

## HI-913 HARDY 振动校验台

### 安装手册



### 1. 概述

Metrix HI-913 型便携式振动校验台，经现场实测验证，可现场对加速度传感器、速度传感器及非接触式位移传感器开展动态校验。如需，可另行选配用于将各类传感器固定至 HI-913 安装平台的安装治具与配套五金件。设备采用闭环控制算法，大幅提升频率与幅值输出的稳定性及精度。

HI-913 型设备内置正弦波振荡器、功率放大器、电动振动台、可溯源至美国国家标准与技术研究院（NIST）的标准基准加速度传感器及数字显示屏。HI-913 整机一体化集成，可采用电池或交流市电供电。

内置标准基准加速度传感器永久固定在振动台动圈上，可最大限度提升标准基准加速度传感器与被测传感器之间的校准精度。HI-913 设备在 7 Hz 至 10 kHz 的全频率范围内均可长期稳定可靠工作，适用场景十分广泛，包括：

- 振动传感器及配套测试系统的校验与校准
- 连接器与线缆完好性检测
- 确认机组振动报警触发阈值设置正确，同时完整验证整套振动监测系统从头到尾的信号通路功能是否正常

### 注释

HI-913 安装平台可直接承载最大 800 克（28.3 盎司）负载。若需搭载更大负载也可放置于平台；但如果计划对重型负载开展长时间测试，建议配套外置传感器悬挂装置。该工况下，应通过示波器观测振动波形，辅助调整被测传感器与安装平台的位置，消除大重量负载易引发的波形失真问题。

- HI-913 必须放置在平稳、平整的平面上使用。
- HI-913 适用于现场检测作业，但需注意保护安装平台组件，避免受损。
- 长时间操作 HI-913 时，建议佩戴护耳防护用具。

配件

HI-913 振动校验台配套配件清单可查阅产品规格书（文档编号 1667494）以及 HI-937 耐用型振动台配件套件说明书（文档编号 2018662）。所有配件均收纳于下图所示的配件收纳包内。



安装扳手



配件袋

| ~Certificate of Calibration~             |                                              |                                                  |                     |              |
|------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------------------|---------------------|--------------|
| Manufacturer:                            | Metrix                                       | Calibration Date:                                | 13-Feb-13           |              |
| Model Number:                            | HI-913                                       | Calibration Due:                                 | 12-Feb-14           |              |
| Serial Number:                           | 251                                          | Temperature:                                     | 23.1 °C             |              |
| Description:                             | Single Vibration Calibration                 | Humidity:                                        | 38.1 %              |              |
| Test Procedure:                          | ISO 17351                                    |                                                  |                     |              |
| Calibration Tech:                        | _____                                        |                                                  |                     |              |
| Customer:                                | _____                                        |                                                  |                     |              |
| As Supplied: In Tolerance                |                                              | Interval Reference: 12.67 ms/s <sup>2</sup> /g   |                     |              |
| As Ref'd: In Tolerance                   |                                              | Sensitivity at 100 Hz: 1.00 ms/s <sup>2</sup> /g |                     |              |
| (Reference at Metrix Reference Cal 8002) |                                              |                                                  |                     |              |
| Reference Equipment:                     |                                              |                                                  |                     |              |
| Manufacturer                             | Description                                  | Model Number                                     | Serial Number       | Due Date     |
| PCB                                      | Shaker/Force                                 | 203002                                           | 126897              | 20-Dec-13    |
| PCB                                      | Signal Cond                                  | 602A-102                                         | 269                 | 20-Dec-13    |
| Agilent                                  | DAQ                                          | 34417A                                           | MP147055366         | 8-Jun-13     |
| Standard Sensor                          |                                              |                                                  |                     |              |
| Frequency Hz                             | Measured Acceleration Level g/s <sup>2</sup> | Calibrated Acceleration Level ms/s <sup>2</sup>  | Displayd / Measured | % difference |
| 7                                        | 1.52                                         | 1.51                                             | 1.52                | -0.14%       |
| 8                                        | 0.50                                         | 0.50                                             | 0.50                | -0.02%       |
| 9                                        | 0.50                                         | 0.50                                             | 0.50                | -0.02%       |
| 10                                       | 1.00                                         | 0.99                                             | 1.00                | -0.08%       |
| 20                                       | 1.00                                         | 0.99                                             | 1.00                | -0.10%       |
| 30                                       | 1.00                                         | 0.99                                             | 1.00                | -0.10%       |
| 50                                       | 1.00                                         | 0.99                                             | 1.00                | -0.10%       |
| 100                                      | 1.00                                         | 0.99                                             | 1.00                | -0.10%       |
| 200                                      | 1.00                                         | 0.99                                             | 1.00                | -0.10%       |
| 500                                      | 1.00                                         | 0.99                                             | 1.00                | -0.10%       |
| 1000                                     | 1.00                                         | 0.99                                             | 1.00                | -0.10%       |
| 2000                                     | 1.00                                         | 0.99                                             | 1.00                | -0.10%       |
| 5000                                     | 1.00                                         | 0.99                                             | 1.00                | -0.10%       |
| 10000                                    | 1.00                                         | 0.99                                             | 1.00                | -0.10%       |
| 20000                                    | 1.00                                         | 0.99                                             | 1.00                | -0.10%       |
| 50000                                    | 1.00                                         | 0.99                                             | 1.00                | -0.10%       |
| 100000                                   | 1.00                                         | 0.99                                             | 1.00                | -0.10%       |

每台全新设备均附带一份校准证书。  
Metrix建议 HI-913 设备每年进行一次重新校准。设备返厂校准的服务代码为 HI-913 CAL01。

2. 基本操作

测试设置

- 1. 将传感器安装至 HI-913 安装平台。
  - HI-913 传感器安装平台配有 1/4-28 规格螺纹孔，需选用适配转接件固定传感器。
  - 拧紧传感器时，请使用配套扳手固定 HI-913 安装平台，防止扭矩损坏振动台本体。
- 2. 根据需求连接传感器信号调理器与读数设备，确保所有接线牢固可靠。
- 3. 长按**FREQUENCY**频率调节旋钮 3 秒，启动设备。

注意事项：推荐使用电池供电开展校准作业。断开市电可避免测试过程中浪涌电压导致校准台意外关机。设备运行时若检测到过流，便携式校准台将自动停机，防止设备受损。

设置频率和幅值单位

- 1. 按下**FREQUENCY**频率调节旋钮进入**CALIBRATION OPTIONS**校准选项菜单，选择测试所需的频率单位：
  - 旋转**FREQUENCY**频率旋钮选中**TEST SETTINGS**测试设置并按下确认。
  - 在测试设置菜单内，转动**FREQUENCY**频率旋钮选中**FREQUENCY UNIT**频率单位，按下即可在赫兹（Hz）与转每分钟（CPM）之间切换。
- 2. 短按**AMPLITUDE**幅值调节旋钮，选择测试适用的幅值单位，可选单位如下：

| 加速度                                      | 速度                                         | 位移                 |
|------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------|
| g's pk<br>g's RMS<br>m/s2 pk<br>m/s2 RMS | in/s pk<br>in/s RMS<br>mm/s pk<br>mm/s RMS | mils p-p<br>μm p-p |

- 3. 转动**AMPLITUDE**幅值调节旋钮、**FREQUENCY**频率调节旋钮，设定测试所需的振动幅值与频率：顺时针旋转数值增大，逆时针旋转数值减小。
  - 慢速转动旋钮——参数按最小单步增减
  - 快速转动旋钮——参数按较大步长批量增减

## 完成测试

4. 核对 **HI-913** 显示的幅值数值与被测传感器读数设备显示数值保持一致。

5. 关闭设备电源前，请先降低振动幅值。**HI-913** 具备参数记忆功能，再次开机时会恢复关机前的设置；关机前下调幅值，可避免设备重启瞬间冲击、损伤被测传感器。

6. 长按**FREQUENCY**频率调节旋钮 3 秒关闭设备。

- 未连接充电器时，设备闲置 20 分钟将自动关机，节约电池电量。

## 测试后

7. 设备闲置时，请连接交流电源持续充电，保证下次测试电量充足，同时延长电池使用寿命。

8. 建议定期开展校准核查。

- 可配备专用“标准校验传感器”核对整套系统读数与测试结果。使用固定标准传感器，能保证每次测试的输出结果统一稳定。
- **HI-913** 需定期送回**Metrix**原厂重新校准（建议每年一次），设备出现故障时也可返厂维保维修。设备开机启动时，液晶显示屏会显示最近一次原厂校准日期。

## 附加功能

### 测试设置

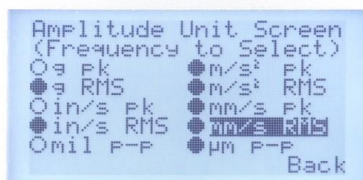
操作路径：按下**FREQUENCY**频率旋钮 → 选择**Test Settings**测试设置，进入对应界面。通过旋转**FREQUENCY**频率旋钮选中项目并切换参数，菜单选项如下：

- **Back**返回 – 退回**Calibration Options**校准选项主菜单
- **Cal Route**校准程序：Cal Route: N/A, Active or off
  - **N/A**不可用：代表未采购校准程序固件授权。该功能支持预设半自动测试点位，详情见“校准程序”章节，如需解锁可联系**Metrix**厂商。
- **Source**信号源：Internal or External
  - 选择**External**外部模式时，可通过外部信号源控制振动台，详细说明见“Input / Output”（输入/输出）章节。

- **Frequency Unit**频率单位：赫兹 (Hz) / 每分钟循环次数 (CPM)

## 幅值单位设置

- 若部分幅值单位极少使用或完全不用，可通过「幅值单位」功能将其隐藏。操作路径：按下**FREQUENCY**频率调节旋钮 → 选择**Amplitude Units**幅值单位。
- **Amplitude Unit Screen**幅值单位界面会显示 HI-913 便携式振动校准台全部 10 种可用幅值标尺。旋转**FREQUENCY**频率旋钮选中对应标尺，按下旋钮即可开启或关闭该单位。标尺旁实心圆圈代表启用，空心圆圈代表禁用。正常使用中切换幅值单位时，已禁用的标尺不会显示。
- 如需返回**Calibration Options**校准选项菜单，旋转频率旋钮选中**Back**返回并按下确认即可。



AMPLITUDE

FREQUENCY

## 低频拓展固件选项：HI-913-LF5（最低工作频率拓展至 5 HZ）

如需将 HI-913 的低频响应下限由 7 HZ拓展至 5 HZ（对应 420 CPM降至 300 CPM），订购设备时需选配 HI-913-LF5 固件。该固件可后期加装，订购及安装事宜请联系Metrix厂商。

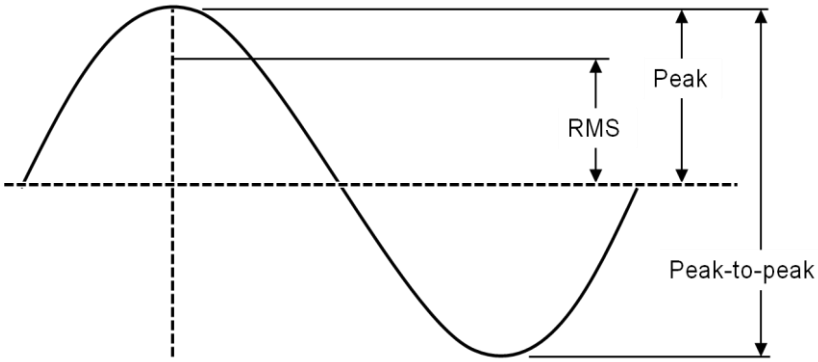
加装 HI-913-LF5 固件后，设备整体操作逻辑不变，仅最低工作频率由 7 赫兹变为 5 赫兹。低速工况测试时，需预留更长时间供振动台与被测传感器稳定。本机内置预补偿算法以降低波形失真；频率低于 10 赫兹时，该算法需要 1–5 秒完成振动基频居中，并达到设定幅值。

## 频率单位的定义

- 赫兹 (Hz)：每秒完成的周期性循环次数，是计量信号频率的标准单位。

- CPM 为每分钟循环次数（Cycles Per Minute）的缩写，多用于监测旋转类振动的工业传感器测试。换算关系：1 Hz = 60 CPM

## 幅值基础



图：正弦波

- 有效值（RMS）

对一组幅值数据取平方平均值后再开平方根得到的计算值。该测量方式会综合信号全部幅值，而非仅取单点数值，是整体振动量精准评估的常用指标。

- 峰值（pk）

以测试输出信号的最大值作为计算基准。HI-913 输出标准正弦波，峰值计算公式：有效值  $\times \sqrt{2}$ 。本机并非直接采集真实峰值，而是通过有效值进行数学换算得出估算峰值。

- 峰峰值（p-p）

正弦波形正向最大峰值与负向最小峰值的差值，数值等于两倍峰值

- 重力加速度（g）

物体在地球重力场中受到的自然加速度，标准值约为  $9.80665 \text{ m/s}^2$ 。

## 安装基础

### 传感器与 HI-913 安装平台装配步骤

1. 安装平台与传感器贴合接触面需平整、相互平行，无灰尘、油漆、环氧树脂、划痕等杂质损伤。
2. 平台、传感器及转接件（如需使用）螺纹规格必须匹配，保证装配贴合无测试误差。磨损螺纹可用丝锥 / 板牙修整，并涂抹硅基润滑脂以获得最优装配效果。
3. 如需将传感器固定至动圈，可搭配转接件使用。HI-913 平台标

准螺纹规格为 1/4-28。

4. 接触面与螺纹处可涂抹硅基润滑脂，保证机械耦合紧密，高频测试工况下该操作尤为关键。
5. 螺纹式传感器装配时，严格遵循传感器原厂给出的拧紧扭矩标准。

## 连接件拆装

1. 拧紧或拆卸传感器与 HI-913 安装平台的连接时，需使用配套扳手固定住安装平台。
2. 将传感器与夹具安装至 HI-913 安装平台时，务必保持居中、同轴，以此保证连接稳固均匀，避免出现装配偏心问题。

## 外部信号源输入功能

HI-913 支持外接外部信号源或函数发生器驱动设备（可选功能）。首先将信号源连接至设备右上角的外部信号 BNC 输入接口。如需启用 **EXTERNAL SOURCE IN** 外部信号输入通道，按下 **FREQUENCY** 频率旋钮进入 **Calibration Options** 校准选项菜单，旋转 **FREQUENCY** 频率旋钮选中并进入测试设置。随后转动 **FREQUENCY** 频率旋钮选中 **Source** 信号源选项，按压旋钮在 **Internal** 内部和 **External** 外部模式间切换，选择 **External** 外部模式。

1. 外部模式下，设备屏幕会显示实测振动幅值，但振动台的频率、幅值完全由外部信号源控制，本机无法调节；该模式下屏幕不显示输入信号频率。
2. 此模式下屏幕展示的幅值、灵敏度数值仅作参考，测量精度不满足产品标称技术指标。



输入信号有效值严禁超过 1V！信号过载会产生削波、异常波形失真，甚至损坏设备。

## 基准监测输出接口

HI-913 内置剪切式石英标准基准加速度传感器作为控制基准。可通过基准监测 BNC 输出接口连接电压表、示波器等读数设备，读取标准基准加速度传感器的输出电压。

## USB连接

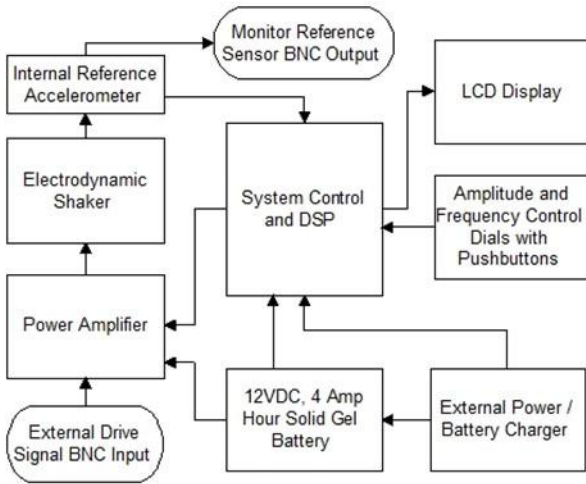
仅在选配 HI-913-PS02 24 伏直流电源、HI-913 校准程序套件等配套供电配件后，HI-913 的 USB 接口才具备功能；该接口原厂仅用于 Metrix 公司生产、出厂校准流程。

### 3. 工作原理

#### 内部硬件组成

HI-913 型便携式振动校验台内部电气系统由以下组件构成：

- a. 电动振动台
- b. 功率放大器
- c. 标准基准加速度传感器
- d. 信号发生电路
- e. 传感器信号测量电路
- f. 液晶数字显示屏
- g. 两款带定位档位、集成按压功能的调节旋钮
- h. 12 伏直流、4 安时固态凝胶电池
- i. 外置充电器



液晶显示屏实时显示振动台驱动信号频率，以及由标准基准加速度传感器采集得到的安装平台振动幅值。

本机搭载的标准基准加速度传感器为 PCB 压电公司 ICP® 系列石英剪切式传感器，集成于安装平台内部。Metrix 自有计量标准装置对 HI-913 整机进行系统级校准，确保测量数据可溯源至美国国家标准与技术研究院（NIST）。

功率放大器经过专项设计，可输出驱动电动振动台所需的工作电流。

电子信号处理系统生成频率可调的正弦波，作为驱动信号源，驱动安装平台产生振动。

振动台驱动信号的频率由前面板**FREQUENCY**频率调节旋钮控制；驱动信号幅值通过反馈环路调节，以此保证实际振动输出稳定。旋转前面板**AMPLITUDE**幅值调节旋钮，可设定目标振动幅值。

按下**FREQUENCY**频率旋钮，可切换频率单位：赫兹（Hz）/ 每分钟循环次数（CPM）；再次按下频率旋钮，开启外部信号输入模式。按下**AMPLITUDE**幅值旋钮，可循环切换各类幅值测量单位，分类如下：

| 频率              | 加速度      | 速度       | 位移       |
|-----------------|----------|----------|----------|
| Hz              | g's pk   | in/s pk  | mils p-p |
| CPM             | g's RMS  | in/s RMS | µm p-p   |
| External Signal | m/s2 pk  | mm/s pk  |          |
|                 | m/s2 RMS | mm/s RMS |          |

3.2 电池与充电器

HI-913 设备可使用交流市电供电，也可依靠内置充电电池工作。外接电源接通后，设备优先由外部电源供电，同时为内置电池充电。

注意：建议使用电池供电开展校准工作。断开市电可避免测试过程中浪涌电压导致校准台意外断电；设备运行时若检测到过流，便携式校准台将自动停机，防止硬件损坏。

本机内置密封固态凝胶铅酸 12V 直流充电电池。电池完全亏电会造成永久性损坏，为此设备会在电量过低时自动关机。保持电池满电状态，可保证设备随时可用。

环境工况温和时，满电电池最长可连续工作 18 小时。电池续航时长取决于使用时长与测试功耗（负载重量、测试频率、振动幅值均会影响功耗）。高振动量级测试下，续航会大幅缩短。举例：搭载 100 克负载、10g 峰值工况持续测试，电池约 1 小时耗尽。

液晶屏幕配备电池电量指示灯，直观显示剩余可用时长。Metrix原厂可提供配套替换电池（型号 HI-913 BAT01）与电源充电器（型号 HI-913-PS01）

HI-913 校准台在运行、存放及充电全过程中持续监测电池电量状态。设备运行时，若电池容量接近最低限值，闲置停机倒计时将由常规 20 分钟缩短至约 2 分钟。设备长期存放期间，若电池电压降至最低阈值，设备将进入深度休眠模式，再次使用前需接通交流电源，并重新设置日期时间。充电过程中，屏幕会根据运行负载与充电时长实时显示充电标识及电量进度。



若设备连接充电器，同时以高幅值、大负载工况运行，振动台与功率放大器的工作电流会过大，造成充电回路过载，输出振动信号出现不稳定，长期在此工况下使用会损坏设备内部电气元器件。如需恢复稳定输出，可降低设备幅值，或拔掉外接充电器。

电池信息与保养

- 设备出厂时电池仅为半电状态，首次使用前需连续充满 20 小时（长期连接电源不会造成电池过充）
- 仅可使用原厂配套通用电源适配器充电。所有蓄电池都会存在自放电现象，环境温度越高，耗电越快；完整充满电最长需要 20 小时。
- 长期闲置不用时，建议每 2 个月补充一次电量。
- 推荐使用规范：外出现场测试前将电池充满；每次使用完毕后及时充电。

4. 规格与性能

概述

|                       |                                        |                                                          |
|-----------------------|----------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| 频率范围（工作中，100克有效载荷）    | 7 Hz - 10 kHz                          | 420 - 600 k CPM                                          |
| 最大幅值（100 Hz，无载荷）      | 20 g pk<br>15 in/s pk<br>50 mils pk-pk | 196 m/s <sup>2</sup> pk<br>380mm/s pk<br>1270 μm pk - pk |
| 最大有效载荷 <sup>[1]</sup> | 800克                                   | 800克                                                     |

[1]在更高载荷下，测试范围会缩短。详细参考手册

读数精度

采用 10 克石英标准基准加速度传感器实测

|                              |                                 |
|------------------------------|---------------------------------|
| 加速度（30 Hz 至 2 kHz）           | ± 3%                            |
| 加速度（7 Hz 至 10 kHz）           | ±1 dB                           |
| 速度（10 Hz 至 1000 Hz）          | ± 3%                            |
| 位移（30 Hz 至 150 Hz）           | ± 3%                            |
| 幅值线性（100克有效载荷，100HZ）         | < 1% up to 10 g pk              |
| 波形失真（100克有效载荷，30 Hz 至 2 kHz） | < 5% THD (typical) up to 5 g pk |

读数单位

|    |     |            |                      |
|----|-----|------------|----------------------|
| 幅值 | 加速度 | g pk       | m/s <sup>2</sup> pk  |
|    |     | g RMS      | m/s <sup>2</sup> RMS |
|    | 速度  | in/s pk    | mm/s pk              |
|    | 位移  | in/s RMS   | mm/s RMS             |
|    |     | mils pk-pk | µm pk - pk           |
|    |     | Hz         | CPM                  |
| 频率 |     |            |                      |

电源需求

|                       |                        |                        |
|-----------------------|------------------------|------------------------|
| 内部电池（密封固态凝胶铅酸）        | 12 V直流电，4安培小时          | 12 V直流电，4安培小时          |
| 交流电源（用于充电电池）          | 110 – 240 V，50 - 60 Hz | 110 – 240 V，50 - 60 Hz |
| 运行电池寿命 <sup>[2]</sup> |                        |                        |
| 100克载荷，100HZ，1 g pk   | 18小时                   |                        |
| 100克载荷，100HZ，10 g pk  | 1小时                    |                        |

[2]出厂时状态全新

温度

|      |             |           |
|------|-------------|-----------|
| 工作温度 | 32° - 122°F | 0° - 50°C |
|------|-------------|-----------|

物理参数

|                 |                        |                         |
|-----------------|------------------------|-------------------------|
| 尺寸规格(H x W x D) | 8.5 in x 12 in x 10 in | 22 cm x 30.5 cm x 28 cm |
| 重量              | 18 pounds              | 8.2 kg                  |
| 传感器安装平台螺纹尺寸     | 1/4 - 28               |                         |



# 振动台负载

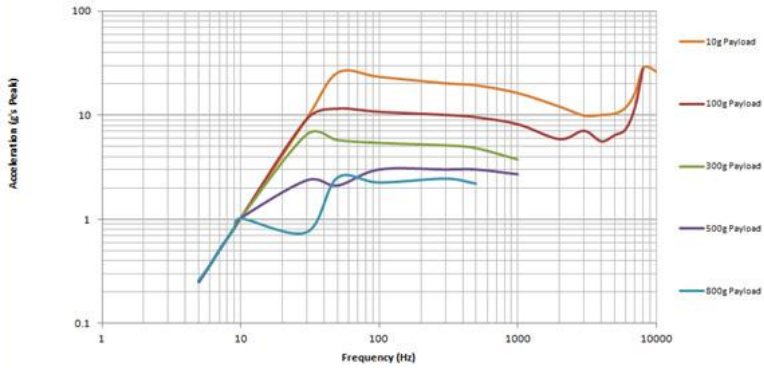
设备允许的最大振动输出量级取决于工作频率与搭载负载重量。下方图表展示了不同频率、不同负载对应的极限振动指标。**HI-913** 严禁搭载超过 **800 克** 的负载开展测试。

负载过重会损坏动圈与弹性支撑件。若被测件底面尺寸较大，尤其是重心偏心的工件，测试时需格外留意：工件大幅晃动会产生剧烈横向振动，对动圈和弹性支撑形成侧向载荷，进而造成设备损坏。将传感器、工装夹具安装至安装平台时，应保证工件重心正对 **1/4-28** 螺纹孔中心轴线，以此避免振动台承受侧向负载。

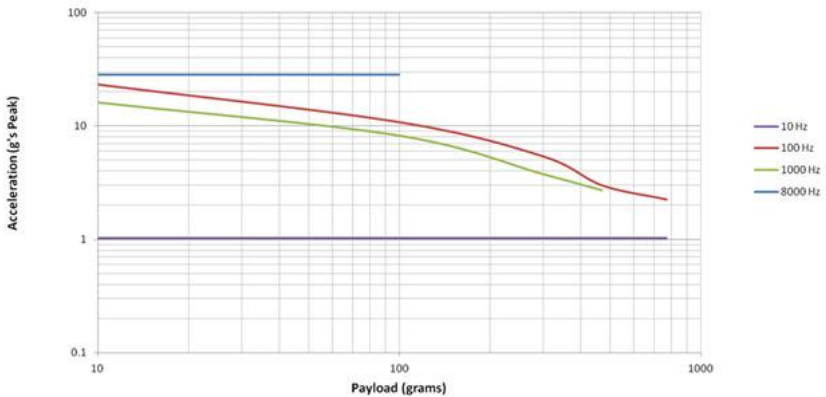
部分工况下，若负载重量大、振动幅值高（视频率而定），**HI-913** 会出现频率、幅值输出不稳定的现象。此时需降低激励幅值或减轻负载，消除该异常。

**HI-913** 内置带过热保护功能的振动台功率放大电路。当负载幅值、连续工作时长超出安全温控区间时，功放会自动停机自保。出现该情况后，需关闭设备，待充分冷却后方可重新使用。

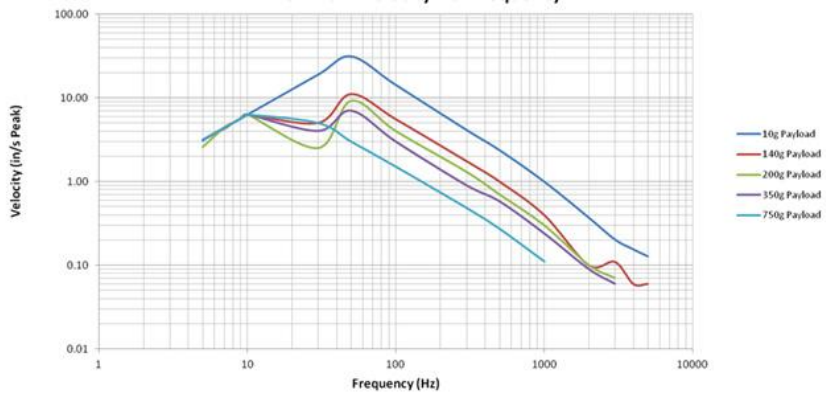
### Maximum Acceleration VS. Frequency



### Maximum Acceleration VS. Payload



### Maximum Velocity VS. Frequency



## 5. 推荐操作

### 设备运行校验与重新校准

同所有校验设备一样，强烈建议定期校验整机性能。

最优方案：设备每次上机使用前，使用专用标准校验加速度传感器做一次比对校准，确认设备使用时校准状态正常。

将本次校验结果与该标准传感器以往测试记录对比。若标准传感器的校验数据出现明显偏差，需对 HI-913 整机做进一步排查，定位误差根源。

HI-913 无法现场维修，若设备性能超出技术指标范围，必须寄回Metrix公司检测、维修并重新校准。

如需申请物料返修授权（RMA）编号，请联系Metrix公司：

邮箱：info@metrixvibration.com

电话：+1.281.940.1802

### 传感器常规检测项目

应定期开展线性度与频响测试，验证振动传感器工作性能。

线性度检测--固定测试频率（通常 100 Hz，或按传感器厂商指定频率），逐级施加不同振动量级；振动幅值覆盖传感器动态范围，尽可能从低量级到高量级完整测试记录。

频响特性检测--在传感器工作频率范围内选取多个频率点测试输出：

设备输出振动幅值保持恒定（加速度传感器常用  $10 \text{ m/s}^2$  或  $1 \text{ g}$ ），依次记录各频率下传感器输出值 / 灵敏度，完成频响判定。

### 典型加速度与速度传感器检查

加速度和速度传感器可通过频率响应校验进行测试。这是通过测量传感器线性范围内不同频率的灵敏度来实现的。根据ISO 16063-21加速度传感器校准标准，每个频率的振幅由用户自行决定，无需保持一致。最佳做法是使用振幅，安全地高于噪声底线，但又足够低以免震动机失真。因此， $1.0 \text{ g PK}$ 是加速度传感器最常见的高度。

通过频响校准完成加速度传感器与速度传感器检测，在传感器线性区间内多点测试灵敏度。

依据 ISO 16063-21 加速度传感器校准标准：各频率点幅值可由用户自行设定，无需统一。

推荐规范：选用幅值高于噪声底限、同时不会使振动台产生波形失真的量级；加速度传感器最常用测试幅值为  $1.0 \text{ g PK}$ 。

ISO 16063-21 标准建议按  $1/3$  倍频程中心频率布点测试。对于高频上限  $10 \text{ kHz}$  的加速度传感器，共需 29 个测试点，耗时较长；传感器原厂测试通常会减少测点数量。

通用判定原则：只要测点覆盖传感器实际使用频段、且在测试区间均匀分布，即可完成全面可靠的加速度传感器性能检测

工业现场实操中，可遵循美国石油协会标准 API 670《机械保护系统》中针对加速度传感器、速度传感器的测点要求。该标准规定两类传感器均需在以下频率点完成测试：

- 10、20、50、60、100、200、500、1000、2000、5000、10000 Hz
  - HI-913 仅支持整数频率输出，无法输出 61.44 Hz，仅可设置 61 Hz 或 62 Hz 这类整数数值。

对于加速度传感器，API 670 推荐的测试幅值如下：

- 0.15 g's peak (1 m/sec<sup>2</sup> RMS) for 10 Hz
- 1 g peak (7 m/sec<sup>2</sup> RMS) for 20-1000 Hz
- 4 g's peak (30 m/sec<sup>2</sup> RMS) for 2000-10000 Hz

对于速度传感器，API 670 推荐的测试幅值如下：

- 0.92 ips peak (15.92 mm/sec RMS) for 10 Hz
- 3.08 ips peak (55.70 mm/sec RMS) for 20 Hz
- 1.23 ips peak (22.28 mm/sec RMS) for 50 Hz
- 0.62 ips peak (11.14 mm/sec RMS) for 100 Hz
- 0.31 ips peak (5.57 mm/sec RMS) for 200 Hz
- 0.12 ips peak (2.23 mm/sec RMS) for 500 Hz
- 0.06 ips peak (1.11 mm/sec RMS) for 1000 Hz
- 0.12 ips peak (2.39 mm/sec RMS) for 2000 Hz
- 0.05 ips peak (0.95 mm/sec RMS) for 5000 Hz
- 0.02 ips peak (0.48 mm/sec RMS) for 10000 Hz
  - 说明：频率高于 1000 Hz 时，不建议采用速度作为振动度量单位。因此多数传感器厂商会在速度传感器内置 1000 Hz 及以下的低通滤波器。

### 工业预测性维护实操检测建议

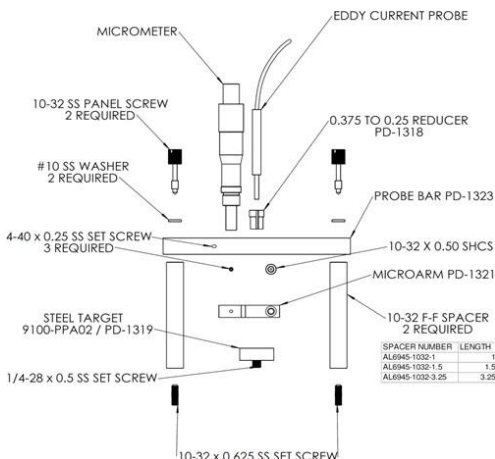
按照 API 670 或 ISO 16063-21 标准完整检测虽然全面，但耗时较长，对预测性维护的用户而言实用性有限。Metrix 针对工业振动检测给出简化实操方案：

- 对于固定安装式加速度传感器 / 速度传感器（接入在线监测系统或接线盒），至少在 1 倍、2 倍设备运行转速频率下测试，同时校验振动预警值（高阈值）与停机报警值（高高阈值）功能是否正常
- 对于巡检预测性维护（磁吸式传感器，多设备多点位轮换检测，需对加速度传感器做完整频响测试，多频段下的测量精度至关重要。测试覆盖振动分析仪最高分析频率；若现场采用高频轴承故障诊断方法，测试频率需覆盖轴承最高故障特征频率。

- 提示：磁吸安装会大幅削弱传感器高频响应性能。HI-913 标配一块铁质磁吸安装垫，可固定在振动台上，用于磁吸式安装加速度传感器。安装时需模拟现场设备上的操作方式，轻微晃动传感器使其贴合到位。在分析仪全量程最高频率下测试加速度传感器，确认相关高频段的响应是否出现放大失真。

### 5.3 非接触式位移传感器校准

非接触式位移传感器，也常称为电涡流探头、趋近式探头，可使用本设备校验其测量精度、线性度与频率响应。校准接近式探头系统需选配专用探头转接套件（详见下一页图示）。下文将详细说明非接触式位移传感器的线性度、频响检测操作流程。



#### 非接触式位移传感器测试装配说明

注：本操作说明中的计算示例基于标称灵敏度 200 mV/mil 的电涡流探头。绝大多数工况下，探头、延长线缆与前置放大器（Proximitor®）必须配套匹配，才能保证传感器输出信号符合标准。

【Proximitor® 为本特利内华达（Bently Nevada）注册商标】

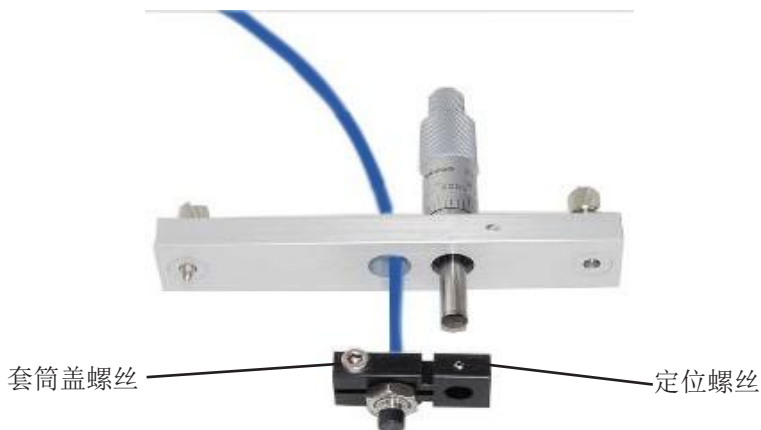
1. 拆下便携式振动校验台操作面板上的 2 颗 10-32 盘头螺钉  
(下图白色箭头标注位置)



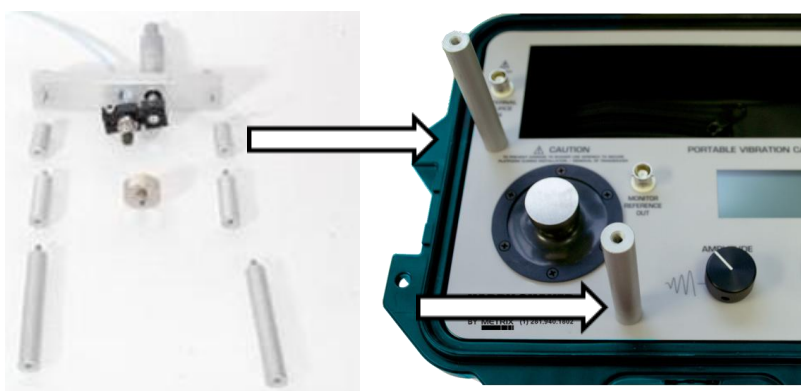
2. 将 4140 合金钢感应靶盘安装至振动台的安装平台上。



3. 先将探头穿过探头支架，再把非接触式位移传感器安装至微调悬臂，详见下图。请注意：注意：8 mm 规格、外壳螺纹为 3/8-24 的非接触式位移传感器可直接安装；5 mm 规格、外壳螺纹为 1/4-28 的传感器需使用配套衬套。将传感器推入微调悬臂内部，拧紧悬臂内的内六角圆柱头螺钉，适度夹紧探头，保证固定牢靠。



摆放整套组件，选配合适厚度的隔套/垫片，使传感器与金属靶盘间距达标，参考下图要求。装配后需满足：传感器端面可接触靶盘，且测微头行程余量至少预留 100 mils（适配量程 10~90 mils、灵敏度 200 mV/mil 的电涡流探头）。不同型号传感器长度不一，整套工装预留调节余量。使用配套紧定螺钉固定选定隔套，螺纹孔保持外露。



4. 将探头支架、微调悬臂、位移传感器、测微头整体装配在隔套上方，使用配套面板螺钉锁紧，完成工装组装。



## 电涡流探头动态线性校准与振动报警功能校验

**重要提示：** HI-913 开机后会自动加载上次关机前的频率与幅值参数。在校准非接触式位移传感器前，请先将幅值调低，防止设备记忆的大位移参数导致金属靶盘撞击探头尖端。

1. 按照按照上一章节装配步骤，将电涡流探头对准金属靶盘安装在振动台上。
2. 设置探头静态间隙：接通非接触式位移传感器供电，将前置放大器输出端接至直流电压表；调节测微头，使探头尖端与钢质靶盘间隙约 50 密耳。若使用灵敏度 200 mV/ mil 的电涡流探头，电压表读数应在 -8~-11 V 直流区间，50 mils 是该类传感器推荐标准间隙，可使传感器工作在动态量程中间位置。探头与靶盘间距 50 mils 时（对应机组停机静态间隙），传感器可精准测量最大 80 mils PK-PK 振动。更多细节请查阅所用位移传感器原厂手册。
3. 长按 **FREQUENCY** 频率调节旋钮启动振动台。
4. 按照该探头配套监测机组的运行转速设置测试频率。设备主要振动故障特征频率通常为运行转速频率，因此在该转速下校验探头精度是最实用、最能验证设备可靠性的测试。可旋转频率旋钮，选择赫兹 (Hz) 或每分钟循环次数 (CPM) 单位设置转速（操作方法见第 2 章节操作指南）
5. 校验振动报警阈值。反复短按幅值旋钮切换振动量纲，直至屏幕显示密耳峰峰值 (mils p-p) 或微米峰峰值 ( $\mu\text{m p-p}$ )，选用与现场监测系统匹配的单位。旋转幅值旋钮，将振动量调至一级振动报警阈值（预警值 Alert）；通知中控室核对，确认 HI-913 显示幅值与在线监测系统读数一致；等待系统预设延时结束，确认预警报警正常触发。依次对所有等级振动报警阈值重复本步骤。

## 电涡流探头系统故障排查

若振动报警未在设定阈值正常触发，使用电涡流探头时最常见原因为线缆接线错误，排查方法如下（建议先完成前文动态线性与报警校验流程）。

- 将前置放大器输出接至交流电压档电压表。
- 电压表测量数值为交流有效值，而 HI-913 输出振动以峰峰值为单位，需将测得有效值换算为峰峰值：电压表读数  $\times 2.828$ 。
  - 例如：振动台驱动靶盘产生 5 mils 峰峰值、3600 CPM 振动时，电压表测得交流电压 353 mV：353 mV  $\times 2.828 = 998 \text{ mV}$ ，完成换算后进入下一步校验。

- 用换算后的电压值除以 HI-913 显示的振动幅值，计算探头实际灵敏度。
  - 承接上例计算： $998\text{ mV} \div 5.0\text{ mils 峰峰值} = 199.6\text{ mV/mil}$
- 针对 5mm 或 8mm 规格探头，核对实测灵敏度是否在 200 mV/mil 的  $\pm 5\%$  误差范围内，即 190~210 mV/mil（或 7.08~8.66 mV/ $\mu\text{m}$ ）。绝大多数在线监测系统按标准 200 mV/mil（7.87 mV/ $\mu\text{m}$ ）做量程标定；若报警无法正常触发，大概率是系统输入灵敏度参数设置错误
- 灵敏度偏差多数由配套线缆长度不匹配导致的。查阅前置放大器匹配线缆总长度要求，分别测量探头自带线缆与延长线缆长度，二者之和必须与放大器规定总长一致。
- 测试前确认探头静态间隙已按规范设置，操作见前文。
- 确认电涡流感应靶盘牢固安装在振动台顶面。
- 核查前置放大器是否标注材质适配型号（MOD 标识）：  
该标识代表放大器适配特定金属靶材。API 670 标准规定电涡流探头通用测试靶材为 4140 合金钢；若整套探头系统按其他材质校准，则需对应定制靶盘。特殊材质靶盘可联系 Metrix 公司定制。

## 维护

建议每年对设备重新校准并出具校准证书；设备内部零部件仅允许原厂工程师检修。若私自拆开设备外壳，设备 NIST 计量溯源校准资质失效，整机重新装配后方可再次申请校准认证。

**备注：**Metrix持续对产品进行优化升级，可前往官网下载本手册最新版本。

© 2026年，Metrix Instrument Company, L.P.版权所有。

info@metrixvibration.com • metrixvibration.com  
8824 Fallbrook Dr. Houston, TX 77064, USA • Tel: 1.281.940.1802