

# MS1000 – 初步数据表

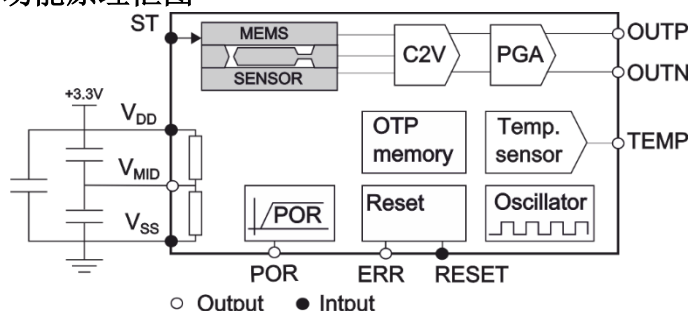
## 单轴模拟加速度计

MS1000是专为惯性应用而设计的最好的同类电容式体硅MEMS加速度计。其优异的长期零偏和比例因子重复性，低运行偏差，优异的振动行为（VRE）和低噪声，可用于非常精确和具有成本效益的战术级测量。

内部电子电路集成了一个具有差分模拟±2.7V输出的信号调理器，一个内置自检和一个温度补偿传感器。



### 功能原理框图



### 主要特性 (±10g)

- 运行中偏置稳定性: 15  $\mu\text{g}$
- 优异的长期零偏重复性: 1.2mg
- 低噪声: 34  $\mu\text{g}/\sqrt{\text{Hz}}$
- 非线性:  $\pm 0.3\%$  FS
- 恶劣环境中的可靠性
- LCC20, 密封包装

| 重要参数, 典型值       | MS1002      | MS1005*     | MS1010      | MS1030*     | MS1100*     | Unit               |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------------|
| 加速度全量程          | $\pm 2$     | $\pm 5$     | $\pm 10$    | $\pm 30$    | $\pm 100$   | g                  |
| 剩余偏置建模误差        | 0.14        | 0.35        | 0.7         | 2.1         | 7.0         | mg                 |
| 长期零偏重复性         | 0.24        | 0.6         | 1.2         | 3.6         | 12.0        | mg                 |
| 运行中偏置稳定性        | 3           | 7.5         | 15          | 45          | 150         | $\mu\text{g}$      |
| 剩余比例因子建模误差      | 120         | 120         | 120         | 120         | 120         | ppm                |
| 比例因子敏感性         | 1350        | 540         | 270         | 90          | 27          | mV/g               |
| 轴不对准            | 10          | 10          | 10          | 10          | 10          | mrad               |
| 分辨率(1Hz)        | 7           | 17          | 34          | 102         | 339         | $\mu\text{g rms}$  |
| 非线性 (IEEE norm) | 0.3         | 0.3         | 0.3         | 0.3         | 0.3         | % FS               |
| 工作温度            | -40 to +125 | -40 to +125 | -40 to +125 | -40 to +125 | -40 to +125 | $^{\circ}\text{C}$ |
| 运行功耗            | 10          | 10          | 10          | 10          | 10          | mW                 |
| 尺寸              | 9 x 9       | 9 x 9       | 9 x 9       | 9 x 9       | 9 x 9       | mm <sup>2</sup>    |

(\*) 开发中的量程

### 特色应用（未全列入）：

#### 航空航天 & 国防：

惯性测量单元 (IMUs)

航空电子设备（固定翼和旋翼）：FCS，自动驾驶仪，

姿态系统（AHRS，待机），

武器发射系统 - 平台稳定性

GPS 辅助引导 & 导航无人机系统

短程制导，机器人

#### 海军 & 陆地：

寻北、天线、声纳定位

ROV 制导，武器发射系统，

船舶导航和控制

移动测绘

列车定位（GPS 航位推算）

MWD - 随钻导向

## MS1002 参数

除非另有说明，所有数值都是在环境温度(20° C)和 3.3 V 供电 VDD 下测得。加速度值定义为差分信号 (OUTP-OUTN)。

| 参数              | 说明                    | 最小值  | 典型值   | 最大值  | 单位                |
|-----------------|-----------------------|------|-------|------|-------------------|
| <b>加速度计</b>     |                       |      |       |      |                   |
| 全量程             |                       | ±2   |       |      | g                 |
| 非线性度            | IEEE 标准，全量程的百分比       |      | 0.3   | 1.0  | %                 |
| 频率响应范围          | -3dB                  | 200  |       |      | Hz                |
| 共振频率            | 过阻尼                   |      | 1.4   |      | kHz               |
| 振动整流误差          | 平均值区间[50Hz, 2kHz]     |      | 1'300 |      | μg/g <sup>2</sup> |
| 噪声              | 在带宽内                  |      | 7     |      | μg/√Hz            |
| 分辨率             | @ 1Hz                 |      | 7     |      | μg rms            |
| 起动时间            | 传感器正常运行时；若 POR 触发则会延迟 |      | 40    |      | μs                |
| <b>零位偏置(K0)</b> |                       |      |       |      |                   |
| 标称              | 标定精度                  | -7   |       | 7    | mg                |
| 温度系数            | 测量区间 [-40°C, 85°C]    |      | 75    |      | μg/°C             |
| 初始残差建模误差        | 第三阶温度补偿[-40°C, 85°C]  |      | 0.14  |      | mg                |
| 长期重复性           | 见术语表                  |      | 0.24  |      | mg                |
| 运行中偏置稳定性        | 基于 Allan 方差特征(@ 10s)  |      | 3     |      | μg                |
| TurnON - TurnON | 见术语表                  |      | 15    |      | μg                |
| <b>比例因子(K1)</b> |                       |      |       |      |                   |
| 标称              | 标定精度                  | 1.33 | 1.35  | 1.37 | V/g               |
| 温度系数            | 测量区间 [-40°C, 85°C]    | 20   | 120   | 220  | ppm/°C            |
| 初始残差建模误差        | 第三阶温度补偿[-40°C, 85°C]  | -300 | 120   | 300  | ppm               |
| 长期重复性           | 见术语表                  |      | 400   |      | ppm               |
| <b>轴线偏移</b>     |                       |      |       |      |                   |
| 标称              |                       | -10  |       | 10   | mrاد              |
| <b>自检测</b>      |                       |      |       |      |                   |
| 频率              | 方波输出                  | 22   | 24.4  | 26.8 | Hz                |
| 工作周期            |                       |      | 50    |      | %                 |
| 振幅              | 峰值到峰值                 |      | 1.0   |      | g                 |
| 输入阈值电压          | 高电平有效                 | 80   |       |      | % VDD             |
| <b>温度传感器</b>    |                       |      |       |      |                   |
| 在 20°C 时的输出电压   |                       | 1.20 | 1.23  | 1.26 | V                 |
| 灵敏度             |                       |      | -4.0  |      | mV/°C             |
| 输出电流负载          |                       |      |       | 10   | μA                |
| 输出电容负载          |                       |      |       | 10   | pF                |
| <b>复位</b>       |                       |      |       |      |                   |
| 输入阈值电压          | 低电平有效                 |      |       | 20   | % VDD             |
| <b>电源要求</b>     |                       |      |       |      |                   |
| 电源电压(VDD)       |                       | 3.2  | 3.3   | 3.4  | V                 |
| 电源电流(IDD)       |                       |      | 2.3   | 4    | mA                |

加速度计输出

|      |                  |           |      |            |
|------|------------------|-----------|------|------------|
| 输出电压 | 在满量程内 OutP, OutN | 0.14      | 3.16 | V          |
| 差分输出 | 在满量程内            | $\pm 2.7$ |      | V          |
| 电阻负载 |                  | 1000      |      | k $\Omega$ |
| 电容负载 |                  |           | 100  | pF         |

总体

|       |                                      |  |  |  |
|-------|--------------------------------------|--|--|--|
| 可靠性评估 | 基于 FIDES 2009 A 版本，2010 年 9 月，根据需求提供 |  |  |  |
|-------|--------------------------------------|--|--|--|

表 1: MS1002 规格

## MS1010 参数

除非另有说明，所有数值都是在环境温度(20° C)和 3.3 V 供电 VDD 下测得。加速度值定义为差分信号 (OUTP-OUTN)。

| 参数              | 说明                    | 最小值  | 典型值  | 最大值  | 单位                |
|-----------------|-----------------------|------|------|------|-------------------|
| <b>加速度计</b>     |                       |      |      |      |                   |
| 全量程             |                       | ±10  |      |      | g                 |
| 非线性度            | IEEE 标准，全量程的百分比       |      | 0.3  | 1.0  | %                 |
| 频率响应范围          | -3dB                  | 200  |      |      | Hz                |
| 共振频率            | 过阻尼                   |      | 3.7  |      | kHz               |
| 振动整流误差          | 平均值区间[50Hz, 2kHz]     |      | 290  |      | μg/g <sup>2</sup> |
| 噪声              | 在带宽内                  |      | 34   |      | μg/√Hz            |
| 分辨率             | @ 1Hz                 |      | 34   |      | μg rms            |
| 起动时间            | 传感器正常运行时；若 POR 触发则会延迟 |      | 40   |      | μs                |
| <b>零位偏置(K0)</b> |                       |      |      |      |                   |
| 标称              | 标定精度                  | -34  |      | 34   | mg                |
| 温度系数            | 测量区间 [-40°C, 85°C]    |      | 375  |      | μg/°C             |
| 初始残差建模误差        | 第三阶温度补偿[-40°C, 85°C]  |      | 0.7  |      | mg                |
| 长期重复性           | 见术语表                  |      | 1.2  |      | mg                |
| 运行中偏置稳定性        | 基于 Allan 方差特征 (@ 10s) |      | 15   |      | μg                |
| TurnON - TurnON | 见术语表                  |      | 75   |      | μg                |
| <b>比例因子(K1)</b> |                       |      |      |      |                   |
| 标称              | 标定精度                  | 266  | 270  | 274  | mV/g              |
| 温度系数            | 测量区间 [-40°C, 85°C]    | 20   | 120  | 220  | ppm/°C            |
| 初始残差建模误差        | 第三阶温度补偿 [-40°C, 85°C] | -300 | 120  | 300  | ppm               |
| 长期重复性           | 见术语表                  |      | 400  |      | ppm               |
| <b>轴线偏移</b>     |                       |      |      |      |                   |
| 标称              |                       | -10  |      | 10   | mrاد              |
| <b>自检测</b>      |                       |      |      |      |                   |
| 频率              | 方波输出                  | 22   | 24.4 | 26.8 | Hz                |
| 工作周期            |                       |      | 50   |      | %                 |
| 振幅              | 峰值到峰值                 |      | 1.0  |      | g                 |
| 输入阈值电压          | 高电平有效                 | 80   |      |      | % VDD             |
| <b>温度传感器</b>    |                       |      |      |      |                   |
| 在 20°C 时的输出电压   |                       | 1.20 | 1.23 | 1.26 | V                 |
| 灵敏度             |                       |      | -4.0 |      | mV/°C             |
| 输出电流负载          |                       |      |      | 10   | μA                |
| 输出电容负载          |                       |      |      | 10   | pF                |
| <b>复位</b>       |                       |      |      |      |                   |
| 输入阈值电压          | 低电平有效                 |      |      | 20   | % VDD             |
| <b>电源要求</b>     |                       |      |      |      |                   |
| 电源电压(VDD)       |                       | 3.2  | 3.3  | 3.4  | V                 |
| 电源电流(IDD)       |                       |      | 2.3  | 4    | mA                |

|         |                                        |      |      |    |
|---------|----------------------------------------|------|------|----|
| 加速度计输出  |                                        |      |      |    |
| 输出电压    | 在满量程内 OutP, OutN                       | 0.14 | 3.16 | V  |
| 差分输出    | 在满量程内                                  | ±2.7 |      | V  |
| 电阻负载    |                                        | 1000 |      | kΩ |
| 电容负载    |                                        |      | 100  | pF |
| General |                                        |      |      |    |
| 可靠性评估   | 基于 FIDES 2009 A 版本, 2010 年 9 月, 根据需求提供 |      |      |    |

表 2: MS1010 规格

最大绝对额定值

最大绝对额定值是压力额定值。超过这些额定值的应力可能造成器件永久性损坏。器件长时间的曝露在最大绝对额定值时，可能会降低其性能，以及影响其可靠性。

| Parameter              | Comments                   | Min  | Typ | Max                  | Unit |
|------------------------|----------------------------|------|-----|----------------------|------|
| 电源电压(V <sub>DD</sub> ) |                            | -0.3 |     | +3.9                 | V    |
| 所有管脚的电压值               |                            | -0.3 |     | V <sub>DD</sub> +0.3 | V    |
| 运行温度                   |                            | -40  |     | 125                  | °C   |
| 贮存温度                   |                            | -55  |     | 125                  | °C   |
| 振动                     | 随机 / 20-2'000Hz            |      |     | 20                   | g    |
| 冲击                     | 单次冲击/ 0.2ms / 6 directions |      |     | 1'500                | g    |
| ESD 静电释放               | HBM 模式                     | -1   |     | 1                    | kV   |

表 2: 最大绝对额定值

## 典型性能特征

**MS1002:** 所有图表都是在 3.3 V 直流 供电电压 (VDD) 和环境温度的条件下, 多个传感器的典型初始性能, 除非另有说明 (多个传感器: 多种颜色的线 / 最小值/最大值: 红线 / 典型值: 绿线)。

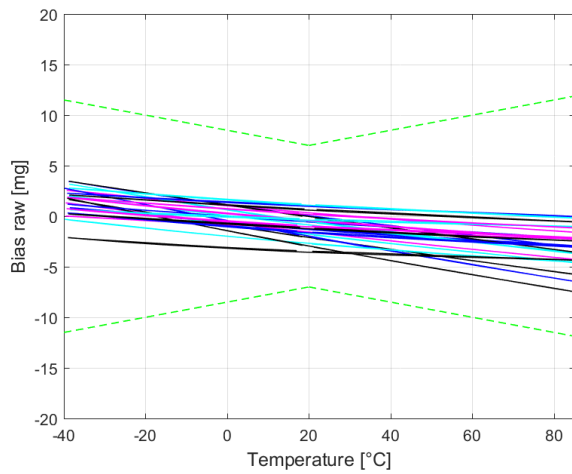


图 1: 随温度变化的原始偏置

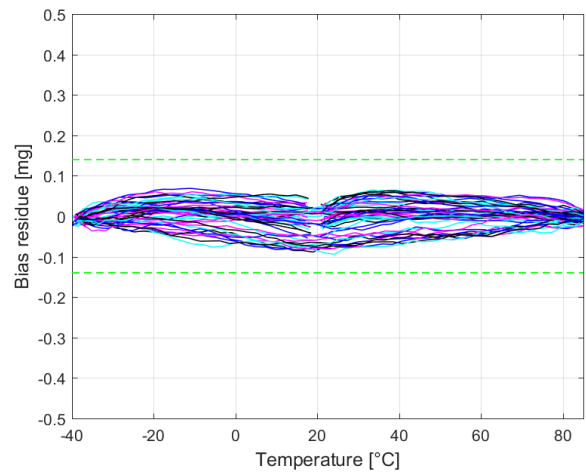


图 2: 随温度变化的剩余偏置

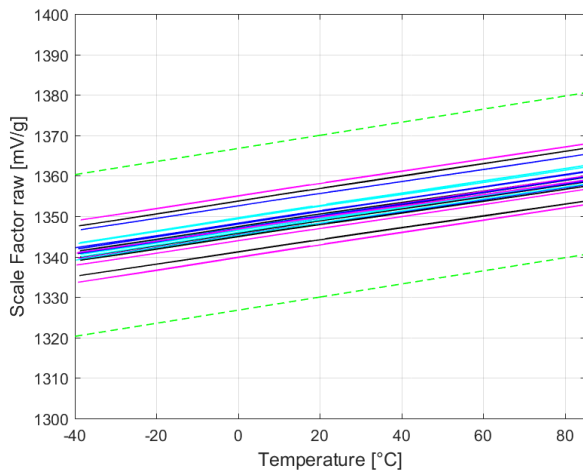


图 3: 随温度变化的原始比例因子

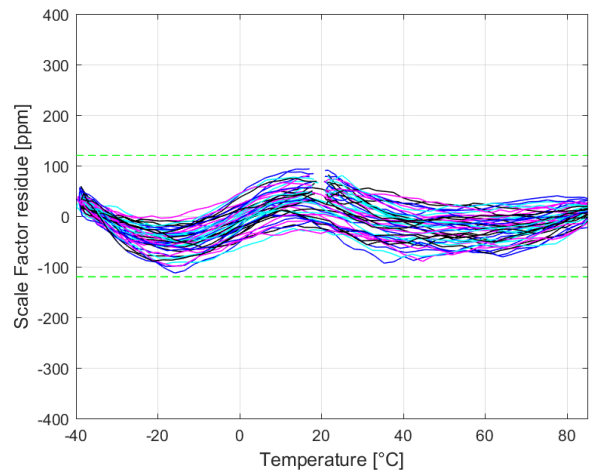


图 4: 随温度变化的剩余比例因子

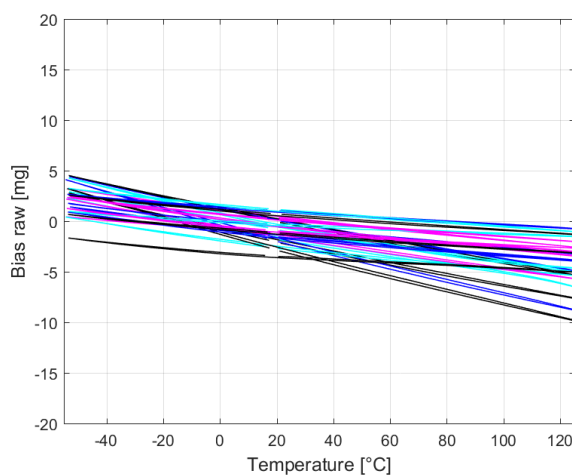


图 5: 原始偏置 [从 -55°C 到 +125°C]

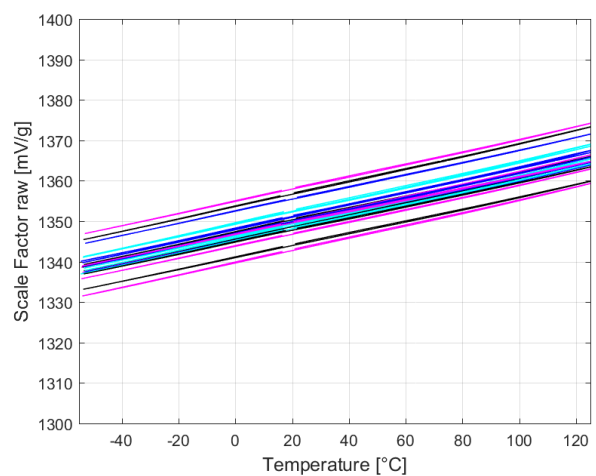


图 6: 原始比例因子 [从 -55°C 到 +125°C]

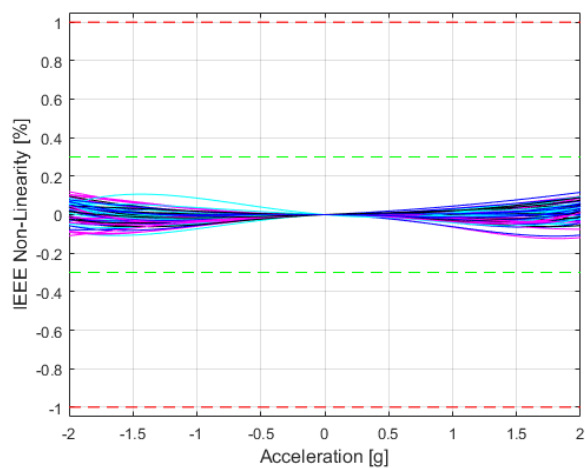


图 7 : IEEE 非线性

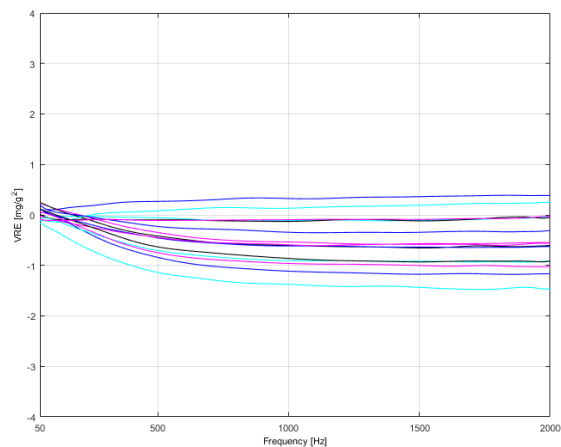


图 8: 振动整流误差

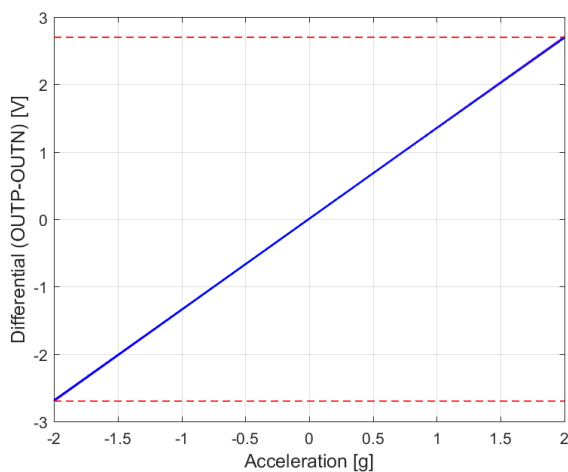


图 9 : 满量程的差分加速度输出(OUTP-OUTN)

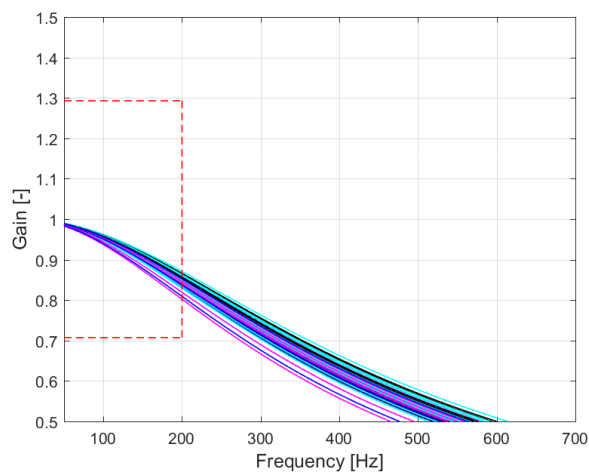


图 10 : 频率响应

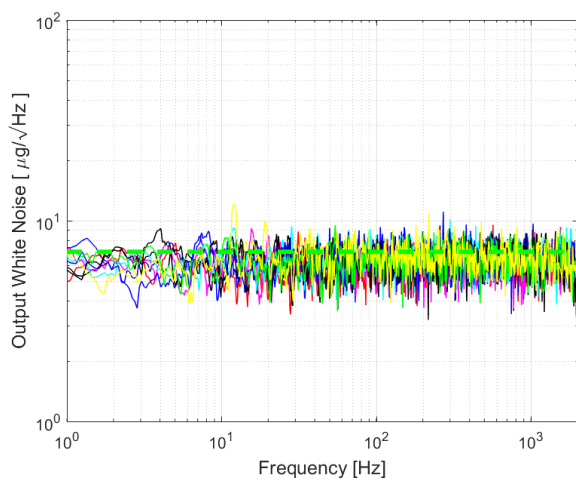


图 11: 典型白噪声

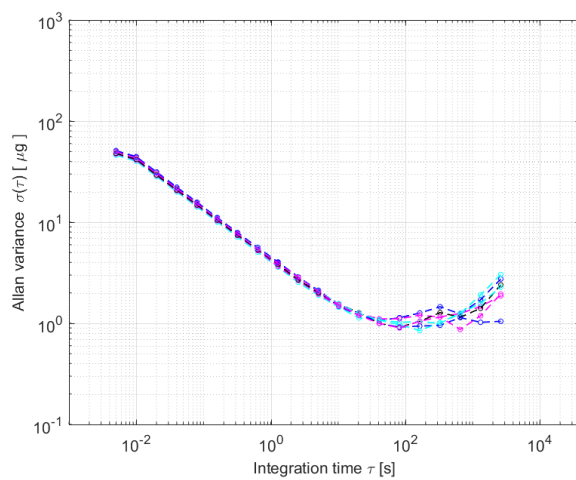


图 12: 艾伦方差

## 典型性能特征

**MS1010:** 所有图表都是在 3.3 V 直流 供电电压 (VDD) 和环境温度的条件下, 多个传感器的典型初始性能, 除非另有说明 (多个传感器: 多种颜色的线 / 最小值/最大值: 红线 / 典型值: 绿线)。

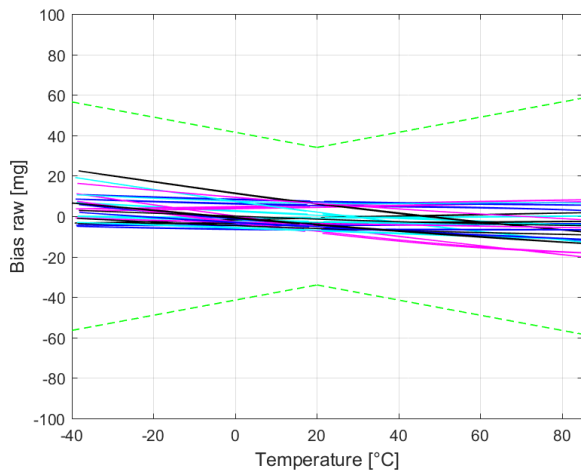


图 13: 随温度变化的原始偏置

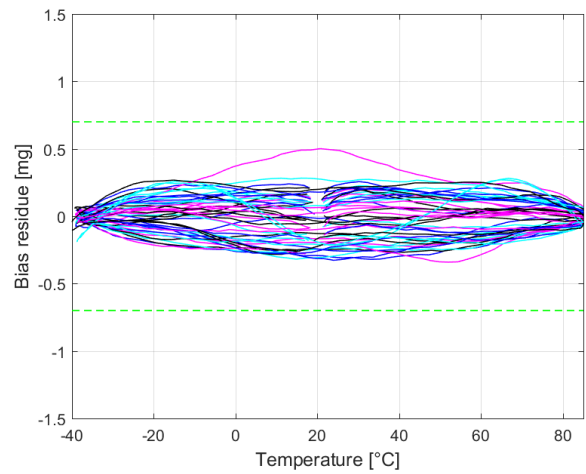


图 14: 随温度变化的剩余偏置

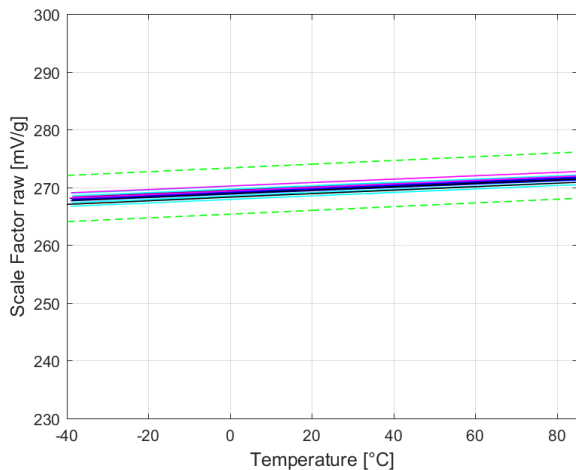


图 15: 随温度变化的原始比例因子

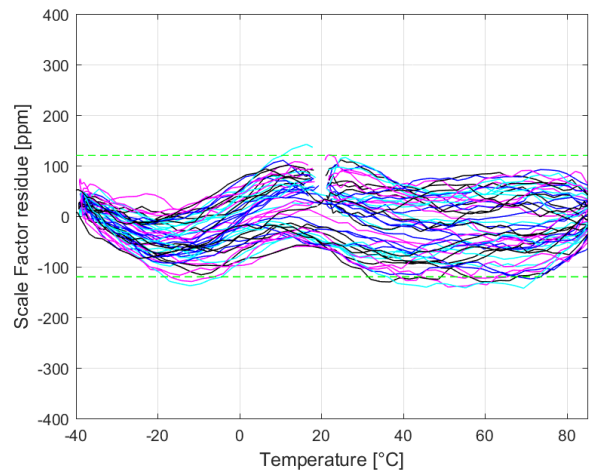


图 16: 随温度变化的剩余比例因子

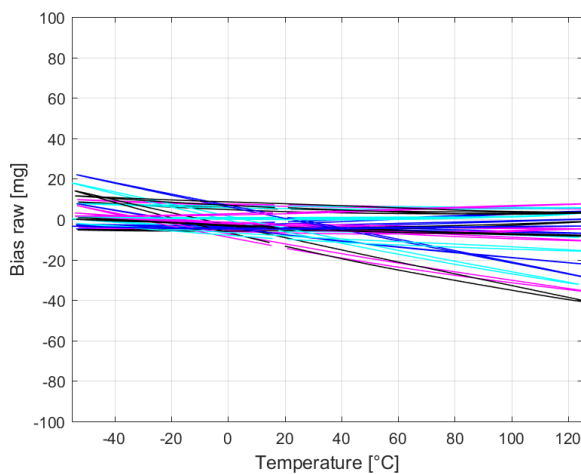


图 17: 原始偏置 [从 -55°C 到 +125°C]

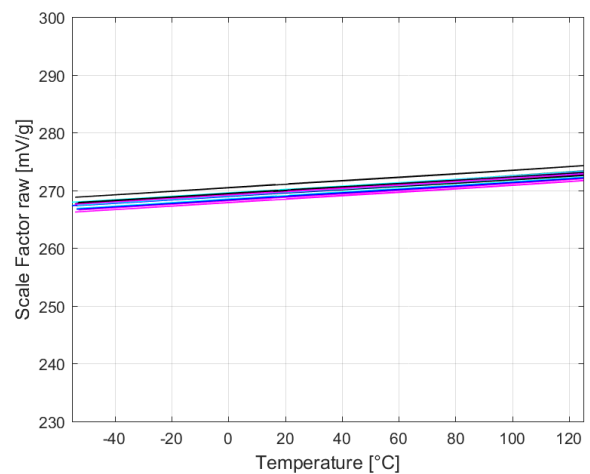


图 18: 原始比例因子 [从 -55°C 到 +125°C]

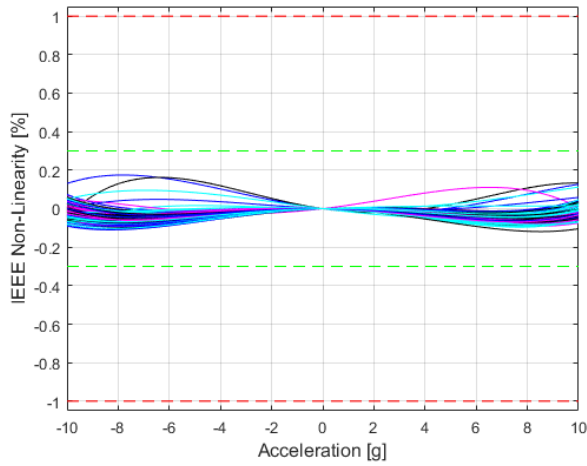


图 19 : IEEE 非线性

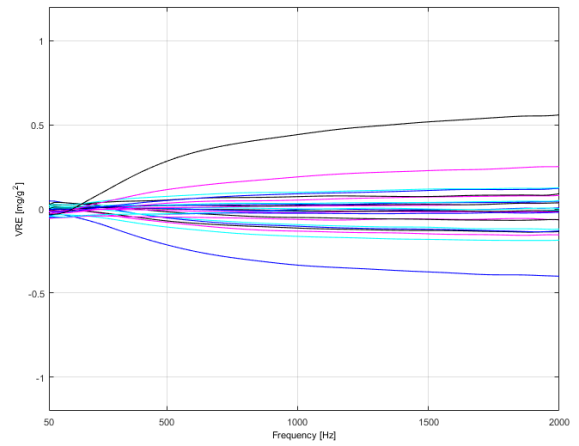


图 28: 振动整流误差

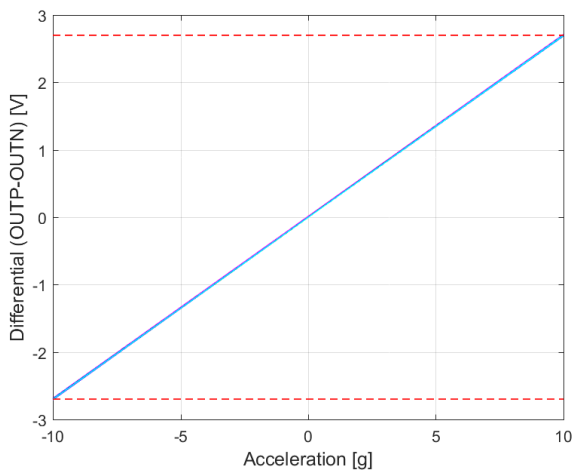
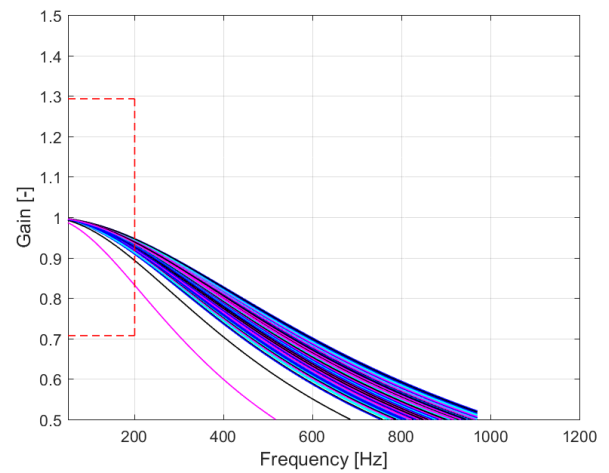
图 20 : 满量程的差分加速度输出  
(OUTP-OUTN)

图 21 : 频率响应

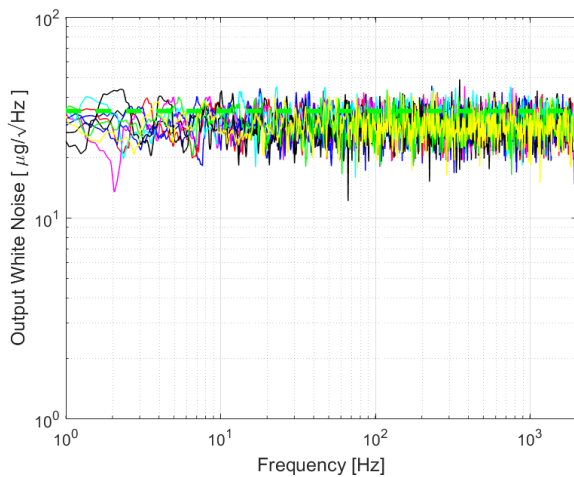


图 22: 典型白噪声

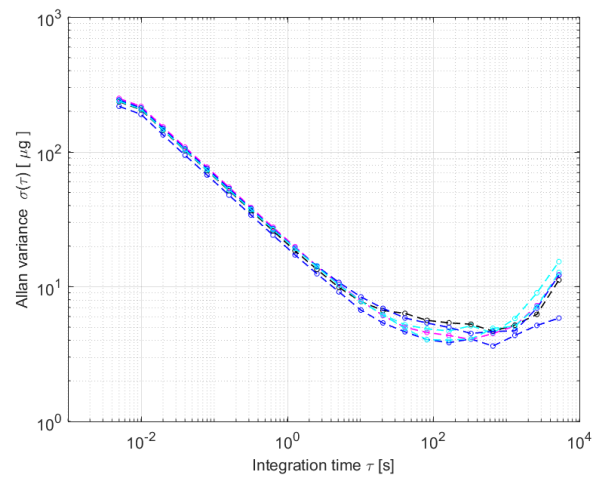


图 23: 艾伦方差

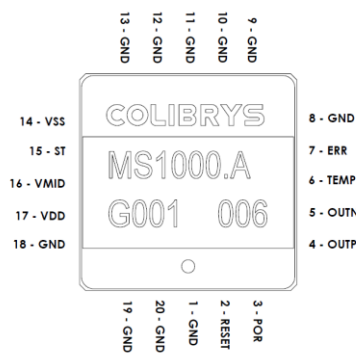


图 24: 引脚俯视图

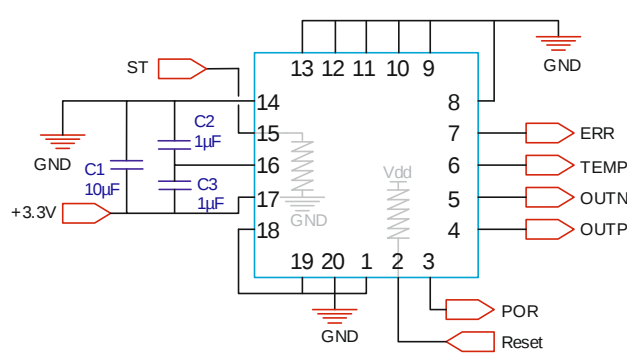


图 25: 邻近电路的上拉/下拉

图 24 显示了该器件引脚布局，表 4 是每个引脚的说明。图 25 显示了电容 C1（10µF），C2（1µF）和 C3（1µF），它们必须被尽可能靠近 MS1000 封装外壳，被作为去耦电容以保证传感器正常启动。

| 引脚号                        | 引脚名称                    | 类型     | 说明                  |
|----------------------------|-------------------------|--------|---------------------|
| 2                          | RESET                   | LI, PU | 系统复位信号，低电平有效        |
| 3                          | POR                     | LO     | 上电复位                |
| 4                          | OUTP                    | AO     | 差分输出正极信号            |
| 5                          | OUTN                    | AO     | 差分输出负极信号            |
| 6                          | TEMP                    | AO     | 温度模拟输出              |
| 7                          | ERR                     | LO     | 误差信号（标记）            |
| 14                         | V <sub>SS</sub> (0 V)   | PWR    | 接地平面                |
| 15                         | ST                      | LI, PD | 自检测激活，高活性           |
| 16                         | V <sub>MID</sub>        | AO     | 内部电子电路参考电压。仅适用于去耦电容 |
| 17                         | V <sub>DD</sub> (3.3 V) | PWR    | 模拟电源                |
| 1,8,9,10,11,12,13,18,19,20 | GND                     | GND    | 必须接地 (GND)          |

PWR, 电源/ AO, 模拟输出/ AI, 模拟输入/ LO, 逻辑输出/ LI, 逻辑输入/ PD, 内部下拉/ PU, 内部上拉

表 3: MS1000 引脚说明

## 电功能说明

### 简介

MS1000 具有嵌入式电气逻辑功能，如上电复位，外部复位，内置自检和过载误差检测。下面描述了所有这些功能。

### POR（上电复位）功能

POR 模块在传感器启动和正常操作期间持续监测供电。它保证了传感器的正常启动并当供电电压不足时起到欠压保护作用。

在传感器上电期间，POR 信号保持低位直到供电电压达到阈值电压（ $V_{th}$ ），然后开始启动序列（参阅图 26）。在供电电压下降的情况下，上电复位信号将保持低位，直到供电电压超过阈值电压  $V_{TH}$ ，随后是一个新的启动序列。该 ERR 信号为高位（等于 VDD），直到启动序列完成。

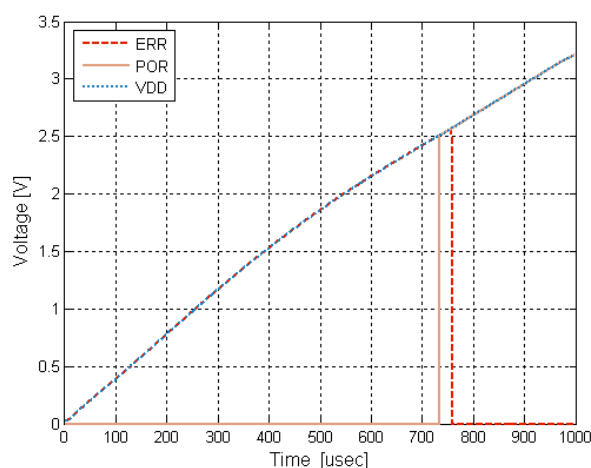


图 26: 使用推荐电路时典型的传感器上电序列

### 外部复位

用户可通过 RESET 输入管脚激活外部复位。在复位过程中，加速度传感器输出(OUTP 与 OUTN)被强制变为  $V_{DD}/2$ ，误差信号（ERR）被激活（高），见图 27。

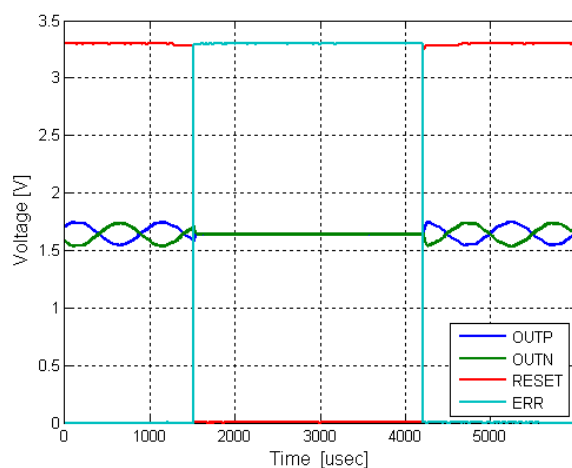


图 27: 具有典型的传感器的重启序列（外部复位）

**Built-in Self-Test function**

内置的自检测模式产生关于设备输出的方波信号（OUTP&OUTN），并且可以用于设备故障检测(见 图 28).

当自检模式被激活时, 它在机械传感元件上引起一个交变电场力, 模拟一个指定频率的加速度输入。这种自检过程中的电场力是在任何传感器惯性力之外的；因此，建议在静态条件下使用自测试功能。

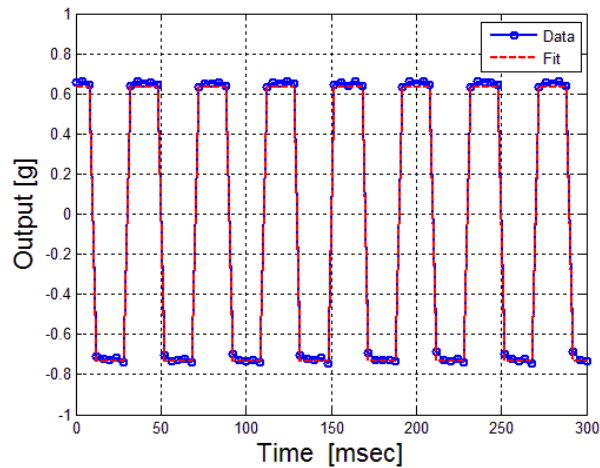


图 28: 内置自检测信号的差分加速度输出 (频率: 24 Hz / 振幅 1.3 g)

**过载和报错功能**

该装置连续监测加速度传感器输出信号的有效性。如果发生错误，ERR 引脚变高，通知用户，输出信号是无效的。在下列情况下会引发错误：

- 超出额定供电 (POR 低)，例如上电阶段
- 在外部复位阶段（用户激活复位）
- 在高加速度过载时（例如高冲击）

在高幅冲击时，内部过载电路重置电路，并启动新的电子电路读数。此过程重复进行直到加速度输入信号恢复正常运行范围。下图说明了这一大冲击过程，振幅为 500 g：在受到冲击时，过载保护被激活，只要加速度是在工作量程内，传感器就完全正常运行。

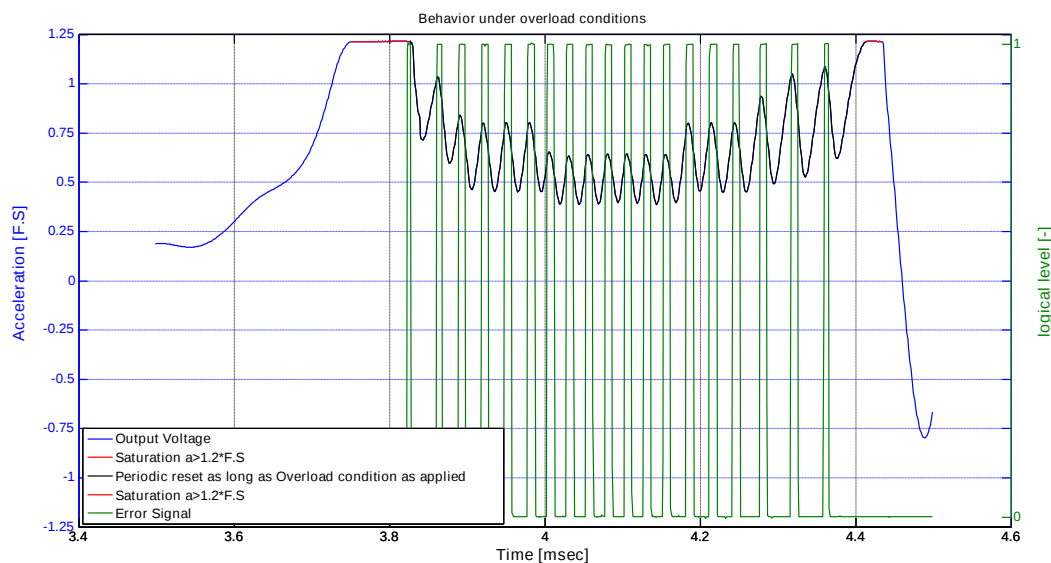


图 29: 过载行为

图 30 说明了 LCC20 陶瓷封装的外形和重心。

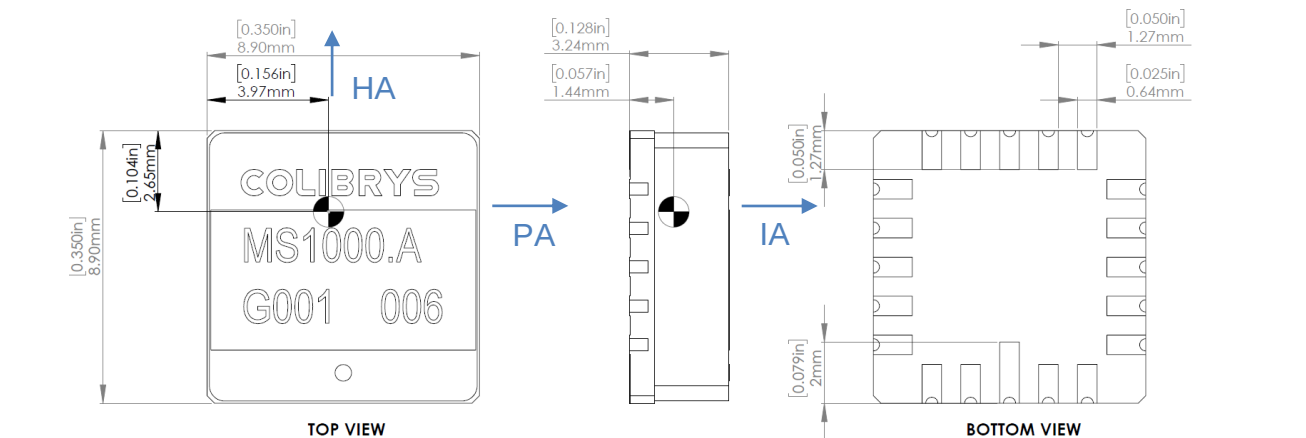


图 30: 机械包装尺寸[inch]

| 参数      | 说明                                                                                      | 最小值  | 平均值  | 最大值    | 单位        |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------|------|------|--------|-----------|
| 引脚加工    | 镀金                                                                                      | 0.5  |      | 1.5    | μm        |
|         | 镀镍                                                                                      | 1.27 | 4    | 8.89   | μm        |
|         | W (钨)                                                                                   | 10   |      | 15     | μm        |
| 气密      | 根据 MIL-STD-833-G 标准                                                                     |      |      | 5·10-8 | atm·cm³/s |
| 重量      |                                                                                         |      |      | 1.5    | grams     |
| 尺寸      | X                                                                                       |      | 8.9  | 9.2    | mm        |
|         | Y                                                                                       |      | 8.9  | 9.2    | mm        |
|         | Z                                                                                       |      | 3.23 | 3.5    | mm        |
| 封装      | 符合 RoHS 标准，无磁性，LCC，20 引脚。                                                               |      |      |        |           |
| 邻近效应    | 该传感器对外界寄生电容较敏感。确保最佳的产品性能，应该避免大的金属物体在加速度传感器附近移动，或是寄生效应（毫米范围）。我们推荐在加速度传感器的下方使用一块接地平面作为屏蔽。 |      |      |        |           |
| 轴对准参考平面 | LCC 必须紧密地固定在电路板上，使用壳体底部作为轴对准参考平面。使用封装壳盖作为参考平面或组装可能会影响产品的指标和可靠性(例如:轴对准,和/或壳盖焊接的完整性)。     |      |      |        |           |

表 4: 包装规格

推荐电路

为了获得最佳的器件性能，特别要注意邻近的模拟电子器件。推荐电路包括一个参考电压，传感器去耦电容器和输出缓冲，如图 31.

优化的加速度测量通过使用差分输出 OUTPB – OUTNB)实现。若需要获得单端加速度信号，可从差分加速度输出中获得，这样可去除共模噪声。

框图和原理图

特别需要注意的主要框图是：供电电源管理，加速度传感器电子及输出缓冲器。下图显示了一个 MS1000 实现应用例子。

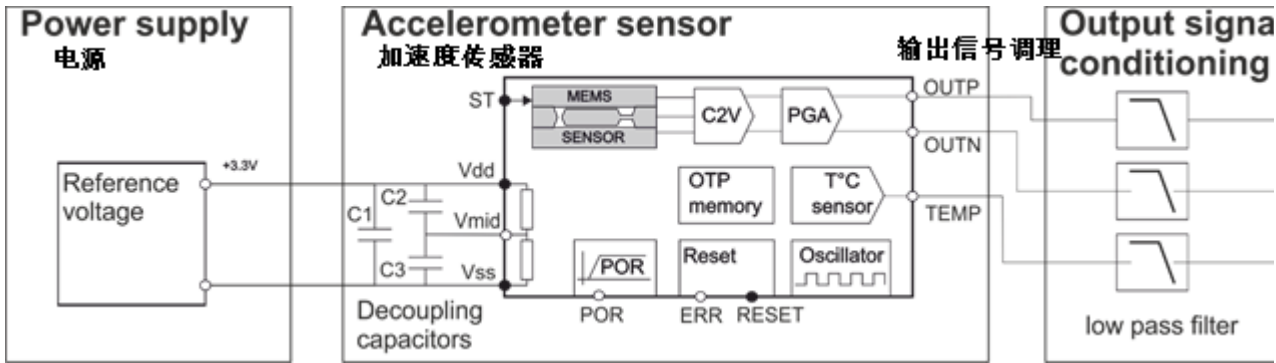


图 31: 推荐程序框图

电源

加速度传感器的输出与电源电压成比例，其性能将直接影响加速度传感器的零偏、比例因子、噪声或热性能。因此，我们推荐使用一个低噪声、高稳定性和低热漂移的电源，主要性能将是：

- 输出噪声 < 1μV/ √ Hz
- 输出温度系数 < 10ppm/° C

供电电源可作为输出信号（VDD\_S），以便补偿电源电压变化带给加速度传感器信号的影响（比例输出）。

加速度传感器内部的电子电路基于一个开关电容架构，主频@ 200 千赫。高频率的噪声或电源的尖峰将影响输出，并诱导元件带宽范围内的干扰信号。

加速度传感器

传感器模块由 MS1000 加速度传感器及 3 个去耦电容组成：C1 [10μF], C2 [1μF]及 C3 [1μF]。这些电容是确保加速度传感器正常运行。我们建议在电路板上，把它们尽可能地靠近 MS1000 放置。

输出信号调理

在数据采集之前，必须对输出信号进行正确的滤波和缓冲。我们建议使用与 MS1000 输出阻抗匹配的超低失调，漂移和偏置电流运算放大器和二阶低通滤波器（LPF），以防止高频噪声信号的混叠。具有 4 kHz 截止频率的二阶滤波器将使 200 kHz 的噪声衰减 70dB。

SMD（表面贴装器件）推荐

图 32 显示了一个 LCC20 焊板图案推荐. 还应在制造过程中进行测试和验证。焊盘图案和焊盘尺寸的间距为 1.27mm，并且引脚 1 更长以确保安装过程中产品的正确方向。组装后，可以从顶部控制定向，其中打印在盖上的额外点对应于引脚 1。

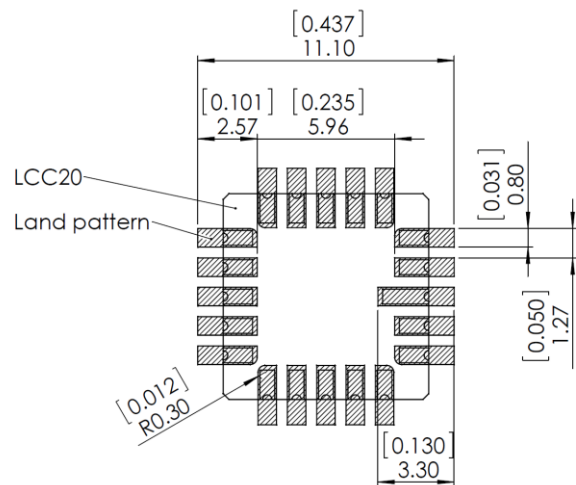


图 32 : LCC20 焊板图案推荐 (单位是 mm/[inch])

MS1000 适用于 Sn / Pb 和 Pb-Free 焊接以及符合 ROHS 标准。可以使用其焊料制造商推荐的典型温度曲线，最大上升速度为 3° C /秒，最大下降速度为 6° C /秒：精确的曲线取决于使用的焊膏。

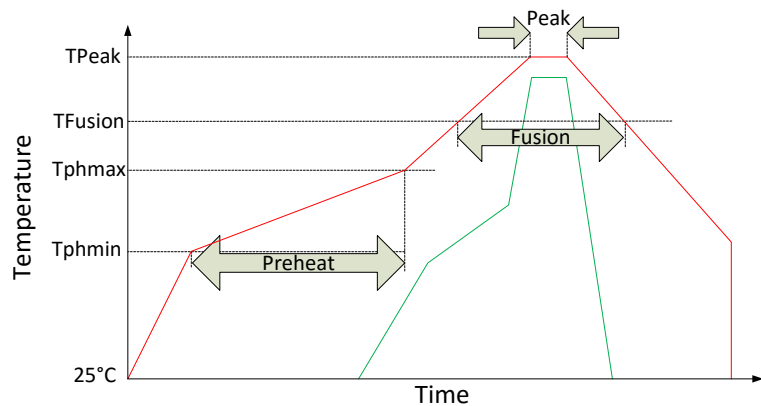


图 33: 焊接温度曲线

| 阶段 | Sn/Pb      |                        | Pb-Free   |                        |
|----|------------|------------------------|-----------|------------------------|
|    | 持续时间 [sec] | 温度 [° C]               | 持续时间[sec] | 温度 [° C]               |
| 峰值 | 10-30      | 235-240                | 20-40     | 245-250                |
| 熔化 | 60-150     | 183                    | 60-150    | 217                    |
| 预热 | 60-120     | Min : 100<br>Max : 150 | 60-180    | Min : 150<br>Max : 200 |

表 5: 焊接温度和时间

电子板的清洗过程有时涉及超声波。我们的传感器被强烈禁止。超声波清洗将对硅元件产生负面影响，这通常会导致损坏。



注意：为避免损害 MEMS 加速度计，禁止超声波清洗。

## 操作和包装注意事项

### 操作

MS1000 封装在一个气密陶瓷壳体中用来保护传感器接触外界环境。然而，该产品的使用不当可能会引起气密密封（玻璃料）或由脆性材料制成的陶瓷壳体（氧化铝）的损坏。它还会引起 MEMS 加速度传感器内部不可见的损坏，并造成电气故障或可靠性问题。操作该产品时要注意：冲击可能会损坏该产品，例如将加速度传感器掉落在坚硬的表面。



**强烈建议使用真空笔操作加速度计**

该产品很容易因为静电放电 (ESD) 而受到损坏。因此，在制造、测试、包装、装运和处理的各个阶段，应采取适当的预防措施。加速度传感器将被放置在一个具有防静电警告标签的防静电袋中，它们应该保留在这个包装中知道使用时才取出来。建议遵守以下说明：

- 始终在有静电防护控制的环境中进行操作
- 始终将器件存放在一个有屏蔽的环境中，以防止静电损坏（至少是一个防静电托盘和一个防静电袋）
- 操作器件时，一定要戴上腕带，并使用防静电安全手套。

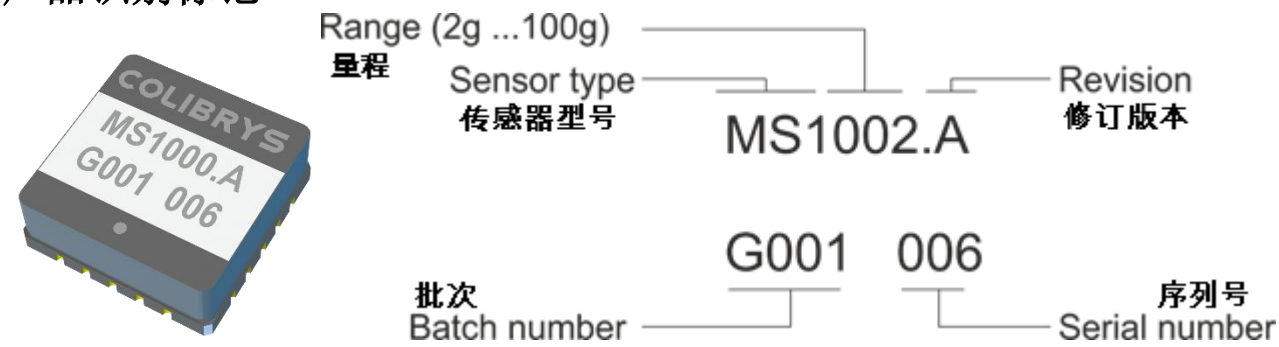


**该产品会被静电放电（ESD）所损坏。请采取适当的预防措施。**

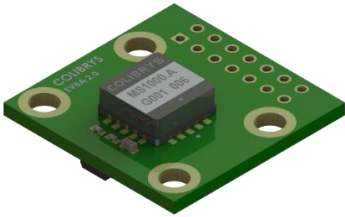
### 包装

我们的器件放置在托盘中进行装运和 SMD 处理。它们包装在密封的防静电内袋中。我们强烈建议将我们的设备保留在原始的 OEM 密封 ESD 内袋中，以保证焊接前的存储条件。

产品识别标记



订购信息

| 说明                                                                                                                      | 产品              | 测量范围  | Colibrys 参考号码 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------|---------------|
| <div>单轴模拟 MEMS 加速度计，</div>            | MS1002          | ±2g   | 10001801      |
|                                                                                                                         | MS1005          | ±5g   | (*)           |
|                                                                                                                         | MS1010          | ±10g  | 10001901      |
|                                                                                                                         | MS1030          | ±30g  | (*)           |
|                                                                                                                         | MS1100          | ±100g | (*)           |
| <div>单轴模拟 MEMS 加速度计及其邻近电路的评估板</div>  | EVBA_2.0_MS1002 | ±2g   | (*)           |
|                                                                                                                         | EVBA_2.0_MS1005 | ±5g   | (*)           |
|                                                                                                                         | EVBA_2.0_MS1010 | ±10g  | (*)           |
|                                                                                                                         | EVBA_2.0_MS1030 | ±30g  | (*)           |
|                                                                                                                         | EVBA_2.0_MS1100 | ±100g | (*)           |

(\*)开发中

## 数据表的参数词汇表

## 加速度计模型

$$\frac{OUT_P - OUT_N}{V_{DD}} * 3.3 = K_1(K_0 + A_s + K_2 \cdot A_s^2 + K_3 \cdot A_s^3 + K_p \cdot A_p + K_h \cdot A_h + K_{sp} \cdot A_s A_p + K_{sh} \cdot A_s A_h + E)$$

$A_s, A_p, A_h$  是传感器的每个轴的加速度

$K_1$  是加速度计比例因子 [V/g]

输入轴 (IA): 敏感轴

$K_0$  是零偏[g]

Pendulous Axis (PA): 与校准质量梁对齐，垂直于输入轴

$K_2$  是二阶非线性 [g/g<sup>2</sup>]

铰链轴(HA): 垂直于输入和下摆轴。点的方向

$K_3$  是三阶非线性 [g/g<sup>3</sup>]

$K_p$  是摆式交叉轴 [rad]

$K_h$  是输出横轴 [rad]

$K_{sp}, K_{io}$  是交叉耦合系数 [rad/g]

$E$  是残留噪声 [g]

g [m/s<sup>2</sup>]

加速度的单位，相当于地球重力的标准值（由 Colibrys 提供使用的加速度传感器规格和数据是 9.80665 m/s<sup>2</sup>）。

## 零偏 [mg]

加速度传感器在加速度 g 为零时的输出值。

## 零偏温度系数 [mg/° C]

在外部温度条件变化下，零偏的变化（通过零位-温度曲线的最佳拟合直线的斜率）。

## 比例因子 [mV/g]

输出信号的变化（电压 V）与单位输入信号（加速度单位 g）变化之比; 表示为: mV/g。

## 比例因子温度系数 [ppm/° C]

比例因子在外部温度条件变化下的最大偏差。

## 温度灵敏度

在工作温度下，通常指定为 20° C，某一给定参数（比例因子、零偏、轴准直偏离度）对温度的敏感程度。表示为每一度温度变化时的特征变化；一个符号量，通常用 ppm/°C 表示比例因子的温度灵敏度，用 mg/° C 表示零偏的温度灵敏度。作为建模没有完成前的一个变量，这个数值对于预测比例因子随温度变化的最大误差是有用的。

## 非线性度 [% FS]

最大绝对误差与满量程加速度

$$NL_{max} \equiv \left| \frac{V - K_1(K_0 + A_s)}{K_1 A_{FS}} \right|_{max} = \left| \frac{K_2 A_s^2 + K_3 A_s^3 + \dots}{A_{FS}} \right|_{max}$$

## 频率响应 [Hz]

频率范围，从 DC 到指定值时频率响应幅值的变化小于 3dB (或 5%，对于振动传感器)。

## 噪声 [μg/√Hz]

加速度输出信号中的不希望有的扰动，与预期输入加速度不相关。

### 长期重复性 (零偏 [mg] & 比例因子 [ppm])

在以下环境条件，随温度变化[-40°C ; 85°C] 的零偏和比例因子残留量，

- 100 x TurnOn / TurnOn
- 短期稳定性
- 低温储存 (72h / -55°C)
- 高温储存 (10 天 / +85°C)
- 100 x 温度循环 [-40°C ; +125°C]
- 高温运行寿命 (10 天 / +85°C / 供电)
- 振动 (20grms / 10-2'000Hz)
- 冲击 (5 x 500g / 0.5ms / 6 方向)

### TurnOn – TurnOn

当加速度计在规定的工作条件（3.3V 电源电压和环境温度）下接通时，加速度计 TurnOn – TurnOn（开启-导通）偏置误差被定义为最大偏置误差。

### 振动整流误差 (VRE) [ $\mu\text{g/g}^2$ ]

当振动干扰作用在加速度计上时，输出中的稳态误差。

### Quality

Safran Colibrys 具有 ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 和 OHSAS 18001:2007 认证。



Safran Colibrys 符合欧盟关于化学品规则，及他们的安全使用法规 (EC 1907/2006) REACH.



MS1000 产品符合 EU-RoHS directive 2011/65/EC （有害物质限用）规则。



回收：请用适当的电气和电子组件回收过程（DEEE）



MS1000 产品均符合瑞士 LSPro: 930.11，致力于产品的安全性。

注意：

- MS1000 加速度传感器只供专业销售
- *MS1000 ne sont disponibles à la vente que pour des clients professionnels*
- *Die Produkte der Serie MS1000 sind nur im Vertrieb für kommerzielle Kunden verfügbar*
- *Gli accelerometri MS1000 sono disponibili alla vendita soltanto per clienti professionisti*

Colibrys 符合美国多德 - 弗兰克华尔街改革和消费者保护法(Section 1502, Conflict Minerals, of the US Dodd-Frank Wall Street Reform and Consumer Protection Act) 的冲突矿产中第 1502 的尽职调查要求，并遵循 Conflict Material 申报的最新标准 EICC/ GeSI

