



型 号: GIM360

产品名称: 陀螺测斜仪

版 本: V1.0

GIM360 陀螺测斜仪

● 产品简介

GIM360 陀螺测斜仪由高精度三轴陀螺、三轴加速度、温度传感器、信号解算电路组成。用于测量载体的三轴角速率，三轴加速度和温度，支持外部指令装订经纬高信息，以完成对准，解算输出俯仰角、横滚角和航向角。通过 RS422/RS485 串口按照约定通讯协议输出数据。该产品采用差分陀螺结构，有效的抑制线性加速度与振动的影响并采用全温度补偿以适用于工业应用的恶劣环境。

● 产品特性

- ★ 测量载体的三轴角速率
- ★ 工作温度：-40~85℃
- ★ 存储温度：-40~85℃
- ★ 振动：10~2000Hz, 10g
- ★ 供电电压：DC9.0~36V
- ★ 冲击：100g@11ms、三轴向(半正弦波)

● 产品应用

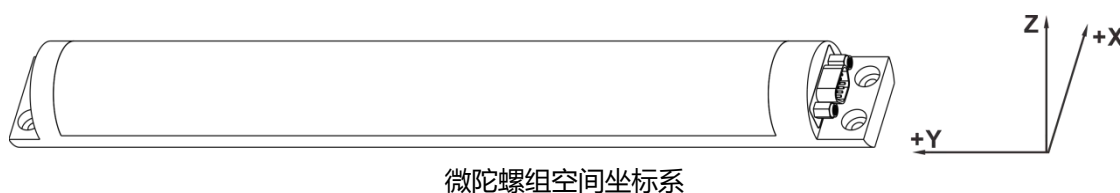
- ★ 随钻型寻北测姿轨迹仪
- ★ 工业机器人精确控制
- ★ 医疗外科设备
- ★ 隧道钻探系统
- ★ 汽车测试系统
- ★ ROV 指南



● 空间坐标系

右手定则原则一

GIM360 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 轴正方向朝右，Y 轴正方向朝前指向 IMU 前方，Z 轴正方向朝一指指向 IMU 顶面。



GIM360 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

GIM360 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。

GIM360 陀螺测斜仪

● 性能参数

GIM360		参数
数据更新率		100Hz (用户可设置)
初始对准时间		3 分钟
初始对准航向角 1σ		0.5° (水平), 1.0° (倾斜)
姿态角	横滚/俯仰 1σ (静态)	0.1°
	横滚/俯仰 1σ (动态)	0.5°
	静态偏北航向角	0.3°
陀螺仪技术指标	测量范围	$300^\circ/\text{s}$
	零偏不稳定性(@Allan 方差)	$\leq 0.03^\circ/\text{h}$
	角度随机游走(@Allan 方差)	$0.03^\circ/\sqrt{\text{h}}$
	分辨率	$\leq 0.001^\circ/\text{s}$
	标度因数非线性	$\leq 100\text{ppm}$
	标度因数重复性	$\leq 50\text{ppm}$
	交叉耦合	$\leq 0.1\%$
	带宽	100Hz
加速度计技术指标	测量范围	$\pm 20\text{g}$
	零偏不稳定性(@Allan 方差)	0.019mg
	零偏重复性	0.08mg
	速度随机游走(@Allan 方差)	$0.04\text{m/s}/\sqrt{\text{h}}$
	全温范围内零偏误差	0.5mg
其他参数	供电电压	DC9.0~36V (电源纹波峰值小于 100mV)
	工作电流	$90\text{mA} \pm 5\text{mA} @ 12\text{VDC}$
	最大工作电流	$< 500\text{mA}$
	工作温度	$-40^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$
	存储温度	$-40^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$
	振动	10~2000Hz, 10g
	冲击	100g@11ms、三轴向(半正弦波)
重量		$\leq 450\text{g}$ (不含电缆线)

注意：横滚 $\pm 180^\circ$ ，航向为 $0 \sim 360^\circ$ (北偏东为增加)，俯仰为 $\pm 90^\circ$ 。

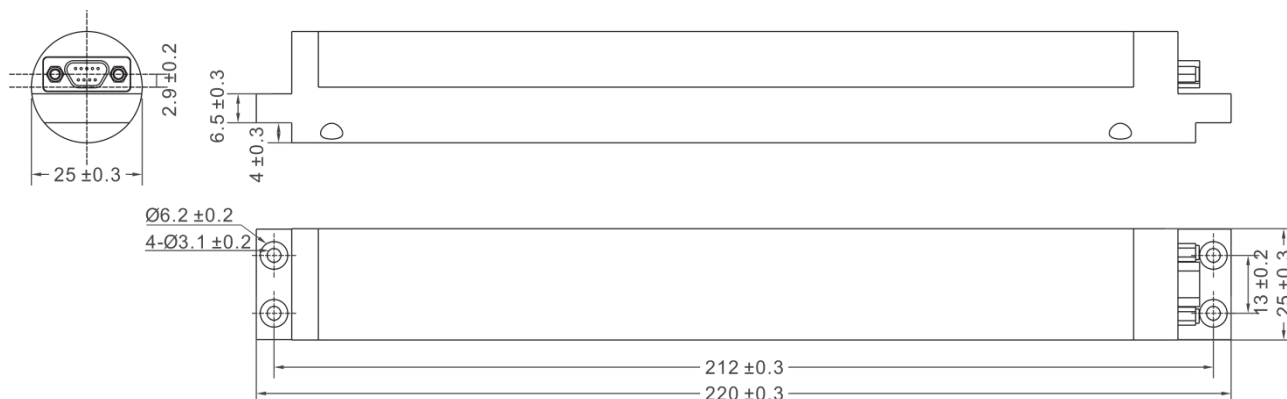
● 订购信息

型号	描述
GIM360-485	RS485 接口
GIM360-422	RS422 接口
例：GIM360-485：RS485 接口输出。	
注：需要单板出货，请在选型后-PCBA；例 GIM360-485-PCBA。	

GIM360 陀螺测斜仪

● 尺寸图

外壳尺寸

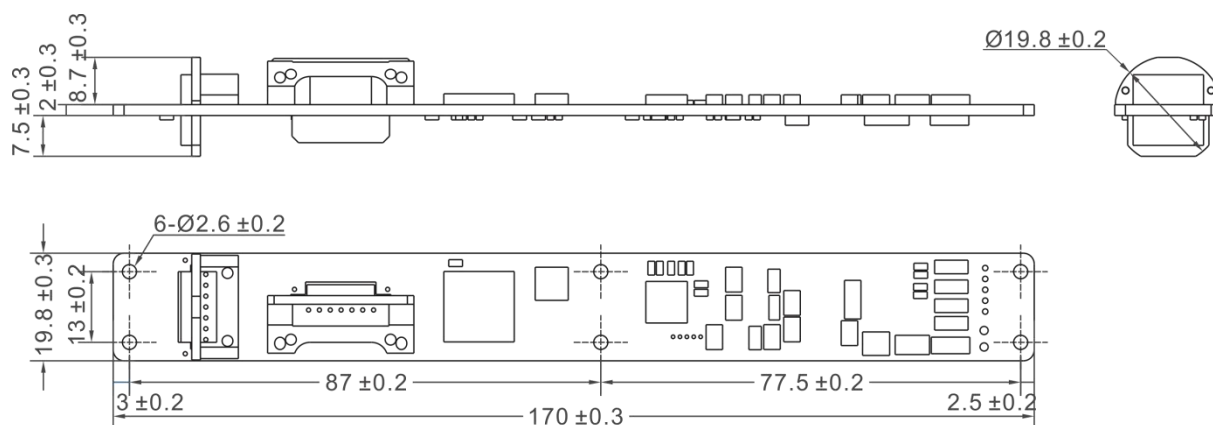


外壳尺寸: L220× ϕ 25mm

安装尺寸: L212×W13×H6.5mm

安装螺丝: 4 颗 M3 螺丝

PCBA 尺寸



外壳尺寸: L170× ϕ 19.8mm

安装尺寸: L87×L77.5×W13×H2mm

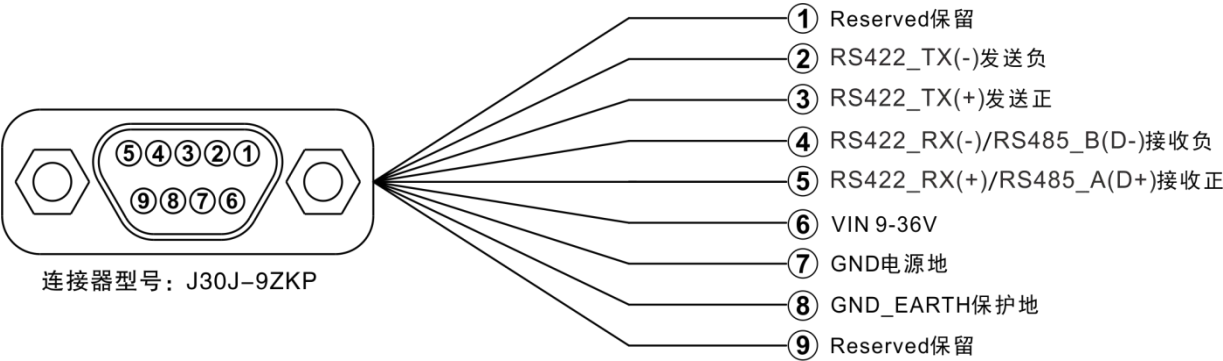
安装螺丝: 6 颗 M2.5 螺丝

GIM360 陀螺测斜仪

● 电气特性

GIM360 陀螺测斜仪的电气连接器型号为 J30J-9ZKP，接点具体分配见下表格；

针脚	RS422-针脚定义	RS485 针脚定义	说明
1	Reserved	Reserved	保留
2	RS422_TX(-)	NULL	发送负
3	RS422_TX(+)	NULL	发送正
4	RS422_RX(-)	RS485_B(D-)	接收负
5	RS422_RX(+)	RS485_A(D+)	接收正
6	VIN9~36V	VIN9~36V	电源正极
7	GND	GND	电源地
8	GND_Earth	GND_Earth	保护地
9	Reserved	Reserved	保留



● 使用说明

上电后 GIM360 以默认的（或上次设置保存的)经纬高为地理位置进行寻北对准，上电后应保持静止，GIM360 会先进行粗对准 60 秒，再进行精对准 120 秒，之后输出初始寻北航向角，状态由对准状态转初始值状态再转入惯导状态。

● 通信帧格式

1.1 通信帧格式

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

Notes:

A. LEN 数据长度域包括数据域的字节数，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：

GIM360 陀螺测斜仪

```
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 100Hz.

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	0x39	See below	0xFF	0xFF	0x03

Data 部分如下 (total length: 0x0018):

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

Longitude	Latitude	Altitude	Tc	Seconds	Status
4	4	4	4	4	1
4	4	4	4	4	1

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
------	-------	-----

GIM360 陀螺测斜仪

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
----	----	----

地址位置包括经度, 纬度和高度, 用 int32 表示, 12 个字节, 经纬度分别乘以 1e-7, 单位度, 高度乘以 1e-4 得到浮点数值, 单位 m。

存储格式:

经度	纬度	高度
----	----	----

温度, 用 real32(float)表示, 4 个字节, 单位是 C°。

存储格式:

Tc

秒计数, 用 uint32_t 表示, 4 个字节, 单位是秒。

存储格式:

Seconds

IMU 状态字节, 用 unsigned char 表示, 1 个字节, 取值 0-6。

存储格式:

status					b ₃ b ₂ b ₁ b ₀ 表示 IMU 的工作状态范围 0~15: 0: 初始值; 1: 等待就绪; 2: 粗对准; 3: 精对准; 4: 导航; b ₇ b ₆ b ₅ b ₄ 表示 IMU 的报警状态位: b ₇ : 表示 IMU 陀螺超量程, 正常为 0, 为 1 表示陀螺出现超量程, 会影响航向角保持精度; B ₆ :未定义恒为 0; B ₅ :未定义恒为 0; B ₄ :未定义恒为 0; 例: status=0x84 表示 IMU 处于导航, 陀螺有超量程。
INT8U	status	状态字	1byte	b ₇ b ₆ b ₅ b ₄ b ₃ b ₂ b ₁ b ₀	

例: FF 02 90 00 39 10 73 B5 BB BB 6A 99 3B F5 C9 86 40 37 42 01 B9 DD 25 9F 38 95 5C 8F 38 35 40 6F 3D D0 76 45 3D 87 C8 1C 41 20 07 D6 43 00 84 D7 17 40 0D 03 00 D3 68

GIM360 陀螺测斜仪

1C 42 FF 04 00 00 04 1D 82 03

数域名	偏移量	数据类型	十六进制表示	解析值	unit
Roll	0	float	10 73 B5 BB	-0.005537	弧度
Pitch	4	float	BB 6A 99 3B	0.004682	弧度
Yaw	8	float	F5 C9 86 40	4.212153	弧度
Gx	12	float	37 42 01 B9	-0.000123	弧度/秒
Gy	16	float	DD 25 9F 38	0.000076	弧度/秒
Gz	20	float	95 5C 8F 38	0.000068	弧度/秒
Ax	24	float	35 40 6F 3D	0.058411	m.S ⁻²
Ay	28	float	D0 76 45 3D	0.048209	m.S ⁻²
Az	32	float	87 C8 1C 41	9.798957	m.S ⁻²
longitude	36	Int32	20 07 D6 43	113.81	度(乘以 1e-7)
latitude	40	Int32	00 84 D7 17	40.00	度(乘以 1e-7)
altitude	44	Int32	40 0D 03 00	20.00	M(乘以 1e-4)
Tc	48	float	D3 68 1C 42	39.102367	C°
Seconds	52	Uint32	FF 04 00 00	1279	秒
status	56	Uint8	04	导航	见具体定义

注：偏移量指通信协议中数据域中的位置偏移量。

3. 重新对准

IMU_ALIGN_MODE-----0xAA

GIM360 上电后自动进行对准操作，经过粗对准 60 秒，精对准 120 秒后输出初始寻北航向角并进入航向保持导航状态，之后要重新对准须重新进行对准过程，用户发送等待就绪指令（GIM360 响应命令后状态字变为等待就绪态，输出的横滚、俯仰及航向角数据清零），再发送对准指令（对准指令中包含有经纬高等信息）经过粗对准 60 秒，精对准 120 秒后输出初始寻北航向角并进入航向保持的导航状态，重新对准完成。

3.1 等待就绪

作用：发送等待就绪命令，寻北仪进入命令等待状态，可进行开始对准及陀螺零位标效操作。

用户发送：

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	1	1	1	1
0xFF	0x02	0xAA	0x00	0x01	0x01	0xFF	0xFF	0x03

其中：DATA 部分 0x01 表示等待对准；

GIM360 回复：

IMU_ACK

域	帧同步	帧开始	CMD	LEN (MSB)	LEN (LSB)	DATA	CRC (MSB)	CRC (LSB)	帧结束
---	-----	-----	-----	--------------	--------------	------	--------------	--------------	-----

GIM360 陀螺测斜仪

	字节	字节							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;

IMU_Error Code	Value	Description
IMU_NO_ERROR	0x00	命令已响应
IMU_ERROR	0x01	命令未响应

3.2 开始对准命令

作用: GIM360 重新开始对准, 经过粗对准 60 秒, 精对准 120 秒。

用户发送:

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	1	1	1	1
0xFF	0x02	0xAA	0x00	0x0D	见以下	0xFF	0xFF	0x03

其中: DATA 部分:

Name	Sub-CMD	Longitude	Latitude	Altitude
Size (bytes)	0x02	4	4	4
	1	12		

Data 数据解析:

Offset	数据类型	域名称	值	字节数	说明
0	INT8U	Sub-Cmd	0x02	1	0x02: 对准
1	INT32	Longitude	C1B5464E	4	经度, Int32: 小端模式 (低字节在前, 高字节在后); 0x4E46B5C=1313256897*0.000001=131.3256897 度
5	INT32	Latitude	247C810D	4	纬度, Int32: 小端模式 (低字节在前, 高字节在后); 0x0D817C24=226589732*0.000001=22.6589732 度
9	INT32	Altitude	A0860100	4	高度, Int32: 小端模式 (低字节在前, 高字节在后); 0x000186A0=100000*0.0001=10.0m

GIM360 回复:

IMU_ACK

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
---	-----------	-----------	-----	--------------	--------------	------	--------------	--------------	-----------

GIM360 陀螺测斜仪

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;

IMU_Error Code	Value	Description
IMU_NO_ERROR	0x00	命令已响应
IMU_ERROR	0x01	命令未响应

3.3 保存位置信息

作用:执行此命令可保存开始对准命令中的位置信息,可作为下次上电重新寻北默认的位置信息。

用户发送:

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	1	1	1	1
0xFF	0x02	0xAA	0x00	0x01	0x05	0xFF	0xFF	0x03

其中: DATA 部分 0x05 表示保存位置 (经纬高) 信息;

GIM360 回复:

IMU_ACK

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;

IMU_Error Code	Value	Description
IMU_NO_ERROR	0x00	命令已响应
IMU_ERROR	0x01	命令未响应

4.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	100
2	50
4	25

GIM360 陀螺测斜仪

5	20
10	10
20	5
50	2
100	1

注：默认为 IMU_CONTINUOUS_MODE(连续输出模式)，频率 100Hz。

4.1 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：100Hz。

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. 通信参数设置

波特率 (baud rate) 是一个 32 位的整数，有效的值有以下：600，1200，2400，4800，9600，19200，38400，57600，115200，256000。

5.1 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

GIM360 陀螺测斜仪

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

6. 保存设置

6.1 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；

7. 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

GIM360 陀螺测斜仪

备注：错误代码组成了帧的数据域(DATA)。

8. 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	0x39	See below	0xFF	0xFF	0x03

Data 部分如下 (total length: 0x0024):

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

Longitude	Latitude	Altitude	Tc	Seconds	Status
4	4	4	4	4	1
4	4	4	4	4	1

● 功能性测试

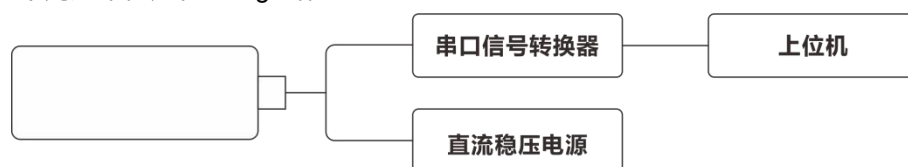
1. 所需测试设备和仪表

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。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

GIM360 陀螺测斜仪

● 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。