

产品特性

可在宽频率范围内提供高振动抑制特性
 超快启动时间: 3 ms
 测量范围可扩大至 $\pm 50,000^\circ/\text{s}$
 抗冲击能力: 10,000 g
 输出与基准电源成比率
 5 V单电源供电
 Z轴(偏航角速度)响应
 工作温度: -40°C 至 $+105^\circ\text{C}$
 根据数字命令执行自测
 超小尺寸、重量轻($<0.15 \text{ cc}$ 、 $<0.5 \text{ g}$)
 温度传感器输出
 符合RoHS标准

应用

运动设备
 工业应用
 平台稳定
 高速转速测定

概述

ADXRS649是一款功能完备、成本低廉的角速率传感器(陀螺仪), 采用ADI公司已取得专利的大规模BiMOS表面微加工工艺制造, 单芯片上实现了完整的陀螺仪。ADXRS649采用先进的差分四传感器设计, 可抑制线性加速度的影响, 能够在恶劣的冲击和振动环境中执行速率检测。

输出信号RATEOUT (B1, A2)是电压值, 与围绕封装上表面法线轴转动的角速率成比例。输出与所提供的基准电源成比率。使用一个外部电容设置带宽。通过增加一个外部电阻, 可将测量范围扩大至 $\pm 50,000^\circ/\text{s}$ 。

该器件耗电量低(3.5 mA), 非常省电。启动时间超快(3 ms), 陀螺仪可快速完成周期供电。以10 SPS(每秒采样数)的速率工作时, 一对CR2032纽扣电池可以使ADXRS649持续工作三个月。

该器件提供温度输出, 用于补偿技术。两路数字自测输入通过机电方式激励传感器, 以测试传感器和信号调理电路是否正常工作。ADXRS649提供 $7 \text{ mm} \times 7 \text{ mm} \times 3 \text{ mm}$ CBGA芯片级封装。

功能框图

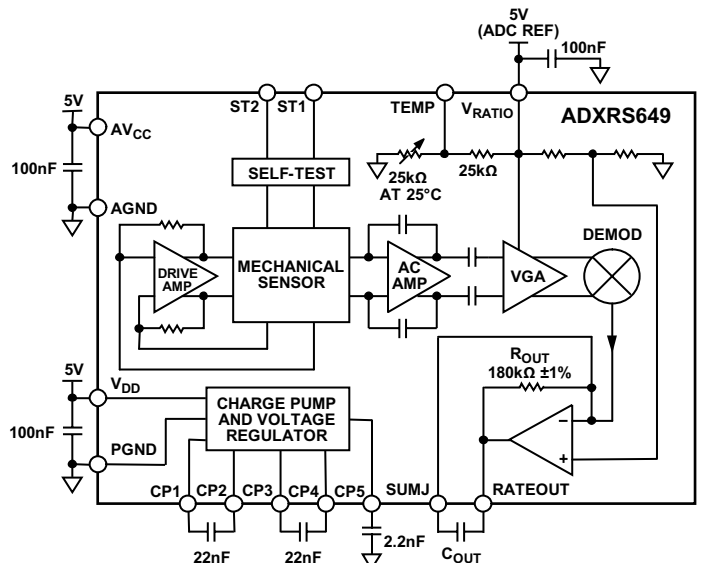


图1.

Rev. B

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 ©2010–2012 Analog Devices, Inc. All rights reserved.
 Technical Support www.analog.com

目录

特性.....	1	典型性能参数.....	6
应用.....	1	工作原理.....	9
概述.....	1	设置带宽.....	9
功能框图.....	1	温度输出和校准.....	10
修订历史.....	2	修改测量范围.....	10
技术规格.....	3	零点偏置调整.....	10
绝对最大额定值.....	4	自测功能.....	10
速率敏感轴.....	4	连续自测.....	10
ESD警告.....	4	外形尺寸.....	11
引脚配置和功能描述.....	5	订购指南.....	11

修订历史

2012年10月—修订版A至修订版B

更改图1.....	1
将传感器谐振频率最小参数从16 kHz改为15.5 kHz.....	1
将传感器谐振频率典型参数从18 kHz改为17.5 kHz.....	3

2011年3月—修订版0至修订版A

更改“订购指南”.....	11
---------------	----

2010年12月—修订版0：初始版

技术规格

保证所有最低和最高技术规格。无法保证典型技术规格。

除非另有说明， $T_A = -40^{\circ}\text{C}$ 至 $+105^{\circ}\text{C}$ ， $V_S = AV_{CC} = V_{DD} = V_{RATIO} = 5\text{ V}$ ，角速度 = $0^{\circ}/\text{s}$ ，带宽 = 80 Hz ($C_{OUT} = 0.01\text{ }\mu\text{F}$)， $I_{OUT} = 100\text{ }\mu\text{A}$ ， $\pm 1\text{ g}$ 。

表1.

参数	测试条件/注释	最小值	典型值	最大值	单位
灵敏度 ¹	顺时针旋转为正输出				
测量范围 ²	额定范围内的满量程范围		$\pm 20,000$		$^{\circ}/\text{sec}$
初始温度和过温	-40°C 至 $+105^{\circ}\text{C}$	0.08	0.1	0.12	$\text{mV}/^{\circ}/\text{sec}$
温度漂移 ³			± 2		%
非线性度	最佳拟合直线		0.1		% of FS
零点偏置 ¹					
零点偏置	-40°C 至 $+105^{\circ}\text{C}$	2.4	2.5	2.6	V
线性加速度效应	任意轴		0.1		$^{\circ}/\text{sec}/\text{g}$
振动校正	40 g rms, 50 Hz至27 kHz		0.0006		$^{\circ}/\text{sec}/\text{g}^2$
噪声性能					
速率噪声密度	$T_A = 25^{\circ}\text{C}$ $T_A = 105^{\circ}\text{C}$		0.25 0.4		$^{\circ}/\text{sec}/\sqrt{\text{Hz}}$ $^{\circ}/\text{sec}/\sqrt{\text{Hz}}$
本底分辨率	$T_A = 25^{\circ}\text{C}$ ，运动中1分钟到1小时		200		$^{\circ}/\text{hr}$
频率响应					
带宽 ⁴	$\pm 3\text{ dB}$ 用户可调符合规格		2000		Hz
传感器谐振频率		15.5	17.5	20	kHz
自测 ¹					
ST1 RATEOUT响应	ST1引脚从逻辑0变为逻辑1		-1300		$^{\circ}/\text{sec}$
ST2 RATEOUT响应	ST2引脚从逻辑0变为逻辑1		1300		$^{\circ}/\text{sec}$
ST1至ST2不匹配 ⁵			± 2		%
逻辑1输入电压		3.3			V
逻辑0输入电压				1.7	V
输入阻抗	至公共端	40	50	100	k Ω
温度传感器 ¹					
V_{OUT} (25°C 时)	负载 = $10\text{ M}\Omega$ $T_A = 25^{\circ}\text{C}$, $V_{RATIO} = 5\text{ V}$	2.3	2.4	2.5	V
比例系数 ⁶			9		$\text{mV}/^{\circ}\text{C}$
V_S 负载			25		k Ω
公共端负载			25		k Ω
开启时间 ⁷	上电至最终输出的 $\pm 90\%$ ， $CP5 = 2.2\text{ nF}$		3		ms
输出驱动能力					
电流驱动	额定性能			200	μA
容性负载驱动				1000	pF
电源					
工作电压(V_S)		4.75	5.00	5.25	V
静态电源电流			3.5		mA
温度范围					
额定性能		-40		+105	$^{\circ}\text{C}$

¹ 参数与 V_{RATIO} 成线性比率关系。

² 测量范围可能是最大的范围，包括输出摆幅范围、初始失调、灵敏度、失调漂移和灵敏度漂移（5V电源）。

³ $+25^{\circ}\text{C}$ 至 -40°C 或 $+25^{\circ}\text{C}$ 至 $+105^{\circ}\text{C}$

⁴ 通过外部电容 C_{OUT} 调整。带宽降至 0.01 Hz 以下不会进一步改善噪声。

⁵ 自测不匹配定义为 $(ST2 + ST1)/((ST2 - ST1)/2)$ 。

⁶ 比例系数针对 25°C 至 26°C 的温度变化， V_{TEMP} 与 V_{RATIO} 成比率关系。详情见“温度输出和校准”部分。

⁷ 基于特性测试。

ADXRS649

绝对最大额定值

表2.

参数	额定值
加速度(任意轴, 0.5 ms)	
未上电	10,000 g
上电	10,000 g
V_{DD}, AV_{CC}	-0.3 V至+6.0 V
V_{RATIO}	AV_{CC}
ST1, ST2	AV_{CC}
输出短路持续时间 (任意引脚接公共端)	未定
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。

掉在坚硬表面上可能会引起高于10,000 g的冲击, 甚至超过器件绝对最大额定值。搬运时应小心, 避免损坏器件。

速率敏感轴

ADXRS649是z轴速率检测器件(也称为偏航角速率检测器件)。当它绕封装顶部的法线轴(即俯视封装盖)顺时针旋转时, 可产生正输出电压。

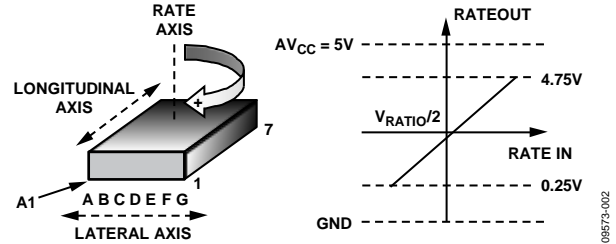


图2. 顺时针旋转时RATEOUT信号增大

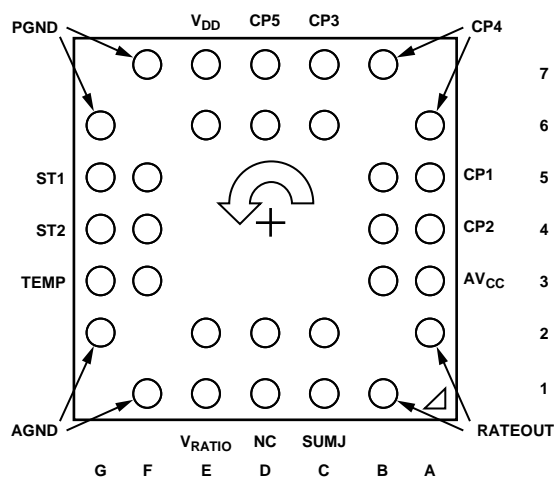
ESD警告



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. DO NOT CONNECT TO THIS PIN.

图3. 引脚配置

表3. 引脚功能描述

引脚编号	引脚名称	说明
D6, D7	CP5	高压滤波器电容(2.2 nF)。
A6, B7	CP4	电荷泵电容(22 nF)。
C6, C7	CP3	电荷泵电容(22 nF)。
A5, B5	CP1	电荷泵电容(22 nF)。
A4, B4	CP2	电荷泵电容(22 nF)。
A3, B3	AV _{CC}	正模拟电源。
B1, A2	RATEOUT	速率信号输出。
C1, C2	SUMJ	输出放大器求和点。
D1, D2	NC	请勿连接到这些引脚。
E1, E2	V _{RATIO}	比率输出的参考电源。
F1, G2	AGND	模拟电源回路。
F3, G3	温度	温度电压输出。
F4, G4	ST2	传感器自测2。
F5, G5	ST1	传感器自测1。
G6, F7	PGND	电荷泵电源回路。
E6, E7	V _{DD}	正电荷泵电源。

典型性能参数

除非另有说明，所有直方图的N均大于1000。

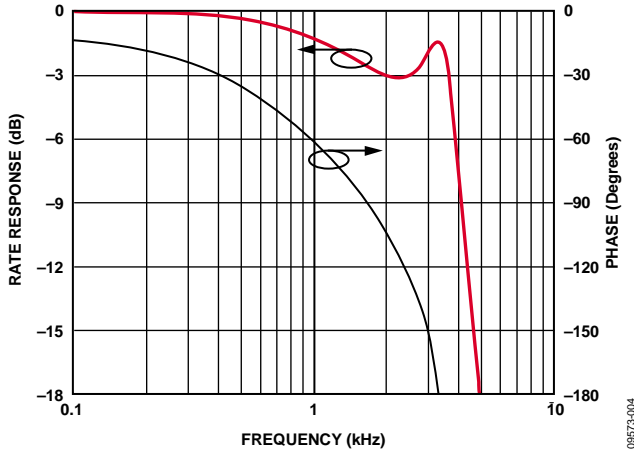


图4. 典型速率和相位响应与频率的关系
($C_{OUT} = 470 \text{ pF}$, 串联RC低通滤波器为 $3.3 \text{ k}\Omega$ 和 22 nF)

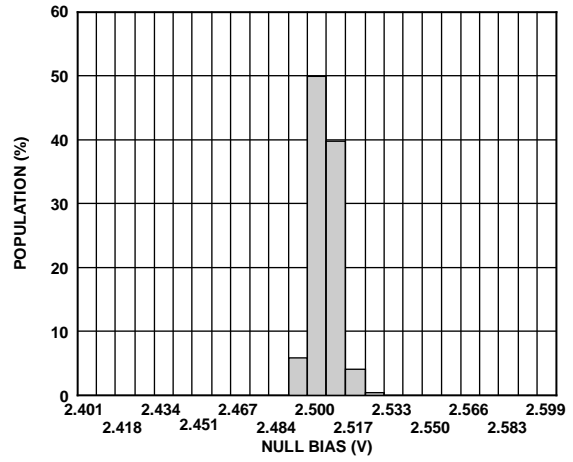


图7. 25°C时零点偏置

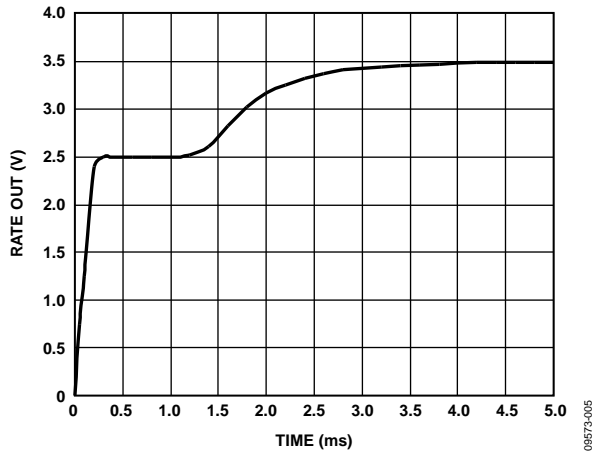


图5. 在RATEOUT输出引脚上的典型启动性能

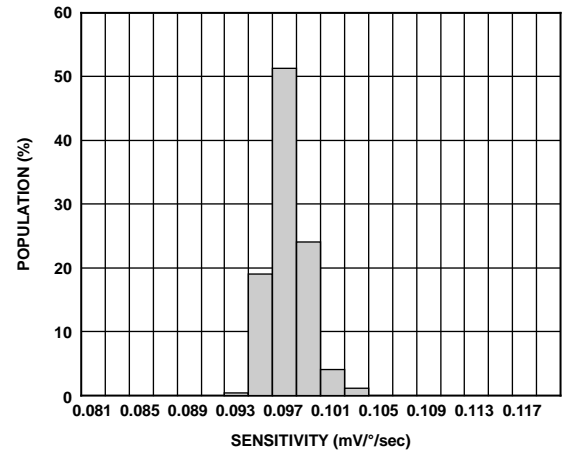


图8. 25°C时的灵敏度

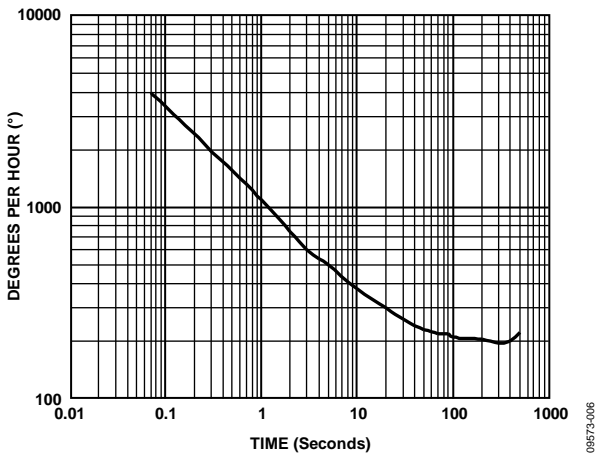


图6. 25摄氏度时的典型艾伦偏差平方根与均值时间的关系

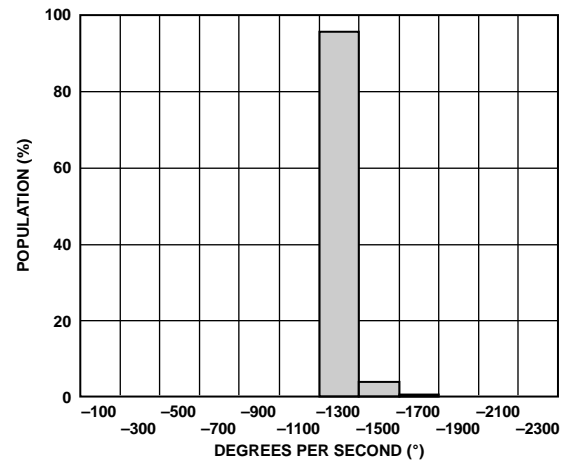


图9. 25°C时的ST1输出变化($V_{RATIO} = 5 \text{ V}$)

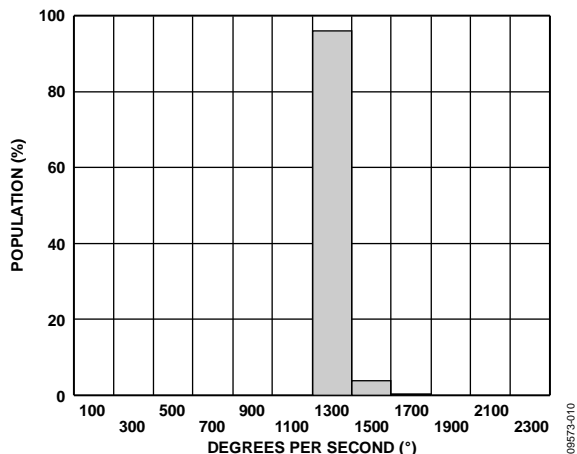


图10. 25°C时的ST2输出变化($V_{RATIO} = 5 V$)

09573-010

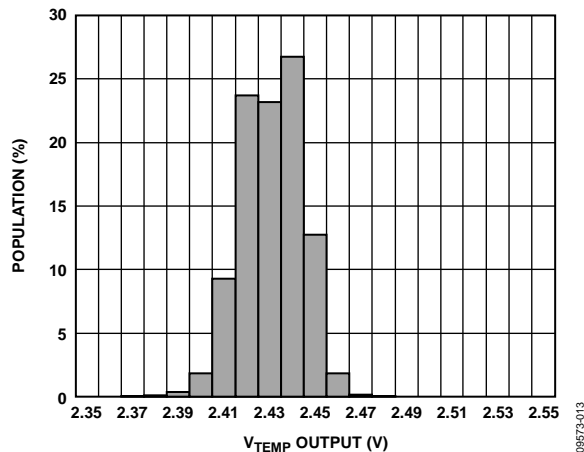


图13. 25°C时的 V_{TEMP} 输出($V_{RATIO} = 5 V$)

09573-013

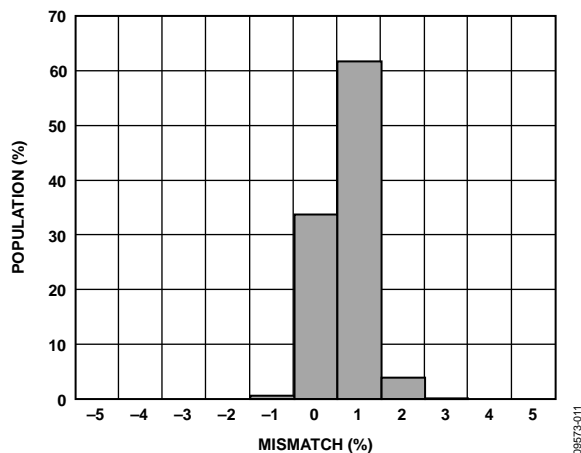


图11. 25°C时的自测不匹配($V_{RATIO} = 5 V$)

09573-011

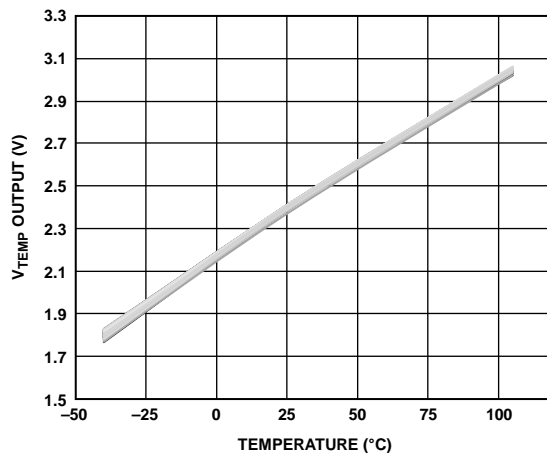


图14. 整个温度范围内的 V_{TEMP} 输出, 256个器件($V_{RATIO} = 5 V$)

09573-014

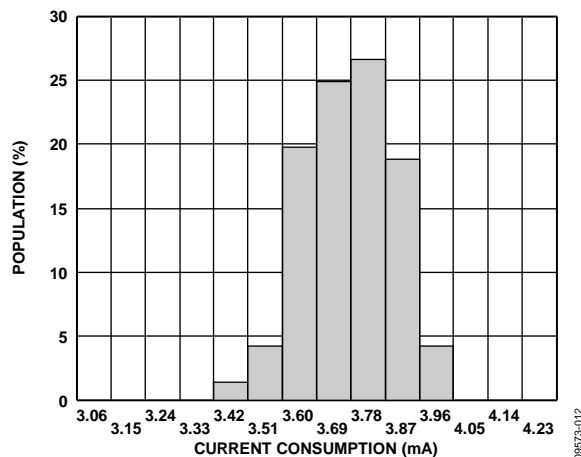


图12. 25°C时的功耗($V_{RATIO} = 5 V$)

09573-012

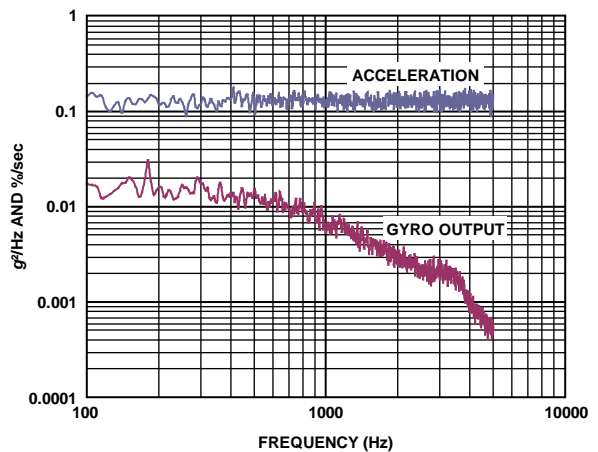


图15. 对25g RMS随机振动的典型响应 (50 Hz至5 kHz, 传感器带宽 = 1 kHz)

09573-015

ADXRS649

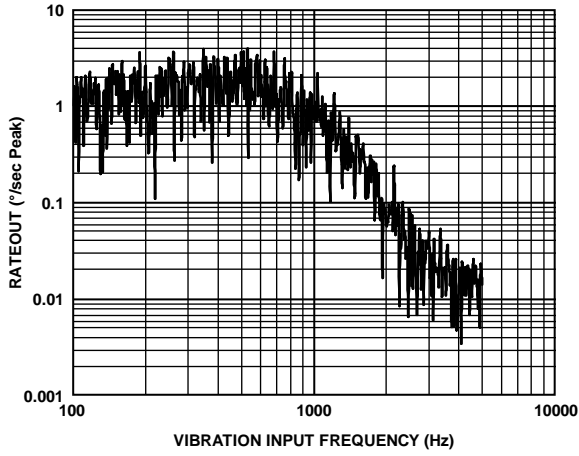


图16. 对10 g RMS正弦振动的典型响应
(传感器带宽 = 1 kHz)

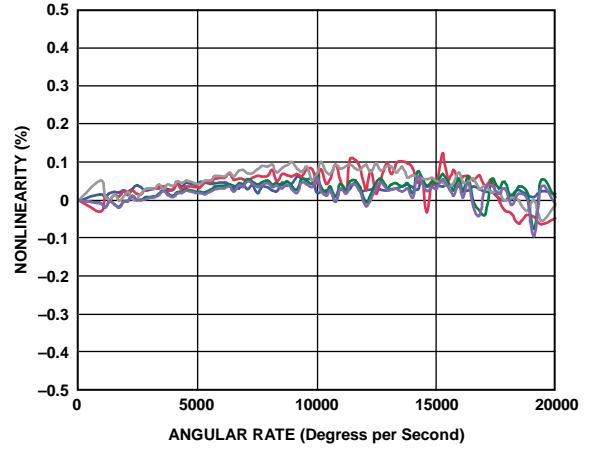


图17. 典型非线性(4个典型器件)

工作原理

ADXRS649使用谐振器陀螺仪原理工作。图18是四种多晶硅检测结构之一的简化图。每个检测结构均包含一个振动框架，通过静电驱动到谐振状态。这会产生必要的速度，从而在旋转期间产生科里奥利力。ADXRS649设计用于感应Z轴(偏航)角速度。

当检测结构旋转时，产生的科氏力耦合至外部检测框架，该框架包含置于固定拾拾器指之间的可动指。这样便形成一个容性拾拾结构来检测科氏运动。检测到的信号被馈送至一系列增益和解调级，产生电速率信号输出。四传感器设计可抑制线性和角加速度，包括外部重力和振动。四传感结构以机械方式耦合四个检测结构，使外部重力表现为可通过ADXRS649中实施的完全差分架构来消除的共模信号，因而可进行抑制。

静电谐振器的工作电压为13 V至15 V。由于大多数应用一般只提供5 V电压，因此芯片内包括一个电荷泵。如果提供13 V至15 V外部电源，则可以省略CP1至CP4上的两个电容，将此电源连接到CP5(引脚D6、D7)。ADXRS649上电时，CP5

不应接地。虽然不会造成损坏，但在某些情况下，如果不先断开ADXRS649的电源，则断开接地后电荷泵可能无法启动。

设置带宽

外部电容 C_{OUT} 与片内电阻 R_{OUT} 一起构成一个低通滤波器，用于限制ADXRS649速率响应的带宽。 -3 dB频率由 R_{OUT} 和 C_{OUT} 设置：

$$f_{OUT} = 1 / (2 \times \pi \times R_{OUT} \times C_{OUT})$$

可以精确控制 f_{OUT} ，因为在制造期间 R_{OUT} 可调整至180 k Ω 。在RATEOUT引脚(B1、A2)和SUMJ引脚(C1、C2)之间连接的任何外部电阻将导致：

$$R_{OUT} = (180 \text{ k}\Omega \times R_{EXT}) / (180 \text{ k}\Omega + R_{EXT})$$

由于陀螺仪的18 kHz谐振频率会造成解调时的高频噪声，可添加另一个滤波器(硬件)，以衰减解调尖峰引起的高频噪声。推荐由3.3 k Ω 串联电阻和22 nF并联电容(2.2 kHz极点)组成的RC输出滤波器。

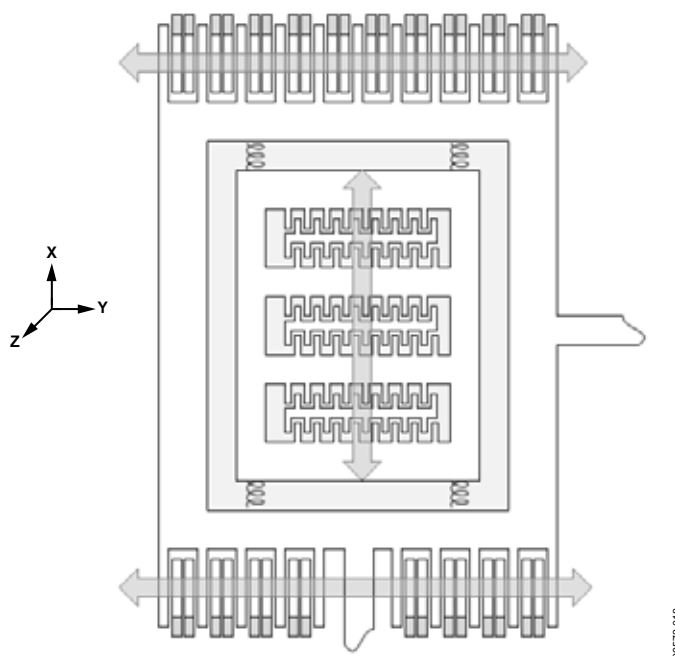


图18. 简化陀螺仪检测结构—芯片一角

ADXRS649

温度输出和校准

通过执行温度校准来提高陀螺仪的整体精度是常见做法。ADXRS649有一路电压输出与温度成比例，可以作为这种校准方法的输入。温度传感器结构如图19所示。温度输出呈非线性特征，任何连接到TEMP输出的负载电阻都会导致TEMP输出和温度系数降低。因此，建议缓冲该输出。

25°C时TEMP引脚(F3、G3)的标称电压为2.5 V， $V_{RATIO} = 5 V$ 。在25°C时，温度系数约为9 mV/°C。虽然TEMP输出的重复度高，但绝对精度不高。

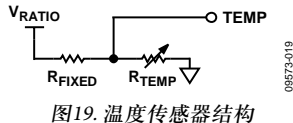


图19. 温度传感器结构

修改测量范围

在RATEOUT和SUMJ引脚之间增加单个120 kΩ电阻，可以降低ADXRS649比例因子，把测量范围扩展到近±50,000°/s。如果在RATEOUT和SUMJ之间增加外部电阻， C_{OUT} 必定要按比例增加才能保持正确的带宽。

零点偏置调整

2.5 V标称零点偏置针对的是RATEOUT(B1、A2)的对称摆幅范围。然而，某些应用可能需要非对称的输出摆幅。将适当的电流注入SUMJ(C1、C2)可以调整零点偏置。注意，电源干扰可能会引起某种程度的零点偏置不稳定现象。这种情况下应特别注意避免数字电源噪声。

自测功能

ADXRS649具有自测功能，可以让各检测结构和相关电子电路如同受到角速率效应一样。自测功能由施加于输入ST1(F5、G5)、输入ST2(F4、G4)或以上二者的标准逻辑高电平启动。ST1会让RATEOUT电压产生约-0.15 V变化，ST2会引起相反的+0.15 V变化。自测响应遵循封装大气的粘度温度相关性，约为0.25%/°C。

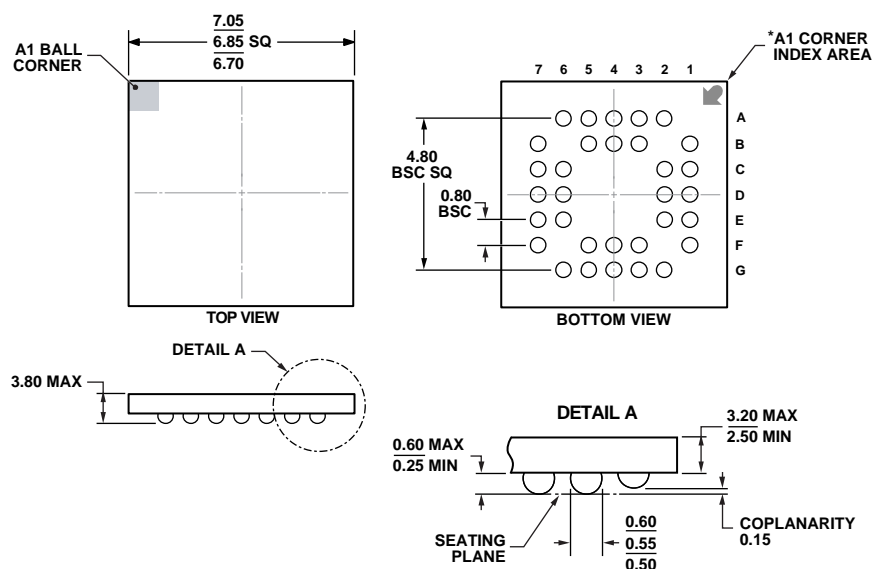
同时启动ST1和ST2不会损坏器件。ST1与ST2匹配严格(±2%)，但同时启动二者可能会引起与自测不匹配度成比例的较小的零点偏移。

对ST1和ST2引脚施加一个等于 V_{RATIO} 的电压可以启动ST1和ST2。施加于ST1和ST2的电压不得大于 AV_{CC} 。

连续自测

ADXRS649的单芯片集成度使它比任何其它采用大规模制造方法获得的产品具有更高的可靠性。此外，它采用成熟的BiMOS工艺制造，该工艺的可靠性已得到实际验证。作为额外的故障检测措施，器件上电时可以执行自测。然而，某些应用可能必须在速率检测的同时执行连续自测。有关连续自测技术的详细说明，另请参考应用笔记AN-768“使用连续自测模式的ADXRS150/ADXRS300”。

外形尺寸



BALL DIAMETER
 *BALL A1 IDENTIFIER IS GOLD PLATED AND CONNECTED TO THE D/A PAD INTERNALLY VIA HOLES.

10-26-2009-B

图20. 32引脚陶瓷球栅阵列封装[CBGA]
 (BG-32-3)
 尺寸单位: mm

订购指南

型号 ¹	温度范围	封装描述	封装选项
ADXRS649BBGZ-RL	-40°C至+105°C	32引脚陶瓷球栅阵列[CBGA]	BG-32-3
ADXRS649BBGZ	-40°C至+105°C	32引脚陶瓷球栅阵列[CBGA]	BG-32-3
EVAL-ADXRS649Z		评估板	

¹ Z = 符合RoHS标准的器件。

注释