

# 中华人民共和国国家职业卫生标准

GBZ/T XXX—XXXX  
代替 GBZ/T 189.9—2007

## 工作场所物理因素测量 第9部分：手传振动

Measurement of physical agents in workplace  
Part 9: Hand-transmitted vibration

(征求意见稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中华人民共和国国家卫生健康委员会 发布

# 前 言

本标准是GBZ/T 189《工作场所物理因素测量》的第9部分。GBZ/T 189已经发布了以下部分：

- 第1部分：超高频电磁场；
- 第2部分：高频电磁场；
- 第3部分：1Hz~100kHz电场和磁场；
- 第4部分：激光辐射；
- 第5部分：微波辐射；
- 第6部分：紫外辐射；
- 第7部分：高温；
- 第8部分：噪声；
- 第9部分：手传振动；
- 第10部分：体力劳动强度分级；
- 第11部分：体力劳动时的心率。

本部分代替GBZ/T 189.9-2007《工作场所物理因素测量 第9部分：手传振动》，除结构调整和编辑性改动外，与GBZ/T 189.9-2007相比，主要技术变化如下：

- 删除了加速度级和频率计权加速度级的定义（见2007年版的3.1和3.3）；
- 删除了加速度级与加速度之间以及频率计权加速度级与频率计权加速度之间的转换公式（见2007年版的4.3.1和4.3.2）；
- 完善了频率计权振动加速度定义（见3.3）和手部生物力学坐标系定义（见3.5）；
- 完善了测量方法（见5）；
- 规范了测量记录（见7）；
- 增加了等能量频率计权振动加速度定义（见3.4）；
- 增加了同一工作日接触不同强度手传振动作业，等能量频率计权振动加速的计算方法（见6.2.3）；
- 增加了检测对象确定方法（见附录A）。

本部分附录A为规范性附录、附录B为资料性附录。

请注意本部分的某些内容可能涉及专利。本部分的发布机构不承担识别专利的责任。

本标准由国家卫生健康标准委员会职业健康标准专业委员会负责技术审查和技术咨询，由中国疾病预防控制中心负责协调性和格式审查，由国家卫生健康委职业健康司负责业务管理，法规司负责统筹管理。

本部分起草单位：北京大学公共卫生学院、广东省职业病防治院、浙江省声学会、北京市疾病预防控制中心、广东药科大学、中国疾病预防控制中心职业卫生与中毒控制所、潍坊医学院。

本部分主要起草人：何丽华、王生、肖斌、熊文波、陈青松、王如刚、谢晓霜、林瀚生、李京。

本部分及其所代替文件的历次版本发布情况为：

- 2007年首次发布为GBZ/T 189.9-2007；
- 本次为第一次修订。

# 工作场所物理因素测量 第9部分：手传振动

## 1 范围

本部分规定了工作场所使用手持振动工具或接触受振工件时手传振动的测量方法。  
本部分适用于工作场所使用手持振动工具或接触受振工件时手传振动的测量。

## 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部分必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本部分；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本部分。

GB/T 23716 人体对振动的响应-测量仪器

GBZ/T 224 职业卫生名词术语

ISO 5349:2 Mechanical vibration - Measurement and evaluation of human exposure to hand-transmitted vibration - Part 2: Practical guidance for measurement at the workplace.

## 3 术语、定义和符号

GBZ/T 224界定的以及下列术语和定义适用于本部分。

### 3.1

**手传振动** hand-transmitted vibration

手臂振动 hand-arm vibration

局部振动 segmental vibration

工作中使用手持振动工具或接触受振工件时，直接作用或传递到人手臂的机械振动或冲击。

### 3.2

**日接振时间** duration(hours) of daily exposure to vibration

工作日中使用手持振动工具或接触受振工件的累计接振时间，以 T 表示，单位为 h。

### 3.3

**频率计权振动加速度** frequency-weighted vibrating acceleration

按不同频率振动的人体生理效应规律计权后的单轴向振动加速度均方根值，以 $a_{hw}$ 表示，单位为 $m/s^2$ ； $a_{hw_x}$ 、 $a_{hw_y}$ 、 $a_{hw_z}$ 分别代表x轴、y轴和z轴的 $a_{hw}$ 值。

### 3.4

**等能量频率计权振动加速度** energy equivalent frequency-weighted vibrating acceleration

在日接振时间不足或超过标准化时间，将其换算为相当于日接振标准化时间的频率计权振动加速度值  $a_{hw(eq, T_0)}$ ，以  $A(T_0)$  表示，单位为  $m/s^2$ 。

### 3.5

生物力学坐标系

坐标原点位于第三掌骨头（远端）， $Z_h$ 轴（即手的轴向）由第三掌骨纵轴方向确定，并指向手指远端方向。 $X_h$ 轴穿过原点，垂直于 $Z_h$ 轴，当手在正常解剖位置时（手掌朝前），指向前方。 $Y_h$ 轴垂直于其余两轴，指向拇指方向。实际应用时，采用生物力学坐标系（见图1）。

### 3.6

#### 符号

本部分使用以下符号。

$a_{hw}$  按不同频率振动的人体生理效应规律计权后的单轴向振动加速度均方根值，单位为  $m/s^2$ ；

$a_{hw_x}$ 、 $a_{hw_y}$ 、 $a_{hw_z}$  分别代表 x 轴、y 轴和 z 轴的  $a_{hw}$  值，单位为  $m/s^2$ ；

$a_{hv}$  频率计权均方根加速度的振动总值，是对应三个轴向测量的  $a_{hw}$  值的平方和的方根，单位为  $m/s^2$ ；

$a_{hv(eq, T_0)}$  等能量频率计权振动加速度，单位为  $m/s^2$ ；

$A(T_0)$  等能量频率计权振动加速度  $a_{hv(eq, T_0)}$  的简化代用术语；

$T$  日接振时间，单位为 h；

$T_0$  日标准化接振时间，单位为 h；

$W_h$  手臂频率计权特性。

## 4 测量仪器

4.1 振动测量仪器：采用设有手臂频率计权特性  $W_h$  的手传振动专用测量仪器，可直接同时读取三个轴向的  $a_{hw}$  值。

4.2 测量仪器覆盖的频率范围至少为 5 Hz~1500 Hz，其频率响应特性允许误差应符合 GB/T 23716 的要求。

4.3 振动传感器应能承受所测量的振动幅值范围并具有稳定性，其横向灵敏度应小于 10%，传感器的尺寸应不影响作业人员安全操作。

4.4 测量仪器校准：测量前应按照仪器使用说明进行校准。

## 5 测量方法

5.1 应在测量前对工作场所进行现场调查。调查内容主要包括但不限于：接触手传振动的工种/岗位情况；振动工具：种类、名称和参数等；受振工件：名称和材质等；接振人数、工作制度、作业姿势（站姿作业或坐姿作业）、接振情况（接振时间和频次）、防护情况等。

5.2 检测对象的确定应符合附录A中的规定，取同一接振工种/岗位检测对象的  $a_{hv}$  最大值作为该接振工种/岗位手传振动接触水平的评价依据。

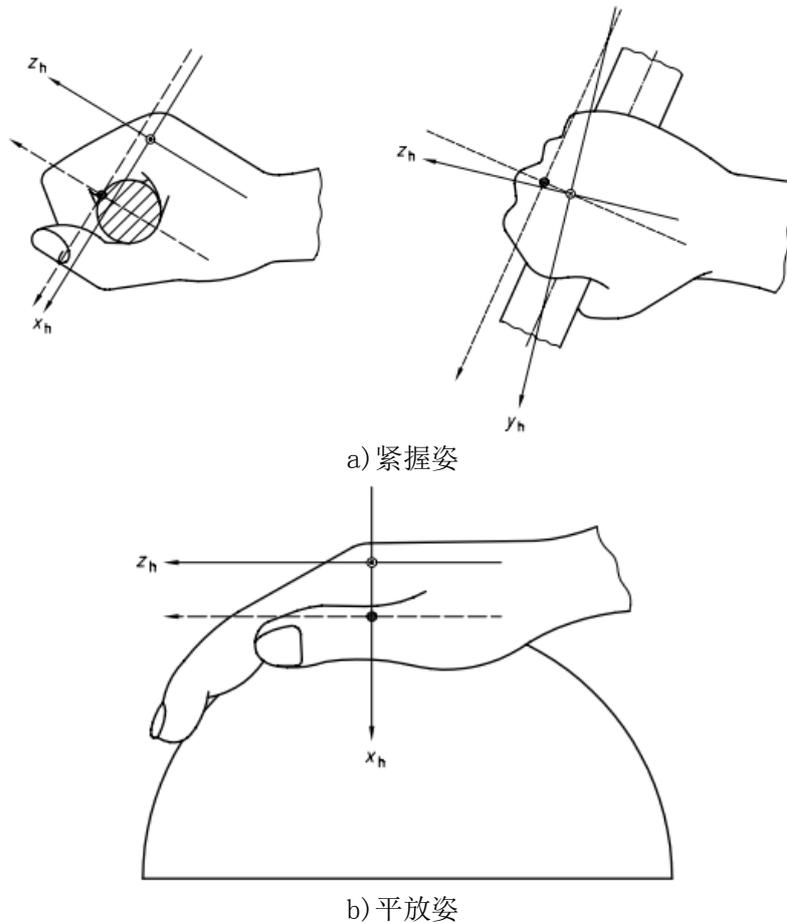
5.3 按照生物力学坐标系（见图1），将传感器放置在振动的机械、工具或工件的手握区域中心，应确保传感器与被测工具或工件紧密接触；传感器的安装按照 ISO 5349:2 要求执行。

5.4 每个接振测量点测量3次，读取稳定状态的三个轴向的  $a_{hw}$  值，取算术平均值作为被测工具或工件的手传振动值。

5.5 若同一工作日接触不同强度手传振动作业（包括使用不同振动工具或接触不同受振工件等），应分别测量。

5.6 若佩戴防护用品，直接测量防护用品外部的手传振动强度，并在记录表中注明防护用品外部。

5.7 若佩若双手同时接触振动，应分别测量左手和右手的手传振动强度，并在记录表中注明左/右手，取较高值作为手传振动接触水平。



说明:

\_\_\_\_\_ : 生物力学坐标系

- - - : 基本中心坐标系

图1 手生物力学及基本中心坐标轴向

## 6 取值方法

### 6.1 频率计权振动加速度

如只获得 1/3 倍频程各频带加速度均方根值, 应按附录 B 中公式 (B. 1) 换算成频率计权振动加速度。

### 6.2 频率计权均方根加速度的振动总值

如测量仪器不能直接读取频率计权均方根加速度的振动总值, 应按公式 (1) 计算。

$$a_{hv} = \sqrt{a_{hw x}^2 + a_{hw y}^2 + a_{hw z}^2} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

$a_{hv}$  —— 频率计权均方根加速度的振动总值, 单位为米每平方秒 ( $m/s^2$ );

$a_{hw x}$  —— X轴频率计权振动加速度, 单位为米每平方秒 ( $m/s^2$ );

$a_{hw y}$  —— Y轴频率计权振动加速度, 单位为米每平方秒 ( $m/s^2$ );

$a_{hw z}$  —— Z轴频率计权振动加速度, 单位为米每平方秒 ( $m/s^2$ )。

### 6.2 等能量频率计权振动加速度

- 6.2.1 如标准化接振时间，则 $A(T_0)$ 与 $a_{hv}$ 的数值相同。  
 6.2.2 如非标准化接振时间，应按公式(2)计算 $A(T_0)$ 。

$$A(T_0) = a_{hv} \sqrt{\frac{T}{T_0}} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- $A(T_0)$  —— 等能量频率计权振动加速度，单位为米每平方秒 ( $m/s^2$ )；  
 $a_{hv}$  —— 频率计权均方根加速度的振动总值，单位为米每平方秒 ( $m/s^2$ )；  
 $T$  —— 日接振时间，单位为小时 (h)；  
 $T_0$  —— 日标准化接振时间，单位为小时 (h)。

- 6.2.3 如同一工作日接触不同强度手传振动作业，应按公式(3)计算 $A(T_0)$ 。

$$A(T_0) = \sqrt{\frac{1}{T_0} \sum_{i=1}^n a_{hvi}^2 T_i} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

- $A(T_0)$  —— 等能量频率计权振动加速度，单位为米每平方秒 ( $m/s^2$ )；  
 $a_{hvi}$  —— 第*i*个频率计权均方根加速度的振动总值，单位为米每平方秒 ( $m/s^2$ )；  
 $n$  —— 不同频率计权振动加速度接触数量；  
 $T_i$  —— 第*i*个手传振动作业的日接振时间，单位为小时 (h)。

## 7 测量记录

测量记录应包括以下内容：测量日期、测量时间及实际接振工作时间（包括使用不同振动工具、接触受振工件等）、气象条件（温度、相对湿度）、测量地点（用人单位信息、车间名称、岗位名称）、被测人员姓名和接振部位（左手、右手等）、被测仪器设备型号和参数、被测工件名称和参数、测量仪器型号和编号、测量数据、作业者手部防护状况（防护用品型号、材质和参数等）及测量人员等。

## 8 注意事项

在进行现场测量时，测量人员应注意个人防护。

附 录 A  
(规范性)  
检测对象确定方法

A.1 检测原则

在现场调查的基础上，根据检测的目的和要求，选择被检测对象。

A.2 检测对象的选定

在工作过程中，凡接触手传振动危害的劳动者都列为检测对象范围。被检测对象中应包括不同工作岗位的、接触手传振动危害最高和接触时间最长的劳动者，其余的被检测对象随机选择。

A.3 检测对象数量的确定

按表A.1确定检测对象的数量。

表 A.1 检测对象及数量

劳动者数量	检测对象数量
1	1
2~5	2
6~10	3
11~	4

附录 B

(资料性)

1/3 倍频程数据换算成频率计权振动加速度的方法

如只获得1/3倍频程各频带振动加速度均方根值，应按公式(B. 1)换算成频率计权振动加速度。

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

式中：

- $a_{hw}$  —— 单轴向频率计权振动加速度，单位为米每平方秒 ( $m/s^2$ ) ；
- $a_{hi}$  —— 第*i*个1/3倍频带实测的加速度，单位为米每平方秒 ( $m/s^2$ ) ；
- $W_{hi}$  —— 第*i*个1/3倍频带的计权因子，见表B. 1；
- $n$  —— 1/3倍频程总频段数。

表 B. 1 1/3 倍频程的计权因子  $W_{hi}$

频带号 <i>i</i>	标称中心频率 <i>Hz</i>	计权因子 $W_{hi}$
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	0.0799
24	250	0.634
25	315	0.0503
26	400	0.0398
27	500	0.0314
28	630	0.0245
29	800	0.0186
30	1000	0.0135

表 B.1 (续)

频带号 $i$	标称中心频率 $Hz$	计权因子 $W_{hi}$
31	1250	0.00894
32	1600	0.00536
33	2000	0.00295

注：滤波器的响应和允差见GB/T 23716。

## 参考文献

- [1] GBZ/T 224, 职业卫生名词术语[S].
- [2] GB/T 23716, 人体对振动的响应-测量仪器[S].
- [3] ISO 5349:1-2001, Mechanical vibration - Measurement and evaluation of human exposure to hand-transmitted vibration - Part 1: General requirements[S].
- [4] ISO 5349:2-2002, Mechanical vibration - Measurement and evaluation of human exposure to hand-transmitted vibration - Part 2: Practical guidance for measurement at the workplace[S].
- [5] GBZ 2.2-2007, 工作场所有害因素职业接触限值 第2部分: 物理因素[S].
- [6] GBZ/T 189.9-2007, 工作场所物理因素测量第9部分: 手传振动[S].
- [7] GBT 14790.1-2009, 机械振动 人体暴露于手传振动的测量与评价 第1部分: 一般要求[S].
- [8] GBT 14790.2-2014, 机械振动 人体暴露于手传振动的测量与评价 第2部分: 工作场所测量实用指南[S].
- [9] 陈青松, 肖斌, 陈嘉斌等. 6种接触振动岗位作业工人手传振动危害现况调查[J]. 中国职业医学, 2012, 39(04): 298-299+302.
- [10] 谢晓霜, 张敏, 杜燮祎. 国内外主要手传振动测量与评价标准的比较. 中华劳动卫生与职业病杂志, 2014(14): 959-961.
- [11] ISO 28927-1:2009, Hand-held portable power tools -- Test methods for evaluation of vibration emission -- Part 1: Angle and vertical grinders[S].
- [12] ISO 28927-2:2009, Hand-held portable power tools -- Test methods for evaluation of vibration emission -- Part 2: Wrenches, nutrunners and screwdrivers[S].
- [13] ISO 28927-3:2009, Hand-held portable power tools -- Test methods for evaluation of vibration emission -- Part 3: Polishers and rotary, orbital and random orbital sanders[S].
- [14] ISO 28927-5:2009, Hand-held portable power tools -- Test methods for evaluation of vibration emission -- Part 5: Drills and impact drills[S].
- [15] ISO 15230: 2007, Mechanical vibration and shock -- Coupling forces at the man--machine interface for hand-transmitted vibration[S].
- [16] ISO 14835-2: 2005, Mechanical vibration and shock -- Cold provocation tests for the assessment of peripheral vascular function -- Part 2: Measurement and evaluation of finger systolic blood[S].
- [17] ISO 20643: 2005, Mechanical vibration -- Hand-held and hand-guided machinery -- Principles for evaluation of vibration emission[S].
- [18] ISO/TS 15694: 2004, Mechanical vibration and shock -- Measurement and evaluation of single shocks transmitted from hand-held and hand-guided machines to the hand-arm system[S].
- [19] ISO 8041-1: 2017, Human response to vibration-Measuring instrumentation-Part 1: General purpose vibration meters[S].
- [20] Directive 2002/44/EC of the European parliament and of the council of 25 June 2002 on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents[S].
-

卫生标准制（修）订项目编号：

# 工作场所物理因素测量 第 9 部分：手传振动

**Measurement of physical agents in workplace**

**Part 9: Hand-transmitted vibration**

（征求意见稿）

## 编 制 说 明

（北京大学公共卫生学院）

2021 年 9 月 18 日

## 一、项目基本情况

### （一）任务来源与项目编号

本项目由国家卫生健康委（原卫生部）列入 2011 年卫生标准制修订计划项目，项目名称《工作场所手传振动测量方法》，项目编号 20110205。由于一些原因该标准未按时颁布，现列入中国疾病预防控制中心 2021 年度国家卫生健康标准公共卫生标准体系升级改造项目职业健康标准修订项目计划（中疾控标准便函[2021]881 号）。

### （二）各起草单位和起草人承担的工作

序号	姓名	性别	职称/职务	单 位	所承担的工作
1	何丽华	女	教授	北京大学公共卫生学院	课题负责人
2	王生	男	主任医师	北京大学公共卫生学院	技术指导
3	肖斌	男	主任医师	广东省职业病防治院	文献复习与分析、 现场和人群调查
4	熊文波	男	高级工程师	浙江省声学会	测量设备技术支持
5	陈青松	男	教授	广东药科大学	现场测量技术指导
6	王如刚	男	主任医师	北京市疾病预防控制中心	数据统计与分析
7	谢晓霜	女	主管技师	中国疾病预防控制中心职业卫生与中毒控制所	文献调研及分析
8	林瀚生	男	主管技师	广东省职业病防治院	现场测量、实验室 测试
9	李京	男	副教授	潍坊医学院	标准文本格式校审

### （三）起草过程

接受标准修订任务后，北京大学公共卫生学院、广东省职业病防治院共同牵头成立了标准修订小组，检索分析了美国、日本、欧

盟等国家关于手传振动测量的法律、法规和相关标准，了解了国内工作场所手传振动职业接触限值、测量方法的应用情况，分析了大量振动作业测量数据及接振人群健康资料，总结国内对现行测量标准中提出的问题，并进一步开展了工作场所接振作业调查和测量验证。在此基础上对现行的标准进行了修订。

### 1. 标准修订背景

早在 2007 年，本标准申报的主要成员单位之一北京大学公共卫生学院课题组经过大量流行病学调查及实验室研究，参考国外标准制定了我国的工作场所手传振动限值及测量方法标准，通过多年的应用以及相关测量仪器的改进及发展，标准实践中发现存在一些问题，如测量的可操作性不够强，评价指标的取值计算有待完善等；另外，现有标准与国际标准存在较大差异，因此于 2011 年申报了卫生标准修订计划，经过研制完成了征求意见稿，最后形成了报批稿，并通过了标委会委员的审核，后续由于机构职能转变及调整等原因，延缓了该标准的颁布。

### 2. 项目再启动

2021 年该标准被列入公共卫生标准体系升级改造项目职业健康标准修订项目计划后，北京大学公共卫生学院组织 7 家单位（北京大学公共卫生学院、广东省职业病防治院、浙江省声学会、北京市疾病预防控制中心、广东药科大学、中国疾病预防控制中心职业卫生与中毒控制所、潍坊医学院）共 9 名专家组成了标准修订课题组，专家的工作领域涵盖了标准研究、现场检测、测量仪器研发等相关领域。标准修订课题组先后组织召开了项目启动会议和项目研讨会，研究部署了相关工作安排及时间进度，在原有工作的基础上分析近年来振动作业测量数据及接触手传振动人群健康资料，同时开展了工作场所接振作业调查和现场测量验证。

3. 现场工作进程（包括但不限于根据时间序列概述以下等工作的简要情况）：

（1）检索、阅读、对比分析国内外手传振动测量相关法律、法规和标准；

(2) 数据分析：对既往振动作业测量数据及接振人群健康资料开展整理、归纳、分析工作；课题组已有的数据重点整理及分析；

(3) 现场测量验证工作：在广东省职业病防治院、广州市职业病防治院、佛山市职业病防治所等 3 家职业卫生技术服务机构对新修订标准进行了验证工作。依据新修订标准对工作场所手传振动危害进行检测评价，并出具验证报告。3 家机构一致认为新修订标准具备良好的科学性和可行性。

#### 4. 文本修改过程

征求意见稿：根据国家卫生健康委办公厅通知要求，北京大学公共卫生学院牵头，成立了起草工作小组，在原有工作基础上查阅及分析国内外相关专业文献，分析流行病学调查及现场检测资料，修改了原报批稿，经过多次讨论形成了目前的征求意见稿，广泛征求专家意见，并参考专家意见对新修订标准的征求意见稿进行修改完善。

#### 5. 项目完成情况

标准修订课题组通过查阅文献、会议研讨、现场调查、现场测试、数据统计分析、征求意见等工作，组织课题组成员对社会意见进行研究处理，同时完成标准文本格式校审，最终形成报批稿提交秘书处审阅。

## 二、与相关规范性文件和其他标准的关系

本标准作为推荐性国家职业卫生标准，与《中华人民共和国职业病防治法》配套，格式依据 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》给出的规则编写。

根据我国物理因素标准沿革，《工作场所有害因素职业接触限值》（GBZ2-2002）中包括了物理因素限值及测量方法，该版标准中叫做局部振动。2007年卫生部颁布《工作场所有害因素接触限值第2部分：物理因素》（GBZ2.2-2007）该版标准替代了GBZ2-2002。该标准中规定了工作场所中物理因素职业接触限值同时将工作场所物理因素测量方法修订为独立的标准，即GBZ/T 189《工作场所物理因素测量》，该标准包括11种物理因素测量标准。其中手传振动测量职

业卫生标准为GBZ/T 189.9-2007。该标准在2002版标准上进行了一般性条目的调整。

本次标准的修订，与 GBZ/T 189.9-2007 相比，主要技术变化如下：删除了加速度级和频率计权加速度级的定义；删除了加速度级与加速度之间以及频率计权加速度级与频率计权加速度之间的转换公式；完善了频率计权振动加速度定义和手部生物力学坐标系定义；完善了测量方法；规范了测量记录；增加了等能量频率计权振动加速度定义；增加了当同一工作日接触不同强度手传振动作业时，等能量频率计权振动加速度的计算方法；增加了检测对象确定方法。

### 三、国外相关规定和标准情况的对比说明

国际标准化组织 2001 年发布的 ISO 5349-1:2001 《机械振动 人体暴露于手传振动的测量与评价 第 1 部分：一般要求》<sup>[1]</sup> 与新修订版相关，新修订版与国际标准相同或类似的指标主要包括如下部分：

1. 手传振动暴露的评价应基于三个轴向（手的生物力学坐标系）加速度（ $a_{hw_x}$ 、 $a_{hw_y}$ 、 $a_{hw_z}$ ）的综合值，即频率计权均方根加速度的振动总值  $a_{hv}$ ，并给出其计算公式(1)。

$$a_{hv} = \sqrt{a_{hw_x}^2 + a_{hw_y}^2 + a_{hw_z}^2} \dots\dots\dots(1)$$

式中：

- $a_{hv}$  —— 频率计权振动加速度总值，单位为米每平方秒（ $m/s^2$ ）；
- $a_{hw_x}$  —— X轴频率计权振动加速度，单位为米每平方秒（ $m/s^2$ ）；
- $a_{hw_y}$  —— Y轴频率计权振动加速度，单位为米每平方秒（ $m/s^2$ ）；
- $a_{hw_z}$  —— Z轴频率计权振动加速度，单位为米每平方秒（ $m/s^2$ ）。

2. 日接振量由 8h 等能量频率计权振动加速度表示，即  $A(8)$ ，并给出其计算公式(2)。

$$A(8) = a_{hv} \sqrt{\frac{T}{8}} \dots\dots\dots(2)$$

式中：

- $A(8)$  —— 8h等能量频率计权振动加速度，单位为米每平方秒（ $m/s^2$ ）；

$a_{hv}$  —— 频率计权振动加速度总值，单位为米每平方秒（ $m/s^2$ ）；  
 $T$  —— 日接振时间，单位为小时（h）。

3. 当同一工作日接触不同强度手传振动作业时，则日接振量  $A(8)$  由式(3)得出。

$$A(8) = \sqrt{\frac{1}{8} \sum_{i=1}^n a_{hvi}^2 T_i} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

$a_{hvi}$  —— 第  $i$  个工作的工作的振动加速度总值，单位为米每平方秒（ $m/s^2$ ）；  
 $n$  —— 不同频率计权振动加速度接触数量；  
 $T_i$  —— 第  $i$  个接振作业的时间，单位为小时（h）。

2002 年欧洲议会和理事会发布指令 2002/44/EC 《关于工人暴露于物理因素（振动）引发危险的最低健康和安全要求》<sup>[2]</sup>，2004 年日本发布 JIS B7761-1-2004 《手传振动 第 1 部分：测量设备》<sup>[3]</sup>、JIS B7761-2-2004 《手传振动 第 2 部分：工作场所测量的实用指南》<sup>[4]</sup>，2005 年英国发布 BS EN ISO 20643-2005 《机械振动 手持式和手导式机械 振动传导评价原则》<sup>[5]</sup>，2006 年美国发布 ANSI/ASA S2.70-2006 《人体暴露于手传振动的测量和评估指南》<sup>[6]</sup>等手传振动测量标准，以上标准均参考 ISO 5349 系列标准；我国先后颁布了 GB/T 14790.1-2009 《机械振动 人体暴露于手传振动的测量与评价 第 1 部分：一般要求》和 GB/T 14790.2-2014 《机械振动 人体暴露于手传振动的测量与评价 第 2 部分：工作场所测量实用指南》标准，分别与 ISO 5349:1-2001 和 ISO 5349:2-2002 完全一致。由此可见，ISO 制定的手传振动测量方法为各国认同并参考采纳。

本标准采用等能量频率计权加速度  $A(T_0)$ 进行作为评价依据，该评价指标无明确规定标准化接振时间，其计算公式与 ISO 5349-1:2001 中规定的  $A(8)$ 基本一致，适用于各标准化接振时间的计算与评价，可与现行《工作场所有害因素职业接触限值 第 2 部分：物理因素》（GBZ 2.2-2007）配套使用。具体标准化时间依据限值的要求进行计算。

#### 四、各项技术内容的依据

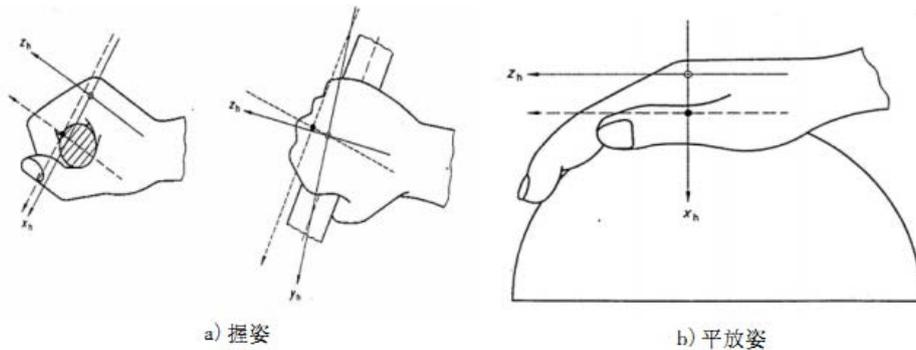
标准中各项重要技术指标依据如下：

1. 依据 ISO 5349-1:2001，结合现场调查和测量数据分析结果，新修订版删除了加速度级和频率加速度级的定义、加速度级与加速度之间的转换公式以及频率加速度级与频率加速度之间的转换公式。

职业卫生标准主要采用加速度（单位为  $m/s^2$ ）进行接触手传振动评价。加速度级  $L_a$ （单位为 dB）为加速度测量值  $a_0$  对比基准加速度值  $a_e$  的无量纲数值，加速度级主要用于建筑振动的测量评价和振动测量仪器的检定，而加速度和加速度级可通过公式进行换算，转换公式为  $L_a=20 \lg (a_0/a_e)$ 。目前市面上大多数手传振动测量设备可直接读取加速度和加速度级，振动测量时直接读取读取稳定状态的三个轴向的  $a_{hw}$  值，不必读取手传振动计权加速度级。且标准 ISO 5349 系列标准中无加速度级定义说明。因此，新修订版本中删除了手传振动计权加速度级的概念及计权加速度级与计权加速度之间的转换公式，与 GBZ/T 189.9-2007 相比简化了数据读取和计算过程，操作性更强，应用更便利。

2. 依据 ISO 5349-2:2002 标准，新修订版规定测量时采用手部生物力学坐标系（见图 1）。

GBZ/T 189.9-2007 中平放姿图片未提供基本中心坐标系（图中虚线坐标系），虽在手传振动测量中较少使用该坐标轴，但为了与生物动力学坐标轴作对比，故在本修订版中加入了平放姿图片中基本中心坐标系的虚线指示，以使操作者更准确地辨别生物动力学坐标系。同时在图片下方增加了对生物动力学坐标系的文字描述，便于实际操作。



\_\_\_\_\_生物力学坐标系

### —— 基本中心坐标系

注：生物力学坐标系的坐标原点位于第三掌骨头（远端）， $Z_h$ 轴（即手的轴向）由第三掌骨纵轴方向确定，并指向手指远端方向。 $X_h$ 轴穿过原点，垂直于 $Z_h$ 轴，当手在正常解剖位置时（手掌朝前），指向前方。 $Y_h$ 轴垂直于其余两轴，指向拇指方向。实际应用时，采用生物力学坐标系。

图1 手生物力学及基本中心坐标轴向

3. 依据 GB/T 23716-2009 与 ISO 5349-2:2002，新修订版规范了手传振动测量设备的要求及振动传感器的安装位置。

本次修订版测量方法规定手传振动测量设备须符合 GB/T 23716-2009 要求；对于手传振动传感器安装位置的要求，本标准主要参考 ISO 5349-2:2002，其规定了“振动测量应在工具或工艺的正常工作条件下，测量时应将传感器放置在振动的机械、工具或工件的手握区域中心，不同的振动物体要分别测量”，因此，本标准规定传感器的安装按照 ISO 5349-2 的要求执行。

4. 依据现场调查，新修订版规范了振动传感器需在防护用品外部进行布置。

现场调查结果显示，工作场所存在接振作业工人佩戴个人防护用品的情况，但振动传感器如何布置无统一规范。外部检测值是工作场所客观真实数值，而内部测量值会因防护用品的不同而变化，内部测量值更多的是反映防护用品的防护效果和佩戴该种防护用品后劳动者实际接触值，但在实际检测工作中，大部分传感器难以放置在防护用品内进行测量。为更科学的评估接振作业工人振动接触水平、保护其职业健康，本标准规定：若佩戴防护用品，直接测量防护用品外部的手传振动强度，并在记录表中注明防护用品外部。

5. 依据 ISO 5349-1:2001 及相关研究结果，振动测量数据以及职业接触人群健康资料，新修订版明确了测量手传振动时需测量接振作业人员双手的接触手传振动加速度水平。

#### 5.1 国内外标准对振动传感器放置的要求。

手传振动的危害不同于噪声的危害，其必须通过接触工具或受振动工件才能产生，测量时振动传感器也必须与手相接触才能测量出手传振动加速度，大多数工人接触振动工具或受振动工件时都是双手接

触，如电钻、抛光机、电镐、电锯等，接触振动的手存在遭受健康损害的风险，但由于接触的位置不同，左右手的习惯不同，其健康损害的程度是不同的。ISO 5349-2:2002 对常见振动作业工具振动数据测量位置举例说明中，指出须在左右手接触位置布置测点，见图 2。

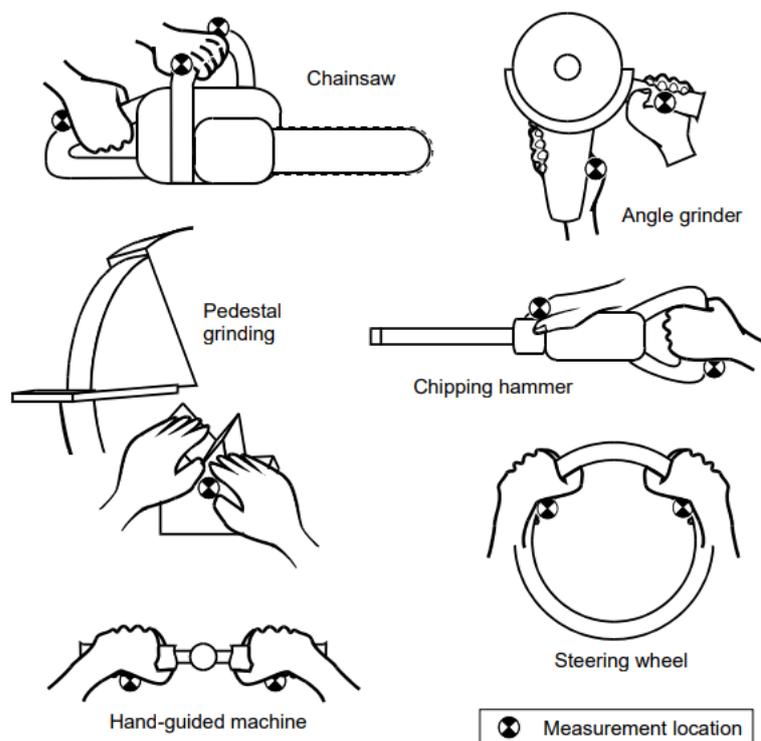


图 2 常见振动作业工具振动数据测量位置（ISO 5349-2:2002）

## 5.2 接振人群手指损伤情况分析。

课题组对 75 例手臂振动病振动性白指发作特征的分析发现，病人右手白指要重于左手；某学者对太钢 181 名局部振动作业人员进行手臂振动病的调查发现 31 例白指共发生 60 人指，其中左手 35 人指，右手 25 人指，双手同时出现白指的有 12 例，1 只手出现白指有 19 例。由此可见，接振作业工人左右手遭受的振动损害往往是不同的。

## 5.3 工作场所接振作业工人左右手接振情况。

现场调查结果表明，由于作业工人的惯用手、个人身体条件以及不同岗位作业工人握持工具或工件的要求不同，其左右手接振强度不同。通过对 16 家企业 16 个接振岗位作业工人惯用手与非惯用手接振水平进行比较，结果显示作业工人惯用手的接振水平高于非惯用手 ( $P < 0.05$ )。基于上述分析，为全面反映作业工人的手传振动暴露水

平，应该对凡接触振动的手都进行手传振动的测量，并在记录表格中注明左/右手，并以振动加速度较大值作为评价依据。这也与 GB/T 22665-2008 规定应在振动工具每个手握持位置处进行测量的要求相符合。

6. 依据 ISO 5349-1:2001 标准，新修订版采用频率计权均方根加速度总值作为接触手传振动评价依据。

对于大多数动力工具或受振工件，其传向手的振动均包含来自三个轴向的作用，这三个轴向的振动均会对身体产生危害，因此振动接触的评价应采用频率计权均方根加速度总值  $a_{hv}$ ，并定义为三个轴向分量值的平方和的方根。目前市售的大部分手传振动测量仪器可直接读取振动加速度的总值，如测量仪器不能直接读取频率计权均方根加速度的振动总值，按其 6.2 中的公式 (1) 进行计算。与 GBZ/T 189.9-2007 相比，该指标将三个轴向的振动加速度分量综合为总值，综合考虑了不同轴向的振动对手部及身体其他部位的影响。

7. 参考 ISO 5349-1:2001，采用等能量频率计权振动加速度。

现行的手传振动接触限值标准 GBZ 2.2-2007 《工作场所有害因素职业接触限值 第 2 部分：物理因素》附录 A10 中给出了 4h 等能量频率计权振动加速度  $a_{hw(4)}$  的计算公式，见式(4)。

$$a_{hw(4)} = \sqrt{\frac{T}{4}} a_{hw(T)} \dots\dots\dots (4)$$

式中：

$a_{hw(T)}$  ——频率计权振动加速度；

$T$  ——日接振时间，单位为小时每天 (h/d)。

但由于刊误原因，该公式存在错误，应按照式(5)进行计算。

$$a_{hw(4)} = \sqrt{\frac{T}{4}} a_{hw(T)} \dots\dots\dots (5)$$

段黎明<sup>[7]</sup>等人提出了上述问题，并有专业技术人员表示同样的问题。为了便于对不同工作时间的日接触量进行比较，进一步和国际标准接轨，本次修订版本采用等能量频率计权振动加速度值  $A(T_0)$  表示，见式(6)和式(7)。

等能量频率计权振动加速度 $A(T_0)$ 计算方法见式(6)。

$$A(T_0) = a_{hv} \sqrt{\frac{T}{T_0}} \dots\dots\dots (6)$$

式中：

- $A(T_0)$  —— 等能量频率计权振动加速度，单位为米每平方秒 ( $m/s^2$ )；
- $a_{hv}$  —— 频率计权振动加速度总值，单位为米每平方秒 ( $m/s^2$ )；
- $T$  —— 日接振时间，单位为小时 (h)；
- $T_0$  —— 日标准化接振时间，单位为小时 (h)。

当同一工作日接触不同强度手传振动作业时， $A(T_0)$ 由式(7)计算。

$$A(T_0) = \sqrt{\frac{1}{T_0} \sum_{i=1}^n a_{hvi}^2 T_i} \dots\dots\dots (7)$$

式中：

- $A(T_0)$  —— 等能量频率计权振动加速度，单位为米每平方秒( $m/s^2$ )；
- $a_{hvi}$  —— 第*i*个频率计权振动加速度总值，单位为米每平方秒( $m/s^2$ )；
- $n$  —— 不同频率计权振动加速度接触数量；
- $T_i$  —— 第*i*个接振作业的时间，单位为小时 (h)。

新修订版由 GBZ/T 189.9-2007 中 4h 接触限值改为等能量频率计权振动加速度主要原因如下：

□ 遵从国际惯例，与国际标准计算方法基本一致，便于比较分析及检测评价；

□ 等能量频率计权振动加速度的计算公式无规定标准化接振时间，与目前国内现行《工作场所有害因素职业接触限值 第 2 部分：物理因素》(GBZ 2.2-2007) 规定的 4h 接触限值可配套使用。

8. 依据工作场所现场测量数据与 ISO 5349-2:2002，新修订版增加了当同一工作日接触不同强度手传振动作业时等能量频率计权振动加速度计算方法。

专家提出，在实际检测工作中，存在同一工作者同一工作日接触不同强度手传振动作业的情况。因工作内容不同，作业工人接振强度也存在差异<sup>[7]</sup>。ISO 5349-2:2002 中 7.3 节提到，存在工人日常工作的振动暴露来源于一系列不同的振动作业(不同工具或同一工具不同模

式), 须对每次作业的振动数据及振动接触时间进行测量记录, 附录 E.3 举例说明同一工作日接触不同强度手传振动作业的计算与分析方法, 通过式(2)计算单个振动作业的等能量频率计权振动加速度  $A_i(8)$ , 结合等能量最终通过式(3)计算得日接振量  $A(8)$ , 结合振动日接振量阈值判断该工人振动暴露情况。根据广东省职防院防治院调查数据统计分析, 同一工作日接触不同强度手传振动作业的情况占手传振动检测量约为 35%。因此, 新修订版标准要求考虑同一工作日接触不同强度手传振动作业情况, 符合相关标准和实际工作的要求。现行 GBZ/T 189.9-2007 中未提及总的等能量接振量计算方法。同时, 有专业技术人员来函反映类似的问题。针对这个普遍反映问题, 本次修订版增加了同一工作日接触不同强度手传振动作业, 等能量频率计权振动加速度计算方法, 充分考虑了实际情况和可行性, 使评价方法更科学。

9. 依据 GBZ/T 189.8-2007 《工作场所物理因素测量 第 8 部分: 噪声》增加了检测对象确定方法。

GBZ/T 189.9-2007 中未明确规定检测对象确定方法, 在实际检测工作中, 专业技术人员普遍参考 GBZ 159-2004 和 GBZ/T 189.8-2007 附录 A 中推荐的抽样方法, 为提高本标准的可操作性和实用性, 参照制定了检测对象确定方法, 见表 2。(详见征求意见稿附录 A。)

表 2 检测对象与数量

劳动者数量	抽样对象数量
1	1
2~5	2
6~10	3
11~	4

## 五、征求意见和采纳情况

本次标准修订通过邮件等方式向 35 位专业人员发出了征求意见信函, 共收到 26 位专家的提出的意见及建议 86 条, 经过课题组多次讨论采纳其中的意见及建议 61 条, 未采纳意见及建议 25 条并写出了未采纳的理由。

六、重大意见分歧的处理结果和依据  
暂无。

七、实施标准的建议  
暂无。

八、其他应予说明的事项  
暂无

## 参考文献

- [1] ISO 5349:1-2001 Mechanical vibration -- Measurement and evaluation of human exposure to hand-transmitted vibration -- Part 1: General requirements[S].
- [2] Directive 2002/44/EC of the European parliament and of the council of 25 June 2002 on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents.
- [3] JIS B7761-1-2004 Hand-transmitted vibration-Part 1: Measuring instrumentation[S].
- [4] JIS B7761-2-2004 Hand-transmitted vibration-Part2: Practical guidance for measurement at the workplace[S].
- [5] BS EN ISO 20643-2005 Mechanical vibration-Hand-held and hand-guided machinery- Principles for evaluation of vibration emission[S].
- [6] ANSI/ASA S2.70-2006 Guide for the Measurement and Evaluation of Human Exposure to Vibration Transmitted to the Hand[S].
- [7]段黎明,郭碧凝.对国标及教科书中手传振动测量结果计算方法的商榷.中华劳动卫生职业病杂志,2010,28(6):468-469.
- [8] ISO 28927-1:2009 Hand-held portable power tools -- Test methods for evaluation of vibration emission -- Part 1: Angle and vertical grinders[S].
- [9] ISO 28927-2:2009 Hand-held portable power tools -- Test methods for evaluation of vibration emission -- Part 2: Wrenches, nutrunners and screwdrivers[S].
- [10] ISO 28927-3:2009 Hand-held portable power tools -- Test methods for evaluation of vibration emission -- Part 3: Polishers and rotary, orbital and random orbital sanders[S].
- [11] ISO 28927-5:2009 Hand-held portable power tools -- Test methods for evaluation of vibration emission -- Part 5: Drills and impact drills[S].
- [12] ISO 15230: 2007 Mechanical vibration and shock -- Coupling forces at the man-machine interface for hand-transmitted vibration[S].
- [13] ISO 14835-2: 2005 Mechanical vibration and shock -- Cold provocation tests for the assessment of peripheral vascular function -- Part 2: Measurement and evaluation of finger systolic blood[S].
- [14] ISO 20643:2005 Mechanical vibration -- Hand-held and hand-guided machinery -- Principles for evaluation of vibration emission[S].
- [15] ISO/TS 15694: 2004 Mechanical vibration and shock -- Measurement and evaluation of single shocks transmitted from hand-held and hand-guided machines to the hand-arm system[S].
- [16] ISO 5349:2-2001 Mechanical vibration -- Measurement and evaluation of human exposure to hand-transmitted vibration -- Part 2: Practical guidance for measurement at the workplace[S].

- [17] Directive 2002/44/EC of the European parliament and of the council of 25 June 2002 on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents[S].
- [18] GBT 14790.1-2009, 机械振动 人体暴露于手传振动的测量与评价 第1部分: 一般要求[S].
- [19] GBT 14790.2-2014, 机械振动 人体暴露于手传振动的测量与评价 第2部分: 工作场所测量实用指南[S].
- [20] GBZ 2.2-2007, 工作场所有害因素职业接触限值 第2部分:物理因素[S].
- [10] GB/T 23716-2009, 人体对振动的响应 测量仪器[S].
- [21] 王林.正确理解和实施《职业性手臂振动病诊断标准》.中华劳动卫生职业病杂志,2004,22(6):473-474.
- [22] 马争,叶立和,全乐强,等.砂带金属打磨作业手臂振动职业危害特征分析.中国卫生工程学,2011,10(1):30-32.
- [23] 陈佰锋.铁矿作业工人手臂振动危害调查及微血管损伤机理研究.武汉大学.
- [24]李涛,张敏,王丹,等.日本振动推荐性容许标准(2007年度).国外医学卫生学分册,2009,36(6):333-335.
- [25] 张志飞,徐中明,贺岩松.人体手传振动评价研究.人类工效学,2011,17(2):59-62.
- [26] 犹学筠.日本产业卫生学会2000年有关全身振动和手传局部振动容许强度标准.劳动医学,2011,18(6):383-385.
- [27] 郭英,朱海龙.手臂振动病75例振动性白指发作特征的分析[J].职业危害与临床,2006,22(6):413-414.
- [28] 孙健娅,刘书乾,宋新梅等.冷水复温试验对振动性白指检出率的影响[J].职业与健康,2003,19(6):1-3.
- [29] 谢晓霜,张敏,杜燮祎.国内外主要手传振动测量与评价标准的比较[J].中华劳动卫生与职业病杂志,2014(14):959-961.
- [30] 谢晓霜,祁成,杜燮祎等.汽车铸造及装配作业场所振动工具手传振动测量和分析[J].中华劳动卫生与职业病杂志,2014(2):107-110.
- [31] 谢晓霜,张敏,郑迎东等.两种测量仪适配器佩戴位置对砂轮机手传振动测量的影响[J].中华劳动卫生与职业病杂志,2016(6):426-429.
- [32] 陈青松,肖斌,陈嘉斌等.6种接触振动岗位作业工人手传振动危害现况调查[J].中国职业医学,2012,39(04):298-299+302.
- [33] 肖斌,陈青松,林瀚生等.手持工件打磨作业手传振动基本特征调查[J].中国职业医学,2016,43(03):312-315+319.
- [34] 徐相蓉,王生,何丽华.《工业企业设计卫生标准》中物理因素标准沿革[J].中华劳动卫生职业病杂志,2016,34(4):315-318
- [35] 徐相蓉,宫曼漫,袁志伟,王如刚,杨秋月,何丽华,王生.北方某煤矿掘进工人手传振动职业危害调查[J].工业卫生与职业病,2016,42(04):241-244.

- [36] 林瀚生,张丹英,严茂胜,肖斌等.高尔夫球头打磨岗位手传振动职业接触评价[J].中国职业医学,2019,46(03):286-291.
- [37] 吴明忠,杨帆.工作场所手传振动的测量与评估——以割草机和绿篱机为例[J].中国安全生产科学技术,2019,15(06):168-173.
- [38] 兀光波,王延琦,考希宾等.轮式特种车辆方向盘手传振动评价及试验研究[J].科学技术与工程,2015,15(11):229-233.
- [39] 叶伟国,朱志良,贺中汉,等.深圳市某高尔夫球杆生产企业 53 例职业性手臂振动病调查分析[J].实用预防医学,2020,27(12):1519-1521.
- [40] 吴明忠,杨帆.手臂系统手传振动的研究现状[J].华侨大学学报(自然科学版),2019,40(03):281-290.
- [41] 肖斌,陈青松,林瀚生,温薇,张丹英,徐国勇,严茂胜,陈贵平.手持工件打磨作业手传振动基本特征调查[J].中国职业医学,2016,43(03):312-315+319.
- [42] Paul M. PITTS,Anthony J. BRAMMER. Frequency Weightings for Hand-Transmitted Vibration - Results of the Ottawa Workshop[J]. Industrial Health, 2012, 50(5): 425-427.
- [43] Xiangrong Xu,Zhiwei Yuan,Manman Gong,Lihua He et al. Occupational hazards survey among coal workers using hand-held vibrating tools in a northern China coal mine[J]. International Journal of Industrial Ergonomics, 2017, 62: 21-26.