

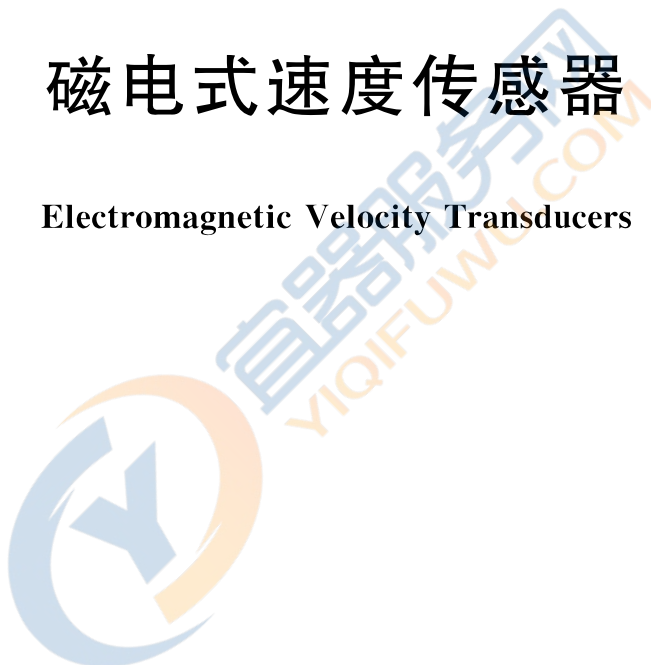


# 中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 134—2023

## 磁电式速度传感器

Electromagnetic Velocity Transducers



2023-06-30 发布

2023-12-30 实施

国家市场监督管理总局 发布

# 磁电式速度传感器

## 检定规程

Verification Regulation of

Electromagnetic Velocity Transducers

---

JJG 134—2023

代替 JJG 134—2003

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：北京市计量检测科学研究院

参加起草单位：西安热工研究院有限公司

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：**

闫 瑞（北京市计量检测科学研究院）

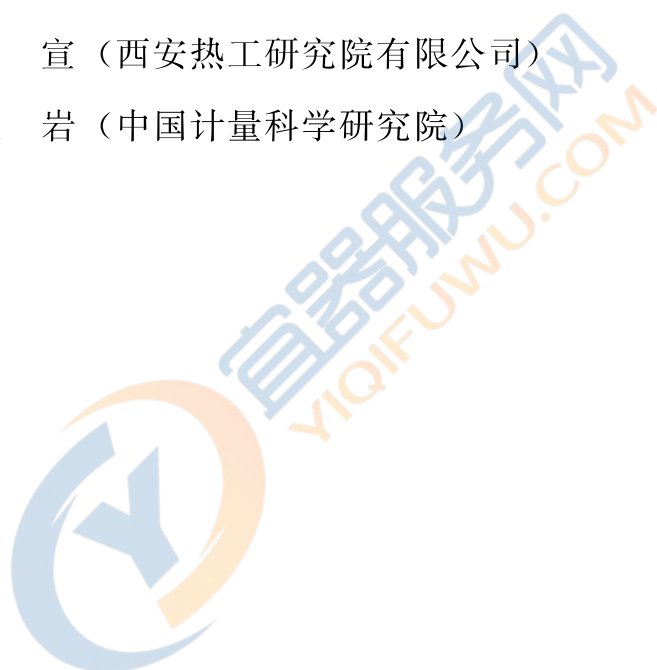
张宏宇（北京市计量检测科学研究院）

**参加起草人：**

赵 强（北京市计量检测科学研究院）

韦 宣（西安热工研究院有限公司）

夏 岩（中国计量科学研究院）



# 目 录

|                                |        |
|--------------------------------|--------|
| 引言 .....                       | ( II ) |
| 1 范围 .....                     | ( 1 )  |
| 2 引用文件 .....                   | ( 1 )  |
| 3 概述 .....                     | ( 1 )  |
| 4 计量性能要求 .....                 | ( 1 )  |
| 4.1 参考速度灵敏度年稳定度 .....          | ( 1 )  |
| 4.2 频率响应 .....                 | ( 1 )  |
| 4.3 幅值线性度 .....                | ( 1 )  |
| 5 通用技术要求 .....                 | ( 1 )  |
| 5.1 外观及附件 .....                | ( 1 )  |
| 5.2 其他技术要求 .....               | ( 1 )  |
| 6 计量器具控制 .....                 | ( 2 )  |
| 6.1 检定条件 .....                 | ( 2 )  |
| 6.2 检定项目 .....                 | ( 2 )  |
| 6.3 检定方法 .....                 | ( 3 )  |
| 6.4 检定结果的处理 .....              | ( 5 )  |
| 6.5 检定周期 .....                 | ( 5 )  |
| 附录 A 磁电式速度传感器检定证书内页格式 .....    | ( 6 )  |
| 附录 B 磁电式速度传感器检定结果通知书内页格式 ..... | ( 7 )  |
| 附录 C 磁电式速度传感器横向灵敏度的测量方法 .....  | ( 8 )  |
| 附录 D 磁电式速度传感器温度响应的测量方法 .....   | ( 9 )  |

# 引 言

JJF 1002《国家计量检定规程编写规则》、JJF 1001《通用计量术语及定义》共同构成支撑本规程修订工作的基础性系列规范。主要参考 GB/T 30242—2013《磁电式速度传感器通用技术条件》、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》等技术规范。

本规程是对 JJG 134—2003 版进行修订的。与 JJG 134—2003 相比，除编辑性修订外主要技术变化如下：

- 取消了原规程中关于定型鉴定、样机试验相关内容；
- 取消了原规程范围中对磁电式速度传感器频率范围的规定；
- 取消了原规程计量性能中参考速度灵敏度不确定度的要求；
- 增加了传感器参考灵敏度年稳定度的指标及检定方法；
- 正文中取消了原规程横向灵敏度、温度响应、动态范围、最大可承受加速度、绝缘电阻、输出电阻的相关内容，将横向灵敏度温度响应的测量方法移至附录 C 和附录 D；
- 将原规程通用技术要求中生产厂商应该提供的技术指标修改为其他技术要求；
- 修改了传感器参考速度灵敏度的计算公式；
- 增加了使用绝对法标准装置进行磁电式速度传感器检定的内容；
- 取消了检定用计量器具中标准振动台和参考加速度计套组的技术指标要求，改为使用比较法振动标准装置来描述；
- 修改了幅值线性度的计算方法，采用最小二乘法计算。

本规程历次版本发布情况为：

- JJG 134—2003；
- JJG 134—1987。

## 磁电式速度传感器检定规程

### 1 范围

本规程适用于磁电式速度传感器的首次检定、后续检定和使用中的检查。

### 2 引用文件

JJG 2054—2015 振动计量器具检定系统表

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

GB/T 20485.11—2006 振动与冲击传感器校准方法 第11部分：激光干涉法振动绝对校准

GB/T 20485.21—2007 振动与冲击传感器校准方法 第21部分：振动比较法校准

GB/T 30242—2013 磁电式速度传感器通用技术条件

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

### 3 概述

磁电式振动速度传感器（以下简称传感器）主要用于机械振动测量，它是利用电磁感应原理将振动速度量转换成电压量输出。其结构主要由磁路系统、线圈、惯性质量、弹簧阻尼等部分组成。

### 4 计量性能要求

4.1 参考速度灵敏度年稳定度：应优于3%。

4.2 频率响应：频率响应偏差应优于±10%。

4.3 幅值线性度：应优于±5%。

### 5 通用技术要求

#### 5.1 外观及附件

5.1.1 传感器的外壳上应标明规格型号、出厂编号、商标。

5.1.2 传感器壳体应无明显的机械损伤，安装表面应无毛刺及其他瑕疵。

5.1.3 传感器的接口应配套齐全、完好、连接可靠。

#### 5.2 其他技术要求

传感器生产厂应给出传感器动态范围参数，即频率范围和最大可测的振动速度，以及固有频率、阻尼系数、安装角度及允差，并应给出传感器的输出极性、重量、外形尺

寸及安装方式。

## 6 计量器具控制

计量器具控制包括：首次检定、后续检定和使用中检查。

### 6.1 检定条件

#### 6.1.1 检定环境条件：

- 1) 环境温度： $(23 \pm 3)^\circ\text{C}$ ；
- 2) 相对湿度： $\leq 75\%$ ；
- 3) 电源电压的变化不超过额定电压的 $\pm 10\%$ ；
- 4) 检定现场应无强振源、强磁场的干扰及腐蚀性气液体。

#### 6.1.2 检定用标准器具

可以根据被检传感器种类及型号来选择下列检定用仪器设备。

绝对法振动标准装置：包括激光测振仪、振动发生系统、测量系统和必要的隔振基础，其频率范围应能覆盖被检传感器的使用频率，其不确定度应满足振动计量器具检定系统表的要求。

表 1 绝对法振动标准装置的测量范围和不确定度

| 名称        | 测量范围                                                        | 测量不确定度 ( $k=2$ )        |                  |
|-----------|-------------------------------------------------------------|-------------------------|------------------|
|           |                                                             | 频率范围                    | $U_{\text{rel}}$ |
| 绝对法振动标准装置 | $f$ : $(0.005 \sim 5\,000)$ Hz<br>$v$ : $(1 \sim 400)$ mm/s | $(0.005 \sim 0.1)$ Hz   | 3%               |
|           |                                                             | $(>0.1 \sim 5\,000)$ Hz | 1%               |

比较法振动标准装置：包括振动标准套组、振动发生系统、测量系统和必要的隔振基础，其频率范围应能覆盖被检传感器的使用频率，其不确定度应满足振动计量器具检定系统表的要求。

表 2 比较法振动标准装置的测量范围和不确定度

| 名称      | 测量范围                                                       | 测量不确定度 ( $k=2$ )           |                  |
|---------|------------------------------------------------------------|----------------------------|------------------|
|         |                                                            | 频率范围                       | $U_{\text{rel}}$ |
| 比较法标准装置 | $f$ : $(0.01 \sim 5\,000)$ Hz<br>$v$ : $(1 \sim 400)$ mm/s | $(0.01 \sim 20)$ Hz        | 5%               |
|         |                                                            | $(>20 \sim 2\,000)$ Hz     | 2%               |
|         |                                                            | $(>2\,000 \sim 5\,000)$ Hz | 2%               |

### 6.2 检定项目

首次检定、后续检定和使用中检查的项目见表 3。

表 3 检定项目一览表

| 序号                      | 项 目         | 首次检定 | 后续检定 | 使用中检查 |
|-------------------------|-------------|------|------|-------|
| 1                       | 外观及附件       | +    | +    | +     |
| 2                       | 参考速度灵敏度年稳定度 | —    | +    | +     |
| 3                       | 频率响应        | +    | +    | —     |
| 4                       | 幅值线性度       | +    | +    | —     |
| 注：表中带“+”为应检项目，“—”为不检项目。 |             |      |      |       |

### 6.3 检定方法

#### 6.3.1 外观及附件检查

依据 5.1 进行检查，符合要求后，再进行以下各条的检定。

#### 6.3.2 参考速度灵敏度年稳定度的检定

##### 6.3.2.1 比较法测量参考速度灵敏度

将参考标准加速度计和被测传感器背靠背刚性安装在振动台台面中心（或肩并肩安装，但要使其感受相同的振动），在被测传感器动态范围内选取某一参考频率（推荐 160 Hz，80 Hz，63 Hz，40 Hz，16 Hz，8 Hz，1.6 Hz）和速度值（推荐 100 mm/s，50 mm/s，20 mm/s，10 mm/s）进行正弦激振，其被测传感器的输出电压值与所承受的振动速度值之比为该传感器的参考速度灵敏度，其计算方法按式（1）：

$$S_v = \frac{2\pi f \cdot E}{a} \quad (1)$$

式中：

$S_v$  ——速度传感器参考速度灵敏度，mV/（mm·s<sup>-1</sup>）；

$E$  ——速度传感器输出值，mV；

$a$  ——参考点的标准加速度值，mm/s<sup>2</sup>；

$f$  ——参考频率，Hz。

##### 6.3.2.2 绝对法测量参考速度灵敏度

将被测传感器刚性安装在振动台台面中心，在被测传感器动态范围内选取某一参考频率（推荐 160 Hz，80 Hz，63 Hz，40 Hz，16 Hz，8 Hz，1.6 Hz）和速度值（推荐 100 mm/s，50 mm/s，20 mm/s，10 mm/s）进行正弦激振，将激光光点调整到尽量靠近振动台台面中心的位置，则被测传感器的输出电压值  $E$  与参考点处振动速度值之比为该传感器的参考速度灵敏度：

$$S_v = \frac{E}{v} \quad (2)$$

式中：

$S_v$  ——速度传感器参考速度灵敏度，mV/（mm·s<sup>-1</sup>）；

$E$  ——速度传感器输出值，mV；

$v$  ——参考点处振动速度值，mm/s。

在相同参考频率、参考速度检测条件下，被检传感器的参考速度灵敏度年稳定度按

式 (3) 计算：

$$w_s = \frac{S_1 - S_2}{S_1} \times 100\% \quad (3)$$

式中：

$w_s$  ——被检传感器参考速度灵敏度的年稳定度；

$S_1$  ——上一年检定的参考速度灵敏度值；

$S_2$  ——当年检定的参考速度灵敏度值。

参考速度灵敏度应符合 4.1 的要求。

### 6.3.3 频率响应的检定

被检传感器其他频率点的速度灵敏度测量方法同 6.3.2，在传感器工作频率范围内，均匀地或按倍频程选取至少 7 个频率值，分别测量各频率点的输出电压值，并计算出各点的速度灵敏度，然后按式 (4) 计算它们与参考速度灵敏度的相对偏差：

$$e_i = \frac{S_i - S_v}{S_v} \times 100\% \quad (4)$$

式中：

$e_i$  ——第  $i$  个频率点的速度灵敏度与参考速度灵敏度的相对偏差；

$S_i$  ——第  $i$  个频率点的速度灵敏度， $\text{mV}/(\text{mm} \cdot \text{s}^{-1})$ ；

$S_v$  ——参考速度灵敏度， $\text{mV}/(\text{mm} \cdot \text{s}^{-1})$ 。

其频率响应应符合 4.2 的要求。

### 6.3.4 幅值线性度的检定

被检传感器其他频率点的速度灵敏度测量方法同 6.3.2，在工作频率范围内选取一参考频率值，并在允许的速度范围内选取至少 7 个速度值进行正弦激振，分别测量各速度点的传感器输出电压值，并计算出各点的速度灵敏度，采用最小二乘法计算灵敏度幅值线性度。

由  $n$  次测量的速度  $v_i$  和灵敏度  $S_i$ ，求出回归直线：

$$S = S_0 + K \cdot v \quad (5)$$

式中：

$$\text{斜率：} K = \frac{\sum_{i=1}^n v_i S_i - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n v_i \sum_{i=1}^n S_i}{\sum_{i=1}^n v_i^2 - \frac{1}{n} \left( \sum_{i=1}^n v_i \right)^2} ; \quad (6)$$

$$\text{截距：} S_0 = \frac{\sum_{i=1}^n S_i - K \sum_{i=1}^n v_i}{n} \quad (7)$$

幅值线性度为：

$$r = \frac{K v_{\max}}{S_0} \times 100\% \quad (8)$$

式中：

$r$  ——幅值线性度，%；

$v_{\max}$ ——速度最大值，mm/s。

幅值线性度应符合 4.3 的要求。

#### 6.4 检定结果的处理

经检定符合本规程要求的传感器发给检定证书，检定证书内页格式见附录 A；经检定不符合本规程要求的传感器发给检定结果通知书，检定结果通知书内页格式见附录 B，注明不合格项。

#### 6.5 检定周期

磁电式速度传感器的检定周期一般不超过 1 年。



## 附录 A

## 磁电式速度传感器检定证书内页格式

送检单位\_\_\_\_\_ 检定地点\_\_\_\_\_

制造厂\_\_\_\_\_ 型号规格\_\_\_\_\_ 出厂编号\_\_\_\_\_

检定项目

1. 外观及附件检查\_\_\_\_\_

2. 参考速度灵敏度年稳定度 (参考条件\_\_\_\_\_ Hz, \_\_\_\_\_ mm/s)

本次参考灵敏度: \_\_\_\_\_  $\text{mV}/\text{mm} \cdot \text{s}^{-1}$ , 上一年参考灵敏度: \_\_\_\_\_  $\text{mV}/\text{mm} \cdot \text{s}^{-1}$ 

参考速度灵敏度年稳定度 \_\_\_\_\_ %

3. 频率响应

| 频率/Hz | 速度/ (mm/s) | 灵敏度/ ( $\text{mV}/\text{mm} \cdot \text{s}^{-1}$ ) | 相对偏差 |
|-------|------------|----------------------------------------------------|------|
|       |            |                                                    |      |
|       |            |                                                    |      |
|       |            |                                                    |      |
|       |            |                                                    |      |
|       |            |                                                    |      |
|       |            |                                                    |      |
|       |            |                                                    |      |

4. 幅值线性度

| 频率/Hz | 速度/ (mm/s) | 灵敏度/ ( $\text{mV}/\text{mm} \cdot \text{s}^{-1}$ ) |
|-------|------------|----------------------------------------------------|
|       |            |                                                    |
|       |            |                                                    |
|       |            |                                                    |
|       |            |                                                    |
|       |            |                                                    |
|       |            |                                                    |
|       |            |                                                    |

幅值线性度\_\_\_\_\_

检定环境条件: 温度: \_\_\_\_\_ 相对湿度: \_\_\_\_\_ 其他: \_\_\_\_\_

## 附录 B

## 磁电式速度传感器检定结果通知书内页格式

送检单位\_\_\_\_\_ 检定地点\_\_\_\_\_

制造厂\_\_\_\_\_ 型号规格\_\_\_\_\_ 出厂编号\_\_\_\_\_

经检定，该传感器具有以下不合格项：

| 序号 | 检定项目 | 规程指标 | 实测指标 | 备注 |
|----|------|------|------|----|
|    |      |      |      |    |
|    |      |      |      |    |
|    |      |      |      |    |

检定环境条件：温度：\_\_\_\_\_ 相对湿度：\_\_\_\_\_ 其他：\_\_\_\_\_

## 附录 C

## 磁电式速度传感器横向灵敏度的测量方法

检定用标准器具：横向灵敏度校准装置，加速度波形失真度 $\leq 5\%$ ，横向振动比 $\leq 1\%$ 。

测量方法：被检传感器的安装要求其灵敏轴必须与振动方向相垂直。选取某一具有实际使用意义的频率值和速度值进行正弦激振，同时绕传感器自身灵敏轴旋转传感器 $360^\circ$ ，寻找并记录传感器输出的最大电压值，并按照 6.3.2 中的方法计算出传感器的最大横向灵敏度值  $S_{T\max}$ ，然后按式 (C.1) 计算出传感器的最大横向灵敏度：

$$TSR = \frac{S_{T\max}}{S_z} \times 100\% \quad (C.1)$$

式中：

TSR —— 传感器最大横向灵敏度比；

$S_{T\max}$  —— 传感器的最大横向灵敏度， $\text{mV}/(\text{mm} \cdot \text{s}^{-1})$ ；

$S_z$  —— 传感器轴向参考速度灵敏度， $\text{mV}/(\text{mm} \cdot \text{s}^{-1})$ 。

附录 D

磁电式速度传感器温度响应的测量方法

将被测传感器与标准加速度计刚性地连接在振动台台面中心，标准加速度计置于温箱外，被检传感器置于温箱内，在传感器使用范围内，均匀选取至少 7 个温度值（包括最低温度、室温和最高温度），并在每个温度值上至少恒定 15 min，然后选取传感器动态范围内的某一频率值、某一速度值进行正弦激振，分别测量被检传感器在各温度值的速度灵敏度，并根据所检数据，由式 (D.1) 计算出温度响应偏差：

$$e_i = \frac{S_i - S_0}{S_0} \times 100\% \tag{D.1}$$

式中：

$e_i$  ——不同温度下的速度灵敏度偏差；

$S_0$  ——室温下的速度灵敏度，mV/（mm·s<sup>-1</sup>）；

$S_i$  ——不同温度下的速度灵敏度，mV/（mm·s<sup>-1</sup>）。

无论是做高温响应，还是做低温响应，都要由室温到高温或低温测出不同温度下的速度灵敏度，然后还要回到室温，重测室温下的速度灵敏度。