FORSENSE
原极科技

战术级 MEMS 6 自由度惯性传感器

FSS-IMUP9 产品手册

特性

战术级 MEMS 陀螺仪

- xy：0.4、z：0.2° /hr 零偏不稳定性
- 0.015° /√hr 角度随机游走
- 30° /h 温漂（-40℃ ~ 85℃，≤1℃/min，@1σ）

战术级 MEMS 加速度计

- 15μg 零偏不稳定性
- 0.02m/s/√hr 速度随机游走
- 0.5mg 温漂（-40℃ ~ 85℃，≤1℃/min，@1σ）

大范围精细化温度补偿

- -40℃至 85℃温度补偿
- 精细化温度标定

独立转台标定

- 独立标定每个模块：灵敏度、零偏、非正交误差

高强度工况耐受

- 超强冲击耐受：2000g（0.5ms，半正弦，3 轴）
- 超强振动耐受：10g（10~2KHz，3 轴）
- 全温环境稳定工作：-40℃ ~ 85℃
- 100%磁屏蔽

实时而灵活的数字接口、体积小巧

- 高达 1KHz 的可配置输出采样率
- 支持串口 422
- 38.6*44.8*21.5mm，重量约 48.5g

产品概述

IMUP9 是原极倾力打造的 6 自由度 MEMS 惯性传感器模块。标配输出三轴陀螺仪与加速度信息。

高精度、高分辨率，可捕捉细微的震动与倾斜。大量程的输出，让大动态下的动作感知成为可能。所有模块出厂前都配置超宽温域的精细化温补与独立标定，让每个模块都能在各种极限工况下稳定发挥，同时保证所有产品性能高度一致。

应用领域

- 测量/测绘
- 水下自动航行器
- 机器人
- 地面无人车

在标准性能及输出参数的基础上，原极也为您的特殊需求提供定制化软件及 LOGO 定制服务，在产品上助您一臂之力！

目录

1. 性能参数 3
1.1 陀螺仪关键指标 3
1.2 加速度计关键指标 4
2. 外形结构 6
3. 规格 8
3.1 最大额定绝对值 8
3.2 EMC 8
3.3 ESD 等级 8
4. 电气特性 9
5. 引脚定义 10
6. 推荐连接方式 12
7. 串口通信协议 13
8. 后处理使用注意事项 14
9. 坐标系定义 17
10. 使用示例 18
11. 选配附件 21
12. 更新记录 22

1. 性能参数

1.1 陀螺仪关键指标

表 1 陀螺仪关键指标

参数	测试条件/备注	最小值	典型值	最大值	单位
测量范围			±300		°/s
零偏不稳定性[2]	@25℃, ALLAN 方差, 1σ		XY: 0.4 Z: 0.2		°/hr
零偏稳定性	国军标, 10s 平滑		XY: 2.5 Z: 0.3		°/hr
零偏重复性	国军标		XY:7 Z:3		°/hr
分辨率			0.0003		°/s
轴间非正交			0.01		deg
内部低通截止频率	软件可调整		68	370	Hz
采样率			1000	1000	Hz
测量延时			5.5		ms
全温范围零偏变化[1]	-40℃ ~ 85℃, <=1℃/min @1σ		XY: 30 Z: 10		°/hr
随机游走[2]	@25℃, ALLAN 方差, 1σ		XY: 0.01 Z: 0.015		°/√hr
刻度系数误差			XY: 1.5 Z: 1.0		‰
刻度系数非线性			100	200	ppm

注 1：1℃/分钟升温情况下全温零偏变化 1σ值

注 2：IEEE 标准，在静态 25℃环境下 Allan 方差曲线给出

1.2 加速度计关键指标

表 2 加速度计关键指标

参数	测试条件/备注	最小值	典型值	最大值	单位
测量范围			±8		g
零偏不稳定性[2]	@25℃, ALLAN 方差, 1σ		15		μg
零偏稳定性	国军标, 10s 平滑		25		μg
零偏重复性	国军标		0.1		μg
分辨率			0.0159		mg
轴间非正交			0.01		deg
内部低通截止频率	软件可调整		68	370	Hz
采样率			1000	1000	Hz
测量延时			5.5		ms
全温范围零偏变化[1]	-40℃ ~ 85℃, <=1℃/min @1σ		0.5		mg
随机游走[2]	@25℃, ALLAN 方差, 1σ		0.02		m/s/√hr
刻度系数误差			0.2		‰
刻度系数非线性			50		ppm

注 1：1℃/分钟升温情况下全温零偏变化 1σ值

注 2：IEEE 标准，在静态 25℃环境下 Allan 方差曲线给出

图 1 陀螺仪 ALLAN 方差典型曲线

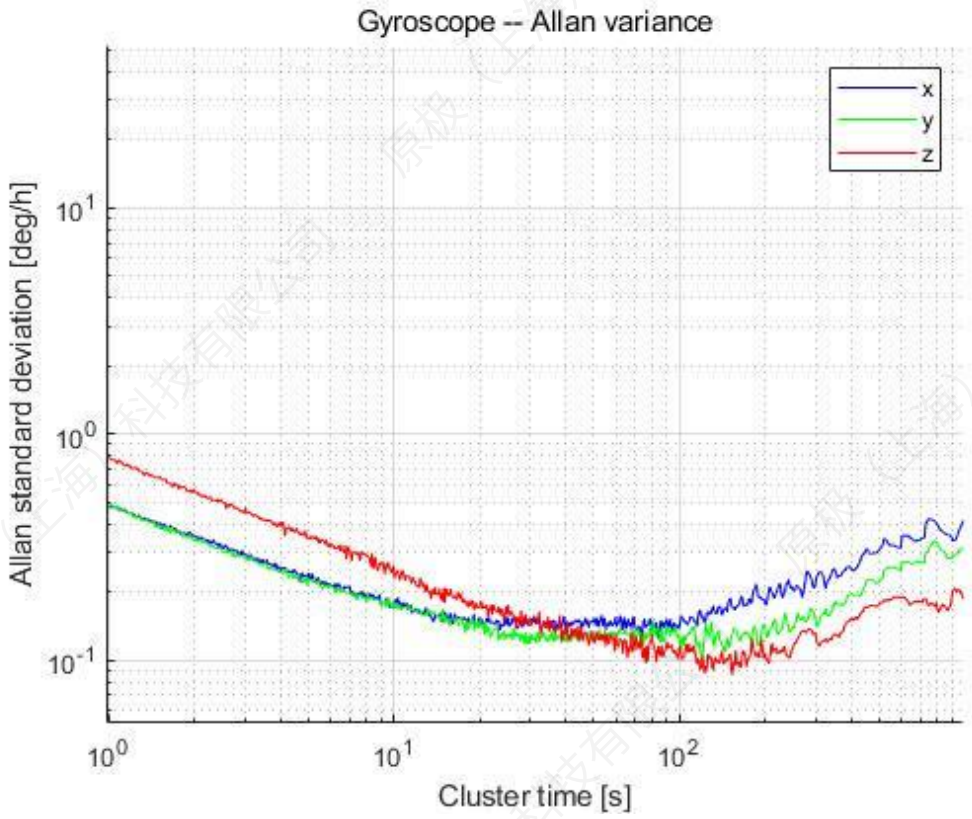
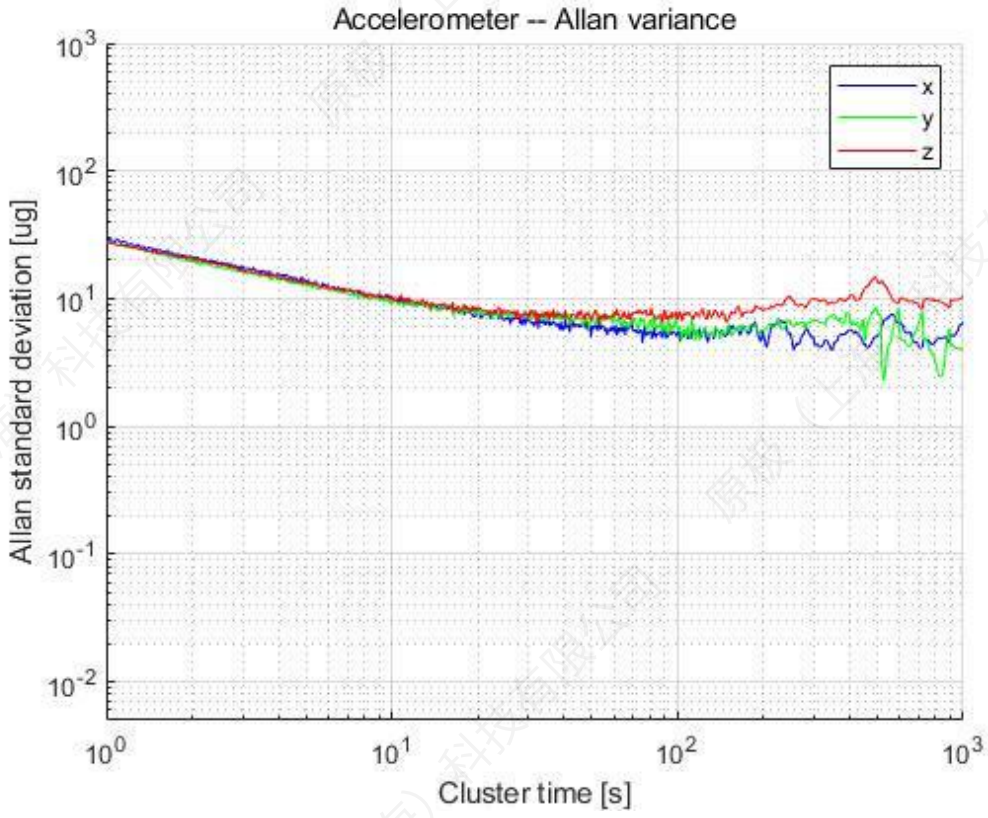


图 2 加速度计 ALLAN 方差典型曲线



2. 外形结构

图 3 外形结构及尺寸（单位：mm）

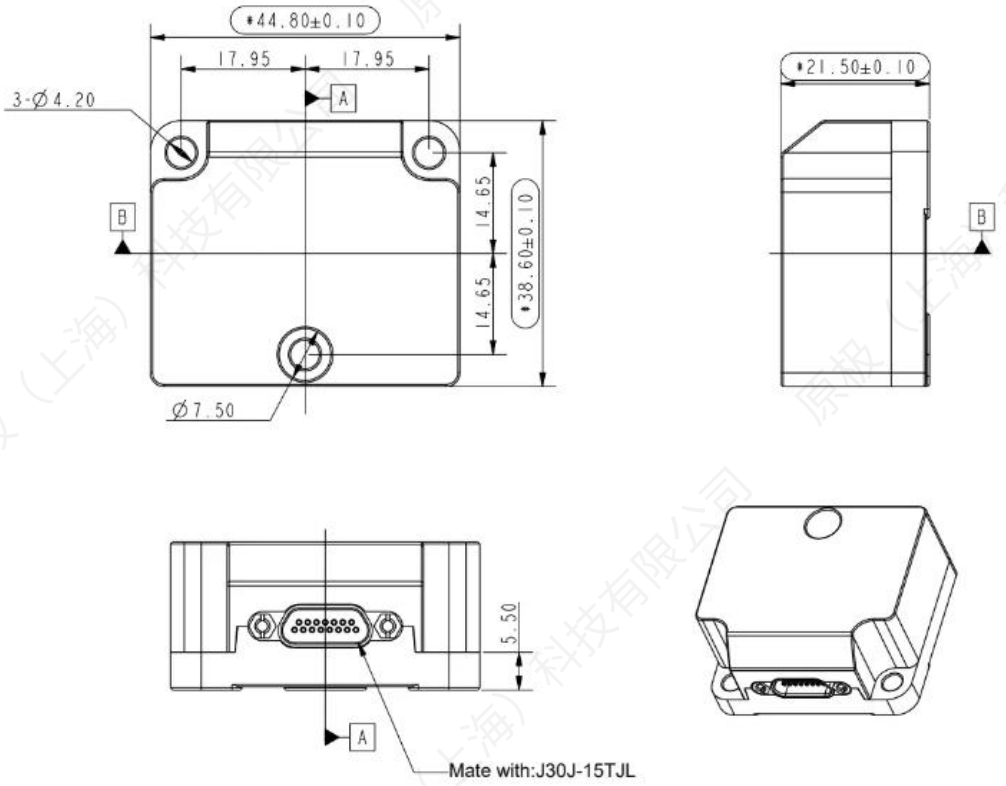
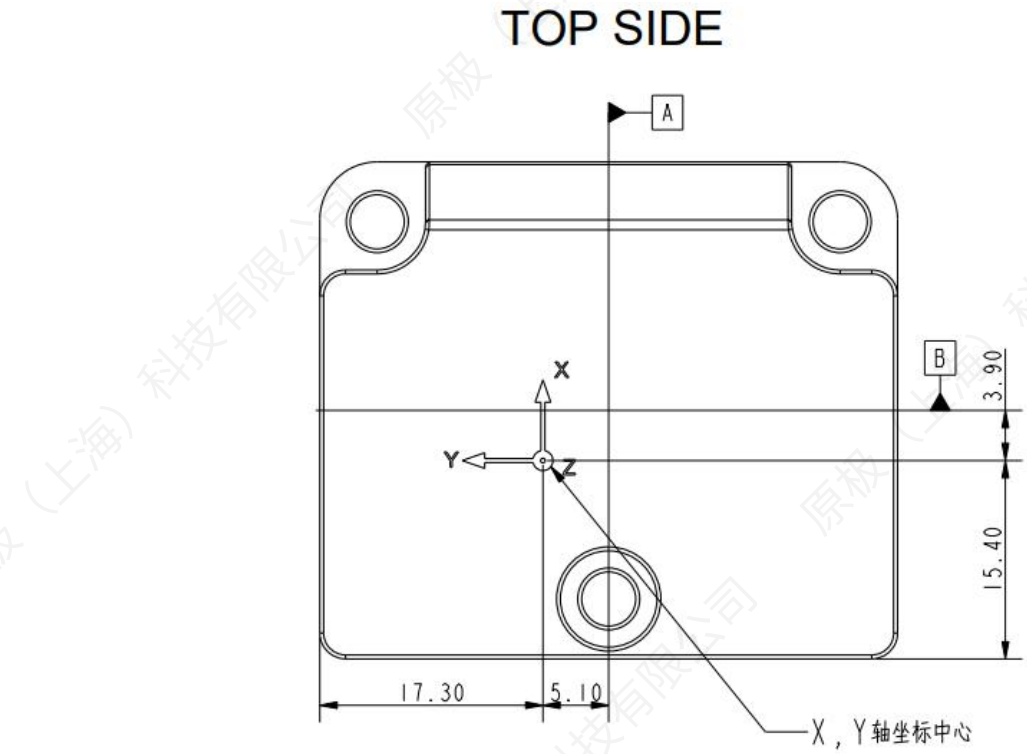
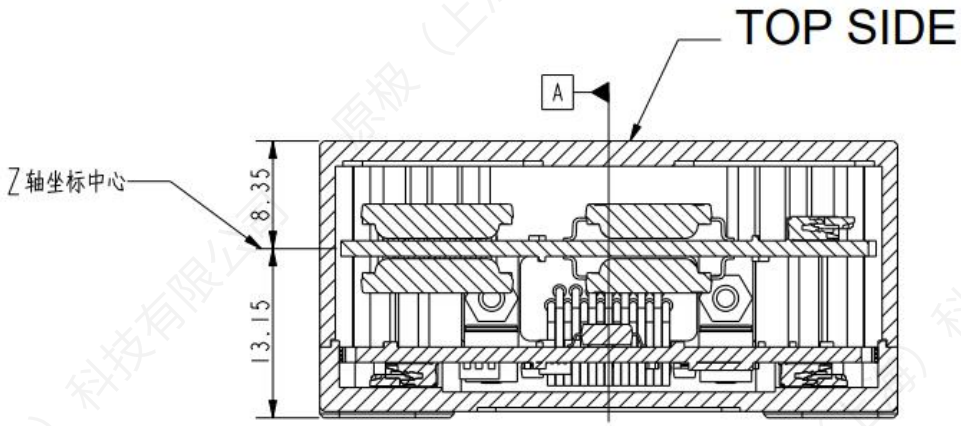


图 4 IMU 测量中心位置（单位：mm）





3. 规格

3.1 最大额定绝对值

表 3 最大额定绝对值

参数	级别	备注
储存温度	-55℃-90℃	
VSUP to GND	-0.5-6.5V	
使用温度	-40-+85℃	
RXD+/RXD- to GND	-7.5V~12.5V	匹配电阻 120Ω
RXD+ to RXD-	±6V	
TXD+/TXD- to GND	-7.5V~12.5V	
ExtTrig to GND	-0.3V-7V	
NRST to GND	-0.3V-7V	
DATA READY to GND	-0.3V-7V	

3.2 EMC

表 4 EMC

测试项目	测试标准
CE	符合 EN55032 CISPR 16-2-1
CS	符合 EN55035 EN(IEC)61000-4-6
EFT	符合 EN55035 EN(IEC)61000-4-4
RE	符合 EN55032 CISPR 16-2-3
RS	符合 EN55035 EN(IEC)61000-4-3
ESD	符合 EN55035 EN(IEC)61000-4-2

3.3 ESD 等级

表 5 ESD 等级

V（ESD）静电放电	测试模式	测试标准	测试等级
	接触放电	符合 EN(IEC)61000-4-2	±8 KV
	空气放电		±15 KV

4. 电气特性

表 6 电气特性

参数	条件	最小	典型	最大	单位
电源输入		4.5	5	5.5	V
功率			1.08		W
储存温度		-55		90	℃
使用温度		-40		85	℃
RS422 输入电阻			120		Ω
RESET(NRST PIN)	High	2.3			V
	Low			0.6	V
NRST 内部上拉电阻			4.7		KΩ
Data Ready			3.3		V
ExtTrig	High	2.3			V
	Low			0.6	V

注：当电源电压高于 6V 时，内部电压保护电路将切断电源和设备进入复位状态，直到电压回到工作条件，恢复工作。

5. 引脚定义

图 5 引脚示意图

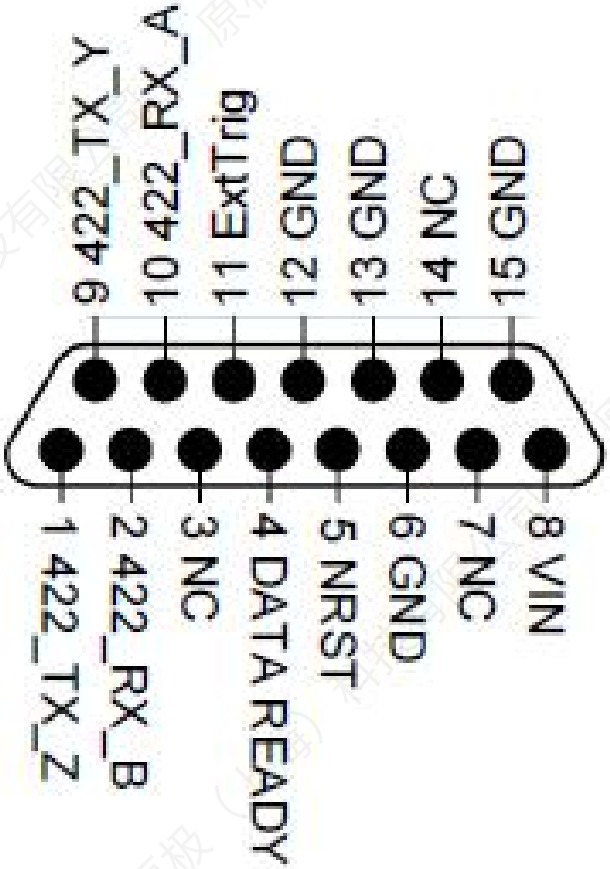


表 7 引脚定义

引脚序号	引脚名称	引脚描述
1	422_TX_Z	RS-422,TXD-
2	422_RX_B	RS-422,RXD-
3	NC	不接
4	DATA READY	Data Ready
5	NRST	外部硬件复位输入，内部上拉
6	GND	信号地
7	NC	不接
8	VIN	电源输入，+5V 输入
9	422_TX_Y	RS-422,TXD+
10	422_RX_A	RS-422,RXD+
11	ExtTrig	外部触发器 pps
12	GND	电源地
13	GND	电源地
14	NC	不接
15	GND	电源地

6. 推荐连接方式

图 6 正常采集模式框图

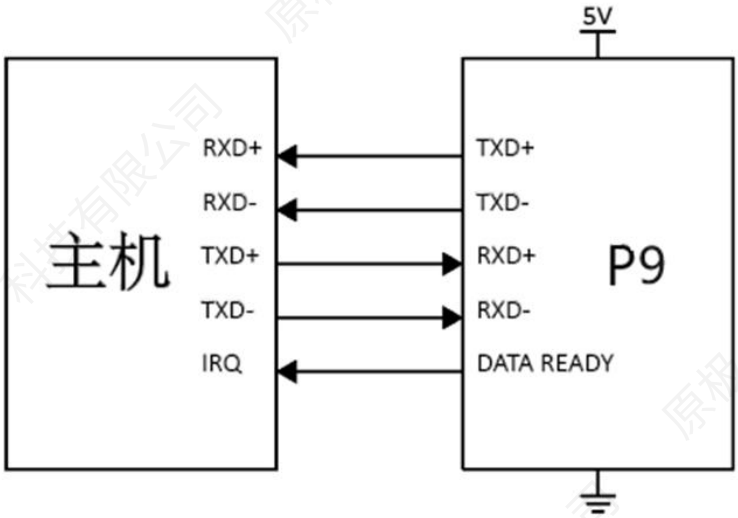
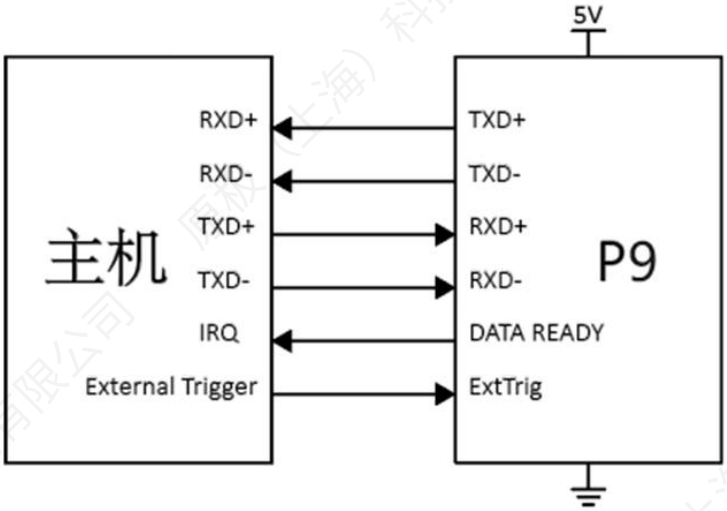


图 7 触发采集模式框图



7. 串口通信协议

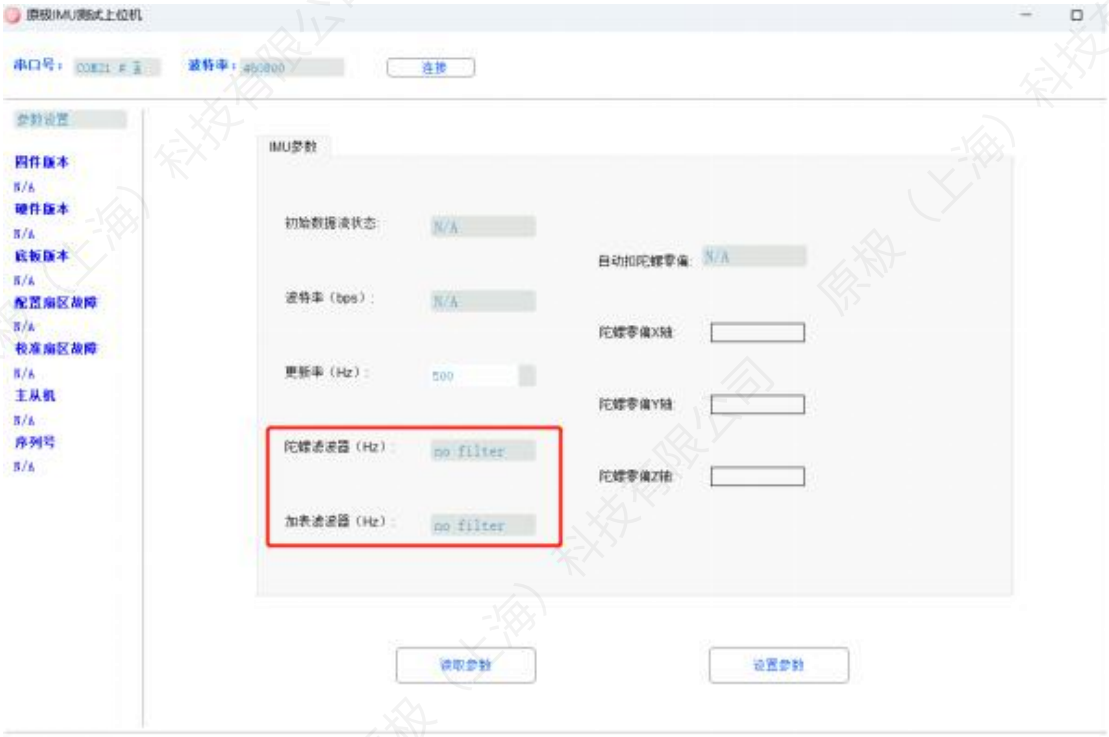
参考文档 原极 IMU 通信协议手册

包含串口通信协议，坐标系设置，滤波器设置，参数设置，OTA 升级方法，时间同步等。

原极（上海）科技有限公司

8. 后处理使用注意事项

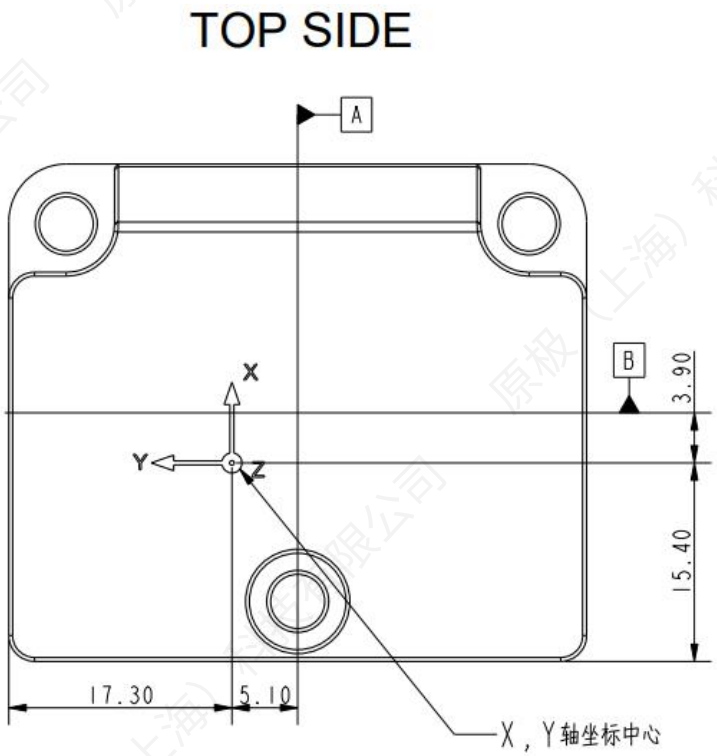
1、确认滤波器是否都为 no filter（截图留存），更新率一般设置为 500hz(最低 250HZ)，可通过上位机确认，也可通过命令查询，具体命令参考 7.6 命令模式 SET 指令或 7.10 章节常用 AT 指令

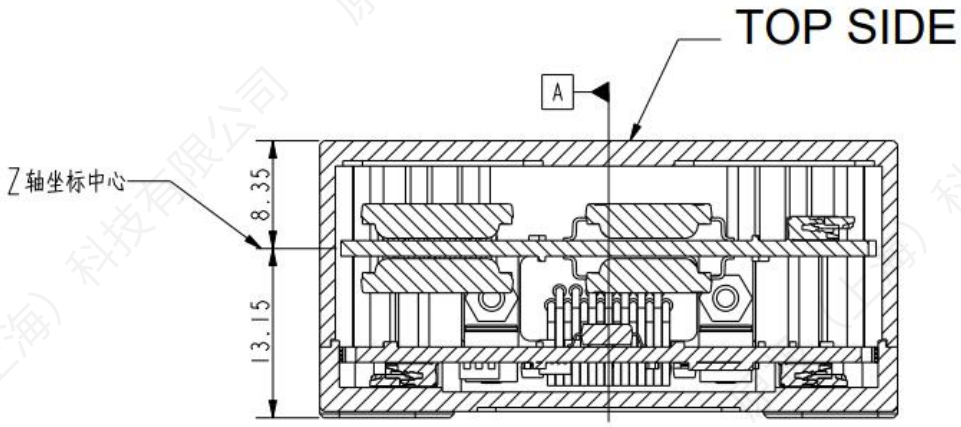


2、P9 数据输出有 5.5ms 延时，使用 DRDY 信号打时间戳时需要减去，

3、杆臂配置

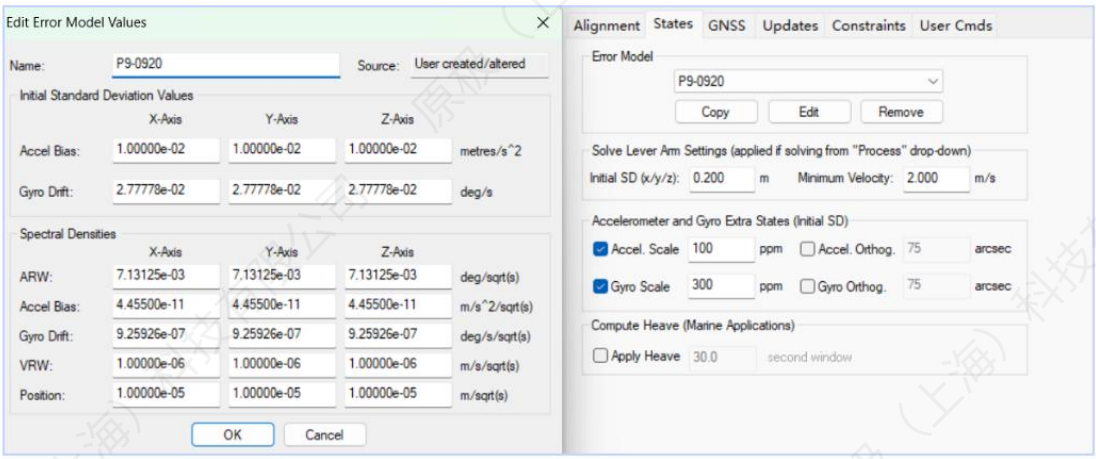
注意 P9 IMU 的物理中心点如下图所示 ，配置杆臂时需注意



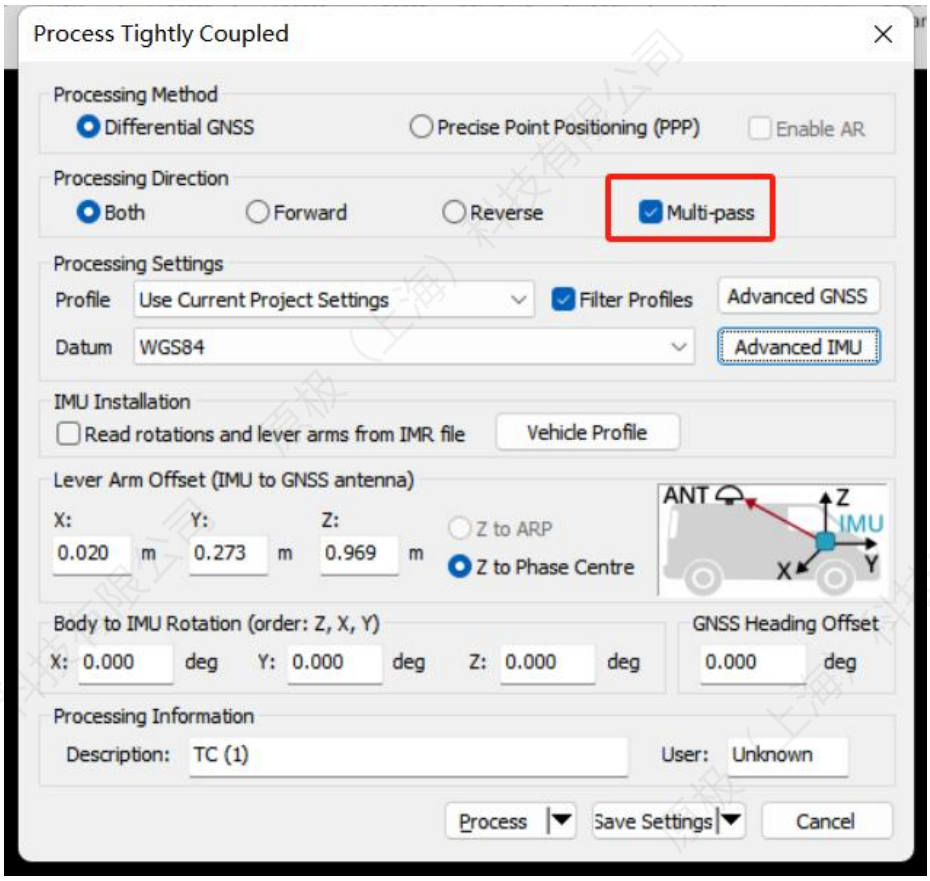


4、数据处理方面

① 使用如下的 P9 参数，需要勾选下图所示配置



②IE 处理时需要勾选下图所示配置



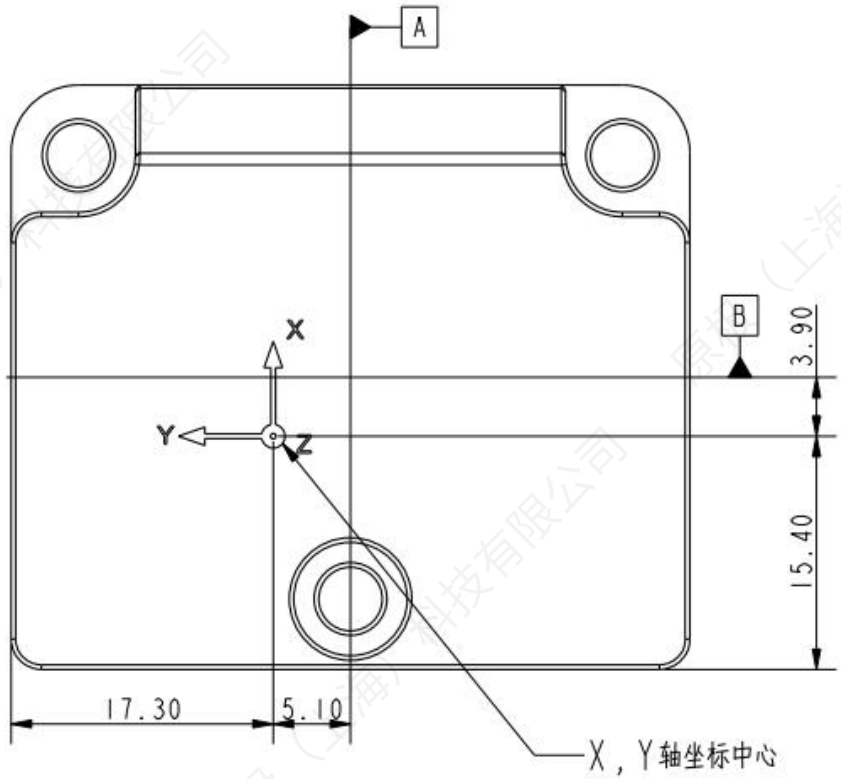
5、推荐飞行方式

起飞前静止、前后绕八、降落到地面后有静止

9. 坐标系定义

P9 的坐标系定义如下：右-前-上坐标系。

图 8 P9 坐标系示意图



10. 使用示例

1.模块应牢靠固定在刚性平面上，避免安装在震动大的位置。

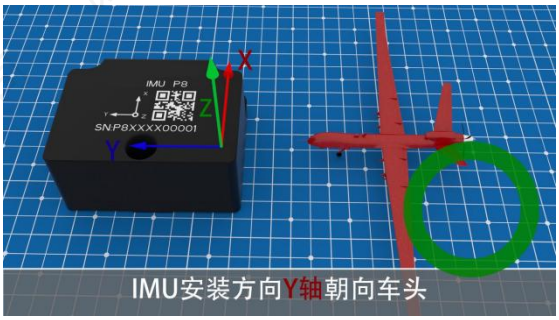
2.模块安装朝向应与车头方向保持一致。

图 9 模块安装示意图

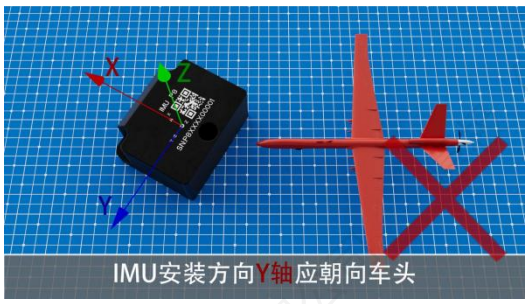


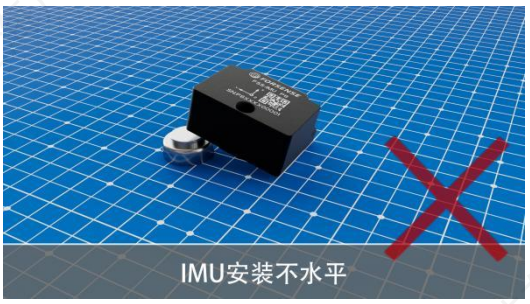
正确安装示意图如下

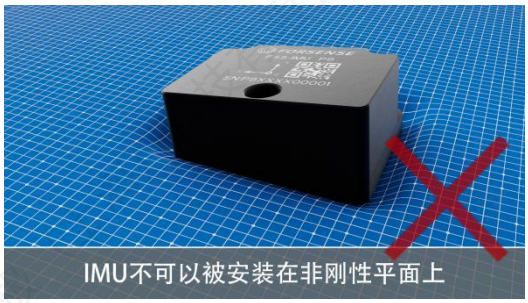
Y 轴朝向车头

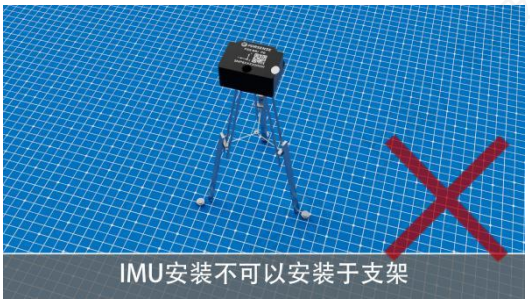


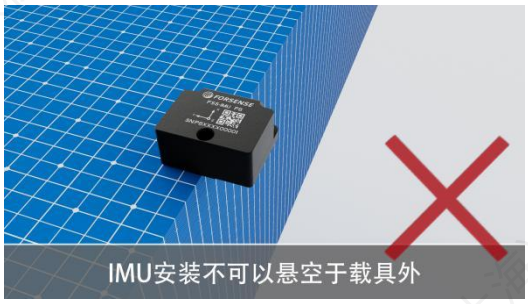
以下安装方式均是错误安装

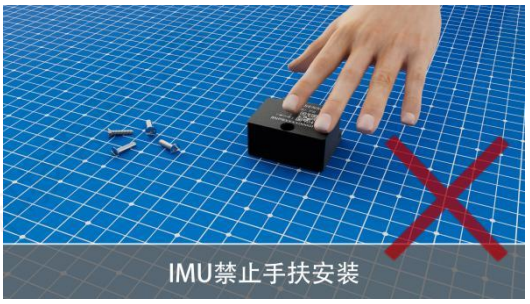












连接上位机示意图



	名称	数量
1	IMUP9	1个
	附件名称	数量
2	422与P9信号转接线	1个
3	422串口线 （经原极修改带5V供电）	1个

11. 选配附件





422 与 P9 信号转接线

12. 更新记录

手册最新版本：IMUP9_Datasheet_产品手册

版本	日期	状态/注释
版本 1.0	2024.08.13	首次发行
版本 1.1	2025.01.23	更新后处理配置参数
版本 1.2	2025.08.04	简化通信协议