

产品特性

在单芯片IC上实现高性能、单/双轴加速度计

5 mm × 5 mm × 2 mm LCC封装

分辨率: 1 mg (60 Hz)

低功耗: 700 μA (典型值, $V_s = 5\text{ V}$)

高零偏稳定性

高灵敏度精度

温度范围: -40°C 至 $+125^\circ\text{C}$

X轴和Y轴对齐精度: 0.1° (典型值)

利用单个电容调整带宽

单电源供电

抗冲击能力: 3,500 g

符合RoHS标准

与锡/铅和无铅焊接工艺兼容

通过汽车应用认证

应用

车辆动态控制

电子底盘控制

平台稳定/调平

导航

警报器和运动检测器

高精度双轴倾斜检测

振动监测和补偿

滥用事件检测

概述

ADXL103/ADXL203分别是完整的高精度、低功耗、单轴/双轴加速度计, 提供经过信号调理的电压输出, 所有功能均集成于一个单芯片IC中。这些器件的满量程加速度测量范围为 $\pm 1.7\text{ g}$ 、 $\pm 5\text{ g}$ 或 $\pm 18\text{ g}$ 。ADXL103/ADXL203可同时测量动态加速度(例如振动)和静态加速度(例如重力)。

典型本底噪声为 $110\text{ }\mu\text{g}/\sqrt{\text{Hz}}$, 因而在倾斜检测应用中, 可以利用窄带宽($<60\text{ Hz}$)解析1 mg(0.06° 倾斜)以下的信号。

用户使用 X_{OUT} 和 Y_{OUT} 引脚上的电容 C_X 和 C_Y 选择该加速度计的带宽。根据应用需要, 可以选择0.5 Hz至2.5 kHz范围内的带宽。

ADXL103和ADXL203提供5 mm × 5 mm × 2 mm、8引脚陶瓷LCC封装。

功能框图

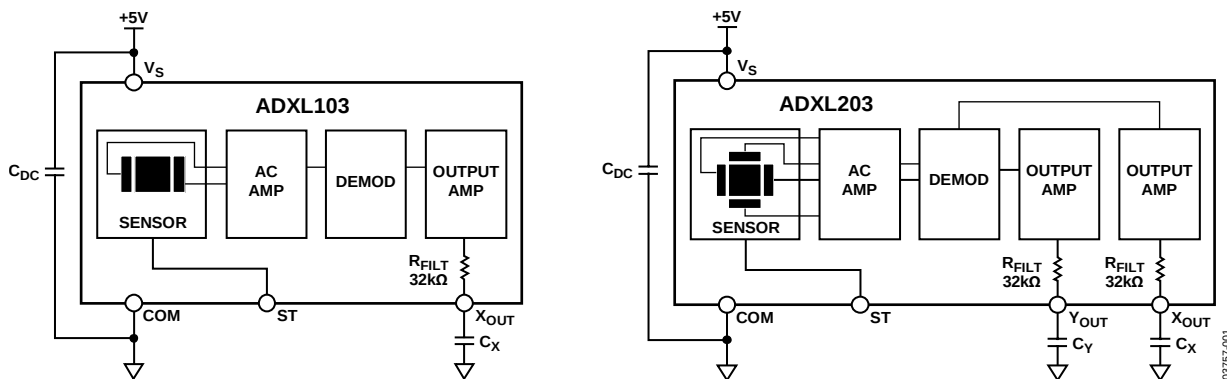


图1.

Rev. E

Document Feedback

Information furnished by Analog Devices is believed to be accurate and reliable. However, no responsibility is assumed by Analog Devices for its use, nor for any infringements of patents or other rights of third parties that may result from its use. Specifications subject to change without notice. No license is granted by implication or otherwise under any patent or patent rights of Analog Devices. Trademarks and registered trademarks are the property of their respective owners.

One Technology Way, P.O. Box 9106, Norwood, MA 02062-9106, U.S.A.
Tel: 781.329.4700 ©2004–2014 Analog Devices, Inc. All rights reserved.
Technical Support www.analog.com

ADI中文版数据手册是英文版数据手册的译文, 敬请谅解翻译中可能存在的语言组织或翻译错误, ADI不对翻译中存在的差异或由此产生的错误负责。如需确认任何词语的准确性, 请参考ADI提供的最新英文版数据手册。

目录

产品特性	1	工作原理	13
应用	1	性能	13
概述	1	应用信息	14
功能框图	1	电源去耦	14
技术规格	3	利用C _x 和C _y 设置带宽	14
绝对最大额定值	4	自测	14
ESD警告	4	选择滤波器特性的设计权衡：噪声/带宽的取舍关系	14
引脚配置和功能描述	5	在非5 V工作电压下使用ADXL103/ADXL203	15
典型性能参数	6	ADXL203用作双轴倾斜传感器	15
ADXL103和ADXL203	6	外形尺寸	16
AD22293	9	订购指南	16
AD22035和AD22037	10	汽车应用级产品	16
所有型号	12		

修订历史

2014年1月—修订版D至修订版E

更改“订购指南”	16
----------------	----

2011年9月—修订版C至修订版D

增加AD22293、AD22035和AD22037	通篇
更改“应用”部分和“概述”部分	1
更改表1	3
删除图13和图14：重新排序	7
删除图17和图22	8
增加图19至图24：重新排序	9
增加图25至图34	10
增加所有型号部分、图35至图38	12
更改图39	13
更改“订购指南”	16
更改“汽车应用级产品”部分	16

2010年5月—修订版B至修订版C

更改图24的标题	12
增加“汽车应用级产品”部分	12

2010年4月—修订版A至修订版B

更改“产品特性”部分	1
更新“外形尺寸”	12
更改“订购指南”	12

2006年2月—修订版0至修订版A

更改“产品特性”	1
更改表1	3
更改图2	4
更改图3和图4	5
更改“性能”部分	9

2004年4月—修订版0：初始版

技术规格

除非另有说明，T_A = -40°C至+125°C，V_S = 5 V，C_X = C_Y = 0.1 μF，加速度 = 0 g。保证所有最低和最高技术规格。
不保证所有典型技术规格。

表1.

参数	测试条件	ADXL103/ADXL203			AD22293			AD22035/AD22037			单位
		最小值	典型值	最大值	最小值	典型值	最大值	最小值	典型值	最大值	
传感器	各轴	±1.7			±5	±6		±18			g
测量范围 ¹											
非线性度	满量程百分比		±0.2	±1.25		±0.2	±1.25		±0.2	±1.25	%
封装对齐误差											度
对齐误差(ADXL203)	X与Y传感器		±0.1			±0.1			±0.1		度
跨轴灵敏度			±1.5	±3		±1.5	±3		±1.5	±3	%
灵敏度(比率) ²	各轴										
X _{OUT} 、Y _{OUT} 灵敏度	V _S = 5 V	960	1000	1040	293	312	331	94	100	106	mV/g
温度引起的灵敏度变化 ³	V _S = 5 V		±0.3			±0.3			±0.3		%
0 g偏置电平(比率)	各轴										
X _{OUT} 、Y _{OUT} 的0 g电压	V _S = 5 V	2.4	2.5	2.6	2.4	2.5	2.6	2.4	2.5	2.6	V
相对于理想值的初始0 g输出偏差	V _S = 5 V, 25°C		±25			±50			±125		mg
0 g失调与温度的关系			±0.1	±0.8		±0.3	±1.8		±1		mg/°C
噪声											
输出噪声	<4 kHz, V _S = 5 V		1	3		1	3			2	mV rms
噪声密度			110			200			130		μg/√Hz rms
频率响应 ⁴											
C _X 、C _Y 范围 ⁵		0.002		10	0.002		10	0.002		10	μF
R _{FILT} 容差		24	32	40	24	32	40	24	32	40	kΩ
传感器谐振频率			5.5			5.5			5.5		kHz
自测 ⁶											
逻辑输入低电平				1			1			1	V
逻辑输入高电平		4			4			4			V
ST输入电阻至地		30	50		30	50		30	50		kΩ
X _{OUT} 、Y _{OUT} 的输出变化	ST 0 至ST 1	450	750	1100	125	250	375	60	80	100	mV
输出放大器											
输出摆幅低电平	空载	0.05	0.2		0.05	0.2		0.05	0.2		V
输出摆幅高电平	各轴		4.5	4.8		4.5	4.8		4.5	4.8	V
电源(V _{DD})											
工作电压范围		3		6	3		6	3		6	V
静态电源电流			0.7	1.1		0.7	1.1		0.7	1.1	mA
开启时间 ⁷			20			20			20		ms

¹ 通过测量初始失调和灵敏度予以保证。
² 灵敏度本质上与V_S成比例关系。对于V_S = 4.75 V至5.25 V，灵敏度为186 mV/V/g至215 mV/V/g。
³ 定义为环境温度至最高温度或环境温度至最低温度范围内的输出变化。
⁴ 实际频率响应受控于用户提供的外部电容(C_X、C_Y)。
⁵ 带宽 = 1/(2 × π × 32 kΩ × C)。对于C_X、C_Y = 0.002 μF，带宽 = 2,500 Hz。对于C_X、C_Y = 10 μF，带宽 = 0.5 Hz。最小值和最大值未测试。
⁶ 自测响应值等于V_S的三次方。
⁷ C_X、C_Y值越大，则开启时间越长。开启时间约为160 × C_X或C_Y + 4 ms，其中C_X、C_Y的单位是μF。

引脚配置和功能描述

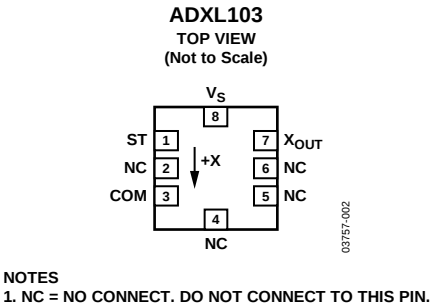


图3. ADXL103引脚配置

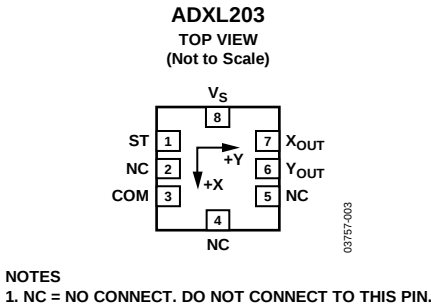


图4. ADXL203引脚配置

表5. ADXL103引脚功能描述

引脚编号	引脚名称	描述
1	ST	自测
2	NC	不连接
3	COM	Common
4	NC	不连接
5	NC	不连接
6	NC	不连接
7	XOUT	X通道输出
8	VS	3 V至6 V

表6. ADXL203引脚功能描述

引脚编号	引脚名称	描述
1	ST	自测
2	NC	不连接
3	COM	Common
4	NC	不连接
5	NC	不连接
6	YOUT	Y通道输出
7	XOUT	X通道输出
8	VS	3 V至6 V

ADXL103/ADXL203

典型性能参数

ADXL103和ADXL203

除非另有说明，所有图片中 $V_s = 5\text{ V}$ 。

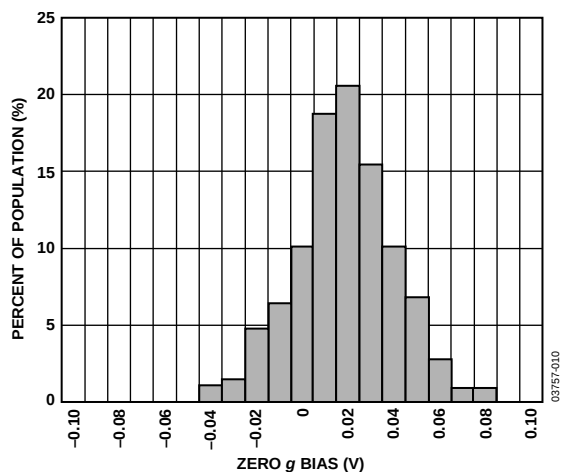


图5. 25°C时相对理想值的X轴0 g偏置

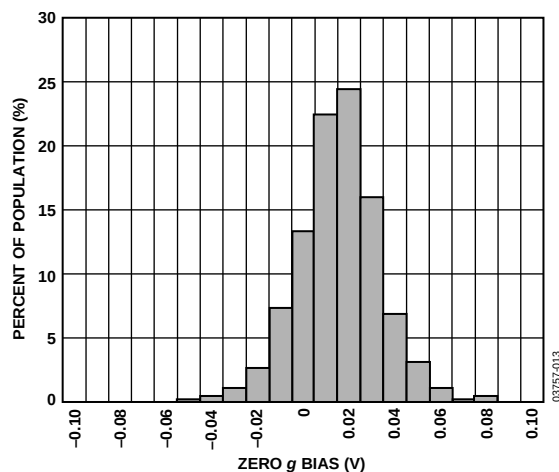


图8. 25°C时相对理想值的Y轴0 g偏置

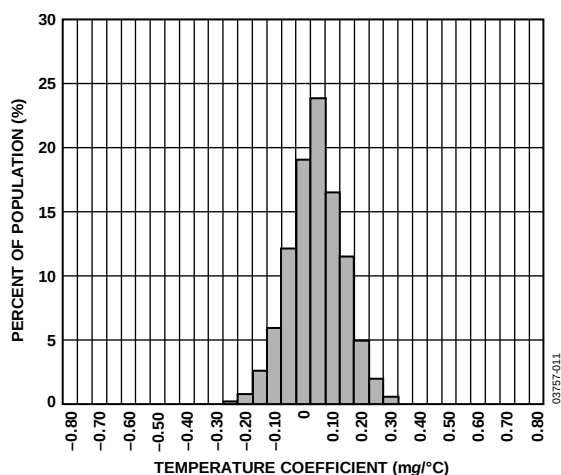


图6. X轴0 g偏置温度系数

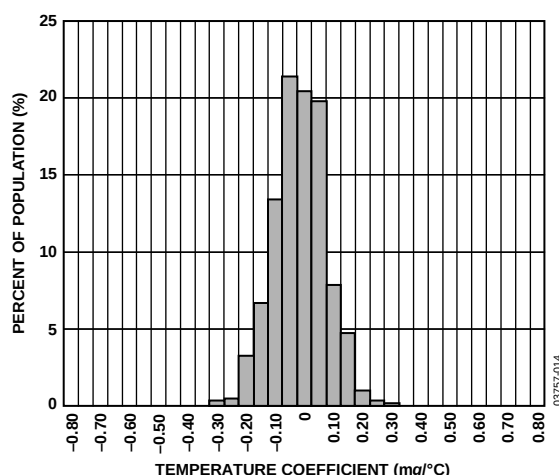


图9. Y轴0 g偏置温度系数

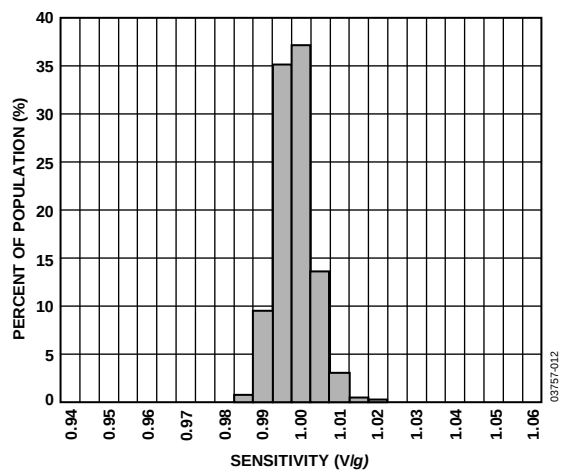


图7. 25°C时的X轴灵敏度

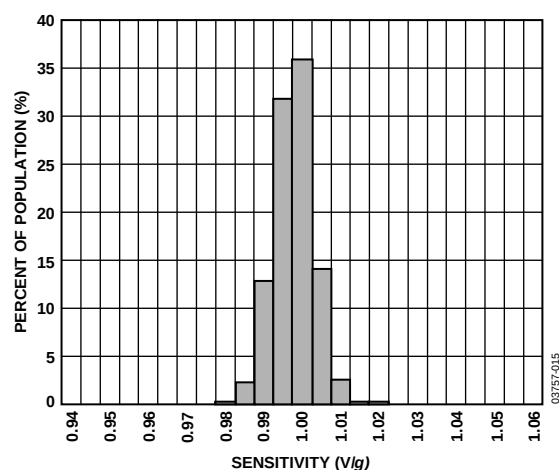


图10. 25°C时的Y轴灵敏度

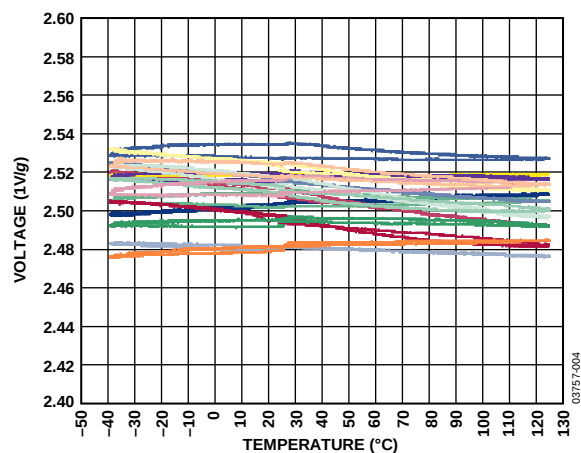


图11. 0 g偏置与温度的关系；器件焊接到PCB

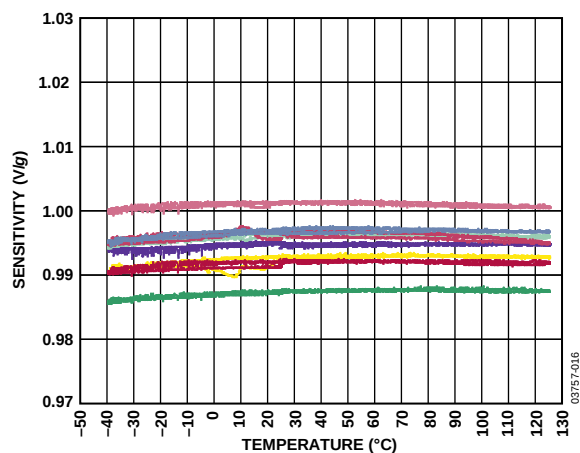


图13. 灵敏度与温度的关系；器件焊接到PCB

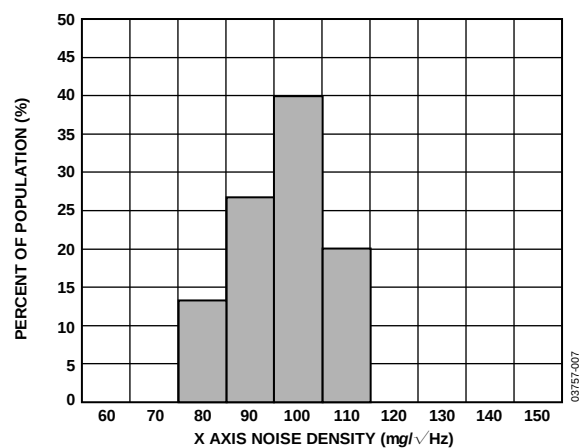


图12. 25°C时的X轴噪声密度

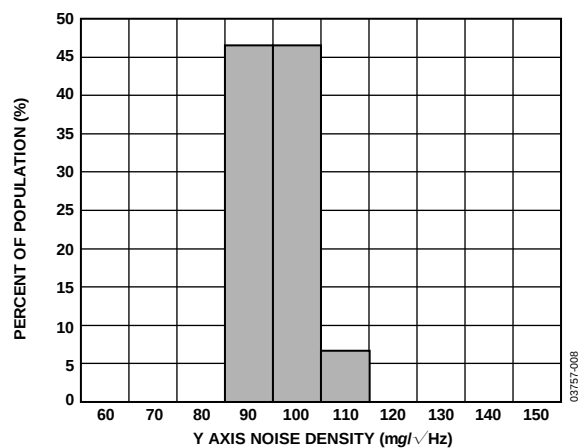


图14. 25°C时的Y轴噪声密度

ADXL103/ADXL203

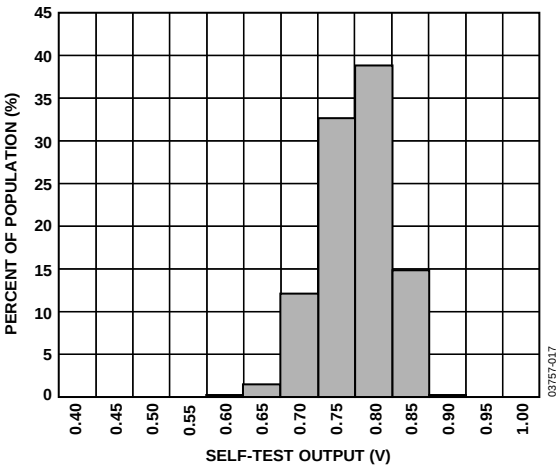


图15. 25°C时的X轴自测响应

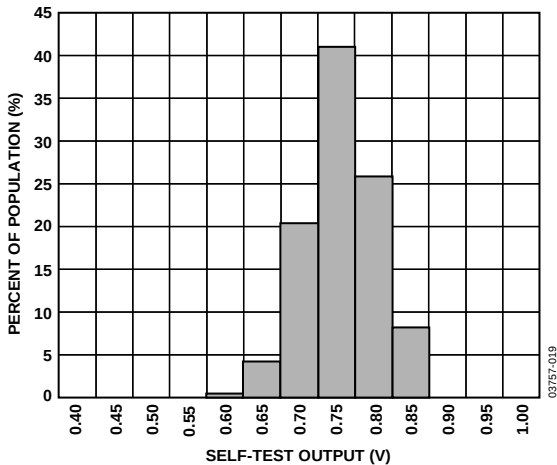


图17. 25°C时的Y轴自测响应

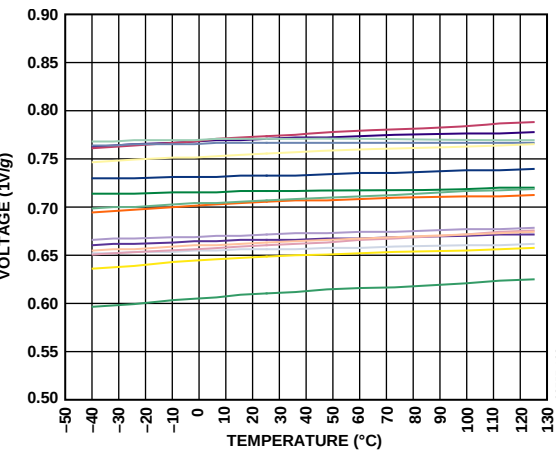


图16. 自测响应与温度的关系

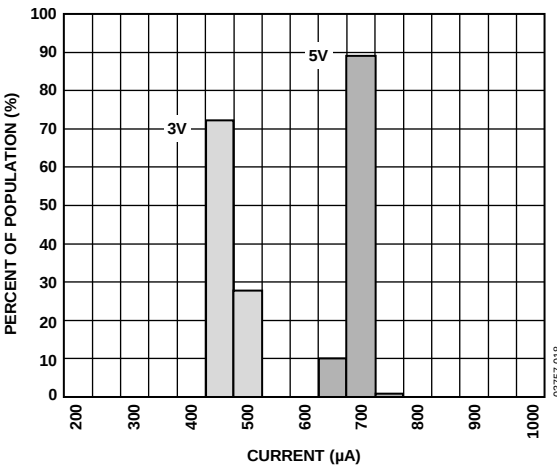


图18. 25°C时的电源电流

AD22293

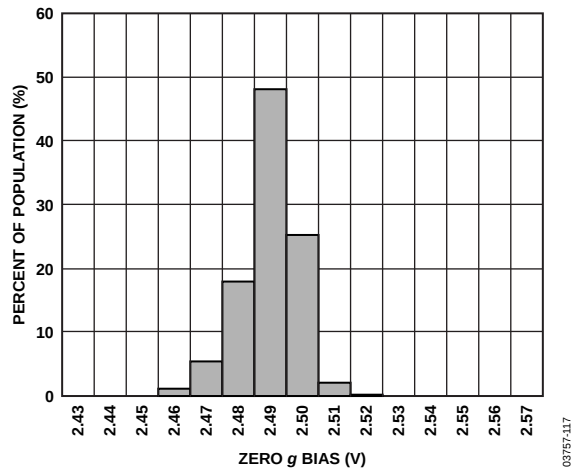


图19. 25°C时的X轴0 g偏置

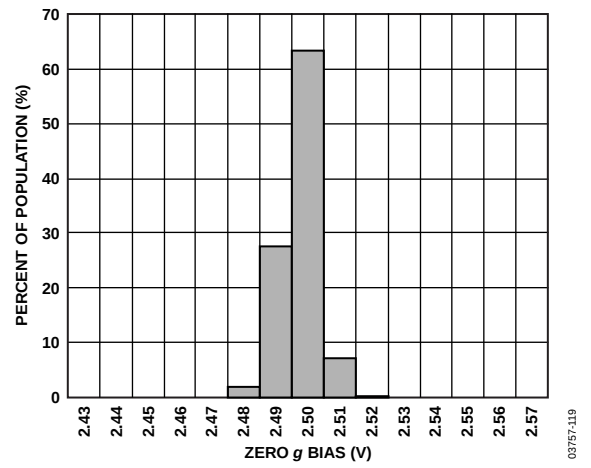


图22. 25°C时的Y轴0 g偏置

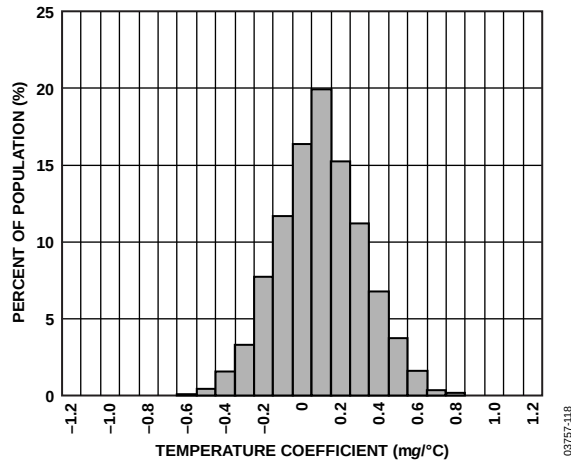


图20. X轴0 g偏置温度系数

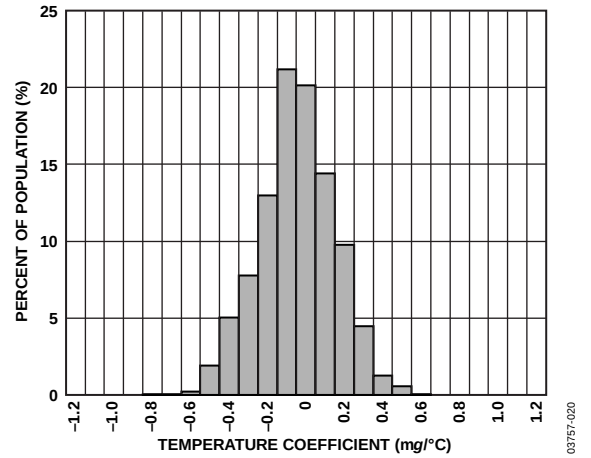


图23. Y轴0 g偏置温度系数

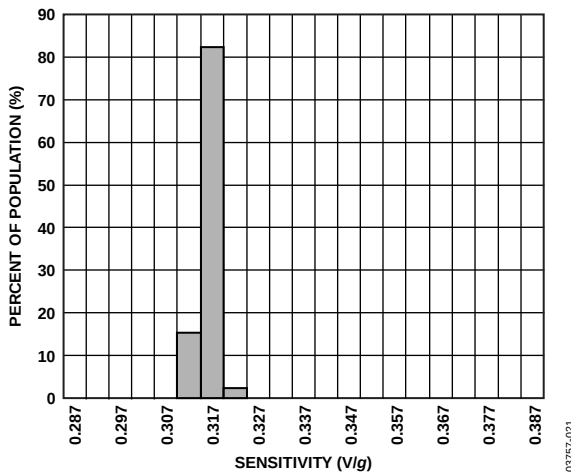


图21. 25°C时的X轴灵敏度

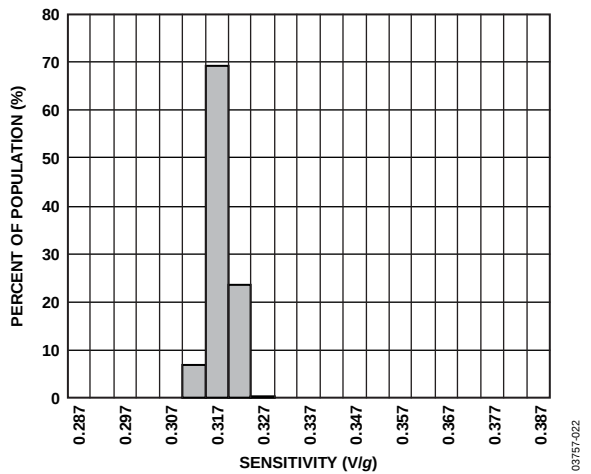


图24. 25°C时的Y轴灵敏度

ADX103/ADX203

AD22035 和 AD22037

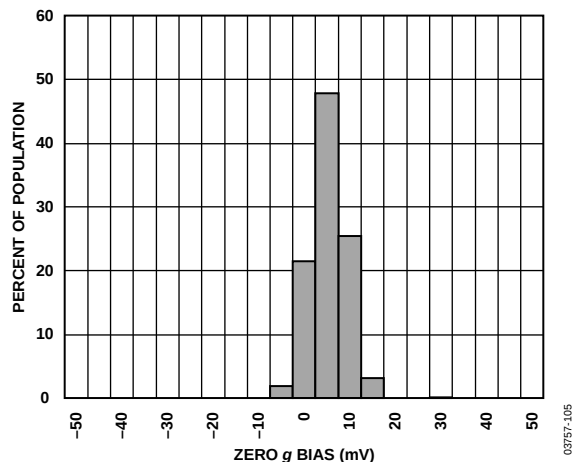


图25. 25°C时相对理想值的X轴0 g偏置

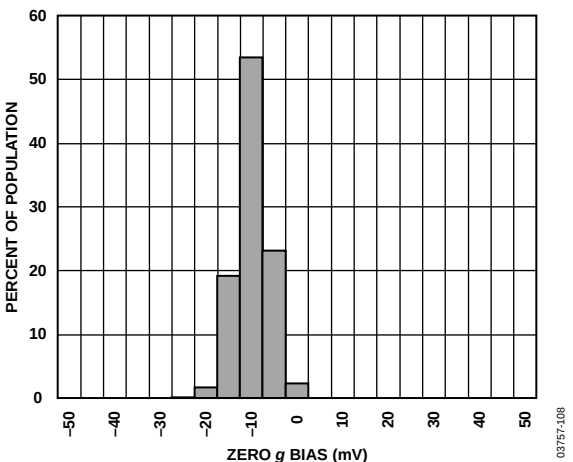


图28. 25°C时相对理想值的Y轴0 g偏置

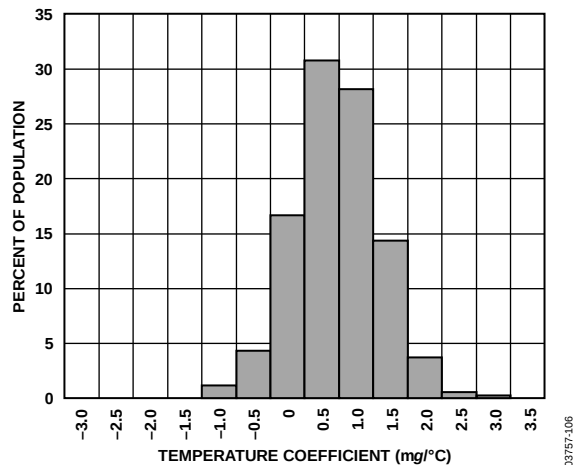


图26. X轴0 g偏置温度系数

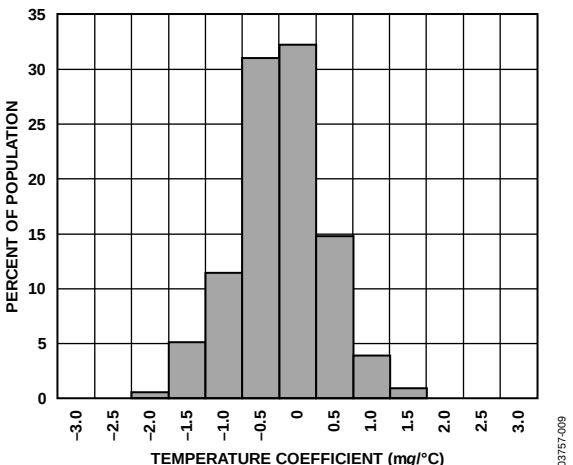


图29. Y轴0 g偏置温度系数

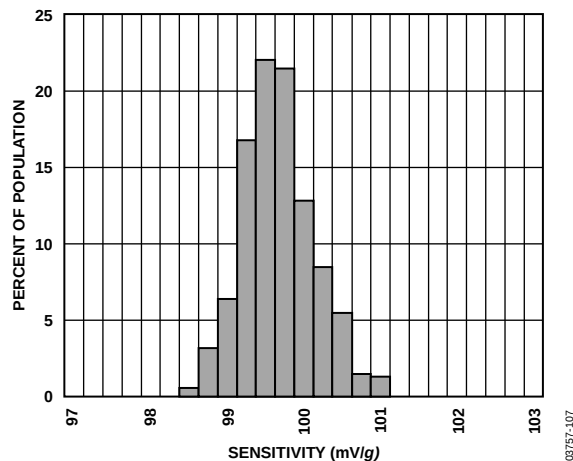


图27. 25°C时的X轴灵敏度

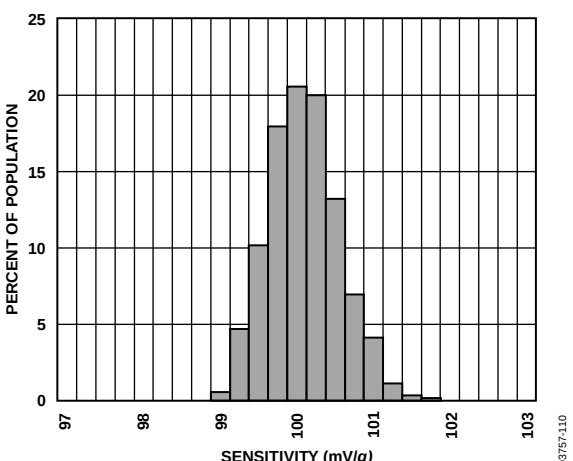


图30. 25°C时的Y轴灵敏度

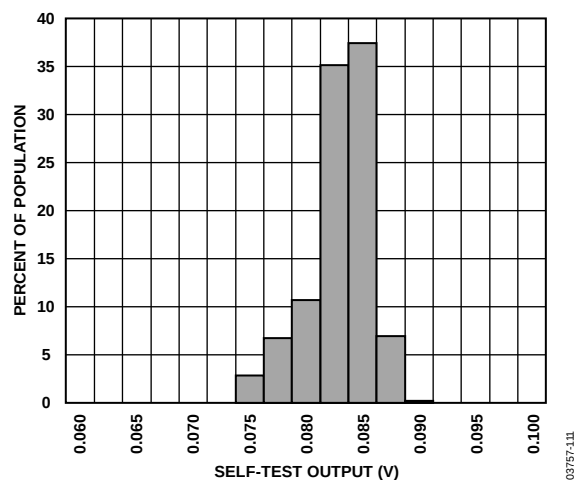


图31. 25°C时的X轴自测响应

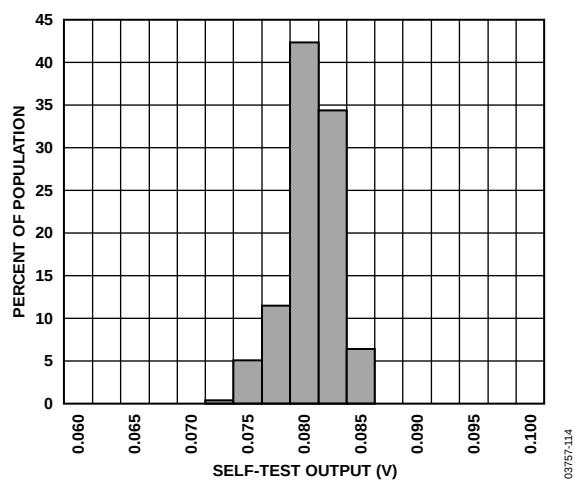


图33. 25°C时的Y轴自测响应

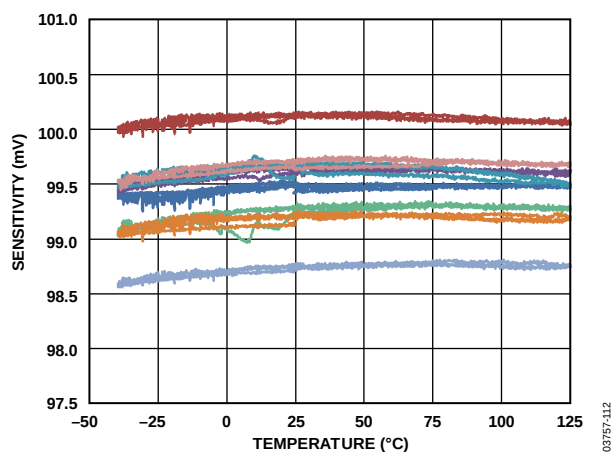


图32. 灵敏度与温度的关系；器件焊接到PCB

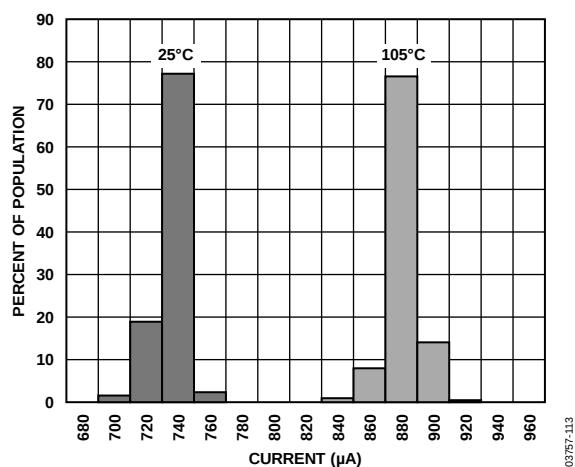


图34. 电源电流与温度的关系

所有型号

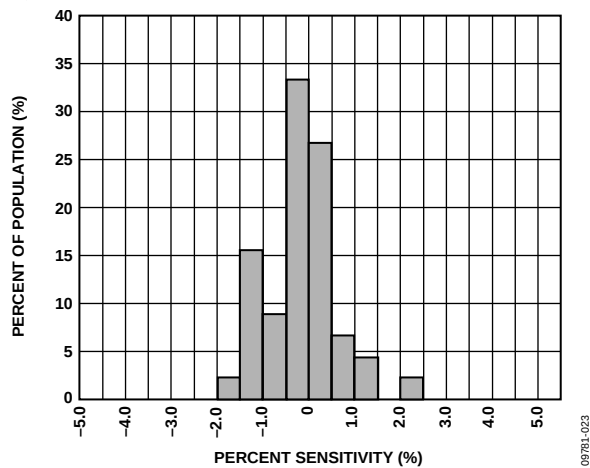


图35. Z与X的跨轴灵敏度

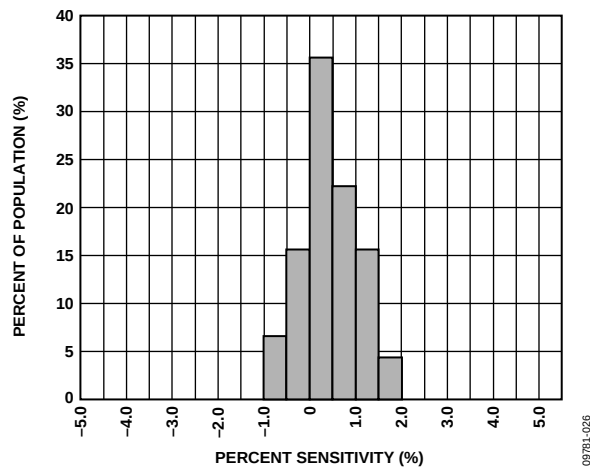


图37. Z与Y的跨轴灵敏度

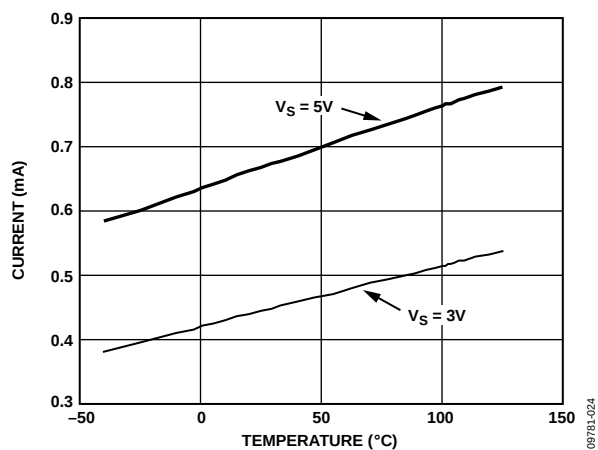


图36. 电源电流与温度的关系

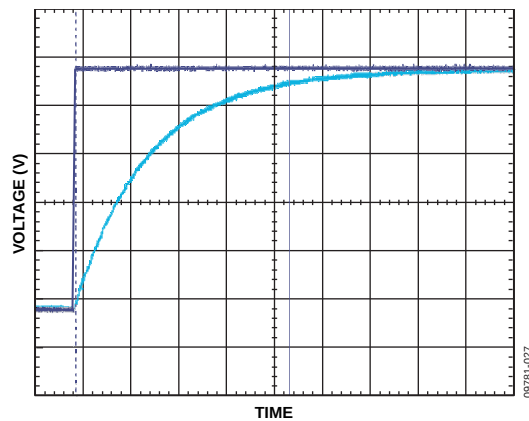


图38. 开启时间; C_X 、 $C_Y = 0.1 \mu F$, 时间刻度 = 2 ms/DIV

工作原理

ADXL103/ADXL203是单芯片IC上完整的加速度测量系统。ADXL103是一款单轴加速度计，而ADXL203是双轴加速度计。两款器件均包含多晶硅表面微加工传感器和信号调理电路，具有开环加速度测量架构。输出信号为模拟电压，与加速度成比例。ADXL103/ADXL203能够测量范围从±1.7 g到至少±18 g的正负加速度。该加速度计可以测量重力等静态加速力，因而可用作倾斜传感器。

该传感器为多晶硅表面微加工结构，置于晶圆顶部。多晶硅弹簧悬挂于晶圆表面的结构之上，提供加速度力量阻力。差分电容由独立固定板和活动质量连接板组成，能对结构偏转进行测量。固定板由180°反相方波驱动。加速度使梁偏转，使差分电容失衡，从而使输出方波的幅度与加速度成比例。然后，使用相敏解调技术来对信号进行整流并确定加速度的方向。

解调输出经放大，然后通过32 kΩ电阻输出片外。用户可通过在此处添加电容来设置信号带宽。该滤波处理改善了测量分辨率，并且有助于防止出现混叠。

性能

该器件没有使用额外的温度补偿电路，而是采用创新的设计技术来确保实现高性能。因此，它基本上不存在量化误差或其它非单调性，温度迟滞非常低(在-40°C至+125°C的温度范围内通常小于10 mg)。

图11显示8个器件(x和y轴)在-40°C至+125°C温度范围内的0 g输出性能。

图13显示 $V_s = 5\text{ V}$ 时整个温度范围内的典型灵敏度偏移。灵敏度稳定性针对 $V_s = 5\text{ V}$ 进行了优化，但在额定范围内都非常好； $V_s = 3\text{ V}$ 时，其在温度范围内通常优于±1%。

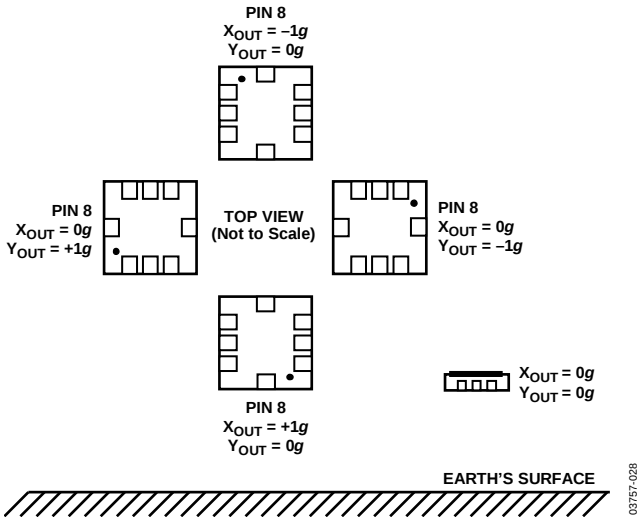


图39. 输出响应与方向的关系

应用信息

电源去耦

对于大部分应用而言，单个0.1 μF电容C_{DC}可以对加速度计充分去耦，从而消除电源噪声。但在某些情况下，尤其是噪声存在于内部时钟频率140 kHz(或其任何谐波)时，电源噪声可能会干扰ADXL103/ADXL203输出。若需进一步去耦，可在ADXL103/ADXL203电源线中加入一个100 Ω(或更小)的电阻或铁氧体磁珠。此外，亦可在C_{DC}处并联一个较大的旁路电容(1 μF至22 μF)。

利用C_X和C_Y设置带宽

ADXL103/ADXL203可提供X_{OUT}和Y_{OUT}引脚的限带功能。各引脚必须添加一个电容，以便利用低通滤波实现抗混叠和噪声抑制。3 dB带宽的计算公式如下：

f_{-3 dB} = 1/(2π(32 kΩ) × C_(X,Y))

或简化为：

f_{-3 dB} = 5 μF/C_(X,Y)

内部电阻(R_{FILT})的容差通常在其标称值(32 kΩ)的±25%范围内变动，带宽因此也随之变动。在所有情况下，C_X和C_Y所需的最小电容为2000 pF。

表7. C_X和C_Y的滤波器电容值选择

带宽(Hz)	电容值(μF)
1	4.7
10	0.47
50	0.10
100	0.05
200	0.027
500	0.01

自测

ST引脚控制自测功能。当该引脚设为V_S时，会有静电力施加于加速度计的波束上，使波束移动，以便用户测试加速度计是否工作。输出的典型变化范围是750 mg(相当于750 mV)。正常使用中，此引脚可保持开路或连接到公共地。

不要使ST引脚上的电压超过V_S + 0.3 V。若系统的设计无法保证这一条件(例如，存在多个电源电压)，则建议使用一个具有低V_F的箝位二极管连接ST与V_S。

选择滤波器特性的设计权衡：噪声/带宽的取舍关系

所选加速度计的带宽最终将决定测量分辨率(最小可测加速度)。可使用滤波降低本底噪声，从而提升加速度计的分辨率。分辨率取决于X_{OUT}和Y_{OUT}的模拟滤波器带宽。

ADXL103/ADXL203的典型输出带宽为2.5 kHz。用户必须在该处过滤信号，以便抑制混叠误差。为最大程度减少混叠，模拟带宽必须不得超过模数采样频率的一半。可进一步降低模拟带宽，以减少噪声并提升分辨率。

ADXL103/ADXL203的噪声具有白高斯噪声的特征，在所有频率下都会造成相同的效果，以μg/√Hz表示(即该噪声与加速度计带宽的平方根成比例)。将带宽限制为应用所需的最低频率，以便最大程度地提高加速度计的分辨率和动态范围。

由于具有单极点滚降特征，因此ADXL103/ADXL203的噪声典型值可以通过下式确定：

rmsNoise = (110 μg/√Hz) × (√BW×1.6)

100 Hz时，噪声为

rmsNoise = (110 μg/√Hz) × (√100×1.6) = 1.4 mg

一般需要知道噪声的峰值。峰峰值噪声仅可采用统计方法估算。表8可用来估算在给定均方根值的条件下，超过各种峰值的概率。

表8. 峰峰值噪声估算

峰峰值	噪声超过标称峰峰值的百分比(%)
2 × rms	32
4 × rms	4.6
6 × rms	0.27
8 × rms	0.006

峰峰噪声值可以最好地估算一次测量中的不确定性；峰峰值噪声通过将均方根值乘以6来估算。表9给出了不同C_X和C_Y值下ADXL103/ADXL203的典型输出噪声。

表9. 滤波器电容值选择(C_X、C_Y)

带宽(Hz)	C _X , C _Y (μF)	RMS噪声 (mg)	峰峰值噪声估计值 (mg)
10	0.47	0.4	2.6
50	0.1	1.0	6
100	0.047	1.4	8.4
500	0.01	3.1	18.7

在非5 V工作电压下使用ADXL103/ADXL203

ADXL103/ADXL203在 $V_s = 5\text{ V}$ 下进行测试且以其为额定电源电压，然而， V_s 可以低至3 V或高达6 V。某些性能参数随着电源电压变化而变化。

ADXL103/ADXL203输出为比率式，因此，输出灵敏度(或比例因子)与电源电压成比例变化。 $V_s = 3\text{ V}$ 时，输出灵敏度典型值为560 mV/g。

0 g偏置输出也是比率式的，因此所有电源电压情况下，0 g输出的标称值均等于 $V_s/2$ 。

输出噪声不是比率式的，而是一个绝对值(单位V)，因此，噪声密度随电源电压的提高而降低。这是因为比例因子(mV/g)增加而噪声电压却保持不变。 $V_s = 3\text{ V}$ 时，噪声密度的典型值为190 $\mu\text{g}/\sqrt{\text{Hz}}$ 。

自测响应(单位g)与电源电压的平方大致成正比。然而，考虑到灵敏度与电源电压的比率关系，自测响应(单位V)与电压电压的立方大致成正比。因此，当 $V_s = 3\text{ V}$ 时，自测响应约为150 mV或270 mg(典型值)。

电源电流随电源电压的下降而下降。 $V_{DD} = 3\text{ V}$ 时的典型功耗为450 μA 。

ADXL203用作双轴倾斜传感器

ADXL203最受欢迎的应用之一是倾斜测量。加速度计使用重力作为输入矢量来确定空间中物体的方向。

当加速度计的敏感轴垂直于重力方向时，即与地球表面平行时，它对倾斜最敏感。在这一方向上，对倾角变化的灵敏度最高。当加速度计朝向重力方向时，即其读数接近+1 g或-1 g时，每度倾斜的输出加速度变化可忽略不计。当加速度计垂直于重力方向时，每度倾斜的输出变化约为17.5 mg。在45°时，每度倾斜的输出变化仅有12.2 mg，分辨率也会降低。

双轴倾斜传感器：加速度转换为倾角

当该加速度计的x轴和y轴均与地球表面平行时，它可以用作具有滚动轴和俯仰轴的双轴倾斜传感器。加速度计的输出信号转换为-1 g至+1 g范围内的加速度后，就可以通过下式计算输出倾角(单位“度”)：

$$PITCH = \text{ASIN}(A_x/1\text{ g})$$

$$ROLL = \text{ASIN}(A_y/1\text{ g})$$

务必考虑超范围情况。加速度计可能会因为振动、冲击或其它加速情况而输出大于 $\pm 1\text{ g}$ 的信号。

ADXL103/ADXL203

外形尺寸

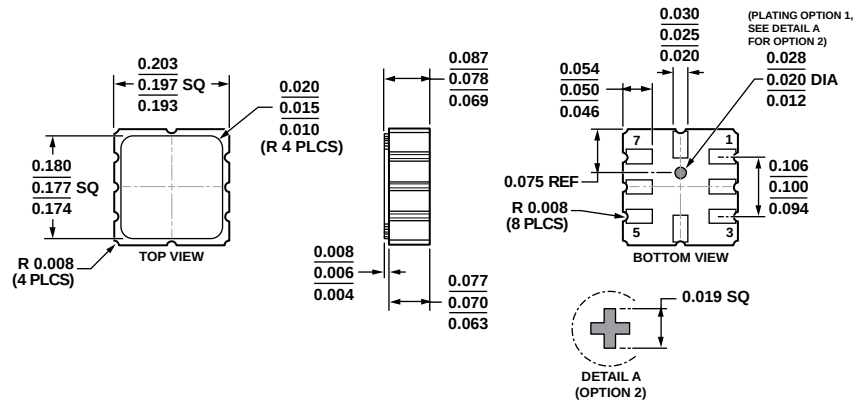


图40. 8引脚陶瓷无铅芯片载体[LCC]
(E-8-1)

尺寸单位: inch

订购指南

型号 ^{1,2}	轴	通用器件	g值范围	额定电压(V)	温度范围	封装描述	封装选项
ADXL103CE	1	ADXL103	±1.7	5	-40°C至+125°C	8引脚陶瓷LCC	E-8-1
ADXL103CE-REEL	1	ADXL103	±1.7	5	-40°C至+125°C	8引脚陶瓷LCC	E-8-1
ADXL103WCEZB-REEL	1	ADXL103	±1.7	5	-40°C至+125°C	8引脚陶瓷LCC	E-8-1
AD22035Z	1	ADXL103	±18	5	-40°C至+125°C	8引脚陶瓷LCC	E-8-1
AD22035Z-RL	1	ADXL103	±18	5	-40°C至+125°C	8引脚陶瓷LCC	E-8-1
AD22035Z-RL7	1	ADXL103	±18	5	-40°C至+125°C	8引脚陶瓷LCC	E-8-1
ADW22035Z	1	ADXL103	±18	5	-40°C至+125°C	8引脚陶瓷LCC	E-8-1
ADW22035Z-RL	1	ADXL103	±18	5	-40°C至+125°C	8引脚陶瓷LCC	E-8-1
ADW22035Z-RL7	1	ADXL103	±18	5	-40°C至+125°C	8引脚陶瓷LCC	E-8-1
ADXL203CE	2	ADXL203	±1.7	5	-40°C至+125°C	8引脚陶瓷LCC	E-8-1
ADXL203CE-REEL	2	ADXL203	±1.7	5	-40°C至+125°C	8引脚陶瓷LCC	E-8-1
ADXL203WCEZB-REEL	2	ADXL203	±1.7	5	-40°C至+125°C	8引脚陶瓷LCC	E-8-1
ADXL203EB						评估板	
AD22293Z	2	ADXL203	±5	5	-40°C至+125°C	8引脚陶瓷LCC	E-8-1
AD22293Z-RL	2	ADXL203	±5	5	-40°C至+125°C	8引脚陶瓷LCC	E-8-1
AD22293Z-RL7	2	ADXL203	±5	5	-40°C至+125°C	8引脚陶瓷LCC	E-8-1
ADW22293ZA	2	ADXL203	±5	5	-40°C至+125°C	8引脚陶瓷LCC	E-8-1
AD22037Z	2	ADXL203	±18	5	-40°C至+125°C	8引脚陶瓷LCC	E-8-1
AD22037Z-RL	2	ADXL203	±18	5	-40°C至+125°C	8引脚陶瓷LCC	E-8-1
AD22037Z-RL7	2	ADXL203	±18	5	-40°C至+125°C	8引脚陶瓷LCC	E-8-1
ADW22037Z	2	ADXL203	±18	5	-40°C至+125°C	8引脚陶瓷LCC	E-8-1
ADW22037Z-RL	2	ADXL203	±18	5	-40°C至+125°C	8引脚陶瓷LCC	E-8-1
ADW22037Z-RL7	2	ADXL203	±18	5	-40°C至+125°C	8引脚陶瓷LCC	E-8-1

¹ Z = 符合RoHS标准的器件。

² W = 通过汽车应用认证。

汽车应用级产品

ADXL103W、ADW22035、ADXL203W、ADW22293和ADW22037生产工艺受到严格控制，以提供满足汽车应用的质量和可靠性要求。请注意，车用型号的技术规格可能不同于商用型号；因此，设计人员应仔细阅读本数据手册的技术规格部分。只有显示为汽车应用级的产品才能用于汽车应用。欲了解特定产品的订购信息并获得这些型号的汽车可靠性报告，请联系当地ADI客户代表。