



A7680C R2&R5 系列硬件设计手册

LTE 模块

芯讯通无线科技(上海)有限公司

上海市长宁区临虹路289号3号楼芯讯通总部大楼

电话: 86-21-31575100

技术支持邮箱: support@simcom.com

官网: www.simcom.com

文档名称:	A7680C R2&R5 硬件设计手册
版本:	V1.05
日期:	2023-6-16
状态:	已发布

前言

此模块主要用于语音或者数据通讯，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 3 号楼芯讯通总部大楼

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 2021，保留一切权利。

版本历史

日期	版本	变更描述	作者
2022-04-19	1.00	初版	黎高超、刘雪峰
2022-04-26	1.01	修改表 41 ADC 分辨率位数 修改参考表格编号	李文海
2022-05-26	1.02	增加新型号 修改图 3 模块引脚图 修改文档格式	李文海
2022-08-30	1.03	修改表 4 中模块工作温度 图 10/图 13PWRKEY/RESET 推荐电路加 1K 电阻 增加表 49/表 50GNSS 参数 增加图 9 下电时序 图 16 增加串口防护电阻	李文海 赵先静
2023-02-8	1.04	新增型号，完善不同型号之间的 PIN 脚/功能差异 补充表 60 GNSS 耗流数据 更新图 5 钢网文件 更新图 37 炉温数据	李文海
2023-06-16	1.05	增加 A7680C R5 模块型号 完善表 58/表 59 耗流数据 新增 3.12 STATUS 描述章节 完善 3.13 GNSS 部分描述 更新图 37 典型焊接炉温曲线 修改 6.4 章节 存储条件描述 修改图 34 PCB 走线参考图 完善 3.3.1 章节 RI 功能描述	李文海

目录

1	绪论	10
1.1	文档概览	10
1.2	模块综述	11
1.3	接口概述	12
1.4	模块框图	13
1.5	主要特性	14
2	封装信息	16
2.1	引脚分布图	16
2.2	引脚描述	18
2.3	机械尺寸	24
2.4	推荐 PCB 封装尺寸	25
2.5	推荐钢网尺寸	26
3	应用接口	27
3.1	供电输入	27
3.1.1	供电参考设计	28
3.1.2	推荐外部电源电路	29
3.1.3	电源监测	30
3.2	开机/关机/复位	31
3.2.1	模块开机	31
3.2.2	模块关机	32
3.2.3	模块复位	33
3.3	串口	35
3.3.1	RI 功能描述	37
3.3.2	DTR 功能描述	38
3.4	SPI 接口	38
3.5	I2C 接口	39
3.6	USB 接口	40
3.6.1	USB 参考设计	40
3.6.2	USB_BOOT 接口	41
3.7	(U)SIM 卡接口	43
3.7.1	(U)SIM 热插拔功能	44
3.7.2	(U)SIM 参考设计	44
3.8	SD/MMC 接口	46
3.9	模拟音频接口	48
3.9.1	模拟音频输入接口	48
3.9.2	模拟音频输出接口	48
3.9.3	模拟音频电气特性	49
3.9.4	模拟音频参考设计	49

3.10	LCD 接口	50
3.11	网络状态指示接口	52
3.12	STATUS 接口	53
3.13	GNSS 接口	54
3.14	GPIO 接口	55
3.15	其他接口	55
3.15.1	模数转换器 (ADC)	55
3.15.2	LDO	56
4	射频参数	58
4.1	主天线接口	58
4.1.1	LTE 射频参数	58
4.1.2	LTE 天线要求	59
4.2	GNSS	59
4.2.1	GNSS 射频参数	60
4.2.2	GNSS 天线要求	60
4.3	LTE/GNSS 天线参考设计	61
4.3.1	LTE/GNSS 无源天线	61
4.3.2	GNSS 有源天线	62
4.4	PCB 走线设计	62
5	电气参数	64
5.1	极限参数	64
5.2	正常工作条件	64
5.3	工作模式	65
5.3.1	工作模式定义	65
5.3.2	休眠模式	66
5.3.3	功能模式	66
5.4	LTE/GNSS 耗流	66
5.4.1	LTE 工作耗流	66
5.4.2	GNSS 工作耗流	68
5.5	静电防护	68
6	贴片生产	70
6.1	模块的顶视图和底视图	70
6.2	标签信息	71
6.3	典型焊接炉温曲线	72
6.4	存储条件	73
6.5	烘烤条件	73
7	包装	75
8	附录	78
8.1	编码方式及最大数据速率	78
8.2	参考文档	78
8.3	术语和解释	79
8.4	安全警告	81

表格索引

表 1 : A7680C R2&R5 文档概览.....	10
表 2 : 模块频段列表.....	11
表 3 : 模块功能差异列表.....	11
表 4 : 模块主要特性.....	14
表 5 : 引脚定义列表.....	17
表 6 : 引脚参数缩写.....	18
表 7 : 1.8V IO 引脚电气特性.....	19
表 8 : 3.0V IO 引脚电气特性.....	19
表 9 : 引脚描述.....	20
表 10 : VBAT 接口定义.....	27
表 11 : A7680C R2 VBAT 引脚电气参数.....	27
表 12 : A7680C R5 VBAT 引脚电气参数.....	27
表 13 : 推荐 TVS 列表.....	28
表 14 : PWRKEY 接口定义.....	31
表 15 : 开机时序参数.....	32
表 16 : 关机时序参数.....	33
表 17 : RESET 接口定义.....	34
表 18 : RESET 引脚电气参数.....	34
表 19 : UART 波特率信息列表.....	35
表 20 : UART 接口定义.....	35
表 21 : SPI 接口定义.....	38
表 22 : I2C 接口定义.....	39
表 23 : USB 接口定义.....	40
表 24 : USB_BOOT 接口定义.....	41
表 25 : (U)SIM 接口定义.....	43
表 26 : 1.8V 模式时(U)SIM 接口电气参数($V_{USIM_VDD}=1.8V$).....	43
表 27 : 3.0V 模式时(U)SIM 接口电气参数($V_{USIM_VDD}=3.0V$).....	44
表 28 : MMC 接口定义.....	46
表 29 : SD 卡接口电气参数 (MMC_DAT0-MMC_DAT3,MMC_CLK 和 MMC_CMD).....	47
表 30 : 模拟音频输入接口定义.....	48
表 31 : 模拟音频输出接口定义.....	48
表 32 : 模拟音频输出 ($AVDD_AUD=1.8V,T=25^{\circ}C$).....	49
表 33 : LCD 接口定义.....	50
表 34 : NETLIGHT 接口定义.....	52
表 35 : LTE 制式下 NETLIGHT 工作状态.....	52
表 36 : STATUS 接口定义.....	53
表 37 : GNSS 接口定义.....	54
表 38 : GNSS 常见指令表.....	54
表 39 : GPIO 接口定义.....	55
表 40 : ADC 接口定义.....	55

表 41 : ADC 电气特性	56
表 42 : LDO 接口定义	56
表 43 : VDD_EXT 电气特性	57
表 44 : VDD_EXT 推荐 TVS 型号列表	57
表 45 : VLDO_SDIO 电气特性	57
表 46 : 传导发射功率	58
表 47 : 4G 频段信息	58
表 48 : 参考灵敏度(QPSK)	58
表 49 : LTE 天线要求	59
表 50 : GNSS 频段	60
表 51 : GNSS 性能	60
表 52 : GNSS 天线要求	60
表 53 : RF 天线推荐 TVS 型号	61
表 54 : GNSS 天线推荐 TVS 型号	62
表 55 : 极限参数	64
表 56 : 模块推荐工作电压	64
表 57 : 模块工作温度	64
表 58 : 工作模式定义	65
表 59 : A7680C R2 模块 VBAT 耗流(VBAT=3.8V, GNSS off)	66
表 60 : A7680C R5 模块 VBAT 耗流(VBAT=3.8V, GNSS off)	67
表 61 : VBAT 耗流 (VBAT=3.8V, @CUFN=0, CSCLK=1, 不带 USB 连接)	68
表 62 : ESD 性能参数 (温度: 25°C, 湿度: 45%)	68
表 63 : 模块信息描述	71
表 64 : 主板回流温度曲线要求说明	72
表 65 : 湿度灵敏度等级区分	73
表 66 : 烘烤条件	73
表 67 : 托盘尺寸信息	76
表 68 : 托盘小卡通箱尺寸信息	77
表 69 : 托盘大卡通箱尺寸信息	77
表 70 : 编码方式和最大数据速率	78
表 71 : 参考文档	78
表 72 : 术语和解释	79
表 73 : 安全警告	81

图片索引

图 1: R2 模块框图	13
图 2: R5 模块框图	13
图 3: 模块引脚图(正面视图)	16
图 4: 三维尺寸 (单位: 毫米)	24
图 5: 推荐 PCB 封装尺寸 (单位: 毫米)	25
图 6: 推荐钢网尺寸 (单位: 毫米)	26
图 7: VBAT 输入参考电路	28
图 8: 开关电源推荐电路	29
图 9: 下电以及上电重启时序	30
图 10: 开关机参考电路	31
图 11: PWRKEY 开机时序	32
图 12: PWRKEY 关机时序	33
图 13: 复位推荐电路	34
图 14: 串口连接图 (全功能模式)	36
图 15: 串口连接图 (NULL 模式)	36
图 16: 三极管电平转换电路	37
图 17: RI 上的电平变化(短信, URC, Incoming call)	38
图 18: SPI 接口参考电路	39
图 19: I2C 接口参考电路	39
图 20: USB 连接图	41
图 21: USB_BOOT 连接图	42
图 22: 强制下载端口	42
图 23: (U)SIM 接口推荐电路	45
图 24: (U)SIM 接口推荐电路(8PIN)	45
图 25: SD 卡推荐连接电路	47
图 26: A7680C R2 系列模拟音频参考电路	50
图 27: A7680C R5 系列模拟音频参考电路	50
图 28: LCD 参考电路	51
图 29: NETLIGHT 参考电路	52
图 30: STATUS 参考电路	53
图 31: VDD_EXT 外围参考电路	57
图 32: LTE/GNSS 无源天线连接电路	61
图 33: 有源天线连接电路	62
图 34: PCB 走线参考	63
图 35: 模块顶视图和底视图	70
图 36: 标签信息	71
图 37: 推荐焊接炉温曲线图 (无铅工艺)	72
图 38: 托盘包装示意图	75
图 39: 托盘尺寸图	76

图 40：托盘小卡通箱尺寸图	76
图 41：托盘大卡通箱尺寸图	77

SIMCom
Confidential

1 绪论

本文档描述了模块的硬件接口，可以帮助用户快速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，用户可以快速使用模块来设计移动通讯应用方案。SIMCom提供一套评估板，以便于模块测试和使用。所述评估板工具包括EVB板，USB线，天线和其他外设。

1.1 文档概览

模块的技术信息包含在表1列出的文档中，必须对下表中所有文档进行研读以全面了解该设备及其应用。

表 1: A7680C R2&R5 文档概览

序号	文件名称	描述
1	A7680C R2&R5硬件设计手册_V1.05(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，以及部分AT指令的使用
2	SIMCom_A7680C series_Reference_Design_230619	模块参考设计资料
3	8BG000-A7680C-TE_V3.01_SCH&PCB	TE原理图及PCB资料
4	SIMCOM EVB Kit User Guide	EVB套件使用手册
5	A7680C系列兼容设计手册_V1.01	A7680C系列模块差异对比及兼容设计
6	MOD_A7680C-R2&R5_92(230607)	模块参考封装
7	A1602 & 1606 Series_AT Command Manual	AT指令手册
8	SIMCom模块_SMT贴片工艺指导手册_V1.02	主要介绍模块生产贴片工艺、钢网制作要求、回流焊、拆焊及返修等内容
9	A76XX系列CAT1模块原理图和PCB设计检查表_V1.00	模块外围电路原理图和PCB检查表

※ 特别注意

表中文档版本可能是较早期的版本，内容可能随时变更，请联系SIMCom FAE获取最新版本。

1.2 模块综述

模块可支持 LTE-TDD 和 LTE-FDD。用户可以灵活选用不同型号的模块以满足多样化的市场需求。详细的频段/功能描述请参考下表：

表 2：模块频段列表

网络类型	频段	R2					R5			
		LANS	LANV	LANY	MANS	MANV	LNNV	LNNY	MNNV	MNNY
LTE-FDD	LTE-FDD B1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	LTE-FDD B3	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	LTE-FDD B5	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	LTE-FDD B8	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
LTE-TDD	LTE-TDD B34	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	LTE-TDD B38	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	LTE-TDD B39	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	LTE-TDD B40	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	LTE-TDD B41	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Category	CAT1									

表 3：模块功能差异列表

功能	R2					R5			
	LANS	LANV	LANY	MANS	MANV	LNNV	LNNY	MNNV	MNNY
GNSS				✓	✓			✓	✓
USIM*	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
SDIO (MMC)	✓			✓					
VoLTE	✓			✓					
模拟语音输入	✓			✓					
模拟语音输出	✓			✓		✓		✓	
LCD						✓		✓	
Wi-Fi Scan	✓	✓		✓	✓	✓		✓	
FOTA 升级	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
短消息 (SMS)	✓	✓		✓	✓	✓		✓	

※ 特别注意

- *仅R2系列LANS/LANV/MANS/MANV型号可支持双卡，单卡默认所有型号都支持。
- 模块支持的功能，以实际硬件型号和软件版本为准。

模块的尺寸为17.6*15.7*2.1mm，可以满足M2M应用中对空间尺寸的要求，例如计量，安防，路由，无线POS，移动计算设备，PDA，平板电脑等应用场景。

模块共有92个引脚，包括外圈42个LCC引脚和内圈50个LGA引脚。

1.3 接口概述

模块系列提供了如下硬件接口：

- 一路供电输入
- 两路电源输出（仅R2系列型号支持2路电源输出）
- 一路USB 2.0 接口
- 三路UART接口（仅R2 LANS/LANV/LANY， R5 LNNV/LNNY型号支持3路UART,一组全功能串口，一组DEBUG串口，一组两线串口,其余型号支持一组全功能串口，一组DEBUG串口）
- 两路USIM卡接口（仅R2 LANS/LANV/MANS/MANV型号可支持双卡）
- 一路SD卡接口（仅R2 LANS/MANS型号支持）
- 一路I2C接口
- 一路SPI接口
- 一路LCD接口（仅R5 MNNV型号支持）*
- 一路模拟音频输入接口（仅R2 LANS/MANS型号支持）
- 一路模拟音频输出接口（仅R2 LANS/MANS， R5 LNNV/MNNV型号支持）
- 多个可编程的通用输入输出接口
- 一路USB_BOOT下载引导接口
- 网络状态指示接口
- 模块运行状态指示接口
- 1PPS接口（仅R2 MANS/MANV， R5 MNNS/MNNV型号支持）
- LTE天线接口
- GNSS天线接口（仅R2 MANS/MANV， R5 MNNS/MNNV型号支持）

※ 特别注意

* R5 系列LNNV/MNNV型号LCD功能正在开发中

1.4 模块框图

下图列出了模块内部主要功能构架：

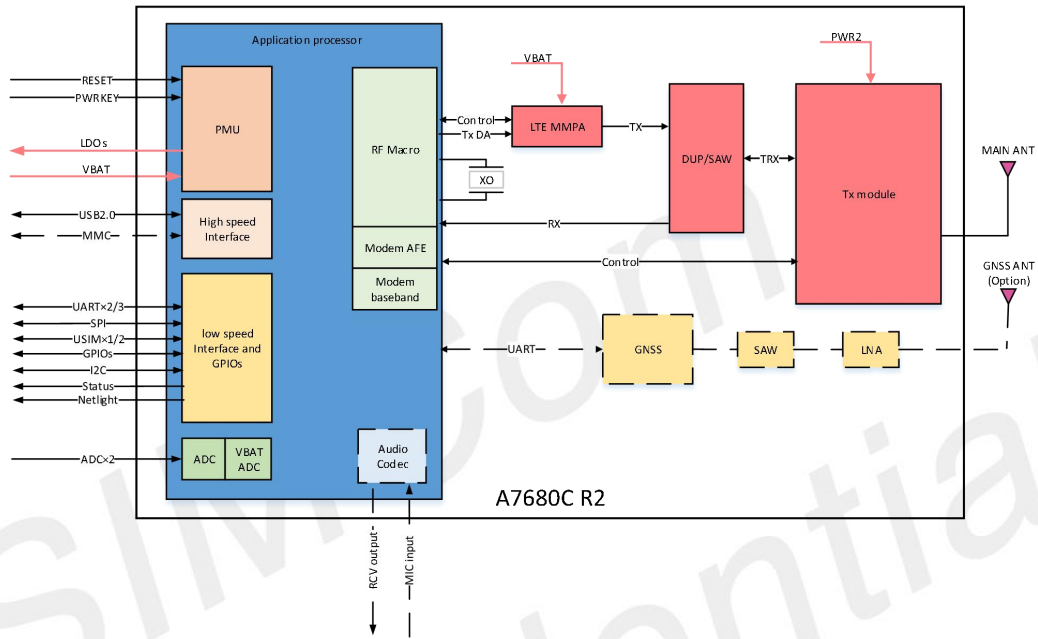


图1: R2模块框图

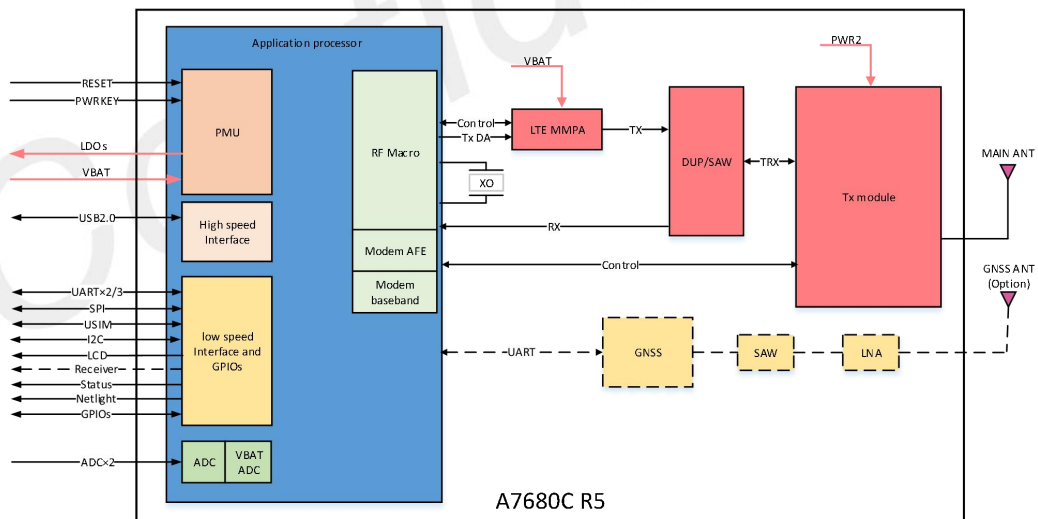


图2: R5模块框图

1.5 主要特性

表 4：模块主要特性

特性	说明
供电	电压范围：3.4V ~4.2V 推荐值 3.8V
省电	典型值<2mA @AT+CSCLK=1 (VBAT=3.8V)
频段	请参考表 2
发射功率	LTE 功率等级 3 (23dBm±2.7dB)
数据传输	TDD/FDD-LTE 类别 1: 10Mbps (下行), 5 Mbps (上行)
天线接口	LTE 天线接口 GNSS 天线接口(可选)
短消息 (SMS)	MT, MO, CB, Text 和 PDU 模式 短消息 (SMS) 存储设备: USIM 卡, CB 不支持保存在 SIM 支持 CS 域和 PS 域短信 (可选)
USIM 卡接口	支持 1.8V/3V USIM 卡 (可选)
USIM 应用工具包	支持 SAT 等级 3 支持 USAT
通讯录管理	SM/FD/ON/AP/SDN
MMC 接口	支持 SD3.0 和 MMC/Emmc 4.5.1 (可选)
音频接口	<ul style="list-style-type: none"> ●支持 1 路模拟音频输入接口 (可选) ●支持 1 路模拟音频输出接口 (可选)
UART 接口	<ul style="list-style-type: none"> ●全功能 UART 接口 波特率支持从 300bps 到 3686400bps 可以通过串口发送 AT 命令和数据 支持 RTS/CTS 硬件流控 ●两线 UART(可选) 可用于外接设备, 波特率为 115200bps ●DBG_UART 可支持 Debug 用途, 波特率为 115200bps
USB 接口	符合 USB 2.0 规范, 支持从模式, 不支持主模式 可用于 AT 命令发送, 数据传输, 软件调试和升级
I2C 接口	<ul style="list-style-type: none"> ●1 路I2C接口 ●符合I2C总线协议规范 ●不支持多主机模式
SPI 接口	支持主机模式, 与外围设备进行全双工同步串行通信
软件升级	USB 和 FOTA 升级
网络协议	<ul style="list-style-type: none"> ●CMUX/PPP/MQTT/FTP/TCP/UDP/FTPS/MQTTS/HTTP/HTTPS/HTP/NTP/PIN G/SSL/FILE

	<ul style="list-style-type: none">●符合PPP协议的PAP和CHAP认证 <p>*实际支持的网络协议以软件版本为准</p>
物理尺寸	尺寸：17.6*15.7*2.1mm 重量：1.1g (Typical)
温度范围	工作温度 ¹ ：-30℃~ +75℃ 扩展工作温度 ² ：-40℃~ +85℃ 存储温度：-40℃~ +90℃

SIMCom
Confidential

¹ 正常工作温度范围工作时，模块的相关性能满足 3GPP 标准要求；

² 扩展工作温度范围工作时，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。

2 封装信息

2.1 引脚分布图

模块共有92个引脚，各型号具有不同的引脚定义，详细引脚分布如下图。

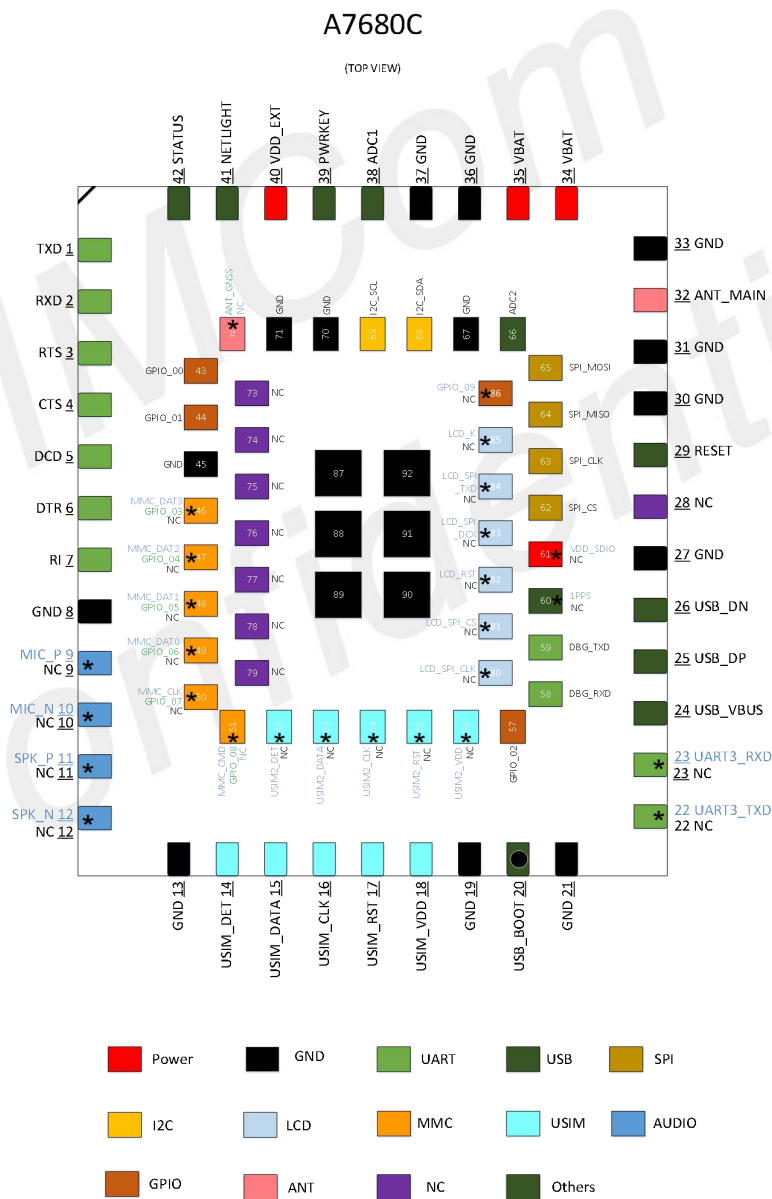


图 3: 模块引脚图(正面视图)

※ 特别注意

- 1.带‘●’的引脚表示该信号在开机前不可下拉，否则会影响模块正常开机。
- 2.带‘*’的引脚表示在不同型号上定义不同。

表 5：引脚定义列表

引脚序号	引脚名称	引脚序号	引脚名称
1	TXD	2	RXD
3	RTS	4	CTS
5	DCD	6	DTR
7	RI	8	GND
9	MIC_P/NC [▲]	10	MIC_N/NC [▲]
11	SPK_P/NC [▲]	12	SPK_N/NC [▲]
13	GND	14	USIM_DET
15	USIM_DATA	16	USIM_CLK
17	USIM_RST	18	USIM_VDD
19	GND	20	USB_BOOT ³
21	GND	22	UART3_TXD/NC [▲]
23	UART3_RXD/NC [▲]	24	USB_VBUS
25	USB_DP	26	USB_DN
27	GND	28	NC
29	RESET	30	GND
31	GND	32	ANT_MAIN
33	GND	34	VBAT
35	VBAT	36	GND
37	GND	38	ADC1
39	PWRKEY	40	VDD_EXT
41	NETLIGHT	42	STATUS
43	GPIO_00	44	GPIO_01
45	GND	46	MMC_DAT3/GPIO_03/NC [▲]
47	MMC_DAT2/GPIO_04/NC [▲]	48	MMC_DAT1/GPIO_05/NC [▲]
49	MMC_DAT0/GPIO_06/NC [▲]	50	MMC_CLK/GPIO_07/NC [▲]
51	MMC_CMD/GPIO_08/NC [▲]	52	USIM2_DET/NC [▲]
53	USIM2_DATA/NC [▲]	54	USIM2_CLK/NC [▲]
55	USIM2_RST/NC [▲]	56	USIM2_VDD/NC [▲]
57	GPIO_02	58	DBG_RXD
59	DBG_TXD	60	1PPS/NC [▲]
61	VDD_SDIO/NC [▲]	62	SPI_CS
63	SPI_CLK	64	SPI_MISO

65	SPI_MOSI	66	ADC2
67	GND	68	I2C_SDA
69	I2C_SCL	70	GND
71	GND	72	ANT_GNSS/NC [▲]
73	NC	74	NC
75	NC	76	NC
77	NC	78	NC
79	NC	80	LCD_SPI_CLK/NC [▲]
81	LCD_SPI_CS/NC [▲]	82	LCD_RST/NC [▲]
83	LCD_SPI_DCX/NC [▲]	84	LCD_SPI_TXD/NC [▲]
85	LCD_K/NC [▲]	86	GPIO_09/NC [▲]
87	GND	88	GND
89	GND	90	GND
91	GND	92	GND

※ 特别注意

- 1.³ 表示该信号在开机前不可下拉，否则会影响模块正常开机。
2.[▲] 表示该信号在不同型号上定义不同，详细信息请参考表3与具体章节介绍。

2.2 引脚描述

表 6：引脚参数缩写

缩写	描述
PI	电源输入
PO	电源输出
AIO	模拟信号输入或输出
AI	模拟输入
AO	模拟输出
DIO	数字信号输入或输出
DI	数字输入
DO	数字输出
DOH	默认输出高电平
DOL	默认输出低电平
PU	上拉
PD	下拉
OD	开漏

表 7: 1.8V IO 引脚电气特性

引脚电压域	缩写	描述	最小值	典型值	最大值
1.8V	直流输入条件(VCC = 1.8V Typical)				
	V _{IH}	输入有效高电平	VCC * 0.7	1.8V	VCC+0.2
	V _{IL}	输入有效低电平	-0.3V	0V	VCC * 0.3
	R _{PU}	模块内部上拉电阻	55K	79 K	121K
	R _{PD}	模块内部下拉电阻	51K	87 K	169K
	I _{IL}	输入漏电流	-	-	10uA
	直流输出条件(VCC = 1.8V Typical)				
	V _{OH}	输出电平范围	VCC-0.2	-	-
	V _{OL}	输出电平范围	-	-	0.2V
	I _{OL}	低电平输出电流 V _{pad} =0.2V I _{OL} DCS[1:0]=			
		00	13 mA		
		01	25 mA		
		10	37 mA		
	11	49 mA			
I _{OH}	高电平输出电流 V _{pad} =VCC-0.2V I _{OH} DCS[1:0]=				
	00	11 mA			
	01	21 mA			
	10	32 mA			
	11	42 mA			

表 8: 3.0V IO 引脚电气特性

引脚电压域	缩写	描述	最小值	典型值	最大值
3.0V	V _{IH}	输入有效高电平	2V	-	VCC+0.3
	V _{IL}	输入有效低电平	-0.3V	0V	0.8V
	R _{pu}	模块内部上拉电阻	26K	47K	72K
	R _{pd}	模块内部下拉电阻	27K	54K	267K
	I _{IL}	输入漏电流	-	-	10uA
	V _{OH}	输出电平范围	2.4V	-	-
	V _{OL}	输出电平范围	-	-	0.4V
	I _{OL}	低电平输出电流 V _{pad} =0.4V I _{ol} DS[2:0]=			
		000		7 mA	
		001		10 mA	

		010	14 mA
		011	18 mA
		100	21 mA
		101	24 mA
		110	28 mA
		111	31 mA
		高电平输出电流 Vpad=VCC-0.5V Ioh DS[2:0]=	
	Ioh	000	7 mA
		001	10 mA
		010	13 mA
		011	16 mA
		100	19 mA
		101	23 mA
		110	26 mA
		111	29 mA

表 9：引脚描述

引脚名称	引脚序号	引脚属性		描述	备注
		电压域	类型		
供电					
VBAT	34,35	-	PI	模块供电输入	输入电压范围 3.4V~4.2V，外部电源需提供 700mA 的持续电流
VDD_EXT	40	-	PO	内部电源输出	Vnom=1.8V， Iomax=50mA
GND	8,13,19, 21,27,30, 31,33,36, 37,45,67, 70,71,87, 88,89,90, 91,92	-	-	地	
系统控制					
PWRKEY	39	VBAT	DI,PU	开关机控制输入	V _{IH} : 0.7*VBAT, V _{IL} : 0.3*VBAT, V _{nom} =VBAT; 低电平有效, 默认高电平;

					PMU 内部 50K (Typical) 上拉到 VBAT
RESET	29	VBAT	DI,PU	硬件复位控制输入	$V_{IH}: 0.7*VBAT,$ $V_{IL}: 0.3*VBAT,$ $V_{nom}=VBAT;$ 低电平有效, 默认高电平; PMU 内部 50K (Typical) 上拉到 VBAT
(U) SIM 接口					
USIM_DATA	15	1.8/3.0V	I/O,PU	USIM 总线数据	内部有 4.7KΩ电阻上 拉到 USIM_VDD
USIM_RST	17	1.8/3.0V	I/O,PU	USIM 总线复位输出	
USIM_CLK	16	1.8/3.0V	I/O,PU	USIM 总线时钟输出	
USIM_VDD	18	1.8/3.0V	PO	USIM 卡供电输出	模块自动识别 1.8V/3.0V(U)SIM 卡
USIM_DET	14	1.8V	I/O	USIM 卡热插拔检测	可以 AT 指令设置为 高/低有效, 参考文档 [18]
USIM2_DATA/NC	53	1.8/3.0V	I/O,PU	USIM2 总线数据	内部有 4.7KΩ电阻上 拉到 USIM2_VDD
USIM2_RST/NC	55	1.8/3.0V	I/O,PU	USIM2 总线复位输出	
USIM2_CLK/NC	54	1.8/3.0V	I/O,PU	USIM2 总线时钟输出	
USIM2_VDD/NC	56	1.8/3.0V	PO	USIM2 卡供电输出	模块自动识别 1.8V/3.0VUSIM 卡
USIM2_DET/NC	52	1.8V	I/O	USIM2 卡热插拔检测	通过 AT 指令设置为 高/低有效, 参考文档 [18]
USB 接口					
USB_VBUS	24	-	PI	USB 在位检测输入	$V_{min}=3.0V,$ $V_{max}=5.2V$
USB_DN	26	-	DIO	USB 总线差分负极	90Ω差分阻抗
USB_DP	25	-	DIO	USB 总线差分正极	
全功能 UART					
RTS	3	1.8V	DI	DTE 请求发送	连接至 DTE 的 RTS,
CTS	4	1.8V	DO	DTE 清除发送	连接至 DTE 的 CTS,
RXD	2	1.8V	DI	接收数据	如不使用, 悬空即可
TXD	1	1.8V	DO	发送数据	
RI	7	1.8V	DO	振铃指示	
DCD	5	1.8V	DO	载波检测	
DTR	6	1.8V	DI	DTE 准备就绪	

两线 UART					
UART3_TXD/NC	22	1.8V	DO	UART3 发送数据	如不使用，悬空即可
UART3_RXD/NC	23	1.8V	DI	UART3 接收数据	
Debug UART					
DBG_RXD	58	1.8V	DO	调试串口接收数据	默认作为调试端口
DBG_TXD	59	1.8V	DI	调试串口发送数据	
GPIO 接口					
GPIO_00	43	1.8V	IO,PD	通用输入输出接口	如不使用，悬空即可
GPIO_01	44	1.8V	IO,PD	通用输入输出接口	
GPIO_02	57	1.8V	IO,PD	通用输入输出接口	
GPIO_09/NC	86	1.8V	IO,PD	通用输入输出接口	
SD 卡接口					
MMC_DAT3/ GPIO_03/NC	46	1.8/3.0V	IO	MMC 和 SD 数据	46~51 引脚做 GPIO 使用时仅支持 1.8V 电压域
MMC_DAT2/ GPIO_04/NC	47	1.8/3.0V	IO	MMC 和 SD 数据	
MMC_DAT1/ GPIO_05/NC	48	1.8/3.0V	IO	MMC 和 SD 数据	
MMC_DAT0/ GPIO_06/NC	49	1.8/3.0V	IO	MMC 和 SD 数据	
MMC_CLK/ GPIO_07/NC	50	1.8/3.0V	DO	MMC 和 SD 时钟	
MMC_CMD/ GPIO_08/NC	51	1.8/3.0V	IO	MMC 和 SD 命令	
VDD_SDIO/NC	61	1.8/3.0V	PO	DATA 线数字上拉电源	非 SD 卡供电电源，如不使用，悬空即可。
SPI 接口					
SPI_CS	62	1.8V	DO	SPI 总线片选信号	如不使用，悬空即可。
SPI_CLK	63	1.8V	DO	SPI 总线时钟输出	
SPI_MISO	64	1.8V	DI	SPI 总线主机输入，从机输出	
SPI_MOSI	65	1.8V	DO	SPI 总线主机输出，从机输入	
I2C 接口					
I2C_SDA	68	1.8V	I/O	I2C 总线数据输入/输出	如不使用，悬空即可。使用时需加 4.7KΩ 上拉电阻到 VDD_EXT 电源。
I2C_SCL	69	1.8V	DO	I2C 总线时钟输出	
模拟音频接口					
MIC_P/NC	9	-	AI	模拟音频输入正极	如不使用，悬空即可
MIC_N/NC	10	-	AI	模拟音频输入负极	
SPK_P/NC	11	-	AO	模拟音频输出正极	

SPK_N/NC	12	-	AO	模拟音频输出负极	
LCD 接口					
LCD_SPI_CLK/NC	80	1.8V	DO	LCD 专用 SPI 时钟	如不使用，悬空即可
LCD_SPI_CS/NC	81	1.8V	DO	LCD 专用 SPI 片选	
LCD_RST/NC	82	1.8V	DO	LCD 复位	
LCD_SPI_DCX/NC	83	1.8V	DO	LCD 命令/参数选择	
LCD_SPI_TXD/NC	84	1.8V	DIO	LCD 专用 SPI 数据线	
LED_K/NC	85	5V	AO	LCD 背光 SINK 调节	
天线接口					
ANT_MAIN	32	-	AIO	主天线接口	
ANT_GNSS/NC	72	-	AIO	GNSS 天线	
其他功能引脚					
ADC1	38	-	AI	通用 AD 转换器接口	检测范围 0~1.2V
ADC2	66	-	AI	通用 AD 转换器接口	检测范围 0~1.2V
STATUS	42	1.8V	DO	模块状态指示	高电平：开机 低电平：关机
NETLIGHT	41	1.8V	DO	网络注册状态指示	
USB_BOOT●	20	1.8V	DI	代码引导控制输入，开机下拉到地，模块将进入 USB 下载模式	建议放置测试点，方便调试及升级。在正常开机前，不能下拉 USB_BOOT!
1PPS/NC	60	1.8V	DO	1PPS 脉冲信号输出	如不使用，悬空即可。
NC	28,73,74, 75,76,77, 78,79	-	-	悬空	

※ 特别注意

- 1.请为 USB_BOOT, VDD_EXT 和 DBG_TXD 保留测试点;如果没有 USB 连接器,请同时为 USB_VBUS, USB_DP 和 USB_DM 保留测试点以进行固件升级。
- 2.●表示该引脚在开机前不可下拉,否则会影响模块正常开机。

2.3 机械尺寸

以下图片描述了模块的封装尺寸。

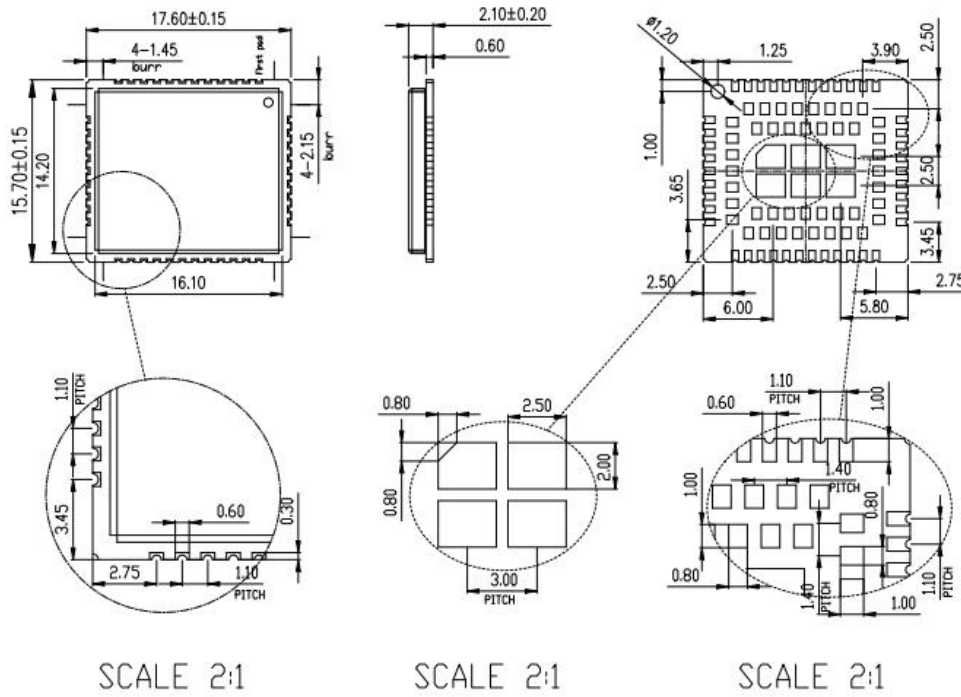


图 4：三维尺寸（单位：毫米）

※ 特别注意

图中展示的模块尺寸公差范围不包括毛刺区域。

2.4 推荐 PCB 封装尺寸

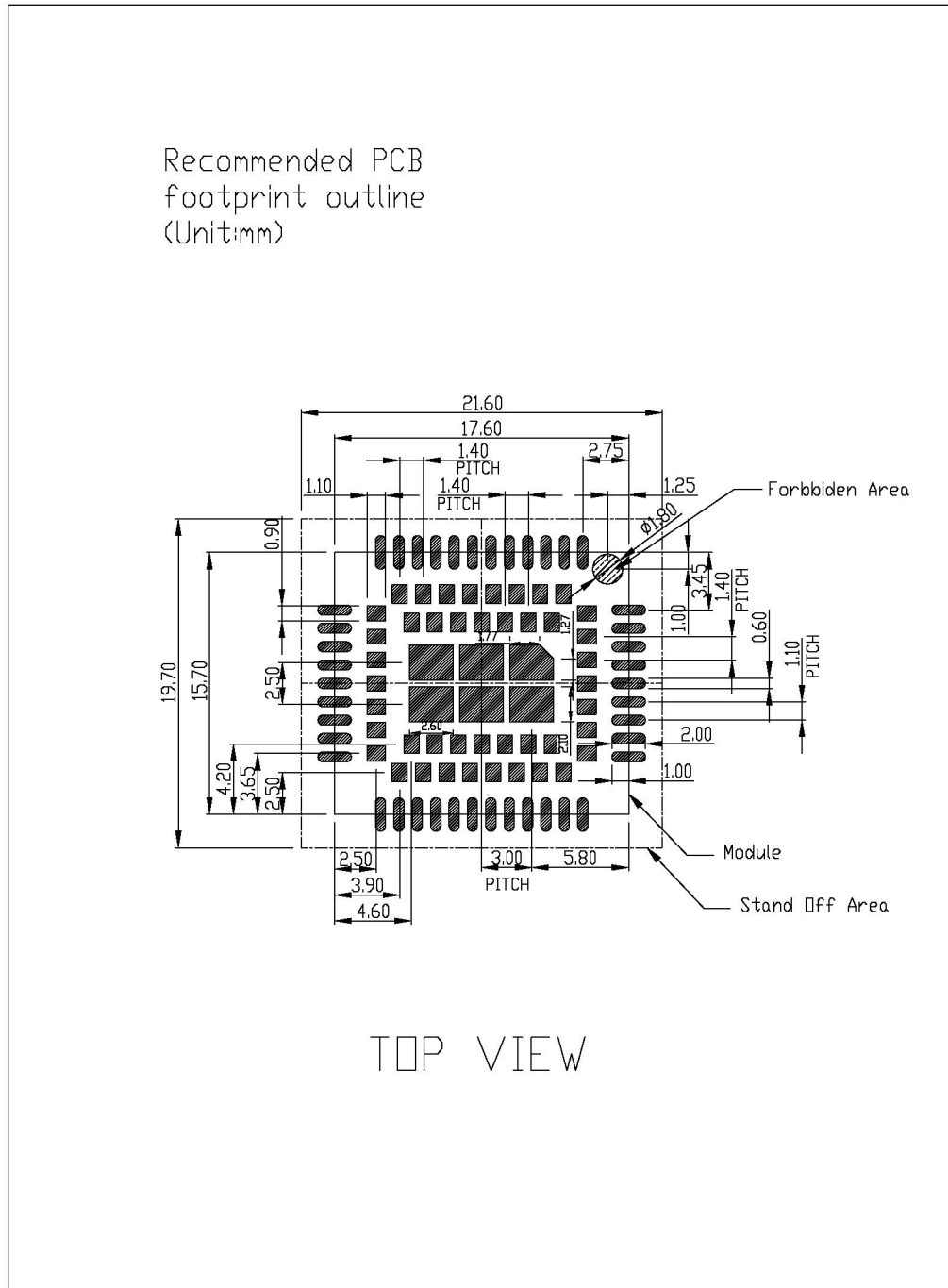


图 5: 推荐 PCB 封装尺寸 (单位: 毫米)

2.5 推荐钢网尺寸

推荐钢网厚度 $\geq 0.15\text{mm}$,小于 0.18mm 。

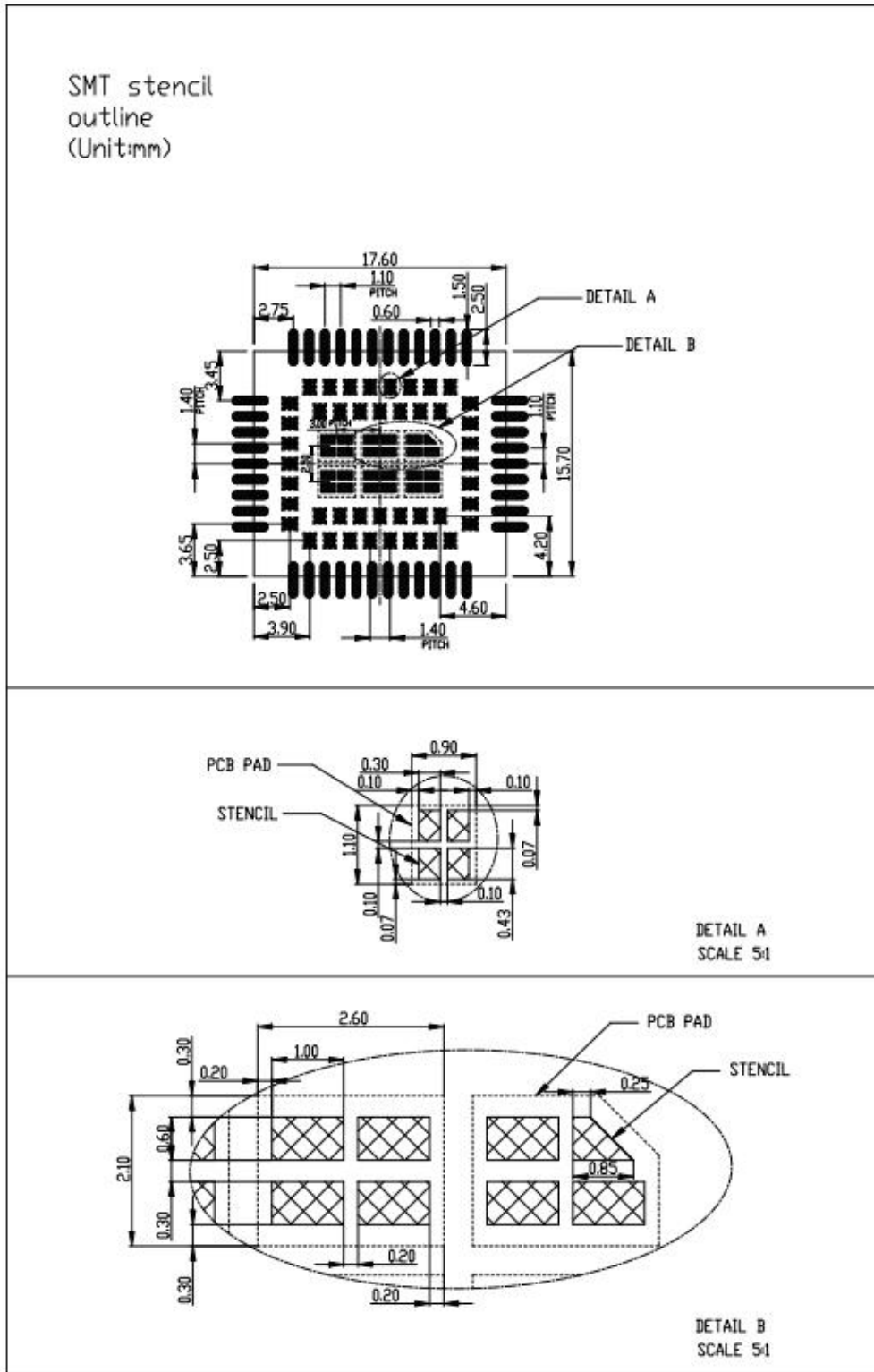


图 6: 推荐钢网尺寸 (单位: 毫米)

3 应用接口

3.1 供电输入

模块使用单一电源供电，共有2个引脚（34, 35引脚）作为VBAT电源输入，通过这2个引脚给内部的射频和基带电路供电。

当模块在LTE模式下以最大功率发射时，电流可达到700mA，从而导致在VBAT上有较大的电压跌落。为保证电压跌落小于300mV，必须保证外部电源供电能力不小于700mA。

表 10: VBAT 接口定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
VBAT	34,35	PI	模块供电输入	
GND	8,13,19,21,27,30,31,33,36,37,45,67,70,71,87,88,89,90,91,92			

表 11: A7680C R2 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)}	模块耗流峰值	-		700	mA
I _{VBAT(average)}	模块平均耗流（仪器空闲模式）		11		mA
I _{VBAT(sleep)}	模块平均耗流（仪器休眠模式）		1.8		mA
I _{VBAT(power-off)}	模块平均耗流（关机状态）	-	20	-	uA

表 12: A7680C R5 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)}	模块耗流峰值	-		700	mA
I _{VBAT(average)}	模块平均耗流（仪器空闲模式）		13		mA
I _{VBAT(sleep)}	模块平均耗流（仪器休眠模式）		2.1		mA
I _{VBAT(power-off)}	模块平均耗流（关机状态）	-	15	-	uA

※ 特别注意

- 1、测试条件：VBAT供电3.8V，使用模块配套TE板测试，并在VBAT供电端加200UF钽电容。
- 2、如上表格内的I_{VBAT}数据为模块整体的耗流数据。

3.1.1 供电参考设计

在用户的设计中，必须特别注意电源部分的设计。如果电压跌落低于3.4V，模块射频性能将会受到影响，电压过低会导致模块关机。

※ 特别注意

确保电源能够提供700mA以上的持续电流，外部供电电容总容值建议不小于200uF，以保证VBAT上电压跌落后不低于3.4V。

建议靠近VBAT放置33pf/10pf/0.1/1μF共四个滤波电容，以改善射频性能及系统稳定性。与此同时，建议PCB上供电电源到模块间的VBAT走线宽度至少2mm。原则上，VBAT走线越长，线宽越宽。如果VBAT输入含有高频干扰，建议增加磁珠进行滤波，磁珠推荐型号为BLM21PG300SN1D和MPZ2012S221A。参考设计推荐如下：

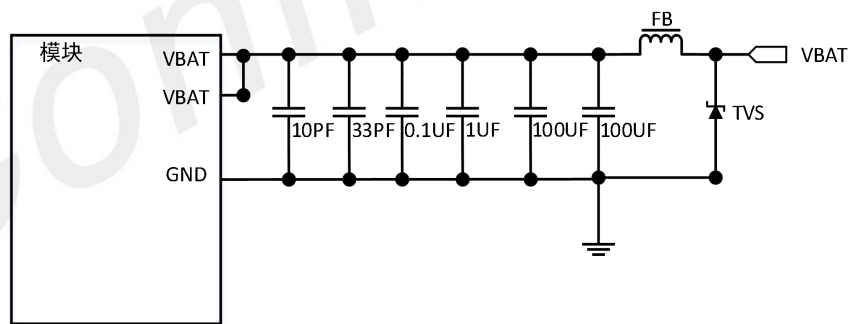


图 7: VBAT 输入参考电路

此外，为防止浪涌及过压对模块的损坏，建议在模块VBAT引脚上并联一个TVS管。

表 13: 推荐 TVS 列表

编号	厂家	料号	V _{RWM}	V _c (MAX)	P _{pp} (MAX)	C _J (MAX)	封装
1	韦尔	ESD56301D05	5V	9.5V	1500W	700pF	DFN1610-2L

2	韦尔	ESD56301D04-2/TR	4.85V	11V	2000W	480pF	DFN1610-2L
3	长园维安	WS2057KP	5V	12V	2040W	700pF	DFN1610-2L
4	长园维安	WS4.5DPHXM	4.85V	11V	2255W	700pF	DFN1610-2L

※ 特别注意

客户自行选择 TVS 时，需要关注浪涌防护时的钳位电压，100V 浪涌输入时钳位电压不要高于 10V。

3.1.2 推荐外部电源电路

设计上 MCU 必须具备给模块断电的功能，模块正常使用过程中禁止给模块强行下电，只有模块正常关机后或出现异常导致无法正常关机或重启，才可对模块断电，推荐选择带使能脚的 LDO 或者 DC-DC 芯片。当输入电源大于 5V 时，推荐使用 DC-DC 芯片；当输入小于 5V 时，推荐使用 LDO 供电。如果使用模块的 OPEN LINUX 二次开发功能，由于没有 MCU，可以外加一个低成本单片机起到拉 POWKEY 开机和能够断电的硬件看门狗作用。

开关电源推荐电路如下图所示，其中PWR_CTRL为控制脚：

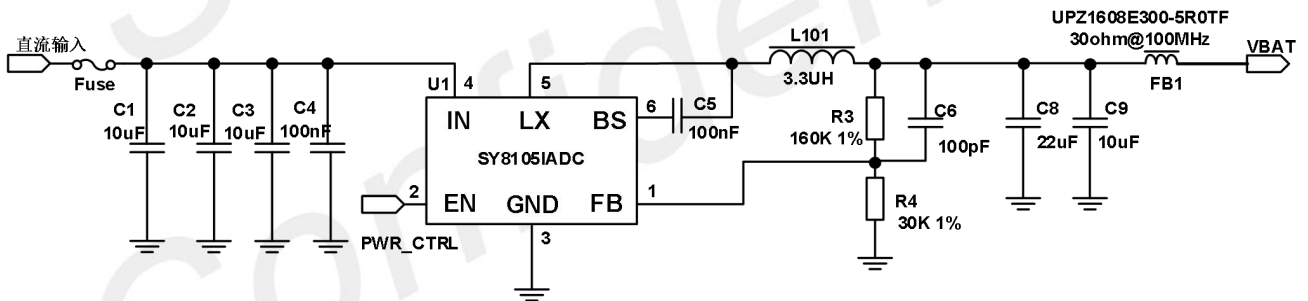


图 8：开关电源推荐电路

VBAT 电源断开时，其电压应在 50ms 内迅速下降，为避免出现电压异常情况，当 VBAT 低于最小值时，系统必须通过将 VBAT 降至 100mV 以下并至少持续 2s 再进行上电重启。

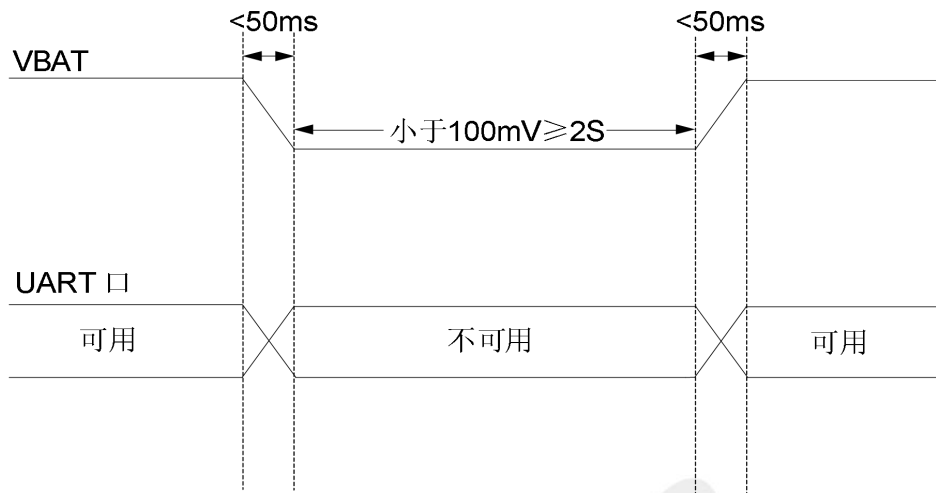


图 9: 下电以及上电重启时序

3.1.3 电源监测

AT命令“AT+CBC”可以用来监测VBAT电源电压。

AT命令“AT+CVALARM”可以设置高/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。

※ 特别注意

过压报警及过压关机功能默认关闭，相关AT命令的详细信息，请参考文档【1】。

3.2 开机/关机/复位

3.2.1 模块开机

表 14: PWRKEY 接口定义

引脚名	引脚号	电压域	类型	描述	备注
PWRKEY	39	VBAT	DI,PU	开关机控制输入	$V_{IH}: 0.7*VBAT$, $V_{IL}: 0.3*VBAT$ $V_{nom}=VBAT$; 低电平有效, 默认高电平, PMU 内部 50K (Typical) 上拉到 VBAT

用户通过拉低PWRKEY引脚使模块开机。此引脚已在模块内部上拉到VBAT。

推荐客户在设计时，模块引脚处增加TVS管可以有效增强模块抗静电能力，推荐电路如下图：

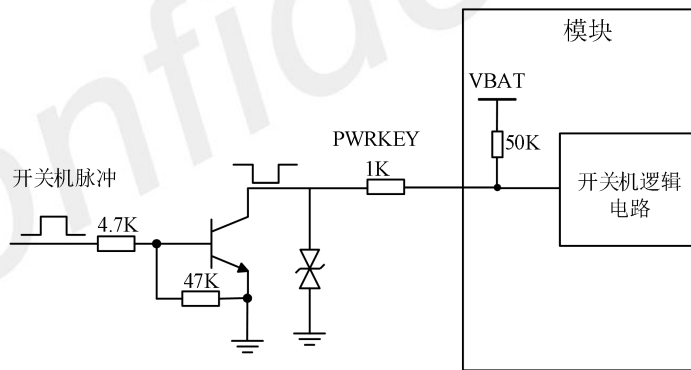


图 10: 开关机参考电路

※ 特别注意

1. 请不要在 PWRKEY 和 RESET 上并联超过 10PF 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。
2. 禁止开机流程中短时间内先后拉 PWRKEY 和 RESET，否则有可能导致开机异常。

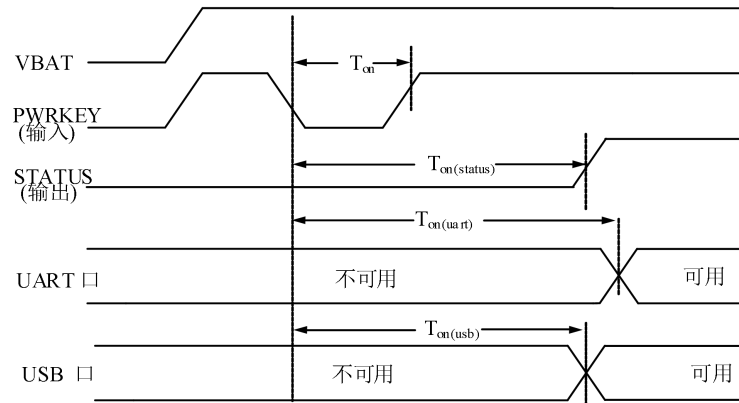


图 11: PWRKEY 开机时序

表 15: 开机时序参数

符号	描述	最小值	典型值	最大值	单位
T_{on}	开机低电平脉冲宽度	-	50	-	ms
$T_{on(STATUS)}$	开机时间（根据 STATUS 引脚判断）	-	7	-	s
$T_{on(UART)}$	开机时间（根据 UART 判断）	-	9	-	s
$T_{on(USB)}$	开机时间（根据 USB 判断）	-	8	-	s
V_{IH}	PWRKEY 引脚输入高电平电压	$0.7 \cdot V_{BAT}$	-	V_{BAT}	V
V_{IL}	PWRKEY 引脚输入低电平电压	0	0	$0.3 \cdot V_{BAT}$	V

3.2.2 模块关机

模块有以下几种关机方法：

- 使用 PWRKEY 引脚关机
- 使用 “AT+CPOF” 命令关机
- 高/低压过压关机，使用 “AT+CPMVT” 设置电压范围。
- 高低温过温关机

强烈建议客户使用 PWRKEY 或者 AT+CPOF 进行关机，关机之后再对 VBAT 断电（特别是模块完全不需要工作的情况下），另外不能通过断开 VBAT 进行关机，这样可能会对 FLASH 造成损伤。

※ 特别注意

1. 当温度超过 $-30 \sim +75^{\circ}\text{C}$ 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，请参考文档【1】；
2. 强烈推荐设计在异常状态下具有关闭模块供电的功能，然后再开启电源以便重新启动模块；

3. 强烈推荐将 PWR_CTRL (DC_DC 或 LDO 使能脚) 信号连接到主控, 并能进行控制。

用户可以通过把PWRKEY信号拉低来关机, 关机时序图如下图所示:

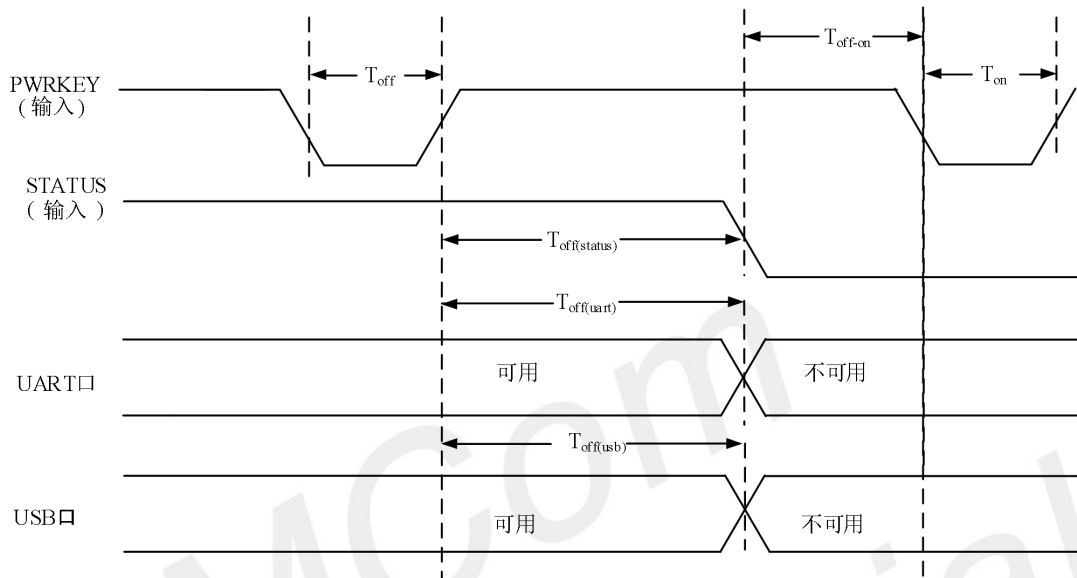


图 12: PWRKEY 关机时序

表 16: 关机时序参数

符号	描述	最小值	典型值	最大值	单位
T_{off}	关机机低电平脉冲宽度	2.5	-	-	s
$T_{off(STATUS)}$	关机时间 (根据 STATUS 引脚判断)	-	2.5	-	s
$T_{off(UART)}$	关机时间 (根据 UART 判断)	-	2.5	-	s
$T_{off(USB)}$	关机时间 (根据 USB 判断)	-	2.5	-	s
T_{off-on}	关机-开机缓冲时间	2	-	-	s

※ 特别注意

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。

3.2.3 模块复位

客户可以通过拉低RESET引脚来重启模块。

表 17: RESET 接口定义

引脚名	引脚号	电压域	类型	描述	备注
RESET	29	VBAT	DI,PU	硬件复位控制输入	V_{IH} : $0.7 \cdot V_{BAT}$, V_{IL} : $0.3 \cdot V_{BAT}$, V_{nom} =VBAT; 低电平有效, 默认高电平; PMU 内部已通过 50K (Typical) 上 拉到 VBAT

在模块开机状态下,拉低 RESET 引脚可以使模块复位,此引脚已在模块内部上拉到 VBAT。推荐在模块引脚处增加 TVS 管以增强抗静电能力,参考电路如下图:

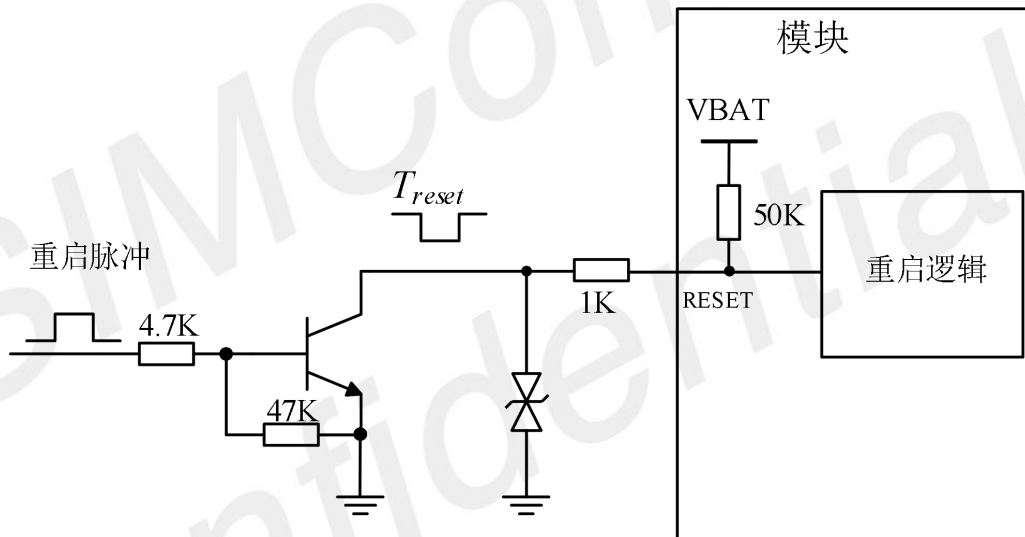


图 13: 复位推荐电路

表 18: RESET 引脚电气参数

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	$0.7 \cdot V_{BAT}$	-	VBAT	V
V_{IL}	RESET 引脚输入低电平电压	0	0	$0.3 \cdot V_{BAT}$	V

※ 特别注意

- 1 建议仅在紧急情况,比如模块无响应时,使用 RESET 引脚。RESET 复位时间推荐 2.5s。
- 2、请不要在 RESET 上并联超过 10PF 电容,否则模块上电检测到低电平会导致自动开机。同时注意 TVS 管结电容,如果结电容过大,也会有同样的风险。

3.3 串口

模块可提供三路UART接口，一组全功能UART，一组两线UART，一组DEBUG UART，模块是DCE (Data Communication Equipment)设备。

※ 特别注意

仅 R2 LANS/LANV/LANY, R5 LNNV/LNNY 型号支持 3 路 UART, 一组全功能串口, 一组 DEBUG 串口, 一组两线串口, 其余型号支持一组全功能串口, 一组 DEBUG 串口

表 19: UART 波特率信息列表

UART 接口	支持波特率 (bps)	默认波特率 (bps)	功能描述
全功能 UART	300、600、1200、2400、4800、9600、19200、38400、57600、115200、230400、460800、921600、1842000、3686400	115200	数据传输和 AT 命令发送
调试 UART	115200	115200	用于部分日志输出
两线 UART	9600、115200、230400、921600	115200	默认用于 GNSS 透传

表 20: UART 接口定义

引脚名	引脚号	电压域	类型	描述	备注
全功能 UART					
RTS	3	1.8V	DI	DTE 请求发送	连接至 DTE 的 RTS
CTS	4	1.8V	DO	DTE 清除发送	连接至 DTE 的 CTS
RXD	2	1.8V	DI	接收数据	
TXD	1	1.8V	DO	发送数据	
RI	7	1.8V	DO	振铃指示	
DCD	5	1.8V	DO	载波检测	
DTR	6	1.8V	DI	DTE 准备就绪	
两线 UART					
UART3_TXD/NC	22	1.8V	DO	UART3 发送数据	如不使用, 悬空即可。
UART3_RXD/NC	23	1.8V	DI	UART3 接收数据	
Debug UART					

DBG_RXD	58	1.8V	DO	调试串口接收数据	如不使用，悬空即可
DBG_TXD	59	1.8V	DI	调试串口发送数据	

当用户使用全功能串口时，可以参考下图连接方式：

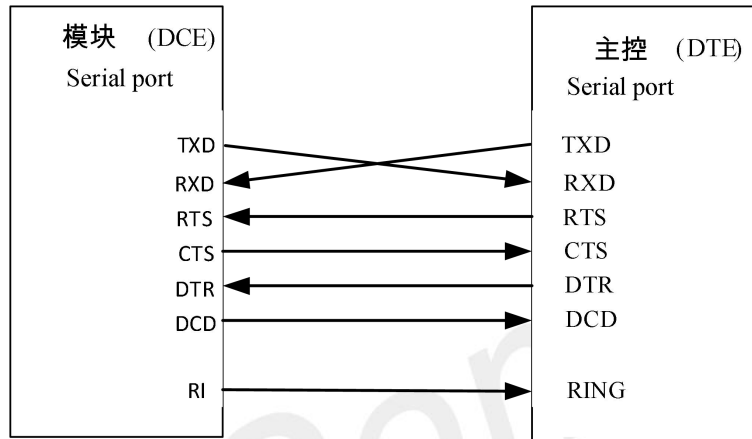


图 14：串口连接图（全功能模式）

使用2线串口时可以参考下图连接方式：

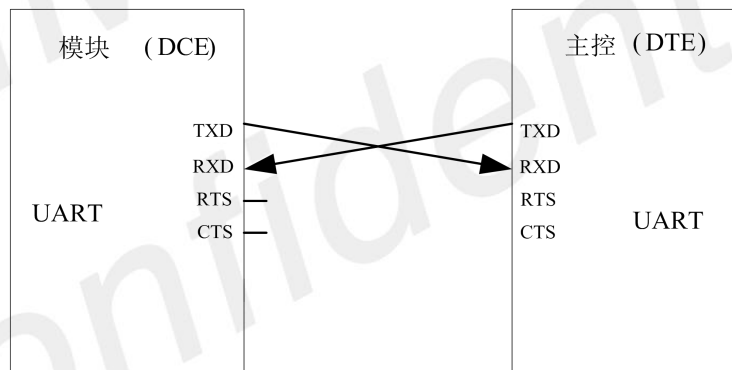


图 15：串口连接图（NULL 模式）

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。同时建议在模块端的TXD与RXD串100R电阻，防止静电或者浪涌对模块引脚造成损坏。

此处推荐三极管型号为MMBT3904。

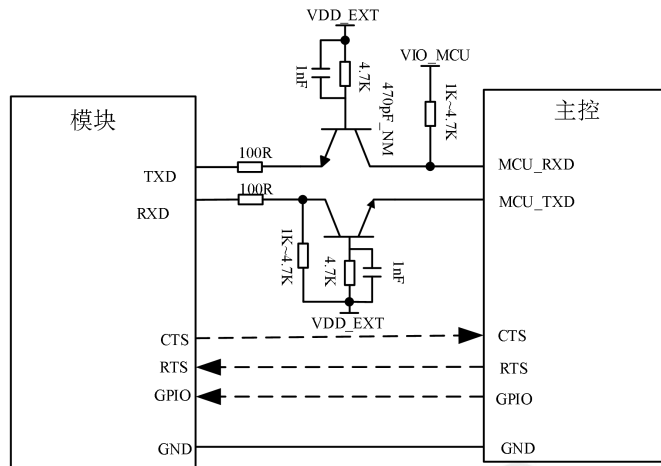


图 16: 三极管电平转换电路

※ 特别注意

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。

3.3.1 RI 功能描述

RI 引脚可以作为一个中断唤醒主机。RI 通常情况下保持高电平输出，当收到短消息或 URC 上报时，RI 输出 120ms（短消息）/60ms（URC）低电平，然后恢复高电平状态；当作为被呼叫方收到电话呼叫时，RI 会持续输出 5.9s（低电平）/100ms（高电平）波形，直到主机使用“ATA”命令接受呼叫，或者呼叫方停止呼叫，RI 才会在下一个 100ms 高电平后恢复保持高电平输出。

※ 特别注意

仅 R2 LANS/MANS 型号支持 VoLTE, 支持电话呼叫时的 RI 振铃提示

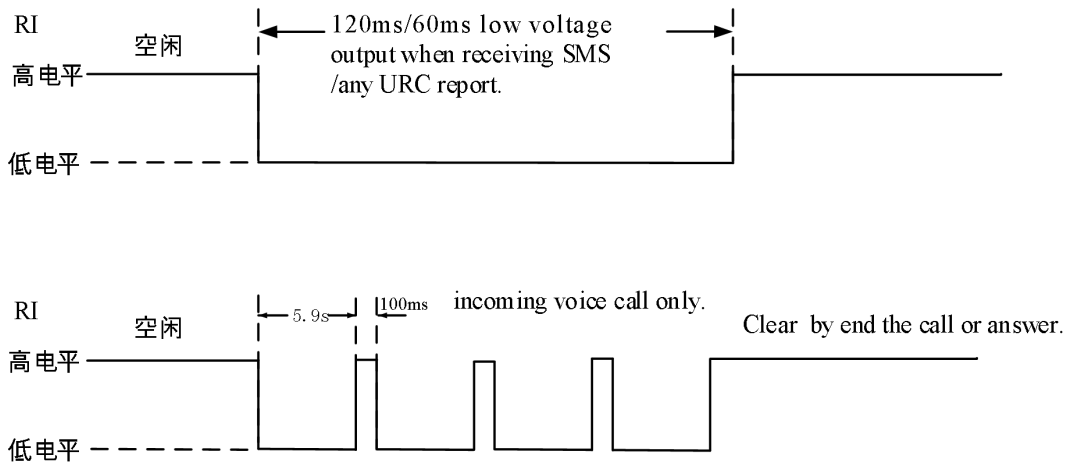


图 17: RI 上的电平变化(短信, URC, Incoming call)

3.3.2 DTR 功能描述

DTR 可以作为模块的休眠唤醒引脚。当模块进入休眠模式后，拉低 DTR 可以唤醒模块。

DTR 默认为高电平，当用户设置“AT+CSCLK=1”后，模块将自动进入休眠模式。进入休眠模式后，串口功能不能正常通讯，外部拉低 DTR 可以唤醒模块。

在设置“AT+CSCLK=0”的模式下，拉高 DTR 引脚，则不会有任何影响，串口功能正常通讯不受影响。

3.4 SPI 接口

模块提供一个SPI接口，最大时钟速率为52 MHz。支持主机模式，并提供与外围设备的全双工格式、同步串行通信。

表 21: SPI 接口定义

引脚名	引脚号	电压域	类型	描述	备注
SPI_CS	62	1.8V	DO	SPI 总线片选信号	如不使用，悬空即可
SPI_CLK	63	1.8V	DO	SPI 总线时钟输出	
SPI_MISO	64	1.8V	DI	SPI 总线主机输入，从机输出	
SPI_MOSI	65	1.8V	DO	SPI 总线主机输出，从机输入	

参考设计见下图

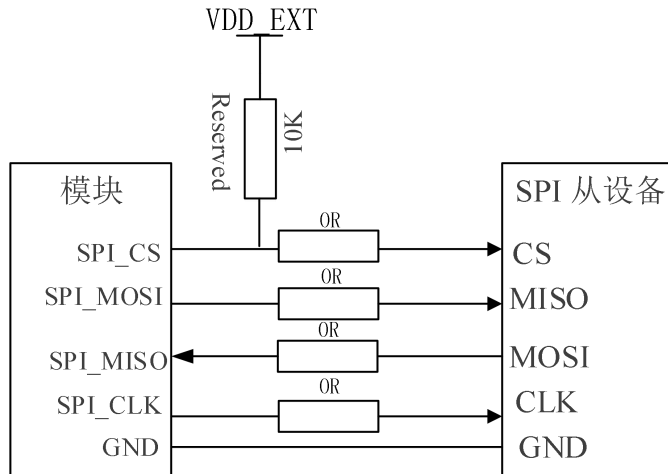


图 18: SPI 接口参考电路

3.5 I2C 接口

模块提供一组硬件 I2C 协议接口,支持标准模式 100Kbps,支持高速模式 400Kbps,时钟速率为 400KHZ,工作电压为 1.8V。

表 22: I2C 接口定义

引脚名	引脚号	电压域	类型	描述	备注
I2C_SDA	68	1.8V	I/O	I2C 总线数据输入/输出	如不使用,悬空即可
I2C_SCL	69	1.8V	DO	I2C 总线时钟输出	

I2C 为开漏输出, I2C 参考电路如下图:

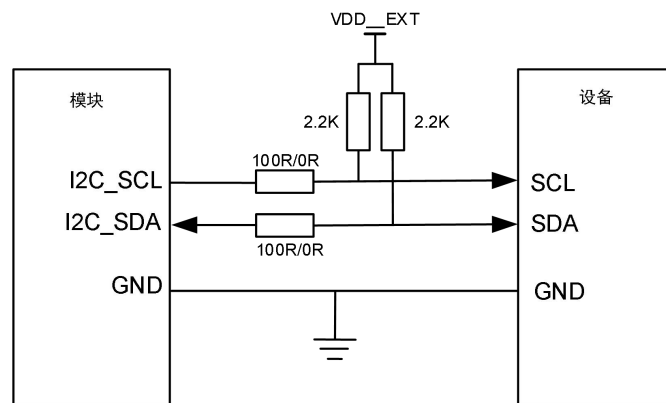


图 19: I2C 接口参考电路

※ 特别注意

- 1.I2C_SDA和I2C_SCL引脚需要上拉电阻，上拉电源必须是模块输出的VDD_EXT；
- 2.针对A7680 R2系列模块，建议在I2C信号线靠近模块端串联100R电阻，可降低信号线上的过冲现象；A7680C R5系列不需要串联此电阻。

3.6 USB 接口

模块提供一路USB2.0接口，不支持USB充电功能，不支持USB HOST模式。支持高速（480Mbps）和全速（12Mbps），接口可用于AT指令发送，数据传输，软件调试和升级。在linux或者android系统下映射出ttyUSB1-ttyUSB2（具体参考linux或者android调试文档）。

表 23：USB 接口定义

引脚名	引脚号	电压域	类型	描述	备注
USB_VBUS	24	-	PI	USB 在位检测输入	$V_{min}=3.0V$, $V_{max}=5.2V$
USB_DN	26	-	I/O	USB 总线差分负极	要求 90Ω差分阻抗
USB_DP	25	-	I/O	USB 总线差分正极	

3.6.1 USB 参考设计

USB是主要的调试口和软件升级接口，建议预留USB测试点；如果还接到了主控芯片，还需要预留0R电阻用于切换外部测试点，需要注意USB信号分支走线不能超过2mm。

模块可以作为USB从设备，支持USB休眠及唤醒机制,连接电路图推荐如下：

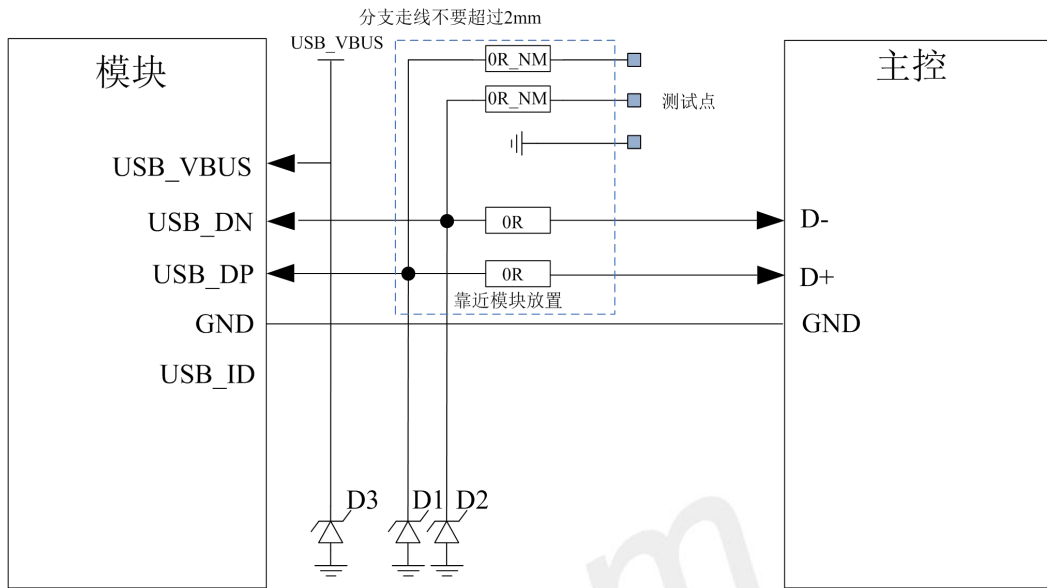


图 20: USB 连接图

客户在使用时应该注意D3器件的选型，建议选择防静电和防浪涌二合一器件，可以放置一颗TVS管，推荐型号AZ9707-01F与WS7.0P4S1。

USB_VBUS是模块的USB在位检测引脚，高电平有效，有效电压为3.0V~5.2V，一般连接到外部USB连接器的VBUS引脚或者外围主控USB端口的VBUS引脚，也可以连接至其他电源如VBAT上。若模块USB_VBUS连接到电源，建议在中间预留开关电路，确保可以断开电源再对其供电，使USB重新进行枚举。

※ 特别注意

- 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 等效电容值小于 1pF,TVS 器件靠近 USB 连接器或者测试点放置,推荐型号 ESD73131CZ、ESD9L5.0ST5G 或 PESD5V0F1BSF。
- 2.USB2.0 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。

3.6.2 USB_BOOT 接口

模块提供强制下载引导接口USB_BOOT。

表 24: USB_BOOT 接口定义

引脚编号	引脚名称	I/O	功能描述	电压域	默认状态	备注
20	USB_BOOT	DI	强制下载引导端口	1.8V	PU	在正常开机前，不能下拉 USB_BOOT

如果模块升级异常无法开机，可以通过USB_BOOT口强制升级。在模块开机前，把USB_BOOT脚下拉到地，按下RESET，模块即进入下载模式。进入下载模式后需要释放掉USB_BOOT，去除下拉。

USB_BOOT在短接过程中，易受外部静电引入损坏内部器件，建议在短接点位置处放置TVS防护器件，USB_BOOT连接图如下：

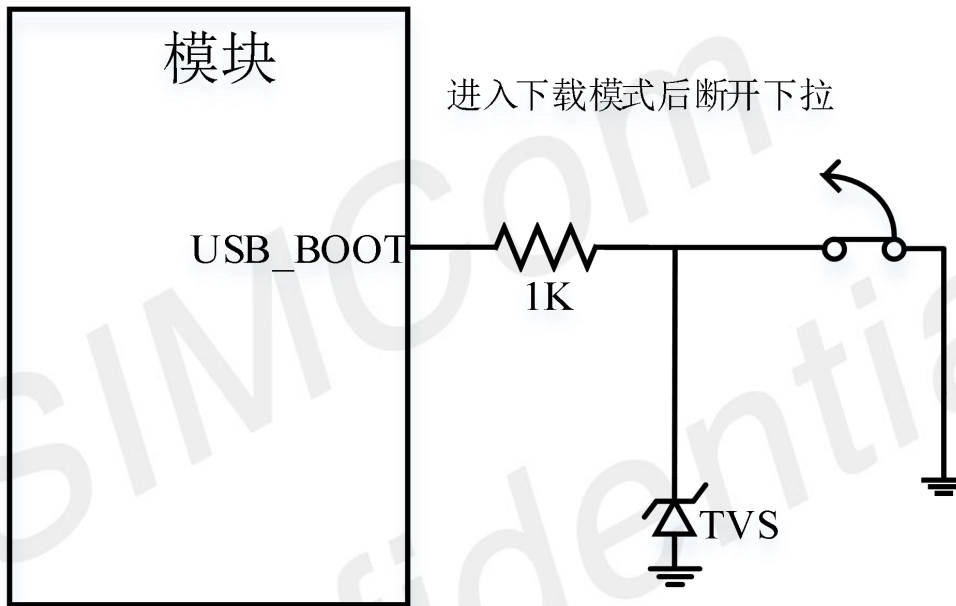


图 21: USB_BOOT 连接图

客户可在Windows系统的设备管理器端口中查看到下载端口。



图 22: 强制下载端口

※ 特别注意

- 1.USB_BOOT 只在开机前具有强制下载引导功能（正常使用开机前不可下拉），开机后为其他功能。
- 2.必须预留测试点，方便调试升级。

3.7 (U)SIM 卡接口

模块支持1.8V和3.0V 的(U)SIM卡。(U)SIM卡的接口电源由模块内部的电压稳压器提供，正常电压值为3.0V或者1.8V。

表 25: (U)SIM 接口定义

引脚名	引脚号	电压域	类型	描述	备注
USIM_DATA	15	1.8/3.0V	I/O,PU	USIM 总线数据	内部有 4.7KΩ电阻上拉到 USIM_VDD
USIM_RST	17	1.8/3.0V	I/O,PU	USIM 总线复位输出	
USIM_CLK	16	1.8/3.0V	I/O,PU	USIM 总线时钟输出	
USIM_VDD	18	1.8/3.0V	PO	USIM 卡供电输出	模块自动识别 1.8V/3.0V(U)SIM 卡
USIM_DET	14	1.8V	I/O	USIM 卡热插拔检测	可以 AT 指令设置为高/低有效，参考文档[18]
USIM2_DATA/NC	53	1.8/3.0V	I/O,PU	USIM2 总线数据	内部有 4.7KΩ电阻上拉到 USIM2_VDD
USIM2_RST/NC	55	1.8/3.0V	I/O,PU	USIM2 总线复位输出	
USIM2_CLK/NC	54	1.8/3.0V	I/O,PU	USIM2 总线时钟输出	
USIM2_VDD/NC	56	1.8/3.0V	PO	USIM2 卡供电输出	模块自动识别 1.8V/3.0VUSIM 卡
USIM2_DET/NC	52	1.8V	I/O	USIM2 卡热插拔检测	通过 AT 指令设置为高/低有效，参考文档[18]

※ 特别注意

仅R2 LANS/LANV/MANS/MANV型号可支持(U)SIM2接口，其余型号仅支持单卡。

表 26: 1.8V 模式时(U)SIM 接口电气参数($V_{USIM_VDD}=1.8V$)

符号	描述	最小值	典型值	最大值	单位
----	----	-----	-----	-----	----

V_{USIM_VDD}	输出给 USIM 卡的电源电压	1.62	1.8	1.98	V
V_{IH}	输入高电平电压	$0.7*USIM_VDD$	-	$USIM_VDD + 0.4$	V
V_{IL}	输入低电平电压	-0.4	0	$0.25*USIM_VDD$	V
V_{OH}	输出高电平电压	$USIM_VDD - 0.4$	-	$USIM_VDD$	V
V_{OL}	输出低电平电压	0	0	0.2	V

表 27: 3.0V 模式时(U)SIM 接口电气参数($V_{USIM_VDD}=3.0V$)

符号	描述	最小值	典型值	最大值	单位
V_{USIM_VDD}	输出给 USIM 卡的电源电压	2.7	3.0	3.3	V
V_{IH}	输入高电平电压	$0.7*USIM_VDD$	-	$USIM_VDD + 0.4$	V
V_{IL}	输入低电平电压	-0.4	0	$0.25*USIM_VDD$	V
V_{OH}	输出高电平电压	$USIM_VDD - 0.45$	-	$USIM_VDD$	V
V_{OL}	输出低电平电压	0	0	0.3	V

3.7.1 (U)SIM 热插拔功能

(U)SIM 支持热插拔功能，可以使用 $AT+UIMHOTSWAPON=1$ 打开热插拔检测功能。

如果(U)SIM 卡座是常开类型的，可以设置模块为 $AT+UIMHOTSWAPLEVEL=0$ ，当检测到 $USIM_DET$ 被拉低时，判断(U)SIM 卡插入。

如果(U)SIM 卡座是常闭类型的，可以设置模块为 $AT+UIMHOTSWAPLEVEL=1$ ，当检测到 $USIM_DET$ 被拉高时，判断(U)SIM 卡插入。

关于(U)SIM 热插拔 AT 操作的更多详细信息，请参考文档【18】。如果不使用(U)SIM 卡热插拔功能，可以将 $USIM_DET$ 悬空处理

3.7.2 (U)SIM 参考设计

(U)SIM接口容易受到外部静电干扰，靠近外部(U)SIM卡槽位置必须放置合适的TVS器件进行静电防护，推荐TVS型号ESD9L5.0ST5G,参考电路如下图所示。

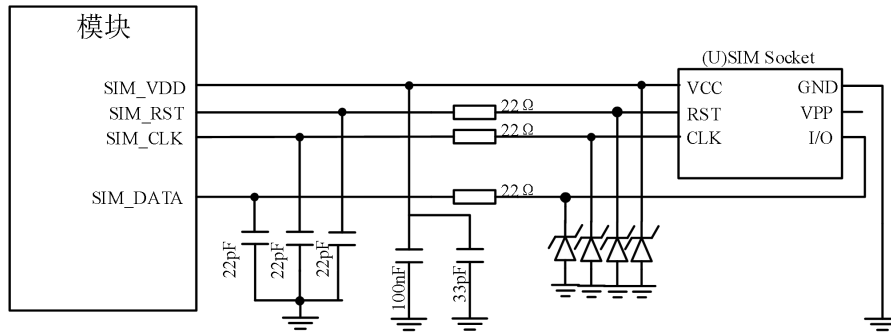


图 23: (U)SIM 接口推荐电路

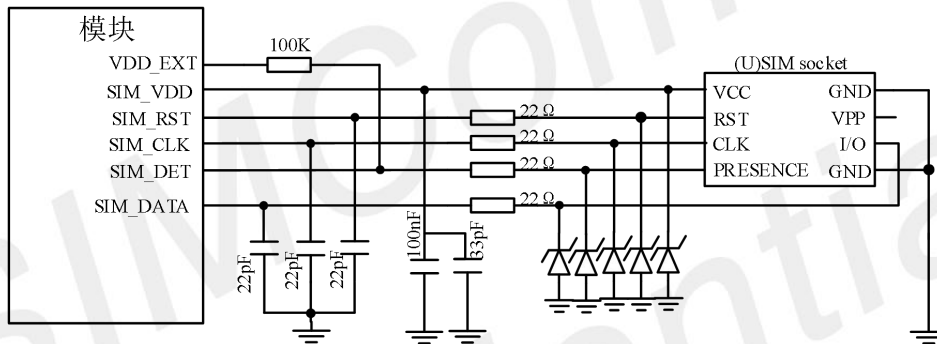


图 24: (U)SIM 接口推荐电路(8PIN)

※ 特别注意

USIM_DATA 与 USIM2_DATA 已通过 4.7KΩ电阻上拉到相应的 USIM_VDD，外部电路不需要上拉。另外，在 USIM_VDD 上的 100nF 去耦电容建议必须保留。

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

- 在 PCB 布局阶段一定要将 USIM 卡座远离主天线。
- USIM 卡走线要尽量远离 RF 线、VBAT 和高速信号线，同时 USIM 卡走线不要太长。
- USIM 卡座的 GND 要和模块的 GND 保持良好的连通性，使二者 GND 等电位。
- 为防止 USIM_CLK 对其他信号干扰，建议将 USIM_CLK 做单独包地保护处理。
- 建议在 USIM_VDD 信号线上靠近 USIM 卡座放置一个 100nF 电容。
- 在靠近 USIM 卡座的地方放置 TVS，该 TVS 的寄生电容不应大于 33pF，如 ESD9L5.0ST5G
- 在 USIM 卡座和模块之间串联 22Ω 电阻可以增强 ESD 防护性能。
- 为了使走线最为顺畅，建议使用单路 TVS，靠近卡座的各个引脚放置。
- USIM_CLK 信号非常重要，客户应保证 USIM_CLK 信号的上升沿和下降沿时间小于 40ns，否则可能会出现识卡异常的现象。

※ 特别注意

如果是车载产品，请选择可靠性更好的(U)SIM 卡座。

3.8 SD/MMC接口

模块提供SD/MMC接口，只支持主模式，时钟频率可达208MHz SDR和50MHz DDR，最高容量支持128GB，接口支持双电压域1.8V/3V。

支持的模式有：DS, HS, HS200, SDR12, SDR25, SDR50, SDR104, DDR50。

符合规范：SDIO Card Specification, version 3.0;
eMMC Specification, version 4.5。

表 28：MMC 接口定义

引脚名	引脚号	电压域	类型	描述	备注
MMC_DAT3/ GPIO_03/NC	46	1.8/3.0V	IO	MMC 和 SD 数据	46~51 引脚做 GPIO 使用时仅支持 1.8V 电压域
MMC_DAT2/ GPIO_04/NC	47	1.8/3.0V	IO	MMC 和 SD 数据	
MMC_DAT1/ GPIO_05/NC	48	1.8/3.0V	IO	MMC 和 SD 数据	
MMC_DAT0/ GPIO_06/NC	49	1.8/3.0V	IO	MMC 和 SD 数据	
MMC_CLK/ GPIO_07/NC	50	1.8/3.0V	DO	MMC 和 SD 时钟	
MMC_CMD/ GPIO_08/NC	51	1.8/3.0V	IO	MMC 和 SD 命令	
VDD_SDIO/NC	61	1.8/3.0V	PO	DATA 线数字上拉电源	非 SD 卡供电电源，如不使用，悬空即可。

※ 特别注意

1.46~51 引脚 R2 系列 LANS/MANS 型号为 MMC 接口；R2 系列 LANV/LANY/MANV 型号为 GPIO 接口，做 GPIO 使用时，仅支持 1.8V 电压域；R5 系列型号为 NC。

2.61 引脚在 R2 型号支持一路 LDO 输出，可为 MMC 接口提供上拉；R5 型号 61 引脚为 NC。

表 29: SD 卡接口电气参数 (MMC_DAT0-MMC_DAT3,MMC_CLK 和 MMC_CMD)

参数	描述	最小值	典型值	最大值	单位
VDD_SD	SD 卡电源电压, 需要自行外加供电	2.7	3.0	3.3	V
1.8V 电压域					
V _{IH}	输入高电平电压	VCC*0.7	1.8	VCC+0.2	V
V _{IL}	输入低电平电压	-0.3	0	0.3*VCC	V
V _{OH}	输出高电平电压	VCC-0.2V	1.8	-	V
V _{OL}	输出低电平电压	0	0	0.2V	V
3.0V 电压域					
V _{IH}	输入高电平电压	2	-	VCC+0.3	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	-	-	V
V _{OL}	输出低电平电压	0	-	0.4	V

下图为SD卡参考电路图，SD卡为3V电源，需要外部提供VDD_SD供电。

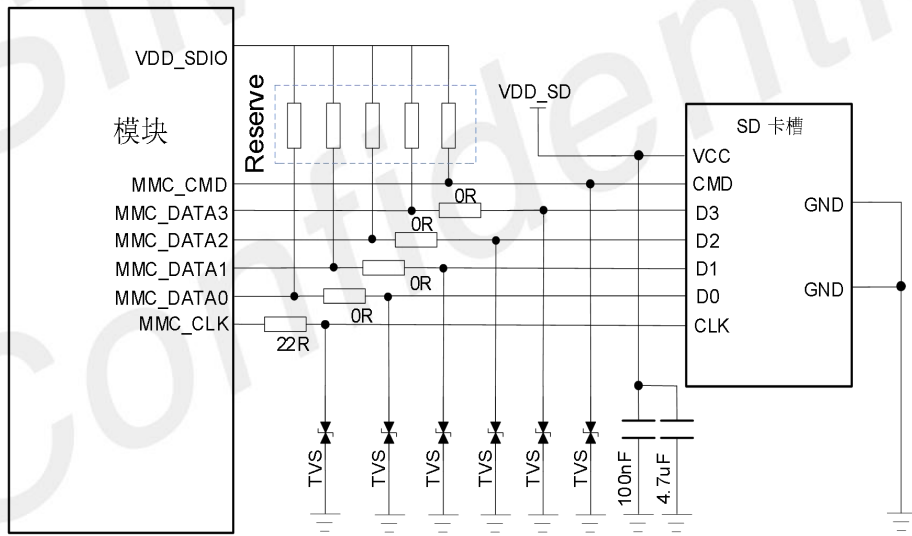


图 25: SD 卡推荐连接电路

※ 特别注意

VDD_SD需要客户外部提供，需要保证350mA的续流能力。

SD 卡走线注意事项:

- 注意保护其他敏感信号线，使其远离 SD 卡信号。
- 保护 SD 卡信号线，使其远离其他可能引起干扰的信号（如时钟信号，开关电源等）。
- SD 卡的时钟频率高达 200MHZ，走线需要做 50 欧姆阻抗控制。
- SD 卡的时钟 CLK 信号走线长度与 DATA/CMD 的信号长度差要控制在 1mm 以内。
- 在时钟信号上串入 22 欧姆的电阻，靠近模块端。
- 走线长度应控制在 50mm 以内。
- 各信号线的走线间距要求 2 倍线宽。
- 信号线的负载电容要求小于 15pf。

3.9 模拟音频接口

3.9.1 模拟音频输入接口

模块提供一路模拟音频MIC输入接口，可以外接手柄进行语音通话。

表 30：模拟音频输入接口定义

引脚名	引脚号	电压域	类型	描述	备注
MIC_P/NC	9	-	AI	模拟音频输入正极	如不使用，悬空即可
MIC_N/NC	10	-	AI	模拟音频输入负极	

※ 特别注意

仅 R2 LANS/MANS 型号支持模拟音频 MIC 输入接口，其他型号此部分引脚为 NC。

3.9.2 模拟音频输出接口

模块提供一路模拟音频输出接口，可以外接Receiver/Speaker进行语音通话或多媒体播放。

表 31：模拟音频输出接口定义

引脚名	引脚号	电压域	I/O	描述	备注
SPK_P/NC	11	-	AO	模拟音频输出正极	如不使用，悬空即可

SPK_N/NC	12	-	AO	模拟音频输出负极
----------	----	---	----	----------

※ 特别注意

- 1.仅 R2 LANS/MANS, R5 系列 LNNV/MNNV 型号支持音频输出接口。
- 2.R5 系列 LNNV/MNNV 型号不支持语音通话, 只支持 WAV/MP3/AMR 多媒体文件播放。

3.9.3 模拟音频电气特性

A7680C R2 系列模块内置音频解码器和音频前端, 主要特性如下:

ADC: 90dB SNR@20~20kHz

DAC: 95dB SNR@20~20kHz

(Class-AB): THD<-85dB@32-ohm

表 32: 模拟音频输出 (AVDD_AUD=1.8V,T=25° C)

参数	条件	DR (典型值)	THD+N (典型值)	最大功率
DAC	RL=10K	101dBA	-96dB(@vout -2dBv)	1.59Vp
Class-AB	Mono,32Ω Difference	100dBA	-90dB(0.00316%) (@20mW output)	37mW

3.9.4 模拟音频参考设计

A7680C R2系列模拟音频参考电路如下图:

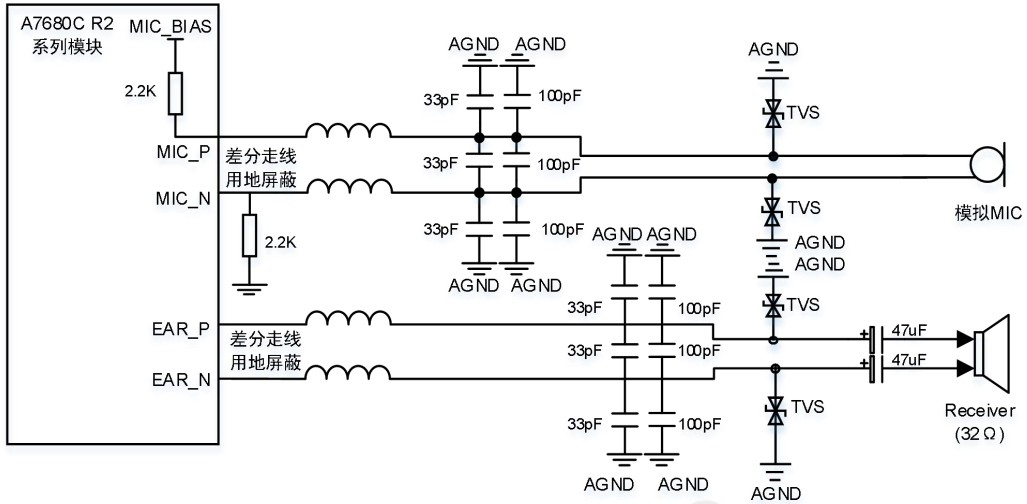


图 26: A7680C R2 系列模拟音频参考电路

A7680C R5系列模拟音频参考电路如下图:

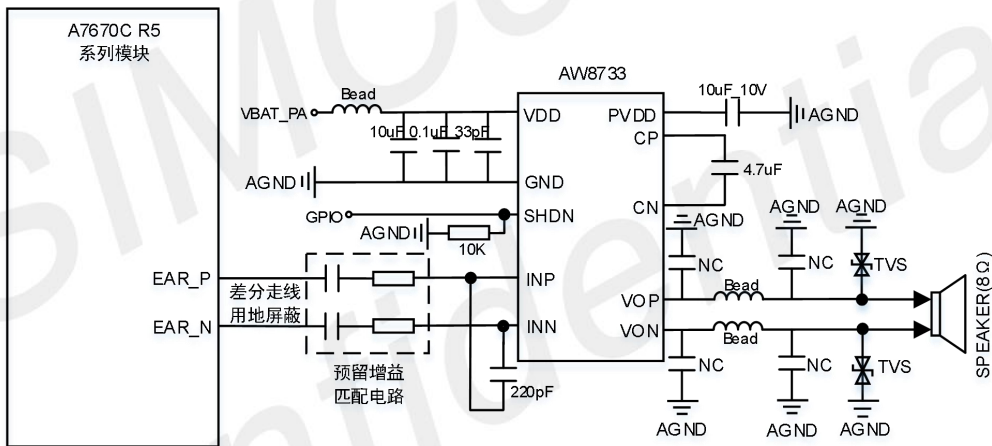


图 27: A7680C R5 系列模拟音频参考电路

3.10 LCD 接口

模块支持1数据线的LCD模组，LCD接口无专用的LCD_TE信号脚，如有需要可以自行选择GPIO来模拟使用，推荐使用GPIO_02。

LCD的供电线上建议预留稳压电容和去耦电容，预留串联0Ω电阻调试使用。同时数据线上也预留串联0Ω，以方便调节信号质量，防止出现信号反射、过冲等现象。

表 33: LCD 接口定义

引脚名	引脚号	类型	描述	备注
LCD_SPI_CLK/NC	80	DO	LCD 专用 SPI 时钟	如不使用，悬空即可
LCD_SPI_CS/NC	81	DO	LCD 专用 SPI 片选	
LCD_RST/NC	82	DO	LCD 复位	
LCD_SPI_DCX/NC	83	DO	LCD 命令/参数选择	
LCD_SPI_TXD/NC	84	DIO	LCD 专用 SPI 数据线	
LED_K/NC	85	AO	LCD 背光 SINK 调节	

※ 特别注意

- 1.仅R5系列LNNV/MNNV支持LCD接口。
- 2.支持LED_K SINK背光调节,此引脚作为灌电流引脚,可直接连接LCD的LEDK引脚,通过软件配置SINK电流大小来调节LCD背光, SINK电流范围3mA~96mA,step=3mA,可省去外围MOS管驱动电路,该功能正调试中。

LCD 参考电路如下图:

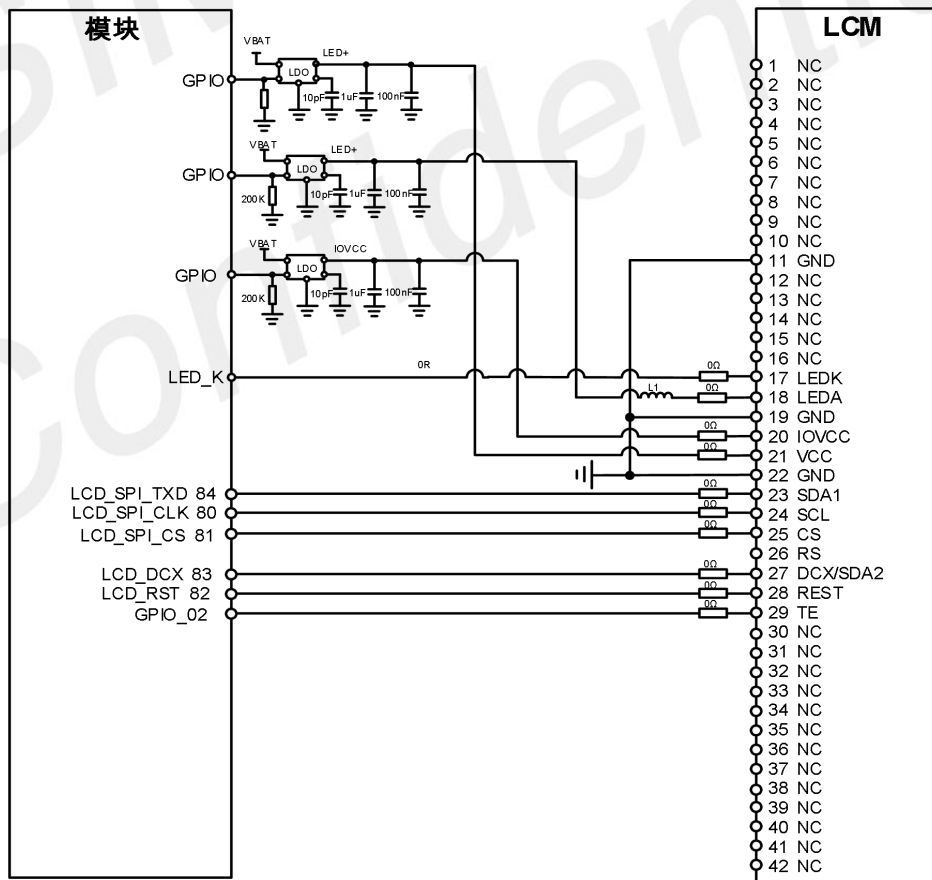


图 28: LCD 参考电路

3.11 网络状态指示接口

NETLIGHT可以指示当前网络状态，通常用来驱动指示网络状态的LED灯，

表 34: NETLIGHT 接口定义

引脚名	引脚号	电压域	类型	描述	备注
NETLIGHT	41	1.8V	DO	网络注册状态指示	如不使用，悬空即可

NETLIGHT参考电路如下图：

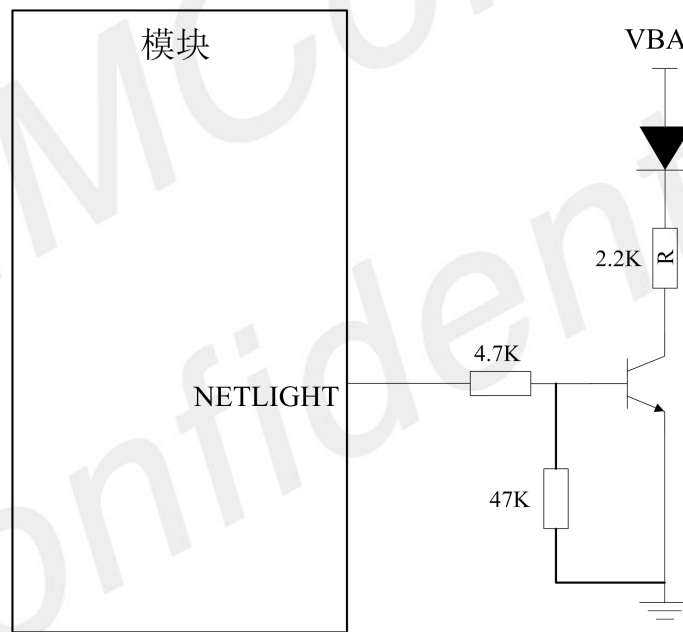


图 29: NETLIGHT 参考电路

※ 特别注意

上图中电阻 R 的阻值需依赖于 VBAT 及 LED 的具体参数而定。

NETLIGHT信号用来控制指示网络状态的LED灯，该引脚的工作状态如下表：

表 35: LTE 制式下 NETLIGHT 工作状态

网络灯状态	模块工作状态
-------	--------

常亮	正在找网
200ms 亮/ 200ms 熄灭	数据连接已建立，或网络已注册
熄灭	关机，或条件满足 AT+CSCLK=1，并且 DTR 被拉高。

3.12 STATUS 接口

STATUS 引脚可用于确定模块是否开机。当模块开机且初始化完成时，状态输出为高，否则将保持为低。

表 36: STATUS 接口定义

引脚名	引脚号	电压域	类型	描述	备注
STATUS	42	1.8V	DO	模块状态指示	高电平：开机 低电平：关机

STATUS参考电路如下图：

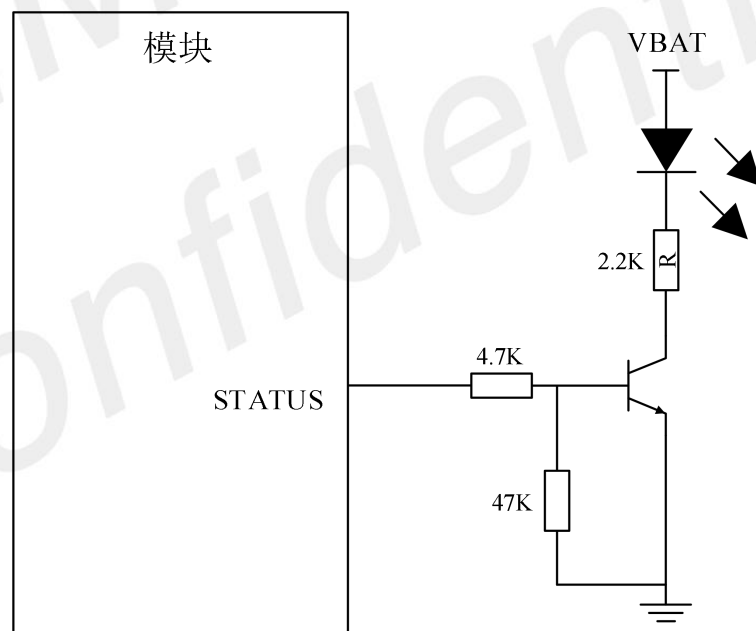


图 30: STATUS 参考电路

※ 特别注意

上图中电阻 R 的阻值需依赖于 VBAT 及 LED 的具体参数而定。

3.13 GNSS 接口

模块提供一种高集成性稳定可靠的定位解决方案，模块相关GNSS信息如下。

- 支持GPS/BeiDou/GLONASS导航系统。
- GNSS功能默认关闭，需要发送AT指令‘AT+CGNSSPWR=1’与‘AT+CGNSSTST=1’打开GNSS与数据透传功能。
- 客户只需做好GNSS天线部分设计，透传功能已在模块内部做好，客户可以直接在USB端口中的NMEA口直接获取数据。

表 37: GNSS 接口定义

引脚名	引脚号	电压域	类型	描述	备注
ANT_GNSS/NC	72	-	AIO	GNSS 天线	如不使用，悬空即可
1PPS/NC	60	1.8V	DO	1PPS 脉冲信号输出	

※ 特别注意

仅 R2 MANS/MANV, R5 MNNS/MNNV 型号支持 GNSS 接口

GNSS 常见指令见下表

表 38: GNSS 常见指令表

指令	功能
AT+CGNSSPWR	=1 打开 GNSS 功能 =0 关闭 GNSS 功能
AT+CGNSSTST	=1 定位数据透传到 UART3,可在 USB 端口中 NMEA 口获取定位数据
AT+CGPSCOLD	冷启动 GPS
AT+CGPSWARM	温启动 GPS
AT+CGPSHOT	热启动 GPS
AT+CGPSINFO	获取 GPS 定位信息
AT+CGNSSINFO	获取 GNSS 定位信息

※ 特别注意

- 1.关于 GNSS AT 操作的更多详细信息，请见参考文档【1】。
- 2.GNSS 工作时模块不能完全进入休眠模式，此时需要指令关闭 GNSS 后在进休眠。

3.14 GPIO 接口

模块提供客户多个GPIO使用。

表 39: GPIO 接口定义

引脚编号	引脚名称	引脚属性	电压域	配置状态	默认功能	中断功能
43	GPIO_00	IO	1.8V	PD	通用输入/输出口	支持
44	GPIO_01	IO	1.8V	PD	通用输入/输出口	支持
57	GPIO_02	IO	1.8V	PD	通用输入/输出口	支持
46●	GPIO_03	IO	1.8V	PD	通用输入/输出口	支持
47●	GPIO_04	IO	1.8V	PD	通用输入/输出口	支持
48●	GPIO_05	IO	1.8V	PD	通用输入/输出口	支持
49●	GPIO_06	IO	1.8V	PD	通用输入/输出口	支持
50●	GPIO_07	IO	1.8V	PD	通用输入/输出口	支持
51●	GPIO_08	IO	1.8V	PD	通用输入/输出口	支持
86▲	GPIO_09	IO	1.8V	PD	通用输入/输出口	支持

※ 特别注意

- 带‘●’表示仅在 R2 系列 LANV/LANY/MANV 型号上可以做 GPIO 使用，其余型号为 MMC 接口或 NC。
- 带‘▲’表示仅在 R5 系列上可以做 GPIO 使用，其余型号为 NC。

3.15 其他接口

3.15.1 模数转换器 (ADC)

模块提供了2路通用ADC接口，输入电压范围是0~1.2V，模块内置VBAT_ADC接口，其电气特性如下。

表 40: ADC 接口定义

引脚名	引脚号	电压域	类型	描述	备注
ADC1	38	-	AI	通用 AD 转换器接口	检测范围 0~1.2V
ADC2	66	-	AI	通用 AD 转换器接口	检测范围 0~1.2V

表 41: ADC 电气特性

特性	最小值	典型值	最大值	单位
ADC分辨率	-	12	-	bits
输入电压范围	0	-	1.2	V
输入阻抗		Hi-Z		

※ 特别注意

使用“AT+CADC=2”可以读取通用 ADC1 引脚上的电压值。
 使用“AT+CADC2=2”可以读取通用 ADC2 引脚上的电压值。
 使用“AT+CBC”可以读取 VBAT 的电压值。
 更多信息请参考文档【1】。

3.15.2 LDO

模块提供两路LDO输出，一路为VDD_EXT,一路为VDD_SDIO。

VDD_EXT为模块的系统IO电源，默认输出电压为1.8V，仅可提供50mA的电流能力，不可用做大电流驱动源。

VDD_SDIO为MMC接口的数字IO口电压域电源，仅可作为SD/MMC数据线的上拉电源使用。

表 42: LDO 接口定义

引脚名	引脚号	电压域	类型	描述	备注
VDD_EXT	40	1.8V	PO	内部电源输出	V _{nom} =1.8V I _o max=50mA
VDD_SDIO/NC	61	1.8/3.0V	PO	MMC 接口 IO 上拉电源	非 SD 卡供电电源，如不使用，悬空即可。

※ 特别注意

61 引脚在 R2 型号支持电源输出，可为 MMC 接口提供上拉，R5 型号 61 引脚为 NC。

表 43: VDD_EXT 电气特性

符号	描述	最小值	典型值	最大值	单位
V_{VDD_1V8}	输出电压	-	1.8	-	V
I_o	输出电流	-	-	50	mA

下图为模块VDD_EXT管脚外围参考电路:

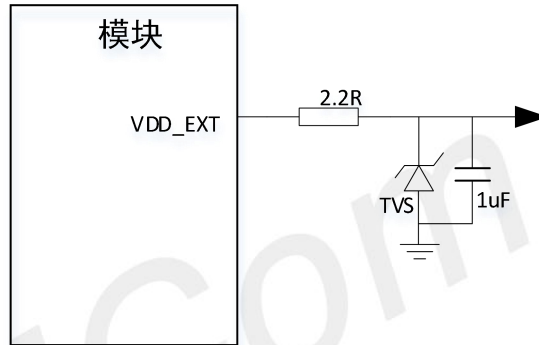


图 31: VDD_EXT 外围参考电路

※ 特别注意

- 1.推荐在靠近模块 VDD_EXT 引脚并联一个 TVS 保护管用于 ESD 防护, 推荐型号见下表。
- 2.推荐在靠近模块 VDD_EXT 引脚串联一个 2.2R 的电阻用于浪涌吸收, 由于该电阻会产生压降, 如果 VDD_EXT 上流过的电流较大, 应适当减少该电阻阻值。

表 44: VDD_EXT 推荐 TVS 型号列表

编号	厂家	料号	VRWM	VC(max)	Ppp(max)	CJ(max)	封装
1	晶焱	AZ3103-01F	3.3V	9V	720W	550pF	DFN1610P2E
2	芯导	PTVSHC2EN3V3U	3.3V	13V	1500W	400pF	DFN1610-2L

表 45: VLDO_SDIO 电气特性

符号	描述	最小值	典型值	最大值	单位
V_{VDD_SDIO}	输出电压	-	1.8/3.0	-	V
I_o	输出电流	-	-	20	mA

※ 特别注意

VDD_SDIO 为 MMC 数字 IO 口的上拉电源, 非 SD 卡供电。

4 射频参数

4.1 主天线接口

4.1.1 LTE 射频参数

表 46: 传导发射功率

频率	功率	最小值
LTE-FDD B1	23dBm +/-2.7dB	<-40dBm
LTE-FDD B3	23dBm +/-2.7dB	<-40dBm
LTE-FDD B5	23dBm +/-2.7dB	<-40dBm
LTE-FDD B8	23dBm +/-2.7dB	<-40dBm
LTE-TDD B34	23dBm +/-2.7dB	<-40dBm
LTE-TDD B38	23dBm +/-2.7dB	<-40dBm
LTE-TDD B39	23dBm +/-2.7dB	<-40dBm
LTE-TDD B40	23dBm +/-2.7dB	<-40dBm
LTE-TDD B41	23dBm +/-2.7dB	<-40dBm

表 47: 4G 频段信息

E-UTRA 频段编号	上行操作频段	下行操作频段	双工模式
1	1920 ~1980 MHz	2110 ~2170 MHz	FDD
3	1710 ~1785 MHz	1805 ~1880 MHz	FDD
5	824~849 MHz	869~894 MHz	FDD
8	880 ~915 MHz	925 ~960 MHz	FDD
34	2010~2025 MHz	2010~2025 MHz	TDD
38	2570 ~2620 MHz	2570 ~2620 MHz	TDD
39	1880 ~1920 MHz	1880 ~1920 MHz	TDD
40	2300 ~2400 MHz	2300 ~2400 MHz	TDD
41	2496 ~2690 MHz	2496 ~2690 MHz	TDD

表 48: 参考灵敏度(QPSK)

E-UTRA 频段编号	3GPP 标准						实测值 10 MHz	双工 模式
	1.4 MHz	3MHz	5MHz	10MHz	15 MHz	20 MHz		
1	-	-	-100	-97	-95.2	-94	-100	FDD
3	-101.7	-98.7	-97	-94	-92.2	-91	-99	FDD
5	-103.2	-100.2	-98	-95	-	-	-100.5	FDD
8	-102.2	-99.2	-97	-94	-	-	-100	FDD
34	-	-	-100	-97	-95.2	-	-101.5	TDD
38	-	-	-100	-97	-95.2	-94	-101.5	TDD
39	-	-	-100	-97	-95.2	-94	-101.5	TDD
40	-	-	-100	-97	-95.2	-94	-101.5	TDD
41	-	-	-99	-96	-94.2	-93	-101	TDD

4.1.2 LTE 天线要求

为了更好的整机性能，推荐天线设计参考如下表指标要求。

表 49：LTE 天线要求

天线指标	指标要求
工作频段	参考表 47
方向性	Omni Directional
增益	> -3dBi (Avg)
阻抗	50 Ω
效率	>50 %
最大输入功率	50W
VSWR	< 2
隔离度	>20dB
PCB走线插损 (<1GHz)	<0.5dB
PCB走线插损 (1GHz~2.2GHz)	<1dB
PCB走线插损 (2.3GHz~2.7GHz)	<1.5dB

4.2 GNSS

4.2.1 GNSS 射频参数

表 50: GNSS 频段

Type	Frequency
GPS	1575.42 ± 1.023MHz
GLONASS	1597.5~1605.8MHz
BeiDou	1561.098 ± 2.046MHz

表 51: GNSS 性能

参数	GPS	GPS+BeiDou	GPS+GLONASS	GPS+BeiDou+GLONASS
C/N0	41db @-130dbm			
跟踪灵敏度 (dbm)	-163	-166	-164	-164
重捕获灵敏度 (dbm)	-157.5	-157	-158	-159
冷启动灵敏度 (dbm)	-147	TBD	-147	-147
热启动 TTFF	<1S @-130dbm			
冷启动 TTFF	<35S @-130dbm			
温启动 TTFF	TBD			
定位精度	2m @-130dbm			
定位数据刷新速率	默认 1HZ(1~5HZ)			

4.2.2 GNSS 天线要求

表 52: GNSS 天线要求

天线指标	指标要求
操作频段	L1: 1559~1609MHZ
方向性	Hemisphere, face to sky
阻抗	50 Ω
最大输入功率	50W
VSWR	< 2
计划类别	RHCP or Linear

无源天线增益	0dBi
有源天线增益	-2dBi
有源天线噪声系数	< 1.5
内置天线 LNA 增益	20dB(Typ.)
总天线增益	< 18 dB
同轴线插损	<1.5dB

4.3 LTE/GNSS 天线参考设计

4.3.1 LTE/GNSS 无源天线

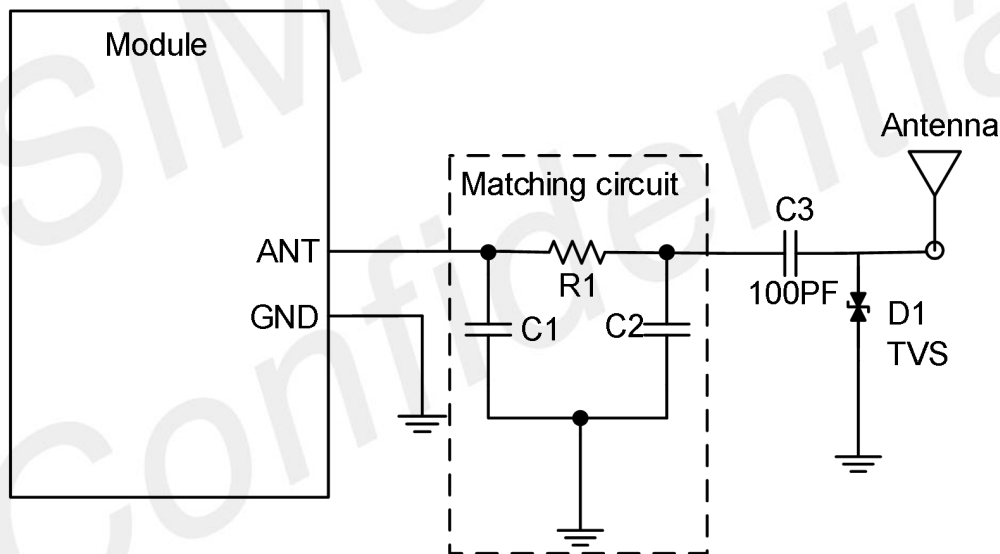


图 32: LTE/GNSS 无源天线连接电路

匹配电路R1默认贴0Ω，C1和C2默认预留位置，其具体的选值由天线优化而定，通常由天线厂商提供。

天线端口极易引入静电，为避免模块内部器件被静电损坏，C3默认贴100pF电容增强ESD防护能力，D1建议选贴合适的双向TVS防护器件，靠近天线放置，尤其需要注意TVS结电容值对射频信号的影响，推荐TVS型号如下表：

表 53: RF 天线推荐 TVS 型号

编号	厂家	料号	V _{RWM}	V _{C(max)}	P _{pp(max)}	C _{J(Typ.)}	封装
1	BILLSEMI	BLE5V0CR05UB	5V	40V	NA	0.05pF	DFN1006-2

表 54: GNSS 天线推荐 TVS 型号

编号	厂家	料号	V_{RWM}	$V_C(max)$	$P_{pp(max)}$	$C_J(max)$	封装
1	WAYON	WE05DGCF-B	5V	23V	70W	0.3pF	DFN1006-2L

4.3.2 GNSS 有源天线

如果GNSS使用有源天线，则需要外接LDO供电，可以按照下图设计。

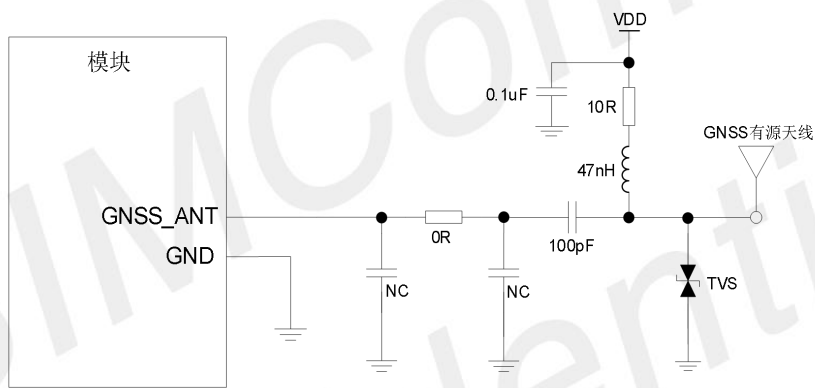


图 33: 有源天线连接电路

※特别注意

- 1.采用有源天线设计时，必须串联100pF隔直电容。
- 2.模块内部天线处可能会有并位电感，表现出类似短路现象，为正常表现，对此有疑惑请咨询SIMCOM。

4.4 PCB 走线设计

用户在 PCB 走线时，应注意模块 ANT 端口到天线连接座 PCB 走线的阻抗设计，走线长度建议控制在 20mm 以内，并且远离电源时钟等干扰信号。

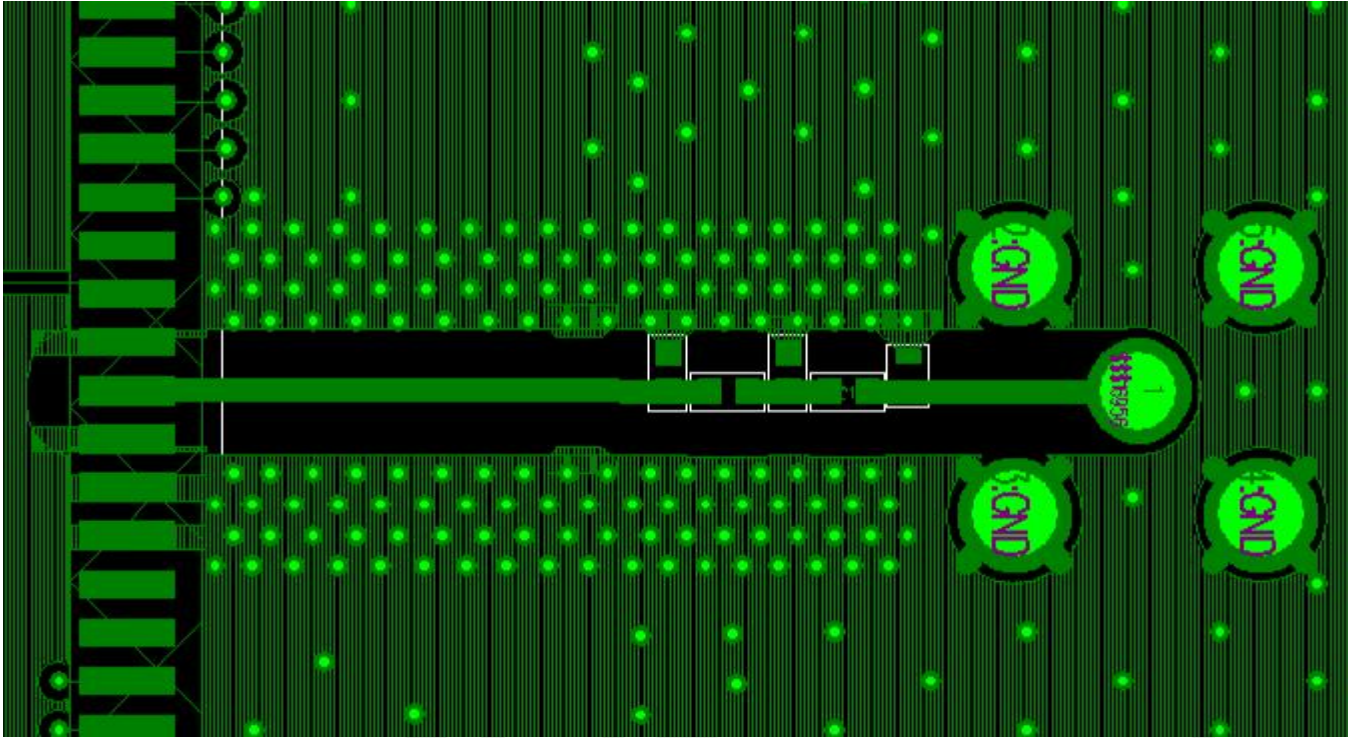


图 34: PCB 走线参考

SIMCom
Confidential

5 电气参数

5.1 极限参数

下表显示了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 55: 极限参数

参数	最小值	典型值	最大值	单位
VBAT 引脚极限电压	-0.5	-	4.8	V
VBUS 引脚极限电压	-0.5	-	5.4	V
IO 口极限电压: GPIO, UART	-0.3	-	2.0	V
IO 口极限电压: USIM	-0.3	-	3.9	V
PWRKEY、RESET	-0.3	-	4.8	V

5.2 正常工作条件

表 56: 模块推荐工作电压

参数	最小值	典型值	最大值	单位
VBAT 引脚工作电压	3.4	3.8	4.2	V
VBUS 引脚工作电压	3.0	5.0	5.2	V

表 57: 模块工作温度

参数	最小值	典型值	最大值	单位
正常工作温度	-30	25	75	°C
扩展工作温度	-40		85	°C
存储温度	-40		90	°C

※ 特别注意

- 1.正常工作温度范围工作时，模块的相关性能满足 3GPP 标准要求；
- 2.扩展工作温度范围工作时，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。

5.3 工作模式

5.3.1 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 58：工作模式定义

模式功能		定义
正常工作模式	LTE 休眠	在这种状态下，模块的电流消耗会降到很低，模块仍能接收寻呼信息和 SMS。
	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。
	LTE 通话	两个用户处于连接中，在这种情况下模块的功耗和网络及模块的配置有关。
	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”，“AT+CSCLK=1”命令把模块配置成最小功能模式。在这种情况下，RF 部分和 (U)SIM 卡部分都不工作，UART 不能正常使用，此时模块功耗降到最低。	
飞行模式	在不断电的情况下，使用“AT+CFUN=4”命令，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。	
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。	

5.3.2 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。

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

有关休眠模式的详细信息，请参考文档【17】。

5.3.3 功能模式

可以通过命令“AT+CFUN=<fun>”把模块设置到该模式下，这条命令提供三种选择，用于以设置不同功能。

- AT+CFUN=0： 最小功能模式；
- AT+CFUN=1： 全功能模式(默认)；
- AT+CFUN=4： 飞行模式。

设置“AT+CFUN=0”后，模块进入最小功能模式，关闭射频功能和USIM卡的功能。在这种情况下，串口和USB仍然可以继续使用，但是与射频和USIM卡相关的功能以及部分AT命令不能使用。

设置“AT+CFUN=4”后，模块进入飞行模式，关闭射频功能。在这种情况下，模块的串口和USB仍然可以使用，但是与射频相关的功能以及部分AT命令不可使用。

当模块进入最小功能模式或者进入飞行模式后，都可以通过命令“AT+CFUN=1”使之返回全功能模式。有关“AT+CFUN”命令详细信息，请参考文档【1】。

5.4 LTE/GNSS 耗流

5.4.1 LTE 工作耗流

表 59: A7680C R2 模块 VBAT 耗流(VBAT=3.8V, GNSS off)

PSM 耗流	
PSM 耗流	典型值：135uA

LTE 休眠/空闲	
LTE supply current (不带USB连接)	休眠模式@DRX=0.32S 典型值: 2mA 休眠模式@DRX=0.64S 典型值: 1.6mA 休眠模式@DRX=1.28S 典型值: 1.4mA 休眠模式@DRX=2.56S 典型值: 1.2mA 空闲模式 典型值: 11mA
最小功能休眠耗流	
AT+CFUN=0, AT+CSCLK=1 (不带USB连接)	@AT+CUFN=0, CSCLK=1 典型值: 1mA
LTE 数据传输	
LTE-FDD B1	@5MHz 23.0dBm 典型值: 560mA
LTE-FDD B3	@5MHz 23.0dBm 典型值: 520mA
LTE-FDD B5	@5MHz 23.0dBm 典型值: 550mA
LTE-FDD B8	@5MHz 23.0dBm 典型值: 520mA
LTE-TDD B34	@5MHz 23.0dBm 典型值: 260mA
LTE-TDD B38	@5MHz 23.0dBm 典型值: 270mA
LTE-TDD B39	@5MHz 23.0dBm 典型值: 230mA
LTE-TDD B40	@5MHz 23.0dBm 典型值: 300mA
LTE-TDD B41	@5MHz 23.0dBm 典型值: 270mA

表 60: A7680C R5 模块 VBAT 耗流(VBAT=3.8V, GNSS off)

PSM 耗流	
PSM 耗流	典型值: 12uA
LTE 休眠/空闲	
LTE supply current (不带USB连接)	休眠模式@DRX=0.32S 典型值: 2.5mA 休眠模式@DRX=0.64S 典型值: 1.6mA 休眠模式@DRX=1.28S 典型值: 1.4mA 休眠模式@DRX=2.56S 典型值: 1.2mA 空闲模式 典型值: 13mA
最小功能休眠耗流	
AT+CFUN=0, AT+CSCLK=1 (不带USB连接)	@AT+CUFN=0, CSCLK=1 典型值: 0.8mA
LTE 数据传输	
LTE-FDD B1	@5MHz 23.0dBm 典型值: 540mA
LTE-FDD B3	@5MHz 23.0dBm 典型值: 640mA
LTE-FDD B5	@5MHz 23.0dBm 典型值: 520mA
LTE-FDD B8	@5MHz 23.0dBm 典型值: 550mA
LTE-TDD B34	@5MHz 23.0dBm 典型值: 290mA
LTE-TDD B38	@5MHz 23.0dBm 典型值: 300mA
LTE-TDD B39	@5MHz 23.0dBm 典型值: 300mA

LTE-TDD B40	@5MHz 23.0dBm 典型值: 350mA
LTE-TDD B41	@5MHz 23.0dBm 典型值: 350mA

5.4.2 GNSS 工作耗流

表 61: VBAT 耗流 (VBAT=3.8V, @CUFN=0, CSCLK=1, 不带 USB 连接)

模式	条件	平均值 (mA)
仪器下 GPS定位系统	-130dBm/Tracking	32
	-140dBm/Tracking	35
	-130dBm/冷启动	30
	-140dBm/冷启动	31
	失锁	30
仪器下 GPS+GLONASS+BD定位系统	-130dBm/Tracking	32
	-140dBm/Tracking	35
	-130dBm/冷启动	30
	-140dBm/冷启动	30
	失锁	30
实网无源天线 (GPS+GLONASS+BD)	室外搜索	32
	定位	32
	失锁	30
实网无源天线(单GPS)	室外搜索	28
	定位	28
	失锁	28

5.5 静电防护

模块是静电敏感器件，因此，用户在生产、装配和操作模块时必须注意静电防护。模块的静电性能参数如下表：

表 62: ESD 性能参数 (温度: 25°C, 湿度: 45%)

引脚	接触放电	空气放电
VBAT, GND	+/-4K	+/-8K
天线端口	+/-4K	+/-8K
USB接口	+/-4K	+/-6K

SIM卡接口	+/-3K	+/-6K
其它引脚	+/-1K	+/-2K

※ 特别注意

测试条件：模块在芯讯通开发板上（开发板带必要的ESD保护器件）

SIMCom
Confidential

6 贴片生产

6.1 模块的顶视图和底视图

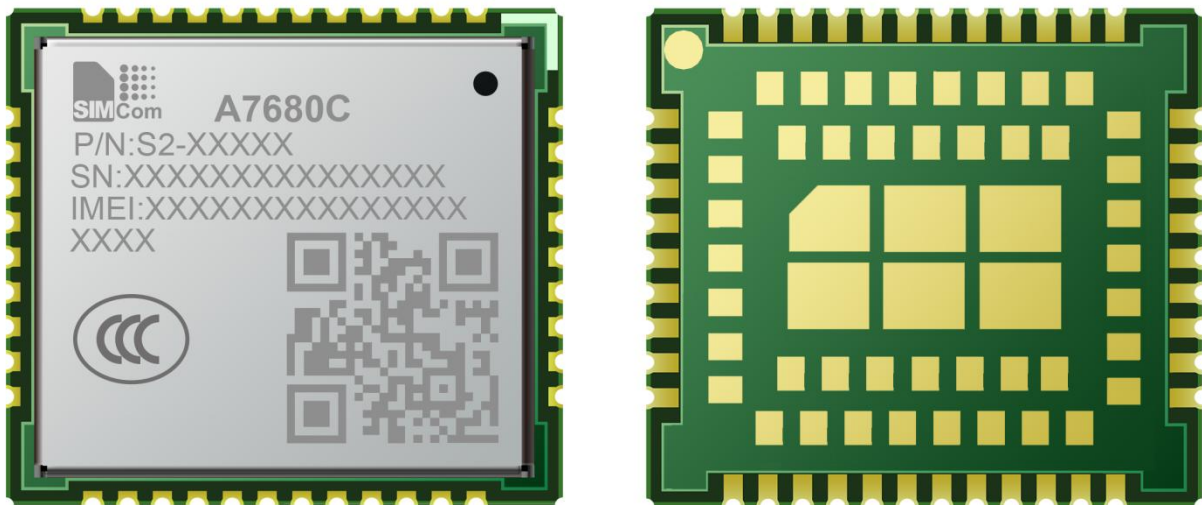


图 35: 模块顶视图和底视图

※ 特别注意

如上为模块设计效果图，提供参考，实际外观请以实物为准。

6.2 标签信息

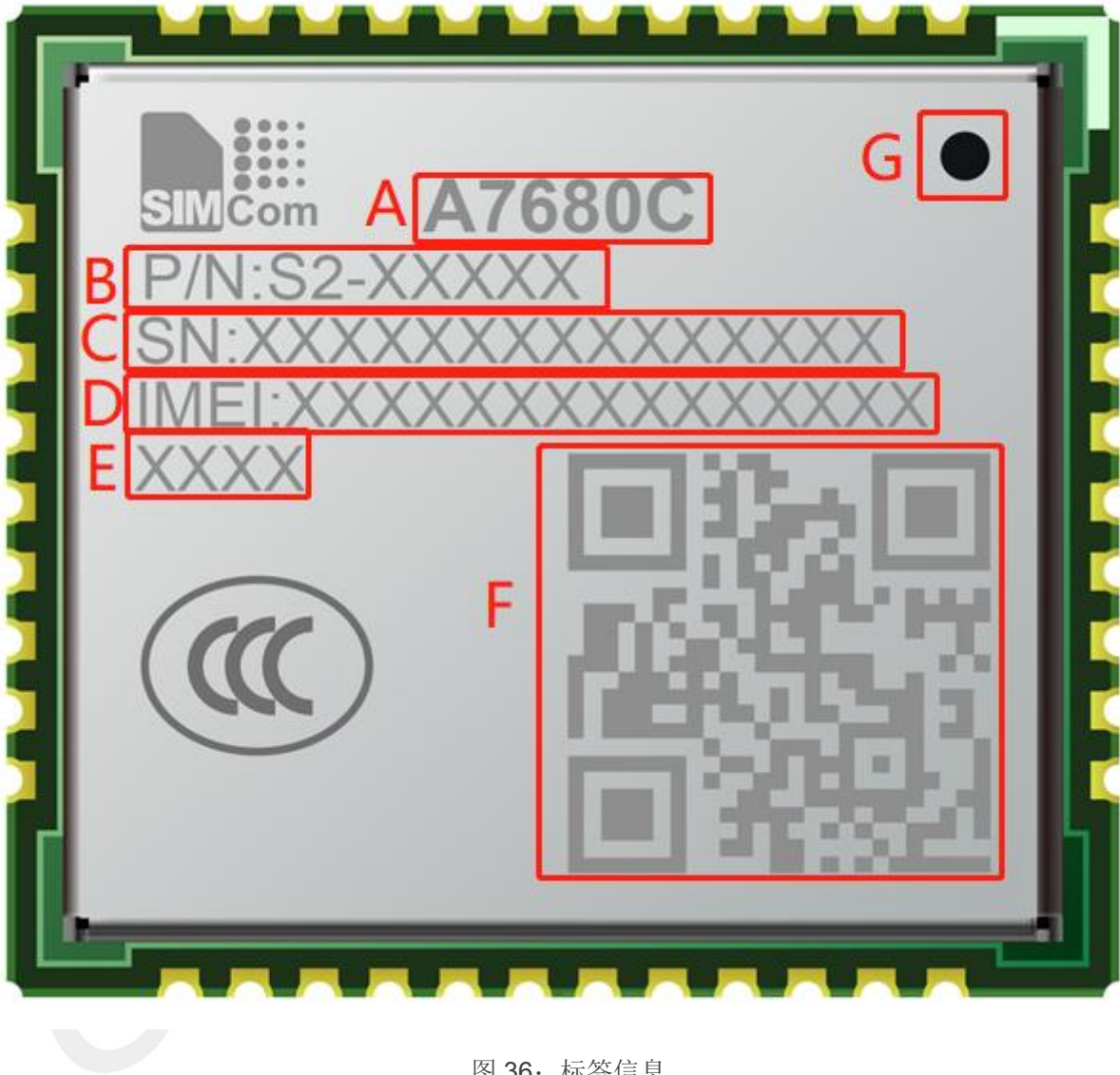


图 36: 标签信息

表 63: 模块信息描述

项次	描述
A	项目名字
B	产品代码
C	模块 SN 号
D	模块 IMEI 号
E	产品型号
F	二维码
G	模块 1 脚标识

6.3 典型焊接炉温曲线

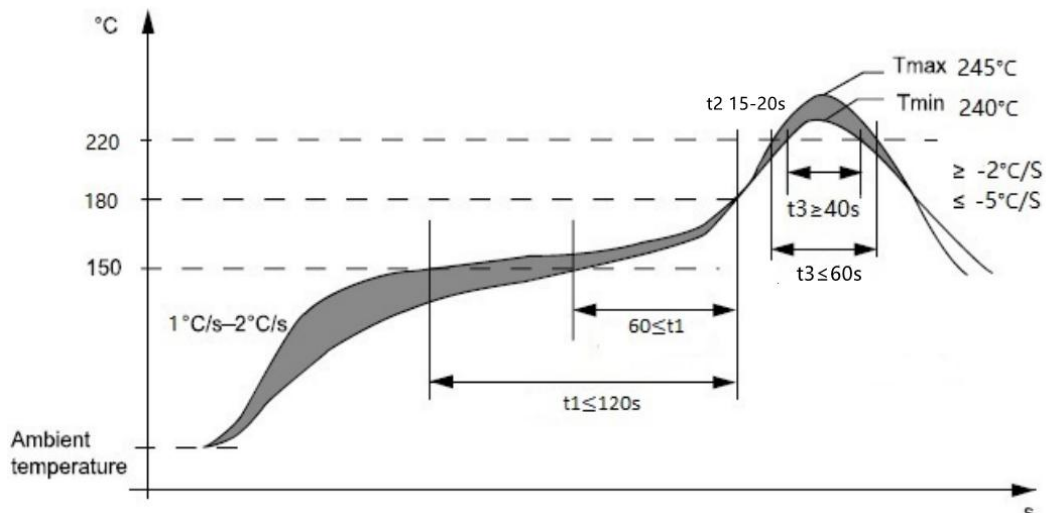


图 37: 推荐焊接炉温曲线图（无铅工艺）

表 64: 主板回流温度曲线要求说明

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	/
T2（≥220°C）	40~60s	峰值温度：240~245°C
冷却区		冷却斜率：-2~-5°C/s

备注：测试位置包含模块 MCU 焊点、底部 LGA 焊点以及外部 LCC 管脚焊点

回流次数

最大回流次数：1 次

※ 特别注意

- 关于模块运输、生产等方面的介绍请参考《SIMCom 模块_SMT 贴片工艺指导手册》。
- 因 SMT 流程的复杂性，如遇不确定的情况或 HD 文档未提及的流程（如选择性波峰焊、超声波焊接），请于 SMT 流程开始前与 SIMCom 技术支持确认。

6.4 存储条件

模块以真空密封铝箔袋袋的形式出货，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 $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ，且相对湿度为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。

模块符合湿敏等级3，拆封后的保存期如下表65所示。

湿敏等级为3的产品的车间寿命为168小时，在车间温度 $23 \pm 5^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度低于60%的环境下，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小于10%的环境中（例如防潮柜）以保持产品的干燥性。

表 65：湿度灵敏度等级区分

等级	工厂环境 $\leq +30^{\circ}\text{C}/60\%\text{RH}$
1	无限期保质在环境 $\leq +30^{\circ}\text{C}/85\%\text{RH}$ 条件下
2	1 年
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

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器件等级3级管控之下完成生产或存放。

6.5 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 66：烘烤条件

可选的烘烤条件	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

※ 特别注意

- 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。

SIMCom
Confidential

7 包装

模块包装是在自动流水线处理，模块支持托盘包装。

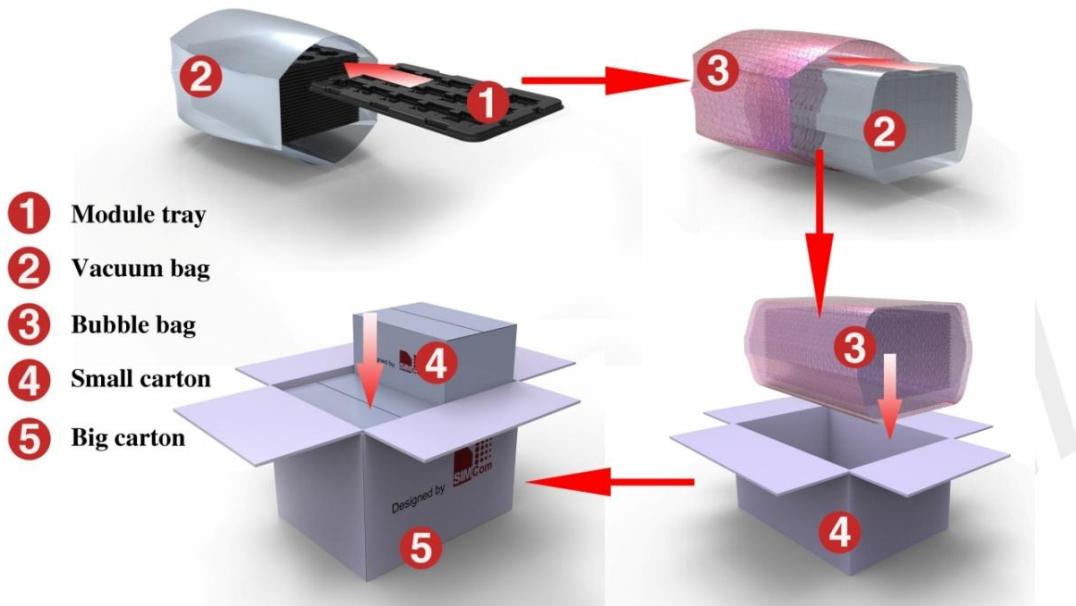


图 38: 托盘包装示意图

下面是模块托盘尺寸图：

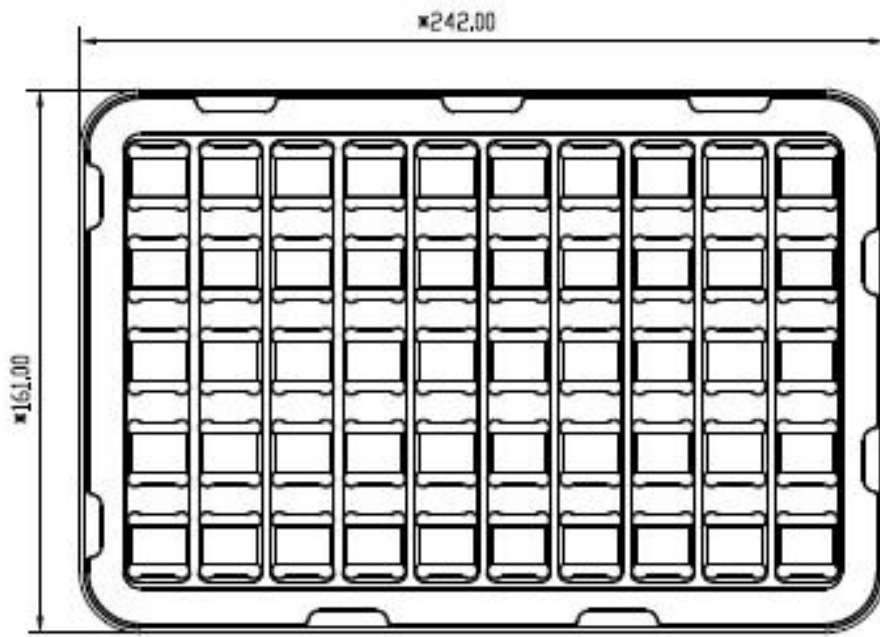


图 39: 托盘尺寸图

表 67: 托盘尺寸信息

托盘长度 (±3mm)	托盘宽度 (±3mm)	标准包装数
242.0	161.0	50

下面是托盘小卡通箱 (Small carton) 尺寸图:

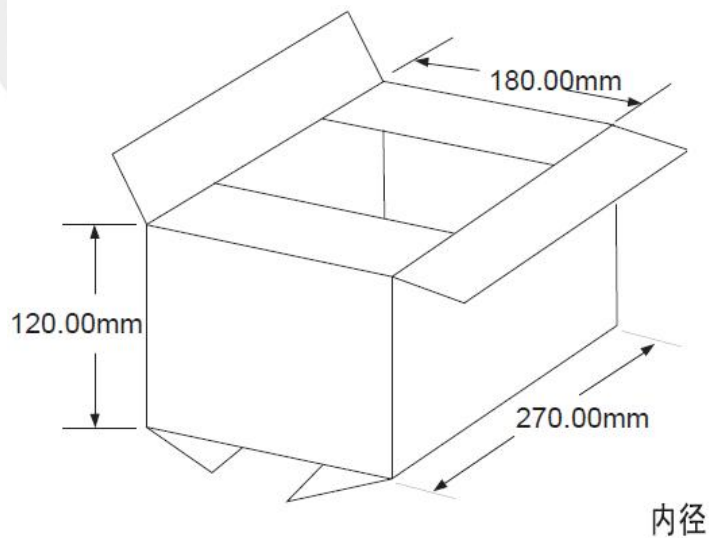


图 40: 托盘小卡通箱尺寸图

表 68: 托盘小卡通箱尺寸信息

盒长 (±10mm)	盒宽 (±10mm)	盒高 (±10mm)	标准包装数
270	180	120	50*20=1000

下面是托盘大卡通箱尺寸图:

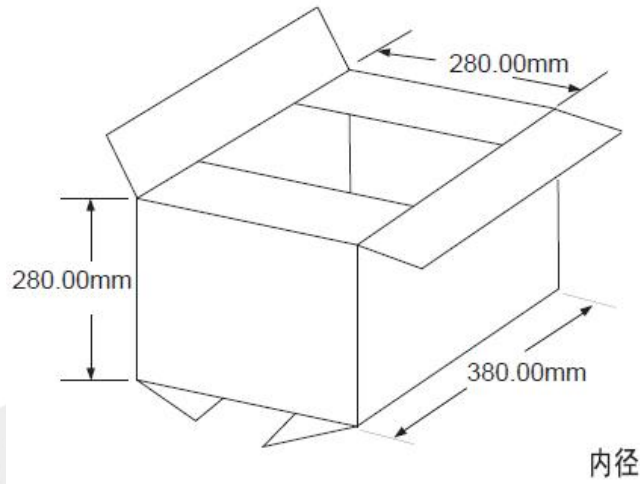


图 41: 托盘大卡通箱尺寸图

表 69: 托盘大卡通箱尺寸信息

盒长 (±10mm)	盒宽 (±10mm)	盒高 (±10mm)	标准包装数
380	280	280	1000*4=4000

8 附录

8.1 编码方式及最大数据速率

表 70: 编码方式和最大数据速率

LTE-FDD device category(Downlink)	Max data rate (peak)	Modulation type
Category 1	10Mbps	QPSK/16QAM/64QAM
LTE-FDD device category(Uplink)	Max data rate (peak)	Modulation type
Category 1	5Mbps	QPSK/16QAM

8.2 参考文档

表 71: 参考文档

序号	文档名称	注释
[1]	A1602 & 1606 Series_AT Command Manual	AT Command Manual
[2]	ITU-T Draft new recommendation V.25ter	Serial asynchronous automatic dialing and control
[3]	3GPP TS 51.010-1	Digital cellular telecommunications system (Release 5); Mobile Station (MS) conformance specification
[4]	3GPP TS 34.124	Electromagnetic Compatibility (EMC) for mobile terminals and ancillary equipment.
[5]	3GPP TS 34.121	Electromagnetic Compatibility (EMC) for mobile terminals and ancillary equipment.
[6]	3GPP TS 34.123-1	Technical Specification Group Radio Access Network; Terminal conformance specification; Radio transmission and reception (FDD)
[7]	3GPP TS 34.123-3	User Equipment (UE) conformance specification; Part 3: Abstract Test Suites.
[8]	EN 301 908-02 V2.2.1	Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM); Base Stations (BS) and User Equipment (UE) for

		IMT-2000. Third Generation cellular networks; Part 2: Harmonized EN for IMT-2000, CDMA Direct Spread (UTRA FDD) (UE) covering essential requirements of article 3.2 of the R&TTE Directive
[9]	EN 301 489-24 V1.2.1	Electromagnetic compatibility and Radio Spectrum Matters (ERM); Electromagnetic Compatibility (EMC) standard for radio equipment and services; Part 24: Specific conditions for IMT-2000 CDMA Direct Spread (UTRA) for Mobile and portable (UE) radio and ancillary equipment
[10]	IEC/EN60950-1(2001)	Safety of information technology equipment (2000)
[11]	3GPP TS 51.010-1	Digital cellular telecommunications system (Release 5); Mobile Station (MS) conformance specification
[12]	GCF-CC V3.23.1	Global Certification Forum - Certification Criteria
[13]	2002/95/EC	Directive of the European Parliament and of the Council of 27 January 2003 on the restriction of the use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment (RoHS)
[14]	Module secondary-SMT-UGD-V1.xx	Module secondary SMT Guidelines
[15]	A76XX Series_UART_Application Note	This document describes how to use UART interface of SIMCom modules.
[16]	Antenna design guidelines for diversity receiver system	Antenna design guidelines for diversity receiver system
[17]	A76XX Series_Sleep Mode_Application Note	Sleep Mode Application Note
[18]	A76XX Series_UIM HOT SWAP_Application Note	This document introduces UIM card detection and UIM hot swap

8.3 术语和解释

表 72: 术语和解释

术语	解释
ADC	Analog-to-Digital Converter
AMR	Adaptive Multi-Rate
CS	Coding Scheme
CSD	Circuit Switched Data
CTS	Clear to Send
DTE	Data Terminal Equipment (typically computer, terminal, printer)
DTR	Data Terminal Ready

DTX	Discontinuous Transmission
EFR	Enhanced Full Rate
ESD	Electrostatic Discharge
ETS	European Telecommunication Standard
FR	Full Rate
GPRS	General Packet Radio Service
GSM	Global Standard for Mobile Communications
HR	Half Rate
IMEI	International Mobile Equipment Identity
Li-ion	Lithium-Ion
MO	Mobile Originated
MS	Mobile Station (GSM engine), also referred to as TE
MT	Mobile Terminated
PAP	Password Authentication Protocol
PBCCH	Packet Broadcast Control Channel
PCB	Printed Circuit Board
PCL	Power Control Level
PCS	Personal Communication System, also referred to as GSM 1900
PDU	Protocol Data Unit
PPP	Point-to-point protocol
RF	Radio Frequency
RMS	Root Mean Square (value)
RTC	Real Time Clock
RX	Receive Direction
SIM	Subscriber Identification Module
SMS	Short Message Service
TE	Terminal Equipment, also referred to as DTE
TX	Transmit Direction
UART	Universal Asynchronous Receiver & Transmitter
URC	Unsolicited Result Code
USSD	Unstructured Supplementary Service Data







电话本缩写

FD	SIM fix dialing phonebook
LD	SIM last dialing phonebook (list of numbers most recently dialed)
MC	Mobile Equipment list of unanswered MT calls (missed calls)
ON	SIM (or ME) own numbers (MSISDNs) list
RC	Mobile Equipment list of received calls
SM	SIM phonebook
NC	Not connect

8.4 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 SIMCom 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 73: 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。