

目录

1. 产品简介	2
1.1 技术指标	2
1.2 板卡概述	2
2. 硬件组成	3
2.1 机械尺寸	3
2.2 连接器及 PIN 脚定义	3
2.3 引脚功能描述	4
2.4 电气特性	4
2.5 运行条件	5
2.6 物理特性	5
3. 硬件集成指南	5
3.1 设计注意事项	5
3.2 引脚注意事项	6
3.3 硬件接线方式	7
3.4 天线	7
4. 连接与设置	7
4.1 静电防护	7
4.2 加电启动	8
5. 板卡 LED 指示灯	8
6. 组合导航输出协议	8
7. 参数配置	9
7.1 配置杆臂	9
7.2 配置输出组合导航数据流	10
7.3 配置组合导航输出的位置、速度投影点	10
7.4 配置 RTK 双天线安装角	10
7.5 配置数据输出频率	11
7.6 配置波特率	11
7.7 打印所有配置信息	11
7.8 查询版本号	11
7.9 保存参数	11
8. 使用范例	12
8.1 设备安装	12
8.2 配置杆臂参数	15
8.3 保存参数	15

1. 产品简介

1.1 技术指标

姿态精度	Roll/Pitch : <0.2° rms
艏向精度	<0.3° rms
航向精度	<0.3° rms
更新率	1-200hz 可调
陀螺量程	±500° /s
陀螺零偏不稳定性	4deg/h @1 σ
加速度计量程	±6g
加速度计零偏稳定性	0.04mg @1 σ
水平定位精度（单点）	<1.5m rms
垂直定位精度（单点）	<2.5m rms
水平定位精度（RTK）	0.8cm+1ppm rms
垂直定位精度（RTK）	1.5cm+1ppm rms
速度精度（单点）	0.02m/s
速度精度（RTK）	0.02m/s
冷启动时间	<30s
热启动时间	≤2s

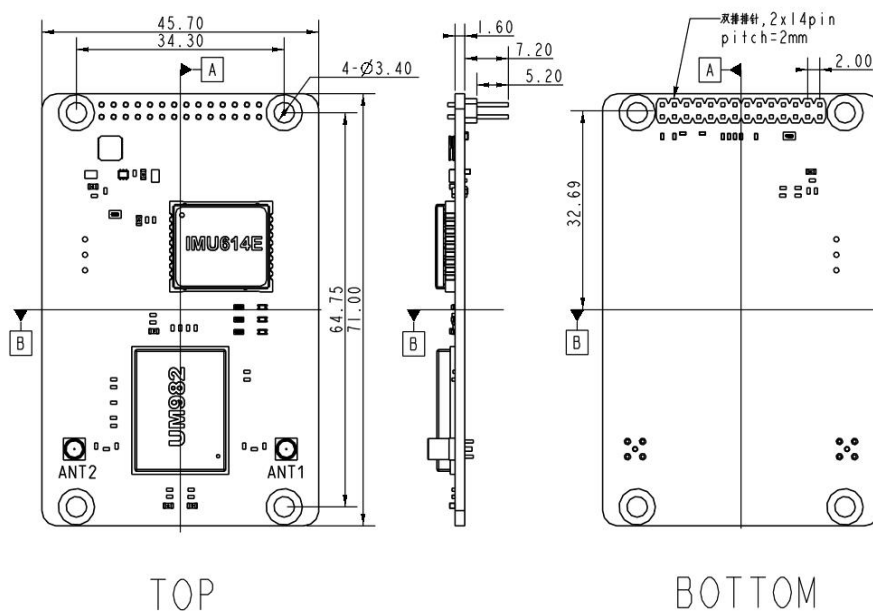
1.2 板卡概述

针对航海场景做了定制开发，可以同时输出基于真北的艏向和航向，同时输出高精度的姿态角。FS982-SA 集成和芯星通全系统全频点高精度定位定向模块 UM982，集成原极自研的高精度 IMU，内置原极多模型智能位置融合算法。

2. 硬件组成

2.1 机械尺寸

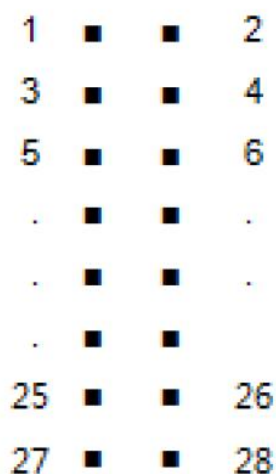
图 1 机械尺寸 (单位: mm)



2.2 连接器及 PIN 脚定义

除 ANT1 和 ANT2 MMCX 接口外, FS982-SA 提供以下 28pin Cvilux 双排插针, pin 间距: 2.0mm; 针长度: 3.9mm; 座厚度: 2.0mm。

图 2 连接器 PIN 引脚示意图



2.3 引脚功能描述

表 1 引脚描述

管脚	信号	输入/输出	描述	备注
1	RSV	—	保留	—
2	RSV	—	保留	—
3	RSV	—	保留	—
4	RSV	—	保留	—
5	RSV	—	保留	—
6	VCC	Power	电源输入	5VDC
7	RSV	—	保留	—
8	RXD2_IMU	I	IMU 串口 2 接收 (用于升级固件)	LVTTL 电平
9	RSV	—	保留	—
10	RSV	—	保留	—
11	RSV	—	保留	—
12	RSV	—	保留	—
13	TXD2_IMU	O	IMU 串口 2 发送 (用于升级固件)	LVTTL 电平
14	GND	Power	数字和电源地	
15	TXD1_IMU	O	IMU 串口 1 发送 (用户使用)	LVTTL 电平
16	RXD1_IMU	I	IMU 串口 1 接收 (用户使用)	LVTTL 电平
17	GND	Power	数字和电源地	
18	TX2_982	O	982 串口 2 发送	LVTTL 电平
19	RX2_982	I	982 串口 2 接收	LVTTL 电平
20	GND	Power	数字和电源地	
21	RSV	—	保留	—
22	GND	Power	数字和电源地	
23	PPS	O	时间同步信号	LVTTL 电平
24	RSV	—	保留	—
25	RSV	—	保留	—
26	CAN_TX	O		LVTTL 电平
27	RSV	—	保留	—
28	CAN_RX	I		LVTTL 电平

2.4 电气特性

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)	Vcc	-0.3	5.5	V

输入管脚电压	Vin	-0.3	3.3	V
VCC 最大纹波	Vrpp	0	40	mV
输入管脚电压（除前述外所有其他管脚）	Vin	-0.3	3.6	V
主天线射频输入功率	ANT1_IN input power		±15	dBm
从天线射频输入功率	ANT2_IN input power		±15	dBm
最大可承受 ESD 应力水平	VESD (HBM)		±2000V	V

2.5 运行条件

表 3 运行条件

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	条件
供电电压 (VCC)		4.75	5	5.25	V	
上电冲击电流	I _{ccp}			10	A	V _{cc} =5V
输入管脚低电平	Vin_low_1	-0.3		0.9	V	
输入管脚高电平	Vin_high_1	2.4		3.6	V	
输出管脚低电平	Vout_low	0		0.45	V	I _{out} =4mA
输出管脚高电平	Vout_high	2.85		3.3	V	I _{out} =4mA
最佳输入增益	G _{ant}	20		36	dB	
功耗	P		1.15		W	

2.6 物理特性

表 4 物理特性

工作温度	-40℃~+85℃
存储温度	-55℃~+95℃
湿度	95%非凝露

3. 硬件集成指南

3.1 设计注意事项

为使 FS982-SA 能够正常工作，需要正确连接以下信号：

- 模块 VCC 上电具有良好的单调性，且起始电平低于 0.4V，下冲与振铃保障在 5%VCC 范围内
- 使用 VCC 引脚提供可靠的电源，将板卡所有 GND 引脚接地
- ANT1, ANT2 MMCX 接口给天线提供馈电，模块天线端口，不接天线，使用万用表测试，即空载时提供电压为 DC4.8~5.4V；模块射频口接天线时，常温下，工作电流为 30~100mA

时测试，能对外提供 $DC4.6V \pm 0.2V$ 的天线馈电。注意线路 50 欧姆阻抗匹配

- 确保 IMU 串口 1 输出，用户需用此串口接收 IMU 数据。
- 确保 IMU 串口 2 连接至焊盘或连接器，用户需用此串口进行固件升级
- 确保 982 串口 2 输出，用户需用此串口接收定位信息数据
- 板卡复位引脚 FRESET_N 为恢复板卡出厂设置，RESETIN 为快速复位，请正确连接以保证板卡可以可靠复位

为获得良好性能，设计中还应特别注意如下几项：

- 供电：良好的性能需要稳定及低纹波电源的保证。纹波电压峰峰值最好不要超过 50mVpp。建议采用电流输出能力大于 2A 的电源芯片给板卡供电。除了可采用 LDO 保证供电纯净外，还需要考虑：
 - 加宽电源走线或采用分割铺铜面来传输电流
 - 布局上尽量将 LDO 靠近板卡放置
 - 电源走线避免经过大功率与高感抗器件如磁性线圈
- UART 接口确保主设备与 FS982-SA 板卡信号、波特率对应一致
- 天线线路尽量短且顺畅，避免走锐角并注意阻抗匹配
- 避免在 FS982-SA 正下方走线
- 板卡尽量远离高温气流

3.2 引脚注意事项

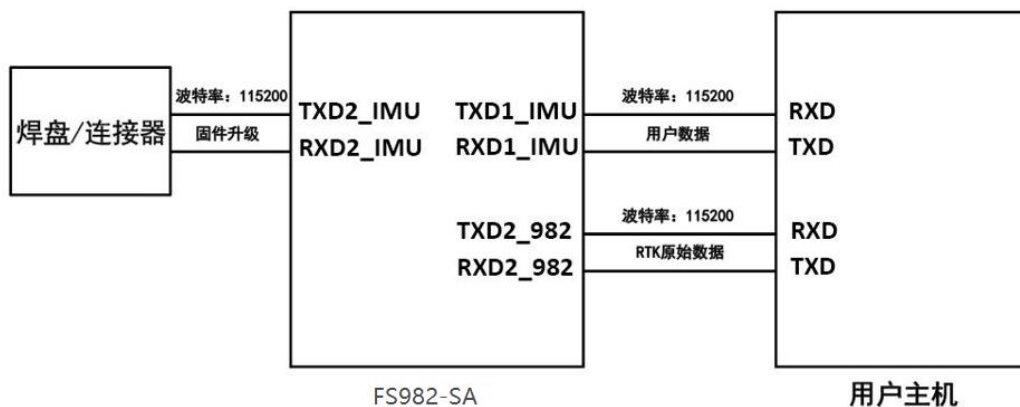
表 5 引脚注意事项

功能	引脚	I/O	描述	备注
供电	VCC	电源	供电电源	稳定、纯净及低纹波电源，纹波电压峰峰值最好不要超过 50mVpp
	ANT1/ANT2	电源	天线供电	有源天线提供对应电压的供电。模块天线端口，不接天线，使用万用表测试，即空载时提供电压为 $DC4.8 \sim 5.4V$ ；模块射频口接天线时，常温下，工作电流为 30~100mA 时测试，能对外提供 $DC4.6V \pm 0.2V$ 的天线馈电。
	GND	电源	地	将板卡所有 GND 信号接地，接地最好使用大面积铺铜
UART	TXD1_IMU	0	IMU 串口 1 发送	IMU 串口 1 输出，需连接至用户主机
	RXD1_IMU	1	IMU 串口 1 接收	

	TXD2_IMU	0	IMU 串口 2 发送 (用于升级固件)	IMU 串口 2 输出, 需连接至焊盘 或连接器用于固件升级
	RXD2_IMU	1	IMU 串口 2 接收 (用于升级固件)	
	TXD2_982	0	982 串口 2 发送	982 串口 2 输出, 需连接至用户 主机
	RXD2_982	1	982 串口 2 接收	

3.3 硬件接线方式

图 3 硬件接线方式



3.4 天线

FS982-SA 板卡天线输入 ANT1 和 ANT2 MMCX 接口提供天线馈电, ANT1 和 ANT2 天线端口, 不接天线, 使用万用表测试, 即空载时提供电压为 DC4.8~5.4V; 模块射频口接天线时, 常温下, 工作电流为 30~100mA 时测试, 能对外提供 DC4.6V±0.2V 的天线馈电。FS982-SA 板卡采用有源天线时注意与天线间的 50 欧姆阻抗匹配。

4. 连接与设置

4.1 静电防护

FS982-SA 板卡上很多元器件易受静电损坏, 进而影响 IC 电路及其他元件。请在开启防静电吸塑盒前做好以下静电防护措施:

- 静电放电(ESD) 会损坏组件。请在防静电工作台上操作板卡, 同时应佩戴防静电腕带并使用导电泡沫垫板。如果没有防静电工作台可用, 应佩戴防静电腕带并将其连接到机箱上的金属部分, 以便获得防静电保护

- 插拔板卡时不要直接触摸板卡上的元器件取出板卡请仔细检查元器件是否有明显松弛或受损。

4.2 加电启动

FS982-SA 供电电压为 5V，通电后接收机开始启动，并能够迅速建立通信。

5. 板卡 LED 指示灯

FS982-SA 板卡上安装有 LED 指示灯，用于指示板卡的基本工作状态：

表 6 板卡 LED 指示灯

NO.	指示灯	状态	说明	备注
1	红色	常亮	板卡系统自检不通过	
		常灭	板卡自检通过	
2	绿色	常亮	板卡可进行定位	
		常灭	板卡无法进行定位	
3	蓝色	常亮	RTK 固定解	
		常灭	RTK 其他定位状态或者不定位	

6. 组合导航输出协议

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。

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
艏向角 (度)	Float	44
双天线航向 (度)	Float	48
航迹角 (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	Uint16	90
预留 1	Uint32	92
预留 2	Uint32	96
CRC 校验	Uint32	100

7. 参数配置

7.1 配置杆臂

例如配置杆臂向量为 X=1. 2m, Y=0. 2m, Z=-1. 0m

指令 : AT+CLUB_VECTOR=1. 2, 0. 2, -1. 0\r\n

应答 : GPS_POS_X=1. 2, GPS_POS_Y=0. 2, 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 安装位置的三维矢量 (X, Y, Z), 单位为米。

其中，

若 RTK 主天线在 IMU 的 X 轴正向，则为正数，否则为负数；

若 RTK 主天线在 IMU 的 Y 轴正向，则为正数，否则为负数；

若 RTK 主天线在 IMU 的下方为正数，否则为负数。

坐标系示意图如图 4 所示

图 4 坐标系示意图



7.2 配置输出组合导航数据流

- 若配置输出组合导航数据流，则配置指令为：

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

7.3 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投影点结果，若需输出其他位置结果，则需配置此位置的杆臂向量，配置方法同 7.1 杆臂配置

7.4 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

安装角为船头方向与主天线指向副天线的射线的夹角，（船头方向往射线方向旋转）顺时针为正，逆时针为负，角度输入范围 $-180^{\circ} \sim 180^{\circ}$

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

7.5 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

7.6 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

7.7 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

7.8 查询版本号

AT+VERSION\r\n

7.9 保存参数

指令：AT+SAVE\r\n

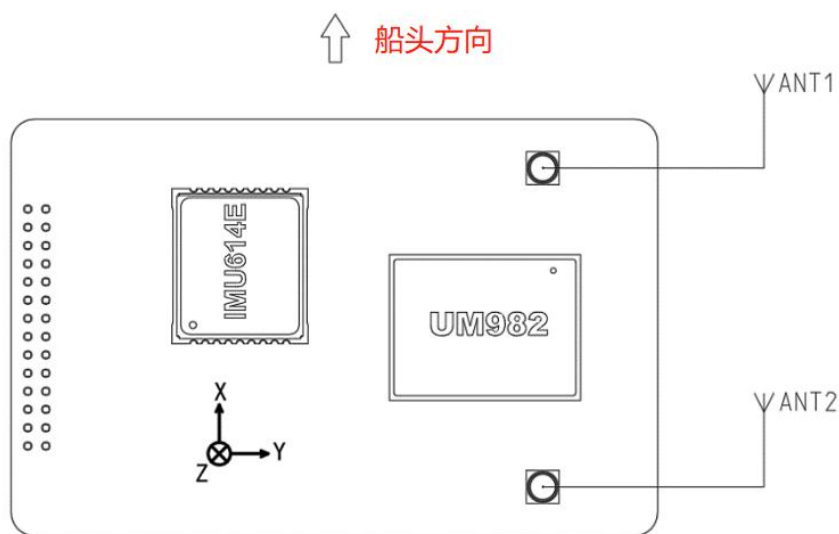
应答：OK\r\n

8. 使用范例

8.1 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. 模块安装朝向应与船头方向保持下图所述关系。
3. ANT1 为主天线（定位天线）射频接头，ANT2 为副天线（定向天线）射频接头。RTK 板卡的双天线定向结果为主天线指向副天线的射线与地理真北方向的夹角。

图 5 天线连接示意图



由于模块上没有坐标系标识，可根据 IMU 模块上三角形状标志确认安装方向，如下图所示

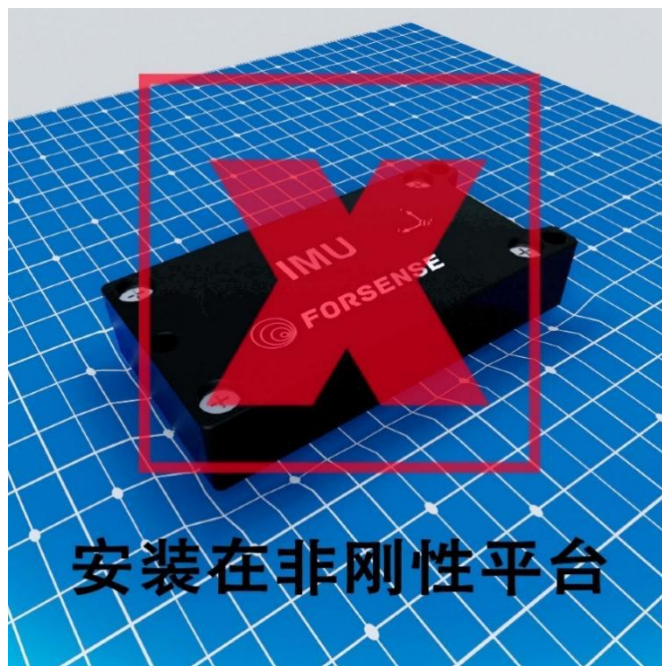
图 6 坐标系示意图



以下安装方式均是**错误安装**

- 1) 安装在非刚性平面

图 7 安装错误示意图



2) IMU 安装不水平

图 8 安装错误示意图



3) IMU 悬空于载具之外

图 9 安装错误示意图



4) 用手固定

图 10 安装错误示意图



5) 安装在支架上

图 11 安装错误示意图

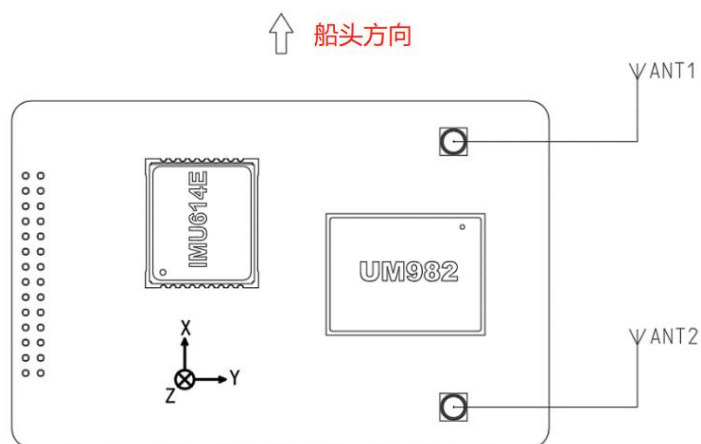


8.2 配置杆臂参数

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

- 若 RTK 主天线在 IMU 的 X 轴正向，则为正数，否则为负数；
- 若 RTK 主天线在 IMU 的 Y 轴正向，则为正数，否则为负数。
- 若 RTK 主天线在 IMU 的下方为正数，否则为负数。

图 14 FS982-SA 天线三维矢量 (X, Y, Z)



8.3 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”