



A7600C&A7608E-H_R4_硬件 设计手册

LTE 标准模块系列

芯讯通无线科技(上海)有限公司
上海市长宁区临虹路289号网电大厦3号楼
电话: 86-21-31575100
技术支持邮箱: support@simcom.com
官网: www.simcom.com

| | |
|-------|---------------------------|
| 文档名称: | A7600C&A7608E-H_R4_硬件设计手册 |
| 版本: | V1.00 |
| 日期: | 2024-07-19 |
| 状态: | 草稿 |

前言

此模块主要用于数据通讯，本公司不承担由于用户不正常操作造成的财产损失或者人身伤害责任。请用户按照手册中的技术规格和参考设计开发相应的产品。同时注意使用移动产品应该关注的一般安全事项。

在未声明之前，本公司有权根据技术发展的需要对本手册内容进行修改。

版权声明

本手册包含芯讯通无线科技（上海）有限公司（简称：芯讯通）的技术信息。除非经芯讯通书面许可，任何单位和个人不得擅自摘抄、复制本手册内容的部分或全部，并不得以任何形式传播，违反者将被追究法律责任。对技术信息涉及的专利、实用新型或者外观设计等知识产权，芯讯通保留一切权利。芯讯通有权在不通知的情况下随时更新本手册的具体内容。

本手册版权属于芯讯通，任何人未经我公司书面同意进行复制、引用或者修改本手册都将承担法律责任。

芯讯通无线科技(上海)有限公司
上海市长宁区临虹路 289 号网电大厦 3 号楼
电话：86-21-31575100
邮箱：simcom@simcom.com
官网：www.simcom.com

了解更多资料，请点击以下链接：

<http://cn.simcom.com/download/list-230-cn.html>

技术支持，请点击以下链接：

<http://cn.simcom.com/ask/index-cn.html> 或发送邮件至 support@simcom.com

版权所有 © 芯讯通无线科技(上海)有限公司 2024，保留一切权利。

版本历史

| 日期 | 版本 | 变更描述 | 作者 |
|------------|------|------|---------|
| 2024-07-19 | 1.00 | 初稿 | 柏前进、甘文科 |

SIMCom Confidential

目录

| | |
|----------------------|-----------|
| 版本历史..... | 3 |
| 目录..... | 4 |
| 表格索引..... | 7 |
| 图片索引..... | 9 |
| 1 绪论 | 11 |
| 1.1 文档概述..... | 11 |
| 1.2 产品概要..... | 12 |
| 1.3 硬件接口概述..... | 14 |
| 1.4 硬件框图..... | 15 |
| 1.5 关键特性..... | 16 |
| 2 封装信息 | 18 |
| 2.1 引脚分布图..... | 18 |
| 2.2 引脚描述..... | 21 |
| 2.3 机械尺寸..... | 26 |
| 2.4 推荐 PCB 封装尺寸..... | 27 |
| 2.5 推荐钢网尺寸..... | 28 |
| 3 应用接口 | 29 |
| 3.1 供电输入..... | 29 |
| 3.1.1 RTC 功能..... | 29 |
| 3.1.2 供电设计指导..... | 30 |
| 3.1.3 供电参考电路..... | 32 |
| 3.1.4 电源检测*..... | 33 |
| 3.2 开机和关机..... | 34 |
| 3.2.1 模块开机..... | 34 |
| 3.2.2 模块关机..... | 36 |
| 3.3 模块复位..... | 39 |
| 3.4 状态指示信号..... | 40 |
| 3.4.1 网络状态指示..... | 40 |
| 3.4.2 工作状态指示..... | 42 |
| 3.5 串口..... | 43 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 3.5.1 | UART1 参考设计 | 44 |
| 3.5.2 | UART1_RI 应用 | 46 |
| 3.6 | USB 接口 | 47 |
| 3.6.1 | USB 参考设计 | 47 |
| 3.7 | USB_BOOT 接口 | 48 |
| 3.8 | USIM 卡接口 | 50 |
| 3.8.1 | USIM 参考设计 | 51 |
| 3.8.2 | USIM 设计注意事项 | 52 |
| 3.9 | SD 卡接口 | 53 |
| 3.9.1 | SD 卡接口参考设计 | 54 |
| 3.9.2 | eMMC 接口的参考设计 | 55 |
| 3.10 | ADC 接口 | 55 |
| 3.11 | I2C 接口* | 58 |
| 3.12 | SPI 接口* | 59 |
| 3.13 | WLAN 接口 | 60 |
| 3.14 | GNSS 接口 | 64 |
| 3.14.1 | GNSS 启动方式 | 64 |
| 3.14.2 | GNSS 加载固件的来源 | 64 |
| 3.14.3 | GNSS NMEA 语句的输出途径 | 64 |
| 3.14.4 | 1PPS | 66 |
| 3.14.5 | GNSS 外部 LNA 使能 | 66 |
| 3.15 | LDO 接口 | 67 |
| 4 | 工作模式 | 68 |
| 4.1 | 工作模式定义 | 68 |
| 4.2 | 休眠模式 | 69 |
| 4.2.1 | 串口应用 | 69 |
| 4.2.2 | USB 应用场景(支持 USB 远程唤醒功能) | 70 |
| 4.2.2.1 | USB 应用(支持 USB 挂起/中断和 UART1_RI 唤醒功能) | 71 |
| 4.2.2.2 | USB 应用(不支持 USB 挂起功能) | 71 |
| 4.3 | 飞行模式 | 73 |
| 5 | 射频特性 | 74 |
| 5.1 | UMTS/LTE 射频规格 | 74 |
| 5.2 | UMTS/LTE 天线参考设计 | 77 |
| 5.3 | UMTS/LTE 天线要求 | 79 |
| 5.4 | GNSS 规格 | 79 |
| 5.4.1 | GNSS 技术规范 | 79 |
| 5.4.2 | GNSS 应用指南 | 80 |
| 5.4.3 | GNSS 射频参数 | 81 |
| 5.4.4 | GNSS 天线要求 | 82 |
| 6 | 电气参数 | 83 |
| 6.1 | 绝对最大额定值 | 83 |

| | | |
|----------|-------------------|-----------|
| 6.2 | 电源额定值 | 84 |
| 6.3 | 耗流 | 85 |
| 6.4 | 静电防护 | 87 |
| 7 | 贴片生产 | 88 |
| 7.1 | 模块的顶视图和底视图 | 88 |
| 7.2 | 标签信息 | 89 |
| 7.3 | 典型焊接炉温曲线 | 90 |
| 7.4 | 湿敏等级和存储条件 | 91 |
| 7.5 | 烘烤条件 | 93 |
| 7.6 | 模块平整度信息 | 93 |
| 8 | 包装 | 94 |
| 9 | 附录 | 97 |
| 9.1 | 编码方式及最大数据速率 | 97 |
| 9.2 | 参考文档 | 98 |
| 9.3 | 术语和解释 | 99 |
| 9.4 | 安全警告 | 102 |

表格索引

| | |
|---|----|
| 表 1: 模块文档概览 | 11 |
| 表 2: 模块频段列表 | 12 |
| 表 3: 模块功能支持介绍 | 14 |
| 表 4: 关键特性 | 16 |
| 表 5: 模块引脚定义列表 | 19 |
| 表 6: 引脚参数缩写 | 21 |
| 表 7: 引脚电气特性 | 22 |
| 表 8: 引脚描述 | 23 |
| 表 9: VBAT 引脚电气参数 | 29 |
| 表 10: RTC 电气参数 | 30 |
| 表 11: VBAT 推荐的 TVS 管列表 | 32 |
| 表 12: PWRKEY 接口的引脚定义 | 34 |
| 表 13: 开机时序参数和电气参数 | 36 |
| 表 14: 关机时序参数 | 38 |
| 表 15: RESET 接口的引脚定义 | 39 |
| 表 16: RESET 引脚电参数 | 40 |
| 表 17: 网络状态指示引脚定义 | 40 |
| 表 18: 网络状态指示的工作状态 | 40 |
| 表 19: STATUS 引脚定义 | 42 |
| 表 20: UART1 引脚定义 | 43 |
| 表 21: 调试串口引脚定义 | 43 |
| 表 22: UART2 引脚定义 | 43 |
| 表 23: USB 接口引脚定义 | 47 |
| 表 24: USB_BOOT 接口引脚定义 | 48 |
| 表 25: USIM 接口引脚定义 | 50 |
| 表 26: 1.8 V 模式时 USIM 接口电气参数(USIM_VDD=1.8 V) | 50 |
| 表 27: 3.0 V 模式时 USIM 接口电气参数(USIM_VDD=3.0 V) | 50 |
| 表 28: SD 卡接口引脚定义 | 53 |
| 表 29: 1.8 V SD I/O 接口电参数(SD_DATA[0:3], SD_CLK, SD_CMD)* | 53 |
| 表 30: 3.3 V SD I/O 接口电气参数(SD_DATA[0:3], SD_CLK, SD_CMD) | 53 |
| 表 31: ADC 接口引脚定义 | 55 |
| 表 32: ADC 电气特性 | 56 |
| 表 33: I2C 接口引脚定义 | 58 |
| 表 34: SPI 接口引脚定义 | 59 |
| 表 35: 非 MIFI 版本和 MIFI 版本的引脚差异 | 60 |
| 表 36: WLAN 接口引脚定义 | 61 |
| 表 37: VDD_1V8 电气特性 | 67 |
| 表 38: VDD_AUX 电气特性 | 67 |
| 表 39: 工作模式定义 | 68 |
| 表 40: UMTS/LTE 传导功率 | 74 |
| 表 41: E-UTRA 工作频段 | 75 |

| | |
|--|-----|
| 表 42: 传导接收灵敏度..... | 76 |
| 表 43: 参考灵敏度(QPSK)..... | 76 |
| 表 44: 走线损耗推荐值..... | 77 |
| 表 45: 主天线的 TVS 推荐型号列表..... | 77 |
| 表 46: 分集天线的 TVS 推荐型号列表..... | 78 |
| 表 47: 天线要求..... | 79 |
| 表 48: GNSS LNA 和 SAW Filter 的推荐型号列表..... | 81 |
| 表 49: GNSS 的 TVS 推荐型号列表..... | 81 |
| 表 50: GNSS 工作频率..... | 81 |
| 表 51: GNSS 主要射频性能..... | 82 |
| 表 52: GNSS 天线要求..... | 82 |
| 表 53: 绝对最大额定值..... | 83 |
| 表 54: 模块推荐电源额定值..... | 84 |
| 表 55: VCC=1.8 V 数字接口特性..... | 84 |
| 表 56: VCC=3.3 V 数字接口特性..... | 84 |
| 表 57: 模块工作温度..... | 85 |
| 表 58: VBAT 耗流(VBAT=3.8 V)..... | 85 |
| 表 59: ESD 性能参数(温度: 25°C, 湿度: 45%)..... | 87 |
| 表 60: 模块标签信息说明..... | 89 |
| 表 61: 回流温度曲线要求说明(无铅)..... | 90 |
| 表 62: 湿敏灵敏度等级区分..... | 91 |
| 表 63: 烘烤条件..... | 93 |
| 表 64: 托盘尺寸信息..... | 95 |
| 表 65: 小卡通箱尺寸信息..... | 95 |
| 表 66: 大卡通箱尺寸信息..... | 96 |
| 表 67: 编码方式和最大数据速率..... | 97 |
| 表 68: 参考文档..... | 98 |
| 表 69: 术语和解释..... | 99 |
| 表 70: 安全警告..... | 102 |

图片索引

| | |
|---|----|
| 图 1: 硬件框图 | 15 |
| 图 2: 模块引脚分配图(俯视图) | 18 |
| 图 3: 机械尺寸(单位: 毫米)..... | 26 |
| 图 4: 推荐 PCB 封装尺寸(单位: 毫米)..... | 27 |
| 图 5: 推荐钢网尺寸(单位: 毫米)..... | 28 |
| 图 6: RTC 框图 | 30 |
| 图 7: 供电输入参考电路..... | 31 |
| 图 8: 线性电源参考电路..... | 32 |
| 图 9: 开关电源参考电路..... | 33 |
| 图 10: 开关机参考电路..... | 34 |
| 图 11: PWRKEY 开机时序 | 35 |
| 图 12: PWRKEY 关机时序..... | 37 |
| 图 13: 复位参考电路 | 39 |
| 图 14: 复位时序 | 39 |
| 图 15: NETLIGHT 参考电路..... | 41 |
| 图 16: STATUS 参考电路..... | 42 |
| 图 17: UART1 连接图(全功能模式)..... | 44 |
| 图 18: UART1 连接图(NULL 模式) | 44 |
| 图 19: UART1 电平转换芯片转换电路..... | 45 |
| 图 20: UART1 三极管电平转换参考电路 | 45 |
| 图 21: UART1_RI 上的电平变化(短信, URC) | 46 |
| 图 22: USB 接口参考电路..... | 47 |
| 图 23: USB_BOOT 参考电路..... | 49 |
| 图 24: 强制下载端口 | 49 |
| 图 25: 带热插拔的 USIM 接口参考电路 | 51 |
| 图 26: 不带热插拔的 USIM 接口参考电路 | 51 |
| 图 27: SD 卡参考电路..... | 54 |
| 图 28: eMMC 接口参考电路..... | 55 |
| 图 29: ADC 参考电路($V_{CC_{MAX}} \leq 1.8 V$) | 56 |
| 图 30: ADC 参考电路($V_{CC_{MAX}} > 1.8 V$)..... | 57 |
| 图 31: I2C 接口参考电路..... | 58 |
| 图 32: LTE 模块搭配 W76-L 模块的参考电路 | 62 |
| 图 33: LTE 模块搭配 SV6318 的参考电路 | 62 |
| 图 34: LTE 模块搭配 AIC8800DW 的参考电路..... | 63 |
| 图 35: 主控通过 USB 读取 GNSS NMEA 语句参考电路 | 65 |
| 图 36: 主控通过串口读取 GNSS NMEA 语句参考电路 | 65 |
| 图 37: 1PPS 的时序 | 66 |
| 图 38: UART1 睡眠应用..... | 70 |
| 图 39: 带 USB 远程唤醒功能的睡眠应用 | 70 |
| 图 40: 带 UART1_RI 功能的睡眠应用 | 71 |
| 图 41: 不支持 USB 挂起功能的睡眠应用 | 72 |
| 图 42: 天线接口连接参考电路(主天线)..... | 77 |

| | |
|-----------------------------|----|
| 图 43: 天线接口连接电路(分集天线)..... | 78 |
| 图 44: GNSS 无源天线接口参考电路 | 80 |
| 图 45: GNSS 有源天线接口参考电路 | 80 |
| 图 46: 模块顶视图和底视图 | 88 |
| 图 47: 模块标签信息 | 89 |
| 图 48: 推荐焊接炉温曲线图(无铅工艺)..... | 90 |
| 图 49: 湿度卡 | 92 |
| 图 50: 模块包装示意图..... | 94 |
| 图 51: 模块托盘尺寸图..... | 94 |
| 图 52: 小卡通箱尺寸图..... | 95 |
| 图 53: 大卡通箱尺寸图..... | 96 |

1 绪论

本文档描述了模块的硬件接口，可以帮助用户快速的了解模块的接口定义、电气性能和结构尺寸的详细信息。结合本文档和其他的应用文档，用户可以快速的使用模块来设计移动通讯应用方案。

本文档旨在针对不同型号的模块，GNSS\分集天线\WLAN 等功能不是所有硬件型号\所有软件版本都支持，详情请咨询当地销售人员。

1.1 文档概述

该模块的技术信息主要包含在下表中列出的文件中。为了充分了解设备及其应用，必须阅读所有文档。

表 1: 模块文档概览

| 序号 | 文档名称 | 注释 |
|------|---|--|
| [1] | A7600C&A7608E-H_R4_硬件设计手册_V1.xx (本文档) | 主要介绍接口功能、推荐电路、PCB 布局指南、封装等硬件组件，以及 AT 命令的使用方法 |
| [2] | SIMCom_A7600C&A7608E-H_R4_Reference_Design_V1.xx | 参考电路应用 |
| [3] | A76XX-H_R4_Part&Footprint_V1.xx | 参考封装(PADS, AD, CADENCE) |
| [4] | A7600C&A7608E-H_R4_客户原理图&PCB设计检查表_V1.xx | 外围电路原理图和 PCB 检查表 |
| [5] | 8BAE00-A760X-H-TE_V4.02 SCH&PCB | TE原理图和PCB |
| [6] | 8PYA00-SIMCOM-EVB_V1.02 SCH&PCB | EVB 原理图和 PCB |
| [7] | A760X-H-TE_V4.02_KIT快速指导手册_V1.xx | TE 板的使用，强制下载，启动，复位，以及其他测量点的位置，以及结合 EVB 的使用方法 |
| [8] | SIMCOM_EVB KIT_User Guide_V1.xx | SIMCOM EVB 用户指南 |
| [9] | A7600C&A7608E-H_R4_ADC_Application Note_V1.xx | ADC 应用笔记 |
| [10] | A7600C&A7608E-H_R4_GNSS_Hardware Application Note_V1.xx | GNSS 硬件应用笔记 |

1.2 产品概要

针对全球市场，模块支持 WCDMA、LTE-TDD 和 LTE-FDD。用户可根据无线网络配置选择模块。

下表描述了模块支持的无线频段。

表 2: 模块频段列表

| 网络类型 | 频段 | 模块型号 | |
|----------|-------------|--------|----------|
| | | A7600C | A7608E-H |
| WCDMA | B1 | ✓ | ✓ |
| | B5 | | ✓ |
| | B8 | ✓ | ✓ |
| LTE-FDD | LTE-FDD B1 | ✓ | ✓ |
| | LTE-FDD B3 | ✓ | ✓ |
| | LTE-FDD B5 | ✓ | ✓ |
| | LTE-FDD B7 | | ✓ |
| | LTE-FDD B8 | ✓ | ✓ |
| | LTE-FDD B20 | | ✓ |
| | LTE-FDD B28 | | 可选 |
| LTE-TDD | LTE TDD B34 | ✓ | |
| | LTE TDD B38 | ✓ | ✓ |
| | LTE TDD B39 | ✓ | |
| | LTE TDD B40 | ✓ | ✓ |
| | LTE TDD B41 | ✓ | ✓ |
| Category | / | CAT4 | CAT4 |
| GNSS | / | 可选 | 可选 |
| AUX_ANT | / | 可选 | 可选 |
| MAIN_ANT | / | ✓ | ✓ |

模块的尺寸为 $30 \times 30 \times 2.5 \text{ mm}$ ，功能集成，几乎可以满足所有用户应用中的任何空间要求，例如计量，追踪系统，无线 POS，MIFI，路由器，数据卡，移动计算设备，工业级 PDA，平板电脑，安防，车载等。

该模块共提供 172 个引脚，包括外圈 87 个 LCC 引脚和内圈 85 个 LGA 引脚，本文档将针对所有的功能引脚展开介绍。

※ 注意

模块功能配置较多，具体需求请咨询当地销售。

1.3 硬件接口概述

模块提供了如下的硬件接口：

- 一路电源输入
- 一路USB接口
- 一路全功能串口
- 一路SD/eMMC接口
- 一路USIM接口
- 一路ADC接口
- 两路电源输出
- 一路I2C接口
- 一路SPI接口
- GNSS功能
- WLAN接口

表 3：模块功能支持介绍

| 功能描述 | 功能支持 |
|---------|------|
| USB | ✓ |
| UART | ✓ |
| SD/eMMC | ✓ |
| USIM | ✓ |
| ADC | ✓ |
| I2C | ✓ |
| SPI | ✓ |
| GNSS | 可选 |
| 主天线 | ✓ |
| 分集天线 | 可选 |
| WLAN | ✓ |

1.4 硬件框图

下图展示了模块内部的主要功能构架：

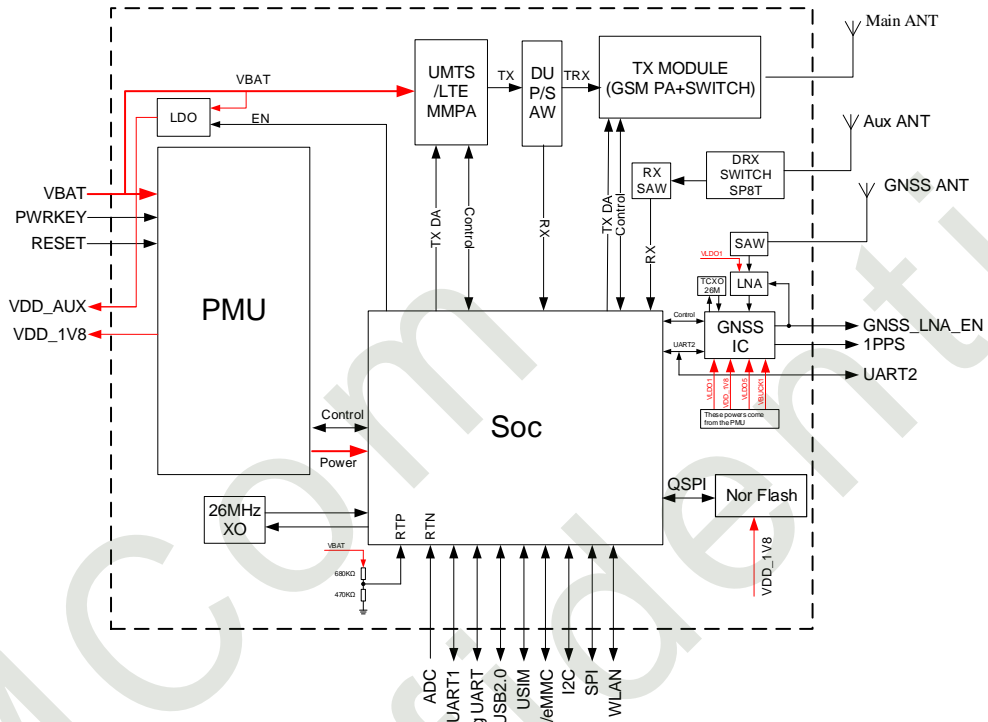


图 1：硬件框图

1.5 关键特性

表 4: 关键特性

| 特性 | 说明 |
|------------|---|
| 供电 | 电压范围: 3.4~4.2 V, 推荐值 3.8 V |
| 省电 | 实网休眠模式下的耗流: 小于 5 mA |
| 频段 | 请参考表 2 |
| 发射功率 | <ul style="list-style-type: none"> ● UMTS功率等级: <ul style="list-style-type: none"> -- WCDMA : Class 3 (0.25 W) ● LTE功率等级 : Class 3 (0.25 W) |
| 数据传输吞吐量 | <ul style="list-style-type: none"> ● UMTS R99 : 384 kbps 上行/下行 ● HSPA+ : 11.5 Mbps (上行), 21 Mbps (下行) ● HSDPA/HSUPA : 5.76 Mbps (上行), 14.4 Mbps (下行) ● LTE-FDD CAT4 : 50 Mbps (上行), 150 Mbps (下行) ● LTE-TDD CAT4 : 35 Mbps (上行), 130 Mbps (下行) |
| 天线接口 | <ul style="list-style-type: none"> ● UMTS/LTE主天线接口 ● UMTS/LTE分集天线接口 ● GNSS天线接口 |
| GNSS | <ul style="list-style-type: none"> ● GNSS(GPS/GLONASS/BeiDou/QZSS) ● 协议: NMEA |
| 短消息 (SMS) | <ul style="list-style-type: none"> ● MT, MO, CB, Text和PDU模式 ● 短消息(SMS)存储设备: USIM卡和ME(默认) ● 支持CS域和PS域短信 |
| USIM卡接口 | 支持的 1.8/3.0 V USIM卡 |
| USIM应用工具包 | <ul style="list-style-type: none"> ● 支持SAT等级 3, GSM 11.14 版本 98 ● 支持USAT |
| 通讯录管理 | 支持类型: DC, MC, RC, SM, ME, FD, ON, LD, EN |
| SD/eMMC*接口 | <ul style="list-style-type: none"> ● 支持 1.8 V*和 3.3 V的SD卡 ● 符合SD 3.0 协议 ● 模块符合eMMC 4.5.1 规范。只支持 4 bit数据位宽, 信号电压仅支持 1.8 V ● 默认为SD功能, 复用eMMC功能需要软件定制。 |
| 串口 | <p>UART1</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 默认支持一组标准的全功能串口 ● 波特率支持从 9600 bps到 3.6 Mbps(默认 115200 bps) ● 可以通过串口发送AT命令和数据 ● 支持RTS/CTS硬件流控 <p>UART2</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 默认为GNSS功能。 |

| | |
|---------------|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> ● 波特率支持从 9600 bps到 921600 bps(默认 115200 bps) 调试串口 <ul style="list-style-type: none"> ● 用于软件控制台和日志输出，波特率为 115200 bps |
| I2C接口* | <ul style="list-style-type: none"> ● 符合 I2C总线协议规范 100 kHz/400 kHz/1 MHz/3.4 MHz ● 不支持多主机模式 ● 默认为GPIO，复用I2C功能需要软件定制。 |
| SPI接口* | <ul style="list-style-type: none"> ● 仅支持主模式 ● 最高时钟频率 52 MHz ● 默认为GPIO，复用SPI功能需要软件定制。 |
| 网络指示接口 | NETLIGHT引脚指示网络注册和运行状态 |
| ADC接口 | <ul style="list-style-type: none"> ● 支持 1 路ADC接口 ● ADC电压范围 0~1.8 V |
| USB接口 | <ul style="list-style-type: none"> ● 符合USB 2.0 规范（只支持从模式） ● 可用于AT命令发送、数据传输、GNSS NMEA输出、软件调试和升级等功能 |
| 软件升级 | 可通过USB端口升级或FOTA升级 |
| 物理尺寸 | 尺寸: (30.00 ±0.15) × (30.00 ±0.15) × (2.50 ±0.20) mm 封装: LGA + LCC 重量: TBD |
| 温度范围 | 工作温度 : -30 ~ +80 °C 扩展工作温度: -40 ~ +85 °C <small>Note 1</small> 存储温度 : -45 ~ +90 °C |

※ 注意

1. 当模块在此温度范围工作时，模块仍能保持正常工作状态，具备短信、数据传输等功能；不会出现不可恢复的故障；射频频谱、网络基本不受影响。仅个别指标如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。
2. “*” 表示正在开发中

2 封装信息

2.1 引脚分布图

下图为模块的引脚分配图：

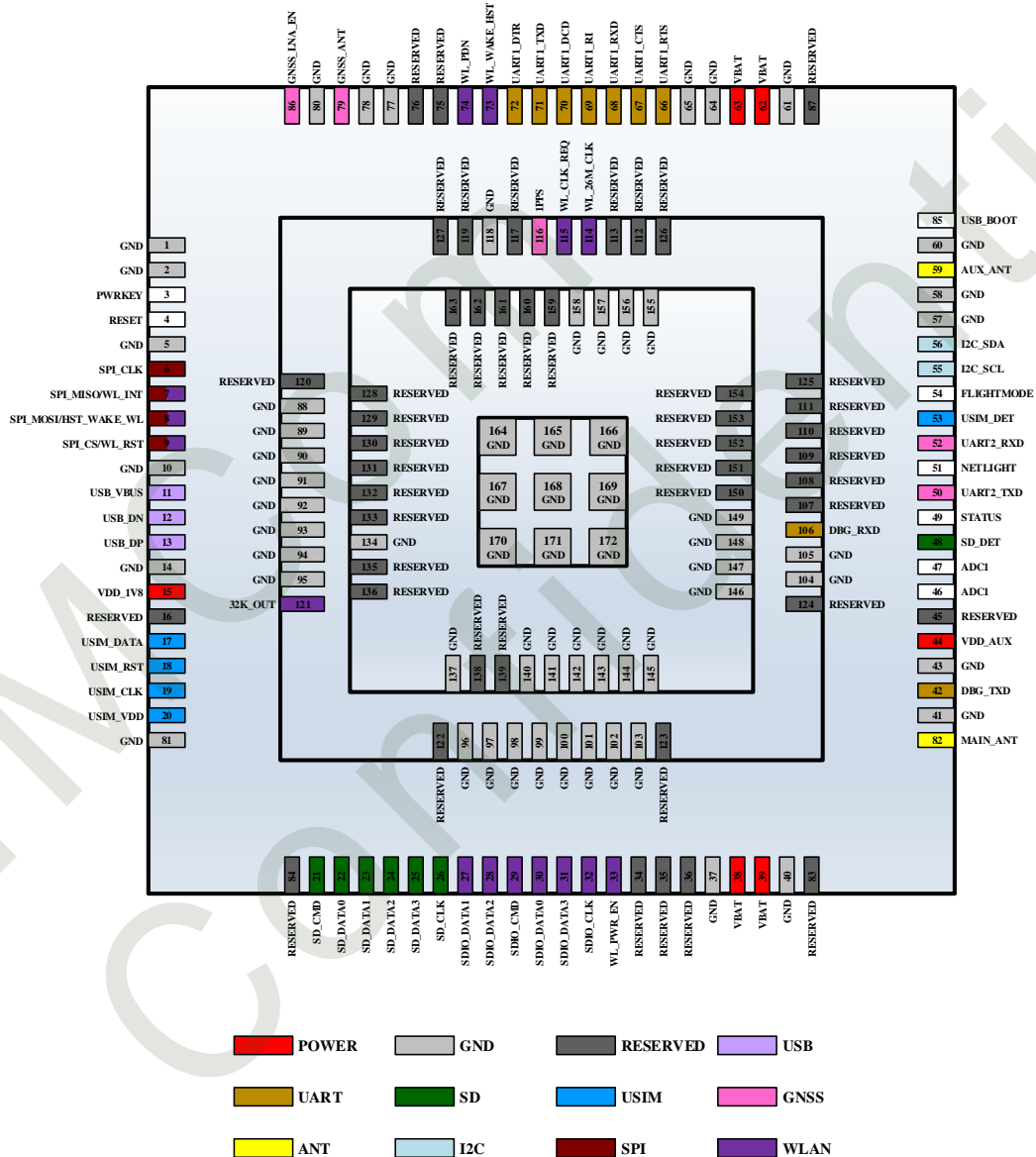


图 2：模块引脚分配图(俯视图)

表 5: 模块引脚定义列表

| 引脚序号 | 引脚名称 | 引脚序号 | 引脚名称 |
|-------|----------------------|-------|-----------------|
| 1~2 | GND | 3 | PWRKEY |
| 4 | RESET | 5 | GND |
| 6 | SPI_CLK | 7 | SPI_MISO/WL_INT |
| 8 | SPI_MOSI/HST_WAKE_WL | 9 | SPI_CS/WL_RST |
| 10 | GND | 11 | USB_VBUS |
| 12 | USB_DN | 13 | USB_DP |
| 14 | GND | 15 | VDD_1V8 |
| 16 | RESERVED | 17 | USIM_DATA |
| 18 | USIM_RST | 19 | USIM_CLK |
| 20 | USIM_VDD | 81 | GND |
| 84 | RESERVED | 21 | SD_CMD |
| 22 | SD_DATA0 | 23 | SD_DATA1 |
| 24 | SD_DATA2 | 25 | SD_DATA3 |
| 26 | SD_CLK | 27 | SDIO_DATA1 |
| 28 | SDIO_DATA2 | 29 | SDIO_CMD |
| 30 | SDIO_DATA0 | 31 | SDIO_DATA3 |
| 32 | SDIO_CLK | 33 | WL_PWR_EN |
| 34 | RESERVED | 35~36 | RESERVED |
| 37 | GND | 38~39 | VBAT |
| 40 | GND | 83 | RESERVED |
| 82 | MAIN_ANT | 41 | GND |
| 42 | DBG_TXD | 43 | GND |
| 44 | VDD_AUX | 45 | RESERVED |
| 46~47 | ADC1 | 48 | SD_DET |
| 49 | STATUS | 50 | UART2_TXD |
| 51 | NETLIGHT | 52 | UART2_RXD |
| 53 | USIM_DET | 54 | FLIGHTMODE |
| 55 | I2C_SCL | 56 | I2C_SDA |
| 57~58 | GND | 59 | AUX_ANT |
| 60 | GND | 85 | USB_BOOT |
| 87 | RESERVED | 61 | GND |
| 62~63 | VBAT | 64~65 | GND |
| 66 | UART1_RTS | 67 | UART1_CTS |
| 68 | UART1_RXD | 69 | UART1_RI |
| 70 | UART1_DCD | 71 | UART1_TXD |
| 72 | UART1_DTR | 73 | WL_WAKE_HST |
| 74 | WL_PDN | 75 | RESERVED |

| | | | |
|---------|-------------|---------|------------|
| 76 | RESERVED | 77~78 | GND |
| 79 | GNSS_ANT | 80 | GND |
| 86 | GNSS_LNA_EN | 120 | RESERVED |
| 88~95 | GND | 121 | 32K_OUT |
| 122~124 | RESERVED | 96~105 | GND |
| 106 | DBG_RXD | 107~113 | RESERVED |
| 125 | RESERVED | 126 | RESERVED |
| 114 | WL_26M_CLK | 115 | WL_CLK_REQ |
| 116 | 1PPS | 117 | RESERVED |
| 118 | GND | 119 | RESERVED |
| 127 | RESERVED | 128 | RESERVED |
| 129 | RESERVED | 130~133 | RESERVED |
| 134 | GND | 135~136 | RESERVED |
| 137 | GND | 138~139 | RESERVED |
| 140~149 | GND | 150~151 | RESERVED |
| 152 | RESERVED | 153~154 | RESERVED |
| 155~158 | GND | 159 | RESERVED |
| 160 | RESERVED | 161 | RESERVED |
| 162 | RESERVED | 163 | RESERVED |
| 164~172 | GND | | |

※ 注意

1. USB_BOOT 引脚在模块开机前禁止下拉。
2. RESERVED 引脚需悬空，所有的 GND 引脚连接到地网络上。

2.2 引脚描述

表 6: 引脚参数缩写

| 引脚方向缩写 | 描述 |
|--------|---------|
| PI | 电源输入 |
| PO | 电源输出 |
| AI | 模拟输入 |
| AIO | 模拟输入输出 |
| DI | 数字输入 |
| DO | 数字输出 |
| DIO | 数字输入输出 |
| DOH | 数字输出高电平 |
| DOL | 数字输出低电平 |
| PU | 上拉 |
| PD | 下拉 |
| Hi-Z | 高阻态 |
| OD | 开漏输出 |

表 7: 引脚电气特性

| 引脚电压域属性 | 缩写 | 描述 | 最小值 | 典型值 | 最大值 |
|---------|-----------------|----------|---------------|---------------|----------------|
| P3 | 1.8 V | | | | |
| | V _{OH} | 输出有效高电平 | 1.6 V | - | 1.8 V |
| | V _{OL} | 输出有效低电平 | - | - | 0.2 V |
| | V _{IH} | 输入有效高电平 | 1.26 V | 1.8 V | 2.0 V |
| | V _{IL} | 输入有效低电平 | -0.3 V | 0 V | 0.54 V |
| | R _{PU} | 模块内部上拉电阻 | 55 K Ω | 79 K Ω | 121 K Ω |
| | R _{PD} | 模块内部上拉电阻 | 51 K Ω | 87 K Ω | 169 K Ω |
| P5 | 1.8 V | | | | |
| | V _{OH} | 输出有效高电平 | 1.6 V | - | 1.8 V |
| | V _{OL} | 输出有效低电平 | - | - | 0.2 V |
| | V _{IH} | 输入有效高电平 | 1.26 V | 1.8 V | 2.0 V |
| | V _{IL} | 输入有效低电平 | -0.3 V | 0 V | 0.54 V |
| | R _{PU} | 模块内部上拉电阻 | 55 K Ω | 79 K Ω | 121 K Ω |
| | R _{PD} | 模块内部上拉电阻 | 51 K Ω | 87 K Ω | 169 K Ω |
| | 3.0 V | | | | |
| | V _{OH} | 输出有效高电平 | 2.4 V | - | 3.3 V |
| | V _{OL} | 输出有效低电平 | - | - | 0.4 V |
| | V _{IH} | 输入有效高电平 | 2.0 V | - | 3.3 V |
| | V _{IL} | 输入有效低电平 | -0.3 V | 0 V | 0.8 V |
| | R _{PU} | 模块内部上拉电阻 | 26 K Ω | 47 K Ω | 72 K Ω |
| | R _{PD} | 模块内部上拉电阻 | 27 K Ω | 54 K Ω | 267 K Ω |
| P8 | 1.8 V | | | | |
| | V _{OH} | 输出有效高电平 | 1.6 V | - | 1.8 V |
| | V _{OL} | 输出有效低电平 | - | - | 0.2 V |
| | V _{IH} | 输入有效高电平 | 1.26 V | 1.8 V | 2.0 V |
| | V _{IL} | 输入有效低电平 | -0.3 V | 0 V | 0.54 V |
| | R _{PU} | 模块内部上拉电阻 | 55 K Ω | 79 K Ω | 121 K Ω |
| | R _{PD} | 模块内部上拉电阻 | 51 K Ω | 87 K Ω | 169 K Ω |
| | 3.3 V | | | | |
| | V _{OH} | 输出有效高电平 | 2.4 V | - | 3.3 V |
| | V _{OL} | 输出有效低电平 | - | - | 0.4 V |
| | V _{IH} | 输入有效高电平 | 2.0 V | - | 3.6 V |
| | V _{IL} | 输入有效低电平 | -0.3 V | 0 V | 0.8 V |
| | R _{PU} | 模块内部上拉电阻 | 26 K Ω | 47 K Ω | 72 K Ω |
| | R _{PD} | 模块内部上拉电阻 | 27 K Ω | 54 K Ω | 267 K Ω |

表 8: 引脚描述

| 引脚名称 | 引脚序号 | 电压域 | 传输方向默认状态 | 描述 | 备注 |
|----------------|---|-----|----------|---|---------------------------------------|
| 电源 | | | | | |
| VBAT | 38, 39, 62, 63 | | PI | 模块供电输入 | 输入电压: 3.4~4.2 V |
| VDD_1V8 | 15 | - | PO | 1.8 V 输出, 最大 50 mA 电流输出用于外部电路, 例如电平转换电路 | 如不使用, 悬空即可 |
| VDD_AUX | 44 | - | PO | 输出电流最大 150mA, 默认打开, 输出电压 2.8V, 可以使用 AT 指令关闭, 该电压不可调 | 如不使用, 悬空即可 |
| GND | 1, 2, 5, 10, 14, 81, 37, 40, 41, 43, 57, 58, 60, 61, 64, 65, 77, 78, 80, 88~105, 118, 134, 137, 140~149, 155~158, 164~172 | | | 接地 | |
| RESERVED | 16, 84, 34~36, 83, 45, 87, 75, 76, 120, 122~124, 107~111, 125, 126, 112, 113, 117, 119, 127~133, 135, 136, 138, 139, 150~154, 159~163 | | | | 保持这些引脚悬空 |
| SD 接口 | | | | | |
| SD_CMD | 21 | P8 | DIO, PU | SD 卡总线双向命令/响应信号 | SD3.0 协议: 1.8 / 3.3 V 双电压域。如不使用, 悬空即可 |
| SD_DATA0 | 22 | P8 | DIO, PU | SD 卡总线数据 0 | |
| SD_DATA1 | 23 | P8 | DIO, PU | SD 卡总线数据 1 | |
| SD_DATA2 | 24 | P8 | DIO, PU | SD 卡总线数据 2 | |
| SD_DATA3 | 25 | P8 | DIO, PU | SD 卡总线数据 3 | |
| SD_CLK | 26 | P8 | DO, PD | SD 卡总线时钟 | |
| SD_DET | 48 | P3 | DI, PU | SD 卡热插拔检测 | 需外部 100 KΩ 电阻将其上拉至 VDD_1V8。如不使用, 悬空即可 |
| USIM 接口 | | | | | |
| USIM_DATA | 17 | P5 | DIO, PU | USIM 卡数据 | 内部已通过 4.7 KΩ 上拉至 USIM_VDD, 无需外部上下拉 |
| USIM_RST | 18 | P5 | DO, PU | USIM 卡复位 | |
| USIM_CLK | 19 | P5 | DO, PU | USIM 卡时钟 | |
| USIM_VDD | 20 | - | PO | USIM 卡供电 | 输出电压可根据外接卡片类型动态改变, 输出电流最大 50 mA |
| USIM_DET | 53 | P3 | DI, PU | USIM 卡热插拔检测 | 模块内部有 |

| | | | | | |
|-----------------|-----|----|---------|--------------------|--|
| | | | | | 47 K Ω 电阻上拉到 VDD_1V8。 热插拔检测功能默认关闭，可通过配置 AT 命令来打开 |
| USB 接口 | | | | | |
| USB_VBUS | 11 | - | AI | USB 检测 | 仅用于 USB 连接检测，不能用于供电 |
| USB_DN | 12 | - | AIO | USB总线差分负极 | 需做 90 Ω 的差分阻抗。USB 2.0 支持向下兼容 |
| USB_DP | 13 | - | AIO | USB总线差分正极 | |
| 主串口 | | | | | |
| UART1_TXD | 71 | P3 | DO, PU | 串口 1 发送数据 | 如不使用，悬空即可 |
| UART1_RXD | 68 | P3 | DI, PU | 串口 1 串口接收数据 | |
| UART1_CTS | 67 | P3 | DI, PU | 串口 1 请求发送 | |
| UART1_RTS | 66 | P3 | DO, PU | 串口 1 清除发送 | |
| UART1_RI | 69 | P3 | DO, PU | 串口 1 振铃提示 | |
| UART1_DCD | 70 | P3 | DO, PU | 串口 1 数据载波检测 | |
| UART1_DTR | 72 | P3 | DI, PU | 串口 1 数据终端就绪，睡眠模式控制 | |
| 调试串口 | | | | | |
| DBG_TXD | 42 | P3 | DO, PU | 调试串口数据发送 | 用于软件控制台和日志输出 |
| DBG_RXD | 106 | P3 | DI, PU | 调试串口数据接收 | |
| I2C 接口* | | | | | |
| I2C_SCL | 55 | P3 | OD, PU | I2C 串行时钟 | 模块内部已通过 2.2 K Ω 上拉电阻至 VDD_1V8。如不使用，悬空即可 |
| I2C_SDA | 56 | P3 | OD, PU | I2C 串行数据 | |
| SPI 接口* | | | | | |
| SPI_CLK | 6 | P3 | DO, PD | SPI 时钟 | 如不使用，悬空即可 |
| SPI_MISO | 7 | P3 | DI, PD | SPI 主机输入从机输出 | |
| SPI_MOSI | 8 | P3 | DO, PD | SPI 主机输出从机输入 | |
| SPI_CS | 9 | P3 | DO, PD | SPI 片选 | |
| GNSS 接口 | | | | | |
| GNSS_ANT | 79 | - | AI | GNSS 天线接口 | |
| UART2_TXD | 50 | - | DO, PU | 串口 2 数据发送 | |
| UART2_RXD | 52 | | DI, PU | 串口 2 数据接收 | |
| GNSS_LNA_EN | 86 | P3 | DO, PD | GNSS 外部 LNA 使能控制 | |
| 1PPS | 116 | P3 | DO, PD | 秒脉冲 | |
| WLAN 接口* | | | | | |
| SDIO_DATA0 | 30 | P3 | DIO, PU | SDIO 总线数据 0 | |

| | | | | | |
|---------------|--------|----|---------|------------------|------------------------------------|
| SDIO_DATA1 | 27 | P3 | DIO, PU | SDIO 总线数据 1 | |
| SDIO_DATA2 | 28 | P3 | DIO, PU | SDIO 总线数据 2 | |
| SDIO_DATA3 | 31 | P3 | DIO, PU | SDIO 总线数据 3 | |
| SDIO_CMD | 29 | P3 | DIO, PU | SDIO 总线双向命令/响应信号 | |
| SDIO_CLK | 32 | P3 | DO, PU | SDIO 总线时钟 | |
| WL_INT | 7 | P3 | DI, PD | WLAN 中断 | |
| HST_WAKE_WL | 8 | P3 | DO PD | 模块唤醒 WLAN | |
| WL_RST | 9 | P3 | DO PD | WLAN 复位 | |
| WL_PWR_EN | 33 | P3 | DO, PU | WLAN 电源使能 | |
| WL_WAKE_HST | 73 | P3 | DI, PD | WLAN 唤醒模块 | |
| WL_PDN | 74 | P3 | DO PD | WLAN 关机 | |
| WL_26M_CLK | 114 | - | AO | WLAN 26MHz 时钟 | |
| WL_CLK_REQ | 115 | P3 | DI, PD | WLAN 26MHz 时钟请求 | |
| 32K_OUT | 121 | P3 | DO PD | WLAN 32kHz 时钟 | |
| 天线接口 | | | | | |
| MAIN_ANT | 82 | - | AIO | 主天线接口 | |
| AUX_ANT | 59 | - | AI | 分集天线接口 | |
| 其它控制接口 | | | | | |
| PWRKEY | 3 | - | DI, PU | 开关机控制输入 | 内部通过 50 K Ω 上拉到 VBAT, 低电平有效 |
| RESET | 4 | - | DI, PU | 硬件复位控制输入 | 内部通过 50 K Ω 上拉到 VBAT, 低电平有效 |
| ADC1 | 46, 47 | - | AI | 模数转换输入 1 | 电压范围: 0~1.8 V |
| STATUS | 49 | P3 | DO, PU | 模块运行状态指示 | |
| NETLIGHT | 51 | P3 | DO, PD | 网络注册和运行状态指示 | |
| FLIGHTMODE | 54 | P3 | DI, PU | 飞行模式控制 | 默认为高电平, 低电平进入飞行模式 |
| USB_BOOT | 85 | P3 | DI, PU | 强制模块进入紧急下载模式 | 建议放置测试点, 方便调试及升级。在模块开机前禁止上拉 |

※ 注意

1. 模块所接信号超过该引脚的推荐电压范围可能会对模块造成损伤或使用异常。
2. “*” 表示正在开发中。

2.3 机械尺寸

以下图片描述了模块的机械尺寸。

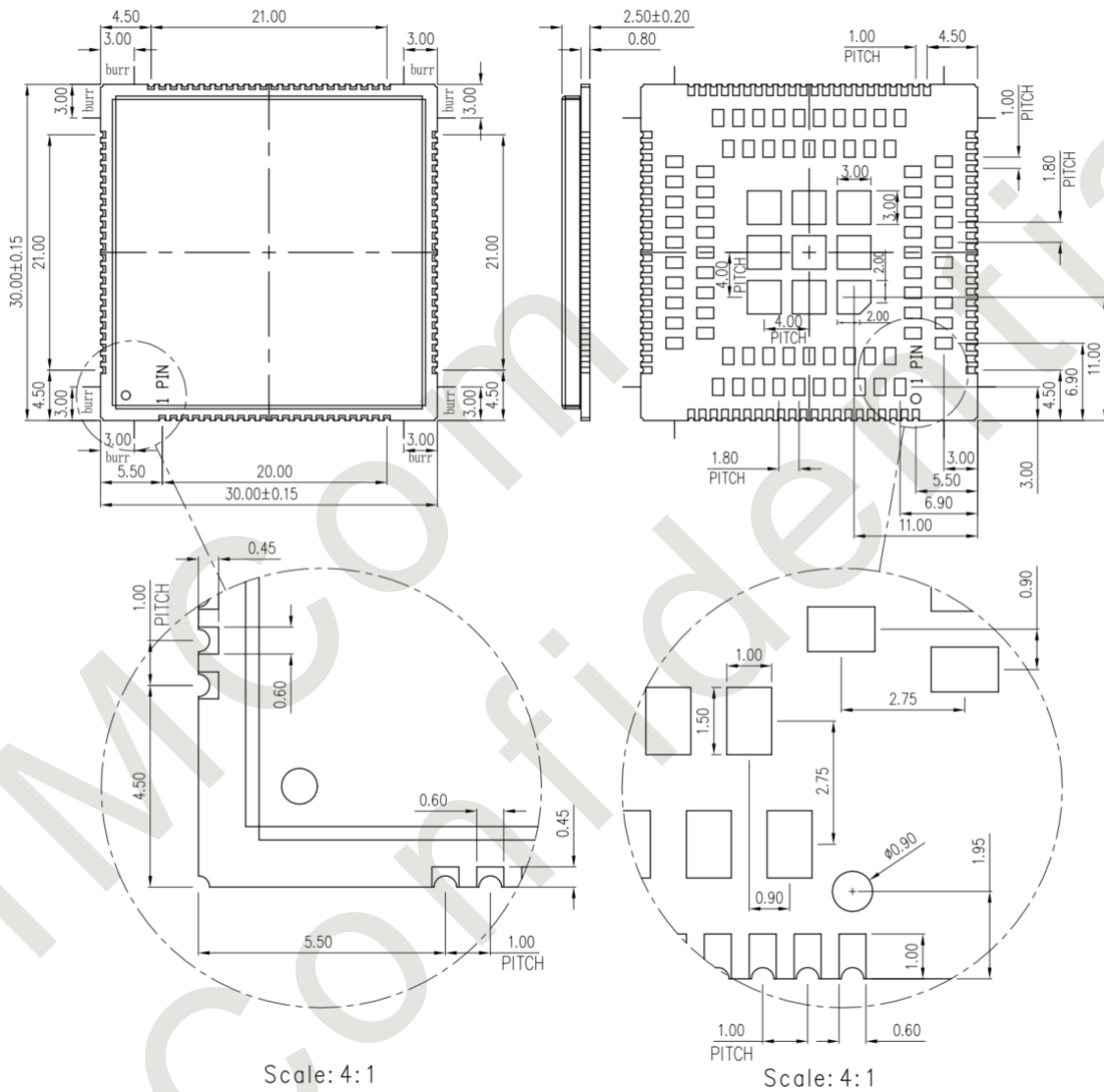


图 3: 机械尺寸(单位: 毫米)

※ 注意

毛刺区域不包含在 0.15 mm 的公差中, 客户在制作夹具时应避开毛刺区域。

2.4 推荐 PCB 封装尺寸

我们提供 PADS、AD 和 CADENCE 格式的模块封装资料，可以联系当地 FAE 索取。

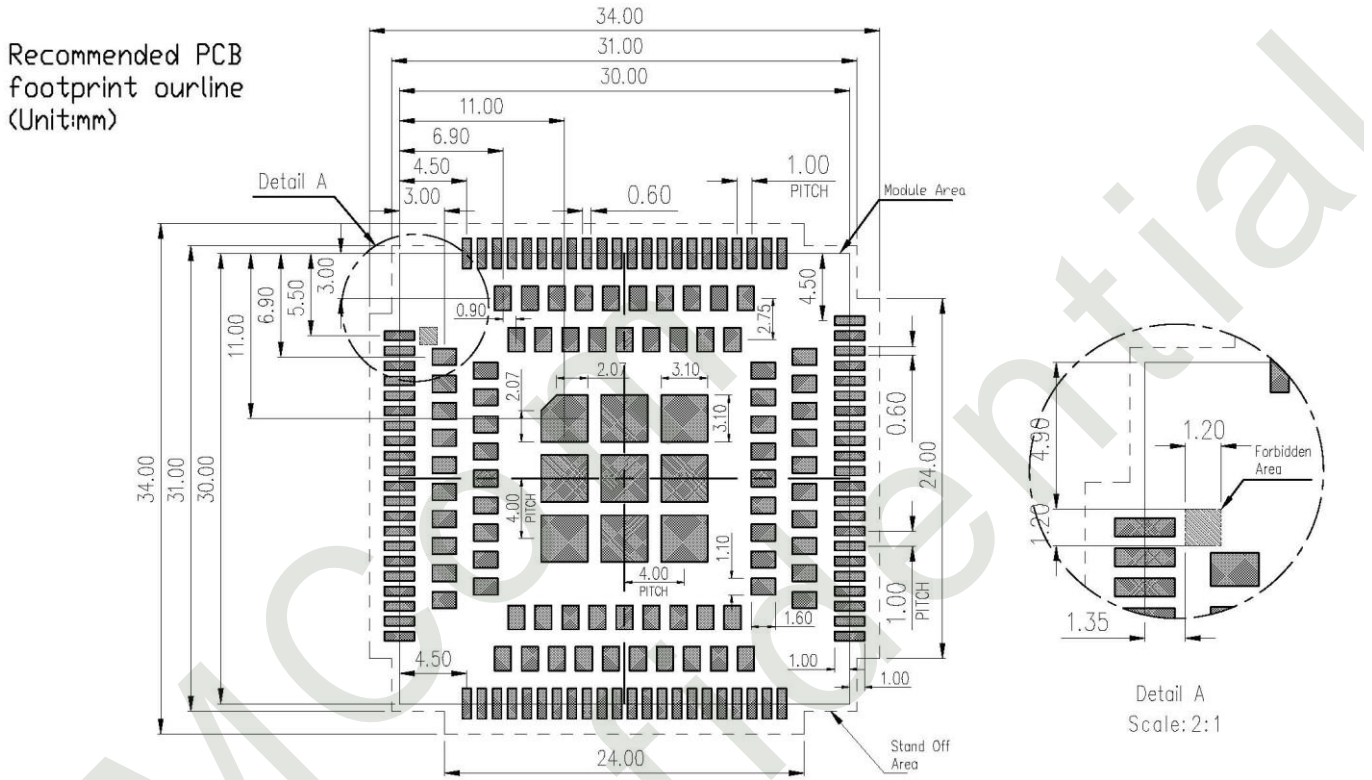


图 4: 推荐 PCB 封装尺寸(单位: 毫米)

2.5 推荐钢网尺寸

推荐锡膏厚度为0.15 mm。

我们提供模块的SMT钢网文件，可以联系当地FAE获取。

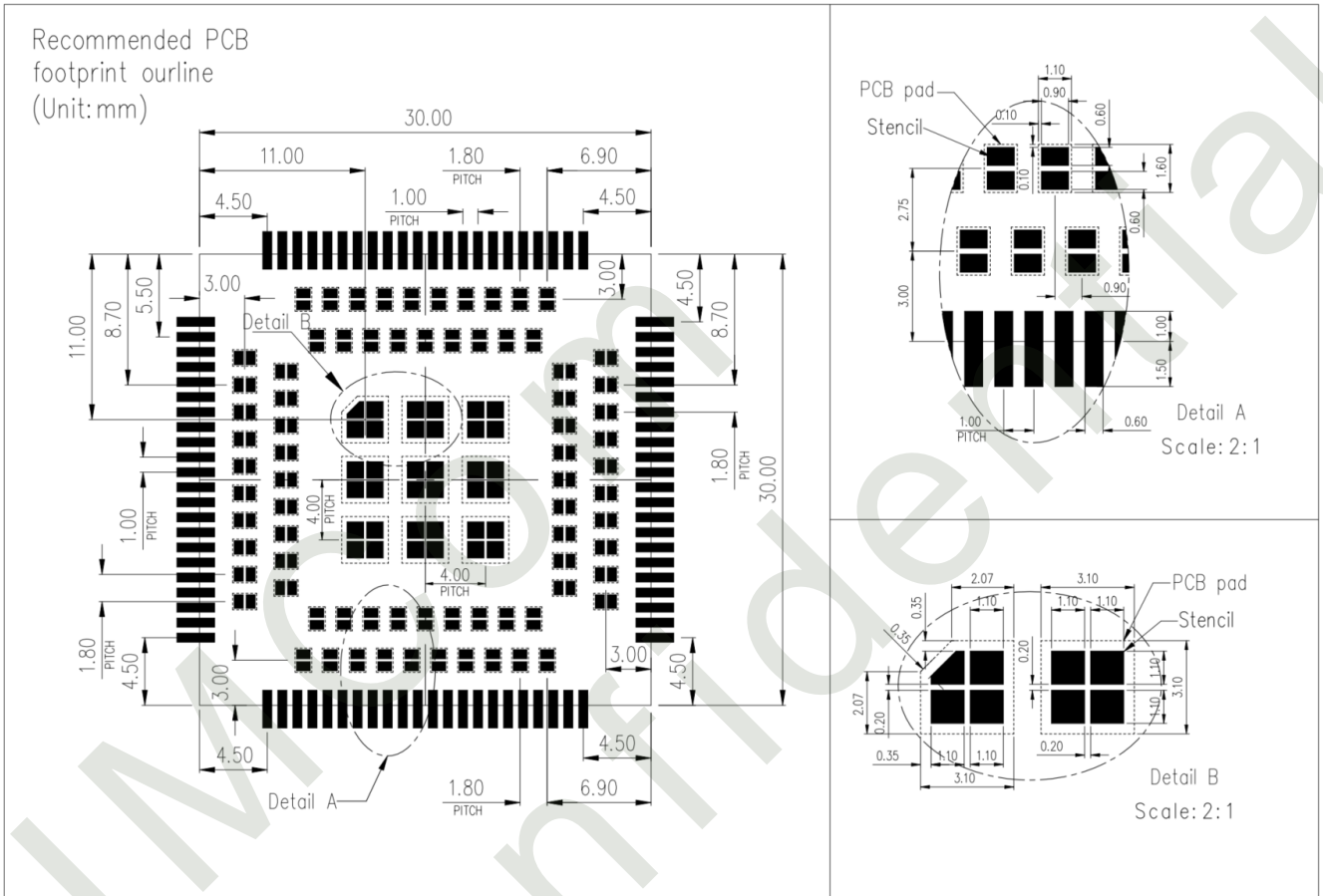


图 5: 推荐钢网尺寸(单位: 毫米)

3 应用接口

3.1 供电输入

模块使用单一电源供电，共有 4 个引脚（38，39，62 和 63 引脚）作为 VBAT 电源输入，通过这 4 个引脚给内部的射频和基带电路供电。

表 9: VBAT 引脚电气参数

| 符号 | 符号描述 | 最小 | 典型 | 最大 | 单位 |
|---|----------------|---------|-----|-----|----|
| VBAT | 模块供电输入电压 | 3.4 | 3.8 | 4.2 | V |
| I _{VBAT(peak)} | 模块峰值耗流 | - | 1 | - | A |
| I _{VBAT(average)} | 模块平均耗流(正常模式) | 请参考表 58 | | | |
| I _{VBAT (sleep)} | 模块平均耗流(休眠模式) | | | | |
| I _{VBAT (power-off)} ^{Note 1} | RTC 关闭时，模块关机电流 | - | 10 | 30 | uA |
| I _{VBAT (power-off)} ^{Note 2} | RTC 开启时，模块关机电流 | - | 120 | 200 | uA |

※ 注意

1. 模块关机时，RTC 功能默认关闭(可以发送 **AT+CPOFEX=0**)，以降低关机电流。
2. 模块关机时，如果需要 RTC 功能，可以发送 **AT+CPOFEX=1** 打开，但会增加关机电流。

3.1.1 RTC 功能

模块支持 RTC 模式的时钟、定时器、闹钟自动开机等功能，可以通过发送 **AT+CCLK?** 跟踪或记录当前日期和时间。由于模块内部没有独立的 32K 晶振和 RTC 时钟备用电源，因此需要 VBAT 供电给 PMU 去产生 RTC 时钟，所以不能关闭 VBAT 的电源。只要保持 VBAT 电源常开，模块在关机或休眠状态下也能进入 RTC 模式。

下图为 RTC 框图。RTC 时钟是由分频器产生的，由于 LDO5 保持常开为 26M XO 供电，所以会产生一定的电流消耗。

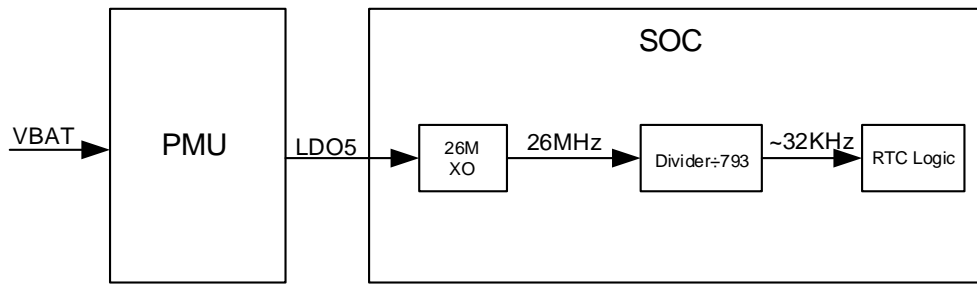


图 6: RTC 框图

表 10: RTC 电气参数

| 工作条件 | RTC 时间精度 | VBAT 电流损耗 |
|-------------------|----------|--------------|
| VBAT = 3.8 V 模块关机 | TBD | 120 uA (典型值) |
| VBAT = 3.8 V 模块待机 | TBD | 30 mA (典型值) |

※ 注意

模块关机后，LDO5 默认关闭，不支持关机 RTC 功能，如有需要，请发送 `AT+CPOFEX=1` 打开。

3.1.2 供电设计指导

在用户的设计中，必须特别注意电源部分的设计，确保即使在模块传输突发期间，电流消耗达到 1 A 时，VBAT 引脚上的跌落也不要低于 3.4 V，如果电压跌落低于 3.4 V，模块射频性能将会受到影响，如果电压跌落低于 3.0 V，有可能会导导致模块异常关机。

※ 注意

当电源能够提供 1 A 的峰值电流时，外部供电电容总容值，建议不小于 300 uF；若不能提供 1 A 的峰值电流，则建议外部电容总容值不小于 1000 uF，以保证任何时候 VBAT 引脚上电压跌落不超过 300 mV。

建议靠近 VBAT 引脚放置 100 nF/33 pF 陶瓷电容，以改善射频性能及系统稳定性。与此同时，建议 PCB 上供电电源到模块 VBAT 引脚的走线宽度至少 1 mm。原则上，VBAT 走线越长，线宽越宽。

如果 VBAT 输入含有高频干扰，建议增加直流阻抗小于 50 mΩ 的磁珠进行滤波，磁珠推荐型号为 BLM21PG300SN1D 或 MPZ2012S221A。

参考设计推荐如下：

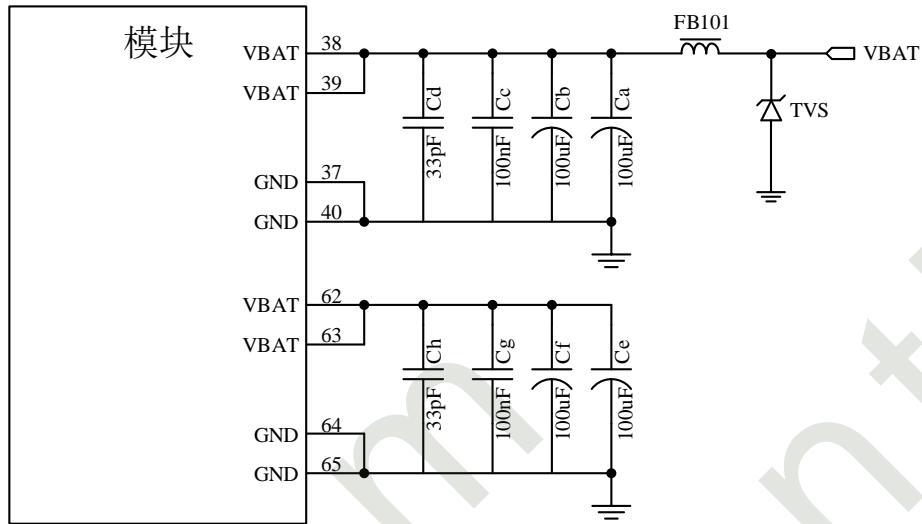


图 7：供电输入参考电路

此外，为防止浪涌及高压毛刺对模块的损坏，建议在模块 VBAT 引脚上并联一个 TVS 管。

TVS 推荐型号如下：

表 11: VBAT 推荐的 TVS 管列表

| 编号 | 厂家 | 型号 | 工作电压 | 封装 |
|----|------|-------------|------|------------|
| 1 | 长电 | ESDBW5V0A1 | 5 V | DFN1006-2L |
| 2 | 芯导 | PESDHC2FD4 | 4.5V | DFN1006-2L |
| 3 | 长园维安 | WS05DPF-B | 5 V | DFN1006-2L |
| 4 | 韦尔 | ESD5611N | 5 V | DFN1006-2L |
| 5 | 韦尔 | ESD56151W05 | 5 V | SOD-323 |
| 6 | 长园维安 | WS4.5DPV | 4.5V | DFN1610-2L |

※ 注意

客户自行选择 TVS 时，需要关注浪涌防护时的钳位电压，100 V 浪涌输入时钳位电压不要高于 10 V。客户如果设计 VBAT 供电为 4.2 V 时，建议选用工作电压 5 V 的 TVS 管。

3.1.3 供电参考电路

推荐使用开关电源或线性稳压电源。务必确保电源电路中使用的所有器件都能抵抗高达 1 A^{Note 3} 的峰值电流。如果输入和输出之间的压降不是太高，可使用线性电源给模块供电；如果输入和输出之间的压降太大，建议使用降压转换器作为电源。

输入为 5 V，输出为 3.8 V 的线性电源参考电路如下图所示：

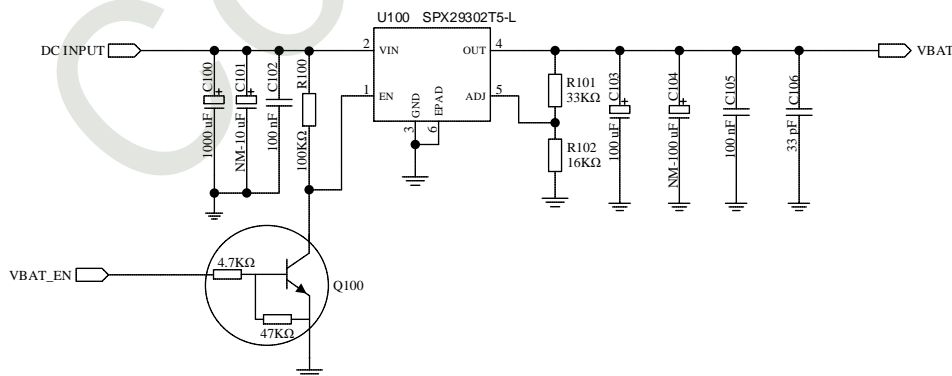


图 8: 线性电源参考电路

输入为 12 V，输出为 3.8 V 的开关电源参考电路如下图所示：

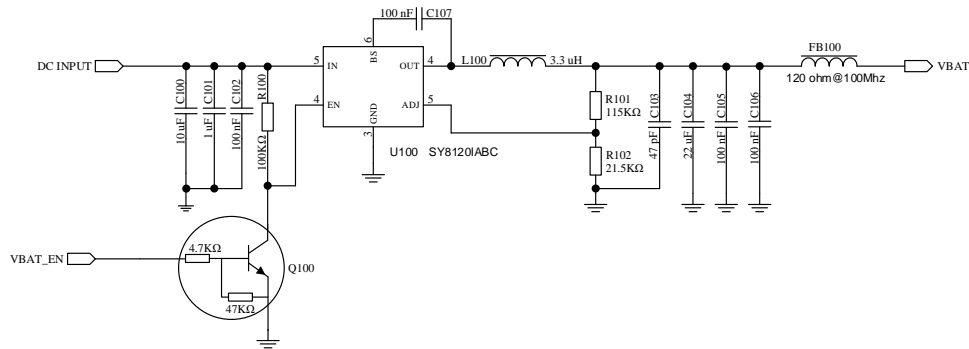


图 9：开关电源参考电路

※ 注意

1. 必须谨慎选择用于 VBAT 的开关模式电源解决方案，以防止电磁干扰和纹波电流降低 RF 性能。
2. 如果直流输入为 12 V，客户必须选择降压电路以获得更高的电源效率。
3. 这里 1 A 仅指模块在 LTE 最大发送功率下的峰值电流，不包括其他外设的功耗。

3.1.4 电源检测*

AT+CBC 可以用来监测 VBAT 电源电压。

AT+CVALARM 可以设置 VBAT 高/低压报警电压，当实际电压超出预设值范围时，会通过 AT 口上报警告信息。

使用 **AT+CPMVT** 可以设置高/低压关机电压，当实际电压超出预设值范围时，模块将直接自动关闭。

※ 注意

过压报警及过压关机功能默认关闭，该功能仍在开发中。相关 AT 命令的详细信息，请参阅[参考文档【1】](#)。

3.2 开机和关机

3.2.1 模块开机

PWRKEY 引脚已经在模块内部通过 $50\text{ K}\Omega$ 上拉到 VBAT, 外部不需要上拉。推荐客户在设计时, PWRKEY 引脚附近放置 100 pF 电容, 以滤除线路上的毛刺。

下表为 PWRKEY 接口的引脚定义:

表 12: PWRKEY 接口的引脚定义

| 引脚名称 | 引脚编号 | I/O | 描述 | 备注 |
|--------|------|-----|---------|-------|
| PWRKEY | 3 | DI | 开关机控制输入 | 低电平有效 |

当模块处于下电模式时, 您可以通过将 PWRKEY 引脚拉低至少 500 ms 来将其打开到正常模式。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:

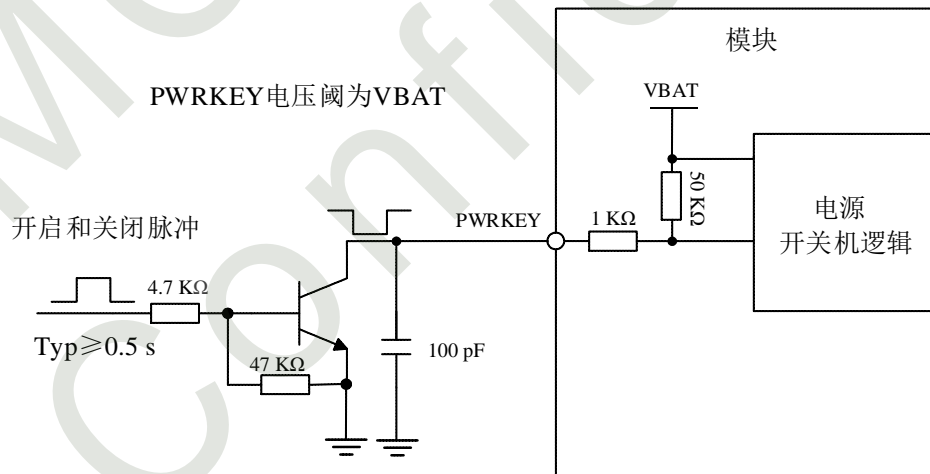


图 10: 开关机参考电路

※ 注意

1. 如果客户需要上电自动开机且不需要关机功能时，则可把 PWRKEY 引脚下拉到地，下拉电阻建议选择 10 KΩ。
2. 模块开机前，一定要注意模块所允许的最大条件（比如电压和温度范围），否则超过模块的绝对最大值，可能会导致模块永久性地损坏。
3. 请不要在 PWRKEY 上并联超过 10 nF 电容，否则上电检测到低电平会导致模块自动开机，注意 TVS 的结电容，如果结电容过大，也会有同样的风险。

模块上电时序如下图所示：

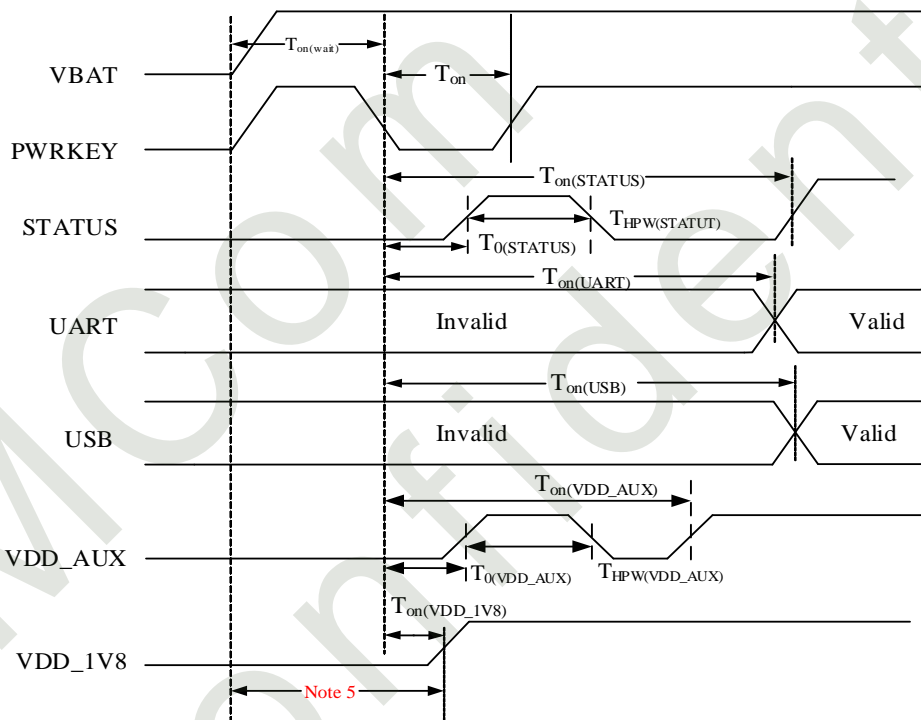


图 11: PWRKEY 开机时序

表 13: 开机时序参数和电气参数

| 符号 | 描述 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|---------------------|-------------------------------------|------------|------|------|----|
| $T_{on(wait)}$ | 上电稳定到拉低 PWRKEY 有效等待时间 Note 1 | 30 | | | ms |
| T_{on} | 开机低电平脉冲宽度 Note 2 | 0.5 | - | - | s |
| $T_{0}(STATUS)$ | 软件初始化完成前 STATUS 打开 | - | TBD | TBD | s |
| $T_{HPW}(STATUS)$ | 软件初始化完成前的脉冲宽度 | - | TBD | TBD | s |
| $T_{on}(STATUS)$ | 开机时间(根据 STATUS 引脚判断) | - | TBD | 20 | s |
| $T_{on}(UART)$ | 开机时间(根据 UART 判断) | - | TBD | 15 | s |
| $T_{0}(VDD_AUX)$ | 软件初始化完成前电源打开 Note 4 | - | TBD | TBD | s |
| $T_{HPW}(VDD_AUX)$ | 软件初始化完成前脉冲宽度 | - | TBD | TBD | s |
| $T_{on}(VDD_AUX)$ | 开机时间 (根据 VDD_AUX 判断) | - | TBD | TBD | s |
| $T_{on}(VDD_1V8)$ | 开机时间(根据 VDD_1V8 判断) | - | TBD | 15 | ms |
| $T_{on}(USB)$ | 关机时间 (根据 USB 判断) | - | TBD | 15 | s |
| V_{IH} | PWRKEY 引脚输入高电平电压 | $0.7*VBAT$ | VBAT | VBAT | V |
| V_{IL} | PWRKEY 引脚输入低电平电压 | -0.3 | 0 | 0.5 | V |

※ 注意

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. 当 T_{on} 时间小于 500 ms 时，模块可能会开机，但只有 T_{on} 时间大于 500 ms，才能保证模块可靠开机。
3. STATUS 引脚可以用来判断是否已开机，当模块已上电且初始化完成后，STATUS 输出高电平，否则一直维持低电平。
4. 在 VDD_AUX 在拉低 PWRKEY 后会立即打开，在 PWRKEY 拉低后 237 ms 左右关闭，然后在系统启动正常时会默认打开。
5. 在 VBAT 上电之后到 VDD_1V8 上电之前，不允许 VDD_1V8 线路上的电压超过 0.1 V。

3.2.2 模块关机

模块有以下几种关机方法：

- 使用拉低 PWRKEY 引脚关机
- 使用 **AT+CPOF** 命令关机
- 高/低压关机，使用 **AT+CPMVT** 设置电压范围
- 高温/低温关机*

强烈建议客户使用 PWRKEY 或者 AT+CPOF 进行关机，通过断开 VBAT 进行关机可能会对 FLASH 造成损伤。

※ 注意

1. 当温度超过 $-30\sim+80^{\circ}\text{C}$ 范围时，模块会通过 AT 口上报警告信息。当温度超过 $-40\sim+85^{\circ}\text{C}$ 范围时，模块自动关机。报警温度范围和自动关机温度范围以实际软件版本为准，AT+CPOF 和 AT+CPMVT 的详细描述，请参阅 [参考文档【1】](#)。
2. 强烈推荐在异常状态下主控具有切断模块 VBAT 供电的功能，然后再开启电源以便重新启动模块。
3. 高低温关机功能仍在开发中。

模块在开机状态下，拉低PWRKEY引脚至少2 s后释放，模块将执行关机流程。关机时序图如下图所示：

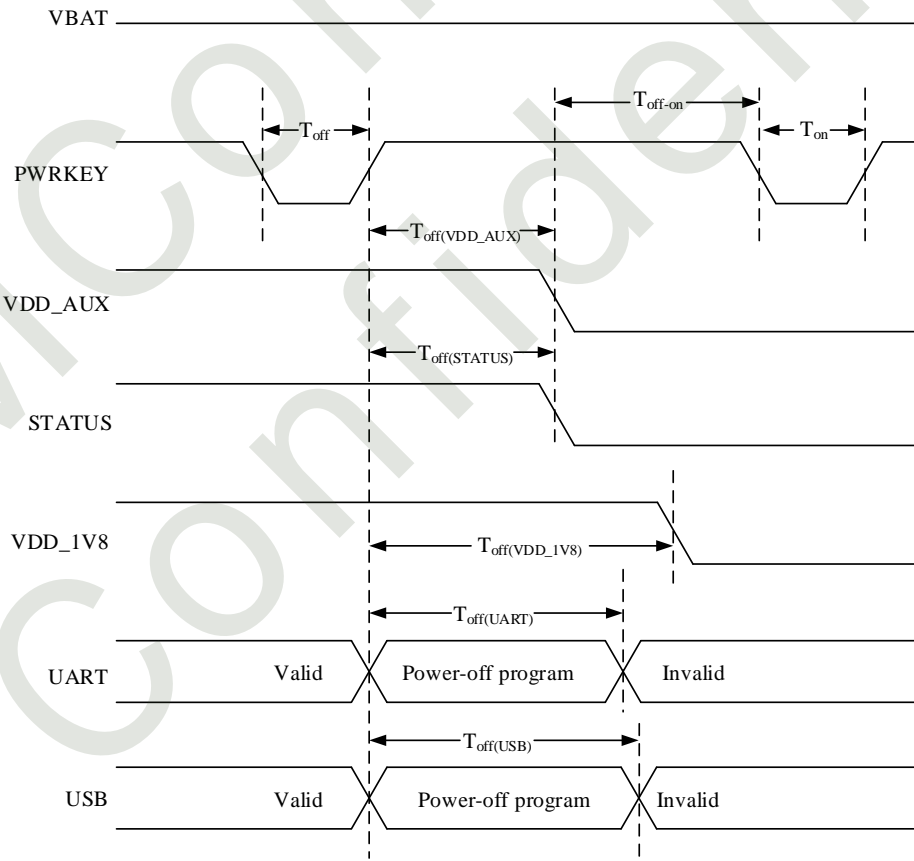


图 12: PWRKEY 关机时序

表 14: 关机时序参数

| 符号 | 描述 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|---------------------|--|-----|-----|-----|----|
| T_{off} | 关机低电平脉冲宽度 | 2 | 2.5 | - | s |
| $T_{off}(STATUS)$ | 关机时间(根据 STATUS 引脚判断) ^{Note 4} | - | TBD | 10 | s |
| $T_{off}(UART)$ | 关机时间(根据 UART 判断) | - | TBD | 5 | s |
| $T_{off}(USB)$ | 关机时间(根据 USB 判断) | - | TBD | 5 | s |
| $T_{off}(VDD_AUX)$ | 关机时间(根据 VDD_AUX 判断) | - | TBD | - | |
| $T_{off}(VDD_1V8)$ | 关机时间(根据 VDD_1V8 判断) | - | TBD | 5 | s |
| T_{off-on} | 关机-开机缓冲时间 | 3 | - | - | s |

※ 注意

1. STATUS 引脚可以用来判断是否已关机，当 STATUS 输出低电平，则说明模块已关机。
2. 客户设计电路时，主控必须具备给模块断电的功能，模块能正常关机或重启时禁止使用，只有模块出现异常导致无法正常关机或重启，才可对模块断电。
3. 当模块正常工作时，不要直接切断模块 VBAT 电源，以免损坏模块内部 Flash。强烈建议先通过 PWRKEY 或者 AT 命令关闭模块后，再断开模块 VBAT 电源。
4. 关机时间和当地的网络情况相关，可能会有一些偏差。

3.3 模块复位

可以通过拉低模块的RESET引脚来重启模块。在模块内部已经有50 KΩ电阻上拉至VBAT，所以外部不需要上拉。推荐客户设计时，模块引脚处增加100 pF电容,可以滤除线路上的毛刺。

下表为 RESET 接口的引脚定义:

表 15: RESET 接口的引脚定义

| 引脚名称 | 引脚编号 | I/O | 描述 | 备注 |
|-------|------|-----|----------|-------|
| RESET | 4 | DI | 硬件复位控制输入 | 低电平有效 |

推荐使用开集或开漏驱动电路来控制RESET引脚。参考电路如下:

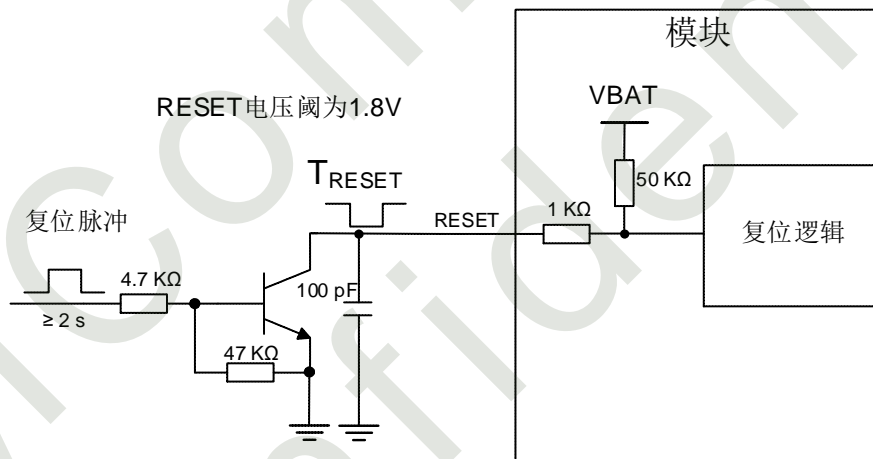


图 13: 复位参考电路

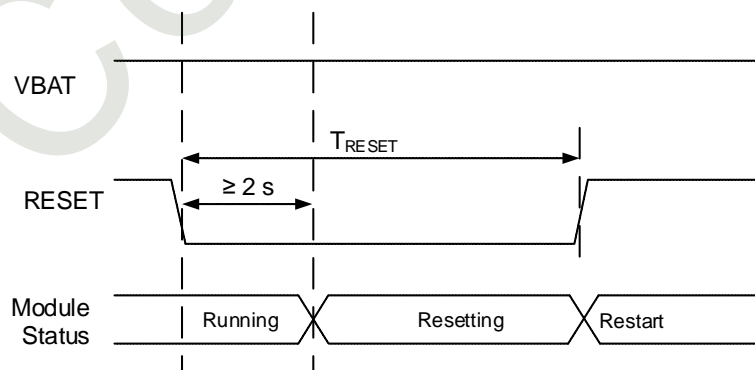


图 14: 复位时序

表 16: RESET 引脚电参数

| 参数 | 描述 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|--------------------|-----------------|-------------------------|-----|------|----|
| T_{RESET} | 重启低电平脉冲宽度 | 2 | 2.5 | - | s |
| V_{IH} | RESET 引脚输入高电平电压 | $0.7 \cdot \text{VBAT}$ | - | VBAT | V |
| V_{IL} | RESET 引脚输入低电平电压 | -0.3 | 0 | 0.5 | V |

※ 注意

1. 建议仅在紧急情况，比如模块无响应时和通过 **AT+CPOF** 且 PWRKEY 引脚关机失败时，才使用 RESET 引脚。此外，模块在关机状态下 RESET 引脚是无效的。
2. 请不要在 RESET 上并联超过 10 nF 电容，否则上电检测到低电平会导致模块自动开机，注意 TVS 的结电容，如果结电容过大，也会有同样的风险。

3.4 状态指示信号

3.4.1 网络状态指示

网络指示引脚可用于驱动网络状态指示灯。该模块提供了一个引脚，即 NETLIGHT。

下表描述了不同网络状态下的引脚定义和逻辑电平变化：

表 17: 网络状态指示引脚定义

| 引脚名称 | 引脚编号 | I/O | 描述 | 备注 |
|----------|------|-----|---------------|----|
| NETLIGHT | 51 | DO | 网络运行状态和注册制式指示 | |

表 18: 网络状态指示的工作状态

| 引脚电平状态 | 描述 |
|-----------------------|---------------------------------|
| 常亮 | 正在找网 |
| 快闪（200 ms 高/200 ms 低） | 数据连接已建立，或 LTE 网络已注册 |
| 慢闪（800 ms 高/800 ms 低） | 3G 网络已注册 |
| 常灭 | 关机，或条件满足 AT+CSCLK=1，并且 DTR 被拉高。 |

NETLIGHT 的参考电路如下图：

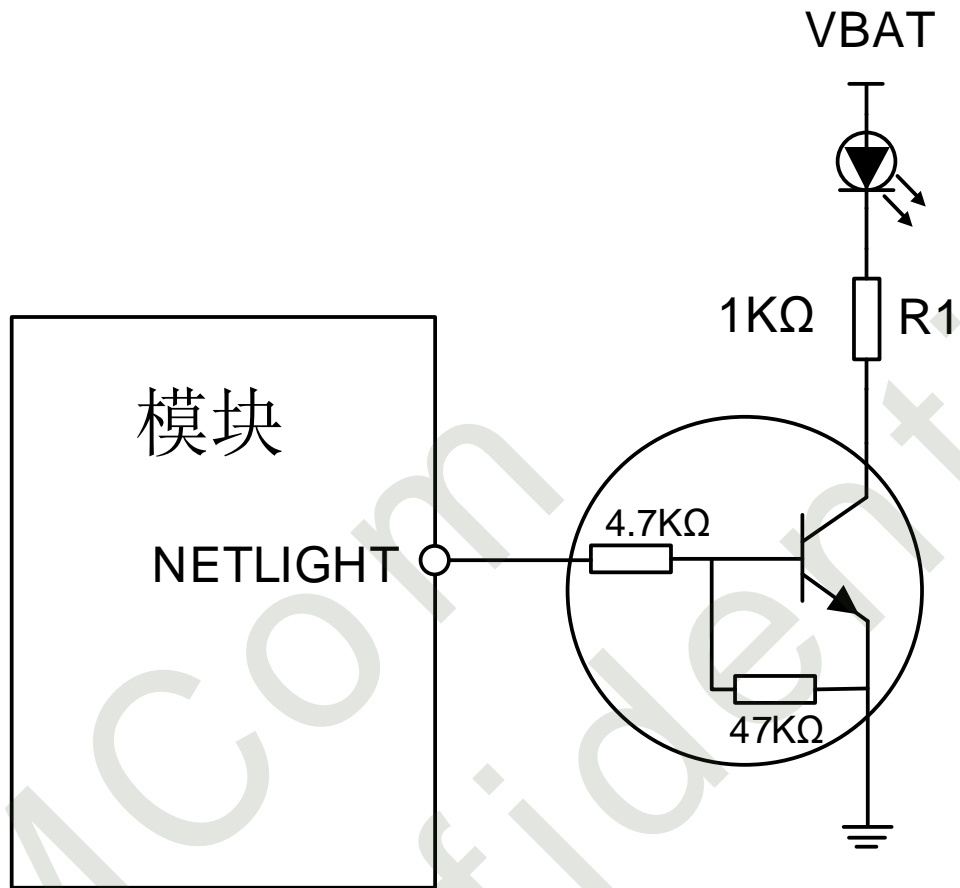


图 15: NETLIGHT 参考电路

※ 注意

上图中电阻 R1 的阻值需依赖于 VBAT 及 LED 的具体参数。

3.4.2 工作状态指示

STATUS 用于指示模块的工作状态，为输出引脚。该引脚可连接到 MCU 的 GPIO 或如下图所示的 LED 指示电路。当模块正常开机时，STATUS 输出高电平；否则，STATUS 为低电平。

下表为 STATUS 接口的引脚定义：

表 19: STATUS 引脚定义

| 引脚名称 | 引脚编号 | I/O | 描述 | 备注 |
|--------|------|-----|----------|----|
| STATUS | 49 | PU | 指示模块工作状态 | |

下图为两种不同的 STATUS 参考电路设计，可根据应用需求选择其中任何一种。

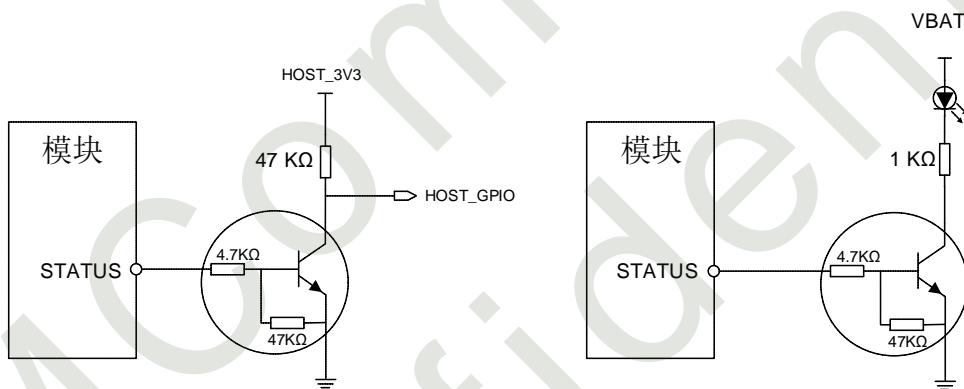


图 16: STATUS 参考电路

3.5 串口

模块默认提供三路串口：一路UART1串口，一路调试串口和一路GNSS串口，特性如下：

- **UART1 串口**：支持 7 线 UART(通用异步串行传输)接口，作为 DCE(数据通信设备)。支持波特率范围：9600 bps~3.6 Mbps，默认为 115200 bps。用于数据传输和 AT 命令传送。支持 RTS 和 CTS 硬件流控。当串口波特率超过 115200 时必须使用流控。
- **调试串口**：支持 115200 bps 波特率，用于软件控制台和日志输出。
- **UART2 串口**：默认GNSS功能，支持波特率范围为：9600 bps~921600 bps，默认为 115200 bps。

UART 接口定义如下表：

表 20: UART1 引脚定义

| 引脚名称 | 引脚编号 | I/O | 描述 | 备注 |
|-----------|------|-----|---------------------|----|
| UART1_TXD | 71 | DO | 串口 1 发送数据 | |
| UART1_RXD | 68 | DI | 串口 1 接收数据 | |
| UART1_CTS | 67 | DI | 串口 1 清除发送 | |
| UART1_RTS | 66 | DO | 串口 1 请求发送 | |
| UART1_RI | 69 | DO | 串口 1 振铃提示 | |
| UART1_DCD | 70 | DO | 串口 1 数据载波检测 | |
| UART1_DTR | 72 | DI | 串口 1 数据终端就绪, 睡眠模式控制 | |

表 21: 调试串口引脚定义

| 引脚名称 | 引脚编号 | I/O | 描述 | 备注 |
|---------|------|-----|----------|----|
| DBG_TXD | 42 | DO | 调试串口数据发送 | |
| DBG_RXD | 106 | DI | 调试串口数据接收 | |

表 22: UART2 引脚定义

| 引脚名称 | 引脚编号 | I/O | 描述 | 备注 |
|-----------|------|-----|-----------|----|
| UART2_TXD | 50 | DO | 串口 2 发送数据 | |
| UART2_RXD | 52 | DI | 串口 2 接收数据 | |

3.5.1 UART1 参考设计

当用户使用全功能的主串口时，可以参考下图连接方式：

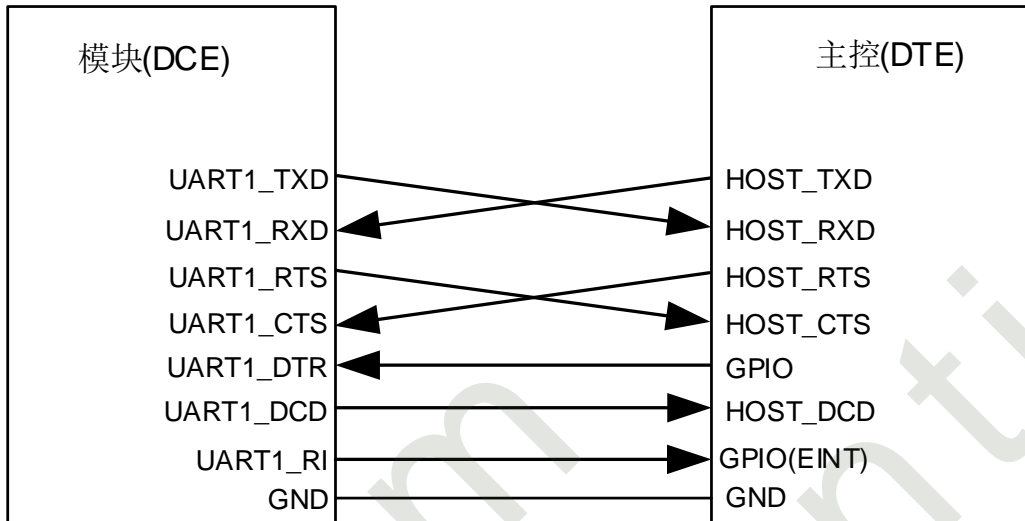


图 17: UART1 连接图(全功能模式)

使用两线串口时，可以参考下图连接方式：

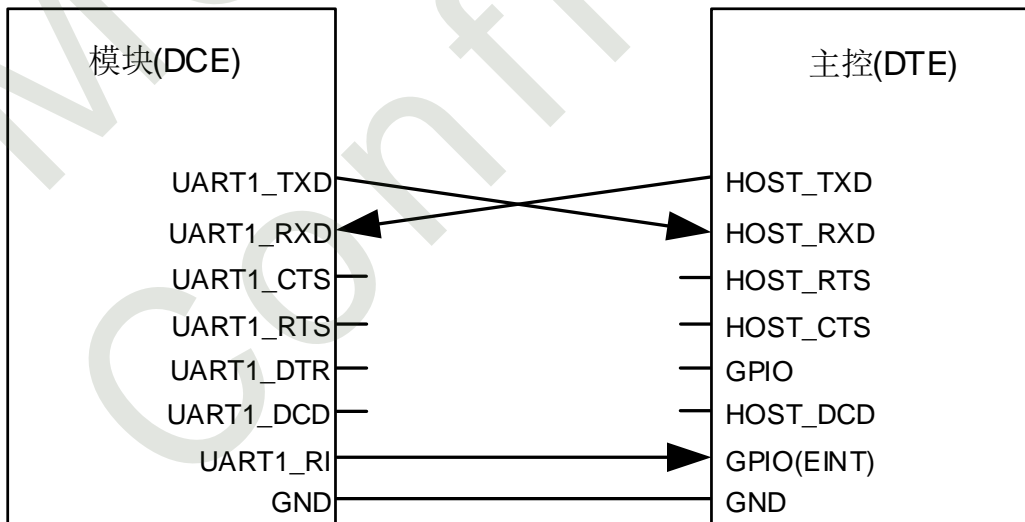


图 18: UART1 连接图(NULL 模式)

模块UART1为1.8 V电压接口，如果用户的UART1应用电路是3.3 V电压接口，则应使用电平转换器电路进行电平匹配。推荐使用德州仪器提供的TXB0108RGYR。下图为使用电平转换芯片的参考电路设计：

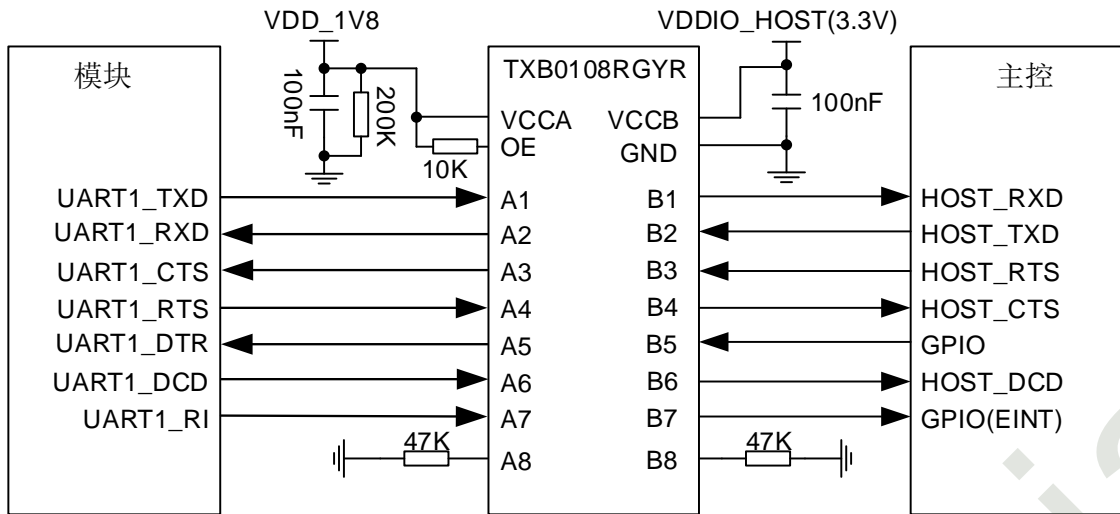


图 19: UART1 电平转换芯片转换电路

下图展示了使用三极管进行电路转换，虚线部分的电路可以参考实线 TXD 和 RXD 的电路，需要注意信号的方向（RXD 信号端一定要加上拉）。

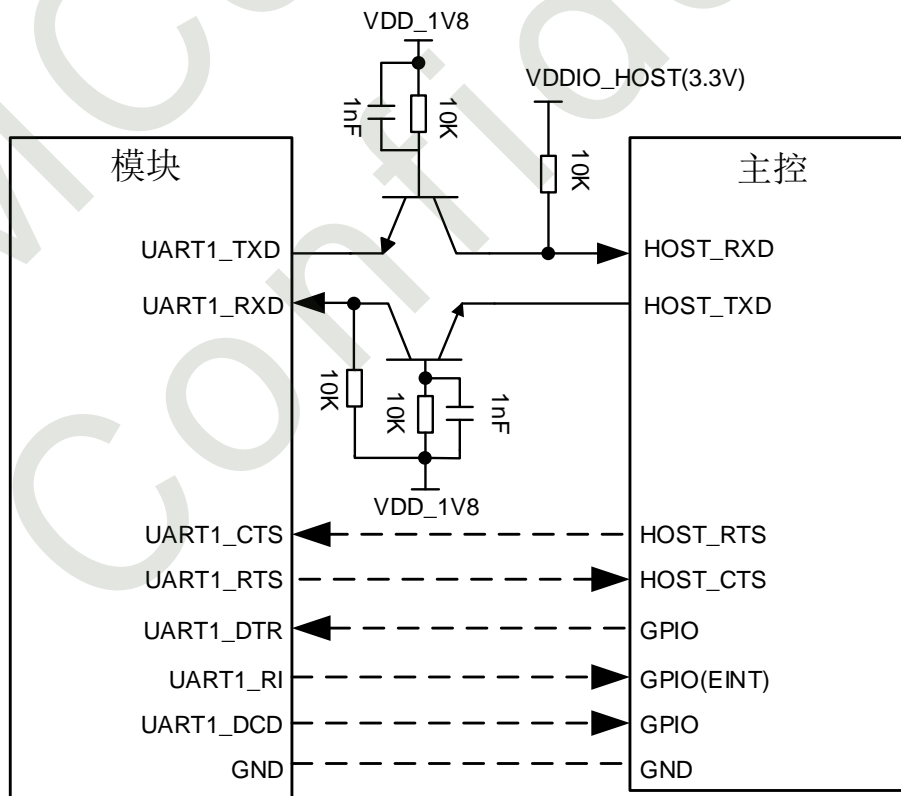


图 20: UART1 三极管电平转换参考电路

※ 注意

1. 推荐用户使用 MMBT3904 等高速晶体管。
2. UART1 支持以下波特率：9600、19200、38400、57600、115200、230400、460800、921600、1843200、3686400 bps。默认波特率为 115200 bps。
3. 由于三极管寄生电容的存在，会对高速数字信号的边沿产生影响，信号速度高于 115200bps 时不建议使用该电路，如果产生阶梯信号，可把 NPN 换为 NMOS 测试改善，或使用上面提到的推荐三极管。

3.5.2 UART1_RI 应用

UART1_RI 引脚可以作为一个中断输出唤醒主机。

模块接收到短信/TCP数据呼入时，有URC上报（**AT+CATR** 可配置上报端口方式）。**AT+CFGRI=1** 时：只有短信/TCP数据呼入，才可以触发UART1_RI引脚变化。收到短信时，UART1_RI的拉低时间默认为120 ms，收到数据URC上报时，UART1_RI的拉低时间默认为60 ms。参考AT手册中如下指令可进行UART1_RI下拉时间配置：

AT+CFGRI=<status>,<URC time>,<SMS time>

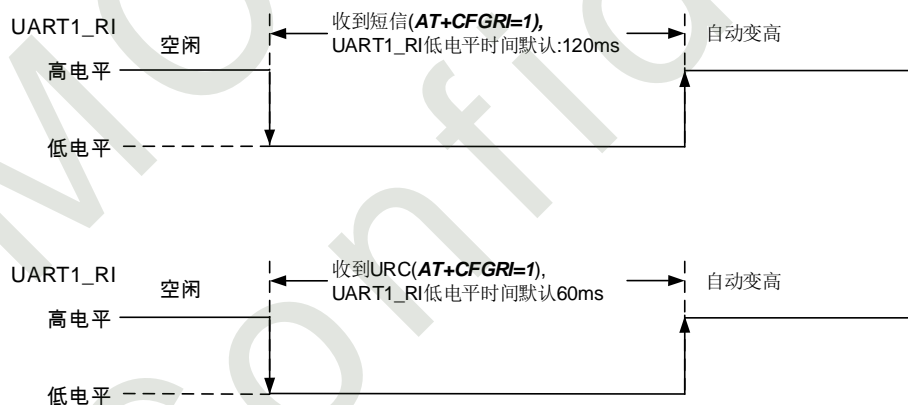


图 21: UART1_RI 上的电平变化(短信，URC)

※ 注意

关于 UART1 的 AT 命令更多信息，请参阅[参考文档【1】](#)和[参考文档【22】](#)。

3.6 USB 接口

模块提供一路USB 2.0接口，符合USB 2.0规范(支持HS和FS速度模式)，可用于AT命令发送、数据传输、GNSS NMEA输出、软件调试和升级等功能。

USB只支持从模式，不支持OTG功能。

USB 接口引脚定义如下表：

表 23: USB 接口引脚定义

| 引脚名称 | 引脚编号 | I/O | 描述 | 备注 |
|----------|------|-----|-----------|----------------------|
| USB_VBUS | 11 | AI | USB 检测 | 仅用于 USB 连接检测，不能用于供电。 |
| USB_DN | 12 | AIO | USB总线差分负极 | 需做 90 Ω 的差分阻抗。 |
| USB_DP | 13 | AIO | USB总线差分正极 | USB2.0 支持向下兼容 |

3.6.1 USB 参考设计

模块可以作为USB从设备，支持USB休眠及唤醒机制，节省功耗。如果USB总线上没有数据传输，模块会自动进入挂起模式，并会被一些事件如接收短信等恢复。

连接电路图参考如下：

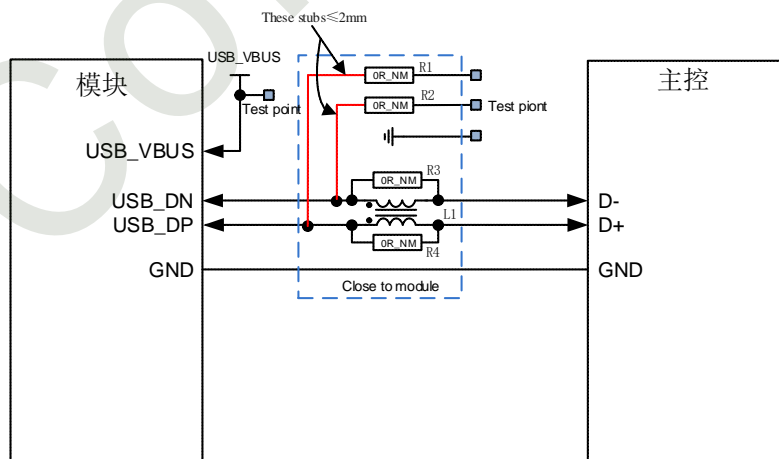


图 22: USB 接口参考电路

建议主控和模块间的 USB 线路串联滤波网络以滤除 EMI 干扰，滤波网络尽量靠近模块侧摆放；建议滤波网络采用共模电感和电阻共焊盘的兼容设计，在满足 USB 性能的前提下，共模电感可由电阻或普通电感代替，以节省产品成本。

建议客户在设计时预留 USB 测试点用于固件升级和调试，并预留 0R 电阻用于外部测试点的切换。

※ 注意

1. USB 数据线必须严格按 $90\ \Omega \pm 10\%$ 差分形式走线，数据线上的 TVS 器件 D1 和 D2 必须选用等效电容值小于 $2\ \text{pF}$ ，TVS 器件靠近 USB 连接器或者测试点放置，推荐型号 ESD73011N 和 WS05DUCFM。
2. 模块的 VBUS 连接情况会影响模块能否正常进入休眠，当主机支持 suspend 和 resume 机制时，不需要关注。当主机不支持 suspend 和 resume 机制时，在模块休眠前，客户需要把 USB_VBUS 引脚的供电断开，不然模块无法正常休眠。
3. USB 2.0 速率的检测确定，由 USB 协议自动完成，客户不需要外部上拉 DP，否则可能会影响设备 USB 枚举。

3.7 USB_BOOT 接口

模块提供强制下载引导接口 USB_BOOT。

USB_BOOT 接口引脚定义如下表：

表 24: USB_BOOT 接口引脚定义

| 引脚名称 | 引脚编号 | I/O | 描述 | 备注 |
|----------|------|-----|--------------|----|
| USB_BOOT | 85 | DI | 强制模块进入紧急下载模式 | |

如果模块升级异常无法开机，可以通过 USB_BOOT 接口强制升级。

在模块开机前，把 USB_BOOT 引脚下拉到 GND，再给模块上电开机，模块即进入强制下载模式，然后去除 USB_BOOT 的上拉。

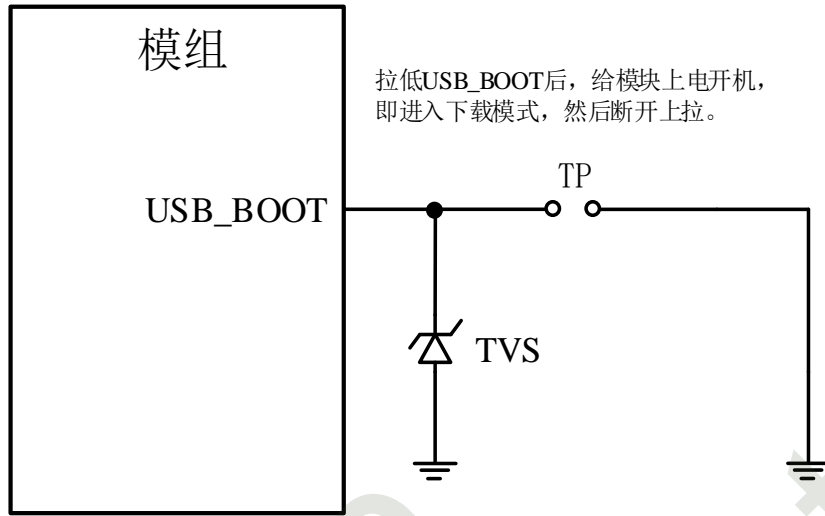


图 23: USB_BOOT 参考电路

客户可在windows系统的设备管理器端口中查看到下载端口。



图 24: 强制下载端口

※ 注意

USB_BOOT 只在开机前具有强制下载引导功能，建议客户预留 USB_BOOT 和 GND 的测试点，以方便调试升级。

3.8 USIM 卡接口

模块支持1.8 V和3.0 V的USIM卡。

USIM 接口引脚定义如下表：

表 25: USIM 接口引脚定义

| 引脚名称 | 引脚编号 | I/O | 描述 | 备注 |
|-----------|------|-----|-------------|---------------------------------|
| USIM_DATA | 17 | DIO | USIM 卡数据 | |
| USIM_RST | 18 | DO | USIM 卡复位 | |
| USIM_CLK | 19 | DO | USIM 卡时钟 | |
| USIM_VDD | 20 | PO | USIM 卡供电 | 输出电压可根据外接卡片类型动态改变，输出电流最大 50 mA。 |
| USIM_DET | 53 | DI | USIM 卡热插拔检测 | |

1.8 V IO 电气特性如下：

表 26: 1.8 V 模式时 USIM 接口电气参数(USIM_VDD=1.8 V)

| 符号 | 描述 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|-----------------|-----------------|------|-----|------|----|
| USIM_VDD | 输出给 USIM 卡的电源电压 | 1.71 | 1.8 | 1.89 | V |
| V _{IH} | 输入高电平电压 | 1.26 | - | 2.0 | V |
| V _{IL} | 输入低电平电压 | -0.3 | 0 | 0.54 | V |
| V _{OH} | 输出高电平电压 | 1.6 | - | 1.8 | V |
| V _{OL} | 输出低电平电压 | - | - | 0.2 | V |

3 V IO 电气特性如下：

表 27: 3.0 V 模式时 USIM 接口电气参数(USIM_VDD=3.0 V)

| 符号 | 描述 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|-----------------|-----------------|------|-----|------|----|
| USIM_VDD | 输出给 USIM 卡的电源电压 | 2.85 | 3.0 | 3.15 | V |
| V _{IH} | 输入高电平电压 | 2.0 | - | 3.3 | V |
| V _{IL} | 输入低电平电压 | -0.3 | 0 | 0.8 | V |
| V _{OH} | 输出高电平电压 | 2.4 | - | 3.0 | V |
| V _{OL} | 输出低电平电压 | - | - | 0.4 | V |

3.8.1 USIM 参考设计

USIM_DET引脚用于检测USIM卡热插拔。推荐使用8脚的SIM卡座，推荐的参考电路如下图所示：

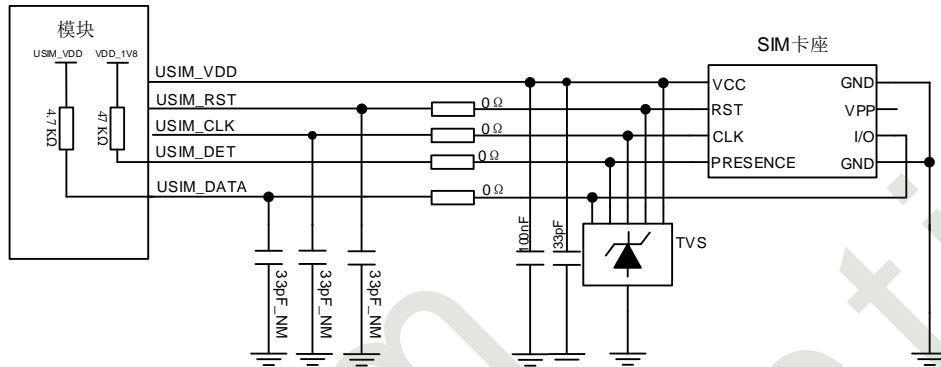


图 25：带热插拔的 USIM 接口参考电路

如果不需要 USIM 卡热插拔，请保持 USIM_DET 引脚悬空。推荐使用 6 脚的 SIM 卡座，参考电路如下图所示：

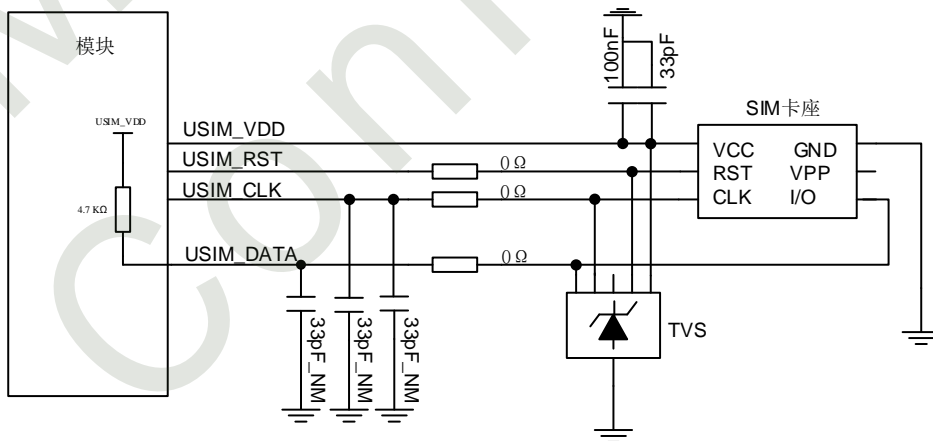


图 26：不带热插拔的 USIM 接口参考电路

通过 USIM_DET 引脚，模块可支持 USIM 卡热插拔功能，并且支持低电平和高电平检测。该功能默认禁用，可以通过 **AT+UIMHOTSWAPON** 和 **AT+UIMHOTSWAPLEVEL** 命令进行配置，有关该命令的详细信息请参阅[参考文档【1】](#)。

热插拔操作流程如下：

客户可以使用 **AT+UIMHOTSWAPON=1** 或者 **AT+UIMHOTSWAPON=2** 打开热插拔检测功能。如果 USIM 卡座是常开类型的，客户可以设置模块为 **AT+UIMHOTSWAPLEVEL=0**，当检测到 USIM_DET 被拉低时，认为 USIM 卡插入；如果 USIM 卡座是常闭类型的，客户可以设置模块为 **AT+UIMHOTSWAPLEVEL=1**，当检测到 USIM_DET 被拉高时，认为 SIM 卡插入。

AT+UIMHOTSWAPON=1 和 **AT+UIMHOTSWAPON=2** 指令都是用来打开热插拔检测功能，**AT+UIMHOTSWAPON=1** 指令加入防抖机制，表现为插入 USIM 卡后立即识别，拔出不能立即退卡。**AT+UIMHOTSWAPON=2** 指令没有加入防抖机制，表现为插入 USIM 卡后立即识别，拔出也能立即退卡。

※ 注意

1. USIM_DATA 在模块内部已通过 4.7 K Ω 电阻上拉到 USIM_VDD，外部电路不需要上拉。另外，在 USIM_VDD 上的 100 nF 和 33 pF 去耦电容必须保留。如需更多关于 USIM 卡操作的 AT 命令，请参阅[参考文档【1】](#)。
2. USIM_CLK 是一个非常重要的信号，USIM_CLK 的上升时间和下降时间应该小于 40 ns，否则 USIM 卡可能无法正确初始化。
3. 有关 USIM 的 AT 命令详细信息，请参阅[参考文档【1】](#)。

3.8.2 USIM 设计注意事项

SIM 卡电路比较容易受到干扰，造成不识卡或掉卡等情况，所以在设计时请遵循以下原则：

- USIM 卡座靠近模块摆放，尽量保证 USIM 卡信号线布线长度不超过 200 mm。
- USIM 卡信号尽量远离 RF 走线、VBAT 走线和高速信号线等辐射源。
- USIM 卡座的地与模块的 USIM_GND 之间的布线要短而粗。为保证相同的电势，需确保 USIM_VDD 与 USIM_GND 布线宽度不小于 0.5 mm。确保 USIM_VDD 和 USIM_GND 之间的旁路电容不能超过 1 uF，并尽可能靠近 USIM 卡座摆放。
- 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。
- 确保 USIM_CLK 信号的上升沿和下降沿时间小于 40 ns。
- 为确保良好的 ESD 防护性能，建议 USIM 卡的引脚增加 TVS 管；建议选择的 TVS 管寄生电容不大于 15 pF。在模块和 USIM 卡之间串联 0 Ω 电阻便于调试。在 USIM_DATA，USIM_CLK 和 USIM_RST 线上并联 33 pF 电容用于滤除射频干扰。USIM 卡的外围器件应尽量靠近 USIM 卡座摆放。

3.9 SD 卡接口

模块提供一路4位SD接口，时钟频率高达200 MHz，兼容Secure Digital(物理层规范，版本3.0)。

SD卡接口默认SD功能，复用为eMMC功能需要软件定制。eMMC接口支持HS200模式，时钟高达200 MHz，兼容eMMC 4.5.1规范。eMMC接口只支持4 bit数据位宽，并且信号电压仅支持1.8V。

下表为 SD 卡接口的引脚定义。

表 28: SD 卡接口引脚定义

| 引脚名称 | 引脚编号 | I/O | 描述 | 备注 |
|----------|------|-----|-----------------|--------------------------------------|
| SD_CMD | 21 | DIO | SD 卡总线双向命令/响应信号 | SD3.0 协议；1.8 / 3.3 V 双电压域。如不使用，悬空即可 |
| SD_DATA0 | 22 | DIO | SD 卡总线数据 0 | |
| SD_DATA1 | 23 | DIO | SD卡总线数据1 | |
| SD_DATA2 | 24 | DIO | SD卡总线数据2 | |
| SD_DATA3 | 25 | DIO | SD卡总线数据3 | |
| SD_CLK | 26 | DO | SD卡总线时钟 | |
| SD_DET | 48 | DI | SD 卡热插拔检测 | 需外部 100 KΩ 电阻将其上拉至 VDD_1V8。如不使用，悬空即可 |

下表为 1.8 V IO 电气特性。

表 29: 1.8 V SD I/O 接口电参数(SD_DATA[0:3], SD_CLK, SD_CMD)*

| 参数 | 描述 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|-----------------|---------|------|-----|------|----|
| V _{IH} | 输入高电平电压 | 1.26 | 1.8 | 2.0 | V |
| V _{IL} | 输入低电平电压 | -0.3 | 0 | 0.54 | V |
| V _{OH} | 输出高电平电压 | 1.6 | - | 1.8 | V |
| V _{OL} | 输出低电平电压 | - | - | 0.2 | V |

下表为 3.3 V IO 电气特性。

表 30: 3.3 V SD I/O 接口电气参数(SD_DATA[0:3], SD_CLK, SD_CMD)

| 参数 | 描述 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|-----------------|---------|------|-----|-----|----|
| V _{IH} | 输入高电平电压 | 2.0 | - | 3.6 | V |
| V _{IL} | 输入低电平电压 | -0.3 | 0 | 0.8 | V |
| V _{OH} | 输出高电平电压 | 2.4 | - | 3.3 | V |
| V _{OL} | 输出低电平电压 | - | - | 0.4 | V |

3.9.1 SD 卡接口参考设计

下图中的SD卡电源为3.3 V，需要外部提供VDD_SD供电，供电范围：2.7~3.6 V，其中典型值为3.3 V。该模块通过SD_DET引脚支持SD卡热插拔。该功能支持低电平和高电平检测，默认禁用，可以通过AT命令配置。有关该命令的更多详细信息，请参阅[参考文档【1】](#)。

由于目前 SD IO 仅支持 3.3 V 信号电压，1.8 V 信号电压仍在开发中。

SD 卡的参考电路如下图：

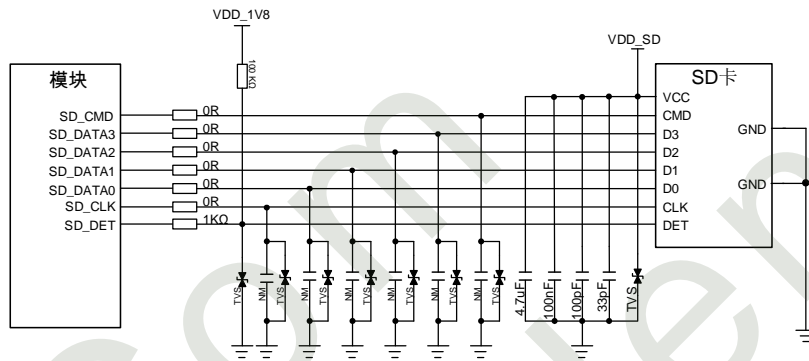


图 27: SD 卡参考电路

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

- SD卡电源VDD_SD的电压范围为 2.7~3.6 V，需提供至少 800 mA 电流。SD卡电源需要模块外部提供。
- 为了调节信号质量，需预留SD总线上串联电阻，推荐值为 0 Ω；预留旁路电容，默认不贴。摆件时电阻、电容需要靠近模块侧放置。
- 为了确保良好的ESD性能，建议在SD卡引脚增加ESD器件，ESD器件寄生电容需小于 15 pF。
- SD总线与其他信号线之间的间距需大于 2 倍线宽，并且确保总线负载小于 15 pF。
- SD总线需立体包地，阻抗需要控制在 50 Ω ±10 %。
- SD_CLK与SD_DATA[0:3]/SD_CMD需做等长处理(相差小于 1 mm)，总长度由SD总线时钟频率决定，如CLK工作在 50 MHz DDR/100 MHz SDR，SD总线长度应小于 130 mm；如CLK工作在 208 MHz，SD总线长度应小于 30 mm。
- SD_CLK/SD_CMD 需单独包地，或者与其它信号的走线间距大于 2 倍线宽。
- SD 总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。

3.9.2 eMMC 接口的参考设计

客户可外接 eMMC，其中 VCCQ_1V8 和 VCC_3V3 两路电源需客户外部提供，如下为电路示意图，不同的 eMMC 方案电路可能会稍有不同，请以 eMMC 厂商提供的参考电路为准。

eMMC 的参考电路如下图：

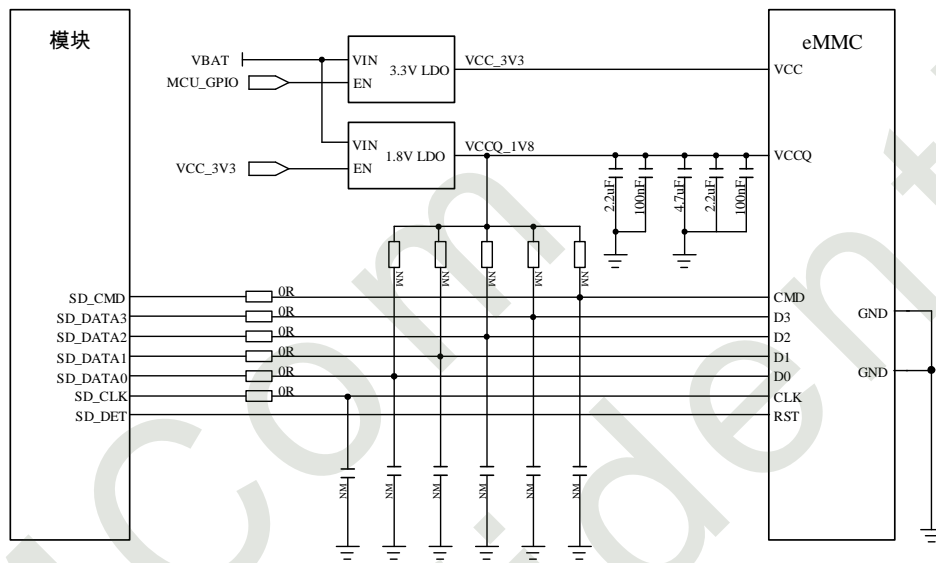


图 28: eMMC 接口参考电路

3.10 ADC 接口

模块提供一路通用模数转换接口。**AT+CADC2=2**命令可用于读取ADC1的电压值。有关这些AT命令的详细信息，请参阅[参考文档【1】](#)。

下表为ADC接口的引脚定义。

表 31: ADC 接口引脚定义

| 引脚名称 | 引脚编码 | I/O | 描述 | 备注 |
|------|--------|-----|----------|----|
| ADC1 | 46, 47 | AI | 模数转换输入 1 | |

下表描述了ADC 接口的特性。

表 32: ADC 电气特性

| 特性 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|----------|-----|-----|-----|------|
| ADC 分辨率 | – | 10 | – | bits |
| ADC 电压范围 | 0 | – | 1.8 | V |

为了提高 ADC 电压的测量精度，应遵循以下设计原则：

- 建议在 ADC 布线时进行包地处理。
- 当被测电压不超过 1.8 V 时，ADC 应用不需要增加分压电阻。

下图为被测电压 $\leq 1.8\text{ V}$ 的参考设计：

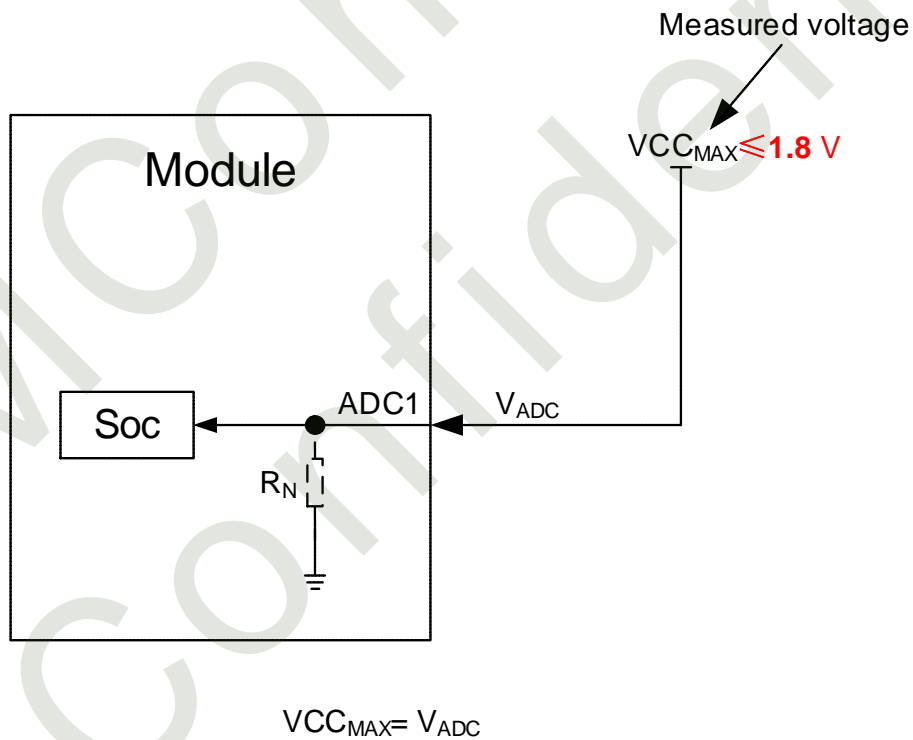


图 29: ADC 参考电路($V_{CC_{MAX}} \leq 1.8\text{ V}$)

- 当被测电压超过 1.8 V 时，ADC 应用需要增加分压电阻，并确保这些电阻精度不低于 1%且不超过 100 K Ω ，建议使用较小的比例因子 G_u ，减小增益误差。此外，模块 ADC 引脚的输入阻抗会降低外部分压值，请务必考虑模块内部的分压电阻。

下图为被测电压 > 1.8 V 的参考设计:

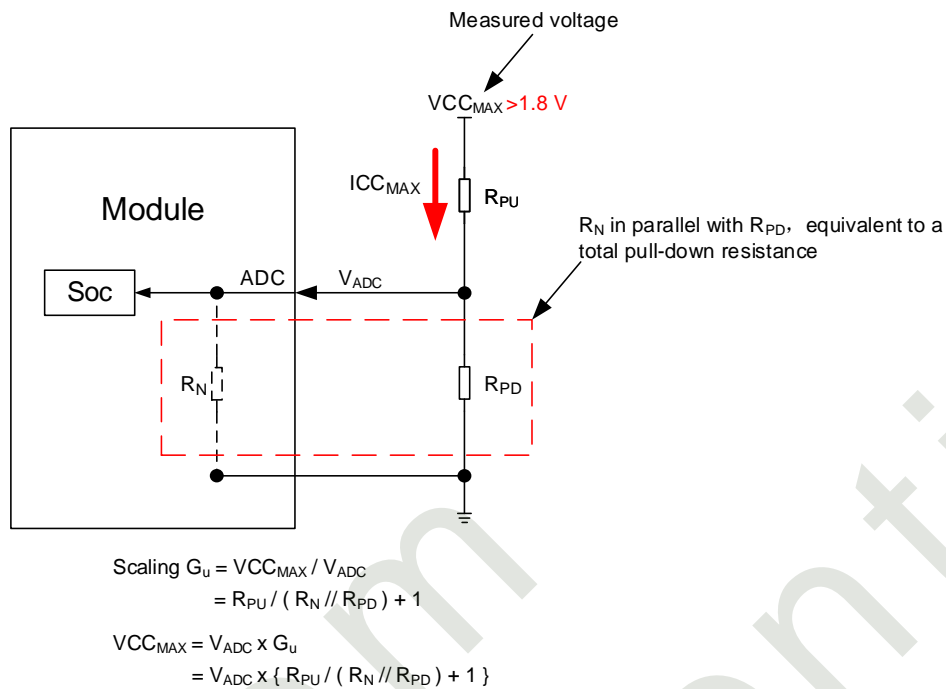


图 30: ADC 参考电路($V_{CC_MAX} > 1.8\text{ V}$)

※ 注意

1. ADC引脚的输入电压不能超过1.8 V。
2. 如果客户需要非常高的ADC精度，比如采样电池电压，建议不要使用模块的ADC，请选择外接ADC芯片。
3. 有关ADC应用注意事项的详细信息，请参阅[文档概述 \[9\]](#)。

3.11 I2C 接口*

模块提供 1 路 I2C，符合 I2C 总线协议规范 100 kHz/400 kHz/1 MHz/3.4 MHz。模块在与 I2C 接口有关的应用中只能作为主设备且不支持多主机模式。模块内部已有 2.2KΩ 上拉至 VDD_1V8，无需在模块外部额外增加上拉。

PIN55/56 默认为 GPIO，如果客户使用 I2C 功能，需要一个定制软件版本支持。

下表为 I2C 接口的引脚定义：

表 33: I2C 接口引脚定义

| 引脚名称 | 引脚编号 | I/O | 描述 | 备注 |
|---------|------|-----|----------|----|
| I2C_SDA | 55 | OD | I2C 串行时钟 | |
| I2C_SCL | 56 | OD | I2C 串行数据 | |

下图为 I2C 的参考电路

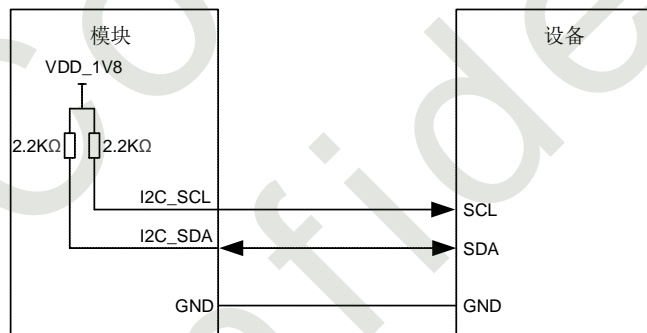


图 31: I2C 接口参考电路

※ 注意

“*” 表示正在开发中。

3.12 SPI 接口*

模块支持一路 SPI 接口，仅支持主模式，最大时钟频率为 52 MHz。
默认为 GPIO，复用 SPI 功能需要软件定制。

下表为 SPI 接口的引脚定义：

表 34: SPI 接口引脚定义

| 引脚名称 | 引脚编号 | I/O | 描述 | 备注 |
|----------|------|-----|--------------|----|
| SPI_CLK | 6 | DO | SPI 时钟 | |
| SPI_MISO | 7 | DI | SPI 主机输入从机输出 | |
| SPI_MOSI | 8 | DO | SPI 主机输出从机输入 | |
| SPI_CS | 9 | DO | SPI 片选 | |

※ 注意

“*” 表示正在开发中。

3.13 WLAN 接口

模组提供一路 SDIO2.0 WLAN 和一组 WLAN 控制接口，用于 WLAN 扩展。

模块根据是否支持 WiFi 功能分为非 MIFI 版本和 MIFI 版本。MIFI 版本包括 MIFIA、MIFIN 和 MIFIK 版本，分别支持 ASR5803(W76-L 模块)、SV6318 和 AIC8800DW 三款 WiFi 设计方案。只有 MIFIA 版本的 PIN122/123 可以提供 VDD_WL_0V9 和 VDD_WL_1V2。

下表显示了几个版本的引脚差异：

表 35：非 MIFI 版本和 MIFI 版本的引脚差异

| 引脚编号 | Non-MIFI | MIFIA | MIFIN | MIFIK |
|------|----------|--------------------------|-------------|-------------|
| 6 | SPI_CLK | RESERVED | RESERVED | RESERVED |
| 7 | SPI_MISO | WL_INT | RESERVED | RESERVED |
| 8 | SPI_MOSI | HST_WAKE_WL | RESERVED | HST_WAKE_WL |
| 9 | SPI_CS | WL_RST | RESERVED | RESERVED |
| 27 | RESERVED | SDIO_DATA1 | SDIO_DATA1 | SDIO_DATA1 |
| 28 | RESERVED | SDIO_DATA2 | SDIO_DATA2 | SDIO_DATA2 |
| 29 | RESERVED | SDIO_CMD | SDIO_CMD | SDIO_CMD |
| 30 | RESERVED | SDIO_DATA0 | SDIO_DATA0 | SDIO_DATA0 |
| 31 | RESERVED | SDIO_DATA3 | SDIO_DATA3 | SDIO_DATA3 |
| 32 | RESERVED | SDIO_CLK | SDIO_CLK | SDIO_CLK |
| 33 | RESERVED | RESERVED | WL_PWR_EN | WL_PWR_EN |
| 73 | RESERVED | WL_WAKE_HST | WL_WAKE_HST | WL_WAKE_HST |
| 74 | RESERVED | WL_PDN | WL_PDN | WL_PDN |
| 114 | RESERVED | WL_26M_CLK | RESERVED | RESERVED |
| 115 | RESERVED | WL_CLK_REQ | RESERVED | RESERVED |
| 121 | RESERVED | 32K_OUT | RESERVED | RESERVED |
| 122 | RESERVED | RESERVED (VDD_WL_0V9) | RESERVED | RESERVED |
| 123 | RESERVED | RESERVED (VDD_WL_1V2) | RESERVED | RESERVED |

下表为 WLAN 接口的引脚定义:

表 36: WLAN 接口引脚定义

| 引脚名称 | 引脚编号 | I/O | 描述 | 备注 |
|-------------|------|-----|------------------|----|
| SDIO_DATA0 | 30 | DIO | SDIO 总线数据 0 | |
| SDIO_DATA1 | 27 | DIO | SDIO 总线数据 1 | |
| SDIO_DATA2 | 28 | DIO | SDIO 总线数据 2 | |
| SDIO_DATA3 | 31 | DIO | SDIO 总线数据 3 | |
| SDIO_CMD | 29 | DIO | SDIO 总线双向命令/响应信号 | |
| SDIO_CLK | 32 | DO | SDIO 总线时钟 | |
| WL_INT | 7 | DI | WLAN 中断 | |
| HST_WAKE_WL | 8 | DO | 模块唤醒 WLAN | |
| WL_RST | 9 | DO | WLAN 复位 | |
| WL_PWR_EN | 33 | DO | WLAN 电源使能 | |
| WL_WAKE_HST | 73 | DI | WLAN 唤醒模块 | |
| WL_PDN | 74 | DO | WLAN 关机 | |
| WL_26M_CLK | 114 | AO | WLAN 26MHz 时钟 | |
| WL_CLK_REQ | 115 | DI | WLAN 26MHz 时钟请求 | |
| 32K_OUT | 121 | DO | WLAN 32kHz 时钟 | |
| VDD_WL_0V9 | 122 | PO | WLAN 的数字核电压 | |
| VDD_WL_1V2 | 123 | PO | WLAN 的模拟电压 | |

下图为 LTE 模块搭配 W76-L 模块之间的参考电路：

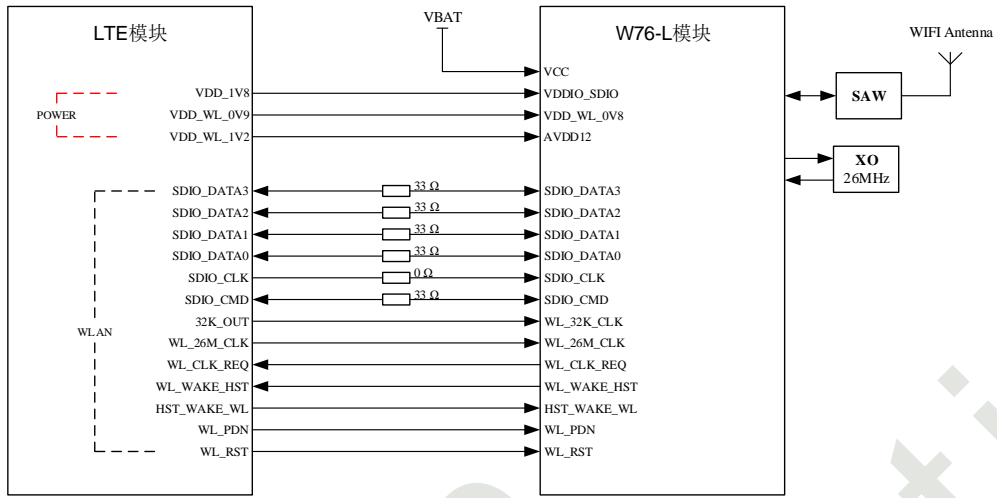


图 32： LTE 模块搭配 W76-L 模块的参考电路

下图为 LTE 模块搭配 SV6318 之间的参考电路：

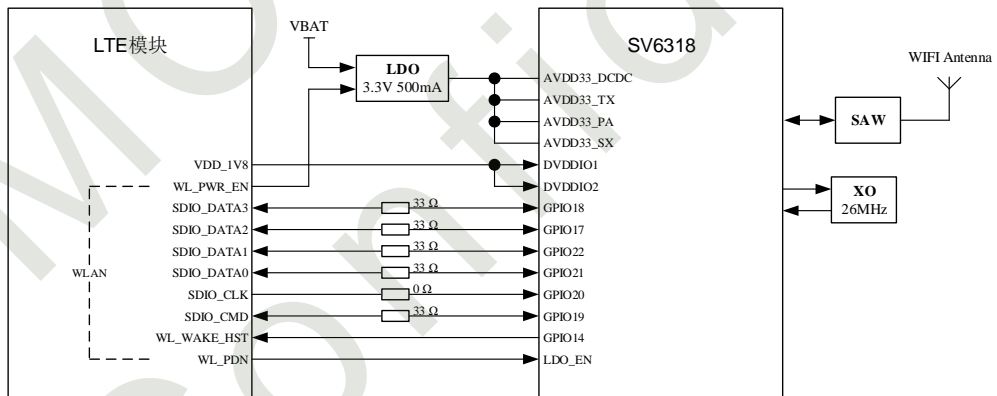


图 33： LTE 模块搭配 SV6318 的参考电路

下图为 LTE 模块搭配 AIC8800DW 之间的参考电路：

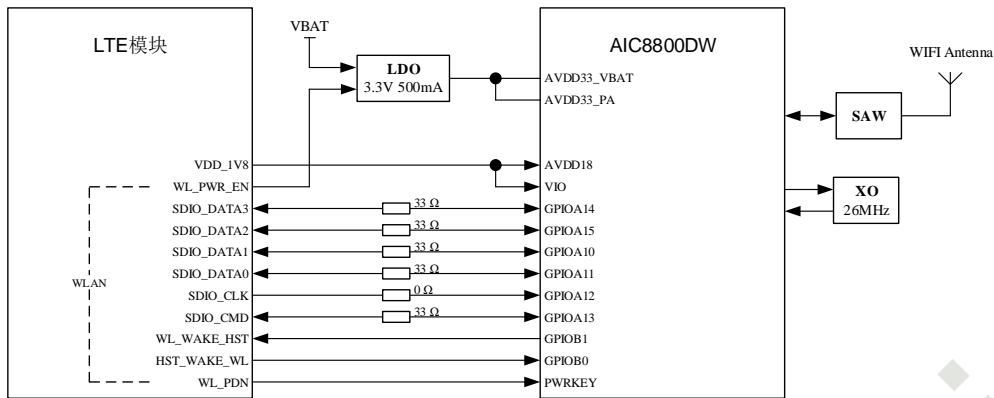


图 34：LTE 模块搭配 AIC8800DW 的参考电路

SDIO 信号速率很高，为了确保接口设计符合 SDIO2.0 规范，建议遵循以下原则：

- SDIO 总线需要立体包地，单端阻抗需控制在 $50\ \Omega \pm 10\%$ 。
- SDIO 总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 总线需要等长处理，彼此相差小于 1mm，总长度小于 50 mm。
- SD_CMD\SD_DATA[0:3]需串联 $33\ \Omega$ 和 SD_CLK 串联 $0\ \Omega$ 终端匹配电阻，这些电阻需靠近模块放置，且与模块引脚的走线距离不超过 5 mm。
- SDIO 信号与其他信号之间的间距需大于 2 倍线宽，并且确保总线负载小于 15 pF。
- SDIO 的 CLK、CMD 需单独包地，或者与其它信号的间距大于 2 倍线宽。
- 32K_OUT 和 WL_26M_CLK 走线尽量短，并需立体包地。

3.14 GNSS 接口

GNSS 是可选功能，客户根据产品需求选择模块的配置。GNSS 支持 GPS/BeiDou/GLONASS/QZSS 多种定位系统。

主控可以通过发送 **AT+CGNSSPWR=1** 开启 GNSS，内置 GNSS 芯片通过串口把接收的定位信息数据发送给模块，主控也可以发送 **AT+CGNSSTST=1** 开启 USB 透传功能，将模块收到的定位信息数据通过 SimTech HS-USB NMEA 9011 端口输出给主控。有关该命令的更多详细信息，请参阅[参考文档【1】](#)。

有关 GNSS 应用注意事项的详细信息，请参阅[文档概述【10】](#)。

3.14.1 GNSS 启动方式

GNSS 包括冷启动、温启动和热启动三种方式，在 GNSS 工作时主控通过 AT 指令实现软件启动，有关该命令的更多详细信息请参阅[参考文档【1】](#)。

3.14.2 GNSS 加载固件的来源

模块只支持动态加载 GNSS 固件，是指在 GNSS 启动时从模块的 FLASH 中加载 GNSS 固件。A7600C 模块支持 GPS/BeiDou/QZSS，A7608E-H 支持 GPS/BeiDou/GLONASS，都可以通过 **AT+CGNSSMODE** 选择不同的定位系统组合，关于 AT 命令的详细信息请参阅[参考文档【1】](#)。

3.14.3 GNSS NMEA 语句的输出途径

主控通过 USB 获取 GNSS NMEA 语句，操作步骤如下：

- 主控通过 SimTech HS-USB AT Port 9011 端口发送 **AT+CGNSSPWR=1** 命令，打开 GNSS 功能
- 主控通过 SimTech HS-USB AT Port 9011 端口发送 **AT+CGNSSTST=1** 命令，将 UART2 接收到的 NMEA 语句透传到 SimTech HS-USB NMEA 9011 端口
- 主控通过模块的 SimTech HS-USB NMEA 9011 端口接收 GNSS NMEA 语句

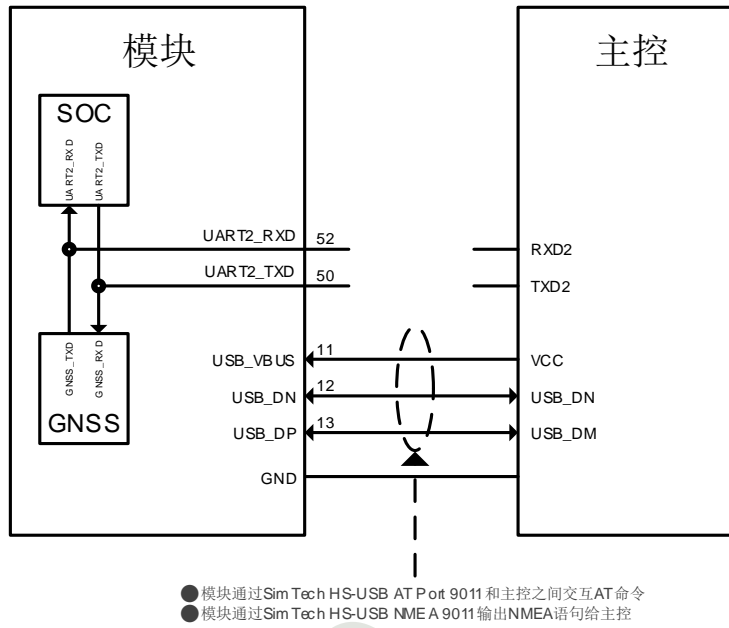


图 35: 主控通过 USB 读取 GNSS NMEA 语句参考电路

如果主控不支持 USB，可通过 UART2 获取 GNSS NMEA 语句，操作步骤如下：

- 主控通过 UART1 发送 AT+CGNSSPWR=1 命令，打开 GNSS 功能
- 主控通过模块的 UART2_RXD 接收 GNSS NMEA 语句

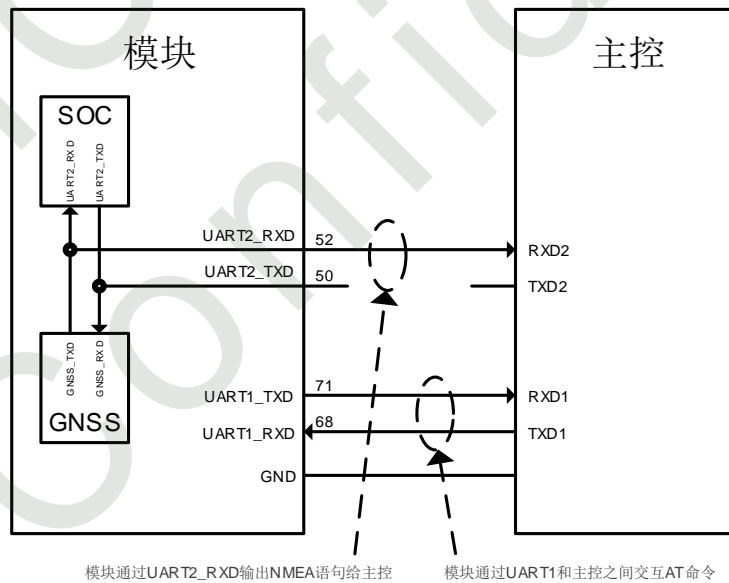


图 36: 主控通过串口读取 GNSS NMEA 语句参考电路

※ 注意

客户主控不能接入模块的PIN50(UART2_TXD)，不然两路TX（模块和主控）一起接到GNSS_RXD会出问题。

3.14.4 1PPS

1PPS 在 GNSS 定位成功后输出，每秒生成一个脉冲，时间间隔与 GNSS 时间网络同步，可用作低频时间同步脉冲或高频参考信号。

1PPS 信号提供精确的时钟同步信号，脉冲宽度为 10 us，以上升沿为时间同步点，上升沿时间不超过 10 ns。

1PPS 的时序如下图所示：

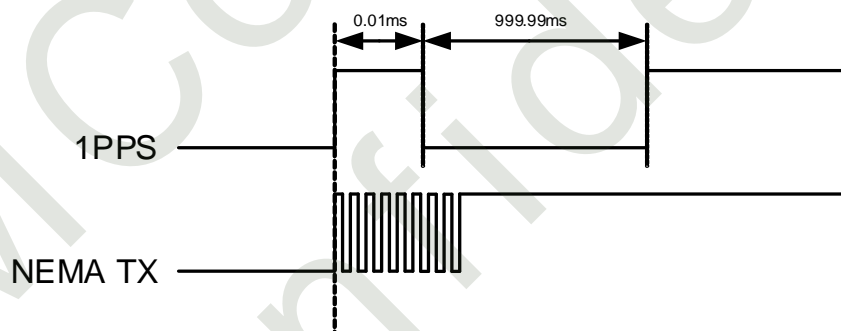


图 37：1PPS 的时序

如果客户实现高精度时间同步，请将此引脚连接到主控的 GPIO 上。

3.14.5 GNSS 外部 LNA 使能

该模块支持外部GNSS LNA使能控制。当客户使用外部GNSS LNA时，可以在模块休眠时去关闭LNA，以降低休眠功耗。

3.15 LDO 接口

模块提供两路电源输出，分别是 VDD_1V8 和 VDD_AUX。

VDD_1V8 为模块的系统 IO 电源，仅可提供 50mA 的电流能力，不可用做大电流驱动源。

VDD_AUX 可以作为模块的 LDO 电源输出，一般用作 GNSS 有源天线的供电，输出电压为 2.8 V，不可修改，客户可以通过 **AT+CVAUXS** 指令来打开或关闭该电源。

表 37: VDD_1V8 电气特性

| 符号 | 描述 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|----------------|------|-----|-----|-----|----|
| VDD_1V8 | 输出电压 | - | 1.8 | - | V |
| I _o | 输出电流 | - | - | 50 | mA |

※ 注意

该电源为系统电源，如损伤会影响系统启动，建议客户外加TVS防护，推荐型号ESD56051N。

表 38: VDD_AUX 电气特性

| 符号 | 描述 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|----------------|------|-----|-----|-----|----|
| VDD_AUX | 输出电压 | - | 2.8 | - | V |
| I _o | 输出电流 | - | - | 150 | mA |

※ 注意

关于VDD_AUX的打开关闭AT指令的更多信息请参阅[参考文档【1】](#)。

4 工作模式

4.1 工作模式定义

下表简要介绍了后续章节将要提到的多种工作模式。

表 39: 工作模式定义

| 模式功能 | | 定义 |
|--------|--|--|
| 正常工作模式 | UMTS/LTE休眠 | 在这种状态下，模块的电流消耗会降到最低，模块仍能接收寻呼信息和SMS/TCP/UDP等数据业务。 |
| | UMTS/LTE空闲 | 软件正常运行，模块已经注册到网络上，并可以随时发送和接收数据。 |
| | UMTS/LTE待机 | 模块随时准备着数据传输，但是当前没有发送或接收数据。这种情况下，功耗取决于网络状况和配置。 |
| | UMTS/LTE数据传输 | 数据正在传输中。在这种情况下，功耗取决于网络状况(例如：功率控制等级)，上下行数据链路的数据速率，以及网络配置(例如：使用多时隙配置)。 |
| 最小功能模式 | 在不断电的情况下，可以使用 AT+CFUN=0 命令把模块配置成最小功能模式。在这种情况下，RF部分和USIM卡部分都不工作，但串口和USB仍可以使用，此时功耗比正常工作模式低。 | |
| 飞行模式 | 在不断电的情况下，使用 AT+CFUN=4 命令或拉低FLIGHTMODE引脚，可把模块配置成飞行模式。在这种情况下，RF部分不工作，但串口和USB仍可以使用，此时功耗比正常工作模式低。 | |
| 关机模式 | 通过 AT+CPOF 命令或拉低PWRKEY引脚可关闭模块。此时，模块内部的各个电源均被关闭，软件也停止运行。串口和USB均不可用。 | |

4.2 休眠模式

在休眠模式下，模块的电流消耗会降到最低，但模块仍能接收寻呼信息和 SMS/TCP/UDP 等数据业务。

当模块满足以下软硬件条件时，模块可自动进入休眠模式：

- UART条件
- USB条件
- 软件设置条件

GNSS 功能支持两种休眠模式：

一种为深度休眠模式，GNSS 电路中，CPU 关闭，RAM 关闭，基带关闭，RF 关闭，RTC 中断和 GPIO 事件可以唤醒系统，然后进入活动模式。

- AT+CGNSSPWR=0：飞行模式底电流 TBD @ 3.8V
- AT+CGNSSPWR=1：退出深度休眠模式。

另一种为浅度休眠模式，GNSS 电路中，CPU 关闭，RAM 运行，基带关闭，RF 关闭，RTC 中断和 GPIO 事件可以唤醒系统，进入活动模式，该种模式下休眠耗流比深度休眠偏高一些。

- AT+CGPSSTATUS=0：飞行模式底电流 TBD @ 3.8V
- AT+CGPSSTATUS=1：退出休眠模式

※ 注意

在设计之前，请注意如何实现睡眠/唤醒功能，更多详细信息，请参阅[参考文档【26】](#)。

4.2.1 串口应用

当主控和模块通过主串口连接的时候，可以通过如下步骤使模块进入睡眠模式：

- 发送 **AT+CSCLK=1** 命令打开睡眠功能。
- 拉高 UART1_DTR 引脚。
- 通过主控拉低 UART1_DTR 可以唤醒模块。
- 当模块有 URC 需要上报时，UART1_RI 引脚将会发生动作。UART1_RI 表现行为请参考第 [3.5.2 章](#) <#>。

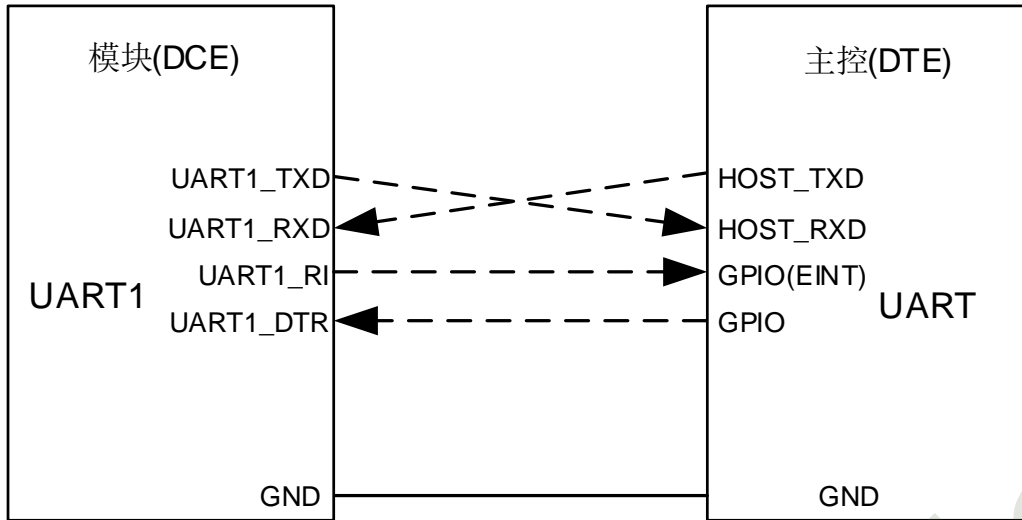


图 38: UART1 睡眠应用

4.2.2 USB 应用场景(支持 USB 远程唤醒功能)

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

- 发送 **AT+CSCLK=1** 命令打开睡眠功能。
- 确保 UART1_DTR 保持高电平或者悬空。
- 连接至模块 USB 接口的主控 USB 总线进入挂起状态。
- 通过 USB 向模块发送数据将会唤醒模块。
- 当模块有 URC 上报时，模块会通过 USB 总线发送远程唤醒信号以唤醒主机。

推荐参考电路如下：

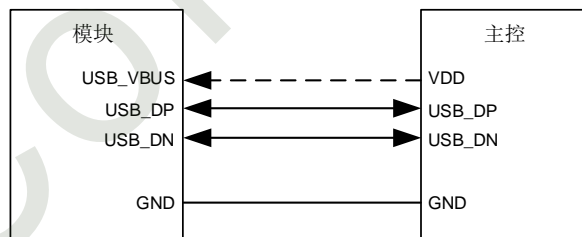


图 39: 带 USB 远程唤醒功能的睡眠应用

4.2.2.1 USB 应用(支持 USB 挂起/中断和 UART1_RI 唤醒功能)

如果主控支持 USB 挂起/中断但不支持远程唤醒功能，需要由 UART1_RI 信号唤醒主机。需同时满足以下 3 个条件使模块进入睡眠模式：

- 用 **AT+CSCLK=1** 命令使能睡眠功能。
- 确保 UART1_DTR 保持高电平或悬空。
- 连接至模块 USB 接口的主控 USB 总线进入挂起状态。
- 通过 USB 向模块发送数据将会唤醒模块。
- 当模块有 URC 上报时，UART1_RI 引脚将会发生动作。UART1_RI 动作细节请参考 [第 3.5.2 章节](#)。

推荐参考电路如下：

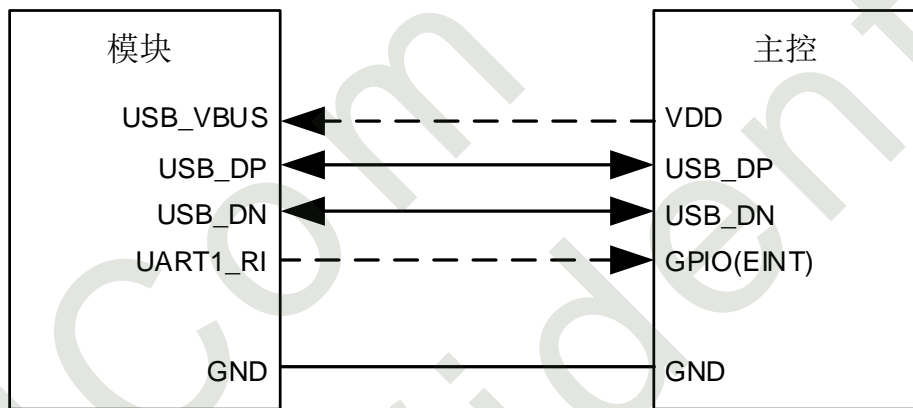


图 40：带 UART1_RI 功能的睡眠应用

4.2.2.2 USB 应用(不支持 USB 挂起功能)

如果主控不支持 USB 挂起功能，可以通过外部控制电路断开 USB_VBUS 的方式使模块进入睡眠模式。

- 用 **AT+CSCLK=1** 命令使能睡眠功能。
- 确保 UART1_DTR 保持高电平或悬空。
- 主控断开 USB_VBUS 供电。
- 恢复 USB_VBUS 供电即可唤醒模块。

模块与主机的连接方式如下图所示：

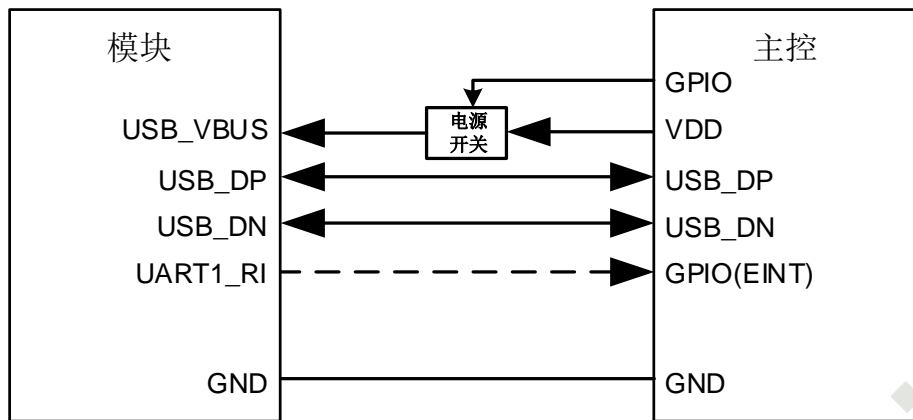


图 41：不支持 USB 挂起功能的睡眠应用

※ 注意

请注意模块与主控虚线连接信号的电平匹配问题。有关模块电源管理应用的详细信息，请参阅[参考文档【26】](#)。

4.3 飞行模式

当模块进入飞行模式时，射频功能无法工作，所有与射频功能相关的AT命令将无法访问。可通过以下方式使模块进入飞行模式。

硬件方式：

FLIGHTMODE引脚默认为上拉，拉低该引脚可使模块进入飞行模式。

软件方式：

可以通过发送**AT+CFUN**命令设置为0、1、4、5或7的功能选择。

- **AT+CFUN=0**：最小功能模式(关闭USIM和射频功能)；
- **AT+CFUN=1**：全功能模式(默认)；
- **AT+CFUN=4**：飞行模式。
- **AT+CFUN=5**：工厂测试模式
- **AT+CFUN=7**：离线模式（射频配置文件异常，或者射频电路工作异常也会显示为7）

如果模块设置为最小功能模式，射频功能和USIM功能将关闭。在这种情况下，串口和USB仍然可以访问，但射频功能和USIM功能不可用。

如果模块设置为飞行模式，射频功能将关闭。在这种情况下，串口和USB仍然可以访问，但射频功能不可用。

当模块进入最小功能模式或者进入飞行模式后，都可以通过**AT+CFUN=1** 使之返回全功能模式。

※ 注意

有关**AT+CFUN**命令详细信息,请参阅[参考文档【1】](#)。

5 射频特性

5.1 UMTS/LTE 射频规格

表 40: UMTS/LTE 传导功率

| 频率 | 功率 | 最小值 |
|-------------|------------------|----------|
| WCDMA B1 | 24 dBm +1/-3 dB | <-50 dBm |
| WCDMA B5 | 24 dBm +1/-3 dB | <-50 dBm |
| WCDMA B8 | 24 dBm + 1/-3 dB | <-50 dBm |
| LTE-FDD B1 | 23 dBm +/-2.7 dB | <-40 dBm |
| LTE-FDD B3 | 23 dBm +/-2.7 dB | <-40 dBm |
| LTE-FDD B5 | 23 dBm +/-2.7 dB | <-40 dBm |
| LTE-FDD B7 | 23 dBm +/-2.7 dB | <-40 dBm |
| LTE-FDD B8 | 23 dBm +/-2.7 dB | <-40 dBm |
| LTE-FDD B20 | 23 dBm +/-2.7 dB | <-40 dBm |
| LTE-FDD B28 | 23 dBm +/-2.7 dB | <-40 dBm |
| LTE-TDD B34 | 23 dBm +/-2.7 dB | <-40 dBm |
| LTE-TDD B38 | 23 dBm +/-2.7 dB | <-40 dBm |
| LTE-TDD B39 | 23 dBm +/-2.7 dB | <-40 dBm |
| LTE-TDD B40 | 23 dBm +/-2.7 dB | <-40 dBm |
| LTE-TDD B41 | 23 dBm +/-2.7 dB | <-40 dBm |

表 41: E-UTRA 工作频段

| E-UTRA 频段 | 上行(UL) | 下行 (DL) |
|-------------|---------------|---------------|
| LTE-FDD B1 | 1920~1980 MHz | 2110~2170 MHz |
| LTE-FDD B3 | 1710~1785 MHz | 1805~1880 MHz |
| LTE-FDD B5 | 824~849 MHz | 869~894 MHz |
| LTE-FDD B7 | 2500~2570 MHz | 2620~2690 MHz |
| LTE-FDD B8 | 880~915 MHz | 925~960 MHz |
| LTE-FDD B20 | 832~862 MHz | 791~821 MHz |
| LTE-FDD B28 | 703~748 MHz | 758~803 MHz |
| LTE-TDD B34 | 2010~2025 MHz | 2010~2025 MHz |
| LTE-TDD B38 | 2570~2620 MHz | 2570~2620 MHz |
| LTE-TDD B39 | 1880~1920 MHz | 1880~1920 MHz |
| LTE-TDD B40 | 2300~2400 MHz | 2300~2400 MHz |
| LTE-TDD B41 | 2496~2690 MHz | 2496~2690 MHz |

表 42: 传导接收灵敏度

| 频率 | 灵敏度（典型） | 灵敏度（最大） |
|-------------|------------|---------|
| WCDMA B1 | < -110 dBm | 3GPP |
| WCDMA B5 | < -110 dBm | 3GPP |
| WCDMA B8 | < -110 dBm | 3GPP |
| LTE FDD/TDD | 参考表 43 | 3GPP |

表 43: 参考灵敏度(QPSK)

| E-UTRA 频段 | 3GPP 标准 | | | | | | 实测值 @10 MHz |
|-------------|---------|--------|-------|--------|--------|--------|----------------|
| | 1.4 MHz | 3 MHz | 5 MHz | 10 MHz | 15 MHz | 20 MHz | |
| LTE-FDD B1 | - | - | -100 | -97 | -95.2 | -94 | TBD |
| LTE-FDD B3 | -101.7 | -98.7 | -97 | -94 | -92.2 | -91 | TBD |
| LTE-FDD B5 | -103.2 | -100.2 | -98 | -95 | | | TBD |
| LTE-FDD B7 | | | -98 | -95 | -93.2 | -92 | TBD |
| LTE-FDD B8 | -102.2 | -99.2 | -97 | -94 | | | TBD |
| LTE-FDD B20 | | | -97 | -94 | -91.2 | -90 | TBD |
| LTE-FDD B28 | | -100.2 | -98.5 | -95.5 | -93.7 | -91 | TBD |
| LTE-TDD B34 | - | - | -100 | -97 | -95.2 | - | TBD |
| LTE-TDD B38 | - | - | -100 | -97 | -95.2 | -94 | TBD |
| LTE-TDD B39 | - | - | -100 | -97 | -95.2 | -94 | TBD |
| LTE-TDD B40 | - | - | -100 | -97 | -95.2 | -94 | TBD |
| LTE-TDD B41 | - | - | -99 | -96 | -94.2 | -93 | TBD |

※ 注意

实测值的测试条件如下:

10 MHz频率, 连接主天线和分集天线。

5.2 UMTS/LTE 天线参考设计

在天线电路设计时，在模块和天线之间的走线必须保证 $50\ \Omega$ 走线阻抗，且其插入损耗必须满足以下要求：

表 44：走线损耗推荐值

| 频率范围 | 走线损耗 |
|-------------------|----------|
| 1710 MHz~2170 MHz | < 0.9 dB |
| 2300 MHz~2650 MHz | < 1.2 dB |

推荐增加射频测试座以便于校准及测试，增加射频匹配电路以便于天线调试。参考电路如下图：

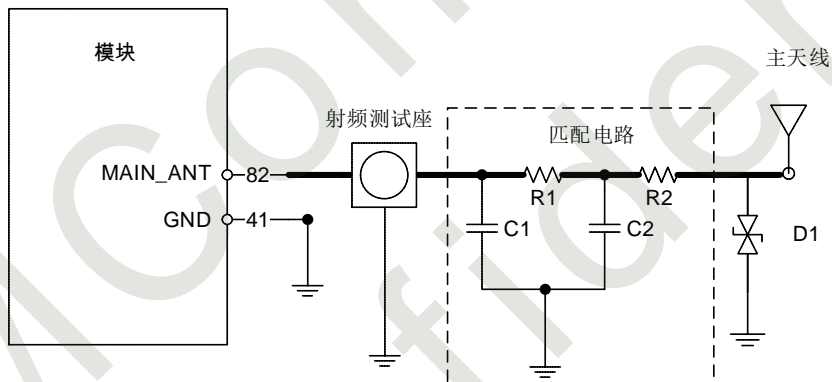


图 42：天线接口连接参考电路(主天线)

上图中匹配电路中的 R1, C1, C2 和 R2 的具体值，通常由天线厂提供，由天线优化而定。其中，R1 和 R2 默认贴 $0\ \Omega$ ，C1 和 C2 默认不贴。D1 为一双向 TVS 器件，建议选贴，以避免模块内部器件损坏。

推荐的 TVS 型号如下表：

表 45：主天线的 TVS 推荐型号列表

| 封装 | 型号 | 供应商 |
|------|--------------|---------|
| 0201 | WE05DGCMS-BH | CYWAYON |
| 0402 | PESD0402-03 | PRISEMI |
| 0402 | PESD0402-12 | PRISEMI |

建议预留射频测试座，用于主集射频性能测试，尽可能靠近模块的MAIN_ANT引脚附近摆放。模块和射频测试座之间的走线阻抗必须控制在 $50\ \Omega$ 。

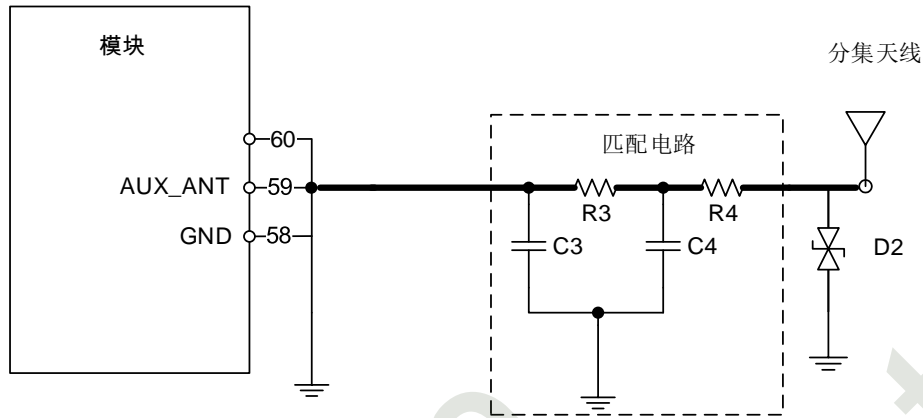


图 43: 天线接口连接电路(分集天线)

上图中匹配电路中的R3, C3, C4和R4的具体值，通常由天线厂提供，由天线优化而定。其中，R3和R4默认贴 $0\ \Omega$ ，C3和C4默认不贴。D2为一双向TVS器件，建议选贴，以避免模块内部器件损坏。

推荐的TVS型号如下：

表 46: 分集天线的TVS推荐型号列表

| 封装 | 型号 | 供应商 |
|------|--------------|----------|
| 0201 | WE05DGCMS-BH | CYGWAYON |
| 0402 | PESD0402-03 | PRISEMI |
| 0402 | PESD0402-12 | PRISEMI |

建议预留射频测试座，用于分集射频性能测试，尽可能靠近模块的AUX_ANT引脚附近摆放。模块和射频测试座之间的走线阻抗必须控制在 $50\ \Omega$ 。

※ 注意

建议保留LTE分集天线，因为在LTE-TDD的设计中有很多高频频段，如B38, B40, B41。由于射频电缆和布局走线的插入损耗较大，在没有分集天线的情况下，上述频段的接收机灵敏度满足认证的风险。更多信息请参阅[参考文档【25】](#)。

5.3 UMTS/LTE 天线要求

表 47: 天线要求

| 天线指标 | 推荐性标准 |
|---------------------|---------------|
| 驻波比 | < 2 |
| 效率 | > 50% |
| 增益 | > -3 dBi(Avg) |
| 极化类型 | 垂直极化 |
| 输入阻抗 | 50 Ω |
| 插入损耗< 1GHz | < 1 dB |
| 插入损耗 1~2.2 GHz | < 1.5 dB |
| 插入损耗 2.3~2.7 GHz | < 2 dB |

5.4 GNSS 规格

模块融合了 GNSS(GPS/BeiDou/GLONASS/QZSS)卫星和网络信息, 以提供具有行业领先精度和性能的高可用性解决方案, 即使在传统 GNSS 接收器出现故障的极具挑战性的环境条件下, 也能提供一个平台, 使无线运营商能够处理基于位置的服务和紧急任务。

5.4.1 GNSS 技术规范

- 跟踪灵敏度: -159 dBm(GPS)/-158 dBm(GPS+GLONASS+BeiDou)/-159 dBm(GPS+BeiDou)
- 冷启动灵敏度: -147 dBm
- 水平定位精度(开阔地带): 2.0 m (CEP50)
- 接收器类型: 64-channel, C/A Code
- 刷新率: 最大5 Hz, 默认1 Hz
- GNSS 数据格式: NMEA-0183
- GNSS 天线: 无源/有源天线

5.4.2 GNSS 应用指南

用户可以采用有源天线或无源天线。

下图为GNSS无源天线的参考电路：

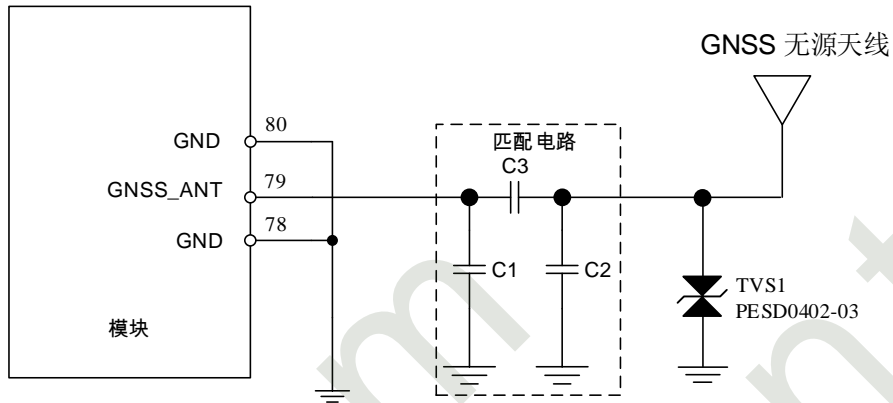


图 44: GNSS 无源天线接口参考电路

下图为GNSS有源天线的参考电路：

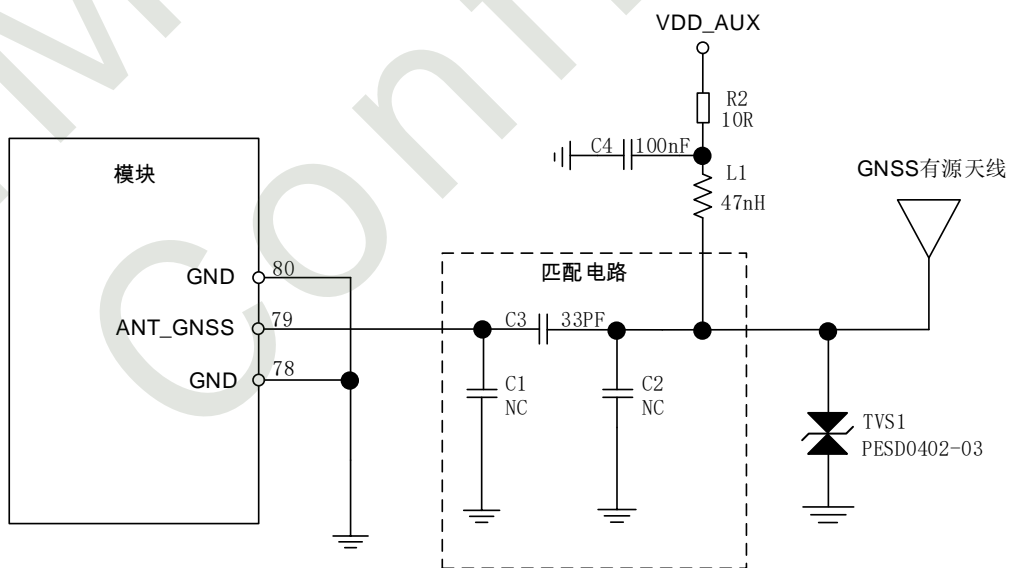


图 45: GNSS 有源天线接口参考电路

在上图中，元件C1、C2和C3用于天线匹配。元件的数值只有在天线调谐后才能达到，通常由天线供应商提供。由于模块内部已经集成有高性能的LNA和SAW，推荐客户使用无源天线，如果客户需要更高的性能，也可以在外部添加LNA和SAW，建议使用PIN86作为LNA的使能控制，以降低GNSS的休眠电流。

如果使用有源天线，天线需要 VDD_AUX 或者外部电源提供。建议 GNSS 不工作时需切断有源天线电源以降低电流消耗。TVS1 为一双向 TVS 器件，建议选贴，以避免模块内部器件损坏。

推荐的 GNSS LNA 和 SAW Filter 型号如下：

表 48: GNSS LNA 和 SAW Filter 的推荐型号列表

| 物料名称 | 物料型号 | 供应商 |
|-----------------|-----------------|----------|
| GNSS LNA | MXDLN16TP | MAXSCEND |
| GNSS LNA | BGA725L6 | INFINEON |
| GNSS LNA | BGA824N6 | INFINEON |
| GNSS SAW Filter | HDF1588E-B5 | 无锡好达 |
| GNSS SAW Filter | SAFFB1G56KB0F0A | MURATA |

推荐的 TVS 型号如下：

表 49: GNSS 的 TVS 推荐型号列表

| 封装 | 型号 | 供应商 |
|------|--------------|----------|
| 0201 | WE05DGCMS-BH | CYGWAYON |
| 0402 | PESD0402-03 | PRISEMI |
| 0402 | PESD0402-12 | PRISEMI |

GNSS可以通过NMEA端口测试，NMEA语句可以通过USB自动获取。NMEA 语句包括GSV、GGA、RMC、GSA和VTG。在使用GNSS之前，用户应通过AT命令将模块配置为正确的工作模式。详情请参阅[参考文档【24】](#)。模块也可以直接通过AT获取位置定位信息。

5.4.3 GNSS 射频参数

表 50: GNSS 工作频率

| 频段 | 频率范围 |
|------------|----------------------------------|
| GPS L1 | 1575.42 ± 1.023 MHz |
| BeiDou B1I | 1561.098 ± 2.046 MHz |
| GLONASS G1 | (1598.0625~1605.375) ± 0.511 MHz |

表 51: GNSS 主要射频性能

| 参数 | 指标 | |
|--------|---------------------|-----------|
| 载噪比CN0 | 40 dB/Hz @ -130 dBm | |
| 灵敏度 | 跟踪 | - 162 dBm |
| | 重捕获 | - 156 dBm |
| | 冷启动 | - 145 dBm |
| 静态漂移 | 水平定位精度(CEP50) | |
| 速度精度 | < 0.1 m/s | |
| TTFF | 条件 | 动态加载 |
| 启动时间 | 冷启动 | ≤ 32 s |
| | 温启动 | ≤ 28 s |
| | 热启动 | ≤ 2 s |
| 重捕获时间 | ≤ 2 s | |

5.4.4 GNSS 天线要求

表 52: GNSS 天线要求

| 天线指标 | 推荐性标准 |
|---------------|-------------------|
| 频率 | 1559~1609 MHz |
| 方向性 | 右旋圆极化或线极化，右旋圆极化优先 |
| 输入阻抗 | 50 Ω |
| 最大输入功率 | 50 W |
| 效率 | > 50% |
| 驻波比 | < 2 |
| 无源天线增益 | > 0 dBi |
| 有源天线噪声系数 | < 1.5 |
| 有源天线增益 | > -2 dBi |
| 有源天线内置 LNA 增益 | 20 dB(典型值) |
| 插损 | < 1.5 dB |

6 电气参数

6.1 绝对最大额定值

下表为在非正常工作情况下绝对最大值的状态，超过这些极限值将可能会导致模块永久性损坏。

表 53: 绝对最大额定值

| 参数 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|-----------------------------------|------|-----|------|----|
| VBAT | -0.3 | 3.8 | 5.5 | V |
| USB_VBUS | -0.3 | - | 5.5 | V |
| 数字接口电压(比如 SDIO, I2C, SPI, UART 等) | -0.3 | - | 2.3 | V |
| USIM | -0.3 | - | 3.3 | V |
| SD | -0.3 | - | 3.6 | V |
| PWRKEY, RESET | -0.3 | - | VBAT | V |
| ADC 电压 | 0 | - | 1.8 | V |

6.2 电源额定值

表 54: 模块推荐电源额定值

| 参数 | 描述 | 条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|----------|--------|----|-----|-----|------|----|
| VBAT | 模块供电电源 | | 3.4 | 3.8 | 4.2 | V |
| USB_VBUS | USB 检测 | | 3.0 | 5.0 | 5.25 | V |

表 55: VCC=1.8 V 数字接口特性

| 参数 | 描述 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|-----------------|-----------------------|------|-----|------|----|
| V _{IH} | 输入高电平电压 | 1.26 | 1.8 | 2.0 | V |
| V _{IL} | 输入低电平电压 | -0.3 | 0 | 0.54 | V |
| V _{OH} | 输出高电平电压 | 1.6 | - | 1.8 | V |
| V _{OL} | 输出低电平电压 | - | - | 0.2 | V |
| I _{OH} | 高电平输出电流 (模块未配置下拉电阻时) | - | 2 | - | mA |
| I _{OL} | 低电平输出电流 (模块未配置上拉电阻时) | - | -2 | - | mA |
| I _{IH} | 高电平输入电流 (模块未配置下拉电阻时) | - | - | 1 | uA |
| I _{IL} | 低电平输入电流 (模块未配置上拉拉电阻时) | -1 | - | - | uA |

表 56: VCC=3.3 V 数字接口特性

| 参数 | 描述 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|-----------------|-----------------------|------|-----|-----|----|
| V _{IH} | 输入高电平电压 | 2.0 | - | 3.6 | V |
| V _{IL} | 输入低电平电压 | -0.3 | 0 | 0.8 | V |
| V _{OH} | 输出高电平电压 | 2.4 | - | 3.3 | V |
| V _{OL} | 输出低电平电压 | - | - | 0.4 | V |
| I _{OH} | 高电平输出电流 (模块未配置下拉电阻时) | - | 2 | - | mA |
| I _{OL} | 低电平输出电流 (模块未配置上拉电阻时) | - | -2 | - | mA |
| I _{IH} | 高电平输入电流 (模块未配置下拉电阻时) | - | - | 1 | uA |
| I _{IL} | 低电平输入电流 (模块未配置上拉拉电阻时) | -1 | - | - | uA |

模块的工作温度如下表所示：

表 57：模块工作温度

| 参数 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|---------|-----|-----|-----|----|
| 普通工作温度 | -30 | 25 | 80 | °C |
| 扩展工作温度* | -40 | 25 | 85 | °C |
| 存储温度 | -45 | 25 | +90 | °C |

※ 注意

当模块在此温度范围工作时，模块仍能保持正常工作状态，具备短信、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。

6.3 耗流

目前的功耗如下表所示：

表 58：VBAT 耗流(VBAT=3.8 V)

| GNSS | | | | | | |
|-------------------------------|---|---------|---------|------------|----------------|----|
| 参数 | 条件 | GPS | GPS+BDS | GPS+GLONAS | GPS+BD+GLONASS | 单位 |
| 跟踪状态， -130 dBm | AT+CFUN=0, USB断开连接， VBAT引脚上总 计电流 | TBD | TBD | TBD | TBD | mA |
| 跟踪状态， -145 dBm | | TBD | TBD | TBD | TBD | mA |
| 冷启动， -130 dBm | | TBD | TBD | TBD | TBD | mA |
| 冷启动， -145 dBm | | TBD | TBD | TBD | TBD | mA |
| 失锁 | | TBD | TBD | TBD | TBD | mA |
| UMTS 休眠/空闲 | | | | | | |
| WCDMA耗流 (GNSS关闭，USB断开连接) | 休眠模式 @DRX=1.28 s | 典型值：TBD | | mA | | |
| | 空闲模式 @DRX=1.28 s | 典型值：TBD | | mA | | |
| LTE休眠/空闲 | | | | | | |
| LTE-FDD耗流 (GNSS关闭，USB断开连接) | 休眠模式 @DRX=0.32 s | 典型值：TBD | | mA | | |
| | 空闲模式 | 典型值：TBD | | mA | | |

| | |
|--------------------------------|--|
| LTE-TDD耗流 (GNSS关闭, USB断开连接) | 休眠模式 @DRX=0.32 s 典型值: TBD mA 空闲模式 典型值: TBD mA |
| HSDPA 数据传输 | |
| WCDMA B1 | @功率 24 dBm 典型值: TBD mA |
| WCDMA B5 | @功率 24 dBm 典型值: TBD mA |
| WCDMA B8 | @功率 24 dBm 典型值: TBD mA |
| LTE 数据传输 | |
| LTE-FDD B1 | @5MHz 22.3 dBm 典型值: TBD mA @10MHz 22.4 dBm 典型值: TBD mA @20MHz 22.4 dBm 典型值: TBD mA |
| LTE-FDD B3 | @5MHz 22.2 dBm 典型值: TBD mA @10MHz 22.1 dBm 典型值: TBD mA @20MHz 22.1 dBm 典型值: TBD mA |
| LTE-FDD B5 | @5MHz 22.2 dBm 典型值: TBD mA @10MHz 22.1 dBm 典型值: TBD mA @20MHz 22.1 dBm 典型值: TBD mA |
| LTE-FDD B7 | @5MHz 22.2 dBm 典型值: TBD mA @10MHz 22.1 dBm 典型值: TBD mA @20MHz 22.1 dBm 典型值: TBD mA |
| LTE-FDD B8 | @5MHz 22.8 dBm 典型值: TBD mA @10MHz 22.8 dBm 典型值: TBD mA |
| LTE-FDD B20 | @5MHz 22.8 dBm 典型值: TBD mA @10MHz 22.8 dBm 典型值: TBD mA @20MHz 22.8 dBm 典型值: TBD mA |
| LTE-FDD B28 | @5MHz 22.4 dBm 典型值: TBD mA @10MHz 22.5 dBm 典型值: TBD mA @20MHz 22.4 dBm 典型值: TBD mA |
| LTE-TDD B34 | @5MHz 21.5 dBm 典型值: TBD mA @10MHz 21.7 dBm 典型值: TBD mA @20MHz 21.6 dBm 典型值: TBD mA |
| LTE-TDD B38 | @5MHz 21.8 dBm 典型值: TBD mA @10MHz 21.8 dBm 典型值: TBD mA @20MHz 21.8 dBm 典型值: TBD mA |
| LTE-TDD B39 | @5MHz 21.5 dBm 典型值: TBD mA @10MHz 21.6 dBm 典型值: TBD mA @20MHz 21.7 dBm 典型值: TBD mA |
| LTE-TDD B40 | @5MHz 21.5 dBm 典型值: TBD mA @10MHz 21.7 dBm 典型值: TBD mA @20MHz 21.7 dBm 典型值: TBD mA |
| LTE-TDD B41 | @5MHz 21.6 dBm 典型值: TBD mA @10MHz 21.7 dBm 典型值: TBD mA @20MHz 21.7 dBm 典型值: TBD mA |

6.4 静电防护

模块在存储、运输和组装过程中对ESD很敏感。模块安装在用户主板上时，ESD元件应放置在人体可能接触的连接器旁边，如USIM卡座、音频插孔、开关、按键等。

下表为模块引脚的ESD耐受电压情况。

表 59: ESD 性能参数(温度: 25°C, 湿度: 45%)

| 引脚 | 接触放电 | 空气放电 | 单位 |
|----------|------|------|----|
| VBAT,GND | ±5 | ±10 | kV |
| 天线端口 | ±5 | ±10 | kV |
| USB接口 | ±4 | ±8 | kV |
| UART接口 | ±4 | ±8 | kV |
| 其它引脚 | ±0.5 | ±1 | kV |

※ 注意

测试条件: 模块安装在开发板上测试 ESD 性能(开发板带必要的 ESD 保护器件)

7 贴片生产

7.1 模块的顶视图和底视图

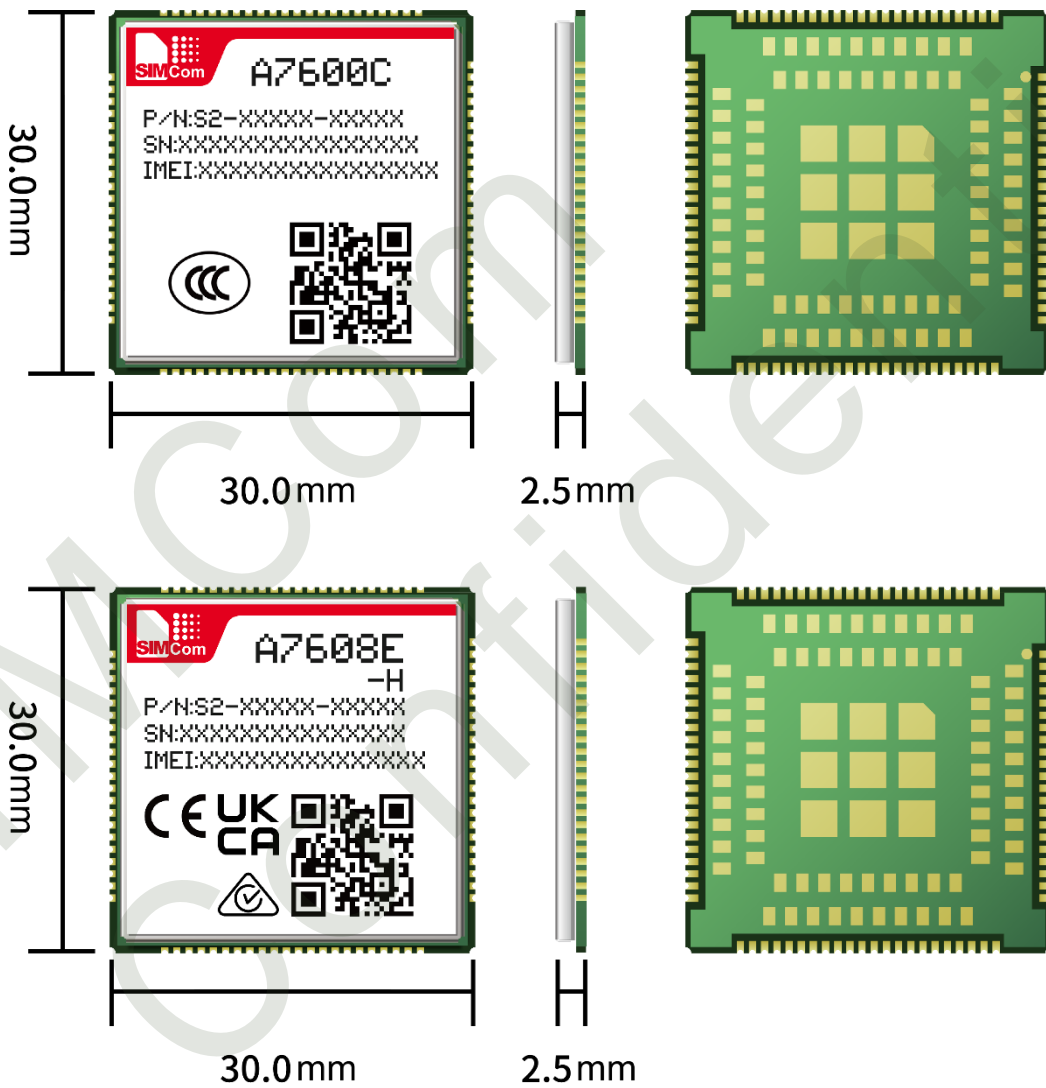


图 46: 模块顶视图和底视图

※ 注意

如上为模块设计效果图，提供参考，实际外观请以实物为准。

7.2 标签信息

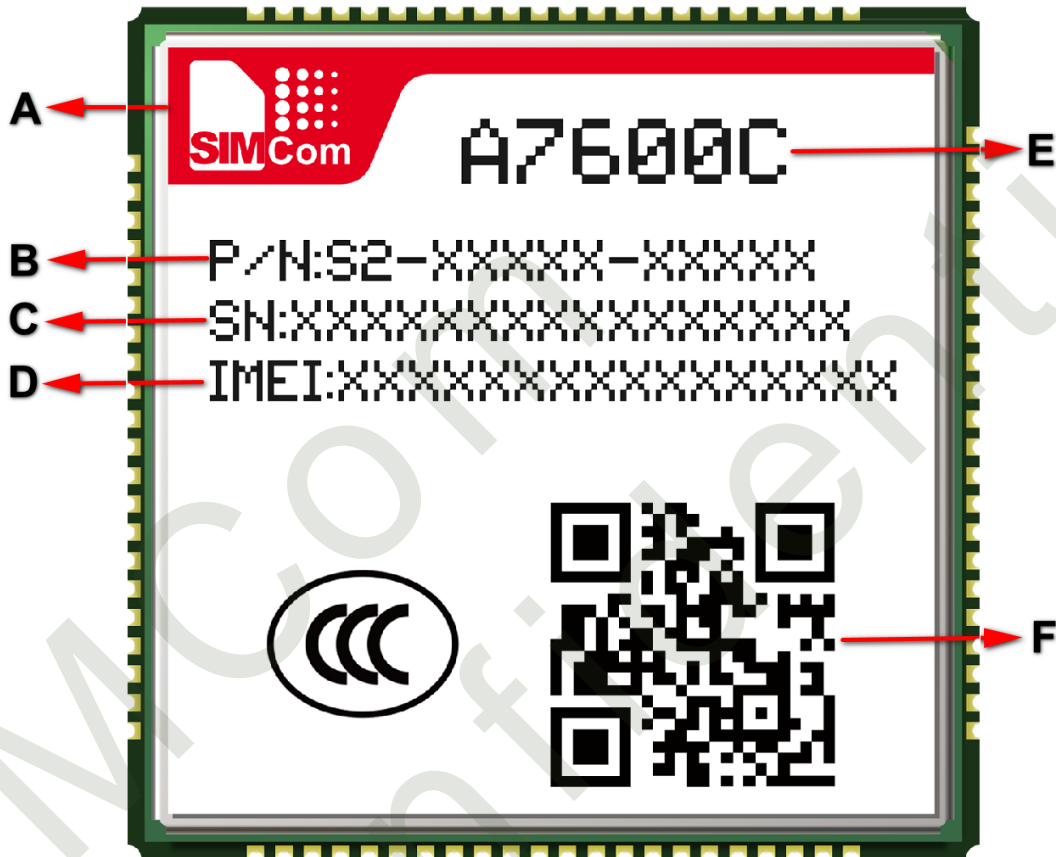


图 47：模块标签信息

表 60：模块标签信息说明

| 项次 | 描述 |
|----|----------------------------|
| A | LOGO |
| B | 产品代码 |
| C | 序列号 |
| D | 国际移动设备标识 |
| E | 项目名称 |
| F | 二维码(包含模块的 P/N、SN、IMEI 等信息) |

7.3 典型焊接炉温曲线

我们提供了典型的焊接炉温曲线。因此，下面所示的只是一般推荐的焊接炉温曲线，应根据具体应用和制造限制进行调整。

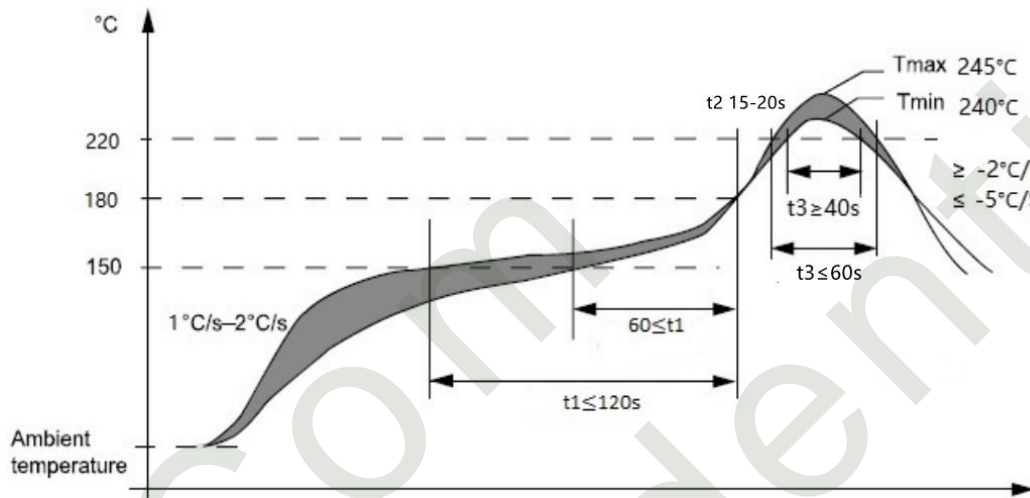


图 48: 推荐焊接炉温曲线图(无铅工艺)

表 61: 回流温度曲线要求说明(无铅)

| 温区 | 时间 | 关键参数 |
|----------------|---------|-----------------|
| 预热区 (室温~150°C) | NA | 升温斜率: 1~2°C/s |
| T1 (150~180°C) | 60~120s | / |
| T2 (180~220°C) | 15~20s | / |
| T3 (≥220°C) | 40~60s | 峰值温度: 240~245°C |
| 冷却区 | NA | 冷却斜率: -2~-5°C/s |

※ 注意

1. 模块最大回流次数为1次。
2. 建议使用无铅工艺。
3. 上表的温度测试位置包含模块 MCU 焊点、底部 LGA 焊点及外部 LCC 引脚焊点。
4. 实际焊接温度受其他外部因素影响，例如，是否有过炉载具、焊膏、基板的大小和厚度、元件的耐热要求和板面设计等。在无法达到我司推荐参数的情况下，请及时与我司 FAE 技术支持确认，否则可能因此原因导致模块受损。
5. 对于小于 1.2mm 厚度的客户主板，推荐使用过炉载具支撑或高 Tg 的板材，防止受热时翘曲导致 PCB 变形，从而影响模块焊接。
6. 模块焊接后，使用 X-ray 和光学检验方法检验焊接质量，具体标准请参照《IPC-A-610H》相关标准。
7. 有关二次 SMT 的更多详细信息，请参阅[参考文档【21】](#)。
8. 关于模块运输、生产等方面的介绍请参阅[参考文档【21】](#)。
9. 因 SMT 流程的复杂性，如遇不确定的情况或本文档未提及的流程(如选择性波峰焊、超声波焊接)，请在SMT流程开始前与我司FAE技术支持确认。

7.4 湿敏等级和存储条件

模块以真空密封铝箔袋的形式出货，真空包装根据 IPC/JEDEC 标准执行 J-STD-020C 规范。

- 推荐存储条件：温度 $23^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度 35%~60%。
- 存储期限 (密封真空包装条件下)：在推荐存储条件下，保存期为 12 个月。

模块符合 JEDEC J-STD-033 的湿度敏感级别(MSL) 3。湿敏等级为 3 的产品的车间寿命为 168 小时。在车间温度 $23^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度低于 60%的环境中，模块拆封后需要在 168 小时内进行回流生产或其它高温操作，否则，需要将模块存储在相对湿度低于 10%的环境中(如防潮柜)，以保持产品的干燥性。

IPC/JEDEC J-STD-033标准中关于湿敏等级和暴露车间时间(车间寿命)规定如下：

表 62：湿敏灵敏度等级区分

| 湿敏等级 | 车间寿命 | 车间环境 |
|------|---------------------------------|---|
| 1 | 无限期保质 | $\leq + 30^{\circ}\text{C}/85\% \text{ RH}$ |
| 2 | 1 年 | $\leq +30^{\circ}\text{C}/60\% \text{ RH}$ |
| 2a | 4 周 | |
| 3 | 168 小时 | |
| 4 | 72 小时 | |
| 5 | 48 小时 | |
| 5a | 24 小时 | |
| 6 | 强制烘烤后再使用。经过烘烤，模块必须在标签上规定的时限内贴片。 | |

在使用之前需确认包装是否完好，打开包装后，需确认真空包装袋内湿度指示卡状态(如下图)。如出现以下情况，需要在使用前对模块进行烘烤。

- 湿度指示卡：30%、40%、50%任何一个指示圈有变色；
- 已拆封且模块超过湿敏等级对应的暴露车间时间。比如MSL=3 为 168 小时；
- 未拆封，存储时间 (Shelf Life)大于 12 月；
- 到达最大暴露时间 (Floor Life)；
- 无法追踪和判断模组的状态。

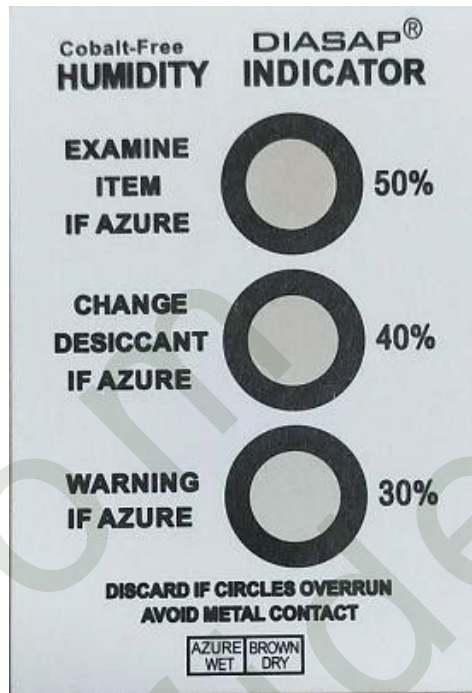


图 49：湿度卡

以下情况也需预烘烤处理：

- 存储温湿度不符合推荐存储条件；
- 真空密封包装袋漏气，物料散装；
- 模块返修前；
- 模块拆封后未能按照湿敏等级管控之下完成生产或存放。

※ 注意

产品搬运、存储、加工过程中必须遵循IPC/JEDEC J-STD-033标准。

7.5 烘烤条件

如需烘烤，需在 $120^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 条件下高温烘烤 8 小时。优先选择充氮气的烤箱。

表 63: 烘烤条件

| 烘烤条件 | 烘烤时间 | 备注 |
|--|------|----------|
| $120^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, <5% RH | 8 小时 | 原包装托盘不适用 |

※ 注意

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；二次烘烤的模块必须在烘烤后 24 小时内完成焊接，否则需重新真空包装保存，或在干燥箱内保存。
3. 拆包、放置模块时请注意 ESD 防护，例如，佩戴防静电手套。

7.6 模块平整度信息

模块平整度公差为 0.13mm。

8 包装

模块默认为托盘包装。

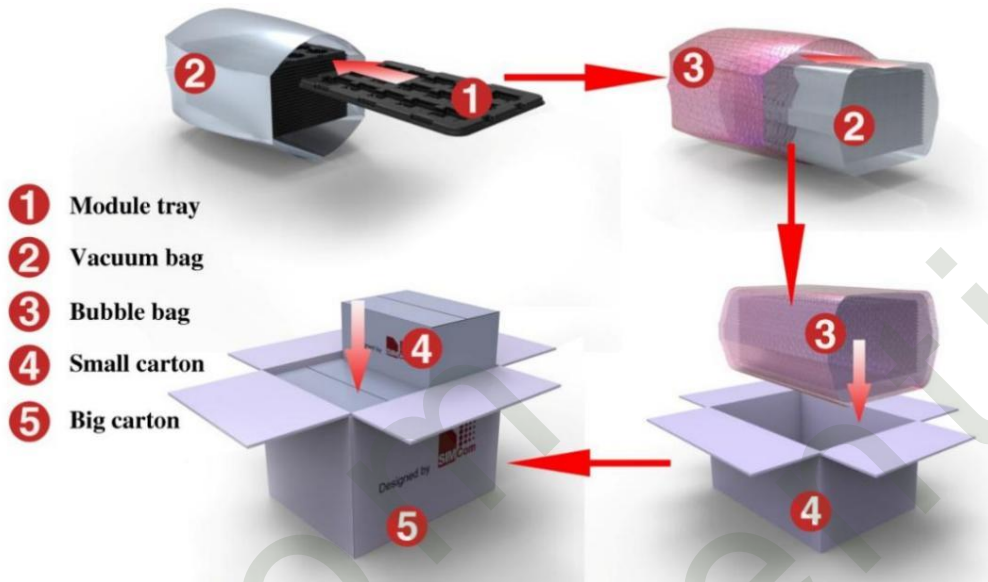


图 50: 模块包装示意图

下面是模块托盘尺寸图:

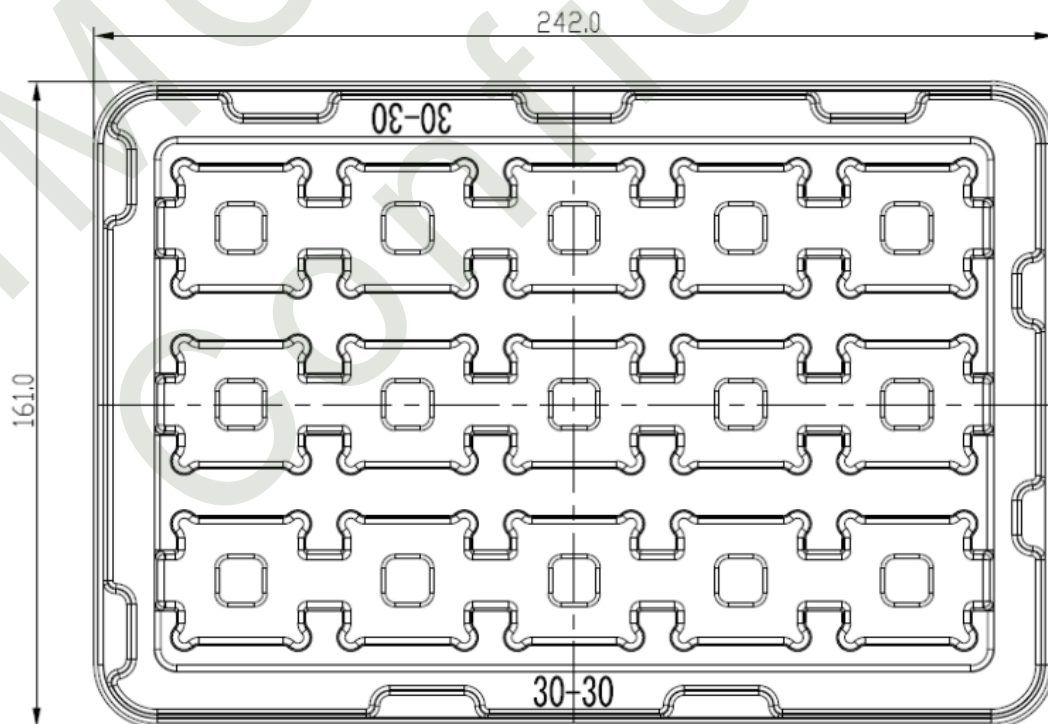


图 51: 模块托盘尺寸图

表 64: 托盘尺寸信息

| 长度 (± 3 mm) | 宽度 (± 3 mm) | 标准包装数 |
|------------------|------------------|-------|
| 242.0 | 161.0 | 15 |

下面是托盘小卡通箱 (Small carton) 尺寸图:

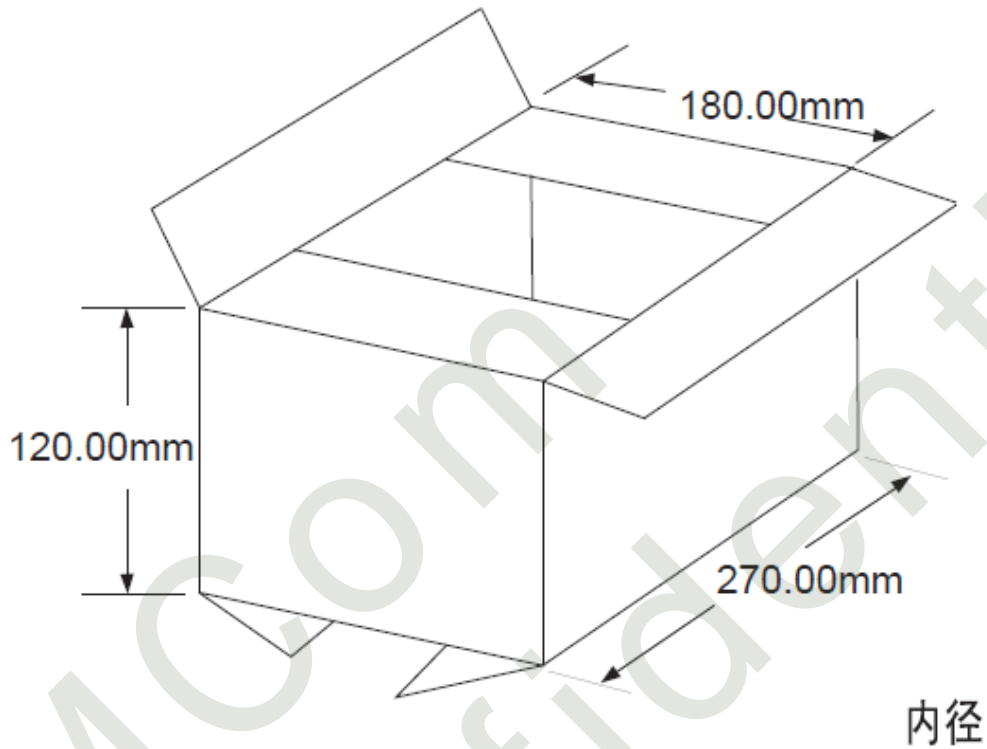


图 52: 小卡通箱尺寸图

表 65: 小卡通箱尺寸信息

| 长度 (± 10 mm) | 宽度 (± 10 mm) | 高度 (± 10 mm) | 标准包装数 |
|-------------------|-------------------|-------------------|-----------|
| 270 | 180 | 120 | 15*20=300 |

下面是托盘大卡通箱 (Big carton) 尺寸图:

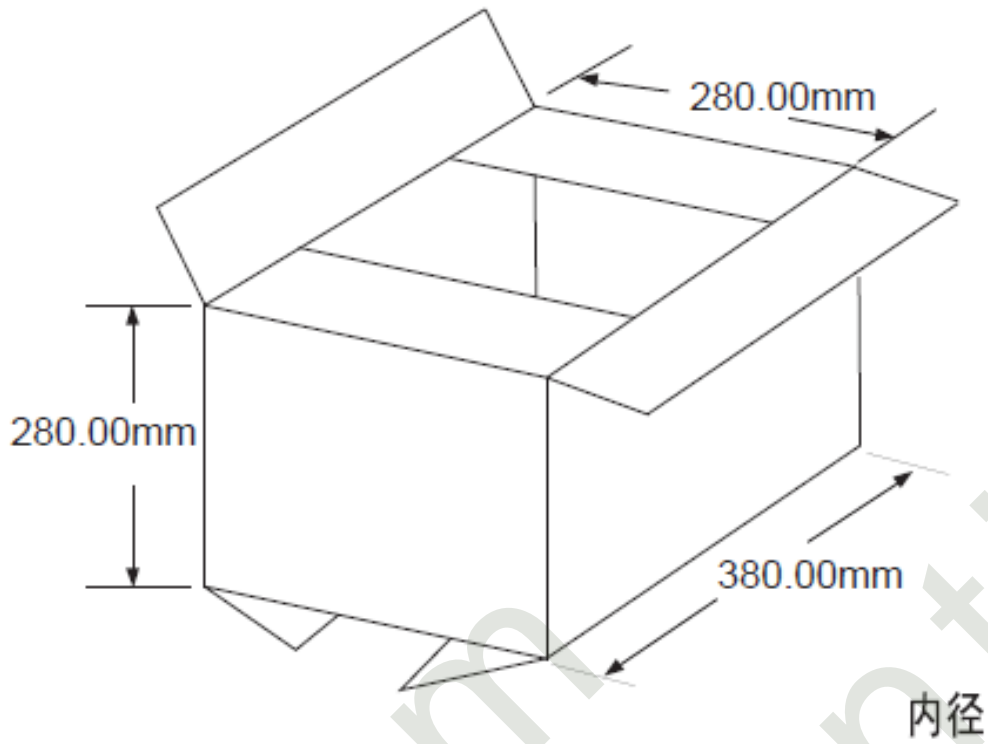


图 53: 大卡通箱尺寸图

表 66: 大卡通箱尺寸信息

| 长度 (± 10 mm) | 宽度 (± 10 mm) | 高度 (± 10 mm) | 标准包装数 |
|-------------------|-------------------|-------------------|------------|
| 380 | 280 | 280 | 300*4=1200 |

9 附录

9.1 编码方式及最大数据速率

表 67: 编码方式和最大数据速率

| HSDPA 设备类别 | 最大数据速率(峰值) | 调制类型 |
|-------------|------------|------------|
| Category 1 | 1.2 Mbps | 16QAM,QPSK |
| Category 2 | 1.2 Mbps | 16QAM,QPSK |
| Category 3 | 1.8 Mbps | 16QAM,QPSK |
| Category 4 | 1.8 Mbps | 16QAM,QPSK |
| Category 5 | 3.6 Mbps | 16QAM,QPSK |
| Category 6 | 3.6 Mbps | 16QAM,QPSK |
| Category 7 | 7.2 Mbps | 16QAM,QPSK |
| Category 8 | 7.2 Mbps | 16QAM,QPSK |
| Category 9 | 10.2 Mbps | 16QAM,QPSK |
| Category 10 | 14.4 Mbps | 16QAM,QPSK |
| Category 11 | 0.9 Mbps | QPSK |
| Category 12 | 1.8 Mbps | QPSK |
| Category 13 | 17.6 Mbps | 64QAM |
| Category 14 | 21.1 Mbps | 64QAM |
| Category 15 | 23.4 Mbps | 16QAM |
| Category 16 | 28 Mbps | 16QAM |
| Category 17 | 23.4 Mbps | 64QAM |
| Category 18 | 28 Mbps | 64QAM |
| Category 19 | 35.5 Mbps | 64QAM |
| Category 20 | 42 Mbps | 64QAM |
| Category 21 | 23.4 Mbps | 16QAM |
| Category 22 | 28 Mbps | 16QAM |
| Category 23 | 35.5 Mbps | 64QAM |
| Category 24 | 42.2 Mbps | 64QAM |
| HSUPA 设备类别 | 最大数据速率(峰值) | 调制类型 |
| Category 1 | 0.96 Mbps | QPSK |
| Category 2 | 1.92 Mbps | QPSK |

| | | |
|--------------------------------|-------------------|----------------------|
| Category 3 | 1.92 Mbps | QPSK |
| Category 4 | 3.84 Mbps | QPSK |
| Category 5 | 3.84 Mbps | QPSK |
| Category 6 | 5.76 Mbps | QPSK |
| LTE-FDD 设备类别 (下行链路) | 最大数据速率(峰值) | 调制类型 |
| Category 1 | 10 Mbps | QPSK/16QAM/ 64QAM |
| Category 2 | 50 Mbps | QPSK/16QAM/ 64QAM |
| Category 3 | 100 Mbps | QPSK/16QAM/ 64QAM |
| Category 4 | 150 Mbps | QPSK/16QAM/ 64QAM |
| LTE-FDD 设备类别 (上行链路) | 最大数据速率(峰值) | 调制类型 |
| Category 1 | 5 Mbps | QPSK/16QAM |
| Category 2 | 25 Mbps | QPSK/16QAM |
| Category 3 | 50 Mbps | QPSK/16QAM |
| Category 4 | 50 Mbps | QPSK/16QAM |

9.2 参考文档

表 68: 参考文档

| 序号 | 文档名称 | 注释 |
|-----|--|--|
| [1] | A76XX Series AT Command Manual_V1.xx | AT命令手册 |
| [2] | ITU-Ter Draft new recommendation V.25 | 串行异步自动拨号与控制 |
| [3] | GSM 07.07 | 数字蜂窝电信(阶段 2+); 用于GSM移动设备(ME)的AT命令集 |
| [4] | GSM 07.10 | 支持GSM 07.10 复用协议 |
| [5] | GSM 07.05 | 数字蜂窝电信(阶段 2+); 使用数据终端设备 - 用于短消息服务(SMS)和小区广播服务(CBS)的数据电路终端设备(DTE - DCE)接口 |
| [6] | GSM 11.14 | 数字蜂窝电信系统(第 2+阶段); 用户识别模块 - 移动设备(SIM - ME)接口的SIM应用工具包规范 |
| [7] | GSM 11.11 | 数字蜂窝电信系统(第 2+阶段); 用户识别模块规范 - 移动设备(SIM - ME)接口 |
| [8] | GSM 03.38 | 数字蜂窝电信系统(第 2+阶段); 字母表和特定语言信息 |
| [9] | GSM 11.10 | 数字蜂窝电信系统(第 2 阶段); 移动台(MS)一致性规范; 第 1 部分: 一致性规范 |

| | | |
|------|---|---|
| [10] | 3GPP TS 51.010-1 | 数字蜂窝电信系统(第 5 版); 移动站(MS)一致性规范 |
| [11] | 3GPP TS 34.124 | 移动终端和辅助设备的电磁兼容性(EMC) |
| [12] | 3GPP TS 34.121 | 移动终端和辅助设备的电磁兼容性(EMC) |
| [13] | 3GPP TS 34.123-1 | 技术规范组无线电接入网络; 终端一致性规范; 无线电发射和接收(FDD) |
| [14] | 3GPP TS 34.123-3 | 用户设备(UE)一致性规范; 第 3 部分: 抽象测试套件 |
| [15] | EN 301 908-02 V2.2.1 | 电磁兼容性和无线电频谱问题(ERM);基站(BS)和用户设备(UE) IMT-2000。第三代蜂窝网络; 第 2 部分: 用于IMT-2000、CDM扩展的统一EN(UTRA FDD)(UE)涵盖物品的基本要求R&TTE指令的 3.2 |
| [16] | EN 301 489-24 V1.2.1 | 电磁兼容性和无线电频谱问题(ERM); 无线电设备和服务的电磁兼容性(EMC)标准; 第 24 部分: 用于移动和便携式(UE)无线电和辅助设备的IMT-2000 CDMA直接扩展(UTRA)的特定条件 |
| [17] | IEC/EN60950-1(2001) | 信息技术设备安全(2000) |
| [18] | 3GPP TS 51.010-1 | 数字蜂窝电信系统(第 5 版); 移动站(MS)一致性规范 |
| [19] | GCF-CC V3.23.1 | 全球认证论坛-认证标准 |
| [20] | 2002/95/EC | 2003 年 1 月 27 日欧洲议会和理事会关于限制在电气和电子设备中使用某些有害物质的指令(RoHS) |
| [21] | Module secondary-SMT-UGD -V1.xx | 模块二次SMT指南 |
| [22] | A76XX Series_UART_ Application Note_V1.xx | 本文档介绍了芯讯通模块UART接口的使用方法 |
| [23] | A76XX Series_USB AUDIO_ Application Note_V1.xx | USB音频应用笔记 |
| [24] | A76XX Series_GNSS_ Application Note_V1.xx | GNSS应用笔记 |
| [25] | ANTENNA DESIGN GUIDELINES FOR DIVERSITY RECEIVER SYSTEM V1.xx | 分集接收机系统的天线设计指南 |
| [26] | A76XX Series_Sleep Mode_ Application Note_V1.xx | 睡眠模式应用笔记 |

9.3 术语和解释

表 69: 术语和解释

| 术语 | 英文全称 | 中文全称 |
|-----|-----------------------------|---------|
| ADC | Analog-to-Digital Converter | 模拟数字转换器 |
| ARP | Antenna Reference Point | 天线参考点 |
| BER | Bit Error Rate | 比特误码率 |
| BTS | Base Transceiver Station | 基站收发台 |
| CS | Coding Scheme | 编码方案 |







| | | |
|-------|--|-----------------------|
| CSD | Circuit Switched Data | 电路数据交换业务 |
| CTS | Clear to Send | 清除发送 |
| DAC | Digital-to-Analog Converter | 数字模拟转换器 |
| DRX | Discontinuous Reception | 非连续接收 |
| DSP | Digital Signal Processor | 数字信号处理器 |
| DTE | Data Terminal Equipment(typically computer, terminal, printer) | 数字终端设备(通常是计算机、终端、打印机) |
| DTR | Data Terminal Ready | 数据终端就绪 |
| DTX | Discontinuous Transmission | 非连续传输 |
| EFR | Enhanced Full Rate | 增强型全速率 |
| EGSM | Enhanced GSM | 增强型GSM |
| EMC | Electromagnetic Compatibility | 电磁兼容 |
| ESD | Electrostatic Discharge | 静电放电 |
| ETS | European Telecommunication Standard | 欧洲电信标准 |
| EVDO | Evolution Data Only | 演进数据优化 |
| FCC | Federal Communications Commission (U.S.) | 美国联邦通信委员会 |
| FD | SIM fix dialing phonebook | SIM修复拨号电话簿 |
| FDMA | Frequency Division Multiple Access | 频分多址 |
| FR | Full Rate | 全速率 |
| GMSK | Gaussian Minimum Shift Keying | 高斯最小频移键控 |
| GNSS | Global Navigation Satellite System | 全球导航卫星系统 |
| GPRS | General Packet Radio Service | 通用无线分组业务 |
| GPS | Global Positioning System | 全球定位系统 |
| GSM | Global Standard for Mobile Communications | 全球移动通信系统 |
| HR | Half Rate | 半速率 |
| HSPA | High Speed Packet Access | 高速分组接入 |
| I2C | Inter-Integrated Circuit | 内部集成电路 |
| IMEI | International Mobile Equipment Identity | 国际移动设备识别码 |
| LTE | Long Term Evolution | 长期演进技术 |
| MO | Mobile Originated | 移动起源 |
| MS | Mobile Station (GSM engine), also referred to as TE | 移动台(GSM引擎), 也称为TE |
| MT | Mobile Terminated | 移动端接 |
| NMEA | National Marine Electronics Association | 美国国家海洋电子协会 |
| PAP | Password Authentication Protocol | 密码认证协议 |
| PBCCH | Packet Switched Broadcast Control Channel | 分组广播控制信道 |
| PCB | Printed Circuit Board | 印制电路板 |
| PCS | Personal Communication System, also referred to as GSM 1900 | 个人通信系统, 也称为GSM1900 |
| RF | Radio Frequency | 无线电频率 |
| RMS | Root Mean Square (value) | 均方根 |

| | | |
|--------|--|----------------|
| RTC | Real Time Clock | 实时时钟 |
| SIM | Subscriber Identification Module | 用户身份识别模块 |
| SMS | Short Message Service | 短信息服务 |
| SPI | serial peripheral interface | 串行外围接口 |
| SMPS | Switched-mode power supply | 开关模式电源 |
| TDMA | Time Division Multiple Access | 时分多址 |
| TE | Terminal Equipment, also referred to as DTE | 终端设备，也称为DTE |
| TX | Transmit Direction | 发送方向 |
| UART | Universal Asynchronous Receiver & Transmitter | 通用异步收发传输器 |
| VSWR | Voltage Standing Wave Ratio | 电压驻波比 |
| SM | SIM phonebook | SIM电话簿 |
| NC | Not connect | 不连接 |
| EDGE | Enhanced data rates for GSM evolution | 增强型数据速率GSM演进技术 |
| HSDPA | High Speed Downlink Packet Access | 高速下行分组接入 |
| HSUPA | High Speed Uplink Packet Access | 高速上行分组接入 |
| ZIF | Zero intermediate frequency | 零中频 |
| WCDMA | Wideband Code Division Multiple Access | 宽带码分多址 |
| VCTCXO | Voltage control temperature-compensated crystal oscillator | 压控温补晶振 |
| USIM | Universal subscriber identity module | 全球用户识别卡 |
| UMTS | Universal mobile telecommunications system | 通用移动通信系统 |

9.4 安全警告

在使用或者维修任何包含模块的终端或者手机的过程中要留心以下的安全防范。终端设备上应当告知用户以下的安全信息。否则我们将不承担任何因用户没有按这些警告操作而产生的后果。

表 70: 安全警告

| 标识 | 要求 |
|---|--|
|  | 当在医院或者医疗设备旁，观察使用手机的限制。如果需要请关闭终端或者手机，否则医疗设备可能会因为射频的干扰而导致误操作。 |
|  | 登机前关闭无线终端或者手机。为防止对通信系统的干扰，飞机上禁止使用无线通信设备。忽略以上事项将违反当地法律并有可能导致飞行事故。 |
|  | 不要在易燃气体前使用移动终端或者手机。当靠近爆炸作业、化学工厂、燃料库或者加油站时要关掉手机终端。在任何潜在爆炸可能的电器设备旁操作移动终端都是很危险的。 |
|  | 手机终端在开机的状态时会接收或者发射射频能量。当靠近电视、收音机、电脑或者其它电器设备时会对其产生干扰。 |
|  | 道路安全第一！在驾驶交通工具时不要用手持终端或手机，请使用免提装置。在使用手持终端或手机前应先停车。 |
|  | GSM手机终端在射频信号和蜂窝网下操作，但不能保证在所用的情况下都能连接。例如，没有话费或者无效的SIM卡。当处于这种情况而需要紧急服务，记得使用紧急电话。为了能够呼叫和接收电话，手机终端必须开机而且要在移动信号足够强的服务区域。当一些确定的网络服务或者电话功能在使用时不允许使用紧急电话，例如功能锁定，键盘锁定。在使用紧急电话前，要解除这些功能。一些网络需要有效的SIM卡支持。 |