

磁电式速度传感器试行检定规程

JJG 134—1987

磁电式速度传感器试行

检 定 规 程

JJG 134—1987

Verification Regulation of Magnetolectric
Type Velocity Transducer

本检定规程经国家计量局于1987年4月21日批准，并自1987年10月1日起施行。

归口单位：北京市标准计量局

起草单位：北京市计量科学研究所

本规程技术条文由起草单位负责解释。

本规程主要起草人：

盛敏学 （北京市计量科学研究所）

刘维瑾 （北京市计量科学研究所）

参加起草人：

俞寿鹏 （航空部625所）

姬春亮 （清华大学工程力学系）

王 耕 （北京测振仪器厂）

目 录

一 概述	1360
二 技术要求	1360
三 检定条件	1360
(一) 检定设备	1360
(二) 检定环境条件	1361
四 检定项目和检定方法	1361
(一) 外观检查	1361
(二) 示值检定	1361
五 检定结果处理和检定周期	1365
附录 1 磁电式速度传感器检定项目的选择	1365
附录 2 检定证书格式	1366
附录 3 检定结果通知书格式	1367

磁电式速度传感器试行检定规程

本规程适用于新制造、使用中和修理后的频率为 0.5~1200Hz 惯性型磁电式振动速度传感器的检定。

一 概 述

惯性型磁电式振动速度传感器是把机械振动量转换成电量的装置,它利用线圈与磁钢间的相对运动产生感应电动势,而达到把机械振动量转换成电量,即电压。其输出电压与振动速度成正比。

二 技 术 要 求

- 1 参考速度灵敏度的校准误差 $< \pm 5\%$ (在某一指定的频率点和某一指定的振动速度值)。
- 2 幅值频率响应偏差: $\pm 10\%$ (在规定频率范围内)。
- 3 幅值线性度偏差: $\pm 5\%$ 。
- 4 横向灵敏度比
速度传感器应给出横向灵敏度比实测结果。
- 5 温度响应
速度传感器应给出在允许使用温度范围内的速度灵敏度随温度变化的每度变化量。
- 6 动态范围
速度传感器应给出动态范围参数。
速度传感器必须给出以实际使用意义的频率、速度、振幅等为坐标所确定的动态工作范围。
- 7 最大承受极限速度
速度传感器应标出最大能承受的极限速度值。
- 8 安装角度
生产厂应给出安装角度的范围。
- 9 速度传感器生产厂应给出谐振频率的要求。
- 10 速度传感器生产厂应给出相频特性和固有频率的要求。
- 11 速度传感器生产厂应给出阻尼比的要求。
- 12 绝缘电阻
速度传感器绝缘电阻 $\geq 1\text{M}\Omega$ (接地的除外)。
- 13 输出电阻
速度传感器应标出输出电阻值。
- 14 其他要求
速度传感器应给出输出极性、重量、外形尺寸及安装方式。

三 检 定 条 件

(一) 检定设备

检定用仪器设备见下页表。

(二) 检定环境条件

- 15 温度应为 $20 \pm 5^{\circ}\text{C}$ 。
16 相对湿度 $\leq 80\%$ 。
17 周围无强磁场干扰 (符合校准振动台检定规程, 技术条件第 2 条规定)。
18 周围无腐蚀性气体。

四 检定项目和检定方法

(一) 外观检查

- 19 速度传感器的壳体上应标出型号和编号。
20 新制造的速度传感器表面的金属镀层或其他化学处理层不应起泡、起皱和脱皮, 不应有明显的划痕。

(二) 示值检定

- 21 参考速度灵敏度的检定

将标准加速度计和被测速度传感器刚性连接于振动台台面中心, 在被测速度传感器动态范围内选某一指定频率和某一指定速度值进行校准。被测速度传感器的输出电压值和所承受的振动速度值之比为参考速度灵敏度。

序号	检定项目	检 定 用 设 备		检定装置误差
		名 称	技 术 要 求	
1	参考速度灵敏度	校准振动台	横向 $< 10\%$, 加速度失真度 $< 5\%$	$\leq 3\%$
		标准加速度计	参考灵敏度校准误差 $\leq \pm 0.5\%$, 在 $5 \sim 2000\text{Hz}$ 频率范围内灵敏度校准误差 $\leq \pm 1\%$ (包括电荷放大器误差), 横向灵敏度比 $\leq 2\%$	
		电压表	误差 $\leq \pm 1\%$	
		频率计	误差 $\leq \pm 1\%$	
2	频率响应	校准振动台	横向 $< 10\%$, 加速度失真度 $< 5\%$	$\leq 3\%$
		标准加速度计	参考灵敏度校准误差 $\leq \pm 0.5\%$, 在其他频率范围内灵敏度校准误差 $\leq \pm 1\%$ (包括电荷放大器误差), 横向灵敏度比 $\leq 2\%$	
		电压表	误差 $\leq \pm 1\%$	
		频率计	误差 $\leq \pm 1\%$	
3	幅 值 线性度	校准振动台	横向 $< 10\%$, 加速度失真度 $< 5\%$	$\leq \pm 3\%$
		标准加速度计	参考灵敏度校准误差 $\leq \pm 0.5\%$, 在其他频率范围内灵敏度误差 $\leq \pm 1\%$ (包括电荷放大器误差), 横向灵敏度比 $\leq 2\%$	
		电压表	误差 $\leq \pm 1\%$	
		频率计	误差 $\leq \pm 1\%$	
4	温度响应	高温箱	温度范围 $10 \sim 300^{\circ}\text{C}$ 误 差 $\pm 3 \sim \pm 5^{\circ}\text{C}$	
		低温箱	温度范围 $-20 \sim 0^{\circ}\text{C}$ 误 差 $\pm 3 \sim \pm 5^{\circ}\text{C}$	

续表

序号	检定项目	检 定 用 设 备		检定装 置误差
		名 称	技 术 要 求	
4	温度响应	校准振动台	横向 $<10\%$, 加速度失真度 $<5\%$	
		标准加速度计	参考灵敏度校准误差 $\leq \pm 0.5\%$, 在其他频率范围内灵敏度误差 $\leq \pm 1\%$ (包括电荷放大器误差), 横向灵敏度比 $\leq 2\%$	
		电压表	误差 $\leq \pm 1\%$	
5	横向灵敏度比	横向校准装置	横向 $\leq 1\%$	
		标准加速度计	参考灵敏度校准误差 $\leq \pm 0.5\%$, 在其他频率范围内灵敏度误差 $\leq \pm 1\%$ (包括电荷放大器误差), 横向灵敏度比 $\leq 2\%$	
		电压表	误差 $\leq \pm 1\%$	

速度传感器的灵敏度用式 (1) 计算

$$S_v = 2\pi f R S_a (\text{mV/cm/s}) \quad (1)$$

式中: S_v ——速度传感器的速度灵敏度 (mV/cm/s);

S_a ——标准加速度计的加速度灵敏度 (mV/cm/s²);

R ——速度传感器的输出电压与标准加速度计 (通过放大器) 输出电压之比;

f ——频率 (Hz)。

其检定结果应符合本规程技术要求第 1 条规定。

22 频率响应偏差的检定

22.1 逐点比较法

将被测速度传感器与标准加速度计刚性连接于振动台台面中心, 采用正弦激振, 在速度传感器动态范围内, 均匀地或按对数刻度至少选取七个频率值, 分别测出速度传感器的输出电压值与标准加速度计的输出值, 然后算出各点速度灵敏度, 并按关系式 (2) 算出它们与参考速度灵敏度的偏差。

$$e_{fi} = \frac{S_i - S_v}{S_v} \times 100\% \quad (2)$$

式中: e_{fi} ——第 i 个测点的频率响应偏差;

S_i ——第 i 个测点的实测速度灵敏度;

S_v ——参考速度灵敏度。

22.2 连续扫描法

由校准台和标准加速度计及积分器组成一个宽带速度传感器闭环自动扫描系统, 使速度传感器传递面从负载自动扫频过程中受到一个恒定速度值, 并用记录仪记录速度传感器在工作频率范围内的灵敏度变化曲线。检定结果应符合技术要求第 2 条规定。

23 幅值线性度的检定

规定的速度范围内, 检查磁电式速度传感器的速度灵敏度在不同速度时的变化情况。

根据速度传感器的动态范围, 其幅值线性可采用比较法进行校准。

幅值线性度采用最小二乘法计算, 其计算公式如式 (3):

$$S = S_0 + KV \quad (3)$$

式中：S——参考速度灵敏度；

S_0 ——截距；

V——测试速度；

K——斜率。

$$\text{斜率 } K = \frac{\sum_{i=1}^n V_i S_i - \bar{V} \sum_{i=1}^n S_i}{\sum_{i=1}^n V_i^2 - \bar{V} \sum_{i=1}^n V_i};$$

$$\text{截距 } S_0 = \frac{\bar{S} \sum_{i=1}^n V_i^2 - \bar{V} \sum_{i=1}^n V_i S_i}{\sum_{i=1}^n V_i^2 - \bar{V} \sum_{i=1}^n V_i};$$

$$\text{速度平均值 } \bar{V} = \frac{\sum_{i=1}^n V_i}{n};$$

$$\text{灵敏度平均值 } \bar{S} = \frac{\sum_{i=1}^n S_i}{n}.$$

其中， $i=1, 2, 3, \dots, n$ ； n 为测量次数。

给定一个 V_i ，就有一个 S_i ，代入直线方程 (3)，可求出在该 V 下的灵敏度 S 。

$$r = \frac{S - S_0}{S_0} \times 100\% \quad (4)$$

式中， r 为幅值线性度。

检定结果应符合技术要求第3条规定。

24 横向灵敏度比的检定

横向灵敏度比的检定方法有两种：

第一种方法：

将被测速度传感器安装在横向灵敏度校准装置上，安装时被测速度传感器必须与振动方向相垂直。然后，选取某一具有实际使用意义的频率点和一定速度值，分别测出其输出值，按式 (5) 计算出最大横向灵敏度比。

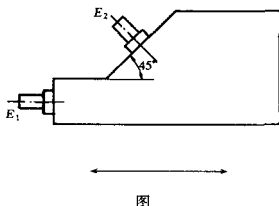
$$\text{TSR} = \frac{S_{\text{Tmax}}}{S_z} \times 100\% \quad (5)$$

式中：TSR——最大横向灵敏度比；

S_{Tmax} ——速度传感器的最大横向灵敏度值；

S_z ——速度传感器轴向灵敏度值。

第二种方法——斜块法：将一 45° 倾角的斜块安装在测试用振动台上，先将被测速度传感器安装在斜块旁边的平面上，使灵敏度轴和振动台的振动方向一致，选取某一具有实际使用意义的频率和一定的振动速度，读取输出信号 E_1 ；然后将被测速度传感器安装在斜块的 45° 斜面上（见图），在同样的频率和振动速度下，读取输出



信号 E_2 ，并按关系式 (6) 计算其横向灵敏度比。

$$TSR = \frac{E_2 - \frac{\sqrt{2}}{2} E_1}{\frac{\sqrt{2}}{2} E_1} \times 100\% \quad (6)$$

式中：TSR——最大横向灵敏度比；

E_1 ——速度传感器的轴向灵敏度；

E_2 ——速度传感器安装在 45° 斜面上的横向灵敏度。

斜块法测横向灵敏度比，主要用于航空发动机测振速度传感器，斜块的材料必须用非导磁的金属，按技术要求第 4 条给出实测结果。

25 温度响应的测定

温度响应是指在允许使用温度范围内，速度传感器的速度灵敏度与周围温度变化的关系。用比较法进行温度响应的测定：将被测速度传感器与标准加速度计刚性连接于振动台面中心，标准加速度计置于温箱外的台面上，被测速度传感器置于高温箱内或低温箱内，温箱内的温度选取室温、最高温度（或最低温度），并在此二者之间均匀地选取不少于五个温度值，在每个温度值上恒温 15min（用温度计监视温度值），选用速度传感器动态范围内的某一频率值、某一速度值进行测定。根据所测数据，由关系式 (7) 计算出温度响应偏差。

$$e_t = \frac{S_t - S_0}{S_0} \times \frac{100\%}{\Delta t} \quad (7)$$

式中： e_t ——不同温度下的速度灵敏度偏差；

S_0 ——室温下的速度灵敏度；

S_t ——温箱不同温度下的速度灵敏度。

无论是作高温响应，还是作低温响应，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，其测定结果应符合技术要求第 5 条规定。

26 动态范围的测定

将被测速度传感器安装在振动台面中心，按产品说明书给出的频率范围，选取最低频率和最高频率，并分别在最小允许速度、最大允许振幅，最大允许速度、最小允许振幅下，对被测速度传感器激振，测出它的输出电压幅值和波形，检验其是否达到指标。其测定结果应符合技术要求第 6 条规定。

27 极限速度检定

极限速度是指速度传感器承受最大振动速度而不至于损坏其性能的技术指标。

极限速度的检定，可采用振动方法，即在速度传感器灵敏轴上施加振动极限速度值，然后放置 24h，再测出参考速度灵敏度，并做频响试验，正常情况下不应有明显变化；如果参考速度灵敏度有明显变化或频响出现异常现象，则说明内部损坏。其检定结果应符合技术要求第 7 条规定。

28 安装角度的规定

安装角度是指速度传感器按照生产厂推荐的安装角度和角度允差范围进行试验。其检定结果应符合技术要求第 8 条规定。

29 谐振频率的测试

在低频垂直振动台上，标准加速度计和被测的速度传感器刚性连接在振动台台面上，采用正弦激励，保持一定的速度值，缓慢地由低到高改变激励频率，用电压表测出被测速度传感器各个激励频率下的输出电压值，输出最大电压值时的激励频率为谐振频率。

30 相频特性与固有频率的测试

在低频垂直振动台上，相对式速度传感器与被测的速度传感器刚性连接在振动台台面上，采用正弦激励，保持一定的速度值，相对式速度传感器与被测的速度传感器的输出接到示波器或相位计的输入上，然后缓慢地由低到高改变激励频率，当相对式速度传感器与被测的速度传感器输出电压相位相差 90° 的时候，在示波器荧光屏上出现稳定的圆图形（或近似圆图形），这时所对应的激励频率就是被测速度传感器的固有频率。

31 阻尼系数及阻尼比

根据谐振频率和相频特性的固有频率，可以算出阻尼系数，如式（8）：

$$C = C_c \sqrt{\frac{f_r^2 - f_n^2}{f_r^2}} \quad (8)$$

式中：C——阻尼系数；

C_c ——临界阻尼系数；

f_r ——幅频特性时的谐振频率；

f_n ——相频特性时的固有频率；

$$\xi = \frac{C}{C_c} \text{ 阻尼比。}$$

五 检定结果处理和检定周期

32 经检定合格的传感器，发给检定证书，并加盖合格印章；检定不合格的传感器发给检定结果通知书。

33 速度传感器的检定周期，除特殊要求者外，一般定为一年。送检时应附带上一次的检定证书。

附录 1 磁电式速度传感器检定项目的选择

序 号	检定项目	设计定型 试验项目	出厂检定用户验收		周期检 定项目	技术要 求条款
			必检项目	抽检项目		
1	参考灵敏度	○	○		○	二 1
2	频率响应	○	○		○	二 2
3	幅值线性度	○	○		○	二 3
4	横向灵敏度比	○		○	○	二 4
5	温度响应	○		○		二 5
6	动态范围	○		○		二 6
7	谐振频率	○		○		二 9
8	固有频率	○				二 10
9	阻 尼	○				二 11
10	绝缘电阻	○	○			二 12
11	输出电阻	○	○			二 13

附录2 检定证书格式

(检定单位名称)

检定证书

__字第__号

计量器具名称_____

型号规格_____

制造厂_____

出厂编号_____

送检单位_____

根据检定结果,准予该计量器具作_____使用。

实验室主任_____

核 验 员_____

检 定 员_____

检定日期

年 月 日

有效期至

年 月 日

(检定单位名称)

检定结果通知书

____字 第____号

计量器具名称_____

型号规格_____

制 造 厂_____

出 厂 编 号_____

送 检 单 位_____

根据检定结果,该计量器具可作_____使用。

实验室主任_____

核 验 员_____

检 定 员_____

检定日期_____年 月 日

有效期至_____年 月 日

附加说明:

本检定规程经国家计量检定规程审定委员会振动转速审定委员会审定通过。