



中华人民共和国国家标准

GB/T 21271—2026

代替 GB/T 21271—2007

真空技术 真空泵噪声测量

Vacuum technology—Noise measurement for vacuum pumps

2026-01-28 发布

2026-05-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	III
引言	IV
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 符号	3
5 声学环境	4
6 测量仪器	5
7 泵的安装、负载和运行条件.....	5
8 声功率级的测量	6
9 工作位置上发射声压级的测量	8
10 测试报告.....	8
11 噪声发射值的标示和验证.....	8
附录 A (规范性) 声学环境鉴定方法	10
附录 B (规范性) 真空泵的声功率级测量	14
附录 C (资料性) 噪声测试报告样例	21
附录 D (资料性) 泵的噪声发射值标示列表	25
参考文献	26

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件代替 GB/T 21271—2007《真空技术 真空泵噪声测量》，与 GB/T 21271—2007 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- 更改了文件的适用范围(见第 1 章,2007 年版的第 1 章)；
- 删除了术语“噪声发射标示值”及其定义(见 2007 年版的 3.12)；
- 增加了“符号”一章(见第 4 章)；
- 更改了对测试环境的要求(见 5.1,2007 年版的 4.1)；
- 更改了背景噪声标准(见 5.3,2007 年版的 4.3)；
- 增加了对传声器、风罩和标准声源的要求(见 6.1)；
- 更改了测试报告中的声学环境要求(见第 10 章,2007 年版的第 9 章)；
- 更改了“声学环境鉴定方法”的附录性质(见附录 A,2007 年版的附录 D)；
- 更改了“真空泵的声功率级测量”的附录性质(见附录 B,2007 年版的附录 C)；
- 增加了全矩形平行六面体和圆柱体两种测量表面(见附录 B)。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国机械工业联合会提出。

本文件由全国真空技术标准化技术委员会(SAC/TC 18)归口。

本文件起草单位：浙江真空设备集团有限公司、淄博真空设备厂有限公司、沈阳真空技术研究所有限公司、沈阳汇真真空技术有限公司、浙江创为真空设备股份有限公司、上海汉钟精机股份有限公司、浙江方远力鑫真空设备有限公司、金华市威科工贸有限公司、北京通嘉宏瑞科技有限公司、山东博科真空科技有限公司、广东肯富来泵业股份有限公司、三门拓展真空设备有限公司、浙江恒翔神工真空科技有限公司、江苏新克医疗器械有限公司、深圳华星恒泰泵阀有限公司、深圳市时代高科技设备股份有限公司、沈阳纪维应用技术有限公司、济南宝山石油设备有限公司、中国科学院沈阳科学仪器股份有限公司、杭州久铮技术有限公司、南通市威士真空设备有限公司、江苏亚太工业泵科技发展有限公司、昆山英利悦电子有限公司、同创(浙江)检测有限责任公司。

本文件主要起草人：杨华飞、肖阳、罗根松、许涛、徐法俭、黄志婷、孙足来、宋青竹、乔忠路、柯建汝、付娜、陈峰、王国民、王德胜、雷晓宏、孙猛、李松峰、陈首挺、林刚直、王攀、瞿海波、熊颖申、田汉溶、杨广衍、宁宪宁、宫承钊、王光玉、孔祥玲、丁小川、成卫平、薛建国、贾建国、谢剑峰、王玲玲。

本文件于 1987 年首次发布为 GB 7772—1987,2007 年第一次修订为 GB/T 21271—2007,本次为第二次修订。

引 言

基于当前工业的实际情况,本文件测试过程中真空泵均在典型使用的最大噪声工作条件下运转——空载或特定负载下。

值得注意的是,操作者接触到的噪声如果超出了真空泵生产商的控制范围,此时噪声取决于个别应用和环境因素的特性。

真空技术 真空泵噪声测量

1 范围

本文件描述了真空泵及其组件发射噪声的测量方法,主要包含下列两项:

- 负载条件下的声功率级;
- 负载条件下在工作位置上发射的声压级。

本文件规定了真空泵及其组件测量噪声时的声学环境、测量仪器、真空泵及其组件安装、负载和运行条件、测试报告,以及噪声发射值标示和验证的要求。

本文件适用于机械真空泵及其组件(以下简称泵)的噪声测量。本文件没有描述对倍频(程)带的分析,但是在与其有关联时,本文件同样适用。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;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 3241 电声学 倍频程和分数倍频程滤波器

GB/T 3785.1—2023 电声学 声级计 第1部分:规范

GB/T 4129 声学 用于声功率级测定的标准声源的性能与校准要求

GB/T 14574 声学 机器和设备噪声发射值的标示和验证

GB/T 17248.2 声学 机器和设备发射的噪声 在一个反射面上方可忽略环境修正的近似自由场测定工作位置和其他指定位置的发射声压级

GB/T 17248.3 声学 机器和设备发射的噪声 采用近似环境修正测定工作位置和其他指定位置的发射声压级

ISO 11203/Amd 1 声学 机械和设备发射的噪声 从声功率级测定工作位置和其他指定位置的发射声压级 修正案 1 (Acoustics—Noise emitted by machinery and equipment—Determination of emission sound pressure levels at a work station and at other specified positions from the sound power level—Amendment 1)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

真空泵 vacuum pump

产生、改善和(或)维持真空的装置。

注:真空泵由泵、驱动装置和随真空泵供给的辅助元器件组成。

3.2

发射 emission

在特定的运行和安装条件下,由具体的噪声源(如被测泵)辐射出的空气声。

注：噪声发射值包含在产品的标牌或产品说明书中。基本的噪声发射量是声源本身的声功率级和工作场所及其他在声源附近指定位置处的发射声压级。

3.3

发射声压 emission sound pressure

p

在一个反射平面上,当声源在规定的安装和运行条件工作时,声源附近或某指定位置的声压。

- 注 1: 不包括背景噪声及测试方法包含的反射面之外的其他反射声。
- 注 2: 本文件中的声源特指真空泵及其组件。
- 注 3: 单位为帕斯卡(Pa)。

3.4

发射声压级 emission sound pressure level

L_p

发射声压(p)的平方与基准声压(p_0)的平方之比,取以 10 为底的对数乘以 10 所得的数值。

$$L_p = 10 \lg \frac{p^2}{p_0^2} \dots\dots\dots (1)$$

示例: A 计权发射声压级为 L_{pA} 。

- 注 1: 基准声压(p_0)等于 20 μ Pa。
- 注 2: 发射声压级按照 GB/T 3785.1—2023 中规定的时间计权和频率计权进行测量,单位为分贝(dB)。
- 注 3: 若使用 GB/T 3785.1 中规定的频率及时间计权和/或指定的频带,则用对应的下标表示,如 L_{pAT} 表示 A 计权的时间平均发射声压级,缩写为 L_{pA} 。

3.5

声功率 sound power

P

声源在单位时间内发射的声能量。

注: 单位为瓦特(W)。

3.6

声功率级 sound power level

L_w

在指明所用频率计权或频带宽的条件下,以被测声源发射的声功率(P)与基准声功率之比,取以 10 为底的对数乘以 10 所得的数值。

- 示例: A 计权声功率级为 L_{wA} 。
- 注 1: 单位为分贝(dB)。
- 注 2: 基准声功率为 1 pW ,1 pW=10⁻¹² W。

3.7

背景噪声修正值 background noise correction

K_1

用于计算背景噪声对所测表面声压级影响的修正值。

- 注 1: K_1 与频率有关。
- 注 2: 在 A 计权情况下,用 K_{1A} 表示。
- 注 3: 单位为分贝(dB)。

3.8

环境修正值 environmental correction

K_2

用于计算声反射或声吸收对位于基准测量面平均声压级的影响的修正值。

注 1: K_2 与频率有关。

注 2: 在 A 计权情况下,用 K_{2A} 表示。

注 3: 单位为分贝 (dB)。

3.9

基准体 reference box

恰好包络真空泵及其组件且终止于反射平面的全矩形六面体、平行六面体或圆柱体等最小假想表面。

3.10

测量表面 measurement surface

包络被测声源,面积为 S ,测点位于其上,其边与基准体边平行的一个假想表面。

注: 测量表面终止于该声源的反射平面。

3.11 测量距离 measurement distance

d

基准体到平行六面体或圆柱体测量表面的垂直距离。

注: 单位为米 (m)。

3.12

不确定度 uncertainty

K

有关产品测得的噪声发射值的分散性总偏差。

注 1: 不确定度的测量见 8.2。

注 2: 单位为分贝 (dB)。

3.13

工作位置 work station

在被测泵附近,指定操作者所处的位置。

注: 本文件中,工作位置为距离基准体 1 m 包络被测泵表面之处。

3.14

工作位置上的 A 计权发射声压级 A-weighted emission sound pressure level at the work station

L_{pWSA}

工作位置处的 A 计权发射声压级的平均能量。

4 符号

表 1 中所列符号适用于本文件。

表 1 符号

符号	说明	单位
A	房间吸声量	m^2
α	A 计权平均吸声系数	—
d	测量距离	m
K	不确定度	dB
K_1	背景噪声修正值	dB
K_{1A}	A 计权情况下的背景噪声修正值	dB

表 1 符号 (续)

符号	说明	单位
K_2	环境修正值	dB
K_{2A}	A 计权情况下的环境修正值	dB
K_{WA}	A 计权声功率级不确定度	dB
K_{pA}	A 计权发射声压级不确定度	dB
L_p	发射声压级	dB
L_{pA}	A 计权发射声压级	dB
$\overline{L_{pA}}$	表面声压级平均值	dB
L'_{pA}	未经噪声修正的 A 计权声压级或频带声压级测量值	dB
L'_{pAi}	在第 i 个传声器位置上测得的 A 计权声压级	dB
$\overline{L'_{pA}}$	被测泵工作期间的测量表面 A 计权平均声压级	dB
L''_{pA}	背景噪声 A 计权声压级或频带声压级测量值	dB
L''_{pAi}	在第 i 个传声器位置上测得的背景噪声 A 计权声压级	dB
$\overline{L''_{pA}}$	测量表面背景噪声 A 计权平均声压级	dB
L_{pWSA}	工作位置上的 A 计权发射声压级	dB
L_W	声功率级	dB
L_{Wr}	标准声源校准的声功率级	dB
L_{WA}	A 计权声功率级	dB
p	发射声压	Pa
P	声功率	W
S	测量表面的面积	m^2
S_m	测量表面上的总测量面积	m^2
S_V	测试房间边界表面的总面积(墙壁、天花板和地板)	m^2
S_{WS}	指定工作位置所在表面的面积	m^2
T	A 计权或频带混响时间	s
V	测试房间体积	m^3
σ_R	再现性标准偏差	dB

5 声学环境

5.1 测试环境

测试环境应满足 a)、b)、c)中的任意一项,同时应满足 d)中的要求:

- 提供一个反射面上方近似自由场的实验室;
- 满足 5.2 和附录 A 要求的室外平坦空地;
- 提供一个非常大的房间,或虽然不是很大但墙壁和天花板上装有充足吸声材料,其混响场对测量表面上声压的影响小于声源直达声场的房间;

- d) 泵运行的环境条件应考虑海拔、温度的影响,在海拔 500 m 或以下,温度在 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 之间,无降水,风速不超过 3 m/s 时进行检测;不用做气象条件归一化,如有偏离,应在测试报告中予以说明并依据 GB/T 17248.3 归一化到标准气象条件。

5.2 测试环境合适性评判标准

测试环境除反射面外应没有其他反射体,使声源能向反射面上方的自由空间辐射。附录 A 描述了环境修正值(K_2)的测量方法。

本文件中 A 计权情况下的环境修正值 K_{2A} 应小于或等于 2 dB,频谱测量时,在测试的频率范围内每个频带上 K_2 均应小于或等于 2 dB。

5.3 背景噪声标准

在传声器位置上,平均后的背景噪声级应比被测发射声压级至少低 6 dB,精密级测量低 10 dB 以上。如果不满足 10 dB 或 6 dB 判据,测试数据应在报告中明确说明背景噪声未满足要求。

注:测量时尽量减少风的影响,以免增加背景噪声。

6 测量仪器

6.1 通则

包括传声器、风罩和电缆在内的仪器系统以及使用积分声级计时,应满足 GB/T 3785.1—2023 中 1 级的规定,所用滤波器应满足 GB/T 3241 的要求,标准声源应符合 GB/T 4129 的要求。

6.2 校准

每次测量前后,应使用准确度优于 $\pm 0.3\text{ dB}$ 的声校准器在测试的频率范围内一个或多个频率点上对整个测量系统进行校准。声校准器和测量系统应每年经计量检定确保合格。

6.3 传声器风罩

在室外测量时,建议使用风罩确保仪器的测量准确度不受风的影响。

7 泵的安装、负载和运行条件

7.1 通则

被测泵应为新机器或特定的机器,装配有生产商提供的组件。泵应先进行预热,同时应在稳定的条件下连续运行,应按照生产商的规定正确的保养和润滑。

7.2 泵的安装条件

从泵传递到其安装处或者测试房间其他部位的噪声能影响测试房间内的声压级。

测量宜在典型安装条件下进行,如加入弹性装置、隔震垫等,如果可行,应使用这些条件。

泵的设计中如配有远离泵安装的二次冷却器此类元件,当进行噪声测试时,宜尽量分离由此类部件中产生的噪声。在测量过程中,应使用特殊的噪声衰减设备区分不同的噪声源。

7.3 泵的负载和运行条件

泵宜空载运行。对于应配备消声装置的泵,在运行时应安装消声装置。

如有额外要求,可规定运行条件,如约定的负载条件、按特有的工作周期运行等,且应在测试报告中说明。

安装在远处的部件的噪声发射值应按本文件测量,并分别记录在测试报告中。

测试应不包括由连接管路和调节阀辐射出的噪声;在试验期间,应通过隔绝或屏蔽等措施降低它们辐射出的噪声。

8 声功率级的测量

8.1 通则

泵的声功率级应使用附录 B 描述的方法测量,达到二级精度。声功率级应记为 A 计权声功率级,单位为分贝(dB,基准值为 1 pW)。

注:也能得到倍频带方面的信息。

本文件描述了利用包络泵表面测得的声压级来计算声功率级的方法。

8.2 不确定度

测量声功率级的不确定度由再现性(包括重复性)状态的测量偏差和产品的偏差组成。有关这些偏差详见 GB/T 14574。

按本文件测量所得结果,除个别情况外,其 A 计权声功率级的再现性标准偏差小于或等于 1.5 dB(见表 1)。

按本文件测量的泵声功率级,其单个值与其真值之间可能存在一个位于不确定度范围内的差值。声功率级测量的不确定度来源于测量用实验室的环境条件和实验技术的综合影响。

如果一个特定的泵在不同实验室均按本文件测量其声功率级,测量结果将表现出离散性。

表 1 中给出的再现性标准偏差(σ_R)考虑了测量过程中不确定度的累积效应,但不包括工作条件(转速、电源、电压)或安装条件变化所引起的声功率输出的变化。

产品不确定度的测量由生产商给出,GB/T 14574 中描述了不确定度测量方法。产品不确定度以产品标准偏差表示。

GB/T 14574 中描述了如何按照再现性标准偏差和产品标准偏差生成不确定度(K)的方法。

表 2 按本文件测量的声功率级再现性标准偏差的估计值

倍频带中心频率 Hz	1/3 倍频带中心频率 Hz	再现性标准偏差 σ_R dB
63	50~80	5 ^a
125	100~160	3
250	200~315	2
500~4 000	400~5 000	1.5
8 000	6 300~10 000	2.5
A 计权		1.5 ^b

表 2 按本文件测量的声功率级再现性标准偏差的估计值(续)

倍频带中心频率 Hz	1/3 倍频带中心频率 Hz	再现性标准偏差 σ_R dB
<p>注 1: 表 1 中所列的标准偏差是本文件所限定的测量条件和方法的综合效应, 不包括声源本身的影响。它由以下几方面引起: 测量场所之间的变化, 包括室外环境和气候条件、室内房间几何形状和边界吸声、反射面的声学特性; 背景噪声; 仪器的校准形式; 以及实验技术的变化, 包括测量表面的形状和尺寸、测点数目和传声器定位、声源位置、积分时间、环境修正的测量(如果有)。标准偏差还受到近场测量带来的不确定度影响。该不确定度与声源的特性有关, 在测量距离较小和频率较低时(250 Hz 以下), 不确定度一般会增大。</p> <p>注 2: 表 1 中的再现性标准偏差包括相同条件下同一噪声源重复测量的不确定度(重复性的标准偏差), 该不确定度一般比变换实验室引起的不确定度小得多。对于特殊声源, 如果保持稳定的工作条件和安装条件有困难, 则重复性的标准偏差可能不比表 1 中给出的值小, 这种情况下难以得到可复现的声功率级, 只能记录下来并在测试报告中加以说明。</p>		
<p>^a 一般适用于室外测量, 很多房间不适用于这个频带。</p> <p>^b 适用于 100 Hz~10 000 Hz 范围内辐射噪声谱相对“平”的声源。</p>		

8.3 测量



8.3.1 通则

真空泵的应用范围很广, 覆盖整个真空度区域。泵的设计有利于抽取任何混合气体和蒸气。许多应用中, 两个或是更多的泵被组合在一起, 作为一个真空机组使用。真空机组应作为一个独立单元测量。

8.3.2 声功率级测量

采用附录 B 规定的方法测量时, 测量表面应为平行六面体、全矩形平行六面体和圆柱体中的一种。基准体只包容机器上与声能有关的部分, 相连管件应除外。

8.3.3 主要尺寸大于 7 m 的泵的测量程序

本文件规定了声功率级测量方法。但对于主要尺寸大于 7 m 的大型泵来说, 已不存在声功率级的概念。许多情况下, 已不能进行精确测量。因此, 下面给出了另一种测量方法, 用于测量此类泵。

对于主要尺寸大于 7 m 的大型泵, 应在其四周沿着距离泵 1 m、距地面或平台 1.6 m 高的位置确定测点测量它的 A 计权发射声压级。被测泵的每一边缘和侧面都应有传声器的位置。测点的总数取决于泵的尺寸, 但是, 传声器位置的间距应不大于 2 m。

按附录 B.2.1 中的方法在第 i 个传声器位置上测量泵的 A 计权声压级(L'_{pAi}), 以及在第 i 个传声器位置上测量的背景噪声 A 计权声压级(L''_{pAi}), 分别按公式(B.4)和公式(B.5)进行平均计算得到声压级均值, 然后按公式(B.6)进行背景噪声修正后, 得到 A 计权发射声压级(L_{pA})。机器四周规定测点位置上发射声压级以及上面的测量应按照 GB/T 17248.2 中的规定测量。如受环境条件所限, 不能采用 GB/T 17248.2, 则可按照 GB/T 17248.3 进行测量, 应在测试报告中记录此变更。

9 工作位置上发射声压级的测量

9.1 工作位置

应按下述要求测量工作位置上的发射声压级。

——当能按照 8.3.2 测量声功率级时,应按照 9.2 描述的方法进行测量。

注:更多内容见 ISO 11203/Amd 1。

——当泵的声功率无法测量时,应按照 9.3 描述的方法进行测量(见 8.3.3)。

9.2 按 L_{WA} 测量 L_{pWSA} 的方法

本文件中,工作位置上的 A 计权发射声压级 (L_{pWSA}) 为距基准体为 1 m, 包纳被测泵且面积为 S_{WS} 的表面上工作位置测得的 A 计权声压级的平均值。

按照 ISO 11203/Amd 1 中描述的方法和公式(2)计算工作位置上的 A 计权发射声压级:

$$L_{pWSA} = L_{WA} - 10 \lg \left(\frac{S_{WS}}{S_0} \right) \dots\dots\dots (2)$$

式中:

L_{pWSA} ——工作位置上的 A 计权发射声压级,单位为分贝(dB);

L_{WA} ——按照第 8 章中描述的方法测得的 A 计权声功率级,单位为分贝(dB);

S_0 ——1 m²;

S_{WS} ——按照 3.13 确定的工作位置所在表面的面积,单位为平方米(m²)。

9.3 没有测量 L_{WA} 的情况下测量 L_{pWSA} 的方法

本文件中,工作位置上的 A 计权发射声压级为按照 8.3.3 测量的 A 计权发射声压级的能量平均值,应声明该值。

发射声压级的不确定度(K)与声功率级的测量相关。

10 测试报告

测试报告应包括下列内容:

- 声明本文件和所用的基础标准;
- 测试过程中,完全遵照本文件产生的所有偏差的确认;
- 泵的说明;
- 泵的负载条件;
- 泵的运行条件(包括未在本文件中规定的运行条件);
- 声学环境,海拔及气象条件;
- 所用仪器;
- 测试方案;
- 声学测试数据;
- 对于大型泵,应说明其不能达到 2 级精度的原因。

附录 C 中给出了测试报告格式和内容的样例。

11 噪声发射值的标示和验证

噪声标示由生产商负责。噪声值应按以下方式给出,标示的噪声值可按照 GB/T 14574 中描述的

方法进行验证。噪声标示应明确提及标示的噪声发射值是按本文件的测试方法所测,并指出所用的基础标准。如与实际有出入,噪声标示应明确指出与本文件和(或)基础标准的偏离内容。

如进行验证,应使用与用来测量标示噪声值相同的测试方案。安装、负载和运行条件应与标示和验证一致。

标示的噪声值四舍五入精确到 1 dB,并给出下列两个值:

- A 计权声功率级(L_{wA})和不确定度(K_{wA});
- 工作位置上的 A 计权发射声压级(L_{pWSA})和不确定度(K_{pA})。

在记录并描述标示的噪声值时,上述参数具有同等重要性。应使用相同字号和字体记录声功率级和相关的确定度,以及发射声压级和相关的确定度(见 8.2)。

附录 D 中给出了噪声发射值的标示列表。

附 录 A
(规范性)
声学环境鉴定方法

A.1 总则

当室外或普通房间满足附录 A 中的要求时,均可作为合适的测试环境。测试房间应足够大,除反射面外,其他反射体宜尽量远离被测机器。

测试房间应能提供这样一个测量表面,它位于:

- a) 房间边界或附近物体的声反射可忽略不计的声场以内;
- b) 被测声源的近场以外。

露天测试场所,若其反射面为坚硬平坦的地面,例如沥青或混凝土地面。在与声源的距离等于声源中心至较低测点最大距离 3 倍的范围之内无反射物体,则环境修正值(K_2)小于或等于 0.5 dB,因此可忽略不计。

注:声源近旁的物体,若宽度(例如柱或支架的直径)超过它与基准体距离的十分之一时,则认为是反射体。

第一种鉴定测试(绝对比较测试法)用标准声源进行。这种方法对室内或室外均适用,是一种优先采用的方法,尤其在要求频带数据时。

第二种鉴定测试(依据房间吸声法)则应测量房间的混响时间或估计其平均吸声系数,然后确定吸声量。采用此方法的前提条件是:房间形状近似立方体,基本上是空的,房间边界有吸声作用。在这个前提下,若被测声源不能移开,或者尺寸很大,则优先采用此方法。

按本文件进行测量时,环境修正值(K_2)小于或等于 2 dB,则此环境中的测量表面符合要求,如环境修正值(K_2)大于 2 dB,可选用一个较小的测量表面重复测试或者另选一个更好的测试环境。

A.2 环境条件

A.2.1 反射平面的特性

A.2.1.1 通则

应在下述环境中进行测量:

- 室外,一个反射面的上方;
- 测试室内,具有吸声的墙壁和天花板,一个声反射的地板,最多两个竖立的反射表面。

当反射表面不是地板或者不是房间表面的一部分时,应特别注意确保这个表面不因振动而产生明显的声辐射。

A.2.1.2 形状和尺寸

反射平面应至少超过测量表面在其上垂直投影的范围以外 $\lambda/2$, λ 为测试的频率范围内最低频率的波长。

A.2.1.3 吸声系数

测试频率范围内反射平面的吸声系数宜小于 0.06。混凝土或光滑无缝的沥青表面能满足此要求。

A.2.2 室外测量注意事项

应特别注意气象条件(如温度、湿度、风、降雨)对声传播或背景噪声的影响。

传声器使用风罩时,对风罩的影响应加以修正。

A.3 绝对比较测试法

A.3.1 方法

如果被测声源能从测试位置移开,优先采用绝对比较测试法。

将特性符合 GB/T 4129 要求的标准声源放置在测试环境中,其位置与被测声源位置相同。在被测声源所用的测量表面上按附录 B 规定的方法测量标准声源的声功率级,不加环境修正值(K_2) (假定 $K_2=0$)。

环境修正值(K_2) (A 计权或频带)由公式(A.1)给出:

$$K_2 = L_w - L_{wr} \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

L_w ——测得的声功率级,单位为分贝(dB);

L_{wr} ——标准声源校准的声功率级,单位为分贝(dB)。

注:本方法适用于直接测量 A 计权或频带功率级。如果被测声源的频谱与标准声源差别较大,从频带级确定 K_{2A} 。

A.3.2 标准声源的定位

如果被测声源能从测试地点移开,标准声源放置在反射面上,除手持机械工具外,不考虑被测声源的高度。

注:如果标准声源放置在反射面上方或靠近其他反射面,则在相似的位置情况下对其校准。目前使用的方法仅仅适用于标准声源放置在一个反射面上远离其他反射面的情况(见 GB/T 4129)。

对于小型和中型声源(基准体的长度 l_1 、基准体的宽度 l_2 和基准体的高度 l_3 均小于或等于 2 m),选取一个位置;对于较大的声源或长宽之比超过 2 的声源,标准声源在地板上选取放置 4 个位置。假如被测声源在地板上的投影近似矩形,这四个位置位于矩形每边的中点。将每个传声器位置上 4 个声源位置工作时分别测得的声压级进行均方平均,得出表面声压级的均值($\overline{L_p}$),然后计算出 L_w 。

如果被测声源不能从测试地点移开,标准声源应放置在被测声源边上或顶上一个或多个位置上。这样放置时,应事先已知标准声源相应的校准结果。

A.4 依据房间吸声法

A.4.1 环境修正值

环境修正值采用公式(A.2)计算:

$$K_2 = 10\lg[1 + 4(S/A)] \dots\dots\dots (A.2)$$

式中:

A ——房间的吸声量,单位为平方米(m^2);

S ——测量表面的面积,单位为平方米(m^2)。

环境修正值与 A/S 的对比曲线如图 A.1 所示。

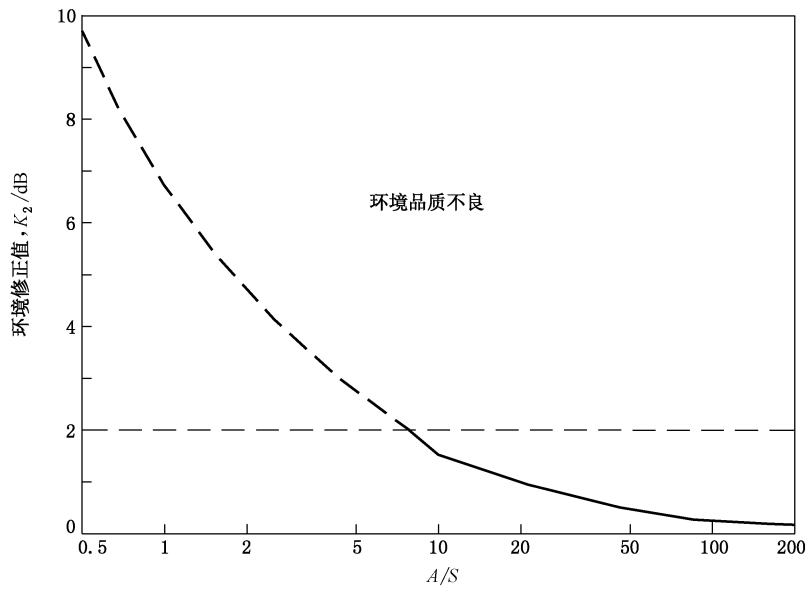


图 A.1 环境修正值(K_2)与 A/S 对比曲线

A.4.2 近似法

使用公式(A.2)计算 K_{2A} 时,采用公式(A.3)计算房间的吸声量(A):

$$A = \alpha \cdot S_V \quad \dots\dots\dots (A.3)$$

式中:

α ——表 A.1 给出的 A 计权平均吸声系数;

S_V ——测试房间边界表面的总面积(墙壁、天花板和地板),单位为平方米(m^2)。

表 A.1 平均吸声系数(α)的近似值

平均吸声系数 α	房间特征
0.05	房间几乎全空,墙壁平滑坚硬,材料为混凝土、砖、硬膏或瓷砖贴面
0.1	房间部分空,墙壁平滑
0.15	带家具的房间、矩形机器间、矩形工业厂房
0.2	带家具的不规则形状的房间,不规则形状的机器间或工业厂房
0.25	带装饰性家具的房间,天花板或墙面装有少量吸声材料的机器间或工业厂房(例如局部吸声的天花板)
0.35	房间的天花板和墙壁均装有吸声材料
0.5	房间的天花板和墙壁装有大量的吸声材料

A.4.3 混响法

在房间温度 $15\text{ }^\circ\text{C} \sim 30\text{ }^\circ\text{C}$ 条件下测量房间的混响时间,利用赛宾公式(A.4)计算房间的吸声量(A)。

$$A = 0.16(V/T) \quad \dots\dots\dots (A.4)$$

式中：

V ——测试房间体积，单位为立方米(m^3)；

T ——A 计权或频带混响时间，单位为秒(s)。

对于直接从 A 计权测量值确定 K_{2A} ，建议使用中心频率为 1 kHz 的频带混响时间。

本方法不适用于实验室性质的半消声室，经强吸声处理的房间或室外测量。

A.4.4 双表面法

本方法仅适用于长和宽分别小于天花板高度 3 倍的房间。围绕声源选择两个表面，第一个表面为测量声功率级所用的测量表面，面积为 S ；第二个表面位于测量表面外面与之几何相似并关于被测声源对称，面积为 S_2 。两个表面上的背景噪声均应满足 5.3 的要求。

第二个表面上的传声器位置要与第一个对应， S_2/S 不应小于 2，优先选择大于 4，采用公式(A.5)计算出 A/S ：

$$A/S = \frac{4(10^{0.1(\overline{L}_{p1} - \overline{L}_{p2})} - 1)}{1 - (10^{0.1(\overline{L}_{p1} - \overline{L}_{p2})} S / S_2)} \quad \text{..... (A.5)}$$

式中：

\overline{L}_{p1} —— S 上的声压级平均值，单位为分贝(dB)；

\overline{L}_{p2} —— S_2 上的声压级平均值，单位为分贝(dB)。

两个声压级均值应按 B.2.2 进行背景噪声修正。

得出 A/S 后，再采用公式(A.2)即可得到 A 计权或频带环境修正值(K_2)。

附 录 B
(规范性)
真空泵的声功率级测量

B.1 声压级测量

B.1.1 基准体

为了便于在测量表面上定位传声器位置,应设定一个基准体。设定基准体时,泵的突出部位如果不是声能量的主要辐射体,可不予考虑。

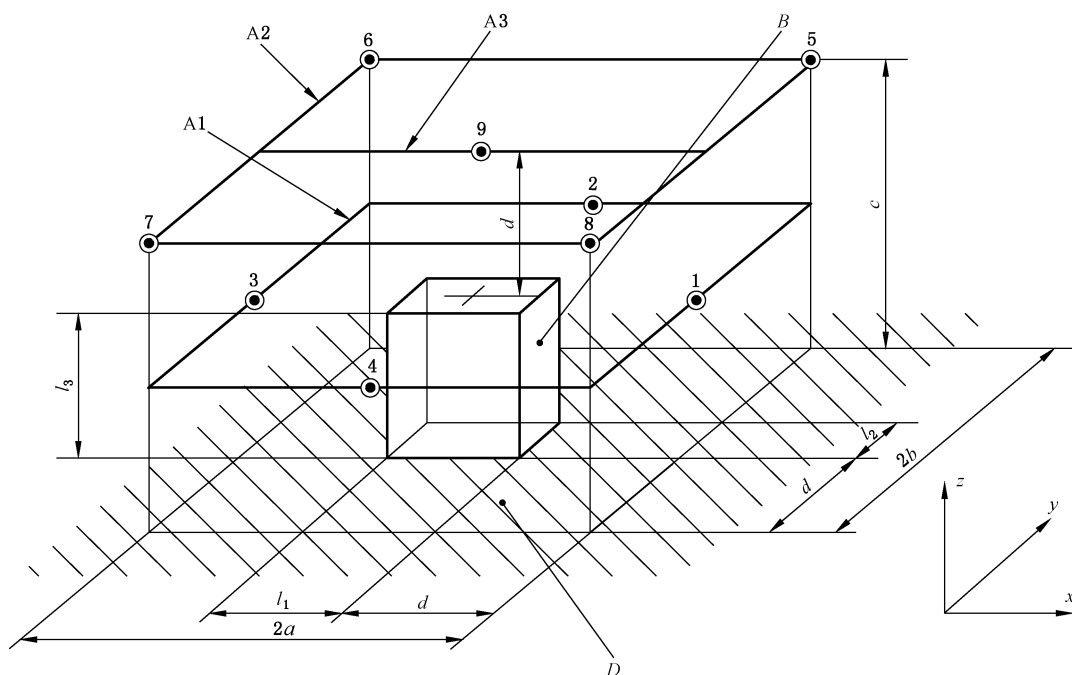
B.1.2 平行六面体测量表面传声器阵列

本文件在噪声测量时选择各边与基准体对应平行的矩形平行六面体形表面作为测量表面,基准体与测量表面之间的测量距离 d 优先选择 1 m,至少 0.25 m。

d 应选用下列数值之一(m):0.25、0.5、1、2、4、8,大型泵的测量距离应大于 1 m,在选择 d 时,首先应按附录 A 选定环境值。

传声器位置所在测量表面,是一个面积为 S ,包络被测泵,各边平行于基准体的边,与基准体的距离为 d 的一个假想表面。

平行六面体测量表面上的传声器位置如图 B.1 所示。



标引符号说明：

- A1——测量路径 1；
- A2——测量路径 2；
- A3——测量路径 3；
- B ——基准体；
- D ——反射平面；
- ——传声器位置 1~9；
- 2a ——测量面长度；
- 2b ——测量面宽度；
- c ——测量面高度；
- d ——测量表面与基准体间的距离；
- l_1 ——基准体的长度；
- l_2 ——基准体的宽度；
- l_3 ——基准体的高度。

图 B.1 平行六面体测量表面和传声器位置

图 B.1 中指出了 9 个关键传声器位置,表 B.1 给出了它们的坐标。

表 B.1 平行六面体测量表面上传声器位置坐标

传声器位置	x	y	z
1	a	0	$c/2$
2	0	b	$c/2$
3	$-a$	0	$c/2$
4	0	$-b$	$c/2$
5	a	b	c

表 B.1 平行六面体测量表面上传声器位置坐标 (续)

传声器位置	x	y	z
6	$-a$	b	c
7	$-a$	$-b$	c
8	a	$-b$	c
9	0	0	c

根据图 B.1, 测量表面的面积(S)由公式(B.1)给出:

$$S = 4(ab + ac + bc) \dots\dots\dots (B.1)$$

$$a = 0,5 l_1 + d$$

$$b = 0,5 l_2 + d$$

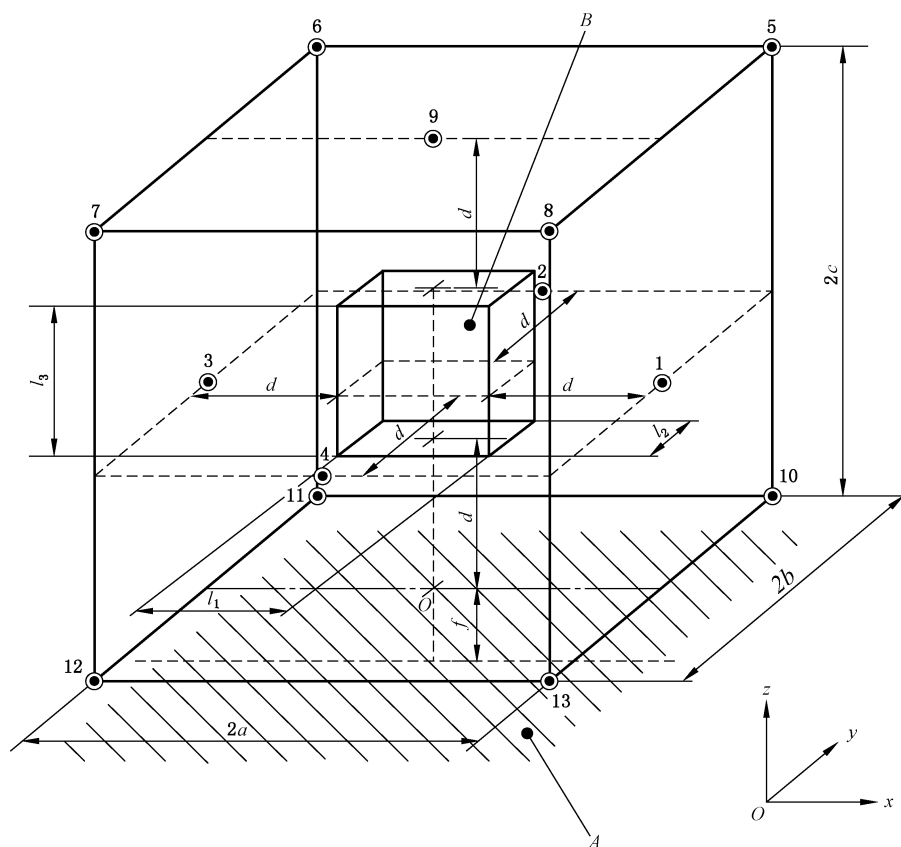
$$c = l_3 + d$$

B.1.3 全矩形平行六面体测量表面传声器阵列

表 B.2 和图 B.2 给出了全矩形平行六面体测量表面传声器位置。表 B.2 给出了原点为 O 的传声器位置的坐标。

表 B.2 全矩形平行六面体测量表面上传声器位置坐标

传声器位置	x	y	z
1	a	0	c
2	0	b	c
3	$-a$	0	c
4	0	$-b$	c
5	a	b	$2c$
6	$-a$	b	$2c$
7	$-a$	$-b$	$2c$
8	a	$-b$	$2c$
9	0	0	$2c$
10	a	b	0
11	$-a$	b	0
12	$-a$	$-b$	0
13	a	$-b$	0



标引符号说明：

- —— 传声器位置 1~13；
- O —— 坐标原点；
- A —— 反射面；
- B —— 基准体；
- 2a —— 测量表面长度；
- 2b —— 测量表面宽度；
- 2c —— 测量表面高度；
- d —— 测量距离；
- f —— 测量表面的底面与地面之间距离(≥ 0.5 m)；
- l_1 —— 基准体长度；
- l_2 —— 基准体宽度；
- l_3 —— 基准体高度。

图 B.2 全矩形平行六面体测量表面与传声器位置

根据图 B.2, 测量表面的面积(S)由公式(B.2)给出：

$$\begin{aligned}
 S &= 8(ab + ac + bc) && \dots\dots\dots (B.2) \\
 a &= 0.5 l_1 + d \\
 b &= 0.5 l_2 + d \\
 c &= l_3 + d
 \end{aligned}$$

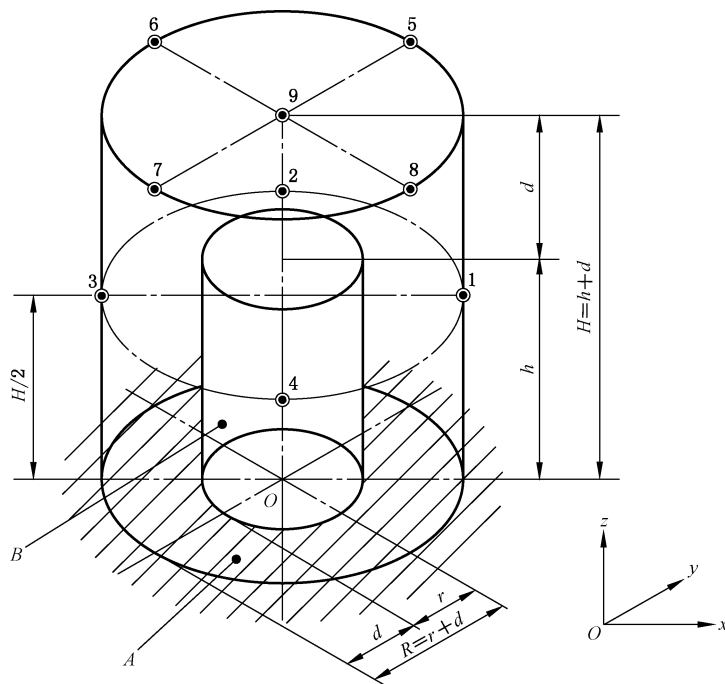
B.1.4 圆柱体测量表面传声器阵列

表 B.3 和图 B.3 给出了圆柱体测量表面传声器位置。表 B.3 给出了原点为 O 的传声器位置的

坐标。

表 B.3 圆柱体测量表面传声器位置坐标

传声器位置	x	y	z
1	R	0	$H/2$
2	0	R	$H/2$
3	$-R$	0	$H/2$
4	0	$-R$	$H/2$
5	0	0	H
6	$0.707R$	$0.707R$	H
7	$-0.707R$	$0.707R$	H
8	$-0.707R$	$-0.707R$	H
9	$0.707R$	$-0.707R$	H



标引序号说明：

- 传声器位置 1~9；
- O——坐标原点；
- A——反射面；
- B——基准体；
- R ——测量表面半径；
- H ——测量表面高度；
- d ——测量距离；
- r ——基准体半径；
- h ——基准体高度。

图 B.3 圆柱体测量表面与传声器位置

根据图 B.3, 测量表面的面积(S)由公式(B.3)给出:

$$\begin{aligned} S &= 2\pi RH + \pi R^2 && \dots\dots\dots (B.3) \\ R &= r + d \\ H &= h + d \end{aligned}$$

B.1.5 减少传声器位置

对于噪声辐射图呈对称性的泵, 如经调查表明传声器位置数减少后测得的表面声压级, 与按 B.1.2、B.1.3 和 B.1.4 中用全部传声器位置测得的结果相差不超过 ± 0.5 dB, 则传声器位置数可减少。

注: 为了安全起见, 泵顶部的测点能省略。

B.1.6 测量

B.1.6.1 环境条件

环境条件对测量传声器有影响时(例如强电、磁场、风、高温或低温), 宜选择或定位传声器加以避免。应注意测量仪器使用说明书中注明的不利环境条件。

B.1.6.2 测量方法

在泵工作的典型周期上观察时间平均声压级, 在测试的频率范围内, 于每个传声器位置上读取时间平均声压级。

注 1: 测量用的传声器正对被测泵。当泵辐射稳态噪声后, 用声级计的“慢”时间计权特性逐点进行测量。声级计读数在观察周期内波动幅度小于 ± 1 dB 时, 声压级的读数取其平均值(对偶然出现的过大值或过小值不予考虑)。

注 2: 如有规定, 能测量有关频带。

测量以下量值:

- a) 被测泵工作期间, 测得的 A 计权发射声压级或频带声压级(L'_{pA});
- b) 背景噪声的 A 计权发射声压级或频带声压级(L''_{pA})。

对中心频率 160 Hz 及其以下的频带, 观察周期至少 30 s, 对中心频率 200 Hz 及其以上的频带, 观察周期至少 10 s。

B.2 表面声压级和声功率级的计算

B.2.1 测量表面平均声压级的计算

测量表面平均 A 计权声压级和测量表面平均背景噪声 A 计权声压级用公式(B.4)和公式(B.5)计算:

$$\overline{L'_{pA}} = 10 \lg \left[\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{0.1L'_{pAi}} \right] \quad \dots\dots\dots (B.4)$$

$$\overline{L''_{pA}} = 10 \lg \left[\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{0.1L''_{pAi}} \right] \quad \dots\dots\dots (B.5)$$

式中:

$\overline{L'_{pA}}$ —— 被测泵工作期间的测量表面 A 计权平均声压级, 单位为分贝(dB);

L'_{pAi} —— 在第 i 个传声器位置上测得的 A 计权声压级, 单位为分贝(dB);

$\overline{L''_{pA}}$ —— 测量表面背景噪声 A 计权平均声压级, 单位为分贝(dB);

L''_{pAi} —— 在第 i 个传声器位置上测得的背景噪声 A 计权声压级, 单位为分贝(dB);

N —— 传声器位置数目。

注：公式(B.4)和公式(B.5)的平均方法基于测量表面上传声器位置均匀分布这一前提。

B.2.2 背景噪声修正

使用公式(B.6)计算背景噪声修正值(K_{1A})：

$$K_{1A} = -10\lg(1 - 10^{-0.1\Delta L_A}) \dots\dots\dots (B.6)$$

式中， ΔL_A 等于 $\overline{L'_{pA}} - \overline{L''_{pA}}$ 。

若 ΔL_A 大于或等于 6 dB，按本文件测量的数值有效。 ΔL_A 大于 10 dB 时，不用修正，当 ΔL_A 在 6 dB~10 dB 之间时，应按照公式(B.6)加以修正。测量所能增加的修正值最大为 1.3 dB。如果 6 dB 的标准不能满足，测量结果的准确度就会降低。但也可记录这样的测量结果，作为确定被测泵上限声功率级的参考值。编制报告时，在报告的正文和结果的图表中应详细说明背景噪声不合格。

B.2.3 测试环境修正值

环境修正值(K_{2A})按附录 A 给出的方法之一测量。当 K_{2A} 小于或等于 2 dB 时，则按本文件测量的数值有效。

注：如果 K_{2A} 大于 2 dB，无法满足环境条件，测量结果准确度则降低。但本文件给出的方法仍可使用，只是在报告结果时，参考本文件的做法环境修正取最大值 2 dB，并说明实际声功率级小于或等于这个测量结果。

B.2.4 A 计权表面声压级平均值的计算

A 计权表面声压级平均值($\overline{L_{pA}}$)按公式(B.7)计算：

$$\overline{L_{pA}} = \overline{L'_{pA}} - K_{1A} - K_{2A} \dots\dots\dots (B.7)$$

B.2.5 A 计权声功率级的计算

A 计权声功率级(L_{WA})按公式(B.8)计算：

$$L_{WA} = \overline{L_{pA}} + 10\lg(S_m / S_0) \dots\dots\dots (B.8)$$

式中：

$\overline{L_{pA}}$ ——A 计权表面声压级平均值，单位为分贝 (dB)；

S_m —— 测量表面上的总测量面积，单位为平方米 (m²)；

S_0 —— 1 m²。

附 录 C
(资料性)
噪声测试报告样例

C.1 声功率级测试报告

表 C.1 给出了真空泵噪声的声功率级测试报告格式和报告内容的样例。

表 C.1 真空泵噪声的声功率级测试报告样例

1.真空泵的说明							
产品型号		制造厂		出厂编号		出厂日期	
极限压力	Pa	抽气速率	L/s	配套功率	kW	转速	r/min
2.测试过程中泵的运行情况							
转速		r/min		负载情况:			
工作压力		Pa					
3.声学环境							
大气压力	Pa	环境温度	℃	相对湿度	%		
反射平面的组成和尺寸:							
备注:(包括天气状况)							
4.使用仪器							
仪器名称		型号	检定单位	检定日期	备注		
5.测试方案							
示意图显示传声器的位置、排气方向、被测泵附近的大型物件的方向和距离:							

表 C.1 真空泵噪声的声功率级测试报告样例（续）

6.声学数据			
传声器位置	泵的噪声声压级 dB	背景噪声声压级 dB	标准声源噪声声压级 dB
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
N			
平均声压级			
测量表面上的总测量面积(S_m)			m^2
A 计权情况下的背景噪声修正值(K_{1A})			dB
A 计权情况下的环境修正值(K_{2A})			dB
A 计权表面声压级平均值 $\overline{L_{pA}} = \overline{L'_{pA}} - K_{1A} - K_{2A}$			dB
A 计权声功率级 $L_{wA} = \overline{L_{pA}} + 10\lg\left(\frac{S_m}{S_0}\right)$, $S_0 = 1 m^2$			dB
工作位置上的 A 计权发射声压级, $L_{pWSA} = L_{wA} - 10\lg\left(\frac{S_{ws}}{S_0}\right)$ S_{ws} 如 9.2 中所定义, $S_0 = 1 m^2$			dB
备注:			
报告人:	日期:	批准人:	日期:
<p>注 1: 按照公式(B.6)计算背景噪声修正值(K_{1A}),通过$\overline{L'_{pA}}$和$\overline{L''_{pA}}$测量。</p> <p>注 2: 按附录 A 中的方法计算环境修正值(K_{2A})。</p>			

C.2 泵的声功率级无法测量时声压级测试报告

表 C.2 给出了真空泵的声功率级无法测量时,声压级测试报告格式和报告内容的样例。

表 C.2 真空泵噪声的声压级测试报告样例

1.真空泵的说明							
产品型号		制造厂		出厂编号		出厂日期	
极限压力	Pa	抽气速率	L/s	配套功率	kW	转速	r/min
2.测试过程中泵的运行情况							
转速		r/min		负载情况:			
工作压力		Pa					
3.声学环境							
大气压力	Pa	室温	℃	相对湿度	%		
反射平面的组成和尺寸:							
备注:(包括天气状况)							
4.使用仪器							
仪器名称		型号	检定单位	检定日期	备注		
5.测试方案							
示意图显示传声器的位置、排气方向、被测泵附近的大型物件的方向和距离:							
							

表 C.2 真空泵噪声的声压级测试报告样例 (续)

6.声学数据			
传声器位置	泵的噪声声压级 dB		背景噪声声压级 dB
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
N			
平均声压级			
A 计权情况下的背景噪声修正值(K_{1A})			dB
A 计权情况下的环境修正值(K_{2A})			dB
工作位置上的 A 计权发射声压级 $L_{pWSA} = \overline{L'_{pA}} - K_{1A}$			dB
备注:			
报告人:	日期:	批准人:	日期:
<p>注 1: 按照公式(B.6)计算背景噪声修正值(K_{1A}),通过$\overline{L'_{pA}}$和$\overline{L'_{pA}}$测量。</p> <p>注 2: 按附录 A 中的某种方法计算环境修正值(K_{2A}),K_{2A}小于或等于 2 dB。</p> <p>注 3: 在泵的四周,沿着距泵 1 m、距地面 1.6 m 高处进行全部测量。</p>			

附录 D
(资料性)
泵的噪声发射值标示列表

噪声发射标示值由生产厂商或产品供应商在其技术文件或其他提到噪声发射值的文献中给出。双值噪声发射标示值为噪声发射标示中给出的噪声发射值(L)和其相关的不确定度(K)。

示例：A 计权声功率级(L_{WA})和不确定度(K_{WA})，以及 A 计权发射声压级(L_{pA})和不确定度(K_{pA})。

表 D.1 给出了真空泵双值噪声发射值标示的列表。

表 D.1 真空泵双值噪声发射值标示列表

真空泵的说明							
产品型号		制造厂		出厂编号		出厂日期	
基础压力	Pa	抽气速率	L/s	配套功率	kW	转速	r/min
大气压力	Pa	环境温度		℃	相对湿度		%
测试过程中泵的运行情况							
转速		r/min		负载情况：			
工作压力		Pa					
双值噪声发射标示值							
被测泵的 A 计权声功率级(L_{WA}) (基准值为 10^{-12} W)					dB		
不确定度(K_{WA})					dB		
A 计权发射声压级(L_{pA}) (基准值为 $20 \mu\text{Pa}$)					dB		
不确定度(K_{pA})					dB		
备注：(包括天气状况)							
注：噪声发射测量值和其相关的不确定度值之和，表示在测量中可能出现的测量值的范围上限。							

参 考 文 献

- [1] GB/T 3102.7 声学的量和单位
- [2] GB/T 3767 声学 声压法测定噪声源声功率级和声能量级 反射面上方近似自由场的工程法
- [3] GB/T 3768 声学 声压法测定噪音源声功率级与声能量级 采用反射面上方包络测量面的简易法
- [4] GB/T 3947 声学名词术语
- [5] GB/T 6881.2 声学 声压法测定噪声源声功率级和声能量级 混响场内小型可移动声源工程法 硬壁测试室比较法
- [6] GB/T 6881.3 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
- [7] GB/T 14367 声学 噪声源声功率级的测定 基础标准使用指南
- [8] GB/T 16538 声学 声压法测定噪声源声功率级 现场比较法
- [9] ISO 11201 Acoustics—Noise emitted by machinery and equipment—Determination of emission sound pressure levels at a work station and at other specified positions in an essentially free field over a reflecting plane with negligible environmental corrections
- [10] ISO/TR 25417 Acoustics—Definitions of basic quantities and terms
- [11] ISO 80000-8 Quantities and units—Part 8:Acoustics
- [12] DAVIES, R. S. Equation for the determination of the density of moist air. *Metrologia* 1992, 29:67-70.
- [13] CRAMER, O. The variation of the specific heat and the speed of sound in air with temperature, humidity and CO₂ concentration. *J. Acoust. Soc. Am.* 1993, 93:2510-2516.
- [14] HÜBNER, G. Accuracy consideration on the meteorological correction for a normalized sound power level. In: *Proceedings Inter Noise 2000, Nice, 2000.*
-



