

产品特性

三轴检测
小尺寸、薄型封装
3 mm × 3 mm × 1.45 mm LFCSP
低功耗: 300 μA(典型值)
单电源供电: 1.8 V至3.6 V
抗冲击能力: 10,000 g
出色的温度稳定性
通过各轴的一个电容调整相应的带宽
符合RoHS/WEEE和无铅要求

应用

脑震荡和头部创伤检测
高加速度事件检测

概述

ADXL377是一款小尺寸、薄型、低功耗、完整的三轴加速度计，提供经过信号调理的电压输出，ADXL377可以检测运动、冲击或振动导致的加速度，典型满量程范围为±200 g。

用户使用 X_{OUT} 、 Y_{OUT} 和 Z_{OUT} 引脚上的电容 C_X 、 C_Y 和 C_Z 设定该轴加速计的带宽。可以根据应用选择合适的带宽，x轴和y轴的带宽范围为0.5 Hz至1300 Hz，z轴的带宽范围为0.5 Hz至1,000 Hz。

ADXL377提供小尺寸、薄型、3 mm × 3 mm × 1.45 mm、16脚，引脚架构芯片级封装(LFCSP_LQ)。

功能框图

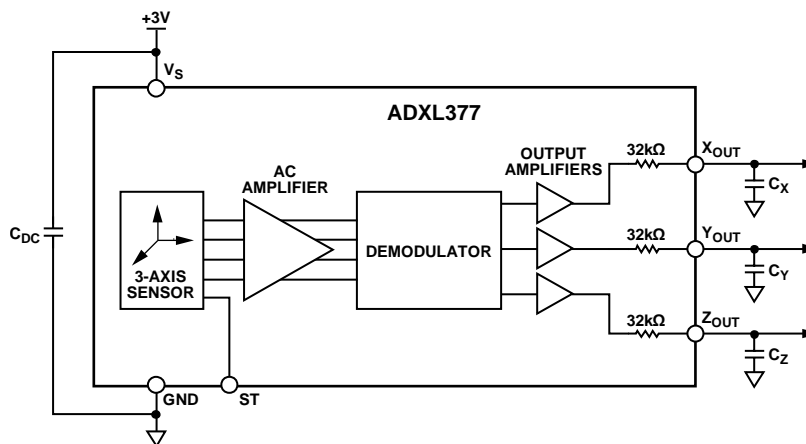


图1.

Rev. 0

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 ©2012 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

特性.....	1	性能.....	8
应用.....	1	应用信息.....	9
概述.....	1	电源去耦.....	9
功能框图.....	1	利用 C_x 、 C_y 和 C_z 设置带宽.....	9
修订历史.....	2	自测.....	9
技术规格.....	3	选择滤波器特性：噪声/带宽的取舍关系.....	9
绝对最大额定值.....	4	加速度灵敏度轴.....	10
ESD警告.....	4	布局和设计建议.....	11
引脚配置和功能描述.....	5	外形尺寸.....	12
典型性能参数.....	6	订购指南.....	12
工作原理.....	8		
机械传感器.....	8		

修订历史

2012年9月—修订版0：初始版

技术规格

除非另有说明, $T_A = 25^\circ\text{C}$, $V_S = 3\text{V}$, $C_X = C_Y = C_Z = 0.1\ \mu\text{F}$, 加速度 = 0g 。保证所有最低和最高技术规格。不保证典型技术规格。

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			±200		g
非线性度	最高180 g满量程百分比		±0.5		%
跨轴灵敏度 ¹			±1.4		%
灵敏度, 比率 ²	各轴				
X_{OUT} 、 Y_{OUT} 和 Z_{OUT} 灵敏度	$V_S = 3\text{V}$	5.8	6.5	7.2	mV/g
温度引起的灵敏度变化 ³	$V_S = 3\text{V}$		±0.02		%/°C
0 g偏置电平, 比率					
0 g电压	$V_S = 3\text{V}, T_A = 25^\circ\text{C}$	1.4	1.5	1.6	V
0 g失调与温度的关系					
X轴和Y轴			±12		mg/°C
Z轴			±30		mg/°C
噪声性能					
噪声密度					
X_{OUT} 和 Y_{OUT}			2.7		mg/√Hz
Z_{OUT}			4.3		mg/√Hz
频率响应 ⁴					
带宽 ⁵	无外部滤波器				
X_{OUT} 和 Y_{OUT}			1300		Hz
Z_{OUT}			1000		Hz
R_{FILT} 容差			32 ± 15%		kΩ
传感器谐振频率			16.5		kHz
自测 ⁶					
逻辑输入低电平	自测, 0至1		0.6		V
逻辑输入高电平			2.4		V
ST启动电流			60		μA
输出变化					
X_{OUT} 轴			-6.5		mV
Y_{OUT} 轴			6.5		mV
Z_{OUT} 轴			11.5		mV
输出放大器	无负载				
输出摆幅低电平			0.1		V
输出摆幅高电平			2.8		V
电源					
工作电压范围 ⁷		1.8	3.0	3.6	V
电源电流	$V_S = 3\text{V}$		300		μA
开启时间 ⁸	无外部滤波器		1		ms
工作温度范围		-40		+85	°C

¹ 定义为任意两轴之间的耦合。

² 灵敏度实质上与 V_S 成比例关系。

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滤波器电容(C_X 、 C_Y 和 C_Z)。

⁵ 存在外部电容情况下的带宽 = $1/(2\pi \times 32\text{ k}\Omega \times C_X)$ 。

⁶ 自测响应值与 V_S 的三次方成比例。

⁷ 在3.0 V条件下测试, 并且仅通过设计保证可在1.8 V至3.6 V的全电压范围内工作(未经过测试验证)。

⁸ 开启时间取决于 C_X 、 C_Y 和 C_Z , 约等于 $160 \times (C_X \text{ or } C_Y \text{ or } C_Z) + 1$; 其中 C_X 、 C_Y 和 C_Z 单位为μF, 计算所得开启时间单位为ms。

绝对最大额定值

表2.

参数	额定值
加速度(任意轴)	
无电	10,000 g
有电	10,000 g
V_s	-0.3 V 至 +3.6 V
所有其它引脚	(GND - 0.3 V) 至 ($V_s + 0.3 V$)
输出短路持续时间 (任意引脚接地)	Indefinite
工作温度范围	-55°C 至 +125°C
存储温度范围	-65°C 至 +150°C

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。

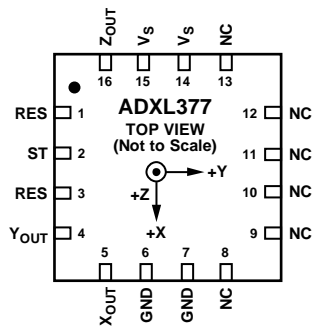
ESD警告



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。

引脚配置和功能描述



- NOTES
 1. NC = NO CONNECT.
 2. THE EXPOSED PAD IS NOT INTERNALLY CONNECTED, BUT SHOULD BE SOLDERED FOR MECHANICAL INTEGRITY.

10785-002

图2. 引脚配置

表3. 引脚功能描述

引脚编号	名称	描述
1, 3	RES	保留。该引脚必须连接到GND或保持断开。
2	ST	自测。
4	Y _{OUT}	Y通道输出。
5	X _{OUT}	X通道输出。
6, 7	GND	必须接地。
8至13	NC	不连接。内部不连接。
14, 15	V _S	电源电压。3.0 V(典型值)
16	Z _{OUT} EPAD	Z通道输出。 裸露焊盘。裸露焊盘不在内部连接，但应将其焊接以保证机械完整性。

典型性能参数

除非另有说明，所有典型性能图的N > 250。N表示所测器件数，并用于生成直方图。

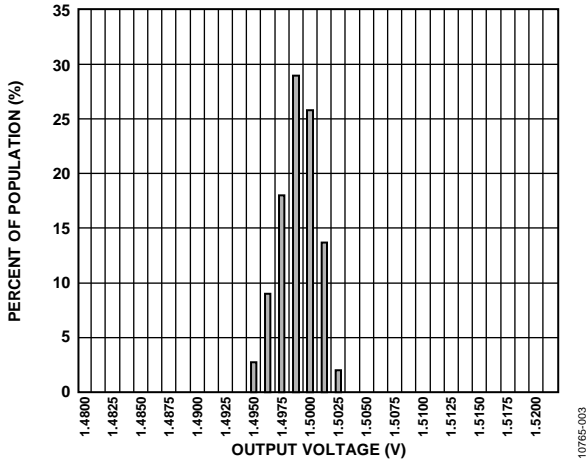


图3. X轴0g输出电压, 25°C, $V_s = 3V$

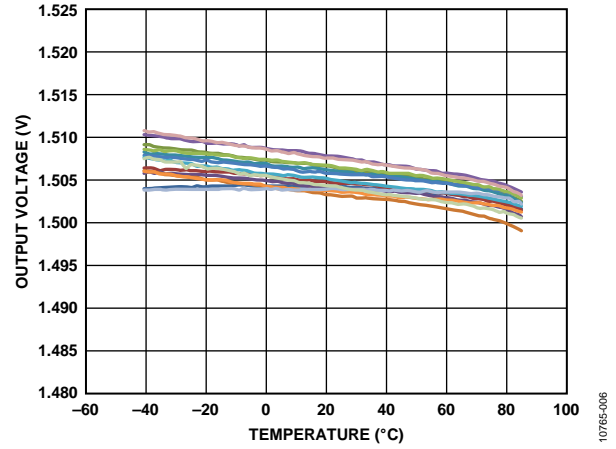


图6. X轴0g失调与温度的关系, $V_s = 3V$ (14个器件焊接到PCB)

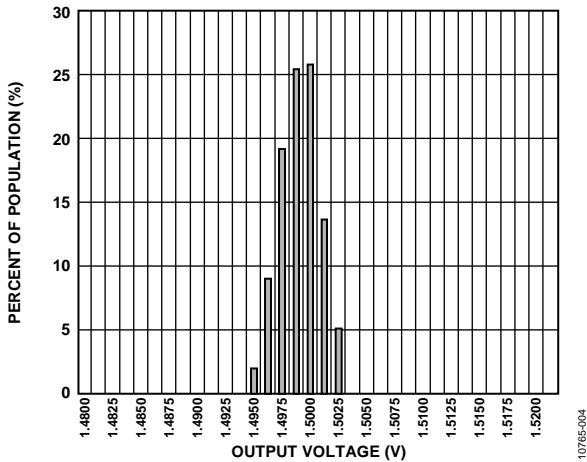


图4. Y轴0g输出电压, 25°C, $V_s = 3V$

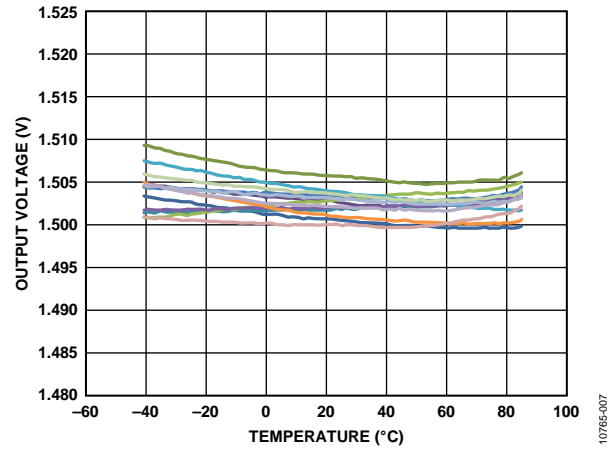


图7. Y轴0g失调与温度的关系, $V_s = 3V$ (14个器件焊接到PCB)

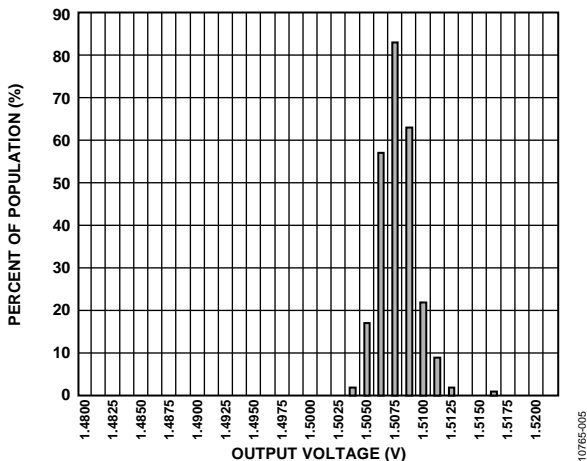


图5. Z轴0g输出电压, 25°C, $V_s = 3V$

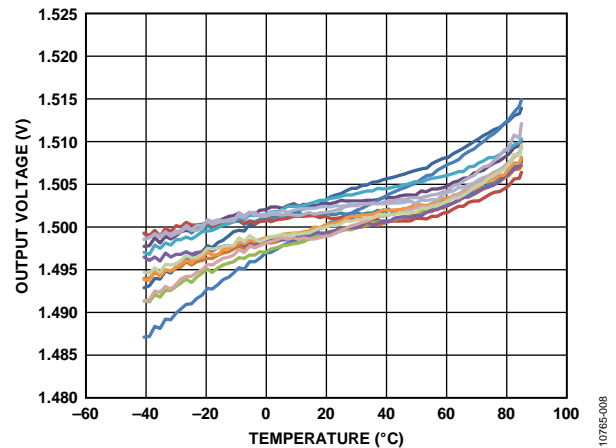


图8. Z轴0g失调与温度的关系, $V_s = 3V$ (14个器件焊接到PCB)

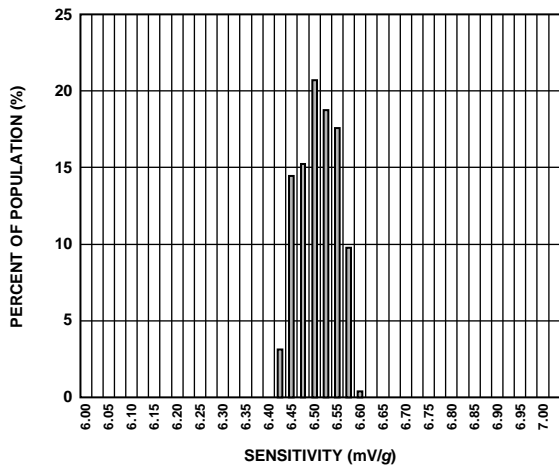


图9. X轴灵敏度(25°C, $V_S = 3\text{ V}$)

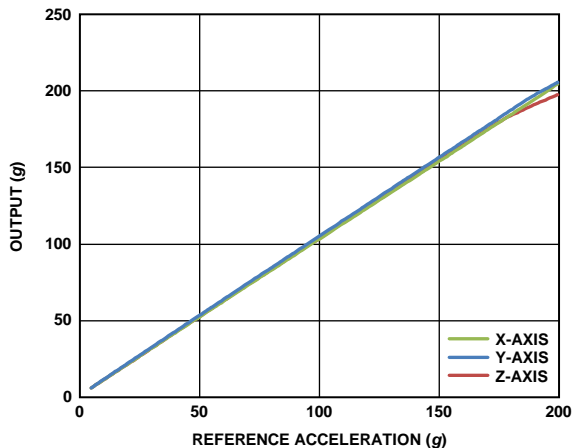


图12. 动态范围内的典型输出线性度

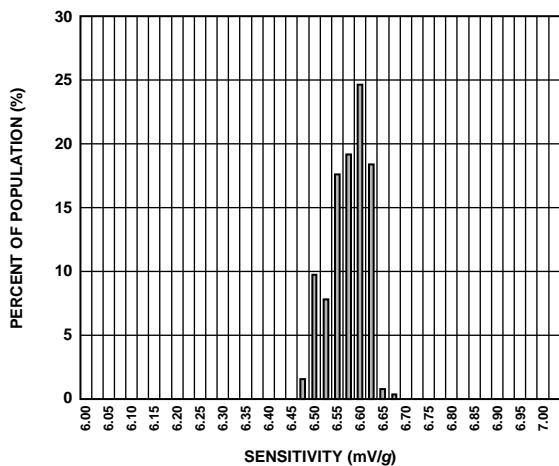


图10. Y轴灵敏度(25°C, $V_S = 3\text{ V}$)

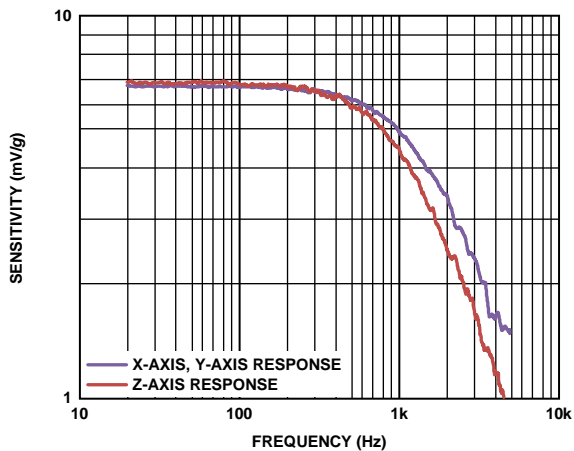


图13. 典型频率响应

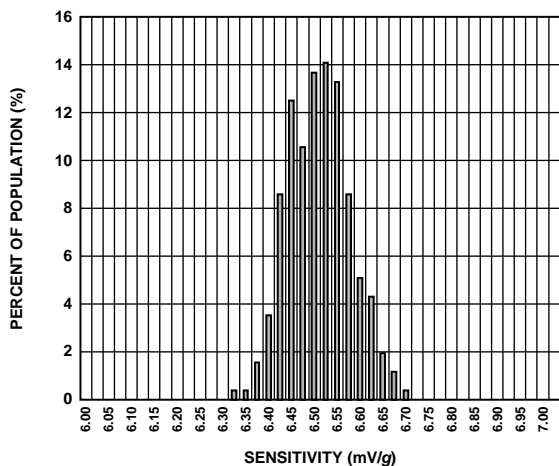


图11. Z轴灵敏度(25°C, $V_S = 3\text{ V}$)

工作原理

ADXL377是一款完整的3轴加速度测量系统，典型测量范围为 $\pm 200 g$ 。ADXL377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。加速度计可以测量倾斜检测应用中的静态重力加速度，以及运动、冲击或振动导致的动态加速度。

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块连接板组成，能对结构偏转进行测量。固定板由 180° 反相方波驱动。加速度使活动质量块偏转，使差分电容失衡，从而使传感器输出的幅度与加速度成比例。然后，使用相敏解调技术决定加速度的幅度和方向。

解调输出经放大，然后通过 $32 k\Omega$ 电阻输出片外。用户随后通过添加电容，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。

机械传感器

ADXL377采用单一架构检测x轴、y轴和z轴的加速度。因此，这三个检测方向具有很高的正交特性且跨轴灵敏度很低。传感器芯片与封装或封装与PCB之间的机械对齐误差是影响跨轴灵敏度的主要原因。可在系统水平上校准机械对齐误差。

性能

ADXL377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高性能。因此，它既没有量化误差，也不存在非单调性，并且温度迟滞极低。

应用信息

电源去耦

对于大部分应用而言，可将单个0.1μF电容 C_{DC} 放置在ADXL377电源引脚附近，以便对加速度计充分去耦，从而消除电源噪声。然而，对于某些应用中，有与内部时钟频率50 kHz相同的噪声(或任何谐波)而言，则需额外注意对电源进行旁路，因为该噪声可导致加速度测量的误差。

若需进一步去耦，则可在电源线中加入一个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或更大)。确保ADXL377地到电源地的连接具有低阻抗，因为通过地传输的噪声与通过 V_S 传输的噪声具有类似的效应。

利用CX、CY和CZ设置带宽

ADXL377可提供 X_{OUT} 、 Y_{OUT} 和 Z_{OUT} 引脚的限带功能。每个引脚都必须添加一个电容，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：

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

或简化为：

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

内部电阻(R_{FILT})的容差通常在其标称值(32 kΩ)的±15%范围内变动，并且带宽也随之变动。在所有情况下， C_x 、 C_y 和 C_z 所需的最小电容为1000 pF。

表4. C_x 、 C_y 和 C_z 的滤波器电容值选择

带宽(Hz)	电容值(μF)
50	0.10
100	0.05
200	0.025
500	0.01
1000	0.005

自测

ST引脚控制自测功能。当该引脚设为 V_S 时，会有静电施加于加速度计的横梁上，使横梁移动，以使用户测试加速度计是否正常工作。针对x轴，输出的典型变化为-1.08 g(对应-6.5 mV)；针对y轴为+1.08 g(对应+6.5 mV)；针对z轴为+1.83 g(对应+11.5 mV)。正常使用中，ST引脚可留作开路或接地(GND)。

不要使ST引脚上的电压超过 $V_S + 0.3 \text{ V}$ 。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正向电压的箝位二极管连接ST与 V_S 。

选择滤波器特性：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} 、 Y_{OUT} 和 Z_{OUT} 的模拟滤波器带宽。

ADXL377的典型输出带宽为1000 Hz。用户必须在该处过滤波信号，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。

ADXL377的噪声具有高斯白噪声的特征，在所有频率下都会造成相同的效果，以 $\mu\text{g}/\sqrt{\text{Hz}}$ 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ADXL377的噪声典型值可以通过下式确定：

$$rms \text{ Noise} = \text{Noise Density} \times (\sqrt{BW \times 1.6})$$

它通常用于计算噪声的均方根值。峰峰值噪声仅可采用统计方法估算。表5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5. 峰峰值噪声估算

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

ADXL377

加速度灵敏度轴

图14显示加速度计的灵敏度轴。图15显示加速度计分别与每条轴平行放置时的输出响应。

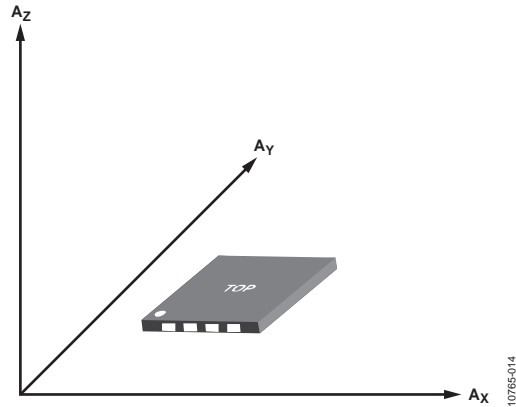


图14. 加速度灵敏度轴(沿敏感轴加速时相应输出电压增加)

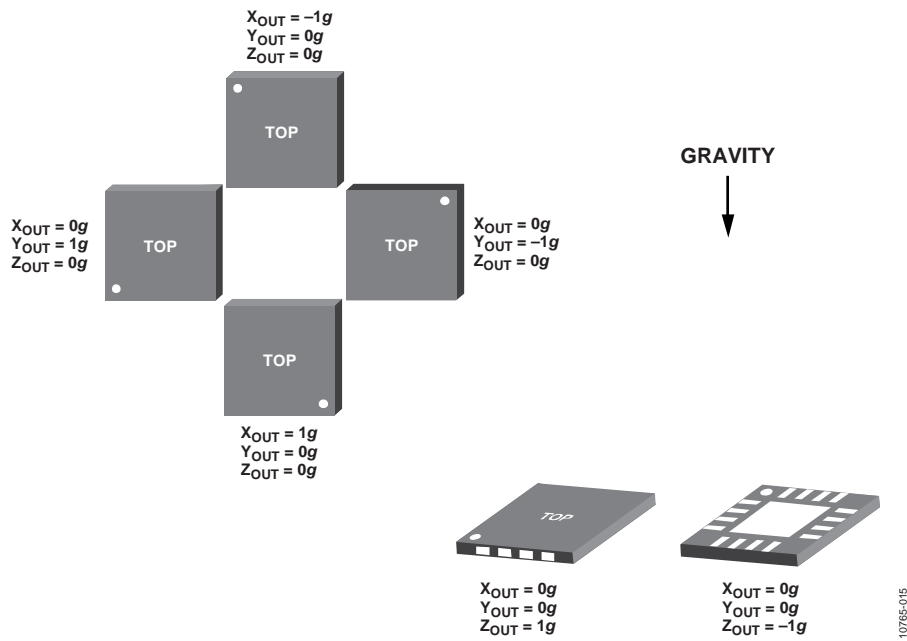


图15. 输出响应与相对于重力的方向的关系

布局和设计建议

图16显示推荐的焊接温度曲线；表6描述了曲线的特性。图17给出了推荐的印刷电路(PCB)布局布线及焊盘图形。

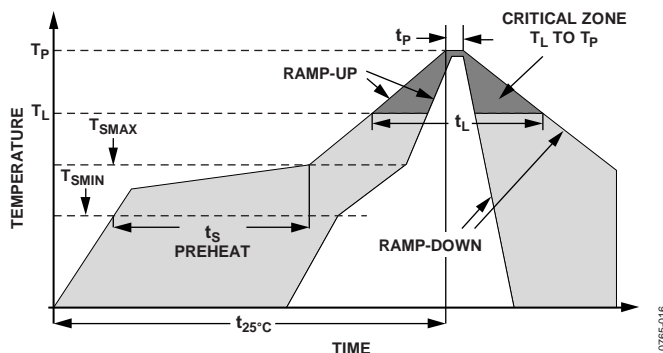


图16 推荐的焊接温度曲线

表6. 推荐的焊接温度曲线

曲线特征	Sn63/Pb37	无铅
平均斜坡速率(T_L 至 T_p)	3°C/秒, 最大值	3°C/秒, 最大值
预热		
最低温度(T_{SMIN})	100°C	150°C
最高温度(T_{SMAX})	150°C	200°C
时间, T_{SMIN} 至 T_{SMAX} (t_s)	60秒至120秒	60秒至180秒
斜升速率(T_{SMAX} 至 T_L)	3°C/秒, 最大值	3°C/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°C	217°C
峰值温度(T_p)	240°C + 0°C/-5°C	260°C + 0°C/-5°C
实际峰值温度±5°C以内的时间(t_p)	10秒至30秒	20秒至40秒
斜降速率(T_p 至 T_L)	6°C/秒, 最大值	6°C/秒, 最大值
从25°C ($t_{25°C}$)至峰值温度的时间	6分钟, 最大值	8分钟, 最大值

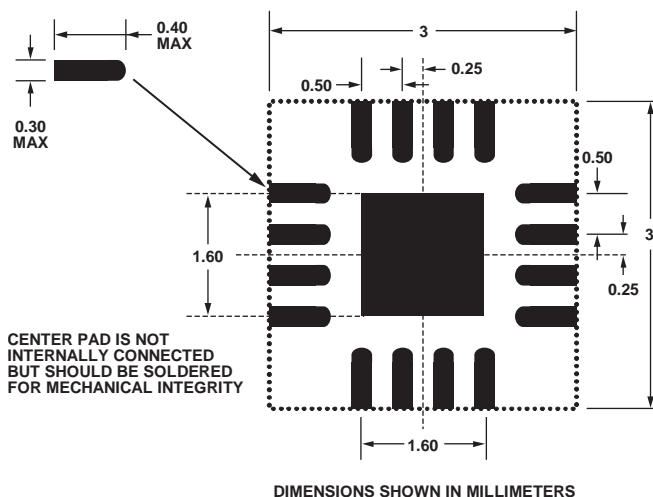
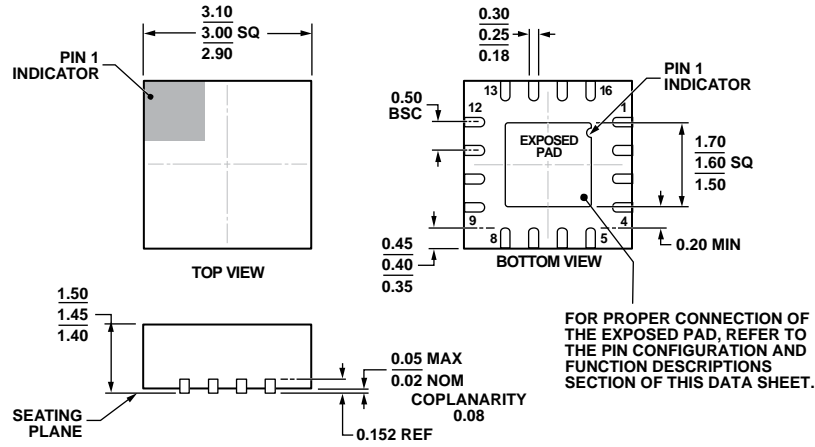


图17. 推荐的PCB布局

ADXL377

外形尺寸



04-27-2010-A

图18. 16引脚架构芯片级封装[LFCSP_LQ]
3 mm × 3 mm厚四方体(CP-16-28)
尺寸单位: mm

订购指南

型号 ¹	测量范围	额定电压	温度范围	封装描述	封装选项	标识
ADXL377BCPZ-RL	±200 g	3 V	-40°C 至 +85°C	16引脚 LFCSP_LQ	CP-16-28	Y4P
ADXL377BCPZ-RL7	±200 g	3 V	-40°C 至 +85°C	16引脚 LFCSP_LQ	CP-16-28	Y4P
EVAL-ADXL377Z				评估板		

¹ Z = 符合RoHS标准的器件。

图17. 推荐的PCB布局