# KY-IMU102N-B0 惯性测量单元使用说明书

# 更新记录

序号	版本	更改 日期	更改前	更改后	更改 原因	更改人
1	1.00	20181205		新编制	新编制	FYG
2	1.01	20190412		增加串口配置命令	增加功能	FYG

## 1. 产品概述

KY-IMU102N-B0 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-B0 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) ±450°/s 动态测量范围;
  - b) 零偏稳定性: 3°/h(GJB,10S,Z轴), 0.8°/h(ALLAN,Z轴);
- 2) 三轴数字加速度计:
  - a) ±16g 动态测量范围;
  - b) 零偏稳定性: 0.2mg(GJB,10S), 0.03mg(ALLAN);
- 3) 高可靠性: MTBF>20000h;
- 4) 全温范围内(-40℃~70℃)保证精度:内置高性能温度标定和补偿算法;
- 5) 适用于强振动条件下工作;
- 6) 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

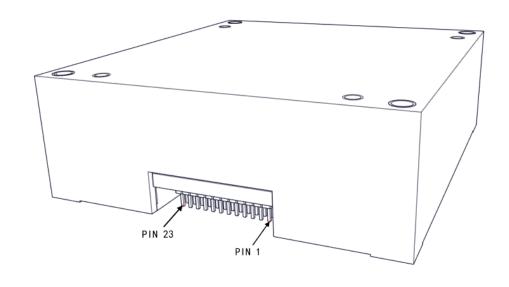
	参数	测试条件		典型值	最大值	单位
	动态测量范围				450	°/s
	零偏稳定性	Allan 方差,Z 轴	É, Z轴			°/h
		Allan 方差,X 轴和 Y 轴		1.6		°/h
		10s 平均(-40℃~+70℃,定温), <b>Z</b> 轴		3		°/h
		10s 平均(-40℃~+70℃,定温),X 轴和 Y 轴		6		°/h
		零偏范围,Z轴		±0.07		°/s
陀螺		零偏范围, X 轴和 Y 轴		±0.2		°/s
		全温范围内零偏变化,Z轴①		±0.02		°/s
		全温范围内零偏变化,X轴和Y轴①		±0.06		°/s
	零偏	逐次启动重复性, Z 轴		0.002		°/s
	令個	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

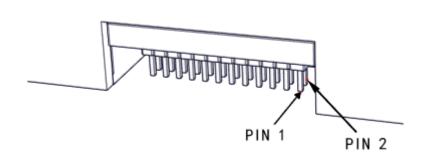
	参数		测试条件		典型值	最大值	单位	
			振动对零偏影响,振前振中变化②		0.002		°/s/g	
特別   特別   特別   特別   特別   16			标度因数精度,Z轴		0.3		%	
特別		<b>左</b>	标度因数精度,X轴和Y轴		0.6		%	
加速度計   分辨率   3.052×10 <sup>7</sup> **/s/LSB     加速度計   対急調量范围   200   Hz     加速度計   対急調量范围   16   g     加速度計   等偏稳定性   0.03   mg     小麦偏稳定性   多標范围   8   15   mg     赤度因数   多に対しています。   第個范围   8   15   mg     が度因数重度性   のの5   10   mg     通常度   不成度因数精度   0.05   0.1   mg/c     通報報告   1 路ヶ田   20   12   %     通訊報告   1 路ヶ田   200   12   %     通訊報告   1 路ヶ田   200   100   Hz     通訊報告   1 路ヶ田   200   100   Hz     通訊報告   200   100   Hz     通訊報告   200   100   Hz     通訊報告   200   100   mv <td rows<="" td=""><td></td><td> </td><td>标度因数非线性,Z轴</td><td></td><td>0.01</td><td></td><td>%FS</td></td>	<td></td> <td> </td> <td>标度因数非线性,Z轴</td> <td></td> <td>0.01</td> <td></td> <td>%FS</td>			标度因数非线性,Z轴		0.01		%FS
# 第			标度因数非线性,X轴和Y轴		0.02		%FS	
加速度计   动态测量范围   Allan 方差   0.03   mg     事備稳定性   10s 平均(-40°C+70°C,定温)   0.2   mg     事備記題   8   15   mg     李備范围   8   15   mg     李備記度		分辨率			$3.052\times10^{-7}$		°/s/LSB	
加速度计   (Allan 方差 10.03		带宽			200		Hz	
### Part		动态测量范围			16		g	
10s 平均(40C~+70C、定温)		<b>高炉炉炉</b>	Allan 方差		0.03		mg	
加速度计 全温范围内零偏变化、蜂峰值① 5 10 mg   逐次启动重复性 0.5 mg   零偏温度系数 0.05 0.1 mg/°C   标度因数 标度因数精度 2 %   分辨率 1.221×10°8 g/LSB   带宽 200 Hz   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 UART 200 Hz   CAN 200 Hz   世長 功耗 3.0 3.3 3.6 V   经数 P-P 100 mV   结构特性 尺寸 47×44×14 mm   重量 50 g   工作温度 -40 70 ℃   存储温度 -45 75 ℃   使用环境 振动 20°2000Hz, 6.06g -45 -75 ℃   市击 MTBF 1000g, 0.5ms -40 -40 -40 -40		参偏梞定性 	10s 平均(-40℃~+70℃,定温)		0.2		mg	
加速度计 零偏 逐次启动重复性 0.5 mg   逐日启动重复性 0.05 0.1 mg/C   零偏温度系数 0.05 0.1 mg/C   标度因数精度 2 %   小房医数非线性 0.1 %FS   分辨率 1.221×10°8 g/LSB   通讯接口 1 SPI 200 Hz   1 路 SPI 波特率 230.4 Kbps   1 路 CAN 波特率 1 MHz   X样频率 1 MHz MHz   CAN 200 1000 Hz   CAN 200 Hz   世長 3.0 3.3 3.6 V   女孩 P-P 100 mV   结构特性 尺寸 47×44×14 mm   重量 50 g   工作温度 -40 70 ℃   存储温度 -45 75 ℃   存储温度 -45 75 ℃   振动 20~2000Hz, 6.06g 6.06g   冲击 MTBF 200000 h			零偏范围		8	15	mg	
返日启动重复性   一			全温范围内零偏变化,峰峰值①		5	10	mg	
逐日启动重复性 mg   零偏温度系数 0.05 0.1 mg/C   标度因数精度 2 %   标度因数非线性 0.1 %FS   分辨率 1.221×10°8 g/LSB   带宽 200 Hz   1路 SPI 波特率 230.4 Kbps   1路 CAN 波特率 230.4 Kbps   1路 CAN 波特率 1 MHz   采样频率 UART 200 1000 Hz   CAN 200 Hz   电压 3.0 3.3 3.6 V   女效 P-P 100 mV   结构特性 That 47×44×14 mm   重量 50 g   工作温度 -40 70 °C   存储温度 -45 75 °C   技術站 -45 75 °C   大路 1000g.0.5ms 1000g.0.5ms   MTBF MTBF 20000 h	上一十六八	零偏	逐次启动重复性			0.5	mg	
标度因数 标度因数精度 2 %   分辨率 1.221×10*8 g/LSB   带宽 200 Hz   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   SPI 200 1000 Hz   采样频率 UART 200 Hz   CAN 200 Hz   电压 3.0 3.3 3.6 V   纹波 P-P 100 mV   结构特性 CT 47×44×14 mm   重量 50 g   工作温度 -40 70 °C   存储温度 -45 75 °C   振动 20°200Hz, 6.06g C.06g C.06g   冲击 MTBF 1000g, 0.5ms H	加速度计		逐日启动重复性				mg	
标度因数 标度因数精度 2 %   分辨率 1.221×10°8 g/LSB   带宽 200 Hz   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 UART 200 1000 Hz   电压 3.0 3.3 3.6 V   电气特性 功耗 1.5 W   经波 P-P 100 mV   结构特性 50 g   工作温度 -40 70 °C   存储温度 -45 75 °C   振动 次 20°200Hz, 6.06g -45 75 °C   正常出度 MTBF 1000g, 0.5ms h			零偏温度系数		0.05	0.1	mg/℃	
			标度因数精度			2		
#		标度因数	标度因数非线性			0.1	%FS	
通讯接口 1路 SPI 波特率 230.4 Kbps   1路 UART 波特率 1 MHz   1路 CAN 波特率 1 000 Hz   采样频率 UART 200 1000 Hz   电压 3.0 3.3 3.6 V   均耗 1.5 W   绞波 P-P 100 mV   结构特性 TC 47×44×14 mm   重量 50 g   工作温度 -40 70 ℃   存储温度 -45 75 ℃   振动 20~2000Hz, 6.06g 6.06g   冲击 1000g,0.5ms H   mtst MTBF 20000 h		分辨率			1.221×10 <sup>-8</sup>		g/LSB	
通讯接口   波特率   230.4   Kbps     1路 CAN   波特率   1 MHz     東洋頻率   SPI   200   1000   Hz     电气   UART   200   Hz     电气   电压   3.0   3.3   3.6   V     结构特性   DF   1.5   W     公波   P-P   100   mV     经收入   P-P   47×44×14   mm     重量   50   g     工作温度   -40   70   ℃     存储温度   -45   75   ℃     技術站   20°2000Hz, 6.06g   6.06g   -45     冲击   MTBF   1000g, 0.5ms   -40		 带宽			200		Hz	
通讯接口   波特率   230.4   Kbps     1路 CAN   波特率   1 MHz     東洋頻率   SPI   200   1000   Hz     电气   UART   200   Hz     电气   电压   3.0   3.3   3.6   V     结构特性   DF   1.5   W     公波   P-P   100   mV     经收入   P-P   47×44×14   mm     重量   50   g     工作温度   -40   70   ℃     存储温度   -45   75   ℃     技術站   20°2000Hz, 6.06g   6.06g   -45     冲击   MTBF   1000g, 0.5ms   -40		1路 SPI	波特率			15	MHz	
連訊接口 SPI 200 1000 Hz   采样频率 UART 200 Hz   电压 3.0 3.3 3.6 V   电气特性 功耗 1.5 W   纹波 P-P 100 mV   结构特性 重量 47×44×14 mm   重量 50 g   工作温度 -40 70 ℃   存储温度 -45 75 ℃   振动 6.06g   冲击 1000g, 0.5ms   可靠性 MTBF 20000 h			波特率		230.4		Kbps	
FPI   200   Hz     电标   UART   200   Hz     电压   3.0   3.3   3.6   V     电气特性   功耗   1.5   W     纹波   P-P   100   mV     经均特性   工作温度   47×44×14   mm     重量   50   g     工作温度   -40   70   ℃     存储温度   -45   75   ℃     振动   20~2000Hz, 6.06g   6.06g   ————————————————————————————————————	)조 /코 l->	1路 CAN	波特率			1	MHz	
电压 CAN 200   电压 3.0 3.3 3.6 V   均耗 1.5 W   纹波 P-P 100 mV   结构特性 尺寸 47×44×14 mm   重量 50 g   工作温度 -40 70 ℃   存储温度 -45 75 ℃   振动 20~2000Hz, 6.06g 6.06g   冲击 1000g, 0.5ms 1000g, 0.5ms   正常性 MTBF 200000 h	<b>迪</b> 讯接口		SPI		200	1000	Hz	
电气特性   功耗   3.0   3.3   3.6   V     均耗   1.5   W     纹波   P-P   100   mV     结构特性   尺寸   47×44×14   mm     重量   50   g     工作温度   -40   70   ℃     存储温度   -45   75   ℃     振动   20~2000Hz, 6.06g   6.06g      冲击   1000g, 0.5ms       mtBf   20000   h		采样频率	UART		200		Hz	
电气特性 功耗 1.5 W 纹波 P-P 100 mV mV 结构特性 重量 47×44×14 mm 重量 50 g 工作温度 -40 70 ℃ 存储温度 -45 75 ℃ 振动 6.06g 冲击 1000g,0.5ms  1000g,0.5ms			CAN		200			
纹波 P-P 100 mV   结构特性 尺寸 47×44×14 mm   重量 50 g   使用环境 -40 70 ℃   存储温度 -45 75 ℃   振动 20~2000Hz, 6.06g 6.06g   冲击 1000g, 0.5ms 1000g, 0.5ms   可靠性 MTBF 20000 h		电压		3.0	3.3	3.6	V	
纹波 P-P 100 mV   结构特性 尺寸 47×44×14 mm   重量 50 g   使用环境 -40 70 ℃   存储温度 -45 75 ℃   振动 20~2000Hz, 6.06g 6.06g   冲击 1000g, 0.5ms 1000g, 0.5ms   可靠性 MTBF 20000 h	电气特性	功耗				1.5	W	
结构特性 重量 50 g   使用环境 工作温度 -40 70 ℃   存储温度 -45 75 ℃   振动 20~2000Hz, 6.06g 6.06g   冲击 1000g, 0.5ms    可靠性 MTBF 20000 h			P-P			100	mV	
車量 50 g   使用环境 工作温度 -40 70 ℃   存储温度 -45 75 ℃   振动 20~2000Hz, 6.06g 6.06g   冲击 1000g, 0.5ms    MTBF 20000 h	/	尺寸			47×44×14		mm	
上作温度 -40 70 ℃   存储温度 -45 75 ℃   振动 20~2000Hz, 6.06g 6.06g   冲击 1000g, 0.5ms   MTBF 20000 h	结构特性	重量			50		g	
使用环境 20~2000Hz, 6.06g   冲击 1000g, 0.5ms   MTBF 20000				-40		70		
使用环境 振动 20~2000Hz, 6.06g   冲击 1000g, 0.5ms   MTBF 20000 h				-45		75	$^{\circ}\!\mathbb{C}$	
沖击 6.06g   1000g, 0.5ms   MTBF 20000   h	使用环境				20~2000Hz,			
冲击 1000g, 0.5ms   可靠性 20000		振动			6.06g			
可靠性 MTBF 20000 h		冲击			1000g, 0.5ms			
<sup>可 最 性</sup> 连续工作时间		MTBF					h	
	<b>り</b>						h	

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

# 5. 电气接口

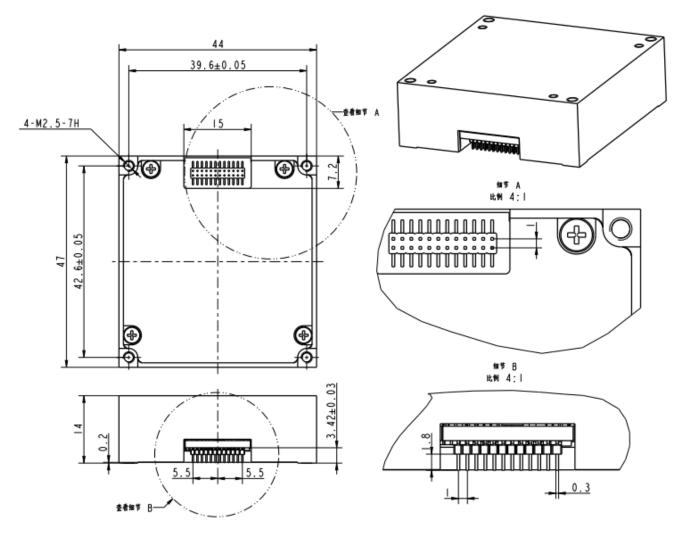
②:振动条件是 6.06g, $20Hz^22000Hz$ 





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	
9	DIO2	输入/输出	通用 IO,可配置
1	DIO3	输入/输出	超用 IO, 刊 配 直
2	DIO4	输入/输出	
3	SPI-CLK	输入/输出	
4	SPI-MISO	输入/输出	SPI,主从模式可配置,默认为从模式
5	SPI-MOSI	输入/输出	SPI, 土州侯八叫癿且, 쳈以为州侯八
6	SPI-/CS	输入/输出	
19	UART-TXD	输出	UART, 波特率可配置, 默认为 230400bps
21	UART-RXD	输入	OART,仅符举可能且,默认为 230400bps
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

## 6. 结构接口

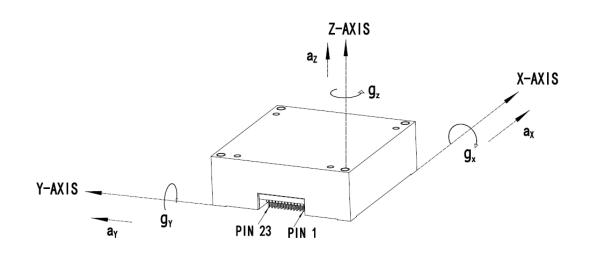


结构外形示意图

# 7. 使用说明

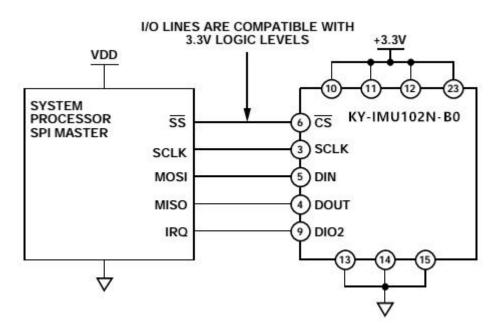
# 7.1. 坐标系定义

**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-B0 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。



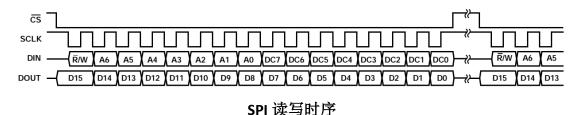
与外部设备连接示意图

### 7.2.1.通用主机处理器 SPI 设置

处理器设置	说明		
主机	KY-IMU102N-B0 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		

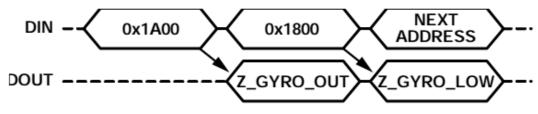
#### 7.2.2.SPI 通信

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。



### 7.2.3.读取传感器数据

KY-IMU102N-B0 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 =



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			
<b>沙</b> 以大	1	0x5a			
	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	
协议体	26~29	备用			
仍仅件	30~33	备用			
	34~37	备用			
	38~41	备用			
	42~45	备用			
	46~49	温度	$^{\circ}$	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

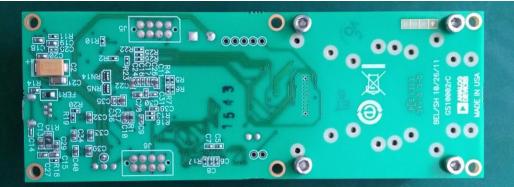
# 8. 评估板的使用说明

# 8.1. 采用 ADI 公司的 EVAL-ADIS 评估板

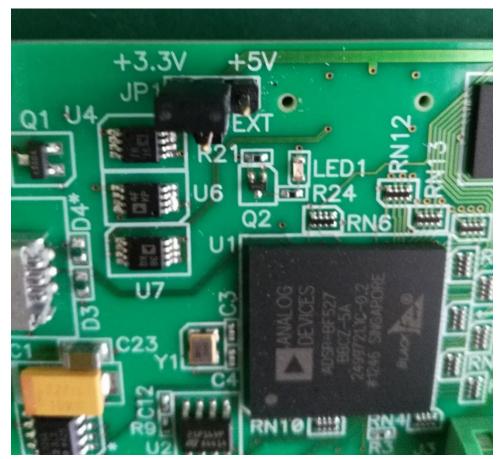
评估板可以采集 KY-IMU102N-B0 的原始数据,支持操作系统包括 Win10、Win7,详细说明见《EVAL-ADIS User Guides.pdf》。主要操作步骤如下:

- 1) 安装评估板驱动程序 SDPDrivers\_2.exe;
- 2) 将 KY-IMU102N-B0 安装在评估板上;

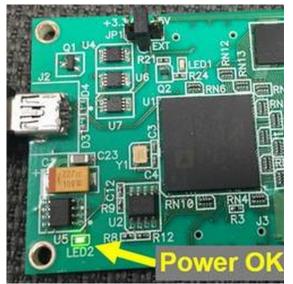




3) 评估板上的电源跳线选择为 3.3V;

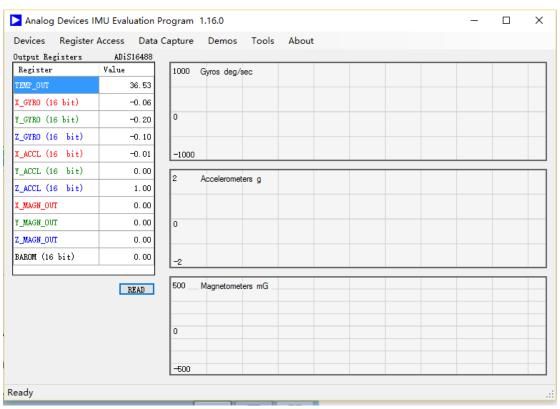


4) 用 USB 连接评估板和电脑, LED2 先亮, 表示评估板供电正常, 大约 5~10s 后 LED1 点亮, 表示评估板的 USB 口与 PC 机连接成功;

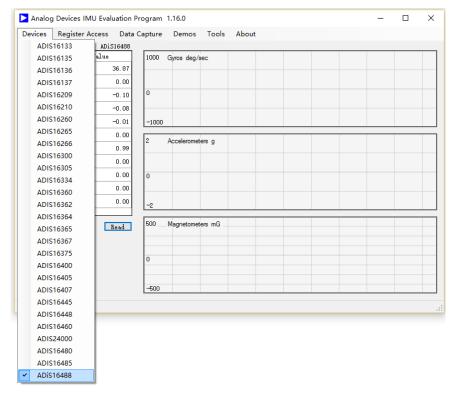




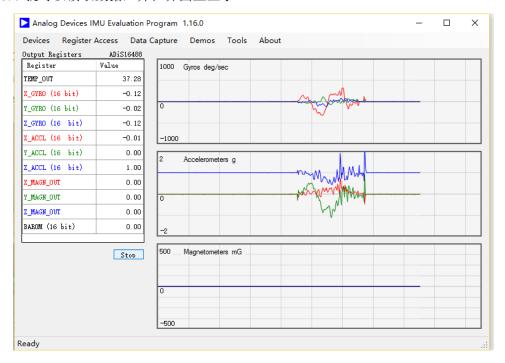
5) 打开评估板测试软件 IMU\_Evaluation.exe



6) 在 Devices 中选择 ADIS16488;



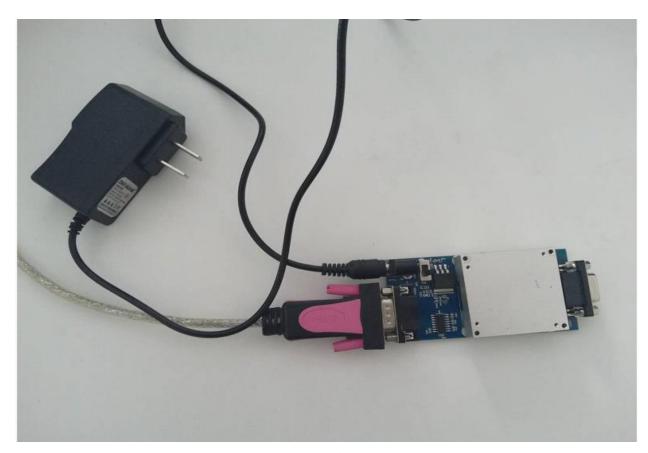
7) 点击 Read 就可以读取数据,并在界面上显示。



# 8.2. 采用公司自主研发的 KY-IMU102N-B0/TEST\_A 评估板

评估板可以采集 KY-IMU102N-BO 的原始数据,支持操作系统包括 Win10、Win8、Win7。主要操作步骤如下:

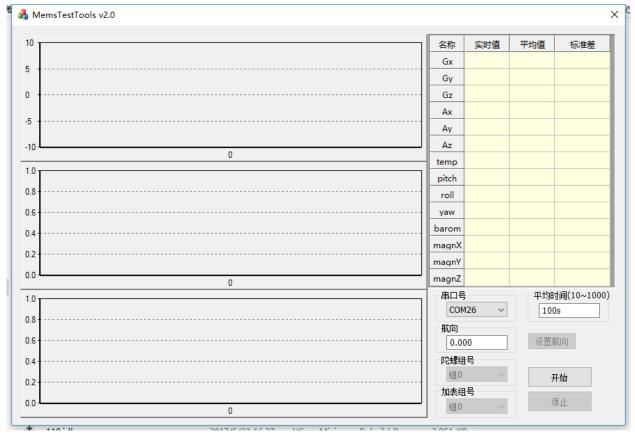
1) 将 KY-IMU102N-B0 安装在评估板上;



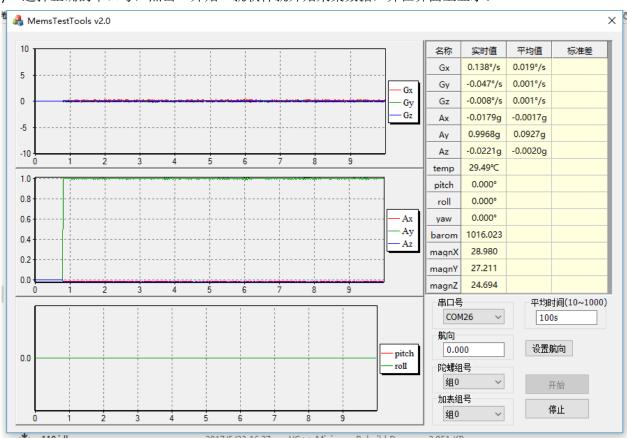
2) 电源适配器接入 220AC, 拨开关到 ON 位置, LED 亮, 表示评估板供电正常;



3) 打开 KY-IMU102N-B0 评估板测试软件 "KY-IMU102N-B0 测试软件.exe"



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。



- 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) 备用 1、备用 2、备用 3、备用 4、备用 5;
  - d) 温度,量纲为℃

e) 备用 6、备用 7。