



中华人民共和国国家标准

GB/T 12060.4—2012/IEC 60268-4:2004
代替 GB/T 9401—1988

声系统设备 第4部分：传声器测量方法

Sound system equipment—Part 4: Methods of measurement for microphones

(IEC 60268-4:2004, IDT)

2012-12-31 发布

2013-06-01 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
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 一般条件	2
4 特殊条件	3
5 类型说明(声学性能)	7
6 输出端和控制器	7
7 参考点和参考轴	7
8 额定电源	8
9 电阻抗	8
10 灵敏度	9
11 响应	12
12 指向性特性	13
13 幅度非线性	16
14 极限特性	17
15 平衡	18
16 固有噪声引起的等效声压级	18
17 大气条件	19
18 外界影响	19
19 杂散磁场干扰	23
20 物理特性	23
21 特性解释的分类	23
附录 A (规范性附录) 隔声装置	30
附录 B (资料性附录) “喷口声”测量的简化程序	31
参考文献	33
图 1a 平衡输出	25
图 1b 工作条件下的平衡	26
图 2 风影响的测量装置	26
图 3 1 型(上)和 2 型(下)风发生器	27
图 4 测量“喷口声”效应的电和机械装置	28
图 5 参考信号和特性	29
图 A.1 隔声装置	30
图 B.1 测量设置	32

图 B.2 声场灵敏度测量装置	32
表 1 空场混响时间 T 应超过的数值	5
表 2 在中心频率倍频程带处语言功率计权因子	12
表 3 特性分类	24



前 言

GB/T 12060《声系统设备》分为以下若干部分：

- 第 1 部分：概述；
- 第 2 部分：一般术语解释和计算方法；
- 第 3 部分：声频放大器测量方法；
- 第 4 部分：传声器测量方法；
- 第 5 部分：扬声器主要性能测试方法；
- 第 6 部分：辅助无源元件；
- 第 7 部分：头戴耳机测量方法；
- 第 8 部分：自动增益控制器件；
- 第 9 部分：人工混响、时间延迟和频移装置测量方法；
- 第 10 部分：峰值节目电平表；
- 第 11 部分：声系统设备互连用连接器的应用；
- 第 12 部分：广播及类似声系统用连接器的应用；
- 第 13 部分：扬声器听音试验；
- 第 14 部分：圆形和椭圆形扬声器，外形尺寸和安装尺寸；
- 第 16 部分：由语言传输指数(STI)对语言可懂度的客观等级评估；
- 第 17 部分：标准音量表；
- 第 18 部分：峰值节目电平表-数字音频峰值电平表。

本部分为 GB/T 12060 的第 4 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分采用翻译法等同采用 IEC 60268-4:2004《声系统设备 第 4 部分：传声器》。

本部分代替 GB/T 9401—1988《传声器测量方法》。

为便于使用，本部分作了下列编辑性修改：

- a) 用小数点“.”代替作为小数点的逗号“,”；
- b) 删除国际标准的前言。

本部分与 GB/T 9401—1988 相比主要变化如下：

- a) 第 12 章中，增加了 12.5 立体声传声器的专用特性；
- b) 增加了第 13 章 幅度非线性；
- c) 增加了第 15 章 平衡；
- d) 第 18 章中，增加了 18.5 “喷口声”效应引起的瞬时等效声压；18.6 电磁干扰引起的等效声压；18.7 静电放电；
- e) 增加了附录 A 和附录 B；
- f) 删除了原标准第 8 章 输出电压；
- g) 删除了原标准 10.6 轴向鉴别率；
- h) 删除了原标准附录 A；
- i) 本部分的章条编号与 IEC 60268-4:2004《声系统设备 第 4 部分：传声器》(英文版)保持一致。

与本标准中规范性引用的国际文件有一致性对应关系的我国文件如下：

- GB/T 8898—2011 音频、视频及类似电子设备 安全要求(IEC 60065:2005,MOD)

GB/T 12060.4—2012/IEC 60268-4:2004

——GB/T 12060.11—2012 声系统设备 第11部分:声系统设备互连用连接器的应用 (IEC 60268-11:1987,NEQ)

——GB/T 15212—1994 广播及类似声系统用连接器的应用(eqv IEC 60268-12:1987)

——GB/T 15381—1994 会议系统电及音频的性能要求(eqv IEC 60914:1988)

——GB/T 15644—1994 视听系统设备互连用连接器的应用(neq IEC 60574-3:1983)

本部分由中华人民共和国工业和信息化部提出。

本部分由全国音频、视频及多媒体系统与设备标准化技术委员会(SAC/TC 242)归口。

本部分主要起草单位:江苏省电子信息产品质量监督检验研究院、南京大学声学研究所、深圳市豪恩声学股份有限公司。

本部分主要起草人:张志强、沈勇、吴宗汉、陈嘉声。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为:

——GB/T 9401—1988。



声系统设备 第4部分:传声器测量方法

1 范围

GB/T 12060 的本部分规定了声系统传声器的电阻抗、灵敏度、指向性图案、动态范围和外界影响的测量方法。

本部分适用于所有用于语言和音乐的声系统传声器。但是适用于具有多通道传声器的每个音频通道,例如立体声或类似用途的传声器。本部分还适用于嵌入式传声器和带有数字音频输出模拟特性的传声器。

本部分适用的传声器包括了所有的器件,如变压器、前置放大器或构成传声器完整部分的其他元件,直至制造商规定的输出端。

本部分不适用于测量传声器。

注:本部分中规定的特性不完全描述传声器的主观反应。有必要做进一步的工作,来得出新的定义和测量方法,使得至少用来说明传声器性能的某些主观描述,以后可以用客观特性来替代。

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 12060.2—2011 声系统设备 第2部分:一般术语解释和计算方法(IEC 60268-2:1987, IDT)

GB/T 12060.3—2011 声系统设备 第3部分:声频放大器测量方法(IEC 60268-3:2000, IDT)

GB/T 12060.5—2011 声系统设备 第5部分:扬声器主要性能测试方法(IEC 60268-5:2007 IDT)

GB/T 14197—2012 音频、视频和视听系统互连的优选配接值(IEC 61938:1996, IDT)

GB/T 17626.2—2006 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验(IEC 61000-4-2:2001, IDT)

GB/T 17626.3—2006 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验(IEC 61000-4-3:2002, IDT)

GB/T 20247—2006 声学混响室吸声测量(ISO 354:2003, IDT)

SJ/Z 9140.1—1987 声系统设备 第1部分:概述(idt IEC 268-1:1985)

IEC 60065:2005 音频、视频及类似电子设备安全要求(Audio, video and similar electronic apparatus—Safety requirements)

IEC 60268-11:1987 声系统设备互连用连接器的应用(Sound system equipment—Part 11: Application of connectors for the interconnection of sound system components)

IEC 60268-12:1987 广播及类似声系统用连接器的应用(Sound system equipment—Part 12: Application of connectors for broadcast and similar use)

IEC 60574-3:1983 视听系统设备互连用连接器的应用(Audiovisual, video and television equipment and system—Part 3: Connectors for the interconnection of equipment in audiovisual systems)

IEC 60914:1988 会议系统电及音频的性能要求(Conference system—electrical and audio require-

ments)

IEC 61265:1995 电声学 航空噪声测量仪器 在运输机噪声评定中测量三分之一倍频程声压级的系统性能要求(Electroacoustics—Instruments for measurement of aircraft noise—Performance requirements for system to measure one-third-octave-band sound pressure levels in noise certification of transport-category aeroplanes)

3 一般条件

3.1 概述

GB/T 12060 的本部分特别引用了 SJ/Z 9140.1 的以下内容:

- a) 测量的单位和单位制;
- b) 测量的频率;
- c) 待规定量及其准确度(见 4.7);
- d) 标志(见 6.1);
- e) 气候条件;
- f) 噪声规范和测量用滤波器、计权曲线和表头;
- g) 专用规范和典型规范;
- h) 数据图解表示法;
- i) 图解表示的标度;
- j) 人身安全与防火;
- k) 产生匀强交变磁场的方法;
- l) 用于测量磁场强度的探测线圈。

以及 GB/T 14197—2012 中有关传声器供电的内容。

3.2 测量条件

3.2.1 引言

为便于确定测量时传声器应有的设置,在本部分的“额定条件”标题下规定了一组条件。

这些概念的三个基本额定值简述为:

- 额定阻抗(见 9.2);
- 额定电源(见 8.1);
- 额定灵敏度(见 10.3.1)。

为了获得正确的测量条件,应从设备制造商提供的规范中获得上述额定值。

术语“额定”适用于在额定条件或与额定条件明确相关的条件下,与规定特性的参数或测量相关的其他特性。例如,它可以适用于以下两个特性:

- 额定输出电压;
- 固有噪声引起的额定等效声压级。

本部分给出电阻抗、灵敏度、指向性图案、动态范围和外界影响的测量方法。在给出了备选方法的情况下,应说明所选的方法。

3.2.2 额定条件

当下列条件满足时,传声器被认为是在额定条件下工作:

- 传声器在空载条件下工作;

- 如果传声器需要一个电源,这个电源应是额定电源;
- 传声器(除近讲传声器之外)应置于自由场中,且声波的入射方向与参考轴方向夹角为 0° ;
- 声场中在传声器参考点的无扰声压(该传声器空缺时)应是正弦声压,并设定为 0.3 Pa 的声压级(84 dB SPL);
- 近讲传声器应置于距仿真口不超过 25 mm 的规定距离,且在声场中传声器参考点的无扰声压应是正弦声压并设定为 3 Pa 的声压级(104 dB SPL);
- 如果特殊传声器需要不同的测量声压级,使用该声压级的理由应同技术数据一起陈述,优选声压级为正常参考声压级 94 dB 加上 10 dB 的倍数;
- 如果有控制器,应置于制造商推荐的位置;
- 如果没有充分的反对理由,测量频率应为 $1\ 000\text{ Hz}$ (见 SJ/Z 9140.1);
- 大气压强、相对湿度和环境温度应在 SJ/Z 9140.1 给出的范围之内,并应说明。

注1: ITU/T 建议书 P.51 中,包括了仿真口的规格。无论在何处,应尽可能使用符合建议书的仿真口。

注2: 为保证鼻音充分地再现,用噪声发射一个仿真口声的模拟信号,用于测量压差近讲传声器声压级。在重放中,缺乏这样的声音可能会引起语言音质的不自然。

注3: 测量场所或测量设备的局限性也可能需要使用不同于给出的测量声压级。当已知所用声压级和参考声压级之间性能上的任何改变能满足相应特性所需的准确度时,可使用不同于给出的测量声压级。

4 特殊条件

4.1 预处理

带有前置放大器的传声器在测量前应按制造商规定的时间接通预热,以使其元件达到额定工作条件下的稳态温度。如果制造商没有规定预热时间,为保证传声器工作的稳定,应允许预热时间 10 s 。如果传声器带有真空管或其他发热装置,预热时间应为 10 min 。

4.2 声源

在传声器位置,声源应能产生按额定条件规定的声压级。应在测量响应中保持声源幅度非线性的影响值不超过 0.5 dB 。如果测量条件不可能确保足够低的失真时,则在传声器输出端使用一个窄带滤波器,以允许只测量基频的响应。

对于自由声场校准以及传声器性能的校准,声源应置于只有一个开口辐射声音的封闭箱内,并且这样一个开口的辐射对于传声器的参考轴是对称的。

4.3 声压的测量

应使用已校准的压强型参考传声器测量声压,参考传声器的校准准确度应为 $\pm 1\text{ dB}$ 或更佳。

4.4 电压测量系统

在声场中应该用一个输入阻抗至少是传声器额定阻抗 100 倍的电压表来测量传声器开路电压,以确定传声器产生的电动势(e. m. f.)。

注: 如果外围设备(如电源),接一负载在传声器上,则实际电动势应通过该负载的影响的修正来计算。

4.5 声学环境

4.5.1 概述

传声器可在不同声学环境中测量:

- a) 自由场或近似无边界场;

- 球面波；
 - 平面波；
 - 用规定声源(仿真口或仿真头)产生的波。
- b) 扩散场；
- c) 用一个小腔(耦合腔)与一个声源耦合。

4.5.2 自由场条件

自由场声波通常具有发散特性,在某些情况下它能近似一个理想的平面波。

下述之一情况下能得到自由场条件:

- 在环境噪声和风力可以接受的户外开放空间；
- 消声室内；
- 管道中。

一个声源在其尺寸相对于波长来说很小时,在上述环境中产生的是球面波。距声源足够远处的测量区域内球面波能近似于平面波。球面波可用于测量压强传声器,但测量压差传声器时,在低频范围必须用近似理想的平面波。

对于压强与压差复合传声器,在平面波自由场中(即距声源足够远处)具有足够平坦的频率响应,其响应是以到球面发散中心的距离 r 和波的入射角 θ 作为频率 f 的函数,可用复数形式给出:

$$(1 - B) + B \left[1 + \frac{1}{jkr} \right] \cos\theta$$

式中:

$1 - B$ —— 压强成分的贡献;

B —— 压差成分的贡献;

k —— $2\pi/\lambda$ 或 $2\pi f/v$;

当传声器为:全向压强型时, $B=0$;

心型时, $B=0.5$;

双指向压差型时, $B=1$ 。

低频段,消声室难以满足平面波条件。消声室截止频率以下的低频段,在其他条件下会更好地产生平面波。

在传声器周围区域,如果符合下列条件,可认为是充分地实现了自由场条件:

- 在传声器位置的前后左右上下 200 mm 距离内,用压力传感器在每一个测量频率测量声压级;
- 传感器的轴应指向扬声器的参考点(见 GB/T 12060.5—2011);
- 在轴线位置上,距扬声器不同距离处的声压级,与理想声场中相应计算的声压级相比,不应相差 0.5 dB 以上;
- 在传声器左右上下近似相同的距离处,该数值与在传声器参考点处的声压级相比,不应相差 1 dB 以上。

4.5.2.1 球面波

一个全向性声源在自由场产生的声压与声源的声中心距离成反比变化。

当声源和传声器的相应尺度比波长小时,传声器输出电压的变化随着声源和传声器之间的距离成反比变化。允许将中心距离 r 处测得的结果,通过计算转换成在参考距离处测得的结果。

如果声源辐射面的周长或传声器主要声入口的周长超过波长时,这种计算仅在测量距离满足如下条件时适用:

$$r \geq d$$

$$r \geq d^2 / \lambda$$

式中：

r ——声源到测量点的距离；

d ——声源的有效直径；

λ ——声波波长。

注：可取声源到测量点的距离大于声源辐射面最大尺度的3倍。

4.5.2.2 平面行波

平面行波可在管道中或自由场中获得。

a) 管道中。为了设计一个能产生有用结果的管道,需要解决许多问题,例如终端阻抗的设计,避免干扰模式,原始波阵面的形状及管道与传声器的相对尺寸等。

b) 自由场中。在离球面波曲率中心至少为最低测量频率的半波长距离处,球面波实际上近似于平面波。

注：应当知道,对于“枪”式和压力传声器的测量,决定最小允许距离是棘手的并且没有严格的规则可循。因此,在这些情况应说明所用的测量距离。

4.5.2.3 仿真口的使用

为使测量条件模拟实际使用的条件,当采用仿真口(见3.2.2注)测量近讲传声器时,必须使用一个人头形状的障碍物。

4.5.3 扩散场条件

某些测量可以在扩散场中进行,在扩散场中的声波以无规入射的方式传播。在这种情况下,应该用三分之一倍频程带宽噪声或加上适当滤波的宽带信号作为测量信号。

在下限频率以上,离声源和墙足够远的距离处,借助足够长的混响持续时间,可以在混响室中近似实现扩散声场(见GB/T 20247)。

空场混响时间 T 如表1规定。

表1 空场混响时间 T 应超过的数值

混响时间 T s	5	5	5	4.5	3.5	2
频率 Hz	125	250	500	1 000	2 000	4 000

下限频率可以按下式计算：

$$f \geq \frac{500}{V^{1/3}}$$

式中：

V ——混响室容积,单位为立方米(m^3)；

f ——频率,单位为赫兹(Hz)。

应选择声源直达声可以忽略处为测量区域。

当使用全向性声源时,从声源到测量点的最小距离 r (单位:m)由下式给出：

$$r \geq 0.06(V/T)^{1/2}$$

式中：

V ——混响室容积，单位为立方米(m^3)；

T ——频率 f 处的赛宾混响时间。

注：上述两个公式允许容差比本部分第一版的容差大。虽然容差变大未必明显改变测量结果，但建议尽可能避免取下限。

4.5.4 传声器用小耦合腔与声源耦合

为确定传声器的声压灵敏度，声源和传声器之间用一个刚性腔耦合。通常的有效方法是通过与一个声压灵敏度已校准过的参考传声器相比较来获得某传声器的声压灵敏度。为了在腔体内获得充分均匀的声压，这种方法只适用于腔体的线性尺寸小于波长十分之一的频率范围限值内，同时应避免低频漏气。

4.6 测量频响的方法

4.6.1 点测法和连续扫频方法

频率响应曲线可用点测或自动方法测量。

a) 点测法。需非常仔细地确保测出频响曲线上所有有意义的峰和谷。

注：频响曲线图上宜清楚标示出所测量点。

b) 连续扫频方法。扫频速率应足够慢，以确保作为结果的曲线图不偏离稳态条件下测得的曲线。

注1：在任何情况下停止扫描时，所示响应的变化不宜大于 ± 1 dB。

注2：可使用下列附加设备：

——在相关的频率范围内，可以自动保持所需声压级的设备；

——作为输出指示器的自动电平记录仪。

c) 基于计算机的特殊信号和方法。许多计算机算法可用于产生信号和评估时域以及频域的响应。其中数字方式代替了它们早先的模拟方式，例如，用于频谱分析的快速傅氏变换。其他的算法提供了新型的测试信号和响应。如果使用者考虑了它们的固有局限性和使用前提，大多数算法还是适用的。在使用新的方法代替现有规定的方法来评价同一种特性的情况下，用户需确保获得的结果的准确度应不低于采用现有方法获得的结果。当背景的基本问题及其与已知特性的联系被确定后，新技术会被考虑使其标准化。

4.6.2 校准方法

无论选用点测或自动的方法，都有两种方法进行校准。

a) 替代法。替代法是测量传声器响应的一种方法，测量时，将待校准传声器和测量所需声压的标准传声器交替地置于声场中同一个测量位置上。这种方法获得的准确度最高。

b) 同时比较法。为方便起见，有时选取另一种测量传声器响应的方法，将待校准传声器和测量所需声压的标准传声器同时放在声场中分隔不远的两个不同点上。应注意任一传声器不得置于在声场中比另一传声器放置得更有利的点上。选取的点应使用比较法完成的响应测试结果与用替代法获得的结果的一致性在 ± 1 dB内。

只有经过检验满足要求后，才能用同时比较法。是否满足要求，可用如下方法检验：

——用已校准的标准传声器测量自由场内两个不同点的声压，其一致性在 ± 1 dB内；

——选择两传声器之间的距离，使每一个测量点的声压由于另一个测量位置存在传声器引起的声压变化在 ± 1 dB内。

4.7 总准确度

校准所有类型的待测传声器,获得的总准确度应为 ± 2 dB或更佳。

4.8 图示结果

图示测量结果宜遵循 SJ/Z 9140.1 的建议。

5 类型说明(声学性能)

5.1 换能原理

制造商必须说明传声器的换能原理,例如:电容式、电动式、电磁式或压电式等。

5.2 传声器类型

制造商必须说明传声器的声学特征类型,例如:压强传声器、压差传声器(包括有声相移网络的)、压强压差复合传声器或振速传声器。

5.3 指向性响应特性类型

制造商必须说明传声器的指向性类型,例如:全向、单向、双向。(球形、心形、超心形、半球形或旋转半心形等)。

6 输出端和控制器

6.1 标志

如果传声器符合 GB/T 14197—2012 第 7 章要求,则输出端和控制器标志的建议由 SJ/Z 9140.1 第 5 章以及 GB/T 14197—2012 中 7.4.4 和 7.5.5 给出,同时增加下列要求:

应该在上述输出端用一个记号(最好采用色点或者说明书中指定的连接器引脚编号)来指示极性:这个输出端在振膜或其等效物向内运动(即传声器主入口声压增加)时,会产生一个瞬时的正电压。安全标志必须依据 IEC 60065 或其他适宜的安全标准。

如果传声器符合 GB/T 14197—2012 的条件,建议标志极性。即使传声器不符合 GB/T 14197—2012 的条件,标志极性也是 GB/T 12060 本部分的要求。

6.2 连接器和电接口数值

连接器及其配线应符合 IEC 60268-11:1987 或 IEC 60268-12:1987 要求。接口数值(电压和阻抗)应符合 GB/T 14197—2012 要求。

7 参考点和参考轴

7.1 参考点

如果没有明确的反对理由,参考点应是主入声口的中心,否则宜规定参考点。

注:为了确认参考点、参考轴和极性,制造商宜为双指向传声器标出主入声口。

7.2 参考轴

参考轴是制造商规定的通过传声器参考点,并表示所推荐的声入射方向的一条直线。传声器的设

计,应使用户明显地看出所推荐的声入射方向。

注:宜优选垂直于传声器主入声口的平面,并通过参考点的直线为参考轴。

8 额定电源

8.1 特性解释

如果传声器有电源,则制造商应对连接电源的每对传声器端子和电源适配器的每一位置作下列说明:

- 电源的类型(幻象,A-B等,见GB/T 14197—2012);
- 电源电压及其上下限;
- 从电源得到的视在电流,单位为安培;
- 对于多电压传声器,给出电压-电流特性。

8.2 测量方法

- a) 传声器在额定条件下工作;
- b) 测量从电源得到的电流(安培)。

9 电阻抗

9.1 输出阻抗

9.1.1 特性解释

从传声器输出端测得内阻抗的模值。

注:如果该阻抗能够用一个简单网络的阻抗表示,则可给出该网络元件值。如果不能,该阻抗宜表示为频率的函数。

9.1.2 测量方法

用比较法可测量输出阻抗,或在不同负载条件下馈给传声器一个声压并测量输出电压。两种方法说明如下:

- a) 方法1:可用测量电桥来测量输出阻抗。另一种方法是与一个已知电阻比对,让来自高阻抗源的恒定电流流过传声器,再测量输出端电压。

随后用已知电阻替代传声器并重复这个过程。比较两个数值,直接给出该阻抗模值。

加在传声器输出端的电压不应超过由传声器在过载声压级产生的输出电压。

注1:如果仅测量一个数值,宜规定为1 000 Hz的内阻抗。

注2:用制造商规定的极化电压供电时宜测量电容传声器极头的电容。

- b) 方法2:输出阻抗也可以从3个不同负载条件下的输出电压计算出来,这种方法一般需要比较精密的测量仪器。

如果传声器的输出阻抗近似于一个纯阻,通常可用下述简单方法得到近似的结果,其准确度足以满足一般应用的要求。

——传声器工作在测量条件下;

——声压加在传声器上,用不同负载测得的输出电压推算出该阻抗。例如,由空载输出电压 U'_2 和使用负载电阻 R_2 时测出的输出电压 U_2 ,通过公式可计算出该阻抗 Z :

$$Z = \frac{U'_2 - U_2}{U_2} R_2$$

9.2 额定阻抗

额定阻抗是由制造商规定的传声器内阻抗。

除非另有说明,传声器应设计在空载工作条件,并且应使用不低于最小允许负载阻抗的负载。实际上,在 GB/T 14197—2012 中的 7.1,比源阻抗值高的负载已被选作额定负载阻抗的推荐值。

注 1: 在多数情况下,GB/T 14197—2012 中的建议基于假定负载为 5 倍的源阻抗值时近似满足空载条件。但是,该负载可能导致输出电平低于源电动势 1.6 dB。

注 2: 除非另有规定,额定阻抗被认为是一个纯阻。

9.3 最小允许负载阻抗

最小允许负载阻抗是由制造商规定的可能会造成传声器端接(见 9.2)的最小阻抗。

注: 就设计而言,在空载条件下,大多数传声器能工作得最好。最小允许负载阻抗是一种导致在性能上忽略差异的折衷。

10 灵敏度

10.1 概述

灵敏度是传声器输出电压与所受声压之比。在空载状态,输出电压与输出电动势相等(见 9.2)。

灵敏度 M 的单位为伏每帕(V/Pa)。

注: 通常比值为—复数值,但一般只考虑幅值比(用正弦信号)。

灵敏度级 L_M 是用分贝(dB)表示的灵敏度 M 与参考灵敏度 M_r 之比:

$$L_M = 20 \lg \frac{M}{M_r}$$

参考灵敏度为 $M_r = 1 \text{ V/Pa}$;

本部分规定下述几种类型灵敏度:

- 自由场灵敏度(见 10.2.1)涉及无干扰自由场声压(传声器未放入时);
- 声压灵敏度(见 10.2.4)涉及传声器主要入声口的实际声压;
- 扩散场灵敏度(见 10.2.2)涉及无干扰扩散场声压;
- 近讲灵敏度(见 10.2.3)涉及离人嘴(仿真口)规定的近距离上的无干扰声场声压。

假如需要,上述几类的灵敏度可用规定的频率,规定的带宽(1 oct, 1/3 oct)的信号或复合信号测量。使用复合信号时必须说明信号特性和测量系统。

宜针对传声器的用途,给出传声器灵敏度的类型和响应曲线。

10.2 与声学环境有关的灵敏度

10.2.1 自由场灵敏度

10.2.1.1 特性解释

无干扰自由场中,在规定的频率处或规定的频段内,以参考轴为基准的规定声入射方向上传声器的输出电动势与声压之比。

注: 除非另有规定,无干扰自由场宜为波阵面垂直于传声器参考轴的平面行波。

10.2.1.2 测量方法

测量条件由第 3 和第 4 章规定。

用于测量声压的标准传声器需要进行自由场校准。

注 1: 测量时要保证标准传声器的取向与校准时的取向一致。

注 2: 当声场中的衍射效应可以忽略时,全向传声器(仅指压强型)的平面波自由场灵敏度和球面波自由场灵敏度彼此没有差别,二者都等于声压灵敏度。传声器的横向尺寸比波长小时即为这种情况。因此,在低频段使用球面波测量全向传声器(压强型)的平面波灵敏度是足够准确的。在非常低的频率,由于均压孔的影响,自由场灵敏度和声压灵敏度可能不同。在较高的频率范围,传声器宜在相应的声场中测量。如果用直径不大于 0.3 m 的锥形扬声器作声源,在声频范围内全向传声器(压强型)的自由场校准,其离开声源的最小适宜距离为 1 m。

10.2.2 扩散场灵敏度

10.2.2.1 特性解释

无干扰扩散场中,在规定的频率处或规定的频段内,传声器的输出电动势与声压之比。扩散场灵敏度等于所有声入射方向的自由场灵敏度的均方根值。扩散场灵敏度级等于自由场平面波灵敏度级(见 10.2.1)减去指向性指数(见 12.2)。

注 1: 扩散场根据下述事实定义,即具有无规相位的声波,无规地分布在所有方向上(无规入射)。

注 2: 制造商可以用相同频率或相同频段内的自由场平面波灵敏度和指向性指数(正向-无规入射灵敏度指数)代替扩散场灵敏度。

10.2.2.2 测量方法

扩散场灵敏度可以用两种不同方法得到:

- a) 给定频率处的扩散场灵敏度可以从自由场灵敏度(见 10.2.1)和在平面行波中传声器的指向性图案(见 12.1)计算得到。如果指向性图案是旋转对称的,则扩散场灵敏度和在其他入射角 θ 的灵敏度之间关系为:

$$M_{\text{diff}}^2 = \frac{1}{2} \int_0^\pi M^2(\theta) \sin\theta \, d\theta$$

注: 现代计算算法使任何准确度要求的积分计算变得容易,因此,允许用每 30° 固定步长代替早期计算方案。

- b) 如果测量条件完全满足第 3 章和第 4 章的规定,则某频带的扩散场灵敏度可在混响室中测量,且最好用全向声源。用于测量声压的标准传声器需要作扩散场校准。

10.2.3 近讲灵敏度

10.2.3.1 特性解释

在由规定的声源产生的无干扰自由场中,在规定的频率处或规定的频段内,传声器的输出电动势与声压之比。该声源应模拟人的头和嘴(仿真口)。传声器的参考点应置于离声源参考点指定距离处,同时将传声器参考轴置于以声源参考轴为基准的指定方向上。这个规定仅适用于靠近嘴边使用的传声器,即距离不超过 50 mm。

10.2.3.2 测量方法

测量的一般条件按第 3 章和第 4 章的规定,并用仿真口作声源(见 3.2.2 注 1),声源参考点和传声器参考点之间的距离应为 25 mm,传声器参考轴相对于声源参考轴的方向亦宜一起规定。

测量声压的标准传声器需要作近讲校准。

测量时标准传声器的取向与实验室校准时的取向必须一致。

除非另有规定,仿真口的开口直径为 20 mm。

10.2.4 声压灵敏度

10.2.4.1 特性解释

在规定频率处或规定频段内,传声器的输出电动势与传声器的入声口处实际声压之比。此定义仅适用于有一个入声口的传声器。

注:入声口处声压的幅值和相位宜保持恒定。

10.2.4.2 测量方法

声压灵敏度可在一个小腔体(耦合腔、声校准器)中测量。校准器通过振荡活塞产生声压,为了准确计算声压,传声器的等效容积应加上耦合腔容积。采用这种校准方法的上限频率由声压腔的尺寸决定。声压灵敏度能从腔体中已知声压作用下的传声器输出电压得出。

采用测量传声器用的静电激励器激励传声器膜片的方法,测量电容传声器。激励器的栅极直流电压附加在音频测试电压上。没有直流电压的话,传声器输出信号是测试电压频率的2倍。

10.3 与信号性质有关的灵敏度

10.3.1 额定灵敏度

10.3.1.1 特性解释

由制造商指定的自由场灵敏度、扩散场灵敏度、近讲灵敏度、声压灵敏度。

额定灵敏度与标准参考频率1 000 Hz处的响应有关。如果频率响应不平坦,推荐额定灵敏度为对应中心标准参考频率为1 000 Hz、用对数坐标绘制的一个倍频程带宽响应的算术平均。

注:除非另有规定,额定灵敏度是指传声器在空载条件下的灵敏度。制造商可以规定一个指定负载阻抗的额定灵敏度(见9.2)。

10.3.2 语言特性灵敏度

10.3.2.1 特性解释

在有效频率范围内,用相当于指定语言功率谱的计权对传声器相应灵敏度取平均值(见10.2)。

注:语言特性灵敏度是同时考虑到传声器的频率响应和近似语言功率谱时,用来提供传声器同放大器匹配所必需的数据。该定义考虑到语言功率的主要部分集中在低频范围及通常用于语言传输的传声器有低频衰减的事实,且语言特性灵敏度同语言可懂度毫无关系。

10.3.2.2 测量方法

计算从10.2中选定的,以中心频率为250 Hz、500 Hz、1 000 Hz和2 000 Hz倍频程带(依据IEC 61265)的相应灵敏度的平均值。

上述4个平均值 $(M_f)_k$ 可以从一个频率的值(如1 000 Hz)和在相应条件下测得的频率响应,计算每个倍频程带内分贝数的平均值得到。

语言功率特性灵敏度可按下式计算:

$$M_{CS} = \left[\sum_{k=1}^4 \alpha_k (M_f)_k^2 \right]^{1/2}$$

式中:

k ——所考虑的倍频程频带序号($k=1, \dots, 4$);

α_k ——序号为 k 的倍频程频带的语言功率计权因子,如表2所示;

表 2 在中心频率倍频程带处语言功率计权因子

序号 k	1	2	3	4
倍频程带的中心频率 Hz	250	500	1 000	2 000
语言功率计权因子 α_k	0.15	0.55	0.20	0.10

语言功率特性灵敏度级 $L_{M_{CS}}$ 是用分贝 (dB) 表示的语言功率特性灵敏度 M_{CS} 和参考灵敏度 M_r ($=1 \text{ V/Pa}$) 之比,按下式计算:

$$L_{M_{CS}} = 20 \lg \frac{M_{CS}}{M_r}$$

注:上述方法包含了几处简化,但其准确度对通常的应用已足够了。拓展频率范围,在较窄的频带内(如 1/3 oct 带)进行功率平均,并给予每个较窄的频带以适当的语言功率计权因子,可以获得一个更准确的计权方法。然而,必须注意,任何语言功率计权因子的建立,是以不同语言、不同男声和女声的平均值为基础的,而每个具体人的偏差容易超出上述简化方法的准确度范围。

11 响应

11.1 频率响应

11.1.1 特性解释

在规定条件下,恒定声压和规定入射角声波作用于传声器,以正弦信号频率为函数的输出电动势,与规定频率的输出电动势(或者某窄频带内的输出电动势均值)之比,用分贝表示。

除非另有规定,则认为是在自由场条件,并且传声器频率响应与波阵面垂直于传声器参考轴的平面行波有关。

如果用自由场条件但声场不是平面行波,应给予充分说明。

如果用指定的声源(仿真口)测得频率响应,则近讲频率响应应接近讲灵敏度的规定(见 10.2.3),符合声源相同以及声源和传声器相对位置相同的要求。

如果需要,可以给出声压频率响应或扩散场频率响应。

11.1.2 测量方法

获得频率响应曲线的一般条件按第 3 章和第 4 章规定。

11.2 有效频率范围

11.2.1 特性解释

传声器的频率响应与给定用途的“理想”响应偏差不超过规定值所覆盖的频率范围。

注:“理想”的频率响应曲线可以不是平直的。从审美角度来看,这甚至可用于最高品质的传声器。对仅作语言用传声器,可选取能达到最佳可懂度的频率响应作为“理想”响应。

11.2.2 测量方法

按 11.1.2 规定,测量传声器频率响应曲线,并找出符合规定要求的最大频率区间,即为该传声器的有效频率范围。

12 指向性特性

12.1 指向性图案

12.1.1 特性解释

在规定的频率或窄频带内,表示以声波入射角为函数的传声器自由场灵敏度级曲线。

如果指向性图案是在球面波条件下测量的,则要充分说明。为了充分表示指向性图案对频率的依赖关系,应提供足够数量频率或频带的指向性图案,优先选用由 IEC 61265 规定的频带是 1 oct 或 1/3 oct。

注:在某些指定角(例见 12.3)响应与轴向响应的特定比率是十分有用的,用分贝(dB)表示。

12.1.2 测量方法

测量的一般条件和方法按第 3 章和第 4 章有关规定。传声器应放在基本上为平面波的声场内(见 4.5.2)。在消声室测量超指向性传声器的指向特性时,应当十分小心。因为房间边界不可避免的反射能影响所测量的灵敏度,特别是在灵敏度低的声入射角测量传声器输出电动势时。为了得到较大尺寸的传声器的准确结果,户外(见 4.5.2)测量可能是必要的。

可用下述两种不同的方法测量传声器的指向性图案:

a) 指向性响应图案:

- 1) 传声器工作在额定条件下;
- 2) 测量中,声源参考点和传声器参考点之间的距离保持恒定;
- 3) 测量中,声压保持恒定;
- 4) 测量中,频率保持恒定;
- 5) 连续地或步进式地改变以传声器参考轴为基准的声入射角 θ (包括零度入射角),步进法中声入射角以每 10° 或 15° 跃变;
- 6) 测量或记录每一个角度 θ 相应的输出电压 $U(\theta)$;
- 7) 传声器在 θ 角的灵敏度与 0° 角的灵敏度之比直接表示为:

$$\frac{U(\theta)}{U(0)}$$

或用分贝表示:

$$20 \lg \frac{U(\theta)}{U(0)}$$

- 8) 在若干频率上重复测量,优选频率是每个倍频程中心频率:125 Hz、250 Hz、500 Hz、1 000 Hz、2 000 Hz、4 000 Hz、8 000 Hz 和 16 000 Hz;
- 9) 如果传声器不是旋转对称的,则可能需要测量通过传声器参考轴的不同平面上的指向性特性;
- 10) 用一组极坐标响应曲线表示 8) 所给频率的测量结果,极坐标响应曲线应按 SJ/Z 9140.1 有关规定绘出,指向性响应图案的极坐标原点应是传声器的参考点,除非另有规定,传声器的参考轴应是极坐标图案的零角度方向。

b) 指向性频率特性:

- 1) 传声器工作在额定条件下;
- 2) 测量中,以传声器参考轴为基准的声入射角 θ 保持恒定;
- 3) 测量中,声源参考点和传声器参考点之间的距离保持恒定;
- 4) 测量中,声压保持恒定;

- 5) 在若干不连续的声入射角 θ (包括 0°) 方向, 测量出传声器输出电压 $U(\theta)$ [$U(\theta)$ 是频率的函数];
- 6) 结果应表示为一组以参考轴为基准的各个入射角 θ 的频率响应曲线;
- 7) 从这些曲线可得出某指定频率, 不同入射角 θ 的传声器灵敏度与 0° 角灵敏度之比 [极坐标曲线见 12.1.2a)]。

12.2 指向性指数

12.2.1 特性解释

传声器在参考轴方向入射的平面声波作用下输出电动势与具有相同频率或频带以及有效值的扩散场声压所产生的输出电动势之比, 用分贝表示。应同时说明该频率或频带。

12.2.2 测量方法

指向性指数由下式计算:

$$20 \lg \frac{M_0}{M_{\text{diff}}}$$

式中:

M_0 —— 由 10.2.1 规定的自由场灵敏度;

M_{diff} —— 由 10.2.2 规定的扩散场灵敏度。

12.3 正向—背向灵敏度指数 ($0^\circ \sim 180^\circ$)

12.3.1 特性解释

传声器在参考轴正向和背向的相同入射声波自由场平面波灵敏度之比, 用分贝表示。应同时说明该频率或频带。

12.3.2 测量方法

正向—背向灵敏度指数由测量在参考轴正向和背向的相同入射声波的自由场平面波灵敏度得出 (见 10.2.1)。

注: 在消声室测量超指向传声器的正向—背向灵敏度指数时, 宜特别注意来自边界声反射的影响 (见 12.1)。

12.4 抗噪声指数

12.4.1 特性解释

在给定声源 (仿真口) 辐射的声场中, 近讲抗噪声传声器在与参考轴一致的规定方向、规定距离处产生的输出电动势与在具有相同频率或频带、相同有效值声压的扩散场产生的输出电动势之比, 用分贝表示。应同时说明该频率或频带。

抗噪声指数应认为等于相同频率或频带的近讲灵敏度 (见 10.2.3) 和扩散场灵敏度 (见 10.2.2) 之比, 用分贝表示。在所有情况中, 应说明所用的声源。

抗噪声指数涉及的不同声源以及声源和传声器相对位置相同的要求, 应符合近讲灵敏度的规定 (见 10.2.3)。

注 1: 抗噪声指数可以用规定声源和扩散场两者的频率响应曲线表示。

注 2: 可用仿真头代替仿真口。

12.4.2 测量方法

按测得的近讲灵敏度 (见 10.2.3) 和测得或算出的扩散场灵敏度 (见 10.2.2) 之比, 计算出抗噪声指

数,用分贝表示。

抗噪声指数表示为有效频率范围内频率的函数,或表示为在规定声源(仿真口)和相同有效值声压的扩散场条件下的两条频率响应曲线。

12.5 立体声传声器的专用特性

12.5.1 概述

对带固定换能装置、用于两个音频通道的立体声录音专用的传声器单元,以及多个明确排列(阵列)的单声道传声器。这些传声器和阵列适用下列特性。

12.5.2 XY(左-右)传声器夹角

12.5.2.1 特性解释

左声道传声器的参考轴和右声道传声器的参考轴之间的夹角。

12.5.2.2 测量方法

通常两个传声器具有相同的指向特性并且参考轴和机械结构轴一致,所以由机械设计能得出夹角。如有疑问,两声道均宜按对单声道传声器测量的步骤作指向性测量。

12.5.3 接收角

12.5.3.1 特性解释

左声道和右声道(X/Y 和 Y/X)之间最大比的方向之间的夹角。

12.5.3.2 测量方法

采用相同的零参考方向,由左右声道输出的指向性响应图案能推出接收角。本方法可能需要使用MS到XY的转换器。

注:该接收角取决于频率,故必须选择优选频率。

12.5.4 临界角

12.5.4.1 特性解释

在恰当地设置立体声扬声器系统来重放传声器信号时,由位于中轴的监听者所观察到的,导致声源明显定位于其中一只扬声器时的两个声音方向的夹角。

通常,为了这个效果需要的电平比率在15 dB~18 dB之间。

12.5.4.2 测量方法

在消声室环境,用一个小声源沿着以传声器位置为圆心的一个圆弧缓慢移动,这个小声源产生的信号最好是粉红噪声信号。传声器信号是由正确设置的立体声重放系统再现的。由观察者报告在一个位置上扬声器声音的定位,同时操作者记录该声源的位置。重复测量以确定另一个位置扬声器的定位。在传声器位置处,根据两个已记录的位置来确定弧度角并作为结果报告。对以传声器参考轴为基准的任何不对称的临界角应作注明。

13 幅度非线性

13.1 概述

幅度非线性的一般解释能在 GB/T 12060.2—2011 中获得。

传声器的重要规定特性及其幅度非线性不同类型的测量方法,可在 13.2~13.4 中获得。

13.2 总谐波失真

13.2.1 特性解释

谐波失真是幅度非线性的一种表现。在一些简单的情况下,可以产生一个声场并使其失真低于适度声压级时传声器所产生的失真。对于不同的用途(见 IEC 60914:1988 中的 17.2),应在指定带宽和声压级的确定条件下测量失真。如果声场失真与传声器的非线性相比不能保持足够小,应采用其他方法,例如差频失真(见 13.4)。

13.2.2 测量方法

应满足由第 3 章和第 4 章规定的一般条件。

将一个诸如波形分析仪之类的选频电压表,连接到被测传声器的输出端,如果有必要,先在前面接一个抑制基频的高通滤波器。测量装置应能指示谐波余量的真有效值。

测量每一个谐波分量电压 U_{nf} 。

用一个连接到被测传声器的宽带有效值表,测量包括基频的总电压 U_t 。

总谐波失真用下式确定:

用百分比表示:

$$d_t = \frac{\sqrt{U_{2f}^2 + U_{3f}^2 + \dots + U_{nf}^2}}{U_t} \times 100\%$$

用分贝表示:

$$L_{d_t} = 20 \lg\left(\frac{d_t}{100}\right)$$

注:声场的非线性失真宜比置于声场内的被测传声器自身的失真小得多(见 13.2.1)。

13.3 第 n 次谐波失真($n=2,3,\dots$)

13.3.1 特性解释

用总电压表示第 n 次谐波失真。

13.3.2 测量方法

应满足由第 3 章和第 4 章规定的一般条件。将一个诸如波形分析仪之类的选频电压表,连接到被测传声器的输出端,如果有必要,先在前面接一个抑制基频的高通滤波器。测量设备应能指示谐波余量的真有效值。

测量谐波分量的电压 U_{nf} 。

用一个连接到被测传声器的宽带有效值表,测量包括基频的总电压 U_t 。

第 n 次谐波失真用下式确定:

用百分比表示:

$$d_n = \frac{U_{nf}}{U_t} \times 100\%$$

用分贝表示：

$$L_{d_n} = 20 \lg \left(\frac{d_n}{100} \right) \text{ dB}$$

声场的非线性失真应比置于声场内的被测传声器自身的失真小得多(见 13.2.1)。

注：见 13.2 注。

13.4 二次差频失真

13.4.1 特性解释

传声器置于由两个正弦信号频率 f_1 和 f_2 ($f_2 - f_1 = 80$ Hz) 组成的声场中时, 用一个适当的选通滤波器选择的传声器输出频率 $f_d = 80$ Hz 的信号与选通滤波器输入端信号的电压(见 GB/T 12060.2—2011 中的 7.2)之比。

13.4.2 测量方法

用二个声源提供测量, 一个辐射频率 f_1 的信号, 另一个辐射频率 $f_2 = f_1 \pm 80$ Hz。每一个声源在传声器的参考点处产生的声压级应相同。

测量方法应按 GB/T 12060.3—2011 中的 14.12.8 叙述的步骤。由下式给出结果：

用百分比表示：

$$d_{f_d} = \frac{U_{f_d}}{2U_{\text{ref}}} \times 100\%$$

用分贝表示：

$$L_{f_d} = 20 \lg \frac{d_{f_d}}{100}$$

U_{ref} 为 U_{f_1} 和 U_{f_2} 的几何平均。

式中：

U_{f_1} ——由第一个声源的声压使传声器在频率 f_1 点产生的输出电压；

U_{f_2} ——同于 U_{f_1} , 频率为 f_2 的电压；

U_{f_d} ——频率 $f_d = f_2 - f_1 = 80$ Hz 点传声器的输出电压。

注：选取声源参考点和被测传声器之间的距离, 使得在传声器位置产生必需的声压。

14 极限特性

14.1 额定最大允许峰值声压

由制造商规定的, 在任何声入射方向上, 传声器能承受的不引起其性能永久性改变的平面波最大瞬时声压。

注：该特性带有“额定”的原因, 是因为这个特性必须由制造商根据一系列测试结果规定, 而不能用单个样品作出可靠的测量(见 GB/T 12060.2—2011)。

14.2 过载声压

14.2.1 特性解释

传声器在有效频率范围内的任何频率和任何声入射方向上, 使其输出幅度的非线性失真不超过规

定极限的平面波最大声压。

注：对于差频失真(14.2.2)，虽然未规定通用限值，但许多参数表以 0.5% 或 1% 为参考值。

14.2.2 测量方法

传声器置于额定条件下，对于不同声入射角，通过增加纯音声压直到传声器输出端的失真达到规定值时，测量过载声压。应说明出现最大失真的声入射方向。

注：声源和空气的非线性可能会制约测量过程。差频测量按 13.4.2 规定，至少将扬声器非线性的影响减至最小。

15 平衡

15.1 传声器输出平衡

图 1a 为按照 GB/T 12060.2—2011 建立的测量框图。GB/T 12060.3—2011 的 14.15 给出了更多的参考，声源和仪表平衡的所有要求，对于传声器的测量同样适用。负载阻值应为 200 Ω，测试信号 U_2' 的源阻抗应为 50 Ω。应用一个 200 Ω 电阻器代替传声器，检验测量装置自身的平衡。“平衡”用分贝表示，由下式计算：

$$20 \lg \frac{U_2}{U_2'} \text{ (见图 1a)}$$

注：为了不影响测量结果，宜尽可能保持低的环境声级。

15.2 工作条件下的平衡

由 15.1 规定的程序不包括通过输出导线引入的干扰。按照图 1a 作一个设置的修正，能测量相应的电压 U_2 (见图 1b)。

为了得到传声器不同机械设计的可比条件，该测试的构成应包括 1.5 m 高质量电缆以及带有 1 kΩ 的输出负载。

注：单独测量电缆以验证电缆对于测量结果的影响成分可以忽略。

本测量应在传声器输出端断开电缆屏蔽层，并插入测试电压。按照 15.1 计算在平衡仪表上读出的电压与干扰源的比值。

16 固有噪声引起的等效声压级

16.1 特性解释

无外部声场时，仅由传声器固有噪声引起的输出电压，可以等效成能产生相同计权输出电压的外部声压级。外部声压的参考频率应与额定自由场灵敏度的参考频率相同。

注：除非另有说明，则认为是以自由场条件和 0° 声入射角为参考。

16.2 测量方法

- a) 测量固有噪声时，传声器应与声、风、冲击、振动及外部电场或磁场隔离，以避免其对测量的干扰；

注：附录 A 给出了一个有效的隔声装置的例子。

- b) 采用由 SJ/Z 9140.1 规定的 A 计权曲线和准峰值电表，测量传声器固有噪声引起的计权输出电压。

注：专业人员经常需要用噪声计滤波器(见 SJ/Z 9140.1)和准峰值电表的测量值。因此，强烈推荐同样有效的这种测量结果。此外还推荐测量结果包含固有噪声的频率分布，例如作为与响应曲线一起绘制的附加曲线。

- c) 固有噪声引起的等效声压是输出电动势与额定自由场灵敏度之比。
- d) 等效声压级是用分贝表示的等效声压与基准声压(20 μ Pa)之比。

17 大气条件

17.1 概述

下列特性应相互独立地规定。若存在相关的情况,应由制造商说明条件和影响。

17.2 大气压强范围

传声器特性的变化不超出 ± 2 dB 的大气压强范围。

如果制造商声明传声器可适用于大气压强变化率高的环境(如航空声系统),则应说明可允许的大气压强最大变化率。

17.3 温度范围

传声器特性的变化不超出 ± 2 dB 的温度范围。

17.4 相对湿度范围

传声器特性的变化不超过 ± 2 dB 的相对湿度的范围。

18 外界影响

18.1 概述

18.1.1 特性解释和测量方法

传声器在实际使用中会受到多种形式的外部干扰,在特殊情况下排除或限制这些干扰是很重要的。然而,由于外部影响的非线性效应会引起很复杂的干扰,所以,不能给出一个普遍有效的测量方法来评价它们。

外部干扰的具体要求由供应商和用户之间协商确定,并可能会需要精确详细的实验室和/或现场测量。

下面提供的测量方法(见 18.2~18.6)仅涉及下列外部影响:

- 磁场(如市电产生的);
- 机械振动;
- 风;
- “喷口声”效应;
- 电磁干扰。

给出的这些方法既不是详尽的也不是最终的,但旨在提供有用的指导。

18.1.2 其他外部干扰

除了本部分给出的这些内容外,所有其他外部干扰的具体规定应在供应商和用户之间协商确定。

18.2 外磁场引起的等效声压

18.2.1 特性解释

无外声场时,传声器置于由规定有效值、频率和方向的均匀正弦外磁场所产生的输出电压的等效

声压。

等效声压应以外磁场方向上、产生最大感应噪声的值来规定。必须说明产生最大和最小感应噪声影响的两个磁场方向。

应给出电源频率及其五次谐波以下(含五次)的各次谐波外磁场所产生的等效声压。因为,有些产生最大等效声压的主干扰频率可能不是电源频率的基频而是其谐频或谐频的复合。另一些情况的干扰可能与交流电源不相干,例如由视频监视器中的行频产生的干扰。相同的测量方法能适用于各种特殊需要。

所用磁场强度应足够大,以克服噪声或其他的干扰。

注1:如果存在线性关系,等效声压可用与等效声压和磁场强度有关的传输系数表示。

注2:该等效声压与自由场灵敏度和相关频率有关。

18.2.2 测量方法

- a) 无外声场时,按测量条件连接传声器。为了从干扰中分离出测量频率,可用一个适当的滤波器。如果传声器上有任何控制器,置于正常位置。
- b) 用与电源频率相同频率的正弦波产生均匀外磁场,外磁场的方向应为被测传声器产生最大输出电压时的方向。测量频率为50 Hz(或60 Hz)、1 kHz和16 kHz。测量的磁场强度在50 Hz时应为1 A/m,在1 kHz和16 kHz时应为0.1 A/m。按与SJ/Z 9140.1规定的计权器或仪表相一致的方法测量传声器的输出。应规定计权器和仪表的类型。测量结果应与自由场灵敏度有关,并且说明等效声压级由磁感应而产生。

注:产生均匀交变磁场的方法见SJ/Z 9140.1—1987的12.1。

- c) 重复测量以得到直至电源频率的五次谐波的外磁场影响。

18.3 机械振动引起的等效声压

18.3.1 特性解释

无外声场时,由规定加速度有效值、频率和方向的机械振动,使传声器产生的等效声压。

等效声压应以振动方向上、产生最大影响的值来规定。必须说明产生最大和最小影响的两个振动方向。

注1:等效声压可用指定频率(或以几何平均频率为参考频率的指定频带内)的振动来说明。

注2:如果存在线性关系,等效声压可用与等效声压和加速度有关的传输系数表示。

18.3.2 测量方法

- a) 无外声场时,按额定条件连接传声器;
- b) 给待测传声器施加有规定加速度有效值、规定频率或频带的机械振动,其振动方向应是传声器获得最大输出电压的方向;
- c) 测量输出电压有效值 U'_2 和加速度有效值;
- d) 由 U'_2 和额定灵敏度计算等效声压,并应说明加速度值和振动的方向;
- e) 测量影响最小的振动方向,并说明该方向;
- f) 最好用上限频率为250 Hz的扫频振动进行测量。

注:如果等效声压和加速度之间存在线性关系,可规定传输系数。假如与频率相关性强,可给出更多的数值或全部特性。

18.4 风引起的等效声压

18.4.1 特性解释

无外声场时,传声器由规定速度和方向的风引起的等效声压。等效声压应以风的方向、产生最大影响的值来规定。必须说明产生最大和最小影响的两个风的方向。

注:除了计权的宽频带等效声压级之外,也能在传声器的有效频率范围内,用倍频程或三分之一倍频程带宽规定等效声压级,并且用除参考值为 10 m/s 以外的其他风速。

18.4.2 测量方法

如果声源处空气流是湍流,或者在声源和传声器之间发生湍流,则风噪声的所有测量会有很大变化。评价几种方法之后,已证明风道方法同自然风环境最匹配。然而,测量产生的风的特性并足够准确地描述它仍然是困难的。因此,目前较好的方法是采用机械性能规定的发生器。

已经研究了两种不同的方案,一种短装置用径流式风扇,一种长装置用轴向式风扇(见图 3)。第一种方案已由几个机构安装而且所到之处被证明结果可重复。采用第二种方案尚未了解到类似经验。在第一种和第二种风机之间的比较测量表明,必须预期有较大的差异。因此,公布的风的灵敏度值同样应说明用的是 1 型风机还是 2 型风机。

图 2 所示为测量装置的框图。被测传声器置于距风道口 25 cm 处,风道工作在不影响测量结果的房间内,例如消声室。按照 SJ/Z 9140.1 用 A 计权滤波器测量在风环境下的传声器输出电压,可选倍频程或三分之一倍频程带宽值。带分离式防风罩的传声器应测量有无防风罩的两种情况。

注 1:图 3 所示为两种不同的风机产生的气流。做成的风道内表面提供了均匀的气流,选择的尺寸与被测传声器的尺寸相比足够大。采用减小截面的锥形结构,使气流在 1 型风机出口处达到较高速度。为了获得流线气流,用密度为 55 kg/m³、厚 2.5 cm 的玻璃棉或类似材料覆盖 2 型风机的内表面。当风扇产生需要的速度时,声噪声可以忽略。选择 25 cm 的测量距离使得湍流的流量类似于自然风环境。

注 2:风噪声的本质是压力波动,在有效频率范围以外(所以不能直接给出)的频率,能使传声器输出信号上升到足够大,使得放大器的初级过载。测量时,应避免这种过载影响。

测量过程由 a)到 c)给出:

- 无外声场时,连接放大器的传声器置于额定条件;
- 给待测传声器施加规定速度(参考速度为 10 m/s)和方向的风。风向与传声器获得最大输出的方向一致;
- 等效声压级由传声器的输出电压(宽频带、计权或其他窄频带)和自由场灵敏度计算出,用分贝表示,基准声压级为 20 μPa。应说明风的方向,万一风速与参考值 10 m/s 不一致,还应说明实际风速。

18.5 “喷口声”效应引起的瞬时等效声压

18.5.1 特性解释

注:本条采用传声器输入声压平方对时间积分的“能量”,为了确定特性值的目的,这样做是无关紧要的,因为其他方法需要引入面积和机械阻抗,在本条中可用给出的公式之间能量比来消掉。

图 4 的测量装置能模拟人声闭塞辅音(脉冲等)产生的气流。无外声场时,可测量定义“喷口声”激励的传声器响应。按照图 5,该装置在腔体内和出口处产生一个压力信号,通常只能通过统计数据的描述得出传声器的响应。因此,在与到达的声压波前一致的参考时间 t_{rm} 处,传声器的“能量”响应 W_{rm} 与在腔体中的参考时间 t_r 处的“能量”值 W_r 有关。

“喷口声”响应的等效声压级由下式给出:

$$L_{pop} = 10 \log_{10} (W_{rm}/W_r) + L_p + k$$

常数 L_p 为与图 5 一致的激励声压级,对于参考信号和被测传声器,当传声器的灵敏度不同时, k 为对参考信号和传声器输出不同增益的修正。如果所用参考频率不是 1 000 Hz,应予说明。

衰减作为传声器“喷口声”响应的第二个特性,可由下式计算:

$$d = W_{rm} / W_{em}$$

用同样的时间量 t_{rm} 同样延时结束时间 t_{em} 。非常“干”的响应等于快速衰减到近于 1 的数值,“慢”响应的传声器使得结果远小于 1。用足够的测量次数无法最终验证选择的适当参考时间 t_r 。目前,应选择 30 ms 的延时时间数值,作为可比结果。

注 1: 通常传声器以 1 000 Hz 处的灵敏度为参考。有些具有良好“喷口声”特性的传声器只是考虑以减少低频响应为代价,采用较低的参考频率如 150 Hz 可以认为有真正的实用效果。

注 2: 已提出了一种用于“喷口声”响应测量的简单方法,在附录 B 中说明。鼓励感兴趣参与者进行方法之间以及它们与可闻“喷口声”噪音量的相关性作比较测量。传声器响应的下标包含字母 m 加上参考信号的下标,参考时间 t_r 通常取 L_p 后的交点为零。

18.5.2 测量方法

图 4 中插图的扬声器应采用第一共振频率约为 30 Hz、直径约为 250 mm 的低频扬声器。可改变图 4 中给出的元件值使得与图 5 给出的声压信号最接近。为获得规定的气流,图 4 中插图的开口表面应磨光。参考信号应说明,开口的中心与用障板和扬声器锥体间形成的腔体内部之间的差异可忽略。对于如图 5 的信号谱,宜用一个具有平直响应的微型或探管式传声器测量。

等效声压应说明出现最大“喷口声”响应的距离。传声器应与来自经制造商实用的规定方向的声音和“喷口声”信号同时工作。在输出电压依赖方向的轻微改变时,这种变化宜在测量结果中说明。

被测传声器置于开口前方的规定距离,测量参考信号的响应。由 t_{rm} 和 t_{em} 时间测得的“能量”值计算“喷口声”数据。为获得适当的平均数据,不推荐使用平均参考信号,而是贮存每个相应的参考信号并同样多次重复测量。

注: 为获得可比结果,本规定和程序是初步尝试。增加用途应说明修订是否必须。

18.6 电磁干扰引起的等效声压

传声器(特别是带有电子电路的传声器)会对电磁场很敏感。除来源于无线电站和其他发生器的场之外,传声器的相关设备,如电源的直流/直流转换器,或极化电压,都会成为干扰源。例如,对于家用电子设备或专业设备应按相同的特性和测量方法。

18.6.1 特性解释

对于覆盖宽频带的调制电磁波,用射频发射引起的等效声压级来说明传声器的响应。

18.6.2 测量方法

测量方法按照已经对调制射频场作了修正的 GB/T 17626.3,被测传声器置于工作位置。如果带有任何控制器,应置于正常位置。第一次测试进行时,用 1000 Hz、30% 的调幅调制射频源,第二次用 1000 Hz 信号、以 22.5 kHz 的调频调制,场强应为 10 V/m。在这些条件下,用计权噪声(读准峰值)测量传声器的输出,以给定的传声器自由场灵敏度作为等效声压级的参考。

18.7 静电放电

静电放电的抗扰度应按 GB/T 17626.2 测试。

19 杂散磁场干扰

19.1 特性解释

传声器在它的头罩或相连的任何部件外部规定距离处产生的交流和直流杂散磁场。交流杂散磁场能在传声器工作频率范围内的任何频率和电源的任何频率上产生。制造商应规定传声器罩外部指定距离的任何一点上杂散磁场的最大值,以及出现不同交流杂散磁场和直流杂散磁场的方向。

注1: 传声器的构造宜使其周围由传声器产生的磁场很小,从而当两个传声器靠在一起使用时不会产生干扰。

注2: 某些类型的传声器(特别是带式传声器)产生的直流杂散磁场是不可避免的大。这种磁场可能影响其他设备,宜在操作手册中注明这种情况。用户宜考虑这种情况并在使用中做好预防。

19.2 测量方法

- a) 传声器置于额定工作条件;
- b) 测量传声器外部杂散磁场,并测出不同频率成分的值。交流杂散磁场强度可用 SJ/Z 9140.1—1987 的 12.2 规定的适当探测线圈测量。直流磁场强度(往往更重要)可用适当的磁通表(如用霍尔效应工作的磁通表)测量。

20 物理特性

20.1 尺寸

制造商应规定传声器主要尺寸。

20.2 重量

制造商应规定传声器净质量。

20.3 电缆及连接器

制造商应规定连接器或电缆连接方面的问题,例如,连接器触点数或导体绝缘色。应包括极性情况(见 6.1)。按照 IEC 60268-11:1987、IEC 60268-12:1987 和 IEC 60574-13:1983。

21 特性解释的分类

21.1 概述

与安全有关的标记必须出现在标志中并清晰可见。虽然也推荐了其他标志,但在某些场合下不一定可行,不是尺寸或构造的原因,就是因为提供的设备不确定,会使标志混乱。因此在表 3 中,用字母 R 明示这样的标志。

对于立体声或多通道传声器,应给出每一个通道的数据。

21.2 分类

表 3 特性分类

章	条	A ^a	B ^b
5	类型说明		
	5.1 换能原理		X
	5.2 传声器类型		X
	5.3 指向性响应特性类型		X
6	输出端和控制器		
	6.1 标志 6.2 连接器和电接口数值	R	X X
7	参考点和参考轴		
	7.1 参考点 7.2 参考轴	R R	X X
8	额定电源		
	——电源的类型	X	X
	——电源电压	X	X
	——上下限 ——从电源得到的视在电流		X X
9	电阻抗		
	9.1 输出阻抗 9.2 额定阻抗		R X
	9.3 最小允许负载阻抗	R	X
10	灵敏度		
	10.2 与声学环境有关的灵敏度		
	10.2.1 自由场灵敏度		X
	10.2.2 扩散场灵敏度		R
	10.2.3 近讲灵敏度		R
	10.2.4 声压灵敏度		R
	10.3 与信号性质有关的灵敏度		
10.3.1 额定灵敏度 10.3.2 语言特性灵敏度		X R	
11	响应		
	11.1 频率响应 11.2 有效频率范围		X X
12	指向性特性		
	12.1 指向性图案 12.2 指向性指数	R	X R
	12.3 正向—背向灵敏度指数(0°~180°)		R
	12.4 抗噪声指数		R
13	幅度非线性(所有特性)		R

表 3 (续)

章	条	A ^a	B ^b
14	极限特性		
	14.1 额定最大允许峰值声压 14.2 过载声压		R X
15	平衡		X
	15.1 传声器输出平衡		
16	固有噪声引起的等效声压级		X
17	大气条件		
	17.1 概述		R
	17.2 大气压强范围		R
	17.3 温度范围 17.4 相对湿度范围		R
18	外部干扰		
	18.1 概述		R
	18.2 外磁场引起的等效声压		R
	18.3 机械振动引起的等效声压		R
	18.4 风引起的等效声压		R
	18.5“喷口声”效应引起的瞬时等效声压		R
	18.6 电磁干扰引起的等效声压		R
18.7 静电放电		R	
19	杂散磁场干扰		R
20	物理特性		
	20.1 尺寸		X
	20.2 重量 20.3 电缆及连接器		X X

注：GB/T 14197 的 7.1~7.6 用优选值规定了传声器和电源的配接值和标志。

^a A 应由制造商在传声器上标志的数据。

^b B 应由制造商在操作手册和技术规格书中规定的的数据。

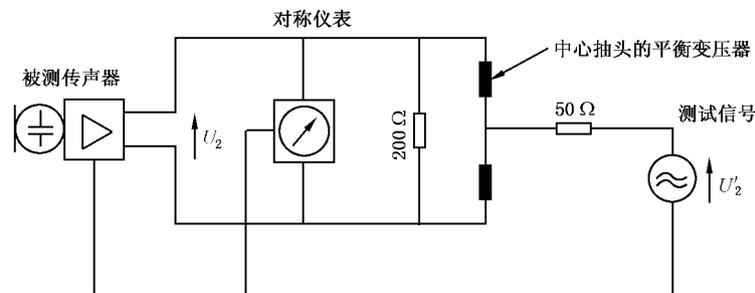


图 1a 平衡输出

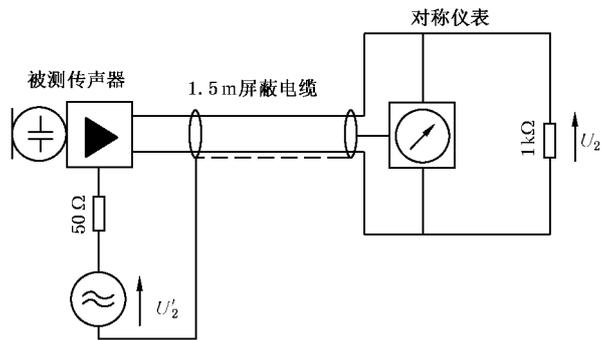
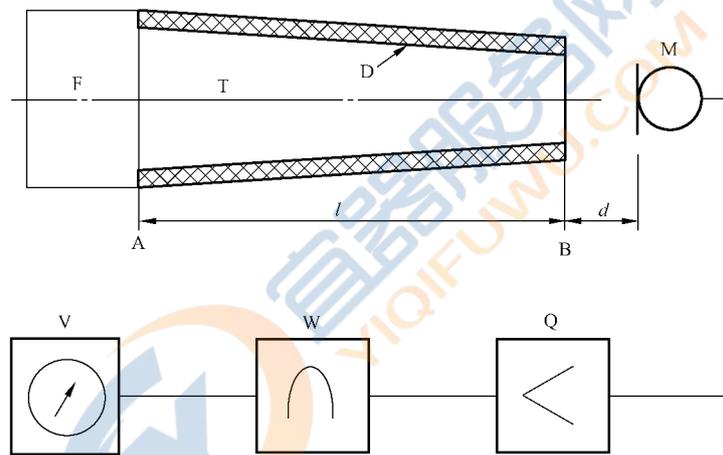


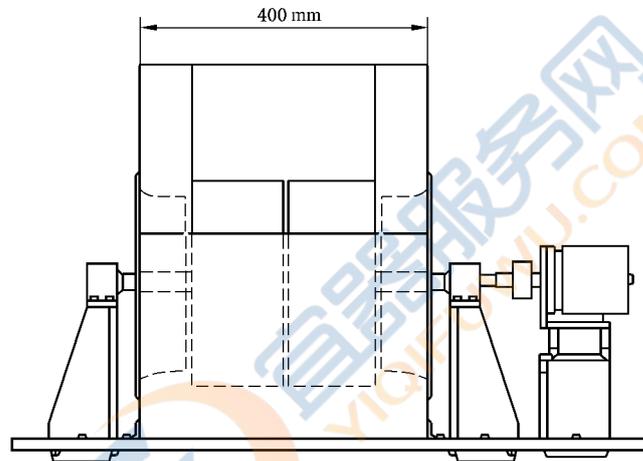
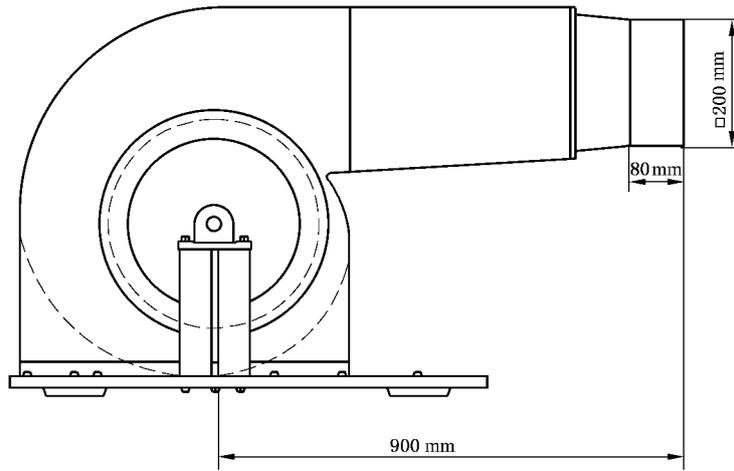
图 1b 工作条件下的平衡



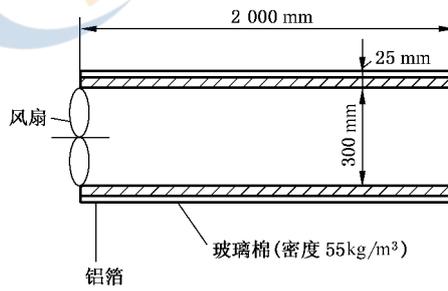
说明：

- F——低噪声风扇；
- A——风道交越区域入口；
- T——风道；
- D——阻尼材料；
- B——风道交越区域出口；
- l ——风道长度；
- d ——传声器和风道出口之间的测量距离；
- M——被测传声器；
- Q——放大器；
- W——计权滤波器/带宽滤波器(任选)；
- V——电压表。

图 2 风影响的测量装置

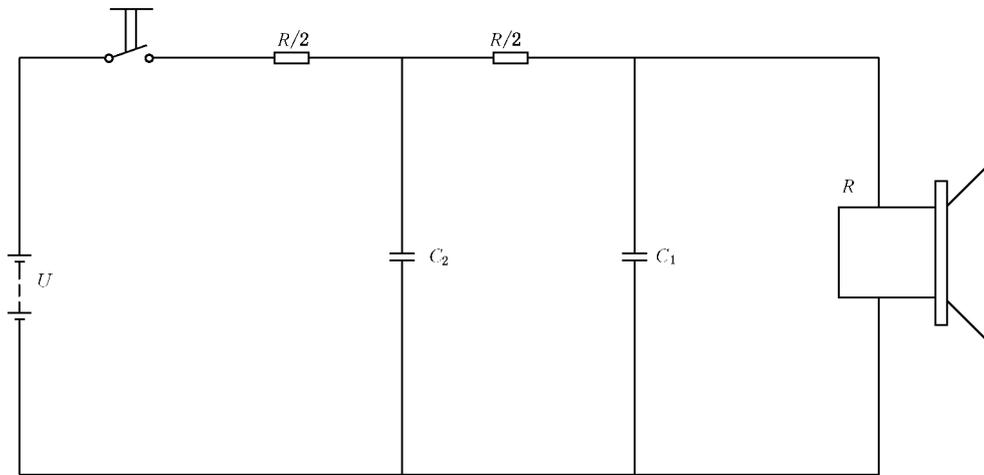


a) 带径向风扇的风发生器(主视图和侧视图)



b) 带轴向风扇的风发生器

图3 1型(上)和2型(下)风发生器



$R_i \ll R$ 这里 R_i 是电源的内阻

$R \cdot C_1 = 20 \text{ ms}$

$C_2 = C_1/2$

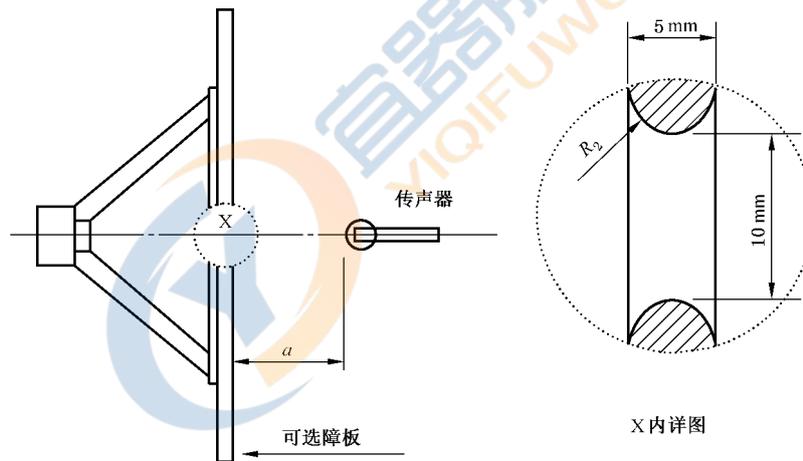
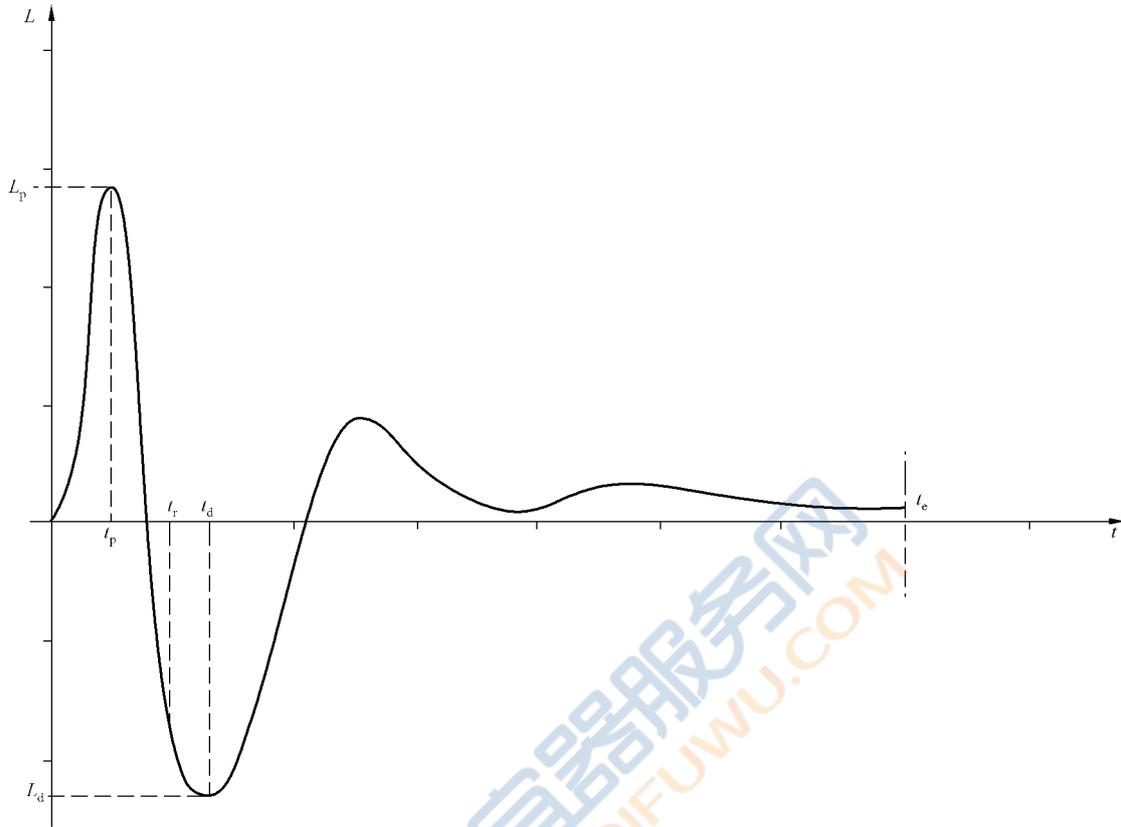


图 4 测量“喷口声”效应的电和机械装置

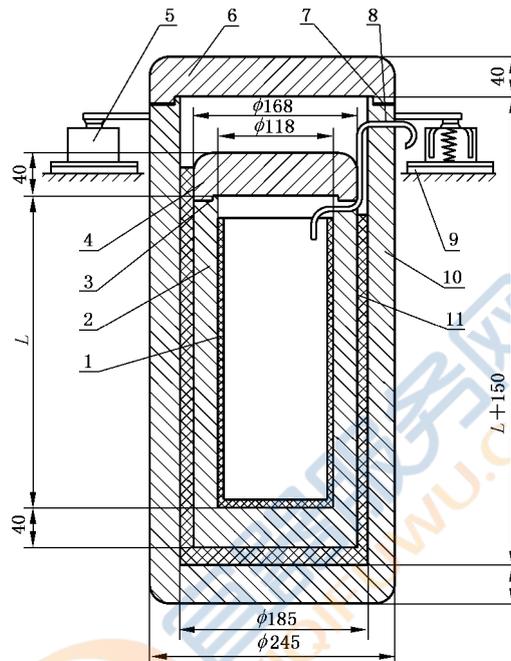


参数	量值	单位
L_p	20 ± 3 dB	re:Pa
L_d	16 ± 3 dB	re:Pa
t_p	≈ 10	ms
t_r	见 18.5	ms
t_d	30	ms
t_e	160	ms
W_r	≈ 5	$\text{Pa}^2 \text{s}$
W_e	< 7.5	$\text{Pa}^2 \text{s}$

图 5 参考信号和特性

附录 A
(规范性附录)
隔声装置

单位为毫米



根据需要,按要求标明 L 。

说明:

- 1——内层吸声;
- 2——内罐;
- 3——内罐橡胶隔层;
- 4——内罐盖;
- 5——减振器(四件);
- 6——外罐盖;
- 7——外橡胶隔层;
- 8——测量电缆;
- 9——底盘;
- 10——外罐;
- 11——阻尼材料。

注:底部的减振器符合轴向对称和均匀分布的要求。由减振器的总倔强系数和隔声罐的总质量构成的系统共振频率宜低于 10 Hz。隔声装置用标准碳钢制成,双体封装,罐层中间填充减振材料。应密封测量电缆的出口。

图 A.1 隔声装置

附录 B

(资料性附录)

“喷口声”测量的简化程序

B.1 概述

传声器“喷口声”效应的测量程序用于提供可复现和可比较的测量结果。它按照“喷口声”噪声规定了传声器的等级,并特别允许规定“喷口声”障板对“喷口声”的衰减或传声器的其他应用方式。本附录比 18.5 规定的程序简单。

B.2 测量设置(见图 B.1)

用围住振膜和障板之间容积的 5 mm 厚金属障板遮盖低频扬声器。在障板的中间,以正方形排列九个孔,每个孔的直径为 4.4 mm 且中心距为 10 mm。这些孔不应有明显的边缘,如磨成 45° 斜面。

被测传声器置于轴向距孔 10 cm 处。在这些孔的旁边至少 30 mm 处,将校准传声器 M_c 紧固到金属板的另一个孔内,拾取内部声压信号。

馈给扬声器 5 Hz 的正弦信号。

B.3 测量程序

5 Hz 信号经过一个带可调增益的放大器后馈给扬声器。在障板和扬声器振膜之间的腔体内,将峰值声压级调到 140 dB。

12.7 mm 直径的测量传声器置于扬声器轴向距障板 100 mm 处。安装的设备应忽略声场和气流的影响。用一个满足 5 Hz 高通的滤波器。然后用一个 A 计权滤波器测量输出的有效值,给出的声压级参考值对于宽带为 $L_{A,r}$,对于 1/3oct 为 $L_{T,r}$ 。

传声器沿轴向移动 50 mm,重复测量过程给出极限值 $L_{A,t}$ 和 $L_{T,t}$ 。

注: 极限值依赖于障板孔的光滑度,仔细平滑地改变数值到较低的声压级。

依据测得的输出电压与传声器灵敏度的关联,可用等效声压级表示输出电压,基准值为 20 μ Pa。

微分:

$$\delta L_{A,POP} = L_{A,t} - L_{A,r}$$

$$\delta L_{T,POP} = L_{T,t} - L_{T,r}$$

被测传声器的特性“喷口声”灵敏度至少要比限值 $L_{A,t}$ 和 $L_{T,t}$ 高 10 dB(降低准确度用 6 dB)。

在很低频率时,不同的声传递函数的“喷口声”效应给出的结果不能表明其影响。在 18.5 中讨论了为排除这种影响的一种可行途径。

B.4 包含不同频率响应的近似

如果被测传声器出现极不平坦的响应,那么,一个低的低频响应可能从“喷口声”测量装置得出一个低的数值。这种情况可能主观上是好的,但可能会引起令人无法满意的染色声的后果。以下的近似给出了在“喷口声”结果中排除频率响应影响的一种方法。

在这些频率的每一点给出的修正系数的差值 $K_f = L_{f,m} - L_{f,r}$ 加到最初测量的“喷口声”数值得出的

新数值, $L_{T,m new} = L_{T,m} + K_f$ 。如果用 A 计权曲线的差 A_f 减去这些数值, 能通过 1/3 oct 值用公式来计算 A 计权声压级:

$$\delta L_{A,POP new} = 10 \log_{10} (\sum 10^{(L_{T,m} + K_f - A_f)/10})$$

在 IEC 61672-1 中能找到 A_f 的数值。

图 B.2 中给出了使用的设备, 在中心频率从 50 Hz~250 Hz 的每一个 1/3 oct, 测量 1/2" 测量传声器 ($L_{f,m}$) 和被测传声器 ($L_{f,r}$) 的频率响应。

单位为毫米

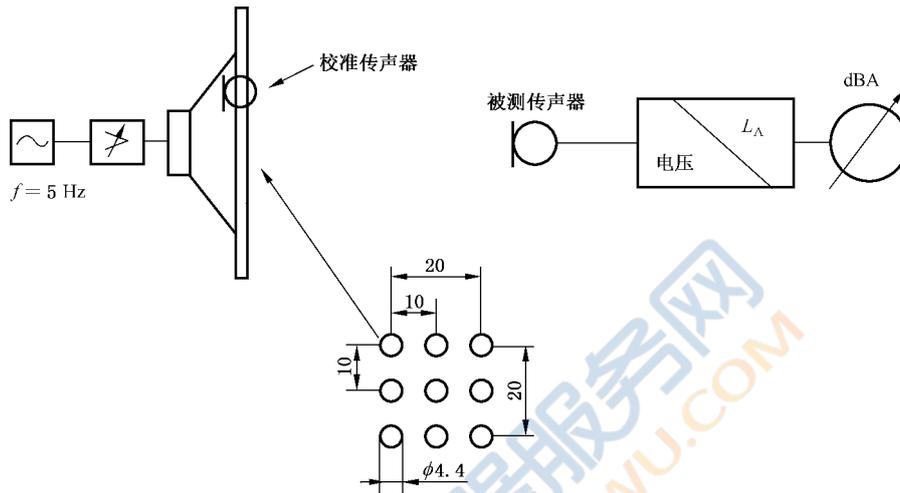
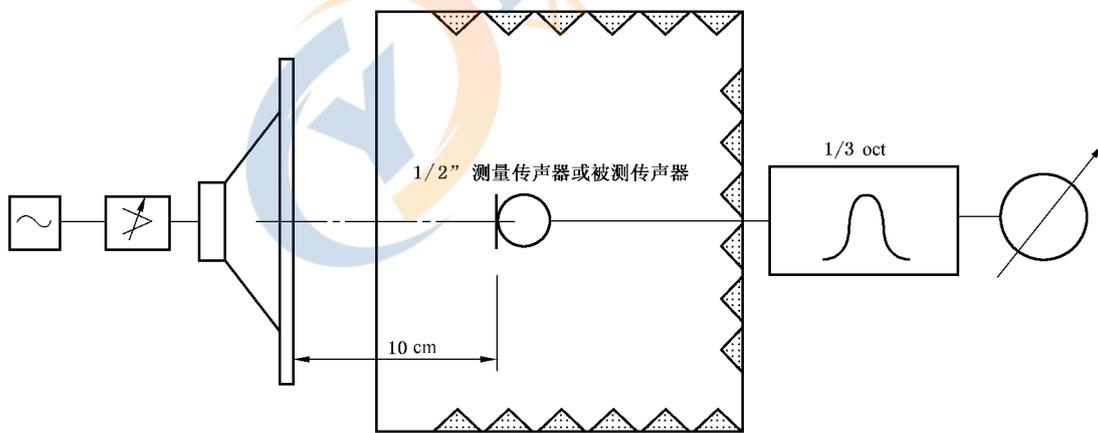


图 B.1 测量设置



距传声器大于15 cm处约5 cm厚的吸声材料

图 B.2 声场灵敏度测量装置

参 考 文 献

- [1] IEC 60574-1:1977, Audiovisual, video and television equipment and systems—Part 1: General
- [2] IEC 60574-2:1992, Audiovisual, video and television equipment and systems—Part 2: Definitions of general terms
- [3] IEC 60581-1:1977, High fidelity audio equipment and systems; Minimum performance requirements Part 1: General
- [4] IEC 61672-1:2002, Electroacoustics—Sound level meters—Part 1: Specifications ITU-T Recommendation P. 51:1996, Artificial mouth
- [5] BBC Engineering Monograph No. 7, BBC Research Department, Kingswood Warren, Tadworth, Surrey, England KT20 6NP.





中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
声系统设备 第4部分:传声器测量方法
GB/T 12060.4—2012/IEC 60268-4:2004

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100013)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址:www.gb168.cn

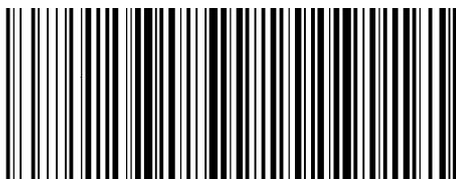
服务热线:010-68522006

2013年4月第一版

*

书号:155066·1-46781

版权专有 侵权必究



GB/T 12060.4-2012