

产品特性

在单芯片IC上实现高性能、双轴加速度计

环境温度范围：-40至+175

长寿命：保证1000小时($T_A = 175$ 时)

13 mm 8 mm 2 mm侧面钎焊陶瓷双列直插式封装

分辨率：1 mg (60 Hz)

低功耗：700 μ A(典型值， $V_S = 5$ V)

高零g偏置可重复性

高灵敏度精度

利用单个电容调整带宽

单电源供电

符合RoHS标准

与锡/铅和无铅焊接工艺兼容

应用

地质勘探倾斜和振动测量

极高温工业产品

概述

ADXL206是一款精密、低功耗、完整的双轴iMEMS[®]加速度计，适用于高温环境。这款加速度计将传感器和经信号调理的电压输出集成在一个单片IC上。

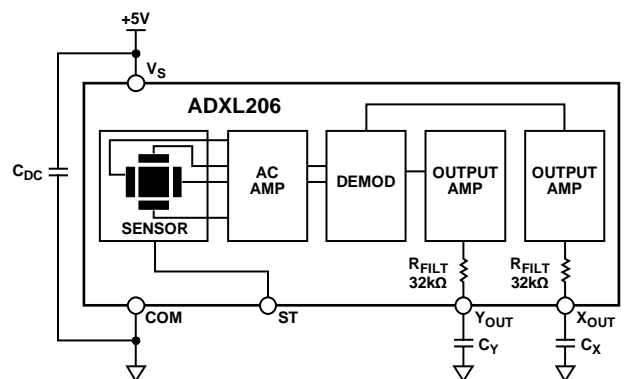
满量程加速度测量范围为±5 g，既可以测量动态加速度(例如振动)，也可以测量静态加速度(例如重力)。

典型本底噪声为110 μ g/ $\sqrt{\text{Hz}}$ ，因而在倾斜检测应用中，可以利用窄带宽(<60 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。

ADXL206提供13 mm 8 mm 2 mm、8引脚侧面钎焊陶瓷双列直插式封装(SBDIP)。

功能框图



Rev. A

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.

目录

特性.....	1	性能.....	9
应用.....	1	应用信息.....	10
概述.....	1	电源去耦.....	10
功能框图.....	1	利用 C_x 和 C_y 设置带宽.....	10
修订历史.....	2	自测.....	10
技术规格.....	3	选择滤波器特性的设计权衡：噪声与带宽.....	10
绝对最大额定值.....	4	在非5 V工作电压下使用ADXL206.....	11
热阻.....	4	ADXL206用作双轴倾斜传感器.....	11
ESD警告.....	4	外形尺寸.....	12
引脚配置和功能描述.....	5	订购指南.....	12
典型性能参数.....	6		
工作原理.....	9		
修订历史			
2014年1月—修订版0至修订版A			
更改图3.....	5		
2011年4月—修订版0：初始版			

技术规格

除非另有说明, $T_A = -40$ 至 $+175$, $V_S = 5$ V, $C_X = 0.1$ μ F, 加速度 = $0 g$ 。¹

表1.

参数	测试条件/注释	最小值	典型值	最大值	单位
传感器输入	各轴				
测量范围 ²		± 5			g
非线性度			± 0.2		% FS
封装对齐误差			± 1		度
对齐误差	X传感器与Y传感器		± 0.1		度
跨轴灵敏度			± 1.5		%
灵敏度(比率) ³					
X_{OUT} 、 Y_{OUT} 灵敏度	$V_S = 5$ V	296	312	328	mV/g
温度引起的灵敏度变化 ⁴	$V_S = 5$ V		± 0.3		%
0 g偏置电平(比率)					
X_{OUT} 、 Y_{OUT} 的0 g电压	$V_S = 5$ V, $T_A = 25^\circ\text{C}$		2.5 ± 0.025		V
0 g偏置重复性	$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +175^\circ\text{C}$		± 10		mg
噪声性能					
噪声密度	$V_S = 5$ V, $T_A = 25^\circ\text{C}$		110		$\mu\text{g}/\sqrt{\text{Hz}}$ rms
频率响应 ⁵					
C_X 、 C_Y 范围 ⁶		0.002		10	μF
R_{FILT} 容差		24	32	40	k Ω
传感器谐振频率			5.5		kHz
自测 ⁷					
逻辑输入低电平				1	V
逻辑输入高电平		4			V
ST输入电阻至地		30	50		k Ω
X_{OUT} 、 Y_{OUT} 的输出变化	ST引脚逻辑0至逻辑1	150	250	350	mV
输出放大器	空载				
输出摆幅低电平		0.05	0.2		V
输出摆幅高电平			4.5		V
寿命					
可用寿命	$T_A = 175^\circ\text{C}$	1000			小时
电源					
工作电压范围		4.75		5.25	V
电源电流			0.7	1.5	mA
开启时间 ⁸			20		ms

¹ 保证最低和最高技术规格。不保证典型技术规格。

² 通过测量初始失调和灵敏度予以保证。

³ 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。

⁴ 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。

⁵ 实际频率响应受控于用户提供的外部电容(C_X 、 C_Y)。

⁶ 带宽 = $1/(2\pi R)$ 。对于 C_X 、 $C_Y = 0.002$ μ F, 带宽 = 2500 Hz。对于 C_X 、 $C_Y = 10$ μ F, 带宽 = 0.5 Hz。最小值和最大值未测试。

⁷ 自测响应值等于 V_S 的三次方。

⁸ C_X 、 C_Y 值越大, 则开启时间越长。开启时间约为 $160 \times C_X$ 或 $C_Y + 4$ ms, 其中 C_X 和 C_Y 的单位是微法(μ F)。

绝对最大额定值

表2.

参数	额定值
加速度(任意轴)	
无电	500 g
有电	500 g
V_s	-0.3 V至+7.0 V
所有其它引脚	(COM - 0.3 V)至($V_s + 0.3 V$)
输出短路持续时间(任意引脚接公共端)	不定
工作环境温度范围(T_A)	-55至+175
存储温度范围	-65至+200

注意，超出上述绝对最大额定值可能会导致器件永久性损坏。这只是额定最大值，并不能以这些条件或者在任何其它超出本技术规范操作章节中所示规格的条件下，推断器件能否正常工作。长期在绝对最大额定值条件下工作会影响器件的可靠性。

热阻

θ_{JA} 针对最差条件，即器件焊接在印刷电路板(PCB)上以实现表贴封装。

表3. 热阻

封装类型	θ_{JA}	θ_{JC}	单位
8引脚 SBDIP	120	20	$^{\circ}\text{C}/\text{W}$

ESD警告



ESD(静电放电)敏感器件。

带电器件和电路板可能会在没有察觉的情况下放电。尽管本产品具有专利或专有保护电路，但在遇到高能量ESD时，器件可能会损坏。因此，应当采取适当的ESD防范措施，以避免器件性能下降或功能丧失。

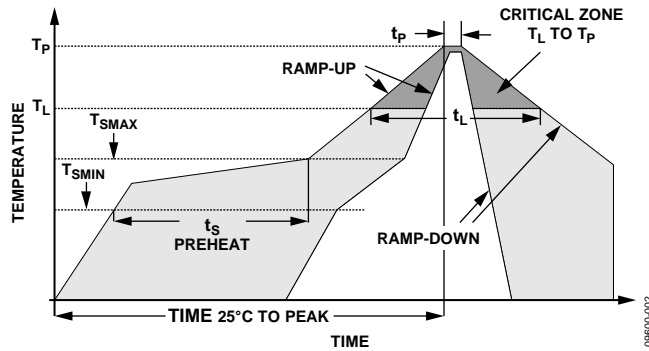


图2 推荐的焊接温度曲线

表4. 推荐的焊接温度曲线限值

曲线特征	Sn63/Pb37	无铅
平均斜坡速率(T_L 至 T_p)	3/秒, 最大值	3/秒, 最大值
预热		
最低温度(T_{SMIN})	100 $^{\circ}\text{C}$	150 $^{\circ}\text{C}$
最高温度(T_{SMAX})	150 $^{\circ}\text{C}$	200 $^{\circ}\text{C}$
时间(T_{SMIN} 至 T_{SMAX}) t_s	60秒至120秒	60秒至150秒
斜坡速率(T_{SMAX} 至 T_L)	3/秒, 最大值	3/秒, 最大值
液态维持时间(t_L)	60秒至150秒	60秒至150秒
液态温度(T_L)	183 $^{\circ}\text{C}$	217 $^{\circ}\text{C}$
峰值温度(T_p)	240 $^{\circ}\text{C} + 0^{\circ}\text{C}/-5^{\circ}\text{C}$	260 $^{\circ}\text{C} + 0^{\circ}\text{C}/-5^{\circ}\text{C}$
实际峰值温度 ± 5 以内的时间(t_p)	10秒至30秒	20秒至40秒
斜坡速率(T_p 至 T_L)	6/秒, 最大值	6/秒, 最大值
从25 $^{\circ}\text{C}$ 至峰值温度的时间	6分钟, 最大值	8分钟, 最大值

引脚配置和功能描述

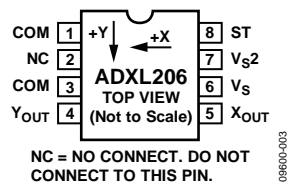


图3. 引脚配置

表5. 引脚功能描述

引脚编号	名称	描述
1, 3	COM	公共地。
2	NC	不连接。请勿连接该引脚。
4	Y _{OUT}	Y通道输出。
5	X _{OUT}	X通道输出。
6	V _s	电源电压。
7	V _{s2}	电源电压。必须连接到V _s 。
8	ST	自测。

典型性能参数

除非另有说明, $V_s = 5V$ 。

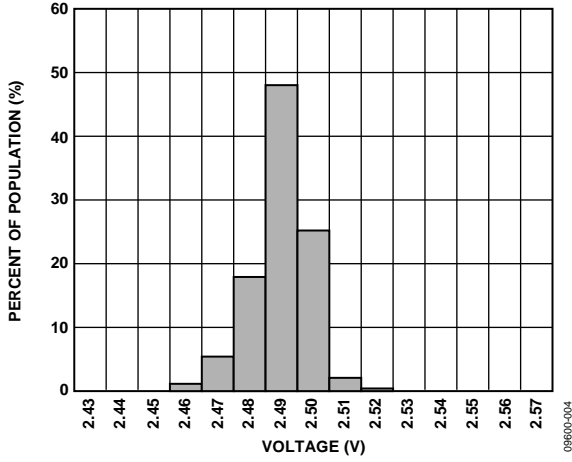


图4. $T_A = 25$ 时的X轴0g偏置

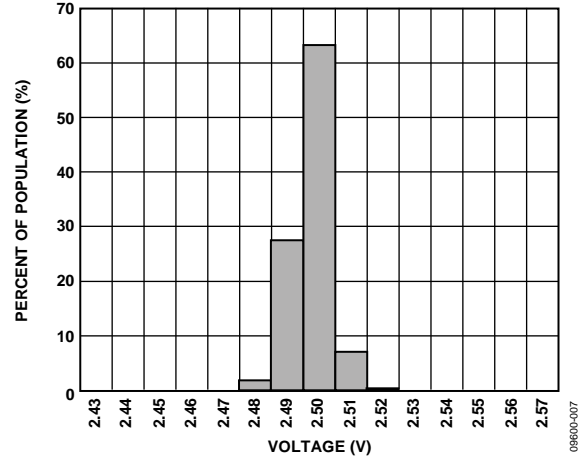


图7. $T_A = 25$ 时的Y轴0g偏置

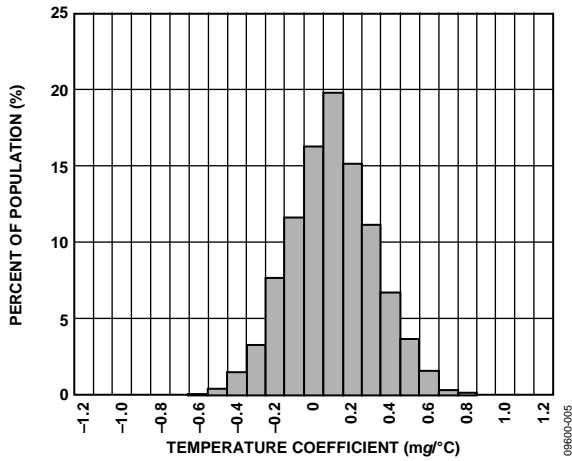


图5. X轴0g偏置温度系数

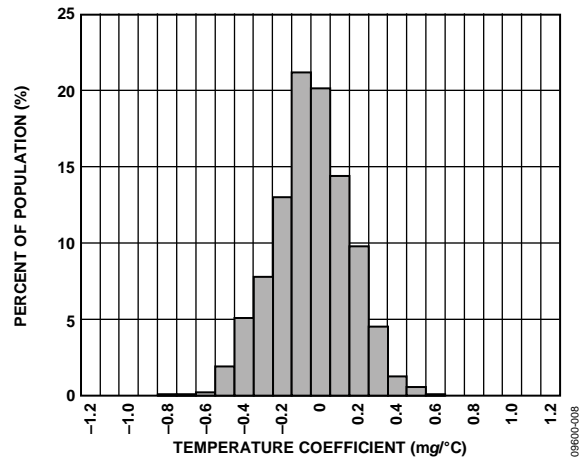


图8. Y轴0g偏置温度系数

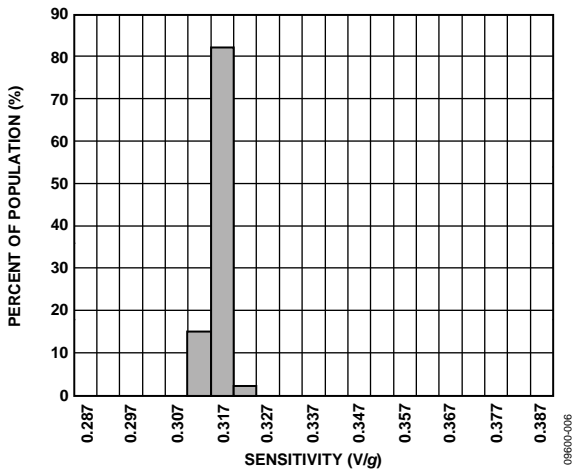


图6. $T_A = 25$ 时的X轴灵敏度

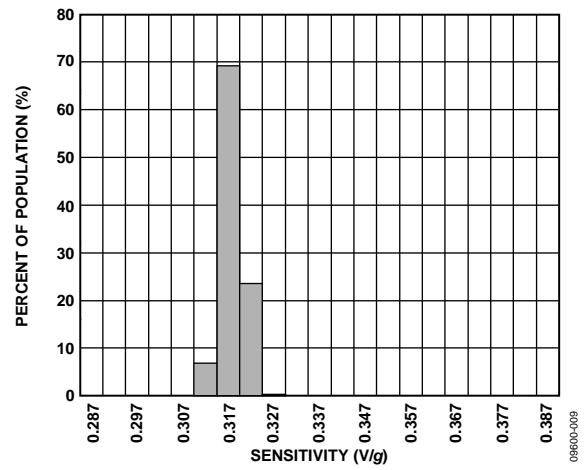


图9. $T_A = 25$ 时的Y轴灵敏度

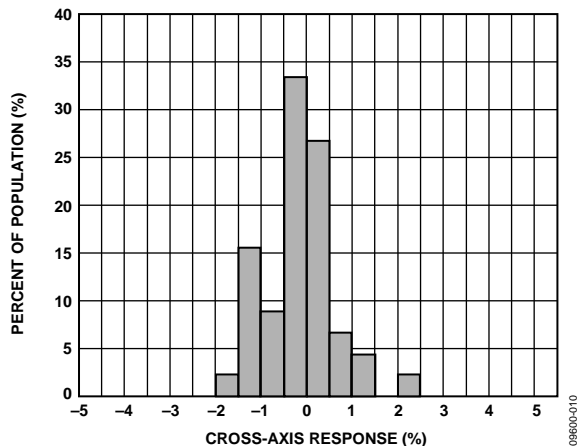


图10. Z轴与X轴的跨轴响应

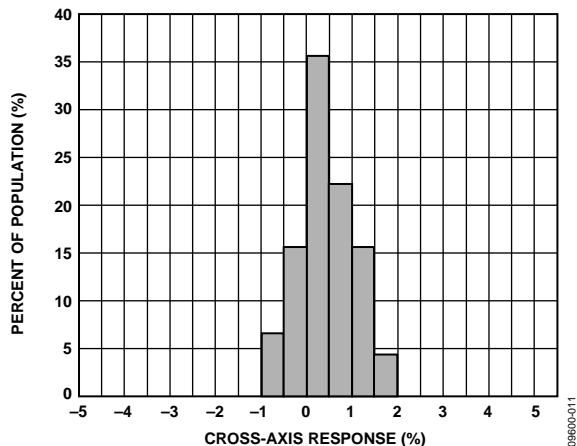


图13. Z轴与Y轴的跨轴响应

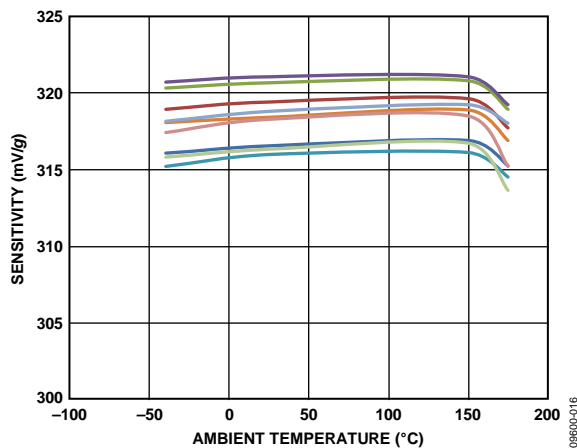


图11. 整个温度范围内的X轴灵敏度, 9个器件

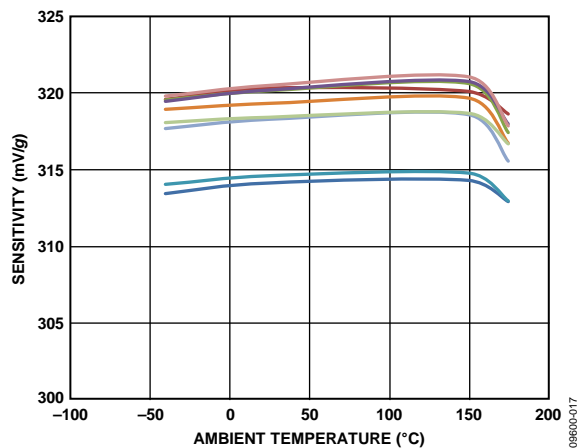


图14. 整个温度范围内的Y轴灵敏度, 9个器件

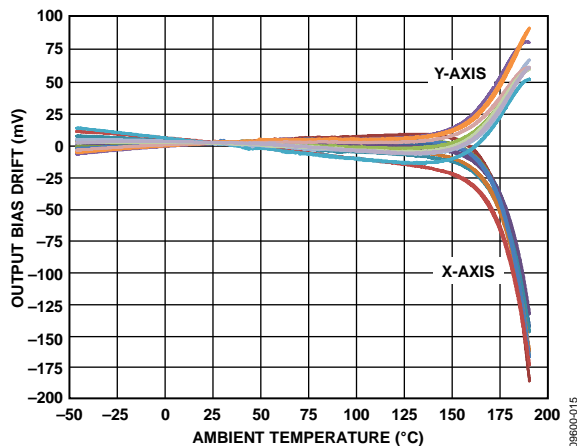


图12. 整个温度范围内的0g输出偏置漂移, 8个器件

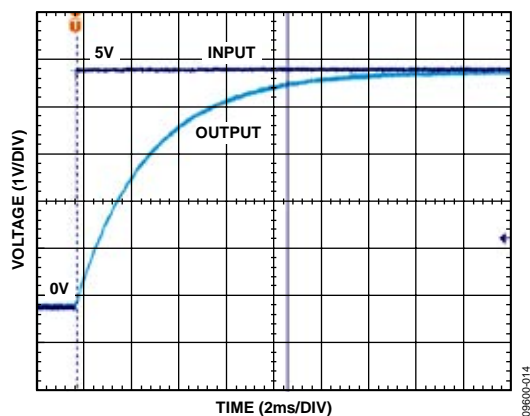


图15. 开启时间, C_x 、 $C_y = 0.1 \mu F$, 时间刻度 = 2 ms/div

ADXL206

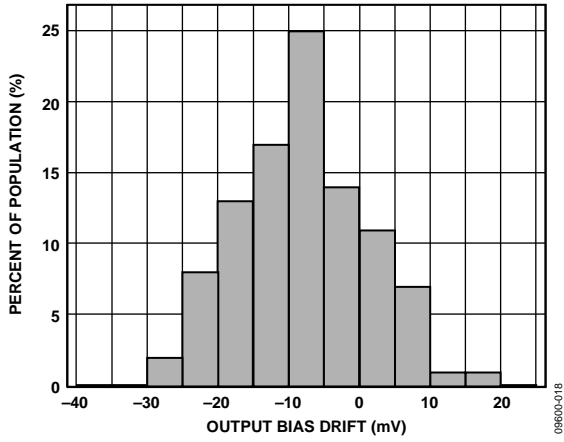


图16. $T_A = 175$ 、1000小时内的X轴
0 g输出偏置漂移, 有电

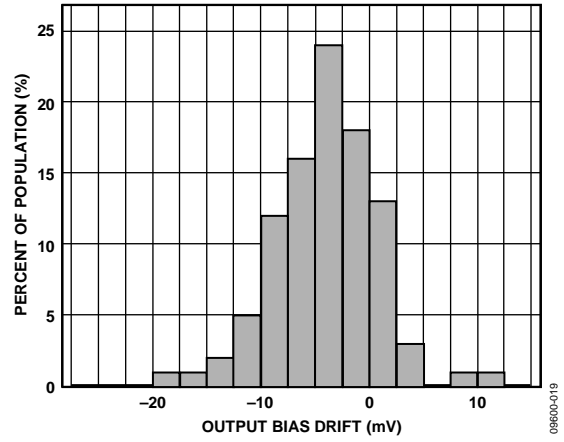


图18. $T_A = 175$ 、1000小时内的Y轴
0 g输出偏置漂移, 有电

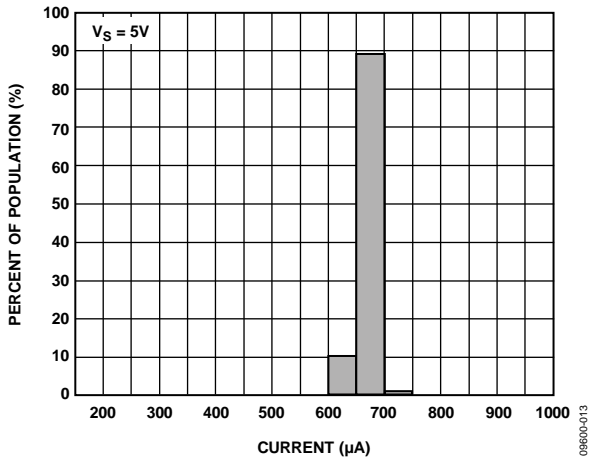


图17. $T_A = 25$ 时的电源电流

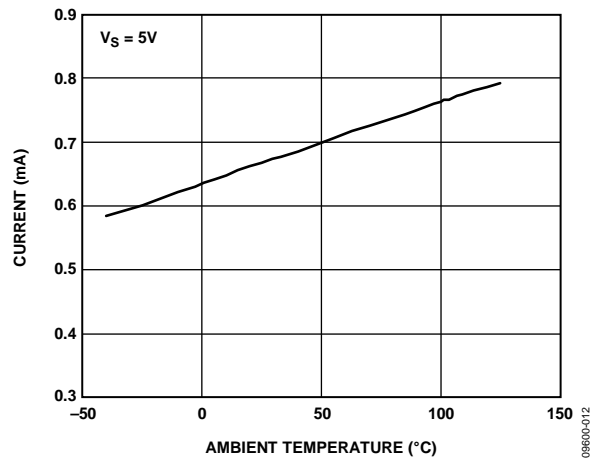


图19. 电源电流与温度的关系

工作原理

ADXL206是单芯片IC上的完整加速度测量系统，器件集成一个多晶硅表面微加工传感器和信号调理电路，以实现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。ADXL206能够测量至少 $\pm 5g$ 的正负加速度。该加速度计可以测量重力等静态加速度，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 k Ω 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

<http://www.analog.com/ADXL377>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至+175的温度范围内通常小于2 mg)。

图12显示8个器件在-40至+175温度范围内的0 g输出性能。

图11和图14显示 $V_s = 5V$ 时整个温度范围内的典型灵敏度偏移。灵敏度稳定性针对 $V_s = 5V$ 进行了优化，但在全部电源电压范围内都非常好。

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ADXL206输出。若需进一步去耦，可在ADXL206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

ADXL206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：

$$f_{-3\text{dB}} = 1 / (2\pi(32\text{ k}\Omega) \times C_x)$$

或简化为：

$$f_{-3\text{dB}} = 5\ \mu\text{F} / C_x$$

内部电阻(R_{FLT})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6. 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，以使用户测试加速度计是否工作。输出的典型变化范围是800 mg(相当于250 mV)。正常使用中，此引脚可保持开路或连接到公共地。

ST引脚上的电压不得超过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)，建议将一个具有低正向电压的箝位二极管连接在ST与V_S之间。

选择滤波器特性的设计权衡：噪声与带宽

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}的模拟滤波器带宽。

ADXL206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。

ADXL206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)。用户应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ADXL206的噪声典型值可以通过下式确定：

$$rms\ Noise = (110\ \mu\text{g}/\sqrt{\text{Hz}}) \times (\sqrt{BW} \times 1.6)$$

100 Hz时，噪声为

$$rms\ Noise = (110\ \mu\text{g}/\sqrt{\text{Hz}}) \times (\sqrt{100} \times 1.6) = 1.4\ \text{mg}$$

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7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7. 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8给出了不同值C_X和C_Y下ADXL206的典型输出噪声。

表8. 不同电容值下的典型输出噪声

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ADXL206

ADXL206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。

ADXL206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。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。

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，典型自测响应约为50 mV或160 mg。

ADXL206用作双轴倾斜传感器

ADXL206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，加速度计对倾角变化的灵敏度最高。当敏感轴与重力方向平行时，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”)：

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

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

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±1 g的信号。

ADXL206

外形尺寸

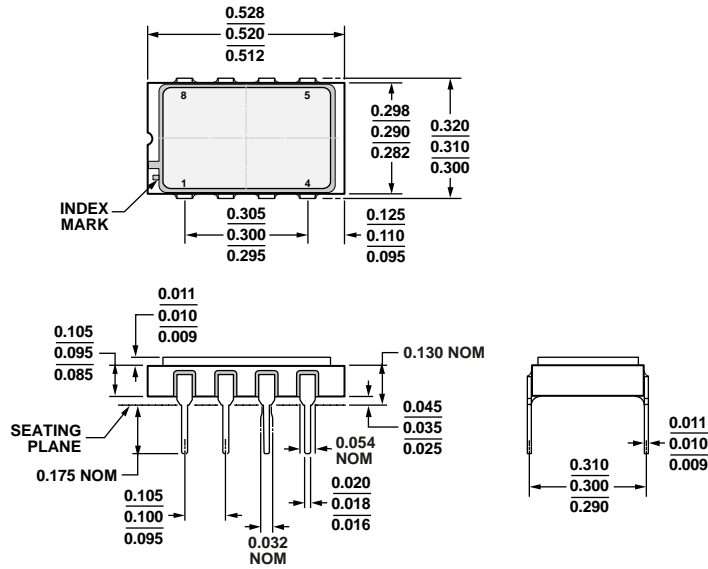


图20. 8引脚侧面钎焊陶瓷双列直插式封装[SBDIP]
(D-8-1)

图示尺寸单位: inch

订购指南

型号 ^{1,2}	轴数	额定电压(V)	温度范围	封装描述	封装选项
ADXL206HDZ	2	5	-40至+175°C	8引脚 SBDIP	D-8-1

¹ 引脚表面处理。钨上镀镍，镍上镀金。

² Z = 符合RoHS标准的器件。