



中华人民共和国国家标准

GB/T 22665.1—2008

手持式电动工具手柄的振动测量方法 第 1 部分：电钻和冲击钻

Measurement of vibrations at the handle of hand-held electric tools—
Part 1: Drills and impact drills

2008-12-30 发布

2009-10-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

前 言

本部分为 GB/T 22665《手持式电动工具手柄的振动测量方法》系列标准中的第 1 部分。该系列标准的结构及名称如下：

GB/T 22665.1	手持式电动工具手柄的振动测量方法	第 1 部分：电钻和冲击钻
GB/T 22665.2	手持式电动工具手柄的振动测量方法	第 2 部分：螺丝刀和冲击扳手
GB/T 22665.3	手持式电动工具手柄的振动测量方法	第 3 部分：砂轮机、抛光机和盘式砂光机
GB/T 22665.4	手持式电动工具手柄的振动测量方法	第 4 部分：非盘式砂光机和抛光机
GB/T 22665.5	手持式电动工具手柄的振动测量方法	第 5 部分：圆锯
GB/T 22665.6	手持式电动工具手柄的振动测量方法	第 6 部分：锤类工具
GB/T 22665.8	手持式电动工具手柄的振动测量方法	第 8 部分：电剪刀和电冲剪
GB/T 22665.9	手持式电动工具手柄的振动测量方法	第 9 部分：攻丝机
GB/T 22665.11	手持式电动工具手柄的振动测量方法	第 11 部分：往复锯(曲线锯、刀锯)
GB/T 22665.13	手持式电动工具手柄的振动测量方法	第 13 部分：链锯
GB/T 22665.14	手持式电动工具手柄的振动测量方法	第 14 部分：电刨
GB/T 22665.15	手持式电动工具手柄的振动测量方法	第 15 部分：修枝剪
GB/T 22665.17	手持式电动工具手柄的振动测量方法	第 17 部分：木铣和修边机
GB/T 22665.18	手持式电动工具手柄的振动测量方法	第 18 部分：捆扎机
GB/T 22665.20	手持式电动工具手柄的振动测量方法	第 20 部分：带锯
GB/T 22665.21	手持式电动工具手柄的振动测量方法	第 21 部分：管道疏通机

本部分在技术内容上与 EN 60745-1:2006《手持式电动工具 安全 第 1 部分：通用要求》和 EN 60745-2-1:2003+A11:2007《手持式电动工具 安全 第 2-1 部分：电钻和冲击钻的专用要求》中关于振动测量的方法协调一致。

本部分的附录 A、附录 B 为规范性附录。

本部分由中国电器工业协会提出。

本部分由全国电动工具标准化技术委员会归口。

本部分起草单位：上海电动工具研究所。

本部分主要起草人：潘顺芳、尹海霞。

本部分为首次发布。

手持式电动工具手柄的振动测量方法

第 1 部分:电钻和冲击钻

1 范围

GB/T 22665 的本部分规定了对手持式电钻和冲击钻在三个正交轴上测量手传振动的一般方法,以中心频率为 8 Hz~1 000 Hz 的倍频程测量。

本部分适用于按频率计权振动加速度评价手传振动的方法,未规定振动限值。

在工作场所条件下的人体接触手传振动的评估可按 ISO 5349-1 和 ISO 5349-2 进行。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 GB/T 22665 的本部分的引用而成为本部分的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本部分,然而,鼓励根据本部分达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本部分。

GB/T 15619—2005 机械振动与冲击 人体暴露 词汇

GB/T 2900.28—2007 电工术语 电动工具

GB/T 2298—1991 机械振动与冲击 术语(neq ISO 2041:1990)

GB/T 3241 倍频程和分数倍频程滤波器

ISO 5349-1 机械振动 人体接触手传振动的测量与评价 第 1 部分:一般要求

ISO 5349-2 机械振动 人体接触手传振动的测量与评价 第 2 部分:对在工作场所测量的应用指南

ISO 8041:2005 人体对振动的反应 测量仪器

3 术语和定义、符号

GB/T 15619、GB/T 2900.28、GB/T 2298 规定的术语和定义外,下列术语和定义适用于本部分。

3.1

手传振动(冲击) hand-transmitted vibration(shock)

通常通过握持工具或工件的手掌或手指直接施加于或传递到人体手臂系统的机械振动(冲击)。

3.2

频率计权加速度 frequency-weighted acceleration

根据人体对不同频率振动的感觉响应及产生的生理效应规律进行计权的加速度。

3.3 符号

本部分使用下述符号:

$a_{hw}(t)$ t 时刻频率计权手传振动瞬时单轴加速度, m/s^2

a_{hw} 频率计权手传振动单轴加速度均方根值, m/s^2

a_{hwz} , a_{hwy} , a_{hwz} 在规定的 X、Y 和 Z 各方向 a_{hw} 值, m/s^2

a_{hw} 频率计权均方根值加速度的振动总值, m/s^2 ; 它是三轴测量的振动值 a_{hw} 的平方和的根值

a_h 所有操作者测量结果的算术平均值, 即总振动值, m/s^2 , 即测试

的结果

- σ_R 重复性标准差
- K a_h 的不确定度, m/s^2
- C_V 一组测试的变异系数, 定义为一组测量值的标准差与该组数值的均值之比:

$$C_V = \frac{S_{N-1}}{a_{hv}} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

$$S_{N-1} = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (a_{hvi} - \bar{a}_{hv})^2};$$

\bar{a}_{hv} ——一个测量序列中 5 个振动总值的平均值, m/s^2 ;

a_{hvi} ——一个测量序列中第 i 次振动总值, m/s^2 ;

N ——一个测量序列中测量值的数量(本标准 N 取 5)。

4 振动

4.1 振动的消减

在不过度影响工具的性能和人机工程(质量、操作等)的前提下,应尽可能地将手柄振动降为最低。

注:可以采用工程方法来降低振动。评估应用降低振动的措施是否成功,是通过将该工具与其他同类型且具有可比性规格和性能的工具的振动水平进行对比,可见参考文献。

4.2 振动测量的一般要求

本测试方法给出了所有关于振动发射特性的确定、声明和验证的必要信息。还可将不同工具的测试结果进行比较。

应在说明书中给出工具手臂振动水平 a_h 及其不确定度 K ,按下述测试程序确定 a_h 值,给出的不确定度 K 表明了测量平均值的偏离程度。

4.3 振动的特性

4.3.1 测量的方向

传递到手上的振动与 X 、 Y 和 Z 三个正交方向有关,见图 1。

4.3.2 测量的定位

图 2、图 3 给出了测量不同类型的电钻和冲击电钻、金刚石钻时传感器的位置。

应在每个手握持位置处的三个方向进行测量,所有的测量应同时进行。

测量应尽可能地靠近手的拇指与食指之间,该位置为操作者正常握持工具的位置。

如果握住的部位被柔软的表面材料覆盖,应避免传感器安装的谐振效应。如果只在握持部位装有柔软的表面材料,则应将其去除或者通过一个传感器安装夹或合适的转接器将表面材料压紧。

对于具有隔离振动的手柄,测量的定位会明显地影响振动值。如果传感器不能沿着手柄长度的中间放置,则测量点应在沿握持部位手的左边和右边来确定相应的振动值[见图 1a)。]。该手柄的测量结果应为两个测量点结果的平均值。

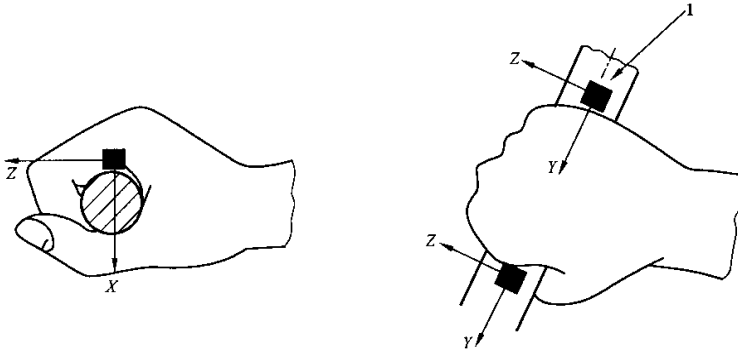
如果工具运行时需多于一个握紧或抓紧表面,则应在操作者正常操作工具时的手柄握持位置进行测量并记录。如果能够表明某一个握紧的部位的振动总是起主导作用的话,则可以只在该握紧区域进行测量。

4.3.3 振幅

描述振动大小的量值应用频率计权加速度 a_{hw} 表示, m/s^2 。

频率计权应符合 ISO 5349-1 的要求,附录 A 规定了对频率计权和频带限定滤波器的要求。

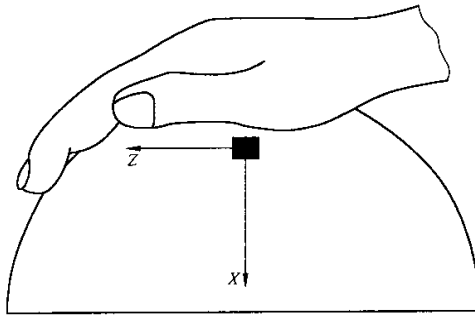
本部分中的均方根值 a_{hw} 定义为频率计权加速度信号 $a_{hw}(t)$ 的均方根值:



说明:

1——对于隔离振动的手柄,如果传感器不能沿着手柄长度中间放置,需附加的测量位置。

a) 握紧姿势——手环绕圆柱握紧



b) 伸掌姿势——手向下压住球面

图 1 振动测量方向

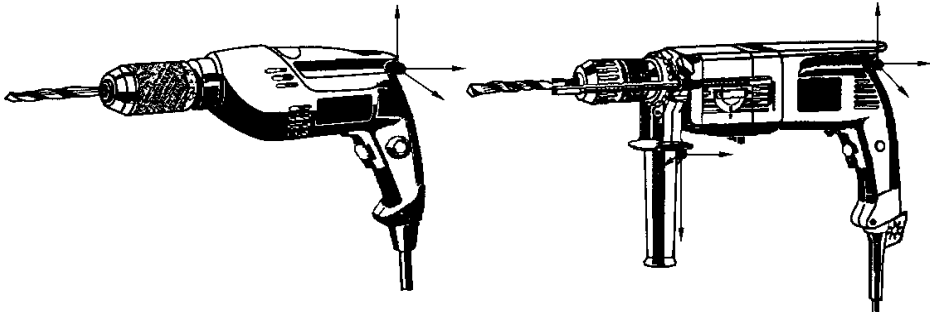


图 2 电钻和冲击电钻的传感器定位

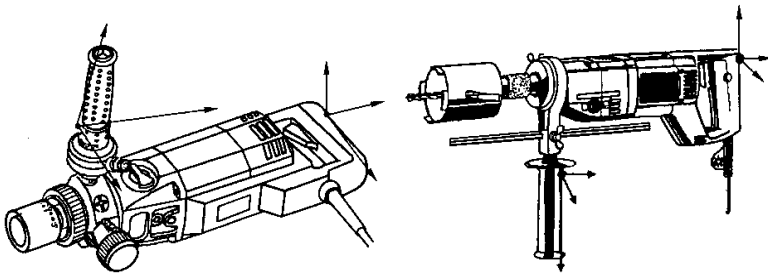


图 3 金刚石钻的传感器定位

$$a_{hw} = \left[\frac{1}{T} \int_0^T a_{hw}^2(t) dt \right]^{1/2} \dots\dots\dots(2)$$

为获得实时变化信号的均方根值,应使用装有线性积分装置的积分仪。

测量时间应该尽可能合理地长,对于手传振动测量一般不少于 8 s。

4.3.4 振动方向的合成

振动总值 a_{hv} 由下述公式(3)确定:

$$a_{hv} = [a_{hwz}^2 + a_{hwy}^2 + a_{hwz}^2]^{1/2} \dots\dots\dots(3)$$

式中: a_{hwz} , a_{hwy} , a_{hwz} 是在 X、Y、Z 各方向频率计权加速度均方根值。

4.4 设备要求

4.4.1 一般要求

振动测量设备应符合 ISO 8041。

4.4.2 传感器

4.4.2.1 传感器规格

应使用符合 ISO 8041 的传感器和其他合适的测量设备进行振动测量。

振动传感器及其固定件的总质量应不足以对测量结果产生影响,在每个测量方向应不超过 5g。

注:对于轻的塑料手柄,不应采用重的传感器,更多内容见 ISO 5349-2。

在选择传感器时,应考虑到诸如横向灵敏度(小于 10%)、环境温度范围、特定温度瞬时灵敏度和最大冲击加速度等因素。

4.4.2.2 传感器的固定

在 ISO 5349-2 中给出了传感器安装指南。传感器和机械滤波器(如果有),应牢固地安装在振动表面。

4.4.3 测量系统的校准

整个测量系统应该在每一次测试的前后进行检查,使用一个在已知频率上产生已知加速度的校准器。

应按 ISO 5347 和 ISO 16063-1 对传感器进行校准。整个测量系统应按 ISO 8041 进行检查。

4.5 电钻和冲击钻的测试和运行条件

4.5.1 通则

测量应在一台新的工具上进行,该工具应只用于按本部分要求的振动测试。

运行条件和工作程序应规定得足够详细以获得恰当的重复性。测试程序首选基于典型的实际情况。振动测试可以模拟一个作业或一个工作周期中的某个阶段,该作业或工作周期由一系列操作组成,此时操作者接触振动。

如果为了获得较好的重复性而需要确定模拟工作条件,则振动源应像其在典型的工作情况下产生大致相同的振动幅度。如有必要提供实际产生的振动水平,应在多于一个运行条件或一组运行条件下进行测试。

如果工具装有在可比较运行条件下减小振动发射的设备或装置,则在振动测试时应按说明书使用这些装置。如果由此而要求型式试验方法的偏离,应在测试报告中说明并解释。

在测量期间,操作者的手应按工具的设计和说明书的规定握持工具。

4.5.2 附件/工件和作业

与工具一起使用的附件和辅助设备应按说明书的规定。

如果这些附件是减振型的,它应该与声明的振动值一起予以说明。

应注意在支撑架上的工件的定位不应影响测量结果。

注:应注意即使在尺寸、形状、材料、磨耗、失衡等方面有很小的差别附件,也将在很大程度上改变振动幅值。

4.5.3 运行条件

开始试验前,电钻和冲击电钻应在该条件运行至少 1 min。

能够脱开冲击机构而具有纯旋转功能的冲击电钻按 4.5.3.1 和 4.5.3.2 进行测量。

金刚石钻按 4.5.3.3 进行测量。

4.5.3.1 电钻

不进行冲击的电钻应装上 6 mm 钻头钻 8 mm 厚的低碳钢板。

对应上述选定的钻头和钢板设定合理的电钻转速。

在电钻向下钻钢板时进行测量,施加 $200\text{ N} \pm 30\text{ N}$ 的力,该力不包括工具自重。工件应夹紧或充分地固定在木板上。

钻头开始接触钢板时开始测量,钻孔完成后结束测量。

注:该试验也可在其他材料上测试,但不应产生冲击。

4.5.3.2 冲击电钻

冲击电钻的调速装置设定应按制造商推荐的适用 8 mm 钻头的转速。

冲击电钻按图 4 在负载条件下测试,冲击的混凝土块应符合表 1 的要求,测试条件见表 2。

表 1 混凝土成分表

水泥	水	总 计	
450 kg/m ³	220 kg/m ³	1 450 kg/m ³	
		颗粒尺寸/mm	百分比/%
		0~0.25	12±3
		0~0.50	50±5
		0~1.00	80±5
		0~4.00	100
注:28 d 后抗压强度可达 40 N/mm ² 。			

表 2 冲击电钻测试条件

定位	垂直向下冲击混凝土块,该混凝土块最小尺寸为 500 mm×500 mm,高度 200 mm,并且由弹性材料支撑
工作头	直径 8 mm 的冲击钻头,其可用长度约为 100 mm
进给力	150 N±30 N,不包括工具自重
测试周期	钻头开始接触混凝土时开始测量,钻孔 80 mm 深时停止测量,且在工作头从孔中移出之前进行

4.5.3.3 金刚石钻

有冲击功能的金刚石钻按冲击电钻测试。

金刚石钻测试时应装上钻头,钻头规格为额定能力范围的中间值。工具设置(速度、供水、冲击等)应准确调整以符合试验时所加工的材料的要求及上述钻头直径的要求。

如果工具具有带水源钻混凝土的功能,则应垂直向下钻符合表 1 要求的混凝土块的条件下进行测试。集水装置,如有,应安放就位。

如果工具设计得不需带水源操作,则测试时,以水平方向钻厚度至少为 200 mm 沙石砖墙。应确保集尘。

施加在工具上的进给力按下述确定:增大进给力直到转速明显下降或者转矩限定装置动作,然后稍微减少进给力直到工具能够稳定的运行,此进给力即为测试时施加的力,或者施加 250 N 的力,二者取小者。

钻头开始接触混凝土或砖墙时开始测量,钻孔完成或者达到钻头最大钻孔深度时结束测量。

4.5.4 操作者

工具的振动会受到操作者的影响,因此操作者应该能熟练地且能够恰当地操作工具,即应有使用该工具的经验。

握紧力应为长时间工作条件下的施加力,不应过大。

4.6 测量程序与有效性

4.6.1 振动值的报告

应进行 3 个序列 5 次连续的测试,每个序列由不同的操作者进行。如能表明振动不会受到操作者特征的影响,则可以接受只由一个操作者完成所有 15 次测量。

测量在三个坐标轴上进行,每个方向的结果通过使用公式(3)合成,得出振动总值 a_{hv} 。

如果记录的每个序列中 5 个振动总值 a_{hv} 的变异系数 C_V 小于 0.15 或者标准差 S_{N-1} 小于 0.3 m/s^2 , 则接受该组测量结果。附录 B 列出了可能的测量误差来源信息。

测量结果 a_h 应由所有操作者振动总值的算术平均值来确定。

如果测量多于一个运行模式,则应报告每个运行模式的测量结果 a_h 。

$a_{h,ID}$ ——按 4.5.3.2 测得的“冲钻”平均振动值;

$a_{h,D}$ ——按 4.5.3.1 测得的“旋钻”平均振动值(可表示为钻钢或其他材料);

$a_{h,DD}$ ——按 4.5.3.3 测得的“金刚石钻”平均振动值。

4.6.2 振动发射值的声明

测量结果 a_h 值是声明值的依据。应声明最大的手柄振动发射值 a_h 及其不确定度 K 。

为确定声明值的不确定度 K ,下述公式适用。

$$K = 1.65S_R \text{ 或者 } K = 1.5 \text{ m/s}^2, \text{取大者} \dots\dots\dots(4)$$

式中:

$$S_R = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (a_{hvi} - a_h)^2}$$

S_R ——标准差(与 σ_R 相同);

n ——操作者人数, $n=3$;

a_{hvi} ——每个操作者振动总值的平均值(每个操作者的结果);

a_h ——所有测量振动值的平均值(测试结果)。

振动值 a_h 按以下格式进行声明

——对没有冲击机构的电钻:

$a_{h,D}$ 值,工作模式描述为“钻钢”;

——对有纯钻功能的冲击电钻:

$a_{h,ID}$ 值,工作模式描述为“冲钻混凝土”,及

$a_{h,D}$ 值,工作模式描述为“钻钢”;

——对没有纯钻功能的冲击电钻:

$a_{h,ID}$ 值,工作模式描述为“冲钻混凝土”;

——对没有冲击机构的金刚石钻:

$a_{h,DD}$ 值,工作模式描述为“钻混凝土”;

——对有冲击机构的金刚石钻:

$a_{h,ID}$ 值,工作模式描述为“冲钻混凝土”,及

$a_{h,DD}$ 值,工作模式描述为“钻混凝土”。

4.7 测量报告

测试报告至少包含下述信息:

- a) 参考标准;
- b) 被试工具的规格(即制造商、工具的型号、系列号等);
- c) 附件或辅助设备;
- d) 运行和测试条件(电压、施加力、速度设定、持续时间和测试次数等);
- e) 测试机构(例如实验室、生产厂);

- f) 测试日期和测试负责人姓名；
- g) 使用仪器(传感器质量、滤波器、积分仪、记录系统等)；
- h) 紧固件位置和固定方式、测量方向和有关的振动值(例如可由照片记录)；
- i) 所有振动值的算术平均值 a_n ，每个操作者的振动总值 a_{hv} 和三轴的计权加速度值 a_{hw} ；记录所有的测量值是个好做法(即所有轴的振动，试验和操作者)；
- j) 总振动值 a_n 的不确定度 K 。

任何与本部分的振动测试方法的偏离和这些偏离的技术验证应一起记录。

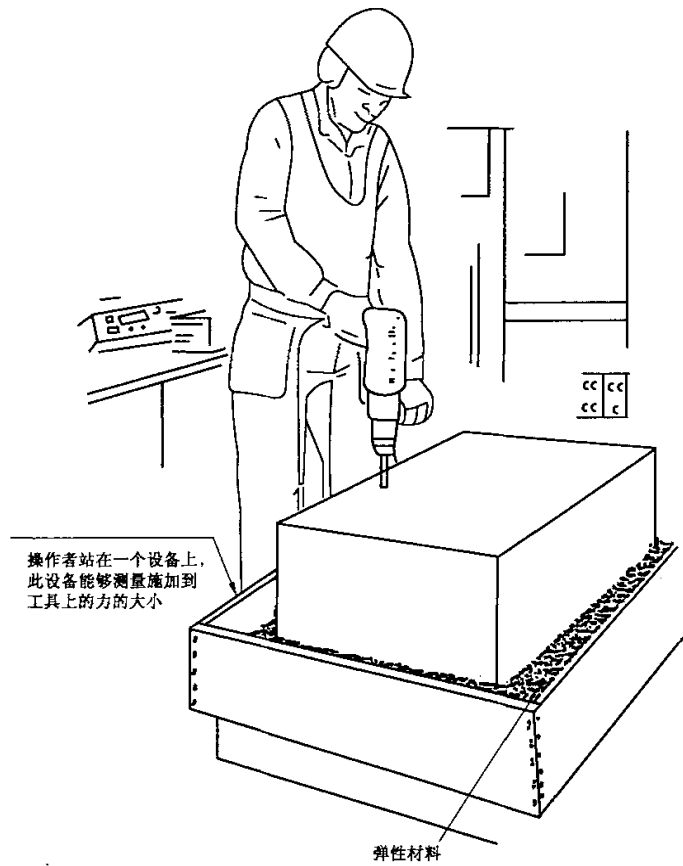


图4 工具加载

附录 A
(规范性附录)

频率计权和频带限定滤波器

A.1 频率计权和频带限定滤波器特性

a_{nw} 的测量要求使用频率计权和频带限定滤波器。频率计权 W_b 反映不同频率引起的对手的伤害认定的重要程度。频率范围覆盖 8 Hz~1 000 Hz 的倍频程(即标称频率范围为 5.6 Hz~1 400 Hz)。所采用的高通或低通滤波器限定了在该频段外频率上的振动测量值的影响,这些频率的相关性还没商定。

注:对于振动响应的频率相关性在所有轴上是不可能相同的,但是不认为对于不同的轴采用不同的频率计权是合适的。

频率计权和频带限定滤波器可以通过模拟或者数字的方法实现。它们通过表 A.1 以滤波器设计人员熟悉的数学形式和图 A.1 以曲线绘图的示意形式确定。更多详细信息和滤波器特性容差见 ISO 8041。

表 A.1 频率计权和频带限定滤波器频率计权 W_b 特性

频带限定 ^a			频率计权 ^a			
f_1	f_2	Q_1	f_3	f_4	Q_2	K
6.310	1 258.9	0.71	15.915	15.915	0.64	1
频带限定滤波器由滤波器传输函数 $H_b(s)$ 确定: $H_b(s) = \frac{s^2 4\pi^2 f_2^2}{(s^2 + 2\pi f_1 s / Q_1 + 4\pi^2 f_1^2)(s^2 + 2\pi f_2 s / Q_1 + 4\pi^2 f_2^2)}$ 其中, $s = j2\pi f$ 是拉普拉斯变换的变量。 频带限定滤波器可以通过双极滤波器来实现。 频率计权滤波器由滤波器传输函数 $H_w(s)$ 确定: $H_w(s) = \frac{(s + 2\pi f_3) 2\pi K f_4^2}{(s^2 + 2\pi f_4 s / Q_2 + 4\pi^2 f_4^2) f_3}$ 其中, $s = j2\pi f$ 是拉普拉斯变换的变量。 频率计权滤波器可以通过双极滤波器来实现。 总的频率计权函数: $H(s) = H_b(s) \cdot H_w(s)$						
^a f_n 指定响应频率 ($n=1\sim4$); Q_n 指定选择性 ($n=1\sim2$), K 为常量增益。						

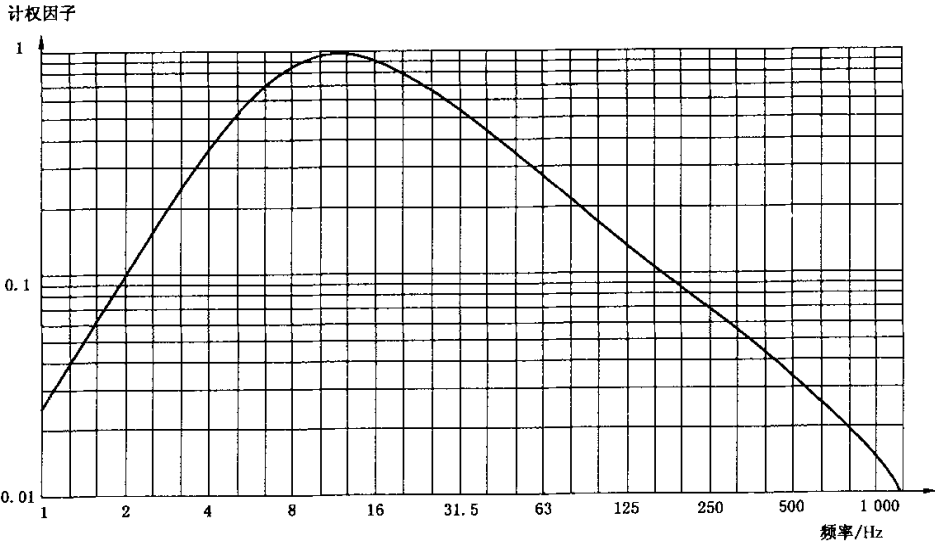


图 A.1 包括频带限定的手传振动频率计权曲线 W_b

A.2 三分之一倍频程数据转换为频率计权加速度

作为使用 W_b 滤波器的替代方法,可以通过三分之一倍频程分析的均方根值加速度值来获得相应的频率计权加速度。

均方根值频率计权加速度 a_{hw} 可以由下述公式(A.1)计算:

$$a_{hw} = \sqrt{\sum_i (W_{bi} a_{bi})^2} \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

W_{bi} ——表 A.2 中三分之一倍频程第 i 次频带计权因子;

a_{bi} ——三分之一倍频程中第 i 次频带均方根值加速度, m/s^2 。

三分之一倍频程频率从 6.3 Hz~1 250 Hz 构成了主要的频率范围,使用 A.1 公式计算的 a_{hw} 应包含该范围所有的三分之一倍频程频带。在该主要范围以外的频率(即表 A.2 中灰色区域)对 a_{hw} 值不起主要的作用,只要能证明在该频段的高、低端没有明显的振动能量,可以从计算中去除。

如果频率计权加速度值受在该频段高、低端的明显分量的影响,则按 ISO 5349-1 附录 C 关于振动白指病的预告应谨慎描述。

注:如果频谱中含有占优势的某个频率分量,上述的程序可能会引起频率计权加速度的计算值和直接测量值之间的差异。如果这些分量的频率与三分之一倍频程的中心频率不同,就会产生矛盾。基于此原因,应优选计权滤波器 W_b 或者基于较窄频带的计算。对于后者,当给出某一频率 f 或一窄带中心频率 f 的非计权振动加速度 $a(f)$,则相应的计权加速度 $a_b(f)$ 由公式 $a_b(f) = a(f) | H(j2\pi f) |$ 给出。

表 A.2 含有频带限定^a的手传振动频率计权因子 W_{hz} , 用于将三分之一倍频程幅值转换为频率计权幅值

频带指数 ^b : i	标称中心频率/Hz	计权因子 W_{hz}
6	4	0.375
7	5	0.545
8	6.3	0.727
9	8	0.873
10	10	0.951
11	12.5	0.958
12	16	0.896
13	20	0.782
14	25	0.647
15	31.5	0.519
16	40	0.411
17	50	0.324
18	63	0.256
19	80	0.202
20	100	0.160
21	125	0.127
22	160	0.101
23	200	0.079 9
24	250	0.063 4
25	315	0.050 3
26	400	0.039 8
27	500	0.031 4
28	630	0.024 5
29	800	0.018 6
30	1 000	0.013 5
31	1 250	0.008 94
32	1 600	0.005 36
33	2 000	0.002 95

^a 滤波器响应和容差见 ISO 8041。
^b 指数 i 是 GB/T 3241 中的频带数。

附 录 B

(规范性附录)

振动测量中可能的误差来源

本附录不是制定一个详尽的误差来源列表,只是考虑其作为避免主要测量误差的指导。

- a) 传感器不合适地安装和固定;
 - b) 测量引线的未充分固定;
 - c) 缺少或误调带通滤波器;
 - d) 安装传感器后放大器不是零位输出;
 - e) 未对准传感器的方向或传感器不恰当的或易变动的位置;
 - f) 不恰当的信号处理(带通、信噪比、过载等);
 - g) 测量持续时间太短;
 - h) 缺少测量前后的校准;
 - i) 运行条件的不恰当确定;
 - j) 施加不恰当握持力的不熟练操作者;
 - k) 不稳定的运行条件,例如施加力的变动和电动机转速的变化。
- 关于实际测量误差的更多建议由 ISO 5349-2 给出。

参 考 文 献

- [1] GB/T 13823.1—2005 振动与冲击传感器的校准方法 第1部分:基本概念.
 - [2] CR 1030-1:1995 手臂振动 减少振动危险指南 第1部分:通过机器设计的工程方法.
 - [3] EN 12096:1997 机械振动 振动发射值的声明和验证.
 - [4] EN 60745-1:2006 手持式电动工具 安全 第1部分:通用要求.
 - [5] EN 60745-2-1:2003+A11:2007 手持式电动工具 安全 第2-1部分:电钻和冲击钻的专用要求.
 - [6] ISO 5347(所有部分):振动与冲击传感器的校准方法.
 - [7] ISO 20643:2005 机械振动 手持和手导机械 振动发射的评定原则.
-