

ADIS16130快速入门指南及偏置优化技巧

作者: Mark Looney

物理安装与操作

ADIS16130采用塑料底座, 提供四个安装孔, 支持M2或2-56机械螺丝。这种封装支持上向和下向两种安装方法。图2是采用下向安装法的系统机械示意图。与此相对, 上向安装法中, 四个螺丝采用相同的孔型, 但需增加一个电缆/连接器接口, 用于连接电源。连接器提供了标准的双排1 mm间距, 可选用多种对接连接器。图3是对连接器的建议焊盘布局和孔型, 假定采用Samtec CLM-112-02系列连接器。安装焊盘中的孔可防止ADIS16130连接器上的引脚从底部伸出, 从而避免造成机械应力和偏置漂移。

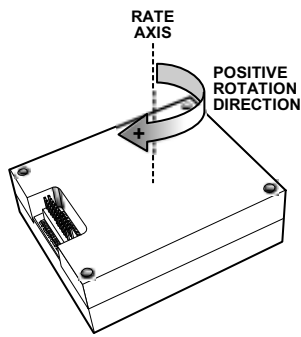


图1. ADIS16130 封装模式

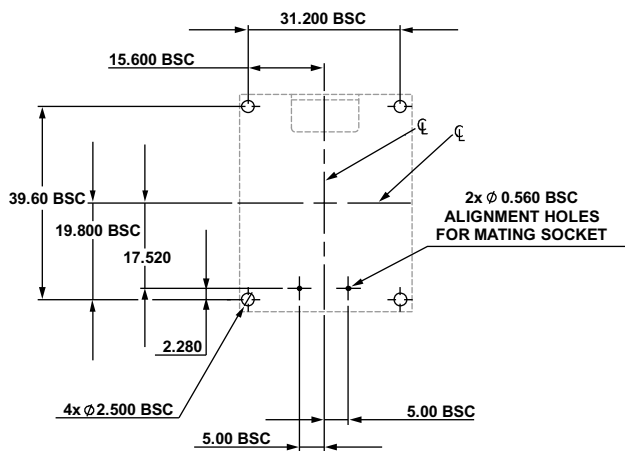


图2. 建议安装孔位

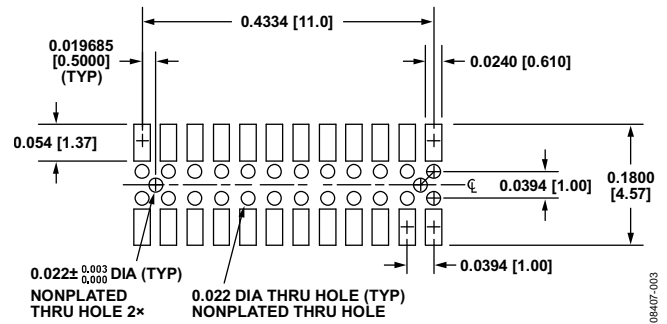


图3. 对接连接器的建议布局和机械设计

电气接线图

图4是将ADIS16130连接至系统处理器的简要示意图, 该处理器充当SPI主机。配置好后, ADIS16130将自动生成数据并持续更新输出数据寄存器。该接线图含电源、接地、四个串行信号、一个数据就绪信号和带宽降低电容。数据就绪信号一般驱动主处理器中的中断服务例程, 有助于优化数据的一致性和处理器资源。

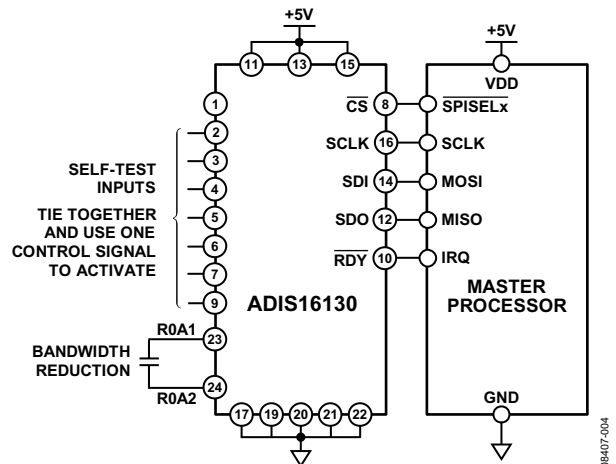


图4. 电气接线图

表1. 通用主处理器引脚名及功能

引脚名称	功能
SPISELx	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

SPI接口

表2列出了主处理器与ADIS16130进行SPI通信时要求的典型配置。这些设置通常位于控制寄存器中。例如，在ADSP-BF533处理器系列中，SPI_BAUD、SPI_CTL和SPI_FLG寄存器即可实现这个功能。有关时序信息，请参阅ADIS16130数据手册。

表2. 通用主处理器SPI设置

处理器设置	描述
主模式	ADIS16130作为从机运行。
SPI 模式 3	CPOL = 1(极性), CHPA = 1(相位)。
MSB优先模式	位序。
8位模式	移位寄存器/数据长度。

在SDI中执行命令时，需要写入发送缓冲寄存器(ADSP-BF533中为SPI_TDBR)，而从SDO获取输出数据则需要读取接收缓冲寄存器(ADSP-BF533中为SPI_RDBR)。对于许多处理器，此类命令会根据控制寄存器中的设置自动为时钟和时序提供便利。

初始化

初始化ADIS16130时，将表3中SDI栏列出的每条命令写入SDI引脚。

表3. 配置序列

步骤	SDI ¹	寄存器	用途描述
1	0x01	COM	启动IOP的写序列。
2	0x38	IOP	配置数据就绪信号，以在RATEDATA和TEMPDATA输出寄存器含有新数据时使脉冲保持低电平。
3	0x28	COM	启动RATECS寄存器的写序列。
4	0x0A	RATECS	启用和配置陀螺仪数据通道。
5	0x30	COM	启动RATECONV寄存器的写序列。
6	0x05	RATECONV	初始化速率转换。
7	0x2A	COM	启动TEMPPCS寄存器的写序列。
8	0x0A	TEMPPCS	启用和配置温度数据通道。
9	0x32	COM	启动TEMPCONV寄存器的写序列。
10	0x05	TEMPCONV	初始化温度转换。
11	0x38	COM	启动MODE寄存器的写序列。
12	0x22	MODE	将数据输出分辨率设为24位并启动RATEDATA通道的转换程序。

¹SDI栏列出了每条命令的十六进制编码。

读取输出数据

数据就绪(\overline{RDY})信号表示输出寄存器中存在新的未读数据。为了优化数据一致性和处理器资源，可利用该信号来驱动主处理器中的一个中断服务例程。结果会以11.4 kHz的速率使脉冲保持低电平26 μ s，这表示RATE或TEMP寄存器中存在新的更新。利用高-低跃迁来触发对中断服务例程的操作。该信号脉冲降低后，先降低片选线路，然后把0x48移(写)至SDI线路，以便读取数据。然后，移至(读)下三个来自SDO的输入字节，这代表着结果的输出数据。每8位序列间升高片选。

SDO序列中，最高有效字节先输入，其后为第二有效字节，然后是最低有效字节。当采用16位分辨率时，读序列中SDO仅输出两个字节。

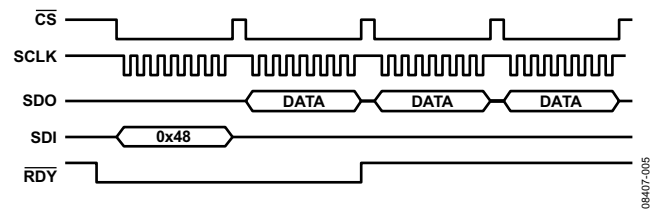


图5. 读序列示例

数据格式

ADIS16130采用偏移二进制数据格式。

$$RATE = \left[\frac{Codes - 2^{23}}{23,488} \right] \quad TEMP = \left[\frac{Codes - 2^{23}}{14,093} + 25^{\circ}C \right]$$

表4. 陀螺仪速率输出数据格式

24位(代码)	16位(代码)	速率输出
14,260,608	55,706	+250°/秒
8,623,488	33,686	+10°/秒
8,388,612	32,769	+0.00017030°/秒
8,388,609		+0.000042575°/秒
8,388,608	32,768	0
8,388,607		-0.000042575°/秒
8,388,604	32,767	-0.00017030°/秒
8,153,728	31,850	-10°/秒
2,516,608	9,830	-250°/秒

表5. 陀螺仪温度输出数据格式

24位(代码)	16位(代码)	速率输出
9,516,048	37,172	+105°C
9,234,188	36,071	+85°C
8,402,701	32,823	+26°C
8,388,608	32,768	+25°C
8,036,283	31,392	+0°C
7,472,563	29,189	-40°C

优化偏置精度和稳定性

陀螺仪系统中的两种常见误差源是初始偏置误差和偏置随温度的变化。图6为校正数字处理器平台中此类误差的简单流程图。每个ADIS16130都具有独特的特性，必须弄清楚，以优化该流程图所示的校正系数。

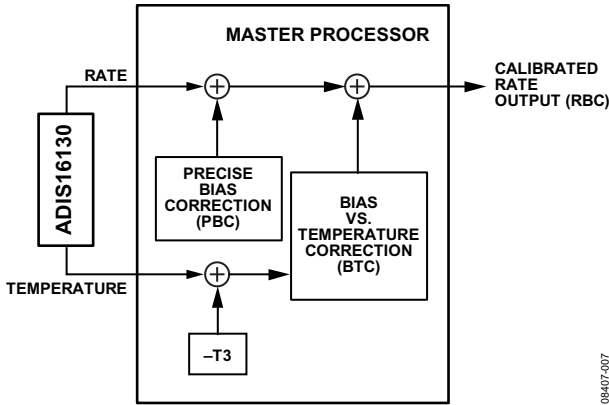


图6. 一阶偏置校正系统

通过该校准程序，可得到关于校正后陀螺仪速率输出的以下数学关系表达式：

$$RBC = RATE + PBC + (TEMP - T3) \times BTC$$

其中：

RBC 表示校正后的输出数据。

RATE 表示ADIS16130陀螺仪输出数据。

TEMP 表示ADIS16130温度输出数据。

确定偏置特性需要在ADIS16130处于零旋转状态时测量其输出。噪声会增加输出测量值中的随机误差，并可能影响偏置测量精度。处理偏置测量值中噪声的一种常见方法是对连续采样求平均值。图7中的Allan方差曲线展示了ADIS16130平均时间与偏置精度之间的关系。

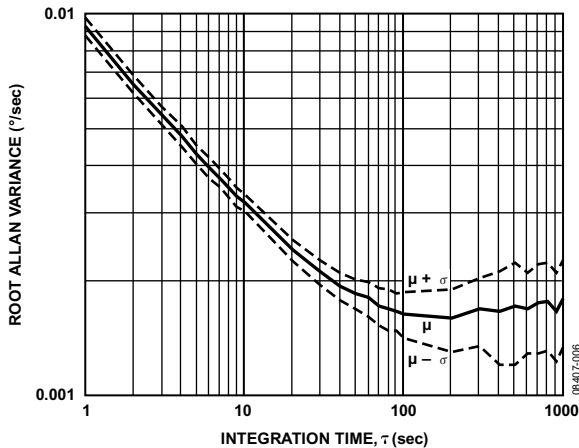


图7. ADIS16130 艾伦方差曲线

虽然每种应用都有自己的性能标准，但作为快速入门参考，不妨遵循以下基本偏置校准流程：

1. 将ADIS16130连接至固定平台，避免测量过程中发生任何移动。
2. 将稳压+5 V线性电源连接至ADIS16130。请注意，电源每变化1 mV，输出偏置可能偏移0.0002°/秒。
3. 将表3中的初始化命令写入SDI引脚。
4. 以5.7 kSPS的最大采样速率读取TEMP和RATE数据，持续10秒。求得每组数据的平均值，得到与该平均温度相关的温度估算值(T1)和偏置估算值(B1)。
5. 等待10分钟，以便器件自热。
6. 重复第3步，求出新的温度估算值(T2)和输出偏置估算值(B2)。然后利用以下等式计算偏置温度系数(BTC)：

$$BTC = -bias\ tempco = - \left[\frac{B2 - B1}{T2 - T1} \right]$$

基于BTC制定查找表，以便载入适合温度条件的校正系数。表6为校正系数示例，其校正偏置温度系数为0.04°/秒/°C，所用温度步长为0.02°C。

7. 等待40分钟，以便达到热稳定状态。
8. 以5.7 kSPS的采样速率读取RATE数据，持续150秒。求出该数据的平均值，以得到精确的偏置估算值并乘以-1，得到精确的偏置校正系数(PBC)。
9. 读取TEMP (T3)。

表6. 偏置校正系数，TBIAS = 0.04°/秒/°C

温度控制 (TEMP - T3)	偏置与温度校正系数 (TEMP - T3) × BTC
+0.12°C	-0.0048°/秒
+0.10°C	-0.0040°/秒
+0.08°C	-0.0032°/秒
+0.06°C	-0.0024°/秒
+0.04°C	-0.0016°/秒
+0.02°C	-0.0008°/秒
0°C	0°/sec
-0.02°C	+0.0008°/秒
-0.04°C	+0.0016°/秒
-0.06°C	+0.0024°/秒
-0.08°C	+0.0032°/秒
-0.10°C	+0.0040°/秒
-0.12°C	+0.0048°/秒

其他技巧

总之，本应用笔记提供了一种简单的校准程序，可帮助客户极大地提高性能，并为客户开发更全面的校准模式打下了基础。以下是一些可能有用的额外技巧：

1. 5.7 kSPS采样速率可过滤可能在14.3 kHz周围出现的谐振。
2. 在ROA1和ROA2上使用0.01 μ F电容，将传感器带宽减至50 Hz，结果可使噪声减少50%。50 Hz带宽同时支持更低的采样速率。例如，利用 $\overline{\text{RDY}}$ 信号驱动200 \times 分频器，可将读取速率降至230 SPS。
3. 本应用笔记提供的校准程序利用了此类器件中的预热期。为了取得更高的精度，建议使用可控恒温室来放置器件，并采用固定温度，同时为各偏置点延长均值求值时间。这样可以进一步优化性能。
4. 如果处理器系统无法以5.7 kSPS的速率同时读取陀螺仪和温度传感器输出，先降低温度传感器的读取速率，然后考虑减少速率测量。如果最大温度变化率为1 $^{\circ}$ C/秒，则100 SPS的采样速率即足以在更新热校正系数时检测0.02 $^{\circ}$ C的温度变化。