

EC600N-CN QuecOpen

硬件设计手册

LTE Standard 模块系列

版本：1.2

日期：2023-02-28

状态：受控文件



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

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

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

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

前言

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

使用和披露限制

许可协议

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

版权声明

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

商标

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

第三方权利

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

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

隐私声明

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

免责声明

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

版权所有©上海移远通信技术股份有限公司 2023，保留一切权利。

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

安全须知

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



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



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



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



移动终端设备并不保障在任何情况下均能进行有效连接，例如在设备欠费或(U)SIM卡无效时。在紧急情况下遇到上述情况时，请使用紧急呼叫功能，同时确保设备开机并且位于信号强度足够的区域。



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
-	2021-10-22	Tik HUANG/ Owen WEI/ Stefan FAN	文档创建
1.0	2021-11-30	Tik HUANG/ Owen WEI/ Stefan FAN	受控版本
1.1	2022-05-05	Kelly WANG/ Stefan FAN	<ol style="list-style-type: none"> 更新 LTE-TDD 最大上行/下行速率、USB 虚拟 UART 驱动信息和固件升级方式（表 3）。 更新 PCM_SYNC 和 PCM_CLK 引脚的 DC 特性及备注信息（表 5 和表 15）。 删除模块通过 UART 应用进入睡眠模式并更新模块通过 USB 应用进入睡眠模式的方式（第 3.5.1 章）。 删除散热设计章节。 更新钢网厚度和回流焊区的最大升温斜率（第 7.2 章）。
1.2	2023-02-28	Kelly WANG/ Stefan FAN/ Yule DENG	<ol style="list-style-type: none"> 更新 USB 虚拟串口驱动（表 3）。 新增紧急呼叫功能（第 2.2 章和第 5.3 章）。 更新 PCM 接口数据传输方向（图 1）。 删除 LCM 3 线单数据传输（表 3 和第 3.15 章）。 更新 RESET_N 的标称电压值（表 5）。 更新 MAIN_RI 引脚的状态为开发中（表 5 和表 12）。 更新 WAKEUP_IN、AP_READY、W_DISABLE# 引脚的状态为开发中（表 5 和第 3.17 章）。 更新设置最少功能模式和飞行模式的 AT 命令为 API 函数（第 3.4 章和第 3.5.2 章）。 更新睡眠模式章节（第 3.5.1 章）。 更新 ESR 数据（第 3.6.2 章）。 新增 1 个 1 kΩ 电阻并更新按键开机参考电路图（图 9）。

-
12. 更新模块开机运行状态指示时间（图 10）。
 13. 更新模块关机运行状态指示时间（图 11）。
 14. 更新 AT 命令关机为 API 关机（第 3.7.2.2 章）。
 15. 新增 1 个 1 k Ω 电阻（图 13）。
 16. 更新麦克风通道参考电路（图 20）。
 17. 更新 RC 电路的阻值和容值（第 3.13 章）。
 18. 删除 EC600N-CN QuecOpen R1.0 的模块尺寸底视图；
新增 EC600N-CN QuecOpen R1.1 模块尺寸兼容 EC600N-CN QuecOpen R1.0 模块尺寸的备注（第 6.1 章）。
 19. 删除 EC600N-CN QuecOpen R1.0 推荐封装俯视图；
更新 EC600N-CN QuecOpen R1.1 推荐封装尺寸；
新增 EC600N-CN QuecOpen R1.1 推荐封装兼容 EC600N-CN QuecOpen R1.0 推荐封装的备注；
新增 EC600x 系列推荐兼容封装及相关备注（第 6.2 章）。
 20. 更新钢网推荐厚度、模块生产焊接的升温斜率和冷却降温斜率及备注（图 46 和表 37）。
 21. 更新模块包装的载带尺寸、胶盘尺寸和最大包装量；
新增模块的贴片方向章节（第 7.3 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	9
1 引言	11
1.1. 特殊符号	11
2 产品综述	12
2.1. 频段及功能	12
2.2. 关键特性	13
2.3. 功能框图	15
2.4. 评估板套件	15
3 应用接口	16
3.1. 基本描述	16
3.2. 引脚分配图	17
3.3. 引脚描述表	19
3.4. 工作模式	26
3.5. 节能功能	27
3.5.1. 睡眠模式	27
3.5.2. 飞行模式	28
3.6. 电源设计	28
3.6.1. 电源接口	28
3.6.2. 电压稳定性要求	29
3.6.3. 供电参考电路	30
3.7. 开关机	30
3.7.1. PWRKEY 开机	30
3.7.2. 关机	32
3.7.2.1. PWRKEY 关机	32
3.7.2.2. API 关机	33
3.8. 复位	33
3.9. USIM 接口	35
3.10. USB 接口	37
3.11. UART	38
3.12. 模拟音频接口	41
3.12.1. 音频接口设计注意事项	41
3.12.2. 麦克风接口电路	41
3.12.3. 听筒接口与扬声器接口电路	42
3.13. PCM 接口和 I2C 接口	43
3.14. SPI	45
3.15. LCM 接口	46

3.16.	摄像头接口.....	46
3.17.	矩阵键盘接口.....	47
3.18.	网络状态指示.....	48
3.19.	运行状态指示.....	50
3.20.	ADC 接口.....	50
3.21.	USB_BOOT 接口.....	51
4	射频特性.....	53
4.1.	天线接口和工作频段.....	53
4.1.1.	引脚定义.....	53
4.1.2.	工作频段.....	53
4.1.3.	参考设计.....	54
4.1.4.	射频信号线布线指导.....	54
4.2.	天线安装.....	56
4.2.1.	天线设计要求.....	56
4.2.2.	射频连接器推荐.....	56
5	电气性能和可靠性.....	59
5.1.	绝对最大额定值.....	59
5.2.	电源额定值.....	59
5.3.	工作和存储温度.....	60
5.4.	功耗.....	60
5.5.	发射功率.....	61
5.6.	接收灵敏度.....	62
5.7.	静电防护.....	62
6	结构与规格.....	63
6.1.	机械尺寸.....	63
6.2.	推荐封装.....	65
6.3.	俯视图和底视图.....	67
7	存储、生产和包装.....	68
7.1.	存储条件.....	68
7.2.	生产焊接.....	69
7.3.	包装规格.....	70
7.3.1.	载带.....	70
7.3.2.	胶盘.....	71
7.3.3.	模块贴片方向.....	72
7.3.4.	包装流程.....	72
8	附录 参考文档及术语缩写.....	74

表格索引

表 1: 特殊符号	11
表 2: 模块支持频段.....	12
表 3: 模块关键特性.....	13
表 4: I/O 参数定义	19
表 5: 引脚描述	19
表 6: 工作模式	26
表 7: VBAT 和地引脚定义	28
表 8: PWRKEY 引脚定义	30
表 9: RESET_N 引脚定义	33
表 10: USIM 接口引脚定义.....	35
表 11: USB 接口引脚定义	37
表 12: 主 UART 引脚定义.....	39
表 13: 调试 UART 引脚定义.....	39
表 14: 音频接口引脚定义	41
表 15: PCM 和 I2C 接口引脚定义	43
表 16: SPI 引脚定义	45
表 17: LCM 接口引脚定义.....	46
表 18: 摄像头接口引脚定义.....	47
表 19: 矩阵键盘接口引脚定义	47
表 20: 网络状态指示引脚定义	48
表 21: 网络状态指示引脚的工作状态	49
表 22: STATUS 引脚定义	50
表 23: ADC 接口引脚定义	50
表 24: ADC 特性.....	51
表 25: NET_STATUS/USB_BOOT 接口引脚定义.....	51
表 26: 主天线接口引脚定义.....	53
表 27: 模块工作频段.....	53
表 28: 天线设计要求.....	56
表 29: 绝对最大值	59
表 30: 模块电源额定值	59
表 31: 工作和存储温度	60
表 32: 模块耗流	60
表 33: 射频发射功率.....	61
表 34: 模块射频接收灵敏度.....	62
表 35: ESD 性能参数 (温度: 25-30 °C, 湿度: 40 ±5 %)	62
表 36: 推荐的炉温测试控制要求	69
表 37: 载带尺寸表 (单位: mm)	71
表 38: 胶盘尺寸表 (单位: mm)	71
表 39: 参考文档.....	74
表 40: 术语缩写	74

图片索引

图 1: 功能框图	15
图 2: EC600N-CN QuecOpen® R1.0 模块引脚分配俯视图	17
图 3: EC600N-CN QuecOpen® R1.1 模块引脚分配俯视图	18
图 4: 休眠应用	27
图 5: 突发传输电源要求	29
图 6: 模块供电电路	29
图 7: 供电电路参考设计	30
图 8: 开集驱动参考开机电路	31
图 9: 按键开机参考电路	31
图 10: 开机时序图	32
图 11: 关机时序图	33
图 12: RESET_N 复位开集参考电路	34
图 13: RESET_N 复位按键参考电路	34
图 14: RESET_N 复位时序图	34
图 15: 8-pin USIM 接口参考电路图	36
图 16: 6-pin USIM 接口参考电路图	36
图 17: USB 接口参考设计	38
图 18: 电平转换芯片参考电路	40
图 19: 三极管电平转换参考电路	40
图 20: 麦克风通道参考电路	42
图 21: 听筒输出参考电路	42
图 22: 带音频功放（外接功放）输出参考电路	43
图 23: 短帧模式时序图	44
图 24: PCM 和 I2C 接口电路参考设计	44
图 25: SPI 电路参考设计（模块作为主设备）	45
图 26: SPI 电路参考设计（模块作为从设备）	45
图 27: 网络指示参考电路	49
图 28: STATUS 参考电路	50
图 29: USB_BOOT 接口参考设计电路	52
图 30: 进入强制下载模式时序	52
图 31: 射频参考电路	54
图 32: 两层 PCB 板微带线结构	54
图 33: 两层 PCB 板共面波导结构	55
图 34: 四层 PCB 板共面波导结构（参考地为第三层）	55
图 35: 四层 PCB 板共面波导结构（参考地为第四层）	55
图 36: 天线座尺寸（单位：mm）	57
图 37: 与天线座匹配的插头规格	57
图 38: 射频连接器安装图（单位：mm）	58
图 39: 模块尺寸（俯视图及侧视图）	63
图 40: EC600N-CN QuecOpen® R1.1 模块尺寸（底视图）	64
图 41: EC600N-CN QuecOpen® R1.1 推荐封装（俯视图）	65

图 42: EC600x 系列推荐兼容封装 (俯视图)	66
图 43: EC600N-CN QuecOpen® R1.0 模块俯视图和底视图	67
图 44: EC600N-CN QuecOpen® R1.1 模块俯视图和底视图	67
图 45: 推荐的回流焊温度曲线	69
图 46: 载带尺寸图	71
图 47: 胶盘尺寸图	71
图 48: 模块贴片方向	72
图 49: 包装流程	73

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

本文档定义了了在 QuecOpen[®]方案下，EC600N-CN 模块及其与客户应用连接的空中接口和硬件接口。

本文档可以帮助客户快速了解模块的硬件接口规范、电气特性、机械规范以及其他相关信息。借助此文档，结合移远通信提供的应用手册和用户指导书，客户可以快速将模块应用于无线应用场景中。

1.1. 特殊符号

表 1：特殊符号

符号	定义
*	若无特别说明，模块功能、特性、接口、引脚名称、AT 命令或参数后所标记的星号（*）表示该功能、特性、接口、引脚、AT 命令或参数正在开发中，因此暂不支持；模块子型号后所标记的星号（*）表示该子型号暂无样品。

2 产品综述

2.1. 频段及功能

这是一款 LTE 无线通信模块，支持 LTE-FDD 和 LTE-TDD 等数据连接，可为客户特定场景应用提供语音功能。该模块支持的频段如下表所示：

表 2：模块支持频段

网络制式	频段
LTE-FDD	B1/B3/B5/B8
LTE-TDD	B34/B38/B39/B40/B41

模块封装紧凑，仅为 21.9 mm × 22.9 mm × 2.4 mm，能满足大部分 M2M 应用需求，例如自动化领域、智能计量、跟踪系统、安防系统、路由器、无线 POS 机、移动计算设备、PDA 电话和平板电脑等。

该模块是贴片式模块，当前包含两个硬件版本：

- R1.0 版本：共有 92 个引脚，其中 76 个为 LCC 引脚，其余 16 个为 LGA 引脚。
- R1.1 版本：共有 96 个引脚，其中 76 个为 LCC 引脚，其余 20 个为 LGA 引脚。

2.2. 关键特性

表 3: 模块关键特性

参数	描述
供电	<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
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 Cat 1 FDD 和 TDD 支持 1.4/3/5/10/15/20 MHz 射频带宽 LTE-FDD: 最大下行速率 10 Mbps, 最大上行速率 5 Mbps LTE-TDD: 最大下行速率 8.96 Mbps, 最大上行速率 3.1 Mbps
网络协议特性	<ul style="list-style-type: none"> 支持 TCP/UDP/PPP/NTP/NITZ/FTP/HTTP/PING/CMUX/HTTPS/FTPS/SSL/FILE/MQTT/MMS*/SMTP*/SMTPS*协议 支持 PPP 协议的 PAP 和 CHAP 认证
短消息 (SMS)	<ul style="list-style-type: none"> 文本与 PDU 模式 点对点短消息收发 短消息小区广播 短消息存储: 存储在 USIM 卡和 ME 中, 默认存储在 ME 中
USIM 接口	支持 USIM 卡: 1.8 V 和 3.0 V
USB 接口	<ul style="list-style-type: none"> 兼容 USB 2.0 (只支持从模式), 数据传输速率最大到 480 Mbps 用于 AT 命令通信、数据传输、软件调试和固件升级 USB 虚拟串口驱动: 支持 Windows 7/8/8.1/10/11, Linux 2.6~5.18, Android 4.x~12.x 等操作系统下的 USB 驱动
UART	<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 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>辅助 UART:</p> <ul style="list-style-type: none"> 用于与外设通信 波特率为 115200 bps 通过复用 SPI_RXD、SPI_TXD 或 MAIN_CTS、MAIN_RTS
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 支持回音消除和噪声抑制
PCM 接口	<ul style="list-style-type: none"> 用于音频使用, 需要外接 codec 芯片

	<ul style="list-style-type: none"> ● 支持 16 位线性编码格式 ● 支持短帧模式：模块仅做主设备
SPI	支持主从模式，最高时钟频率 26 MHz
LCM 接口	<ul style="list-style-type: none"> ● 支持最大分辨率为 240 × 320 的 LCD 显示模块 ● 支持 SPI 4 线单数据传输 ● 支持 RGB565 格式输出
摄像头接口	<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
矩阵键盘接口	支持 5 × 5 矩阵键盘
AT 命令	3GPP TS 27.007 和 3GPP TS 27.005 定义的命令，以及移远通信增强型 AT 命令
网络指示	NET_MODE 和 NET_STATUS/USB_BOOT 两个网络指示引脚
天线接口	<ul style="list-style-type: none"> ● 主天线接口 (ANT_MAIN) ● 50 Ω 特性阻抗
物理特征	<ul style="list-style-type: none"> ● 尺寸：(21.9 ±0.15) mm × (22.9 ±0.15) mm × (2.4 ±0.2) mm ● 重量：约 2.0 g
温度范围	<ul style="list-style-type: none"> ● 正常工作温度¹：-35 ~ +75 °C ● 扩展工作温度²：-40 ~ +85 °C ● 存储温度：-40 ~ +90 °C
固件升级	可通过 USB 接口或 DFOTA 升级
RoHS	所有器件完全符合 EU RoHS 标准

¹ 表示当模块在此温度范围内工作时，模块的相关性能满足 3GPP 标准要求。

² 表示当模块在此温度范围内工作时，模块仍能保持正常工作状态，具备语音、短消息、数据传输、紧急呼叫*等功能，不会出现不可恢复的故障；射频频谱、网络基本不受影响，仅个别指标如输出功率等参数的值可能会超出 3GPP 标准的范围。当温度返回至正常工作温度范围时，模块的各项指标仍符合 3GPP 标准。

2.3. 功能框图

下图为模块的功能框图，阐述了其如下主要功能：

- 电源管理
- 基带部分
- 存储器
- 射频部分
- 外围接口

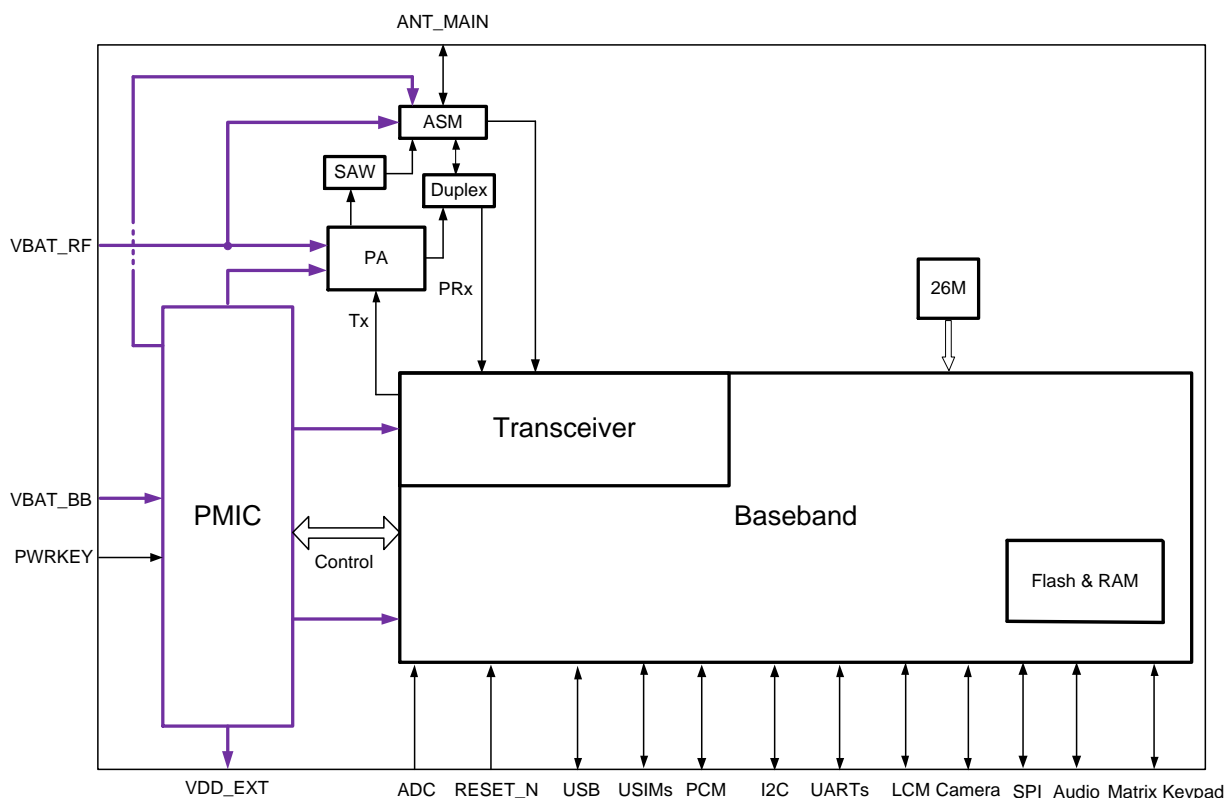


图 1：功能框图

2.4. 评估板套件

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

3 应用接口

3.1. 基本描述

模块包含两个硬件版本：

- R1.0 共有 92 个引脚，其中 76 个为 LCC 引脚，另外 16 个为 LGA 引脚。
- R1.1 共有 96 个引脚，其中 76 个为 LCC 引脚，另外 20 个为 LGA 引脚。

后续章节将详细阐述模块各组接口的功能：

- 电源供电
- USIM 接口
- USB 接口
- UART
- 模拟音频接口
- PCM 和 I2C 接口
- SPI
- LCM 接口
- 摄像头接口
- 矩阵键盘接口
- 状态指示接口
- ADC 接口
- USB_BOOT 接口

3.2. 引脚分配图

下图为模块引脚分配图：

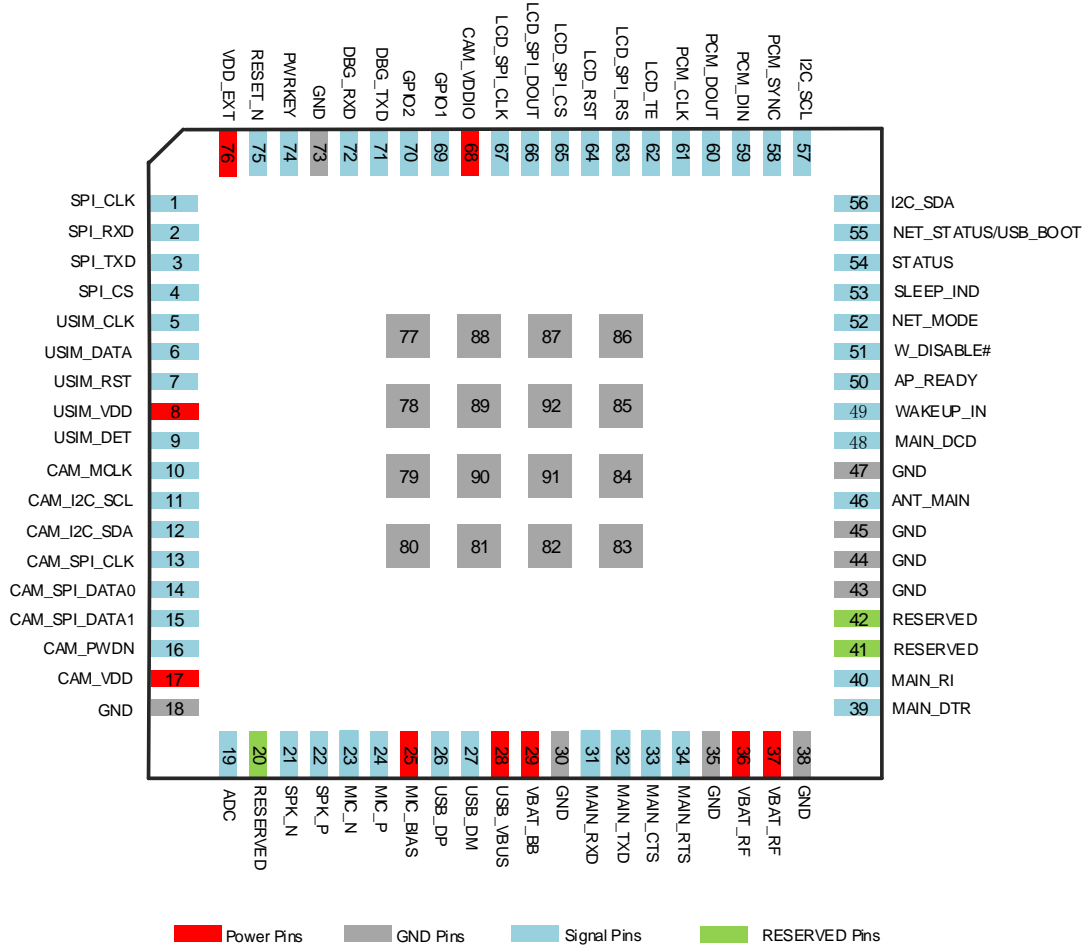


图 2: EC600N-CN QuecOpen® R1.0 模块引脚分配俯视图

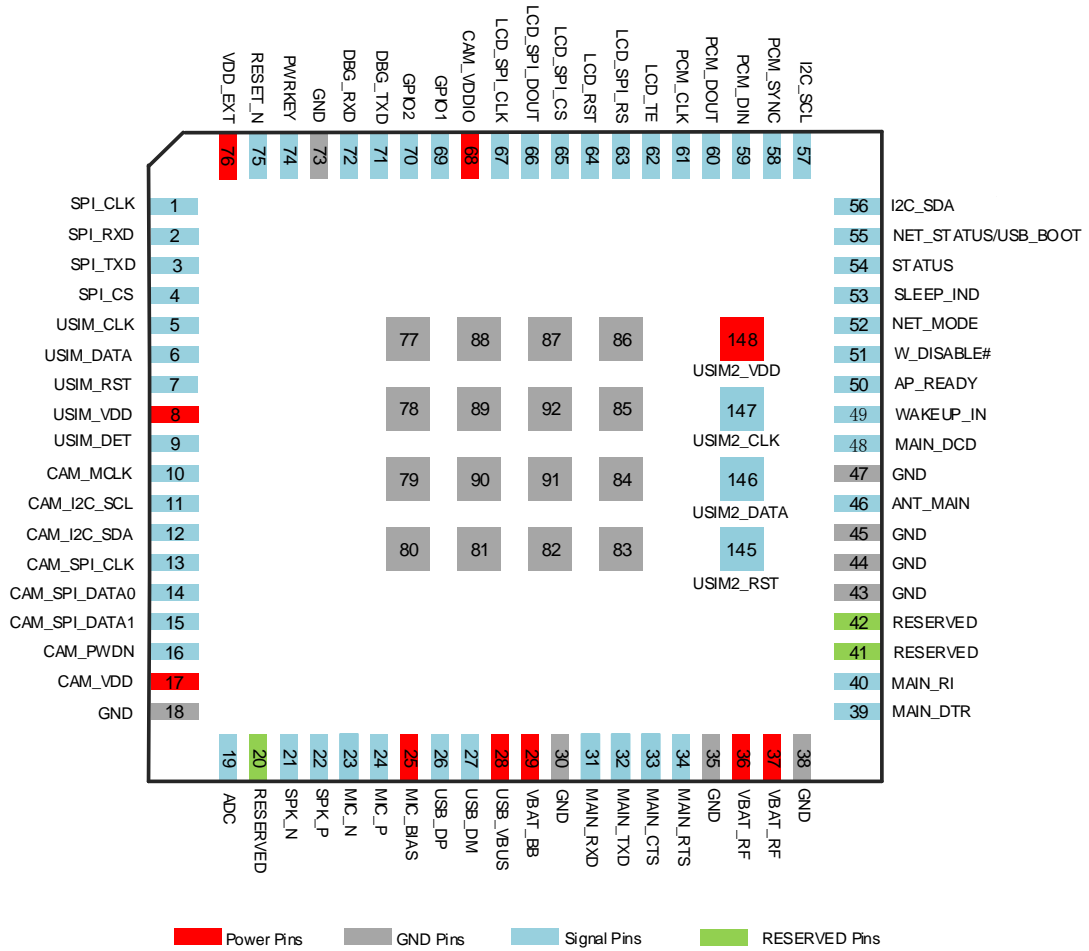


图 3: EC600N-CN QuecOpen® R1.1 模块引脚分配俯视图

备注

1. EC600N-CN QuecOpen R1.0 模块只支持单 USIM 卡功能，没有 145、146、147 和 148 引脚。EC600N-CN QuecOpen R1.1 模块支持双 USIM 卡功能，带有 145、146、147 和 148 引脚。
2. 在模块开机成功前，禁止将 NET_STATUS/USB_BOOT 引脚下拉到低电平。
3. 部分型号模块的 ADC 接口分辨率为 10 bits，若使用该接口，需增加电压跟随电路。具体设计参考文档 [2]。
4. 确保模块下方有完整的参考地平面，地平面尽量靠近模块层；推荐至少四层板设计。
5. 引脚 10、14、48、56、57、62~67 需要预留 18 pF 滤波电容，滤波电容尽量靠近模块引脚，且回流路径最短到主地平面。具体参考文档 [2]。
6. 所有 GND 引脚需接地，不用的引脚和 RESERVED 引脚保持悬空。

3.3. 引脚描述表

下表详细描述了模块的引脚定义。

表 4: I/O 参数定义

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

表 5: 引脚描述

模块输入电源					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
VBAT_BB	29	PI	模块基带电源	Vmax = 4.5 V Vmin = 3.4 V Vnom = 3.8 V	外部电源需提供 0.5 A 的载流能力。建议外部增加浪涌管。
VBAT_RF	36、37	PI	模块射频电源		外部电源需提供 1.5 A 的载流能力。建议外部增加浪涌管。
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	可为外部 GPIO 提供

$I_{Omax} = 50 \text{ mA}$ 上拉。建议预留测试点。

开/关机

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
PWRKEY	74	DI	模块开/关机	$V_{ILmax} = 0.5 \text{ V}$ $V_{nom} = V_{BAT_BB}$	控制模块开/关机。
RESET_N	75	DI	模块复位	$V_{ILmax} = 0.5 \text{ V}$ $V_{nom} = 1.8 \text{ V}$	低电平有效。 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	注册的网络制式指示	$V_{OHmin} = 1.35 \text{ V}$ $V_{OLmax} = 0.45 \text{ V}$	1.8 V 电压域。 不用则悬空。
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		

1.8 V 电压域。
复用引脚，开机成功后作 NET_STATUS 功能输出。模块在成功开机前禁止下拉此引脚。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 差分数据 (+)	$V_{max} = 5.25 \text{ V}$ $V_{min} = 3.0 \text{ V}$ $V_{nom} = 5.0 \text{ V}$	符合 USB 2.0 规范。 要求 90Ω 差分阻抗。 须预留测试点。
USB_DM	27	AIO	USB 差分数据 (-)		
USB_VBUS	28	AI	USB 检测		

USIM 接口

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
USIM_CLK	5	DO	USIM 卡时钟	1.8 V USIM: $V_{OLmax} = 0.45 \text{ V}$ $V_{OHmin} = 1.35 \text{ V}$ 3.0 V USIM:	

				$V_{OLmax} = 0.45\text{ V}$ $V_{OHmin} = 2.55\text{ V}$	
USIM_DATA	6	DIO	USIM 卡数据	1.8 V USIM: $V_{ILmax} = 0.6\text{ V}$ $V_{IHmin} = 1.2\text{ V}$ $V_{OLmax} = 0.45\text{ V}$ $V_{OHmin} = 1.35\text{ V}$ 3.0 V USIM: $V_{ILmax} = 1.0\text{ V}$ $V_{IHmin} = 1.95\text{ V}$ $V_{OLmax} = 0.45\text{ V}$ $V_{OHmin} = 2.55\text{ V}$	
USIM_RST	7	DO	USIM 卡复位	1.8 V USIM: $V_{OLmax} = 0.45\text{ V}$ $V_{OHmin} = 1.35\text{ V}$ 3.0 V USIM: $V_{OLmax} = 0.45\text{ V}$ $V_{OHmin} = 2.55\text{ V}$	
USIM_VDD	8	PO	USIM 卡供电电源	$I_{omax} = 50\text{ mA}$ 1.8 V USIM: $V_{max} = 1.9\text{ V}$ $V_{min} = 1.7\text{ V}$ 3.0 V USIM: $V_{max} = 3.05\text{ V}$ $V_{min} = 2.7\text{ V}$	模块自动识别 1.8 V 或 3.0 V USIM 卡。
USIM_DET	9	DI	USIM 卡插拔检测	$V_{ILmin} = -0.3\text{ V}$ $V_{ILmax} = 0.6\text{ V}$ $V_{IHmin} = 1.2\text{ V}$ $V_{IHmax} = 2.0\text{ V}$	1.8 V 电压域。不用则悬空。
USIM2_RST	145	DO	USIM2 卡复位	1.8 V USIM: $V_{OLmax} = 0.45\text{ V}$ $V_{OHmin} = 1.35\text{ V}$ 3.0 V USIM: $V_{OLmax} = 0.45\text{ V}$ $V_{OHmin} = 2.55\text{ V}$	
USIM2_DATA	146	DIO	USIM2 卡数据	1.8 V USIM: $V_{ILmax} = 0.6\text{ V}$ $V_{IHmin} = 1.2\text{ V}$	

				$V_{OLmax} = 0.45\text{ V}$ $V_{OHmin} = 1.35\text{ V}$	
				3.0 V USIM: $V_{ILmax} = 1.0\text{ V}$ $V_{IHmin} = 1.95\text{ V}$ $V_{OLmax} = 0.45\text{ V}$ $V_{OHmin} = 2.55\text{ V}$	
USIM2_CLK	147	DO	USIM2 卡时钟	1.8 V USIM: $V_{OLmax} = 0.45\text{ V}$ $V_{OHmin} = 1.35\text{ V}$	
				3.0 V USIM: $V_{OLmax} = 0.45\text{ V}$ $V_{OHmin} = 2.55\text{ V}$	
				$I_{omax} = 50\text{ mA}$	
USIM2_VDD	148	PO	USIM2 卡供电电源	1.8 V USIM: $V_{max} = 1.9\text{ V}$ $V_{min} = 1.7\text{ V}$	模块自动识别 1.8 V 或 3.0 V USIM 卡。
				3.0 V USIM: $V_{max} = 3.05\text{ V}$ $V_{min} = 2.7\text{ V}$	

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	$V_{ILmin} = -0.3\text{ V}$ $V_{ILmax} = 0.6\text{ V}$ $V_{IHmin} = 1.2\text{ V}$ $V_{IHmax} = 2.0\text{ V}$	1.8 V 电压域。 不用则悬空。
MAIN_TXD	32	DO	主 UART 发送		
MAIN_CTS	33	DO	DTE 清除发送	$V_{OLmax} = 0.45\text{ V}$ $V_{OHmin} = 1.35\text{ V}$	连接至 DTE 的 CTS。 1.8 V 电压域。 不用则悬空。
MAIN_RTS	34	DI	DTE 请求发送	$V_{ILmin} = -0.3\text{ V}$ $V_{ILmax} = 0.6\text{ V}$ $V_{IHmin} = 1.2\text{ V}$ $V_{IHmax} = 2.0\text{ V}$	连接至 DTE 的 RTS。 1.8 V 电压域。 不用则悬空。
MAIN_DTR	39	DI	主 UART 数据终端就绪	$V_{IHmax} = 2.0\text{ V}$	1.8 V 电压域。
MAIN_RI*	40	DO	主 UART 输出振铃提示	$V_{OLmax} = 0.45\text{ V}$ $V_{OHmin} = 1.35\text{ V}$	不用则悬空。

MAIN_DCD	48	DO	主 UART 输出载波检测	$V_{OLmax} = 0.45\text{ V}$ $V_{OHmin} = 1.35\text{ V}$	1.8 V 电压域。 不用则悬空。
----------	----	----	---------------	------------------------------------------------------------	----------------------

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	$V_{OLmax} = 0.45\text{ V}$ $V_{OHmin} = 1.35\text{ V}$	1.8 V 电压域。 须预留测试点。
DBG_RXD	72	DI	调试 UART 接收	$V_{ILmin} = -0.3\text{ V}$ $V_{ILmax} = 0.6\text{ V}$ $V_{IHmin} = 1.2\text{ V}$ $V_{IHmax} = 2.0\text{ V}$	

ADC 接口

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
ADC	19	AI	通用 ADC 接口	电压范围: 0~1.3 V	使用注意事项参考 文档 [2]。

模拟音频接口

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。 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 (-)		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	1.8 V	

PCM 接口

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
PCM_SYNC	58	DO	PCM 帧同步	$V_{OLmax} = 0.45\text{ V}$ $V_{OHmin} = 1.35\text{ V}$	1.8 V 电压域。 不用则悬空。
PCM_DIN	59	DI	PCM 数据输入	$V_{ILmin} = -0.3\text{ V}$ $V_{ILmax} = 0.6\text{ V}$	

				$V_{IHmin} = 1.2\text{ V}$ $V_{IHmax} = 2.0\text{ V}$
--	--	--	--	----------------------------------------------------------

PCM_DOUT	60	DO	PCM 数据输出	$V_{OLmax} = 0.45\text{ V}$
PCM_CLK	61	DO	PCM 时钟	$V_{OHmin} = 1.35\text{ V}$

I2C 接口

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

摄像头接口

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
CAM_MCLK	10	DO	摄像头主时钟	$V_{OLmax} = 0.45\text{ V}$ $V_{OHmin} = 1.35\text{ V}$	
CAM_I2C_SCL	11	OD	摄像头 I2C 时钟		
CAM_I2C_SDA	12	OD	摄像头 I2C 数据		
CAM_SPI_CLK	13	DI	摄像头 SPI 时钟		1.8 V 电压域。 不用则悬空。
CAM_SPI_DATA0	14	DI	摄像头 SPI 数据位 0	$V_{ILmin} = -0.3\text{ V}$ $V_{ILmax} = 0.6\text{ V}$ $V_{IHmin} = 1.2\text{ V}$	
CAM_SPI_DATA1	15	DI	摄像头 SPI 数据位 1	$V_{IHmax} = 2.0\text{ V}$	
CAM_PWDN	16	DO	摄像头关断	$V_{OLmax} = 0.45\text{ V}$ $V_{OHmin} = 1.35\text{ V}$	
CAM_VDD	17	PO	摄像头供电	$V_{nom} = 2.8\text{ V}$	不用则悬空。
CAM_VDDIO	68	PO	摄像头 I/O 供电	$V_{nom} = 1.8\text{ V}$	1.8 V 电压域。 不用则悬空。

LCM 接口

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
LCD_TE	62	DI	LCD tearing effect	$V_{ILmin} = -0.3\text{ V}$ $V_{ILmax} = 0.6\text{ V}$ $V_{IHmin} = 1.2\text{ V}$ $V_{IHmax} = 2.0\text{ V}$	1.8 V 电压域。 不用则悬空。
LCD_SPI_RS	63	DO	LCD 寄存器选择	$V_{OLmax} = 0.45\text{ V}$	
LCD_RST	64	DO	LCD 复位	$V_{OHmin} = 1.35\text{ V}$	

LCD_SPI_CS	65	DO	LCD 片选
LCD_SPI_DOUT	66	DO	LCD 数据输出
LCD_SPI_CLK	67	DO	LCD 时钟

SPI

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
SPI_CLK	1	DIO	SPI 时钟	$V_{OLmax} = 0.45\text{ V}$ $V_{OHmin} = 1.35\text{ V}$ $V_{ILmin} = -0.3\text{ V}$ $V_{ILmax} = 0.6\text{ V}$ $V_{IHmin} = 1.2\text{ V}$ $V_{IHmax} = 2.0\text{ V}$	
SPI_RXD	2	DI	SPI 数据输入	$V_{ILmin} = -0.3\text{ V}$ $V_{ILmax} = 0.6\text{ V}$ $V_{IHmin} = 1.2\text{ V}$ $V_{IHmax} = 2.0\text{ V}$	1.8 V 电压域。 不用则悬空。
SPI_TXD	3	DO	SPI 数据输出	$V_{OLmax} = 0.45\text{ V}$ $V_{OHmin} = 1.35\text{ V}$	
SPI_CS	4	DIO	SPI 片选	$V_{OLmax} = 0.45\text{ V}$ $V_{OHmin} = 1.35\text{ V}$ $V_{ILmin} = -0.3\text{ V}$ $V_{ILmax} = 0.6\text{ V}$ $V_{IHmin} = 1.2\text{ V}$ $V_{IHmax} = 2.0\text{ V}$	

天线接口

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

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		1.8 V 电压域。 不用则悬空。
AP_READY*	50	DI	应用处理器睡眠状态检测	$V_{ILmin} = -0.3\text{ V}$ $V_{ILmax} = 0.6\text{ V}$ $V_{IHmin} = 1.2\text{ V}$ $V_{IHmax} = 2.0\text{ V}$	1.8 V 电压域。 默认上拉，低电平可使模块进入飞行模式。不用则悬空。
W_DISABLE#*	51	DI	飞行模式控制		

USB_BOOT 接口					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
NET_STATUS/ USB_BOOT	55	DI	强制模块进入紧急 下载模式	$V_{ILmin} = -0.3\text{ V}$ $V_{ILmax} = 0.6\text{ V}$ $V_{IHmin} = 1.2\text{ V}$ $V_{IHmax} = 2.0\text{ V}$	1.8 V 电压域。 复用引脚，模块开机 时，作 USB_BOOT 功 能输入。 低电平有效。 建议预留测试点。
GPIO 引脚					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
GPIO1	69	DIO	通用输入/输出	$V_{OLmax} = 0.45\text{ V}$ $V_{OHmin} = 1.35\text{ V}$ $V_{ILmin} = -0.3\text{ V}$ $V_{ILmax} = 0.6\text{ V}$	1.8 V 电压域。 不用则悬空。
GPIO2	70	DIO	通用输入/输出	$V_{IHmin} = 1.2\text{ V}$ $V_{IHmax} = 2.0\text{ V}$	
预留引脚					
引脚名	引脚号				备注
RESERVED	20、41、42				保持悬空。

备注

引脚 10、14、48、56、57、62~67 需要预留 18 pF 滤波电容，滤波电容尽量靠近模块引脚，且回流路径最短到主地平面。具体设计请参考文档 [2]。

3.4. 工作模式

表 6：工作模式

模式	功能	
全功能模式	空闲	软件正常运行。模块注册上网络，能够接收和发送数据。
	语音/数据	网络连接正常工作。此模式下，模块功耗取决于网络设置和数据传输速率。

飞行模式	<code>ql_dev_set_modem_fun()</code> 可以将模块设置成飞行模式。此模式下射频不工作。
最少功能模式	不断电情况下，使用 <code>ql_dev_set_modem_fun()</code> 可以将模块设置成最少功能模式。此模式下，射频和 USIM 卡不工作。
睡眠模式	此模式下，模块的功耗将会降到非常低，但模块仍然可以接收寻呼、短消息、电话和 TCP/UDP 数据。
关机模式	在此模式下，PMIC 停止给基带和射频部分的电源供电，软件停止工作，UART 不通。但 VBAT_RF 和 VBAT_BB 引脚仍然通电。

备注

关于 API 的详情，请参考文档 [3]。

3.5. 节能功能

3.5.1. 睡眠模式

在睡眠模式下，模块的功耗降低到最低水平，需同时满足如下 3 个条件使模块进入睡眠模式的方式。

- 使用 API 函数 `ql_autosleep_enable()`使能睡眠功能。
- 确保文档 [4]中所有配置为中断唤醒功能的 GPIO 处在非唤醒状态。
- 断开 USB_VBUS 供电。

模块和主机之间的连接参考下图：

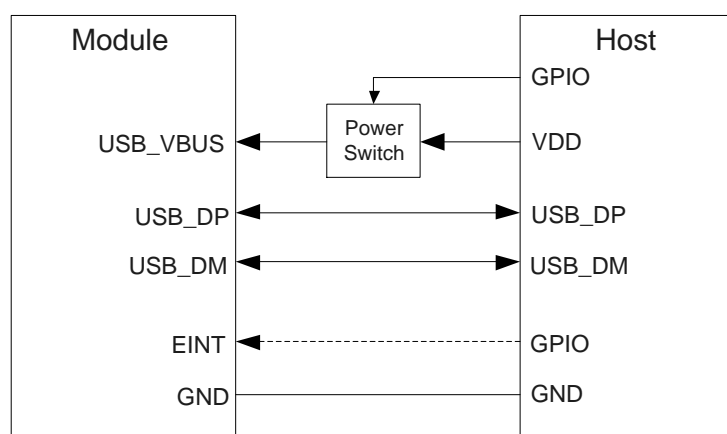


图 4：休眠应用

恢复 USB_VBUS 供电或使用 GPIO 中断唤醒模块。

备注

1. 请注意电路图中模块和主机所示虚线连接信号的电平应该相互匹配。
2. 有关 API，详情请参考文档 [5]。

3.5.2. 飞行模式

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

软件方式：

可以通过发送 `ql_dev_set_modem_fun()` 来设置。参数 `function` 可以选择 0、1 或 4。

- `QL_DEV_MODEM_MIN_FUN`: 最少功能模式（关闭射频功能和 USIM 卡）。
- `QL_DEV_MODEM_FULL_FUN`: 全功能模式（默认）。
- `QL_DEV_MODEM_DISABLE_TRANSMIT_AND_RECEIVE_RF_CIRCUITS`: 飞行模式（关闭射频）。

备注

有关 API 的详情，请参考文档 [3]。

3.6. 电源设计

3.6.1. 电源接口

模块的 VBAT 引脚用于连接外部电源，可以分为两个电压域：

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

表 7: VBAT 和地引脚定义

引脚名	引脚号	描述	最小值	典型值	最大值	单位
VBAT_RF	36、37	模块射频电源	3.4	3.8	4.5	V
VBAT_BB	29	模块基带电源	3.4	3.8	4.5	V
GND	18、30、35、38、43~45、47、73、77~92					

3.6.2. 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。下图是模块在突发传输时电压跌落情况。

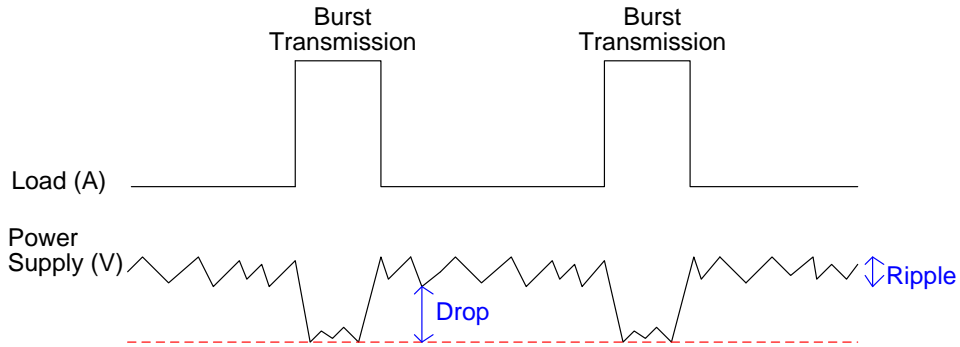


图 5：突发传输电源要求

为了减少电压跌落，需要使用低 ESR ($ESR \leq 0.7 \Omega$) 的 $100 \mu\text{F}$ 滤波电容。同时建议分别给 VBAT_BB 和 VBAT_RF 预留 3 个具有最佳 ESR 性能的片式多层陶瓷电容 (MLCC) (100 nF 、 33 pF 和 10 pF)，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 $V_{RWM} = 4.7 \text{ V}$ 、低钳位电压和高峰值脉冲电流 I_{pp} 的 TVS 管。参考电路如下：

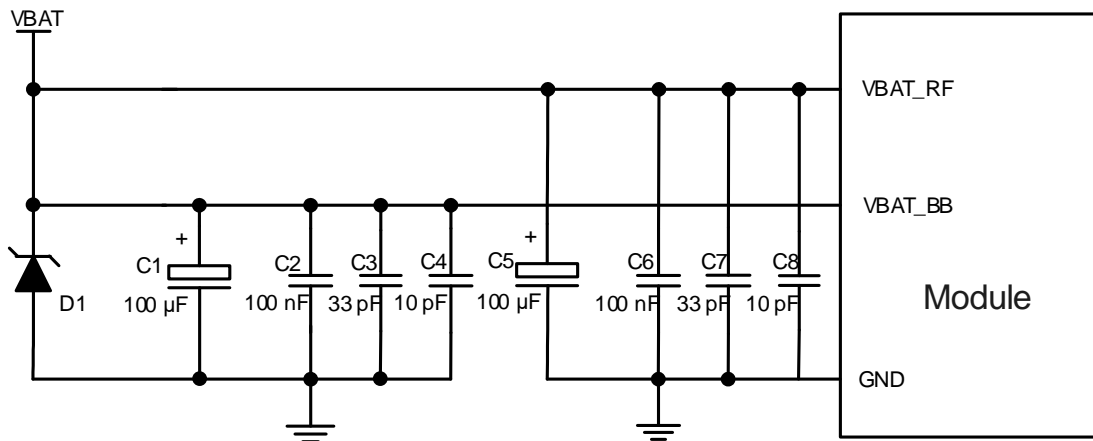


图 6：模块供电电路

3.6.3. 供电参考电路

电源设计对模块性能至关重要。必须选择至少能够提供 2 A 电流能力的电源。若输入电压与模块供电电压之间的电压差较小，则建议选择 LDO。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。该设计采用了 Microchip 公司的 LDO，型号为 MIC29302WU。其典型输出电压为 3.8 V，负载电流峰值达到 3.0 A。

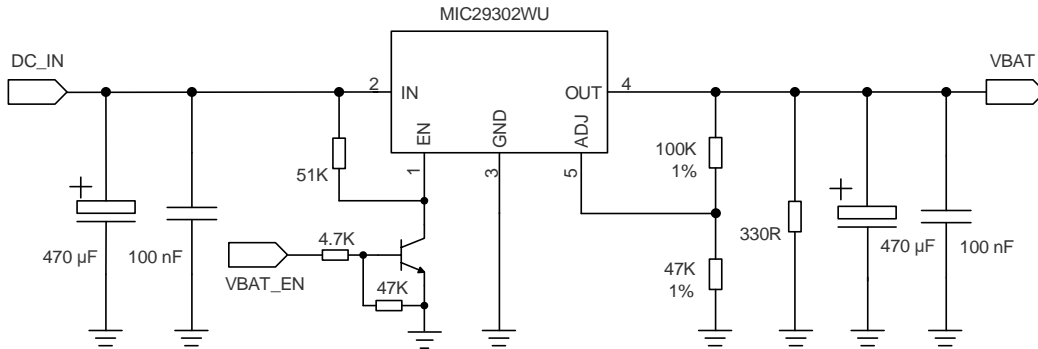


图 7：供电电路参考设计

3.7. 开关机

3.7.1. PWRKEY 开机

表 8：PWRKEY 引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
PWRKEY	74	DI	模块开/关机	控制模块开/关机。

当模块处于关机模式，可以通过拉低 PWRKEY 至少 500 ms 使模块开机。推荐使用开集驱动电路来控制 PWRKEY 引脚。参考电路如下：

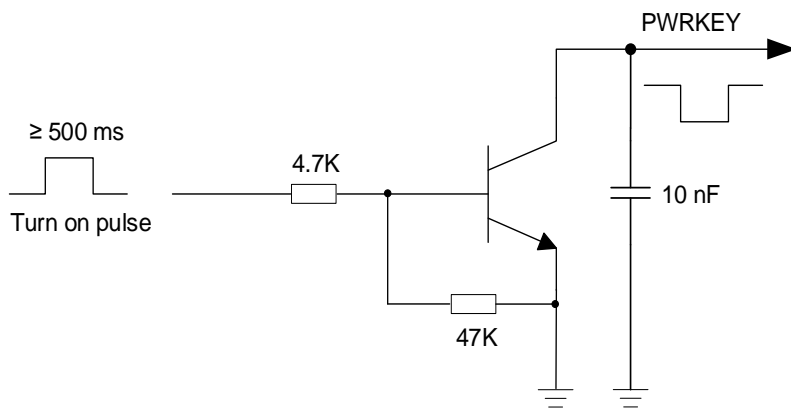


图 8：开集驱动参考开机电路

另一种控制 PWRKEY 引脚的方式是直接通过一个按键开关，按钮附近需放置一个 TVS 管及 1 个 1 kΩ 电阻用于 ESD 防护，参考电路如下：

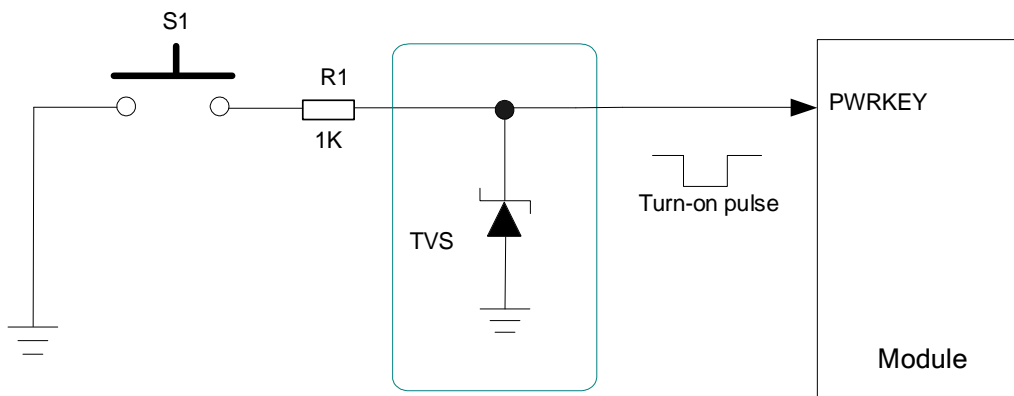


图 9：按键开机参考电路

开机时序如下图所示：

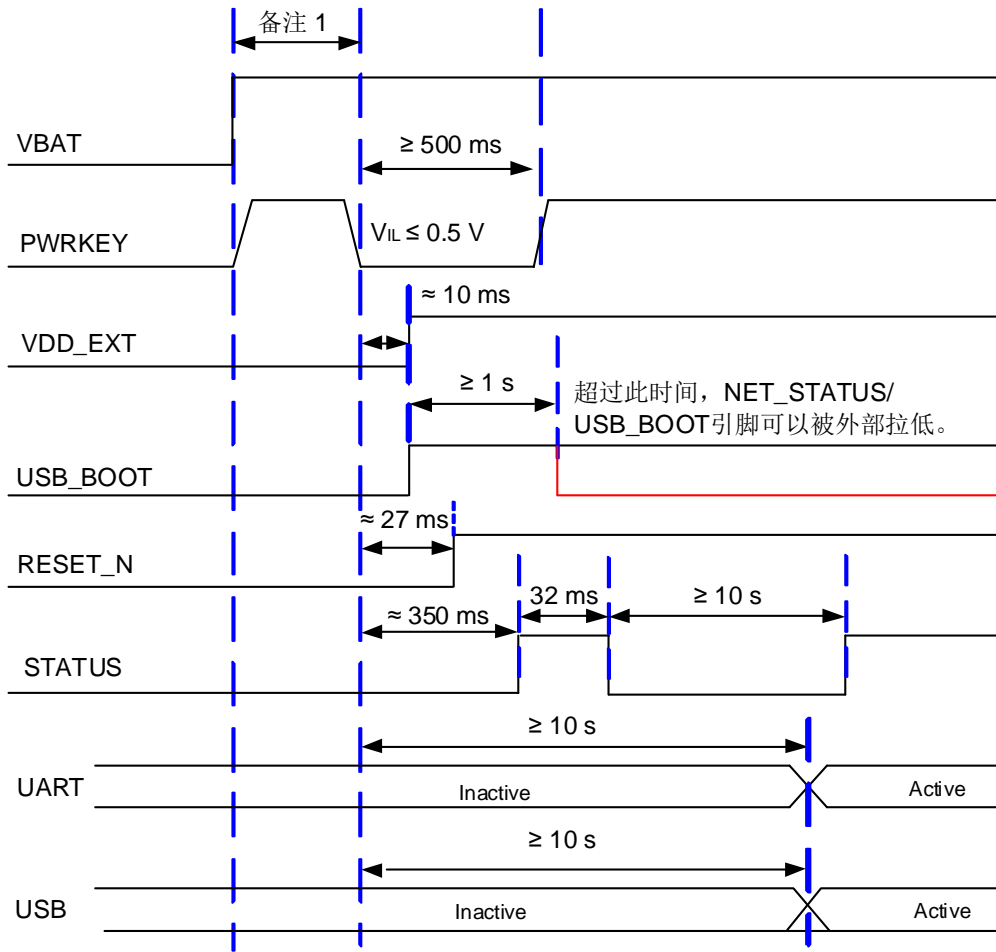


图 10: 开机时序图

备注

1. 在拉低 PWRKEY 引脚之前，需保证 VBAT 电压稳定。建议从 VBAT 上电到拉低 PWRKEY 引脚之间的时间间隔不少于 30 ms。
2. 如果需要上电自动开机功能且不考虑关机，则可以把 PWRKEY 直接下拉到地，下拉电阻建议 4.7 kΩ。
3. 模块不支持 USB 插入开机功能，如果客户需要该功能，则需外部增加电路，具体设计请参考文档 [2]。

3.7.2. 关机

模块可通过以下方式正常关机：

- 通过 PWRKEY 引脚控制模块关机。
- 使用 API 函数 `ql_power_down()` 关机。

3.7.2.1. 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：

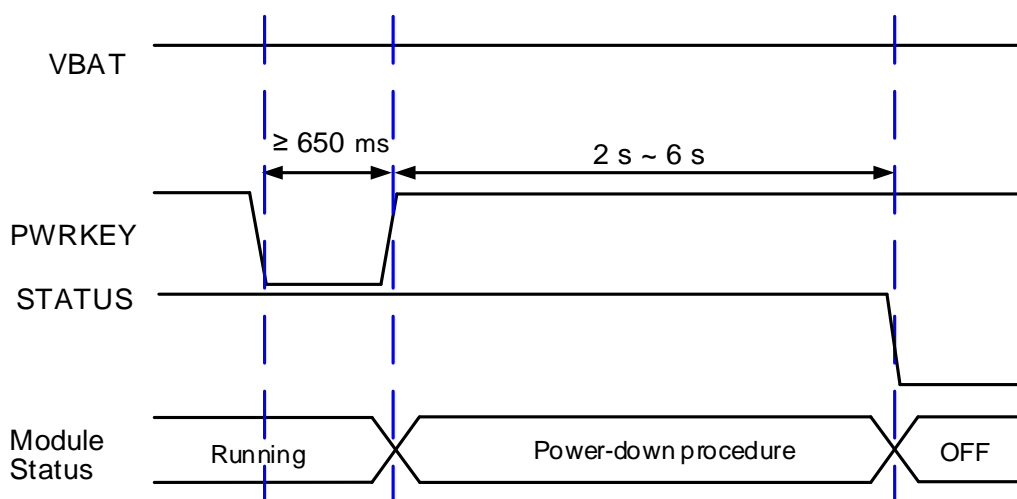


图 11: 关机时序图

3.7.2.2. API 关机

使用 `ql_power_down()` 来执行模块关机也是一种安全的方式。该命令关机过程等同拉低 PWRKEY 引脚关机过程。详情请参考文档 [6]。

备注

1. 当模块正常工作时，禁止直接切断模块电源，以避免损坏模块内部存储芯片中的数据。建议先通过 PWRKEY 或者 API 使模块关机后，再断开电源。
2. 使用 API 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。

3.8. 复位

RESET_N 引脚可用于模块复位。拉低 RESET_N 引脚至少 300 ms 后可使模块复位。

表 9: RESET_N 引脚定义

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

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

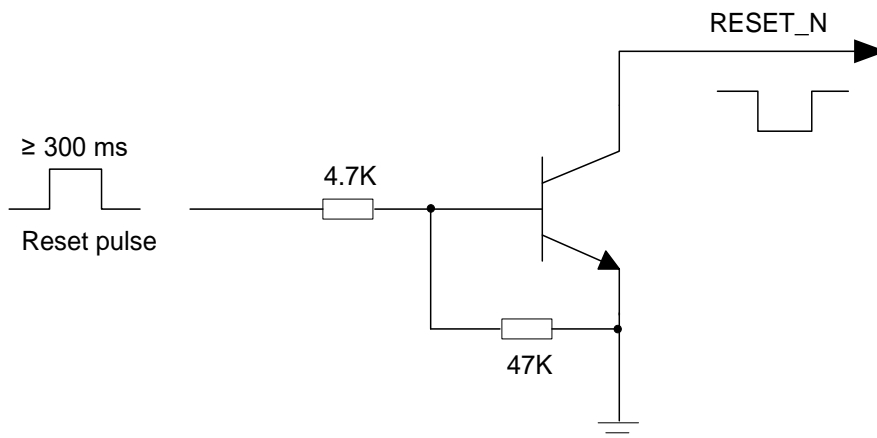


图 12: RESET_N 复位开集参考电路

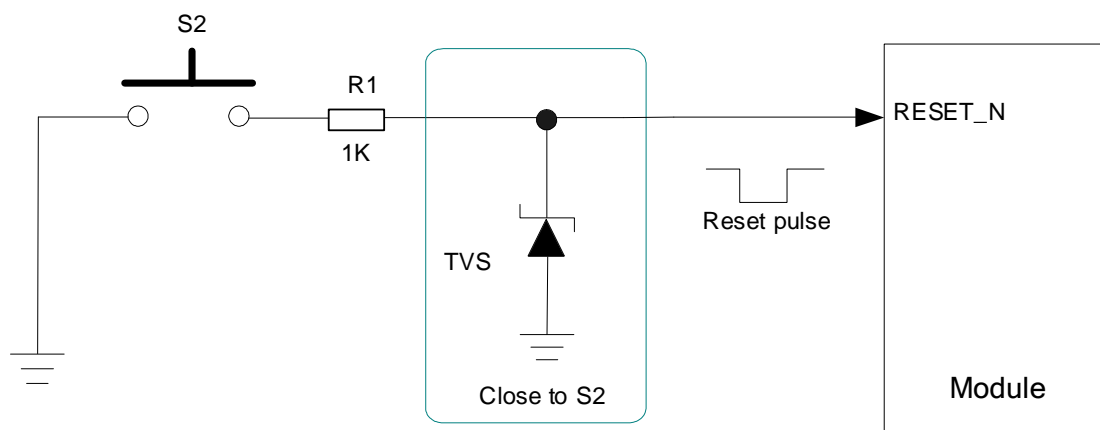


图 13: RESET_N 复位按键参考电路

复位时序图如下:

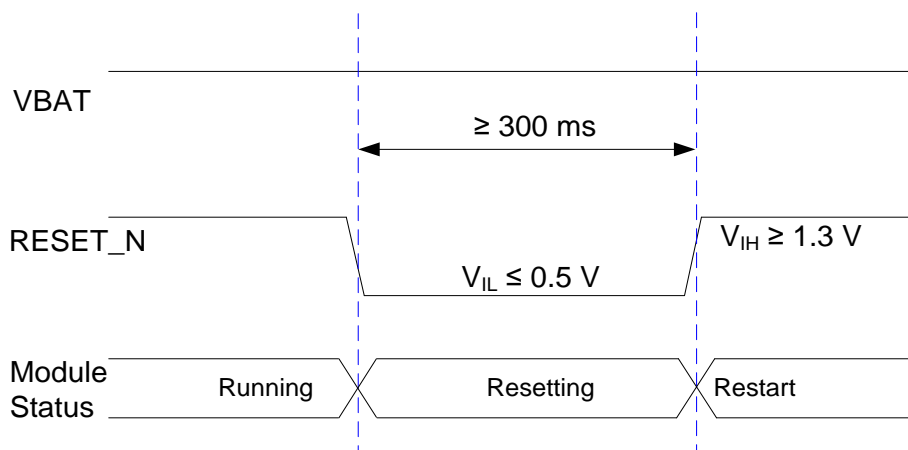


图 14: RESET_N 复位时序图

备注

1. 建议仅在调用 `ql_power_down()`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（负载电容的最大值不超过 10 nF）。
3. RESET_N 信号对干扰比较敏感，因此在 PCB 布线时注意走线应尽可能的短，且需要包地处理。

3.9. USIM 接口

模块提供 USIM 接口，USIM 接口符合 ETSI 和 IMT-2000 规范，支持 1.8 V 和 3.0 V USIM 卡。

USIM 接口引脚定义如下表所示：

表 10: USIM 接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
USIM_VDD	8	PO	USIM 卡供电电源	模块自动识别 1.8 V 或 3.0 V USIM 卡。
USIM_RST	7	DO	USIM 卡复位	
USIM_DATA	6	DIO	USIM 卡数据	
USIM_CLK	5	DO	USIM 卡时钟	
USIM_DET	9	DI	USIM 卡插拔检测	1.8 V 电压域，不用则悬空。
USIM2_VDD	148	PO	USIM2 卡供电电源	模块自动识别 1.8 V 或 3.0 V USIM2 卡。
USIM2_CLK	147	DO	USIM2 卡时钟	
USIM2_DATA	146	DIO	USIM2 卡数据	
USIM2_RST	145	DO	USIM2 卡复位	

8-pin USIM 接口参考电路如下：

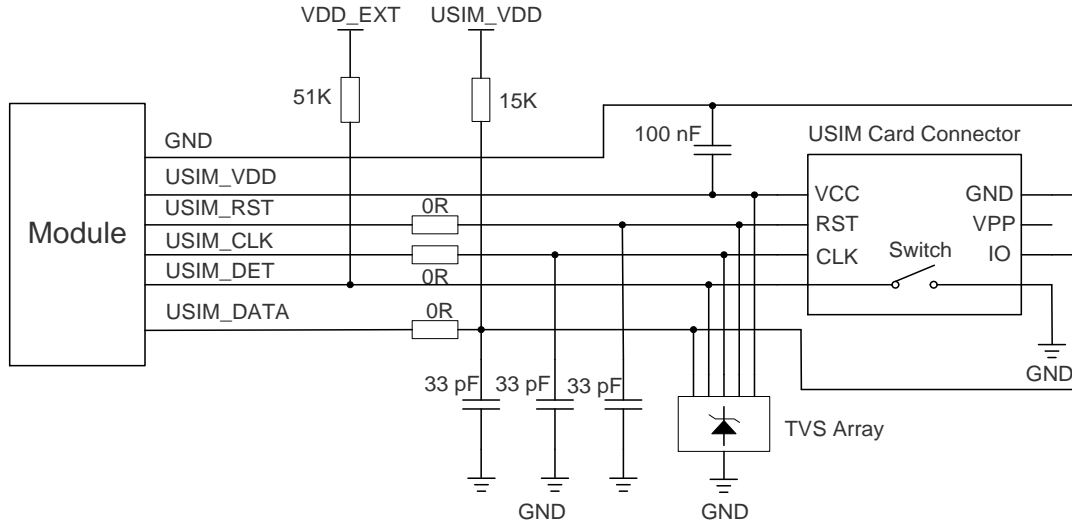


图 15: 8-pin USIM 接口参考电路图

如果无需使用 USIM 卡检测功能，请保持 USIM_DET 引脚悬空。6-pin USIM 接口参考电路如下：

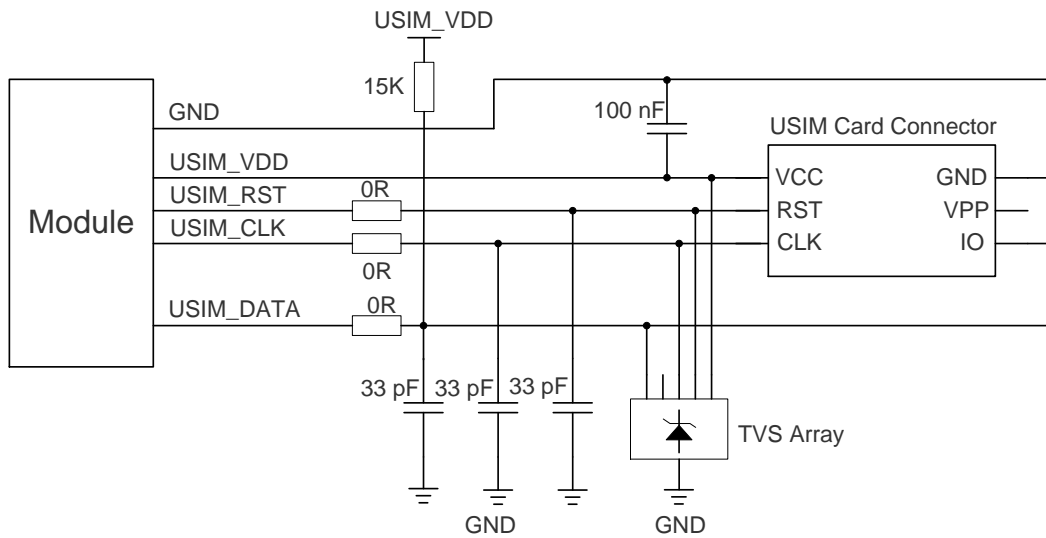


图 16: 6-pin USIM 接口参考电路图

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

- 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 VBAT 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 性能，建议在 USIM 卡引脚增加 TVS 阵列，选择的 TVS 阵列的寄生电容不大于 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。

- 当 USIM 卡走线过长或者有比较近的干扰源的情况下，USIM_DATA 上的上拉电阻有利于增加 USIM 卡的抗干扰能力。建议将上拉电阻靠近 USIM 卡座放置。

备注

1. EC600N-CN QuecOpen R1.0 模块只支持单 USIM 卡功能，没有 145、146、147 和 148 引脚。
2. EC600N-CN QuecOpen R1.1 模块支持双 USIM 卡功能，带有 145、146、147 和 148 引脚。

3.10. USB 接口

模块的 USB 接口符合 USB 2.0 规范，支持全速（12 Mbps）和高速（480 Mbps）模式。模块只支持 USB 从模式。该接口可用于 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	28	AI	USB 检测	典型值 5.0 V。 须预留测试点。
USB_DP	26	AIO	USB 差分数据 (+)	要求 90 Ω 差分阻抗。 须预留测试点。
USB_DM	27	AIO	USB 差分数据 (-)	

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：

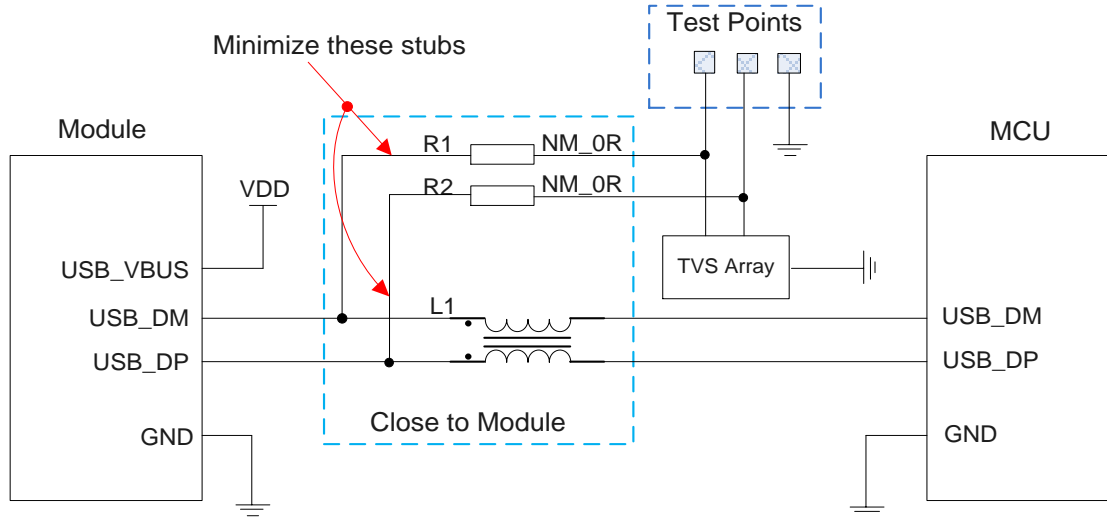


图 17: USB 接口参考设计

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

在 USB 接口的电路设计中，为了确保 USB 的性能，建议遵循以下原则：

- USB 要求按照 90 Ω 阻抗差分线设计，建议内层走线且立体包地处理。
- 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。
- ESD 防护器件尽量靠近 USB 接口放置。

3.11. UART

模块提供三个 UART：主 UART、调试 UART 和辅助 UART。下面描述了这三个 UART 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 和 921600 bps 波特率，默认波特率为 115200 bps。支持 RTS 和 CTS 硬件流控，可用于 AT 命令通信和数据传输。
- 调试 UART 支持 115200 bps 波特率，用于部分日志输出。
- 辅助 UART 支持 115200 bps 波特率，用于与外设通信。辅助 UART 可从 SPI_RXD 和 SPI_TXD 复用；也可从 MAIN_CTS 和 MAIN_RTS 复用。详情请参考文档 [4]。

表 12: 主 UART 引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
MAIN_DTR	39	DI	主 UART 数据终端就绪	
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	DTE 清除发送	连接至 DTE 的 CTS。 1.8 V 电压域。 不用则悬空。
MAIN_RTS	34	DI	DTE 请求发送	连接至 DTE 的 RTS。 1.8 V 电压域。 不用则悬空。
MAIN_DCD	48	DO	主 UART 输出载波检测	1.8 V 电压域。
MAIN_RI*	40	DO	主 UART 输出振铃提示	不用则悬空

表 13: 调试 UART 引脚定义

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

模块的 UART 电平为 1.8 V。若客户主机系统电平为 3.3 V，则需在模块和主机的 UART 连接中增加电平转换器，推荐使用 Texas Instruments 公司的 TXS0108EPWR。下图为使用电平转换芯片的参考电路设计。

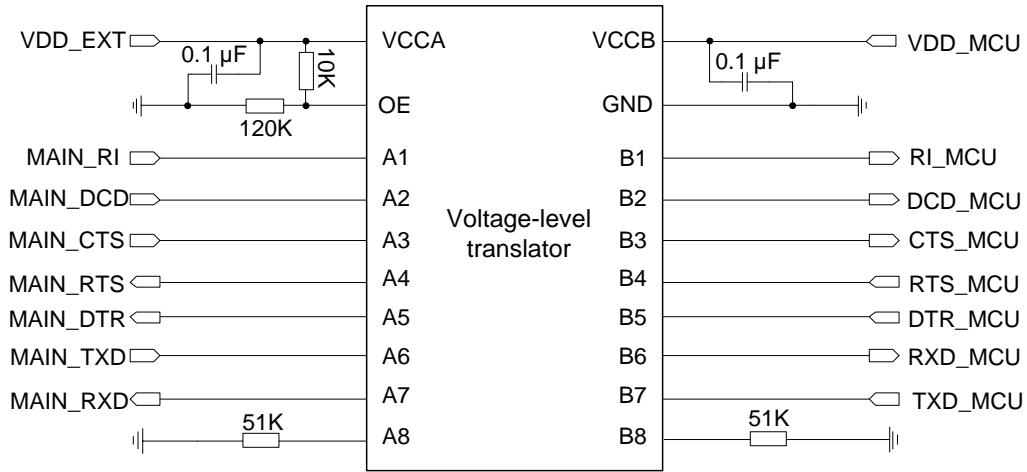


图 18: 电平转换芯片参考电路

更多信息请访问 <http://www.ti.com>。

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

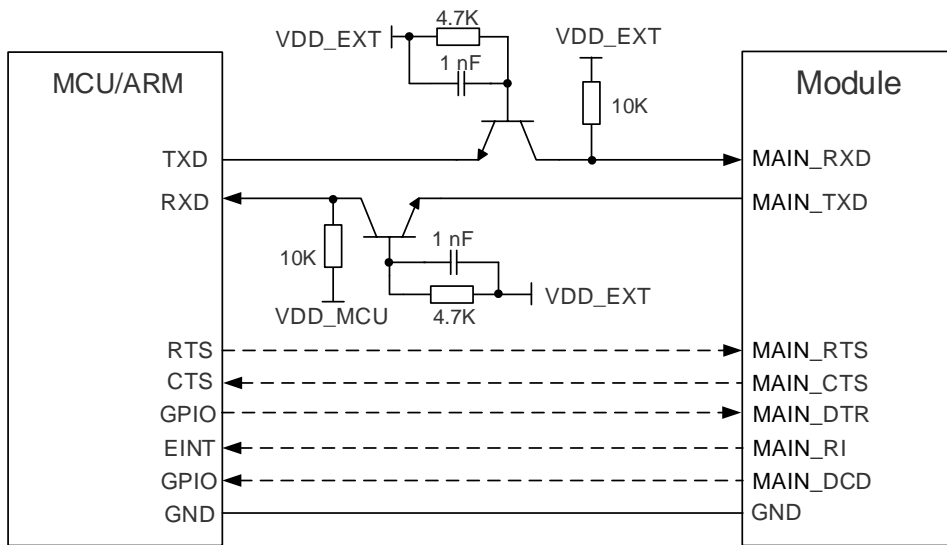


图 19: 三极管电平转换参考电路

备注

1. 三极管电平转换电路不适用于波特率超过 460 kbps 的应用。
2. 请务必留意，UART 硬件流控 CTS、RTS 引脚采用直连方式，并注意输入输出方向。
3. 引脚 48 需要预留滤波电容，电容容值为 18 pF。具体设计参考文档 [2]。

3.12. 模拟音频接口

模块提供了一路模拟音频输入通道，一路模拟音频输出通道。

表 14: 音频接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
MIC_BIAS	25	PO	麦克风偏置电压	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 (+)	
SPK_P	22	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 Ω。
SPK_N	21	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。

- 音频输入通道可以用作麦克风输入，麦克风通常选用驻极体麦克风。
- 音频输出通道可以用于听筒或者扬声器（需外置音频功放）输出，音频输出通道支持输出语音铃声等功能。

客户可以使用相关 API 来调节增益，详细信息请参考文档 [7]。

3.12.1. 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 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。

为减少辐射干扰，天线位置离音频元件和音频走线应尽量远；电源走线和音频走线不能平行，且电源走线应尽量远离音频走线。

差分音频走线必须遵循差分信号的布线规则。

3.12.2. 麦克风接口电路

麦克风参考电路如下图所示：

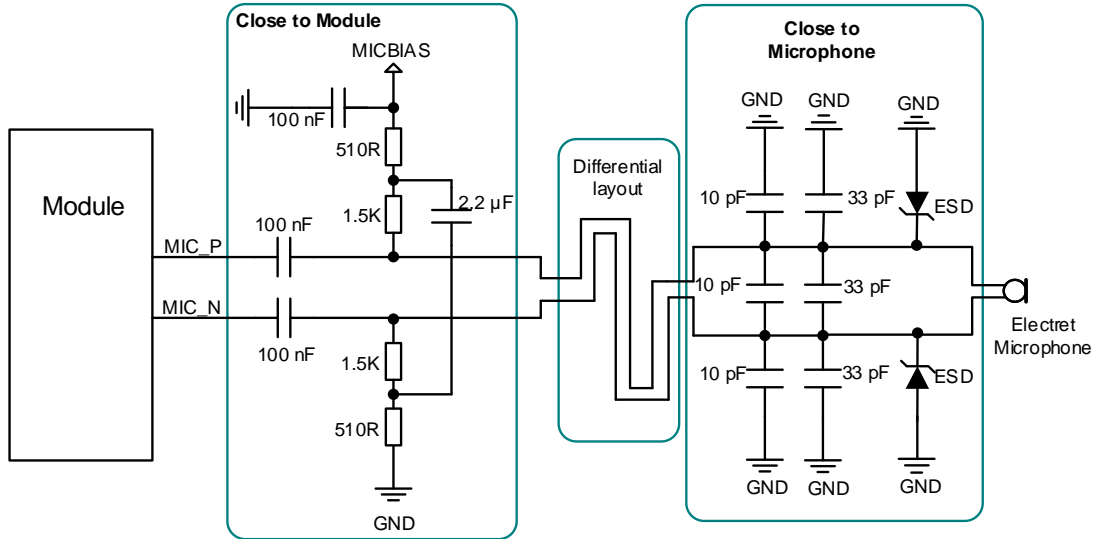


图 20: 麦克风通道参考电路

备注

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

3.12.3. 听筒接口与扬声器接口电路

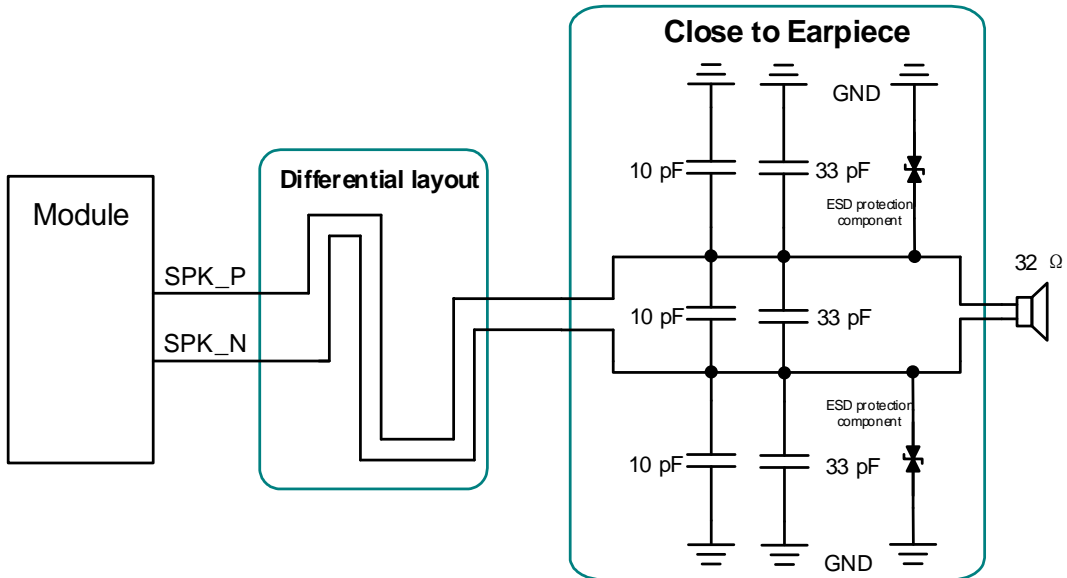


图 21: 听筒输出参考电路

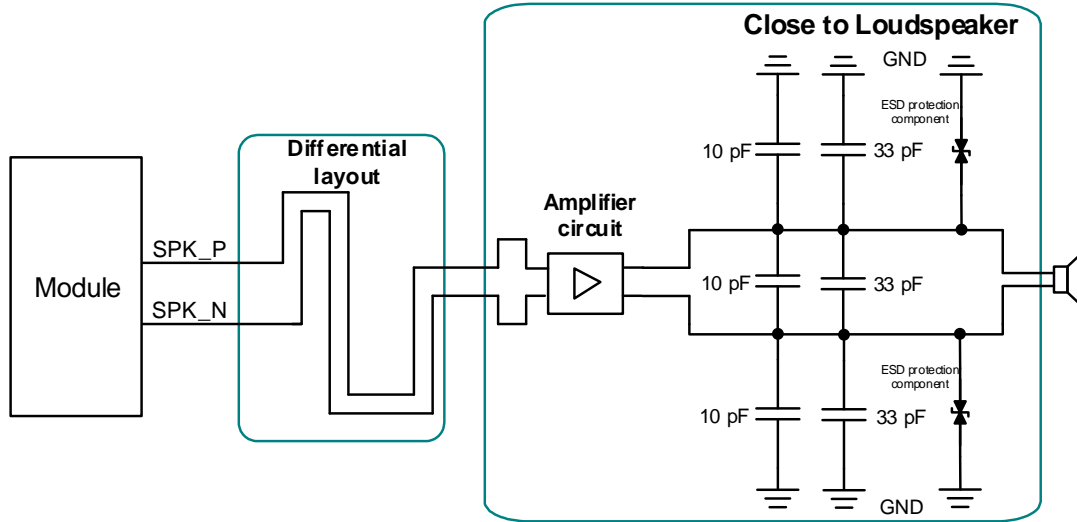


图 22: 带音频功放（外接功放）输出参考电路

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。

3.13. PCM 接口和 I2C 接口

模块提供 1 路 PCM 接口和 1 路 I2C 接口。

表 15: PCM 和 I2C 接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
PCM_CLK	61	DO	PCM 时钟	
PCM_SYNC	58	DO	PCM 帧同步	1.8 V 电压域。
PCM_DIN	59	DI	PCM 数据输入	不用则悬空。
PCM_DOUT	60	DO	PCM 数据输出	
I2C_SCL	57	OD	I2C 串行时钟	需外部 1.8 V 上拉。
I2C_SDA	56	OD	I2C 串行数据	不用则悬空。

模块的PCM接口支持短帧模式，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)。

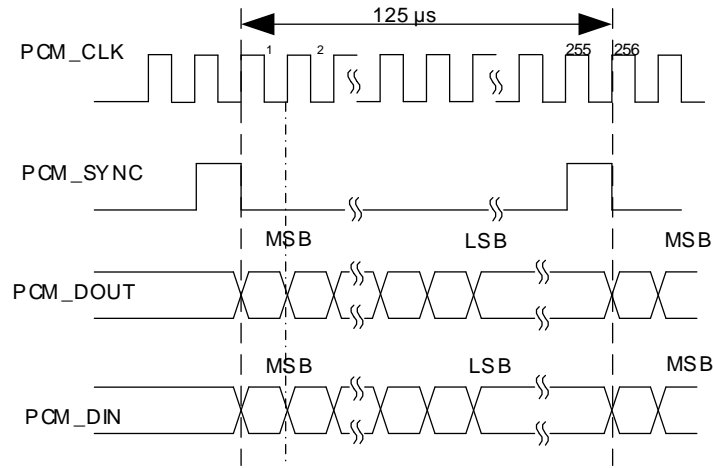


图 23: 短帧模式时序图

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。

默认配置为短帧模式，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：

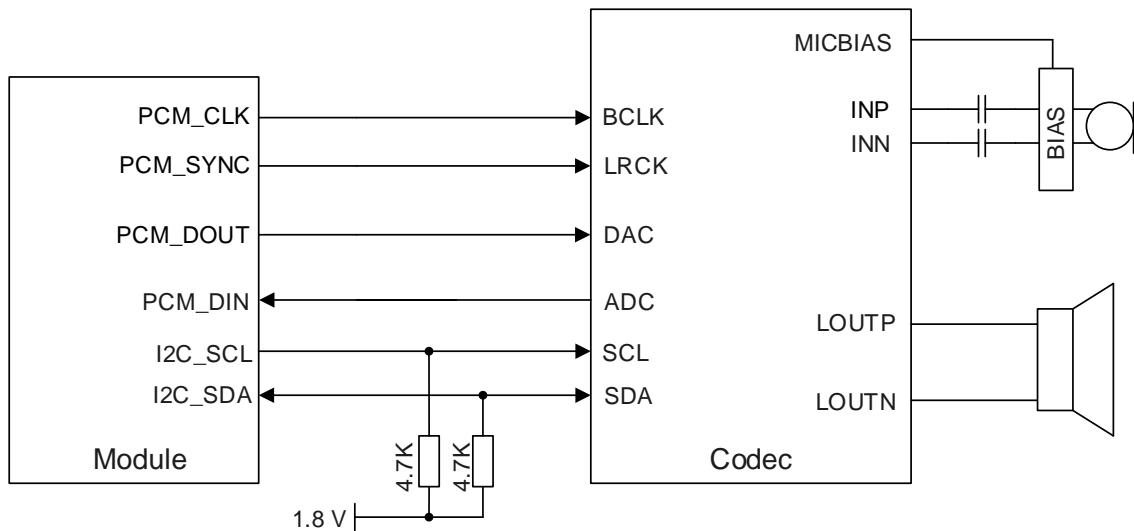


图 24: PCM 和 I2C 接口电路参考设计

备注

1. 建议在 PCM 的信号线上预留 RC (R = 0 Ω、C = 33 pF) 电路，特别是 PCM_CLK 上。
2. 模块在与 I2C 接口有关的应用中只能作为主设备。

3. 引脚 56 和 57 需要预留滤波电容，电容容值为 18 pF。具体设计请参考文档 [2]。

3.14. SPI

模块的 SPI 支持主从模式，电压域为 1.8 V，最高时钟频率 26 MHz。

表 16: SPI 引脚定义

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

下图为 SPI 与外设的电路参考设计：

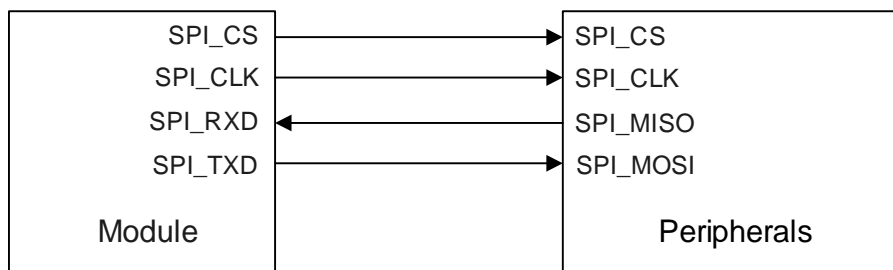


图 25: SPI 电路参考设计（模块作为主设备）

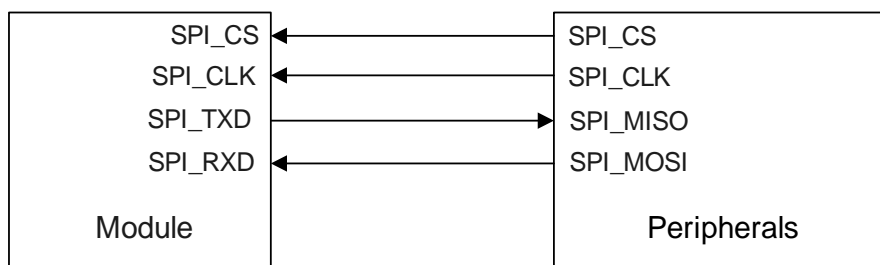


图 26: SPI 电路参考设计（模块作为从设备）

备注

模块 SPI 的电压域为 1.8 V。如果客户的主机系统电平为 3.3 V，则需要在模块与客户主机连接中加电平转换芯片。

3.15. LCM 接口

模块的 LCM 接口支持最大分辨率为 240 × 320 的 LCD 显示模块。支持 SPI 4 线单数据传输，支持 RGB565 格式输出。

表 17: LCM 接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
LCD_SPI_CS	65	DO	LCD 片选	
LCD_TE	62	DI	LCD tearing effect	
LCD_SPI_CLK	67	DO	LCD 时钟	1.8 V 电压域，不用则悬空。
LCD_SPI_RS	63	DO	LCD 寄存器选择	
LCD_RST	64	DO	LCD 复位	
LCD_SPI_DOUT	66	DO	LCD 数据输出	

备注

引脚 62~67 需要预留滤波电容，电容容值为 18 pF。具体设计参考文档 [2]。

3.16. 摄像头接口

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 18: 摄像头接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
CAM_VDD	17	PO	摄像头供电	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

引脚 10 和 14 需要预留滤波电容，电容容值为 18 pF。具体设计参考文档 [2]。

3.17. 矩阵键盘接口

模块支持 5 × 5 矩阵键盘。

矩阵键盘接口存在复用关系，可通过配置以下引脚实现按键功能。详细复用信息见下表。

表 19: 矩阵键盘接口引脚定义

引脚名	引脚号	复用功能	I/O	描述	备注
MAIN_DCD	48	KP_MKIN[1]	DI	矩阵按键输入 1	
WAKEUP_IN	49	KP_MKOUT[1]	DO	矩阵按键输出 1	
AP_READY	50	KP_MKIN[2]	DI	矩阵按键输入 2	1.8 V 电压域，不用则悬空。
W_DISABLE#	51	KP_MKOUT[2]	DO	矩阵按键输出 2	

NET_MODE	52	KP_MKIN[3]	DI	矩阵按键输入 3
SLEEP_IND	53	KP_MKOUT[3]	DO	矩阵按键输出 3
STATUS	54	KP_MKIN[4]	DI	矩阵按键输入 4
NET_STATUS /USB_BOOT	55	KP_MKOUT[4]	DO	矩阵按键输出 4
I2C_SCL	57	KP_MKIN[5]	DI	矩阵按键输入 5
I2C_SDA	56	KP_MKOUT[5]	DO	矩阵按键输出 5

备注

1. 引脚 55 复用成 KP_MKOUT[4]功能时，该引脚在外部必须增加 15 kΩ 电阻下拉到地。
2. 引脚 56 和 57 需要预留滤波电容，电容容值为 18 pF。具体设计参考文档 [2]。
3. 有关复用信息，详情请参考文档 [4]。

3.18. 网络状态指示

模块提供两个网络状态指示引脚：NET_MODE 和 NET_STATUS/USB_BOOT，主要用于驱动网络状态指示灯。如下两表分别描述了引脚定义和不同网络状态下的逻辑电平变化。

表 20：网络状态指示引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
NET_MODE	52	DO	注册的网络制式指示	1.8 V 电压域。 不用则悬空。
NET_STATUS/ USB_BOOT	55	DO	网络状态指示	1.8 V电压域。 复用引脚，开机成功后作NET_STATUS功能输出。模块在成功开机前禁止下拉此引脚。 建议预留测试点。

表 21：网络状态指示引脚的工作状态

引脚名	引脚工作状态	所指示的网络状态
NET_MODE	高电平	注册 LTE 网络状态
	低电平	其他
NET_STATUS/ USB_BOOT	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（常亮）	通话中

网络状态指示参考电路如下图所示。由于 NET_STATUS/USB_BOOT 引脚默认输出高电平，若使用三极管进行控制，该引脚电平会被拉低，模块将进入紧急下载模式而无法正常工作。因此，NET_STATUS/USB_BOOT 引脚需外接 $V_{GS(TH)}$ 的最大值不超过 1 V 的 NMOS 管进行控制。

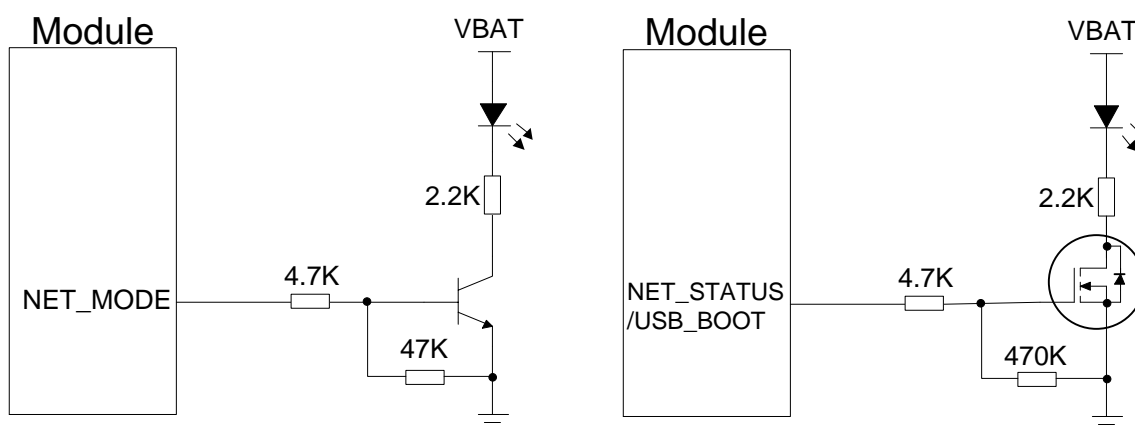


图 27：网络指示参考电路

备注

模块 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，模块正常开机后这个引脚的工作状态请参照表 21。

3.19. 运行状态指示

STATUS 用于指示模块的工作状态。当模块上电按下 PWRKEY 开机后约 350 ms，STATUS 会输出 32 ms 左右的高电平；当模块正常开机时，STATUS 会输出高电平。STATUS 引脚定义如下表所示：

表 22: STATUS 引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
STATUS	54	DO	运行状态指示	1.8 V 电压域。不用则悬空。

STATUS 参考电路如下图：

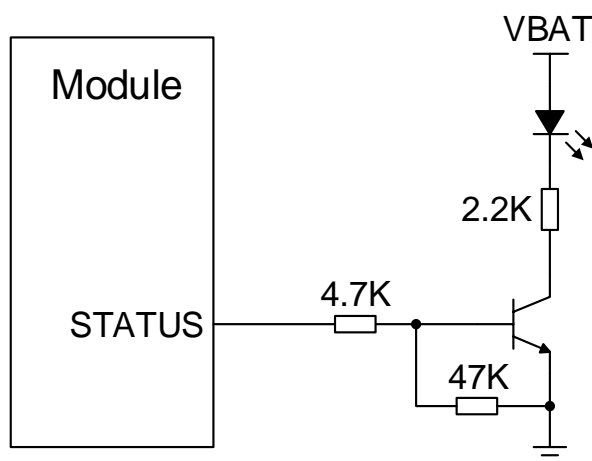


图 28: STATUS 参考电路

3.20. ADC 接口

模块提供一路模数转换接口。使用 `ql_adc_read()` 可以读取 ADC 的电压值。

为了让 ADC 电压测量准确度更高，ADC 在布线时需要包地处理。

表 23: ADC 接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
ADC	19	AI	通用 ADC 接口	使用注意事项参考文档 [2]。

表 24: ADC 特性

引脚名	最小值	典型值	最大值	单位
ADC 电压范围	0	-	1.3	V
ADC 分辨率	-	-	10	bits

备注

1. 模块在 VBAT 不供电的情况下，ADC 接口不能直接连接任何输入电压。
2. 若采集电压大于 1.3 V，建议 ADC 引脚采用电阻分压电路输入，设计时接地分压电阻两端预留一颗 1 nF 电容，默认不贴。
3. 部分型号模块的 ADC 接口分辨率为 12 bits，如需 ADC 分辨率为 12 bits 的模块，请联系移远技术支持。使用 ADC 接口分辨率为 10 bits 的模块，需要客户外部增加电压跟随电路进行设计。详情请参考文档 [2] 进行设计。
4. 有关 API，详情请参考文档 [8]。

3.21. USB_BOOT 接口

模块支持 USB_BOOT 功能。在模块上电前将 NET_STATUS/USB_BOOT 引脚下拉至 GND，在开机时模块将进入紧急下载模式。在此模式下，模块可通过 USB 接口进行固件升级。

表 25: NET_STATUS/USB_BOOT 接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
NET_STATUS/ USB_BOOT	55	DI	强制模块进入紧急下载模式	1.8 V 电压域。 复用引脚，模块开机时，作 USB_BOOT 功能输入。 低电平有效。 建议预留测试点。模块上电前该引脚下拉到 GND，模块进入紧急下载模式。

USB_BOOT 接口参考设计和进强制下载模式时序图如下：

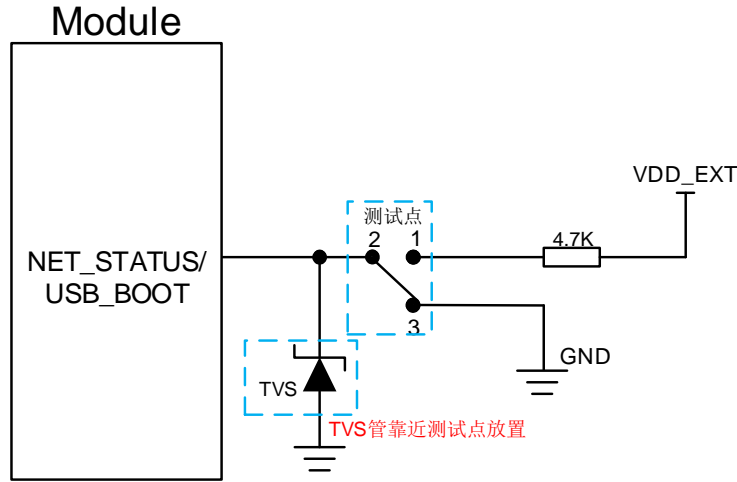


图 29: USB_BOOT 接口参考设计电路

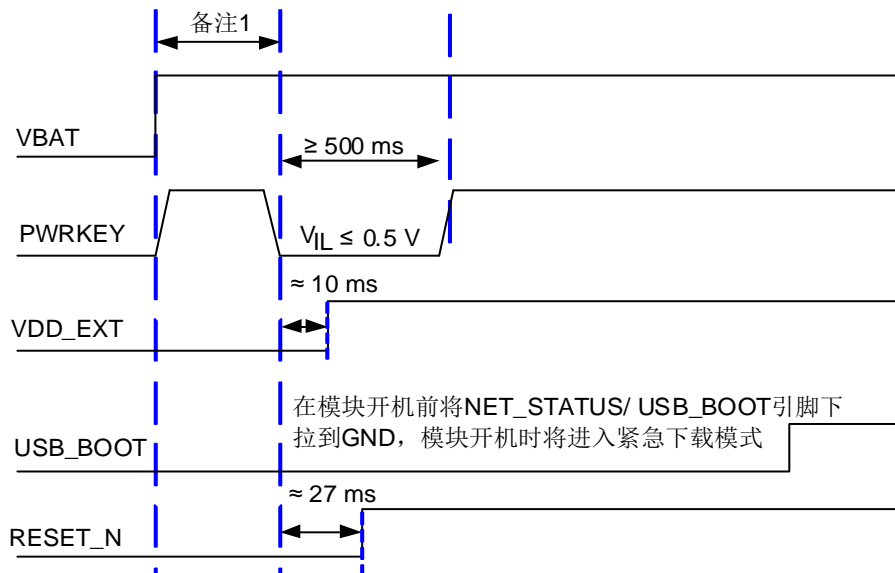


图 30: 进入强制下载模式时序

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 控制模块进入强制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 NET_STATUS/USB_BOOT 到 VDD_EXT；手动强制下载方式按照图 29 所示短接测试点即可。
3. 考虑到 EC600N-CN QuecOpen 和 EC600S-CN QuecOpen 的兼容设计，USB_BOOT 接口电路预留上下拉设计，其中：
 - EC600N-CN QuecOpen 进入强制下载时：测试点 2 和测试点 3 短接。
 - EC600S-CN QuecOpen 进入强制下载时：测试点 2 和测试点 1 短接。

4 射频特性

模块设计有一个主天线接口，天线端口阻抗为 50 Ω。

4.1. 天线接口和工作频段

4.1.1. 引脚定义

表 26: 主天线接口引脚定义

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

4.1.2. 工作频段

表 27: 模块工作频段

3GPP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

备注

B41 仅支持 140 MHz（2535~2675 MHz）。

4.1.3. 参考设计

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

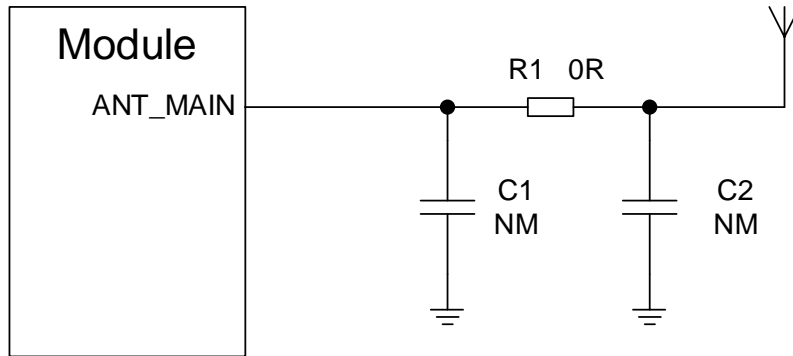


图 31：射频参考电路

备注

图中 π 型匹配元件（R1、C1 和 C2）应尽量靠近天线放置。

4.1.4. 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 50Ω 。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 50Ω 时，微带线以及共面波导的结构设计。

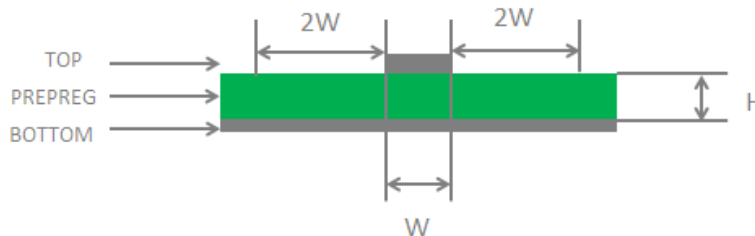


图 32：两层 PCB 板微带线结构

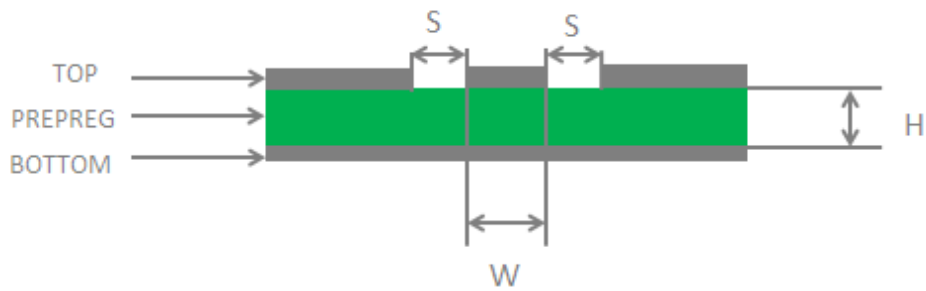


图 33: 两层 PCB 板共面波导结构

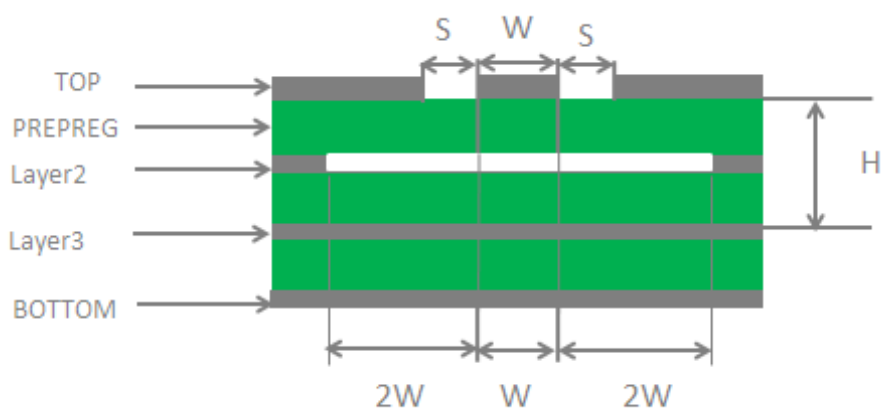


图 34: 四层 PCB 板共面波导结构 (参考地为第三层)

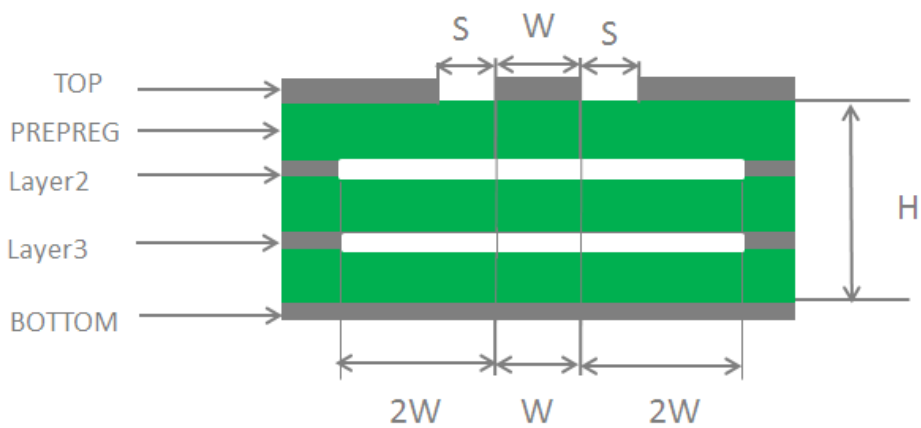


图 35: 四层 PCB 板共面波导结构 (参考地为第四层)

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 Ω 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 × 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。
- 射频信号线必须远离干扰源，避免和相邻层任何信号线交叉或平行。

更多关于射频布线的说明，请参考文档 [9]。

4.2. 天线安装

4.2.1. 天线设计要求

表 28: 天线设计要求

类型	要求
LTE	VSWR: ≤ 2 效率: > 30 % 最大输入功率: 50 W 输入阻抗: 50 Ω 线缆插入损耗: <ul style="list-style-type: none"> ● < 1 dB: LB (< 1 GHz) ● < 1.5 dB: MB (1~2.3 GHz) ● < 2 dB: HB (> 2.3 GHz)

4.2.2. 射频连接器推荐

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

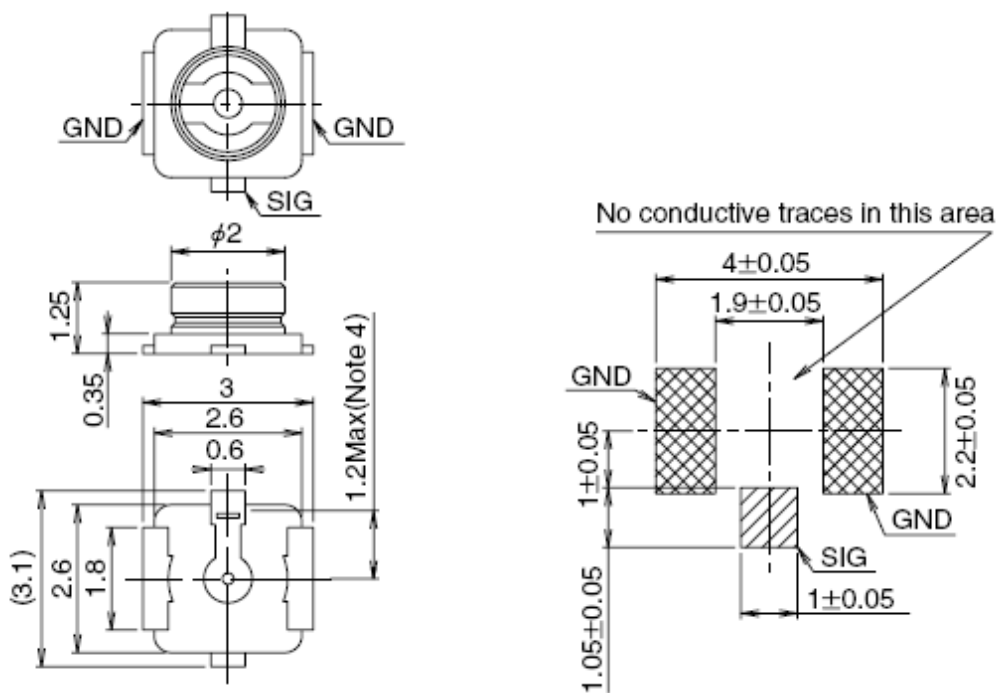


图 36: 天线座尺寸 (单位: mm)

下图所列的 U.FL-LP 系列插头可与 U.FL-R-SMT 配合使用。

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

图 37: 与天线座匹配的插头规格

下图为连接线和连接器安装尺寸：

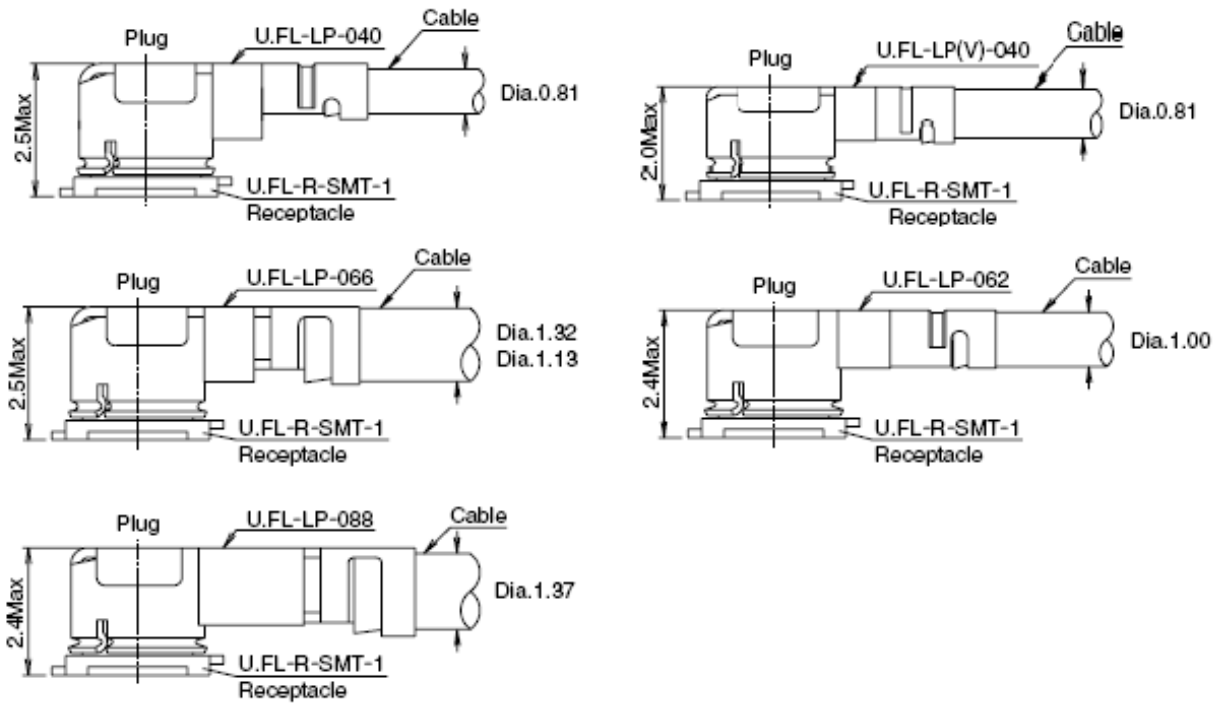


图 38：射频连接器安装图（单位：mm）

详情请参考 <http://www.hirose.com>。

5 电气性能和可靠性

5.1. 绝对最大额定值

下表为模块部分引脚电压或电流的最大耐受值。

表 29: 绝对最大值

参数	最小值	最大值	单位
VBAT_RF	-0.3	6	V
VBAT_BB	-0.3	6	V
USB_VBUS	-0.3	5.5	V
VBAT_BB 最大电流	-	0.5	A
VBAT_RF 最大电流	-	1.5	A
数字接口电压	-0.3	2.3	V

5.2. 电源额定值

表 30: 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
I _{VBAT}	峰值电流	最大发射功率等级时	-	1.5	2.0	A
USB_VBUS	USB 检测		3.0	5.0	5.25	V

5.3. 工作和存储温度

表 31: 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 ³	-35	+25	+75	°C
扩展工作温度 ⁴	-40	-	+85	°C
存储温度	-40	-	+90	°C

5.4. 功耗

表 32: 模块耗流

描述	条件	典型值	单位
关机模式	模块关机	21	µA
	最少功能模式 (USB 断开)	0.81	mA
	飞行模式 (USB 断开)	0.91	mA
	LTE-FDD @ PF = 32 (USB 断开)	1.78	mA
	LTE-FDD @ PF = 64 (USB 断开)	1.34	mA
睡眠模式	LTE-FDD @ PF = 128 (USB 断开)	1.12	mA
	LTE-FDD @ PF = 256 (USB 断开)	1.02	mA
	LTE-TDD @ PF = 32 (USB 断开)	1.80	mA
	LTE-TDD @ PF = 64 (USB 断开)	1.35	mA
	LTE-TDD @ PF = 128 (USB 断开)	1.13	mA

³ 表示当模块在此温度范围内工作时，模块的相关性能满足 3GPP 标准要求。

⁴ 表示当模块在此温度范围内工作时，模块仍能保持正常工作状态，具备语音、短消息、数据传输、紧急呼叫*等功能，不会出现不可恢复的故障；射频频谱、网络基本不受影响，仅个别指标如输出功率等参数的值可能会超出 3GPP 标准的范围。当温度返回至正常工作温度范围时，模块的各项指标仍符合 3GPP 标准。

	LTE-TDD @ PF = 256 (USB 断开)	1.03	mA
空闲模式	LTE-FDD @ PF = 64 (USB 断开)	20.22	mA
	LTE-FDD @ PF = 64 (USB 连接)	29.88	mA
	LTE-TDD @ PF = 64 (USB 断开)	20.23	mA
	LTE-TDD @ PF = 64 (USB 连接)	29.82	mA
	LTE-FDD B1	543	mA
LTE 数据传输	LTE-FDD B3	516	mA
	LTE-FDD B5	459	mA
	LTE-FDD B8	478	mA
	LTE-TDD B34	201	mA
	LTE-TDD B38	220	mA
	LTE-TDD B39	186	mA
	LTE-TDD B40	220	mA
	LTE-TDD B41	211	mA

5.5. 发射功率

表 33: 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

5.6. 接收灵敏度

表 34: 模块射频接收灵敏度

频段	接收灵敏度 (典型值)			3GPP (主集 + 分集)
	主集	分集	主集 + 分集	
LTE-FDD B1 (10 MHz)	-98.5 dBm	-	-	-96.3 dBm
LTE-FDD B3 (10 MHz)	-98.0 dBm	-	-	-93.3 dBm
LTE-FDD B5 (10 MHz)	-99.5 dBm	-	-	-94.3 dBm
LTE-FDD B8 (10 MHz)	-99.5 dBm	-	-	-93.3 dBm
LTE-TDD B34 (10 MHz)	-100.5 dBm	-	-	-96.3 dBm
LTE-TDD B38 (10 MHz)	-100.0 dBm	-	-	-96.3 dBm
LTE-TDD B39 (10 MHz)	-100.5 dBm	-	-	-96.3 dBm
LTE-TDD B40 (10 MHz)	-100.5 dBm	-	-	-96.3 dBm
LTE-TDD B41 (10 MHz)	-100.0 dBm	-	-	-94.3 dBm

5.7. 静电防护

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

下表为模块引脚的 ESD 耐受电压情况。

表 35: ESD 性能参数 (温度: 25-30 °C, 湿度: 40 ±5 %)

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

6 结构与规格

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

6.1. 机械尺寸

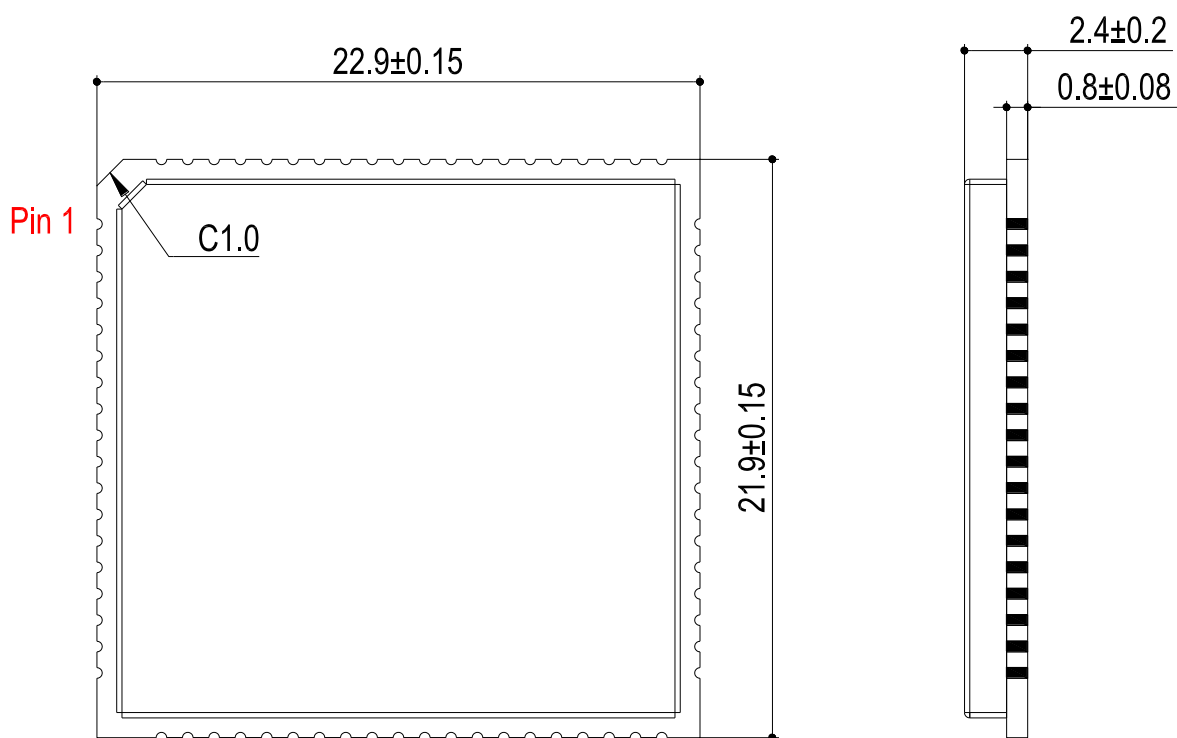


图 39: 模块尺寸（俯视图及侧视图）

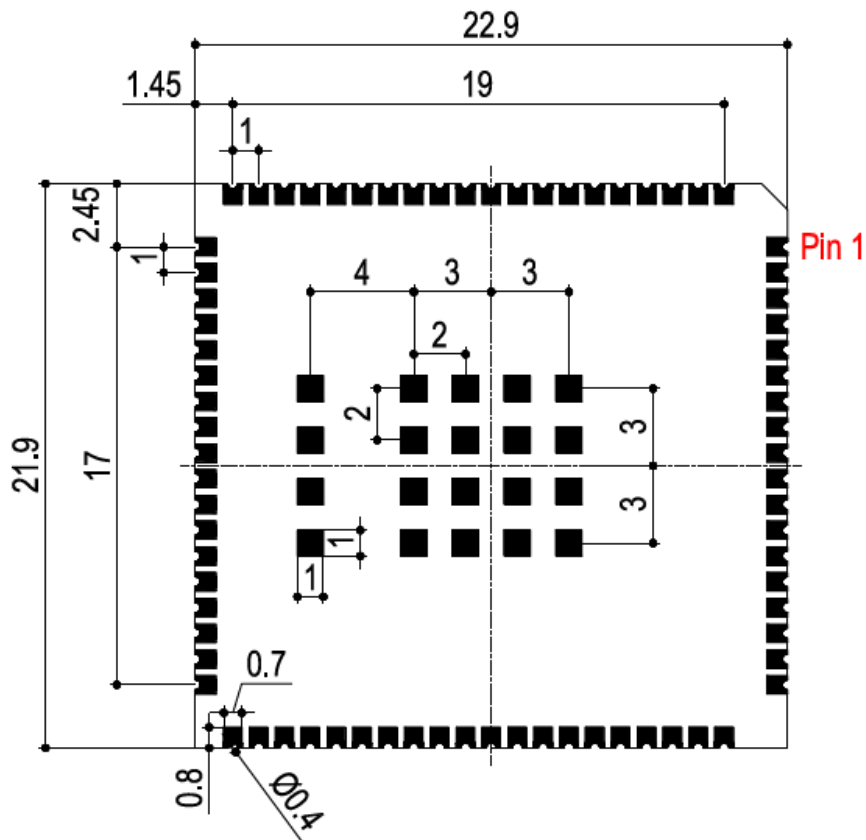


图 40: EC600N-CN QuecOpen® R1.1 模块尺寸 (底视图)

备注

1. 移远通信 EC600N-CN QuecOpen 模块的平整度符合 JEITA ED-7306 标准要求。
2. EC600 EC600N-CN QuecOpen® R1.1 模块尺寸兼容 EC600N-CN QuecOpen® R1.0 模块尺寸。
3. 模组的钢网设计请参考文档 [10]。

6.2. 推荐封装

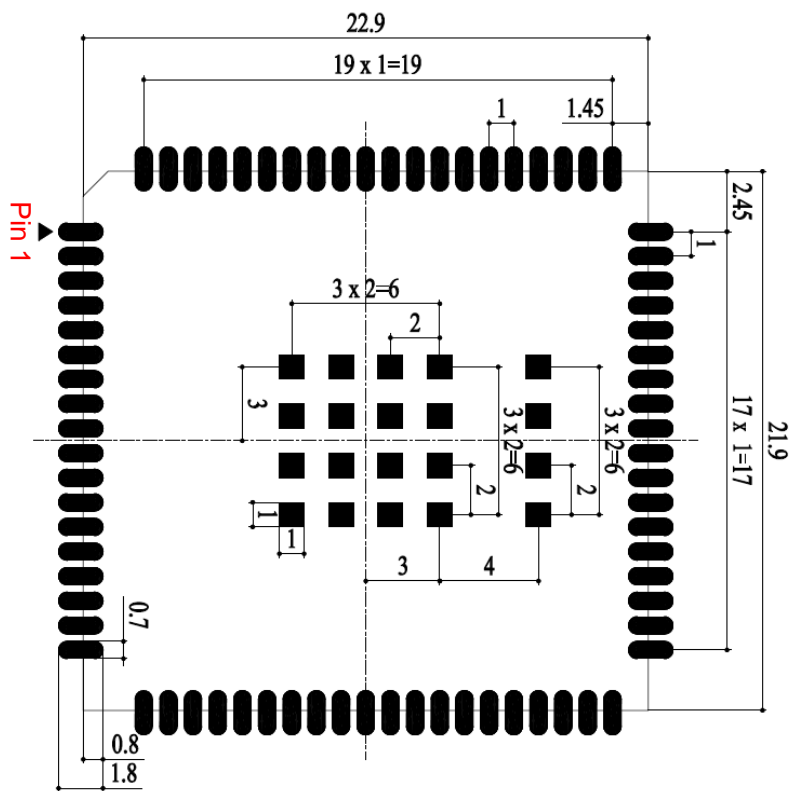


图 41: EC600N-CN QuecOpen® R1.1 推荐封装 (俯视图)

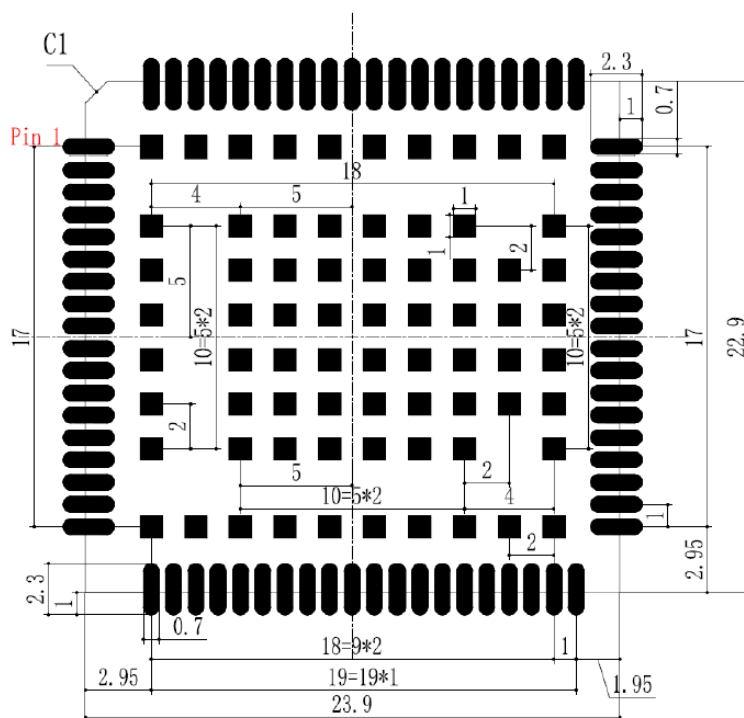


图 42: EC600x 系列推荐兼容封装 (俯视图)

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. **EC600N-CN QuecOpen® R1.1 封装兼容 EC600N-CN QuecOpen® R1.0 封装。**
3. 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 [10]。
4. 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 [11]。

6.3. 俯视图和底视图

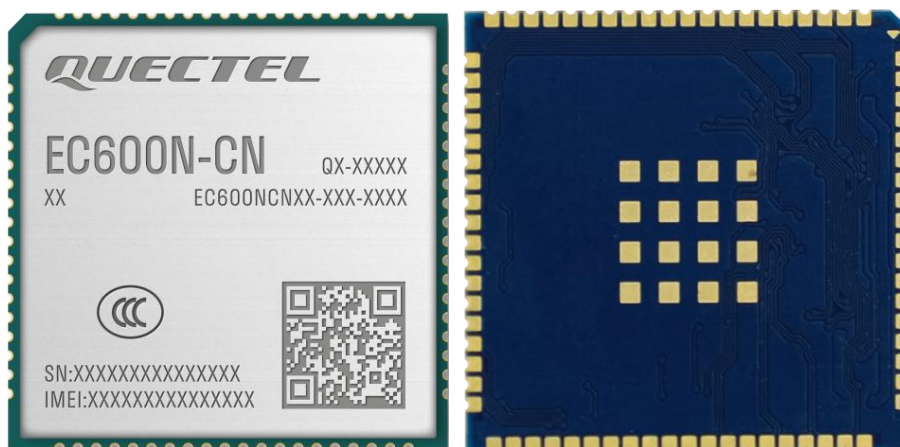


图 43: EC600N-CN QuecOpen® R1.0 模块俯视图和底视图



图 44: EC600N-CN QuecOpen® R1.1 模块俯视图和底视图

备注

1. 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。
2. EC600N-CN QuecOpen R1.0 为单 USIM 卡模块，EC600N-CN QuecOpen R1.1 为双 USIM 卡模块。

7 存储、生产和包装

7.1. 存储条件

模块出货时，采用真空密封袋进行包装。模块的湿度敏感等级为 3（MSL 3），其存储需遵循如下条件：

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

⁵ 此车间寿命仅在车间环境符合 *IPC/JEDEC J-STD-033* 规范时适用；不确定车间温湿度环境是否满足条件，或相对湿度大于 60 % 的情况下，请在拆封后 24 小时内完成贴片回流。请勿提前大量拆包。

3. 拆包、放置模块时请注意 ESD 防护，例如，佩戴防静电手套。

7.2. 生产焊接

用印刷刮板在网板上印刷锡膏，使锡膏通过网板开口漏印到 PCB 上，印刷刮板力度需调整合适。为保证模块印膏质量，模块焊盘部分对应的钢网厚度推荐为 0.15~0.20 mm。详细信息请参考文档 [10]。

推荐的回流焊峰值温度为 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：

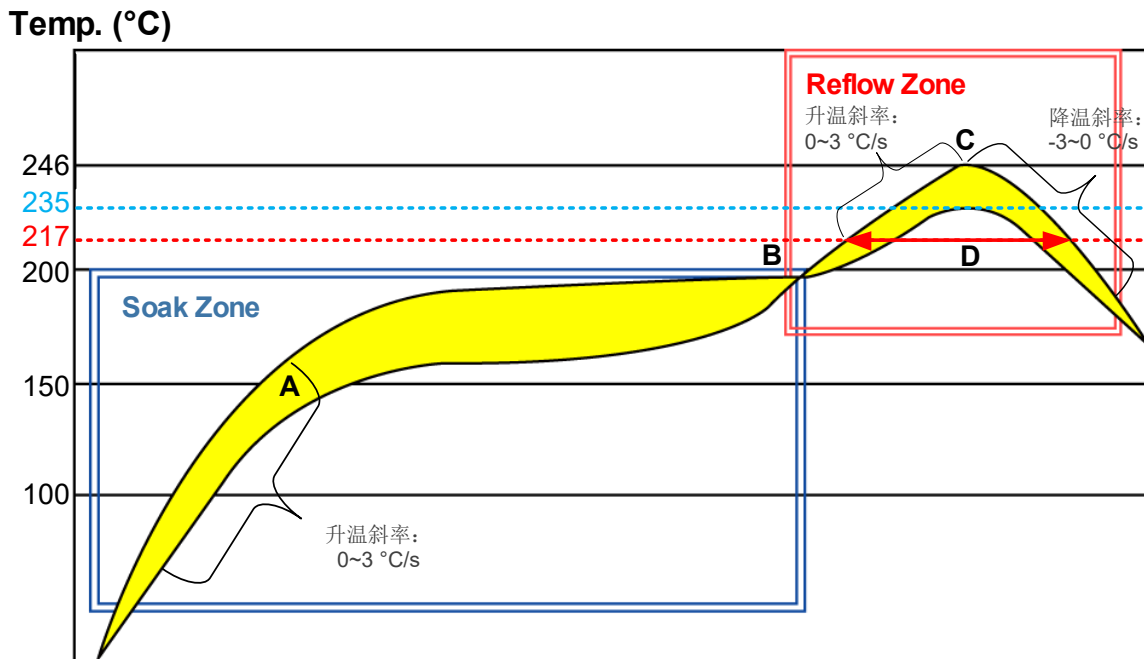


图 45：推荐的回流焊温度曲线

表 36：推荐的炉温测试控制要求

项目	要求
吸热区 (Soak Zone)	
升温斜率	0~3 °C/s
恒温时间 (A 和 B 之间的时间：150~200 °C 期间)	70~120 s

回流焊区 (Reflow Zone)	
升温斜率	0~3 °C/s
回流时间 (D: 超过 217 °C 的期间)	40~70 s
最高温度	235~246 °C
冷却降温斜率	-3~0 °C/s
回流次数	
最大回流次数	1

备注

1. 以上工艺参数要求，均针对焊点实测温度。PCB 上焊点最热点和最冷点均需要满足以上规范要求。
2. 在生产焊接或者其他可能直接接触移远通信模块的过程中，不得使用任何有机溶剂（如酒精，异丙醇，丙酮，三氯乙烯等）擦拭模块屏蔽罩；否则可能会造成屏蔽罩生锈。
3. 移远通信洋白铜镭雕屏蔽罩可满足：12 小时中性盐雾测试后，镭雕信息清晰可辨识，二维码可扫描（可能会有白色锈蚀）。
4. 如需对模块进行喷涂，请确保所用喷涂材料不会与模块屏蔽罩或 PCB 发生化学反应，同时确保喷涂材料不会流入模块内部。
5. 请勿对移远通信模块进行超声波清洗，否则可能会造成模块内部晶体损坏。
6. 因 SMT 流程的复杂性，如遇不确定的情况或文档 [10]未提及的流程（如选择性波峰焊、超声波焊接），请于 SMT 流程开始前与移远通信技术支持确认。

7.3. 包装规格

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

此模块采用载带包装，具体方案如下：

7.3.1. 载带

载带包装的尺寸图表如下：

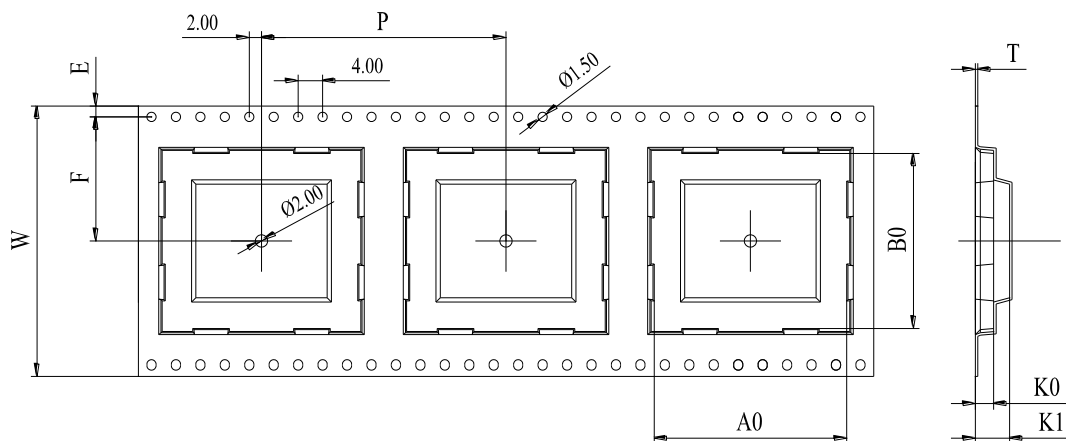


图 46: 载带尺寸图

表 37: 载带尺寸表 (单位: mm)

W	P	T	A0	B0	K0	K1	F	E
44	32	0.4	23.4	22.4	2.9	4.55	20.2	1.75

7.3.2. 胶盘

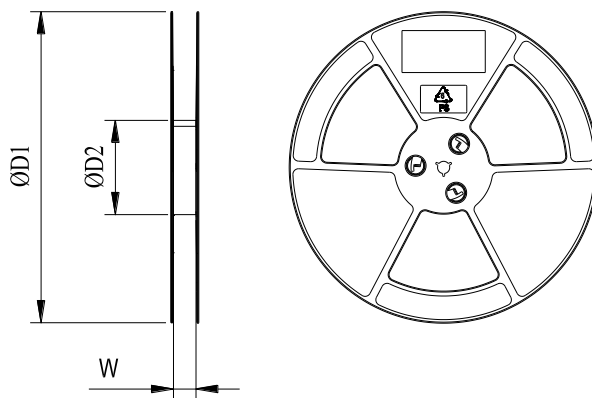


图 47: 胶盘尺寸图

表 38: 胶盘尺寸表 (单位: mm)

øD1	øD2	W
380	100	44.5

7.3.3. 模块贴片方向

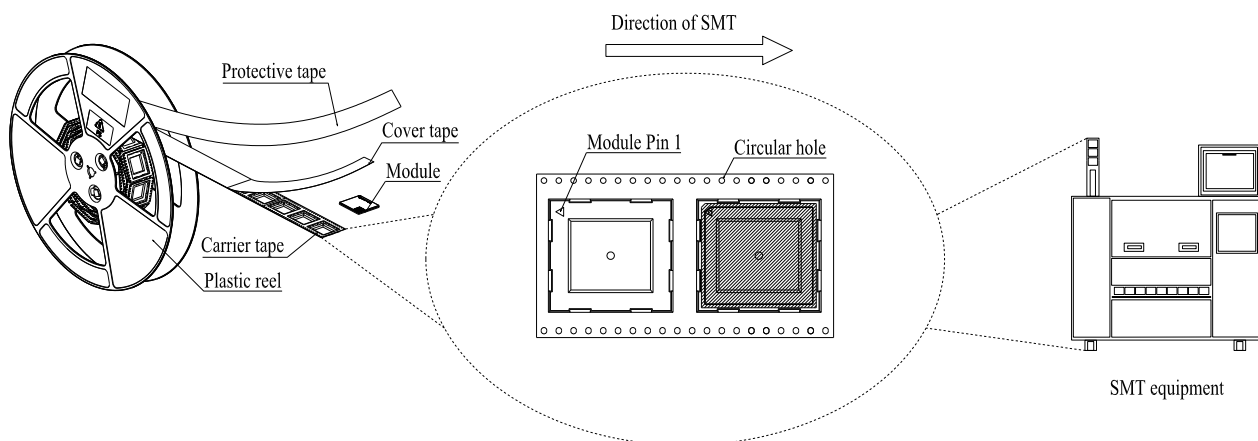
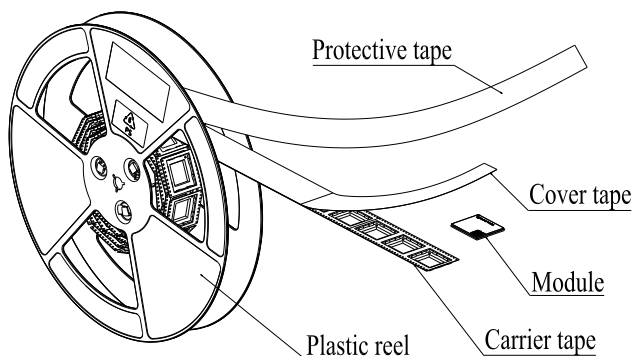


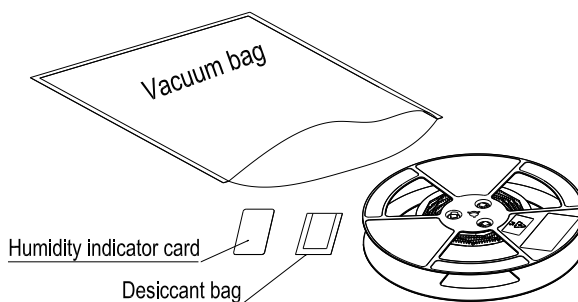
图 48: 模块贴片方向

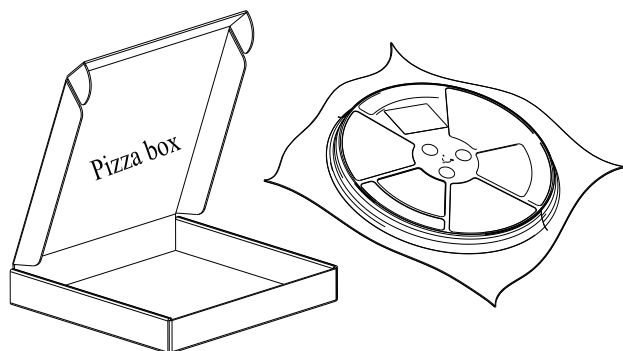
7.3.4. 包装流程



将模块放入载带中，使用上带热封；再将热封后的载带缠绕到胶盘中，用保护带缠绕防护。1 个胶盘可装载 500 片模块。

将包装完成的胶盘和 1 张湿敏卡、1 包干燥剂放入真空袋中，抽真空。





将抽真空后的胶盘放入披萨盒内。

将 4 个披萨盒放入 1 个卡通箱内，封箱。1 个卡通箱可包装 2000 片模块。

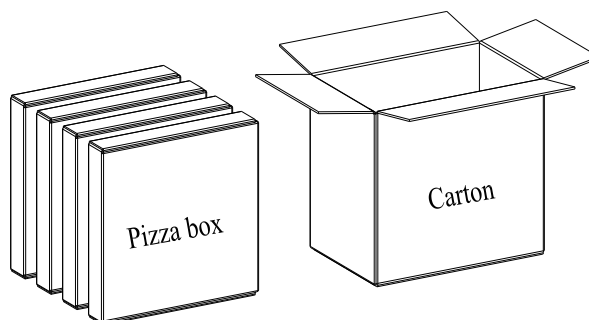


图 49：包装流程

8 附录 参考文档及术语缩写

表 39: 参考文档

文档名称
[1] Quectel_LTE_OPEN_EVB_User_Guide
[2] Quectel_EC600N-CN_QuecOpen_参考设计手册
[3] Quectel_EC100x-CN&EC200N-CN&EC600x-CN_QuecOpen_设备管理 API_参考手册
[4] Quectel_EC600N-CN_QuecOpen_GPIO 配置
[5] Quectel_EC100x-CN&EC200N-CN&EC600x-CN_QuecOpen_低功耗 API_参考手册
[6] Quectel_EC100x-CN&EC200N-CN&EC600x-CN_QuecOpen_开关机用户指导
[7] Quectel_ECx00x-CN&EG915N-EU_QuecOpen_音频调试指导
[8] Quectel_EC100x-CN&EC200N-CN&EC600x-CN_QuecOpen_ADC_开发指导
[9] Quectel_射频 LAYOUT_应用指导
[10] Quectel_模块_SMT_应用指导
[11] Quectel_EC600x_QuecOpen_Compatible_Footprint&Part

表 40: 术语缩写

术语	英文全称	中文全称
ADC	Analog-to-Digital Converter	模数转换器
AMR	Adaptive Multi-Rate	自适应多速率
API	Application Programming Interface	应用程序编程接口
BB	Baseband	基带
bps	Bit(s) Per Second	比特/秒

CHAP	Challenge-Handshake Authentication Protocol	挑战握手认证协议
CS	Coding Scheme	编码方案
CTS	Clear to Send	清除发送
DFOTA	Differential Firmware Over-the-Air	无线差分固件升级
DL	Downlink	下行链路
DTE	Data Terminal Equipment	数据终端设备
DTR	Data Terminal Ready	数据终端就绪
ESD	Electrostatic Discharge	静电释放
ESR	Equivalent Series Resistance	等效串联电阻
ETSI	European Telecommunications Standards Institute	欧洲电信标准化协会
EVB	Evaluation Board	评估板
FDD	Frequency Division Duplex	频分双工
FR	Full Rate	全速率
FTP	File Transfer Protocol	文件传输协议
FTPS	FTP 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	通用型输入输出
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
IMT-2000	International Mobile Telecommunications 2000	第三代移动通信技术
I_{omax}	Maximum Output Load Current	最大输出负载电流
I_{pp}	Peak Pulse Current	峰值脉冲电流
LCC	Leadless Chip Carrier (package)	无引脚芯片载体（封装）
LCD	Liquid Crystal Display	液晶显示屏

LCM	LCD Module/Liquid Crystal Monitor	液晶显示模块/液晶显示屏
LED	Light Emitting Diode	发光二极管
LTE	Long-Term Evolution	长期演进
LGA	Land Grid Array	栅格阵列封装
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	湿气敏感性等级
NITZ	Network Identity and Time Zone	网络标识和时区
NTP	Network Time Protocol	网络时间协议
PA	Power Amplifier	功率放大器
PAP	Password Authentication Protocol	密码验证协议
PCB	Printed Circuit Board	印制电路板
PCM	Pulse Code Modulation	脉冲编码调制
PDA	Personal Digital Assistant	个人数字助理
PDU	Protocol Data Unit	协议数据单元
PF	Paging Frame	寻呼帧
PING	Packet Internet Groper	因特网包探索器
PMIC	Power Management IC	电源管理集成电路
PPP	Point-to-Point Protocol	点到点协议
RF	Radio Frequency	射频

RTS	Ready To Send/Request to Send	准备发送/请求发送
SIM	Subscriber Identity Module	用户身份识别模块
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 Duplex	时分双工
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
V_{IHmax}	Maximum High-level Input Voltage	最大输入高电平
V_{IHmin}	Minimum High-level Input Voltage	最小输入高电平
V_{ILmax}	Maximum Low-level Input Voltage	最大输入低电平
V_{ILmin}	Minimum Low-level Input Voltage	最小输入低电平
V_{max}	Maximum Voltage	最大电压
V_{min}	Minimum Voltage	最小电压
V_{nom}	Nominal Voltage	标称电压
V_{OHmin}	Minimum High-level Output Voltage	最小输出高电平
V_{OLmax}	Maximum Low-level Output Voltage	最大输出低电平
V_{IHmax}	Maximum High-level Input Voltage	最大输入高电平
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
