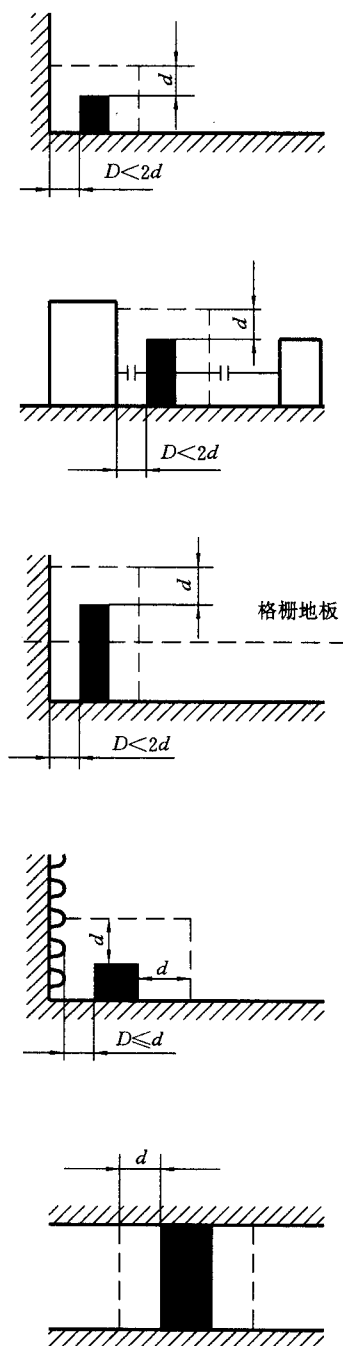
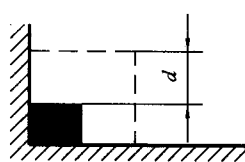
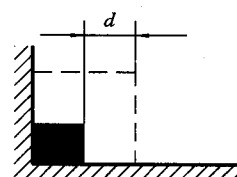


图 2 四个测量表面的典型

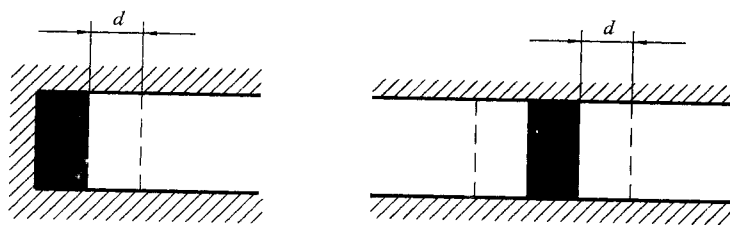


a) 立视图

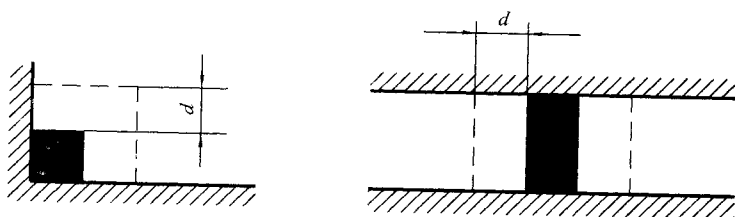


b) 平视图

图 3 三个测量表面的典型

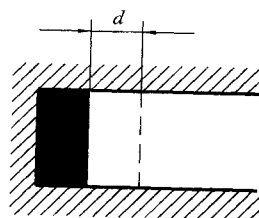


a) 立视图

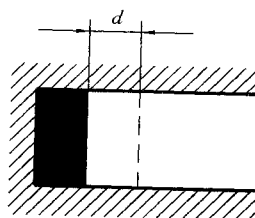


b) 平视图

图 4 二个测量表面的典型



a) 立视图



b) 平视图

图 5 一个测量表面的典型



图 6 五个测量表面上的传声器位置



图 7 四个测量表面上的传声器位置



图 8 三个测量表面上的传声器位置



图 9 二个测量表面上的传声器位置

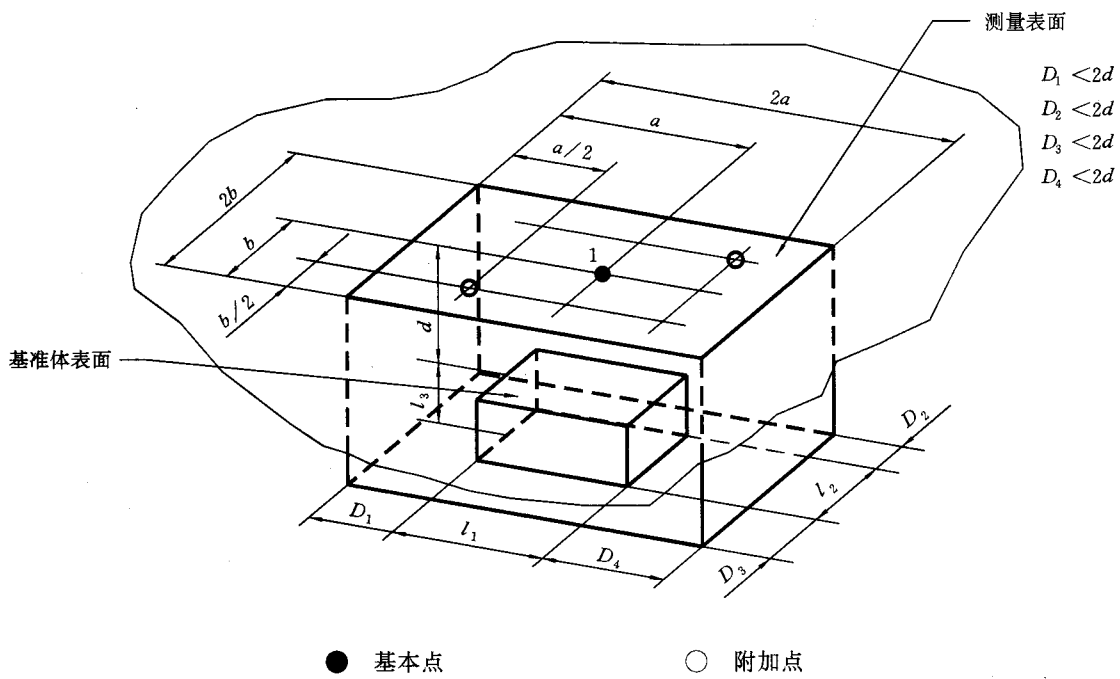


图 10 一个测量表面上的传声器位置

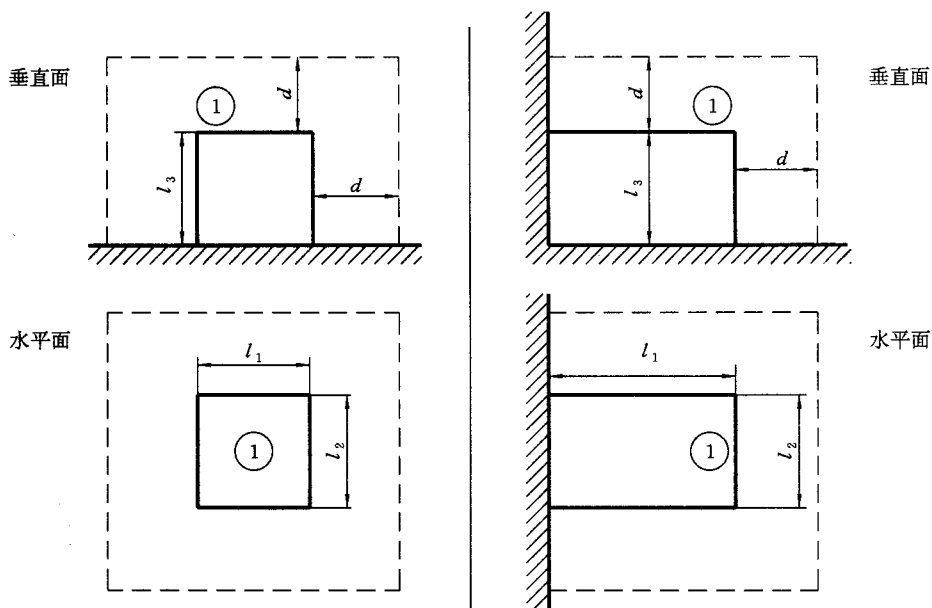


图 11 标准声源的基本位置①($l_3 \leq 1.5d$)

图注 (图 11~15):

- 测量表面
- 基准体表面
- 标准声源
- d 测量距离(1 m)
- l_1 基准体长度
- l_2 基准体宽度
- l_3 基准体高度
- H 标准声源放置高度

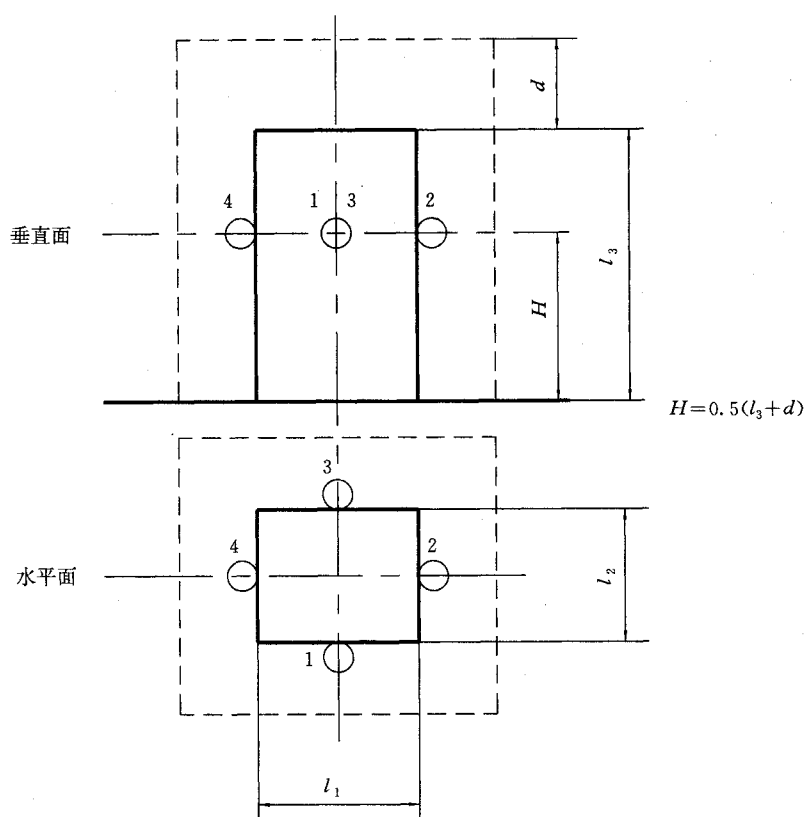


图 12 标准声源的基本位置 ($l_3 > 1.5d$)

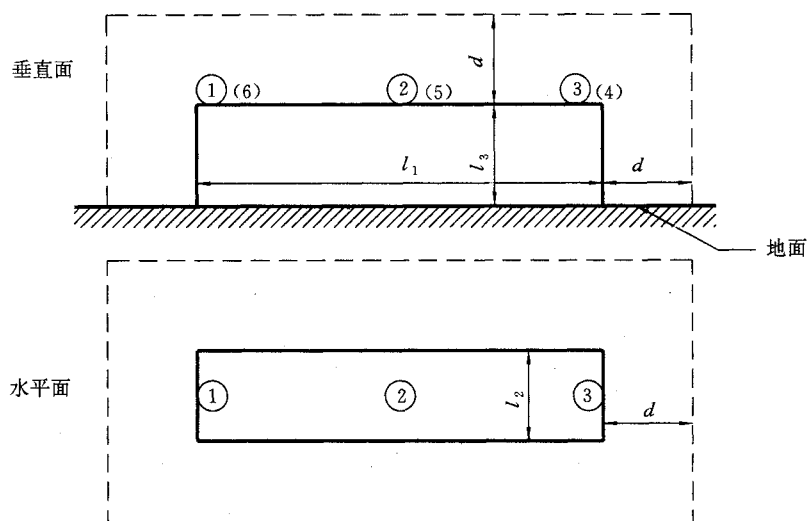


图 13 标准声源的位置举例 长形被测声源 ($3d < l_1 \leq 6d$)

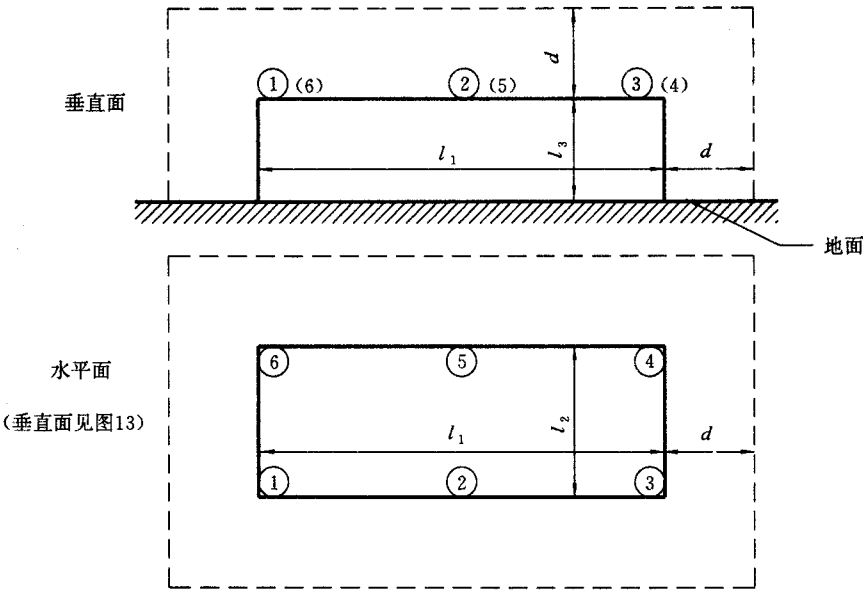


图 14 标准声源的位置举例 高平、宽形并且长形被测声源($2d < l_2 \leq 3d$)

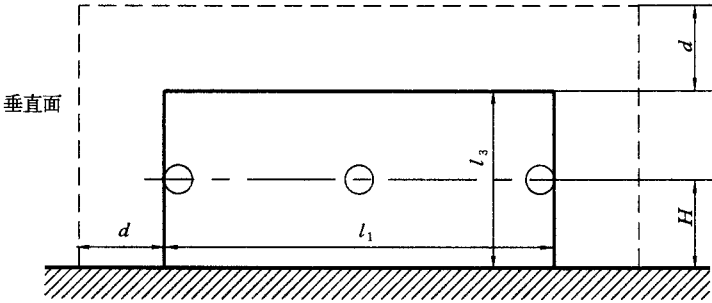


图 15 标准声源的位置举例 长形($3d < l_1 \leq 6d$)并且高形($l_3 \geq 1.5d$)的被测声源

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
使用标准声源简易法
GB/T 16538—1996

*

中国标准出版社出版
北京复兴门外三里河北街16号
邮政编码:100045

电 话:68522112

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
版权专有 不得翻印

*

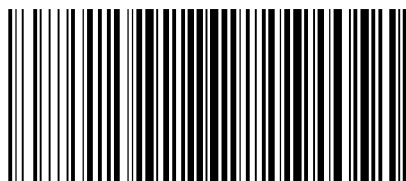
开本 880×1230 1/16 印张 1¼ 字数 32千字
1997年8月第一版 1997年8月第一次印刷
印数 1—600

*

书号: 155066·1-13924 定价 13.00 元

*

标 目 313—28



GB/T 16538—1996