

产品特性

偏航角速度陀螺仪，范围调整设置
 ±3500°/s、±7000°/s和±14,000°/s
 2429 SPS采样速率
 宽传感器带宽：360 Hz
 无需外部配置命令即可开始数据采集
 启动时间：170 ms
 休眠模式恢复时间：2.5 ms
 工厂校准灵敏度和偏置
 校准温度范围：-40°C至+70°C
 SPI兼容型串行接口
 相对角位移输出
 嵌入式温度传感器
 可编程工作与控制
 自动和手动偏置校正控制
 Bartlett窗口、FIR滤波器长度、抽头数
 数字I/O：数据就绪、报警指示、通用
 状态监控报警
 电源管理支持休眠模式
 DAC输出电压
 单命令自测
 单电源供电：4.75 V至5.25 V
 3.3 V兼容数字线
 抗冲击能力：2000 g
 工作温度范围：-40°C至+105°C

应用

平台控制与稳定
 导航
 医疗仪器
 机器人

概述

ADIS16266可编程数字陀螺仪在单个紧凑型封装内集成了业界领先的MEMS和信号处理技术，它具有同类MEMS陀螺仪需要全动校准才能达到的精度性能。接通电源后，无需从系统处理器发出配置命令，ADIS16266便自动启动并开始传感器数据采集。借助可寻址寄存器结构和通用串行外设接口(SPI)，则可轻松访问传感器数据和配置设置。只需借助简单的固件级指令，多种数字处理器平台即可支持SPI。

ADIS16266提供数种可编程系统内优化功能。通过Bartlett窗口FIR滤波器长度和采样速率设置，用户可以实现噪声与带宽优化。数字输入/输出线路提供：数据就绪信号以便主机处理器高效管理数据的一致性；报警指示信号以激活主机处理器中断；通用函数以便设置和监控系统级数字控制/条件。

ADIS16266与ADIS1625x和ADIS1626x系列引脚兼容，采用LGA封装(11.2 mm × 11.2 mm × 5.5 mm)，符合JEDEC J-STD-020标准的无铅焊接回流曲线要求，工作温度范围为-40°C至+105°C。

功能框图

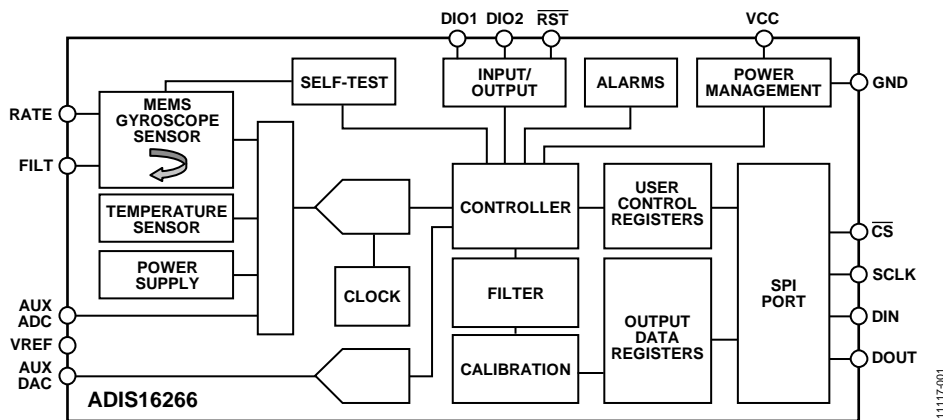


图1.

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	输出数据寄存器.....	12
应用.....	1	器件配置.....	13
概述.....	1	数字信号处理.....	14
功能框图.....	1	抽取滤波器(更新速率).....	14
修订历史.....	2	频率响应.....	14
技术规格.....	3	动态范围.....	14
时序规格.....	5	校准.....	15
绝对最大额定值.....	6	系统工具.....	16
ESD警告.....	6	诊断.....	17
引脚配置和功能描述.....	7	报警.....	18
典型性能参数.....	8	产品标识.....	19
工作原理.....	9	应用信息.....	20
传感元件.....	9	组装.....	20
数据采样和处理.....	9	偏置优化.....	20
用户接口.....	9	接口PCB.....	21
基本工作原理.....	10	外形尺寸.....	22
读取传感器数据.....	10	订购指南.....	22
用户寄存器.....	11		

修订历史

2012年10月—修订版0：初始版

技术规格

除非另有说明， $T_A = -40^{\circ}\text{C}$ 至 $+105^{\circ}\text{C}$ ， $V_{CC} = 5.0\text{ V}$ ，角速率 = $0^{\circ}/\text{s}$ ， $\pm 1\text{ g}$ ， $\pm 14,000^{\circ}/\text{s}$ 范围设置。

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				
	25°C，动态范围 = $\pm 14,000^{\circ}/\text{s}^2$		4.17		$^{\circ}/\text{sec}/\text{LSB}$
	25°C，动态范围 = $\pm 7000^{\circ}/\text{s}$		2.08		$^{\circ}/\text{sec}/\text{LSB}$
	25°C，动态范围 = $\pm 3,500^{\circ}/\text{s}$		1.04		$^{\circ}/\text{sec}/\text{LSB}$
初始容差	25°C，动态范围 = $\pm 14,000^{\circ}/\text{s}$ ， $V_{DD} = 5\text{ V}$		± 0.5	± 2	%
温度系数	$4.75\text{ V} < V_{DD} < 5.25\text{ V}$		200		ppm/ $^{\circ}\text{C}$
非线性度	最佳拟合直线		0.1		% of FS
偏置					
初始误差			± 15		$^{\circ}/\text{sec}$
运动中偏置稳定度	25°C， 1σ		470		$^{\circ}/\text{小时}$
角度随机游动	25°C， 1σ		21.5		$^{\circ}/\sqrt{\text{小时}}$
线性加速度效应	25°C， 1σ		0.1		$^{\circ}/\text{sec}/\text{g}$
温度系数			0.35		$^{\circ}/\text{sec}/^{\circ}\text{C}$
电压灵敏度	$V_{CC} = 4.75\text{ V}$ 至 5.25 V ， $\mu \pm 1\sigma$		7.5		$^{\circ}/\text{sec}/\text{V}$
噪声性能					
输出噪声	25°C， $\pm 14,000^{\circ}/\text{s}$ 范围，无滤波		11.2		$^{\circ}/\text{sec rms}$
	25°C， $\pm 7,000^{\circ}/\text{s}$ 范围，4抽头滤波设置		7.2		$^{\circ}/\text{sec rms}$
	25°C， $\pm 3,500^{\circ}/\text{s}$ 范围，16抽头滤波设置		3.4		$^{\circ}/\text{sec rms}$
速率噪声密度	25°C， $f = 25\text{ Hz}$ ， $\pm 14,000^{\circ}/\text{s}$ 范围，无滤波		0.44		$^{\circ}/\text{sec}/\sqrt{\text{Hz rms}}$
频率响应					
3 dB带宽			360		Hz
传感器谐振频率		16	18	20	kHz
自测状态					
正激励变化	$\pm 14,000^{\circ}/\text{s}$ 动态范围设置	150		500	LSB
负激励变化	$\pm 14,000^{\circ}/\text{s}$ 动态范围设置	-500		-150	LSB
内部自测周期时间			30		ms
ADC输入					
分辨率			12		位
积分非线性			± 2		LSB
差分非线性			± 1		LSB
失调误差			± 4		LSB
增益误差			± 2		LSB
输入范围		0		2.5	V
输入电容	采集期间		20		pF
片内基准电压			2.5		V
精度	25°C	-10		+10	mV
温度系数			± 40		ppm/ $^{\circ}\text{C}$
输出阻抗			70		Ω
DAC输出	5 k Ω /100 pF至GND				
分辨率			12		位
相对精度	编码101到编码4095		4		LSB
差分非线性			1		LSB
失调误差			± 5		mV
增益误差			± 0.5		%
输出范围		0		2.5	V
输出阻抗			2		Ω
输出建立时间			10		μs

ADIS16266

参数	测试条件/注释	最小值	典型值	最大值	单位
逻辑输入	内部3.3 V接口	2.0			
输入高电压 V_{INH}				0.8	V
输入低电压 V_{INL}					V
逻辑1输入电流 I_{INH}	$V_{IH} = 3.3\text{ V}$		± 0.2	± 10	μA
逻辑0输入电流 I_{INL}	$V_{IL} = 0\text{ V}$				μA
RST除外			-40	-60	μA
RST	RST引脚内置上拉电阻。		-1		mA
输入电容 C_{IN}			10		pF
数字输出	内部3.3 V接口	2.4			
输出高电压 V_{OH}	$I_{SOURCE} = 1.6\text{ mA}$				V
输出低电压 V_{OL}	$I_{SINK} = 1.6\text{ mA}$			0.4	V
休眠定时器					
超时周期 ³		0.5		128	sec
启动时间					
初始启动时间			170		ms
休眠模式恢复时间			2.5		ms
复位恢复时间			78		ms
闪存更新时间			40		ms
闪存测试时间			18		ms
自测时间			30		ms
闪存					
耐久性 ⁴		20,000			周期
数据保存期限 ⁵	$T_J = 55^\circ\text{C}$	10			年
转换速率					
采样速率			2429		SPS
采样速率容差				± 3	%
电源					
工作电压范围 V_{CC}		4.75	5.0	5.25	V
电源电流			41		mA
	休眠模式		400		μA

¹ 特性数据表示 $\pm 4\sigma$ 在 $\pm 1\%$ 限值范围内。

² 最大保证测量范围为 $\pm 14,000^\circ/\text{s}$ 。传感器输出测量超出了此范围，但性能得以保证。

³ 通过设计保证。

⁴ 耐久性是分别在 -40°C 、 $+25^\circ\text{C}$ 、 $+85^\circ\text{C}$ 和 $+125^\circ\text{C}$ 时依据JEDEC 22标准方法A117来认定的。

⁵ 根据JEDEC 22标准方法A117，保持期限相当于 55°C 结温时的寿命。保持期限会随着结温递减。

时序规格

除非另有说明, $T_A = -40^{\circ}\text{C}$ 至 $+85^{\circ}\text{C}$, $V_{CC} = 5.0\text{ V}$ 。

表2.

参数	描述	最小值 ¹	典型值	最大值 ¹	单位
f_{SCLK}	串行时钟(图中未显示)	0.01		2.5	MHz
t_{DATARATE}	数据速率周期	32			μs
t_{STALL}	数据之间的停转周期	9			μs
$t_{\overline{\text{CS}}}$	片选至时钟边沿	48.8			ns
t_{DAV}	SCLK下降沿之后数据输出有效 ²			100	ns
t_{DSU}	SCLK上升沿之前数据输入建立时间	24.4			ns
t_{DHD}	SCLK上升沿之后数据输入保持时间	48.8			ns
t_{DF}	数据输出下降时间(图中未显示)		5	12.5	ns
t_{DR}	数据输出上升时间(图中未显示)		5	12.5	ns
t_{SFS}	$\overline{\text{CS}}$ SCLK边沿之后为高电平 ³	5			ns

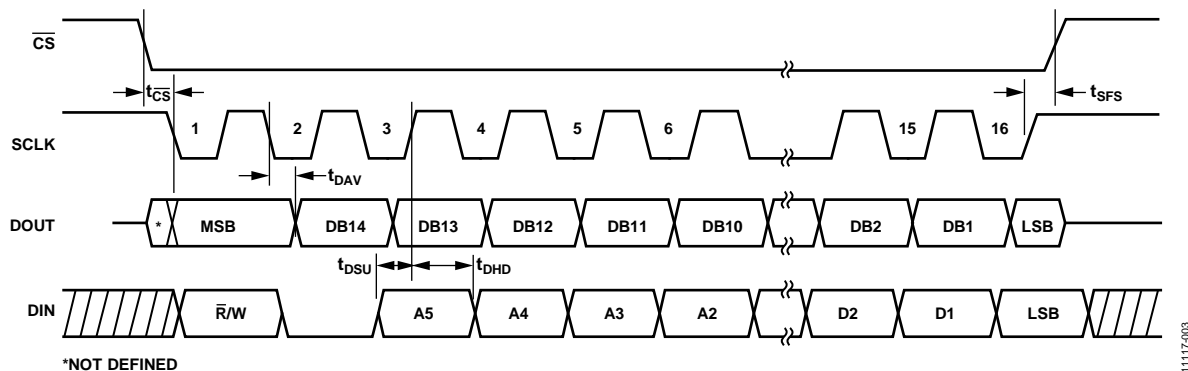
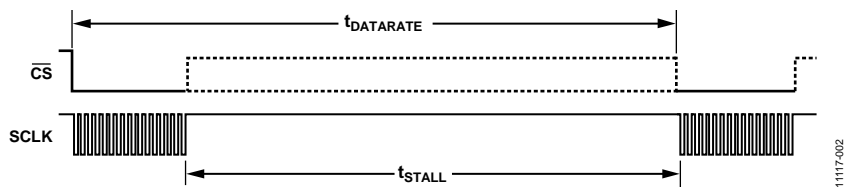
¹ 通过设计保证, 但未经生产测试。

² MSB提供一个该参数的例外情况。MSB时钟在 $\overline{\text{CS}}$ 的下降沿输出。剩余的DOUT位在SCLK下降沿之后逐个输出, 且受本规格的控制。

³ 通过设计保证。

⁴ 可能需要扩展此参数, 以便允许正确捕捉LSB。 $\overline{\text{CS}}$ 变为高电平之后, DOUT线进入高阻态。

时序图



绝对最大额定值

表3.

参数	额定值
加速度	
任意轴, 未通电, 0.5 ms	2000 g
任意轴, 通电, 0.5 ms	2000 g
VCC至GND	-0.3 V至+6.0 V
数字输入/输出电压至GND	-0.3 V至+5.3 V
模拟输入至GND	-0.3 V至+3.5 V
工作温度范围 ¹	-40°C至+105°C
存储温度范围 ¹	-65°C至+150°C

¹ 长时间暴露于温度范围(-40°C至+85°C)以外的温度环境会对工厂校准的精度产生不利影响。为获得最高精度, 应将器件存储在-40°C至+85°C的温度范围内。

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。

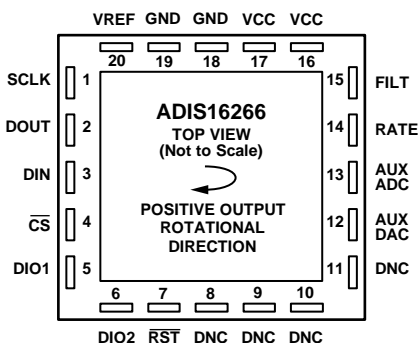
ESD警告



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。

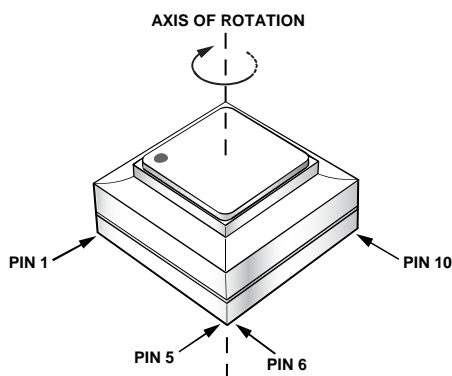
引脚配置和功能描述



- NOTES
1. DNC = DO NOT CONNECT.
 2. THE PINS CANNOT BE SEEN FROM THE TOP. THIS LOOK-THROUGH VIEW OF THEIR LOCATION IS OFFERED FOR REFERENCE IN DEVELOPING PCB PATTERNS.

11117-004

图4. 引脚配置



- NOTES
1. ARROW INDICATES THE DIRECTION OF ROTATION THAT PRODUCES A POSITIVE RESPONSE IN THE GYRO_OUT REGISTER.

11117-005

图5. 轴方向

表4. 引脚功能描述

引脚编号	引脚名称	类型 ¹	描述
1	SCLK	I	SPI串行时钟。
2	DOUT	O	SPI数据输出。DOUT时钟在SCLK的下降沿输出。
3	DIN	I	SPI数据输入。DIN时钟在SCLK上升沿输入。
4	\overline{CS}	I	SPI片选。低电平有效。
5, 6	DIO1, DIO2	I/O	可配置的数字输入/输出。
7	\overline{RST}	I	复位。低电平有效。
8, 9, 10, 11	DNC		不连接。
12	AUX DAC	O	辅助DAC输出。
13	AUX ADC	I	辅助ADC输入。
14	RATE	O	速率输出。仅用于带宽减少，不指定输出。
15	FILT	I	滤波器端子。
16, 17	VCC	S	5.0 V电源。
18, 19	GND	S	地。
20	VREF	O	精密基准电压输出。

¹ I = 输入, I/O = 输入/输出, O = 输出, S = 电源。

典型性能参数

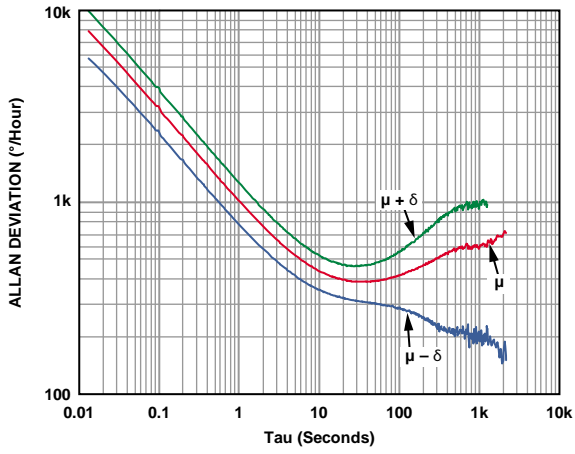


图6. 艾伦方差图

11117-006

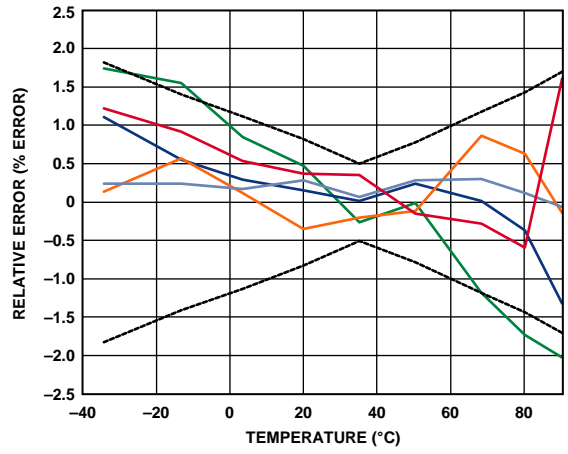


图8. 灵敏度与温度的关系

11117-008

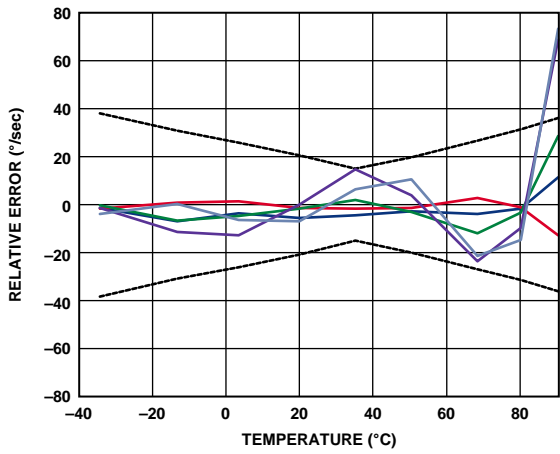


图7. 偏置与温度的关系

11117-007

工作原理

ADIS16266集成了具有数据采样、信号处理和校准功能的MEMS陀螺仪，还有简单的用户接口。此检测系统将自主采集数据，并提供给任意支持4线式串行外设接口(SPI)的处理器系统。

传感元件

传感元件使用谐振器陀螺仪原理工作。两个多晶硅检测结构各含一个扰动框架，通过静电将扰动框架驱动到谐振状态以产生必要的速度，从而在旋转期间产生科氏力。在各框架的两个外部极限处(与扰动运动正交)是可动指，放在固定捡拾指之间，形成一个容性捡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。差分结构可将线性加速度(重力和振动等)和EMI的影响降到最低。

数据采样和处理

ADIS16266根据用户控制寄存器中的配置，自主运行。模拟陀螺仪信号馈入模数转换器(ADC)级，接着后者将数字化的数据传递至控制器，用于数据处理和寄存器加载。嵌入式控制器中的数据处理的包括校正公式、滤波和预设报警条件检查。每个ADIS16266的校正公式是唯一的，此公式是在 -40°C 至 $+70^{\circ}\text{C}$ 的温度范围内根据每个器件的工厂特性推导而出的。

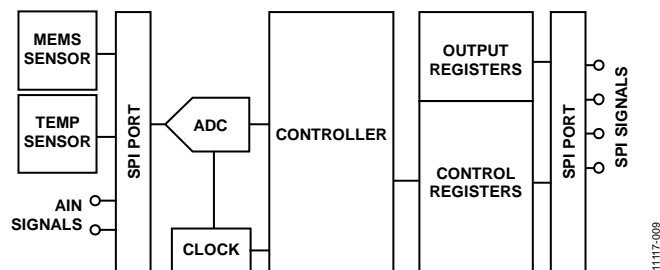


图9. 传感器信号处理示意图

用户接口

SPI接口

数据采集和配置命令均采用由四线组成的SPI片选($\overline{\text{CS}}$)信号激活SPI接口，而串行时钟(SCLK)则同步串行数据线。串行输入数据在SCLK上升沿输入到DIN，而串行输出数据在SCLK下降沿输出到DOUT。许多数字处理器平台均支持与专用串行端口的接口和简单的指令集。

用户寄存器

用户寄存器为SPI接口上的所有输入/输出操作提供寻址服务。每个16位寄存器都拥有自己独有的位分配，并具有两个7位地址：一个地址用于高位字节，另一个地址用于低位字节。表7给出了用户寄存器的存储器映射图以及每个寄存器的功能。

ADIS16266

基本工作原理

ADIS16266是一个自治工作系统，无需用户初始化。只要为其提供有效的电源，它就会自行初始化，并开始采样、处理，并将传感器数据加载到输出寄存器。每个采样周期结束后，DIO1脉冲变为高电平。利用SPI接口可以与许多嵌入式处理器平台轻松整合，如图10(电气连接)和表5(处理器引脚名称和功能)所示。

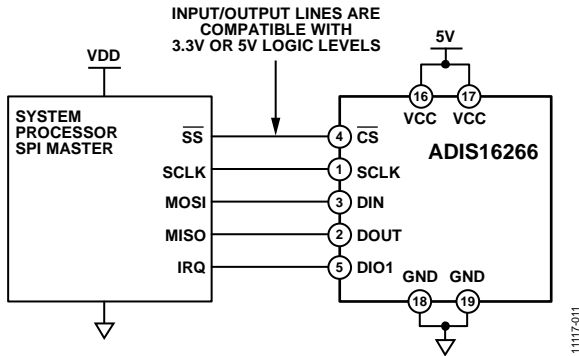


图10. 电气连接图

表5. 通用主机处理器引脚名称及功能

引脚名称	功能
SS	选择从机
IRQ	中断请求
MOSI	主机输出，从机输入
MISO	主机输入，从机输出
SCLK	串行时钟

ADIS16266 SPI接口支持全双工串行通信(同时执行发送和接收)并采用图13中所示的位序。表6提供了常见设置列表，针对ADIS16266 SPI接口初始化处理器串行端口时需要注意。

表6. 通用主机处理器SPI设置

处理器设置	描述
主机	ADIS16266用作从机
SCLK速率 ≤ 2.5 MHz	最大串行时钟速率
SPI模式3	CPOL = 1(极性), CHPA = 1(相位)
MSB优先模式	位序
16位模式	移位寄存器/数据长度

读取传感器数据

单个寄存器读操作需要两个16位SPI周期。在第一个周期中，利用图13中的位分配功能请求读取一个寄存器的内容；在第二个期中，寄存器内容通过DOUT输出。图11显示了三个连续的寄存器读操作。本例中，首先是引脚3的DIN = 0x0400请求GYRO_OUT寄存器的内容；然后是DIN = 0x0600请求GYRO_OUT2寄存器的内容；最后是DIN = 0x0C00请求TEMP_OUT寄存器的内容。全双工操作支持处理器利用同一16位SPI周期从DOUT读取数据，同时通过DIN引脚请求下一数据集。图12提供了四个SPI信号重复读取GYRO_OUT时的示例。

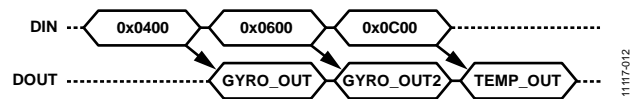


图11. SPI读操作示例

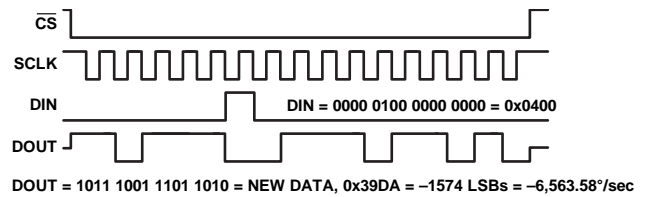
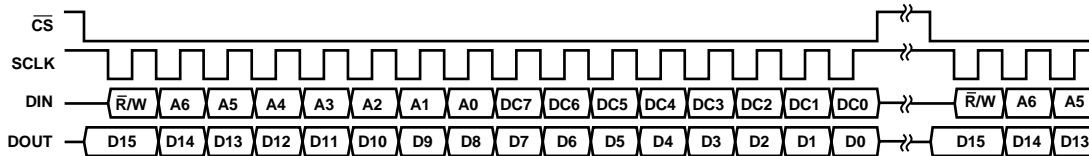


图12. SPI读操作示例，第二个16位序列



NOTES

1. DOUT BITS ARE PRODUCED ONLY WHEN THE PREVIOUS 16-BIT DIN SEQUENCE STARTS WITH R/W = 0.
2. WHEN CS IS HIGH, DOUT IS IN A THREE-STATE, HIGH IMPEDANCE MODE, WHICH ALLOWS MULTIFUNCTIONAL USE OF THE LINE FOR OTHER DEVICES.

图13. SPI通信位序

用户寄存器

表7. 用户寄存器存储器映射

名称	R/W	闪存备份	地址 ¹	默认值	寄存器描述	位描述
FLASH_CNT	R	是	0x00	N/A ²	闪存写操作计数	见表27
SUPPLY_OUT	R	否	0x02	N/A ²	输出, 电源	见表13
GYRO_OUT	R	否	0x04	N/A ²	输出, 陀螺仪	见表8
GYRO_OUT2	R	否	0x06	N/A ²	输出, 陀螺仪, 抽取引起的位增长	见表10
保留	N/A ²	N/A ²	0x08	N/A ²	保留	
AUX_ADC	R	否	0x0A	N/A ²	输出, 辅助ADC测量	见表15
TEMP_OUT	R	No	0x0C	N/A ²	输出, 温度(内部)	见表11
保留	N/A ²	N/A ²	0x0F至0x13	N/A ²	保留	
GYRO_OFF	R/W	是	0x14	0x0000	陀螺仪偏置校正	见表19
GYRO_SCALE	R/W	是	0x16	0x0800	陀螺仪比例校正	见表20
保留	N/A ²	N/A ²	0x18至0x1F	N/A ²	保留	
ALM_MAG1	R/W	是	0x20	0x0000	报警1触发器设置	见表30
ALM_MAG2	R/W	是	0x22	0x0000	报警2触发器设置	见表31
ALM_SMPL1	R/W	是	0x24	0x0000	报警1采样周期	见表32
ALM_SMPL2	R/W	是	0x26	0x0000	报警2采样周期	见表33
ALM_CTRL	R/W	是	0x28	0x0000	报警配置	见表34
保留	N/A ²	N/A ²	0x2B至0x2F	N/A ²	保留	
AUX_DAC	R/W	否	0x30	0x0000	控制, DAC输出电压设置	见表25
GPIO_CTRL	R/W	否	0x32	0x0000	控制, 数字I/O线路	见表23
MSC_CTRL	R/W	是	0x34	0x0006	控制, 数据就绪, 自测设置	见表24
SMPL_PRD	R/W	是	0x36	0x0000	控制, 内部采样速率	见表17
SENS_AVG	R/W	是	0x38	0x0401	控制, 动态范围, 滤波	见表18
SLP_CNT	W	是	0x3A	N/A ²	控制, 休眠模式初始化	见表22
DIAG_STAT	R	否	0x3C	N/A ²	诊断, 错误标志	见表29
GLOB_CMD	W	否	0x3E	N/A ²	控制, 全局命令	见表21
			0x40至0x51	N/A ²	保留	
LOT_ID1	R	是	0x52	不适用	批次识别代码1	见表37
LOT_ID2	R	是	0x54	N/A ²	批次识别代码2	见表37
PROD_ID	R	是	0x56	0x3F8A	产品标识; 16,266	见表37
SERIAL_NUM	R	是	0x58	N/A ²	序列号	见表37

¹ 每个寄存器均包含两个字节。上表中的地址列只提供了低字节的地址。低字节加1可计算出高字节的地址。

² N/A表示不适用。

ADIS16266

输出数据寄存器

图14显示了输出寄存器格式的通用模式。当寄存器包含未读取的数据时，ND位等于1。当DIAG_STAT寄存器中的任何错误/报警标志位等于1时，EA位为高电平。

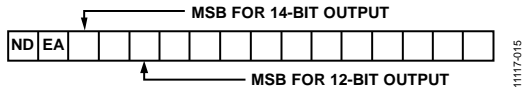


图14. 输出寄存器位分配

旋转速率(陀螺仪)

GYRO_OUT(见表8)是陀螺仪输出数据的主寄存器，使用14位二进制补码数据格式。表9举例说明如何将数字数据转换为 $^{\circ}/s$ 。

表8. GYRO_OUT位(基地址 = 0x04)

位	描述
15	新(未读)数据指示；位 = 1表示该寄存器中新的未读数据
14	错误/报警；DIAG_STAT \neq 0x0000时位 = 1
[13:0]	陀螺仪数据；二进制补码，4.17 $^{\circ}/s$ LSB，0 $^{\circ}/s$ = 0x0000

表9. GYRO_OUT(二进制补码格式)

旋转速率	十进制	十六进制	二进制
+14000 $^{\circ}/s$	+3357	0x0D1D	xx00 1101 0001 1101
+8.34 $^{\circ}/s$	+2	0x0002	xx00 0000 0000 0010
+4.17 $^{\circ}/s$	+1	0x0001	xx00 0000 0000 0001
0 $^{\circ}/s$	0	0x0000	xx00 0000 0000 0000
-4.17 $^{\circ}/s$	-1	0x3FFF	xx11 1111 1111 1111
-8.34 $^{\circ}/s$	-2	0x3FFE	xx11 1111 1111 1110
-14000 $^{\circ}/s$	-3357	0x32E3	xx11 0010 1110 0011

GYRO_OUT2寄存器(见表10)使用MSB对齐的格式，捕捉与抽取滤波器(见图19)有关的位增长。位增长始于MSB(GYRO_OUT2[15])，等于SMPL_PRD[3:0](见表17)中的抽取速率设置，随着抽取速率增加，LSB方向的位也随之增长。

表10. GYRO_OUT2位(基地址 = 0x06)

位	描述
[15:0]	旋转速率数据；分辨率增强位

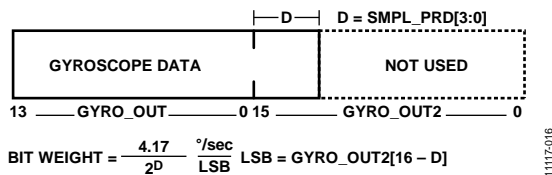


图15. 陀螺仪输出格式

内部温度

TEMP_OUT寄存器(见表11)会使用一个传感器来监控内部温度，会影响陀螺仪数据的校准修正公式。请注意，内部温度和环境温度差异取决于许多因素，引入的差值可能达到 $\pm 10^{\circ}C$ 。这种温度测量可用于跟踪温度的相对变化。

表11. TEMP_OUT位(基地址 = 0x0C)

位	描述
15	新(未读)数据指示；位 = 1表示该寄存器中新的未读数据
14	错误/报警；DIAG_STAT \neq 0x0000时位 = 1
[13:12]	不用
[11:0]	温度数据；二进制补码，0.1447 $^{\circ}C/LSB$ ，0 $^{\circ}C$ = 0x000

表12. 温度(二进制补码格式)

温度	十进制	十六进制	二进制输出
+105 $^{\circ}C$	+544 LSB	0x220	xxxx 0010 0010 0000
+25.2894 $^{\circ}C$	+2 LSB	0x002	xxxx 0000 0000 0010
+25.1447 $^{\circ}C$	+1 LSB	0x001	xxxx 0000 0000 0001
+25 $^{\circ}C$	0 LSB	0x000	xxxx 0000 0000 0000
+24.8553 $^{\circ}C$	-1 LSB	0xFFFF	xxxx 1111 1111 1111
+24.7106 $^{\circ}C$	-2 LSB	0xFFE	xxxx 1111 1111 1110
-40 $^{\circ}C$	-449 LSB	0xE3F	xxxx 1110 0011 1111

电源电压

SUPPLY_OUT(见表13)寄存器提供从VDD到GND的电源电压数字表示。

表13. SUPPLY_OUT位(基地址 = 0x02)

位	描述
15	新(未读)数据指示；位 = 1表示该寄存器中新的未读数据
14	错误/报警；DIAG_STAT \neq 0x0000时位 = 1
[13:12]	不用
[11:0]	电源(VDD)数据，二进制(0V = 0x000) 1.83 mV/LSB

表14. 电源电压数据格式示例

电源电压(V)	十进制	十六进制	二进制输出
5.25	2867 LSB	0xB33	xxxx 1011 0011 0011
5.0 + 0.00183	2731 LSB	0xAAB	xxxx 1010 1010 1011
5.0	2730 LSB	0xAAA	xxxx 1010 1010 1010
5.0 - 0.00183	2729 LSB	0xAA9	xxxx 1010 1010 1001
4.75	2594 LSB	0xA22	xxxx 1010 0010 0010

辅助输入电压(AUX_ADC)

AUX_ADC(见表15)寄存器提供AUX_ADC引脚上电压的数字表示。

表15. AUX_ADC位(基地址 = 0x0A)

位	描述
15	新(未读)数据指示; 位 = 1表示该寄存器中新的未读数据
14	错误/报警; DIAG_STAT ≠ 0x0000时位 = 1
[13:12]	不用
[11:0]	辅助输入电压, 二进制(0 V = 0x000) 0.6105 mV/LSB

表16. AUX_ADC电压数据格式示例

输入(mV)	十进制	十六进制	二进制输出
2500	4095 LSB	0xFFF	xxxx 1111 1111 1111
1200	1966 LSB	0x7AE	xxxx 0111 1010 1110
0.6105	1 LSB	0x001	xxxx 0000 0000 0001
0	0 LSB	0x000	xxxx 0000 0000 0000

器件配置

表7列出的控制寄存器提供各种用户配置选项。SPI端口使用图13所示的位分配功能来访问这些寄存器, 一次一个字节。每个寄存器都有16位, 其中位[7:0]代表低位地址, 位[15:8]代表高位地址。图16举例说明把0x03写入到地址0x32 (GPIO_CTRL[7:0], 见表23)。

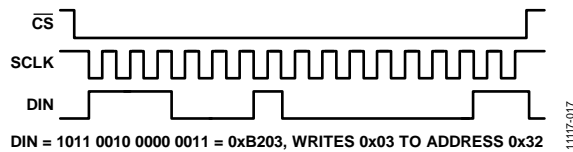


图16. 设置抽取速率为8的SPI序列(DIN = 0xB203)

双存储器结构

将配置数据写入控制寄存器会更新其SRAM内容, SRAM是易失性存储器。优化系统中的各相关控制寄存器设置之后, 设置GLOB_CMD[3] = 1 (DIN = 0xBE08)可将这些设置备份到非易失性闪存。闪存备份过程需要40 ms, 全程要求有效的电源电平。表7所示的寄存器存储器映射中包括闪存备份信息栏。此栏中的“有”表示相应的寄存器在闪存中有一个镜像位置, 正确备份后, 寄存器在启动期间或复位之后可以自动恢复其内容。图17是用于管理操作和存储关键用户设置的双存储器结构示意图。

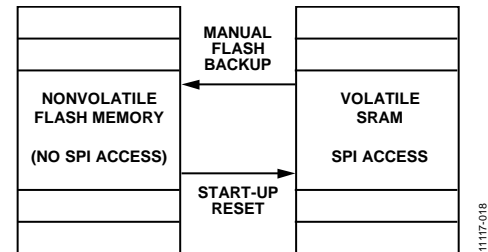


图17. SRAM和闪存图

数字信号处理

图19所示的信号处理图描述了所有用户可配置的选项，这些选项会影响采样速率和频率响应。使用SMPL_PRD和SENS_AVG寄存器的出厂默认设置时，有效的传感器带宽为360 Hz。

抽取滤波器(更新速率)

内部采样系统以2429 SPS的速率在输出数据寄存器中产生新数据。SMPL_PRD寄存器(见表17)提供抽取滤波器级的功能控制，为降低输出寄存器中的更新速率提供了用户控制输入。抽取滤波器采用含抽取输出的均值滤波器，以降低更新速率。这些位提供二项控制，每次此数增加1时，数据速率减半。例如，设置SMPL_PRD[3:0] = 00100 (DIN = 0xB604)可将抽取系数设为16，因而更新速率降至151.8 SPS，带宽(-3 dB)降至大约75 Hz。

表17. SMPL_PRD位(基地址 = 0x36)

位	描述(默认值 = 0x0000)
[15:4]	不用
[3:0]	抽取设置(D)，见图19

频率响应

模拟滤波器

模数转换级之前，ADIS16266有一个双极点模拟滤波器，这两个极点均位于大约1.6 kHz处。RATE和FILT引脚可访问这些滤波器任一个的放大器反馈路径。因而根据以下关系，可降低与该滤波器极点相关的截止频率。

$$f_c = \frac{1}{2\pi \times 180000 \times (C + 560 \text{ pF})}$$

例如，增加一个1000 pF的电容，可把这一极点降到大约567 Hz。

数字滤波

可编程低通滤波器为惯性传感器输出提供额外的降噪功能。此滤波器包含两个级联均值滤波器，它们提供Bartlett窗口、FIR滤波器响应(见图19)。例如，设置SENS_AVG

[2:0] = 100 (DIN = 0xB804)可将每级设为16抽头。当采用默认采样速率2429 SPS(无抽取)时，此值将数字滤波器的带宽降至大约49 Hz。该滤波器的最小设置是每级两个抽头(SENS_AVG[2:0] ≥ 001)。

表18. SENS_AVG位(基地址 = 0x38)

位	描述(默认值 = 0x0401)
[15:11]	未使用。
[10:8]	测量范围(灵敏度)选择。 100 = ±14,000°/s，滤波器抽头 ≥ 2 (Bits[2:0] ≥ 0x01)。 010 = ±7,000°/s，滤波器抽头 ≥ 4 (Bits[2:0] ≥ 0x02)。 001 = ±3,500°/s，滤波器抽头 ≥ 16 (Bits[2:0] ≥ 0x04)。
[7:3]	未使用。
[2:0]	各级中的抽头数；N = 2 ^m 中的m值。

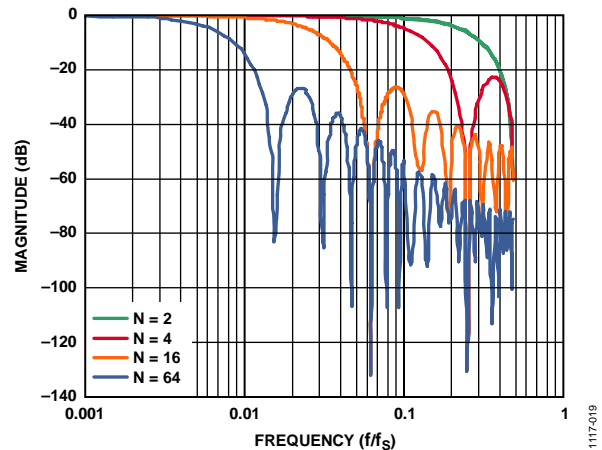


图18. 数字滤波器频率、Bartlett窗口FIR滤波器(相位 = N个采样点)

动态范围

SENS_AVG[10:8]位为该陀螺仪提供三个动态范围设置。较低动态范围设置(±3,500°/sec和±7,000°/sec)会限制最小滤波器抽头大小以保持分辨率。例如，针对±7000°/s的测量范围设置SENS_AVG[10:8] = 010 (DIN = 0xB902)。由于此设置会影响滤波器设置，因此如果需要更多滤波，应先设置SENS_AVG[10:8]，然后设置SENS_AVG[2:0]。

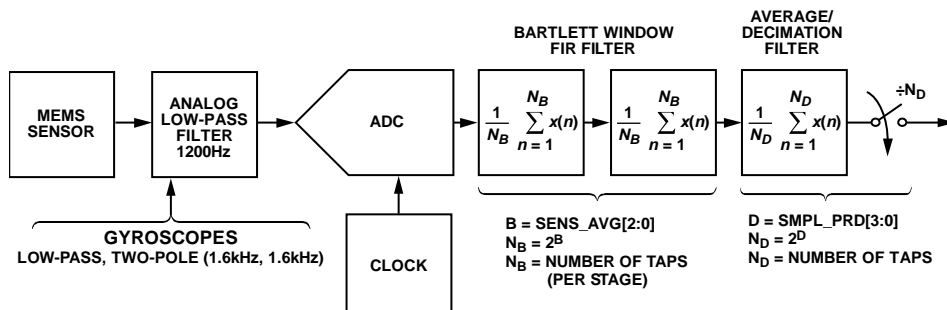


图19. 信号处理图

校准

GYRO_OFF和GYRO_SCALE寄存器提供用户控制功能，可在系统内调节失调和比例因子。

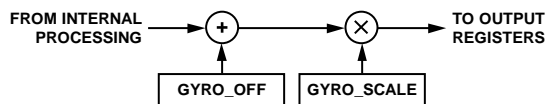


图20. 用户校准寄存器

表19. GYRO_OFF位(基地址 = 0x14)

位	描述(默认值 = 0x0000)
[15:12]	未使用。
[11:0]	失调调整因子、二进制补码格式、1.04°/s/LSB。示例： 0x000：增加0°/s到陀螺仪数据。 0x001：增加1.04°/s到陀螺仪数据。 0x0AA：增加176.8°/s到陀螺仪数据。 0xF0F：从陀螺仪数据减去250.64°/s。 0xFFF：从陀螺仪数据减去1.04°/s。

表20. GYRO_SCALE位(基地址 = 0x16)

位	描述(默认值 = 0x0800)
[15:12]	未使用。
[11:0]	比例调整因子、失调二进制格式、0.00048828/LSB。示例： 0x000：输出乘以0。 0x7F0：陀螺仪数据乘以0.99218。 0x800：输出乘以1。 0x8A0：输出乘以1.078122。 0xFFF：输出乘以1.9995。

系统工具

全局命令

GLOB_CMD寄存器为多个功能提供触发位。设置指定位等于1即可启动相应的操作，完成后该位恢复为0。例如，设置GLOB_CMD[7] = 1 (DIN = 0xBE80)即可执行软件复位，它会停止传感器工作，并使器件执行启动序列。此序列包括在产生新数据之前，用相应闪存存储器位置中的内容加载控制寄存器。

表21. GLOB_CMD位(基地址 = 0x3E)

位	描述
[15:8]	未使用。
7	软件复位命令。
6:4	未使用。
3	闪存更新命令。
2	辅助DAC数据锁存器。
1	工厂校准恢复命令。
0	自动调零命令。

电源管理

使用SLP_CNT[7:0]可使器件在规定周期内处于休眠模式。例如，SLP_CNT[7:0] = 0x64 (DIN = 0xBA64)将使ADIS16266休眠50秒。

表22. SLP_CNT位(基地址 = 0x3A)

位	描述
[15:8]	未使用。
[7:0]	可编程休眠时间位，0.5秒/LSB。

通用I/O

DIO1和DIO2是可配置的通用I/O线，具有多重作用，具体取决于下列控制寄存器的优先级：MSC_CTRL、ALM_CTRL和GPIO_CTRL。例如，设置GPIO_CTRL = 0x0202 (DIN = 0xB302，然后DIN = 0xB202)，DIO1配置为输入，DIO2配置为高电平输出。

表23. GPIO_CTRL位(基地址 = 0x32)

位	描述(默认值 = 0x0000)
[15:10]	未使用。
9	通用I/O线2 (DIO2)数据电平。
8	通用I/O线1 (DIO1)数据电平。
[7:2]	未使用。
1	通用I/O线2 (DIO2)方向控制。 1 = 输出，0 = 输入。
0	通用I/O线1 (DIO1)方向控制。 1 = 输出，0 = 输入。

数据就绪I/O指示

MSC_CTRL[2:0]位配置其中一条数字I/O线，作为数据就绪信号用于驱动中断。例如，设置MSC_CTRL[2:0] = 100 (DIN = 0xB404)，将DIO1配置为负脉冲数据就绪信号。在所有条件下，脉冲宽度范围为100 μs至200 μs。

表24. MSC_CTRL位(基地址 = 0x34)

位	描述(默认值 = 0x0006)
[15:12]	未使用。
11	存储器测试(完成后清零)。 1 = 使能，0 = 禁用。
10	内部自测使能(完成后清零)。 1 = 使能，0 = 禁用。
9	手动自测，负激励。 1 = 使能，0 = 禁用。
8	手动自测，正激励。 1 = 使能，0 = 禁用。
7:3	未使用。
2	数据就绪使能。 1 = 使能，0 = 禁用。
1	数据就绪极性。 1 = 高电平有效，0 = 低电平有效。
0	数据就绪线路选择。 1 = DIO2，0 = DIO1。

辅助DAC

12位AUX_DAC线在不吸入电流时，可以将其输出驱动至地基准电压的5 mV范围内。随着输出趋近于0 V，线性度开始下降(起点约为100 LSB)。随着吸电流提高，非线性范围不断增大。DAC锁存命令(GLOB_CMD[2])将AUX_DAC寄存器的值移入内部DAC控制寄存器，使两个字节同时生效。

表25. AUX_DAC位(基地址 = 0x30)

位	描述(默认值 = 0x0000)
[15:12]	未使用。
[11:0]	数据位，比例因子 = 0.6105 mV/代码。 失调二进制格式，0 V = 0个代码。

表26. 设置AUX_DAC = 2 V

DIN	描述
0xB0CC	AUX_DAC[7:0] = 0xCC (204 LSB)。
0xB10C	AUX_DAC[15:8] = 0x0C (3072 LSB)。
0xBE04	GLOB_CMD[2] = 1。 把AUX_DAC值锁存到内部DAC控制寄存器，使得输出电压值稳定在2 V。

存储器管理

FLASH_CNT寄存器(见表27)跟踪闪存的写周期数，针对表1的耐久性额定值帮助管理总周期数。

表27. FLASH_CNT位(基地址 = 0x00)

位	描述
[15:0]	闪存更新计数器

诊断

自测

自测功能允许用户验证各MEMS传感器的机械完整性。它对各传感器元件施加一个静电力，从而产生机械位移，以仿真对实际运动的响应。表1列出了传感器的预期响应，并提供了通过/失败标准。

设置MSC_CTRL[10] = 1(DIN = 0xB504)即可运行内部自测程序，它会驱动所有惯性传感器，测量响应，判断通过还是失败，并将其通过DIAG_STAT寄存器中的错误标志位反映出来，然后恢复正常工作模式。程序完成后，MSC_CTRL[10]复位至0。MSC_CTRL[9:8]位可以手动控制自测功能，以便调查潜在故障。表28给出了一个利用该选项来验证陀螺仪功能的测试流程示例。

表28. 手动自测序列实例

DIN	描述
0xB601	SMPL_PRD[7:0] = 0x01，采样速率 = 2429 SPS。
0xB904	SENS_AVG[15:8] = 0x04，范围 = $\pm 14000^\circ/s$ 。
0xB802	SENS_AVG[7:0] = 0x02，四抽头均值滤波器。 延迟 = 50 ms。
0x0400	读GYRO_OUT。
0xB502	MSC_CTRL[9:8] = 10，陀螺仪负自测。 延迟 = 50 ms。
0x0400	读GYRO_OUT。 确定陀螺仪输出中的偏置是否按照表1规定的自测响应而变化。
0xB501	MSC_CTRL[9:8] = 01，陀螺仪正自测。 延迟 = 50 ms。
0x0400	读GYRO_OUT。 确定陀螺仪输出中的偏置是否按照表1规定的自测响应而变化。
0xB500	MSC_CTRL[15:8] = 0x00。

零运动可提供更可靠的结果。表28中的设置可以灵活改变，以针对速度和噪声影响进行优化。例如，使用较少的滤波抽头数会缩短延迟时间，但受噪声影响的可能性会增加。

存储器测试

设置MSC_CTRL[11] = 1(DIN = 0xB508)可对闪存和SRAM进行校验和比较，帮助验证存储器完整性。通过/失败结果载入DIAG_STAT[6]寄存器。

状态

错误标志位用于指示常见的系统级问题。每完成一个DIAG_STAT寄存器读周期后，所有标志位清零(置0)。如果错误条件仍然存在，错误标志位将在下一个采样周期恢复为1。DIAG_STAT[1:0]恢复为0不要求读取此寄存器。如果电源电压回到额定范围内，这两个标志位会自动清零。

表29. DIAG_STAT位(基地址 = 0x3C)

位	描述
[15:10]	未使用。
9	报警2状态(1 = 有效，0 = 无效)。
8	报警1状态(1 = 有效，0 = 无效)。
7	未使用。
6	闪存测试，校验和标志位(1 = 失败，0 = 通过)。
5	自测诊断错误标志位(1 = 失败，0 = 通过)。
4	传感器超量程(1 = 失败，0 = 通过)。
3	SPI通信故障(1 = 失败，0 = 通过)。
2	闪存更新故障(1 = 失败，0 = 通过)。
1	电源 > 5.25 V。 1 = 电源 > 5.25 V，0 = 电源 \leq 5.25 V。
0	电源 < 4.75 V。 1 = 电源 < 4.75 V，0 = 电源 \geq 4.75 V。

报警

报警寄存器

报警功能可监控两个独立的条件。ALM_CTRL寄存器提供数据源选择、数据滤波(比较之前)、静态比较、动态变化率比较和输出指示器配置的控制输入。ALM_MAGx寄存器确定触发阈值和极性配置。表35给出了一个静态报警配置示例。ALM_SMPLx寄存器提供动态变化率配置所用的采样数。周期等于ALM_SMPLx寄存器中的数量乘以采样周期时间。表36给出了一个传感器配置此类功能的示例。

表30. ALM_MAG1位(基地址 = 0x20)

位	描述(默认值 = 0x0000)
15	比较极性(1 = 大于, 0 = 小于)。
14	未使用。
[13:0]	与触发源选择的格式匹配的数据位。

表31. ALM_MAG2位(基地址 = 0x22)

位	描述(默认值 = 0x0000)
15	比较极性(1 = 大于, 0 = 小于)。
14	未使用。
[13:0]	与触发源选择的格式匹配的数据位。

表32. ALM_SMPL1位(基地址 = 0x24)

位	描述(默认值 = 0x0000)
[15:8]	未使用。
[7:0]	数据位: 采样数(0x00和0x01均等于1)。

表33. ALM_SMPL2位(基地址 = 0x26)

位	描述(默认值 = 0x0000)
[15:8]	未使用。
[7:0]	数据位: 采样数(0x00和0x01均等于1)。

表34. ALM_CTRL位(基地址 = 0x28)

位	描述(默认值 = 0x0000)
15 [14:12]	报警2的动态变化率使能(1 = 变化率, 0 = 静态电平)。报警2源选择。 000 = 禁用。 001 = 电源输出。 010 = 陀螺仪输出。 011 = 未使用。 100 = 未使用。 101 = 辅助ADC输入。 110 = 温度输出。 111 = 未使用。
11 [10:8]	报警1的变化率使能(1 = 动态变化率, 0 = 静态电平)。报警1源选择(同报警2)。
[7:5]	未使用。
4	比较数据滤波器设置(1 = 滤波数据, 0 = 未滤波数据)。
3	未使用。
2	报警输出使能(1 = 使能, 0 = 禁用)。
1	报警输出极性(1 = 有效高电平, 0 = 有效低电平)。
0	报警输出线路选择(1 = DIO2, 0 = DIO1)。

图35. 报警配置示例1

DIN	描述
0xA922, 0xA817	ALM_CTRL = 0x2217。 报警1输入 = GYRO_OUT。 报警2输入 = GYRO_OUT。 静态电平比较, 滤波数据。 DIO2输出指示, 正极性。
0xA183, 0xA0E8	ALM_MAG1 = 0x83E8。 如果GYRO_OUT > +4170°/s, 则报警1为真。
0xA338, 0xA230	ALM_MAG2 = 0x3830。 如果GYRO_OUT < -8340°/s, 则报警2为真。

图36. 报警配置示例2

DIN	描述
0xA9AA, 0xA804	ALM_CTRL = 0xAA04。 报警1输入 = GYRO_OUT。 报警2输入 = GYRO_OUT。 动态变化率比较，未滤波数据。 DIO1输出指示，负极性。
0xB600	SMPL_PRD = 0x0000。采样速率 = 2429 SPS。
0xA4FF	ALM_SMPL1[7:0] = 0x00FF。 报警1动态变化率周期 = 105 ms。
0xA6FF	ALM_SMPL2[7:0] = 0x00FF。 报警2动态变化率周期 = 105 ms。
0xA181, 0xA000	ALM_MAG1 = 0x8100。 如果GYRO_OUT在105 ms周期内变化超过1067.5°/s， 则报警1为真。
0xA300, 0xA20A	ALM_MAG2 = 0x000A。 如果GYRO_OUT在105 ms周期内变化小于41.7°/s， 则报警2为真。

产品标识

表37列出了用于识别产品的所有寄存器：PROD_ID识别产品类型；LOT_ID1和LOT_ID2是32位批次识别代码；SERIAL_NUM显示16位序列号。所有四个寄存器都是两字节长。

表37. 识别寄存器

寄存器名称	地址	描述
LOT_ID1	0x52	批次识别代码1
LOT_ID2	0x54	批次识别代码2
PROD_ID	0x56	产品标识 = 0x3F8A (0x3F8A = 16,266 十进制)
SERIAL_NUM	0x58	序列号

应用信息

装配

制定在PCB上安装ADIS16266的工艺流程时，请参见IPC/JEDEC J-STD-020C标准文档，以了解回流温度曲线和处理信息。ADIS16266可采用此标准中的锡铅共熔工艺或无铅共熔工艺。有关湿度敏感度等级(MSL)的处理要求，请参见IPC/JEDEC J-STD-033。这些器件的MSL额定值标注在防静电袋上，该防护袋可在运输和搬运过程中保护这些器件免受静电放电影响。

组装之前，请查看相关工艺流程，了解当引入的冲击水平超过ADIS16266绝对最大额定值时需要注意的信息。PCB分离和超声波清洗工艺会引入高冲击，可能会损坏MEMS元件。焊接回流后弯曲PCB或将其弯成弓形也会在焊盘结构上造成较大的剥离应力，可能会损坏器件。如果上述情况不可避免，可考虑使用底部填充材料来帮助将这些作用力分散到整个封装底部。图21显示了该封装样式的PCB焊盘设计示例。

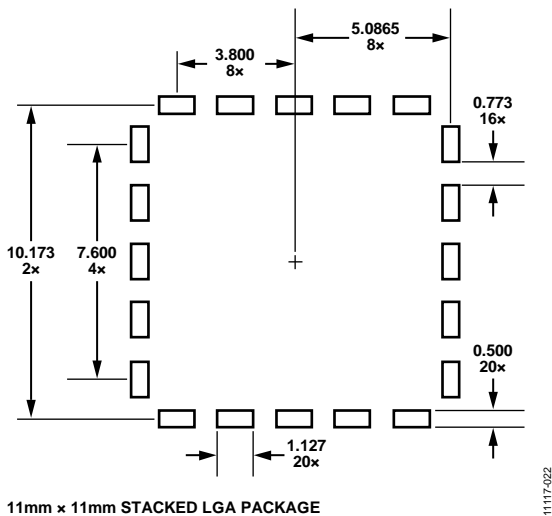


图21. 推荐的焊盘布局(单位为mm)

偏置优化

使用以下步骤来微调偏置精度，使其接近运动中偏置稳定度 $0.129^\circ/\text{s}$ (1σ):

1. 施加5 V并允许足够的时间进行启动。
2. 设置SENS_AVG[10:8] = 001 (DIN = 0xB901)。
3. 以2429 SPS的采样速率采集30秒的GYRO_OUT数据。
4. 平均数据记录。
5. 四舍五入为最接近的整数。
6. 乘以-1。
7. 把(第6步)生成的数值写到GYRO_OFF。
8. 设置GLOB_CMD[3] = 1 (DIN = 0xBE08)。
9. 等待50 ms以上时间并恢复操作。

或者，设置GLOB_CMD[0] = 1 (DIN = 0xBE01)提供单次采样偏置校正。Allan方差曲线(见图6)可提供精度与均值时间之间的权衡关系。例如，平均1秒内会得到大约 $0.358^\circ/\text{s}$ (1σ)的精度。

接口PCB

ADIS16266/PCBZ在1.2 × 1.3 平方英寸的PCB上配置一个ADIS16266BCCZ IC。接口PCB可以把这些器件的IC连接简化为现有的处理器系统。四个安装孔可容纳M2 (2 mm)或2-56型机械螺丝。这些电路板均采用S410材料制成，厚度为0.063英寸。第二级组装采用SAC305兼容型焊料成分，其预焊回流厚度大约为0.005英寸。

这些PCB上的焊盘图形与图23所示相符。J1和J2为采用大量扁平电缆系统的双排2 mm(间距)连接器，包括Samtec的TCSD-08-D-xx.00-01系列连接器。ADIS16266/PCBZ的原理图和连接器引脚分配如图22所示。

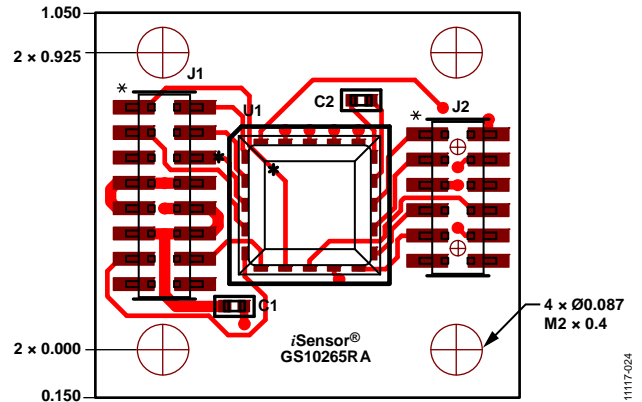


图23. PCB组装视图和尺寸

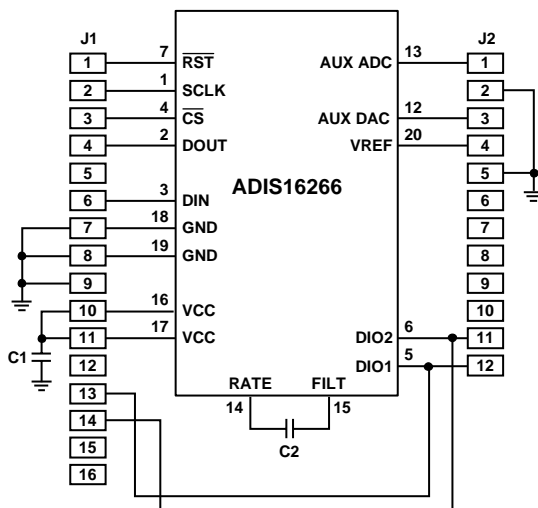


图22. 电路原理图

ADIS16266

外形尺寸

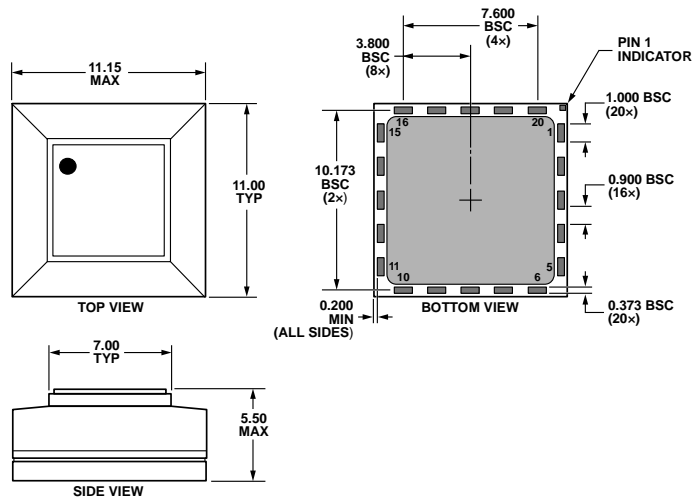


图24. 20引脚堆叠基板栅格阵列封装[LGA]
(CC-20-1)

图示尺寸单位: mm

订购指南

型号 ¹	温度范围	封装描述	封装选项
ADIS16266BCCZ	-40°C至+105°C	20引脚堆叠基板栅格阵列封装[LGA]	CC-20-1
ADIS16266/PCBZ		评估板	

¹ Z = 符合RoHS标准的器件。

注释

注释