

EC600M 系列

硬件设计手册

LTE Standard 模块系列

版本：1.3

日期：2024-10-10

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 2024，保留一切权利。

Copyright © Quectel Wireless Solutions Co., Ltd. 2024.

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 USIM 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
-	2022-03-16	Andy ZHAO/ Janko LI	文档创建
1.0	2022-06-16	Hubery HUANG/ Stefan FAN	受控版本
1.1	2023-03-07	Howell KANG/ Stefan FAN/ Yule DENG	<ol style="list-style-type: none"> 1. 新增短消息类型说明；更新 USB 转串口驱动相关信息；新增网络协议特性相关说明；更新 LTE 特性的 3GPP 协议规范要求（表 4）。 2. 更新 ADC 引脚的 DC 特性；更新 AP_READY、WAKEUP_IN 引脚状态为开发中（表 6）。 3. 删除休眠模式下模块功耗示意图（第 3.2 章）。 4. 更新按钮开机和按钮复位参考电路（图 11、图 15）。 5. 更新模块的关机运行状态指示时间（图 13）。 6. 更新 PCM 和 I2C 接口相关备注（图 25）。 7. 更新麦克风参考接口电路图（图 26）。 8. 更新 ADC 接口电压的最大值；新增分压电阻阻值及精度要求（第 4.8 章）。 9. 更新耗流表（表 32）。 10. 更新数字逻辑电平特性（第 6.4 章）。 11. 更新模块推荐封装尺寸；新增 EC600x 系列兼容封装（第 7.2 章）。 12. 更新推荐钢网厚度；更新吸热区升温斜率、回流焊区升温斜率和冷却降温斜率，并新增相关备注（第 8.2 章）。 13. 新增模块贴片方向章节（第 8.3.3 章）。
1.2	2023-11-17	Howell KANG/ Stefan FAN/ Ronter ZHANG/ Yule DENG/	<ol style="list-style-type: none"> 1. 新增子型号 EC600M-EU。 2. 更新 USIM2 为可选功能（表 4、第 2.4 章、表 6、第 4.3 章）。 3. 更新功能框图射频部分（图 1）。 4. 新增 EC600M-EU 的 130~135 号引脚（图 2）。

			<ul style="list-style-type: none"> 5. 新增天线调谐器控制接口（表 6、第 5.1.2 章）。 6. 删除按钮开机参考电路的 1 kΩ 电阻（图 11）。 7. 更新数字接口电压的最大值和 ADC[0:1]电压的最小值（表 35）。 8. 更新 EC600M-CN 的功耗（表 37）。 9. 更新 ESD 性能参数的天线接口数据（表 42）。
1.3	2024-10-10	Kelly WANG/ Stefan FAN/ Ronter ZHANG/ Yule DENG/	<ul style="list-style-type: none"> 1. 新增子型号 EC600M-LA 及其相关信息。 2. 更新模块供电电源电流为 1.5 A（表 6、表 8、第 3.5 章）。 3. 新增建议增加 UART 硬件流控设计的备注（第 4.4 章）。 4. 更新天线接口参考设计并新增相关备注（第 5.1.5 章）。 5. 更新 VBAT_FR 电流的最大值（表 38）。 6. 更新 I_{VBAT} 处于最大发射功率等级时的典型值和最大值（表 39）。 7. 更新模块平整度要求（第 7.1 章）。 8. 更新模块推荐钢网厚度参考文档； 新增禁止在腐蚀性气体环境中存放或使用未加保护的模块的备注（第 8.2 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	16
2.4. 引脚分配图	17
2.5. 引脚定义	18
2.6. 评估板套件	23
3 工作特性	24
3.1. 工作模式	24
3.2. 休眠模式	25
3.2.1. UART 应用场景	25
3.2.2. USB 应用场景	26
3.2.2.1. 支持 USB 远程唤醒功能	26
3.2.2.2. 支持 USB 挂起和唤醒及 RI 功能	26
3.2.2.3. 不支持 USB 挂起功能	27
3.3. 飞行模式	28
3.4. 电源设计	28
3.4.1. 电源接口	28
3.5. 供电参考	29
3.5.1. 电源电压检测	29
3.5.2. 电压稳定性要求	29
3.6. 开机	30
3.6.1. PWRKEY 开机	30
3.7. 关机	32
3.7.1. PWRKEY 关机	32
3.7.2. AT 命令关机	32
3.8. 复位	33
4 应用接口	35
4.1. USB 接口	35
4.2. 强制下载接口	36
4.3. USIM 接口	37
4.4. UART	39

4.5.	PCM 接口和 I2C 接口（可选）	41
4.6.	模拟音频接口（可选）	43
4.6.1.	音频接口设计注意事项	44
4.6.2.	麦克风接口电路	44
4.6.3.	听筒接口电路	45
4.7.	摄像头接口（可选）	46
4.8.	ADC 接口	46
4.9.	指示信号	47
4.9.1.	网络状态指示	48
4.9.2.	STATUS	49
4.9.3.	MAIN_RI	50
5	射频特性	51
5.1.	LTE/Wi-Fi Scan 天线接口	51
5.1.1.	天线接口和工作频段	51
5.1.2.	天线调谐器控制接口*	53
5.1.3.	发射功率	54
5.1.4.	接收灵敏度	54
5.1.5.	参考设计	56
5.2.	射频信号线布线指导	56
5.3.	天线设计要求	58
5.4.	射频连接器推荐	59
6	电气性能和可靠性	61
6.1.	绝对最大额定值	61
6.2.	电源额定值	61
6.3.	功耗	62
6.4.	数字逻辑电平特性	65
6.5.	静电防护	66
6.6.	工作和存储温度	67
7	结构与规格	68
7.1.	机械尺寸	68
7.2.	推荐封装	71
7.3.	俯视图和底视图	74
8	存储、生产和包装	76
8.1.	存储条件	76
8.2.	生产焊接	77
8.3.	包装规格	79
8.3.1.	载带	79
8.3.2.	胶盘	79
8.3.3.	贴片方向	80
8.3.4.	包装流程	81
9	附录 参考文档及术语缩写	82

表格索引

表 1: 特殊符号	12
表 2: 模块基本信息	13
表 3: 频段及功能	13
表 4: 模块关键特性	14
表 5: 参数定义	18
表 6: 引脚描述	18
表 7: 工作模式	24
表 8: 电源接口引脚描述	28
表 9: PWRKEY 引脚描述	30
表 10: 复位引脚描述	33
表 11: USB 接口引脚描述	35
表 12: NET_STATUS/USB_BOOT 接口引脚描述	36
表 13: USIM 接口引脚描述	37
表 14: UART 信息	39
表 15: UART 引脚描述	39
表 16: PCM 接口引脚描述	41
表 17: I2C 接口引脚描述	42
表 18: 模拟音频接口引脚描述	43
表 19: 摄像头接口引脚描述	46
表 20: ADC 接口引脚描述	47
表 21: ADC 特性	47
表 22: 指示接口引脚描述	47
表 23: 网络状态指示引脚的工作状态	48
表 24: MAIN_RI 指示方式	50
表 25: LTE/Wi-Fi Scan 天线接口引脚描述	51
表 26: EC600M-CN 工作频段	51
表 27: EC600M-EU 工作频段	52
表 28: EC600M-LA 工作频段	52
表 29: GRFC 接口引脚描述	53
表 30: GRFC 接口真值表（单位：MHz）	53
表 31: EC600M-CN 射频发射功率	54
表 32: EC600M-EU 射频发射功率	54
表 33: EC600M-LA 射频发射功率	54
表 34: EC600M-CN 射频接收灵敏度（单位：dBm）	54
表 35: EC600M-EU 射频接收灵敏度（单位：dBm）	55
表 36: EC600M-LA 射频接收灵敏度（单位：dBm）	55
表 37: 天线设计要求	58
表 38: 绝对最大额定值	61
表 39: 模块电源额定值	61
表 40: EC600M-CN 功耗	62
表 41: EC600M-EU 功耗	63

表 42: EC600M-LA 功耗	64
表 43: 1.8 V I/O 要求	65
表 44: USIM 卡 1.8 V I/O 要求	65
表 45: USIM 卡 3.0 V I/O 要求	66
表 46: ESD 性能参数（温度：25~30 °C，湿度：40 ±5 %）	66
表 47: 工作和存储温度	67
表 48: 推荐的炉温控制要求	77
表 49: 载带尺寸表（单位：毫米）	79
表 50: 胶盘尺寸表（单位：毫米）	80
表 51: 参考文档	82
表 52: 术语缩写	82

图片索引

图 1: 功能框图	16
图 2: 引脚分配 (俯视图)	17
图 3: 休眠模式下模块功耗示意图	25
图 4: UART 休眠应用	25
图 5: 带 USB 远程唤醒功能的休眠应用	26
图 6: 带 MAIN_RI 功能的休眠应用	27
图 7: 不支持 USB 挂起功能的休眠应用	27
图 8: 供电输入参考电路图	29
图 9: 模块供电参考电路图	30
图 10: 开集驱动开机参考电路设计	30
图 11: 按钮开机参考电路设计	31
图 12: 开机时序图	31
图 13: 关机时序图	32
图 14: 开集驱动复位参考电路	33
图 15: RESET_N 按钮复位参考电路	33
图 16: RESET_N 复位时序图	34
图 17: USB 接口参考电路图	35
图 18: USB_BOOT 参考设计电路图	36
图 19: 进入强制下载模式时序	37
图 20: 8-pin USIM 接口参考电路图	38
图 21: 6-pin USIM 接口参考电路图	38
图 22: 电平转换芯片参考设计	40
图 23: 三极管电平转换参考设计	41
图 24: 短帧模式时序图	42
图 25: PCM 和 I2C 接口电路参考设计	43
图 26: 麦克风接口参考电路图	44
图 27: 听筒输出参考电路图	45
图 28: 音频功放 (外接功放) 输出参考电路图	45
图 29: 网络状态指示参考电路图	49
图 30: STATUS 参考电路图	49
图 31: 射频参考电路图	56
图 32: 两层 PCB 板微带线结构	57
图 33: 两层 PCB 板共面波导结构	57
图 34: 四层 PCB 板共面波导结构 (参考地为第三层)	57
图 35: 四层 PCB 板共面波导结构 (参考地为第四层)	58
图 36: 天线座尺寸 (单位: 毫米)	59
图 37: 与天线座匹配的插头规格 (单位: 毫米)	59
图 38: 射频连接器安装图 (单位: 毫米)	60
图 39: EC600M 系列模块俯视及侧视尺寸图 (单位: 毫米)	68
图 40: EC600M-CN 模块底视尺寸图 (单位: 毫米)	69
图 41: EC600M-EU & EC600M-LA 模块底视尺寸图 (单位: 毫米)	70

图 42: EC600M-CN 推荐封装	71
图 43: EC600M-EU & EC600M-LA 推荐封装	72
图 44: EC600x 系列推荐兼容封装	73
图 45: EC600M-CN 模块俯视图和底视图	74
图 46: EC600M-EU 模块俯视图和底视图	74
图 47: EC600M-LA 模块俯视图和底视图	75
图 48: 推荐的炉温曲线图	77
图 49: 载带尺寸图（单位：毫米）	79
图 50: 胶盘尺寸图	80
图 51: 贴片方向	80
图 52: 包装流程	81

1 引言

本文档介绍了 EC600M 系列模块及其与客户应用相连接的硬件接口和空中接口，可以帮助客户快速了解模块的硬件接口特性、射频特性、电气特性、机械规范以及其他相关信息。

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、命令、参数等后所标记的星号（*）表示该功能、特性、接口、引脚、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

模块为贴片式模块，封装紧凑，能满足大部分 M2M 应用需求。

表 2：模块基本信息

EC600M 系列	
封装	LCC + LGA
引脚数	EC600M-CN: 100 个
	EC600M-EU: 106 个
	EC600M-LA: 106 个
尺寸	(21.9 ±0.15) mm × (22.9 ±0.15) mm × (2.4 ±0.2) mm
重量	约 2.0 g

2.1. 频段及功能

表 3：频段及功能

	EC600M-CN	EC600M-EU	EC600M-LA
LTE-FDD	B1/B3/B5/B8	B1/B3/B5/B7/B8/B20/B28	B2/B3/B4/B5/B7/B8/B28/B66
LTE-TDD	B34/B38/B39/B40/B41	B38/B40/B41	-

备注

LTE-TDD B41 仅支持 140 MHz（2535~2675 MHz）。

2.2. 关键特性

表 4：模块关键特性

参数	说明
供电电压	<ul style="list-style-type: none"> ● 3.4~4.3 V ● 典型值：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：存储在 USIM 卡和 ME 中，默认存储在 ME 中
USIM 卡接口	<ul style="list-style-type: none"> ● 支持 2 路 USIM 卡接口：1.8 V 和 3.0 V ● 支持双卡单待 ● USIM2 接口可选
音频特性（可选）	<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 ● LTE：AMR/AMR-WB ● 支持回音消除和噪声抑制
摄像头接口（可选）	<ul style="list-style-type: none"> ● 支持最高 30 万像素传感器 ● 支持 SPI 单数据线或双数据线传输
PCM 接口（可选）	<ul style="list-style-type: none"> ● 用于音频，需外接 codec 芯片 ● 16 位线性编码格式 ● 支持短帧模式：模块仅做主设备
I2C 接口（可选）	<ul style="list-style-type: none"> ● 支持 1 路 I2C 接口 ● 符合 I2C 总线协议规范
USB 接口	<ul style="list-style-type: none"> ● USB 2.0（只支持从模式），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、固件升级 ● USB 转串口驱动：支持 Windows 8.1/10/11，Linux 2.6~6.7，Android 4.x~13.x 等操作系统下的 USB 驱动
强制下载接口	支持 1 路强制下载接口
UART	<p>主 UART：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● AT 命令通信和数据传输 ● 波特率默认为 115200 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
ADC 接口	支持 2 路 ADC 接口
网络指示	<ul style="list-style-type: none"> ● NET_MODE 指示网络注册状态 ● NET_STATUS/USB_BOOT 指示网络运行状态

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
天线接口	<ul style="list-style-type: none"> ● LTE/Wi-Fi Scan 天线接口 (ANT_MAIN) ● 50 Ω 特性阻抗
定位	支持 Wi-Fi Scan 定位, 共用主天线
发射功率	<ul style="list-style-type: none"> ● LTE-FDD 频段: Class 3 (23 dBm \pm2 dB) ● LTE-TDD 频段: Class 3 (23 dBm \pm2 dB)
LTE 特性	<ul style="list-style-type: none"> ● 最大支持 3GPP Rel-13 Cat 1 bis FDD 和 TDD ● 支持 1.4/3/5/10/15/20 MHz 射频带宽 ● 上行调制方式: QPSK、16QAM ● 下行调制方式: QPSK、16QAM、64QAM ● 最大数据传输速率: <ul style="list-style-type: none"> - LTE-FDD: 10 Mbps (下行) /5 Mbps (上行) - LTE-TDD: 8.96 Mbps (下行) /3.1 Mbps (上行)
网络协议特性 ¹	<ul style="list-style-type: none"> ● 支持 TCP/UDP/PPP/NTP/NITZ/FTP/HTTP/PING/CMUX/HTTPS/FTPS/SSL/FILE/MQTT/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 $^{\circ}$C ~ +75 $^{\circ}$C ● 扩展工作温度 ³: -40 $^{\circ}$C ~ +85 $^{\circ}$C ● 存储温度: -40 $^{\circ}$C ~ +90 $^{\circ}$C
固件升级	可通过 USB 2.0 接口或 DFOTA 升级
RoHS	所有器件完全符合 EU RoHS 标准

备注

1. PCM、I2C、USIM2、摄像头和模拟音频接口均为可选功能。客户可根据实际需求进行选择, 不用则悬空。
2. 必须使用版本 6.0 及以上的 QFlash 工具进行固件升级。
3. Wi-Fi Scan 和主天线共用天线接口, 两种功能不可同时使用, 时分复用。Wi-Fi Scan 只接收不发送。

¹ PPP、FTP、HTTP、PING、CMUX、HTTPS、FTPS、FILE、MQTT、MMS、SMTP 和 SMTPS 协议栈可选, 符合 PPP 协议的 PAP 和 CHAP 认证可选。详情请咨询移远通信技术支持。

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器件：

- 电源管理
- 基带部分
- 存储器
- 射频部分
- 外围接口

2.4. 引脚分配图

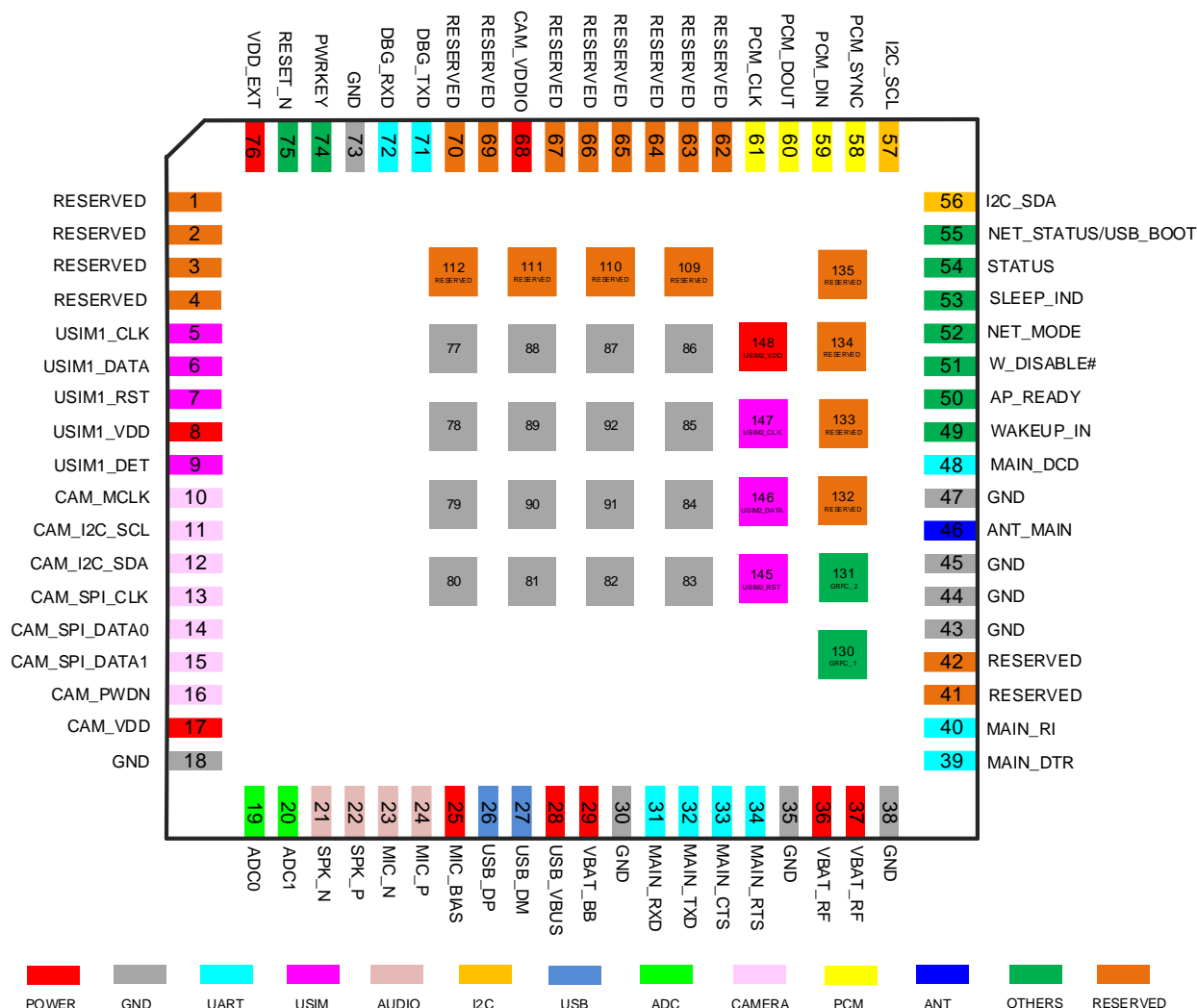


图 2：引脚分配（俯视图）

备注

1. 在模块成功开机前，禁止将 NET_STATUS/USB_BOOT 引脚下拉至低电平。
2. 所有不用的引脚和 RESERVED 引脚保持悬空。
3. 确保模块下方有完整的地平面，地平面尽量靠近模块层；推荐至少四层 PCB 板设计。
4. PCM、I2C、USIM2、摄像头和模拟音频接口均为可选功能。客户可根据实际需求进行选择，不用则悬空。
5. EC600M-CN 没有 130~135 号引脚。

2.5. 引脚定义

表 5：参数定义

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 6：引脚描述

模块输入电源					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
VBAT_BB	29	PI	模块基带电源	Vmax = 4.3 V Vmin = 3.4 V Vnom = 3.8 V	外部电源需提供至少 1.5 A 的载流能力。建议外部增加 TVS 管。建议预留测试点。
VBAT_RF	36、37	PI	模块射频电源		
GND	18、30、35、38、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 _o max = 50 mA	可为外部 GPIO 提供上拉。 建议预留测试点。
开/关机/复位					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
PWRKEY	74	DI	模块开/关机	V _{IL} max = 0.5 V Vnom = VBAT_BB	建议预留测试点。
RESET_N	75	DI	模块复位	V _{IL} max = 0.5 V Vnom = 1.8 V	低电平有效。 不用则建议预留测试点。
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	网络注册状态指示	1.8 V	不用则悬空。
SLEEP_IND	53	DO	睡眠模式指示		
STATUS	54	DO	运行状态指示		
NET_STATUS/ USB_BOOT	55	DO	网络状态指示		模块正常开机后，该引脚用作网络状态指示； 模块正常开机前禁止下拉此引脚。 建议预留测试点。
强制下载接口					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
NET_STATUS/ USB_BOOT	55	DI	强制模块进入下载模式	1.8 V	模块开机前将此引脚下拉至地，在开机时模块将进入强制下载模式。 低电平有效。 建议预留测试点。
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 (+)		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	Vmax = 5.25 V Vmin = 3.0 V Vnom = 5.0 V	须预留测试点。
USIM 接口					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
USIM1_CLK	5	DO	USIM1 卡时钟	1.8/3.0 V	
USIM1_DATA	6	DIO	USIM1 卡数据		
USIM1_RST	7	DO	USIM1 卡复位		
USIM1_VDD	8	PO	USIM1 卡供电电源		模块自动识别 1.8 V 或 3.0 V USIM 卡。
USIM1_DET	9	DI	USIM1 卡热插拔检测	1.8 V	不用则悬空。
USIM2_RST	145	DO	USIM2 卡复位	1.8/3.0 V	USIM2 可选。
USIM2_DATA	146	DIO	USIM2 卡数据		
USIM2_CLK	147	DO	USIM2 卡时钟		
USIM2_VDD	148	PO	USIM2 卡供电电源		USIM2 可选。 模块自动识别 1.8 V 或 3.0 V USIM 卡。
主 UART					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
MAIN_RXD	31	DI	主 UART 接收	1.8 V	不用则悬空。
MAIN_TXD	32	DO	主 UART 发送		
MAIN_CTS	33	DO	模块清除发送		连接至 MCU 的 CTS。不用则悬空。
MAIN_RTS	34	DI	请求发送至模块		连接至 MCU 的 RTS。不用则悬空。
MAIN_DTR	39	DI	主 UART 数据终端就绪		不用则悬空。
MAIN_RI	40	DO	主 UART 输出振铃提示		
MAIN_DCD	48	DO	主 UART 输出载波检测		
调试 UART					

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
DBG_TXD	71	DO	调试 UART 发送	1.8 V	须预留测试点。
DBG_RXD	72	DI	调试 UART 接收		
I2C 接口（可选）					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
I2C_SDA	56	OD	I2C 串行数据	1.8 V	需外部 1.8 V 上拉。 不用则悬空。
I2C_SCL	57	OD	I2C 串行时钟		
PCM 接口（可选）					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
PCM_SYNC	58	DO	PCM 帧同步	1.8 V	不用则悬空。
PCM_DIN	59	DI	PCM 数据输入		
PCM_DOUT	60	DO	PCM 数据输出		
PCM_CLK	61	DO	PCM 时钟		
模拟音频接口（可选）					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
SPK_N	21	AO	模拟音频差分输出通道（-）		用于听筒接口。 AB 类功放，最大输出功率 37 mW @ THD = 1 %， R = 32 Ω。 若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_P	22	AO	模拟音频差分输出通道（+）		
MIC_N	23	AI	麦克风输入通道（-）	Vnom = 1.8 V	不用则悬空。 通常选用驻极体麦克风。
MIC_P	24	AI	麦克风输入通道（+）		
MIC_BIAS	25	PO	麦克风偏置电压		
摄像头接口（可选）					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注

CAM_VDD	17	PO	摄像头供电	2.8 V/ 100 mA	
CAM_MCLK	10	DO	摄像头主时钟		
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	1.8 V	不用则悬空。
CAM_I2C_SCL	11	OD	摄像头 I2C 时钟		
CAM_I2C_SDA	12	OD	摄像头 I2C 数据		
CAM_PWDN	16	DO	摄像头关断		
CAM_VDDIO	68	PO	摄像头 I/O 供电	Vnom = 1.8 V	
ADC 接口					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
ADC0	19	AI	通用 ADC 接口	0~1.2 V	不用则悬空。
ADC1	20	AI			
天线接口					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
ANT_MAIN	46	AIO	主天线/Wi-Fi Scan 天线接口		50 Ω 特性阻抗。
天线调谐器控制接口					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
GRFC_1	130	DO	通用射频控制	1.8 V 电压域	EC600M-CN 没有 130、131 号引脚。
GRFC_2	131	DO	通用射频控制		
其他接口					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
WAKEUP_IN*	49	DI	唤醒模块		
AP_READY*	50	DI	应用处理器睡眠状态 检测	1.8 V	不用则悬空。
W_DISABLE#	51	DI	飞行模式控制		

预留引脚

引脚名	引脚号	备注
RESERVED	1~4、41、42、62~67、69、70、109~112、132~135	保持悬空。 EC600M-CN 没有 132~135 号引脚。

2.6. 评估板套件

移远通信提供评估板（UMTS & LTE 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

表 7：工作模式

模式	功能
全功能模式	空闲 软件运行正常。模块注册上网络，但与网络无数据交互。
	语音/数据 网络连接正常。模块功耗取决于网络设置和数据传输速率。
最少功能模式	<ul style="list-style-type: none"> ● 不断电情况下，AT+CFUN=0 可以将模块设置成最少功能模式。 ● 射频和 USIM 卡均不工作。
飞行模式	<ul style="list-style-type: none"> ● AT+CFUN=4 或拉低 W_DISABLE#引脚可以将模块设置成飞行模式。 ● 射频不工作。
休眠模式	模块的功耗将会降至最低，但模块仍可接收寻呼、短消息、电话和 TCP/UDP 数据。
关机模式	PMIC 停止给基带和射频部分的电源供电，软件停止工作，但 VBAT_RF 和 VBAT_BB 仍然通电。

备注

有关 **AT+CFUN** 详情，请参考文档 [2]。

3.2. 休眠模式

在休眠模式下，模块可将功耗降低到最低水平。

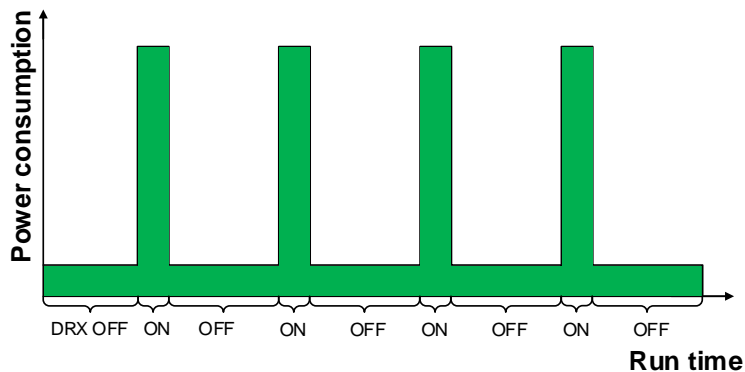


图 3: 休眠模式下模块功耗示意图

备注

DRX 周期值由基站通过无线网络发送。

3.2.1. UART 应用场景

如果模块和 MCU 通过 UART 进行通信，需同时满足如下 2 个条件可使模块进入休眠模式：

- 执行 **AT+QSCLK=1**。
- 确保 MAIN_DTR 保持高电平或悬空。

模块和 MCU 之间的连接参考下图：

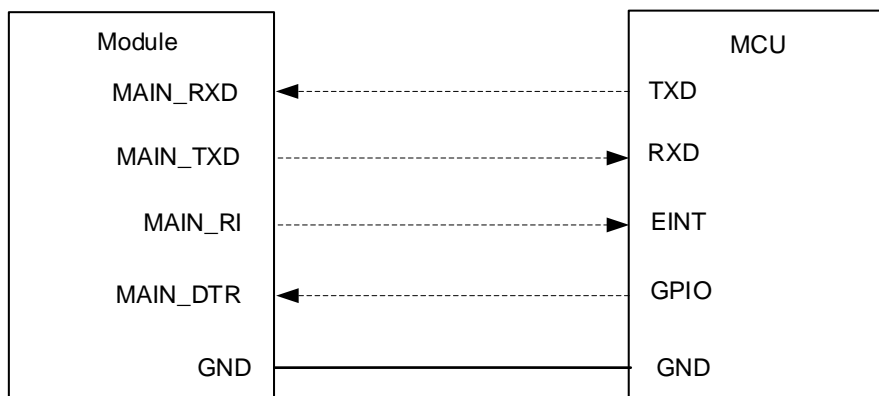


图 4: UART 休眠应用

- MCU 拉低模块的 MAIN_DTR 可唤醒模块。
- 当模块有 URC 上报时，MAIN_RI 信号将会唤醒 MCU；有关 MAIN_RI 详情，请参考第 4.9.3 章。

3.2.2. USB 应用场景

对于如下“支持 USB 远程唤醒功能”及“支持 USB 挂起和唤醒及 RI 功能”2 种应用情况，需同时满足以下 3 个条件可使模块进入休眠模式：

- 执行 AT+QSCLK=1。
- 确保 MAIN_DTR 保持高电平或悬空。
- 连接至模块 USB 接口的主机 USB 总线进入挂起状态。

3.2.2.1. 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，模块和主机之间的连接请参考下图：

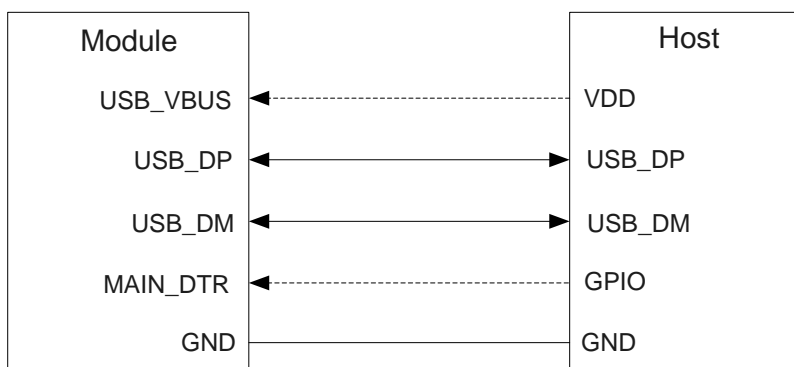


图 5：带 USB 远程唤醒功能的休眠应用

- 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。

3.2.2.2. 支持 USB 挂起和唤醒及 RI 功能

如果主机支持 USB 挂起和唤醒但不支持 USB 远程唤醒功能，则需要由模块的 MAIN_RI 信号唤醒主机。

模块和主机之间的连接参考下图：

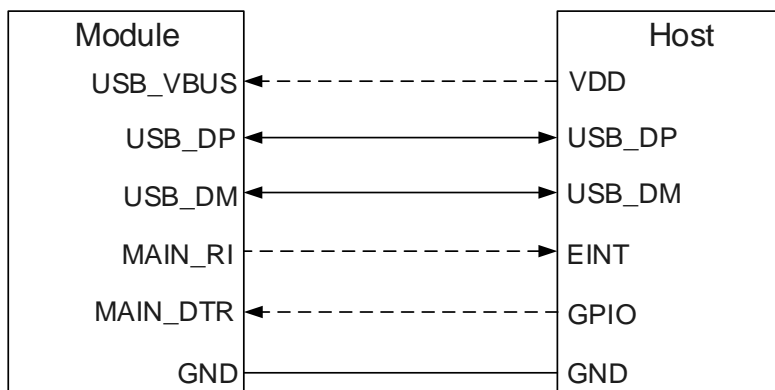


图 6：带 MAIN_RI 功能的休眠应用

- 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 MAIN_RI 唤醒主机。有关 MAIN_RI 详情，请参考第 4.9.3 章。

3.2.2.3. 不支持 USB 挂起功能

当主机不支持 USB 挂起功能时，需同时满足如下 3 个条件可使模块进入休眠模式：

- 执行 **AT+QSCCLK=1**。
- 确保 MAIN_DTR 保持高电平或悬空。
- 断开 USB_VBUS 供电。

模块和主机之间的连接参考下图：

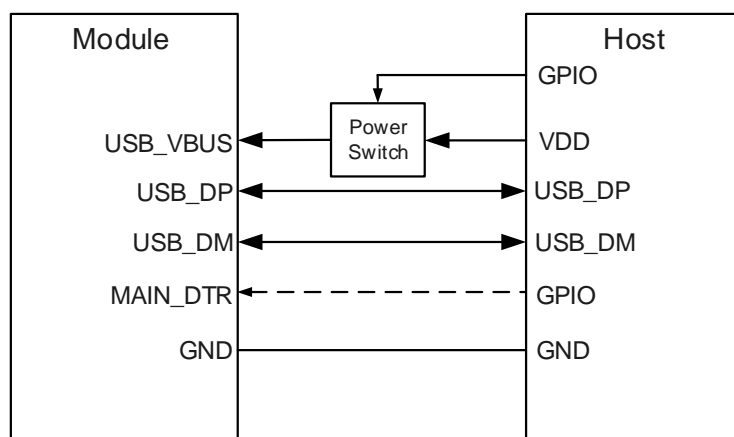


图 7：不支持 USB 挂起功能的休眠应用

恢复 USB_VBUS 供电即可唤醒模块。

备注

1. 请注意模块和主机/MCU 虚线连接信号的电平匹配问题。
2. 有关 **AT+QSCLK** 详情，请参考文档 [2]。

3.3. 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 **AT** 命令不可访问。可通过以下方式使模块进入飞行模式：

硬件方式：

W_DISABLE# 引脚默认上拉，其对飞行模式的控制功能软件上默认关闭，可通过 **AT+QCFG="airplanecontrol",1** 开启。待 **W_DISABLE#** 对飞行模式的控制功能开启后，拉低该引脚可使模块进入飞行模式。

软件方式：

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

- **AT+CFUN=0**：最少功能模式（关闭射频和 USIM 卡）
- **AT+CFUN=1**：全功能模式（默认）
- **AT+CFUN=4**：飞行模式（关闭射频）

备注

有关 **AT** 命令详情，请参考文档 [2]。

3.4. 电源设计

3.4.1. 电源接口

模块共有 3 个 **VBAT** 电源引脚用于连接外部电源。

表 8：电源接口引脚描述

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
VBAT_BB	29	PI	模块基带电源	外部电源需提供至少 1.5 A 的

VBAT_RF	36、37	PI	模块射频电源	载流能力。 建议外部增加 TVS 管。 建议预留测试点。
GND	18、30、35、38、43~45、47、73、77~92			

3.5. 供电参考

电源设计对模块性能至关重要。供电给模块的电流至少需要 1.5 A。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。若输入与供电电压之间的电压差较大，则建议使用开关电源转换器。

下图是 5 V 供电电路的参考设计。

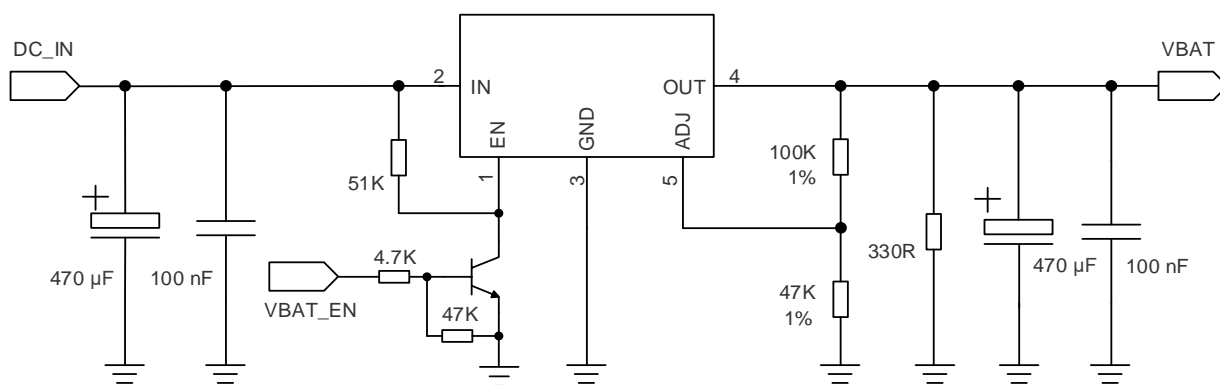


图 8: 供电输入参考电路图

3.5.1. 电源电压检测

AT+CBC 可以用来监测、查询当前 VBAT_BB 的电压，详情请咨询移远通信技术支持。

3.5.2. 电压稳定性要求

模块的供电范围为 3.4~4.3 V，需要确保输入电压不低于 3.4 V。

为了减少电压跌落，需要使用低 ESR ($ESR \leq 0.7 \Omega$) 的 100 μ F 滤波电容。同时建议分别给 VBAT_BB 和 VBAT_RF 预留 3 个 (100 nF、10 pF 和 33 pF) 具有良好 ESR 性能的片式多层陶瓷电容 (MLCC)，且电容应靠近 VBAT 引脚放置。外部供电电源连接模块时，VBAT_BB 和 VBAT_RF 需要采用星型拓扑方式。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 $V_{RWM} = 4.7$ V、低钳位电压和高峰值脉冲电流 I_{pp} 的 TVS

管。参考电路如下：

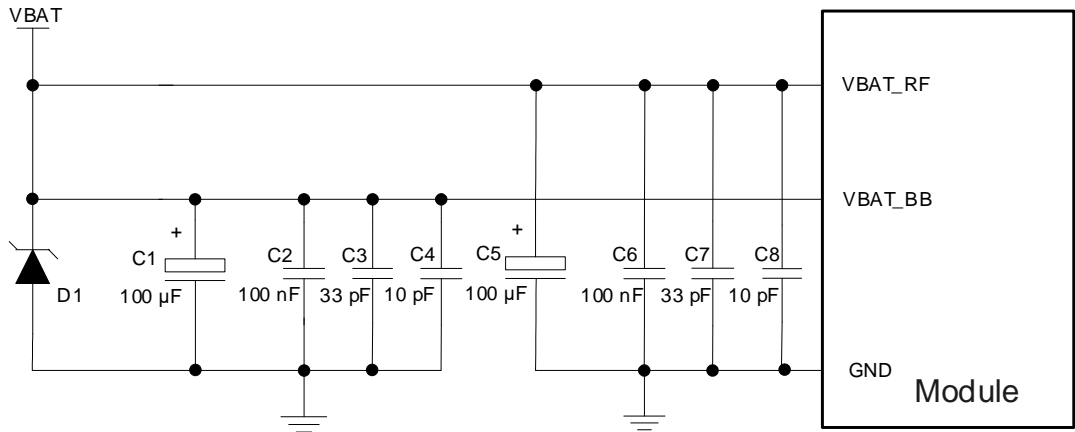


图 9：模块供电参考电路图

3.6. 开机

3.6.1. PWRKEY 开机

表 9：PWRKEY 引脚描述

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

在关机状态下，可通过拉低 PWRKEY 至少 700 ms 使模块开机。推荐使用开集或开漏驱动电路来控制 PWRKEY。

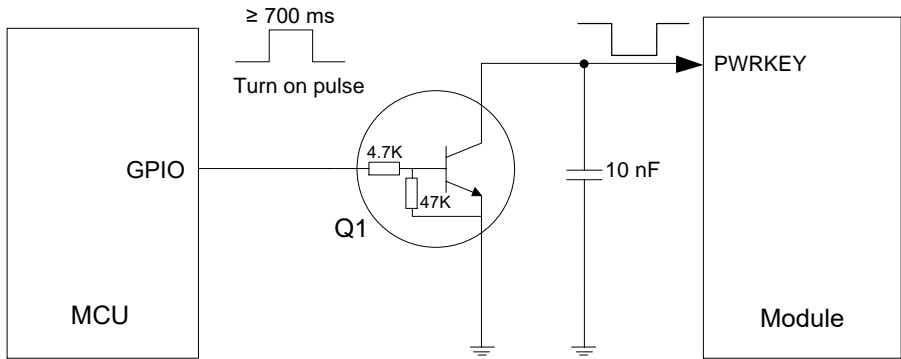


图 10：开集驱动开机参考电路设计

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

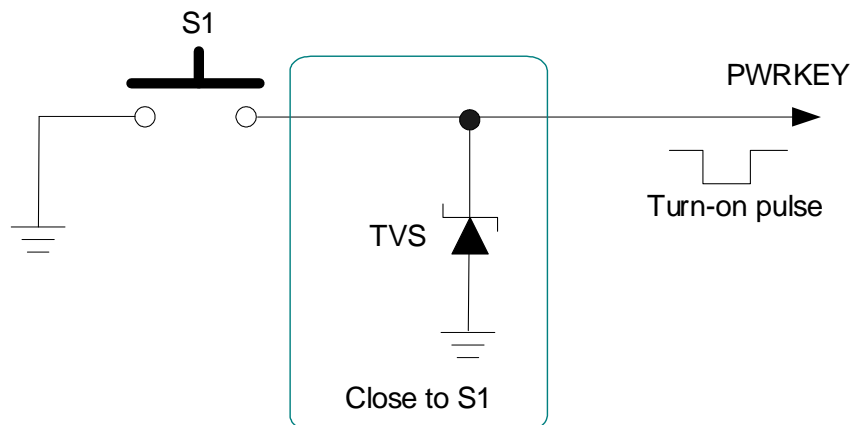


图 11：按钮开机参考电路设计

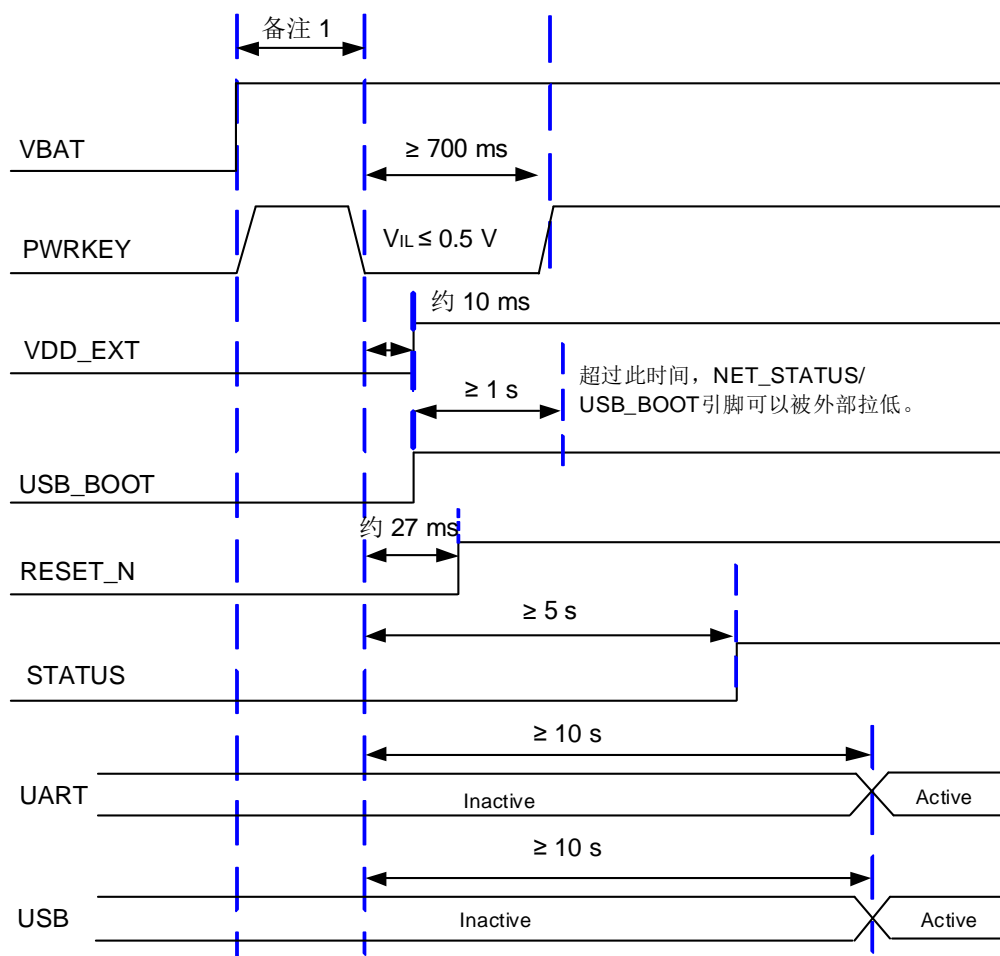


图 12：开机时序图

备注

1. 在拉低 PWRKEY 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。
2. 如果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。

3.7. 关机

模块可通过以下方式关机:

3.7.1. PWRKEY 关机

在开机状态下,拉低 PWRKEY 至少 650 ms 后释放,模块将执行关机流程。

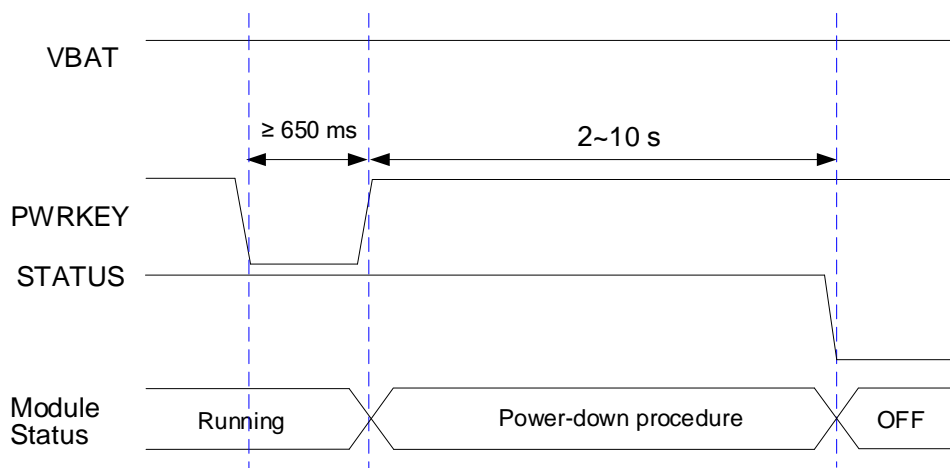


图 13: 关机时序图

3.7.2. AT 命令关机

执行 **AT+QPOWD** 可使模块关机,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]。

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。建议先通过 PWRKEY 或者 AT 命令使模块关机后,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,会再次自动开机。

3.8. 复位

拉低 RESET_N 引脚至少 300 ms 后释放可复位模块。RESET_N 对干扰信号比较敏感，建议模块接口走线应尽量短，且需包地处理。

表 10：复位引脚描述

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

复位参考电路与 PWRKEY 控制电路类似，可使用开集或开漏驱动电路或按钮来控制 RESET_N。

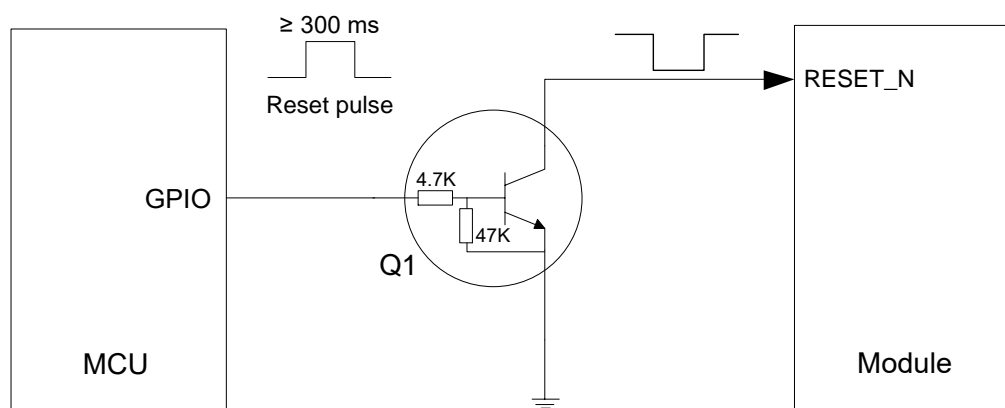


图 14：开集驱动复位参考电路

也可以使用按钮控制 RESET_N：

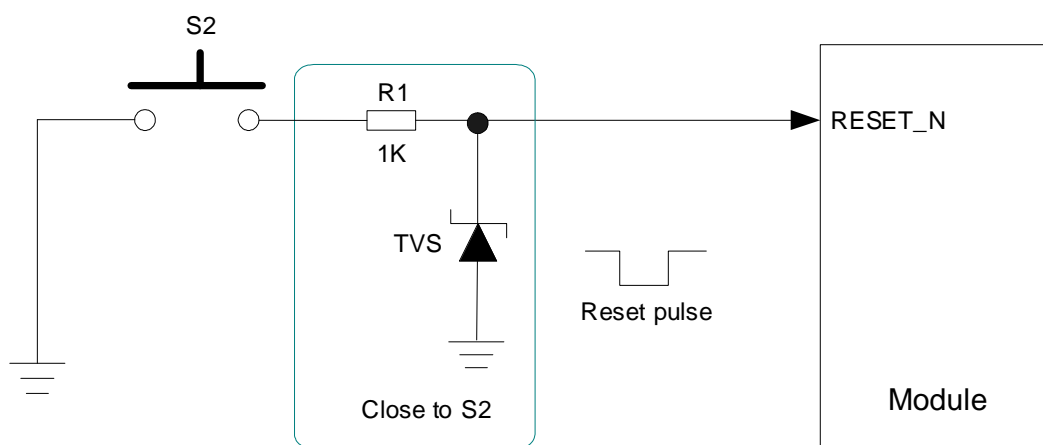


图 15：RESET_N 按钮复位参考电路

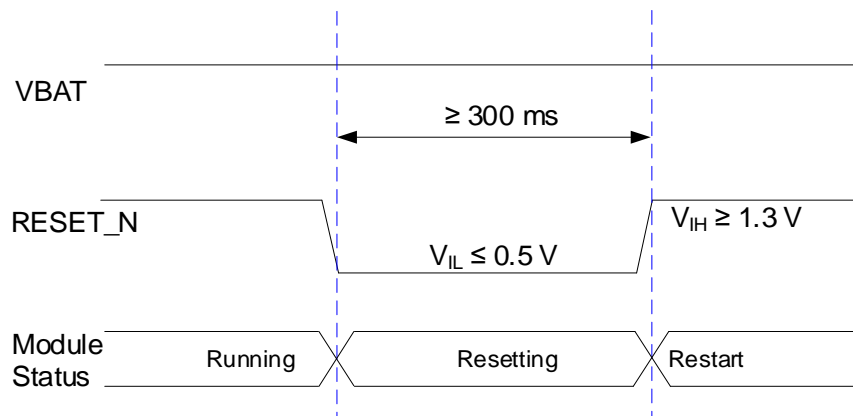


图 16: RESET_N 复位时序图

备注

1. 建议仅在使用 **AT+QPOWD** 和 **PWRKEY** 关机失败时使用复位功能。
2. 确保 **PWRKEY** 和 **RESET_N** 引脚没有大负载电容（负载电容最大值不超过 **10 nF**）。

4 应用接口

4.1. USB 接口

模块提供了 1 个 USB 接口，但仅支持 USB 从模式。此接口符合 USB 2.0 规范，支持高速模式，最高速率达 480 Mbps，且向下兼容 12 Mbps 全速模式。此接口可用于 AT 命令通信、数据传输、软件调试、固件升级等。

表 11: USB 接口引脚描述

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。 须预留测试点。

设计时，建议将 USB 接口用于固件升级，须预留测试点以便于调试。

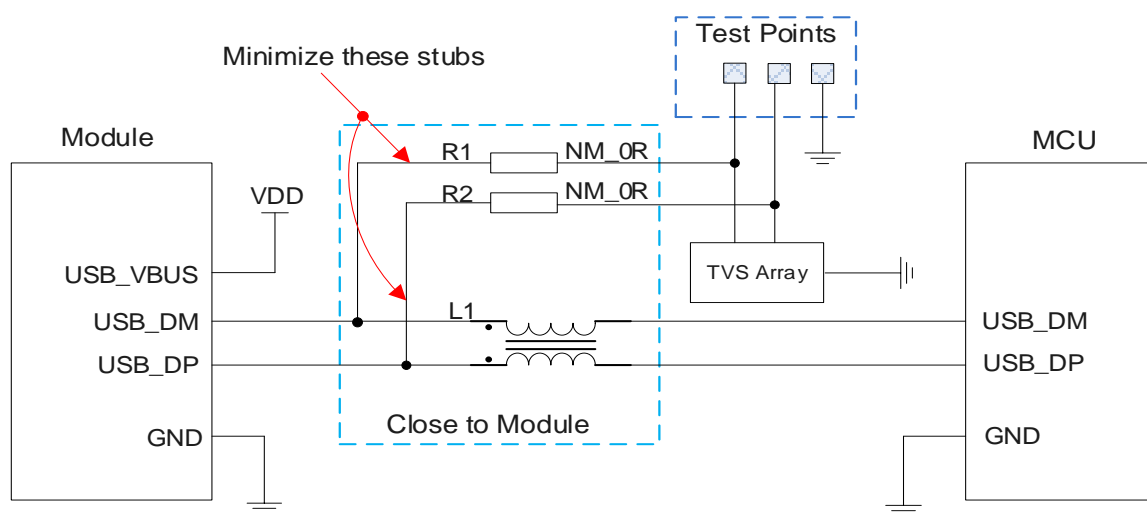


图 17: USB 接口参考电路图

建议在 MCU 与模块间串联一个共模电感 L1 来抑制 EMI。同时，建议在模块与测试点之间串联 R1 和 R2 电阻以便于调试，且电阻默认不贴。为了满足 USB 数据线信号完整性的要求，L1、R1、R2 应靠近模块放置，且电阻之间需要靠近放置，连接测试点的桩线应保持尽量短。

为确保性能，USB 接口的电路设计应遵循以下原则：

- 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，尽量靠近模块端的 USB 接口放置。

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

4.2. 强制下载接口

模块开机前将 NET_STATUS/USB_BOOT 引脚下拉至地，在开机时模块将进入强制下载模式。在此模式下，模块可通过 USB 接口进行固件升级。

表 12: NET_STATUS/USB_BOOT 接口引脚描述

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
NET_STATUS/ USB_BOOT	55	DI	强制模块进入下载模式	1.8 V 电压域。 模块开机前将此引脚下拉至地，在开机时模块将进入强制下载模式。低电平有效。 建议预留测试点。

NET_STATUS/USB_BOOT 接口参考设计和进入强制下载模式时序图如下：

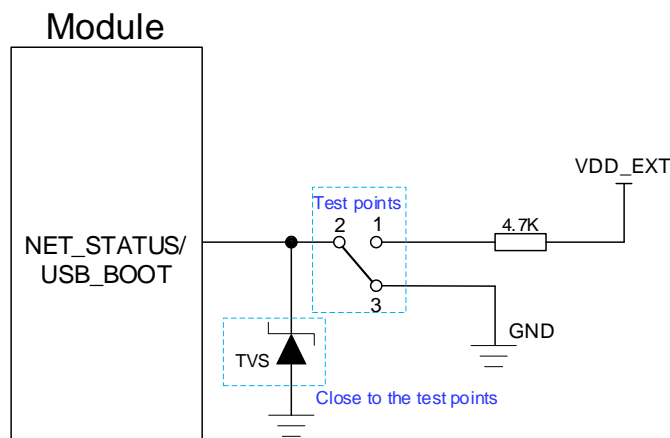
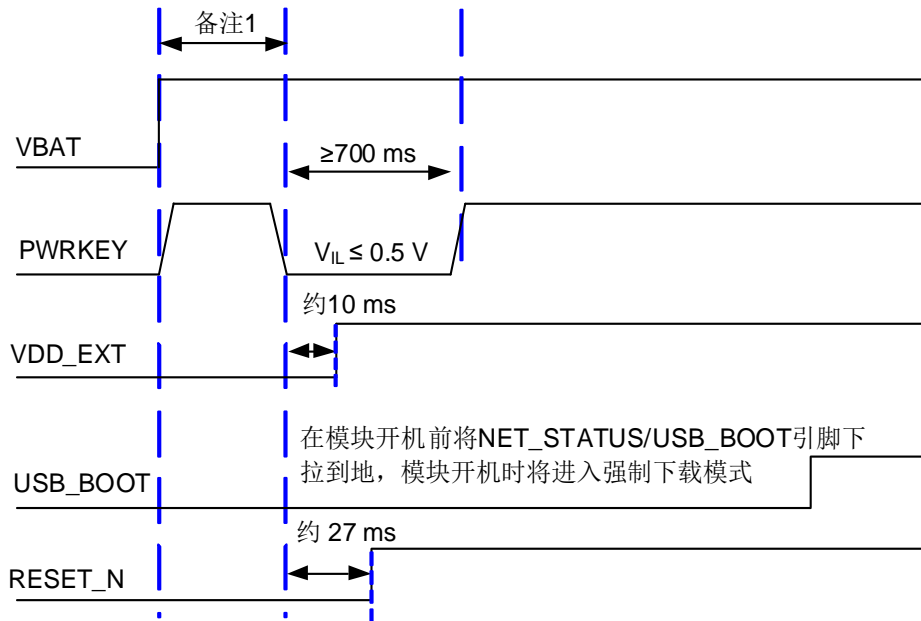


图 18: USB_BOOT 参考设计电路图



备注

1. 在拉低 PWRKEY 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。
2. 使用 MCU 控制模块进入强制下载模式时需按照如上时序图进行控制, 如需手动进入强制下载模式, 请按照图 18 所示短接测试点即可。
3. 必须使用版本 6.0 及以上的 QFlash 工具进行固件升级。

4.3. USIM 接口

模块提供 2 路 USIM 接口, 符合 ETSI 和 IMT-2000 规范, 支持 1.8 V 和 3.0 V USIM 卡, 且支持双卡单待功能。USIM2 接口可选, 详情请咨询移远通信技术支持。

表 13: USIM 接口引脚描述

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
USIM1_CLK	5	DO	USIM1 卡时钟	
USIM1_DATA	6	DIO	USIM1 卡数据	
USIM1_RST	7	DO	USIM1 卡复位	
USIM1_VDD	8	PO	USIM1 卡供电电源	模块自动识别 1.8 V 或 3.0 V USIM 卡。

USIM1_DET	9	DI	USIM1 卡热插拔检测	不用则悬空。
USIM2_RST	145	DO	USIM2 卡复位	
USIM2_DATA	146	DIO	USIM2 卡数据	
USIM2_CLK	147	DO	USIM2 卡时钟	
USIM2_VDD	148	PO	USIM2 卡供电电源	模块自动识别 1.8 V 或 3.0 V USIM 卡。

模块支持 USIM 卡的热插拔，支持高/低电平检测（电平触发）。热插拔检测功能默认关闭，可以通过 **AT+QSIMDET** 进行配置，详情请参考文档 [2]。

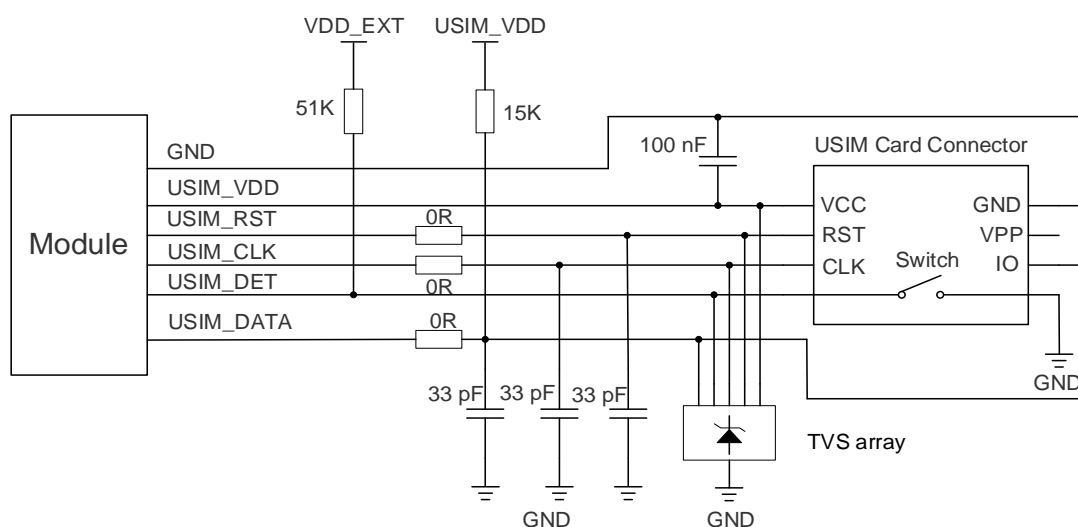


图 20: 8-pin USIM 接口参考电路图

如果无需使用 USIM 卡检测功能，将 USIM_DET 悬空。

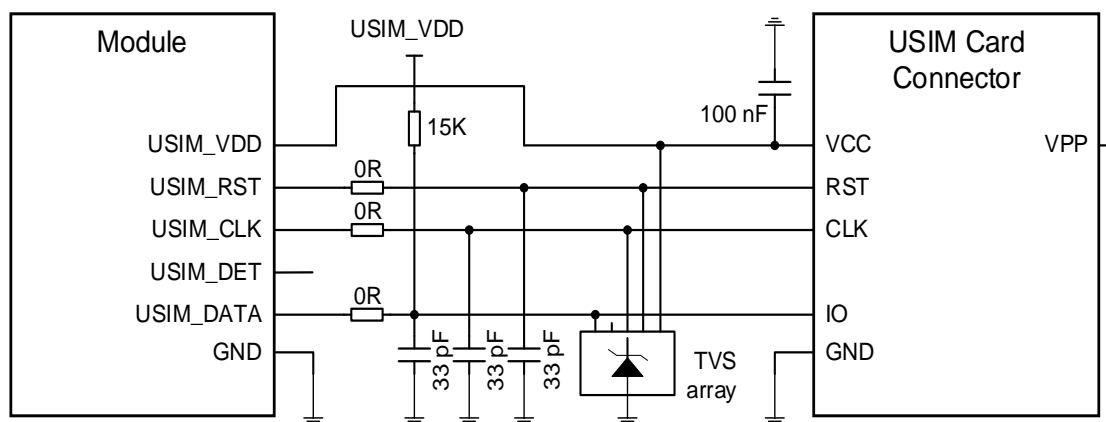


图 21: 6-pin USIM 接口参考电路图

为确保性能，USIM 接口的电路设计应遵循以下原则：

- USIM 卡座靠近模块摆放，尽量保证 USIM 卡信号线布线长度不超过 200 mm。
- USIM 卡信号线布线远离射频线和电源线。
- 请确保 USIM_VDD 与 GND 之间的旁路电容容值不大于 1 μF ，且尽可能靠近 USIM 卡座放置。
- 为防止 USIM_CLK 信号与 USIM_DATA 信号相互串扰，两者布线不能太靠近，并且在两条走线之间需增加地屏蔽。
- 为确保良好的 ESD 防护性能，建议在 USIM 卡的引脚增加 TVS 阵列，选择的 TVS 阵列寄生电容不大于 15 pF。在模块和 USIM 卡之间串联 0 Ω 的电阻便于调试。在 USIM_DATA、USIM_CLK 和 USIM_RST 线上并联 33 pF 电容用于滤除射频干扰。USIM 卡的外围器件应尽量靠近 USIM 卡座摆放。
- USIM_DATA 上的上拉电阻有利于增加 USIM 卡的抗干扰能力。当 USIM 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 USIM 卡座位置增加上拉电阻。

备注

仅 USIM1 接口支持热插拔功能。

4.4. UART

模块提供了 2 个 UART：主 UART 和调试 UART。

表 14：UART 信息

接口类型	支持波特率 (bps)	默认波特率 (bps)	功能描述
主 UART	4800、9600、19200、 38400、57600、115200、 230400、460800、921600	115200	数据传输和 AT 命令通信； 支持 RTS 和 CTS 硬件流控
调试 UART	115200	115200	用于部分日志输出

表 15：UART 引脚描述

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
MAIN_RXD	31	DI	主 UART 接收	1.8 V 电压域。 不用则悬空。
MAIN_TXD	32	DO	主 UART 发送	

MAIN_CTS	33	DO	模块清除发送	1.8 V 电压域。 连接至 MCU 的 CTS。 不用则悬空。
MAIN_RTS	34	DI	请求发送至模块	1.8 V 电压域。 连接至 MCU 的 RTS。 不用则悬空。
MAIN_DTR	39	DI	主 UART 数据终端就绪	
MAIN_RI	40	DO	主 UART 输出振铃提示	1.8 V 电压域。 不用则悬空。
MAIN_DCD	48	DO	主 UART 输出载波检测	
DBG_TXD	71	DO	调试 UART 发送	1.8 V 电压域。
DBG_RXD	72	DI	调试 UART 接收	须预留测试点。

模块的 UART 电平为 1.8 V。若外部 MCU 系统电平为 3.3 V，则需在模块和 MCU 的 UART 连接中增加电平转换电路。下图为使用电平转换芯片的参考电路设计：

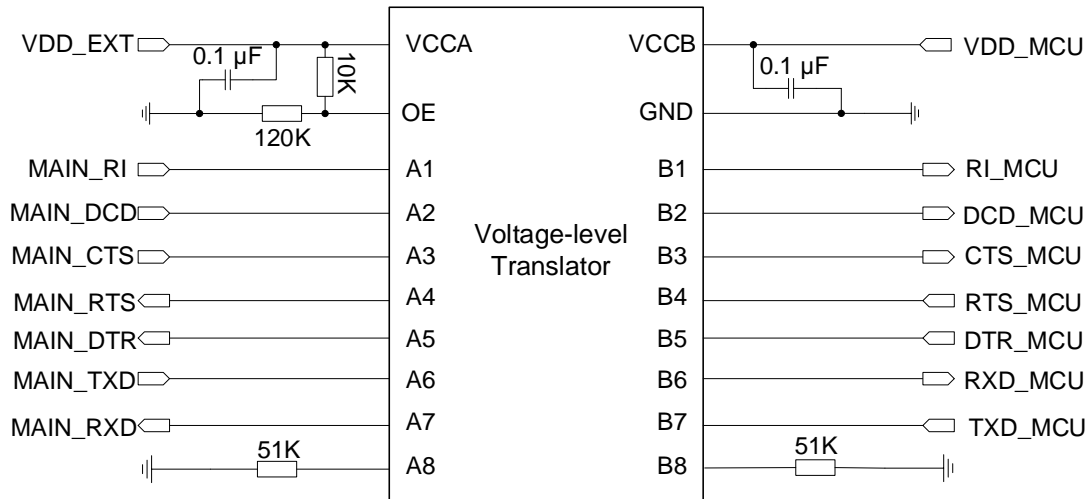


图 22：电平转换芯片参考设计

另一种电平转换电路设计如下图所示。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：

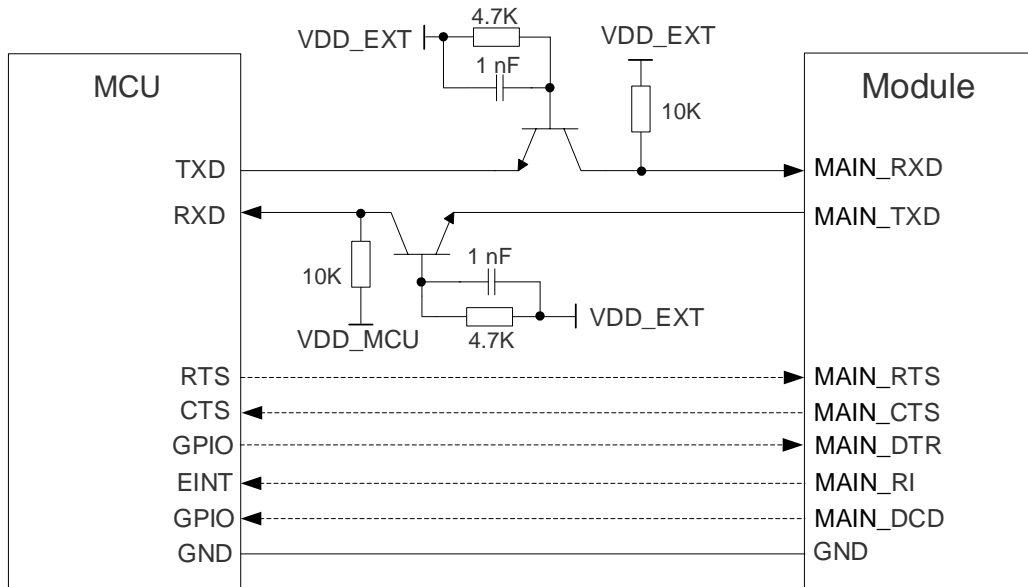


图 23: 三极管电平转换参考设计

备注

1. 请务必留意，UART 硬件流控 CTS、RTS 引脚采用直连方式，并注意输入输出方向。
2. 三极管电平转换电路不适用于波特率超过 460 kbps 的应用。
3. 为增加 UART 通讯稳定性，建议增加 UART 硬件流控设计。

4.5. PCM 接口和 I2C 接口（可选）

模块提供了 1 个 PCM 接口和 1 个 I2C 接口。

表 16: PCM 接口引脚描述

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
PCM_SYNC	58	DO	PCM 帧同步	
PCM_DIN	59	DI	PCM 数据输入	1.8 V 电压域。 不用则悬空。
PCM_DOUT	60	DO	PCM 数据输出	
PCM_CLK	61	DO	PCM 时钟	

表 17: I2C 接口引脚描述

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
I2C_SDA	56	OD	I2C 串行数据	需外部 1.8 V 上拉。
I2C_SCL	57	OD	I2C 串行时钟	不用则悬空。

模块的 PCM 接口仅支持短帧模式，模块仅做主设备。

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)。

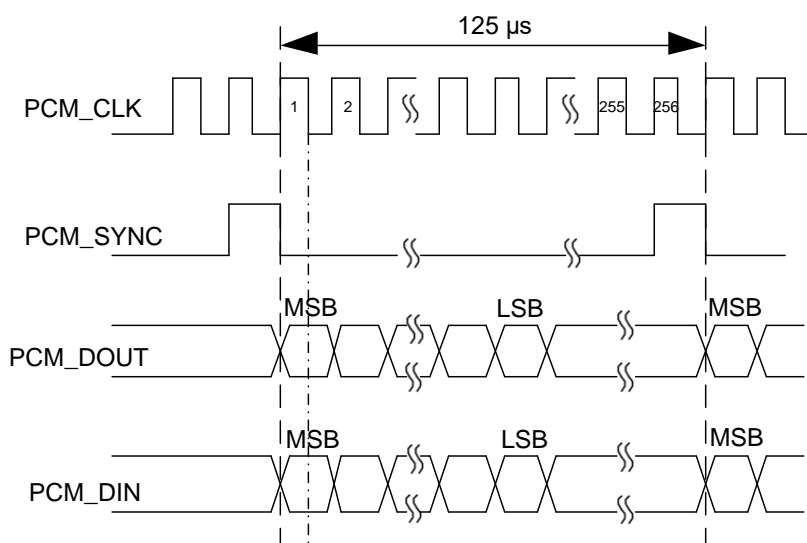


图 24: 短帧模式时序图

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。当 PCM_SYNC 达 8 kHz 时，PCM_CLK 支持 256 kHz、512 kHz、1024 kHz 和 2048 kHz；当 PCM_SYNC 达 16 kHz 时，PCM_CLK 支持 4096 kHz。

通过 **AT+QDAI**，可以配置 PCM 的时钟和模式，可配置为短帧模式 (PCM_SYNC = 8 kHz, PCM_CLK = 2048 kHz)，详情请参考文档 [3]。

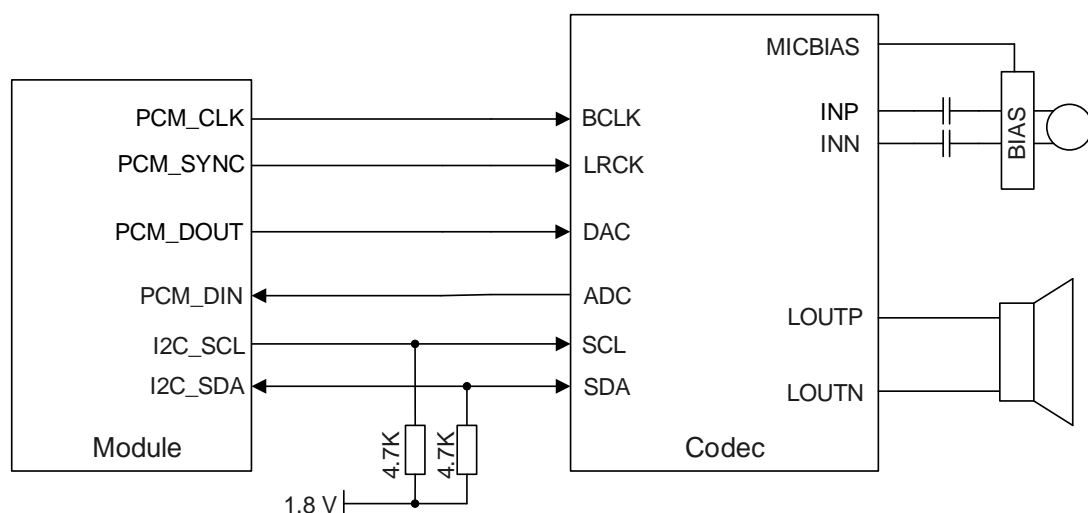


图 25: PCM 和 I2C 接口电路参考设计

备注

1. 建议在 PCM 的信号线（特别是 PCM_CLK 信号线）上预留 RC（ $R = 0 \Omega$, $C = 33 \text{ pF}$ ）电路。
2. 模块在 PCM 接口应用与 I2C 接口应用中均只能作为主设备。
3. PCM、I2C 接口为可选功能。客户可根据实际需求进行选择，不用则悬空。

4.6. 模拟音频接口（可选）

模块提供了 1 路模拟音频输入通道和 1 路模拟音频输出通道。

表 18: 模拟音频接口引脚描述

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
SPK_N	21	AO	模拟音频差分输出通道 (-)	用于听筒接口。 最大输出功率 37 mW @ THD = 1 %, $R = 32 \Omega$ 。
SPK_P	22	AO	模拟音频差分输出通道 (+)	若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。
MIC_N	23	AI	麦克风输入通道 (-)	不用则悬空。
MIC_P	24	AI	麦克风输入通道 (+)	

MIC_BIAS 25 PO 麦克风偏置电压

- 音频输入通道为差分输入通道，可用作麦克风输入。麦克风通常选用驻极体麦克风。
- 音频输出通道为差分输出通道，可用作扬声器、听筒输出。
- 模块内置音频功放默认配置为 AB 类功放。

4.6.1. 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）的驻极体麦克风；从干扰源头滤除射频干扰，更大程度减少耦合噪音。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射频噪声。

PCB 板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。

4.6.2. 麦克风接口电路

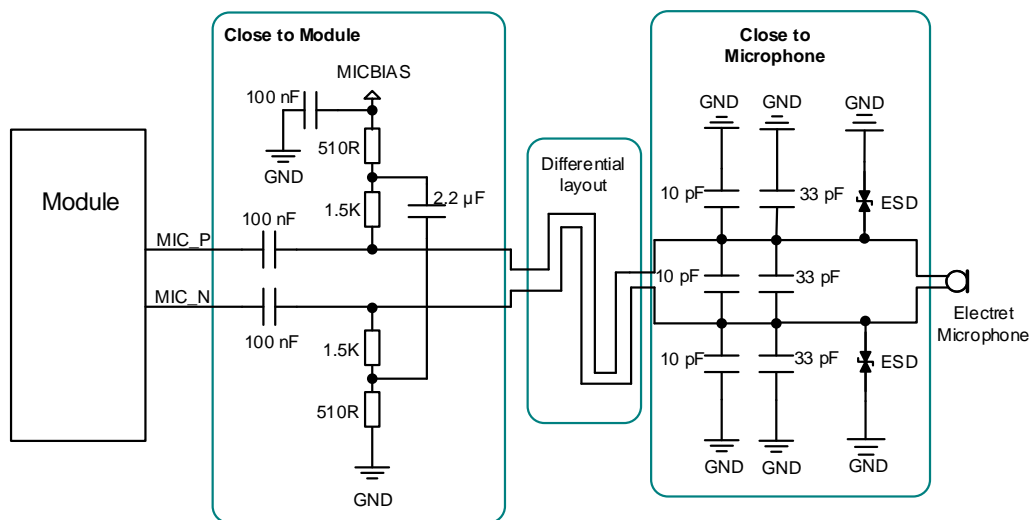


图 26: 麦克风接口参考电路图

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。

4.6.3. 听筒接口电路

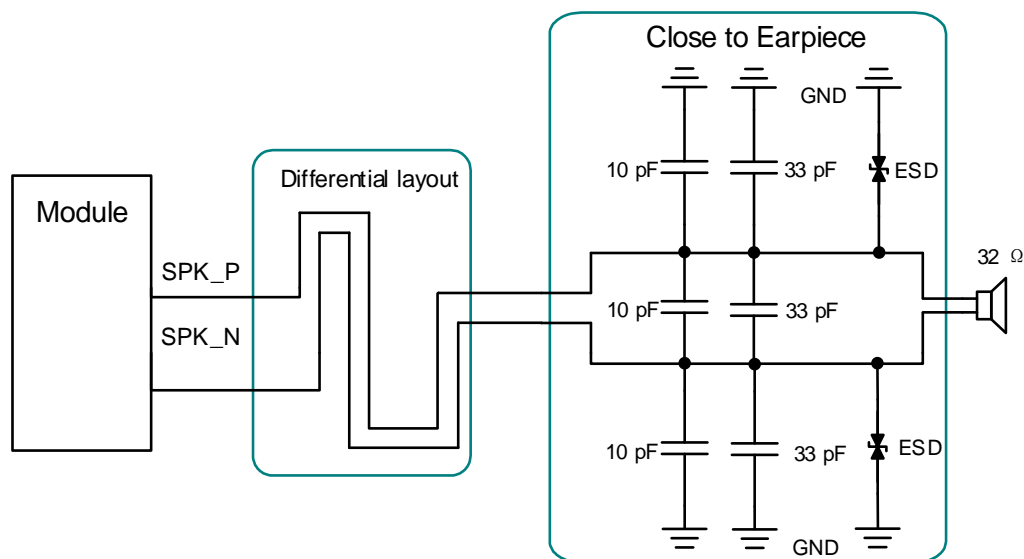


图 27：听筒输出参考电路图

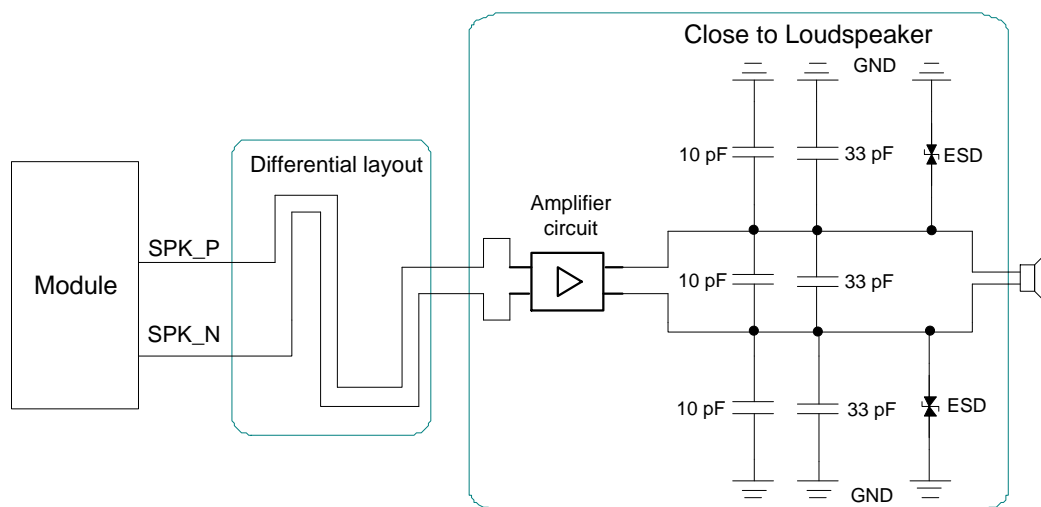


图 28：音频功放（外接功放）输出参考电路图

如需使用外置功放，可参考图28。关于差分输入输出音频功放，请访问网址<http://www.ti.com/>，以获取所需的器件。市场上亦有很多同等性能的音频功放可供选择。

备注

模拟音频接口为可选功能。客户可根据实际需求进行选择，不用则悬空。

4.7. 摄像头接口（可选）

模块的摄像头接口最高支持 30 万像素传感器，支持 SPI 单数据线或双数据线传输。

表 19：摄像头接口引脚描述

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
CAM_VDD	17	PO	摄像头供电	2.8 V/100 mA。 不用则悬空。
CAM_MCLK	10	DO	摄像头主时钟	
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_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	
CAM_PWDN	16	DO	摄像头关断	
CAM_VDDIO	68	PO	摄像头 I/O 供电	

备注

1. 摄像头接口为可选功能。客户可根据实际需求进行选择，不用则悬空。
2. 摄像头接口的参考设计，请参考文档 [4]。

4.8. ADC 接口

模块提供了 2 路通用模数转换接口（ADC 接口）。ADC 接口在布线时，为了提高接口的电压测量准确度，建议进行包地处理。

表 20: ADC 接口引脚描述

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
ADC0	19	AI	通用 ADC 接口	不用则悬空。
ADC1	20	AI		

通过 **AT+QADC=<port>** 可以读取 ADC 接口各引脚的电压值:

- **AT+QADC=0:** 可用于读取 ADC0 的电压值
- **AT+QADC=1:** 可用于读取 ADC1 的电压值

如需了解更多相关 AT 命令的信息, 请参考文档 [2]。

表 21: ADC 特性

参数	最小值	典型值	最大值	单位
ADC0 输入电压范围	0	-	1.2	V
ADC1 输入电压范围	0	-	1.2	V
ADC 分辨率	-	12	-	位

备注

1. ADC 接口设计时需预留分压电路, 分压电路的两个电阻阻值要求大于 100 kΩ。
2. 分压电阻精度对 ADC 采样误差会有影响, 推荐使用精度为 1 %电阻, 如果对 ADC 精度要求更高, 则建议使用精度为 0.5 %电阻。

4.9. 指示信号

表 22: 指示接口引脚描述

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
NET_MODE	52	DO	网络注册状态指示	1.8 V 电压域。不用则悬空。
NET_STATUS/ USB_BOOT	55	DO	网络状态指示	1.8 V 电压域。 模块正常开机后, 该引脚用作网

				络状态指示； 模块正常开机前禁止下拉此引脚。建议预留测试点。
SLEEP_IND	53	DO	睡眠模式指示	
STATUS	54	DO	运行状态指示	1.8 V 电压域。不用则悬空。
MAIN_RI	40	DO	主 UART 输出振铃提示	

4.9.1. 网络状态指示

作为指示引脚，NET_MODE 和 NET_STATUS/USB_BOOT 分别用来指示模块的网络注册状态和网络状态，同时驱动对应的 LED 指示灯。

表 23：网络状态指示引脚的工作状态

引脚名	电平状态	模块网络状态
NET_MODE	高电平	已注册到 LTE 网络
	低电平	其他
NET_STATUS/ USB_BOOT	慢闪（200 ms 高/1800 ms 低）	搜网状态
	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
	常亮（高电平）	通话中

网络状态指示参考电路如下图所示。建议 NET_STATUS/USB_BOOT 引脚外接 $V_{GS(TH)}$ （栅极阈值电压）的最大值不超过 1 V 的 NMOS 管进行控制。

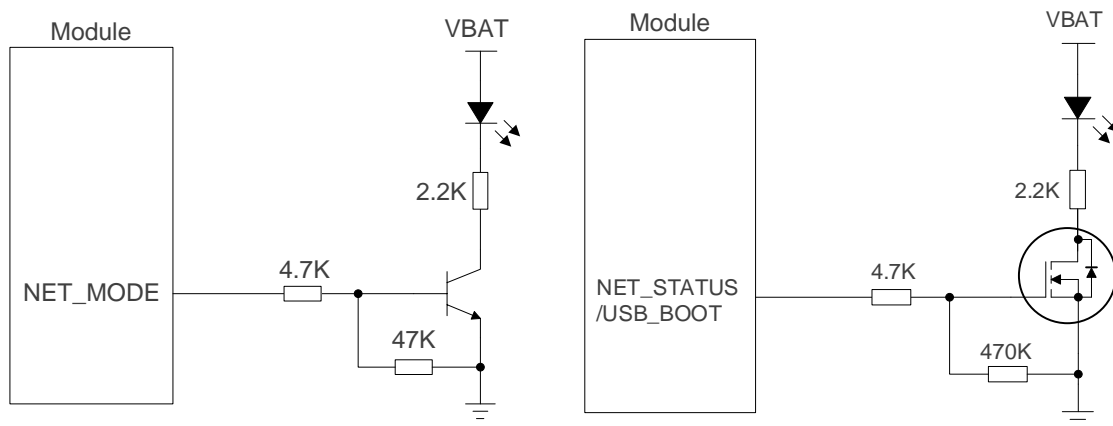


图 29：网络状态指示参考电路图

备注

NET_STATUS/USB_BOOT 引脚控制的网络指示灯在开机过程中处于常亮状态，模块正常开机后，该引脚的工作状态请参考表 23。

4.9.2. STATUS

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

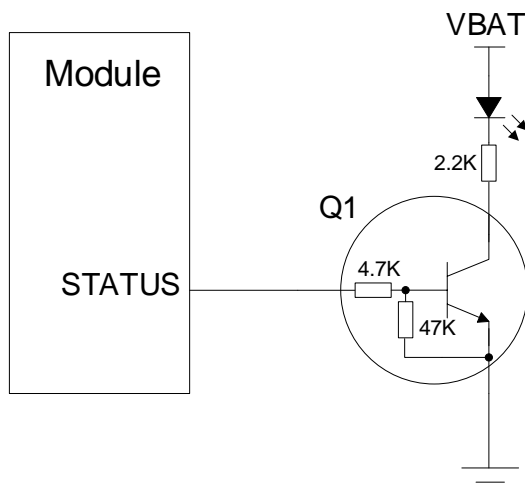


图 30：STATUS 参考电路图

4.9.3. MAIN_RI

可通过 **AT+QCFG="risignalttype","physical"** 来配置 MAIN_RI 指示动作，即不管通过哪个端口上报 URC 信息，URC 均会触发 MAIN_RI 的指示动作。

备注

通过 **AT+QURCCFG**，可将主 UART、USB AT 端口或 USB 调制端口设置为 URC 输出 UART。默认设置为 USB AT 端口。

MAIN_RI 作为指示信号可以有多种指示方式，但默认如下：

表 24: MAIN_RI 指示方式

状态	电平状态
空闲	高电平
新 URC 返回时	MAIN_RI 会有 120 ms 的低电平，数据输出完成后再变为高电平

MAIN_RI 的指示方式可以用 **AT+QCFG="urc/ri/ring"** 来配置，详细信息请参考文档 [2]。

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. LTE/Wi-Fi Scan 天线接口

5.1.1. 天线接口和工作频段

表 25: LTE/Wi-Fi Scan 天线接口引脚描述

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
ANT_MAIN	46	AIO	主天线/Wi-Fi Scan 天线接口	50 Ω 特性阻抗。

备注

模块支持 Wi-Fi Scan 功能。由于共用主天线接口，两种功能不可同时使用，时分复用。Wi-Fi Scan 只接收不发送。

表 26: EC600M-CN 工作频段

工作频段	发送	接收	单位
LTE-FDD B1	1920~1980	2110~2170	MHz
LTE-FDD B3	1710~1785	1805~1880	MHz
LTE-FDD B5	824~849	869~894	MHz
LTE-FDD B8	880~915	925~960	MHz
LTE-TDD B34	2010~2025	2010~2025	MHz
LTE-TDD B38	2570~2620	2570~2620	MHz

LTE-TDD B39	1880~1920	1880~1920	MHz
LTE-TDD B40	2300~2400	2300~2400	MHz
LTE-TDD B41	2535~2675	2535~2675	MHz

表 27: EC600M-EU 工作频段

工作频段	发送	接收	单位
LTE-FDD B1	1920~1980	2110~2170	MHz
LTE-FDD B3	1710~1785	1805~1880	MHz
LTE-FDD B5	824~849	869~894	MHz
LTE-FDD B7	2500~2570	2620~2670	MHz
LTE-FDD B8	880~915	925~960	MHz
LTE-FDD B20	832~862	791~821	MHz
LTE-FDD B28	703~748	758~803	MHz
LTE-TDD B38	2570~2620	2570~2620	MHz
LTE-TDD B40	2300~2400	2300~2400	MHz
LTE-TDD B41	2535~2675	2535~2675	MHz

表 28: EC600M-LA 工作频段

工作频段	发送	接收	单位
LTE-FDD B2	1850~1910	1930~1990	MHz
LTE-FDD B3	1710~1785	1805~1880	MHz
LTE-FDD B4	1710~1755	2110~2155	MHz
LTE-FDD B5	824~849	869~894	MHz
LTE-FDD B7	2500~2570	2620~2670	MHz
LTE-FDD B8	880~915	925~960	MHz

LTE-FDD B28	703~748	758~803	MHz
LTE-FDD B66	1710~1780	2110~2180	MHz

备注

LTE-TDD B41 仅支持 140 MHz（2535~2675 MHz）。

5.1.2. 天线调谐器控制接口*

模块可以通过 GRFC 接口控制外部天线调谐器。

表 29: GRFC 接口引脚描述

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
GRFC_1	130	DO	通用射频控制	1.8 V 电压域。 不用则悬空。
GRFC_2	131	DO	通用射频控制	

备注

EC600M-CN 没有 130、131 号引脚。

表 30: GRFC 接口真值表（单位：MHz）

GRFC_1 电平	GRFC_2 电平	频段范围	频段
低	低	703~747.9	B28
低	高	824~861.9	B5/20
高	低	880~914.9	B8
高	高	1710~2689.9	B1/2/3/4/7/38/40/41/66

5.1.3. 发射功率

表 31: EC600M-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 32: EC600M-EU 射频发射功率

频段	最大值	最小值
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 33: EC600M-LA 射频发射功率

频段	最大值	最小值
LTE-FDD B2/B3/B4/B5/B7/B8/B28/B66	23 dBm \pm 2 dB	< -39 dBm

5.1.4. 接收灵敏度

表 34: EC600M-CN 射频接收灵敏度（单位：dBm）

频段	接收灵敏度（典型值）	
	主集	3GPP 要求
LTE-FDD B1 (10 MHz)	-99	-96.3
LTE-FDD B3 (10 MHz)	-99.5	-93.3
LTE-FDD B5 (10 MHz)	-99	-94.3
LTE-FDD B8 (10 MHz)	-99	-93.3
LTE-TDD B34 (10 MHz)	-100	-96.3
LTE-TDD B38 (10 MHz)	-100	-96.3

LTE-TDD B39 (10 MHz)	-100	-96.3
LTE-TDD B40 (10 MHz)	-100	-96.3
LTE-TDD B41 (10 MHz)	-99.5	-94.3

表 35: EC600M-EU 射频接收灵敏度 (单位: dBm)

频段	接收灵敏度 (典型值)	
	主集	3GPP 要求
LTE-FDD B1 (10 MHz)	-98.4	-96.3
LTE-FDD B3 (10 MHz)	-98.9	-93.3
LTE-FDD B5 (10 MHz)	-99.8	-94.3
LTE-FDD B7 (10 MHz)	-97.2	-94.3
LTE-FDD B8 (10 MHz)	-98.7	-93.3
LTE-FDD B20 (10 MHz)	-98.2	-93.3
LTE-FDD B28 (10 MHz)	-98.9	-94.8
LTE-TDD B38 (10 MHz)	-99.2	-96.3
LTE-TDD B40 (10 MHz)	-99.7	-96.3
LTE-TDD B41 (10 MHz)	-98.9	-94.3

表 36: EC600M-LA 射频接收灵敏度 (单位: dBm)

频段	接收灵敏度 (典型值)	
	主集	3GPP 要求
LTE-FDD B2 (10 MHz)	-98.5	-94.3
LTE-FDD B3 (10 MHz)	-98.5	-93.3
LTE-FDD B4 (10 MHz)	-99.0	-96.3
LTE-FDD B5 (10 MHz)	-99.4	-94.3
LTE-FDD B7 (10 MHz)	-97.2	-94.3

LTE-FDD B8 (10 MHz)	-99.1	-93.3
LTE-FDD B28 (10 MHz)	-99.5	-94.8
LTE-FDD B66 (10 MHz)	-99.0	-96.5

5.1.5. 参考设计

模块提供 1 路射频天线接口用于天线连接。为发挥更好的射频性能，需预留双 L 型电路；匹配元件如 C1、R1、C2、C3 应尽量靠近天线放置；电容 C1、C2 默认不贴。

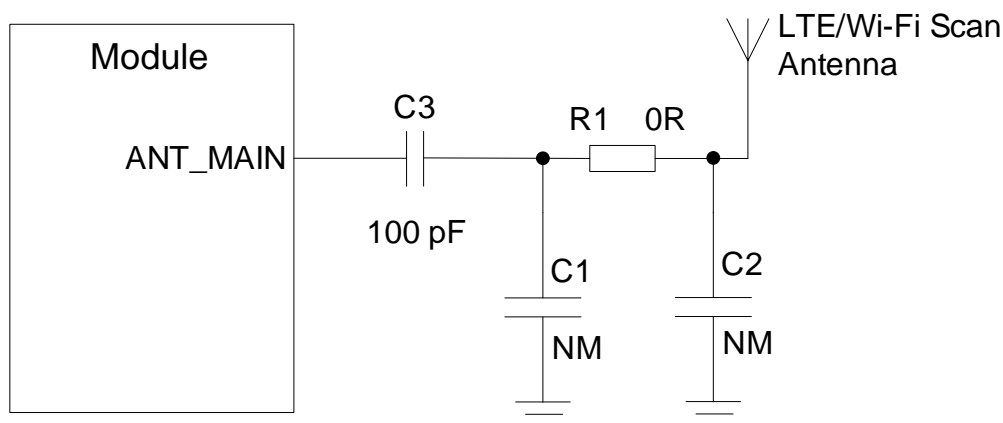


图 31: 射频参考电路图

备注

若天线端口外围设计存在直流电，则必须在 C3 位置贴隔直电容，防止发生对地短路，电容值建议为 100 pF，可根据实际要求调整。若外围设计中无直流电，则无需预留 C3 位置。

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

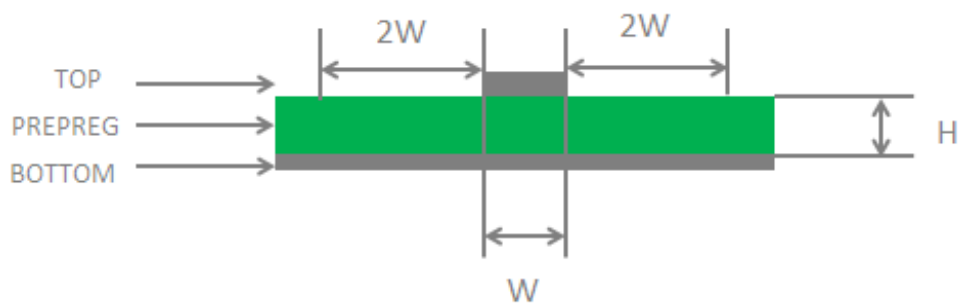


图 32: 两层 PCB 板微带线结构

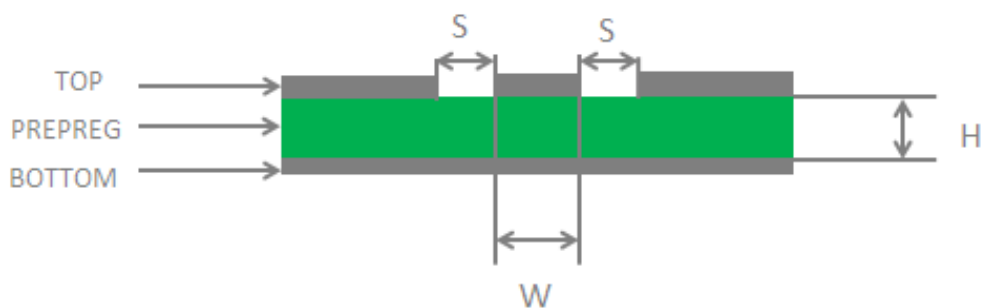


图 33: 两层 PCB 板共面波导结构

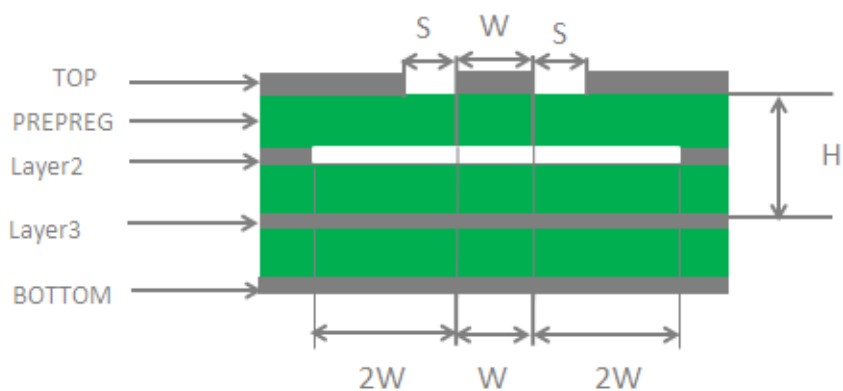


图 34: 四层 PCB 板共面波导结构（参考地为第三层）

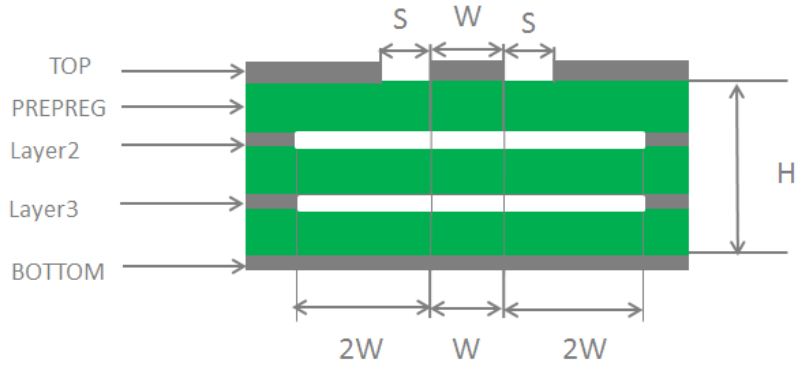


图 35：四层 PCB 板共面波导结构（参考地为第四层）

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（例如：DC-DC 电源、(U)SIM/USB/SDIO 高频数字信号、屏幕信号、时钟信号等），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 [5]。

5.3. 天线设计要求

表 37：天线设计要求

天线类型	要求
蜂窝/Wi-Fi Scan	<ul style="list-style-type: none"> ● VSWR: ≤ 2 ● 效率: $> 30\%$ ● 最大输入功率: 50 W ● 输入阻抗: $50\ \Omega$ ● 垂直极化 ● 线缆插入损耗: <ul style="list-style-type: none"> < 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，则推荐使用 Hirose 的 U.FL-R-SMT 连接器。

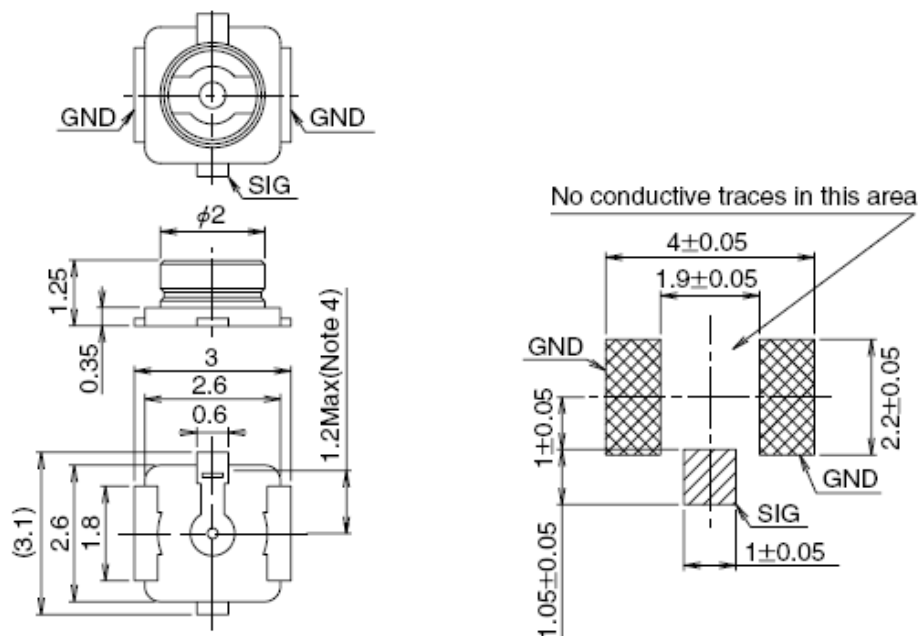


图 36: 天线座尺寸 (单位: 毫米)

可选择 U.FL-LP 系列的插头配合 U.FL-R-SMT 使用。

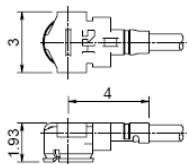
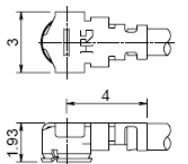
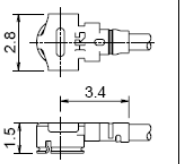
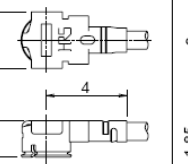
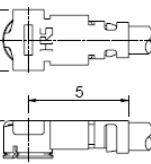
	U.FL-LP-040	U.FL-LP-066	U.FL-LP(V)-040	U.FL-LP-062	U.FL-LP-088
Part No.					
Mated Height	2.5mm Max. (2.4mm Nom.)	2.5mm Max. (2.4mm Nom.)	2.0mm Max. (1.9mm Nom.)	2.4mm Max. (2.3mm Nom.)	2.4mm Max. (2.3mm Nom.)
Applicable cable	Dia. 0.81mm Coaxial cable	Dia. 1.13mm and Dia. 1.32mm Coaxial cable	Dia. 0.81mm 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 37: 与天线座匹配的插头规格 (单位: 毫米)

下图为射频连接器安装尺寸:

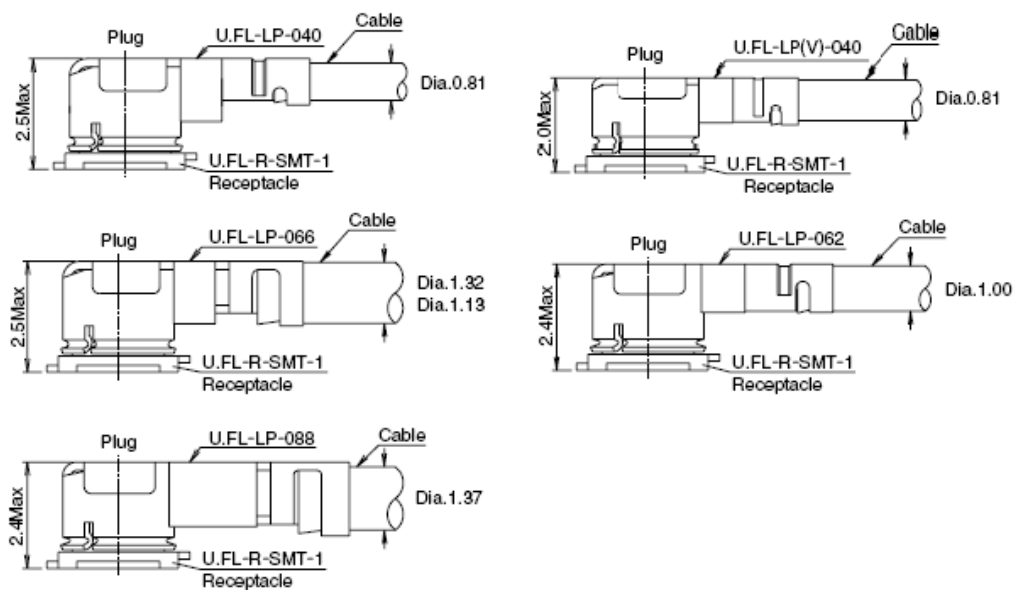


图 38: 射频连接器安装图 (单位: 毫米)

详细信息请访问 <http://www.hirose.com>。

6 电气性能和可靠性

6.1. 绝对最大额定值

表 38：绝对最大额定值

参数	最小值	最大值	单位
VBAT_BB/VBAT_RF 电压	-0.3	6	V
USB_VBUS 电压	-0.3	5.5	V
数字接口电压	-0.3	2.2	V
VBAT_BB 电流	-	0.5	A
VBAT_RF 电流	-	1.0	A
ADC[0:1]电压	0	1.2	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	4.3	V
I _{VBAT}	峰值耗流	处于最大发射功率等级时	-	-	1.5	A
USB_VBUS	USB 连接检测	-	3.0	5.0	5.25	V

6.3. 功耗

表 40: EC600M-CN 功耗

描述	条件	典型值	单位
关机模式	模块关机	36	μA
休眠模式	最少功能模式 (USB 断开)	1.04	mA
	飞行模式 (USB 断开)	1.18	mA
	LTE-FDD @ PF = 32 (USB 断开)	2.10	mA
	LTE-FDD @ PF = 64 (USB 断开)	1.57	mA
	LTE-FDD @ PF = 64 (USB 挂起)	1.74	mA
	LTE-FDD @ PF = 128 (USB 断开)	1.35	mA
	LTE-FDD @ PF = 256 (USB 断开)	1.25	mA
	LTE-TDD @ PF = 32 (USB 断开)	1.98	mA
	LTE-TDD @ PF = 64 (USB 断开)	1.56	mA
	LTE-TDD @ PF = 64 (USB 挂起)	1.74	mA
	LTE-TDD @ PF = 128 (USB 断开)	1.34	mA
	LTE-TDD @ PF = 256 (USB 断开)	1.24	mA
空闲模式	LTE-FDD @ PF = 64 (USB 断开)	17.50	mA
	LTE-FDD @ PF = 64 (USB 连接)	28.90	mA
	LTE-TDD @ PF = 64 (USB 断开)	17.52	mA
	LTE-TDD @ PF = 64 (USB 连接)	28.95	mA
LTE 数据传输	LTE-FDD B1	536	mA
	LTE-FDD B3	502	mA
	LTE-FDD B5	480	mA
	LTE-FDD B8	479	mA

	LTE-TDD B34	176	mA
	LTE-TDD B38	170	mA
	LTE-TDD B39	197	mA
	LTE-TDD B40	208	mA
	LTE-TDD B41	205	mA

表 41: EC600M-EU 功耗

描述	条件	典型值	单位
关机模式	模块关机	20.20	μA
休眠模式	最少功能模式 (USB 断开)	0.98	mA
	飞行模式 (USB 断开)	1.03	mA
	LTE-FDD @ PF = 32 (USB 断开)	1.90	mA
	LTE-FDD @ PF = 64 (USB 断开)	1.46	mA
	LTE-FDD @ PF = 64 (USB 挂起)	1.62	mA
	LTE-FDD @ PF = 128 (USB 断开)	1.23	mA
	LTE-FDD @ PF = 256 (USB 断开)	1.12	mA
	LTE-TDD @ PF = 32 (USB 断开)	1.90	mA
	LTE-TDD @ PF = 64 (USB 断开)	1.46	mA
	LTE-TDD @ PF = 64 (USB 挂起)	1.63	mA
	LTE-TDD @ PF = 128 (USB 断开)	1.23	mA
	LTE-TDD @ PF = 256 (USB 断开)	1.13	mA
空闲模式	LTE-FDD @ PF = 64 (USB 断开)	17.90	mA
	LTE-FDD @ PF = 64 (USB 连接)	29.71	mA
	LTE-TDD @ PF = 64 (USB 断开)	17.92	mA
	LTE-TDD @ PF = 64 (USB 连接)	29.72	mA

LTE 数据传输	LTE-FDD B1	513	mA
	LTE-FDD B3	464	mA
	LTE-FDD B5	556	mA
	LTE-FDD B7	676	mA
	LTE-FDD B8	545	mA
	LTE-TDD B20	493	mA
	LTE-FDD B28	516	mA
	LTE-TDD B38	226	mA
	LTE-TDD B40	214	mA
	LTE-TDD B41	221	mA

表 42: EC600M-LA 功耗

描述	条件	典型值	单位
关机模式	模块关机	20.25	μA
休眠模式	最少功能模式 (USB 断开)	0.99	mA
	飞行模式 (USB 断开)	1.11	mA
	LTE-FDD @ PF = 32 (USB 断开)	1.89	mA
	LTE-FDD @ PF = 64 (USB 断开)	1.48	mA
	LTE-FDD @ PF = 128 (USB 断开)	1.28	mA
	LTE-FDD @ PF = 256 (USB 断开)	1.18	mA
	LTE-FDD @ PF = 64 (USB 断开)	16.05	mA
空闲模式	LTE-FDD @ PF = 64 (USB 连接)	27.56	mA
	LTE-FDD B2	480	mA
LTE 数据传输	LTE-FDD B3	490	mA
	LTE-FDD B4	455	mA

LTE-FDD B5	498	mA
LTE-FDD B7	580	mA
LTE-FDD B8	490	mA
LTE-FDD B28	486	mA
LTE-FDD B66	440	mA

6.4. 数字逻辑电平特性

表 43: 1.8 V I/O 要求

参数	描述	最小值	最大值	单位
V_{IH}	输入高电平	$0.7 \times VDDIO$	$VDDIO + 0.2$	V
V_{IL}	输入低电平	-0.3	$0.3 \times VDDIO$	V
V_{OH}	输出高电平	$VDDIO - 0.2$	-	V
V_{OL}	输出低电平	-	0.2	V

表 44: USIM 卡 1.8 V I/O 要求

参数	描述	最小值	最大值	单位
USIM_VDD	供电	1.62	1.98	V
V_{IH}	输入高电平	$0.7 \times USIM_VDD$	USIM_VDD	V
V_{IL}	输入低电平	0	$0.2 \times USIM_VDD$	V
V_{OH}	输出高电平	$0.7 \times USIM_VDD$	USIM_VDD	V
V_{OL}	输出低电平	0	$0.15 \times USIM_VDD$	V

表 45: USIM 卡 3.0 V I/O 要求

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	$0.7 \times \text{USIM_VDD}$	USIM_VDD	V
V_{IL}	输入低电平	0	$0.15 \times \text{USIM_VDD}$	V
V_{OH}	输出高电平	$0.7 \times \text{USIM_VDD}$	USIM_VDD	V
V_{OL}	输出低电平	0	$0.15 \times \text{USIM_VDD}$	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 46: 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 和 GND	±5	±10	kV
天线接口	±4	±8	kV
其他接口	±0.5	±1	kV

6.6. 工作和存储温度

表 47：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 ⁴	-35	+25	+75	°C
扩展工作温度范围 ⁵	-40	-	+85	°C
存储温度范围	-40	-	+90	°C

⁴ 在此工作温度范围内，模块的各项指标符合 3GPP 标准的要求。

⁵ 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

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

7.1. 机械尺寸

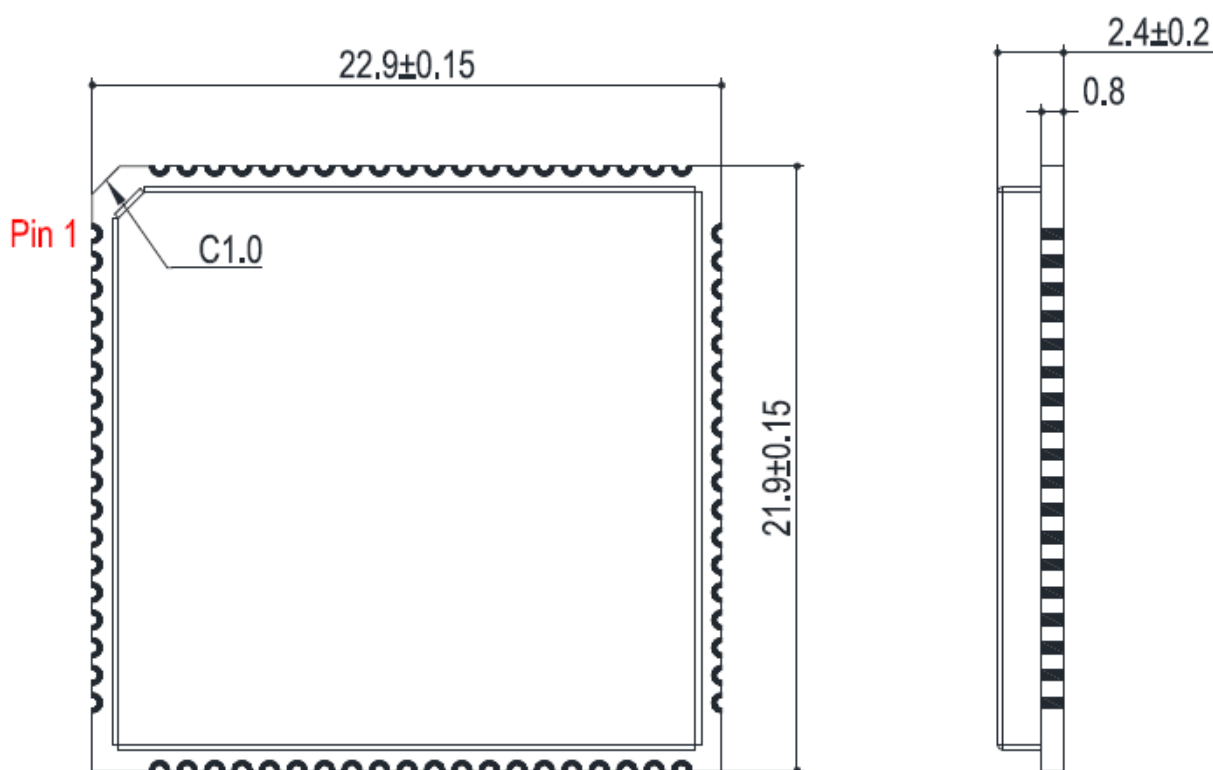


图 39: EC600M 系列模块俯视及侧视尺寸图（单位：毫米）

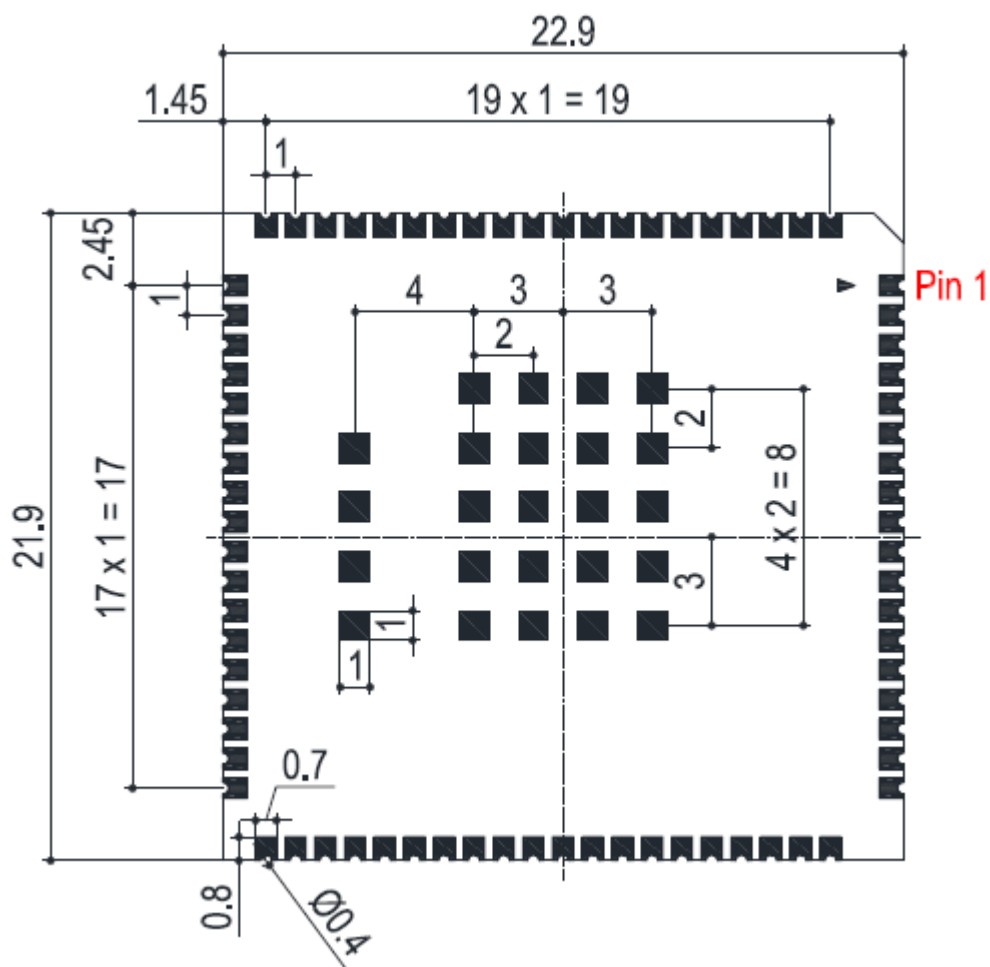


图 40: EC600M-CN 模块底视尺寸图 (单位: 毫米)

7.2. 推荐封装

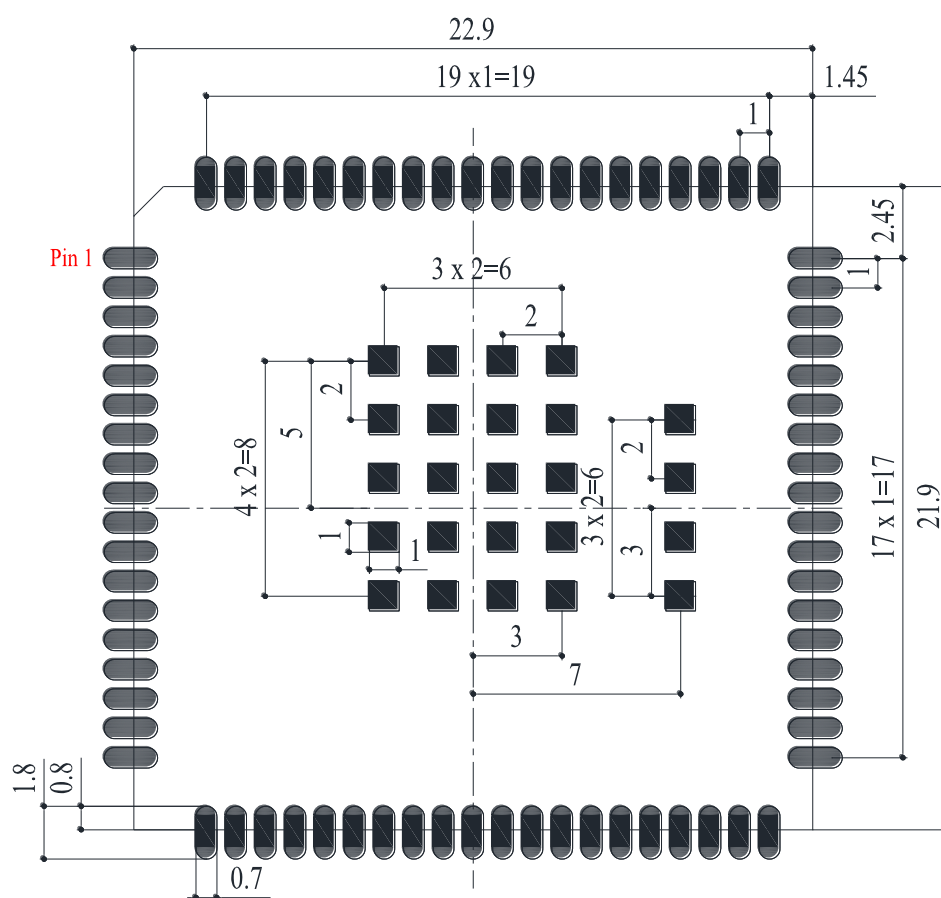


图 42: EC600M-CN 推荐封装

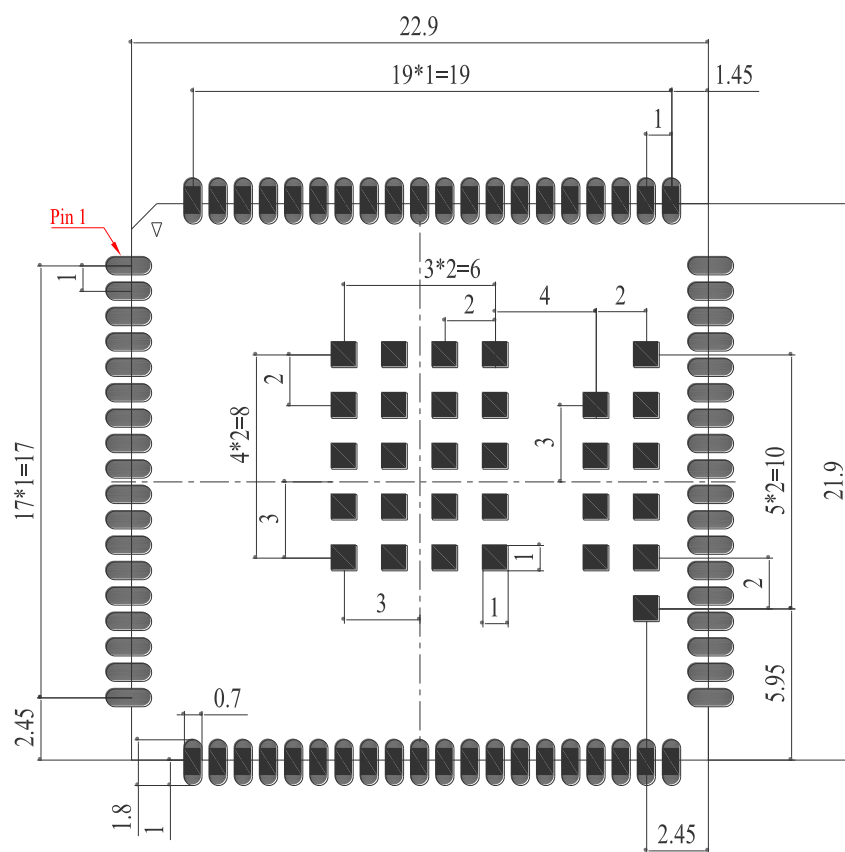


图 43: EC600M-EU & EC600M-LA 推荐封装

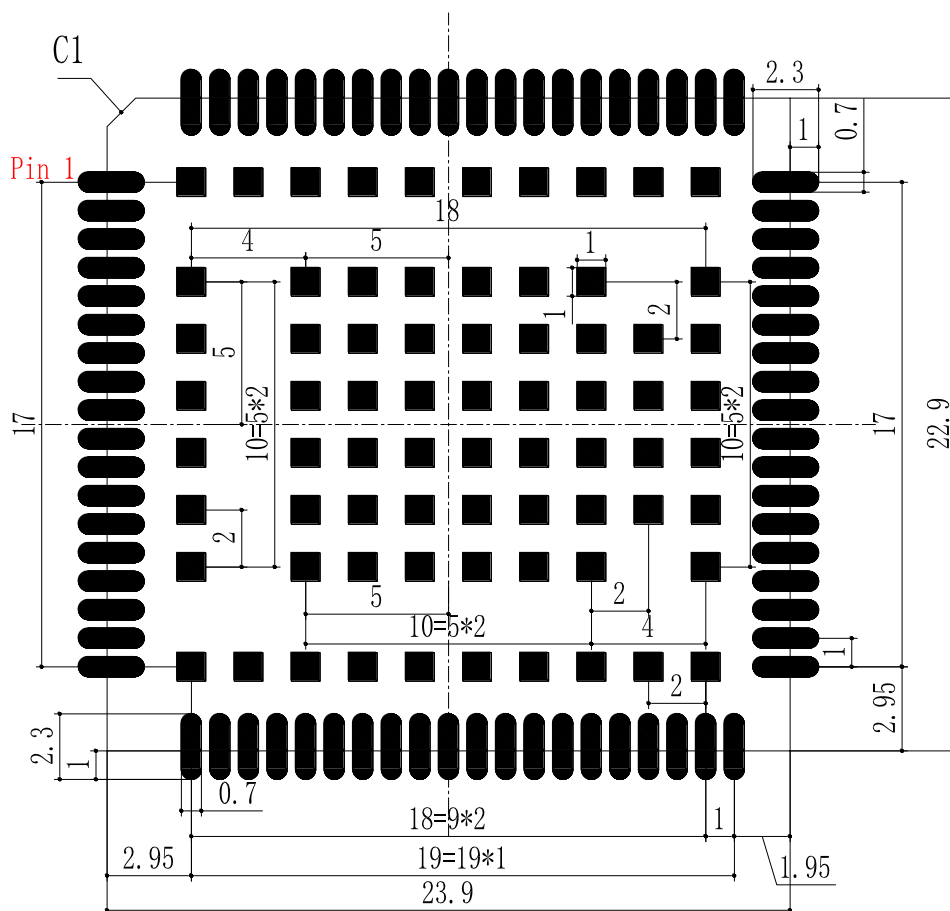


图 44: EC600x 系列推荐兼容封装

备注

1. 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。
2. 如考虑 EC600x 系列兼容设计，请使用兼容封装进行设计。模块的钢网设计请参考文档 [6]。
3. 兼容封装的引脚定义请参考对应模块的硬件设计手册，关于推荐兼容封装的详情，请参考文档 [7]。

7.3. 俯视图和底视图

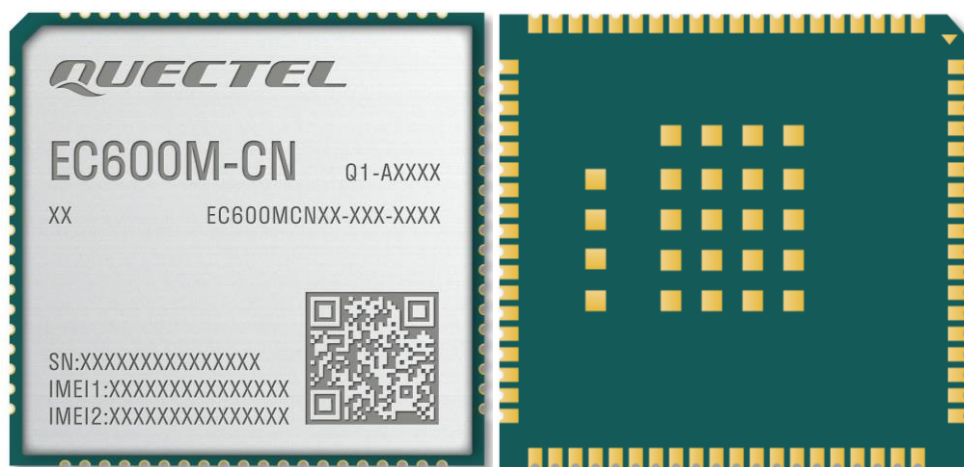


图 45: EC600M-CN 模块俯视图和底视图

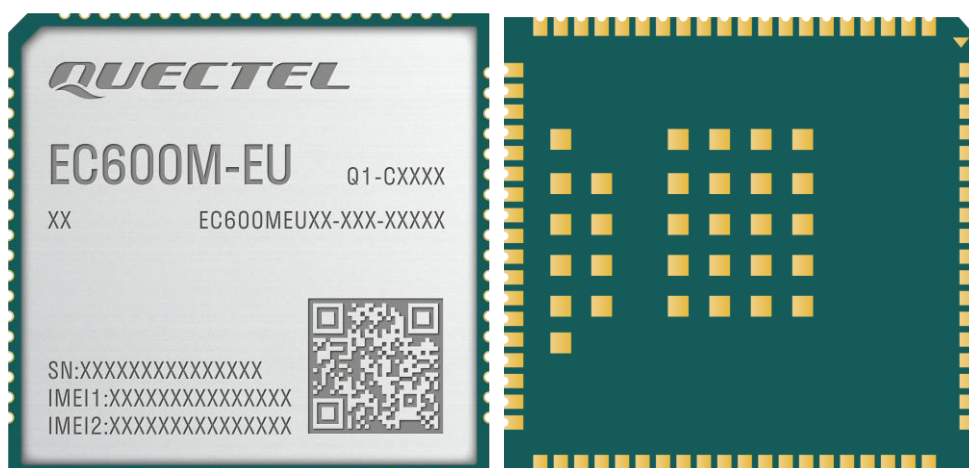


图 46: EC600M-EU 模块俯视图和底视图

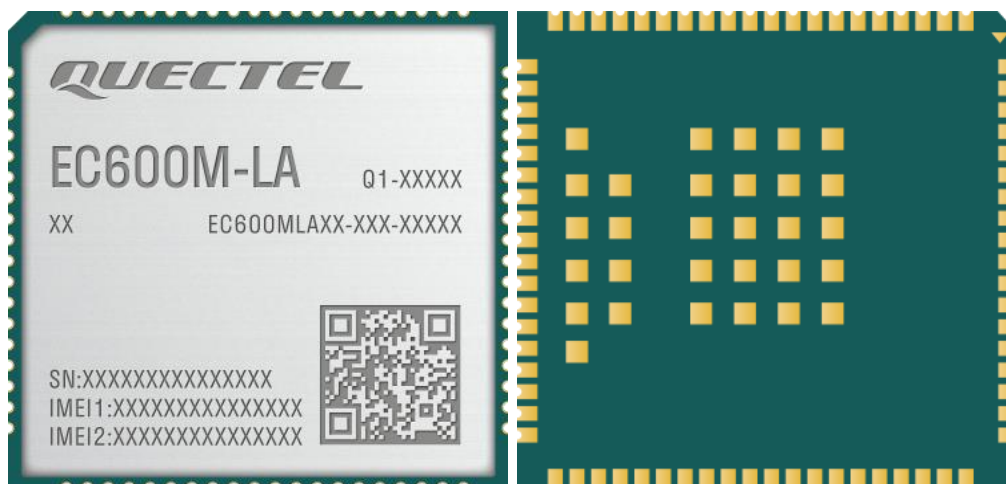


图 47: EC600M-LA 模块俯视图和底视图

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 $23 \pm 5^{\circ}\text{C}$ ，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⁶。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。

⁶ 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。

- 拆包、放置模块时请注意 ESD 防护，例如，佩戴防静电手套。

8.2. 生产焊接

用印刷刮板在网板上印刷锡膏，使锡膏通过网板开口漏印到 PCB 上，印刷刮板力度需调整合适。为保证模块印膏质量，模块焊盘部分对应的钢网厚度推荐为 0.15~0.20 mm。详细信息请参考文档 [6]。

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

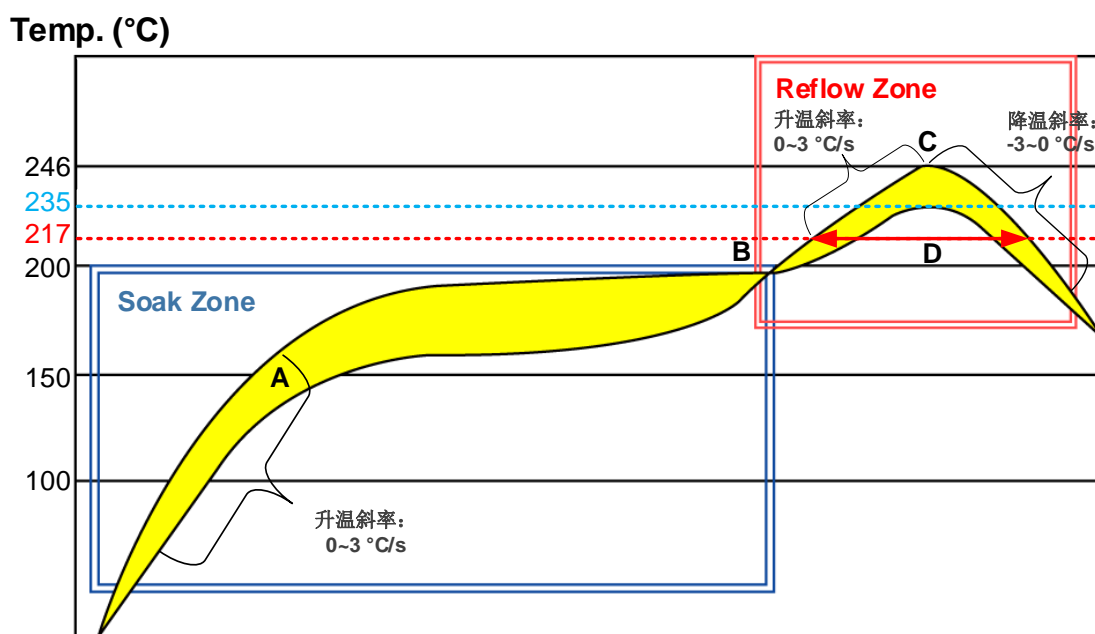


图 48：推荐的炉温曲线图

表 48：推荐的炉温控制要求

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 %）的材料也不可使用。
7. 腐蚀性气体可能会对模块内的电子元器件产生腐蚀，进而影响其可靠性和性能，甚至导致模块的实际使用寿命无法达到原设计寿命。切勿在有腐蚀性气体（如硫化氢、二氧化硫、氯气和氨气等）的环境中存放或使用未加保护的模块。
8. 因 SMT 流程的复杂性，如遇不确定的情况或文档 [8]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。

此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：

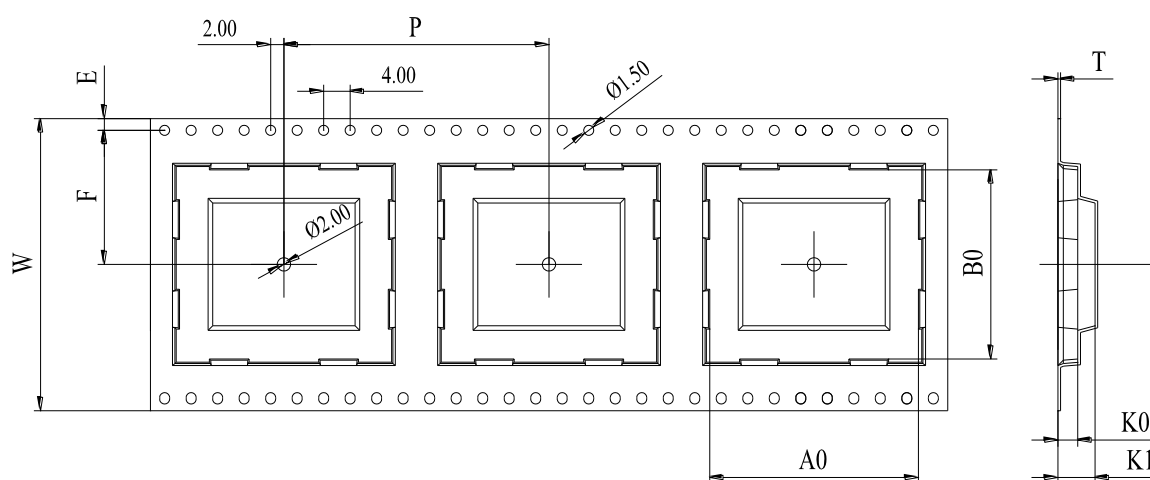


图 49：载带尺寸图（单位：毫米）

表 49：载带尺寸表（单位：毫米）

W	P	T	A0	B0	K0	K1	F	E
44	32	0.4	23.4	22.4	2.9	6.5	20.2	1.75

8.3.2. 胶盘

胶盘的尺寸图表如下：

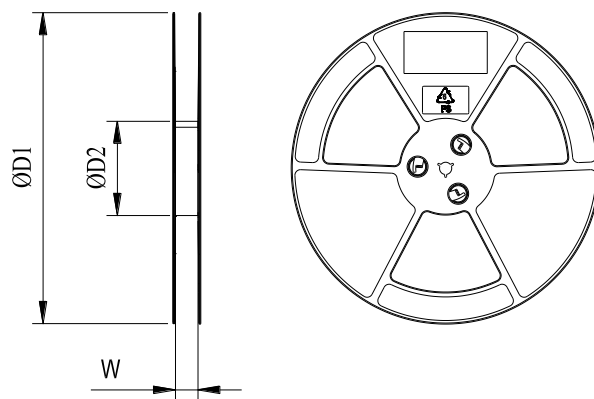


图 50: 胶盘尺寸图

表 50: 胶盘尺寸表 (单位: 毫米)

ØD1	ØD2	W
330	100	44.5

8.3.3. 贴片方向

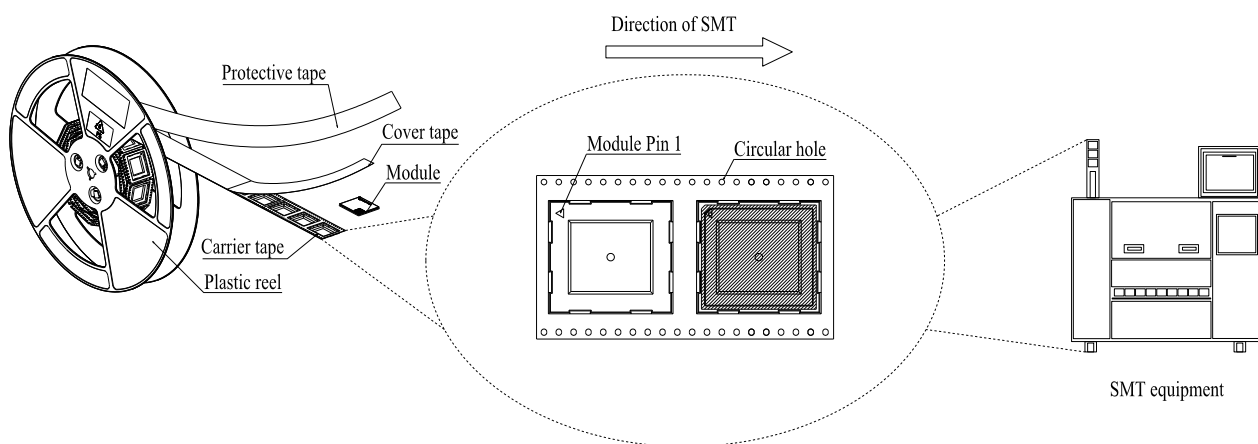
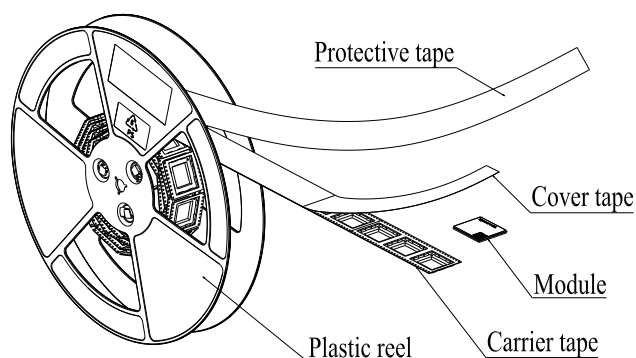


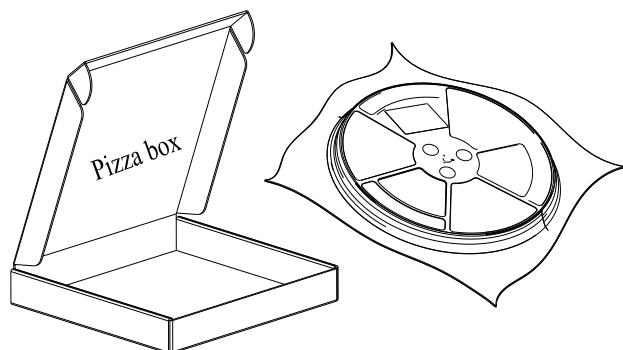
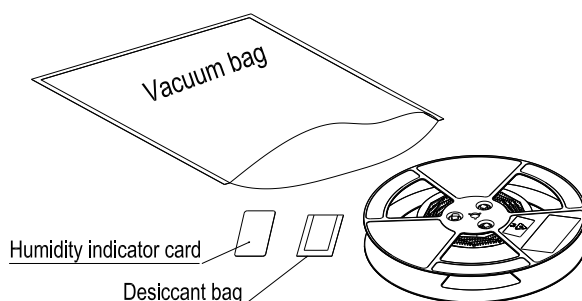
图 51: 贴片方向

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。

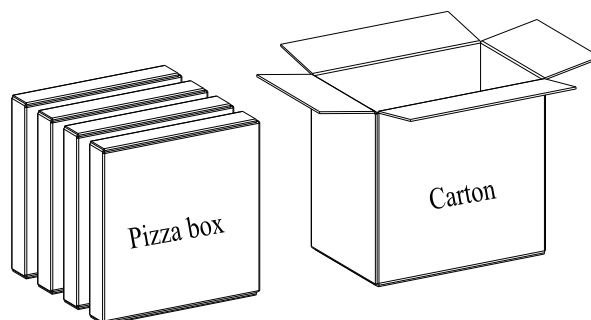


图 52: 包装流程

9 附录 参考文档及术语缩写

表 51：参考文档

文档名称
[1] Quectel_UMTS<E_EVB_User_Guide
[2] Quectel_LTE_Standard(A)系列_AT 命令手册
[3] Quectel_LTE_Standard(A)系列_音频应用指导
[4] Quectel_EC600M_Series_Reference_Design
[5] Quectel_射频 LAYOUT_应用指导
[6] Quectel_Module_Stencil_Design_Requirements
[7] Quectel_EC600x_Series_Compatible_Footprint&Part
[8] Quectel_模块_SMT_应用指导

表 52：术语缩写

缩写	英文全称	中文全称
3GPP	3rd Generation Partnership Project	第三代合作伙伴计划
AMR	Adaptive Multi-Rate	自适应多速率
BB	Baseband	基带
bps	Bits Per Second	比特/秒
CHAP	Challenge Handshake Authentication Protocol	挑战握手认证协议
CMUX	Connection MUX	多路复用协议
CTS	Clear to Send	清除发送
DFOTA	Delta Firmware Upgrade Over-The-Air	固件空中差分升级

DTR	Data Terminal Ready	数据终端就绪
EMI	Electromagnetic 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	欧洲电信标准研究所
EVB	Evaluation Board	评估板
FDD	Frequency Division Duplex	频分双工
FILE	File Protocol	本地文件传输协议
FTP	File Transfer Protocol	文件传输协议
FTPS	FTP-over-SSL	对常用的文件传输协议（FTP）添加传输层安全（TLS）和安全套接层（SSL）加密协议支持的扩展协议
GND	Ground	地
GPIO	General-Purpose Input/Output	通用型之输入输出
HB	High Band	高频段
HTTP	Hypertext Transfer Protocol	超文本传输协议
HTTPS	Hypertext Transfer Protocol over Secure Socket Layer	超文本传输安全协议
IMT-2000	International Mobile Telecommunications 2000	第三代移动通信技术
I _o max	Maximum Output Load Current	最大输出负载电流
IMS	IP Multimedia Subsystem	子系统
I _{pp}	Peak Pulse Current	峰值脉冲电流
LB	Low Band	低频段
LCC	Leadless Chip Carrier (package)	无引脚芯片载体（封装）
LDO	Low-dropout Regulator	低压差线性稳压器
LED	Light Emitting Diode	发光二极管
LGA	Land Grid Array	栅格阵列封装

LTE	Long Term Evolution	长期演进
M2M	Machine to Machine	机器对机器
MB	Medium Band	中频
Mbps	Megabits per second	兆位每秒
MCU	Microcontroller Unit/Microprogrammed Control Unit	微型控制单元/微程序控制器
ME	Mobile Equipment	移动设备
MIC	Microphone	麦克风
MLCC	Multi-layer Ceramic Capacitor	片式多层陶瓷电容器
MMS	Multimedia Messaging Service	彩信
MQTT	Message Queuing Telemetry Transport	消息队列遥测传输
MSL	Moisture Sensitivity Levels	湿度敏感等级
NITZ	Network Identity and Time Zone	网络标识和时区
NMOS	N-Metal-Oxide-Semiconductor	NMOS 晶体管
NTP	Network Time Protocol	网络时间协议
PA	Power Amplifier	功率放大器
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
PDU	Protocol Data Unit	协议数据单元
PF	Paging Frame	寻呼帧
PING	Packet Internet Groper	分组因特网探测器
PMIC	Power Management IC	电源管理集成电路
PPP	Point-to-Point Protocol	点到点协议
RAM	Random Access Memory	随机存储器
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	Ready To Send/Request to Send	准备发送/请求发送
SMS	Short Message Service	短消息
SMT	Surface Mount Technology	表面贴装技术
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
THD	Total Harmonic Distortion	总谐波失真
TVS	Transient Voltage Suppressor	瞬变电压抑制二极管
UDP	User Datagram Protocol	用户数据报协议
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System	通用移动通信系统
URC	Unsolicited Result Code	非请求结果码
USB	Universal Serial Bus	通用串行总线
USIM	Universal Subscriber Identity Module	通用用户识别模块
V_{ILmax}	Maximum Low-level Input Voltage	最大输入低电平
V_{max}	Maximum Voltage	最大电压
V_{min}	Minimum Voltage	最小电压
V_{nom}	Nominal Voltage	标称电压
VBAT	Voltage at Battery (Pin)	电池电压（引脚）
V_{RWM}	Working Peak Reverse Voltage	反向工作峰值电压
VSWR	Voltage Standing Wave Ratio	电压驻波比