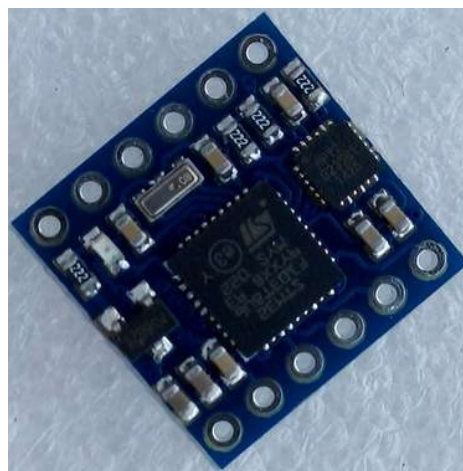


# GY953 模块使用手册 V2.0

## 一、概述

GY953 是一款低成本 AHRS 模块。工作电压 3-5v 功耗小，体积小。其工作原理，是通过陀螺仪与加速度计、磁场传感器经过数据融合算法最后得到直接的角度数据。此模块，有两种方式读取数据，即串口（TTL 电平）或者 SPI（4 线）通信方式。该产品精度高，稳定性高。能够在任意位置得到准确的角度，串口的波特率有 9600bps 与 115200bps 有连续输出与询问输出两种方式，可适应不同的工作环境。与所有的单片机及电脑连接



## 二、产品特点

- (1)、体积小
- (2)、高性价比
- (3)、串口通信格式
- (4)、SPI 通信格式

## 三、产品应用

- (1)、手持式仪器仪表
- (2)、机器人导航、定位
- (3)、航行航模系统
- (4)、平衡车
- (5)、天线俯仰定位

## 技术参数

名称	参数
测量范围	-180° ~ 180°
分辨率	0.1°
测量精度	2 °
重复精度	2 °
响应频率	100 HZ（115200bps）
工作电压	3~5 V
工作电流	15mA
工作温度	-20° ~ 85°
储存温度	-40° ~ 125°
尺寸	15.5mm×15.5mm

#### 四、引脚说明

Pin1	VCC	电源+ (3v-5v)
Pin 2	GND	电源地
Pin3	TX	串口数据发送
Pin 4	RX	串口数据接收
Pin 5	SWD	内部使用, 不需要连接, 悬空
Pin 6	SWC	内部使用, 不需要连接, 悬空
Pin 7	B0	内部使用, 不需要连接, 悬空
Pin 8	INT	数据中断引脚, 输出
Pin 9	MOSI	SPI 数据
Pin 10	MISO	SPI 数据
Pin 11	SCK	SPI 时钟
Pin 12	CS	SPI 片选

#### 五、通信协议

串口:

(1)、串口通信参数 (默认波特率值 115200 bps, 可通过软件设定)

波特率: 9600 bps      校验位: N      数据位: 8      停止位: 1

波特率: 115200 bps      校验位: N      数据位: 8      停止位: 1

(2)、模块输出格式, 每帧包含 11-13 个字节 (十六进制):

- ①.Byte0: 0x5A      帧头标志
- ②.Byte1: 0x5A      帧头标志
- ③.Byte2: 0X45      本帧数据类型 (参考含义说明)
- ④.Byte3: 0x06      数据量 (以下 6 个数据 3 组为例)
- ⑤.Byte4: 0x00~0xFF      数据 1 高 8 位
- ⑤.Byte5: 0x00~0xFF      数据 1 低 8 位
- ⑥.Byte6: 0x00~0xFF      数据 2 高 8 位
- ⑦.Byte7: 0x00~0xFF      数据 2 低 8 位
- ⑧.Byte8: 0x00~0xFF      数据 3 高 8 位
- ⑨.Byte9: 0x00~0xFF      数据 3 低 8 位
- ⑩.Byte10: 0x00~0xFF      校验和 (前面数据累加和, 仅留低 8 位)

Byte2 代表的含义说明:

Byte2	0x15	0x25	0x35	0x45	0X55	0x65	0x75	0x85
含义:	加速度 原始数	陀螺仪 原始数	磁力计 原始数	欧拉角 数据	保留 不用	四元素 数据	传感器精 度,频率	传感器 量程

### (3)、数据计算方法

欧拉角计算方法：角度= 高 8 位<<8|低 8 位（结果为实际角度乘以 100）

例：一帧数据

<0x5A-0x5A-0x45-0x06-0x00-0x64-0x03-0xE8-0x27-0x10-0x85>

表示欧拉角：Roll=1.00 度, Pitch=10.00 度, Yaw=100.00 度

陀螺仪磁场加速度原始数据计算方法：原始数据= 高 8 位<<8|低 8 位

例：一帧数据

<0x5A-0x5A-0x15-0x06-0x00-0x64-0x03-0xE8-0x27-0x10-0x55>

表示加速度原始数据：

X= 0x0064, Y=0x03E8, Z= 0x2710

四元素计算方法：数据= 高 8 位<<8|低 8 位（结果为实际乘以 10000）

例：一帧数据

<0x5A-0x5A-0x65-0x08-0x00-0x64-0x03-0xE8-0x03-0xE8-0x03-0xE8-0x46>

表示四元素数据：

q0=0.01, q1=0.1, q2=0.1, q3=0.1

#### (4)、命令字节，由外部控制器发送至 GY953 模块（十六进制）

##### 1、帧头：0xa5

指令格式：帧头+指令+校验和（如自动读取欧拉角指令=0xa5+0x45+校验和 8bit）

##### 2、命令指令：

串口波特率设置指令：（每次修改后需要重新上电生效，具有掉电保存）

0xa5+0xaf+0x54-----115200(默认数值)

0xa5+0xae+0x53-----9600

传感器配置指令：

0xa5+0x51+0x F6-----ON/OFF 加计传感器

0xa5+0x52+0x F7-----ON/OFF 陀螺仪传感器

0xa5+0x53+ 0x F8-----ON/OFF 磁场传感器

0xa5+0x57+ 0x FC-----加计陀螺校准，校准后数据自动保存

0xa5+0x58+0x FD-----磁场校准，校准后数据自动保存

0xa5+0x59+0x FE-----恢复出厂设置（每次修改后需要重新上电生效）

0xa5+0xa4+ 0x 49-----数据输出速率 50hz

0xa5+0xa5+ 0x 4A-----数据输出速率 100hz

0xa5+0xa6+ 0x 4B-----数据输出速率 200hz

自动输出指令：（具有开关功能，第一次发送打开，第二次发送关闭）：

0xa5+0x15+0xBA-----加速度原始数据

0xa5+0x25+0xCA-----陀螺仪原始数据

0xa5+0x35+0xDA-----磁场原始数据

0xa5+0x45+0xEA -----欧拉角（默认 50HZ）

0xa5+0x55+0xFA -----欧拉角字符形式（用串口助手选择字符显示）

0xa5+0x65+0x0A -----四元数

查询输出指令：

0xa5+0x75+0x1A -----三传感器精度，输出频率

0xa5+0x85+0x2A -----获取陀螺量程，加计量程，磁场量程

0xa5+0x95+0x3A -----欧拉角

0xa5+0xb5+0x5A -----四元数

0xa5+0xc5+0x6A -----加速度原始数据

0xa5+0xd5+0x7A -----陀螺仪原始数据

0xa5+0xe5+0x8A -----磁场原始数据

#### SPI 接口：

采用 4 线标准的 spi 方式，时钟空闲时为高电平，时钟相位为第二个跳变沿开始采集数据（即：CPOL=1，CPHA=1）；spi 波特率最高 400Khz；bit7（最高位）在前。

Spi 写一个字节：地址 bit7（最高位）：0，bit6：1；即 01+6 位地址

Spi 读一个字节：地址 bit7 位（最高位）：1，bit6：0；即 10+6 位地址

Spi 连续读多个字节：地址 bit7 位（最高位）：1，bit6 位为 1，地址自增，（即 11+6 位地址）

内部地址寄存器映射：

注：连续读模式需一次性读取全部寄存器（共 41 个），单次模式则可以任意读取其中 1 个

配置寄存器 A	CR7	CR6	CR5	CR4	CR3	CR2	CR1	CR0
0x01（写/读）	0	磁场	陀螺	加计	1	f3(0)	f2(0)	f1(0)

CR7	该位必须为 0
CR6	默认 CR6=1，当 CR6=0 为关闭磁场计传感器，1 为开启
CR5	默认 CR5=1，当 CR5=0 为关闭陀螺仪传感器，1 为开启
CR4	默认 CR4=1，当 CR4=0 为关闭加计传感器，1 为开启
CR3	该位必须为 1
CR2 to CR0	设置数据输出速率： 3： 50hz,4： 100hz， 5： 200hz

CR2	CR1	CR0	数据输出速率
0	1	1	50hz（默认）
1	0	0	100hz
1	0	1	200hz

控制寄存器 B	CR7	CR6	CR5	CR4	CR3	CR2	CR1	CR0
0x02（写/读）	出厂	0	0	1	cc	self	0	1

CR7	1：恢复出厂设置
CR5	该位必须为 0
CR4	该位必须为 1
CR3	1：磁场开始校准；自动保存数据
CR2	1：自检并校准加速度计和陀螺计；自动保存数据
CR0	该位必须为 1

ACC_X_H	D15-D8
0x03	X 轴加速度高 8 位数据

ACC_X_L	D7-D0
0x04	X 轴加速度低 8 位数据

ACC_Y_H	D15-D8
0x05	Y 轴加速度高 8 位数据

ACC_Y_L	D7-D0
0x06	Y 轴加速度低 8 位数据

ACC_Z_H	D15-D8
0x07	Z 轴加速度高 8 位数据

ACC_Z_L	D7-D0
0x08	Z 轴加速度低 8 位数据

GYRO_X_H	D15-D8
0x09	X 轴陀螺高 8 位数据

GYRO_X_L	D7-D0
0x0A	X 轴陀螺低 8 位数据

GYRO_Y_H	D15-D8
0x0B	Y 轴陀螺高 8 位数据

GYRO_Y_L	D7-D0
0x0C	Y 轴陀螺低 8 位数据

GYRO_Z_H	D15-D8
0x0D	Z 轴陀螺高 8 位数据

GYRO_Z_L	D7-D0
0x0E	Z 轴陀螺低 8 位数据

COMPASS_X_H	D15-D8
0x0F	X 轴磁场高 8 位数据

COMPASS_X_L	D7-D0
0x10	X 轴磁场低 8 位数据

COMPASS_Y_H	D15-D8
0x11	Y 轴磁场高 8 位数据

COMPASS_Y_L	D7-D0
0x12	Y 轴磁场低 8 位数据

COMPASS_Z_H	D15-D8
-------------	--------

0x13	Z 轴磁场高 8 位数据
------	--------------

COMPASS_Z_L	D7-D0
0x14	Z 轴磁场低 8 位数据

ROLL_H	D15-D8
0x15	横滚角高 8 位数据

ROLL_L	D7-D0
0x16	横滚角低 8 位数据

PITCH_H	D15-D8
0x17	俯仰角高 8 位数据

PITCH_L	D7-D0
0x18	俯仰角低 8 位数据

YAW_H	D15-D8
0x19	航向角高 8 位数据

YAW_L	D7-D0
0x1A	航向角低 8 位数据

Q0_H	D15-D8
0x1B	四元数 q0 高 8 位数据

Q0_L	D7-D0
0x1C	四元数 q0 低 8 位数据

Q1_H	D15-D8
0x1D	四元数 q1 高 8 位数据

Q1_L	D7-D0
0x1E	四元数 q1 低 8 位数据

Q2_H	D15-D8
0x1F	四元数 q2 高 8 位数据

Q2_L	D7-D0
0x20	四元数 q2 低 8 位数据

Q3_H	D15-D8
0x21	四元数 q3 高 8 位数据

Q3_L	D7-D0
0x22	四元数 q3 低 8 位数据

状态寄存器 D	S7	S6	S5	S4	S3	S2	S1	S0
0x23	0	0	0	0	1	1	0	1

S7 to S6	保留
S5 to S4	加速度量程；0：±2g；1：±4g；2：±8g；3：±16g
S3 to S2	陀螺仪量程；0：+250dps；1：+500dps；2：+1000dps；3：+2000dps
S1 to S0	磁场量程；0:14bit (0.6 μT) 4915;1:16bit(0.15 μT)4915

状态寄存器 C	S7	S6	S5	S4	S3	S2	S1	S0
0x24	new	0	加速度		陀螺		磁场	

S7	1:数据更新,读取后自动清零
S6	保留
S5 to S4	获取加速度计校准精度，11：最高，00 最低
S3 to S2	获取陀螺计校准精度，11：最高，00 最低
S1 to S0	获取磁场校准精度，11：最高，00 最低

ACC_SUM	8bit: 加速度计 6 个数据寄存器数据累加和 (0x03~0x08)
0x25	ACC_X_H+ ACC_X_L+...ACC_Z_L

GYRO_SUM	8bit: 陀螺仪 6 个数据寄存器数据累加和 (0x09~0x0E)
0x26	GYRO_X_H+ GYRO_X_L+...GYRO_Z_L

COMPASS_SUM	8bit: 磁力计 6 个数据寄存器数据累加和 (0x0F~0x14)
0x27	COMPASS_X_H+ COMPASS_X_L+...COMPASS_Z_L

RPY_SUM	8bit: 欧拉角 6 个数据寄存器数据累加和 (0x15~0x1A)
0x28	ROLL_H+ ROLL_L+...YAW_L

Q_SUM	8bit: 四元数 8 个数据寄存器数据累加和 (0x1B~0x22)
0x29	Q0_H+ Q0_L+...Q3_L



注：磁场精度，可以作为磁场校准完成标志位

## 六、模块使用方法

### 1、模块数据更新频率：

输出频率默认为 50hz，如需要更高的输出频率，请对应串口或者 spi 相应的指令进行配置，配置请在模块初始化成功后进行，模块初始化成功后，指示灯将点亮，中断引脚出现上升沿代表模块已有数据更新，此时也代表模块已初始化完成，具体可参见附带的参考程序。

### 2、模块数据输出：

请使用者尽量在数据更新中断引脚产生上升沿后读取数据。在串口读取大量数据时，请计算好串口数据传输的时间，请尽量保证数据传输时间小于数据更新周期，避免数据传输给模块带来的影响。如串口波特率为 115200，则  $115200/1000=115.2$ ，表示 1ms 可传输 115.2 个 bit，串口传输一个字节加上起始位和停止位共 10bit，则  $115.2/10$  表示 1ms 串口在波特率为 115200 时可传输 11.52 个字节，该模块 ACC,GYRO,MAG,RPY 一帧数据均为 11 个字节，即传输一帧数据需要 1ms，如果模块更新频率为 50hz（即 20ms 更新一次），则使用者在一个更新周期内可输出全部数据帧；如果为 100hz（即 10ms 更新一次），使用者可输出全部数据帧；如果为 200hz（即 5ms 更新一次），使用者可输出四个数据帧，因为四元数串口数据帧共 13 个字节，需要 1.12ms 且模块自身处理数据也需要时间，所以建议在波特率为 115200、数据更新频率为 200hz 时，使用者一个数据更新周期内输出数据帧为 3 个最佳。波特率为 9600 时，请使用者做相应的计算。

spi 的传输速度可简单按照 spi 时钟计算，如果 spi 时钟频率为 125Khz，一个时钟传输 1bit，则 1ms 可传输 15.62 个字节数据，该模块共 41 个寄存器（即 41 个字节）， $41/15.62 \approx 2.62\text{ms}$ ，所以 spi 读取数据时间小于模块最高更新数据周期（5ms），则可读取全部寄存器。

模块串口与 spi 数据输出均有校验和输出，串口的为帧校验和输出，spi 的为寄存器数据累加和输出，使用者可在收到数据后，做相应的校验和检验，这样可避免数据传输受到干扰产生的传输误差（可参考附带程序）。

### 4、恢复出厂设置：

发送恢复出厂设置指令后，模块将清除保存的校准数据，MCU 需复位生效。

### 5、模块三传感器的状态

模块包含有陀螺仪传感器，加速度传感器和磁力计，若使用者不需要使用航向角，可发送相应指令将磁传感器关闭。模块不支持所有传感器关闭，默认三个传感器都处于开启状态。

### 6、加计陀螺校准：

由于加速度计和陀螺仪自身会存在误差，对俯仰、横滚角的准确度和精度有一定的影响，所以在使用前请进行加计陀螺校准，避免传感器带来的误差。

校准方法：

尽量保证模块水平静止放置，然后发送校准指令（可通过上位机发送校准指令），等待角度稳定后即可，校准完成后可查看校准精度，当加速度计和陀螺仪校准精度为 3 则表示加计陀螺校准成功。

### 7、磁场校准：

由于使用模块时周围环境磁场复杂，对航向角的准确性有一定的影响，所以在使用前，需要对模块进行磁场校准，避免周围环境对模块的影响。

校准方法：

校准时请不要放置磁性大的物体在模块周围，模块水平放置后，发送校准指令（可通过上位机发送校准指令），此时模块指示灯熄灭，磁场校准精度将置 0，拿起模块分别缓慢绕 X,Y,Z（即前后、左右、原地）三轴绕圈，待指示灯亮起，校准完成，磁场校准精度将为 3，使用者可发送相应指令查看校准精度。如果校准时，指示灯一直未亮，或者使用模块时，磁

场校准精度为 0，请使用者察看模块周围是否存在硬铁或带磁性的物体。

注：该模块具有自动检测周围磁场的能力，如果周围有带磁性大的物体存在，模块磁场校准精度将置 0，此时模块航向角将出现误差。当模块远离磁性物体后，模块磁场校准精度将恢复校准后的精度 3，此时航向角将恢复。

#### 8、传感器量程

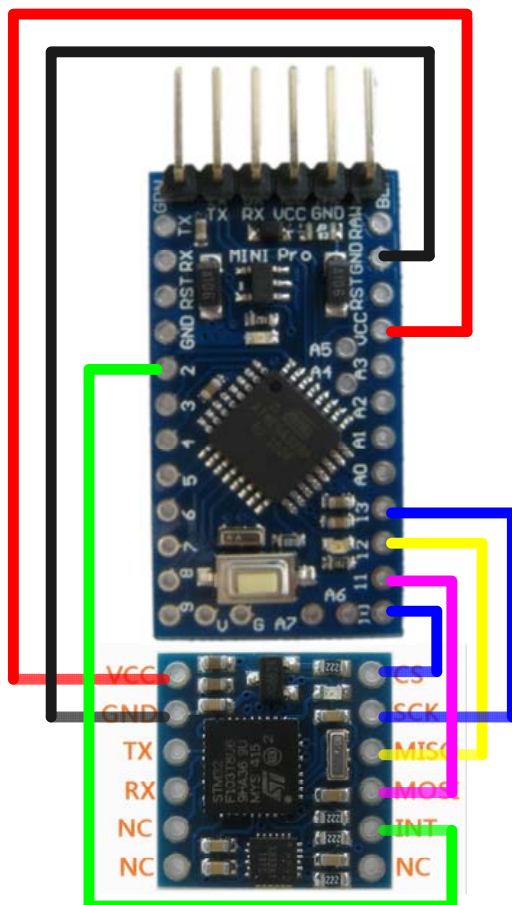
模块加速度计量程为  $\pm 2g$ ；陀螺仪量程+2000dps；磁场量程： $\pm 4915 \mu t$

### 七、结束

- (1)、模块上电自校正，需保持 3 秒以上静止状态，建议不要用手拿着模块
- (2)、模块带磁力计，尽量远离铁，磁铁，电磁场，等干扰。
- (3)、角度欧拉角由于万向锁问题，横滚，俯仰在 90 度时候会有相互影响。
- (4)、模块 I/O 是 TTL 电平，可以直接与单片机串口连接，可以直接与 PL2303,CH340,FT232 等芯片连接，但不能与电脑九针串口直接连接。

附录：

ARDUINO SPI 接线图：



ARDUINO 串口接线图：

