FORSENSE
原极科技

战术级 MEMS 6 自由度惯性传感器

FSS-IMU614E-Q 产品手册

特性

战术级 MEMS 陀螺仪

- 5.0° /hr 零偏不稳定性
- x:0.85°/√hr、0.6°/√hr 角度随机游走

战术级 MEMS 加速度计

- 40μg 零偏不稳定性
- 0.09m/s/√hr 速度随机游走

独立转台标定

- 独立标定每个模块：灵敏度、零偏、非正交误差
- -40℃至 85℃温度补偿

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、I2C、SPI 多种接口
- 14.7*17*3.3mm，重量仅 2g

产品概述

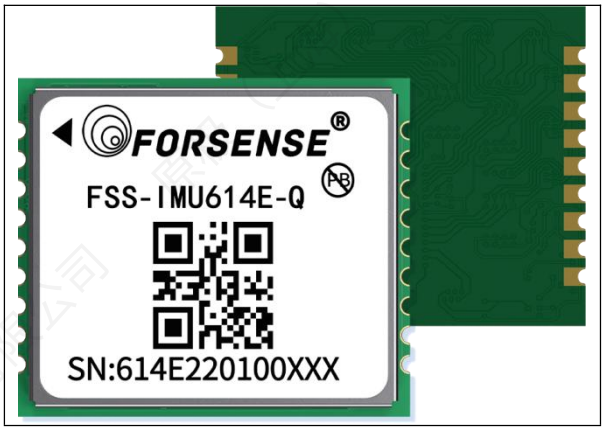
FSS-IMU614E-Q是原极科技倾力打造的6自由度MEMS惯性传感器模块。标配输出三轴陀螺仪与加速度信息。

高精度、高分辨率，可捕捉细微的震动与倾斜。所有模块出厂前都进行转台标定，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

- 各类机器人：包括 AGV，服务机器人，割草机，泳池机器人等

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. 电气特性 7
3.1 最大耐受值 7
3.2 工作条件 7
3.3 IO 阈值特性 7
4. 引脚定义 8
5. 推荐焊接炉温曲线 10
6. ESD 防护等级与防护 12
6.1 ESD 防护等级 12
6.2 ESD 防护 12
7. 通信协议 13
8. 坐标系定义 14
9. 使用示例 16
9.1 设备安装 16
9.2 连接上位机示例 18
10. 包装 19
10.1 卷带包装 19
10.2 载带 19
11. 选配附件 20
12. 更新记录 21

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			±500		°/s
零偏不稳定性 1	@25,ALLAN 方差，1σ		5		°/hr
零偏稳定性	国军标，10s 平滑		x：15 yz：12		°/hr
零偏重复性	国军标		x：25 yz：12		°/hr
分辨率			0.0153		°/s
轴间非正交			0.05		deg
内部低通截止频率	软件可调整		116		Hz
ODR			1000		Hz
测量延时			3		ms
全温范围零偏变化 2	-40 ~ 85℃，<=1℃/min @1σ		0.05		°/s
随机游走 1	@25,ALLAN 方差，1σ		x:0.85 yz:0.6		°/√hr
刻度系数误差	@25，1σ		3		‰
刻度系数非线性			200		ppm

注 1：IEEE 标准，在静态 25℃环境下 Allan 方差曲线给出

注 2：1℃/分钟升温情况下全温零偏变化 1σ值

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			±6		g
零偏不稳定性 1	@25,ALLAN 方差，1σ		40		μg
零偏稳定性	国军标，10s 平滑		90		μg
零偏重复性	国军标		0.2		mg
分辨率			0.183		mg
轴间非正交			0.05		deg
内部低通截止频率	软件可调整		116		Hz
ODR			1000		Hz
测量延时			3		ms
全温范围零偏变化 2	-40 ~ 85℃，<=1℃/min @1σ		1.5		mg
随机游走 1	@25,ALLAN 方差，1σ		0.09		m/s/ √ hr
刻度系数误差	@25，1σ		0.5		‰
刻度系数非线性			300		ppm

注 1：IEEE 标准，在静态 25℃环境下 Allan 方差曲线给出

注 2：1℃/分钟升温情况下全温零偏变化 1σ值

图 1 陀螺仪 ALLAN 方差典型曲线

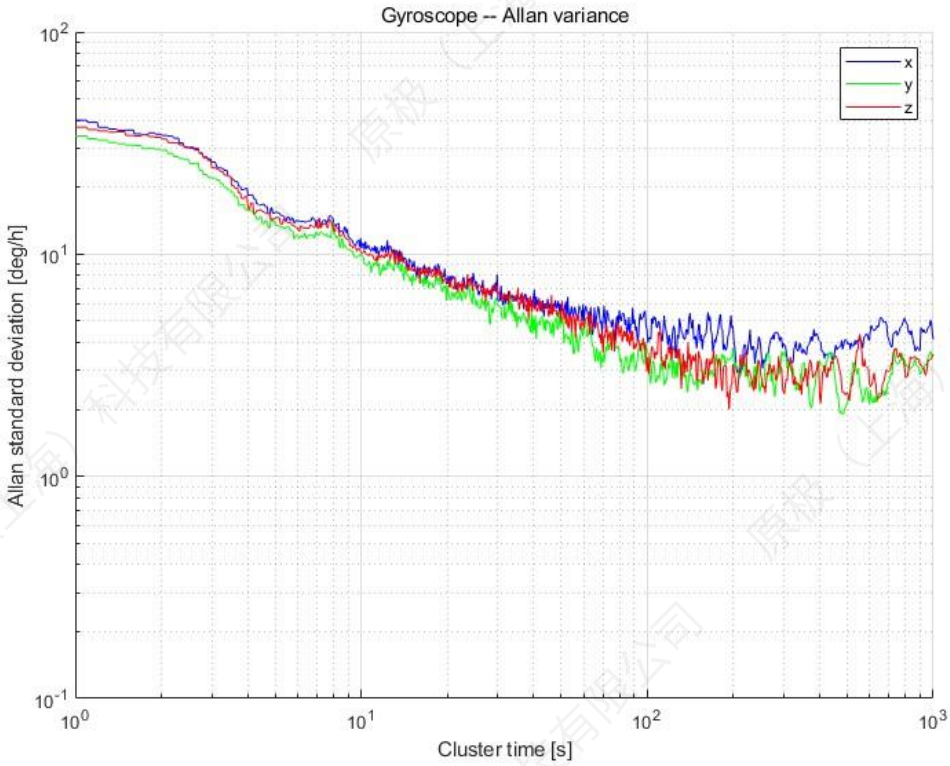
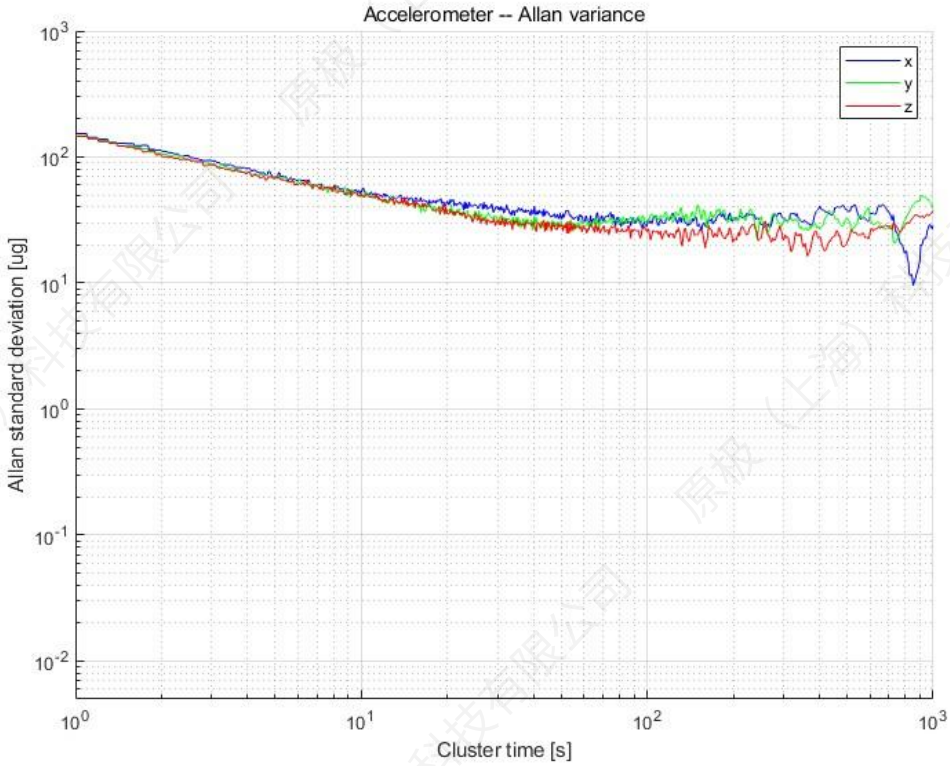
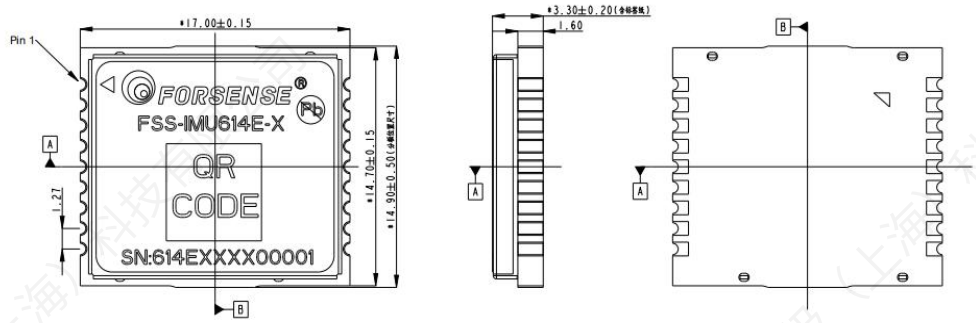


图 2 加速度计 ALLAN 方差典型曲线

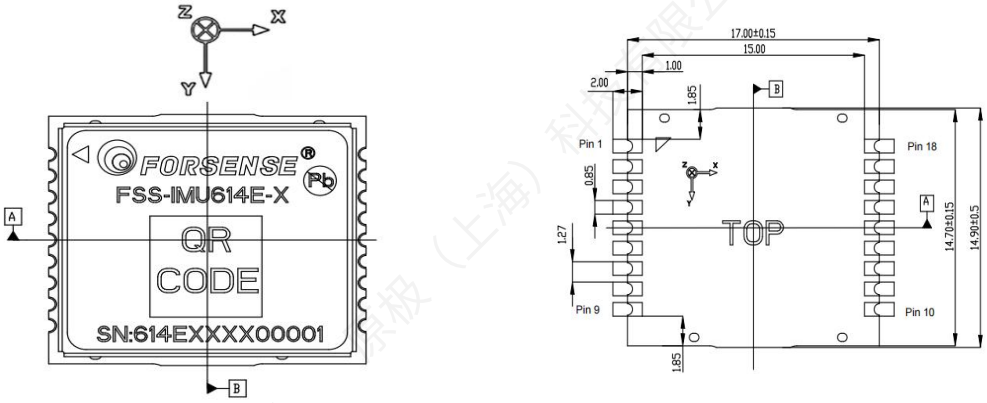


2. 外形结构

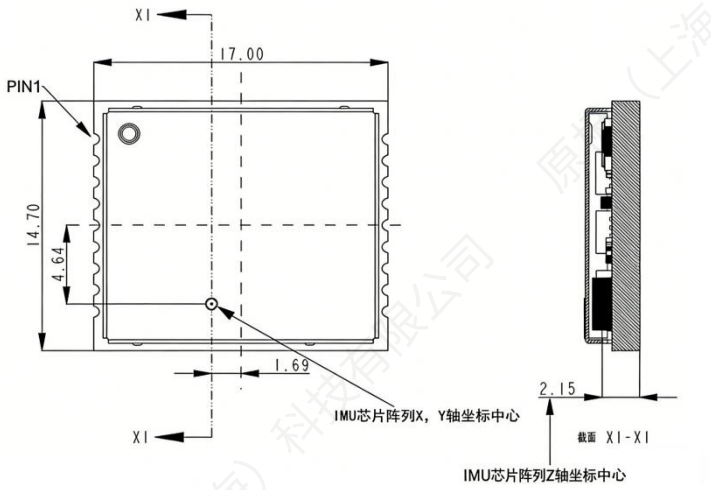
图 3 外形结构及推荐焊盘尺寸（单位：mm）



外形结构



推荐焊盘尺寸



3. 电气特性

3.1 最大耐受值

表 3 最大额定绝对值

参数	符号	范围	单位
供电电压	VCC	-0.3 to 4.0	V
电源地	GND	-	-
输入管脚电压	Vin	-0.3 to VCC+0.2	V
使用温度	Tot	-40 to 85	℃
存储温度	Tstg	-40 to 85	℃

3.2 工作条件

表 4 工作条件

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位
供电电压	VCC	3.2	3.3	3.4	V
VCC 最大纹波	Vrpp		±40		mV
功耗	P		0.08		W
使用温度	T	-40		85	℃
存储温度	T	-40		85	℃

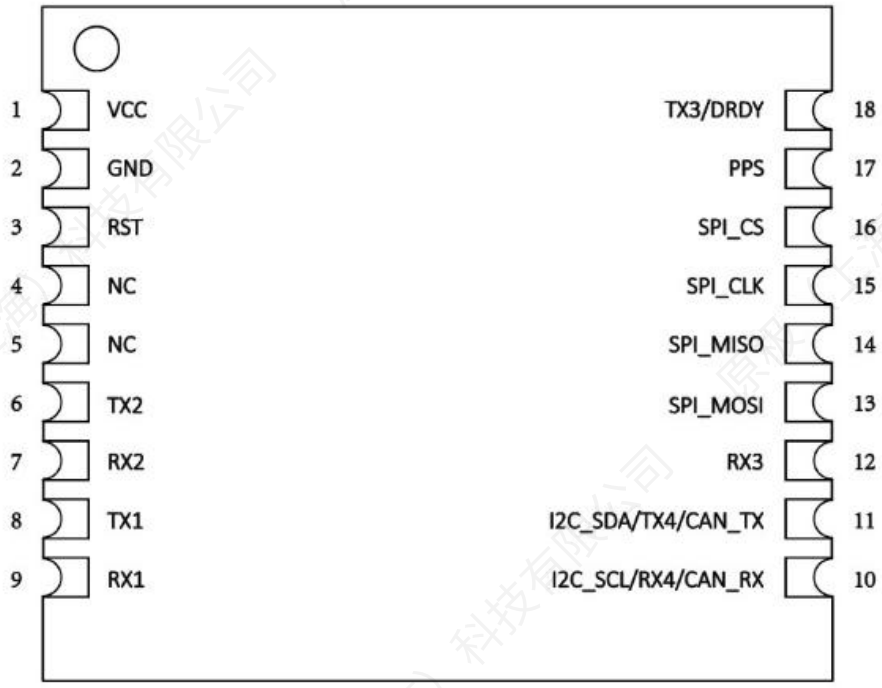
3.3 IO 阈值特性

表 5 IO 阈值特性

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位
输入管脚低电平	Vin_low	0		VCC*0.2	V
输入管脚高电平	Vin_high	VCC*0.7		VCC+0.2	V
输出管脚低电平	Vout_low	0		0.45	V
输出管脚高电平	Vout_high	VCC-0.45		VCC	V

4. 引脚定义

图 4 引脚示意图



IMU614E-X Pin Layout (Top View)

表 6 引脚定义

引脚序号	引脚名称	引脚描述		
1	VCC	电源输入，+3.3V 输入，40mA，纹波不大于±40mV		
2	GND	电源地		
3	RST 1	外部硬件复位输入，内部上拉(用于 SPI 模式)		
4	NC	无连接		
5	NC	无连接		
6	TX2	接收异步数据输出		
7	RX2	接收异步数据输入		
8	TX1	接收异步数据输出 (数据通信接口(LVTTL))		
9	RX1	接收异步数据输入(数据通信接口(LVTTL))		
10	CAN RX / RX4 / I2C_SCL	模式	功能	描述
		1	CAN_RX	CAN 接收引脚；从总线读取数据到

				CAN 控制器
		2	RX4	接收异步数据输入
		3	I2C_SCL	I2C 串行时钟
11	CAN TX / TX4 / I2C_SDA	模式	功能	描述
		1	CAN_TX	CAN 发送引脚;从 CAN 控制器读取数据到总线驱动器
		2	TX4	接收异步数据输出
		3	I2C_SDA	I2C 串行数据
12	RX3	接收异步数据输入		
13	SPI_MOSI	SPI 串行数据输入		
14	SPI_MISO	SPI 串行数据输出		
15	SPI_CLK	SPI 串行时钟		
16	SPI_CS	SPI 片选		
17	PPS	外部同步采样触发信号；（接入 RTK 秒脉冲管脚）		
18	TX3/DRDY	接收异步数据输出/可用于 Data Ready		

注 1：主机初始化时需使用/RST 将 IMU 硬件复位一次

有关模块相关硬件设计信息，请参见文档《IMU614E-XX 硬件设计手册》。

5. 推荐焊接炉温曲线

图 5 焊接炉温曲线

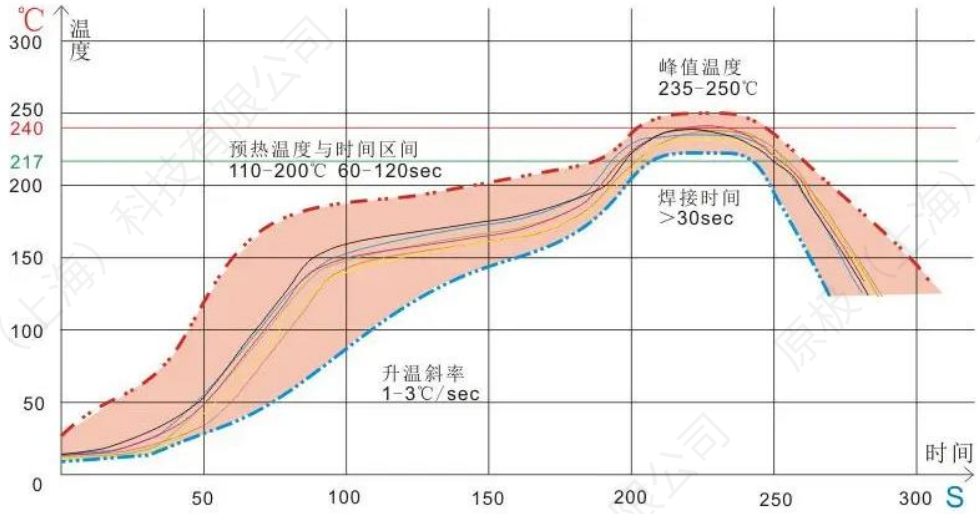


表 7 温度设置模式

项目	最低界限	最高界限	单位
最高温度上升斜率（目标=0.8） （计算斜率的时间距离=60 秒）	1	3	度/秒
最高温度下降斜率 （计算斜率的时间距离=60 秒）	-3	-1	度/秒
预热温度与时间区间	60	120	秒
回流时间（超过 217℃的期间）	40	70	秒
最高温度	235	250	摄氏度
最大回流次数		1	次

有关模块更多 SMT 相关信息，请参见文档《原极-LCC 模块 SMT 应用指导》。

注意事项：

1. 模块焊接回流，建议使用八温区及以上的回流焊接设备；
2. 由于模块为高精度传感器类产品，对任何形变都比较敏感：

- 若 PCB 板厚度小于 1.0 mm，则建议制作回流工装载具，以防止 PCB 板在高温下变形，影响焊接的共面性。
- 建议客户 PCB 主板选用高 TG 值板材，避免主板因在高温回流时产生形变，从而产生翘曲、挤压、空焊和连锡不良。

3. 因模块内有敏感器件，客户使用回流焊机器最高温度不可超过 260℃（指在封装体表面测量的封装顶部温度）。

4. 建议使用无铅免洗焊锡膏，推荐锡膏品牌型号：Alpha OM-338 SAC305 Sn96.5Ag3.0Cu0.5

5. 因模块内有敏感器件，应避免二次回流造成模块性能降低；

6. 冷却：

- 受控的冷却斜率能防止负面的焊接影响（焊点变得更加易脆）和产品内部的机械应力，控制冷却能帮助达到光亮的焊接表面效果，细结晶颗粒和低接触角，避免快速降温变化造成屏蔽盖翘曲。

7. 外观检查：

- 模块焊接后，使用 X-ray 和光学放大镜检验方法，检验焊接质量，具体请参照 IPC-A-610F 相关标准执行。

8. **使用电烙铁进行焊接时，温度应控制在 260℃～290℃，单次焊接时间不可超过 3s，并做好防静电处理；**

6. ESD 防护等级与防护

6.1 ESD 防护等级

表 8 ESD 防护等级

参数	极限值	注释
ESD HBM	2KV	依据标准：JEDEC/ESDA JS-001

6.2 ESD 防护

图 6 ESD 防护

静电会导致间歇或永久的电路损伤，对电子产品危害很大，经分析多数为 ESD 损坏；

因此，模块的静电防护尤为重要，生产和运输过程需要严格按照静电防护进行作业，须遵循以下条件：

- 严禁裸手接触模块，尤其是引脚位置。
- SMT 贴片机、作业工作台、电烙铁等设备需接地。
- 作业人员佩戴具有良好接地线的人体防静电手环（不可使用无绳静电手环，建议戴防静电手套）。
- 包装和 PCB 必须是合格的防静电材料。

7. 通信协议

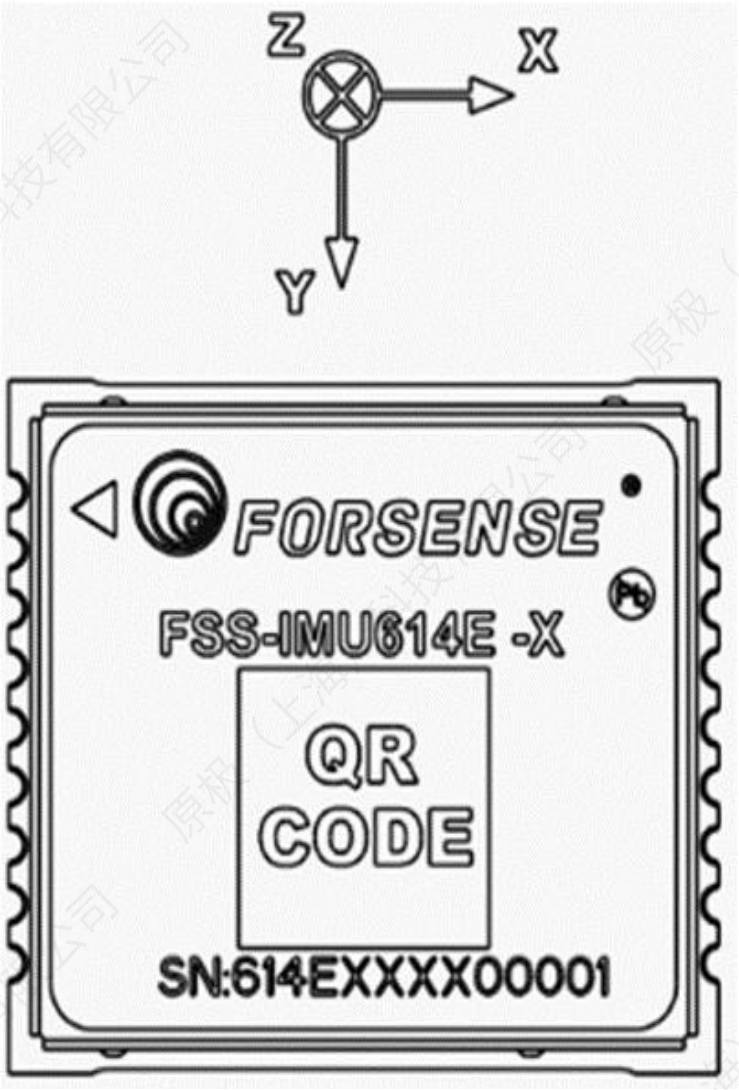
参考文档：原极 IMU 通信协议手册

包含串口/SPI/CAN 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. 坐标系定义

图 7 坐标系定义



本产品坐标系使用 前-右-下(FRD)坐标系，欧拉角范围如下：

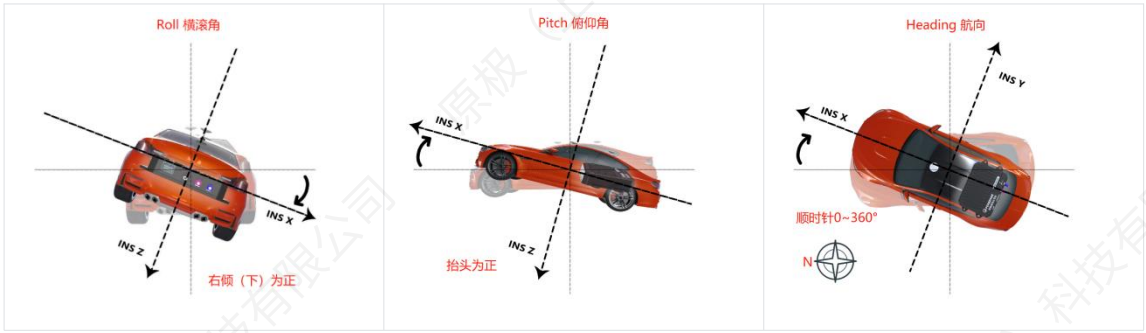
绕 Z 轴方向旋转: 航向角 Yaw 范围: 0° ~360°

绕 X 轴方向旋转: 横滚角 Roll 范围: -180°~180°

绕 Y 轴方向旋转: 俯仰角 Pitch 范围: -90°~90°

横滚、俯仰、航向角度示意图如下：

图 8 横滚、俯仰、航向角示意图



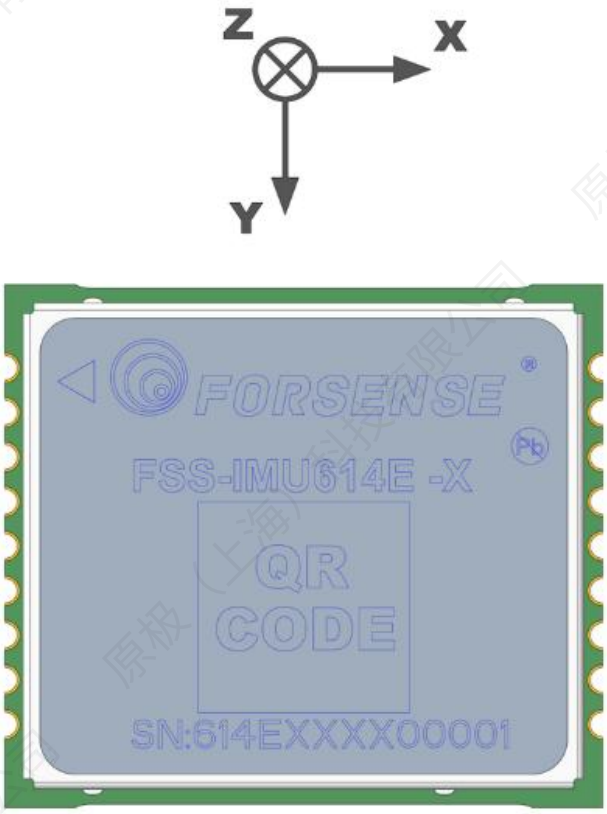
9. 使用示例

9.1 设备安装

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

X 轴朝向车头

图 10　正确安装示意图

以下安装方式均是错误安装

图 11 错误安装示意图

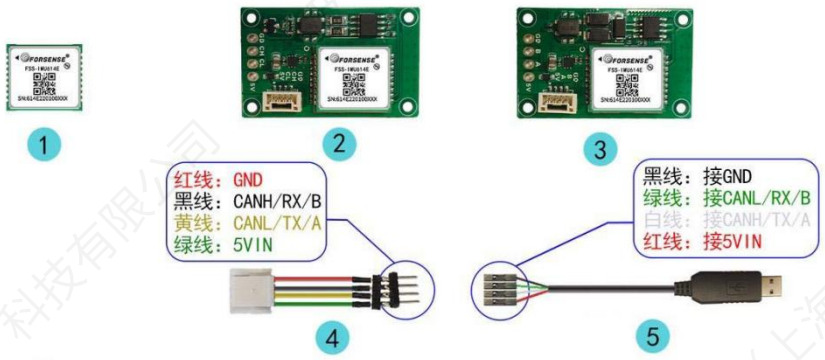
3.IMU 安装注意事项

IMU 周围禁止打胶或其他流动液体，防止液体通过缝隙流入 IMU 内部，影响 IMU 性能。

图 12 安装错误示意图

9.2 连接上位机示例

图 13　模块连接上位机示意图



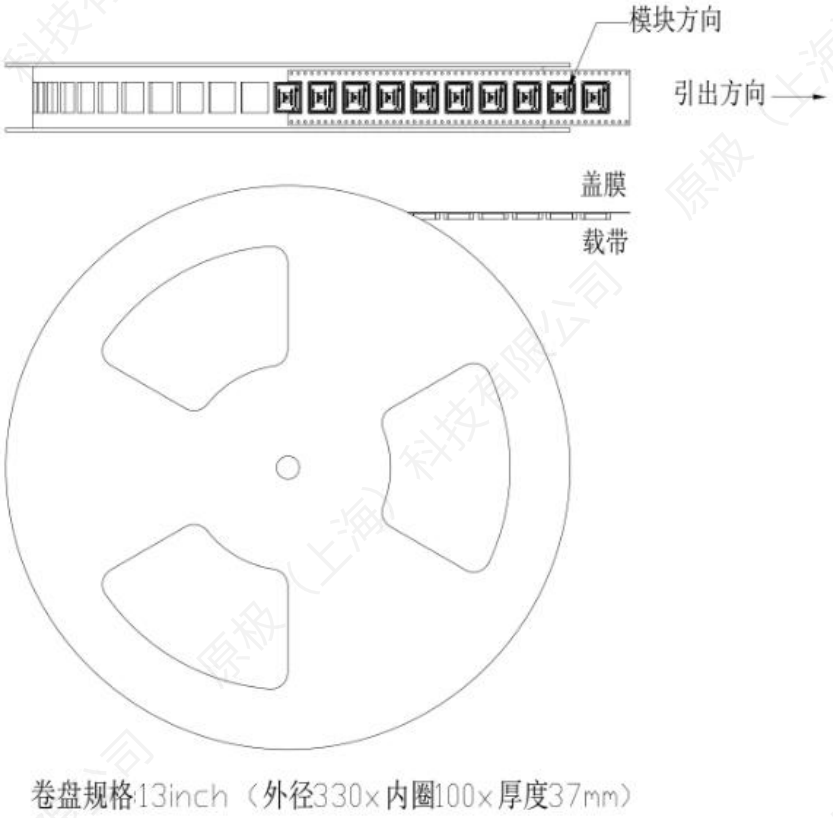
	名称	数量
1	IMU614E系列模组	1个
	附件名称	数量
2	贴片CAN版本测试底板	1个
3	贴片485版本测试底板	1个
4	4-PIN 接头	1个
5	TTL串口线	1个

10. 包装

IMU614E-Q 模块采用卷带密封包装。满足高效生产。

10.1 卷带包装

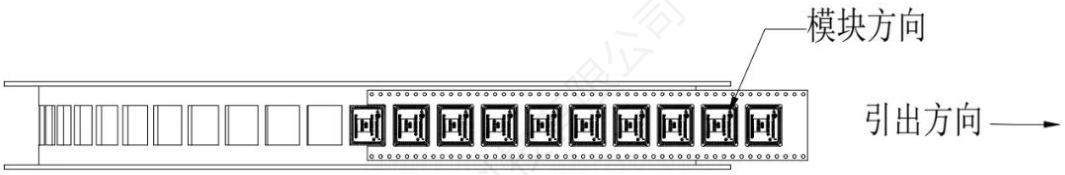
图 14 卷带包装示意图



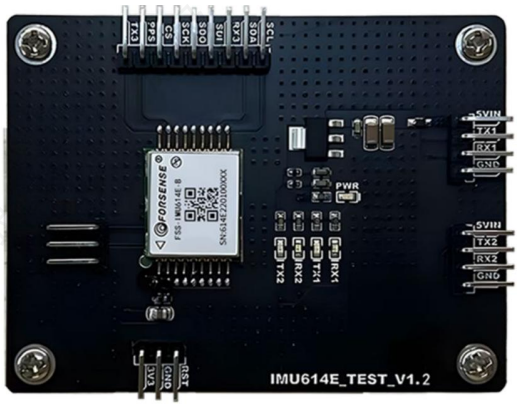
10.2 载带

IMU614E-Q 模块出厂时放置于载带上的位置和方向如下图所示：

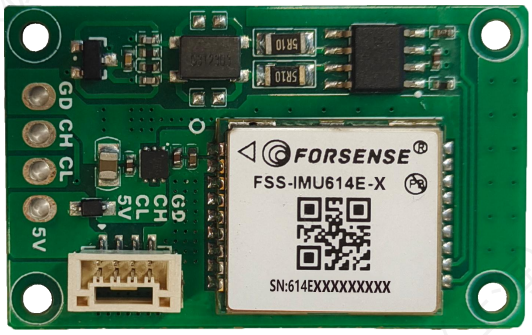
图 15 模块在载带位置和方向



11. 选配附件



IMU614E-X 测试底板



IMU614E 系列贴片 CAN 版本测试底板

IMU614E 系列贴片 485 版本测试底板

TTL 串口线

USB 转 CAN 模块

12. 更新记录

手册最新版本：IMU614E-Q_Datasheet_产品手册

版本	日期	状态/注释
版本 1.0	2023.11.10	初版
版本 1.1	2023.12.01	更新命令模式
版本 1.2	2023.12.14	增加附件
版本 1.3	2024.02.04	更新电气特性
版本 1.4	2024.02.27	更新回流焊曲线及 ESD 防护事项
版本 1.5	2024.03.26	更新引脚定义
版本 1.6	2025.01.23	调整表序图序及章节号
版本 1.7	2025.06.12	增加 IMU 相位中心图
版本 1.8	2025.08.01	简化通信协议
版本 1.9	2025.09.26	增加 ESD 防护等级
版本 1.10	2025.12.03	更新外形尺寸图
版本 1.11	2025.12.24	删除 TTL 测试底板
版本 1.12	2026.2.10	更新“贴片 CAN 版本 IMU614E 系列测试底板”，“贴片 485 版本 IMU614E 系列测试底板”，“推荐焊盘尺寸”