



中华人民共和国国家标准

GB/T 13823.19—2008/ISO 5347-5:1993

振动与冲击传感器的校准方法 地球重力法校准

**Methods for the calibration of vibration and shock pick-ups—
Calibration by Earth's gravitation**

(ISO 5347-5:1993, Methods for the calibration of vibration and shock pick-ups—Part 5: Calibration by Earth's gravitation, IDT)

2008-09-27 发布

2009-05-01 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

目 次

前言	Ⅲ
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 仪器设备要求	1
4 优先选用的值	1
5 校准方法	1
附录 A (规范性附录) 不确定度的计算	3
附录 NA (资料性附录) 测量不确定度的计算	5

前 言

GB/T 13823《振动与冲击传感器的校准方法》包括以下部分：

- 第 4 部分：磁灵敏度测试；
- 第 5 部分：安装力矩灵敏度测试；
- 第 6 部分：基座应变灵敏度测试；
- 第 8 部分：横向振动灵敏度测试；
- 第 9 部分：横向冲击灵敏度测试；
- 第 12 部分：安装在钢块上的无阻尼加速度计共振频率测试；
- 第 14 部分：离心机法一次校准；
- 第 15 部分：瞬变温度灵敏度测试法；
- 第 16 部分：温度响应比较测试法；
- 第 17 部分：声灵敏度测试；
- 第 19 部分：地球重力法校准；
- 第 20 部分：加速度计谐振测试 通用方法。

本部分是 GB/T 13823 的第 19 部分。

本部分等同采用 ISO 5347-5:1993《振动与冲击传感器校准方法 第 5 部分：利用地球重力的校准》（英文版）。

本部分等同翻译 ISO 5347-5:1993。为便于使用，本部分做了以下编辑性修改：

- 用“本部分”代替“本国际标准”；
- 用小数点“.”代替作为小数点的逗号“,”；
- 删去国际标准中有关 ISO 介绍的资料性概述要素；
- 规范性引用文件中增加了基本概念和术语标准；
- 对正文和附录的公式进行了编号；
- 增加了附录 NA(资料性附录)。

本部分的附录 A 为规范性附录，附录 NA 为资料性附录。

本部分由全国机械振动、冲击与状态监测标准化技术委员会(SAC/TC 53)提出并归口。

本部分起草单位：中国航空工业第一集团公司北京长城计量测试技术研究所、中国测试技术研究院广州分院(广州市计量检测技术研究院)。

本部分主要起草人：曾吾、周伦彬、熊磊。

振动与冲击传感器的校准方法

地球重力法校准

1 范围

GB/T 13823 的本部分规定了利用地球重力对加速度计进行绝对校准所需的仪器设备和操作程序。

本部分适用于具有零频响应的直线加速度计(主要是应变式或压阻式)、伺服加速度计,包括标准传感器和工作传感器。

本部分利用当地的 0 Hz 的正负重力加速度作标准值。

本部分允许的不确定度限是 $\pm 0.01 \text{ m/s}^2$ 。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 GB/T 13823 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 20485.1—2008 振动与冲击传感器校准方法 第1部分:基本概念(ISO 16063-1:1998, IDT)

ISO 2041:1990 机械振动与冲击 术语

3 仪器设备要求

3.1 调温装置

能够将室温维持在 $23 \text{ }^\circ\text{C} \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$ 的装置。

3.2 工作平台

该平台的设计能使加速度计在包含它的灵敏轴的一个垂直平面内旋转 180° 。

在各个测量位置,工作平台相对上述垂直平面的夹角应保持在 $\pm 0.5^\circ$ 以内。

3.3 测量加速度计输出的仪器

用于测量加速度计输出的仪器设备,其最大不确定度应优于读数的 $\pm 0.01\%$ 。

4 优先选用的值

在校准过程中,应使用因地地球重力引起的当地重力加速度的正负值(以 m/s^2 表示)。

注:通常难以把因地地球重力分量引起的输出和因横向灵敏度引起的输出区分开,故在因地地球重力分量引起的重力加速度正负值之间的加速度值进行校准是不可行的。

5 校准方法

5.1 测试步骤

因所处位置与海拔高度不同,当地地球重力所致的加速度值可能会在 $9.78 \text{ m/s}^2 \sim 9.83 \text{ m/s}^2$ 之间变化,故重力加速度值应取四位有效数字。

将有敏感轴向的被校加速度计分别放置在相对于垂直平面的 0° 和 180° 的位置,并测出在这两个位置时的加速度计的输出电压值。

5.2 结果表达

按下式计算得参考校准因子 $S[V/(m \cdot s^{-2})]$:

$$S = \frac{V_a - V_b}{2g_1} \dots\dots\dots(1)$$

式中:

V_a, V_b ——加速度计在 0° 与 180° 时的输出电压值,单位为伏(V);

g_1 ——当地的重力加速度值,单位为米每二次方秒(m/s^2)。

同时应给出 $|V_a|$ 与 $|V_b|$ 。

在给出校准结果时,应给出按附录 A 计算得到的合成不确定度与相对应的置信水平。

附录 A 给出的置信水平是 99%。

附 录 A
(规范性附录)
不确定度的计算

A.1 合成不确定度的计算

指定置信水平(对本标准的这部分,CL=99%)的校准合成不确定度 X_{99} 应该按下式计算:

$$X_{99} = \pm \sqrt{X_r^2 + X_s^2} \quad \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

X_r ——随机不确定度;

X_s ——系统不确定度。

对于给定了置信水平的随机不确定度 $X_{r(99)}$ 根据如下公式计算:

$$X_{r(99)} = \pm t \left[\frac{e_{r1}^2 + e_{r2}^2 + e_{r3}^2 + \dots + e_{rn}^2}{n(n-1)} \right]^{1/2} \quad \dots\dots\dots (A.2)$$

式中:

e_{r1}, e_{r2}, \dots ——单次测量值与算术平均值的偏差序列;

n ——测量次数;

t ——规定了置信水平和测量次数的 t 分布值。

对于系统误差,首先应进行消除或修正,其剩余的不确定度 $X_{s(99)}$, 应该按照如下公式计算:

$$X_{s(99)} = \frac{K}{\sqrt{3}} \times e_s \quad \dots\dots\dots (A.3)$$

式中:

K ——置信水平为 99% 时等于 2.6;

e_s ——参考校准因子的绝对不确定度,单位为伏每米负二次方秒 [$V/(m \cdot s^{-2})$] (见 A.2)。

A.2 参考校准因子的绝对不确定度 e_s 的计算

参考校准因子(例如在地球重力所致的加速度的正负值条件下)的绝对不确定度 $e_s [V/(m \cdot s^{-2})]$, 依据误差合成法则按下式进行计算:

$$\frac{e_s}{S} = \pm \left[\left(\frac{e_{V_d}}{V_d} \right)^2 + \left(\frac{2e_{g_1}}{g_1} \right)^2 + (1 - \cos e_0)^2 + (1 - \cos e_{180})^2 \right]^{1/2} \quad \dots\dots\dots (A.4)$$

式中:

S ——参考校准因子(见 5.2);

V_d ——当从 0° 旋转到 180° 时加速度计输出的差(即 $V_a - V_b$, 见 5.2), 单位为伏(V);

e_{V_d} ——加速度计输出差 V_d 的绝对误差, 单位为伏(V);

g_1 ——当地的地球重力加速度值, 单位为米每二次方秒 (m/s^2);

e_{g_1} ——当地地球重力加速度估计值的绝对不确定度, 单位为米每二次方秒 (m/s^2);

e_0 ——对应 0° 线的绝对不确定度, 单位为度($^\circ$);

e_{180} ——对应 180° 线的绝对不确定度, 单位为度($^\circ$)。

A.3 对 $\pm g_1$ 外的参考校准因子的合成绝对不确定度 e_{s_1} 的计算

对 $\pm g_1$ 外的参考校准因子的合成绝对不确定度 e_{s_1} , 单位 $V/(m \cdot s^{-2})$, 根据如下公式计算:

注: 如果不使用放大器, 需删除带下标“A”的项。

$$\frac{e_{S_1}}{S} = \pm \left[\left(\frac{e_S}{S} \right)^2 + \left(\frac{L_{tA}}{100} \right)^2 + \left(\frac{L_{tP}}{100} \right)^2 + \left(\frac{L_{aA}}{100} \right)^2 + \left(\frac{L_{aP}}{100} \right)^2 + \left(\frac{I_A}{100} \right)^2 + \left(\frac{I_P}{100} \right)^2 + \left(\frac{R}{100} \right)^2 + \left(\frac{E_A}{100} \right)^2 + \left(\frac{E_P}{100} \right)^2 \right]^{1/2} \dots\dots\dots (A.5)$$

式中：

- e_S ——参考校准因子的绝对不确定度,单位为伏每米负二次方秒[V/(m·s⁻²)];
- S ——参考校准因子,单位为伏每米负二次方秒[V/(m·s⁻²)];
- L_{tA} ——放大器的频率线性偏差,用相对于该放大器的参考校准因子的百分数表示;
- L_{tP} ——加速度计的频率线性偏差,用相对于该加速度计的参考校准因子的百分数表示;
- L_{aA} ——放大器的幅值线性偏差,用相对于该放大器的参考校准因子的百分数表示;
- L_{aP} ——加速度计的幅值线性偏差,用相对于该加速度计的参考校准因子的百分数表示;
- I_A ——放大器增益的不稳定性误差和所有的电源阻抗误差,用参考校准因子的百分数表示;
- I_P ——标准加速度计的不稳定性误差,用参考校准因子的百分数表示;
- R ——参考放大范围的跟踪误差(即不同放大设置的增益误差),用参考校准因子的百分数表示;
- E_A ——由于环境对放大器的影响引起的误差,用参考校准因子的百分数表示;
- E_P ——由于环境对传感器的影响引起的误差,用参考校准因子的百分数表示。

附录 NA
(资料性附录)
测量不确定度的计算

根据 GB/T 20485.1—2008,按照以下公式进行参考校准因子测量的相对扩展不确定度 $U_{rel}(S)$ 的计算:

$$U_{rel}(S) = k u_{c,rel}(S) \dots\dots\dots (NA.1)$$

$$u_{c,rel}(S) = \frac{u_c(S)}{S} = \frac{1}{S} \sqrt{\sum_i u_{rel,i}^2(S)} \dots\dots\dots (NA.2)$$

式中包含因子 $k=2$ 。
不确定度分量见表 NA.1。

表 NA.1 确定 S 的不确定度分量

<i>i</i>	标准不确定度分量 $u(x_i)$	不确定度来源	概率分布模型	包含因子	相对不确定度的贡献 $u_{rel,i}(y)$
1	$u(V_d)$	从 0° 旋转到 180° 时加速度计输出差 (即 $V_a - V_b$)	矩形分布	$1/\sqrt{3}$	$u_{rel,1}(S)$
2	$u(g_1)$	当地的地球重力加速度估计值	矩形分布	$1/\sqrt{3}$	$u_{rel,2}(S)$
3	$u(g_{1,0^\circ})$	0° 位置偏差对加速度值	矩形分布	$1/\sqrt{3}$	$u_{rel,3}(S)$
4	$u(g_{1,180^\circ})$	180° 位置偏差对加速度值	矩形分布	$1/\sqrt{3}$	$u_{rel,4}(S)$
5	$u(L_{1A})$	放大器的频率线性偏差	矩形分布	$1/\sqrt{3}$	$u_{rel,5}(S)$
6	$u(L_{1P})$	加速度计的频率线性偏差	矩形分布	$1/\sqrt{3}$	$u_{rel,6}(S)$
7	$u(L_{2A})$	放大器的幅值线性偏差	矩形分布	$1/\sqrt{3}$	$u_{rel,7}(S)$
8	$u(L_{2P})$	加速度计的幅值线性偏差	矩形分布	$1/\sqrt{3}$	$u_{rel,8}(S)$
9	$u(I_A)$	放大器增益的不稳定性和电源阻抗误差	矩形分布	$1/\sqrt{3}$	$u_{rel,9}(S)$
10	$u(I_P)$	加速度计的不稳定性	矩形分布	$1/\sqrt{3}$	$u_{rel,10}(S)$
11	$u(R)$	参考放大范围的跟踪误差 (即不同放大设置的增益误差)	矩形分布	$1/\sqrt{3}$	$u_{rel,11}(S)$
12	$u(E_A)$	由于环境对放大器的影响引起的误差	矩形分布	$1/\sqrt{3}$	$u_{rel,12}(S)$
13	$u(E_P)$	由于环境对传感器的影响引起的误差	矩形分布	$1/\sqrt{3}$	$u_{rel,13}(S)$
14	$u(S_{RE})$	对参考校准因子测量的其他影响 (如: 重复测量中的随机效应; 算术平均值的实验标准偏差等)	矩形分布	$1/\sqrt{3}$	$u_{rel,14}(S)$

注: 如果不使用放大器, 需删除带下标“A”的项。

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
振 动 与 冲 击 传 感 器 的 校 准 方 法
地 球 重 力 法 校 准

GB/T 13823.19—2008/ISO 5347-5:1993

*

中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街16号
邮政编码:100045

网址 www.spc.net.cn

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 0.75 字数 11 千字

2008年12月第一版 2008年12月第一次印刷

*

书号:155066·1-35088 定价 14.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换

版权专有 侵权必究

举报电话:(010)68533533



GB/T 13823.19-2008