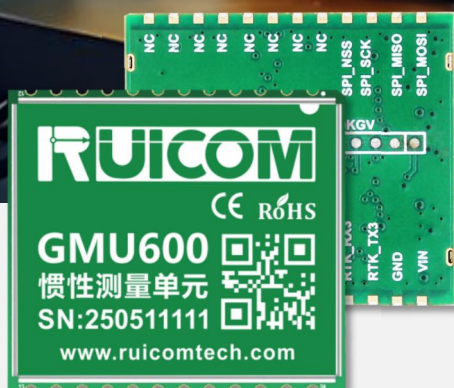




GMU600 MEMS 惯性测量单元

产品说明书

V1.0-20250226



技术亮点

- ❖ 监测载体的三轴角速度、三轴加速度及姿态角；
- ❖ 冲击：100g@11ms、三轴向(半正弦波)；
- ❖ 振动：10~2000Hz, 10g；
- ❖ 供电电压：DC5.0V±0.5V；
- ❖ 工作温度：-40~85℃。

产品介绍

GMU600 是一款高性能惯性导航单元，采用三轴陀螺仪、三轴加速度计、温度传感器及高精度信号处理电路构成，可实时测量载体的三轴角速度、三轴线性加速度及姿态角（俯仰、横滚、偏航）。经温度补偿、安装误差校正及非线性校准后，通过 TTL 串行接口输出高精度惯性数据，产品即插即用支持在线校准与参数配置，简化系统集成；工业级封装与抗振设计，适用于恶劣工况；符合工业级严苛环境应用要求。

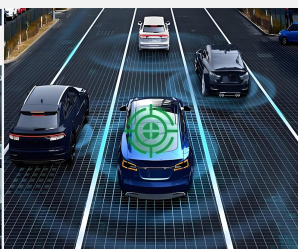
应用范围

该系列产品典型应用场景包括：工业机器人精确控制，医疗器械设备测控，无人机飞控系统，车载/船载惯性导航，机器人姿态稳定，高动态运动分析。

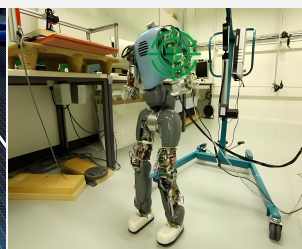
工业机器人精确控制



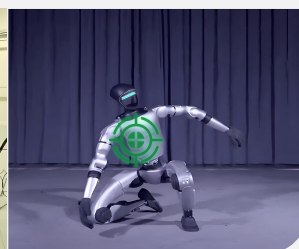
车载惯性导航测控



机器人姿态稳定



高动态运动测控



 性能参数

GMU600		参数
姿态角	横滚/俯仰 1 σ (动态)	0.25°
	横滚/俯仰 1 σ (静态)	0.05°
陀螺仪技术指标	测量范围	300°/s
	零偏不稳定性(@Allan 方差)	$\leq 1.2^\circ/\text{h}$
	角度随机游走(@Allan 方差)	$\leq 0.13^\circ/\sqrt{\text{h}}$
	分辨率	$\leq 0.01^\circ/\text{s}$
	标度因数非线性	$\leq 100\text{ppm}$
	标度因数重复性	$\leq 100\text{ppm}$
	交叉耦合	$\leq 0.1\%$
	带宽	$\geq 80\text{Hz}$
加速度计技术指标	测量范围	$\pm 6\text{g}$
	零偏不稳定性(@Allan 方差)	0.025mg
	零偏重复性	0.08mg
	速度随机游走(@Allan 方差)	0.025m/s/ $\sqrt{\text{h}}$
	全温范围内零偏误差	0.5mg
其他参数	供电电压	DC5.0V $\pm 0.5\text{V}$ (电源纹波峰值小于 50mV)
	工作电流	105mA $\pm 5\text{mA}$
	工作温度	-40°C~85°C
	存储温度	-40°C~85°C
	振动	10~2000Hz, 10g
	冲击	100g@11ms、三轴向(半正弦波)
重量		$\leq 15\text{g}$ (不含电缆线)
注意: 横滚, 航向为 $\pm 180^\circ$, 俯仰为 $\pm 90^\circ$ 。		

USB600	参数
启动时间	500ms
输入电压	DC5.0V(纹波 < 50mVpp) (USB 供电)
电流	100mA
工作温度	-40 ~ +80°C
储存温度	-40 ~ +85°C
振动	5g~10g
冲击	200g pk, 2ms, 1/2sine
USB 输出波特率	最大 3MHz
输出信号	3.3V-TTL, USB2.0
平均无故障工作时间	≥ 98000 小时/次
抗冲击	100g@11ms、三轴向(半正弦波)

抗振动	10grms、10 ~ 1000Hz
重量	≤20g（不含电缆线）

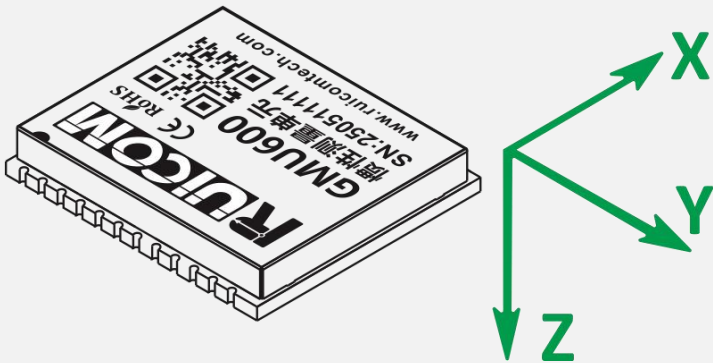
订购选型

型号	信号输出
GMU600	U6: USB600
例：GMU600-U6: USB600 调试板（调试板客户根据自己需求选择）。	

空间坐标系

右手定则原则一

GMU600 内含三个自由度陀螺仪，代表三个轴向的空间坐标系，即 X、Y 和 Z，X 轴正方向朝前由连接器处指向贴纸中间安装孔，Y 轴正方向朝右指向 IMU 右侧，Z 轴正方向朝下指向 IMU 底面，如下图。



微陀螺组空间坐标系图

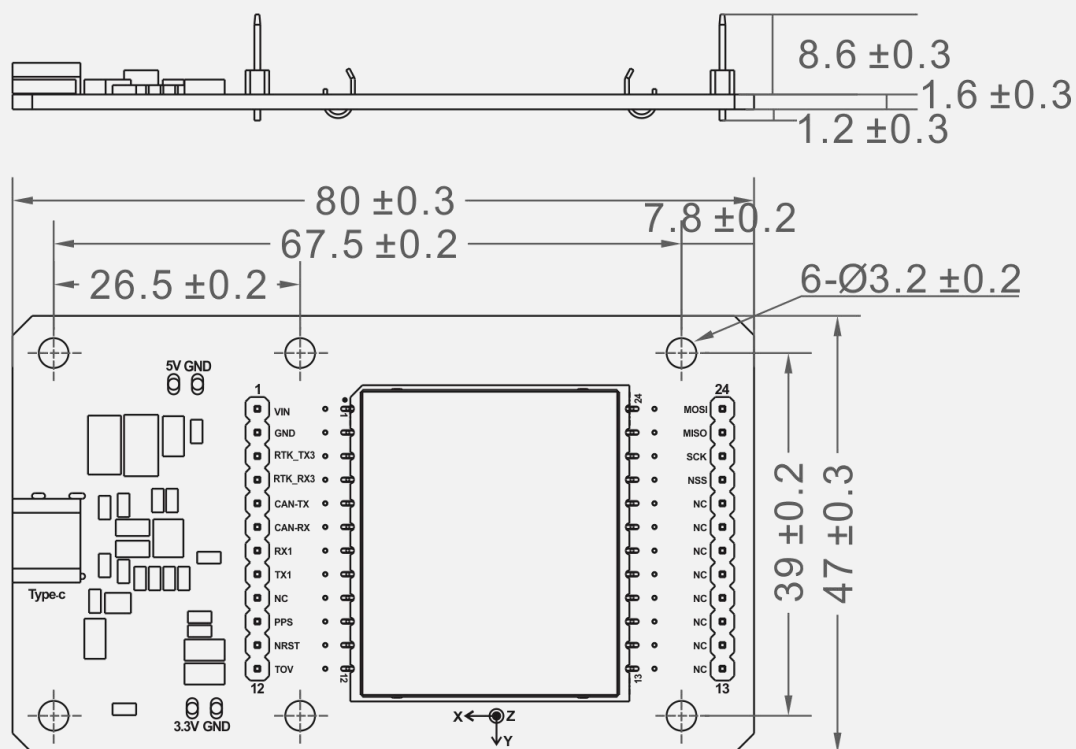
GMU600 的安装要与坐标系的轴向匹配，否则测的角速度数据不准确。遵循‘右手定则原则一’，可以快速的分配并确定坐标系的轴向。伸出右手，分别展开拇指、食指和中指，拇指指的方向是 X 轴正向，食指指的方向是 Y 轴正向，中指指的方向是 Z 轴正向。

右手定则原则二

GMU600 三个自由度陀螺仪可测三个方向的角速度。遵循‘右手定则原则二’，可以快速的确 定坐标轴轴向旋转的角速度方向。右手抓住旋转轴，并伸出拇指，拇指指的方向是该轴正方向， 则其它四指弯曲指向的方向就是该轴上角速度正方向；反之，右手抓住旋转轴，并伸出拇指，拇 指指的方向是该轴负方向，则其它四指弯曲指向的方向就是该轴上角速度负方向。

Technical drawing of a rectangular plate. The main view shows a rectangle with overall dimensions of 30 ± 0.3 (height) and 34 ± 0.3 (width). The inner dimensions are 27.8 ± 0.3 (height) and 33 ± 0.3 (width). The plate has a central rectangular hole with dimensions 2.54 ± 0.2 (width) and 0.8 ± 0.2 (height). The hole is positioned 2.54 ± 0.2 from the left and right edges and 3.52 ± 0.2 from the top and bottom edges. The plate is labeled with 13, 21, 24, and 25. A cross-section view on the right shows the plate's thickness as 1.6 ± 0.3 and a total height of 5.2 ± 0.3 .

✔ USB600 调试板尺寸

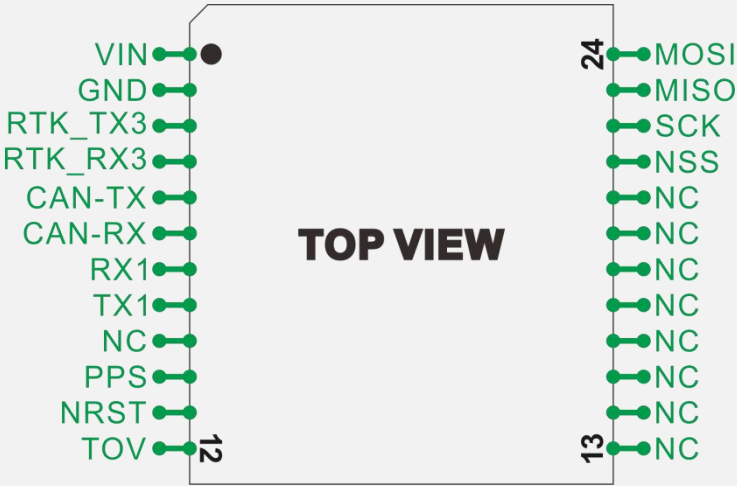


建议螺丝：6 颗 M3 螺丝

接口定义

GIM302 惯性测量单元的电气连接器型号为 J30J-15ZKP，接点具体分配见下表格；

针脚	针脚定义	类型	描述
1	VCC	IN	DC5.0V±0.5V (电源纹波峰值小于 50mV)
2	GND	IN	电源地
3	RTK-TX3	OUT	写出数据给 RTK， (TTL-3.3V 电平，兼容 5V 电平)
4	RTK-RX3	IN	对 RTK 数据读入， (TTL-3.3V 电平，兼容 5V 电平)
5	CAN-TX	OUT	CAN 写出 (TTL-3.3V 电平，兼容 5V 电平)
6	CAN-RX	IN	CAN 写出 (TTL-3.3V 电平，兼容 5V 电平)
7	RX1	IN	主通信 UART 接口 RX1 (TTL-3.3V 电平，兼容 5V 电平)
8	TX1	OUT	主通信 UART 接口 TX1 (TTL-3.3V 电平，兼容 5V 电平)
9	NC	/	无连接
10	PPS	IN	备用
11	NRST	IN	模块复位引脚 (TTL-3.3V 电平)
12	TOV	OUT	备用 (TTL-3.3V 电平，兼容 5V 电平)
13	NC	/	无连接
14	NC	/	无连接
15	NC	/	无连接
16	NC	/	无连接
17	NC	/	无连接
18	NC	/	无连接
19	NC	/	无连接
20	NC	/	无连接
21	NSS	IN	SPI 选通引脚
22	SCK	IN	SPI 时钟引脚
23	MISO	OUT	SPI 串行数据输出
24	MOSI	IN	SPI 串行数据输入





通信协议

1.1 通信帧格式

域	字节数	说明	值
帧同步字节	1	Sync.byte	0xFF
帧开始字节	1	Start of byte	0x02
CMD 命令域	1	Command	-
LEN 长度	2	Length of the DATA	-
DATA 数据域	0 to 504	DATA	-
CRC	2	CRC	-
帧结束字节	1	End of Tx byte	0x03

Notes:

A. LEN 数据长度域包括数据域(DATA)的字节数，MSB 在前，LSB 在后，长度为 0 表示没有数据域，最长数据域长度为 504 字节，最长帧字节为 512 个字节。

B. CRC 的计算从 CMD 命令域开始，包括长度域及数据域，MSB 在前，LSB 在后，按以下函数计算 CRC:

```
uint16 calcCRC(const uint8 *pBuffer, uint16 bufferSize)
{
    uint16 poly = 0x8408;
    uint16 crc = 0;
    uint8 carry;
    uint8 i_bits;
    uint16 j;

    for (j=0; j<bufferSize; j++)
    {
        crc = crc ^ pBuffer[j];
        for (i_bits=0; i_bits<8; i_bits++)
        {
            carry = crc & 1;
            crc = crc / 2;
            if (carry)
            {
                crc = crc^poly;
            }
        }
    }
    return crc;
}
```

1.2 数据格式及端模式

设备的数据输出为小端模式(如整型，浮点型，都是低字节在前，高字节在后)。

1.3 串口默认

串口默认波特率为 115200 bps，1 位起始位，1 stop 位，无校验。

1.4 默认输出频率是 200Hz.

2. 连续数据项输出

* IMU_CONTINUOUS_DEFAULT_OUTPUT----- (0x90)

作用：数据项连续输出。

帧同步 字节	帧开始 字节	CMD	LEN (MSB)	LEN (LSB)	DATA	CRC (MSB)	CRC (LSB)	帧结束 字节
1	1	1	1	1	See below	1	1	1
0xFF	0x02	0x90	0x00	0x24	See below	0xFF	0xFF	0x03

Data 部分如下 (total length: 0x0018):

Name	Roll	Pitch	Yaw	Gx	Gy	Gz	Ax	Ay	Az
Size	4	4	4	4	4	4	4	4	4
(bytes)	12			12			12		

姿态角包括 Roll, Pitch 和 Yaw, 用 real32(float) 表示, 12 个字节, 单位是 radians(弧度)。

存储格式:

Roll	Pitch	Yaw
------	-------	-----

三轴陀螺角速率 Gx, Gy 和 Gz, 用 real32(float)表示, 12 个字节, 单位是 rad.S^{-1} (弧度/秒)。

存储格式:

Gx	Gy	Gz
----	----	----

三轴加速度 Ax, Ay 和 Az, 用 real32(float)表示, 12 个字节, 单位是 m.S^{-2} 。

存储格式:

Ax	Ay	Az
----	----	----

例: FF 02 90 00 24 BD C9 DC 3B 69 27 65 3B 1C D9 56 3F C0 C2 10 BA C0 4A B8 37 B5 6F
E1 B9 F1 31 18 3D 6E 86 82 BD 6C 65 1D C1 D0 2C 03

数域名	real32	float	unit
Roll	BD C9 DC 3B	0.006738	弧度
Pitch	69 27 65 3B	0.003497	弧度
Yaw	1C D9 56 3F	0.839250	弧度
Gx	C0 C2 10 BA	-0.000552	弧度/秒
Gy	C0 4A B8 37	0.000022	弧度/秒
Gz	B5 6F E1 B9	-0.000430	弧度/秒
Ax	F1 31 18 3D	0.037157	m.S^{-2}
Ay	6E 86 82 BD	-0.063733	m.S^{-2}
Az	6C 65 1D C1	-9.837261	m.S^{-2}

3. 输出模式设置

输出工作方式。

Mode 有两种方式, 如下两种:

IMU_NORMAL_MODE(正常工作模式或叫一问一答模式) : 0x00

IMU_CONTINUOUS_MODE (连续输出模式) :0x01

其中 CONTINUOUS_MODE (连续输出模式) 有不同的 Divider 值, 对应以下不同的输出频率:

Divider	OUT(Hz)
0	INVALID
1	200
2	100

4	50
8	25
10	20
20	10
40	5
200	1

注：默认为 IMU_CONTINUOUS_MODE(连续输出模式)，频率 200Hz。

3.1 设置输出命令

* IMU_SET_CONTINUOUS_MODE----- (0x53)

作用：设置输出模式；

注意：不具备掉电保存功能，须执行保存设置命令才有掉电保存功能。

帧格式如下：

帧同步 字节	帧开始 字节	CMD	LEN (MSB)	LEN (LSB)	DATA	CRC (MSB)	CRC (LSB)	帧结束 字节
1	1	1	1	1	3	1	1	1
0xFF	0x02	0x53	0x00	0x03	如下	0xFF	0xFF	0x03

其中：DATA 部分

DATA		
Reserved.Leave to 0(bytes)	Mode	Divider
1	1	1
0	1	1

注意：以上 Mode = 1, 为连续输出，Divider = 1, 输出频率为：200Hz。

回复：

IMU_ACK

帧同步 字节	帧开始 字节	CMD	LEN (MSB)	LEN (LSB)	DATA	CRC (MSB)	CRC (LSB)	帧结束 字节
1	1	1	1	1	1	1	1	1
0xFF	0x02	0x01	0x00	0x01	ERROR_CODE	0xFF	0xFF	0x03

4. 通信参数设置

波特率(baud rate)是一个 32 位的整数,有效值:9600/19200/38400/57600/115200/256000。

4.1 设置波特率

* IMU_SET_PROTOCOL_MODE----- (0x12)

作用：用于设置通信波特率；（默认为 115200）

注意：不具备掉电保存功能，须执行保存设置命令才有掉电保存功能。

帧格式如下：

帧同步 字节	帧开始 字节	CMD	LEN (MSB)	LEN (LSB)	DATA	CRC (MSB)	CRC (LSB)	帧结束 字节
1	1	1	1	1	5	1	1	1
0xFF	0x02	0x12	0x00	0x05	如下	0xFF	0xFF	0x03

其中: DATA 部分

DATA	
Reserved.Leave to 0(bytes)	Baud rate (uint32)
1	4
0	115200

注意: Baud rate(uint32)为小端模式, 低字节在前, 高字节在后。

回复: IMU_ACK

帧同步 字节	帧开始 字节	CMD	LEN (MSB)	LEN (LSB)	DATA	CRC (MSB)	CRC (LSB)	帧结束 字节
1	1	1	1	1	1	1	1	1
0xFF	0x02	0x01	0x00	0x01	ERROR_CODE	0xFF	0xFF	0x03

5. 保存设置

5.1 设置保存命令

* IMU_SAVE_SETTINGS----- (0x24)

作用: 用于保存所有的设置参数到 EEPROM, 具有掉电保存功能。没有数据域, 帧格式如下:

帧同步 字节	帧开始 字节	CMD	LEN (MSB)	LEN (LSB)	DATA	CRC (MSB)	CRC (LSB)	帧结束 字节
1	1	1	1	1	0	1	1	1
0xFF	0x02	0x24	0x00	0x00	NULL	0xFF	0xFF	0x03

回复: IMU_ACK

帧同步 字节	帧开始 字节	CMD	LEN (MSB)	LEN (LSB)	DATA	CRC (MSB)	CRC (LSB)	帧结束 字节
1	1	1	1	1	1	1	1	1
0xFF	0x02	0x01	0x00	0x01	ERROR_CODE	0xFF	0xFF	0x03

备注: EEROR CODE 参考 6 内容;

6. 应答帧解析

应答帧格式如下:

域	帧同步 字节	帧开始 字节	CMD	LEN (MSB)	LEN (LSB)	DATA	CRC (MSB)	CRC (LSB)	帧结束 字节
字节数	1	1	1	1	1	1	1	1	1
值	0xFF	0x02	IMU_ACK (0x01)	0x00	0x01	ERROR_CODE	0xFF	0xFF	0x03

应答作为命令的回复, 由错误代码反映指令的执行情况, 有以下应答的错误代码 (ERROR CODE) 决定设备对询问指令的响应, 以下为错误代码的列表;

IMU_Error Code	Value	Description
IMU_NO_ERROR	0x00	命令已正确执行
IMU_ERROR	0x01	命令没有正确执行
IMU_INVALID_FRAME	0x04	无效的命令
IMU_INVALID_PARAMETER	0x09	无效的参数

备注：错误代码组成了帧的数据域(DATA)。

7. 查询数据项 (当输出模式 Mode = 0, 一问一答模式时)

* IMU_GET_DEFAULT_OUTPUT----- (0x56)

作用：获取当前默认的输出数据项。

帧格式如下：

帧同步 字节	帧开始 字节	CMD	LEN (MSB)	LEN (LSB)	DATA	CRC (MSB)	CRC (LSB)	帧结束 字节
1	1	1	1	1	0	1	1	1
0xFF	0x02	0x56	0x00	0x00	NULL	0xFF	0xFF	0x03

回复：

*IMU_RET_DEFAULT_OUTPUT----- (0x57)

作用：返回默认的数据项输出。

帧格式如下：

帧同步 字节	帧开始 字节	CMD	LEN (MSB)	LEN (LSB)	DATA	CRC (MSB)	CRC (LSB)	帧结束 字节
1	1	1	1	1	36	1	1	1
0xFF	0x02	0x57	0x00	0x24	See below	0xFF	0xFF	0x03

Data 部分如下 (total length: 0x0024):

Name	ROLL	PITCH	YAW	Gx	Gy	Gz	Ax	Ay	Az
Size	4	4	4	4	4	4	4	4	4
(bytes)	12			12			12		

 功能性测试

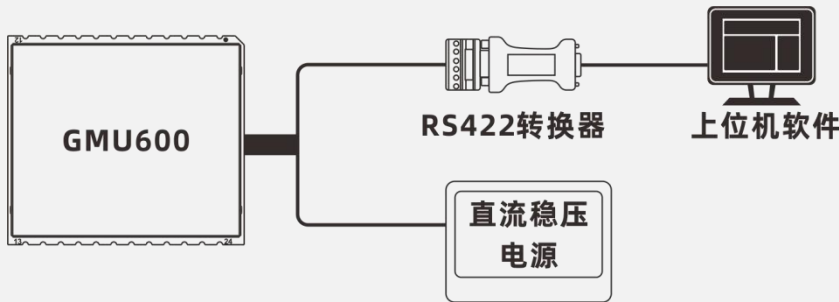
1. 所需测试设备和仪表

测试中所需设备和仪表有：直流稳压电源、计算机、转台、测试工装、测试电缆。

2. 功能性测试

产品处于静止状态，使用直流稳压电源为产品供电，产品具体连线方式如下图 2。按照通讯协议接收数据，用上位机接收软件接收并显示产品的角速度输出。

分别绕 X、Y、Z 正向旋转陀螺组合（有条件时，可以用转台输入，无条件时，可以用手旋转），可以监测到相应轴的角速度输出为正向角速率。分别绕 X、Y、Z 反向旋转产品，可以监测到相应轴的角速度输出为负向角速率。说明产品的角速度输出极性正确。在静止条件下，产品输出的三个角速率值应在 0deg/s 附近。



陀螺组合测试连接示意图



测试数据图表

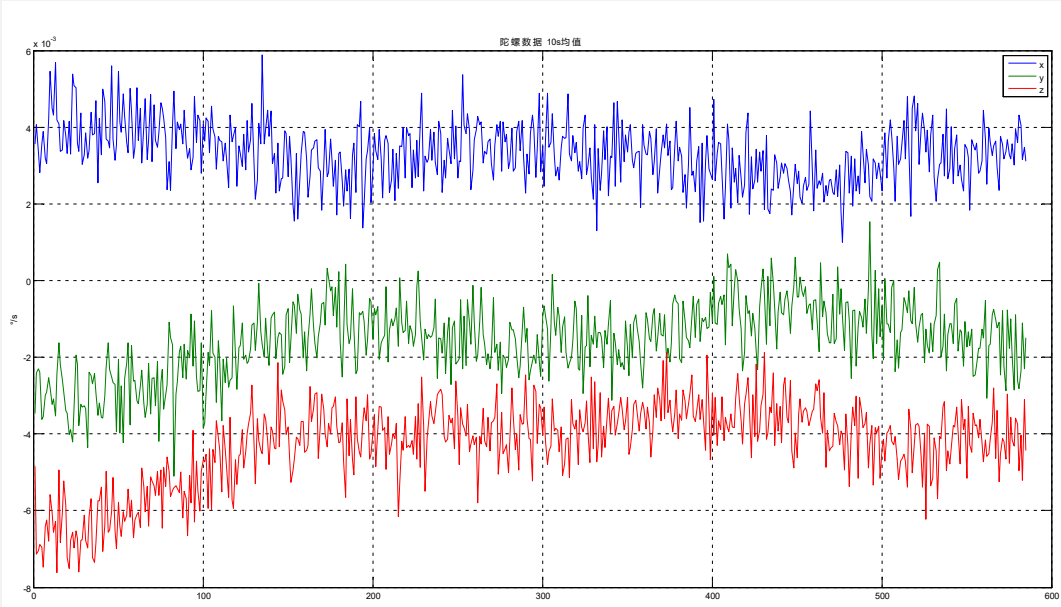


图 1. 三轴陀螺静态数据 10s 均值

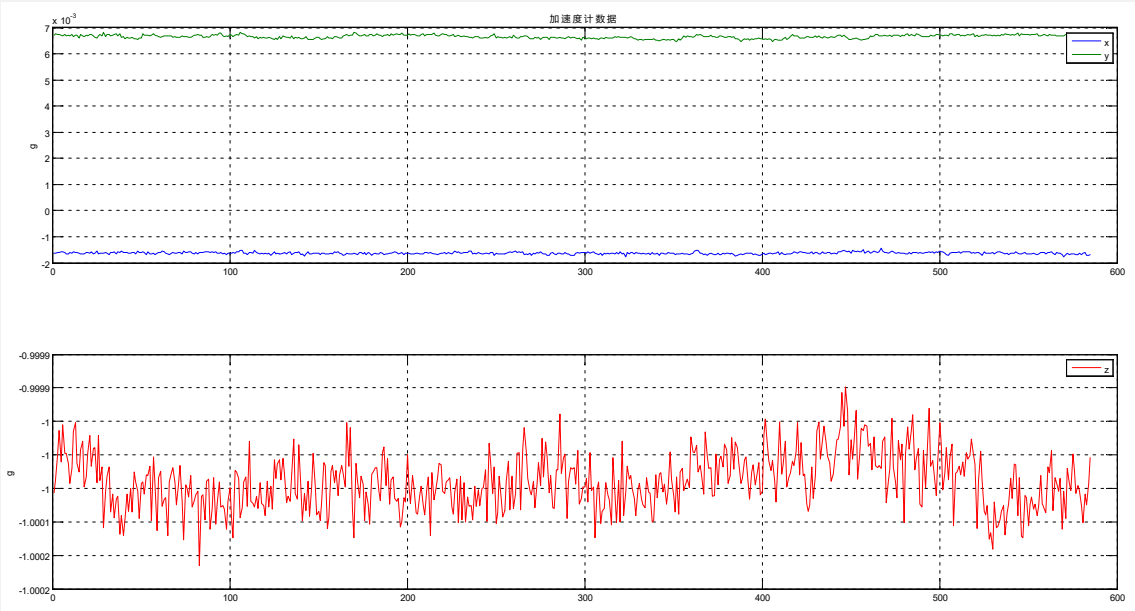


图 2. 三轴加速度计静态数据 10s 均值

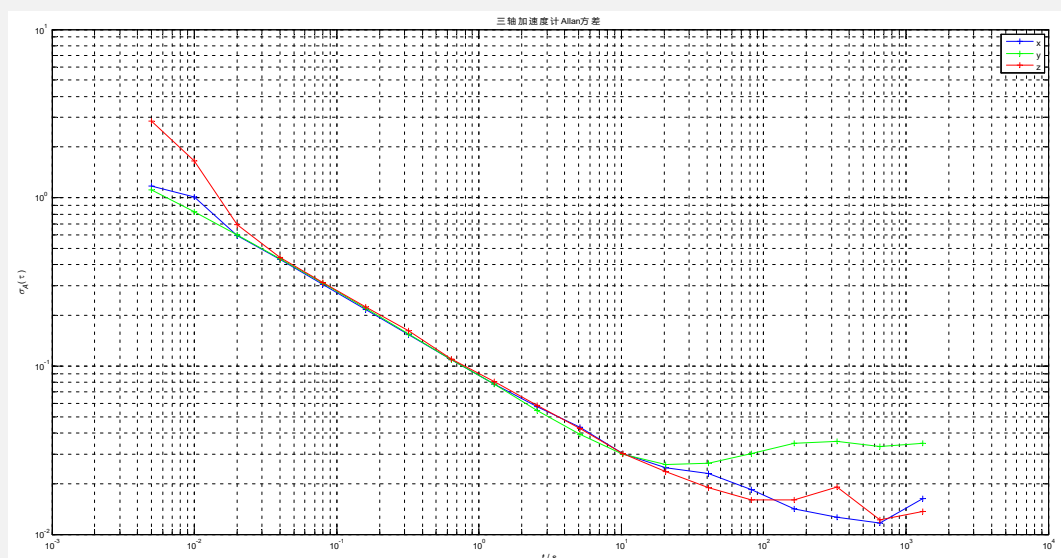


图 3. 三轴加速度计 Allan 方差图

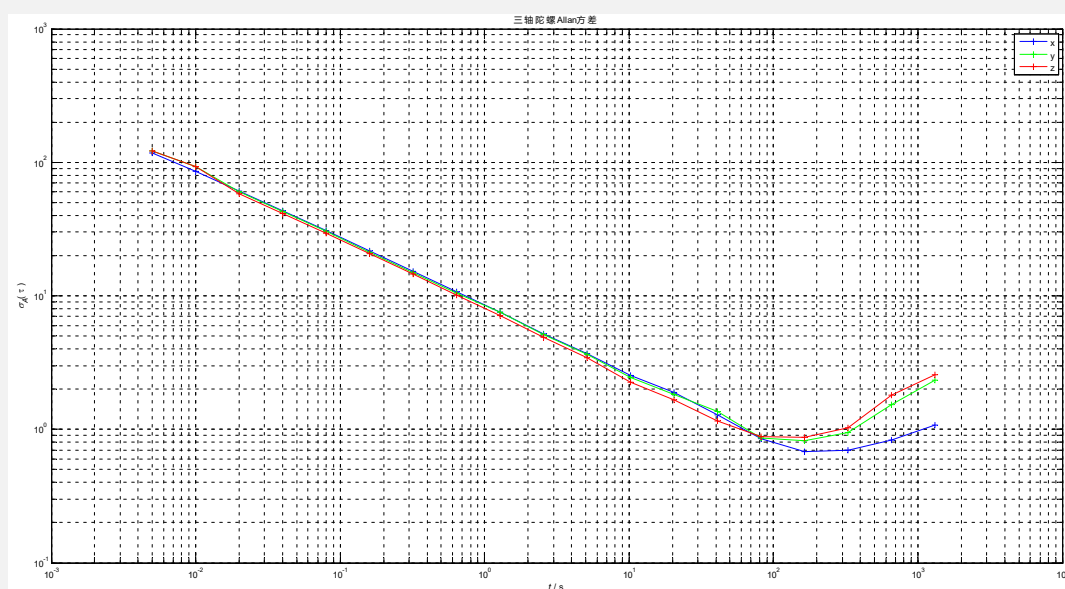


图 4. 三轴陀螺 Allan 方差图

使用维护要求

使用前，必须检查系统安装位置，保证安装正确。仔细检查各信号线的连接，保证连接正确。

加电前，应对电缆网接点、电源的数值进行检查，电源极性禁止反接。

使用中，系统机械地应保证良好接地。

本产品内含精密仪器，禁止磕碰跌落。

本品应存放在温度为-40~+85℃，相对湿度不大于75%，且无酸碱无腐蚀性气体并通风良好的库房中。