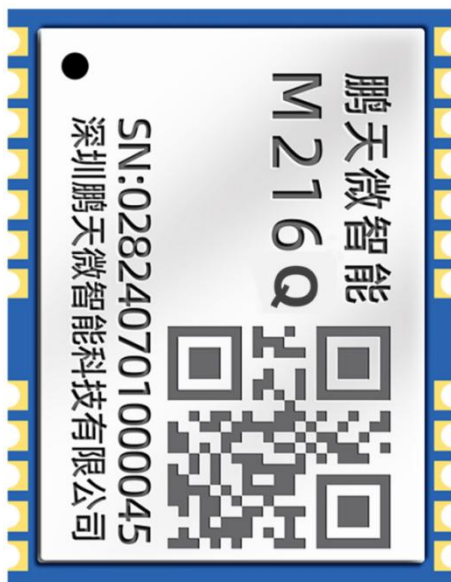


M216Q 系列卫星定位导航模块

硬件设计手册



版 本：V1.0

发布时间：2024.11.07

修改记录:

版本号	修改记录	日期	作者
V1.0	首次发布	2024/11/07	Amy

目录

1. 概述.....	4
2. 产品特性.....	4
3. 性能指标.....	5
4. 应用接口及特性.....	6
4.1 管脚定义.....	6
4.2 电源.....	8
4.3 复位.....	8
4.4 UART 接口.....	9
5. 模块参考设计.....	9
5.1 有源天线参考设计.....	9
5.2 无源天线参考设计.....	11
6. 电气特性, 可靠性.....	13
6.1 电源参数.....	13
6.2 工作温度.....	14
6.3 静电防护.....	15
7. 模块机械尺寸.....	15
7.1 外形尺寸.....	15
7.2 推荐 PCB 封装.....	16
8. 安装与使用.....	16
9. 存储和生产.....	20
9.1 包装.....	20
9.2 存储.....	20
9.3 生产焊接.....	21
9.4 推荐 RF 天线接口焊接方式.....	22
10. 其他相关.....	22

1.概述

M216Q 模块是 12X16mm 尺寸的高集成度，高性能的双频高精度单北斗定位导航模块。支持中国的 BDS（北斗卫星导航系统）二号，三号卫星系统。内部集成射频前端，数字基带核心芯片，MEMS 芯片，电源管理等功能。芯片支持单北斗双频单点定位、RTK 服务算法定位，内置的高精度 RTK 定位和惯导融合算法，可有效解决因卫星信号失锁导致的定位结果中断情况。本具有高精度定位性能、低功耗、低成本等优势，可广泛适用于车载导航、手持定位、智能穿戴终端，安全监测、测量测绘、精准农业等对导航/定位/授时有需求的领域。

2.产品特性

- 支持双频单点+RTK 组合定位，支持 A-GNSS 辅助定位；
- 高灵敏度：冷启动捕获灵敏度 -144dBm，重捕获灵敏度 -158dBm，跟踪灵敏度 -165dBm；
- 超低功耗：双频+RTK+DR 连续运行：~35mA@3.3V，待机：40uA (@3.3V) ；
- 1.8V ~ 3.6V 电源供电；
- 内置天线检测及天线短路保护功能；
- 模块天线口内置有源天线供电无需外部走线；
- 内置 RTC 备用电源供电，需要热启动功能时直接外接备用电池即可，不需要外部串接二极管；
- 提供外部车载轮速和车速方向信号输入管脚，形成更高精度的车载组合定位系统；
- 支持 1PPS 指示输出；
- 高达 104Hz IMU 原始观测量输出(针对带惯导模块型号)；
- 通用标准封装：16mm*12mm*2.3mm。

3. 性能指标

表 1: 性能参数

类别	指标	技术参数
接收信号	信号种类	B11,B1C,B2a
	GNSS 跟踪通道	128
定位时间	冷启动 TTFF	<32s
	热启动 TTFF	<1s
	重捕获 TTFF	<1s
灵敏度	冷启动捕获灵敏度	-144dBm
	重捕获灵敏度	-158dBm
	跟踪灵敏度	-165dBm
定位精度	双频单点	水平 < 2m CEP50
	双频 RTK	水平 1cm+1ppm CEP50
		高程 2cm+1ppm CEP50
惯性导航	3‰×行驶距离[4]	
串口特性	串口特性	波特率范围：4800 bps ~115200 bps， 默认 115200bps ， 8 个数据位，无校验，1 个停止位
	定位更新率	1Hz（默认）最大10Hz
	协议	NMEA 0183 协议 Ver. 4.1；RTCM 3.2；自有协议
安全检测	内置有源天线短路、开路检测	
电源及功耗	后备电池	1.8V ~ 3.6V
	电源供电	1.8V ~ 3.6V
	双频+RTK 典型功耗	35mA @3.3V
温度	工作温度	-40 到+85 摄氏度
	存储温度	-40 到+125 摄氏度
尺寸	16mm×12mm×2.3mm	

4. 应用接口及特性

4.1 管脚定义

模块采用LCC封装，共24个SMT焊盘管脚，以下章节将详细阐述M216Q各接口的功能

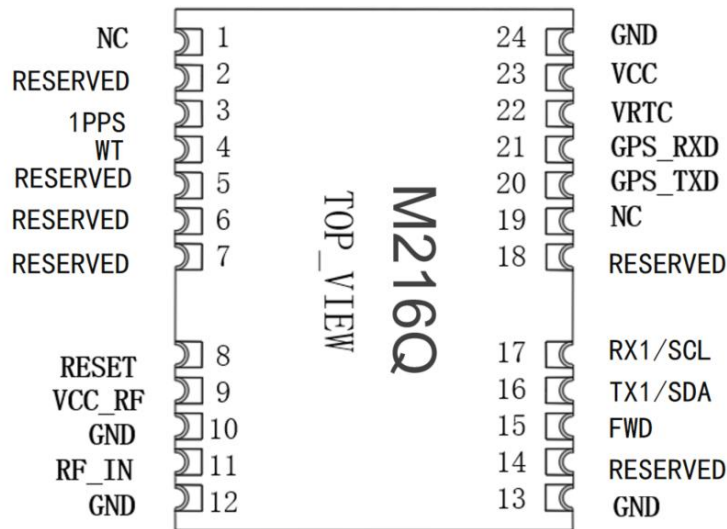


图 1：模块管脚排列图（正视图）

表 2：管脚描述

序号	定义	电气特性	IO	描述	备注
1	NC			悬空管脚	
2	RESERVED	VCC	I/O	预留管脚	悬空处理
3	1PPS	VCC	0	秒脉冲输出	模组定位后输出脉冲
4	WT	VCC	I	轮速脉冲	不用时保持悬空
5	RESERVED	VCC	I/O	预留管脚	悬空处理
6	RESERVED	VCC	I/O	预留管脚	悬空处理

7	RESERVED	VCC	I/O	预留管脚	悬空处理
8	RESET	VCC	I	模块复位输入，低电平有效	不用则悬空
9	VCC_RF	VCC	P	RF 电源输出	供外部有源天线电源使用
10	GND			电源地	
11	RF_IN		I	天线信号输入	RF 外部输入射频走线需控制 50 欧姆阻抗
12	GND			电源地	
13	GND			电源地	
14	RESERVED	VCC	I/O	预留管脚	悬空处理
15	FWD		I	车速方向:高电平向前，低电平倒退	不用则悬空
16	TX1/SDA	VCC	O	串口 1 输出/I2C 数据	不用则悬空
17	RX1/SCL	VCC	I	串口 1 输入/I2C 时钟	不用则悬空
18	RESERVED		I/O	预留管脚	悬空处理
19	NC			悬空管脚	
20	GPS_TXD	VCC	O	GNSS 导航数据输出(默认串口波特率 115200 bps)	GPS_TXD在芯片上电 100ms 内需保持低电平，否则芯片将进入工程模式无法工作，设计时注意不能在此管脚上加与系统同时上电的上拉电阻
21	GPS_RXD	VCC	I	GNSS 交互命令输入(默认串口波特率 115200 bps)	
22	VRTC		P	RTC 及 SRAM 后备电源， 模块内部已通过肖特基二极管从 VCC 电源管脚连接	当给模块提供不同的 VCC 电源时，注意此管脚上外部备用电池的规格；不需要热启动功能则不需要加外部备用电池
23	VCC		P	模块电源输入：1.8V ~ 3.6V，建议使用 3.3V 电源供电	建议直流 3.3V±10%，400mA 供电能力的低纹波 LDO
24	GND			电源地	

4.2 电源

电源 VCC 为模块的基带、射频和 RTC 域供电；其负载电流受供电电压、处理器负载和卫星捕获等因素影响，因此选择输出电流足够大且供电稳定的电源很重要。建议选择供电驱动能力电流大于 400 mA 的高纹波抑制比（电压纹波峰峰值不要超过 50mV）的 LDO 作为模块电源供电，并在模块 VCC 引脚附近放置 4.7 μ F、0.1 μ F、33pF 滤波电容。

VRTC 为内部芯片 RTC 域供电，工作时电流在 8~10 μ A，建议采用输出电流大于 20 μ A 的纽扣电池作为电源，并在 VRTC 引脚附近放置 100 nF 滤波电容。如果不对 VRTC 管脚进行供电，在系统断电后，RTC 和备份 RAM 由于没有电源供给，将停止工作，定位信息不能保存，热启动功能将失效。

4.3 复位

RESET 引脚可用于使模块复位。拉低 RESET 引脚 至少 100 μ s 以上可使模块复位。RESET 信号对干扰比较敏感，因此建议在模块接口板上的走线应尽可能的短，且需包地处理，通常使用如下所示的 OC 驱动电路来实现复位控制：

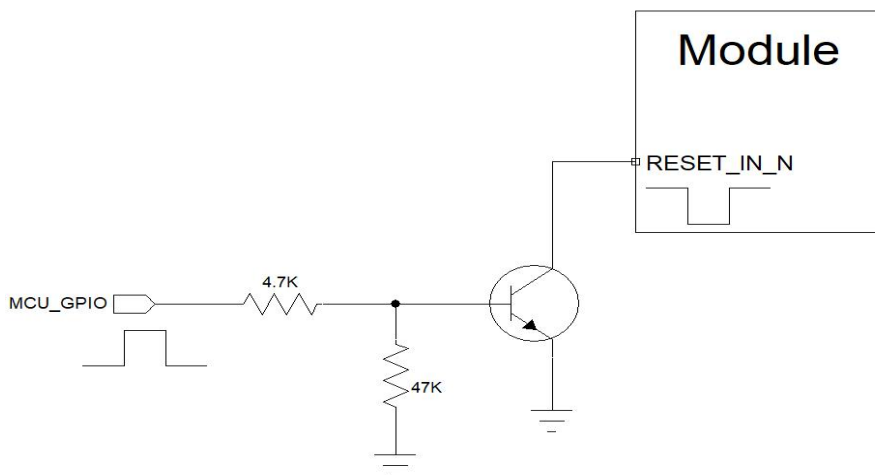


图 2：复位接口参考设计

4.4 UART 接口

M216Q 模块对外提供 GPS_TXD/GPS_RXD 通用串口，其特征如下：

- 可用于私有命令输入以及标准 NMEA 语句输出；
- 支持输出的 NMEA 语句类型默认为：BDRMC、BDGGA、BDGSA、BDGSV、BDGLL；
- 支持的波特率为 9600、19200、38400、57600 和 115200 bps；
- 默认设置为 115200 bps、8 位数据位、无校验位、1 位停止位；
- 不支持硬件流控。

串口的连接方式较为灵活，如下是常用三线制的串口连接方式：

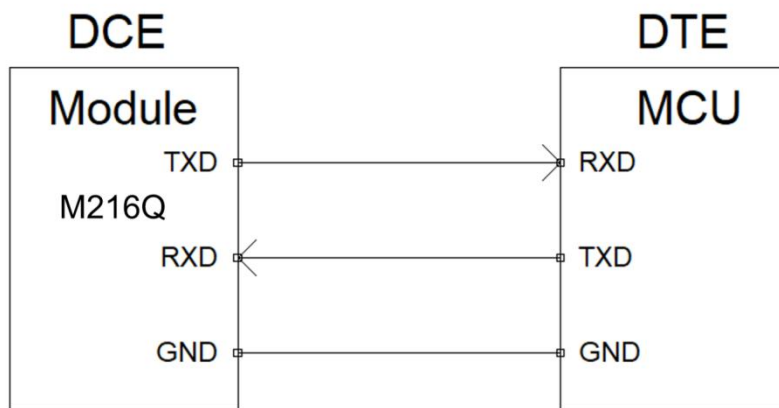


图 4: UART 接口参考设计

5. 模块参考设计

5.1 有源天线参考设计

模块内部自带 3.3V 有源天线电源（模块 VCC_RF 已经内部连接到 RF_IN 给天线供电）、天线检测及短路保护。在模块应用设计时，如果选用的外部有源天线为 3.3V，则不需要再从外部 VCC_RF 连接到 RF_IN 给天线供电，如果选用外部有源天线为 5V 时，则需要单独对天线进行供电，并增加电源隔离器件。

外部 3.3V 有源天线参考设计

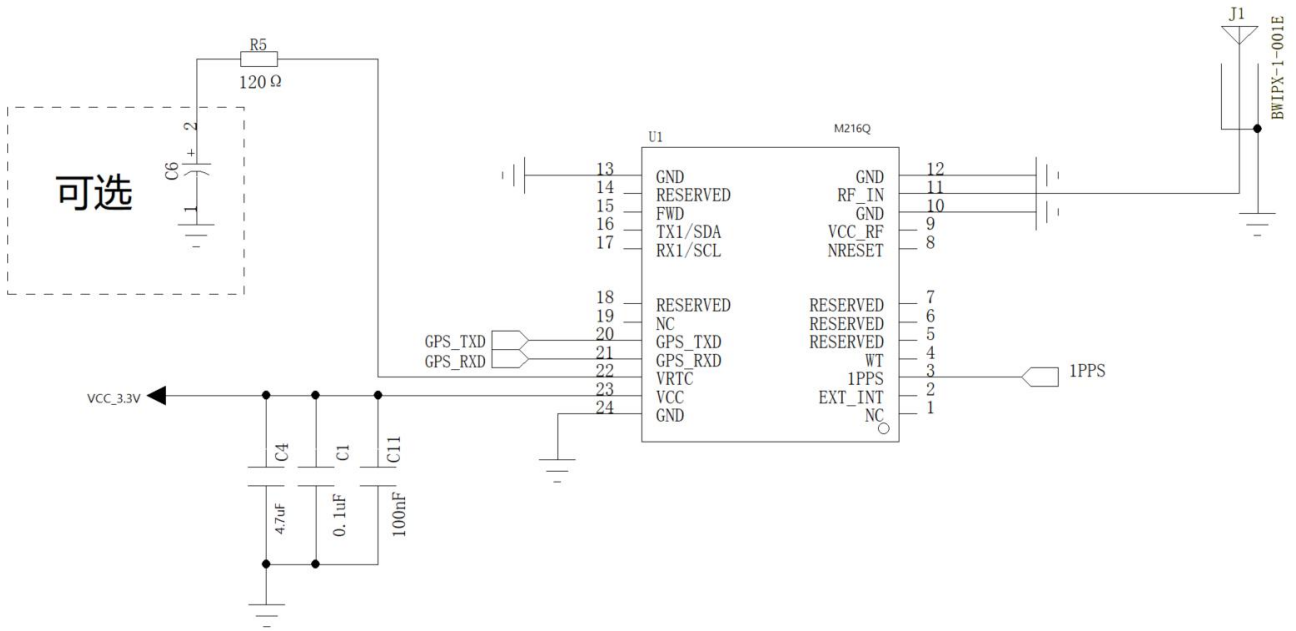


图 5: 3.3V 有源天线参考设计

外部 5V 有源天线参考设计

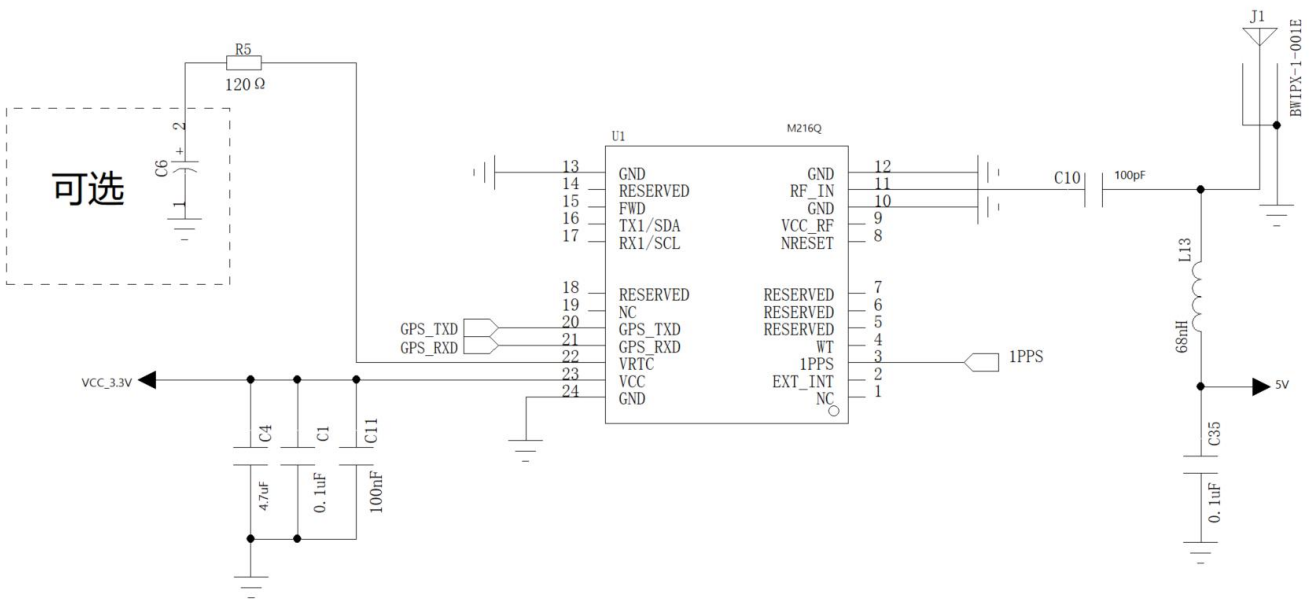


图 6: 5V 有源天线参考设计

注意: 当采用的外部有源天线供电为 5V 时, 需使用外部供电, 此时需串接一颗 47nH 电感, 并联一颗 100nF 的电容, 同时还需要加一颗 100pF 的隔直电容, 避免外部 5V 电源直接与模块内部自带 3.3V 天线供电耦合在一起引起系统工作异常, 增加位置如图中 C10 位置。

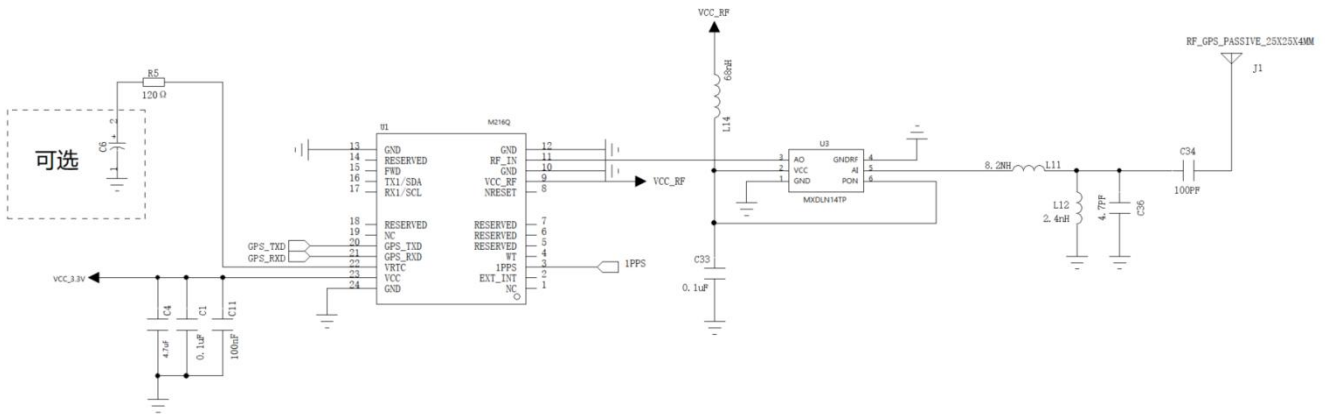


图7：无源天线增加LNA参考设计

注意：图中参考设计使用的LNA芯片为卓胜微公司的MXDLN14TP，外部需匹配L11位置8.1nH的电感，L12位置2.4nH的电感以及C36位置的4.7pF电容不能省略，当用户自己选择外部不同厂家LNA芯片时，需同对应厂家确认好匹配规格器件。

为了 M216Q 能够充分发挥其的收星性能，用户在使用本模块时需要注意以下相关问题：

M216Q模块应用设计原理图注意事项

- 模块 VCC 供电典型为 3.3V，建议使用高电源纹波抑制比(PSRR)的 LDO 电源，将纹波控制在 50mVpp 以内。
- 如果需要热启动快速定位，可以对模块的 VRTC 管脚进行常供电，也可以外接一个可充电的钮扣电池或者法拉电容，注意钮扣电池或法拉电容的最大可充电电压应大于 VCC+0.3V，模块内部已在 VCC 和 VRTC 直接直接串接一个防倒灌二极管，外部直接接入备用电池即可，不使用则保持管脚悬空。
- 模块串口 TXD,RXD 是 3.3V TTL 电平，用户可用此串口接收导航定位数据。

M216Q模块应用设计layout注意事项

- 将 LDO 靠近模组放置，加宽电源走线（线宽 0.5mm 以上）或采用分割铺铜面传输电流。
- 模块附近尽量不要走其它频率高、幅度大的数字信号。模块下面应以全部铺 GND 铜皮为佳。
- GPS 天线接口尽量靠近模块的 RF_IN 管脚放置，并注意天线走线进行 50 欧姆的阻抗匹配，建议模组 RF 端口到天线接口处的走线参考第二层地，并保证第二层地平面完整。

- GPS 模块是温度敏感设备，温度剧烈变化可能会导致其性能降低，使用中尽量远离高温器件与大功率发热器件。
- 设计时建议天线与模块之间的走线尽可能的短，最理想的情况是 GPS 模块直接放置在天线的背面，使模块的天线焊盘和 GPS 天线馈点之间零距离。
- 天线接口至模块的 RF 输入引脚馈线附近，请误走其他信号线或者将走线从 GPS 馈线下通过，否则将对 GPS 信号引入新的干扰，影响定位质量。
- 对模块以及 GPS 天线布局时，天线周边不得放置 DCDC，时钟晶体，高频 CPU 等辐射性干扰较强的器件，避免对 GPS 信号造成干扰，必要时在主频较高的器件区域预留屏蔽盖位置，方便后续对整机产品的性能优化处理。
- 对应 GPS 天线周边金属器件布局，建议不能超过 GPS 天线高度，因为金属器件在电磁场中会产生反射和散射，削弱到达 GPS 天线表面的信号。
- 天线增益：使用外部有源天线时，建议天线增益小于 30dB。

6. 电气特性，可靠性

6.1 电源参数

表 3: 极限参数

参数	符号	最小值	最大值	单位
模块供电电压(VCC)	Vcc	-0.2	3.6	V
备份电池电压(VRTC)	VRTC	-0.2	3.6	V
数字输入引脚电压	Vin	Vcc*0.47	Vcc	V
最大可承受 ESD 水平	VESD(HBM)		2000	V

表 4: 运行条件

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位
供电电压	Vcc	1.8	--	3.6	V
Vcc 峰值电流(不包括天线)	Ipeak			100	mA
备份电源	VRTC	1.8	--	3.6	V
备份电源(Vrtc)电流	IRTC		40		uA
输入引脚	VIL	0	--	0.3*Vcc	V
	VIH	0.7*Vcc	--	Vcc	V
输出引脚	VOL Io=14.9mA		--	0.3*Vcc	V
	VOH Io=22.4mA	0.7*Vcc	--	--	V
有源天线输出电压	VCC_RF	1.8	--	Vcc	V
天线短路保护电流 电源来自 VCC_RF (=3.3V)	Iant short		60		mA
天线开路电流 电源来自 VCC_RF (=3.3V)	Iant open		8		mA
天线增益	Gant	15		30	dB

6.2 工作温度

表 5: 工作温度

温度	最低	典型	最高	单位
正常工作温度	-35	25	75	°C
受限工作温度	-40		85	°C
存储温度	-45		90	°C

6.3 静电防护

M216Q 模块为 ESD 敏感器件。在模块应用中，由于人体静电、微电子间带电摩擦等产生的静电等会通过各种途径放电给模块，较强的强电可能会对模块造成一定的损坏，因此 ESD 防护应该受到重视。在研发、生产组装和测试等过程中，尤其在产品设计中，均应采取 ESD 防护措施。例如，在电路设计的接口处以及易受静电放电损伤或影响的点，应增加防静电保护；生产中应佩戴防静电手套等。

在使用模块时，以下几点规范建议，可对强静电导致模块损坏起到一定的防护作用：

- 处理 PCB 时，除非主地和模块的信号地之间有耦合电阻，否则第一接触点应该在主地和模块的信号地之间；
- 将模块焊接到主板时，请确保 GND 先焊接，然后再焊接 RF_IN 焊盘；
- 处理 RF_IN 焊盘时，请不要接触任何带电电容或材料（例如表贴天线、同轴电缆、电烙铁等），以免所述电容或材料所产生或存储的电荷损坏 RF_IN 焊盘；
- 为防止 RF_IN 引脚释放静电，请不要触摸表贴天线的任意裸露区域；
- 请确保使用带静电保护的电烙铁焊接 RF_IN 引脚。

7. 模块机械尺寸

该章节描述模块的机械尺寸以及客户使用该模块设计的推荐封装尺寸。

7.1 外形尺寸

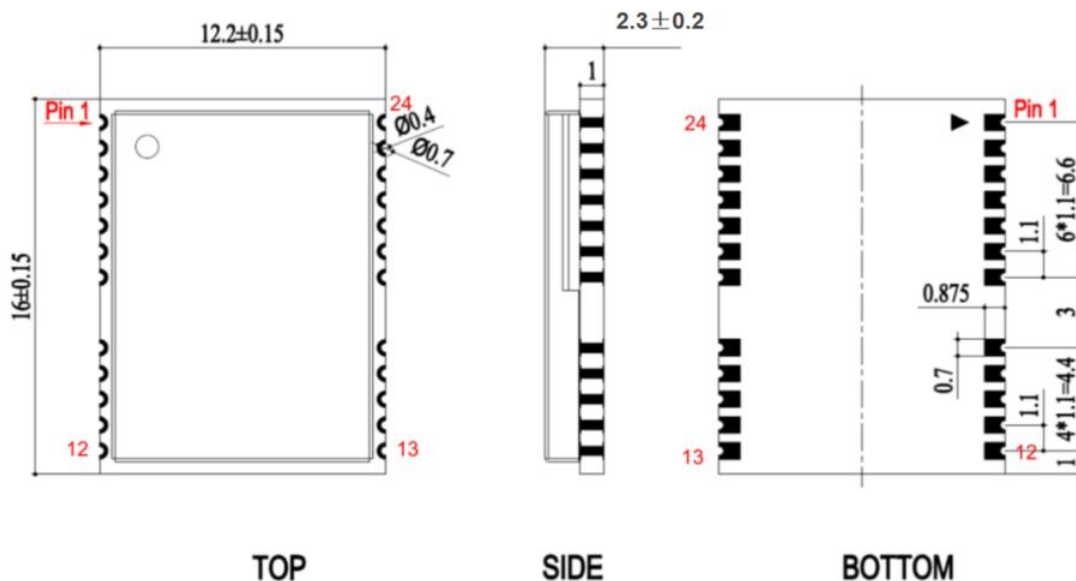


图 8: M216Q 尺寸图 (单位: 毫米)

7.2 推荐 PCB 封装

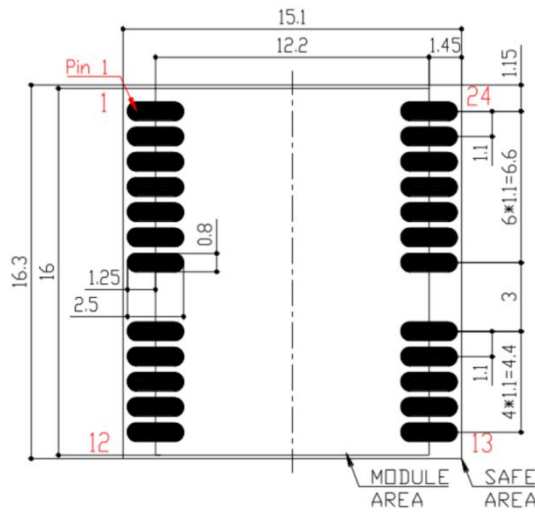


图 9：正视图，M216Q PCB 封装（单位：毫米）

8. 安装与使用

为了确保组合导航模组正常工作，用户需参考以下安装和配置步骤：

1、与载体刚体连接；

请确保上电前模组与载体刚体连接；若模组安装角度或者位置发生变化，请重新上电；

2、根据安装位置与角度配置安装角、杆臂模式；(示例指令均需要以\r\n 结尾)

1) 安装角配置：

本产品安装角配置有自适应和配置两种模式可选；

默认为自适应模式：用户在确定安装角后可选择配置模式，加快校准时间；

a) 自适应模式[12]：自动估计安装角，适用于用户不清楚模组的安装角度时使用；配置指令：

`$qxcfgmsa,1\r\n`（下略）

b) 配置模式：当用户清楚模组的安装轴向时，可按下表进行配置，手动安装指令举例如下；

若模组为倾斜安装时，需要额外配置倾斜角度，

`$qxcfgmsa,3,roll_forward,pitch_right,yaw_down \r\n`；

其中 roll 为绕前向的倾斜角度，pitch 为绕右向的倾斜角度，yaw 为绕垂向的倾斜角度；单位为 0.01 度。

`$qxcfgmsa,3,0,0,3000\r\n` 为模组在航向（z 轴，垂向）倾斜 30 度；

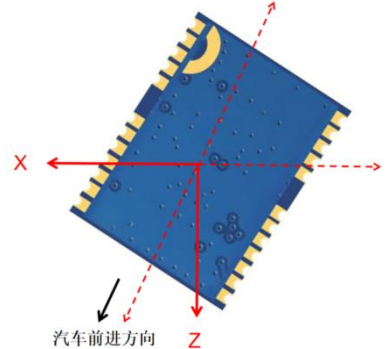
`$qxcfgmsa,3,0,2000,0\r\n` 为模组在俯仰（y 轴，右向）倾斜 20 度；

`$qxcfgmsa,3,-1000,0,0\r\n` 为模组在横滚（x 轴，前向）倾斜-10 度；

表格 6 手动安装指令举例

Z 轴	X 轴	Axisflag	示例	示意图
Z 朝上	X 朝前 (见右图)	51	\$qxcfgmsa,2,51	
	X 朝右	52	\$qxcfgmsa,2,52	
	X 朝后	53	\$qxcfgmsa,2,53	
	X 朝左	54	\$qxcfgmsa,2,54	

注：在自适应模式进入融合状态后，配置\$qxcfgmsa,2,66 可自动将当前估计的安装角结果转为配置模式；然后发\$qxcfgsave，保存当前配置

Z 轴	X 轴	Axisflag	示例	示意图
Z 朝下	X 朝前	61	\$qxcfgmsa,2,61	
	X 朝右 (见右图)	62	\$qxcfgmsa,2,62	
	X 朝后	63	\$qxcfgmsa,2,63	
	X 朝左	64	\$qxcfgmsa,2,64	

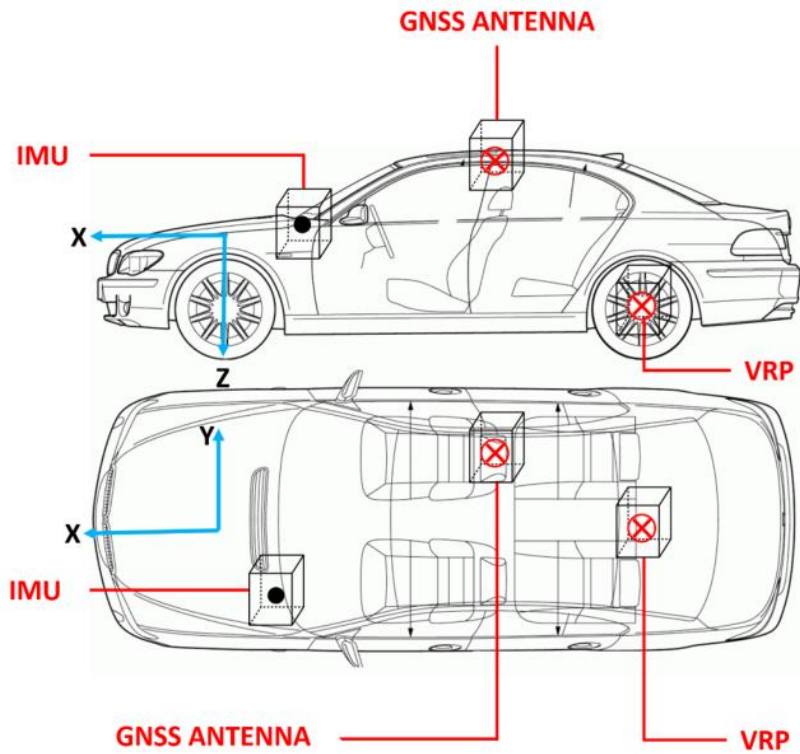


图 10 天线、VRP、模组坐标系

- 2) 杆臂配置 (模组到卫星天线: IMU2ANT) ;
- a) 以 IMU 为原点, 建立车体前右下坐标系。
 - b) 如图, 假设卫星天线在 IMU 后 1.00m, 右边 0.5m, 上方 0.6m, 则 IMU2ANT 的杆臂为 $x:-1.00m, y:0.5m, z:-0.6m$ 。

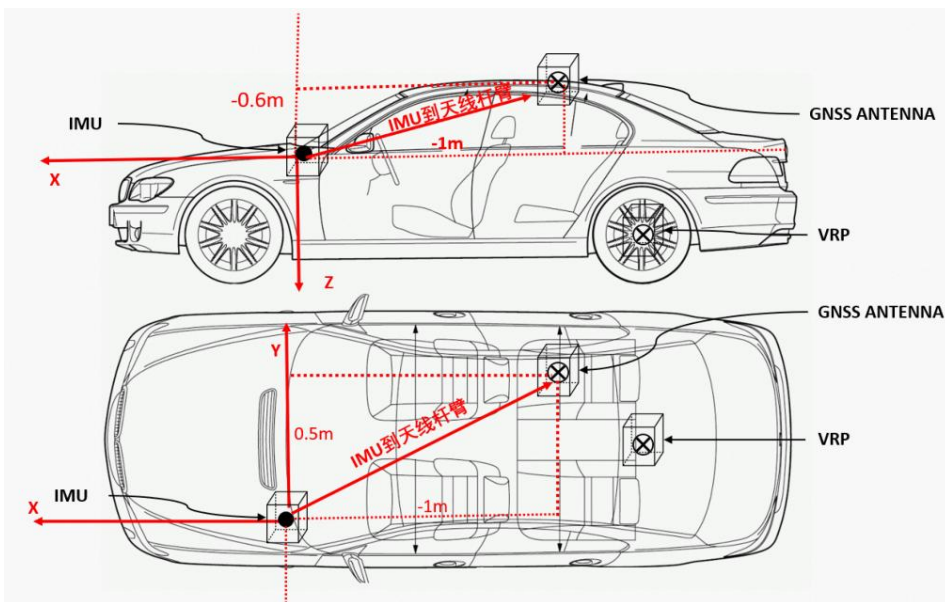


图 11 模组到卫星天线(IMU2ANT)坐标系

c) 则配置指令为: $\$qxcfgla,0,0,-100,50,-60\r\n$

d) 当只知道杆臂大概位置, 可以接受部分精度损失, 且接入 RTK 时, 可以配置为杆臂自适应模式: $\$qxcfgla,0,1,-100,30,30\r\n$; 要求初值误差小于 2m。

3) 杆臂配置 (后轮中心到模组: VRP2IMU) ;

a) 以后轮中心 (VRP) 为原点, 车体前右下坐标系。

b) 如图, 假设 IMU 在后轮中心前 1.90m, 左边 0.6m, 上方 0.6m. 则 VRP2IMU 的杆臂为 $x:1.90m, y:-0.6m, z:-0.6m$ 。

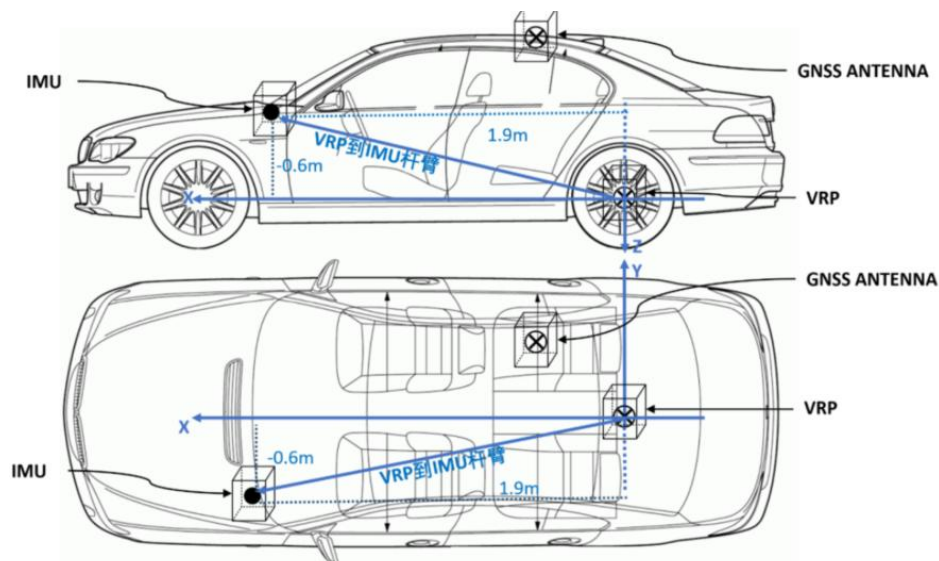


图 12 后轮中心到模组(VRP2IMU)坐标系

c) 则配置指令为: $\$qxcfgla,1,0,190,-60,-60\r\n$

d) 当只知道杆臂大概位置, 可以接受部分精度损失, 且接入 RTK 时, 可以配置为杆臂自适应模式: $\$qxcfgla,1,1,100,0,0\r\n$; 要求初值误差小于 2m;

4) 配置完成后, 请保存, 避免断电后配置丢失;

3、在开阔环境下动态行驶进入融合状态;

推荐步骤机动如下:

- 1) 开阔环境下启动并定位;
- 2) 以 30km/h 以上行驶 3 分钟, 含 5 次以上直线加减速;
- 3) 动态行驶 3 分钟, 包含加减速和 90 度转弯各两次以上;

4、自校准过程需满足以上停车、卫星质量、机动等条件, 通过查看串口输出数据中的 \$QXDRS 结果, 判断

校准是否成功完成, 当状态达到 4 以上 (4, 可用; 5, 良好) 自校准完成进入融合状态, 否则需要重复以上步骤, 直至自校准成功。

9. 存储和生产

9.1 包装

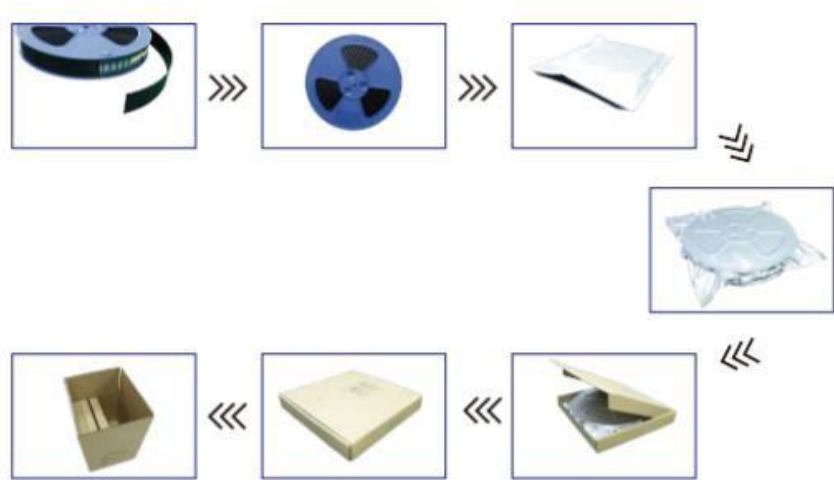


图 13: M216Q 模块包装信息

9.2 存储

M216Q以真空密封袋的形式出货。模块的存储需遵循如下条件：

环境温度低于40摄氏度，空气湿度小于90%情况下，模块可在真空密封袋中存放12个月。

当真空密封袋打开后，若满足以下条件，模块可直接进行回流焊或其它高温流程：

- ◆ 模块环境温度低于30摄氏度，空气湿度小于60%，工厂在72小时以内完成贴片。
- ◆ 空气湿度小于10%

若模块处于如下条件，需要在贴片前进行烘烤：

- ◆ 当环境温度为23摄氏度（允许上下5摄氏度的波动）时，湿度指示卡显示湿度大于10%
- ◆ 当真空密封袋打开后，模块环境温度低于30摄氏度，空气湿度小于60%，工厂未能在72小时以内完成贴片
- ◆ 当真空密封袋打开后，模块存储空气湿度大于10%

如果模块需要烘烤，请在 125 摄氏度下（允许上下 5 摄氏度的波动）烘烤 48 小时。

注意：模块的包装无法承受如此高温，在模块烘烤之前，请移除模块包装。如果只需要短时间的烘烤，请参考 IPC/JEDECJ-STD-033 规范。

9.3 生产焊接

用印刷刮板在网板上印刷锡膏，使锡膏通过网板开口漏印到 PCB 上，印刷刮板力度需调整合适，为保证模块印膏质量，M216Q 模块焊盘部分对应的钢网厚度应为 0.2mm。

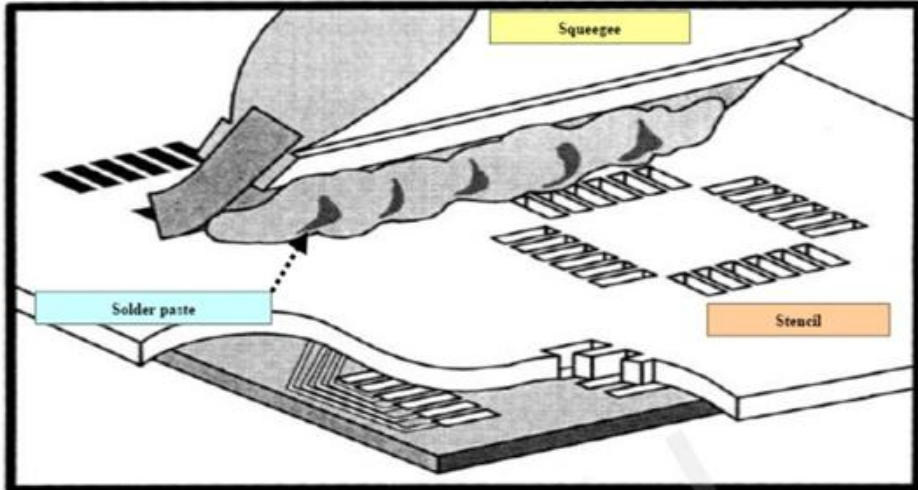


图 14: 印膏图

为避免模块反复受热损伤，建议客户 PCB 板第一面完成回流焊后再贴模块。推荐的炉温曲线图如下图所示：

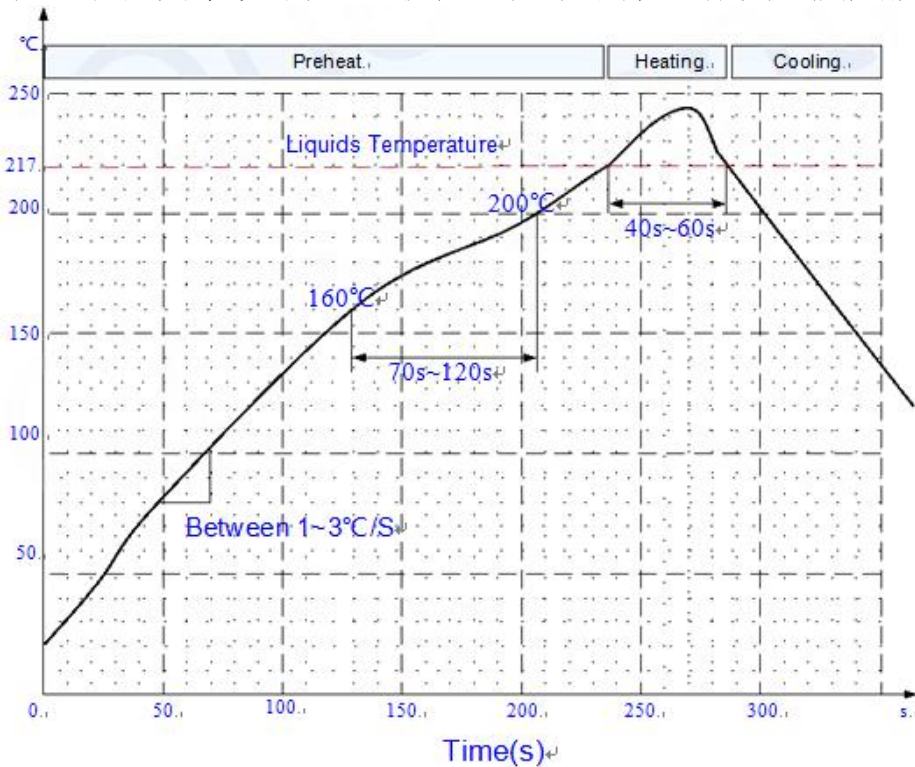


图 15: 炉温曲线

9.4 推荐 RF 天线接口焊接方式

如果连接外置天线的射频连接器是通过焊接方式与模块相连的,请务必注意连接线的剥线方式及焊接方法,尤其是地要焊接充分,请按照下图中正确的焊接方式进行操作,以避免因焊接不良引起线损增大。

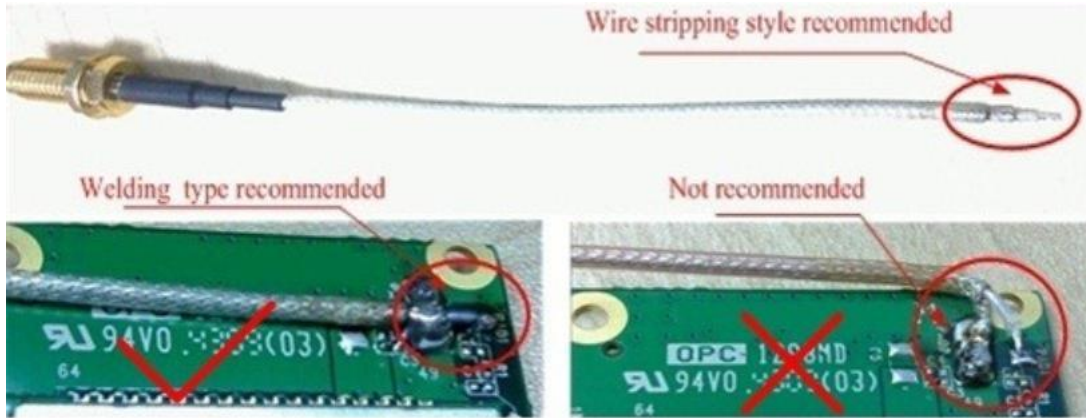
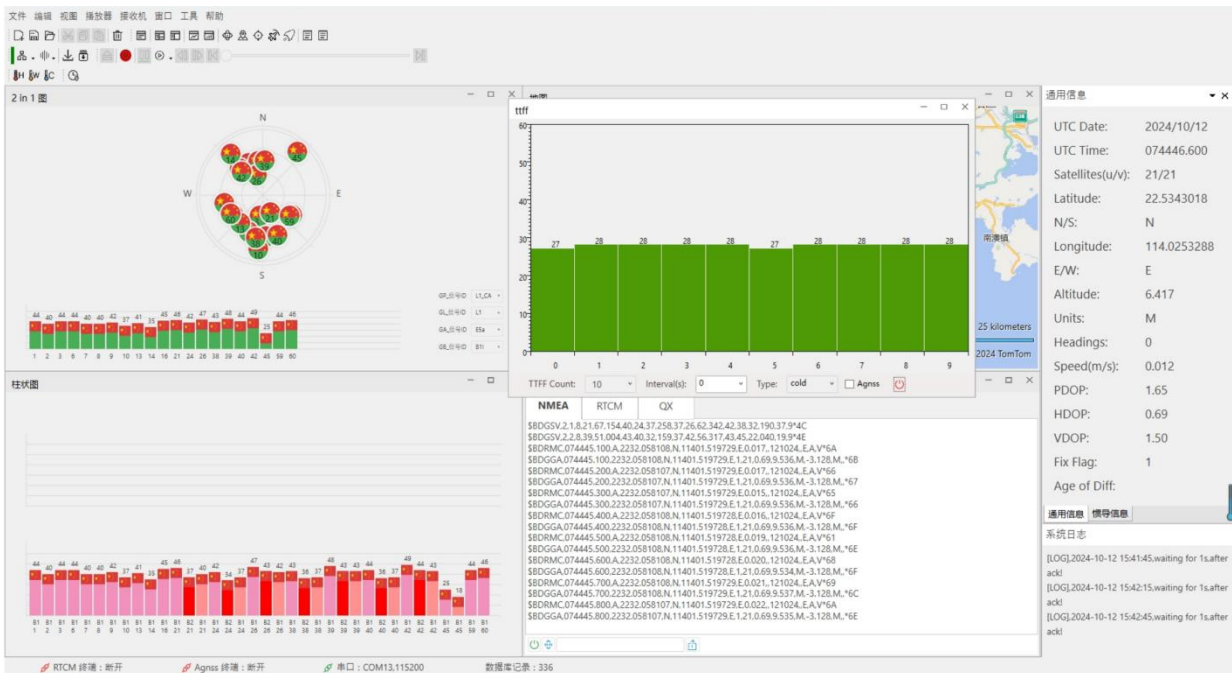


图 16: 射频焊接方式建议

10. 其他相关



GNSS 调试工具: QISCOPE_V1.0.4.9 (见附件), 对应界面如下:

通信协议: 双频高精度单北斗定位模块数据接口通信协议 (M216Q_M210Q) (见附件)