

KY-IMU102N-A0 惯性测量单元使用说明书

北京北斗星通导航技术股份有限公司

导航产品事业部

目录

1. 产品概述	1
2. 产品特点	1
3. 应用领域	1
4. 产品指标	1
5. 电气接口	3
6. 结构接口	4
7. 使用说明	5
7.1. 坐标系定义	5
7.2. SPI 读写数据	5
7.2.1. 通用主机处理器 SPI 设置	6
7.2.2. SPI 通信	6
7.2.3. 读取传感器数据	6
7.2.4. 用户寄存器存储器映射(N/A 表示不适用).....	6
7.2.5. 变换公式	7
7.3. UART 读写数据	7
7.3.1. 接口	7
7.3.2. 配置命令	7
7.3.3. 协议格式	8
8. 评估板的使用说明	8
8.1. 采用 ADI 公司的 EVAL-ADIS 评估板.....	8
8.2. 采用公司自主研发的 KY-EVK-01 测试底板.....	11

1. 产品概述

KY-IMU102N-A0 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。

KY-IMU102N-A0 具有可靠性高，环境适应性强。通过匹配不同的软件，产品可广泛应用于智能驾驶、战术和行业无人机、智能弹药、导引头、动中通、测绘、稳定平台等领域。

2. 产品特点

- 1) 三轴数字陀螺仪：
 - a) $\pm 450^{\circ}/s$ 动态测量范围；
 - b) 零偏稳定性： $6^{\circ}/h$ （GJB,10S,Z 轴）， $1.6^{\circ}/h$ （ALLAN,Z 轴）；
- 2) 三轴数字加速度计：
 - a) $\pm 16g$ 动态测量范围；
 - b) 零偏稳定性：0.4mg（GJB,10S），0.06mg（ALLAN）；
 - c) 高可靠性：MTBF>20000h；
 - d) 全温范围内（ $-40^{\circ}C \sim 70^{\circ}C$ ）保证精度：内置高性能温度标定和补偿算法；
 - e) 适用于强振动条件下工作；
 - f) 接口 1 路 UART，1 路 SPI，1 路 CAN；

3. 应用领域

- 1) 智能驾驶
- 2) 战术和行业无人机
- 3) 智能弹药
- 4) 导引头
- 5) 动中通
- 6) 测绘
- 7) 稳定平台

4. 产品指标

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
陀螺	动态测量范围				450	$^{\circ}/s$
	零偏稳定性	Allan 方差，Z 轴		1.6		$^{\circ}/h$
		Allan 方差，X 轴和 Y 轴		3.2		$^{\circ}/h$
		10s 平均（ $-40^{\circ}C \sim +70^{\circ}C$ ，定温），Z 轴		6		$^{\circ}/h$
		10s 平均（ $-40^{\circ}C \sim +70^{\circ}C$ ，定温），X 轴和 Y 轴		12		$^{\circ}/h$
	零偏	零偏范围，Z 轴		± 0.14		$^{\circ}/s$
		零偏范围，X 轴和 Y 轴		± 0.4		$^{\circ}/s$
		全温范围内零偏变化，Z 轴①		± 0.04		$^{\circ}/s$

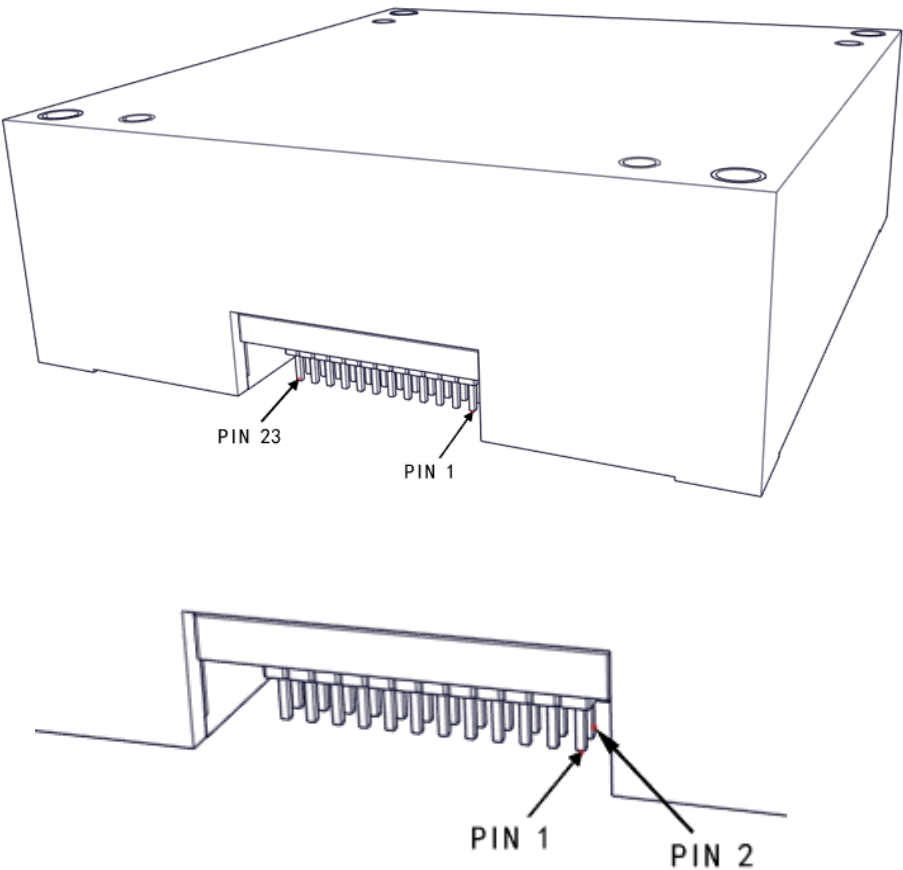
参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
		全温范围内零偏变化, X 轴和 Y 轴①		± 0.12		°/s
		逐次启动重复性, Z 轴		0.004		°/s
		逐次启动重复性, X 轴和 Y 轴		0.012		°/s
		逐日启动重复性, Z 轴		0.006		°/s
		逐日启动重复性, X 轴和 Y 轴		0.018		°/s
		线性加速度对零偏影响		0.004		°/s/g
		振动对零偏影响, 振前振后变化②		0.004		°/s/g
		振动对零偏影响, 振前振中变化②		0.004		°/s/g
	标度因数	标度因数精度, Z 轴		0.6		%
		标度因数精度, 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
	分辨率			3.052×10^{-7}		°/s/LSB
	带宽			200		Hz
加速度计	动态测量范围			16		g
	零偏稳定性	Allan 方差		0.06		mg
		10s 平均 (-40℃~+70℃, 定温)		0.4		mg
	零偏	零偏范围		16	30	mg
		全温范围内零偏变化, 峰峰值①		10	20	mg
		逐次启动重复性			1.0	mg
		逐日启动重复性				mg
		零偏温度系数		0.1	0.2	mg/℃
	标度因数	标度因数精度			4	%
		标度因数非线性			0.2	%FS
	分辨率			1.221×10^{-8}		g/LSB
	带宽			200		Hz
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
结构特性	尺寸			47×44×14		mm
	重量			50		g
使用环境	工作温度		-40		70	℃
	存储温度		-45		75	℃

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
	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

①：计算整个温变过程的零偏，温变率≤1℃/min，温度范围-40℃~+70℃；

②：振动条件是 6.06g，20Hz~2000Hz

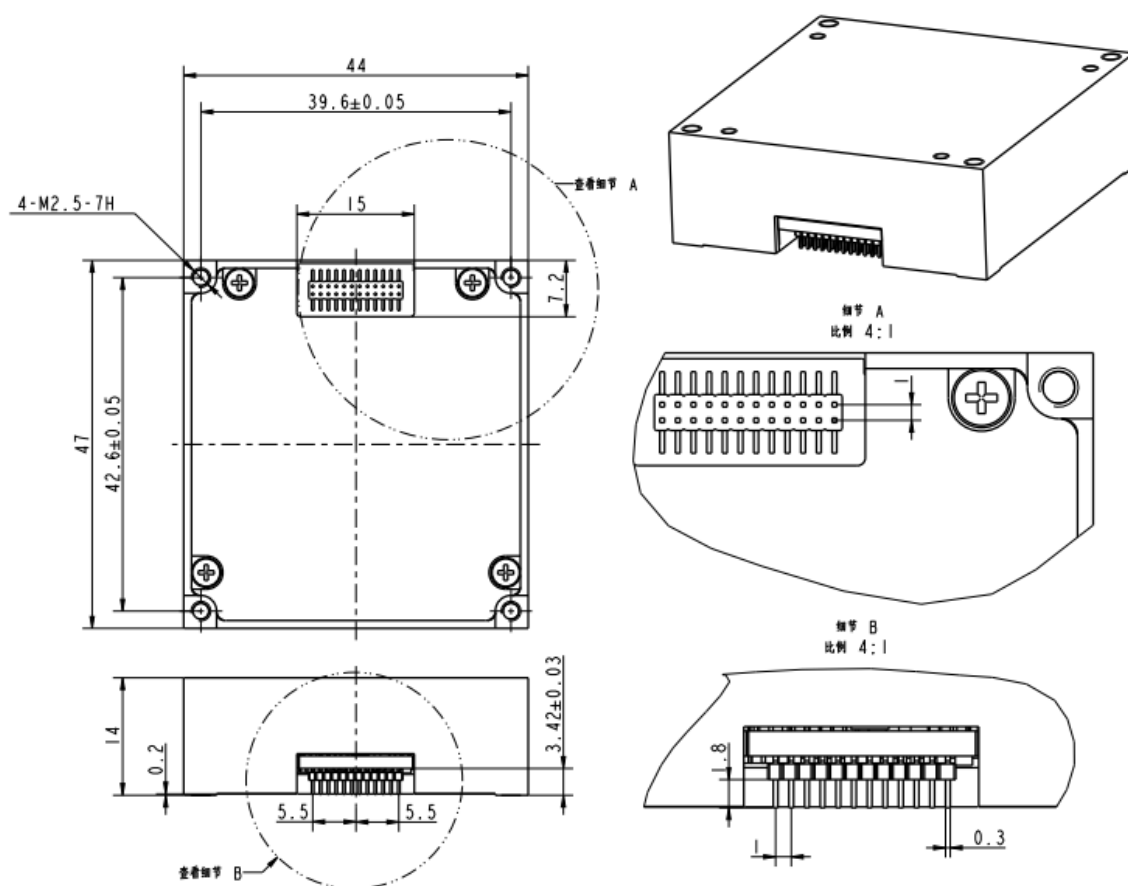
5. 电气接口



管脚序号	名称	类型	描述
10, 11, 12	VDD	电源	
13, 14, 15	GND	电源	
7	DIO1	输入/输出	通用 IO，可配置

9	DIO2	输入/输出	SPI, 主从模式可配置, 默认为从模式
1	DIO3	输入/输出	
2	DIO4	输入/输出	
3	SPI-CLK	输入/输出	
4	SPI-MISO	输入/输出	UART, 波特率可配置, 默认为 230400bps
5	SPI-MOSI	输入/输出	
6	SPI-/CS	输入/输出	
19	UART-TXD	输出	
21	UART-RXD	输入	复位
18	CAN-T	输出	
20	CAN-R	输入	
8	RST	输入	
23	VDDRTC	电源	厂家保留
其它	NC	备用	

6. 结构接口

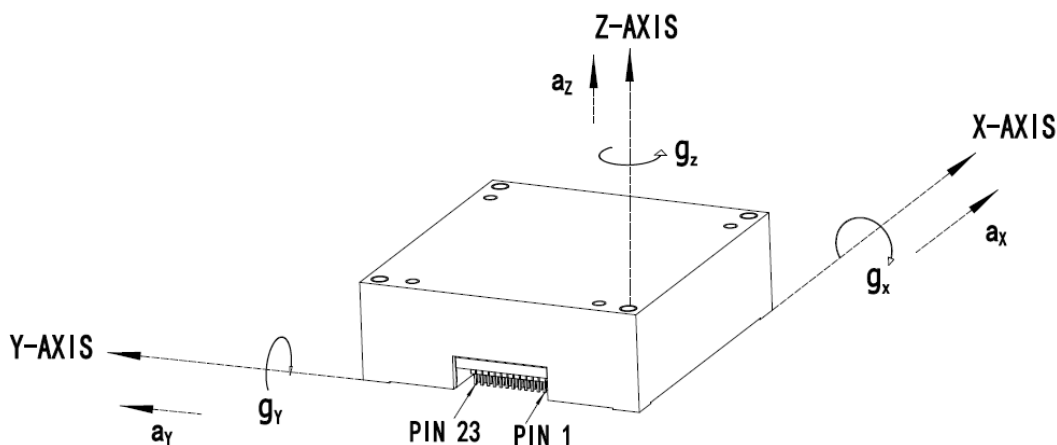


结构外形示意图

7. 使用说明

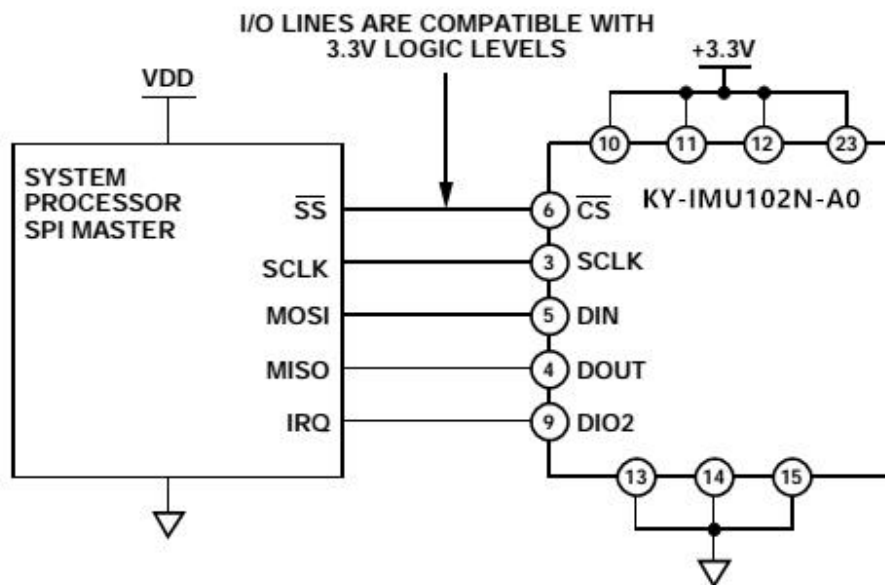
7.1. 坐标系定义

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。



7.2. SPI 读写数据

KY-IMU102N-A0 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。



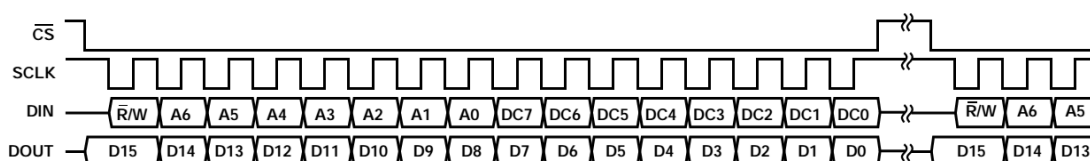
与外部设备连接示意图

7.2.1.通用主机处理器 SPI 设置

处理器设置	说明
主机	KY-IMU102N-A0 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

7.2.2.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。



SPI 读写时序

7.2.3.读取传感器数据

KY-IMU102N-A0 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。



SPI 读操作示例

7.2.4.用户寄存器存储器映射(N/A 表示不适用)

名称	R/W	PAGE_ID	地址	默认	寄存器描述
TEMP_OUT	R	0x00	0x0E	N/A	温度
X_GYRO_LOW	R	0x00	0x10	N/A	x 轴陀螺仪输出，低位字
X_GYRO_OUT	R	0x00	0x12	N/A	x 轴陀螺仪输出，高位字
Y_GYRO_LOW	R	0x00	0x14	N/A	y 轴陀螺仪输出，低位字
Y_GYRO_OUT	R	0x00	0x16	N/A	y 轴陀螺仪输出，高位字
Z_GYRO_LOW	R	0x00	0x18	N/A	z 轴陀螺仪输出，低位字

Z_GYRO_OUT	R	0x00	0x1A	N/A	z 轴陀螺仪输出, 高位字
X_ACCL_LOW	R	0x00	0x1C	N/A	x 轴加速度计输出, 低位字
X_ACCL_OUT	R	0x00	0x1E	N/A	x 轴加速度计输出, 高位字
Y_ACCL_LOW	R	0x00	0x20	N/A	y 轴加速度计输出, 低位字
Y_ACCL_OUT	R	0x00	0x22	N/A	y 轴加速度计输出, 高位字
Z_ACCL_LOW	R	0x00	0x24	N/A	z 轴加速度计输出, 低位字
Z_ACCL_OUT	R	0x00	0x26	N/A	z 轴加速度计输出, 高位字
PROD_ID	R	0x00	0x7E	102	产品标识(102)输出

7.2.5. 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

7.3. UART 读写数据

7.3.1. 接口

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

7.3.2. 配置命令

- 1) \$GPENB
开启 UART 上电自动输出
- 2) \$GPDIS
关闭 UART 上电自动输出
- 3) \$GPSER
查看序列号
- 4) \$GPCOM1
配置波特率为 115200bps
- 5) \$GPCOM2
配置波特率为 230400bps
- 6) \$GPHIGH
配置输出频率为 1000Hz, 波特率为 921600bps
- 7) \$GPLOW
配置采样频率为 200Hz
- 8) \$GPRATIOxx
配置输出频率命令, 在采样频率为 200Hz 时, 输出频率=200/xx
- 9) \$GPINF
查看配置信息

7.3.3. 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

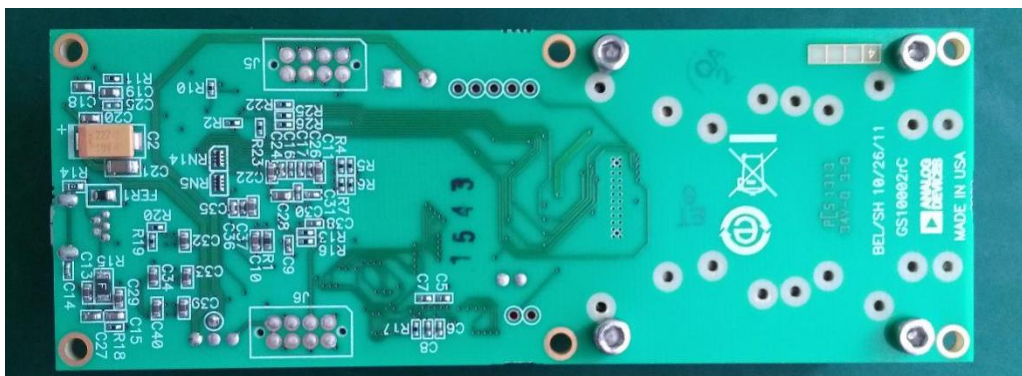
协议	字节序号	数据	单位	数据类型	备注
协议头	0	0x5a			
	1	0x5a			
协议体	2~5	X 轴陀螺	° /s	float	
	6~9	Y 轴陀螺	° /s	float	
	10~13	Z 轴陀螺	° /s	float	
	14~17	X 轴加表	g	float	
	18~21	Y 轴加表	g	float	
	22~25	Z 轴加表	g	float	
	26~29	备用			
	30~33	备用			
	34~37	备用			
	38~41	备用			
	42~45	备用			
	46~49	温度	℃	float	
	50~53	备用			
	54~57	备用			
协议尾	58	校验和			2 至 57 字节累加求和,取低字节

8. 评估板的使用说明

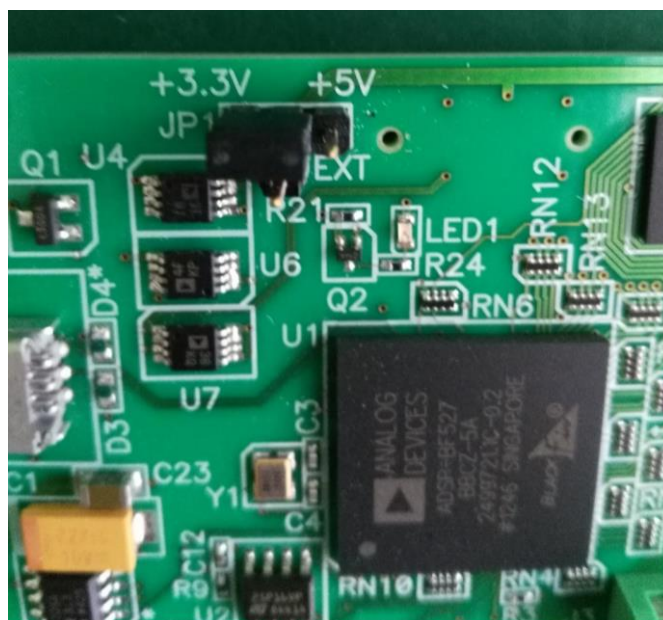
8.1. 采用 ADI 公司的 EVAL-ADIS 评估板

评估板可以采集 KY-IMU102N-A0 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：

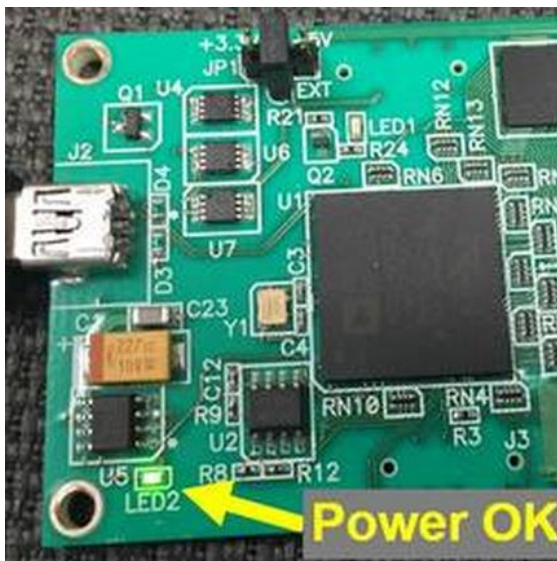
- 1) 安装评估板驱动程序 SDPDrivers_2.exe；
- 2) 将 KY-IMU102N-A0 安装在评估板上；



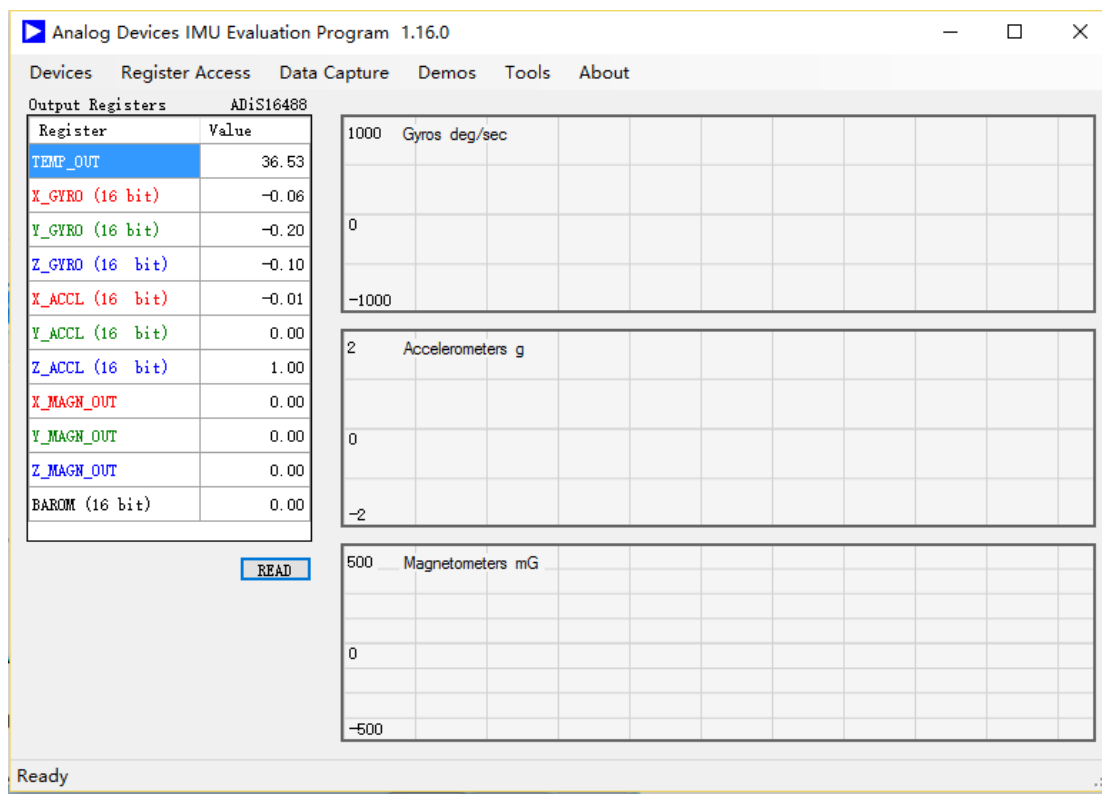
- 3) 评估板上的电源跳线选择为 3.3V;



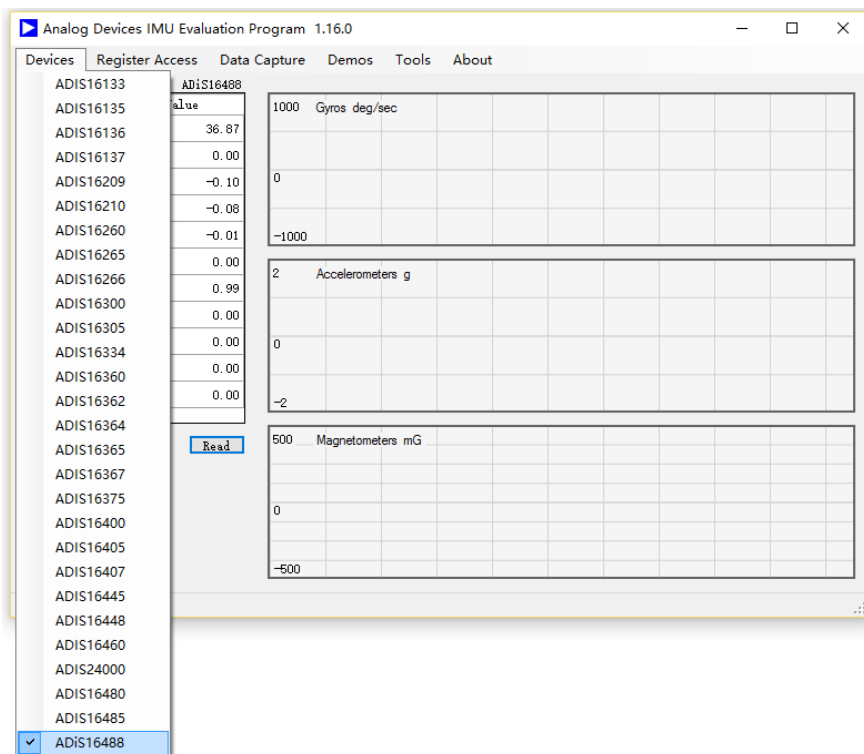
- 4) 用 USB 连接评估板和电脑, LED2 先亮, 表示评估板供电正常, 大约 5~10s 后 LED1 点亮, 表示评估板的 USB 口与 PC 机连接成功;



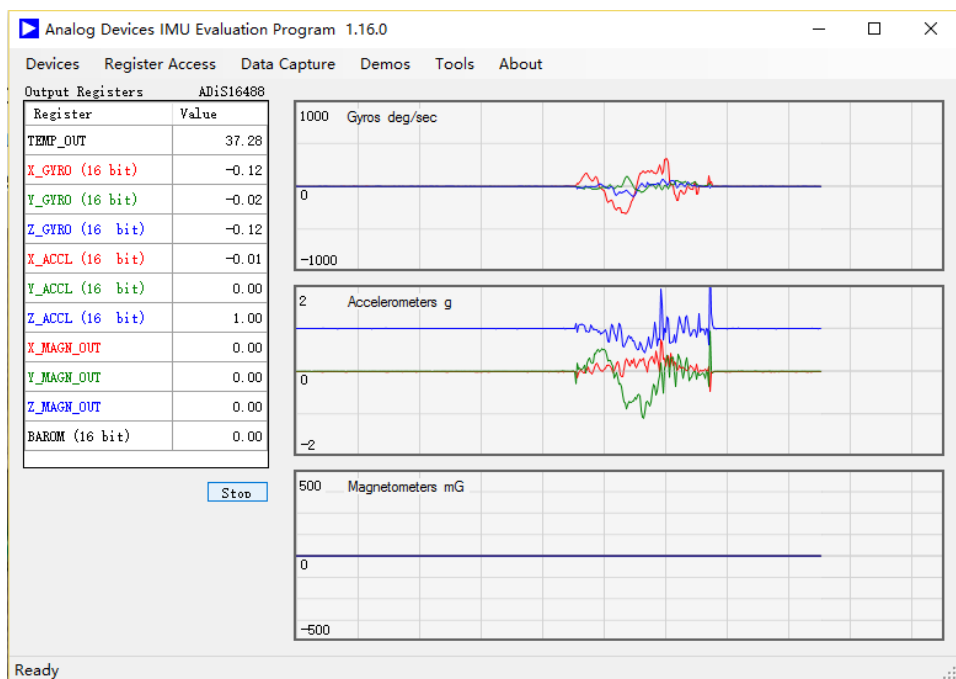
5) 打开评估板测试软件 IMU_Evaluation.exe



6) 在 Devices 中选择 ADIS16488;



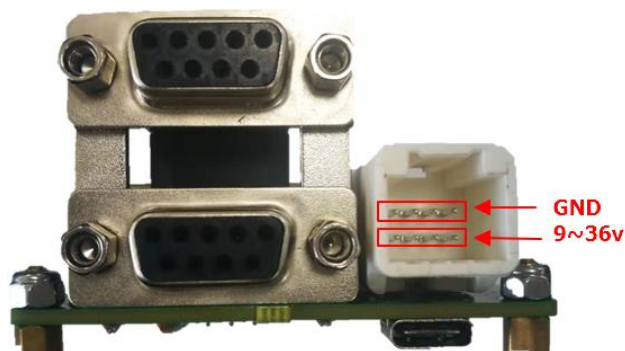
7) 点击 Read 就可以读取数据，并在界面上显示。



8.2. 采用公司自主研发的 KY-EVK-01 测试底板

评估板可以采集 KY-IMU102N-B0 的原始数据，支持 Linux 以及 windows 等系统。主要硬件说明以及操作步骤如下：

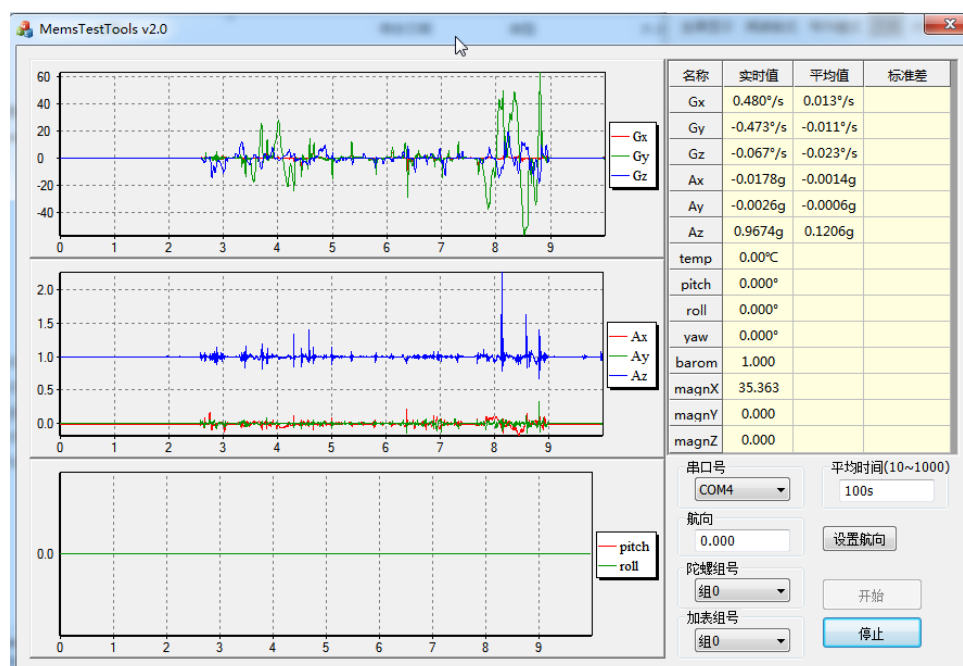
供电请参考下图：



串口通讯测试方法：接通 J7、J8 上测试底板内侧的两根跳帽，RS232 串口线接到下层的 DB9 接口上。如下图所示：



接线完成后，给测试底板 9~36V 供电。打开测试软件“[MemsTestTools-230400.exe](#)”，波特率默认为 230400bps，接收到数据显示如下图：



- 1) 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。
- 2) 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) 备用 1、备用 2、备用 3、状态字（为备用）、备用 4；
 - d) 温度，量纲为℃
 - e) 备用 5、备用 6。

或者使用普通串口助手测试如下图所示：



数据头为 0x5a 0x5a。详细的数据需要查看 KY-IMU102N-A0 的串口数据协议，具体请参考章节 6.3.3。