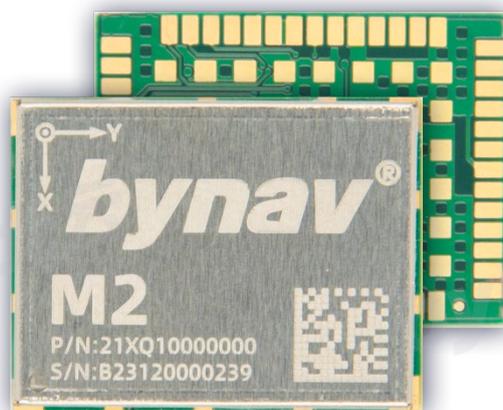


用户手册

DATASHEET



简介

M21/M22 模组基于北云科技新一代 22nm 制程高性能车规级 GNSS SOC 芯片 Alice，内置高精度测量引擎、导航引擎、惯性导航单元以及功能安全引擎，符合 ASIL B 功能安全等级，支持高性能 RTK 解算、深耦合组合导航、抗干扰与 L-Band PPP 等功能，能够有效地应对卫星信号干扰、丢失等苛刻环境，提供连续、实时、可信的高精度位置与姿态信息。可应用于自动驾驶、高级驾驶辅助、车道级导航、无人机、智能机器人等领

文件修订记录

版次	制定/修订内容	发行日期
V0.0	初始版本	2022-04-26
V0.01	补充硬件架构 更新接口信号定义	2022-10-15
V0.02	更新接口信号定义	2022-10-29
V0.03	补充焊接装配的要求	2023-03-18
V0.04	补充应用指南 更新机械特性 补充包装信息	2023-03-20
V0.05	补充对外接口的应用 更新 SMT 钢网厚度信息	2023-05-11
V0.06	删除第 8 章节无用信息	2023-05-25
V0.07	增加 BOOT 的默认状态描述	2023-05-29
V0.08	增加底部 GND 焊盘的 pin number 更新最小包装数量	2023-05-31
V0.09	根据内部 IMU, 修改工作电压范围	2023-06-06
V0.10	更正射频外部增益参数说明	2023-06-15
V0.11	补充 LDO 的散热问题	2023-06-19
V0.12	补充 7.3 章节的最小系统设计	2023-06-27

目录

1 功能描述	1
1.1 简介	1
1.2 性能指标	3
1.3 支持的协议	4
2 系统架构	5
3 引脚定义	6
3.1 引脚分布	6
3.2 引脚信号定义	6
4 电气特性	9
4.1 绝对最大范围	9
4.2 推荐工作条件	9
5 通信接口	10
5.1 UART	10
5.2 SPI	10
5.3 CAN	10
5.4 RMII	11
5.5 默认接口设置	11
6 应用指南	12
6.1 天线输入	12
6.1.1 RF 电路设计	12
6.1.2 馈电	15
6.1.3 推荐有源天线规格	15
6.2 电源设计	16
6.2.1 VCC_3V3	16

6.2.2 V_BCKP	17
6.2.3 VCC_FuSa	17
6.3 最小系统设计	18
6.4 UART 接口	19
6.5 SPI 接口	20
6.6 CAN 接口	20
6.7 RMII 接口	21
6.8 复位接口	22
6.9 对外通信接口应用	22
6.10 PCB 布局	23
6.11 热管理	23
6.12 电磁干扰注意事项	24
7 生产制造	25
7.1 装配与焊接	25
7.1.1 贴片设备要求	25
7.1.2 湿度敏感等级	26
7.1.3 烘烤	27
7.1.4 预热阶段	27
7.1.5 存储	28
7.1.6 车间寿命及温湿度管控	28
7.1.7 钢网的制作要求	29
7.1.8 自动贴装	29
7.1.9 回流焊	29
7.1.10 SMT 贴片过炉建议	31
7.2 静电防护	32
8 机械特性	33
9 标签和订购信息	35
9.1 产品标签	35
9.1.1 产品编号	35

9.1.2 产品序列号.....	35
10 包装	36
11 附录 1 IMU 参数.....	37
12 附录 2 参考设计	38



1 功能描述

1.1 简介

M21/M22 模组基于北云科技新一代 22nm 制程高性能车规级 GNSS SOC 芯片 Alice，内置高精度测量引擎、导航引擎、惯性导航单元以及功能安全引擎，符合 ASIL B 功能安全等级，支持高性能 RTK 解算、深耦合组合导航、抗干扰与 L-Band PPP 等功能，能够有效地应对卫星信号干扰、丢失等苛刻环境，提供连续、实时、可信的高精度位置与姿态信息。可应用于自动驾驶、高级驾驶辅助、车道级导航、无人机、智能机器人等领域。

全温标定高精度 IMU 及深耦合组合导航引擎

内置高精度 IMU 均经过全温标定，改善了零偏稳定性等关键指标，提升了航位推算精度。内置基于 Bynav Alice 芯片的深耦合组合导航算法，提高了 GNSS 信号观测质量，配合高精度 IMU，在城市峡谷等环境中，定位精度较松耦合算法可提升 2~5 倍。可代替原有自动驾驶高精度定位单元（如 P-BOX 或 IMU-BOX 总成），降低系统复杂度与成本，减少线束，提升整车集成度。

内置高精度全频点、抗干扰 GNSS 测量与定位引擎

采用 Bynav REAL (Ransac Enhanced Advanced Location) GNSS 定位引擎，内置完好性监测算法，提高了城市环境中多径、干扰条件下的容错率和固定成功率，定位解算结果更加稳健。针对预期功能安全与网络安全的需求，对常见干扰信号如车载防跟踪设备、雷达/机场信号塔等，进行高量化位数的信号预处理与自适应干扰抑制，大幅提升车载场景下高精度定位的可用性与完好性。

支持 L-Band 星基增强，支持 NRTK/PPP/PPP-RTK

支持 L-Band 星基 PPP 定位功能，在常规差分服务或移动通信服务无法覆盖的环境中也可提供高精度定位。支持北斗三号 B2b PPP 解算、QZSS CLAS PPP-RTK 解算及主流 PPP-RTK 差分服务。充分利用北斗与伽利略四频信号，大幅提升 PPP 收敛速度，提升高精度定位可用性。

支持 ASIL B 功能安全等级

基于 ISO26262 ASIL B 功能安全设计，内置功能安全 IMU、功能安全 GNSS 芯片（Bynav Alice 芯片，通过功能安全产品认证）及功能安全组合导航算法。可为智能汽车、自动驾驶等提供具备系统级功能安全的高精度组合导航。

具备以下技术特点：

- 22nm 制程 GNSS SOC 芯片 Alice
- 深耦合组合导航（DR 精度可达 0.2%）
- 全系统全频点 GNSS（1507 个通道）
- L-Band 星基增强
- 支持 NRTK/PPP/PPP-RTK/CLAS
- 抗干扰抗欺骗
- AEC-Q104
- ISO 26262 ASIL B

*仅车规级版本支持

1.2 性能指标

表 1-1 性能指标

性能	指标
接收信号*	BDS B1I/B2I/B3I/B1C/B2a/B2b
	GPS L1 C/A/L1C/L2/L5
	GLONASS L1/L2
	Galileo E1/E5a/E5b/E6
	QZSS L1/L2/L5/L6 (CLAS)
	NAVIC L5
	SBAS L1 C/A
	L-Band
通道数量*	1507
灵敏度	捕获 -144 dBm
	跟踪 -154 dBm
失锁重捕时间	≤1s
动态性能	速度 ≤550m/s
	加速度 ≤4g
观测量精度	载波相位 ≤1mm (RMS)
	伪距: ≤0.1m (RMS)
观测数据输出频度	50Hz
RTK 结果输出频度	5Hz (关闭组合导航支持 10Hz)
INS 结果输出频度	100Hz
IMU 原始数据率	100Hz
单点定位精度	水平: 1.5m (RMS)
	高程: 2.5m (RMS)
RTK 精度	水平: 1.0cm+1ppm (RMS)
	高程: 1.5cm+1ppm (RMS)
DR 精度	M21: 0.8%; M22: 0.2%
授时精度	≤20ns (RMS)
测速精度	0.03m/s (RMS)
首次定位时间	冷启动: ≤30s
	热启动: ≤5s
RTK 初始化时间	≤5s
INS 解算延迟	≤5ms
RTK 解算延迟	≤50ms

抗干扰	65dBc (干信比) 支持不少于 6 个脉冲的多音干扰；支持不小于信号带宽 10%带宽的窄带干扰；支持快速扫频干扰。
L-Band*	-133dBm (灵敏度) 10 ⁻⁵ (误码率)
功耗①	500mW 待机功耗: 0.5mW
尺寸	17×22×2.75mm (典型值)
温度	环境温度②: -40°C ~ +105°C 结温: -40°C ~ +125°C 存储温度③: -55°C ~ +150°C

* 选配

注①: 25°C下典型值。

注②: 车规级版本适用。工业级版本为-40°C ~ +85°C, 消费级版本为-20°C ~ +65°C。

注③: 车规级版本适用。工业级版本为-40°C ~ +105°C, 消费级版本为-40°C ~ +65°C。

1.3 支持的协议

表 1-2 支持协议

协议	类型
RTCM 3.3	输入, Binary
NMEA 4.11、4.10、4.0、2.3 and 2.1	输入/输出, ASCII
BYNAV①	输入/输出, ASCII, Binary

注①: 详见《UG016_数据通信接口协议》

2 系统架构

M21/M22 高精度组合导航模组架构如图 2-1 所示。

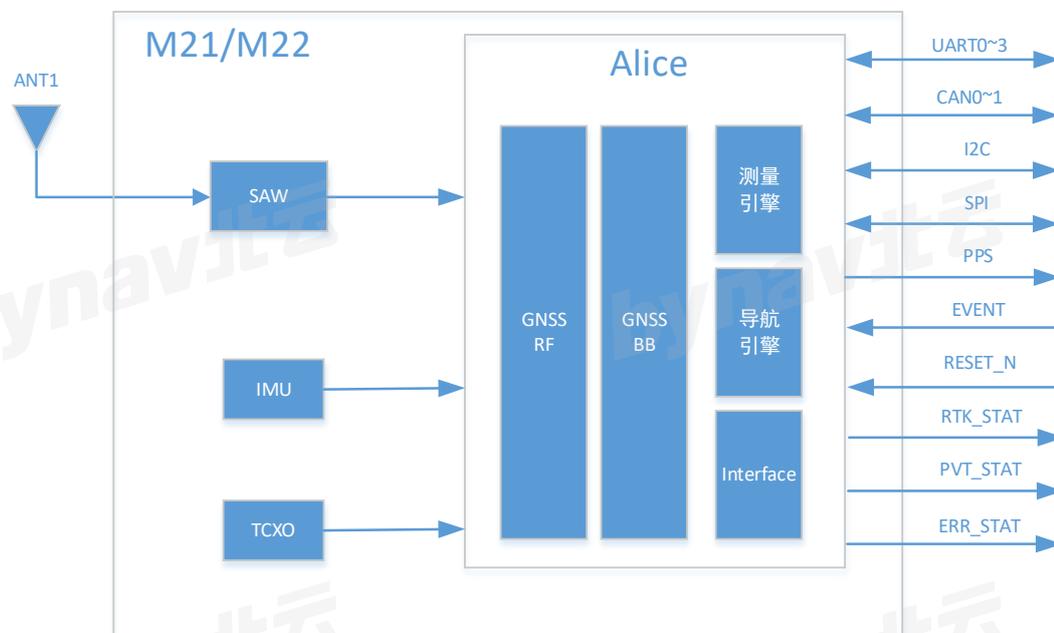
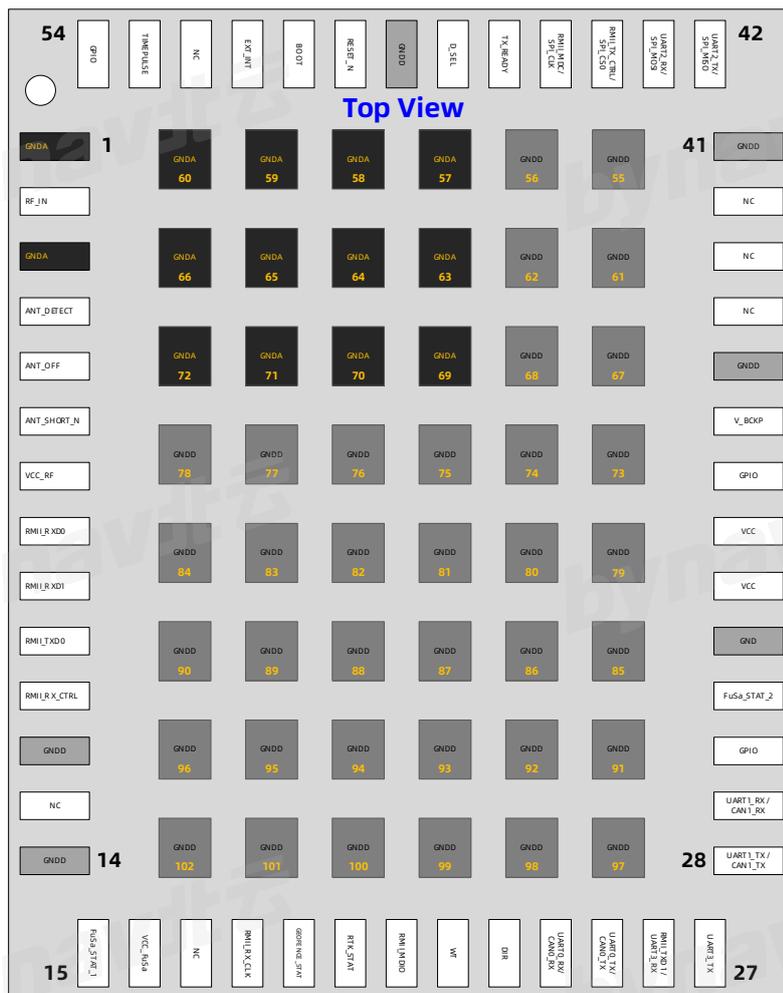


图 2-1 架构框图

3 引脚定义

3.1 引脚分布

M21/M22 高精度组合导航模组引脚分布如下图所示：



注意：GNDA和GNDD均为接地焊盘，其中GNDD为数字部分的GND，GNDA为模拟部分的GND。

图 3-1 引脚分布

3.2 引脚信号定义

M21/M22 高精度组合导航模组引脚定义如下表所示：

表 3-1 引脚定义

引脚编号	引脚名称	I/O	描述
1	GND	-	地
2	RF_IN	I	射频信号输入
3	GND	-	地
4	ANT_DETECT	I	有源天线检测
5	ANT_OFF	O	外部 LNA 关闭
6	ANT_SHORT_N	I	外部有源天线短路检测
7	VCC_RF	O	外部天线馈电电源
8	RMII_RXD0	I	RMII 数据接收 0
9	RMII_RXD1	I	RMII 数据接收 1
10	RMII_TXD0	O	RMII 数据发送 0
11	RMII_RX_CTRL	I	网络数据接收控制
12	GND	-	地
13	NC	I	-
14	GND	-	地
15	FuSa_STAT_1	O	功能安全状态指示①
16	VCC_FuSa	I	功能安全电源①
17	NC	I	无连接, 浮空
18	RMII_RX_CLK	I	预留
19	GEOFENCE_STAT	O	GEOFENCE 状态输出
20	RTK_STAT	O	RTK 状态指示
21	RMII_MDIO	I/O	数据管理输入输出
22	WT	I	轮速信号输入②
23	DIR	I	输入信号
24	UART0_RX/CAN0_RX	I	UART0 输入 (软件配置, 默认 UART)
25	UART0_TX/CAN0_TX	O	UART0 输出 (软件配置, 默认 UART)
26	RMII_TXD1/UART3_RX	I	RMII 数据发送 1 (软件配置, 默认 RMII)
27	UART3_TX	O	UART3 输出
28	UART1_TX /CAN1_TX	O	UART1 输出 (软件配置, 默认 UART)
29	UART1_RX /CAN1_RX	I	UART1 输入 (软件配置, 默认 UART)
30	GPIO	I/O	通用输入输出接口
31	FuSa_STAT_2	O	功能安全状态指示①
32	GND	-	地
33	VCC	I	主电源输入

34	VCC	I	
35	GPIO	I/O	通用输入输出接口
36	V_BCKP	I	RTC 备份电源输入
37	GND	-	地
38	NC	-	无连接, 浮空
39	NC	-	无连接, 浮空
40	NC	-	无连接, 浮空
41	GND	-	地
42	UART2_TX/SPI_MISO	O	UART2 输出 (软件配置, 默认 UART)
43	UART2_RX/SPI_MOSI	I	UART2 输入 (软件配置, 默认 UART)
44	RMII_TX_CTRL/SPI_CS0	I/O	RMII 数据发送控制 (软件配置, 默认 RMII)
45	RMII_MDC/SPI_CLK	I/O	RMII 数据管理时钟 (软件配置, 默认 RMII)
46	TX_READY	O	TX 状态指示 ^③
47	D_SEL	I	接口选择 (默认输出 UART 和网络, 暂不支持切换)
48	GND	-	地
49	RESET_N	I	复位, 低电平有效
50	BOOT	I	内部程序更新使能, 模组内部已默认 1k Ω 拉低 ^④
51	EXT_INT	I	外部中断输入 ^⑤
52	NC	I	无连接, 浮空
53	TIMEPULSE	O	秒脉冲输出
54	GPIO	I/O	通用 GPIO

注①: 功能安全仅车规级版支持。若无功能安全要求, 请将下表中的引脚悬空; 若有功能安全要求, 请联系我司技术人员提供功能安全应用手册。

注②: WT 信号的脉宽需要大于 500ns。

注③: TX_READY 默认没有输出信息, 可以根据用户需求定义。

注④: BOOT 引脚, 模组内部已经固定电平处理, 无需外部用户做上拉或者下拉处理。

注⑤: EXT_INT 默认不支持, 可根据需求升级固件后开启。

4 电气特性

4.1 绝对最大范围

表 4-1 绝对最大工作范围

参数	名称	条件	最小值	最大值	单位
供电电压	VCC		-0.5	3.6	V
VCC 电压斜升			20	8000	$\mu\text{s}/\text{V}$
备用电源电压	V_BCKP		-0.5	3.6	V
V_BCKP 电压斜升			20		$\mu\text{s}/\text{V}$
输入引脚电压	Vin	VCC \leq 3.1V	-0.5	VCC + 0.5	V
		VCC > 3.1 V	-0.5	3.6	V
VCC_RF 输出电流	ICC_RF			100	mA
RF_IN 输入功率	P _{RFIN}	50 Ω 阻抗		10	dBm
存储温度	Tstg		-55	150	$^{\circ}\text{C}$

4.2 推荐工作条件

表 4-2 推荐工作范围

参数	名称	条件	最小值	典型值	最大值	单位
主供电	VCC_3V3	实际工作范围要满足最大和最小电压范围	3.13	3.3	3.47	V
峰值电流输入	I _{Peak}	VCC = 3.3 V			300	mA
RTC 备份电源电压	V_BCKP		1.6	3.3	3.6	V
RTC 备份电源电流	I _{BCKP}	VCC = 3.3 V		36		μA
功能安全电源	VCC_FuSa		3.0	3.3	3.6	V
外部射频增益	G _{RFIN}		17	30	50	dB
射频链路噪声系数	NF		2	3	4	dB
结温	T _j		-40		125	$^{\circ}\text{C}$
工作温度	T _{operation}		-40	25	105	$^{\circ}\text{C}$

5 通信接口

5.1 UART

UART 接口支持波特率配置，不支持硬件流控制。UART0 与 CAN0 复用，默认配置为 UART0；UART1 与 CAN1 复用，默认配置为 UART1；UART2 与 SPI 复用，默认配置为 UART2；UART3 与 RMII 复用，默认配置为 RMII。上述配置均通过配置文件在软件端实现。

表 5-1 UART 参数

名称	参数	最小值	最大值	单位
Ru	波特率	9600	921600	bit/s
Δ Tx	Tx 波特率精度	-1%	+1%	-
Δ Rx	Rx 波特率容限	-2.5%	+2.5%	-

5.2 SPI

M21/M22 模组具备一个 SPI 从接口，SPI 接口与 UART2 以及 RMII 接口复用，默认不开启，可根据用户需求通过软件配置开启 SPI 功能。

SPI 接口允许与外部主机通信，M2 模组端为从设备。SPI 最大传输速率为 125kB/s，最大 SPI 时钟频率为 5.5MHz。

5.3 CAN

M21/M22 高精度组合导航模组具备 2 个 CANFD 接口，CAN0 与 UART0 复用，CAN1 与 UART1 复用。默认配置为 UART。可根据用户需求，在软件端配置开启 CAN 接口。

CANFD 速率支持 500K~2Mbps。

5.4 RMII

M21/M22 高精度组合导航模组具备 1 个 RMII 网络接口，RMII 网络接口与 SPI 接口复用，默认配置为 RMII 网络接口。

5.5 默认接口设置

对外通信接口设置信息如下表：

表 5-2 默认接口设置

接口	设置
UART0 输出	支持最大波特率 921600, 8bits, 无 parity bit, 1 stop bit 可配置输出 NMEA 语句, 支持 BYNAV 指令, 支持 RTCM 协议。
UART0 输入	支持最大波特率 921600, 8bits, 无 parity bit, 1 stop bit 支持 BYNAV 指令。
UART1 输出	支持最大波特率 921600, 8bits, 无 parity bit, 1 stop bit 可配置输出 NMEA 语句, 支持 BYNAV 指令, 支持 RTCM 协议。
UART1 输入	支持最大波特率 921600, 8bits, 无 parity bit, 1 stop bit 支持 BYNAV 指令, 支持 RTCM 协议。
UART2 输出	支持最大波特率 921600, 8bits, 无 parity bit, 1 stop bit 可配置输出 NMEA 语句, 支持 BYNAV 指令, 支持 RTCM 协议。
UART2 输入	支持最大波特率 921600, 8bits, 无 parity bit, 1 stop bit 支持 BYNAV 指令, 支持 RTCM 协议。
UART3 输出	支持最大波特率 921600, 8bits, 无 parity bit, 1 stop bit 可配置输出 NMEA 语句, 支持 BYNAV 指令, 支持 RTCM 协议。
RMII 输出	最大速率 100Mbps。可配置输出 NMEA 语句, 支持 BYNAV 指令, 支持 RTCM 协议。
RMII 输入	最大速率 100Mbps。支持 BYNAV 指令, 支持 RTCM 协议。

6 应用指南

6.1 天线输入

M2 模组提供一组天线接口，目前仅支持有源天线，用于接收 GNSS 卫星信号，实现卫星授时和定位功能。

射频信号的输入在 PCB 上走线上必须要满足 50ohm 阻抗，且满足 Coplanar waveguide 平面传输线结构，如下所示。为了保证与地的相干性建议每隔几个 mm 的位置上使用通孔。

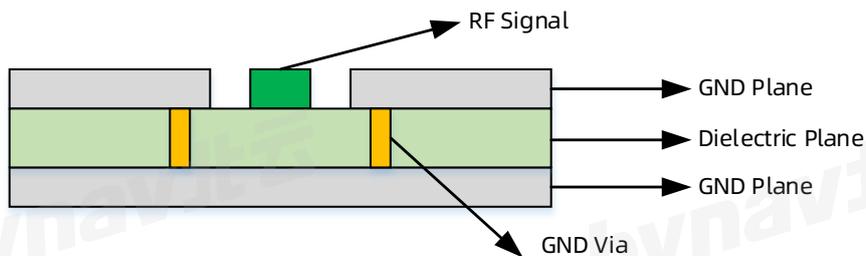


图 6-1 Coplanar waveguide 平面传输线结构示意图

6.1.1 RF 电路设计

M2 模组的射频（RFIN）接口，其阻抗特性要求为 50Ω，GNSS 射频在模组内部结构如下图所示：

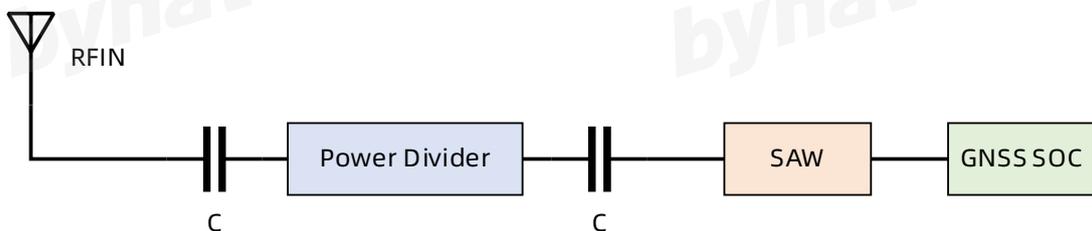


图 6-2 M2 模组内部射频前端结构

从 M2 模组 RF 输入接口到射频同轴连接器之间的走线也需要控制在阻抗范围内，为保证射频性能，比较保守的设计是在射频链路中增加匹配网络，匹配网

络一般分为 L 型, T 型和 π 型三种, 推荐使用 π 型网络。

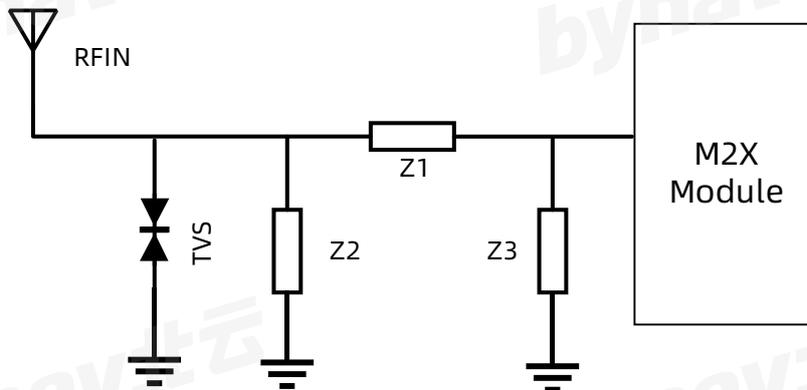


图 6-3 π 型匹配网络示意图

原理图设计注意事项:

- 以上射频匹配电路中的元器件是电容、电感, 且 LC 器件尽量靠近天线口;
Z1 默认贴装 0R 电阻, Z2 和 Z3 默认不贴装;
- 如果在天线上有引入静电的情况, 建议增加静电防护, 可使用超低结电容 (C_j) 的 TVS 管, 推荐使用结电容 ≤ 0.5 pF 的 TVS 管, 同时需要确保 TVS 管的反向击穿电压 > 10 V, 推荐反向击穿电压为 15 V 以上的 TVS 管;
- 模组内部有对外输出的馈电电源, 若使用外部馈电, 外部馈电需要通过 27~100nF 连接到 RF 走线上。

PCB 设计注意事项:

- 射频线周围要用接地铜包裹, 接地铜要多打 GND 过孔, 保证接地阻抗尽量小; GND 过孔过少, 会导致 RF 信号参考地的整个回路区域增大, 因此需要在射频线周围打足够多的 GND 过孔;
- M2 模组和射频线之间 PCB 走线需要进行 50 Ω 阻抗控制, 且长度尽量短;
- 预留的 π 型匹配电路, 在 PCB 布局时要靠近射频输入端, 方便调试;

- RF 走线不能出现走直角，走线直角会导致阻抗的不连续，出现信号的反射，降低天线的接收效率；需要拐弯时走弧形线，如下图；

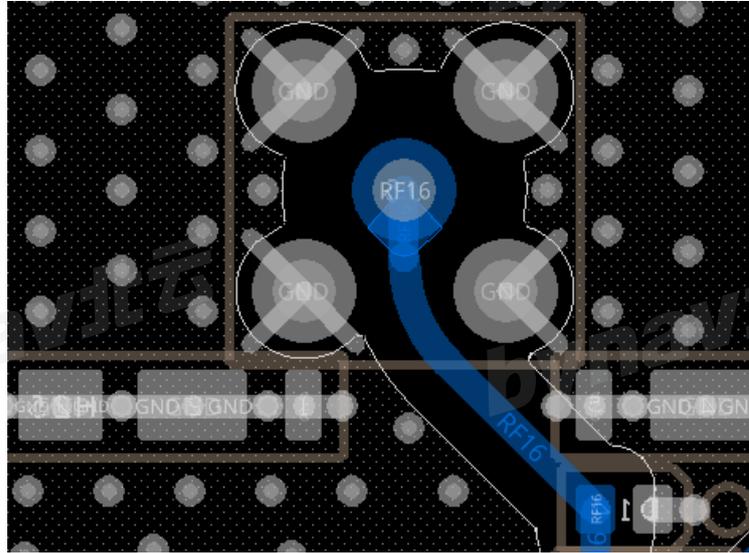


图 6-4 RF 信号弧形走线

- RF 走线不能出现分叉；射频走线上预留的匹配电路位置不当，可能出现射频走线的分叉，RF 信号线上的分叉会导致阻抗的不连续性；
- RF 走线背面投影区不要走其他信号线，必须铺完整的 GND，作为 RF 走线的参考层；RF 背面走线首先会将参考层分割，导致阻抗不连续，同时也会出现信号反射，如果背面走线是高速数字信号线，数字信号的噪声将会耦合在 RF 信号上；
- RF 走线阻抗的相关参数有：PCB 介电常数，PCB 厚度，RF 走线的宽度，RF 走线到同层的 GND 的宽度以及 PCB 的叠层结构；
- 如果使用 SMA 头射频座，则较大 RF 焊盘可能导致较大寄生电容，为减少由此引起的天线性能降低的可能性，模组射频焊盘下第一层和第二层都建议挖空，如下图所示：

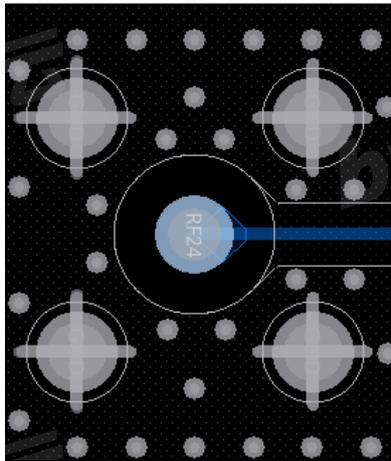


图 6-5 射频部分 PCB 设计参考

- 模组射频信号以及射频相关的元器件的位置布局，应注意远离数字电路、开关电源、电源变压器、功率电感或时钟等强干扰源。

6.1.2 馈电

M2 模组本身提供 VCC_RF，用于外部有源天线馈电，最大支持 3.3V@100mA，Max 输出。

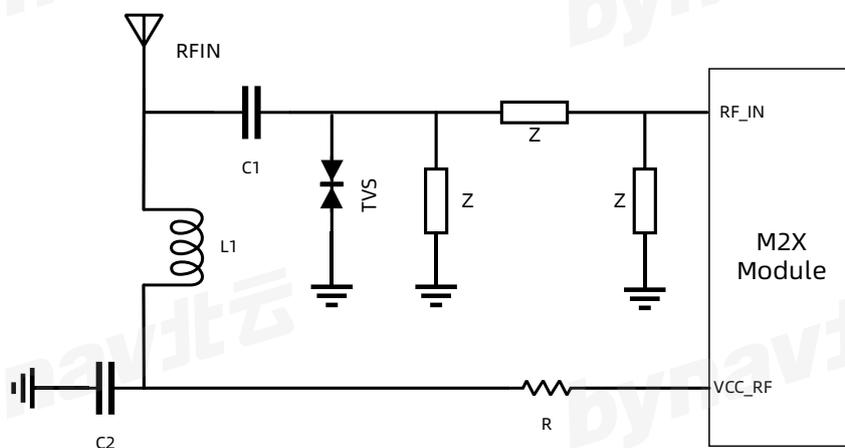


图 6-6 有源天线的参考设计

C1 电容用于隔断馈电的直流信号；L1 电感用于消除 RF 信号泄露到 VCC_RF 的风险；当有源天线短路到 GND 时，R 用于保护模组。

6.1.3 推荐有源天线规格

M2 模组推荐的天线规格如下表：

表 6-1 推荐有源天线规格

频率范围①	1164~1249MHz & 1559~1609 MHz
带宽	>5 MHz
极化方式	右旋圆极化 (RHCP)
驻波比	< 1.5
增益	28~40dB
噪声系数	<1.5 dB
轴比	≤2dB
相位中心误差	<2 mm

注①：如需天线支持 L-Band，则还需支持频率 1525MHz~1559MHz。

6.2 电源设计

电源电路的设计和布局，是整个产品设计中非常重要的环节，电源设计的合理性影响整个产品的性能。

M2 模组内部主要有主供电 VCC_3V3，V_BCKP 和 VCC_FuSa 三路电源输入。

6.2.1 VCC_3V3

VCC 为模组主电源输入，电源输入范围为 3.0 V~3.6V，推荐值为 3.3 V，用于模组内部的基带及射频器件供电。电源的性能，比如负载能力、纹波、噪声、电源抑制比等，都会直接影响模组的性能和稳定性，如下图所示为推荐电源设计。

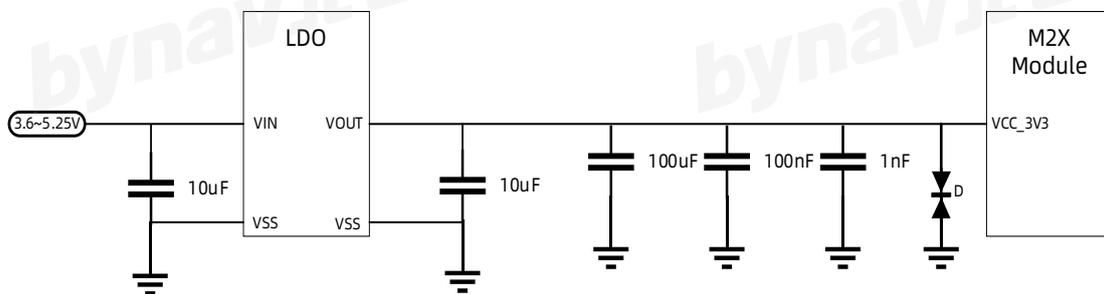


图 6-7 推荐电源设计

为了保证模组的最佳性能，需使用射频专用的低噪声 3.3V LDO 供电。推荐

选用输出噪声电压 $\leq 30\mu\text{V}_{\text{RMS}}$ 、电源抑制比 $\geq -70\text{dB}$ ，输出电流 $\geq 600\text{mA}$ 的低噪声线性稳压器。

- ◇ 推荐使用低 ESR 的贴片多层陶瓷电容，耐压值应大于主电源电压的 1.5 倍；
- ◇ D 为 ESD 保护器件，若需要做 ESD 防护，则 D 的位置需要尽可能靠近模组电源接口处位置；
- ◇ 靠近模组位置放置磁珠和旁路电容，用来滤除电源中的高频干扰；
- ◇ 注意要评估 LDO 的功耗和散热；
- ◇ 推荐的 LDO 有 NCV8705/TPS7A8101/MIC29302 等。

6.2.2 V_BCKP

V_BCKP 为模组备份电源输入，当主供电断电时，用于 RTC 模组供电，模组仍能保留部分关键的星历数据及历书，以实现热启动、温星历推算等功能。备份电池电源的输入范围为 1.6V~3.6V，推荐值为 3.0V，可外接纽扣电池或法拉电容。

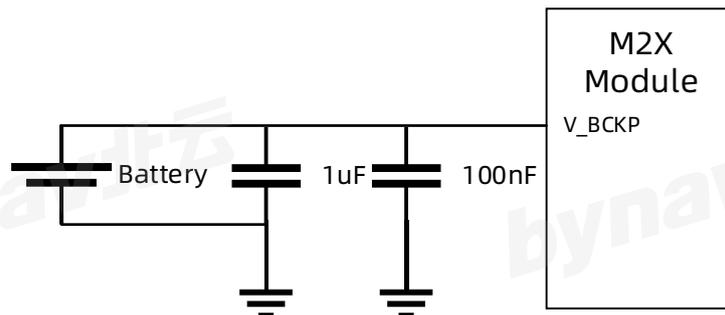


图 6-8 推荐 V_BCKP 设计

6.2.3 VCC_FuSa

VCC_FuSa 为模组内部功能安全模组的电源输入，电源输入范围为 3.0V~3.4V，推荐值为 3.3 V@20mA，Max。（不使用时可与 VCC_3V3 合并或浮空）

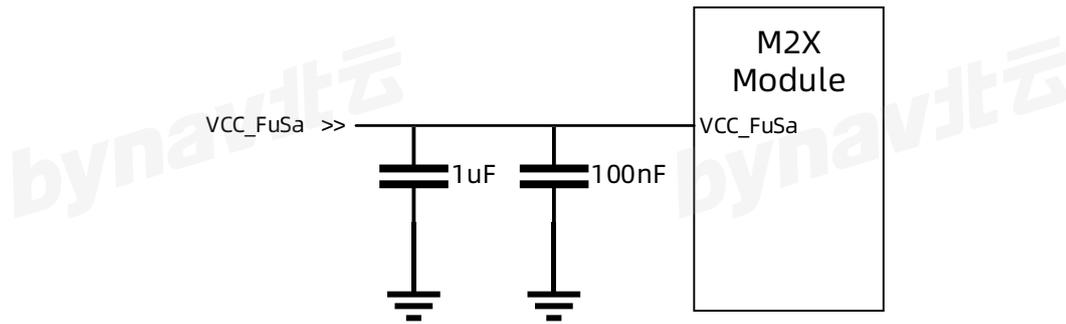


图 6-9 推荐 FuSa 电源设计

6.3 最小系统设计

模组最小系统框图如下所示，其中 UART2 与主设备连接，UART3 作为选配接口，用于接入 RTCM 数据。

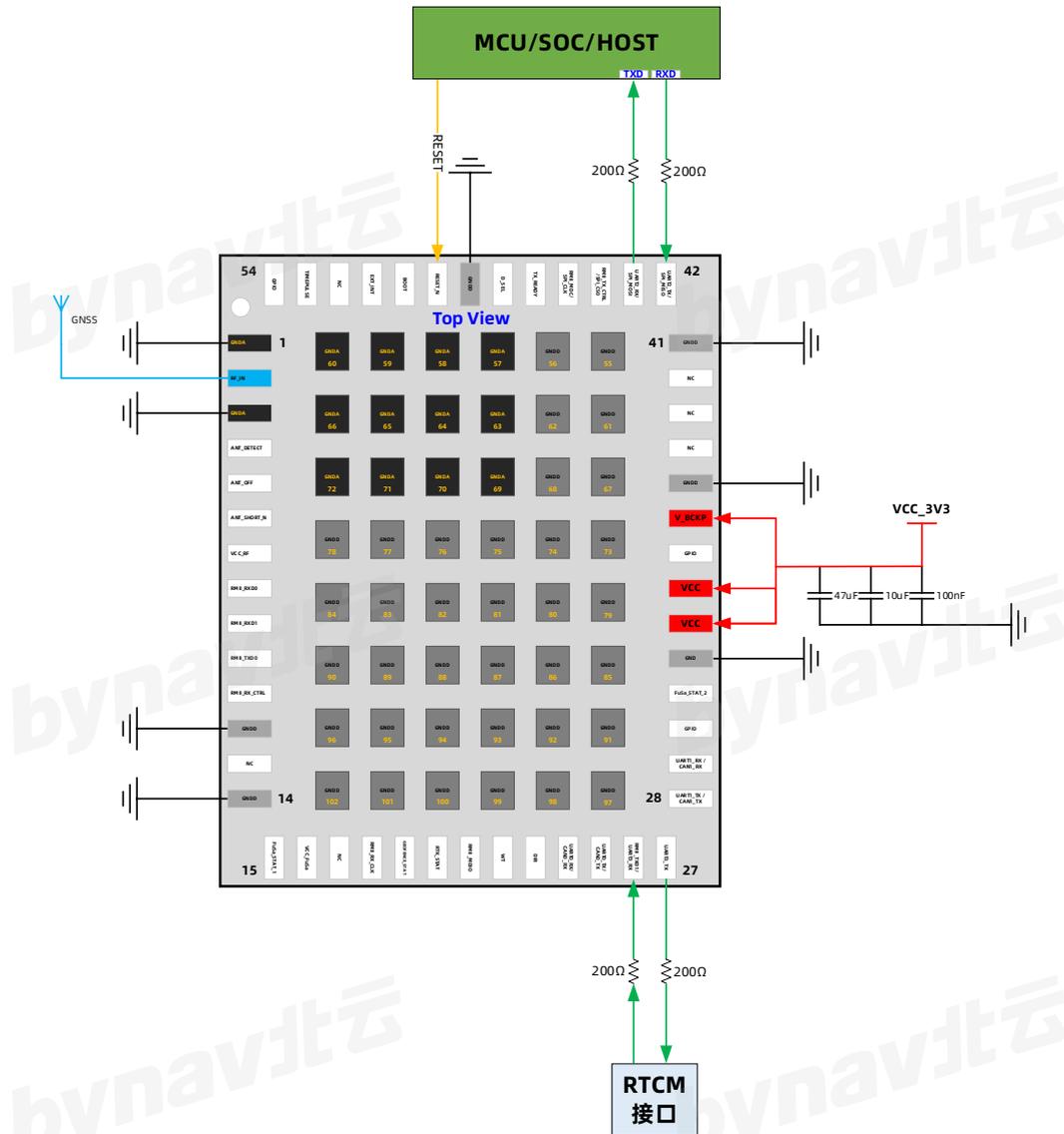


图 6-10 最小系统设计

设计时需要遵循以下几点：

1. 主电源 **VCC** 和备份电源 **V_BCKP** 均使用 3.3V 电源；
2. 如果模组需要热启动，请将 **V_BCKP** 连接到电池；
3. 确保模组所有的 GND 信号（GNDA 和 GNDD）均良好接地。

6.4 UART 接口

M21/M22 模组可以提供 4 组 UART，详细配置参数参考 5.1 章节；

表 6-2 UART

引脚名称	I/O	电平
UART0_RX/CAN0_RX	I	3V3_LVTTL
UART0_TX/CAN0_TX	O	3V3_LVTTL
RMII_TXD1/UART3_RX	I	3V3_LVTTL
UART3_TX	O	3V3_LVTTL
UART1_TX /CAN1_TX	O	3V3_LVTTL
UART1_RX /CAN1_RX	I	3V3_LVTTL
UART2_TX/SPI_MISO	O	3V3_LVTTL
UART2_RX/SPI_MOSI	I	3V3_LVTTL

UART 接口部分应用信息如下所示：

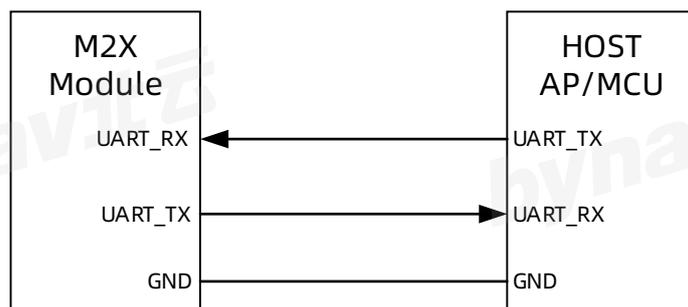


图 6-11 推荐 UART 设计

原理图设计时注意以下几点：

- 注意信号连接之间的对应关系；
- 若 HOST 设备的电平与 M2 模组的电平不一致，需要做电平转换设计；

- 图中关于 M2 模组和 HOST 设备的 RX 或 TX 命名，收发方向均基于器件本身。

Layout 设计时注意以下几点：

- 信号线与其他走线减少交叉，如果避免不了交叉，请与其他走线垂直交叉以减少耦合；
- 避开可能引入静电的区域；
- 若有空间，走线建议包地处理。

6.5 SPI 接口

M21/M22 模组可以提供 1 组 SPI 接口，详细配置参数参考 5.2 章节；

表 6-3 SPI

引脚名称	I/O	电平
UART2_TX/SPI_MISO	O	3V3_LVTTL
UART2_RX/SPI_MOSI	I	3V3_LVTTL
RMII_TX_CTRL/SPI_CS0	I/O	3V3_LVTTL
RMII_MDC/SPI_CLK	I/O	3V3_LVTTL

SPI 接口部分应用信息如下所示：

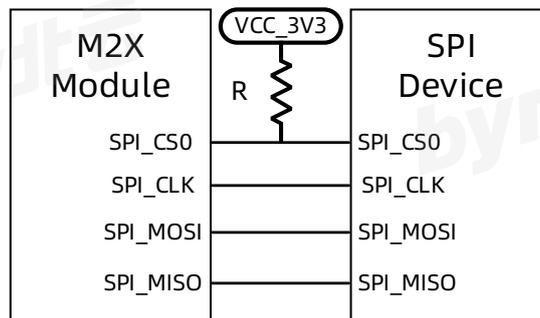


图 6-12 推荐 SPI 接口设计

6.6 CAN 接口

M21/M22 模组可以提供 2 组 CAN 接口，详细配置参数参考 5.3 章节。

表 6-4 CAN

引脚名称	I/O	电平
UART0_RX/CAN0_RX	O	3V3_LVTTL
UART0_TX/CAN0_TX	I	3V3_LVTTL
UART1_TX /CAN1_TX	I/O	3V3_LVTTL
UART1_RX /CAN1_RX	I/O	3V3_LVTTL

CAN 接口部分应用信息如下所示：

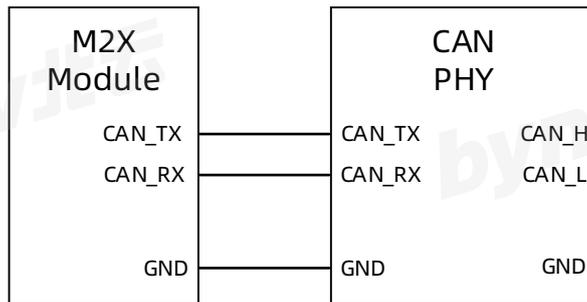


图 6-13 推荐 CAN 接口设计

6.7 RMII 接口

M21/M22 模组可以提供 1 组 RMII 接口，详细配置参数参考 5.4 章节；

表 6-5 RMII

引脚名称	I/O	电平
RMII_RXD0	I	3V3_LVTTL
RMII_RXD1	I	3V3_LVTTL
RMII_TXD0	O	3V3_LVTTL
RMII_RX_CTRL	I	3V3_LVTTL
RMII_RX_CLK	I	3V3_LVTTL
RMII_MDIO	I/O	3V3_LVTTL
RMII_TXD1/UART3_RX	I	3V3_LVTTL
RMII_TX_CTRL/SPI_CS0	I/O	3V3_LVTTL
RMII_MDC/SPI_CLK	I/O	3V3_LVTTL

RMII 接口部分应用信息如下所示：

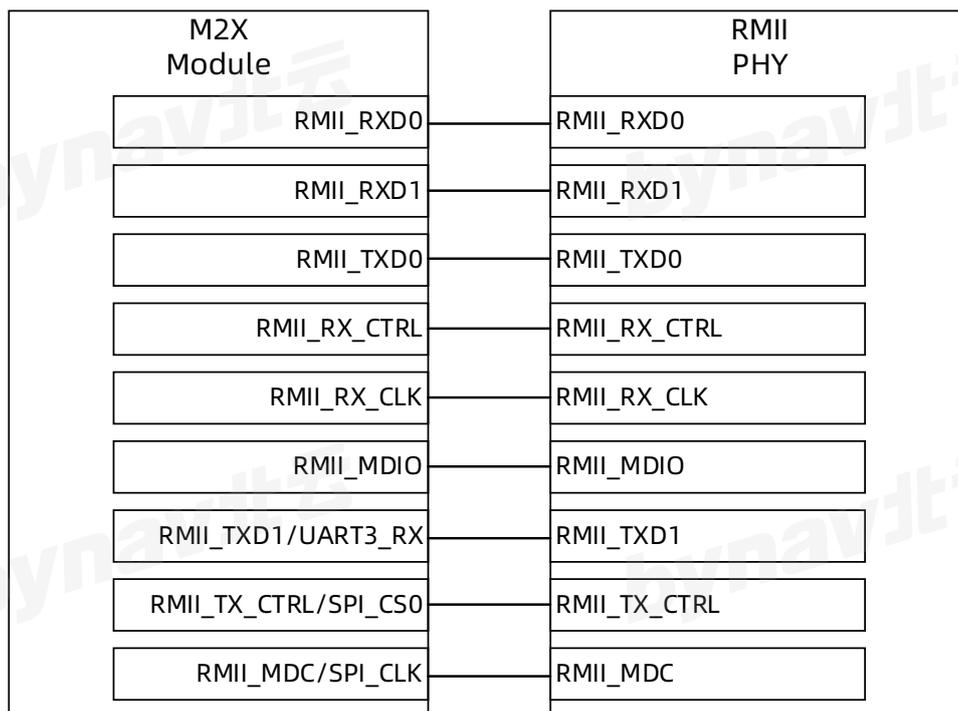


图 6-14 推荐 RMII 接口设计

6.8 复位接口

模组 RESET_N 引脚，上电 35ms 后输入高电平，模组开始工作。高电平电压典型值为 3.3V。如果使用非 3.3V 电平的 IO 控制模组复位时，则需要电平转换，复位部分的参考电路如下：

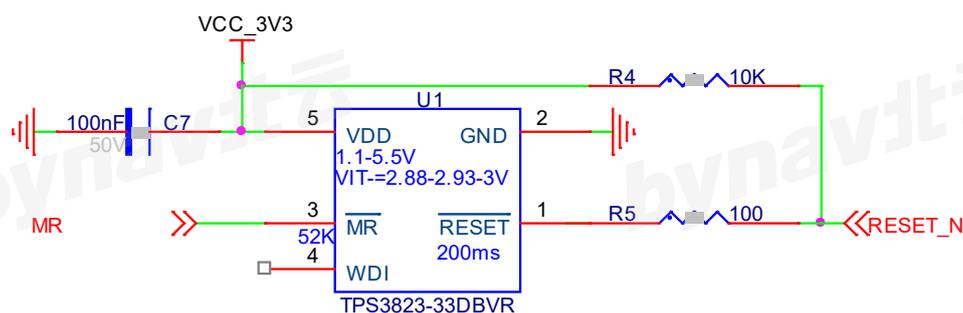


图 6-15 复位部分的参考电路

6.9 对外通信接口应用

M21/M22 模组目前具备 UART/CAN/RMII/SPI 多种类型的通信接口，通信数据类型主要有：差分数据、IMU 数据、轮速数据，定位结果；丰富的对外接口

可以满足大多数用户的需求，对外接口复用关系如下所示：

表 6-6 对外接口复用

接口模式	UART0	UART1	UART2	UART3	CAN0	CAN1	RMII	SPI
1	ON	ON	ON	ON	OFF	OFF	OFF	OFF
2	ON	OFF	ON	ON	OFF	ON	OFF	OFF
3	ON	ON	ON	OFF	OFF	OFF	ON	OFF
4	ON	OFF	ON	OFF	OFF	ON	ON	OFF
5	ON	OFF	OFF	ON	OFF	ON	OFF	ON
6	OFF	OFF	ON	ON	ON	ON	ON	OFF

对于 M2 模组 UART2 和 SPI 分时复用；UART3 和 RMII 分时复用；CAN0/1 和 UART0/1 分时复用。

6.10 PCB 布局

电路设计固然重要，但是器件布局和走线也同样重要。下面概括电源设计中的几个要点：

- 旁路电容需要靠近模组电源引脚放置，滤除电源中的高频噪声信号；
- 模组主电源回路，PCB 走线宽度要确保能安全通过 500 mA 以上电流，且不能有明显的回路压降。PCB 的走线宽度至少为 0.5mm，保证电源部分的地平面尽量完整；
- GNSS 射频电路是噪声敏感电路，应该远离易产生噪声或强干扰的器件或电路，如音频电路、射频电路、DC-DC 电源等。

6.11 热管理

M2 模组内部有温度敏感器件，需要保证温度的恒定；因此模组本身在 PCB 布局时也需要远离发热或者温度较低区域。模组内部的 TCXO 对温度变化比较敏

感，如果温度突然发生变化，将会影响模组内部对卫星信号的跟踪。因此模组的布局应当与发热器件，散热风扇或散热孔有一定的距离。

6.12 电磁干扰注意事项

任何长度大于 3mm 的信号线都可以充当天线，接收环境中的射频信号会通过它们作为噪声传输到 GNSS 接收模组，从而影响 GNSS 定位性能。

接收机设计时必须考虑 EMI。因 GNSS 天线收到的信号功率很低，所以 GNSS 模组易受附近任何类型射频源的干扰，干扰主要分为带外干扰和带内干扰：

1. 带外干扰：通常任何类型的无线通信系统(例如 LTE、GSM、WCDMA、WIFI、BT 等)发射的最大功率是远大于 GNSS 信号强度的，其通过 GNSS 接收天线或者未屏蔽的走线，进入 GNSS 接收模组，影响 GNSS 定位性能。带外干扰通过在 RF 前端增加 SAW filter 可以有效改善，另外，在 GNSS 接收产品设计时，需要考虑 GNSS 接收天线、GNSS 模组远离强发射功率的无线通讯系统及其天线。

此外较强干扰信号可能会产生互调信号，落在 GNSS 频段内，干扰模组性能。

2. 带内干扰：信号频率与 GNSS 频率非常接近的信号。此类干扰信号通常是由显示器、总线、时钟等信号的谐波引起。带内干扰有以下优化措施：

- 在设计中保持良好的接地理念；
- 注意射频线与信号线屏蔽；
- 布局优化，GNSS 模组、天线远离噪声源；
- 干扰源增加滤波器：如在数字信号输出端口增加低通滤波器，在 LTE、GSM、WCDMA、WIFI、BT 等射频信号输出端口增加带通滤波器。

7 生产制造

7.1 装配与焊接

M2 模组为精密器件，采用 LGA 封装，为保证贴片焊接良好，建议使用回流焊，避免出现虚焊、短路等问题。不建议使用热风枪焊接模组，热风枪温度过高且不均匀，焊接后会严重损坏模组功能和性能。

7.1.1 贴片设备要求

7.1.1.1 贴片机

- 送料器：支持 Tape 卷带、Tray 托盘；
- 影像处理：光学对准；
- 吸嘴直径：根据模组本体大小（17.00mm×22.00mm，典型值）选取，保证模组贴装时的稳定性。

备注：推荐吸嘴直径不小于短边长度的 40%，例如，若模组尺寸为 17.0mm×22.0mm，则建议选取直径 8mm 以上的吸嘴（可根据不同设备的吸嘴配置选取合适的吸嘴）。

7.1.1.2 焊接要求

1. 模组属于 Automotive 级别产品，需使用十温区及以上的回流焊接设备；
2. 无铅工艺回流焊炉温要求，模组器件底部焊盘测温点的实测峰值温度需达到 238℃，带回流工装夹具的最高温度推荐在 240℃~246℃之间，依据过炉载具的材料吸热程度和尺寸大小，温度高于 217℃的回流时间应适当延长 10s，以防止模组冷焊；

3. 若模组的载板 PCB 厚度小于 1.0mm，则建议制作回流工装载具或过炉托盘，以防止 PCB 板在高温下变形，影响焊接的共面性；

4. 底板焊盘表面的处理类型，建议选择等同模组焊盘类型的沉金工艺，使用电镀镍/金、化学镀镍/金工艺；不建议使用喷锡板表面处理方式；

5. 推荐使用免清洁锡膏，经过焊接后的模组，再无须清洁；

6. 焊接建议遵循以下四点：

- 锡膏型号及成分：OM338 SAC405/Nr.143714 (Cookson Electronics)
- 合金规格：Sn95.5/Ag4/Cu0.5 (95.5%Tin/4%Silver/0.5% Copper)
- 锡膏熔点：217°C
- 钢网厚度：0.20mm。

7.1.2 湿度敏感等级

M21/M22 模组为湿敏产品，参考 IPC-JEDEC 标准，M2 模组 MSL (Moisture Sensitivity Level, 湿敏等级) 定义为 3。在使用模组之前需确认包装是否完好；打开包装后，需确认真空包装袋内湿度指示卡状态。当湿度指示卡上 5% 指示圈为粉色且 10% 指示圈不再是蓝色，如下图所示，则需要在使用前对模组进行烘烤。

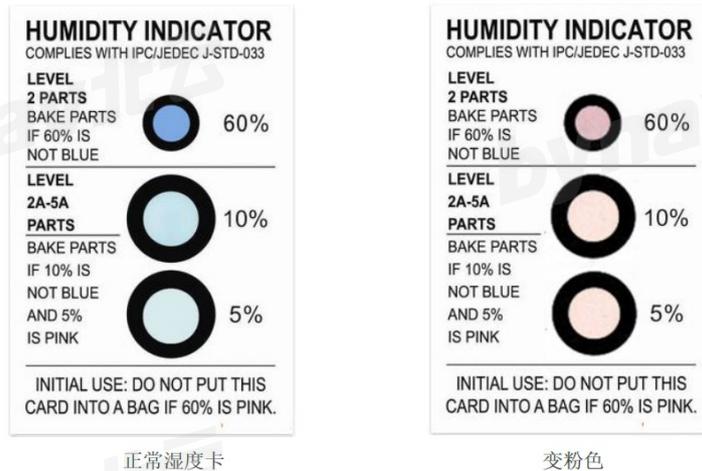


图 8-1 三点湿度指示卡

7.1.3 烘烤

模组焊接之前强烈建议增加烘烤过程，烘烤条件如下：

- 模组应当在 $120\pm 5^{\circ}\text{C}$ 的条件下，烘烤 8~24 小时；
- 烘烤后的模组必须在 12 小时以内完成焊接，否则就需要重新烘烤，详细信息请参看《IPC/JEDEC J-STD-033》中关于烘烤流程的描述。

7.1.4 预热阶段

初始加热过程会将模组上残余的水汽蒸干，请注意，预热阶段不能取代之前的烘烤过程，预热阶段的温度要求如下：

- 温升速率：最高 $3^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 。如果预热阶段温度上升过快，可能会造成过度的器件偏移；
- 时间：60~120 秒。如果预热不足，就会产生较大的焊料球。反之，如果操作过度，会产生较多的锡渣和锡球；
- 结束温度： $150^{\circ}\text{C}\sim 200^{\circ}\text{C}$ 。如果温度过低，在热容量大的区域往往会造成锡膏不熔化。

7.1.5 存储

推荐存储条件：温度 $23^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ ，且相对湿度为 35%~60%。

存储期限（密封真空包装条件下）：在推荐存储条件下，保存期为 12 个月。

7.1.6 车间寿命及温湿度管控

湿敏等级为 3 的产品的车间寿命为 168 小时（见下方备注）。在车间温度 $23^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度低于 60% 的环境下，模组拆封后需要在 168 小时内进行回流生产或其它高温操作，否则，需要将模组存储在相对湿度小于 10% 的环境中（例如，防潮柜），以保持产品的干燥性。

备注：

1. 仅在相对湿度较低的车间环境符合《IPC/JEDEC J-STD-033》规范时适用；不确定车间温湿度环境是否满足条件，或相对湿度大于 60% 的情况下，请在拆封后 24 小时内完成贴片回流，请勿提前大量拆包；
2. 为预防和减少模组因受潮导致的起泡、分层等焊接不良的发生，应严格进行管控，不建议拆开真空包装后长时间暴露在空气中；
3. 如出现密封真空包装漏气、被拆开未遵守湿敏管制要求、物料散装或超过 1 年有效期的情况，在模组上线贴片或返修前，均需进行预烘烤处理，需在 $120^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ 条件下高温烘烤 24 小时，以防止吸湿受潮导致的高温焊接后出现起泡、裂痕和分层；
4. 烘烤前，需将模组从包装取出，将裸模组放置在耐高温器具上（禁止将塑料托盘或包装卷盘直接进行烘烤）；二次烘烤的模组须在烘烤后 12 小时内完成焊接，否则需在干燥箱内保存。拆放模组时请注意 ESD 防护，

佩戴防静电手套；

5. 烘烤完成后，裸模组上线贴片时，贴片机需要带托盘，方法如下：方法 1：使用专用的、匹配尺寸的托盘，放置模组后，方可上线贴片；方法 2：无专用的托盘时，可以使用包装模组的黑色静电载带，裁剪多条长度一致的载带，纵横整齐地拼贴在贴片机的托盘上作为简易的托盘。

7.1.7 钢网的制作要求

为保证采用 LGA 封装的 M21/M22 模组焊接时有足够的焊锡以及焊接的可靠性，钢网需要在模组位置局部增厚（Step-up），且采用正面（印刷面）增厚的方式；模组区域建议钢网厚度为：0.20mm；亦可根据锡膏实测厚度（ $\leq 0.20\text{mm}$ ）和 SMT 工厂实际条件与经验值验证调整。

7.1.8 自动贴装

选取合适的吸嘴，生产中必须保证吸嘴吸取在模组的重心位置，贴装速度为中速，图像识别检测通过率为 100%，以防在移动时不稳定。模组贴在 PCB 上以后，模组各引脚与锡膏中心对应对齐。

7.1.9 回流焊

建议基于实板或炉温板测试设定炉温曲线，炉温板需在模组底部中心焊盘和引脚位置接上热偶探温测试点，以保证模组引脚达到需要的焊接温度。推荐的炉温曲线图（无铅 SMT 回流焊）如下所示：

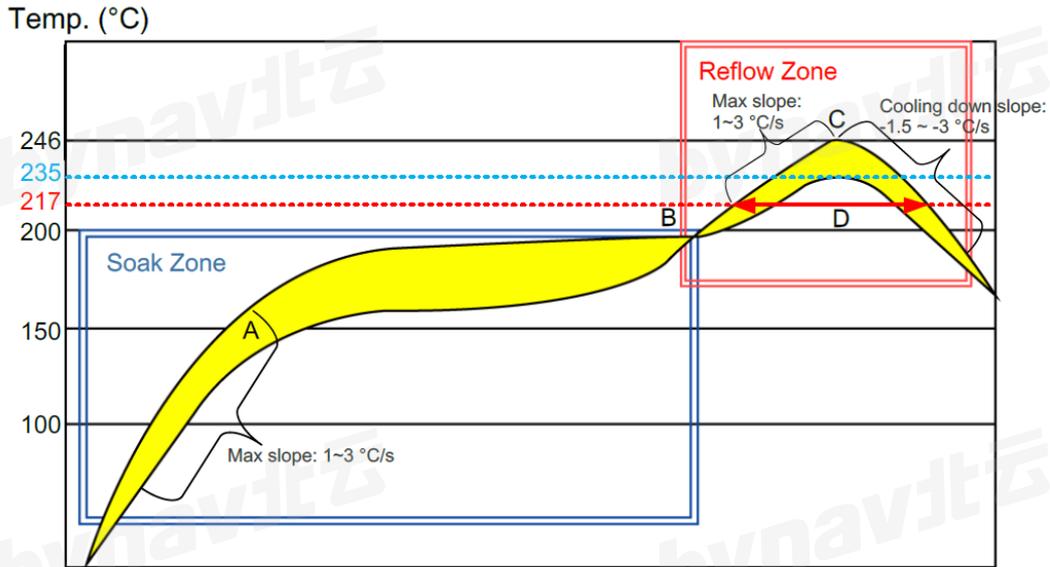


图 8-2 模组装配推荐炉温曲线

表 8-1 推荐炉温测试控制要求

项目	推荐值
吸热区 (Soak Zone)	
最大升温斜率	1~3°C/s
恒温时间 (A 和 B 之间的时间: 150°C~200°C 期间)	70~120s
回流焊区 (Reflow Zone)	
最大升温斜率	1~3°C/s
回流时间 (D: 超过 217°C 的期间)	40~70s
最高温度	235°C~246°C
冷却降温斜率	-1.5~-3°C/s
回流次数	
最大回流次数	1 次

注意:

1. 炉温: 实际焊接温度受其他外部因素影响, 例如, 是否有过炉载具、焊膏、基板的大小和厚度、元件的耐热要求和板面设计等。请在无法达到我司推荐参数的情况下, 及时与我司工程技术人员进行确认, 否则可能因此原因导致模组受损;
2. 过炉载具: 对于小于 1.0mm 厚度的主板, 推荐使用过炉载具支撑或

高 Tg 的板材，防止受热时翘曲导致 PCB 变形，从而影响模组焊接；

3. 冷却：受控的冷却斜率能防止负面的焊接影响（焊点变得更加易碎）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；

4. 外观检查：模组焊接后，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。区分为 3 个级别 (class)，客户可以依据产品的应用环境和场景选择相应的焊接等级，车规类应用场景，建议使用 3 级标准；

5. 原则上不建议客户使用和我司模组工艺不同的有铅锡膏，原因如下：有铅锡膏熔点比无铅低 34°C，回流工艺参数中温度也比无铅低，时间上也相应少，容易导致模组中的 BGA 在二次回流处于半融状态导致虚焊。如果客户必须采用有铅制程，请保证回流温度在 220°C 以上超过 45s，peak 达到 240°C。

7.1.10 SMT 贴片过炉建议

因模组内部为 BGA 芯片、贴片阻容等贴片物料，与 PCB 之间也是用焊锡连接，在高温下同样会融化。若在模组过炉时炉温过高，模组内部的焊锡也会完全融化，若在完全融锡状态下模组遇到较大的震动，比如回流焊炉内传送带的过度震动或者撞板，则模组内部的 BGA 等器件很容易移位或假焊。所以模组过炉时需注意：

- 锡膏采用阿尔法等品牌的活性锡膏。
- **模组必须使用 SMT 机贴装**，不建议手工摆放或手工焊接；

- 模组贴片生产时建议只进行一次回流焊接，可提高产品的良率；
- **模组 SMT 中请严格控制压力、速度；**
- 必须使用 8 温区以上的回流焊炉，并严格控制炉温曲线；
- 模组不能在过炉时产生较大震动，即要求客户尽量在有轨道（链条）的炉子里过炉，避免在铁丝网上过炉，以保证平顺过炉；
- 上线时，炉温曲线不合适，炉温偏高，载板融锡情况很好，但过炉后的模组不良率偏高，原因为 BGA 再次融锡后导致器件偏移、短路。调整炉温曲线后，既保证了用户的载板的焊接质量，又提高了模组的板级可靠性。

7.2 静电防护

M21/M22 模组是静电敏感设备 (ESD)，在对模组进行包装、操作或者装配时，应当考虑 ESD 保护。

8 机械特性

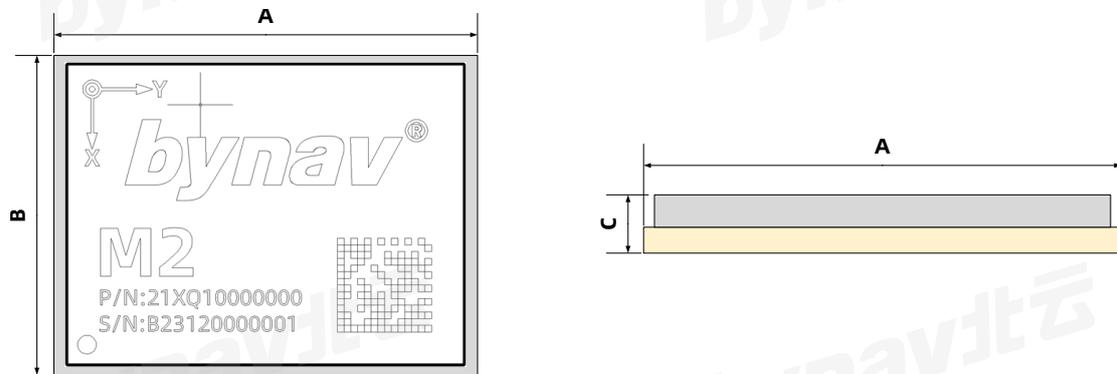
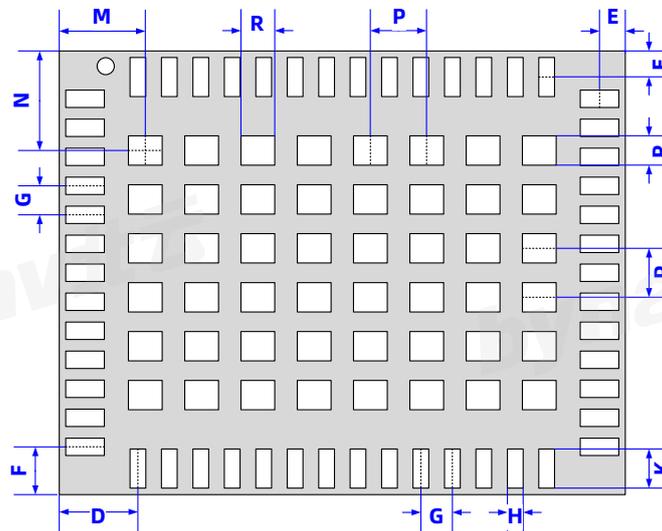


图 9-1 模组外形图



Symbol	Min.(mm)	Typ.(mm)	Max.(mm)
A	21.8	22.00	22.35
B	16.80	17.00	17.20
C	2.55	2.75	2.95
D	3.65	3.85	4.05
E	0.85	1.05	1.25
F	1.7	1.90	2.10
G	1.05	1.10	1.15
H	0.70	0.80	0.96
K	1.20	1.50	1.80
M	3.45	3.65	3.85
N	3.05	3.25	3.45
P	2.05	2.10	2.15
R	0.88	1.10	1.32
Weight	TBD		

图 9-2 模组底部焊盘尺寸

9 标签和订购信息

9.1 产品标签

M21/M22 模组目前的产品标签如下所示：



图 10-1 产品标签

9.1.1 产品编号

M21/M22 模组产品编号如下图所示，主要包含信息为产品 ID，固件类型以及内部产品特点等信息。

2 1 X	Q 1 0 0	0 0 0 0
██████████	██████████	██████████
产品 ID	固件类型	内部产品特点

图 10-2 PN 标签

9.1.2 产品序列号

M21/M22 模组的序列号如下图所示，主要包含信息为固件版本，模组下线年周和内部编号等。

B	YY WW	XXXXXXXX
██████████	██████████	██████████
固件版本	模组下线年周	内部编号

图 10-3 SN 标签

10 包装

M2 模组使用载带、卷盘方式包装在真空密封的铝箔防静电袋中，内附干燥剂和湿敏等级卡。采用回流焊工艺焊接模组时，请严格遵守 IPC-7350 标准对模组进行管控。

M21/M22 模组载带如下所示：

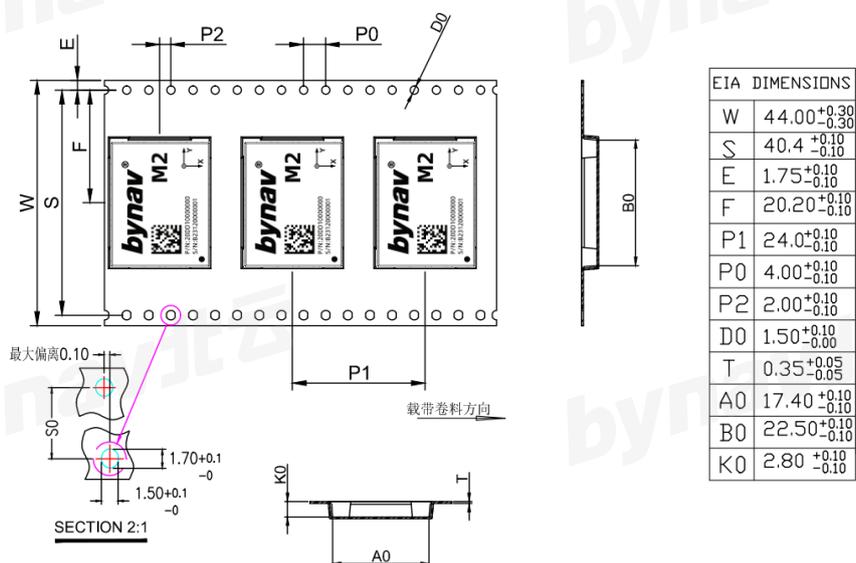


图 11-1 载带信息

M21/M22 模组采用标准 Type C Reel，如下所示：

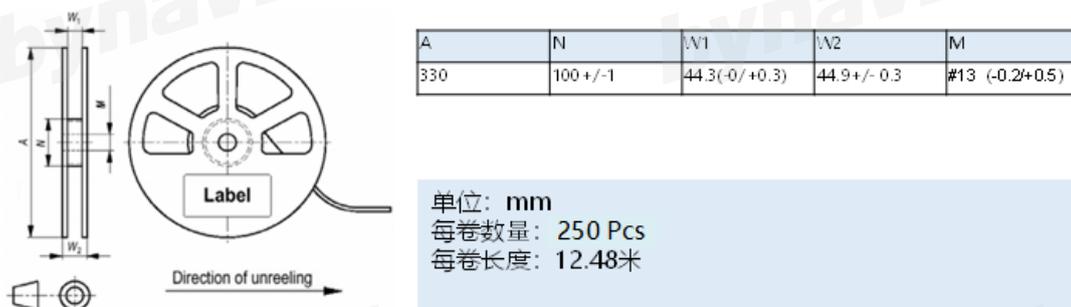


图 11-2 卷盘信息

11 附录 1 IMU 参数

指标		单位	M21	M22
陀螺仪	量程	\pm°/s	300	460(Z) 300(XY)
	全温零偏	$^\circ/s$	0.3	0.07(Z) 0.3(XY)
	角度随机游走	$^\circ/\sqrt{h}$	0.5	0.08(Z) 0.5(XY)
	零偏不稳定性	$^\circ/h$	5	1(Z) 5(XY)
	标度误差	-	4‰	2‰(Z) 4‰(XY)
	三轴正交耦合误差	-	0.9‰ (0.05°)	0.9‰ (0.05°)
加速度计	量程	g	± 16	± 16
	全温零偏	mg	5	5
	速率随机游走	$m/s/\sqrt{h}$	0.3	0.3
	零偏不稳定性	μg	50	50
	标度误差	-	2‰	2‰
	三轴正交耦合误差	-	0.9‰ (0.05°)	0.9‰ (0.05°)
系统功能安全		-	ASIL B	ASIL B

12 附录 2 参考设计

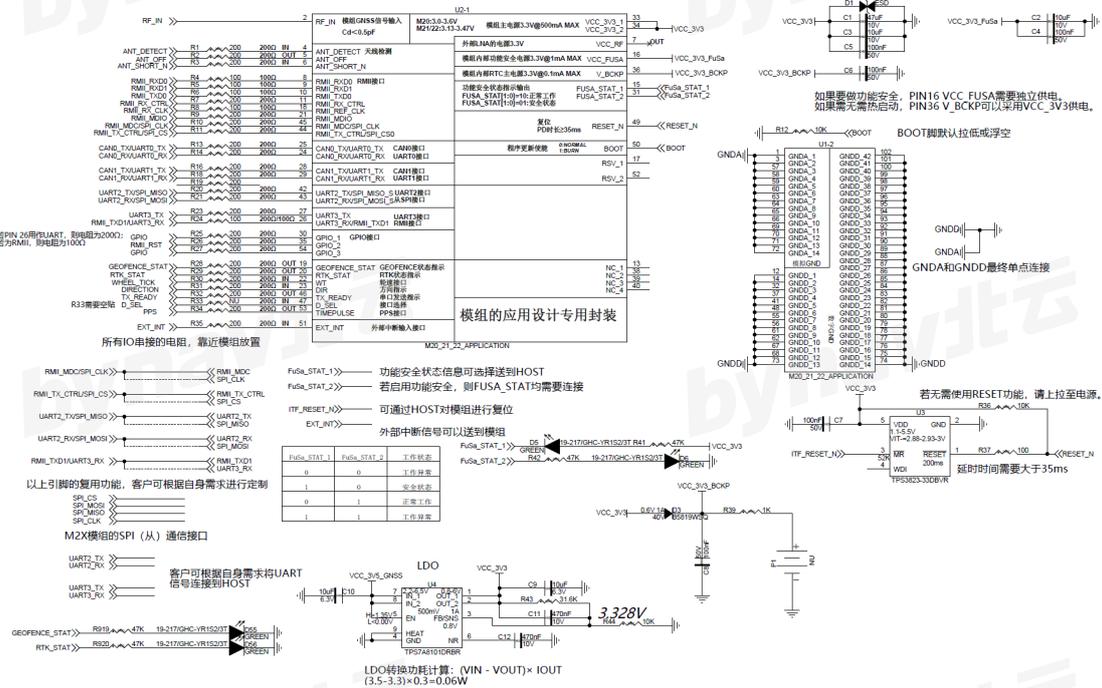


图 13-1 M2 部分参考设计

参考设计中的VCC_3V3用途有3个：
 一是用于外部有源天线的馈电电源（主要对应应用场合是外部有源天线为5V的环境）；
 二是用于参考设计中CAN的PHY的电源；
 三是用于参考设计中Level shifter的电源。
 若外部使用外部有源天线需要采用3.3V电源馈电，则可以和模组的VCC_3V3连接；若外部有源天线需要采用5V电源馈电，需要客户根据自己的整板电源方案给出一路5V电源（关于VCC_5V的来源，官方设计中并未给出）；

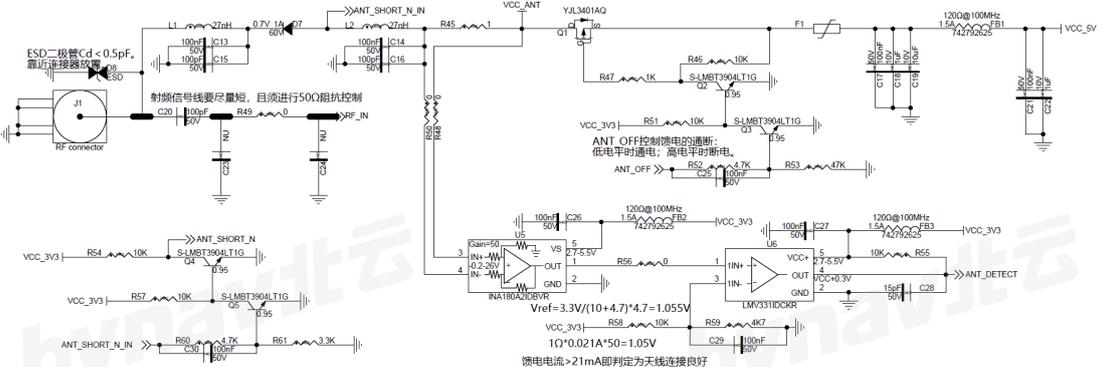


图 13-2 RF 部分参考设计

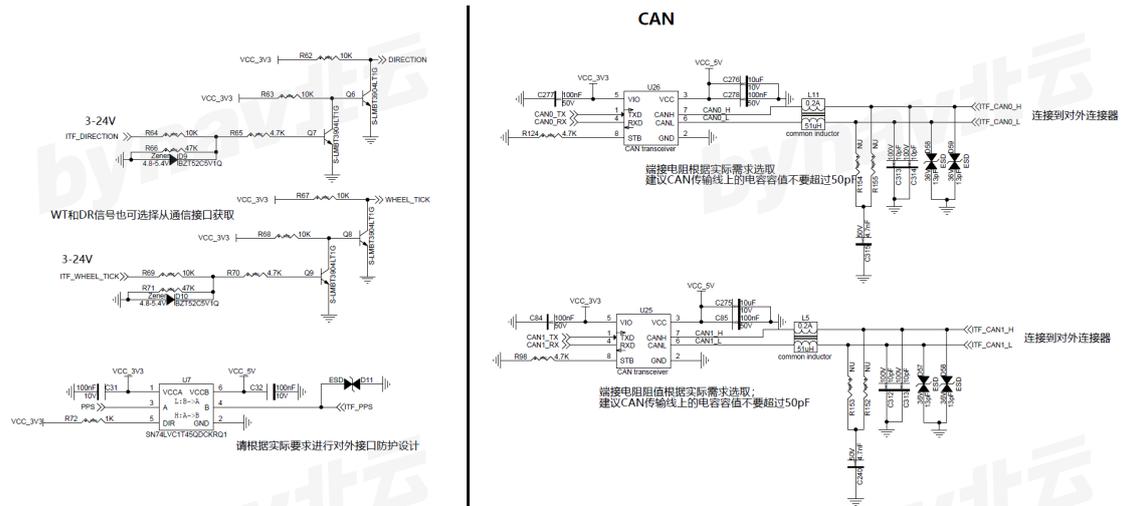


图 13-3 WT&DIR&PPS&CAN 部分参考设计

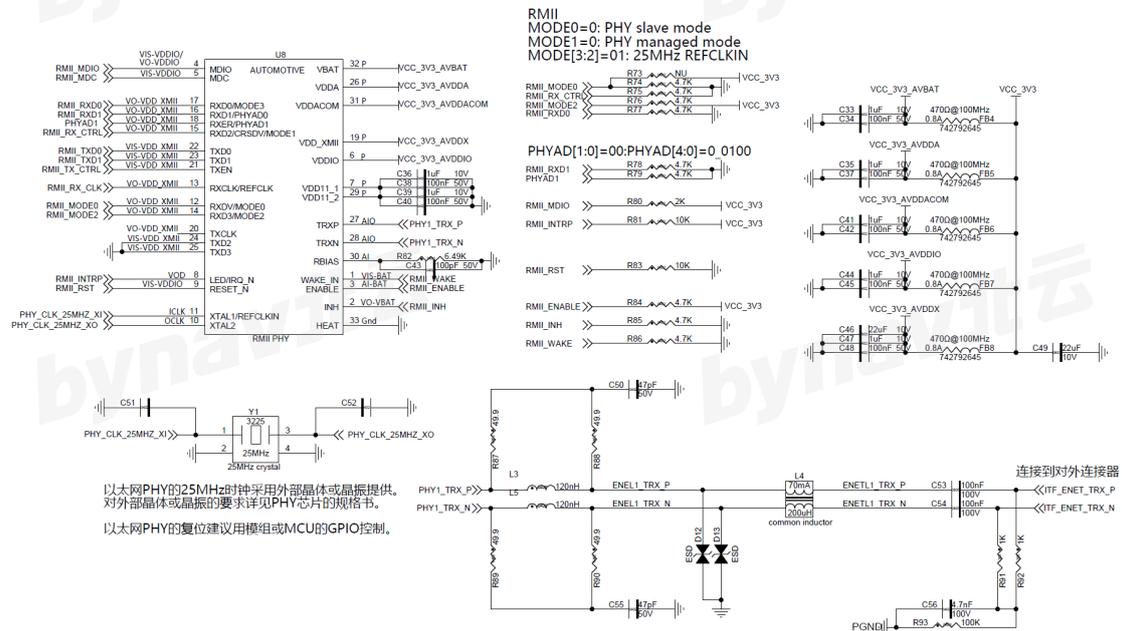


图 13-4 ETHERNET 部分参考设计