

M5313 硬件设计指南

NB-IOT 系列

版 本：V001

日 期：2018-08-29

中移物联网有限公司
iot.10086.cn



关于文档

修订记录

版本	日期	作者	描述
V001	2018-08-29	梁小华	新建



中国移动
China Mobile

目录

关于文档	- 2 -
目录	- 3 -
表格索引	- 6 -
图片索引	- 7 -
1 引言	- 8 -
1.1 安全须知	- 8 -
2 综述	- 9 -
2.1 功能概述	- 9 -
2.2 系统框图	- 10 -
3 应用接口	- 12 -
3.1 管脚定义	- 12 -
3.2 工作模式	- 17 -
3.2 电源接口	- 18 -
3.2.1 电源概述	- 18 -
3.2.2 电源设计	- 18 -
3.3 开关机	- 19 -
3.4 复位接口	- 19 -
3.5 UART 接口	- 20 -
3.5.1 主串口	- 21 -
3.5.2 辅助串口	- 22 -
3.5.3 调试串口	- 22 -
3.6 SIM 接口	- 23 -
3.7 ADC 接口	- 24 -

3.8 GPIO 接口	- 25 -
3.9 休眠/唤醒接口	- 25 -
3.10 LED 网络指示灯接口	- 26 -
3.11 NC 接口	- 27 -
3.12 RESERVED 接口	- 27 -
3.13 省电技术	- 28 -
3.13.1 PSM 模式	- 28 -
3.13.2 eDRX 技术	- 29 -
4 天线接口	- 30 -
4.1 射频参考电路	- 30 -
4.2 RF 输出功率	- 31 -
4.3 RF 接收灵敏度	- 31 -
4.4 工作频率	- 31 -
4.5 天线要求	- 32 -
4.6 推荐 RF 焊接方式	- 32 -
5 电气可靠性	- 33 -
5.1 绝对最大值	- 33 -
5.2 工作和存储环境	- 33 -
5.3 耗流	- 33 -
5.4 静电防护	- 34 -
6 机械尺寸	- 36 -
6.1 模组尺寸	- 36 -
6.2 推荐封装	- 37 -
6.3 模组实物图	- 37 -

7 存储和包装.....	- 38 -
7.1 存储	- 38 -
7.2 生产焊接	- 38 -
7.3 包装	- 39 -
附录 A 参考文档及术语缩写	- 40 -



表格索引

表 1 产品特性.....	- 9 -
表 2 管脚定义.....	- 13 -
表 3 工作模式.....	- 17 -
表 4 模组电源管脚.....	- 18 -
表 5 M5313 RESET 接口.....	- 19 -
表 6 串口逻辑电平.....	- 20 -
表 7 串口引脚定义.....	- 21 -
表 8 SIM 接口定义	- 23 -
表 9 ADC 接口定义.....	- 25 -
表 10 ADC 特性.....	- 25 -
表 11 GPIO 接口定义	- 25 -
表 12 休眠/唤醒接口定义	- 26 -
表 13 LED 网络指示灯接口定义.....	- 26 -
表 14 指示灯工作状态.....	- 26 -
表 15 NC 接口定义.....	- 27 -
表 16 RESERVED 接口定义	- 28 -
表 17 天线接口定义.....	- 30 -
表 18 RF 传导功率.....	- 31 -
表 19 RF 接收灵敏度.....	- 31 -
表 20 模组工作频率.....	- 31 -
表 21 模组天线要求.....	- 32 -
表 22 绝对最大值.....	- 33 -
表 23 工作及存储温度.....	- 33 -
表 24 模组耗流.....	- 33 -
表 25 ESD 性能参数（温度：25℃，湿度：45%）	- 34 -
表 26 参考文档.....	- 40 -
表 27 缩写.....	- 40 -

图片索引

图 1 系统框图.....	- 11 -
图 2 外观图.....	- 12 -
图 3 管脚分配图.....	- 13 -
图 4 电源电路示意图.....	- 19 -
图 5 RESET 示意图.....	- 20 -
图 6 主串口连接示意图.....	- 22 -
图 7 辅助串口连接示意图.....	- 22 -
图 8 调试串口连接示意图.....	- 23 -
图 9 SIM 接口示意图	- 24 -
图 10 NETLIGHT 接口示意图.....	- 27 -
图 11 功耗参考流程图.....	- 28 -
图 12 eDRX 功耗参考流程图	- 29 -
图 13 天线接口参考电路.....	- 30 -
图 14 模组底视图尺寸.....	- 36 -
图 15 推荐封装尺寸.....	- 37 -
图 16 模组实物图.....	- 37 -
图 17 印膏图.....	- 39 -
图 18 炉温曲线 7.3 包装.....	- 39 -

1 引言

本文档详细介绍了 M5313 模组硬件技术参数，接口电气特性，机械特性，射频性能指标，能够帮助硬件工程师理解 M5313 模组，指导工程师进行产品设计。

1.1 安全须知

通过遵循以下安全原则，可确保个人安全并有助于保护产品和工作环境免遭潜在损坏。



道路行驶安全第一！当你开车时，请勿使用手持移动终端设备，除非其有免提功能。请停车，再打电话！



登机前请关闭移动终端设备。移动终端的无线功能在飞机上禁止开启用以防止对飞机通讯系统的干扰。忽略该提示项可能会导致飞行安全，甚至触犯法律。



当在医院或健康看护场所，注意是否有移动终端设备使用限制。RF 干扰会导致医疗设备运行失常，因此可能需要关闭移动终端设备。



移动终端设备并不保障任何情况下都能进行有效连接，例如在移动终端设备没有话费或 SIM 无效。当你在紧急情况下遇见以上情况，请记住使用紧急呼叫，同时保证您的设备开机并且处于信号强度足够的区域。



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



请将移动终端设备远离易燃气体。当你靠近加油站，油库，化工厂或爆炸作业场所，请关闭移动终端设备。在任何有潜在爆炸危险场所操作电子设备都有安全隐患。

2 综述

M5313 模组是一款基于 LCC 接口的双模 NB-IOT/GSM 工业级通信模组，可以广泛应用于低功耗的数据传输设备中，满足 3GPP Release 14 标准。M5313 可以支持以下频段：

NB-IOT: Band 3/Band 5/Band 8

GPRS: Band 2/Band 3/Band 8

M5313 采用高度集成的设计方案，将射频、基带集成在一块 PCB 上，完成无线射频信号的接收、发射、基带信号处理功能，对外采用 LCC 接口，模块尺寸为 19.0mm*20.9mm*2.7mm。

M5313 模块采用了低功耗技术，在深度睡眠模式下电流低至 5uA。

2.1 功能概述

表 1 产品特性

类型	描述
封装	LCC
物理特性	尺寸（长*宽*高）：19 mm *20.9 mm *2.7 mm 重量：约 2g
工作频段	NB-IOT: Band 3/Band 5/Band 8 GPRS: Band 2/Band 3/Band 8
数据业务	NB-IOT: UL 158 Kbit/s; DL 126 Kbit/s GPRS: UL 85.6 Kbit/s; DL 85.6 Kbit/s
最大发射功率	Class 4 (33±2dBm) for GSM900 Class 1 (30±2dBm) for DCS1800 Class 3 (23dBm±2dB) for NB-IOT
功耗	Deep Sleep 模式下电流：3.7uA 详细数据见 5.3 节
工作温度	工作温度：-40℃ ~ 85℃
存储温度	-40℃ ~ 95℃

湿度	RH10% ~ RH90%
工作电压范围	DC 3.4V ~ 4.2V （典型值 3.8V）
AT 指令	参考 AT 说明文档
应用接口	电源接口： ·VBAT ·VDD_EXT
	UART 接口： ·2 线 UART1 ·2 线 HST_UART ·2 线 UART2
	内置 eSIM，兼容外置 SIM 卡
	ADC 接口 × 1
	GPIO 接口 × 1（2.8V 电压域）
	系统控制接口： ·RESET ·WAKE_IN/WAKE_OUT
	LED 状态指示接口 × 1
天线接口	RF_ANT
传输协议	OneNET、FOTA、MQTT、HTTP、HTTPS、CoAP、TCP、UDP、IPv4、IPv6
AT	3GPP TS 27.007
	CMIOT extended AT commands
认证	CCC、SRRC、CTA

2.2 系统框图

M5313 模块基于 RDA8909 平台开发，模块系统框图如图 1 所示，主要包含如下功能模块：

- 射频部分
 - NB-IOT PA
 - GPRS PA+Switch
- 基带
 - 数字基带/模拟基带

● LCC 接口

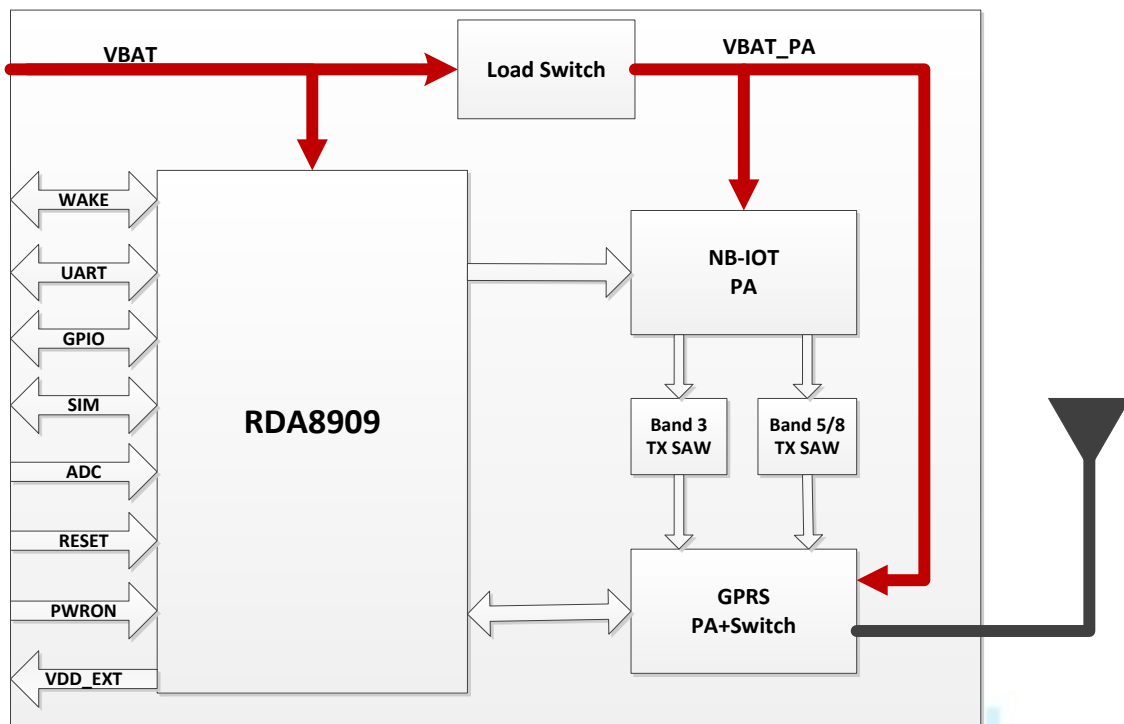


图 1 系统框图

3 应用接口

M5313 模块有 30 个贴片引脚，本章主要描述模块的应用接口，主要包括：

- 电源接口
- 开关机接口
- 复位接口
- UART 接口
- SIM 接口
- ADC 接口
- GPIO 接口
- 休眠/唤醒接口
- LED 状态指示接口

3.1 管脚定义

M5313 模块对外接口形态为 LCC 的接口方式。图 2 显示了 M5313 模块的外观图。图 3 显示了 M5313 模块上信号接口的排布顺序。

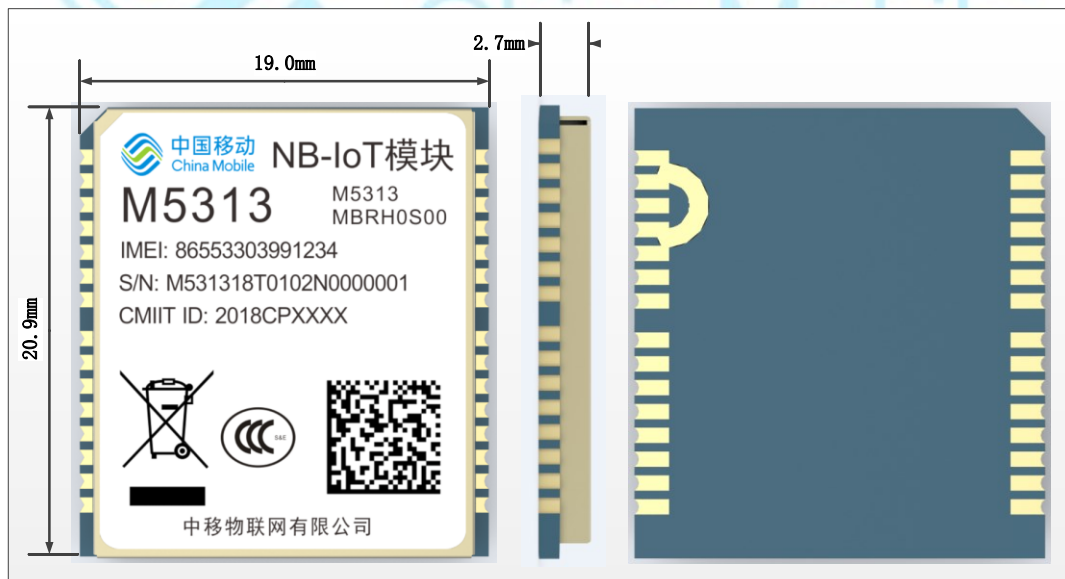


图 2 外观图

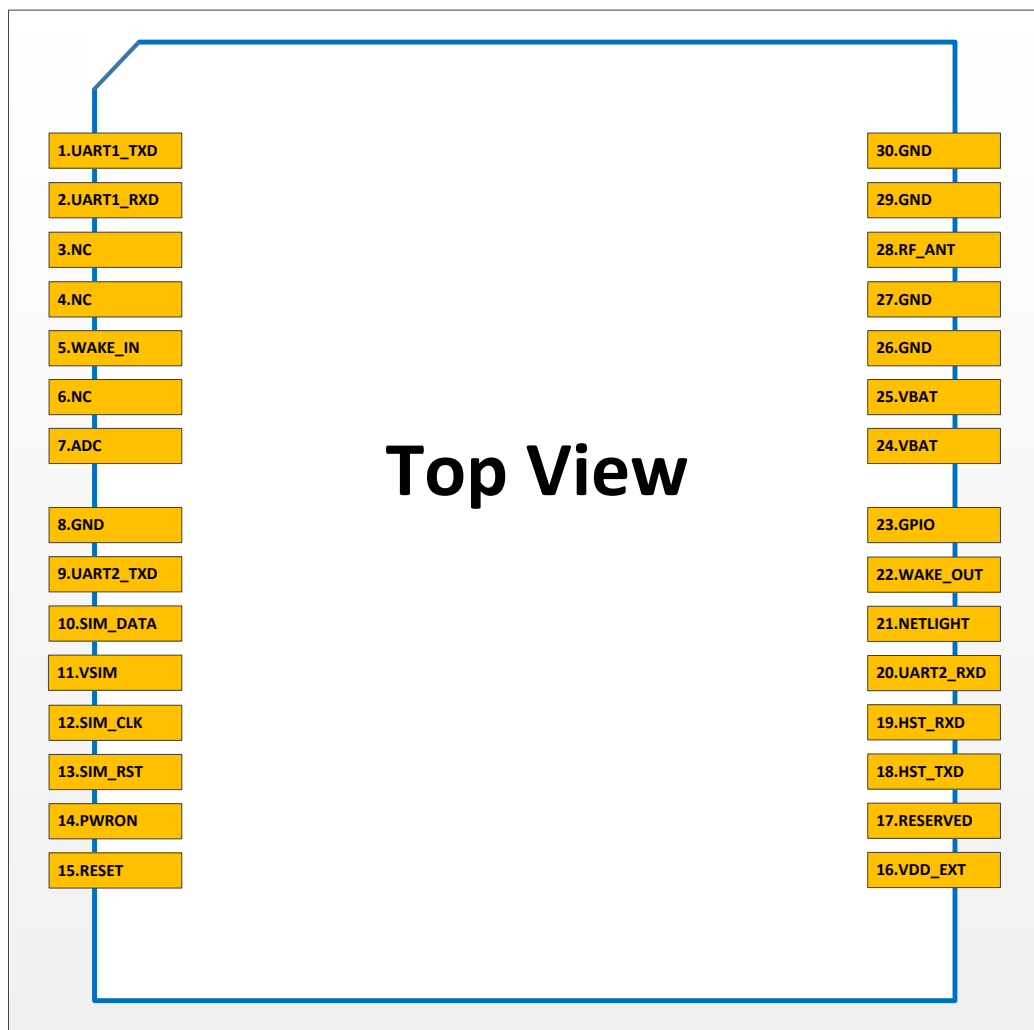


图 3 管脚分配图

表 2 管脚定义

电源接口					
引脚号	引脚名	I/O	描述	DC 特性	备注
24,25	VBAT	PI	模组主电源 3.4V-4.2V	Vmax=4.2V Vmin=3.4V Vnorm=3.8V	电源必须能够提供 2A 的电流
16	VDD_EXT	PO	模组 IO 口电源	Vmax=3.0V Vmin=2.6V Vnorm=2.8V Imax=20mA	如果给外部供电，需并联 2.2~4.7uF 电容，不用则悬空。

开关机接口

引脚号	引脚名	I/O	描述	DC 特性	备注
14	PWRON	DI	模组内部拉低，默认上电自动开机。	-	

复位接口

引脚号	引脚名	I/O	描述	DC 特性	备注
15	RESET	DI	拉低该脚 100ms 以上复位模组	$V_{ILmax}=0.33V$ $V_{IHmin}=0.77V$ $V_{IHmax}=1.8V$	电源域 VRTC, 内部有上拉。

串口

引脚号	引脚名	I/O	描述	DC 特性	备注
1	UART1_TXD	DO	UART1 串口发送	$V_{ILmin}=0V$	VDD_EXT 电压域，不用则悬空。
2	UART1_RXD	DI	UART1 串口接收	$V_{ILmax}=0.3V \times VDD_EXT$	
18	HST_TXD	DO	HST 串口发送	$V_{IHmin}=0.7 \times VDD_EXT$	
19	HST_RXD	DI	HST 串口接收	$V_{IHmax}=VDD_EXT$	
9	UART2_TXD	DO	UART2 串口发送	$V_{OLmax}=0.25 \times VDD_EXT$	
20	UART2_RXD	DI	UART2 串口接收	$V_{OHmin}=0.75 \times VDD_EXT$	

SIM 卡接口

引脚号	引脚名	I/O	描述	DC 特性	备注
10	SIM_DATA	IO	SIM 卡数据信号	$V_{SIM}=3.0V$: $V_{ILmax}=0.4V$ $V_{IHmin}=V_{SIM}-0.4$ $V_{OLmax}=0.4V$ $V_{OHmin}=V_{SIM}-0.4$ $V_{SIM}=1.8V$: $V_{ILmax}=0.15 \times V_{SIM}$ $V_{IHmin}=V_{SIM}-0.4$ $V_{OLmax}=0.15 \times V_{SIM}$	

				VOHmin=VSIM -0.4	
11	VSIM	PO	SIM 卡电源信号	3.0V 或者 1.8V 自适应	
12	SIM_CLK	DO	SIM 卡时钟信号	VSIM=3.0V: VOLmax=0.4V VOHmin=0.9×VSIM VSIM=1.8V: VOLmax=0.12VSIM VOHmin=0.9×VSIM	
13	SIM_RST	DO	SIM 卡复位信号	VSIM=3.0V: VOLmax=0.36V VOHmin=0.9×VSIM VSIM=1.8V: VOLmax=0.2V VOHmin=0.9×VSIM	

ADC 接口

引脚号	引脚名	I/O	描述	DC 特性	备注
7	ADC	AI	数模转换接口	电压输入范围: 0V~1.8V	不用则悬空

GPIO 接口

引脚号	引脚名	I/O	描述	DC 特性	备注
23	GPIO	IO	通用输入输出接口	VILmin=0V VILmax=0.3V×VDD_EXT VIHmin=0.7×VDD_EXT VIHmax=VDD_EXT VOLmax=0.25×VDD_EXT VOHmin=0.75×VDD_EXT	不用则悬空

休眠/唤醒接口

引脚号	引脚名	I/O	描述	DC 特性	备注
-----	-----	-----	----	-------	----

5	WAKE_IN	DI	唤醒模组输入接口	VILmax=0.33V VIHmin=0.77V VIHmax=1.8V	电 源 域 VRTC, 不用则悬空。
22	WAKE_OUT	DO	模组休眠状态输出接口	VOLmax=0.25×VDD_EXT VOHmin=0.75×VDD_EXT	不用则悬空。

休眠/唤醒接口

引脚号	引脚名	I/O	描述	DC 特性	备注
21	NETLIGHT	DO	网络状态指示	VOLmax=0.25×VDD_EXT VOHmin=0.75×VDD_EXT	不用则悬空。

天线接口

引脚号	引脚名	I/O	描述	DC 特性	备注
28	RF_ANT	IO	GSM/NB-IOT 天线	50 Ω 阻抗	-

GND 接口

引脚号	引脚名	I/O	描述	DC 特性	备注
8,26,27 29,30	GND	-	接地		-

NC 接口

引脚号	引脚名	I/O	描述	DC 特性	备注
3,4	NC	-	-	-	悬空

RESERVED 接口

引脚号	引脚名	I/O	描述	DC 特性	备注
17	RESERVED	-	预留引脚	-	悬空

3.2 工作模式

M5313 模组可分别工作在 GPRS 网络或者 NB-IOT 网络下，两种网络制式不能同时工作。可通过 AT 指令切换模组工作在不同的网络制式下。下表简要叙述了模块各个工作模式。

表 3 工作模式

模式	功能	描述
NB-IOT	Active 模式	模块处于活动状态，所有功能正常可用，可以进行数据发送和接收。模块在此模式下可切换到 Idle 模式或者 PSM 模式。
	Idle 模式	模块处于浅睡眠状态，网络保持连接状态，可接收寻呼消息。模块在此模式下可切换至 Active 模式或者 PSM 模式。
	PSM 模式	模块只有 RTC 工作，处于网络非连接状态，不再接收寻呼消息。但模块可通过 WAKE_IN 唤醒或者定时器 T3412 超时后唤醒。
GPRS	GPRS DATA	GPRS 数据传送。此模式下，模块的功耗取决于功率控制等级，射频工作频率以及 GPRS 多时隙配置。
	GPRS SLEEP	模组附着上 GPRS 网络，但没有进行数据传输。模组处于休眠状态，可通过 AT、网络数据或者 WAKE_IN 唤醒。
	飞行模式	在 VBAT 正常上电情况下，使用“AT+CFUN=0”命令可以将模块设置成最少功能模式。此模式下，射频和 SIM 卡不工作，但是串口仍然可以访问。此模式下功耗非常低。

备注

- AT+CFGRATPRI0=1, 4: 设置 NB-IOT 网络优先。

- AT+CFGRATPRI0=1, 2: 设置 GPRS 网络优先。

3.2 电源接口

3.2.1 电源概述

M5313 模块电源接口主要包括以下部分：

- 系统电源 VBAT
- 2.8V 电源输出 VDD_EXT

表 4 模组电源管脚

引脚号	引脚名	I/O	描述
24,25	VBAT	PI	模组主电源
16	VDD_EXT	PO	模组 IO 口电源

3.2.2 电源设计

为保证 M5313 模块正常工作，系统电源 VBAT 需要保证在 3.4-4.2V（典型 3.8V）范围内。当 M5313 用于不同的外部设备的时候，需要注意模块的供电设计。当模块在 2G 网络最大发射功率下工作时，现网下的瞬态工作电流能达到 2A 以上，并可能引起电源电压跌落。在任何情况下，需要保证模块电源电压不能低于 3.4V，否则模块可能会出现重启等意外状况。为减小电源电压跌落，建议在靠近模组的 VBAT 管脚旁边并联至少一个低 ESR ($ESR \leq 0.7 \Omega$) 的 100uF 钽电容，以及 100nF、33pF 的滤波电容。并且 VBAT 的 PCB 走线尽量短且足够宽，减小 PCB 走线的等效阻抗，建议 VBAT 走线线宽不小于 2mm，并且走线越长，线宽越宽。

同时供电电源的选择对模块工作的稳定性至关重要，必须选择能够提供至少 2A 电流能力的电源。若输入电压跟 VBAT 的压差不大，建议选择 LDO 作为电源转换，若输出电压跟 VBAT 的压差比较大，建议使用开关电源。

为确保电源的稳定，建议在靠近 VBAT 管脚的地方预留一个稳压管，建议选择反向击穿电压为 5.1V，耗散功率为 1W 以上的稳压管。同时，若需要对电源进行切断，建议电源管理电路放在大

电容后端，防止大电容放电过程中，电压的波动对模组造成影响。示意图如图 4 所示。

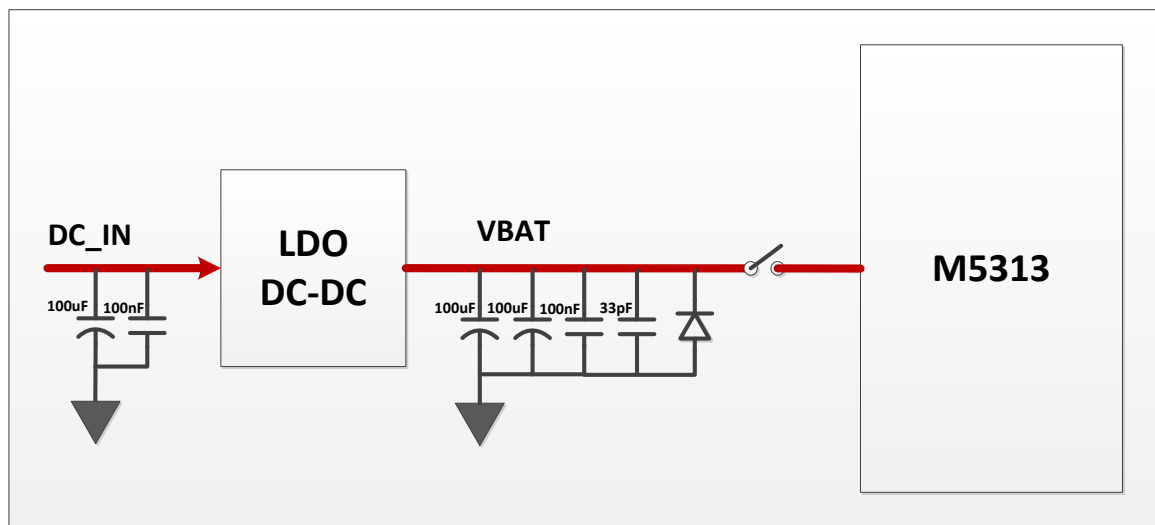


图 4 电源电路示意图

VDD_EXT 是模组 IO 口的电源域，典型值 2.8V，最大输出 30mA，在外部使用时仅限于用作 IO 口的上拉电源以及电平转换参考电源。

3.3 开关机

M5313 默认上电自动开机。业务处理完成之后可通过断电关机（请保证模组处于空闲状态后断电）。

M5313 模组可通过以下几种方式实现关机：

- 软件正常关机：使用 AT+CPOF 命令关机。
- 断电关机：模组处理完业务后直接断电关机。
- 异常关机：电压低于正常供电范围关机（VBAT<3.4V）

3.4 复位接口

M5313 通过拉低 RESET 管脚 100ms 以上实现模块复位。示意图如图 5 所示。

表 5 M5313 RESET 接口

引脚号	引脚名	I/O	描述
15	RESET	DI	系统复位信号

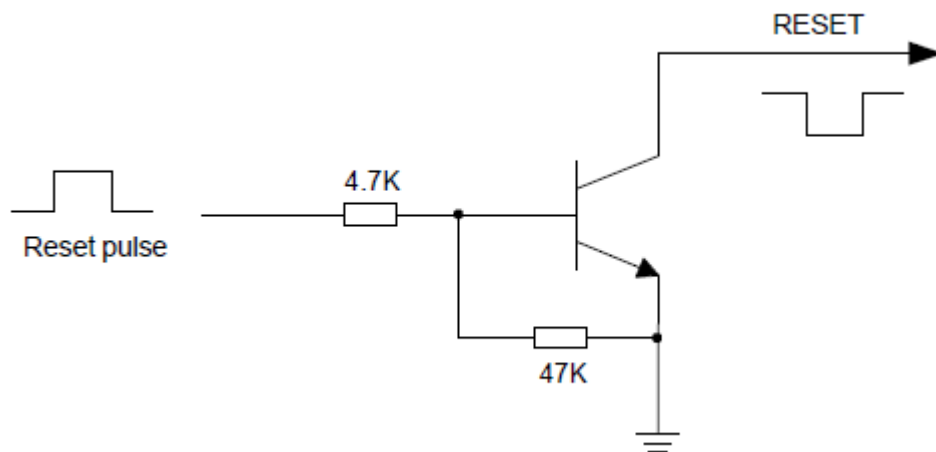


图 5 RESET 示意图

备注

- RESET 电压域为 VRTC (1.08V)，请不要做外部上拉。
- RESET 属于系统敏感信号，在 PCB 走线时尽量完整包地，远离射频线、大电源等强干扰信号，远离板边、表层等易被静电干扰的地方。

3.5 UART 接口

M5313 有三个串口：UART1 主串口、HST_UART 调试下载串口和 UART2 辅助串口。模块作为 DCE (Data Communication Equipment)，并按照传统的 DCE-DTE (Data Terminal Equipment) 方式连接。

UART1: 主串口，用做 AT、数据通信，波特率 57600。

UART2: 辅助串口，功能 TBD，波特率 57600。

HAT_USRT: 调试串口，用作程序下载、调试 LOG 信息输出、校准等，波特率 921600。

表 6 串口逻辑电平

参数	最小值	最大值	单位
VIL	0	$0.3 \times VDD_EXT$	V

VIH	$0.7 \times VDD_EXT$	VDD_EXT	V
VOL	0	$0.25 \times VDD_EXT$	V
VOH	$0.75 \times VDD_EXT$	VDD_EXT	V

表 7 串口引脚定义

	引脚号	引脚名	I/O	描述
主串口	1	UART1_TXD	DO	主串口发送
	2	UART1_RXD	DI	主串口接收
	引脚号	引脚名	I/O	描述
辅助串口	9	UART2_TXD	DO	辅助串口发送
	20	UART2_RXD	DI	辅助串口接收
	引脚号	引脚名	I/O	描述
调试串口	18	HST_TXD	DO	调试串口发送
	19	HST_RXD	DI	调试串口接收

备注

- 串口电平均为 2.8V, 需要跟外部 DTE 电平匹配, 详细的匹配电路请参考《M5313 参考设计》。
- 串口做为模块主要的对外通信接口, PCB 走线时尽量完整包地保护, 同时走线不能太长。

3.5.1 主串口

主串口 UART1 有如下特点:

- 用做 AT 命令和网络数据传输。
- 8 个数据位, 无奇偶校验, 一个停止位。
- 波特率支持 9600-921600bps, 可通过 AT 配置波特率, 默认 57600bps。

主串口连接示意图如图 6 所示:

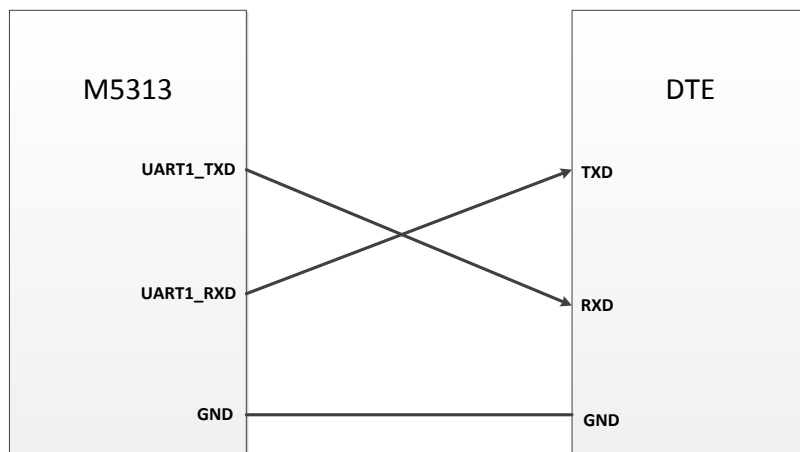


图 6 主串口连接示意图

3.5.2 辅助串口

辅助串口 UART2 有如下特点：

- 辅助串口功能待定义。
- 8 个数据位，无奇偶校验，一个停止位。
- 波特率支持 9600–921600bps，可通过 AT 配置波特率，默认 57600bps。

辅助串口连接示意图如图 7 所示：

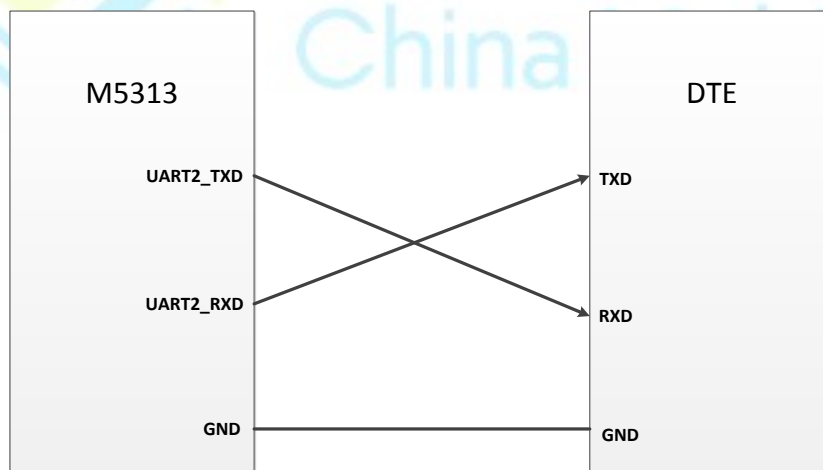


图 7 辅助串口连接示意图

3.5.3 调试串口

调试串口 HST_UART 有如下特点：

- 用作程序下载、调试 LOG 信息输出、校准等。设计时建议预留测试点。
- 8 个数据位，无奇偶校验，一个停止位。
- 波特率固定为 921600bps。

辅助串口连接示意图如图 8 所示：

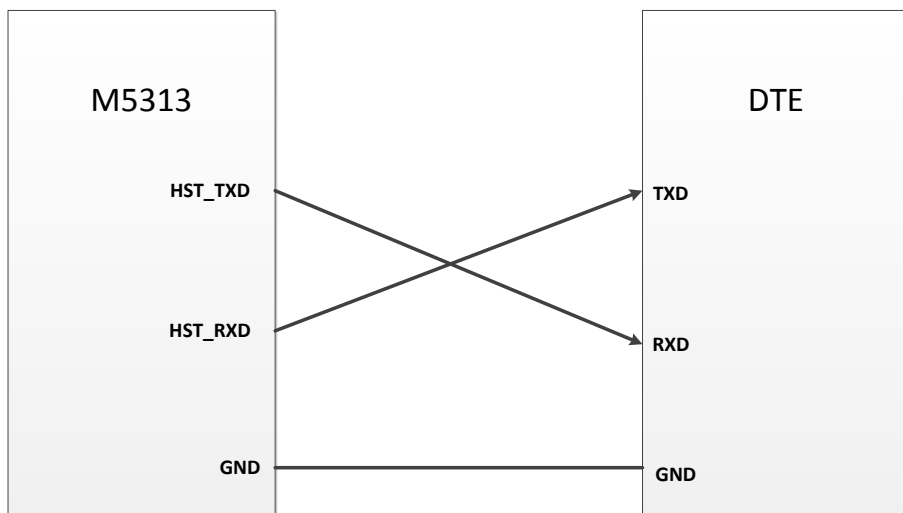


图 8 调试串口连接示意图

3.6 SIM 接口

RDA8909 平台内置一组 SIM 卡接口，符合 ISO7618-3 标准，支持 1.8V/3.0V SIM 卡。M5313 模组可支持内置 2*2 贴片 SIM 卡或者外置 SIM 卡，两种模式只能二选一。SIM 卡接口连接示意图如图 9 所示。

表 8 SIM 接口定义

引脚号	引脚名	I/O	描述
10	SIM_DATA	IO	SIM 卡数据信号
11	VSIM	PO	SIM 卡电源信号, 1.8V/3.0V 自适应
12	SIM_CLK	DO	SIM 卡时钟信号
13	SIM_RST	DO	SIM 卡复位信号

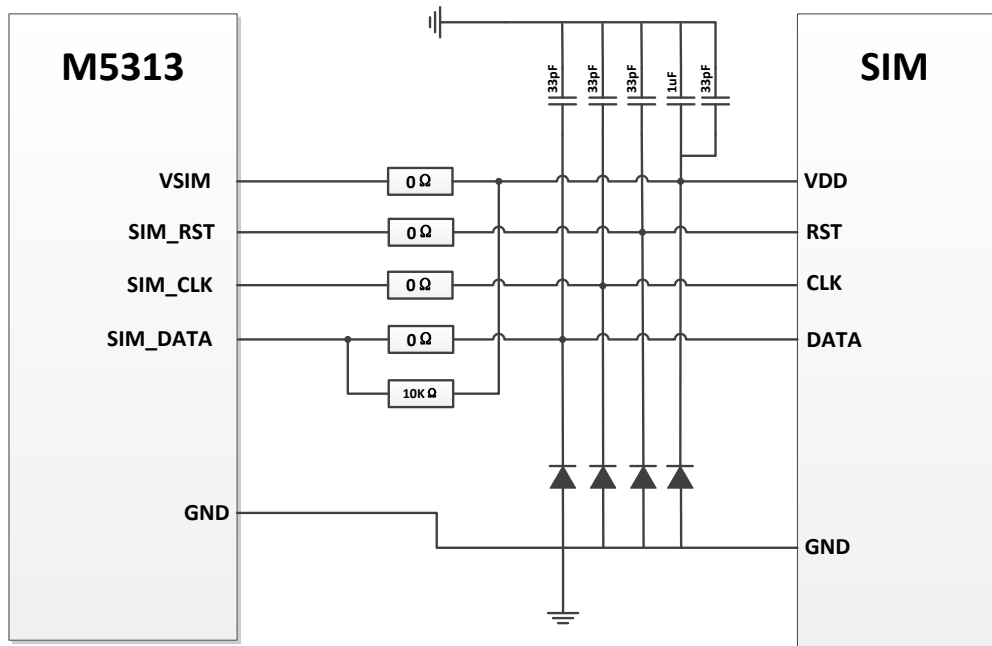


图 9 SIM 接口示意图

备注

- SIM 卡座尽量靠近模组摆放，并且远离天线、开关电源等强干扰源，信号布线长度不超过 200mm。
- SIM 卡信号远离射频线、高速信号线和电源线等干扰源。
- 卡座 GND 与主地良好连接。
- SIM 卡信号线上并联去耦小电容和 TVS，靠近卡座摆放，抑制射频干扰和静电干扰，TVS 寄生电容小于 50pF。
- VSIM 上并联容值至少为 1μF 的电容，并且靠近卡座摆放，保证电源稳定性。
- SIM_DATA 若走线过长，可以在靠近卡座的地方增加 10kΩ 上拉电阻，保证信号线驱动能力。
- 在信号线上串联电阻抑制杂散干扰，并联电容去除射频干扰。

3.7 ADC 接口

M5313 模组提供一路外部 ADC 接口，可以通过 AT+CMADC 读出电压值，输入电压范围为 0-1.8V。为防止电源和射频信号的干扰，建议 ADC 布线时上下左右包地。

表 9 ADC 接口定义

引脚号	引脚名	I/O	描述
7	ADC	AI	模数转换器接口

表 10 ADC 特性

	最小值	典型值	最大值	单位
电压范围	0		1.8	V
分辨率	-	10	-	bit
精度	-	1.8	-	mV

备注

此功能软件使用见 AT 命令相关文档。

3.8 GPIO 接口

M5313 模组提供了一路 GPIO 接口，不用则悬空。

表 11 GPIO 接口定义

引脚号	引脚名	I/O	描述
23	GPIO	IO	通用输入输出接口

备注

此功能软件使用见 AT 命令相关文档。

3.9 休眠/唤醒接口

M5313 提供了 WAKE_IN/WAKE_OUT 接口用于外部 AP 唤醒或者休眠模块。引脚定义如表 12 所示。

- WAKE_IN 用于外部 AP 唤醒模块

- WAKE_OUT 用于指示模块是否处于休眠状态

表 12 休眠/唤醒接口定义

引脚号	引脚名	I/O	描述
5	WAKE_IN	DI	唤醒模组输入，高电平唤醒模组。
22	WAKE_OUT	DO	模组休眠状态输出，当模组处于 ACTIVE 或者 IDLE 状态时，输出高电平。当模组进入 PSM 休眠，输出低电平。

备注

- WAKE_IN 输入高电平 200uS 以上可以将模块唤醒，建议高电平持续 10mS 以上。不用则悬空。
- WAKE_IN 的电源域是 VRTC (1.08V)，内部有 7K 下拉电阻，外部 AP 操作该管脚时需要防止在 PSM 状态有灌电流，增加功耗。

3.10 LED 网络指示灯接口

M5313 模组提供一路网络指示灯接口，连接 LED 灯可以指示网络状态。工作状态如下表 14 所示。接口连接示意图如图 10 所示。

表 13 LED 网络指示灯接口定义

引脚号	引脚名	I/O	描述
21	NETLIGHT	DO	

表 14 指示灯工作状态

NETLIGHT 状态	模组工作状态
持续低电平(灯灭)	模组没有开机
高电平 500ms (灯亮) / 低电平 500ms (灯灭)	模组未注册到网络 (闪烁)
高电平 500ms (灯亮) / 低电平 1500ms (灯灭)	模组注册到网络 (慢闪)

高电平 250ms（灯亮）/低电平 2500ms（灯灭）

模组数据传输通讯（快闪）

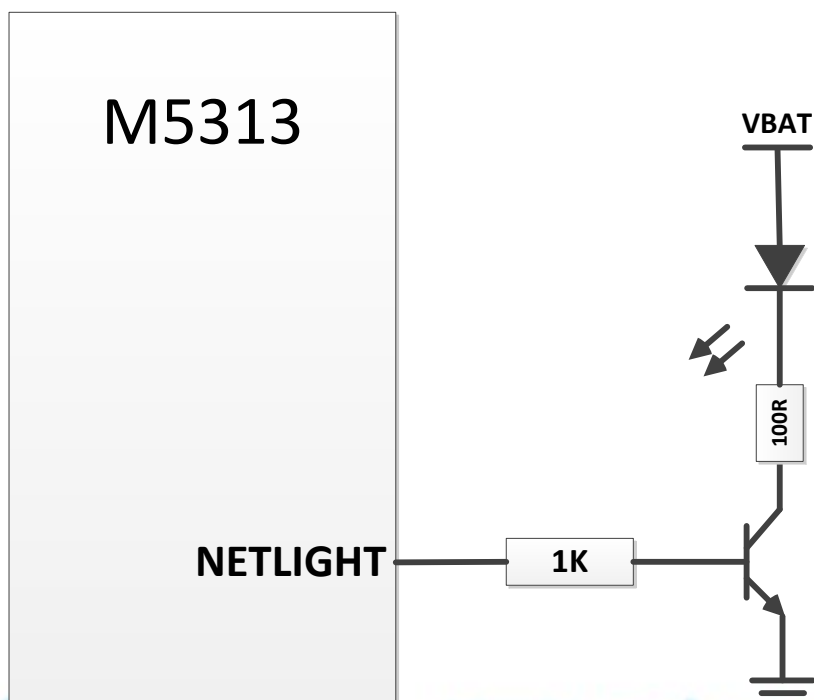


图 10 NETLIGHT 接口示意图

3.11 NC 接口

M5313 模组提供了预留接口，这些接口必须保持悬空状态，客户无法使用。

表 15 NC 接口定义

引脚号	引脚名	I/O	描述
3, 4, 6	NC		

3.12 Reserved 接口

M5313 模组提供了若干 Reserved 接口，表示该接口功能未开发完善，暂时不对外开放。外围设计时必须保持悬空状态。

表 16 RESERVED 接口定义

引脚号	引脚名	I/O	描述
17	RESERVED		

3.13 省电技术

3.13.1 PSM 模式

模块在 PSM 下的场景为最小功耗工作模式。PSM 主要目的是降低模块功耗，延长电池的供电时间。图 11 显示了模块在不同模式下的功耗。

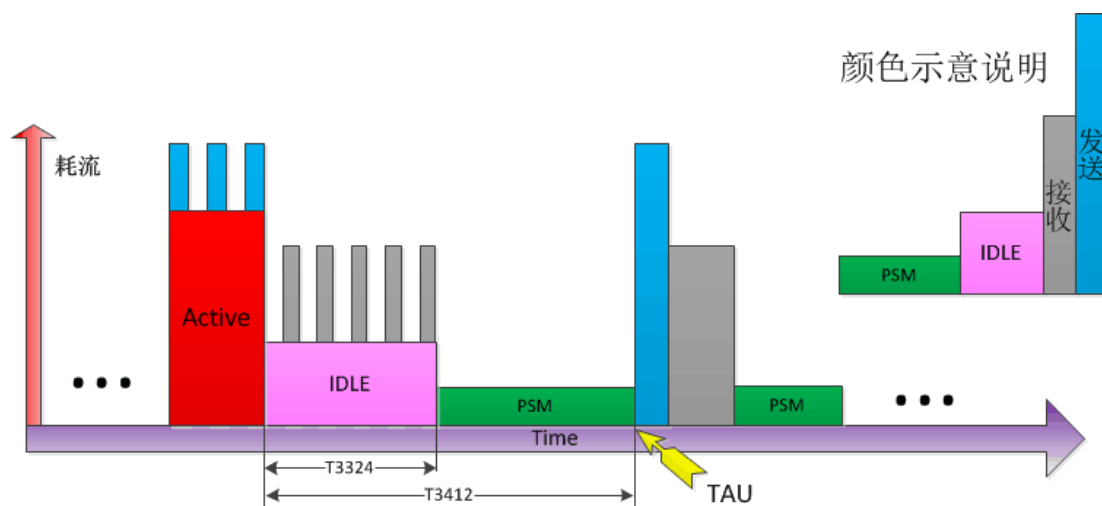


图 11 功耗参考流程图

模块进入 PSM 的过程如下：模块在与网络端建立连接或跟踪区更新（TAU）时，会在请求消息中申请进入 PSM，网络端在应答消息中配置 T3324 定时器数值返给模块，并启动可达定时器。当 T3324 定时器超时后，模块进入 PSM。模块在针对紧急业务进行连网或进行公共数据网络初始化时，不能申请进入 PSM。

当模块处于 PSM 模式时，将关闭大部分连网活动，包括停止搜寻小区消息、小区重选等。但是 T3412 定时器（与周期性 TAU 更新相关）仍然继续工作。

进入 PSM 后，网络端将不能寻呼模块，直到下次模块启动连网程序或 TAU 时，才能发起寻呼。模块有两种方式退出 PSM，一种是 DTE 主动发送上行数据，模块退出 PSM；另一种是当 T3412 定时器超时后，TAU 启动，模块退出 PSM。

3.13.2 eDRX 技术

eDRX（增强型不连续接收）技术，也是一种节约功耗的方式，是通过延长 DRX 的时间，减少了终端的 DRX 次数和频率，达到省电的目的。

eDRX 可工作于空闲模式和连接模式。在连接模式下，eDRX 把接收间隔扩展至 10.24 秒；在空闲模式下，eDRX 将寻呼监测和 TAU 更新间隔扩展至 40 分钟。

节电效果相比 PSM 要差些，但是相对于 PSM，eDRX 提高了下行通信链路的可到达性，较为适合保持长连接等的应用。

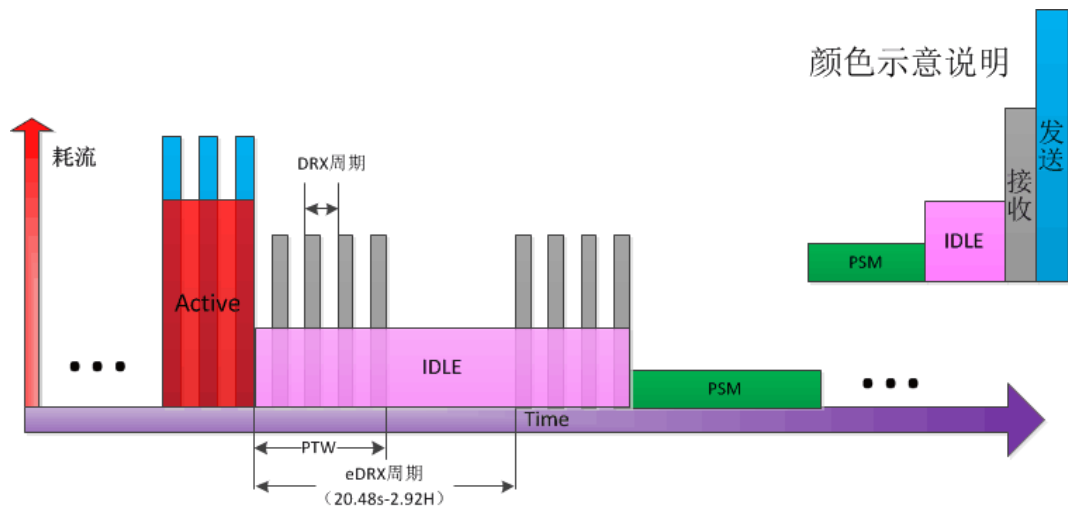


图 12 eDRX 功耗参考流程图

4 天线接口

M5313 提供了 GSM/NB 二合一的天线接口 RF_ANT，接口定义如表 17 所示。

表 17 天线接口定义

引脚号	引脚名	I/O	描述
26	GND		地
27	GND		地
28	RF_ANT	IO	GSM/NB-IOT 天线接口
29	GND		地
30	GND		地

备注

- 该设计符合 3GPP Re1-14 中的 NB-IOT 广播协议。
- 在 GPRS 网络 4 时隙发送模式下，最大输出功率减小 2.5dB。该设计符合 3GPP TS 51.010-1 中 13.16 节所述的 GSM 规范。

4.1 射频参考电路

对于天线接口的外围电路设计，为了更好的调节射频性能，建议预留 π 型匹配电路。天线连接参考电路图如图 13 所示，其中 C1，C2 缺省不贴，R1 贴 0 Ω 电阻。

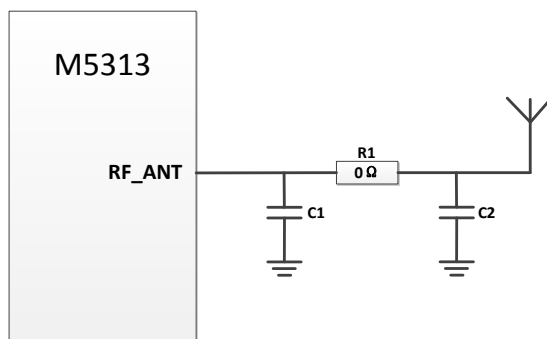


图 13 天线接口参考电路

M5313 提供了一个 RF_ANT 焊盘接口供连接外部天线。从该焊盘到天线连接器之间的射频走线需要控制 50Ω 阻抗，并且走线尽可能短。为了获得更好的射频性能，RF_ANT 接口两侧各有两个接地焊盘。为了最小化 RF 走线或者 RF 线缆上的损耗，必须谨慎设计。建议插入损耗满足以下条件：

- $824\sim 960\text{MHz} < 0.5\text{dB}$
- $1710\sim 1989.9\text{MHz} < 1\text{dB}$

4.2 RF 输出功率

表 18 RF 传导功率

制式	频段	最大	最小
NB-IOT	Band 3	23dBm \pm 2dB	<-39dBm
	Band 5	23dBm \pm 2dB	<-39dBm
	Band 8	23dBm \pm 2dB	<-39dBm
GPRS	Band 2	30dBm \pm 2dB	0dBm \pm 5dB
	Band 3	30dBm \pm 2dB	0dBm \pm 5dB
	Band 8	33dBm \pm 2dB	5dBm \pm 5dB

4.3 RF 接收灵敏度

表 19 RF 接收灵敏度

制式	频段	接收灵敏度（无重传机制）	接收灵敏度
NB-IOT	Band 3	-114dBm	-130dBm
	Band 5	-114dBm	-130dBm
	Band 8	-114dBm	-130dBm
GPRS	Band 2	<-108.5 dBm	<-108.5 dBm
	Band 3	<-108.5 dBm	<-108.5 dBm
	Band 8	<-108.5 dBm	<-108.5 dBm

4.4 工作频率

表 20 模组工作频率

制式	频段	接收频率	发射频率
NB-IOT	Band 3	1805~1880MHz	1710~1785MHz
	Band 5	865~894MHz	824~849MHz
	Band 8	925~960MHz	880~915MHz
GPRS	Band 2	1930~1989.9 MHz	1850~1909.9 MHz
	Band 3	1805~1880 MHz	1710~1785 MHz
	Band 8	925~960 MHz	880~915MHz

4.5 天线要求

表 21 模组天线要求

项目	要求
频率范围	824~960MHz/1710~1989.9MHz
插入损耗	<1dB
VSWR	≤3
Gain (dBi)	≥1
最大输入功率	5W
输入阻抗	50 Ω
极化方式	线极化

4.6 推荐 RF 焊接方式

如果连接外置天线的射频连接器是通过焊接方式与模组相连的，请务必注意连接线的剥线方式及焊接方法，尤其是地要焊接充分，请按照正确的焊接方式进行操作，避免因焊接不良引起线损增大。同时焊接过程中保证烙铁、SMT 吸嘴等设备充分接地，防止由焊接设备引入的静电损坏模组天线接口。

5 电气可靠性

5.1 绝对最大值

表 22 绝对最大值

参数	最小值	最大值	单位
VBAT	-0.3	4.2	V
VBAT 峰值电流	0	2	A
ADC	0	1.8	V

5.2 工作和存储环境

表 23 工作及存储温度

参数	最小值	典型值	最大值
正常工作温度	-40℃	25℃	85℃
存储温度	-40℃	25℃	95℃

备注

在正常工作温度范围内，模组符合 3GPP 标准

5.3 耗流

表 24 模组耗流

模式	状态	条件	电流值
NB-IOT	PSM	省电状态	3.7uA
	IDLE	空闲状态	1.39mA
	ACTIVE	最大功率发射状态	250mA
		接收状态	38mA
EGSM900	GPRS 数据传	5 功率等级	174mA

	输（1T1R）	10 功率等级	91mA
		15 功率等级	67mA
	GPRS 数据传 输（2T1R）	5 功率等级	239 mA
		10 功率等级	133 mA
		15 功率等级	85 mA
	GPRS 数据传 输（4T1R）	5 功率等级	288 mA
		10 功率等级	213 mA
		15 功率等级	125 mA
DCS1800	GPRS 数据传 输（1T1R）	0 功率等级	163 mA
		5 功率等级	83 mA
		10 功率等级	65 mA
	GPRS 数据传 输（2T1R）	0 功率等级	237 mA
		5 功率等级	115 mA
		10 功率等级	80 mA
	GPRS 数据传 输（4T1R）	0 功率等级	243 mA
		5 功率等级	182 mA
		10 功率等级	113 mA

5.4 静电防护

在模组应用中，由于人体静电，微电子间带电摩擦等产生的静电，通过各种途径放电给模组，可能会对模组造成一定的损坏，所以 ESD 保护必须要重视，不管是在研发、生产组装、测试等过程，尤其在产品设计中，都应采取防 ESD 保护措施。如电路设计在接口处或易受 ESD 点增加 ESD 保护，生产中佩戴防静电手套等。表 25 为模块重点 PIN 脚的 ESD 耐受电压情况。

表 25 ESD 性能参数（温度：25℃，湿度：45%）

测试点	接触放电	空气放电
VBAT, GND	±5KV	±10KV
RF_ANT	±5KV	±10KV
UART1、HST_UART、UART2	±2KV	±4KV

备注

ESD 防护建议：

- 静电敏感器件机器组件的加工设备、测试仪器、工具、装备都进行可靠接地。
- 设备、仪器、工具和夹具上接触静电敏感器件的部分和靠近静电敏感器件的运动部件由防静电材料制成，并且有良好的接地。非静电材料部分进行防静电处理。
- 生产设备上的关键部件，如传送带、烙铁、SMT 吸嘴是否有完善的静电防护措施。
- 在接触 IC、单板、模块等静电敏感器件的过程中，员工都正确的佩戴了静电手环或者静电手套。
- 在运输、存储静电敏感器件的过程中是否都有明显的防静电标识和防静电措施。



6 机械尺寸

6.1 模组尺寸

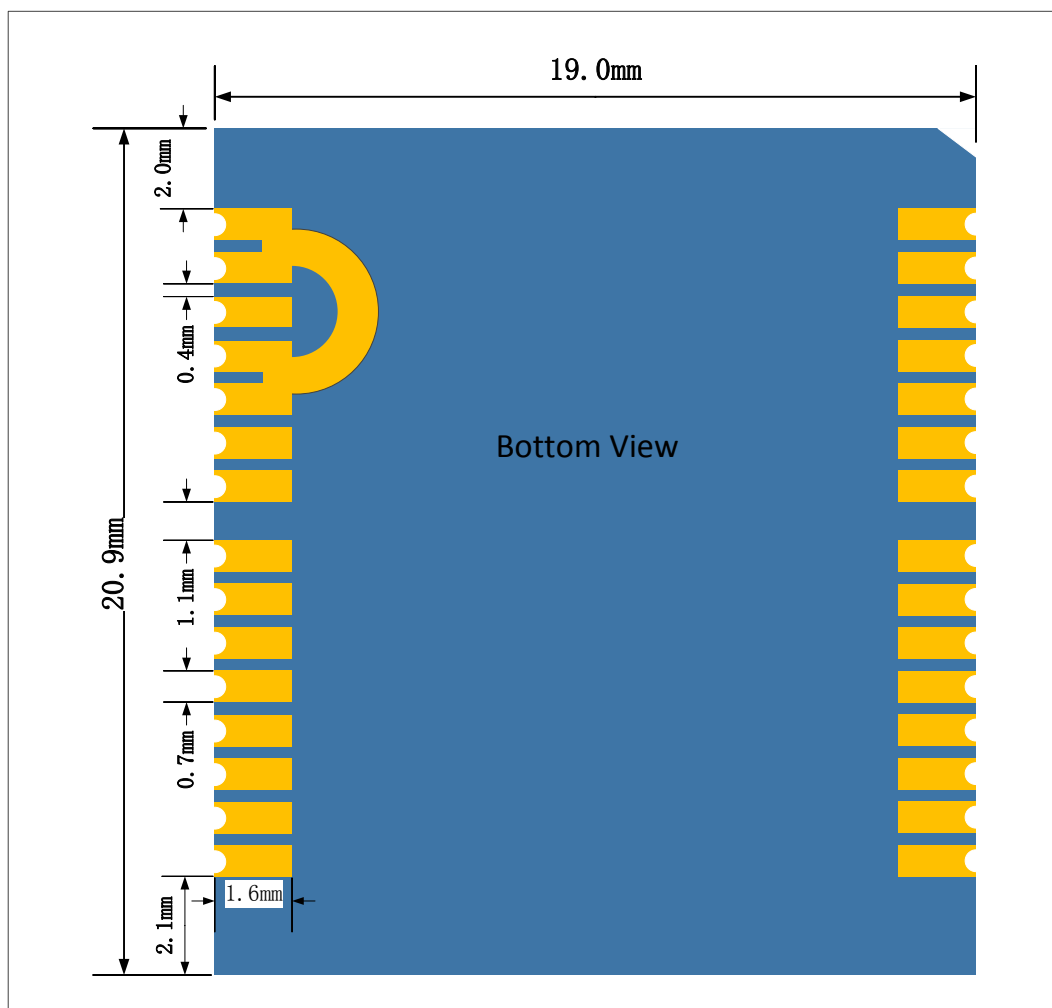


图 14 模组底视图尺寸

Technical drawing of a rectangular frame with dimensions and material specifications:

- Overall Dimensions:**
 - Height: 20.9mm
 - Width: 19.0mm
- Material Specifications (Yellow Rectangles):**
 - Top-left corner: 2.0mm (height), 1.6mm (width)
 - Left side: 0.4mm (height), 1.1mm (width)
 - Bottom-left corner: 0.7mm (height), 2.4mm (width)
 - Bottom-right corner: 2.1mm (height), 2.4mm (width)
- Assembly:** The frame is composed of 12 yellow rectangular components arranged in a grid pattern, with 4 components in each row and 3 components in each column.

图 15 推荐封装尺寸

Figure 1: Dimensions and appearance of the M5313 module.

图 16 模組实物图

7 存储和包装

7.1 存储

M5313 以真空密封袋的形式出货。模组的存储需遵循如下条件：环境温度低于 40 摄氏度，空气湿度小于 90% 情况下，模组可在真空密封袋中存放 12 个月。当真空密封袋打开后，若满足以下条件，模组可直接进行回流焊或其它高温流程：

- 模组环境温度低于 30 摄氏度，空气湿度小于 60%，工厂在 72 小时以内完成贴片。
- 空气湿度小于 10% 若模组处于如下条件，需要在贴片前进行烘烤：
- 当环境温度为 23 摄氏度（允许上下 5 摄氏度的波动）时，湿度指示卡显示湿度大于 10%
- 当真空密封袋打开后，模组环境温度低于 30 摄氏度，空气湿度小于 60%，但工厂未能在 72 小时以内完成贴片
- 当真空密封袋打开后，模组存储空气湿度大于 10% 如果模组需要烘烤，请在 125 摄氏度下（允许上下 5 摄氏度的波动）烘烤 48 小时。

备注

模组的包装无法承受高温，在模组烘烤之前，请移除模组包装。如果只需要短时间的烘烤，请参考 IPC/JEDECJ-STD-033 规范。

7.2 生产焊接

用印刷刮板在网板上印刷锡膏，使锡膏通过网板开口漏印到 PCB 上，印刷刮板力度需调整合适，为保证模组印膏质量，M5313 模组焊盘部分对应的钢网厚度应为 0.23mm。

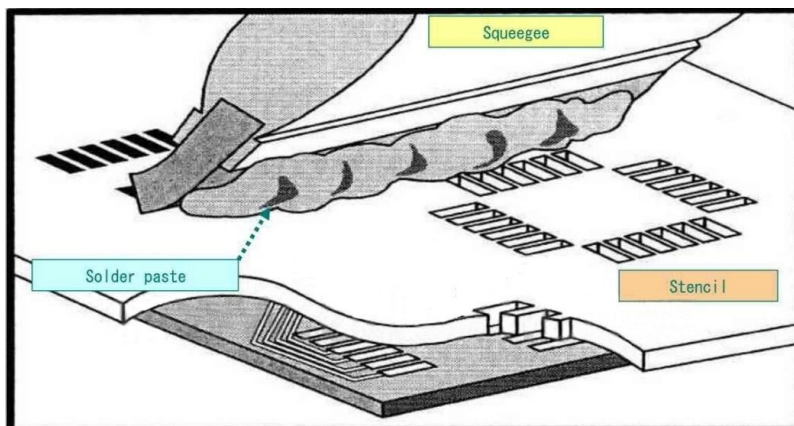


图 17 印膏图

为避免模组反复受热损伤，建议客户 PCB 板第一面完成回流焊后再贴 M5313 模组。推荐的炉温曲线图如下图所示：

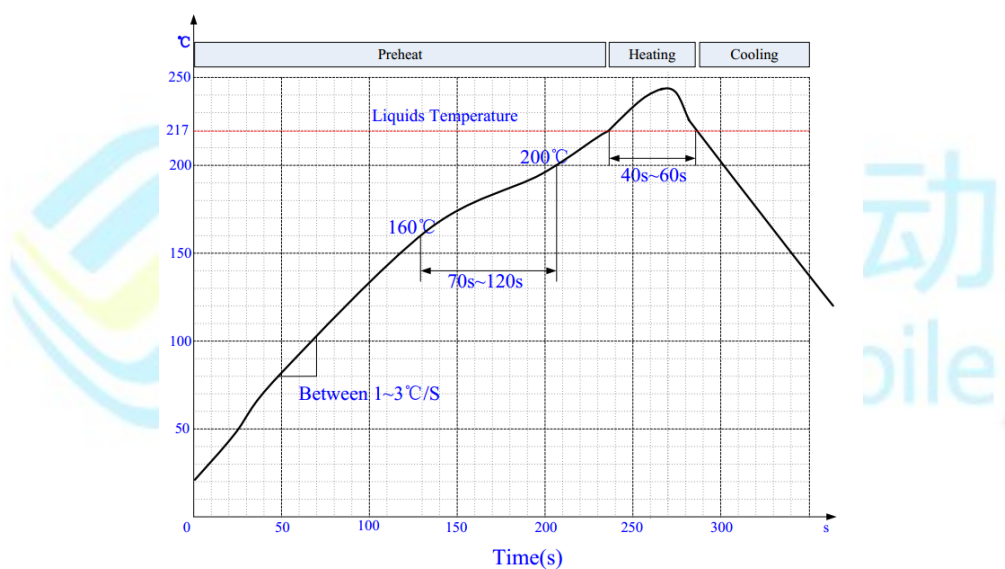


图 18 炉温曲线 7.3 包装

7.3 包装

TBD

附录 A 参考文档及术语缩写

表 26 参考文档

序号	文档名称	备注
1	M5313_硬件参考设计_V001	
2	M5313_开发板使用手册_V001	
3	M5313_AT_Command_Interface_Specification_v1.0	

表 27 缩写

缩写	描述
ADC	Analog-to-Digital Converter
DCE	Data Communications Equipment (typically module)
DTE	Data Terminal Equipment (typically computer, external controller)
eDRX	Extended DRX
H-FDD	Half Frequency Division Duplexing
I/O	Input/Output
IC	Integrated Circuit
I _{max}	Maximum Load Current
I _{norm}	Normal Current
kbps	Kilo Bits Per Second
LED	Light Emitting Diode
NB-IoT	Narrow Band Internet of Things
PCB	Printed Circuit Board
PSM	Power Saving Mode
RF	Radio Frequency
RoHS	Restriction of Hazardous Substances
RTC	Real Time Clock
RX	Receive Direction
USIM	Universal Subscriber Identification Module
SMS	Short Message Service

TAU	Tracking Area Update
TE	Terminal Equipment
TX	Transmitting Direction
UART	Universal Asynchronous Receiver & Transmitter
URC	Unsolicited Result Code
VSWR	Voltage Standing Wave Ratio
V _{max}	Maximum Voltage Value
V _{norm}	Normal Voltage Value
V _{min}	Minimum Voltage Value
V _{IHmax}	Maximum Input High Level Voltage Value
V _{IHmin}	Minimum Input High Level Voltage Value
V _{ILmax}	Maximum Input Low Level Voltage Value
V _{ILmin}	Minimum Input Low Level Voltage Value
V _{Imax}	Absolute Maximum Input Voltage Value
V _{Imin}	Absolute Minimum Input Voltage Value
V _{OHmax}	Maximum Output High Level Voltage Value
V _{OHmin}	Minimum Output High Level Voltage Value
V _{OLmax}	Maximum Output Low Level Voltage Value
V _{OLmin}	Minimum Output Low Level Voltage Value