

9713697



中华人民共和国国家标准

GB/T 16404—1996
eqv ISO 9614-1:1993

声学 声强法测定噪声源的声功率级 第1部分:离散点上的测量

Acoustics—Determination of sound power levels
of noise sources using sound intensity—
Part 1: Measurement at discrete points



C9713697

1996-05-27 发布

1996-12-01 实施

国家技术监督局 发布

前 言

本标准是根据国际标准 ISO 9614-1:1993《声学——用声强法测定噪声源的声功率级——第1部分：离散点上的测量》制订的。本标准等效采用国际标准 ISO 9614-1:1993。

本标准根据我国的具体情况，对该国际标准的个别条文做了适当修改。

本标准从1996年12月1日起实施。

本标准的附录A，附录B为标准的附录。

本标准的附录C，附录D是提示的附录。

由于ISO 9614-1中提示的附录E为参考文献，故本标准将其略去。

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，合肥工业大学，上海电器科学研究所。

本标准主要起草人：程明昆、陈心昭、陈业绍。

ISO 前言

ISO(国际标准化组织)是由世界各国(ISO 成员国)标准化机构组成。ISO 技术委员会的主要任务是起草国际标准。对技术委员会起草的标准感兴趣的每个成员国有权向该委员会阐明自己的意见。与 ISO 有关的国际组织(不论是政府的或非政府的)均可以参加标准制订的工作。ISO 同国际电工委员会(IEC)在所有电工标准方面有着紧密的合作关系。

技术委员会采纳的国际标准草案提交各成员国投票。至少要有 75% 的投票国赞成,才能作为正式的国际标准发布。

国际标准 ISO 9614-1 是由 ISO/TC 43 声学委员会的噪声分会 SC1 提供的。

ISO 9614 的总标题是 声学——用声强法测定噪声源的声功率级。

它由下面两部分组成:

——部分 1:离散点上的测量

——部分 2:扫描测量

附录 A 和附录 B 构成本标准的完整部分,附录 C,附录 D 和附录 E 仅作提示部分。

引 言

0.1 一个声源辐射的声功率,等于包围声源的任意表面上声强矢量与对应的面元矢量之标量积在整个面上的积分。目前有关噪声源声功率级测定的国家标准,如 GB 3767、GB 3768、GB 6881、GB 6882 等,都是以声压级为测量的基本量。任意一点的声强级与声压级之间的关系取决于声源特性、测量环境特性以及测量点相对于声源的配置。因此,上述国家标准不仅要保证声功率级测定满足规定的不确定度,同时还必须规定声源特性、测试环境特性以及使用限制的条件。

然而 GB 3767 等国家标准规定的方法有时无法应用,如:

a) 如果要求高精度的测量,则需要特殊的设施(如混响室、消声室、半消声室),而大型设备往往无法在这样的设施内安装和运行。

b) 其他声源产生的噪声的声级过高。

本标准的目的就是要规定一种在指定的不确定度范围内,不受 GB 3767 等标准测试条件制约的声源声功率级的测定方法。

按本标准方法测定的是现场的声功率。实际上它是环境的函数,因此在某些情况下会与其他方法测得的声功率有差别。

0.2 本标准是对 GB 3767、GB 3768、GB 6881、GB 6882 的补充,与这些国家标准不同之处是:

a) 测量的基本量是声强。

b) 用本标准规定的方法测定的声功率级的不确定度是根据标准规定的辅助试验及计算结果来分类的。

c) 由于目前声强测量设备的限制,1/3 倍频程的测量频率范围被限制为 50 Hz 到 6.3 kHz。A 计权值是根据 1/1 或 1/3 倍频带声压级来确定,而不是直接测量的。

0.3 本标准规定了用包围声源的测量表面上的声强来测定稳态噪声源的声功率级的方法。原则上,按这种方法测得的声功率给出的是测量表面内所有声源直接辐射到空气中的声功率之和。它不包括表面外部声源的声辐射。当测量表面的外部有其他声源时,面内具有吸声特性的任何系统都会吸收入射到它上面的部分能量,测量表面内被吸收的总声功率将呈现负值,并会引起声功率测定的误差;因此为了减少误差,必须移去测量表面内的任何吸声材料。

本标准是以垂直测量表面的声强场的离散点采样为基础的。采样误差是测量表面上法向声强的空间变化的函数,它取决于声源的方向性、被选的采样面、采样点的分布以及测量表面外部声源的远近。

在一个测点上,声强的法向分量的测量准确度与局部声压级和局部法向声强级之间差值密切相关,当一个测点的声强矢量与测量面元法向方向的夹角接近 90°时,差值会变得很大。换句话说,声压级主要来自测量表面外部的声源,而几乎与被测声源的纯声能流无关,就像一个罩子内的混响场一样;或者由于近场和/或驻波的存在,声场会是强抗性的。

目 次

前言 Ⅲ

ISO 前言 Ⅳ

引言 V

1 范围 1

2 引用标准 1

3 定义 1

4 一般要求 3

5 声学环境 4

6 仪器 5

7 声源的安装和操作 5

8 法向声强级分量的测量 6

9 声功率级的计算 7

10 报告内容 8

附录 A(标准的附录) 声场指示值的计算 9

附录 B(标准的附录) 获得预想准确度等级的方法 10

附录 C(提示的附录) 气流对声强测量的影响 14

附录 D(提示的附录) 测量表面内声吸收的影响 14

中华人民共和国国家标准

声学 声强法测定噪声源的声功率级

第1部分:离散点上的测量

GB/T 16404—1996
eqv ISO 9614-1:1993Acoustics—Determination of sound power levels
of noise sources using sound intensity—
Part 1: Measurement at discrete points

1 范围

1.1 本标准规定了与测量表面垂直的声强分量的测量方法,测量表面应包围被测的噪声源。1/1、1/3倍频带或其他带宽的计权声功率级根据测量值来计算。本方法适用于具有确定的测量表面的任何声源。在测量表面上,声源产生的噪声在时间上是稳态的(见 3.13 的定义)。测量表面根据声源的尺寸与形状来选择,本方法能够用于现场或特殊目的的测试环境。

1.2 本标准能够用于周围环境随时间的变化不致使声强测量准确度降低到不可接受的程度,或声强测量探头不会受到高速或非稳定气流的影响的任何环境中的声源(见 5.3 和 5.4)。

测试条件有时不能满足本标准的要求,特别是当外部噪声级在测试期间变化过大时,本标准给出的方法不宜用来测定声源的声功率级。

注 1: 其他方法,例如 GB/T 16539—1996《声学 振速法测定噪声源声功率级——用于封闭机器的测量》规定的用表面振动级来测定声功率级的方法,可能更适用。

1.3 本标准规定了用来判断测量质量,即准确度等级的辅助方法。它被列在附录 B 中。假如按这种方法得到的结果表明测量准确度不满足本标准的要求,则应当按照附录 B 对测试过程进行修改。

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/T 15173—1994,声校准器(eqv IEC 942:1988)

ISO 5725:1986,测试方式的准确度——用交换实验室测试办法来测定一个标准测试方法的重复性和再现性

IEC 1043:1993,电声学——声强测量的仪器——用配对声压传声器进行测量

3 定义

本标准采用下列定义:

3.1 声压级(L_p) sound pressure level

声压与基准声压之比以 10 为底的对数的 20 倍,基准声压是 $20 \mu\text{Pa}$,声压级用分贝表示,符号 dB。

3.2 瞬时声强($I(t)$) instantaneous sound intensity

声场中某点处单位时间内通过与质点速度方向垂直的单位面积的声能。

声场中某点的瞬时声强是一个矢量,等于该点瞬时声压与瞬时质点速度的积

$$\mathbf{I}(t) = p(t) \cdot \mathbf{u}(t) \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中: $\mathbf{I}(t)$ ——瞬时声强, W/m^2 ;

$p(t)$ ——瞬时声压 Pa/m^2 ;

$\mathbf{u}(t)$ ——瞬时质点速度, m/s 。

3.3 声强($\mathbf{I}$) sound intensity

稳态声场中瞬时声强 $\mathbf{I}(t)$ 在一定时间 T 内的平均值:

$$\mathbf{I} = \frac{1}{T} \int_0^T \mathbf{I}(t) dt \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中: T ——周期的整数倍或长到不影响计算结果的时间。

I 是矢量 $\mathbf{I}$ 的幅值;其量值可能为正,也可能为负,它取决于被测声源声能流的传播方向;

$|I|$ 是矢量幅值的绝对值。

3.4 法向声强 I_n normal sound intensity

与单位法向矢量 $\mathbf{n}$ 定义的测量表面垂直的声分量

$$I_n = \mathbf{I} \cdot \mathbf{n} \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中: $\mathbf{n}$ ——指向测量表面外部的单位法向矢量。

3.5 法向声强级 (L_{In}) normal sound intensity level

法向声强的无符号值 $|I_n|$ 的对数量,表达如下:

$$L_{In} = 10 \lg[|I_n|/I_0] \quad \dots\dots\dots (4)$$

单位是分贝,式中 I_0 是基准声强 ($=10^{-12} \text{W}/\text{m}^2$),除非用于 δ_{PI_0} 的计算,当 I_n 是负的时候,声强级被表达为 $(-)\times\times\text{dB}$ (见 3.11)。

3.6 声功率 sound power

3.6.1 局部声功率 (W_i) partial sound power

通过一个测量面元上的声功率,单位为瓦,符号为 W ,它表达如下:

$$W_i = \mathbf{I}_i \cdot \mathbf{S}_i = I_{ni} \cdot S_i \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中: I_{ni} ——在测量面上 i 点测得的法向声强幅值;

S_i ——对应于 i 点的测量面元的面积。

3.6.2 声功率 (W) sound power

按标准测定的一个声源辐射的总声功率,它由式(6)和式(7)给出:

$$W = \sum_{i=1}^N W_i \quad \dots\dots\dots (6)$$

和

$$|W| = \left| \sum_{i=1}^N W_i \right| \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中: N ——测量面元的总数。

3.6.3 声功率级 (L_W) sound power level

按标准测定的一个声源的声功率的对数量,它由下式给定:

$$L_W(\text{dB}) = 10 \lg[|W|/W_0] \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中: $|W|$ ——声源声功率的幅值;

W_0 ——基准声功率 ($=10^{-12} \text{W}$)。

声功率级分贝表示,符号为 dB 。

当 W 为负值时,声功率级表达为 $(-)\times\times\text{dB}$,它仅仅在作记录时使用。

注 2: 假如发现 W 值是负的时,本标准不能用。

3.7 测量表面 measurement surface

在它上面进行声强测量的假想面,它或是完全包围被测噪声源,或是与一个声学上刚性的连续面一

起包围被测噪声源。如果假想面包含有刚性硬表面,则测量表面应扣除硬表面部分。

3.8 面元 segment

与一测点相对应的测量表面。

3.9 外部声强 extraneous intensity

测量表面外部的声源引起的声强分量。

3.10 探头 probe

声测量系统中带有传感器的部分。

3.11 声压残余声强指数 δ_{PI_0} Pressure-residual intensity index δ_{PI_0}

当声强探头放在声场中使其轴线沿着声强等于 0 的方位时,声压级 L_p 和声强级 L_{In} 之间的差值,用分贝表示。

IEC 1043 中给出了确定 δ_{PI_0} 的详细方法,此时的标脚“n”表示探头轴向的方向。

$$\delta_{PI_0} = (L_p - I_{In}) \dots\dots\dots (9)$$

3.12 动态能力指数 (L_d) dynamic capability index

它由式(10)给出:

$$L_d = \delta_{PI_0} - K \dots\dots\dots (10)$$

用分贝(dB)表示。

偏差因子 K 值根据准确度的要求来选择(见表 1)。

表 1

准确度	等级	偏差因子, dB
精密	(1 级)	10
工程	(2 级)	10
简易	(3 级)	7

3.13 稳态信号 stationary signal

如果对每个测点进行单独测量的时间平均特性与同一测点用对测量表面上所有测点进行测量时所花费的总时间去测量时的时间平均特性相等,那么一个信号被认为是稳态的。根据这个定义,如果在一个测点,对一个周期信号进行测量的时间超过 10 个周期,那么此周期信号可看作是稳态的。

3.14 声场指示值 F_1 至 F_4 field indicators F_1 to F_4

见附录 A。

4 一般要求

4.1 噪声源的尺寸

噪声源尺寸不受限制,测量表面依声源尺寸而定。

4.2 声源辐射的噪声特性

如 3.13 定义的,信号在时间上应当是稳态的。如果一个声源按照一操作周期运转,期间有明显的连续的稳定运转时间段,那么应测定和报告每个明显时间段的声功率级。如果外部噪声源是非稳定的,在未采取必要措施前应避免测量。(见附录 B 的表 B. 3)。

4.3 测量的不确定度

表 2 规定了三种准确度。不确定度考虑了与测量过程有关的随机误差及最大测量偏差,测量偏差与 K 值的选择有关。 K 与要求的准确度相对应。这里没有考虑 IEC 1043 规定的仪器性能的允差,也没考虑声源安装、固定和运转条件的变化影响。

目前还缺少足够的去确定 50 Hz 以下不确定度的值。因此, A 计权的频率范围, 1/1 倍频带是 63 Hz 到 4 kHz, 1/3 倍频带是 50 Hz 到 6.3 kHz。如果 50 Hz 以下和 6.3 kHz 以上的频带里没有明显的

声级,那么从63 Hz 到4 kHz 的1/1倍频带和50 Hz 到6.3 kHz 的1/3倍频带声压级计算出来的 A 计权声功率值是正确的。判断50 Hz 至6.3 kHz 以外的频带声压级是否明显的方法是,将此频带经过 A 计权,如果其声级不低于按上述频率范围计算出的总 A 计权值6 dB,则该频带声压级属于明显。假如 A 计权测量和对应的声功率级测定是在更窄的频带范围进行,那么这个范围应按照(10.5b)加以说明。

表 2 声功率级测定的不确定度

1/1倍频带中心频率 Hz	1/3倍频带中心频率 Hz	标准偏差, $S^{1)}$			
		精密(1级) dB	工程(2级) dB	简易(3级) dB	
63~125	50~160	2	3	4 ³⁾	
250~500	200~630	1.5	2		
1 000~4 000	800~5 000	1	1.5		
A 计权 ²⁾	6 300	2	2.5		
1) 在 $\pm 2 S$ 范围内,声功率级的真值的确定度为95%。					
2) 63 Hz~4 kHz 或50 Hz~6.3 kHz。					
3) 由于适于本标准的设备种类很多,本表的值仅为试行使用					

一个噪声源的声功率级测定的不确定度与声源的声场特性、外来声场的特性、被测声源的吸声以及声强场采样和采用的测量方法的类型有关。为此,标准规定了测量表面区域声场特性指示值计算的初步过程(见附录 A)。利用这个初步测试结果,按照表 B. 2和 B. 3去选择一个合适的处理措施(见附录 B)。

如果只需要测定 A 计权值,那么低于最高的 A 计权频带声功率级10 dB 以上的任何一个计权频带声功率级可以忽略。如果一个以上的 A 计权频带声功率级不显著,只要它们的 A 计权声功率级之和低于最高的 A 计权频带声功率级10 dB 以上,那么可以忽略不计;如果只需要频率计权的总声功率级,那么低于总计权声功率级10 dB 以上的任何频带计权声功率级测定的不确定度对测量无影响。

5 声学环境

5.1 测试环境充分性的评价标准

测试环境应当足以保证用 IEC 1043规定的测量仪器来测量声强的原则有效。此外,它应当满足5.2至5.4的要求。

5.2 外部声强

5.2.1 外部声强级

应当努力减小外部声强级,以保证测量的准确度不致降低到不可接受的地步(见附录 B 和附录 A 的 A2.2)。

注3: 如果被测声源有相当一部分是吸声材料,那么高强度的外部声强会导致声功率计算的误差。附录 D 给出关掉被测声源的特殊情况下如何计算外部声强引起的误差的方法。

5.2.2 外部噪声的变化性

应当保证外部噪声强度的变化不会使声场的时间变化指示值 F_1 超过限值(见表 B. 3)。

5.3 风、气流、振动和温度

当声强探头附近的气流条件超出厂家规定的测量系统良好测试的限值时,应当停止测量。如果没有这方面的资料,当平均气流速度超过2 m/s 时,应当停止测量(见附录 C)。在户外测量时,一定要用探头风罩,不能把探头放进或靠近平均流速超过2 m/s 的任何气流,并应当将探头固定好以免受到明显的振动。

注
4 因为风速围绕一个平均值起伏,因此在风速接近最大允许值的情况下,测量的声功率级会过高。

- 5 如果物体的温度与环境空气明显不同,那么探头应当离物体至少20 mm远,如果被测点的温度比环境温度高得多,尤其是有一个很高的温度梯度越过探头时,则探头应当避免使用。
- 6 空气压力和温度影响空气密度和声速,应当查明这些量对仪器校准的影响,并应当进行适当的修正(见 IEC 1043)。

5.4 环境状态

在测试期间,测试环境的状态尽可能保持不变;这对具有纯音特性的声源尤为重要。如果必须测试,应当检查结果的重复性(如 ISO 5725规定的)和记录下测试环境的变化,应当尽量保持在任何测点进行测量时,操作人员不能站在探头轴线的位置或靠近轴线的位置。如果可能,应当将多余的物体从声源附近移开。

6 仪器

6.1 概述

应使用满足 IEC 1043要求的声强测量仪器和探头,1级和2级的测定应当使用1级仪器。根据 IEC 1043调节仪器时需考虑到环境空气的压力和温度。应根据标准记录下测量仪器每个测量频带的声压残余声强指数。

6.2 校准和现场检验

仪器和探头应当符合 IEC 1043的要求,至少每年一次按照国家标准进行实验室校准来检验仪器是否符合 IEC 1043,并按照10.3记录检验结果。

每次测量前应当用厂家规定的现场检查程序,检查使用的仪器。

如果现场检查没有规定,应当执行6.2.1和6.2.2给定的程序以便找出测量系统内的异常情况。

6.2.1 声压级

用一个符合 GB/T 15173的0级和1级或1 L 级的校准器去检查声强探头的每一个传声器的声压级。

6.2.2 声强

将声强探头放在测量表面上声强较高的测点处,探头的轴线与表面垂直,测量法向声强(见3.5)。将声强探头旋转180°(即将探头倒个向),并让其声学中心保持在头一次测量的相同位置,再进行声强测量。最好将声强探头固定在支架上以便在旋转探头时保持位置不变。用1/1倍频带或1/3倍频带测得的两个最大频带声强级 I_n 的值应当符号相反。如果其声强级之差小于1.5 dB,此时认为测量仪器是可接受的。

7 声源的安装和操作

7.1 概述

声源应当按代表平常使用的方式或对特殊类型的机器或设备规定的测试规范中提出的方式来安装。

7.2 测试时声源的操作和安装条件

对于特殊类型的机器或设备,应当采用测试规范中规定的操作和安装条件。如果没有测试规范,应当按代表正常使用的一个稳态条件在加负载的状况下操作声源。

可以选用下面的操作条件:

- a) 代表正常使用时产生最大声音的负载下(这种使用的概率大于10%);
- b) 在满负载状况下;
- c) 无负载状况下(空载);
- d) 模拟负载状况下(不代表正常使用的负载,但很可能是产生最大声音的负载);
- e) 其他的规定负载和操作条件状况下。

建议使用 a) 或 b) 作为主要的操作条件,其他的可以选作为附加的操作条件。

8 法向声强级分量的测量

8.1 平均时间

若声强测量的最大误差为5%的置信度是95%，则配有滤波器的仪器的平均时间对高斯分布的白噪声应当满足，

$$BT \geq 400$$

式中： B ——滤波器带宽；

T ——平均时间。

对于从窄带分析合成1/1或1/3倍频带的仪器，应参照 IEC 1043，选取等效平均时间或次数。对于周期信号要格外注意。

8.2 初步测试

应当在一个初始的测量表面上进行法向声强测量。如果测量结果表明这个初始测量表面不能满足要求，则应当按附录 B 中规定的措施对它进行修正。

初始测量表面的选取应当包围被测声源。

注7：最好取一个几何状简单的并且与被测声源形状相近的测量表面，如图1所表示的。

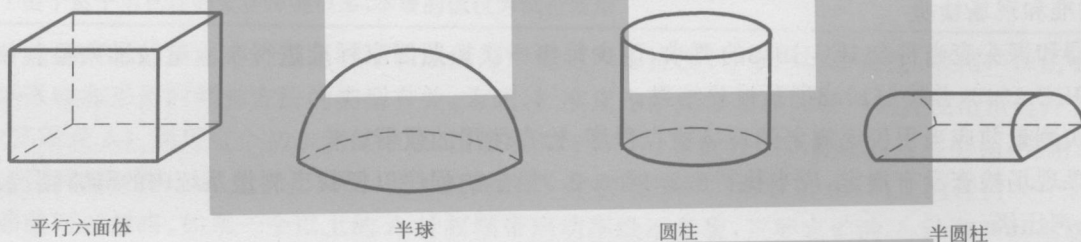


图1 可选的初始测量面

测量表面与被测声源表面间的平均距离一般应当大于0.5 m。除非测量表面的位置正好在声辐射小、对被测声源声功率影响不大的机器部位或者被测声源尺寸很小。被选择的测量表面可能包含像混凝土地板或砖石墙一类非吸声（扩散声场吸声系数小于0.06）的表面。声强测量不应在这样的表面上进行。按公式（见3.6.2）计算声功率时不包括这样的表面积。

为了评价声场是不是稳态的，应当在初始测量表面上选一“典型的”测量位置，根据附录 A 的 A2.1 计算所有测量频带的指示值 F_1 。如果声场的时间变化超过附录 B 表 B3 规定的值，就要根据表 B3 采取相应的措施去降低这个变化。

如果关掉被测声源，在5个测点测得的 A 计权声级降低10 dB 以上时，则认为外部噪声对测量无影响。这5个测点应该在测量表面上均匀分布。

注8：如果关掉被测声源，测量表面外部具有明显噪声的声源也同时关掉，那么就不能用这种办法来判断外部噪声的影响。

在声功率测量中，要求测量各频带的法向声强级和声压级，测量点最少每平方米一个，整个测量表面最少取10个，他们应尽可能在面上均匀分布。如果外部噪声比较明显，需要50多个测点。只要总的测量点数不少于50，可以允许降到每2 m²一个测点。如果外部噪声不明显，并且测量表面大于50 m²，那么整个测量表面上可取50个测点，但要尽可能的均匀。

根据附录 A，对所有测量频带计算声场指示值 F_2 、 F_3 和 F_4 ，并把这些值代入 B1.1 合格判断方法的公式中。如果这个检验对每个频带都满足，则初始的声功率测定即为最终结果，其测量的不确定度在表2给出的范围内。

如果所有测量频带都不满足 B1.1 的判据，那么需要采取如下措施中的一个：

a) 根据10.5，在报告中对这些频带声功率级的不确定度大于表2中规定的准确度等级而产生的影响做一个说明。

b) 根据表 B3 采取相应措施去提高测量的准确度。如果对所有频带 B1. 2 的判据都不满足, 那么就要依照 8. 3 或 8. 4 采取对应的措施。

8. 3 初始测量表面上测点最少的选择方法

8. 3. 1 局部声功率集中的识别

如果按 B1. 2 (判据 2) 的检验表明, 对任意频带, 在初始测量表面上测得的法向声强的归一化标准偏差 F_4 大于保证采样误差在要求的准确度等级范围之内所必须的归一化标准偏差, 那么可以通过优化法向声强采样过程, 有选择性地修改测点的阵列, 使初始测量表面满足测试要求所需的附加测量最少, 优化的可能性可以 8. 3. 2 的方法来检验。

8. 3. 2 正局部声功率集中

本方法确定是否可能通过修改测点的阵列来优化法向声强采样过程, 如果 B1. 1 的判据 1 被满足而 B1. 2 的判据 2 不满足, 并且在部分或所有测量频带 $F_3 - F_2 \leq 1$ dB, 那么这些频带的大部分声功率有可能都通过一个测量面元的子集, 而该子集的总面积小于测量表面总面积的一半。

如果存在局部声功率的集中, 那么请按 B1. 3 规定的计算方法去估算声功率集中的面元子集上需要增加的测点数, 同时要求新增测点尽可能 (根据子集面积) 在面上均匀分布。测量新增测点的法向声强级, 并按公式 (11) 和 (12) 计算子集面上的声功率和声功率级, 经过修正测定后测定的声功率即为最后结果, 其测量的不确定度在表 2 给出的范围内。

如果这种选择性修正过程不能实现, 请根据 B2 和 B3 采取相应的措施。

8. 4 进一步的测试

假如 B1 的检验表明初始选择的测点阵列或按 8. 3. 2 的过程修改过的测点阵列都不满足要求的准确度, 那么就要按 B2 要求采取措施。应当用修改过的测量表面和测点阵列去测量法向声强级分量和对应的声压级, 重新计算声场指示值 F_2 , F_3 和 F_4 以及根据 B1 来评价它们, 并按照 B2 采取措施。

重复这个过程直至达到需要的准确度。万一重复修正不能满足规定的判据, 请记下一个无效的测试结果和说明相关原因。

9 声功率级的计算

9. 1 计算测量表面上每个面元的局部声功率。

根据下列的式 (11) 计算每个面元的每个频带的局部声功率

$$W_i = I_{ni} S_i \quad \dots\dots\dots (11)$$

式中: W_i —— 面元 i 的局部声功率;

I_{ni} —— 在测点 i 处测得的有符号的法向声强分量幅值;

S_i —— 面元 i 的面积。

当面元 i 的法向声强级 L_{Ini} 用 $\times \times$ dB 来表示时, I_{ni} 的值根据下式来计算:

$$I_{ni} = I_0 \times 10^{L_{Ini}/10}$$

当面元 i 的法向声强级 L_{Ini} 表达为 $(-)\times \times$ dB 时, I_{ni} 的值根据下式来计算:

$$I_{ni} = -I_0 \times 10^{L_{Ini}/10}$$

式中: $I_0 = 10^{-12}$ W/m²

9. 2 噪声源声功率级的计算

按式 (12) 计算每个频带的噪声源声功率级:

$$L_w(\text{dB}) = 10 \lg \sum_{i=1}^N W_i / W_0 \quad \dots\dots\dots (12)$$

式中: W_i —— 面元 i 的局部声功率;

W_0 —— 基准声功率 ($= 10^{-12}$ W);

N —— 测量点或面元的总数。

如果任意频带的 $\sum_{i=1}^N W_i$ 为负值,则本标准的方法对该频带不适用。

10 报告内容

按本标准进行测量时,下列内容应当汇集和记录。

10.1 被测声源

- a) 被测声源的描述(包括它的尺寸和表面特性)。
- b) 被测声源的特性(变化性、周期的出现、纯音品质等)。
- c) 操作条件。
- d) 安装条件。

10.2 声学环境

- a) 测试环境的描述,包括表示声源位置的草图、附近物体的外形和位置,局部地形和/或地面特性)。
- b) 非测试声源的噪声特性的描述,包括变化性、周期的出现、纯音品质。
- c) 空气温度和静压。
- d) 平均风速和风向。
- e) 用于使外部噪声影响最小的任何设备/方法的描述。
- f) 任何气体/空气流和不稳定性的定性描述。

10.3 仪器

- a) 用于测量的设备,包括名称、型号、系列编号、厂家和探头结构。
- b) 用于仪器校准和现场检查的方法,包括校准日期。
- c) 使用不同探头结构时,声强测量系统每个频带的声压残余声强指数。
- d) 声强测量设备的校准日期和地点。

10.4 测量过程

- a) 测量过程每个步骤的描述。
- b) 测量时探头固定或支撑系统的描述。
- c) 测量表面和面元的定量描述;应当提供一个草图。
- d) 测量阵列的描述;应当给出每个测点的编号和座标。
- e) 每个测点的平均时间。

10.5 声学数据

- a) 根据每个测量表面上每组测量的结果计算的声场指示值 F_1 至 F_4 的表格。
- b) 所有频带声功率级的计算值的表格或图表。其中要做一个 A 计权声功率级的测定,不满足附录 B 判据1和/或判据2的频带分量应略去但需对省略的影响做一说明,除非根据4.3这些分量可以忽略不计。
- c) 由公式(B.3)预测的,不满足附录 B 判据2的每个频带声功率级的不确定度的说明。
- d) 按6.2.2对探头反向的声场检测结果的描述。
- e) 测量的日期(年/月/日)。

10.6 声功率级测定的准确度等级

应根据表2,说明最终测试的准确度等级。特殊情况下,只能在有限频带内达到某测试准确度等级时,则应根据附录 B,给出可保证测量准确度的频带之95%置信限。

附录 A

(标准的附录)

声场指示值的计算

A1 概述

对选用的每个测量表面和测点阵列,按(A1)~(A9)的公式计算被测的每个频带的声场指示值。

A2 声场指示值的定义

A2.1 声场随时间变化的指示值

按公式(A1)计算测量表面上相应测点的声场时间变化指示值 F_1 :

$$F_1 = \frac{1}{\bar{I}_n} \sqrt{\frac{1}{M-1} \sum_{k=1}^M (I_{nk} - \bar{I}_n)^2} \quad \dots\dots\dots (A1)$$

式中: $\bar{I}_n$ —— M 个短时间平均采样 I_{nk} 按公式(A2)计算得到的 I_n 的平均值:

$$\bar{I}_n = \frac{1}{M} \sum_{k=1}^M I_{nk} \quad \dots\dots\dots (A2)$$

注9: M 一般取10,短平均时间建议为8 s 至12 s 之间,或者对周期性信号,取周期的任意整数倍。

A2.2 测量表面的声压—声强指示值

按公式(A3)计算测量表面的声压—声强指示值 F_2 :

$$F_2 = \bar{L}_p - \bar{L}_{|I_n|} \quad \dots\dots\dots (A3)$$

式中: $\bar{L}_p$ —— 用分贝表示的测量表面声压级,它的计算公式为(A4):

$$\bar{L}_p (\text{dB}) = 10 \lg \left[\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{0.1 L_{pi}} \right] \quad \dots\dots\dots (A4)$$

$\bar{L}_{|I_n|}$ —— 用分贝表示的测量表面上不加符号的法向声强级,它的计算公式为(A5):

$$\bar{L}_{|I_n|} (\text{dB}) = 10 \lg \left[\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |I_{ni}| / I_0 \right] \quad \dots\dots\dots (A5)$$

式中: $|I_{ni}|$ —— 测点 i 的无符号的法向声强。

A2.3 声功率负部指示值

声功率负部指示值 F_3 按公式(A6)计算:

$$F_3 = \bar{L}_p - \bar{L}_{I_n} \quad \dots\dots\dots (A6)$$

式中: $\bar{L}_p$ —— 用分贝表示的测量表面声压级,按公式(A4)计算。

$\bar{L}_{In}$ ——用分贝表示的测量表面加符号的法向声强级,按公式(A7)计算:

$$\bar{L}_{In}(\text{dB}) = 10\lg \left| \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N I_{ni}/I_0 \right| \dots\dots\dots(\text{A7})$$

式中: I_{ni} ——测量表面上第 i 个测点处测得的加符号的法向声强分量的幅值。

I_0 ——基准声强(等于 $10^{-12}\text{W}/\text{m}^2$)。

如果 i 点的法向声强级分量 L_{Ini} 表达为 $\times \times \text{dB}$,则 I_{ni} 的计算公式为

$$L_{ni} = I_0 \times 10^{L_{Ini}/10}$$

如果 i 点的法向声强级分量 L_{Ini} 表达为 $(-)\times \times \text{dB}$,则 I_{ni} 的计算公式为:

$$I_{ni} = -I_0 \times 10^{L_{Ini}/10}$$

如果任意频带的 $\Sigma I_{ni}/I_0$ 为负值,那么在该频带,测试条件不满足本标准的要求。

A2.4 声场非均匀性指示值

声场非均匀性指示值 F_4 按公式(A8)计算:

$$F_4 = \frac{1}{\bar{I}_n} \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (I_{ni} - \bar{I}_n)^2} \dots\dots\dots(\text{A8})$$

式中: $\bar{I}_n$ ——按公式(A9)计算的测量表面法向声强:

$$\bar{I}_n = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N I_{ni} \dots\dots\dots(\text{A9})$$

附 录 B

(标准的附录)

获得预想准确度等级的方法

B1 合格要求

使用标准时,测量表面上测点的声场条件可能变化很大,为了保证被测声功率级的不确定度不超过上限值,有必要检查仪器和所选的参数(例如测量表面、距离、传声器阵列)对于具体测量的声场/环境条件是否合适,大体过程概括在图 B1。

B1.1 测量仪器是否合适的检查

对一个适于噪声源声功率级测定的测点阵列,测量仪器的动态能力指数 L_d 应当大于每个测量频带的指示值 F_2 :

判据1:

$$L_d > F_2 \dots\dots\dots(\text{B1})$$

假如被选的测量表面不满足判据1,那么应当根据表 B3和图 B1采取措施。

注10: 如果用指示值 F_3 来代替 F_2 ,那么测试会更保险。

B1.2 被选的测点阵列是否适当的检查

假如判据2被满足,那么在一个被选的测量表面上均匀分布的测点位置数 N 认为是足够的。

判据2:

$$N > CF_4^2 \dots\dots\dots (B2)$$

其中指示值 F_4 由附录 A 确定,因子 C 由表 B2给出。如果相同的测点数用于所有的频带,那么应当用判据2中最大的 CF_4^2 值。

如果在某些频带判据2不满足,并且这些频带的声级不明显(见4.3),那么这些声级不用记录。
单个1/3或1/1倍频带的结果有一个被估计的95%置信区间,它由公式(B3)给出:

$$10\lg[1 \pm 2F_4/\sqrt{N}] \quad \text{dB} \dots\dots\dots (B3)$$

其中 F_4 要对每个被测频带进行计算。如果在某个频带判据2不满足所要求的精确度,但伴有一个对应的被估计的95%置信区间的说明,则对该频带算得的声功率级可以记录。

如果 A 计权声功率级由算得的各频带计权声功率之和来确定,那么 F_4 则用各个频带的计权声强之和的 I_{ni} 和 $\bar{I}_n$,按公式(A8)和(A9)算出。为满足要求的精确度等级,判据2的 C 取被测频带中的最大值。

频带计权声强的计算如下:当面元 i 的 A 计权法向声强级 $L_{I_{ni}}$ 表达为 $\times\times\text{dB}$ 时,计权 I_{ni} 由下式算出:

$$I_{ni} = I_0 \times 10^{L_{I_{ni}}/10}$$

当 A 计权声强级 $L_{I_{ni}}$ 表达为 $(-)\times\times\text{dB}$ 时, I_{ni} 的计权值为:

$$I_{ni} = - I_0 \times 10^{L_{I_{ni}}/10}$$

$$I_0 = 10^{-12}\text{W}/\text{m}^2$$

B1.3 正局部声功率集中及必要的测量阵列修改计算的检查(供选择的过程)

对8.3.2中规定的条件适合的每个频带,把通过每个测点面元的正局部声功率按幅值递减的顺序排列,并选择一个通过总声功率一半以上的面元上限子集。用 α 表示选定的部分声功率($\alpha > 0.5$),如此确定的面元数 N_α 将小于总面元数 N 的一半。用下面的方法来估算在这个面元子集上附加的测点数。

如果满足上述条件的一个面元子集不存在,那么要根据表 B3取一种适当的措施去增加声功率测定的准确度。

- 根据 A2.3分别计算指示值 F_4 :
- a) 对总面积为 S_α 的面元子集 N_α ;
 - b) 对剩余的面元。

这两类 F_4 值分别用 $F_4(\alpha)$ 和 $F_4(1-\alpha)$ 表示。

根据公式(B4)确定测量表面 S_α 上需要的新的测点总数 N^* :

$$N^* \geq 4[F_4(\alpha)/\Delta_\alpha]^2 \dots\dots\dots (B4)$$

式中: $\Delta_\alpha = \frac{1}{2}[\Delta - (1-\alpha)\frac{2}{\sqrt{N_{1-\alpha}}}F_4(1-\alpha)]$

$$N_{1-\alpha} = N - N_\alpha$$

Δ —— 其值由表 B1给出。

N^* 个测点根据面元面积尽可能均匀地分布在面积 S_α 上。

注11: 如果800~5 000 Hz 的1/3倍频带对 A 计权声功率的总贡献小于总功率的一半,那么应该使用200~630 Hz 的1/3倍频带的 C 值。

B1.4 声场不稳定的指示

在任意一个测量表面进行测量之前和之后,应立即计算 F_1 指示值,假如 F_1 超过表 B3的限值,应采取步骤去降低声场随时间的变化。

B1.5 存在强指向性外部声源的指示

假如 F_2 与 F_3 相差很大,那么在被测声源附近有可能存在强指向性的外部声源。

B2 提高测量准确度应采取的措施

表 B3规定了在所选的测量表面和/或测点阵列不满足 B1的要求时应采取的措施。

表 B1 误差因子 Δ

频率	1级	2级	3级
所有频带	0.20	0.29	
A 计权			0.60

表 B2 C 因子值

1/1倍频带中心频率 Hz	1/3倍频中心频率 Hz	C		
		精密 (1级)	工程 (2级)	简易 (3级)
63~125	50~160	19	11	
250~500	200~630	29	19	
1 000~4 000	800~5 000	57	29	
A 计权 ¹⁾	6 300	19	14	
注: 1) 63 Hz—4 kHz 或 50 Hz—6.3 kHz				

表 B3 提高测量准确度应采取的措施

判 据	措施编码 (见图 B1)	措 施
$F_1 > 0.6$	e	采取措施降低外来声强的时间变化性,或在变化较小期间进行测量,或在每个测点增加测量时间(如果合适的话)
$F_2 > L_d$ 或 $F_3 - F_2 > 3 \text{ dB}$	a 或 b	当存在明显的外部噪声和/或很强的混响时,应减小测量表面与声源之间的平均距离,其最小距离为0.25 m。没有明显的外部噪声和/或强混响,则应将平均测量距离增加到1 m 将测量表面隔开使之不受外部噪声源的影响或采取办法降低朝向被测声源的声反射
判据2不满足和 $1 \text{ dB} \leq (F_3 - F_2) \leq 3 \text{ dB}$	c	为满足判据2,应均匀地增加测点密度
判据2不满足和 $(F_3 - F_2) \leq 1 \text{ dB}$,并且8.3.2的方法不灵或未选择	d	增加测量表面离声源的平均距离而不增加测点数,或在原测量表面上增加测点数