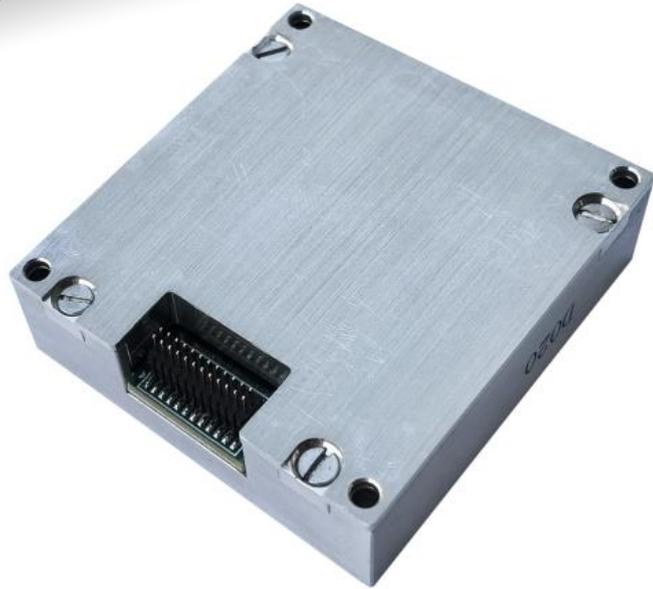


MEMS 惯性测量单元

V1.02

IMU200A-B0 INS



产品特性

-  陀螺测量范围：500~2000°/s 可选
-  X/Y: 3.2°/h、Z:1.6 °/h 陀螺仪零偏稳定性 (Allan 方差)
-  加速度范围：50~200g 可选
-  0.06mg 加速度零偏稳定性 (Allan 方差)
-  其它功能：3 轴磁力计、气压计

应用领域



UAV 导航

各种空中载体飞行导航



机器人导航

陆载车导航



AUV 导航

ROV 导航

©COPYRIGHT 2013, FIREPOWER TECHNOLOGY.

1.概述

IMU200A-B0-IMU 是一款基于微机械技术 (MEMS) 的惯性测量单元 (IMU), 内置高性能的 MEMS 陀螺和 MEMS 加速度计, 输出 3 个角速度和 3 个加速度。

IMU200A-B0-IMU 具有可靠性高, 环境适应性强。通过匹配不同的软件, 产品可广泛应用于战术和行业无人机、智能弹药、导引头、动中通、测绘等领域。

2.产品特点

1) 三轴数字陀螺仪:

A) $\pm 2000^\circ/\text{s}$ 动态测量范围;

B) A0 零偏稳定性: $6^\circ/\text{h}$ (GJB,10S,Z 轴), $9^\circ/\text{h}$ (GJB,1S,Z 轴), $1.6^\circ/\text{h}$ (ALLAN,Z 轴);

C) B0 零偏稳定性: $3^\circ/\text{h}$ (GJB,10S,Z 轴), $4.5^\circ/\text{h}$ (GJB,1S,Z 轴), $0.8^\circ/\text{h}$ (ALLAN,Z 轴);

2)三轴数字加速度计:

$\pm 200\text{g}$ 动态测量范围;

A) A0 零偏稳定性: 0.4mg (GJB,10S), 0.6mg (GJB,1S), 0.06mg (ALLAN);

B) B0 零偏稳定性: 0.2mg (GJB,10S), 0.3mg (GJB,1S), 0.03mg (ALLAN);

3) 三轴数字磁力计: 2.5gauss

4) 数字气压计: $300\text{mbar}\sim 1100\text{mbar}$

5) 高可靠性: $\text{MTBF}>20000\text{h}$;

6) 全温范围内 ($-40^\circ\text{C}\sim +80^\circ\text{C}$) 保证精度: 内置高性能温度标定和补偿算法;

7) 适用于强振动条件下工作 (6.06g , $20\sim 2000\text{Hz}$);

8) 适应于大冲击条件下工作 (1000g , 0.5ms);

9) 接口 1 路 UART, 1 路 SPI, 1 路 CAN。

3.SNC200A-B0-IMU-A0 产品指标

Test Conditions		Min	Stan.	Max	Unit
陀螺仪指标					
量程			500	2000	°/s
零偏稳定性	Allan 方差, Z 轴		1.6		°/h
	Allan 方差, X 轴和 Y 轴		3.2		°/h
	10s 平均 (-40°C~+80°C, 定温) Z 轴		6		°/h
	1s 平均 (-40°C~+80°C, 定温) Z 轴		9		°/h
	10s 平均 (-40°C~+80°C, 定温) X/Y 轴		12		°/h
	1s 平均 (-40°C~+80°C, 定温) X/Y 轴		18		°/h
零偏	零偏范围, Z 轴		±0.14		°/s
	零偏范围, X 轴和 Y 轴		±0.4		°/s
	全温范围内零偏变化, Z 轴①		±0.04		°/s
	全温范围内零偏变化, X 轴和 Y 轴①		±0.12		°/s
	逐次启动重复性, Z 轴		0.004		°/s
	逐次启动重复性, X 轴和 Y 轴		0.012		°/s
	逐日启动重复性, Z 轴		0.006		°/s
	逐日启动重复性, X 轴和 Y 轴		0.018		°/s
	线性加速度对零偏影响		0.004		°/s/g
	振动对零偏影响, 振前振后变化②		0.004		°/s/g
	振动对零偏影响, 振前振中变化②		0.004		°/s/g
	标度因数	标度因数精度, Z 轴		0.6	
标度因数精度, X 轴和 Y 轴			1.2		%
标度因数非线性, Z 轴			0.02		%FS
标度因数非线性, X 轴和 Y 轴			0.04		%FS
角度随机游走			0.3		°/√hr
噪声密度			0.002		°/s/√Hz
分辨率			3.052×10^{-7}		°/s/LSB

Test Conditions		Min	Stan.	Max	Unit
带宽			200		Hz
加速度指标					
测量范围			50	200	g
零偏稳定性	Allan 方差		0.06		mg
	10s 平均 (-40°C~+80°C, 定温)		0.4		mg
	1s 平均 (-40°C~+80°C, 定温)		0.6		mg
零偏	零偏范围		16	30	mg
	全温范围内零偏变化, 峰峰值 ϕ		10	20	mg
	逐次启动重复性		1.0		mg
	逐日启动重复性		1.6		mg
	零偏温度系数		0.1	0.2	mg/°C
标度因数	标度因数精度		4		%
	标度因数非线性		0.2		%FS
随机游走			0.058		m/s/ $\sqrt{\text{hr}}$
噪声密度			0.05		mg/ $\sqrt{\text{Hz}}$
分辨率			1.221×10^{-8}		g/LSB
带宽			200		Hz
磁力计指标					
磁场范围	Brg,xy		± 1300		μT
	Brg,z		± 2500		μT
分辨率			0.3		μT
航向经度	30 μT 水平地磁分量, 25°C		± 2.5		deg
测量范围			2.5		gauss
零偏	无磁环境		15		mgauss
气压计指标					
测量范围		300		1100	mbar
零偏			4.5		mbar

Test Conditions		Min	Stan.	Max	Unit
通讯接口					
1 路 SPI	波特率			15	MHz
1 路 UART	波特率		230.4		Kbps
1 路 CAN	波特率			1	MHz
采样频率	SPI		200	1000	Hz
	UART		200		Hz
	CAN		200		
电气特性					
电压		3.0	3.3	3.6	V
功耗				1.5	W
纹波	P-P			100	mV
建立时间	从 0V 到 3.3V			80	ms
结构特性					
尺寸			47×44×14		mm
重量			50		g
环境特性					
工作温度		-40		80	°C
存储温度		-45		85	°C
振动			20~2000Hz , 6.06g		
冲击			1000g , 0.5ms		
可靠性					
MTBF			20000		h
连续工作时间			120		h

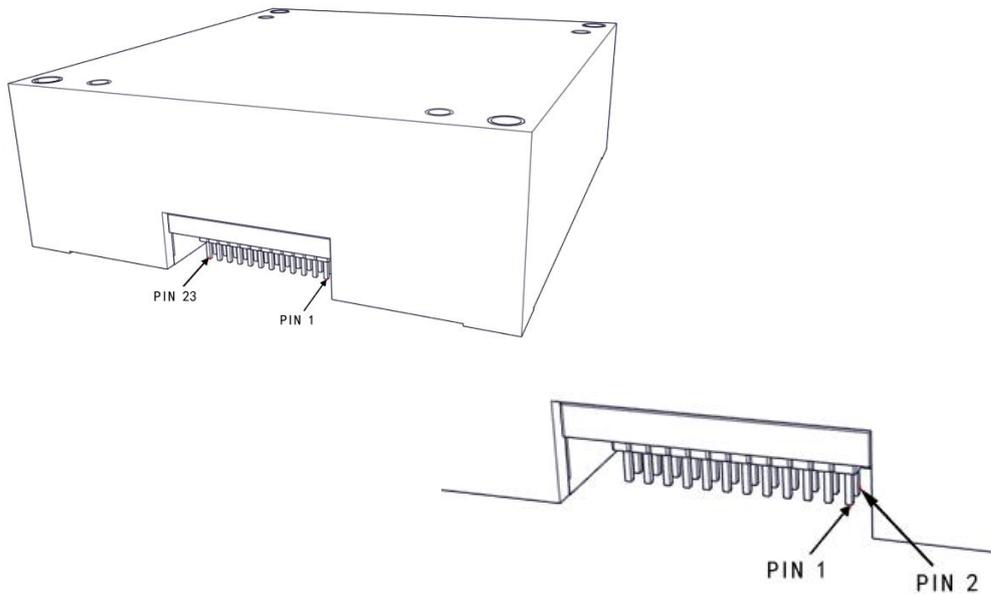
IMU200A-B0-IMU-B0 产品指标

Test Conditions		Min	Stan.	Max	Unit
陀螺仪指标					
量程			500	2000	°/s
零偏稳定性	Allan 方差, Z 轴		0.8		°/h
	Allan 方差, X 轴和 Y 轴		1.6		°/h
	10s 平均 (-40°C~+80°C, 定温), Z 轴		3		°/h
	1s 平均 (-40°C~+80°C, 定温), Z 轴		4.5		°/h
	10s 平均 (-40°C~+80°C, 定温), X/Y 轴		6		°/h
	1s 平均 (-40°C~+80°C, 定温), X/Y 轴		9		°/h
零偏	零偏范围, Z 轴		±0.07		°/s
	零偏范围, X 轴和 Y 轴		±0.2		°/s
	全温范围内零偏变化, Z 轴①		±0.02		°/s
	全温范围内零偏变化, X 轴和 Y 轴①		±0.06		°/s
	逐次启动重复性, Z 轴		0.002		°/s
	逐次启动重复性, X 轴和 Y 轴		0.006		°/s
	逐日启动重复性, Z 轴		0.003		°/s
	逐日启动重复性, X 轴和 Y 轴		0.009		°/s
	线性加速度对零偏影响		0.002		°/s/g
	振动对零偏影响, 振前振后变化②		0.002		°/s/g
	振动对零偏影响, 振前振中变化②		0.002		°/s/g
	标度因数	标度因数精度, Z 轴		0.3	
标度因数精度, X 轴和 Y 轴			0.6		%
标度因数非线性, Z 轴			0.01		%FS
标度因数非线性, X 轴和 Y 轴			0.02		%FS
随机游走			0.15		°/√hr
噪声密度			0.001		°/s/√Hz
分辨率			3.052×10^{-7}		°/s/LSB
带宽			200		Hz

Test Conditions		Min	Stan.	Max	Unit
加速度指标					
测量范围			16	200	g
零偏稳定性	Allan 方差		0.03		mg
	10s 平均 (-40°C~+80°C, 定温)		0.2		mg
	1s 平均 (-40°C~+80°C, 定温)		0.3		mg
零偏	零偏范围		5		mg
	全温范围内零偏变化, 峰峰值 ϕ		5		mg
	逐次启动重复性		0.5		mg
	逐日启动重复性		0.8		mg
	零偏温度系数		0.05	0.1	mg/°C
标度 因数	标度因数精度		0.5		%
	标度因数非线性		0.1		%FS
随机游走			0.029		m/s/ $\sqrt{\text{hr}}$
噪声密度			0.025		mg/ $\sqrt{\text{Hz}}$
分辨率			1.221×10^{-8}		g/LSB
带宽			200		Hz
磁力计指标					
磁场范围	Brg,xy		± 1300		μT
	Brg,z		± 2500		μT
分辨率			0.3		μT
航向经度	30 μT 水平地磁分量, 25°C		± 2.5		deg
测量范围			2.5		gauss
零偏	无磁环境		15		mgauss
气压计指标					
测量范围		300		1100	mbar
零偏			4.5		mbar
通讯接口					

Test Conditions		Min	Stan.	Max	Unit
1 路 SPI	波特率			15	MHz
1 路 UART	波特率		230.4		Kbps
1 路 CAN	波特率			1	MHz
采样频率	SPI		200	1000	Hz
	UART		200	1000	Hz
	CAN		200		
电气特性					
电压		3.0	3.3	3.6	V
功耗				1.5	W
纹波	P-P			100	mV
建立时间	从 0V 到 3.3V			80	ms
结构特性					
尺寸			47×44×14		mm
重量			50		g
环境特性					
工作温度		-40		80	°C
存储温度		-45		85	°C
振动			20~2000Hz , 6.06g		
冲击			1000g , 0.5ms		
可靠性					
MTBF			20000		h
连续工作时间			120		h

4. 电气接口



图一对接连接器引脚说明

表 3. 引脚功能描述

管脚序号	名称	类型	描述
10, 11, 12	VDD	电源	
13, 14, 15	GND	电源	
9	DIO2	输出	就绪信号, 表征数据更新
3	SPI-CLK	输入 / 输	SPI, 从模式
4	SPI-MISO	输入 / 输	
5	SPI-MOSI	输入 / 输	
6	SPI-/CS	输入 / 输	
19	UART-TXD	输出	UART, 波特率可配置, 默认为 230400bps
21	UART-RXD	输入	
18	CAN-T	输出	
20	CAN-R	输入	
8	RST	输入	复位
23	VDDRTC	电源	
其它	NC	备用	厂家保留

©COPYRIGHT 2013, FIREPOWER TECHNOLOGY.

5. 结构接口

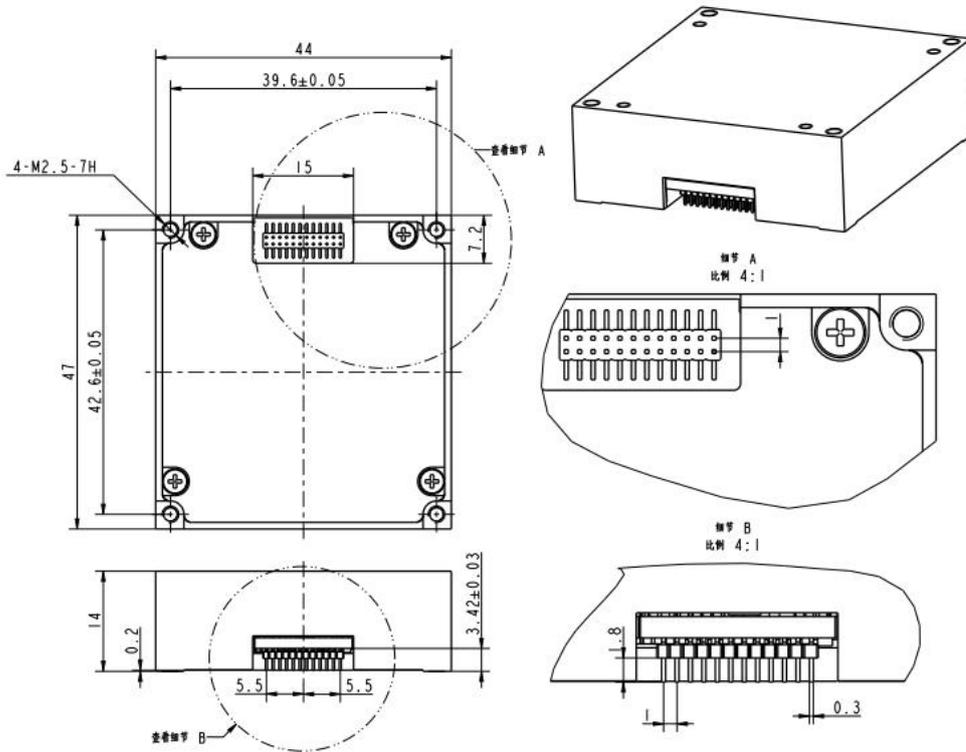


图 2. 结构外形示意图

6. 使用说明

6.1 坐标系定义

3 个陀螺 (g_x , g_y , g_z) 和 3 个加速度计 (a_x , a_y , a_z) 的坐标系定义如下图所示, 箭头方向为正。

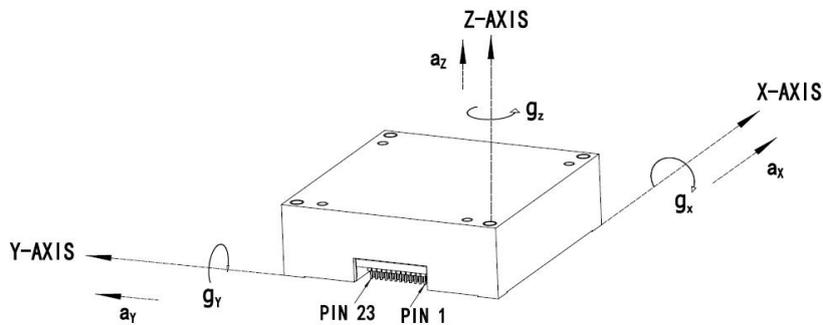


图 3 IMU200A-B0-IMU 轴方向参考图

6.2 SPI 读写数据

IMU200A-B0-IMU 是一款自治传感器系统，当存在有效电源时，它会自动启动。完成初始化过程后，它开始采样、处理以及将校准的传感器数据载入输出寄存器，通过 SPI 端口可访问该数据。SPI 端口通常连接到嵌入式处理器的兼容端口，连接图参见图 1。四个 SPI 信号支持同步串行数据传输。在工厂默认配置下，DIO2 引脚提供数据就绪信号；当输出数据寄存器中有新数据可用时，该引脚变为高电平。

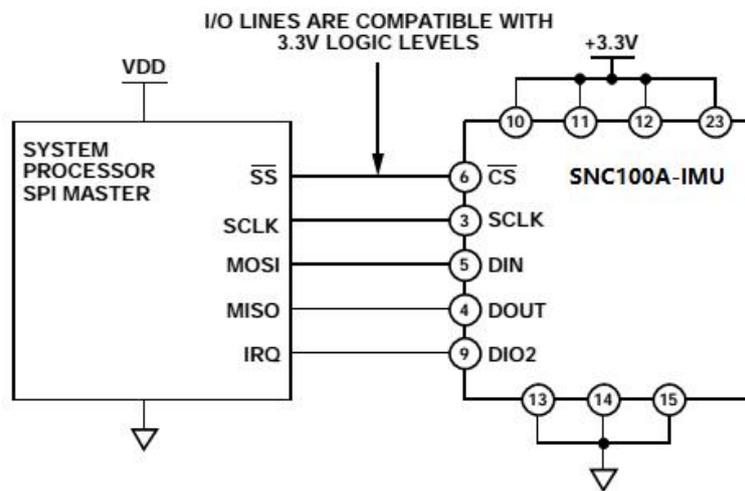


图 4 与外部设备连接示意图

6.2.1 通用主机处理器 SPI 设置

表 4 通用主机处理器 SPI 设置

处理器设置	说明
主机	IMU200A-B0-IMU 用作从机
SCLK ≤ 15 MHz	最大串行时钟速率
SPI 模式 3	CPOL = 1 (极性), CPHA = 1 (相位)
MSB 优先模式	位序
16 位模式	移位寄存器/数据长度

6.2.2 SPI 通信

如果前一命令为读取请求，则 SPI 端口支持全双工通信，外部处理器可以在读取 DOUT 的

同时写入 DIN, 如下图。

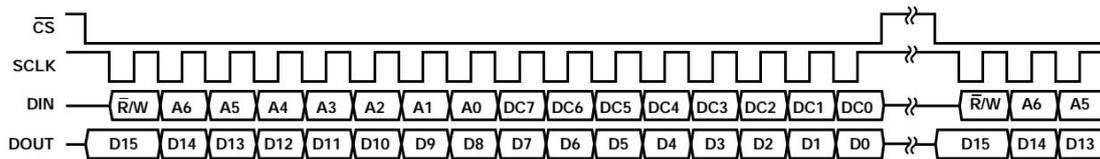


图 5 SPI 读写时序

6.2.3 读取传感器数据

IMU200A-B0-IMU 自动启动并激活第 0 页, 以便进行数据寄存器访问。访问任何其它页面后, 应将 0x00 写入 PAGE_ID 寄存器(DIN = 0x8000)以激活第 0 页, 为后续数据访问做好准备。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 1 中的位分配功能请求读取一个寄存器的内容; 在第二个周期中, 寄存器内容通过 DOUT 输出。DIN 命令的第一位是 0, 然后是寄存器的高位或低位地址。后 8 位是无关位, 但 SPI 需要完整的 16 个 SCLK 来接收请求。下图显示了两个连续的寄存器读操作, 首先是 DIN = 0x1A00, 请求 Z_GYRO_OUT 寄存器的内容, 然后是 DIN = 0x1800, 请求 Z_GYRO_LOW 寄存器的内容。

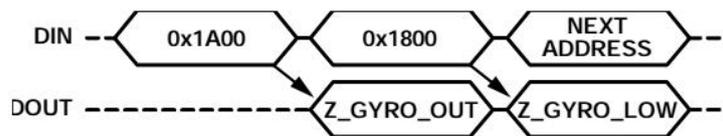


图 6 SPI 读操作示例

6.2.4 用户寄存器存储器映射(N/A 表示不适用)

读取两个数据寄存器之间需插入一个不小于 5us 的延时

用户寄存器存储器映射

名称	R/W	PAGE_ID	地址	默认	寄存器描述
DIAG_STS	R	0x00	0x0A	0x0000	自测错误标志输出
ALM_STS	R	0x00	0x0C	0x0000	报警错误标志输出

TEMP_OUT	R	0x00	0x0E	N/A	温度
X_GYRO_LOW	R	0x00	0x10	N/A	x 轴陀螺仪输出, 低
X_GYRO_OUT	R	0x00	0x12	N/A	x 轴陀螺仪输出, 高
Y_GYRO_LOW	R	0x00	0x14	N/A	y 轴陀螺仪输出, 低
Y_GYRO_OUT	R	0x00	0x16	N/A	y 轴陀螺仪输出, 高
Z_GYRO_LOW	R	0x00	0x18	N/A	z 轴陀螺仪输出, 低
Z_GYRO_OUT	R	0x00	0x1A	N/A	z 轴陀螺仪输出, 高
X_ACCL_LOW	R	0x00	0x1C	N/A	x 轴加速度计输出,
X_ACCL_OUT	R	0x00	0x1E	N/A	x 轴加速度计输出,
Y_ACCL_LOW	R	0x00	0x20	N/A	y 轴加速度计输出,
Y_ACCL_OUT	R	0x00	0x22	N/A	y 轴加速度计输出,
Z_ACCL_LOW	R	0x00	0x24	N/A	z 轴加速度计输出,
Z_ACCL_OUT	R	0x00	0x26	N/A	z 轴加速度计输出,
X_MAGN_OUT	R	0x00	0x28	N/A	x 轴磁力计输出, 高
Y_MAGN_OUT	R	0x00	0x2A	N/A	x 轴磁力计输出, 高
Z_MAGN_OUT	R	0x00	0x2C	N/A	x 轴磁力计输出, 高
BAROM_LOW	R	0x00	0x2E	N/A	气压计输出, 低位字
BAROM_OUT	R	0x00	0x30	N/A	气压计输出, 高位字
PROD_ID	R	0x00	0x7E	102	产品标识(102)输出

6.2.5 变换公式

当前温度= 25+ TEMP_OUT* 0.00565

x 轴陀螺值=0.02* X_GYRO_OUT

y 轴陀螺值=0.02* Y_GYRO_OUT

z 轴陀螺值=0.02* Z_GYRO_OUT

x 轴加速度计值= (long)(X_ACCL_OUT *65536+ X_ACCL_LOW)

*0.00001220703125*0.001

y 轴加速度计值= (long)(Y_ACCL_OUT *65536+ Y_ACCL_LOW)

*0.00001220703125*0.001

z 轴加速度计值= (long)(Z_ACCL_OUT *65536+ Z_ACCL_LOW)

*0.00001220703125*0.001

x 轴磁力计=0.01* X_MAGN_OUT

y 轴磁力计=0.01* Y_MAGN_OUT

z 轴磁力计=0.01* Z_MAGN_OUT

气压计=0.0004*BAROM_OUT

6.3 UART 读写数据

6.3.1 接口

默认配置：230400bps, 8 位数据位 , 1 位停止位, 无奇偶校验;

6.3.2 配置命令

\$GPENB

开启 UART 上电自动输出

\$GPDIS

关闭 UART 上电自动输出

\$GPSER

查看序列号

\$GPCOM1

配置波特率为 115200bps

\$GPCOM2

配置波特率为 230400bps

\$GPCOM9

配置波特率为 921600bps

\$GPRATIOxx

配置输出频率命令, 在采样频率为 200Hz 时, 输出频率=200/xx

\$GPINF

查看配置信息

\$ SETRANGE x (x 前有空格), 其中 x 为 1/2/3, 详见以下说明

- 1: 陀螺量程 500dps (默认)
- 2: 陀螺量程 1000dps
- 3: 陀螺量程 2000dps

\$ SETGBW x (x 前有空格), 其中 x 为 0/1/2, 详见以下说明

- 0: 滤波带宽 200
- 1: 滤波带宽 100
- 2: 滤波带宽 50 (默认)

6.3.3 标准协议格式

分为协议头、协议体和协议尾; 200Hz; 坐标轴定义为前上右

表 6.标准协议格式

协议	字节序号	数据	单位	数据类型	备注
协议头	0	0x5a			
	1	0x5a			
协议体	2~5	X 轴陀螺	°/s	float	
	6~9	Y 轴陀螺	°/s	float	
	10~13	Z 轴陀螺	°/s	float	
	14~17	X 轴加表	g	float	
	18~21	Y 轴加表	g	float	
	22~25	Z 轴加表	g	float	
	26~29	X 轴磁力计	mgauss	float	
	30~33	Y 轴磁力计	mgauss	float	
	34~37	Z 轴磁力计	mgauss	float	
	38~41	备用			
42~45	备用				

	46~49	温度	°C	float	
	50~53	备用			
	54~57	备用			
协议尾	58	校验和			2至57字节

7.评估板的使用说明

7.1 采用 ADI 公司的 EVAL-ADIS 评估板

评估板可以采集 IMU100A-IMU 的原始数据，支持操作系统包括 Win10、Win7，详细说明见《EVAL-ADIS User Guides.pdf》。主要操作步骤如下：

- 1) 安装评估板驱动程序 SDPDrivers_2.exe;



安装程序说明

- 2) 将 IMU200A-B0-IMU 安装在评估板上;



图 8 ADI 公司的 EVAL-ADIS 评估板正面安装

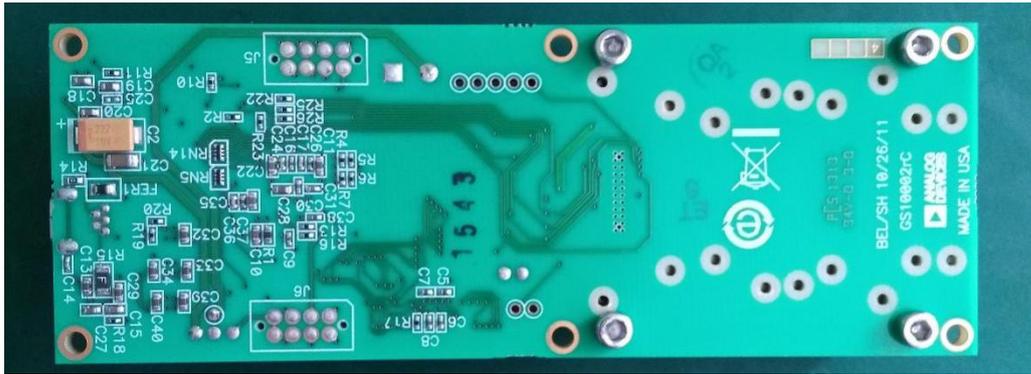


图 9 ADI 公司的 EVAL-ADIS 评估板反面

3) 评估板上的电源跳线选择为 3.3V;

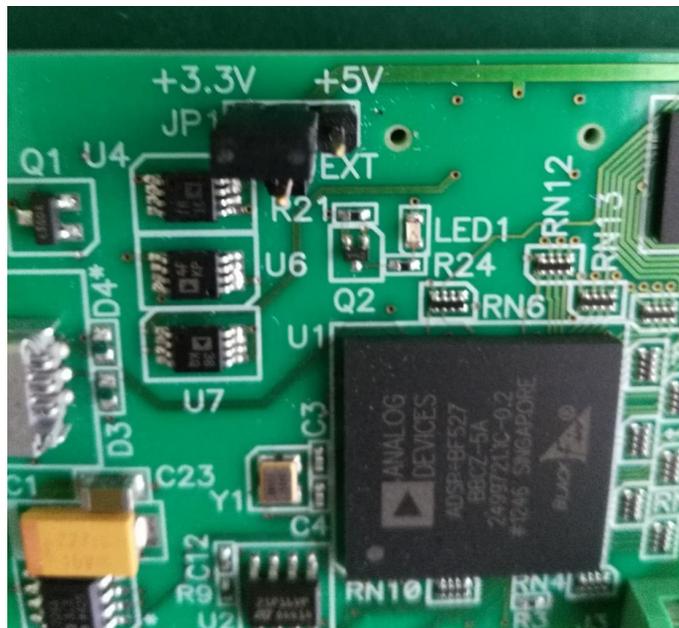


图 10 ADI 公司的 EVAL-ADIS 评估板 3.3V 电源

4) 用 USB 连接评估板和电脑，LED2 先亮，表示评估板供电正常，大约 5~10s 后 LED1 点亮，表示评估板的 USB 口与 PC 机连接成功;

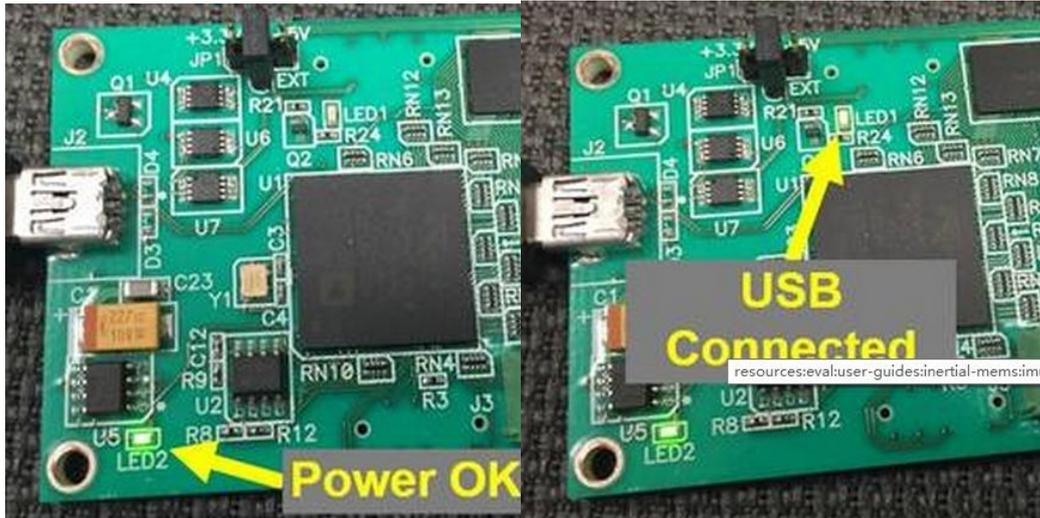


图 11 ADI 公司的 EVAL-ADIS 评估板工作状态指示灯

5) 打开评估板测试软件 IMU_Evaluation.exe

名称	修改日期	类型	大小
IMU_Evaluation.exe	2016/8/10 9:20	应用程序	2,483 KB
SDPDrivers_2.exe	2016/8/10 9:19	应用程序	10,806 KB

图 12 ADI 公司的 EVAL-ADIS 评估板测试软件

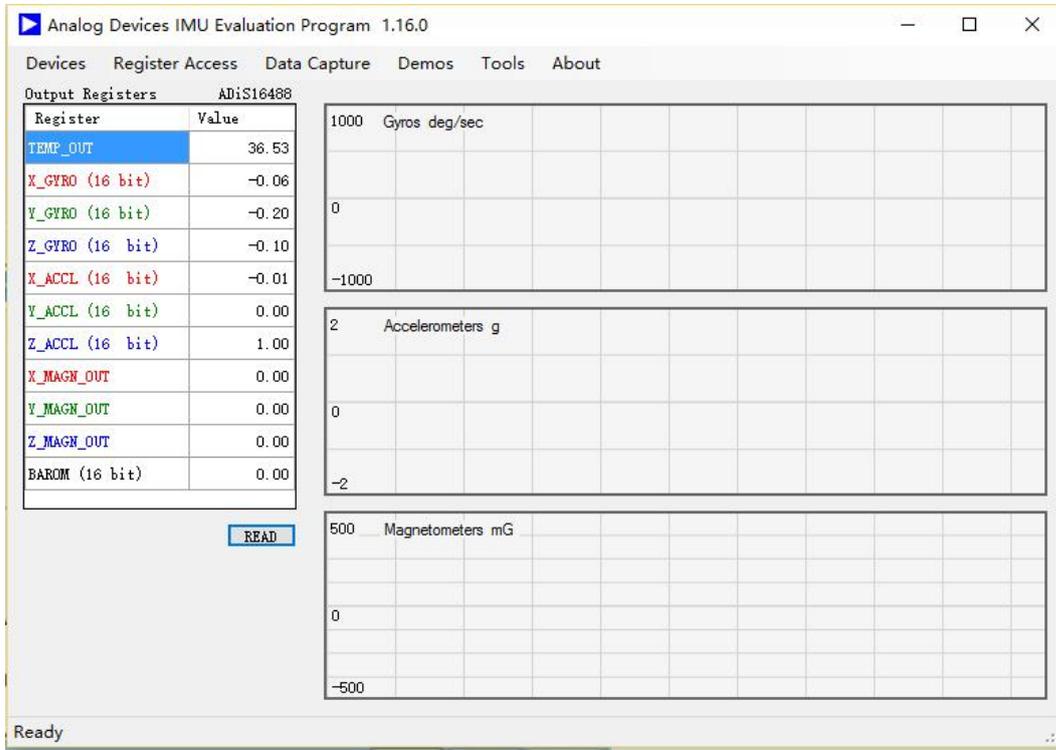


图 13 ADI 公司的 EVAL-ADIS 评估板测试界面

6) 在 Devices 中选择 ADIS16488;

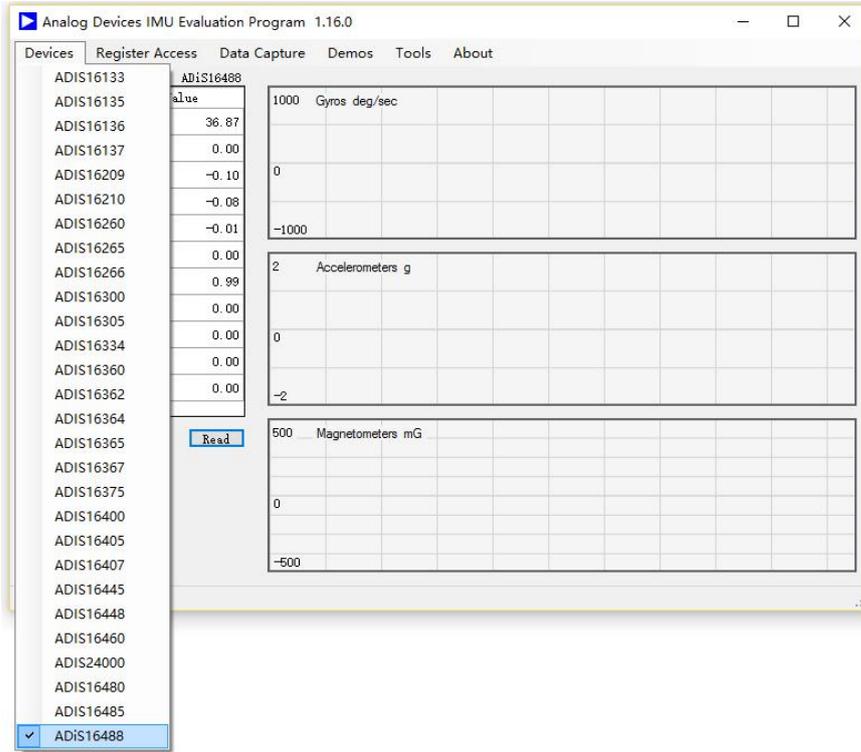


图 14 ADI 公司的 EVAL-ADIS 评估板测试软件型号选择

7) 点击 Read 就可以读取数据，并在界面上显示。

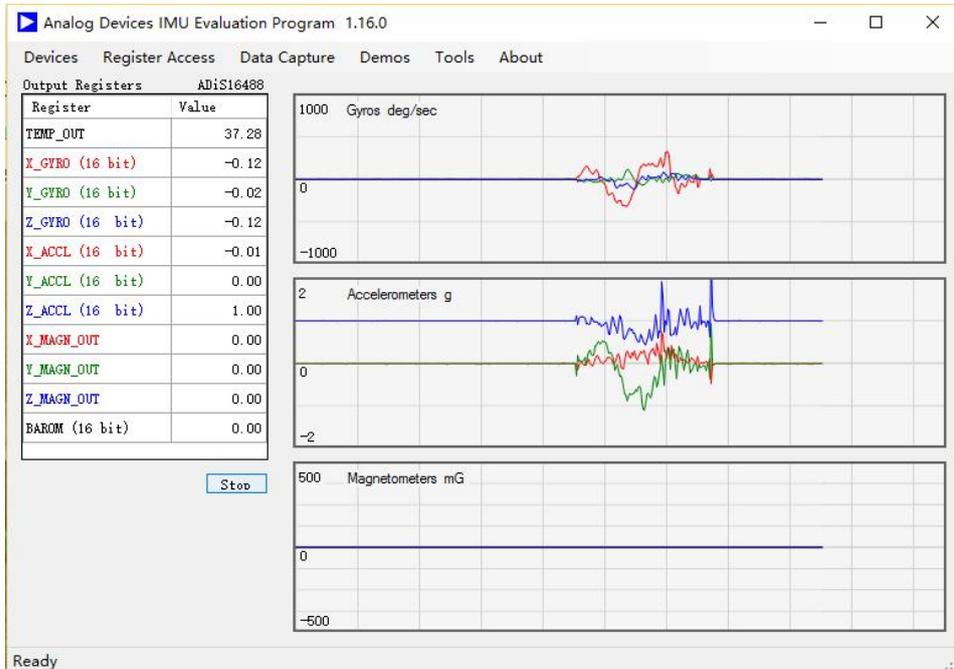


图 15 ADI 公司的 EVAL-ADIS 评估板测试界面展示



7.2 采用公司自主研发的 IMU200A-B0-IMU/TEST_A 评估板

评估板可以采集 IMU200A-B0-IMU 的原始数据，支持操作系统包括 Win10、Win8、Win7。

主要操作步骤如下：

- 1) 将 IMU200A-B0-IMU 安装在评估板上；

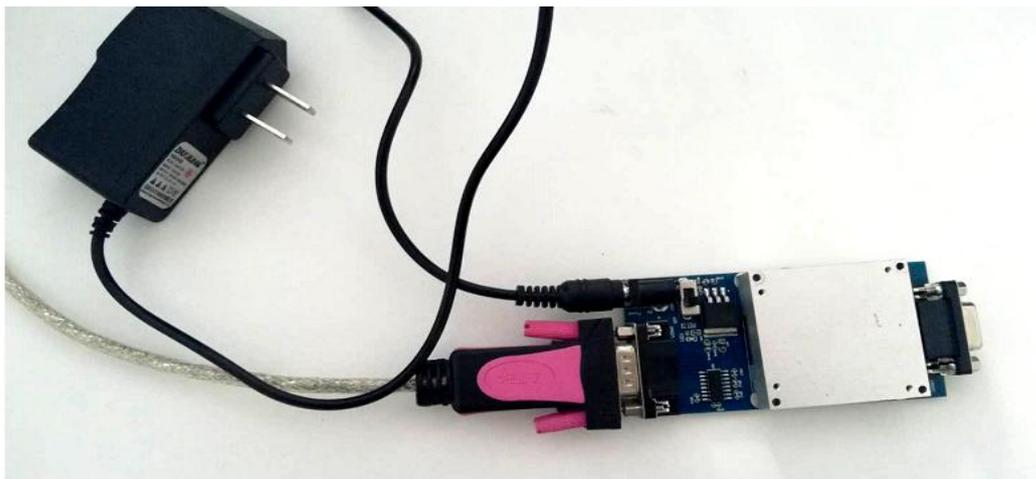


图 16 IMU200A-B0-IMU 评估板

- 2) 电源适配器接入 220AC，拨开关到 ON 位置，LED 亮，表示评估板供电正常；

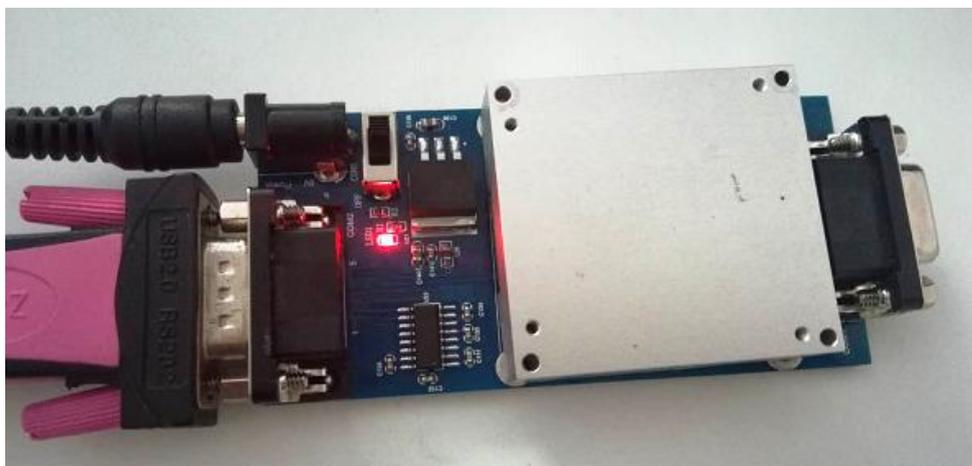


图 17 IMU200A-B0-IMU 评估板电源指示

- 3) 打开评估板测试软件“MemsTestTools-v2.3.exe”



图 18 IMU200A-B0-IMU 评估板测试软件

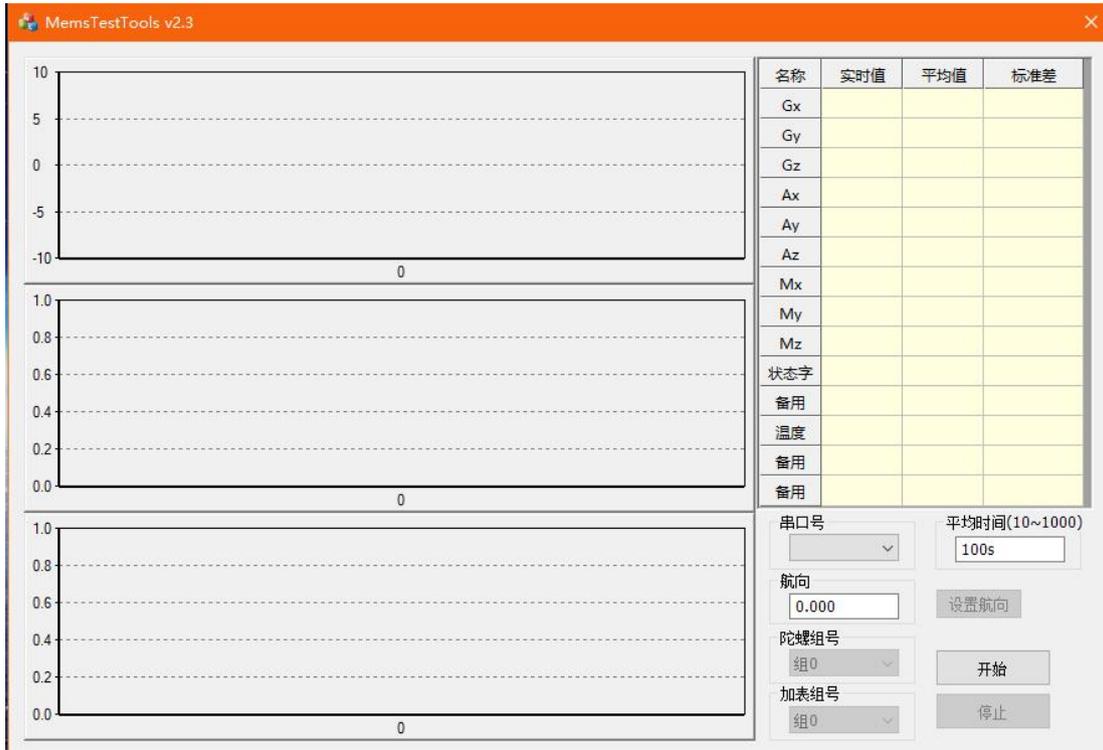


图 19 IMU200A-B0-IMU 评估板测试软件界面

4) 选择正确的串口号，点击“开始”就软件就开始采集数据，并在界面上显示。

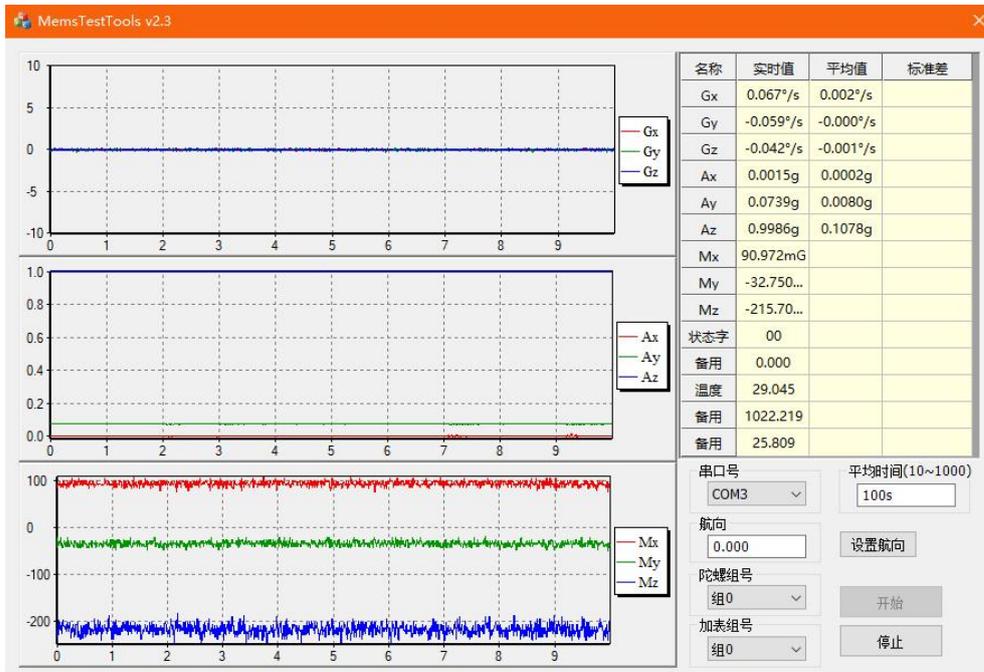


图 20 IMU200A-B0-IMU 评估板测试软件测试界面

5) 数据自动保存在测试软件所在目录下，文件名是采集数据时间，数据存储的频率为200Hz。数据内容依次为：

- A) X轴陀螺、Y轴陀螺、Z轴陀螺，量纲为°/s；
- B) X轴加速度计、Y轴加速度计、Z轴加速度，量纲为g；
- C) X轴磁力计、Y轴磁力计、Z轴磁力计，量纲为mG
- D) 备用1、备用2；
- E) 温度，量纲为°C
- F) 备用3、备用4。

名称	修改日期	类型	大小
 Data20161005-123757.txt	2016/10/5 12:37	TXT 文件	2,280 KB

图 21 IMU200A-B0-IMU 评估板测试数据存储

7.更新记录

序号	版本	更改日期	更改前	更改后	更改原因	程序版本	更改人
1	1.00	20200210		新编制	新编制	V2.6	FYG
2	1.01	20220110			优化整理	V2.11	YHS
3	1.02	20220330			优化整理	V3.16	YHS