

EC200A 系列 QuecOpen 硬件设计手册

LTE Standard 模块系列

版本：1.2

日期：2023-11-10

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。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
-	2021-01-07	Anthony LIU/ Kexiang ZHANG	文档创建
1.0	2022-07-25	Shiye ZHU/ Kerwin CHENG	受控版本
1.1	2023-06-05	Shiye ZHU/ John QIN/ Jerry LIN	<ol style="list-style-type: none"> 1. 新增子型号 EC200A-EL 及相关信息。 2. 更新框图信息（第 2.3 章）。 3. 将 144 和 143 引脚由 Reserved 分别修改为 GRFC1 和 GRFC2（图 2、表 6）。 4. 新增有关天线调谐控制的备注（第 2.4 章）。 5. 更新引脚描述表的 DC 特性列信息（表 6）。 6. 新增 VBAT_BB 电流要求的脚注并更新 VBAT_RF 的电流要求（表 6、表 8）。 7. 将 SD 卡接口电压域由 1.8/2.8 V 更新为 1.8/2.85 V（表 6、表 19）。 8. 更新 SPI 接口的备注说明（表 6、表 23）。 9. 新增不支持 GSM 功能的型号的电流要求（第 3.4.2 章）。 10. 将 VBAT 上电稳定持续时间由至少 30 ms 更新为至少 450 ms（第 3.5 章、第 4.2 章）。 11. 新增 SD_SDIO_CLK 走线要求说明（第 4.7 章）。 12. 新增 RGMII/RMII 接口章节备注 4（第 4.11 章）。 13. 更新各型号在 LTE 频段的接收灵敏度数据（表 33、34、35）。 14. 更新功耗数据（第 6.3 章）。 15. 更新数字逻辑电平特性章节（第 6.4 章）。

			16. 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 8.2 章）。 17. 新增模块贴片方向章节（第 8.3.3 章）。
1.2	2023-11-10	Shiye ZHU/ John QIN/ Charley JIANG	1. 删除 NTP、FTPS、MQTT 网络协议（表 4）。 2. 将模块开机所需的拉低 PWRKEY 时间由至少 500 ms 更新为至少 650 ms（第 3.5 章）。 3. 将 VBAT 上电稳定持续时间由至少 450 ms 更新为至少 30 ms（第 3.5 章、第 4.2 章）。 4. 更新模块在 GSM 频段的 3GPP 要求下的射频接收灵敏度（第 5.1.3 章）。 5. 更新模块功耗（第 6.3 章）。

目录

安全须知	3
文档历史	4
目录	6
表格索引	8
图片索引	10
1 引言	12
1.1. 特殊符号	12
2 产品综述	13
2.1. 频段及功能	13
2.2. 关键特性	14
2.3. 功能框图	17
2.4. 引脚分配图	18
2.5. 引脚描述表	19
2.6. 评估板套件	26
3 工作特性	27
3.1. 工作模式	27
3.2. 睡眠模式	28
3.2.1. USB 应用（支持 USB 远程唤醒功能）	28
3.2.2. USB 应用（不支持 USB 远程唤醒功能）	29
3.2.3. USB 应用（不支持 USB 挂起功能）	29
3.3. 飞行模式	30
3.4. 电源设计	31
3.4.1. 电源接口	31
3.4.2. 供电参考电路	31
3.4.3. 电压稳定性要求	32
3.5. 开机	33
3.5.1. PWRKEY 开机	33
3.6. 关机	35
3.6.1. PWRKEY 关机	35
3.6.2. AT 命令关机	35
3.7. 复位	36
4 应用接口	38
4.1. USB 接口	38
4.2. USB_BOOT 接口	39
4.3. (U)SIM 接口	41
4.4. PCM 和 I2C 接口	43
4.5. 模拟音频接口	45
4.5.1. 模拟音频接口设计注意事项	45
4.5.2. 麦克风接口电路	46

4.5.3.	听筒接口电路.....	46
4.6.	UART 接口.....	47
4.7.	SD 卡接口.....	49
4.8.	WLAN_SDIO 接口.....	50
4.9.	ADC 接口.....	51
4.10.	SPI.....	52
4.11.	RGMII/RMII 接口.....	53
4.12.	指示信号.....	55
4.12.1.	网络状态指示.....	56
4.12.2.	STATUS.....	56
5	射频特性.....	58
5.1.	蜂窝网络.....	58
5.1.1.	天线接口和工作频段.....	58
5.1.2.	发射功率.....	61
5.1.3.	接收灵敏度.....	62
5.1.4.	参考设计.....	65
5.2.	射频信号线布线指导.....	66
5.3.	天线设计要求.....	68
5.4.	射频连接器推荐.....	68
6	电气性能和可靠性.....	70
6.1.	绝对最大额定值.....	70
6.2.	电源额定值.....	70
6.3.	功耗.....	71
6.4.	数字逻辑电平特性.....	83
6.5.	静电防护.....	85
6.6.	工作和存储温度.....	85
7	结构与规格.....	86
7.1.	机械尺寸.....	86
7.2.	推荐封装.....	88
7.3.	俯视图和底视图.....	89
8	存储、生产和包装.....	90
8.1.	存储条件.....	90
8.2.	生产焊接.....	91
8.3.	包装规格.....	93
8.3.1.	载带.....	93
8.3.2.	胶盘.....	94
8.3.3.	贴片方向.....	94
8.3.4.	包装流程.....	95
9	附录 参考文档及术语缩写.....	96

表格索引

表 1: 特殊符号	12
表 2: 模块基本信息	13
表 3: 无线网络制式	13
表 4: 模块主要性能	14
表 5: I/O 参数定义	19
表 6: 模块引脚描述	19
表 7: 工作模式	27
表 8: 电源接口引脚定义	31
表 9: PWRKEY 接口引脚定义	33
表 10: 复位接口引脚定义	36
表 11: USB 接口引脚定义	38
表 12: USB_BOOT 接口引脚定义	39
表 13: (U)SIM 接口引脚定义	41
表 14: PCM 接口引脚定义	43
表 15: I2C 接口引脚定义	44
表 16: 模拟音频接口引脚定义	45
表 17: 主 UART 口引脚定义	47
表 18: 调试 UART 口引脚定义	47
表 19: SD 卡应用接口引脚定义	49
表 20: WLAN 接口引脚定义	50
表 21: ADC 接口引脚定义	51
表 22: ADC 特性	51
表 23: SPI 引脚定义	52
表 24: RGMII/RMII 引脚定义	53
表 25: 指示信号接口引脚定义	55
表 26: 网络指示引脚的工作状态	56
表 27: 蜂窝网络天线接口引脚定义	58
表 28: EC200A-CN 工作频段	58
表 29: EC200A-AU 工作频段	59
表 30: EC200A-EU 工作频段	60
表 31: EC200A-EL 工作频段	60
表 32: 模块射频发射功率	61
表 33: EC200A-CN 射频接收灵敏度 (单位: dBm)	62
表 34: EC200A-AU 射频接收灵敏度 (单位: dBm)	63
表 35: EC200A-EU 射频接收灵敏度 (单位: dBm)	64
表 36: EC200A-EL 射频接收灵敏度 (单位: dBm)	64
表 37: 天线设计要求	68
表 38: 绝对最大额定值	70
表 39: 模块电源额定值	70
表 40: EC200A-CN 功耗	71
表 41: EC200A-AU 功耗	74

表 42: EC200A-EU 功耗	78
表 43: EC200A-EL 功耗	81
表 44: VDD_EXT I/O 特性	83
表 45: (U)SIM 接口低电压 I/O 特性	83
表 46: (U)SIM 接口高电压 I/O 特性	84
表 47: SDIO 接口低电压 I/O 特性	84
表 48: SDIO 接口高电压 I/O 特性	84
表 49: ESD 性能参数 (温度: 25~30 °C, 湿度: 40 ±5 %)	85
表 50: 工作和存储温度	85
表 51: 推荐的炉温测试控制要求	91
表 52: 载带尺寸表 (单位: 毫米)	93
表 53: 胶盘尺寸表 (单位: 毫米)	94
表 54: 参考文档	96
表 55: 术语缩写	96

图片索引

图 1: 功能框图	17
图 2: 模块引脚分配 (俯视图)	18
图 3: 睡眠模式下模块耗流示意图	28
图 4: 带 USB 远程唤醒功能的睡眠应用	28
图 5: 不支持 USB 远程唤醒功能的睡眠应用	29
图 6: 不支持 USB 挂起功能的睡眠应用	30
图 7: 供电输入参考电路	31
图 8: 突发传输电源要求	32
图 9: 模块供电电路	32
图 10: 开集驱动开机参考电路	33
图 11: 按键开机参考电路	33
图 12: 开机时序图	34
图 13: 关机时序图	35
图 14: 开集驱动复位参考电路	36
图 15: RESET_N 按键复位参考电路	36
图 16: RESET_N 复位时序图	37
图 17: USB 接口参考设计	38
图 18: USB_BOOT 参考设计电路	40
图 19: 进入紧急下载时序	40
图 20: 8-pin (U)SIM 接口参考电路图	41
图 21: 6-pin (U)SIM 接口参考电路图	42
图 22: 短帧模式时序图	43
图 23: PCM 和 I2C 接口电路参考设计	44
图 24: 麦克风接口参考电路	46
图 25: 听筒接口参考电路	46
图 26: 电平转换芯片参考电路	48
图 27: 三极管电平转换参考电路	48
图 28: SD 卡接口电路参考设计	49
图 29: SPI 电路参考设计 (模块作为主设备)	52
图 30: SPI 电路参考设计 (模块作为从设备*)	53
图 31: RMII 连接百兆 PHY 电路框图	54
图 32: RGMII 连接千兆 PHY 电路框图	54
图 33: 网络指示参考电路	56
图 34: STATUS 参考电路	57
图 35: 射频参考设计	65
图 36: 两层 PCB 板微带线结构	66
图 37: 两层 PCB 板共面波导结构	66
图 38: 四层 PCB 板共面波导结构 (参考地为第三层)	67
图 39: 四层 PCB 板共面波导结构 (参考地为第四层)	67
图 40: 天线座尺寸 (单位: 毫米)	68
图 41: 与天线座匹配的插头规格	69

图 42: 射频连接器安装图 (单位: 毫米)	69
图 43: 模块俯视图及侧视尺寸图	86
图 44: 底部尺寸图 (底视图) (单位: 毫米)	87
图 45: 推荐封装	88
图 46: 模块俯视图和底视图	89
图 47: 推荐的回流焊温度曲线	91
图 48: 载带尺寸图 (单位: 毫米)	93
图 49: 胶盘尺寸图	94
图 50: 贴片方向	94
图 51: 包装流程	95

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 EC200A 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。通过此文档的帮助，结合移远通信提供的应用手册和用户指导书，客户可以快速应用模块于无线场景中。

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]代表四个 SDIO 引脚 SDIO_DATA0、SDIO_DATA1、SDIO_DATA2 和 SDIO_DATA3。

2 产品综述

本产品是一款具有分集接收功能的 LTE/WCDMA/GSM 无线通信模块，支持 LTE-FDD、LTE-TDD、HSDPA、HSUPA、HSPA+、WCDMA、EDGE 和 GPRS 网络数据连接，可为客户特殊应用提供语音功能。模块包含四个型号，客户可以根据地区或运营商选择专用类型。模块的相关信息见下表：

表 2：模块基本信息

基本信息	
封装及引脚数量	贴片模块，LCC 引脚 80 个，LGA 引脚 64 个
尺寸规格	(29.0 ±0.15) mm × (32.0 ±0.15) mm × (2.4 ±0.2) mm
重量	4.4 g
无线网络功能	LTE/WCDMA/GSM
子型号	EC200A-CN、EC200A-AU、EC200A-EU、EC200A-EL

2.1. 频段及功能

表 3：无线网络制式

无线网络制式	EC200A-CN	EC200A-AU	EC200A-EU	EC200A-EL
LTE-FDD	B1/B3/B5/B8	B1/B2/B3/B4/B5/ B7/B8/B28/B66	B1/B3/B5/B7/ B8/B20/B28	B1/B3/B5/B7/ B8/B20/B28
LTE-TDD	B34/B38/B39/ B40/B41	B40	B38/B40/B41	B38/B40/B41
WCDMA	B1/B5/B8	B1/B2/B4/B5/B8	B1/B5/B8	B1/B5/B8
GSM	EGSM900/ DCS1800	GSM850/EGSM900/ DCS1800/PCS1900	EGSM900/ DCS1800	-

备注

B41 仅支持 140 MHz（2535~2675 MHz）。

2.2. 关键特性

表 4: 模块主要性能

参数	说明
供电电压	<ul style="list-style-type: none"> ● VBAT 供电电压范围：3.4~4.5 V ● 典型供电电压：3.8 V
短消息（SMS）	<ul style="list-style-type: none"> ● 文本和 PDU 模式 ● 点对点短消息收发 ● 短消息小区广播 ● 短消息存储：(U)SIM 卡或 ME，默认存储在 ME
(U)SIM 卡接口	支持(U)SIM 卡：1.8 V 和 3.0 V
音频特性	<ul style="list-style-type: none"> ● 支持 1 路数字音频接口：PCM 接口 ● 支持 1 路模拟音频输入和 1 路模拟音频输出 ● GSM：HR/FR/EFR/AMR/AMR-WB ● WCDMA：AMR/AMR-WB ● LTE：AMR/AMR-WB ● 支持回音消除和噪声抑制
数字音频接口	<ul style="list-style-type: none"> ● 用于音频使用，需要外接 codec 芯片 ● 支持 16 位线性编码格式 ● 支持短帧模式 ● 支持主模式和从模式*
模拟音频接口	支持 1 路模拟音频输入和 1 路模拟音频输出
SPI	<ul style="list-style-type: none"> ● 支持 3 路 SPI（默认开放一路，其余两路为复用而来） ● 支持主模式和从模式* ● 1.8 V 电压域，最大时钟频率 52 MHz
I2C 接口	<ul style="list-style-type: none"> ● 支持 1 路 I2C 接口 ● 符合 I2C 总线协议规范（100/400 kHz） ● 仅支持主设备，不支持多主机模式
USB 接口	<ul style="list-style-type: none"> ● 支持 USB 2.0（支持主模式和从模式），数据传输速率最大到 480 Mbps ● 用于 AT 命令通信、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

SD 卡接口	符合 SD 3.0 协议
WLAN 接口	支持用于 WLAN 功能的 SDIO 接口
RGMII/RMII 接口 ¹	<ul style="list-style-type: none"> ● 支持 1 路 RGMII/RMII 接口 ● RGMII 电压域 1.8 V, RMII 电压域 1.8/3.3 V
UART 接口	<p>主 UART:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 用于 AT 命令通信和数据传输 ● 波特率默认为 115200 bps, 最大为 921600 bps ● 支持 RTS 和 CTS 硬件流控 <p>调试 UART:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 用于部分日志输出 ● 波特率为 115200 bps <p>UART2:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 支持 RTS 和 CTS 硬件流控 ● 波特率默认为 115200 bps ● 通过 GPIO7、MAIN_DTR、PCM_SYNC、PCM_CLK、PCM_DOUT 和 PCM_DIN 复用而来
ADC 接口	<ul style="list-style-type: none"> ● 支持 2 路 ADC 接口 ● ADC 电压范围 0~VBAT_BB
网络指示	NET_STATUS 指示网络状态
AT 命令	<ul style="list-style-type: none"> ● 支持 3GPP TS 27.007 和 3GPP TS 27.005 定义的命令 ● 支持移远通信增强型 AT 命令
分集接收功能	支持 LTE 分集接收
天线接口	<ul style="list-style-type: none"> ● 主天线接口 (ANT_MAIN) ● 分集接收天线接口 (ANT_DRX) ● 50 Ω 特性阻抗
发射功率	<ul style="list-style-type: none"> ● GSM850: Class 4 (33 dBm ±2 dB) ● EGSM900: Class 4 (33 dBm ±2 dB) ● DCS1800: Class 1 (30 dBm ±2 dB) ● PCS1900: Class 1 (30 dBm ±2 dB) ● GSM850 8-PSK: Class E2 (27 dBm ±3 dB) ● EGSM900 8-PSK: Class E2 (27 dBm ±3 dB) ● DCS1800 8-PSK: Class E2 (26 dBm ±3 dB) ● PCS1900 8-PSK: Class E2 (26 dBm ±3 dB) ● WCDMA: Class 3 (23 dBm ±2 dB) ● LTE-FDD: Class 3 (23 dBm ±2 dB) ● LTE-TDD: Class 3 (23 dBm ±2 dB)
LTE 特性	<ul style="list-style-type: none"> ● 支持 3GPP Rel-9 non-CA Cat 4 FDD 和 TDD ● 支持 1.4/3/5/10/15/20 MHz 射频带宽 ● 下行支持 MIMO ● 支持上行 QPSK、16QAM 调制方式

¹ EC200A-EL 不支持 RGMII 功能, 引脚 79、80 和 82~84 定义为 RESERVED。

	<ul style="list-style-type: none"> ● 支持下行 QPSK、16QAM、64QAM 调制方式 ● LTE-FDD: 最大下行速率 150 Mbps, 最大上行速率 50 Mbps ● LTE-TDD: 最大下行速率 130 Mbps, 最大上行速率 30 Mbps
UMTS 特性	<ul style="list-style-type: none"> ● 支持 3GPP Rel-7 HSPA+、HSDPA、HSUPA 和 WCDMA ● 支持 QPSK、16QAM 和 64QAM 调制 ● HSPA+: 最大下行速率 21 Mbps ● HSUPA: 最大上行速率 5.76 Mbps ● WCDMA: 最大下行速率 384 kbps, 最大上行速率 384 kbps
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 <p>EDGE:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 支持 EDGE 多时隙等级 12 ● 支持 GMSK 和 8-PSK 的调制编码方式 ● 下行编码格式: MCS 1~9 ● 上行编码格式: MCS 1~9 ● 最大下行速率 236.8 kbps, 最大上行速率 236.8 kbps
网络协议特性	<ul style="list-style-type: none"> ● 支持 TCP/UDP/PPP/NITZ/FTP/HTTP/PING/CMUX/HTTPS/SSL/FILE/MMS*/SMTP*/SMTPS*协议 ● 支持 PPP 协议的 PAP 和 CHAP 认证
温度范围	<ul style="list-style-type: none"> ● 正常工作温度²: -35~ +75 °C ● 扩展工作温度³: -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 在此工作温度范围内, 模块的各项指标符合 3GPP 标准的要求。

³ 在此工作温度范围内, 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。

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
- 存储器
- 射频
- 外围接口

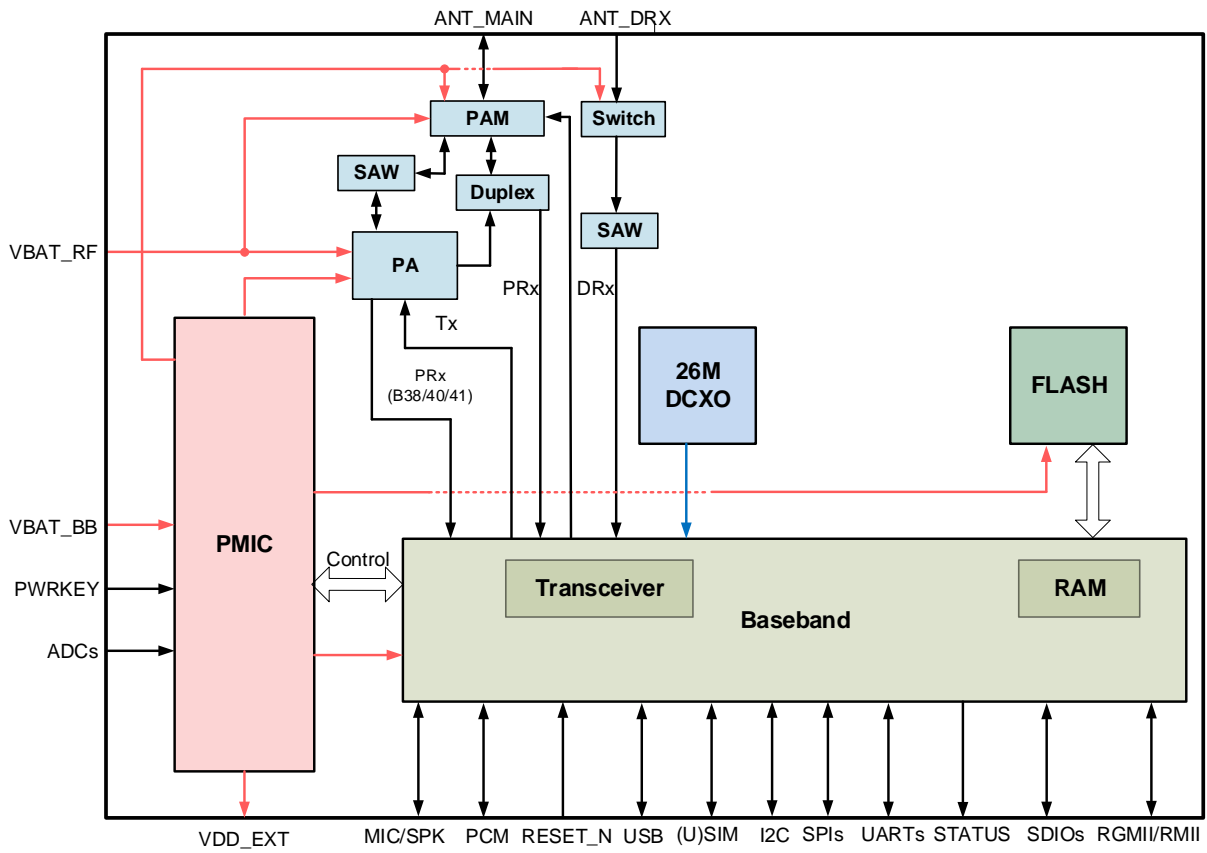


图 1：功能框图

2.4. 引脚分配图

下图为模块引脚分配图：

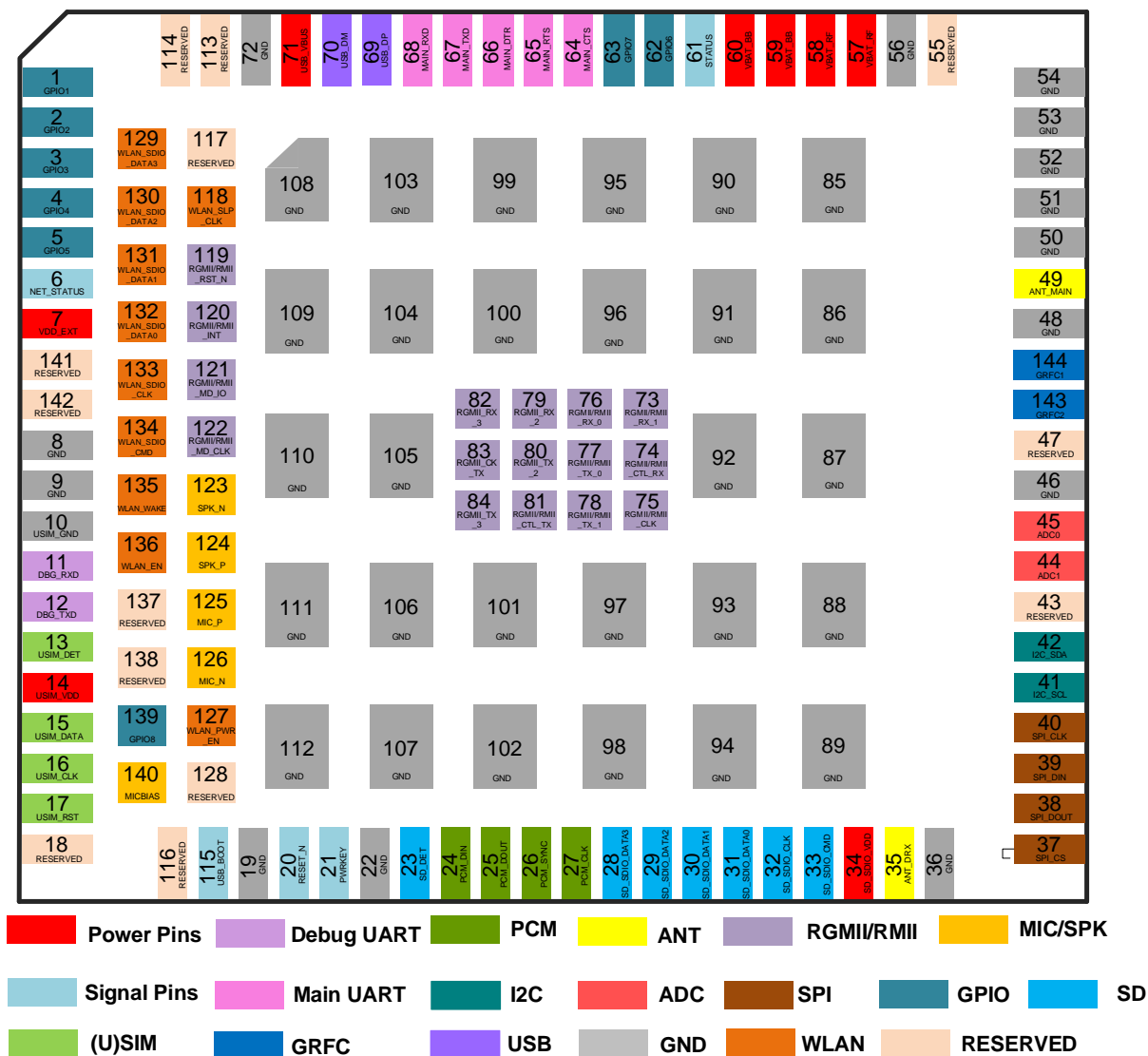


图 2：模块引脚分配（俯视图）

备注

1. USB_BOOT（引脚 115）和 RGMII/RMII_RST_N（引脚 119）在模块开机成功前禁止上拉到高电平。
2. RESERVED 引脚和不用了的引脚需要悬空，所有的 GND 引脚连接到地网络上。
3. 天线调谐控制接口（引脚 143、144）为可选功能。如需此功能，请联系移远通信技术支持。
4. EC200A-EL 不支持 RGMII 功能，引脚 79、80 和 82~84 定义为 RESERVED。

2.5. 引脚描述表

下表详细描述了模块的电源特性参数及引脚定义。

表 5: I/O 参数定义

类型	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 6: 模块引脚描述

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	Vmax = 4.5 V Vmin = 3.4 V Vnom = 3.8 V	外部电源必须能够提供至少 0.8 A ⁴ 的电流。建议预留测试点。
VBAT_RF	57、58	PI	模块射频电源		外部电源必须能够提供至少 2.0 A 的电流。建议预留测试

⁴ 如果使用支持 APT 功能的型号，则 VBAT_BB 需要提供至少 1.5 A 电流，详情请联系移远通信技术支持。

VDD_EXT	7	PO	外部电路 1.8 V 供电	Vnom = 1.8 V I _o max = 50 mA	点。 可为外部 GPIO 提供上拉电源。建议预留测试点。
GND	8、9、19、22、36、46、48、50~54、56、72、85~112				

开关机

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
PWRKEY	21	DI	模块开/关机	V _{IL} max = 0.5 V	VBAT 电压域。低电平有效。建议预留测试点。
RESET_N	20	DI	模块复位		1.8 V 电压域。开机后低电平有效。

状态指示接口

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
NET_STATUS	6	DO	网络状态指示	VDD_EXT	1.8 V 电压域。不用则悬空。
STATUS	61	OD	运行状态指示		需要外部上拉。不用则悬空。

USB 接口

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
USB_VBUS	71	AI	USB 连接检测	Vmax = 5.25 V Vmin = 3.0 V Vnom = 5.0 V	典型值 5.0 V。建议预留测试点。
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 (-)		符合 USB 2.0 规范。建议预留测试点。

(U)SIM 接口

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
USIM_GND	10		(U)SIM 卡专用地		连接(U)SIM 卡座的地引脚。
USIM_VDD	14	PO	(U)SIM 卡供电电源	低电压:	模块自动识别

				Vmin = 1.67 V Vnom = 1.8 V Vmax = 1.93 V	1.8 V 或 3.0 V (U)SIM 卡。
				高电压: Vmin = 2.7 V Vnom = 3.0 V Vmax = 3.3 V	
USIM_DATA	15	DIO	(U)SIM 卡数据		
USIM_CLK	16	DO	(U)SIM 卡时钟	USIM_VDD	
USIM_RST	17	DO	(U)SIM 卡复位		
USIM_DET	13	DI	(U)SIM 卡热插拔检测	VDD_EXT	1.8 V 电压域。不用则悬空。

模拟音频接口

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
MICBIAS	140	PO	麦克风偏置电压		
MIC_P	125	AI	麦克风输入通道 (+)		
MIC_N	126	AI	麦克风输入通道 (-)		
SPK_P	124	AO	模拟音频差分输出通道 (+)		
SPK_N	123	AO	模拟音频差分输出通道 (-)		

SD 接口

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
SD_SDIO_CLK	32	DO	SD 卡 SDIO 时钟		
SD_SDIO_CMD	33	DIO	SD 卡 SDIO 命令		
SD_SDIO_DATA0	31	DIO	SD 卡 SDIO 数据位 0	SD_SDIO_VDD	1.8/2.85 V 电压域。不用则悬空。
SD_SDIO_DATA1	30	DIO	SD 卡 SDIO 数据位 1		
SD_SDIO_DATA2	29	DIO	SD 卡 SDIO 数据位 2		
SD_SDIO_DATA3	28	DIO	SD 卡 SDIO 数据位 3		
SD_SDIO_VDD	34	PO	SD 卡 SDIO 电源	低电压: Vmin = 1.67 V Vnom = 1.8 V	

Vmax = 1.93 V

高电压：
Vmin = 2.7 V
Vnom = 2.85 V
Vmax = 3.05 V

SD_DET*	23	DI	SD 卡热插拔检测	VDD_EXT	1.8 V 电压域。 不用则悬空。
---------	----	----	-----------	---------	----------------------

主 UART

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	VDD_EXT	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		连接至 MCU 的 RTS。 1.8 V 电压域。 不用则悬空。
MAIN_RXD	68	DI	主 UART 接收		
MAIN_TXD	67	DO	主 UART 发送		1.8 V 电压域。 不用则悬空。
MAIN_DTR	66	DI	主 UART 数据终端就绪		

调试 UART

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
DBG_RXD	11	DI	调试 UART 接收	VDD_EXT	1.8 V 电压域。 不用则悬空。
DBG_TXD	12	DO	调试 UART 发送		

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（用于外部 codec）	VDD_EXT	需外部 1.8 V 上拉。 不用则悬空。
I2C_SDA	42	OD	I2C 串行数据（用于外部 codec）		

PCM 接口

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
PCM_SYNC	26	DIO	PCM 帧同步	VDD_EXT	1.8 V 电压域。

PCM_CLK	27	DIO	PCM 时钟	模块作为主设备时，该引脚为输出状态。 模块作为从设备*时，该引脚为输入状态。 不用则悬空。
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	

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		
WLAN_PWR_EN	127	DO	WLAN 电源使能控制		
WLAN_SDIO_DATA3	129	DIO	WLAN SDIO 数据位 3	VDD_EXT	1.8 V 电压域。 不用则悬空。
WLAN_SDIO_DATA2	130	DIO	WLAN SDIO 数据位 2		
WLAN_SDIO_DATA1	131	DIO	WLAN SDIO 数据位 1		
WLAN_SDIO_DATA0	132	DIO	WLAN SDIO 数据位 0		
WLAN_SDIO_CLK	133	DO	WLAN SDIO 时钟		
WLAN_SDIO_CMD	134	DIO	WLAN SDIO 命令		
WLAN_WAKE	135	DI	WLAN 唤醒模块		
WLAN_EN	136	DO	WLAN 使能控制		

RGMII/RMII 接口

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
RGMII/RMII_RX_1	73	DI	RGMII/RMII 数据接收 1	1.8 V RGMII/RMII: $V_{ILmin} = -0.3 V$ $V_{ILmax} = 0.54 V$ $V_{IHmin} = 1.26 V$ $V_{IHmax} = 2.0 V$ $V_{OLmax} = 0.2 V$ $V_{OHmin} = 1.6 V$	RGMII 1.8 V 电压域。 RMII 1.8/3.3 V 电压域。 不用则悬空。
RGMII/RMII_CTL_RX	74	DI	RGMII/RMII 接收控制		
RGMII/RMII_CLK	75	DI	RGMII/RMII 时钟		
RGMII/RMII_RX_0	76	DI	RGMII/RMII 数据接收 0		
RGMII/RMII_TX_0	77	DO	RGMII/RMII 数据发		

			送 0		3.3 V RMII: V _{ILmin} = -0.3 V V _{ILmax} = 0.8 V V _{IHmin} = 2.0 V V _{IHmax} = 3.6 V V _{OLmax} = 0.4 V V _{OHmin} = 2.4 V
RGMII/RMII_TX_1	78	DO	RGMII/RMII 数据发送 1		
RGMII_RX_2 ⁵	79	DI	RGMII 数据接收 2	VDD_EXT	
RGMII_TX_2 ⁵	80	DO	RGMII 数据发送 2		
RGMII/RMII_CTL_TX	81	DO	RGMII/RMII 发送控制		1.8 V RGMII/RMII: V _{OLmax} = 0.2 V V _{OHmin} = 1.6 V 3.3 V RMII: V _{OLmax} = 0.4 V V _{OHmin} = 2.4 V
RGMII_RX_3 ⁵	82	DI	RGMII 数据接收 3		
RGMII_CK_TX ⁵	83	DO	RGMII 发送时钟	VDD_EXT	
RGMII_TX_3 ⁵	84	DO	RGMII 数据发送 3		
RGMII/RMII_INT	120	DI	RGMII/RMII 中断		1.8 V RGMII/RMII:
RGMII/RMII_MD_IO	121	DIO	RGMII/RMII 管理数据输入输出		V _{ILmin} = -0.3 V V _{ILmax} = 0.54 V V _{IHmin} = 1.26 V V _{IHmax} = 2.0 V V _{OLmax} = 0.2 V V _{OHmin} = 1.6 V
RGMII/RMII_MD_CLK	122	DO	RGMII/RMII 管理数据时钟		3.3 V RMII: V _{ILmin} = -0.3 V V _{ILmax} = 0.8 V V _{IHmin} = 2.0 V V _{IHmax} = 3.6 V V _{OLmax} = 0.4 V V _{OHmin} = 2.4 V
RGMII/RMII_RST_N	119	DO	RGMII/RMII 复位外部 PHY	VDD_EXT	1.8 V 电压域。模块开机成功前禁止上拉到

⁵ EC200A-EL 不支持 RGMII 功能，引脚 79、80 和 82~84 定义为 RESERVED。

高电平。
不用则悬空。

射频天线接口

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
ANT_DRX	35	AI	分集天线接口		50 Ω 特性阻抗。
ANT_MAIN	49	AIO	主天线接口		

SPI

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
SPI_CLK	40	DIO	SPI 时钟		1.8 V 电压域。 模块作为主设备时，该引脚为输出状态。 模块作为从设备*时，该引脚为输入状态。 不用则悬空。
SPI_CS	37	DIO	SPI 片选	VDD_EXT	
SPI_DIN	39	DI	SPI 数据输入		1.8 V 电压域。 不用则悬空
SPI_DOUT	38	DO	SPI 数据输出		

ADC 接口

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
ADC0	45	AI	通用 ADC 接口	电压范围： 0 V~VBAT_BB	不用则悬空。
ADC1	44	AI			

其他接口

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
USB_BOOT	115	DI	强制模块进入紧急下载模式	VDD_EXT	1.8 V 电压域。 高电平有效。 建议预留测试点。
GRFC1	144	DO	天线调谐控制	VDD_EXT	1.8 V 电压域。 不用则悬空。
GRFC2	143	DO			

GPIO 引脚

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
-----	-----	-----	----	-------	----

GPIO1	1	DIO	通用输入/输出	VDD_EXT	1.8 V 电压域。 不用则悬空。
GPIO2	2	DIO	通用输入/输出		
GPIO3	3	DIO	通用输入/输出		
GPIO4	4	DIO	通用输入/输出		
GPIO5	5	DIO	通用输入/输出		
GPIO6	62	DIO	通用输入/输出		
GPIO7	63	DIO	通用输入/输出		
GPIO8	139	DIO	通用输入/输出		
预留引脚					
引脚名	引脚号			备注	
RESERVED	18、43、47、55、113~114、116~117、128、137~138、141、142			保持悬空。	

2.6. 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 工作特性

3.1. 工作模式

下表简要叙述了模块的不同工作模式。

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。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	AT+CFUN=0 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	AT+CFUN=4 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。
关机模式	此模式下，VBAT 供电不断开，软件停止工作。

备注

更多关于 AT 命令的信息，请参考文档 [2]。

3.2. 睡眠模式

在睡眠模式下，模块可将功耗降低到极低水平。

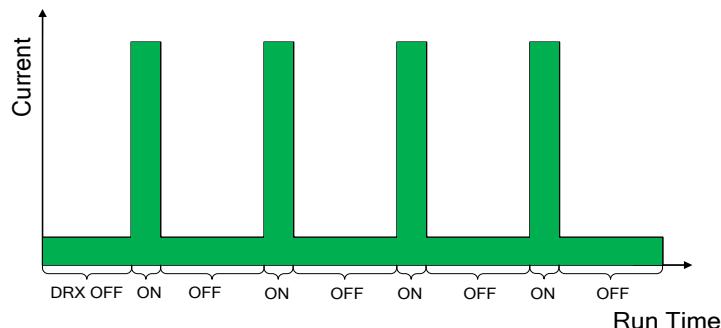


图 3: 睡眠模式下模块耗流示意图

备注

DRX 周期值由基站通过无线网络发送。

3.2.1. USB 应用（支持 USB 远程唤醒功能）

如果主机支持 USB 挂起/中断和远程唤醒功能，需同时满足如下 3 个条件使模块进入睡眠模式：

- 通过睡眠和唤醒相关的 API 使能睡眠功能。
- 确保模块中所有配置为中断唤醒功能的引脚电平处在非唤醒状态。
- 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：

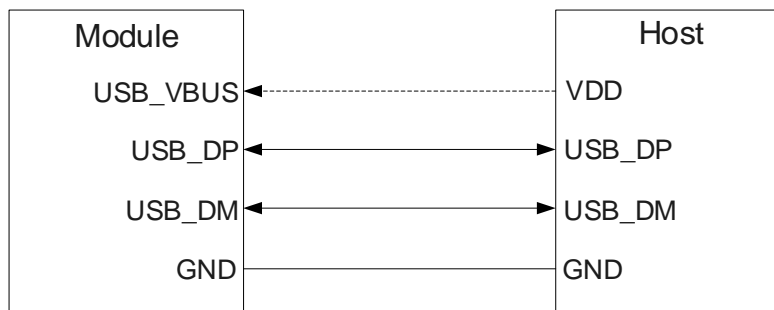


图 4: 带 USB 远程唤醒功能的睡眠应用

- 通过 USB 向模块发送数据将会唤醒模块。
- 当模块有 URC 上报时，模块会通过 USB 总线发送远程唤醒信号以唤醒主机。

3.2.2. USB 应用（不支持 USB 远程唤醒功能）

如果主机支持 USB 挂起/中断但不支持远程唤醒功能，需要由模块的 GPIO 唤醒主机。需同时满足如下 3 个条件使模块进入睡眠模式：

- 通过睡眠和唤醒相关的 API 使能睡眠功能。
- 确保模块中所有配置为中断唤醒功能的引脚电平处在非唤醒状态。
- 连接至模块 USB 接口的主机 USB 总线进入挂起状态。

主机和模块之间的连接参考下图：

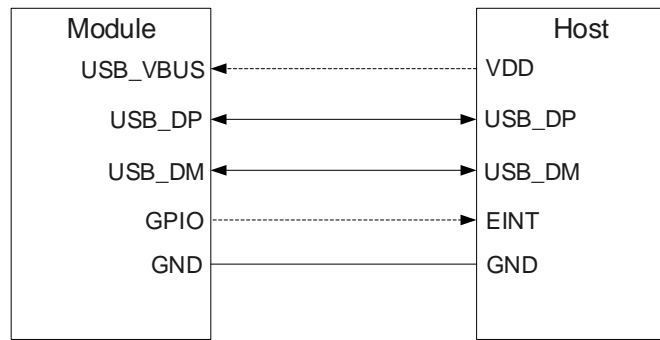


图 5：不支持 USB 远程唤醒功能的睡眠应用

- 通过 USB 向模块发送数据将会唤醒模块。
- 当模块有 URC 上报时，模块可通过 GPIO 发送信号唤醒主机。

3.2.3. USB 应用（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。需同时满足如下 3 个条件使模块进入睡眠模式：

- 通过睡眠和唤醒相关的 API 使能睡眠功能。
- 确保模块中所有配置为中断唤醒功能的引脚电平处在非唤醒状态。
- 断开 USB_VBUS 供电。

主机和模块之间的连接参考下图：

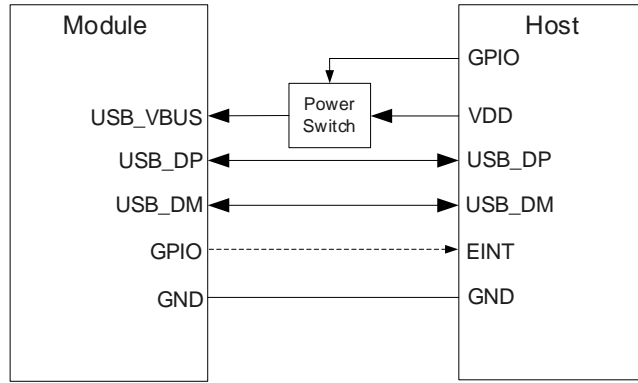


图 6：不支持 USB 挂起功能的睡眠应用

恢复 USB_VBUS 供电即可唤醒模块。

备注

1. 请注意模块和主机虚线连接信号的电平匹配问题。
2. 有关 API 函数，详情请参考文档 [3]。

3.3. 飞行模式

当模块进入飞行模式时，射频功能不可使用，且所有与射频相关的 AT 命令均不可访问。可通过以下方式使模块进入飞行模式：

通过发送 **AT+CFUN=<fun>** 命令使模块进入飞行模式。<fun>参数可以选择 0、1 或 4。

- **AT+CFUN=0**: 最小功能模式（关闭射频和(U)SIM 卡）
- **AT+CFUN=1**: 全功能模式（默认）
- **AT+CFUN=4**: 飞行模式（关闭射频功能）

备注

更多关于 AT 命令的信息，请参考文档 [2]。

3.4. 电源设计

3.4.1. 电源接口

模块有 4 个 VBAT 电源引脚用于连接外部电源。可分为两个电压域：

- 2 个 VBAT_RF 引脚用于给模块的射频供电。
- 2 个 VBAT_BB 引脚用于给模块的基带供电。

表 8：电源接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
VBAT_BB	59、60	PI	模块基带电源	外部电源必须能够提供至少 0.8 A ⁶ 电流。建议预留测试点。
VBAT_RF	57、58	PI	模块射频电源	外部电源必须能够提供至少 2.0 A 的电流。建议预留测试点。
VDD_EXT	7	PO	外部电路 1.8 V 供电	可为外部 GPIO 提供上拉电源。建议预留测试点。

3.4.2. 供电参考电路

电源设计对模块的性能至关重要。对于支持 GSM 频段的模块，选取的外部电源能够提供至少 2.8 A ⁷ 的电流能力。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。

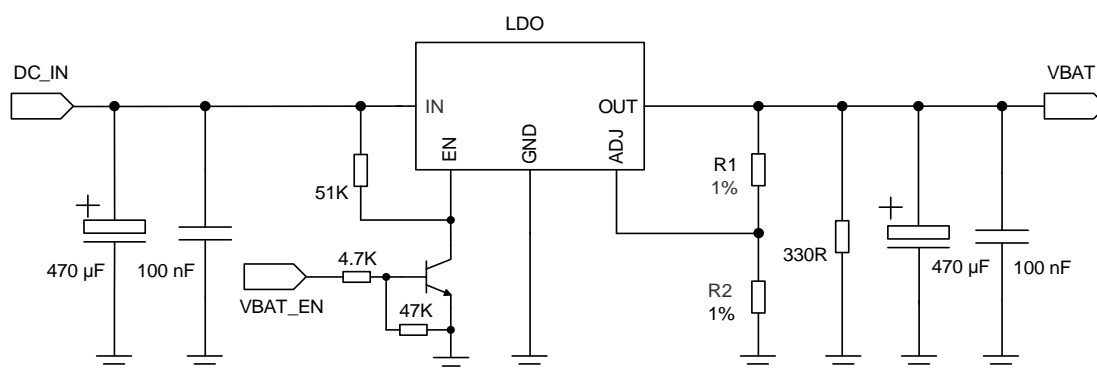


图 7：供电输入参考电路

⁶ 如果使用支持 APT 功能的型号，则 VBAT_BB 需要提供至少 1.5 A 电流，详情请联系移远通信技术支持。

⁷ 如果使用不支持 GSM 频段的型号，则在设计中选择至少能够提供 2.0 A 电流能力的电源即可。

备注

建议在电源处设计开关受控电路。

3.4.3. 电压稳定性要求

模块的供电范围为 3.4~4.5 V，需要确保输入电压不低于 3.4 V。

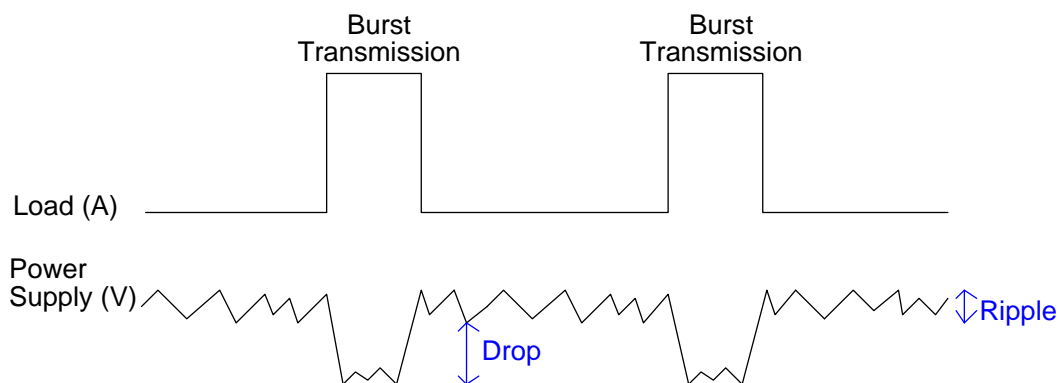


图 8：突发传输电源要求

为了减少电压跌落，需要使用低 ESR ($ESR \leq 0.7 \Omega$) 的 100 μF 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 1 mm，VBAT_RF 走线宽度应不小于 2 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：

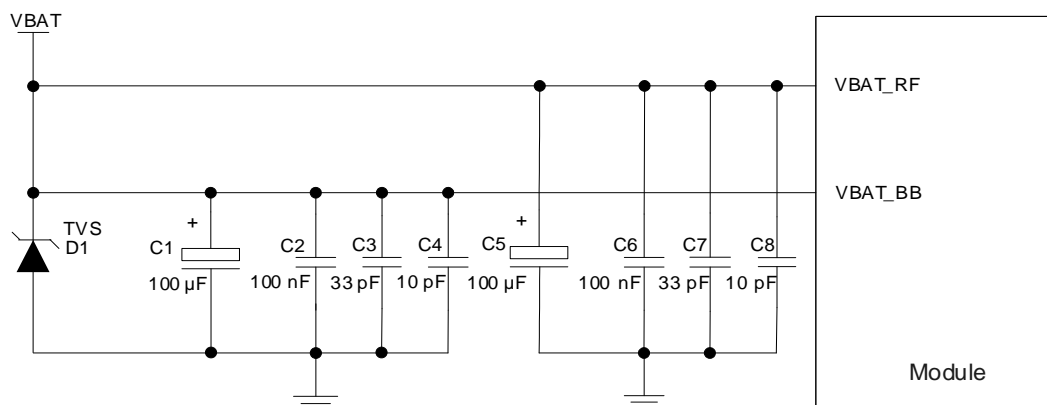


图 9：模块供电电路

3.5. 开机

3.5.1. PWRKEY 开机

表 9: PWRKEY 接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
PWRKEY	21	DI	模块开/关机	VBAT 电压域。 低电平有效。 建议预留测试点。

当模块处于关机模式时，可以通过拉低 PWRKEY 至少 650 ms 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：

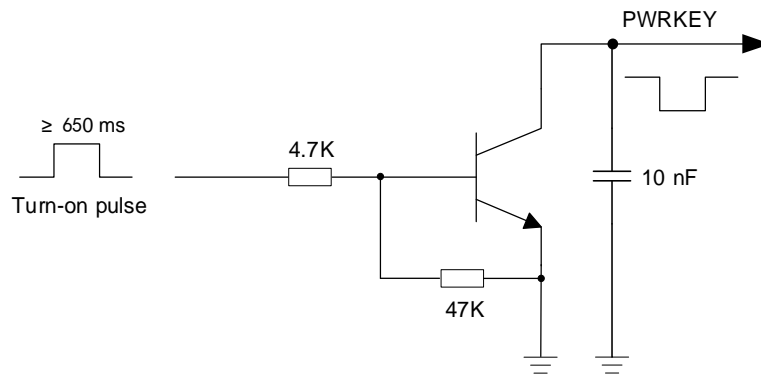


图 10: 开集驱动开机参考电路

另一种控制 PWRKEY 引脚的方式是直接通过一个按键开关；当按键按下时，手指可能会产生静电冲击，因此按键附近需放置一个 ESD 器件用于静电保护。参考电路如下：

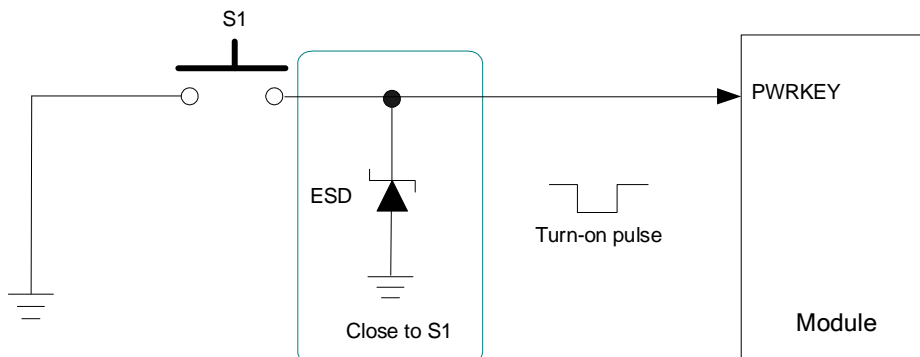


图 11: 按键开机参考电路

开机时序图如下所示：

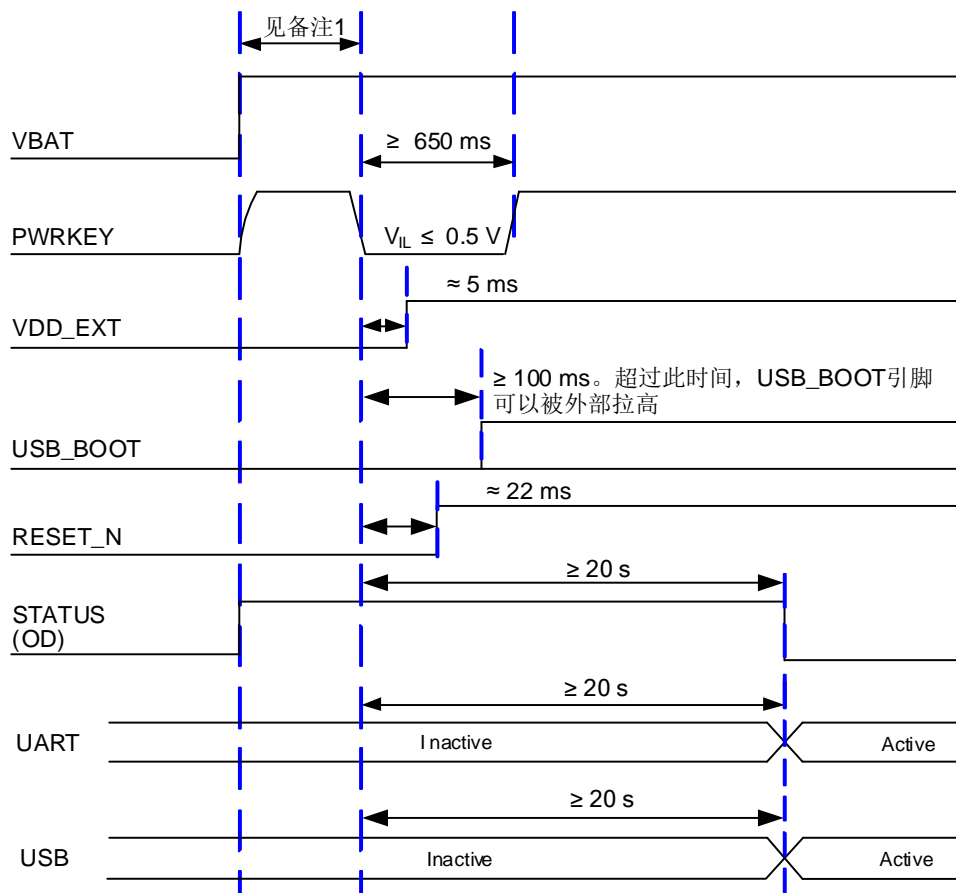


图 12: 开机时序图

备注

1. 在拉低 PWRKEY 引脚之前，需保证 VBAT 电压稳定。建议 VBAT 上电稳定至少 30 ms 后再拉低 PWRKEY 引脚。
2. 如果客户需要上电自动开机且不需要关机功能，则可以把 PWRKEY 直接下拉到地，下拉电阻建议 4.7 kΩ。

3.6. 关机

模块可通过以下的方式关机：

3.6.1. PWRKEY 关机

模块在开机状态下，拉低 PWRKEY 引脚至少 650 ms 后释放，模块将执行关机流程。关机时序见下图：

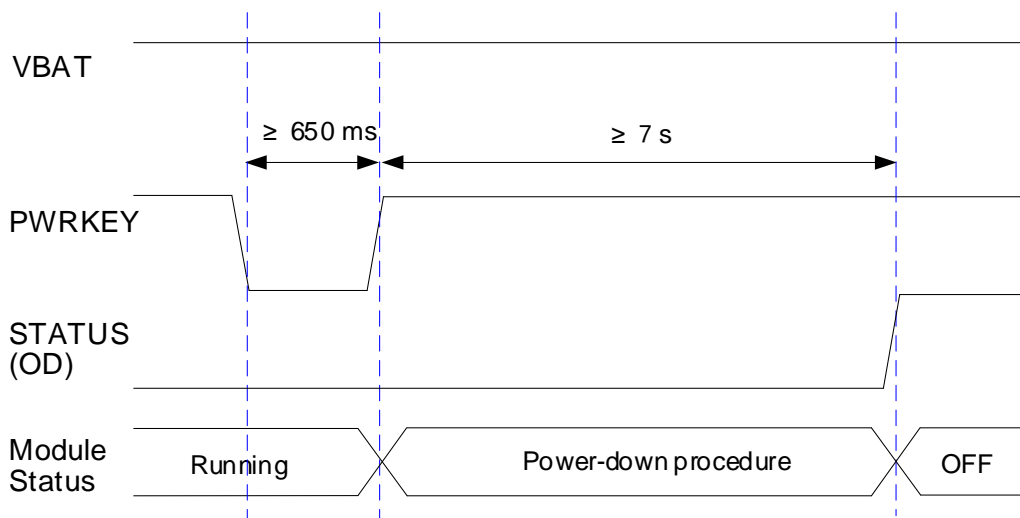


图 13: 关机时序图

3.6.2. AT 命令关机

AT+QPOWD 命令可被用来执行模块关机。此操作与拉低 PWRKEY 关机的时序和效果相同。

详情请参考文档 [2] 中的 AT+QPOWD 命令。

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 AT 命令关闭模块后，再断开电源。
2. 使用 AT 命令关机时，请确保在关机命令执行后 PWRKEY 一直处于高电平状态；否则模块完成关机后，会自动再次开机。

3.7. 复位

RESET_N 引脚用于使模块复位。拉低 RESET_N 引脚至少 300 ms 后释放可使模块复位。RESET_N 信号对于干扰比较敏感，因此建议模块接口走线应尽量短，且需包地处理。

表 10: 复位接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
RESET_N	20	DI	模块复位	1.8 V 电压域。 开机后低电平有效。

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。

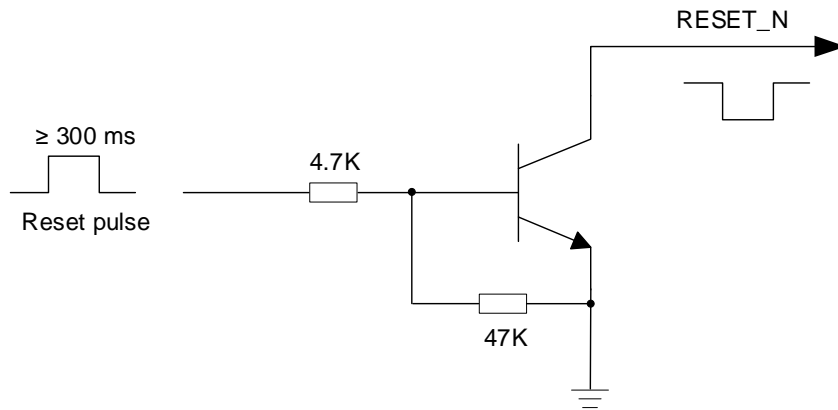


图 14: 开集驱动复位参考电路

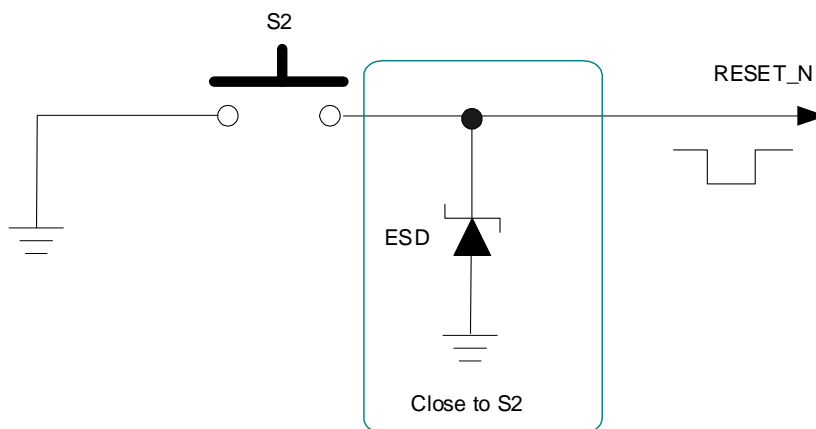


图 15: RESET_N 按键复位参考电路

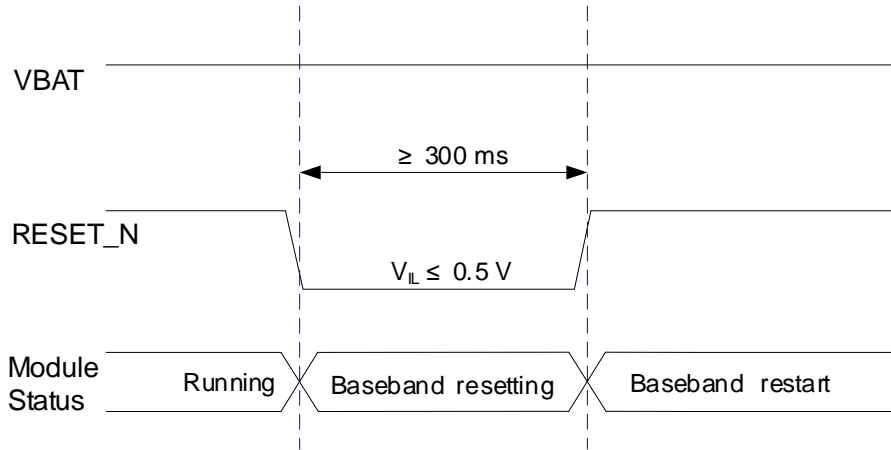


图 16: RESET_N 复位时序图

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. RESET_N 引脚仅复位模块内部基带芯片，不复位电源管理芯片。

4 应用接口

4.1. USB 接口

模块的 USB 接口符合 USB 2.0 规范，支持高速（480 Mbps）和全速（12 Mbps）模式。该接口支持 USB 从模式和主模式，可用于 AT 命令通信、数据传输、软件调试和固件升级。

表 11: USB 接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
USB_VBUS	71	AI	USB 连接检测	典型值 5.0 V。 建议预留测试点。
USB_DP	69	AIO	USB 2.0 差分数据 (+)	要求 90 Ω 差分阻抗。 符合 USB 2.0 规范。
USB_DM	70	AIO	USB 2.0 差分数据 (-)	建议预留测试点。

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

建议客户设计时预留测试点用于软件调试和固件升级，下图为 USB 接口参考设计：

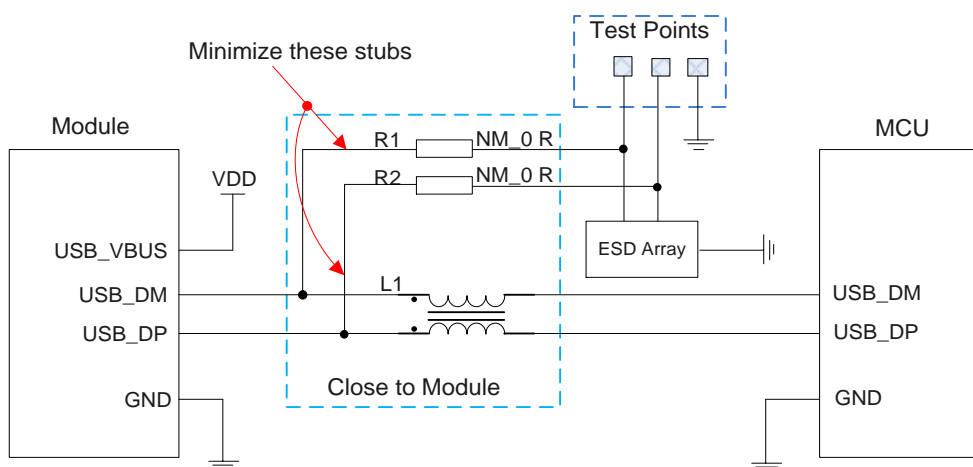


图 17: USB 接口参考设计

建议在 MCU 与模块之间串联一个共模电感 L1，抑制 EMI 干扰；同时，建议在模块与测试点之间串联 R1、R2 电阻便于调试，电阻默认不贴。为了满足 USB 数据线信号完整性要求，L1、R1、R2 应靠近模块放置，且电阻之间需要靠近放置。连接测试点的桩线尽量短。

在 USB 接口的电路设计中，为了确保 USB 的性能，在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。
- 不要在晶振、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。
- 注意 ESD 保护元件的结电容对 USB 数据线的影晌。一般情况下，USB 走线的电容值应小于 2 pF。
- 如果可能，在 USB_DP 和 USB_DM 线路上各保留 1 个 0 R 电阻。

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

备注

若需要用到 OTG 功能，可以将 GPIO8 引脚复用成 USB_ID 功能。有关引脚复用配置说明，详情请参考文档 [4]。

4.2. USB_BOOT 接口

模块支持 USB_BOOT 功能。如果在模块开机前将 USB_BOOT 上拉至 VDD_EXT，开机时模块将快速进入紧急下载模式。在此模式下，模块可通过 USB 接口升级软件，从而节省升级时间。

表 12: USB_BOOT 接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
USB_BOOT	115	DI	强制模块进入紧急下载模式	1.8 V 电压域。 高电平有效。 建议预留测试点。

USB_BOOT 接口参考设计如下：

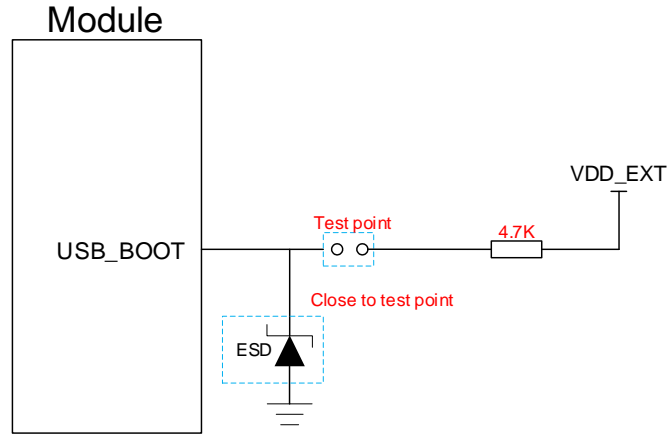


图 18: USB_BOOT 参考设计电路

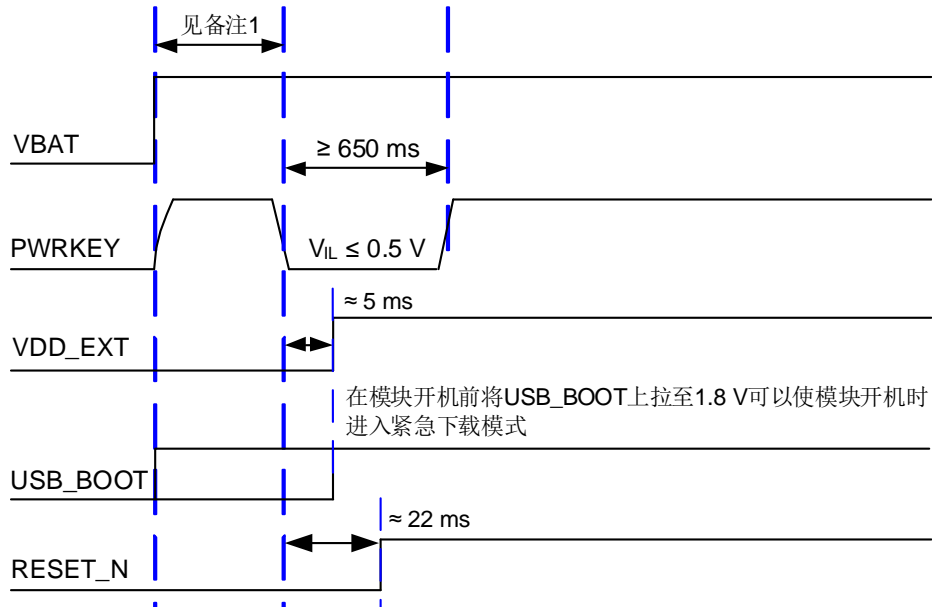


图 19: 进入紧急下载时序

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. 使用 MCU 控制模块进入紧急下载模式时按照如上时序图进行控制，在给模块 VBAT 上电前不建议上拉 USB_BOOT 到 1.8 V；手动紧急下载方式按照图 18 所示短接测试点即可。
3. 如果是正常开启模块，USB_BOOT 引脚在模块开机成功前禁止上拉到高电平。

4.3. (U)SIM 接口

模块提供一个(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 13: (U)SIM 接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
USIM_GND	10		(U)SIM 卡专用地	
USIM_VDD	14	PO	(U)SIM 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)SIM 卡数据	
USIM_CLK	16	DO	(U)SIM 卡时钟	
USIM_RST	17	DO	(U)SIM 卡复位	
USIM_DET	13	DI	(U)SIM 卡热插拔检测	1.8 V 电压域。 不用则悬空。

通过 USIM_DET 引脚，模块可支持(U)SIM 卡热插拔功能，并且支持低电平和高电平检测。该功能默认关闭，可以通过软件配置打开。详细信息请参考文档 [2] 中的 AT+QSIMDET 命令。

8-pin (U)SIM 接口参考电路如下：

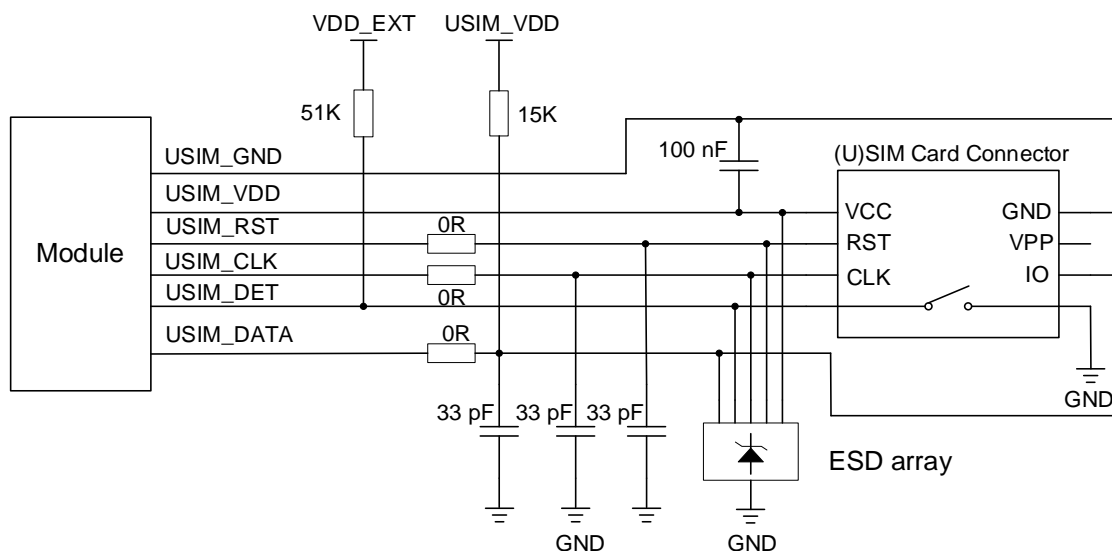


图 20: 8-pin (U)SIM 接口参考电路图

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

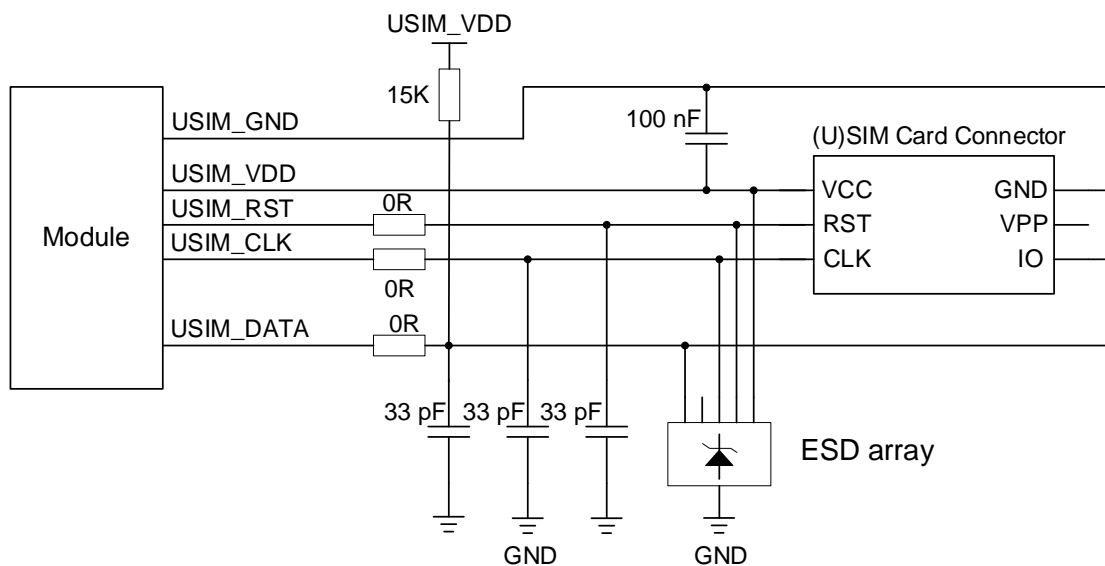


图 21： 6-pin (U)SIM 接口参考电路图

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，在电路设计中建议遵循以下原则：

- (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电源线。
- USIM_VDD 旁路电容最大不能超过 1 μ F。
- (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 也可以直接连接到客户 PCB 的 GND。
- 为防止 USIM_CLK 信号与 USIM_DATA 信号相互串扰，两者布线不能太靠近，并且在两条走线之间需增加地屏蔽。
- 为确保良好的 ESD 防护性能，建议(U)SIM 卡的引脚增加 ESD 防护器件；建议选择的 ESD 防护器件的寄生电容不大于 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，或者有比较近的干扰源的情况下，建议在靠近卡座位置增加上拉电阻。

4.4. PCM 和 I2C 接口

模块提供一个 PCM 接口和一个 I2C 接口，PCM 接口支持短帧模式：模块可做主设备或者从设备*。

模块在与 I2C 接口有关的应用中只能作为主设备且不支持多主机模式，符合 I2C 总线协议规范（100/400 kHz 模式）。

短帧模式下，数据在 PCM_CLK 下降沿采样，上升沿发送。PCM_SYNC 下降沿代表高有效位。PCM 接口支持 8 kHz PCM_SYNC 下 256 kHz、512 kHz、1024 kHz 和 2048 kHz PCM_CLK，以及 16 kHz PCM_SYNC 下 4096 kHz PCM_CLK。

模块支持 16 位线性编码格式。下图为短帧模式时序图(PCM_SYNC = 8 kHz、PCM_CLK = 2048 kHz)。

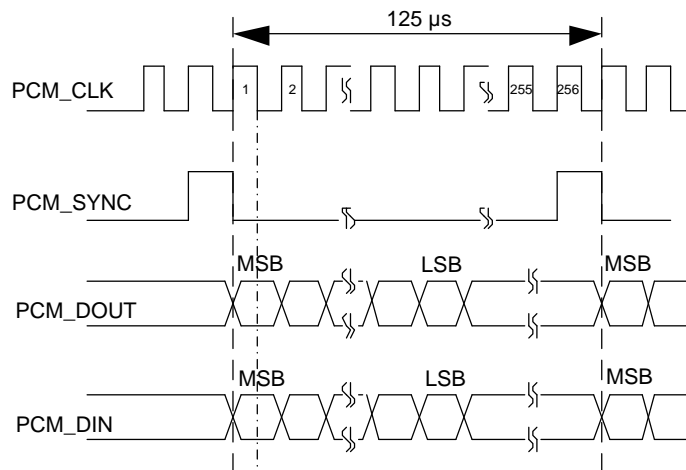


图 22: 短帧模式时序图

引脚定义如下：

表 14: PCM 接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
PCM_SYNC	26	DIO	PCM 帧同步	1.8 V 电压域。 模块作为主设备时，该引脚为输出状态。
PCM_CLK	27	DIO	PCM 时钟	模块作为从设备*时，该引脚为输入状态。 不用则悬空。
PCM_DIN	24	DI	PCM 数据输入	1.8 V 电压域。

PCM_DOUT	25	DO	PCM 数据输出	不用则悬空。
----------	----	----	----------	--------

表 15: 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 (用于外部 codec)	需外部 1.8 V 上拉。
I2C_SDA	42	OD	I2C 串行数据 (用于外部 codec)	不用则悬空。

可以通过软件配置时钟，默认配置为 PCM_CLK = 2048 kHz，PCM_SYNC = 8 kHz。

下图为带外部 codec 芯片的 PCM 和 I2C 接口的参考设计：

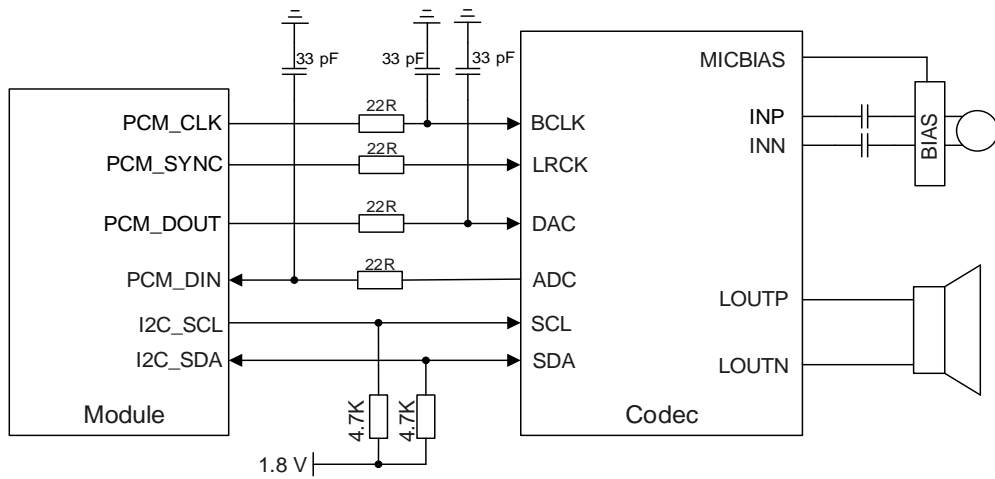


图 23: PCM 和 I2C 接口电路参考设计

备注

建议在 PCM 的信号线 (特别是 PCM_CLK) 上预留 RC (R = 22 Ω, C = 33 pF) 电路。

4.5. 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 16: 模拟音频接口引脚定义

通道	引脚名	引脚号	IO	描述
AIN	MICBIAS	140	PO	麦克风偏置电压
	MIC_P	125	AI	麦克风输入通道 (+)
	MIC_N	126		麦克风输入通道 (-)
AOUT	SPK_P	124	AO	模拟音频差分输出通道 (+)
	SPK_N	123		模拟音频差分输出通道 (-)

- AIN 通道是差分输入，用于麦克风输入。麦克风通常选用驻极体麦克风。
- AOUT 通道是差分输出，通常用于听筒。

4.5.1. 模拟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）的驻极体麦克风；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，需要咨询电容的供应商，选择最合适的容值来滤除工作时的高频噪声。

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。

4.5.2. 麦克风接口电路

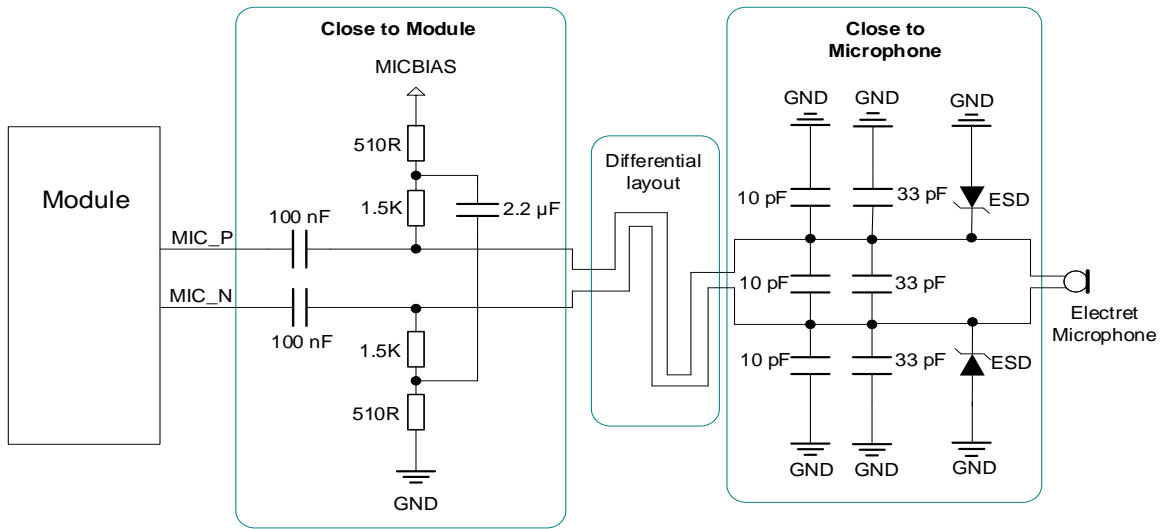


图 24: 麦克风接口参考电路

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。

4.5.3. 听筒接口电路

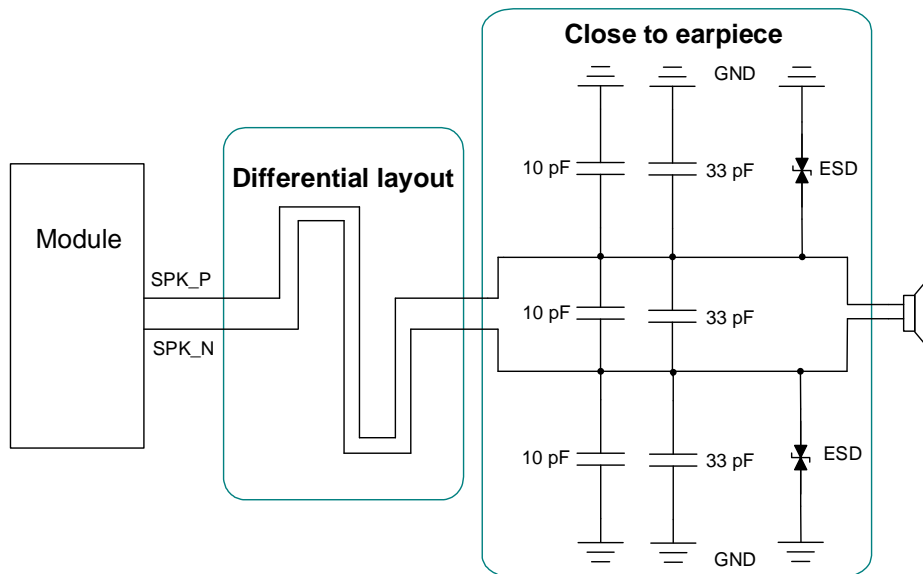


图 25: 听筒接口参考电路

4.6. UART 接口

模块有三个 UART 接口：主 UART、调试 UART 和 UART2。下面描述了这三个 UART 接口的主要特性。

- 主 UART 支持 4800 bps、9600 bps、19200 bps、38400 bps、57600 bps、115200 bps、230400 bps、460800 bps、921600 bps 波特率，默认波特率为 115200 bps，用于数据传输和 AT 命令通信。支持 RTS 和 CTS 硬件流控。
- 调试 UART 支持 115200 bps 波特率，用于部分日志输出。
- UART2 默认支持 115200 bps 波特率，支持 RTS 和 CTS 硬件流控。UART2 接口功能可通过复用 GPIO7、MAIN_DTR、PCM_SYNC、PCM_CLK、PCM_DOUT、PCM_DIN 来实现，详情请参考文档 [4]。

接口引脚定义如下表：

表 17：主 UART 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。 1.8 V 电压域。 不用则悬空。
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_RXD	68	DI	主 UART 接收	
MAIN_TXD	67	DO	主 UART 发送	1.8 V 电压域。 不用则悬空。
MAIN_DTR	66	DI	主 UART 数据终端就绪	

表 18：调试 UART 口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
DBG_RXD	11	DI	调试 UART 接收	1.8 V 电压域。
DBG_TXD	12	DO	调试 UART 发送	不用则悬空。

模块的 UART 接口电平为 1.8 V。若 MCU 电平为 3.3 V，则需在模块 MCU 的 UART 接口连接中增加电平转换器。下图为使用电平转换芯片的参考电路设计。

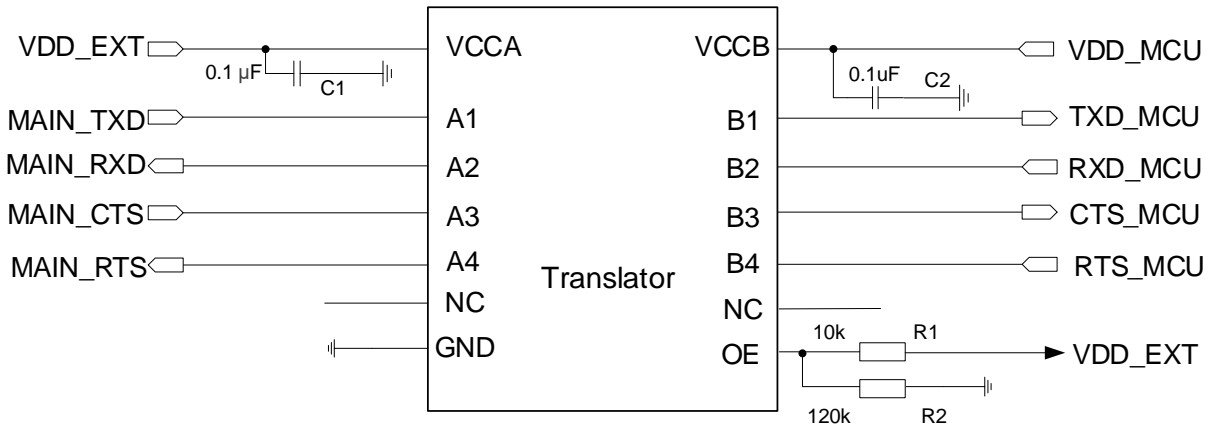


图 26: 电平转换芯片参考电路

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。

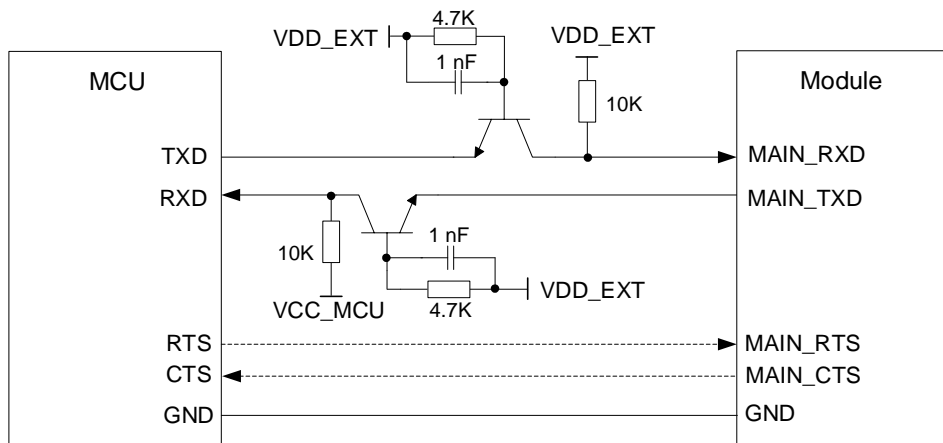


图 27: 三极管电平转换参考电路

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 引脚采用直连方式，并注意输入输出方向。

4.7. SD 卡接口

模块提供一个支持 SD 3.0 协议的 SD 卡应用接口。

表 19: SD 卡应用接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
SD_SDIO_CLK	32	DO	SD 卡 SDIO 时钟	
SD_SDIO_CMD	33	DIO	SD 卡 SDIO 命令	
SD_SDIO_DATA0	31	DIO	SD 卡 SDIO 数据位 0	
SD_SDIO_DATA1	30	DIO	SD 卡 SDIO 数据位 1	1.8/2.85 V 电压域。 不用则悬空。
SD_SDIO_DATA2	29	DIO	SD 卡 SDIO 数据位 2	
SD_SDIO_DATA3	28	DIO	SD 卡 SDIO 数据位 3	
SD_SDIO_VDD	34	PO	SD 卡 SDIO 电源	
SD_DET*	23	DI	SD 卡热插拔检测	1.8 V 电压域。 不用则悬空。

模块的 SD 卡接口参考设计如下图所示。

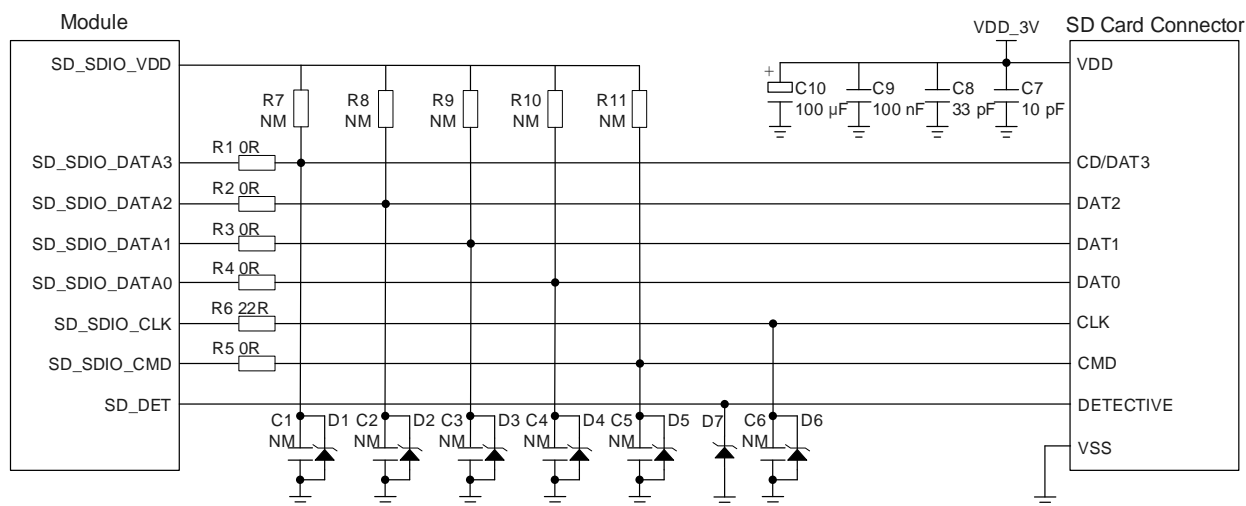


图 28: SD 卡接口电路参考设计

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，在电路设计中建议遵循以下原则：

- SD 卡电源 VDD_3V 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 SD_SDIO_VDD 的最大输出电流为 50 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 信号线预留上拉电阻 R7~R11，阻值范围为 10~100 kΩ，默认不贴。上拉电源必须选择模块 SD_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，SD_SDIO_CLK 上串接 15~24 Ω 电阻，从模块 SD_SDIO_CLK 引脚到电阻之间走线距离小于 5 mm；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。
- 为了确保良好的 ESD 性能，建议在 SD 卡引脚增加寄生电容小于 8 pF 的 ESD 器件。
- SDIO 信号线需要立体包地，阻抗控制在 50 Ω ±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。
- SD_SDIO_CLK、SD_SDIO_DATA[0:3]和 SD_SDIO_CMD 都需做等长处理（相差小于 1 mm），总长度需小于 50 mm。
- SDIO 信号线与其他信号线之间的间距需大于 2 倍线宽，并且确保总线负载小于 15 pF。

4.8. WLAN_SDIO 接口

模块提供一路低功耗的 SDIO 3.0 WLAN 应用接口和一路控制接口。

表 20: WLAN 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	
WLAN_PWR_EN	127	DO	WLAN 电源使能控制	
WLAN_SDIO_DATA3	129	DIO	WLAN SDIO 数据位 3	
WLAN_SDIO_DATA2	130	DIO	WLAN SDIO 数据位 2	
WLAN_SDIO_DATA1	131	DIO	WLAN SDIO 数据位 1	1.8 V 电压域。 不用则悬空。
WLAN_SDIO_DATA0	132	DIO	WLAN SDIO 数据位 0	
WLAN_SDIO_CLK	133	DO	WLAN SDIO 时钟	
WLAN_SDIO_CMD	134	DIO	WLAN SDIO 命令	
WLAN_WAKE	135	DI	WLAN 唤醒模块	
WLAN_EN	136	DO	WLAN 使能控制	

在 WLAN_SDIO 接口的电路设计中，为了确保良好性能和可靠性，在电路设计中建议遵循以下原则：

- 为了避免总线抖动，需要在 SDIO 信号线预留上拉电阻，阻值范围为 10~100 kΩ，默认不贴。上拉电源建议选择模块 VDD_EXT。
- SDIO 信号线需要立体包地，阻抗控制在 $50 \Omega \pm 10\%$ 。
- 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_SDIO_CLK、WLAN_SDIO_DATA[0:3]和 WLAN_SDIO_CMD 都需做等长处理（相差小于 1 mm），总长度需小于 50 mm。
- 为了调节信号质量，WLAN_SDIO_CLK 信号线上需要靠近模块串接 15~24 Ω 电阻，从模块 WLAN_SDIO_CLK 引脚到电阻之间走线距离需小于 5 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。

4.9. ADC 接口

模块支持两路通用模数转换接口。为了提高 ADC 电压测量的准确度，建议在 ADC 布线时进行包地处理。

表 21：ADC 接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
ADC0	45	AI	通用 ADC 接口	不用则悬空。
ADC1	44	AI		

使用 ADC 相关的 API 可以读取 ADC 的电压值。详情请参考文档 [5]。

ADC 接口的分辨率最高可达 12 位。下表描述了 ADC 接口的特性。

表 22：ADC 特性

名称	最小值	典型值	最大值	单位
ADC0 电压范围	0	-	VBAT_BB	V
ADC1 电压范围	0	-	VBAT_BB	V
ADC 分辨率	-	12	-	位

备注

1. 每个 ADC 引脚输入电压不能超过其各自相应的电压范围。
2. 在模块 VBAT 不供电的情况下，ADC 接口不能直接接入任何输入电压。
3. 若 ADC 引脚采用分压电路输入，分压电阻不超过 100 kΩ。

4.10. SPI

模块支持三路 SPI，支持主模式和从模式*，最大时钟频率为 52 MHz。其中默认开放一路，其余两路 SPI 需要从其他功能引脚复用而来，详情请参考文档 [4]。

表 23: SPI 引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
SPI_CLK	40	DIO	SPI 时钟	1.8 V 电压域。 模块作为主设备时，该引脚为输出状态。
SPI_CS	37	DIO	SPI 片选	模块作为从设备*时，该引脚为输入状态。 不用则悬空。
SPI_DIN	39	DI	SPI 数据输入	1.8 V 电压域。
SPI_DOUT	38	DO	SPI 数据输出	不用则悬空。

参考使用接线电路图：

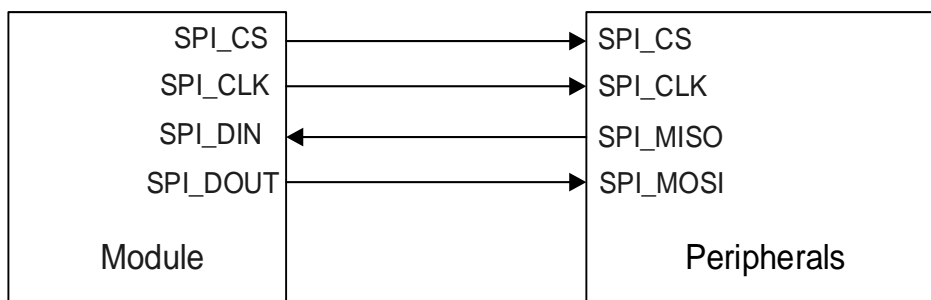


图 29: SPI 电路参考设计（模块作为主设备）

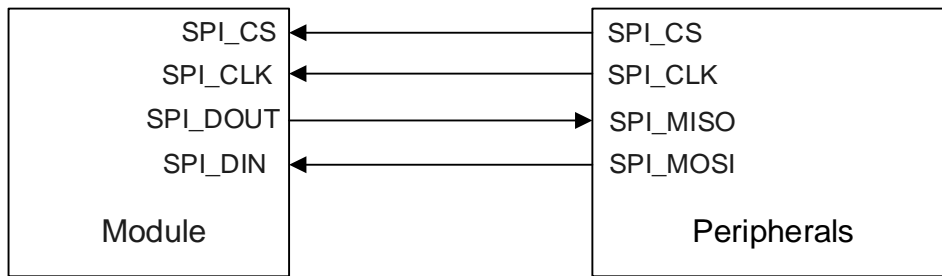


图 30: SPI 电路参考设计 (模块作为从设备*)

4.11. RGMII/RMII 接口

模块提供一个 RGMII/RMII 接口，可用于连接百兆和千兆 PHY 芯片。

表 24: RGMII/RMII 引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
RGMII/RMII_RX_1	73	DI	RGMII/RMII 数据接收 1	
RGMII/RMII_CTL_RX	74	DI	RGMII/RMII 接收控制	
RGMII/RMII_CLK	75	DI	RGMII/RMII 时钟	
RGMII/RMII_RX_0	76	DI	RGMII/RMII 数据接收 0	
RGMII/RMII_TX_0	77	DO	RGMII/RMII 数据发送 0	
RGMII/RMII_TX_1	78	DO	RGMII/RMII 数据发送 1	
RGMII_RX_2	79	DI	RGMII 数据接收 2	RGMII 1.8 V 电压域。 RMII 1.8/3.3 V 电压域。 不用则悬空。
RGMII_TX_2	80	DO	RGMII 数据发送 2	
RGMII/RMII_CTL_TX	81	DO	RGMII/RMII 发送控制	
RGMII_RX_3	82	DI	RGMII 数据接收 3	
RGMII_CK_TX	83	DO	RGMII 发送时钟	
RGMII_TX_3	84	DO	RGMII 数据发送 3	
RGMII/RMII_INT	120	DI	RGMII/RMII 中断	
RGMII/RMII_MD_IO	121	DIO	RGMII/RMII 管理数据输入输出	

RGMII/RMII_MD_CLK	122	DO	RGMII/RMII 管理数据时钟	
RGMII/RMII_RST_N	119	DO	RGMII/RMII 复位外部 PHY	1.8 V 电压域。 模块开机成功前禁止上拉到高电平。 不用则悬空。

下图为 RMII 与百兆 PHY 芯片（电压域为 3.3 V）的连接框图，此处 RMII 电压域默认为 3.3 V。

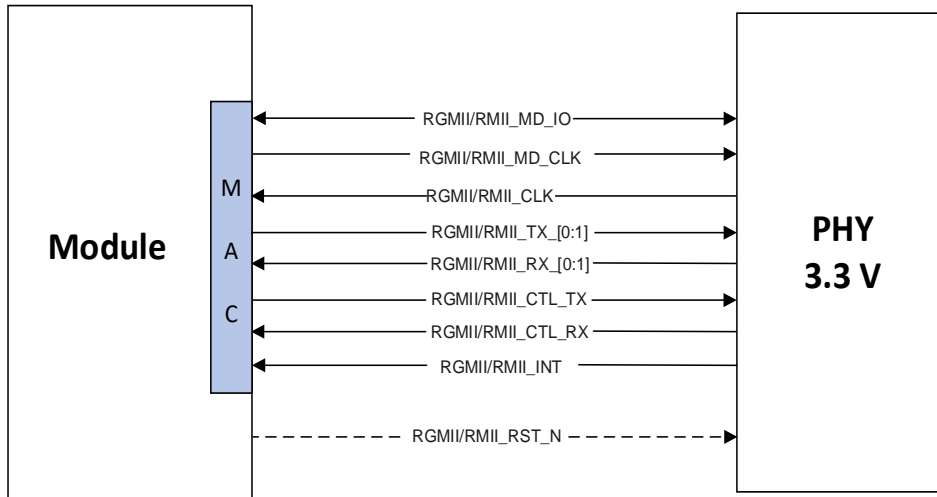


图 31: RMII 连接百兆 PHY 电路框图

下图为 RGMII 与千兆 PHY 芯片（电压域为 1.8 V）的连接框图，此处 RGMII 电压默认为 1.8 V。

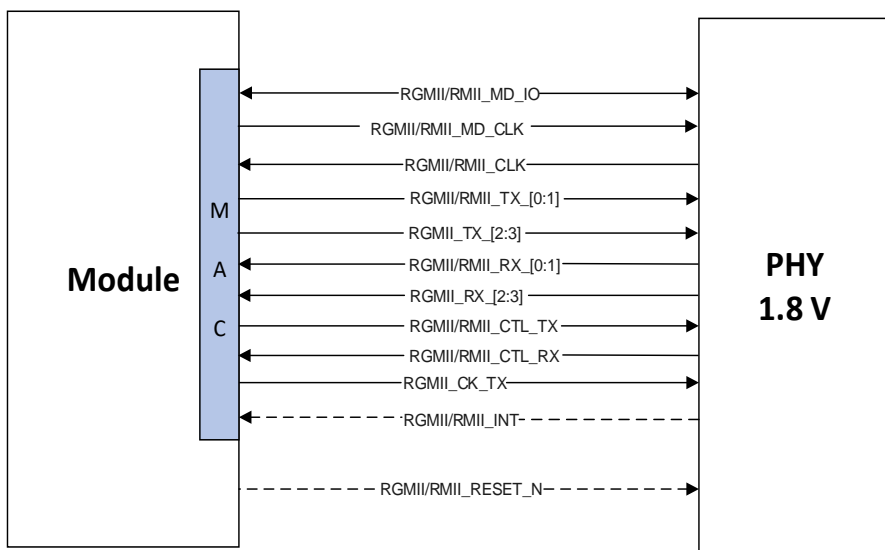


图 32: RGMII 连接千兆 PHY 电路框图

为确保性能，RGMII/RMII 接口的电路设计应遵循以下原则：

- RGMII/RMII 接口的数据和控制信号需要远离 VBAT 电源线、晶体、振荡器、磁性装置，敏感信号如射频信号、模拟信号，以及由时钟、DC-DC 等产生的噪声信号。
- RGMII 数据线的阻抗需控制在单端 $50\ \Omega \pm 10\%$ 内。
- RGMII/RMII_TX_[0:1]、RGMII_TX_[2:3]、RGMII/RMII_CTL_TX、RGMII_CK_TX 的长度差不能超过 0.25 mm 且信号线之间的走线间距需要大于 2 倍线宽，RGMII/RMII_RX_[0:1]、RGMII_RX_[2:3]、RGMII/RMII_CTL_RX、RGMII/RMII_CLK 的长度差不能超过 0.25 mm 且信号线之间的走线间距需要大于 2 倍线宽。
- Tx 信号与 Rx 信号的走线间距需大于 2.5 倍线宽。
- Tx 信号、Rx 信号与其他信号的走线间距需大于 3 倍线宽。

备注

1. EC200A-EL 不支持 RGMII 功能，引脚 79、80 和 82~84 定义为 RESERVED。
2. 模块引脚 119 作为复用功能连接 PHY 芯片，需要注意上电开机不能上拉到电源，也可以用其他 GPIO 功能作为 RGMII/RMII_RST_N 来复位 PHY 芯片。
3. 请注意虚线连接信号的电平匹配问题。
4. 若只使用 RMII 接口，则 RGMII/RMII_TX_[0:1]、RGMII/RMII_CTL_TX 之间长度差需要小于 2 mm，RGMII/RMII_RX_[0:1]、RGMII/RMII_CTL_RX、RGMII/RMII_CLK 之间长度差需要小于 2 mm。

4.12. 指示信号

指示信号接口如下表所示：

表 25：指示信号接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
NET_STATUS	6	DO	网络状态指示	1.8 V 电压域。不用则悬空。
STATUS	61	OD	运行状态指示	1.8 V 电压域。需要外部上拉。不用则悬空。

4.12.1. 网络状态指示

NET_STATUS 为模块网络状态指示引脚，主要用于驱动网络状态指示 LED 灯。

表 26: 网络指示引脚的工作状态

引脚名	引脚电平状态	描述
NET_STATUS	慢闪 (200 ms 高/1800 ms 低)	找网状态
	慢闪 (1800 ms 高/200 ms 低)	待机状态
	快闪 (125 ms 高/125 ms 低)	数据传输模式
	高电平	通话中

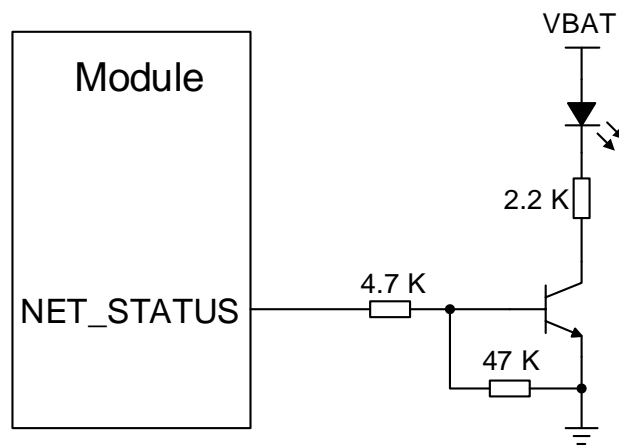


图 33: 网络指示参考电路

4.12.2. STATUS

STATUS 用于指示模块的运行状态，为开漏输出引脚。该引脚可连接到带上拉的 GPIO 或如下右图所示的 LED 指示电路。当模块正常开机时，STATUS 输出低电平；否则，STATUS 为高阻抗状态。

下图为两种不同的 STATUS 参考电路设计，可根据应用需求选择其中任意一种。

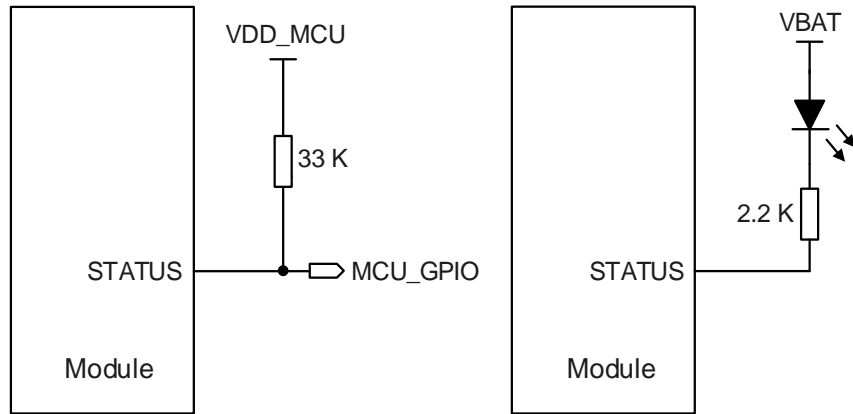


图 34: STATUS 参考电路

备注

模块在 VBAT 不供电的情况下，STATUS 不能作为关机状态指示。

5 射频特性

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性能测试。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。

5.1. 蜂窝网络

5.1.1. 天线接口和工作频段

模块的蜂窝网络天线接口引脚定义如下表：

表 27：蜂窝网络天线接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
ANT_DRX	35	AI	分集天线接口	50 Ω 特性阻抗。
ANT_MAIN	49	AIO	主天线接口	

表 28：EC200A-CN 工作频段

工作频段	发送 (MHz)	接收 (MHz)
EGSM900	880~915	925~960
DCS1800	1710~1785	1805~1880
WCDMA B1	1920~1980	2110~2170
WCDMA B5	824~849	869~894
WCDMA B8	880~915	925~960
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 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

表 29: EC200A-AU 工作频段

工作频段	发送 (MHz)	接收 (MHz)
GSM850	824~849	869~894
EGSM900	880~915	925~960
DCS1800	1710~1785	1805~1880
PCS1900	1850~1910	1930~1990
WCDMA B1	1920~1980	2110~2170
WCDMA B2	1850~1910	1930~1990
WCDMA B4	1710~1755	2110~2155
WCDMA B5	824~849	869~894
WCDMA B8	880~915	925~960
LTE-FDD B1	1920~1980	2110~2170
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
LTE-TDD B40	2300~2400	2300~2400

表 30: EC200A-EU 工作频段

工作频段	发送 (MHz)	接收 (MHz)
EGSM900	880~915	925~960
DCS1800	1710~1785	1805~1880
WCDMA B1	1920~1980	2110~2170
WCDMA B5	824~849	869~894
WCDMA B8	880~915	925~960
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

表 31: EC200A-EL 工作频段

工作频段	发送 (MHz)	接收 (MHz)
WCDMA B1	1920~1980	2110~2170
WCDMA B5	824~849	869~894

WCDMA B8	880~915	925~960
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

B41 仅支持 140 MHz 带宽（2535~2675 MHz）。

5.1.2. 发射功率

模块射频发射功率如下表所示：

表 32：模块射频发射功率

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
GSM850 (8-PSK)	27 dBm \pm 3 dB	5 dBm \pm 5 dB
EGSM900 (8-PSK)	27 dBm \pm 3 dB	5 dBm \pm 5 dB

DCS1800 (8-PSK)	26 dBm ±3 dB	0 dBm ±5 dB
PCS1900 (8-PSK)	26 dBm ±3 dB	0 dBm ±5 dB
WCDMA	23 dBm ±2 dB	< -49 dBm
LTE-FDD	23 dBm ±2 dB	< -39 dBm
LTE-TDD	23 dBm ±2 dB	< -39 dBm

备注

在 GPRS 网络 4 时隙发送模式下，最大输出功率将减小 4.0 dB。该设计符合 3GPP TS 51.010-1 第 13.16 章所述规范。

5.1.3. 接收灵敏度

模块射频接收灵敏度如下表所示：

表 33: EC200A-CN 射频接收灵敏度（单位：dBm）

频段	接收灵敏度（典型值）			3GPP 要求 （主集 + 分集）
	主集	分集	主集 + 分集	
EGSM900	-109	-	-	-102.4
DCS1800	-107	-	-	-102.4
WCDMA B1	-109.4	-	-	-106.7
WCDMA B5	-109.7	-	-	-104.7
WCDMA B8	-110.2	-	-	-103.7
LTE-FDD B1	-97.2	-97.5	-100.4	-96.3
LTE-FDD B3	-96.5	-97.2	-99.9	-93.3
LTE-FDD B5	-98.1	-99	-101.6	-94.3
LTE-FDD B8	-98	-98.8	-101.4	-93.3
LTE-TDD B34	-96.3	-97.6	-100	-96.3
LTE-TDD B38	-97	-96.8	-99.9	-96.3

LTE-TDD B39	-97.2	-97	-100.1	-96.3
LTE-TDD B40	-97.4	-98	-100.7	-96.3
LTE-TDD B41	-96	-96	-99	-94.3

表 34: EC200A-AU 射频接收灵敏度 (单位: dBm)

频段	接收灵敏度 (典型值)			3GPP 要求 (主集 + 分集)
	主集	分集	主集 + 分集	
GSM850	-109.3	-	-	-102.4
EGSM900	-108.2	-	-	-102.4
DCS1800	-106.8	-	-	-102.4
PCS1900	-107	-	-	-102.4
WCDMA B1	-109.2	-	-	-106.7
WCDMA B2	-107.7	-	-	-104.7
WCDMA B4	-109.2	-	-	-106.7
WCDMA B5	-110.7	-	-	-104.7
WCDMA B8	-110.2	-	-	-103.7
LTE-FDD B1	-97.2	-97.5	-100.4	-96.3
LTE FDD B2	-96.1	-97.8	-100	-94.3
LTE-FDD B3	-96.5	-97.2	-99.9	-93.3
LTE FDD B4	-96.6	-97.4	-100	-96.3
LTE-FDD B5	-98.2	-99	-101.6	-94.3
LTE-FDD B7	-95.6	-96.7	-99.2	-94.3
LTE-FDD B8	-98	-98.8	-101.4	-93.3
LTE-FDD B28	-98.5	-99.3	-101.9	-94.8
LTE-FDD B66	-95.5	-97.7	-99.7	-95.8
LTE-TDD B40	-96.9	-98.5	-100.8	-96.3

表 35: EC200A-EU 射频接收灵敏度 (单位: dBm)

频段	接收灵敏度 (典型值)			3GPP 要求 (主集 + 分集)
	主集	分集	主集 + 分集	
EGSM900	-108.7	-	-	-102.4
DCS1800	-107	-	-	-102.4
WCDMA B1	-109.7	-	-	-106.7
WCDMA B5	-111	-	-	-104.7
WCDMA B8	-110.5	-	-	-103.7
LTE-FDD B1	-97.2	-97.5	-100.4	-96.3
LTE-FDD B3	-96.5	-97.2	-99.9	-93.3
LTE-FDD B5	-98.2	-99	-101.6	-94.3
LTE-FDD B7	-95.6	-96.7	-99.2	-94.3
LTE-FDD B8	-98	-98.8	-101.4	-93.3
LTE-FDD B20	-97.4	-98.7	-101.1	-93.3
LTE-FDD B28	-98.5	-99.5	-102	-94.8
LTE-TDD B38	-96.7	-97	-99.9	-96.3
LTE-TDD B40	-97.4	-98.6	-101.1	-96.3
LTE-TDD B41	-96	-96	-99	-94.3

表 36: EC200A-EL 射频接收灵敏度 (单位: dBm)

频段	接收灵敏度 (典型值)			3GPP 要求 (主集 + 分集)
	主集	分集	主集 + 分集	
WCDMA B1	-109.6	-	-	-106.7
WCDMA B5	-109.7	-	-	-104.7
WCDMA B8	-110	-	-	-103.7
LTE-FDD B1	-98.1	-98.9	-101.5	-96.3

LTE-FDD B3	-97.7	-96.8	-100.3	-93.3
LTE-FDD B5	-98.0	-98.1	-101.0	-94.3
LTE-FDD B7	-97.8	-96.8	-100.3	-94.3
LTE-FDD B8	-99.2	-99.3	-102.2	-93.3
LTE-FDD B20	-98.8	-97.6	-101.2	-93.3
LTE-FDD B28	-100.1	-98.8	-102.5	-94.8
LTE-TDD B38	-97.6	-97.5	-100.5	-96.3
LTE-TDD B40	-98.1	-97.8	-100.9	-96.3
LTE-TDD B41	-98.3	-96.7	-100.5	-94.3

5.1.4. 参考设计

模块提供两路射频天线接口用于天线连接。

为获取最佳的射频性能，需预留 π 型匹配电路；匹配元件如 C1/R1/C2、C3/R2/C4 应尽量靠近天线放置；电容默认不贴。

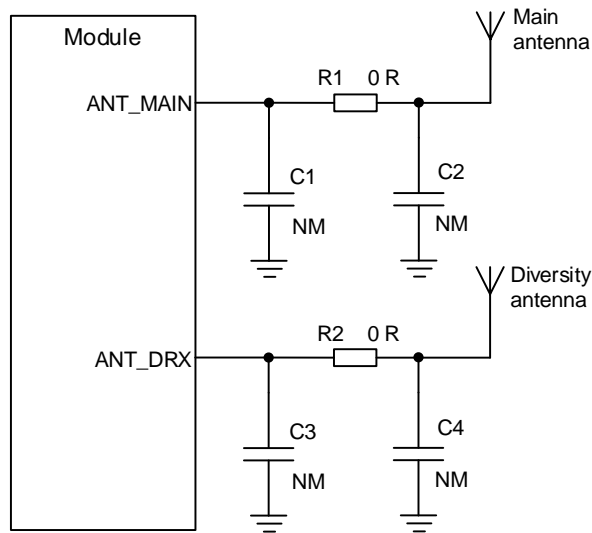


图 35: 射频参考设计

5.2. 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 $50\ \Omega$ 。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。

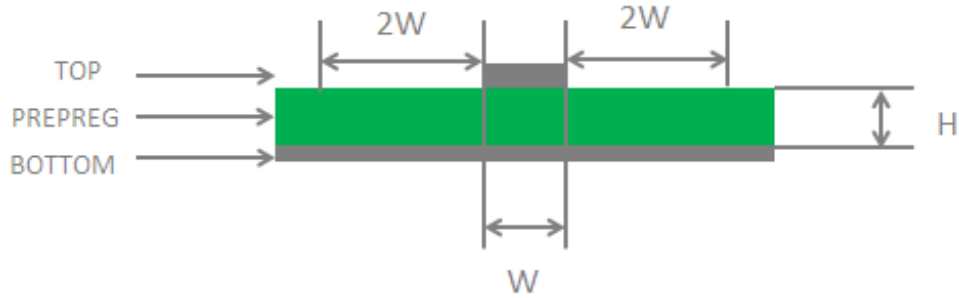


图 36: 两层 PCB 板微带线结构

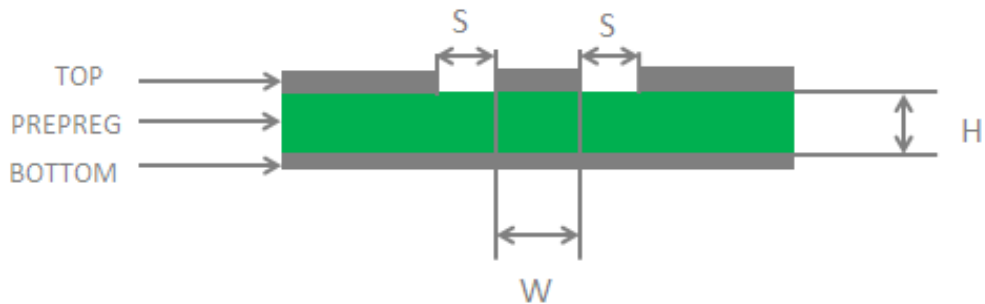


图 37: 两层 PCB 板共面波导结构

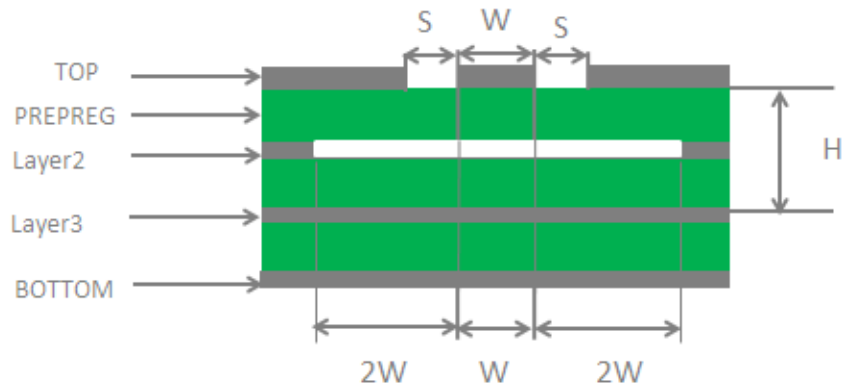


图 38: 四层 PCB 板共面波导结构 (参考地为第三层)

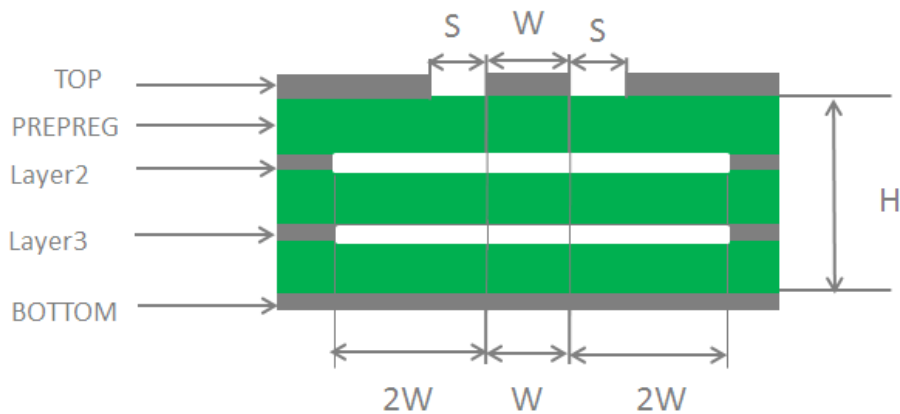


图 39: 四层 PCB 板共面波导结构 (参考地为第四层)

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 [6]。

5.3. 天线设计要求

天线的设计要求如下表所示：

表 37：天线设计要求

天线类型	要求
GSM/UMTS/LTE	VSWR: ≤ 2 效率: $> 30\%$ 增益: 1 dBi 最大输入功率: 50 W 输入阻抗: $50\ \Omega$ 极化: 垂直方向 线损插入损耗: < 1 dB: LB ($< 1\ \text{GHz}$) < 1.5 dB: MB ($1\sim 2.3\ \text{GHz}$) < 2 dB: HB ($> 2.3\ \text{GHz}$)

5.4. 射频连接器推荐

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

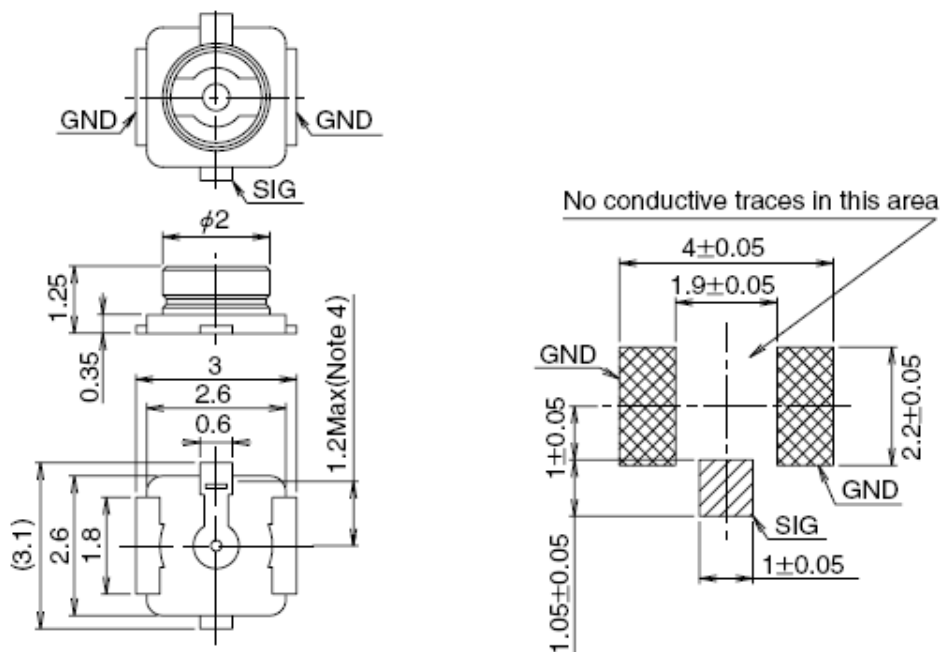


图 40：天线座尺寸（单位：毫米）

可选择 U.FL-LP 系列的插头来和 U.FL-R-SMT 配合使用。

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

图 41：与天线座匹配的插头规格

下图为射频连接器安装尺寸：

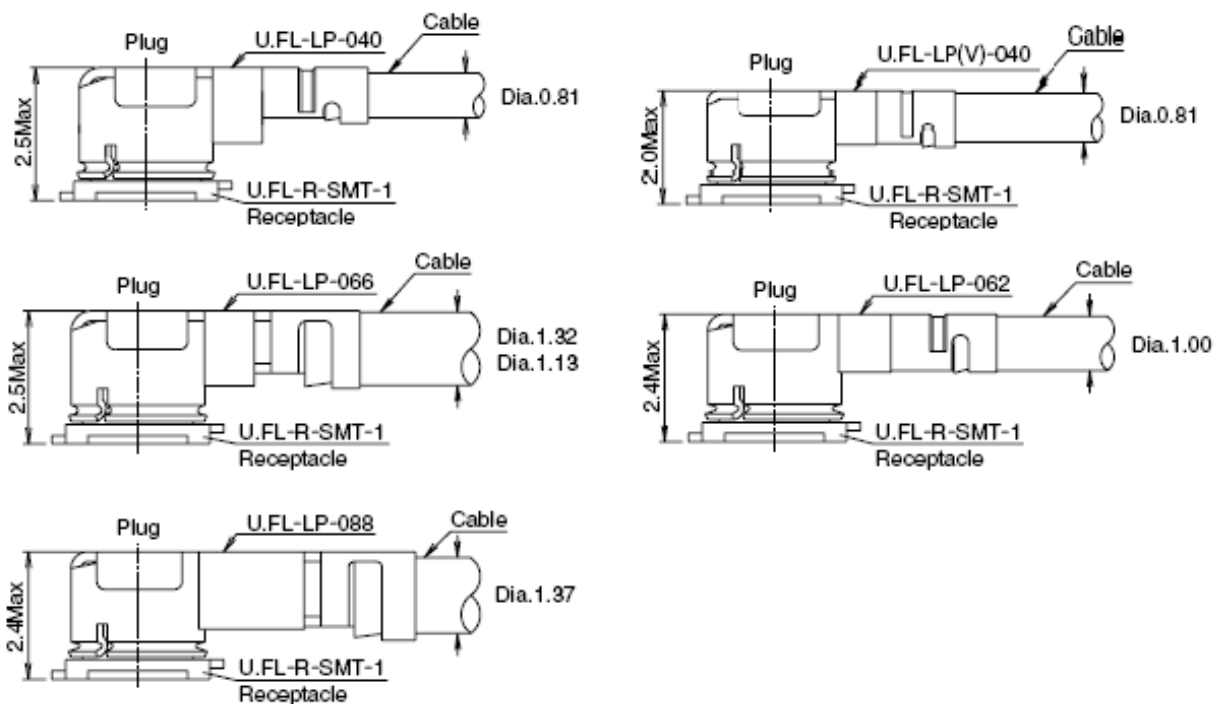


图 42：射频连接器安装图（单位：毫米）

详细信息请参考 <http://hirose.com>。

6 电气性能和可靠性

6.1. 绝对最大额定值

下表为模块部分引脚电压或电流的最大耐受值。

表 38: 绝对最大额定值

参数	最小值	最大值	单位
VBAT_RF/VBAT_BB	-0.3	5.5	V
USB_VBUS	-0.3	5.5	V
VBAT_BB 最大电流	-	0.8 ⁸	A
VBAT_RF 最大电流	-	2.0	A
数字接口电压	-0.3	2.3	V
ADC0 电压	0	VBAT_BB	V
ADC1 电压	0	VBAT_BB	V

6.2. 电源额定值

表 39: 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	3.4	3.8	4.5	V
	突发发射时的电压跌落	处于最大发射功率等级下	-	-	400	mV

⁸ 如果使用支持 APT 功能的型号，则 VBAT_BB 需要提供至少 1.5 A 电流，详情请联系移远通信技术支持。

I _{BAT_RF}	峰值电流	处于最大发射功率等级下	-	-	2.0	A
USB_VBUS	USB 连接检测		3.0	5.0	5.25	V

6.3. 功耗

表 40: EC200A-CN 功耗

描述	条件	典型值	单位
关机模式	模块关机时	12	μA
	AT+CFUN=0 (USB 断开)	0.84	mA
	EGSM900 @ DRX = 2 (USB 断开)	1.56	mA
	EGSM900 @ DRX = 5 (USB 断开)	1.18	mA
	EGSM900 @ DRX = 9 (USB 断开)	1.07	mA
	DCS1800 @ DRX = 2 (USB 断开)	1.56	mA
	DCS1800 @ DRX = 5 (USB 断开)	1.18	mA
	DCS1800 @ DRX = 9 (USB 断开)	1.08	mA
	WCDMA @ PF = 64 (USB 断开)	2.44	mA
	睡眠模式	WCDMA @ PF = 128 (USB 断开)	1.69
WCDMA @ PF = 256 (USB 断开)		1.31	mA
WCDMA @ PF = 512 (USB 断开)		1.12	mA
LTE-FDD @ PF = 32 (USB 断开)		2.16	mA
LTE-FDD @ PF = 64 (USB 断开)		1.54	mA
LTE-FDD @ PF = 128 (USB 断开)		1.26	mA
LTE-FDD @ PF = 256 (USB 断开)		1.12	mA
LTE-TDD @ PF = 32 (USB 断开)		2.20	mA
LTE-TDD @ PF = 64 (USB 断开)		1.56	mA

空闲模式	LTE-TDD @ PF = 128 (USB 断开)	1.26	mA
	LTE-TDD @ PF = 256 (USB 断开)	1.12	mA
	EGSM900 @ DRX = 5 (USB 断开)	13.90	mA
	EGSM900 @ DRX = 5 (USB 连接)	37.46	mA
	WCDMA @ PF = 64 (USB 断开)	14.90	mA
	WCDMA @ PF = 64 (USB 连接)	37.96	mA
	LTE-FDD @ PF = 64 (USB 断开)	14.41	mA
	LTE-FDD @ PF = 64 (USB 连接)	37.68	mA
	LTE-TDD @ PF = 64 (USB 断开)	14.43	mA
	LTE-TDD @ PF = 64 (USB 连接)	37.81	mA
GPRS 数据传输	EGSM900 4DL/1UL @ 32.33 dBm	226	mA
	EGSM900 3DL/2UL @ 32.29 dBm	410	mA
	EGSM900 2DL/3UL @ 30.79 dBm	505	mA
	EGSM900 1DL/4UL @ 28.87 dBm	560	mA
	DCS1800 4DL/1UL @ 29.61 dBm	156	mA
	DCS1800 3DL/2UL @ 29.61 dBm	266	mA
	DCS1800 2DL/3UL @ 28.14 dBm	314	mA
	DCS1800 1DL/4UL @ 26.28 dBm	338	mA
EDGE 数据传输	EGSM900 4DL/1UL @ 26.54 dBm	155	mA
	EGSM900 3DL/2UL @ 26.34 dBm	263	mA
	EGSM900 2DL/3UL @ 24.61 dBm	334	mA
	EGSM900 1DL/4UL @ 22.31 dBm	398	mA
	DCS1800 4DL/1UL @ 25.27 dBm	129	mA
	DCS1800 3DL/2UL @ 25.16 dBm	213	mA
	DCS1800 2DL/3UL @ 23.84 dBm	282	mA

	DCS1800 1DL/4UL @ 21.95 dBm	347	mA
WCDMA 数据传输	WCDMA B1 HSDPA @ 22.24 dBm	567	mA
	WCDMA B5 HSDPA @ 22.16 dBm	503	mA
	WCDMA B8 HSDPA @ 22.20 dBm	515	mA
	WCDMA B1 HSUPA @ 21.85 dBm	548	mA
	WCDMA B5 HSUPA @ 21.63 dBm	479	mA
	WCDMA B8 HSUPA @ 21.62 dBm	496	mA
	LTE 数据传输	LTE-FDD B1 @ 22.87 dBm	609
LTE-FDD B3 @ 22.27 dBm		552	mA
LTE-FDD B5 @ 22.44 dBm		528	mA
LTE-FDD B8 @ 22.54 dBm		564	mA
LTE-TDD B34 @ 22.66 dBm		262	mA
LTE-TDD B38 @ 22.90 dBm		346	mA
LTE-TDD B39 @ 22.93 dBm		266	mA
LTE-TDD B40 @ 22.74 dBm		321	mA
LTE-TDD B41 @ 23.16 dBm		335	mA
GSM 语音通话	EGSM900 PCL = 5 @ 32.25 dBm	276	mA
	EGSM900 PCL = 12 @ 18.96 dBm	117	mA
	EGSM900 PCL = 19 @ 5.08 dBm	92	mA
	DCS1800 PCL = 0 @ 29.63 dBm	218	mA
	DCS1800 PCL = 7 @ 15.97 dBm	108	mA
	DCS1800 PCL = 15 @ 0.45 dBm	90	mA
WCDMA 语音通话	WCDMA B1 @ 22.81 dBm	594	mA
	WCDMA B5 @ 22.81 dBm	529	mA
	WCDMA B8 @ 22.94 dBm	537	mA

表 41: EC200A-AU 功耗

描述	条件	典型值	单位
关机模式	模块关机时	12	μA
	AT+CFUN=0 (USB 断开)	0.73	mA
	EGSM900 @ DRX = 2 (USB 断开)	1.50	mA
	EGSM900 @ DRX = 5 (USB 断开)	1.16	mA
	EGSM900 @ DRX = 5 (USB 挂起)	1.33	mA
	EGSM900 @ DRX = 9 (USB 断开)	1.05	mA
	DCS1800 @ DRX = 2 (USB 断开)	1.46	mA
	DCS1800 @ DRX = 5 (USB 断开)	1.15	mA
	DCS1800 @ DRX = 5 (USB 挂起)	1.33	mA
	DCS1800 @ DRX = 9 (USB 断开)	1.04	mA
	WCDMA @ PF = 64 (USB 断开)	1.98	mA
	WCDMA @ PF = 64 (USB 挂起)	1.28	mA
	睡眠模式	WCDMA @ PF = 128 (USB 断开)	1.41
WCDMA @ PF = 256 (USB 断开)		1.10	mA
WCDMA @ PF = 512 (USB 断开)		1.00	mA
LTE-FDD @ PF = 32 (USB 断开)		2.01	mA
LTE-FDD @ PF = 64 (USB 断开)		1.42	mA
LTE-FDD @ PF = 64 (USB 挂起)		1.59	mA
LTE-FDD @ PF = 128 (USB 断开)		1.14	mA
LTE-FDD @ PF = 256 (USB 断开)		0.98	mA
LTE-TDD @ PF = 32 (USB 断开)		2.00	mA
LTE-TDD @ PF = 64 (USB 断开)		1.43	mA
LTE-TDD @ PF = 64 (USB 挂起)		1.59	mA

空闲模式	LTE-TDD @ PF = 128 (USB 断开)	1.15	mA	
	LTE-TDD @ PF = 256 (USB 断开)	0.99	mA	
	EGSM900 @ DRX = 5 (USB 断开)	10.59	mA	
	EGSM900 @ DRX = 5 (USB 连接)	27.72	mA	
	DCS1800 @ DRX = 5 (USB 断开)	10.89	mA	
	DCS1800 @ DRX = 5 (USB 连接)	27.70	mA	
	WCDMA @ PF = 64 (USB 断开)	13.23	mA	
	WCDMA @ PF = 64 (USB 连接)	31.31	mA	
	LTE-FDD @ PF = 64 (USB 断开)	15.07	mA	
	LTE-FDD @ PF = 64 (USB 连接)	32.95	mA	
	LTE-TDD @ PF = 64 (USB 断开)	17.55	mA	
	LTE-TDD @ PF = 64 (USB 连接)	32.94	mA	
	GPRS 数据传输	GSM850 4DL/1UL @ 33.54 dBm	197	mA
		GSM850 3DL/2UL @ 33.55 dBm	368	mA
GSM850 2DL/3UL @ 30.72 dBm		453	mA	
GSM850 1DL/4UL @ 28.84 dBm		503	mA	
EGSM900 4DL/1UL @ 33.84 dBm		219	mA	
EGSM900 3DL/2UL @ 33.80 dBm		410	mA	
EGSM900 2DL/3UL @ 31.13 dBm		510	mA	
EGSM900 1DL/4UL @ 29.17 dBm		560	mA	
DCS1800 4DL/1UL @ 30.41 dBm		137	mA	
DCS1800 3DL/2UL @ 30.41 dBm		247	mA	
DCS1800 2DL/3UL @ 28.97 dBm		300	mA	
DCS1800 1DL/4UL @ 26.45 dBm		312	mA	
PCS1900 4DL/1UL @ 30.43 dBm		139	mA	

	PCS1900 3DL/2UL @ 30.44 dBm	251	mA
	PCS1900 2DL/3UL @ 27.50 dBm	315	mA
	PCS1900 1DL/4UL @ 26.16 dBm	351	mA
	GSM850 4DL/1UL @ 28.15 dBm	132	mA
	GSM850 3DL/2UL @ 28.15 dBm	235	mA
	GSM850 2DL/3UL @ 26.01 dBm	307	mA
	GSM850 1DL/4UL @ 23.99 dBm	371	mA
	EGSM900 4DL/1UL @ 27.84 dBm	137	mA
	EGSM900 3DL/2UL @ 27.68 dBm	241	mA
	EGSM900 2DL/3UL @ 25.86 dBm	314	mA
	EGSM900 1DL/4UL @ 23.83 dBm	377	mA
EDGE 数据传输	DCS1800 4DL/1UL @ 26.63 dBm	118	mA
	DCS1800 3DL/2UL @ 26.54 dBm	210	mA
	DCS1800 2DL/3UL @ 24.74 dBm	287	mA
	DCS1800 1DL/4UL @ 22.84 dBm	360	mA
	PCS1900 4DL/1UL @ 26.85 dBm	113	mA
	PCS1900 3DL/2UL @ 26.75 dBm	199	mA
	PCS1900 2DL/3UL @ 25.12 dBm	268	mA
	PCS1900 1DL/4UL @ 23.23 dBm	339	mA
	WCDMA B1 HSDPA @ 22.57 dBm	576	mA
	WCDMA B2 HSDPA @ 22.04 dBm	564	mA
	WCDMA B4 HSDPA @ 22.45 dBm	546	mA
WCDMA 数据传输	WCDMA B5 HSDPA @ 22.18 dBm	492	mA
	WCDMA B8 HSDPA @ 22.21 dBm	506	mA
	WCDMA B1 HSUPA @ 22.10 dBm	557	mA

	WCDMA B2 HSUPA @ 21.54 dBm	542	mA
	WCDMA B4 HSUPA @ 21.82 dBm	517	mA
	WCDMA B5 HSUPA @ 21.57 dBm	475	mA
	WCDMA B8 HSUPA @ 21.70 dBm	489	mA
	LTE-FDD B1 @ 23.18 dBm	605	mA
	LTE-FDD B2 @ 23.42 dBm	662	mA
	LTE-FDD B3 @ 23.29 dBm	554	mA
	LTE-FDD B4 @ 23.21 dBm	561	mA
	LTE-FDD B5 @ 22.45 dBm	502	mA
LTE 数据传输	LTE-FDD B7 @ 23.30 dBm	766	mA
	LTE-FDD B8 @ 22.65 dBm	554	mA
	LTE-FDD B28A @ 22.40 dBm	483	mA
	LTE-FDD B28B @ 22.50 dBm	446	mA
	LTE-FDD B66 @ 22.77 dBm	577	mA
	LTE-TDD B40 @ 22.48 dBm	302	mA
	GSM850 PCL = 5 @ 32.87 dBm	217	mA
	GSM850 PCL = 12 @ 19.62 dBm	78	mA
	GSM850 PCL = 19 @ 5.66 dBm	49	mA
	EGSM900 PCL = 5 @ 33.02 dBm	240	mA
	EGSM900 PCL = 12 @ 19.77 dBm	83	mA
	EGSM900 PCL = 19 @ 5.74 dBm	50	mA
GSM 语音通话	DCS1800 PCL = 0 @ 29.42 dBm	146	mA
	DCS1800 PCL = 7 @ 16.20 dBm	62	mA
	DCS1800 PCL = 15 @ 0.69 dBm	48	mA
	PCS1900 PCL = 0 @ 29.77 dBm	152	mA

	PCS1900 PCL = 7 @ 16.43 dBm	63	mA
	PCS1900 PCL = 15 @ 1.11 dBm	48	mA
WCDMA 语音通话	WCDMA B1 @ 23.26 dBm	610	mA
	WCDMA B2 @ 22.80 dBm	594	mA
	WCDMA B4 @ 23.44 dBm	589	mA
	WCDMA B5 @ 22.80 dBm	519	mA
	WCDMA B8 @ 22.85 dBm	525	mA

表 42: EC200A-EU 功耗

描述	条件	典型值	单位
关机模式	模块关机时	11	μA
	AT+CFUN=0 (USB 断开)	0.80	mA
睡眠模式	EGSM900 @ DRX = 2 (USB 断开)	1.44	mA
	EGSM900 @ DRX = 5 (USB 断开)	1.12	mA
	EGSM900 @ DRX = 5 (USB 挂起)	1.28	mA
	EGSM900 @ DRX = 9 (USB 断开)	1.01	mA
	DCS1800 @ DRX = 2 (USB 断开)	1.44	mA
	DCS1800 @ DRX = 5 (USB 断开)	1.12	mA
	DCS1800 @ DRX = 5 (USB 挂起)	1.27	mA
	DCS1800 @ DRX = 9 (USB 断开)	1.01	mA
	WCDMA @ PF = 64 (USB 断开)	2.07	mA
	WCDMA @ PF = 64 (USB 挂起)	2.23	mA
	WCDMA @ PF = 128 (USB 断开)	1.51	mA
	WCDMA @ PF = 256 (USB 断开)	1.22	mA
	WCDMA @ PF = 512 (USB 断开)	1.08	mA

	LTE-FDD @ PF = 32 (USB 断开)	2.08	mA
	LTE-FDD @ PF = 64 (USB 断开)	1.49	mA
	LTE-FDD @ PF = 64 (USB 挂起)	1.65	mA
	LTE-FDD @ PF = 128 (USB 断开)	1.24	mA
	LTE-FDD @ PF = 256 (USB 断开)	1.11	mA
	LTE-TDD @ PF = 32 (USB 断开)	2.14	mA
	LTE-TDD @ PF = 64 (USB 断开)	1.54	mA
	LTE-TDD @ PF = 64 (USB 挂起)	1.69	mA
	LTE-TDD @ PF = 128 (USB 断开)	1.25	mA
	LTE-TDD @ PF = 256 (USB 断开)	1.13	mA
空闲模式	EGSM900 @ DRX = 5 (USB 断开)	10.58	mA
	EGSM900 @ DRX = 5 (USB 连接)	27.61	mA
	DCS1800 @ DRX = 5 (USB 断开)	10.88	mA
	DCS1800 @ DRX = 5 (USB 连接)	27.58	mA
	WCDMA @ PF = 64 (USB 断开)	11.44	mA
	WCDMA @ PF = 64 (USB 连接)	27.81	mA
	LTE-FDD @ PF = 64 (USB 断开)	11.42	mA
	LTE-FDD @ PF = 64 (USB 连接)	27.41	mA
	LTE-TDD @ PF = 64 (USB 断开)	11.37	mA
	LTE-TDD @ PF = 64 (USB 连接)	27.42	mA
GPRS 数据传输	EGSM900 4DL/1UL @ 32.60 dBm	204	mA
	EGSM900 3DL/2UL @ 32.55 dBm	379	mA
	EGSM900 2DL/3UL @ 31.18 dBm	482	mA
	EGSM900 1DL/4UL @ 29.28 dBm	543	mA
	DCS1800 4DL/1UL @ 29.91 dBm	138	mA

	DCS1800 3DL/2UL @ 29.92 dBm	249	mA	
	DCS1800 2DL/3UL @ 28.41 dBm	302	mA	
	DCS1800 1DL/4UL @ 26.17 dBm	317	mA	
EDGE 数据传输	EGSM900 4DL/1UL @ 26.67 dBm	134	mA	
	EGSM900 3DL/2UL @ 26.68 dBm	237	mA	
	EGSM900 2DL/3UL @ 24.99 dBm	312	mA	
	EGSM900 1DL/4UL @ 22.78 dBm	371	mA	
	DCS1800 4DL/1UL @ 25.96 dBm	118	mA	
	DCS1800 3DL/2UL @ 25.85 dBm	208	mA	
	DCS1800 2DL/3UL @ 24.31 dBm	289	mA	
	DCS1800 1DL/4UL @ 22.00 dBm	365	mA	
	WCDMA 数据传输	WCDMA B1 HSDPA @ 22.38 dBm	533	mA
		WCDMA B5 HSDPA @ 22.11 dBm	472	mA
WCDMA B8 HSDPA @ 22.02 dBm		478	mA	
WCDMA B1 HSUPA @ 21.70 dBm		512	mA	
WCDMA B5 HSUPA @ 21.27 dBm		448	mA	
WCDMA B8 HSUPA @ 21.20 dBm		460	mA	
LTE 数据传输	LTE-FDD B1 @ 23.03 dBm	567	mA	
	LTE-FDD B3 @ 23.29 dBm	545	mA	
	LTE-FDD B5 @ 22.61 dBm	496	mA	
	LTE-FDD B7 @ 23.18 dBm	712	mA	
	LTE-FDD B8 @ 22.63 dBm	526	mA	
	LTE-FDD B20 @ 23.01 dBm	547	mA	
	LTE-FDD B28 @ 22.36 dBm	488	mA	
	LTE-TDD B38 @ 22.62 dBm	340	mA	

	LTE-TDD B40 @ 22.89 dBm	309	mA
	LTE-TDD B41 @ 23.25 dBm	359	mA
GSM 语音通话	EGSM900 PCL = 5 @ 32.47 dBm	228	mA
	EGSM900 PCL = 12 @ 19.37 dBm	80	mA
	EGSM900 PCL = 19 @ 5.40 dBm	50	mA
	DCS1800 PCL = 0 @ 29.67 dBm	147	mA
	DCS1800 PCL = 7 @ 16.03 dBm	61	mA
	DCS1800 PCL = 15 @ 0.51 dBm	48	mA
	WCDMA 语音通话	WCDMA B1 @ 23.01 dBm	558
WCDMA B5 @ 22.79 dBm		500	mA
WCDMA B8 @ 22.74 dBm		509	mA

表 43: EC200A-EL 功耗

描述	条件	典型值	单位
关机模式	模块关机时	10	μA
	AT+CFUN=0 (USB 断开)	0.86	mA
睡眠模式	WCDMA @ PF = 64 (USB 断开)	2.13	mA
	WCDMA @ PF = 64 (USB 挂起)	2.29	mA
	WCDMA @ PF = 128 (USB 断开)	1.56	mA
	WCDMA @ PF = 256 (USB 断开)	1.27	mA
	WCDMA @ PF = 512 (USB 断开)	1.12	mA
	LTE-FDD @ PF = 32 (USB 断开)	2.15	mA
	LTE-FDD @ PF = 64 (USB 断开)	1.57	mA
	LTE-FDD @ PF = 64 (USB 挂起)	1.72	mA
	LTE-FDD @ PF = 128 (USB 断开)	1.28	mA

	LTE-FDD @ PF = 256 (USB 断开)	1.11	mA
	LTE-TDD @ PF = 32 (USB 断开)	2.18	mA
	LTE-TDD @ PF = 64 (USB 断开)	1.57	mA
	LTE-TDD @ PF = 64 (USB 挂起)	1.73	mA
	LTE-TDD @ PF = 128 (USB 断开)	1.28	mA
	LTE-TDD @ PF = 256 (USB 断开)	1.13	mA
空闲模式	WCDMA @ PF = 64 (USB 断开)	11.53	mA
	WCDMA @ PF = 64 (USB 连接)	28.29	mA
	LTE-FDD @ PF = 64 (USB 断开)	11.39	mA
	LTE-FDD @ PF = 64 (USB 连接)	28.22	mA
	LTE-TDD @ PF = 64 (USB 断开)	11.16	mA
	LTE-TDD @ PF = 64 (USB 连接)	28.34	mA
WCDMA 数据传输	WCDMA B1 HSDPA @ 22.38 dBm	604	mA
	WCDMA B5 HSDPA @ 22.49 dBm	555	mA
	WCDMA B8 HSDPA @ 22.61 dBm	614	mA
	WCDMA B1 HSUPA @ 21.96 dBm	584	mA
	WCDMA B5 HSUPA @ 21.97dBm	537	mA
	WCDMA B8 HSUPA @ 22.10dBm	588	mA
LTE 数据传输	LTE-FDD B1 @ 23.60 dBm	655	mA
	LTE-FDD B3 @ 23.23 dBm	656	mA
	LTE-FDD B5 @ 23.24 dBm	580	mA
	LTE-FDD B7 @ 23.15 dBm	705	mA
	LTE-FDD B8 @ 23.33 dBm	643	mA
	LTE-FDD B20 @ 23.64 dBm	618	mA
	LTE-FDD B28 @ 23.89 dBm	627	mA

	LTE-TDD B38 @ 22.86 dBm	422	mA
	LTE-TDD B40 @ 23.08 dBm	401	mA
	LTE-TDD B41 @ 23.59 dBm	426	mA
WCDMA 语音通话	WCDMA B1 @ 23.06 dBm	637	mA
	WCDMA B5 @ 23.18 dBm	575	mA
	WCDMA B8 @ 23.32 dBm	642	mA

6.4. 数字逻辑电平特性

表 44: VDD_EXT I/O 特性

参数	描述	最小值	最大值	单位
VDD_EXT	I/O 供电	1.67	1.93	V
V _{IH}	输入高电平	0.7 × VDD_EXT	VDD_EXT + 0.2	V
V _{IL}	输入低电平	-0.3	0.3 × VDD_EXT	V
V _{OH}	输出高电平	VDD_EXT - 0.2	VDD_EXT	V
V _{OL}	输出低电平	0	0.2	V

表 45: (U)SIM 接口低电压 I/O 特性

参数	描述	最小值	最大值	单位
USIM_VDD	供电	1.67	1.93	V
V _{IH}	输入高电平	0.8 × USIM_VDD	USIM_VDD	V
V _{IL}	输入低电平	-0.3	0.12 × USIM_VDD	V
V _{OH}	输出高电平	0.7 × USIM_VDD	USIM_VDD	V
V _{OL}	输出低电平	0	0.15 × USIM_VDD	V

表 46: (U)SIM 接口高电压 I/O 特性

参数	描述	最小值	最大值	单位
USIM_VDD	供电	2.7	3.3	V
V _{IH}	输入高电平	0.8 × USIM_VDD	USIM_VDD	V
V _{IL}	输入低电平	-0.3	0.12 × USIM_VDD	V
V _{OH}	输出高电平	0.7 × USIM_VDD	USIM_VDD	V
V _{OL}	输出低电平	0	0.15 × USIM_VDD	V

表 47: SDIO 接口低电压 I/O 特性

参数	描述	最小值	最大值	单位
SD_SDIO_VDD	供电	1.67	1.93	V
V _{IH}	输入高电平	0.7 × SD_SDIO_VDD	SD_SDIO_VDD + 0.2	V
V _{IL}	输入低电平	-0.3	0.3 × SD_SDIO_VDD	V
V _{OH}	输出高电平	SD_SDIO_VDD - 0.2	SD_SDIO_VDD	V
V _{OL}	输出低电平	0	0.2	V

表 48: SDIO 接口高电压 I/O 特性

参数	描述	最小值	最大值	单位
SD_SDIO_VDD	供电	2.7	3.05	V
V _{IH}	输入高电平	2.0	SD_SDIO_VDD + 0.3	V
V _{IL}	输入低电平	-0.3	0.8	V
V _{OH}	输出高电平	2.4	SD_SDIO_VDD	V
V _{OL}	输出低电平	0	0.3	V

6.5. 静电防护

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

表 49: ESD 性能参数 (温度: 25~30 °C, 湿度: 40 ±5 %)

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

6.6. 工作和存储温度

表 50: 工作和存储温度

参数	最小值	典型值	最大值	单位
正常工作温度范围 ⁹	-35	+25	+75	°C
扩展工作温度范围 ¹⁰	-40	-	+85	°C
存储温度范围	-40	-	+90	°C

⁹ 在此工作温度范围内，模块的各项指标符合 3GPP 标准的要求。

¹⁰ 在此工作温度范围内，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。

7 结构与规格

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

7.1. 机械尺寸

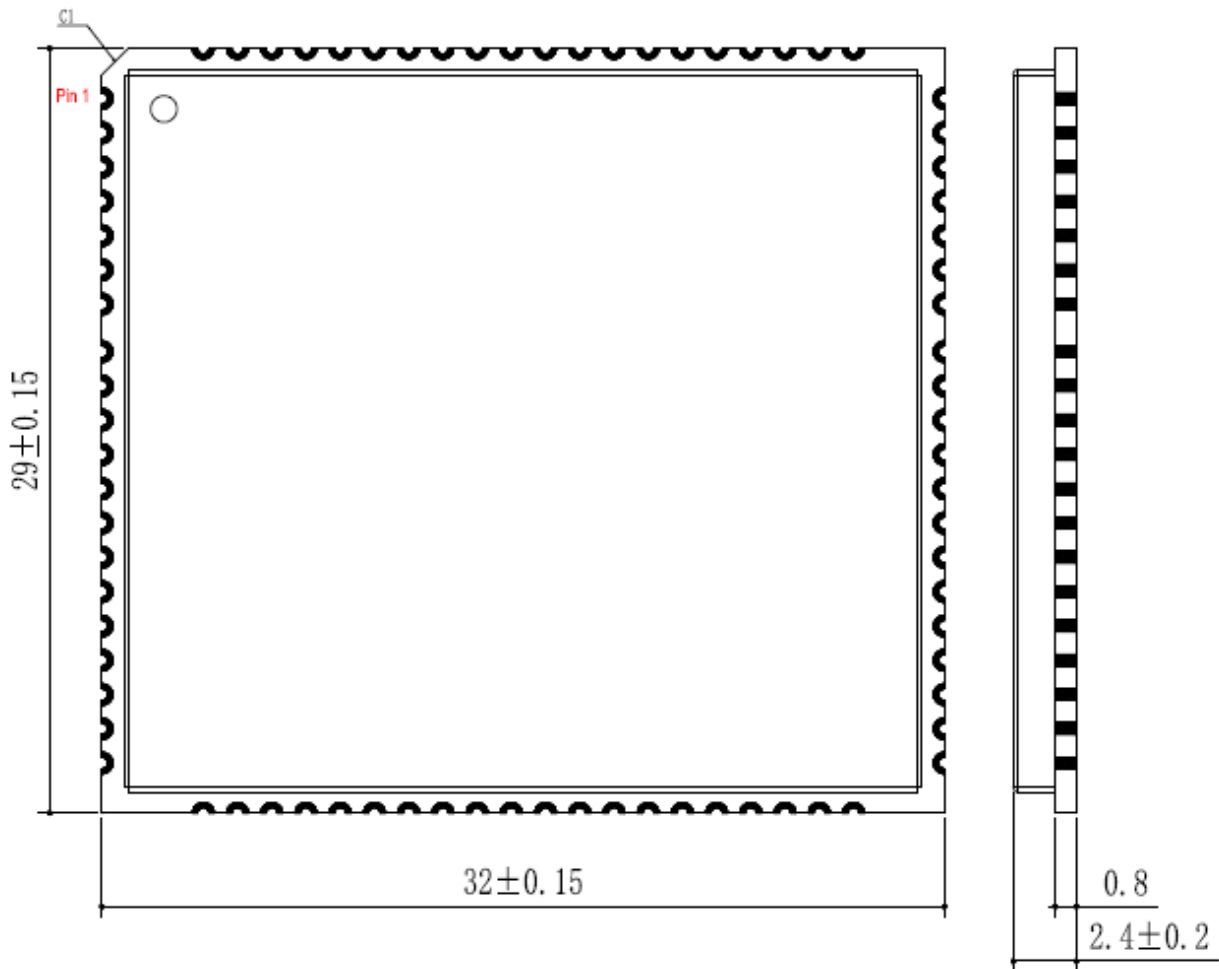


图 43：模块俯视图及侧视图尺寸图

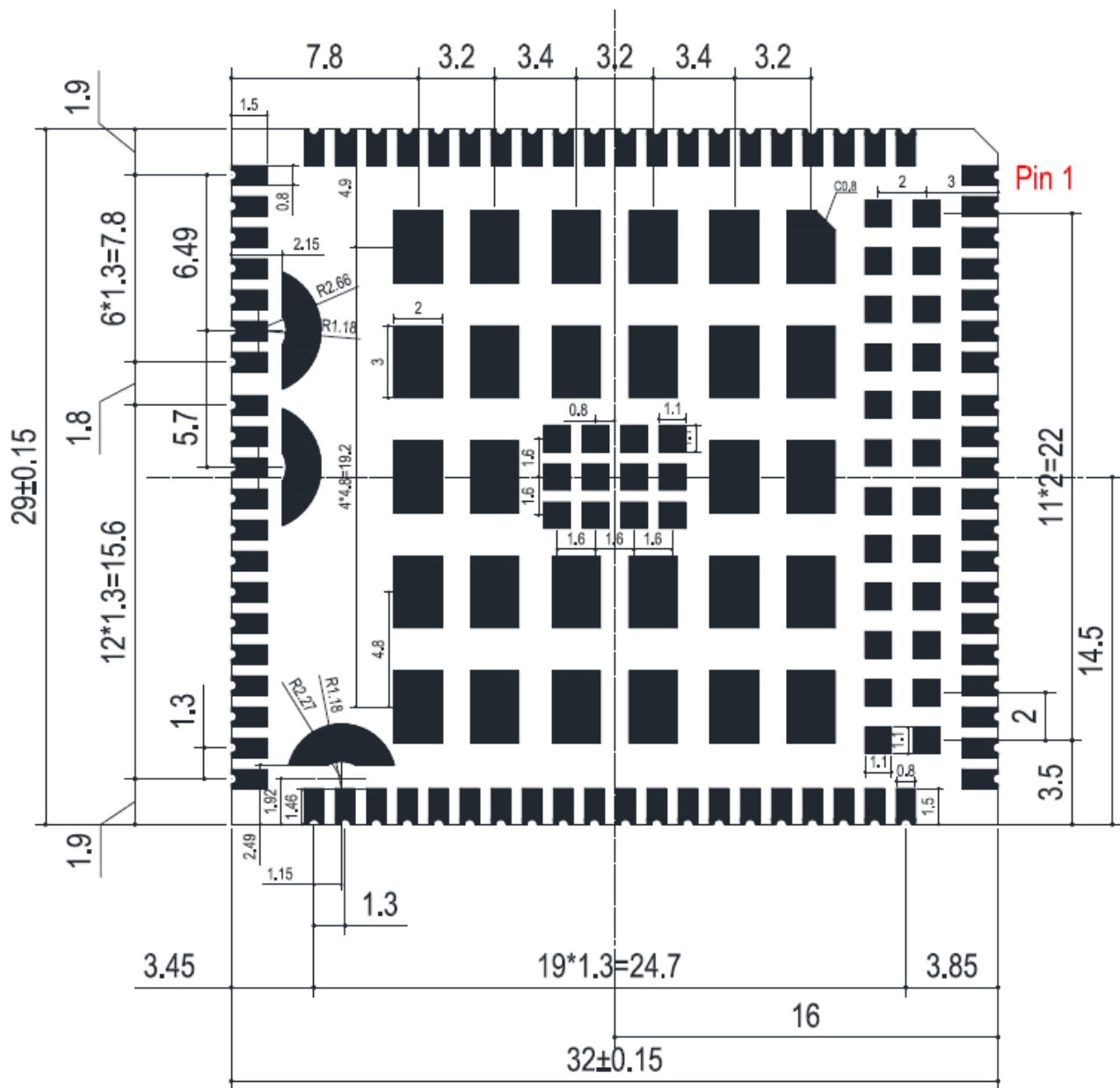


图 44: 底部尺寸图 (底视图) (单位: 毫米)

备注

移远通信模块的平整度参考 JEITA ED-7306 标准要求。

7.2. 推荐封装

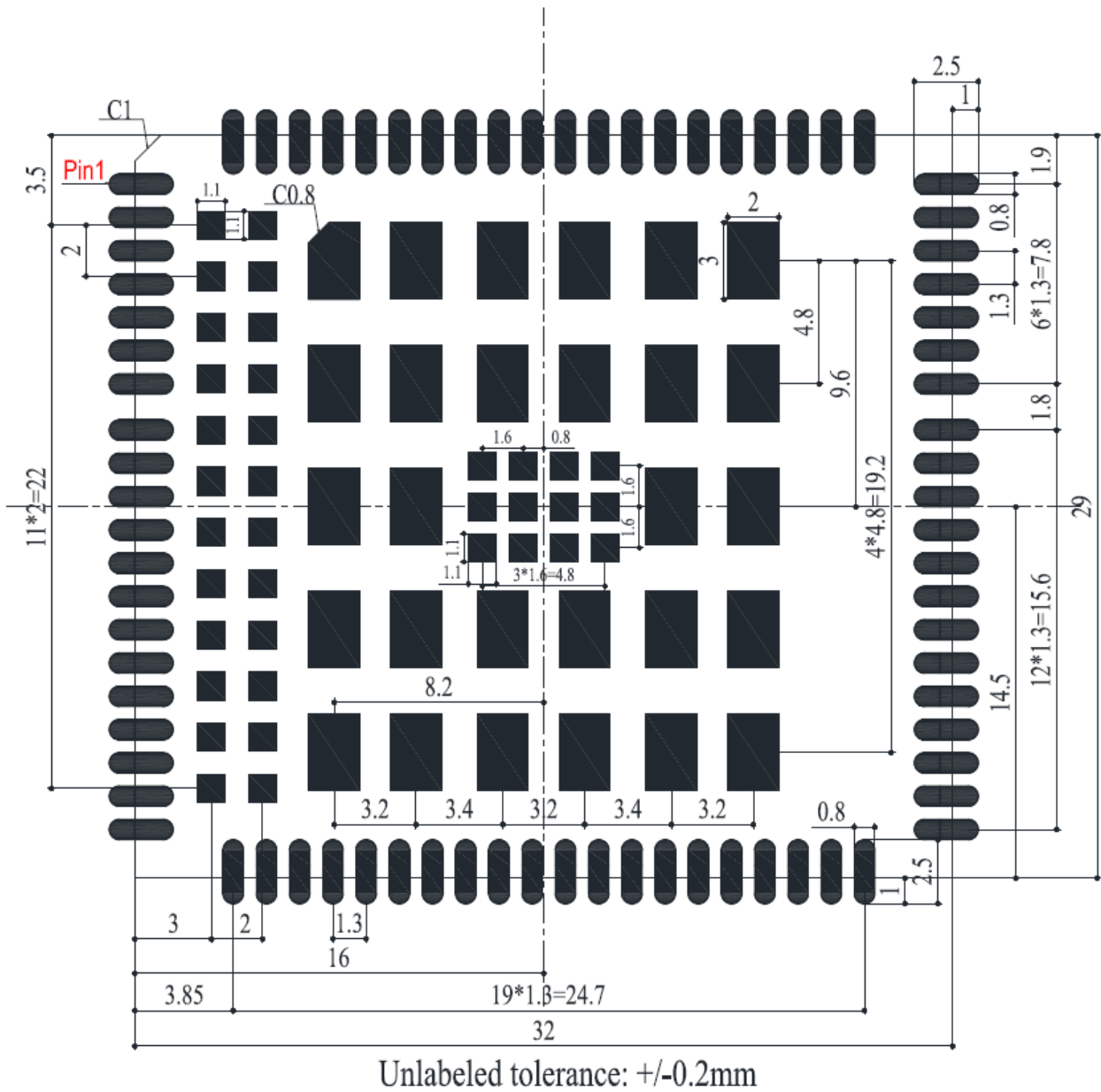


图 45: 推荐封装

备注

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

7.3. 俯视图和底视图

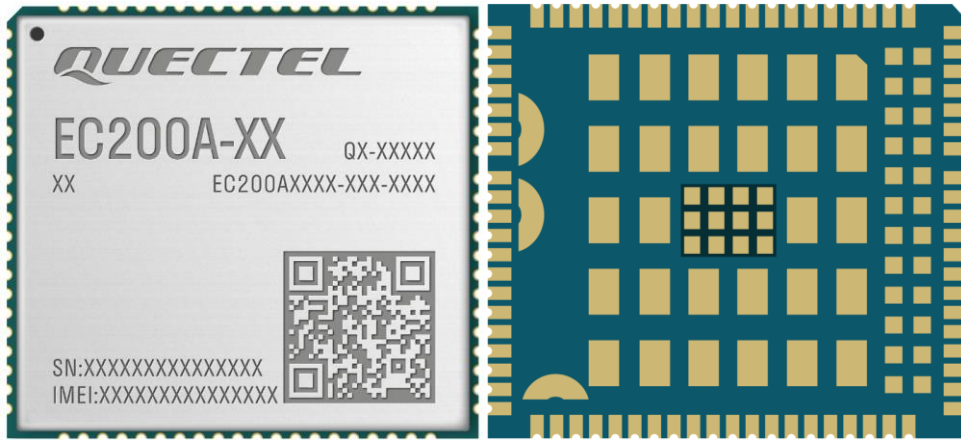


图 46: 模块俯视图和底视图

备注

上图仅供参考。实际的产品外观和标签信息，请参照移远通信的模块实物。

8 存储、生产和包装

8.1. 存储条件

模块出货时，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¹¹。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。

¹¹ 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。

8.2. 生产焊接

用印刷刮板在网板上印刷锡膏，使锡膏通过网板开口漏印到 PCB 上，印刷刮板力度需调整合适。为保证模块印膏质量，模块焊盘部分对应的钢网厚度推荐为 0.15~0.20 mm。详细信息请参考文档 [7]。

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，强烈推荐客户在完成 PCB 板第一面的回流焊之后再贴模块。推荐的炉温曲线图（无铅 SMT 回流焊）和相关参数如下图表所示：

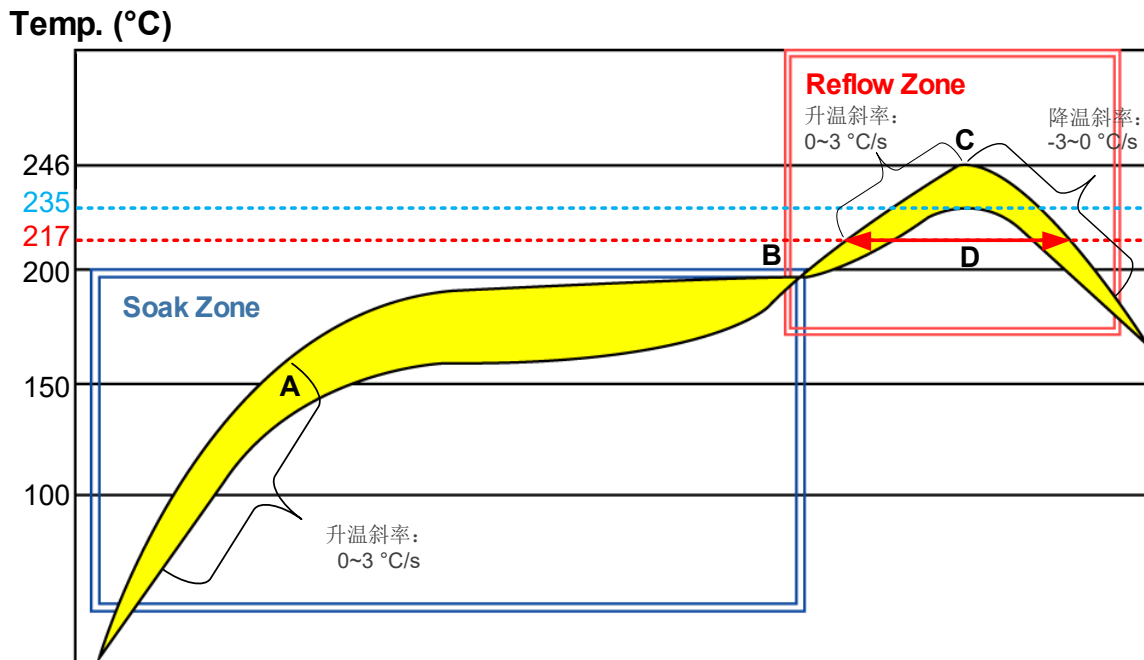


图 47：推荐的回流焊温度曲线

表 51：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. 请勿使用含汞（Hg）的材料，例如胶水，对模块进行处理。即使是符合 RoHS 标准，即汞含量低于 1000 ppm（0.1 %）的材料也不可适用。
7. 因 SMT 流程的复杂性，如遇不确定的情况或文档 [7] 未提及的流程（如选择性波峰焊、超声波焊接），请于 SMT 流程开始前与移远通信技术支持确认。

8.3. 包装规格

本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。

模块采用载带和胶盘包装，具体方案如下：

8.3.1. 载带

载带的尺寸图表如下：

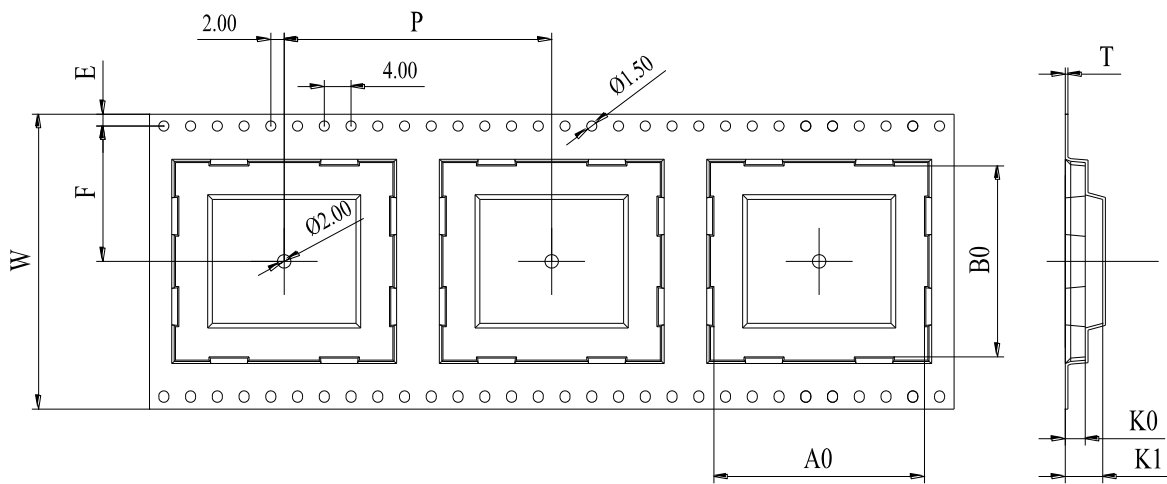


图 48：载带尺寸图（单位：毫米）

表 52：载带尺寸表（单位：毫米）

W	P	T	A0	B0	K0	K1	F	E
44	44	0.35	32.5	29.5	3.0	3.8	20.2	1.75

8.3.2. 胶盘

胶盘的尺寸图表如下：

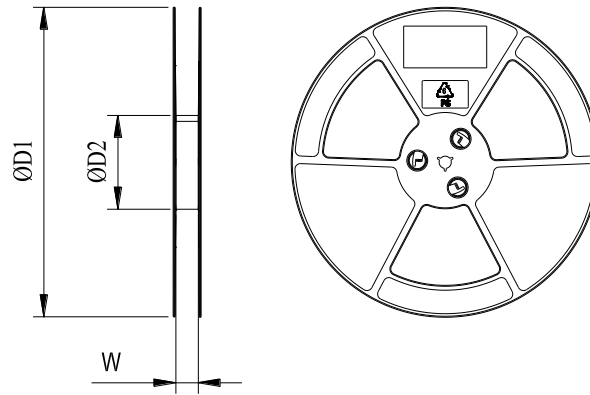


图 49: 胶盘尺寸图

表 53: 胶盘尺寸表（单位：毫米）

øD1	øD2	W
330	100	44.5

8.3.3. 贴片方向

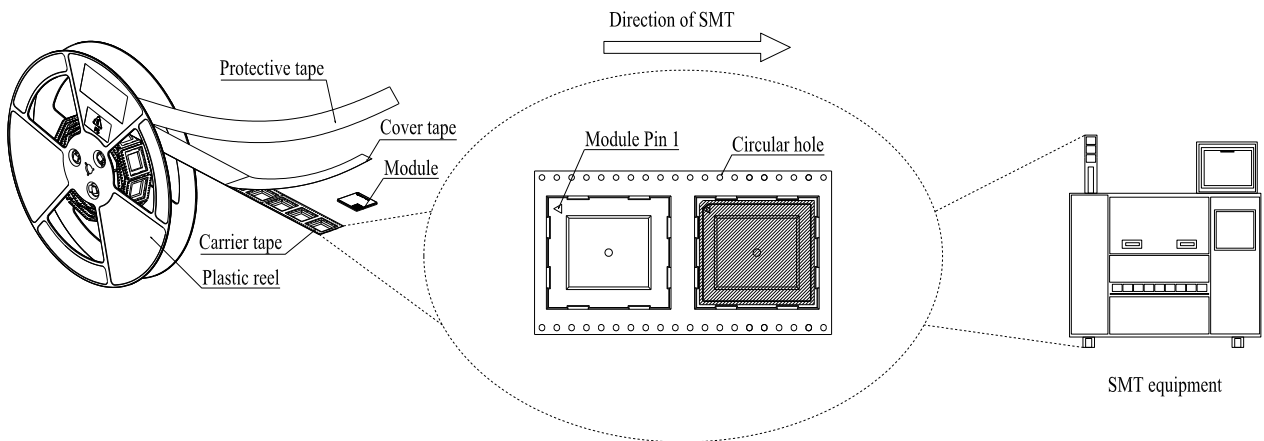
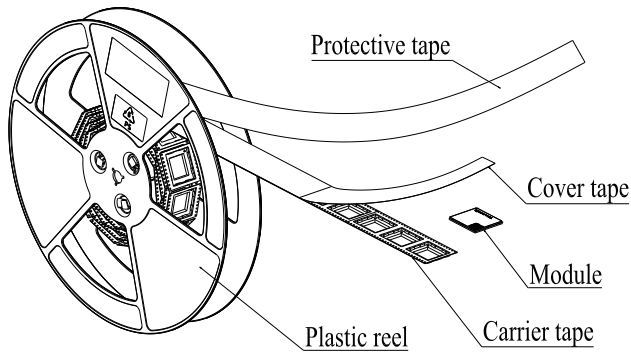


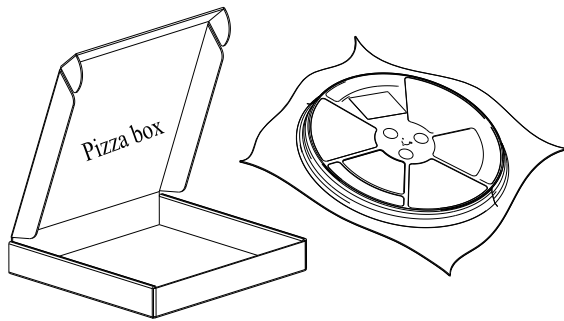
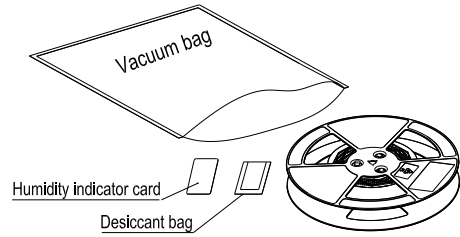
图 50: 贴片方向

8.3.4. 包装流程



将模块放入载带腔体中，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、1 张湿敏卡以及 1 包干燥剂放入 1 个真空袋中并抽真空。



将抽真空后的胶盘放入披萨盒内。

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

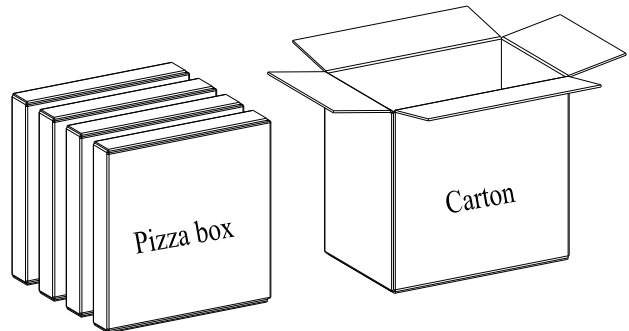


图 51：包装流程

9 附录 参考文档及术语缩写

表 54: 参考文档

文档名称
[1] Quectel_LTE_OPEN_EVB_User_Guide
[2] Quectel_LTE_Standard(A)系列_AT 命令手册
[3] Quectel_EC200A&EC300R 系列_QuecOpen(SDK)_低功耗模式应用指导
[4] Quectel_EC200A_Series_QuecOpen_GPIO_Configuration
[5] Quectel_EC200A 系列_QuecOpen(SDK)_ADC_开发指导
[6] Quectel_射频 LAYOUT_应用指导
[7] Quectel_模块_SMT_应用指导

表 55: 术语缩写

缩写	英文全称	中文全称
AMR	Adaptive Multi-Rate	自适应多速率
APT	Average Power Tracking	平均功率跟踪
bps	Bytes per second	比特每秒
CMUX	Connection Multiplexing	连接（串口）多路复用
CS	Coding Scheme	编码方案
CTS	Clear To Send	清除发送
DRX	Discontinuous Reception	非连续接收
EFR	Enhanced Full Rate	增强型全速率

EGSM	Enhanced GSM	增强型 GSM
ESD	Electrostatic Discharge	静电放电
EVB	Evaluation Board	评估板
FDD	Frequency Division Duplexing	频分双工
FILE	File Protocol	本地文件传输协议
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
GMSK	Gaussian Filtered Minimum Shift Keying	高斯滤波最小相移键控
GND	Ground	地
GSM	Global System for Mobile Communications	全球移动通信系统
HR	Half Rate	半速率
HSDPA	High Speed Downlink Packet Access	高速下行分组接入
HSPA+	High Speed Packet Access	增强高速分组接入 (HSDPA&HSUPA 两种移动协议的联合) 作用:使用 WCDMA Protocol 增强 3G 移动网络传输
HSUPA	High Speed Uplink Packet Access	高速上行分组接入
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
LGA	Land Grid Array	栅格阵列封装
LTE	Long Term Evolution	长期演进
MCS	Modulation and Coding Scheme	调制和编码方案
MMS	Multimedia Messaging Service	彩信
NITZ	Network Identity and Time Zone / Network Informed Time Zone.	网络标识和时区
OTG	On-The-Go	OTG (技术)

PAP	Password Authentication Protocol	密码认证协议
PCB	Printed Circuit Board	印制电路板
PCM	Pulse Code Modulation	脉冲编码调制
PING	Packet Internet Groper	分组因特网探测器
PPP	Point-to-Point Protocol	点对点协议
P _{PP}	Peak Pulse Power	峰值脉冲功率
PSK	Phase Shift Keying	相移键控
QAM	Quadrature Amplitude Modulation	正交振幅调制
QPSK	Quadrature Phase Shift Keying	正交相移键控
RF	Radio Frequency	射频
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》
RTS	Request To Send	请求发送
SDIO	Secure Digital Input and Output Card	安全的数字输入和输出卡
SMS	Short Message Service	短消息服务
SMTP	Simple Mail Transfer Protocol	简单邮件传输协议
SMTPS	Simple Mail Transfer Protocol Secure	简单邮件传输协议的安全协议
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
UDP	User Datagram Protocol	用户数据报协议
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System	通用移动通信系统
USB	Universal Serial Bus	通用串行总线
(U)SIM	(Universal) Subscriber Identity Module	(通用) 用户识别模块
V _{max}	Maximum Voltage Value	最大电压值
V _{nom}	Nominal Voltage Value	标称电压值

V _{min}	Minimum Voltage Value	最小电压值
V _{IHmax}	Maximum Input High Level Voltage Value	最大输入高电压值
V _{IHmin}	Minimum Input High Level Voltage Value	最小输入高电压值
V _{ILmax}	Maximum Input Low Level Voltage Value	最大输入低电压值
V _{ILmin}	Minimum Input Low Level Voltage Value	最小输入低电压值
V _{OHmin}	Minimum Output High Level Voltage Value	最小输出高电压值
V _{OLmax}	Maximum Output Low Level Voltage Value	最大输出低电压值
V _{RWM}	Working Peak Reverse Voltage	最大反向工作电压
VSWR	Voltage Standing Wave Ratio	电压驻波比
WCDMA	Wideband Code Division Multiple Access	码分多址