

EG915U 系列 QuecOpen 硬件设计手册

LTE Standard 模块系列

版本：1.0

日期：2023-07-26

状态：受控文件



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

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

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

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

前言

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

使用和披露限制

许可协议

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

版权声明

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

商标

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

第三方权利

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

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

隐私声明

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

免责声明

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

版权所有©上海移远通信技术股份有限公司 2023，保留一切权利。

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

安全须知

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



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



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



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



移动终端设备并不保障在任何情况下均能进行有效连接，例如在设备欠费或 (U)SIM 卡无效时。如果设备支持紧急呼叫功能，请使用紧急呼叫，同时请确保设备开机并且位于信号强度足够的区域。因不能保证所有情况下网络都能连接，故在紧急情况下，不能将带有紧急呼叫功能的设备作为唯一的联系方式。



移动终端设备在开机时会接收和发射射频信号。当靠近电视、收音机、电脑或者其他电子设备时都会产生射频干扰。



确保移动终端设备远离易燃易爆品。当靠近加油站、油库、化工厂或爆炸作业场所时，请关闭移动终端设备。在任何有潜在爆炸危险的场所操作电子设备均存在安全隐患。

文档历史

修订记录

版本	日期	作者	变更表述
-	2022-02-23	Len CHEN	文档创建
1.0	2023-07-26	Anla HUANG/ Woping WANG/ Loft XU	受控版本

目录

安全须知	3
文档历史	4
目录	5
表格索引	7
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	13
2.2. 关键特性	13
2.3. 功能框图	16
2.4. 引脚分配图	17
2.5. 引脚描述表	18
2.6. 评估板套件	26
3 工作特性	27
3.1. 工作模式	27
3.2. 睡眠模式	27
3.2.1. USB 应用场景（支持 USB 挂起和唤醒功能）	28
3.2.2. USB 应用场景（不支持 USB 挂起）	29
3.3. 飞行模式	30
3.4. PSM 模式	30
3.5. 电源设计	30
3.5.1. 电源接口	30
3.5.2. 供电参考电路	31
3.5.3. 电压稳定性要求	31
3.6. 开机	33
3.6.1. PWRKEY 开机	33
3.7. 关机	35
3.7.1. PWRKEY 关机	35
3.7.2. 调用 ql_power_down()关机	36
3.8. 复位	36
4 应用接口	38
4.1. 模拟音频接口	38
4.1.1. 音频接口设计注意事项	38
4.1.2. 麦克风接口电路	39
4.1.3. 听筒接口参考电路	39
4.1.4. 耳机接口参考电路	40
4.2. LCM 接口	41
4.3. 摄像头接口	41
4.4. 外接 Flash 接口	42

4.5.	SD 卡接口	43
4.6.	USB 接口	45
4.7.	USB_BOOT	46
4.8.	(U)SIM 接口	47
4.9.	PCM 和 I2C 接口	49
4.10.	UART	51
4.11.	ADC 接口	53
4.12.	SPI 接口	55
4.13.	指示信号	55
5	天线接口	57
5.1.	主天线和蓝牙/Wi-Fi Scan 天线接口	57
5.1.1.	天线接口引脚定义	57
5.1.2.	工作频段	57
5.1.3.	天线接口的参考设计	60
5.1.4.	射频信号线布线指导	61
5.2.	天线安装	62
5.2.1.	天线设计要求	62
5.2.2.	射频连接器推荐	63
6	电气性能和可靠性	65
6.1.	绝对最大额定值	65
6.2.	电源额定值	66
6.3.	功耗	66
6.4.	发射功率	77
6.5.	接收灵敏度	78
6.6.	静电防护	80
6.7.	工作和存储温度	81
7	结构与规格	82
7.1.	机械尺寸	82
7.2.	推荐封装	84
7.3.	俯视图和底视图	85
8	存储、生产和包装	86
8.1.	存储条件	86
8.2.	生产焊接	87
8.3.	包装规格	88
8.3.1.	载带	88
8.3.2.	胶盘	89
8.3.3.	模块贴片方向	90
8.3.4.	包装流程	90
9	附录 参考文档及术语缩写	92

表格索引

表 1: 特殊符号	11
表 2: 模块基本信息	12
表 3: 频段及功能	13
表 4: 关键特性	13
表 5: I/O 参数定义	18
表 6: 引脚描述表	18
表 7: 工作模式	27
表 8: PSM 接口引脚定义	30
表 9: 电源接口引脚定义	31
表 10: PWRKEY 接口引脚定义	33
表 11: 复位接口引脚定义	36
表 12: 音频接口引脚定义	38
表 13: LCM 接口引脚定义	41
表 14: 摄像头接口引脚定义	42
表 15: 外接 Flash 接口复用功能描述	42
表 16: SD 卡复用接口引脚	43
表 17: USB 接口功能	45
表 18: USB 接口引脚定义	45
表 19: USB_BOOT 接口引脚定义	46
表 20: (U)SIM 接口引脚定义	47
表 21: I2C 和 PCM 接口引脚定义	50
表 22: 主 UART 引脚定义	51
表 23: 调试 UART 引脚定义	52
表 24: 辅助 UART 引脚定义	52
表 25: ADC 接口引脚定义	53
表 26: ADC 特性	53
表 27: <i>ql_adc_channel_id</i> 与 ADC 通道对应关系	54
表 28: SPI 接口引脚定义	55
表 29: 指示接口引脚定义	55
表 30: 指示引脚的工作状态	56
表 31: 天线接口引脚定义	57
表 32: EG915U-CN 工作频段	57
表 33: EG915U-EU 工作频段	58
表 34: EG915U-EC 工作频段	58
表 35: EG915U-LA 工作频段	59
表 36: 天线设计要求	62
表 37: 绝对最大额定值	65
表 38: 模块电源额定值	66
表 39: EG915U-CN 模块功耗	66
表 40: EG915U-EU 模块功耗	68
表 41: EG915U-EC 模块功耗	71
表 42: EG915U-LA 模块功耗	74

表 43: EG915U-CN 射频发射功率	77
表 44: EG915U-EU 射频发射功率	77
表 45: EG915U-EC 射频发射功率	77
表 46: EG915U-LA 射频发射功率	77
表 47: EG915U-CN 射频接收灵敏度 (单位: dBm)	78
表 48: EG915U-EU 射频接收灵敏度 (单位: dBm)	78
表 49: EG915U-EC 射频接收灵敏度 (单位: dBm)	79
表 50: EG915U-LA 射频接收灵敏度 (单位: dBm)	80
表 51: ESD 性能参数 (温度: 25~30 °C, 湿度: 40 ±5 %)	80
表 52: 工作和存储温度	81
表 53: 推荐的炉温测试控制要求	87
表 54: 载带尺寸表 (单位: 毫米)	89
表 55: 胶盘尺寸表 (单位: 毫米)	90
表 56: 参考文档	92
表 57: 术语缩写	92

图片索引

图 1: 功能框图.....	16
图 2: 引脚分配图 (俯视图)	17
图 3: 睡眠模式下模块功耗示意图.....	28
图 4: 支持 USB 挂起和唤醒功能的睡眠应用	29
图 5: 不支持 USB 挂起的睡眠应用.....	29
图 6: 供电输入参考设计图.....	31
图 7: 突发传输电源要求	32
图 8: 模块供电电路.....	32
图 9: 开集驱动开机参考电路	33
图 10: 按键开机参考电路	33
图 11: 上电自动开机电路.....	34
图 12: 开机时序图	34
图 13: 关机时序图	35
图 14: 开集驱动复位参考电路	36
图 15: 按键复位参考电路	37
图 16: 复位时序图	37
图 17: 麦克风接口参考电路.....	39
图 18: 听筒接口参考电路	40
图 19: 耳机接口参考电路	40
图 20: SD 卡接口电路参考设计	44
图 21: USB 接口参考设计	46
图 22: USB_BOOT 接口电路参考设计.....	47
图 23: 8-pin (U)SIM 接口参考电路图	48
图 24: 6-pin (U)SIM 接口参考电路图	49
图 25: 带外部 Codec 芯片的 PCM 和 I2C 接口电路参考设计	51
图 26: 电平转换芯片参考电路	52
图 27: 三极管电平转换参考电路	53
图 28: NET_STATUS 参考电路.....	56
图 29: STATUS 参考电路	56
图 30: 天线接口参考设计	60
图 31: 两层 PCB 板微带线结构	61
图 32: 两层 PCB 板共面波导结构	61
图 33: 四层 PCB 板共面波导结构 (参考地为第三层)	61
图 34: 四层 PCB 板共面波导结构 (参考地为第四层)	62
图 35: 天线座尺寸 (单位: 毫米)	63
图 36: 与天线座匹配的插头规格	63
图 37: 安装尺寸 (单位: 毫米)	64
图 38: 俯视及侧视尺寸图 (单位: 毫米)	82
图 39: 底视尺寸图 (底视图)	83
图 40: 推荐封装 (俯视图)	84
图 41: 模块俯视图和底视图.....	85
图 42: 推荐的炉温曲线图	87

图 43: 载带尺寸图	89
图 44: 胶盘尺寸图	89
图 45: 模块贴片方向.....	90
图 46: 包装流程.....	91

1 引言

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

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

本文档定义了 QuecOpen[®]方案下，EG915U 系列模块及其与客户应用连接的空中接口和硬件接口。

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

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。
[...]	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_DATA 引脚 SDIO_DATA0、SDIO_DATA1、SDIO_DATA2 和 SDIO_DATA3。

2 产品综述

EG915U 系列模块是一款 LTE /GSM 无线通信模块，支持 LTE-FDD、LTE-TDD 和 GPRS 网络数据连接，可为客户特殊应用提供语音及蓝牙和 Wi-Fi Scan¹ 功能。模块基本信息如下表所示：

表 2：模块基本信息

基本信息	
封装及引脚数量	LGA: 126
尺寸规格	(23.6 ±0.2) mm × (19.9 ±0.2) mm × (2.4 ±0.2) mm
重量	2.5 ±0.2 g
无线网络功能	LTE/GSM/蓝牙 ¹ /Wi-Fi Scan ¹
子型号	EG915U-CN ² 、EG915U-EU、EG915U-LA、EG915U-EC

¹ 模块支持蓝牙和 Wi-Fi Scan 功能，由于共用天线接口，两种功能不可同时使用；蓝牙和 Wi-Fi Scan 功能可选（同时支持或不支持），有关详情请联系移远通信技术支持。

² 仅 EG915U-CN 支持 LTE-TDD，有关详情请联系移远通信技术支持。

2.1. 频段及功能

表 3: 频段及功能

无线网络制式	EG915U-CN	EG915U-EU	EG915U-EC	EG915U-LA
LTE-FDD	B1/B3/B5/B8	B1/B3/B5/B7/B8/ B20/B28	B1/B3/B5/B7/B8/ B20	B2/B3/B4/B5/B7/ B8/B28/B66
LTE-TDD	B34/B38/B39/ B40/B41	-	-	-
GSM	900/1800 MHz	850/900/1800/ 1900 MHz	850/900/1800/ 1900 MHz	850/900/1800/ 1900 MHz
蓝牙和 Wi-Fi Scan ¹	2.4 GHz	2.4 GHz	2.4 GHz	2.4 GHz

2.2. 关键特性

模块的关键特性如下表所示:

表 4: 关键特性

参数	说明
电源设计	<ul style="list-style-type: none"> ● 供电电压范围: 3.3~4.3 V ● 典型供电电压: 3.8 V
发射功率	<p>EG915U-CN:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● EGSM900: Class 4 (33 dBm ±2 dB) ● DCS1800: Class 1 (30 dBm ±2 dB) ● LTE-FDD: Class 3 (23 dBm ±2 dB) ● LTE-TDD: Class 3 (23 dBm ±2 dB) <p>EG915U-EU、EG915U-LA、EG915U-EC:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● GSM850/EGSM900: Class 4 (33 dBm ±2 dB) ● DCS1800/PCS1900: Class 1 (30 dBm ±2 dB) ● LTE-FDD: Class 3 (23 dBm ±2 dB)
LTE 特性	<p>EG915U-CN:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 最大支持 Cat 1 FDD/TDD ● 支持 1.4/3/5/10/15/20 MHz 射频带宽 ● 支持上行 QPSK 和 16QAM ● 支持下行 QPSK、16QAM 和 64QAM

	<ul style="list-style-type: none"> ● 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
	EG915U-EU、EG915U-LA、EG915U-EC: <ul style="list-style-type: none"> ● 最大支持 Cat 1 FDD ● 支持 1.4/3/5/10/15/20 MHz 射频带宽 ● 支持上行 QPSK 和 16QAM ● 支持下行 QPSK、16QAM 和 64QAM ● LTE-FDD: 最大下行速率 10 Mbps, 最大上行速率 5 Mbps
GSM 特性	GPRS: <ul style="list-style-type: none"> ● 支持 GPRS 多时隙等级 12 ● 编码格式: CS 1~4 ● 最大下行速率 85.6 kbps, 最大上行速率 85.6 kbps
网络协议特性	<ul style="list-style-type: none"> ● 支持 TCP/UDP/PPP/NTP/NITZ/FTP/HTTP/PING/CMUX/HTTPS/FTPS/SSL/FILE/MQTT/MMS/SMTP/SMTPTS 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(U)SIM 卡和 ME 中 (默认为 ME)
音频特性	<ul style="list-style-type: none"> ● 支持 1 路模拟音频输入和 2 路模拟音频输出 ● HR/FR/EFR/AMR/AMR-WB ● 支持回音消除和噪声抑制
LCM 接口	支持 SPI 模式的 LCM 接口
摄像头接口	<ul style="list-style-type: none"> ● 支持摄像头接口, I/O 接口只支持 1.8 V, 最高支持 30 万像素摄像头 ● 支持 SPI 双线数据传输
外接 Flash 接口	支持外接 Flash 芯片, 该接口由其他引脚复用而来
SD 卡接口	<ul style="list-style-type: none"> ● 提供 1 路符合 SD 2.0 规范的接口, 用于外接 SD 卡 ● SD 卡接口与模块的其他引脚功能存在复用关系
USB 接口	<ul style="list-style-type: none"> ● 符合 USB 2.0 (只支持从模式), 数据传输速率最大到 480 Mbps ● 用于数据传输、软件调试和固件升级 ● USB 转串口驱动: 支持 Windows 7/8/8.1/10/11、Linux 2.6~6.5、Android 4.x~13.x 等操作系统下的 USB 驱动
USB_BOOT 接口	<ul style="list-style-type: none"> ● 提供 1 路 USB_BOOT 接口 ● 强制模块进入紧急下载模式
(U)SIM 接口	<ul style="list-style-type: none"> ● 支持(U)SIM 卡: 1.8 V 和 3.0 V ● 支持双卡单待
PCM 接口	<ul style="list-style-type: none"> ● 用于音频功能, 需要外接 Codec 芯片 ● 仅支持从模式, 不支持主模式
I2C 接口	<ul style="list-style-type: none"> ● 1 路 I2C 接口 ● 符合 I2C 总线协议规范
UART	主 UART:

	<ul style="list-style-type: none"> ● 用于数据传输 ● 波特率：最高支持 921600 bps，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"> ● 用于日志输出 ● 波特率：921600 bps ● 只能作为调试 UART，不能作为通用 UART 使用 <p>辅助 UART：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 支持的波特率与主 UART 相同
ADC 接口	支持 2 路 ADC 接口
SPI 接口	<ul style="list-style-type: none"> ● 1 路 SPI 接口，仅支持主模式 ● 最高时钟频率为 25 MHz
指示信号	<ul style="list-style-type: none"> ● STATUS 指示运行状态 ● NET_STATUS 指示网络状态
天线接口	<ul style="list-style-type: none"> ● 主天线接口 (ANT_MAIN) ● 蓝牙/Wi-Fi Scan 天线接口 (ANT_BT/WIFI_SCAN) ● 50 Ω 特性阻抗
定位	支持 Wi-Fi Scan 定位功能
温度范围	<ul style="list-style-type: none"> ● 正常工作温度：-35~ +75 °C ³ ● 扩展工作温度范围：-40~ +85 °C ⁴ ● 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

³ 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 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值可能会超出 3GPP 标准的范围。当温度恢复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

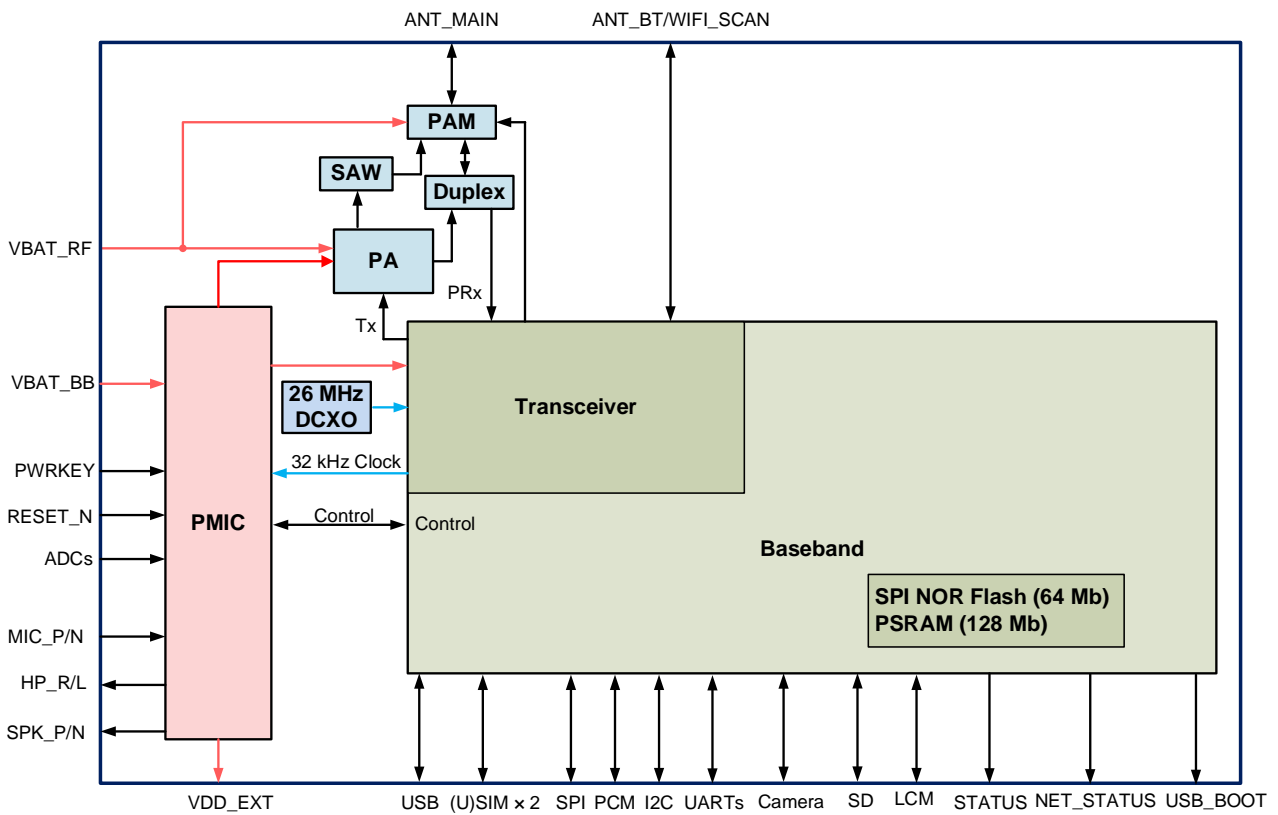


图 1：功能框图

2.4. 引脚分配图

下图为模块引脚分配图：

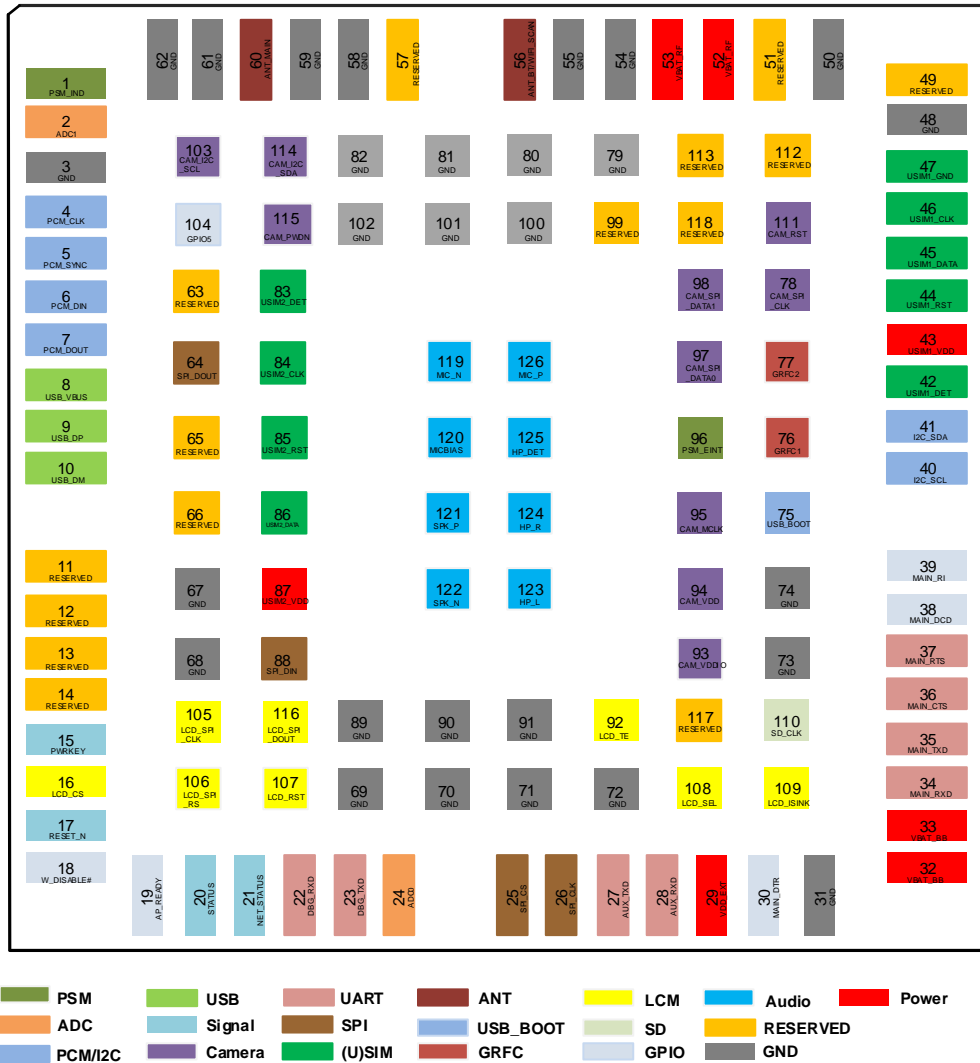


图 2：引脚分配图（俯视图）

备注

1. 如果不使用紧急下载功能，USB_BOOT 在模块开机成功前禁止上拉到高电平。
2. 所有 RESERVED 引脚和不用引脚需悬空，所有的 GND 引脚需接地。
3. 模块支持双卡单待，有关详情请联系移远通信技术支持。
4. 使用引脚 18、19、30、38、39、110 时需注意，在模块上电开机时，这些引脚会有电平状态不定的一段时间（软件不可控）：先高电平 3 V 持续 2 秒，再低电平 0 V 持续 1.2 秒，之后才可以配置为

1.8 V 输入或输出。请根据使用场景及电路设计，评估刚上电开机时状态不定的输出阶段是否满足具体应用设计要求。

2.5. 引脚描述表

下表详细描述了模块的电源特性参数及引脚定义。

表 5: I/O 参数定义

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

DC 特性包含电压域、额定电流信息等。

表 6: 引脚描述表

电源设计					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
VBAT_BB	32、33	PI	模块基带电源	Vmax = 4.3 V Vmin = 3.3 V Vnom = 3.8 V	外部电源必须能提供至少 1 A 的电流。

VBAT_RF	52、53	PI	模块射频电源		外部电源必须能提供至少 2.5 A 的电流。
VDD_EXT	29	PO	外部电路 1.8 V 供电	Vnom = 1.8 V Iomax = 50 mA	使用时加 2.2 μF 的电容和 TVS 器件。建议预留测试点。
GND	3、31、48、50、54、55、58、59、61、62、67~74、79~82、89~91、100~102				

开/关机

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
PWRKEY	15	DI	模块开/关机	VILmax = 0.5 V	VBAT 电压域。低电平有效。建议预留测试点。
RESET_N	17	DI	模块复位		

状态指示接口

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
STATUS	20	DO	运行状态指示	VOHmin = 1.35 V VOLmax = 0.45 V	1.8 V 电压域。不用则悬空。
NET_STATUS	21	DO	网络状态指示		

USB 接口

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
USB_VBUS	8	AI	USB 连接检测	输入电压范围： 3.5 V~5.25 V	须预留测试点。
USB_DP	9	AIO	USB 差分数据 (+)		
USB_DM	10	AIO	USB 差分数据 (-)		

(U)SIM 卡接口

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
USIM1_VDD	43	PO	(U)SIM1 卡供电电源	Iomax = 50 mA 1.8 V (U)SIM: Vmax = 1.9 V Vmin = 1.7 V 3.0 V (U)SIM: Vmax = 3.05 V	模块自动识别 1.8 V 或 3.0 V (U)SIM 卡。

				Vmin = 2.7 V	
USIM1_DATA	45	DIO	(U)SIM1 卡数据	1.8 V (U)SIM: V _{ILmax} = 0.6 V V _{IHmin} = 1.26 V V _{OLmax} = 0.45 V V _{OHmin} = 1.35 V 3.0 V (U)SIM: V _{ILmax} = 1.0 V V _{IHmin} = 1.95 V V _{OLmax} = 0.45 V V _{OHmin} = 2.55 V	
USIM1_CLK	46	DO	(U)SIM1 卡时钟	1.8 V (U)SIM: V _{OLmax} = 0.45 V V _{OHmin} = 1.35 V	
USIM1_RST	44	DO	(U)SIM1 卡复位	3.0 V (U)SIM: V _{OLmax} = 0.45 V V _{OHmin} = 2.55 V	
USIM1_DET	42	DI	(U)SIM1 卡热插拔检测	V _{ILmin} = -0.3 V V _{ILmax} = 0.6 V V _{IHmin} = 1.26 V V _{IHmax} = 2.0 V	1.8 V 电压域。 不用则悬空。
USIM1_GND	47		(U)SIM1 专用地		
				Iomax = 50 mA	
USIM2_VDD	87	PO	(U)SIM2 卡供电电源	1.8 V (U)SIM: Vmax = 1.9 V Vmin = 1.7 V 3.0 V (U)SIM: Vmax = 3.05 V Vmin = 2.7 V	模块自动识别 1.8 V 或 3.0 V (U)SIM 卡。
USIM2_DATA	86	DIO	(U)SIM2 卡数据	1.8 V (U)SIM: V _{ILmax} = 0.6 V V _{IHmin} = 1.26 V V _{OLmax} = 0.45 V V _{OHmin} = 1.35 V 3.0 V (U)SIM: V _{ILmax} = 1.0 V V _{IHmin} = 1.95 V V _{OLmax} = 0.45 V V _{OHmin} = 2.55 V	
USIM2_CLK	84	DO	(U)SIM2 卡时钟	1.8 V (U)SIM:	

USIM2_RST	85	DO	(U)SIM2 卡复位	$V_{OLmax} = 0.45\text{ V}$ $V_{OHmin} = 1.35\text{ V}$ 3.0 V (U)SIM: $V_{OLmax} = 0.45\text{ V}$ $V_{OHmin} = 2.55\text{ V}$	
USIM2_DET	83	DI	(U)SIM2 卡热插拔检测	$V_{ILmin} = -0.3\text{ V}$ $V_{ILmax} = 0.6\text{ V}$ $V_{IHmin} = 1.26\text{ V}$ $V_{IHmax} = 2.0\text{ V}$	1.8 V 电压域。 须预留测试点用于调试。
主 UART					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
MAIN_CTS	36	DO	模块清除发送（连接至 MCU 的 CTS）	$V_{OLmax} = 0.45\text{ V}$ $V_{OHmin} = 1.35\text{ V}$	
MAIN_RTS	37	DI	请求发送至模块（连接至 MCU 的 RTS）	$V_{ILmin} = -0.3\text{ V}$ $V_{ILmax} = 0.6\text{ V}$ $V_{IHmin} = 1.26\text{ V}$ $V_{IHmax} = 2.0\text{ V}$	1.8 V 电压域。 不用则悬空。
MAIN_RXD	34	DI	主 UART 接收	$V_{OLmax} = 0.45\text{ V}$ $V_{OHmin} = 1.35\text{ V}$	
MAIN_TXD	35	DO	主 UART 发送	$V_{OLmax} = 0.45\text{ V}$ $V_{OHmin} = 1.35\text{ V}$	
辅助 UART					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
AUX_TXD	27	DO	辅助 UART 发送	$V_{OLmax} = 0.45\text{ V}$ $V_{OHmin} = 1.35\text{ V}$	
AUX_RXD	28	DI	辅助 UART 接收	$V_{ILmin} = -0.3\text{ V}$ $V_{ILmax} = 0.6\text{ V}$ $V_{IHmin} = 1.26\text{ V}$ $V_{IHmax} = 2.0\text{ V}$	1.8 V 电压域。 不用则悬空。
调试 UART					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
DBG_RXD	22	DI	调试 UART 接收	$V_{ILmin} = -0.3\text{ V}$ $V_{ILmax} = 0.6\text{ V}$ $V_{IHmin} = 1.26\text{ V}$ $V_{IHmax} = 2.0\text{ V}$	1.8 V 电压域。 须预留测试点用于调试。
DBG_TXD	23	DO	调试 UART 发送	$V_{OLmax} = 0.45\text{ V}$ $V_{OHmin} = 1.35\text{ V}$	
PSM 接口					

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
PSM_EINT	96	DI	PSM 中断唤醒	1.8 V 电压域	外部拉高该引脚可使模块退出 PSM 模式。不用则悬空。
PSM_IND*	1	DO	PSM 模式指示		不用则悬空。
I2C 和 PCM 接口					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
PCM_SYNC	5	DI	PCM 帧同步	$V_{ILmin} = -0.3 V$ $V_{ILmax} = 0.6 V$ $V_{IHmin} = 1.26 V$ $V_{IHmax} = 2.0 V$	1.8 V 电压域。不用则悬空。只支持从模式。
PCM_CLK	4	DI	PCM 时钟		
PCM_DIN	6	DI	PCM 数据输入		
PCM_DOUT	7	DO	PCM 数据输出	$V_{OLmax} = 0.45 V$ $V_{OHmin} = 1.35 V$	
I2C_SCL	40	OD	I2C 串行时钟		1.8 V 电压域。使用时需外部上拉到 1.8 V。不用则悬空。
I2C_SDA	41	OD	I2C 串行数据		
射频天线接口					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
ANT_MAIN	60	AIO	主天线接口		50 Ω 特性阻抗。
ANT_BT/WIFI_SCAN	56	AIO	蓝牙与 Wi-Fi Scan 的共用天线接口		蓝牙与 Wi-Fi Scan 无法同时使用。 Wi-Fi Scan 只接收不发射。 50 Ω 特性阻抗。 不用则悬空。
射频天线调谐器控制接口					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
GRFC1	76	DO	通用射频控制	$V_{OLmax} = 0.45 V$ $V_{OHmin} = 1.35 V$	1.8 V 电压域。不用则悬空。
GRFC2	77	DO			
SPI 接口					

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
SPI_CLK	26	DO	SPI 时钟	$V_{OLmax} = 0.45\text{ V}$	
SPI_CS	25	DO	SPI 片选	$V_{OHmin} = 1.35\text{ V}$	
SPI_DIN	88	DI	SPI 数据输入	$V_{ILmin} = -0.3\text{ V}$ $V_{ILmax} = 0.6\text{ V}$ $V_{IHmin} = 1.26\text{ V}$ $V_{IHmax} = 2.0\text{ V}$	1.8 V 电压域。 不用则悬空。 仅支持主模式。
SPI_DOUT	64	DO	SPI 数据输出	$V_{OLmax} = 0.45\text{ V}$ $V_{OHmin} = 1.35\text{ V}$	
LCM 接口					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
LCD_TE	92	DI	LCD 帧同步	$V_{ILmin} = -0.3\text{ V}$ $V_{ILmax} = 0.6\text{ V}$ $V_{IHmin} = 1.26\text{ V}$ $V_{IHmax} = 2.0\text{ V}$	
LCD_RST	107	DO	LCD 复位		
LCD_SEL	108	DO	预留		
LCD_CS	16	DO	LCD 片选	$V_{OLmax} = 0.45\text{ V}$ $V_{OHmin} = 1.35\text{ V}$	1.8 V 电压域。 不用则悬空。
LCD_SPI_CLK	105	DO	LCD 时钟		
LCD_SPI_RS	106	DO	LCD 寄存器选择		
LCD_SPI_DOUT	116	DIO	LCD 数据	$V_{ILmin} = -0.3\text{ V}$ $V_{ILmax} = 0.6\text{ V}$ $V_{IHmin} = 1.26\text{ V}$ $V_{IHmax} = 2.0\text{ V}$ $V_{OLmax} = 0.45\text{ V}$ $V_{OHmin} = 1.35\text{ V}$	
LCD_ISINK	109	PI	灌电流输入引脚， 背光亮度调节	$I_{max} = 200\text{ mA}$ 可配置电流大小	灌电流方式驱动， 接背光灯阴极，通 过调节电流大小 控制亮度。
摄像头接口					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
CAM_MCLK	95	DO	摄像头主时钟	$V_{OLmax} = 0.45\text{ V}$ $V_{OHmin} = 1.35\text{ V}$	1.8 V 电压域。 不用则悬空。

CAM_I2C_SCL	103	OD	摄像头 I2C 时钟		1.8 V 电压域。 不用则悬空。
CAM_I2C_SDA	114	OD	摄像头 I2C 数据		使用时外部需接 上拉电阻。
CAM_SPI_CLK	78	DI	摄像头 SPI 时钟		
CAM_SPI_DATA0	97	DI	摄像头 SPI 数据位 0	$V_{ILmin} = -0.3 V$ $V_{ILmax} = 0.6 V$ $V_{IHmin} = 1.26 V$	
CAM_SPI_DATA1	98	DI	摄像头 SPI 数据位 1	$V_{IHmax} = 2.0 V$	1.8 V 电压域。 不用则悬空。
CAM_PWDN	115	DO	摄像头关断	$V_{OLmax} = 0.45 V$	
CAM_RST	111	DO	摄像头复位	$V_{OHmin} = 1.35 V$	
CAM_VDD	94	PO	摄像头模拟电源	$V_{nom} = 2.8 V$ $I_{omax} = 100 mA$	摄像头供电电源。
CAM_VDDIO	93	PO	摄像头数字电源	$V_{nom} = 1.8 V$ $I_{omax} = 100 mA$	不用则悬空。

GPIO 接口

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
GPIO5	104	DIO	通用输入输出		
MAIN_DCD	38	DIO	通用输入输出		
MAIN_RI	39	DIO	通用输入输出		
MAIN_DTR	30	DIO	通用输入输出		无引脚名所述功能，默认为 GPIO 功能。
W_DISABLE#	18	DIO	通用输入输出		1.8 V 电压域。 不用则悬空。
AP_READY	19	DIO	通用输入输出		

USB_BOOT 接口

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
USB_BOOT	75	DI	强制模块进入紧急下载模式	$V_{ILmin} = -0.3 V$ $V_{ILmax} = 0.6 V$ $V_{IHmin} = 1.26 V$ $V_{IHmax} = 2.0 V$	1.8 V 电压域。高电平有效。 设计中必须预留能使模块进入紧急下载模式的电路。 建议预留测试点。

ADC 接口					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
ADC0	24	AI	通用 ADC 接口	电压范围： 0 V~VBAT	建议预留分压电路设计。 不用则悬空。
ADC1	2	AI			
其他接口					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
SD_CLK	110	DO	SD 卡时钟		3.2 V 电压域。 不用则悬空。
模拟音频接口					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
MIC_N	119	AI	麦克风输入通道 (-)		
MICBIAS	120	PO	麦克风偏置电压	Vmax = 3.0 V Vmin = 2.2 V Vnom = 2.2 V	
SPK_P	121	AO	模拟音频差分输出通道 (+)		不用则悬空。
SPK_N	122	AO	模拟音频差分输出通道 (-)		
MIC_P	126	AI	麦克风输入通道 (+)		
HP_L	123	AO	耳机左声道		
HP_R	124	AO	耳机右声道		
HP_DET	125	DI	耳机热插拔检测		
预留引脚					
引脚名	引脚号				
预留引脚	11~14、49、51、57、63、65、66、99、112、113、117、118				

备注

1. MAIN_DCD、MAIN_RI、MAIN_DTR、W_DISABLE#、AP_READY 引脚无引脚名所述功能，默认为 GPIO 功能。关于 GPIO 的配置，请参考文档 [1]。
2. 使用引脚 18、19、30、38、39、110 时需注意，在模块上电开机时，这些引脚会有电平状态不定的

一段时间（软件不可控）：先高电平 3 V 持续 2 秒，再低电平 0 V 持续 1.2 秒，之后才可以配置为 1.8 V 输入或输出。请根据使用场景及电路设计，评估刚上电开机时状态不定的输出阶段是否满足具体应用设计要求。

2.6. 评估板套件

移远通信提供评估板（LTE OPEN EVB）及相关配件，用于模块的开发和测试。更多详细信息，请参考文档 [2]。

3 工作特性

3.1. 工作模式

下表简要叙述了模块的不同工作模式。

表 7: 工作模式

模式	说明
全功能模式	空闲 软件正常运行。模块注册上网络，能够接收和发送数据。
	语音/数据 网络连接正常。此模式下，模块功耗取决于网络设置和数据传输速率。
最小功能模式	不断电时，使用 <code>ql_dev_set_modem_fun()</code> 可以将模块设置成最小功能模式。此模式下，射频和(U)SIM 卡不工作。
飞行模式	不断电时，使用 <code>ql_dev_set_modem_fun()</code> 可以将模块设置成飞行模式。此模式下，射频不工作。
睡眠模式	此模式下，模块的功耗将会降到非常低，但模块仍然可以接收寻呼、短消息、电话和 TCP/UDP 数据。
PSM 模式	此模式下，模块的功耗将会降至极低，无法给模块发送 API 函数，但模块仍能收到来自基站发送的寻呼（ <code>paging</code> ）包，并被唤醒工作。
关机模式	此模式下，PMU 停止给基带和射频部分的电源供电，软件停止工作。但是 VBAT_RF 和 VBAT_BB 引脚仍然通电。

备注

有关 API 函数的详细信息，请参考文档 [3]。

3.2. 睡眠模式

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

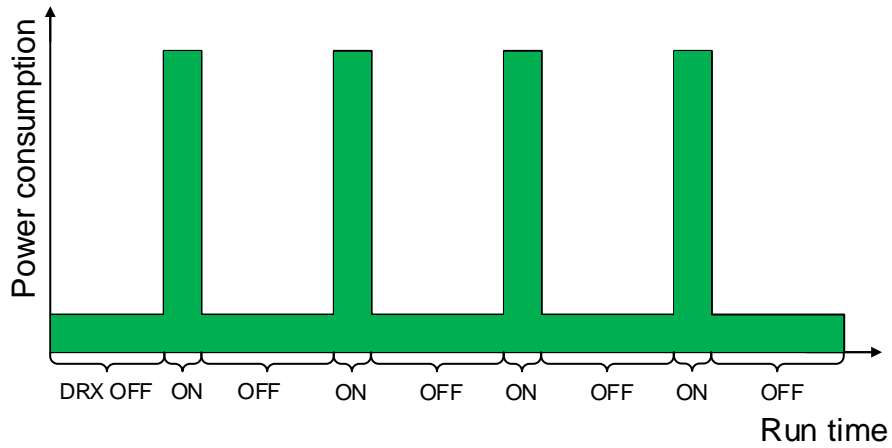


图 3: 睡眠模式下模块功耗示意图

备注

DRX 周期值由基站通过无线网络发送。

3.2.1. USB 应用场景（支持 USB 挂起和唤醒功能）

针对以下两种情况：

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

需同时满足如下条件使模块进入睡眠模式：

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

参考电路如下：

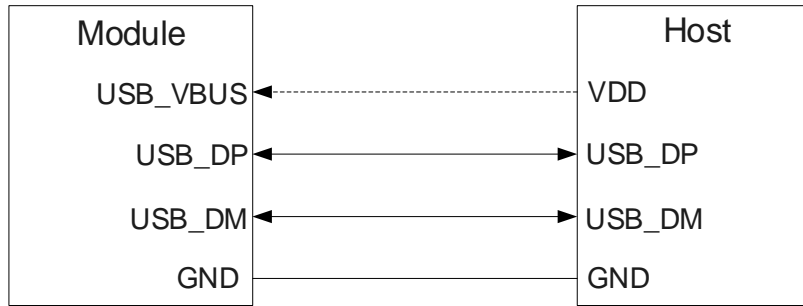


图 4：支持 USB 挂起和唤醒功能的睡眠应用

通过 USB 向模块发送数据将会唤醒模块。

3.2.2. USB 应用场景（不支持 USB 挂起）

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

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

参考电路如下：

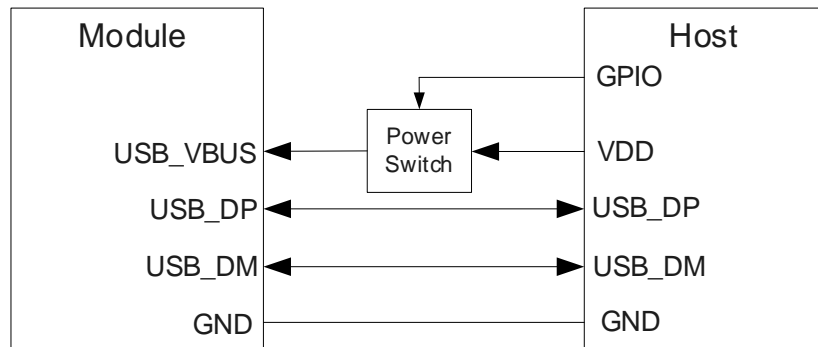


图 5：不支持 USB 挂起的睡眠应用

恢复 USB_VBUS 供电即可唤醒模块。

备注

1. 需注意第 3.2 章应用电路中模块和主机虚线连接信号的电平匹配问题。
2. 模块在 Linux 系统下支持 USB 挂起，Windows 系统下不支持 USB 挂起。

3.3. 飞行模式

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

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

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

3.4. PSM 模式

该模块支持省电模式 (PSM)。模块正常工作时，调用 `ql_psm_sleep_enable()` 和 `ql_autosleep_enable()` 进入省电模式。通过外部拉高 PSM_EINT 引脚或通过软件设置定时器，可使模块退出 PSM。

表 8: PSM 接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
PSM_IND*	1	DO	PSM 模式指示	不用则悬空。
PSM_EINT	96	DI	PSM 中断唤醒	外部拉高该引脚可使模块退出 PSM 模式。 不用则悬空。

备注

`ql_psm_sleep_enable()` 详情请参考文档 [5]。

3.5. 电源设计

3.5.1. 电源接口

模块提供 4 个 VBAT 引脚用于连接外部电源，分别为基带和射频供电：

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

表 9: 电源接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	最小值	典型值	最大值	单位
VBAT_BB	32、33	PI	模块基带电源	3.3	3.8	4.3	V
VBAT_RF	52、53	PI	模块射频电源	3.3	3.8	4.3	V
GND	3、31、48、50、54、55、58、59、61、62、67~74、79~82、89~91、100~102						

3.5.2. 供电参考电路

电源设计对模块的性能至关重要。模块在仅 LTE 网络环境下工作时，电源须满足至少 2.0 A 的供电能力；模块在仅 GSM 网络环境下或 LTE 和 GSM 均可用的网络环境下工作时，电源须满足至少 3.0A 的供电能力。若输入电压与模块供电电压之间的电压差不是很大，则建议选择 LDO。若输入与输出电压之间存在比较大的电压差，则建议使用开关电源转换器。

下图是供电电路的参考设计。其典型输出电压为 3.8 V，负载电流峰值达到 3.0 A。

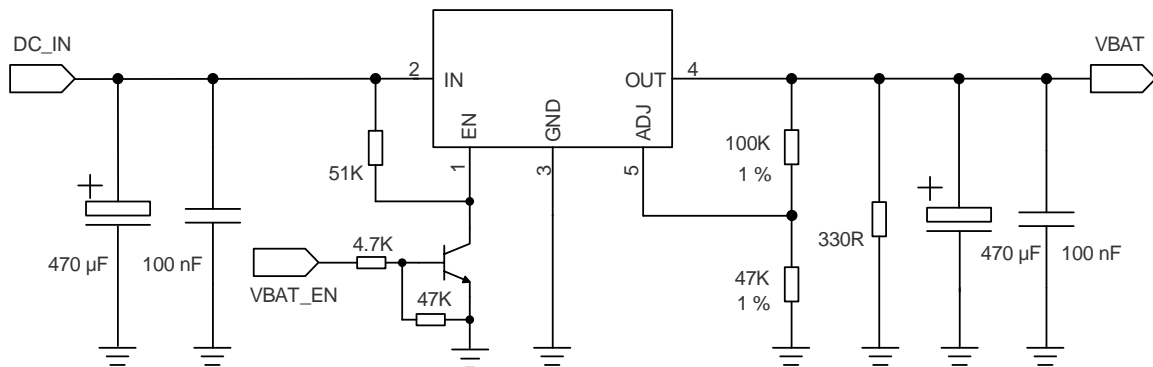


图 6: 供电输入参考设计图

3.5.3. 电压稳定性要求

模块的供电范围为 3.3~4.3 V，需要确保输入电压不低于 3.3 V。

下图为模块在突发传输时的电压跌落情况：

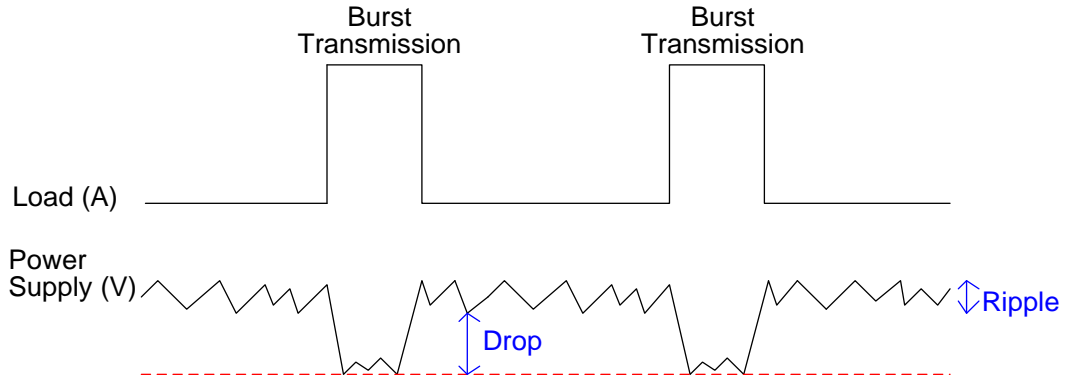


图 7：突发传输电源要求

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 、 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 2 mm ，VBAT_RF 走线宽度应不小于 2.5 mm 。原则上，VBAT 走线越长，线宽越宽。

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

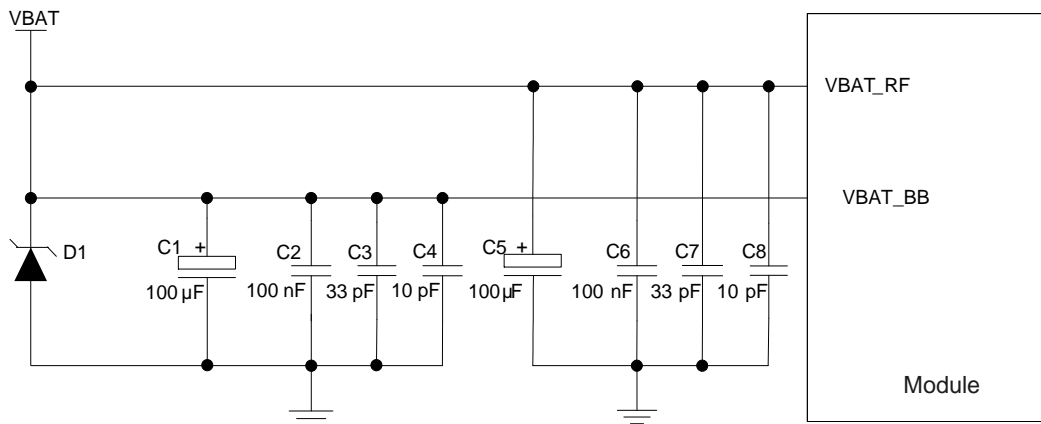


图 8：模块供电电路

3.6. 开机

3.6.1. PWRKEY 开机

表 10: PWRKEY 接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
PWRKEY	15	DI	模块开/关机	VBAT 电压域。 低电平有效。 建议预留测试点。

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

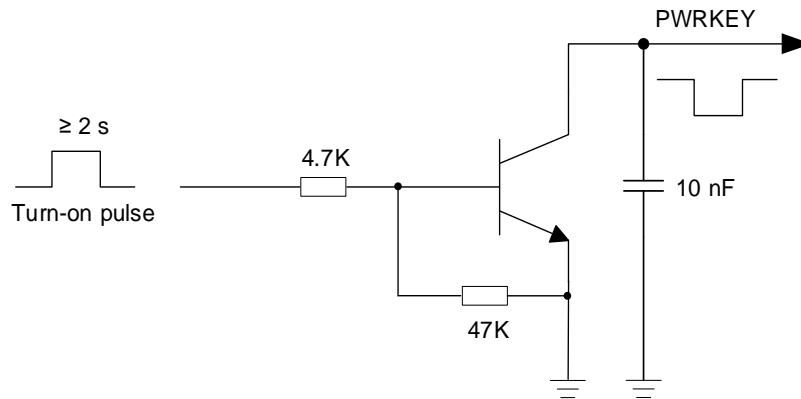


图 9: 开集驱动开机参考电路

另一种控制 PWRKEY 引脚的方式是直接通过一个按键开关；按键附近需放置一个 TVS 管用于 ESD 防护。参考电路如下：

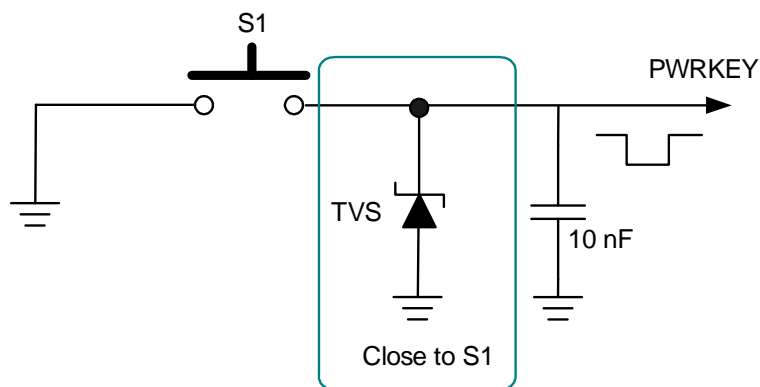


图 10: 按键开机参考电路

若需要上电自动开机功能，可以把 PWRKEY 经下拉电阻连接到地，下拉电阻建议小于 1 kΩ，但需保证上电前模块的 VBAT_BB 和 VBAT_RF 引脚电压低于 0.5 V。

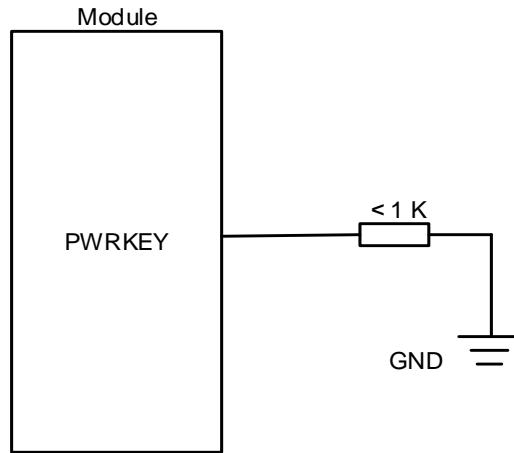


图 11：上电自动开机电路

开机时序图如下所示：

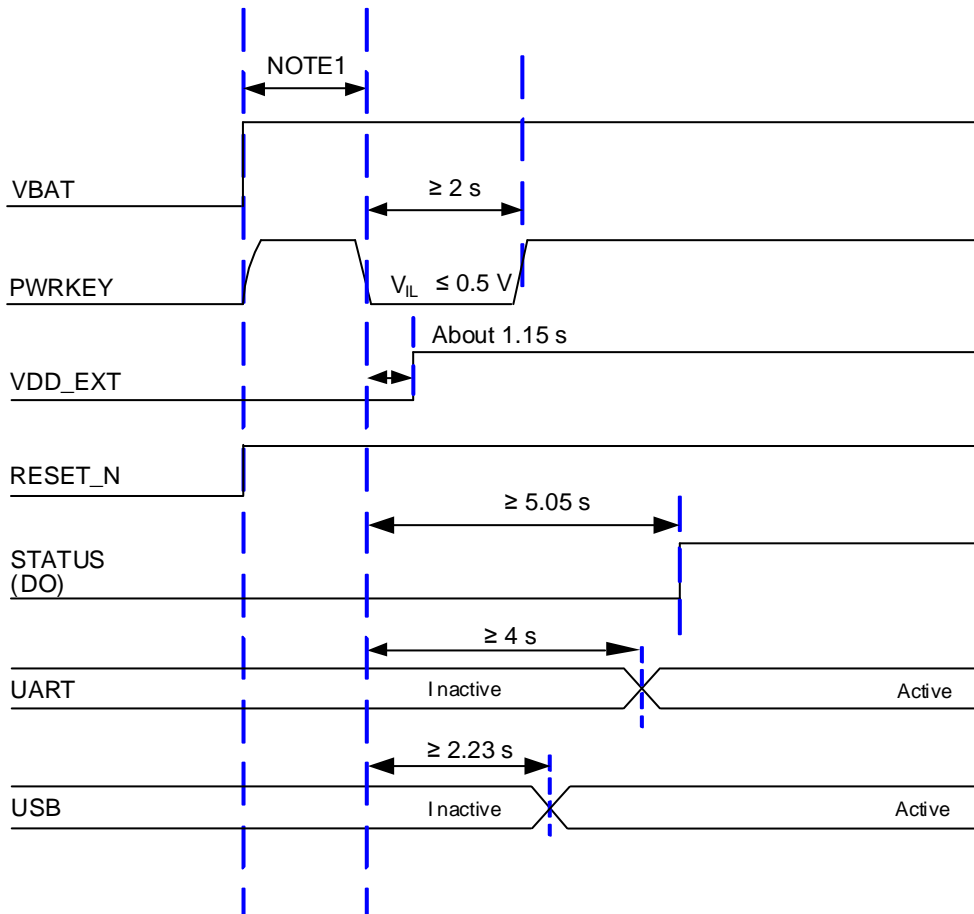


图 12：开机时序图

备注

1. 在拉低 PWRKEY 引脚之前，需保证 VBAT 电压稳定。建议 VBAT 上电稳定至少 30 ms 后再拉低 PWRKEY 引脚。
2. PWRKEY 经下拉电阻连接到地时，使用 API 函数关机后将无法再次自动开机，此时需强制断开 VBAT 电源重新上电开机。因此不建议长期采用 PWRKEY 接地的开机方式，推荐通过开关机电路控制 PWRKEY 引脚电平变换高低状态实现开关机。
3. 针对以下两种开机场景需要特别注意：
 - USB_VBUS 先接入电源（或者一直接入），VBAT 后供电，再拉低 PWRKEY 开机的场景：须保证 VBAT 上电稳定后至少 2 s 再执行拉低 PWRKEY 动作；
 - VBAT 先供电（或者一直有电），USB_VBUS 后接入电源，再拉低 PWRKEY 开机的场景：须保证 USB_VBUS 接入电源后至少 2 s 再执行拉低 PWRKEY 动作。

3.7. 关机

模块可通过以下任一种方式正常关机：

- 使用 PWRKEY 引脚。
- 执行 `ql_power_down()`。详情请参考文档 [6]。

3.7.1. PWRKEY 关机

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

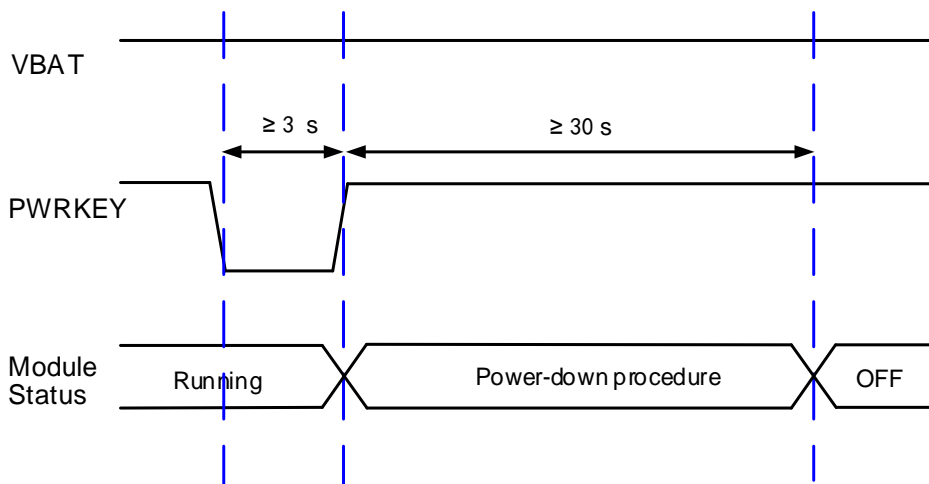


图 13: 关机时序图

3.7.2. 调用 ql_power_down()关机

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

备注

1. 当模块正常工作时，禁止立即切断模块电源，以避免损坏模块内部存储芯片中的数据。建议先通过 PWRKEY 或者调用 `ql_power_down()`使模块关机后，再断开电源。
2. 关机过程中，模块会进行网络注销，注销时间与当前网络状态有关，因此具体关机时长受网络状态影响时间不等。客户设计电路时需要注意关机时间。

3.8. 复位

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

表 11: 复位接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
RESET_N	17	DI	模块复位	VBAT 电压域。低电平有效。建议预留测试点。

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

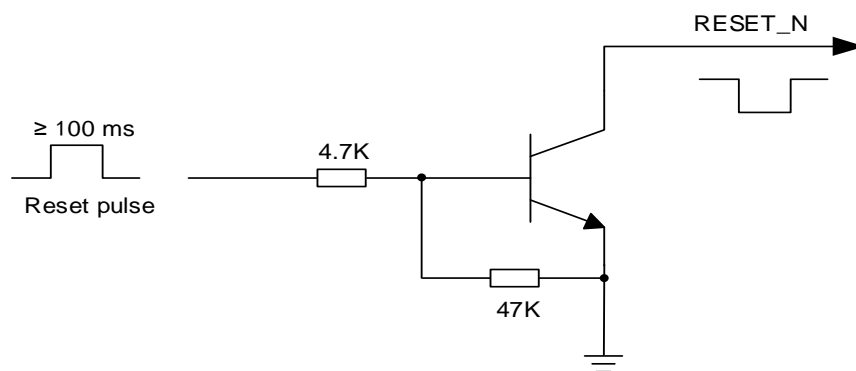


图 14: 开集驱动复位参考电路

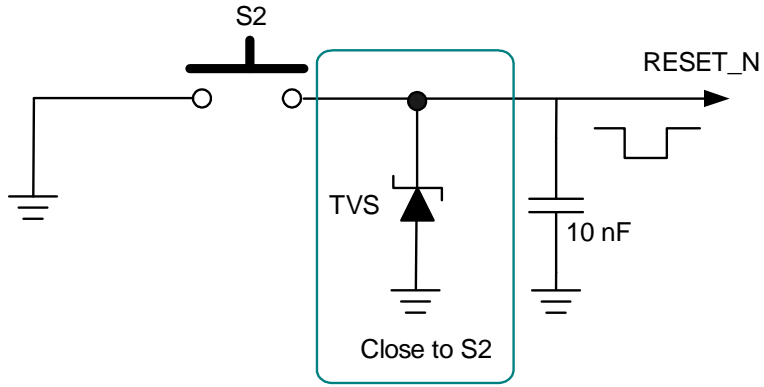


图 15: 按键复位参考电路

复位时序见下图:

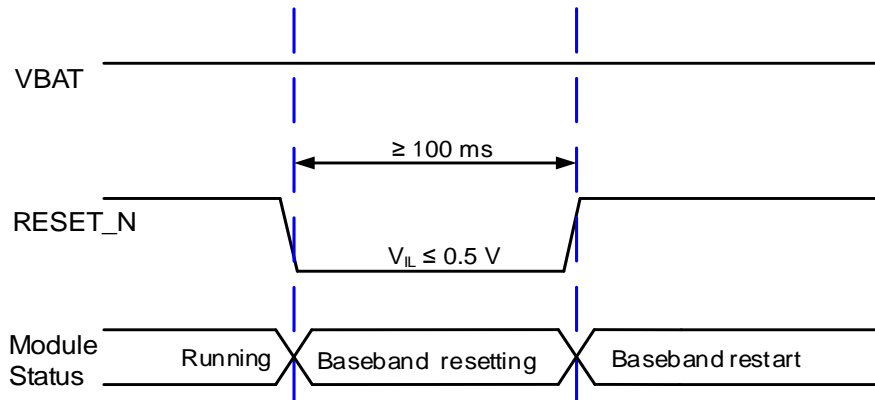


图 16: 复位时序图

备注

1. 确保 PWRKEY 和 RESET_N 引脚负载电容不超过 10 nF。
2. 建议仅在 `ql_power_down()`和 PWRKEY 关机均失败后使用复位功能。

4 应用接口

4.1. 模拟音频接口

模块提供了 1 路模拟音频输入通道和 2 路模拟音频输出通道。引脚定义如下表所示：

表 12：音频接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
HP_L	123	AO	耳机左声道	
HP_R	124	AO	耳机右声道	
HP_DET	125	DI	耳机热插拔检测	
SPK_P	121	AO	模拟音频差分输出通道 (+)	不用则悬空。
SPK_N	122	AO	模拟音频差分输出通道 (-)	
MICBIAS	120	PO	麦克风偏压电压	
MIC_P	126	AI	麦克风输入通道 (+)	
MIC_N	119	AI	麦克风输入通道 (-)	

- 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。音频输入通道使用差分输入。
- 音频输出通道均使用差分输出。SPK_P/N 输出通道可用作话柄、听筒和扬声器输出；HP_L/R 可用作耳机输出。（模块无内置 PA，模拟音频输出通道 SPK_P/N 可直接用作听筒功能，外接 PA 则可用作扬声器。）

4.1.1. 音频接口设计注意事项

建议采用内置射频滤波双电容（如 10 pF 和 33 pF）驻极体麦克风，从干扰源头滤除射频干扰，更大程度改善耦合 TDD 噪音。如果不加该电容，则可能会在通话时听到 TDD 噪声。需要注意的是，由于电容的谐振点在很大程度上取决于电容材料以及制造工艺，因此选择电容时，需要咨询电容供应商，选择最合适的容值来滤除工作时的高频噪声。

GSM 发射时的高频干扰严重程度通常取决于应用设计。因此，可以根据实际测试结果选贴所需要的滤波电容，甚至有时候不需要贴该类滤波电容。PCB 板上的滤波电容摆放要尽量靠近音频器件或音频接口，走线尽量短，要先经过滤波电容再到其他连接点。

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

差分音频走线必须遵循差分信号的布线规则。

4.1.2. 麦克风接口电路

麦克风接口参考电路如下图所示：

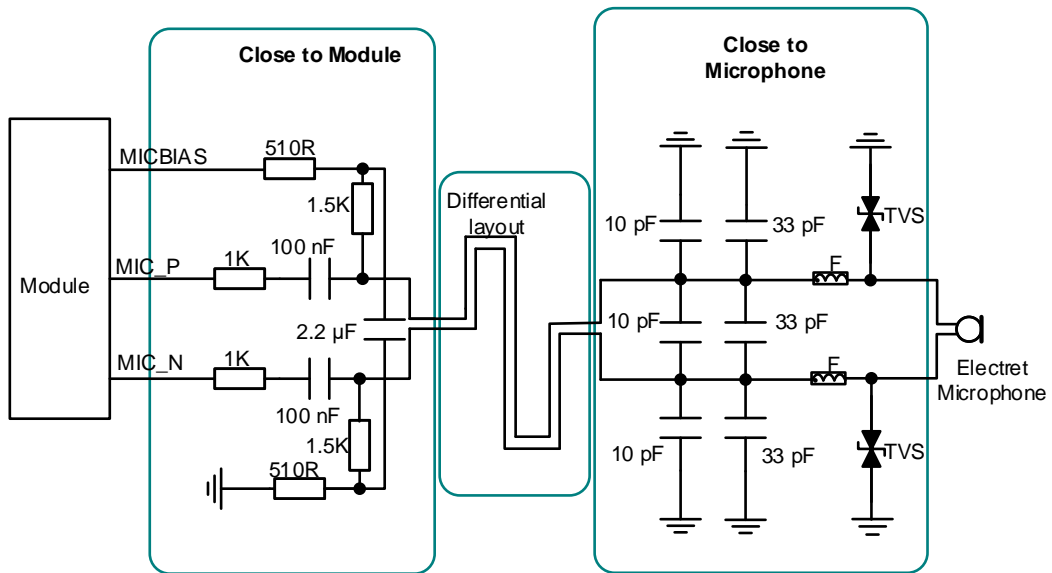


图 17：麦克风接口参考电路

备注

由于麦克风通道对 ESD 较为敏感，请勿省略麦克风通道的 ESD 防护器件。

4.1.3. 听筒接口参考电路

听筒接口参考电路如下图所示：

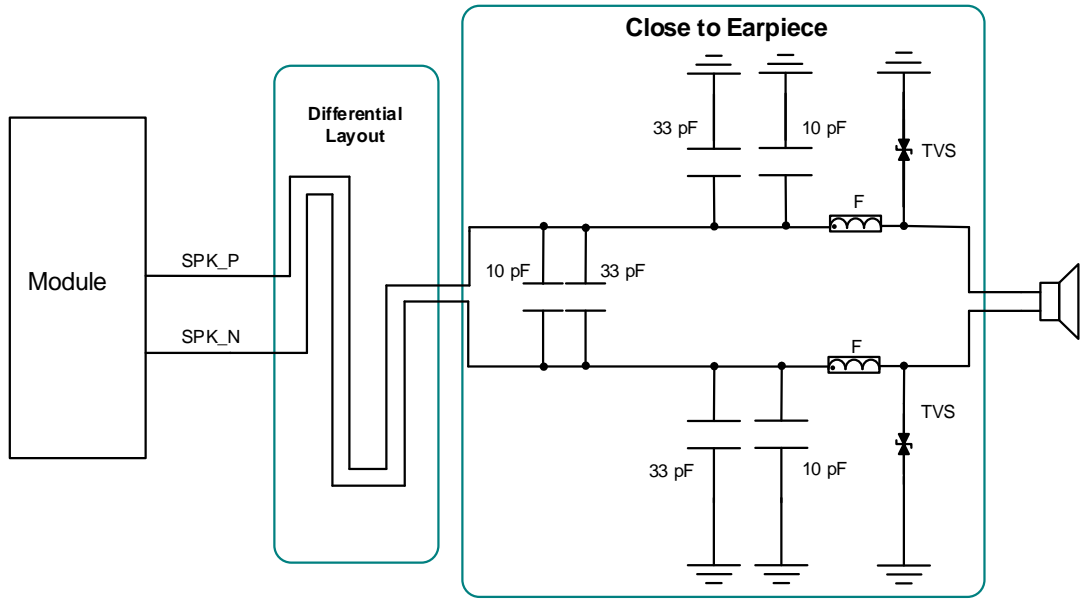


图 18: 听筒接口参考电路

4.1.4. 耳机接口参考电路

耳机接口参考电路如下图所示:

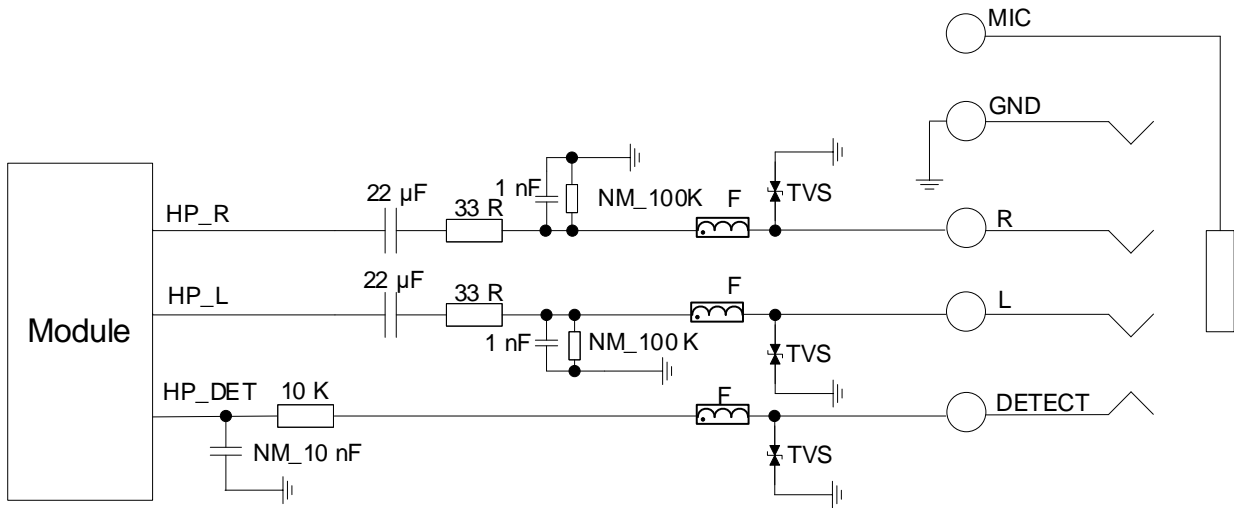


图 19: 耳机接口参考电路

4.2. LCM 接口

模块的 LCM 接口支持最大分辨率为 320 × 240 的液晶显示模块；支持 DMA 传输；支持 16 位 RGB565 和 YUV 格式。

表 13: LCM 接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
LCD_TE	92	DI	LCD 帧同步	
LCD_RST	107	DO	LCD 复位	
LCD_SEL	108	DO	预留	
LCD_SPI_CS	16	DO	LCD 片选	1.8 V 电压域。 不用则悬空。
LCD_SPI_CLK	105	DO	LCD 时钟	
LCD_SPI_RS	106	DO	LCD 寄存器选择	
LCD_SPI_DOUT	116	DIO	LCD 数据	
LCD_ISINK	109	PI	灌电流输入引脚，背 光亮度调节	$I_{max} = 200 \text{ mA}$ 。 灌电流方式驱动，接背光灯阴极，通过 调节电流大小控制背光亮度。

备注

1. LCD 的数字电源 LCD_VDDIO 需要自行设计，推荐值 $V_{nom} = 1.8 \text{ V} @ 200 \text{ mA}$ 。
2. LCD 的模拟电源 LCD_AVDD 需要自行设计，推荐值 $V_{nom} = 2.8 \text{ V} @ 200 \text{ mA}$ 。

4.3. 摄像头接口

模块的摄像头接口支持高达 30 万像素的摄像头，支持 SPI 双线数据传输。

表 14: 摄像头接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
CAM_I2C_SCL	103	OD	摄像头 I2C 时钟	1.8 V 电压域。 不用则悬空。 使用时外部需接上拉电阻。
CAM_I2C_SDA	114	OD	摄像头 I2C 数据	
CAM_MCLK	95	DO	摄像头主时钟	
CAM_SPI_CLK	78	DI	摄像头 SPI 时钟	
CAM_SPI_DATA0	97	DI	摄像头 SPI 数据位 0	1.8 V 电压域。 不用则悬空。
CAM_SPI_DATA1	98	DI	摄像头 SPI 数据位 1	
CAM_PWDN	115	DO	摄像头关断	
CAM_RST	111	DO	摄像头复位	
CAM_VDD	94	PO	摄像头模拟电源	摄像头供电电源。 不用则悬空。
CAM_VDDIO	93	PO	摄像头数字电源	

备注

如无需使用摄像头接口，则模块引脚 103、114 可作为一组 I2C 接口用于连接其它外设。

4.4. 外接 Flash 接口

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

表 15: 外接 Flash 接口复用功能描述

引脚名	引脚号	I/O	复用功能	DC 特性	描述
PCM_SYNC	5	DO	SPI_FLASH1_CS	$V_{OLmax} = 0.45 V$ $V_{OHmin} = 1.35 V$	接外接 Flash 芯片的片选
PCM_CLK	4	DO	SPI_FLASH1_CLK		接外接 Flash 芯片的时钟
PCM_DIN	6	DIO	SPI_FLASH1_SIO_0	$V_{ILmin} = -0.3 V$ $V_{ILmax} = 0.6 V$ $V_{IHmin} = 1.26 V$	接外接 Flash 芯片的 IO0
PCM_DOUT	7	DIO	SPI_FLASH1_SIO_1		接外接 Flash 芯片的 IO1

PSM_IND	1	DIO	SPI_FLASH1_SIO_2	$V_{IHmax} = 2.0\text{ V}$ $V_{OLmax} = 0.45\text{ V}$	接外接 Flash 芯片的 IO2
STATUS	20	DIO	SPI_FLASH1_SIO_3	$V_{OHmin} = 1.35\text{ V}$	接外接 Flash 芯片的 IO3

引脚 4~7 可复用为 1 组通用 SPI 接口，用于外接 4 线制 NOR Flash 或 NAND Flash。引脚 4~7、1、20 可复用为 1 组专用 SPI 接口，用于外接 6 线制 NOR Flash。二者差异如下：

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

接口电路设计详情请参考文档 [7]。

备注

有关引脚复用的详细信息，请参考文档 [1]。

4.5. SD 卡接口

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

表 16: SD 卡复用接口引脚

引脚名	引脚号	I/O	复用功能	描述	备注
SD_CLK	110	DO	-	SD 卡时钟	
MAIN_DCD	38	DIO	SDIO1_CMD	SD 卡命令	
MAIN_DTR	30	DIO	SDIO1_DATA0	SDIO1 数据位 0	3.2 V 电压域。 不用则悬空。
MAIN_RI	39	DIO	SDIO1_DATA1	SDIO1 数据位 1	
W_DISABLE#	18	DIO	SDIO1_DATA2	SDIO1 数据位 2	

AP_READY	19	DIO	SDIO1_DATA3	SDIO1 数据位 3	
GPIO_5	104	DI	SD_DET	SD 卡热插拔检测	1.8 V 电压域。 不用则悬空。

SD 卡参考设计电路如下图所示。

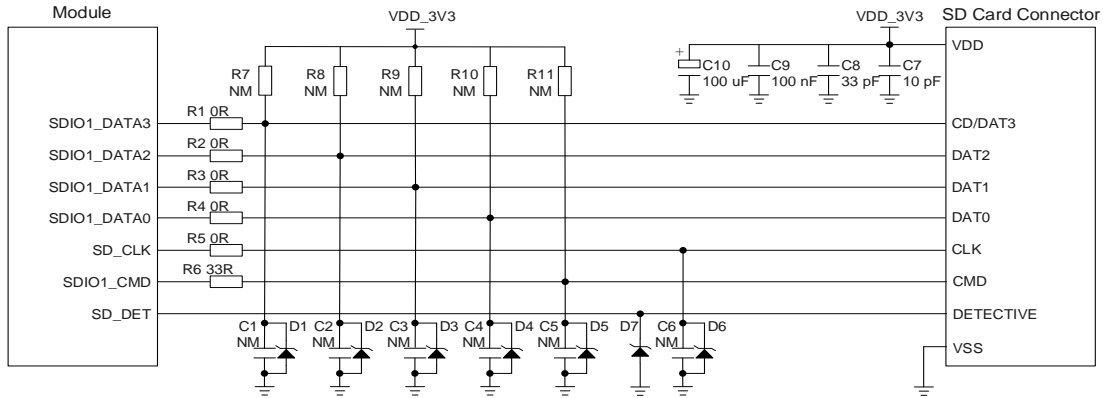


图 20: SD 卡接口电路参考设计

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

- SD 卡需要外部供电，其电源 VDD_3V3 的电压范围为 2.7~3.6 V，需提供至少 800 mA 的电流。推荐 VDD_3V3 的电压为 3.2 V。
- 为了避免总线抖动，需要在 SDIO 信号预留上拉电阻 R7~R11，推荐值为 4.7 kΩ，默认不贴。上拉电源可选择外部供电电源 VDD_3V3，此时 VDD_3V3 的电压为 3.2 V。
- 为了调节信号质量，需预留 SDIO 信号串联电阻 R1~R6，R1~R5 推荐值 0 Ω，R6 推荐值为 33 Ω；预留电容 C1~C6，默认不贴。PCB 摆件时电阻、电容需要靠近模块侧放置。
- 为了确保良好的 ESD 性能，建议 SD 卡引脚处增加 TVS 管，且尽量靠近 SD 卡座摆放，并确保 TVS 管的结电容小于 15 pF。
- SDIO 信号线需要远离敏感信号如射频、模拟信号，以及时钟、DC-DC 等噪声信号。
- SDIO 信号线需要立体包地，阻抗控制在 50 Ω ±10 %。
- SDIO 信号与其他信号之间的间距需大于 2 倍线宽，并且确保总线负载小于 15 pF。
- SDIO1_CLK、SDIO1_DATA[0:3]和 SDIO1_CMD 的走线需做等长处理（相差小于 1 mm），总长度需小于 50 mm。

备注

1. 使用引脚 18、19、30、38、39、110 时需注意，在模块上电开机时，这些引脚会有电平状态不定的一段时间（软件不可控）：先高电平 3 V 持续 2 秒，再低电平 0 V 持续 1.2 秒，之后才可以配置为 1.8 V 输入或输出。请根据使用场景及电路设计，评估刚上电开机时状态不定的输出阶段是否满足具体应用设计要求。

2. 有关引脚复用的详细信息，请参考文档 [1]。

4.6. USB 接口

模块提供 1 路 USB 接口，符合 USB 2.0 规范，支持全速（12 Mbps）和高速（480 Mbps）模式。模块仅支持 USB 从模式。

表 17: USB 接口功能

功能	
数据传输	√
软件调试	√
固件升级	√

USB 接口引脚定义如下表所示：

表 18: USB 接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
USB_VBUS	8	AI	USB 连接检测	输入电压范围：3.5 V ~5.25 V。 须预留测试点。
USB_DP	9	AIO	USB 差分数据 (+)	符合 USB 2.0 规范。 要求 90 Ω 差分阻抗。
USB_DM	10	AIO	USB 差分数据 (-)	须预留测试点。

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

设计时，需预留测试点用于调试和固件升级。下图为 USB 接口参考设计：

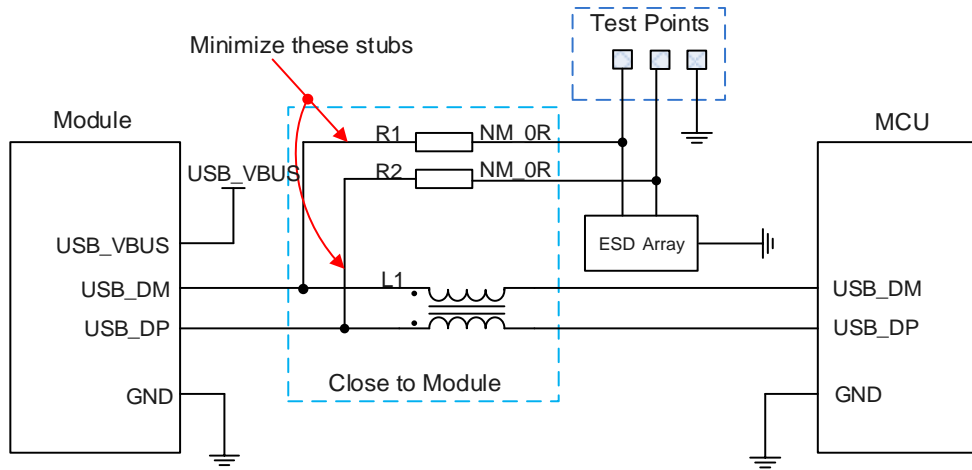


图 21: USB 接口参考设计

建议在 MCU 与模块之间串联一个共模电感 L1，抑制 EMI 干扰；同时，建议在模块与测试点之间串联 0 Ω 电阻（R1 和 R2）便于调试，电阻默认不贴。为了满足 USB 数据线信号完整性要求，L1、R1、R2 应靠近模块放置，且电阻之间需要靠近放置。连接测试点的桩线尽量短。

在 USB 接口的电路设计中，为了确保 USB 的性能，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 走线远离晶体、振荡器、磁性装置和射频信号等，避免造成干扰。
- USB 数据线上的 ESD 防护器件选型需特别注意，其寄生电容不要超过 2 pF，且尽量靠近 USB 连接座放置。

4.7. USB_BOOT

模块支持 USB_BOOT 功能。模块上电前上拉 USB_BOOT 至 VDD_EXT，开机时模块将进入紧急下载模式。在此模式下，模块可通过 USB 接口进行固件升级。

表 19: USB_BOOT 接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
USB_BOOT	75	DI	强制模块进入紧急下载模式	1.8 V 电压域。高电平有效。 设计中必须预留能使模块进入紧急下载模式的电路。建议预留测试点。

USB_BOOT 接口参考设计如下图：

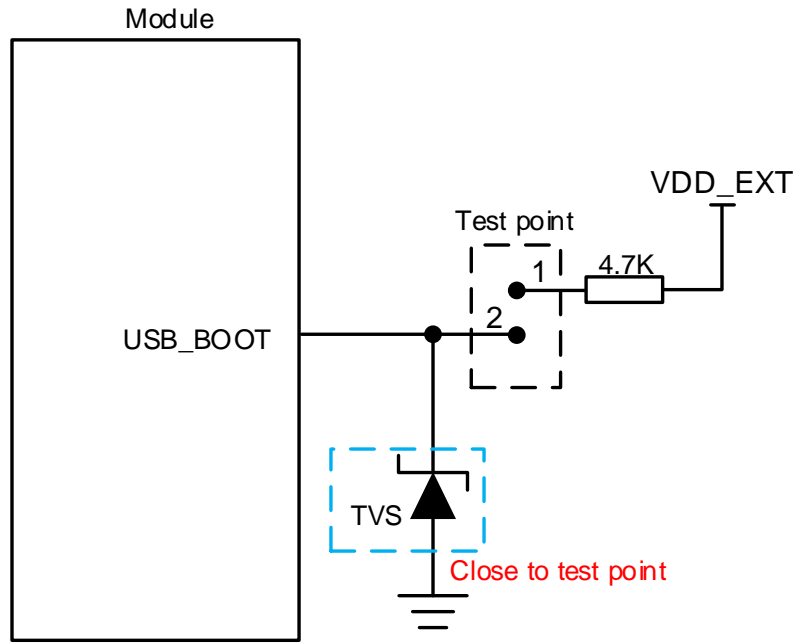


图 22: USB_BOOT 接口电路参考设计

4.8. (U)SIM 接口

模块提供 2 路(U)SIM 接口，该接口符合 ETSI 和 IMT-2000 规范，支持 1.8 V 和 3.0 V (U)SIM 卡。支持双卡单待功能。

表 20: (U)SIM 接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
USIM1_VDD	43	PO	(U)SIM1 卡供电电源	模块自动识别 1.8 V 或 3.0 V (U)SIM 卡。
USIM1_DATA	45	DIO	(U)SIM1 卡数据	
USIM1_CLK	46	DO	(U)SIM1 卡时钟	
USIM1_RST	44	DO	(U)SIM1 卡复位	
USIM1_DET	42	DI	(U)SIM1 卡热插拔检测	1.8 V 电压域。不用则悬空。
USIM1_GND	47	-	(U)SIM1 专用地	

USIM2_VDD	87	PO	(U)SIM2 卡供电电源	模块自动识别 1.8 V 或 3.0 V (U)SIM 卡。
USIM2_DATA	86	DIO	(U)SIM2 卡数据	
USIM2_CLK	84	DO	(U)SIM2 卡时钟	
USIM2_RST	85	DO	(U)SIM2 卡复位	
USIM2_DET	83	DI	(U)SIM2 卡热插拔检测	1.8 V 电压域。 须预留测试点用于调试。

通过 USIM1_DET/USIM2_DET 引脚，模块可支持(U)SIM1/(U)SIM2 卡热插拔功能，且同时支持高/低电平检测方式。关于配置卡热插拔检测功能，详情请参考文档 [8]。

8-pin (U)SIM接口参考电路如下：

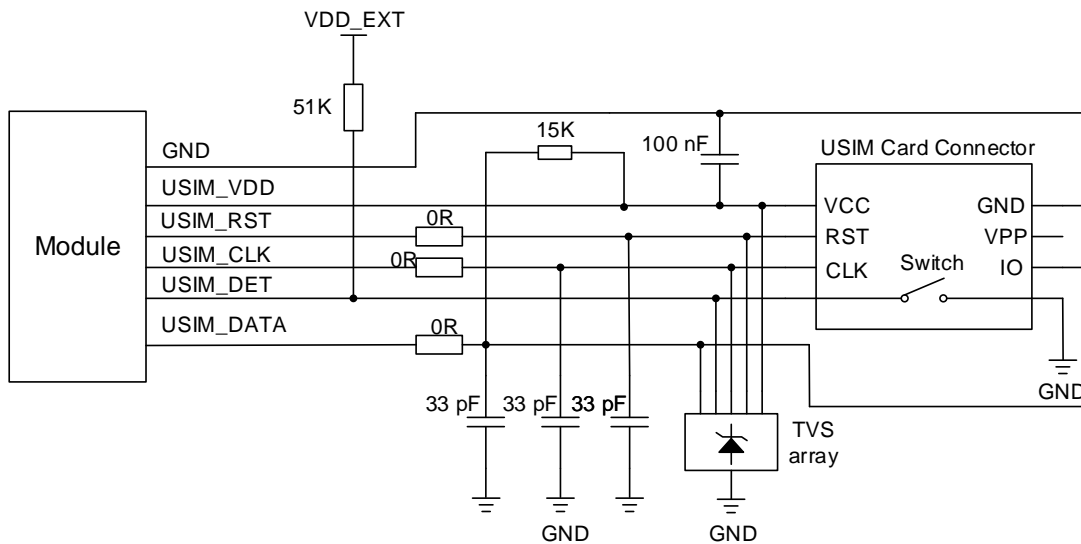


图 23: 8-pin (U)SIM 接口参考电路图

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

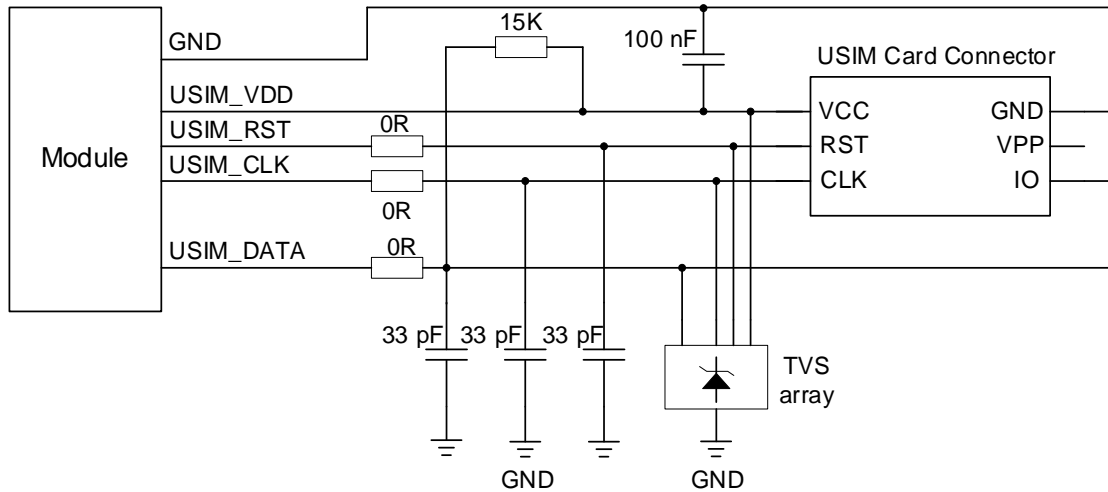


图 24: 6-pin (U)SIM 接口参考电路图

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

- (U)SIM 卡座靠近模块摆放，尽量保证(U)SIM 卡信号线布线长度不超过 200 mm。
- (U)SIM 卡信号线布线远离射频信号线和 VBAT 电源线。
- 确保 USIM_VDD 与 GND 之间的旁路电容容值不大于 1 μ F，且尽可能靠近(U)SIM 卡座放置。
- 为防止 USIM_CLK 信号与 USIM_DATA 信号相互串扰，两者布线不能太靠近，并且在两条走线之间需增加地屏蔽。
- 为确保良好的 ESD 性能，建议(U)SIM 卡的引脚增加 TVS 阵列，选择的 TVS 阵列寄生电容小于 15 pF。在模块和(U)SIM 卡之间串联 0 Ω 电阻便于调试。在 USIM_DATA、USIM_CLK 和 USIM_RST 线上并联 33 pF 电容，用于滤除模块在 EGSM900 频率工作时的高频干扰。(U)SIM 卡的外围器件应尽量靠近(U)SIM 卡座摆放。
- USIM_DATA 上的上拉电阻有利于增加(U)SIM 卡的抗干扰能力。当(U)SIM 卡走线过长，或者在干扰源比较近的情况下，建议靠近(U)SIM 卡座位置增加上拉电阻。

4.9. PCM 和 I2C 接口

模块提供 1 路 PCM 接口和 1 路 I2C 接口。模块的 PCM 接口仅支持从模式，不支持主模式。因此，Codec 芯片的主时钟需外部提供。

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

PCM 时序图如下所示：

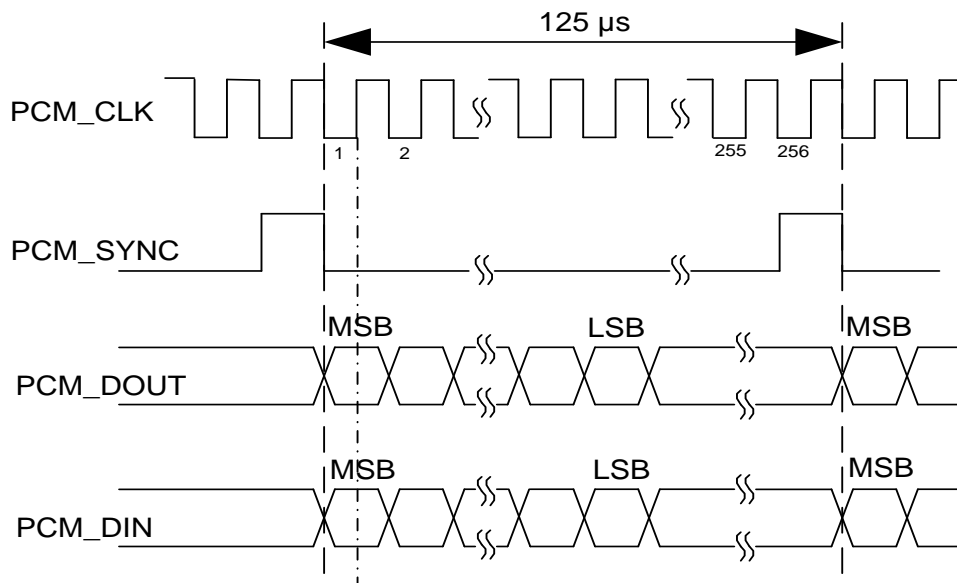


图 24: PCM 时序图

备注

PCM_SYNC 和 PCM_CLK 的时钟信号均由 Codec 芯片提供，但提供的 PCM_SYNC 频率需等于模块播放的音频文件的采样率。

表 21: I2C 和 PCM 接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
I2C_SCL	40	OD	I2C 串行时钟	使用时需外部上拉到 1.8 V。不用则悬空。
I2C_SDA	41	OD	I2C 串行数据	
PCM_DIN	6	DI	PCM 数据输入	1.8 V 电压域。 不用则悬空。 仅支持从模式。
PCM_DOUT	7	DO	PCM 数据输出	
PCM_SYNC	5	DI	PCM 帧同步	
PCM_CLK	4	DI	PCM 时钟	

下图为带外部 Codec 芯片的 PCM 和 I2C 接口的参考设计：

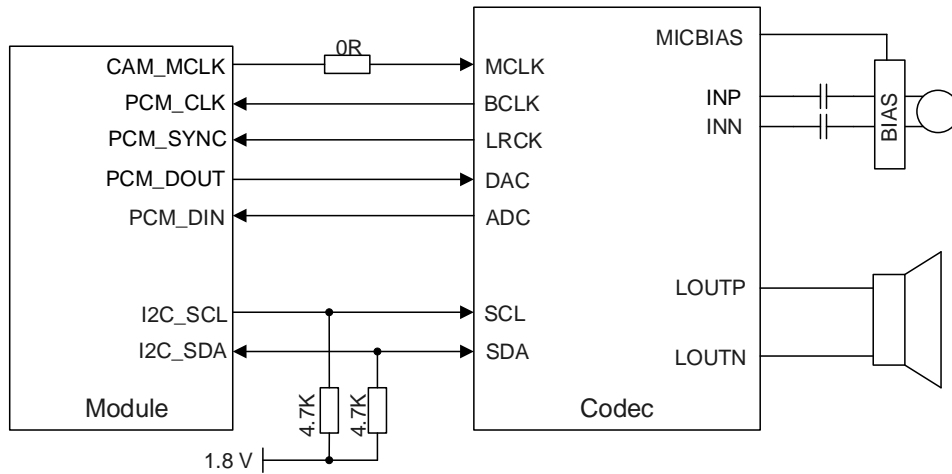


图 25：带外部 Codec 芯片的 PCM 和 I2C 接口电路参考设计

备注

1. 建议在 PCM 的信号线（尤其是 CAM_MCLK 以及 PCM_CLK）上各预留 1 个端接电阻和 1 个滤波电容。
2. I2C 总线支持同时挂载多个外设，但不包括音频编解码器芯片。换言之，如 I2C 总线上已挂载音频编解码器芯片，则不能再挂其他任何外设；如总线上无音频编解码器芯片，则可挂载多个外设。

4.10. UART

模块提供 3 路 UART：主 UART、调试 UART 和辅助 UART。这些 UART 的主要特性如下：

- 主 UART：支持 4800 bps、9600 bps、19200 bps、38400 bps、57600 bps、115200 bps、230400 bps、460800 bps 和 921600 bps，默认波特率为 115200 bps，用于数据传输。支持 RTS 和 CTS 硬件流控。
- 调试 UART：仅支持 921600 bps，用于日志输出。只能作为调试 UART，不能作为通用 UART 使用。
- 辅助 UART：支持的波特率与主 UART 相同。

表 22：主 UART 引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
MAIN_CTS	36	DO	模块清除发送 (连接至 MCU 的 CTS)	1.8 V 电压域。 不用则悬空。

MAIN_RTS	37	DI	请求发送至模块 (连接至 MCU 的 RTS)
MAIN_RXD	34	DI	主 UART 接收
MAIN_TXD	35	DO	主 UART 发送

表 23: 调试 UART 引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
DBG_RXD	22	DI	调试 UART 接收	1.8 V 电压域。
DBG_TXD	23	DO	调试 UART 发送	须预留测试点用于调试。

表 24: 辅助 UART 引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
AUX_TXD	27	DO	辅助 UART 发送	1.8 V 电压域。
AUX_RXD	28	DI	辅助 UART 接收	不用则悬空。

模块的 UART 电平为 1.8 V。若客户 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器。推荐使用 TI 公司的 TXS0104EPWR。下图为使用电平转换芯片的参考电路设计。

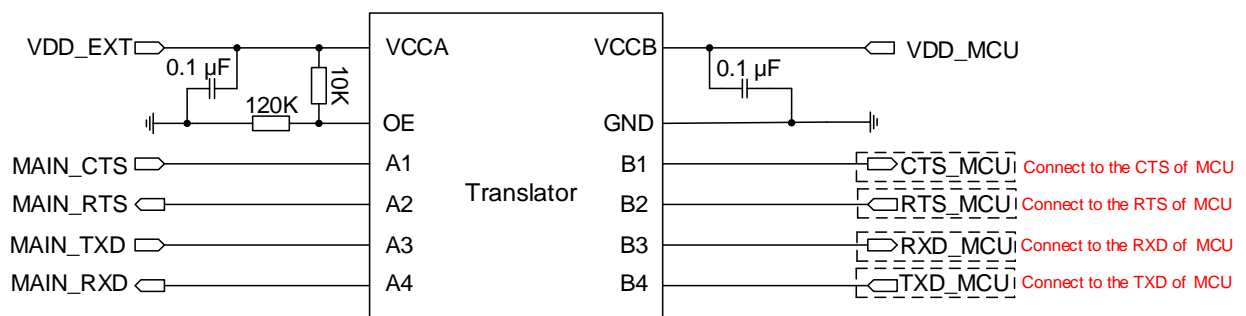


图 26: 电平转换芯片参考电路

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

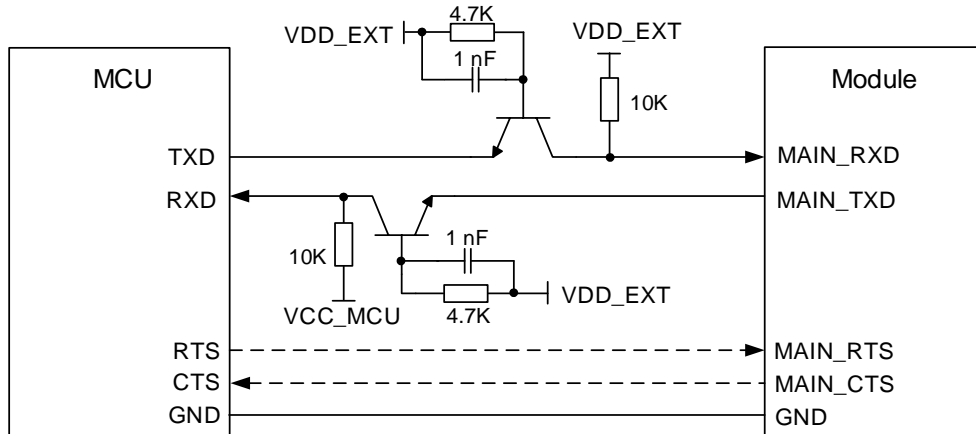


图 27: 三极管电平转换参考电路

备注

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

4.11. ADC 接口

模块支持 2 路通用 ADC 接口。为了提高 ADC 电压测量的准确度，ADC 接口在布线时需做包地处理。

表 25: ADC 接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
ADC0	24	AI	通用 ADC 接口	不用则悬空。
ADC1	2	AI		

表 26: ADC 特性

名称	最小值	典型值	最大值	单位
ADC0 电压范围	0	-	VBAT	V
ADC1 电压范围	0	-	VBAT	V

ADC 分辨率	-	12	-	bits
---------	---	----	---	------

可调用 `ql_adc_get_volt()` 读取 ADC 接口电压值，`ql_adc_channel_id` 与 ADC 通道的对应关系如下。有关 API 函数的详细信息，请参考文档 [9]。

表 27: `ql_adc_channel_id` 与 ADC 通道对应关系

<code>ql_adc_channel_id</code>	ADC 通道
<code>QL_ADC0_CHANNEL</code>	ADC0
<code>QL_ADC1_CHANNEL</code>	ADC1

备注

1. 每个 ADC 引脚输入电压不能超过其各自相应的电压范围。
2. VBAT 不供电时，ADC 接口不支持接入外部电压，以防损坏。
3. 由于移远通信不同模块之间的 ADC 电压范围存在差异，为了更好兼容其他模块，使用 ADC 引脚时，强烈建议预留分压电路，且分压电阻阻值必须小于 100 kΩ，否则会明显降低 ADC 的测量精度；不使用分压电路时 ADC 引脚需串联 1 kΩ 电阻。

4.12. SPI 接口

模块的 SPI 接口仅支持主模式。工作电压为 1.8 V，时钟频率最大支持 25 MHz。

表 28: SPI 接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
SPI_CLK	26	DO	SPI 时钟	
SPI_CS	25	DO	SPI 片选	1.8 V 电压域。 不用则悬空。
SPI_DIN	88	DI	SPI 数据输入	仅支持主模式。
SPI_DOUT	64	DO	SPI 数据输出	

备注

通用 4 线 SPI 接口用于外接 NOR Flash 时，支持 Flash 基础读、写、擦除等操作，自带擦写均衡保护，支持文件系统，支持 FOTA 升级，只能存储。

4.13. 指示信号

模块提供 STATUS 和 NET_STATUS 共 2 个指示引脚，主要用于驱动外部指示灯。如下两表分别描述了引脚定义和不同网络状态下的工作状态。客户可以自行配置使用，详情可参考 CSDK 中的 `led_cfg_demo.c` 示例文件。

表 29: 指示接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
STATUS	20	DO	运行状态指示	1.8 V 电压域。 不用则悬空。
NET_STATUS	21	DO	网络状态指示	

表 30: 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
STATUS	高电平	开机
	低电平	关机
NET_STATUS	慢闪 (200 ms 高/1800 ms 低)	找网状态
	快闪 (234 ms 高/266 ms 低)	注网成功, 待机状态
	速闪 (63 ms 低/62 ms 高)	数据传输模式
	高电平	通话中

参考电路如下图所示:

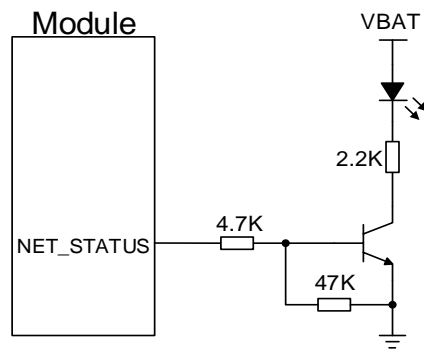


图 28: NET_STATUS 参考电路

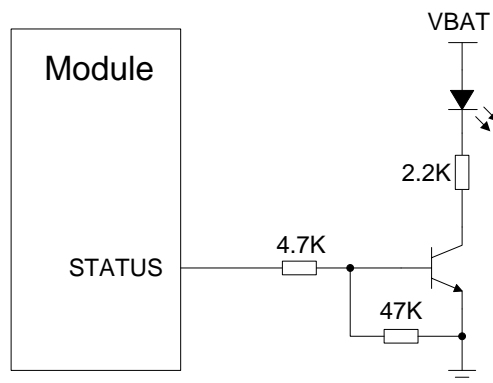


图 29: STATUS 参考电路

5 天线接口

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

模块提供主天线接口和蓝牙/Wi-Fi Scan 天线接口。天线接口的特性阻抗为 50 Ω。

5.1. 主天线和蓝牙/Wi-Fi Scan 天线接口

5.1.1. 天线接口引脚定义

表 31: 天线接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
ANT_MAIN	60	AIO	主天线接口	50 Ω 特性阻抗。
ANT_BT/WIFI_SCAN	56	AIO	蓝牙与 Wi-Fi Scan 的共用天线接口	蓝牙与 Wi-Fi Scan 无法同时使用。 Wi-Fi Scan 只接收不发射。 50 Ω 特性阻抗。 不用则悬空。

5.1.2. 工作频段

表 32: EG915U-CN 工作频段

工作频段	发送 (MHz)	接收 (MHz)
EGSM900	880~915	925~960
DCS1800	1710~1785	1805~1880
LTE-FDD B1	1920~1980	2110~2170
LTE-FDD B3	1710~1785	1805~1880
LTE-FDD B5	824~849	869~894

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

表 33: EG915U-EU 工作频段

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

表 34: EG915U-EC 工作频段

工作频段	发送 (MHz)	接收 (MHz)
GSM850	824~849	869~894
PCS1900	1850~1910	1930~1990

EGSM900	880~915	925~960
DCS1800	1710~1785	1805~1880
LTE-FDD B1	1920~1980	2110~2170
LTE-FDD B3	1710~1785	1805~1880
LTE-FDD B5	824~849	869~894
LTE-FDD B7	2500~2570	2620~2690
LTE-FDD B8	880~915	925~960
LTE-FDD B20	832~862	791~821

表 35: EG915U-LA 工作频段

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

备注

仅 EG915U-CN 支持 LTE-TDD。

5.1.3. 天线接口的参考设计

ANT_MAIN 引脚和 ANT_BT/WIFI_SCAN 引脚参考设计如下图所示。为提高射频性能，应保留 π 型匹配电路。电容默认不贴。

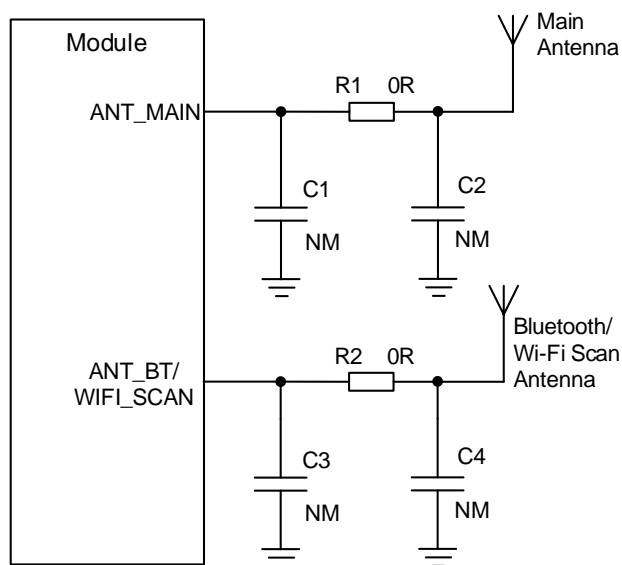


图 30: 天线接口参考设计

备注

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

5.1.4. 射频信号线布线指导

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

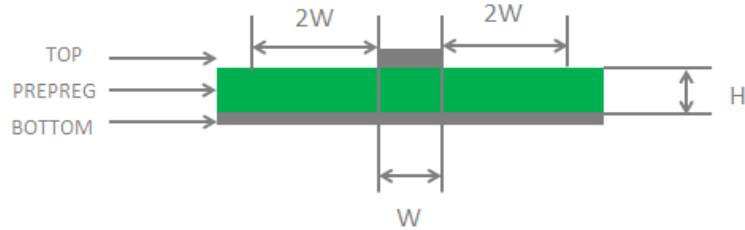


图 31：两层 PCB 板微带线结构

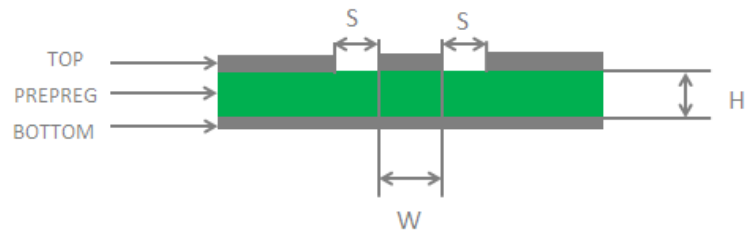


图 32：两层 PCB 板共面波导结构

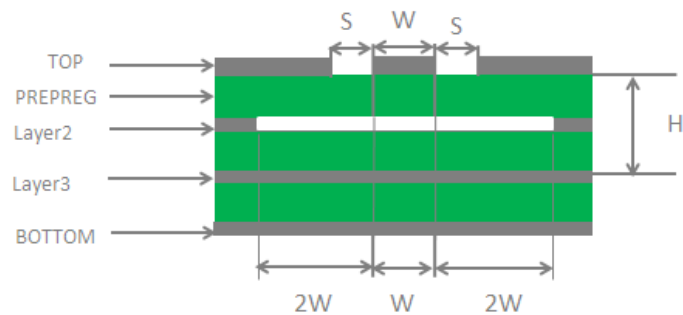


图 33：四层 PCB 板共面波导结构（参考地为第三层）

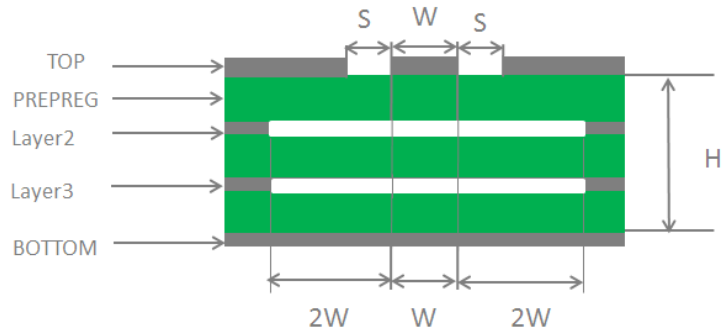


图 34: 四层 PCB 板共面波导结构 (参考地为第四层)

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, 建议走线夹角为 135° 。
- 连接器件封装建立时要注意, 信号脚离地要保持一定距离。
- 射频信号线参考的地平面应完整; 在信号线和参考地周边增加一定量的地孔可以帮助提升射频性能; 地孔和信号线之间的距离应至少为 2 倍线宽 ($2 \times W$)。
- 射频信号线必须远离干扰源, 避免和相邻层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 [10]。

5.2. 天线安装

5.2.1. 天线设计要求

表 36: 天线设计要求

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

5.2.2. 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 天线座。

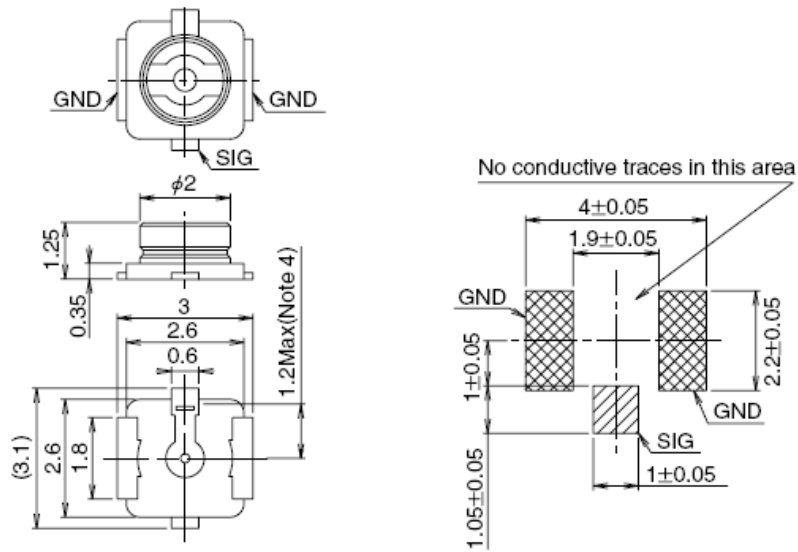


图 35: 天线座尺寸 (单位: 毫米)

可以选择 U.FL-LP 系列的插头来和 U.FL-R-SMT 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 36: 与天线座匹配的插头规格

下图为射频连接器安装尺寸:

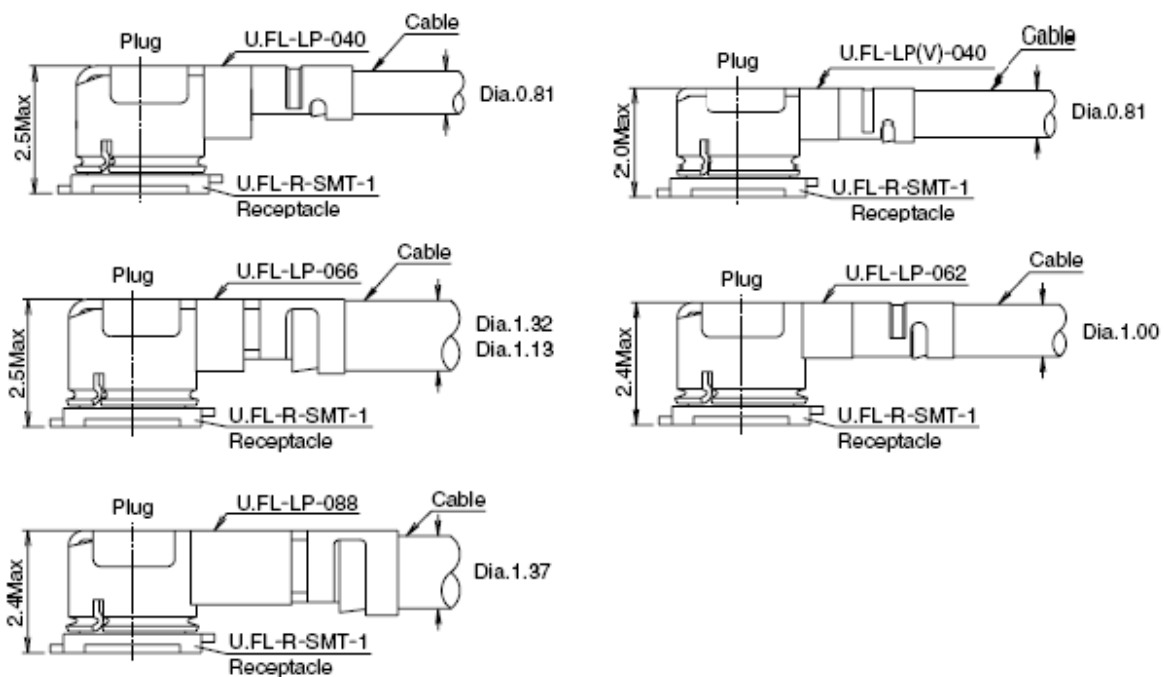


图 37：安装尺寸（单位：毫米）

详细信息请参考 <http://hirose.com>。

6 电气性能和可靠性

6.1. 绝对最大额定值

表 37: 绝对最大额定值

参数	最小值	最大值	单位
VBAT_RF/VBAT_BB	-0.3	6.0	V
USB_VBUS	-0.3	5.5	V
VBAT_BB 最大电流	0	1.0	A
VBAT_RF 最大电流	0	2.5	A
数字接口电压	-0.3	2.3	V
ADC0 电压	0	VBAT	V
ADC1 电压	0	VBAT	V

6.2. 电源额定值

表 38: 模块电源额定值

参数	描述	条件	最小值	典型值	最大值	单位
VBAT	VBAT_BB 和 VBAT_RF	实际输入电压必须在该范围之内	3.3	3.8	4.3	V
	突发发射时的电压跌落	最大发射功率等级时	-	-	400	mV
I _{VBAT}	峰值电流	最大发射功率等级时	-	1.7	2.5	A
USB_VBUS	USB 连接检测		3.5	5.0	5.25	V

6.3. 功耗

表 39: EG915U-CN 模块功耗

描述	条件	典型值	单位
关机模式	关机	32	μA
	最小功能模式 (USB 断开)	1.0	mA
	最小功能模式 (USB 连接)	2.2	mA
	飞行模式 (USB 断开)	1.0	mA
	飞行模式 (USB 连接)	2.3	mA
睡眠模式	EGSM900 @ DRX = 2 (USB 断开)	2.0	mA
	EGSM900 @ DRX = 5 (USB 断开)	1.5	mA
	EGSM900 @ DRX = 5 (USB 连接)	2.7	mA
	EGSM900 @ DRX = 9 (USB 断开)	1.3	mA
	DCS1800 @ DRX = 2 (USB 断开)	2.0	mA
	DCS1800 @ DRX = 5 (USB 断开)	1.5	mA

	DCS1800 @ DRX = 5 (USB 连接)	2.7	mA
	DCS1800 @ DRX = 9 (USB 断开)	1.3	mA
	LTE-FDD @ PF = 32 (USB 断开)	2.5	mA
	LTE-FDD @ PF = 64 (USB 断开)	1.8	mA
	LTE-FDD @ PF = 64 (USB 连接)	3.0	mA
	LTE-FDD @ PF = 128 (USB 断开)	1.4	mA
	LTE-FDD @ PF = 256 (USB 断开)	1.2	mA
	LTE-TDD @ PF = 32 (USB 断开)	2.5	mA
	LTE-TDD @ PF = 64 (USB 断开)	1.8	mA
	LTE-TDD @ PF = 64 (USB 连接)	3.1	mA
	LTE-TDD @ PF = 128 (USB 断开)	1.4	mA
	LTE-TDD @ PF = 256 (USB 断开)	1.2	mA
空闲模式	EGSM900 @ DRX = 5 (USB 断开)	12.6	mA
	EGSM900 @ DRX = 5 (USB 连接)	28.6	mA
	LTE-FDD @ PF = 64 (USB 断开)	13.0	mA
	LTE-FDD @ PF = 64 (USB 连接)	29.0	mA
	LTE-TDD @ PF = 64 (USB 断开)	13.0	mA
	LTE-TDD @ PF = 64 (USB 连接)	29.0	mA
LTE 数据传输	LTE-FDD B1 @ 22.94 dBm	587	mA
	LTE-FDD B3 @ 23.01 dBm	615	mA
	LTE-FDD B5 @ 23.54 dBm	527	mA
	LTE-FDD B8 @ 22.83 dBm	564	mA
	LTE-TDD B34 @ 23.14 dBm	280	mA
	LTE-TDD B38 @ 23.34 dBm	326	mA
	LTE-TDD B39 @ 23.25 dBm	247	mA
	LTE-TDD B40 @ 23.81 dBm	297	mA

	LTE-TDD B41 @ 23.06 dBm	311	mA	
GPRS 数据传输	EGSM900 4DL/1UL @ 32.87 dBm	234	mA	
	EGSM900 3DL/2UL @ 30.86 dBm	348	mA	
	EGSM900 2DL/3UL @ 28.90 dBm	401	mA	
	EGSM900 1DL/4UL @ 26.74 dBm	415	mA	
	DCS1800 4DL/1UL @ 30.13 dBm	160	mA	
	DCS1800 3DL/2UL @ 28.12 dBm	221	mA	
	DCS1800 2DL/3UL @ 26.01 dBm	249	mA	
	DCS1800 1DL/4UL @ 23.94 dBm	258	mA	
	GSM 语音通话	EGSM900 PCL = 5 @ 32.89 dBm	256	mA
		EGSM900 PCL = 12 @ 19.41 dBm	101	mA
EGSM900 PCL = 19 @ 6.33 dBm		72	mA	
DCS1800 PCL = 0 @ 29.99 dBm		178	mA	
DCS1800 PCL = 7 @ 16.09 dBm		84	mA	
DCS1800 PCL = 15 @ 1.26 dBm		67	mA	
GSM 语音通话 (最大功耗)	EGSM900 PCL = 5 @ 32.83 dBm	1.78	A	
	EGSM900 PCL = 12 @ 18.94 dBm	0.45	A	
	EGSM900 PCL = 19 @ 6.18 dBm	0.19	A	
	DCS1800 PCL = 0 @ 30.12 dBm	1.11	A	
	DCS1800 PCL = 7 @ 15.97 dBm	0.30	A	
	DCS1800 PCL = 15 @ 0.28 dBm	0.15	A	

表 40: EG915U-EU 模块功耗

描述	条件	典型值	单位
关机模式	关机	32	μA
睡眠模式	最小功能模式 (USB 断开)	1.1	mA

	最小功能模式 (USB 连接)	2.3	mA
	飞行模式 (USB 断开)	1.2	mA
	飞行模式 (USB 连接)	2.4	mA
	EGSM900 @ DRX = 2 (USB 断开)	2.1	mA
	EGSM900 @ DRX = 5 (USB 断开)	1.8	mA
	EGSM900 @ DRX = 5 (USB 连接)	2.8	mA
	EGSM900 @ DRX = 9 (USB 断开)	1.5	mA
	DCS1800 @ DRX = 2 (USB 断开)	2.1	mA
	DCS1800 @ DRX = 5 (USB 断开)	1.8	mA
	DCS1800 @ DRX = 5 (USB 连接)	2.7	mA
	DCS1800 @ DRX = 9 (USB 断开)	1.5	mA
	LTE-FDD @ PF = 32 (USB 断开)	2.7	mA
	LTE-FDD @ PF = 64 (USB 断开)	2.1	mA
	LTE-FDD @ PF = 64 (USB 连接)	3.3	mA
	LTE-FDD @ PF = 128 (USB 断开)	1.6	mA
	LTE-FDD @ PF = 256 (USB 断开)	1.5	mA
空闲模式	EGSM900 @ DRX = 5 (USB 断开)	12.5	mA
	EGSM900 @ DRX = 5 (USB 连接)	28.1	mA
	LTE-FDD @ PF = 64 (USB 断开)	12.5	mA
	LTE-FDD @ PF = 64 (USB 连接)	28.1	mA
LTE 数据传输	LTE-FDD B1 @ 22.44 dBm	595	mA
	LTE-FDD B3 @ 22.74 dBm	657	mA
	LTE-FDD B5 @ 22.17 dBm	567	mA
	LTE-FDD B7 @ 22.01 dBm	774	mA
	LTE-FDD B8 @ 22.01 dBm	533	mA

	LTE-FDD B20 @ 22.92 dBm	522	mA	
	LTE-FDD B28 @ 22.56 dBm	526	mA	
GPRS 数据传输	GSM850 4DL/1UL @ 32.57 dBm	247	mA	
	GSM850 3DL/2UL @ 30.53 dBm	365	mA	
	GSM850 2DL/3UL @ 28.32 dBm	414	mA	
	GSM850 1DL/4UL @ 26.07 dBm	430	mA	
	EGSM900 4DL/1UL @ 32.13 dBm	234	mA	
	EGSM900 3DL/2UL @ 30.45 dBm	355	mA	
	EGSM900 2DL/3UL @ 28.37 dBm	408	mA	
	EGSM900 1DL/4UL @ 26.33 dBm	427	mA	
	DCS1800 4DL/1UL @ 29.42 dBm	155	mA	
	DCS1800 3DL/2UL @ 27.95 dBm	227	mA	
	DCS1800 2DL/3UL @ 25.89 dBm	253	mA	
	DCS1800 1DL/4UL @ 23.79 dBm	259	mA	
	PCS1900 4DL/1UL @ 29.89 dBm	163	mA	
	PCS1900 3DL/2UL @ 27.78 dBm	230	mA	
	PCS1900 2DL/3UL @ 25.86 dBm	260	mA	
	PCS1900 1DL/4UL @ 23.70 dBm	271	mA	
	GSM 语音通话	GSM850 PCL = 5 @ 32.62 dBm	256	mA
		GSM850 PCL = 12 @ 18.71 dBm	91	mA
GSM850 PCL = 19 @ 5.04 dBm		60	mA	
EGSM900 PCL = 5 @ 32.11 dBm		249	mA	
EGSM900 PCL = 12 @ 18.76 dBm		100	mA	
EGSM900 PCL = 19 @ 5.30 dBm		69	mA	
DCS1800 PCL = 0 @ 29.43 dBm		171	mA	

	DCS1800 PCL = 7 @ 15.91 dBm	81	mA
	DCS1800 PCL = 15 @ 0.21 dBm	63	mA
	PCS1900 PCL = 0 @ 29.88 dBm	179	mA
	PCS1900 PCL = 7 @ 16.03 dBm	83	mA
	PCS1900 PCL = 15 @ 0.72 dBm	64	mA
GSM 语音通话 (最大功耗)	GSM850 PCL = 5 @ 32.82 dBm	1.88	A
	GSM850 PCL = 12 @ 19.08 dBm	0.46	A
	GSM850 PCL = 19 @ 6.12 dBm	0.19	A
	EGSM900 PCL = 5 @ 32.34 dBm	1.72	A
	EGSM900 PCL = 12 @ 19.06 dBm	0.44	A
	EGSM900 PCL = 19 @ 5.39 dBm	0.19	A
	DCS1800 PCL = 0 @ 29.89 dBm	1.13	A
	DCS1800 PCL = 7 @ 15.96 dBm	0.30	A
	DCS1800 PCL = 15 @ 0.95 dBm	0.16	A
	PCS1900 PCL = 0 @ 29.66 dBm	1.10	A
	PCS1900 PCL = 7 @ 15.59 dBm	0.33	A
	PCS1900 PCL = 15 @ 0.58 dBm	0.15	A

表 41: EG915U-EC 模块功耗

描述	条件	典型值	单位
关机模式	关机	32	μA
睡眠模式	最小功能模式 (USB 断开)	1.2	mA
	最小功能模式 (USB 连接)	2.7	mA
	飞行模式 (USB 断开)	1.3	mA
	飞行模式 (USB 连接)	2.7	mA

	EGSM900 @ DRX = 2 (USB 断开)	2.3	mA
	EGSM900 @ DRX = 5 (USB 断开)	1.7	mA
	EGSM900 @ DRX = 5 (USB 连接)	3.3	mA
	EGSM900 @ DRX = 9 (USB 断开)	1.6	mA
	DCS1800 @ DRX = 2 (USB 断开)	2.3	mA
	DCS1800 @ DRX = 5 (USB 断开)	1.7	mA
	DCS1800 @ DRX = 5 (USB 连接)	3.3	mA
	DCS1800 @ DRX = 9 (USB 断开)	1.6	mA
	LTE-FDD @ PF = 32 (USB 断开)	2.8	mA
	LTE-FDD @ PF = 64 (USB 断开)	2	mA
	LTE-FDD @ PF = 64 (USB 连接)	3.5	mA
	LTE-FDD @ PF = 128 (USB 断开)	1.6	mA
	LTE-FDD @ PF = 256 (USB 断开)	1.4	mA
空闲模式	EGSM900 @ DRX = 5 (USB 断开)	13.1	mA
	EGSM900 @ DRX = 5 (USB 连接)	30.1	mA
	LTE-FDD @ PF = 64 (USB 断开)	13.1	mA
	LTE-FDD @ PF = 64 (USB 连接)	30.8	mA
LTE 数据传输	LTE-FDD B1 @ 22.87 dBm	592	mA
	LTE-FDD B3 @ 22.25 dBm	717	mA
	LTE-FDD B5 @ 22.66 dBm	588	mA
	LTE-FDD B7 @ 22.20 dBm	736	mA
	LTE-FDD B8 @ 22.57 dBm	605	mA
	LTE-FDD B20 @ 23.18 dBm	527	mA
GPRS 数据传输	GSM850 4DL/1UL @ 32.88 dBm	252	mA
	GSM850 3DL/2UL @ 30.87 dBm	371	mA

	GSM850 2DL/3UL @ 28.85 dBm	427	mA
	GSM850 1DL/4UL @ 26.61 dBm	439	mA
	EGSM900 4DL/1UL @ 32.51 dBm	237	mA
	EGSM900 3DL/2UL @ 30.82 dBm	366	mA
	EGSM900 2DL/3UL @ 28.74 dBm	418	mA
	EGSM900 1DL/4UL @ 26.55 dBm	430	mA
	DCS1800 4DL/1UL @ 29.33 dBm	158	mA
	DCS1800 3DL/2UL @ 27.98 dBm	232	mA
	DCS1800 2DL/3UL @ 25.80 dBm	257	mA
	DCS1800 1DL/4UL @ 23.76 dBm	266	mA
	PCS1900 4DL/1UL @ 29.58 dBm	164	mA
	PCS1900 3DL/2UL @ 27.76 dBm	234	mA
	PCS1900 2DL/3UL @ 25.69 dBm	265	mA
	PCS1900 1DL/4UL @ 23.69 dBm	279	mA
	GSM850 PCL = 5 @ 32.82 dBm	269	mA
	GSM850 PCL = 12 @ 19.18 dBm	103	mA
	GSM850 PCL = 19 @ 5.41 dBm	72	mA
	EGSM900 PCL = 5 @ 32.42 dBm	256	mA
	EGSM900 PCL = 12 @ 19.04 dBm	103	mA
GSM 语音通话	EGSM900 PCL = 19 @ 5.73 dBm	73	mA
	DCS1800 PCL = 0 @ 29.37 dBm	173	mA
	DCS1800 PCL = 7 @ 15.54 dBm	84	mA
	DCS1800 PCL = 15 @ 0.47 dBm	67	mA
	PCS1900 PCL = 0 @ 29.60 dBm	181	mA
	PCS1900 PCL = 7 @ 15.55 dBm	85	mA

	PCS1900 PCL = 15 @ 0.74 dBm	64	mA
	GSM850 PCL = 5 @ 32.82 dBm	1.88	A
	GSM850 PCL = 12 @ 19.08 dBm	0.46	A
	GSM850 PCL = 19 @ 6.12 dBm	0.19	A
	EGSM900 PCL = 5 @ 32.34 dBm	1.72	A
	EGSM900 PCL = 12 @ 19.06 dBm	0.44	A
GSM 语音通话 (最大功耗)	EGSM900 PCL = 19 @ 5.39 dBm	0.19	A
	DCS1800 PCL = 0 @ 29.89 dBm	1.13	A
	DCS1800 PCL = 7 @ 15.96 dBm	0.30	A
	DCS1800 PCL = 15 @ 0.95 dBm	0.16	A
	PCS1900 PCL = 0 @ 29.66 dBm	1.10	A
	PCS1900 PCL = 7 @ 15.59 dBm	0.33	A
	PCS1900 PCL = 15 @ 0.58 dBm	0.15	A

表 42: EG915U-LA 模块功耗

描述	条件	典型值	单位
关机模式	关机	32	μA
	最小功能模式 (USB 断开)	0.94	mA
	最小功能模式 (USB 连接)	2.39	mA
	飞行模式 (USB 断开)	1.02	mA
	飞行模式 (USB 连接)	2.45	mA
睡眠模式	EGSM900 @ DRX = 2 (USB 断开)	1.98	mA
	EGSM900 @ DRX = 5 (USB 断开)	1.41	mA
	EGSM900 @ DRX = 5 (USB 连接)	2.86	mA
	EGSM900 @ DRX = 9 (USB 断开)	1.28	mA
	DCS1800 @ DRX = 2 (USB 断开)	1.95	mA

	DCS1800 @ DRX = 5 (USB 断开)	1.44	mA
	DCS1800 @ DRX = 5 (USB 连接)	2.85	mA
	DCS1800 @ DRX = 9 (USB 断开)	1.25	mA
	LTE-FDD @ PF = 32 (USB 断开)	2.55	mA
	LTE-FDD @ PF = 64 (USB 断开)	1.80	mA
	LTE-FDD @ PF = 64 (USB 连接)	3.24	mA
	LTE-FDD @ PF = 128 (USB 断开)	1.41	mA
	LTE-FDD @ PF = 256 (USB 断开)	1.23	mA
空闲模式	EGSM900 @ DRX = 5 (USB 断开)	12.11	mA
	EGSM900 @ DRX = 5 (USB 连接)	27.26	mA
	LTE-FDD @ PF = 64 (USB 断开)	12.33	mA
	LTE-FDD @ PF = 64 (USB 连接)	27.65	mA
LTE 数据传输	LTE-FDD B2 @ 22.93 dBm	610	mA
	LTE-FDD B3 @ 23.27 dBm	641	mA
	LTE-FDD B4 @ 23.27 dBm	766	mA
	LTE-FDD B5 @ 22.84 dBm	608	mA
	LTE-FDD B7 @ 22.65 dBm	747	mA
	LTE-FDD B8 @ 23.58 dBm	609	mA
	LTE-FDD B28 @ 23.75 dBm	587	mA
	LTE-FDD B66 @ 23.48 dBm	667	mA
GPRS 数据传输	GSM850 4DL/1UL @ 32.47 dBm	241	mA
	GSM850 3DL/2UL @ 30.60 dBm	366	mA
	GSM850 2DL/3UL @ 28.53 dBm	422	mA
	GSM850 1DL/4UL @ 26.35 dBm	438	mA
	EGSM900 4DL/1UL @ 32.17 dBm	231	mA
	EGSM900 3DL/2UL @ 30.60 dBm	359	mA

	EGSM900 2DL/3UL @ 28.44 dBm	437	mA
	EGSM900 1DL/4UL @ 26.44 dBm	437	mA
	DCS1800 4DL/1UL @ 29.56 dBm	146	mA
	DCS1800 3DL/2UL @ 28.80 dBm	233	mA
	DCS1800 2DL/3UL @ 26.79 dBm	267	mA
	DCS1800 1DL/4UL @ 24.79 dBm	276	mA
	PCS1900 4DL/1UL @ 29.51 dBm	144	mA
	PCS1900 3DL/2UL @ 28.36 dBm	230	mA
	PCS1900 2DL/3UL @ 26.30 dBm	260	mA
	PCS1900 1DL/4UL @ 24.22 dBm	271	mA
GSM 语音通话	GSM850 PCL = 5 @ 32.82 dBm	288	mA
	GSM850 PCL = 12 @ 19.08 dBm	113	mA
	GSM850 PCL = 19 @ 6.12 dBm	80	mA
	EGSM900 PCL = 5 @ 32.34 dBm	261	mA
	EGSM900 PCL = 12 @ 19.06 dBm	112	mA
	EGSM900 PCL = 19 @ 5.39 dBm	79	mA
	DCS1800 PCL = 0 @ 29.89 dBm	187	mA
	DCS1800 PCL = 7 @ 15.96 dBm	91	mA
	DCS1800 PCL = 15 @ 0.95 dBm	72	mA
	PCS1900 PCL = 0 @ 29.66 dBm	196	mA
	PCS1900 PCL = 7 @ 15.59 dBm	94	mA
	PCS1900 PCL = 15 @ 0.58 dBm	72	mA

6.4. 发射功率

表 43: EG915U-CN 射频发射功率

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

表 44: EG915U-EU 射频发射功率

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

表 45: EG915U-EC 射频发射功率

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

表 46: EG915U-LA 射频发射功率

频段	发射功率最大值	发射功率最小值
GSM850/EGSM900	33 dBm \pm 2 dB	5 dBm \pm 5 dB
DCS1800/PCS1900	30 dBm \pm 2 dB	0 dBm \pm 5 dB

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

6.5. 接收灵敏度

表 47: EG915U-CN 射频接收灵敏度 (单位: dBm)

频段	接收灵敏度 (典型值)	3GPP (SIMO)
	主集	主集 + 分集
EGSM900	-108.0	-102
DCS1800	-107.5	-102
LTE-FDD B1 (10 MHz)	-97.3	-96.3
LTE-FDD B3 (10 MHz)	-98	-93.3
LTE-FDD B5 (10 MHz)	-99	-94.3
LTE-FDD B8 (10 MHz)	-99	-93.3
LTE-TDD B34 (10 MHz)	-98	-96.3
LTE-TDD B38 (10 MHz)	-97.6	-96.3
LTE-TDD B39 (10 MHz)	-98.4	-96.3
LTE-TDD B40 (10 MHz)	-98.3	-96.3
LTE-TDD B41 (10 MHz)	-97	-94.3

表 48: EG915U-EU 射频接收灵敏度 (单位: dBm)

频段	接收灵敏度 (典型值)	3GPP (SIMO)
	主集	主集 + 分集
GSM850	-108	-102
EGSM900	-106.5	-102
DCS1800	-107.5	-102

PCS1900	-107	-102
LTE-FDD B1 (10 MHz)	-97	-96.3
LTE-FDD B3 (10 MHz)	-98.3	-93.3
LTE-FDD B5 (10 MHz)	-97.4	-94.3
LTE-FDD B7 (10 MHz)	-96.1	-94.3
LTE-FDD B8 (10 MHz)	-97	-93.3
LTE-FDD B20 (10 MHz)	-98.3	-93.3
LTE-FDD B28 (10 MHz)	-98.6	-94.8

表 49: EG915U-EC 射频接收灵敏度 (单位: dBm)

频段	接收灵敏度 (典型值)	
	主集	3GPP (SIMO) 主集 + 分集
GSM850	-108	-102
EGSM900	-106.5	-102
DCS1800	-107.5	-102
PCS1900	-107	-102
LTE-FDD B1 (10 MHz)	-97	-96.3
LTE-FDD B3 (10 MHz)	-98.3	-93.3
LTE-FDD B5 (10 MHz)	-97.4	-94.3
LTE-FDD B7 (10 MHz)	-96.1	-94.3
LTE-FDD B8 (10 MHz)	-97	-93.3
LTE-FDD B20 (10 MHz)	-98.3	-93.3

表 50: EG915U-LA 射频接收灵敏度 (单位: dBm)

频段	接收灵敏度 (典型值)	
	主集	3GPP (SIMO) 主集 + 分集
GSM850	-108	-102
EGSM900	-106.8	-102
DCS1800	-107.5	-102
PCS1900	-107.2	-102
LTE-FDD B2 (10 MHz)	-98.1	-94.3
LTE-FDD B3 (10 MHz)	-98.2	-93.3
LTE-FDD B4 (10 MHz)	-97.5	-96.3
LTE-FDD B5 (10 MHz)	-97.4	-94.3
LTE-FDD B7 (10 MHz)	-96.1	-94.3
LTE-FDD B8 (10 MHz)	-97.5	-93.3
LTE-FDD B28 (10 MHz)	-99.4	-93.3
LTE-FDD B66 (10 MHz)	-97.9	-95.8

6.6. 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 51: ESD 性能参数 (温度: 25~30 °C, 湿度: 40 ±5 %)

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

6.7. 工作和存储温度

表 52: 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 ⁵	-35	+25	+75	°C
扩展工作温度范围 ⁶	-40	+25	+85	°C
存储温度	-40	+25	+95	°C

⁵ 当模块在此温度范围工作时，模块的相关性能满足 3GPP 标准要求。

⁶ 当模块在此温度范围工作时，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。当温度恢复至正常工作温度范围时，模块的各项指标仍符合 3GPP 标准。

7 结构与规格

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

7.1. 机械尺寸

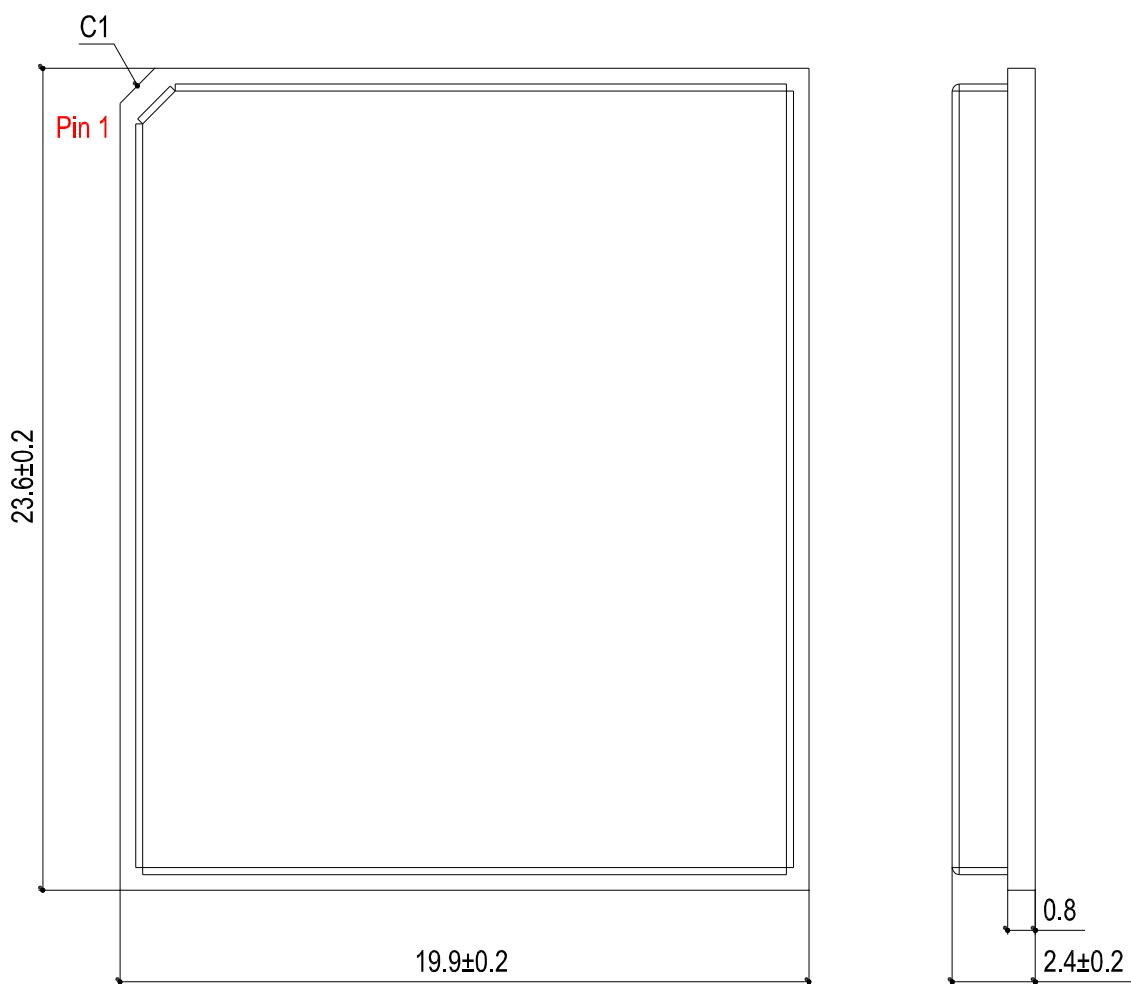


图 38: 俯视及侧视尺寸图 (单位: 毫米)

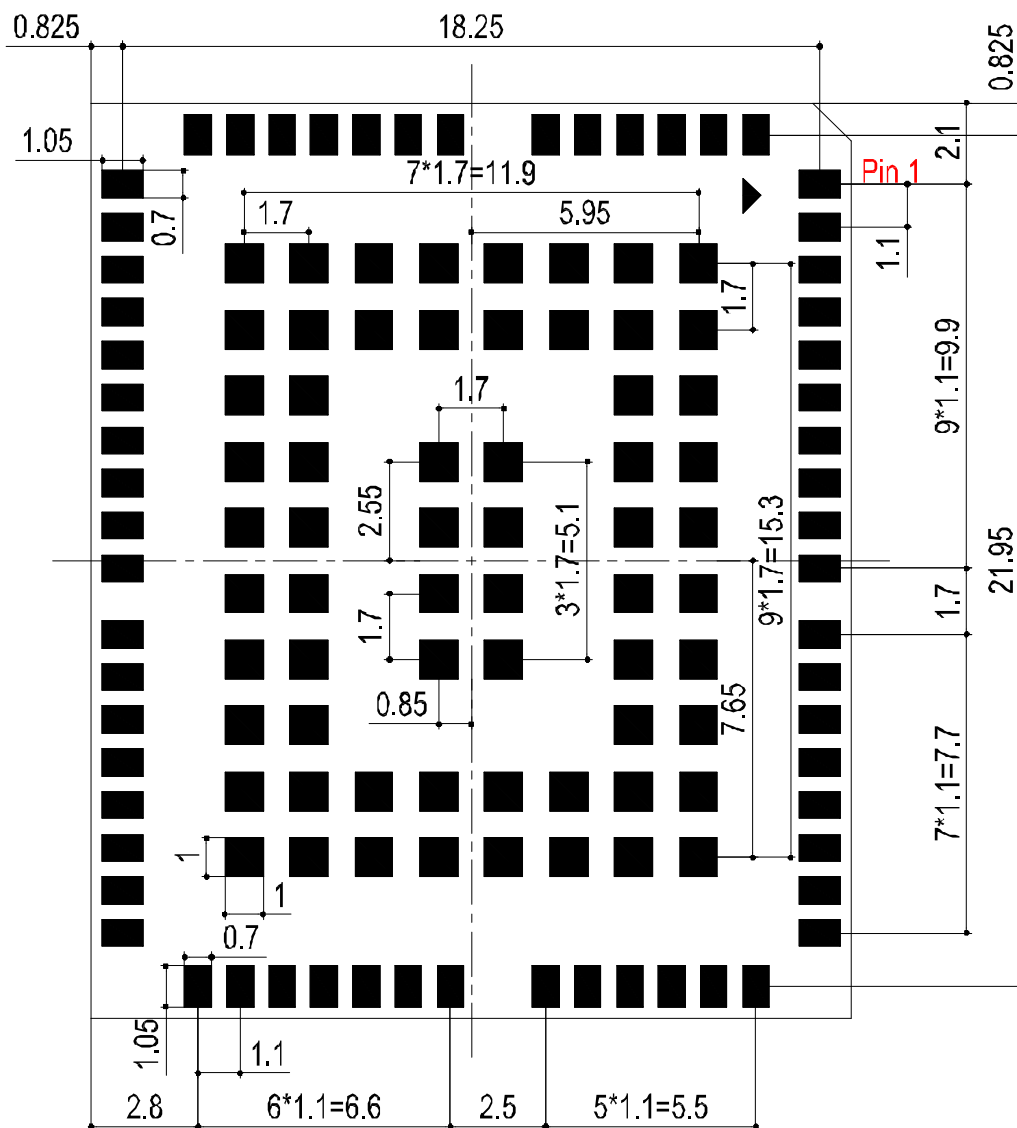


图 39: 底视尺寸图 (底视图)

备注

移远通信模块的平整度符合 JEITA ED-7306 标准要求。

7.2. 推荐封装

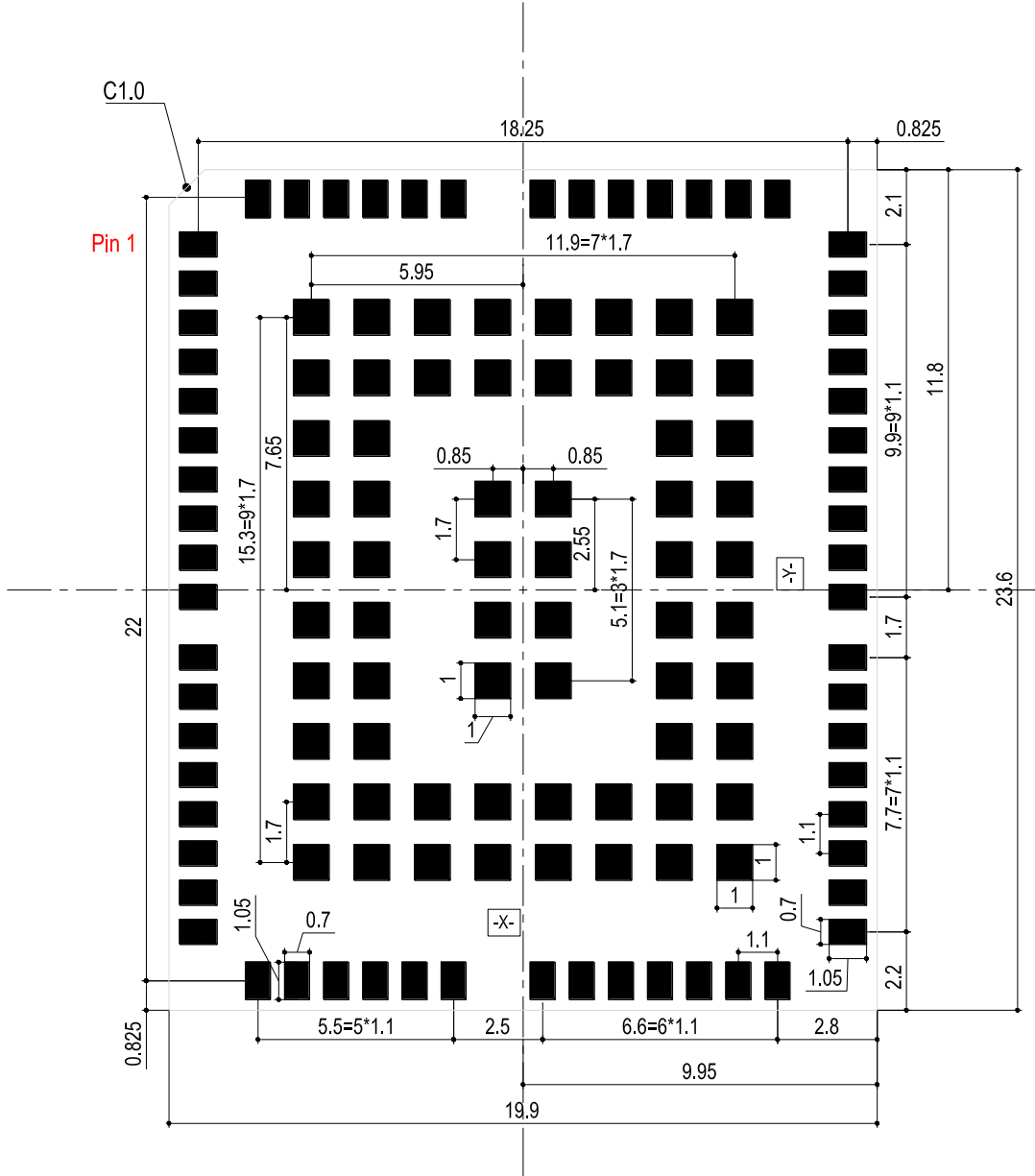


图 40: 推荐封装（俯视图）

备注

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

7.3. 俯视图和底视图

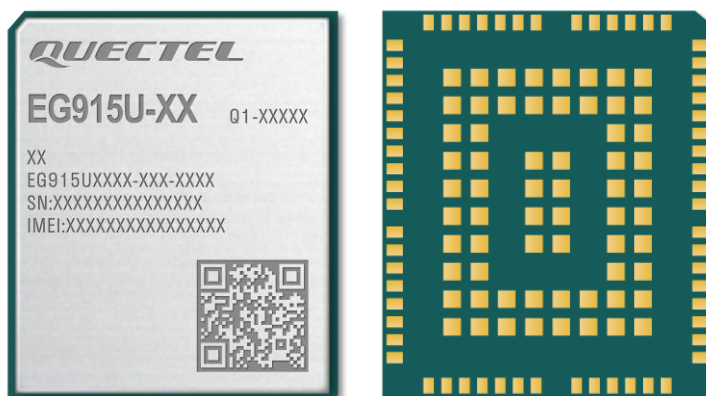


图 41：模块俯视图和底视图

备注

上图仅供参考，实际的产品外观和标签信息，请参照移远通信的模块实物。

8 存储、生产和包装

8.1. 存储条件

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

1. 推荐存储条件：温度 23 ± 5 °C，且相对湿度为 35~60 %。
2. 在推荐存储条件下，模块可在真空密封袋中存放 12 个月。
3. 在温度为 23 ± 5 °C、相对湿度低于 60 % 的车间条件下，模块拆封后的车间寿命为 168 小时⁷。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，否则仍需在干燥箱内保存。

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

⁷ 仅在相对湿度较低的车间环境符合 *IPC/JEDEC J-STD-033* 规范时适用；不确定车间温湿度环境是否满足条件，或相对湿度大于 60 % 的情况下，请在拆封后 24 小时内完成贴片回流。请勿提前大量拆包。

8.2. 生产焊接

用印刷刮板在网板上印刷锡膏，使锡膏通过网板开口漏印到 PCB 上，印刷刮板力度需调整合适。为保证模块印膏质量，模块焊盘部分对应的钢网厚度推荐为 0.13~0.15 mm。详细信息请参考文档 [11]。

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

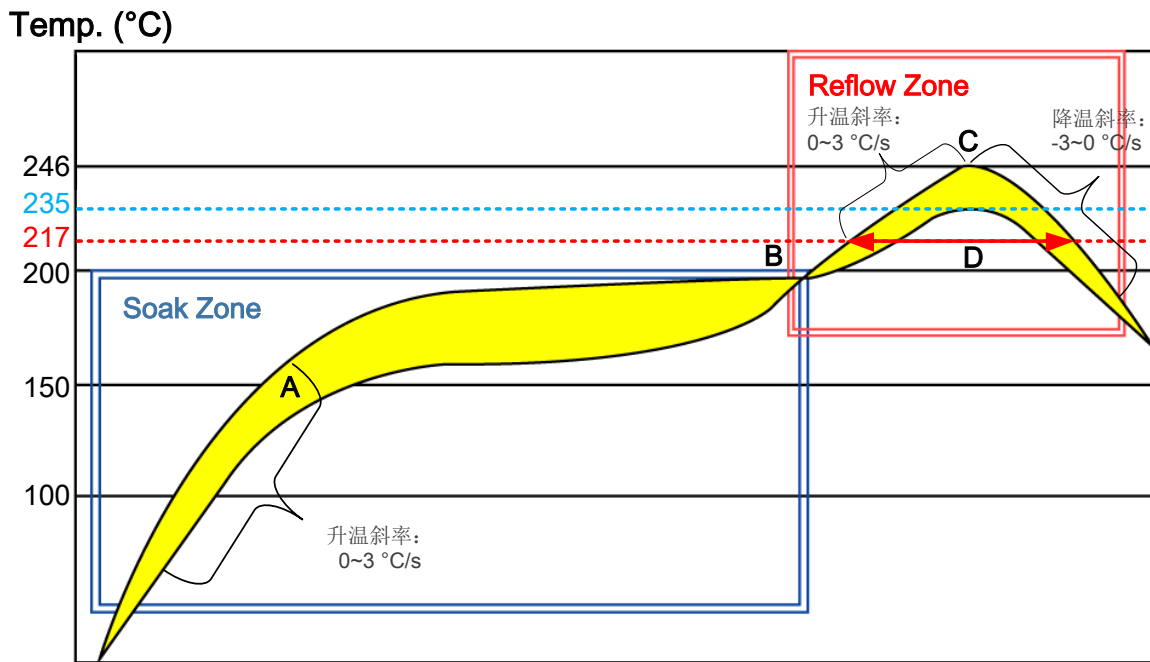


图 42: 推荐的炉温曲线图

表 53: 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 [11] 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。

此模块采用载带包装，具体方案如下：

8.3.1. 载带

载带包装的尺寸图表如下：

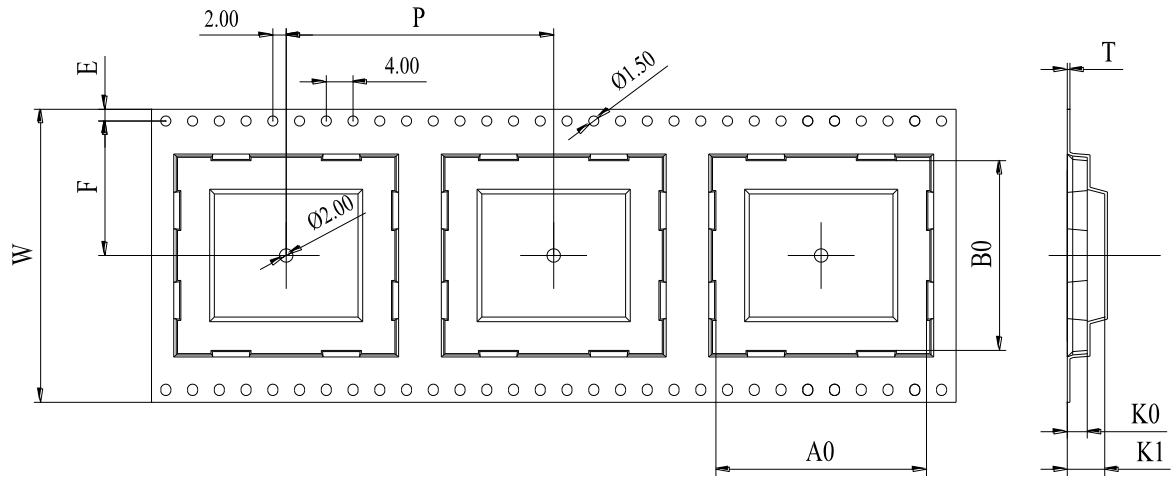


图 43: 载带尺寸图

表 54: 载带尺寸表 (单位: 毫米)

W	P	T	A0	B0	K0	K1	F	E
44	32	0.35	20.2	24	3.15	6.65	20.2	1.75

8.3.2. 胶盘

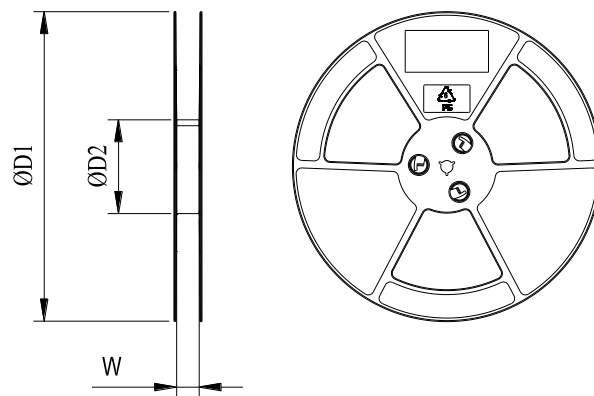


图 44: 胶盘尺寸图

表 55: 胶盘尺寸表 (单位: 毫米)

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

8.3.3. 模块贴片方向

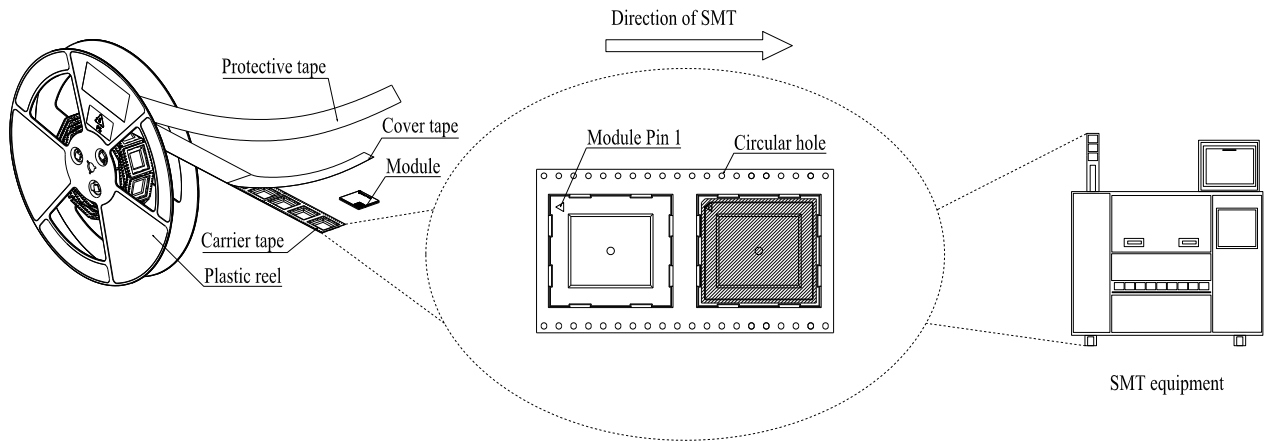
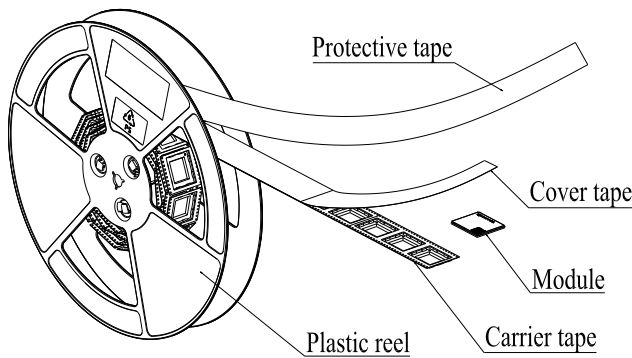


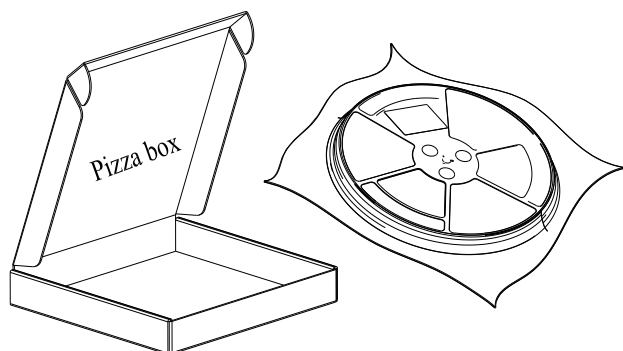
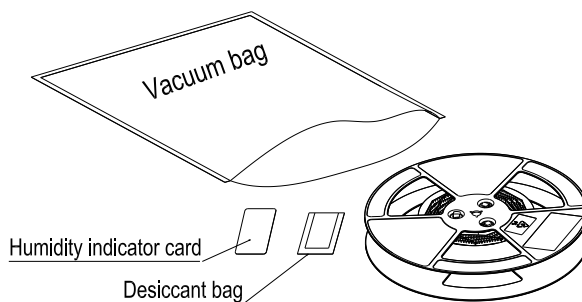
图 45: 模块贴片方向

8.3.4. 包装流程



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

将包装完成的胶盘和 1 张湿敏卡、1 包干燥剂放入真空袋中，抽真空。



将抽真空后的胶盘放入披萨盒内。

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

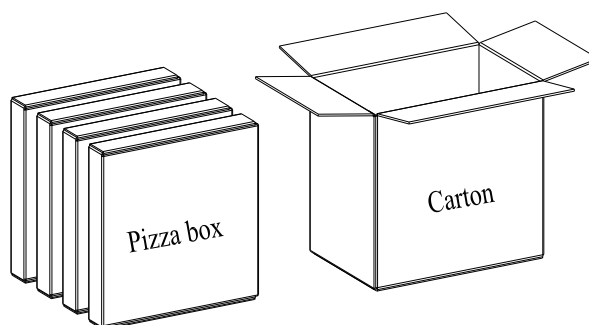


图 46: 包装流程

9 附录 参考文档及术语缩写

表 56: 参考文档

文档名称
[1] Quectel_EG915U_Series_QuecOpen_GPIO_Configuration
[2] Quectel_LTE_OPEN_EVB_User_Guide
[3] Quectel_LTE Standard(U)系列_QuecOpen_设备管理 API_参考手册
[4] Quectel_LTE Standard(U)系列_QuecOpen_低功耗 API_参考手册
[5] Quectel_LTE Standard(U)系列_QuecOpen_PSM_应用指导
[6] Quectel_LTE Standard(U)系列_QuecOpen_开关机开发指导
[7] Quectel_EG915U_Series_QuecOpen_Reference_Design
[8] Quectel_LTE Standard(U)系列_QuecOpen_(U)SIM_API_参考手册
[9] Quectel_LTE_Standard(U)系列_QuecOpen_ADC_开发指导
[10] Quectel_射频 LAYOUT_应用指导
[11] Quectel_模块 SMT 应用指导

表 57: 术语缩写

缩写	英文全称	中文全称
ADC	Analog-to-Digital Converter	模数转换器
AMR	Adaptive Multi-Rate	自适应多速率
AMR-WB	Adaptive Multi-Rate Wideband	自适应多速率宽带
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	Delta Firmware Upgrade Over-The-Air	固件空中差分升级
DL	Downlink	下行链路
DMA	Direct Memory Access	直接存储器访问
DRX	Discontinuous Reception	非连续接收
DTR	Data Terminal Ready	数据终端就绪
EFR	Enhanced Full Rate	增强型全速率
EGSM	Enhanced GSM	增强型 GSM
EMI	Electro-Magnetic Interference	电磁干扰
ESD	Electrostatic Discharge	静电释放
ESR	Equivalent Series Resistance	等效串联电阻
ETSI	European Telecommunications Standards Institute	欧洲电信标准研究所
FDD	Frequency Division Duplex	频分双工
FOTA	Firmware Over-The-Air	固件空中升级
FR	Full Rate	全速率
FTP	File Transfer Protocol	文件传输协议
FTPS	FTP-SSL: FTP over SSL / FTP Secure	对常用的文件传输协议（FTP）添加传输层安全（TLS）和安全套接层（SSL）加密协议支持的扩展协议
GSM	Global System for Mobile Communications	全球移动通信系统
HB	High Band	高频段
HR	Half Rate	半速率
HTTP	Hypertext Transfer Protocol	超文本传输协议
HTTPS	Hypertext Transfer Protocol Secure	超文本传输安全协议
I/O	Input/Output	输入/输出

IMT-2000	International Mobile Telecommunications 2000	第三代移动通信技术
LB	Low Band	低频段
LCD	Liquid Crystal Display	液晶显示器
LCM	LCD Module / Liquid Crystal Monitor	液晶显示模块
LDO	Low Dropout Regulator	低压差线性稳压器
LGA	Land Grid Array	栅格阵列封装
LTE	Long Term Evolution	长期演进
MB	Mid Band	中频段
MCU	Microcontroller Unit	微型控制单元
ME	Mobile Equipment	移动设备
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 Level	湿度敏感等级
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	密码认证协议
PAM	Power Amplifier Module	功率放大器模块
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

PMU	Power Management Unit	电源管理单元
PPP	Point-to-Point Protocol	点到点协议
P _{PP}	Peak Pulse Power	峰值脉冲功率
PSM	Power Saving Mode	省电模式
PRx	Primary Receive	主集接收
RF	Radio Frequency	射频
RGB	Red, Green, Blue	光学三原色颜色标准
RTS	Ready To Send/Request to Send	准备发送/请求发送
SAW	Surface Acoustic Wave	声表面波
SIMO	Single Input Multiple Output	单进多出
SMS	Short Message Service	短消息业务
SPI	Serial Peripheral Interface	串行外设接口
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
TVS	Transient Voltage Suppressor	瞬态二极管
Tx	Transmit/Transmission	发送/传输
UART	Universal Asynchronous Receiver/Transmitter	通用异步收发传输器
UDP	User Datagram Protocol	用户数据报协议
UL	Uplink	上行链路
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
(U)SIM	(Universal) Subscriber Identity Module	(通用) 用户识别模块
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_O	Voltage Output	电压输出
V_{OHmax}	Maximum High-level Output Voltage	最大输出高电平
V_{OHmin}	Minimum High-level Output Voltage	最小输出高电平
V_{OLmax}	Maximum Low-level Output Voltage	最大输出低电平
V_{OLmin}	Minimum Low-level Output Voltage	最小输出低电平
V_{RWM}	Peak Reverse Working Voltage	峰值反向工作电压
V_{SWR}	Voltage Standing Wave Ratio	电压驻波比