

# INS240-AHRS

航姿参考系统





## 修订记录

| 修订版本 | 修订记录       | 日期        |
|------|------------|-----------|
| V1.1 | 新增输出协议     | 2024/4/10 |
| V1.2 | 新增 9 轴标定流程 | 2024/6/03 |



# 目录

- 1. 简介 ..... 1
- 2. 产品特性 ..... 1
- 3. 适用领域 ..... 1
- 4. 性能参数 ..... 2
- 5. 规格参数 ..... 2
- 6. 8PIN航空接头说明 ..... 2
- 7. 数据协议 ..... 4
- 8. 标定流程 ..... 4
- 9. CRC16计算规则 .....5



## 1. 简介

INS240-AHRS是菲曼科技推出的一款经过全温标定的航姿参考系统（AHRS）。它整合了3轴陀螺仪、3轴加速度计，通过先进的算法进行数据融合，实时提供载体的姿态信息，内置磁力计，在无GNSS信号情况下，输出稳定的磁航向信息。产品广泛应用于工程机械、机器人、车辆导航等领域，具备高稳定性、快速响应和抗干扰能力。

## 2. 产品特性

- IP67 防护等级，多传感器冗余设计
- 尺寸紧凑，易于安装
- 100HZ高动态惯性输出，低于 10ms 的低延迟高动态响应
- 全温标定，优于3 °/hr 陀螺仪不稳定性
- 9轴自由度
- 静态倾角优于0.05 °

## 3. 适用领域

- 机器人
- AGV
- 无人车
- UAV

## 4. 性能参数

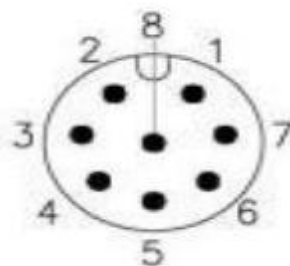
|               |              |
|---------------|--------------|
| <b>动态倾角精度</b> |              |
| 俯仰            | 优于0.5 °      |
| 横滚            |              |
| 航向            | 0.5 °        |
| <b>陀螺仪</b>    |              |
| 量程            | 500°/s       |
| 全温零偏          | 0.1°/s       |
| 标度误差          | 0.5 ‰        |
| 零偏不稳定性        | 优于 3°/h      |
| <b>加速度计</b>   |              |
| 量程            | 8g           |
| 全温零偏          | 1mg          |
| 标度误差          | 0.3 ‰        |
| 零偏不稳定性        | 0.04mg       |
| <b>磁力计</b>    |              |
| 量程            | ±500 uT      |
| 分辨率           | 0.15 uT      |
| 温漂            | 0.027 uT /°C |

## 5. 规格参数

|           |            |
|-----------|------------|
| 尺寸（长*宽*高） | 56*42*25mm |
| 工作电压      | 9V~36V     |
| 工作温度      | -40~85 °C  |
| 接口        | 8PIN 航空接头  |
| 防护等级      | IP67       |

## 6. 8PIN航空接头说明

INS240-AHRS对外接口为 8PIN航空接头，供应商为深圳正成电子有限公司，型号为2CA1-M12-B-P8-M12X1，只要与之匹配的插头都可以使用，选配的线缆为同一厂家的 2CA1-M12-CSF3-S8-6.5





| 序号 | 标识   | 描述              |
|----|------|-----------------|
| 1  | V+   | 电源正极, 9-36V, 1A |
| 2  | GND  | 地线              |
| 3  | CANL | CAN总线-          |
| 4  | CANH | CAN总线+          |
| 5  | 1PPS | 1PPS输入, 3.3V IO |
| 6  | GND  | 地线              |
| 7  | TXD  | RS232电平输出       |
| 8  | RXD  | RS232电平输入       |

### 连接线定义与颜色对应

| 序号 | 颜色 | 标识    | 描述                    |
|----|----|-------|-----------------------|
| 1  | 白  | V+    | 9-36V 100mA (实测6-36V) |
| 2  | 棕  | GND   |                       |
| 3  | 绿  | CANL  |                       |
| 4  | 黄  | CNAH  |                       |
| 5  | 灰  | 1 PPS |                       |
| 6  | 粉  | GND   |                       |
| 7  | 蓝  | TXD   | 模块输出                  |
| 8  | 红  | RXD   | 模块输入                  |

## 7. 数据协议

| 字节序号 | 消息内容     |             | 数据类型     |
|------|----------|-------------|----------|
| 1    | 消息头      | f           | uint8_t  |
| 2    |          | m           | uint8_t  |
| 3    |          | i           | uint8_t  |
| 4    |          | A           | uint8_t  |
| 5    | 消息长度     | length      | uint16_t |
| 7    | 时间戳      | millisecond | uint32_t |
| 11   | X 轴加速度   | acc_x       | int16_t  |
| 13   | Y 轴加速度   | acc_y       | int16_t  |
| 15   | Z 轴加速度   | acc_z       | int16_t  |
| 17   | X 轴角速度   | acc_x       | int16_t  |
| 19   | Y 轴角速度   | acc_y       | int16_t  |
| 21   | Z 轴角速度   | acc_z       | int16_t  |
| 23   | Reserved | Reserved    | int16_t  |
| 25   | Reserved | Reserved    | int16_t  |
| 27   | Reserved | Reserved    | int16_t  |
| 29   | 横滚角      | roll        | int16_t  |
| 31   | 俯仰角      | pitch       | int16_t  |
| 33   | 航向角      | yaw         | int16_t  |
| 35   | CRC 校验   | crc16       | uint16_t |

说明:

加速度输出的转换系数:  $8g / 32000.0$

角速度输出的转换系数:  $500^\circ / s / 32000.0$

角度输出的转换系数:  $180^\circ / 32000$

## 8. 标定流程

在9轴模式下, 设备首次安装完成后需要进行一次标定, 在安装方式不变的前提下, 后续使用不再需要进行再次标定。

### 1. 标定准备:

保证 INS240与载体刚性连接。

### 1. AT指令:

设置标定方法: AT+MAG\_CALI\_CFG=CALI5, TRUE

触发标定指令: AT+MAG\_CALI\_MANU=START

停止标定指令: AT+MAG\_CALI\_MANU=STOP

保存标定指令: AT+MAG\_CALI\_MANU=SAVE

### 2. 标定说明:

INS240在9轴模式下, 首次安装后需要做磁场畸变校准, 以保证输出的航向角的准确性。校准时需确保周围2-3m范围内无铁磁性材料。

校准过程需要对INS240进行缓慢旋转, 旋转角度尽可能覆盖整个3D空间。比如:

- 绕Z轴旋转 $360^\circ$
- 继续绕Y轴转动 $180^\circ$

c. 继续然X轴转动180 °

如果无法做3D校准，则必须要保证2轴得到充分转动，比如：

a. 绕Z轴旋转360 °

b. 绕X轴或Y轴进行尽可能大幅度的转动

### 3. 标定过程输出协议说明：

标定过程会输出标定进度消息，消息定义如下：

| 字节 | 消息内容      |             | 数据类型     |
|----|-----------|-------------|----------|
| 1  | 数据头       | f           | uint8_t  |
| 2  |           | m           | uint8_t  |
| 3  |           | i           | uint8_t  |
| 4  |           | b           | uint8_t  |
| 5  | 消息长度      | length      | uint16_t |
| 7  | 时间戳       | millisecond | uint32_t |
| 11 | X 轴精度指标 1 | parameter1  | float    |
| 15 | Y 轴精度指标 1 | parameter2  | float    |
| 19 | Z 轴精度指标 1 | parameter3  | float    |
| 23 | X 轴精度指标2  | parameter4  | float    |
| 27 | Y 轴精度指标2  | parameter5  | float    |
| 31 | Z 轴精度指标2  | parameter6  | float    |
| 35 | Y 轴精度指标3  | parameter7  | float    |
| 39 | Z 轴精度指标3  | parameter8  | float    |
| 43 | 估计残差      | parameter9  | float    |
| 47 | 校验和       | crc16       | uint16_t |

说明：

X轴精度指标1，用于指示标定过程，标定结束时需要小于5。

Y轴精度指标1，用于指示标定过程，标定结束时需要小于5。

Z轴精度指标1，用于指示标定过程，标定结束时需要小于5。

X轴精度指标2，用于指示标定过程，标定结束时需要小于0.05。

Y轴精度指标2，用于指示标定过程，标定结束时需要小于0.05。

Z轴精度指标2，用于指示标定过程，标定结束时需要小于0.05。

Y轴精度指标3，用于指示标定过程，标定结束时需要小于0.02。

Z轴精度指标3，用于指示标定过程，标定结束时需要小于0.05。

## 9. CRC16计算规则

CRC16仅计算有效负载的CRC值，从所定义消息的第七字节开始计算，如下：

```

1  uint16_t poly = 0x1021;
2  uint8_t* data = buffer + 6;
3  uint16_t crc = 0;
4
5  while (length --)
6  {
7      crc ^= (*(data++) << 8);
8      for(uint8_t i = 0; i < 8; i++)
9      {
10         if(crc & 0x8000) crc = (crc << 1) ^ poly;
11         else crc = crc << 1;
12     }
13 }

```