

9713694



中华人民共和国国家标准

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

Acoustics—Determination of sound power levels of
noise sources using vibration velocity—
Measurement for seal machinery



1996-09-13 发布

1997-03-01 实施

国家技术监督局 发布

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
声学 振速法测定噪声源声功率级
用于封闭机器的测量

GB/T 16539—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 26千字
1997年7月第一版 1997年7月第一次印刷
印数 1—600

*

书号: 155066 · 1-13922 定价 12.00 元

*

标 目 313—29

前 言

本标准是在我国相应工作基础上,并参考了 ISO/TR 7849—1987《用测振法确定机器辐射的空气噪声》文件编制的。

在 1979 年该国际标准草案第一稿提出之前,我国已对该项技术进行了研究,经十多年的研究和应用表明我国在应用技术和标准化方面有较大发展,工业生产也迫切需要这方面的技术能早日以标准的形式推广应用,所以及时制订本国家标准,以适应我国经济技术发展和工业生产的需要,是很必要的。

影响此项技术标准化的因素主要有四方面,一是作为标准,该方法的应用范围尚须进一步明确;二是实际应用中,同类机器辐射指数曲线标准化的问题;三是用一般仪器测试的复杂性;四是对测试方法精度的认识。对这些问题我国均已得到较好的解决,经过大量的试验及计算分析得到了一些机器(如电机、电器、电冰箱等)辐射指数的标准化曲线;同时,我国还研制了带有这些标准化曲线计权网络及 A 计权的振动噪声检测仪,使测振法测试更为简便实用。在此基础上经过大量实验验证,证明了此方法的工程精度;同时限定了此方法仅适用于对封闭机器的测试。从而推动了本标准的制订。这些方面也反映了本标准对 ISO/TR 7849—87 的改进。

本标准的附录 A、附录 B、附录 C、附录 D、附录 E、附录 F 均为标准的附录。

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:机械部上海电器科学研究所、中国航空工业总公司上海航空测控技术研究所。

本标准主要起草人:陈业绍、穆景坤。

目 次

前言	Ⅲ
1 范围	1
2 引用标准	1
3 总则	2
4 定义	2
5 测试仪器	3
6 安装及工况	4
7 振动测量面上振动速度的测定	4
8 计算	5
9 记录资料	7
附录 A(标准的附录) 传感器的使用	9
附录 B(标准的附录) 传感器影响的修正	10
附录 C(标准的附录) 由倍频程或 1/3 倍频程频带功率级计算 A 计权声功率级的方法	11
附录 D(标准的附录) 确定辐射指数 $10 \lg \sigma$ 的方法	11
附录 E(标准的附录) 测试频带的推荐	12
附录 F(标准的附录) 由振动加速度级确定振动速度级	12

中华人民共和国国家标准

声学 振速法测定噪声源声功率级
用于封闭机器的测量

GB/T 16539—1996

Acoustics—Determination of sound power levels of
noise sources using vibration velocity—
Measurement for seal machinery

1 范围

本标准规定了用测量表面振动来确定机器表面振动所辐射的空气声功率的测量方法。此方法特别适用于那些由于背景噪声很高或其他环境影响较大而不可能按 GB 3767, GB 3768, GB 6881, GB 6882, GB 10069 等用声压法测定机器噪声的基础标准或专业标准规定直接正确测定空气噪声的场合。

本标准仅适用于由封闭固体结构表面振动辐射噪声的情况,而不适用于由空气动力产生噪声的情况。本标准所规定的方法主要适用于稳态声源。

计算辐射系数的导则由附录 D 给出。推荐频段的选择由附录 E 给出。

本标准所规定的程序,可以通过测量表面各部分的振动来确定整个机器结构振动辐射的声功率。

本标准测定 A 计权声功率级结果的准确度为 2 级,其测量方法的不确定度不大于 2 dB。对于声辐射指数未知而采用理论值进行测量时,其测定结果的准确度至少应达到 3 级,否则不宜采用本标准的方法。

2 引用标准

下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成为本标准的条文,本标准出版时,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本标准最新版本的可能性。

GB 3238—82 声学量的级及其基准值

GB 3240—82 声学测量中的常用频率(neq ISO 266:1975)

GB 3241—82 声和振动分析用的 1/1 和 1/3 倍频程滤波器(neq IEC 225:1966)

GB 3767—1996 声学 声压法测定噪声源声功率级 反射面上方近似自由场的工程法(eqv ISO 3744—1994)

GB 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

GB 6881—86 声学 噪声源声功率级的测定 混响室精密法和工程法(neq ISO 3741:1975, neq ISO 3742:1975, neq ISO 3743:1976)

GB 6882—86 声学 噪声源声功率级的测定 消声室和半消声室精密法(neq ISO 3745:1977)

GB 10069.1—88 旋转电机噪声测定方法及限值 噪声工程测定方法

3 总则

本标准适合于在下列情况下确定机器表面振动所辐射的空气噪声：

——当背景噪声(例如其他机器的噪声或房间各面的反射声)比被测机器直接辐射的噪声还要高时；

——当需要将结构噪声与空气动力噪声分离开时(也就是说在新的声强测试技术不便于应用的那些场合)；

——当需要确定整个声源的结构噪声是来自机器的结构噪声还是来自机组的另一部分时；

——当需要确定机器负载时的噪声又要排除被拖动负载及其他噪声影响时。

本标准提出的试验程序,特别适用于机器的外表形状比较简单的声源。

对于相关性很好的一些简单声源(零阶振源或点振源)则更容易处理。可以按理想化的结构(如球、平板、圆柱体)用相应的理论处理。

对于大多数机器,其振动速度的分布取决于相应频率振动模态、机器结构特性和激励力等因素,而其辐射因数不仅与上述诸因数有关而且还与辐射面尺寸、相关频率声波在空气中的波长有关。所以,通常用实验的方法来求取同种类型机器的辐射因数,本标准也给出有关实验程序。

通常,对辐射因数大于一的情况就粗略地假定辐射系数为一。

4 定义

本标准采用下列定义。

4.1 结构声 structure-borne sound

通过机器固体结构传递在可听声频率范围的振动。它可以由固体结构表面的振动速度或振动加速度来表征。

4.2 封闭机器 seal machine

是指机械结构振动噪声主要通过封闭于机器外表面辐射的那类机器设备。

4.3 振动速度 vibratory velocity

位移的时间变化率的矢量。其振动速度的均方根值(r. m. s)用符号 V 表示,单位为米每秒, m/s。

注: 振动位移是振动速度对时间的积分,频率为 f 时,正弦振动位移有效值(r. m. s) D 由下式计算:

$$D = \frac{V}{2\pi f}$$

振动加速度是振动速度对时间的微分,频率为 f 时,正弦振动加速度有效值(r. m. s) A 由下式计算:

$$A = 2\pi f V$$

4.4 振动速度级 L_v vibratory velocity level, L_v

速度与基准速度之比的以 10 为底的对数乘以 20,单位为贝[尔],B。但通常用 dB 为单位,以分贝(dB)为单位的速度级由式(1)表示:

$$L_v = 10 \lg \frac{V^2}{V_0^2} \dots\dots\dots (1)$$

式中: V ——在有效频带范围内振动速度有效值;

V_0 ——基准速度,一般等于 10^{-9} m/s (=1 nm/s)。

注

1 空气声和结构声基准速度 V_0 的性质同空气中平面波的声强级,声压级和振动速度级的性质一样,其量值几乎相等。所以本标准通常采用 $V_0 = 5 \times 10^{-8}$ m/s。

2 上面公式中列出的 V_0 值为 GB 3238 的基准值;使用中应注意对不同基准值会得到不同的速度级,所以实际应用中必须指明基准速度。

4.5 辐射因数 σ radiation factor, σ

表示声辐射效率的因数,由式(2)计算:

$$\sigma = \frac{p_s}{\rho c S_s \bar{V}^2} \dots\dots\dots (2)$$

式中: p_s ——机器振动面辐射的声功率, W;

S_s ——振动表面面积(见 3.8 条), m^2 ;

ρc ——空气声阻抗(ρ :空气平均密度, c :空气声速), $Pa \cdot s/m$;

$\bar{V}^2$ —— S_s 面上振动速度有效值的平方均值, mm/s 。

$\sigma, p_s, \bar{V}^2$ 是在同一时期的三个量。

4.6 辐射指数 radiation index

用 $10 \lg \sigma$ 来表示。

4.7 空气声功率级 L_w airborne sound power level, L_w

给出的声功率与参考声功率之比,取以 10 为底对数的 10 倍。有时按指定的频率宽度表示,例如倍频程声功率级, 1/3 倍频程声功率级等。空气声功率级以分贝为单位表示(参考声功率: 1 pW)。对于机器表面规定部分的空气声功率级 L_{ws} 由式(3)给出:

$$L_{ws} = 10 \lg \frac{p_s}{p_0} \dots\dots\dots (3)$$

式中: p_s ——相关机器表面辐射的声功率, W;

p_0 ——基准声功率($=10^{-12}W=1 \text{ pW}$), W。

4.8 振动测量面 vibration measurement surface

测量位置分布所需而假定的表面或部分表面。其面积用符号 S_s 表示。

4.9 附加结构振动速度级 extraneous structure-borne velocity level

当机器没有工作或其他无关的振源影响时,所测定到的振动速度级。附加结构声是由被测机器之外的其他结构产生的,如由联结的耦合机组产生的。

4.10 零阶球源 spherical source of zero order

在整个外表面上按同一相位相同幅值进行的球形振动。

5 测试仪器

5.1 概述

本标准对测试仪器及其所用传感器作了规定,大多数情况下适于用轻便的加速度计,当然特殊情况用其他类型的仪器和测试技术也是需要的。(例如非接触传感器,激光多普勒测试方法等)。

5.2 振动传感器

振动传感器应能装在振动表面上。

作为宽频率范围的振动测量,优先采用压电加速度计。在特殊场合选用传感器时,应按环境条件的要求选择传感器的参数。

采用加速度计时,其频响的平直部分应与测量频率范围一致。加速度计的上限频率应设置在加速度计的 1/3 谐振频率处。

只要灵敏度足够,应尽可能采用轻的加速度计,使传感器的动态质量远小于附着点结构的动态质量[对于平板应为 $0.2 \rho_s c_L h^2 / f$, 见公式 B2]。

5.3 测量放大器

由传感器产生的信号应经过电荷放大器、积分器、放大器、滤波并指示出有效值。结构噪声测量用的仪器还应采用符合标准要求并带有 A 计权及辐射指数计权网络的测振仪。该仪器应有分贝值的指示,其精度应符合 GB 3785 标准规定的 0 型或 1 型声级计精度的要求。

5.4 滤波器

用于结构噪声测量测振仪的滤波器,除一般测振仪必备的高低通滤波器外,还应备有下列滤波器:

——应备有符合 GB 3241 标准要求的带通滤波器;

——符合 GB 3785 标准 1 型精度要求的 A 计权网络;

——若有可能,最好有符合被测机器辐射指数 $10 \lg \sigma$ 曲线的计权网络滤波器。这些辐射指数曲线应作为标准化的曲线订于相应机器的有关测试方法标准中。

5.5 校检

备有一般带通滤波器的测振仪应每年在计量部门检验。

备有辐射指数计权网络的振动噪声检测仪,应在指定的专业计量检测部门每年检验一次。

6 安装及工况

6.1 大多数情况下,声功率的辐射取决于安装和工况两种因素,通常按 6.2 和 6.3 条考虑。但对于有相应空气声测量规程的机器则应按其规程的规定进行。

6.2 对机器的说明

如果机器的部件或辅助设备都有声辐射,则应规定测试时辅助设备的运行状态。

对附加结构声源应予以说明。

注:本标准规定的规程若不能直接测定附加结构噪声时,必要时可以对联结系统的振动频谱进行比较或进行相关测量。

6.3 安装

机器的安装尽可能按最终实际使用的情况安装,如果机器的结构表面覆盖了非结构材料(如隔声材料),则传感器应安装在非结构材料的表面上(见附录 B)。

6.4 运行状态

机器应在能代表正常使用的状态下运行。下列运行状态的一种或多种是合适的(见 6.1 条):

- a) 机器处于额定负载或额定运行状态下;
- b) 如果与 a) 有区别的话,机器处于满负荷状态下;
- c) 机器处于空载(空转);
- d) 机器运行在声辐射最大的正常使用状态下;
- e) 机器带模拟负载,在规定状态下运行。

7 振动测量面上振动速度的测定

7.1 7.2 到 7.8 条的规定属于一般性质的规程,对于有相应机器的专业测试规程,则可采用一些特殊的规定。

注:测试结果的精度很大程度取决于测点的分布和数量以及振动测量面上振动速度的分布;当个别带宽有很强的单音调成分时,该方法的不确定度可能会增大。

7.2 振动测试面

7.2.1 合适的测量面应按 7.2.2 到 7.2.4 条规定的准则来选择。

注:当选择测试面时应考虑任何初始测试的结果(7.2.4)和辐射面积的组成(例如有加强构件)。

7.2.2 相同结构的机器

如果机器具备相同的结构并且几何对称,其激励力也是均匀对称的,那么,初始测试的结果已证明所有单元结构在任何频段的相应平均速度级都是等效的,这样就可以在单一结构上进行测试。

7.2.3 测点均匀分布

将振动测量面划分成 N 个面积相等为 S_0/N 的部分,测点则配置于每个部分面的中心。

7.2.4 测点不均匀分布

如果从初始结果中已知振动测试面的某些部分比其他部分的振动更强烈,则应在较强的那部分上

更密集地配置测点。

在此情况下,各测点 i 则代表该部分面积 S_{si} 。

7.3 测点数

振动测量面上初始测点数的选择应按表 1 进行。

表 1 初始测点数

振动测量面面积 S_s, m^2	测点数
$S_s \leq 1$	10
$1 < S_s \leq 10$	20
$S_s > 10$	$2 \frac{S_s}{S_0} S_0 = 1 \text{ m}^2$

如果在任何频段内,测得的以分贝计的 highest 和 lowest 振动速度级之差大于表 1 给出的测点数,则必须增加测点数。此外相应频带中有显著的纯音成分存在时,也应增加测点。

测点数应成倍地增加直到振动速度级的平均值 $\bar{L}_v$ (见 8.2 条) 的偏差控制在 1 dB 范围内为止。

7.4 环境条件

测试设备应按生产厂的说明书考虑环境条件(见 5.2 条)来选择。用与阻抗变换器在一体的传感器,可以降低电缆的影响。

7.5 测试程序

在规定的运行条件下,各测点在规定的频率范围内按频带测定振动速度级 L_v' 。振动速度级 L_v' 可按附录 F 由加速度级 L_a' 来计算或由加速度信号直接积分而得(见 5.4)这可以避免计算。

注:如仅确定 A 计权振动速度级,则应积分。

对于有辐射指数计权和 A 计权的振动噪声检测仪,则可直接测定各测点的计权噪声级(一般用计权速度级 L_{vi})。

测量时间的选择应适合于结构辐射声的特征和信号处理技术。

例如,对于稳态声,在中心频率 200 Hz 及以上时,其测量时间至少 10 s;对于随时间变化的声音,则应在规定运行方式下能确切反映机器噪声变化的测量来选择测量时间。

如果初始测量表明个别点的附加结构噪声的振动速度级(或加速度级,见附录 E)与机器运行时的噪声级之差少于 10 dB,则应用适当的方法(见 6.2 的注)进行修正(见 8.1)。

7.6 传感器的安装

传感器的安装应尽可能地做到在有效频率范围内精确地反映测量面上测点的真实振动速度。传感器的振动轴线应按 ISO 5348 的规定,垂直于振动表面。推荐的安装方法见附录 A。

7.7 传感器质量的影响

特别推荐用轻的传感器(见 5.2),若不具备这样的传感器,则对均匀结构(平板、圆柱体)可按附录 B 进行修正;对其他结构,这个修正的精度尚不明确。

7.8 辐射因数的确定

机器的辐射因数应按附录 D 推荐的方法测定,或按 8.3.2 条进行计算。

8 计算

8.1 附加(外界)结构声的修正

所测声级应按表 2 进行附加(外界)结构噪声的修正。

表 2 附加结构噪声修正

dB

机器运行时振动速度(加速度)级与附加结构声级之差	3	4	5	6	7	8	9	10
从振动速度(加速度)级减去的修正系数 K_i	3	2	2	1	1	1	1	0

8.2 振动测试面上振动速度级平均值的确定

按 7.5 条测定的振动速度级,由式(4)计算(若有必要还应按 8.1 条及附录 B 在每个频段内进行修正)各测点 $i=1, \dots, N$ 的速度级:

$$L_{Vi} = L_{Vi}' - K_{li} + K_{mi} \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中: L_{Vi}' ——未修正的实测振动速度级;

K_{li} ——附加结构修正因数;

K_{mi} ——传感器质量修正因数(见附录 B)。

振动测量面 S_s 上的平均分贝值 $\bar{L}_v$ 可以按式(5)和式(6)中适合的一个公式计算:

a) 按 7.2.3 条均匀分布测点

$$\bar{L}_v = 10 \lg \left[\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{0.1 L_{Vi}} \right] \quad \dots\dots\dots (5)$$

b) 按 7.2.4 条不均匀分布测点

$$\bar{L}_v = 10 \lg \left[\frac{1}{S_s} \sum_{i=1}^N S_{si} 10^{0.1 L_{Vi}} \right] \quad \dots\dots\dots (6)$$

8.3 结构声辐射引起的空气声功率级计算

8.3.1 基本概念

根据 8.2 条计算的 $\bar{L}_v$ 数值按式(7)(由(2)及(3)式推导出来的)计算声功率级 L_{ws} 分贝值:

$$L_{ws} = \bar{L}_v + \left[10 \lg \frac{S_s}{S_0} + 10 \lg \sigma + 10 \lg \frac{\rho C}{(\rho C)_0} \right] \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中: $\bar{L}_v$ ——测量面上的速度级均值(基准速度 50 mm/s)dB,按 8.2 条计算;

S_s ——相应测量面面积, m^2 ;

σ ——辐射因数;

ρC ——空气特性阻抗;

$S_0 = 1m^2$;

$(\rho C)_0 = 400 \text{ N} \cdot \text{s/m}$ (即空气在 20℃,气压为 105 Pa 时的阻抗)。

若需要 A 计权空气声功率级则应按附录 C 从频带声功率级来计算。

对辐射指数已确定的机器,若用带相应辐射指数及 A 计权的振动噪声检测仪测定,则式(7)应改为:

$$L_{ws} = \bar{L}_v + 10 \lg \frac{S_s}{S_0} + 10 \lg \frac{\rho C}{(\rho C)_0} \quad \dots\dots\dots (8)$$

8.3.2 辐射指数 $10 \lg \sigma$ 的测取

如果辐射指数是按附录 D 对相应频带测量求得的,则该频带的空气声功率级应按式(7)确定。如果辐射指数已做在仪器上,则空气声功率级应按式(11)计算。

8.3.3 辐射指数 $10 \lg \sigma$ 的理论计算

若被测机器可作为一种零阶振动球形声辐射模式考虑(如尺度远小于主要振动波长的小振源),则可以按图 1 或式(9)求得辐射指数:

$$10 \lg \sigma = -10 \lg \left[1 + 0.1 \frac{c^2}{(fd)^2} \right] \dots\dots\dots (9)$$

式中： f ——频率，Hz；

c ——空气中的声速，m/s；

d ——声源的特征尺寸(零阶球源的直径)，m，即 $d \approx \sqrt{S/\pi}$ 或 $d \approx \sqrt[3]{2V}$ 其中， S 为声源近似的辐射面积， V 为声源体积。

空气声功率级则按式(7)计算。

注

1. 其结果通常会高于声功率级的辐射值；
2. 其他声源的辐射指数见附录 D；
3. 对尺寸很大又不宜用此方法计算时，可以按 $\sigma=1$ 的原则处理，即用 A 计权速度级，按式(8)计算声功率级，但此结果的精度可能会不太高。

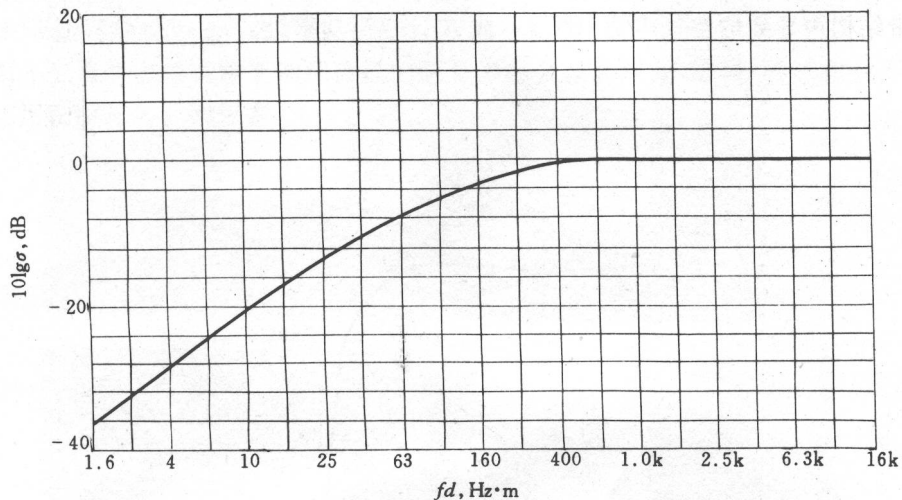


图 1 以频率 f 和特征尺寸 d 为函数的零阶球源辐射指数 $10 \lg \sigma$

9 记录资料

9.1 被测机器

应记录如下资料：

- a) 机器的说明(尺寸,辐射结构的组成单元)；
- b) 安装状态；
- c) 运行状态；
- d) 测试环境；
- e) 若有要求,在测试期间对机器不同声源的鉴别；
- f) 试验数据。

9.2 测试条件

应记录如下资料：

- a) 空气温度 $^{\circ}\text{C}$ ；
- b) 大气压 Pa。

9.3 测试设备

应记录如下资料：

- a) 测量用仪器设备,包括型号,生产厂及编号;
- b) 频率分析仪的带宽;
- c) 测试系统的频率响应;
- d) 对测试系统的校准方法,校准数据和校准方位;
- e) 传感器的安装。

9.4 声学数据

应记录如下资料:

- a) 测试面的说明,它的尺寸和测点分布(给图);
- b) 各测点的振动速度级(对各频带或 A 计权)或用振动噪声检测仪测定的计权速度级;
- c) 若需要,对附加结构声和传感器质量在各频段(或 A 计权)的修正分贝值;
- d) 各频段(或 A 计权)速度级均值 $\bar{L}_v$ 以及参考速度值;
- e) 有关的振动测试面面积 S_s ;
- f) 辐射指数 $10 \lg \sigma$ 以及推导方法(见 8.3.2 到 8.3.4);
- g) 各频带结构声导致的空气声功率级 L_{ws} 或 A 计权声功率级。

附录 A

(标准的附录)

传感器的使用

A1 传感器安装的建议

应遵守 ISO 5348 提出的一些建议。

优先采用将传感器用螺钉旋紧在振动测量面上的安装方法,但对于上限到 10 kHz 的测量,采用生产厂推荐的胶粘方法更方便,对于 10 kHz 以下,用薄层蜡粘也可以,但不适于温度较高的振动表面。

对于光滑的钢平面,在 2.5 kHz 以下也可以用磁铁,其被测的最大加速度取决于附着力以及传感器加上磁铁的质量,对常规磁铁,其对板的最大附着力是平板厚度的函数,如图 A1 所示。

如果磁铁质量为 110 g,用于 30 g 的传感器,则厚度大于 4 mm 的钢板能承受的最大允许加速度为 $1\,000\text{ m/s}^2$,有关数据应参考制造厂提供的资料。

如果振动面不光滑平整或者涂有油漆磁铁的附着力将会显著降低,这样,测试就会不可靠,将接触面弄光可能会比用粘胶花的时间更多。

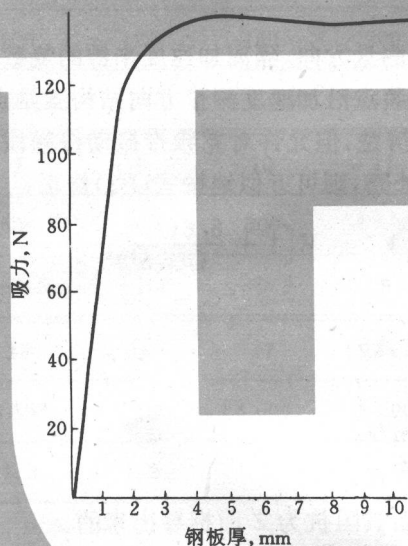


图 A1 常规磁铁最大附着力与板厚的关系

A2 传感器电缆布放的推荐方法

由于电缆部分的相对振动,将会在电路中产生附加电势,为此,应将电缆在尽可能靠近传感器的地方与机器紧固在一起。(见图 A2)

这个问题也可以用带阻抗器的传感器来解决。

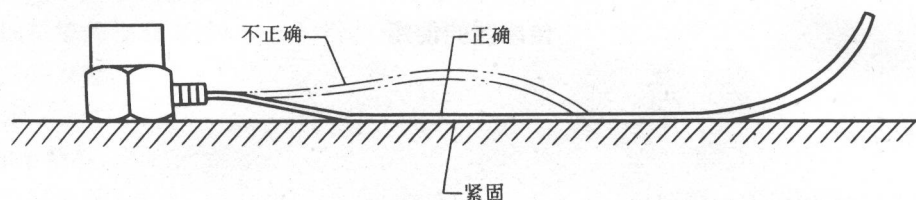


图 A2 电缆的安装

附录 B

(标准的附录)

传感器影响的修正

在频率 $\omega = (2\pi f)$ 时振动速度修正按式(B1)计算:

$$V^* = V' |1 + \underline{Z}_a / \underline{Z}| \dots\dots\dots (B1)$$

式中: V^* —— 无传感器时的振动速度;

V' —— 振动速度测量值;

$\underline{Z}_a$ —— 频率为 ω 时,沿加速度测量方向,隔离加速度来源的复数机械阻抗;

$\underline{Z}$ —— 频率为 ω 时,传感器安装点沿加速度测量方向结构激励点的复数机械阻抗。

对于 Z 的详尽变化情况一般不清楚,但允许对宽频带振动按频段测量并以单个频率修正。对于平板或曲率半径大于 c/ω 的单一曲面外壳,则可近似地按式(B2)修正:

$$V^* = V \left[1 + \frac{8 \cdot 6 (f_c m_a)^2}{(\rho_s c_L h^2)^2} \right]^{1/2} \dots\dots\dots (B2)$$

式中: f_c —— 频带中心频率, Hz;

m_a —— 传感器及其附件的质量, kg;

ρ_s —— 平板材料密度, kg/m³;

c_L —— 在平板中纵波的速度, m/s;

h —— 平板材料(壳体)的厚度, m。

式(B2)是按无限均匀平板受激后其阻抗为 Z 而推导出来的。

对测量频带宽度显著地超过最常见的谐振频率间隔平均值的情况,这种修正最精确,后者是常规结构典型密率均值的例子。对于一个平板或曲率半径很大的壳体,如果符合式(B3)则会满足这样的条件:

$$\Delta f > \frac{3 h c_L}{S} \dots\dots\dots (B3)$$

式中: Δf —— 测试频带的宽度, Hz;

S —— 平板或壳体(一个面)的表面积, m²。

对单一频率的振动或靠近加强构件边界的测点式(B2)不适用。传感器质量的修正值 K_{m1}' 可叠加到振动速度级 L_v' 上[按公式(7)],并可按式(B4)计算:

$$K_{m1}' = 20 \lg \frac{V^*}{V'} \dots\dots\dots (B4)$$

式中: V^*/V' 按需要由公式(B1)或(B2)求得。

附录 C

(标准的附录)

由倍频程或 1/3 倍频程频带功率级计算 A 计权声功率级的方法

C1 以分贝为单位的 A 计权声功率级 L_{WA} (参考声功率 1 pW) 按式 (C1) 计算:

$$L_{WA} = 10 \lg \sum_{j=1}^{j=\max} 10^{0.1(L_{Wj}+C_j)} \quad \dots\dots\dots (C1)$$

式中: L_{Wj} ——第 j 倍频程或 1/3 倍频程频带功率级, dB; $j_{\max}$ 和 C_j 分别由 C2 条和 C3 条按倍频程或 1/3 倍频程给出的数据确定。C2 按倍频程计算, $j_{\max}=7$ 的 C_j 值由表 C1 给出:表 C1 倍频程 j 数对应的 C_j 值

j	1	2	3	4	5	6	7
倍频程中心频率, Hz	125	250	500	1 000	2 000	4 000	8 000
C_j , dB	-16.1	-8.6	-3.2	0	+1.2	+1	-1.1

C3 按 1/3 倍频程计算, $j_{\max}=21$ 的 C_j 值由表 C2 给出:表 C2 1/3 倍频程 j 数对应的 C_j 值

j	1	2	3	4	5	6	7
1/3 倍频程中心频率, Hz	100	125	160	200	250	315	400
C_j , dB	-19.1	-16.1	-13.4	-10.9	-8.6	-6.6	-4.8
j	8	9	10	11	12	13	14
1/3 倍频程中心频率, Hz	500	630	800	1 000	1 250	1 600	2 000
C_j , dB	-3.2	-1.9	-0.8	0	0.6	1	1.2
j	15	16	17	18	19	20	21
1/3 倍频程中心频率, Hz	2 500	3 150	4 000	5 000	6 300	8 000	10 000
C_j , dB	1.3	1.2	1	0.5	-0.1	-1.1	-2.5

附录 D

(标准的附录)

确定辐射指数 $10 \lg \sigma$ 的方法

辐射指数 $10 \lg \sigma$ 应在 6.3 和 6.4 条规定的安装和工况条件下测定。确切地说, 应该用通频带或宽频带激励而产生的相应运行状态 (6.4) 所要求的振动。其频带声功率级的测定应在混响室或自由场中按 GB 3767, GB 6881, GB 6882, GB 10069.1, 或 ISO 9614 所规定的方法之一进行。

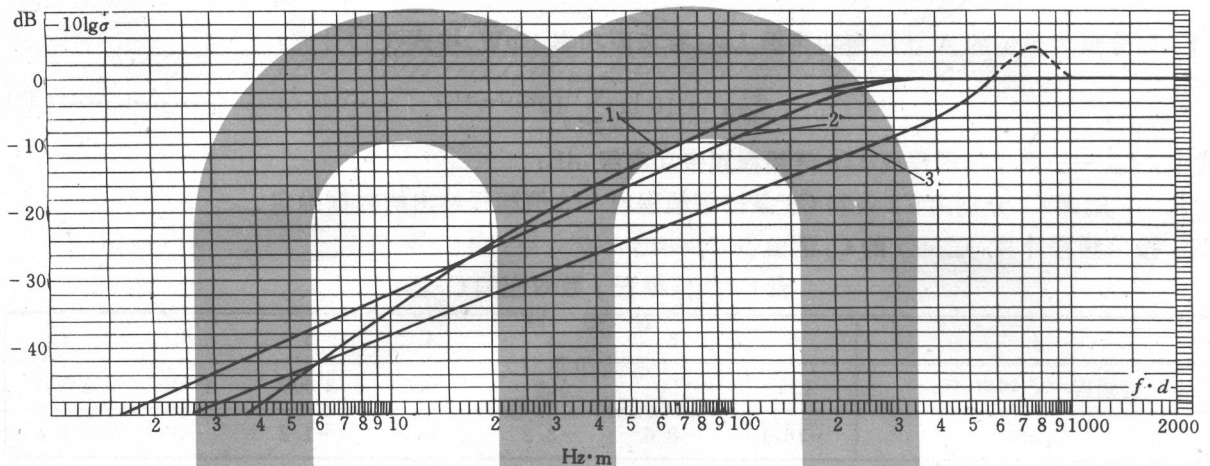
振动速度级 $\bar{L}_v$ 则按第 7 条和 8.2 条测定。

将 L_{ws} , $\bar{L}_v$ 以及 $10 \lg S_s/S_0$ 的数值 (见 8.3) 代入式 (7) 可得出相对于频率的 $10 \lg \sigma$ 曲线。

推荐用 1/3 标准带通滤波器来测定辐射指数曲线。

对一组相关机器, 如已有试验上或理论上的证明, 可以提出作为标准曲线的依据 (如图 4 所示), 则

由此曲线得出的外推值或内插值可用于 8.3.2 条的实用计算。相关类型机器的标准曲线应是经过大量试验取得的规律性曲线,试验时推荐用 1/3 倍频程滤波器来测定各频段的辐射指数实验值。将这些曲线以计权网络的形式装入测振仪后,则可用此仪器直接测定该类机器的结构噪声。



曲线 1—电机的 $10 \lg \sigma$ 曲线; 曲线 2—电器的 $10 \lg \sigma$ 曲线
曲线 3—电冰箱的 $10 \lg \sigma$ 曲线

图 D1 辐射指数标准曲线的例子

附录 E

(标准的附录)

测试频带的推荐

通常,测试频带中心频率为 125 Hz 到 8 000 Hz 之间的所有倍频程带或 100 Hz 到 10 000 Hz 之间的所有 1/3 倍频带。若某些频带的振动速度级比任一频带中测得的最高振动速度级低 50 dB 或更低,则这些频带可忽略不计。有些情况若仍能满足第 5 条的要求,则测试频带可以向两边延伸,只要声辐射在高频或低频占主要地位,就可以确定扩展的频率范围(必要时,可以不对称)。

附录 F

(标准的附录)

由振动加速度级确定振动速度级

以分贝为单位的振动加速度级 L_a 按式(F1)计算:

$$L_a = 10 \lg \frac{a^2}{a_0^2} \dots\dots\dots (F1)$$

式中: a ——相应频段内振动加速度有效值;

a_0 ——参考加速度值($=10^{-6}$ m/s²)。

当中心频率为 f_m ,用 $v_0=5 \times 10^{-8}$ m/s 时,测试振动速度级 L_v' 分贝值与测试加速度级 L_a' 之间的关系由式(F2)表示[由(2)及(3)式推导而来]:

$$L_v' = L_a' - \left[20 \lg \frac{f_m}{f_0} - 10 \right] \dots\dots\dots (F2)$$

式中: f_m ——频带中心频率, Hz;

f_0 ——基准频率(=1 Hz)。

注: 此公式源于单频简谐振动, 所以用于频带值的计算时其误差与带宽有关。当有调声成份的最高速度级不能正好出现在频带中心频率时, 则由此得到的 L_a' 数值将会有误差, 对倍频程带宽将会有 $20 \lg \sqrt{2} \text{ dB}(=3 \text{ dB})$ 这样大的误差; 若用 1/3 倍频程带宽其误差会减少。

对 A 计权级, 公式(F2)是无效的; A 计权速度级只能通过对加速度的积分来确定(见 5.4 条)。一般测振仪都有此积分功能。

当用接有加速度传感器的声级计来测量振动时, 其指示的电平 L_x 并不是加速度级 L_a' 。精密声级计通常能指示电压电平(基准电压: $1 \mu\text{V}$)。可用加速度传感器响应的电压值 U 按式(F3)计算加速度级 L_a' 的分贝值(参考加速度 10^{-6} m/s^2):

$$L_a' = 20 \lg \left[\frac{10^{(L_x/20)}}{U \times 10^{-6}} \right] \quad \dots\dots\dots (\text{F3})$$

式中: U ——以微伏每米每秒平方 $\mu\text{V}/(\text{m/s}^2)$ 表示。

理论计算举例:

$$U = 51 \text{ mV}/g_0 = \frac{5 \ 1000 \ \mu\text{V}}{9.81 \text{ m/s}^2} = 5 \ 200 \ \mu\text{V}/(\text{m/s}^2)$$

当 $L_x=100 \text{ dB}$ 时, 按(F3)式计算, $L_a'=145.7 \text{ dB}$ 。