

EC200U 系列 QuecOpen 硬件设计手册

LTE Standard 模块系列

版本：1.2

日期：2023-08-31

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，请随时登录网址：
<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”基础上提供给您的。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 2023，保留一切权利。

Copyright © Quectel Wireless Solutions Co., Ltd. 2023.

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
-	2020-10-12	King MA/ Nathan LIU	文档创建
1.0	2020-11-17	King MA/ Nathan LIU	受控版本
1.1	2021-08-04	King MA/ Nathan LIU	<ol style="list-style-type: none"> 1. 新增 EC200U-EU QuecOpen 型号及相关内容。 2. 修改引脚 35、128 命名。 3. 新增双卡双待的功能（第 2.2 章&第 3.8 章）。 4. 新增串口的备注信息（第 2.2 章）。 5. 新增 USB_BOOT 引脚复用功能，更新矩阵键盘为 4 × 4 或 4 × 6（第 3.3 章&第 3.17 章）。 6. 新增 KEYIN1 引脚的备注信息（第 3.2 章&第 3.3 章&第 3.17 章）。 7. 更新引脚 117、121、126、139 引脚描述（第 3.3 章）。 8. 更新 SD 卡接口引脚的电压域（第 3.3 章&第 3.18 章）。 9. 修改 USB_VBUS 的电气特性（第 3.3 章&第 3.9 章&第 5.2 章）。 10. 更新 ADC 接口备注信息（第 3.3 章&第 3.20 章）。 11. 更新开关机时序图以及关机备注信息（第 3.7 章）。 12. 新增 I2C 接口备注信息（第 3.12 章）。 13. 更新网络指示引脚的工作状态（表 30）。 14. 更新生产焊接及包装信息（第 7.2 章&第 7.3 章）。
1.2	2023-08-31	Denny QIN/ Chris LIANG/ Ryan YI	<ol style="list-style-type: none"> 1. 新增适用模块 EC200U-AU 及相关内容。 2. 更新引脚 38、39 为 SPI_DOUT 和 SPI_DIN；更新引脚 1~4、62、63、66（WAKEUP_IN、AP_READY、SLEEP_IND、W_DISABLE#、MAIN_RI、MAIN_DCD、MAIN_DTR）默认功能为通用输入/输出。 3. 更新 AT 命令为相关 API。 4. 更新 USB 转串口驱动信息（表 3）。 5. 新增 MIPI LCM 接口描述（表 3&第 3.16 章）。

6. 新增 MIPI 摄像头接口描述（表 3&第 3.17 章）。
7. 更新 SD 卡 SDIO1_DATA[0:3]、SDIO1_CLK、SDIO1_CMD 和 SDIO1_VDD 引脚电压域为 3.2 V（表 5&表 26）。
8. 新增有关最小功能模式下(U)SIM 卡不工作的说明（表 6&第 3.5.2 章）。
9. 更新模块供电电源电流能力要求（第 3.6.3 章&第 5.2 章）。
10. 更新供电输入参考设计（图 8）。
11. 更新上电自动开机方案中下拉电阻的推荐阻值范围；新增开机场景注意事项相关备注（第 3.7.1 章）。
12. 新增有关断电开机时 VBAT 电压要求的备注（第 3.7.2 章）。
13. 新增 USIM_VDD 与 GND 旁路电容的设计原则（第 3.8 章）。
14. 新增 PCM 接口相关内容（第 3.13 章）。
15. 更新 SPI 接口外接 NOR Flash 和 NAND Flash 的特征说明（第 3.14 章）。
16. 更新 SDIO 信号线上拉电阻的推荐阻值为 4.7 k Ω ；更新 SDIO 信号线串联电阻 R6 的推荐阻值为 33 Ω （第 3.19 章）。
17. 增加 GNSS 天线与主天线隔离度设计要求（表 41）。
18. 更新 EC200U-CN 和 EC200U-EU 功耗信息（表 45&表 46）。
19. 更新推荐钢网厚度；更新吸热区升温斜率、回流焊区升温斜率和冷却降温斜率并更新相关备注（第 7.2 章）。
20. 新增模块贴片方向（第 7.3 章）。

目录

安全须知	3
文档历史	4
目录	6
表格索引	9
图片索引	11
1 引言	13
1.1. 特殊符号	13
2 产品综述	14
2.1. 频段及功能	14
2.2. 关键特性	15
2.3. 功能框图	18
2.4. 评估板套件	18
3 应用接口	19
3.1. 基本描述	19
3.2. 引脚分配图	20
3.3. 引脚描述表	21
3.4. 工作模式	30
3.5. 节能功能	31
3.5.1. 睡眠模式	31
3.5.1.1. USB 应用场景（支持 USB 挂起和唤醒功能）	31
3.5.1.2. USB 应用场景（不支持 USB 挂起功能）	32
3.5.2. 飞行模式	33
3.6. 电源设计	33
3.6.1. 引脚介绍	33
3.6.2. 电压稳定性要求	33
3.6.3. 供电参考电路	34
3.7. 开/关机和复位	35
3.7.1. PWRKEY 引脚开机	35
3.7.2. 关机	37
3.7.2.1. PWRKEY 引脚关机	37
3.7.2.2. 调用 ql_power_down()关机	37
3.7.3. 复位	38
3.8. (U)SIM 接口	39
3.9. USB 接口	42
3.10. 串口	43
3.11. SPI 接口	46
3.12. I2C 接口	46
3.13. PCM 接口	47
3.14. 外接 Flash 接口	48
3.15. 模拟音频接口	49

3.15.1.	音频接口设计注意事项	49
3.15.2.	麦克风接口电路	49
3.15.3.	扬声器接口电路	50
3.16.	LCM 接口	51
3.17.	摄像头接口	52
3.18.	矩阵键盘接口	53
3.19.	SD 卡接口	53
3.20.	WLAN 应用接口*	55
3.21.	ADC 接口	56
3.22.	网络状态指示	57
3.23.	STATUS	58
3.24.	USB_BOOT 接口	59
4	天线接口	61
4.1.	主天线和蓝牙/Wi-Fi Scan 天线接口	61
4.1.1.	引脚描述	61
4.1.2.	工作频段	61
4.1.3.	射频参考电路	63
4.2.	GNSS 天线接口	64
4.3.	射频信号线布线指导	65
4.4.	天线安装	67
4.4.1.	天线要求	67
4.4.2.	射频连接器推荐	68
5	电气性能、可靠性和射频特性	70
5.1.	绝对最大额定值	70
5.2.	电源额定值	70
5.3.	工作和存储温度	71
5.4.	功耗	71
5.5.	射频发射功率	79
5.6.	射频接收灵敏度	80
5.7.	静电防护	82
6	结构与规格	84
6.1.	机械尺寸	84
6.2.	推荐封装	86
6.3.	俯视图和底视图	87
7	存储、生产和包装	88
7.1.	存储条件	88
7.2.	生产焊接	89
7.3.	包装	90
7.3.1.	载带	90
7.3.2.	胶盘	91
7.3.3.	模块贴片方向	92
7.3.4.	包装流程	92

8 附录 参考文档及术语缩写 94

表格索引

表 1: 特殊符号	13
表 2: 模块支持的频段及功能	14
表 3: 模块关键特性	15
表 4: I/O 参数定义	21
表 5: 引脚描述	21
表 6: 工作模式	30
表 7: 电源引脚和地引脚	33
表 8: PWRKEY 引脚定义	35
表 9: RESET_N 引脚定义	38
表 10: (U)SIM1 接口引脚定义	40
表 11: (U)SIM2 复用接口引脚定义	40
表 12: USB 接口引脚定义	42
表 13: 主串口引脚定义	44
表 14: 调试串口引脚定义	44
表 15: 辅助串口引脚定义	44
表 16: SPI 接口引脚定义	46
表 17: I2C 接口引脚定义	46
表 18: PCM 接口引脚定义	47
表 19: 外接 Flash 接口复用引脚定义	48
表 20: 模拟音频接口引脚定义	49
表 21: SPI LCM 接口引脚定义	51
表 22: MIPI LCM 接口引脚定义	51
表 23: SPI 摄像头接口引脚定义	52
表 24: MIPI 摄像头接口引脚定义	52
表 25: 矩阵键盘接口引脚定义	53
表 26: SD 卡接口引脚描述	54
表 27: WLAN 应用接口引脚定义	55
表 28: ADC 接口引脚定义	56
表 29: ADC 特性	56
表 30: <i>ql_adc_channel_id</i> 与 ADC 通道对应关系	57
表 31: 网络状态指示引脚定义	57
表 32: 网络状态指示引脚的工作状态	57
表 33: STATUS 引脚定义	58
表 34: USB_BOOT 接口引脚定义	59
表 35: 主天线和蓝牙/Wi-Fi Scan 天线接口引脚定义	61
表 36: EC200U-CN 工作频段	61
表 37: EC200U-EU 工作频段	62
表 38: EC200U-AU 工作频段	63
表 39: GNSS 天线引脚定义	64
表 40: GNSS 频段	64
表 41: 天线设计要求	67

表 42: 绝对最大值	70
表 43: 模块电源额定值	70
表 44: 工作和存储温度	71
表 45: EC200U-CN 功耗	71
表 46: EC200U-EU 功耗	73
表 47: EC200U-AU 功耗	76
表 48: EC200U-CN 射频发射功率	79
表 49: EC200U-EU 射频发射功率	79
表 50: EC200U-AU 射频发射功率	80
表 51: EC200U-CN 射频接收灵敏度	80
表 52: EC200U-EU 射频接收灵敏度	81
表 53: EC200U-AU 射频接收灵敏度	82
表 54: ESD 性能参数 (温度: 25~30°C, 湿度: 40 ±5 %)	83
表 55: 推荐的炉温测试控制要求	89
表 56: 载带尺寸表 (单位: mm)	91
表 57: 胶盘尺寸表 (单位: mm)	92
表 58: 参考文档	94
表 59: 术语缩写	94

图片索引

图 1: 功能框图	18
图 2: 引脚分配 (俯视图)	20
图 3: 睡眠模式下模块功耗示意图	31
图 4: 支持 USB 挂起和唤醒功能的睡眠应用	32
图 5: 不支持 USB 挂起功能的睡眠应用	32
图 6: 突发传输电源要求	34
图 7: 模块供电电路	34
图 8: 供电输入参考设计	35
图 9: 开集驱动开机参考电路	35
图 10: 按键开机参考电路	36
图 11: 开机时序图	36
图 12: 关机时序图	37
图 13: 开集驱动复位参考电路	38
图 14: 按键复位参考电路	39
图 15: 复位时序图	39
图 16: 8-pin (U)SIM 接口参考电路图	41
图 17: 6-pin (U)SIM 接口参考电路图	41
图 18: USB 接口参考设计	43
图 19: 电平转换芯片参考电路	45
图 20: 三极管电平转换参考电路	45
图 21: 外部 Codec 芯片 PCM 和 I2C 接口参考设计	47
图 22: 麦克风接口参考电路	50
图 23: 扬声器输出参考电路	50
图 24: SD 卡接口电路参考设计	54
图 25: 网络状态指示参考电路	58
图 26: STATUS 参考电路	59
图 27: USB_BOOT 接口参考设计电路	60
图 28: 射频参考电路	64
图 29: GNSS 天线参考电路	65
图 30: 两层 PCB 板微带线结构	66
图 31: 两层 PCB 板共面波导结构	66
图 32: 四层 PCB 板共面波导结构 (参考地为第三层)	66
图 33: 四层 PCB 板共面波导结构 (参考地为第四层)	66
图 34: U.FL-R-SMT 天线座尺寸 (单位: 毫米)	68
图 35: 与天线座匹配的插头规格	68
图 36: 射频连接器安装图 (单位: 毫米)	69
图 37: 模块俯视及侧视尺寸图	84
图 38: 模块底视尺寸图	85
图 39: 推荐封装 (俯视图)	86
图 40: 模块俯视图和底视图	87
图 41: 推荐的炉温曲线图	89

图 42: 载带尺寸图	91
图 43: 胶盘尺寸图	91
图 44: 模块贴片方向.....	92
图 45: 包装流程.....	93

1 引言

QuecOpen[®]是一种以移远通信模块作为主处理器的应用方案。随着通信技术的发展和市场的不断变化，越来越多的用户认识到 QuecOpen[®]解决方案的优势。其主要特点如下：

- 实现嵌入式应用快速开发，缩短产品开发周期
- 简化电路和硬件结构设计，降低成本
- 实现终端产品尺寸小型化
- 降低产品的功耗
- 支持空中无线升级技术
- 提升产品的竞争力和性价比

本文档定义了 EC200U 系列 QuecOpen[®]模块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。借助此文档，结合移远通信提供的应用手册和用户指导书，客户可以快速将模块应用于无线应用场景中。

1.1. 特殊符号

表 1: 特殊符号

符号	定义
*	若无特别说明，模块功能、特性、接口、引脚名称、AT 命令、参数等后所标记的星号（*）表示该功能、特性、接口、引脚、AT 命令、参数等正在开发中，因此暂不支持；模块型号后所标记的星号（*）表示该型号暂无样品。
[...]	在引脚名称后的，包含数字范围的中括号（[...]）指代所有相同类型的引脚。例如：SDIO_DATA[0:3] 表示四个 SDIO_DATA 引脚 SDIO_DATA0、SDIO_DATA1、SDIO_DATA2 和 SDIO_DATA3。

2 产品综述

2.1. 频段及功能

EC200U 系列模块是一款 LTE Cat 1 无线通信模块，支持 LTE-FDD、LTE-TDD、GSM/GPRS 网络数据连接，可为客户特殊应用提供语音功能，同时还支持 GNSS ¹、蓝牙和 Wi-Fi Scan ² 功能。EC200U 系列模块包含 3 个子型号：EC200U-CN、EC200U-EU、EC200U-AU。模块支持的频段及功能如下表所示：

表 2：模块支持的频段及功能

网络制式及功能	EC200U-CN	EC200U-EU	EC200U-AU
LTE-FDD	B1/B3/B5/B8	B1/B3/B5/B7/B8/B20/B28	B1/B2/B3/B4/B5/B7/B8/ B28/B66
LTE-TDD	B34/B38/B39/B40/B41	B38/B40/B41	B38/B40/B41
GSM ³	B3/B8	B2/B3/B5/B8	B2/B3/B5/B8
GNSS ¹	GPS、GLONASS、BDS、Galileo、QZSS		
蓝牙和 Wi-Fi Scan ²	支持	支持	支持

模块封装紧凑，仅为 28.0 mm × 31.0 mm × 2.4 mm，能满足几乎所有 M2M 应用需求，例如：自动化领域、智能计量、追踪系统、智能安全、路由器、无线 POS 机、移动计算设备、PDA 电话和平板电脑等。

模块是贴片式模块，共有 144 个引脚，其中 80 个为 LCC 引脚，其余 64 个为 LGA 引脚。

¹ GNSS 功能可选。

² EC200U 系列模块支持蓝牙和 Wi-Fi Scan 功能，由于共用天线接口，两种功能不可同时使用；蓝牙和 Wi-Fi Scan 功能可选。有关详情请联系移远通信技术支持。

³ EC200U-CN 的 GSM 网络可选。

2.2. 关键特性

表 3: 模块关键特性

参数	说明
供电	<ul style="list-style-type: none"> ● VBAT 供电电压范围: 3.3~4.3 V ● 典型供电电压: 3.8 V
发射功率	<ul style="list-style-type: none"> ● GSM850 频段: Class 4 (33 dBm ±2 dB) ● EGSM900 频段: Class 4 (33 dBm ±2 dB) ● DCS1800 频段: Class 1 (30 dBm ±2 dB) ● PCS1900 频段: Class 1 (30 dBm ±2 dB) ● LTE-FDD 频段: Class 3 (23 dBm ±2 dB) ● LTE-TDD 频段: Class 3 (23 dBm ±2 dB)
LTE 特性	<ul style="list-style-type: none"> ● 最大支持 Cat 1 FDD 和 TDD ● 支持 1.4/3/5/10/15/20 MHz 射频带宽 ● LTE-FDD: 最大下行速率 10 Mbps, 最大上行速率 5 Mbps ● LTE-TDD: 最大下行速率 8.96 Mbps, 最大上行速率 3.1 Mbps
GSM 特性	<p>GPRS:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 支持 GPRS 多时隙等级 12 ● 编码格式: CS 1~4 ● 最大下行速率 85.6 kbps, 最大上行速率 85.6 kbps
网络协议特性	<ul style="list-style-type: none"> ● 支持 TCP/UDP/PPP/NTP/NITZ/FTP/HTTP/PING/CMUX/HTTPS/FTPS/SSL/FILE/MQTT/MMS 协议 ● 支持 PPP 协议的 PAP 和 CHAP 认证
短消息 (SMS)	<ul style="list-style-type: none"> ● 文本与 PDU 模式 ● 点对点短消息收发 ● 短消息小区广播 ● 短消息存储: 存储在(U)SIM 卡和 ME 中, 默认存储在 ME 中
(U)SIM 接口	<ul style="list-style-type: none"> ● 支持(U)SIM/SIM 卡: 1.8 V 和 3.0 V ● 支持双卡双待功能
USB 接口	<ul style="list-style-type: none"> ● 兼容 USB 2.0 (只支持从模式), 数据传输速率最大到 480 Mbps ● 用于数据传输、软件调试和固件升级 ● USB 转串口驱动: 支持 Windows 7/8/8.1/10/11、Linux 2.6~6.5、Android 4.x~13.x 等操作系统下的 USB 驱动
串口 ⁴	<p>主串口:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 用于数据传输 ● 支持 RTS 和 CTS 硬件流控 <p>调试串口:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 用于 AP log 输出

⁴ 若选择的模块不支持 GNSS 功能, 则可支持 UART3 功能。详情请咨询移远通信技术支持。

	<ul style="list-style-type: none"> ● 只能作为调试串口，不能作为通用串口使用 <p>辅助串口</p>
SPI 接口	SPI 接口仅支持主模式
I2C 接口	2 路 I2C 接口
PCM 接口	<ul style="list-style-type: none"> ● 1 路 PCM 接口 ● 仅支持从模式
外接 Flash 接口	支持外接 Flash 芯片
音频特性	<ul style="list-style-type: none"> ● 支持 1 路模拟音频输入和 1 路模拟音频输出 ● HR/FR/EFR/AMR/AMR-WB ● 支持回音消除和噪声抑制
LCM 接口	支持 SPI 模式或 MIPI 模式的 LCM 接口
摄像头接口	<ul style="list-style-type: none"> ● I/O 接口只支持 1.8 V，最高支持 30 万像素的摄像头 ● 支持 SPI 的双线 SPI 传输模式 ● 支持 MIPI 数据传输
矩阵键盘接口	支持 4 × 6 矩阵键盘 ⁵
SD 卡接口	符合 SD 2.0 协议
WLAN 应用接口*	支持用于 WLAN 功能的 SDIO 1.1 接口
ADC 接口	提供 3 路模数转换接口
网络状态指示	NET_MODE 和 NET_STATUS 两个引脚指示网络状态
USB_BOOT 接口	支持 1 个 USB_BOOT 接口
天线接口	<ul style="list-style-type: none"> ● 主天线接口 (ANT_MAIN)、蓝牙/Wi-Fi Scan ² 天线接口 (ANT_BT/WIFI_SCAN) 和 GNSS ¹ 天线接口 (ANT_GNSS) ● 50 Ω 特性阻抗
定位	支持 Wi-Fi Scan/GNSS
物理特征	<ul style="list-style-type: none"> ● 尺寸: (28.0 ±0.15) mm × (31.0 ±0.15) mm × (2.4 ±0.2) mm ● 重量: 约 4.1 g
温度范围	<ul style="list-style-type: none"> ● 正常工作温度: -35 °C ~ +75 °C ⁶ ● 扩展工作温度: -40 °C ~ +85 °C ⁷ ● 存储温度: -40 °C ~ +90 °C

⁵ 模块 GNSS 功能可选。若选择的模块不支持 GNSS 功能，可以使用 4 × 6 矩阵键盘；若选择的模块支持 GNSS 功能，可以使用 4 × 4 矩阵键盘。

⁶ 表示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 表示当模块工作在此温度范围时，模块仍能保持正常工作状态，具备语音、短信和数据传输等功能；不会出现不可恢复的故障；射频频谱、网络基本不受影响。仅个别指标如输出功率等参数的值可能会超出 3GPP 标准的范围。当温度返回至正常工作温度范围时，模块的各项指标仍符合 3GPP 标准。

固件升级

可通过 USB 接口或 FOTA 升级

RoHS

所有器件完全符合 EU RoHS 标准

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
- 基带部分
- 存储器
- 射频部分
- 外围接口

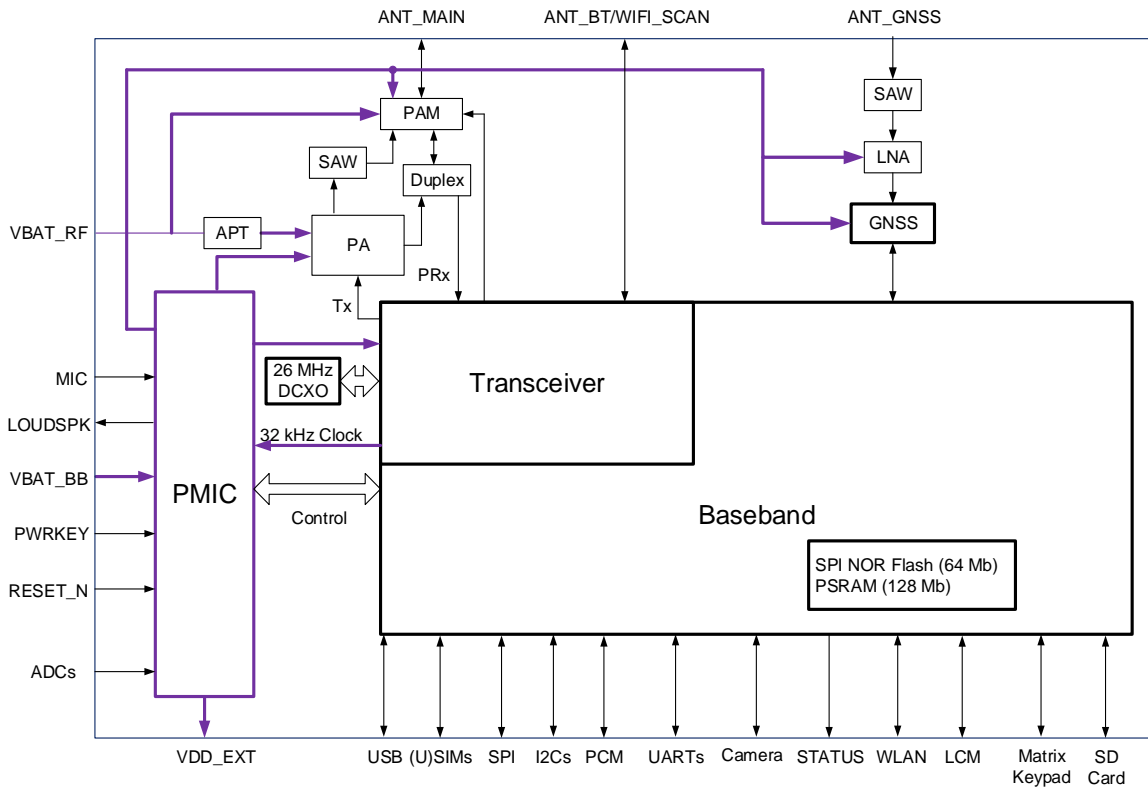


图 1：功能框图

2.4. 评估板套件

移远通信提供评估板（LTE OPEN EVB）及相关配件，用于模块的开发和测试。更多详细信息，请参考文档 [1]。

3 应用接口

3.1. 基本描述

模块共有 144 个引脚，其中 80 个为 LCC 引脚，另外 64 个为 LGA 引脚。后续章节详细阐述了模块各组接口的功能：

- 电源供电
- (U)SIM 接口
- USB 接口
- 串口
- SPI 接口
- I2C 接口
- PCM 接口
- 外接 Flash 接口
- 模拟音频接口
- LCM 接口
- 摄像头接口
- 矩阵键盘接口
- SD 卡接口
- WLAN 接口*
- ADC 接口
- 状态指示接口
- USB_BOOT 接口

3.2. 引脚分配图

下图为模块引脚分配图：

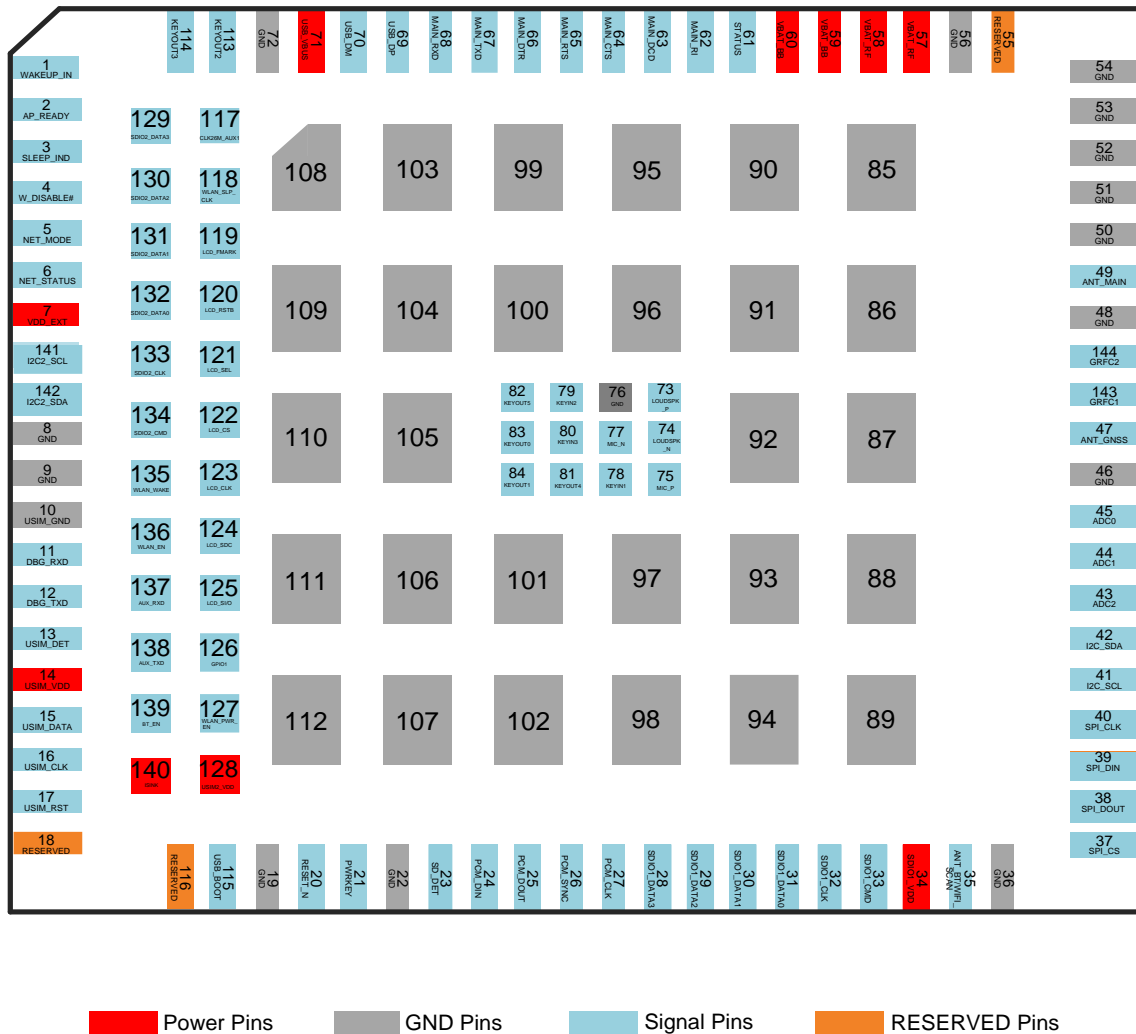


图 2: 引脚分配（俯视图）

备注

1. 如无需使用下载功能，模块开机成功前禁止上拉 USB_BOOT 到高电平。
2. 模块开机成功前禁止上拉 KEYIN1 引脚到高电平。
3. 不用的引脚和 RESERVED 引脚悬空，所有的 GND 引脚连接到地网络上。

3.3. 引脚描述表

表 4: 参数定义

参数	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

DC 特性包含电压域、额定电流信息等。

表 5: 引脚描述

模块输入电源					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
VBAT_BB	59、60	PI	模块基带电源和射频电源	Vmax = 4.3 V Vmin = 3.3 V Vnom = 3.8 V	外部电源必须能够提供至少 1.5 A 的电流。
VBAT_RF	57、58	PI	模块射频电源	Vmax = 4.3 V Vmin = 3.3 V Vnom = 3.8 V	外部电源必须能够提供至少 2.0 A 的电流。
GND	8、9、19、22、36、46、48、50~54、56、72、76、85~112				
模块输出电源					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
VDD_EXT	7	PO	外部电路 1.8 V 供电	Vnom = 1.8 V	可为外部 GPIO 提供上

				$I_{Omax} = 50\text{ mA}$	拉。使用时加 $2.2\ \mu\text{F}$ 的电容和 TVS 器件。建议预留测试点。
开/关机					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
RESET_N	20	DI	模块复位	$V_{ILmax} = 0.5\text{ V}$	VBAT 电压域。低电平有效。建议预留测试点。
PWRKEY	21	DI	模块开/关机	$V_{ILmax} = 0.5\text{ V}$	VBAT 电压域。
状态指示接口					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
NET_MODE	5	DO	网络状态指示	$V_{OHmin} = 1.35\text{ V}$ $V_{OLmax} = 0.45\text{ V}$	1.8 V 电压域。不用则悬空。
NET_STATUS	6	DO	注册的网络制式指示	$V_{OHmin} = 1.35\text{ V}$ $V_{OLmax} = 0.45\text{ V}$	
STATUS	61	DO	运行状态指示		
USB 接口					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
USB_DP	69	AIO	USB 2.0 差分数据 (+)		要求 $90\ \Omega$ 差分阻抗。符合 USB 2.0 规范。必须预留测试点。
USB_DM	70	AIO	USB 2.0 差分数据 (-)		
USB_VBUS	71	AI	USB 连接检测	$V_{max} = 5.25\text{ V}$ $V_{min} = 3.5\text{ V}$ $V_{nom} = 5.0\text{ V}$	典型值 5.0 V。必须预留测试点。
(U)SIM 接口					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
USIM_GND	10		(U)SIM1 卡专用地		连接(U)SIM 卡座的地引脚。
USIM_DET	13	DI	(U)SIM1 卡热插拔检测	$V_{ILmin} = -0.3\text{ V}$ $V_{ILmax} = 0.6\text{ V}$ $V_{IHmin} = 1.26\text{ V}$ $V_{IHmax} = 2.0\text{ V}$	1.8 V 电压域。不用则悬空。
USIM_VDD	14	PO	(U)SIM1 卡供电电源	$I_{omax} = 50\text{ mA}$ 1.8 V (U)SIM: $V_{max} = 1.9\text{ V}$	模块自动识别 1.8 V 或 3.0 V (U)SIM 卡。

				Vmin = 1.7 V	
				3.0 V (U)SIM: Vmax = 3.05 V Vmin = 2.7 V	
				1.8 V (U)SIM: VILmax = 0.6 V VIHmin = 1.26 V VOLmax = 0.45 V VOHmin = 1.35 V	
USIM_DATA	15	DIO	(U)SIM1 卡数据	3.0 V (U)SIM: VILmax = 1.0 V VIHmin = 1.95 V VOLmax = 0.45 V VOHmin = 2.55 V	
				1.8 V (U)SIM: VOLmax = 0.45 V VOHmin = 1.35 V	
USIM_CLK	16	DO	(U)SIM1 卡时钟	3.0 V (U)SIM: VOLmax = 0.45 V VOHmin = 2.55 V	
				1.8 V (U)SIM: VOLmax = 0.45 V VOHmin = 1.35 V	
USIM_RST	17	DO	(U)SIM1 卡复位	3.0 V (U)SIM: VOLmax = 0.45 V VOHmin = 2.55 V	
				Iomax = 50 mA	
USIM2_VDD	128	PO	(U)SIM2 卡供电电源	1.8 V (U)SIM: Vmax = 1.9 V Vmin = 1.7 V	模块自动识别 1.8 V 或 3.0 V (U)SIM 卡。
				3.0 V (U)SIM: Vmax = 3.05 V Vmin = 2.7 V	
AP_READY	2	DIO	(U)SIM2 卡数据	1.8 V (U)SIM: VILmax = 0.6 V VIHmin = 1.26 V VOLmax = 0.45 V VOHmin = 1.35 V	硬件层面可通过复用 AP_READY、WAKEUP_IN、SLEEP_IND 和 W_DISABLE#来实现

				<p>3.0 V (U)SIM: $V_{ILmax} = 1.0\text{ V}$ $V_{IHmin} = 1.95\text{ V}$ $V_{OLmax} = 0.45\text{ V}$ $V_{OHmin} = 2.55\text{ V}$</p>	(U)SIM2 卡的相关功能。详情请咨询移远通信技术支持。
WAKEUP_IN	1	DO	(U)SIM2 卡时钟	<p>1.8 V (U)SIM: $V_{OLmax} = 0.45\text{ V}$ $V_{OHmin} = 1.35\text{ V}$</p>	
SLEEP_IND	3	DI	(U)SIM2 卡热插拔检测	<p>3.0 V (U)SIM: $V_{OLmax} = 0.45\text{ V}$ $V_{OHmin} = 2.55\text{ V}$</p>	
W_DISABLE#	4	DO	(U)SIM2 卡复位	<p>1.8 V (U)SIM: $V_{OLmax} = 0.45\text{ V}$ $V_{OHmin} = 1.35\text{ V}$</p> <p>3.0 V (U)SIM: $V_{OLmax} = 0.45\text{ V}$ $V_{OHmin} = 2.55\text{ V}$</p>	

主串口

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
MAIN_CTS	64	DO	模块清除发送	$V_{OLmax} = 0.45\text{ V}$ $V_{OHmin} = 1.35\text{ V}$	连接至 MCU 的 CTS。 1.8 V 电压域。 不用则悬空。
MAIN_RTS	65	DI	请求发送至模块	$V_{ILmin} = -0.3\text{ V}$ $V_{ILmax} = 0.6\text{ V}$ $V_{IHmin} = 1.26\text{ V}$ $V_{IHmax} = 2.0\text{ V}$	连接至 MCU 的 RTS。 1.8 V 电压域。 不用则悬空。
MAIN_TXD	67	DO	主串口发送	$V_{OLmax} = 0.45\text{ V}$ $V_{OHmin} = 1.35\text{ V}$	
MAIN_RXD	68	DI	主串口接收	$V_{ILmin} = -0.3\text{ V}$ $V_{ILmax} = 0.6\text{ V}$ $V_{IHmin} = 1.26\text{ V}$ $V_{IHmax} = 2.0\text{ V}$	1.8 V 电压域。 不用则悬空。

调试串口

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
DBG_RXD	11	DI	调试串口接收	$V_{ILmin} = -0.3\text{ V}$	1.8 V 电压域。

				$V_{ILmax} = 0.6\text{ V}$ $V_{IHmin} = 1.26\text{ V}$ $V_{IHmax} = 2.0\text{ V}$	必须预留测试点，用于抓取 AP log。
DBG_TXD	12	DO	调试串口发送	$V_{OLmax} = 0.45\text{ V}$ $V_{OHmin} = 1.35\text{ V}$	
辅助串口					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
AUX_RXD	137	DI	辅助串口接收	$V_{ILmin} = -0.3\text{ V}$ $V_{ILmax} = 0.6\text{ V}$ $V_{IHmin} = 1.26\text{ V}$ $V_{IHmax} = 2.0\text{ V}$	1.8 V 电压域。不用则悬空。
AUX_TXD	138	DO	辅助串口发送	$V_{OLmax} = 0.45\text{ V}$ $V_{OHmin} = 1.35\text{ V}$	
ADC 接口					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
ADC2	43	AI	通用 ADC 接口	电压范围： 0 V~VBAT_BB	建议预留分压电路。不用则悬空。
ADC1	44	AI			
ADC0	45	AI			
模拟音频接口					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
LOUDSPK_P	73	AO	扬声器差分输出 (+)		不用则悬空。
LOUDSPK_N	74	AO	扬声器差分输出 (-)		
MIC_P	75	AI	麦克风输入通道 (+)		
MIC_N	77	AI	麦克风输入通道 (-)		
I2C 接口					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
I2C_SCL	41	OD	I2C 串行时钟		使用时需外部上拉到 1.8 V。不用则悬空。
I2C_SDA	42	OD	I2C 串行数据		
I2C2_SCL	141	OD	I2C 串行时钟		
I2C2_SDA	142	OD	I2C 串行数据		

PCM 接口					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
PCM_DIN	24	DI	PCM 数据输入	$V_{ILmin} = -0.3\text{ V}$ $V_{ILmax} = 0.6\text{ V}$ $V_{IHmin} = 1.26\text{ V}$ $V_{IHmax} = 2.0\text{ V}$	1.8 V 电压域。 不用则悬空。
PCM_DOUT	25	DO	PCM 数据输出	$V_{OLmax} = 0.45\text{ V}$ $V_{OHmin} = 1.35\text{ V}$	
PCM_SYNC	26	DI	PCM 帧同步	$V_{ILmin} = -0.3\text{ V}$ $V_{ILmax} = 0.6\text{ V}$	1.8 V 电压域。 不用则悬空。 PCM 只支持从模式。
PCM_CLK	27	DI	PCM 时钟	$V_{IHmin} = 1.26\text{ V}$ $V_{IHmax} = 2.0\text{ V}$	
SPI 接口					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
SPI_CS	37	DO	SPI 片选	$V_{OLmax} = 0.45\text{ V}$ $V_{OHmin} = 1.35\text{ V}$	如选用支持 GNSS 功能的模块，引脚 37~40 的 SPI 功能不能使用，需做悬空处理。
SPI_DOUT	38	DO	SPI 数据输出		
SPI_DIN	39	DI	SPI 数据输入	$V_{ILmin} = -0.3\text{ V}$ $V_{ILmax} = 0.6\text{ V}$ $V_{IHmin} = 1.26\text{ V}$ $V_{IHmax} = 2.0\text{ V}$	
SPI_CLK	40	DO	SPI 时钟	$V_{OLmax} = 0.45\text{ V}$ $V_{OHmin} = 1.35\text{ V}$	
LCM 接口					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
LCD_FMARK	119	DI	LCD 帧同步	$V_{ILmin} = -0.3\text{ V}$ $V_{ILmax} = 0.6\text{ V}$ $V_{IHmin} = 1.26\text{ V}$ $V_{IHmax} = 2.0\text{ V}$	1.8 V 电压域。 不用则悬空。
LCD_RSTB	120	DO	LCD 复位	$V_{OLmax} = 0.45\text{ V}$ $V_{OHmin} = 1.35\text{ V}$	
LCD_SEL	121		预留		
LCD_CS	122	DO	LCD 片选		
LCD_CLK	123	DO	LCD 时钟	$V_{OLmax} = 0.45\text{ V}$ $V_{OHmin} = 1.35\text{ V}$	
LCD_SDC	124	DO	LCD 寄存器选择		

LCD_SI/O	125	DIO	LCD 数据	$V_{Lmin} = -0.3 V$ $V_{Lmax} = 0.6 V$ $V_{Hmin} = 1.26 V$ $V_{Hmax} = 2.0 V$	
----------	-----	-----	--------	----------------------------------------------------------------------------------------	--

ISINK	140	PI	灌电流输入引脚，背光调节	$I_{max} = 200 mA$ 可配置电流大小	灌电流方式驱动，接背光灯的阴极，通过调节电流来调节亮度。
-------	-----	----	--------------	-------------------------------	------------------------------

矩阵键盘接口

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
USB_BOOT	115	DI	矩阵按键输入 0		模块正常开机后，USB_BOOT 引脚可复用为 KEYIN0。
KEYIN1	78	DI	矩阵按键输入 1		1.8 V 电压域。 不用则悬空。开机前禁止上拉到高电平。
KEYIN2	79	DI	矩阵按键输入 2		
KEYIN3	80	DI	矩阵按键输入 3		
KEYOUT0	83	DO	矩阵按键输出 0		
KEYOUT1	84	DO	矩阵按键输出 1		1.8 V 电压域。 不用则悬空。
KEYOUT2	113	DO	矩阵按键输出 2		
KEYOUT3	114	DO	矩阵按键输出 3		
KEYOUT4 ⁸	81	DO	矩阵按键输出 4		
KEYOUT5 ⁸	82	DO	矩阵按键输出 5		

SD 卡接口

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
SD_DET	23	DI	SD 卡检测		1.8 V 电压域。 不用则悬空。
SDIO1_DATA3	28	DIO	SD 卡 SDIO 数据位 3		
SDIO1_DATA2	29	DIO	SD 卡 SDIO 数据位 2		3.2 V 电压域。 不用则悬空。
SDIO1_DATA1	30	DIO	SD 卡 SDIO 数据位 1		

⁸ 模块 GNSS 功能可选：若选择的模块不支持 GNSS 功能，可使用 4 × 6 矩阵键盘，即引脚 81、82 开放使用；若选择的模块支持 GNSS 功能，则可使用 4 × 4 矩阵键盘，即引脚 81、82 保持悬空。

SDIO1_DATA0	31	DIO	SD 卡 SDIO 数据位 0
SDIO1_CLK	32	DO	SD 卡 SDIO 时钟
SDIO1_CMD	33	DIO	SD 卡 SDIO 命令
SDIO1_VDD	34	PO	SD 卡 SDIO 电源

WLAN 接口*

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
WLAN_SLP_CLK	118	DO	WLAN 睡眠时钟		不用则悬空。
WLAN_PWR_EN	127	DO	WLAN 电源使能控制	$V_{OLmax} = 0.45\text{ V}$ $V_{OHmin} = 1.35\text{ V}$	
SDIO2_DATA3	129	DIO	WLAN SDIO 数据位 3	$V_{OLmax} = 0.45\text{ V}$ $V_{OHmin} = 1.35\text{ V}$	
SDIO2_DATA2	130	DIO	WLAN SDIO 数据位 2	$V_{ILmin} = -0.3\text{ V}$	
SDIO2_DATA1	131	DIO	WLAN SDIO 数据位 1	$V_{ILmax} = 0.6\text{ V}$ $V_{IHmin} = 1.26\text{ V}$	
SDIO2_DATA0	132	DIO	WLAN SDIO 数据位 0	$V_{IHmax} = 2.0\text{ V}$	1.8 V 电压域。 不用则悬空。
SDIO2_CLK	133	DO	WLAN SDIO 时钟	$V_{OLmax} = 0.45\text{ V}$ $V_{OHmin} = 1.35\text{ V}$	
SDIO2_CMD	134	DIO	WLAN SDIO 命令	$V_{OLmax} = 0.45\text{ V}$ $V_{OHmin} = 1.35\text{ V}$ $V_{ILmin} = -0.3\text{ V}$ $V_{ILmax} = 0.6\text{ V}$ $V_{IHmin} = 1.26\text{ V}$ $V_{IHmax} = 2.0\text{ V}$	
WLAN_WAKE	135	DI	WLAN 唤醒模块	$V_{ILmin} = -0.3\text{ V}$ $V_{ILmax} = 0.6\text{ V}$ $V_{IHmin} = 1.26\text{ V}$ $V_{IHmax} = 2.0\text{ V}$	通过外部 Wi-Fi 模块 唤醒主机（模块）。 1.8 V 电压域。 不用则悬空。
WLAN_EN	136	DO	WLAN 使能	$V_{OLmax} = 0.45\text{ V}$ $V_{OHmin} = 1.35\text{ V}$	1.8 V 电压域。 不用则悬空。

天线接口

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
ANT_BT/WIFI_SCAN	35	AIO	蓝牙与 Wi-Fi Scan 共用天线		蓝牙与 Wi-Fi Scan 无法同时使用；Wi-Fi Scan 只能接收，不能发射。 50 Ω 特性阻抗。

					不用则悬空。
ANT_GNSS	47	AI	GNSS 天线		50 Ω 特性阻抗。 不用则悬空。
ANT_MAIN	49	AIO	主天线		50 Ω 特性阻抗。
USB_BOOT					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
USB_BOOT	115	DI	控制模块进入下载模式	$V_{ILmin} = -0.3\text{ V}$ $V_{ILmax} = 0.6\text{ V}$ $V_{IHmin} = 1.26\text{ V}$ $V_{IHmax} = 2.0\text{ V}$	1.8 V 电压域。 高电平有效。 必须预留能使模块进入下载模式的电路设计。 建议预留测试点。
GPIO 接口					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
WAKEUP_IN	1	DIO			
AP_READY	2	DIO			
SLEEP_IND	3	DIO			
W_DISABLE#	4	DIO	通用输入/输出	$V_{ILmin} = -0.3\text{ V}$ $V_{ILmax} = 0.6\text{ V}$ $V_{IHmin} = 1.26\text{ V}$ $V_{IHmax} = 2.0\text{ V}$ $V_{OLmax} = 0.45\text{ V}$ $V_{OHmin} = 1.35\text{ V}$	无引脚名所述功能，默认为 GPIO 功能。 1.8 V 电压域。 不用则悬空。
MAIN_RI	62	DIO			
MAIN_DCD	63	DIO			
MAIN_DTR	66	DIO			
其他接口					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
GPIO1	126	DO	CP log 引脚		可以输出 CP log，只支持 8 Mbps 波特率。 必须预留测试点。
BT_EN	139		预留		
GRFC1	143	DIO	通用射频控制		
GRFC2	144	DIO	通用射频控制		
CLK26M_AUX1	117		预留		

预留引脚

引脚名	引脚号	备注
RESERVED	18、55、116	保持悬空。

备注

有关引脚复用的详细信息，请参考文档 [2]。

3.4. 工作模式

表 6: 工作模式

模式	功能
全功能模式	空闲 软件正常运行。模块注册上网络，能够接收和发送数据。
	语音/数据 网络连接正常工作。此模式下，模块功耗取决于网络设置和数据传输速率。
最小功能模式	不断电情况下，使用 <code>ql_dev_set_modem_fun()</code> 可以将模块设置成最小功能模式。此模式下，射频和(U)SIM 卡不工作。
飞行模式	使用 <code>ql_dev_set_modem_fun()</code> 可以将模块设置成飞行模式。此模式下射频不工作。
睡眠模式	此模式下，模块的功耗将会降到非常低，但模块仍然可以接收寻呼、短消息、电话和 TCP/UDP 数据。
关机模式	在此模式下，PMIC 停止给基带和射频部分的电源供电，软件停止工作。但 VBAT_RF 和 VBAT_BB 引脚仍然通电。

备注

有关上述 API 详细信息，请参考文档 [3]。

3.5. 节能功能

3.5.1. 睡眠模式

在睡眠模式下，模块可将功耗降低到非常低，后续章节将详细介绍使模块进入睡眠模式的方式。

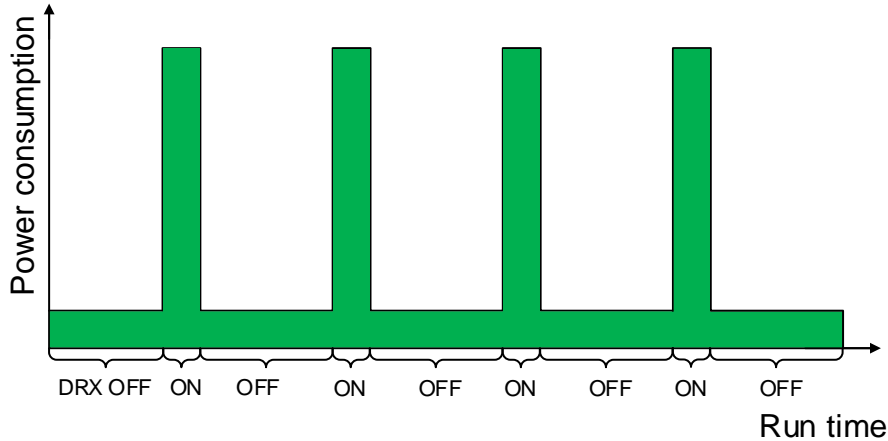


图 3: 睡眠模式下模块功耗示意图

备注

DRX 周期值由基站通过无线网络发送。

3.5.1.1. USB 应用场景（支持 USB 挂起和唤醒功能）

针对以下两种情况：

- 主机支持 USB 挂起和唤醒以及 USB 远程唤醒功能
- 主机支持 USB 挂起和唤醒但不支持 USB 远程唤醒功能

需同时满足如下条件使模块进入睡眠模式：

- 使用 `ql_autosleep_enable()` 启用睡眠功能。API 详情请参考文档 [4]。
- 确保所有唤醒锁已经释放。
- 连接至模块 USB 接口的主机 USB 总线进入挂起状态。

参考电路如下：

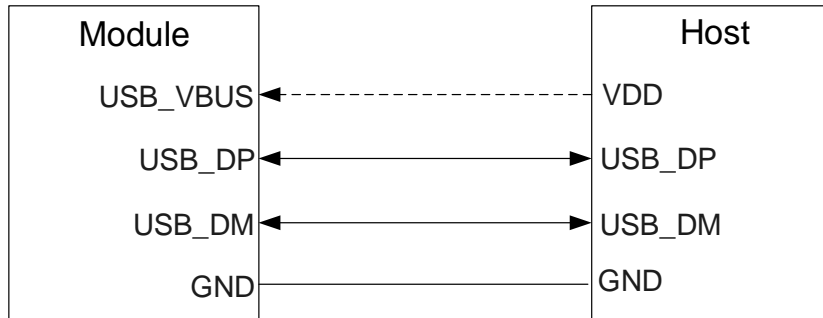


图 4：支持 USB 挂起和唤醒功能的睡眠应用

通过 USB 向模块发送数据将会唤醒模块。

3.5.1.2. USB 应用场景（不支持 USB 挂起功能）

如果主机不支持 USB 挂起功能，可以通过外部控制电路断开 USB_VBUS 的方式使模块进入睡眠模式：

- 通过使用 `ql_autosleep_enable()` 启用睡眠功能。
- 确保所有唤醒锁已经释放。
- 断开 USB_VBUS 供电。

参考电路如下：

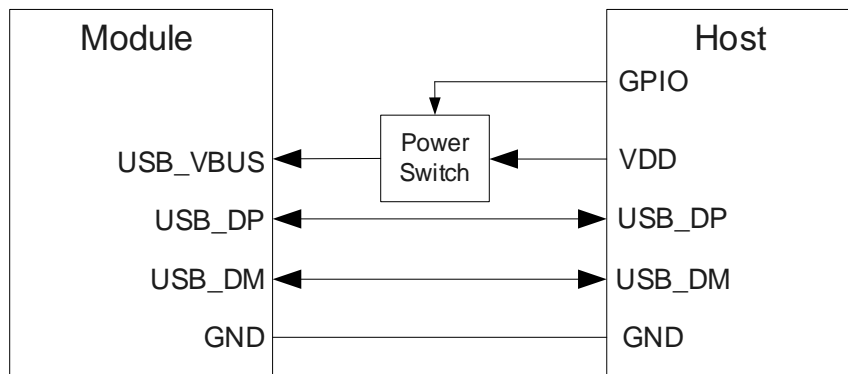


图 5：不支持 USB 挂起功能的睡眠应用

恢复 USB_VBUS 供电即可唤醒模块。

备注

1. 模块在 Linux 系统下支持 USB 挂起；在 Windows 系统下不支持 USB 挂起。
2. 需注意第 3.5.1 章应用电路中模块和主机虚线连接信号的电平匹配问题。

3.5.2. 飞行模式

当模块进入飞行模式时，射频功能不可使用，而且所有与射频相关的 API 不可访问。

可通过使用 `ql_dev_set_modem_fun()` 来设置此模式。`at_dst_cfun` 参数可以选择 0、1 或 4。

- `at_dst_cfun` 为 0: 最小功能模式（关闭射频和(U)SIM 卡功能）。
- `at_dst_cfun` 为 1: 全功能模式（默认）。
- `at_dst_cfun` 为 4: 飞行模式（关闭射频功能）。

3.6. 电源设计

3.6.1. 引脚介绍

模块有 4 个 VBAT 引脚用于连接外部电源，可以分为两个电压域：

- 两个 VBAT_RF 引脚用于给模块的射频供电。
- 两个 VBAT_BB 引脚用于给模块的基带和射频供电。

表 7：电源引脚和地引脚

引脚名	引脚号	描述	最小值	典型值	最大值	单位
VBAT_RF	57、58	模块射频电源	3.3	3.8	4.3	V
VBAT_BB	59、60	模块基带电源和 射频电源	3.3	3.8	4.3	V
GND	8、9、19、22、36、46、48、50~54、56、72、76、85~112					

3.6.2. 电压稳定性要求

模块的供电范围为 3.3~4.3 V，需要确保输入电压不低于 3.3 V。下图是在 2G 网络下突发传输时电压跌落情况，4G 网络下电压跌落比 2G 网络下小。

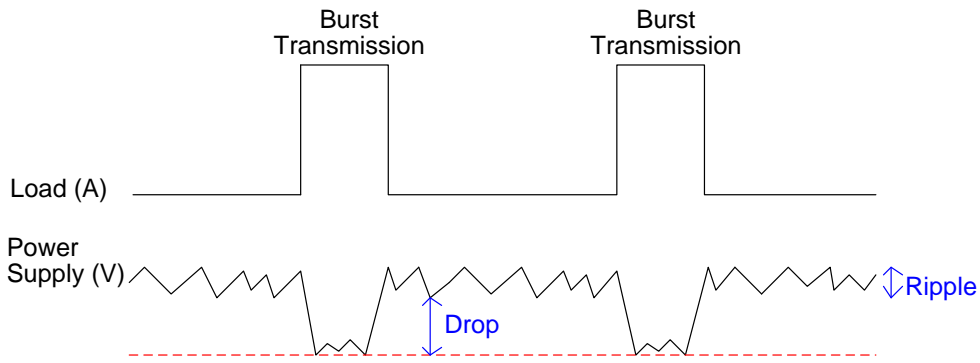


图 6：突发传输电源要求

为了减少电压跌落，需要使用低 ESR ($ESR = 0.7 \Omega$) 的 $100 \mu\text{F}$ 滤波电容。同时建议分别给 VBAT_BB 和 VBAT_RF 预留 3 个 (100 nF 、 33 pF 、 10 pF) 具有最佳 ESR 性能的片式多层陶瓷电容 (MLCC)，且电容靠近 VBAT 引脚放置。外部供电电源连接模块时，VBAT_BB 和 VBAT_RF 需要采用星型走线。VBAT_BB 走线宽度应不小于 2 mm ，VBAT_RF 走线宽度应不小于 2.5 mm 。原则上，VBAT 走线越长，线宽越宽。

另外，为了保证电源稳定，建议在电源前端加 $V_{RWM} = 4.7 \text{ V}$ ， $P_{PP} = 2550 \text{ W}$ 的 TVS 管。参考电路如下：

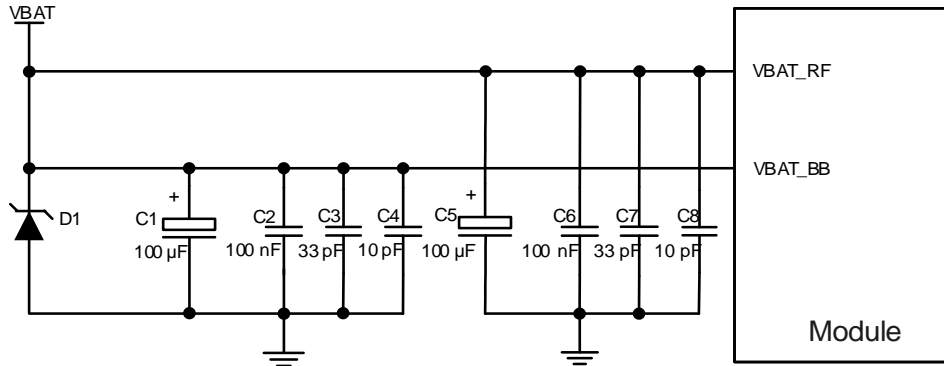


图 7：模块供电电路

3.6.3. 供电参考电路

电源设计对模块的性能至关重要。模块仅支持 LTE 网络时，须提供至少 2.0 A 电流能力的电源；模块支持 GSM 网络时，须提供至少 3.0 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。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。

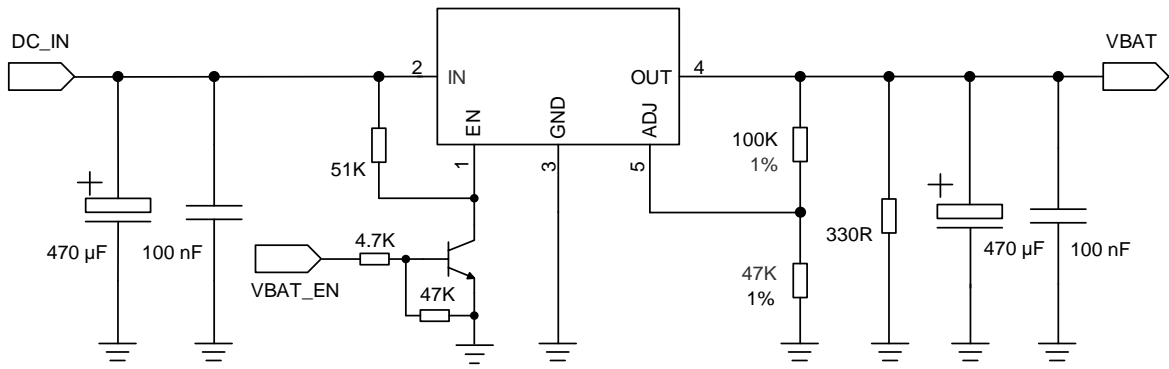


图 8: 供电输入参考设计

3.7. 开/关机和复位

3.7.1. PWRKEY 引脚开机

表 8: PWRKEY 引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
PWRKEY	21	DI	模块开/关机	VBAT 电压域。

当模块处于关机模式，可以通过拉低 PWRKEY 至少 2 s 使模块开机。推荐使用开集/漏驱动电路来控制 PWRKEY 引脚。参考电路如下：

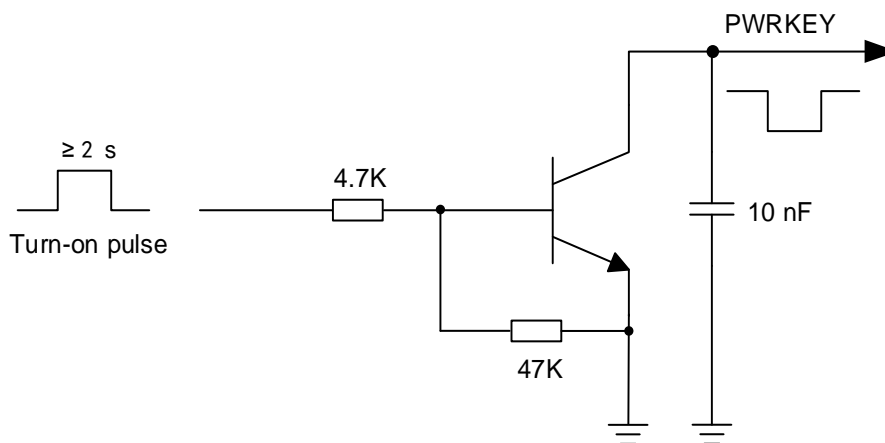


图 9: 开集驱动开机参考电路

另一种控制 PWRKEY 引脚的方式是直接通过一个按键开关。为防止接触时产生静电冲击，按键附近需放置一个 TVS 管用于 ESD 防护。参考电路如下：

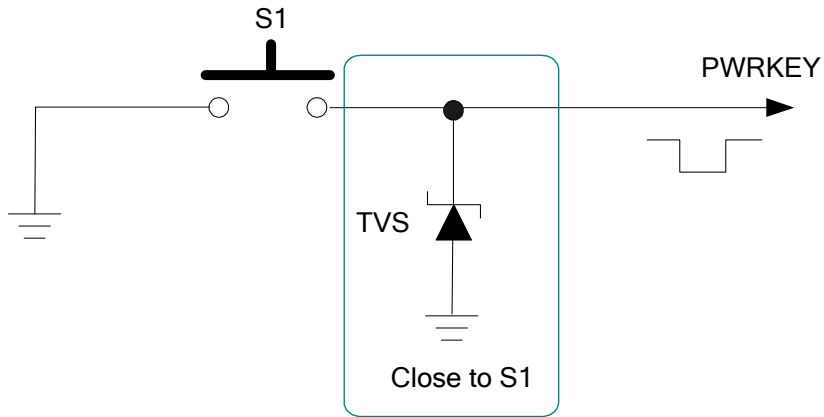


图 10: 按键开机参考电路

开机时序如下图所示:

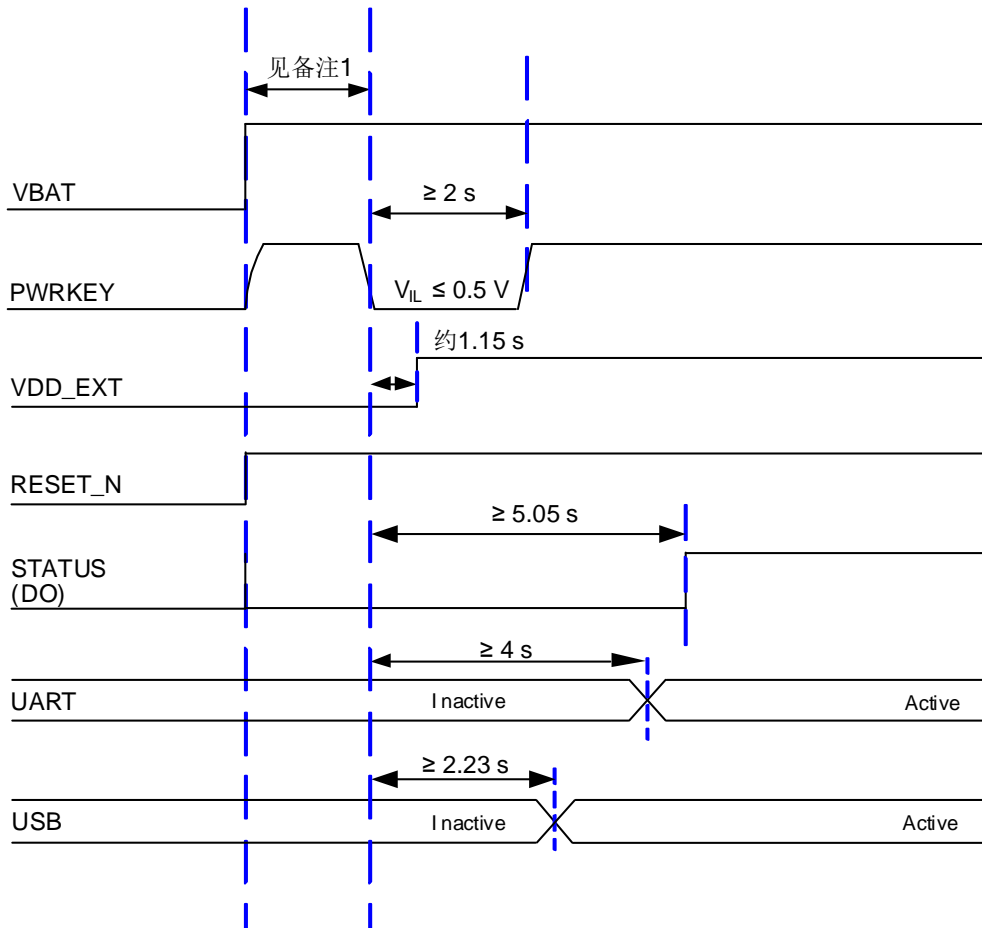


图 11: 开机时序图

备注

1. 在拉低 PWRKEY 引脚之前，需保证 VBAT 电压稳定。建议从 VBAT 上电到拉低 PWRKEY 引脚之间的时间间隔不少于 30 ms。
2. 如果需要上电自动开机且不需要关机功能，则可以把 PWRKEY 引脚直接下拉到地，下拉电阻建议小于 1 kΩ。
3. 针对以下两种开机场景需要特别注意：
 - USB_VBUS 先接入电源（或者一直接入），VBAT 后供电，再拉低 PWRKEY 开机的场景：须保证 VBAT 上电稳定后至少 2 s 再执行拉低 PWRKEY 动作；
 - VBAT 先供电（或者一直有电），USB_VBUS 后接入电源，再拉低 PWRKEY 开机的场景：须保证 USB_VBUS 接入电源后至少 2 s 再执行拉低 PWRKEY 动作。

3.7.2. 关机

模块可通过以下方式关机：

- 控制 PWRKEY 引脚。
- 调用 `ql_power_down()`。API 详情请参考文档 [5]。

3.7.2.1. PWRKEY 引脚关机

模块在开机状态下，拉低 PWRKEY 引脚至少 3 s 后释放，模块将执行关机流程。关机时序见下图：

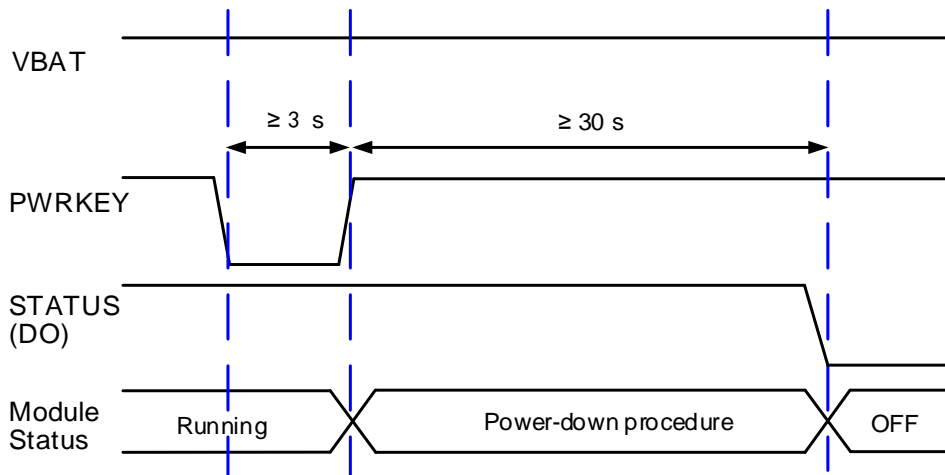


图 12: 关机时序图

3.7.2.2. 调用 `ql_power_down()` 关机

调用 `ql_power_down()` 可使模块关机。此操作与拉低 PWRKEY 关机的时序和效果相同。

备注

1. 当模块正常工作时，不要立即切断模块电源，以避免损坏模块内部存储芯片中的数据。强烈建议先通过 PWRKEY 或者调用 `ql_power_down()` 关闭模块后，再断开电源。
2. PWRKEY 一直接地时，使用 `ql_power_down()` 关机后将无法再次自动开机，此时需强制断开 VBAT 电源重新上电开机。因此不建议采用 PWRKEY 一直接地的方式来开机，推荐通过控制 PWRKEY 的方式实现开关机。
3. 关机过程中，模块注销网络时间与当前网络状态有关。因此具体关机时长受网络状态影响，设计时需要注意关机时间。
4. 如果断开 VBAT 电源，再次上电开机前需要确保 VBAT 引脚电压小于 0.5 V。

3.7.3. 复位

RESET_N 引脚可用于使模块复位。拉低 RESET_N 引脚至少 100 ms 后释放可使模块复位。RESET_N 信号对干扰比较敏感，因此建议在模块接口板上的走线应尽量短，且需包地处理。

表 9: RESET_N 引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
RESET_N	20	DI	模块复位	VBAT 电压域。 低电平有效。 建议预留测试点。

参考电路与 PWRKEY 控制电路类似，可使用开集/漏驱动电路或按键控制 RESET_N 引脚。

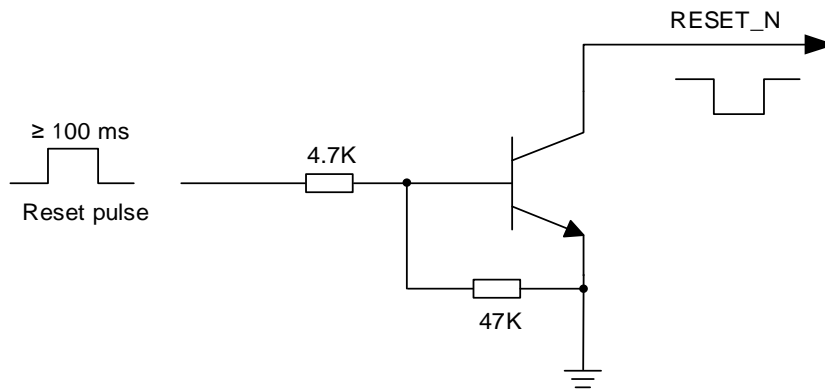


图 13: 开集驱动复位参考电路

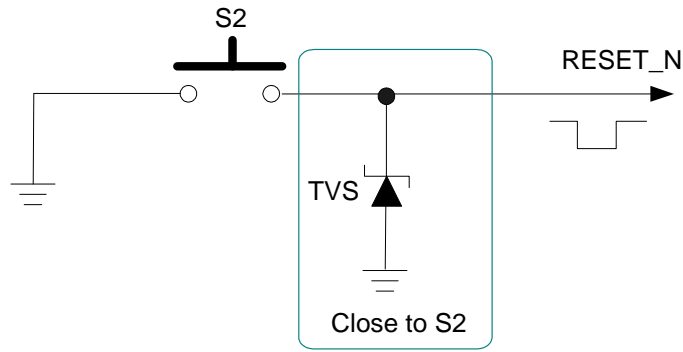


图 14: 按键复位参考电路

复位时序图如下:

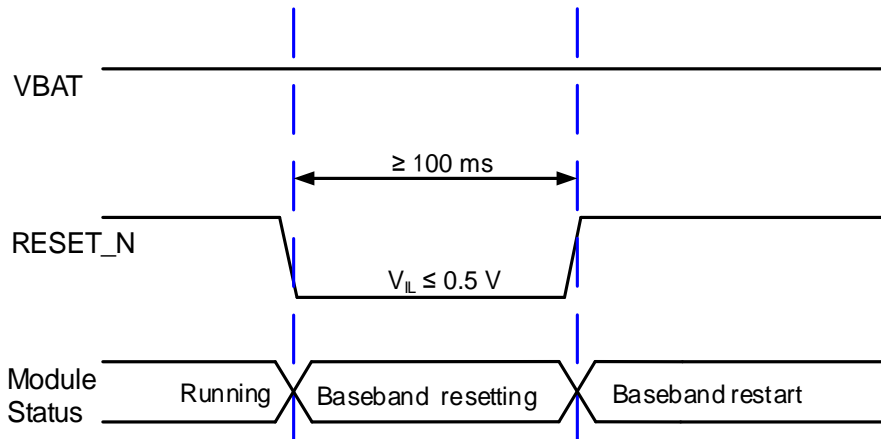


图 15: 复位时序图

备注

1. 确保 PWRKEY 和 RESET_N 引脚没有大负载电容，最大不超过 10 nF。
2. 建议复位功能仅在通过调用 `ql_power_down()` 和通过 PWRKEY 关机均失败后使用。

3.8. (U)SIM 接口

模块提供两个(U)SIM 接口，接口符合 ETSI 和 IMT-2000 规范，支持 1.8 V 和 3.0 V (U)SIM 卡，支持双卡双待功能。

表 10: (U)SIM1 接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
USIM_GND	10		(U)SIM1 卡专用地	连接(U)SIM 卡座的地引脚。
USIM_DET	13	DI	(U)SIM1 卡热插拔检测	1.8 V 电压域。 不用则悬空。
USIM_VDD	14	PO	(U)SIM1 卡供电电源	模块自动识别 1.8 V 或 3.0 V (U)SIM 卡。
USIM_DATA	15	DIO	(U)SIM1 卡数据	
USIM_CLK	16	DO	(U)SIM1 卡时钟	
USIM_RST	17	DO	(U)SIM1 卡复位	

表 11: (U)SIM2 复用接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
USIM2_VDD	128	PO	(U)SIM2 卡供电电源	模块自动识别 1.8 V 或 3.0 V (U)SIM 卡。
AP_READY	2	DIO	(U)SIM2 卡数据	硬件层面可通过复用 AP_READY、WAKEUP_IN、SLEEP_IND 和 W_DISABLE#来实现(U)SIM2 卡的相关功能。 详情请咨询移远通信技术支持。
WAKEUP_IN	1	DO	(U)SIM2 卡时钟	
SLEEP_IND	3	DI	(U)SIM2 卡热插拔检测	
W_DISABLE#	4	DO	(U)SIM2 卡复位	

通过 USIM_DET 引脚，模块可支持(U)SIM 卡热插拔功能，可参考 CSDK 中的 *ql_sim_demo.c* 示例文件以配置卡热插拔检测功能。有关引脚复用的详细信息，请参考文档 [2]。

8-pin (U)SIM 接口参考电路如下：

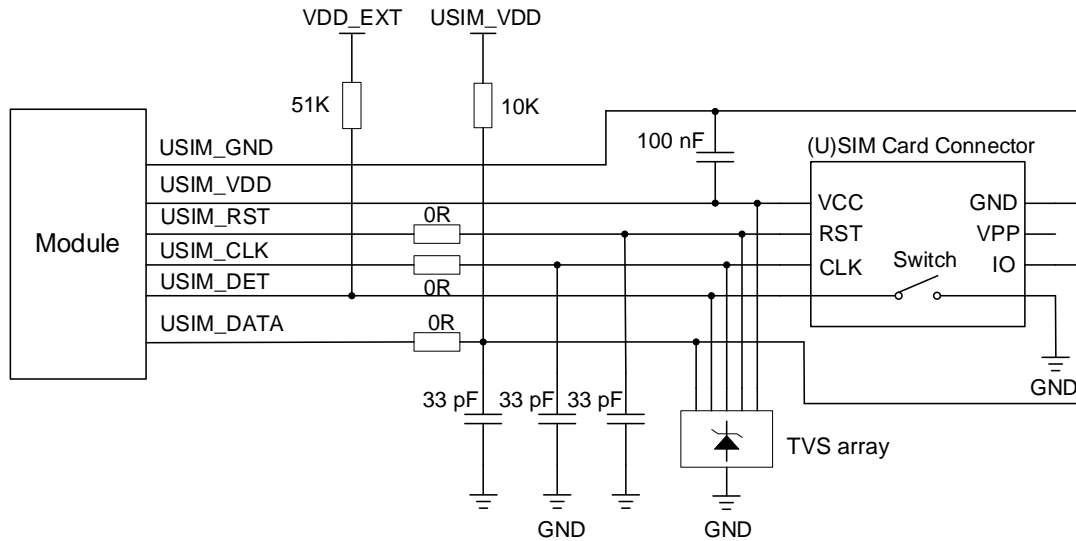


图 16: 8-pin (U)SIM 接口参考电路图

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

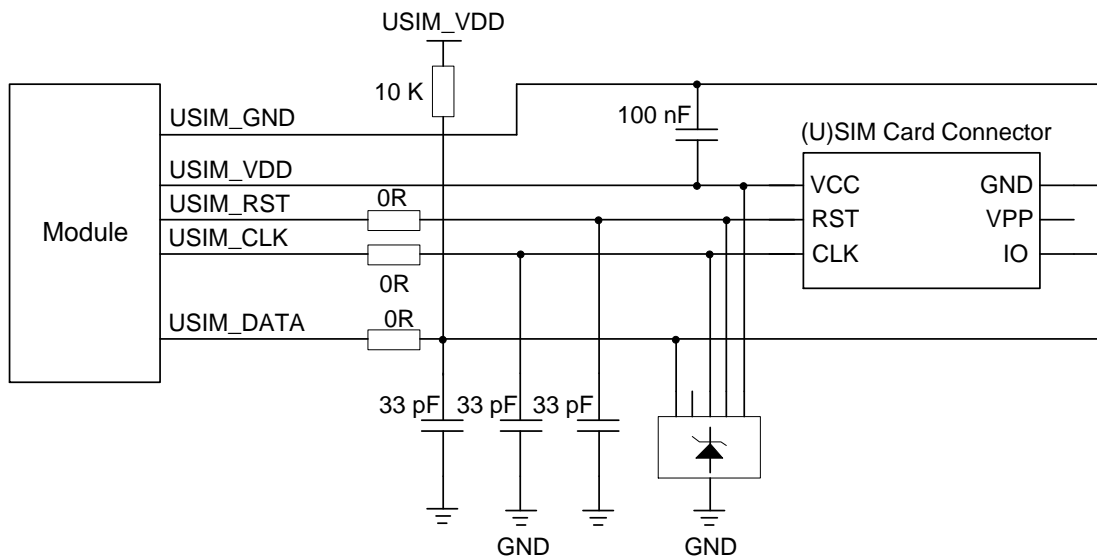


图 17: 6-pin (U)SIM 接口参考电路图

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 卡信号线布线远离射频线和 VBAT 电源线。
- (U)SIM 卡座的地与模块的 USIM_GND 之间的布线要短而粗; 为保证相同的电势, 需确保 USIM_VDD 与 USIM_GND 布线宽度不小于 0.5 mm; 如果客户 PCB 的 GND 很完整, USIM_GND 也可以直接连接到 PCB 的 GND。
- 请确保 USIM_VDD 与 GND 之间的旁路电容容值不大于 1 μ F, 且尽可能靠近(U)SIM 卡座放置。

- 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 性能，建议(U)SIM 卡的引脚增加 TVS 阵列，TVS 阵列寄生电容不大于 15 pF。在模块和(U)SIM 卡之间串联 0 Ω 电阻便于调试。在 USIM_DATA、USIM_CLK 和 USIM_RST 线上并联 33 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，或者在干扰源比较近的情况下，建议靠近(U)SIM 卡座位置增加上拉电阻。

3.9. USB 接口

模块的 USB 接口符合 USB 2.0 规范，支持全速（12 Mbps）和高速（480 Mbps）模式。该接口仅支持 USB 从模式，可用于数据传输、软件调试和固件升级。

表 12: USB 接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
USB_DP	69	AIO	USB 2.0 差分数据 (+)	要求 90 Ω 差分阻抗。
USB_DM	70	AIO	USB 2.0 差分数据 (-)	必须预留测试点。
USB_VBUS	71	AI	USB 连接检测	典型值 5.0 V，最小值 3.5 V。 必须预留测试点。
GND	72		地	

如需了解更多关于 USB 2.0 规范的信息，请访问 <http://www.usb.org/home>。

客户设计时须预留测试点用于调试和固件升级。下图为 USB 接口参考设计：

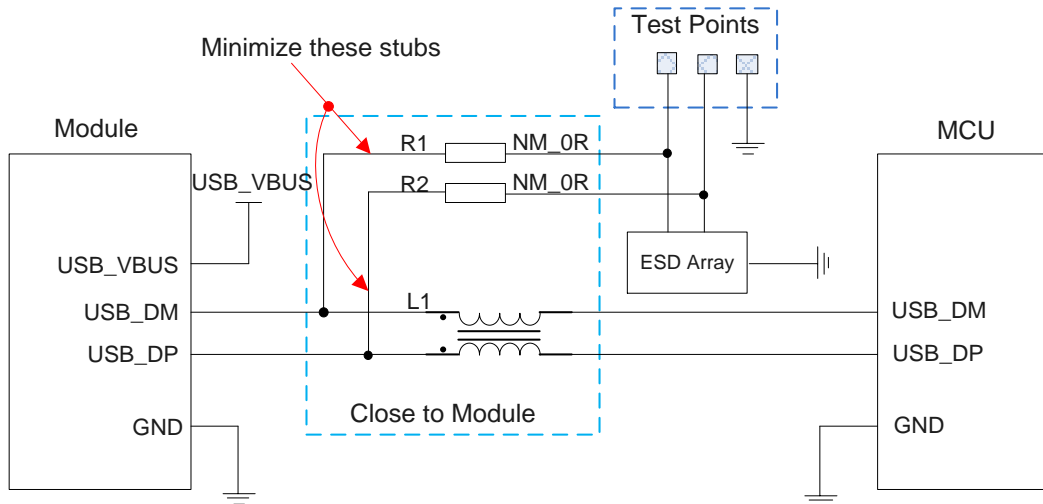


图 18: USB 接口参考设计

建议在 MCU 与模块间串联一个共模电感 L1 防止 USB 信号产生 EMI 干扰；同时，建议串联 R1、R2 电阻到测试点以便于调试，电阻默认不贴。为了满足 USB 数据线信号完整性要求，L1、R1、R2 需要靠近模块放置，且 R1 和 R2 之间靠近放置，连接测试点的桩线尽量短。

为确保 USB 的性能，在 USB 接口电路设计中建议遵循以下原则：

- USB 走线周围需要包地处理，走 90 Ω 的阻抗差分线。
- 不要在晶体、振荡器、磁性装置和射频信号下面走 USB 线，建议走内层差分走线且上下左右立体包地。
- USB 数据线上的 ESD 器件选型需特别注意，其寄生电容不要超过 2 pF，且尽量靠近 USB 接口放置。

3.10. 串口

模块有三个串口：主串口、调试串口和辅助串口。下面描述了这些串口的主要特性。

- 主串口：用于数据传输。支持 RTS 和 CTS 硬件流控。
- 调试串口：用于 AP log 输出。只能作为调试串口，不能作为通用串口使用。
- 辅助串口

表 13: 主串口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
MAIN_CTS	64	DO	模块清除发送 (连接至 MCU 的 CTS)	
MAIN_RTS	65	DI	请求发送至模块 (连接至 MCU 的 RTS)	1.8 V 电压域。 不用则悬空。
MAIN_TXD	67	DO	主串口发送	
MAIN_RXD	68	DI	主串口接收	

表 14: 调试串口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
DBG_RXD	11	DI	调试串口接收	1.8 V 电压域。 必须预留测试点，用于抓取 AP log。
DBG_TXD	12	DO	调试串口发送	

表 15: 辅助串口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
AUX_RXD	137	DI	辅助串口接收	1.8 V 电压域。 不用则悬空。
AUX_TXD	138	DO	辅助串口发送	

模块的串口电平为 1.8V。若客户 MCU 系统电平为 3.3V，则需在模块和 MCU 的串口连接中增加电平转换器，推荐使用 TI 公司的 TXS0104EPWR 电平转换芯片。

下图为使用电平转换芯片的参考电路设计。

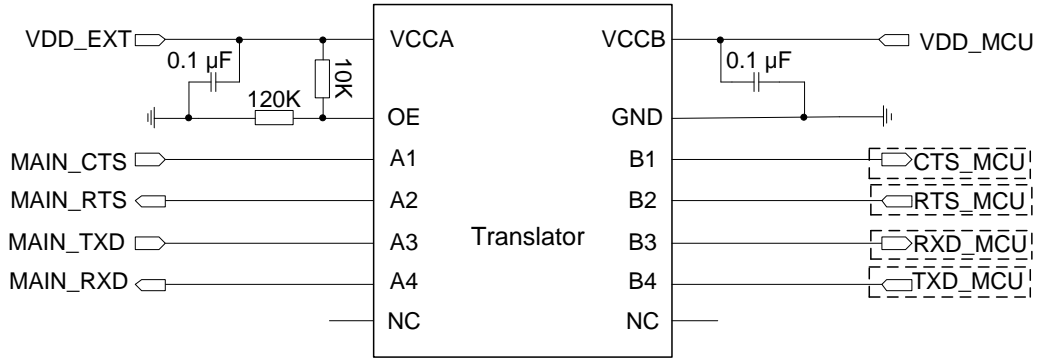


图 19: 电平转换芯片参考电路

更多信息请访问 <http://www.ti.com>。

另一种电平转换电路如下图所示。如下虚线部分的输入和输出电路设计可参考实线部分，但需注意连接方向。

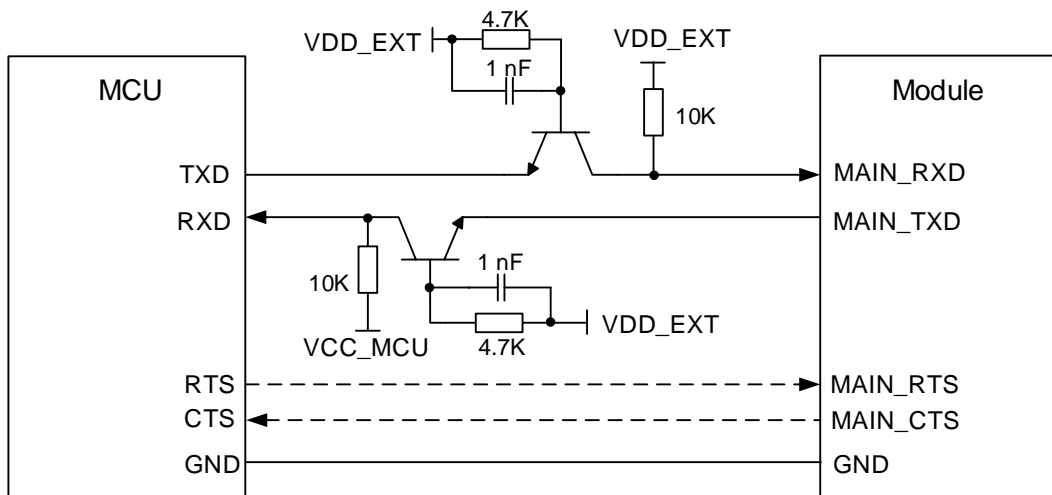


图 20: 三极管电平转换参考电路

备注

1. 三极管电平转换电路不适用于波特率超过 460 kbps 的应用。
2. 请务必留意，串口硬件流控 CTS、RTS 引脚采取直连方式，并注意输入输出方向。
3. 若选择的模块不支持 GNSS 功能，则可支持 UART3 功能。详情请咨询移远通信技术支持。

3.11. SPI 接口

模块的 SPI 接口仅支持主模式。它通过同步双工串行和外设之间进行通信。工作电压为 1.8 V，时钟速率最大支持 25 MHz。

表 16: SPI 接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
SPI_CS	37	DO	SPI 片选	
SPI_DOUT	38	DO	SPI 数据输出	1.8 V 电压域。不用则悬空。 如使用支持 GNSS 功能的模块，引脚 37~40 的 SPI 功能不能使用，需做悬空处理。
SPI_DIN	39	DI	SPI 数据输入	
SPI_CLK	40	DO	SPI 时钟	

备注

1. 通用 4 线 SPI 接口用于外接 NOR Flash 时，支持 Flash 基础读、写、擦除等操作，支持文件系统，自带擦写均衡保护，支持 FOTA 升级，支持预置文件，只能存储，不能用来运行代码。
2. 通用 4 线 SPI 接口用于外接 NAND Flash 时，支持 Flash 基础读、写、擦除等操作，支持文件系统，自带擦写均衡保护，不支持 FOTA 升级，不支持预置文件，只能存储，不能用来运行代码。

3.12. I2C 接口

模块提供两个 I2C 接口。

表 17: I2C 接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
I2C_SCL	41	OD	I2C 串行时钟	
I2C_SDA	42	OD	I2C 串行数据	使用时需外部上拉到 1.8 V。 不用则悬空。
I2C2_SCL	141	OD	I2C 串行时钟	
I2C2_SDA	142	OD	I2C 串行数据	

备注

I2C 总线支持同时挂载多个外设，但不包括音频编解码器芯片。换言之，如果 I2C 总线上已挂载音频编解码器芯片，则不能再挂其他任何外设；如果总线上没有音频编解码器芯片，则可挂载多个外设。

3.13. PCM 接口

模块提供一个 PCM 接口，可用于外接音频编解码器芯片，只支持从模式。因此音频编解码器芯片的时钟信号需要由外部提供，推荐使用模块 MAIN_DCD 引脚提供时钟信号。

表 18: PCM 接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
PCM_DIN	24	DI	PCM 数据输入	1.8 V 电压域。不用则悬空。
PCM_DOUT	25	DO	PCM 数据输出	
PCM_SYNC	26	DI	PCM 帧同步	1.8 V 电压域。不用则悬空。
PCM_CLK	27	DI	PCM 时钟	PCM 只支持从模式。

下图为带外部 Codec 芯片的 PCM 和 I2C 接口的参考设计：

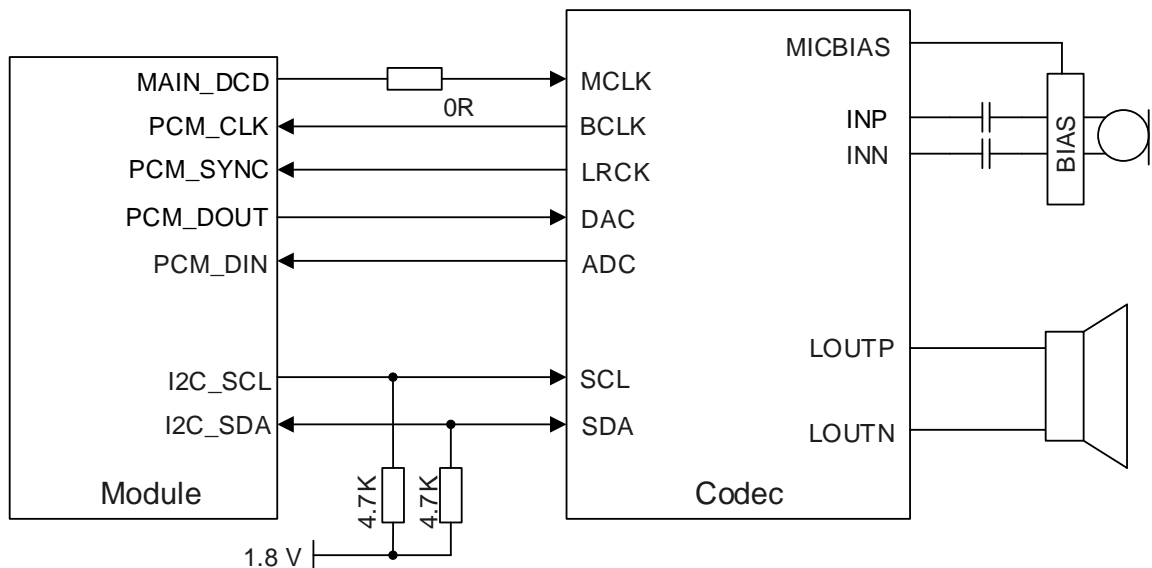


图 21: 外部 Codec 芯片 PCM 和 I2C 接口参考设计

备注

1. 建议在 PCM 的信号线（特别是 PCM_CLK）上预留 RC（R = 0 Ω, C = 33 pF）电路。
2. 若使用模块 MAIN_DCD 引脚提供时钟信号，则此引脚不可用作其他功能。

3.14. 外接 Flash 接口

模块支持外接 Flash 芯片，外接 Flash 接口是与模块其他引脚功能复用的。具体请参考如下方式：

表 19：外接 Flash 复用接口定义

引脚名	引脚号	复用功能	I/O	备注
PCM_DIN	24	SPI_FLASH1_SIO_0	DIO	连接外接 Flash 芯片的 IO0
PCM_DOUT	25	SPI_FLASH1_SIO_1	DIO	连接外接 Flash 芯片的 IO1
PCM_SYNC	26	SPI_FLASH1_CS	DO	连接外接 Flash 芯片的片选
PCM_CLK	27	SPI_FLASH1_CLK	DO	连接外接 Flash 芯片的时钟
USIM_DET	13	SPI_FLASH1_SIO_2	DIO	连接外接 Flash 芯片的 IO2
WLAN_WAKE	135	SPI_FLASH1_SIO_3	DIO	连接外接 Flash 芯片的 IO3

引脚 24~27、13、135 可以复用为一组专用 SPI 接口，用于外接 6 线 NOR Flash 或 NAND Flash。差异如下：

- 专用 SPI 接口用于外接 NOR Flash 时，支持文件系统，自带擦写均衡保护，支持 FOTA 升级，支持预置文件，只能存储，不能用来运行代码。
- 专用 SPI 接口用于外接 NAND Flash 时，支持 Flash 基础读、写、擦除等操作，支持文件系统，自带擦写均衡保护，不支持 FOTA 升级，不支持预置文件，只能存储，不能用来运行代码。

两种接口电路设计详情请参考文档 [6]。

备注

1. 引脚 24~27 还可复用为一组通用 SPI 接口，可用于外接 4 线 Flash 或其他外设。
2. 有关引脚复用的详细信息，请参考文档 [2]。

3.15. 模拟音频接口

模块提供了一路模拟音频输入通道和一路模拟音频输出通道。引脚定义如下表所示。

表 20: 模拟音频接口引脚定义

接口	引脚名	引脚号	I/O	描述
AIN	MIC_P	75	AI	麦克风输入通道 (+)
	MIC_N	77		麦克风输入通道 (-)
AOUT	LOUDSPK_P	73	AO	扬声器差分输出 (+)
	LOUDSPK_N	74		扬声器差分输出 (-)

- AIN 通道是差分输入，用作麦克风输入。麦克风通常选用驻极体麦克风。
- AOUT 通道是差分输出，内置功放。默认配置为 AB 类功放，8 Ω 负载时最大驱动功率为 500 mW；当配置为 D 类功放时，8 Ω 负载时最大驱动功率 800 mW。

3.15.1. 音频接口设计注意事项

建议采用内置射频滤波双电容（如 10 pF 和 33 pF）驻极体麦克风；从干扰源头滤除射频干扰，更大程度减少耦合 TDD 噪音。如果不增加这些电容，则可能会在通话时听到 TDD 噪声。需知，由于电容的谐振点在很大程度上取决于电容的材料以及制造工艺，因此选择电容时，需要咨询电容供应商，选择最合适的容值来滤除工作时的射频噪声。

针对支持 GSM 频段的模块，GSM 发射时的高频干扰严重程度通常取决于应用设计。因此可以根据测试结果选贴需要的滤波电容，甚至有的时候不需要贴该类滤波电容。PCB 上的射频滤波电容摆放位置要尽量靠近音频器件或音频接口，且走线要尽量短，要先经过滤波电容再到其他点。

为了减少信号干扰，天线位置离音频元件和音频走线应尽量远；电源走线和音频走线不能平行，且电源走线应尽量远离音频走线。

差分音频走线必须遵循差分信号的布线规则。

3.15.2. 麦克风接口电路

麦克风接口参考电路下图所示：

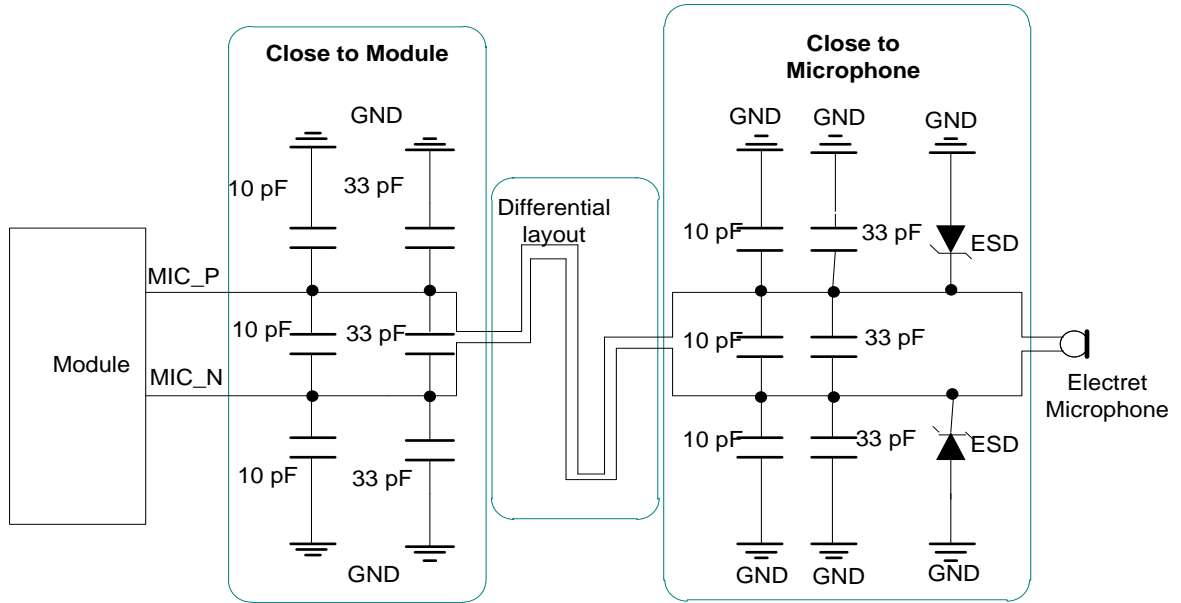


图 22: 麦克风接口参考电路

备注

由于麦克风通道对 ESD 较为敏感，建议不要省略麦克风通道的 ESD 防护器件。

3.15.3. 扬声器接口电路

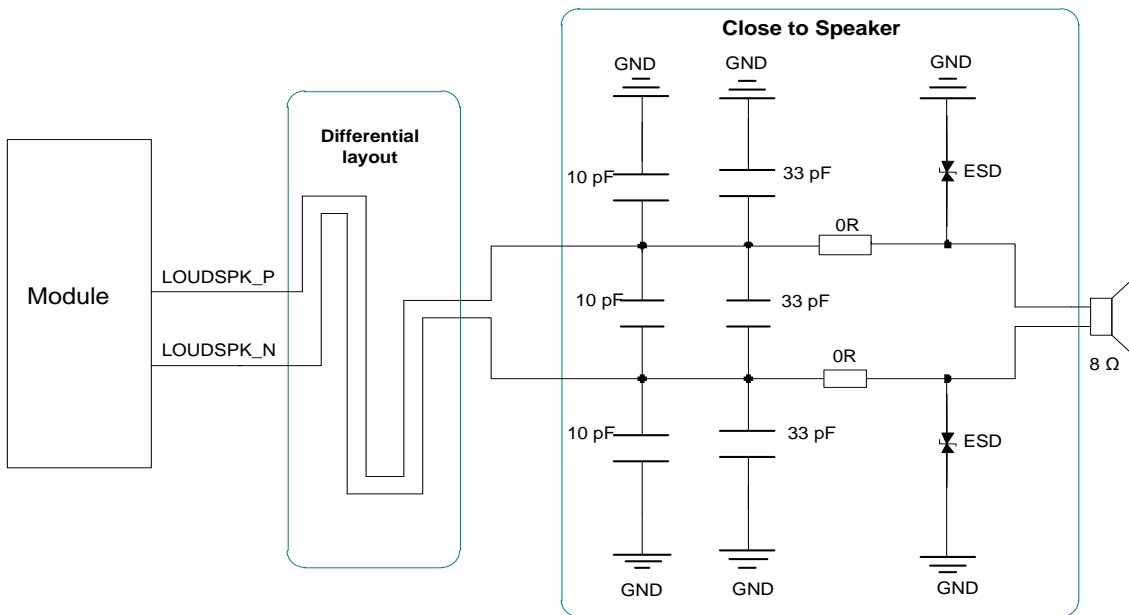


图 23: 扬声器输出参考电路

3.16. LCM 接口

模块支持 SPI 的 LCM 接口，支持最大分辨率为 320 × 240 的液晶显示模块；支持 DMA 传输；支持 16 位 RGB565 和 YUV 格式。模块也支持 MIPI 的 LCM 接口，支持最大分辨率 800 × 1280 的液晶显示模块。有关 SPI LCM 和 MIPI LCM 的电路设计，请参考文档 [6]。

有关引脚复用的详细信息，请参考文档 [2]。

表 21: SPI LCM 接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
LCD_FMARK	119	DI	LCD 帧同步	
LCD_RSTB	120	DO	LCD 复位	
LCD_SEL	121		预留	
LCD_CS	122	DO	LCD 片选	1.8 V 电压域，不用则悬空。
LCD_CLK	123	DO	LCD 时钟	
LCD_SDC	124	DO	LCD 寄存器选择	
LCD_SI/O	125	DIO	LCD 数据	
ISINK	140	PI	灌电流输入引脚，背光调节	I _{max} = 200 mA，可配置电流大小。灌电流方式驱动，接背光灯的阴极，通过调节电流来调节背光亮度。

表 22: MIPI LCM 复用接口引脚定义

引脚名	引脚号	复用功能	I/O	描述	备注
LCD_RSTB	120		DO	LCD 复位	
LCD_FMARK	119		DI	LCD 帧同步	
PCM_DOUT	25	DSI_D1P	DIO	MIPI 差分数据 (+)	1.8 V 电压域。不用则悬空。
PCM_DIN	24	DSI_D1N	DIO	MIPI 差分数据 (-)	
WLAN_WAKE	135	DSI_D0P	DIO	MIPI 差分数据 (+)	
USIM_DET	13	DSI_D0N	DIO	MIPI 差分数据 (-)	

PCM_SYNC	26	DSI_CKP	DIO	MIPI 差分时钟 (+)
PCM_CLK	27	DSI_CKN	DIO	MIPI 差分时钟 (-)

3.17. 摄像头接口

模块支持摄像头接口，摄像头接口是由其他引脚功能复用而来的。I/O 接口只支持 1.8 V，支持最高达 30 万像素的摄像头，支持 SPI 双线传输模式和 MIPI 数据传输。有关引脚复用的详细信息，请参考文档 [2]。

表 23: SPI 摄像头复用接口引脚定义

引脚名	引脚号	复用功能	I/O	描述	备注
SD_DET	23	CAM_SCK	DI	摄像头 SPI 时钟	1.8 V 电压域。
STATUS	61	CAM_RST	DO	摄像头复位	1.8 V 电压域。
MAIN_RI	62	CAM_PWDN	DO	摄像头关断	
MAIN_DCD	63	CAM_REFCLK	DO	摄像头主时钟	1.8 V 电压域。
MAIN_DTR	66	CAM_DATA0	DIO	摄像头 SPI 数据 0	
NET_STATUS	6	CAM_DATA1	DIO	摄像头 SPI 数据 1	

表 24: MIPI 摄像头复用接口引脚定义

引脚名	引脚号	复用功能	I/O	描述	备注
I2C_SDA	42		OD	摄像头 I2C 串行数据	使用时需外部上拉到 1.8 V。
I2C_SCL	41		OD	摄像头 I2C 串行时钟	不用则悬空。
MAIN_RI	62	CAM_PWDN	DO	摄像头关断	
MAIN_DCD	63	CAM_REFCLK	DO	摄像头主时钟	
STATUS	61	CSI_CKN	DIO	MIPI 差分时钟 (-)	1.8 V 电压域。 不用则悬空。
MAIN_DTR	66	CSI_CKP	DIO	MIPI 差分时钟 (+)	
NET_STATUS	6	CSI_D0N	DIO	MIPI 差分数据 (-)	

SD_DET 23 CSI_D0P DIO MIPI 差分数据 (+)

3.18. 矩阵键盘接口

模块提供矩阵键盘接口。由于模块 GNSS 功能可选，若选择的模块不支持 GNSS 功能，使用 4 × 6 矩阵键盘，引脚 81、82 开放使用；若选择的模块支持 GNSS 功能，使用 4 × 4 矩阵键盘，引脚 81、82 保持悬空。

表 25: 矩阵键盘接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
USB_BOOT	115	DI	矩阵按键输入 0	模块正常开机后，USB_BOOT 引脚可复用为 KEYIN0。 USB_BOOT 开机前禁止上拉到高电平，否则模块将进入下载模式。
KEYIN1	78	DI	矩阵按键输入 1	
KEYIN2	79	DI	矩阵按键输入 2	
KEYIN3	80	DI	矩阵按键输入 3	
KEYOUT0	83	DO	矩阵按键输出 0	
KEYOUT1	84	DO	矩阵按键输出 1	1.8 V 电压域。不用则悬空。 KEYIN1 开机前禁止上拉到高电平。
KEYOUT2	113	DO	矩阵按键输出 2	
KEYOUT3	114	DO	矩阵按键输出 3	
KEYOUT4	81	DO	矩阵按键输出 4	
KEYOUT5	82	DO	矩阵按键输出 5	

3.19. SD 卡接口

模块提供一个支持 SD 2.0 规格的 SD 卡接口。

表 26: SD 卡接口引脚描述

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
SD_DET	23	DI	SD 卡检测	1.8 V 电压域。 不用则悬空。
SDIO1_DATA3	28	DIO	SD 卡 SDIO 数据位 3	
SDIO1_DATA2	29	DIO	SD 卡 SDIO 数据位 2	
SDIO1_DATA1	30	DIO	SD 卡 SDIO 数据位 1	
SDIO1_DATA0	31	DIO	SD 卡 SDIO 数据位 0	3.2 V 电压域。 不用则悬空。
SDIO1_CLK	32	DO	SD 卡 SDIO 时钟	
SDIO1_CMD	33	DIO	SD 卡 SDIO 命令	
SDIO1_VDD	34	PO	SD 卡 SDIO 电源	

SD 卡接口参考设计如下图所示。

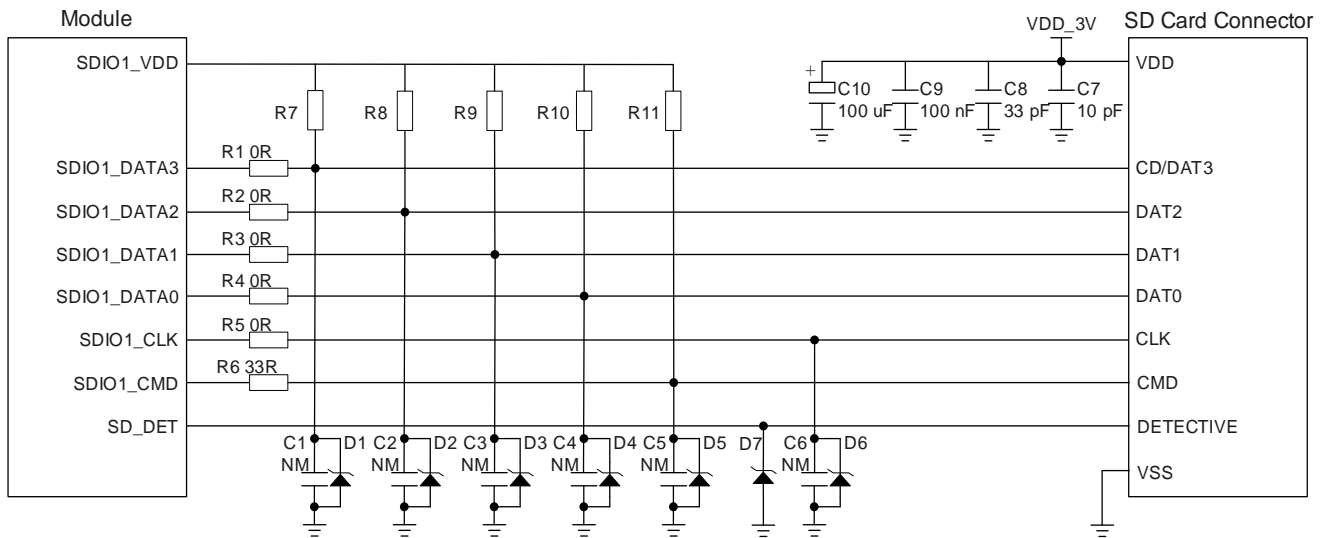


图 24: SD 卡接口电路参考设计

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

- SD 卡电源 VDD_3V 需要从模块外部提供，电压范围为 2.7~3.6 V，需提供至少 800 mA 电流。模块输出电源 SDIO1_VDD 的最大输出电流为 150 mA，只能用于 SDIO 总线上拉。
- 为避免总线抖动，需要在 SDIO 信号预留上拉电阻 R7~R11，推荐值为 4.7 kΩ。上拉电源必须选择模块 SDIO1_VDD。

- 为调节信号质量，需预留 SDIO 信号串联电阻 R1~R6，R1~R5 推荐值为 0 Ω，R6 推荐值为 33 Ω；预留电容 C1~C6，默认不贴。摆件时电阻、电容需要靠近模块侧放置。
- 为确保良好的 ESD 性能，建议在 SD 卡引脚增加 TVS 管；且尽量靠近 SD 卡座摆放，并保证 TVS 的寄生电容小于 15 pF。
- SDIO 信号线需要远离敏感信号如射频、模拟信号，以及时钟、DC-DC 等噪声信号。
- SDIO 信号线需要立体包地，阻抗控制在 50 Ω ±10 %。
- SDIO 信号与其他信号之间的间距需大于 2 倍线宽，并且确保总线负载小于 15 pF。
- SDIO1_CLK、SDIO1_DATA[0:3]和 SDIO1_CMD 的走线需做等长处理（相差小于 1 mm），总长度需小于 50 mm。

3.20. WLAN 应用接口*

模块提供一个符合 SDIO 1.1 规范的 WLAN 应用接口。

表 27: WLAN 应用接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
WLAN_SLP_CLK	118	DO	WLAN 睡眠时钟	不用则悬空。
WLAN_PWR_EN	127	DO	WLAN 电源使能控制	
SDIO2_DATA3	129	DIO	WLAN SDIO 数据位 3	
SDIO2_DATA2	130	DIO	WLAN SDIO 数据位 2	
SDIO2_DATA1	131	DIO	WLAN SDIO 数据位 1	1.8 V 电压域。 不用则悬空。
SDIO2_DATA0	132	DIO	WLAN SDIO 数据位 0	
SDIO2_CLK	133	DO	WLAN SDIO 时钟	
SDIO2_CMD	134	DIO	WLAN SDIO 命令	
WLAN_WAKE	135	DI	WLAN 唤醒模块	通过外部 Wi-Fi 模块 唤醒主机（模块）。 1.8 V 电压域。 不用则悬空。
WLAN_EN	136	DO	WLAN 使能	1.8 V 电压域。 不用则悬空。

SDIO 接口速率很高，为了确保接口设计符合 SDIO 1.1 规范，建议遵循以下原则：

- SDIO 信号线需要立体包地，阻抗需控制在 $50\ \Omega \pm 10\%$ ；
- SDIO 信号线需要远离敏感信号如射频、模拟信号，以及时钟、DC-DC 等噪声信号；
- WLAN_SLP_CLK、SDIO2_DATA[0:3]和 SDIO2_CMD 的走线需做等长处理（相差小于 1 mm），总长度需小于 50 mm；
- SDIO 信号与其他信号之间的间距需大于 2 倍线宽，并且确保总线负载小于 15 pF。

备注

WLAN 接口与其他功能存在冲突，使用详情请咨询移远通信技术支持。

3.21. ADC 接口

模块提供三路 ADC 接口。为了提高 ADC 电压的测量精度，ADC 接口在布线时需要包地处理。

表 28：ADC 接口引脚定义

引脚名	引脚号	描述	备注
ADC2	43	通用 ADC 接口	
ADC1	44	通用 ADC 接口	建议预留分压电路。 不用则悬空。
ADC0	45	通用 ADC 接口	

表 29：ADC 特性

引脚名	最小值	典型值	最大值	单位
ADC[0:2]电压范围	0	-	VBAT_BB	V
ADC 分辨率	-	12	-	bits

可调用 `ql_adc_get_volt()`读取 ADC 接口电压值，`ql_adc_channel_id` 与 ADC 通道的对应关系如下。

表 30: *ql_adc_channel_id* 与 ADC 通道对应关系

<i>ql_adc_channel_id</i>	ADC 通道
QL_ADC0_CHANNEL	ADC0
QL_ADC1_CHANNEL	ADC1
QL_ADC2_CHANNEL	ADC2

备注

1. 有关上述 API 的详细信息，请参考文档 [7]。
2. 由于移远通信不同模块之间的 ADC 电压范围存在差异，为了更好兼容其他模块，使用 ADC 引脚时，强烈建议预留分压电路。且分压电阻阻值必须小于 100 kΩ，否则会明显降低 ADC 的测量精度；不使用分压电路时 ADC 引脚需串联 1 kΩ 电阻。

3.22. 网络状态指示

模块提供 NET_MODE 和 NET_STATUS 两个网络状态指示引脚，用于驱动网络状态指示灯。如下两表分别描述了引脚定义和不同网络状态下的逻辑电平变化。客户可以自行配置使用，具体参考 CSDK 中的 *led_cfg_demo.c* 示例文件。

表 31: 网络状态指示引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
NET_MODE	5	DO	网络状态指示	1.8 V 电压域。
NET_STATUS	6	DO	注册的网络制式指示	不用则悬空。

表 32: 网络状态指示引脚的工作状态

引脚名	引脚工作状态	所指示的网络状态
NET_STATUS	高电平	注册 LTE 网络状态
	低电平	其他
NET_MODE	慢闪（200 ms 高/ 1800 ms 低）	注网失败，找网状态

快闪 (234 ms 高/ 266 ms 低)	注网成功, 待机状态
速闪 (63 ms 低/ 62 ms 高)	数据传输模式
高电平	通话中

参考电路如下图所示。

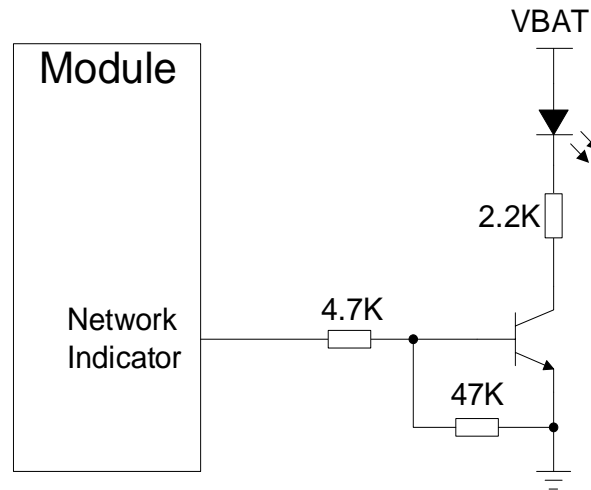


图 25: 网络状态指示参考电路

3.23. STATUS

STATUS 用于指示模块的运行状态。当模块正常开机时, STATUS 会输出高电平。

表 33: STATUS 引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
STATUS	61	DO	运行状态指示	1.8 V 电压域。不用则悬空。

下图为 STATUS 参考电路设计。

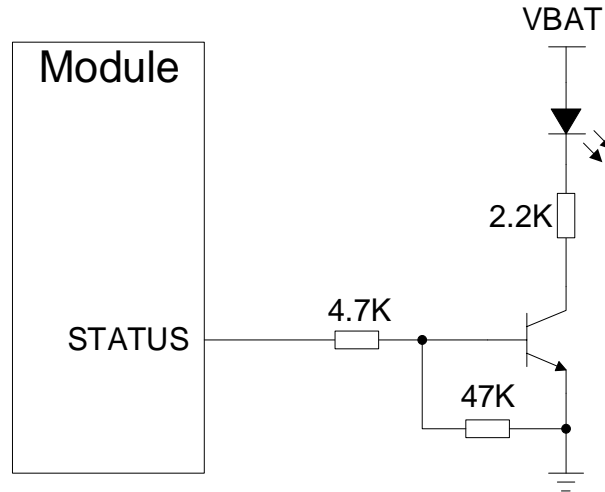


图 26: STATUS 参考电路

备注

模块在 VBAT 不供电的情况下，STATUS 不能作为关机状态指示。

3.24. USB_BOOT 接口

模块需要进入下载模式才能下载。在 VDD_EXT 上电前，上拉 USB_BOOT 至 1.8 V，在开机时模块将进入下载模式。在下载模式下，模块可通过 USB 接口进行固件升级。

若设计有扫描按键，还可在模块上电前按下“USB_BOOT+KEYOUT0”扫描按键，开机时模块将进入下载模式。

表 34: USB_BOOT 接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
USB_BOOT	115	DI	控制模块进入下载模式	1.8 V 电压域。 高电平有效。 必须预留能使模块进入下载模式的电路设计。 建议预留测试点。

USB_BOOT 接口参考设计如下：

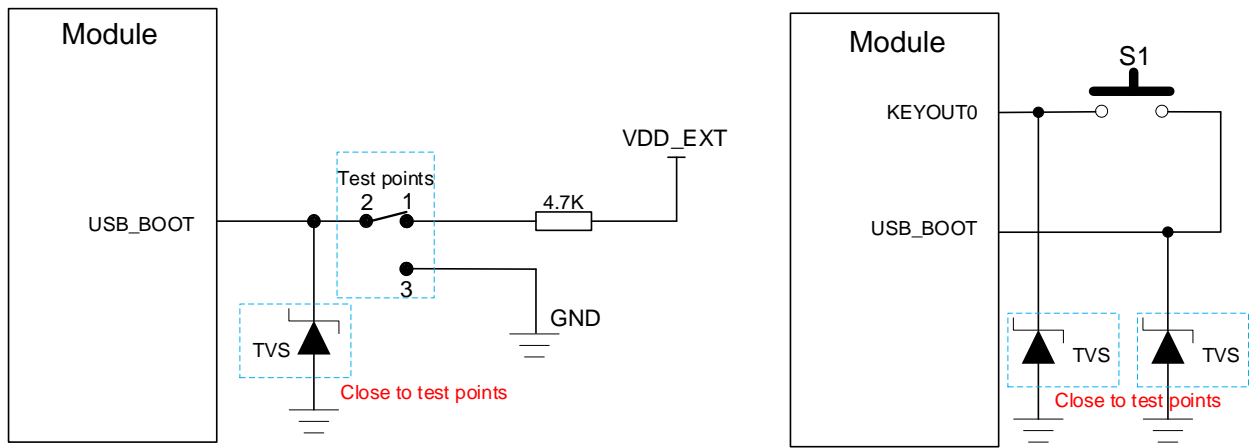


图 27: USB_BOOT 接口参考设计电路

4 天线接口

请根据具体的项目情况选择合适的天线类型与设计方案，并调整天线参数。在终端产品量产前，需对射频设计进行全面的测试。本章节的全部内容仅作参考，在设计目标产品时仍需进行独立分析、评估和判断。

模块支持一个主天线接口、蓝牙/Wi-Fi Scan 天线接口、GNSS 天线接口。天线端口阻抗为 50 Ω。

4.1. 主天线和蓝牙/Wi-Fi Scan 天线接口

4.1.1. 引脚描述

表 35: 主天线和蓝牙/Wi-Fi Scan 天线接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
ANT_BT/WIFI_SCAN ⁹	35	AIO	蓝牙与 Wi-Fi Scan 共用天线	蓝牙与 Wi-Fi Scan 不能同时使用；Wi-Fi Scan 只能接收，不能发射。50 Ω 特性阻抗。不用则悬空。
ANT_MAIN	49	AIO	主天线	50 Ω 特性阻抗。

4.1.2. 工作频段

表 36: EC200U-CN 工作频段

3GPP 频段	发送	接收	单位
EGSM900	880~915	925~960	MHz
DCS1800	1710~1785	1805~1880	MHz
LTE-FDD B1	1920~1980	2110~2170	MHz
LTE-FDD B3	1710~1785	1805~1880	MHz

⁹ EC200U 系列模块支持蓝牙和 Wi-Fi Scan 功能，由于共用天线接口，两种功能不可同时使用；蓝牙和 Wi-Fi Scan 功能可选。有关详情请联系移远通信技术支持。

LTE-FDD B5	824~849	869~894	MHz
LTE-FDD B8	880~915	925~960	MHz
LTE-TDD B34	2010~2025	2010~2025	MHz
LTE-TDD B38	2570~2620	2570~2620	MHz
LTE-TDD B39	1880~1920	1880~1920	MHz
LTE-TDD B40	2300~2400	2300~2400	MHz
LTE-TDD B41	2535~2675	2535~2675	MHz

备注

EC200U-CN 模块的 GSM 网络可选。如选用的模块型号不支持 GSM 网络制式，则无 GSM 频段下的频段数据。

表 37: EC200U-EU 工作频段

3GPP 频段	发送	接收	单位
GSM850	824~849	869~894	MHz
EGSM900	880~915	925~960	MHz
DCS1800	1710~1785	1805~1880	MHz
PCS1900	1850~1910	1930~1990	MHz
LTE-FDD B1	1920~1980	2110~2170	MHz
LTE-FDD B3	1710~1785	1805~1880	MHz
LTE-FDD B5	824~849	869~894	MHz
LTE-FDD B7	2500~2570	2620~2690	MHz
LTE-FDD B8	880~915	925~960	MHz
LTE-FDD B20	832~862	791~821	MHz
LTE-FDD B28	703~748	758~803	MHz
LTE-TDD B38	2570~2620	2570~2620	MHz

LTE-TDD B40	2300~2400	2300~2400	MHz
LTE-TDD B41	2496~2690	2496~2690	MHz

表 38: EC200U-AU 工作频段

3GPP 频段	发送	接收	单位
GSM850	824~849	869~894	MHz
EGSM900	880~915	925~960	MHz
DCS1800	1710~1785	1805~1880	MHz
PCS1900	1850~1910	1930~1990	MHz
LTE-FDD B1	1920~1980	2110~2170	MHz
LTE-FDD B2	1850~1910	1930~1990	MHz
LTE-FDD B3	1710~1785	1805~1880	MHz
LTE-FDD B4	1710~1755	2110~2155	MHz
LTE-FDD B5	824~849	869~894	MHz
LTE-FDD B7	2500~2570	2620~2690	MHz
LTE-FDD B8	880~915	925~960	MHz
LTE-FDD B28	703~748	758~803	MHz
LTE-FDD B66	1710~1780	2110~2180	MHz
LTE-TDD B38	2570~2620	2570~2620	MHz
LTE-TDD B40	2300~2400	2300~2400	MHz
LTE-TDD B41	2496~2690	2496~2690	MHz

4.1.3. 射频参考电路

ANT_MAIN 和 ANT_BT/WIFI_SCAN 天线连接参考电路如下图所示。为获取最佳的射频性能，需预留 π 型匹配电路，电容默认不贴。

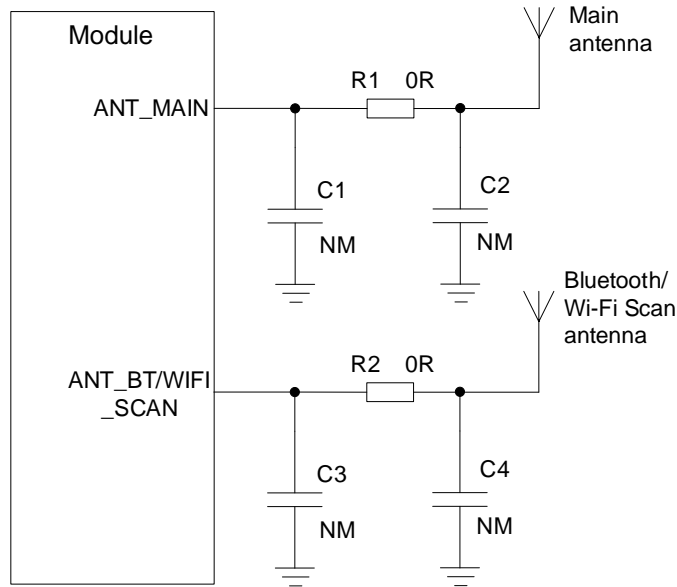


图 28: 射频参考电路

备注

1. 为提高接收灵敏度，需要保证主天线尽量远离蓝牙/Wi-Fi Scan 天线。
2. 图中 π 型匹配元件 (R1 & C1 & C2、R2 & C3 & C4) 应尽靠近天线放置。

4.2. GNSS 天线接口

表 39: GNSS 天线引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
ANT_GNSS	47	AI	GNSS 天线接口	50 Ω 特性阻抗。 不用则悬空。

表 40: GNSS 频段

类型	频段	单位
GPS	1575.42 \pm 1.023	MHz
GLONASS	1597.5~1605.8	MHz
Galileo	1575.42 \pm 2.046	MHz

BDS	1561.098 ±2.046	MHz
QZSS	1575.42	MHz

GNSS 天线连接参考电路如下图所示。

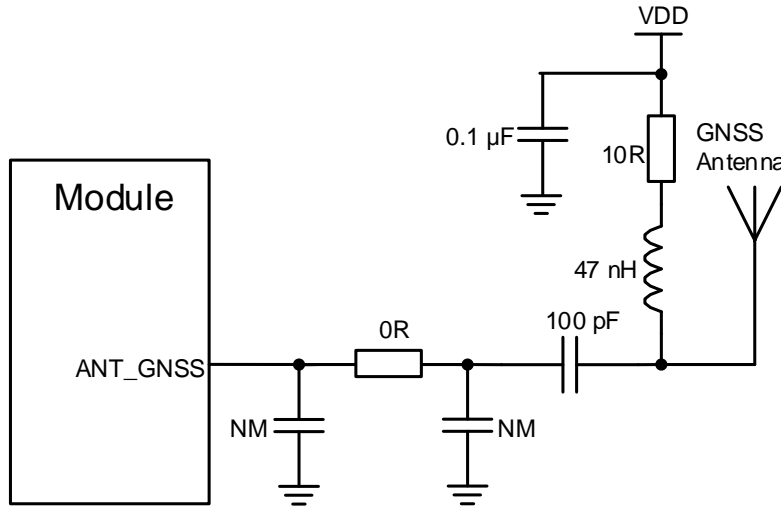


图 29: GNSS 天线参考电路

备注

1. 若选用无源天线，则无需设计 VDD 电路。
2. 如确需用到有源天线，强烈建议预留一个 π 型衰减电路，搭配高性能 LDO 作天线电源使用。

4.3. 射频信号线布线指导

设计 PCB 时，所有射频信号线的特性阻抗应控制在 50 Ω。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在 50 Ω 时，微带线以及共面波导的结构设计。

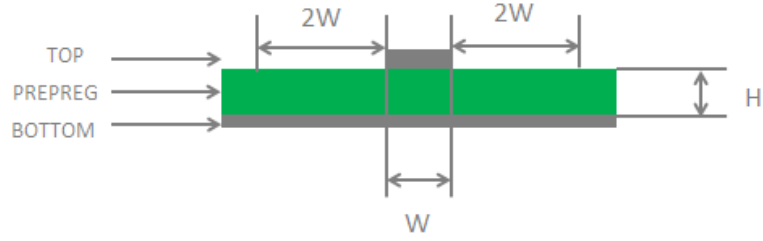


图 30: 两层 PCB 板微带线结构

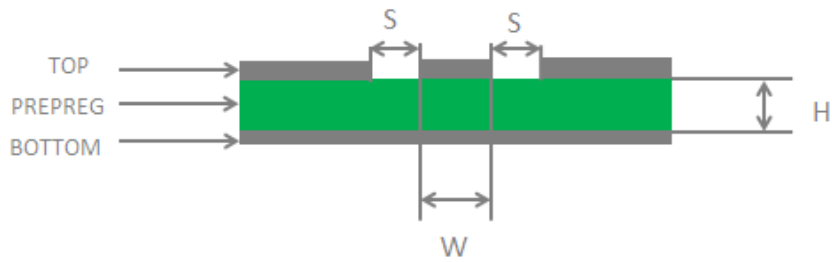


图 31: 两层 PCB 板共面波导结构

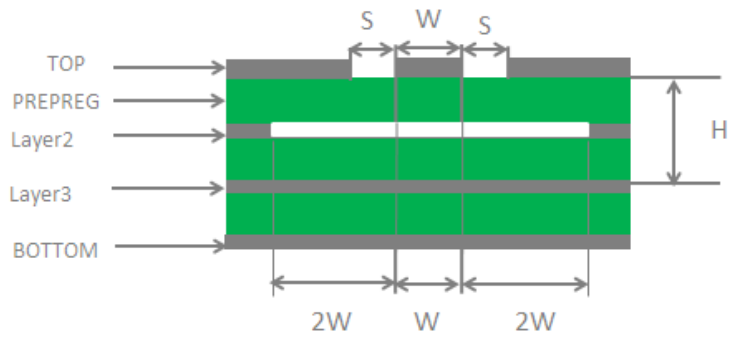


图 32: 四层 PCB 板共面波导结构 (参考地为第三层)

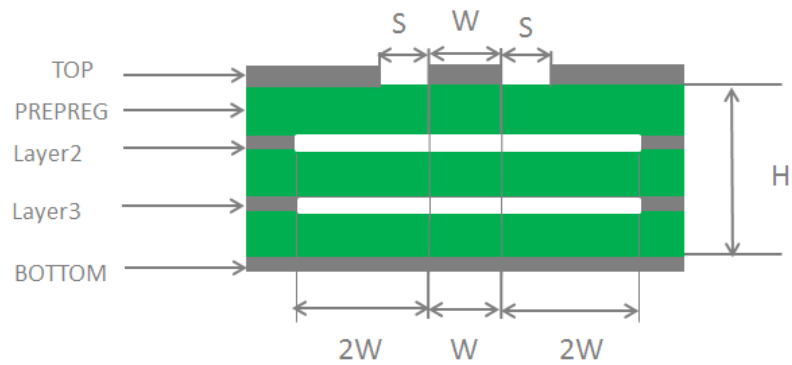


图 33: 四层 PCB 板共面波导结构 (参考地为第四层)

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。
- 与射频引脚相邻的地引脚不做热焊盘，要与地充分接触。
- 射频引脚到射频连接器之间的距离应尽量短，同时避免直角走线，建议走线夹角保持为 135° 。
- 建立连接器件的封装时，信号脚需与地保持距离。
- 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，避免和相邻层的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 [8]。

4.4. 天线安装

4.4.1. 天线要求

表 41：天线设计要求

类型	要求
GNSS	<ul style="list-style-type: none"> ● 频率范围：1559~1609 MHz ● 极化：RHCP 或线性 ● VSWR: < 2 (典型值) ● 与主天线隔离度: $> 40\ \text{dB}$
	<p>使用无源天线： 无源天线增益: $> 0\ \text{dBi}$</p> <p>使用有源天线： 有源天线噪声系数: $< 1.5\ \text{dB}$ 有源天线增益: $> 0\ \text{dBi}$ 有源天线内嵌 LNA 增益: $< 17\ \text{dB}$</p>
GSM/LTE	<ul style="list-style-type: none"> ● VSWR: ≤ 2 ● 效率: $> 30\ \%$ ● 最大输入功率: 50 W ● 输入阻抗: $50\ \Omega$ ● 线缆插入损耗: <ul style="list-style-type: none"> $< 1\ \text{dB}$: LB ($< 1\ \text{GHz}$) $< 1.5\ \text{dB}$: MB (1~2.3 GHz) $< 2\ \text{dB}$: HB ($> 2.3\ \text{GHz}$)

4.4.2. 射频连接器推荐

如果使用射频连接器进行天线连接，推荐使用 Hirose 的 U.FL-R-SMT 天线座。

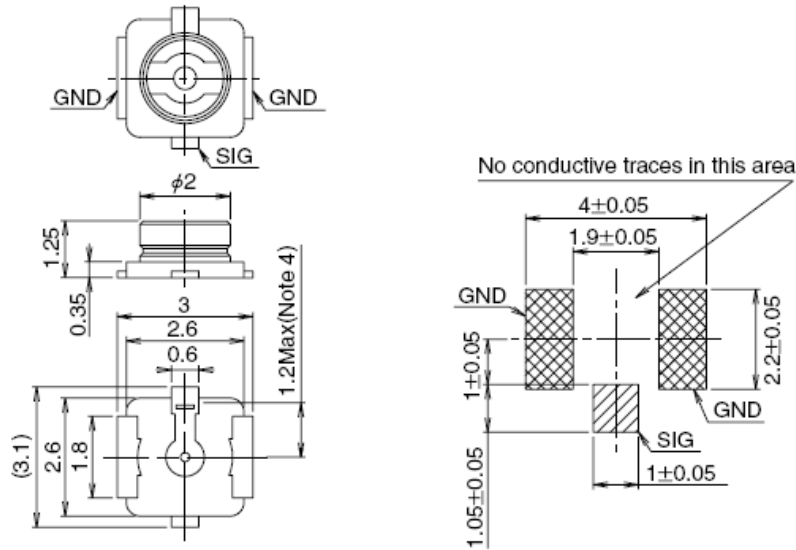


图 34: U.FL-R-SMT 天线座尺寸 (单位: 毫米)

可以选择 U.FL-LP 系列的插头来和 U.FL-R-SMT 天线座配合使用。

	U.FL-LP-040	U.FL-LP-066	U.FL-LP(V)-040	U.FL-LP-062	U.FL-LP-088
Part No.					
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 35: 与天线座匹配的插头规格

下图为插头和天线座安装尺寸:

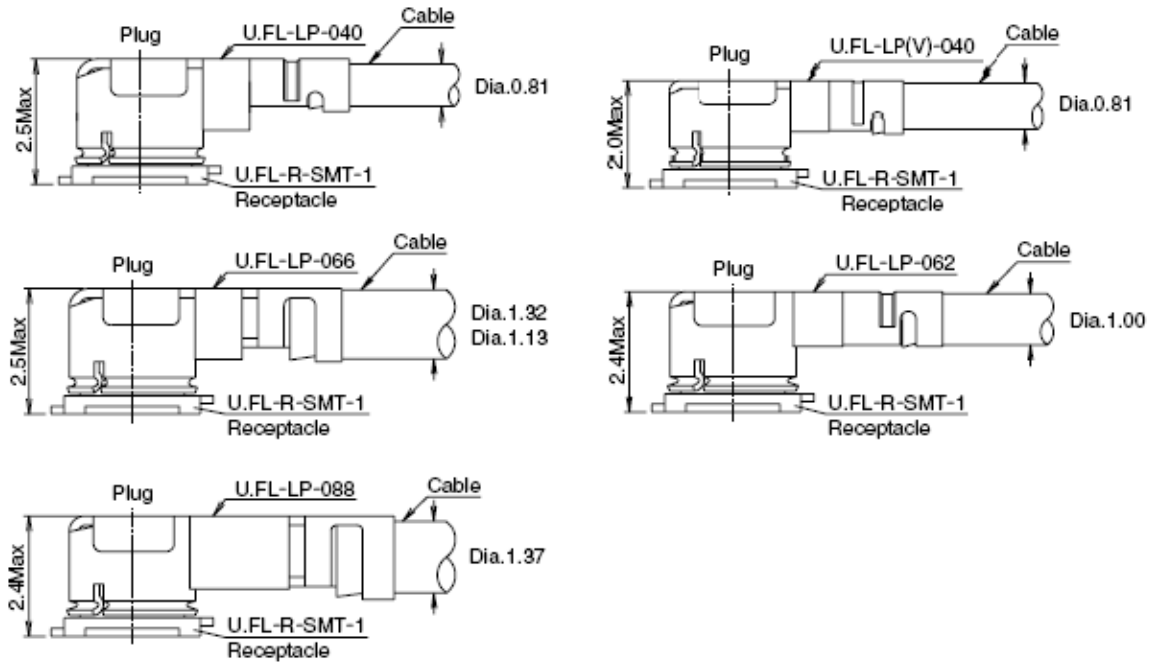


图 36: 射频连接器安装图 (单位: 毫米)

详细信息请参考 <http://hirose.com>。

5 电气性能、可靠性和射频特性

5.1. 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: 绝对最大值

参数	最小值	最大值	单位
VBAT_RF/VBAT_BB	-0.3	6.0	V
USB_VBUS	-0.3	5.5	V
VBAT_BB 峰值电流	-	1.5	A
VBAT_RF 峰值电流	-	2.0	A
数字接口电压	-0.3	2.3	V
ADC[0:2]电压	0	VBAT_BB	V

5.2. 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_BB 和 VBAT_RF	实际输入电压必须在该范围之内	3.3	3.8	4.3	V
	突发发射时的电压跌落	最大发射功率等级时	-	-	400	mV
I _{VBAT}	峰值电流	最大发射功率等级时	-	1.8	2.0/3.0	A
USB_VBUS	USB 连接检测	-	3.5	5.0	5.25	V

备注

对于仅支持 LTE 网络的模块，电源应至少能提供 2.0 A 的电流；对于支持 GSM 网络的模块，电源应至少能提供 3.0 A 的电流。

5.3. 工作和存储温度

表 44: 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 ¹⁰	-35	+25	+75	°C
扩展工作温度 ¹¹	-40	-	+85	°C
存储温度	-40	-	+90	°C

5.4. 功耗

表 45: EC200U-CN 功耗

描述	条件	典型值	单位
关机模式	模块关机	32	μA
	最小功能模式 (USB 断开)	0.972	mA
	EGSM900 @ DRX = 2 (USB 断开)	2.02	mA
	EGSM900 @ DRX = 5 (USB 断开)	1.46	mA
睡眠模式	EGSM900 @ DRX = 5 (USB 挂起)	2.90	mA
	EGSM900 @ DRX = 9 (USB 断开)	1.30	mA
	DCS1800 @ DRX = 2 (USB 断开)	2.00	mA
	DCS1800 @ DRX = 5 (USB 断开)	1.46	mA

¹⁰ 表示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。

¹¹ 表示当模块工作在此温度范围时，模块仍能保持正常工作状态，具备语音、短信和数据传输等功能；不会出现不可恢复的故障；射频频谱、网络基本不受影响。仅个别指标如输出功率等参数的值可能会超出 3GPP 标准的范围。当温度返回至正常工作温度范围时，模块的各项指标仍符合 3GPP 标准。

	DCS1800 @ DRX = 5 (USB 挂起)	2.89	mA
	DCS1800 @ DRX = 9 (USB 断开)	1.30	mA
	LTE-FDD @ PF = 32 (USB 断开)	2.64	mA
	LTE-FDD @ PF = 64 (USB 断开)	1.85	mA
	LTE-FDD @ PF = 64 (USB 挂起)	3.41	mA
	LTE-FDD @ PF = 128 (USB 断开)	1.46	mA
	LTE-FDD @ PF = 256 (USB 断开)	1.26	mA
	LTE-TDD @ PF = 32 (USB 断开)	2.70	mA
	LTE-TDD @ PF = 64 (USB 断开)	1.97	mA
	LTE-TDD @ PF = 64 (USB 挂起)	3.47	mA
	LTE-TDD @ PF = 128 (USB 断开)	1.56	mA
	LTE-TDD @ PF = 256 (USB 断开)	1.24	mA
空闲模式	EGSM900 @ DRX = 5 (USB 断开)	13.26	mA
	EGSM900 @ DRX = 5 (USB 连接)	28.41	mA
	LTE-FDD @ PF = 64 (USB 断开)	13.20	mA
	LTE-FDD @ PF = 64 (USB 连接)	28.42	mA
	LTE-TDD @ PF = 64 (USB 断开)	13.38	mA
	LTE-TDD @ PF = 64 (USB 连接)	28.58	mA
GPRS 数据传输 (GNSS 关闭)	EGSM900 4DL/1UL @ 32.49 dBm	217	mA
	EGSM900 3DL/2UL @ 30.87 dBm	339	mA
	EGSM900 2DL/3UL @ 28.8 dBm	391	mA
	EGSM900 1DL/4UL @ 26.74 dBm	411	mA
	DCS1800 4DL/1UL @ 29.44 dBm	146	mA
	DCS1800 3DL/2UL @ 27.91 dBm	220	mA
	DCS1800 2DL/3UL @ 25.93 dBm	249	mA

	DCS1800 1DL/4UL @ 23.89 dBm	260	mA
LTE 数据传输 (GNSS 关闭)	LTE-FDD B1 @ 22.63 dBm	652	mA
	LTE-FDD B3 @ 22.73 dBm	630	mA
	LTE-FDD B5 @ 22.61 dBm	547	mA
	LTE-FDD B8 @ 22.21 dBm	545	mA
	LTE-TDD B34 @ 22.68 dBm	272	mA
	LTE-TDD B38 @ 22.94 dBm	352	mA
	LTE-TDD B39 @ 22.79 dBm	285	mA
	LTE-TDD B40 @ 23.37 dBm	461	mA
	LTE-TDD B41 @ 22.88 dBm	357	mA
	GSM 语音通话	EGSM900 PCL = 5 @ 32.41 dBm	237
EGSM900 PCL = 12 @ 19.04 dBm		91	mA
EGSM900 PCL = 19 @ 5.73 dBm		62	mA
DCS1800 PCL = 0 @ 29.45 dBm		161	mA
DCS1800 PCL = 7 @ 15.87 dBm		75	mA
DCS1800 PCL = 15 @ 0.51 dBm		58	mA

备注

EC200U-CN 模块的 GSM 网络可选。如选用的模块型号不支持 GSM 网络制式，则无 GSM 频段下的功耗数据。

表 46: EC200U-EU 功耗

描述	条件	典型值	单位
关机模式	模块关机	40	μA
睡眠模式	最小功能模式 (USB 断开)	1.68	mA
	EGSM900 @ DRX = 2 (USB 断开)	2.70	mA

	EGSM900 @ DRX = 5 (USB 断开)	2.15	mA
	EGSM900 @ DRX = 5 (USB 挂起)	3.56	mA
	EGSM900 @ DRX = 9 (USB 断开)	2.02	mA
	DCS1800 @ DRX = 2 (USB 断开)	2.66	mA
	DCS1800 @ DRX = 5 (USB 断开)	2.16	mA
	DCS1800 @ DRX = 5 (USB 挂起)	3.55	mA
	DCS1800 @ DRX = 9 (USB 断开)	1.90	mA
	LTE-FDD @ PF = 32 (USB 断开)	2.49	mA
	LTE-FDD @ PF = 64 (USB 断开)	1.85	mA
	LTE-FDD @ PF = 64 (USB 挂起)	3.24	mA
	LTE-FDD @ PF = 128 (USB 断开)	1.52	mA
	LTE-FDD @ PF = 256 (USB 断开)	1.35	mA
	LTE-TDD @ PF = 32 (USB 断开)	2.55	mA
	LTE-TDD @ PF = 64 (USB 断开)	1.87	mA
	LTE-TDD @ PF = 64 (USB 挂起)	3.29	mA
	LTE-TDD @ PF = 128 (USB 断开)	1.54	mA
	LTE-TDD @ PF = 256 (USB 断开)	1.37	mA
空闲模式	EGSM900 @ DRX = 5 (USB 断开)	13.01	mA
	EGSM900 @ DRX = 5 (USB 连接)	28.94	mA
	LTE-FDD @ PF = 64 (USB 断开)	12.68	mA
	LTE-FDD @ PF = 64 (USB 连接)	27.92	mA
	LTE-TDD @ PF = 64 (USB 断开)	12.70	mA
	LTE-TDD @ PF = 64 (USB 连接)	27.95	mA
GPRS 数据传输 (GNSS 关闭)	GSM850 4DL/1UL @ 32.30 dBm	243	mA
	GSM850 3DL/2UL @ 30.74 dBm	377	mA

	GSM850 2DL/3UL @ 28.69 dBm	438	mA
	GSM850 1DL/4UL @ 26.44 dBm	452	mA
	EGSM900 4DL/1UL @ 32.34 dBm	210	mA
	EGSM900 3DL/2UL @ 30.91 dBm	335	mA
	EGSM900 2DL/3UL @ 28.80 dBm	380	mA
	EGSM900 1DL/4UL @ 26.73 dBm	402	mA
	DCS1800 4DL/1UL @ 29.32 dBm	138	mA
	DCS1800 3DL/2UL @ 27.88 dBm	207	mA
	DCS1800 2DL/3UL @ 25.74 dBm	229	mA
	DCS1800 1DL/4UL @ 23.75 dBm	239	mA
	PCS1900 4DL/1UL @ 28.82 dBm	136	mA
	PCS1900 3DL/2UL @ 27.80 dBm	215	mA
	PCS1900 2DL/3UL @ 25.79 dBm	247	mA
	PCS1900 1DL/4UL @ 23.79 dBm	260	mA
	LTE-FDD B1 @ 23.37 dBm	591	mA
	LTE-FDD B3 @ 22.76 dBm	578	mA
	LTE-FDD B5 @ 22.73 dBm	575	mA
	LTE-FDD B7 @ 22.24 dBm	735	mA
LTE 数据传输 (GNSS 关闭)	LTE-FDD B8 @ 22.60 dBm	559	mA
	LTE-FDD B20 @ 24.05 dBm	581	mA
	LTE-FDD B28 @ 23.96 dBm	591	mA
	LTE-TDD B38 @ 22.32 dBm	303	mA
	LTE-TDD B40 @ 22.97 dBm	287	mA
	LTE-TDD B41 @ 22.60 dBm	330	mA
	GSM 语音通话	GSM850 PCL = 5 @ 32.21 dBm	259

GSM850 PCL = 12 @ 19.21 dBm	97	mA
GSM850 PCL = 19 @ 5.74 dBm	62	mA
EGSM900 PCL = 5 @ 32.26 dBm	231	mA
EGSM900 PCL = 12 @ 18.90 dBm	89	mA
EGSM900 PCL = 19 @ 5.97 dBm	61	mA
DCS1800 PCL = 0 @ 29.36 dBm	153	mA
DCS1800 PCL = 7 @ 15.89 dBm	72	mA
DCS1800 PCL = 15 @ 0.35 dBm	55	mA
PCS1900 PCL = 0 @ 28.78 dBm	152	mA
PCS1900 PCL = 7 @ 16.01 dBm	75	mA
PCS1900 PCL = 15 @ 0.48 dBm	56	mA

表 47: EC200U-AU 功耗

描述	条件	典型值	单位
关机模式	模块关机	31	μA
	最小功能模式 (USB 断开)	1.034	mA
睡眠模式	EGSM900 @ DRX = 2 (USB 断开)	2.06	mA
	EGSM900 @ DRX = 5 (USB 断开)	1.52	mA
	EGSM900 @ DRX = 5 (USB 挂起)	2.97	mA
	EGSM900 @ DRX = 9 (USB 断开)	1.36	mA
	DCS1800 @ DRX = 2 (USB 断开)	2.04	mA
	DCS1800 @ DRX = 5 (USB 断开)	1.51	mA
	DCS1800 @ DRX = 5 (USB 挂起)	2.93	mA
	DCS1800 @ DRX = 9 (USB 断开)	1.36	mA
	LTE-FDD @ PF = 32 (USB 断开)	2.63	mA

	LTE-FDD @ PF = 64 (USB 断开)	1.87	mA
	LTE-FDD @ PF = 64 (USB 挂起)	3.41	mA
	LTE-FDD @ PF = 128 (USB 断开)	1.50	mA
	LTE-FDD @ PF = 256 (USB 断开)	1.31	mA
	LTE-TDD @ PF = 32 (USB 断开)	2.69	mA
	LTE-TDD @ PF = 64 (USB 断开)	1.91	mA
	LTE-TDD @ PF = 64 (USB 挂起)	3.37	mA
	LTE-TDD @ PF = 128 (USB 断开)	1.52	mA
	LTE-TDD @ PF = 256 (USB 断开)	1.32	mA
空闲模式	EGSM900 @ DRX = 5 (USB 断开)	12.71	mA
	EGSM900 @ DRX = 5 (USB 连接)	27.90	mA
	LTE-FDD @ PF = 64 (USB 断开)	13.05	mA
	LTE-FDD @ PF = 64 (USB 连接)	28.33	mA
	LTE-TDD @ PF = 64 (USB 断开)	13.10	mA
	LTE-TDD @ PF = 64 (USB 连接)	28.34	mA
GPRS 数据传输 (GNSS 关闭)	GSM850 4DL/1UL @ 32.43 dBm	242	mA
	GSM850 3DL/2UL @ 31.00 dBm	385	mA
	GSM850 2DL/3UL @ 28.74 dBm	435	mA
	GSM850 1DL/4UL @ 26.50 dBm	447	mA
	EGSM900 4DL/1UL @ 32.39 dBm	208	mA
	EGSM900 3DL/2UL @ 30.81 dBm	325	mA
	EGSM900 2DL/3UL @ 28.76 dBm	376	mA
	EGSM900 1DL/4UL @ 26.68 dBm	392	mA
	DCS1800 4DL/1UL @ 29.97 dBm	153	mA
	DCS1800 3DL/2UL @ 28.47 dBm	220	mA

	DCS1800 2DL/3UL @ 26.28 dBm	245	mA
	DCS1800 1DL/4UL @ 24.29 dBm	256	mA
	PCS1900 4DL/1UL @ 29.78 dBm	152	mA
	PCS1900 3DL/2UL @ 28.26 dBm	228	mA
	PCS1900 2DL/3UL @ 26.26 dBm	261	mA
	PCS1900 1DL/4UL @ 24.08 dBm	270	mA
LTE 数据传输 (GNSS 关闭)	LTE-FDD B1 @ 23.84 dBm	730	mA
	LTE-FDD B2 @ 23.31 dBm	606	mA
	LTE-FDD B3 @ 23.10 dBm	603	mA
	LTE-FDD B4 @ 23.53 dBm	606	mA
	LTE-FDD B5 @ 22.90 dBm	533	mA
	LTE-FDD B7 @ 23.40 dBm	692	mA
	LTE-FDD B8 @ 23.81 dBm	650	mA
	LTE-FDD B28 @ 23.47 dBm	632	mA
	LTE-FDD B66 @ 23.60 dBm	506	mA
	LTE-TDD B38 @ 23.85 dBm	346	mA
	LTE-TDD B40 @ 23.05 dBm	405	mA
	LTE-TDD B41 @ 23.61 dBm	347	mA
GSM 语音通话	GSM850 PCL = 5 @ 32.40 dBm	260	mA
	GSM850 PCL = 12 @ 19.46 dBm	96	mA
	GSM850 PCL = 19 @ 6.59 dBm	63	mA
	EGSM900 PCL = 5 @ 32.40 dBm	227	mA
	EGSM900 PCL = 12 @ 19.05 dBm	88	mA
	EGSM900 PCL = 19 @ 6.05 dBm	61	mA
	DCS1800 PCL = 0 @ 29.95 dBm	168	mA

DCS1800 PCL = 7 @ 16.50 dBm	75	mA
DCS1800 PCL = 15 @ 1.25 dBm	57	mA
PCS1900 PCL = 0 @ 29.76 dBm	168	mA
PCS1900 PCL = 7 @ 16.42 dBm	77	mA
PCS1900 PCL = 15 @ 1.66 dBm	58	mA

5.5. 射频发射功率

表 48: EC200U-CN 射频发射功率

频段	发射功率最大值	发射功率最小值
EGSM900	33 dBm \pm 2 dB	5 dBm \pm 5 dB
DCS1800	30 dBm \pm 2 dB	0 dBm \pm 5 dB
LTE-FDD B1/B3/B5/B8	23 dBm \pm 2 dB	< -39 dBm
LTE-TDD B34/B38/B39/B40/B41	23 dBm \pm 2 dB	< -39 dBm

表 49: EC200U-EU 射频发射功率

频段	发射功率最大值	发射功率最小值
GSM850	33 dBm \pm 2 dB	5 dBm \pm 5 dB
EGSM900	33 dBm \pm 2 dB	5 dBm \pm 5 dB
DCS1800	30 dBm \pm 2 dB	0 dBm \pm 5 dB
PCS1900	30 dBm \pm 2 dB	0 dBm \pm 5 dB
LTE-FDD B1/B3/B5/B7/B8/B20/B28	23 dBm \pm 2 dB	< -39 dBm
LTE-TDD B38/B40/B41	23 dBm \pm 2 dB	< -39 dBm

表 50: EC200U-AU 射频发射功率

频段	发射功率最大值	发射功率最小值
GSM850	33 dBm ±2 dB	5 dBm ±5 dB
EGSM900	33 dBm ±2 dB	5 dBm ±5 dB
DCS1800	30 dBm ±2 dB	0 dBm ±5 dB
PCS1900	30 dBm ±2 dB	0 dBm ±5 dB
LTE-FDD B1/B2/B3/B4/B5/B7/B8/B28/B66	23 dBm ±2 dB	< -39 dBm
LTE-TDD B38/B40/B41	23 dBm ±2 dB	< -39 dBm

备注

1. 在 GPRS 网络 4 时隙发送模式下，最大输出功率将减小 6 dB。该设计符合 3GPP TS51.010-1 中第 13.16 章所述规范。
2. EC200U-CN 的 GSM 网络可选。如选用的模块型号不支持 GSM 网络制式，则无 GSM 频段下的发射功率数据。

5.6. 射频接收灵敏度

表 51: EC200U-CN 射频接收灵敏度

频段	接收灵敏度（典型值）	
	主集	3GPP
EGSM900	-109.5 dBm	-102.0 dBm
DCS1800	-109.5 dBm	-102.0 dBm
LTE-FDD B1 (10 MHz)	-98.5 dBm	-96.3 dBm
LTE-FDD B3 (10 MHz)	-99.6 dBm	-93.3 dBm
LTE-FDD B5 (10 MHz)	-99.2 dBm	-94.3 dBm
LTE-FDD B8 (10 MHz)	-98.7 dBm	-93.3 dBm
LTE-TDD B34 (10 MHz)	-99.2 dBm	-96.3 dBm

LTE-TDD B38 (10 MHz)	-98.8 dBm	-96.3 dBm
LTE-TDD B39 (10 MHz)	-99.5 dBm	-96.3 dBm
LTE-TDD B40 (10 MHz)	-99.4 dBm	-96.3 dBm
LTE-TDD B41 (10 MHz)	-98.9 dBm	-94.3 dBm

备注

EC200U-CN 模块的 GSM 网络可选。如选用的模块型号不支持 GSM 网络制式，则无 GSM 频段下的射频灵敏度数据。

表 52: EC200U-EU 射频接收灵敏度

频段	接收灵敏度（典型值）	
	主集	3GPP
GSM850	-109.5 dBm	-102.0 dBm
EGSM900	-109.5 dBm	-102.0 dBm
DCS1800	-109 dBm	-102.0 dBm
PCS1900	-109 dBm	-102.0 dBm
LTE-FDD B1 (10 MHz)	-97.8 dBm	-96.3 dBm
LTE-FDD B3 (10 MHz)	-98.5 dBm	-93.3 dBm
LTE-FDD B5 (10 MHz)	-99.2 dBm	-94.3 dBm
LTE-FDD B7 (10 MHz)	-97 dBm	-94.3 dBm
LTE-FDD B8 (10 MHz)	-98.7 dBm	-93.3 dBm
LTE-FDD B20 (10 MHz)	-96.8 dBm	-93.3 dBm
LTE-FDD B28 (10 MHz)	-98.8 dBm	-94.8 dBm
LTE-TDD B38 (10 MHz)	-98.3 dBm	-96.3 dBm
LTE-TDD B40 (10 MHz)	-98.5 dBm	-96.3 dBm
LTE-TDD B41 (10 MHz)	-98 dBm	-94.3 dBm

表 53: EC200U-AU 射频接收灵敏度

频段	接收灵敏度 (典型值)	
	主集	3GPP
GSM850	-109.9 dBm	-102.0 dBm
EGSM900	-110 dBm	-102.0 dBm
DCS1800	-109.6 dBm	-102.0 dBm
PCS1900	-109.6 dBm	-102.0 dBm
LTE-FDD B1 (10 MHz)	-98.6 dBm	-96.3 dBm
LTE-FDD B2 (10 MHz)	-98.5 dBm	-94.3 dBm
LTE-FDD B3 (10 MHz)	-98.9 dBm	-93.3 dBm
LTE-FDD B4 (10 MHz)	-98.7 dBm	-96.3 dBm
LTE-FDD B5 (10 MHz)	-99 dBm	-94.3 dBm
LTE-FDD B7 (10 MHz)	-97.9 dBm	-94.3 dBm
LTE-FDD B8 (10 MHz)	-99.3 dBm	-93.3 dBm
LTE-FDD B28 (10 MHz)	-99.8 dBm	-94.8 dBm
LTE-FDD B66 (10 MHz)	-98.4 dBm	-96.3 dBm
LTE-TDD B38 (10 MHz)	-99 dBm	-96.3 dBm
LTE-TDD B40 (10 MHz)	-99.7 dBm	-96.3 dBm
LTE-TDD B41 (10 MHz)	-99.1 dBm	-94.3 dBm

5.7. 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。

表 54: ESD 性能参数 (温度: 25~30°C, 湿度: 40 ±5 %)

测试接口	接触放电	空气放电	单位
VBAT、GND	±5	±10	kV
天线接口	±4	±8	kV
其他接口	±0.5	±1	kV

6 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；所有未标注公差尺寸，公差为±0.2 mm。

6.1. 机械尺寸

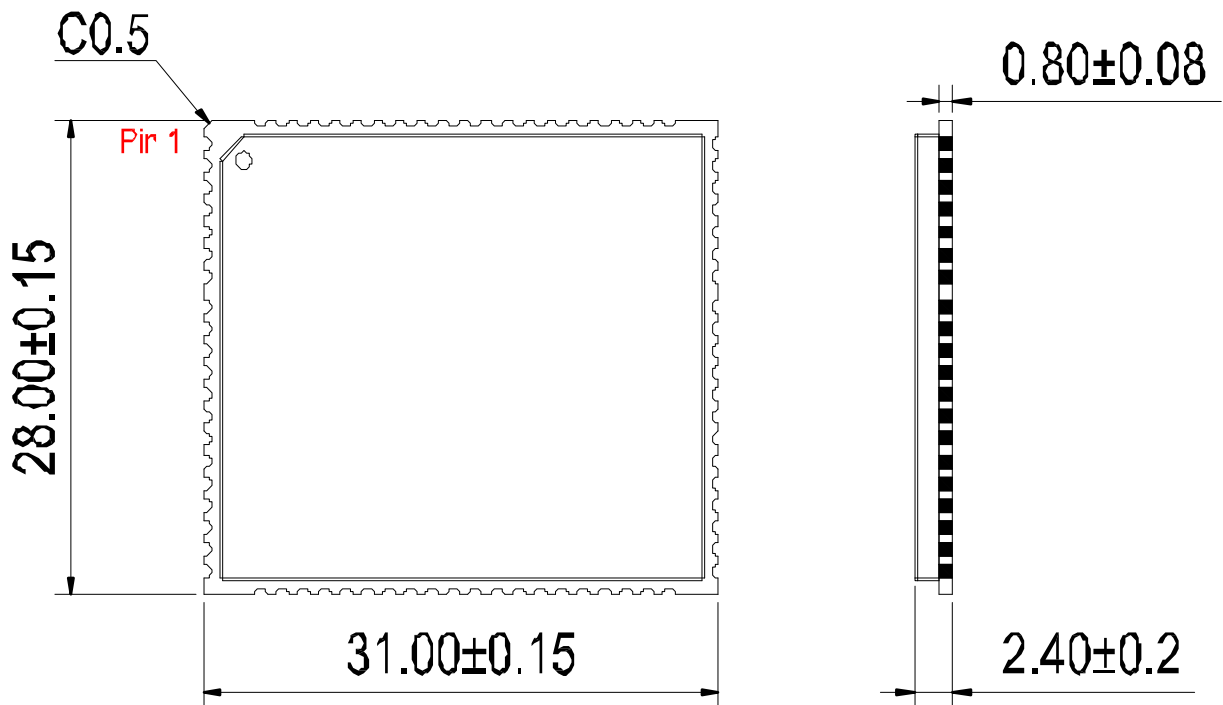


图 37：模块俯视及侧视尺寸图

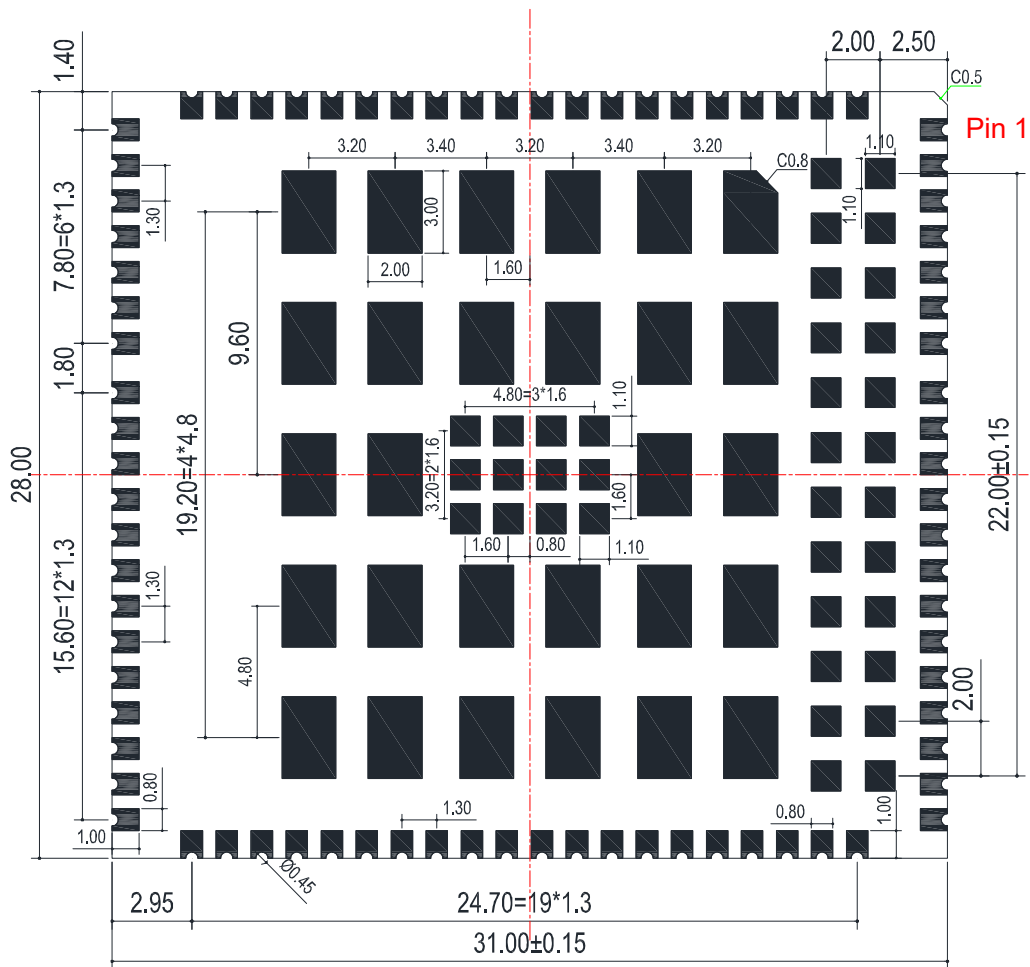


图 38: 模块底视尺寸图

备注

移远通信 EC200U 系列模块的平整度符合 JEITA ED-7306 标准要求。

6.3. 俯视图和底视图

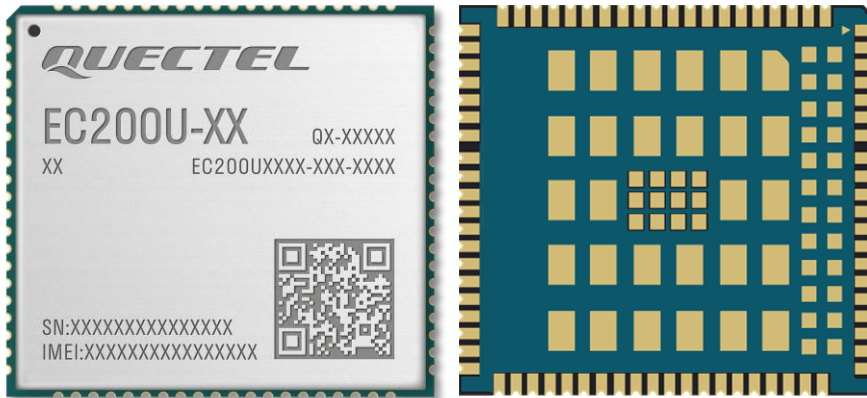


图 40: 模块俯视图和底视图

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。

7 存储、生产和包装

7.1. 存储条件

模块出货时，采用真空密封袋进行包装。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 ± 5 °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 ± 5 °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¹²。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. 模块的预烘烤处理：
 - 需要在 120 ± 5 °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，否则仍需在防潮柜内保存。

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。若只需短时间烘烤，请参考 *IPC/JEDEC J-STD-033* 规范。
3. 拆包、放置模块时请注意 ESD 防护，例如，佩戴防静电手套。

¹² 此车间寿命仅在车间环境符合 *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。

7.2. 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 0.15~0.20 mm。详细信息请参考文档 [9]。

推荐的回流焊峰值温度为 235~246 °C，最高不能超过 246 °C。为避免模块因反复受热而损坏，建议客户在完成 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：

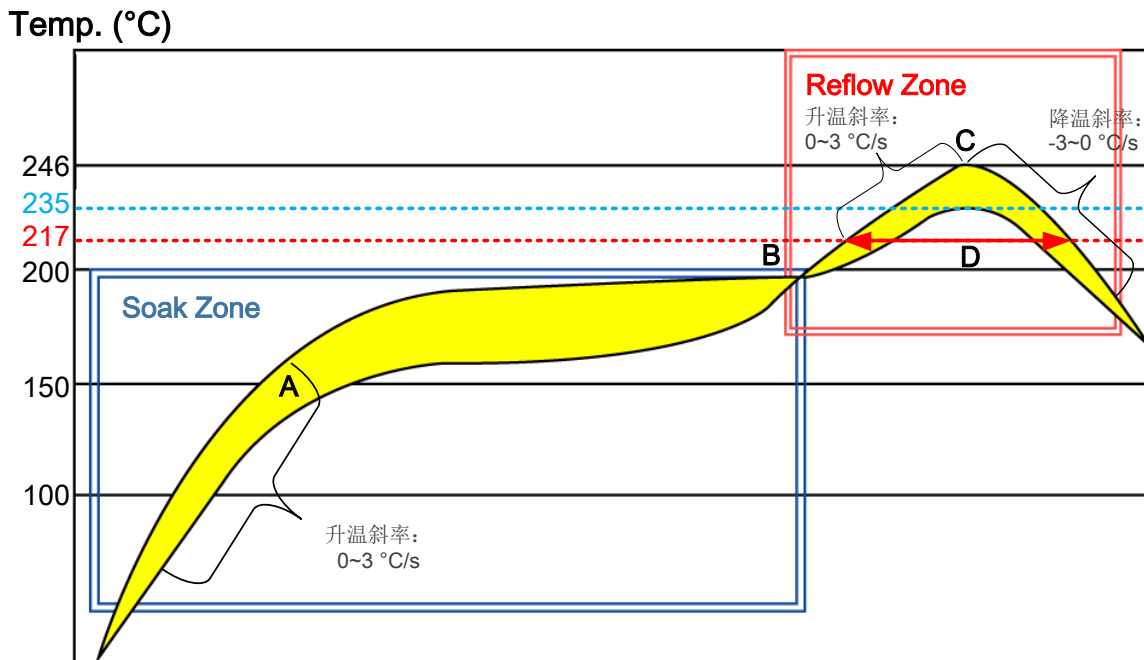


图 41：推荐的炉温曲线图

表 55：推荐的炉温测试控制要求

项目	要求
吸热区 (Soak Zone)	
升温斜率	0~3 °C/s
恒温时间 (A 和 B 之间的时间：150~200 °C 期间)	70~120 s
回流焊区 (Reflow Zone)	
升温斜率	0~3 °C/s
回流时间 (D: 超过 217 °C 的期间)	40~70 s

最高温度	235~246 °C
冷却降温斜率	-3~0 °C/s
回流次数	
最大回流次数	1

备注

1. 以上工艺参数要求，均针对焊点实测温度。PCB 上焊点最热点和最冷点均需要满足以上规范要求。
2. 在生产焊接或者其他可能直接接触移远通信模块的过程中，不得使用任何有机溶剂（如酒精、异丙醇、丙酮、三氯乙烯等）擦拭模块屏蔽罩；否则可能会造成屏蔽罩生锈。
3. 移远通信洋白铜镭雕屏蔽罩可满足：12 小时中性盐雾测试后，镭雕信息清晰可辨识，二维码可扫描（可能会有白色锈蚀）。
4. 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。
5. 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。
6. 因 SMT 流程的复杂性，如遇不确定的情况或文档 [9] 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。

7.3. 包装

本章节仅用于体现包装的关键参数和包装流程，所有图示仅供参考，具体包材的外观、结构以实际交货为准。

模块采用载带包装，具体方案如下：

7.3.1. 载带

载带包装的尺寸图表如下：

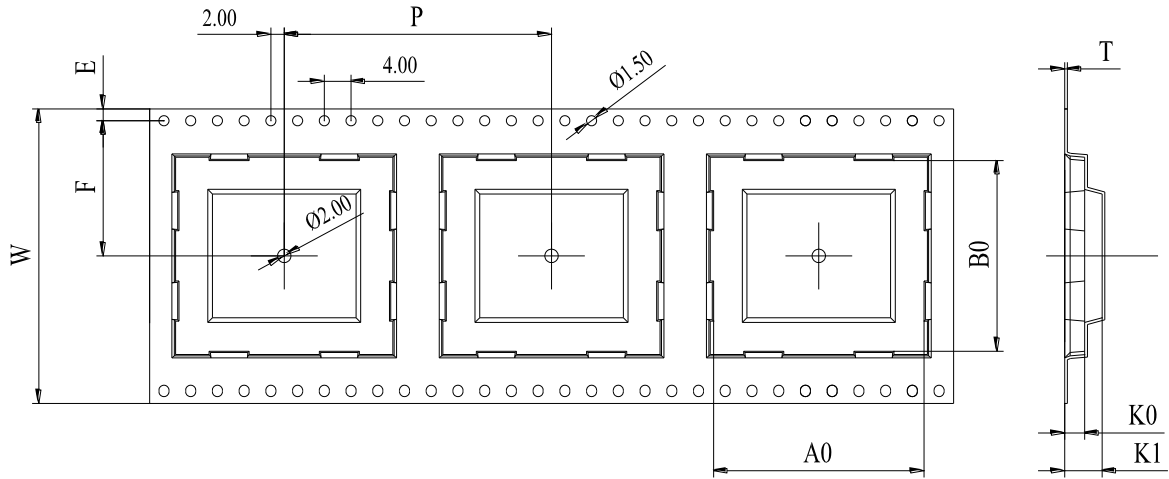


图 42: 载带尺寸图

表 56: 载带尺寸表 (单位: mm)

W	P	T	A0	B0	K0	K1	F	E
44	40	0.4	31.5	28.5	3.0	5.6	20.2	1.75

7.3.2. 胶盘

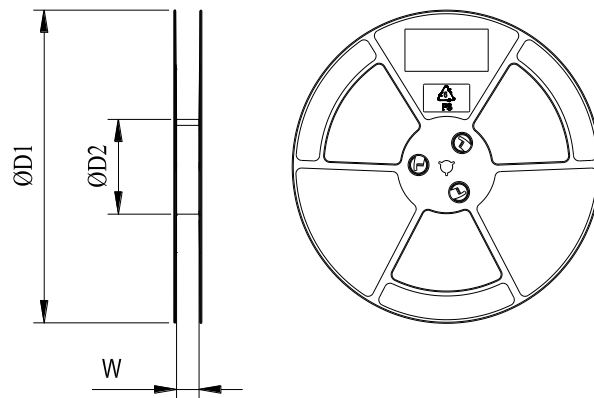


图 43: 胶盘尺寸图

表 57: 胶盘尺寸表 (单位: mm)

$\phi D1$	$\phi D2$	W
330	100	44.5

7.3.3. 模块贴片方向

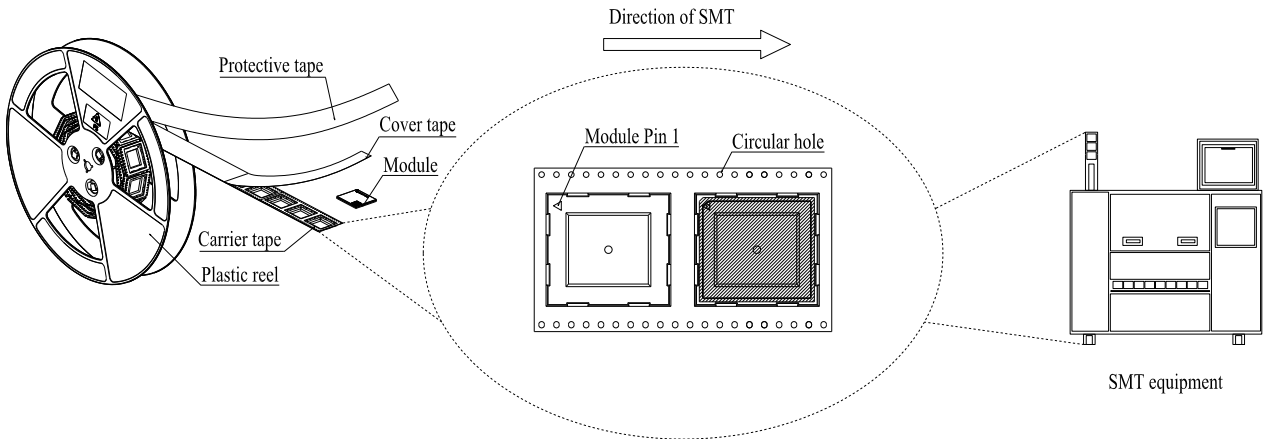
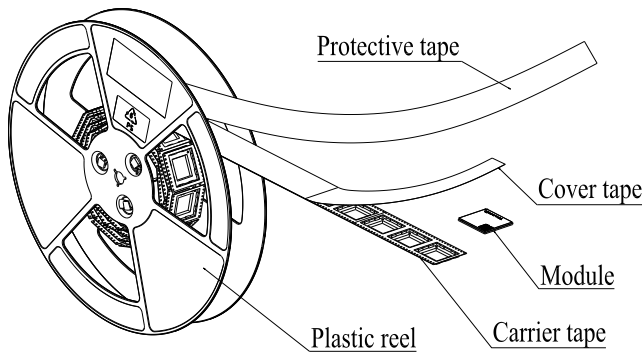


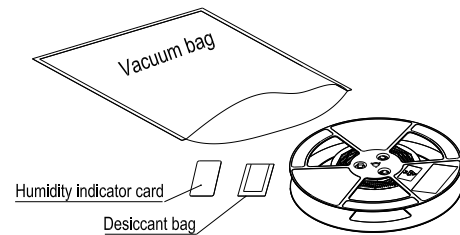
图 44: 模块贴片方向

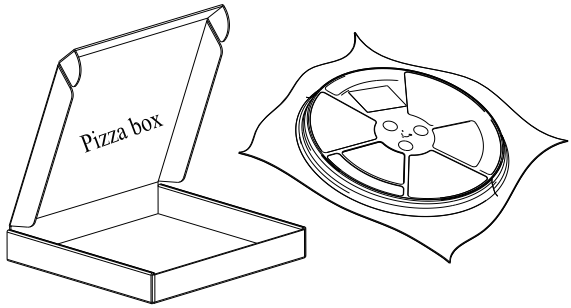
7.3.4. 包装流程



将模块放入载带中, 使用上带热封; 再将热封后的载带缠绕到胶盘中, 用保护带缠绕防护。1 个胶盘可装载 250 片模块。

将包装完成的胶盘和 1 张湿敏卡、1 包干燥剂放入真空袋中, 抽真空。





将抽真空后的胶盘放入披萨盒内。

将 4 个披萨盒放入 1 个卡通箱内，封箱。1 个卡通箱可包装 1000 片模块。

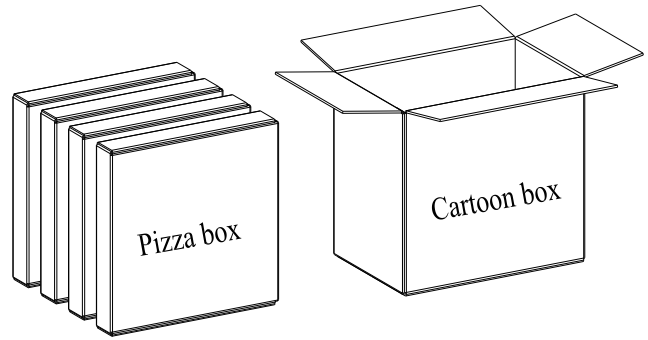


图 45：包装流程

8 附录 参考文档及术语缩写

表 58: 参考文档

文档名称
[1] Quectel_LTE_OPEN_EVB_User_Guide
[2] Quectel_EC200U 系列_QuecOpen_GPIO 配置
[3] Quectel_LTE_Standard(U)系列_QuecOpen_设备管理 API_参考手册
[4] Quectel_LTE_Standard(U)系列_QuecOpen_低功耗 API_参考手册
[5] Quectel_LTE_Standard(U)系列_QuecOpen_开关机开发指导
[6] Quectel_EC200U 系列_QuecOpen_参考设计手册
[7] Quectel_LTE_Standard(U)系列_QuecOpen_ADC_开发指导
[8] Quectel_射频 LAYOUT_应用指导
[9] Quectel_模块 SMT 应用指导

表 59: 术语缩写

缩写	英文全称	中文全称
ADC	Analog-to-Digital Converter	模数转换器
AMR	Adaptive Multi-Rate	自适应多速率
bps	bit(s) per second	比特每秒
CHAP	Challenge Handshake Authentication Protocol	挑战握手认证协议
CMUX	Connection Multiplexing	串口多路复用
CS	Coding Scheme	编码方案

CTS	Clear to Send	清除发送
FOTA	Firmware Upgrade Over-The-Air	固件空中升级
DL	Downlink	下行链路
DMA	Direct Memory Access	直接存储器访问
DTE	Data Terminal Equipment	数据终端设备
DTR	Data Terminal Ready	数据终端就绪
EFR	Enhanced Full Rate	增强型全速率
EGSM	Enhanced GSM	增强型 GSM
EMI	Electromagnetic Interference	电磁干扰
ESD	Electrostatic Discharge	静电释放
ESR	Equivalent Series Resistance	等效串联电阻
EVB	Evaluation Board	评估板
FDD	Frequency Division Duplex	频分双工
FR	Full Rate	全速率
FTP	File Transfer Protocol	文件传输协议
FTPS	FTP-SSL: FTP over SSL / FTP Secure	对常用的文件传输协议 (FTP) 添加传输层安全 (TLS) 和安全套接层 (SSL) 加密协议支持的扩展协议
GND	Ground	地
GSM	Global System for Mobile Communications	全球移动通讯系统
HR	Half Rate	半速率
HTTP	Hypertext Transfer Protocol	超文本传输协议
HTTPS	Hypertext Transfer Protocol Secure	超文本传输安全协议
LED	Light Emitting Diode	发光二极管
LTE	Long Term Evolution	长期演进
MCU	Microcontroller Unit/Microprogrammed Control Unit	微型控制单元/微程序控制器

ME	Mobile Equipment	移动设备
MIPI	Mobile Industry Processor Interface	移动产业处理器接口
MMS	Multimedia Messaging Service	彩信
MQTT	Message Queuing Telemetry Transport	消息队列遥测传输
MSL	Moisture Sensitivity Level	湿气敏感性等级
NITZ	Network Identity and Time Zone	网络标识和时区
NTP	Network Time Protocol	网络时间协议
PAP	Password Authentication Protocol	密码认证协议
PCB	Printed Circuit Board	印制电路板
PDA	Personal Digital Assistant	个人数字助理
PDU	Protocol Data Unit	协议数据单元
PF	Paging Frame	寻呼帧
PING	Packet Internet Groper	分组因特网探测器
PMIC	Power Management IC	电源管理集成电路
POS	Point of Sale	销售终端
PPP	Point-to-Point Protocol	点到点协议
RF	Radio Frequency	射频
RGB	Red Green Blue	光学三原色颜色标准
SMS	Short Message Service	短消息业务
SMTP	Simple Mail Transfer Protocol	简单邮件传输协议
SSL	Secure Sockets Layer	安全套接层
TCP	Transmission Control Protocol	传输控制协议
TDD	Time Division Duplexing	时分双工
UART	Universal Asynchronous Receiver/Transmitter	通用异步收发传输器
UDP	User Datagram Protocol	用户数据报协议

UL	Uplink	上行链路
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System	通用移动通信系统
URC	Unsolicited Result Code	非请求结果码
(U)SIM	(Universal) Subscriber Identity Module	(通用) 用户识别模块
V _{max}	Maximum Voltage	最大电压
V _{nom}	Nominal Voltage	标称电平
V _{min}	Minimum Voltage	最小电压
V _{IHmax}	Maximum High-Level Input Voltage	最大输入高电平
V _{IHmin}	Minimum High-Level Input Voltage	最小输入高电平
V _{ILmax}	Maximum Low-Level Input Voltage	最大输入低电平
V _{ILmin}	Minimum Low-Level Input Voltage	最小输入低电平
V _{OHmin}	Minimum High-Level Output Voltage	最小输出高电平
V _{OLmax}	Maximum Low-Level Output Voltage	最大输出低电平
V _{RWM}	Working Peak Reverse Voltage	反向工作峰值电压
VSWR	Voltage Standing Wave Ratio	电压驻波比
WLAN	Wireless Local Area Network	无线局域网