

EC600U 系列 QuecOpen 硬件设计手册

LTE Standard 模块系列

版本: 1.3

日期: 2023-11-09

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软件、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
-	2021-07-05	Manli CHEN/ Frank WANG/ Ailsa WANG	文档创建
1.0	2021-08-02	Manli CHEN/ Frank WANG/ Ailsa WANG	受控版本
1.1	2021-12-20	Manli CHEN	1. 增加关于引脚 39、40、48~50 (MAIN_DTR、MAIN_RI、MAIN_DCD、WAKEUP_IN、AP_READY) 使用注意事项的说明。 2. 更新 USB 接口驱动信息 (第 2.2 章)。 3. 更新 LCD 接口为 LCM 接口(第 2.2 & 2.3 & 3.1 & 3.3 & 3.16 章)。 4. 更新矩阵键盘为 5 × 6 (第 2.2 & 3.3 & 3.17 章)。 5. 将引脚 64 由 LCD_SPI_RST 更名 LCD_RST, 引脚 65 由 LCD_CS 更名为 LCD_SPI_CS (第 3.2 & 3.3 & 3.16 章)。 6. 更新最小功能模式下(U)SIM 卡工作状态(第 3.5 & 3.6.2 章)。 7. 增加关于 I2C 接口的备注 (第 3.26 章)。 8. 更新模块俯视图和底视图 (第 6.3 章)。 9. 更新对超声波清洗和焊接工艺的说明 (第 7.2 章)。
1.2	2023-01-19	Denny QIN/ Aaron ZHANG/ Ryan YI	1. 增加模块 EC600U-EC。 2. 更新 AT 命令为相关 API。 3. 更新引脚 39、40、48~51、53 (MAIN_DTR、MAIN_RI、MAIN_DCD 、 WAKEUP_IN 、 AP_READY 、 W_DISABLE#、SLEEP_IND) 默认功能为通用输入/输出。 4. 更新 USB 转串口驱动信息 (第 2.2 章)。 5. 更新 VBAT_RF 引脚的 2.3 A 外部电源为 3.0 A (表 5)。

			6. 增加 LCM MIPI 接口描述（第 2.2 & 3.4 & 3.16 章）。 7. 增加摄像头 MIPI 接口描述（第 2.2 & 3.4 & 3.26 章）。 8. 更新 ADC 接口电路设计相关描述和备注（表 5 & 第 3.21 章）。 9. 更新 codec 芯片外接时钟方案，增加 PCM 接口支持模式、时序图及相关备注（第 3.13 章）。 10. 更新 SPI 接口外接 NOR flash 和 NAND flash 相关描述（第 3.14 章）。 11. 更新 SD 卡接口电路推荐的电阻阻值（第 3.19 章）。 12. 更新吸热区升温斜率、回流焊区升温斜率和冷却降温斜率及备注（第 7.2 章）。 13. 增加模块贴片方向（第 7.3.3 章）。
1.3	2023-11-09	Denny QIN/ Nick QN/ Ryan YI	1. 增加适用模块 EC600U-CE 和 EC600U-LA。 2. 增加 EC600U-CN 和 EC600U-EU B41 带宽备注（第 2.1 & 4.1.2 章）。 3. 更新 USB 转串口驱动信息（第 2.2 章）。 4. 增加紧急呼叫功能（第 2.2 章 & 表 45）。 5. 增加 LCD_ISINK 引脚备注（第 3.3 章 & 表 21）。 6. 增加 USB_VBUS 连接电源场景的相关备注（第 3.3 章）。 7. 更新 PSM_EXT_INT 参考电路（图 6）。 8. 更新滤波电容 ESR 要求（第 3.7.2 章）。 9. 增加开漏驱动电路描述（第 3.8.1 & 3.8.3 章）。 10. 增加 PWRKEY 相关备注（第 3.8.1 章）。 11. 更新 SPI 接口描述（第 3.12 章）。 12. 更新外接 Flash 接口描述（第 3.14 章）。 13. 更新矩阵键盘接口备注（第 3.17 章）。 14. 增加 USB_BOOT 接口备注（第 3.23 章）。 15. 更新天线谐振控制接口真值表（表 41）。 16. 更新发射功率章节备注（第 5.5 章）。 17. 更新钢网厚度（第 7.2 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	17
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. 特定复用接口功能描述	33
3.5. 工作模式	35
3.6. 节能功能	35
3.6.1. 休眠模式	35
3.6.1.1. USB 应用场景（支持 USB 远程唤醒功能）	36
3.6.1.2. USB 应用场景（支持 USB 挂起/唤醒）	37
3.6.1.3. USB 应用场景（不支持 USB 挂起功能说明）	37
3.6.2. 飞行模式	38
3.6.3. PSM 模式	39
3.7. 电源设计	40
3.7.1. 电源接口	40
3.7.2. 电压稳定性要求	40
3.7.3. 供电参考电路	41
3.8. 开/关机和复位	42
3.8.1. PWRKEY 开机	42
3.8.2. 关机	45
3.8.2.1. PWRKEY 关机	45
3.8.2.2. 调用 <code>ql_power_down()</code> 关机	45
3.8.3. 复位	46
3.9. (U)SIM 接口	47
3.10. USB 接口	49
3.11. 串口	50
3.12. SPI 接口	53
3.13. I2C 和 PCM 接口	53

3.14.	外接 Flash 接口	55
3.15.	模拟音频接口	56
3.15.1.	音频接口设计注意事项	57
3.15.2.	麦克风接口电路	57
3.15.3.	扬声器接口电路	58
3.15.4.	听筒接口电路	59
3.15.5.	耳机座接口电路	59
3.16.	LCM 接口	60
3.17.	矩阵键盘接口	60
3.18.	充电控制接口*	61
3.19.	SD 卡接口	62
3.20.	SDIO 接口*	64
3.21.	ADC 接口	64
3.22.	网络状态指示接口	65
3.23.	USB_BOOT 接口	67
3.24.	摄像头接口	68
4	天线接口	69
4.1.	主天线和蓝牙/Wi-Fi Scan 天线接口	69
4.1.1.	引脚描述	69
4.1.2.	工作频段	69
4.1.3.	天线调谐控制接口	73
4.1.4.	参考设计	74
4.1.5.	射频信号线布线参考指导	74
4.2.	天线安装	76
4.2.1.	天线设计要求	76
4.2.2.	射频连接器推荐	77
5	可靠性、射频特性和电气性能	79
5.1.	绝对最大额定值	79
5.2.	电源额定值	79
5.3.	工作和存储温度	80
5.4.	功耗	80
5.5.	发射功率	91
5.6.	接收灵敏度	93
5.7.	静电防护	96
6	结构与规格	97
6.1.	机械尺寸	97
6.2.	推荐封装	99
6.3.	俯视图和底视图	100
7	存储、生产和包装	101
7.1.	存储条件	101
7.2.	生产焊接	102
7.3.	包装规格	103

7.3.1.	载带	103
7.3.2.	胶盘	104
7.3.3.	模块贴片方向	105
7.3.4.	包装流程.....	105
8	附录 参考文档及术语缩写	107

表格索引

表 1: 特殊符号	13
表 2: 模块支持的频段	14
表 3: 模块关键特性	15
表 4: 参数定义	21
表 5: 引脚描述	21
表 6: 接口复用功能描述	33
表 7: 工作模式	35
表 8: PSM 中断唤醒引脚定义	39
表 9: 电源引脚和地引脚	40
表 10: PWRKEY 引脚定义	42
表 11: RESET_N 引脚定义	46
表 12: (U)SIM 接口引脚定义	47
表 13: USB 接口引脚定义	49
表 14: 主 UART 接口引脚定义	51
表 15: 调试 UART 接口引脚定义	51
表 16: UART2 接口引脚定义	51
表 17: SPI 引脚定义	53
表 18: I2C 和 PCM 接口引脚定义	53
表 19: 外接 Flash 接口复用功能描述	55
表 20: 模拟音频接口引脚定义	56
表 21: LCM 接口引脚定义	60
表 22: 矩阵键盘接口引脚定义	60
表 23: 充电控制接口引脚定义	61
表 24: SD 卡复用接口引脚定义	62
表 25: SDIO 接口引脚描述	64
表 26: ADC 接口引脚定义	64
表 27: ADC 特性	65
表 28: ql_adc_channel_id 与 ADC 通道对应关系	65
表 29: 网络状态指示引脚定义	66
表 30: 网络状态指示引脚的工作状态	66
表 31: USB_BOOT 接口引脚定义	67
表 32: 摄像头接口引脚定义	68
表 33: 主天线和蓝牙/Wi-Fi Scan 天线接口引脚定义	69
表 35: EC600U-CN 工作频段 (单位: MHz)	69
表 34: EC600U-EU 工作频段 (单位: MHz)	70
表 36: EC600U-EC 工作频段 (单位: MHz)	71
表 37: EC600U-CE 工作频段 (单位: MHz)	71
表 38: EC600U-LA 工作频段 (单位: MHz)	72
表 39: 天线调谐控制接口引脚定义	73
表 40: 天线调谐控制接口逻辑电平 (单位: V)	73
表 41: 天线调谐控制接口真值表	73

表 42: 天线要求	76
表 43: 绝对最大值	79
表 44: 模块电源额定值	79
表 45: 工作和存储温度 (单位: °C)	80
表 46: EC600U-CN 耗流	80
表 47: EC600U-EU 耗流	81
表 48: EC600U-EC 耗流	84
表 49: EC600U-CE 耗流	87
表 50: EC600U-LA 耗流	89
表 51: EC600U-CN 射频发射功率	91
表 52: EC600U-EU 射频发射功率	91
表 53: EC600U-EC 射频发射功率	92
表 54: EC600U-CE 射频发射功率	92
表 55: EC600U-LA 射频发射功率	92
表 56: EC600U-CN 射频接收灵敏度 (单位: dBm)	93
表 57: EC600U-EU 射频接收灵敏度 (单位: dBm)	93
表 58: EC600U-EC 射频接收灵敏度 (单位: dBm)	94
表 59: EC600U-CE 射频接收灵敏度 (单位: dBm)	95
表 60: EC600U-LA 射频接收灵敏度 (单位: dBm)	95
表 61: ESD 性能参数 (温度: 25~30 °C, 湿度: 40 ±5 %, 单位: kV)	96
表 62: 推荐的炉温测试控制要求	102
表 63: 载带尺寸表 (单位: 毫米)	104
表 64: 胶盘尺寸表 (单位: 毫米)	105
表 65: 参考文档	107
表 66: 术语缩写	107

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	36
图 3: 支持 USB 远程唤醒功能的睡眠应用	36
图 4: 支持 USB 挂起/唤醒功能的睡眠应用	37
图 5: 不支持 USB 挂起功能的睡眠应用	38
图 6: 通过 PSM_EXT_INT 唤醒模块退出 PSM 参考电路	39
图 7: 突发传输电源要求	40
图 8: 模块供电电路 (不带充电功能)	41
图 9: 模块供电电路 (带充电功能)	41
图 10: 供电输入参考设计	42
图 11: 开集驱动开机参考电路	42
图 12: 上电自动开机参考电路图	43
图 13: PWRKEY 按键开机参考电路	43
图 14: 开机时序图	44
图 15: 关机时序图	45
图 16: 开集驱动复位参考电路	46
图 17: RESET_N 按键复位参考电路	46
图 18: RESET_N 复位时序图	47
图 19: 8-pin (U)SIM 接口参考电路图	48
图 20: 6-pin (U)SIM 接口参考电路图	48
图 21: USB 接口参考设计	50
图 22: 电平转换芯片参考电路	52
图 23: 三极管电平转换参考电路	52
图 24: PCM 时序图	54
图 25: PCM 和 I2C 接口电路参考设计	54
图 26: 麦克风接口参考电路	58
图 27: 扬声器接口参考电路	58
图 28: 听筒接口参考电路	59
图 29: 耳机接口参考电路	59
图 30: SD 卡接口电路参考设计	63
图 31: 网络状态指示接口参考电路	66
图 32: USB_BOOT 接口参考设计电路	67
图 33: 射频参考电路	74
图 34: 两层 PCB 板微带线结构	75
图 35: 两层 PCB 板共面波导结构	75
图 36: 四层 PCB 板共面波导结构 (参考地为第三层)	75
图 37: 四层 PCB 板共面波导结构 (参考地为第四层)	76
图 38: 天线座尺寸 (单位: 毫米)	77
图 39: 与天线座匹配的插头规格	77
图 40: 射频连接器安装图 (单位: 毫米)	78

图 41: 俯视及侧视尺寸图 97

图 42: 底部尺寸图 98

图 43: 推荐封装 99

图 44: 模块俯视图和底视图 100

图 45: 回流焊温度曲线 102

图 46: 载带尺寸图 104

图 47: 胶盘尺寸图 104

图 48: 贴片方向 105

图 49: 包装流程 106

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 QuecOpen®方案下，EC600U 系列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 命令或参数等后所标记的星号（*）表示该功能、特性、接口、引脚、AT 命令或参数等正在开发中，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（[...]）表示所有相同类型的引脚。例如：SDIO_DATA[0:3]表示所有四个 SDIO 引脚 SDIO_DATA0、SDIO_DATA1、SDIO_DATA2 和 SDIO_DATA3。

2 产品综述

2.1. 频段及功能

EC600U 系列为 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，同时还支持蓝牙和 Wi-Fi Scan¹ 功能。EC600U 系列模块包含 5 个型号：EC600U-CN、EC600U-EU、EC600U-EC、EC600U-CE 和 EC600U-LA。客户可以根据地区或运营商选择专用类型。模块支持的频段如下表所示：

表 2：模块支持的频段

网络制式	EC600U-CN	EC600U-EU	EC600U-EC	EC600U-CE	EC600U-LA
LTE-FDD	B1/B3/B5/B8	B1/B3/B5/B7/B8 /B20/B28	B1/B3/B5/B7/B8 /B20	B1/B3/B5/B8	B2/B3/B4/B5/ B7/B8/B28/B66
LTE-TDD	B34/B38/B39/ B40/B41	B38/B40/B41	B40	B38/B40/B41	-
GSM	-	GSM850/ EGSM900/ DCS1800/ PCS1900	GSM850/ EGSM900/ DCS1800/ PCS1900	EGSM900/ DCS1800	GSM850/ EGSM900/ DCS1800/ PCS1900
蓝牙和 Wi-Fi Scan ¹	2.4 GHz	2.4 GHz	-	2.4 GHz	-

备注

EC600U-CN 和 EC600U-EU B41 仅支持 140 MHz（2535~2675 MHz）。

EC600U 系列模块封装紧凑，仅为 22.9 mm × 23.9 mm × 2.4 mm。EC600U 系列是贴片式模块，共有 148 个引脚，其中 76 个为 LCC 引脚，其余 72 个为 LGA 引脚。

¹ EC600U-CN、EC600U-EU 和 EC600U-CE 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，详情请咨询移远通信技术支持。

2.2. 关键特性

下表详细描述了 EC600U 系列模块的特性。

表 3：模块关键特性

参数	说明
供电	- 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	- GSM850 频段：Class 4 (33 dBm $\pm$2 dB) - EGSM900 频段：Class 4 (33 dBm $\pm$2 dB) - DCS1800 频段：Class 1 (30 dBm $\pm$2 dB) - PCS1900 频段：Class 1 (30 dBm $\pm$2 dB) - LTE-FDD 频段：Class 3 (23 dBm $\pm$2 dB) - LTE-TDD 频段：Class 3 (23 dBm $\pm$2 dB)
LTE 特性	- 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 - 上行调制方式：QPSK、16QAM - 下行调制方式：QPSK、16QAM、64QAM
GSM 特性 (仅 EC600U-CN 不支持)	GPRS: - 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	- 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)	- 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 ME
(U)SIM 接口	支持(U)SIM 卡：1.8 V 和 3.0 V
USB 接口	- 兼容 USB 2.0 (只支持从模式)，数据传输速率最大达 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

UART 接口	主 UART: ● 用于数据传输 ● 支持 RTS 和 CTS 硬件流控 调试 UART: ● 用于 AP log 输出 ● 不能作为通用 UART 使用 UART2 和 UART3: ● 支持 RTS 和 CTS 硬件流控
SPI	仅支持主模式
I2C 接口	提供 1 组 I2C 接口
PCM 接口	提供 1 组数字语音接口
外接 flash 接口	● 支持外接 flash 芯片，支持文件系统
模拟音频特性	● 支持 2 路模拟音频输入和 3 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 模式的 LCM 接口 ● 支持 MIPI 模式的 LCM 接口
矩阵键盘接口	支持 5 × 6 矩阵键盘
充电控制接口*	提供 1 路充电控制接口
SD 卡接口	提供 1 组符合 SD 2.0 规范的接口，用于外接 SD 卡
SDIO 接口*	提供 1 组 SDIO 1.1 接口，可用于外接 WLAN 芯片
ADC 接口	提供 4 路模数转换接口
网络状态指示接口	2 个引脚指示网络状态：NET_MODE 和 NET_STATUS
USB_BOOT 接口	提供 1 个下载控制接口
摄像头接口	● 支持摄像头接口，I/O 接口只支持 1.8 V，最高支持 30 万像素摄像头 ● 支持 SPI 双线数据传输 ● 支持 MIPI 数据传输
天线接口	● 主天线接口（ANT_MAIN） ● 蓝牙/Wi-Fi Scan 天线接口²（ANT_BT/WIFI_SCAN） ● 50 Ω 特性阻抗
定位	支持 Wi-Fi Scan 定位 ²

² 仅 EC600U-CN，EC600U-EU 和 EC600U-CE 支持。

物理特征	● 尺寸: (22.9 ±0.15) mm × (23.9 ±0.15) mm × (2.4 ±0.2) mm ● 重量: 约 2.6 g
温度范围	● 正常工作温度³: -35 ~ +75 °C ● 扩展工作温度⁴: -40 ~ +85 °C ● 存储温度: -40 ~ +90 °C
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 EC600U 系列模块的功能框图，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

³ 在此工作温度范围内，模块的各项指标符合 3GPP 标准的要求。

⁴ 在此扩展温度范围内，模块仍能保持正常工作状态，具备语音、短消息、数据传输和紧急呼叫等功能；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 Pout 等参数的值可能会降低并跌破 3GPP 标准所指定的公差。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 标准的要求。

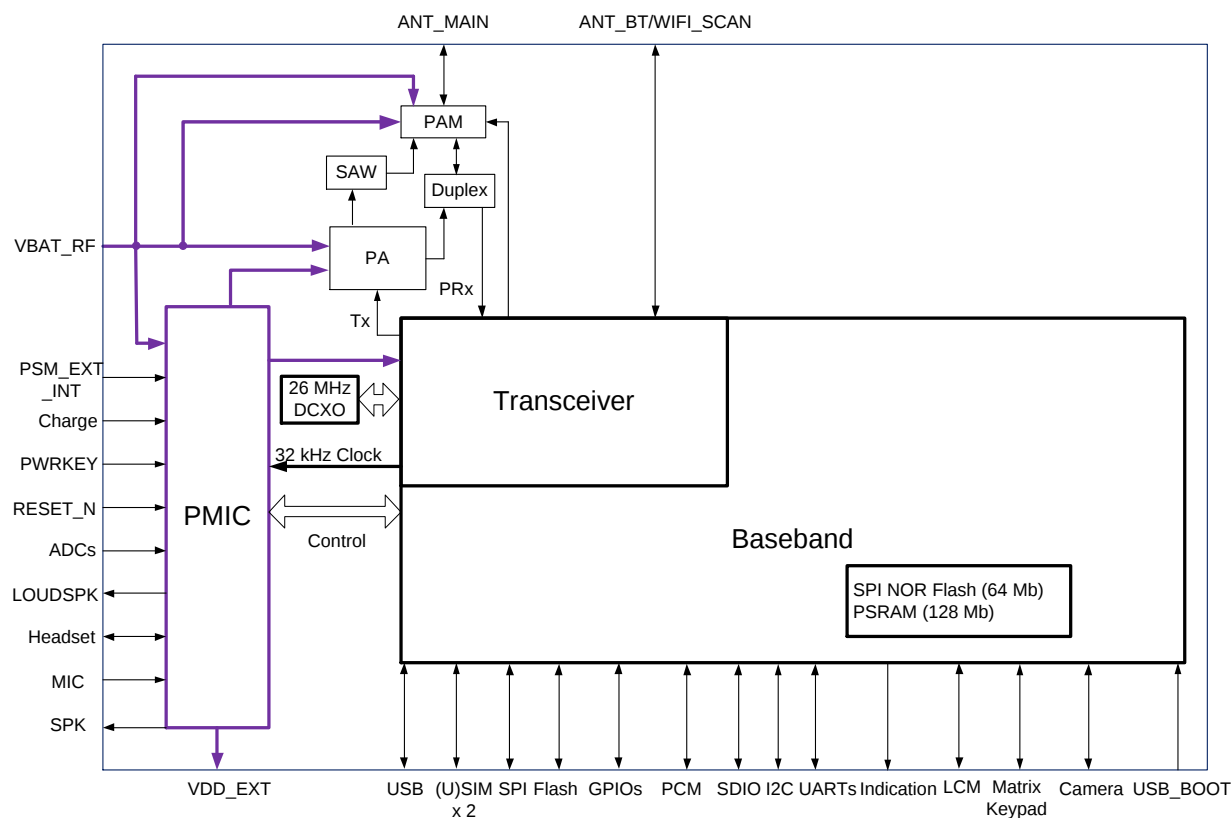


图 1: 功能框图

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 148 个引脚，其中 76 个为 LCC 引脚，另外 72 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
- UART 接口
- SPI
- I2C 和 PCM 接口
- 外接 flash 接口
- 模拟音频接口
- LCM 接口
- 矩阵键盘接口
- 充电控制接口*
- SD 卡接口
- SDIO 接口*
- ADC 接口
- 网络状态指示接口
- USB_BOOT 接口
- 摄像头接口

3.2. 引脚分配图

模块引脚分配图如下：

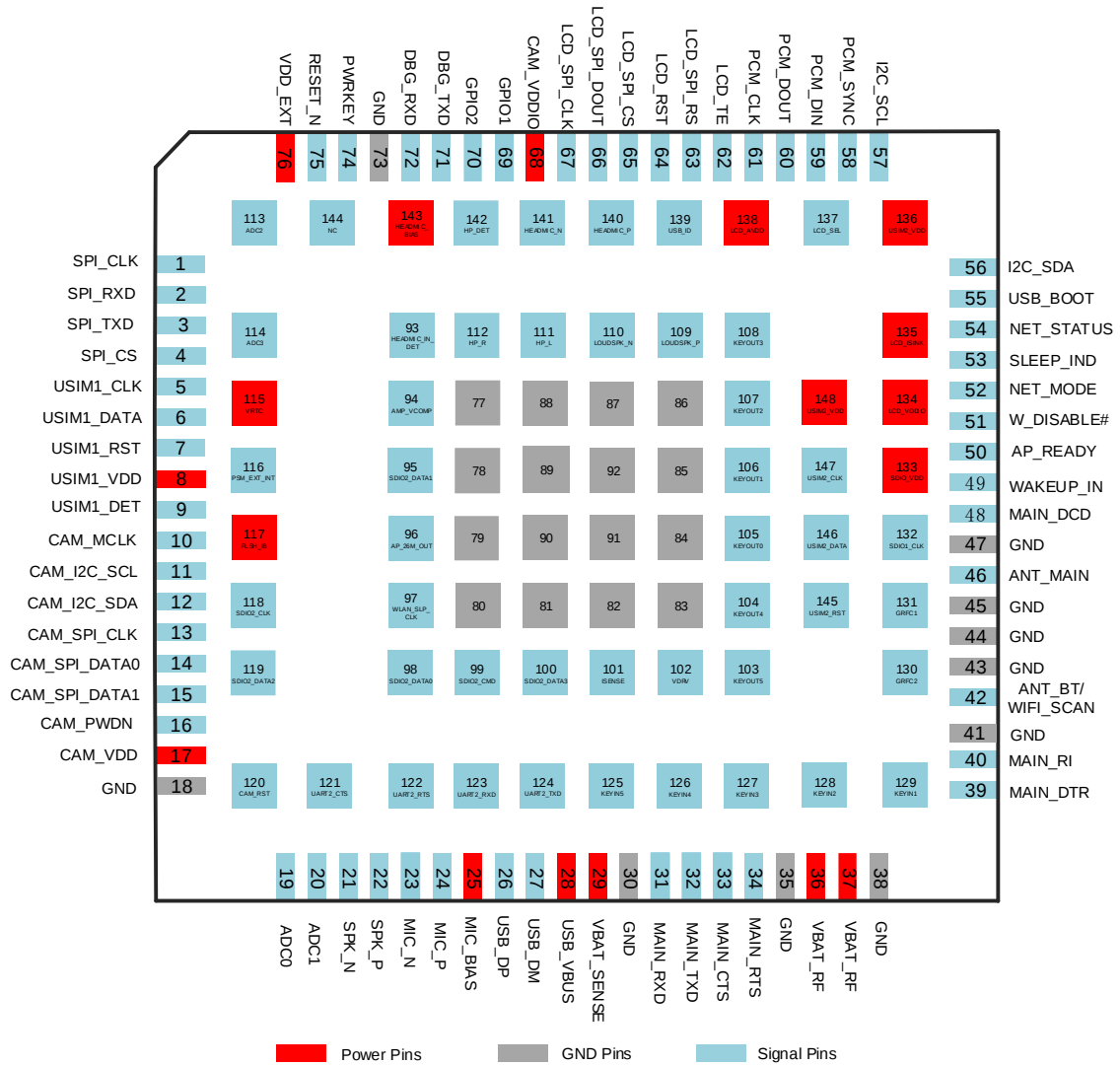


图 2：引脚分配（俯视图）

备注

1. 不使用的引脚需保持悬空；所有 GND 引脚需做接地处理。
2. 不使用下载功能时，禁止在模块正常开机前上拉 USB_BOOT 引脚到高电平。
3. 模块正常开机前，禁止上拉 KEYIN1 引脚到高电平。
4. 引脚 51~53 与引脚 145~147 有硬件冲突。如使用(U)SIM2 接口的 145~147 引脚，则引脚 51~53 必须悬空处理；如使用 51~53 引脚功能，则(U)SIM2 接口不开放，引脚 145~147 必须悬空处理。
5. (U)SIM2 为可选功能，使用单(U)SIM 卡与使用双(U)SIM 卡的软件不同，请注意软件区别。有关如何

使用(U)SIM2，请咨询移远通信技术支持。

6. 使用引脚 39、40、48~50 时需注意，在模块开机时，这些引脚会有电平状态不定的一段时间（软件不可控）：先高电平 3 V 持续 2 秒，再低电平 0 V 持续 1.2 秒，之后才可以配置为 1.8 V 输入或输出。请根据使用场景及电路设计，评估刚开机时状态不定的输出阶段是否满足具体应用设计要求。

3.3. 引脚描述表

表 4：参数定义

参数	描述
AI	模拟输入
AIO	模拟输入/输出
AO	模拟输出
DI	数字输入
DIO	数字输入/输出
DO	数字输出
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_RF	36、37	PI	模块基带和射频电源	Vmax = 4.3 V Vmin = 3.3 V Vnom = 3.8 V	外部电源必须能够提供至少 3.0 A 的电流。必须将 VBAT_SENSE 与 VBAT 电源相连，否则模块无法正常开机。

建议预留测试点。

GND 18、30、35、38、41、43~45、47、73、77~92

模块输出电源

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
VDD_EXT	76	PO	外部电路 1.8 V 供电	Vnom = 1.8 V I _{Omax} = 50 mA	可为外部 GPIO 提供上拉。 使用时加 2.2 μF 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	75	DI	模块复位	V _{ILmax} = 0.5 V	VBAT 电压域。 低电平有效。 不用则建议预留测试点。
PWRKEY	74	DI	模块开/关机	V _{ILmax} = 0.5 V	VBAT 电压域。 建议预留测试点。

网络状态指示接口

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
NET_MODE	52	DO	注册的网络制式指示	V _{OHmin} = 1.35 V V _{OLmax} = 0.45 V	1.8 V 电压域。 不用则悬空。
NET_STATUS	54	DO	网络状态指示	V _{OHmin} = 1.35 V V _{OLmax} = 0.45 V	

USB 接口

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
USB_DP	26	AIO	USB 2.0 差分数据 (+)		要求 90 Ω 差分阻抗。 符合 USB 2.0 规范。 须预留测试点。
USB_DM	27	AIO	USB 2.0 差分数据 (-)		
USB_VBUS	28	AI	USB 连接检测	V _{max} = 5.25 V V _{min} = 3.5 V V _{nom} = 5.0 V	典型值 5.0 V。 不用则悬空。 须预留测试点。
USB_ID*	139	DI	预留		模块内部默认上拉至 1.8 V。 悬空处理。

(U)SIM 接口

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
USIM1_DET	9	DI	(U)SIM1 卡热插拔检测	$V_{ILmin} = -0.3\text{ V}$ $V_{ILmax} = 0.6\text{ V}$ $V_{IHmin} = 1.26\text{ V}$ $V_{IHmax} = 2.0\text{ V}$ $I_{omax} = 50\text{ mA}$	1.8 V 电压域。 不用则悬空。
USIM1_VDD	8	PO	(U)SIM1 卡供电电源	1.8 V (U)SIM: $V_{max} = 1.9\text{ V}$ $V_{min} = 1.7\text{ V}$ 3.0 V (U)SIM: $V_{max} = 3.05\text{ V}$ $V_{min} = 2.7\text{ V}$	模块自动识别 1.8 V 或 3.0 V (U)SIM 卡。
USIM1_DATA	6	DIO	(U)SIM1 卡数据	1.8 V (U)SIM: $V_{ILmax} = 0.6\text{ V}$ $V_{IHmin} = 1.26\text{ V}$ $V_{OLmax} = 0.45\text{ V}$ $V_{OHmin} = 1.35\text{ V}$ 3.0 V (U)SIM: $V_{ILmax} = 1.0\text{ V}$ $V_{IHmin} = 1.95\text{ V}$ $V_{OLmax} = 0.45\text{ V}$ $V_{OHmin} = 2.55\text{ V}$	
USIM1_CLK	5	DO	(U)SIM1 卡时钟	1.8 V (U)SIM: $V_{OLmax} = 0.45\text{ V}$ $V_{OHmin} = 1.35\text{ V}$ 3.0 V (U)SIM: $V_{OLmax} = 0.45\text{ V}$ $V_{OHmin} = 2.55\text{ V}$	
USIM1_RST	7	DO	(U)SIM1 卡复位	1.8 V (U)SIM: $V_{OLmax} = 0.45\text{ V}$ $V_{OHmin} = 1.35\text{ V}$ 3.0 V (U)SIM: $V_{OLmax} = 0.45\text{ V}$ $V_{OHmin} = 2.55\text{ V}$	
USIM2_VDD	136、 148	PO	(U)SIM2 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。 推荐使用引脚 148 作为电源引脚，将引脚

				Vmin = 1.7 V	136 悬空。
				3.0 V (U)SIM: Vmax = 3.05 V Vmin = 2.7 V	
USIM2_DATA	146	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 3.0 V (U)SIM: VILmax = 1.0 V VIHmin = 1.95 V VOLmax = 0.45 V VOHmin = 2.55 V	
USIM2_CLK	147	DO	(U)SIM2 卡时钟	1.8 V (U)SIM: VOLmax = 0.45 V VOHmin = 1.35 V 3.0 V (U)SIM: VOLmax = 0.45 V VOHmin = 2.55 V	
USIM2_RST	145	DO	(U)SIM2 卡复位	1.8 V (U)SIM: VOLmax = 0.45 V VOHmin = 1.35 V 3.0 V (U)SIM: VOLmax = 0.45 V VOHmin = 2.55 V	

主 UART 接口

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
MAIN_CTS	33	DO	模块清除发送	VOLmax = 0.45 V VOHmin = 1.35 V	连接至 MCU 的 CTS。 1.8 V 电压域。 不用则悬空。
MAIN_RTS	34	DI	请求发送至模块	VILmin = -0.3 V VILmax = 0.6 V VIHmin = 1.26 V VIHmax = 2.0 V	连接至 MCU 的 RTS。 1.8 V 电压域。 不用则悬空。
MAIN_TXD	32	DO	主 UART 发送	VOLmax = 0.45 V VOHmin = 1.35 V	1.8 V 电压域。 不用则悬空。

MAIN_RXD	31	DI	主 UART 接收	$V_{ILmin} = -0.3\text{ V}$ $V_{ILmax} = 0.6\text{ V}$ $V_{IHmin} = 1.26\text{ V}$ $V_{IHmax} = 2.0\text{ V}$	
调试 UART 接口					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
DBG_RXD	72	DI	调试 UART 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。 须预留测试点。
DBG_TXD	71	DO	调试 UART 发送	$V_{OLmax} = 0.45\text{ V}$ $V_{OHmin} = 1.35\text{ V}$	
UART2 接口					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
UART2_RXD	123	DI	UART2 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。
UART2_TXD	124	DO	UART2 发送	$V_{OLmax} = 0.45\text{ V}$ $V_{OHmin} = 1.35\text{ V}$	1.8 V 电压域。 不用则悬空。
UART2_CTS	121	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。
UART2_RTS	122	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。 可输出 CP log，仅支持支持 8 Mbps 波特率，须预留测试点。
ADC 接口					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
ADC3	114	AI	通用 ADC 接口	电压范围： 0 V~VBAT	建议预留分压电路。 不用则悬空。
ADC2	113	AI			
ADC1	20	AI			
ADC0	19	AI			
模拟音频接口					

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
LOUDSPK_P	109	AO	扬声器差分输出 (+)		内置音频功放。配置成 AB 类功放时，8 Ω 负载时最大驱动功率为 500 mW；配置成 D 类功放时，8 Ω 负载时最大驱动功率 800 mW。 不用则悬空。
LOUDSPK_N	110	AO	扬声器差分输出 (-)		
AMP_VCOMP	94		耳机专用地		布线时走在左右声道之间，再接到耳机座的 GND，然后直接下主地层。 不用则悬空。
HP_L	111	AO	耳机左声道		不用则悬空。
HP_R	112	AO	耳机右声道		
HEADMIC_P	140	AI	耳麦模拟差分输入通道 (+)		
HEADMIC_N	141	AI	耳麦模拟差分输入通道 (-)		
HEADMIC_BIAS	143	PO	耳麦偏置电压	$V_o = 2.2 \sim 3.0 \text{ V}$ $V_{nom} = 2.6 \text{ V}$	
HP_DET	142	DI	耳机插拔检测		
HEADMIC_IN_DET	93	AI	耳麦检测和耳机按键检测		
SPK_P	22	AO	模拟音频差分输出通道 (+)		用于听筒接口。 32 Ω 负载时最大驱动功率为 50 mW。如输出功率无法满足需求，可用此接口驱动外部功放器件。 不用则悬空。
SPK_N	21	AO	模拟音频差分输出通道 (-)		
MIC_BIAS	25	PO	麦克风偏置电压	$V_o = 2.2 \sim 3.0 \text{ V}$ $V_{nom} = 2.2 \text{ V}$	不用则悬空。
MIC_P	24	AI	麦克风输入通道 (+)		
MIC_N	23	AI	麦克风输入通道 (-)		

I2C 和 PCM 接口

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
I2C_SCL	57	OD	I2C 串行时钟		1.8 V 电压域。 不用则悬空。 使用时外部需接上拉电阻。
I2C_SDA	56	OD	I2C 串行数据		
PCM_DIN	59	DI	PCM 数据输入	V _{IL} min = -0.3 V V _{IL} max = 0.6 V V _{IH} min = 1.26 V V _{IH} max = 2.0 V	PCM 功能只支持从模式，不支持主模式。 1.8 V 电压域。 不用则悬空。
PCM_DOUT	60	DO	PCM 数据输出	V _{OL} max = 0.45 V V _{OH} min = 1.35 V	
PCM_SYNC	58	DI	PCM 帧同步	V _{IL} min = -0.3 V V _{IL} max = 0.6 V V _{IH} min = 1.26 V V _{IH} max = 2.0 V	
PCM_CLK	61	DI	PCM 时钟	V _{IL} min = -0.3 V V _{IL} max = 0.6 V V _{IH} min = 1.26 V V _{IH} max = 2.0 V	
SPI 接口					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
SPI_CS	4	DO	SPI 片选	V _{OL} max = 0.45 V V _{OH} min = 1.35 V	模块 SPI 接口仅支持主模式。 1.8 V 电压域。 不用则悬空。
SPI_TXD	3	DO	SPI 主模式输出	V _{OL} max = 0.45 V V _{OH} min = 1.35 V	
SPI_RXD	2	DI	SPI 主模式输入	V _{IL} min = -0.3 V V _{IL} max = 0.6 V V _{IH} min = 1.26 V V _{IH} max = 2.0 V	
SPI_CLK	1	DO	SPI 时钟	V _{OL} max = 0.45 V V _{OH} min = 1.35 V	
LCM 接口					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
LCD_TE	62	DI	LCD tearing effect	V _{IL} min = -0.3 V V _{IL} max = 0.6 V V _{IH} min = 1.26 V V _{IH} max = 2.0 V	1.8 V 电压域。 不用则悬空。
LCD_RST	64	DO	LCD 复位	V _{OL} max = 0.45 V V _{OH} min = 1.35 V	

LCD_SEL	137	DO	预留	$V_{OLmax} = 0.45\text{ V}$ $V_{OHmin} = 1.35\text{ V}$	
LCD_SPI_CS	65	DO	LCD SPI 片选	$V_{OLmax} = 0.45\text{ V}$ $V_{OHmin} = 1.35\text{ V}$	
LCD_SPI_CLK	67	DO	LCD SPI 时钟	$V_{OLmax} = 0.45\text{ V}$ $V_{OHmin} = 1.35\text{ V}$	
LCD_SPI_RS	63	DO	LCD SPI 寄存器选择	$V_{OLmax} = 0.45\text{ V}$ $V_{OHmin} = 1.35\text{ V}$	
LCD_SPI_DOUT	66	DIO	LCD SPI 数据输出	$V_{ILmin} = -0.3\text{ V}$ $V_{ILmax} = 0.6\text{ V}$ $V_{IHmin} = 1.26\text{ V}$ $V_{IHmax} = 2.0\text{ V}$ $V_{OLmax} = 0.45\text{ V}$ $V_{OHmin} = 1.35\text{ V}$	
LCD_ISINK	135	PI	灌电流输入引脚， 背光亮度调节	$I_{max} = 200\text{ mA}$	电流大小可配置；灌 电流方式驱动，接背 光灯阴极，通过调节 电流大小控制亮度。 不用则悬空。
LCD_VDDIO	134	PO	LCD 数字电源	$V_{nom} = 1.8\text{ V}$	LCD 供电电源。 不用则悬空。
LCD_AVDD	138	PO	LCD 模拟电源	$V_{nom} = 3.0\text{ V}$	
矩阵键盘接口					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
KEYIN1	129	DI	矩阵按键输入 1		1.8 V 电压域。 不用则悬空。
KEYIN2	128	DI	矩阵按键输入 2		
KEYIN3	127	DI	矩阵按键输入 3		
KEYIN4	126	DI	矩阵按键输入 4		
KEYIN5	125	DI	矩阵按键输入 5		
KEYOUT0	105	DO	矩阵按键输出 0		
KEYOUT1	106	DO	矩阵按键输出 1		
KEYOUT2	107	DO	矩阵按键输出 2		
KEYOUT3	108	DO	矩阵按键输出 3		
KEYOUT4	104	DO	矩阵按键输出 4		

KEYOUT5	103	DO	矩阵按键输出 5		
天线接口					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
ANT_BT/ WIFI_SCAN ⁵	42	AIO	蓝牙与 Wi-Fi Scan 的 共用天线接口		蓝牙与 Wi-Fi Scan 无 法同时使用，只能二 选一。 Wi-Fi Scan 只接收不 发射。 50 Ω 特性阻抗。 不用则悬空。
ANT_MAIN	46	AIO	主天线接口		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	55	DI	强制模块进入紧急下 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。 必须预留能进入下载 模式的电路设计。 建议预留测试点。
摄像头接口					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
CAM_MCLK	10	DO	摄像头主时钟	$V_{OLmax} = 0.45\text{ V}$ $V_{OHmin} = 1.35\text{ V}$	1.8 V 电压域。 不用则悬空。
CAM_I2C_SCL	11	OD	摄像头 I2C 时钟		1.8 V 电压域。 不用则悬空。
CAM_I2C_SDA	12	OD	摄像头 I2C 数据		使用时外部需接上拉 电阻。
CAM_SPI_CLK	13	DI	摄像头 SPI 时钟	$V_{ILmin} = -0.3\text{ V}$ $V_{ILmax} = 0.6\text{ V}$ $V_{IHmin} = 1.26\text{ V}$ $V_{IHmax} = 2.0\text{ V}$	
CAM_SPI_DATA0	14	DI	摄像头 SPI 数据位 0	$V_{ILmin} = -0.3\text{ V}$ $V_{ILmax} = 0.6\text{ V}$	1.8 V 电压域。 不用则悬空。
CAM_SPI_DATA1	15	DI	摄像头 SPI 数据位 1	$V_{IHmin} = 1.26\text{ V}$ $V_{IHmax} = 2.0\text{ V}$	
CAM_PWDN	16	DO	摄像头关断	$V_{OLmax} = 0.45\text{ V}$	

⁵ 仅 EC600U-CN、EC600U-EU 和 EC600U-CE 支持。

				$V_{OHmin} = 1.35\text{ V}$	
CAM_RST	120	DO	摄像头复位	$V_{OLmax} = 0.45\text{ V}$ $V_{OHmin} = 1.35\text{ V}$	
CAM_VDD	17	PO	摄像头模拟电源	$V_{nom} = 2.8\text{ V}$	摄像头供电电源。 不用则悬空。
CAM_VDDIO	68	PO	摄像头数字电源	$V_{nom} = 1.8\text{ V}$	

闪光灯驱动接口*

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
FLSH_IB	117	PI	灌电流输入	$I_{max} = 240\text{ mA}$	电流大小可配置；使用时连接至发光二极管的阴极。 不用则悬空。

天线调谐控制接口*

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
GRFC1	131	DO	通用射频控制	$V_{OLmax} = 0.45\text{ V}$ $V_{OHmin} = 1.35\text{ V}$	1.8 V 电压域。 不用则悬空。
GRFC2	130	DO	通用射频控制	$V_{OLmax} = 0.45\text{ V}$ $V_{OHmin} = 1.35\text{ V}$	

GPIO 接口

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
MAIN_DTR	39	DIO	通用输入/输出		
MAIN_RI	40	DIO	通用输入/输出		
MAIN_DCD	48	DIO	通用输入/输出		无对应功能，默认为 GPIO 功能。 1.8 V 电压域。 不用则悬空。
WAKEUP_IN	49	DIO	通用输入/输出		
AP_READY	50	DIO	通用输入/输出		
W_DISABLE#	51	DIO	通用输入/输出		
SLEEP_IND	53	DIO	通用输入/输出		
GPIO1	69	DIO	通用输入/输出		1.8 V 电压域。 不用则悬空。
GPIO2	70	DIO	通用输入/输出		

充电控制接口*

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
VBAT_SENSE	29	AI	电池电压及充电电流（联合 ISENSE）检测		无论是否使用充电功能，此引脚必须与 VBAT 电源相连，否则模块将无法正常工作。
USB_VBUS	28	AI	充电电压检测	V _{max} = 5.25 V V _{min} = 4.5 V V _{nom} = 5.0 V	典型值 5.0 V。 不用则悬空。 须预留测试点。
ISENSE	101	AI	充电电流检测		不用则悬空。
VDRV	102	AO	充电控制接口		用于驱动外部充电电路的 MOSFET，调节充电电流大小。 不用则悬空。

SDIO2 接口*

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
SDIO2_CLK	118	DO	SDIO2 时钟	V _{OLmax} = 0.45 V V _{OHmin} = 1.35 V	
SDIO2_CMD	99	DO	SDIO2 命令	V _{OLmax} = 0.45 V V _{OHmin} = 1.35 V	
SDIO2_DATA0	98	DIO	SDIO2 数据位 0	V _{OLmax} = 0.45 V V _{OHmin} = 1.35 V V _{ILmin} = -0.3 V V _{ILmax} = 0.6 V V _{IHmin} = 1.26 V V _{IHmax} = 2.0 V	
SDIO2_DATA1	95	DIO	SDIO2 数据位 1	V _{OLmax} = 0.45 V V _{OHmin} = 1.35 V V _{ILmin} = -0.3 V V _{ILmax} = 0.6 V V _{IHmin} = 1.26 V V _{IHmax} = 2.0 V	1.8 V 电压域。 不用则悬空。
SDIO2_DATA2	119	DIO	SDIO2 数据位 2	V _{OLmax} = 0.45 V V _{OHmin} = 1.35 V V _{ILmin} = -0.3 V V _{ILmax} = 0.6 V V _{IHmin} = 1.26 V V _{IHmax} = 2.0 V	
SDIO2_DATA3	100	DIO	SDIO2 数据位 3	V _{OLmax} = 0.45 V V _{OHmin} = 1.35 V	

$V_{ILmin} = -0.3\text{ V}$
 $V_{ILmax} = 0.6\text{ V}$
 $V_{IHmin} = 1.26\text{ V}$
 $V_{IHmax} = 2.0\text{ V}$

其他接口

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
AP_26M_OUT*	96	DO	预留 26 MHz 时钟输出		不用则悬空。
VRTC*	115	PI	实时时钟电源	$V_{nom} = 3.0\text{ V}$ $V_O = 2.8\sim 3.2\text{ V}$	不用则悬空。
WLAN_SLP_CLK*	97	DO	WLAN 睡眠时钟		不用则悬空。
PSM_EXT_INT	116	DI	PSM 中断唤醒引脚； 外部拉高电平，退出 PSM		1.8 V 电源域。 高电平有效。 不用则悬空。
SDIO1_CLK	132	DO	SD 卡时钟		不用则悬空。
SDIO_VDD	133	PO	SD 卡 IO 电源		不用则悬空。

NC 引脚

引脚名	引脚号	备注
NC	144	保持悬空。

备注

1. 引脚 51~53 与引脚 145~147 有硬件冲突。如使用(U)SIM2 接口的 145~147 引脚，则引脚 51~53 必须悬空处理；如使用 51~53 引脚功能，则(U)SIM2 接口不开放，引脚 145~147 必须悬空处理。
2. (U)SIM2 为可选功能，使用单(U)SIM 卡与使用双(U)SIM 卡的软件不同，请注意软件区别。有关如何使用(U)SIM2，请咨询移远通信技术支持。
3. 使用引脚 39、40、48~50 时需注意，在模块开机时，这些引脚会有电平状态不定的一段时间（软件不可控）：先高电平 3 V 持续 2 秒，再低电平 0 V 持续 1.2 秒，之后才可以配置为 1.8 V 输入或输出。请根据使用场景及电路设计，评估刚开机时状态不定的输出阶段是否满足具体应用设计要求。
4. MAIN_DTR、MAIN_RI、MAIN_DCD、WAKEUP_IN、AP_READY、W_DISABLE#、SLEEP_IND 引脚无对应功能，默认为 GPIO 功能；关于 GPIO 的配置，请参考文档 [2]。
5. 不使用充电功能时，若存在 USB_VBUS 连接电源且 VBAT 掉电的场景，USB_VBUS 引脚需要串联 1 kΩ 电阻。

3.4. 特定复用接口功能描述

表 6：接口复用功能描述

外接 flash 接口					
引脚名	引脚号	复用功能	I/O	DC 特性	描述
PCM_SYNC	58	SPI_FLASH1_CS	DO	V _{OL} max = 0.45 V V _{OH} min = 1.35 V	接外挂 NOR flash 芯片的片选
PCM_CLK	61	SPI_FLASH1_CLK	DO		接外挂 NOR flash 芯片的时钟
PCM_DIN	59	SPI_FLASH1_SIO_0	DIO	V _{IL} min = -0.3 V V _{IL} max = 0.6 V V _{IH} min = 1.26 V V _{IH} max = 2.0 V V _{OL} max = 0.45 V V _{OH} min = 1.35 V	接外挂 NOR flash 芯片的 IO0
PCM_DOUT	60	SPI_FLASH1_SIO_1	DIO		接外挂 NOR flash 芯片的 IO1
GPIO1	69	SPI_FLASH1_SIO_2	DIO		接外挂 NOR flash 芯片的 IO2
GPIO2	70	SPI_FLASH1_SIO_3	DIO		接外挂 NOR flash 芯片的 IO3
SD 卡接口					
引脚名	引脚号	复用功能	I/O	DC 特性	描述
SDIO_VDD	133	-	PO		SD 卡 IO 电源
SDIO1_CLK	132	-	DO		SD 卡时钟
MAIN_DCD	48	SDIO1_CMD	DIO		SD 卡命令
MAIN_DTR	39	SDIO1_DATA0	DIO		SDIO1 数据位 0
MAIN_RI	40	SDIO1_DATA1	DIO		SDIO1 数据位 1
WAKEUP_IN	49	SDIO1_DATA2	DIO		SDIO1 数据位 2
AP_READY	50	SDIO1_DATA3	DIO		SDIO1 数据位 3
I2C_SDA	56	SD_DET	DI		SD 卡热插拔检测
LCM MIPI 接口					
引脚名	引脚号	复用功能	I/O	DC 特性	描述
LCD_AVDD	138	-	PO		LCD 模拟电源

LCD_VDDIO	134	-	PO	LCD 数字电源
LCD_RST	64	-	DO	LCD 复位
LCD_TE	62	-	DI	LCD tearing effect
PCM_DOUT	60	DSI_D1P	DIO	MIPI 差分数据 (+)
PCM_DIN	59	DSI_D1N	DIO	MIPI 差分数据 (-)
GPIO2	70	DSI_D0P	DIO	MIPI 差分数据 (+)
GPIO1	69	DSI_D0N	DIO	MIPI 差分数据 (-)
PCM_SYNC	58	DSI_CKP	DIO	MIPI 差分时钟 (+)
PCM_CLK	61	DSI_CKN	DIO	MIPI 差分时钟 (-)

摄像头 MIPI 接口

引脚名	引脚号	复用功能	I/O	DC 特性	描述
CAM_VDDIO	68	-	PO		摄像头数字电源
CAM_VDD	17	-	PO		摄像头模拟电源
CAM_I2C_SDA	12	-	OD		摄像头 I2C 数据
CAM_I2C_SCL	11	-	OD		摄像头 I2C 时钟
CAM_PWDN	16	-	DO		摄像头关断
CAM_MCLK	10	-	DO		摄像头主时钟
CAM_RST	120	CSI_CKN	DIO		MIPI 差分时钟 (-)
CAM_SPI_DATA0	14	CSI_CKP	DIO		MIPI 差分时钟 (+)
CAM_SPI_DATA1	15	CSI_D0N	DIO		MIPI 差分数据 (-)
CAM_SPI_CLK	13	CSI_D0P	DIO		MIPI 差分数据 (+)

备注

- 使用引脚 39、40、48~50 时需注意，在模块开机时，这些引脚会有电平状态不定的一段时间（软件不可控）：先高电平 3V 持续 2 秒，再低电平 0V 持续 1.2 秒，之后才可以配置为 1.8V 输入或输出。请根据使用场景及电路设计，评估刚开机时状态不定的输出阶段是否满足具体应用设计要求。
- 有关引脚复用的详细信息，请参考文档 [2]。

3.5. 工作模式

表 7：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。
最少功能模式	不断电情况下，使用 <code>ql_dev_set_modem_fun()</code> 可以将模块设置成最少功能模式。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、短信、电话和 TCP/UDP 数据。
PSM 模式	此模式下，模块的功耗将会降至极低，无法给模块发送命令，但模块仍能收到来自基站发送的寻呼（paging）包，并被唤醒工作。
关机模式	在此模式下，PMU 停止给基带和射频部分的电源供电，软件停止工作，串口不通。但 VBAT_RF 引脚仍然通电。

备注

有关上述 API 详细信息，请参考文档 [3]。

3.6. 节能功能

3.6.1. 睡眠模式

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

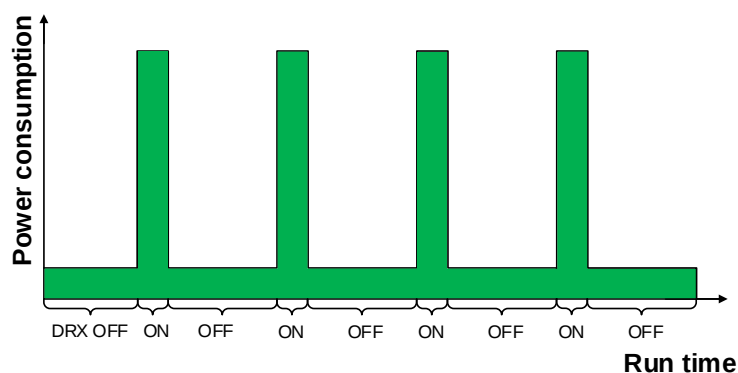


图 3：睡眠模式下模块功耗示意图

备注

DRX 周期值由基站通过无线网络发送。

3.6.1.1. USB 应用场景（支持 USB 远程唤醒功能）

如果主机支持 USB 挂起和唤醒以及 USB 远程唤醒功能，使模块进入睡眠模式需同时满足如下条件：

- 通过使用 `ql_autosleep_enable()` 启用睡眠功能。
- 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：

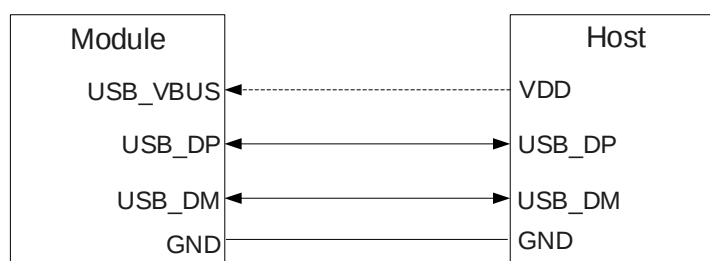


图 4：支持 USB 远程唤醒功能的睡眠应用

通过 USB 接口向模块发送数据将会唤醒模块。

3.6.1.2. USB 应用场景（支持 USB 挂起/唤醒）

如果主机支持 USB 挂起和唤醒但不支持 USB 远程唤醒功能，模块进入睡眠模式需同时满足如下条件：

- 用使用 `ql_autosleep_enable()` 启用睡眠功能。
- 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：

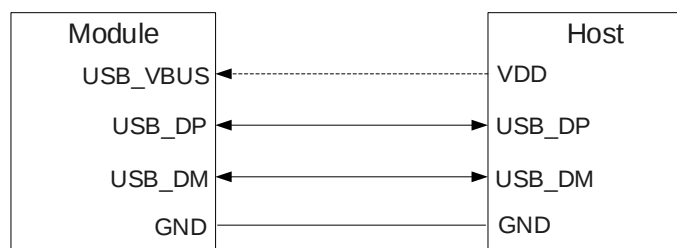


图 5：支持 USB 挂起/唤醒功能的睡眠应用

通过 USB 接口向模块发送数据将会唤醒模块。

3.6.1.3. USB 应用场景（不支持 USB 挂起功能说明）

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

- 用使用 `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：

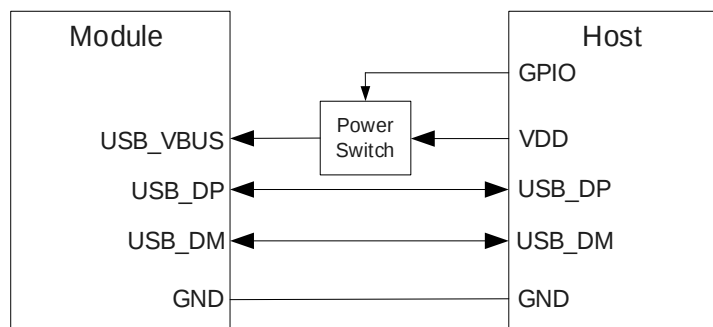


图 6：不支持 USB 挂起功能的睡眠应用

恢复 USB_VBUS 供电即可唤醒模块。

备注

1. 需注意第3.6.1章应用电路中模块和主机虚线连接信号的电平匹配问题。
2. 模块在 Linux 系统下支持 USB 挂起，Windows 系统下不支持 USB 挂起。
3. 有关上述 API 的详细信息，请参考文档 [4]。

3.6.2. 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。可通过以下方式使模块进入飞行模式：

软件方式：

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

- `at_dst_cfun` 为 0：最少功能模式（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）。

备注

有关上述 API 详细信息，请参考文档 [3]。

3.6.3. PSM 模式

模块提供 PSM 省电模式。模块正常工作时，使用 `ql_psm_sleep_enable()`可进入省电模式。

模块可通过以下方式从PSM中被唤醒：

- TAU周期请求定时器（T3412）唤醒；
- RTC唤醒；
- 拉低PWRKEY唤醒；
- 外部拉高 PSM_EXT_INT 引脚电平。

表 8：PSM 中断唤醒引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
PSM_EXT_INT	116	DI	PSM 中断唤醒引脚； 外部拉高电平，退出 PSM	高电平有效。 不用则悬空。

参考电路如下图所示：

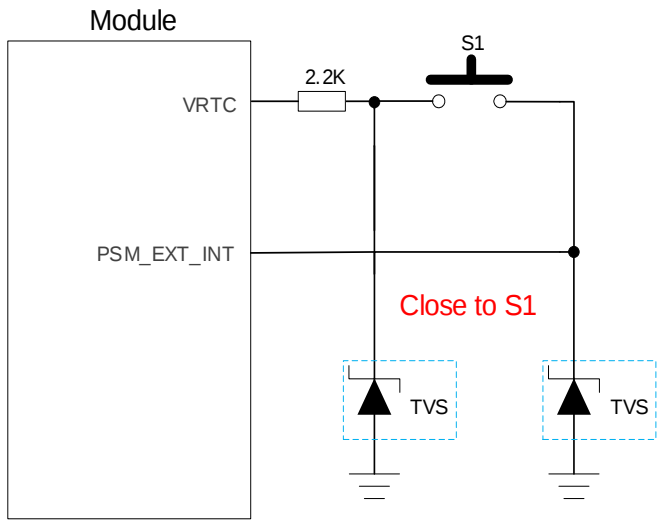


图 7：通过 PSM_EXT_INT 唤醒模块退出 PSM 参考电路

备注

有关上述 API 的详细信息，请参考文档 [5]。

3.7. 电源设计

3.7.1. 电源接口

模块的 VBAT_RF 引脚用于连接外部电源，为模块的射频和基带电路供电。

表 9：电源引脚和地引脚

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
VBAT_RF	36、37	PI	模块基带和射频电源	外部电源必须能够提供至少 3.0 A 的电流。 必须将 VBAT_SENSE 与 VBAT 电源相连，否则模块无法正常开机。 建议预留测试点。
VDD_EXT	76	PO	外部电路 1.8 V 供电	为外部 GPIO 提供上拉。使用时加 2.2 μ F 电容和 TVS 器件。 建议预留测试点。
GND	18、30、35、38、41、43~45、47、73、77~92			

备注

无论是否使用充电功能，VBAT_SENSE 引脚必须和 VBAT 电源相连，否则模块将无法正常开机。

3.7.2. 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。下图是在突发传输时的电源电压跌落情况：

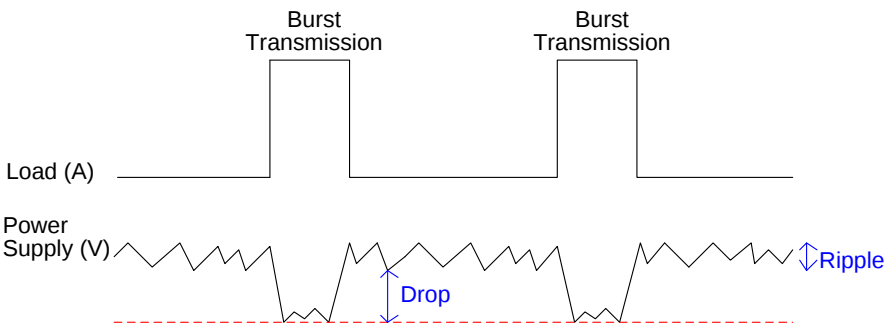


图 8：突发传输电源要求

为了减小电压跌落的幅值，需要使用低 ESR ($ESR \leq 0.7 \Omega$) 的 $100 \mu\text{F}$ 滤波电容。同时建议分别给 VBAT_SENSE 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)，且电容靠近相应的 VBAT 引脚放置。外部供电电源连接模块时，VBAT_SENSE 和 VBAT_RF 需要采用星型走线。VBAT_RF 走线宽度应不小于 2.5 mm 。不使用充电功能时，VBAT_SENSE 走线宽度应不小于 1 mm 。原则上，VBAT 走线越长，线宽应越宽。

此外，为确保电源稳定，建议在电源前端加 $V_{\text{RWM}} = 4.7 \text{ V}$ ， $P_{\text{PP}} = 2550 \text{ W}$ 的 TVS 管。参考电路如下，分为带充电功能和不带充电功能两种情况：

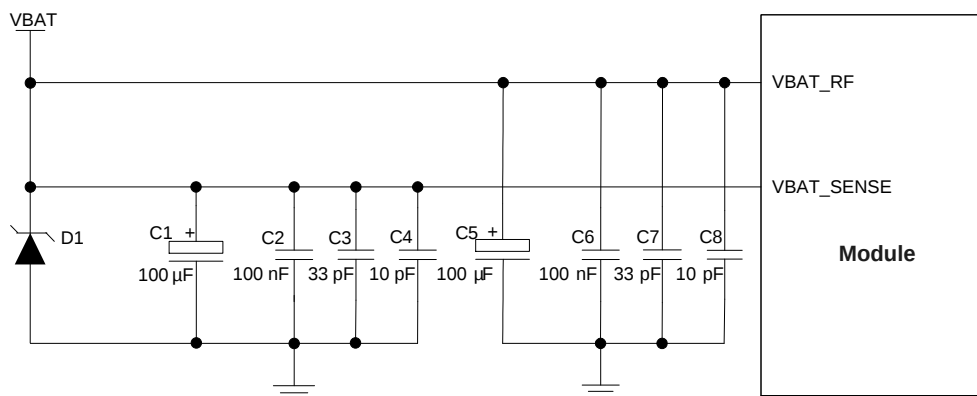


图 9：模块供电电路（不带充电功能）

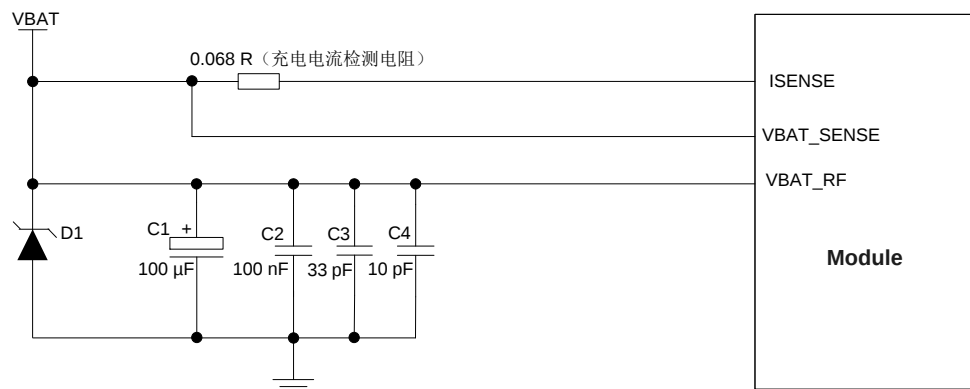


图 10：模块供电电路（带充电功能）

3.7.3. 供电参考电路

电源设计对模块的性能至关重要。对于 EC600U-CN，模块必须选择能够提供至少 2 A 电流能力的电源；对于 EC600U-EU、EC600U-EC、EC600U-CE、EC600U-LA，模块必须选择能够提供至少 3 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较小，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。

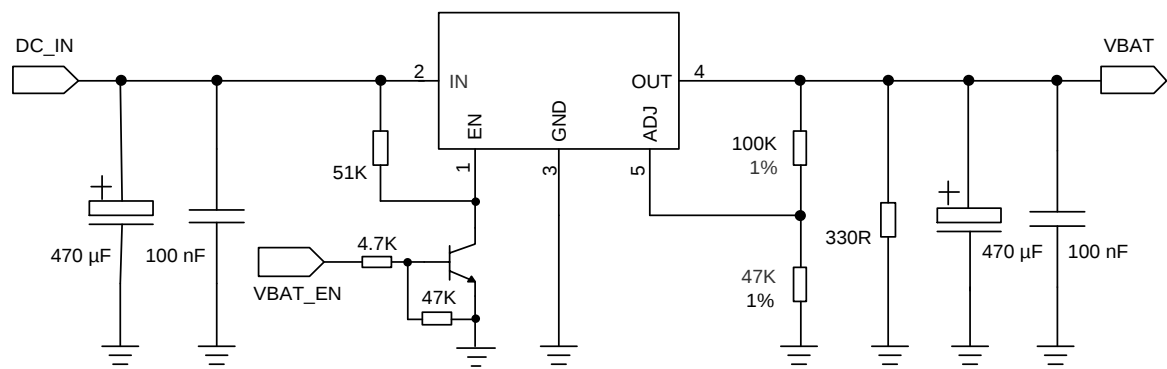


图 11: 供电输入参考设计

3.8. 开/关机和复位

3.8.1. PWRKEY 开机

表 10: PWRKEY 引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
PWRKEY	74	DI	模块开/关机	VBAT 电压域。 建议预留测试点。

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。推荐使用开集或开漏驱动电路来控制 PWRKEY 引脚。参考电路如下：

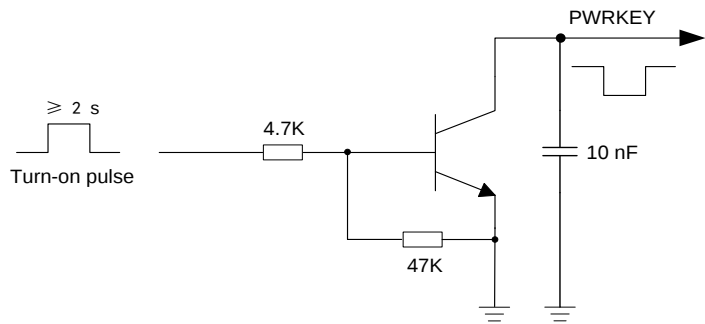


图 12: 开集驱动开机参考电路

如果需要上电自动开机功能且无需关机功能，则可以把 PWRKEY 直接下拉到地，下拉电阻建议小于 1 kΩ。

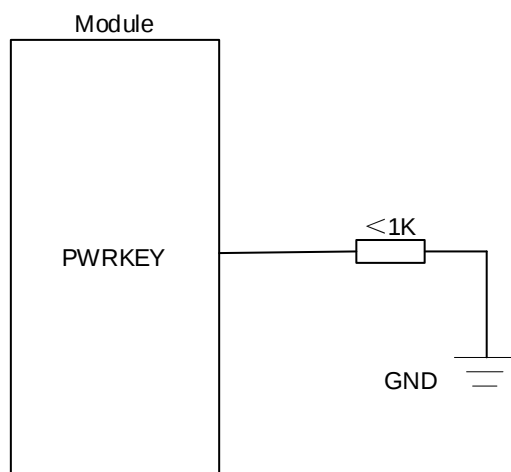


图 13: 上电自动开机参考电路图

也可以直接通过按键开关来控制 PWRKEY。为防止接触产生的静电冲击，按键附近需放置一颗 TVS 管用于 ESD 防护。

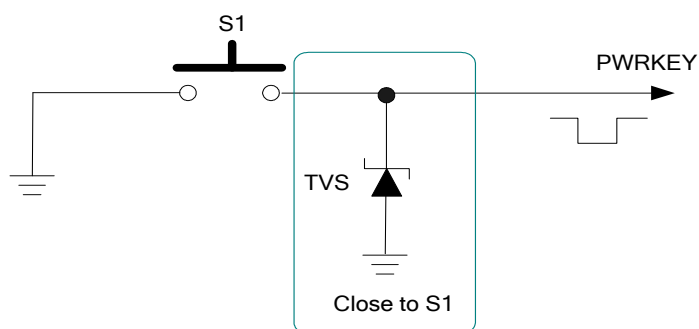


图 14: PWRKEY 按键开机参考电路

开机时序如下图所示：

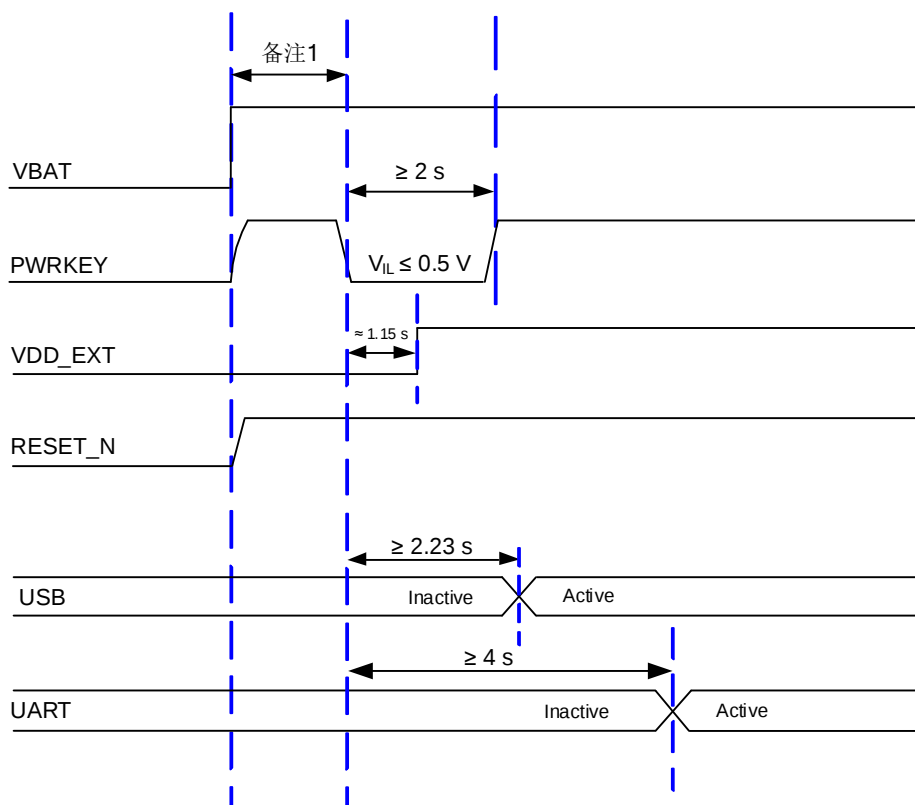


图 15: 开机时序图

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. PWRKEY 引脚一直接地时，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 电源重新开机，而且当 PWRKEY 引脚长接地时，VRTC 引脚不允许连接电源。因此不建议采用 PWRKEY 引脚一直接地的开机方式，推荐通过开关机电路控制 PWRKEY 引脚变换高低状态的开关机方式。
3. 针对以下两种开机场景需要特别注意：
 - USB_VBUS 先接入（或者一直接入），VBAT 后供电，再拉低 PWRKEY 开机的这种场景：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，再拉低 PWRKEY 开机的这种场景：须保证 VBUS 接入后至少 2 s 再执行拉低 PWRKEY 动作。

3.8.2. 关机

模块可通过以下任一种方式正常关机：

- 控制 PWRKEY 引脚。
- 调用 `ql_power_down()`。

3.8.2.1. PWRKEY 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：

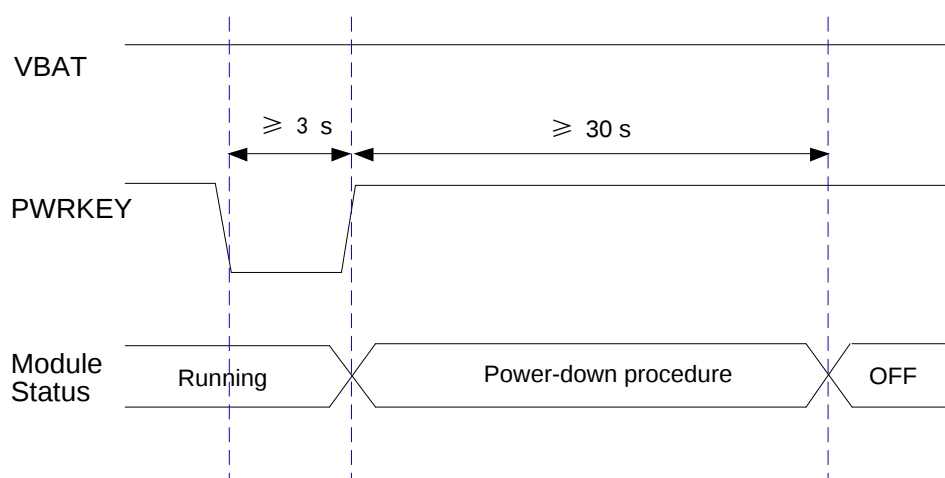


图 16：关机时序图

3.8.2.2. 调用 `ql_power_down()` 关机

调用 `ql_power_down()` 可被用来执行模块关机。该命令关机过程等同拉低 PWRKEY 引脚关机过程。详细信息请参考文档 [6]。

备注

1. 当模块正常工作时，禁止直接切断模块电源，以避免损坏模块内部存储芯片中的数据。建议先通过拉低 PWRKEY 引脚或者调用 `ql_power_down()` 使模块关机后，再断开电源。
2. 关机过程中，模块会进行网络注销，注销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时间不等，客户设计电路时需注意关机时间。
3. 如果断开 VBAT 电源，再次开机前需要确保 VBAT 电压小于 0.5 V。

3.8.3. 复位

RESET_N 引脚用于模块复位。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 11: RESET_N 引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
RESET_N	75	DI	模块复位	VBAT 电压域。 低电平有效。 不用则建议预留测试点。

参考电路与 PWRKEY 控制电路类似，客户可使用开集或开漏驱动电路或按钮控制 RESET_N 引脚。

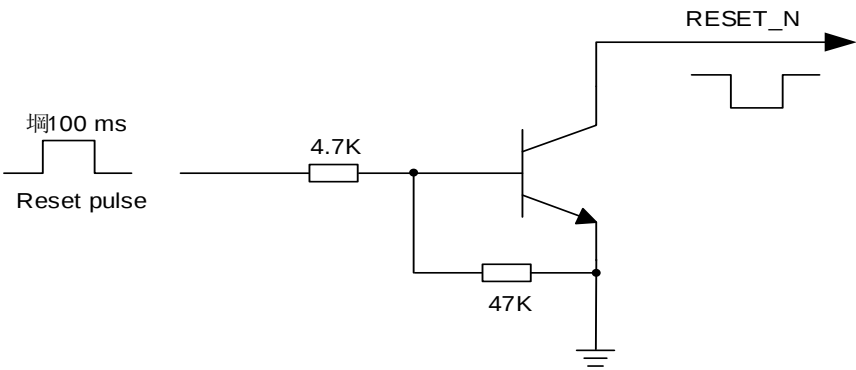


图 17: 开集驱动复位参考电路

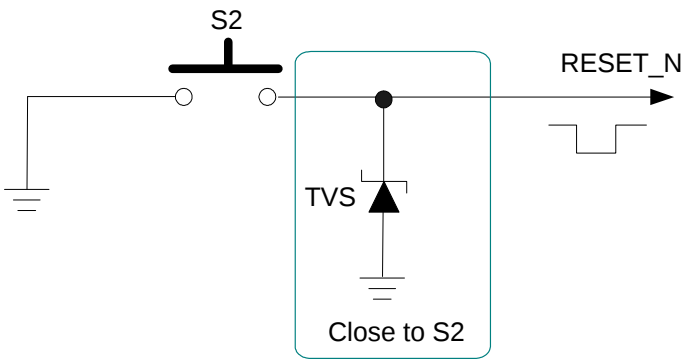


图 18: RESET_N 按键复位参考电路

复位时序图如下：

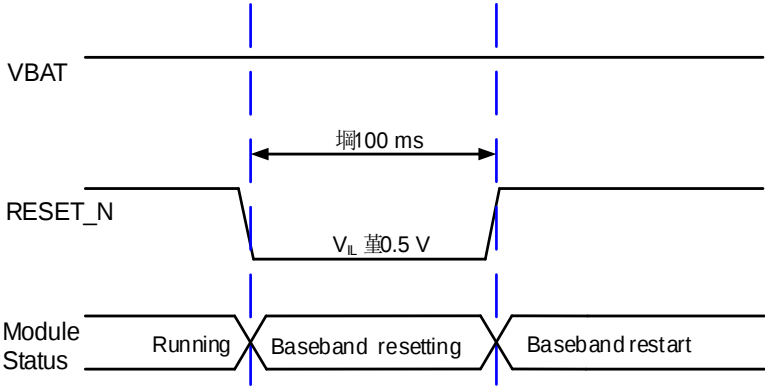


图 19: RESET_N 复位时序图

备注

1. 确保 PWRKEY 和 RESET_N 引脚负载电容不超过 10 nF。

2. 建议仅在通过调用 `ql_power_down()` 和 PWRKEY 关机失败后使用复位功能。有关 API 详细信息，请参考文档 [6]。

3. 模块复位引脚是软复位，只复位基带，不复位 PMU。

3.9. (U)SIM 接口

模块提供 2 个(U)SIM 接口，该接口符合 ETSI 和 IMT-2000 规范，支持 1.8 V 和 3.0 V (U)SIM 卡。

表 12: (U)SIM 接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
USIM1_DET	9	DI	(U)SIM1 卡热插拔检测	1.8 V 电压域。 不用则悬空。
USIM1_VDD	8	PO	(U)SIM1 卡供电电源	模块自动识别 1.8 V 或 3.0 V (U)SIM 卡。
USIM1_DATA	6	DIO	(U)SIM1 卡数据	
USIM1_CLK	5	DO	(U)SIM1 卡时钟	
USIM1_RST	7	DO	(U)SIM1 卡复位	
USIM2_VDD	136、148	PO	(U)SIM2 卡供电电源	模块自动识别 1.8 V 或 3.0 V (U)SIM 卡。 推荐使用引脚 148 作为电源引脚， 将引脚 136 悬空。

USIM2_DATA	146	DIO	(U)SIM2 卡数据
USIM2_CLK	147	DO	(U)SIM2 卡时钟
USIM2_RST	145	DO	(U)SIM2 卡复位

通过 USIM1_DET 引脚, 模块可支持(U)SIM1 接口的卡热插拔功能。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。(U)SIM2 接口不支持卡热插拔功能。

8-pin (U)SIM 接口参考电路如下:

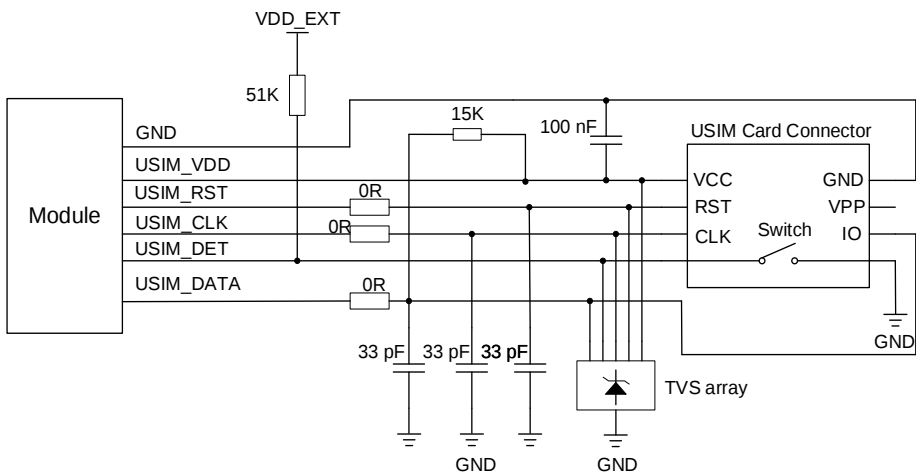


图 20: 8-pin (U)SIM 接口参考电路图

如果无需使用(U)SIM 卡检测功能, 请保持 USIM1_DET 引脚悬空。下图为 6-pin (U)SIM 接口参考电路:

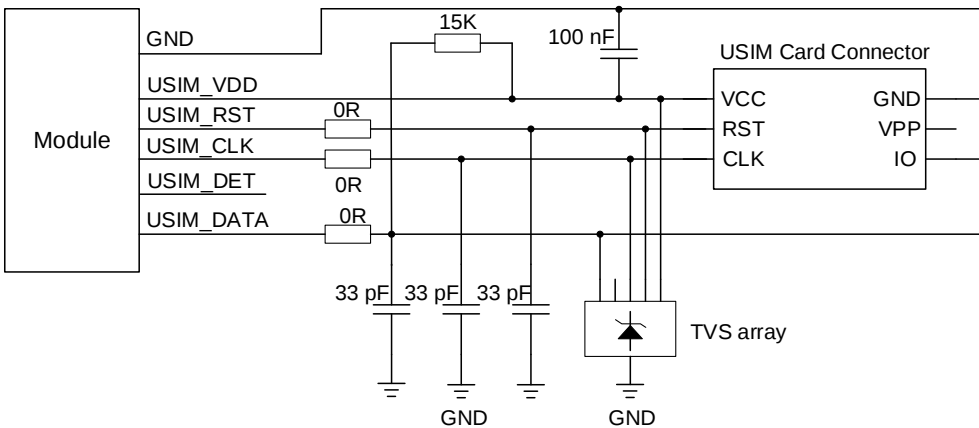


图 21: 6-pin (U)SIM 接口参考电路图

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

- (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，走线越短越好。
- (U)SIM 卡信号线布线远离射频线和 VBAT 电源线。
- 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线屏蔽。
- 为确保良好的 ESD 性能，建议(U)SIM 卡座的引脚增加 TVS 阵列，选择的 TVS 管寄生电容不大于 15 pF。在模块和(U)SIM 卡座之间串联 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 卡座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提高(U)SIM 接口的抗干扰能力。当(U)SIM 接口的走线过长，或者在离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。

备注

1. 引脚 51~53 与引脚 145~147 有硬件冲突。如使用(U)SIM2 接口的 145~147 引脚，则引脚 51~53 必须悬空处理；如使用 51~53 引脚功能，则(U)SIM2 接口不开放，引脚 145~147 必须悬空处理。
 2. (U)SIM2 为可选功能，使用单(U)SIM 卡与使用双(U)SIM 卡的软件不同，请注意软件区别。有关如何使用(U)SIM2，请咨询移远通信技术支持。

3.10. 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。模块仅支持 USB 从模式。该接口可用于数据传输、软件调试和固件升级。

表 13: USB 接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
USB_DP	26	AIO	USB 2.0 差分数据（+）	符合 USB 2.0 规范。 要求 90 Ω 差分阻抗。 须预留测试点。
USB_DM	27	AIO	USB 2.0 差分数据（-）	
USB_VBUS	28	AI	USB 连接检测	典型值 5.0 V，最小值 3.5 V。 不用则悬空。 须预留测试点。
USB_ID*	139	DI	预留	模块内部默认上拉至 1.8 V。 悬空处理。

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：

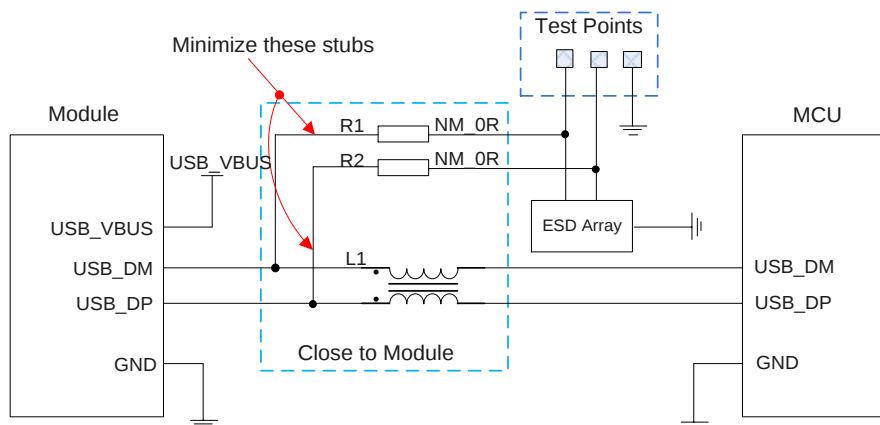


图 22: USB 接口参考设计

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；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 需靠近模块放置，且 R1、R2 靠近放置，尽量缩短连接测试点的桩线。

为确保性能，在 USB 接口的电路设计中建议遵循以下原则：

- USB 要求按照 90 Ω 阻抗差分线设计，建议内层走线且上下左右立体包地处理。
- USB 走线远离晶振、振荡器、磁性装置和射频信号等，避免造成干扰。
- USB 数据线上的 ESD 防护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 连接座放置。

备注

为方便后期调试和固件升级，强烈建议 USB 预留测试点，且为满足 USB 数据线信号完整性要求，尽量缩短连接测试点的桩线。

3.11. UART 接口

模块提供 4 组 UART：主 UART、调试 UART、UART2 和 UART3，其中 UART3 与模块的其他引脚功能复用，详情可参考文档 [2]。下面描述了这些 UART 接口的主要特性。

- 主 UART 接口：用于数据传输。支持 RTS 和 CTS 硬件流控。
- 调试 UART 接口：用于 AP log 输出。
- UART2 和 UART3 接口：支持 RTS 和 CTS 硬件流控。

表 14: 主 UART 接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
MAIN_CTS	33	DO	模块清除发送	连接至 MCU 的 CTS。 1.8 V 电压域。 不用则悬空。
MAIN_RTS	34	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	32	DO	主 UART 发送	1.8 V 电压域。 不用则悬空。
MAIN_RXD	31	DI	主 UART 接收	

表 15: 调试 UART 接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
DBG_RXD	72	DI	调试 UART 接收	1.8 V 电压域。 须预留测试点。
DBG_TXD	71	DO	调试 UART 发送	

表 16: UART2 接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
UART2_RXD	123	DI	UART2 接收	1.8 V 电压域。 不用则悬空。
UART2_TXD	124	DO	UART2 发送	1.8 V 电压域。 不用则悬空。
UART2_CTS	121	DO	模块清除发送	连接至 MCU 的 CTS。 1.8 V 电压域。 不用则悬空。
UART2_RTS	122	DI	请求发送至模块	连接至 MCU 的 RTS。 1.8 V 电压域。 可输出 CP log, 仅支持 8 Mbps 波特率。须预留测试点。

模块的 UART 电平为 1.8 V。若客户主机的信号电平为 3.3 V，则需在模块和主机的 UART 接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。

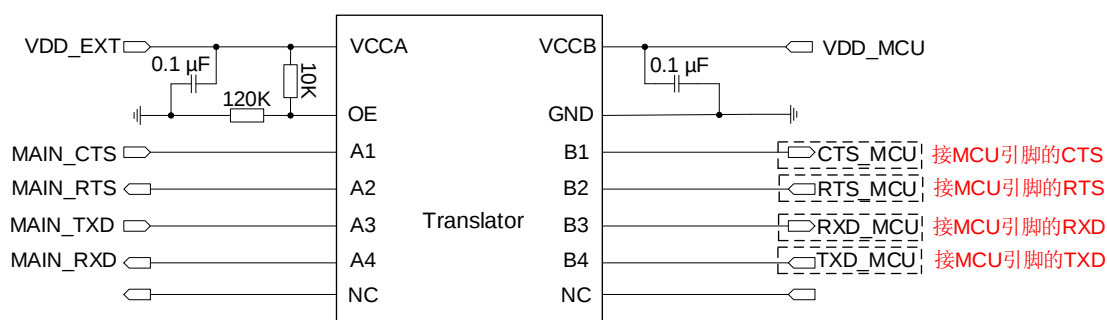


图 23：电平转换芯片参考电路

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。

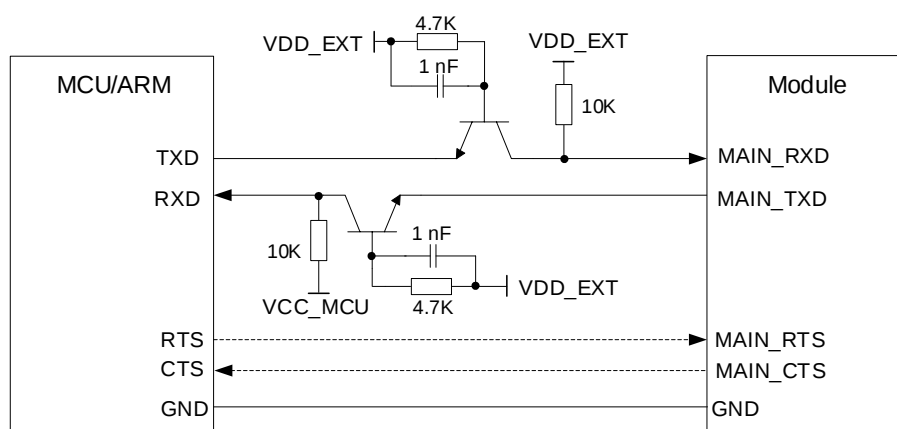


图 24：三极管电平转换参考电路

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，UART 接口的硬件流控引脚 CTS、RTS 采用直连方式，即模块的 RTS 接到 MCU 的 RTS，模块的 CTS 接到 MCU 的 CTS，并注意信号输入输出方向。
3. 使用引脚 39、40、48 时需注意，在模块开机时，这些引脚会有电平状态不定的一段时间（软件不可控）：先高电平 3V 持续 2 秒，再低电平持续 1.2 秒，之后才可以配置为 1.8V 输入或输出。请根据使用场景及电路设计，评估刚开机时状态不定的输出阶段是否满足具体应用设计要求。
4. 为方便抓取 AP log 和 CP log，强烈建议为 DBG_RXD、DBG_TXD、UART2_RTS 预留测试点。

3.12. SPI

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，最高时钟频率为 25 MHz。

表 17: SPI 引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
SPI_CS	4	DO	SPI 片选	
SPI_TXD	3	DO	SPI 主模式输出	1.8 V 电压域。 不用则悬空。
SPI_RXD	2	DI	SPI 主模式输入	
SPI_CLK	1	DO	SPI 时钟	

备注

1. 通用 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 升级和预置文件，只能存储，不能用来运行代码。
2. 通用 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 升级和预置文件，只能存储，不能用来运行代码。

3.13. I2C 和 PCM 接口

模块提供 1 组 I2C 接口和 1 组 PCM 接口，可用于外接音频编解码器芯片。模块的 PCM 接口只支持从模式，因此音频编解码器芯片的时钟信号需由外部提供，推荐使用模块 CAM_MCLK 引脚提供时钟信号。

表 18: I2C 和 PCM 接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
I2C_SCL	57	OD	I2C 串行时钟	1.8 V 电压域。 不用则悬空。
I2C_SDA	56	OD	I2C 串行数据	
PCM_DIN	59	DI	PCM 数据输入	只支持从模式。
PCM_DOUT	60	DO	PCM 数据输出	1.8 V 电压域。 不用则悬空。

PCM_SYNC	58	DI	PCM 帧同步
PCM_CLK	61	DI	PCM 时钟

PCM 接口支持短帧模式。短帧模式下， $PCM_CLK = \text{通道数} \times PCM_SYNC \times \text{位宽}$ ，其中通道数支持 1~4 通道，但模块只会取第一个通道上的数据；PCM_SYNC 等于音频采样率，支持 8~44.1 kHz；位宽为 16-bit。

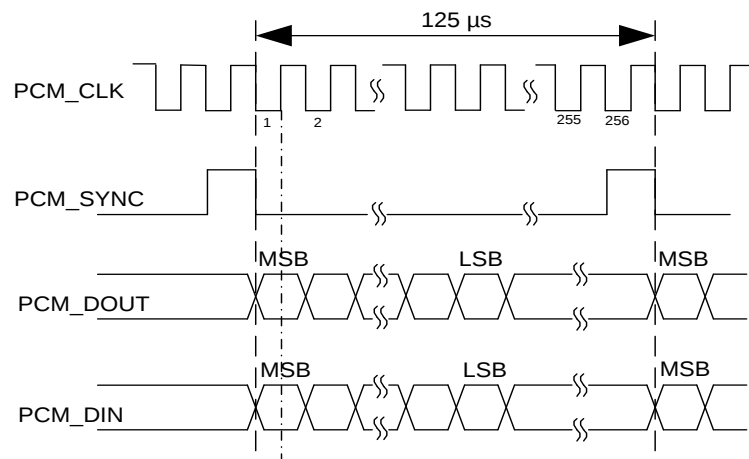


图 25: PCM 时序图

下图为外接音频编解码器芯片的参考设计：

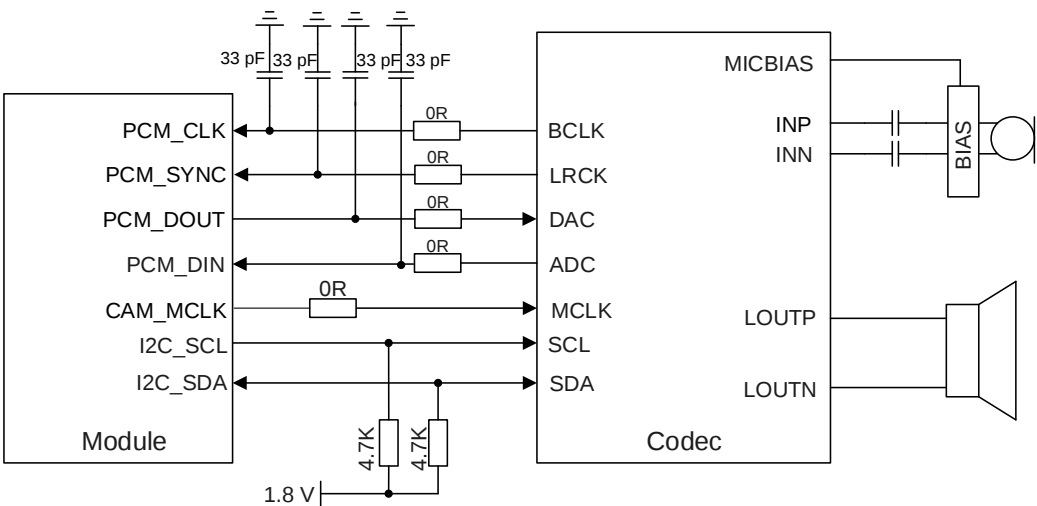


图 26: PCM 和 I2C 接口电路参考设计

备注

1. PCM_SYNC 和 PCM_CLK 的时钟信号均由主机 codec 提供，但提供的 PCM_SYNC 频率需等于模块播放的音频文件的采样率。
2. 建议 PCM 信号线（特别是 PCM_CLK 信号线）上预留 RC（R = 0 Ω，C = 33 pF）电路。
3. 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 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；如总线上无音频编解码器芯片，则可挂载多个外设。
4. 使用此方案时，硬件上占用了 CAM_MCLK 引脚，此引脚不可用于其他接口功能。

3.14. 外接 Flash 接口

模块支持外接 Flash 芯片，外接 Flash 接口与模块其他引脚功能复用。具体引脚分配请参考如下方式。

表 19：外接 Flash 接口复用功能描述

引脚名	引脚号	复用功能	I/O	描述
PCM_SYNC	58	SPI_FLASH1_CS	DO	接外挂 NOR flash 芯片的片选
PCM_CLK	61	SPI_FLASH1_CLK	DO	接外挂 NOR flash 芯片的时钟
PCM_DIN	59	SPI_FLASH1_SIO_0	DIO	接外挂 NOR flash 芯片的 IO0
PCM_DOUT	60	SPI_FLASH1_SIO_1	DIO	接外挂 NOR flash 芯片的 IO1
GPIO1	69	SPI_FLASH1_SIO_2	DIO	接外挂 NOR flash 芯片的 IO2
GPIO2	70	SPI_FLASH1_SIO_3	DIO	接外挂 NOR flash 芯片的 IO3

引脚 58~61、69、70 可复用为一组专用 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 升级和预置文件，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 升级和预置文件，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 [7]。

备注

1. 引脚 58~61 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 2 路模拟音频输入通道和 3 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

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
MIC_BIAS	25	PO	麦克风偏置电压	
MIC_P	24	AI	麦克风输入通道 (+)	
MIC_N	23	AI	麦克风输入通道 (-)	
HEADMIC_BIAS	143	PO	耳麦偏置电压	
HEADMIC_P	140	AI	耳麦模拟差分输入通道 (+)	
HEADMIC_N	141	AI	耳麦模拟差分输入通道 (-)	不用则悬空。
HP_L	111	AO	耳机左声道	
HP_R	112	AO	耳机右声道	
AMP_VCOMP	94	-	耳机专用地，布线时走在左右声道之间，再接到耳机座的 GND，然后直接下主地层。	
HP_DET	142	DI	耳机插拔检测	
HEADMIC_IN_DET	93	AI	耳麦检测和耳机按键检测	
LOUDSPK_P	109	AO	扬声器差分输出 (+)	内置音频功放。配置成 AB 类功放时，8 Ω 负载时最大驱动功率为 500 mW；配置成 D 类功放时，8 Ω 负载时最大驱动功率 800 mW。
LOUDSPK_N	110	AO	扬声器差分输出 (-)	不用则悬空。
SPK_P	22	AO	模拟音频差分输出通道 (+)	用于听筒接口。

SPK_N	21	AO	模拟音频差分输出通道 (-)	32 Ω 负载时最大驱动功率为 50 mW。如输出功率无法满足需求，可用此接口驱动外部功放器件。不用则悬空。
-------	----	----	----------------	---

- 音频输入通道可用作麦克风和耳麦输入。麦克风通常选用驻极体麦克风。音频输入通道均使用差分输入。
- 音频输出通道可用作扬声器、听筒、耳机输出通道。音频输出通道均使用差分输出。
- 模块的内置音频功放默认配置为 AB 类功放。

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，可很大程度上改善耦合 TDD 噪音。如不加这些电容，在通话时可能会听到 TDD 噪声。需要注意的是，电容的谐振点很大程度上取决于电容材料以及制造工艺，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高频噪声。

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，可以根据实际测试结果选贴所需要的滤波电容，甚至有时候不需要贴该类滤波电容。PCB 板上的滤波电容摆放应尽量靠近音频器件或音频接口，走线尽量短，先经过滤波电容再到其他连接点。

为了减少无线电或其他信号干扰，应将射频天线远离音频接口和音频走线。电源走线不可与音频走线平行，应远离音频走线。

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如下图所示：

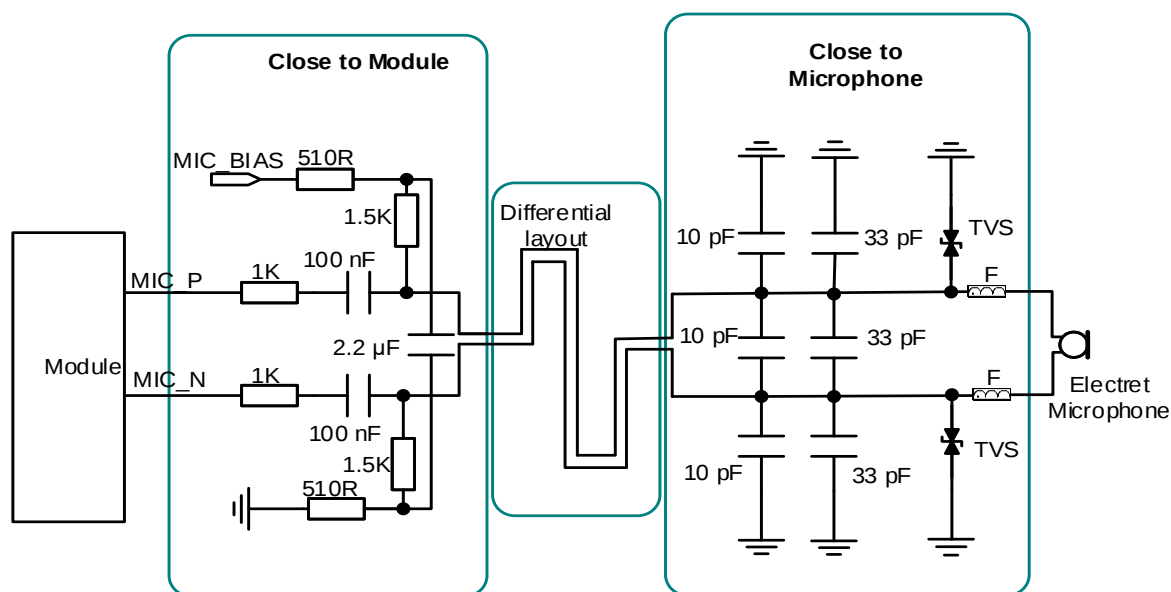


图 27: 麦克风接口参考电路

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

扬声器接口参考电路如下图所示：

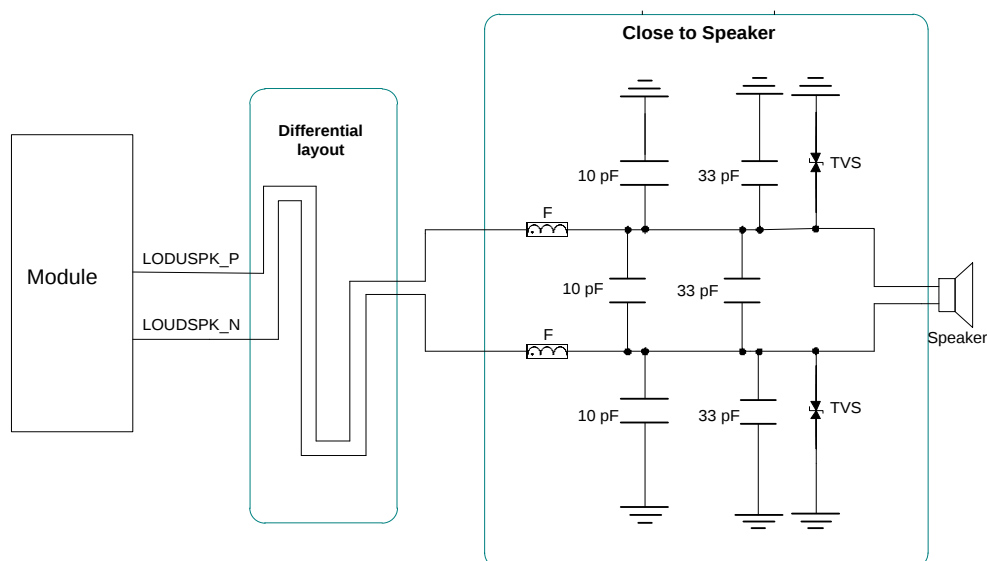


图 28: 扬声器接口参考电路

3.15.4. 听筒接口电路

听筒接口参考电路如下图所示：

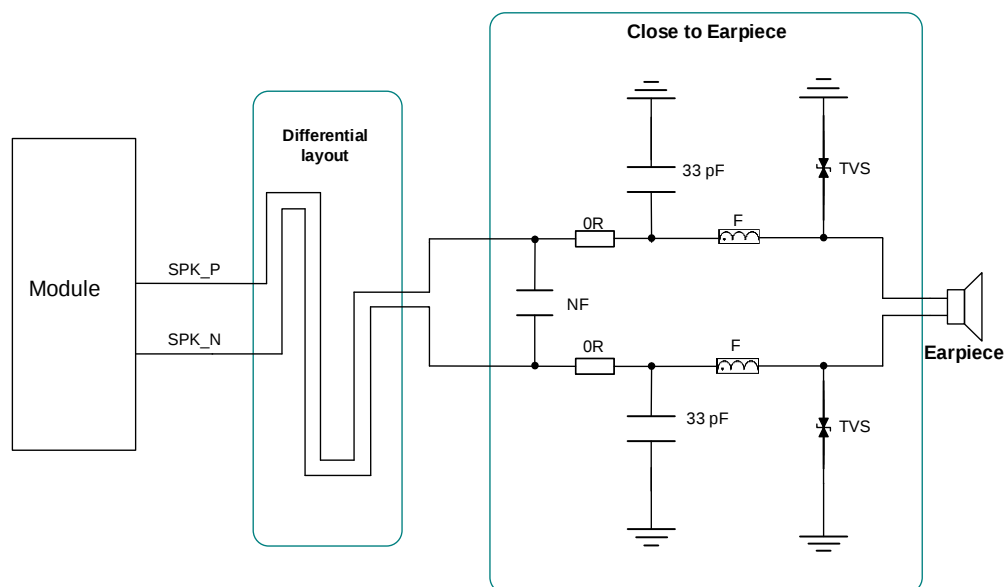


图 29：听筒接口参考电路

3.15.5. 耳机座接口电路

耳机接口参考电路（兼容国标和美标接法）如下图所示：

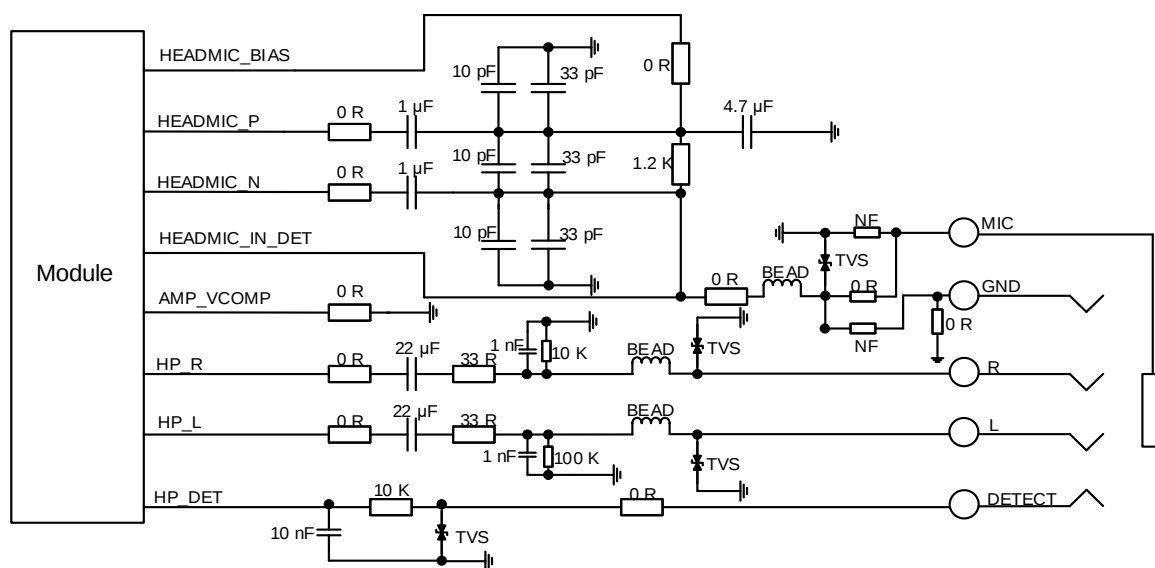


图 30：耳机接口参考电路

3.16. LCM 接口

模块的 LCM 接口 SPI 模式下支持最大分辨率为 320×240 的液晶显示模块；支持 DMA 传输；支持 16 位 RGB565 和 YUV 格式。模块还支持 LCM MIPI 模式，支持最大分辨率为 1280×800 的液晶显示模块。有关 LCM SPI 和 LCM MIPI 模式的电路设计详情，请参考文档 [7]。

表 21: LCM 接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
LCD_TE	62	DI	LCD tearing effect	
LCD_RST	64	DO	LCD 复位	
LCD_SEL	137	DO	预留	
LCD_SPI_CS	65	DO	LCD SPI 片选	1.8 V 电压域。 不用则悬空。
LCD_SPI_CLK	67	DO	LCD SPI 时钟	
LCD_SPI_RS	63	DO	LCD SPI 寄存器选择	
LCD_SPI_DOUT	66	DIO	LCD SPI 数据输出	
LCD_ISINK	135	PI	灌电流输入引脚，背光调节	灌电流方式驱动，接背光灯阴极，通过调节电流大小控制背光亮度。 不用则悬空。
LCD_VDDIO	134	PO	LCD 数字电源	LCD 供电电源。 不用则悬空。
LCD_AVDD	138	PO	LCD 模拟电源	

3.17. 矩阵键盘接口

模块支持 5×6 矩阵键盘。此外，可将 USB_BOOT 与 KEYOUT0 设计成扫描按键，如在模块上电前按下“USB_BOOT + KEYOUT0”组合成的扫描按键，则开机时模块将进入下载模式，详情请参考第 3.23 章。

表 22: 矩阵键盘接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
KEYIN1	129	DI	矩阵按键输入 1	1.8 V 电压域。不用则悬空。

KEYIN2	128	DI	矩阵按键输入 2
KEYIN3	127	DI	矩阵按键输入 3
KEYIN4	126	DI	矩阵按键输入 4
KEYIN5	125	DI	矩阵按键输入 5
KEYOUT0	105	DO	矩阵按键输出 0
KEYOUT1	106	DO	矩阵按键输出 1
KEYOUT2	107	DO	矩阵按键输出 2
KEYOUT3	108	DO	矩阵按键输出 3
KEYOUT4	104	DO	矩阵按键输出 4
KEYOUT5	103	DO	矩阵按键输出 5

备注

在模块正常开机前，禁止将 KEYIN1 和 USB_BOOT 引脚上拉至高电平。

3.18. 充电控制接口*

模块提供 1 个支持最小充电电流 300 mA、最大充电电流 1000 mA 的充电控制接口。

表 23：充电控制接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
USB_VBUS	28	AI	充电电压检测	典型值 5.0 V。 不用则悬空。 须预留测试点。
VBAT_SENSE	29	AI	电池电压及充电电流 （联合 ISENSE）检测	无论是否使用充电功能，此引脚必须与 VBAT 电源相连，否则模块将无法正 常开机。
ISENSE	101	AI	充电电流检测	用于驱动外部充电电路的 MOSFET，调 节充电电流大小。
VDRV	102	AO	充电控制引脚	不用则悬空。

为确保充电电路的可靠性，在充电电路设计中应遵循以下原则：

- 应尽量缩短 ISENSE 和 VBAT_SENSE 从模块引脚到充电电流检测电阻之间的走线长度，并以差分对走线，避免走线阻抗对检测结果产生影响。
- VBAT_SENSE 单独接到充电电流检测电阻的一端（靠近电池正极），再连接 VBAT_RF，避免影响到系统对电池电压的判断。
- 充电通路（VBUS 到充电三极管的发射极、充电三极管的集电极到电池正极）的走线宽度应不小于 1.5 mm，留足余量。
- 充电电路工作时属于热源，注意散热并远离对热量敏感的器件。

3.19. SD 卡接口

模块提供 1 组符合 SD 2.0 规范的 SD 卡接口。SD 卡接口与模块的其他引脚功能复用。具体引脚描述请参考如下表格：

表 24：SD 卡复用接口引脚定义

引脚名	引脚号	复用功能	I/O	描述	备注
SDIO_VDD	133	-	PO	SD 卡 IO 电源	不可用于 SD 卡供电电源，只能用于 SDIO 的上拉电源。 不用则悬空。
SDIO1_CLK	132	-	DO	SD 卡时钟	
MAIN_DCD	48	SDIO1_CMD	DIO	SD 卡命令	
MAIN_DTR	39	SDIO1_DATA0	DIO	SDIO1 数据位 0	3.2 V 电压域。 不用则悬空。
MAIN_RI	40	SDIO1_DATA1	DIO	SDIO1 数据位 1	
WAKEUP_IN	49	SDIO1_DATA2	DIO	SDIO1 数据位 2	
AP_READY	50	SDIO1_DATA3	DIO	SDIO1 数据位 3	
I2C_SDA	56	SD_DET	DI	SD 卡热插拔检测	1.8 V 电压域。 不用则悬空。

SD 卡参考设计电路如下图所示。

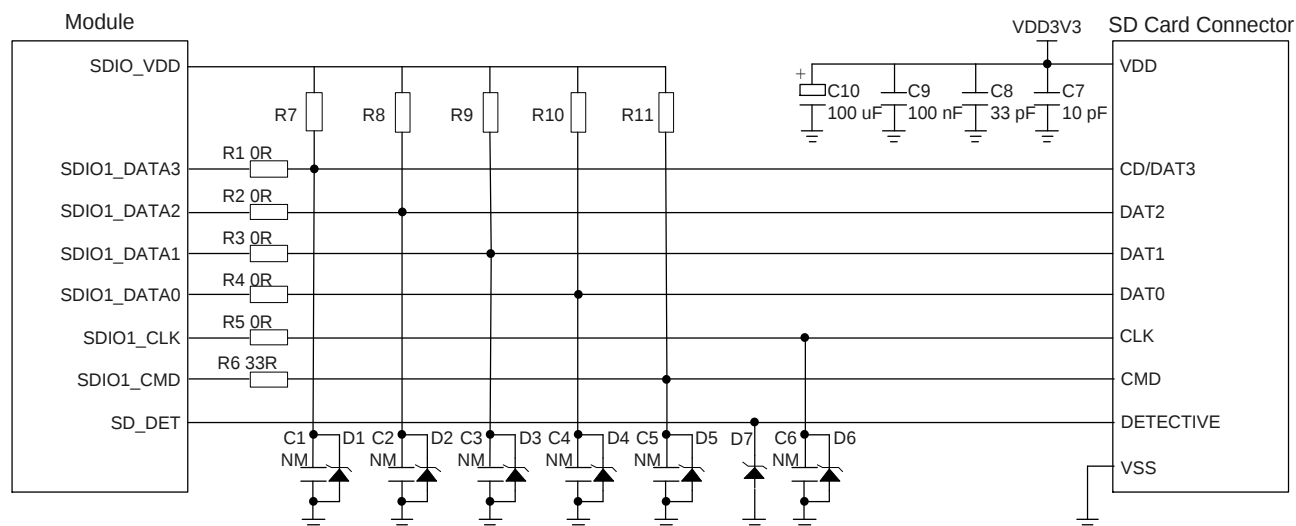


图 31: SD 卡接口电路参考设计

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

- SD 卡电源 VDD3V3 的电压范围为 2.7~3.6 V，需提供至少 800 mA 电流。模块输出电源 SDIO_VDD 的最大输出电流为 150 mA，只能用于 SDIO 总线上拉。SD 卡电源需要从模块外部提供。
- 为了避免总线抖动，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的 SDIO_VDD。
- 为了调节信号质量，需预留 SDIO 信号串联电阻 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。PCB 摆件时电阻、电容需要靠近模块侧放置。
- 为了确保良好的 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 管的结电容小于 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 $50\ \Omega \pm 10\%$ 。
- 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。

备注

1. 使用引脚 39、40、48~50 时需注意，在模块开机时，这些引脚会有电平状态不定的一段时间（软件不可控）：先高电平 3 V 持续 2 秒，再低电平 0 V 持续 1.2 秒，之后才可以配置为 1.8 V 输入或输出。请根据使用场景及电路设计，评估刚开机时状态不定的输出阶段是否满足具体应用设计要求。
2. 有关引脚复用的详细信息，请参考文档 [2]。

3.20. SDIO 接口*

模块提供 1 组符合 SDIO 1.1 规范的 SDIO 接口，可用于外接 WLAN 芯片。

表 25: SDIO 接口引脚描述

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
SDIO2_CLK	118	DO	SDIO2 时钟	
SDIO2_CMD	99	DO	SDIO2 命令	
SDIO2_DATA0	98	DIO	SDIO2 数据位 0	1.8 V 电压域。 不用则悬空。
SDIO2_DATA1	95	DIO	SDIO2 数据位 1	
SDIO2_DATA2	119	DIO	SDIO2 数据位 2	
SDIO2_DATA3	100	DIO	SDIO2 数据线 3	

SDIO 接口的数据传输速率很高，为确保接口设计符合 SDIO 1.1 规范，建议遵循以下布线原则：

- 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。
- SDIO2_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。

3.21. ADC 接口

模块提供 4 路 ADC 接口。为提高 ADC 电压测量的准确度，ADC 接口在布线时需做包地处理。

表 26: ADC 接口引脚定义

引脚名	引脚号	描述	备注
ADC3	114	通用 ADC 接口	建议预留分压电路。 不用则悬空。
ADC2	113		
ADC1	20		

ADC0 19

表 27: ADC 特性

参数	最小值	典型值	最大值	单位
ADC[0:3]电压	0	-	VBAT	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 28: `ql_adc_channel_id` 与 ADC 通道对应关系

<code>ql_adc_channel_id</code>	ADC 通道
<code>QL_ADC0_CHANNEL</code>	ADC0
<code>QL_ADC1_CHANNEL</code>	ADC1
<code>QL_ADC2_CHANNEL</code>	ADC2
<code>QL_ADC3_CHANNEL</code>	ADC3

备注

1. 有关上述 API 的详细信息，请参考 [文档 \[8\]](#)。
2. 考虑到 ADC 电压范围的差异，使用 ADC 引脚时，为了更好地兼容移远其他型号模块，强烈建议预留分压电路。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. 网络状态指示接口

网络状态指示接口主要用于驱动外部网络指示灯。模块提供 `NET_MODE` 和 `NET_STATUS` 共 2 个网络状态指示引脚。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，详情可参考 CSDK 中的 `led_cfg_demo.c` 示例文件。

表 29：网络状态指示引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
NET_MODE	52	DO	注册的网络制式指示	1.8 V 电压域。 不用则悬空。
NET_STATUS	54	DO	网络状态指示	

表 30：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_MODE	高电平	注册 LTE 网络状态
	低电平	其他
NET_STATUS	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：

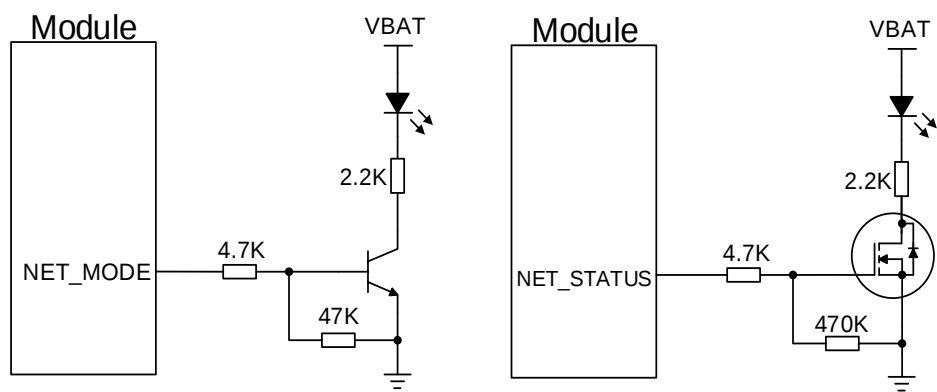


图 32：网络状态指示接口参考电路

3.23. USB_BOOT 接口

模块支持 USB_BOOT 功能。模块上电前上拉 USB_BOOT 至 VDD_EXT，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 31: USB_BOOT 接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
USB_BOOT	55	DI	强制模块进入紧急下载模式	1.8 V 电压域。 高电平有效。 必须预留能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：

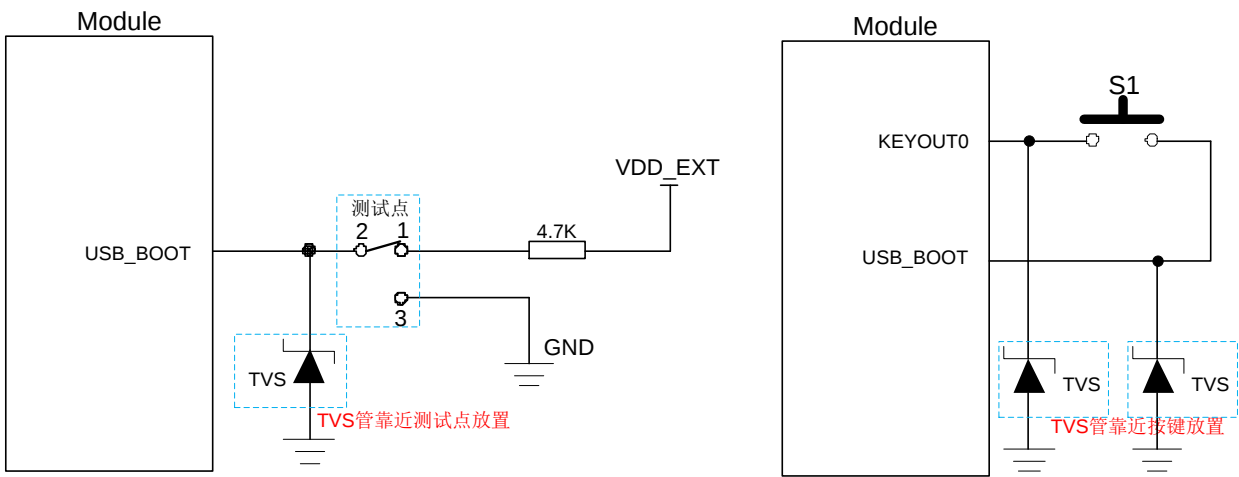


图 33: USB_BOOT 接口参考设计电路

备注

拉低 PWRKEY 引脚前需保证 VBAT 电压稳定。建议 VBAT 上电到拉低 PWRKEY 引脚之间的时间间隔不少于 30 ms。

3.24. 摄像头接口

模块的摄像头接口支持高达 30 万像素的摄像头，支持 SPI 双线数据传输和 MIPI 数据传输。有关摄像头 SPI 和 MIPI 模式的电路设计详情，请参考[文档 \[7\]](#)。

表 32：摄像头接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
CAM_I2C_SCL	11	OD	摄像头 I2C 时钟	1.8 V 电压域。 不用则悬空。 使用时外部需接上拉电阻。
CAM_I2C_SDA	12	OD	摄像头 I2C 数据	
CAM_MCLK	10	DO	摄像头主时钟	1.8 V 电压域。 不用则悬空。
CAM_SPI_CLK	13	DI	摄像头 SPI 时钟	
CAM_SPI_DATA0	14	DI	摄像头 SPI 数据位 0	
CAM_SPI_DATA1	15	DI	摄像头 SPI 数据位 1	
CAM_PWDN	16	DO	摄像头关断	
CAM_RST	120	DO	摄像头复位	摄像头供电电源。 不用则悬空。
CAM_VDD	17	PO	摄像头模拟电源	
CAM_VDDIO	68	PO	摄像头数字电源	

备注

如无需使用摄像头接口，则模块引脚 11、12 可作为一组 I2C 接口用于连接其他外设。

4 天线接口

模块提供 1 个主天线接口和 1 个蓝牙/Wi-Fi Scan 接口⁶。天线端口阻抗为 50 Ω。

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。

4.1. 主天线和蓝牙/Wi-Fi Scan 天线接口

4.1.1. 引脚描述

表 33: 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 ⁶	42	AIO	蓝牙与 Wi-Fi Scan 的共用天线接口	蓝牙与 Wi-Fi Scan 功能无法同时使用。 Wi-Fi Scan 只接收不发射。 50 Ω 特性阻抗。 不用则悬空。
ANT_MAIN	46	AIO	主天线接口	50 Ω 特性阻抗。

4.1.2. 工作频段

表 34: EC600U-CN 工作频段（单位：MHz）

3GPP 频段	发送	接收
LTE-FDD B1	1920~1980	2110~2170
LTE-FDD B3	1710~1785	1805~1880

⁶ 仅 EC600U-CN、EC600U-EU 和 EC600U-CE 支持蓝牙/Wi-Fi Scan 功能。

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

备注

EC600U-CN B41 仅支持 140 MHz（2535~2675 MHz）。

表 35：EC600U-EU 工作频段（单位：MHz）

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

LTE-TDD B40	2300~2400	2300~2400
LTE-TDD B41	2535~2675	2535~2675

备注

EC600U-EU B41 仅支持 140 MHz（2535~2675 MHz）。

表 36：EC600U-EC 工作频段（单位：MHz）

3GPP 频段	发送	接收
GSM850	824~849	869~894
EGSM900	880~915	925~960
DCS1800	1710~1785	1805~1880
PCS1900	1850~1910	1930~1990
LTE-FDD B1	1920~1980	2110~2170
LTE-FDD B3	1710~1785	1805~1880
LTE-FDD B5	824~849	869~894
LTE-FDD B7	2500~2570	2620~2690
LTE-FDD B8	880~915	925~960
LTE-FDD B20	832~862	791~821
LTE-TDD B40	2300~2400	2300~2400

表 37：EC600U-CE 工作频段（单位：MHz）

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

LTE-FDD B3	1710~1785	1805~1880
LTE-FDD B5	824~849	869~894
LTE-FDD B8	880~915	925~960
LTE-TDD B38	2570~2620	2570~2620
LTE-TDD B40	2300~2400	2300~2400
LTE-TDD B41	2496~2690	2496~2690

表 38: EC600U-LA 工作频段（单位：MHz）

3GPP 频段	发送	接收
GSM850	824~849	869~894
EGSM900	880~915	925~960
DCS1800	1710~1785	1805~1880
PCS1900	1850~1910	1930~1990
LTE-FDD B2	1850~1910	1930~1990
LTE-FDD B3	1710~1785	1805~1880
LTE-FDD B4	1710~1755	2110~2155
LTE-FDD B5	824~849	869~894
LTE-FDD B7	2500~2570	2620~2690
LTE-FDD B8	880~915	925~960
LTE-FDD B28	703~748	758~803
LTE-FDD B66	1710~1780	2110~2180

备注

EC600U-CN 不支持 GSM 频段。

4.1.3. 天线调谐控制接口*

模块可以通过 GRFC 信号控制外部天线调谐器。

表 39: 天线调谐控制接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
GRFC2	130	DO	通用射频控制	1.8 V 电压域。 不用则悬空。
GRFC1	131	DO		

表 40: 天线调谐控制接口逻辑电平（单位：V）

参数	最小值	最大值
V _{OL}	0	0.45
V _{OH}	1.35	1.8

表 41: 天线调谐控制接口真值表

GRFC1 电平	GRFC2 电平	频段范围（MHz）	频段
低	低	703~748	LTE B28
低	高	880~915	EGSM900、LTE B8
高	低	824~862	GSM850、LTE B5/B20
高	高	1710~2690	DCS1800、PCS1900 LTE: B1/B2/B3/B4/B66/B7/B34/B38/B39/B40/B41

备注

表中仅以发射频段范围为例，实际控制频段包含接收频段在内。

4.1.4. 参考设计

主天线和蓝牙/Wi-Fi Scan 天线接口⁷参考电路如下图所示。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。

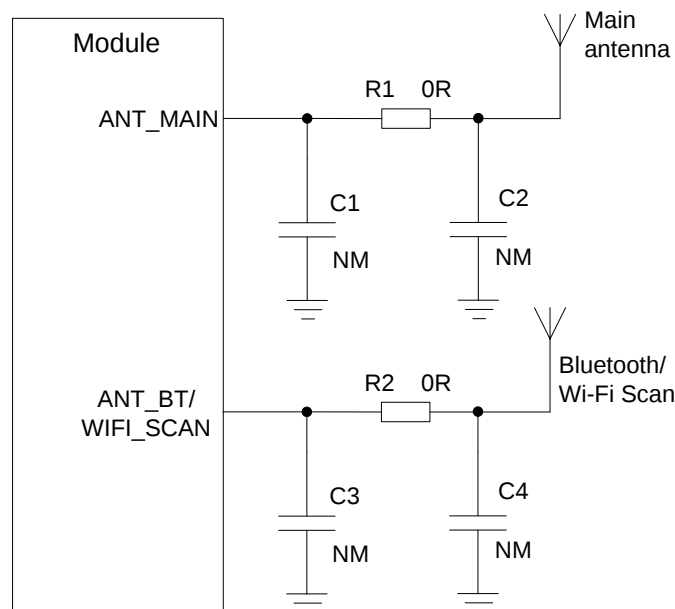


图 34：射频参考电路

备注

1. 为提高接收灵敏度，需保证主天线和蓝牙/Wi-Fi Scan 接收天线距离合适。
2. 图中 π 型匹配元件（R1、C1、C2 和 R2、C3、C4）应尽量靠近天线放置。

4.1.5. 射频信号线布线参考指导

设计 PCB 时，所有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在 $50\ \Omega$ 时，微带线以及共面波导的结构设计。

⁷ 仅 EC600U-CN、EC600U-EU 和 EC600U-CE 支持蓝牙/Wi-Fi Scan 功能。

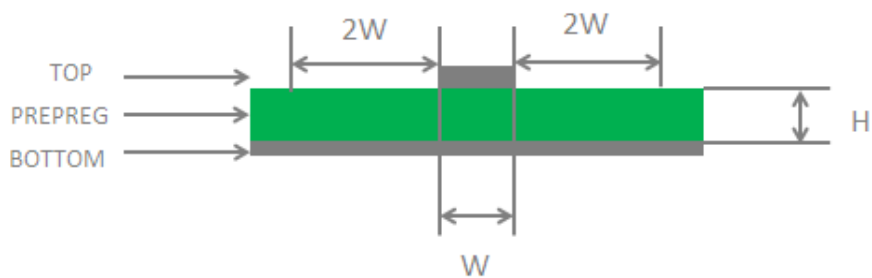


图 35: 两层 PCB 板微带线结构

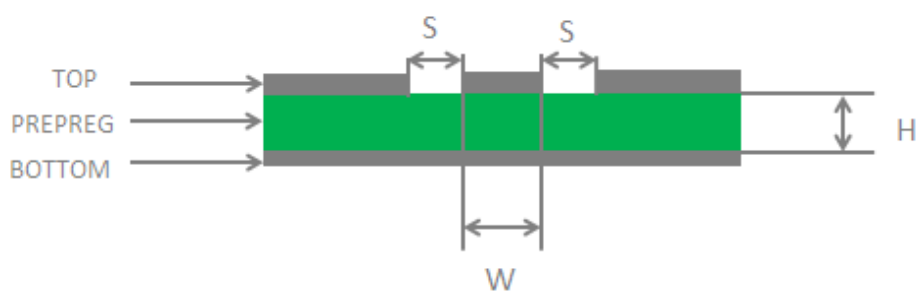


图 36: 两层 PCB 板共面波导结构

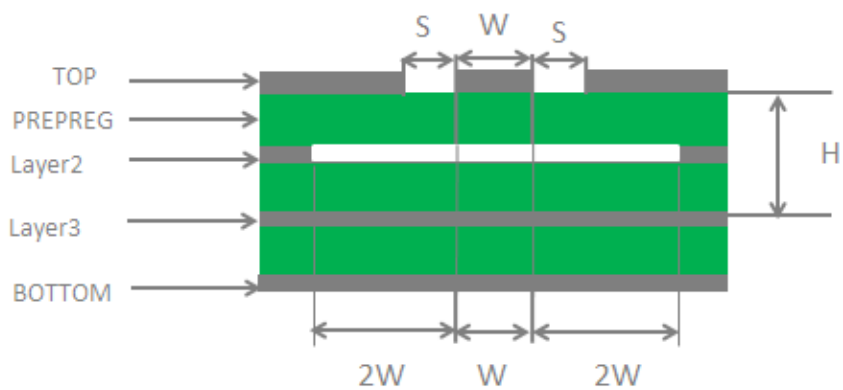


图 37: 四层 PCB 板共面波导结构（参考地为第三层）

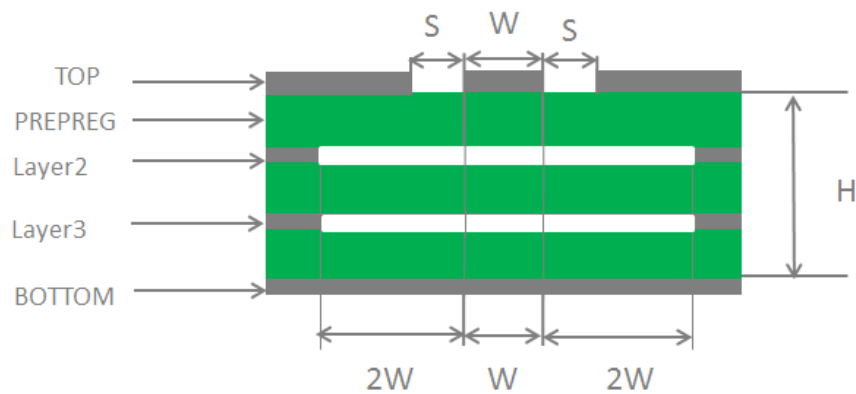


图 38：四层 PCB 板共面波导结构（参考地为第四层）

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 Layout 的说明，请参考文档 [9]。

4.2. 天线安装

4.2.1. 天线设计要求

表 42：天线要求

类型	要求
GSM/LTE	VSWR: ≤ 2
	效率: $> 30\%$
	最大输入功率 (W): 50
	输入阻抗 (Ω): 50
	线损插入损耗:
	< 1 dB: LB (< 1 GHz)
	< 1.5 dB: MB (1~2.3 GHz)
	< 2 dB: HB (> 2.3 GHz)

4.2.2. 射频连接器推荐

如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。

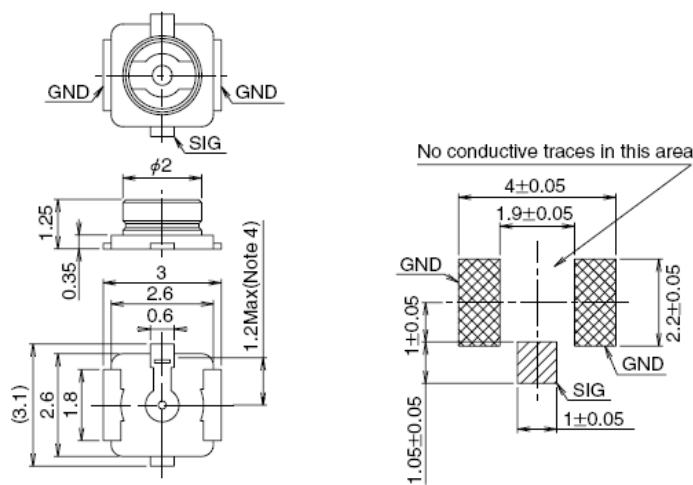


图 39：天线座尺寸（单位：毫米）

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

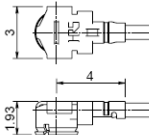
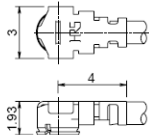
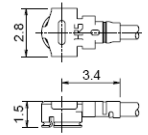
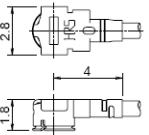
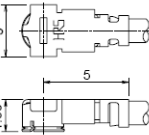
	U.FL-LP-040	U.FL-LP-066	U.FL-LP(V)-040	U.FL-LP-062	U.FL-LP-088
Part No.					
Mated Height	2.5mm Max. (2.4mm Nom.)	2.5mm Max. (2.4mm Nom.)	2.0mm Max. (1.9mm Nom.)	2.4mm Max. (2.3mm Nom.)	2.4mm Max. (2.3mm Nom.)
Applicable cable	Dia. 0.81mm Coaxial cable	Dia. 1.13mm and Dia. 1.32mm Coaxial cable	Dia. 0.81mm 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 40：与天线座匹配的插头规格

下图为插头和天线座安装尺寸：

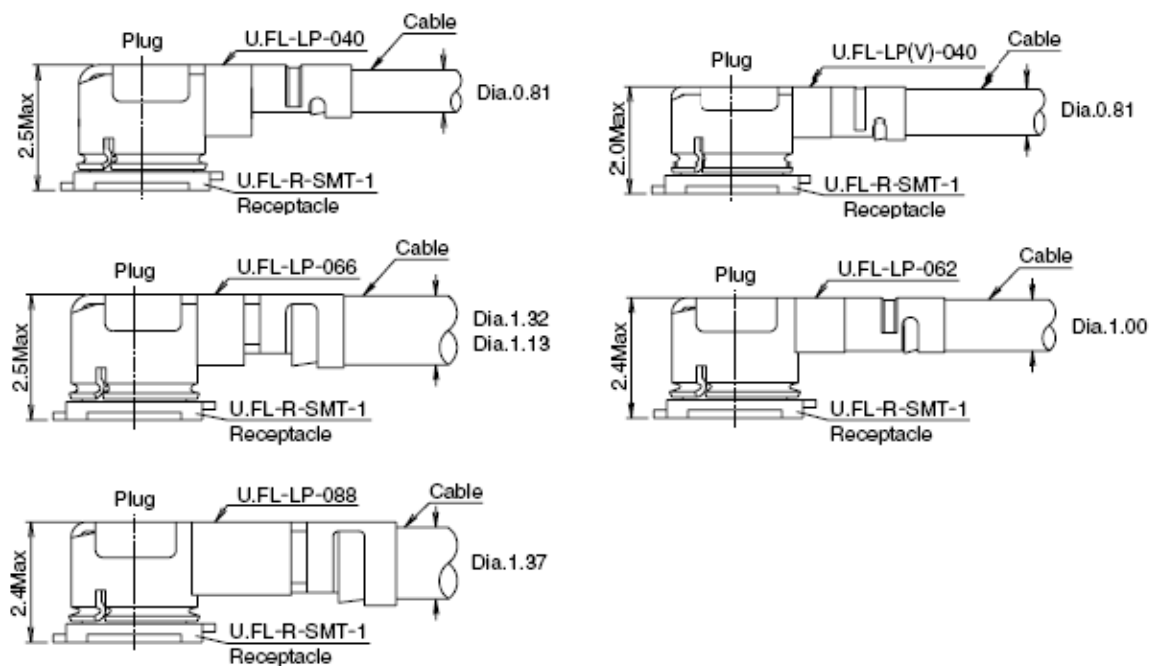


图 41: 射频连接器安装图 (单位: 毫米)

详细信息请参考 <http://hirose.com>。

5 可靠性、射频特性和电气性能

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 43: 绝对最大值

参数	最小值	最大值	单位
VBAT_RF	-0.3	6.0	V
USB_VBUS	-0.3	5.5	V
VBAT_RF 峰值电流 (EC600U-CN)	-	1.5	A
VBAT_RF 峰值电流 (EC600U-EU/EC/CE/LA)	-	2.5	A
数字接口电压	-0.3	2.3	V
ADC[0:3]电压	0	VBAT	V

5.2. 电源额定值

表 44: 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_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		-	-	400	mV
I _{VBAT}	EC600U-EU/EC/CE/LA 峰值电流	最大发射功率等级时	-	2.3	2.5	A

EC600U-CN 峰值电流		-	1.2	1.5	A
USB_VBUS	USB 连接检测	3.5	5.0	5.25	V

5.3. 工作和存储温度

表 45: 工作和存储温度（单位：°C）

参数	最小值	典型值	最大值
正常工作温度 ⁸	-35	+25	+75
扩展工作温度 ⁹	-40	-	+85
存储温度	-40	-	+90

5.4. 功耗

表 46: EC600U-CN 耗流

描述	条件	典型值	单位
关机模式	模块关机	33	μA
	最少功能模式（USB 断开）	1.29	mA
睡眠模式	飞行模式（USB 断开）	1.29	mA
	LTE-FDD @ PF = 32（USB 断开）	2.7	mA
	LTE-FDD @ PF = 64（USB 断开）	2.05	mA
	LTE-FDD @ PF = 64（USB 挂起）	3.56	mA
	LTE-FDD @ PF = 128（USB 断开）	1.68	mA

⁸ 在此工作温度范围内，模块的各项指标符合 3GPP 标准的要求。

⁹ 在此扩展温度范围内，模块仍能保持正常工作状态，具备语音、短消息、数据传输、紧急呼叫等功能；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 P_{out} 等参数的值可能会降低并跌破 3GPP 标准所指定的公差。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 标准的要求。

	LTE-FDD @ PF = 256 (USB 断开)	1.59	mA
	LTE-TDD @ PF = 32 (USB 断开)	2.6	mA
	LTE-TDD @ PF = 64 (USB 断开)	2.07	mA
	LTE-TDD @ PF = 64 (USB 挂起)	3.49	mA
	LTE-TDD @ PF = 128 (USB 断开)	1.69	mA
	LTE-TDD @ PF = 256 (USB 断开)	1.49	mA
空闲模式	LTE-FDD @ PF = 64 (USB 断开)	12.34	mA
	LTE-FDD @ PF = 64 (USB 连接)	27.78	mA
	LTE-TDD @ PF = 64 (USB 断开)	12.46	mA
	LTE-TDD @ PF = 64 (USB 连接)	27.88	mA
LTE 数据传输	LTE-FDD B1 @ 22.88 dBm	624	mA
	LTE-FDD B3 @ 22.97 dBm	623	mA
	LTE-FDD B5 @ 23.07 dBm	552	mA
	LTE-FDD B8 @ 22.85 dBm	510	mA
	LTE-TDD B34 @ 22.80 dBm	287	mA
	LTE-TDD B38 @ 23.15 dBm	332	mA
	LTE-TDD B39 @ 22.95 dBm	277	mA
	LTE-TDD B40 @ 23.64 dBm	301	mA
	LTE-TDD B41 @ 22.70 dBm	343	mA

表 47: EC600U-EU 耗流

描述	条件	典型值	单位
关机模式	模块关机	34	μA
睡眠模式	最少功能模式 (USB 断开)	1.37	mA
	飞行模式 (USB 断开)	1.37	mA

	EGSM900 @ DRX = 2 (USB 断开)	2.87	mA
	EGSM900 @ DRX = 5 (USB 断开)	2.37	mA
	EGSM900 @ DRX = 5 (USB 挂起)	3.6	mA
	EGSM900 @ DRX = 9 (USB 断开)	2.2	mA
	DCS1800 @ DRX = 2 (USB 断开)	2.86	mA
	DCS1800 @ DRX = 5 (USB 断开)	2.35	mA
	DCS1800 @ DRX = 5 (USB 挂起)	3.6	mA
	DCS1800 @ DRX = 9 (USB 断开)	2.2	mA
	LTE-FDD @ PF = 32 (USB 断开)	2.68	mA
	LTE-FDD @ PF = 64 (USB 断开)	2.06	mA
	LTE-FDD @ PF = 64 (USB 挂起)	3.27	mA
	LTE-FDD @ PF = 128 (USB 断开)	1.73	mA
	LTE-FDD @ PF = 256 (USB 断开)	1.57	mA
	LTE-TDD @ PF = 32 (USB 断开)	2.72	mA
	LTE-TDD @ PF = 64 (USB 断开)	2.07	mA
	LTE-TDD @ PF = 64 (USB 挂起)	3.52	mA
	LTE-TDD @ PF = 128 (USB 断开)	1.74	mA
	LTE-TDD @ PF = 256 (USB 断开)	1.58	mA
空闲模式	EGSM900 @ DRX = 5 (USB 断开)	13.21	mA
	EGSM900 @ DRX = 5 (USB 连接)	28.67	mA
	LTE-FDD @ PF = 64 (USB 断开)	12.9	mA
	LTE-FDD @ PF = 64 (USB 连接)	28.38	mA
	LTE-TDD @ PF = 64 (USB 断开)	12.85	mA
	LTE-TDD @ PF = 64 (USB 连接)	28.34	mA
GPRS 数据传输	GSM850 4DL/1UL @ 33.1 dBm	262	mA

	GSM850 3DL/2UL @ 30.9 dBm	397	mA
	GSM850 2DL/3UL @ 28.9 dBm	448	mA
	GSM850 1DL/4UL @ 26.7 dBm	464	mA
	EGSM900 4DL/1UL @ 32.5 dBm	254	mA
	EGSM900 3DL/2UL @ 30.9 dBm	386	mA
	EGSM900 2DL/3UL @ 28.9 dBm	440	mA
	EGSM900 1DL/4UL @ 26.8 dBm	464	mA
	DCS1800 4DL/1UL @ 29.4 dBm	169	mA
	DCS1800 3DL/2UL @ 27.9 dBm	249	mA
	DCS1800 2DL/3UL @ 25.8 dBm	273	mA
	DCS1800 1DL/4UL @ 23.7 dBm	286	mA
	PCS1900 4DL/1UL @ 29.8 dBm	183	mA
	PCS1900 3DL/2UL @ 27.9 dBm	267	mA
	PCS1900 2DL/3UL @ 25.8 dBm	296	mA
	PCS1900 1DL/4UL @ 23.7 dBm	315	mA
LTE 数据传输	LTE-FDD B1 @ 22.99 dBm	693	mA
	LTE-FDD B3 @ 22.97 dBm	703	mA
	LTE-FDD B5 @ 23.86 dBm	627	mA
	LTE-FDD B7 @ 22.73 dBm	783	mA
	LTE-FDD B8 @ 22.73 dBm	702	mA
	LTE-FDD B20 @ 22.73 dBm	597	mA
	LTE-FDD B28 @ 22.73 dBm	655	mA
	LTE-TDD B38 @ 23.49 dBm	421	mA
	LTE-TDD B40 @ 23.77 dBm	391	mA
	LTE-TDD B41 @ 23.15 dBm	418	mA

GSM 语音通话	GSM850 PCL = 5 @ 33.0 dBm	293	mA
	GSM850 PCL = 12 @ 18.9 dBm	119	mA
	GSM850 PCL = 19 @ 5.2 dBm	91	mA
	EGSM900 PCL = 5 @ 32.4 dBm	269	mA
	EGSM900 PCL = 12 @ 19.1 dBm	121	mA
	EGSM900 PCL = 19 @ 5.5 dBm	82	mA
	DCS1800 PCL = 0 @ 29.4 dBm	185	mA
	DCS1800 PCL = 7 @ 16.1 dBm	96	mA
	DCS1800 PCL = 15 @ 0.9 dBm	79	mA
	PCS1900 PCL = 0 @ 29.8 dBm	199	mA
	PCS1900 PCL = 7 @ 16.1 dBm	98	mA
	PCS1900 PCL = 15 @ 0.9 dBm	79	mA

表 48: EC600U-EC 耗流

描述	条件	典型值	单位
关机模式	模块关机	29.65	μA
睡眠模式	最少功能模式 (USB 断开)	1.09	mA
	飞行模式 (USB 断开)	1.16	mA
	EGSM900 @ DRX = 2 (USB 断开)	2.06	mA
	EGSM900 @ DRX = 5 (USB 断开)	1.51	mA
	EGSM900 @ DRX = 5 (USB 挂起)	3.08	mA
	EGSM900 @ DRX = 9 (USB 断开)	1.32	mA
	DCS1800 @ DRX = 2 (USB 断开)	2.06	mA
	DCS1800 @ DRX = 5 (USB 断开)	1.52	mA
	DCS1800 @ DRX = 5 (USB 挂起)	2.97	mA

	DCS1800 @ DRX = 9 (USB 断开)	1.32	mA
	LTE-FDD @ PF = 32 (USB 断开)	2.85	mA
	LTE-FDD @ PF = 64 (USB 断开)	2.04	mA
	LTE-FDD @ PF = 64 (USB 挂起)	3.57	mA
	LTE-FDD @ PF = 128 (USB 断开)	1.63	mA
	LTE-FDD @ PF = 256 (USB 断开)	1.39	mA
	LTE-TDD @ PF = 32 (USB 断开)	2.89	mA
	LTE-TDD @ PF = 64 (USB 断开)	2.05	mA
	LTE-TDD @ PF = 64 (USB 挂起)	3.60	mA
	LTE-TDD @ PF = 128 (USB 断开)	1.64	mA
	LTE-TDD @ PF = 256 (USB 断开)	1.43	mA
空闲模式	EGSM900 @ DRX = 5 (USB 断开)	13.10	mA
	EGSM900 @ DRX = 5 (USB 连接)	30.15	mA
	LTE-FDD @ PF = 64 (USB 断开)	13.79	mA
	LTE-FDD @ PF = 64 (USB 连接)	30.83	mA
	LTE-TDD @ PF = 64 (USB 断开)	13.81	mA
	LTE-TDD @ PF = 64 (USB 连接)	30.84	mA
GPRS 数据传输	GSM850 4DL/1UL @ 32.76 dBm	236	mA
	GSM850 3DL/2UL @ 31.78 dBm	381	mA
	GSM850 2DL/3UL @ 29.57 dBm	436	mA
	GSM850 1DL/4UL @ 28.52 dBm	505	mA
	EGSM900 4DL/1UL @ 32.70 dBm	241	mA
	EGSM900 3DL/2UL @ 31.61 dBm	385	mA
	EGSM900 2DL/3UL @ 29.56 dBm	449	mA
	EGSM900 1DL/4UL @ 28.46 dBm	514	mA

	DCS1800 4DL/1UL @ 29.54 dBm	158	mA
	DCS1800 3DL/2UL @ 28.54 dBm	236	mA
	DCS1800 2DL/3UL @ 26.57 dBm	268	mA
	DCS1800 1DL/4UL @ 25.45 dBm	304	mA
	PCS1900 4DL/1UL @ 29.83 dBm	165	mA
	PCS1900 3DL/2UL @ 28.79 dBm	249	mA
	PCS1900 2DL/3UL @ 26.79 dBm	287	mA
	PCS1900 1DL/4UL @ 25.78 dBm	329	mA
LTE 数据传输	LTE-FDD B1 @ 22.61 dBm	611	mA
	LTE-FDD B3 @ 22.86 dBm	553	mA
	LTE-FDD B5 @ 22.69 dBm	571	mA
	LTE-FDD B7 @ 22.61 dBm	765	mA
	LTE-FDD B8 @ 22.48 dBm	560	mA
	LTE-FDD B20 @ 22.40 dBm	527	mA
	LTE-TDD B40 @ 22.60 dBm	321	mA
GSM 语音通话	GSM850 PCL = 5 @ 32.72 dBm	254	mA
	GSM850 PCL = 12 @ 18.90 dBm	101	mA
	GSM850 PCL = 19 @ 5.91 dBm	72	mA
	EGSM900 PCL = 5 @ 32.73 dBm	260	mA
	EGSM900 PCL = 12 @ 19.15 dBm	103	mA
	EGSM900 PCL = 19 @ 5.95 dBm	72	mA
	DCS1800 PCL = 0 @ 29.54 dBm	172	mA
	DCS1800 PCL = 7 @ 15.64 dBm	83	mA
	DCS1800 PCL = 15 @ 0.85 dBm	67	mA
	PCS1900 PCL = 0 @ 29.85 dBm	180	mA

PCS1900 PCL = 7 @ 15.84 dBm	86	mA
PCS1900 PCL = 15 @ 0.46 dBm	67	mA

表 49: EC600U-CE 耗流

描述	条件	典型值	单位
关机模式	模块关机	34.21	μA
	最少功能模式 (USB 断开)	0.94	mA
	飞行模式 (USB 断开)	1.03	mA
	EGSM900 @ DRX = 2 (USB 断开)	2.68	mA
	EGSM900 @ DRX = 5 (USB 断开)	2.16	mA
	EGSM900 @ DRX = 5 (USB 挂起)	3.36	mA
	EGSM900 @ DRX = 9 (USB 断开)	1.94	mA
	DCS1800 @ DRX = 2 (USB 断开)	2.57	mA
	DCS1800 @ DRX = 5 (USB 断开)	2.20	mA
	DCS1800 @ DRX = 5 (USB 挂起)	3.28	mA
	DCS1800 @ DRX = 9 (USB 断开)	1.89	mA
	LTE-FDD @ PF = 32 (USB 断开)	2.55	mA
睡眠模式	LTE-FDD @ PF = 64 (USB 断开)	1.81	mA
	LTE-FDD @ PF = 64 (USB 挂起)	2.98	mA
	LTE-FDD @ PF = 128 (USB 断开)	1.43	mA
	LTE-FDD @ PF = 256 (USB 断开)	1.25	mA
	LTE-TDD @ PF = 32 (USB 断开)	2.59	mA
	LTE-TDD @ PF = 64 (USB 断开)	1.83	mA
	LTE-TDD @ PF = 64 (USB 挂起)	3.01	mA
	LTE-TDD @ PF = 128 (USB 断开)	1.45	mA

空闲模式	LTE-TDD @ PF = 256 (USB 断开)	1.25	mA
	EGSM900 @ DRX = 5 (USB 断开)	11.97	mA
	EGSM900 @ DRX = 5 (USB 连接)	27.71	mA
	LTE-FDD @ PF = 64 (USB 断开)	11.95	mA
	LTE-FDD @ PF = 64 (USB 连接)	27.45	mA
	LTE-TDD @ PF = 64 (USB 断开)	11.98	mA
	LTE-TDD @ PF = 64 (USB 连接)	27.50	mA
GPRS 数据传输	EGSM900 4DL/1UL @ 32.75 dBm	227	mA
	EGSM900 3DL/2UL @ 31.63 dBm	358	mA
	EGSM900 2DL/3UL @ 29.53 dBm	416	mA
	EGSM900 1DL/4UL @ 28.47 dBm	482	mA
	DCS1800 4DL/1UL @ 29.89 dBm	152	mA
	DCS1800 3DL/2UL @ 29.12 dBm	234	mA
	DCS1800 2DL/3UL @ 27.13 dBm	271	mA
	DCS1800 1DL/4UL @ 25.99 dBm	311	mA
LTE 数据传输	LTE-FDD B1 @ 22.67 dBm	688	mA
	LTE-FDD B3 @ 22.46 dBm	737	mA
	LTE-FDD B5 @ 22.78 dBm	594	mA
	LTE-FDD B8 @ 23.00 dBm	582	mA
	LTE-TDD B38 @ 23.06 dBm	340	mA
	LTE-TDD B40 @ 23.15 dBm	300	mA
	LTE-TDD B41 @ 22.25 dBm	331	mA
GSM 语音通话	EGSM900 PCL = 5 @ 32.77 dBm	244	mA
	EGSM900 PCL = 12 @ 19.30 dBm	102	mA
	EGSM900 PCL = 19 @ 4.74 dBm	70	mA

DCS1800 PCL = 0 @ 30.03 dBm	168	mA
DCS1800 PCL = 7 @ 17.07 dBm	85	mA
DCS1800 PCL = 15 @ 0.42 dBm	65	mA

表 50: EC600U-LA 耗流

描述	条件	典型值	单位
关机模式	模块关机	28.54	μA
睡眠模式	最少功能模式 (USB 断开)	0.85	mA
	飞行模式 (USB 断开)	0.94	mA
	EGSM900 @ DRX = 2 (USB 断开)	1.82	mA
	EGSM900 @ DRX = 5 (USB 断开)	1.43	mA
	EGSM900 @ DRX = 5 (USB 挂起)	2.35	mA
	EGSM900 @ DRX = 9 (USB 断开)	1.26	mA
	DCS1800 @ DRX = 2 (USB 断开)	1.80	mA
	DCS1800 @ DRX = 5 (USB 断开)	1.29	mA
	DCS1800 @ DRX = 5 (USB 挂起)	2.51	mA
	DCS1800 @ DRX = 9 (USB 断开)	1.15	mA
	LTE-FDD @ PF = 32 (USB 断开)	2.45	mA
	LTE-FDD @ PF = 64 (USB 断开)	1.71	mA
	LTE-FDD @ PF = 64 (USB 挂起)	2.97	mA
	LTE-FDD @ PF = 128 (USB 断开)	1.36	mA
	LTE-FDD @ PF = 256 (USB 断开)	1.17	mA
空闲模式	EGSM900 @ DRX = 5 (USB 断开)	12.10	mA
	EGSM900 @ DRX = 5 (USB 连接)	28.55	mA
	DCS1800 @ DRX = 5 (USB 断开)	12.10	mA

GPRS 数据传输	DCS1800 @ DRX = 5 (USB 连接)	28.33	mA
	LTE-FDD @ PF = 64 (USB 断开)	13.14	mA
	LTE-FDD @ PF = 64 (USB 连接)	29.48	mA
	GSM850 4DL/1UL @ 32.51 dBm	226	mA
	GSM850 3DL/2UL @ 30.82 dBm	356	mA
	GSM850 2DL/3UL @ 29.22 dBm	437	mA
	GSM850 1DL/4UL @ 28.12 dBm	505	mA
	EGSM900 4DL/1UL @ 32.66 dBm	220	mA
	EGSM900 3DL/2UL @ 31.33 dBm	356	mA
	EGSM900 2DL/3UL @ 29.73 dBm	439	mA
	EGSM900 1DL/4UL @ 28.71 dBm	512	mA
	DCS1800 4DL/1UL @ 29.71 dBm	155	mA
	DCS1800 3DL/2UL @ 28.23 dBm	223	mA
	DCS1800 2DL/3UL @ 26.61 dBm	266	mA
	DCS1800 1DL/4UL @ 25.64 dBm	308	mA
	PCS1900 4DL/1UL @ 29.43 dBm	151	mA
	PCS1900 3DL/2UL @ 28.03dBm	225	mA
	PCS1900 2DL/3UL @ 26.55 dBm	272	mA
	PCS1900 1DL/4UL @ 25.34 dBm	309	mA
LTE 数据传输	LTE-FDD B2 @ 23.43 dBm	712	mA
	LTE-FDD B3 @ 23.00 dBm	683	mA
	LTE-FDD B4 @ 23.16 dBm	671	mA
	LTE-FDD B5 @ 23.36 dBm	713	mA
	LTE-FDD B7 @ 23.2 dBm	896	mA
	LTE-FDD B8 @ 23.2 dBm	724	mA

GSM 语音通话	LTE-FDD B28 @ 23.29 dBm	678	mA
	LTE-TDD B66 @ 23.18 dBm	713	mA
	GSM850 PCL = 5 @ 32.30 dBm	234	mA
	GSM850 PCL = 12 @ 19.27 dBm	99	mA
	GSM850 PCL = 19 @ 5.41 dBm	69	mA
	EGSM900 PCL = 5 @ 32.54 dBm	237	mA
	EGSM900 PCL = 12 @ 19.47 dBm	102	mA
	EGSM900 PCL = 19 @ 5.59 dBm	70	mA
	DCS1800 PCL = 0 @ 29.7 dBm	171	mA
	DCS1800 PCL = 7 @ 16.14 dBm	82	mA
	DCS1800 PCL = 15 @ 0.39 dBm	67	mA
	PCS1900 PCL = 0 @ 29.97 dBm	165	mA
	PCS1900 PCL = 7 @ 16.45 dBm	83	mA
	PCS1900 PCL = 15 @ 0.93 dBm	66	mA

5.5. 发射功率

表 51: EC600U-CN 射频发射功率

频段	发射功率最大值	发射功率最小值
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 52: EC600U-EU 射频发射功率

频段	发射功率最大值	发射功率最小值
GSM850/EGSM900	33 dBm $\pm$ 2 dB	5 dBm $\pm$ 5 dB

DCS1800/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 53: EC600U-EC 射频发射功率

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

表 54: EC600U-CE 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 B38/B40/B41	23 dBm $\pm$ 2 dB	< -39 dBm

表 55: EC600U-LA 射频发射功率

频段	发射功率最大值	发射功率最小值
GSM850/EGSM900	33 dBm $\pm$ 2 dB	5 dBm $\pm$ 5 dB
DCS1800/PCS1900	30 dBm $\pm$ 2 dB	0 dBm $\pm$ 5 dB
LTE-FDD B2/B3/B4/B5/B7/B8/B28/B66	23 dBm $\pm$ 2 dB	< -39 dBm

备注

在 GPRS 网络 4 时隙发送模式下，最大输出功率最多减小 6 dB。该设计符合 3GPP TS 51.010-1 第 13.16 章所述规范。

5.6. 接收灵敏度

表 56: EC600U-CN 射频接收灵敏度（单位：dBm）

频率	接收灵敏度（典型）	3GPP （主集 + 分集）
	主集	
LTE-FDD B1 (10 MHz)	-98.5	-96.3
LTE-FDD B3 (10 MHz)	-98.5	-93.3
LTE-FDD B5 (10 MHz)	-99.5	-94.3
LTE-FDD B8 (10 MHz)	-99.5	-93.3
LTE-TDD B34 (10 MHz)	-99.0	-96.3
LTE-TDD B38 (10 MHz)	-99.0	-96.3
LTE-TDD B39 (10 MHz)	-99.0	-96.3
LTE-TDD B40 (10 MHz)	-99.0	-96.3
LTE-TDD B41 (10 MHz)	-98.5	-94.3

表 57: EC600U-EU 射频接收灵敏度（单位：dBm）

频率	接收灵敏度（典型）	3GPP （主集 + 分集）
	主集	
GSM850	-108.0	-102
EGSM900	-108.0	-102
DCS1800	-107.5	-102

PCS1900	-107.5	-102
LTE-FDD B1 (10 MHz)	-98.0	-96.3
LTE-FDD B3 (10 MHz)	-99.0	-93.3
LTE-FDD B5 (10 MHz)	-99.5	-94.3
LTE-FDD B7 (10 MHz)	-96.5	-94.3
LTE-FDD B8 (10 MHz)	-98.5	-93.3
LTE-FDD B20 (10 MHz)	-99.0	-93.3
LTE-FDD B28 (10 MHz)	-99.0	-94.8
LTE-TDD B38 (10 MHz)	-97.5	-96.3
LTE-TDD B40 (10 MHz)	-98.0	-96.3
LTE-TDD B41 (10 MHz)	-97.5	-94.3

表 58: EC600U-EC 射频接收灵敏度（单位: dBm）

频率	接收灵敏度（典型）	3GPP （主集 + 分集）
	主集	
GSM850	-108.5	-102
EGSM900	-108.5	-102
DCS1800	-108.5	-102
PCS1900	-108.5	-102
LTE-FDD B1 (10 MHz)	-98.0	-96.3
LTE-FDD B3 (10 MHz)	-98.0	-93.3
LTE-FDD B5 (10 MHz)	-99.0	-94.3
LTE-FDD B7 (10 MHz)	-96.5	-94.3
LTE-FDD B8 (10 MHz)	-99.0	-93.3
LTE-FDD B20 (10 MHz)	-99.0	-93.3

LTE-TDD B40 (10 MHz)	-99.0	-96.3
----------------------	-------	-------

表 59: EC600U-CE 射频接收灵敏度 (单位: dBm)

频率	接收灵敏度 (典型)	3GPP (主集 + 分集)
	主集	
EGSM900	-108.5	-102
DCS1800	-108.5	-102
LTE-FDD B1 (10 MHz)	-97.5	-96.3
LTE-FDD B3 (10 MHz)	-97.5	-93.3
LTE-FDD B5 (10 MHz)	-98.5	-94.3
LTE-FDD B8 (10 MHz)	-99.0	-93.3
LTE-TDD B38 (10 MHz)	-98.0	-96.3
LTE-TDD B40 (10 MHz)	-99.0	-96.3
LTE-TDD B41 (10 MHz)	-97.5	-94.3

表 60: EC600U-LA 射频接收灵敏度 (单位: dBm)

频率	接收灵敏度 (典型)	3GPP (主集 + 分集)
	主集	
GSM850	-108.7	-102
EGSM900	-108.7	-102
DCS1800	-108.2	-102
PCS1900	-107.8	-102
LTE-FDD B2 (10 MHz)	-98	-96.3
LTE-FDD B3 (10 MHz)	-98.2	-93.3
LTE-FDD B4 (10 MHz)	-97.8	-96.3

LTE-FDD B5 (10 MHz)	-98.6	-94.3
LTE-FDD B7 (10 MHz)	-96.5	-94.3
LTE-FDD B8 (10 MHz)	-99	-93.3
LTE-FDD B28 (10 MHz)	-99.5	-94.8
LTE-FDD B66 (10 MHz)	-97.7	-96.5

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。

下表为模块引脚的 ESD 耐受电压情况。

表 61：ESD 性能参数（温度：25~30 °C，湿度：40 ±5 %，单位：kV）

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

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

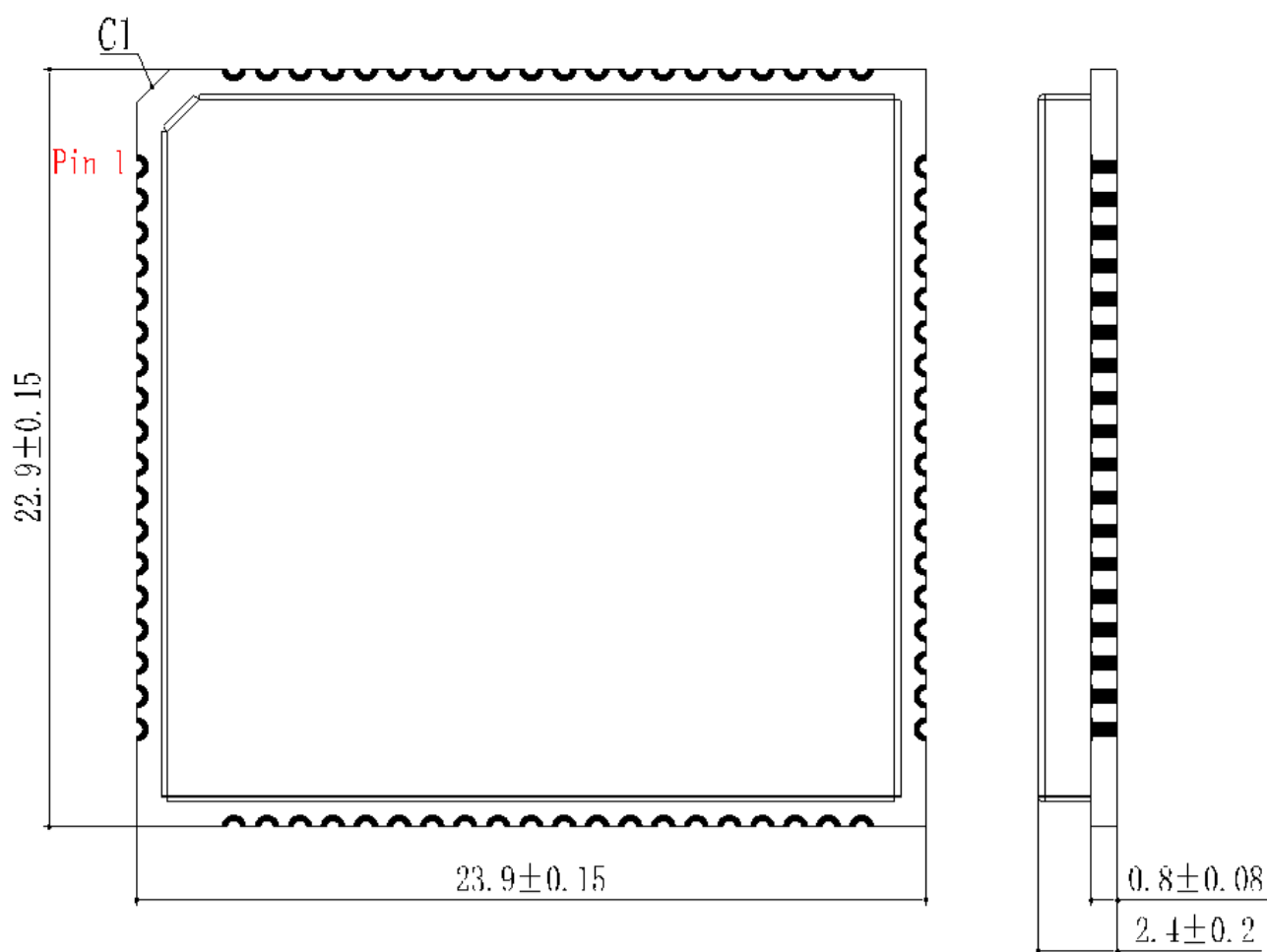


图 42：俯视及侧视尺寸图

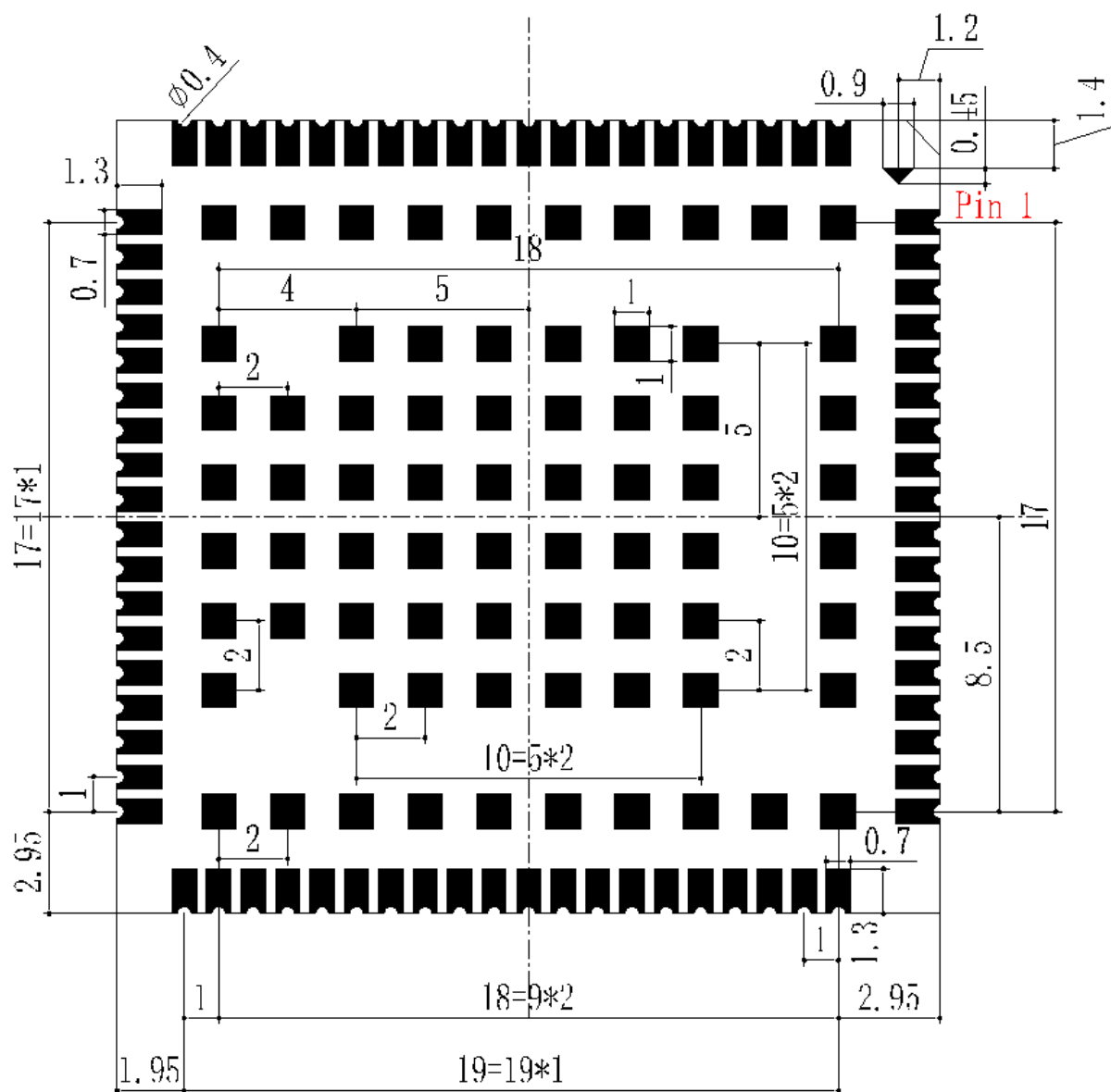


图 43: 底部尺寸图

备注

移远通信 EC600U 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

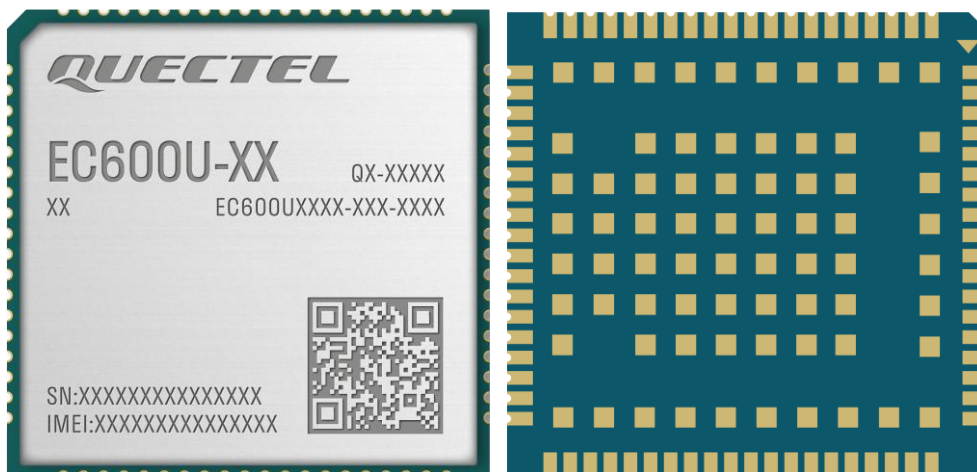


图 45：模块俯视图和底视图

备注

上图仅供参考。实际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 $23 \pm 5^{\circ}\text{C}$ ，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¹⁰。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 $120 \pm 5^{\circ}\text{C}$ 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。

¹⁰ 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。

3. 拆包、放置模块时请注意 ESD 防护，例如，佩戴防静电手套。

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 [10]。

推荐的回流峰值焊温度为 235~246 °C，最高不能超过 246 °C。为避免模块因反复受热而损坏，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：

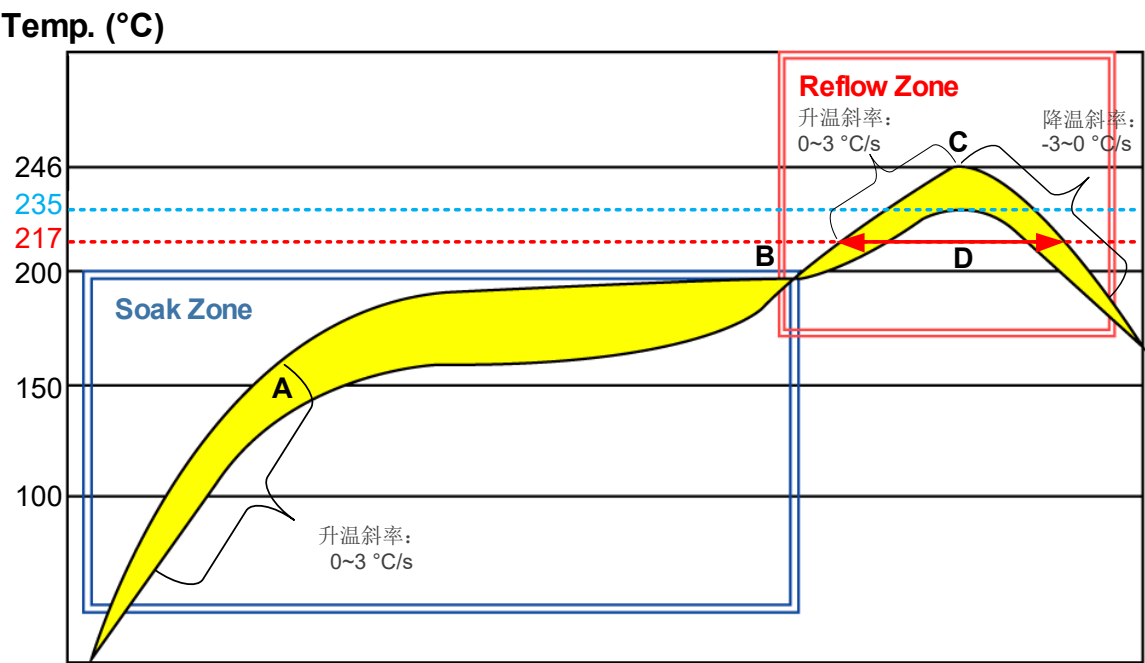


图 46：回流焊温度曲线

表 62：推荐的炉温测试控制要求

项目	推荐值
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 [10] 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. 包装规格

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。

此模块采用载带包装，具体方案如下：

7.3.1. 载带

载带包装的尺寸图表如下：

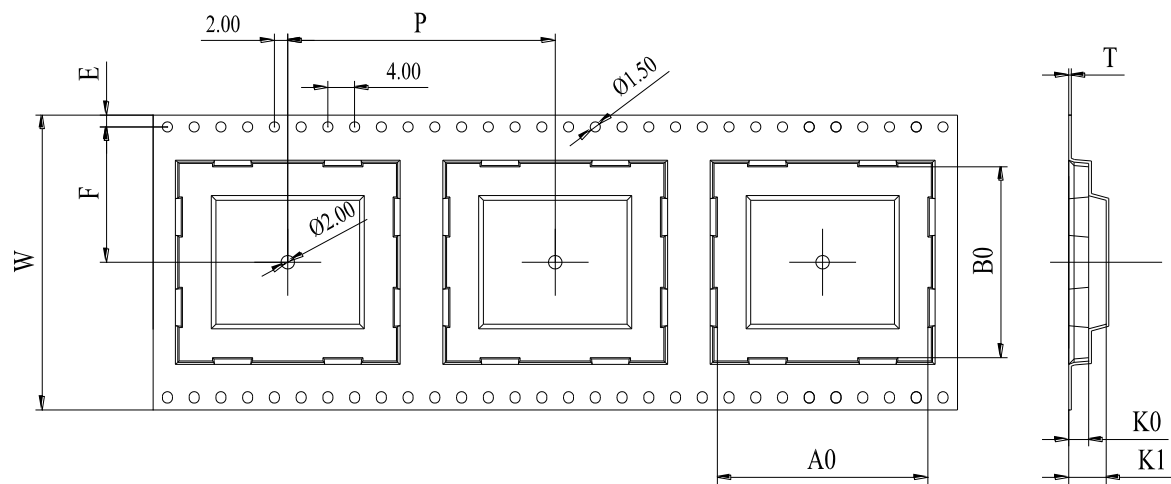


图 47：载带尺寸图

表 63：载带尺寸表（单位：毫米）

W	P	T	A0	B0	K0	K1	F	E
44	32	0.4	24.4	23.4	3.1	6.5	20.2	1.75

7.3.2. 胶盘

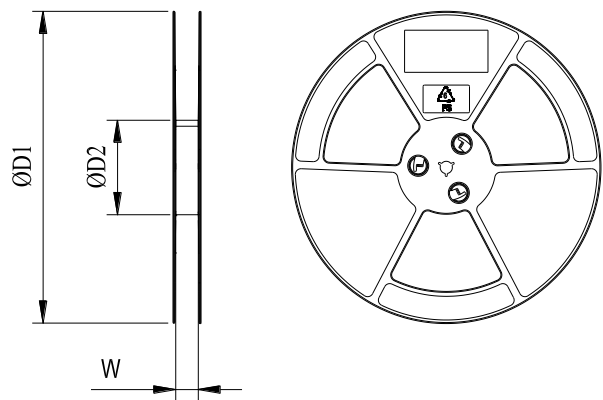


图 48：胶盘尺寸图

表 64：胶盘尺寸表（单位：毫米）

øD1	øD2	W
330	100	44.5

7.3.3. 贴片方向

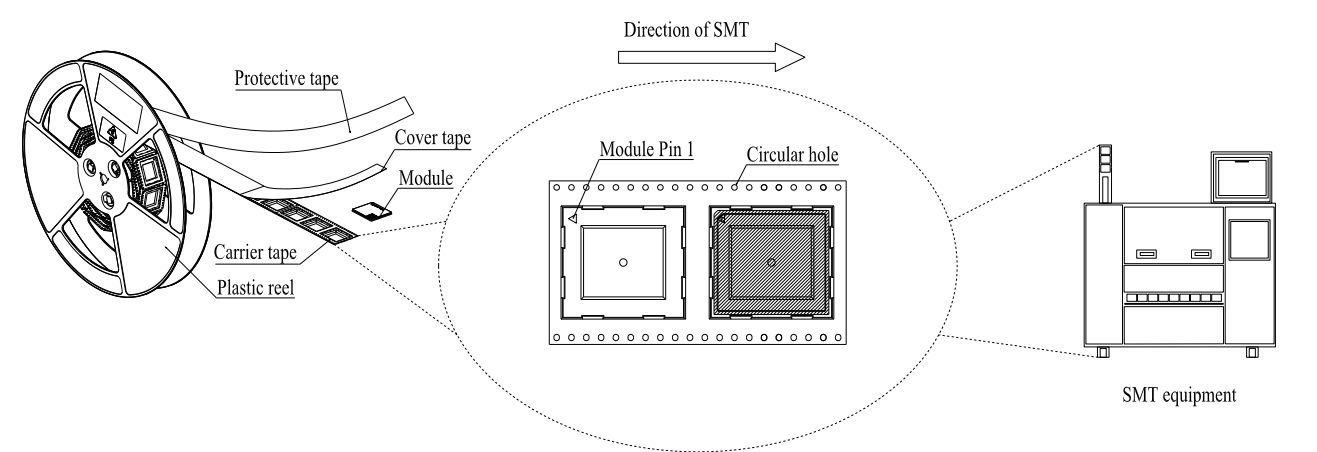
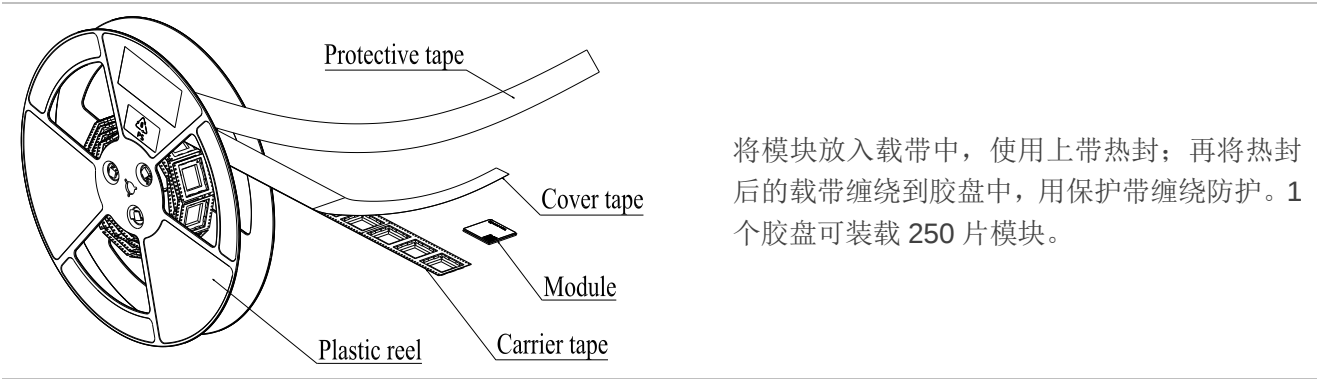


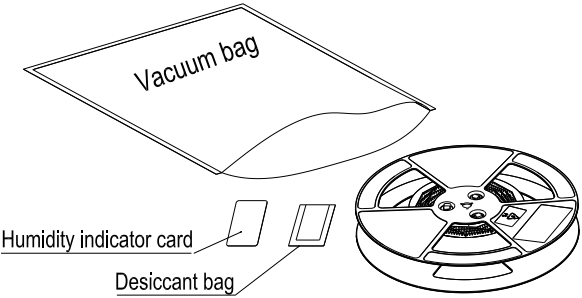
图 49：贴片方向

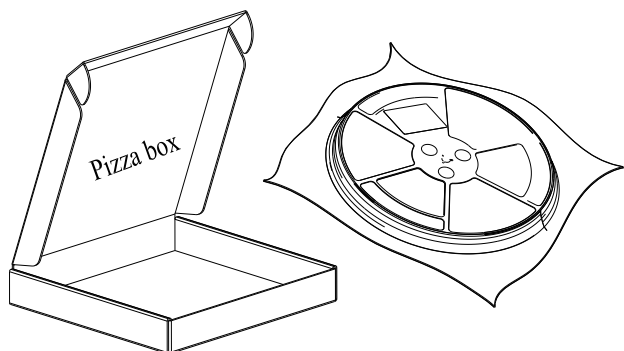
7.3.4. 包装流程



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。

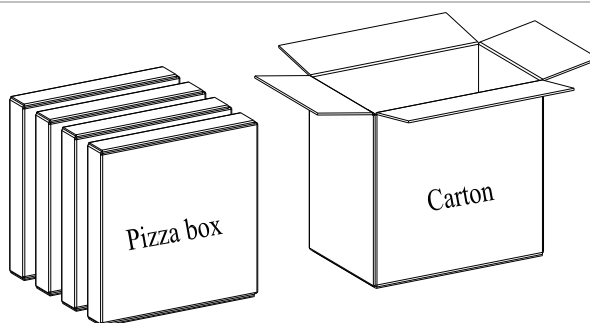


图 50：包装流程

8 附录 参考文档及术语缩写

表 65: 参考文档

文档名称
[1] Quectel_LTE_OPEN_EVB_User_Guide
[2] Quectel_EC600U 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_PSM_应用指导
[6] Quectel_LTE_Standard(U)系列_QuecOpen_开关机开发指导
[7] Quectel_EC600U_Series_QuecOpen_Reference_Design
[8] Quectel_LTE_Standard(U)系列_QuecOpen_ADC_开发指导
[9] Quectel_射频 LAYOUT_应用指导
[10] Quectel_模块_SMT_应用指导

表 66: 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
AMR	Adaptive Multi-Rate	自适应多速率
AMR-WB	Adaptive Multi-Rate	自适应多速率宽带
ADC	Analog-to-Digital Converter	模数转换器
AP	Application Processor	应用处理器
bps	bit(s) per second	比特/秒

CHAP	Challenge Handshake Authentication Protocol	挑战握手认证协议
CMUX	Channel Multiplexer	（串口）多路复用
CS	Coding Scheme	编码方案
CTS	Clear to Send	清除发送
DCS	Data Coding Scheme	数据编码方案
DCXO	Digital Controlled Crystal Oscillators	数字控制晶体振荡器
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	Electro-Magnetic Interference	电磁干扰
ESD	Electrostatic Discharge	静电释放
ESR	Equivalent Series Resistance	等效串联电阻
ETSI	European Telecommunications Standards Institute	欧洲电信标准化协会
FDD	Frequency Division Duplex	频分双工
FOTA	Firmware Over-The-Air	固件空中升级
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
GSM	Global System for Mobile Communications	全球移动通信系统
GPRS	General Packet Radio Service	通用分组无线业务
HB	High Band	高频段

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
I2C	Inter-Integrated Circuit	集成电路总线
IMT-2000	International Mobile Telecommunications 2000	第三代移动通信技术
I/O	Input/Output	输入/输出
LB	Low Band	低频段
LCC	Leadless Chip Carrier (package)	无引脚芯片载体（封装）
LCD	Liquid Crystal Display	液晶显示器
LCM	LCD Module / liquid crystal monitor	液晶显示模块
LDO	Low Dropout Regulator	低压差线性稳压器
LGA	Land Grid Array	栅格阵列封装
LTE	Long Term Evolution	长期演进
M2M	Machine to Machine	机器对机器
MB	Mid Band	中频段
MCU	Microcontroller Unit	微控制单元
ME	Mobile Equipment	移动设备
MIPI	Mobile Industry Processor Interface	移动产业处理器接口
MLCC	Multi-layer Ceramic Capacitor	片式多层陶瓷电容器
MMS	Multimedia Messaging Service	彩信
MO	Mobile Originating/Originated	移动主叫
MQTT	Message Queuing Telemetry Transport	消息队列遥测传输
MSL	Moisture Sensitivity Level	湿气敏感性等级
MT	Mobile Terminating/Terminated	移动终端
NITZ	Network Identity and Time Zone	网络标识和时区

NTP	Network Time Protocol	网络时间协议
OTA	Over-the-air programming	空中编程
PA	Power Amplifier	功率放大器
PAP	Password Authentication Protocol	密码认证协议
PAM	Power Amplifier Module	功率放大器模块
PC	Personal Computer	个人电脑
PCB	Printed Circuit Board	印制电路板
PCM	Pulse Code Modulation	脉冲编码调制
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
PMIC	Power Management IC	电源管理集成电路
PMU	Power Management Unit	电源管理单元
POS	Point of Sale	销售终端
PPP	Point-to-Point Protocol	点到点协议
P _{PP}	Peak Pulse Power	峰值脉冲功率
PSM	Power Saving Mode	省电模式
RF	Radio Frequency	射频
RGB	Red, Green, Blue	光学三原色颜色标准
RoHS	Restriction of Hazardous Substances	《关于限制在电子电气设备中使用某些有害成分的指令》
RTC	Real-Time Clock	实时时钟
RTS	Ready To Send/Request to Send	准备发送/请求发送
SAW	Surface Acoustic Wave	声表面波
SD	Secure Digital	安全数字
SDIO	Secure Digital Input/Output	安全数字输入/输出

SMD	Surface Mount Device	表面贴装器件
SMS	Short Message Service	短消息
SPI	Serial Peripheral Interface	串行外设接口
SSL	Secure Sockets Layer	安全套接层
TAU	Tracking Area Update	跟踪区更新
TCP	Transmission Control Protocol	传输控制协议
TDD	Time Division Duplexing	时分双工
TVS	Transient Voltage Suppressor	瞬态二极管
Tx	Transmit/Transmission	发送/传输
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
USB	Universal Serial Bus	通用串行总线
(U)SIM	(Universal) Subscriber Identity Module	（通用）用户识别模块
V _{max}	Maximum Voltage	最大电压
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 _{nom}	Nominal Voltage	标称电压
V _O	Voltage Output	电压输出
V _{OHmax}	Maximum High-level Output Voltage	最大输出高电平
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 _{OLmin}	Minimum Low-level Output Voltage	最小输出低电平
V _{RWM}	Peak Reverse Working Voltage	峰值反向工作电压
VSWR	Voltage Standing Wave Ratio	电压驻波比
WLAN	Wireless Local Area Network	无线局域网