

EG912U-GL QuecOpen

硬件设计手册

LTE Standard 模块系列

版本：1.0

日期：2023-08-17

状态：受控文件



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

上海移远通信技术股份有限公司

上海市闵行区田林路 1016 号科技绿洲 3 期（B 区）5 号楼 邮编：200233

电话：+86 21 5108 6236 邮箱：info@quectel.com

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

如需技术支持或反馈我司技术文档中的问题，请随时登录网址：

<http://www.quectel.com/cn/support/technical.htm> 或发送邮件至：support@quectel.com。

前言

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

使用和披露限制

许可协议

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

版权声明

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

商标

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

第三方权利

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

移远通信针对第三方材料不做任何明示或暗示的保证或陈述，包括但不限于任何暗示或法定的适销性或特定用途的适用性、平静受益权、系统集成、信息准确性以及与许可技术或被许可人使用许可技术相关的不侵犯任何第三方知识产权的保证。本协议中的任何内容都不构成移远通信对任何移远通信产品或任何其他硬件、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
-	2023-02-28	Anla HUANG/ Nick QIN/ Loft XU	文档创建
1.0	2023-08-17	Phoebe FU/ Chris LIANG/ 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	8
图片索引	10
1 引言	12
1.1. 特殊符号	12
2 产品综述	13
2.1. 频段及功能	13
2.2. 关键特性	14
2.3. 功能框图	16
2.4. 引脚分配图	17
2.5. 引脚描述表	18
2.6. 评估板套件	25
3 工作特性	26
3.1. 工作模式	26
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）	27
3.2.2. USB 应用场景（不支持 USB 挂起功能）	28
3.3. 飞行模式	29
3.4. PSM 模式	29
3.5. 电源设计	30
3.5.1. 电源接口	30
3.5.2. 供电参考电路	30
3.5.3. 电压稳定性要求	31
3.6. 开机	32
3.6.1. PWRKEY 开机	32
3.7. 关机	34
3.7.1. PWRKEY 关机	34
3.7.2. API 关机	35
3.8. 复位	35
4 应用接口	37
4.1. USB 接口	37
4.2. USB_BOOT 接口	38
4.3. (U)SIM 接口	39
4.4. UART	41
4.5. PCM 和 I2C 接口	43
4.6. 模拟音频接口	45
4.6.1. 麦克风接口电路	45
4.6.2. 听筒接口参考电路	46

4.6.3.	耳机输出接口电路	47
4.6.4.	音频接口设计注意事项	47
4.7.	ADC 接口	47
4.8.	SPI 接口	48
4.9.	外接 Flash 接口	49
4.10.	LCM 接口	50
4.11.	SD 卡接口	51
4.12.	摄像头接口	52
4.13.	指示信号	53
4.13.1.	网络状态指示	53
4.13.2.	STATUS	54
5	射频特性	55
5.1.	主天线和蓝牙/Wi-Fi Scan 天线接口	55
5.1.1.	天线接口和工作频段	55
5.1.2.	天线调谐控制接口	56
5.1.3.	发射功率	57
5.1.4.	接收灵敏度	58
5.1.5.	参考设计	59
5.2.	GNSS (可选)	60
5.2.1.	天线接口和工作频段	60
5.2.2.	GNSS 性能	60
5.2.3.	参考设计	61
5.3.	射频信号线布线指导	62
5.4.	天线设计要求	64
5.5.	射频连接器推荐	64
6	电气性能和可靠性	67
6.1.	绝对最大额定值	67
6.2.	电源额定值	67
6.3.	功耗	68
6.4.	数字逻辑电平特性	71
6.5.	静电防护	72
6.6.	工作和存储温度	73
7	结构与规格	74
7.1.	机械尺寸	74
7.2.	推荐封装	76
7.3.	俯视图和底视图	77
8	存储、生产和包装	78
8.1.	存储条件	78
8.2.	生产焊接	79
8.3.	包装规格	80
8.3.1.	载带	80
8.3.2.	胶盘	81

8.3.3.	模块贴片方向.....	82
8.3.4.	包装流程.....	82
9	附录 参考文档及术语缩写.....	84

表格索引

表 1: 特殊符号	12
表 2: 模块基本信息	13
表 3: 频段及功能	13
表 4: 关键特性	14
表 5: 参数定义	18
表 6: 引脚描述表	19
表 7: 工作模式	26
表 8: PSM 接口引脚定义	29
表 9: 电源接口引脚定义	30
表 10: PWRKEY 接口引脚定义	32
表 11: 复位接口引脚定义	35
表 12: USB 接口引脚定义	37
表 13: USB_BOOT 引脚定义	38
表 14: (U)SIM 接口引脚定义	39
表 15: 主 UART 引脚定义	41
表 16: 调试 UART 引脚定义	42
表 17: 辅助 UART 引脚定义	42
表 18: I2C 和 PCM 接口引脚定义	44
表 19: 音频接口引脚定义	45
表 20: ADC 接口引脚定义	48
表 21: ADC 特性	48
表 22: <i>ql_adc_channel_id</i> 与 ADC 通道对应关系	48
表 23: SPI 接口引脚定义	49
表 24: 外接 Flash 接口复用引脚定义	49
表 25: LCM 接口引脚定义	50
表 26: SD 卡接口复用引脚定义	51
表 27: 摄像头接口引脚定义	52
表 28: 指示接口引脚定义	53
表 29: 网络状态指示引脚的工作状态	53
表 30: 天线接口引脚定义	55
表 31: 工作频段 (单位: MHz)	55
表 32: 天线调谐控制接口引脚定义	57
表 33: 天线调谐控制接口真值表 (单位: MHz)	57
表 34: 射频发射功率	57
表 35: 射频接收灵敏度 (单位: dBm)	58
表 36: GNSS 天线引脚定义	60
表 37: 工作频段 (单位: MHz)	60
表 38: GNSS 性能	60
表 39: 天线设计要求	64
表 40: 绝对最大额定值	67
表 41: 模块电源额定值	67
表 42: 功耗	68

表 43: 1.8 V I/O 要求 (单位: V)	71
表 44: (U)SIM 卡低电压 I/O 要求 (单位: V)	71
表 45: (U)SIM 卡高电压 I/O 要求 (单位: V)	72
表 46: SDIO 高电压 I/O 要求 (单位: V)	72
表 47: ESD 性能参数 (温度: 25~30 °C, 湿度: 40 ±5 %)	72
表 48: 工作和存储温度 (单位: °C)	73
表 49: 推荐的炉温测试控制要求	79
表 50: 载带尺寸表 (单位: 毫米)	81
表 51: 胶盘尺寸表 (单位: 毫米)	82
表 52: 参考文档	84
表 53: 术语缩写	84

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.....	27
图 4: 支持 USB 挂起和唤醒功能的睡眠应用	28
图 5: 不支持 USB 挂起功能的睡眠应用.....	28
图 6: 供电输入参考设计图.....	30
图 7: 突发传输电源要求	31
图 8: 模块供电电路.....	31
图 9: PWRKEY 驱动参考电路	32
图 10: 按钮参考电路.....	32
图 11: 上电自动开机参考电路	33
图 12: 开机时序图	33
图 13: 关机时序图	34
图 14: 开集驱动复位参考电路	35
图 15: 按钮复位参考电路	36
图 16: 复位时序图	36
图 17: USB 接口参考电路图.....	37
图 18: USB_BOOT 电路参考设计	39
图 19: 8-pin (U)SIM 接口参考电路图.....	40
图 20: 6-pin (U)SIM 接口参考电路图.....	40
图 21: 电平转换器参考电路.....	42
图 22: 三极管电平转换参考电路	43
图 23: PCM 时序图.....	43
图 24: PCM 和 I2C 接口电路参考设计图.....	44
图 25: 麦克风接口参考电路.....	46
图 26: 听筒接口参考电路	46
图 27: 耳机输出接口参考电路	47
图 28: SD 卡接口电路参考设计图	51
图 29: 网络状态指示参考电路图	54
图 30: STATUS 参考电路图.....	54
图 31: 天线接口参考设计图.....	59
图 32: GNSS 天线参考电路	61
图 33: 两层 PCB 板微带线结构	62
图 34: 两层 PCB 板共面波导结构	62
图 35: 四层 PCB 板共面波导结构 (参考地为第三层)	63
图 36: 四层 PCB 板共面波导结构 (参考地为第四层)	63
图 37: 天线座尺寸 (单位: 毫米)	65
图 38: 与天线座匹配的插头规格	65
图 39: 射频连接器安装图 (单位: 毫米)	66
图 40: 俯视及侧视尺寸图 (单位: 毫米)	74
图 41: 底部尺寸图 (底视图)	75
图 42: 推荐封装.....	76

图 43: 模块俯视图和底视图.....	77
图 44: 推荐的炉温曲线图	79
图 45: 载带尺寸图	81
图 46: 胶盘尺寸图	81
图 47: 模块贴片方向.....	82
图 48: 包装流程.....	83

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

本文档介绍了 EG912U-GL QuecOpen[®]的特性及其与您的应用相连接的硬件接口和空中接口，同时还提供了模块的硬件接口特性、射频特性、电气特性、机械规范和其他相关信息以便您快速了解本模块。

1.1. 特殊符号

表 1：特殊符号

符号	定义
*	若无特别说明，模块功能、特性、接口、引脚名称、AT 命令、参数等后所标记的星号（*）表示该功能、特性、接口、引脚、AT 命令、参数等正在开发中，因此暂不支持；模块型号后所标记的星号（*）表示该型号暂无样品。
[...]	在引脚名称后的，包含数字范围的中括号 [...] 表示所有相同类型的引脚。例如：SDIO_DATA[0:3]表示所有四个 SDIO 引脚 SDIO_DATA0、SDIO_DATA1、SDIO_DATA2 和 SDIO_DATA3。

2 产品综述

此模块为贴片式模块，封装紧凑，能满足大部分 M2M 应用需求，如 POS、PoC、ETC、共享设备、数据卡、能源控制、安防以及工业级 PDA 等。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 个
尺寸规格	(29.0 ±0.2) mm × (25.0 ±0.2) mm × (2.4 ±0.2) mm
重量	约 3.67 g
无线网络功能	GSM/LTE/GNSS（可选）/蓝牙 ¹ /Wi-Fi Scan ¹

2.1. 频段及功能

表 3：频段及功能

频段及功能	EG912U-GL
LTE-FDD	B1/B2/B3/B4/B5/B7/B8/B12/B13/B17/B18/B19/B20/B25/B26/B28/B66
LTE-TDD	B34/B38/B39/B40/B41
GSM	GSM850/EGSM900/DCS1800/PCS1900
GNSS（可选）	GPS/GLONASS/BDS/Galileo/QZSS
蓝牙 ¹	蓝牙 4.2
Wi-Fi Scan ¹	2.4 GHz 802.11b (Rx)

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。有关详情请联系移远通信技术支持。

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
供电电压	<ul style="list-style-type: none"> ● 3.3~4.3 V ● 典型值：3.8 V
发射功率	<ul style="list-style-type: none"> ● GSM850: Class 4 (33 dBm ±2 dB) ● EGSM900: Class 4 (33 dBm ±2 dB) ● DCS1800: Class 1 (30 dBm ±2 dB) ● PCS1900: Class 1 (30 dBm ±2 dB) ● LTE-FDD 频段: Class 3 (23 dBm ±2 dB) ● LTE-TDD 频段: Class 3 (23 dBm ±2 dB)
LTE 特性	<ul style="list-style-type: none"> ● 最大支持 3GPP Rel-13 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 ● 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
GSM 特性	<p>GPRS:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 支持 GPRS 多时隙等级 12 ● 编码格式: CS 1~4 ● 最大下行速率 85.6 kbps, 最大上行速率 85.6 kbps
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)
USB 接口	<ul style="list-style-type: none"> ● 符合 USB 2.0 (仅支持从模式), 数据传输速率最大为 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
USB_BOOT 接口	<ul style="list-style-type: none"> ● 支持 1 路 USB_BOOT 接口 ● 强制模块进入紧急下载模式
(U)SIM 卡接口	<ul style="list-style-type: none"> ● 支持(U)SIM 卡: 1.8 V 和 3.0 V ● 支持双卡单待

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
	调试 UART: <ul style="list-style-type: none"> ● 用于 Linux 控制台和日志输出 ● 波特率为 921600 bps ● 只能作为调试 UART，不能作为通用 UART 使用
	辅助 UART: <ul style="list-style-type: none"> ● 波特率与主 UART 相同
PCM 接口	<ul style="list-style-type: none"> ● 1 路 PCM 接口，仅支持从模式 ● 用于模块和外部 Codec 芯片之间的音频数据传输
I2C 接口	<ul style="list-style-type: none"> ● 1 路 I2C 接口 ● 符合 I2C 总线协议规范
音频特性	<ul style="list-style-type: none"> ● 支持 1 路模拟音频输入通道和 2 路模拟音频输出通道 ● HR/FR/EFR/AMR/AMR-WB ● 支持回音消除和噪声抑制
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 ● 1.8 V 电压域 ● 最高时钟频率为 25 MHz
外接 Flash 接口	<ul style="list-style-type: none"> ● 支持外接 Flash 芯片 ● 该接口由其他引脚复用而来
LCM 接口	支持 SPI 模式下的 LCM 接口
SD 卡接口	<ul style="list-style-type: none"> ● 提供 1 组符合 SD 2.0 规范的接口，用于外接 SD 卡 ● SD 卡接口部分引脚与模块的其他引脚功能复用
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
指示信号	<ul style="list-style-type: none"> ● NET_STATUS 指示网络状态 ● STATUS 指示运行状态
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_SCAN²) ● GNSS 天线接口 (ANT_GNSS) (可选) ● 50 Ω 特性阻抗
定位	支持 Wi-Fi Scan 和 GNSS (可选)
温度范围	<ul style="list-style-type: none"> ● 正常工作温度: -35 °C ~ +75 °C³

² 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。有关详情请联系移远通信技术支持。

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。

- 扩展工作温度范围：-40 °C ~ +85 °C⁴
- 存储温度：-40 °C ~ +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

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

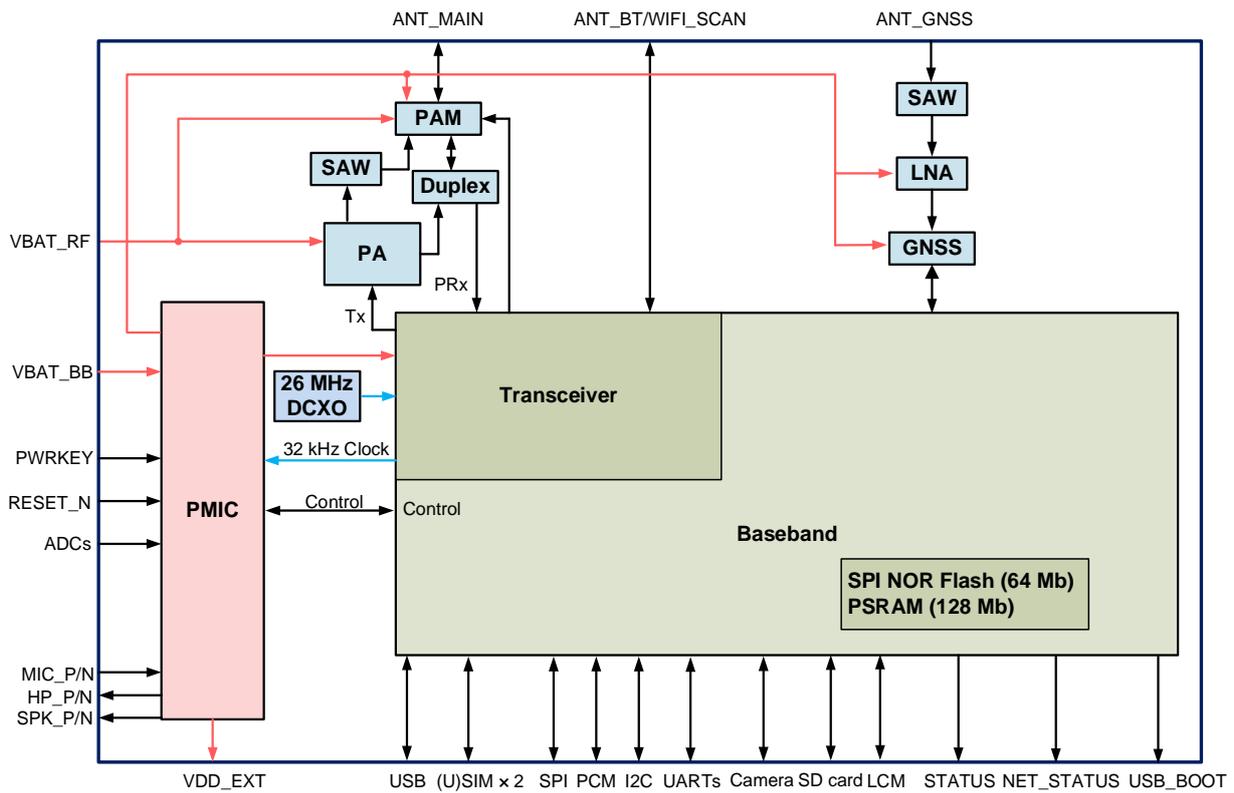


图 1：功能框图

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。

备注

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。有关详情请联系移远通信技术支持。
2. 模块的 GNSS 功能可选。

2.4. 引脚分配图

下图为模块引脚分配图：

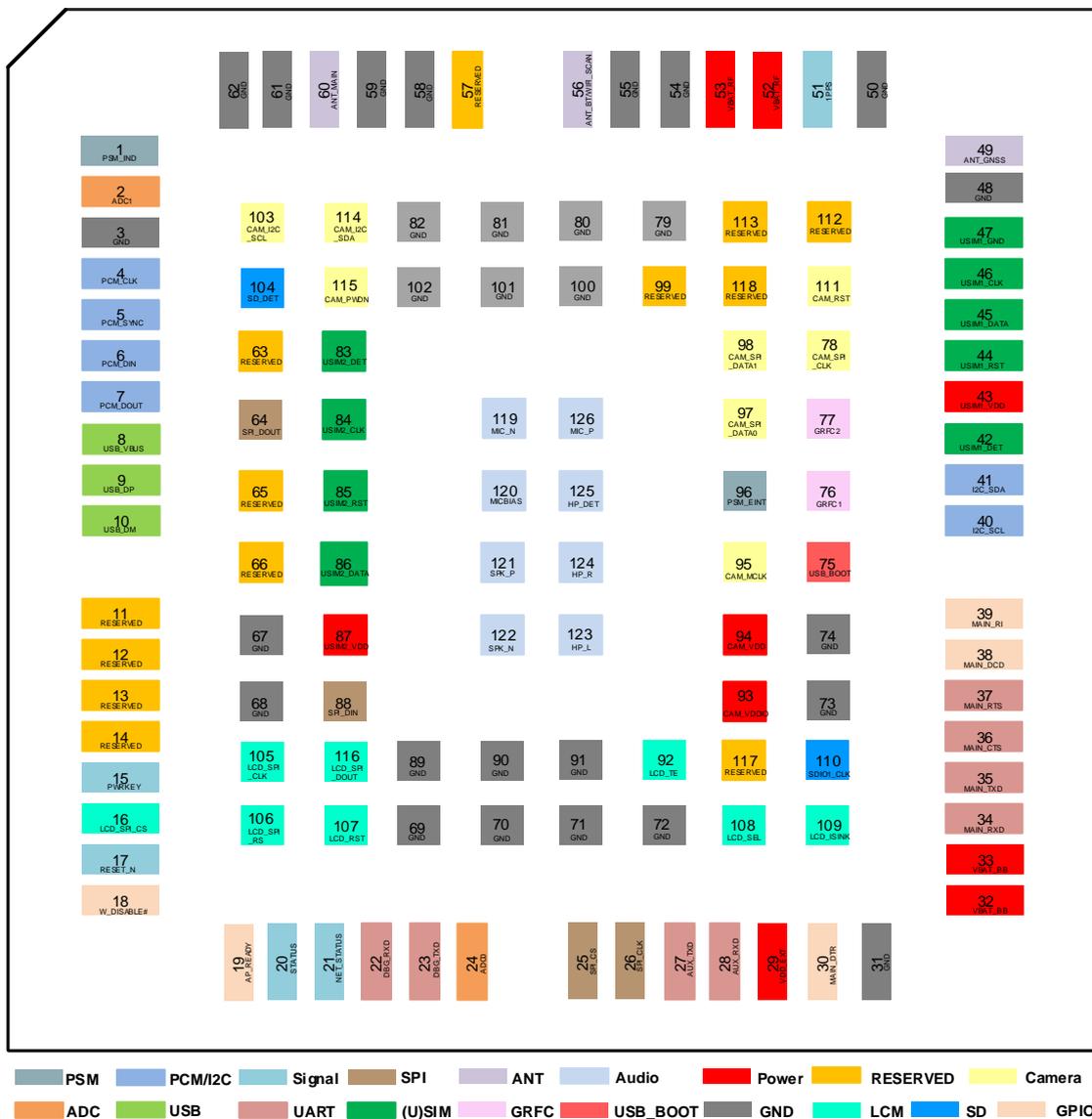


图 2：引脚分配图（俯视图）

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 引脚和不用了的引脚需悬空，所有的 GND 引脚需接地。
3. 该模块支持双卡单待，详情请咨询移远通信技术支持。
4. 使用引脚 18 (W_DISABLE#)、19 (AP_READY)、30 (MAIN_DTR)、38 (MAIN_DCD)、39 (MAIN_RI)、110 (SDIO1_CLK) 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，评估刚上电开机时电平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: 参数定义

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

DC 特性包含电压域、额定电流信息等。

表 6: 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	外部电源必须能够提供至少 1.0A 的电流。
VBAT_RF	52、53	PI	模块射频电源	Vnom = 3.8 V	外部电源必须能够提供至少 2.5A 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。
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		低电平有效。 不用则建议预留测试点。
状态指示接口					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
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		
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	须预留测试点用于调试。
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 (-)		须预留测试点用于调试。
(U)SIM 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	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	I _o max = 50 mA	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。
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	1.8 V 电压域	连接至 MCU 的 CTS。不用则悬空。
MAIN_RTS	37	DI	请求发送至模块		连接至 MCU 的 RTS。不用则悬空。
MAIN_RXD	34	DI	主 UART 接收		不用则悬空。
MAIN_TXD	35	DO	主 UART 发送		
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	1.8 V 电压域	不用则悬空。
AUX_RXD	28	DI	辅助 UART 接收		
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	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		

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	外部拉高电平，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 接口

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
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。
I2C_SDA	41	OD	I2C 串行数据		不用则悬空。

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	1.8 V 电压域	不用则悬空。 仅支持从模式。
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		

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/ AI	蓝牙与 Wi-Fi Scan 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。
ANT_GNSS	49	AI	GNSS 天线接口		50 Ω 特性阻抗。 不用则悬空。

天线调谐控制接口

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
GRFC1	76	DO	通用射频控制	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	1.8 V 电压域	不用则悬空。 仅支持主模式。
SPI_CS	25	DO	SPI 片选		
SPI_DIN	88	DI	SPI 数据输入		
SPI_DOUT	64	DO	SPI 数据输出		
ADC 接口					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
ADC0	24	AI	通用 ADC 接口	电压范围： 0 V~VBAT	建议预留分压电路设计。
ADC1	2	AI			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 (-)	V _{max} = 3.0 V V _{min} = 2.2 V V _{nom} = 2.2 V	不用则悬空。
MIC_P	126	AI	麦克风输入通道 (+)		
MICBIAS	120	PO	麦克风偏置电压		
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 (-)		
HP_L	123	AO	耳机左通道		不用则悬空。
HP_R	124	AO	耳机右通道		
HP_DET	125	DI	耳机热插拔检测		
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	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。
LCM 接口					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
LCD_SPI_CS	16	DO	LCD 片选		
LCD_TE	92	DI	LCD tearing effect		
LCD_SPI_CLK	105	DO	LCD 时钟		
LCD_SPI_RS	106	DO	LCD 寄存器选择	1.8 V 电压域	不用则悬空。
LCD_RST	107	DO	LCD 复位		
LCD_SEL	108	DO	预留		
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	$I_{max} = 200 \text{ mA}$ 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背光亮度。
摄像头接口					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
CAM_VDDIO	93	PO	摄像头数字电源	$V_{nom} = 1.8 \text{ V}$ $I_{o\max} = 100 \text{ mA}$	
CAM_VDD	94	PO	摄像头模拟电源	$V_{nom} = 2.8 \text{ V}$ $I_{o\max} = 100 \text{ mA}$	
CAM_SPI_CLK	78	DI	摄像头 SPI 时钟		
CAM_MCLK	95	DO	摄像头主时钟		不用则悬空。
CAM_SPI_DATA0	97	DI	摄像头 SPI 数据位 0	1.8 V 电压域。	
CAM_SPI_DATA1	98	DI	摄像头 SPI 数据位 1		
CAM_RST	111	DO	摄像头复位		

CAM_PWDN	115	DO	摄像头关断		
CAM_I2C_SCL	103	OD	摄像头 I2C 时钟		不用则悬空。
CAM_I2C_SDA	114	OD	摄像头 I2C 数据		使用时需接外部上拉电阻。

GPIO 接口

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

其他接口

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
SD_DET	104	DI	SD 卡热插拔检测	1.8 V 电压域	
1PPS	51	DO	1PPS 脉冲输出		不用则悬空。
SDIO1_CLK	110	DO	SD 卡时钟	3.2 V 电压域	

GND

引脚名	引脚号
GND	3、31、48、50、54、55、58、59、61、62、67~74、79~82、89~91、100~102

预留引脚

引脚名	引脚号
RESERVED	11~14、57、63、65、66、99、112、113、117、118

备注

引脚 18、19、30、38、39 (W_DISABLE#、AP_READY、MAIN_DTR、MAIN_DCD、MAIN_RI) 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]。

2.6. 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	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 <code>VBAT_RF</code> 和 <code>VBAT_BB</code> 引脚仍然通电。

备注

API 详情请参考文档 [3]。

3.2. 睡眠模式

在睡眠模式下，模块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。

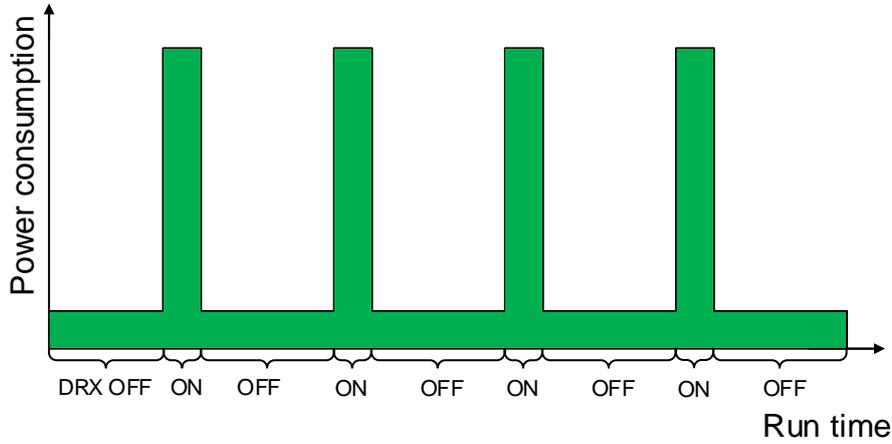


图 3：睡眠模式下模块功耗示意图

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 3 个条件使模块进入睡眠模式：

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

主机和模块之间的连接参考下图：

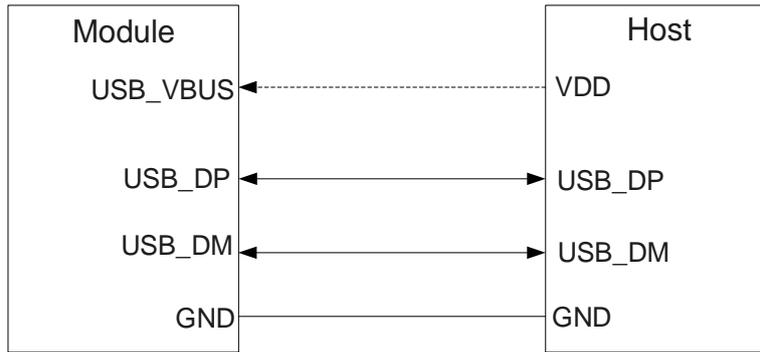


图 4：支持 USB 挂起和唤醒功能的睡眠应用

通过 USB 向模块发送数据将会唤醒模块。

备注

模块在 Linux 系统下支持 USB 挂起，Windows 系统下不支持 USB 挂起。

3.2.2. USB 应用场景（不支持 USB 挂起功能）

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：

- 使用 `ql_autosleep_enable()` 启用睡眠功能。
- 确保已释放所有唤醒锁。
- 断开 USB_VBUS 供电。

模块与主机之间的连接参考下图：

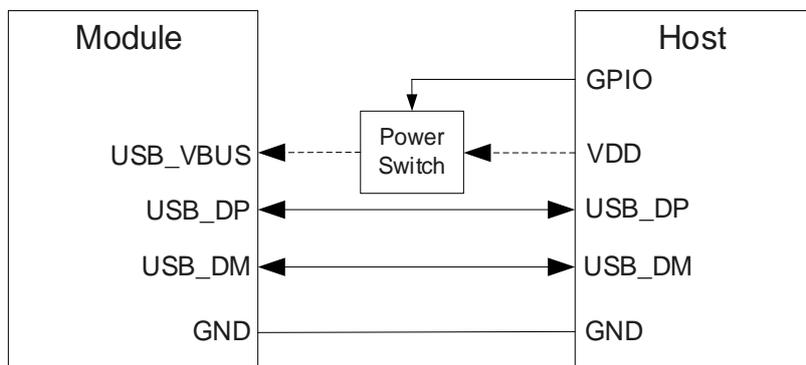


图 5：不支持 USB 挂起功能的睡眠应用

恢复 USB_VBUS 供电即可唤醒模块。

备注

请注意模块和主机连接信号的电平匹配问题。

3.3. 飞行模式

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

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

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

3.4. PSM 模式

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 PSM。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_EINT	96	DI	PSM 中断唤醒	外部拉高电平，退出 PSM 模式。不用则悬空。
PSM_IND*	1	DO	PSM 模式指示	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

模块有 4 个 VBAT 引脚用于连接外部电源。

- 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		模块射频电源				
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 3.0 A 的供电能力。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。若输入与输出电压之间存在比较大的电压差，则建议使用开关电源转换器。

下图是 5 V 供电电路的参考设计。其典型输出电压为 3.8 V，负载电流峰值达到 3.0 A。

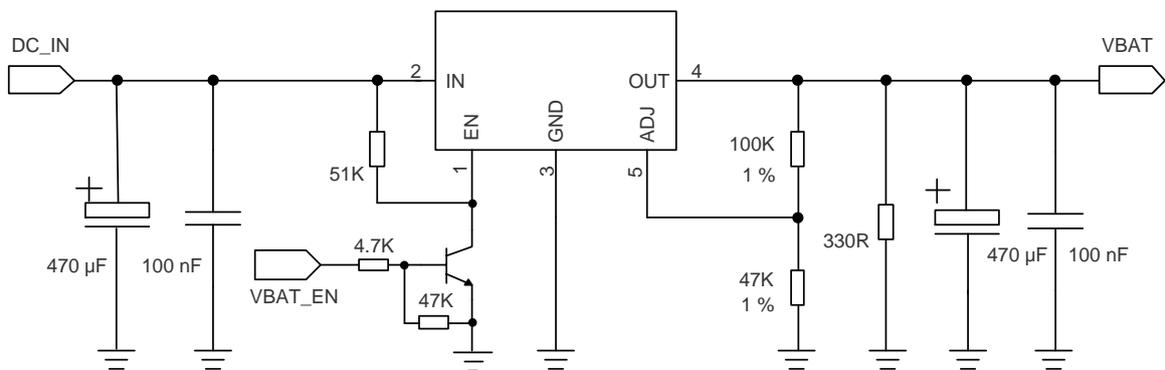


图 6: 供电输入参考设计图

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：

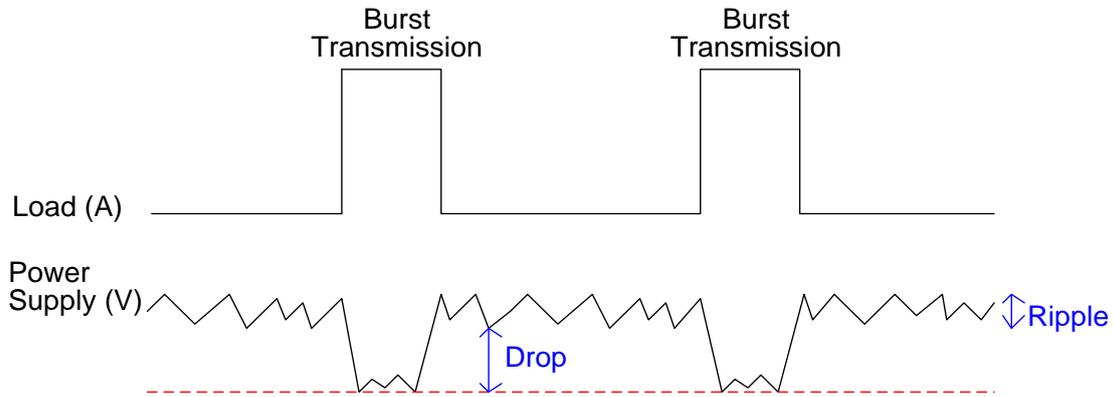


图 7：突发传输电源要求

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 (100 nF 、 33 pF 、 10 pF) 具有最佳 ESR 性能的片式多层陶瓷电容 (MLCC)，且电容靠近 VBAT_BB 和 VBAT_RF 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，线宽应越宽。

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：

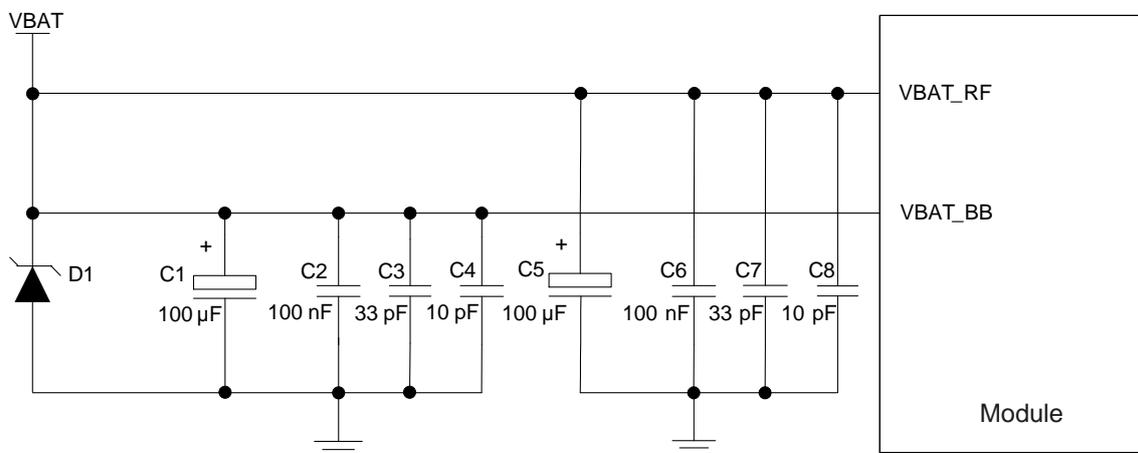


图 8：模块供电电路

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。推荐使用开集或开漏驱动电路来控制 PWRKEY 引脚。参考电路如下：

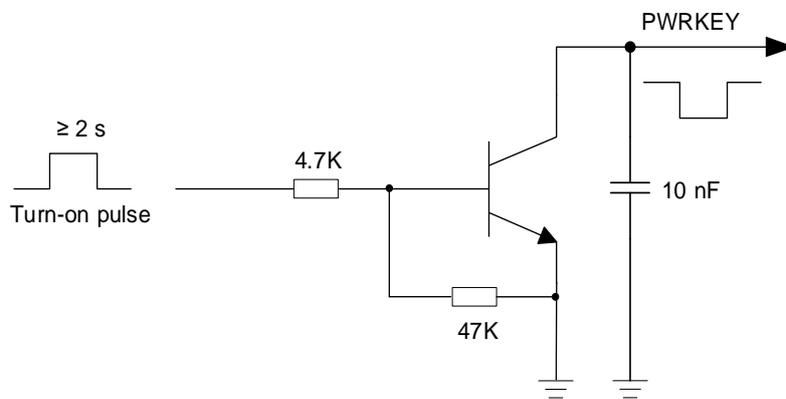


图 9: PWRKEY 驱动参考电路

另一种控制 PWRKEY 引脚的方式是直接通过一个按钮开关；为防止接触时产生静电冲击，按钮附近需放置一个 TVS 管用于 ESD 防护。参考电路如下：

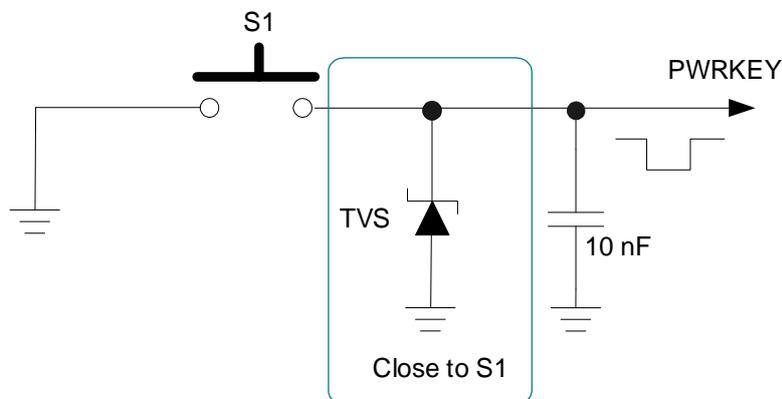


图 10: 按钮参考电路

若客户需要上电自动开机功能，可以把 PWRKEY 直接下拉到地，下拉电阻建议小于 1 kΩ，但需保证上电前 VBAT 电压低于 0.5 V。

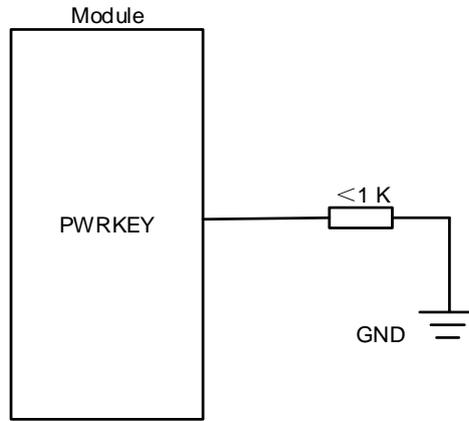


图 11：上电自动开机参考电路

开机时序图如下所示：

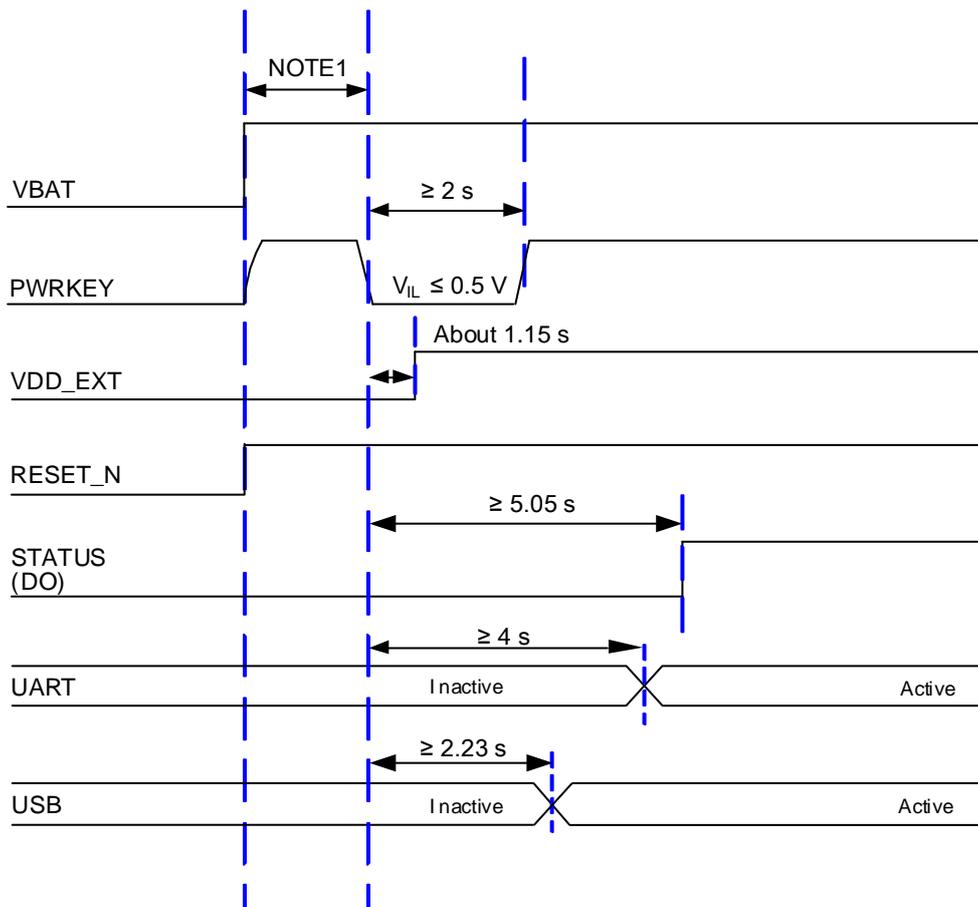


图 12：开机时序图

备注

1. 在拉低 PWRKEY 引脚之前，需保证 VBAT 电压稳定。建议 VBAT 上电稳定至少 30 ms 后再拉低 PWRKEY。
2. PWRKEY 引脚长期接地时，使用 API 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 的方法实现开关机。
3. 针对以下两种开机场景需特别注意：
 - 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 上电稳定至少 2 秒后再执行拉低 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 接入电源至少 2 秒后再执行拉低 PWRKEY 动作。
4. 需保证上电前模块的 VBAT 引脚电压低于 0.5 V。

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()`。API 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：

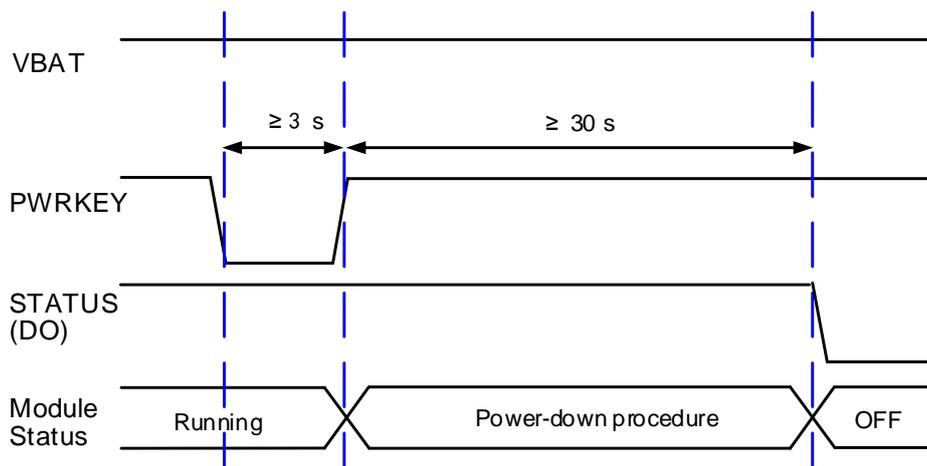


图 13: 关机时序图

3.7.2. API 关机

`ql_power_down()` 可用来执行模块关机。此操作与拉低 PWRKEY 关机的时序和效果相同。

备注

1. 当模块正常工作时，不要立即切断模块电源，以避免损坏模块内部存储芯片中的数据。建议先通过 PWRKEY 或者 API 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 信号对干扰信号比较敏感，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。不用则建议预留测试点。

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

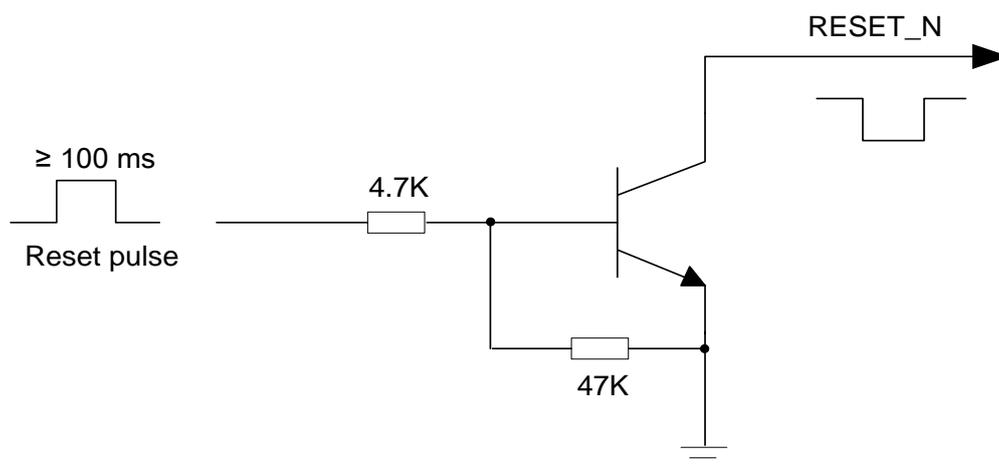


图 14: 开集驱动复位参考电路

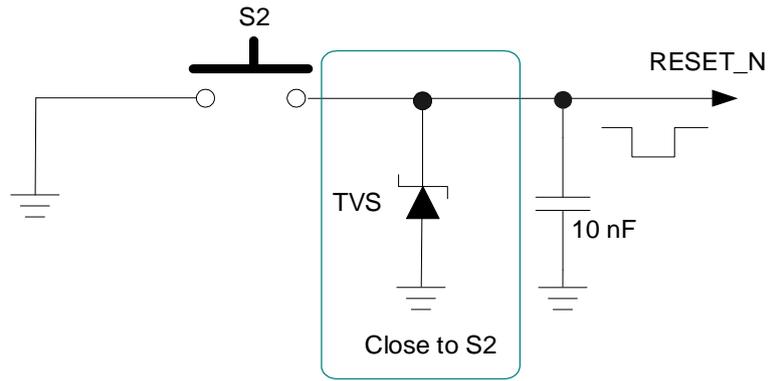


图 15: 按钮复位参考电路

复位时序如下图所示:

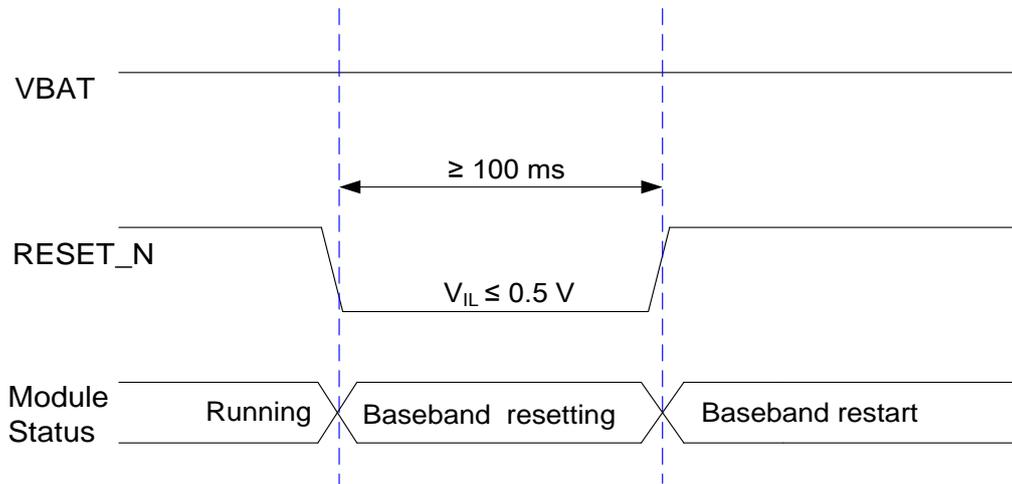


图 16: 复位时序图

备注

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

4 应用接口

4.1. 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。此接口可用于数据传输、软件调试和固件升级。

表 12: 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。

设计时，建议将 USB 接口用于固件升级，并预留测试点以便用于调试。下图为 USB 接口参考设计：

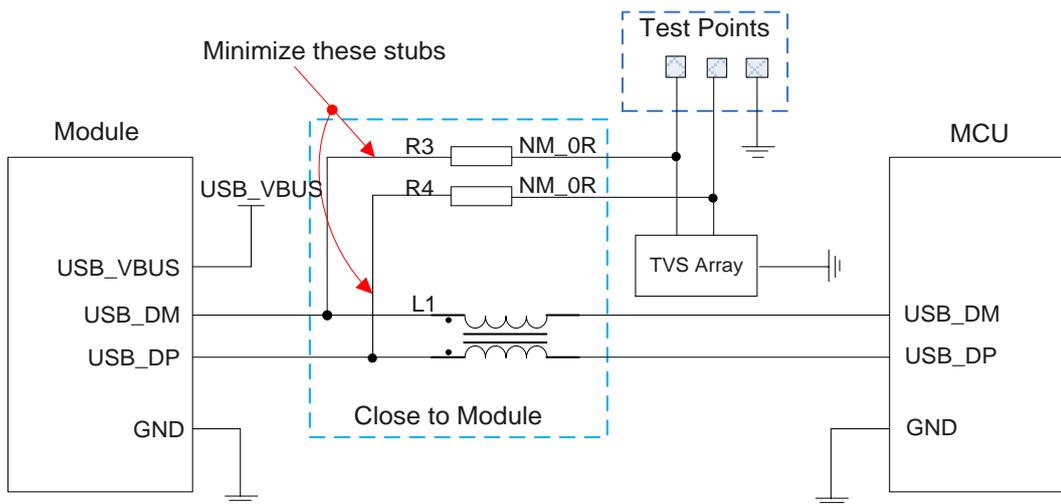


图 17: USB 接口参考电路图

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（R3 和 R4）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、R3、R4 应靠近模块放置，且电阻 R3 和 R4 需要靠近放置。连接测试点的桩线尽量短。

为了确保 USB 的性能，在电路设计中建议遵循以下原则：

- USB 要求按照 90 Ω 阻抗差分线设计，建议内层走线且立体包地处理。
- 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 TVS 阵列选型需特别注意，其寄生电容不要超过 2 pF，且尽量靠近 USB 连接座放置。

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

4.2. USB_BOOT 接口

模块支持紧急下载功能。如在模块上电前上拉 USB_BOOT 至 VDD_EXT，开机后模块将强制进入紧急下载模式。此模式下，模块可通过 USB 接口进行固件升级。

表 13: USB_BOOT 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：

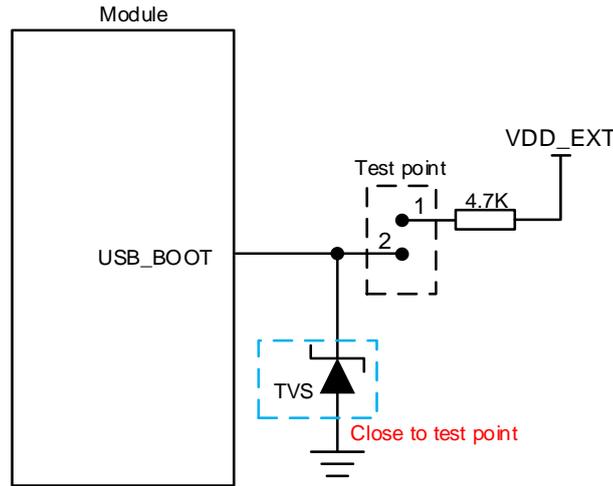


图 18: USB_BOOT 电路参考设计

4.3. (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 14: (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 USIM_DET 引脚，模块可支持(U)SIM 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[7]。

8-pin (U)SIM 接口参考电路如下：

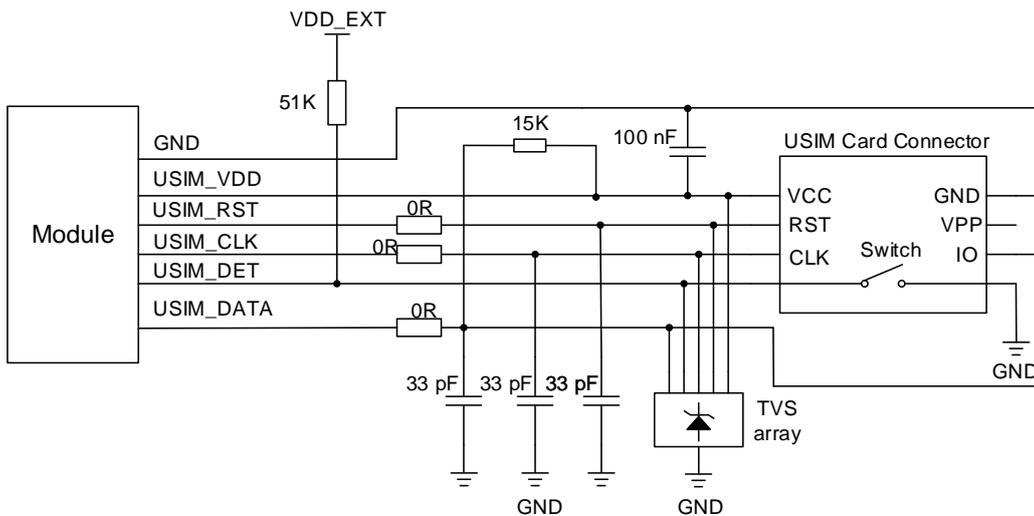


图 19: 8-pin (U)SIM 接口参考电路图

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

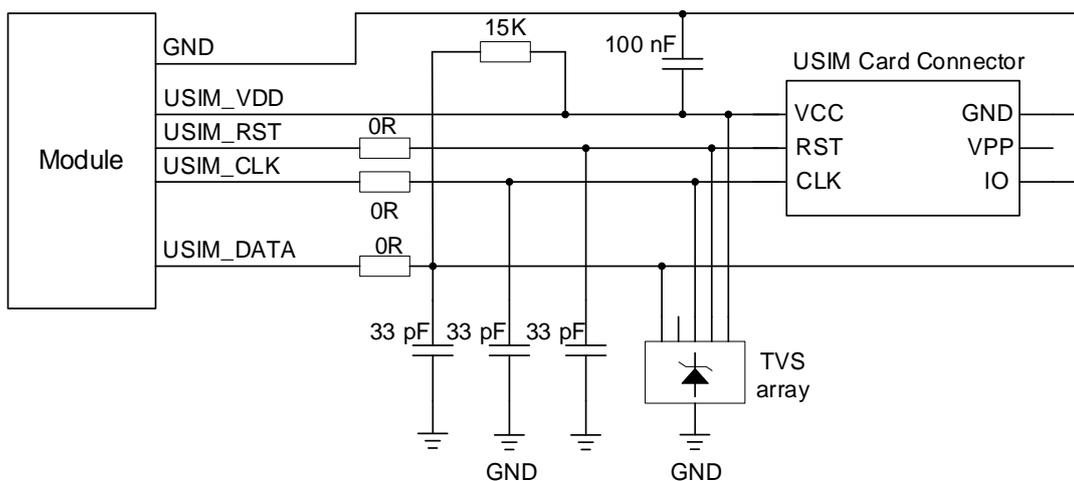


图 20: 6-pin (U)SIM 接口参考电路图

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。
- 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(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 阵列的寄生电容不大于 15 pF。在模块和(U)SIM 卡之间串联 0 Ω 电阻便于调试。在 USIM_DATA、USIM_CLK 和 USIM_RST 线上并联 33 pF 电容用于滤除模块在射频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。

4.4. 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 波特率，用于 Linux 控制台和日志输出。只能作为调试 UART，不能作为通用 UART 使用。
- 辅助 UART：波特率与主 UART 相同。

表 15：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	1.8 V 电压域。 连接至 MCU 的 CTS。不用则悬空。
MAIN_RTS	37	DI	请求发送至模块	1.8 V 电压域。 连接至 MCU 的 RTS。不用则悬空。
MAIN_RXD	34	DI	主 UART 接收	1.8 V 电压域。
MAIN_TXD	35	DO	主 UART 发送	不用则悬空。

表 16: 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。 须预留测试点用于调试。
DBG_TXD	23	DO	调试 UART 发送	

表 17: 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。 不用则悬空。
AUX_RXD	28	DI	辅助 UART 接收	

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电路。

推荐使用 TI 公司的 TXS0104EPWR。下图为使用电平转换器的参考电路设计。

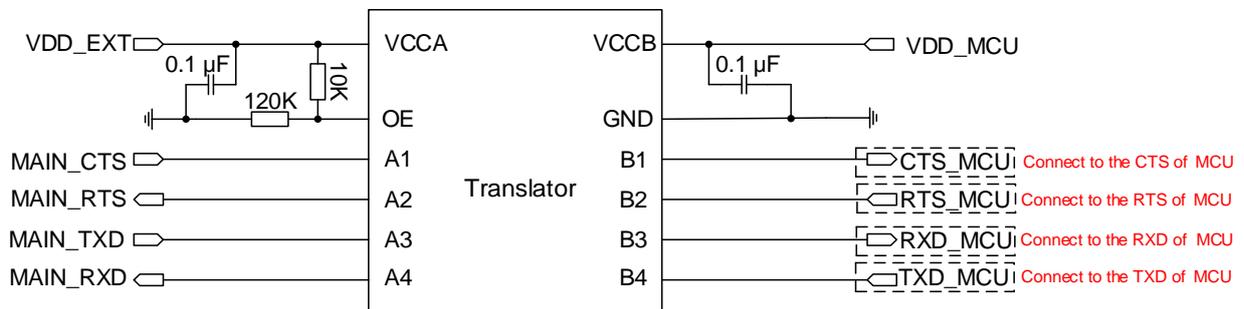


图 21: 电平转换器参考电路

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。

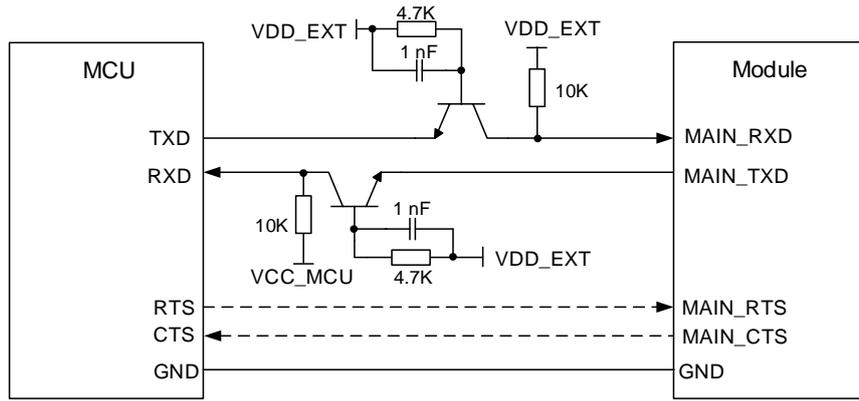


图 22: 三极管电平转换参考电路

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，即模块的 RTS 接到 MCU 的 RTS，模块的 CTS 接到 MCU 的 CTS，并注意信号输入输出方向。

4.5. 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。因此，必须为 Codec 芯片提供一个外部时钟。

PCM 接口支持短帧模式。短帧模式下， $PCM_CLK = \text{通道数} \times PCM_SYNC \times 16 \text{ bit}$ ，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 为音频采样率，采样率范围 8~44.1 kHz。

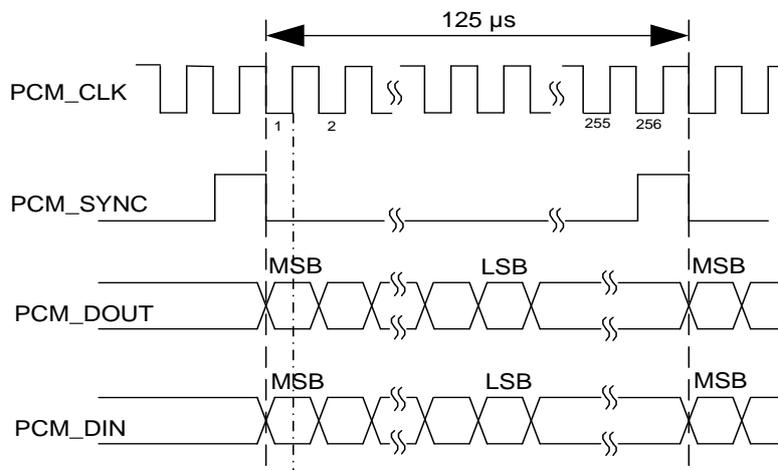


图 23: PCM 时序图

备注

PCM_SYNC 和 PCM_CLK 的时钟均由外部 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频率。

表 18: I2C 和 PCM 接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
I2C_SCL	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	
PCM_DOUT	7	DO	PCM 数据输出	1.8 V 电压域。
PCM_SYNC	5	DI	PCM 帧同步	不用则悬空。 仅支持从模式。
PCM_CLK	4	DI	PCM 时钟	

下图为模块与外部 Codec 芯片的 PCM 和 I2C 接口的参考设计：

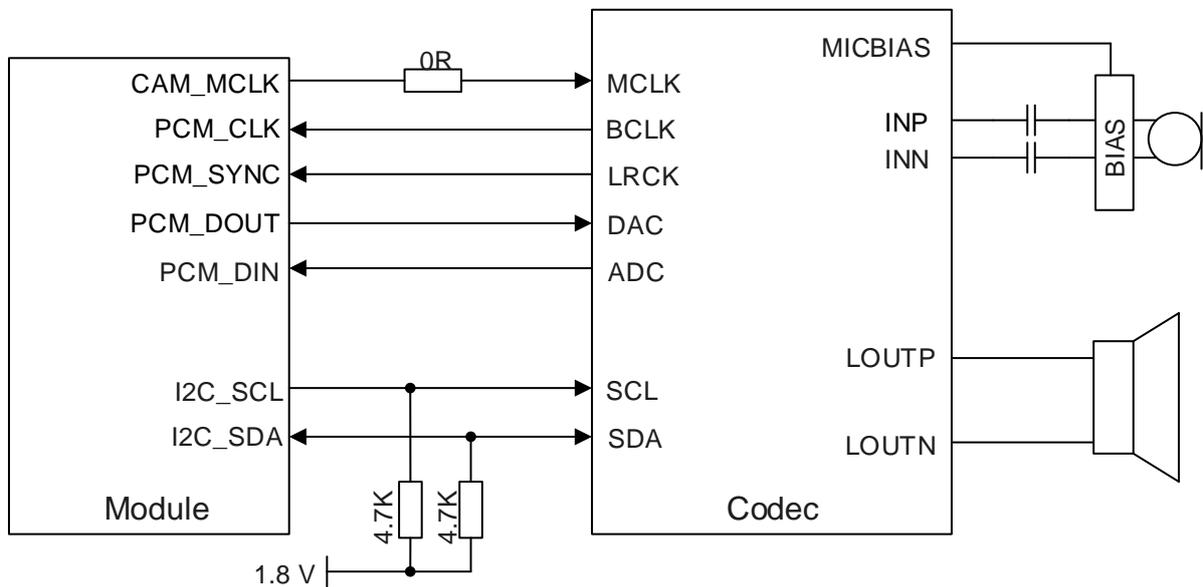


图 24: PCM 和 I2C 接口电路参考设计图

备注

1. 建议在 PCM 的信号线（特别是 CAM_MCLK 以及 PCM_CLK）上预留端接电阻和滤波电容。
2. I2C 总线支持同时挂载多个外设，但不包括 Codec 芯片。换言之，如果 I2C 总线上已挂载 Codec 芯片，则不能再挂载其他任何外设；如总线上无 Codec 芯片，则可挂载多个外设。

4.6. 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 19：音频接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
MIC_N	119	AI	麦克风输入通道 (-)	不用则悬空。
MICBIAS	120	PO	麦克风偏置电压	
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	不用则悬空。
HP_R	124	AO	耳机右声道	
HP_DET	125	DI	耳机热插拔检测	

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

4.6.1. 麦克风接口电路

麦克风接口参考电路下图所示：

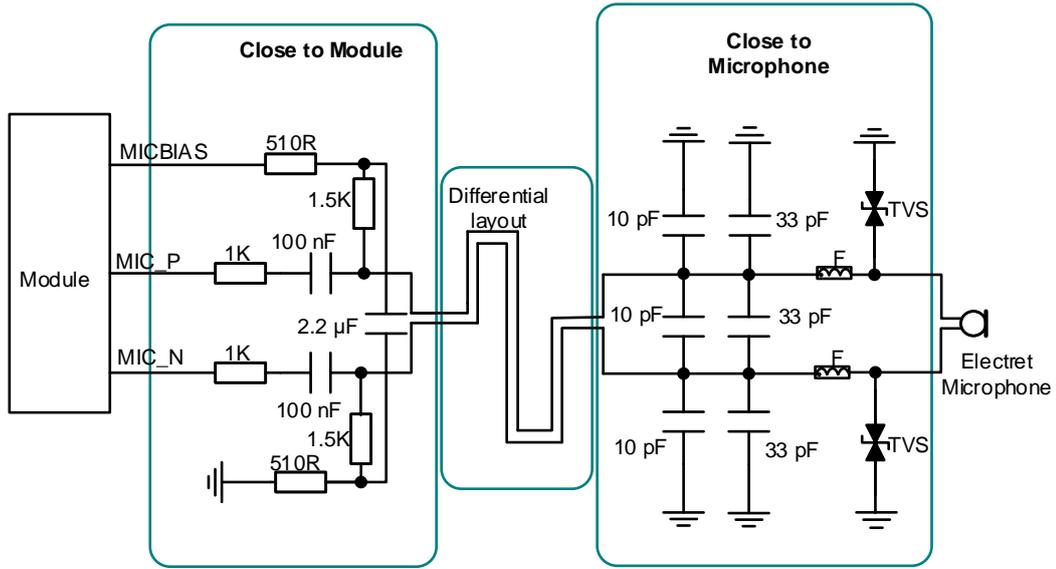


图 25: 麦克风接口参考电路

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。

4.6.2. 听筒接口参考电路

听筒接口参考电路如下图所示：

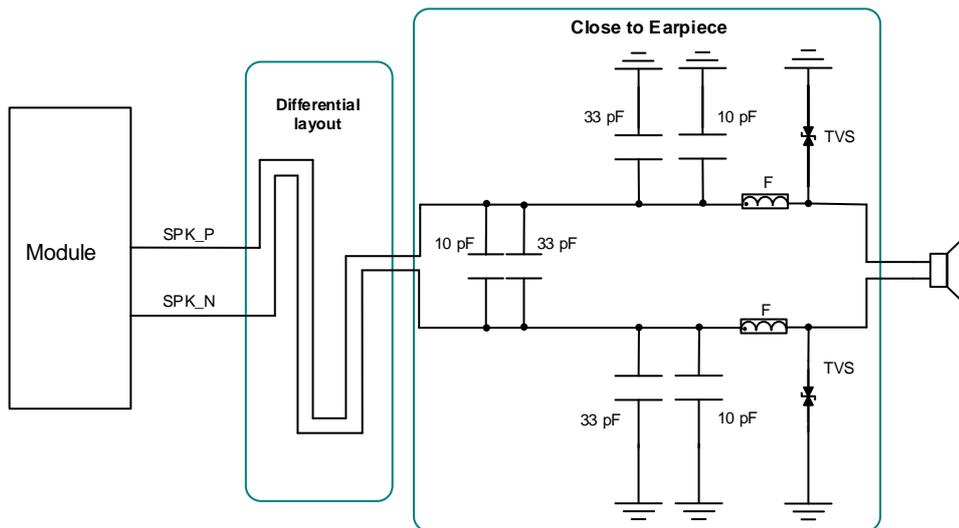


图 26: 听筒接口参考电路

4.6.3. 耳机输出接口电路

耳机输出接口参考电路如下图所示：

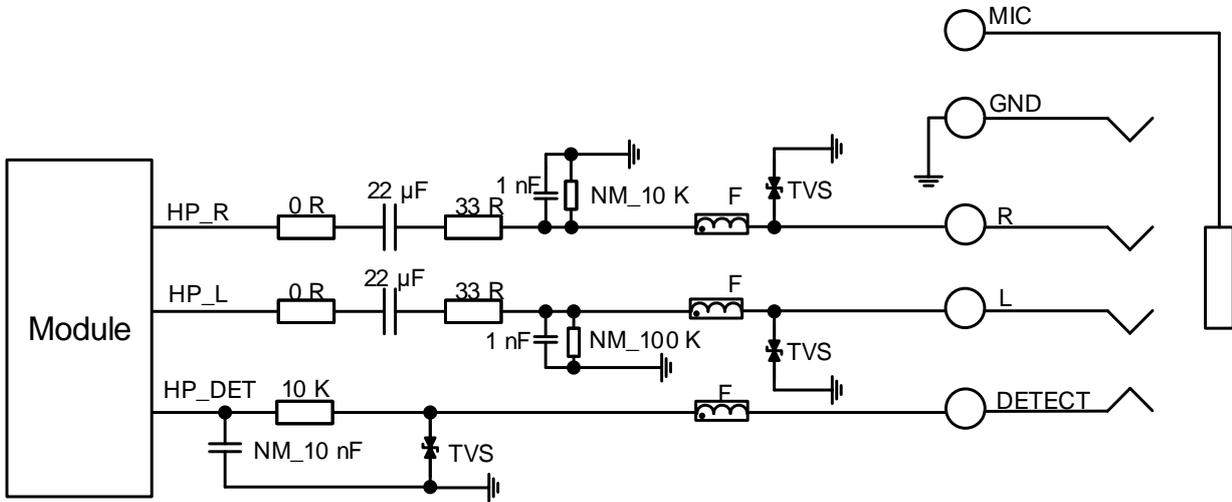


图 27：耳机输出接口参考电路

4.6.4. 音频接口设计注意事项

建议采用内置射频滤波双电容（如 10 pF 和 33 pF）的驻极体麦克风，从干扰源头滤除射频干扰，更大程度减少耦合 TDD 噪音。如果不增加这些电容，则可能会在通话时听到 TDD 噪音。需知，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，甚至有的时候不需要贴该类滤波电容。PCB 板上的射频滤波电容摆放需尽量靠近音频器件或音频接口，且走线尽量短，需先经过滤波电容再到其他连接点。

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

差分音频走线必须遵循差分信号的布线规则。

4.7. ADC 接口

模块支持 2 路 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 20: 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	建议预留分压电路设计。不用则悬空。
ADC1	2	AI		

表 21: ADC 特性

参数	最小值	典型值	最大值	单位
ADC[0:1]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。API 详情, 请参考文档 [8]。

表 22: `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. 当模块未连接 VBAT 电源时, 不要将 ADC 接外部电压, 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, 当使用 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。

4.8. 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 23: 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

1. 通用 SPI 接口用于外接 NOR Flash 时，支持 Flash 基础读、写、擦除等操作，支持文件系统，自带擦写均衡保护，支持 FOTA 升级，支持预置文件，只能存储，不能用来运行代码。
2. 通用 SPI 接口用于外接 NAND Flash 时，支持 Flash 基础读、写、擦除等操作，支持文件系统，自带擦写均衡保护，不支持 FOTA 升级，不支持预置文件，只能存储，不能用来运行代码。

4.9. 外接 Flash 接口

模块支持外接 Flash 芯片，外接 Flash 接口是与模块其他引脚功能复用的。具体请参考如下方式：

表 24: 外接 Flash 接口复用引脚定义

引脚名	引脚号	复用引脚	I/O	备注
PCM_DIN	6	SPI_FLASH1_SIO_0	DIO	连接外接 Flash 芯片的 IO0
PCM_DOUT	7	SPI_FLASH1_SIO_1	DIO	连接外接 Flash 芯片的 IO1
PCM_SYNC	5	SPI_FLASH1_CS	DO	连接外接 Flash 芯片的片选
PCM_CLK	4	SPI_FLASH1_CLK	DO	连接外接 Flash 芯片的时钟
PSM_IND	1	SPI_FLASH1_SIO_2	DIO	连接外接 Flash 芯片的 IO2
STATUS	20	SPI_FLASH1_SIO_3	DIO	连接外接 Flash 芯片的 IO3

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

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

两种接口电路设计详情请参考文档 [9]。

备注

1. 引脚 4~7 还可复用为 1 组通用 SPI 接口，可用于外接 4 线制 Flash 或其他外设。
2. 有关引脚复用的详细信息，请参考文档 [1]。

4.10. LCM 接口

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

表 25: LCM 接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
LCD_TE	92	DI	LCD tearing effect	
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	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 数字电源 LCD_VDDIO 需客户自行设计，推荐值 Vnom = 1.8 V @ 200 mA。
2. LCD 模拟电源 LCD_AVDD 需客户自行设计，推荐值 Vnom = 2.8 V @ 200 mA。

4.11. SD 卡接口

模块提供 1 组符合 SD 2.0 规范的 SD 卡接口。SD 卡接口部分引脚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 26: SD 卡接口复用引脚定义

引脚名	引脚号	复用功能	I/O	描述	备注
W_DISABLE#	18	SDIO1_DATA2	DIO	SDIO1 数据位 2	
AP_READY	19	SDIO1_DATA3	DIO	SDIO1 数据位 3	
MAIN_DTR	30	SDIO1_DATA0	DIO	SDIO1 数据位 0	3.2 V 电压域。
MAIN_DCD	38	SDIO1_CMD	DIO	SD 卡命令	不用则悬空。
MAIN_RI	39	SDIO1_DATA1	DIO	SDIO1 数据位 1	
SDIO1_CLK	110	-	DO	SD 卡时钟	
SD_DET	104	-	DI	SD 卡热插拔检测	1.8 V 电压域。 不用则悬空。

SD 卡参考设计电路如下图所示。

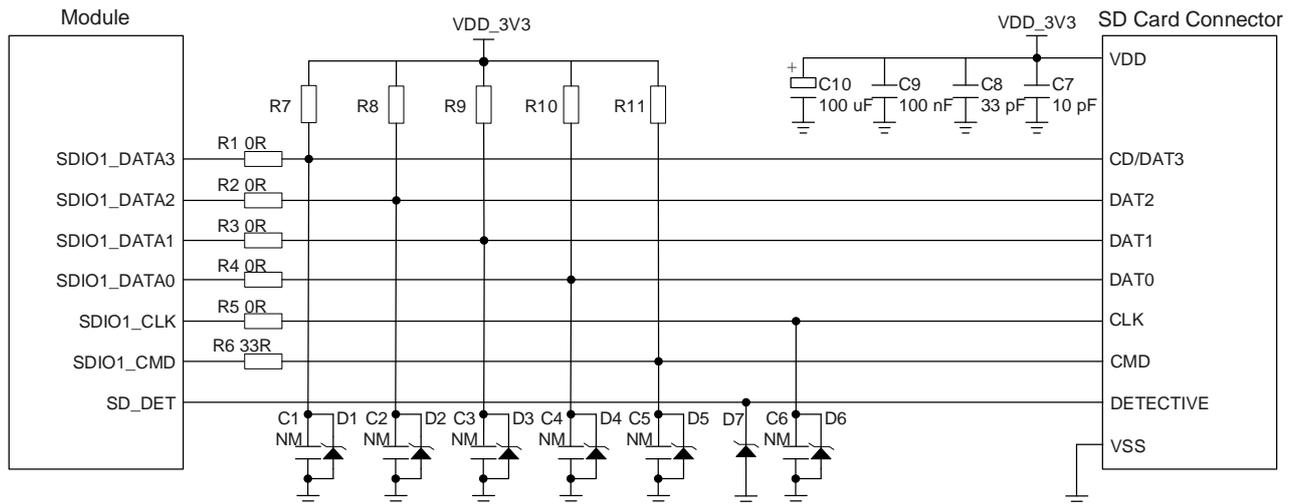


图 28: SD 卡接口电路参考设计图

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 的推荐值为 0 Ω，R6 推荐值为 33 Ω；预留电容 C1~C6，默认不贴。PCB 摆件时电阻、电容需要靠近模块侧放置。
- 为了确保良好的 ESD 性能，建议在 SD 卡引脚处增加 TVS 管，且尽量靠近 SD 卡座摆放，并保证 TVS 管的结电容小于 15 pF。
- SDIO 信号线需要远离敏感信号如射频、模拟信号，以及时钟、DC-DC 等噪声信号。
- SDIO 信号线需要立体包地，阻抗控制在 50 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。

4.12. 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 27：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。
CAM_I2C_SDA	114	OD	摄像头 I2C 数据	使用时外部需接上拉电阻。
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。
CAM_VDDIO	93	PO	摄像头数字电源	不用则悬空。

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 接口用于连接其他外设。

4.13. 指示信号

表 28: 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。
NET_STATUS	21	DO	网络状态指示	不用则悬空。

4.13.1. 网络状态指示

网络状态指示引脚 NET_STATUS 可用于驱动网络状态指示灯。下表描述了其不同网络状态下的工作状态。

表 29: 网络状态指示引脚的工作状态

引脚名	引脚状态	网络状态
NET_STATUS	慢闪 (200 ms @ 高电平/1800 ms @ 低电平)	找网状态, 注网失败
	快闪 (234 ms @ 高电平/266 ms @ 低电平)	注网成功, 待机状态
	速闪 (63 ms @ 高电平/62 ms @ 低电平)	数据传输模式
	高电平	通话中

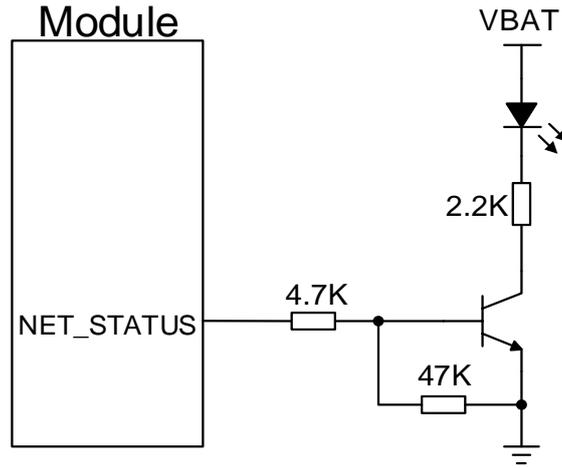


图 29: 网络状态指示参考电路图

4.13.2. STATUS

STATUS 用于指示模块的运行状态。模块正常开机时，该引脚输出高电平。否则输出低电平。

下图为 STATUS 参考电路设计：

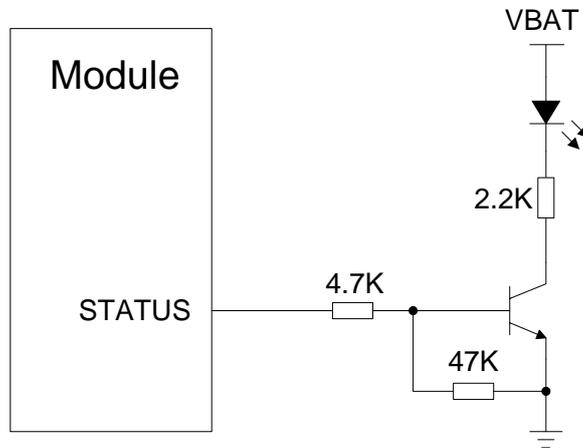


图 30: STATUS 参考电路图

5 射频特性

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

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

5.1. 主天线和蓝牙/Wi-Fi Scan 天线接口

5.1.1. 天线接口和工作频段

表 30: 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 ⁵	56	AIO/ AI	蓝牙与 Wi-Fi Scan 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。

表 31: 工作频段（单位：MHz）

工作频段	发送（MHz）	接收（MHz）
GSM850	824~849	869~894
EGSM900	880~915	925~960
DCS1800	1710~1785	1805~1880
PCS1900	1850~1910	1930~1990

⁵ 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。有关详情请联系移远通信技术支持。

LTE-FDD B1	1920~1980	2110~2170
LTE-FDD B2	1850~1910	1930~1990
LTE-FDD B3	1710~1785	1805~1880
LTE-FDD B4	1710~1755	2110~2155
LTE-FDD B5	824~849	869~894
LTE-FDD B7	2500~2570	2620~2690
LTE-FDD B8	880~915	925~960
LTE-FDD B12	699~716	729~746
LTE-FDD B13	777~787	746~756
LTE-FDD B17	704~716	734~746
LTE-FDD B18	815~830	860~875
LTE-FDD B19	830~845	875~890
LTE-FDD B20	832~862	791~821
LTE-FDD B25	1850~1915	1930~1995
LTE-FDD B26	814~850	859~894
LTE-FDD B28	703~748	758~803
LTE-FDD B66	1710~1780	2110~2180
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	2496~2690	2496~2690

5.1.2. 天线调谐控制接口

模块可以通过 GRFC 信号控制外部天线调谐器。

表 32: 天线调谐控制接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
GRFC1	76	DO	通用射频控制	不用则悬空。
GRFC2	77	DO		

表 33: 天线调谐控制接口真值表 (单位: MHz)

GRFC1 电平	GRFC2 电平	频段范围	频段
低	低	699~802.9	B12/B13/B17/B28
低	高	814~893.9	<ul style="list-style-type: none"> ● B5/B18/B19/B20/B26 ● GSM850
高	低	880~959.9	<ul style="list-style-type: none"> ● LTE B8 ● EGSM900
高	高	1710~2689.9	<ul style="list-style-type: none"> ● B1/B2/B3/B4/B7/B25/B34/B38/B39/B40/B41/B66 ● DCS1800/PCS1900

5.1.3. 发射功率

表 34: 射频发射功率

频段	发射功率最大值	发射功率最小值
GSM850	33 dBm ±2 dB	5 dBm ±5 dB
EGSM900	33 dBm ±2 dB	5 dBm ±5 dB
DCS1800	30 dBm ±2 dB	0 dBm ±5 dB
PCS1900	30 dBm ±2 dB	0 dBm ±5 dB
LTE-FDD B1/B2/B3/B4/B5/B7/B8/ B12/B13/B17/B18/B19/B20/B25/B26/B28/B66	23 dBm ±2 dB	< -39 dBm
LTE-TDD B34/B38/B39/B40/B41	23 dBm ±2 dB	< -39 dBm

5.1.4. 接收灵敏度

表 35: 射频接收灵敏度 (单位: dBm)

频段	接收灵敏度 (典型值)	
	主集	3GPP 要求
GSM850	-108.6	-102.0
EGSM900	-108.4	-102.0
DCS1800	-108.1	-102.0
PCS1900	-108.3	-102.0
LTE-FDD B1 (10 MHz)	-98.2	-96.3
LTE-FDD B2 (10 MHz)	-98.9	-94.3
LTE-FDD B3 (10 MHz)	-99.0	-93.3
LTE-FDD B4 (10 MHz)	-98.2	-96.3
LTE-FDD B5 (10 MHz)	-99.3	-94.3
LTE-FDD B7 (10 MHz)	-96.3	-94.3
LTE-FDD B8 (10 MHz)	-99.2	-93.3
LTE-FDD B12 (10 MHz)	-98.0	-93.3
LTE-FDD B13 (10 MHz)	-99.1	-93.3
LTE-FDD B17 (10 MHz)	-97.5	-93.3
LTE-FDD B18 (10 MHz)	-99.0	-96.3
LTE-FDD B19 (10 MHz)	-99.5	-96.3
LTE-FDD B20 (10 MHz)	-98.9	-93.3
LTE-FDD B25 (10 MHz)	-98.3	-92.8
LTE-FDD B26 (10 MHz)	-98.9	-93.8
LTE-FDD B28 (10 MHz)	-99.4	-94.8
LTE-FDD B66 (10 MHz)	-98.1	-96.5

LTE-TDD B34 (10 MHz)	-99.0	-96.3
LTE-TDD B38 (10 MHz)	-99.0	-96.3
LTE-TDD B39 (10 MHz)	-99.7	-96.3
LTE-TDD B40 (10 MHz)	-99.2	-96.3
LTE-TDD B41 (10 MHz)	-98.6	-94.3

5.1.5. 参考设计

ANT_MAIN 和 ANT_BT/WIFI_SCAN 参考设计如下图所示。为提高射频性能，应预留 π 型匹配电路。电容默认不贴。

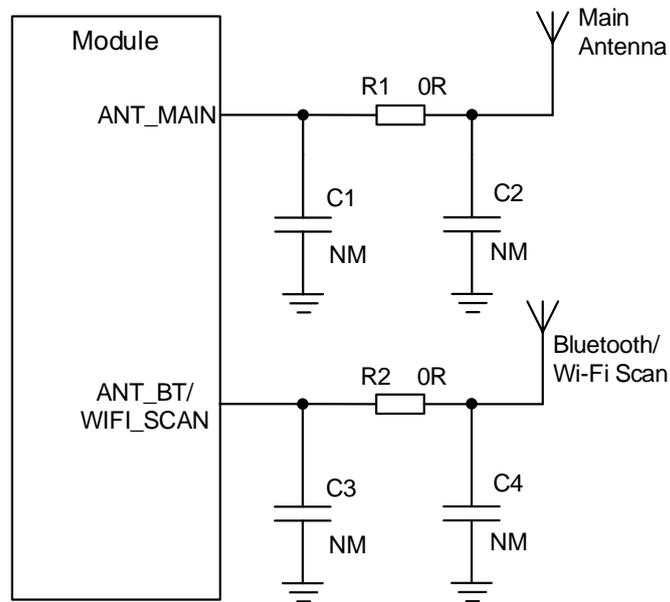


图 31：天线接口参考设计图

备注

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

5.2. GNSS（可选）

模块的相关 GNSS 信息如下：

- 支持 GPS、GLONASS、BDS、Galileo、QZSS 定位系统。
- 支持 NMEA 0183 协议，默认通过 USB 接口输出 NMEA 语句（数据更新率：1 Hz）。
- GNSS 功能默认关闭，需通过 `ql_gnss_switch()` 启用。API 详情请参考文档 [10]。

5.2.1. 天线接口和工作频段

表 36: GNSS 天线引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
ANT_GNSS	49	AI	GNSS 天线接口	50 Ω 特性阻抗。 不用则悬空。

表 37: 工作频段（单位：MHz）

类型	频段
GPS	1575.42 ±1.023
GLONASS	1597.5~1605.8
Galileo	1575.42 ±2.046
BDS	1561.098 ±2.046
QZSS	1575.42±1.023

5.2.2. GNSS 性能

表 38: GNSS 性能

参数	描述	条件	典型值	单位
灵敏度	捕获		-145	dBm
	重捕	独立模式	-160	
	追踪		-159	
首次定位时间	冷启动 @ 空旷区域	独立模式	28	s

温启动 @ 空旷区域	独立模式	28	
热启动 @ 空旷区域	独立模式	4	
定位精度	CEP-50	独立模式 @ 空旷区域	2.5 m

备注

1. 追踪灵敏度：模块可以保持对导航信号的跟踪和定位所需的最低信号电平（持续定位至少 3 分钟）。
2. 重捕灵敏度：模块接收的导航信号失锁后 3 分钟内，重新捕获导航信号并正常定位所需的最低信号电平。
3. 捕获灵敏度：模块进行冷启动后 3 分钟内，捕获导航信号并成功定位所需的最低信号电平。

5.2.3. 参考设计

GNSS 天线连接参考电路如下图所示。

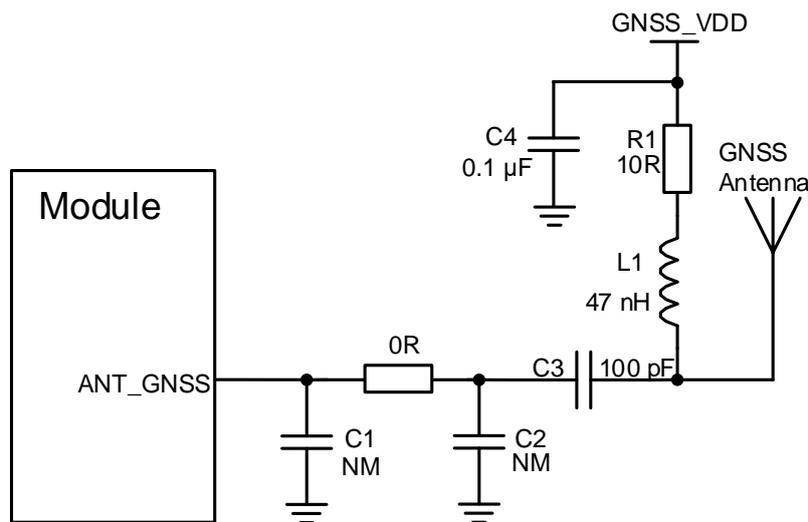


图 32: GNSS 天线参考电路

备注

1. 可根据有源天线类型选用外部 LDO 供电，GNSS_VDD 电源标称值为 3.3 V @ 30 mA。
2. 若选用无源天线，则无需设计 GNSS_VDD 电路。

5.3. 射频信号线布线指导

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

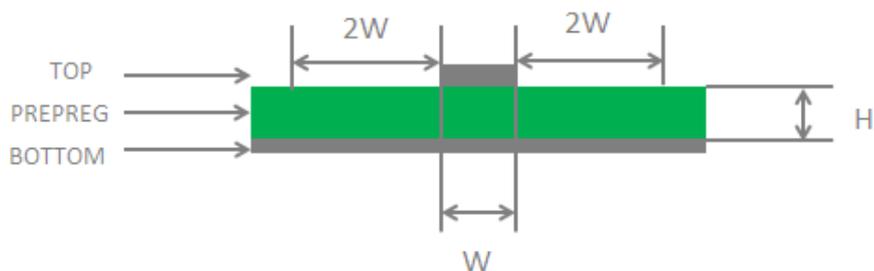


图 33: 两层 PCB 板微带线结构

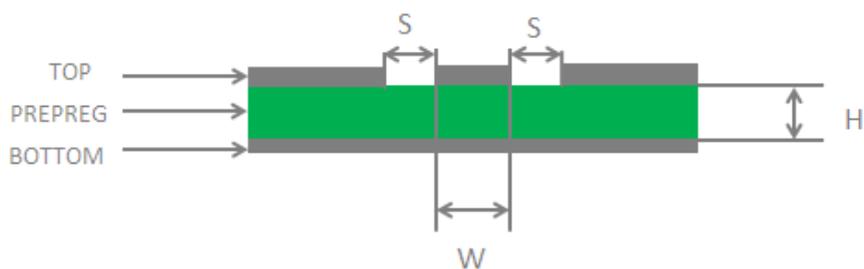


图 34: 两层 PCB 板共面波导结构

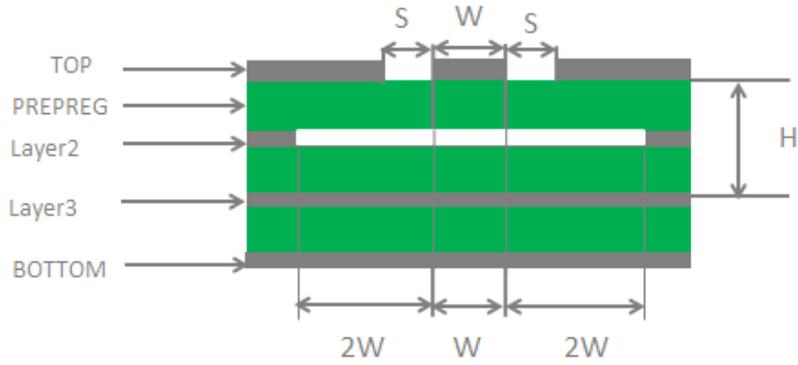


图 35: 四层 PCB 板共面波导结构 (参考地为第三层)

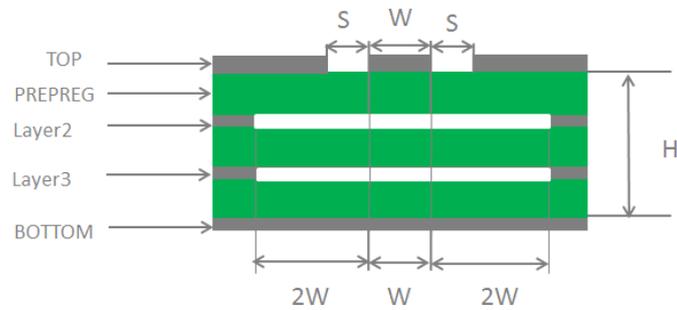


图 36: 四层 PCB 板共面波导结构 (参考地为第四层)

在射频天线接口的电路设计中，为了确保射频信号的良好性能与可靠性，建议遵循以下设计原则：

- 应使用阻抗模拟计算工具对射频信号线进行精确的 $50\ \Omega$ 阻抗控制。
- 与射频引脚相邻的地引脚不做热焊盘，要与地充分接触。
- 射频引脚到射频连接器之间的距离应尽量短，同时避免直角走线，建议走线夹角保持为 135° 。
- 建立连接器件的封装时，信号脚需与地保持距离。
- 射频信号线参考的地平面应完整；在信号线和参考地周边增加一定量的地孔可以帮助提升射频性能；地孔和信号线之间的距离应至少为 2 倍线宽 ($2 \times W$)。
- 射频信号线必须远离干扰源，避免和相邻层的任何信号线交叉或平行。

更多关于射频布线的说明，请参考文档 [11]。

5.4. 天线设计要求

表 39: 天线设计要求

天线类型	要求
	<ul style="list-style-type: none"> ● 频率范围: 1559~1609 MHz ● 右旋圆极化或线性极化 ● VSWR: ≤ 2 (典型值) ● 与主天线隔离度: > 40 dB
GNSS (可选)	<p>使用无源天线: 无源天线增益: > 0 dBi</p> <hr/> <p>使用有源天线: 有源天线噪声系数: < 1.5 dB 有源天线增益: > 0 dBi 有源天线内嵌 LNA 增益: < 17 dB</p>
GSM/LTE	<ul style="list-style-type: none"> ● VSWR: ≤ 2 ● 效率: > 30 % ● 最大输入功率: 50 W ● 输入阻抗: 50 Ω ● 极化: 垂直方向 ● 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)

5.5. 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。

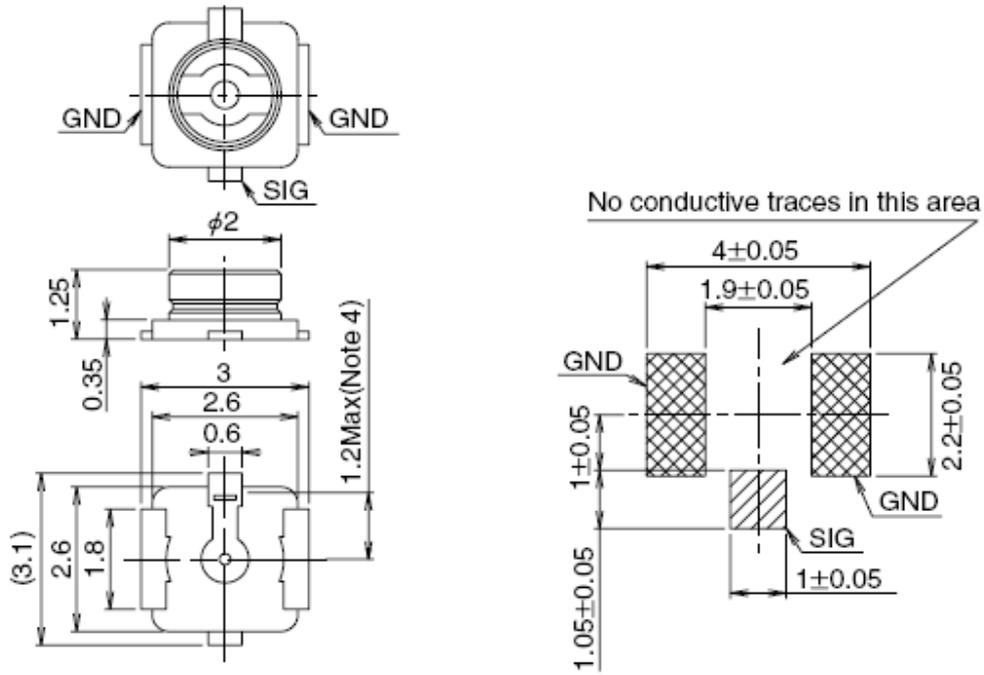


图 37: 天线座尺寸 (单位: 毫米)

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 38: 与天线座匹配的插头规格

下图为插头和连接器安装尺寸:

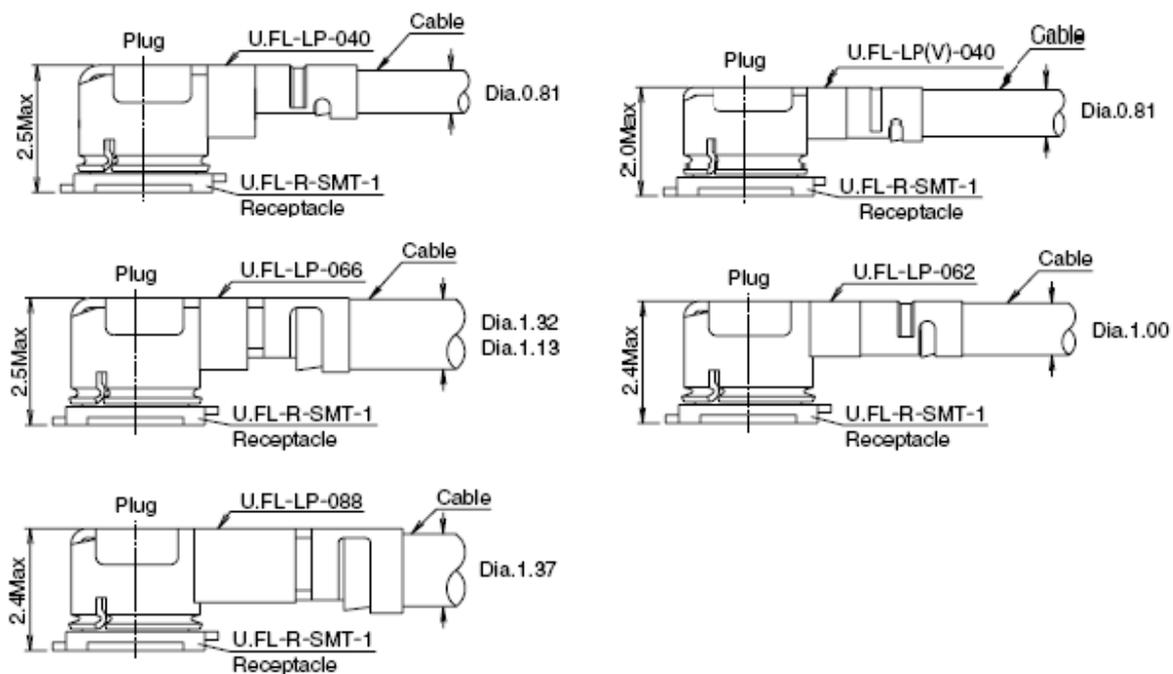


图 39: 射频连接器安装图 (单位: 毫米)

详细信息请参考 <http://www.hirose.com>。

6 电气性能和可靠性

6.1. 绝对最大额定值

表 40: 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	-	1.0	A
VBAT_RF 最大电流	-	2.5	A
数字接口电压	-0.3	2.3	V
ADC[0:1]电压	0	VBAT	V

6.2. 电源额定值

表 41: 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	处在最大发射功率等级时	-	-	400	mV
I _{VBAT}	峰值电流	处在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 42: 功耗

描述	条件	典型值	单位	
关机模式	关机	34	μA	
	最小功能模式 (USB 断开)	1.4	mA	
	最小功能模式 (USB 连接)	2.5	mA	
	飞行模式 (USB 断开)	1.5	mA	
	飞行模式 (USB 连接)	2.6	mA	
	EGSM900 @ DRX = 2 (USB 断开)	2.3	mA	
	EGSM900 @ DRX = 5 (USB 断开)	1.8	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)	1.8	mA	
	睡眠模式	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)	2.9	mA
LTE-FDD @ PF = 64 (USB 断开)		2.1	mA	
LTE-FDD @ PF = 64 (USB 连接)		3.6	mA	
LTE-FDD @ PF = 128 (USB 断开)		1.7	mA	
LTE-FDD @ PF = 256 (USB 断开)		1.5	mA	
LTE-TDD @ PF = 32 (USB 断开)		3.0	mA	
LTE-TDD @ PF = 64 (USB 断开)	2.1	mA		
LTE-TDD @ PF = 64 (USB 连接)	3.6	mA		
LTE-TDD @ PF = 128 (USB 断开)	1.7	mA		

空闲模式	LTE-TDD @ PF = 256 (USB 断开)	1.5	mA
	EGSM900 @ DRX = 5 (USB 断开)	14.1	mA
	EGSM900 @ DRX = 5 (USB 连接)	30	mA
	LTE-FDD @ PF = 64 (USB 断开)	14.2	mA
	LTE-FDD @ PF = 64 (USB 连接)	30.2	mA
	LTE-TDD @ PF = 64 (USB 断开)	14.3	mA
	LTE-TDD @ PF = 64 (USB 连接)	30.2	mA
LTE 数据传输	LTE-FDD B1 @ 22.93 dBm	773	mA
	LTE-FDD B2 @ 22.93 dBm	604	mA
	LTE-FDD B3 @ 22.86 dBm	718	mA
	LTE-FDD B4 @ 22.93 dBm	683	mA
	LTE-FDD B5 @ 23.51 dBm	677	mA
	LTE-FDD B7 @ 22.93 dBm	855	mA
	LTE-FDD B8 @ 22.79 dBm	669	mA
	LTE-FDD B12 @ 22.93 dBm	613	mA
	LTE-FDD B13 @ 22.93 dBm	623	mA
	LTE-FDD B17 @ 22.93 dBm	614	mA
	LTE-FDD B18 @ 22.93 dBm	661	mA
	LTE-FDD B19 @ 22.93 dBm	663	mA
	LTE-FDD B20 @ 22.93 dBm	712	mA
	LTE-FDD B25 @ 22.93 dBm	642	mA
	LTE-FDD B26 @ 22.93 dBm	688	mA
	LTE-FDD B28 @ 22.93 dBm	666	mA
	LTE-FDD B66 @ 22.93 dBm	673	mA
LTE-TDD B34 @ 23.32 dBm	280	mA	
LTE-TDD B38 @ 23.29 dBm	450	mA	

	LTE-TDD B39 @ 23.15 dBm	268	mA	
	LTE-TDD B40 @ 22.97 dBm	386	mA	
	LTE-TDD B41 @ 23.06 dBm	402	mA	
	GSM850 4DL/1UL @ 32.95 dBm	234	mA	
	GSM850 3DL/2UL @ 30.94 dBm	338	mA	
	GSM850 2DL/3UL @ 29.02 dBm	396	mA	
	GSM850 1DL/4UL @ 27.03 dBm	417	mA	
	EGSM900 4DL/1UL @ 32.27 dBm	230	mA	
	EGSM900 3DL/2UL @ 31.01 dBm	378	mA	
	EGSM900 2DL/3UL @ 29.20 dBm	447	mA	
	EGSM900 1DL/4UL @ 27.41 dBm	488	mA	
GPRS 数据传输	DCS1800 4DL/1UL @ 30.95 dBm	189	mA	
	DCS1800 3DL/2UL @ 28.76 dBm	272	mA	
	DCS1800 2DL/3UL @ 26.64 dBm	310	mA	
	DCS1800 1DL/4UL @ 24.35 dBm	322	mA	
	PCS1900 4DL/1UL @ 30.17 dBm	168	mA	
	PCS1900 3DL/2UL @ 28.08 dBm	238	mA	
	PCS1900 2DL/3UL @ 26.13 dBm	276	mA	
	PCS1900 1DL/4UL @ 24.10 dBm	288	mA	
		GSM850 PCL = 5 @ 32.88 dBm	239	mA
		GSM850 PCL = 12 @ 18.87 dBm	90	mA
	GSM850 PCL = 19 @ 4.77 dBm	63	mA	
GSM 语音通话	EGSM900 PCL = 5 @ 32.72 dBm	257	mA	
	EGSM900 PCL = 12 @ 19.35 dBm	99	mA	
	EGSM900 PCL = 19 @ 4.82 dBm	64	mA	
	DCS1800 PCL = 0 @ 30.35 dBm	188	mA	

DCS1800 PCL = 7 @ 16.39 dBm	80	mA
DCS1800 PCL = 15 @ 1.29 dBm	61	mA
PCS1900 PCL = 0 @ 30.06 dBm	172	mA
PCS1900 PCL = 7 @ 16.01 dBm	78	mA
PCS1900 PCL = 15 @ 1.29 dBm	61	mA

6.4. 数字逻辑电平特性

表 43: 1.8 V I/O 要求 (单位: V)

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

表 44: (U)SIM 卡低电压 I/O 要求 (单位: V)

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

表 45: (U)SIM 卡高电压 I/O 要求 (单位: V)

参数	描述	最小值	最大值
USIM_VDD	供电	2.9	3.3
V _{IH}	输入高电平	0.7 × USIM_VDD	USIM_VDD
V _{IL}	输入低电平	0	0.15 × USIM_VDD
V _{OH}	输出高电平	0.7 × USIM_VDD	USIM_VDD
V _{OL}	输出低电平	0	0.15 × USIM_VDD

表 46: SDIO 高电压 I/O 要求 (单位: V)

参数	描述	最小值	最大值
V _{IH}	输入高电平	0.7 × VDDIO	-
V _{IL}	输入低电平	-	0.15 × VDDIO
V _{OH}	输出高电平	2.4	VDDIO
V _{OL}	输出低电平	0	0.3

6.5. 静电防护

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

下表为模块引脚的 ESD 耐受电压情况。

表 47: 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
------	------	----	----

6.6. 工作和存储温度

表 48: 工作和存储温度 (单位: °C)

参数	最小值	典型值	最大值
正常工作温度范围 ⁶	-35	+25	+75
扩展工作温度范围 ⁷	-40	+25	+85
存储温度	-40	+25	+90

⁶ 表示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。

⁷ 表示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。

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 40: 俯视及侧视尺寸图 (单位: 毫米)

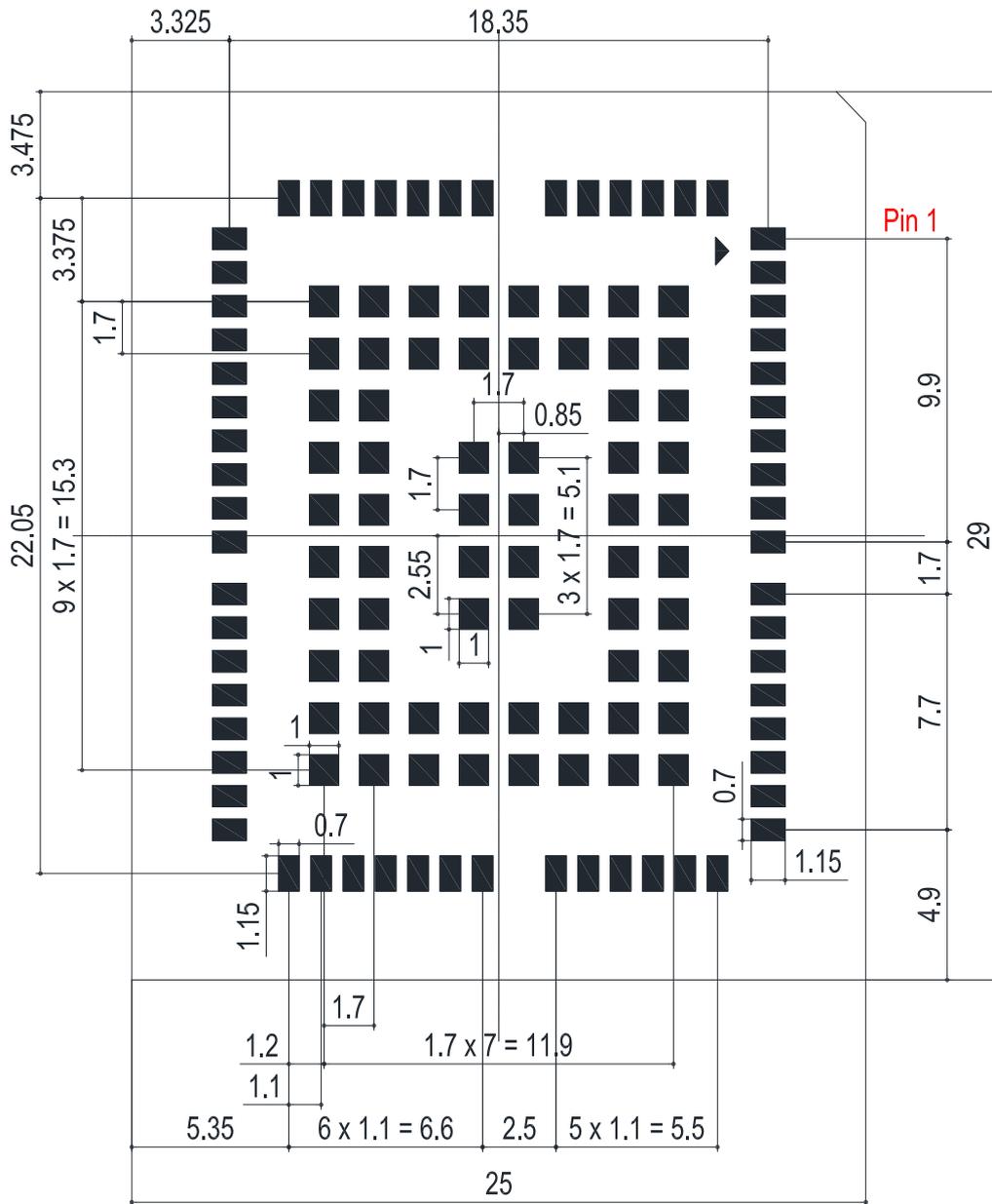


图 41：底部尺寸图（底视图）

备注

移远通信模块的平整度符合 JEITA ED-7306 标准要求。

7.3. 俯视图和底视图

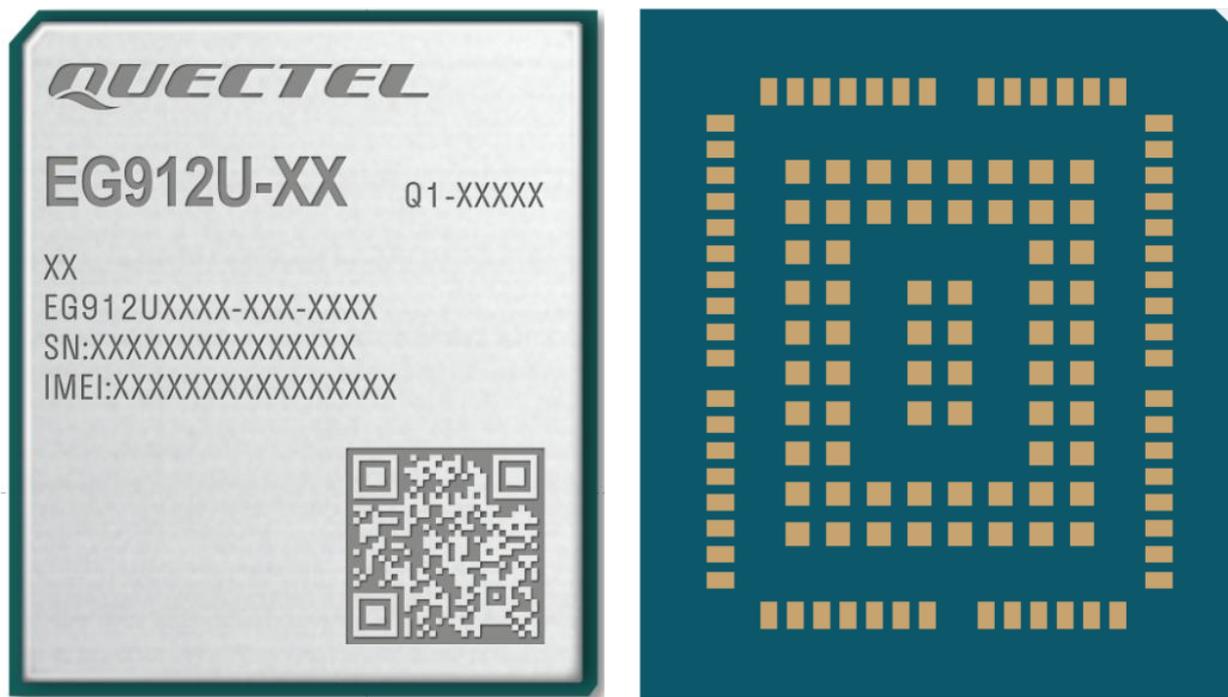


图 43: 模块俯视图和底视图

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⁸。在此条件下，可直接对模块进行回流生产或其他高温操作。否则，需要将模块存储于相对湿度小于 10 % 的环境中（例如，防潮柜）以保持模块的干燥。
4. 若模块处于如下条件，需要对模块进行预烘烤处理以防止模块吸湿受潮再高温焊接后出现的 PCB 起泡、裂痕和分层：
 - 存储温湿度不符合推荐存储条件；
 - 模块拆封后未能根据以上第 3 条完成生产或存放；
 - 真空包装漏气、物料散装；
 - 模块返修前。
5. 模块的预烘烤处理：
 - 需要在 120 ± 5 °C 条件下高温烘烤 8 小时；
 - 二次烘烤的模块须在烘烤后 24 小时内完成焊接，否则仍需在防潮柜内保存。

备注

1. 为预防和减少模块因受潮导致的起泡、分层等焊接不良的发生，应严格进行管控，不建议拆开真空包装后长时间暴露在空气中。
2. 烘烤前，需将模块从包装取出，将裸模块放置在耐高温器具上，以免高温损伤塑料托盘或卷盘；若只需短时间烘烤，请参考 *IPC/JEDEC J-STD-033* 规范。
3. 拆包、放置模块时请注意 ESD 防护，例如，佩戴防静电手套。

⁸ 此车间寿命仅在车间环境符合 *IPC/JEDEC J-STD-033* 规范时适用；不确定车间温湿度环境是否满足条件，或相对湿度大于 60 % 的情况下，请在拆封后 24 小时内完成贴片回流。请勿提前大量拆包。

8.2. 生产焊接

用印刷刮板在网板上印刷锡膏，使锡膏通过网板开口漏印到 PCB 上，印刷刮板力度需调整合适。为保证模块印膏质量，模块焊盘部分对应的钢网厚度推荐为 0.13~0.15 mm。详细信息请参考文档 [12]。

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：

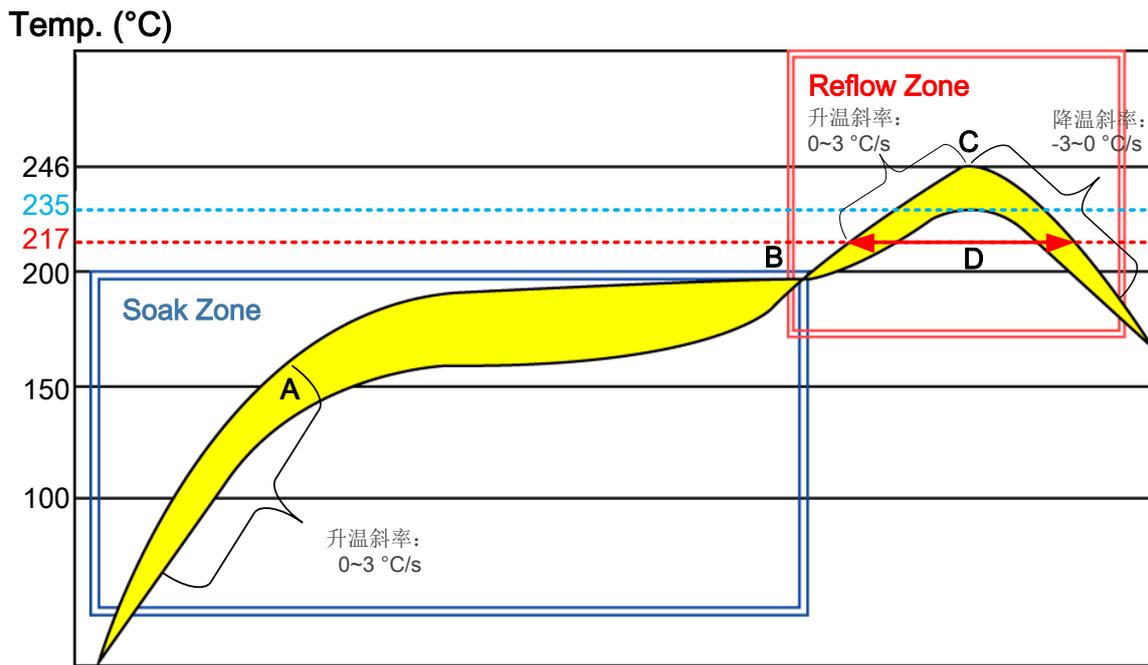


图 44：推荐的炉温曲线图

表 49：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 [12] 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：

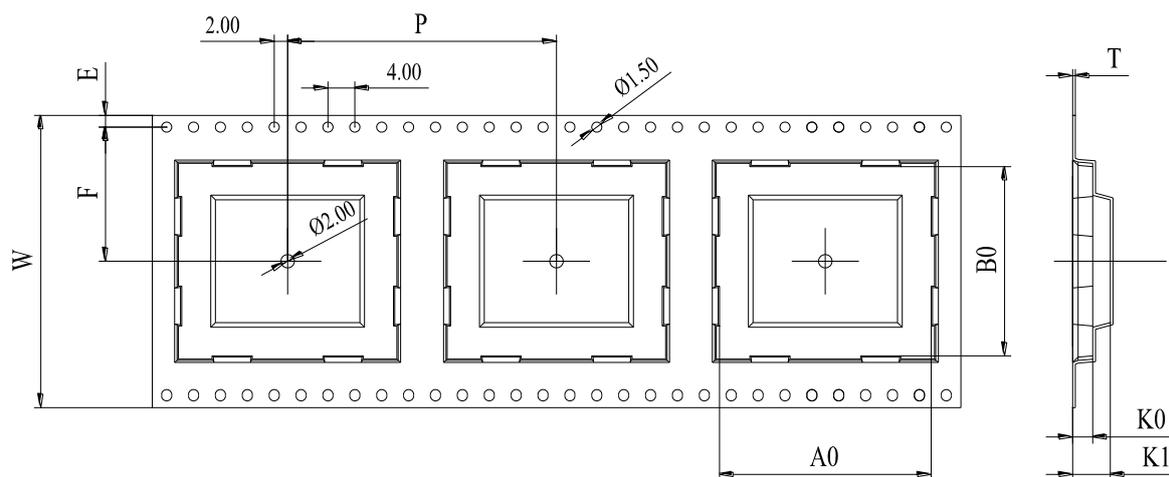


图 45: 载带尺寸图

表 50: 载带尺寸表 (单位: 毫米)

W	P	T	A0	B0	K0	K1	F	E
44	32	0.35	25.5	29.5	3.2	5.8	20.2	1.75

8.3.2. 胶盘

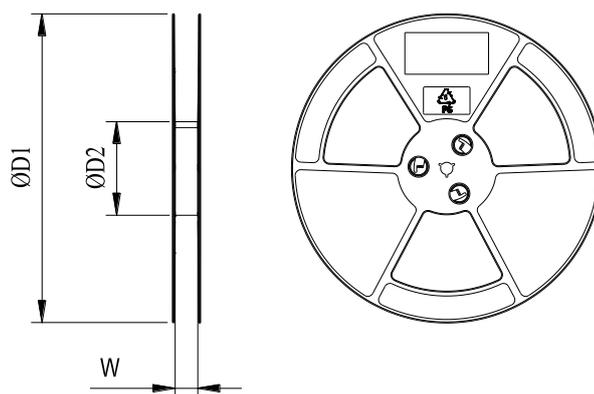


图 46: 胶盘尺寸图

表 51: 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

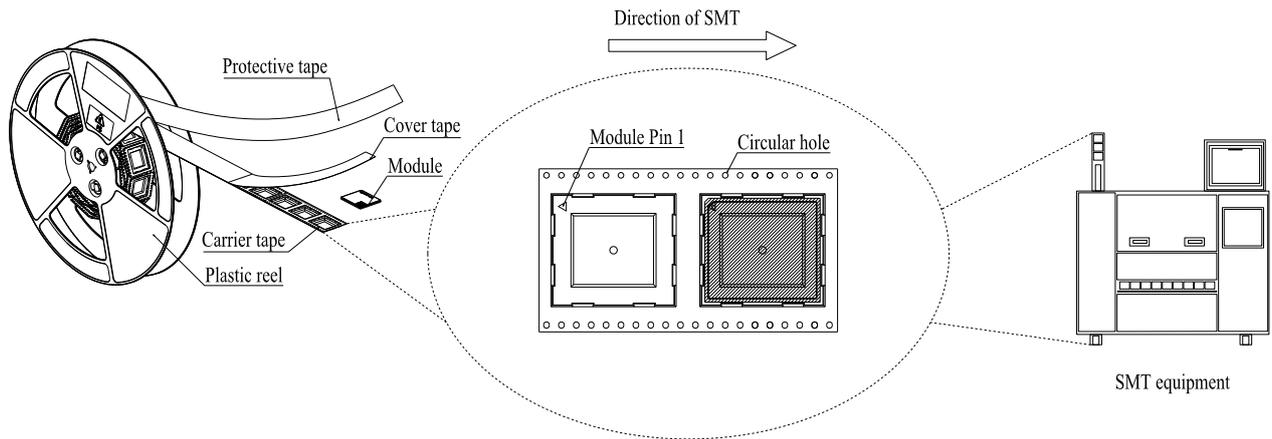
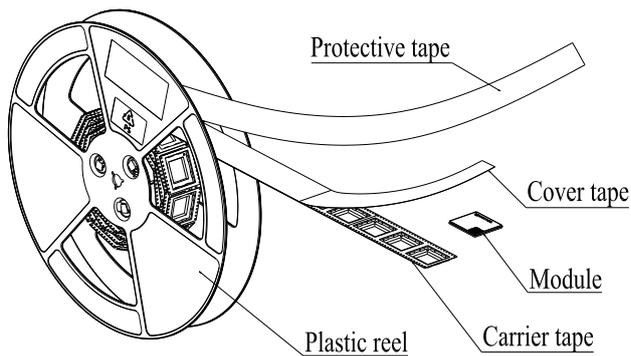


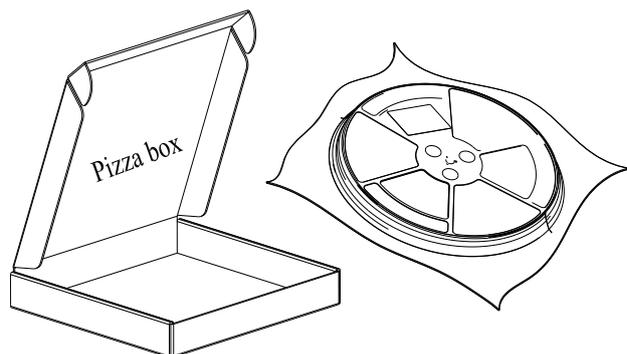
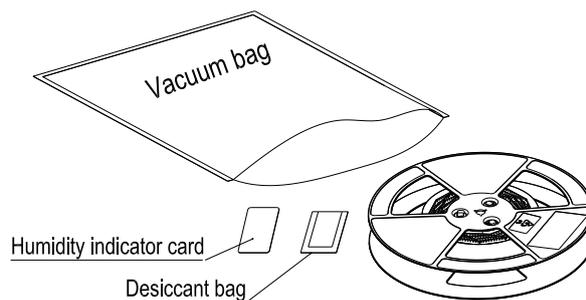
图 47: 模块贴片方向

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。

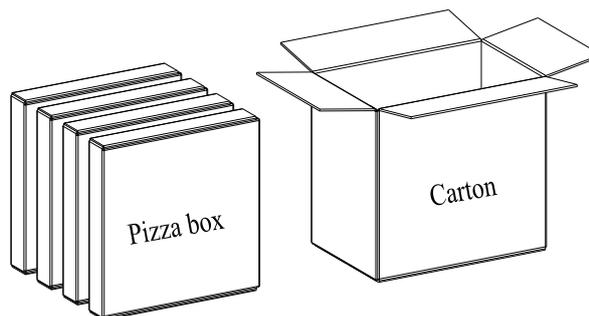


图 48: 包装流程

9 附录 参考文档及术语缩写

表 52: 参考文档

文档名称
[1] Quectel_EG912U-GL_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_LTE_Standard(U)系列_QuecOpen_(U)SIM_API_参考手册
[8] Quectel_LTE_Standard(U)系列_QuecOpen_ADC_开发指导
[9] Quectel_EG912U-GL_QuecOpen_Reference_Design
[10] Quectel_EC200U 系列&EG912U-GL_GNSS_API_参考手册
[11] Quectel_射频 LAYOUT_应用指导
[12] Quectel_模块 SMT_应用指导

表 53: 术语缩写

缩写	英文全称	中文全称
3GPP	3rd Generation Partnership Project	第三代合作伙伴计划
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

AP	Application Processor	应用处理器
BDS	BeiDou Navigation Satellite System	北斗卫星导航系统
bps	bit(s) per second	比特每秒
CHAP	Challenge Handshake Authentication Protocol	挑战握手认证协议
CMUX	Connection Multiplexing	连接（串口）多路复用
CS	Coding Scheme	编码方案
CTS	Clear To Send	清除发送
DFOTA	Delta Firmware Upgrade Over-The-Air	固件空中差分升级
DL	Downlink	下行链路
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
ESD	Electrostatic Discharge	静电释放
ESR	Equivalent Series Resistance	等效串联电阻
ETSI	European Telecommunications Standards Institute	欧洲电信标准研究所
EVB	Evaluation Board	评估板
FDD	Frequency Division Duplex	频分双工
FILE	File Protocol	本地文件传输协议
FR	Full Rate	全速
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
Galileo	Galileo Satellite Navigation System (EU)	伽利略卫星导航系统（欧盟）
GLONASS	Global Navigation Satellite System (Russia)	格洛纳斯导航卫星系统（俄罗斯）

GNSS	Global Navigation Satellite System	全球导航卫星系统
GPRS	General Packet Radio Service	通用分组无线业务
GPS	Global Positioning System	全球定位系统
GRFC	General RF Control	通用射频控制
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
IMT-2000	International Mobile Telecommunications 2000	第三代移动通信技术
I/O	Input/Output	输入/输出
LB	Low Band	低频段
LDO	Low-dropout Regulator	低压差线性稳压器
LGA	Land Grid Array	栅格阵列封装
LNA	Low-Noise Amplifier	低噪声放大器
LTE	Long-Term Evolution	长期演进
MB	Medium Band	中频段
MCU	Microcontroller Unit	微型控制单元/微程序控制器
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 Levels	湿度敏感等级
NITZ	Network Identity and Time Zone/Network Informed Time Zone	网络标识和时区
NMEA	NMEA (National Marine Electronics Association) 0183 Interface Standard	NMEA (美国国家海洋电子协会) 0183 接口标准

NTP	Network Time Protocol	网络时间协议
PA	Power Amplifier	功率放大器
PAM	Power Amplifier Module	功率放大器模块
PAP	Password Authentication Protocol	口令验证协议
PCB	Printed Circuit Board	印刷电路板
PCM	Pulse Code Modulation	脉冲编码调制
PDU	Protocol Data Unit	协议数据单元
PING	Packet Internet Groper	分组因特网探测器
PMU	Power Management Unit	电源管理单元
PPP	Point-to-Point Protocol	点到点协议
PSM	Power Saving Mode	省电模式
QAM	Quadrature Amplitude Modulation	正交调幅
QPSK	Quadrature Phase Shift Keying	正交相移键控
QZSS	Quasi-Zenith Satellite System	准天顶卫星系统（日本）
RI	Ring Indicator	振铃指示
RF	Radio Frequency	射频
RTS	Ready To Send/Request to Send	准备发送/请求发送
SAW	Surface Acoustic Wave	声表面波
SMS	Short Message Service	短消息业务
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
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（是 LTE 4G 技术的两种标准之一）
TVS	Transient Voltage Suppressor	瞬变电压抑制二极管
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）用户身份识别模块
VBAT	Voltage at Battery (Pin)	电池电压（引脚）
Vmax	Maximum Voltage Value	最大电压
Vnom	Nominal Voltage Value	标称电压
Vmin	Minimum Voltage Value	最小电压
V _{IH}	High-level Input Voltage	输入高电平
V _{IL}	Low-level Input Voltage	输入低电平
V _{OH}	High-level Output Voltage	输出高电平
V _{OL}	Low-level Output Voltage	输出低电平
VSWR	Voltage Standing Wave Ratio	电压驻波比