

SG500Q-CN

硬件设计手册

智能模块系列

版本：1.0

日期：2022-01-28

状态：受控文件



上海移远通信技术股份有限公司（以下简称“移远通信”）始终以为客户提供最及时、最全面的服务为宗旨。如需任何帮助，请随时联系我司上海总部，联系方式如下：

上海移远通信技术股份有限公司
上海市闵行区田林路 1016 号科技绿洲 3 期（B 区）5 号楼 邮编：200233
电话：+86 21 5108 6236 邮箱：info@quectel.com

或联系我司当地办事处，详情请登录：<http://www.quectel.com/cn/support/sales.htm>。

如需技术支持或反馈我司技术文档中的问题，请随时登陆网址：
<http://www.quectel.com/cn/support/technical.htm> 或发送邮件至：support@quectel.com。

前言

移远通信提供该文档内容以支持客户的产品设计。客户须按照文档中提供的规范、参数来设计产品。同时，您理解并同意，移远通信提供的参考设计仅作为示例。您同意在设计您目标产品时使用您独立的分析、评估和判断。在使用本文档所指导的任何硬软件或服务之前，请仔细阅读本声明。您在此承认并同意，尽管移远通信采取了商业范围内的合理努力来提供尽可能好的体验，但本文档和其所涉及服务是在“可用”基础上提供给您。移远通信可在未事先通知的情况下，自行决定随时增加、修改或重述本文档。

使用和披露限制

许可协议

除非移远通信特别授权，否则我司所提供硬软件、材料和文档的接收方须对接收的内容保密，不得将其用于除本项目的实施与开展以外的任何其他目的。

版权声明

移远通信产品和本协议项下的第三方产品可能包含受移远通信或第三方材料、硬软件和文档版权保护的相关资料。除非事先得到书面同意，否则您不得获取、使用、向第三方披露我司所提供的文档和信息，或对此类受版权保护的资料进行复制、转载、抄袭、出版、展示、翻译、分发、合并、修改，或创造其衍生作品。移远通信或第三方对受版权保护的资料拥有专有权，不授予或转让任何专利、版权、商标或服务商标权的许可。为避免歧义，除了正常的非独家、免版税的产品使用许可，任何形式的购买都不可被视为授予许可。对于任何违反保密义务、未经授权使用或以其他非法形式恶意使用所述文档和信息的违法侵权行为，移远通信有权追究法律责任。

商标

除另行规定，本文档中的任何内容均不授予在广告、宣传或其他方面使用移远通信或第三方的任何商标、商号及名称，或其缩略语，或其仿冒品的权利。

第三方权利

您理解本文档可能涉及一个或多个属于第三方的硬软件和文档（“第三方材料”）。您对此类第三方材料的使用应受本文档的所有限制和义务约束。

移远通信针对第三方材料不做任何明示或暗示的保证或陈述，包括但不限于任何暗示或法定的适销性或特定用途的适用性、平静受益权、系统集成、信息准确性以及与许可技术或被许可人使用许可技术相关的不侵犯任何第三方知识产权的保证。本协议中的任何内容都不构成移远通信对任何移远通信产品或任何其他软硬件、设备、工具、信息或产品的开发、增强、修改、分销、营销、销售、提供销售或以其他方式维持生产的陈述或保证。此外，移远通信免除因交易过程、使用或贸易而产生的任何和所有保证。

隐私声明

为实现移远通信产品功能，特定设备数据将会上传至移远通信或第三方服务器（包括运营商、芯片供应商或您指定的服务器）。移远通信严格遵守相关法律法规，仅为实现产品功能之目的或在适用法律允许的情况下保留、使用、披露或以其他方式处理相关数据。当您与第三方进行数据交互前，请自行了解其隐私保护和数据安全政策。

免责声明

- 1) 移远通信不承担任何因未能遵守有关操作或设计规范而造成损害的责任。
- 2) 移远通信不承担因本文档中的任何因不准确、遗漏、或使用本文档中的信息而产生的任何责任。
- 3) 移远通信尽力确保开发中功能的完整性、准确性、及时性，但不排除上述功能错误或遗漏的可能。除非另有协议规定，否则移远通信对开发中功能的使用不做任何暗示或法定的保证。在适用法律允许的最大范围内，移远通信不对任何因使用开发中功能而遭受的损害承担责任，无论此类损害是否可以预见。
- 4) 移远通信对第三方网站及第三方资源的信息、内容、广告、商业报价、产品、服务和材料的可访问性、安全性、准确性、可用性、合法性和完整性不承担任何法律责任。

版权所有©上海移远通信技术股份有限公司 2022，保留一切权利。

Copyright © Quectel Wireless Solutions Co., Ltd. 2022.

安全须知

为确保个人安全并保护产品和工作环境免遭潜在损坏，请遵循如下安全须知。产品制造商需要将下列安全须知传达给终端用户，并将所述安全须知体现在终端产品的用户手册中。移远通信不会对用户因未遵循所述安全规则或错误使用产品而产生的后果承担任何责任。



道路行驶，安全第一！开车时请勿使用手持移动终端设备，即使其有免提功能。请先停车，再打电话！



登机前请关闭移动终端设备。在飞机上禁止开启移动终端的无线功能，以防止对飞机通讯系统的干扰。未遵守该提示项可能会影响飞行安全，甚至触犯法律。



出入医院或健康看护场所时，请注意是否存在移动终端设备使用限制。射频干扰可能会导致医疗设备运行失常，因此可能需要关闭移动终端设备。



移动终端设备并不保障在任何情况下均能进行有效连接，例如在设备欠费或(U)SIM卡无效时。如果设备支持紧急呼叫功能，请使用紧急呼叫，同时请确保设备开机并且位于信号强度足够的区域。因不能保证所有情况下网络都能连接，故在紧急情况下，不能将带有紧急呼叫功能的设备作为唯一的联系方式。



移动终端设备在开机时会接收和发射射频信号。当靠近电视、收音机、电脑或者其他电子设备时都会产生射频干扰。



确保移动终端设备远离易燃易爆品。当靠近加油站、油库、化工厂或爆炸作业场所时，请关闭移动终端设备。在任何有潜在爆炸危险的场所操作电子设备均存在安全隐患。

文档历史

修订记录

版本	日期	作者	变更表述
-	2021-08-05	Jian WU/ Chris ZHANG	文档创建
1.0	2022-01-28	Jian WU/ Chris ZHANG	受控版本

目录

安全须知	3
文档历史	4
目录	5
表格索引	7
图片索引	9
1 引言	11
2 产品综述	12
2.1. 频段及功能	12
2.2. 关键特性	13
2.3. 功能框图	16
2.4. 引脚分配图	17
2.5. 引脚描述表	18
2.6. 评估板	32
3 工作特性	33
3.1. 电源设计	33
3.1.1. 电源接口	33
3.1.2. 供电参考设计	33
3.1.3. 电压稳定性要求	33
3.1.4. 充电和电池管理	34
3.2. 开机	36
3.3. 关机/重启	38
3.4. VRTC	38
3.5. 电源输出	39
4 应用接口	41
4.1. USB 接口	41
4.1.1. Type-C 接口	42
4.1.2. Micro USB 接口	43
4.1.3. USB 接口设计注意事项	43
4.2. UART 接口	44
4.3. (U)SIM 接口	45
4.4. SD 卡接口	48
4.5. GPIO 接口	50
4.6. I2C 接口	51
4.7. I2S 接口	52
4.8. ADC 接口	53
4.9. LCM 接口	53
4.10. 触摸屏接口	55
4.11. 摄像头接口	56
4.11.1. 设计注意事项	61

4.12.	传感器接口	64
4.13.	SPI 接口.....	65
4.14.	紧急下载接口	65
5	射频特性.....	66
5.1.	蜂窝网络	66
5.1.1.	天线接口和工作频段	66
5.1.2.	发射功率	67
5.1.3.	接收灵敏度	68
5.1.4.	参考设计	69
5.2.	GNSS	69
5.2.1.	天线接口和工作频段	69
5.2.2.	GNSS 性能	70
5.2.3.	参考设计	71
5.2.3.1.	无源天线参考设计	71
5.2.3.2.	有源天线参考设计	71
5.2.4.	GNSS 射频设计指导	72
5.3.	Wi-Fi/蓝牙	72
5.3.1.	Wi-Fi	73
5.3.2.	蓝牙	75
5.3.3.	参考设计	76
5.4.	射频信号线布线指导	77
5.5.	天线设计要求	79
5.6.	射频连接器推荐	80
6	电气性能和可靠性	82
6.1.	绝对最大额定值	82
6.2.	电源额定值	82
6.3.	功耗	83
6.4.	数字逻辑电平特性	85
6.5.	静电防护	86
6.6.	工作和存储温度	87
7	结构与规格	88
7.1.	机械尺寸	88
7.2.	推荐封装	90
7.3.	俯视图和底视图	91
8	存储、生产和包装	92
8.1.	存储条件	92
8.2.	生产焊接	93
8.3.	包装规格	95
8.3.1.	注塑盘	95
8.3.2.	包装流程	96
9	附录 参考文档及术语缩写	97

表格索引

表 1: 模块基本信息.....	12
表 2: 无线网络制式.....	12
表 3: 模块主要性能.....	13
表 4: I/O 参数定义	18
表 5: 模块引脚描述.....	18
表 6: 充电接口引脚定义	35
表 7: PWRKEY 接口引脚定义	36
表 8: 电源描述	39
表 9: USB 接口功能.....	41
表 10: USB 接口引脚定义	41
表 11: 模块内部 USB 接口走线长度	43
表 12: UART 接口引脚定义	44
表 13: (U)SIM 接口引脚定义	46
表 14: SD 卡接口引脚定义	48
表 15: 模块内部 SD 卡接口走线长度	49
表 16: GPIO 接口引脚定义.....	50
表 17: I2C 接口引脚定义	51
表 18: I2S 接口引脚定义	52
表 19: ADC 接口引脚定义	53
表 20: LCM 接口引脚定义	53
表 21: 触摸屏接口引脚定义.....	55
表 22: 摄像头接口引脚定义.....	56
表 23: CSI 速率与线长对照表 (D-PHY)	61
表 24: DSI 速率与线长对照表 (D-PHY)	62
表 25: 模块内部 MIPI 走线长度	62
表 26: 传感器接口引脚定义.....	64
表 27: SPI 接口引脚定义	65
表 28: 蜂窝网络天线接口引脚定义.....	66
表 29: 蜂窝网络工作频段	66
表 30: 蜂窝网络发射功率	67
表 31: 蜂窝网络接收灵敏度.....	68
表 32: GNSS 天线接口引脚定义	69
表 33: GNSS 工作频段.....	70
表 34: GNSS 性能	70
表 35: Wi-Fi/蓝牙天线接口引脚定义.....	72
表 36: Wi-Fi/蓝牙工作频段	72
表 37: Wi-Fi 发射性能.....	73
表 38: Wi-Fi 接收性能.....	74
表 39: 蓝牙速率和版本信息.....	75
表 40: 蓝牙发射和接收性能.....	76
表 41: 天线设计要求.....	79

表 42: 绝对最大额定值	82
表 43: 模块电源额定值	82
表 44: 模块功耗	83
表 45: 1.8 V I/O 要求	85
表 46: (U)SIM 卡 1.8 V I/O 要求	85
表 47: (U)SIM 卡 2.95 V I/O 要求	86
表 48: ESD 性能参数（温度：25 °C，湿度：45 %）	86
表 49: 工作和存储温度	87
表 50: 推荐的炉温测试控制要求	93
表 51: 参考文档	97
表 52: 术语缩写	97

图片索引

图 1: 功能框图	16
图 2: 引脚分配俯视图	17
图 3: 供电输入参考设计图	33
图 4: 电源电压跌落示例	34
图 5: 电源输入参考电路	34
图 6: 电池和模块连接示意图	36
图 7: 开集驱动开机参考电路	37
图 8: 按键开机参考电路	37
图 9: 开机时序图	37
图 10: 重启时序图	38
图 11: 可充电纽扣电池给 RTC 供电	38
图 12: 电容给 RTC 供电	39
图 13: USB Type-C 接口参考设计	42
图 14: Micro USB 接口参考设计	43
图 15: 电平转换参考电路（主串口）	45
图 16: RS232 电平转换参考电路（主串口）	45
图 17: 8-pin (U)SIM 接口参考电路图	46
图 18: 6-pin (U)SIM 接口参考电路图	47
图 19: SD 卡接口电路参考设计	48
图 20: LCM 电路参考设计	54
图 21: LCM 外部背光驱动参考电路	55
图 22: 触摸屏接口参考电路	56
图 23: 2 路摄像头接口参考电路	59
图 24: 3 路摄像头接口参考电路	60
图 25: 紧急下载接口参考电路	65
图 26: 蜂窝网络天线参考设计	69
图 27: 无源天线参考设计	71
图 28: 有源天线参考设计	71
图 29: Wi-Fi/蓝牙天线参考设计	76
图 30: Wi-Fi MIMO 天线接口参考设计	77
图 31: 两层 PCB 板微带线结构	77
图 32: 两层 PCB 板共面波导结构	78
图 33: 四层 PCB 板共面波导结构（参考地为第三层）	78
图 34: 四层 PCB 板共面波导结构（参考地为第四层）	78
图 35: U.FL-R-SMT 连接器尺寸（单位：毫米）	80
图 36: U.FL-LP 连接线系列	81
图 37: 安装尺寸（单位：毫米）	81
图 38: 俯视及侧视尺寸图（单位：毫米）	88
图 39: 模块底视尺寸图（单位：毫米）	89
图 40: 推荐封装	90
图 41: 模块俯视和底视图	91

图 42: 推荐的回流焊温度曲线	93
图 43: 注塑盘尺寸图.....	95
图 44: 包装流程	96

1 引言

本文档定义了 SG500Q-CN 及其与客户应用连接的空中接口和硬件接口。

本文档可以帮助客户快速了解该模块的硬件接口规范、电气特性、机械规范以及其他相关信息。通过此文档的帮助，结合移远通信提供的应用手册和用户指导书，客户可以快速应用模块于无线应用。

2 产品综述

SG500Q-CN 是工业级高性能、可运行安卓操作系统的 5G 智能模块。模块为贴片式模块，封装紧凑，内部集成 GPU，支持丰富的 GPIO 接口，支持多种音频和视频编解码器，支持数字麦克风接口，同时支持通过模块 I2S 接口外挂 Codec。模块可通过焊盘内嵌于各类 M2M 产品应用中，适用于智能网关、CPE、MiFi、MID、PND、POS、路由器、数据卡、车载终端、智能手机、数字广告牌、安防以及工业级 PDA 等行业和设备。模块的相关信息见下表：

表 1：模块基本信息

基本信息	SG500Q-CN
封装及引脚数量	LGA；580 个
尺寸规格	(42.5 ±0.2) mm × (56.5 mm ±0.2) × (2.95 ±0.2) mm
重量	约 18 g
无线网络功能	5G NR、LTE-FDD、LTE-TDD、DC-HSDPA、HSPA+、HSDPA、HSUPA、WCDMA
Wi-Fi & 蓝牙功能	● Wi-Fi 802.11a/b/g/n/ac/ax-ready ● 蓝牙 5.1
GNSS 功能	● GPS、GLONASS、BDS、Galileo、NavIC、QZSS 卫星定位系统 ● 双频 GNSS，L1 + L5

2.1. 频段及功能

表 2：无线网络制式

无线网络制式	SG500Q-CN
5G NR SA	n1/n28/n41/n78/n79
5G NR NSA	n41/n78/n79
LTE-FDD	B1/B3/B5/B8

LTE-TDD	B34/B38/B39/B40/B41
WCDMA	B1/B5/B8
GNSS	GPS/GLONASS/BDS/Galileo/NavIC/QZSS
Wi-Fi	● 2402~2482 MHz ● 5180~5825 MHz
蓝牙	2402~2480 MHz

2.2. 关键特性

表 3：模块主要性能

参数	说明
应用处理器	● 8 核 64 位 ARM Kryo™ CPU 460 处理器 ● 最高主频至 2.0 GHz ● 采用 1 MB 三级缓存
Modem	● 5G NR: 3GPP Rel-15 ● LTE: 3GPP Rel-15
GPU	采用 Adreno™ 619 GPU, 工作频率 650 MHz
存储	64 GB eMMC + 4 GB LPDDR4X (默认)
操作系统	Android 11
供电电压	● 供电电压范围: 3.55~4.4 V ● 典型供电电压: 4.0 V
短消息 (SMS)	● 文本和 PDU 模式 ● 点对点短信收发 ● 短消息小区广播 ● 短消息存储: 默认存储至模块
LCM 接口	● 1 路 4-lane MIPI_DSI, 最高速率达 1.5 Gbps/lane ● FHD+ (1080 × 2520) @ 60 fps
摄像头接口	● 4 路 4-lane MIPI_CSI, 最高速率达 2.5 Gbps/lane ● 3 × ISP, 13 MP + 13 MP + 13 MP 或 25 MP @ 30 fps ZSL
视频编解码	● 视频编码: 1080P @ 60 fps 8-bit HEVC/H.264 ● 视频解码: 1080P @ 60 fps 8-bit HEVC/H.264/VP9 ● 视频编解码: 1080P @ 30 fps 解码 + 1080P @ 30 fps 编码
音频接口	● 2 组数字麦克风输入

	● 2 组 I2S 接口
音频编解码	● EVRC-B、EVRC-WB ● G.711、G.729A/AB ● GSM-FR、GSM-EFR、GSM-HR ● AMR-NB、AMR-WB、AMR-eAMR、AMR-BeAMR
(U)SIM 接口	● 2 组(U)SIM 接口 ● 支持(U)SIM 卡：1.8 V 或 2.95 V ● 支持双卡双待（软件默认支持） ● (U)SIM1 支持 3G/4G/5G，(U)SIM2 支持 3G/4G
SPI 接口	1 组 SPI 接口，仅支持主设备模式
I2C 接口	8 组 I2C 接口，用于触摸屏、摄像头、传感器等外设
ADC 接口	4 路通用 ADC 接口，最高支持 15 位采样精度
实时时钟	支持
USB 接口	● 支持 USB 3.1 Gen 1 超高速和 USB 2.0 高速模式，数据传输速率最高达 5 Gbps (USB 3.1 Gen 1)/480 Mbps (USB 2.0) ● 支持 USB OTG ● 用于 AT 命令传送、数据传输、软件调试、固件升级、USB 语音
SD 卡接口	● 支持 SD 3.0 协议 ● 支持 1.8/2.95 V SD 卡 ● 支持 SD 卡热插拔
UART 接口	2 组 UART 接口： ● 主串口：四线串口，支持 RTS、CTS 硬件流控，最高速率达 4 Mbps ● 调试串口：两线串口，默认用于调试
蓝牙特性	● 支持蓝牙 5.1 ● 支持经典蓝牙及 BLE
卫星定位	支持 GPS、GLONASS、BDS、Galileo、NavIC、QZSS 卫星定位系统
天线接口	● 蜂窝网络：ANT0、ANT1、ANT2、ANT3 ● GNSS：ANT_GNSS ● Wi-Fi/蓝牙：ANT_WIFI/BT、ANT_WIFI_MIMO
发射功率	● WCDMA 频段：Class 3 (24 dBm +1/-3 dB) ● LTE 频段：Class 3 (23 dBm ±2 dB) ● 5G NR 频段：Class 3 (23 dBm ±2 dB) ● LTE B38/B41 频段 HPUE ¹：Class 2 (26 dBm ±2 dB) ● 5G NR n41/n78/n79 频段 HPUE ¹：Class 2 (26 dBm +2/-3 dB)
5G NR 特性	● 支持 3GPP Rel-15 ● 支持调制类型： 上行：π/2-BPSK、QPSK、16QAM、64QAM 和 256QAM

¹ HPUE 仅支持单载波。

	下行：QPSK、16QAM、64QAM 和 256QAM ● 支持 MIMO： - 上行：2 × 2 MIMO²，n41/n78/n79 - 下行：4 × 4 MIMO，n1/n41/n78/n79 ● 支持 SCS 15 kHz @ 5G NR FDD 和 30 kHz @ 5G NR TDD ● 支持 SA 和 NSA 工作模式 ● 支持 Option 3x、3a、3 和 Option 2 ● 最大传输速率 - SA：2.1 Gbps（下行）/900 Mbps（上行） - NSA：2.5 Gbps（下行）/650 Mbps（上行）
LTE 特性	● 支持 3GPP Rel-15 FDD 和 TDD ● 支持 1.4/3/5/10/15/20 MHz 射频带宽 ● 下行支持 4 × 4 MIMO：B1/B41 ● 支持上行 QPSK、16QAM、64QAM、256QAM 调制方式 ● 支持下行 QPSK、16QAM、64QAM、256QAM 调制方式 ● LTE：最大下行速率 800 Mbps，最大上行速率 100 Mbps
UMTS 特性	● 支持 3GPP Rel-9 ● 支持 QPSK、16QAM 和 64QAM 调制 ● DC-HSDPA：最大下行速率 42 Mbps ● HSUPA：最大上行速率 5.76 Mbps ● WCDMA：最大下行速率 384 kbps，最大上行速率 384 kbps
WLAN 特性	● 支持 AP 模式和 STA 模式 ● 2.4 GHz 与 5 GHz 频段，支持 802.11a/b/g/n/ac/ax-ready，最高速率达 866 Mbps
温度范围	● 正常工作温度³：-35 °C ~ +75 °C ● 存储温度：-40 °C ~ +90 °C
固件升级	可通过 USB 接口或 OTA 升级
RoHS	所有器件完全符合 EU RoHS 标准

² 仅在 5G TDD SA 模式下支持上行 2 × 2 MIMO。

³ 为满足此工作温度范围，需要增加一些散热措施，比如使用主动或被动散热器、热管和均热板等。当模块工作在此温度范围时，模块的相关性能满足 3GPP 标准要求。

2.3. 功能框图

下图为模块的功能框图，阐述了其如下主要功能：

- 电源管理
- 充电管理
- 射频部分
- 基带部分
- LPDDR4X + eMMC/UFS 存储器
- 外围接口

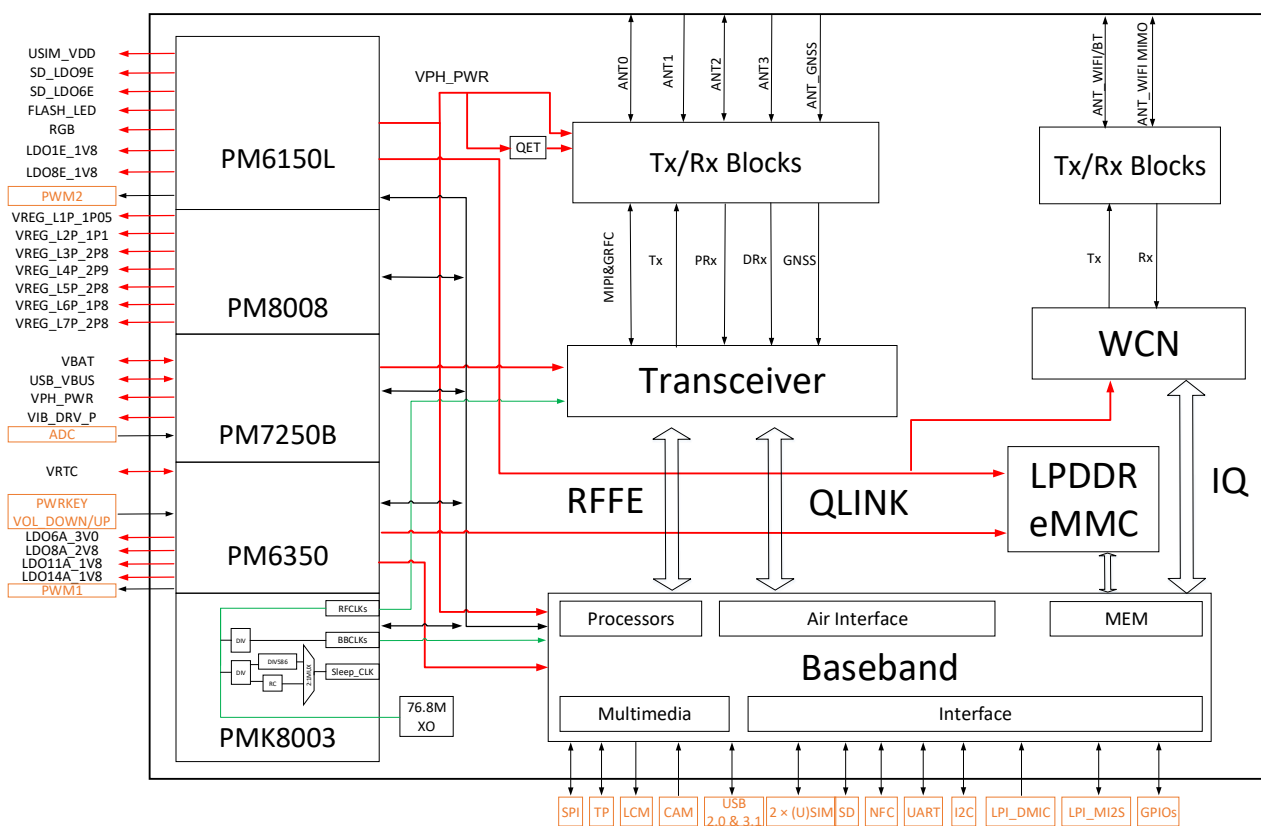


图 1：功能框图

2.4. 引脚分配图

下图为 SG500Q-CN 引脚分配图：

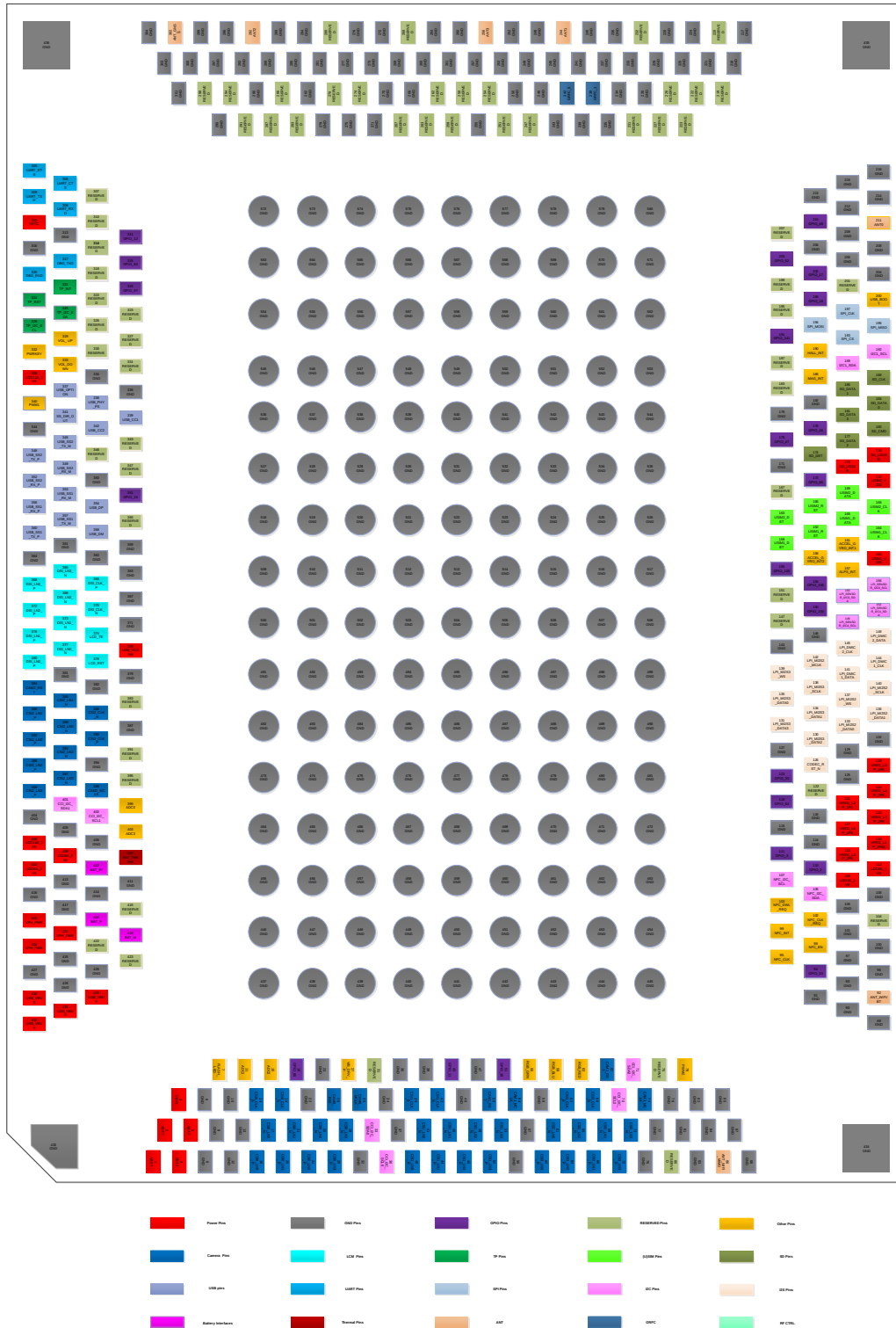


图 2：引脚分配俯视图

备注

所有 RESERVED 引脚需悬空。

2.5. 引脚描述表

下表详细描述了模块的电源特性参数及引脚定义。

表 4：I/O 参数定义

类型	描述
AI	模拟输入
AO	模拟输出
AIO	模拟输入/输出
DI	数字输入
DO	数字输出
DIO	数字输入/输出
OD	漏极开路
PI	电源输入
PO	电源输出
PIO	电源输入/输出

表 5：模块引脚描述

电源					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
VBAT	1~5	PIO	模块主电源	Vmin = 3.55 V Vnom = 4.0 V Vmax = 4.4 V	建议外部加浪涌管；电流要求能持续输出 5 A。

VPH_PWR	420、421、424	PO	系统电源输出 (用于外设供电)	Vnom = VBAT I _o max = 1500 mA	常开供电。
LDO6A_3V0	412	PO	3.0 V 输出电源 (传感器和触摸屏供电电源)	Vnom = 3.0 V I _o max = 600 mA	
LDO8A_2V8	409	PO	2.8 V 输出电源 (显示屏供电电源)	Vnom = 2.8 V I _o max = 150 mA	
LDO11A_1V8	336	PO	1.8 V 输出电源 (IO 口及上拉供电电源)	Vnom = 1.8 V I _o max = 20 mA	常开供电。
LDO14A_1V8	408	PO	1.8 V 输出电源 (外设 IO 口供电电源)	Vnom = 1.8 V I _o max = 600 mA	
LDO1E_1V8	109	PO	1.8 V 输出电源 (显示屏 IO 口供电电源, 预留)	Vnom = 1.8 V I _o max = 150 mA	
LDO8E_1V8	112	PO	1.8 V 输出电源 (传感器供电电源, 预留)	Vnom = 1.8 V I _o max = 150 mA	
VRTC	312	PIO	RTC 后备电源	Vmin = 2.5 V Vnom = 3.0 V Vmax = 3.25 V	
GND	6、8~10、12、13、22、23、32、34、35、37、39、46、47、56、57、58、76~78、81~85、87~91、93、96、97、100、101、105、108、114、115、118、125、127、129、132、143、146、171、179、182、204~206、208、209、212~218、221、224、225、228~230、233、234~237、239~241、243、245、246、248~250、252、253、255、257、260、261、264~266、269~273、275~277、279、281、282、284、285、288~290、293、295~297、299~301、303、304、313、316、334、335、344、350、359、361~364、367、371、379、381、382、387、394、404~406、411、413、414、416、417、425~428、433~580				地

电池检测接口

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
BAT_P	418	AI	电池电压检测(+)		保持连接, 不能悬空。
BAT_M	419	AI	电池电压检测(-)		

BAT_THERM	407	AI	电池温度检测	模块内部上拉；默认支持 100 k Ω NTC 热敏电阻，需连接 100 k Ω NTC 热敏电阻接地；不能悬空；如果不使用，需通过 100 k Ω 下拉电阻接地。
BAT_ID	410	AI	电池类型检测	不用则悬空。

按键接口

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
PWRKEY	332	DI	模块开/关机	1.8 V 电压域	
VOL_DOWN	333	DI	音量减		
VOL_UP	329	DI	音量加		

USB 接口

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
USB_VBUS	429~432	PIO	USB 检测； 充电输入； 给 OTG 外设供电	Vmax = 12.6 V Vmin = 3.7 V Vnom = 5.0 V	
USB_DP	354	AIO	USB 差分数据(+)		90 Ω 差分阻抗。 符合 USB 2.0 规范，支持 OTG，可支持软件下载。
USB_DM	358	AIO	USB 差分数据(-)		
USB_SS1_TX_P	360	AO	USB 3.1 通道 1 发送(+)		
USB_SS1_TX_M	357	AO	USB 3.1 通道 1 发送(-)		90 Ω 差分阻抗。 符合 USB 3.1 Gen 1 规范。
USB_SS1_RX_P	356	AI	USB 3.1 通道 1 接收(+)		
USB_SS1_RX_M	353	AI	USB 3.1 通道 1 接收(-)		
USB_SS2_TX_P	348	AO	USB 3.1 通道 2 发送(+)		
USB_SS2_TX_M	345	AO	USB 3.1 通道 2 发送(-)		

USB_SS2_RX_P	352	AI	USB 3.1 通道 2 接收(+)	
USB_SS2_RX_M	349	AI	USB 3.1 通道 2 接收(-)	
USB_VCONN	375	PI	USB Type-C 有源电缆供电输入	
USB_CC1	339	AI	USB Type-C 控制检测 1	当使用 Micro USB 时，可作 USB_ID 使用。
USB_CC2	342	AI	USB Type-C 控制检测 2	
USB_PHY_PS	338	DI	CC 状态检测	当使用 USB Type-C 时，连接到 SS_DIR_OUT；当使用 Micro USB 时，需要通过 1 kΩ 电阻连接到地。不能用作普通 GPIO。
SS_DIR_OUT	341	DO	CC 状态输出	
USB_OPTION	337	AI	USB 接口上电初始化配置	当使用 USB Type-C 时，悬空；当使用 Micro USB 时，需连接到地。

LCM 接口

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
DSI_CLK_P	366	AO	LCD MIPI 时钟(+)		
DSI_CLK_N	370	AO	LCD MIPI 时钟(-)		
DSI_LN0_P	380	AO	LCD MIPI 数据 0 (+)		
DSI_LN0_N	377	AO	LCD MIPI 数据 0 (-)		85 Ω 差分阻抗。
DSI_LN1_P	376	AO	LCD MIPI 数据 1 (+)		
DSI_LN1_N	373	AO	LCD MIPI 数据 1 (-)		
DSI_LN2_P	372	AO	LCD MIPI 数据 2 (+)		

DSI_LN2_N	369	AO	LCD MIPI 数据 2 (-)	1.8 V 电压域	
DSI_LN3_P	368	AO	LCD MIPI 数据 3 (+)		
DSI_LN3_N	365	AO	LCD MIPI 数据 3 (-)		
LCD_TE	374	DI	LCD tearing effect		
LCD_RST	378	DO	LCD 复位		

摄像头 0 接口

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
CSI0_CLK_P	14	AI	摄像头 MIPI CSI0 时钟(+)	1.8 V 电压域	85 Ω 差分阻抗。
CSI0_CLK_N	18	AI	摄像头 MIPI CSI0 时钟(-)		
CSI0_LN0_P	16	AI	摄像头 MIPI CSI0 数据 0 (+)		
CSI0_LN0_N	17	AI	摄像头 MIPI CSI0 数据 0 (-)		
CSI0_LN1_P	20	AI	摄像头 MIPI CSI0 数据 1 (+)		
CSI0_LN1_N	21	AI	摄像头 MIPI CSI0 数据 1 (-)		
CSI0_LN2_P	24	AI	摄像头 MIPI CSI0 数据 2 (+)		
CSI0_LN2_N	25	AI	摄像头 MIPI CSI0 数据 2 (-)		
CSI0_LN3_P	28	AI	摄像头 MIPI CSI0 数据 3 (+)		
CSI0_LN3_N	29	AI	摄像头 MIPI CSI0 数据 3 (-)		
CAM0_MCLK	30	DO	摄像头 0 时钟		
CAM0_RST	26	DO	摄像头 0 复位		

摄像头 1 接口

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
CSI1_CLK_P	38	AI	摄像头 MIPI CSI1 时钟(+)		85 Ω 差分阻抗。

CSI1_CLK_N	42	AI	摄像头 MIPI CSI1 时钟(-)	1.8 V 电压域
CSI1_LN0_P	40	AI	摄像头 MIPI CSI1 数据 0 (+)	
CSI1_LN0_N	41	AI	摄像头 MIPI CSI1 数据 0 (-)	
CSI1_LN1_P	44	AI	摄像头 MIPI CSI1 数据 1 (+)	
CSI1_LN1_N	45	AI	摄像头 MIPI CSI1 数据 1 (-)	
CSI1_LN2_P	48	AI	摄像头 MIPI CSI1 数据 2 (+)	
CSI1_LN2_N	49	AI	摄像头 MIPI CSI1 数据 2 (-)	
CSI1_LN3_P	52	AI	摄像头 MIPI CSI1 数据 3 (+)	
CSI1_LN3_N	53	AI	摄像头 MIPI CSI1 数据 3 (-)	
CAM1_MCLK	54	DO	摄像头 1 时钟	1.8 V 电压域
CAM1_RST	50	DO	摄像头 1 复位	

摄像头 2 接口

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
CSI2_CLK_P	390	AI	摄像头 MIPI CSI2 时钟(+)	85 Ω 差分阻抗。	
CSI2_CLK_N	386	AI	摄像头 MIPI CSI2 时钟(-)		
CSI2_LN0_P	392	AI	摄像头 MIPI CSI2 数据 0 (+)		
CSI2_LN0_N	389	AI	摄像头 MIPI CSI2 数据 0 (-)		
CSI2_LN1_P	388	AI	摄像头 MIPI CSI2 数据 1 (+)		
CSI2_LN1_N	385	AI	摄像头 MIPI CSI2 数据 1 (-)		
CSI2_LN2_P	396	AI	摄像头 MIPI CSI2 数据 2 (+)		
CSI2_LN2_N	393	AI	摄像头 MIPI CSI2 数据 2 (-)		

CSI2_LN3_P	400	AI	摄像头 MIPI CSI2 数据 3 (+)	1.8 V 电压域	
CSI2_LN3_N	397	AI	摄像头 MIPI CSI2 数据 3 (-)		
CAM2_MCLK	398	DO	摄像头 2 时钟		
CAM2_RST	384	DO	摄像头 2 复位		

摄像头 3 接口

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
CSI3_CLK_P	62	AI	摄像头 MIPI CSI3 时钟(+)	1.8 V 电压域	85 Ω 差分阻抗。
CSI3_CLK_N	66	AI	摄像头 MIPI CSI3 时钟(-)		
CSI3_LN0_P	60	AI	摄像头 MIPI CSI3 数据 0 (+)		
CSI3_LN0_N	61	AI	摄像头 MIPI CSI3 数据 0 (-)		
CSI3_LN1_P	68	AI	摄像头 MIPI CSI3 数据 1 (+)		
CSI3_LN1_N	69	AI	摄像头 MIPI CSI3 数据 1 (-)		
CSI3_LN2_P	64	AI	摄像头 MIPI CSI3 数据 2 (+)		
CSI3_LN2_N	65	AI	摄像头 MIPI CSI3 数据 2 (-)		
CSI3_LN3_P	72	AI	摄像头 MIPI CSI3 数据 3 (+)		
CSI3_LN3_N	73	AI	摄像头 MIPI CSI3 数据 3 (-)		
CAM3_MCLK	74	DO	摄像头 3 时钟		
CAM3_RST	67	DO	摄像头 3 复位		

摄像头 I2C 接口

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
CCI_I2C_SDA2	71	OD	摄像头 2、3 I2C 数据	1.8 V 电压域	需要外部 1.8 V 上拉；不用则悬空；专用于摄像头，不能用作普通 GPIO。
CCI_I2C_SCL2	70	OD	摄像头 2、3 I2C 时钟		

CCI_I2C_SDA1	401	OD	摄像头 1 I2C 数据
CCI_I2C_SCL1	402	OD	摄像头 1 I2C 时钟
CCI_I2C_SDA0	33	OD	摄像头 0 I2C 数据
CCI_I2C_SCL0	36	OD	摄像头 0 I2C 时钟

摄像头电源接口

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
VREG_L1P_1P05	116	PO	摄像头 DVDD 输出	Vnom = 1.05 V I _o max = 600 mA	摄像头 1、2 的 DVDD。
VREG_L2P_1P1	121	PO	摄像头 DVDD 输出	Vnom = 1.1 V I _o max = 600 mA	摄像头 0、3 的 DVDD。
VREG_L3P_2P8	113	PO	摄像头 AVDD 输出	Vnom = 2.8 V I _o max = 300 mA	摄像头 1、3 的 AVDD。
VREG_L4P_2P9	124	PO	摄像头 AVDD 输出	Vnom = 2.9 V I _o max = 300 mA	摄像头 0 的 AVDD。
VREG_L5P_2P8	128	PO	摄像头 AFVDD 输出	Vnom = 2.8 V I _o max = 300 mA	摄像头 0 的 AFVDD。
VREG_L6P_1P8	117	PO	摄像头 IOVDD 输出	Vnom = 1.8 V I _o max = 300 mA	摄像头 0、1、2、3 的 DOVDD。
VREG_L7P_2P8	120	PO	摄像头 AVDD 输出	Vnom = 2.8 V I _o max = 300 mA	摄像头 2 的 AVDD。

(U)SIM 接口

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
USIM1_VDD	160	PO	(U)SIM1 卡供电电源	Vnom = 1.8/2.95 V I _o max = 150 mA	模块自动识别 1.8 V 或 2.95 V (U)SIM 卡。
USIM1_DATA	165	DIO	(U)SIM1 卡数据		外部上拉 20 kΩ 电阻到 USIM1_VDD；不能用作普通 GPIO。
USIM1_CLK	164	DO	(U)SIM1 卡时钟		不能用作普通 GPIO。
USIM1_RST	162	DO	(U)SIM1 卡复位		

USIM1_DET	159	DI	(U)SIM1 卡插拔检测	1.8 V 电压域	需外部上拉到 1.8 V，低电平有效；不用可悬空；软件默认关闭此功能；不能用作普通 GPIO。
USIM2_VDD	172	PO	(U)SIM2 卡供电电源	Vnom = 1.8/2.95 V I _{Omax} = 150 mA	模块自动识别 1.8 V 或 2.95 V (U)SIM 卡。
USIM2_DATA	169	DIO	(U)SIM2 卡数据		外部上拉 20 kΩ 电阻到 USIM2_VDD；不能用作普通 GPIO。
USIM2_CLK	168	DO	(U)SIM2 卡时钟		不能用作普通 GPIO。
USIM2_RST	166	DO	(U)SIM2 卡复位		
USIM2_DET	163	DI	(U)SIM2 卡插拔检测	1.8 V 电压域	需外部上拉到 1.8 V，低电平有效；不用可悬空；软件默认关闭此功能；不能用作普通 GPIO。

SD 卡接口

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
SD_CLK	188	DO	SD 卡时钟	1.8 V SD 卡: V _{OLmax} = 0.45 V V _{OHmin} = 1.35 V 2.95 V SD 卡: V _{OLmax} = 0.45 V V _{OHmin} = 2.5 V	
SD_CMD	180	DIO	SD 卡命令	1.8 V SD 卡: V _{ILmax} = 0.63 V V _{IHmin} = 1.17 V V _{OLmax} = 0.45 V V _{OHmin} = 1.35 V	速率较高，采用 45 Ω 阻抗控制。
SD_DATA0	184	DIO	SDIO 数据位 0	2.95 V SD 卡: V _{ILmax} = 1.03 V V _{IHmin} = 1.9 V	
SD_DATA1	185	DIO	SDIO 数据位 1	V _{OLmax} = 0.45 V V _{OHmin} = 2.5 V	
SD_DATA2	177	DIO	SDIO 数据位 2	V _{OLmax} = 0.45 V V _{OHmin} = 2.5 V	
SD_DATA3	181	DIO	SDIO 数据位 3		

SD_DET	174	DI	SD 卡插拔检测	1.8 V 电压域	默认低电平有效。
SD_LDO9E	176	PO	SD 卡供电电源	Vnom = 2.95 V I _o max = 600 mA	
SD_LDO6E	173	PO	SD 卡上拉电源	Vnom = 1.8/2.95 V I _o max = 150 mA	仅供 SD 卡上拉， 最大供电电流 150 mA。

UART 接口

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
DBG_TXD	317	DO	调试串口发送	1.8 V 电压域	不用则悬空；不能 用作普通 GPIO。
DBG_RXD	320	DI	调试串口接收		
UART_TXD	308	DO	串口发送		
UART_RXD	309	DI	串口接收		不用则悬空。
UART_RTS	305	DO	DCE 请求发送		
UART_CTS	306	DI	DCE 清除发送		

I2C 接口

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
I2C1_SCL	192	OD	I2C1 串行时钟	1.8 V 电压域	需要外部 1.8 V 上 拉；不用则悬空。
I2C1_SDA	189	OD	I2C1 串行数据		

I2S 接口

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
LPI_MI2S2_MCLK	142	DO	LPI MI2S2 主时钟	1.8 V 电压域	
LPI_MI2S2_SCLK	140	DO	LPI MI2S2 位时钟		
LPI_MI2S2_WS	137	DO	LPI MI2S2 字段选 择		
LPI_MI2S2_DATA0	133	DIO	LPI MI2S2 数据通 道 0		
LPI_MI2S2_DATA1	136	DIO	LPI MI2S2 数据通 道 1		
LPI_MI2S3_SCLK	138	DO	LPI MI2S3 位时钟		

LPI_MI2S3_WS	139	DIO	LPI MI2S3 字段选择		
LPI_MI2S3_DATA0	135	DIO	LPI MI2S3 数据通道 0		
LPI_MI2S3_DATA1	134	DO	LPI MI2S3 数据通道 1		
LPI_MI2S3_DATA2	130	DIO	LPI MI2S3 数据通道 2		
LPI_MI2S3_DATA3	131	DIO	LPI MI2S3 数据通道 3		

数字麦克风接口

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
LPI_DMIC1_CLK	144	DO	LPI 数字 MIC1 时钟	1.8 V 电压域	
LPI_DMIC1_DATA	141	DI	LPI 数字 MIC1 数据		
LPI_DMIC2_CLK	145	DO	LPI 数字 MIC2 时钟		
LPI_DMIC2_DATA	148	DI	LPI 数字 MIC2 数据		

触摸屏接口

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
TP_RST	324	DO	TP 复位	1.8 V 电压域	
TP_INT	321	DI	TP 中断		
TP_I2C_SCL	328	OD	TP I2C 时钟		需要外部 1.8 V 上拉；不用则悬空。
TP_I2C_SDA	325	OD	TP I2C 数据		

SPI 接口

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
SPI_CLK	197	DO	SPI 时钟	1.8 V 电压域	仅支持主模式。
SPI_CS	193	DO	SPI 片选		
SPI_MISO	196	DI	SPI 主输入从输出		
SPI_MOSI	194	DO	SPI 主输出从输入		

ADC 接口					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
ADC0	399	AI	通用 ADC 接口		最高输入电压 1.8 V。
ADC1	11	AI			
ADC2	15	AI			
ADC3	403	AI			
PWM 接口					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
PWM2	79	DO	PWM2 输出	1.8 V 电压域	背光调节 PWM。
PWM1	340	DO	PWM1 输出	VPH_PWR	
RGB 接口					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
RGB_BLU	59	AO	三色灯-蓝色	I _O max = 12 mA	
RGB_GRN	55	AO	三色灯-绿色		
RGB_RED	63	AO	三色灯-红色		
NFC 接口					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
NFC_CLK	95	DO	NFC 时钟	1.8 V 电压域	默认内部上拉； 专用 GPIO（GPIO_6）； 不能用作普通 GPIO。
NFC_CLK_REQ	102	DI	NFC 时钟请求		
NFC_DWL_REQ	103	DO	NFC 下载控制请求		
NFC_EN	98	DO	NFC 使能		
NFC_INT	99	DI	NFC 中断		
NFC_I2C_SDA	106	OD	NFC I2C 数据		

NFC_I2C_SCL	107	OD	NFC I2C 时钟		拉；不用则悬空。
传感器接口					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
LPI_SENSOR_I2C4_SDA	152	OD	外部传感器 I2C4 数据		
LPI_SENSOR_I2C4_SCL	149	OD	外部传感器 I2C4 时钟		需要外部 1.8 V 上拉；不用则悬空；
LPI_SENSOR_I2C0_SDA	153	OD	外部传感器 I2C0 数据		专用于传感器，不能用作普通 GPIO。
LPI_SENSOR_I2C0_SCL	156	OD	外部传感器 I2C0 时钟		
ACCEL_GYRO_INT1	161	DI	加速度/陀螺仪传感器中断 1	1.8 V 电压域	
ACCEL_GYRO_INT2	158	DI	加速度/陀螺仪传感器中断 2		
MAG_INT	186	DI	地磁传感器中断		可配置为普通 GPIO。
ALPS_INT	157	DI	光/接近传感器中断		
HALL_INT	190	DI	霍尔传感器中断		
GPIO 接口					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
GPIO_2	110	DIO			
GPIO_3	111	DIO			
GPIO_11	43	DIO			
GPIO_12	311	DIO			
GPIO_17	202	DIO	通用输入/输出	1.8 V 电压域	唤醒中断。
GPIO_18	198	DIO			
GPIO_24	351	DIO			
GPIO_33	123	DIO			
GPIO_38	51	DIO			唤醒中断。
GPIO_47	175	DIO			

GPIO_48	178	DIO	唤醒中断。
GPIO_49	210	DIO	
GPIO_52	203	DIO	唤醒中断。
GPIO_53	94	DIO	
GPIO_60	315	DIO	
GPIO_84	119	DIO	唤醒中断。
GPIO_85	19	DIO	
GPIO_86	170	DIO	
GPIO_87	319	DIO	唤醒中断。
GPIO_100	155	DIO	
GPIO_141	191	DIO	
GPIO_154	150	DIO	
GPIO_155	154	DIO	

射频天线接口

引脚名	引脚号	I/O	描述
ANT0	211	AIO	蜂窝天线 0 接口 - 5G NR: n1/n28 TRX、n41/n78/n79 TRX1 - LTE/UMTS: LMHB TRX
ANT1	244	AI	蜂窝天线 1 接口 - 5G NR: n1/n41/n78/n79 DRX MIMO - LTE: B1/B41 DRX MIMO
ANT2	292	AIO	蜂窝天线 2 接口 - 5G NR: n1 PRX MIMO、n41/n78/n79 TRX0 - LTE: B1/B41 PRX MIMO
ANT3	256	AI	蜂窝天线 3 接口 - 5G NR: n1/n28/n41/n78/n79 DRX - LTE/UMTS: LMHB DRX
ANT_GNSS	302	AI	GNSS 天线接口
ANT_WIFI/BT	92	AIO	Wi-Fi/蓝牙天线接口
ANT_WIFI_MIMO	86	AIO	Wi-Fi MIMO 天线接口

天线调谐控制接口					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
GRFC_0	242	DIO	通用射频控制	1.8 V 电压域	
GRFC_1	238	DIO			
其他接口					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
FLASH_LED	7	AO	闪光灯/手电筒驱动输出		最大输出电流为 750 mA。
VIB_DRV_P	27	PO	马达驱动输出控制	Vmin = 1.50 V Vmax = 3.54 V	
USB_BOOT	200	DI	强制模块进入紧急下载模式		开机时将 USB_BOOT 引脚上拉到 LDO11A_1V8，模块即可进入紧急下载模式
CODEC_RST_N	126	DO	音频 Codec 复位	1.8 V 电压域	
预留引脚					
引脚名	引脚号				备注
RESERVED	31、75、80、104、122、147、151、167、183、187、195、199、201、207、219、220、222、223、226、227、231、232、247、251、254、258、259、262、263、267、268、274、278、280、283、286、287、291、294、298、307、310、314、318、322、323、326、327、330、331、343、346、347、355、383、391、395、415、422、423				需保持悬空。

2.6. 评估板

移远通信提供一整套评估板，以方便模块的测试和使用。所述评估板工具包括 EVB 板、USB 数据线、耳机、天线和其他外设。更多详细信息，请参考文档 [1]。

3 工作特性

3.1. 电源设计

3.1.1. 电源接口

SG500Q-CN 提供 5 个 VBAT 引脚用于连接外部电源给模块供电。电源输入范围为 3.55~4.4 V，推荐值为 4.0 V。

3.1.2. 供电参考设计

电源设计对模块的性能至关重要，必须选择至少能够提供 5 A 电流能力的电源。若输入电压与模块供电电压之间的电压差不是很大，则建议选择 LDO 作为供电电源，但需要考虑 LDO 本身的热功耗。若输入与输出电压之间存在比较大的电压差，则建议使用开关电源转换器。

下图是+5 V 供电电路的参考设计：

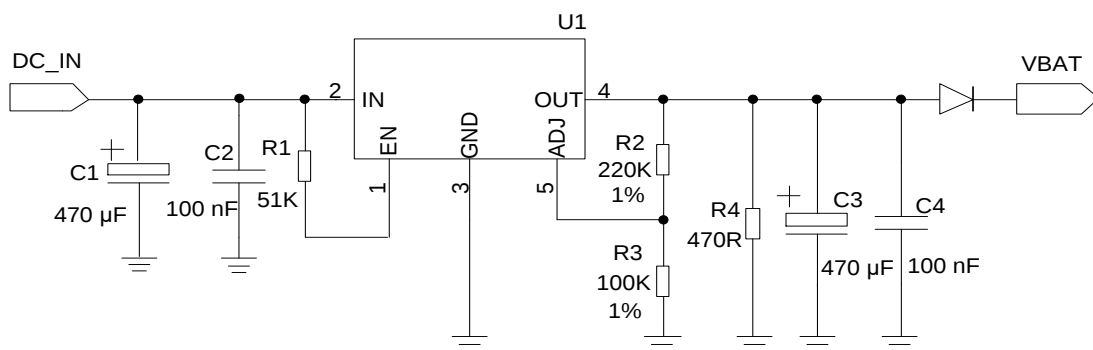


图 3：供电输入参考设计图

3.1.3. 电压稳定性要求

模块的电源电压推荐值为 4.0 V。模块电源的性能，比如负载能力、纹波的大小等等，都会直接影响模块的性能和稳定性。极限情况下，模块耗流有可能达到 5 A 左右的瞬时峰值，此时若供电能力不足可能会存在电压跌落到 3.2 V 以下造成模块掉电关机的风险。若供电能力不足会有电压跌落。因此，用户在设计时请特别注意电源部分的设计：请确保即使在模块电流达到 5 A 时，VBAT 跌落后的电压也不能低于 3.2 V。

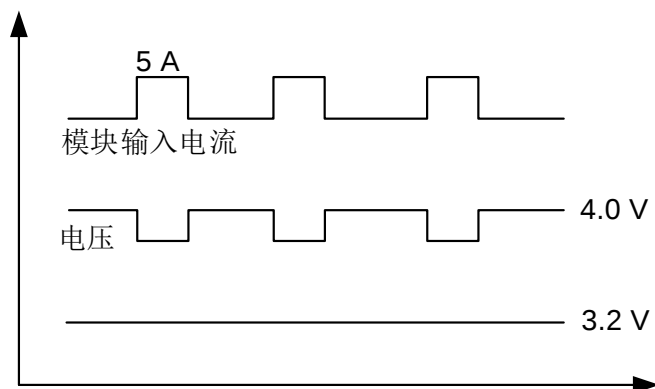


图 4：电源电压跌落示例

为保证模块供电电压不会跌落到 3.2 V 以下，在靠近模块 VBAT 引脚端，建议并联一个低 ESR (ESR = 0.7 Ω) 的 100 μ F 钽电容，以及 4.7 μ F、100 nF、33 pF、10 pF 滤波电容，并且建议 VBAT 的 PCB 走线尽量短且足够宽，以减小 VBAT 走线的等效阻抗，确保在最大发射功率时大电流下不会产生太大的电压跌落。建议 VBAT 走线宽度不少于 5 mm；并且走线越长，线宽越宽；电源部分的地平面尽量完整。

为抑制电源波动冲击，确保输出电源的稳定，建议在电源前端加一个额定功率在 2000 W 以上的 TVS 管，并靠近模块的 VBAT 摆放，参考电路如下：

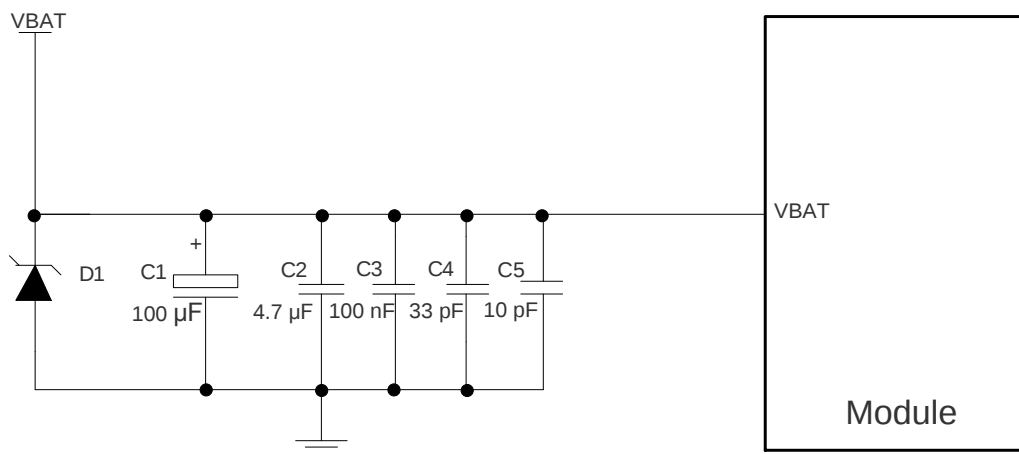


图 5：电源输入参考电路

3.1.4. 充电和电池管理

SG500Q-CN 具有可编程开关模式锂电池充电功能，能够给单节锂电池和聚合物电池充电，开关充电支持 QC 2.0/3.0/4.0 以及 PD 快充协议，最大充电电流达到 3 A。其充电过程包括涪流充电、预充电、恒流充电、恒压充电等状态。

- 涓流充电：电池电压低于 2.1 V 时，系统处于涓流充电模式，充电电流为 75 mA；
- 预充电：当电池电压在 2.1 V 和预充电截止电压（可编程范围：2.7~3.4 V，默认 3.0 V）之间时，模块进入预充电模式，充电电流可编程范围：100~450 mA，默认 300 mA；
- 恒流充电：当电池电压在预充电截止电压和恒流充电截止电压（可编程范围：3.6~4.4 V，默认 4.4 V）之间时，模块进入恒流充电模式，充电电流可编程范围：50~3000 mA，USB 充电电流默认为 500 mA，适配器充电电流默认为 3 A；
- 恒压充电：当电池电压达到 4.4 V 时开始恒压充电，此时充电电流逐渐下降，当充电电流降低到 100 mA 左右时，截止充电。

表 6：充电接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
USB_VBUS	429~432	PIO	USB 检测； 充电输入； 给 OTG 外设供电	Vmax = 12.6 V Vmin = 3.7 V Vnom = 5.0 V
VBAT	1~5	PIO	模块主电源	建议外部加浪涌管； 电流要求能持续输出 5 A。
BAT_P	418	AI	电池电压检测(+)	保持连接，不能悬空。
BAT_M	419	AI	电池电压检测(-)	
BAT_THERM	407	AI	电池温度检测	模块内部上拉； 默认支持 100 kΩ NTC 热敏电阻，需 连接 100 kΩ NTC 热敏电阻接地； 不能悬空；如果不使用，需通过 100 kΩ 下拉电阻接地。
BAT_ID	410	AI	电池类型检测	不用则悬空。

SG500Q-CN 支持电池温度检测功能。该功能的实现需要电池内部集成有热敏电阻（默认选择 100 kΩ 精度 $\pm 1\%$ 的 NTC 电阻，推荐 B 值：(4250 K $\pm 1\%$)，并且需将该热敏电阻连接到 BAT_THERM 引脚，否则会导致电池不能充电、电池电量显示错误等故障。

电池和模块连接示意图如下图所示：

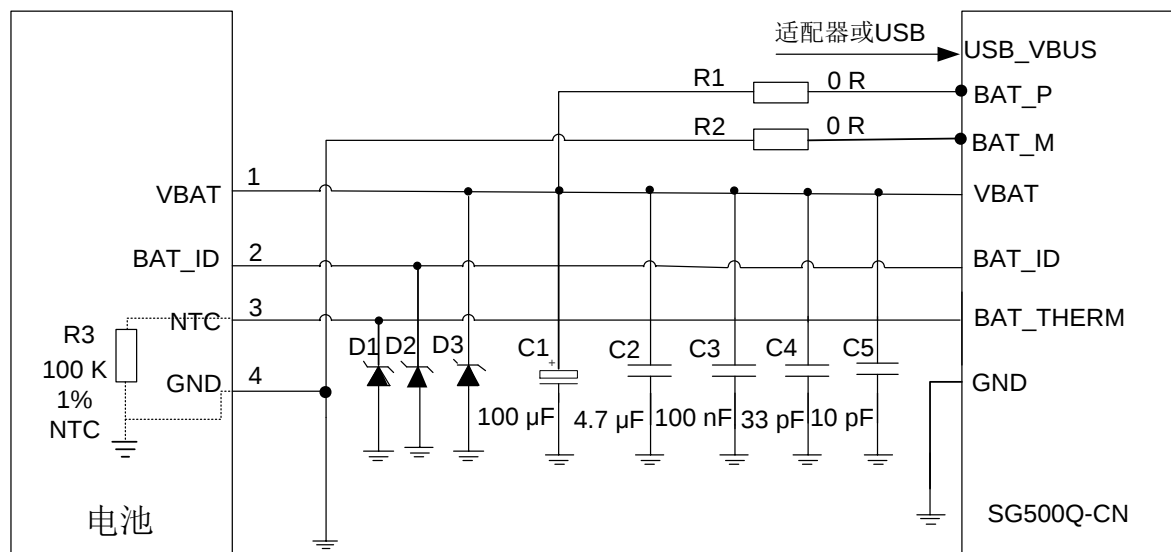


图 6：电池和模块连接示意图

掌机、手持 POS 机等移动设备都使用电池进行供电。针对不同型号的电池，需要修改软件中电池充放电曲线，以达到最佳应用效果。

如果客户使用的电池没有热敏电阻，或者客户使用电源适配器对模块进行供电，此时为防止由于系统误判电池温度异常而导致无法充电，客户应该将 BAT_THERM 引脚通过一个 100 kΩ 的电阻连接到 GND，不能悬空。

BAT_P、BAT_M 引脚必须连接，否则会影响模块正常电压检测以及与之相关的开关机和电池充放电。

3.2. 开机

表 7：PWRKEY 接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述
PWRKEY	332	DI	模块开/关机

PWRKEY 内部默认上拉到 1.8 V。VBAT 上电后，通过拉低 PWRKEY 至少 1.6 s 可以使模块开机。

推荐使用开集驱动电路来控制 PWRKEY 引脚，参考电路如下：

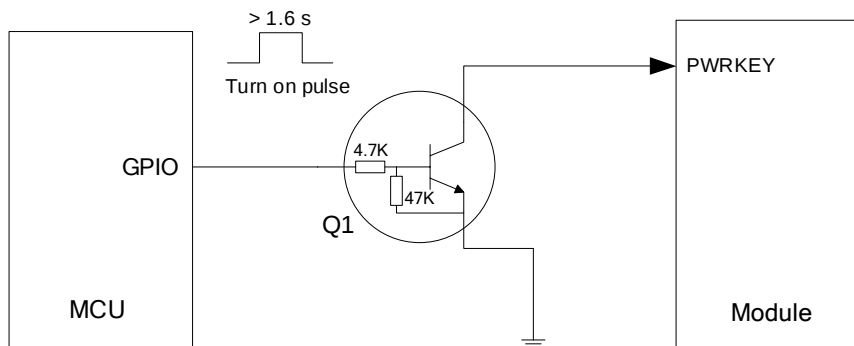


图 7：开集驱动开机参考电路

另一种控制 PWRKEY 引脚的方式是直接通过一个按钮开关。按钮附近需并联一个 TVS 管用于 ESD 保护，并且串联 1 kΩ 电阻到 PWRKEY，参考电路如下：

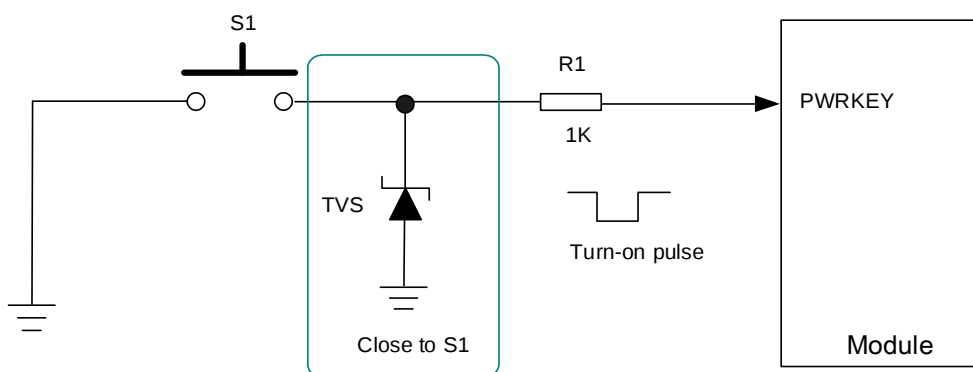


图 8：按键开机参考电路

开机时序图如下图所示：

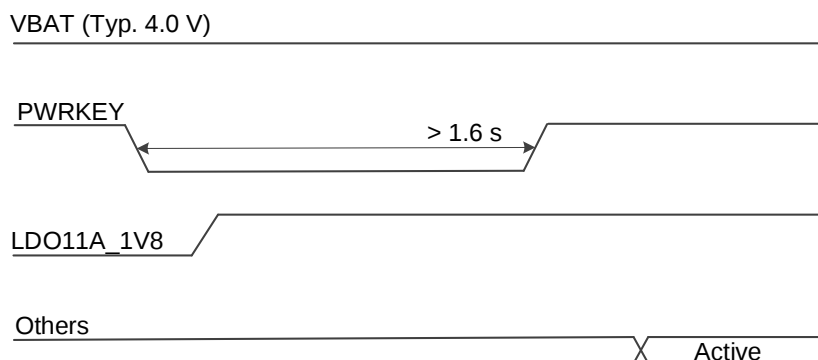


图 9：开机时序图

备注

1. 首次上电时的开机时序可能与上图有所差异。
2. 在拉低 PWRKEY 之前，需要保证 VBAT 电压稳定。建议 VBAT 上电达到 4.0 V 且稳定 30 ms 之后再拉低 PWRKEY。注意不能一直拉低该引脚。

3.3. 关机/重启

通过拉低 PWRKEY 至少 3 秒可实现模块关机动作。模块检测到关机动作以后，屏幕会有提示窗弹出以便确认是否继续执行关机动作。

也可以通过长时间（超过 8 秒）拉低 PWRKEY 来实现强制重启。重启时序图如下所示：

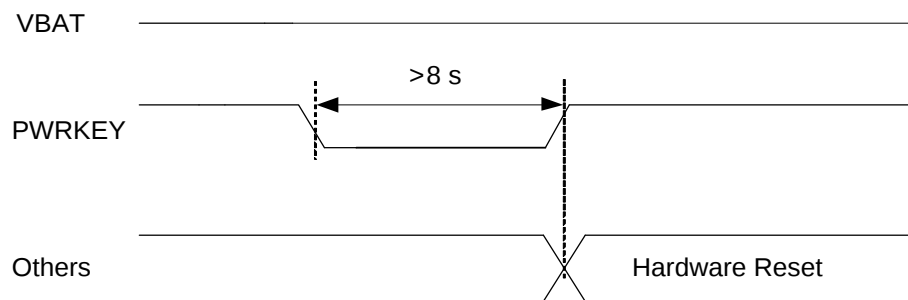


图 10: 重启时序图

3.4. VRTC

VRTC 为模块内部 RTC 的外部供电引脚。当 VBAT 断开后，用户需要保存实时时钟时，则 VRTC 引脚不能悬空，可以通过连接一个外部电池或者电容至 VRTC 引脚来供电。RTC 电源使用外部电池或者电容供电时有以下几种参考电路：

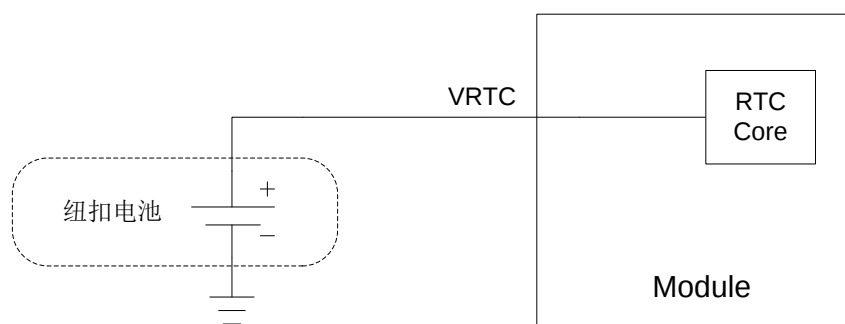


图 11: 可充电纽扣电池给 RTC 供电

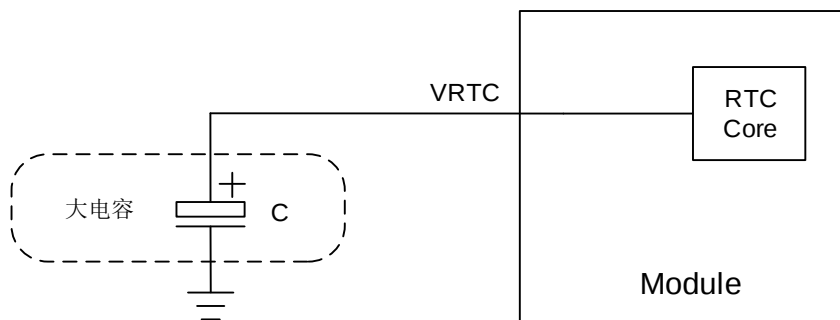


图 12: 电容给 RTC 供电

- 若 RTC 失效，模块上电后可以通过网络进行时间同步。
- VRTC 电源输入电压范围为 2.5~3.25 V，典型值为 3.0 V；当 VBAT 断开时平均耗流为 30 μ A。
- 通过 VBAT 供电时，RTC 误差是 50 ppm；通过 VRTC 供电时，RTC 误差是 500 ppm。
- 当外接可充电纽扣电池时，要求纽扣电池的 ESR 小于 2 k Ω 。

3.5. 电源输出

模块有多路电源输出，用于外围电路供电。应用时，建议并联 33 pF 和 10 pF 电容以去除高频干扰。

表 8: 电源描述

引脚名	默认电压 (V)	驱动电流 (mA)	描述	@睡眠模式
VPH_PWR	VBAT	1500	系统电源输出，用于外设供电	常开供电
LDO6A_3V0	3.0	600	传感器和触摸屏供电电源	
LDO8A_2V8	2.8	150	显示屏供电电源	
LDO11A_1V8	1.8	20	IO 口及上拉供电电源	常开供电
LDO14A_1V8	1.8	600	外设 IO 口供电电源	
LDO1E_1V8	1.8	150	显示屏 IO 口供电电源，预留	
LDO8E_1V8	1.8	150	传感器供电电源，预留	
USIM1_VDD	1.8/2.95	150	(U)SIM1 卡供电电源	
USIM2_VDD	1.8/2.95	150	(U)SIM2 卡供电电源	

SD_LDO9E	2.95	600	SD 卡供电电源
SD_LDO6E	1.8/2.95	150	SD 卡上拉电源
VREG_L1P_1P05	1.05	600	摄像头 1、2 的 DVDD
VREG_L2P_1P1	1.1	600	摄像头 0、3 的 DVDD
VREG_L3P_2P8	2.8	300	摄像头 1、3 的 AVDD
VREG_L4P_2P9	2.9	300	摄像头 0 的 AVDD
VREG_L5P_2P8	2.8	300	摄像头 0 的 AFVDD
VREG_L6P_1P8	1.8	300	摄像头 0、1、2、3 的 DOVDD
VREG_L7P_2P8	2.8	300	摄像头 2 的 AVDD

4 应用接口

4.1. USB 接口

模块的 USB 接口符合 USB 3.1 Gen 1 和 USB 2.0 规范，支持超高速（5 Gbps）、高速（480 Mbps）、全速（12 Mbps）和低速（1.5 Mbps）模式。

表 9：USB 接口功能

功能	
AT 命令传送	支持
数据传输	支持
软件调试	支持
固件升级	支持
USB 语音	支持

表 10：USB 接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
USB_VBUS	429~432	PIO	USB 检测； 充电输入； 给 OTG 外设供电	Vmax = 12.6 V Vmin = 3.7 V Vnom = 5.0 V
USB_DP	354	AIO	USB 差分数据(+)	90 Ω 差分阻抗。 符合 USB 2.0 规范，支持 OTG，可支持软件下载。
USB_DM	358	AIO	USB 差分数据(-)	
USB_SS1_TX_P	360	AO	USB 3.1 通道 1 发送(+)	90 Ω 差分阻抗。 符合 USB 3.1 Gen 1 规范。
USB_SS1_TX_M	357	AO	USB 3.1 通道 1 发送(-)	
USB_SS1_RX_P	356	AI	USB 3.1 通道 1 接收(+)	
USB_SS1_RX_M	353	AI	USB 3.1 通道 1 接收(-)	

USB_SS2_TX_P	348	AO	USB 3.1 通道 2 发送(+)	
USB_SS2_TX_M	345	AO	USB 3.1 通道 2 发送(-)	
USB_SS2_RX_P	352	AI	USB 3.1 通道 2 接收(+)	
USB_SS2_RX_M	349	AI	USB 3.1 通道 2 接收(-)	
USB_VCONN	375	PI	USB Type-C 有源电缆供电输入	
USB_CC1	339	AI	USB Type-C 控制检测 1	当使用 Micro USB 时，可作 USB_ID 使用。
USB_CC2	342	AI	USB Type-C 控制检测 2	
USB_PHY_PS	338	DI	CC 状态检测	当使用 USB Type-C 时，连接到 SS_DIR_OUT； 当使用 Micro USB 时，需要通过 1 kΩ 电阻连接到地。不能用作普通 GPIO。
SS_DIR_OUT	341	DO	CC 状态输出	
USB_OPTION	337	AI	USB 接口上电初始化配置	当使用 USB Type-C 时，悬空；当使用 Micro USB 时，需连接到地。

4.1.1. Type-C 接口

模块默认使用 Type-C 接口，接口参考设计如下所示：

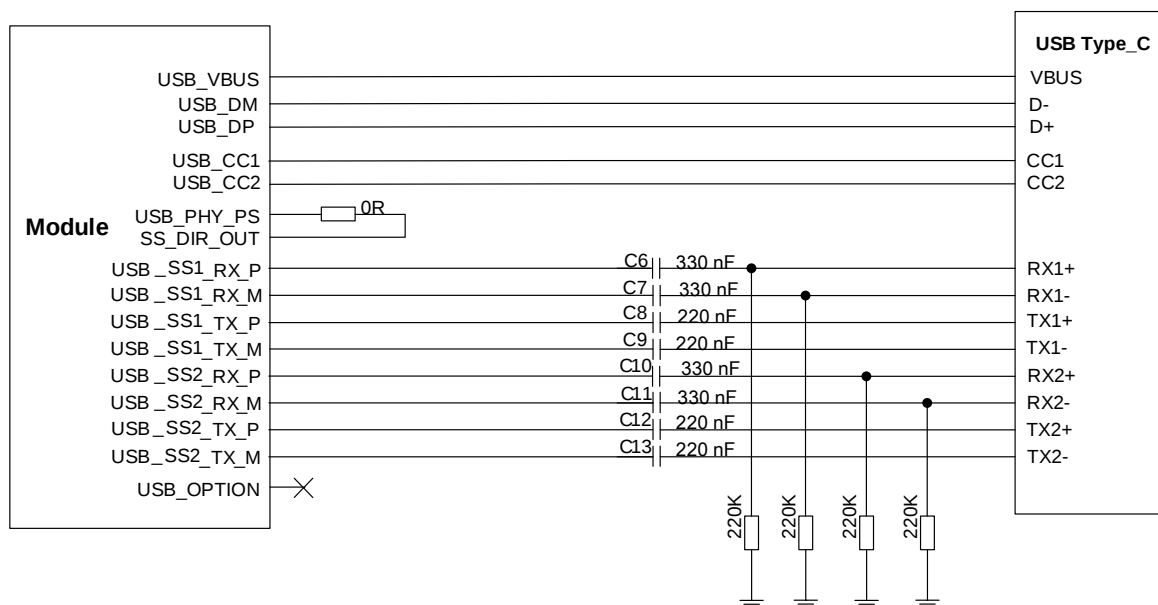


图 13: USB Type-C 接口参考设计

4.1.2. Micro USB 接口

模块默认使用 Type-C 接口，如需使用 Micro USB 接口，可通过更改硬件配置实现，接口参考电路如下所示：

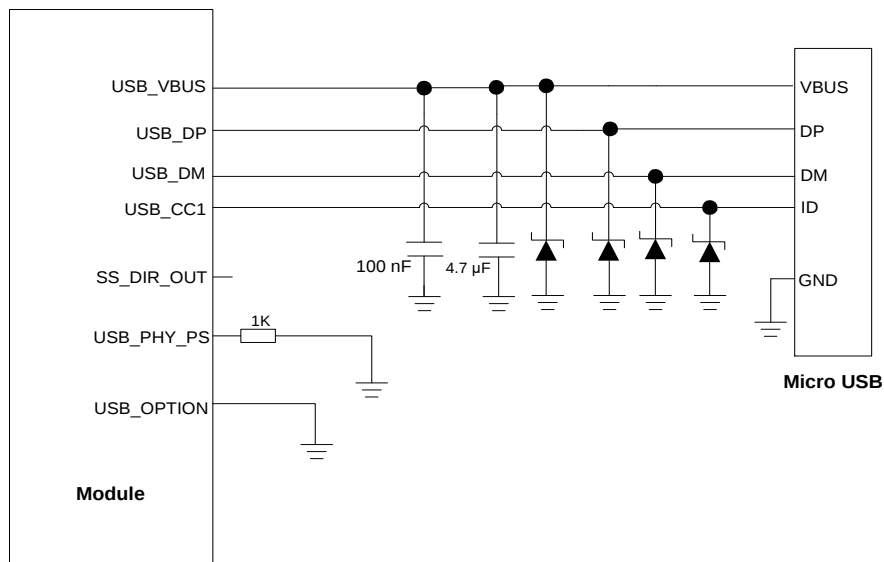


图 14: Micro USB 接口参考设计

4.1.3. USB 接口设计注意事项

表 11: 模块内部 USB 接口走线长度

引脚号	信号	长度 (mm)	长度差 (P - M)
354	USB_DP	26.27	0.09
358	USB_DM	26.18	
360	USB_SS1_TX_P	22.61	0.09
357	USB_SS1_TX_M	22.52	
356	USB_SS1_RX_P	23.48	0.26
353	USB_SS1_RX_M	23.22	
348	USB_SS2_TX_P	23.80	-0.19
345	USB_SS2_TX_M	23.99	
352	USB_SS2_RX_P	22.48	0.32

349 USB_SS2_RX_M 22.16

在 USB 接口的电路设计中，为了确保 USB 的性能，建议遵循以下设计原则：

- USB 数据走线周围需要包线处理，走 $90\ \Omega$ 的阻抗差分线。
- 参考地必须是连续的，USB 信号下不得有任何切割或孔洞，以确保阻抗连续性。
- 靠近 USB 连接器预留 ESD 防护器件：USB 2.0 ESD 防护器件的寄生电容要求不超过 $2\ \text{pF}$ ；USB 3.1 ESD 防护器件的寄生电容要求不超过 $0.5\ \text{pF}$ 。
- 不要在晶振、振荡器、磁性装置、音频信号和射频信号下面走 USB 线，建议走内层且立体包地。
- USB 3.1 信号走线禁止走 RF 信号下方，禁止与 RF 信号线交叉、平行，与 RF 信号隔离度需保证大于 $90\ \text{dB}$ ，否则会对 RF 信号产生较强干扰。
- USB 3.1 的 TX_P 和 TX_M 之间、RX_P 和 RX_M 之间信号线长度差要求不超过 $0.7\ \text{mm}$ 。
- USB 3.1 的 RX-TX 间距要求满足 3 倍线宽，与其他信号要求满足 4 倍线宽。
- USB 2.0 的 DP 和 DM 之间信号线长度差要求不超过 $2\ \text{mm}$ 。
- USB 2.0 的 DP-DM 间距要求满足 3 倍线宽，与其他信号要求满足 4 倍线宽。

4.2. UART 接口

模块可提供如下 2 组 UART 接口：

- 主串口：四线串口，支持 RTS、CTS 硬件流控，最高速率达 $4\ \text{Mbps}$
- 调试串口：两线串口，默认用于调试

UART 接口引脚定义如下表：

表 12：UART 接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
DBG_TXD	317	DO	调试串口发送	不用则悬空；不能用作普通 GPIO。
DBG_RXD	320	DI	调试串口接收	
UART_TXD	308	DO	串口发送	不用则悬空。
UART_RXD	309	DI	串口接收	
UART_RTS	305	DO	DCE 请求发送	
UART_CTS	306	DI	DCE 清除发送	

模块主串口为四线串口，串口电平为 1.8 V；在与 3.3 V 串口通信时，需要在中间加一个电平转换芯片。对应的参考设计如下图所示：

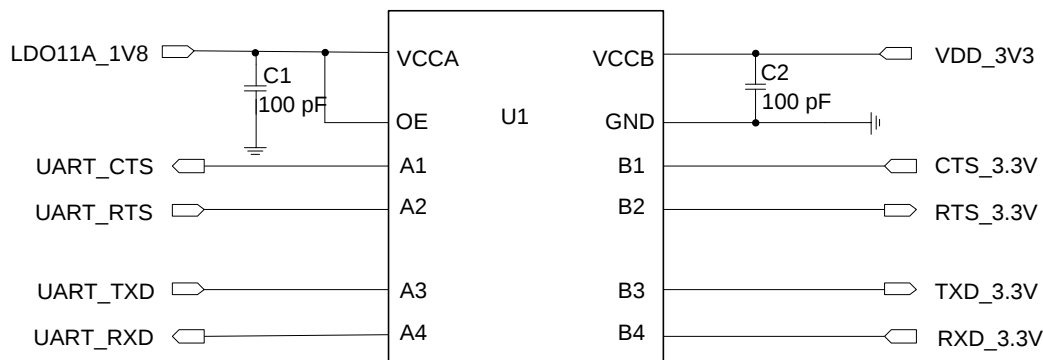


图 15: 电平转换参考电路（主串口）

同样，与 PC 机通信的时也需要做电平转换，建议添加一个电平转换芯片及一个 RS-232 转换芯片。对应的参考设计如下图所示：

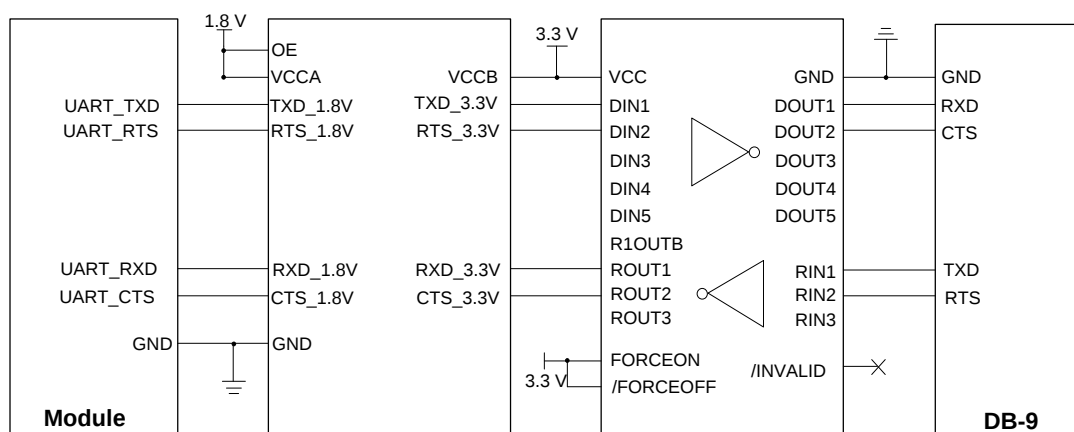


图 16: RS232 电平转换参考电路（主串口）

备注

调试串口与主串口类似，其参考电路请参考图 15 和图 16。

4.3. (U)SIM 接口

模块有 2 组(U)SIM 接口，支持 ETSI 和 IMT-2000 规范，支持双卡双待功能（软件默认支持）。(U)SIM 卡通过模块内部的电源供电，模块可自动识别 1.8 V 或 2.95 V 卡，(U)SIM1 支持 3G/4G/5G，(U)SIM2 支持 3G/4G。

表 13: (U)SIM 接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
USIM1_DATA	165	DIO	(U)SIM1 卡数据	外部上拉 20 k Ω 电阻到 USIM1_VDD; 不能用作普通 GPIO。
USIM1_CLK	164	DO	(U)SIM1 卡时钟	不能用作普通 GPIO。
USIM1_RST	162	DO	(U)SIM1 卡复位	
USIM1_DET	159	DI	(U)SIM1 卡插拔检测	需外部上拉到 1.8 V，低电平有效; 不用可悬空; 软件默认关闭此功能; 不能用作普通 GPIO。
USIM1_VDD	160	PO	(U)SIM1 卡供电电源	模块自动识别 1.8 V 或 2.95 V (U)SIM 卡。
USIM2_DATA	169	DIO	(U)SIM2 卡数据	外部上拉 20 k Ω 电阻到 USIM2_VDD; 不能用作普通 GPIO。
USIM2_CLK	168	DO	(U)SIM2 卡时钟	不能用作普通 GPIO。
USIM2_RST	166	DO	(U)SIM2 卡复位	
USIM2_DET	163	DI	(U)SIM2 卡检测	需外部上拉到 1.8 V，低电平有效; 不用可悬空; 软件默认关闭此功能; 不能用作普通 GPIO。
USIM2_VDD	172	PO	(U)SIM2 卡供电电源	模块自动识别 1.8 V 或 2.95 V (U)SIM 卡。

8-pin (U)SIM 接口参考电路如下:

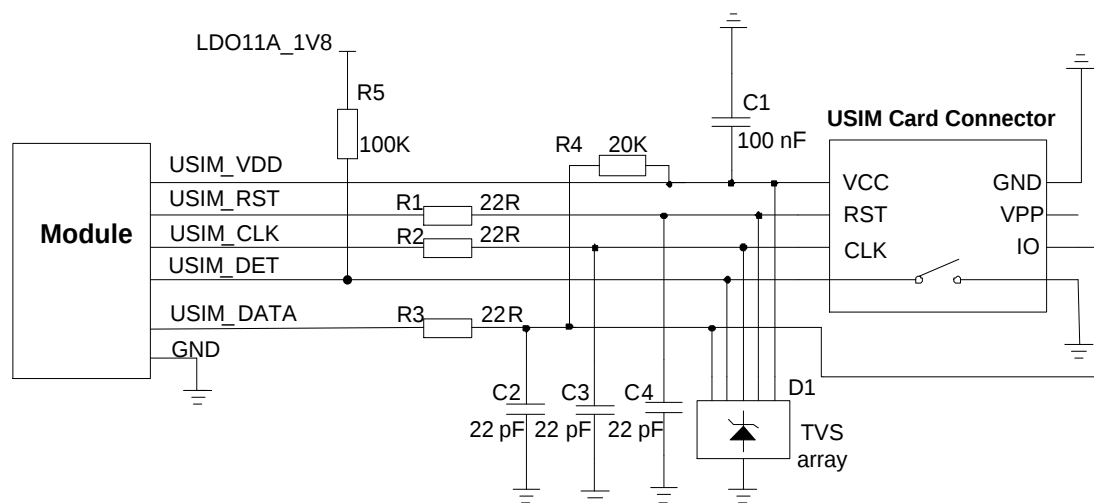


图 17: 8-pin (U)SIM 接口参考电路图

如果无需使用(U)SIM 卡检测功能，则 USIM_DET 可悬空。下图为 6-pin (U)SIM 接口参考电路：

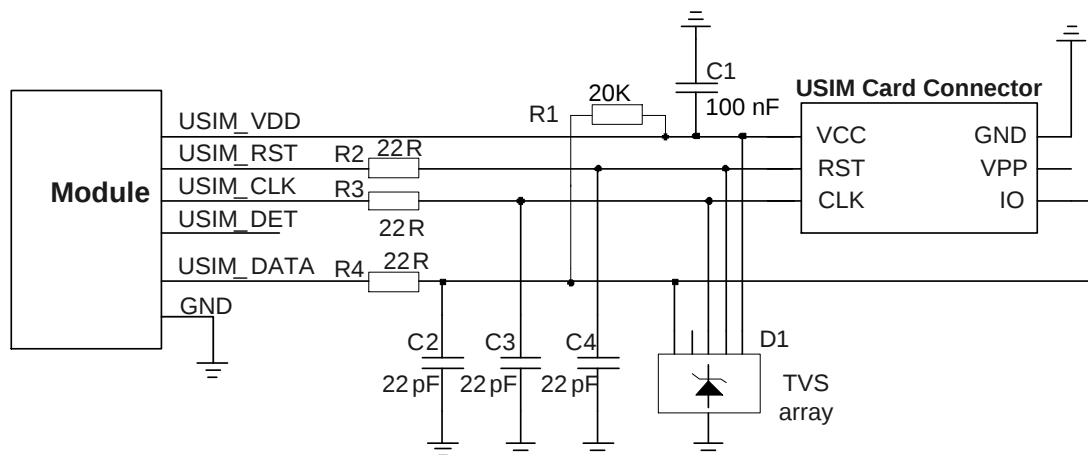


图 18: 6-pin (U)SIM 接口参考电路图

在(U)SIM 接口的电路设计中，为了确保(U)SIM 卡的良好性能和可靠性，建议遵循以下原则：

- (U)SIM 卡座靠近模块摆放，尽量保证(U)SIM 卡信号线布线长度不超过 200 mm。
- (U)SIM 卡信号线布线远离 RF 线和 VBAT 电源线。
- 为防止 USIM_CLK 信号与 USIM_DATA 信号相互串扰，两者布线不能太靠近，并且在两条走线之间需增加地屏蔽。
- 为确保良好的 ESD 防护性能，建议(U)SIM 卡的引脚增加 TVS 阵列；建议选择的 TVS 阵列寄生电容不大于 50 pF。在模块和(U)SIM 卡之间串联 22 Ω 电阻便于调试。在 USIM_DATA，USIM_CLK 和 USIM_RST 线上并联 22 pF 电容用于滤除射频干扰。(U)SIM 卡的外围器件应尽量靠近(U)SIM 卡座摆放。
- USIM_DATA 上的上拉电阻有利于增加(U)SIM 卡的抗干扰能力。当(U)SIM 卡走线过长，或者有比较近的干扰源的情况下，建议靠近卡座位置增加上拉电阻。

4.4. SD 卡接口

模块的 SD 接口支持 SD 3.0 协议，接口的引脚定义如下：

表 14: SD 卡接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
SD_CLK	188	DO	SD 卡时钟	
SD_CMD	180	DIO	SD 卡命令	
SD_DATA0	184	DIO	SDIO 数据位 0	速率较高，采用 45 Ω 阻抗控制。
SD_DATA1	185	DIO	SDIO 数据位 1	
SD_DATA2	177	DIO	SDIO 数据位 2	
SD_DATA3	181	DIO	SDIO 数据位 3	
SD_DET	174	DI	SD 卡插拔检测	默认低电平有效。
SD_LDO9E	176	PO	SD 卡供电电源	Vnom = 2.95 V I _o max = 600 mA
SD_LDO6E	173	PO	SD 卡上拉电源	Vnom = 1.8/2.95 V I _o max = 150 mA 仅供 SD 卡上拉，最大供电电流 150 mA。

模块与 SD 卡参考设计如下图所示：

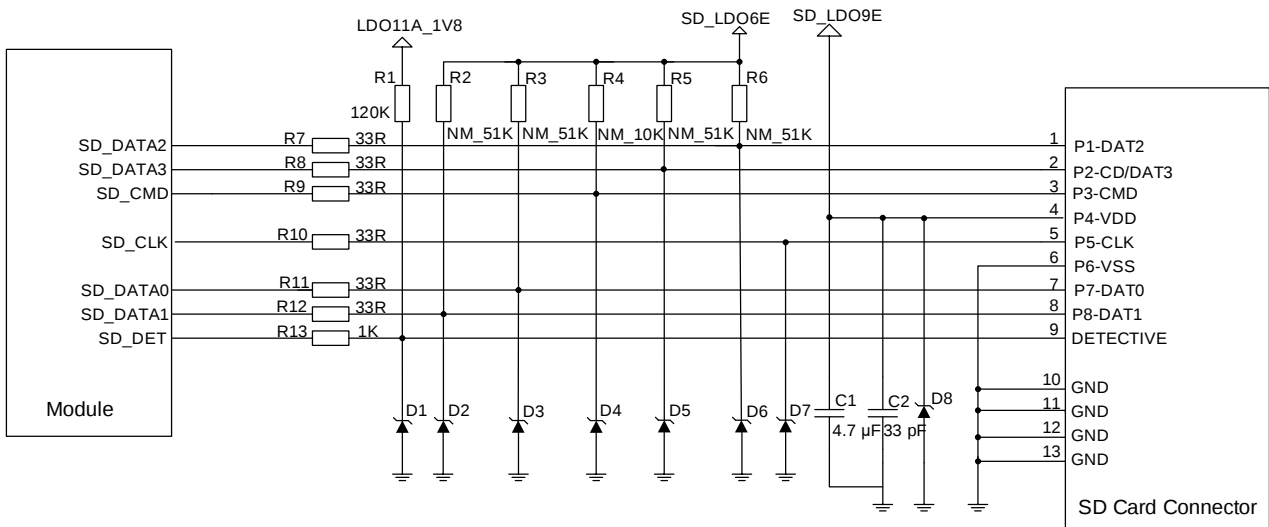


图 19: SD 卡接口电路参考设计

SD_LDO9E 是 SD 卡的供电电源，能够提供最大约 600 mA 电流；由于供电电流较大，建议走线宽度为 0.6 mm 以上；为保证供电电流的稳定，需要在 SD 卡座侧并联 4.7 μ F 和 33 pF 电容。

SD_CMD、SD_CLK、SD_DATA0、SD_DATA1、SD_DATA2、SD_DATA3 均为高速信号线，PCB 设计过程中这些信号线需要做 45 Ω 阻抗控制，不要与其他走线交叉，走线尽量放在内层并做等长处理，SD_CLK 另需单独包地。

布线线长要求：

- 阻抗控制为 45 $\Omega \pm 10\%$ ，并做屏蔽处理。
- SD_CMD 和 SD_DATA 线相对于 SD_CLK 走线的长度差不能超过 2 mm。
- 数据速率 50 Mbps 的信号线长小于 150 mm。
- 信号线之间间隔要求保持 1.5 倍线宽。
- SD_DATA 信号线上的容抗要求小于 8 pF。

表 15：模块内部 SD 卡接口走线长度

引脚号	信号	长度 (mm)
188	SD_CLK	30.15
180	SD_CMD	29.35
184	SD_DATA0	29.28
185	SD_DATA1	29.23
177	SD_DATA2	29.27
181	SD_DATA3	29.32

4.5. GPIO 接口

模块拥有丰富的 GPIO 接口，接口电压域为 1.8 V，引脚定义如下：

表 16：GPIO 接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
GPIO_2	110	DIO	通用输入/输出	
GPIO_3	111	DIO		
GPIO_11	43	DIO		
GPIO_12	311	DIO		
GPIO_17	202	DIO		唤醒中断。
GPIO_18	198	DIO		
GPIO_24	351	DIO		
GPIO_33	123	DIO		
GPIO_38	51	DIO		唤醒中断。
GPIO_47	175	DIO		
GPIO_48	178	DIO		唤醒中断。
GPIO_49	210	DIO		
GPIO_52	203	DIO		唤醒中断。
GPIO_53	94	DIO		
GPIO_60	315	DIO		
GPIO_84	119	DIO		唤醒中断。
GPIO_85	19	DIO		
GPIO_86	170	DIO		
GPIO_87	319	DIO		唤醒中断。
GPIO_100	155	DIO		

GPIO_141	191	DIO
GPIO_154	150	DIO
GPIO_155	154	DIO

备注

关于 GPIO 的详细配置，请参考文档 [2]。

4.6. I2C 接口

模块可提供 8 组 I2C 接口。所有 I2C 接口均属于开漏输出，外部必须加上拉电路，接口参考电压域为 1.8 V。

表 17：I2C 接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
I2C1_SCL	192	OD	I2C1 串行时钟	需要外部 1.8 V 上拉； 不用则悬空。
I2C1_SDA	189	OD	I2C1 串行数据	
CCI_I2C_SDA2	71	OD	摄像头 2、3 I2C 数据	需要外部 1.8 V 上拉； 不用则悬空； 专用于摄像头，不能用作普通 GPIO。
CCI_I2C_SCL2	70	OD	摄像头 2、3 I2C 时钟	
CCI_I2C_SDA1	401	OD	摄像头 1 I2C 数据	
CCI_I2C_SCL1	402	OD	摄像头 1 I2C 时钟	
CCI_I2C_SDA0	33	OD	摄像头 0 I2C 数据	
CCI_I2C_SCL0	36	OD	摄像头 0 I2C 时钟	
TP_I2C_SCL	328	OD	TP I2C 时钟	需要外部 1.8 V 上拉； 不用则悬空。
TP_I2C_SDA	325	OD	TP I2C 数据	
NFC_I2C_SDA	106	OD	NFC I2C 数据	
NFC_I2C_SCL	107	OD	NFC I2C 时钟	

LPI_SENSOR_I2C4_SDA	152	OD	外部传感器 I2C4 数据	需要外部 1.8 V 上拉； 不用则悬空； 专用于传感器，不能用作普通 GPIO。
LPI_SENSOR_I2C4_SCL	149	OD	外部传感器 I2C4 时钟	
LPI_SENSOR_I2C0_SDA	153	OD	外部传感器 I2C0 数据	
LPI_SENSOR_I2C0_SCL	156	OD	外部传感器 I2C0 时钟	

4.7. I2S 接口

模块可提供 2 组 I2S 接口。该接口参考电压域为 1.8 V。

表 18: I2S 接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述
LPI_MI2S2_MCLK	142	DO	LPI MI2S2 主时钟
LPI_MI2S2_SCLK	140	DO	LPI MI2S2 位时钟
LPI_MI2S2_WS	137	DO	LPI MI2S2 字段选择
LPI_MI2S2_DATA0	133	DIO	LPI MI2S2 数据通道 0
LPI_MI2S2_DATA1	136	DIO	LPI MI2S2 数据通道 1
LPI_MI2S3_SCLK	138	DO	LPI MI2S3 位时钟
LPI_MI2S3_WS	139	DIO	LPI MI2S3 字段选择
LPI_MI2S3_DATA0	135	DIO	LPI MI2S3 数据通道 0
LPI_MI2S3_DATA1	134	DO	LPI MI2S3 数据通道 1
LPI_MI2S3_DATA2	130	DIO	LPI MI2S3 数据通道 2
LPI_MI2S3_DATA3	131	DIO	LPI MI2S3 数据通道 3

4.8. ADC 接口

模块提供 4 路 ADC 通道，引脚定义如下：

表 19：ADC 接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
ADC0	399	AI	通用 ADC 接口	最高输入电压 1.8 V。
ADC1	11	AI		
ADC2	15	AI		
ADC3	403	AI		

ADC 引脚最大可支持 15 位精度分辨率。

4.9. LCM 接口

模块视频输出接口（LCM 接口）基于 MIPI_DSI 标准，支持 4 组高速差分数据传输，每组最高速率达 1.5 Gbps，支持 FHD+显示（分辨率为 1080 × 2520 @ 60 fps）。LCM 接口引脚定义如下：

表 20：LCM 接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
PWM2	79	DO	PWM2 输出	用于背光调节。
PWM1	340	DO	PWM1 输出	
DSI_CLK_P	366	AO	LCD MIPI 时钟(+)	85 Ω 差分阻抗。
DSI_CLK_N	370	AO	LCD MIPI 时钟(-)	
DSI_LN0_P	380	AO	LCD MIPI 数据 0 (+)	
DSI_LN0_N	377	AO	LCD MIPI 数据 0 (-)	
DSI_LN1_P	376	AO	LCD MIPI 数据 1 (+)	

DSI_LN1_N	373	AO	LCD MIPI 数据 1 (-)
DSI_LN2_P	372	AO	LCD MIPI 数据 2 (+)
DSI_LN2_N	369	AO	LCD MIPI 数据 2 (-)
DSI_LN3_P	368	AO	LCD MIPI 数据 3 (+)
DSI_LN3_N	365	AO	LCD MIPI 数据 3 (-)
LCD_TE	374	DI	LCD tearing effect
LCD_RST	378	DO	LCD 复位
LDO8A_2V8	409	PO	2.8 V 输出电源 (显示屏供电电源)
LDO1E_1V8	109	PO	1.8 V 输出电源 (显示屏 IO 口供电电源, 预留)
LDO14A_1V8	408	PO	1.8 V 输出电源 (显示屏 IO 口供电电源)

1.8 V 电压域。

LCM 接口参考电路如下:

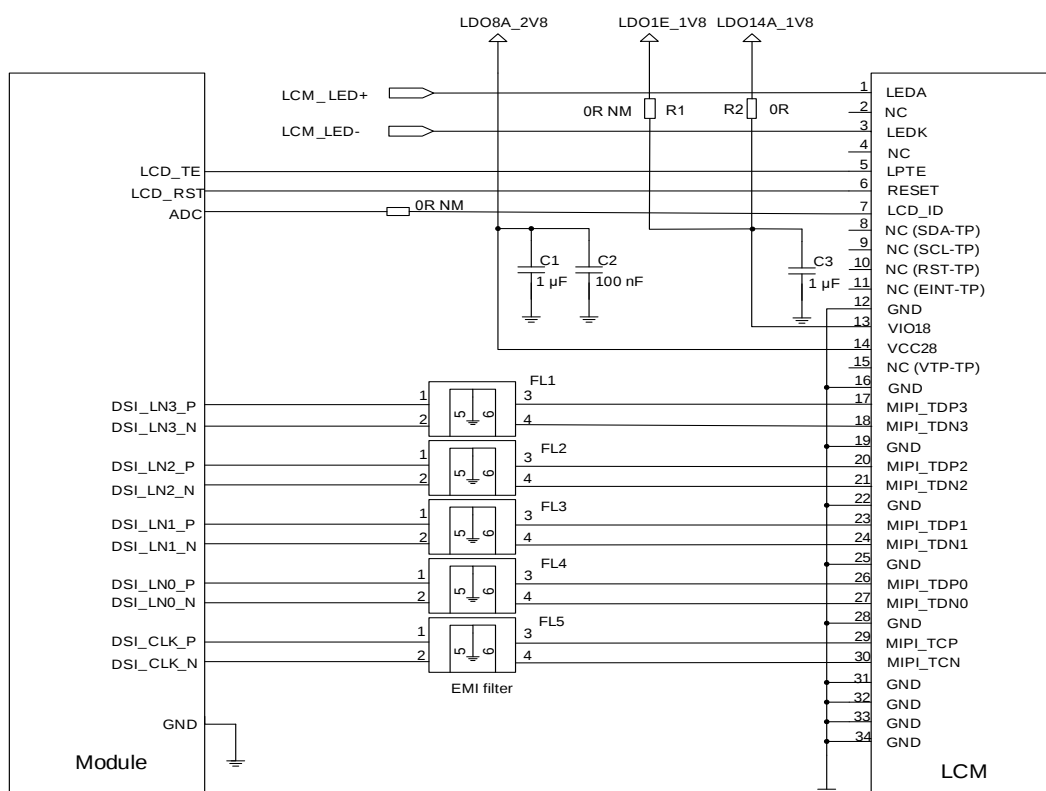


图 20: LCM 电路参考设计

MIPI 属于高速信号线，建议在靠近 LCM 一侧串联共模电感改善电磁辐射干扰。

当客户需要兼容屏幕设计时，推荐通过 MIPI 读取 LCM ID 寄存器；如果多款 LCM 使用相同的 IC 时，建议 LCM 模块厂烧录 OTP 寄存器来区分不同的屏幕；客户也可以选择 LCM 的 LCD_ID 引脚连接模块的 ADC 引脚，但需要注意的是 LCD_ID 的输出电压不能超过 ADC 引脚的电压范围。

LCM 可根据客户要求使用外部背光驱动电路。外部背光驱动电路的参考设计如下图所示，其中引脚 PWM1 用于背光亮度调节。

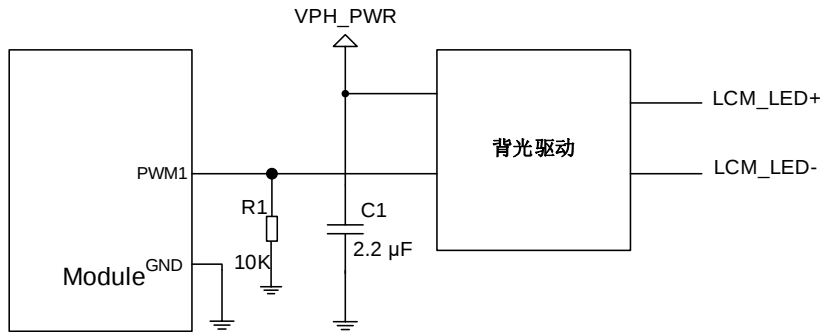


图 21: LCM 外部背光驱动参考电路

4.10. 触摸屏接口

模块默认提供 1 组 I2C 接口用于连接触摸屏（TP），同时提供了所需的电源和中断脚。模块的触摸屏接口引脚定义如下：

表 21: 触摸屏接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
TP_RST	324	DO	TP 复位	
TP_INT	321	DI	TP 中断	
TP_I2C_SCL	328	OD	TP I2C 时钟	需要外部 1.8 V 上拉；不用则悬空。
TP_I2C_SDA	325	OD	TP I2C 数据	
LDO6A_3V0	412	PO	3.0 V 输出电源 (触摸屏供电电源)	

触摸屏接口参考电路如下图所示：

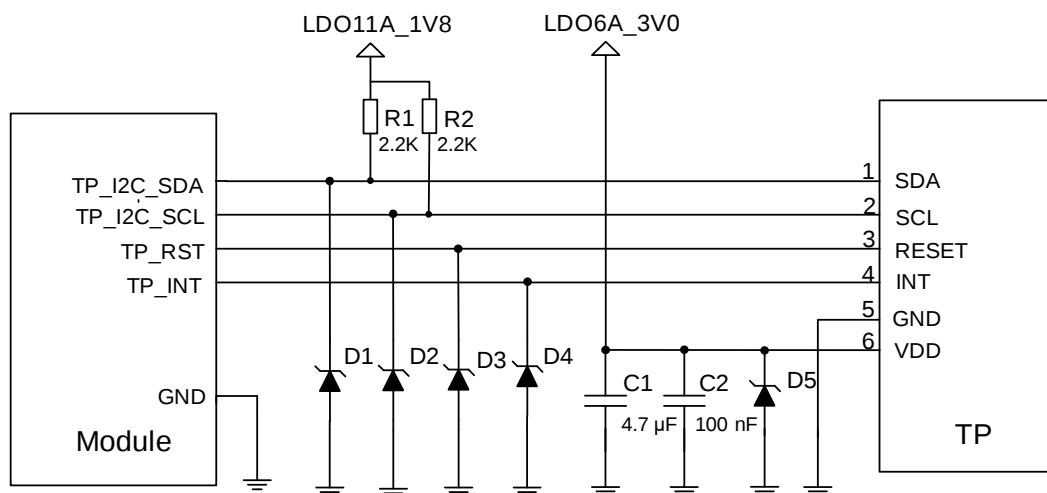


图 22: 触摸屏接口参考电路

4.11. 摄像头接口

模块视频输入接口基于 MIPI_CSI 标准，模块提供 4 路 4-lane MIPI_CSI，最高速率达 2.5 Gbps/lane，可支持 2 路摄像头 (4-lane + 4-lane)、3 路摄像头 (4-lane + 4-lane + 4-lane) 或 4 路摄像头 (4-lane + 4-lane + 4-lane + 4-lane)。支持 3 × ISP，最高支持 13 MP + 13 MP + 13 MP 或 25 MP @ 30 fps ZSL。摄像和照相质量由摄像头传感器、镜头规格参数等多种因素决定。CCI_I2C 总线由 Linux Kernel 代码控制，可挂载与视频输入相关的器件。

表 22: 摄像头接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
CSI0_CLK_P	14	AI	摄像头 MIPI CSI0 时钟 (+)	
CSI0_CLK_N	18	AI	摄像头 MIPI CSI0 时钟 (-)	
CSI0_LN0_P	16	AI	摄像头 MIPI CSI0 数据 0 (+)	
CSI0_LN0_N	17	AI	摄像头 MIPI CSI0 数据 0 (-)	85 Ω 差分阻抗。
CSI0_LN1_P	20	AI	摄像头 MIPI CSI0 数据 1 (+)	
CSI0_LN1_N	21	AI	摄像头 MIPI CSI0 数据 1 (-)	
CSI0_LN2_P	24	AI	摄像头 MIPI CSI0 数据 2 (+)	

CSI0_LN2_N	25	AI	摄像头 MIPI CSI0 数据 2 (-)	
CSI0_LN3_P	28	AI	摄像头 MIPI CSI0 数据 3 (+)	
CSI0_LN3_N	29	AI	摄像头 MIPI CSI0 数据 3 (-)	
CAM0_MCLK	30	DO	摄像头 0 时钟	
CAM0_RST	26	DO	摄像头 0 复位	1.8 V 电压域。
GPIO_18	198	DO	摄像头 0 关断	
CSI1_CLK_P	38	AI	摄像头 MIPI CSI1 时钟 (+)	
CSI1_CLK_N	42	AI	摄像头 MIPI CSI1 时钟 (-)	
CSI1_LN0_P	40	AI	摄像头 MIPI CSI1 数据 0 (+)	
CSI1_LN0_N	41	AI	摄像头 MIPI CSI1 数据 0 (-)	
CSI1_LN1_P	44	AI	摄像头 MIPI CSI1 数据 1 (+)	85 Ω 差分阻抗。
CSI1_LN1_N	45	AI	摄像头 MIPI CSI1 数据 1 (-)	
CSI1_LN2_P	48	AI	摄像头 MIPI CSI1 数据 2 (+)	
CSI1_LN2_N	49	AI	摄像头 MIPI CSI1 数据 2 (-)	
CSI1_LN3_P	52	AI	摄像头 MIPI CSI1 数据 3 (+)	
CSI1_LN3_N	53	AI	摄像头 MIPI CSI1 数据 3 (-)	
CAM1_MCLK	54	DO	摄像头 1 时钟	
CAM1_RST	50	DO	摄像头 1 复位	1.8 V 电压域。
GPIO_24	351	DO	摄像头 1 关断	
CSI2_CLK_P	390	AI	摄像头 MIPI CSI2 时钟 (+)	
CSI2_CLK_N	386	AI	摄像头 MIPI CSI2 时钟 (-)	
CSI2_LN0_P	392	AI	摄像头 MIPI CSI2 数据 0 (+)	
CSI2_LN0_N	389	AI	摄像头 MIPI CSI2 数据 0 (-)	85 Ω 差分阻抗。
CSI2_LN1_P	388	AI	摄像头 MIPI CSI2 数据 1 (+)	
CSI2_LN1_N	385	AI	摄像头 MIPI CSI2 数据 1 (-)	
CSI2_LN2_P	396	AI	摄像头 MIPI CSI2 数据 2 (+)	
CSI2_LN2_N	393	AI	摄像头 MIPI CSI2 数据 2 (-)	

CSI2_LN3_P	400	AI	摄像头 MIPI CSI2 数据 3 (+)	
CSI2_LN3_N	397	AI	摄像头 MIPI CSI2 数据 3 (-)	
CAM2_MCLK	398	DO	摄像头 2 时钟	
CAM2_RST	384	DO	摄像头 2 复位	1.8 V 电压域。
GPIO_48	178	DO	摄像头 2 关断	
CSI3_CLK_P	62	AI	摄像头 MIPI CSI3 时钟 (+)	
CSI3_CLK_N	66	AI	摄像头 MIPI CSI3 时钟 (-)	
CSI3_LN0_P	60	AI	摄像头 MIPI CSI3 数据 0 (+)	
CSI3_LN0_N	61	AI	摄像头 MIPI CSI3 数据 0 (-)	
CSI3_LN1_P	68	AI	摄像头 MIPI CSI3 数据 1 (+)	85 Ω 差分阻抗。
CSI3_LN1_N	69	AI	摄像头 MIPI CSI3 数据 1 (-)	
CSI3_LN2_P	64	AI	摄像头 MIPI CSI3 数据 2 (+)	
CSI3_LN2_N	65	AI	摄像头 MIPI CSI3 数据 2 (-)	
CSI3_LN3_P	72	AI	摄像头 MIPI CSI3 数据 3 (+)	
CSI3_LN3_N	73	AI	摄像头 MIPI CSI3 数据 3 (-)	
CAM3_MCLK	74	DO	摄像头 3 时钟	
CAM3_RST	67	DO	摄像头 3 复位	1.8 V 电压域。
GPIO_49	210	DO	摄像头 3 关断	
CCI_I2C_SDA0	33	OD	摄像头 0 I2C 数据	
CCI_I2C_SCL0	36	OD	摄像头 0 I2C 时钟	
CCI_I2C_SDA1	401	OD	摄像头 1 I2C 数据	需要外部 1.8 V 上拉； 不用则悬空；专用于摄 像头，不能用作普通 GPIO。
CCI_I2C_SCL1	402	OD	摄像头 1 I2C 时钟	
CCI_I2C_SDA2	71	OD	摄像头 2、3 I2C 数据	
CCI_I2C_SCL2	70	OD	摄像头 2、3 I2C 时钟	
VREG_L1P_1P05	116	PO	摄像头 DVDD 输出	摄像头 1、2 的 DVDD。
VREG_L2P_1P1	121	PO	摄像头 DVDD 输出	摄像头 0、3 的 DVDD。
VREG_L3P_2P8	113	PO	摄像头 AVDD 输出	摄像头 1、3 的 AVDD。

VREG_L4P_2P9	124	PO	摄像头 AVDD 输出	摄像头 0 的 AVDD。
VREG_L5P_2P8	128	PO	摄像头 AFVDD 输出	摄像头 0 的 AFVDD。
VREG_L6P_1P8	117	PO	摄像头 IOVDD 输出	摄像头 0、1、2、3 的 DOVDD。
VREG_L7P_2P8	120	PO	摄像头 AVDD 输出	摄像头 2 的 AVDD。

如下为 2 路摄像头接口的参考电路：

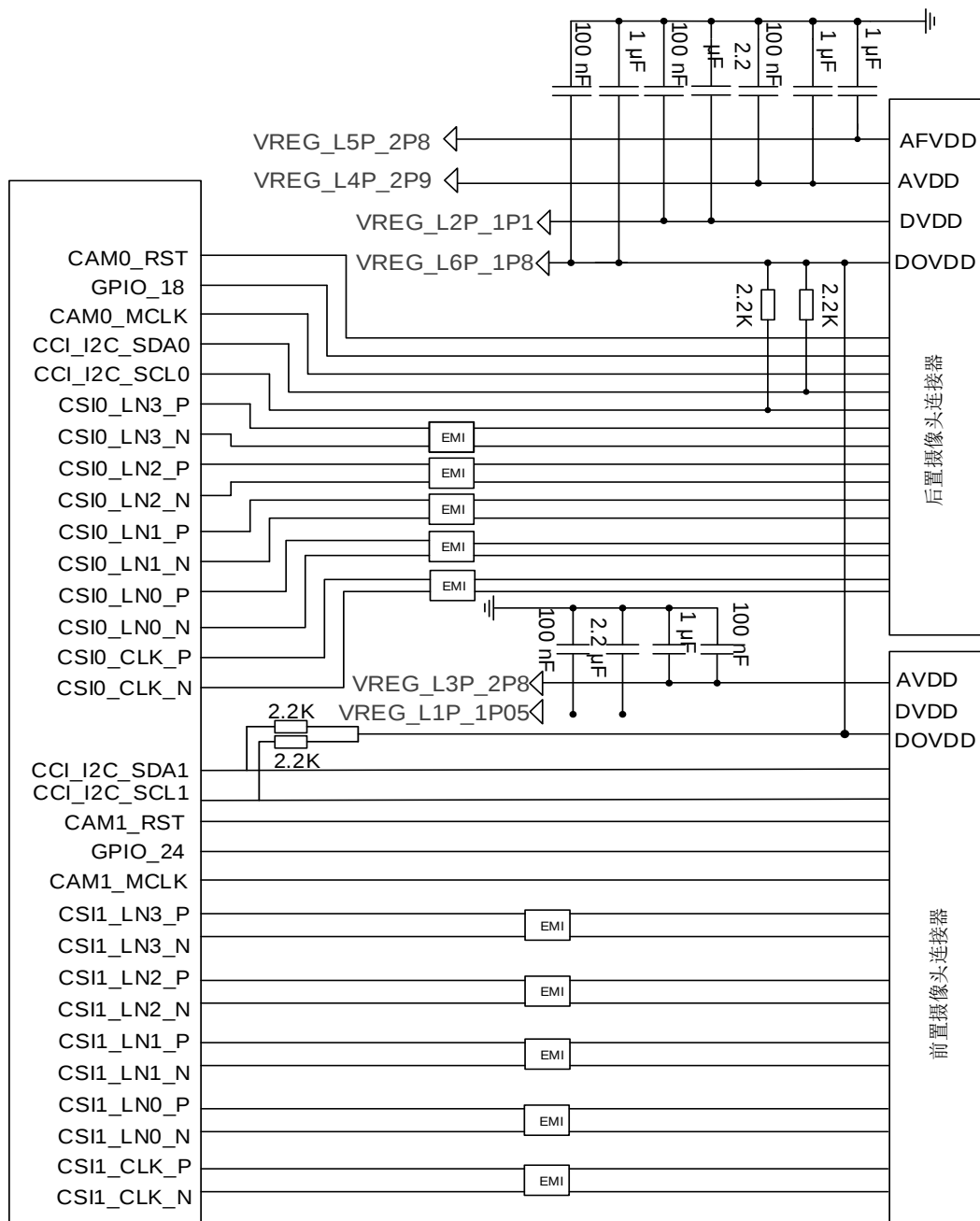


图 23: 2 路摄像头接口参考电路

如下为 3 路摄像头接口的参考电路:

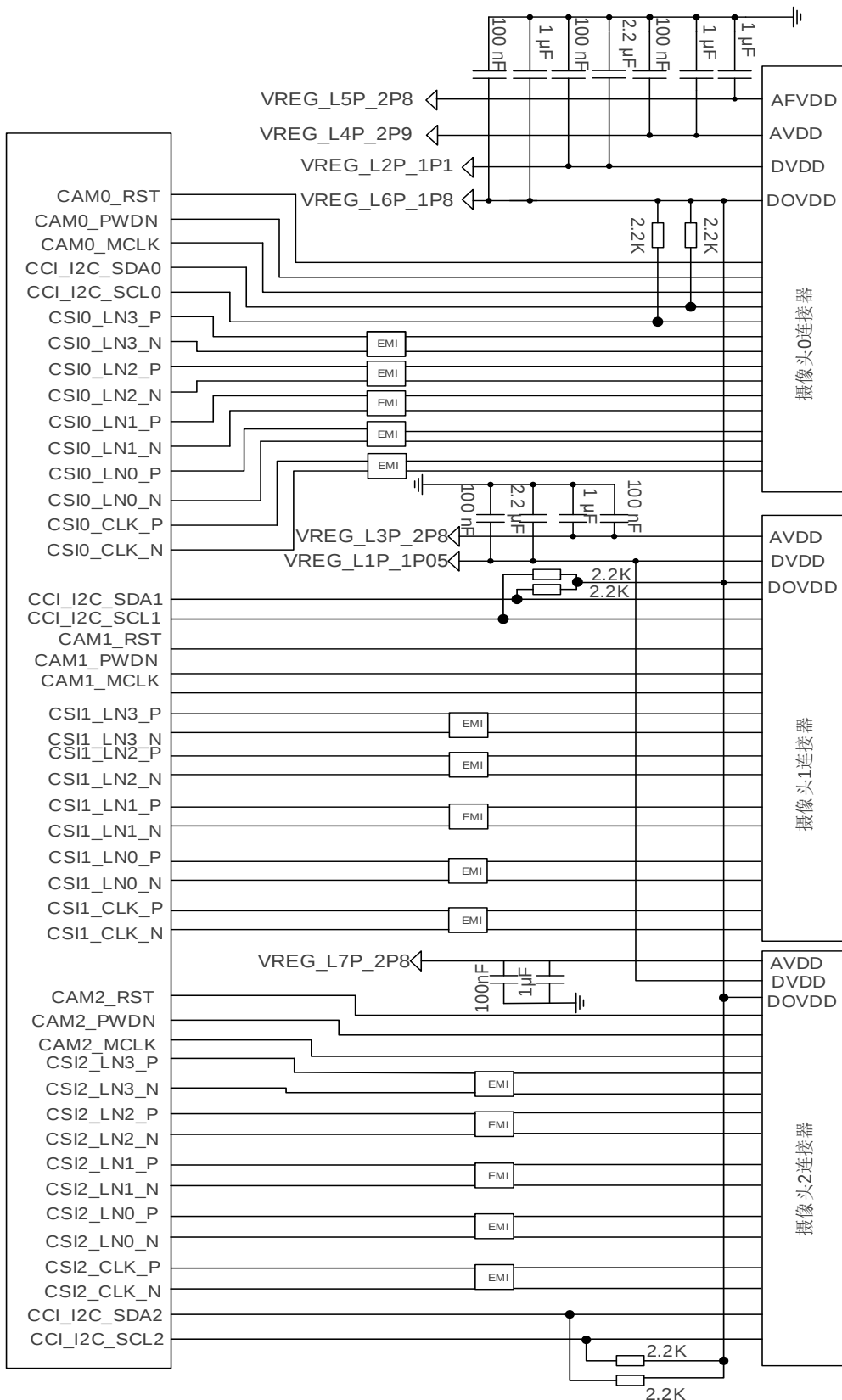


图 24: 3 路摄像头接口参考电路

4.11.1. 设计注意事项

- 原理图设计时请注意使用正确的视频设备接口定义。不同的视频组件其连接座的定义也会不同，需要注意连接座和组件的正确连接。
- MIPI 为高速信号线，CSI 传输速率最高可达 2.5 Gbps，DSI 传输速率最高可达 1.5 Gbps；走线采用 85 Ω 差分阻抗；走线建议放在内层，不要和其他信号线交叉。对于同一视频组件的 MIPI 走线，要做等长控制；MIPI 信号线之间建议保持 1.5 倍线宽间距，以防止串扰；做 85 Ω 差分阻抗匹配时，为保证阻抗的一致性，请不要跨接不同的 GND 平面。
- CSI/DSI 需要有一个完整的参考地平面，不允许在参考地切割、打孔。
- CLK 信号需要走在内层并四周包地。
- CSI 和 DSI 的走线间距要求如下：
 - a) P 和 N 间距满足 1 倍线宽；
 - b) lane 和 lane 之间的间距满足 1.5 倍线宽；
 - c) 与其他信号的间距满足 2.5 倍线宽。
- MIPI 走线要求如下：
 - a) 要求控制差分阻抗为 85 Ω ，误差 $\pm 10\%$ ；
 - b) 组内差分线长度差控制在 0.7 mm 以内；
 - c) 组与组之间长度差控制在 1.4 mm 以内。

表 23: CSI 速率与线长对照表 (D-PHY)

数据速率	排线长度 (mm)	插损 (dB)	总线长 (mm)
500 Mbps/lane	76.2	-0.5	< 260
	152.4	-1	< 190
750 Mbps/lane	76.2	-0.7	< 210
	152.4	-1.15	< 155
1.0 Gbps/lane	76.2	-0.75	< 200
	152.4	-1.4	< 125
1.5 Gbps/lane	76.2	-0.9	< 145
	152.4	-1.8	< 60
2.1 Gbps/lane	76.2	-1.3	< 170
	152.4	-2.3	< 90
2.5 Gbps/lane	76.2	-2.1	< 210

152.4	-3.5	< 150
-------	------	-------

表 24: DSI 速率与线长对照表 (D-PHY)

数据速率	排线长度 (mm)	插损 (dB)	线长 (mm)
500 Mbps/lane	76.2	-0.5	< 280
	152.4	-1.0	< 210
750 Mbps/lane	76.2	-0.7	< 210
	152.4	-1.15	< 150
1.0 Gbps/lane	76.2	-0.75	< 200
	152.4	-1.4	< 100
1.5 Gbps/lane	76.2	-0.9	< 135
	152.4	-1.8	< 40
	152.4	-2.3	< 80

备注

1. 表中的排线长度用于示范，不同的排线长度对应不同的插线损耗。
2. 排线的插线损耗可以从供应商提供的排线数据手册中获取。最大插损不能超过表中的数据。
3. 上表长度包括模块内部走线长度。

表 25: 模块内部 MIPI 走线长度

引脚号	信号	长度 (mm)	长度差 (P - N)
14	CSI0_CLK_P	33.55	0.06
18	CSI0_CLK_N	33.49	
16	CSI0_LN0_P	34.14	0.34
17	CSI0_LN0_N	33.80	
20	CSI0_LN1_P	34.29	-0.31

21	CSI0_LN1_N	34.60	
24	CSI0_LN2_P	33.51	0.01
25	CSI0_LN2_N	33.50	
28	CSI0_LN3_P	33.65	0.14
29	CSI0_LN3_N	33.51	
38	CSI1_CLK_P	27.83	-0.06
42	CSI1_CLK_N	27.89	
40	CSI1_LN0_P	28.28	0.01
41	CSI1_LN0_N	28.27	
44	CSI1_LN1_P	28.51	0.27
45	CSI1_LN1_N	28.24	
48	CSI1_LN2_P	28.03	-0.06
49	CSI1_LN2_N	28.09	
52	CSI1_LN3_P	28.01	-0.27
53	CSI1_LN3_N	28.28	
390	CSI2_CLK_P	22.92	0.16
386	CSI2_CLK_N	22.76	
392	CSI2_LN0_P	22.56	0.20
389	CSI2_LN0_N	22.36	
388	CSI2_LN1_P	22.30	-0.27
385	CSI2_LN1_N	22.57	
396	CSI2_LN2_P	22.37	-0.21
393	CSI2_LN2_N	22.58	
400	CSI2_LN3_P	22.35	-0.23
397	CSI2_LN3_N	22.58	

62	CSI3_CLK_P	29.01	0.24
66	CSI3_CLK_N	28.77	
60	CSI3_LN0_P	29.35	-0.11
61	CSI3_LN0_N	29.46	
68	CSI3_LN1_P	28.91	0.14
69	CSI3_LN1_N	28.77	
64	CSI3_LN2_P	29.02	0.16
65	CSI3_LN2_N	28.86	
72	CSI3_LN3_P	29.47	0.22
73	CSI3_LN3_N	29.25	

4.12. 传感器接口

模块与传感器（Sensor）连接采用 I2C 通讯，可支持各类传感器，如加速度、陀螺仪、方向、光/接近、霍尔传感器等。LPI_SENSOR_I2C 接口仅支持 aDSP 架构的传感器。

表 26：传感器接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
LPI_SENSOR_I2C4_SDA	152	OD	外部传感器 I2C4 数据	需要外部 1.8 V 上拉； 不用则悬空； 专用于传感器，不能用作普通 GPIO。
LPI_SENSOR_I2C4_SCL	149	OD	外部传感器 I2C4 时钟	
LPI_SENSOR_I2C0_SDA	153	OD	外部传感器 I2C0 数据	
LPI_SENSOR_I2C0_SCL	156	OD	外部传感器 I2C0 时钟	
ACCEL_GYRO_INT1	161	DI	加速度/陀螺仪传感器中断 1	可配置为普通 GPIO。
ACCEL_GYRO_INT2	158	DI	加速度/陀螺仪传感器中断 2	
MAG_INT	186	DI	地磁传感器中断	
ALPS_INT	157	DI	光/接近传感器中断	

HALL_INT	190	DI	霍尔传感器中断
----------	-----	----	---------

4.13. SPI 接口

模块可提供 1 组 SPI 接口，仅支持主设备模式，可用于指纹识别等设计。

表 27: SPI 接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
SPI_CLK	197	DO	SPI 时钟	
SPI_CS	193	DO	SPI 片选	仅支持主模式。
SPI_MISO	196	DI	SPI 主输入从输出	
SPI_MOSI	194	DO	SPI 主输出从输入	

4.14. 紧急下载接口

USB_BOOT 为紧急下载接口。开机时将 USB_BOOT 引脚上拉到 LDO11A_1V8，模块即可进入紧急下载模式，用于产品因为故障无法正常启动时的最终处理方式。为方便产品后续的软件升级和调试，请预留此参考电路。

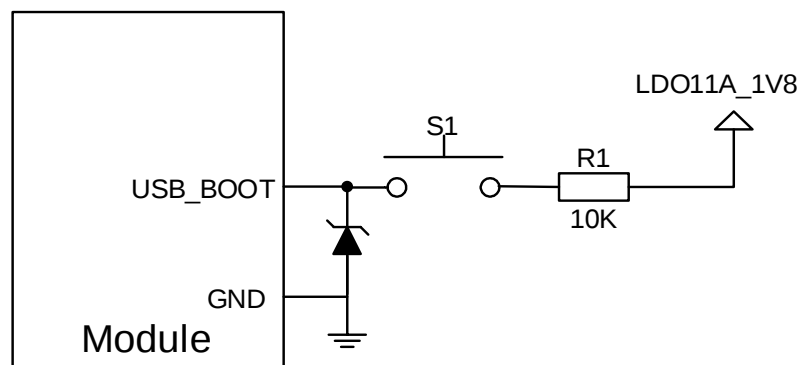


图 25: 紧急下载接口参考电路

5 射频特性

5.1. 蜂窝网络

5.1.1. 天线接口和工作频段

模块提供 4 路蜂窝网络天线接口，接口引脚定义及工作频段如下：

表 28：蜂窝网络天线接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述
ANT0	211	AIO	蜂窝天线 0 接口 - 5G NR: n1/n28 TRX、n41/n78/n79 TRX1 - LTE/UMTS: LMHB TRX
ANT1	244	AI	蜂窝天线 1 接口 - 5G NR: n1/n41/n78/n79 DRX MIMO - LTE: B1/B41 DRX MIMO
ANT2	292	AIO	蜂窝天线 2 接口 - 5G NR: n1 PRX MIMO、n41/n78/n79 TRX0 - LTE: B1/B41 PRX MIMO
ANT3	256	AI	蜂窝天线 3 接口 - 5G NR: n1/n28/n41/n78/n79 DRX - LTE/UMTS: LMHB DRX

表 29：蜂窝网络工作频段

频段名称	发射频率 (MHz)	接收频率 (MHz)	5G NR	LTE-FDD	LTE-TDD	UMTS
IMT (2100)	1920~1980	2110~2170	n1	B1	-	B1
DCS (1800)	1710~1785	1805~1880	-	B3	-	-
Cell (850)	824~849	869~894	-	B5	-	B5
EGSM (950)	880~915	925~960	-	B8	-	B8

700 APAC	703~748	758~803	n28	-	-	-
B34	2010~2025	2010~2025	-	-	B34	-
B38	2570~2620	2570~2620	-	-	B38	-
B39	1880~1920	1880~1920	-	-	B39	-
B40	2300~2400	2300~2400	-	-	B40	-
B41/B41-XGP	2496~2690	2496~2690	n41	-	B41	-
n78	3300~3800	3300~3800	n78	-	-	-
n79	4400~5000	4400~5000	n79	-	-	-

5.1.2. 发射功率

模块蜂窝网络发射功率如下表所示：

表 30：蜂窝网络发射功率

模式	频率	发射功率最大值	发射功率最小值
WCDMA	WCDMA 频段	24 dBm +1/-3 dB (Class 3)	< -50 dBm
LTE	LTE 频段	23 dBm $\pm$ 2 dB (Class 3)	< -40 dBm
	LTE HPUE ⁴ 频段 (B38/B41)	26 dBm $\pm$ 2 dB (Class 2)	< -40 dBm
5G NR	5G NR 频段	23 dBm $\pm$ 2 dB (Class 3)	< -40 dBm ⁵
	5G NR HPUE ⁴ 频段 (n41/n78/n79)	26 dBm +2/-3 dB (Class 2)	< -40 dBm ⁵

⁴ HPUE 仅支持单载波。

⁵ 对于 5G NR 频段，不同的信道带宽下有不同的最小功率标准，具体请参考协议 TS 38.101-1 中第 6.3.1 条款。

5.1.3. 接收灵敏度

模块蜂窝网络接收灵敏度如下表所示：

表 31：蜂窝网络接收灵敏度

模式	频段	主集	分集	SIMO	3GPP (SIMO)	单位
WCDMA	WCDMA B1	-109	-109	-112	-106.7	dBm
	WCDMA B5	-110	-110	-113	-104.7	dBm
	WCDMA B8	-110	-110	-113	-103.7	dBm
LTE	LTE-FDD B1 (10 MHz)	-97	-97	-100	-97.0	dBm
	LTE-FDD B3 (10 MHz)	-97.5	-97.5	-100.5	-94.0	dBm
	LTE-FDD B5 (10 MHz)	-98	-100	-102	-95.0	dBm
	LTE-FDD B8 (10 MHz)	-98	-99	-101.5	-94.0	dBm
	LTE-TDD B34 (10 MHz)	-97.5	-98	-100.7	-97.0	dBm
	LTE-TDD B38 (10 MHz)	-96	-97	-99	-97.0	dBm
	LTE-TDD B39 (10 MHz)	-97.5	-97.5	-100.5	-97.0	dBm
	LTE-TDD B40 (10 MHz)	-97.5	-98	-100.7	-97.0	dBm
	LTE-TDD B41 (10 MHz)	-95	-96.5	-99	-95.0	dBm
	LTE-TDD B41 (10 MHz)	-95	-96.5	-99	-95.0	dBm
5G NR	5G NR FDD n1 (20 MHz)	-96	-96	-99	-93.5	dBm
	5G NR FDD n28 (20 MHz)	-95	-97	-98.7	-90.8	dBm
	5G NR TDD n41 (100 MHz)	-86	-88	-89.6	-87.4	dBm
	5G NR TDD n78 (100 MHz)	-88	-88	-91	-87.8	dBm
	5G NR TDD n79 (100 MHz)	-89	-87	-90.7	-87.8	dBm

5.1.4. 参考设计

模块的蜂窝网络天线接口参考设计如下，为获取最佳的射频性能，需预留 π 型匹配电路；匹配元件如 C1/R1/C2 应尽量靠近天线放置；其中电容默认不贴，只贴 0 Ω 电阻。

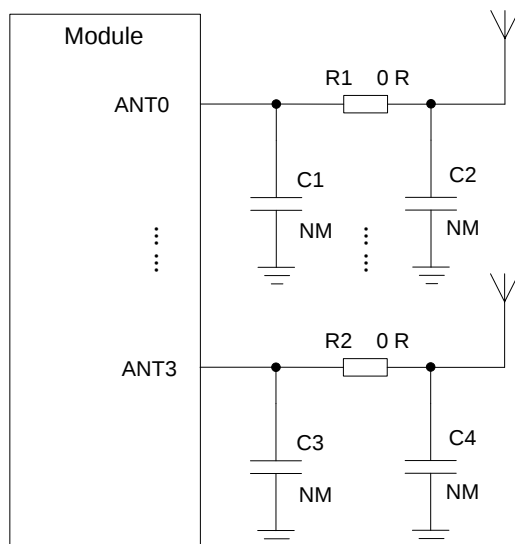


图 26: 蜂窝网络天线参考设计

5.2. GNSS

模块内部采用了 IZat™引擎，支持 GPS、GLONASS、BDS、Galileo、NavIC 和 QZSS 定位系统。模块内嵌 LNA，能有效提高 GNSS 的定位灵敏度。

5.2.1. 天线接口和工作频段

模块提供 1 路 GNSS 天线接口，接口引脚定义及工作频段如下：

表 32: GNSS 天线接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述
ANT_GNSS	302	AI	GNSS 天线接口

表 33: GNSS 工作频段

类型	频段	单位
GPS	1575.42 ±1.023 (L1) 1176.45 ±10.23 (L5)	MHz
GLONASS	1597.5~1605.8 (L1)	
BDS	1561.098 ±2.046(B1I)	
Galileo	1575.42 ±2.046 (E1) 1176.45 ±10.23 (E5a)	
NavIC	1176.45 ±10.23 (L5)	
QZSS	1575.42 ±1.023 (L1) 1176.45 ±10.23 (L5)	

5.2.2. GNSS 性能

传导模式下模块的 GNSS 性能指标如下表所示：

表 34: GNSS 性能

参数	描述	典型值	单位
灵敏度	捕获	-144	dBm
	重捕	-157	
	追踪	-157	
TTFF	冷启动	32	s
	温启动	30	
	热启动	5	
定位精度	CEP-50	2.5	m

备注

1. 捕获灵敏度：模块进行冷启动后 3 分钟内，捕获导航信号并成功定位所需的最低信号电平。
2. 重捕灵敏度：模块接收的导航信号失锁后 3 分钟内，重新捕获导航信号并正常定位所需的最低信号电平。
3. 追踪灵敏度：模块可以保持对导航信号的跟踪和定位所需的最低信号电平（持续定位至少 3 分钟）。

5.2.3. 参考设计

5.2.3.1. 无源天线参考设计

可采用无源的陶瓷天线或者其它形式的 GNSS 无源天线，具体匹配形式如下图所示：

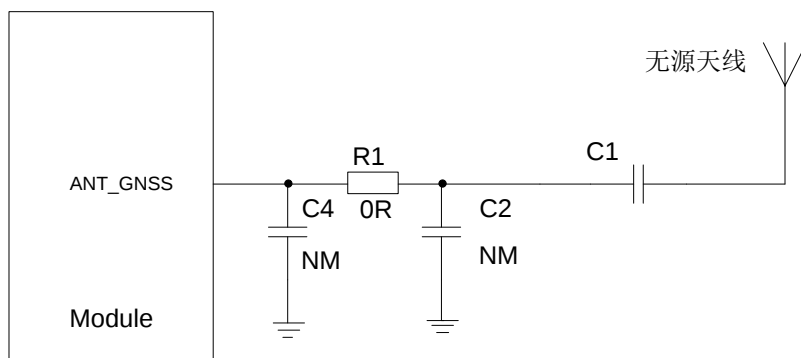


图 27：无源天线参考设计

备注

当 GNSS 无源天线距离模块较远时（即走线较长时）且外部损耗大于 2 dB 时，为保证 GNSS 接收性能，建议模块增加外部 LNA 电路，且 LNA 应靠近天线放置。

5.2.3.2. 有源天线参考设计

有源天线的电源是从天线的信号线通过 56 nH 的电感完成馈电的，常见的有源天线为 3.3~5.0 V 供电。有源天线自身功耗非常小，但要求电源稳定、干净，建议采用性能较高的 LDO 给天线供电。有源天线参考电路如下图所示：

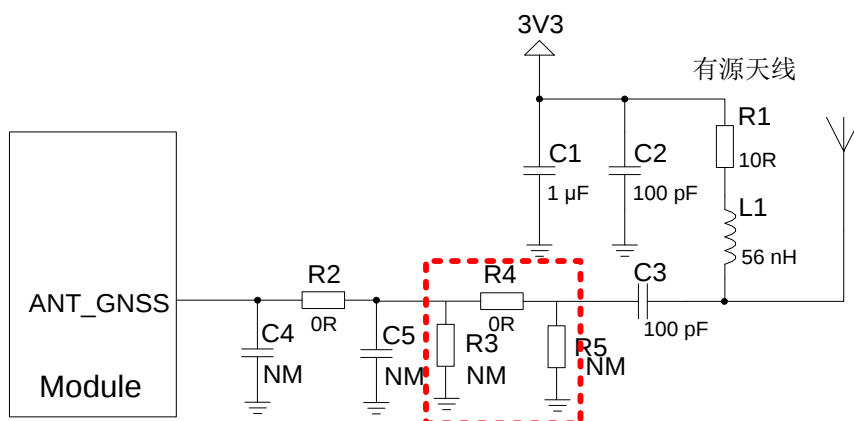


图 28：有源天线参考设计

备注

当使用 GNSS 有源天线设计时，强烈建议预留 π 型衰减网络。

5.2.4. GNSS 射频设计指导

如果天线、布线等方面设计不好，会造成 GNSS 接收灵敏度降低，导致 GNSS 定位时间长或者定位精度低等现象。GNSS 射频设计中需遵守以下设计原则：

- GNSS 和其他射频部分（包括布线和天线布局），设计上应尽量相互远离，以防止这两部分互相干扰；
- 在用户系统中，GNSS 射频信号以及射频相关的元器件的位置布局，应注意远离高速电路、开关电源、大的电感以及单片机的时钟电路等；
- 对于电磁环境比较恶劣或者静电防护要求高的设计，要求在天线接口处增加 ESD 防护器件；且必须选用超低结电容的 ESD 防护二极管，建议结电容不超过 0.5 pF，否则会影响射频回路的阻抗特性，或者对射频信号造成旁路衰减；
- 无论是馈线还是 PCB 走线，都要求 50 Ω 阻抗控制，并且走线不能太长；
- GNSS 天线参考电路设计请参考第 5.2.3 章。

5.3. Wi-Fi/蓝牙

模块提供 1 路 Wi-Fi 和蓝牙共用天线接口以及 1 路 Wi-Fi MIMO 天线接口，阻抗控制为 50 Ω 。客户可以通过这些接口连接外部的 PCB 天线、吸盘天线或者陶瓷天线以实现 Wi-Fi 和蓝牙功能。接口引脚定义及工作频段如下：

表 35: Wi-Fi/蓝牙天线接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述
ANT_WIFI/BT	92	AIO	Wi-Fi/蓝牙天线接口
ANT_WIFI_MIMO	86	AIO	Wi-Fi MIMO 天线接口

表 36: Wi-Fi/蓝牙工作频段

类型	频段	单位
Wi-Fi 802.11	2402~2482 5180~5825	MHz

蓝牙	2402~2480	MHz
----	-----------	-----

5.3.1. Wi-Fi

模块支持 2.4 GHz、5 GHz 双频 WLAN 无线通信，支持 Wi-Fi 802.11a/b/g/n/ac/ax-ready，最高速率可达 866 Mbps。其特性如下：

- 支持 Wake-on-WLAN (WoWLAN)
- 支持 ad hoc 模式
- 支持 WAPI SMS4 硬件加密
- 支持 AP 模式和 STA 模式
- 支持 Wi-Fi 直连
- HT20 和 HT40：支持 MCS0~7
- VHT20：支持 MCS0~8
- VHT40 和 VHT80：支持 MCS0~9

模块 Wi-Fi 的发射和接收性能如下表所示：

表 37：Wi-Fi 发射性能

频段	制式	速率	输出功率
2.4 GHz	802.11b	1 Mbps	16 dBm $\pm$ 2.5 dB
	802.11b	11 Mbps	16 dBm $\pm$ 2.5 dB
	802.11g	6 Mbps	16 dBm $\pm$ 2.5 dB
	802.11g	54 Mbps	14 dBm $\pm$ 2.5 dB
	802.11n HT20	MCS0	15 dBm $\pm$ 2.5 dB
	802.11n HT20	MCS7	13 dBm $\pm$ 2.5 dB
	802.11n HT40	MCS0	14 dBm $\pm$ 2.5 dB
	802.11n HT40	MCS7	13 dBm $\pm$ 2.5 dB
5 GHz	802.11a	6 Mbps	14 dBm $\pm$ 2.5 dB
	802.11a	54 Mbps	13 dBm $\pm$ 2.5 dB
	802.11n HT20	MCS0	15 dBm $\pm$ 2.5 dB
	802.11n HT20	MCS7	13 dBm $\pm$ 2.5 dB

802.11n HT40	MCS0	15 dBm ±2.5 dB
802.11n HT40	MCS7	13 dBm ±2.5 dB
802.11ac VHT20	MCS0	14 dBm ±2.5 dB
802.11ac VHT20	MCS8	13 dBm ±2.5 dB
802.11ac VHT40	MCS0	13 dBm ±2.5 dB
802.11ac VHT40	MCS9	12 dBm ±2.5 dB
802.11ac VHT80	MCS0	13 dBm ±2.5 dB
802.11ac VHT80	MCS9	12 dBm ±2.5 dB

表 38: Wi-Fi 接收性能

频段	制式	速率	灵敏度
2.4 GHz	802.11b	1 Mbps	-96 dBm
	802.11b	11 Mbps	-87 dBm
	802.11g	6 Mbps	-91 dBm
	802.11g	54 Mbps	-73 dBm
	802.11n HT20	MCS0	-90 dBm
	802.11n HT20	MCS7	-72 dBm
	802.11n HT40	MCS0	-87 dBm
	802.11n HT40	MCS7	-68 dBm
5 GHz	802.11a	6 Mbps	-90 dBm
	802.11a	54 Mbps	-70 dBm
	802.11n HT20	MCS0	-88 dBm
	802.11n HT20	MCS7	-69 dBm
	802.11n HT40	MCS0	-86 dBm
	802.11n HT40	MCS7	-66 dBm

802.11ac VHT20	MCS0	-90 dBm
802.11ac VHT20	MCS8	-68 dBm
802.11ac VHT40	MCS0	-87 dBm
802.11ac VHT40	MCS9	-64 dBm
802.11ac VHT80	MCS0	-84 dBm
802.11ac VHT80	MCS9	-60 dBm

备注

本产品符合 IEEE 规范。

5.3.2. 蓝牙

模块支持蓝牙 5.1 (BR/EDR + BLE)规范，调制方式支持 GFSK、8-DPSK 和 $\pi/4$ -DQPSK。

- 最多支持 7 路无线连接；
- 最多同时支持 3.5 个 PICONET 微微网；
- 支持 1 路 SCO 或者 eSCO（Extended Synchronous Connection Oriented）连接。

BR/EDR 信道带宽为 1 MHz，可容纳 79 个信道；BLE 信道带宽为 2 MHz，可容纳 40 个信道。

表 39：蓝牙速率和版本信息

版本	数据率	最大应用吞吐量
1.2	1 Mbit/s	> 80 kbit/s
2.0 + EDR	3 Mbit/s	> 80 kbit/s
3.0 + HS	24 Mbit/s	请参考 3.0 + HS
4.0	24 Mbit/s	请参考 BLE 4.0
5.0	48 Mbit/s	请参考 BLE 5.0
5.1	48 Mbit/s	请参考 BLE 5.1

参考规范如下：

- *Bluetooth Radio Frequency TSS and TP Specification 1.2/2.0/2.0 + EDR/2.1/2.1+ EDR/3.0/3.0 + HS, August 6, 2009*
- *Bluetooth Low Energy RF PHY Test Specification, RF-PHY.TS/4.0.0, December 15, 2009*
- *Bluetooth 5.0 RF-PHY Cover Standard: RF-PHY.TS.5.0.0, December 06, 2016*

表 40：蓝牙发射和接收性能

发射机性能			
分组类型	DH5	2-DH5	3-DH5
发射功率	10 ±2.5 dBm	8 ±2.5 dBm	8 ±2.5 dBm
接收机性能			
分组类型	DH5	2-DH5	3-DH5
接收灵敏度	-92 dBm	-92 dBm	-86 dBm

5.3.3. 参考设计

Wi-Fi/蓝牙天线连接参考电路如下图所示。其中电容默认不贴，只贴 0 Ω 电阻。

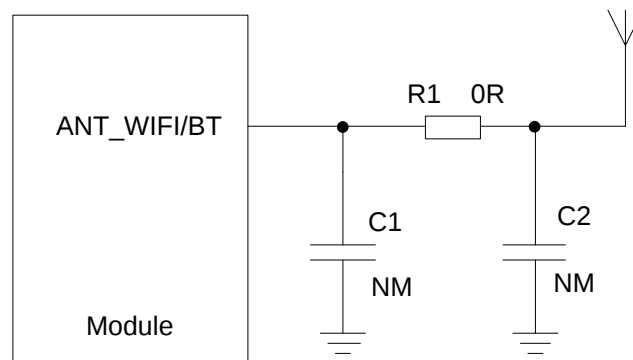


图 29：Wi-Fi/蓝牙天线参考设计

Wi-Fi MIMO 天线连接参考电路如下图所示。其中电容默认不贴，只贴 $0\ \Omega$ 电阻。

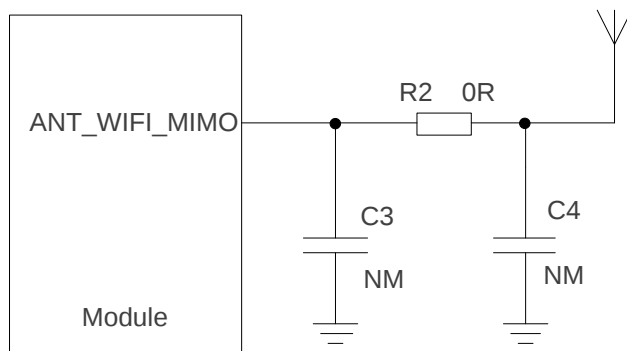


图 30: Wi-Fi MIMO 天线接口参考设计

5.4. 射频信号线布线指导

对于用户 PCB 而言，所有的射频信号线的特性阻抗应控制在 $50\ \Omega$ 。一般情况下，射频信号线的阻抗由材料的介电常数、走线宽度（W）、对地间隙（S）、以及参考地平面的高度（H）决定。PCB 特性阻抗的控制通常采用微带线与共面波导两种方式。为了体现设计原则，下面几幅图展示了阻抗线控制为 $50\ \Omega$ 时微带线以及共面波导的结构设计。

- 微带线完整结构

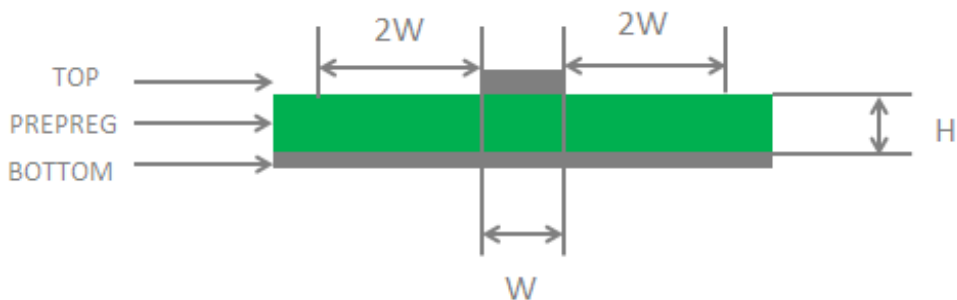


图 31: 两层 PCB 板微带线结构

● 共面波导完整结构

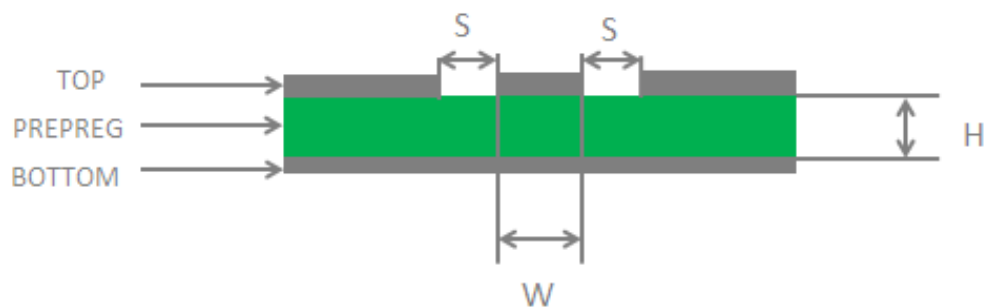


图 32: 两层 PCB 板共面波导结构

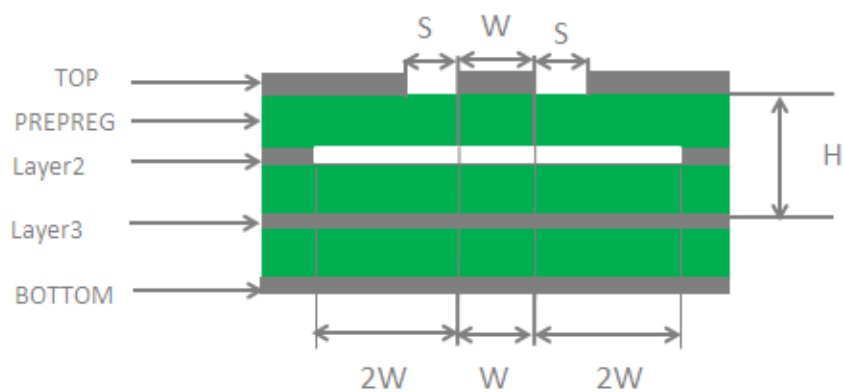


图 33: 四层 PCB 板共面波导结构（参考地为第三层）

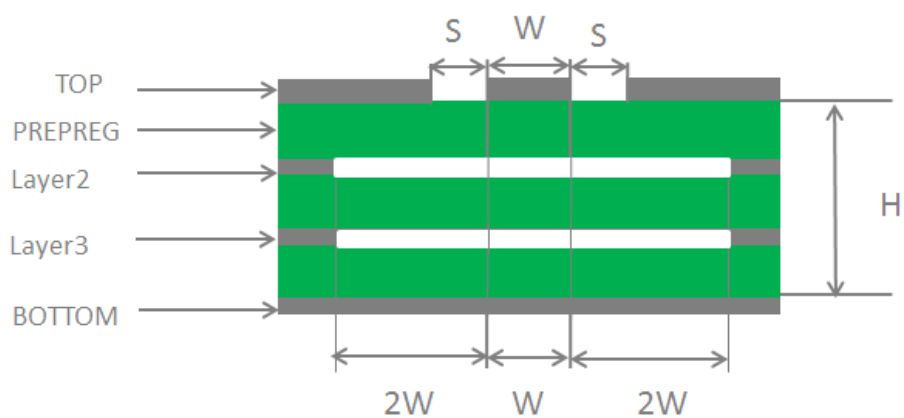


图 34: 四层 PCB 板共面波导结构（参考地为第四层）

在射频天线接口的电路设计中，为了确保射频信号的良好性能与可靠性，建议遵循以下设计原则：

- 应使用阻抗模拟计算工具对射频信号线进行精确的 $50\ \Omega$ 阻抗控制。
- 与射频引脚相邻的 GND 引脚不做热焊盘，要与地充分接触。
- 射频引脚到 RF 连接器之间的距离应尽量短；同时避免直角走线，建议的走线夹角为 135° 。
- 连接器件封装建立时要注意，信号脚离地要保持一定距离。
- 射频信号线参考的地平面应完整；在信号线和参考地周边增加一定量的地孔可以帮助提升射频性能；地孔和信号线之间的距离应至少为 2 倍线宽 ($2 \times W$)。
- 射频信号线必须远离干扰源，避免和相邻层任何信号线交叉或平行。

更多关于射频布线的说明，请参考文档 [3]。

5.5. 天线设计要求

天线的设计要求如下表所示：

表 41：天线设计要求

天线类型	要求
UMTS/LTE/5G NR	VSWR: ≤ 2 增益: 1 dBi 最大输入功率: 50 W 输入阻抗: $50\ \Omega$ 极化: 垂直方向 线缆插入损耗: ● $< 1\ \text{dB}$: LB ($< 1\ \text{GHz}$) ● $< 1.5\ \text{dB}$: MB (1–2.3 GHz) ● $< 2\ \text{dB}$: HB ($> 2.3\ \text{GHz}$)
GNSS	频率范围 1: 1559~1606 MHz 频率范围 2: 1166~1187 MHz 极化: 右旋圆极化或线性 VSWR: < 2 (典型值) 无源天线增益: $> 0\ \text{dBi}$ 有源天线噪声系数: $< 1.5\ \text{dB}$ 有源天线增益: $> -2\ \text{dBi}$ 有源天线内嵌 LNA 增益: 17 dB 有源天线总增益: $< 17\ \text{dBi}$ (典型值)
Wi-Fi/蓝牙	VSWR: ≤ 2 增益: 1 dBi 最大输入功率: 50 W

输入阻抗: $50\ \Omega$
极化: 垂直方向
线缆插入损耗: $< 1\ \text{dB}$

5.6. 射频连接器推荐

如果使用射频连接器的连接方式, 推荐使用 Hirose 的 U.FL-R-SMT 连接器。

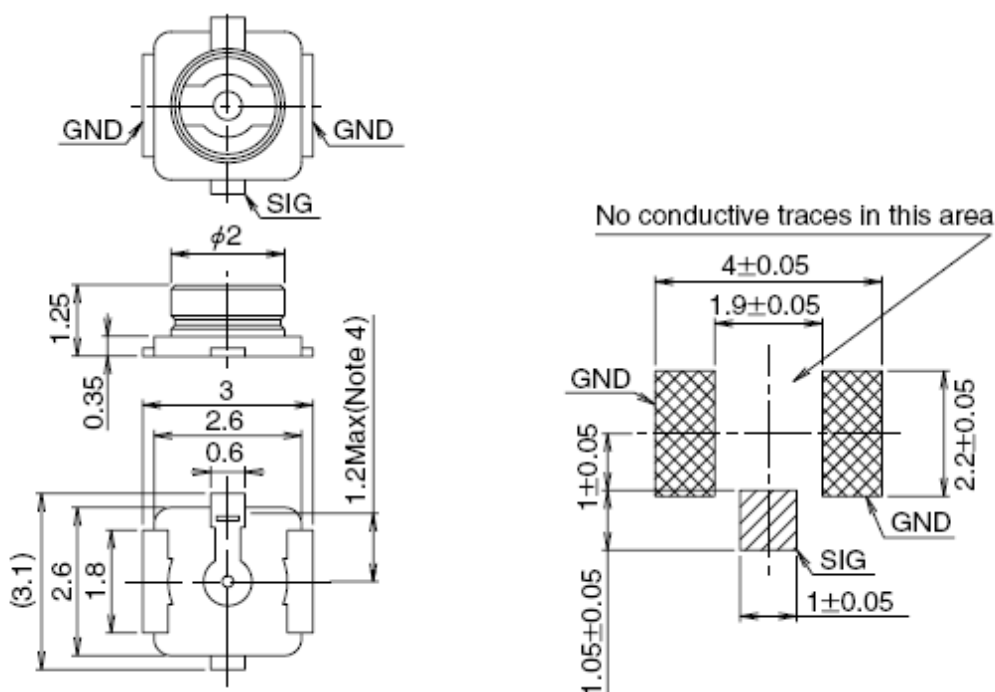


图 35: U.FL-R-SMT 连接器尺寸 (单位: 毫米)

可选择 U.FL-LP 系列的连接线来和 U.FL-R-SMT 配合使用。

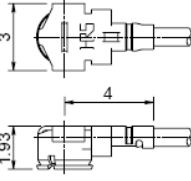
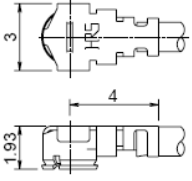
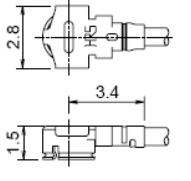
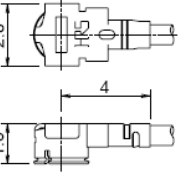
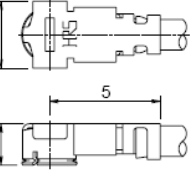
Part No.	U.FL-LP-040	U.FL-LP-066	U.FL-LP(V)-040	U.FL-LP-062	U.FL-LP-088
					
Mated Height	2.5mm Max. (2.4mm Nom.)	2.5mm Max. (2.4mm Nom.)	2.0mm Max. (1.9mm Nom.)	2.4mm Max. (2.3mm Nom.)	2.4mm Max. (2.3mm Nom.)
Applicable cable	Dia. 0.81mm Coaxial cable	Dia. 1.13mm and Dia. 1.32mm Coaxial cable	Dia. 0.81mm Coaxial cable	Dia. 1mm Coaxial cable	Dia. 1.37mm Coaxial cable
Weight (mg)	53.7	59.1	34.8	45.5	71.7
RoHS	YES				

图 36: U.FL-LP 连接线系列

下图为连接线和连接器安装尺寸:

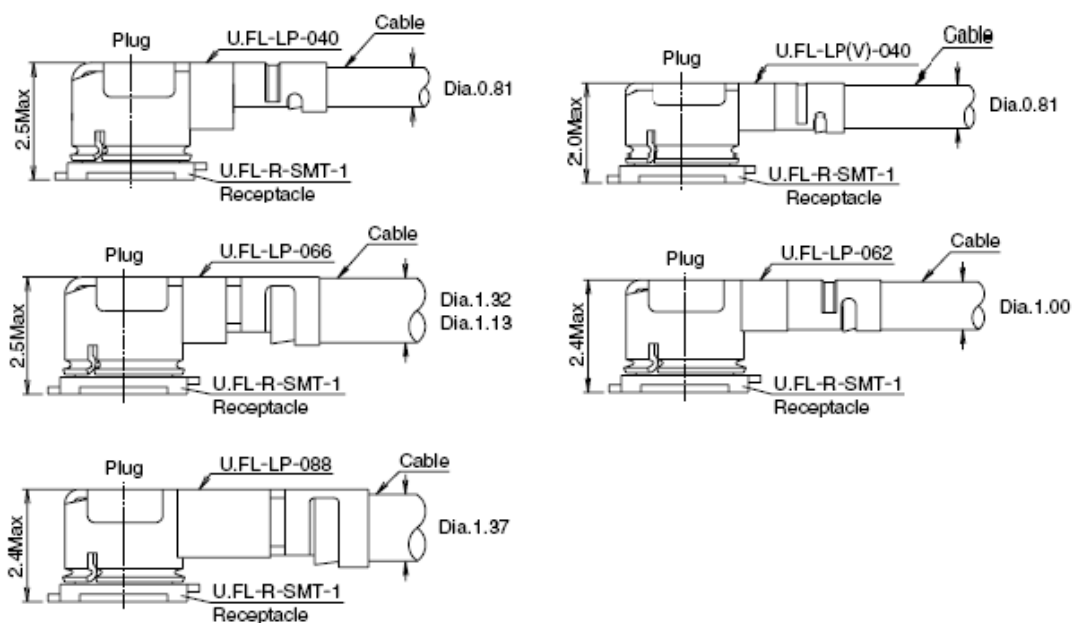


图 37: 安装尺寸 (单位: 毫米)

详细信息请访问 <http://www.hirose.com>。

6 电气性能和可靠性

6.1. 绝对最大额定值

下表为模块部分引脚电压或电流的最大耐受值。

表 42：绝对最大额定值

参数	最小值	最大值	单位
VBAT	-0.5	+6	V
USB_VBUS	-0.3	+28	V
VBAT 最大电流	-	5	A
数字接口电压	-0.3	2.09	V

6.2. 电源额定值

表 43：模块电源额定值

参数	描述	条件	最小值	典型值	最大值	单位
VBAT	VBAT	实际输入电压必须在该范围之内	3.55	4.0	4.4	V
	峰值速率时的电压跌落	-	-	待定	待定	mV
USB_VBUS	USB 检测； 充电输入； 给 OTG 外设供电	-	3.7	5.0	12.6	V
VRTC	RTC 后备电源供电电压	-	2.5	3.0	3.25	V

6.3. 功耗

表 44: 模块功耗

描述	条件	典型值	单位
关机模式	模块关机	200	μA
睡眠模式（USB 未连接）	WCDMA PF = 64	7.8	mA
	WCDMA PF = 128	6.8	mA
	WCDMA PF = 256	6	mA
	WCDMA PF = 512	6	mA
	LTE-FDD PF = 32	8.3	mA
	LTE-FDD PF = 64	6.8	mA
	LTE-FDD PF = 128	6	mA
	LTE-FDD PF = 256	5.5	mA
	LTE-TDD PF = 32	8.3	mA
	LTE-TDD PF = 64	6.8	mA
	LTE-TDD PF = 128	6	mA
	LTE-TDD PF = 256	5.5	mA
	5G NR FDD PF = 32	12	mA
	5G NR FDD PF = 64	9	mA
	5G NR FDD PF = 128	7.5	mA
	5G NR FDD PF = 256	7	mA
	5G NR TDD PF = 32	12.5	mA
	5G NR TDD PF = 64	9.5	mA
	5G NR TDD PF = 128	7.8	mA
	5G NR TDD PF = 256	6.8	mA

WCDMA 语音通话	B1 @ max power	535	mA
	B5 @ max power	420	mA
	B8 @ max power	450	mA
LTE 数据传输	LTE-FDD B1 @ max power	615	mA
	LTE-FDD B3 @ max power	590	mA
	LTE-FDD B5 @ max power	450	mA
	LTE-FDD B8 @ max power	480	mA
	LTE-TDD B34 @ max power	300	mA
	LTE-TDD B38 @ max power	380	mA
	LTE-TDD B39 @ max power	300	mA
	LTE-TDD B40 @ max power	320	mA
	LTE-TDD B41 @ max power	400	mA
WCDMA 数据传输	B1 (HSDPA) @ max power	490	mA
	B5 (HSDPA) @ max power	400	mA
	B8 (HSDPA) @ max power	430	mA
	B1 (HSUPA) @ max power	490	mA
	B5 (HSUPA) @ max power	400	mA
	B8 (HSUPA) @ max power	430	mA
5G NR SA 数据传输	n1 @ max power 20 MHz, SCS 15 kHz	615	mA
	n28 @ max power 20 MHz, SCS 15 kHz	630	mA
	n41 @ max power 100 MHz, SCS 30 kHz	470	mA
	n78 @ max power 100 MHz, SCS 30 kHz	420	mA
	n79 @ max power 100 MHz, SCS 30 kHz	470	mA
5G NR NSA 数据传输	DC_3A_n41A 100 MHz, SCS 30 kHz	820	mA
	DC_39A_n41A 100 MHz, SCS 30 kHz	630	mA

	DC_1A_n78A 100 MHz, SCS 30 kHz	760	mA
	DC_3A_n78A 100 MHz, SCS 30 kHz	760	mA
	DC_5A_n78A 100 MHz, SCS 30 kHz	630	mA
	DC_8A_n78A 100 MHz, SCS 30 kHz	680	mA
	DC_3A_n79A 100 MHz, SCS 30 kHz	780	mA
	DC_39A_n79A 100 MHz, SCS 30 kHz	580	mA
5G NR UL MIMO 数据传输	n41 @ max power 100 MHz, SCS 30 kHz	560	mA
	n78 @ max power 100 MHz, SCS 30 kHz	430	mA
	n79 @ max power 100 MHz, SCS 30 kHz	480	mA

6.4. 数字逻辑电平特性

表 45: 1.8 V I/O 要求

参数	描述	最小值	最大值	单位
V _{IH}	输入高电平	1.17	2.09	V
V _{IL}	输入低电平	-0.3	0.63	V
V _{OH}	输出高电平	1.35	1.8	V
V _{OL}	输出低电平	0	0.45	V

表 46: (U)SIM 卡 1.8 V I/O 要求

参数	描述	最小值	最大值	单位
USIM_VDD	供电	1.7	1.9	V
V _{IH}	输入高电平	0.7 × USIM_VDD	USIM_VDD + 0.3	V
V _{IL}	输入低电平	-0.3	0.2 × USIM_VDD	V
V _{OH}	输出高电平	0.8 × USIM_VDD	USIM_VDD	V

V_{OL}	输出低电平	0	0.4	V
----------	-------	---	-----	---

表 47: (U)SIM 卡 2.95 V I/O 要求

参数	描述	最小值	最大值	单位
USIM_VDD	供电	2.85	3.05	V
V_{IH}	输入高电平	$0.7 \times \text{USIM_VDD}$	$\text{USIM_VDD} + 0.3$	V
V_{IL}	输入低电平	-0.3	$0.2 \times \text{USIM_VDD}$	V
V_{OH}	输出高电平	$0.8 \times \text{USIM_VDD}$	USIM_VDD	V
V_{OL}	输出低电平	0	0.4	V

6.5. 静电防护

由于人体静电、微电子间带电摩擦等产生的静电会通过各种途径放电给模块，并可能对模块造成一定的损坏，因此应重视静电防护并采取合理的静电防护措施。例如：在研发、生产、组装和测试等过程中，佩戴防静电手套；设计产品时，在电路接口处和其他易受静电放电影响的点位增加防静电保护器件。

下表为模块引脚的 ESD 耐受电压情况。

表 48: ESD 性能参数（温度：25 °C，湿度：45 %）

测试点	接触放电	空气放电	单位
VBAT、GND	±5	±10	kV
天线接口	±5	±10	kV
其他接口	±0.5	±1	kV

6.6. 工作和存储温度

表 49：工作和存储温度

参数	最小值	典型值	最大值	单位
正常工作温度范围 ⁶	-35	+25	+75	°C
存储温度范围	-40	-	+90	°C

⁶ 为满足此工作温度范围，需要增加一些散热措施，比如使用主动或被动散热器、热管和均热板等。当模块工作在此温度范围时，模块的相关性能满足 3GPP 标准要求。

7 结构与规格

本章节描述了模块的机械尺寸，所有的尺寸单位为毫米。所有未标注公差的尺寸，公差为 ± 0.2 mm。

7.1. 机械尺寸

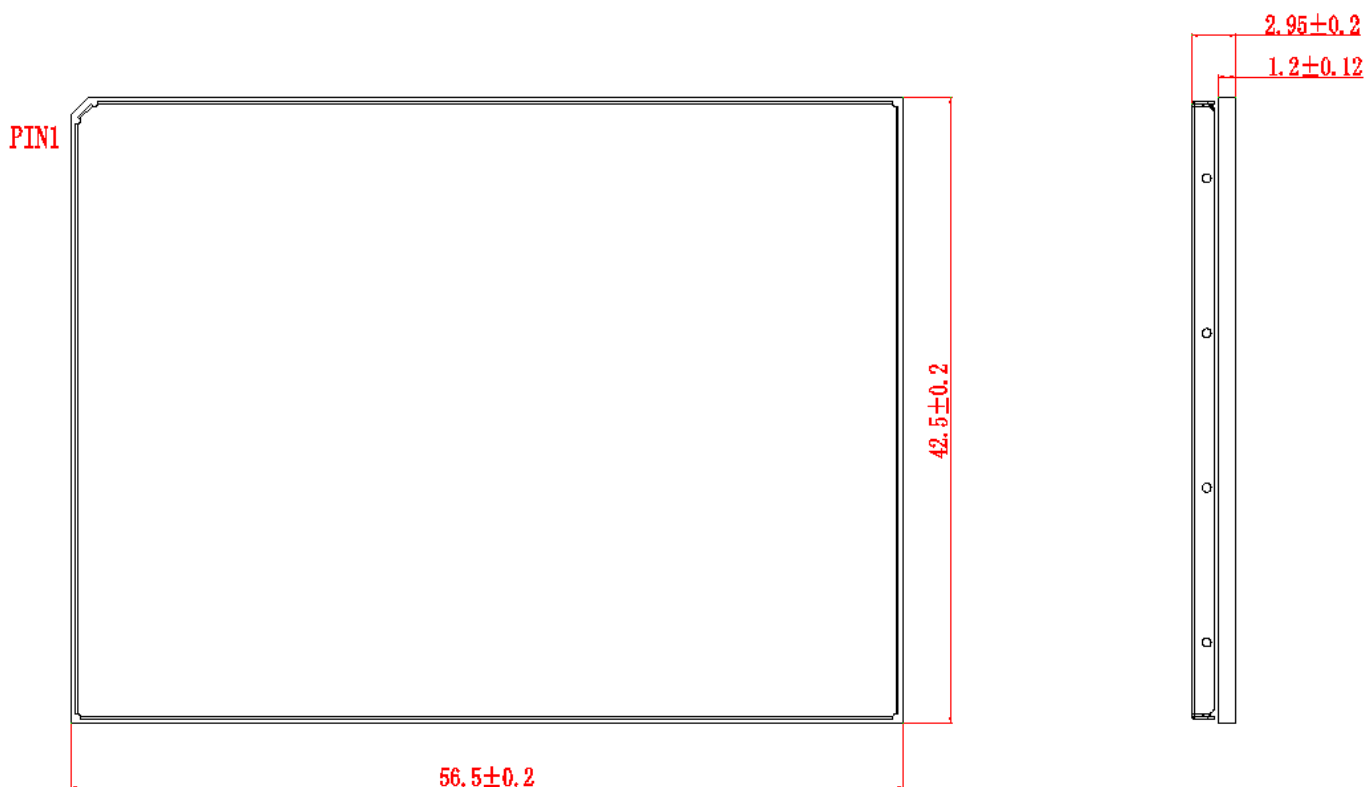


图 38：俯视及侧视尺寸图（单位：毫米）

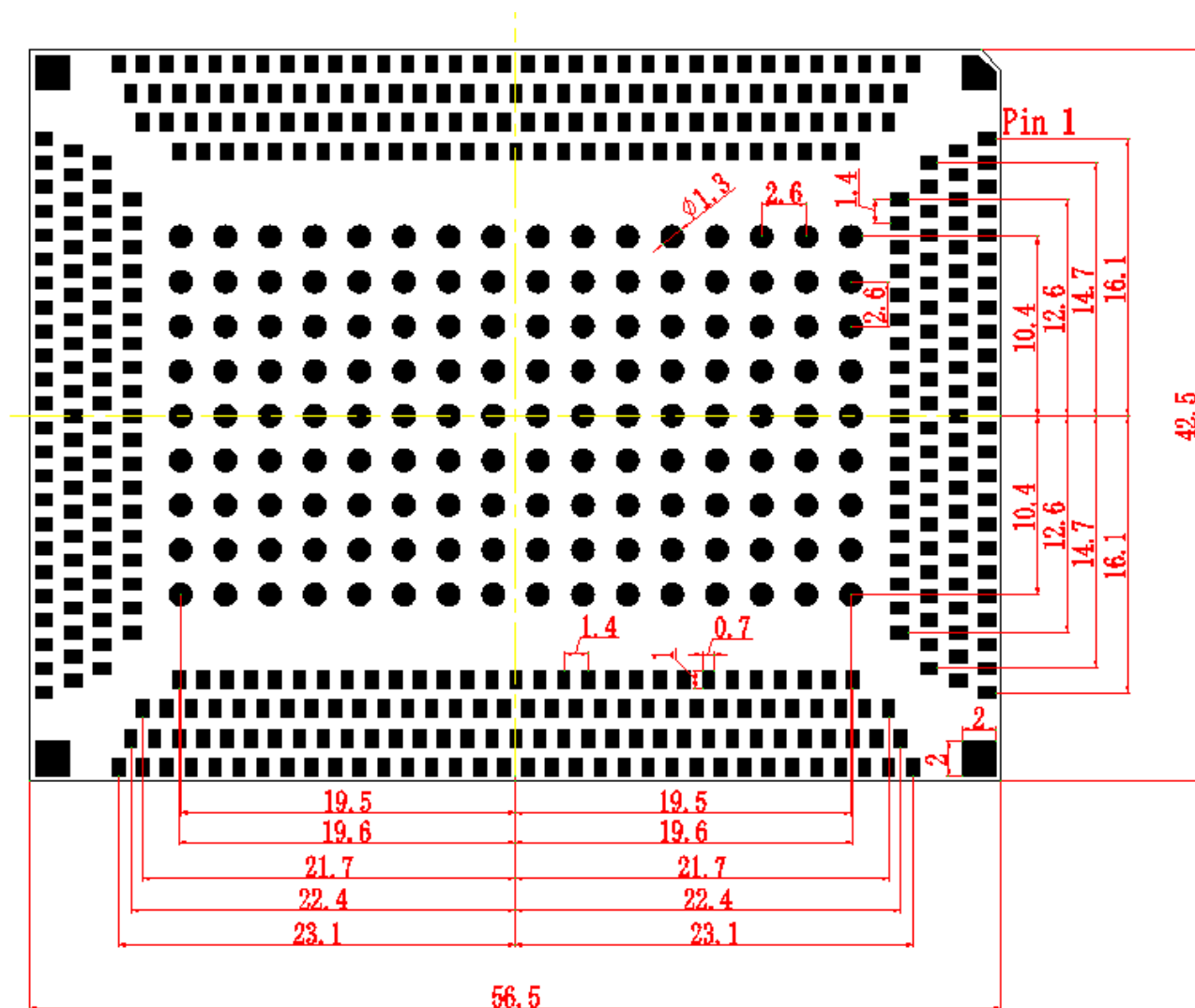


图 39: 模块底视尺寸图 (单位: 毫米)

备注

移远通信 SG500Q-CN 模块的平整度符合 JEITA ED-7306 标准要求。

7.2. 推荐封装

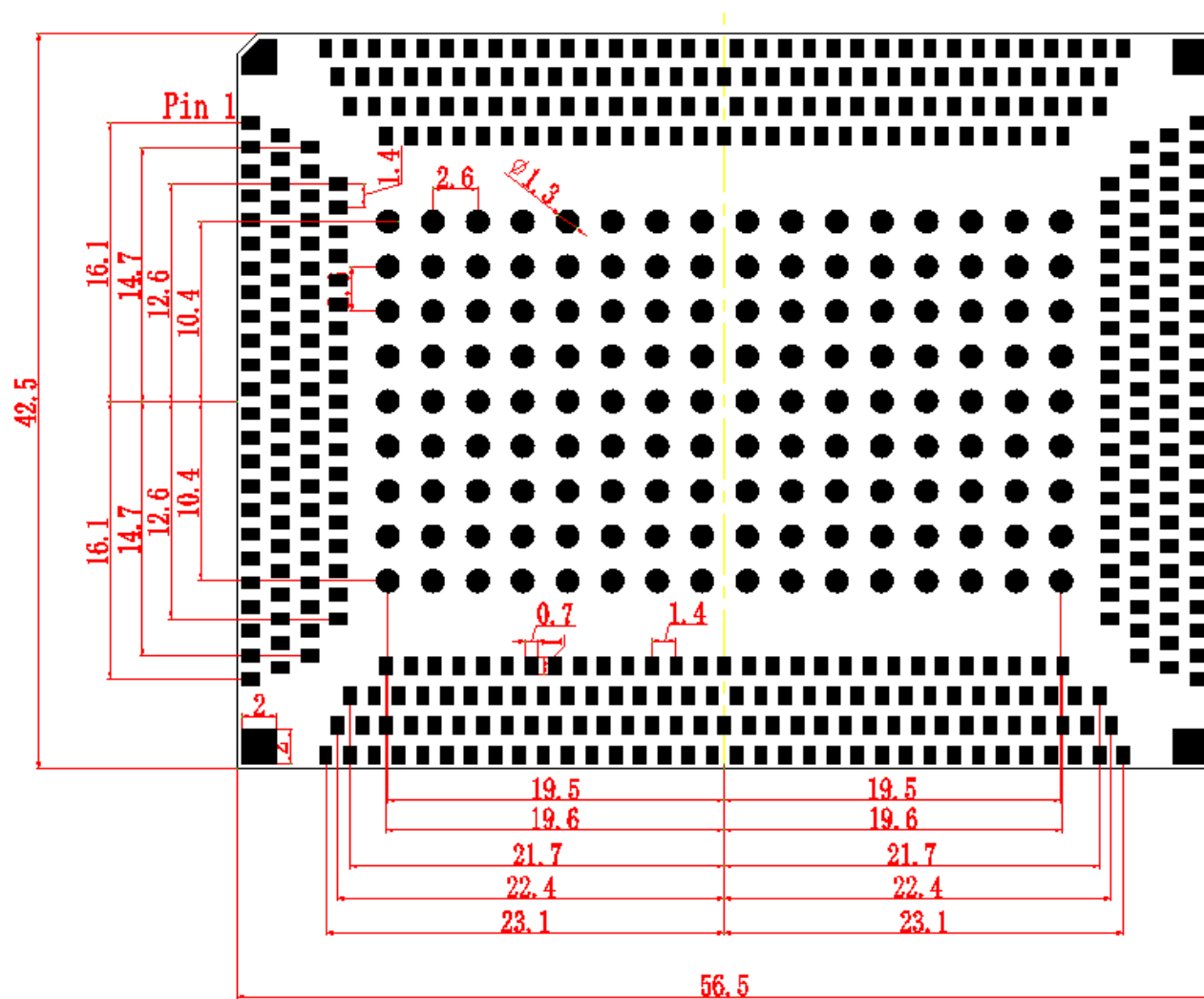


图 40: 推荐封装

备注

为确保器件的焊接质量，方便后续的维修操作，客户主板上模块与其他元器件之间的距离至少为 3 mm。

7.3. 俯视图和底视图

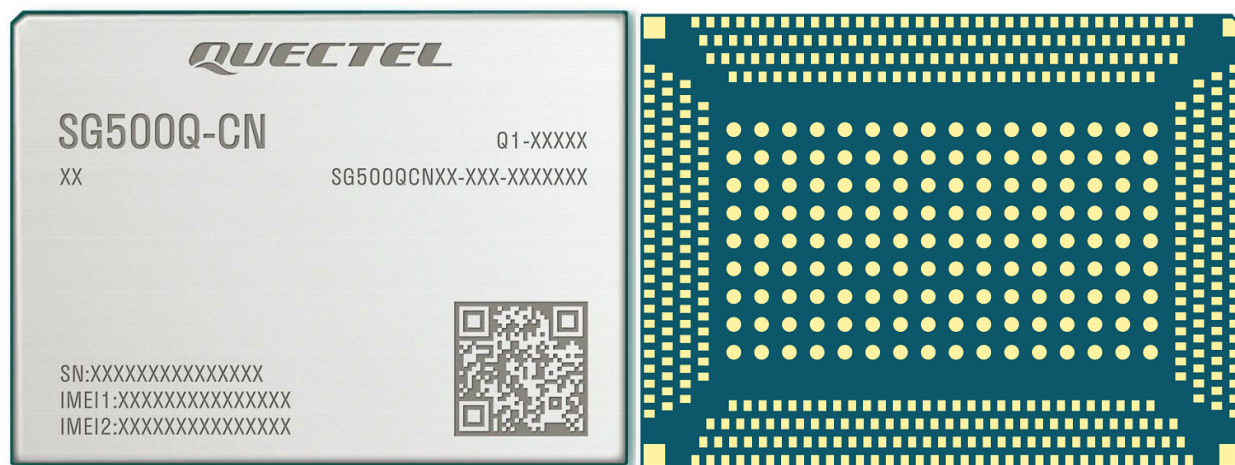


图 41：模块俯视图和底视图

备注

上图仅供参考，实际的产品外观和标签信息，请参照移远通信的模块实物。

8 存储、生产和包装

8.1. 存储条件

模块以真空密封袋的形式出货。模块的湿度敏感等级为 3 (MSL 3)，其存储需遵循如下条件：

1. 推荐存储条件：温度 $23 \pm 5^{\circ}\text{C}$ ，且相对湿度为 35~60 %。
2. 在推荐存储条件下，模块可在真空密封袋中存放 12 个月。
3. 在温度为 $23 \pm 5^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度低于 60 % 的车间条件下，模块拆封后的车间寿命为 168 小时⁷。在此条件下，可直接对模块进行回流生产或其他高温操作。否则，需要将模块存储于相对湿度小于 10 % 的环境中（例如，防潮柜）以保持模块的干燥。
4. 若模块处于如下条件，需要对模块进行预烘烤处理以防止模块吸湿受潮再高温焊接后出现的 PCB 起泡、裂痕和分层：
 - 存储温湿度不符合推荐存储条件；
 - 模块拆封后未能根据以上第 3 条完成生产或存放；
 - 真空包装漏气、物料散装；
 - 模块返修前。
5. 模块的烘烤处理：
 - 需要在 $120 \pm 5^{\circ}\text{C}$ 条件下高温烘烤 8 小时；
 - 二次烘烤的模块须在烘烤后 24 小时内完成焊接，否则仍需在干燥箱内保存。

备注

1. 为预防和减少模块因受潮导致的起泡、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。
2. 烘烤前，需将模块从包装取出，将裸模块放置在耐高温器具上，以免高温损伤塑料托盘或卷盘；二次烘烤的模块须在烘烤后 24 小时内完成焊接，否则需在干燥箱内保存。若只需短时间烘烤，请参考 IPC/JEDEC J-STD-033 规范。

⁷ 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。

3. 拆包、放置模块时请注意 ESD 防护，例如，佩戴防静电手套。

8.2. 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，模块焊盘部分对应的钢网厚度推荐为 0.15~0.18 mm。详细信息请参考文档 [4]。

推荐的回流焊温度为 235~246 °C，最高不能超过 246 °C。为避免模块因反复受热而损坏，强烈推荐客户在完成 PCB 板第一面的回流焊之后再贴模块。推荐的炉温曲线图（无铅 SMT 回流焊）和相关参数如下图表所示：

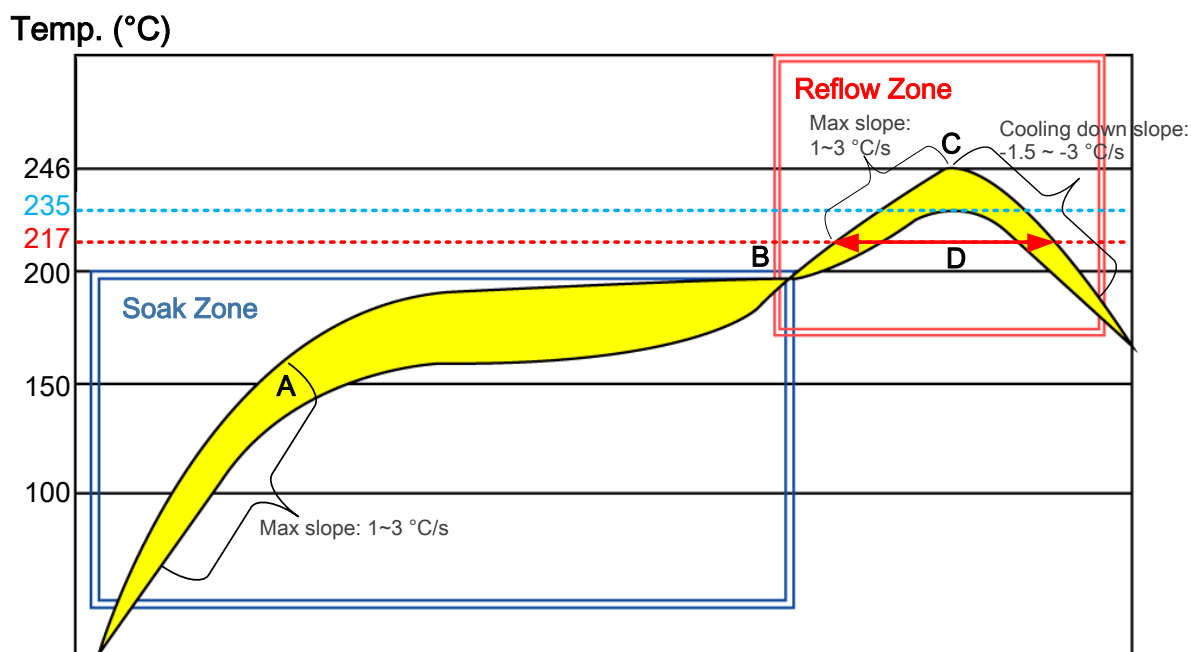


图 42：推荐的回流焊温度曲线

表 50：推荐的炉温测试控制要求

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）	70~120 s

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）		45~70 s
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

备注

1. 如需对模块进行喷涂，请确保所用喷涂材料不会与模块屏蔽罩或 PCB 发生化学反应，同时确保喷涂材料不会流入模块内部。
2. 请勿对移远通信模块进行超声波清洗，否则可能会造成模块内部晶体损坏。
3. 因 SMT 流程的复杂性，如遇不确定的情况或文档 [4] 未提及的流程（如选择性波峰焊、超声波焊接），请于 SMT 流程开始前与移远通信技术支持确认。

8.3. 包装规格

本模块采用注塑盘包装，具体方案如下：

8.3.1. 注塑盘

注塑盘包装的尺寸图表如下：

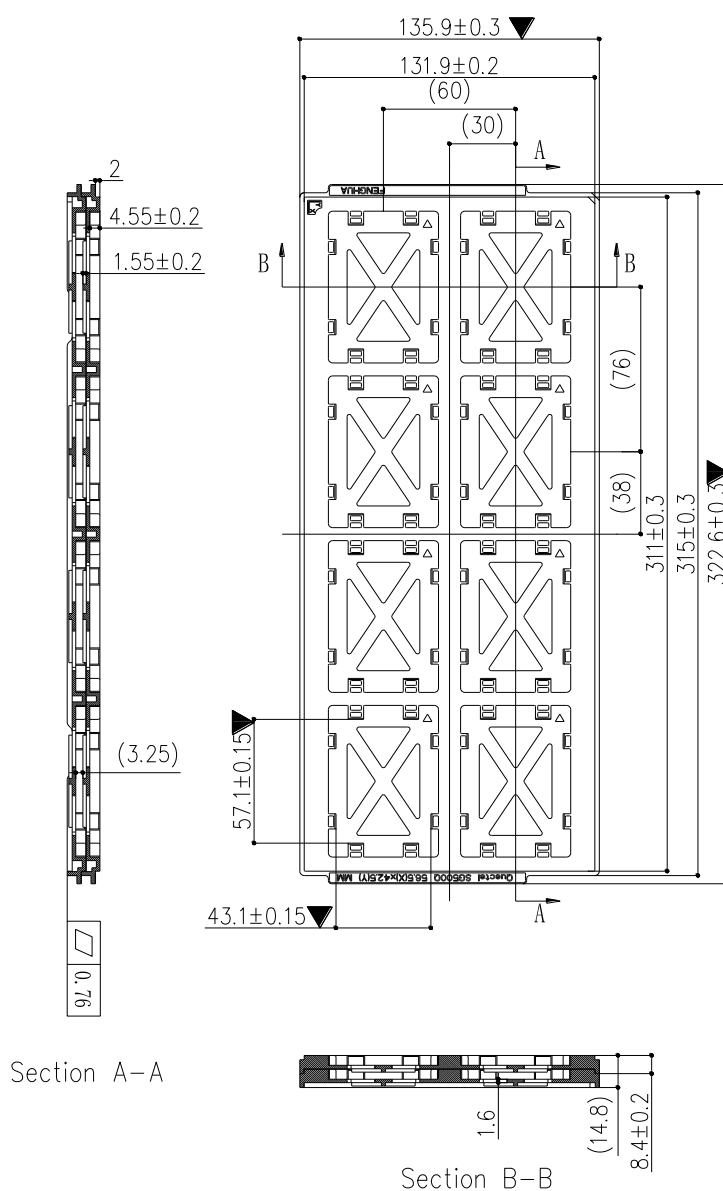
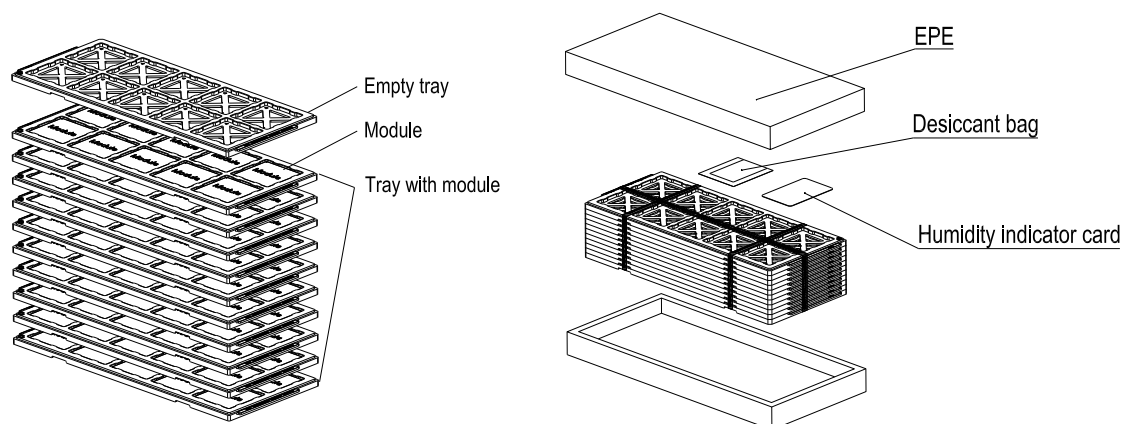


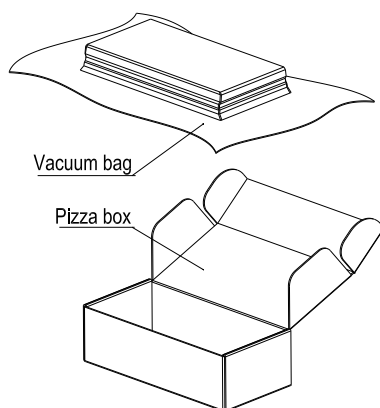
图 43: 注塑盘尺寸图

8.3.2. 包装流程

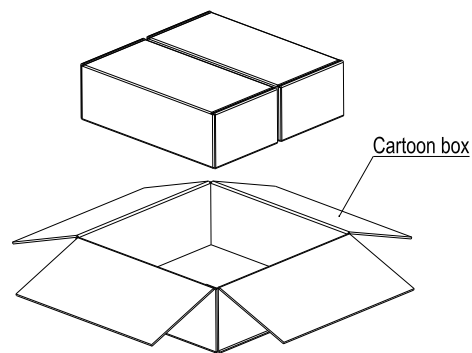


每个注塑盘放 8 片模块。然后将 10 个装满模块的注塑盘堆叠在一起，再于顶部放置 1 个空注塑盘。

把 11 个注塑盘打包在一起。把湿敏卡和干燥剂放到注塑盘顶部，再使用 2 个 EPE 套在注塑盘顶部和底部。



将 EPE 保护后的注塑盘放到真空袋中，抽真空。把抽真空后的注塑盘放到披萨盒中，1 个披萨盒可包装 80 片模块。



把 2 个披萨盒放到 1 个卡通箱中并封箱。1 个卡通箱可包装 160 片模块。

图 44: 包装流程

9 附录 参考文档及术语缩写

表 51: 参考文档

文档名称
[1] Quectel_Smart_5G_EVB_User_Guide
[2] Quectel_SG500Q-CN_GPIO 配置
[3] Quectel_射频 LAYOUT_应用指导
[4] Quectel_模块 SMT 应用指导

表 52: 术语缩写

缩写	英文全称	中文全称
3GPP	3rd Generation Partnership Project	第三代合作伙伴计划
aDSP	Advanced Digital Signal Processor	高级数字信号处理器
AMR	Adaptive Multi-Rate	自适应多速率
AP	Access Point	接入点
BDS	BeiDou Navigation Satellite System	北斗卫星导航系统
BLE	Bluetooth Low Energy	蓝牙低功耗
bps	Bytes per second	比特每秒
BR	Basic Rate	基本速率
CPU	Central Processing Unit	中央处理器
CTS	Clear To Send	清除发送
DMIC	Digital Microphone	数字麦克风

EDR	Enhanced Data Rate	增强数据速率
EFR	Enhanced Full Rate	增强型全速率
EGSM	Enhanced GSM	增强型 GSM
eMMC	Embedded Multimedia Card	嵌入式多媒体卡
ESD	Electrostatic Discharge	静电放电
ESR	Equivalent Series Resistance	等效串联电阻
EVB	Evaluation Board	评估板
FDD	Frequency Division Duplexing	频分双工
FHD+	Full High Definition Plus	全高清+
FR	Full Rate	全速率
Galileo	Galileo Satellite Navigation System (EU)	伽利略卫星导航系统（欧盟）
GLONASS	Global Navigation Satellite System (Russia)	格洛纳斯导航卫星系统
GND	Ground	地
GNSS	Global Navigation Satellite System	全球导航卫星系统
GPS	Global Positioning System	全球定位系统
GPU	Graphics Processing Unit	图形处理器
GSM	Global System for Mobile Communications	全球移动通信系统
HPUE	High Power User Equipment	高功率用户设备
HR	Half Rate	半速率
HSDPA	High Speed Downlink Packet Access	高速下行分组接入
http	Hypertext Transfer Protocol	超文本传输协议
I2S	Inter-IC Sound	集成电路内置音频总线
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers	电机与电子工程师学会
I _o max	Maximum Output Load Current	最大输出负载电流
LCM	Liquid Crystal Display Module	液晶显示模块

LDO	Low-dropout Regulator	低压差线性稳压器
LED	Light Emitting Diode	发光二极管
LGA	Land Grid Array	栅格阵列封装
LNA	Low-Noise Amplifier	低噪声放大器
LPDDR	Low-Power Double Data Rate	低功耗 DDR 内存
LTE	Long Term Evolution	长期演进
M2M	Machine to Machine	机器对机器
MCS	Modulation and Coding Scheme	调制和编码方案
MIMO	Multiple Input Multiple Output	多输入多输出
MIPI	Mobile Industry Processor Interface	移动产业处理器接口
MP	Million Pixels	百万像素
MSL	Moisture Sensitivity Level	湿度敏感等级
NSA	Non-Standalone	非独立组网
NTC	Negative Temperature Coefficient	负温度系数
OTG	On-The-Go	OTG（技术）
PCB	Printed Circuit Board	印制电路板
PDU	Protocol Data Unit	协议数据单元
PF	Paging Frame	寻呼帧
PHY	Physical	物理层
POS	Point of Sale	销售终端
PWM	Pulse Width Modulation	脉冲宽度调制
QAM	Quadrature Amplitude Modulation	正交振幅调制
QPSK	Quadrature Phase Shift Keying	正交相移键控
QZSS	Quasi-Zenith Satellite System	准天顶卫星系统
RF	Radio Frequency	射频

RoHS	Restriction of Hazardous Substances Directive	《关于限制在电子电器设备中使用某些有害成分的指令》
RTC	Real-Time Clock	实时时钟
RTS	Request To Send	请求发送
SA	Standalone	独立组网
SDIO	Secure Digital Input and Output Card	安全的数字输入和输出卡
SMS	Short Message Service	短消息复位
SMT	Surface Mount Technology	表面贴装技术
SPI	Serial Peripheral Interface	串行外设接口
STA	Station	站点
TDD	Time Division Duplexing	时分双工
TP	Touch Panel	触控面板
UART	Universal Asynchronous Receiver/Transmitter	通用异步收发传输器
UFS	Universal Flash Storage	通用闪存存储
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System	通用移动通信系统
USB	Universal Serial Bus	通用串行总线
(U)SIM	(Universal) Subscriber Identity Module	（全球）用户识别卡
Vmax	Maximum Voltage	最大电压值
Vmin	Minimum Voltage	最小电压值
Vnom	Nominal Voltage	标称电压值
VSWR	Voltage Standing Wave Ratio	电压驻波比
WCDMA	Wideband Code Division Multiple Access	码分多址
WLAN	Wireless Local Area Network	无线局域网