

团 体 标 准

T/WSJD 15.1—2020

减振手套防护效果检测和评价方法 第 1 部分：手指振动传递率 检测和评价方法

Measurement and evaluation the protective effect of the anti-vibration
gloves

Part1: Measurement and evaluation of the vibration transmissibility
at the finger

2020-12-16 发布

2021-01-01 实施

中国卫生监督协会 发布

前 言

T/WSJD 15—2020《减振手套防护效果检测和评价方法》分为两个部分：

——第1部分：手指振动传递率检测和评价方法

——第2部分：手掌振动传递率检测和评价方法

本部分为T/WSJD 15—2020的第1部分。

本标准按照GB/T 1.1—2020给出的规则起草。

本标准由中国卫生监督协会提出并归口。

本标准起草单位：广东药科大学、广东省职业病防治院、中国疾病预防控制中心职业卫生与中毒控制所、广州市职业病防治院、北京市劳动保护研究所。

本标准主要起草人：陈青松、林瀚生、严茂胜、肖斌、阎蓉、陈婷、王军义、夏源、唐仕川、吴珊、杨虹雨、王忠旭、李旭东、张丹英、徐国勇、晏华、王致、贾宁、梁展晖、陈子宇、冯小燕、王之浩。

减振手套防护效果检测和评价方法

第1部分：手指振动传递率检测和评价方法

1 范围

本标准规定了在实验室使用激振系统、握力测量系统、推力测量系统以及加速度测量系统对手套手指振动传递率进行检测与评价的方法。

本标准适用于减振手套防护效果检测和评价。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款，通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注明日期的引用文件，其随后修订的内容或修订版均不适用于本标准；凡是未注明日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。鼓励使用本标准的各方应使用这些文件最新版本。

ISO 10819-2013 Mechanical vibration and shock - Hand-arm vibration - Measurement and evaluation of the vibration transmissibility of gloves at the palm of the hand

ISO TR 18570 Mechanical Vibration - Measurement And Evaluation Of Human Exposure To Hand Transmitted Vibration - Supplementary Method For Assessing Risk Of Vascular Disorders

ISO 2041 Mechanical vibration, shock and condition monitoring - Vocabulary

ISO 5349-1 Mechanical vibration - Measurement and evaluation of human exposure to hand-transmitted vibration - Part 1: General requirements

ISO 5805 Mechanical vibration and shock - Human exposure - Vocabulary

ISO 8041 Human response to vibration - Measuring instrumentation

IEC 61260 Electroacoustics - Octave-band and fractional-octave-band filters

EN 388 Protective gloves against mechanical risks

EN 420 Protective gloves - General requirements and test methods

3 术语和定义

ISO 2041，ISO 5805及以下条款中给出的术语和定义适用于本标准。

3.1 手套振动传递率 **glove vibration transmissibility**

在佩戴手套的适配器上测得加速度值与设备手柄上测得加速度值之比

注：手套振动传递率值 >1 ，表明手套放大了振动；手套振动传递率值 <1 ，表明手套减弱了振动。

4 测量设备

4.1 一般要求

至少需要实时分析器（1/3 倍频程频和双通道）和 2 个加速度计。
测量系统的组成部分应满足 ISO 8041 的要求。

4.2 传感器安装

4.2.1 在手柄的参考点安装

1 个单轴加速度计应该嵌入在测试手柄的顶部表面。与手指适配器进行接触。加速度计应放置在手柄长度中心附近，其测量轴应与激振轴平行，同时在手柄的表面上标记加速度计的确切位置。

4.2.2 在手指上安装

要测量手指的振动，应使用装有加速度计的手指适配器（单轴或三轴加速度计），其尺寸和形状如图 1 所示。质量（包括加速度计的质量）不应超过 3 g，长度不应超过 50 mm，厚度不应超过 3 mm。手掌适配器应使用刚性材料制成，如木头或硬塑料。

为确保测量精度，安装在手柄和手指适配器上的 2 个加速度计的校准一致性应通过将适配器以 (80 ± 10) N 的接触力固定在测试手柄上进行检查。适配器应放置在手柄的表面上，尽可能接近安装在手柄上的加速度计（见附录 A），并且适配器应与手柄的振动轴对齐。手掌适配器应通过轻质弹性元件（例如橡皮胶布）固定到位。测量 25 Hz 至 1250 Hz 的 1/3 倍频程频率裸手适配器的振动传递率应在 0.95 至 1.05 范围内。

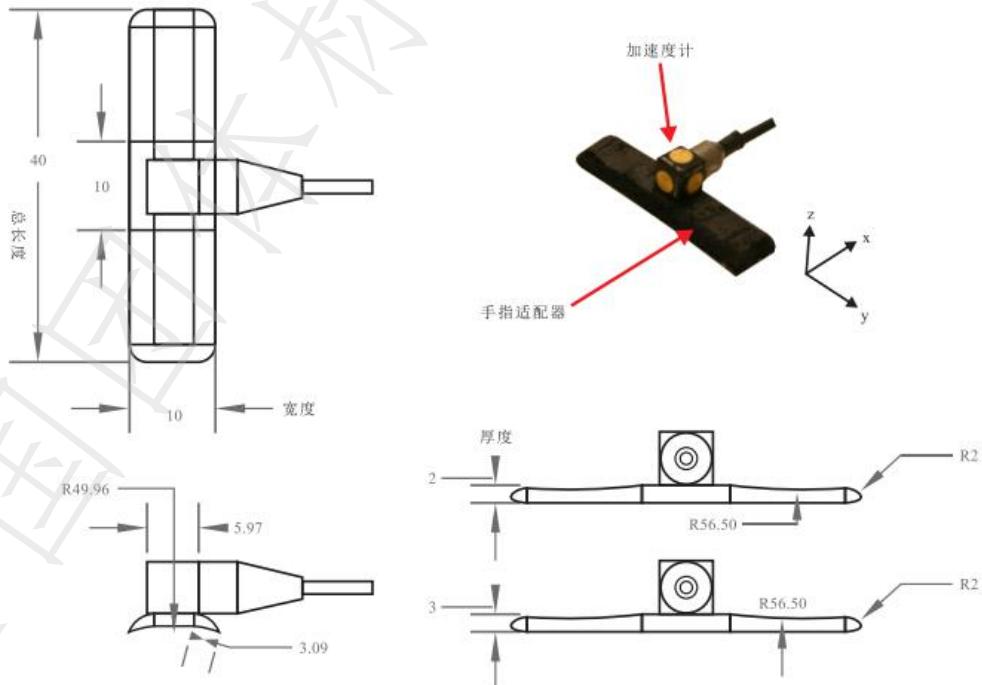


图 1 手指适配器（带加速度计）

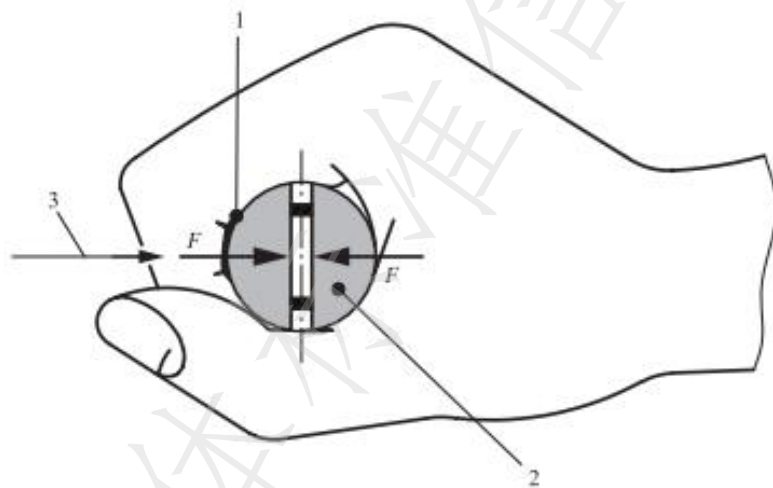
4.3 频率分析

应在 1/3 倍频程频带内进行频率分析。1/3 倍频程滤波器应满足 IEC 61260 第 1 类规定的 1/3 倍频程滤波器的要求。

4.4 握力测量系统

握力是沿振动轴抓持手柄的力（符合 ISO 15230）。按照图 2 所示进行测量。握力应使用手柄进行测量（见附录 A）。握力测量系统应满足以下要求：

- a) 动态范围：10 N ~ 80 N；
- b) 分辨率：大于 2 N；
- c) 测量误差：小于 4 N；
- d) 显示刷新时间：0.25 s ~ 0.50 s。



标引序号说明：

- 1——手指适配器
- 2——手柄
- 3——振动轴向
- F——力的方向

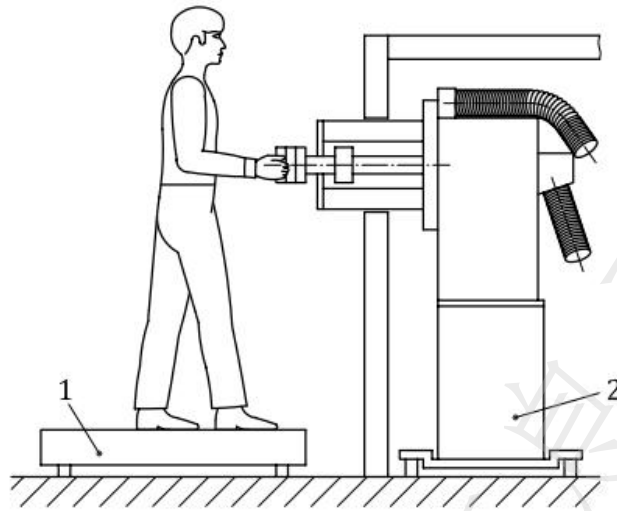
图 2 握力的测量

4.5 推力测量系统

推力是指沿轴向激振系统推进的水平力振动（符合 ISO 15230）。应使用水平测力装置测量推力，可以是安装在可调式平台上的测力板（见图 3）或内置于仪表柄内的测力系统（见附录 A）。

推力测量系统应满足以下要求：

- a) 动态范围：10 N ~ 80 N；
- b) 分辨率：大于 2 N；
- c) 测量误差：小于 4 N；
- d) 显示刷新时间：0.25 s ~ 0.50 s。



标引序号说明:

1——可调节平台

2——激振系统

注: 在平台或振动台上均可测量推力

图3 测量过程中测试对象的姿势

5 激振系统

5.1 插装式手柄的特性

5.1.1 手柄的尺寸和方向

手柄的圆形横截面直径为 (40 ± 0.5) mm, 最小长度为 110 mm (见附录 A 中手柄的示例)。激振器上手柄的方向应是垂直的 (见图 3)。

5.1.2 手柄的共振特性

手柄在 25 Hz 至 1250 Hz 的 $1/3$ 倍频程范围内不应产生任何共振。

5.2 激振系统的位置

振动轴应与受试者的前臂水平平行 (见图 3)。应及时对激振系统或平台进行调整, 以满足 6.1.4 中所定义与测试对象姿势有关的要求。

5.3 性能

当施加 6.1.3a) 和 b) 规定的推力和握力时, 激振系统应能够产生 6.2 规定的振动幅度。

6 测量条件与步骤

6.1 测量条件

6.1.1 测试对象

根据 EN 420 规定，5 名成年人受试者的手部尺寸应在 7 至 10 之间。受试者应使用其惯用手进行手套振动传递率测试。

6.1.2 测试手套

应测试 5 个相同类型的独立手套（每个测试对象 1 个手套）。

6.1.3 测试条件

对于测量，应遵守下列条件。

- a) 握力：握力应持续显示。在测试期间受试者应保持手柄握力在 (30 ± 5) N。
- b) 推力：推力应持续显示。在测试期间受试者应保持推力在 (50 ± 8) N。
- c) 室温：振动测量应在室温 (20 ± 5) °C 下进行。
- d) 湿度：相对湿度应低于 70%。
- e) 手套的调节：被测手套应在 c) 规定的温度下放置至少 30 min，并且在测试程序开始前由受试者佩戴至少 3 min。
- f) 手套的尺寸选择：根据 EN 420 为受试者选择手套。
- g) 振动测量时间：振动测试的平均时间应不少于 30 s。

6.1.4 测试对象的姿势

受试者应使用手指适配器扣住手柄以进行手套振动传递率测试（见图 4）。受试者应直立在水平面（地板或平台）上（见图 3），前臂沿著振动轴方向，肘部成 $90^\circ \pm 15^\circ$ 。在测量过程中，手肘不接触身体。手腕弯曲角度在 $0^\circ \sim 40^\circ$ 之间。

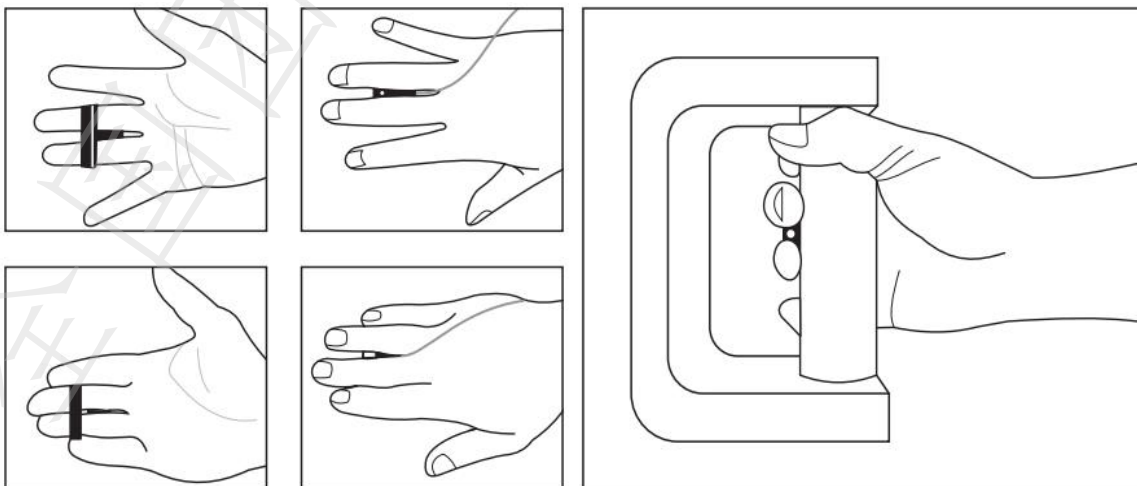


图 4 手指适配器握持姿势

6.2 振动信号

在手柄上的振动信号是一个带限的随机振动信号。信号频谱的第一部分（25 Hz~250 Hz）是一个恒定速度（0.0128 m/s）的频谱。第二部分（315 Hz~1 600 Hz）是一个斜坡向下频谱。整个频谱应满足表 1 和图 5 中规定的要求。加速度功率谱密度（PSD）表示单位频率带宽的均方加速度，单位为： $(\text{m/s}^2)^2/\text{Hz}$ 。表 1 列出了加速度信号相对应 1/3 倍频带加速度值（见图 6）。带限随机振动信号的频率加权加速度值为 $(4.82 \pm 0.50) \text{ m/s}^2$ 。

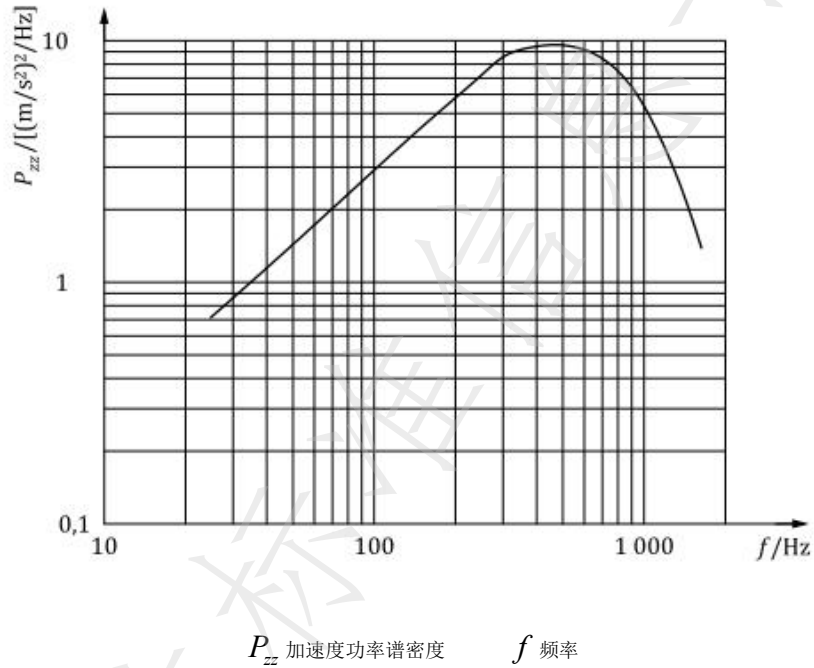
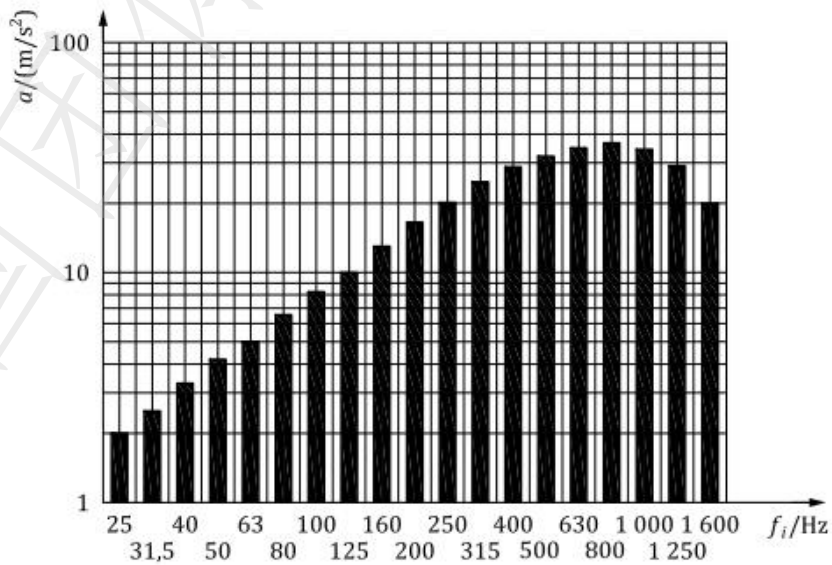


图 5 手柄加速度功率谱密度谱



a 加速度 f_i 1/3 倍频程中心频率

图 6 1/3 倍频带手柄加速度值

6.3 测量步骤

6.3.1 准备工作

在开始振动测量之前，应执行以下步骤：

- a) 校准加速度计和测量系统（符合 ISO 8041）；
- b) 按照 6.1.3e) 中的规定的手套条件；
- c) 指导受试者按照 6.1 的测试姿势进行试验，并使受试者学会控制 6.1.3a) 和 b) 中描述的推力和握力；
- d) 检查和调整振动信号，以获得符合 6.2 中要求的振动信号。

6.3.2 裸手适配器测量

按照 4.2.2 的规定，在手指适配器连接到手柄的情况下，应进行 1/3 倍频程的裸手适配器加速度测量。测量过程中，不能用手把适配器扣紧测试手柄。应同时测量手柄和裸手适配器的 1/3 倍频未加权加速度值 $a_R(f_i)$ 和 $a_{h(fb)}(f_i)$ ，并按照 7.2 中的规定计算适配器和手柄的传输率。

在 25 Hz 至 1 250 Hz 之间，若任何 1/3 倍频程未计权加速度的裸手传递率超出了 0.95 至 1.05 的范围，则认为测量结果无效。

表1 手柄振动加速值要求

中心频率 f_i Hz	加速度 PSD 值 P_{zz} (m/s^2) ² /Hz	1/3 倍频程加速度容差 dB	1/3 倍频程加速度值 m/s^2
25	0.709	±2	1.98
31.5	0.893	±1	2.45
40	1.134	±1	3.22
50	1.417	±1	4.10
63	1.786	±1	4.85
80	2.268	±1	6.38
100	2.835	±1	8.20
125	3.543	±1	9.81
160	4.535	±1	12.53
200	5.669	±1	16.00
250	7.087	±1	20.14
315	8.521	±1	23.79
400	9.179	±1	28.19
500	9.179	±1	31.59
630	8.555	±1	33.96
800	7.069	±1	35.19
1000	4.994	±1	33.35
1250	2.905	+2 -∞	28.37
1600	1.324	+3 -∞	19.58
未计权加速度值			90.19
频率计权加速度值			4.82
频率计权加速度容差			±0.50

6.3.3 佩戴手套测量

使用与 6.3.2 相同的手指适配器，对每名佩戴手套的测试对象进行 1/3 倍频程加速度测量。应同时测量手柄和手指适配器上 1/3 倍频程未加权加速度值 $a_R(f_i)$ 和 $a_{h(f_g)}(f_i)$ ，用于计算 7.3 中规定的手套手指振动传递率。

6.3.4 弹性材料测量

若使用本标准规定的方法对振动弹性材料的振动传递率进行测量，应将一块振动弹性材料缠绕在手柄的整个圆周上。用双面胶或其他类似的粘合材料将弹性材料附着在手柄上，以弹性材料牢牢固定在手柄上为宜。弹性材料应用在手柄上，应注意避免将手柄中的握力传感器预加载，并用手握住放在手指和材料之间的适配器。

6.3.5 测试数量

所需的测试数量要求如下：

- 裸手适配器振动传递率测试：在测试开始前需对适配器进行 1 次测试；
- 手套振动传递率测试：对 5 位受试者分别进行 3 次不同的测试。

每名受试者在每次测试之间应至少保持 3 min 的休息时间。若 5 名受试者的手套手指振动传递率测试分别在多天多次进行，则在每个测试日开始前，应重新对裸手适配器进行测试。

7 结果评价

7.1 传递率计算

7.1.1 主要流程

裸手适配器和佩戴手套振动传递率测量与计算流程见图7。

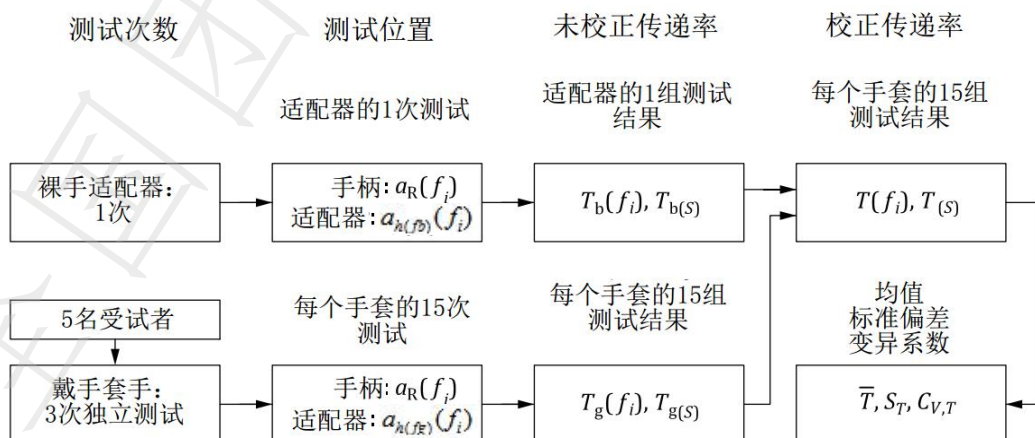


图7 裸手适配器和佩戴手套振动传递率测量与计算流程图

7.1.2 1/3 倍频频率范围

振动谱 S_M 和 S_H 的 1/3 倍频中心频率的范围应为:

- a) 振动频率范围 Δf_M : 25 Hz – 200 Hz;
- b) 振动频率范围 Δf_H : 200 Hz – 1250 Hz。

7.1.3 频率计权加速度值

在 1/3 倍频程第 i 频带的频率加权加速度值 $a_{hw(S)}(f_i)$, 由下列公式计算:

$$a_{hw(S)}(f_i) = a_{h(S)}(f_i)W_{hi} \quad (1)$$

式中:

$a_{hw(S)}(f_i)$ —— 振动谱 S 在 1/3 倍频程第 i 频带未计权加速度值;

f_i —— 1/3 倍频程第 i 频带的中心频率;

W_{hi} —— 手传振动 1/3 倍频程的频率计权系数 (见表 2)。

注: 在公式 (1) 中, 对于振动谱 S_M 和 S_H , S 分别被 M 和 H 取代。

表 2 手传振动 1/3 倍频程的频率计权系数

频带数 i	中心频率 f_i Hz	计权系数 W_{hi}
14	25	0.846
15	31.5	0.929
16	40	0.970
17	50	0.988
18	63	0.995
19	80	0.997
20	100	0.997
21	125	0.995
22	160	0.988
23	200	0.970
24	250	0.929
25	315	0.846
26	400	0.707
27	500	0.534
28	630	0.370
29	800	0.244
30	1000	0.157
31	1250	0.0995

7.2 裸手手柄振动传递率

7.2.1 1/3 倍频程振动传递率

若使用单轴加速度计测量，在 1/3 倍频程第 i 频带的裸手手柄振动传递率 $T_b(f_i)$ ，由下列公式计算：

$$T_b(f_i) = \frac{a_{h(fb)}(f_i)}{a_R(f_i)} \quad (2)$$

式中：

- $T_b(f_i)$ —— 1/3 倍频程第 i 频带的裸手振动传递率；
- $a_{h(fb)}(f_i)$ —— 裸手指适配器 1/3 倍频未计权加速度值；
- $a_R(f_i)$ —— 手柄 1/3 倍频未计权加速度值。

若使用三轴加速度计测量，则 $a_{h(fb)}(f_i)$ 的计算参照以下公式：

$$a_{h(fb)}(f_i) = \sqrt{a_{h(fb_x)}^2(f_i) + a_{h(fb_y)}^2(f_i) + a_{h(fb_z)}^2(f_i)} \quad (3)$$

式中：

- $a_{h(fb)}(f_i)$ —— 裸手指适配器 1/3 倍频未计权加速度值；
- $a_{h(fb_x)}(f_i)$ —— 裸手指适配器 x 轴 1/3 倍频未计权加速度值；
- $a_{h(fb_y)}(f_i)$ —— 裸手指适配器 y 轴 1/3 倍频未计权加速度值；
- $a_{h(fb_z)}(f_i)$ —— 裸手指适配器 z 轴 1/3 倍频未计权加速度值。

7.2.2 频率计权振动传递率

在振动谱 S_M 和 S_H 的裸手手柄频率计权振动传递率 $T_{b(S)}$ ，由下列公式计算：

$$T_{b(S)} = \frac{\sqrt{\sum_{i=i_L}^{i_U} [a_{h(fb)}(f_i)W_{hi}]^2}}{\sqrt{\sum_{i=i_L}^{i_U} [a_R(f_i)W_{hi}]^2}} \quad (4)$$

式中：

- $T_{b(S)}$ —— 裸手手柄频率计权振动传递率；
- $a_{h(fb)}(f_i)$ —— 裸手指适配器 1/3 倍频未计权加速度值；
- $a_R(f_i)$ —— 手柄 1/3 倍频未计权加速度值；
- W_{hi} —— 手传振动 1/3 倍频程的频率计权系数（见表 2）；
- i_L —— 当 $S = S_M$ 时 $i_L = 14$ ，当 $S = S_H$ 时 $i_L = 23$ ；
- i_U —— 当 $S = S_M$ 时 $i_U = 23$ ，当 $S = S_H$ 时 $i_U = 31$ 。

注：在公式（4）中，对于振动谱 S_M 和 S_H ， S 分别被 M 和 H 取代。

7.3 未校正的手套振动传递率

7.3.1 1/3 倍频程振动传递率

手套未校正的振动传递率 $T_g(f_i)$ ，由下列公式计算：

$$T_g(f_i) = \frac{a_{h(fg)}(f_i)}{a_R(f_i)} \dots\dots\dots(5)$$

式中:

- $T_g(f_i)$ —— 手套未校正振动传递率;
- $a_{h(fg)}(f_i)$ —— 裸手指适配器 1/3 倍频未计权加速度值;
- $a_R(f_i)$ —— 手柄 1/3 倍频未计权加速度值。

若使用三轴加速度计测量, 则 $a_{h(fg)}(f_i)$ 由下列公式计算:

$$a_{h(fg)}(f_i) = \sqrt{a_{h(fgx)}^2(f_i) + a_{h(fgy)}^2(f_i) + a_{h(fgz)}^2(f_i)} \dots\dots\dots(6)$$

式中:

- $a_{h(fg)}(f_i)$ —— 手套手指适配器 1/3 倍频未计权加速度值;
- $a_{h(fgx)}(f_i)$ —— 手套手指适配器 x 轴 1/3 倍频未计权加速度值;
- $a_{h(fgy)}(f_i)$ —— 手套手指适配器 y 轴 1/3 倍频未计权加速度值;
- $a_{h(fgz)}(f_i)$ —— 手套手指适配器 z 轴 1/3 倍频未计权加速度值。

7.3.2 频率计权振动传递率

未校正的手套频率计权振动传递率 $T_{g(S)}$, 由下列公式计算:

$$T_{g(S)} = \frac{\sqrt{\sum_{i=i_L}^{i_U} [a_{h(fg)}(f_i)W_{hi}]^2}}{\sqrt{\sum_{i=i_L}^{i_U} [a_R(f_i)W_{hi}]^2}} \dots\dots\dots(7)$$

式中:

- $T_{g(S)}$ —— 手套未校正频率计权振动传递率;
- $a_{h(fg)}$ —— 手套手指适配器 1/3 倍频未计权加速度值;
- $a_R(f_i)$ —— 手柄适配器 1/3 倍频未计权加速度值;
- W_{hi} —— 手传振动 1/3 倍频程的频率计权系数 (见表 2);
- i_L —— 当 $S = S_M$ 时 $i_L = 14$, 当 $S = S_H$ 时 $i_L = 23$;
- i_U —— 当 $S = S_M$ 时 $i_U = 23$, 当 $S = S_H$ 时 $i_U = 31$;

注: 在公式 (7) 中, 对于振动谱 S_M 和 S_H , S 分别被 M 和 H 取代。

7.4 校正后的手套振动传递率

7.4.1 1/3 倍频程振动传递率

校正后的 1/3 倍频程手套振动传递率 $T(f_i)$, 由下列公式计算:

$$T(f_i) = \frac{T_g(f_i)}{T_b(f_i)} \dots\dots\dots (8)$$

式中:

$T_g(f_i)$ —— 1/3 倍频程第 i 频带的手套传递率;

$T_b(f_i)$ —— 1/3 倍频程第 i 频带的裸手振动传递率。

7.4.2 频率计权振动传递率

校正后的手套频率计权振动传递率 $T_{(S)}$ ，由下列公式计算:

$$T_{(S)} = \frac{T_{g(S)}}{T_{b(S)}} \dots\dots\dots (9)$$

式中:

$T_{g(S)}$ —— 未校正手套频率计权振动传递率;

$T_{b(S)}$ —— 裸手手柄频率计权振动传递率。

注: 在公式 (7) 中, 对于振动谱 S_M 和 S_H , S 分别被 M 和 H 取代。

8 统计值计算

8.1 一般要求

对于每个独立的测试对象 (每个对象测试 3 次) 和 5 个测试对象 (总共 15 次测试对象) 的所有振动传递率测试, 应计算和报告本条款中给出的统计值。

8.2 1/3 倍频振动传递率

校正后的手套 1/3 倍频程振动传递率均值 $\bar{T}(f_i)$ ，由下列公式计算:

$$\bar{T}(f_i) = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N T_j(f_i) \dots\dots\dots (10)$$

式中:

$\bar{T}(f_i)$ —— 校正后手套 1/3 倍频程振动传递率均值;

$T_j(f_i)$ —— 校正后手套 1/3 倍频程振动传递率。

注: 计算 3 次测试时, $N=3$, 计算 5 名受试者的 3 次测试时, $N=15$ 。

校正后的手套 1/3 倍频程振动传递率标准偏差 $S_T(f_i)$ ，由下列公式计算:

$$S_T(f_i) = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{j=1}^N [T_j(f_i) - \bar{T}(f_i)]^2} \dots\dots\dots (11)$$

式中:

$S_T(f_i)$ —— 校正后手套 1/3 倍频程振动传递率标准偏差;

$\bar{T}(f_i)$ —— 校正后手套 1/3 倍频程振动传递率均值；

$T_j(f_i)$ —— 每名独立受试者校正后手套 1/3 倍频程振动传递率。

校正后的手套 1/3 倍频程振动传递率变异系数 $C_{V,T}(f_i)$ ，由下列公式计算：

$$C_{V,T}(f_i) = \frac{S_T(f_i)}{\bar{T}(f_i)} \dots\dots\dots (12)$$

式中：

$C_{V,T}(f_i)$ —— 校正后手套 1/3 倍频程振动传递率变异系数；

$S_T(f_i)$ —— 校正后手套 1/3 倍频程振动传递率标准偏差；

$\bar{T}(f_i)$ —— 校正后手套 1/3 倍频程振动传递率均值。

检测报告中应报告中心频率为 25 Hz~1 250 Hz 的 1/3 倍频程平均值、标准差和变异系数：

a) 每名受试者 (N=3) ；

b) 5 名受试者汇总 (N=15) 。

8.3 频率计权振动传递率

校正后的手套频率计权振动传递率均值 $\bar{T}_{(S)}$ ，由下列公式计算：

$$\bar{T}_{(S)} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N T_{(S)j} \dots\dots\dots (13)$$

式中：

$\bar{T}_{(S)}$ —— 校正后手套频率计权振动传递率均值；

$T_{(S)j}$ —— 每名独立受试者校正后的手套频率计权振动传递率。

注：计算 3 次测试时，N=3，计算 5 名受试者的 3 次测试时，N=15；

在公式 (13) 中，对于振动谱 S_M 和 S_H ， S 分别被 M 和 H 取代。

校正后的手套频率计权振动传递率标准偏差 $S_{T(S)}$ ，由下列公式计算：

$$S_{T(S)} = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{j=1}^N [T_{(S)j} - \bar{T}_{(S)}]^2} \dots\dots\dots (14)$$

式中：

$S_{T(S)}$ —— 校正后手套频率计权振动传递率标准偏差；

$T_{(S)j}$ —— 每名独立受试者校正后的手套频率计权振动传递率；

$\bar{T}_{(S)}$ —— 校正后手套频率计权振动传递率均值。

校正后的手套频率计权振动传递率变异系数 $C_{V,T(S)}$ ，由下列公式计算：

$$C_{V,T(S)} = \frac{S_{T(S)}}{\bar{T}_{(S)}} \dots\dots\dots (15)$$

式中：

$C_{V,T(S)}$ —— 校正后手套频率计权振动传递率变异系数；

$S_{T(S)}$ —— 校正后手套频率计权振动传递率标准偏差；

$\bar{T}_{(S)}$ —— 校正后手套频率计权振动传递率均值。

检测报告中应报告平均值、标准差和变异系数：

- a) 每名受试者的 $T_{(M)}$ 和 $T_{(H)}$ (N=3)；
- b) 5 名受试者的 $T_{(M)}$ 和 $T_{(H)}$ (N=15)。

9 测试手套定义为减振手套的标准

9.1 一般要求

只有同时满足 9.2 和 9.3 的要求，才能将测试手套定义为减振手套。

9.2 手套的振动传递率

减振手套振动传递率均值应该满足： $\bar{T}_{(H)} \leq 0.60$ ； $\bar{T}_{(M)} \leq 0.90$ 。

9.3 手套的构成

9.3.1 手套减振材料的厚度

9.3.1.1 手套手掌部分

在手套手掌部分的减振材料厚度不应大于 8 mm。

注：使用带有嵌入式减振材料的手套通常会降低与抓住机器手柄相关的手握强度。这需要更大的抓握力来实现与裸手操作相同机器的控制水平。使用较厚的减振材料通常可以增加减振效果。然而，需要在增加减振效果与较厚材料的潜在负面影响之间作出权衡，这些负面影响与增加握力、减少手指灵活性和手舒适性以及减低操作机器时的控制有关。

9.3.1.2 手套拇指和手指部分

手套的手掌部分和手指和拇指部分应放置相同的减振材料。减振材料应覆盖手掌的整个手掌部位，并应覆盖每个手指的三个指骨和拇指的两个指骨。放置在手套手指和拇指部分的减振材料厚度应等于或大于放置在手套手掌部分减振材料厚度的 0.55 倍。

注：符合本标准的振动传递率要求的减振手套如果在手掌部分以及手指和拇指部分使用相同厚度的减振材料，则可能会过于僵硬和笨重，并且不便于佩戴和使用。在手套手指和拇指部分使用与手掌部分中使用的相同类型的更薄的减振材料增加了与使用手套相关的手指灵活性和舒适性。较薄的材料对传递到手指的振动的潜在负面影响是最小的，被佩戴和使用手套时与灵活性和舒适度相抵消。

9.3.2 手套减振材料在手掌和拇指部分之间的缺口

9.3.2.1 一般要求

减振手套中设置在手套拇指部分中的减振材料不直接连接到设置在手掌部分中的减振材料。在这种情况下，应满足以下要求：

9.3.2.2 减振材料覆盖食指和拇指之间的手掌区域

在食指和拇指之间的手掌区域应被减振材料覆盖，这是手套手掌部分减振材料的一部分。

9.3.2.3 拇指和手掌减振材料之间缺口

拇指部分和相邻手掌部分减振材料之间的缺口不应大于手掌部分减振材料沿缺口长度的厚度。

9.3.2.4 拇指减振材料的固定

拇指部分减振材料应固定在手套的拇指部分，以便在手套的正常使用过程中，减振材料不会滑动或移出位置。

10 检测报告

检测报告主要包括手套制造商或供应商提供的报告以及实验室测试报告 2 部分内容。

10.1 手套制造商或供应商提供的报告

手套制造商或供应商应提供以下信息，并将其包含在测试报告中。

用于与手柄和振动机器的其他部件或振动工件表面接触的手套材料（一种或多种）或织物（一种或多种），特别是手指和拇指部分中的手套材料或织物描述：

10.1.1 对手套背部部分使用的材料或织物的描述。放置在手套中的减振材料的说明：包括与减振材料相关的商标和品牌名称（如果使用的话）。

10.1.2 手套中使用的减振材料的图片。

10.1.3 在手套的手掌、手指和拇指部分使用的减振材料的厚度（若手套制造商或供应商无法提供，可采用附录 B 规定的方法进行测量）。

10.1.4 手套减振材料样品（应拆开 1 只手套进行测试），以便能够进行厚度测量。

10.1.5 描述手套中使用的材料或织物的其他相关特性（如耐外切手套材料或抗切割和划痕的织物，具有耐火性，具有改进的耐磨性和耐久性）。按名称区分这些材料的类型（带有商标或品牌名称）。

10.2 实验室测试报告

10.2.1 进行测试的机构，实验室或其他负责机构的详细情况；

10.2.2 测试日期；

10.2.3 手套制造商的名称和地址；

10.2.4 手套的型号或类型和状况（新的或使用过的）；

10.2.5 测试样品的描述（尺寸，质量，左或右，颜色）；

10.2.6 测试设备的描述；

10.2.7 使用加速度传感器的类型（单轴或三轴）；

10.2.8 测量条件（测试区域的温度和相对湿度）；

10.2.9 振动衰减结果

10.2.9.1 每个单独的测试对象和所有 5 个测试对象：校正后的佩戴手套手频率计权振动传递率均值，标准偏差和 Δf_M 、 Δf_H 频率范围内的变异系数；

10.2.9.2 每个单独的测试对象和所有 5 个测试对象：中心频率为 25 Hz–1 250 Hz 的 1/3 倍频带校正后的佩戴手套手振动传递率均值，标准偏差和变异系数。

附录 A
(资料性附录)
力和加速度测量系统的手柄示例

A.1 一般情况

测试手柄的第 1 个共振频率通常在 1.6 kHz 至 2.1 kHz 范围内，具体取决于盖子材料和将手柄固定在一起的螺钉的松紧程度。

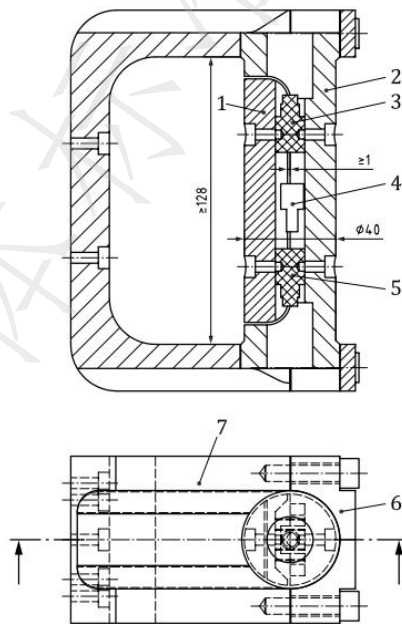
A.1.1 2 个压电式力传感器只需要 1 个电荷放大器，因为它们的信号可以输入同一个放大器进行总握力测量。

A.1.2 由于任何压电式力传感器在使用过程中都有一些零点漂移，建议在每次测试前重置电荷放大器，以确保力测量的准确性。

A.1.3 加速度计可使用硬质粘合剂牢固地连接到手柄底座上。

A.2 1 个握力测量系统

图 A.1 显示了 1 个握力测量系统的测试手柄示例（含振动加速度计）。



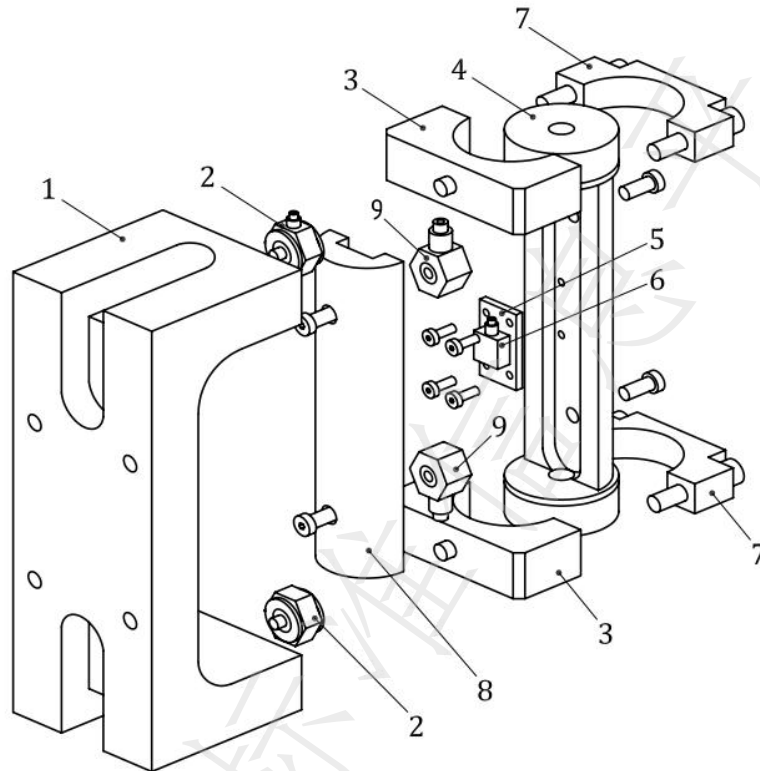
标引序号说明：

- 1——铝盖或镁盖
- 2——手柄铝座
- 3——力传感器
- 4——使用 502 胶或螺丝将加速度计固定在铝座上
- 5——力传感器
- 6——铝夹
- 7——手柄夹具

图 A.1 带握力测量系统的手柄示例 1

A.2 1个推力和1个握力测量系统

图 A.2 显示了包括 1 个推力和 1 个握力测量系统的测试手柄示例（含振动加速度计）。



标引序号说明：

- 1——铝座
- 2——推力传感器
- 3——后支架
- 4——手柄（ $\phi 40\text{mm}$ ）
- 5——加速度计座
- 6——加速度计
- 7——前支架
- 8——手柄盖（ $\phi 40\text{mm}$ ）
- 7——握力传感器

图 A.2 带推力和握力测量系统的手柄示例 2

附录 B
(资料性附录)
手套减振材料厚度的测量方法

B.1 一般要求

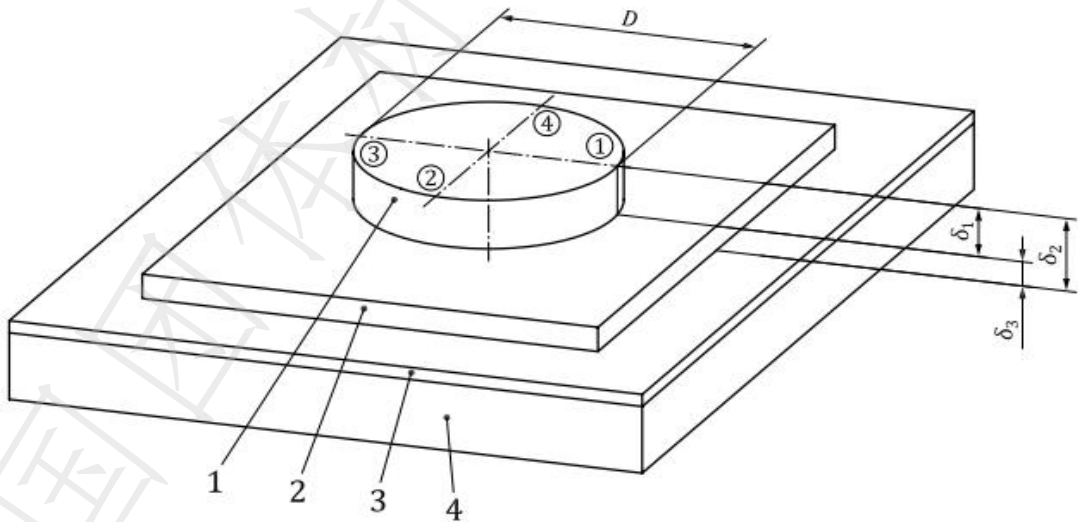
手套手指和手掌部分的减振材料的厚度应按如下方式测量。

用于测量手套减振材料厚度的测量装置如图 B.1 所示。厚度测量应在平台上进行。在工作台的表面放置 (6 ± 0.6) mm 厚的聚甲基丙烯酸甲酯 (PMMA) 或其他类似材料的片材作为测量表面。加工均匀的圆柱形测量物质, 其质量应符合下列规定:

- a) 材料: 铝 (密度 2700 kg/m^3);
- b) 直径 D : (80 ± 4) mm;
- c) 厚度 δ_1 : (25 ± 2) mm;
- d) 质量: (350 ± 35) g。

测量位置的周边位置可以基于测量质量在减振材料上的位置来选择。

PMMA 或其他类似材料的目的是在典型的工作台上提供一个光滑的平面, 在该平面上执行附录 B 中规定的测量。若测量是在光滑的平坦花岗岩, 石板或其他类似表面上进行的, 则可能不需要此平面。当放置在手套的手掌或手指上时, 光盘可能会延伸到手套或手指的边界之外。



标引序号说明:

- 1—物体顶部测量位置①②③④
- 2—铝盘直径 D
- 3—PMMA 板厚度 δ_1
- 4—减振材料与铝盘厚度 $\delta_2 = \delta_1 + \delta_3$ (δ_3 为减振材料厚度)

图 B.1 手套减振材料厚度测量装置的示例

B.2 测量步骤

手套手掌和手指部分减振材料的厚度应按以下方法测量。

B.2.1 若减振材料是置于手套中的插入物，请从手套上取下减振材料或使用手套制造商或供应商提供的减振材料样品。

B.2.2 若将减振材料集成到手套手掌和拇指部分的覆盖层中，则厚度测量应包括手套手掌侧的整个集成材料。

B.2.3 将手套减振材料放置在 PMMA 或其他类似材料的表面上，测量质量在手掌部分的中心顶部或在减振材料的手指部分的至少 3 个手指的顶部上。

B.2.4 测量质量块的顶部与 PMMA 或其他类似材料的表面之间的距离 δ_2 ，测量质量块顶部的四个位置，应以 $90^\circ \pm 5^\circ$ 的角度分隔至 $\pm 0.1 \text{ mm}$ 内（见图 B.1）。

B.2.5 使用公式（16）计算四个测量位置处减振材料的厚度 δ_{3i} ：

$$\delta_{3i} = \delta_{2i} - \delta_1 \dots\dots\dots(16)$$

其中 $i=1, 2, 3, 4$ 。

B.2.6 使用公式（17）计算减振材料的平均厚度：

$$\bar{\delta}_3 = \frac{1}{4} \sum_{i=1}^4 \delta_{3i} \dots\dots\dots(17)$$

报告中应该包含手掌和手指部分中减振材料的厚度 $\bar{\delta}_3$ 。

B.2.7 使用图 B.1 中的测量设置可能很难测量手套减振材料的拇指元素的厚度。在这种情况下，应目测检验它的厚度是否与其他四指的厚度相似。