

产品特性

整个工作温度范围内出色的零点失调稳定性
 可在宽频率范围内提供高振动抑制特性
 抗冲击能力: 2,000 g
 16位数字SPI数字输出
 低噪声
 连续自测
 故障安全功能
 温度传感器
 3.3 V和5 V电源供电
 -40°C至+105°C工作电压
 小型薄型工业标准SOIC封装, 提供偏航角速度(Z轴)响应
 通过汽车应用认证

应用

汽车导航

概述

ADXRS810是一款角速度传感器(陀螺仪), 主要用于汽车导航应用。它采用先进的差分四传感器设计, 可抑制线性加速度的影响, 能够在极其恶劣的冲击和振动环境中工作。

ADXRS810采用内部连续自测架构。机电系统的完整性通过以下方法来检查: 对检测结构施加一个高频静电力, 以便产生一个速度信号, 将该速度信号与基带速度数据区分开来, 并进行内部分析。

ADXRS810能够检测高达 $\pm 300^\circ/\text{s}$ 的角速度。角速度数据以16位字的形式提供, 作为32位SPI消息的一部分。

ADXRS810提供空腔塑封16引脚SOIC封装, 能够在3.3 V至5 V的宽电压范围内和-40°C至105°C的温度范围内工作。

功能框图

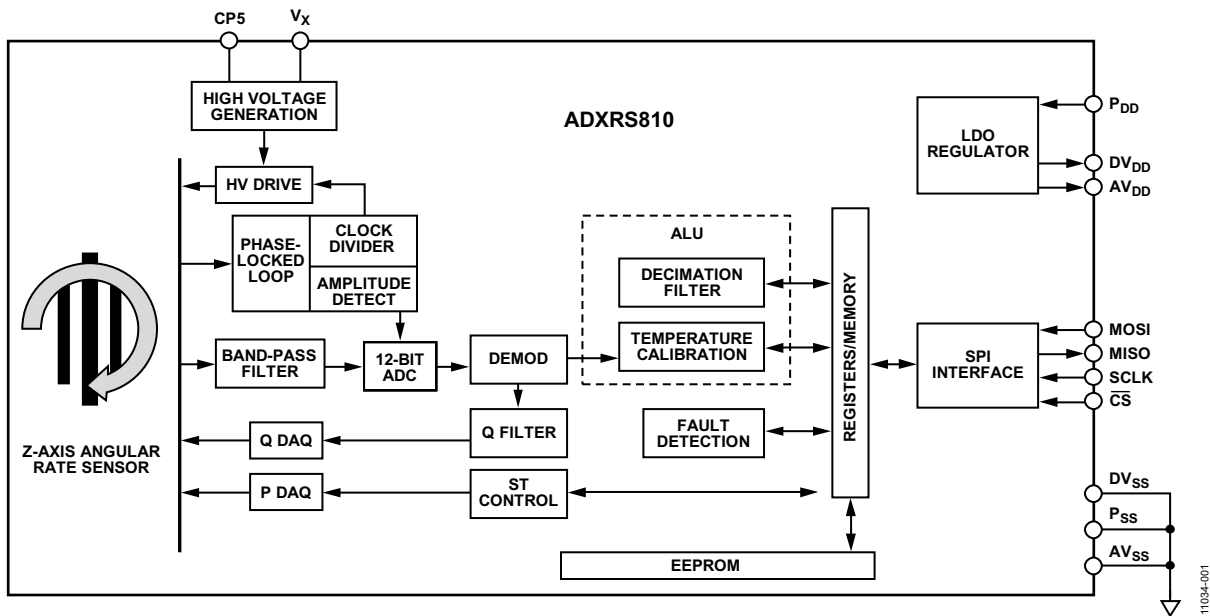


图1.

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

目录

特性.....	1	SPI通信协议一位定义.....	15
应用.....	1	命令/响应位定义.....	15
概述.....	1	ADXRS810故障寄存器位定义.....	17
功能框图.....	1	CHK位置位：推荐的启动程序.....	19
修订历史.....	2	SPI速度数据格式.....	20
技术规格.....	3	ADXRS810存储器映射.....	21
绝对最大额定值.....	5	存储器寄存器定义.....	22
热阻.....	5	0x00 RATE1、0x01 RATE0.....	22
速度敏感轴.....	5	0x02 TEM1、0x03 TEM0.....	22
ESD警告.....	5	0x04 LOCST1、0x05 LOCST0.....	22
引脚配置和功能描述.....	6	0x06 HICST1、0x07 HICST0.....	22
典型性能参数.....	7	0x08 QUAD1、0x09 QUAD0.....	22
工作原理.....	9	0x0A FAULT1、0x0B FAULT0.....	23
连续自测.....	9	0x0C PID1、0x0D PID0.....	23
应用信息.....	10	0x0E SN3、0x0F SN2、0x10 SN1、0x11 SN0.....	23
校准性能.....	10	建议PCB布局.....	24
机械安装注意事项.....	10	焊接温度曲线.....	25
应用电路.....	10	封装标识码.....	26
ADXRS810信号链时序.....	11	外形尺寸.....	27
SPI通信特性.....	12	订购指南.....	27
SPI通信协议—应用.....	13	汽车应用级产品.....	27
器件数据锁存.....	13		
命令/响应.....	14		

修订历史

2012年10月—修订版0：初始版

技术规格

规格条件: $T_A = 25^\circ\text{C}$, $P_{DD} = 5\text{ V}$, 角速度 = $0^\circ/\text{s}$, 带宽 = $f_o/200$, $\pm 1\text{ g}$, 连续自测功能开启。

表1.

参数	测试条件/注释	符号	最小值	典型值	最大值	单位
测量范围	满量程范围	FSR	±300			°/sec
灵敏度	参见图2					
标称灵敏度				80		LSB/°/sec
灵敏度容差	25°C时			±1		%
灵敏度温漂	-40°C至+25°C或25°C至85°C		-3		+3	%
非线性度 ¹	最佳拟合直线			0.05		% FSR rms
跨轴灵敏度 ²				±3		%
零点						
零点精度	25°C时			±2		°/sec
零点温漂	-40°C至+25°C或25°C至85°C		-4		+4	°/sec
总零点精度 ¹	-40°C至+85°C		-8		+8	°/sec
零点漂移梯度	-40°C至+85°C		-0.1		+0.1	°/s/°C
噪声性能						
速度噪声密度	$T_A = 25^\circ\text{C}$ $T_A = -40^\circ\text{C}$ 至 105°C			0.015		°/sec/√Hz
				0.020		°/sec/√Hz
低通滤波器						
截止(-3 dB)频率	$f_o/200$, 见图10	f_{LP}		77.5		Hz
群延迟 ³	频率 = 0 Hz	t_{LP}	3.25	4	4.75	ms
传感器谐振频率		f_o	13	15.5	19	kHz
抗冲击和振动抗性						
线性加速度灵敏度	DC至5 kHz			0.03		°/sec/g
自测	参见“连续自测”部分					
幅度				2559		LSBs
故障寄存器阈值	与LOCST数据比较		2239		2879	LSBs
传感器数据状态阈值	与LOCST数据比较		1279		3839	LSBs
频率	$f_o/32$	f_{ST}		485		Hz
ST低通滤波器-3 dB频率	$f_o/8000$			1.95		Hz
ST低通滤波器群延迟 ³				64		ms
SPI通信						
时钟频率		f_{OP}			8.08	MHz
高电压输入	MOSI, \overline{CS} , SCLK	V_{IH}	$0.85 \times P_{DD}$		$P_{DD} + 0.3$	V
低电压输入	MOSI, \overline{CS} , SCLK	V_{IL}	-0.3		$P_{DD} \times 0.15$	V
低输出电压	MISO, 电流 = 3 mA	V_{OL}			0.5	V
高输出电压	MISO, 电流 = -2 mA	V_{OH}	$P_{DD} - 0.5$			V
输入/输出漏电流	MISO, MOSI, SCLK, $V_{OL} = 0\text{ V}$	I_{IL}	-0.1		0	μA
	MISO, MOSI, SCLK, $V_{OL} = P_{DD}$	I_{IH}	0		0.1	μA
内部上拉电流	\overline{CS} , $P_{DD} = 3.3\text{ V}$, $\overline{CS} = 0.15 \times P_{DD}$	I_{PU}		60	200	μA
	\overline{CS} , $P_{DD} = 5\text{ V}$, $\overline{CS} = 0.15 \times P_{DD}$			80	300	μA
温度传感器						
45°C时的值				0		LSB
比例因子				5		LSB/°C

ADXRS810

参数	测试条件/注释	符号	最小值	典型值	最大值	单位
电源						
电源电压		P_{DD}	3.15		5.25	V
静态电源电流		I_{DD}		6	10	mA
开启时间	上电至最终值的1/2/s或1%以内 (以先达到者为准)			100	500	ms
开关稳压器	参见应用电路部分					
CP5电源电流要求		I_{CP5}	0.1		1	mA
内部工作电压		V_{CP5}	22		25	V
内部电阻		R_{on}				
5 V电源				50		Ω
3.3 V电源				75		Ω
电流要求	外部电感的电流要求	I_{typ}				
5 V电源				35		mA
3.3 V电源				20		mA
温度范围		T_{MIN}, T_{MAX}	-40		+105	$^{\circ}C$

¹ 最小/最大限值至少为测定值的 $\pm 4\delta$ 。

² 跨轴灵敏度规格不含PCB上因器件安装而引起的效应。

³ 通过设计保证最小和最大限值。

绝对最大额定值

表2.

参数	额定值
加速度(任意轴, 无电, 0.5 ms)	2000 g
加速度(任意轴, 有电, 0.5 ms)	2000 g
电源电压(P_{DD})	-0.3 V至+6.0 V
输出短路持续时间(任意引脚接公共端)	不定
工作温度范围	-40°C至+125°C
存储温度	-40°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。

热阻

θ_{JA} 针对最差条件, 即焊接在电路板上的器件为表贴封装。

表3. 热阻

封装类型	θ_{JA}	θ_{JC}	单位
16引脚 SOIC	191.5	25	°C/W

速度敏感轴

ADXRS810采用SOIC封装。对于围绕封装顶部法向轴的顺时针旋转, 该器件发送一个趋正LSB计数。相反, 对于围绕Z轴的逆时针旋转, 该器件发送一个趋负LSB计数。

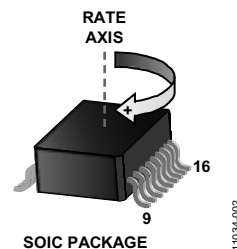


图2. 顺时针旋转时RATEOUT信号增大

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。

ADXRS810

引脚配置和功能描述

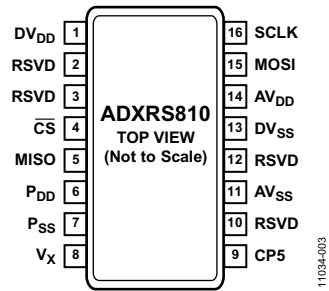


图3. 引脚配置

表4. 引脚功能描述

引脚编号	引脚名称	描述
1	DV _{DD}	数字调节电压输出。参见应用电路部分。
2, 3, 10, 12	RSVD	保留，仅供Analog Devices, Inc.使用。连接到GND。 ¹
4	\overline{CS}	片选。
5	MISO	主机输入/从机输出。
6	P _{DD}	电源电压。
7	P _{SS}	开关调节器接地(GND)。
8	V _X	高压开关节点。参见应用电路部分。
9	CP5	高压电源。参见应用电路部分。
11	AV _{SS}	模拟地(GND)。
13	DV _{SS}	数字信号地(GND)。
14	AV _{DD}	模拟调节电压输出。参见应用电路部分。
15	MOSI	主机输出/从机输入。
16	SCLK	SPI时钟。

¹ RSVD引脚必须连接到PCB地。为增强产品诊断功能，此连接应通过一条走线进行，而不要直接通过封装进行。有关PCB的正确连接，请参阅“建议PCB布局”部分。

典型性能参数

除非另有说明，N > 1000。

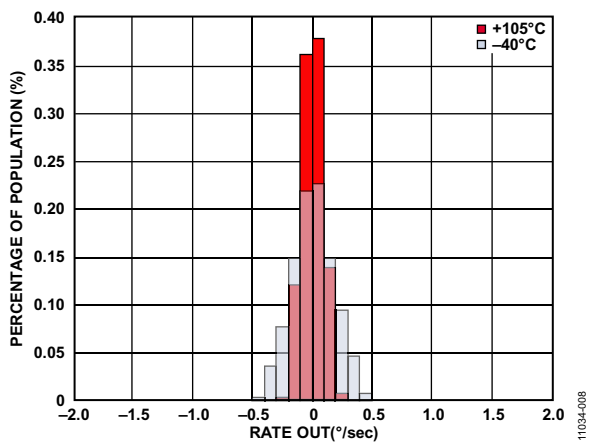


图4. 初始零点输出

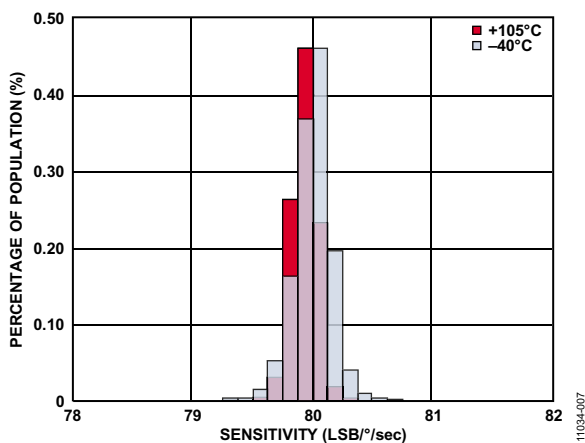


图7. 灵敏度

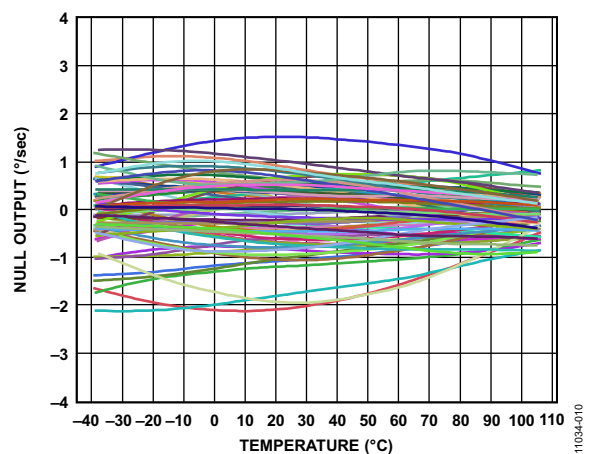


图5. 整个温度范围内的典型零点输出响应(N > 100)

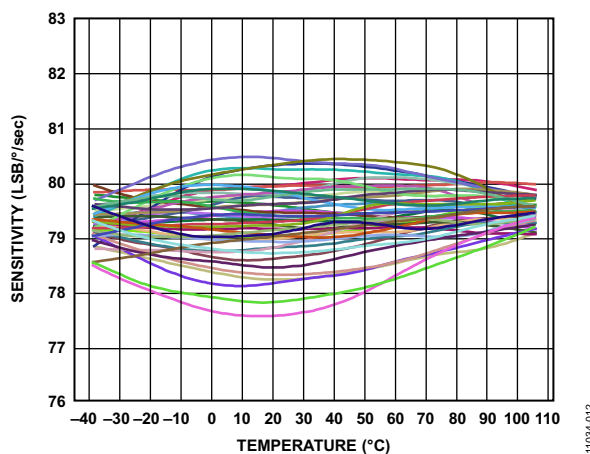


图8. 整个温度范围内的灵敏度(N > 100)

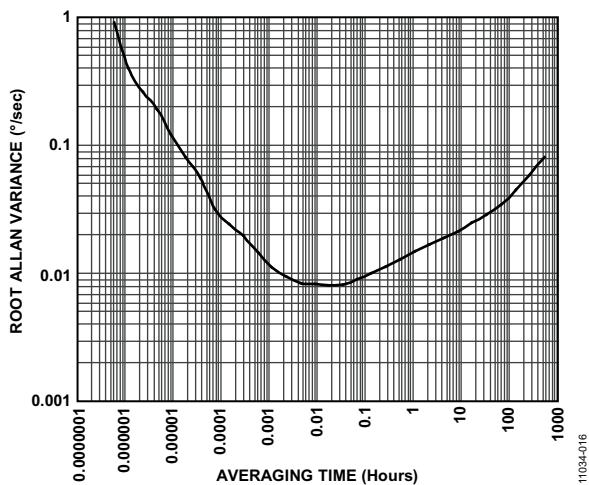


图6. 105°C时的典型Allan方差平方根

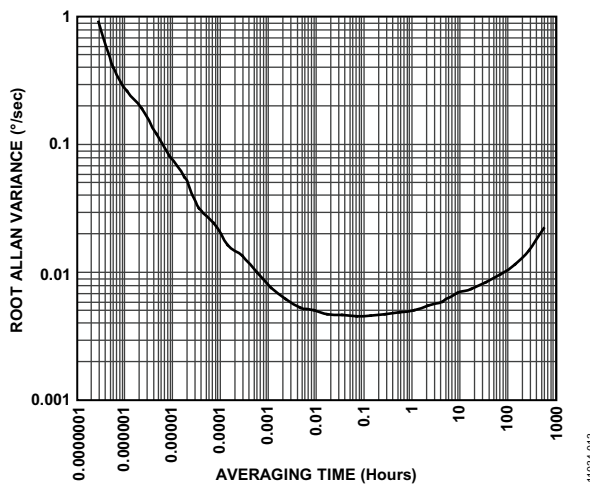


图9. -40°C时的典型Allan方差平方根

ADXRS810

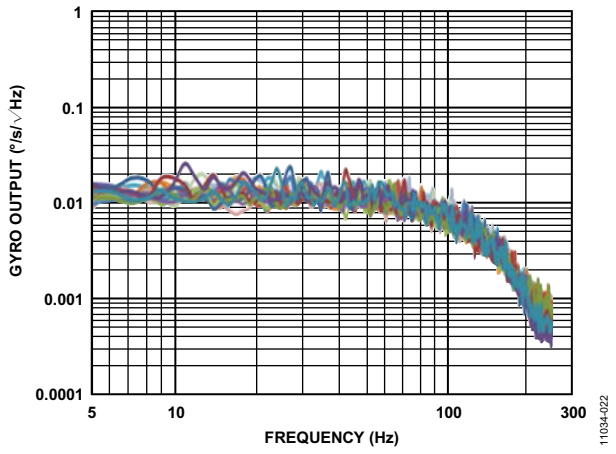


图10. DUT对随机振动的典型响应
(5 Hz至5 kHz, 15 g RMS)

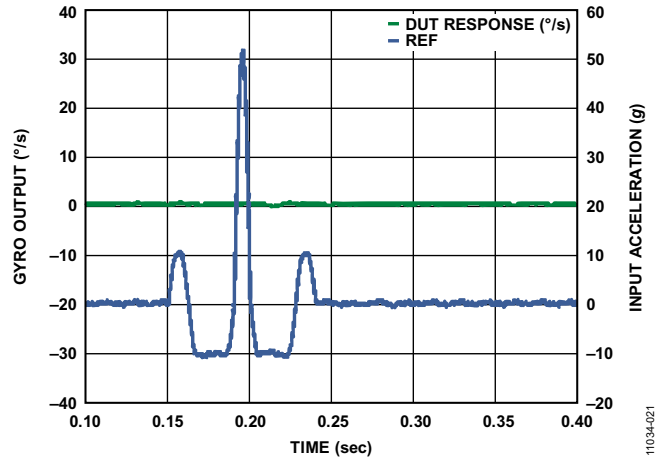


图11. DUT对50 g、10 ms半正弦冲击测试的典型响应

工作原理

ADXR810使用谐振器陀螺仪原理工作。图12是四种多晶硅检测结构之一的简化图。每种检测结构均包含一个扰动框架，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。ADXR810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。四路传感结构以机械方式耦合四种检测结构，使外部重力表现为可通过ADXR810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。

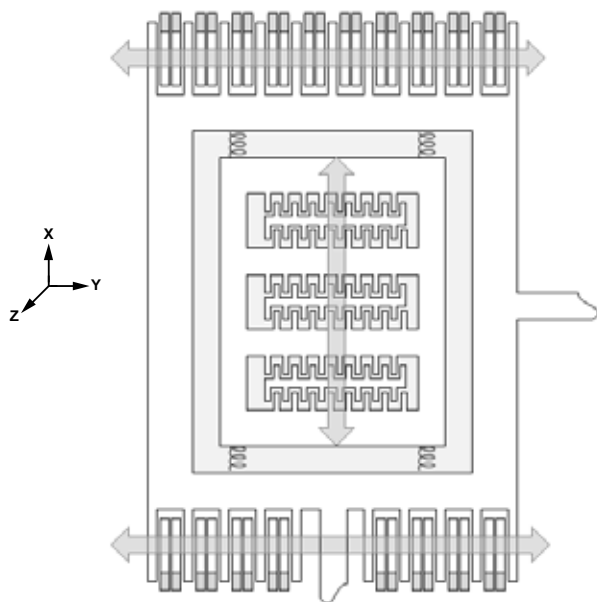


图12. 简化陀螺仪检测结构

谐振器的工作电压为22.5 V(典型值)。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开关调节器。若有高压外部电源可用，则可以省去电感和二极管，将此电源连接到CP5。参见应用电路部分。

连续自测

ADXR810陀螺仪使用完整的机电自测功能。静电力施加于陀螺仪框架后造成容性检测指偏转。这一偏转恰好等于外部速度输入引起的偏转。柱形结构的输出与真速度输出信号均由相同的信号链进行处理，从而提供完整的电气和机械成分。

在器件以高于输出带宽的速度工作期间，机电自测连续执行。自测程序产生等效的正负速度偏转。然后可以滤除该信息，对解调速率输出无甚影响。

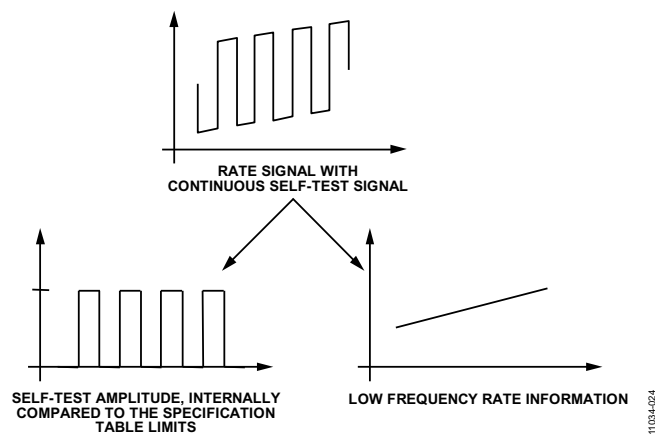


图13. 连续自测解调

将正负自测偏转间的差异幅度滤波至 $f_0/8000$ (~1.95 Hz)，连续监控并与硬编码自测限值进行比较。如果测得的幅度超过这些限值(如技术规格表所列)，则根据自测误差幅度将两种误差条件之一置位。对于不太严重的自测误差幅度，故障寄存器的CST位置位；不过，传感器数据响应的状态位(ST[1:0])仍设置为0b01，以表示传感器数据有效。对于较严重的自测误差幅度，故障寄存器的CST位置位，且传感器数据响应的状态位(ST[1:0])设置为0b00，以表示传感器数据无效。两种故障状况的阈值均已列于技术规格表中。用户可以通过向自测存储器寄存器(地址0x04)发出读取命令来访问自测信息。有关误差报告的更多信息，请参见“SPI通信协议—应用”部分。

应用信息

校准性能

ADXRS810陀螺仪使用内部EEPROM存储器来存储温度校准信息。校准信息在工厂测试期间编码到器件中。校准数据用于执行整个温度范围内的失调、增益和自测校正。该信息存储于内部，客户无需执行系统级温度校准。

机械安装注意事项

ADXRS810应安装在印刷电路板(PCB)牢固安装点附近位置。如图14所示，如将ADXRS810安装在无支撑的PCB位置(杠杆末端或弹簧床中间)，由于陀螺仪受PCB谐振影响，可能会导致明显测量误差。将陀螺仪安装在牢固安装点附近有助于确保陀螺仪中的PCB谐振高于内部电子元件发生有害混叠的频率。要确保混叠信号不会耦合至基带测量范围，建议将模块设计成第一个系统级谐振发生于高于800 Hz的频率下。

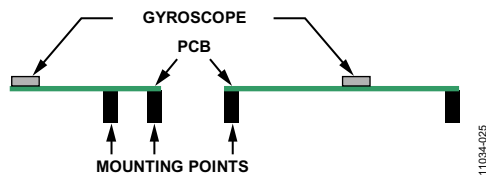


图14. 不宜安装陀螺仪的地方

应用电路

图15和图16显示了陀螺仪ADXRS810的推荐应用电路。这些应用电路为SOIC封装提供了连接参考。注意，DV_{DD}、AV_{DD}和P_{DD}均通过1 μF电容单独接地；请勿将这些电源引脚连接在一起。此外，必须连接外部二极管和电感，内部分流调节器才能正常工作。这些元件让内部谐振器可以驱动电压到达所需电平，如技术规格表所列。

图16显示了另一种使用ADXRS810陀螺仪的方法。如果用户可以使用一个能向CP5引脚供应0.1 mA至1 mA电流的电源，则可以利用该电源驱动内部调节器。在该应用电路中，外部二极管和电感可以省去，V_X可以不连接。

需要向CP5引脚供应的电流可以通过两种方式来提供。一是将一个电流源连接到CP5，从而满足规定的电流要求；二是将一个高压电源通过一个电阻连接到CP5。两种方法均

应采取防范措施，使得电源变化不会导致电流超过0.1 mA至1 mA范围。有关分流调节器相关参数的完整说明，参见技术规格表。

表5.

元件	数量	描述
电感	1	470 μH (560 μH)
二极管	1	>24 V击穿电压
电容	3	1 μF
电容	1	100 nF

注意下述建议：

- CP5引脚上的漏电流应该保持在最低水平。所有泄漏源，包括通过二极管的反向漏电流和PCB表面漏电流，均不应超过70 μA。对于多数应用，二极管是漏电流的主要来源。
- 工作电压为3.3 V的应用应使用560 μH的电感值，确保内部升压调节器正常工作。所有应用都要求电感能够承受50 mA的峰值电流。

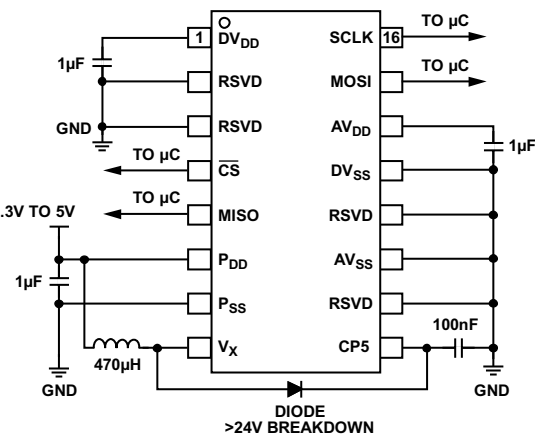


图15. ADXRS810建议应用电路

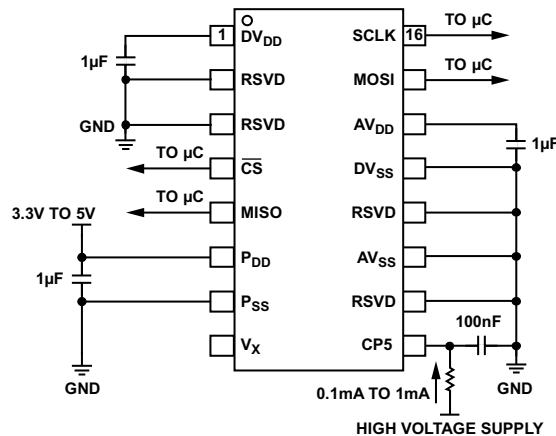


图16. ADXRS810其它应用电路

ADXRS810信号链时序

ADXRS810主要信号链如图17所示；它是生成并处理速度数据所需的一系列功能电路模块。机电元件的顺序决定器件将外部速度输入激励转化为发送到主器件的SPI字的速度。群延迟是指低通滤波器输出达到外部速度输入10%以内所需的时间，与滤波器特性成函数关系，图中为~4ms。SPI处理时序和将速度数据存入内部器件寄存器会导致延迟进一步增加。图17显示了此延迟的明细，包括信号链各元件的延迟。

速度数据低通滤波器(LPF)的传递函数由下式给出：

$$\left[\frac{1 - Z^{-64}}{1 - Z^{-1}} \right]^2$$

其中：

$$T = \frac{1}{f_0} = \frac{1}{15.2 \text{ kHz (typ)}}$$

连续自测LPF的传递函数由下式给出：

$$\frac{1}{64 - 63 Z^{-1}}$$

其中：

$$T = \frac{16}{f_0} = \frac{16}{15.2 \text{ kHz (typ)}}$$

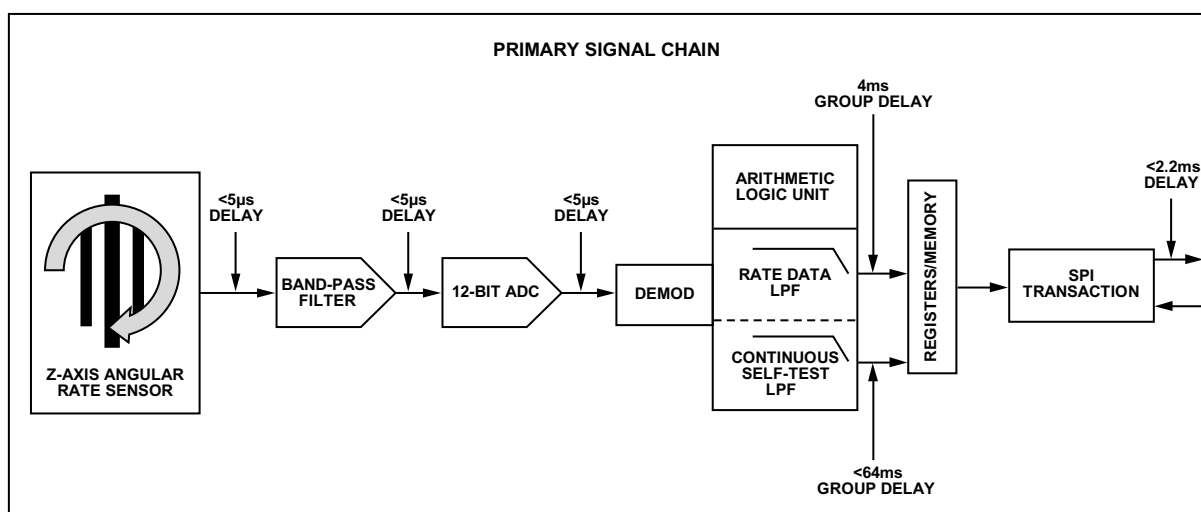


图17. ADXRS810主要信号链和相关延迟

11034-030

SPI通信特性

下列条件适用于表6中的SPI命令和响应时序特性：

- 通过特性保证所有时序参数。
- 显示的所有时序均相对于10% P_{DD} 和90%的实际施加电压波形。
- 参数对于 $3.0\text{ V} \leq P_{DD} \leq 5.5\text{ V}$ 有效。
- 所有信号的容性负载假定为 $\leq 80\text{ pF}$ 。
- 环境温度为 $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +105^\circ\text{C}$ 。
- MISO上拉电阻为 $47\text{ k}\Omega$ 或 $110\ \mu\text{A}$ 。

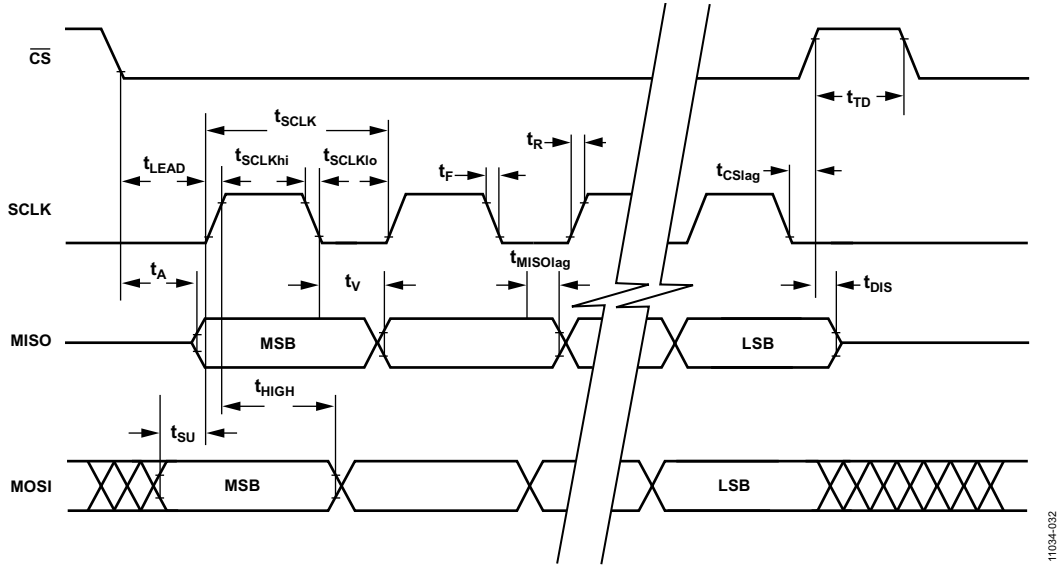


图18. SPI时序图

表6. SPI命令/响应时序特性

符号	功能	最小值	最大值	单位
f_{OP}	SPI工作频率		8.08	MHz
$t_{SCLK\ hi}$	时钟(SCLK)高电平时间	$\frac{1}{2} t_{SCLK} - 13$		ns
$t_{SCLK\ lo}$	时钟(SCLK)低电平时间	$\frac{1}{2} t_{SCLK} - 13$		ns
t_{SCLK}	SCLK周期	123.7		ns
t_F	时钟(SCLK)下降时间	5.5	13	ns
t_R	时钟(SCLK)上升时间	5.5	13	ns
t_{SU}	数据输入(MOSI)建立时间	37		ns
t_{HIGH}	数据输入(MOSI)保持时间	49		ns
t_A	数据输出(MISO)访问时间		20	ns
t_V	SCLK后数据输出(MISO)有效时间		32.5	ns
$t_{MISO\ lag}$	数据输出(MISO)迟滞时间	0		ns
t_{DIS}	数据输出(MISO)禁用时间		40	ns
t_{LEAD}	使能(\overline{CS})前置时间	$\frac{1}{2} t_{SCLK}$		ns
$t_{CS\ lag}$	使能(\overline{CS})迟滞时间	$\frac{1}{2} t_{SCLK}$		ns
t_{TD}	顺序传输延迟	0.1		μs

SPI通信协议—应用

器件数据锁存

为了从ADXRS810快速采集数据，采用了器件数据锁存，如图19所示。片选引脚置位后，器件中的数据锁存到存储器中。收到完整的MOSI命令且片选解除置位后，即将适当数据移入SPI端口寄存器，以便进行下一命令/响应

交换。这可以实现0.1 μs的极快顺序传输延迟(参见表6)。请注意，作为设计中的防范措施，发送的数据仅是与系统实施的顺序传输延迟最近的数据。如果顺序传输延迟达数秒，则导致下一器件响应包含数秒之前的数据。

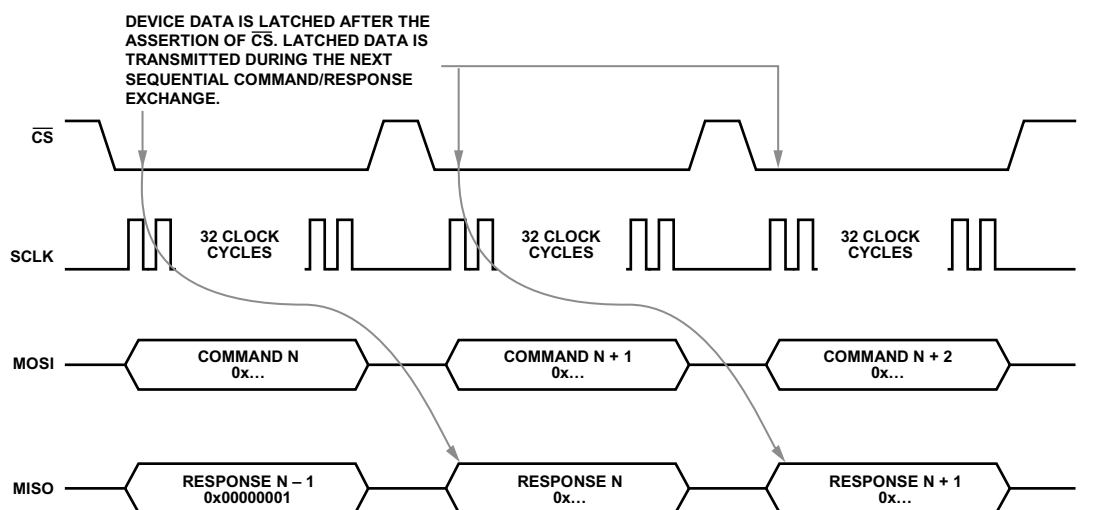


图19. 器件数据锁存

11034-033

ADXRS810

命令/响应

输入/输出通过一个32位、命令/响应SPI接口处理。命令/响应SPI接口具有特别设计的结构，对命令的响应在下一SPI交换中发出。如图20所示，对特定命令(Command N)的响应(Response N)在收到下一命令(Command N + 1)时发出。

对于ADXRS810，时钟相位 = 时钟极性 = 0。此外，初始命令的器件响应为0x00000001。这可以防止初始命令/响应交换时传输随机数据至主器件。

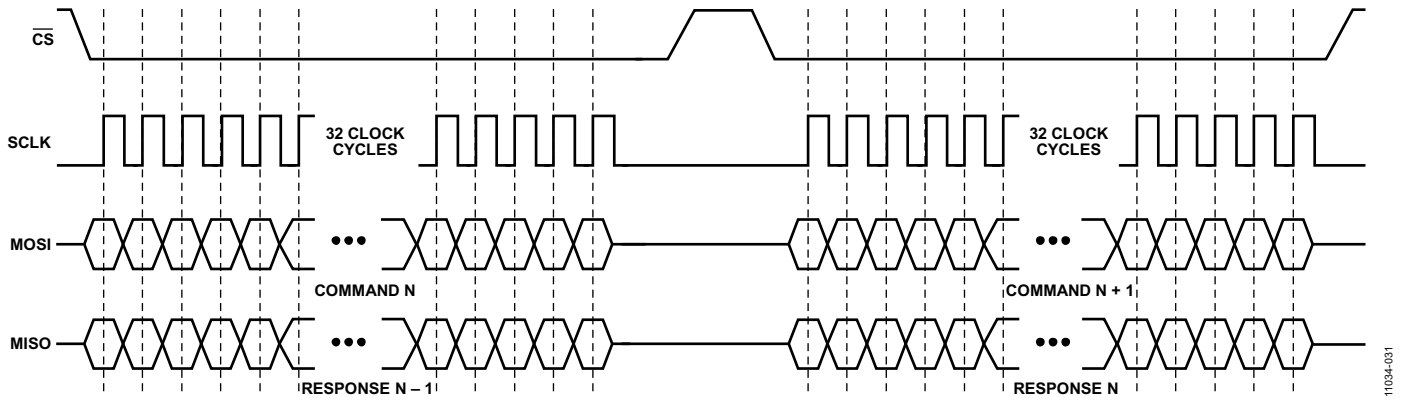


图20. SPI协议

11034-031

SPI通信协议一位定义

表7. SPI信号

信号	符号	描述
串行时钟	SCLK	\overline{CS} 有效期间恰好为32个时钟周期
片选	\overline{CS}	低电平有效
主机输出/从机输入	MOSI	数据从主控制器发送到陀螺仪器件
主机输入/从机输出	MISO	数据从陀螺仪发送到主控制器

表8. SPI命令

命令	位																																
	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	
传感器数据	SQ1	SQ0	1	SQ2																												CHK	P
读	1	0	0	SM2	SM1	SM0	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0																		P
写	0	1	0	SM2	SM1	SM0	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0	D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0		P

表9. SPI响应

命令	位																																
	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	
传感器数据	SQ2	SQ1	SQ0	P0	ST1	ST0	D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0				PLL	Q	NVM	POR	PWR	CST	CHK	P1
读	0	1	0	P0	1	1	1	0	SM2	SM1	SM0	D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0						P1
写	0	0	1	P0	1	1	1	0	SM2	SM1	SM0	D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0						P1
R/W 误差	0	0	0	P0	1	1	1	0	SM2	SM1	SM0	0	0	SPI	RE	DU										PLL	Q	NVM	POR	PWR	CST	CHK	P1

命令/响应位描述

表10. 快速指南—SPI接口的位定义

位	描述
[SQ2:SQ0]	序列位(来自主机)
[A8:A0]	寄存器地址
[D15:D0]	数据
P	命令奇校验
SPI	SPI命令/响应
RE	请求误差
[SM2:SM0]	传感器模块位(来自主机)
DU	数据不可用
[ST1:ST0]	状态位
P0	响应奇校验位[31:16]
P1	响应奇校验位[31:0]

ADXRS810

SQ2:SQ0

此域让系统可以同步从多个传感器接收的数据样本。为便于正确同步，[ADXRS810](#)陀螺仪在请求接收到的响应中包括SQ[2:0]域。

SM2:SM0

这是来自器件的传感器模块位。这些位未在[ADXRS810](#)内实施，而是全部硬编码为000。

A8:A0

这些位表示读取器件数据或写入信息的存储器地址。只有访问存储器寄存器时，才应由主机提供这些位，而在所有传感器数据请求中则可予以忽略。有关可用存储器寄存器的完整描述，请参见“存储器寄存器定义”部分。

D15:D0

这16位器件数据可包含下列任意项：

- 主机：要写入存储器寄存器的数据，如A8:A0所规定。
- 从机：传感器速度输出数据。
- 从机：从存储器寄存器读取的器件数据(如A8:A0所规定)，以及来自下一个寄存器的数据。
- 从机：对于写入命令，写入指定存储器寄存器的16位数据反射回至主器件，用于相关性。

SPI

SPI位在下列任意情况中置位：

- 发送的位数太多或太少
- 来自控制模块的消息包含奇偶校验错误

无论主器件发出哪种SPI命令类型(参见表8)，SPI错误都会导致器件发出R/W错误响应(参见表9)。

ST1:ST0

ST1和ST0状态位用于向主器件通知响应消息内含的数据类型。状态位的解码如表11所示。

表11.

ST[1:0]	位内容[D15:D0]
00	传感器数据响应的误差数据
01	有效传感器数据
10	传感器自测数据
11	读/写响应

有两种独立条件可使ST位在传感器数据响应期间设置为0b00：

- 自测响应与标称值的差异足够大。有关相应限制，请参见技术规格表。
- 发生PLL故障。

P

所有主机至从机数据传输均需奇偶校验位(P)。通信协议需要一个奇偶校验位来实现整个32位命令的奇校验。奇偶校验计算中仍需考虑无关位。

P0

对器件响应的位[31:16]建立奇校验的奇偶校验位。

P1

对整个32位器件响应建立奇校验的奇偶校验位。

RE

从[ADXRS810](#)器件发送至控制模块的通信差错位。下列情况中可出现请求错误：

- 控制模块发送无效命令
- 读/写命令指定无效的存储器寄存器
- 写入命令尝试写入不可写的存储器寄存器

DU

在片选引脚(\overline{CS})解除置位后，用户必须等待0.1 μ s，才能将 \overline{CS} 引脚重新置位以启动器件的其他命令/响应帧。如果未遵循时序规格，则可能导致数据不可用(DU)错误。

ADXRS810故障寄存器位定义

表12介绍了用于向用户通知故障的可用位。

表12. 快速指南——故障寄存器位定义

位	描述
PLL	PLL故障
Q	正交误差
NVM	非易失性存储器故障
POR	上电复位无法初始化
UV	调节器欠压
AMP	幅度检测失败
PWR	电源调节失败：过压/欠压
CST	连续自测失败
CHK	检查：产生故障
OV	调节器过压
FAIL	将ST[1:0]位设置为0b00的故障

故障寄存器的各个位根据各自的检测标准异步更新；不过，建议故障寄存器的读取速率不低于100 Hz。置位后，各个状态位在由主器件读取前不会复位。如果读取故障寄存器后错误仍然存在，状态位立即重新置位，并保持到下一个命令/响应交换。FAULT0寄存器会附加到每个传感器数据请求。其余故障信息可通过向地址0x0A发出读取命令来访问。

PLL

此位表示器件的锁相环功能电路模块发生故障，即PLL无法实现与谐振器结构的同步。如果PLL状态标志有效，传感器数据响应的ST位设置为0b00，指示响应包含可能无效的速率数据。

Q

Q故障可根据两个独立的正交计算来置位。QUAD1存储器寄存器(地址0x08)内的值对应于器件内的总瞬时正交。如果此值超过4096 LSB，则发出Q故障。另外，内部正交累加器会记录ADXRS810执行的正交校正次数。器件内的正交误差达到 $4^\circ/\text{s}$ (典型值)的速率偏移时，则发出Q故障。

NVM

内部NVM数据无法通过校验和计算时，便会向控制模块发送一个NVM错误。此检查每隔50 μs 执行一次，而且不包括PID存储器寄存器。

POR

器件启动时会执行一项内部检查，用于确保器件的易失性存储器工作正常。这是通过将器件ROM的已知值编程到易失性存储器寄存器中来完成的。在器件工作期间，每隔1 μs 将该值与ROM内的已知值不断进行比较。如果存储在易失性存储器中的值改变，或者与存储在ROM中的值不匹配，则POR错误标志位置位。一个上电周期后，将存储在ROM中的值重新写入易失性存储器。

PWR

器件会连续检查内部3 V稳压电平。如果过压(OV)或欠压(UV)故障置位，则PWR位也被置位。如果观察到调节电压高于3.3 V或低于2.77 V，则会出现这种情况。内部低通滤波器去除高频毛刺效应，防止PWR位不必要地置位。要确定故障是过压还是欠压条件的结果，必须分析OV和UV故障位。

CST

ADXRS810设计有连续自测功能。测得的自测幅度与技术规格表中提供的限值进行比较。与该值的偏差即是自测误差的报告结果。自测故障有两种阈值。

- 自测值与标称值相差超过 ± 320 LSB时，故障寄存器内的自测标志置位。
- 自测值与标称值相差超过 ± 1280 LSB时，故障寄存器内的自测标志置位，并且ST[1:0]位设置为0b00，指示传感器数据响应内的速率数据可能无效。

ADXRS810

CHK

CHK位由ADXR810的控制模块发送，作为生成故障的方法。通过将CHK位置位，器件为生成通过故障寄存器表示的所有故障建立了条件。例如，故意将自测幅度更改为故障检测阈值以上可导致自测错误。这样，器件便能检查自身的故障条件检测能力，以及向控制模块报告该故障的能力。

故障条件几乎同时启动；不过，CHK位被置位时收到故障代码所需的时间取决于生成每个唯一故障所需的时间。生成所有内部故障并更新故障寄存器以反映器件条件所需的时间不会超过50 ms。清除CHK位前，状态位ST[1:0]设置为0b10，指示控制模块应将数据视为自测数据。CHK复位后，故障条件需要额外50 ms衰减，此后器件返回正常工作状态。置位CHK位的正确方法参见图21。

OV

观察到内部调节电压(标称值为3 V)超过3.3 V时，过压(OV)故障位即会置位。此测量值经过低通滤波，以防止噪声尖峰等伪像置位故障条件。发生OV故障时，PWR故障位会同时置位。由于OV故障位并非作为传感器数据请求的一部分发送，建议用户在置位PWR错误时回读FAULT1和FAULT0存储器寄存器。这样用户便可决定具体的错误条件。

UV

观察到内部调节电压(标称值为3 V)小于2.77 V时，欠压(UV)故障位即会置位。此测量值经过低通滤波，以防止噪声尖峰等伪像置位故障条件。发生UV故障时，PWR故障位会同时置位。由于UV故障位并非作为传感器数据请求的一部分发送，建议用户在置位PWR错误时回读FAULT1和FAULT0存储器寄存器。这样用户便可决定具体的错误条件。

FAIL

出现ST [0:1]位被设置为0b00的条件时，失败标志位即会置位。这指示器件发生了总体故障，且传感器数据可能无效。

AMP

测得的硅谐振器幅度显著降低时，AMP故障位即会置位。如果提供给CP5的电压降至内部电压调节器要求以下，便会出现此条件。该故障位与CST故障经过逻辑或运算，因此在传感器数据请求期间，CST位代表AMP故障或CST故障。接着可从存储器读取整个故障状态寄存器FAULT0，以验证具体故障。

CHK位置位：推荐的启动程序

图21显示了用户可实施的推荐启动程序。也可使用替代启动序列；不过，应确保ADXRS810的响应被正确处理。如果在器件上电后立即实施，实施下列故障检测程序的总时间约为200 ms。如“器件数据锁存”部分所述， \overline{CS} 信号置位后器件内的数据用于下一个命令/响应交换。在器件报告由

CHK位置位产生的数据前，这会造成明显的处理延迟。与器件进行的所有其他读/写交互均无此类延迟，而MOSI命令则在下一个命令/响应交换期间处理。请注意，当CHK位复位时，如果用户在清除CST故障标志前试图从器件获得数据，器件将把数据报告为误差数据。

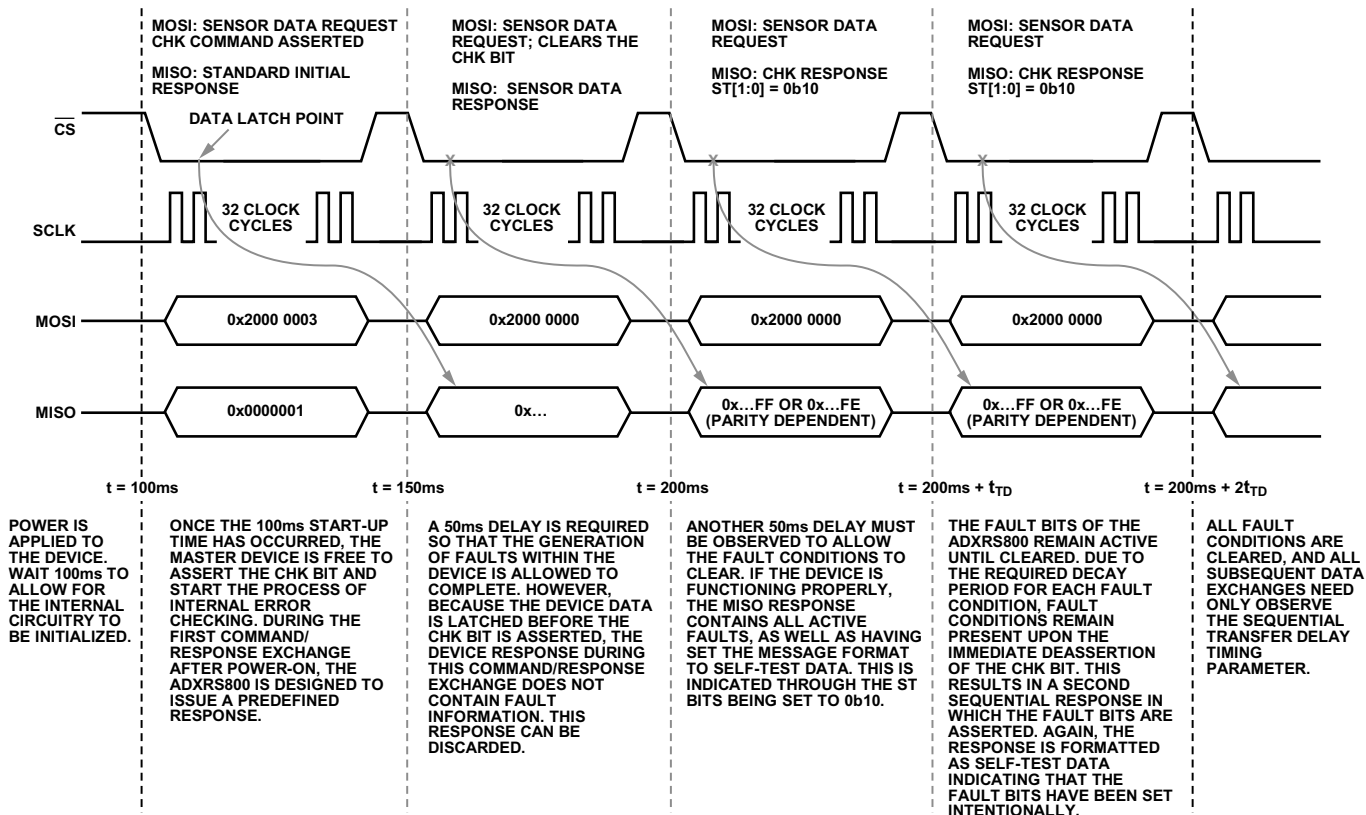


图21. 推荐的启动序列

11034-034

ADXRS810

SPI速度数据格式

ADXRS810陀螺仪以16位格式发送速度数据，作为32位SPI数据帧的一部分。有关传感器数据请求响应的完整32位格式，请参见表9。速度数据以MSB优先方式传输，从D15至D0。数据采用二进制补码数格式，比例因子为80 LSBs/°/s。

因此，正向(顺时针)旋转的最高可获得值为0x7FFF(十进制为+32,767)，而逆时针旋转则为0x8000(十进制为-32,768)。±24,000 LSB (±300°/s)以上则无法保证器件性能。

表13. ADXRS810速率数据表

14位速率数据		数据类型	描述
十进制(LSB)	十六进制(D15:D0)		
32,767	0x7FFF	速度数据(不能保证)	最大可能正数据值
...
24,000	0x5DC0	速度数据	300°/s旋转(正FSR)
...
10,000	0x2710	速度数据	125°/s旋转
...
1000	0x03E8	速度数据	125°/s旋转
...
100	0x0064	速度数据	125°/s旋转
...
12	0x000C	速度数据	0.15°/s旋转
11	0x000B	速度数据	0.1375°/s旋转
10	0x000A	速度数据	0.125°/s旋转
...
3	0x0003	速度数据	0.015°/s旋转
2	0x0002	速度数据	0.01375°/s旋转
1	0x0001	速度数据	0.0125°/s旋转
0	0x0000	速度数据	零速旋转值
-1	0xFFFF	速度数据	-0.0125°/s旋转
-2	0xFFFE	速度数据	-0.01375°/s旋转
-3	0xFFFD	速度数据	-0.015°/s旋转
...
-10	0xFFF6	速度数据	-0.125°/s旋转
-11	0xFFF5	速度数据	-0.1375°/s旋转
-12	0xFFF4	速度数据	-0.15°/s旋转
...
-100	0xFF9C	速度数据	-1.25°/s旋转
...
-1000	0xFC18	速度数据	-1.25°/s旋转
...
-10,000	0xD8F0	速度数据	-1.25°/s旋转
...
-24,000	0xA240	速度数据	-300°/s旋转(负FSR)
...
-32,768	0x8000	速度数据(不能保证)	最大可能负数据值

ADXRS810存储器映射

表14列出了用户可读取的存储器寄存器。有关读取具体存储器寄存器的正确输入序列，参见“命令/响应”部分。每个存储器寄存器含8个数据位；但执行读取请求时，数据始终以16位消息形式返回。这是通过将下一个寄存器的数据

附加到指定存储器地址来完成的。数据以MSB优先方式发送。为了从存储器寄存器正确采集数据，读取请求应仅针对编号为偶数的寄存器地址。存储器映射寄存器描述参见“存储器寄存器定义”部分。

表14. ADXRS810存储器映射¹

地址	名称	MSB							LSB
0x00	RATE1	RTE15	RTE14	RTE13	RTE12	RTE11	RTE10	RTE9	RTE8
0x01	RATE0	RTE7	RTE6	RTE5	RTE4	RTE3	RTE2	RTE1	RTE0
0x02	TEM1	TEM9	TEM8	TEM7	TEM6	TEM5	TEM4	TEM3	TEM2
0x03	TEM0	TEM1	TEM0	X	X	X	X	X	X
0x04	LOCST1	LCST15	LCST14	LCST13	LCST12	LCST11	LCST10	LCST9	LCST8
0x05	LOCST0	LCST7	LCST6	LCST5	LCST4	LCST3	LCST2	LCST1	LCST0
0x06	HICST1	HCST15	HCST14	HCST13	HCST12	HCST11	HCST10	HCST9	HCST8
0x07	HICST0	HCST7	HCST6	HCST5	HCST4	HCST3	HCST2	HCST1	HCST0
0x08	QUAD1	QAD15	QAD14	QAD13	QAD12	QAD11	QAD10	QAD9	QAD8
0x09	QUAD0	QAD7	QAD6	QAD5	QAD4	QAD3	QAD2	QAD1	QAD0
0x0A	FAULT1	X	X	X	X	FAIL	AMP	OV	UV
0x0B	FAULT0	PLL	Q	NVM	POR	PWR	CST	CHK	0
0x0C	PID1	PIDB15	PIDB14	PIDB13	PIDB12	PIDB11	PIDB10	PIDB9	PIDB8
0x0D	PID0	PIDB7	PIDB6	PIDB5	PIDB4	PIDB3	PIDB2	PIDB1	PIDB0
0x0E	SN3	SNB31	SNB30	SNB29	SNB28	SNB27	SNB26	SNB25	SNB24
0x0F	SN2	SNB23	SNB22	SNB21	SNB20	SNB19	SNB18	SNB17	SNB16
0x10	SN1	SNB15	SNB14	SNB13	SNB12	SNB11	SNB10	SNB9	SNB8
0x11	SNO	SNB7	SNB6	SNB5	SNB4	SNB3	SNB2	SNB1	SNB0

¹X = 无关位。

存储器寄存器定义

本节说明SPI可访问的存储器寄存器。如前一部分所述，向存储器寄存器请求数据时，仅需寻址首个存储器寄存器。器件返回的数据包含16位的存储器寄存器信息。位[15:8]包含所请求信息的MSB，而位[7:0]包含LSB。

在下列各寄存器部分，为方便起见，更新速率和比例因子单独列出。

0x00 RATE1, 0x01 RATE0

MSB							LSB
D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8
D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0

寄存器更新速率： $f_0/32$ (~485 Hz)

比例因子：80 LSB/°/s

速度寄存器包含器件已滤波至 $f_0/200$ (~77.5Hz)的温度补偿速度输出。该数据也可通过向器件发出传感器数据读取请求来访问。数据格式为16位二进制补码数。

0x02 TEM1, 0x03 TEM0

MSB ¹							LSB
D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2
D1	D0	X	X	X	X	X	X

¹X = 无关位。

寄存器更新速率： $f_0/32$ (~485 Hz)

比例因子：5 LSB/°C

TEMx寄存器的值对应于器件温度。数据格式为10位二进制补码数。0 LSB对应于约45°C的温度。

表15.

温度	TEM1:TEM0值 ¹
45°C	0000 0000 00XX XXXX
85°C	0011 0010 00XX XXXX
0°C	1100 0111 11XX XXXX

¹X = 无关位。

0x04 LOCST1, 0x05 LOCST0

MSB							LSB
D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8
D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0

寄存器更新速率： $f_0/16$ (~970 Hz)

比例因子：80 LSB/°/s

LOCSTx存储器寄存器包含经过温度补偿和低通滤波的连续自测数据值。该值衡量的是正负自测偏转间的差异，对应于技术规格表提供的值。当自测值超过已建立的自测限值时，器件发出CST错误。自测数据被滤波至 $f_0/8000$ (~1.95 Hz)，以防CST故障位发生误触发。数据格式为16位二进制补码数，而比例因子为80 LSB/°/s。

0x06 HICST1, 0x07 HICST0

MSB							LSB
D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8
D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0

寄存器更新速率： $f_0/16$ (~970 Hz)

比例因子：80 LSB/°/s

HICSTx寄存器包含未经滤波的自测信息。由于可检测到自测响应中的突发偏移，因此HICSTx数据可用于在安全关键应用中协助进行故障诊断。不过，当观察到HICSTx数据超过自测限值时，故障寄存器的CST位不会置位。仅专为滤除外外部干扰引起的噪声和突发临时自测尖峰效应而设计的LOCSTx存储器寄存器可以控制CST故障位的置位。数据格式为16位二进制补码数。

0x08 QUAD1, 0x09 QUAD0

MSB							LSB
D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8
D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0

寄存器更新速率： $f_0/64$ (~240 Hz)

比例因子：80 LSB/°/s等效值

QUADx存储器寄存器的值对应于器件在给定时间具有的正交误差量。正交可以视为谐振器结构运动的误差度量，可能是由应力和老化效应引起的。正交数据被滤波至 $f_0/200$ (~77.5Hz)，可以频繁读取以检测正交水平的突发偏移。数据格式为16位二进制补码数。

0x0A FAULT1, 0x0B FAULT0

MSB ¹				LSB			
X	X	X	X	FAIL	AMP	OV	UV
PLL	Q	NVM	POR	PWR	CST	CHK	0

¹X = 无关位。

寄存器更新速率：N/A

比例因子：N/A

FAULTx寄存器包含器件内错误标志的状态。FAULT0寄存器附加到每次器件数据传输的末端(参见表12)；不过，此寄存器也可通过其存储器位置单独访问。只要片内存在故障条件，各个故障位便会异步更新，且激活时间不足5 μs。切换时，每个故障位保持有效，直至读取故障寄存器或收到传感器数据命令。如果读取位后故障仍然存在，故障位会立即重新置位。

0x0C PID1, 0x0D PID0

MSB				LSB			
D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8
D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0

寄存器更新速率：N/A

比例因子：N/A

PIDx(器件ID)寄存器包含一个16位数，用于识别**ADXRS810**的版本。该信息结合序列号，可以实现更程度的器件个性化和跟踪。初始产品ID为0x5201。0x52可以解读为R字符的ASCII值，0x01表示第一版。后续芯片版本可以将此值递增为R02 (0x5202)、R03 (0x5203)等等。

0x0E SN3, 0x0F SN2, 0x10 SN1, 0x11 SN0

MSB				LSB			
D31	D30	D29	D28	D27	D26	D25	D24
D23	D22	D21	D20	D19	D18	D17	D16
D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8
D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0

寄存器更新速率：N/A

比例因子：N/A

SNx(序列号)寄存器包含一个32位识别号，是器件的唯一标识。要读取整个序列号，必须启动两个存储器读取请求。首先对地址0x0E的读取请求返回序列号的前16位，然后对地址0x10的读取请求返回序列号的后16位。

建议PCB布局

图22和图23显示了SOIC封装的建议电路板布局，图24显示了焊盘布局示例。该电路板布局针对2层PCB设计。虽然无需完全照搬，但用户应遵守如下原则：

- C1、C2和C3应尽可能靠近相应的封装引脚。
- 所有Analog Devices保留引脚都应通过走线连接到GND，而不要通过焊盘本身直接连接。
- V_x 封装引脚到L1/D1的走线应尽可能短。为了缩短此走线，L1或D1可以位于PCB的背面。

- 图22和图23显示所有GND连接均使用顶层金属GND层。不建议使用电源层。
- 对于SOIC封装，SPI接口走线不宜在无适当屏蔽的情况下布设在器件下方，如填充地层等(图22和图23便使用了填充地层)。
- 为改善噪声性能，PDD走线相对于其它信号走线应加宽。
- 注意：L1和D1的尺寸取决于用户的电感和二极管选择。

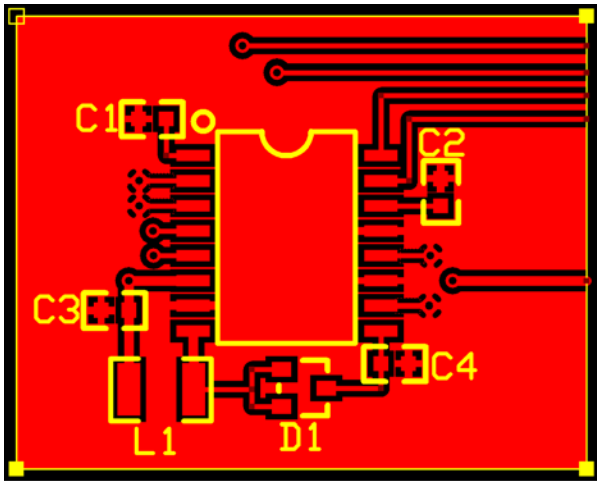


图22. SOIC PCB布局布线(顶层金属)

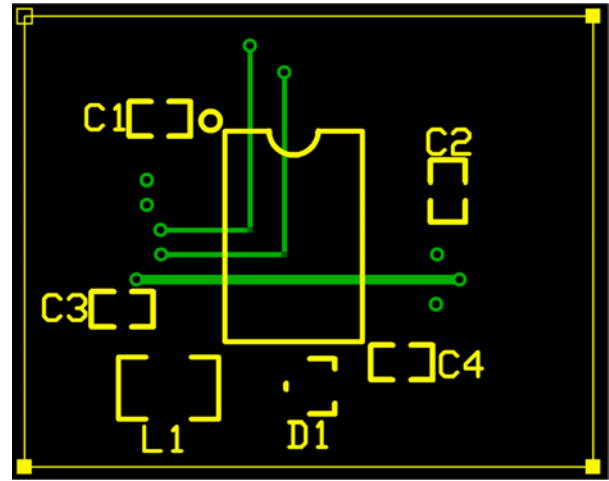


图23. SOIC PCB布局布线(底层金属)
(丝网图仅供参考，PCB背面上不存在)

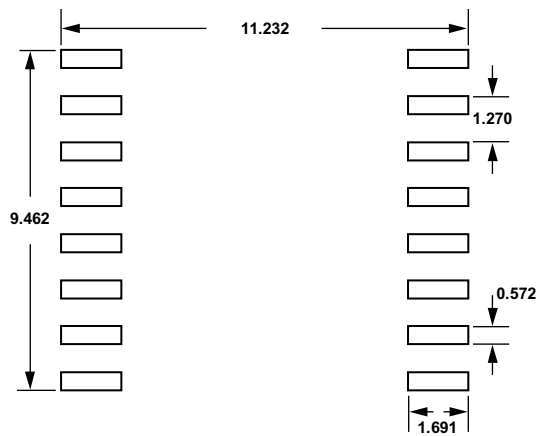


图24. SOIC焊盘布局示例(焊盘图形)，
图示尺寸单位：mm

焊接温度曲线

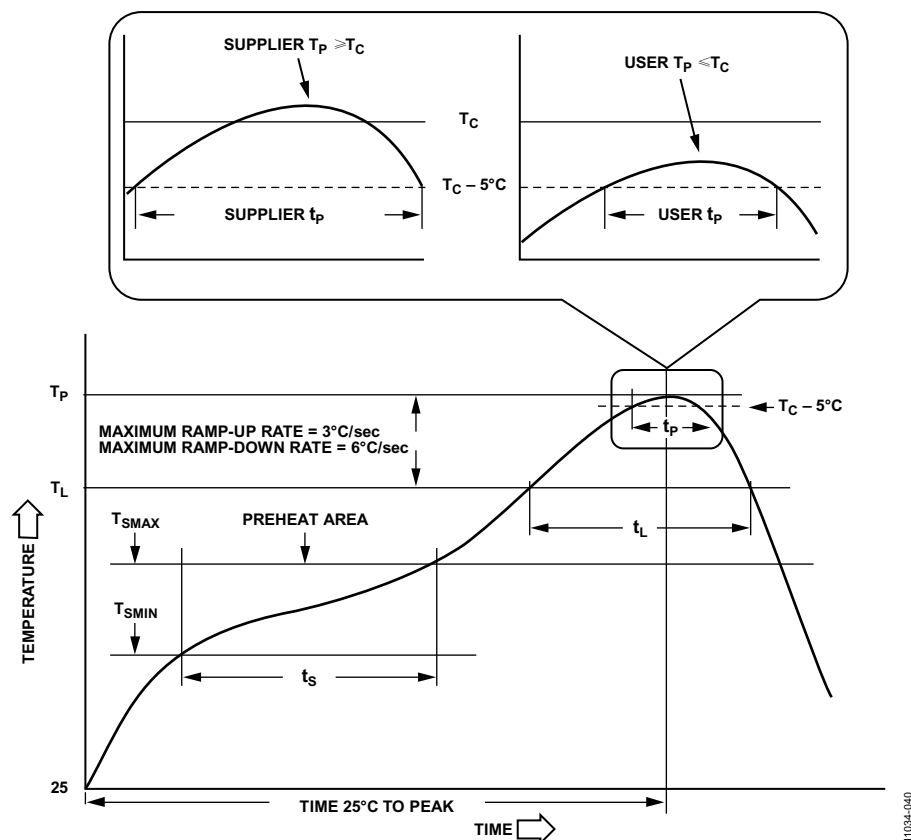


图25 推荐的焊接温度曲线

表16. 焊接温度曲线特征

曲线特征	条件	
	Sn63/Pb37	无铅
平均斜坡速率(T_L 至 T_p)	3°C/秒(最大值)	
预热		
最低温度(T_{SMIN})		150°C
最高温度(T_{SMAX})		200°C
时间(T_{SMIN} 至 T_{SMAX})(t_s)	60秒至120秒	60秒至120秒
T_{SMAX} 至 T_L 上斜坡速率	3°C/秒(最大值)	
液态维持时间(T_L)		
液态温度(T_L)	183°C	217°C
时间(t_L)	60秒至150秒	60秒至150秒
分类温度(T_C) ¹	220°C	250°C
峰值温度(T_p)	$T_C + 0°C/-5°C$	$T_C + 0°C/-5°C$
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
下斜坡速率	6°C/秒(最大值)	
从25°C至峰值温度的时间	6分钟(最大值)	8分钟(最大值)

¹ 基于锡铅和无铅工艺的IPC/JEDEC J-STD-020D.1标准。封装体积 < 350 mm³，封装厚度 > 2.5 mm。

ADXRS810

封装标识码

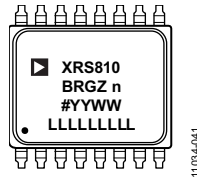


图26. 16引脚SOIC封装标识码

表17. 封装代码描述

标识	意义
XRS	角速度传感器
810	序列号
B	温度等级(-40°C至+105°C)
RG	封装标识(SOIC封装)
Z	符合RoHS标准
n	版本号
#	无铅标识
YYWW	组装日期代码
LLLLLLLLL	组装批次代码(最多9个字符)

外形尺寸

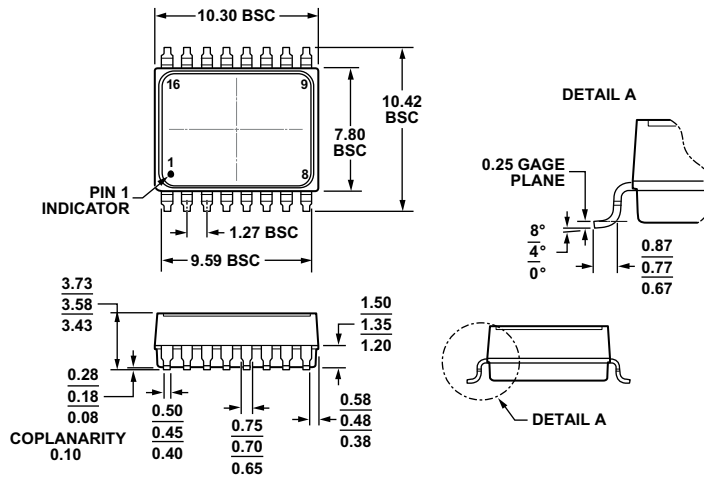


图27. 16引脚小型空腔塑封[SOIC_CAV]
(RG-16-1),
尺寸单位: mm

072495-B

订购指南

型号 ^{1,2}	温度范围	封装描述	封装选项
ADXRS810WBRGZ-RL	-40°C至+105°C	16引脚小型空腔塑封[SOIC_CAV]	RG-16-1

¹Z = 符合RoHS标准的器件。

²W = 通过汽车应用认证。

汽车应用级产品

ADXRS810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该型号的汽车可靠性报告，请联系当地ADI客户代表。

注释