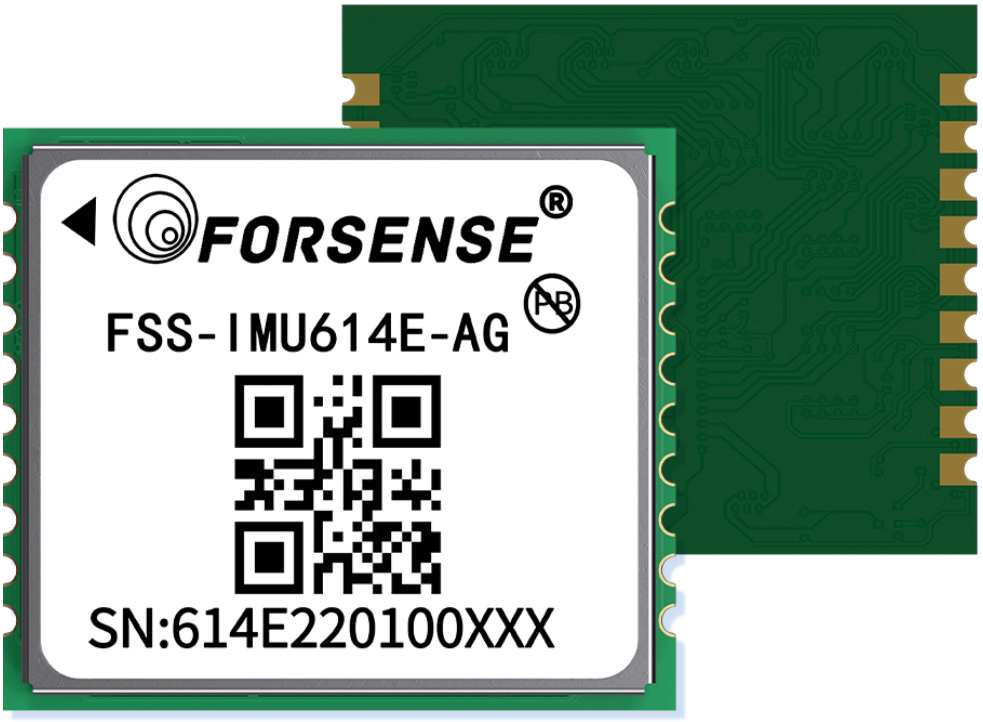
FORSENSE
原极科技

农机单天线

FSS-IMU614E-AG

使用手册



原极（上海）科技有限公司

在使用本产品之前，请务必先仔细阅读本使用手册

目录

1. 概述 3
2. 外形结构 4
3. 电气特性 5
3.1 最大耐受值 5
3.2 工作条件 5
3.3 IO阈值特性 5
4. 引脚定义 6
5. 推荐焊接炉温曲线 8
6. ESD防护 10
7. 使用范例 11
7.1 设备安装 11
7.2 连接RTK板卡 13
7.2.1 RTK板卡与AG模块推荐连接方式 13
7.2.2 RTK配置要求 13
7.2.3 RTK差分数据导入 13
7.3 参数配置 14
7.3.1 配置主天线杆臂 14
7.3.2 配置后轮轴中心杆臂 14
7.3.3 配置车辆轴距 15
7.3.4 配置RTK双天线安装角 15
7.3.5 开启双天线融合 15
7.3.6 标定双天线 15
7.4 保存参数 16
8. 输出协议 17
8.1 二进制协议-AG数据流 17
8.2 二进制协议-组合导航数据流 18
8.3 nmea协议 19
8.4 CAN协议 26
9. 输入协议 28
9.1 二进制配置协议 28
9.2 字符串配置协议 28
9.2.1 配置主天线杆臂 28
9.2.2 配置后轮轴中心杆臂 29
9.2.3 配置车辆轴距 30
9.2.4 配置RTK双天线安装角 30
9.2.5 开启双天线融合 31
9.2.6 标定双天线 31
9.2.7 配置组合导航输出的位置、速度投影点 31
9.2.8 配置输出二进制-AG数据流 31
9.2.9 配置输出二进制-组合导航数据流 32
9.2.10 配置输出NMEA格式数据流 32
9.2.11 配置当前数据流停止输出 32
9.2.12 配置数据输出频率 32
9.2.13 配置波特率 33
9.2.14 配置CAN波特率 33
9.2.15 配置CAN输出频率 33
9.2.16 打印所有配置信息 33
9.2.17 查询版本号 33
9.2.18 配置输出载体XYZ速度 33
9.2.19 加速度数据扣除重力加速度 33
9.2.20 配置安装旋转角 34
9.2.21 保存参数 34
9.3 通过CAN 配置 34
9.3.1 查询版本号 34
9.3.2 配置轴距和杆臂 34
9.3.3 查询轴距和杆臂 34
9.3.4 配置 CAN 输出更新率和波特率 35
9.3.5 查询更新率和波特率： 35
9.3.6 配置后轮中心杆臂 35
9.3.7 配置投影点杆臂 35
9.3.8 查询投影点杆臂 35
9.3.9 配置双天线安装偏差角 35
9.3.10 查询双天线安装偏差角 35
9.3.11 配置低通滤波 36
9.3.12 查询低通滤波 36
9.3.13 开启PPS(标准帧) 36
9.3.14 关闭PPS(标准帧) 36
9.3.15 保存参数指令 36
9.3.16 配置IMU安装旋转角 36
9.3.17 查询配置IMU安装旋转角 37
9.3.18 配置双天线融合是否开启 37
10. 定向精度测试 38
11. 坐标系定义 39
12. 固件升级 40

12.1 通过上位机 40
12.1.1 R232串口直连 40
12.1.2 使用附带USB转CAN模块 40
12.2 串口推送 41
13. 测试底板连接示意图 47
14. ROS驱动(组合导航数据流) 48
14.1 安装 ROS serial 48
14.2 编译代码 48
14.3 将 IMU 通过 USB 接入系统 49
14.4 查看数据 49
15. 搭配前轮陀螺G200使用 51
16. 包装 52
16.1 卷带包装 52
16.2 载带 52
17. CRC查表法计算 53
18. 选配附件 55
19. 常见问题列表 56
20. 更新记录 57

1. 概述

IMU614E-AG 惯性模块通过 IMU 和 GNSS 的数据融合算法，可实现低成本，高精度，抗磁干扰的定向和测姿。尤其适用于农机自动驾驶领域的单天线控制器方案。

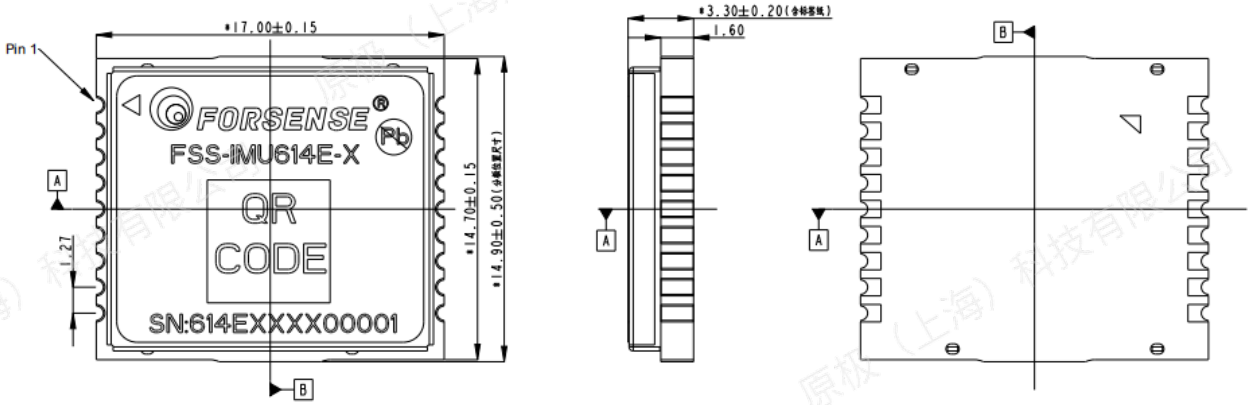
表 1 性能指标

性能指标	**姿态精度**	**Roll/Pitch :<0.2° rms** **Heading:<0.3° rms** **(车速大于1km/h，阿克曼转向结构车载场景)**
	位置推算精度	<2% @1σ （车载场景，丢星30s,无轮速计组合）
	更新率	100Hz
	陀螺量程	±500°/s
	陀螺零偏不稳定性	XY:4°/h Z:3°/h @25℃,ALLAN 方差，1σ
	加速度计量程	±6g
	加速度计零偏不稳定性	XY:20μg Z:40 μg @25℃,ALLAN 方差，1σ
工作条件	供电电压	3.3V
	功耗	0.085W
	使用温度	-40℃~85℃
	存储温度	-40℃~85℃
	支持连接协议	串口：TTL CAN(需外围电路)

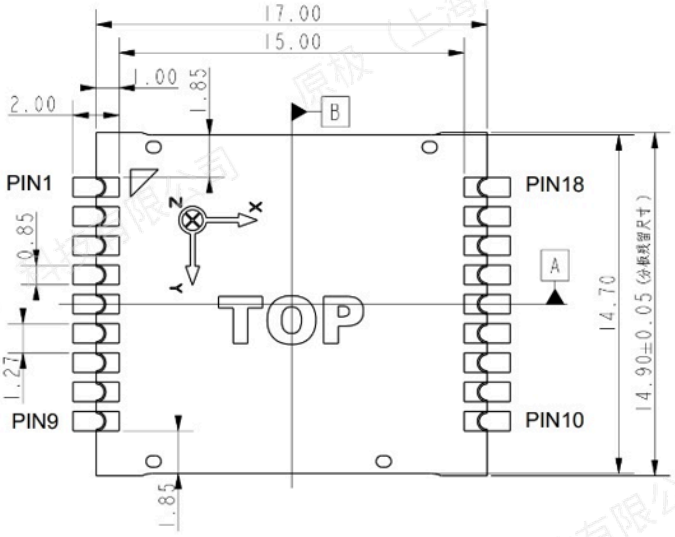
2. 外形结构

安装要求X轴指向车头方向，Y轴指向车身右侧

图 1 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 2 最大额定绝对值

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

3.2 工作条件

表 3 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		0.085		W
使用温度	T	-40		85	℃
存储温度	T	-40		85	℃

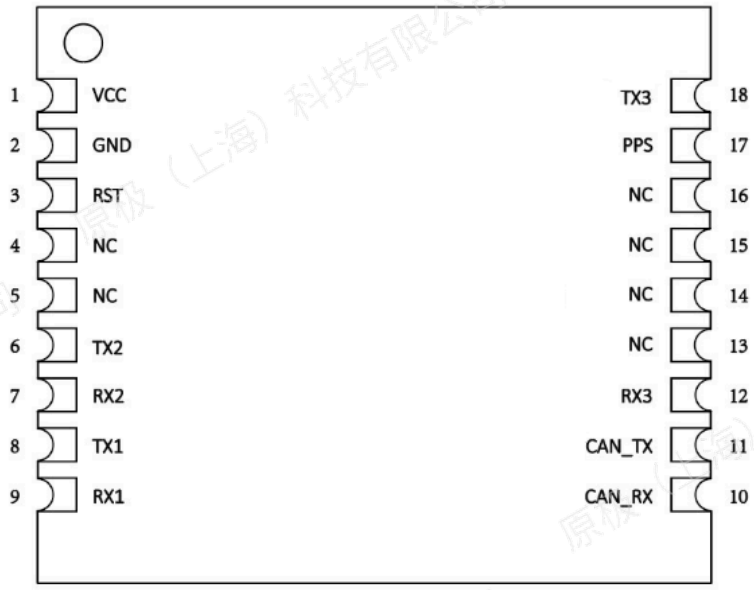
3.3 IO阈值特性

表 4 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 2 引脚示意图



IMU614E- **AG** Pin Layout (Top View)

表 5 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	无需连接
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	CAN接收引脚；从总线读取数据到CAN控制器
11	CAN_TX	CAN发送引脚;从CAN控制器读取数据到总线驱动器
12	RX3	接收异步数据输入
13	预留	预留
14	预留	预留
15	预留	预留
16	预留	预留
17	PPS	外部同步采样触发信号；（接入RTK秒脉冲管脚）
18	TX3	接收异步数据输出

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 3 焊接炉温曲线

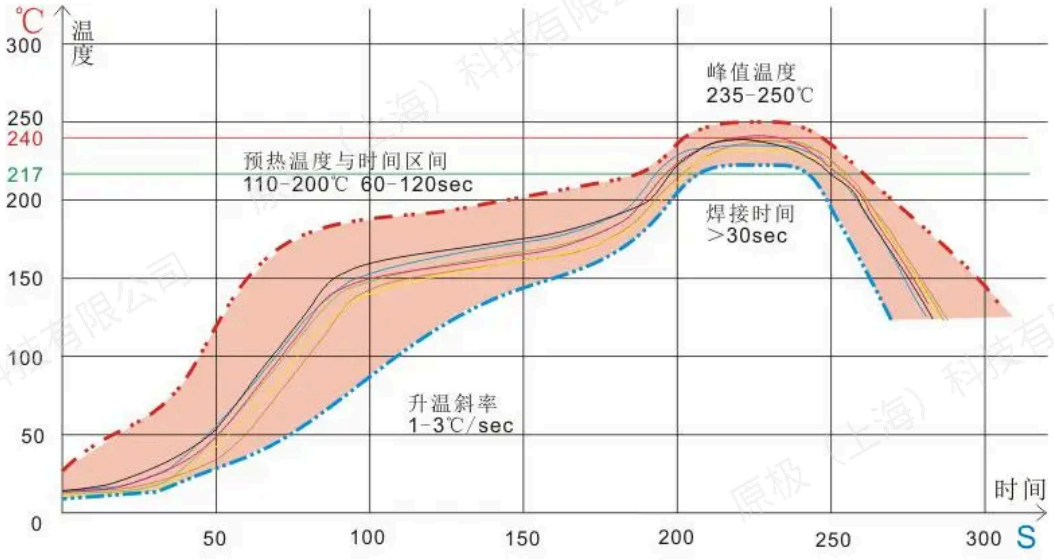


表 6 温度设置模式

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°C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：

- 模块焊接回流，建议使用八温区及以上的回流焊接设备；
- 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。
- 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°C（指在封装体表面测量的封装顶部温度）。
- 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
- 因模块内有敏感器件，应避免二次回流造成模块性能降低；
- 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。
- 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。
- **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



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. 使用范例

7.1 设备安装

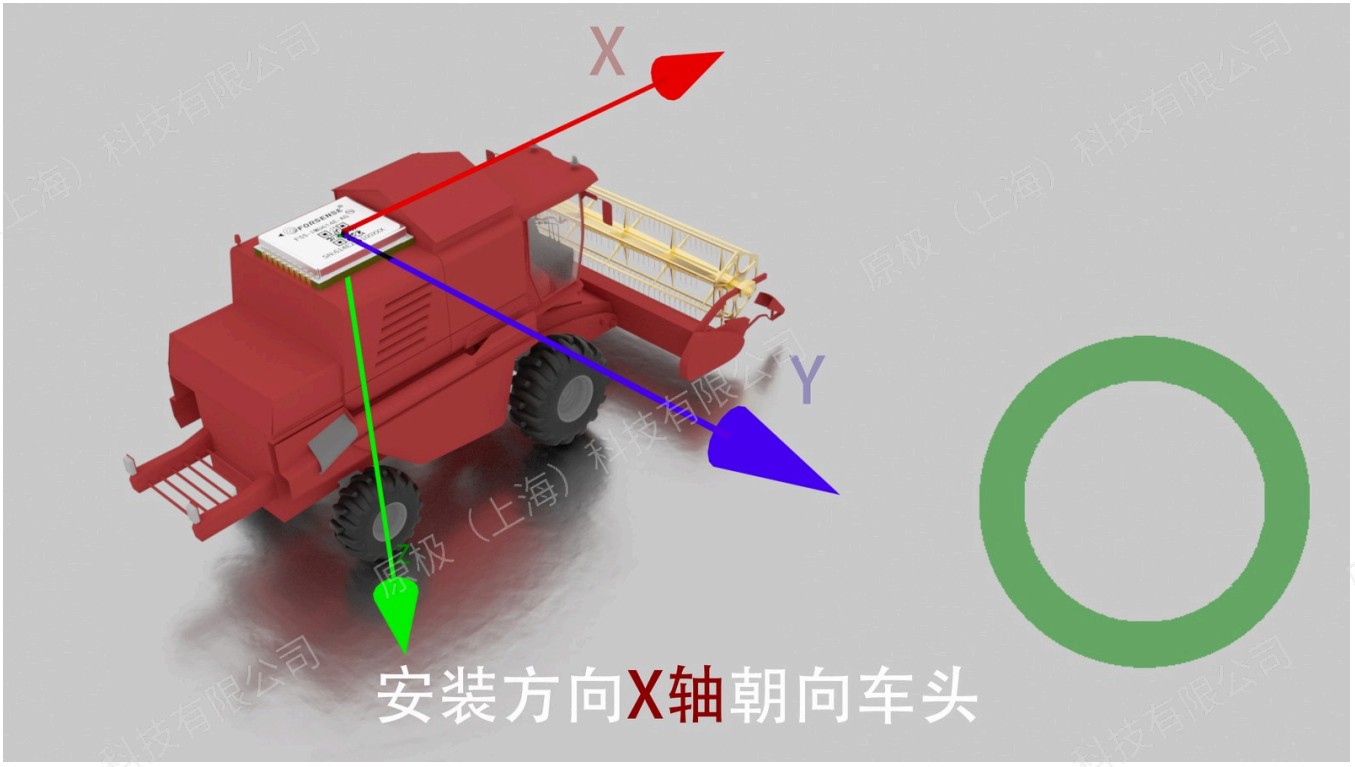
1.模块应牢靠固定在刚性平面上，避免安装在震动大的位置。

2.模块安装朝向应与车头方向保持下图所述关系。

正确安装示意图如下

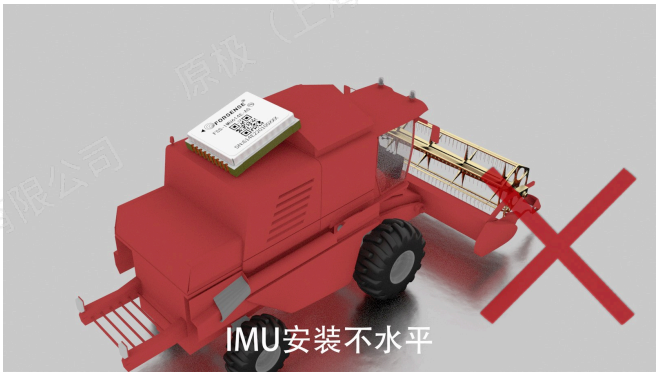
X 轴朝向车头

图 4 正确安装示意图

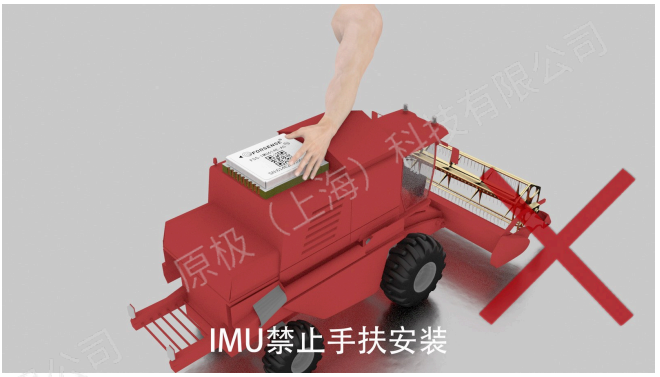


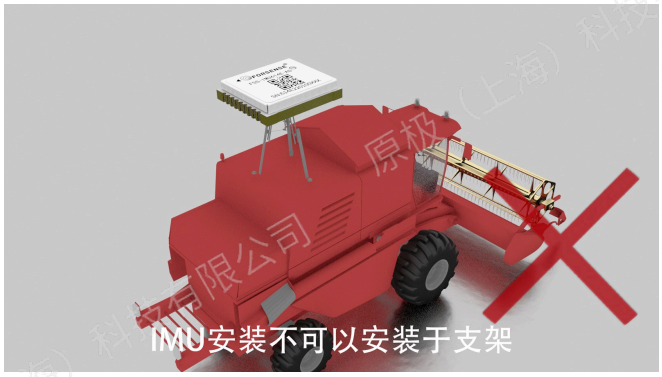
以下安装方式均是**错误安装**


不可以被安装在非刚性平面上

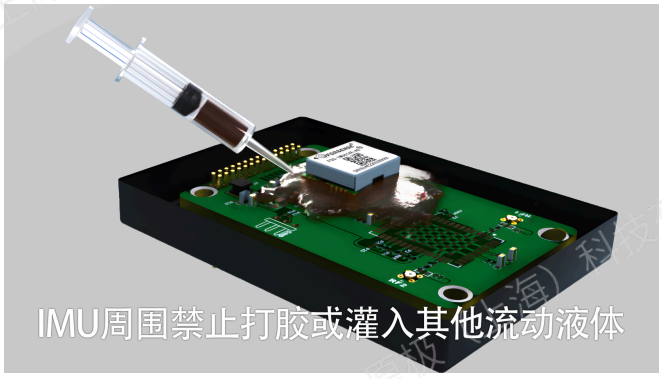

IMU安装不水平


IMU安装不可以悬空于车外


IMU禁止手扶安装


IMU安装不可以安装于支架

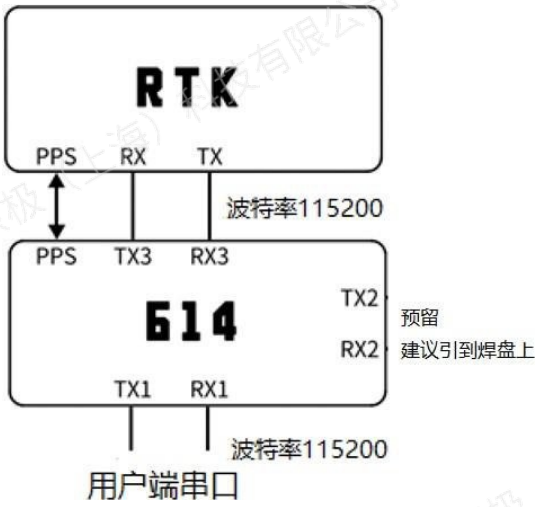

X
安装方向X轴应朝向车头


IMU周围禁止打胶或灌入其他流动液体

7.2 连接RTK板卡

7.2.1 RTK板卡与AG模块推荐连接方式

图 5 连接示意图



7.2.2 RTK配置要求

目前支持配置两种协议，诺瓦泰与NMEA

诺瓦泰协议：

配置命令：AT+GNSS_CARD=UNICORE\r\n

报文输入要求：

BESTPOSB 10hz

PSRVELB 10hz

GPGGA 10hz

HEADINGB 10hz (使用单天线可不配置)

关闭 RTK 板卡的惯导辅助相关的功能关闭其他语句波特率 115200

PPS 秒脉冲：1s 一次，上升沿触发，脉宽 5ms，对齐至 UTC 时间。高电平不得高于5v。

NMEA协议

配置命令：AT+GNSS_CARD=OEM\r\n

报文输入要求：

GPGGA 10hz

GPRMC 10hz

HEADINGB 10hz (使用单天线可不配置)

关闭 RTK 板卡的惯导辅助相关的功能关闭其他语句波特率 115200

PPS 秒脉冲：1s 一次，上升沿触发，脉宽 5ms，对齐至 UTC 时间。高电平不得高于5v。

7.2.3 RTK差分数据导入

用户须通过用户主机登录千寻或六分的网络 CORS 账号，由RTK板卡输出 GPGGA 消息到差分服务器，差分服务器返回差分数据后转发会RTK板卡，进而使 RTK 进入固定解状态。

7.3 参数配置

7.3.1 配置主天线杆臂

例如配置杆臂向量为X=0.5m,Y=-0.6m,Z=-1.0m

指令： AT+CLUB_VECTOR=0.5,-0.6,-1.0\r\n

应答： GPS_POS_X=0.5,GPS_POS_Y=-0.6,GPS_POS_Z=-1.0\r\n

说明：杆臂向量为RTK主天线相位中心相对IMU相位中心的三维矢量（X,Y,Z），单位为米。其中，

在前右下车体坐标系下

若RTK主天线在IMU的前方，则为正数，否则为负数；

若RTK主天线在IMU的右方，则为正数，否则为负数；

若RTK主天线在IMU的上方，则为**负数**，否则为正数（一般天线都在设备上方）。

坐标系示意图如下图所示：（标贴需朝上，IMU如果未按照下图方式安装，需配置安装朝向）

图 6 坐标系示意图



图 7 天线杆臂示意图



7.3.2 配置后轮轴中心杆臂

例如配置杆臂向量为X=0.5m,Y=-0.6m,Z=1.0m

指令： AT+OD_VECTOR=0.5,-0.6,1.0\r\n

应答： OD_POS_X=0.5,OD_POS_Y=-0.6,OD_POS_Z=1.0\r\n

说明：杆臂向量为后轮轴中心相对IMU相位中心的三维矢量（X,Y,Z），单位为米。其中，

在前右下车体坐标系下

若后轮轴中心在IMU的前方，则为正数，否则为负数；

若后轮轴中心在IMU的右方，则为正数，否则为负数；

若后轮轴中心在IMU的下方，则为**正数**，否则为负数（一般后轮轴中心都在设备下方）。

坐标系示意图如下图所示：（标贴需朝上，IMU如果未按照下图方式安装，需配置安装朝向）



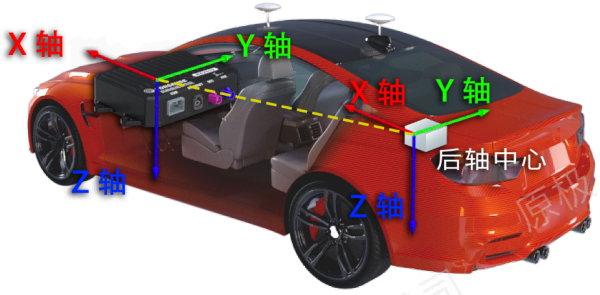


图8 坐标系示意图

7.3.3 配置车辆轴距

若配置车辆轴距为2m，则配置指令为：

AT+WHEEL_BASE=2\r\n

注：指令配置后需保存

7.3.4 配置RTK双天线安装角

若配置RTK双天线安装角为0度，则配置指令为：

指令：AT+RTK_ANGLE=0\r\n

应答：ANGLE=0\r\n

说明：安装角为主天线指向副天线的射线与车头方向的夹角，顺时针为正，逆时针为负，角度输入范围-180°~180°

注意：配置指令保存后需断电重启生效；双天线间隔距离需大于50cm

7.3.5 开启双天线融合

备注：默认双天线融合为关闭状态，仅在静止时用于快速初始化，如需全程使用双天线航向，请按以下指令开启双天线融合，1为开启双天线融合，其他参数均为关闭双天线融合，注意需要同步标定双天线安装误差，否则与车身航向之间会存在固定误差

指令：AT+DRTK_USE=1\r\n

应答：OK

注意：配置指令保存后需断电重启生效；双天线间隔距离需大于50cm

7.3.6 标定双天线

双天线标定流程如下

1.连接串口，输入AT+SETNO\r\n关闭所有打印

2.发送指令 AT+RTK_BIAS_EST=1\r\n开启标定流程

3.车辆直行，车速不低于3km/h，串口返回 RTK_BIASE_CORRECT_DONE后表示标定成功

4.发送AT+CONFIG\r\n指令可以看到打印，RTK_BIAS_FLAG_AND_VALUE=99,XX（标定角度），检查是否合理，安装正常的情况下小于1度

5.AT+SAVE\r\n保存结果，重新上电。

7.4 保存参数

所有配置指令配置完成后，需发送保存参数指令“AT+SAVE\r\n"

8. 输出协议

8.1 二进制协议-AG数据流

注意:

- CRC校验为从帧头开始，不包含CRC校验位本身，该帧所有字节的CRC校验，校验计算方式和例程见附录。
- 帧长为除去帧头，帧 ID，帧长和校验位之外的所有数据字节总数。
- 小端模式，先发送低字节。

配置指令为：

指令： AT+SETAG\r\n

应答： OK\r\n

表 7 二进制协议-AG数据流

内容	类型	相对位置
帧头 1：0xAA	Uint8	0
帧头 2：0x55	Uint8	1
帧 ID：0x0156	Uint16	2
帧长：0x0032	Uint16	4
GPS周内秒（ms）	Uint32	6
横滚角(度)	Float	10
俯仰角(度)	Float	14
航向角(度)	Float	18
预留	Float	22
三轴角速度（deg/s,前右下）	Float*3	26
三轴加速度（g,前右下）	Float*3	38
RTK 定位状态	Uint8	50
姿态有效位 Bit0：1表示姿态有效，0无效 Bit1：1表示前轮转角有效，0无效	Uint8	51
状态位: bit0:1表示RTK数据有效，0表示无效 Bit1:1表示PPS信号有效，0表示无效 Bit2:1表示组合导航已初始化，0表示未初始化 (单天线初始化条件：RTK定位状态4+速度达到0.5m/s以上+带加减速直线行驶， 双天线初始化条件：RTK定位状态4+RTK定向状态50) Bit3:1表示前轮转角有效，0无效 Bit4:1表示组合导航已收敛，0未收敛 Bit5:1表示前轮陀螺数据有效，0无效(未外接陀螺可忽略) Bit6:1表示方向盘电机数据有效，0无效 Bit7、Bit8： 01表示车辆前进（Bit7=1、Bit8=0） 10表示车辆后退（Bit7=0、Bit8=1） 00表示无效（Bit7=0、Bit8=0）	Uint32	52

CRC校验	Uint32	56

8.2 二进制协议-组合导航数据流

注意:

- CRC校验为从帧头开始，不包含CRC校验位本身，该帧所有字节的CRC校验，校验计算方式和例程见附录。
- 帧长为除去帧头，帧 ID，帧长和校验位之外的所有数据字节总数。
- 小端模式，先发送低字节

配置指令为：

指令： AT+SETNAV\r\n

应答： OK\r\n

若配置不输出，则配置指令为：

指令： AT+SETNO\r\n

应答： OK\r\n

表 8 二进制协议-组合导航数据流

内容	类型	相对位置
帧头 1：0xAA	Uint8	0
帧头 2：0x55	Uint8	1
帧 ID：0x0166	Uint16	2
帧长：0x005E	Uint16	4
GPS周内秒（ms）	Uint32	6
GPS周计数	Uint16	10
纬度(度×10000000)	Int32	12
经度(度×10000000)	Int32	16
高度（毫米）	Int32	20
北向速度(m/s)	Float	24
东向速度(m/s	Float	28
地向速度(m/s)	Float	32
横滚角(度)	Float	36
俯仰角(度)	Float	40
航向角(度)	Float	44
单天线情况下：AHRS航向（度）（无参考价值） 双天线情况下：RTK双天线航向（度） 接入G200前轮陀螺情况下：前轮陀螺Z轴角速度（度/秒）	Float	48
预留（接入G200时显示为前轮角度）	Float	52
加速度计X轴（g）	Float	56
加速度计Y轴（g）	Float	60
加速度计Z轴（g）	Float	64

陀螺仪X轴（deg/s）	Float	68
陀螺仪Y轴（deg/s）	Float	72
陀螺仪Z轴（deg/s）	Float	76
IMU温度（°C）	Float	80
RTK定位状态(同GGA中定位状态) 0:未定位 1:单点定位 2:伪距差分定位 4:固定解 5:浮点解	Uint8	84
卫星数量	Uint8	85
差分延时	Uint8	86
双天线定向状态 50表示已定向 其他表示未定向	Uint8	87
位置精度因子（cm） 组合导航初始化后有效	Uint16	88
状态位: bit0:1表示RTK数据有效，0表示无效 Bit1:1表示PPS信号有效，0表示无效 Bit2:1表示组合导航已初始化，0表示未初始化 (单天线初始化条件：RTK定位状态4+速度达到0.5m/s以上+带加减速直线行驶， 双天线初始化条件：RTK定位状态4+RTK定向状态50) Bit3:1表示前轮转角有效，0无效 Bit4:1表示组合导航已收敛，0未收敛 Bit5:1表示前轮陀螺数据有效，0无效(未外接陀螺可忽略) Bit6:1表示方向盘电机数据有效，0无效 Bit7、Bit8： 01表示车辆前进（Bit7=1、Bit8=0） 10表示车辆后退（Bit7=0、Bit8=1） 00表示无效（Bit7=0、Bit8=0）	Uint16	90
预留1	Uint32	92
预留2	Uint32	96
CRC校验	Uint32	100

8.3 nmea协议

- 支持按nmea格式输出组合后数据，
- 与二进制数据流无法同时输出，输出nmea数据流则不能输出二进制数据流，切换数据流前需先按9.2.11指令停止当前数据流输出。
- 目前支持以下语句。配置方式见9.2.10章节

GPGGA

报文中文解释

字段	结构	描述	样式	示例
1	$GPGGA	报文头		$GPGGA
2	utc	UTC时间（时/分/秒/小数秒）	hhmmss.ss	202134
3	lat	纬度 (DDmm.mm)	llll.ll	5106.9847
4	lat dir	纬度方向 (N = North, S = South)	a	N
5	lon	经度 (DDDmm.mm)	yyyyy.yy	11402.2986
6	lon dir	经度方向 (E = East, W = West)	a	W
7	quality	解状态	x	1
8	# sats	参与解算的卫星数，可能与可见卫星数不同	xx	2

9	hdop	水平精度因子	x.x	1
10	alt	天线高度，海平面以上或以下	x.x	1062.22
11	a-units	天线高单位，(M = metres)	M	M
12	undulation	高程异常值	x.x	-16.271
13	u-units	高程异常值单位 (M = metres)	M	M
14	age	差分数据龄期，s	xx	1
15	stn ID	差分基站 ID	xxxx	8
16	*xx	校验值	*hh	*48
17	[CR][LF]	语句中止符		[CR][LF]

官方报文解释

Field	Structure	Description	Symbol	Example
1	$GPGGA	Log header		$GPGGA
2	utc	UTC time status of position (hours/minutes/seconds/ decimal seconds)	hhmmss.ss	202134.00
3	lat	Latitude (DDmm.mm)	llll.ll	5106.9847
4	lat dir	Latitude direction (N = North, S = South)	a	N
5	lon	Longitude (DDDmm.mm)	yyyyy.yy	11402.2986
6	lon dir	Longitude direction (E = East, W = West)	a	W
7	quality	refer to Table: GPS Quality Indicators	x	1
8	# sats	Number of satellites in use. May be different to the number in view	xx	10
9	hdop	Horizontal dilution of precision	x.x	1.0
10	alt	Antenna altitude above/below mean sea level	x.x	1062.22
11	a-units	Units of antenna altitude (M = metres)	M	M
12	undulation	Undulation - the relationship between the geoid and the WGS84 ellipsoid	x.x	-16.271
13	u-units	Units of undulation (M = metres)	M	M
14	age	Age of correction data (in seconds) The maximum age reported here is limited to 99 seconds.	xx	(empty when no differential data is present)
15	stn ID	Differential base station ID	xxxx	(empty when no differential data is present)
16	*xx	Check sum	*hh	*48
17	[CR][LF]	Sentence terminator		[CR][LF]

GPS Quality Indicators

Indicator	Description
0	Fix not available or invalid
1	Single point
	Converging PPP (TerraStar-L)
2	Pseudorange differential
	Converged PPP (TerraStar-L)
	Converging PPP (TerraStar-C PRO, TerraStar-X)
4	RTK fixed ambiguity solution
5	RTK floating ambiguity solution
	Converged PPP (TerraStar-C PRO, TerraStar-X)
6	Dead reckoning mode
7	Manual input mode (fixed position)
8	Simulator mode
9	WAAS (SBAS)[1]

GPRMC

报文中文解释

字段	结构	描述	样式	示例
1	$GPRMC	报文头		$GPRMC
2	utc	定会UTC时间	hhmmss.ss	144326
3	pos status	定位状态(A 为有效定位, V 为无效定位)	A	A
4	lat	纬度 (DDmm.mm)	llll.ll	5107.0017737

5	lat dir	纬度方向 (N = North, S = South)	a	N
6	lon	经度(DDDmm.mm)	yyyyy.yy	11402.3291611
7	lon dir	经度方向(E = East, W = West)	a	W
8	speed Kn	地面速率	x.x	0.08
9	track true	地面航向，以真北方向为基准	x.x	323.3
10	date	UTC日期：（年/月/日）	xxxxxx	210307
11	mag var	磁偏角	x.x	0
12	var dir	磁偏角方向	a	E
13	mode ind	定位模式提示	a	A
14	*xx	校验值	*hh	*20
15	[CR][LF]	语句终止符		[CR][LF]

官方报文解释

Field	Structure	Description	Symbol	Example
1	$GPRMC	Log header		$GPRMC
2	utc	UTC of position	hhmmss.ss	144326.00
3	pos status	Position status (A = data valid, V = data invalid)	A	A
4	lat	Latitude (DDmm.mm)	llll.ll	5107.0017737
5	lat dir	Latitude direction: (N = North, S = South)	a	N
6	lon	Longitude (DDDmm.mm)	yyyyy.yy	11402.3291611
7	lon dir	Longitude direction: (E = East, W = West)	a	W
8	speed Kn	Speed over ground, knots	x.x	0.080
9	track true	Track made good, degrees True	x.x	323.3
10	date	Date: dd/mm/yy	xxxxxx	210307
11	mag var	Magnetic variation, degrees Note that this field is the actual magnetic variation and will always be positive. The direction of the magnetic variation is always positive.	x.x	0.0
12	var dir	Magnetic variation direction E/W Easterly variation (E) subtracts from True course. Westerly variation (W) adds to True course.	a	E
13	mode ind	Positioning system mode indicator, see Table: NMEA Positioning System Mode Indicator	a	A
14	*xx	Check sum	*hh	*20
15	[CR][LF]	Sentence terminator		[CR][LF]

NMEA Positioning System Mode Indicator

Mode	Indicator
A	Autonomous
D	Differential
E	Estimated (dead reckoning) mode
M	Manual input
N	Data not valid

GPHDT （航向信息）

报文中文解释

字段	结构	描述	样式	示例
1	$GPHDT	报文头		$GPHDT
2	heading	航向角	x.x	75.5554

3	TRUE	真北角	T	T
4	*xx	校验值	*hh	*36
5	[CR][LF]	语句终止符		[CR][LF]

官方报文解释

Field	Structure	Description	Symbol	Example
1	$GPHDT	Log header		$GPHDT
2	heading	Heading in degrees	x.x	75.5554
3	True	Degrees True	T	T
4	*xx	Check sum	*hh	*36
5	[CR][LF]	Sentence terminator		[CR][LF]

GPVTG （地面速度信息）

报文中文解释

字段	结构	描述	样式	示例
1	$GPVTG	报文头		$GPVTG
2	track true	方向角，以真北方向为基准	x.x	24.168
3	T	真北方向指示器	T	T
4	track mag	方向角，以磁北方向为基准	x.x	24.168
5	M	磁北方向指示器	M	M
6	speed Kn	水平运动速度	x.x	0.4220347
7	N	速度指示器，节	N	N
8	speed Km	水平运动速度，km/s	x.x	0.781608
9	K	速度指示器 (K = km/hr)	K	K
10	mode ind	定位模式指示	a	A
11	*xx	校验值	*hh	*7A
12	[CR][LF]	语句终止符		[CR][LF]

官方报文解释

Field	Structure	Description	Symbol	Example
1	$GPVTG	Log header		$GPVTG
2	track true	Track made good, degrees True	x.x	24.168
3	T	True track indicator	T	T
4	track mag	Track made good, degrees Magnetic; Track mag = Track true + (MAGVAR correction) See the **MAGVAR** command	x.x	24.168
5	M	Magnetic track indicator	M	M
6	speed Kn	Speed over ground, knots	x.x	0.4220347
7	N	Nautical speed indicator (N = Knots)	N	N
8	speed Km	Speed, kilometres/hour	x.x	0.781608
9	K	Speed indicator (K = km/hr)	K	K
10	mode ind	Positioning system mode indicator, see Table: NMEA Positioning System Mode Indicator	a	A
11	*xx	Check sum	*hh	*7A
12	[CR][LF]	Sentence terminator		[CR][LF]

NMEA Positioning System Mode Indicator

Mode	Indicator
A	Autonomous
D	Differential
E	Estimated (dead reckoning) mode
M	Manual input
N	Data not valid

GPZDA （UTC时间及日期）

报文中文解释

字段	结构	描述	样式	示例
1	$GPZDA	报文头		$GPZDA
2	utc	UTC 时间	hhmmss.ss	220238
3	day	日, 01 -31	xx	15
4	month	月, 01 -12	xx	7
5	year	年	xxxx	1992
6	null	当地区号，不可用	xx	(empty when no data is present)
7	null	当地区域分钟描述，不可用	xx	(empty when no data is present)
8	*xx	校验值	*hh	*6F
9	[CR][LF]	语句终止符		[CR][LF]

官方报文解释

Field	Structure	Description	Symbol	Example
1	$GPZDA	Log header		$GPZDA
2	utc	UTC time status	hhmmss.ss	220238.00
3	day	Day, 01 to 31	xx	15
4	month	Month, 01 to 12	xx	07
5	year	Year	xxxx	1992
6	null	Local zone description—not available Local time zones are not supported by OEM7 family receivers. Fields 6 and 7 are always null.	xx	(empty when no data is present)
7	null	Local zone minutes description—not available	xx	(empty when no data is present)
8	*xx	Check sum	*hh	*6F
9	[CR][LF]	Sentence terminator		[CR][LF]

GPATT格式如下表

名称	单位	样式	示例	描述
报文头		String	$GNATT	
UTC时间		hhmmss.sss	170834.000	17：08：34 UTC
状态		Character	1	0:不可用 1：可用
横滚角	degree	3 decimal place	-4.891	范围为正负180°，右侧向下定义为正
横滚角指示器		Character	R	横滚角指示器
俯仰角	degree	3 decimal place	3.122	范围为正负90°，向上定义为正
俯仰角指示器		Character	P	俯仰角指示器
航向角	degree	3 decimal place	124.005	范围为0°到360°，真北方向，顺时针旋转为正
横滚角不确定性	degree	3 decimal place	0.432	范围为0~360
俯仰角不确定性	degree	3 decimal place	0.811	范围为0~360
航向角不确定性	degree	3 decimal place	1.202	范围为0~360
校验和		HEX	*68	用于检查传输错误

Name	*Unit*	*Format*	*Example*	*Description*
Sentence Identifier		String	$GNATT	
Time		hhmmss.sss	170834.000	17:08:34 UTC
Status		Character	1	0: invalid 1: valid
Roll Angle	degree	3 decimal places	-4.891	range ±90, right side down defined as positive
Indicator for roll		character	R	Roll indicator
Pitch Angle	degree	3 decimal places	3.122	range ±90, head up defined as positive
Indicator for Pitch		character	P	Pitch indicator
Heading Angle	degree	3 decimal places	124.005	range 0~360, to true North, counter clockwise defined as positive
Roll Angle uncertainty	degree	3 decimal places	0.432	range 0~360
Pitch Angle uncertainty	degree	3 decimal places	0.811	range 0~360
Heading Angle uncertainty	degree	3 decimal places	1.202	range 0~360
Checksum		Hex	*68	Used by program to check for transmission errors

GPCHC （原极自定义报文：GPCHC数据协议）

GPCHC 格式如下表

$GPCHC,GPSWeek,GPSTime,Heading,Pitch,Roll,gyrox,gyroy,gyroz,accx,accy,accz,Lattitude,Longitude,Altitude,Ve,Vn,Vu,V,NSV1,NSV2,Status,Age,WarmingCs<CR><LF>

注：如果系统状态没初始化，就是GNSS结果，包括位置速度姿态（Status低半字节0，1为GNSS数据，2，3为组合后数据）

字段	名称	说明	格式	举例
1	Header	GPCHC 协议头	$GPCHC	$GPCHC
2	GPSWeek	自1980-1-6 至当前的星期数（GPS 时间）	www	1980
3	GPSTime	自本周日 0:00:00 至当前的秒数（GPS 时间）	ssssss.ss	16897.68
4	Heading	偏航角（0 至 359.99）	hhh.hh	289.19
5	Pitch	俯仰角（-90 至 90）	+/-pp.pp	-0.42
6	Roll	横滚角（-180 至 180）	+/-rrr.rr	0.21
7	gyro x	陀螺 X 轴,单位（°/s）	+/-ggg.gg	-0.23
8	gyro y	陀螺 Y 轴,单位（°/s）	+/-ggg.gg	0.07
9	gyro z	陀螺 Z 轴,单位（°/s）	+/-ggg.gg	-0.06
10	acc x	加表 X 轴,单位（G）	+/-a.aaaa	0.0009
11	acc y	加表 Y 轴,单位（G）	+/-a.aaaa	0.0048
12	acc z	加表 Z 轴,单位（G）	+/-a.aaaa	-1.0037
13	Latitude	纬度（-90° 至 90°）	+/-ll.lllllll	38.8594969
14	Longitude	经度（-180° 至 180°）	+/-ll.lllllll	121.5150073
15	Altitude	高度，单位（米）	+/-aaaaa.aa	121.51
16	Ve	东向速度，单位（米/秒）	+/-eee.eee	-0.023
17	Vn	北向速度，单位（米/秒）	+/-nnn.nnn	0.011
18	Vu	天向速度，单位（米/秒）	+/-uuu.uuu	0.000
19	V	车辆速度，单位（米/秒）	+/-uuu.uuu	1.500
20	NSV1	主天线 1 卫星数	nn	14
21	NSV2	副天线 2 卫星数	nn	6
22	Status	系统状态（低半字节）： 0: 初始化 ; 1: 卫导模式 ; 2: 组合导航模式 ; 3: 纯惯导模式 ; 卫星状态（高半字节）： 0：不定位不定向； 1：单点定位定向； 2：伪距差分定位定向； 3：组合推算； 4：RTK稳定解定位定向； 5：RTK浮点解定位定向； 6：单点定位不定向； 7：伪距差分定位不定向； 8：RTK 稳定解定位不定向； 9: RTK浮点解定位不定向;	ss	4
23	Age	差分延时	aa	0
24	Warning	bit0:1:无GPS消息， 0：正常 bit1:1:无车辆消息， 0：正常 bit3:1陀螺错误， 0：正常 bit4:1加表错误，0：正常	ww	2
25	Cs	校验	*hh	*47
26	<CR><LF>	固定包尾		<CR><LF>

8.4 CAN协议

表 9 CAN 扩展帧格式 0x19FF CC9A （注：单位为 deg*100 ，int16 类型）

扩展帧 ID	1	2	3	4	5	6	7	8

0x19FF CC9A	横滚角	俯仰角	航向角	航迹角

表 10 CAN 扩展帧格式 0x19FF CD9A（注：单位为 deg/s*52.0127 ，int16 类型）

注：预留：若接G200,则输出前轮角度

扩展帧 ID	1	2	3	4	5	6	7	8
0x19FF CD9A	gyro_x		gyro_y		gyro_z		预留	

表 11 CAN 扩展帧格式 0x19FF CE9A（注：单位为 g*3276.8 ，int16 类型）

状态位：

Bit0:RTK 板卡数据有效标志位，1 表示有效，0 表示无效

Bit1:PPS 有效标志位，1 表示有效，0 表示无效

Bit2:前轮转角有效标志位，1 表示有效，0 表示无效

Bit3:前轮陀螺仪有效标志位，1 表示有效，0 表示无效

Bit4:RTK 定位固定解标志位，1 表示固定解，0 表示未固定解

Bit5:RTK 定向固定解标志位，1 表示固定解，0 表示未固定解

Bit6:航向初始化标志位，1 表示已初始化，0 表示未初始化（仅针对单天线车身陀螺）

扩展帧 ID	1	2	3	4	5	6	7	8
0x19FF CE9A	accel_x		accel_y		accel_z		状态位	

表12 CAN扩展帧格式0X19FFCE9B

注：速度方向：1：前进，-1：后退

扩展帧 ID	1	2	3	4	5	6	7	8
0X19FFCE9B	周内秒				估计天线安装偏差角		速度方向	预留

表13 CAN扩展帧格式0X19CCFF9A（注：格式为度格式，需要除1e7，Int32 类型）

设备采用 WGS84 坐标系， 经纬度默认输出为主天线相位中心位置，配置投影点的情况下输出为投影点位置；

纬度以赤道为 0°, Latitude 大于 0°为北半球， 反之为南半球；

经度以本初子午线为 0°, Longitude 大于 0°为东半球， 反之为西半球。

扩展帧 ID	1	2	3	4	5	6	7	8
0X19CCFF9A	纬度				经度			

表14 CAN扩展帧格式0X19CCFF9B（注：高程为椭球高，需要除1e7，Int32 类型）

扩展帧 ID	1	2	3	4	5	6	7	8
19CCFF9B	高程				周内秒			

表15 CAN扩展帧格式0X19FFD29A (注：单位为 cm/s，int16 类型)

扩展帧 ID	1	2	3	4	5	6	7	8
19FFD29A	北向速度		东向速度		地向速度		地速（平面速度）	

9. 输入协议

9.1 二进制配置协议

注意:

- CRC校验为从帧头开始，不包含CRC校验位本身，该帧所有字节的CRC校验，校验计算方式和例程见附录
- 帧长为除去帧头，帧 ID，帧长和校验位之外的所有数据字节总数。
- 小端模式，先发送低字节。
- 此帧需要持续发送，断电不保存

表 9 二进制配置协议

内容	类型	相对位置
帧头 1：0x55	Uint8	0
帧头 2：0xAA	Uint8	1
帧 ID：0x0101	Uint16	2
帧长：0x0018	Uint16	4
(预留)	Uint8	6
(预留)	Uint16	7
(预留)	Uint8	9
天线杆臂X(厘米)	Int16	10
天线杆臂Y(厘米)	Int16	12
天线杆臂Z(厘米)	Int16	14
(预留)	Int16	16
(预留)	Int16	18
(预留)	Int16	20
(预留)	Int32	22
(预留)	Uint16	26
(预留)	Uint8	28
输出协议: 1：设置输出6.1节所述帧 2: 设置输出预留协议（一般不使用）	Uint8	29
CRC校验位	Uint32	30

9.2 字符串配置协议

9.2.1 配置主天线杆臂

例如配置杆臂向量为X=0.5m,Y=-0.6m,Z=-1.0m

指令： AT+CLUB_VECTOR=0.5,-0.6,-1.0\r\n

应答： GPS_POS_X=0.5,GPS_POS_Y=-0.6,GPS_POS_Z=-1.0/r/n

说明：杆臂向量为RTK主天线相位中心相对IMU相位中心的*三维矢量（X,Y,Z），单位为米。其中，在前右下车体坐标系下*

若RTK主天线在IMU的前方，则为正数，否则为负数；

若RTK主天线在IMU的右方，则为正数，否则为负数；

若RTK主天线在IMU的上方，则为**负数**，否则为正数。

坐标系示意图如下图所示：（标贴需朝上，IMU如果未按照下图方式安装，需配置9.2.20章节配置安装朝向）

图 9 坐标系示意图



图 10 天线杆臂示意图



9.2.2 配置后轮轴中心杆臂

例如配置杆臂向量为X=0.5m,Y=-0.6m,Z=1.0m

指令：AT+OD_VECTOR=0.5,-0.6,1.0\r\n

应答：OD_POS_X=0.5,OD_POS_Y=-0.6,OD_POS_Z=1.0\r\n

说明：杆臂向量为后轮轴中心相对IMU相位中心的三维矢量（X,Y,Z），单位为米。其中，在前右下车体坐标系下

若后轮轴中心在IMU的前方，则为正数，否则为负数；

若后轮轴中心在IMU的右方，则为正数，否则为负数；

若后轮轴中心在IMU的下方，则为**正数**，否则为负数（一般后轮轴中心都在设备下方）。

坐标系示意图如下图所示：（标贴需朝上，IMU如果未按照下图方式安装，需配置9.2.20章节配置安装朝向）



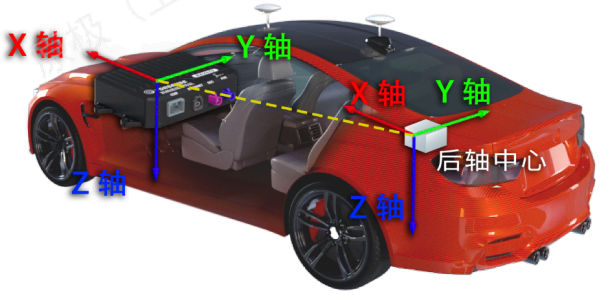


图11 坐标系示意图

9.2.3 配置车辆轴距

若配置车辆轴距为2m，则配置指令为：

AT+WHEEL_BASE=2\r\n

注：指令配置后需保存

9.2.4 配置RTK双天线安装角

若配置RTK双天线安装角为0度，则配置指令为：

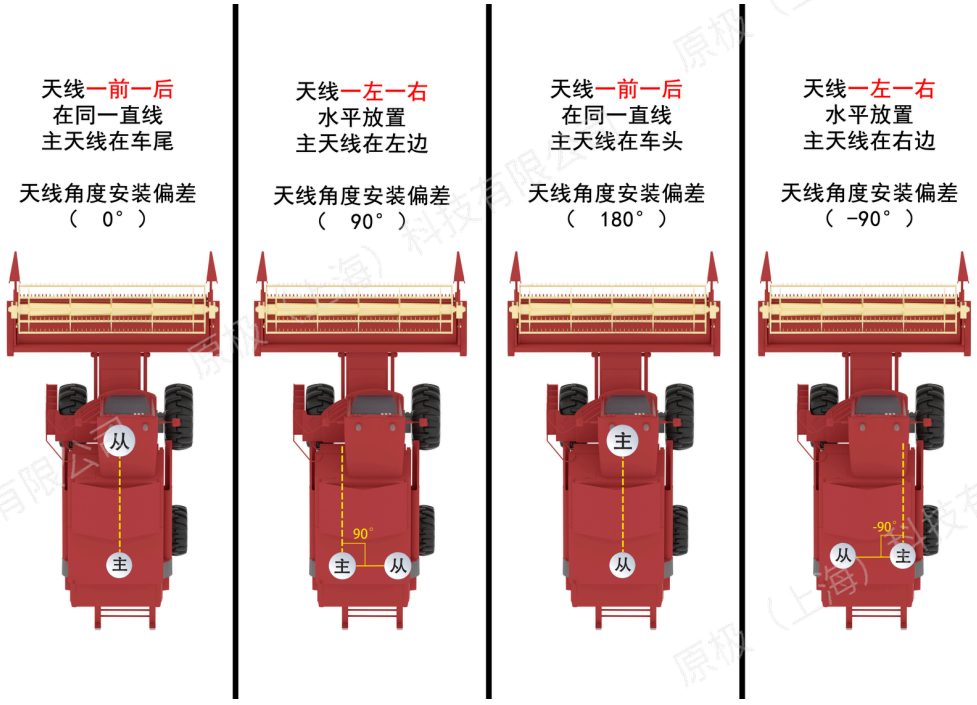
指令： AT+RTK_ANGLE=0\r\n

应答： ANGLE=0\r\n

说明： 安装角为主天线指向副天线的射线与车头方向的夹角，顺时针为正，逆时针为负，角度输入范围-180°~180°

注意：配置指令保存后需断电重启生效；双天线间隔距离需大于50cm

图 12 RTK双天线安装角示意图



9.2.5 开启双天线融合

备注：默认双天线融合为关闭状态，仅在静止时用于快速初始化，如需全程使用双天线航向，请按以下指令开启双天线融合，1为开启双天线融合，其他参数均为关闭双天线融合，注意需要同步标定双天线安装误差，否则与车身航向之间会存在固定误差

指令： AT+DRTK_USE=1\r\n

应答： OK

注意：配置指令保存后需断电重启生效；双天线间隔距离需大于50cm

9.2.6 标定双天线

双天线标定流程如下

1.连接串口，输入AT+SETNO\r\n关闭所有打印

2.发送指令 AT+RTK_BIAS_EST=1\r\n开启标定流程

3.车辆直行，车速不低于3km/h，串口返回 RTK_BIASE_CORRECT_DONE后表示标定成功

4.发送AT+CONFIG\r\n指令可以看到打印，RTK_BIAS_FLAG_AND_VALUE=99,XX（标定角度），检查是否合理，安装正常的情况下小于1度

5.AT+SAVE\r\n保存结果，重新上电。

9.2.7 配置组合导航输出的位置、速度投影点

若配置输出组合导航设定的投影点结果，则配置指令为：

指令： AT+PROJ_VECTOR=1.0,2.0,3.0\r\n

应答： PROJ_VECTOR_X=1.0, PROJ_VECTOR_Y=2.0, PROJ_VECTOR_Z=3.0\r\n

说明： 组合导航输出默认为天线相位中心坐标，若需输出其他位置坐标，则需配置IMU相位中心相对此投影点位置的杆臂向量，配置方法同9.2.1杆臂配置

9.2.8 配置输出二进制-AG数据流

指令： AT+SETAG\r\n

应答： OK\r\n

若配置停止输出

指令：AT+SETNO\r\n

应答：OK\r\n

9.2.9 配置输出二进制-组合导航数据流

指令：AT+SETNAV\r\n

应答：OK\r\n

若配置停止输出

指令：AT+SETNO\r\n

应答：OK\r\n

9.2.10 配置输出NMEA格式数据流

若配置NEMA语句输出，则8.2组合导航数据流不输出

如需切换为8.2组合导航数据流输出，需先按9.2.11指令停止当前数据流输出

配置指令如下

GPGGA

例：以5Hz频率输出GPGGA语句： AT+GPGGA=5\r\n

应答：OK\r\n

GPRMC

例：以1Hz频率输出GPRMC语句： AT+GPRMC=1\r\n

应答：OK\r\n

GPHDT（航向信息）

例：以1Hz频率输出GPHDT语句： AT+GPHDT=1\r\n

应答：OK\r\n

GPVTG（地面速度信息）

例：以1Hz频率输出GPVTG语句： AT+GPVTG=1\r\n

应答：OK\r\n

GPZDA（UTC时间及日期）

例：以1Hz频率输出GPZDA语句： AT+GPZDA=1\r\n

应答：OK\r\n

GPATT（自定义报文）

例：以1Hz频率输出GPATT语句： AT+GPATT=1\r\n

应答：OK\r\n

若配置停止输出

指令：AT+SETNO\r\n

应答：OK\r\n

9.2.11 配置当前数据流停止输出

指令：AT+SETNO\r\n

应答：OK\r\n

9.2.12 配置数据输出频率

若配置数据输出频率为10Hz，则配置指令为：

指令：AT+OUTRATE=10\r\n

应答：OK\r\n

9.2.13 配置波特率

仅支持配置波特率为115200或230400，默认波特率为115200

若配置IMU串口波特率为230400，则配置指令为：

指令：AT+BAUD=230400\r\n

应答：BAUD=230400\r\n

注意：配置指令且保存后需断电重启生效

9.2.14 配置CAN波特率

仅支持配置波特率为250K,500K,1M，默认波特率为500K

示例：若配置CAN波特率为500K，则配置指令为：

指令：AT+CAN_BAUD=500\r\n

应答：OK

注意：配置指令且保存后需断电重启生效

9.2.15 配置CAN输出频率

若配置CAN数据输出频率为10Hz，则配置指令为：

指令：AT+CAN_ODR=10

应答：OK\r\n

备注：最大支持100Hz，修改完立即生效，保存后断电重启继续生效

9.2.16 打印所有配置信息

若查询所有配置过的信息，则配置指令为：

AT+CONFIG\r\n

9.2.17 查询版本号

AT+VERSION\r\n

9.2.18 配置输出载体XYZ速度

配置后，初始化完成后组合数据流中的北向，东向，地向速度会切换成载体的XYZ三轴速度

1为开启载体速度输出，其他参数均为关闭

指令：AT+NAV_OUTPUT_XYZ=1\r\n

应答：OK

9.2.19 加速度数据扣除重力加速度

1.去除重力加速度命令：AT+DEDUCTIONG=1\r\n

发送后返回OK代表成功发送，立即生效

需发送AT+SAVE\r\n保存配置，否则重启后失效

2.恢复重力加速度命令：AT+DEDUCTIONG=0\r\n

发送后返回OK代表成功发送，立即生效

需发送AT+SAVE\r\n保存配置，否则重启后失效

9.2.20 配置安装旋转角

目前仅支持如下旋转角度

x轴旋转180度

z轴旋转90 180 270

配置指令如下

若 安装旋转 角度为X轴旋转180度，则配置指令为：

指令： AT+INSTALL_ANGLE=180,0,0\r\n

应答： INST_ANGLE_X=180.000,INST_ANGLE_Y=0.000,INST_ANGLE_Z=0.000

若 安装旋转 角度为Z轴旋转180度，则配置指令为：

指令： AT+INSTALL_ANGLE=0,0,180\r\n-

应答： INST_ANGLE_X=0.000,INST_ANGLE_Y=0.000,INST_ANGLE_Z=180.000

9.2.21 保存参数

以上包括杆臂，数据流，输出频率等参数，配置完以后都需要输入一次保存指令，重启后才能生效

指令： AT+SAVE\r\n

应答： OK\r\n

9.3 通过CAN 配置

备注：所有CAN报文都为，小端模式，低字节在前

9.3.1 查询版本号

示例：

ID = 0x19FFF326

Data = 0x9A 0x07 0xFF 0xFF 0xFF 0xFF 0xFF 0xFF

应答

例：（版本号 1805）

ID = 0x19FFF29A

Data = 0x26 0xC7 0x00 0x00 0x07 0x0D 0xFF 0xFF

备注： 前两位 0x26 0xC7 为固定帧头

9.3.2 配置轴距和杆臂

示例

ID = 0X0DFFC126

Data = 轴距 2 字节+杆臂 2 字节*3（单位 cm）

应答

ID = 0X19FFC09A

Data = 轴距 2 字节+杆臂 2 字节*3（单位 cm）

9.3.3 查询轴距和杆臂

ID = 0X0DFFC226

Data =0xFF 0xFF 0xFF 0xFF 0xFF 0xFF 0xFF 0xFF

应答

ID = 0X19FFC29A

Data = 轴距 2 字节+杆臂 2 字节*3（单位 cm）

9.3.4 配置 CAN 输出更新率和波特率

波特率支持 1M，500K，250K（分别表示为 0x01，0x02，0x03）

更新率支持 20，50，100Hz（分别表示为 0x14，0x32，0x64）

配置完以后重启生效。

ID = 0x19FFF326

Data = 0x9A 0x4A 波特率 更新率 0xFE 0xFB 0xF9 0xFF

应答

ID =0x19FFF59A

Data =0xFF 0x4A 波特率 更新率 0xFF 0xFF 0xFF 0xFF

9.3.5 查询更新率和波特率：

ID = 0x19FFF426

Data =0xFF 0xFF 0xFF 0xFF 0xFF 0xFF 0xFF 0xFF

应答

ID =0x19FFF49A

Data =0xFF 0x4A 波特率 更新率 0XFF 0XFF 0XFF 0xFF

9.3.6 配置后轮中心杆臂

ID = 0X0BC00114

Data=杆臂2字节*3+FF*2（单位 cm）

应答

ID=0X0BCBB114

Data=杆臂2字节*3+00*2（单位 cm）

9.3.7 配置投影点杆臂

ID = 0X0BC00111

Data=杆臂2字节*3+FF*2（单位 cm）

9.3.8 查询投影点杆臂

ID = 0X0BCFF111

Data=0xFF 0xFF 0xFF 0xFF 0xFF 0xFF 0xFF 0xFF

应答

ID = 0X0BCBB111

Data=杆臂2字节*3+00*2（单位 cm）

9.3.9 配置双天线安装偏差角

ID = 0X0DFFC326

Data=角度(init16)+FF*6 (单位：度*100)

9.3.10 查询双天线安装偏差角

ID = 0X0DFFC526

Data=0xFF 0xFF 0xFF 0xFF 0xFF 0xFF 0xFF 0xFF

应答

ID = 0X19FFC29A

Data=角度+FF*6(单位：度*100)

9.3.11 配置低通滤波

ID = 0X0DFFC626

Data=滤波值 0xFF 0xFF 0xFF 0xFF 0xFF 0xFF 0xFF

应答

ID=0X19FF69A

Data=滤波值 0xFF 0xFF 0xFF 0xFF 0xFF 0xFF 0xFF

9.3.12 查询低通滤波

ID=0X0DFFC726

Data=0xFF 0xFF 0xFF 0xFF 0xFF 0xFF 0xFF 0xFF

应答

ID=0X19FF79A

Data=滤波值 0xFF 0xFF 0xFF 0xFF 0xFF 0xFF 0xFF

9.3.13 开启PPS(标准帧)

ID=0x400

Data=0X00 0X00 0X00 0X00 0X00 0X00 0X00 0X00

应答

ID=0XBCBB116

Data=0X00 0X00 0X00 0X00 0X00 0X00 0X00 0X00

9.3.14 关闭PPS(标准帧)

ID=0x399

Data=0X00 0X00 0X00 0X00 0X00 0X00 0X00 0X00

应答

ID=0xBCBB116

Data=0X01 0X00 0X00 0X00 0X00 0X00 0X00 0X00

9.3.15 保存参数指令

ID = 0X0DFFCF26

Data =0xFF 0xFF 0xFF 0xFF 0xFF 0xFF 0xFF 0xFF

应答

ID = 0X19FFCF9A

Data=0xFF 0xFF 0xFF 0xFF 0xFF 0xFF 0xFF 0xFF

9.3.16 配置IMU安装旋转角

前面6个字节每两个字节表示配置一个轴的旋转角度

举例：X轴旋转180度

ID:0X0BC00110

Data =B4 00 00 00 00 00 00 00

9.3.17 查询配置IMU安装旋转角

ID:0X0BCFF110

Data =00 00 00 00 00 00 00 00

应答：

ID:0X0BCBB110

Data =B4 00 00 00 00 00 00 00

9.3.18 配置双天线融合是否开启

配置为0x99时，表示开启，其他为关闭

举例：配置双天线融合开启

ID:0X0BC00115

Data =99 00 00 00 00 00 00 00

应答

ID:0X0BCBB115

Data =01 00 00 00 00 00 00 00

10. 定向精度测试

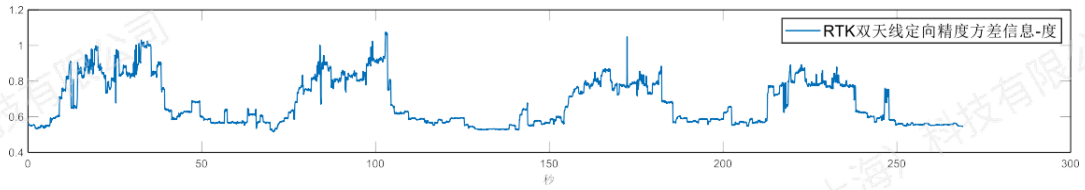
测试条件：

- 使用拖拉机作为测试车辆，进行 1~18km/h 速度的直线，转弯等测试。
- 使用和芯星通 UM982 板卡输出的航向角做为真值基准。基线长度 1.5 米
- 单天线组合导航模块的航向角均以通过 PPS 秒脉冲信号与 RTK 航向角进行了时间同步。

测试结果：

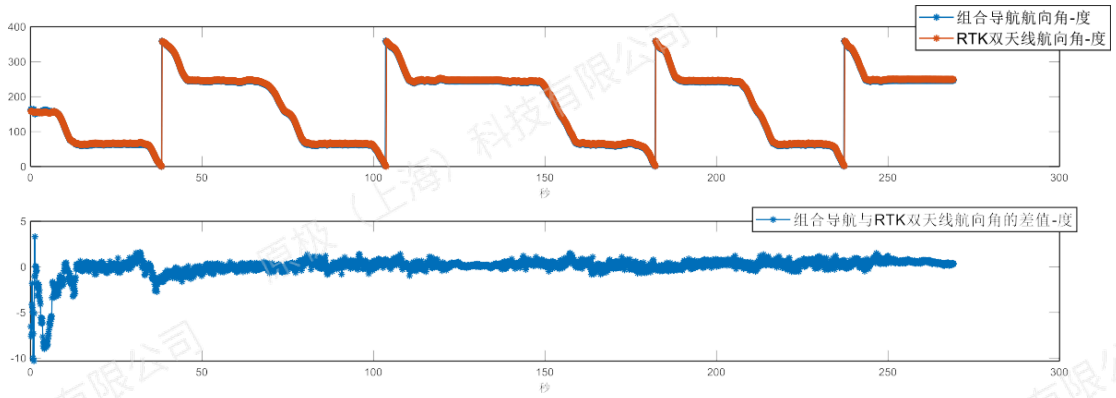
- 单天线组合导航模块的在起步后的 5s 时间内航向角精度收敛至 1 度以内。

图 13 定向精度方差信息/图



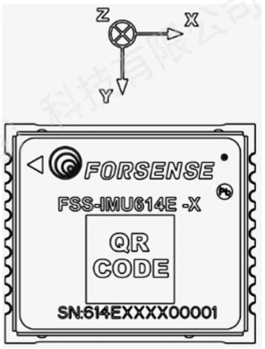
- 单天线组合导航模块的航向角精度优于 0.3 度rms。

图 14 航向角/图



11. 坐标系定义

图 15 坐标系示意图



本产品坐标系使用 前-右-下(FRD)坐标系，欧拉角范围如下：

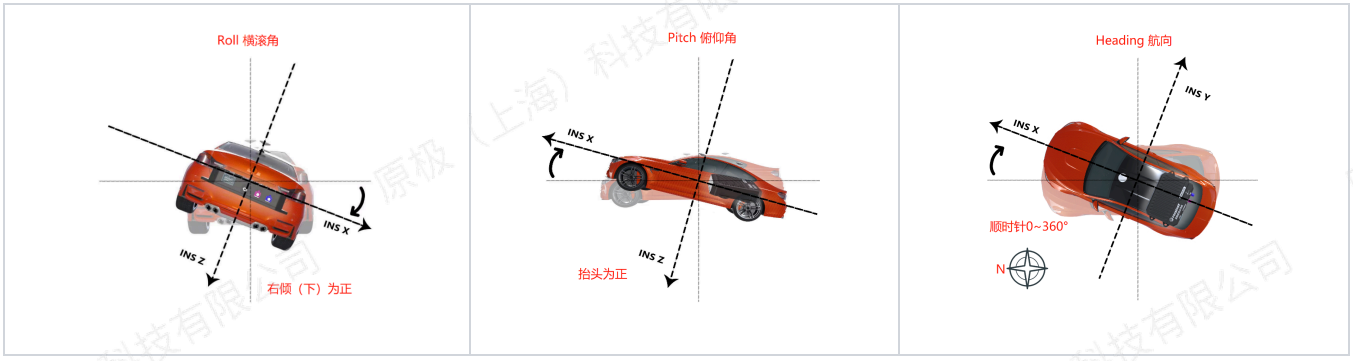
绕 Z 轴方向旋转: 航向角Yaw范围: 0° ~360°；

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 16 横滚、俯仰、航向角示意图



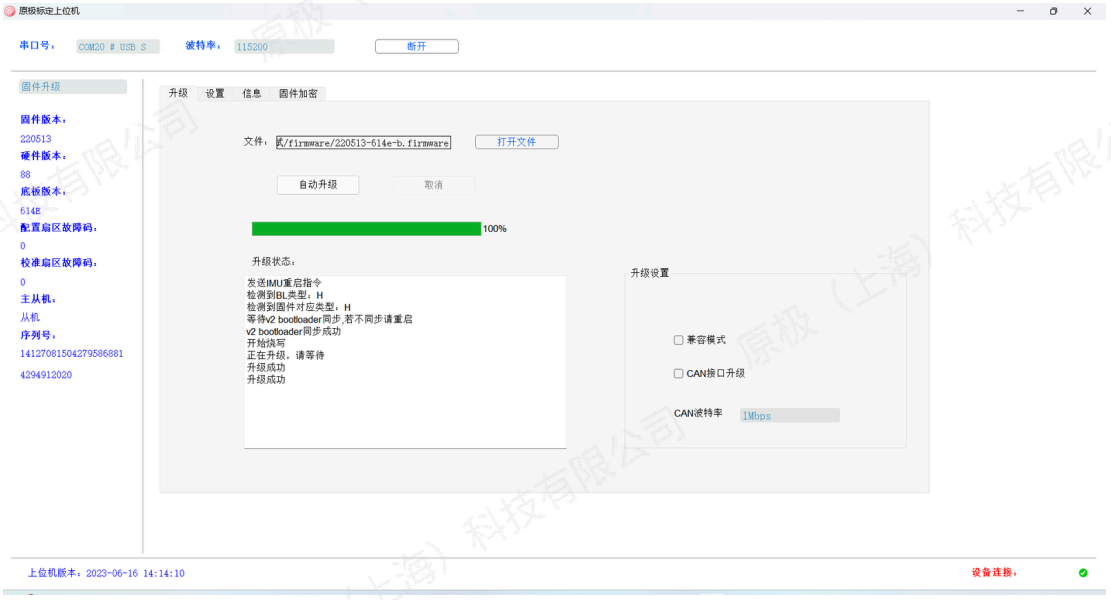
12. 固件升级

12.1 通过上位机

12.1.1 R232串口直连

使用原极IMU测试上位机——选择固件升级——打开固件——点击自动升级。

图 17 上位机固件升级页面-串口/图



12.1.2 使用附带USB转CAN模块

使用原极IMU测试上位机——选择固件升级——打开固件——选择CAN接口升级——设置升级后的固件波特率——点击自动升级。

图 18 上位机固件升级页面-USB转CAN/图



12.2 串口推送

升级总共分为以下几个步骤：

第一步：发送升级指令

发送升级指令，告诉模块做好升级准备，命令发送完成后，设备会 在 flash 某个区域记录下升级标志位， 然后进行软重启， 此时 imu 模块将进入

BOOTLOADER 中。

```
上位机发送升级指令如下：
  cmd_bl[34] ={0x55,0xaa,0xbb,0x88,0x18,0x00,0x00,0x00,0xc8,0x42,0x00,0x00,
  0x48,0x43,0x2c,0x01,0x00,0x00,0x90,0x01,0x00,0x00,0xf4,0x01,0x00,0x00,
  0x58,0x02,0x00,0x00,0x40,0x97,0x46,0x6a};
  此时 imu 模块将会重启后进入 bootloader 中
```

第二步：发送 **HC32MCU_FORSENSE** 字符串

imu 模块进入 bootloader 中后，imu 模块会主动发送 HC32_UPLOADER 字符串， 在此期间，上位机需要发送 HC32MCU_FORSENSE 字符串，imu 模块一旦收到此 字符串，将不会跳转进 APP，将留在 bootload r 中处于程序待升级状态， 同时也

会停止主动发送任何消息

```
//发送完升级指令后，紧接着发送如下字符串，确保 imu 模块不会跳转到 APP 区域，同时处于待升级状态
```

```
QString str = "HC32MCU_FORSENSE" ;
for(int i=0;i<10;i++)
{
  _port_device->write(str.toLatin1()); sleep_ms(50);
}
```

第三步：发送同步指令

imu 模块在 bootloader 中处于待升级状态时，不会主动发送信息，只会被动的响 应上位机的指令。此时上位机发送命令 Send_CMD_LONG(0X21,0,0,0,0,0,0) 后，等 待 imu 模块的响应 。 imu 收到此命令后，立即回复 Send CMD ACK (0x64,0x10,0)

数据 。上位机一旦判断接收到此数据，就表示完成了同步。

```
上位机与 imu 模块同步过程：
1.上位机发送同步命令，命令码为 0x21，发送后等待 imu 模块响应
 Send_CMD_LONG(0x21,0,0,0,0,0,0);
2.imu 模块收到 0x21 的命令码后，发送响应数据，数据命令如下：
Send_CMD_ACK(0x64,0x10,0);
3.上位机判断是否收到了 imu 的响应数据，如收到则表示完成了同步
注：Send_CMD_LONG 函数与 Send_CMD_ACK 函数见文章末尾
```

第四步：发送擦除命令

上位机发送擦除命令 Send_CMD_LONG(0x23,0,0,0,0,0,0)，指令发送后，imu 模块 会将APP 区域的内容全部擦除干净，并将最终的执行结果告诉上位机 。上位机 会根据执行结果是否要再次发送擦除命令。一旦擦除成功，IMU模块的 APP 将无法还原。另外上位机必须等到 IMU 擦除成功的响应后，才能进行下一步，否则有可能造成后续的升级失败。

```
1.上位机发送擦除命令，命令码为 0x23，发送完此命令后耐心等待 imu 回复执行结果
   Send_CMD_LONG(0x23,0,0,0,0,0,0);
2.imu 收到 0x23 的命令码后，将会把 APP 区域数据擦除干净，并将最终的执行结果回复给上位机
    send_CMD_ACK(0x64,0x10,0); //表示擦除成功
```

```
    send_CMD_ACK(0x64,0x11,0); //表示擦除失败，需要重新擦除
    注意：上位机必须收到擦除成功的响应，才能进行下一步
```

第五步： 发送升级数据包

擦除成功后， 将进入最重要的发送固件数据环节， 发送数据使用函 Send_Upload_Data 进行发送 。上位机将升级固件进行分包，每包固定大小 64 字 节，最后一包不足 64 字节的按照实际字节数进行发送 。每一帧数据包含有效数 据长度与此包在整个固件中的偏移地址。上位机每发送一帧数据，必须等待 IMU 模块的响应，判断 imu 成功获取到此帧数据后，再发送下一帧 。IMU 模块成功收 到上位机的数据包后，会发送响应数据，并根据偏移地址写入指定的 flash 地址。

如果写入 flash 失败，发送失败命令，写入成功则不发。

```
例：将大小 1000 字节的升级文件 uint8_t Upgrade_Data[1000]发送给 imu 模块
 //发送第一包：
  1.1 通过函数将 0~63 字节发送到 imu 模块
  Send_Upload_Data（0x27,0,0,0x40,Upgrade_Data);
  //上面函数第一参数 0x27 为固定值，第二参数 0 为固定值，第三参数 0 为偏移地址，
    第四参数 0x40 为有效字节长度，第五参数为发送数据的首地址

 1.2 imu 成功收到数据后，会发送响应数据，并根据偏移地址写入指定的 flash 地址
   send_CMD_ACK(0x753D,0x00,0);
   //上面函数第一参数 0x753D 为固定值，第二参数 0 为固定值，第三参数为偏移地址。
   imu 模块将数据写入 flash 过程中如果写入失败将发送失败命令 send_CMD_ACK(0x64,0x11,0);

   //发送第二包：
   2.1 上位机收到 imu 响应数据后，将发送第二包数据 Send_Upload_Data（0x27,0,0x40,0x40,Upgrade_Data+0x40);
   2.2 imu 成功收取到第二包数据后，发送响应： send_CMD_ACK(0x753D,0x00,0x40);
   2.3 imu 模块将数据写入 flash 过程中如果写入失败将发送失败命令 send_CMD_ACK(0x64,0x11,0);


   //发送第三包
   3.1 上位机收到 imu 响应数据后，将发送第三包数据 Send_Upload_Data（0x27,0,0x80,0x40,Upgrade_Data+0x80);
   3.2 imu 成功收取到第三包数据后，发送响应： send_CMD_ACK(0x753D,0x00,0x80);
   3.3 imu 模块将数据写入 flash 过程中如果写入失败将发送失败命令 send_CMD_ACK(0x64,0x11,0);
   ----------
  //发送第十五包：
```

```
15.1 上位机收到 imu 响应数据后，将发送第十五包数据 Send_Upload_Data（0x27,0,0x380,0x40,Upgrade_Data+0x380);
15.2 imu 成功收取到第十五包数据后，发送响应： send_CMD_ACK(0x753D,0x00,0x380);
15.3 imu 模块将数据写入 flash 过程中如果写入失败将发送失败命令 send_CMD_ACK(0x64,0x11,0);
//发送第十六包：
15.1 上位机收到 imu 响应数据后，将发送第十六包数据 Send_Upload_Data（0x27,0,0x3C0,0x28,Upgrade_Data+0x3C0);
15.2 imu 成功收取到第十六包数据后，发送响应： send_CMD_ACK(0x753D,0x00,0x3C0);
15.3 imu 模块将数据写入 flash 过程中如果写入失败将发送失败命令 send_CMD_ACK(0x64,0x11,0);
发送结束
```

第六步：获取 **CRC** 校验码

一般情况下升级固件的命令规则为 imu614e-ag#CRC1373387121.firmware ， CRC 字符串后面紧跟着的是已经计算好的 CRC 校验值 。升级文件发送完成后，上位机需要发送校验指令， 以判断 imu 模块收到的升级文件是否有误 。上位机发送 Send_CMD_LONG(0x29,0,0,0,0,0,0)命令后，获取 imu 模块自身计算的 CRC 校验码，

如果上位机判断 CRC 校验值有误，应该从第四步擦除命令开始进行重新升级。

```
上位机发送获取 crc 校验码指令，等待 imu 响应
 Send_CMD_LONG(0x29,0,0,0,0,0,0);
imu 模块响应发送 crc 校验值数据：
send_CMD_ACK(0x753C,0x10,crc32_data);
 其中 crc32_data 值为 imu 模块本身计算的 crc32 数据
```

第七步：发送重启命令

升在上位机判断 crc 校验值正确后，发送重启命令，升级成功

```
判断 crc 校验值正确后，发送重启命令：
 Send_CMD_LONG(0x30,0,0,0,0,0,0);
```

固件升级完毕，断电重启后可以通过读取版本号判断是否升级成功。

函数定义：

1.Send_CMD_LONG 函数定义如下：

```
struct  MULTI_LONG_CMD_STRUCT
{
uint8_t header1;
uint8_t header2;
uint16_t id;
uint16_t length;
float  param1;
float  param2;
uint32_t param3;
uint32_t param4;
int32_t param5;
int32_t param6;
uint32_t check_crc;
}__attribute__((packed));
```

```
void  :Send_CMD_LONG(uint16_t cmd_id,float cm1,float cm2,uint32_t cm3,uint32_t cm4,int32_t cm5,int32_t cm6)
{
    uint8_t check_sum=0;
    struct MULTI_LONG_CMD_STRUCT data_cmd_long __attribute__((packed));
    data_cmd_long.header1=0x55;
    data_cmd_long.header2=0xAA;
    data_cmd_long.id=cmd_id;
    data_cmd_long.length=sizeof(data_cmd_long)-10;
    data_cmd_long.param1=cm1;
    data_cmd_long.param2=cm2;
    data_cmd_long.param3=cm3;
    data_cmd_long.param4=cm4;
    data_cmd_long.param5=cm5;
    data_cmd_long.param6=cm6;
    int len=sizeof(data_cmd_long)-4;
    uint32_t check_crc=1;
    data_cmd_long.check_crc=crc_crc32(check_crc,(uint8_t *)(&data_cmd_long), len);
    send((uint8_t *)(&data_cmd_long),sizeof(data_cmd_long));
}
```

2.Send_CMD_ACK 函数定义如下：

```
struct  CMD_ACK_STRUCT
{
uint8_t header1;
uint8_t header2;
uint16_t id;
```

```
uint16_t length;
uint32_t command;/*<   Command ID (of acknowledged command).*/
uint32_t result;/*<   Result of command.*/
uint32_t check_crc;
}__attribute__((packed));

void Send_CMD_ACK(uint16_t cmd_id,uint16_t ack_id,uint32_t result)
{
    uint32_t check_crc=0;
    struct CMD_ACK_STRUCT data_cmd_ack __attribute__((packed));
    data_cmd_ack.header1=0xAA;
    data_cmd_ack.header2=0x55;
    data_cmd_ack.id=cmd_id;
    data_cmd_ack.length=sizeof(data_cmd_ack)-10;
    data_cmd_ack.command=ack_id;
    data_cmd_ack.result=result;
    int len=sizeof(data_cmd_ack)-4;
    check_crc=1;
    data_cmd_ack.check_crc=crc_crc32(check_crc,(uint8_t *)(&data_cmd_ack), len);
    Cout((uint8_t *)(&data_cmd_ack),sizeof(data_cmd_ack));
}
```

3.Send_Upload_Data 函数定义如下：

```
struct  UPLOAD_DATA
{
uint8_t header1;
uint8_t header2;
uint16_t id;
uint16_t length;
uint8_t param[64];
uint32_t offset;
uint16_t size;
uint8_t cmd;
uint32_t check_crc;
}__attribute__((packed));

struct UPLOAD_DATA upload_data;
void Send_Upload_Data(uint8_t cmd_id,uint8_t cmd,uint32_t offset,uint16_t size,uint8_t* param)
{
    upload_data.header1=0x55;
```

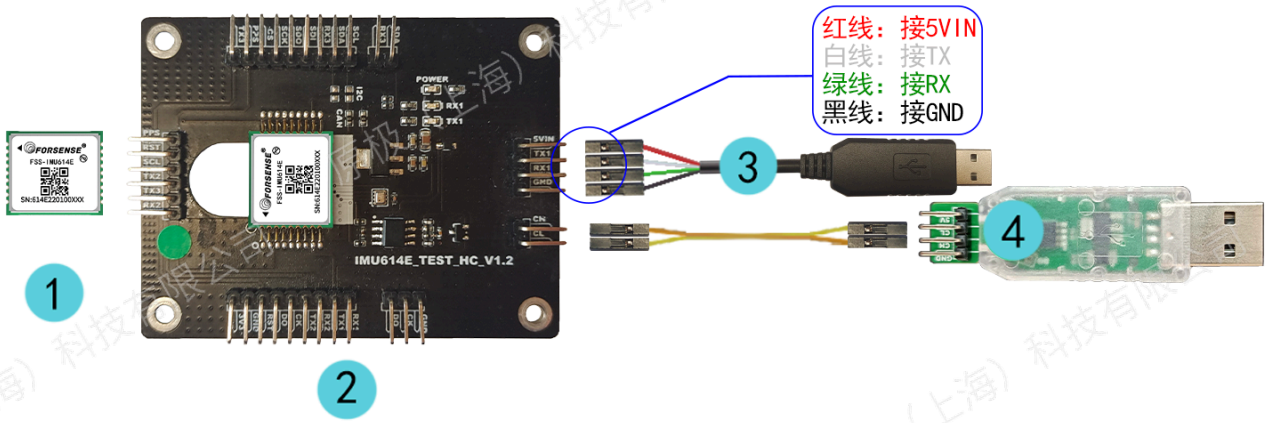
```
    upload_data.header2=0xAA;
    upload_data.id=cmd_id;
    upload_data.length=sizeof(UPLOAD_DATA)-10;
    upload_data.cmd=cmd;
    for(int i=0;i<size;i++)
    upload_data.param[i] = *(param+i);
    upload_data.offset=offset;
    upload_data.size=size;
    int len=sizeof(UPLOAD_DATA)-4;
    uint32_t check_crc=1;
    upload_data.check_crc=crc_crc32(check_crc,(uint8_t *)(&upload_data), len);
    send((uint8_t *)(&upload_data),sizeof(UPLOAD_DATA));
}
```

4. CRC32 校验函数如下：

```
static const uint32_t crc32_tab[] = {
    0x00000000, 0x77073096, 0xee0e612c, 0x990951ba, 0x076dc419, 0x706af48f,
    0xe963a535, 0x9e6495a3, 0x0edb8832, 0x79dcb8a4, 0xe0d5e91e, 0x97d2d988,
    0x09b64c2b, 0x7eb17cbd, 0xe7b82d07, 0x90bf1d91, 0x1db71064, 0x6ab020f2,
    0xf3b97148, 0x84be41de, 0x1adad47d, 0x6ddde4eb, 0xf4d4b551, 0x83d385c7,
    0x136c9856, 0x646ba8c0, 0xfd62f97a, 0x8a65c9ec, 0x14015c4f, 0x63066cd9,
    0xfa0f3d63, 0x8d080df5, 0x3b6e20c8, 0x4c69105e, 0xd56041e4, 0xa2677172,
    0x3c03e4d1, 0x4b04d447, 0xd20d85fd, 0xa50ab56b, 0x35b5a8fa, 0x42b2986c,
    0xdbbbc9d6, 0xacbcf940, 0x32d86ce3, 0x45df5c75, 0xdcd60dcf, 0xabd13d59,
    0x26d930ac, 0x51de003a, 0xc8d75180, 0xbfd06116, 0x21b4f4b5, 0x56b3c423,
    0xcfba9599, 0xb8bda50f, 0x2802b89e, 0x5f058808, 0xc60cd9b2, 0xb10be924,
    0x2f6f7c87, 0x58684c11, 0xc1611dab, 0xb6662d3d, 0x76dc4190, 0x01db7106,
    0x98d220bc, 0xefd5102a, 0x71b18589, 0x06b6b51f, 0x9fbfe4a5, 0xe8b8d433,
    0x7807c9a2, 0x0f00f934, 0x9609a88e, 0xe10e9818, 0x7f6a0dbb, 0x086d3d2d,
    0x91646c97, 0xe6635c01, 0x6b6b51f4, 0x1c6c6162, 0x856530d8, 0xf262004e,
    0x6c0695ed, 0x1b01a57b, 0x8208f4c1, 0xf50fc457, 0x65b0d9c6, 0x12b7e950,
    0x8bbeb8ea, 0xfcb9887c, 0x62dd1ddf, 0x15da2d49, 0x8cd37cf3, 0xfbd44c65,
    0x4db26158, 0x3ab551ce, 0xa3bc0074, 0xd4bb30e2, 0x4adfa541, 0x3dd895d7,
    0xa4d1c46d, 0xd3d6f4fb, 0x4369e96a, 0x346ed9fc, 0xad678846, 0xda60b8d0,
    0x44042d73, 0x33031de5, 0xaa0a4c5f, 0xdd0d7cc9, 0x5005713c, 0x270241aa,
    0xbe0b1010, 0xc90c2086, 0x5768b525, 0x206f85b3, 0xb966d409, 0xce61e49f,
    0x5edef90e, 0x29d9c998, 0xb0d09822, 0xc7d7a8b4, 0x59b33d17, 0x2eb40d81,
    0xb7bd5c3b, 0xc0ba6cad, 0xedb88320, 0x9abfb3b6, 0x03b6e20c, 0x74b1d29a,
    0xead54739, 0x9dd277af, 0x04db2615, 0x73dc1683, 0xe3630b12, 0x94643b84,
    0x0d6d6a3e, 0x7a6a5aa8, 0xe40ecf0b, 0x9309ff9d, 0x0a00ae27, 0x7d079eb1,
    0xf00f9344, 0x8708a3d2, 0x1e01f268, 0x6906c2fe, 0xf762575d, 0x806567cb,
    0x196c3671, 0x6e6b06e7, 0xfed41b76, 0x89d32be0, 0x10da7a5a, 0x67dd4acc,
```

13. 测试底板连接示意图

图19 模块连接上位机示意图

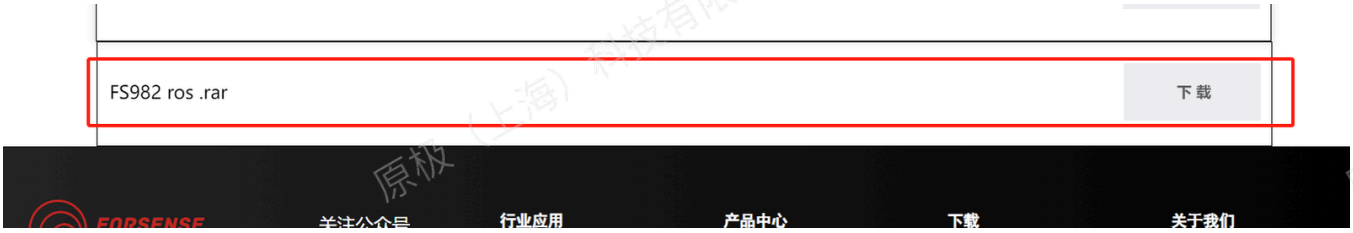


	名称	数量
1	IMU614E系列模组	1个
	附件名称	数量
2	CAN版本测试底板	1个
3	TTL串口线	1个
4	USB转CAN模块	1个

14. ROS驱动(组合导航数据流)

ROS驱动下载地址:

https://data.forsense-imu.com/page/download.html



14.1 安装 ROS serial

安装 ROS serial 软件包，本例程依赖 ROS 提供的 serial 包实现串口通信。

首先执行如下命令，下载安装 serial 软件包：

sudo apt-get install ros -melodic-serial

然后输入 roscd serial 命令，进入 serial 下载位置，如果安装成功，就会出现如

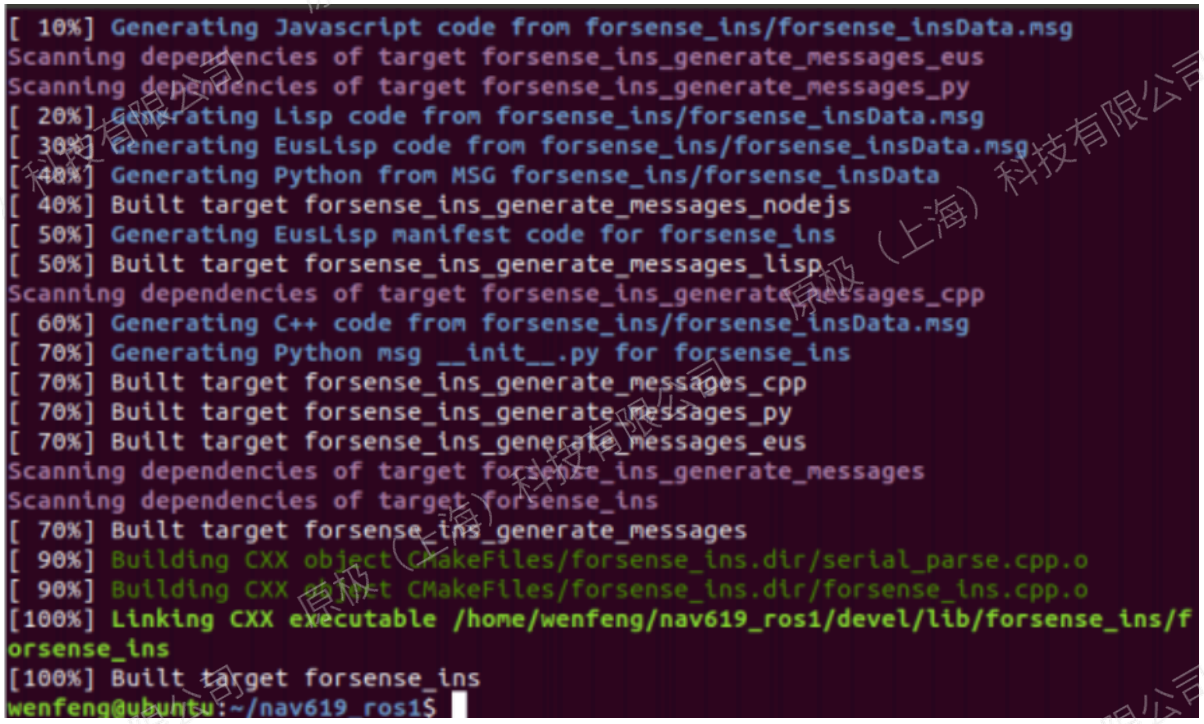
下信息：

/opt/ros/melodic/share/serial

14.2 编译代码

cd FS982_ros/

catkin_make

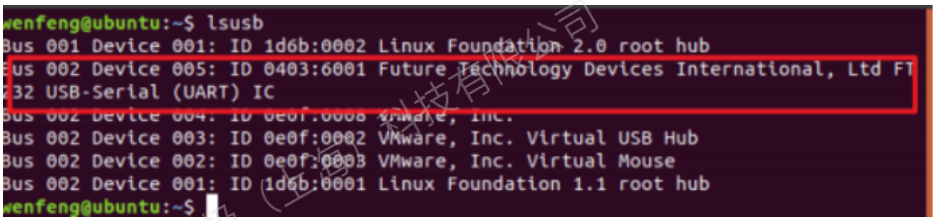


编译完成

14.3 将 IMU 通过 USB 接入系统

查看是否接入：

lsusb



查看 USB 端口号：

ls /dev/ttyU*



配置打开 USB 转串口权限：

sudo chmod 777 /dev/ttyUSB0

14.4 查看数据

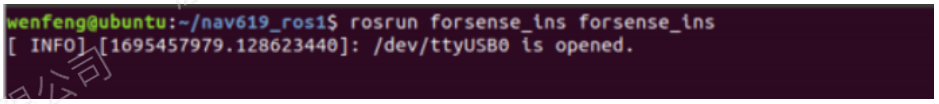
执行roscore 开启 ROS

回到 serial_imu_ws文件夹下 执行

source devel/setup.bash

执行启动 rosrun

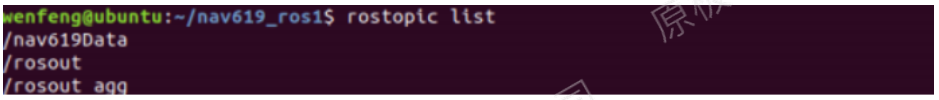
rosrun forsense_ins forsense_ins



打开新窗口

source devel/setup.bash

rostopic list



输入命令查看 IMU 数据

rostopic echo /FS982Data


frame_id: "WGS84"
itow: 549636980
week_num: 2280
lat: 312627286
lon: 1216155393
hgt: 38859
vn: 0.00240602344275
ve: 0.000262897461653
vd: 0.00270945159718
roll: -0.169113516808
pitch: -0.286453634501
yaw: 0.0
rtk_yaw: 359.766906738
wheel_angle: 0.0
imu: [-0.00536619778722524 6, 0.0035326573997735977, -1.004271149635315, -0.04756
217822432518, -0.11066819727420807, -0.06515973061323166, 35.8017578125]
fix_type: 16
sv_num: 28
diff_age: 0
heading_type: 0
pos_acc: 0
status: 3

15. 搭配前轮陀螺G200使用

1.G200安装要求：

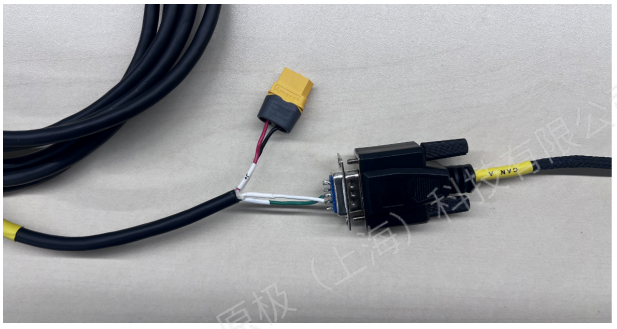
A.G200必须安装在前轮的前桥上(能随前轮一起转动的水平刚性位置)

B.G200出线口指向车尾安装

2.G200的CAN接口连接到集线束的CAN A上，电源是5V供电

图21 接线示意图

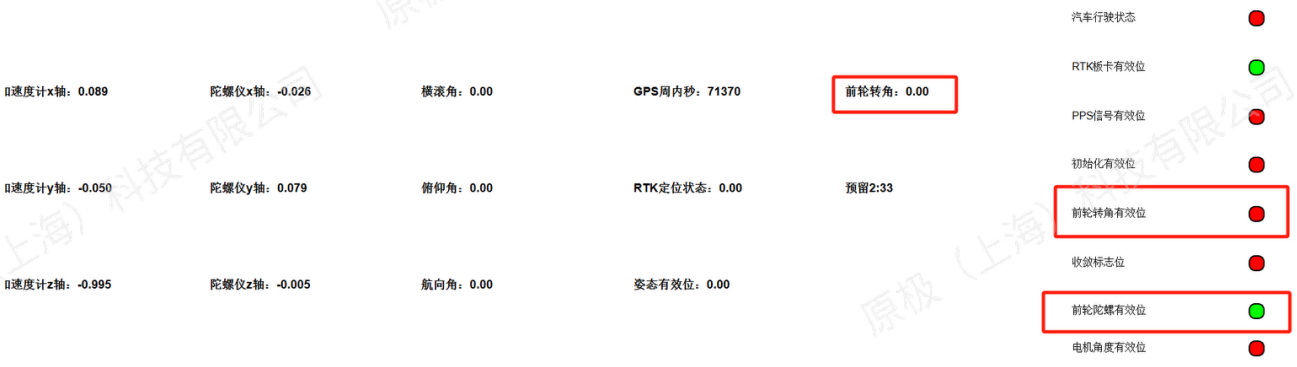




3.先测得车辆的轴距，以车辆的轴距2m为例，主机的串口连接串口助手，发送AT+WHEEL_BASE=2,收到应答WHEEL_BASE=2,再发送保存指令AT+SAVE,收到应答OK,设备需重新上电

4.设备连接FS982-AG解码上位机 V3.3.4,进入上位机的首页，选择串口号，波特率(默认115200)，点击连接，左边的设备信息显示出来表示连接成功，点击左下角的模式启动，正确接入G200，前轮陀螺有效位显示绿色，否侧为红色，车辆初始化成功之后，前轮转角有效位显示位绿色，否侧为红色，车辆走动后会实时输出前轮转角数据。

图22 G200正确接入示意图

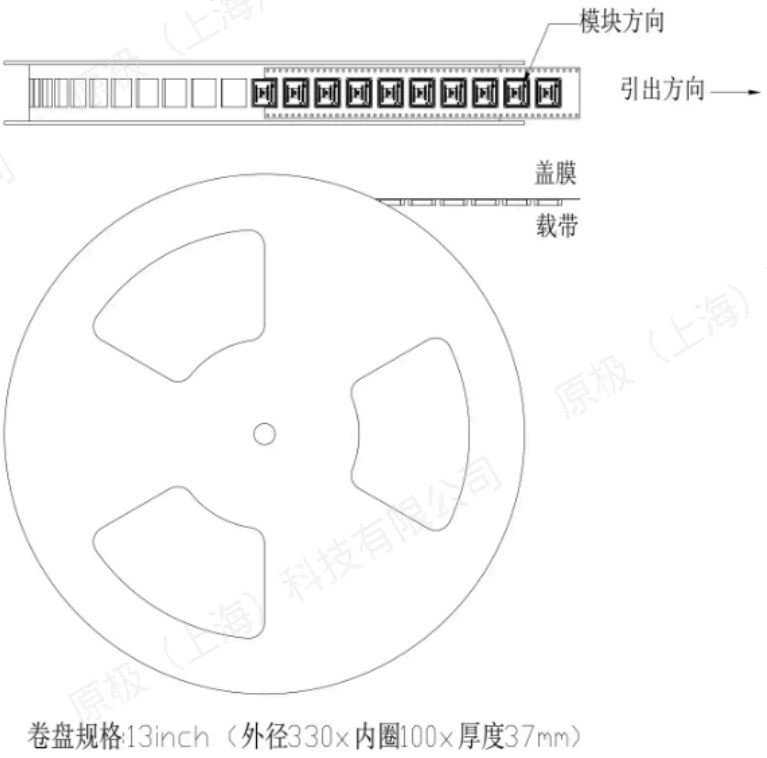


16. 包装

IMU614E-AG模块采用卷带密封包装。满足高效生产。

16.1 卷带包装

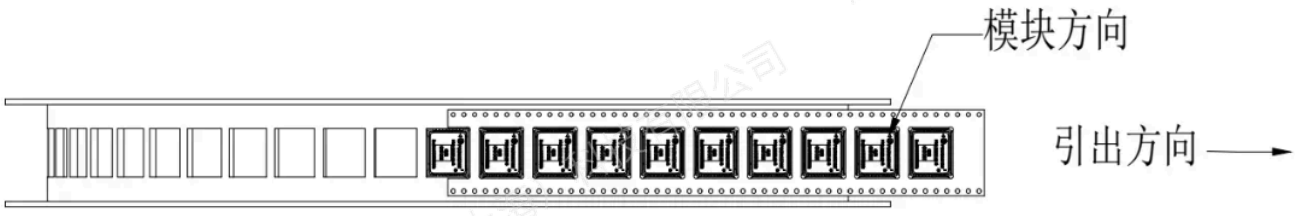
图23 卷带包装示意图



16.2 载带

IMU614E-AG模块出厂时放置于载带上的位置和方向如下图所示：

图 24 模块在载带位置和方向



17. CRC查表法计算

建议直接参考示例代码。

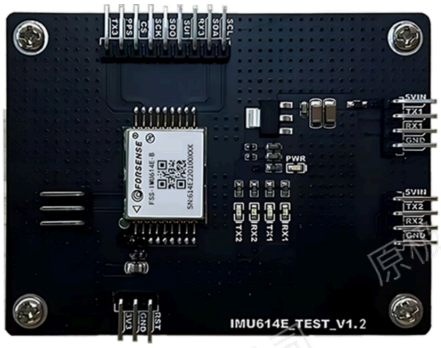
注 1：数据以小端格式传输，低字节在前，高字节在后

注 2：crc32 的初值为 1，CRC 计算不包括本身的本帧所有数据

```
static const uint32_t crc32_tab [ ] = {
0x00000000, 0x77073096, 0xee0e612c, 0x990951ba, 0x076dc419, 0x706af48f,
0xe963a535, 0x9e6495a3, 0x0edb8832, 0x79dcb8a4, 0xe0d5e91e, 0x97d2d988,
0x09b64c2b, 0x7eb17cbd, 0xe7b82d07, 0x90bf1d91, 0x1db71064, 0x6ab020f2,
0xf3b97148, 0x84be41de, 0x1adad47d, 0x6ddde4eb, 0xf4d4b551, 0x83d385c7,
0x136c9856, 0x646ba8c0, 0xfd62f97a, 0x8a65c9ec, 0x14015c4f, 0x63066cd9,
0xfa0f3d63, 0x8d080df5, 0x3b6e20c8, 0x4c69105e, 0xd56041e4, 0xa2677172,
0x3c03e4d1, 0x4b04d447, 0xd20d85fd, 0xa50ab56b, 0x35b5a8fa, 0x42b2986c,
0xdbbbc9d6, 0xacbcf940, 0x32d86ce3, 0x45df5c75, 0xdcd60dcf, 0xabd13d59,
0x26d930ac, 0x51de003a, 0xc8d75180, 0xbfd06116, 0x21b4f4b5, 0x56b3c423,
0xcfba9599, 0xb8bda50f, 0x2802b89e, 0x5f058808, 0xc60cd9b2, 0xb10be924,
0x2f6f7c87, 0x58684c11, 0xc1611dab, 0xb6662d3d, 0x76dc4190, 0x01db7106,
0x98d220bc, 0xefd5102a, 0x71b18589, 0x06b6b51f, 0x9fbfe4a5, 0xe8b8d433,
0x7807c9a2, 0x0f00f934, 0x9609a88e, 0xe10e9818, 0x7f6a0dbb, 0x086d3d2d,
0x91646c97, 0xe6635c01, 0x6b6b51f4, 0x1c6c6162, 0x856530d8, 0xf262004e,
0x6c0695ed, 0x1b01a57b, 0x8208f4c1, 0xf50fc457, 0x65b0d9c6, 0x12b7e950,
0x8bbeb8ea, 0xfcb9887c, 0x62dd1ddf, 0x15da2d49, 0x8cd37cf3, 0xfbd44c65,
0x4db26158, 0x3ab551ce, 0xa3bc0074, 0xd4bb30e2, 0x4adfa541, 0x3dd895d7,
0xa4d1c46d, 0xd3d6f4fb, 0x4369e96a, 0x346ed9fc, 0xad678846, 0xda60b8d0,
0x44042d73, 0x33031de5, 0xaa0a4c5f, 0xdd0d7cc9, 0x5005713c, 0x270241aa,
0xbe0b1010, 0xc90c2086, 0x5768b525, 0x206f85b3, 0xb966d409, 0xce61e49f,
0x5edef90e, 0x29d9c998, 0xb0d09822, 0xc7d7a8b4, 0x59b33d17, 0x2eb40d81,
0xb7bd5c3b, 0xc0ba6cad, 0xedb88320, 0x9abfb3b6, 0x03b6e20c, 0x74b1d29a,
0xead54739, 0x9dd277af, 0x04db2615, 0x73dc1683, 0xe3630b12, 0x94643b84,
0x0d6d6a3e, 0x7a6a5aa8, 0xe40ecf0b, 0x9309ff9d, 0x0a00ae27, 0x7d079eb1,
0xf00f9344, 0x8708a3d2, 0x1e01f268, 0x6906c2fe, 0xf762575d, 0x806567cb,
0x196c3671, 0x6e6b06e7, 0xfed41b76, 0x89d32be0, 0x10da7a5a, 0x67dd4acc,
0xf9b9df6f, 0x8ebeeff9, 0x17b7be43, 0x60b08ed5, 0xd6d6a3e8, 0xa1d1937e,
0x38d8c2c4, 0x4fdff252, 0xd1bb67f1, 0xa6bc5767, 0x3fb506dd, 0x48b2364b,
0xd80d2bda, 0xaf0a1b4c, 0x36034af6, 0x41047a60, 0xdf60efc3, 0xa867df55,
0x316e8eef, 0x4669be79, 0xcb61b38c, 0xbc66831a, 0x256fd2a0, 0x5268e236,
0xcc0c7795, 0xbb0b4703, 0x220216b9, 0x5505262f, 0xc5ba3bbe, 0xb2bd0b28,
0x2bb45a92, 0x5cb36a04, 0xc2d7ffa7, 0xb5d0cf31, 0x2cd99e8b, 0x5bdeae1d,
0x9b64c2b0, 0xec63f226, 0x756aa39c, 0x026d930a, 0x9c0906a9, 0xeb0e363f,
0x72076785, 0x05005713, 0x95bf4a82, 0xe2b87a14, 0x7bb12bae, 0x0cb61b38,
0x92d28e9b, 0xe5d5be0d, 0x7cdcefb7, 0x0bdbdf21, 0x86d3d2d4, 0xf1d4e242,
0x68ddb3f8, 0x1fda836e, 0x81be16cd, 0xf6b9265b, 0x6fb077e1, 0x18b74777,
0x88085ae6, 0xff0f6a70, 0x66063bca, 0x11010b5c, 0x8f659eff, 0xf862ae69,
0x616bffd3, 0x166ccf45, 0xa00ae278, 0xd70dd2ee, 0x4e048354, 0x3903b3c2,
0xa7672661, 0xd06016f7, 0x4969474d, 0x3e6e77db, 0xaed16a4a, 0xd9d65adc,
0x40df0b66, 0x37d83bf0, 0xa9bcae53, 0xdebb9ec5, 0x47b2cf7f, 0x30b5ffe9,
0xbdbdf21c, 0xcabac28a, 0x53b39330, 0x24b4a3a6, 0xbad03605, 0xcdd70693,
0x54de5729, 0x23d967bf, 0xb3667a2e, 0xc4614ab8, 0x5d681b02, 0x2a6f2b94,
0xb40bbe37, 0xc30c8ea1, 0x5a05df1b, 0x2d02ef8d,
}
uint32_t crc_crc32 (uint32_t crc, const uint8_t *buf, uint32_t size ) {
for (uint32_t i=0; i<size ; i++) {
```

```
crc = crc32_tab [ (crc ^ buf [i ] ) & 0xff] ^ (crc >> 8 ) ;
}
return crc;
}
```

18. 选配附件



IMU614E-X测试底板



TTL串口线



USB转CAN模块

19. 常见问题列表

问题	解答
上位机无法连接	请检查串口是否被占用、产品是否正常通电，若在连接过程中上位机断连，可能是串口松动，可插拔串口线后重新打开上位机。
定位状态始终是1	确认差分数据是否正常接入，排查波特率，差分账号，挂载点等信息是否正确
双天线定向状态一直达不到50	请排查以下因素： 1.如定向状态始终为0，请排查副天线是否正确认接入，天线馈线是否损坏都因素。 2.如定向状态不是0但是一直到不了50，请确认测试环境是否开阔，双天线距离是否在50CM以上。
接有源天线情况下信号正常， 接无源天线情况下无信号	无源天线馈线不能超过1.5M。
天线接有源功分器情况下信号正常，使用设备给天线供电的情况下无信号	确认天线馈线是否存在短路或者上电情况下插拔天线导致静电等原因使得天线供电电路异常，目前电路设计中已有保险丝设计，重新上电后可以恢复。
无法初始化	初始化需满足以下条件， 单天线：定位状态固定解+行驶速度0.5m/s以上+静止后直线行驶带加减速 双天线：定位状态固定解+定向状态50
串口丢包	请排查以下因素： 1.串口线需要支持至少115200波特率 2.电脑串口延时需要配成2ms
RTK数据无效	请排查以下因素： 1.确认RTK板卡与AG模块连接是否按手册第7章节推荐连接要求连接， 2.波特率与输入报文是否符合手册第8章节RTK配置要求
怎么判断G200物理连接是否正确	通过解析状态位的数字，看bit5是否有效
连接G200情况下，前轮陀螺有效位无效	使用CAN分析仪检查G200的CAN波特率与AG的CAN波特率是否一致，如不一致，请修改为一致，具体修改指令参考G200与AG手册参数配置页面
连接G200情况下，前轮陀螺有效位有效，前轮角度异常	请排查以下因素： 1.AG是否完成初始化，需要初始化以后才能输出正确的前轮角度 2.轴距是否配置，未配置轴距会导致前轮转角无效
CAN配置杆臂，双天线角度等信息配置后结果与配置不符	排查是否按照以下方式配置： 小端模式，低字节在前，单位为CM，负数需要补码
nmea协议与二进制协议是否可以同步输出?	不支持，只能同时输出其中一种协议
连接G200情况下，前轮转角左打死右打死角度不对称	请排查以下因素： 1.G200安装是否水平安装 2.如果仅在静止状态上电，需要在0度的时候上电，或者人工驾驶直行一段即可修正回来
拔掉天线的情况为何还有卫星数?	UM982信号跟踪能力较强，如果周围有信号源，拔掉天线的情况会通过耦合的方式继续跟踪一段时间，实际卫星失锁场景下天线仍然处于连接状态，外部信号无法进入，不影响使用
使用金属锅盖遮挡天线模拟失锁，状态仍然固定解	错误测试方法： 金属锅盖只能遮挡正上方的信号，侧向信号通过车顶反射到锅盖底部再反射到天线上，会造成假固定现象
ROS驱动读取不到数据	设备未配置上电默认输出组合数据流，配置上电默认输出组合数据可解决
航向误差大	可能存在以下几种原因： 1.杆臂,轴距配置错误，单位被放大了10倍， 2.确认是否刚性固定 3.是否远离强振动源
与参考基准姿态误差超标	确认统计时是否扣除安装误差（一般以与基准之间的误差均值为安装误差）
小端配置CAN指令时如何补码操作	补码是针对负数进行的，-20，X-65536=-20 X=65516 65516对应的十六进制是FFEC,65535对应的十六进制是FFFF,因为是从0开始计算的，最大值是65536，当前结果减去最大值为补码值
器件下面全铺铜有什么影响吗?	无影响， 避免走高频信号即可

20. 更新记录

手册最新版本：IMU614E-AG农机单天线产品手册

版本	日期	状态/注释
版本1.0	2023.07.28	首次发行
版本1.1	2023.10.07	更新坐标系定义
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	增加坡地模式/搭配G200使用描述
版本1.6	2024.06.12	1.增加部分新增AT指令 2.增加CAN协议经纬度，高程报文 3.增加常见问题清单
版本1.7	2024.05.10	增加连接上位机示例
版本1.8	2024.07.05	1.增加部分新增AT指令 2.增加CAN协议经纬度，高程报文 3.增加常见问题清单
版本1.9	2024.09.30	1.增加支持RTK输入NMEA协议内容 2.增加推荐焊盘尺寸
版本1.10	2025.01.22	调整表序图序
版本1.11	2025.04.21	删除坡地模式
版本1.12	2025.12.03	更新外形尺寸图
版本1.13	2025.12.31	增加CAN指令