

中华人民共和国国家计量技术规范

JJF XXXX-XXXX

冲击加速度传感器 温度特性校准规范

Calibration Specification for Temperature
Characteristic of Shock Accelerometer

(征求意见稿)

202x-xx-xx 发布

202x-xx-xx 实施

国家市场监督管理总局 发布

冲击加速度传感器 温度特性校准规范

JJF xxxx—xxxx

Calibration Specification for Temperature
Characteristic of Shock Accelerometer

归口单位：全国振动冲击转速计量技术委员会

主要起草单位：XXXXXXXXXX

XXXXXXXXXX

XXXXXXXXXX

参加起草单位：XXXXXXXXXX

XXXXXXXXXX

XXXXXXXXXX

本规范委托全国振动冲击转速计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

XXXXXXXXXX

XXXXXXXXXX

XXXXXXXXXX

XXXXXXXXXX

参加起草人：

XXXXXXXXXX

XXXXXXXXXX

XXXXXXXXXX

目 录

引 言	II
1 范围	1
2 引用文件	1
3 术语	1
3.1 温度特性	1
4 概述	2
5 计量特性	2
5.1 温度特性	2
6 校准条件	2
6.1 环境条件	2
6.2 校准用设备	2
7 校准项目和校准方法	3
7.1 校准项目	3
7.2 校准前准备与安装	3
7.3 校准步骤与方法	4
8 校准结果表达	7
9 复校时间间隔	8
附录 A	9
附录 B	12
附录 C	13

引 言

本规范依据 JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1001-2011《通用计量术语及定义》、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》、JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》编写。

本规范参照了 JJF 1943-2021《冲击测量仪校准规范》、GB/T 33929-2017《MEMS 高 g 值加速度传感器性能试验方法》、JJF 1153—2006《冲击加速度计（绝对法）校准规范》、GB/T 20485.13-2007《振动与冲击传感器的校准方法 第13部分：激光干涉法冲击绝对校准》、JJG 233-2008《压电加速度计检定规程》等，并结合我国冲击加速度传感器温度特性的生产、使用和校准现状进行制定。

本规范为首次发布。

冲击加速度传感器温度特性校准规范

1 范围

本规范适用于冲击加速度峰值范围为 $(2.0 \times 10^4 \sim 1.0 \times 10^6)$ m/s²、脉冲持续时间范围为 $(20.0 \sim 100.0)$ μs、工作温度范围为 $(-40 \sim +85)$ °C的冲击加速度传感器（以下简称冲击传感器）的温度特性校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJF 1153—2006 冲击加速度计（绝对法）校准规范

JJF 1071—2010 国家计量校准规范编写规则

JJF 1001—2011 通用计量术语及定义

JJF 1059.1—2012 测量不确定度评定与表示

JJF 1943-2021 冲击测量仪校准规范（ISO 16063-43:2015）

JJG 233-2008 压电加速度计检定规程

GB/T 20485.13-2007 振动与冲击传感器的校准方法 第 13 部分：激光干涉法冲击绝对校准（ISO 16063-13: 2001）

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）

GB/T 33929-2017 MEMS 高 g 值加速度传感器性能试验方法

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范；凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用本规范。

3 术语

3.1 温度特性

冲击传感器在其工作温度范围内冲击灵敏度随温度变化的特性，用相对于参考温度的冲击灵敏度最大变化量的百分比表示。

备注：参考温度通常指室温，一般为 $23^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ 。

4 概述

冲击传感器是将所受到的外部冲击加速度激励转化为可测量的电信号的变换装置，通常由质量块、弹簧、阻尼、敏感元件和壳体等组成，按敏感元件可分为压电式、压阻式和电容式等，主要用于军事行为、民防工程中对冲击加速度物理量的测量，典型场景包括：侵彻弹药毁伤目标测试、建筑业爆炸拆除测试、飞机抗坠毁试验、鸟撞试验、汽车碰撞过程中的冲击试验测试等。

5 计量特性

5.1 温度特性

冲击传感器的温度特性一般不超过 $\pm 10\%$ 。

6 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1 温度： $23^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ 。

6.1.2 相对湿度：不大于 75%。

6.1.3 实验室及周围环境无强交变电磁场、无强振源、无腐蚀性气体、液体。

6.1.4 校准装置应接地良好、安装牢固，必要时需要采取相应的隔振措施。

6.2 校准用设备

校准用设备应经过计量技术机构检定或校准，满足校准使用要求，并在有效期内。

6.2.1 激光干涉仪

1) 冲击加速度峰值测量范围： $(1.0\times 10^4\sim 1.2\times 10^6)$ m/s^2 ；

2) 加速度测量不确定度： 0.5% ($k=2$)。

备注：冲击加速度单位： m/s^2 ，或 g 。

6.2.2 数据采集系统

1) 用于采集冲击传感器输出信号通道，幅值分辨力不低于 10 位，采样率推荐不低于 $10/T$ ， T 为冲击波形的脉冲持续时间；

2) 用于采集激光干涉仪输出信号通道，幅值分辨力不低于 8 位，采样率推荐不低于 150MHz。

6.2.3 冲击加载装置

典型冲击加载装置主要有两种，可选择空气炮，或者霍普金森杆。

6.2.3.1 空气炮

- 1) 冲击加速度峰值范围： $(2.0 \times 10^4 \sim 1.0 \times 10^6)$ m/s²；
- 2) 加速度测量不确定度：7% ($k=2$)；
- 3) 脉冲持续时间范围： $(50.0 \sim 100.0)$ μs。

6.2.3.2 霍普金森杆

- 1) 冲击加速度峰值范围： $(2.0 \times 10^4 \sim 1.0 \times 10^6)$ m/s²；
- 2) 加速度测量不确定度：5% ($k=2$)；
- 3) 脉冲持续时间范围： $(20.0 \sim 50.0)$ μs。

6.2.4 高低温试验箱

- 1) 温度范围： $-40^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$ ；
- 2) 温度波动度： $\pm 2^{\circ}\text{C}$ （工作空间区域）；
- 3) 温度均匀度： $\pm 2^{\circ}\text{C}$ （工作空间区域）。

6.2.4.1 高低温试验箱与冲击加载装置之间，应采取隔热密封措施，以减小设备连接缝隙之间的热量交换及热量传递，有利于平稳升温或者降温。

6.2.4.2 高低温试验箱应设计安装有光学玻璃窗口，以便于激光干涉仪的测量光束通过。光学玻璃窗口应选用特种光学材料玻璃（如K9光学玻璃），并在光学玻璃表面设计并加工有导电涂层，通过温度测控系统，导电涂层对光学玻璃进行加热温度控制，避免低温过程冷凝、结冰，有利于减少激光信号衰减，保证激光干涉仪测量。

6.2.4.3 高低温试验箱推荐带有湿度调节和控制功能，以保证激光干涉仪测量要求。

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

温度特性。

7.2 校准前准备与安装

7.2.1 校准前准备

7.2.1.1 被校冲击传感器应有清晰的型号、出厂编号等标识，外观良好，无划痕及其他瑕疵。

7.2.1.2 为了保证使用和校准条件的一致性，被校冲击传感器、信号电缆与适调放大器将被视为一个整体进行测试校准。

7.2.2 安装被校冲击传感器

7.2.2.1 工作空间区域温度测试传感器应尽量靠近被校冲击传感器。

7.2.2.2 被校冲击传感器安装时，安装界面应清洁平滑，粗糙度 $R_a < 3.2\mu\text{m}$ 。传感器安装可参照使用手册中推荐的安装说明及要点。

7.2.2.3 被校冲击传感器与冲击加载装置之间的安装界面（或者被校冲击传感器与碰撞砧体之间的安装界面、碰撞砧体与冲击加载装置之间的安装界面），可依据实际情况，推荐涂抹润滑脂，有利于高频信号通过、不衰减，以保证被校冲击传感器与激光干涉仪绝对校准方法受到相同冲击加速度激励。

7.2.2.4 被校冲击传感器与碰撞砧体的组合体，共振频率应高于 $(10/T)\text{Hz}$ ， T 为冲击波形的脉冲持续时间。应避免引起结构谐振；应注意控制旋转和偏摆运动的影响。

7.2.3 连接信号导线

信号导线采用低噪声屏蔽电缆，应避免与被校冲击传感器相对运动。

7.2.4 设置适配放大器

按测试要求进行参数设置，所选用的适配放大器，截止频率范围 $(0.008/T \sim 10/T)\text{Hz}$ ，建议下限带宽优于 1Hz ，上限带宽优于 1MHz 。

7.3 校准步骤与方法

7.3.1 在校准温度范围内选择三个温度点（参考温度、下限温度、上限温度）校准。

7.3.2 每个温度点选择三个冲击加速度点（冲击传感器量程 a_{max} 的 10%、50%、90%）校准，每个冲击加速度点进行三次冲击灵敏度 $(S_1、S_2、S_3)$ 校准，按公式（1）计算平均值。

$$S = (S_1 + S_2 + S_3) / 3 \quad (1)$$

备注：冲击灵敏度单位： $\text{mV}/(\text{m}\cdot\text{s}^{-2})$ 或 $\text{pC}/(\text{m}\cdot\text{s}^{-2})$ ，也可以是 mV/g 或 pC/g 。

校准方法主要有两种，基于空气炮的校准方法、基于霍普金森杆的校准方法。

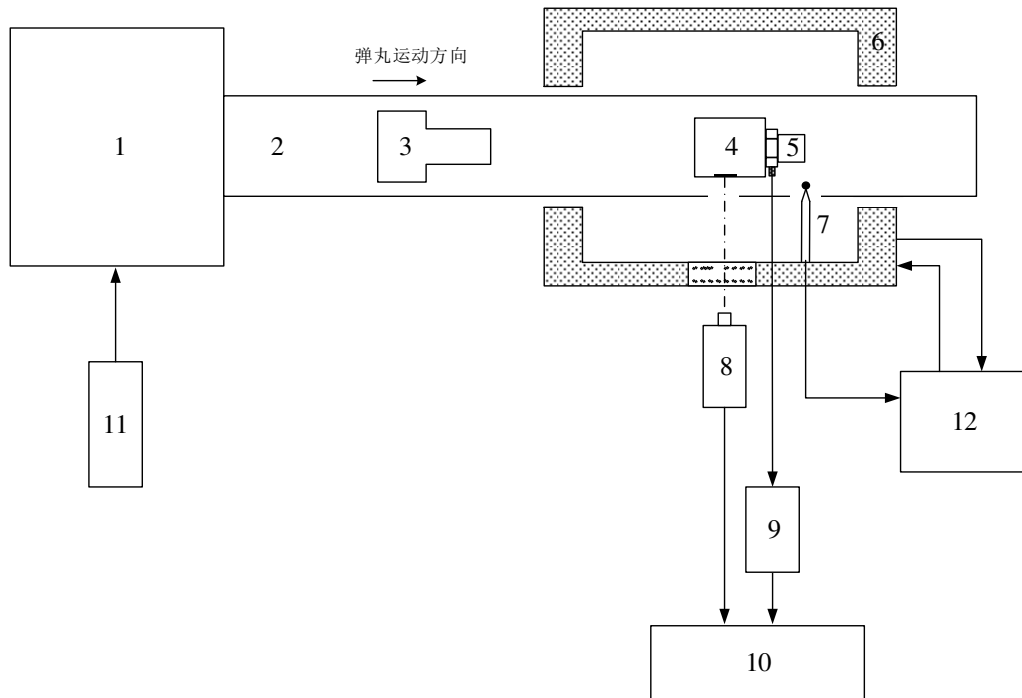
7.3.3 方法 1：基于空气炮的温度特性校准

如图 1 和图 2 所示连接仪器设备，按照冲击传感器安装使用手册中推荐的安装说明及要点，将被校冲击传感器安装于空气炮冲击试验台炮管后端的碰撞砧体安装界面上，每次冲击校准重复此安装过程。

7.3.3.1 在参考温度点进行校准。选择三个冲击加速度点校准，每个冲击加速度点进行三次冲击灵敏度校准，记录数据，按公式（1）计算平均值。

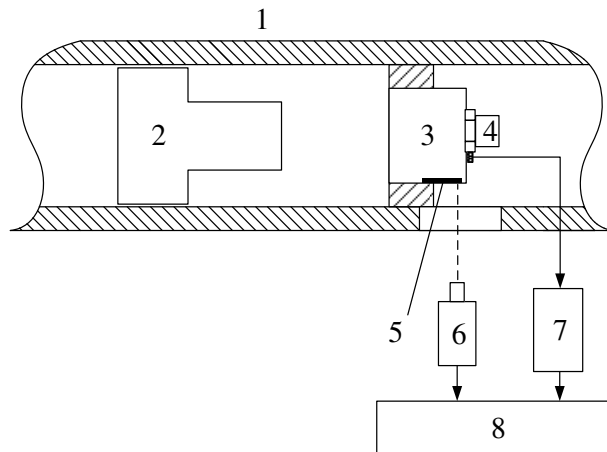
也可按客户需求的参考温度、温度范围、冲击加速度峰值范围、脉冲持续时间范围、

冲击传感器量程、冲击加载装置进行校准。



- | | | |
|------------|------------|------------|
| 1—空气炮冲击试验台 | 2—炮管 | 3—模拟弹丸 |
| 4—碰撞砧体 | 5—被校冲击传感器 | 6—高低温试验箱 |
| 7—温度传感器 | 8—激光干涉仪 | 9—适调放大器 |
| 10—数据采集系统 | 11—压力加载控制台 | 12—高低温测控系统 |

图 1 空气炮绝对法校准示意图（方法 1）



- | | | |
|-----------|----------|---------|
| 1—炮管 | 2—模拟弹丸 | 3—碰撞砧体 |
| 4—被校冲击传感器 | 5—合作目标 | 6—激光干涉仪 |
| 7—适调放大器 | 8—数据采集系统 | |

图 2 空气炮绝对法校准局部示意图（方法 1）

参考温度点条件下, 冲击传感器量程 a_{max} 的 10%、50%、90%三个冲击加速度点的冲击灵敏度平均值分别为: S_{0L} 、 S_{0M} 、 S_{0H} 。

7.3.3.2 进行下限温度点的校准。首先进行下限温度参数设置, 确认设置下限温度值后, 开启高低温测控系统。温度达到设定下限温度参数, 工作空间区域温度稳定度达到 $\pm 2^{\circ}\text{C}$, 开启空气炮压力加载控制台。选择三个冲击加速度点校准, 每个冲击加速度点进行三次冲击灵敏度校准, 记录数据, 按公式 (1) 计算平均值。

下限温度点条件下, 三个冲击加速度点的冲击灵敏度平均值分别为: S_{LL} 、 S_{LM} 、 S_{LH} 。

7.3.3.3 进行上限温度点的校准。首先进行上限温度参数设置, 确认设置上限温度值后, 开启高低温测控系统。温度达到设定上限温度参数, 工作空间区域温度稳定度达到 $\pm 2^{\circ}\text{C}$, 开启空气炮压力加载控制台。选择三个冲击加速度点校准, 每个冲击加速度点进行三次冲击灵敏度校准, 记录数据, 按公式 (1) 计算平均值。

上限温度点条件下, 三个冲击加速度点的冲击灵敏度平均值分别为: S_{HL} 、 S_{HM} 、 S_{HH} 。

7.3.3.4 计算每个冲击加速度条件下的温度特性, 取最大值作为被校冲击传感器的温度特性。图 1 中激光干涉仪 8 测得碰撞砧体 4 的激励加速度值, 与被校冲击传感器 5 的激励加速度值一致, 已经通过计量技术机构检定、校准确认。

温度特性计算过程参考示例如下。

1) $0.1a_{max}$ 冲击加速度点, 下限温度、上限温度条件的温度特性分别为:

$$\Delta_{LL} = \frac{S_{LL} - S_{0L}}{S_{0L}} \times 100\% \quad (2)$$

$$\Delta_{HL} = \frac{S_{HL} - S_{0L}}{S_{0L}} \times 100\% \quad (3)$$

2) $0.5a_{max}$ 冲击加速度点, 下限温度、上限温度条件的温度特性分别为:

$$\Delta_{LM} = \frac{S_{LM} - S_{0M}}{S_{0M}} \times 100\% \quad (4)$$

$$\Delta_{HM} = \frac{S_{HM} - S_{0M}}{S_{0M}} \times 100\% \quad (5)$$

3) $0.9a_{max}$ 冲击加速度点, 下限温度、上限温度条件的温度特性分别为:

$$\Delta_{LH} = \frac{S_{LH} - S_{0H}}{S_{0H}} \times 100\% \quad (6)$$

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/527201012020006140>