

TS1000T — 数据表

单轴模拟加速度计

TS1000T 加速度计专为惯性定向钻井应用而设计，是同类产品中超优的高温 MEMS 传感器。它给 MEMS 市场提供了最高的性能稳定性和抗冲击性，最低的非线性度和噪声。

赛峰传感技术瑞士公司的成熟 MEMS 技术推动着耐高温振动和耐冲击性的能力。每一种产品在生产过程中都在整个温度范围内进行了系统的全面测试。内部信号模拟调理电路提供了一个可以使您完全信赖的内置自检测和过载保护功能。



主要特性 ($\pm 2g$ 量程)

- 高温区间：-40°C to 175°C
- 长期零偏重复性 $\pm 2mg$
- 非线性度：<在整个量程范围内的 0.3%
- 优异的零偏残差模型 $< \pm 0.6 mg$
- **SWaP**¹：9x9x3.5mm³ - 1.5gr - 10mW
- 耐重复冲击能力

主要参数, 典型值	TS1002T	TS1005T	TS1010T	单位
满量程加速度	± 2	± 5	± 10	g
残余零偏建模误差 ²	0.6	1.5	3.0	mg
长期零偏重复性 ³	2	5	10	mg
残余比例因子建模误差 ²	300	300	300	ppm
带内噪声	7	17	34	$\mu g/\sqrt{Hz}$
非线性度 (IEEE 标准)	0.3	0.3	0.3	% FS
耐冲击能力 (500 次)	1500	1500	1500	g

¹: SWaP: 尺寸、重量和能耗

²: 采用 3 阶多项式补偿后

³: 见术语表

特色应用 (非详尽的)

- 随钻随测 (MWD)
- 随钻测井 (LWD)
- 旋转导向系统 (RSS)
- 地热钻探
- 钻孔测量
- 地质勘探

TS1002T 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 电源电压 V_{DD} 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
加速度计					
全量程		±2			g
非线性度	IEEE 标准，全量程的百分比%		0.3	1.0	%
非线性度	振动情形下，全量程的百分比%		0.1	0.3	%
频率响应范围	±3dB	100			Hz
谐振频率	过阻尼		1.4		kHz
噪音	在带宽内		7		µg/√Hz
分辨率	@ 1Hz		7		µg rms
启动时间	传感器正常运行时：若 POR 触发则会延迟		40		µs
零偏 (K0)					
标称	校准精度	-7		7	mg
温度系数	测量区间 [-40°C, 150°C]		150		µg/°C
运行中零偏稳定性	基于艾伦方差特征(@ 10s)		4		µg
长期重复性	见术语表		2		mg
初始残差建模误差	第三阶温度补偿 [-40°C, 150°C]		0.6		mg
比例因子 (K1)					
标称	校准精度	1.33	1.35	1.37	V/g
温度系数	测量区间 [-40°C, 150°C]	20	120	220	ppm/°C
长期重复性	见术语表		1000		ppm
初始残差建模误差	第三阶温度补偿 [-40°C, 150°C]		300		ppm
轴线偏移					
标称		-10		10	mrad
寿命					
预期使用寿命	@150 °C	1000			小时
	@175 °C		50		小时
自检测					
频率	方波输出	22	24.4	26.8	Hz
工作周期			50		%
振幅	峰值到峰值		1.3		g
输入阈值电压	高电平有效	80			% V _{DD}
温度传感器					
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
复位					
输入阈值电压	低电平有效			20	% V _{DD}
电源要求					
供电电压 (V _{DD})		3.2	3.3	3.4	V
供电电流 (I _{DD})			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

表 1: TS1002T 规格

TS1005T 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 电源电压 V_{DD} 下测得。加速度值定义为差分信号（OUTP-OUTN）。

参数	说明	Min	Typ.	Max	Unit
加速度计					
量程		±5			g
非线性度	IEEE, 量程的百分比%		0.3	1.0	%
非线性度	振动情形下, 量程的百分比%		0.1	0.3	%
频率响应范围	±3dB	100			Hz
谐振频率	过阻尼		2.9		kHz
噪音	在带宽内		17		µg/√Hz
分辨率	@ 1Hz		17		µg rms
启动时间	传感器正常运行时: 若 POR 触发则会延迟		40		µs
零偏 (K0)					
标称	校准精度	-17		17	mg
温度系数	测量区间 [-40°C, 150°C]		375		µg/°C
运行中零偏稳定性	基于艾伦方差特征 (@ 10s)		10		µg
长期重复性	见术语表		5		mg
初始残差建模误差	第三阶温度补偿 [-40°C, 150°C]		1.5		mg
比例因子 (K1)					
标称	校准精度	532	540	548	mV/g
温度系数	测量区间 [-40°C, 150°C]	20	120	220	ppm/°C
长期重复性	见术语表		1000		ppm
初始残差建模误差	第三阶温度补偿 [-40°C, 150°C]		300		ppm
轴线偏移					
标称		-10		10	mrad
寿命					
预期使用寿命	@150 °C	1000			小时
	@175 °C		50		小时
自检测					
频率	方波输出	22	24.4	26.8	Hz
工作周期			50		%
振幅	峰值到峰值		1.3		g
输入阈值电压	高电平有效	80			% V_{DD}
温度传感器					
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
复位					
输入阈值电压	低电平有效			20	% V_{DD}
电源要求					
供电电压 (V_{DD})		3.2	3.3	3.4	V
供电电流 (I_{DD})			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

表 2: TS1005T 规格

TS1010T 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 电源电压 V_{DD} 下测得。加速度值定义为差分信号（OUTP-OUTN）。

参数	说明	Min	Typ.	Max	Unit
加速度计					
量程		±10			g
非线性度	IEEE, 量程的百分比%		0.3	1.0	%
非线性度	在振动情形下, 量程的百分比%		0.1	0.3	%
频率响应范围	±3dB	100			Hz
谐振频率	过阻尼		3.7		kHz
噪音	在带宽内		34		µg/√Hz
分辨率	@ 1Hz		34		µg rms
启动时间	传感器正常工作, 若 POR 触发则延迟		40		µs
零偏 (K0)					
标称	校准精度	-34		34	mg
温度系数	测量区间 [-40°C, 150°C]		750		µg/°C
运行中零偏稳定性	基于 Allan 方差特性(@ 10s)		20		µg
长期重复性	见术语表		10		mg
初始残差建模误差	第三阶温度补偿 [-40°C, 150°C]		3.0		mg
比例因子 (K1)					
标称	校准精度	266	270	274	mV/g
温度系数	测量区间 [-40°C, 150°C]	20	120	220	ppm/°C
长期重复性	见术语表		1000		ppm
初始残差建模误差	第三阶温度补偿 [-40°C, 150°C]		300		ppm
轴线偏差					
标称		-10		10	mrad
寿命					
预测使用寿命	@150 °C	1000			小时
	@175 °C		50		小时
自检测					
频率	方波输出	22	24.4	26.8	Hz
工作周期			50		%
振幅	峰值到峰值		1.3		g
输入阈值电压	高电平有效	80			% V_{DD}
温度传感器					
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
复位					
输入阈值电压	低电平有效			20	% V_{DD}
电源要求					
供电电压 (V_{DD})		3.2	3.3	3.4	V
供电电流 (I_{DD})			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

表 3: TS1010T 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。器件长时间的暴露在最大绝对额定值时，可能会降低其性能，并且影响其可靠性。

参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位
供电电压 (V _{DD})		-0.3		3.9	V
所有管脚的电压值		-0.3		V _{DD} +0.3	V
运行温度		-40		150	°C
生存温度	间歇性 (50 小时 @ 175°C)	-55		175	°C
振动	随机, 10-2'000Hz			20	grms
多次冲击	500 次冲击后仍能正常工作 (0.5ms/l;半正弦波/任意轴)			1'500	g
耐冲击能力	单次冲击 0.15ms 半正弦波, 朝一个方向 (HA、PA 或 IA 轴)			6'000	g
静电放电(ESD)应力	HBM 模式	-1		1	kV

表 4: 最大绝对额定值

典型性能特征

TS1002T:

所有图表都是在 3.3 V 直流供电电压 (V_{DD}) 和环境温度的条件下, 多个传感器的典型性能, 除非另有说明 (多个传感器: 蓝线/ 最小值/最大值: 红线 / 典型值: 绿线)。

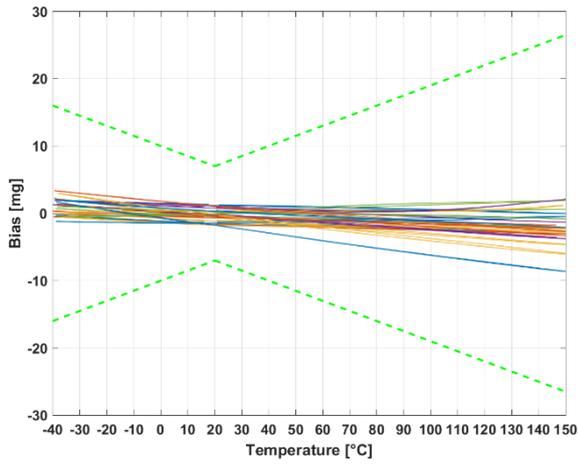


图 1: 随温度变化的原始零偏

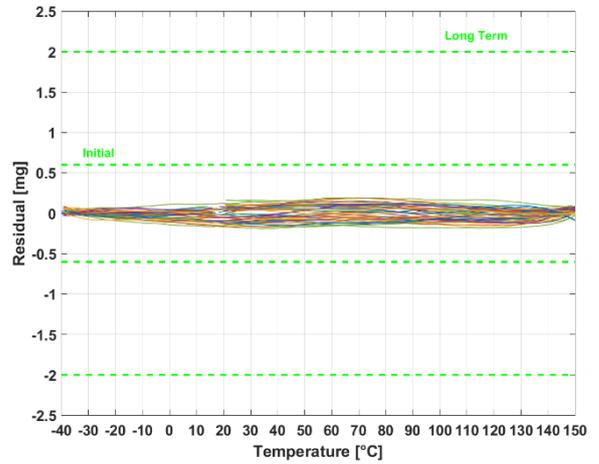


图 2: 随温度变化的残余零偏

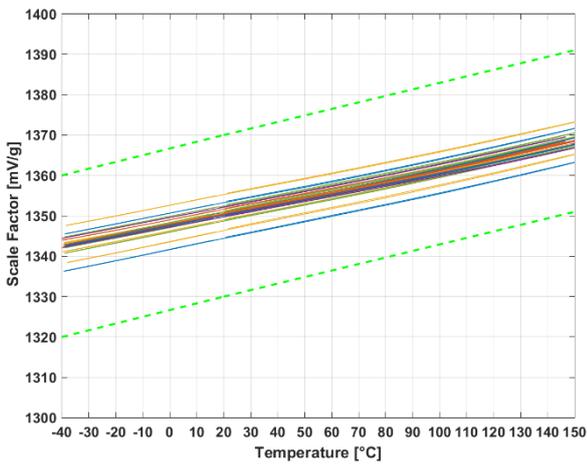


图 3: 随温度变化的原始比例因子

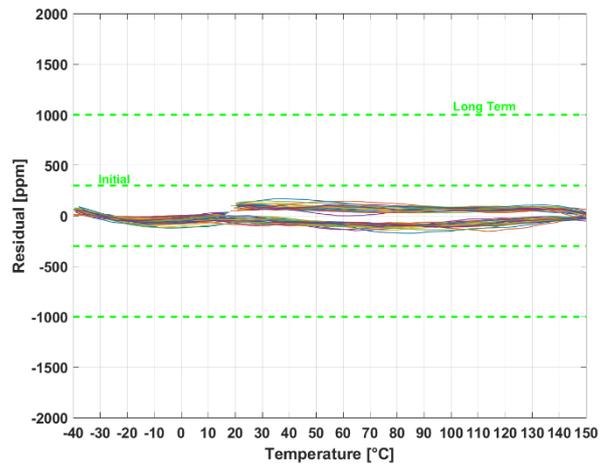


图 4: 随温度变化的残余比例因子

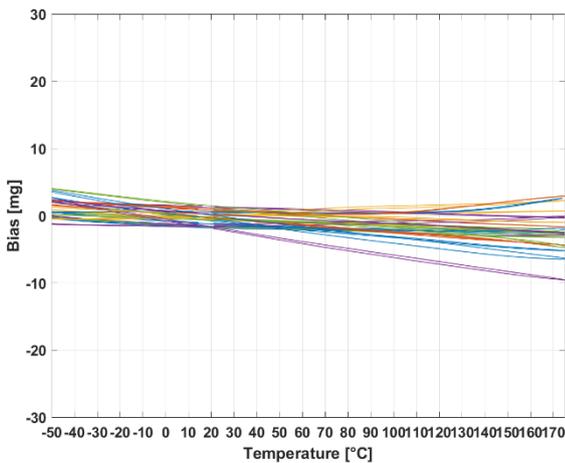


图 5: 高达间歇性 175°C 高温下的原始零偏

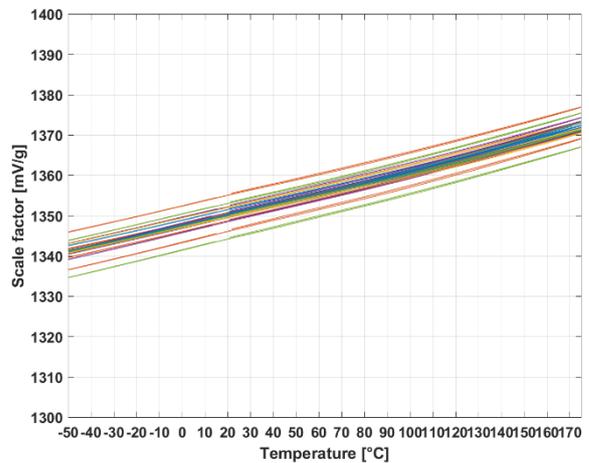


图 6: 高达间歇性 175°C 高温下的原始比例因子

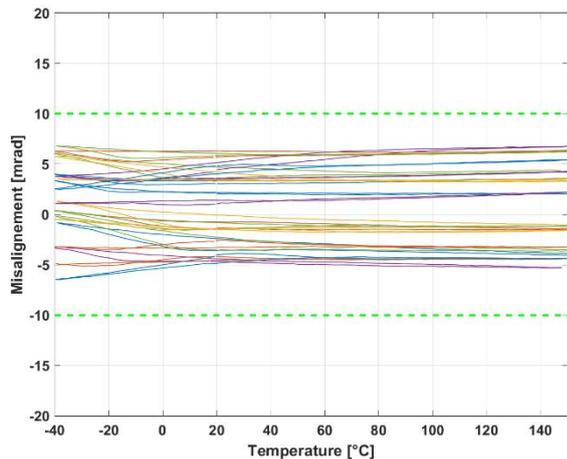


图 7: 随温度变化的原始偏移

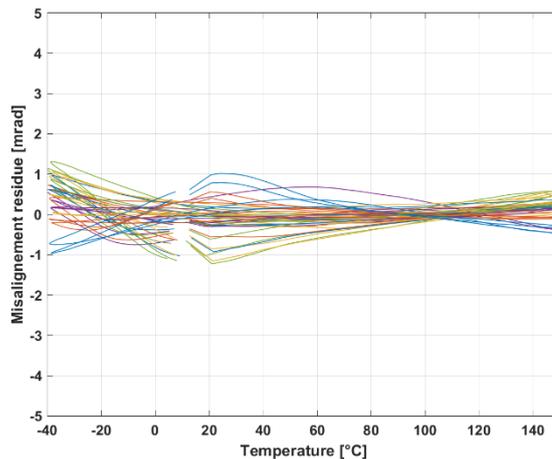


图 8: 随温度变化的残余偏移

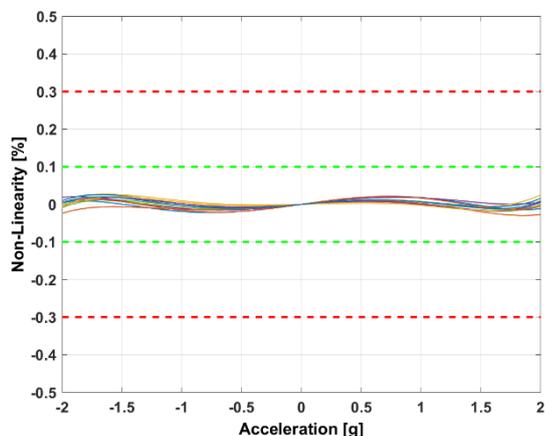


图 9: 振动下的非线性度

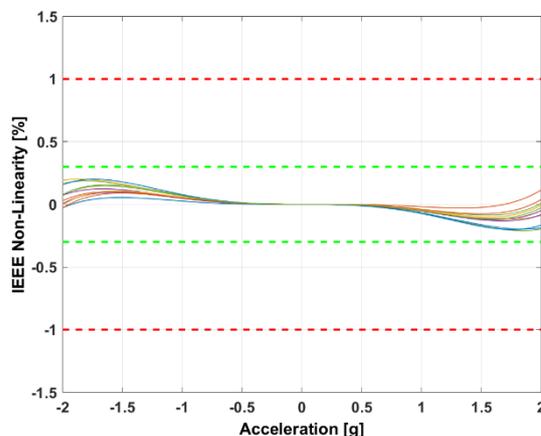


图 10: 非线性度 IEEE

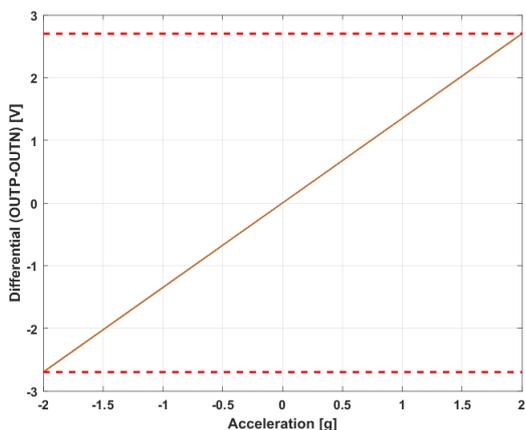


图 11: 在整个量程范围内的差分加速度输出 (OUTP-OUTN)

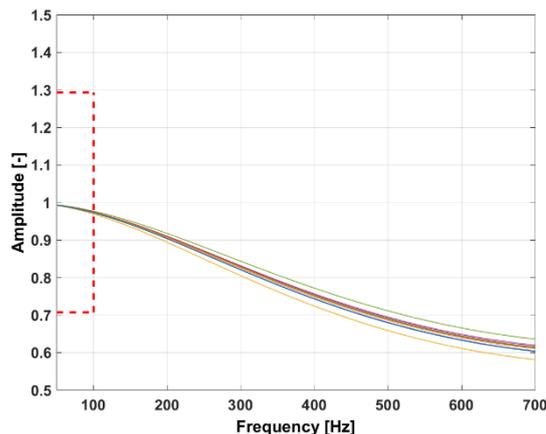


图 12: 频率响应

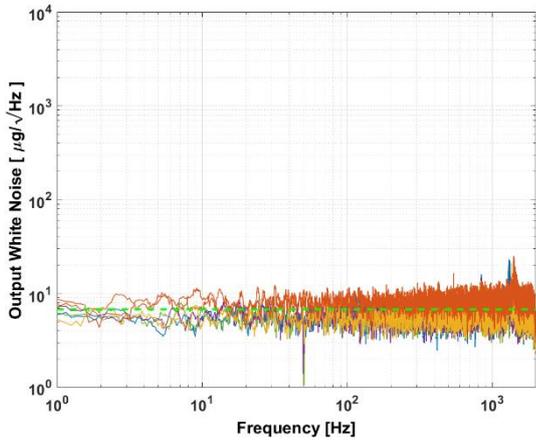


图 13: 典型白噪音

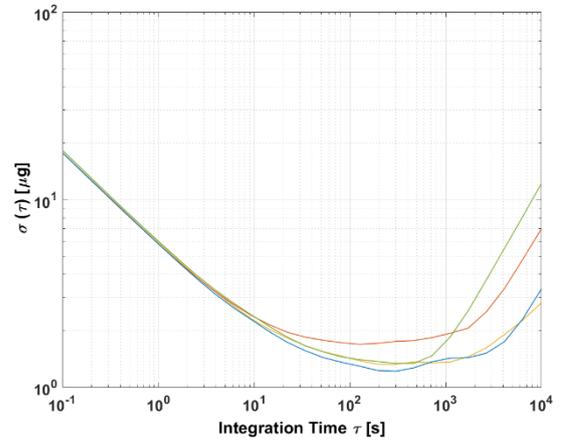


图 14: 艾伦方差

典型性能特征

TS1005T:

所有图表都是在 3.3 V 直流供电电压 (V_{DD}) 和环境温度的条件下, 多个传感器的典型性能, 除非另有说明 (多个传感器: 蓝线/ 最小值/最大值: 红线 / 典型值: 绿线)。

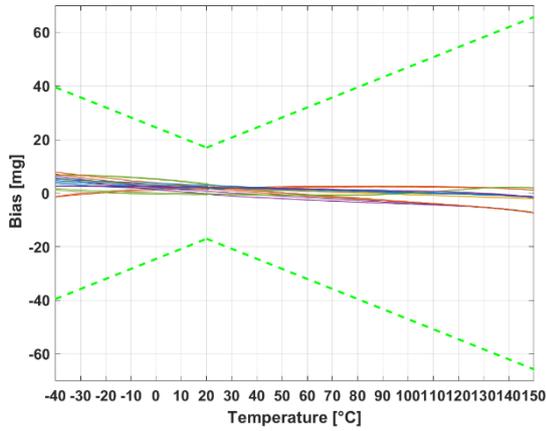


图 15: 随温度变化的原始零偏

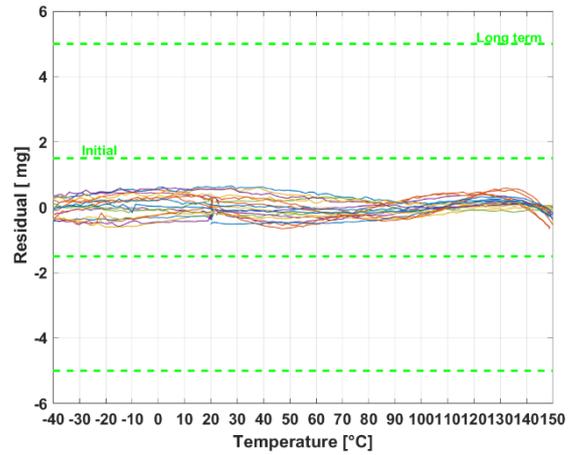


图 16: 随温度变化的残余零偏

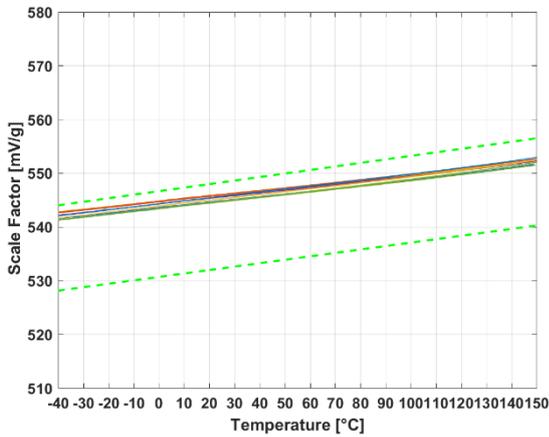


图 17: 随温度变化的原始比例因子

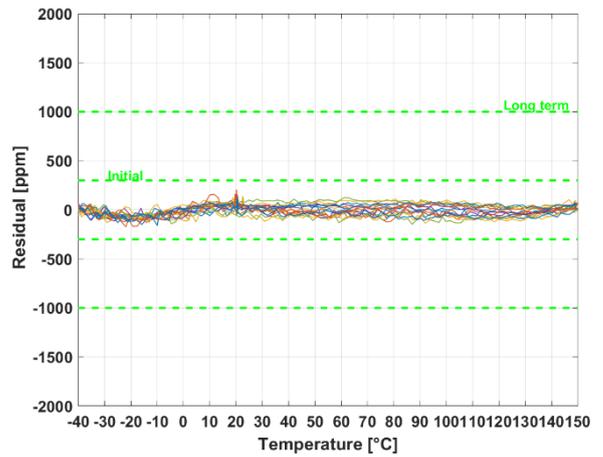


图 18: 随温度变化的残余比例因子

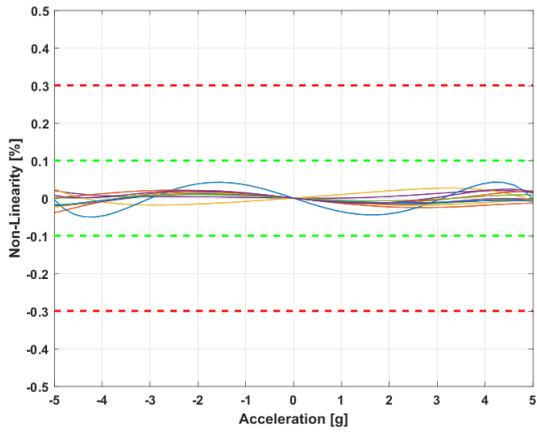


图 19：振动下的非线性度

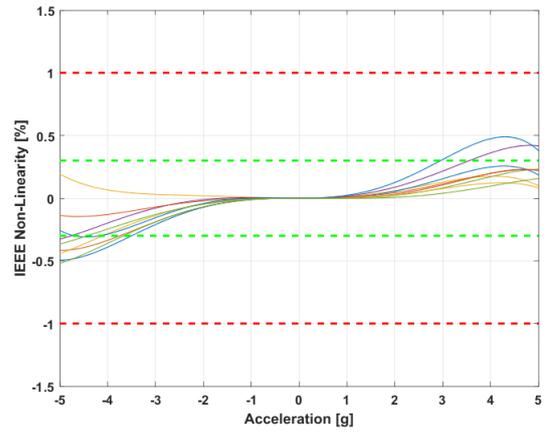


图 20：非线性度 IEEE

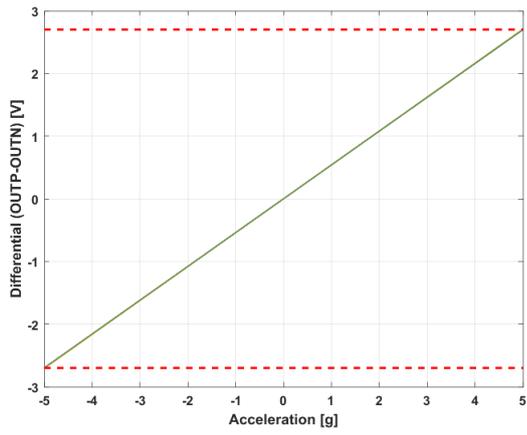


图 21：在整个量程范围内的差分加速度输出 (OUTP-OUTN)

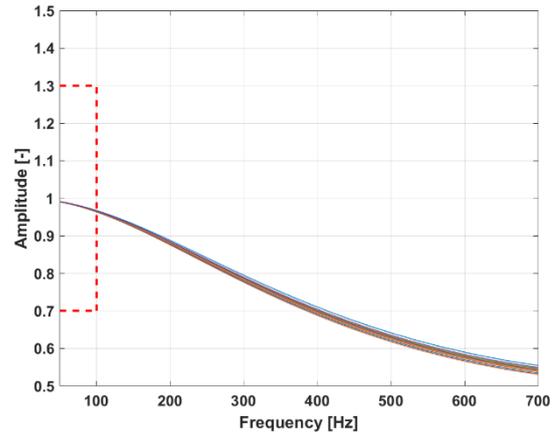


图 22：频率响应

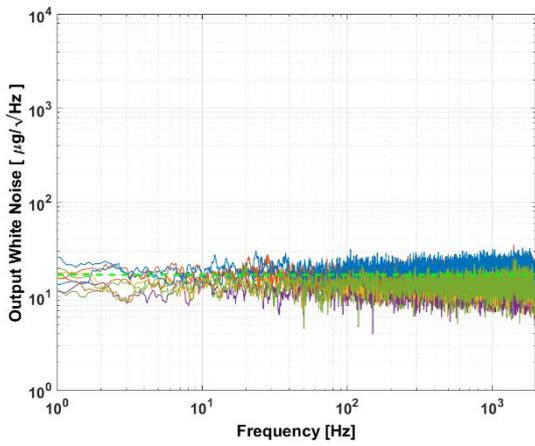


图 23：典型白噪音

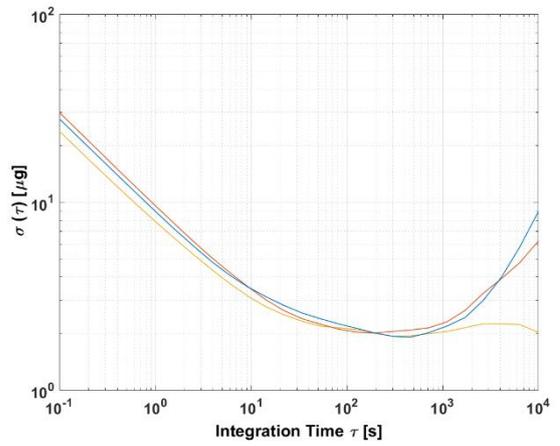


图 24：艾伦方差

典型性能特征

TS1010T:

所有图表都是在 3.3 V 直流供电电压 (V_{DD}) 和环境温度的条件下, 多个传感器的典型性能, 除非另有说明 (多个传感器: 蓝线/ 最小值/最大值: 红线 / 典型值: 绿线)。

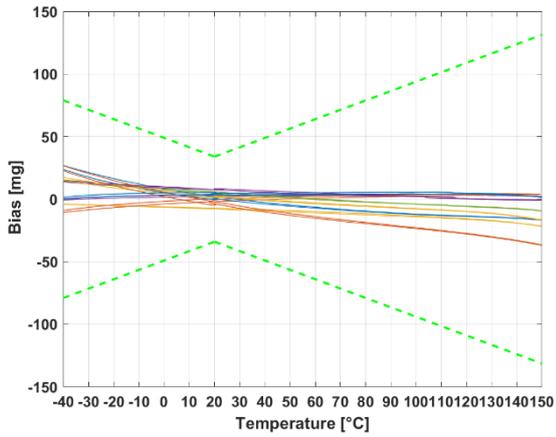


图 25: 随温度变化的原始零偏

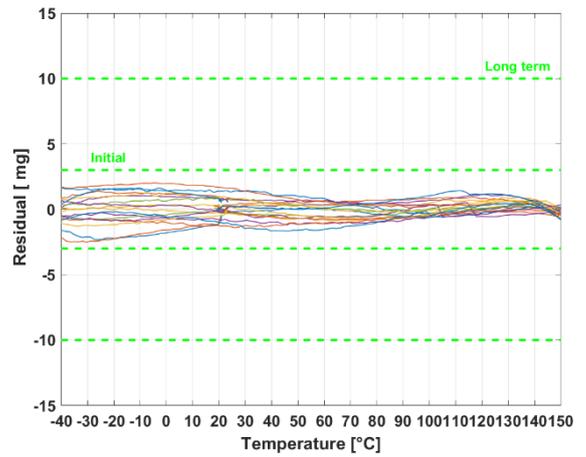


图 26 : 随温度变化的残差零偏

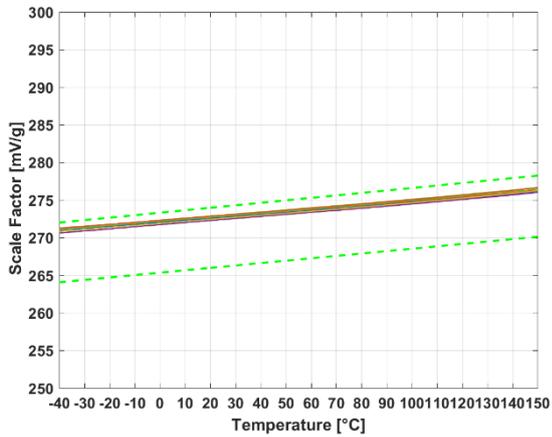


图 27: 随温度变化的原始比例因子

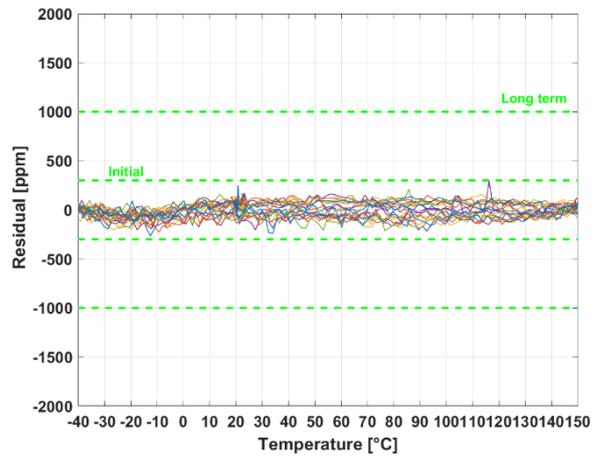


图 28: 随温度变化的残差比例因子

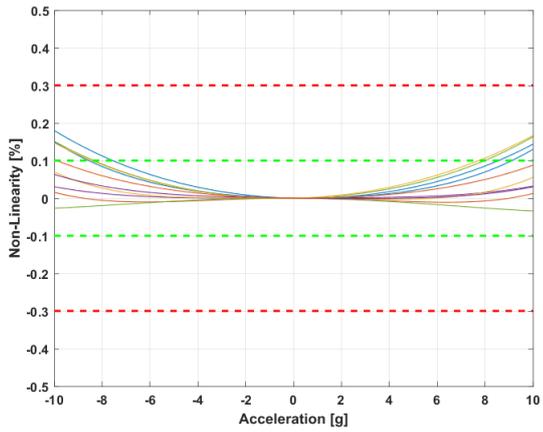


图 29：振动下的非线性度

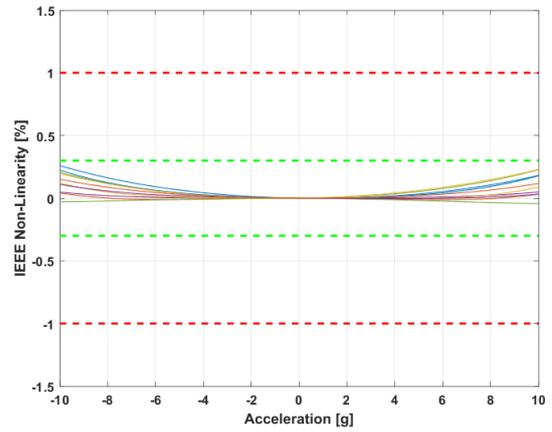


图 30：非线性度 IEEE

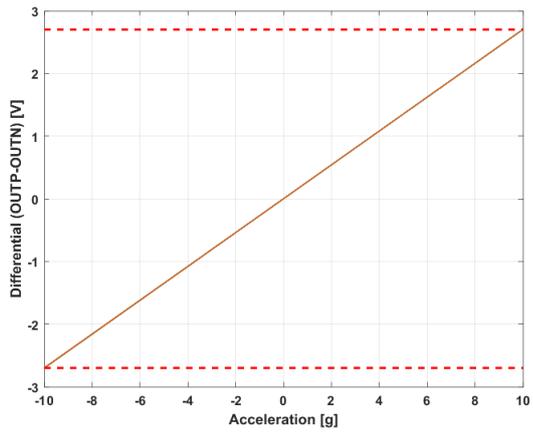


图 31：在整个量程范围内的差分加速度输出 (OUTP-OUTN)

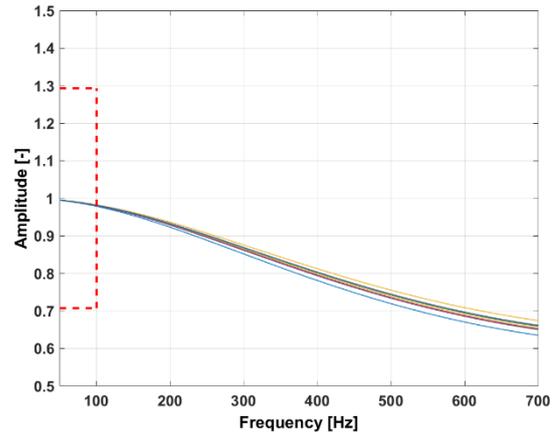


图 32：频率响应

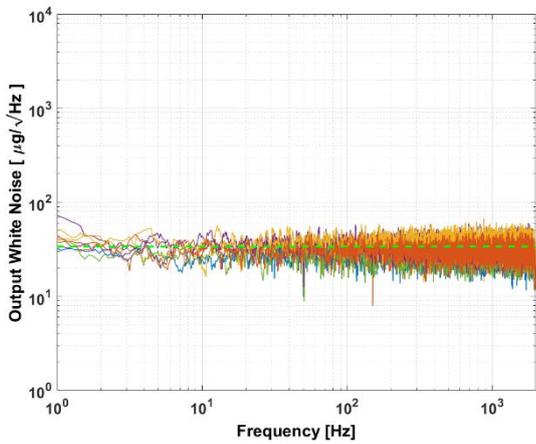


图 33：典型白噪音

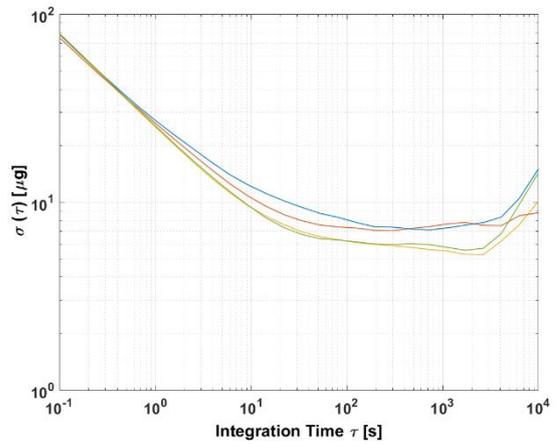


图 34：艾伦方差

引脚说明

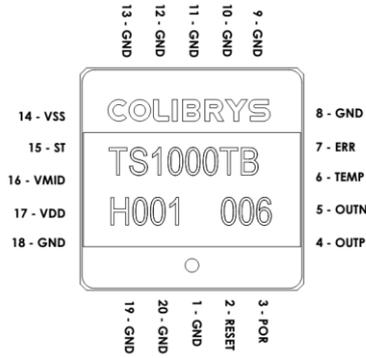


图 35: 引脚俯视图

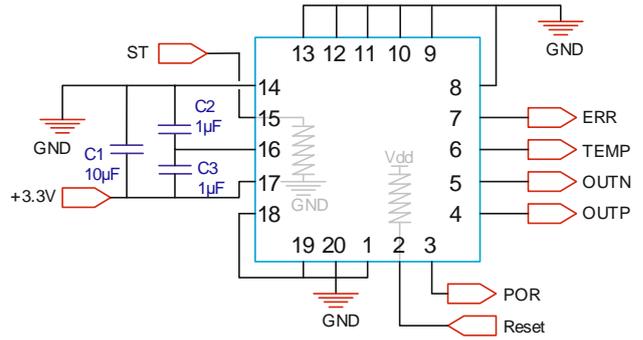


图 36: 邻近电路 & 内部上拉/下拉 (pull-up/down)

图 35 显示了该器件的引脚布局，表 5 是每个引脚的说明。图 36 显示了电容 C1 (10µF)、C2 (1µF) 和 C3 (1µF)，它们必须尽可能放置在靠近 TS1000T 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	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	错误信号 (标记)
14	VSS (0 V)	PWR	接地平面
15	ST	LI, PD	自检测激活，高电平有效
16	VMID	AO	内部电路参考电压。仅适用于去耦电容
17	VDD (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 /
 DO, 数字输出 / DI, 数字输入 / PD, 内部下拉 / PU, 内部上拉

表 5: TS1000T 引脚说明

电功能说明

简介

TS1000T 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（见图 37）。在供电电压下降的情况下，POR 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 V_{DD} ），直到启动序列完成。

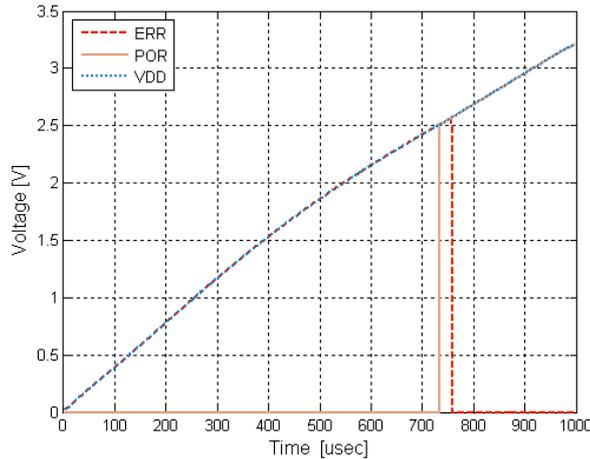


图 37: 使用推荐电路时典型的传感器上电序列

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 & OUTN) 被强制变为 $V_{DD}/2$ ，误差信号 (ERR) 被激活 (高)，见图 38。

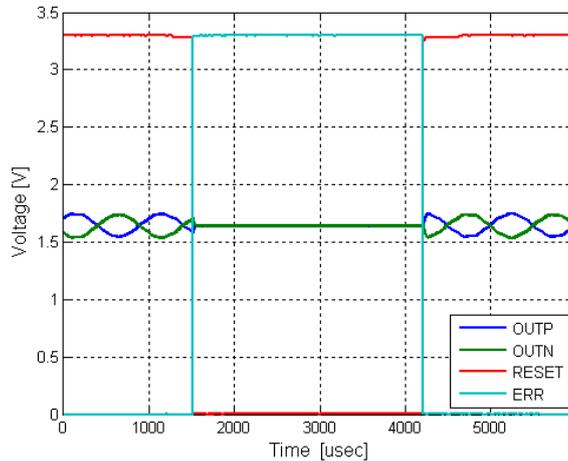


图 38: 典型的传感器重启序列（外部复位）

内置自检测功能

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 39)。

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。

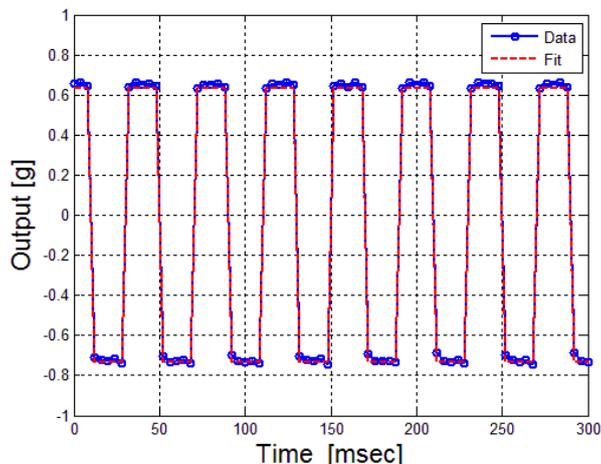


图 38: 内置自检测信号的差分加速度输出 (频率: 24 Hz / 振幅 1.3 g)

过载和报错功能

该器件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 1'500 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。

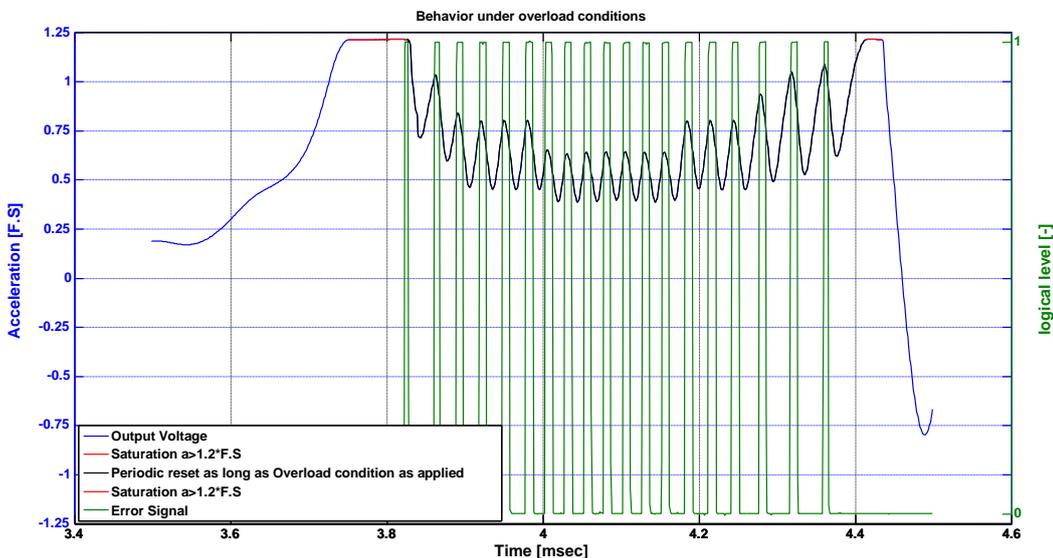


图 39: 过载行为

尺寸和包装规格

图 41 说明了 LCC20 陶瓷封装的外形和质量块()的重心。

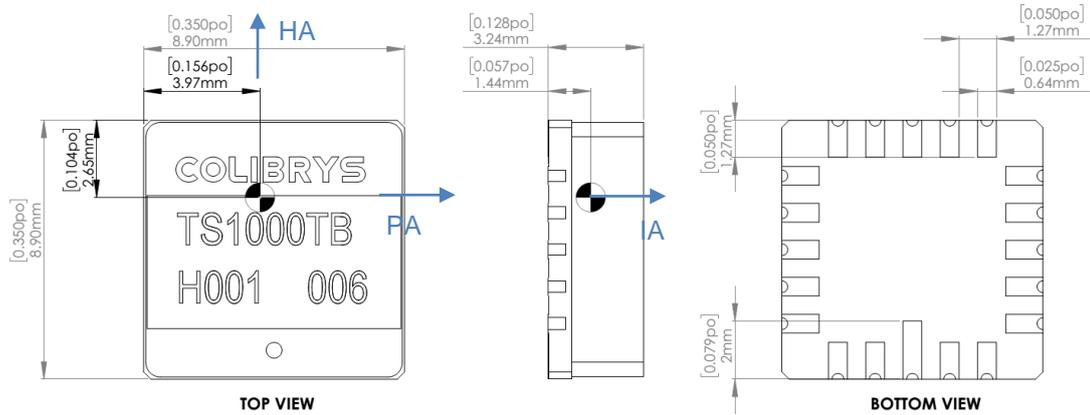


图 40: 包装外形尺寸, 单位是 mm [inch]

参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位
引脚加工	镀金 镀镍 W (钨)	0.5 1.27 10	4	1.5 8.89 15	μm μm μm
气密	根据 MIL-STD-883-G 标准			5-10-8	$\text{atm}\cdot\text{cm}^3/\text{s}$
重量				1.5	grams
尺寸	X Y Z		8.9 8.9 3.23	9.2 9.2 3.5	mm mm 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, 或是避免寄生效应(毫米范围)。我们推荐在加速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)。				

图 6: 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（见图 42 的框图）。

优化的加速度测量通过使用差分输出($OUTP - OUTN$)实现。若需要获得单端加速度信号，必须从差分加速度输出中获得，这样可去除共模噪声。

框图

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。下图展示了一个 TS1000T 的应用例子。

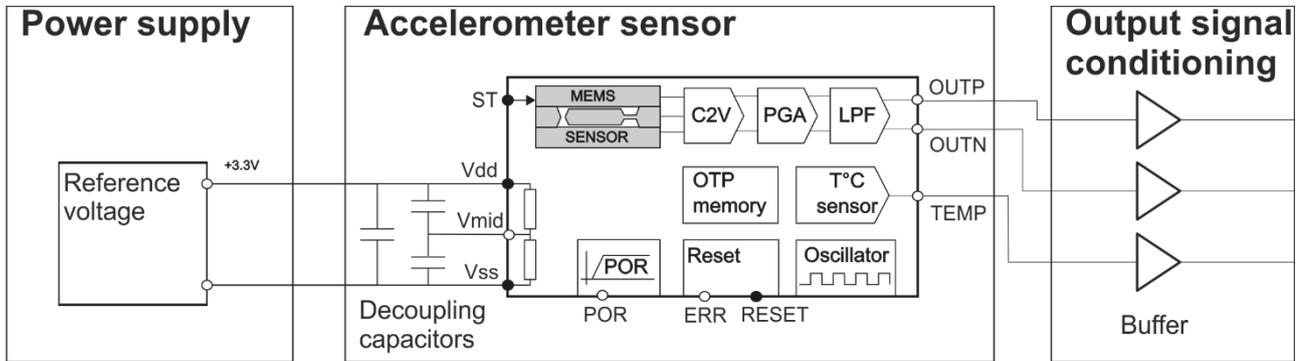


图 41: 框图

电源

加速度传感器的输出与供电电压成比例，其性能将直接影响加速度传感器的零偏、比例因子、噪音或热性能。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 < $1\mu V/\sqrt{Hz}$
- 输出温度系数 < $10ppm/^\circ C$

供电电源可作为输出信号(V_{DD})，以便补偿供电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 TS1000T 加速度计及 3 个去耦电容组成：C1, C2 及 C3。这些电容器对于加速度计的正常运行和充分发挥性能是必需的。我们建议将它们放置在电路板上尽可能靠近 TS1000T 封装的位置。

输出信号调理

必须正确选择输出缓冲器，以匹配 TS1000T 的输出阻抗和信号带宽。如果涉及模数转换器，我们建议使用带有外部电压基准源的组件，该电压基准源应来自加速度计 V_{DD} 的电源。这种应用在设计时考虑了加速度计输出的比率行为。

温度补偿

TS1000T 提供输出信号，无需任何内部温度补偿。固有温度系数非常小，但可以通过利用内部温度传感器提供的温度进行校准来进一步改进。TS1000T 的一致性建模 (coherent modeling) 通常需要使用三阶补偿。

系统 & SMD (表面贴装器件) 推荐

印刷电路板 (PCB) 和 TS1000T 陶瓷封装之间的热膨胀系数 CTE 不匹配引起的应力将影响传感器的整体性能，尤其是在温度大偏移期间。为了优化应力均匀性，最大限度地减少零偏残余误差并提高长期可重复性，传感器应组装在与 7 ppm/°C 的 TS1000T 封装 CTE 相匹配的印刷电路板 (PCB) 上。

图 42 显示了一个推荐的 LCC20 焊板图案，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。我们还建议焊接加速度计的所有金属片。

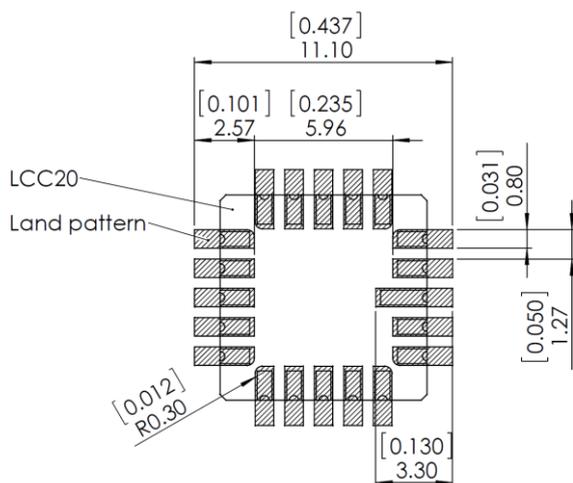


图 42 : LCC20 焊板图案推荐 (单位是 mm/[inch])

TS1000T 适用锡铅焊料(Sn/Pb) 和无铅焊接，并符合 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。

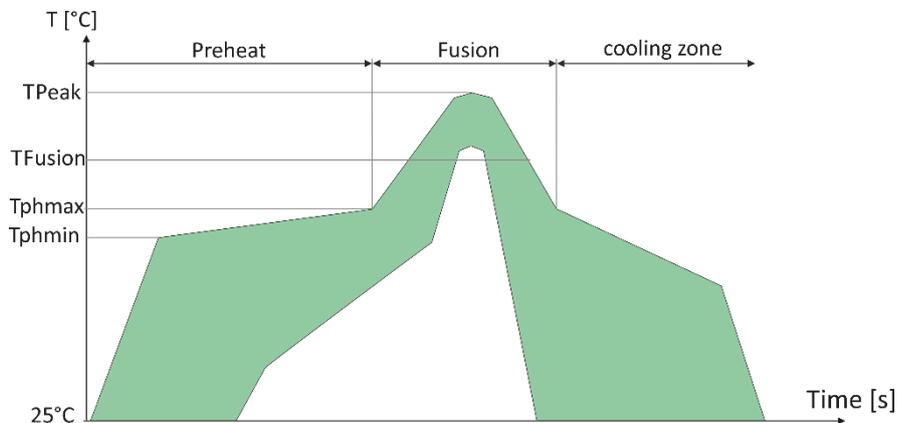


图 43: 焊接温度曲线

阶段	锡铅焊料(Sn/Pb)		无铅	
	持续时间 [秒]	温度 [°C]	持续时间 [sec]	温度 [°C]
峰值	10-30	235-240	10-30	270-290
熔化	60-150	183	45-90	240
预热	60-120	最小值 : 100 最大值 : 150	100-215	最小值 : 150 最大值 : 200

表 7: 焊接温度 & 时间

自动化 SMD 工艺是必需的，以获得加速度计性能所需的良好均匀焊点和清洁性能。请注意，电路板的清洁过程有时涉及超声波。强烈禁止我们的传感器上使用超声波。超声波清洗会对硅元件产生负面影响，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

TS1000T 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。建议遵守以下准则：

- 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。

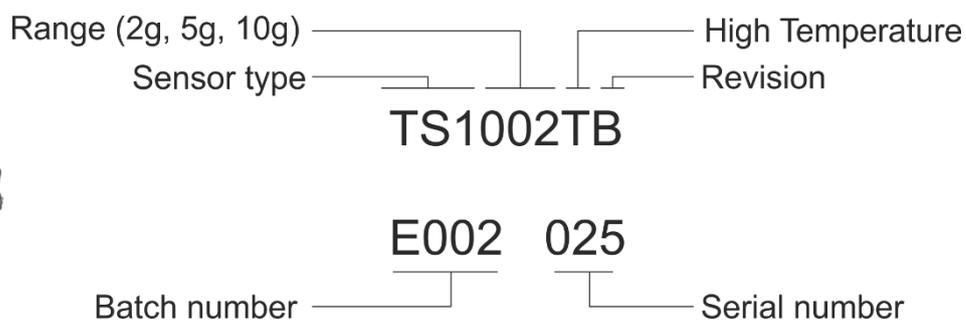


该产品会被静电放电（ESD）所损坏。请采取适当的预防措施。

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器件保留在原始的 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	量程
单轴模拟 MEMS 高温加速度计 	TS1002TB	±2g
	TS1005TB	±5g
	TS1010TB	±10g

将 TS1000T 应用于倾角测量

使用 TS1000T 加速度计的加速度信号提取传感器航向需要 2 个步骤:

- 第 1 步: 传感器建模
- 第 2 步: 信号补偿

以下模型描述了使用 2 轴 (Ah=0) 的倾角估算。通用模型可以简化。

在第 1 步中, 将在一个温度循环期间对传感器的非理想性进行建模。

假设采用以下 2 轴模型, 将对 K_0, K_1, K_2, K_3, K_P 和 K_{SP} 的 TEMP 引脚输出进行建模:

$$\frac{OUT_P - OUT_N}{V_{DD}} * 3.3 = K_1(T) * [K_0(T) + A_s + K_2(T) * A_s^2 + K_3(T) * A_s^3 + K_P(T) * A_p + K_{SP}(T) * A_p * A_s + E]$$

补偿模型对 $K_0(T), K_1(T), K_2(T), K_3(T)$ 使用三阶多项式, 对 $K_P(T)$ 使用一阶多项式, 对 K_{SP} 使用一个常数。第 2 步是减去第 1 步的所有建模误差, 并将获得的信号转换为角矢量。补偿模型如下图所示。

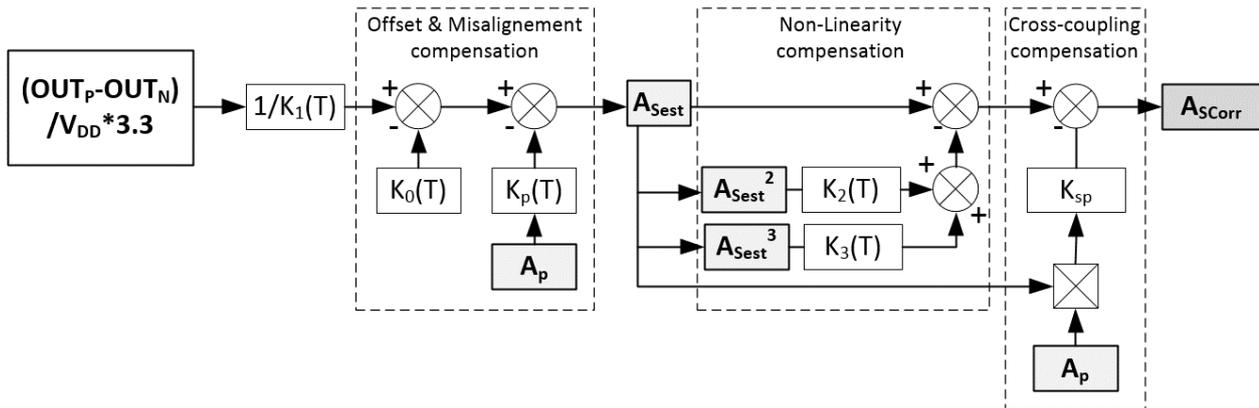


图 44 : 推荐的补偿机制

T 或 TEMP 对应于传感器的 TEMP 引脚上测量的电压。

A_{Sest} 对应于仅使用 K_0, K_1 和 K_P 补偿估计的加速度。

A_{Scorr} 对应于从所有建模误差中得到补偿的检测到的加速度。

从加速度 (g) 到角度 (°) 的转换可以使用反正切函数完成。

$$\theta = \arctan\left(\frac{A_{Scorr}}{A_p}\right)$$

使用推荐的补偿机制获得的测角性能显示出测角精度远低于 0.1° 。

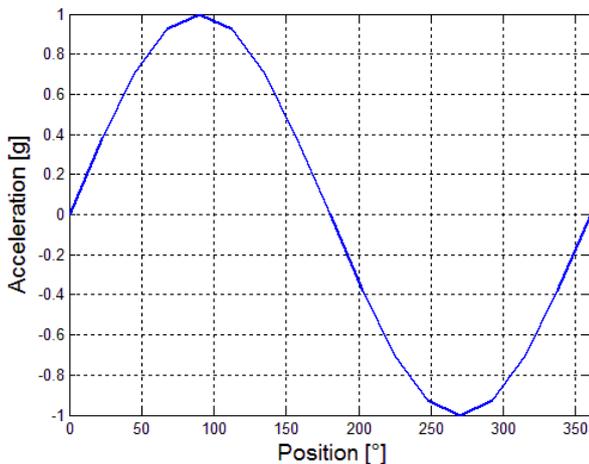


图 45: 位置到加速度的转换

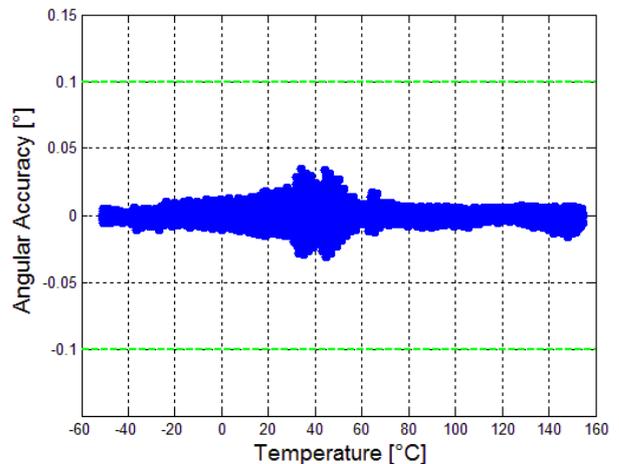


图 46: TS1002TA 传感器在整个温度范围内的测角精度

数据表的术语词汇表

加速度计模型

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

A_s, A_p, A_h 是传感器每个轴的加速度:

输入轴 (IA): 敏感轴

垂悬轴 (PA): 与校准质量梁对齐, 垂直于输入轴

铰链轴 (HA): 垂直于输入和垂悬轴, 点的方向。

K_1 是加速度计比例因子 [V/g]

K_0 是零偏 [g]

K_2 是二阶非线性 [g/g²]

K_3 是三阶非线性 [g/g³]

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 是残留噪音 [g]

g [m/s²]

加速度的单位, 相当于地球重力的标准值(赛峰传感技术瑞士公司提供, 使用的加速度传感器规格和数据是 9.80665 m/s²)。

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(通过零偏-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、或轴偏)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。

振动下的非线性度 [% FS]

加速度计输出在整个量程范围内与输入加速度(正弦输入)的关系与最佳拟合直线的最大偏差。偏差表示为满量程输出的百分比 (+A_{FS})。

非线性度, IEEE [% FS]

最大绝对误差 VS 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, 从直流电到指定值时频率响应幅值的变化小于 ±3dB。

噪音 [µg/√Hz]

加速度输出信号中的不希望扰动, 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 ; 150°C] 的零偏和比例因子残留量：

- 通电寿命测试 500h @150°C
- 60x 温度循环 -40°C 至 150°C
- 随机振动@130°C (20grms / 10-2'000Hz)
- 冲击@130°C (100g / 2ms / 12'000 次冲击)

质量

赛峰传感技术瑞士公司具有 ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 和 ISO 45001:2018 认证。

赛峰传感技术瑞士公司符合欧盟关于化学品规则以及他们的安全使用法规 (EC 1907/2006) REACH。

TS1000 产品符合 EU-RoHS 指令 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(WEEE)

TS1000 产品均符合瑞士 LSPPro: 930.11, 致力于产品的安全性。

注意:

- *TS1000 加速度计只销售给给专业人士。*
- *Les accéléromètres TS1000 ne sont disponibles à la vente que pour des clients professionnels*
- *Die Produkte der Serie TS1000 sind nur im Vertrieb für kommerzielle Kunden verfügbar*
- *Gli accelerometri TS1000 sono disponibili alla vendita soltanto per clienti professionisti*

赛峰传感技术瑞士公司符合《欧盟冲突矿产条例》(EU Conflict Minerals Regulation) 的尽职调查要求。



免责声明

赛峰传感技术瑞士公司(SSTS) 保留在未另行通知的情况下对产品进行更改的权力。

由于应用和集成的不同, 性能可能与 SSTS 数据表中提供的规格有所不同。工作性能, 包括长期可重复性, 必须由客户的技术专家针对每个客户应用进行验证。数据表中表示的长期可重复性规格仅在定义的环境条件下有效(参见长期可重复性术语表), 系统级性能仍由客户负责。

应用于产品的脱金工艺不包括在 SSTS 建议中。如果适用, 取消任何产品的保修和责任。

在超出数据表中规定的环境参数的环境中使用产品将使任何保修失效。赛峰传感技术瑞士公司特此明确表示, 在超出数据表中规定的环境参数的环境中使用产品将不承担任何责任。

POWERED BY TRUST

Safran Sensing Technologies Switzerland
sales@sesorway.cn