

### 产品特性

无线振动系统, 902.5 MHz至927.5 MHz

- 空闲信道评估和数据包防冲突
- 射频(RF)协议中的错误检测和校正
- 可编程RF输出功率

网关节点(**ADIS16000**)

- SPI至RF功能
- 管理多达6个传感器节点

传感器节点(**ADIS16229**)

- 双轴,  $\pm 18\text{ g}$  MEMS加速度计
- 传感器谐振频率: 5.5 kHz
- 数字FFT范围设置: 1 g、5 g、10 g和20 g
- 采样速率高达20 kSPS
- 可编程唤醒捕获、更新周期时间
- 512点、实数值FFT
- 矩形、Hanning和平顶窗口选项
- 可编程抽取滤波器, 11种速率设置
- 选定滤波器设置支持多记录捕获
- 手动捕获模式支持时域数据采集
- 可编程FFT均值计算: 最多255个均值
- 记录存储: 两个轴(x和y)上14个FFT记录
- 可编程报警、6个频段、2个等级
- 可调响应延迟, 减少误报
- 内部自测, 带状态标识
- 数字温度和电源测量
- 标识寄存器: 序列号、器件ID、用户ID

37.8 mm × 22.8 mm × 8.8 mm MCML封装(**ADIS16000**)

37.8 mm × 22.8 mm × 13.5 mm MCML封装(**ADIS16229**)

单电源供电: 3.0 V至3.6 V

工作温度范围:  $-40^{\circ}\text{C}$ 至 $+85^{\circ}\text{C}$

### 应用

- 振动分析
- 状态监控
- 机械健康状况
- 仪器仪表和诊断
- 安全关断检测

### 概述

**ADIS16000**和**ADIS16229**可用于创建简单的无线振动检测网络, 适合广泛的工业设备应用。**ADIS16000**提供用于管理网络的网关功能, 而**ADIS16229**则提供远程检测功能。

**ADIS16229** iSensor<sup>®</sup>是一款完整的无线振动检测节点, 结合了双轴加速度检测和高级时域与频域信号处理。时域信号处理包括可编程抽取滤波器和可选的窗函数。频域处理包括512点、实数值快速傅里叶变换(FFT)、FFT幅度平均和可编程频段报警。通过FFT记录存储系统, 用户可以追踪随时间发生的变化, 并利用多个抽取滤波器设置捕获FFT。

**ADIS16229**的动态范围、带宽、采样速率和噪声性能非常适合各种机械健康状况和生产设备监控系统。该器件还提供多种无线配置参数, 可以灵活地在电池寿命和通信频率之间达成平衡。

**ADIS16000**串行外设接口(SPI)能连接大部分嵌入式处理器平台和SMA连接器接口, 使器件可以使用各种不同的天线。该模块采用专利的无线协议, 一次可支持最多6个**ADIS16229**器件。

**ADIS16000**模块采用37.8 mm × 22.8 mm × 8.8 mm多芯片芯片模块层压板(MCML)结构, **ADIS16229**则采用37.8 mm × 22.8 mm × 13.5 mm MCML结构。它们都具有SMA连接器, 可轻松连接天线, 并有两个安装孔, 可在 $-40^{\circ}\text{C}$ 至 $+85^{\circ}\text{C}$ 温度范围内方便地进行安装和运行。**ADIS16000**还内置一个标准1 mm、14引脚连接器, 用于连接嵌入式处理器系统。**ADIS16229**提供导联结构, 可轻松连接标准电池。

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 ©2013 Analog Devices, Inc. All rights reserved.  
Technical Support [www.analog.com](http://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	FFT.....	21
应用.....	1	FFT均值计算.....	22
概述.....	1	记录时间.....	22
修订历史.....	2	数据记录.....	22
功能框图.....	3	FFT记录闪存耐久性.....	22
技术规格.....	4	传感器节点频谱报警.....	23
时序规格.....	6	报警定义.....	23
绝对最大额定值.....	7	报警指示信号.....	24
热阻.....	7	报警标志和条件.....	24
ESD警告.....	7	报警状态.....	25
引脚配置和功能描述.....	8	最差条件监控.....	25
工作原理.....	10	读取输出数据.....	26
传感元件.....	10	从数据缓冲器读取数据.....	26
信号处理.....	10	访问FFT记录数据.....	26
传感器通信.....	10	数据格式.....	27
网关通信.....	11	实时数据采集.....	27
ADIS16000的基本工作原理.....	12	电源/温度.....	27
SPI写命令.....	12	FFT事件标头.....	28
SPI读命令.....	12	系统工具.....	29
网络管理.....	15	全局命令.....	29
传感器节点记录模式和信号处理.....	18	器件标识.....	29
记录模式.....	18	系统标志.....	30
频谱记录生成.....	19	自测.....	30
采样速率和滤波.....	19	闪存管理.....	30
动态范围和灵敏度.....	20	外形尺寸.....	31
动态范围设置.....	21	订购指南.....	32
PreFFT加窗.....	21		

## 修订历史

2013年8月—修订版0：初始版

# 功能框图

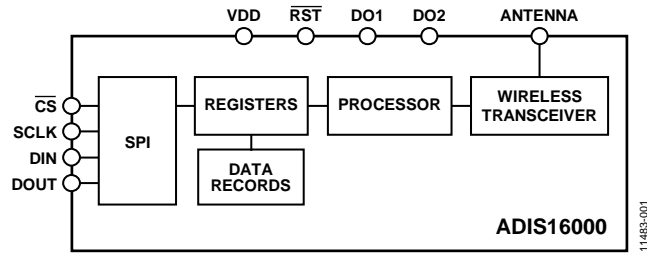


图1. ADIS16000功能框图

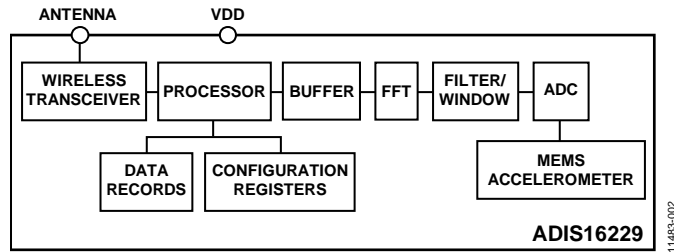


图2. ADIS16229功能框图

# ADIS16000/ADIS16229

## 技术规格

除非另有说明,  $T_A = -40^{\circ}\text{C}$ 至 $+85^{\circ}\text{C}$ ,  $V_{DD} = 3.3\text{ V}$ 。

表1.

参数	测试条件/注释	最小值	典型值	最大值	单位
<b>加速度计(ADIS16229)</b> 测量范围 <sup>1</sup> 灵敏度, FFT 灵敏度, 时域 灵敏度误差 非线性度 跨轴灵敏度 对齐误差 失调误差 失调温度系数 输出噪声 输出噪声密度 带宽 传感器谐振频率	$T_A = 25^{\circ}\text{C}$ $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ , 0 g至20 g范围设置 $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +85^{\circ}\text{C}$ 相对于满量程 相对于封装安装孔 $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +85^{\circ}\text{C}$ $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ , 20.48 kHz采样速率, 时域 $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ , 10 Hz至1 kHz $\pm 5\%$ 平坦度, 见图21	$\pm 18$	0.3052 0.6104 $\pm 0.3$	$\pm 6$	g mg/LSB mg/LSB % % % 度 g g mg/ $^{\circ}\text{C}$ mg rms mg/ $\sqrt{\text{Hz}}$ Hz kHz
<b>逻辑输入<sup>2</sup>(ADIS16000)</b> 输入高电压 $V_{\text{INH}}$ 输入低电压 $V_{\text{INL}}$ 输入漏电流 RST、SCLK 输入电容 $C_{\text{IN}}$		$0.7 \times V_{DD}$	0.01 0.1 10	$0.2 \times V_{DD}$	V V $\mu\text{A}$ mA pF
<b>数字输出<sup>2</sup>(ADIS16000)</b> 输出高电压 $V_{\text{OH}}$ 输出低电压 $V_{\text{OL}}$	$I_{\text{SOURCE}} = 1\text{ mA}$ $I_{\text{SINK}} = 1\text{ mA}$	$V_{DD} - 0.4$		0.36	V V
<b>闪存</b> 耐久性 <sup>3</sup> 数据保持期限 <sup>4</sup>	$T_J = 85^{\circ}\text{C}$ , 见图25	20,000 20			周期 年
<b>启动时间<sup>5</sup></b> 初始启动时间 复位恢复时间 <sup>6</sup> 休眠模式恢复时间	ADIS16000 ADIS16229 ADIS16000 ADIS16229 ADIS16229		80 150 80 80 25		ms ms ms ms ms
<b>采样速率</b> <b>时钟精度</b>	内部采样速率		20 3		kSPS %
<b>收发器</b> 接收器灵敏度 传输功率	$-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +85^{\circ}\text{C}$	$-18$	$-92$	$-10.5$	dBm dBm

# ADIS16000/ADIS16229

参数	测试条件/注释	最小值	典型值	最大值	单位
电源	工作电压范围VDD	3.0	3.3	3.6	V
	电源电流, ADIS16000				
	发射模式, 10 dBm, 25°C		37		mA
	发射模式, -1 dBm, 25°C		18		mA
	接收模式, 25°C		20		mA
电源电流, ADIS16229	发射模式, 10 dBm, 25°C		39	41	mA
	发射模式, 10 dBm, -40°C至+85°C		37.5		mA
	发射模式, -1 dBm, 25°C		19	26	mA
	发射模式, -1 dBm, -40°C至+85°C	4	19.5		mA
	接收模式, 25°C		20.5	26	mA
	接收模式, -40°C至+85°C		21.5		mA
	数据捕获模式, 无收发器活动, 25°C		7.2		mA
	休眠模式, T <sub>A</sub> = 25°C		2.5		μA

<sup>1</sup> 最大范围取决于振动频率。

<sup>2</sup> 数字输入/输出信号兼容5 V电压。

<sup>3</sup> 耐久性是在-40°C、+25°C、+85°C及+125°C时依据JEDEC 22标准方法A117来认定的。

<sup>4</sup> 根据JEDEC 22标准方法A117, 保持期限相当于85°C结温(T<sub>J</sub>)时的寿命。保持期限取决于结温。

<sup>5</sup> 所示启动时间反映的是开始数据采集所需的时间。

<sup>6</sup> 适用于复位线路(RST = 0)和软件复位命令(GLOB\_CMD\_G[7] = 1)。RST引脚必须保持低电平且持续至少10 μs。

# ADIS16000/ADIS16229

## 时序规格

除非另有说明,  $T_A = 25^\circ\text{C}$ ,  $V_{DD} = 3.3\text{ V}$ 。参见图3和图4。

表2.

参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位
$f_{\text{SCLK}}$	SCLK频率			2.5	MHz
$t_{\text{STALL}}$	停转时间	30			$\mu\text{s}$
$t_{\text{CS}}$	$\overline{\text{CS}}$ 至SCLK边沿	12.9			ns
$t_{\text{SL}}$	SCLK低电平脉冲宽度, 图中未显示		500		ns
$t_{\text{SH}}$	SCLK高电平脉冲宽度, 图中未显示		500		ns
$t_{\text{DAV}}$	SCLK边沿之后数据输出有效时间			47.4	ns
$t_{\text{DSU}}$	SCLK边沿之前数据输入建立时间	25.8			ns
$t_{\text{DHD}}$	SCLK边沿之后数据输入保持时间	12.9			ns
$t_{\text{DF}}$	数据输出下降时间, 图中未显示		10.6	32.0	ns
$t_{\text{DR}}$	数据输出上升时间, 图中未显示		10.6	32.0	ns
$t_{\text{SR}}$	SCLK上升时间		10.6	32.0	ns
$t_{\text{SF}}$	SCLK下降时间		10.6	32.0	ns
$t_{\text{DOCS}}$	$\overline{\text{CS}}$ 边沿之后数据输出有效时间, 图中未显示			59.8	ns
$t_{\text{SFS}}$	$\overline{\text{CS}}$ SCLK边沿之后CS高电平时间	12.9			ns

## 时序图

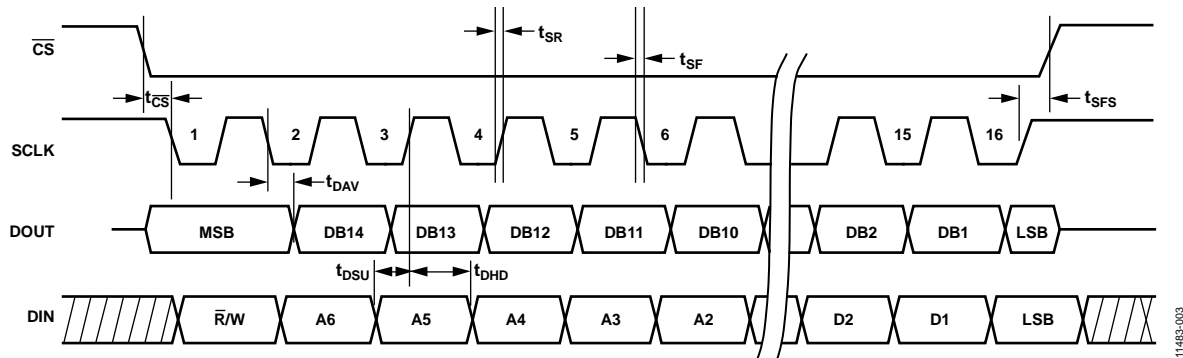


图3.SPI时序和序列

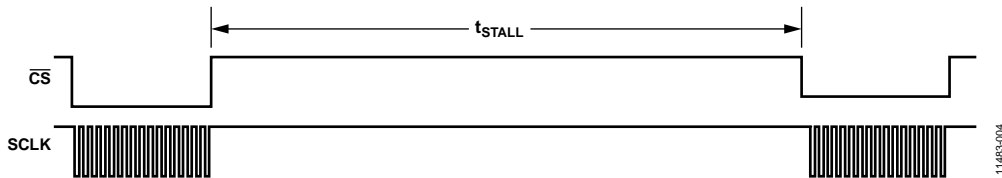


图4.DIN位序

## 绝对最大额定值

表3.

参数	额定值
加速度	
任意轴, 无电	2000 g
任意轴, 有电	2000 g
VDD至GND	-0.3 V至+3.96 V
数字输入电压至GND	-0.3 V至+3.96 V
数字输出电压至GND	-0.3 V至+3.96 V
温度	
工作温度范围	-40°C至+85°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。

## 热阻

$\theta_{JA}$  针对最差条件, 即器件焊接在电路板上实现表贴封装。

表4. 封装特性

封装类型	$\theta_{JA}$	$\theta_{JC}$	器件重量
14引脚 MCML	31°C/W	11°C/W	6.5克

## 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。

# ADIS16000/ADIS16229

## 引脚配置和功能描述

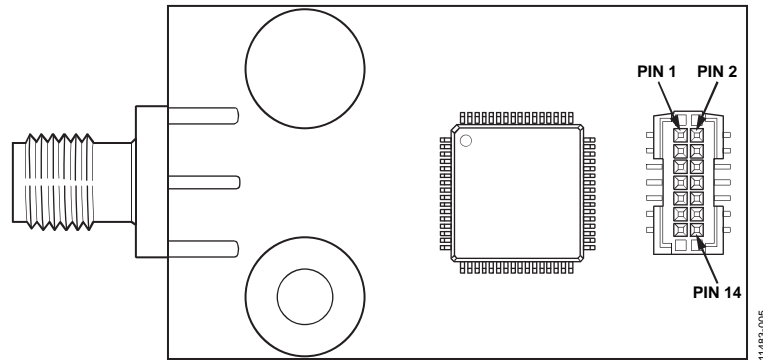
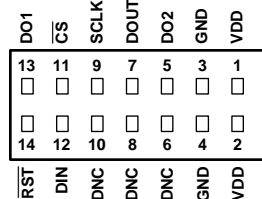


图5. ADIS16000引脚位置

ADIS16000  
TOP VIEW  
(Not to Scale)



NOTES

1. THIS REPRESENTATION DISPLAYS THE TOP VIEW WHEN THE CONNECTOR IS VISIBLE AND FACING UP.
2. MATING CONNECTOR: ML-14-4 OR EQUIVALENT.
3. DNC = DO NOT CONNECT.

图6. ADIS16000引脚配置

表5. ADIS16000引脚功能描述

引脚编号	引脚名称	类型 <sup>1</sup>	说明
1, 2	VDD	S	电源, 3.3 V。
3, 4	GND	S	地。
5	DO2	O	数字输出线路2。
6, 8, 10	DNC	N/A	请勿连接到这些引脚。
7	DOUT	O	SPI, 数据输出。当 $\overline{CS}$ 为低电平时, DOUT为输出, 当 $\overline{CS}$ 为高电平时, DOUT进入三态高阻抗模式。
9	SCLK	I	SPI, 串行时钟。
11	$\overline{CS}$	I	SPI, 片选。
12	DIN	I	SPI, 数据输入。
13	DO1	O	数字输出线路1。
14	$\overline{RST}$	I	复位, 低电平有效。

<sup>1</sup>S = 电源, O = 输出, I = 输入, N/A = 不适用。



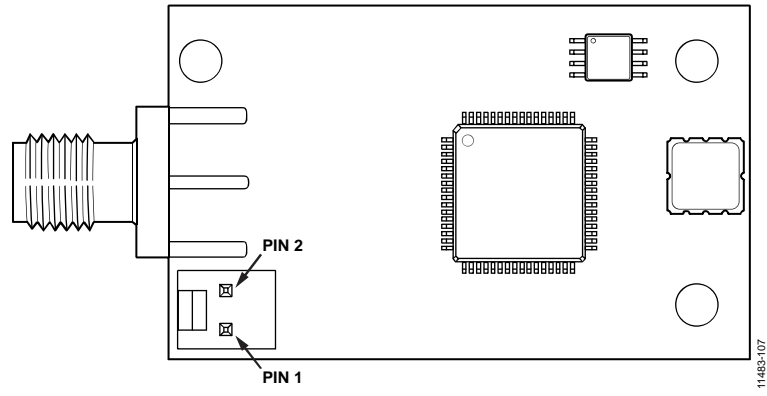


图7. ADIS16229引脚位置

表6. ADIS16229引脚功能描述

引脚编号	引脚名称	类型 <sup>1</sup>	说明
1	VDD	S	电源, 3.3V。
2	GND	S	地

<sup>1</sup>S = 电源。

## 工作原理

ADIS16000是网关节点，ADIS16229充当无线振动监控系统中的远程传感器节点。ADIS16000一次最多可以支持6个ADIS16229节点(见图9)。ADIS16000的SPI接口可访问一个可寻址寄存器映射，其中管理着配置参数(网关和传感器节点)、远程报警标志和远程振动数据。ADIS16000的SPI接口可轻松连接到大多数嵌入式处理器，并且其标准SMA连接器支持直连多种天线。ADIS16229只需要一条天线和一节电池即可启动并连接ADIS16000，从而开始工作。

## 传感元件

ADIS16229中的数字振动检测从两个不同轴上的MEMS加速度计内核开始。加速度计将速度的线性变化转换成具有代表性的电信号，使用如图8中所示的微机械系统。该系统的机械部分包括两个不同的框架，一个固定式，一个移动式，这些框架有一系列层板，从而形成一个可变的差分容性网络。收到与重力或加速度相关的力时，移动框架会改变其相对于固定框架的物理位置，结果导致电容发生变化。微型弹簧将移动框架连接到固定框架，并决定加速度和物理位移之间的关系。移动极板上的调制信号会通过各容性路径馈入固定框架极板和解调电路，从而生成与器件上加速运动成正比的电信号。

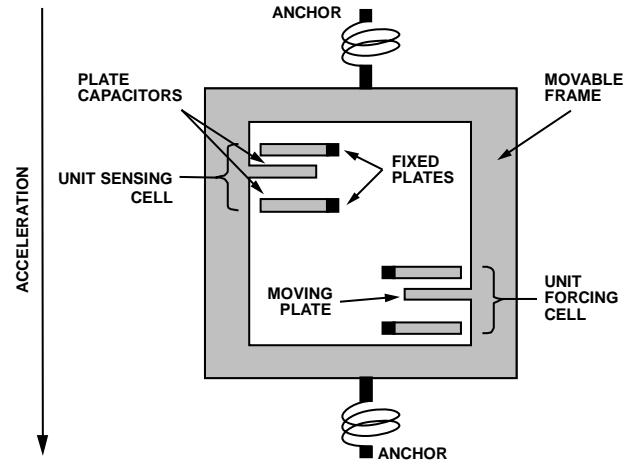


图8.MEMS传感器图

## 信号处理

图10为ADIS16229的简化功能框图。信号处理阶段包括时域数据捕获、数字抽取/滤波、加窗、FFT分析、FFT均值计算和记录存储。有关信号处理操作的详情，请参见图18。

## 传感器通信

ADIS16000通过寄存器结构中的专有页面提供了访问ADIS16229的途径。当ADIS16000ADIS16229ADIS16229中的相应位置，并获取输出寄存器中的所有数据以及ADIS16229的数据记录。

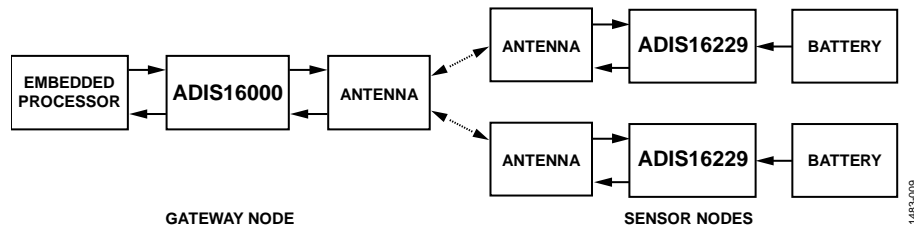


图9.星形无线网络示例

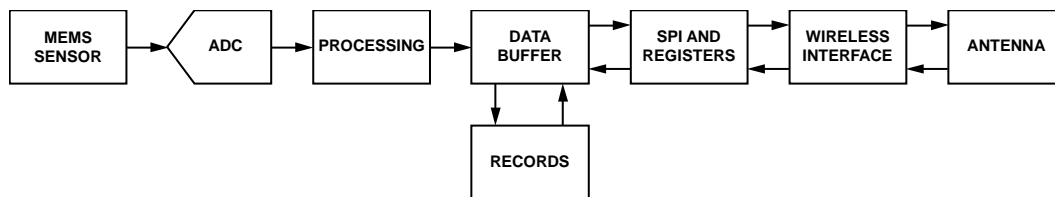


图10.ADIS16229简化功能框图

## 网关通信

### SPI接口

数据采集和配置命令采用由四线组成的SPI。片选( $\overline{CS}$ )信号激活SPI接口，而串行时钟(SCLK)则同步串行数据线路。输入命令在SCLK上升沿读入DIN引脚，每次一位。输出数据则在SCLK下降沿从DOUT引脚逐个输出。由于ADIS16000仅用作SPI从机，因此DOUT内容反映使用DIN命令请求的信息。

### 寄存器结构

ADIS16000的存储器映射包含7页用户可访问的寄存器，这些寄存器为局部(网关)和远程(传感器)功能提供了一种简便的组织方式。每页都有一个页面控制寄存器(PAGE\_ID)，位于地址0x00处。该位置的内容包含表示有效页面的编号。例如，如果地址0x00中含有0x05，则第5页为有效页面。通过向地址0x00写入新值(0x00至0x06之间)，可更改有效页面分配。例如，通过将0x02写入地址0x00 (DIN = 0x8002)，可以访问第2页中的寄存器。

各16位寄存器都有其独特的位分配和两个地址：一个地址用于高位字节，一个地址用于低位字节。表10和表11提供了这些存储器映射的详细情况，其中列出了各个寄存器及其功能和低位字节地址。

**表7.ADIS16000寄存器映射页面结构**

PAGE_ID	功能	参考
0x0000	网关配置	表10
0x0001	传感器节点1	表11
0x0002	传感器节点2	表11
0x0003	传感器节点3	表11
0x0004	传感器节点4	表11
0x0005	传感器节点5	表11
0x0006	传感器节点6	表11

## 双存储器结构

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。控制寄存器采用双存储器结构(见图11)。控制器使用静态随机访问存储器(SRAM)寄存器进行正常操作，包括用户配置命令。闪存为拥有闪存备份功能的控制寄存器提供非易失性存储(参见表10和表11)。当器件上电或复位时，闪存内容载入SRAM，然后器件根据控制寄存器中的配置开始生成数据。要将配置数据存储在闪存中，需要使用手动闪存更新命令。对于ADIS16000，设置DIN = 0x8000(访问第0页)，然后设置DIN = 0x9240(设置GLOB\_CMD\_S[6] = 1)。ADIS16229，通过以下步骤来更新其闪存：

1. 转到其页面(例如，设置DIN = 0x8001，以访问传感器节点1)。
2. 设置DIN = 0xB640 (GLOB\_CMD\_S[6] = 1)。
3. 设置DIN = 0x8000(转到第0页)。
4. 设置DIN = 0x9202 (GLOB\_CMD\_G[1] = 1)。

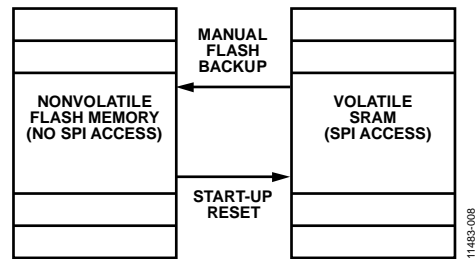


图11.SRAM和闪存图

# ADIS16000/ADIS16229

## ADIS16000的基本工作原理

当ADIS16000的VDD引脚上有适当的功率时，它会自动开始自初始化过程。当该过程完成时，SPI接口被激活，并提供对其寄存器结构的访问。SPI接口支持与大多数嵌入式处理器平台连接，连接图如图12中所示。DO1的工厂默认配置提供了一个繁忙指示信号，用于指示需要避免SPI通信请求的时机。

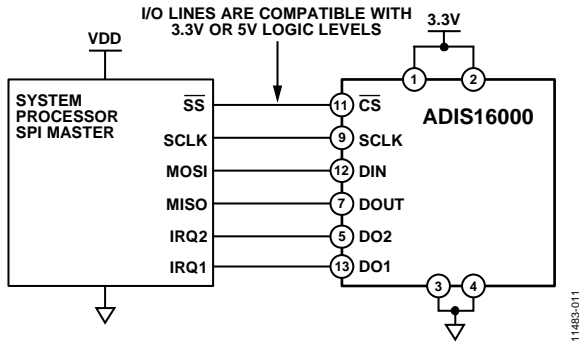


图12.电气连接图

表8.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
SCLK	串行时钟
MOSI	主机输出，从机输入
MISO	主机输入，从机输出
IRQ1, IRQ2	中断请求输出(可选)

ADIS16000 SPI接口支持全双工串行通信(同步收发)，并使用图16所示的位序。表9列出了最常用的设置，在为ADIS16000 SPI接口初始化处理器串行端口时需要注意这些设置。

表9.通用主机处理器SPI设置

处理器设置	说明
主机	ADIS16000作为从机运行
SCLK速率 ≤ 2.5 MHz	比特率设置
SPI模式3	时钟极性/相位 (CPOL = 1, CPHA = 1)
MSB优先	位序
16位	移位寄存器/数据长度

表10和表11列出了用户寄存器及其低位字节地址。每个寄存器都由两个字节构成，其中每一个都有其独特的7位地址。图13展示了每个寄存器的位与其高位地址和低位地址之间的关系。

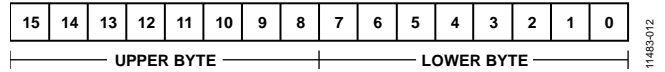


图13.通用寄存器位定义

### SPI写命令

用户控制寄存器控制着许多内部操作。图16中的DIN位序提供了对这些寄存器进行写操作的能力，一次一个字节。有些配置变化和功能只需一个写周期。例如，设置PAGE\_ID [7:0] = 1 (DIN = 0x8001)，以选择寄存器映射的第1页。

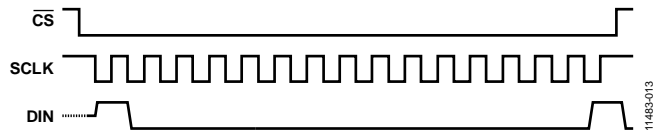


图14.用于选择第1页以便进行访问的SPI序列(DIN = 0x8001)

### SPI读命令

单个寄存器读取操作需要两个16位SPI周期，这两个周期也使用图16中的位分配。第一个序列设置 $\bar{R}/W = 0$ 并传送目标地址(位[A6:A0])。对于读取DIN序列，位[D7:D0]是无关位。在第二个序列期间，DOUT逐个输出请求的寄存器内容。第二个序列还使用DIN来设置下一读取。图15是读取PROD\_ID\_G时全部四种SPI信号的信号图。在此图中，DIN = 0x1600且DOUT反映16,000的十进制等效值。

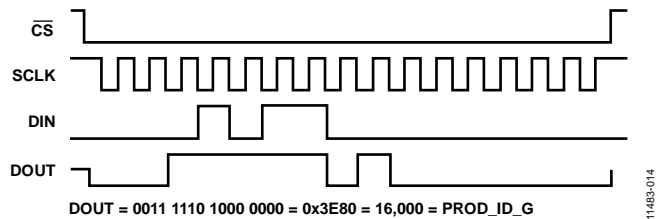
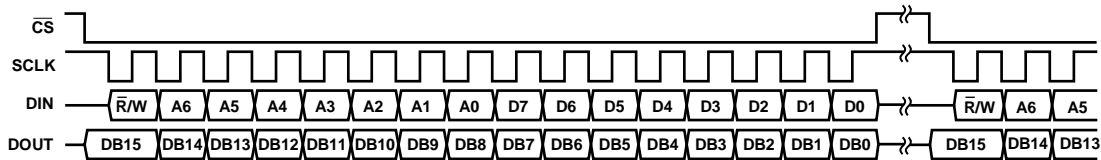


图15.第二个SPI读取序列示例(PROD\_ID\_G (第0页))



NOTES

1. DOUT BITS ARE BASED ON THE PREVIOUS 16-BIT SEQUENCE ( $\bar{R}/W = 0$ ).

图16.SPI读序列示例

表10.用户寄存器存储器映射(PAGE\_ID = 0x0000)

寄存器名称	访问 <sup>1</sup>	闪存备份 <sup>1</sup>	地址	默认 <sup>1</sup>	功能	参考
PAGE_ID	读/写	不适用	0x00	0x0000	页面标识	表7
NETWORK_ID	读/写	是	0x02	0x1234	网络标识符, 为网络所独有	表14
FLASH_CNT_G	只读	是	0x04	不适用	闪存更新计数器	表87
NW_ERROR_STAT	只读	否	0x06	0x0000	网络错误指示	表26
TX_PWR_CTRL_G	读/写	是	0x08	0x0008	传输功率控制, 网关	表18
RSSI_G	只读	否	0x0A	不适用	接收信号强度	表16
TEMP_OUT_G	只读	否	0x0C	不适用	输出, 温度	表67
SUPPLY_OUT_G	只读	否	0x0E	不适用	输出, 电源电压	表64
TEST_MODE	读/写	是	0x10	0x0000	FCC测试支持模式	表23
GLOB_CMD_G	只写	否	0x12	不适用	系统命令	表13
CMD_DATA	读/写	否	0x14	0x0000	数据至传感器节点	表12
PROD_ID_G	只读	是	0x16	0x3E80	产品标识, <a href="#">ADIS16000</a>	表80
保留	不适用	否	0x18	不适用	保留	
LOT_ID1_G	只读	否	0x1A	不适用	批次标识1	表76
LOT_ID2_G	只读	否	0x1C	不适用	批次标识2	表78
保留	不适用	否	0x1E	不适用	保留	
保留	不适用	否	0x20	不适用	保留	
保留	不适用	否	0x22	不适用	保留	
SERIAL_NUM_G	只读	否	0x24	不适用	序列号, 特定于批次	表82
保留	不适用	否	0x26	不适用	保留	
保留	不适用	否	0x28	不适用	保留	
GPO_CTRL	读/写	是	0x2A	0x0008	通用输出控制	表84
DIAG_STAT_G	只读	否	0x2C	0x0000	诊断, 状态标志	表85

<sup>1</sup> N/A = 不适用。

表11.用户寄存器存储器映射, PAGE\_ID ≥ 0x0001(表示远程ADIS16229单元的寄存器)

寄存器名称	访问 <sup>1</sup>	闪存备份 <sup>1</sup>	地址	默认 <sup>1,2</sup>	功能	参考
PAGE_ID	读/写	不适用	0x00	不适用	页面标识	表7
SENS_ID	只读	是	0x02	不适用	传感器标识	表15
FLASH_CNT_S	只读	是	0x04	不适用	状态, 闪存写操作计数	表88
X_BUF	只读	否	0x06	不适用	输出, x轴加速度数据的缓冲器	表60
Y_BUF	只读	否	0x08	不适用	输出, y轴加速度数据的缓冲器	表61
TEMP_OUT_S	只读	否	0x0A	不适用	输出, 捕获期间温度	表68
SUPPLY_OUT_S	只读	否	0x0C	不适用	输出, 捕获期间电源	表65
FFT_AVG1	读/写	是	0x0E	0x0108	控制, FFT均值, SR0和SR1	表35
FFT_AVG2	读/写	是	0x10	0x0101	控制, FFT均值, SR2和SR3	表36
BUF_PNTR	读/写	否	0x12	0x0000	控制, 缓冲器地址指针	表58
REC_PNTR	读/写	否	0x14	0x0000	控制, 记录地址指针	表59
X_SENS	读/写	否	0x16	不适用	控制, x轴比例校正系数	表33
Y_SENS	读/写	否	0x18	不适用	控制, y轴比例校正系数	表34
REC_CTRL1	读/写	是	0x1A	0x1102	记录控制寄存器	表28
REC_CTRL2	读/写	是	0x1C	0x00FF	记录控制寄存器	表31
保留	不适用	否	0x1E	不适用	保留	
ALM_F_LOW	读/写	是	0x20	0x0000	频谱报警频段, 低频	表44
ALM_F_HIGH	读/写	是	0x22	0x0000	频谱报警频段, 高频	表45
ALM_X_MAG1	读/写	是	0x24	0x0000	频谱报警频段, X轴报警触发电平1幅度	表46
ALM_Y_MAG1	读/写	是	0x26	0x0000	频谱报警频段, Y轴报警触发电平1幅度	表47
ALM_X_MAG2	读/写	是	0x28	0x0000	频谱报警频段, X轴报警触发电平2幅度	表48

# ADIS16000/ADIS16229

寄存器名称	访问 <sup>1</sup>	闪存备份 <sup>1</sup>	地址	默认 <sup>1,2</sup>	功能	参考
ALM_Y_MAG2	读/写	是	0x2A	0x0000	频谱报警频段, Y轴报警触发电平2幅度	表49
ALM_PNTR	读/写	否	0x2C	0x0000	频谱报警频段指针	表43
ALM_S_MAG	读/写	是	0x2E	0x0000	报警, 系统报警触发电平	表50
ALM_CTRL	读/写	是	0x30	0x0080	报警, 控制寄存器	表42
AVG_CNT	读/写	是	0x32	0x9630	采样速率控制(平均计数)	表29
DIAG_STAT_S	只读	否	0x34	0x0000	系统状态寄存器	表86
GLOB_CMD_S	只写	否	0x36	不适用	全局命令寄存器	表75
ALM_X_STAT	只读	否	0x38	0x0000	报警, x轴状态寄存器	表51
ALM_Y_STAT	只读	否	0x3A	0x0000	报警, y轴状态寄存器	表52
ALM_X_PEAK	只读	否	0x3C	0x0000	报警, x轴峰值电平	表53
ALM_Y_PEAK	只读	否	0x3E	0x0000	报警, y轴峰值电平	表54
TIME_STMP_L	只读	否	0x40	0x0000	时间戳, 低位整数	表73
TIME_STMP_H	只读	否	0x42	0x0000	时间戳, 高位整数	表74
ALM_X_FREQ	只读	否	0x44	0x0000	x轴报警频率ALM_X_PEAK	表55
ALM_Y_FREQ	只读	否	0x46	0x0000	y轴报警频率ALM_Y_PEAK	表56
PROD_ID_S	只读	是	0x48	0x3F65	产品标识寄存器	表81
REC_FLSH_CNT	只读	否	0x4A	不适用	闪存写周期计数	表40
REC_INFO1	只读	否	0x4C	0x0008	记录设置1	表71
REC_INFO2	只读	否	0x4E	0x0000	记录设置2	表72
REC_CNTR	只读	否	0x50	0x0000	记录计数器	表38
PKT_TIME_L	只读	否	0x52	不适用	接收包时间戳, 低位整数	表24
PKT_TIME_H	只读	否	0x54	不适用	接收包时间戳, 高位整数	表25
PKT_ERROR_STAT	只读	否	0x56	0x0000	数据包丢失/错误指示	表27
TX_PWR_CTRL_S	读/写	是	0x58	0x0008	传输功率控制	表19
RSSI_S	只读	否	0x5A	不适用	接收信号强度指示	表17
RF_MODE	读/写	是	0x5C	0x0000	无线通信配置	表20
UPDAT_INT	读/写	是	0x5E	0x0FA0	更新间隔	表21
INT_SCL	读/写	是	0x60	0x0001	更新间隔比例	表22
保留	不适用	不适用	0x62	不适用	保留	
USER_SCR	只读	是	0x64	0x0000	用户暂存寄存器	表83
保留	不适用	不适用	0x66	不适用	保留	
LOT_ID1_S	只读	是	0x68	不适用	批次标识码1	表77
LOT_ID2_S	只读	是	0x6A	不适用	批次标识码2	表79
保留	不适用	不适用	0x6C	不适用	保留	
保留	不适用	不适用	0x6E	不适用	保留	

<sup>1</sup> N/A = 不适用。

<sup>2</sup> 第1、2、3、4、5和6页中的所有寄存器都会在连接ADIS16229之前读取0x0000。

## 网络管理

ADIS16000和ADIS16229的VDD和GND引脚上有适当的电源电压时，这两个器件都会自初始化，并为连接做好准备。ADIS16229会开始向范围内的所有可用ADIS16000器件发送连接请求。系统微控制器使用CMD\_DATA(见表12)和GLOB\_CMD\_G寄存器(见表13)来管理ADIS16000对这些请求的响应，这些寄存器都位于ADIS16000的第0页中。添加ADIS16229网络需要执行以下两个步骤：

1. 设置GLOB\_CMD\_G[0] = 1(DIN = 0x9201, 位于第0页)。
2. 等待500 μs, 然后将节点编号(0和6之间)写入CMD\_DATA寄存器。

第二步完成之后，在写入该代码之后，连接过程最多可能需要10秒钟。从网络中移除一个传感器时，需要采用类似的两个步骤：将传感器节点编号写入CMD\_DATA寄存器，然后设置GLOB\_CMD\_G[8] = 1(DIN = 0x9301, 第0页)。

**表12.CMD\_DATA, 第0页, 低位字节地址 = 0x14, 读/写**

位	描述(默认值 = 0x0000)
[15:4]	未使用
[3:0]	GLOB_CMD_G[1]和GLOB_CMD_G[0]命令的传感器节点, 范围 = 000 (0)至110 (6)

**表13.GLOB\_CMD\_G, 第0页, 低位字节地址 = 0x12, 只写**

位	描述(默认值=不适用)
15	移除由CMD_DATA寄存器确定的传感器节点
14	未使用
13	从由CMD_DATA寄存器确定的传感器节点请求当前配置和有效载荷
12	为由CMD_DATA寄存器确定的传感器节点手动更新报警寄存器
11	从由CMD_DATA寄存器确定的传感器节点读取报警寄存器
10	将报警配置从ADIS16000页面传输至远程传感器寄存器
9	未使用
8	从网络中移除CMD_DATA中的传感器节点
7	软件复位
6	将寄存器保存至闪存
5	闪存测试, 比较闪存总和与工厂设定值
4	清空DIAG_STAT_G寄存器
3	恢复工厂寄存器设置, 包括捕获缓冲器和报警寄存器
2	未使用
1	以一种手动模式更新CMD_DATA寄存器中的传感器节点
0	将CMD_DATA中的传感器节点添加到网络中

设置GLOB\_CMD\_G[1] = 1 (DIN = 0x9202), 以初始化对所有寄存器的更新, 与频谱报警相关的寄存器除外。设置GLOB\_CMD\_G[12] = 1 (DIN = 0x9310), 以在配置之后更新所有报警寄存器。分开该功能有助于对闪存的耐久性进行管理。NETWORK\_ID寄存器(见表14)在其低位字节中提供了一个用户可配置的标识号, 并提供一个单独的8位编号用于特定应用信息, 不影响ADIS16000的运行。

**表14.NETWORK\_ID, 第0页, 低位字节地址 = 0x02, 读/写**

位	描述(默认值 = 0x1234)
[15:8]	用户可配置(无内部功能)
[7:0]	用户可配置、8位网络标识号

当ADIS16000存储器映射中的特定页面未管理特定ADIS16229连接时, SENS\_ID寄存器(见表15)含有值0x0000。ADIS16229的连接时, 低位字节将指示网络中已分配的节点编号。

**表15.SENS\_ID, 第1页至第6页, 低位字节地址 = 0x02, 只读**

位	描述(默认值=不适用)
[15:8]	连接时, 为0xAD。
[7:0]	传感器节点编号。连接时, 范围为0至6。

### 接收器信号强度

RSSI\_G和RSSI\_S寄存器(见表16和表17)为各位置的传输功率控制提供了调谐工具。使传输功率保持于足够高的水平, 以在这些寄存器维持至少-92 dBm, 从而获得最佳的通信可靠性。

**表16.RSSI\_G, 第0页, 低位字节地址 = 0x0A, 只读**

位	描述(默认值=不适用)
[15:0]	接收信号强度。这是一个16位二进制补码数, 其中0x0000表示0 dBm, 每个LSB代表接收信号强度发生1 dBm变化。示例如下: 0x0001 = +1 dBm。 0xFFFF = -1 dBm。 0xFFA0 = -92 dBm。

**表17.RSSI\_S, 第1页至第6页, 低位字节地址 = 0x5A, 只读**

位	描述(默认值=不适用)
[15:0]	接收信号强度。这是一个16位二进制补码数, 其中0x0000表示0 dBm, 每个LSB代表接收信号强度发生1 dBm变化。示例如下: 0x0001 = +1 dBm。 0xFFFF = -1 dBm。 0xFFA0 = -92 dBm。

# ADIS16000/ADIS16229

## 传输功率控制

ADIS16000和ADIS16229器件均在TX\_PWR\_CTRL\_G寄存器(见表18)和TX\_PWR\_CTRL\_S寄存器(见表19)中提供了传输功率控制功能。这些寄存器使用户能够优化传输功率以实现电池优化,还能管理对其他网络的干扰影响。注意,要符合FCC Part 15.247的规定,则要求将传输功率限制为-1 dBm。

**表18.TX\_PWR\_CTRL\_G,**  
第0页, 低位字节地址 = 0x08, 读/写

位	描述(默认值 = 0x0008)
[15:14]	未使用(无关位)。
[13:8]	通道频率。这是一个6位偏移二进制数,用于从51个通道频率中选择一个。最低设置000000(0 LSB的二进制值)代表902.5 MHz,每个LSB代表0.5 MHz的增量。最大设置110010(50 LSB的二进制值)选择的通道频率为927.5 MHz。
[7:5]	未使用(无关位)。
[4:0]	传输功率设置。这是一个5位偏移二进制数,用于选择网关节点中的传输功率。最低设置00000(0 LSB的二进制值)选择的传输功率为-15.5 dBm,每个LSB使传输功率增加+1.7 dBm。最大设置01111选择的传输功率为10 dBm。

**表19.TX\_PWR\_CTRL\_S,**  
第1页至第6页, 低位字节地址 = 0x58, 读/写

位	描述(默认值 = 0x0008)
[15:14]	未使用(无关位)。
[13:8]	通道频率。这是一个6位偏移二进制数,用于从51个通道频率中选择一个。最低设置000000(0 LSB的二进制值)代表902.5 MHz,每个LSB代表0.5 MHz的增量。最大设置110010(50 LSB的二进制值)选择的通道频率为927.5 MHz。
[7:5]	未使用(无关位)。
[4:0]	传输功率设置。这是一个5位偏移二进制数,用于选择网关节点中的传输功率。最低设置00000(0 LSB的二进制值)选择的传输功率为-15.5 dBm,每个LSB使传输功率增加+1.7 dBm。最大设置01111选择的传输功率为10 dBm。

## 无线配置

RF\_MODE寄存器(见表20)提供了多个重要的无线配置参数。注意,当传输功率超过-1 dBm且更新周期小于10秒时,FCC Part 15.247要求使用跳频。

**表20.RF\_MODE,**  
第1页至第6页, 低位字节地址 = 0x5C, 读/写

位	描述)默认值 = 0x0000)
[15:12]	未使用(无关位)
[11]	连续传输模式(单通道,根据TX_PWR_CTRL_S,见表19)
[10]	连续跳频模式
[9:7]	未使用(无关位)
[6]	跳频(0 = 禁用, 1 = 使能)
[5:2]	未使用(无关位)
[1]	仅在报警时更新网关(0 = 禁用, 1 = 使能)
[0]	未使用(无关位)

UPDAT\_INT和INT\_SCL寄存器(见表21和表22)建立唤醒事件之间的时间,其中远程ADIS16229捕获数据、分析数据并传递信息。

**表21.UPDAT\_INT,**  
第1页至第6页, 低位字节地址 = 0x5E, 读/写

位	描述)默认值 = 0x0FA0)
[15:0]	偏移二进制数,比例因子由INT_SCL寄存器设定

**表22.INT\_SCL,**  
第1页至第6页, 低位字节地址 = 0x60, 读/写

位	描述)默认值 = 0x0001)
[15:2]	未使用(无关位)
[1:0]	比例因子 00 = 30.52 μs/LSB, 最大值 = 2秒 01 = 0.488 ms/LSB, 最大值 = 31.98秒 10 = 1/128 s/LSB, 最大值 = 512秒 11 = 1 s/LSB, 最大值 = 18.2小时

TEST\_MODE寄存器(见表23)提供了FCC测试的具体测试模式。

**表23.TEST\_MODE,**  
第0页, 低位字节地址 = 0x10, 读/写

位	描述)默认值 = 0x0000)
[15:12]	未使用
11	连续传输模式(单通道,每TX_PWR_CTRL_G,见表18)
10	连续跳频模式
[9:0]	未使用



## 通信工具

PKT\_TIME\_H(高位字)和PKT\_TIME\_L(低位字)寄存器提供一个32位定时器，用于跟踪与数据包传输时间相关的相对时间。当定时器达到最大值0xFFFFFFFF时，会自动从0x00000000重新开始计时。

**表24.PKT\_TIME\_L,**  
第1页至第6页，低位字节地址 = 0x52，只读

位	描述(默认值=不适用)
[15:0]	偏移二进制数，低位字，1 LSB = 0.488 ms

**表25.PKT\_TIME\_H,**  
第1页至第6页，低位字节地址 = 0x54，只读

位	描述(默认值=不适用)
[15:0]	偏移二进制数，高位字

NW\_ERROR\_STAT寄存器(见表26)提供了与无线通信关联的所有错误标志。

**表26.NW\_ERROR\_STAT,**  
第0页，低位字节地址 = 0x06，只读

位	描述(默认值 = 0x0000)
[15:11]	未使用
10	收到无效包
9	从未知器件收到包
8	与最近收到的包进行包同步失败
[7:6]	未使用
5	包长度不匹配
4	包丢失
3	收到的包不同步
2	未从某个传感器节点收到确认
1	来自某个传感器节点的信号强度低，读取RSSI_S寄存器，以获得该信号的功率水平(见表17)
0	与来自传感器节点的最近包相关的CRC不匹配错误

**表27.PKT\_ERROR\_STAT,**  
第1页至第6页，低位字节地址 = 0x56，只读

位	描述(默认值 = 0x0000)
[15:10]	未使用
9	从未知器件收到包
8	与最近收到的包进行包同步失败
[7:6]	未使用
5	包长度不匹配
4	包丢失
3	收到的包不同步
2	未从某个传感器节点收到确认
1	来自某个传感器节点的信号强度低，读取RSSI_S寄存器，以获得该信号的功率水平(见表17)
0	与来自传感器节点的最近包相关的CRC不匹配错误

## 传感器节点记录模式和信号处理

ADIS16229为记录和监控振动数据提供了一种完整的检测系统。图17提供了与两个轴(x轴和y轴)上的频谱记录采集相关联的信号处理电路的简化功能框图。用户寄存器用于控制数据类型(时间或频率)、触发模式(手动或自动)、采集模式(实时或捕获)、采样速率和滤波、加窗、FFT均值计算、频谱报警以及输入/输出管理。

### 记录模式

记录模式选择建立数据类型(时域或频域)、触发类型(手动或自动)以及数据采集(捕获或实时)。REC\_CTRL1[1:0]位(见表28)提供四种工作模式：手动FFT、自动FFT、手动时间捕获和实时。在REC\_CTRL1设置之后，手动FFT、自动FFT和手动时间捕获三种模式要求通过一个启动命令来开始捕获频谱记录或时域记录。当传感器收到来自网关的配置包时，所有这些模式都会自动触发。设置GLOB\_CMD\_S[11] = 1，以中断操作，等待来自ADIS16000的进一步指令。

### 手动FFT模式

设置REC\_CTRL1[1:0] = 00，以将器件置于手动FFT模式，这会触发单个FFT周期。当频谱记录完成时，器件会将数据传输至ADIS16000，并等待另一个启动命令。

### 自动FFT模式

设置REC\_CTRL1[1:0] = 01，以将器件置于自动FFT模式。使用UPDAT\_INT和INT\_SCL寄存器来建立唤醒时间之间的周期，用于触发数据捕获、FFT计算和分析。

### 手动时间捕获模式

设置REC\_CTRL1[1:0] = 10，以将器件置于手动时间捕获模式，这会触发单次时域数据捕获。当器件在该模式下工作时，每个轴将有512个时域样本被载入缓冲器。

在载入数据缓冲器以使用户访问之前，这些数据将经历除preFFT加窗之外的所有时域信号处理过程。当数据记录完成时，器件会将该数据传输至ADIS16000并等待另一个启动命令。

### 实时模式

设置REC\_CTRL1[1:0] = 11，以将器件置于实时模式。在该模式下，器件只对一个轴采样，采样速率为5 kSPS，并以AVG\_CNT[3:0](见表29)中的SR0采样速率设置在其输出寄存器上提供数据。在该模式下，通过读取其已分配寄存器，选择测量轴。例如，通过使用DIN = 0x0600来读取X\_BUF，选择x轴。有关x\_BUF寄存器的更多信息，请参见表60或表61。当ADIS16229节点都不能与ADIS16000通信。

**表28.REC\_CTRL1，第1页至第6页，低位字节地址 = 0x1A，读/写**

位	描述(默认值 = 0x1102)
[15:14]	未使用(无关位)
[13:12]	窗口设置；00 = 矩形，01 = Hanning，10 = 平顶，11 = 不适用1
11	SR3：1 = 为FFT使能，0 = 禁用； 采样速率 = $20,000 \div 2^{AVG\_CNT[15:12]}$ (见表29)
10	SR2：1 = 为FFT使能，0 = 禁用； 采样速率 = $20,000 \div 2^{AVG\_CNT[11:8]}$ (见表29)
9	SR1：1 = 为FFT使能，0 = 禁用； 采样速率 = $20,000 \div 2^{AVG\_CNT[7:4]}$ (见表29)
8	SR0：1 = 为FFT使能，0 = 禁用； 采样速率 = $20,000 \div 2^{AVG\_CNT[3:0]}$ (见表29)
7	各次记录之间关断，1 = 使能
[6:4]	未使用(无关位)
[3:2]	存储方法；00 = 无，01 = 报警触发器，10 = 全部，11 = 不适用1
[1:0]	记录模式；00 = 手动FFT，01 = 自动FFT，10 = 手动时间捕获，11 = 实时采样/数据访问

<sup>1</sup> N/A = 不适用。

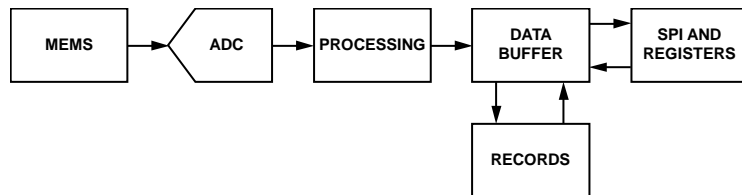


图17.简化功能框图

**频谱记录生成**

ADIS16229在两个轴上各获取一个时间记录，然后对每条时间记录执行调整、加窗和FFT过程，从而产生一条频谱记录。重复该过程来求取数个FFT均值，具体个数可以编程，其中每个周期的FFT结果在数据缓冲器中累加。完成选定周期数以后，FFT均值过程结束，对数据缓冲器的内容进行调整。然后，数据缓冲器内容就可供SPI和输出数据寄存器访问。

**采样速率和滤波**

各轴的采样速率为20 kSPS。内部ADC以时间交错模式(x1、y1、x2、y2等)对两个轴采样，该模式可以使数据在数据记录中均匀分布。均值/抽取滤波器为时间记录中的最终采样速率提供控制功能。通过对时域数据进行均值并抽取计算，该滤波器能够将频谱记录集中于较低带宽上，从而在每个FFT频谱中产生更好的频率分辨率。AVG\_CNT寄存器

(见表29)为REC\_CTRL1[11:8](表28中的SRx)中的四种不同采样速率选项提供设置。在使用手动FFT、自动FFT和手动时间捕获模式时，全部四个选项均可使用。当器件处于其中一种手动模式时，如果使能了多个采样速率选项，则器件会从最小数值开始，一次为一个SRx产生一条频谱记录。在完成一个SRx选项的频谱记录之后，器件将等待另一个启动命令，然后才会为在REC\_CTRL1[11:8]中使能的下一个SRx选项生成一条频谱记录。当器件处于自动FFT模式时，如果使能了多个采样速率选项，则器件会为一个SRx选项产生一条频谱记录，然后等待下一个自动触发事件，该事件的发生取决于UPDAT\_INT和INT\_SCL寄存器(见表21和表22)。有关多个SRx选项对数据采集和频谱记录生成的影响，详见图19。使用实时模式时，输出数据速率将反映SR0设置。

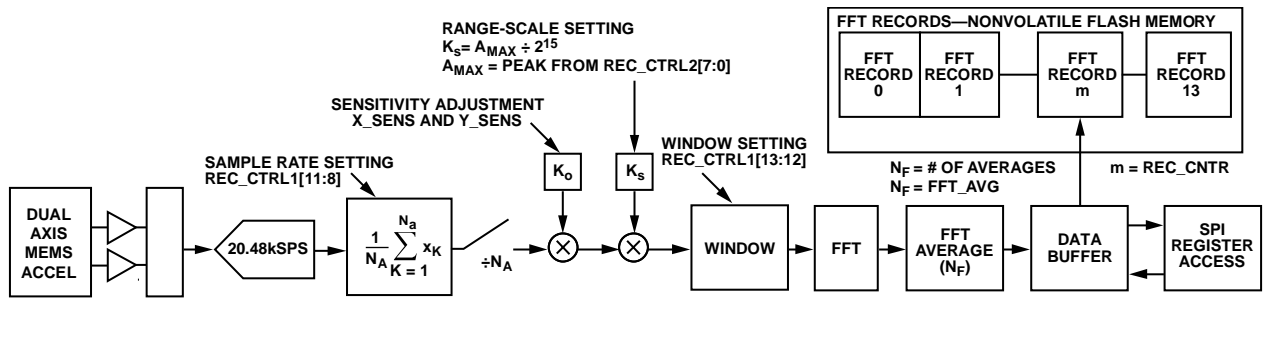


图18.信号流程图(REC\_CTRL1[1:0] = 00或01, FFT分析模式)

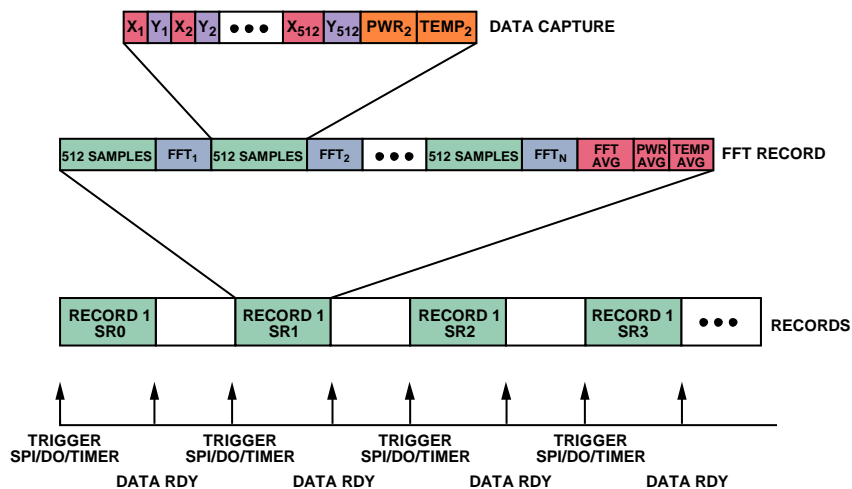


图19.频谱记录生成(使能全部SRx设置)

# ADIS16000/ADIS16229

表30列出了AVG\_CNT寄存器(见表29)中可用的SRx设置, 以及所得到的采样速率、FFT频谱分辨率、带宽和估算总噪声。注意, 每个SRx设置都在REC\_CTRL2寄存器(见表31)中有关联的范围设置, 以及FFT\_AVG1和FFT\_AVG2寄存器(分别见表35和表36)中显示的FFT均值设置。

**表29.AVG\_CNT, 第1页至第6页, 低位字节地址 = 0x32, 读/写**

位	描述(默认值 = 0x9630)
[15:12]	采样速率选项3 (SR3), 二进制(0至10), SR3选项采样速率 = $20,000 \div 2^{AVG\_CNT[15:12]}$
[11:8]	采样速率选项2 (SR2), 二进制(0至10), SR2选项采样速率 = $20,000 \div 2^{AVG\_CNT[11:8]}$
[7:4]	采样速率选项1 (SR1), 二进制(0至10), SR1选项采样速率 = $20,000 \div 2^{AVG\_CNT[7:4]}$
[3:0]	采样速率选项0 (SR0), 二进制(0至10), SR0选项采样速率 = $20,000 \div 2^{AVG\_CNT[3:0]}$

**表30.采样速率设置和滤波器性能**

SRx 设置	采样速率, $f_s$ (SPS)	频谱分辨率 (Hz)	带宽 (Hz)
0	20,000	39.1	10,000
1	10,000	19.5	5,000
2	5,000	9.8	2,500
3	2,500	4.9	1,250
4	1,250	2.4	625
5	625	1.2	313
6	313	0.6	156
7	156	0.3	78
8	78	0.2	39
9	39	0.1	20
10	20	0.0	10

## 动态范围和灵敏度

ADIS16229加速度计的范围取决于振动频率。加速度计的自谐振频率为5.5 kHz, 信号调理电路将一个单极、低通滤波器(2.5 kHz)应用于响应。加速度计的自谐振行为会影响振动频率与动态范围之间的关系。图20所示为峰值输入幅度的响应, 假定各频率下存在一个正弦振动特征。加速度计谐振和低通滤波器也会影响幅度响应, 如图21所示。

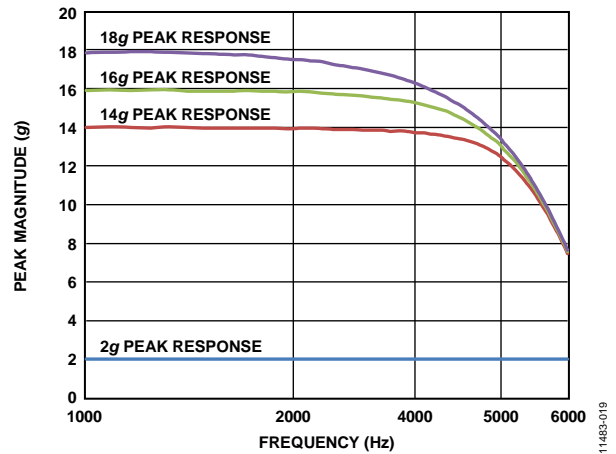


图20.峰值幅度与频率的关系

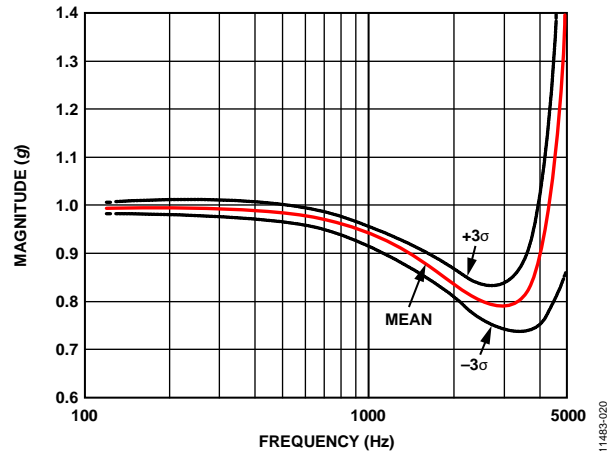


图21.幅度/频率响应

## 动态范围设置

REC\_CTRL2(见表31)提供了与每个采样速率选项SR<sub>x</sub>相关联的四个范围设置。REC\_CTRL2中指向的范围选项反映的是最大动态范围，该范围发生于频率范围下半部分，不会导致范围缩小(见图20)。例如，在SR2采样速率选项中，设置REC\_CTRL2[5:4] = 10 (DIN = 0x9C20)，即可将峰值加速度(A<sub>MAX</sub>)设为10 g。在监控低幅度振动时，这些设置可以优化FFT精度和灵敏度。对于表31中的每个范围设置，该级会缩放时域数据，从而使时域数据的最大值等于2<sup>15</sup>个LSB，频域数据的最大值等于2<sup>16</sup>个LSB。

注意，各设置的最大范围比列出的最大值小1个LSB。例如，频域分析中的最大代码数为2<sup>16</sup> - 1，即65,535。当在FFT模式之一下使用的范围设置为1 g时，最大测量值等于1 g乘以2<sup>16</sup> - 1，再除以2<sup>16</sup>。有关与各设置相关联的分辨率，请参见表32；有关该操作在信号流程图中的位置，请参见图18。实时模式会自动使用20 g的范围设置。

**表31.REC\_CTRL2,**  
第1页至第6页，低位字节地址 = 0x1C，读/写

位	描述(默认值 = 0x00FF)
[15:8]	未使用(无关位)
[7:6]	SR3; 11 = 1 g, 10 = 5 g, 01 = 10 g, 00 = 20 g
[5:4]	SR2; 11 = 1 g, 10 = 5 g, 01 = 10 g, 00 = 20 g
[3:2]	SR1; 11 = 1 g, 10 = 5 g, 01 = 10 g, 00 = 20 g
[1:0]	SR0; 11 = 1 g, 10 = 5 g, 01 = 10 g, 00 = 20 g

**表32.范围设置与LSB权重**

范围设置(g)	时间模式 (mg/LSB)	FFT模式 (mg/LSB)
0 to 1	0.0305	0.0153
0 to 5	0.1526	0.0763
0 to 10	0.3052	0.1526
0 to 20	0.6104	0.3052

## 比例调整

x\_SENS寄存器(见表33和表34)为各个轴提供了精细调整功能。以下公式说明了如何用测得值和理想值来计算各寄存器的比例因子，单位为LSB：

$$SCFx = \left[ \frac{a_{XI}}{a_{XM}} - 1 \right] \times 2^{18}$$

其中：

$a_{XI}$ 为理想情况下的x轴值。

$a_{XM}$ 为实际x轴测量值。

这些寄存器包含校正系数，这些系数来自工厂校准过程。该计算过程会记录加速度计在四个不同方向上的输出，并计算各个寄存器的校正系数。

这些寄存器同时为系统内调整提供写访问。重力为这类校正过程提供了一个共同的激励。同时用+1 g和-1 g方向来降低失调对该测量值的影响。在这种情况下，理想测量值为2 g，实测值为+1 g和-1 g两个方向的加速度计测得值之差。工厂编程值存储于闪存中，通过设置GLOB\_CMD\_S[3] = 1 (DIN = 0xB604)即可恢复。参见表75。

**表33.X\_SENS,**  
第1页至第6页，低位字节地址 = 0x16，读/写

位	描述(默认值=不适用)
[15:0]	X轴比例校正系数(SCFx)，二进制补码

**表34.Y\_SENS,**  
第1页至第6页，低位字节地址 = 0x18，读/写

位	描述(默认值=不适用)
[15:0]	Y轴比例校正系数(SCFy)，二进制补码

## PREFFT加窗

REC\_CTRL1[13:12]为preFFT加窗时间数据提供三个选项。例如，设置REC\_CTRL1[13:12] = 01以使用Hanning窗口，该窗口可在频率仓与峰值幅度最小扩张度之间提供峰值的最佳幅度分辨率。还可使用矩形窗和平顶窗，因为它们是振动监控中常见的加窗选项。平顶窗提供精确的幅度分辨率，缺点是会扩张峰值幅度。

## FFT

FFT过程将各512采样时间记录转换成一条256点频谱记录，其中提供了幅度与频率数据的关系。

# ADIS16000/ADIS16229

## FFT均值计算

FFT均值计算功能结合利用多条FFT记录，以减小FFT噪底变化，从而实现对低振动水平的检测。REC\_CTRL1寄存器中的每个SRx选项都有自己的FFT均值控制，用于建立将以均值计算出最终FFT记录的FFT记录条数。若要使能此功能，请将在REC\_CTRL1寄存器中使能的各个SRx选项的均值数写入FFT\_AVGx寄存器。例如，设置FFT\_AVG2[15:8] = 0x10 (DIN = 0x9110)，以将SR3采样速率选项的FFT均值数设为16。

**表35.FFT\_AVG1，第1页至第6页，低位字节地址 = 0x0E，读/写**

位	描述(默认值 = 0x0108)
[15:8]	单条记录的FFT均值，SR1采样速率，图18中的 $N_F$ ；范围 = 1至255，二进制
[7:0]	单条记录的FFT均值，SR0采样速率，图18中的 $N_F$ ；范围 = 1至255，二进制

**表36.FFT\_AVG2，第1页至第6页，低位字节地址 = 0x10，读/写**

位	描述(默认值 = 0x0101)
[15:8]	单条记录的FFT均值，SR3采样速率，图18中的 $N_F$ ；范围 = 1至255，二进制
[7:0]	单条记录的FFT均值，SR2采样速率，图18中的 $N_F$ ；范围 = 1至255，二进制

## 记录时间

在使用自动FFT模式时，自动记录周期(UPDAT\_INT，见表21)必须大于总记录时间。记录时间的计算公式如下：

手动时间模式

$$t_R = t_S + t_{PT} + t_{ST} + t_{AST}$$

FFT模式

$$t_R = N_F \times (t_S + t_{PT} + t_{FFT}) + t_{ST} + t_{AST}$$

表37列出了这些公式中用到的处理时间和设置。

**表37.典型处理时间**

功能	时间(ms)
采样时间， $t_S$	$1 \div f_S$ ，根据AVG_CNT
处理时间， $t_{PT}$	18.7
存储时间， $t_{ST}$	120.0
报警扫描时间， $t_{AST}$	2.21
FFT均值数， $N_F$	根据FFT_AVG1、FFT_AVG2
FFT时间， $t_{FFT}$	32.7

存储时间( $t_{ST}$ )仅适用于在REC\_CTRL1[3:2]中选择了一种存储方法时(有关记录存储设置的详情，请参见表28)。报警扫描时间( $t_{AST}$ )仅适用于在ALM\_CTRL[3:0]中使能报警时(有

关更多信息，请参见表42)。对于无法使用DO1来监控这些操作状态的系统，了解记录时间有助于预测数据可用的时机。注意，在使用自动FFT模式时，自动记录周期(UPDAT\_INT，见表21)必须大于总记录时间。

## 数据记录

在ADIS16229完成处理FFT数据之后，它会将数据存储在与数据缓冲器中，从而可通过SPI和x\_BUF寄存器进行外部访问(见表60和表61)。REC\_CTRL1[3:2](见表28)提供了将缓冲器数据写入FFT记录的可编程条件，这些记录保存在非易失性闪存所在位置。设置REC\_CTRL1[3:2] = 01，以便只在符合报警条件时将缓冲器数据存入闪存记录中。设置REC\_CTRL1[3:2] = 10，以将每组FFT数据都存入闪存位置。闪存记录空间总共可存储14条记录。存储于闪存中的每条记录都含有一个标头和两个轴(x和y轴)的频域(FFT)数据。当全部14条记录全部存满时，新记录不会载入闪存。REC\_CNTR寄存器(见表38)为存储的记录数目提供实时计数。设置GLOB\_CMD\_S[8] = 1 (DIN = 0xB701)，即可清除闪存中的所有记录。

**表38.REC\_CNTR，第1页至第6页，低位字节地址 = 0x50，只读**

位	描述(默认值 = 0x0000)
[15:5]	未使用
[4:0]	总记录条数；范围= 0至13，二进制

当将自动触发模式和记录存储配合使用时，各采样速率选项的FFT分析不需要额外输入。依据FFT均值数，各采样速率选择之间的时间间隔可能非常大。注意，选择多个采样速率会减少各采样速率设置可以使用的记录数量，如表39所示。

**表39.每个选定采样速率可用的记录**

选定的采样速率数	可用记录数
1	14
2	7
3	4
4	3

## FFT记录闪存耐久性

当全部14条记录都含有FFT数据时，REC\_FLSH\_CNT寄存器(见表40)递增。

**表40.REC\_FLSH\_CNT，第1页至第6页，低位字节地址 = 0x4A，只读**

位	描述(默认值=不适用)
[15:0]	闪存写周期计数；仅记录数据，二进制

## 传感器节点频谱报警

报警功能为报警检测提供了6个频段。每个频段都有高频和低频定义，同时还为各加速度计轴设置了两个不同的触发阈值(报警1和报警2)。表41总结了用于配置报警功能的各个寄存器。

**表41.报警功能寄存器汇总**

寄存器	地址	说明
ALM_F_LOW	0x20	报警频段, 下限
ALM_F_HIGH	0x22	报警频段, 上限
ALM_X_MAG1	0x24	X轴报警触发电平1(警告)
ALM_Y_MAG1	0x26	Y轴报警触发电平1(警告)
ALM_X_MAG2	0x28	X轴报警触发电平2(故障)
ALM_Y_MAG2	0x2A	Y轴报警触发电平2(故障)
ALM_PNTR	0x2C	报警指针
ALM_S_MAG	0x2E	系统报警触发电平
ALM_CTRL	0x30	报警配置
DIAG_STAT_S	0x34	报警状态
ALM_X_STAT	0x38	X轴报警状态
ALM_Y_STAT	0x3A	Y轴报警状态
ALM_X_PEAK	0x3C	X轴报警峰值
ALM_Y_PEAK	0x3E	Y轴报警峰值
ALM_X_FREQ	0x44	X轴峰值报警频率
ALM_Y_FREQ	0x46	Y轴峰值报警频率

ALM\_CTRL寄存器(见表42)提供的控制位可以使能各轴的频谱报警, 配置系统报警, 为频谱报警设置记录延迟, 并配置DIAG\_STAT\_S错误标志的清除功能(见表86)。

**表42.ALM\_CTRL,**  
第1页至第6页, 低位字节地址 = 0x30, 读/写

位	描述(默认值 = 0x0080)
[15:12]	未使用。
[11:8]	响应延迟; 范围 = 0至15。表示在将频谱报警标志设为高电平之前, 各频谱报警的频谱记录数。锁存DIAG_STAT_S错误标志。需要一个清除状态命令(GLOB_CMD_S[4])来将标志复位为0。
7	1 = 使能, 0 = 禁用。
6	使能DO1, 将其作为一个报警1输出指示, 并使能DO2, 将其作为一个报警2输出指示。1 = 使能, 0 = 禁用。
5	系统报警比较极性。 1 = 小于ALM_S_MAG[15:0]时触发。 0 = 大于ALM_S_MAG[15:0]时触发。
4	系统报警。1 = 温度, 0 = 电源。
3	报警S使能(ALM_S_MAG)。1 = 使能, 0 = 禁用。
2	未使用。
1	报警Y使能(ALM_Y_MAG)。1 = 使能, 0 = 禁用。
0	报警X使能(ALM_X_MAG)。1 = 使能, 0 = 禁用。

## 报警定义

报警功能提供6个可编程频段, 如图22所示。各个频谱报警频段都有针对所有采样速率选项(SRx)的上下限频率定义。同时还有两个独立的触发电平设置, 这些在注重警告和故障条件指示的系统很有用。

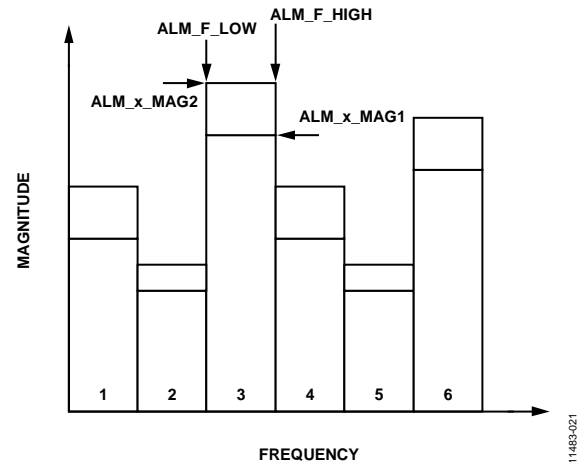


图22.频段报警设置示例(ALM\_PNTR = 0x03)

通过将编号(1至6)写入ALM\_PNTR[2:0](见表43), 选择频段以进行配置。然后用ALM\_PNTR[9:8]选择采样速率选项。该数代表一个二进制数, 与REC\_CTRL1[11:8](见表28)所关联的SRx采样速率选项中的x相对应。例如, 设置ALM\_PNTR[7:0] = 0x05 (DIN = 0xAC05)即可选择报警频段5, 而设置ALM\_PNTR[15:8] = 0x02 (DIN = 0xAC02)则可选择SR2采样速率选项。

**表43.ALM\_PNTR,**  
第1页至第6页, 低位字节地址 = 0x2C, 读/写

位	描述(默认值 = 0x0000)
[15:10]	未使用
[9:8]	采样速率选项; 范围 = 0至3(SR0至SR3)
[7:3]	未使用
[2:0]	频段编号; 范围 = 1至6

# ADIS16000/ADIS16229

## 报警频段定义

在设定频段和采样速率设置之后，对频率上下边界进行编程，方法是将其仓号写入ALM\_F\_LOW寄存器(见表44)和ALM\_F\_HIGH寄存器(见表45)。利用表30中列出的仓宽度定义将频率转换成该定义的一个仓号。将频率除以与采样速率设置关联的仓宽度，从而计算出仓号。例如，如果采样速率为5000 Hz，频段下限为400 Hz，则用该数除以仓宽度10 Hz，得到第40号仓，作为频段下限设置。然后设置ALM\_F\_LOW[7:0] = 0x28 (DIN = 0xA028)，以将400 Hz建立为5000 SPS采样速率设置的下限频率。

**表44.ALM\_F\_LOW，**  
第1页至第6页，低位字节地址 = 0x20，读/写

位	描述(默认值 = 0x0000)
[15:8]	未使用
[7:0]	下限频率，仓号；范围 = 0至255

**表45.ALM\_F\_HIGH，**  
第1页至第6页，低位字节地址 = 0x22，读/写

位	描述(默认值 = 0x0000)
[15:8]	未使用
[7:0]	上限频率，仓号；范围 = 0至255

## 报警触发设置

ALM\_x\_MAG1和ALM\_x\_MAG2寄存器(见表46和表49)为加速度数据的两个轴同时提供两个独立触发设置。它们使用由REC\_CTRL2寄存器(见表31)中范围设置以及REC\_CTRL1[1:0](见表28)中记录模式建立的数据格式。例如，在使用0g至1g模式进行FFT分析时，32,768 LSB是最接近500 mg的设置。因此，在将REC\_CTRL2中的0g至1g范围选项用于FFT记录时，设置ALM\_Y\_MAG2 = 0x8000 (DIN = 0xAB80, 0xAA00)，以将紧急报警设为500 mg。有关各触发电平的格式，详见表31和表32。注意，与报警2关联的触发设置必须大于报警1的触发设置。换言之，报警幅度设置必须符合以下标准：

ALM\_X\_MAG2 > ALM\_X\_MAG1

ALM\_Y\_MAG2 > ALM\_Y\_MAG1

**表46.ALM\_X\_MAG1，**  
第1页至第6页，低位字节地址 = 0x24，读/写

位	描述(默认值 = 0x0000)
[15:0]	X轴报警触发电平1，16位无符号 (比例系数见表31和表32)

**表47.ALM\_Y\_MAG1，**  
第1页至第6页，低位字节地址 = 0x26，读/写

位	描述(默认值 = 0x0000)
[15:0]	Y轴报警触发电平1，16位无符号 (比例系数见表31和表32)

**表48.ALM\_X\_MAG2，**  
第1页至第6页，低位字节地址 = 0x28，读/写

位	描述(默认值 = 0x0000)
[15:0]	X轴报警触发电平2，16位无符号 (比例系数见表31和表32)

**表49.ALM\_Y\_MAG2，**  
第1页至第6页，低位字节地址 = 0x2A，读/写

位	描述(默认值 = 0x0000)
[15:0]	Y轴报警触发电平2，16位无符号 (比例系数见表31和表32)

**表50.ALM\_S\_MAG，**  
第1页至第6页，低位字节地址 = 0x2E，读/写

位	描述(默认值 = 0x0000)
[15:0]	系统报警触发电平，数据格式与来自ALM_CTRL[4](见表42)的目标匹配

## 使能报警设置

在配置频谱报警寄存器之前，通过设置GLOB\_CMD\_S[9] = 1 (DIN = 0xB702)，清除其当前内容。完成频谱报警频段定义之后，通过设置GLOB\_CMD\_S[12] = 1 (DIN = 0xB710)，保存设置。如果任意这些位置已经被写入，则器件将忽略保存命令。

## 报警指示信号

GPO\_CTRL[5:0](见表84)和ALM\_CTRL[6](见表42)提供了将DO1和DO2确立为专用报警输出指示信号的控制方式。用GPO\_CTRL[5:0]为DO1和/或DO2选择报警功能，然后设置ALM\_CTRL[6] = 1，以使DO1充当报警1指示、使DO2充当报警2指示。该设置确定用DO1指示报警1(警告)条件，用DO2指示报警2(紧急)条件。

## 报警标志和条件

FFT标头(见表70)同时包括通用报警标志(DIAG\_STAT\_S，见表86)和特定频段报警标志(ALM\_x\_STAT，见表51和表52)。FFT标头同时含有与记录中振动内容最高幅度相关联的幅度(ALM\_x\_PEAK，见表53和表54)和频率信息(ALM\_x\_FREQ，见表55和表56)。



**报警状态**

ALM\_x\_STAT寄存器(见表51和表52)为当前采样速率选项的各个频段提供报警位。

**表51.ALM\_X\_STAT,**  
第1页至第6页, 低位字节地址 = 0x38, 只读

位	描述(默认值 = 0x0000)
15	频段6上的报警2; 1 = 报警设置, 0 = 无报警
14	频段6上的报警1; 1 = 报警设置, 0 = 无报警
13	频段5上的报警2; 1 = 报警设置, 0 = 无报警
12	频段5上的报警1; 1 = 报警设置, 0 = 无报警
11	频段4上的报警2; 1 = 报警设置, 0 = 无报警
10	频段4上的报警1; 1 = 报警设置, 0 = 无报警
9	频段3上的报警2; 1 = 报警设置, 0 = 无报警
8	频段3上的报警1; 1 = 报警设置, 0 = 无报警
7	频段2上的报警2; 1 = 报警设置, 0 = 无报警
6	频段2上的报警1; 1 = 报警设置, 0 = 无报警
5	频段1上的报警2; 1 = 报警设置, 0 = 无报警
4	频段1上的报警1; 1 = 报警设置, 0 = 无报警
3	未使用
[2:0]	最紧急报警条件, 频段; 范围 = 1至6

**表52.ALM\_Y\_STAT,**  
第1页至第6页, 低位字节地址 = 0x3A, 只读

位	描述(默认值 = 0x0000)
15	频段6上的报警2; 1 = 报警设置, 0 = 无报警
14	频段6上的报警1; 1 = 报警设置, 0 = 无报警
13	频段5上的报警2; 1 = 报警设置, 0 = 无报警
12	频段5上的报警1; 1 = 报警设置, 0 = 无报警
11	频段4上的报警2; 1 = 报警设置, 0 = 无报警
10	频段4上的报警1; 1 = 报警设置, 0 = 无报警
9	频段3上的报警2; 1 = 报警设置, 0 = 无报警
8	频段3上的报警1; 1 = 报警设置, 0 = 无报警
7	频段2上的报警2; 1 = 报警设置, 0 = 无报警
6	频段2上的报警1; 1 = 报警设置, 0 = 无报警
5	频段1上的报警2; 1 = 报警设置, 0 = 无报警
4	频段1上的报警1; 1 = 报警设置, 0 = 无报警
3	未使用
[2:0]	最紧急报警条件, 频段; 范围 = 1至6

**最差条件监控**

ALM\_x\_PEAK寄存器(见表53和表54)含有针对各轴最差报警条件的峰值幅度。ALM\_x\_FREQ寄存器(见表55和表56)含有针对最差报警条件的频率仓号。

**表53.ALM\_X\_PEAK,**  
第1页至第6页, 低位字节地址 = 0x3C, 只读

位	描述(默认值 = 0x0000)
[15:0]	报警峰值, x轴, 加速度计数据格式

**表54.ALM\_Y\_PEAK,**  
第1页至第6页, 低位字节地址 = 0x3E, 只读

位	描述(默认值 = 0x0000)
[15:0]	报警峰值, y轴, 加速度计数据格式

**表55.ALM\_X\_FREQ,**  
第1页至第6页, 低位字节地址 = 0x44, 只读

位	描述(默认值 = 0x0000)
[15:8]	未使用
[7:0]	x轴峰值报警电平的报警频率, FFT仓号; 范围 = 0至255

**表56.ALM\_Y\_FREQ,**  
第1页至第6页, 低位字节地址 = 0x46, 只读

位	描述(默认值 = 0x0000)
[15:8]	未使用
[7:0]	y轴峰值报警电平的报警频率, FFT仓号; 范围 = 0至255

## 读取输出数据

在ADIS16229用数据更新ADIS16000之后，如果选择的话，这些数据将在数据缓冲器和FFT记录中可用。在手动时间捕获模式下，各轴的记录含有512个样本。在手动和自动FFT模式下，各记录含有加速度计各轴的256点FFT结果。表57总结了用于为已处理传感器数据提供访问的寄存器。

表57.输出数据寄存器(传感器节点)

寄存器	地址	说明
TEMP_OUT_S	0x0A	内部温度
SUPPLY_OUT_S	0x0C	电源
BUF_PNTR	0x12	数据缓冲器索引指针
REC_PNTR	0x14	FFT记录索引指针
X_BUF	0x06	X轴加速度计数据
Y_BUF	0x08	Y轴加速度计数据
GLOB_CMD_S	0x36	FFT记录检索命令
TIME_STMP_L	0x40	时间戳，低位字
TIME_STMP_H	0x42	时间戳，高位字
REC_INFO1	0x4C	FFT记录标头信息
REC_INFO2	0x4E	FFT记录标头信息

### 从数据缓冲器读取数据

在完成一条频谱记录并更新各数据缓冲器以后，ADIS16000会将来自各数据缓冲器的第一个数据样本载入x\_BUF寄存器(见表60和表61)，并将BUF\_PNTR寄存器(见表58)中的缓冲器索引指针设为0x0000。索引指针决定了载入x\_BUF寄存器的具体数据样本。例如，将0x009F写入BUF\_PNTR寄存器(DIN = 0x9300, DIN = 0x929F)后，各数据缓冲器位置中的第160个样本将载入x\_BUF寄存器。索引指针会随x\_BUF读命令递增，从而使下一组捕获数据自动载入各捕获缓冲寄存器。这样，就可以利用序列读命令高效地读取一条记录中的全部256个样本，而无需操控BUF\_PNTR寄存器。

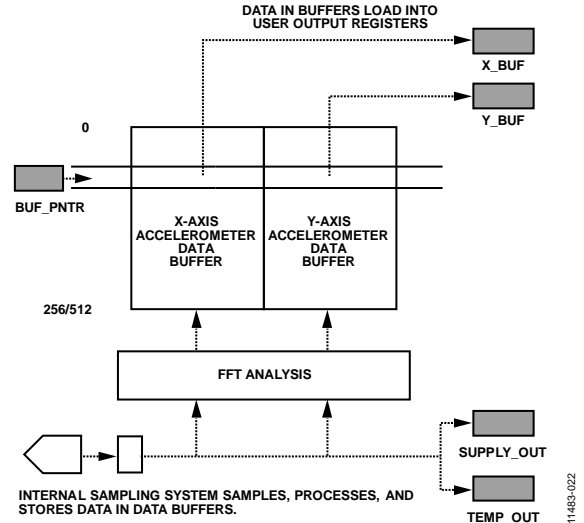


图23.数据缓冲器结构和操作

表58.BUF\_PNTR, 第1页至第6页, 低位字节地址 = 0x12, 读/写

位	描述(默认值 = 0x0000)
[15:9]	未使用
[8:0]	数据位; 范围 = 0至255 (FFT), 0至511(时间)

### 访问FFT记录数据

FFT记录可以存储在闪存中。REC\_PNTR寄存器(见表59)和GLOB\_CMD\_S[13]寄存器(见表75)提供了对FFT记录的访问，如图24所示。例如，设置REC\_PNTR[7:0] = 0x0A (DIN = 0x940A)且GLOB\_CMD\_S[13] = 1 (DIN = 0xB720)，即可载入FFT缓冲器中的FFT记录10，用于SPI/寄存器访问。

表59.REC\_PNTR, 第1页至第6页, 低位字节地址 = 0x14, 读/写

位	描述(默认值 = 0x0000)
[15:4]	未使用(无关位)
[3:0]	数据位

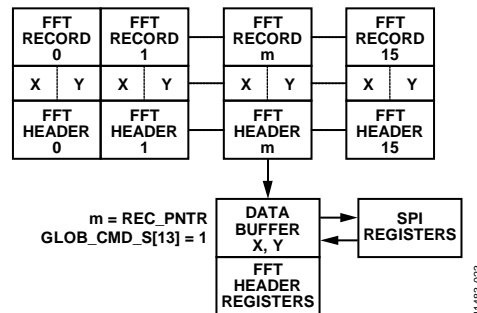


图24.FFT记录访问

## 数据格式

表60和表61列出了x\_BUF寄存器的位分配情况。加速度数据格式取决于REC\_CTRL2寄存器(见表31)中的范围比例设置以及REC\_CTRL1(见表28)中的记录模式设置。表62提供了FFT模式的一些数据格式示例,表63提供了用于手动时间模式的16位二进制补码格式的一些数据格式示例。

**表60.X\_BUF, 第1页至第6页, 低位字节地址 = 0x06, 只读**

位	描述(默认值=不适用)
[15:0]	x轴加速度数据的缓冲器 量程灵敏度见表32 格式=二进制补码(时间), 二进制(FFT)

**表61.Y\_BUF, 第1页至第6页, 低位字节地址 = 0x08, 只读**

位	描述(默认值=不适用)
[15:0]	y轴加速度数据的缓冲器 量程灵敏度见表32 格式=二进制补码(时间), 二进制(FFT)

**表62.FFT模式, 5 g 范围, 数据格式示例**

加速度(mg)	LSB	十六进制	二进制
4,999.9237	65,535	0xFFFF	1111 1111 1111 1111
100 × 5 ÷ 65,536	100	0x0064	0000 0000 0110 0100
2 × 5 ÷ 65,536	2	0x0002	0000 0000 0000 0010
1 × 5 ÷ 65,536	1	0x0001	0000 0000 0000 0001
0	0	0x0000	0000 0000 0000 0000

**表63.手动时间模式, 5 g范围, 数据格式示例**

加速度(mg)	LSB	十六进制	二进制
4999.847	32,767	0x7FFF	1111 1111 1111 1111
~1000	6,554	0x199A	0001 0001 1001 1010
2 × 5 ÷ 32,768	2	0x0002	0000 0000 0000 0010
1 × 5 ÷ 32,768	1	0x0001	0000 0000 0000 0001
0	0	0x0000	0000 0000 0000 0000
-1 × +5 ÷ +32,768	-1	0xFFFF	1111 1111 1111 1111
-2 × +5 ÷ +32,768	-2	0xFFFE	1111 1111 1111 1110
~-1000	-6554	0xE666	1110 0110 0110 0110
-5000	-32,768	0x8000	1000 0000 0000 0000

## 实时数据采集

在使用实时模式时,通过读取关联的x\_BUF寄存器,选择输出通道。例如,设置DIN = 0x0880,即可选择y轴传感器进行采样。选择通道之后,用数据就绪信号来触发对Y\_BUF寄存器的后续数据读取操作。在该模式下,使用针对范围设置20 g的时域数据格式,如表32所示。

## 电源/温度

ADIS16000和ADIS16229都提供了电源和温度测量功能。ADIS16229在各条频谱记录结束时执行这些测量,而ADIS16000则是连续进行这些测量。电源测量值(SUPPLY\_OUT\_x,见表64和表65)来自对包含256个样本的一条数据记录求取均值(50 kSPS)。温度测量值(TEMP\_OUT\_x,见表67和表68)来自对包含64个样本的一条数据记录求取均值,这些样本覆盖的总时间为1.7 ms。在使用实时模式时,这些寄存器只会在该模式开始时更新。

**表64.SUPPLY\_OUT\_G, 第0页, 低位字节地址 = 0x0E, 只读**

位	描述(默认值=不适用)
[15:0]	电源, 二进制, 3.3 V = 0x1D46, 0.44 mV/LSB

**表65.SUPPLY\_OUT\_S, 第1页至第6页, 低位字节地址 = 0x0C, 只读**

位	描述(默认值=不适用)
[15:0]	电源, 二进制, 3.3 V = 0x1D46, 0.44 mV/LSB

**表66.电源数据格式示例**

电源电平(V)	LSB	十六进制	二进制
3.6	8182	0x1FF6	0001 1111 1111 0110
3.3 + 0.00044	7501	0x1D4D	0001 1101 0100 1101
3.3	7500	0x1D4C	0001 1101 0100 1100
3.3 - 0.00044	7499	0x1D4B	0001 1101 0100 1011
3.15	7159	0x1BF7	0001 1011 1111 0111

**表67.TEMP\_OUT\_G, 第0页, 低位字节地址 = 0x0C, 只读**

位	描述(默认值=不适用)
[15:0]	温度数据, 偏移二进制, 4584 LSB = 0°C, -0.0815°C/LSB

**表68.TEMP\_OUT\_S, 第1页至第6页, 低位字节地址 = 0x0A, 只读**

位	描述(默认值=不适用)
[15:0]	[15:0] 温度数据, 偏移二进制, 4584 LSB = 0°C, -0.0815°C/LSB

**表69.内部温度数据格式示例**

温度(°C)	LSB	十六进制	二进制
125	3050	0x0BEA	0000 1011 1110 1010
0 + 0.0815	4583	0x11E7	0001 0001 1110 0111
0	4584	0x11E8	0001 0001 1110 1000
0 - 0.0815	4585	0x11E9	0001 0001 1110 1001
-40	5075	0x13D3	0001 0011 1101 0011

# ADIS16000/ADIS16229

## FFT事件标头

各条FFT记录都有一个FFT标头，其中含有的信息填充表70中列出的所有寄存器。这些寄存器中的信息含有记录时间、记录配置设置、状态/错误标志和多个报警输出。表70中列出的寄存器在每个记录事件时都会更新，在使用GLOB\_CMD\_S[13](见表75)从闪存中的FFT记录检索数据集时，也会更新特定于记录的信息。

**表70.FFT标头寄存器信息**

寄存器	地址	说明
DIAG_STAT_S	0x34	报警状态
ALM_X_STAT	0x38	X轴报警状态
ALM_Y_STAT	0x3A	Y轴报警状态
ALM_X_PEAK	0x3C	X轴报警峰值
ALM_Y_PEAK	0x3E	Y轴报警峰值
TIME_STMP_L	0x40	时间戳，低位字
TIME_STMP_H	0x42	时间戳，高位字
ALM_X_FREQ	0x44	X轴峰值报警频率
ALM_Y_FREQ	0x46	Y轴峰值报警频率
REC_INFO1	0x4C	FFT记录标头信息
REC_INFO2	0x4E	FFT记录标头信息

REC\_INFO1寄存器(见表71)和REC\_INFO2寄存器(见表72)捕获与当前FFT记录相关联的设置。

**表71.REC\_INFO1，  
第1页至第6页，低位字节地址 = 0x4C，只读**

位	描述(默认值 = 0x0008)
[15:14]	菜单速率选项； 00 = SR0，01 = SR1，10 = SR2，11 = SR3
[13:12]	窗口设置； 00 = 矩形，01 = Hanning，10 = 平顶， 11 = 不适用
[11:10]	信号范围； 00 = 1 g，01 = 5 g，10 = 10 g，11 = 20 g
[9:8]	未使用(无关位)
[7:0]	FFT均值；范围 = 0至255

**表72.REC\_INFO2，  
第1页至第6页，低位字节地址 = 0x4E，只读**

位	描述(默认值 = 0x0000)
[15:4]	未使用(无关位)
[3:0]	AVG_CNT设置

TIME\_STMP\_x寄存器(见表73和表74)提供了一个相对时间戳，用于标识当前FFT记录的时间。

**表73.TIME\_STMP\_L，  
第1页至第6页，低位字节地址 = 0x40，只读**

位	描述(默认值 = 0x0000)
[15:0]	记录时间戳，低位整数，二进制，秒

**表74.TIME\_STMP\_H，  
第1页至第6页，低位字节地址 = 0x42，只读**

位	描述(默认值 = 0x0000)
[15:0]	记录时间戳，高位整数，二进制，秒

## 系统工具

### 全局命令

为了方便起见，GLOB\_CMD\_S寄存器(见表75)提供了单写命令阵列。通过将分配的位设为1，即可激活各功能。功能执行完毕时，该位恢复为0。例如，通过设置GLOB\_CMD\_S[8] = 1 (DIN = 0xB701)，可以清空捕获缓冲器。GLOB\_CMD\_S寄存器中的所有命令都要求电源处于表75所列执行时间的正常限制之内。

**表75.GLOB\_CMD\_S,**  
第1页至第6页，低位字节地址 = 0x36，只读

位	描述(默认值=不适用)
15	清除自动调零校正
14	从ALM_PNTR设置中检索频谱报警频段信息
13	从闪存中检索记录数据
12	将频谱报警频段寄存器保存至SRAM
11	记录开始/停止
10	设置BUF_PNTR = 0x0000
9	从闪存中清除频谱报警频段寄存器
8	清除记录
7	软件复位
6	将寄存器保存至闪存
5	闪存测试，比较闪存总和与工厂设定值
4	清空DIAG_STAT_S寄存器
3	恢复工厂寄存器设置，并清空捕获缓冲器
2	自测，产生DIAG_STAT_S[5]
1	关断
0	自动调零

### 器件标识

**表76.LOT\_ID1\_G,**  
第0页，低位字节地址 = 0x1A，只读

位	描述(默认值=不适用)
[15:0]	批次标识码

**表77.LOT\_ID1\_S,**  
第1页至第6页，低位字节地址 = 0x68，只读

位	描述(默认值=不适用)
[15:0]	批次标识码

**表78.LOT\_ID2\_G,**  
第0页，低位字节地址 = 0x1C，只读

位	描述(默认值=不适用)
[15:0]	批次标识码

**表79.LOT\_ID2\_S,**  
第1页至第6页，低位字节地址 = 0x6A，只读

位	描述(默认值=不适用)
[15:0]	批次标识码

**表80.PROD\_ID\_G,**  
第0页，低位字节地址 = 0x16，只读

位	描述(默认值 = 0x3E80)
[15:0]	0x3E80 = 16,000

**表81.PROD\_ID\_S,**  
第1页至第6页，低位字节地址 = 0x48，只读

位	描述(默认值 = 0x3F65)
[15:0]	0x3F65 = 16,229

**表82.SERIAL\_NUM\_G,**  
第0页，低位字节地址 = 0x24，只读

位	描述(默认值=不适用)
[15:0]	序列号，特定于批次

表83所示空白寄存器可用于写入用户专用标识。

**表83.USER\_SCR,**  
第1页至第6页，低位字节地址 = 0x64，只读

位	描述(默认值 = 0x0000)
[15:0]	用户暂存寄存器

**表84.GPO\_CTRL,**  
第0页，低位字节地址 = 0x2A，读/写

位	描述(默认值 = 0x0008)
[15:6]	未使用
[5:4]	DO2功能选择 00 = 通用 01 = 报警指示 10 = 繁忙指示/数据就绪(实时模式) 11 = 未使用
[3:2]	DO1功能选择 00 = 通用 01 = 报警指示 10 = 繁忙指示/数据就绪(实时模式) 11 = 未使用
1	DO2极性 1 = 高电平有效 0 = 低电平有效
0	DO1极性 1 = 高电平有效 0 = 低电平有效

# ADIS16000/ADIS16229

## 系统标志

关键系统标志在各ADIS16229的DIAG\_STAT\_x寄存器(见表85和表86)中。这些标志指示用于监控网络的各种指示。这些寄存器中的多个标志可以同时为高电平，当错误条件继续存在时，这些标志持续存在(即清除后再次变为高电平)。DIAG\_STAT\_S[6:0]中的标志保持于锁存条件，直到问题消除或者通过GLOB\_CMD\_S[4]清除标志为止。如果ALM\_CTRL[7] = 1，则上位字节(DIAG\_STAT\_S[15:8])中的所有报警标志都会锁存(见表42)。

**表85.DIAG\_STAT\_G,**  
第0页，低位字节地址 = 0x2C，只读

位	描述(默认值 = 0x0000)
15	未使用
14	系统报警；1 = 报警条件
13	传感器节点6新数据；1 = 已收到新数据
12	传感器节点5新数据；1 = 已收到新数据
11	传感器节点4新数据；1 = 已收到新数据
10	传感器节点3新数据；1 = 已收到新数据
9	传感器节点2新数据；1 = 已收到新数据
8	传感器节点1新数据；1 = 已收到新数据
7	命令完成；1 = 完成
6	闪存故障，来自GLOB_CMD_S[5]测试(见表75)
[5:4]	未使用
3	SPI通信；1 = SCLK ≠ 16的倍数
2	闪存更新失败
1	电源 > 3.625 V
0	电源 < 2.0 V

**表86.DIAG\_STAT\_S,**  
第1页至第6页，低位字节地址 = 0x34，只读

位	描述(默认值 = 0x0000)
15	未使用
14	系统报警；1 = 存在错误条件，0 = 无错误
13	未使用
12	报警2，Y轴；1 = 报警条件，0 = 无报警
11	报警2，X轴；1 = 报警条件，0 = 无报警
10	未使用
9	报警1，Y轴；1 = 报警条件，0 = 无报警
8	报警1，X轴；1 = 报警条件，0 = 无报警
7	未使用
6	闪存故障，来自GLOB_CMD_S[5]测试(见表75)
5	自测(1 = 失败，0 = 通过)
4	记录过程中断
3	未使用
2	闪存更新失败
1	电源 > 3.625 V
0	电源 < 2.0 V

## 自测

设置GLOB\_CMD\_S[2] = 1 (DIN = 0xB602)(见表75)，以运行一个自动自测程序，该程序向DIAG\_STAT\_S[5](见表85)报告通过/失败结果。

## 闪存管理

设置GLOB\_CMD\_S[5] = 1 (DIN = 0xB620)，以对闪存运行一次内部检验和测试，该测试向DIAG\_STAT\_S[6]报告通过/失败结果。FLASH\_CNT\_S寄存器(见表87)对各ADIS16229中的闪存写周期进行实时计数。该工具可用于管理闪存的耐久性。FLASH\_CNT\_G(见表87)寄存器也为ADIS16000提供了该功能。图25量化了数据保持期与结温之间的关系。

**表87.FLASH\_CNT\_G,**  
第0页，低位字节地址 = 0x04，只读

位	描述(默认值=不适用)
[15:0]	计算闪存写入次数的二进制计数器

**表88.FLASH\_CNT\_S,**  
第1页至第6页，低位字节地址 = 0x04，只读

位	描述(默认值=不适用)
[15:0]	计算闪存写入次数的二进制计数器

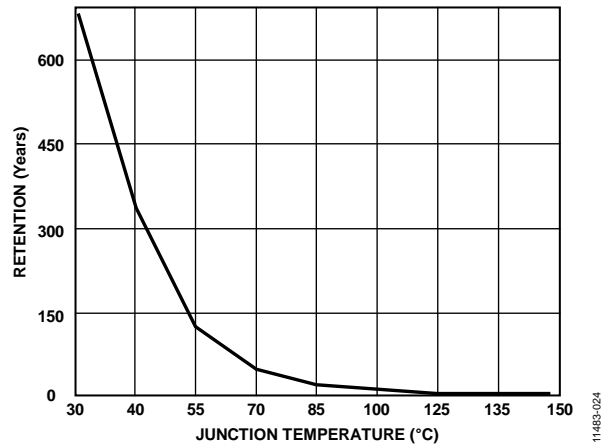


图25.闪存数据保持期限与结温的关系

外形尺寸

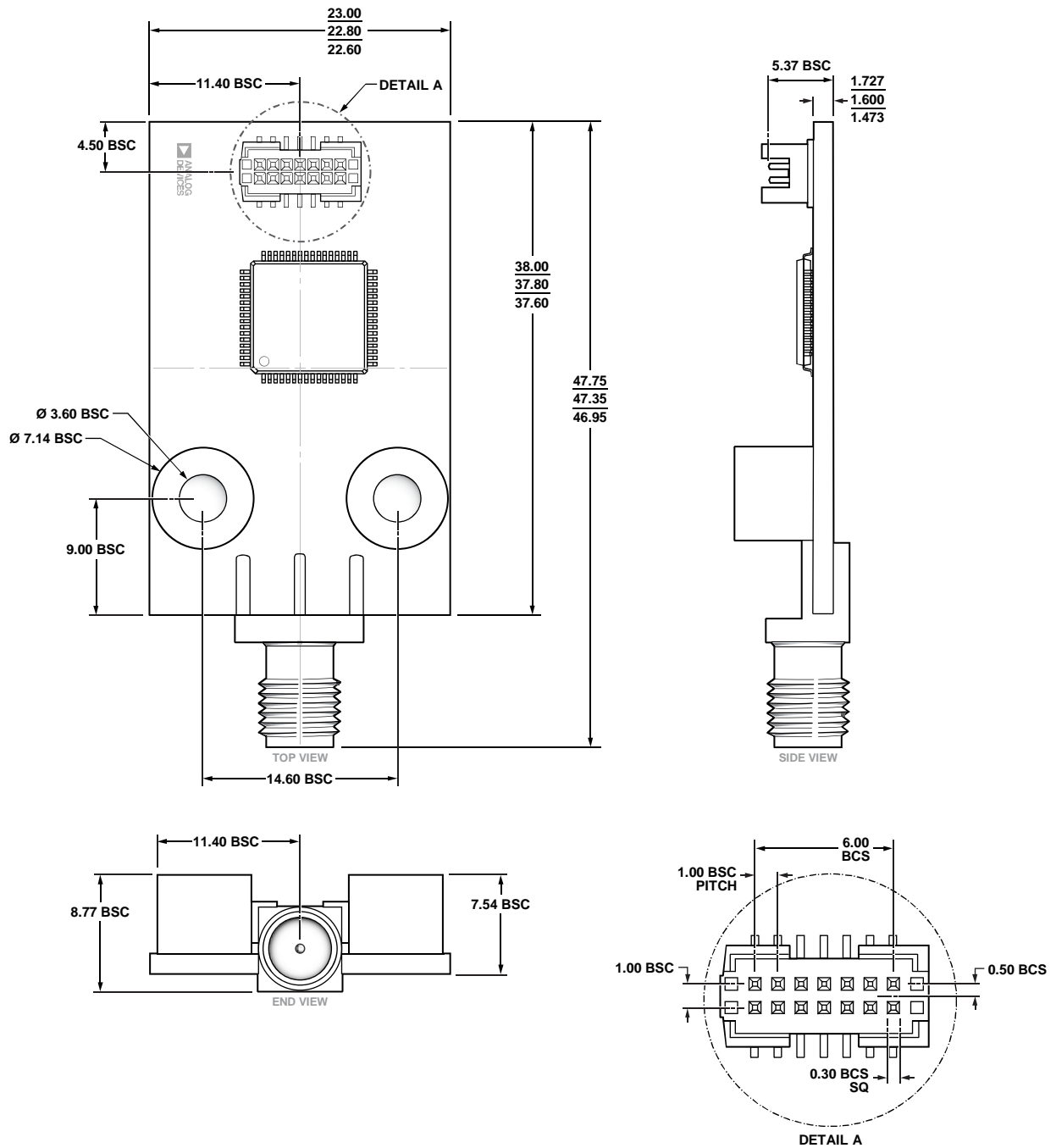


图2614引脚连接器多芯片芯片模块层压板[MCML]  
(ML-14-4)  
图示尺寸单位: mm

06-13-2013-A

# ADIS16000/ADIS16229

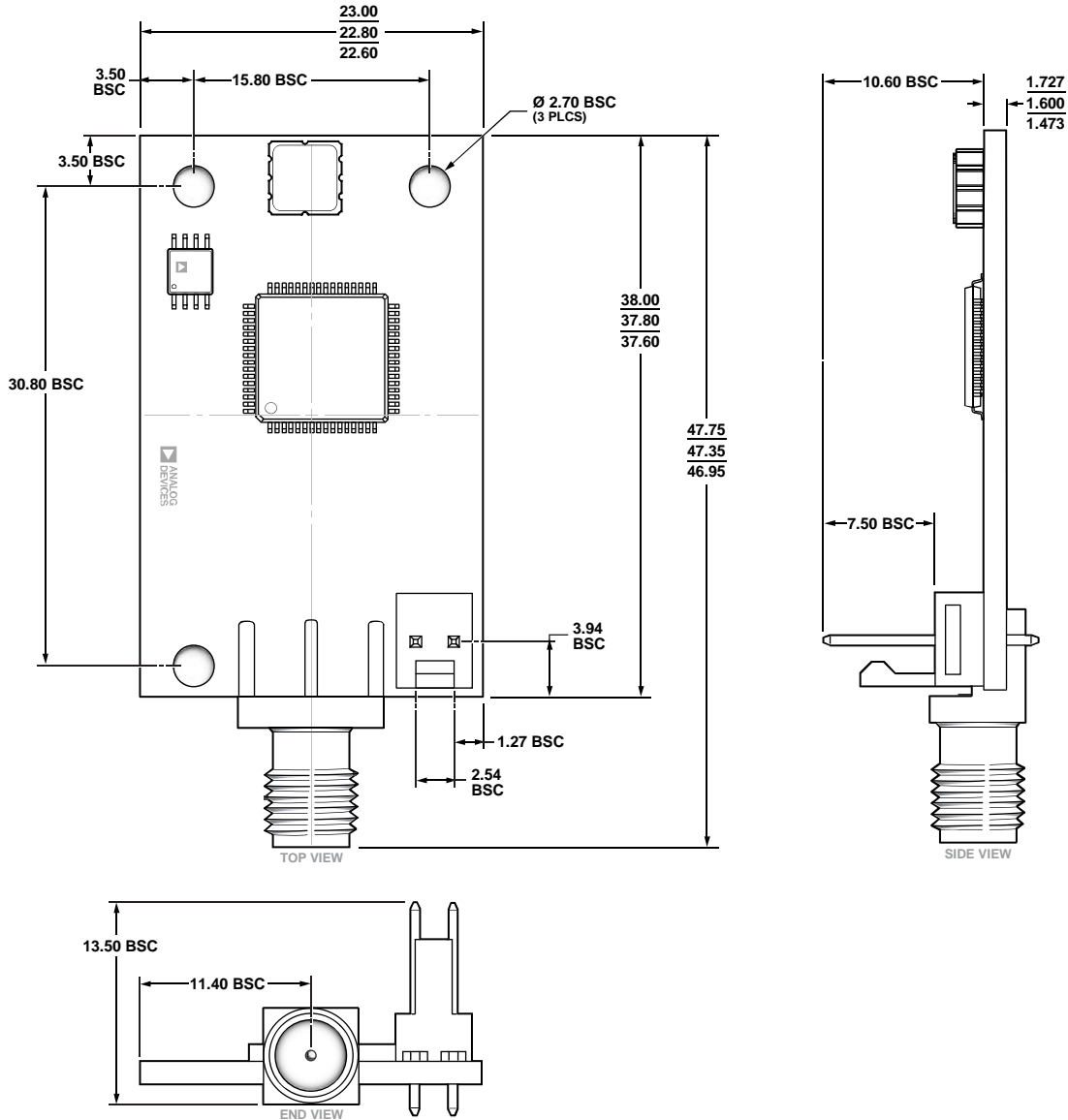


图27.2引脚多芯片芯片模块层压板[MCML]  
(ML-2-1)

图示尺寸单位: mm

06-16-2013-A

## 订购指南

型号 <sup>1</sup>	温度范围	封装描述	封装选项
ADIS16000AMLZ	-40°C至+85°C	14引脚连接器多芯片芯片模块层压板[MCML]	ML-14-4
ADIS16229AMLZ	-40°C至+85°C	2引脚多芯片芯片模块层压板[MCML]	ML-2-1

<sup>1</sup> Z = 符合RoHS标准的器件。