



中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 973—2002

冲击测量仪

Measuring Instrument for Shock

2002 - 11 - 04 发布

2003 - 02 - 04 实施

国家质量监督检验检疫总局 发布

冲击测量仪检定规程

Verification Regulation of
Measuring Instrument for Shock

JJG 973—2002

本规程经国家质量监督检验检疫总局 2002 年 11 月 04 日批准，并自 2003 年 02 月 04 日起施行。

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：北京市计量科学研究所

中国计量科学研究院

本规程委托全国振动冲击转速计量技术委员会负责解释

本规程主要起草人：

徐 殷 （中国计量科学研究院）

何 伟 （北京市计量科学研究所）

张宏宇 （北京市计量科学研究所）

参加起草人：

林 建 （中国计量科学研究院）

目 录

1 范围	(1)
2 引用文献	(1)
3 概述	(1)
4 计量性能要求	(2)
4.1 加速度灵敏度	(2)
4.2 加速度示值误差	(2)
4.3 加速度重复性	(2)
4.4 脉冲持续时间示值误差	(2)
4.5 速度改变量示值误差	(2)
4.6 加速度幅值线性	(2)
4.7 通道一致性	(2)
4.8 动态范围	(2)
4.9 容差带生成的要求	(2)
5 通用技术要求	(2)
5.1 外观及附件	(2)
5.2 生产厂家应给出的技术指标	(2)
5.3 测量仪环境适应性	(2)
5.4 测量仪电磁兼容性要求	(3)
5.5 测量仪电源适应性	(3)
6 计量器具控制	(3)
6.1 定型鉴定或样机试验	(3)
6.2 首次检定、后续检定和使用中的检验	(3)
6.3 检定结果处理	(8)
6.4 检定周期	(8)
附录 A 检定证书内页格式	(9)
附录 B 检定结果通知书内页格式	(10)
附录 C 检定记录(推荐)格式	(11)

冲击测量仪检定规程

1 范围

本规程适用于(100~20000) m/s²的冲击测量仪(以下简称测量仪)的定型鉴定、样机试验、首次检定、后续检定和使用中的检验。

2 引用文献

- GB/T 2298—1991 机械振动与冲击 术语
- GB/T 2422—1995 电工电子产品环境试验 术语
- GB/T 2423.5—1995 电工电子产品环境试验 第二部分：试验方法
试验 Ea 和导则：冲击
- GB/T 2423.6—1995 电工电子产品环境试验 第二部分：试验方法
试验 Eb 和导则：碰撞
- GB/T 6587.1—1986 电子测量仪器 环境试验总纲
- GB/T 6587.2—1986 电子测量仪器 温度试验
- GB/T 6587.3—1986 电子测量仪器 湿度试验
- GB/T 6587.4—1986 电子测量仪器 振动试验
- GB/T 6587.5—1986 电子测量仪器 冲击试验
- GB/T 17626.2—1998 电磁兼容 试验和测量技术
静电放电抗扰度试验
- GB/T 17626.3—1998 电磁兼容 试验和测量技术
射频电磁场辐射抗扰度试验
- GB/T 17626.4—1998 电磁兼容 试验和测量技术
电快速瞬变脉冲群抗扰度试验
- GB/T 17626.5—1999 电磁兼容 试验和测量技术
浪涌(冲击)抗扰度试验
- GB/T 17626.11—1999 电磁兼容 试验和测量技术
电压暂降、短期中断和电压变化抗扰度试验
- JJG 1015—1990 计量器具定型通用规范
- JJG 2072—1990 冲击加速度计量器具检定系统
- JJG 497—2000 碰撞试验台计量检定规程
- 使用本规程时，应注意使用上述引用文献的现行有效版本。

3 概述

冲击测量仪主要用于冲击加速度波形和脉冲持续时间的测量，它一般由传感器、信号调理器、信号处理和保持及显示部分组成。随着科学技术的发展和信号处理技术的提

高，许多冲击测量仪由传感器、数据采集器和装有相应软件的微机组成。

4 计量性能要求

4.1 加速度灵敏度

拟合加速度灵敏度的扩展不确定度为 5% ($k=2$)。

4.2 加速度示值误差

加速度示值误差不超过 $\pm 3\%$ 。

4.3 加速度重复性

加速度测量的重复性为 3%。

4.4 脉冲持续时间示值误差

脉冲持续时间的示值误差不超过 $\pm 10\%$ 。

4.5 速度改变量示值误差

速度改变量的示值误差不超过 $\pm 5\%$ 。

4.6 加速度幅值线性

加速度幅值线性度不超过 $\pm 10\%$ 。

4.7 通道一致性

通道一致性的幅值差不超过 0.3dB，相位差不超过 3° 。

4.8 动态范围

动态范围应大于 45dB。

4.9 容差带生成的要求

用于环境试验设备检测的冲击测量仪，应根据被测脉冲波形，按相关标准生成半正弦波、梯形波、后峰锯齿波三种标称波形的容差带。

5 通用技术要求

5.1 外观及附件

5.1.1 测量仪应有铭牌，标明产品名称、规格型号、制造厂家、出厂日期及编号，并应标有制造计量器具许可证标志及其编号。

5.1.2 测量仪应配套齐全、各插接件连接可靠、应有使用说明书。

5.1.3 测量仪各开关、旋钮、按键应功能正常，操作灵活可靠，并应有明显的文字或符号说明；显示部分，字符应清晰完整；配有打印装置时，打印结果应清晰、打印显示结果应一致。

5.2 生产厂家应给出的技术指标

测量仪生产厂家应给出测量仪的测量范围、频带宽度、高、低通滤波器特性范围、响应时间及显示保持时间等参数。

5.3 测量仪环境适应性

5.3.1 测量仪正常工作环境：

温度：(10~40)℃；

湿度：(20~90)%RH。

5.3.2 环境适应性试验要求

测量仪的环境试验要求，按 GB/T 6587.1—1986 中 II 组要求进行；带有微机的测量仪环境试验要求，按 GB/T 6587.1—1986 中 I 组进行；在工程现场和野外使用的测量仪按 GB/T 6587.1—1986 中 III 组要求进行。

5.4 测量仪电磁兼容性要求

测量仪电磁兼容性的要求按 GB/T 17626.2—1998、GB/T 17626.3—1998、GB/T 17626.4—1998、GB/T 17626.5—1998 及 GB/T 17626.11—1998 的要求。

5.5 测量仪电源适应性

测量仪应在供电电压变化 $\pm 10\%$ 的范围内正常工作。

6 计量器具控制

计量器具控制包括：定型鉴定或样机试验、首次检定、后续检定和使用中检验。

6.1 定型鉴定或样机试验

6.1.1 定型鉴定或样机试验应按 JJG 1015—1990《计量器具定型通用规范》的要求进行。

6.1.2 定型鉴定和样机试验的项目见表 1。

6.1.3 定型鉴定和样机试验的方法

6.1.3.1 表 1 中第 1~10 项技术要求分别按本规程第 6.2.2 条中规定的各项方法进行试验。

6.1.3.2 测量仪环境适应性试验

a) 温度试验

按 GB/T 6587.2—1986 的方法进行。

b) 湿度试验

按 GB/T 6587.3—1986 的方法进行。

c) 振动试验

按 GB/T 6587.4—1986 的方法进行。

d) 冲击、倾斜跌落试验

按 GB/T 6587.5—1986 的方法进行。

6.1.3.3 测量仪电磁兼容性试验

测量仪电磁兼容性试验按 GB/T 17626.2—1998、GB/T 17626.3—1998、GB/T 17626.4—1998、GB/T 17626.5—1998 及 GB/T 17626.11—1998 的方法进行。

6.1.4 定型鉴定或样机试验报告格式按 JJG 1015—1990《计量器具定型通用规范》的要求编制。

6.2 首次检定、后续检定和使用中的检验

首次检定的目的是为了确定新生产的测量仪的计量性能是否符合其批准时型式所规定的要求。后续检定的目的是为了确定测量仪自上次检定并在有效期内使用后，其计量性能是否符合所规定的要求。

后续检定包括有效期内的检定、周期检定以及修理后的检定。

经修理和重调后对测量仪计量性能有重大影响时，其后续检定须按首次检定进行。

使用中检验的目的是为了检查测量仪的检定标记或检定证书是否有效，检定后的测量仪状态是否有明显变动，其误差是否超过使用中的最大允许误差。

6.2.1 检定条件

6.2.1.1 环境条件

- 1) 温度： $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ ；湿度： $\leq 75\% \text{RH}$
- 2) 电源电压波动量不应超过额定值 10%
- 3) 检定现场应无强振源，电磁干扰源及腐蚀性气液体。

6.2.1.2 检定用仪器设备

- 1) 冲击加速度标准装置： $(100 \sim 25000) \text{m/s}^2$ ，加速度扩展不确定度为 3%；若电荷放大器具有积分功能，其单积分误差小于 3%。
- 2) 数字存储示波器：
 - A/D 位数 $\geq 8\text{bit}$
 - 采样频率 $> 25.6\text{kHz}$
 - 积分误差 $< 1\%$
- 3) 标准电容：1000pF 或 10000pF，准确度为不超过 $\pm 0.1\%$ 。
- 4) 正弦信号发生器：失真度小于 0.3%；频率稳定性优于 0.1%；幅值稳定性优于 1% (8h)。
- 5) 动态信号分析仪：频率示值误差优于 0.01%，频谱幅值示值误差优于 2%；仪器任意两通道间幅值一致性优于 0.1dB，相位一致性优于 1° 。

6.2.2 检定项目及检定方法

定型鉴定或样机试验、首次检定、后续检定和使用中检验的检定项目见表 1。

表 1 定型鉴定或样机试验、首次检定、后续检定和使用中检验的检定项目

序号	项目		定型鉴定或 样机试验	首次检定	后续检定	使用中的 检验
1	外观		+	+	+	+
2	加速度灵敏度		+	+	+	-
3	加速度示值误差		+	+	+	+
4	加速度测量重复性		+	+	-	-
5	脉冲持续时间示值误差		+	+	+	+
6	速度改变量示值误差		+	+	+	+
7	加速度幅值线性度		+	+	+	-
8	通道一致性	幅值	+	+	-	-
		相位	+	+	-	-
9	动态范围		+	+	-	-

表 1 (续)

序号	项目	定型鉴定或 样机试验	首次检定	后续检定	使用中的 检验
10	容差带生成	+	+	+	+
11	环境适应性试验	+	-	-	-
12	电磁兼容性试验	+	-	-	-

表中带“+”者为必须检定或试验的项目，“-”为不需检定或试验的项目。

6.2.2.1 外观及附件的检查

外观、铭牌、插接件等通过目测进行检查，检查结果应符合本规程 5.1 条的要求。

6.2.2.2 加速度测量重复性的检定

在测量仪的量程范围内选择使用的上、下限，用冲击加速度标准装置对测量仪进行比较法检测。对于选择的每个测量点，在冲击加速度标准装置（以下简称冲击标准装置）的同一高度，连续冲击至少 10 次，并分别读取各次的加速度值 a_i ，然后进行重复性计算和验证。

1) 重复性计算：

依下式计算测量仪重复性：

$$\begin{cases} \bar{a} = \frac{\sum a_i}{n} \\ \sigma_{a1} = \sqrt{\frac{\sum (a_i - \bar{a})^2}{n - 1}} \\ R_a = \frac{\sigma_a}{\bar{a}} \end{cases} \quad (1)$$

式中： a_i ——加速度各次测量值， m/s^2 ；

\bar{a} ——加速度平均值， m/s^2 ；

n ——测量次数，($n \geq 10$)；

σ_{a1} ——以标准不确定度表征的重复性标准差， m/s^2 ；

R_a ——重复性。

在二点重复性测量中，选择较差的一点作为检定结果。

2) 重复性验证：

依公式 (1) 可同样计算出冲击标准装置的 σ_a 、 \bar{a} 等数据为 σ_{a0} 、 \bar{a}_0 。

选择 σ_{a1} 、 σ_{a0} 中较大者置于分子，则

$$F = \left(\frac{\sigma_{a1}}{\sigma_{a0}} \right)^2 < F_\alpha (\nu_1, \nu_2) \quad (\sigma_{a1} > \sigma_{a0}) \quad (2)$$

式中： ν_1 、 ν_2 ——自由度， $\nu_1 = n_1 - 1$ ， $\nu_2 = n_2 - 1$ ；

α ——显著性水平；

$F_{\alpha}(\nu_1, \nu_2)$ —— F 分布的分位数。

公式(2)成立,则检定的重复性合理,否则应仔细重做。

然后对两个均值进行检验:

$$\begin{cases} \sigma_d = \sqrt{\frac{\sigma_{a1}^2 + \sigma_{a0}^2}{n}} \\ |\bar{a}_1 - \bar{a}_0| < t_{\frac{\alpha}{2}}(n-1) \sigma_d \end{cases} \quad (3)$$

式中: $t_{\alpha/2}(n-1)$ —— t 分布的分位数。

公式(3)成立,则检定的重复性合理,否则应仔细重做。

重复性检定结果应符合本规程第4.3条的要求。

6.2.2.3 加速度灵敏度的检定

1) 首先在量程范围内选择7~14个加速度点(含最小、最大加速度值),将测量仪的适调灵敏度设置在1-0-0;冲击标准装置的适调位置按加速度灵敏度设置,则在选择点进行冲击测量,得测量列 $\{u_i\}$ 、 $\{a_{0i}\}$ 、 $\{S_i\}$,其中 $S_i = u_i/a_{0i}$, u_i 是测量仪输出值(或指示值); a_{0i} 是标准冲击加速度值; S_i 是测量仪在每个测量点的加速度灵敏度值。

2) 用 S_i 对 a_{0i} 进行回归,给出加速度灵敏度的计算公式:

$$S = S_0 + Ka \quad (4)$$

式中:

$$\begin{cases} K = \frac{\sum a_{0i} S_i - n \bar{a}_0 \bar{S}}{\sum a_{0i}^2 - n(\bar{a}_0)^2} \\ S_0 = \bar{S} - K \bar{a}_0 \\ \bar{S} = \frac{\sum S_i}{n} \\ \bar{a}_0 = \frac{\sum a_{0i}}{n} \end{cases} \quad (5)$$

式中各符号有如下含义:

\bar{S} ——诸 S_i 均值, $\text{mV/m} \cdot \text{s}^{-2}$ (或 $\text{pC/m} \cdot \text{s}^{-2}$);

\bar{a}_0 ——诸 a_{0i} 均值, m/s^2 ;

K ——回归直线斜率, $\text{mV/m}^2 \cdot \text{s}^{-4}$ (或 $\text{pC/m}^2 \cdot \text{s}^{-4}$);

S_0 ——回归直线截距, $\text{mV/m} \cdot \text{s}^{-2}$ (或 $\text{pC/m} \cdot \text{s}^{-2}$)。

其加速度灵敏度的扩展不确定度应符合本规程第4.1条要求。

6.2.2.4 加速度示值误差的检定

1) 在测量仪量程范围内选择10个检定点(含最小、最大加速度值),冲击标准装置和测量仪均设置在各点所需的加速度灵敏度档位。

2) 在所选10个测量点处各冲击一次,分别测量冲击标准装置和测量仪的加速度值,取得两测量列 $\{a_{0i}\}$ 和 $\{a_i\}$,前者为标准列,后者为被测列;同时记录下冲击标

准装置和测量仪的脉冲持续时间列 $\{T_{0i}\}$ 、 $\{T_i\}$ ，脉冲持续时间是峰值 0.1 处的脉冲宽度；同时还要记录冲击标准装置送入数字存储示波器后的积分值即速度改变量 $\{v_{0i}\}$ 和测量仪记录的速度改变量 $\{v_i\}$ 两列数据。

3) 依下式 (6) 计算各点的加速度示值误差 δ_{ai} ：

$$\delta_{ai} = \frac{a_i - a_{0i}}{a_{0i}} \times 100\% \quad (6)$$

其各测量点的示值误差均应符合本规程第 4.2 条的要求。

6.2.2.5 脉冲持续时间示值误差的检定

对在第 6.2.2.4, 2) 条中测得的两测量列 $\{T_{0i}\}$ 和 $\{T_i\}$ ，依下式 (7) 计算各点的脉冲持续时间的示值误差 δ_{ti} ：

$$\delta_{ti} = \frac{T_i - T_{0i}}{T_{0i}} \times 100\% \quad (7)$$

其各测量点的示值误差均应符合本规程第 4.4 条的要求。

6.2.2.6 速度改变量示值误差的检定

对在第 6.2.2.4.2) 条中取得二测量列 $\{v_{0i}\}$ 和 $\{v_i\}$ ，依下式 (8) 计算各点的示值误差 δ_{vi} ：

$$\delta_{vi} = \frac{v_i - v_{0i}}{v_{0i}} \times 100\% \quad (8)$$

其各测量点的示值误差均应符合本规程第 4.5 条的要求。

6.2.2.7 加速度幅值线性度的检定

在第 6.2.2.3 条中对加速度灵敏度进行校准后，其所测数据可用于加速度幅值线性度的数据处理，有两种表示方法。

$$\gamma = \frac{K a_{\max}}{S_0} \times 100\% \mid a_{\max} \quad (9)$$

$$\gamma = \frac{K \cdot 10000}{S_0} \times 100\% \mid_{10000 \text{ m/s}^2} \quad (10)$$

式中： γ ——加速度幅值线性度，%。

公式 (9) 表示测量仪最大加速度处的幅值线性度；公式 (10) 表示测量仪每 10000 m/s² 幅值线性变化百分数。

不论采取以上哪种方式计算，其检定结果均应符合本规程第 4.6 条的要求。

6.2.2.8 测量仪通道一致性的检定

多通道测量仪可进行此项检定。

通道数的选择一般根据用户要求而决定，可以两两通道分别检定。通道的幅值、相位一致性用电信号方法检定。

采用标准电容（例 1000 pF 或 10000 pF）代替传感器，用频率为 1 kHz、电压为 1 V 的标准正弦信号同时输入到测量仪的两个被检通道，两通道的输出送入动态信号分析仪，对两路信号进行传递函数分析，从其差值可直接测得二通道的幅值一致性和相位一致性，其结果应符合本规程第 4.7 条的要求。

6.2.2.9 动态范围的检定

选择测量仪放大倍数最大的挡位（例如 1000mV/Unit），连接好传感器，打开电源，在传感器静止状态下读取测量仪此时的最大噪声 u_n 及该挡的最大可测量值为 u_{max} （说明书指定的），则动态范围 D （单位：dB）为

$$D = 20 \log \frac{u_{max}}{u_n} \quad (11)$$

其检定结果应符合本规程第 4.8 条的要求。

6.2.2.10 生成容差带的检定

选择最小、最大加速度值，由冲击标准装置产生冲击脉冲，测量仪应产生相应的标称冲击脉冲的容差带，注意观察被测脉冲波形落入容差带的情况，应符合本规程第 4.9 条的要求，容差带应能随被测脉冲波形的高度、宽度而变化 and 移动。

6.3 检定结果处理

经检定符合本规程要求的测量仪发给检定证书，检定证书内页格式见附录 A；经检定不符合本规程要求的发给检定结果通知书，并应注明不合格项，检定结果通知书内页格式见附录 B。

6.4 检定周期

测量仪的检定周期一般为 1 年，可根据具体情况适当缩短检定周期。

附录 A

检定证书内页格式

检定所使用的计量标准器：

标准器名称 _____ ；

型号 _____ ； 编号 _____ ；

测量范围 _____ ； 有效日期 _____ ；

检定依据的技术文件 _____

序号	检定项目		检定结果	结论
1	外观			
2	加速度灵敏度			
3	加速度示值误差			
4	加速度测量重复性			
5	脉冲持续时间示值误差			
6	速度改变量示值误差			
7	加速度幅值线性度			
8	通道一致性	幅值		
		相位		
9	动态范围			
10	容差带生成			
11	其他			

附件 _____

检定环境条件： 温度 _____ ℃； 湿度 _____ % RH。

附录 B

检定结果通知书内页格式

经检定不合格项目如下表。

序号	检定项目	规程指标	实测指标	
1				
2				
3				
4				
5				
6				

检定环境条件：温度_____℃；湿度_____ %RH。

附录 C

检定记录（推荐）格式

送检单位 _____
 型号 _____
 编号 _____
 生产厂 _____
 检定日期 _____ 检定员 _____ 核验员 _____
 温度 _____ °C 湿度 _____ %RH 证书号 _____

1. 外观 _____

附件 _____

2. 加速度灵敏度

序号	a_{0i} (m/s^2)	u_i ()	S_i ($\text{/m}\cdot\text{s}^{-2}$)	\hat{S}_i ($\text{/m}\cdot\text{s}^{-2}$)	备注
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					

$K = \text{mV/m}^2\cdot\text{s}^{-4}$ (或 $\text{pC/m}^2\cdot\text{s}^{-4}$)
 $S_0 = \text{mV/m}\cdot\text{s}^{-2}$ (或 $\text{pC/m}\cdot\text{s}^{-2}$)

注： \hat{S}_i ——经回归计算的灵敏度值。

3. 加速度测量重复性

序号	a_{0i}	a_{1i}	序号	a_{0i}	a_{1i}
1			6		
2			7		
3			8		
4			9		
5			10		

$\sigma_{a0} =$ $\sigma_{a1} =$

4. 加速度、脉冲持续时间、速度改变量示值及其他的检定

序号	$a_0/(m \cdot s^{-2})$	$a_1/(m \cdot s^{-2})$	T_0/ms	T_1/ms	$v_0/(m \cdot s^{-1})$	$v_1/(m \cdot s^{-1})$	注
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11	$\delta_a =$ (%)		$\delta_r =$ (%)		$\delta_v =$ (%)		
12	加速度线性度 $\gamma =$						
13	ch __ 与 ch __	幅值					
		相位					
	ch __ 与 ch __	幅值					
		相位					
14	动态范围	ch		ch			
		ch		ch			
15	容差带生成	半正弦波		梯形波			
		后峰锯齿波					

检定所使用的计量标准器：

标准器名称 _____ ；

型号 _____ ； 编号 _____ ；

测量范围 _____ ； 有效日期 _____ ；

检定依据的技术文件： _____ 。