

ICS 29.240.01

K 45

备案号: 59898-2017

NB

中华人民共和国能源行业标准

NB / T 42120 — 2017

低频振动传感器校准规范

Calibration specification of low frequency vibration sensor

2017-08-02 发布

2017-12-01 实施

国家能源局 发布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 校准要求 1

 3.1 一般要求 1

 3.2 校准条件 1

 3.3 校准设备 1

4 校准方法 2

 4.1 外观及附件的检查 2

 4.2 传感器灵敏度的校准 2

 4.3 频率响应特性的校准 3

 4.4 幅值线性度的校准 3

 4.5 横向灵敏度比的校准 3

 4.6 动态范围的校准 4

5 校准结果 4

6 复校间隔 4

附录 A（资料性附录） 校准报告内页格式 5

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国电器工业协会提出。

本标准由全国量度继电器和保护设备标准化技术委员会（SAC/TC154）归口。

本标准起草单位：云南电力试验研究院（集团）有限公司、北京华科同安监控技术有限公司、云南电网有限责任公司电力科学研究院、国网电力科学研究院、杭州休普电子科技有限公司、许昌开普电气研究院、华能澜沧江水电股份有限公司糯扎渡水电厂、烟台卓英电子科技有限公司、许昌学院。

本标准主要起草人：丁心志、郑松远、沈鑫、周永荣、唐标、涂衍军、朱啸天、蔡群、杜成江、罗书克。

低频振动传感器校准规范

1 范围

本标准规定了低频振动传感器校准的性能要求、器具控制、方法、结果处理以及复校间隔等。
本标准适用于监测水轮发电机组、风电场风机、泵站泵组等设备（定子铁心振动除外）的 0.5Hz～100Hz 低频振动传感器的校准。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 2298—2010 机械振动与冲击 术语
- 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
- JJG 134—2003 磁电式速度传感器检定规程
- JJF 1059.1—2012 测量不确定度评定与表示

3 校准要求

3.1 一般要求

被校准的低频振动传感器，按测量原理分为压电式和电磁式两种，按信号输出类型分为位移型、速度型和加速度型三种。其灵敏度、频率响应特性、幅值线性度、横向灵敏度比应符合传感器的标称技术指标。

3.2 校准条件

- 列项前应加引导语：
- a) 温度：(20±5)℃；
 - b) 湿度：≤85% RH；
 - c) 电源电压波动量不应超过额定值的±10%；
 - d) 校准现场应无强振源、强磁场的干扰及腐蚀性气、液体。

3.3 校准设备

3.3.1 标准振动台

标准振动台技术指标要求见表 1。

表 1 标准振动台技术指标

项 目	技术指标
频率范围	不低于 0.5Hz～100Hz
位移、速度或者加速度波形失真度	≤5%
位移、速度或者加速度横向振动比	≤5%

表 1（续）

项 目	技术指标
振动台振动幅值稳定度	≤0.5%
振动台振动幅值信噪比	≥60dB
振动台台面漏磁	≤3mT
最大振幅	水平±3mm；铅垂向±2.5mm
最大速度	80mm/s
最大加速度	2.5m/s ²

3.3.2 标准加速度计套组

灵敏度不确定度：在 0.5Hz～100Hz 频段内≤0.5%（*k*=3）。

3.3.3 振动台配套测量系统

振动信号幅值测量不确定度为 0.2%（*k*=2）。

频率测量不确定度为 0.05%（*k*=2）。

相位测量不确定度为 1°（*k*=2）。

3.3.4 振动传感器供电设备

标准振动台应提供振动传感器所需的常规供电电源，如 24 VDC、12 VDC。

4 校准方法

4.1 外观及附件的检查

被校准的低频振动传感器外观、铭牌、插件等通过目测进行检查。

传感器外壳上应有铭牌，产品名称、规格型号、制造厂、出厂日期及编号。

传感器的输出导线及各连接部件应配套齐全、完好、可靠。

4.2 传感器灵敏度的校准

将被校准的低频振动传感器刚性地安装在振动台台面中心，在该传感器动态范围内，选取某频率（如用于水轮发电机组振动监测时，宜选取机组的转动频率）和振动幅值（位移型宜为峰峰值 100μm，速度型宜为峰峰值 10mm/s，加速度型宜为峰峰值 9.8m/s²），该传感器的输出电压值与所承受的振动值之比为该传感器的灵敏度，其计算方法见式（1）。

$$S_v = \frac{E}{V}$$

(1)

式中：

S_v——振动传感器的灵敏度，单位：位移型为毫伏每微米（mV/μm），速度型为 mV/mm/s，加速度为 mV/g；

E——振动传感器的输出电压，单位为毫伏（mV）；

V——振动值，单位：位移型为微米（μm），速度型为 mm/s，加速度为 g。

被校准低频振动传感器的灵敏度应满足传感器标称灵敏度技术指标。

4.3 频率响应特性的校准

4.3.1 一般要求

将被校准的低频振动传感器刚性安装在振动台台面中心,在该传感器工作频率范围内,均匀地或按倍频程选取至少 9 个频率值 (0.5Hz、1Hz、2Hz、4Hz、8Hz、16Hz、32Hz、64Hz、100Hz),保持振动幅值恒定 (位移型宜为峰峰值 100 μ m,速度型宜为峰峰值 10mm/s,加速度型宜为峰峰值 9.8m/s²) 和振动相位恒定进行激振,分别测量各频率点的输出电压值和相位。

4.3.2 幅频响应特性

按 4.2 传感器灵敏度的计算方法计算出各点的灵敏度,然后按式 (2) 计算它们与传感器灵敏度的相对偏差:

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

式中:

e_{fi} ——第 i 个频率点的灵敏度与传感器灵敏度的相对偏差;

S_i ——第 i 个频率点的灵敏度,单位:位移型为 mV/ μ m,速度型为 mV/mm/s,加速度为 mV/m/s²;

S_v ——传感器灵敏度,单位:位移型为 mV/ μ m,速度型为 mV/mm/s,加速度为 mV/m/s²。

4.3.3 相频响应特性

按式 (3) 计算各个频率点的相位偏差:

$$\Delta\Phi_i = \Phi_i - \Phi_{\text{标}} \quad (3)$$

式中:

$\Delta\Phi_i$ ——第 i 个频率点的相位偏差;

Φ_i ——第 i 个频率点的传感器输出信号相位,单位为 $^{\circ}$;

$\Phi_{\text{标}}$ ——振动台标准相位,单位为 $^{\circ}$ 。

被校准低频振动传感器的幅频响应特性和相频响应特性应满足传感器标称频率响应技术指标。

4.4 幅值线性度的校准

将被校准的低频振动传感器刚性安装在振动台台面中心,在传感器动态范围内,选取某频率 (如用于水轮发电机组振动监测时,宜选取机组的转动频率),并在允许的测量范围内选取至少 8 个振动幅值进行激振,分别测量各振动点的传感器输出电压值,并计算出各点的灵敏度,然后按式 (4) 计算与传感器灵敏度的相对偏差:

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

式中:

e_{ri} ——第 i 个振动点的灵敏度与传感器灵敏度的相对偏差;

S_i ——第 i 个振动点的灵敏度;

S_v ——参考灵敏度。

被校准低频振动传感器的幅值线性度应满足传感器标称幅值线性度技术指标。

4.5 横向灵敏度比的校准

将被校准的低频振动传感器按与其灵敏轴相垂直的方向安装 (水平振动传感器垂直安装,垂直振动

传感器水平)。在该传感器动态范围内选取某频率和振动值进行正弦激振,同时绕传感器自身灵敏轴旋转传感器 360° (然后将传感器旋转 90° 再次进行测量),寻找传感器输出的最大电压值 E_{\max} ,并按式(5)计算出传感器的最大横向灵敏度值 $S_{T\max}$,然后按式(6)计算出传感器的最大横向灵敏度比:

$$S_{T\max} = \frac{E_{\max}}{V} \times 100\% \quad (5)$$

$$TSR = \frac{S_{T\max}}{S_z} \times 100\% \quad (6)$$

式中:

V ——振动幅值;

TSR ——传感器最大横向灵敏度比;

S_z ——传感器灵敏度。

被校准低频振动传感器的横向灵敏度应满足传感器标称横向灵敏度比技术指标。

4.6 动态范围的校准

将被校准的低频振动传感器刚性安装在振动台台面中心,按制造厂家给出的频率范围,选取最低频率和最高频率,在最大允许振幅内进行正弦激振,观察传感器输出波形是否有明显失真,分别测量传感器的输出电压值。

被校准低频振动传感器的动态范围应满足传感器标称动态范围技术指标。

5 校准结果

校准结果应记录在校准报告/校准结果上,校准报告/校准结果内页格式参见附录 A。

校准结果中应注明对测量结果有影响的传感器参数。

除上述校准结果信息,校准报告还应包含(但不限于)以下信息:

- a) 标题,如“校准证书”或“校准报告”;
- b) 实验室名称和地址;
- c) 进行校准的地点(如不在实验室内进行校准);
- d) 证书或报告的唯一性标识(如证书编号),页码及总页数的标识;
- e) 送校单位的名称和地址;
- f) 被校准低频振动传感器的描述和明确标识;
- g) 进行校准的日期,如果与校准结果的有效性和应用有关时,应说明被校准低频振动传感器的接收日期;
- h) 校准所依据技术规范的标识,包括名称及代号;
- i) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明;
- j) 校准环境的描述;
- k) 校准结果及其测量不确定度的说明;
- l) 校准证书或报告签发人的签名、职务或等效标识,以及签发日期;
- m) 校准结果仅对被校准低频振动传感器有效的声明;
- n) 未经实验室书面批准,不得部分复制校准证书或报告的声明。

6 复校间隔

低频振动传感器的复校间隔根据传感器的使用频率和状况共同确定,用于在线运行的建议 3 年,用于试验的建议 1 年。

低频振动传感器首次校准时应含第 4 章的所有校准项目,周期校准时可只校准传感器灵敏度、频率响应特性和幅值线性度。

附 录 A
(资料性附录)
校准报告内页格式

_____位移型低频振动传感器校准报告

1. 外观: _____

2. 参考灵敏度

传感器灵敏度: _____ (mV/ μm), (在频率为_____Hz, 振动幅值为_____ μm 时)
与标称灵敏度偏差: _____%

3. 灵敏度幅频和相频响应特性

频率 (Hz)	振动幅值 (μm)	灵敏度幅频特性 (%)	灵敏度相频特性 ($^{\circ}$)
0.5			
1.0			
2.0			
4.0			
8.0			
16.0			
32.0			
64.0			
100.0			

4. 幅值线性度 (在频率为_____Hz 时)

振动幅值 (μm)	幅值线性度偏差 (%)

5. 最大横向灵敏度比: _____%, (在频率为_____Hz, 振动幅值为_____ μm 时)

6. 动态范围: 最大输出振动幅值_____ (μm)

校准结论: _____ (合格或不合格), 可在_____条件下使用。

校准环境条件: 温度_____ $^{\circ}\text{C}$, 湿度_____%

速度型低频振动传感器校准报告

1. 外观: _____
2. 参考灵敏度
传感器灵敏度: _____ (mV/mm/s), (在频率为_____Hz, 振动幅值为_____mm/s 时)
与标称灵敏度偏差: _____ %
3. 灵敏度幅频和相频响应特性

频率 (Hz)	振动幅值 (mm/s)	灵敏度幅频特性 (%)	灵敏度相频特性 (°)
0.5			
1.0			
2.0			
4.0			
8.0			
16.0			
32.0			
64.0			
100.0			

4. 幅值线性度 (在频率为_____Hz 时)

振动幅值 (mm/s)	幅值线性度偏差 (%)

5. 最大横向灵敏度比: _____ %, (在频率为_____Hz, 振动幅值为_____mm/s 时)
6. 动态范围: 最大输出振动幅值_____ (mm/s)
校准结论: _____ (合格或不合格), 可在_____条件下使用。
校准环境条件: 温度_____℃, 湿度_____ %

_____加速度型低频振动传感器校准报告

1. 外观：_____

2. 参考灵敏度

传感器灵敏度：_____ ($\text{mV}/\text{m}/\text{s}^2$)，(在频率为_____ Hz，振动幅值为_____ m/s^2 时)
与标称灵敏度偏差：_____ %

3. 灵敏度幅频和相频响应特性

频率 (Hz)	振动幅值 (m/s^2)	灵敏度幅频特性 (%)	灵敏度相频特性 ($^\circ$)
0.5			
1.0			
2.0			
4.0			
8.0			
16.0			
32.0			
64.0			
100.0			

4. 幅值线性度 (在频率为_____ Hz 时)

振动幅值 (m/s^2)	幅值线性度偏差 (%)

5. 最大横向灵敏度比：_____ %，(在频率为_____ Hz，振动幅值为_____ m/s^2 时)6. 动态范围：最大输出振动幅值_____ (m/s^2)

校准结论：_____ (合格或不合格)，可在_____ 条件下使用。

校准环境条件：温度_____ $^\circ\text{C}$ ，湿度_____ %