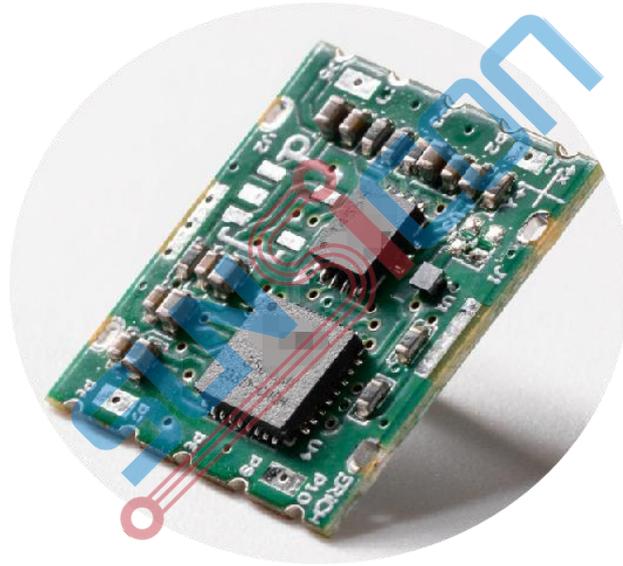


# XJ9BT00-STD 模块规格书

九轴（六轴 IMU+三轴 TMR）

版本 V1.4



## 版本修订

版本	日期	描述
V1.0	2025.03.07	初始版
V1.1	2025.04.13	增加寄存器配置
V1.2	2025.08.20	优化寄存器，增加四元数
V1.3	2025.10.30	优化模组应用
V1.4	2025.12.30	增加软件版本查询

2025 年 12 月 30 日

## 一、模块概述

XJ9BT00-STD 九轴惯性传感器模块基于 ARM 系列超高性能 MCU 主控平台，集成 TDK 传感器 IMU（三轴加速度计/三轴陀螺仪）与 TMR（三轴磁力计），通过多源数据融合算法实现三维空间内物体的姿态角（俯仰、横滚、偏航）、运动轨迹及绝对方位的高精度测量。可实时输出以欧拉角或四元数表示的三维姿态方位数据，同时也支持输出三轴加速度计、三轴陀螺仪以及三轴磁场数据，适用于多种应用平台。

该模块除了姿态角输出以外，还支持功能扩展。可定制敲击、手势、自由落体等多种运动状态的检测。通过合理配置，可以显著提高设备的智能化水平和用户体验。

典型应用场景：

- 机器人
- 无人机
- 矿机设备
- 智能玩具
- 割草机，泳池清扫机

## 二、模块特点

XJ9BT00-STD 模块运用四元数算法与卡尔曼滤波技术，实现了九轴数据的动态融合。该模块集成了高精度的校准算法，显著减少了传感器在长时间运行过程中累积的角度误差。陀螺仪支持自动校准功能。模块提供了 UART 接口，便于客户将其集成至自身的嵌入式系统中。简化了客户的开发流程，并缩短了开发周期。同时，我们也有配套的开发板，方便客户测试和性能评估。

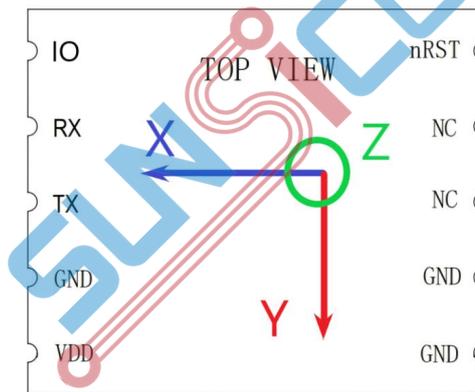
模块主要特点：

- ◆ 精度高
- ◆ 尺寸小
- ◆ 性价比高
- ◆ 上电即用，使用方便
- ◆ 内置高精度校准算法和数据融合算法
- ◆ 功能扩展（如敲击，自由落体等）

## 三、模块规格参数

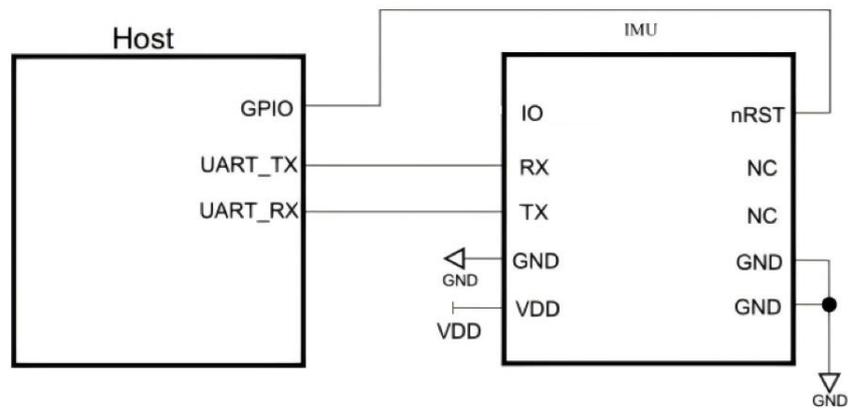
描述	参数
欧拉角分辨率	0.01°
欧拉角范围	yaw(±180° ) roll(±180° ) pitch(±90° )
加速度计测量范围	±16g
加速度计分辨率	0.0001g(max)
陀螺仪测量范围	±2000dps
陀螺仪分辨率	0.01dps(max)
磁力计测量范围	±2.4mT
磁力计分辨率	0.07uT
工作温度	-40° ~85°
供电电压	1.7-1.9V
无故障电压	-0.3~2.7V
IO 口电压	0 ~ vdd+0.3V
工作电流	<9mA
尺寸	15.25mm*18.00mm

#### 四、管脚定义



引脚	名称	类型	功能描述
1	IO	-	功能定制
2	RX	输入	模块串口输入
3	TX	输出	模块串口输出
4	GND	-	电源地
5	VDD	-	电源
6	GND	-	电源地
7	GND	-	电源地
8	REV	-	-
9	REV	-	-
10	NRST	输入	模块复位，低电平有效，不使用可悬空

## 五、硬件连接



## 六、模块使用

### 1、寄存器说明

寄存器	地址	字节	属性	数据	说明
ID	0	1	W/R	0-255	模块型号
uart_baud_rate	1	1	W/R	0-4	串口波特率 默认 2 0:9600 1:38400 2:115200 3:460800 4:920600
data_rate	2	1	W/R	0-5	数据输出速率 默认 1 0:5HZ 1:10HZ 2:25HZ 3:50HZ 4:100HZ 5:200HZ
fsr	3	1	W/R	uint8_t	量程选择 默认 0 高 4 位 (7:4) 0: gyro $\pm 2000$ dps 1: gyro $\pm 1000$ dps 2: gyro $\pm 500$ dps 3: gyro $\pm 250$ dps 低 4 位 (3:0) 0: accle $\pm 16$ g 1: accle $\pm 8$ g 2: accle $\pm 4$ g 3: accle $\pm 2$ g

寄存器	地址	字节	属性	数据	说明
reset	10	1	W/R	0/1	复位 写1复位 自动清零
algo_rest	11	1	W/R	0/1	IMU 融合算法复位 写1复位 自动清零
software_version	80	2	R	int16_t	软件版本
gyro_accuracy	90	1	R	0-3	陀螺仪校准精度标志, 数值越大表示 gyro 越准确
mag_accuracy	91	1	R	0-3	磁力计校准精度标志, 数值越大表示 mag 越准确
quat_x	92	2	R	int16_t	四元数 乘法因子 10000
quat_y	94	2	R	int16_t	四元数 乘法因子 10000
quat_z	96	2	R	int16_t	四元数 乘法因子 10000
quat_w	98	2	R	int16_t	四元数 乘法因子 10000
yaw	100	2	R	int16_t	偏航角 乘法因子 100 值 100 表示 1°
roll	102	2	R	int16_t	翻滚角 乘法因子 100 值 100 表示 1°
pitch	104	2	R	int16_t	俯仰角 乘法因子 100 值 100 表示 1°
acc_x	106	4	R	int32_t	加速度 X 轴数据 乘法因子 1000 值 1000 表示 1g
acc_y	110	4	R	int32_t	加速度 Y 轴数据 乘法因子 1000 值 1000 表示 1g
acc_z	114	4	R	int32_t	加速度 Z 轴数据 乘法因子 1000 值 1000 表示 1g 上
gyro_x	118	4	R	int32_t	角速度 X 轴数据 乘法因子 1000 值 1000 表示 1dps
gyro_y	122	4	R	int32_t	角速度 Y 轴数据 乘法因子 1000 值 1000 表示 1dps
gyro_z	126	4	R	int32_t	角速度 Z 轴数据 乘法因子 1000 值 1000 表示 1dps
mag_x	130	4	R	int32_t	磁力计 X 轴数据 乘法因子 1000 值 1000 表示 1ut
mag_y	134	4	R	int32_t	磁力计 Y 轴数据 乘法因子 1000 值 1000 表示 1ut
mag_z	138	4	R	int32_t	磁力计 Z 轴数据 乘法因子 1000 值 1000 表示 1ut
temperature	142	2	R	int16_t	温度 乘法因子 100 值 100 表示 1°C
acc_offset_x	144	4	W/R	int32_t	加速度 X 轴零偏数据 乘法因子 1000 值 1000 表示 1g
acc_offset_y	148	4	W/R	int32_t	加速度 Y 轴零偏数据 乘法因子 1000 值 1000 表示 1g
acc_offset_z	152	4	W/R	int32_t	加速度 Z 轴零偏数据 乘法因子 1000 值 1000 表示 1g

寄存器	地址	字节	属性	数据	说明
gyro_offset_x	156	4	W/R	int32_t	角速度 X 轴零偏数据 乘法因子 1000 值 1000 表示 1dps
gyro_offset_y	160	4	W/R	int32_t	角速度 Y 轴零偏数据 乘法因子 1000 值 1000 表示 1dps
gyro_offset_z	164	4	W/R	int32_t	角速度 Z 轴零偏数据 乘法因子 1000 值 1000 表示 1dps
mag_offset_x	168	4	W/R	int32_t	磁力计 X 轴零偏数据 乘法因子 1000 值 1000 表示 1ut
mag_offset_y	172	4	W/R	int32_t	磁力计 Y 轴零偏数据 乘法因子 1000 值 1000 表示 1ut
mag_offset_z	176	4	W/R	int32_t	磁力计 Z 轴零偏数据 乘法因子 1000 值 1000 表示 1ut

注意：当前版本未对只读寄存器做写保护，请勿对只读或预留寄存器进行写操作。

## 2、通信协议

通信协议格式：

类型	字节	说明
Head	2	帧头 固定 0XA5 0X5A
Len	1	帧长度 不含帧头
Cmd	1	功能码 0x50 读取寄存器 一发一收 0x51 写入寄存器 一发一收 0x5F 上报使能 上报数据可配置 数据输出速率可配置
Reg_addr	1	寄存器地址
Reg_len	1	读取的寄存器长度，下发写入数据时此位不需要
Status	1	返回写入状态 0 表示读写成功 下发读写数据时此位不需要
Check_sum	2	CRC 校验。CRC-16/CCITT 以多项式 $G(x) = x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$ 为计算式，初始值为 0 计算校验值。

通信采用小端模式，例如：

读取温度寄存器（十六进制），因为温度寄存器有两个字节。即 reg\_len\_为 2。

下发：

HEAD	LEN	CMD	REG_ADDR	REG_LEN	CHECK_SUM
A5 5A	06	50	8E	02	38 50

应答：

HEAD	LEN	CMD	REG_ADDR	REG_DATA	CHECK_SUM
A5 5A	07	50	84	89 09	00 30

读取的温度寄存器的值为 2441，温度寄存器值 100 表示 1°C。所以实际温度为 24.41°C。

写入多个寄存器（十六进制）

下发：

HEAD	LEN	CMD	REG_ADDR	REG_DATA	CHECK_SUM
A5 5A	09	51	84	01 02 03 04	D5 3E

应答：

HEAD	LEN	CMD	STATUS	CHECK_SUM
A5 5A	05	51	00	BA 36

status 返回值为 0，表示写入成功。

读软件版本号：（十六进制）

下发：

HEAD	LEN	CMD	REG_ADDR	REG_LEN	CHECK_SUM
A5 5A	06	50	50	2	13 95

应答：

HEAD	LEN	CMD	REG_ADDR	REG_DATA	CHECK_SUM
A5 5A	07	50	50	5C 08	64 EC

读取的版本数据转换十进制为 2140，2 表示模组型号 XJ9BT00-STD，140 表示软件版本号 1.4.0。

主动上报数据格式：

类型	字节	说明
head	2	帧头固定 0XA5 0X5A
len	1	长度 不含帧头
index	1	0-255 发送一次加 1
reg_addr	1	首个寄存器地址
reg_data	1-50	寄存器字节数
check_sum	2	CRC 校验

收到上报使能命令后，根据数据率寄存器的配置，定时上报配置的上报数据。当再次收到读写命令后停止。默认数据率为 10Hz，即每 100ms 上报一次。

例如：

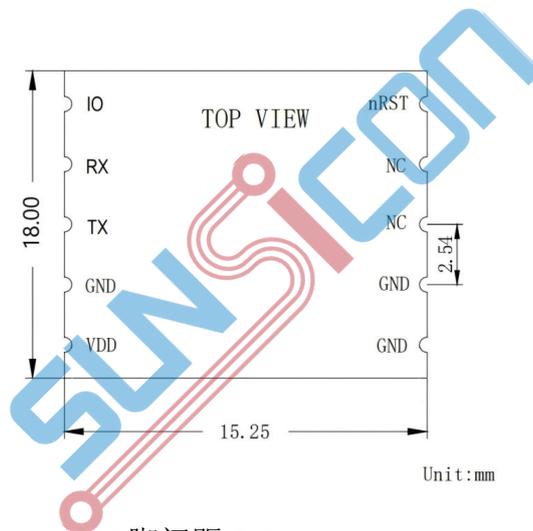
下发（十六进制）

HEAD	LEN	CMD	REG_ADDR	REG_LEN	CHECK_SUM
A5 5A	06	5F	64	06	32 48

主动上报：（十六进制）

HEAD	LEN	INDEX	REG_ADDR	REG_DATA	CHECK_SUM
A5 5A	0B	0	64	01 02 03 04 05 06	A4 E4
A5 5A	0B	1	64	01 02 03 04 05 06	EB 65
A5 5A	0B	2	64	01 02 03 04 05 06	CB EF
...	...	...	...	...	...

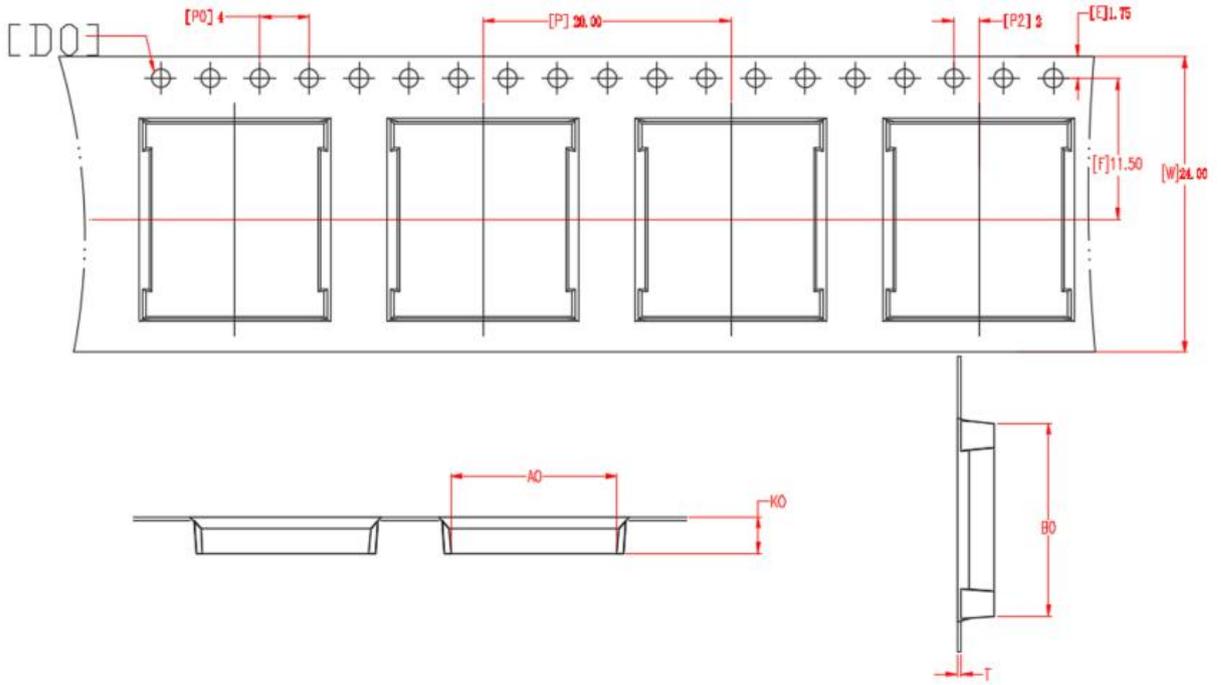
## 七、模块尺寸



长 15.25mm，宽 12.96mm，PIN 脚间距 2.54mm。

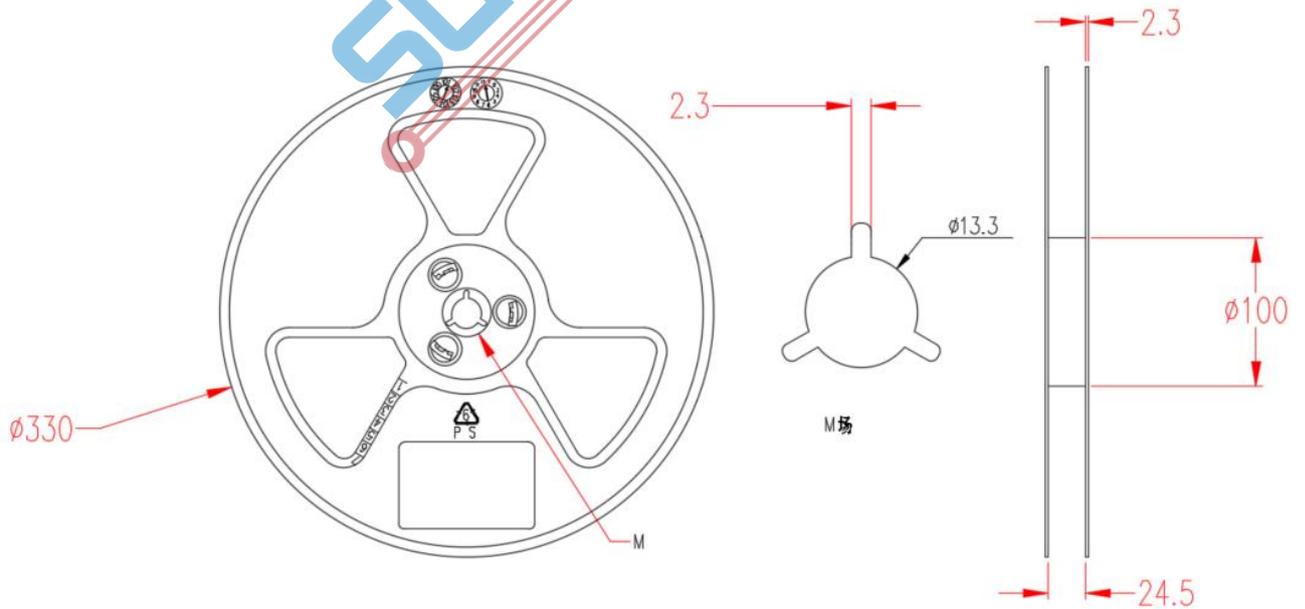
## 八、产品包装

模组通过带状和卷状包装运输。包装旨在保护模组免受常规搬运和运输过程中可能造成的损坏。包装载带的信息如下。



D0	Φ 1.50	T	0.30±0.05	P0	4±0.10
W	24±0.30	F	11.5±0.10	P2	2±0.10
E	1.75±0.10	P	20.0±0.10		
A0	13.40±0.10	K0	3.0±0.10	B0	15.65±0.10

(单位: mm)



模组包装如图所示，采用 13 寸胶盘，24mm 宽度的载带通过设备将模组编带，外面用防静电泡棉和封边条包装，然后加上干燥剂，装入静电袋抽真空。最小包装模组数量 1000PCS。



## 九、安装建议

1、确定模块的安装方向：IMU 测量姿态和运动的结果与 IMU 模块的安装方向有关。通常情况下，模块需要安装在机器人的中心位置，且安装方向需要与机器人的对称轴对齐。

2、避免机械振动：IMU 模块对机械振动比较敏感，因此需要避免在振动频繁的环境中安装。此外，模块需要固定好，以保证在移动过程中不会发生移位。

3、避免磁场干扰：模块测量姿态和运动也会受到磁场的影响，因此需要避开具有强磁场的区域。同时模块需要与其他磁性传感器隔离，以避免相互干扰。

4、校准模块：模块出厂已经进行了校准，建议用户在安装完 IMU 模块后，再进行一次校准。

5、保护模块：模块需要避免受到机械撞击或者水、油等液体的浸泡。在不使用时，建议将 IMU 模块存放在防潮箱内，以保证长期稳定的性能。

6、模组的安装应尽可能远离设备的发热源、振动源。

7、模块易受应力影响，不建议在模组周边开螺丝孔。