

M5313

硬件设计指南

NB-IOT 系列

版本：V005

日期：2019 年 7 月

文档声明

注意

本手册描述的产品及其附件特性和功能，取决于当地网络设计。因此，本手册中描述的全部或部分产品及其附件特性和功能可能未包含在您的购买或使用范围之内。

免责声明

除非合同另有约定，中移物联网有限公司对本文档内容不做任何明示或暗示的声明或保证，并且不对特定目的适销性及适用性或者任何间接、特殊或连带的损失承担任何责任。

由于产品版本升级或其他原因，本文档内容会不定期进行更新。除非另有约定，本文档仅作为使用指导，本文档中的所有陈述、信息和建议不构成任何明示或暗示的担保。公司保留随时修改本手册中任何信息的权利，无需进行提前通知且不承担任何责任。

操作系统更新声明

操作系统仅支持官方升级；如用户自己刷非官方系统，导致安全风险和损失由用户负责。

固件包完整性风险声明

固件仅支持官方升级；如用户自己刷非官方固件，导致安全风险和损失由用户负责。

版权所有©中移物联网有限公司。保留一切权利。

本手册中描述的产品，可能包含中移物联网公司及其存在的许可人享有版权的软件，除非获得相关权利人的许可，否则，非经本公司书面同意，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，并以任何形式传播。

关于文档

修订记录

版本	发布日期	作者	变更概述
V001	2018-08-29	梁小华	新建
V002	2018-11-13	梁小华	<ul style="list-style-type: none">- 删除 UART2 相关描述- 更新模组尺寸- 更新功耗数据- 更新 WAKE_IN 描述
V003	2018-12-05	傅强	<ul style="list-style-type: none">- 增加 M5313-CM 版本
V004	2019-05-24	傅强	<ul style="list-style-type: none">- 修改测试相关数据- 修改 ADC 模组分压电阻说明- 修改 Wake 与 Net 说明
V005	2019-07-24	傅强	<ul style="list-style-type: none">- 修改开关机和复位相关内容- 添加 ADC 内部分压示意图- 新增测试内容

目录

文档声明	1
关于文档	2
修订记录	2
目录	3
图片索引	6
表格索引	7
1 引言	9
1.1 安全须知	9
2 综述	10
2.1 功能概述	11
2.2 系统框图	12
2.3 工作模式	13
2.3.1 工作模式	13
2.3.2 PM 模式	14
3 应用接口	15
3.1 管脚定义	15
3.2 电源接口	20
3.2.1 电源概述	20
3.2.2 电源设计	21
3.3 开关机	22
3.4 复位接口	22
3.5 UART 接口	23
3.5.1 主串口	24
3.5.2 调试串口	25
3.6 SIM 接口	26

3.7	ADC 接口	28
3.8	GPIO 接口	30
3.9	休眠/唤醒接口	31
3.10	LED 网络指示灯接口	32
3.11	NC 接口	33
3.12	Reserved 接口	33
3.13	省电技术	34
3.13.1	PSM 模式	34
3.13.2	eDRX 技术	35
4	天线接口	36
4.1	射频参考电路	37
4.2	RF 输出功率	38
4.3	RF 接收灵敏度	39
4.4	天线要求	39
4.5	推荐 RF 焊接方式	39
5	电气可靠性	40
5.1	绝对最大值	40
5.2	工作和存储环境	40
5.3	耗流	41
5.4	静电防护	42
6	机械尺寸	43
6.1	模组尺寸	43
6.2	推荐封装	44
6.3	模组俯视图与底视图（以实物为准）	45
7	存储和包装	46
7.1	存储	46
7.2	生产焊接	46
7.3	包装	47

附录 A 参考文档及术语缩写 48



中国移动
China Mobile

图片索引

图 1 系统框图	12
图 2 外观图.....	15
图 3 管脚分配图	16
图 4 电源电路示意图	21
图 5 RESET 示意图	22
图 6 主串口连接示意图	24
图 7 调试串口连接示意图	25
图 8 SIM 接口示意图	26
图 9 内部 ADC 分压示意图	28
图 10 NETLIGHT 接口示意图.....	32
图 11 功耗参考流程图.....	34
图 12 eDRX 功耗参考流程图	35
图 13 天线接口参考电路	37
图 14 模组底视图尺寸.....	43
图 15 推荐封装尺寸	44
图 16 模组实物图	45
图 17 载带卷盘尺寸图.....	47

表格索引

表 1 版本区别	10
表 2 产品特性	11
表 3: 工作模式	13
表 4: PM 模式	14
表 5 管脚定义	17
表 6 模组电源管脚	20
表 7 RESET 接口	22
表 8 串口逻辑电平	23
表 9 串口引脚定义	23
表 10 SIM 接口定义	26
表 11 ADC 接口定义	28
表 12 ADC 特性	28
表 13 GPIO 接口定义	30
表 14 休眠/唤醒接口定义	31
表 15 模组电源状态与管脚状态	31
表 16 LED 网络指示灯接口定义	32
表 17 指示灯工作状态	32
表 18 NC 接口定义	33
表 19 RESERVED 接口定义	33
表 20 天线接口定义	36
表 21 RF 传导功率	38
表 22 RF 接收灵敏度	39
表 23 模组天线要求	39
表 24 绝对最大值	40
表 25 工作及存储温度	40

表 26 模组耗流41

表 27 ESD 性能参数（温度：25℃，湿度：45%）42

表 28 参考文档48

表 29 缩写48



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。当您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 13/14 标准。

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，模组尺寸为 19.0mm*20.9mm*2.6mm。

M5313 模组采用了低功耗技术，在深度睡眠模式下电流低至 3.4uA。

M5313 模组分为单频和多频版本，客户可以基于无线网络及支持功能配置选择专用的类型。

表 1 版本区别

模组型号	RF 支持	RF 频段	下行频率	上行频率
M5313	NB-IOT	Band 3	1805~1880 MHz	1710~1785 MHz
		Band 5	869~894 MHz	824~849 MHz
		Band 8	925~960 MHz	880~915 MHz
	GPRS	Band 3	1805~1880 MHz	1710~1785 MHz
		Band 8	925~960 MHz	880~915 MHz
		Band 8	925~960 MHz	880~915 MHz
M5313-CM	NB-IOT	Band 8	925~960 MHz	880~915 MHz
	GPRS	Band 3	1805~1880 MHz	1710~1785 MHz
		Band 8	925~960 MHz	880~915 MHz

2.1 功能概述

表 2 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 *2.6 mm 重量: 约 2g
数据业务	NB-IOT: UL 62.5 Kbit/s; DL 21.25 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: 3.4uA 详细数据见 5.3 节
工作温度	-40℃ ~ 85℃
存储温度	-45℃ ~ 90℃
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
	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 CMIIOT extended AT commands
认证	CCC、SRRC、NAL

2.2 系统框图

M5313 模组基于 RDA8909B 平台开发，模组系统框图如图 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

■ 时钟源

■ LCC 接口

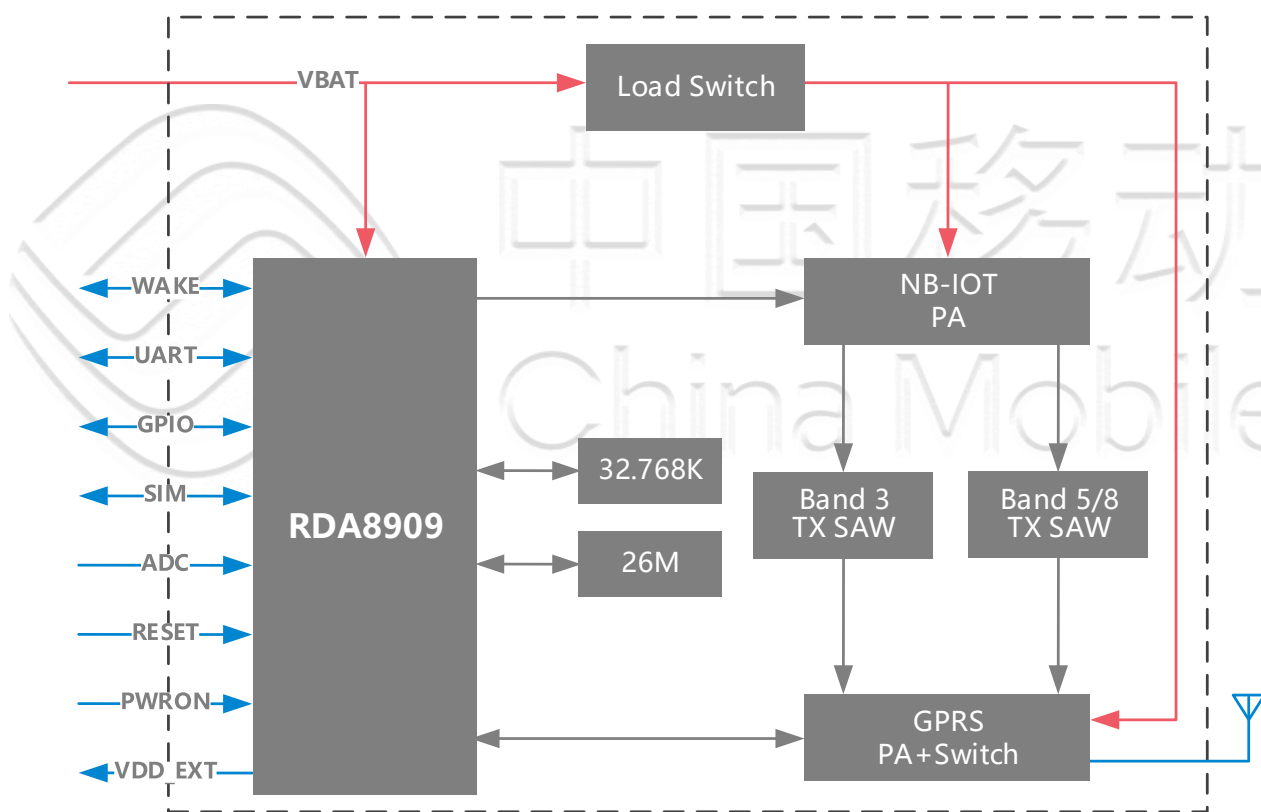


图 1 系统框图



请注意 Band 3 TX SAW 不支持 M5313-CM 模组。

2.3 工作模式

2.3.1 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。模组可根据当前网络状态自动在两种网络模式之间切换，用户也可以通过 AT 指令手动切换不同的网络制式。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 eDRX 模式或者 PSM 模式。
	eDRX 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。



- AT+CFGDUALMODE=1,1: 开启 GPRS/NB-IOT 网络自动选择;
- AT+CFGDUALMODE=1,0: 关闭 GPRS/NB-IOT 网络自动选择，手动选择网;
- AT+CFGRATPRIO=4: 设置 NB-IOT 网络优先;
- AT+CFGRATPRIO=2: 设置 GPRS 网络优先。

2.3.2 PM 模式

PM 是 Power Mode 的缩写，即模组的功耗模式，M5313 模组目前支持 PM0/1/2/3 功耗模式。下表简要叙述了模组的几种功耗模式。

表 4：PM 模式

PM 模式	描述
PM0	模组正常工作，没有休眠，电流在 20mA 以上，能正常收发 AT 指令。
PM1	模组进入浅睡眠，电流略低于 1mA，UART 可以响应 AT，可以通过 UART 唤醒。
PM2	模组进入深睡眠，底电流 100uA 左右，PSRAM 不掉电（PSRAM 中数据不会丢失）。此模式下 UART 不可以响应 AT，不能通过 UART 唤醒，只能通过拉高 WAKEUP_IN 管脚来唤醒。
PM3	模组进入深睡眠，底电流 4uA 左右，PSRAM 掉电（PSRAM 中数据丢失）。此模式下 UART 不可以响应 AT，不能通过 UART 唤醒，只能通过拉高 WAKEUP_IN 管脚来唤醒。



如果需要了解更加详细的 PM 模式相关信息，请参考《PM 模式说明》文档。

3 应用接口

M5313 模组有 30 个贴片引脚，本章主要描述模组的应用接口，主要包括：

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

3.1 管脚定义

M5313 模组对外接口形态为 LCC 的接口方式。图 2 显示了 M5313 模组的外观图。图 3 显示了 M5313 模组上信号接口的排布顺序。

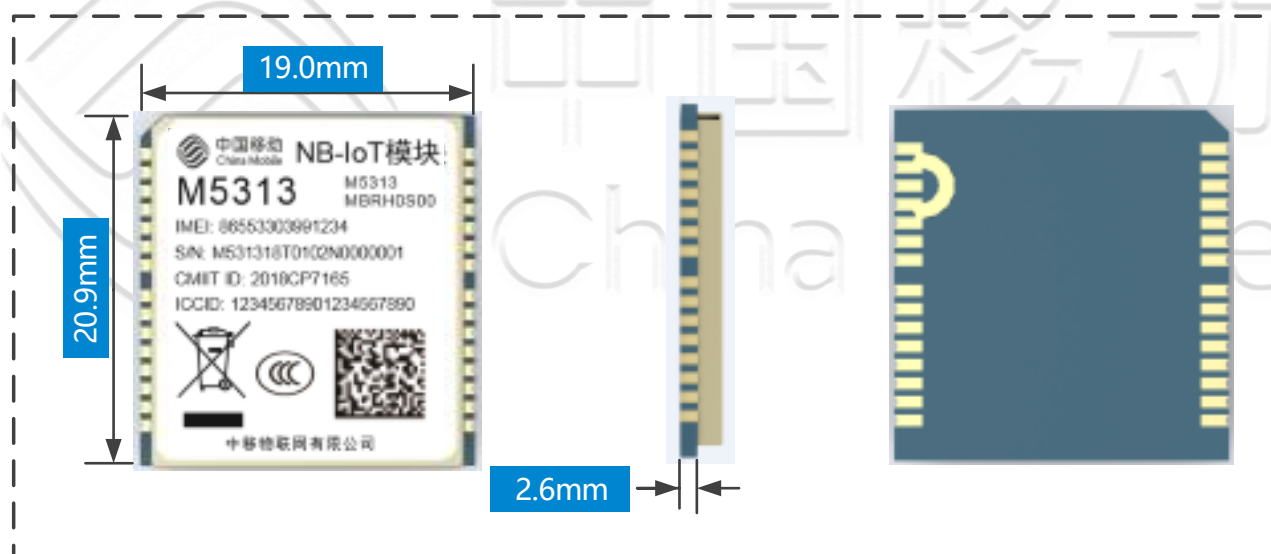


图 2 外观图

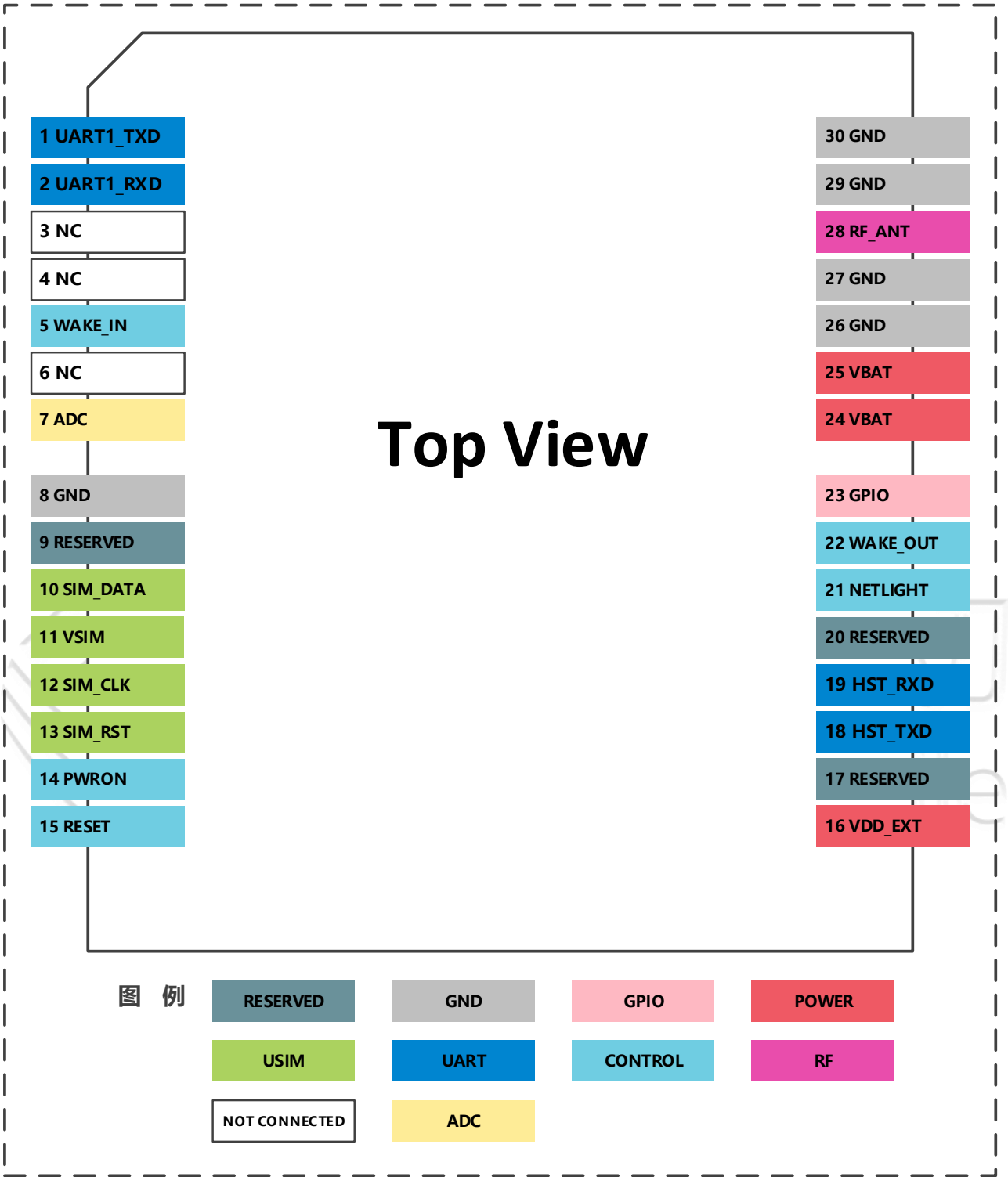


图 3 管脚分配图

表 5 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	VILmax=0.33V VIHmin=0.77V VIHmax=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	VILmax=0.3×VDD_EXT	VDD_EXT 电压域，不用则悬空。
2	UART1_RXD	DI	UART1 串口接收	VIHmin=0.7×VDD_EXT	
18	HST_TXD	DO	HST 串口发送	VOLmax=0.25×VDD_EXT	
19	HST_RXD	DI	HST 串口接收	VOHmin=0.75×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	VSIM=3.0V: $V_{ILmax}=0.4V$ $V_{IHmin}=VSIM-0.4$ $V_{OLmax}=0.4V$ $V_{OHmin}=VSIM-0.4$ VSIM=1.8V: $V_{ILmax}=0.15 \times VSIM$ $V_{IHmin}=VSIM-0.4$ $V_{OLmax}=0.15 \times VSIM$ $V_{OHmin}=VSIM-0.4$	
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: $V_{OLmax}=0.4V$ $V_{OHmin}=0.9 \times VSIM$ VSIM=1.8V: $V_{OLmax}=0.12VSIM$ $V_{OHmin}=0.9 \times VSIM$	
13	SIM_RST	DO	SIM 卡复位信号	VSIM=3.0V: $V_{OLmax}=0.36V$ $V_{OHmin}=0.9 \times VSIM$ VSIM=1.8V: $V_{OLmax}=0.2V$ $V_{OHmin}=0.9 \times VSIM$	

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~4.2V	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	$V_{ILmax}=0.3 \times VDD_EXT$ $V_{IHmin}=0.7 \times VDD_EXT$ $V_{OLmax}=0.25 \times VDD_EXT$ $V_{OHmin}=0.75 \times VDD_EXT$	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	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	50Ω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
9,17,20	RESERVED	-	预留引脚	-	悬空

3.2 电源接口

3.2.1 电源概述

M5313 模组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 6 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 模组正常工作，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，需要注意模组的供电设计。当模组在 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，需要保证模组电源电压不能低于 3.4V，否则模组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组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，若输出电源跟 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。

VDD_EXT 是模组 IO 口的电源域，典型值 2.8V，最大输出 20mA，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。

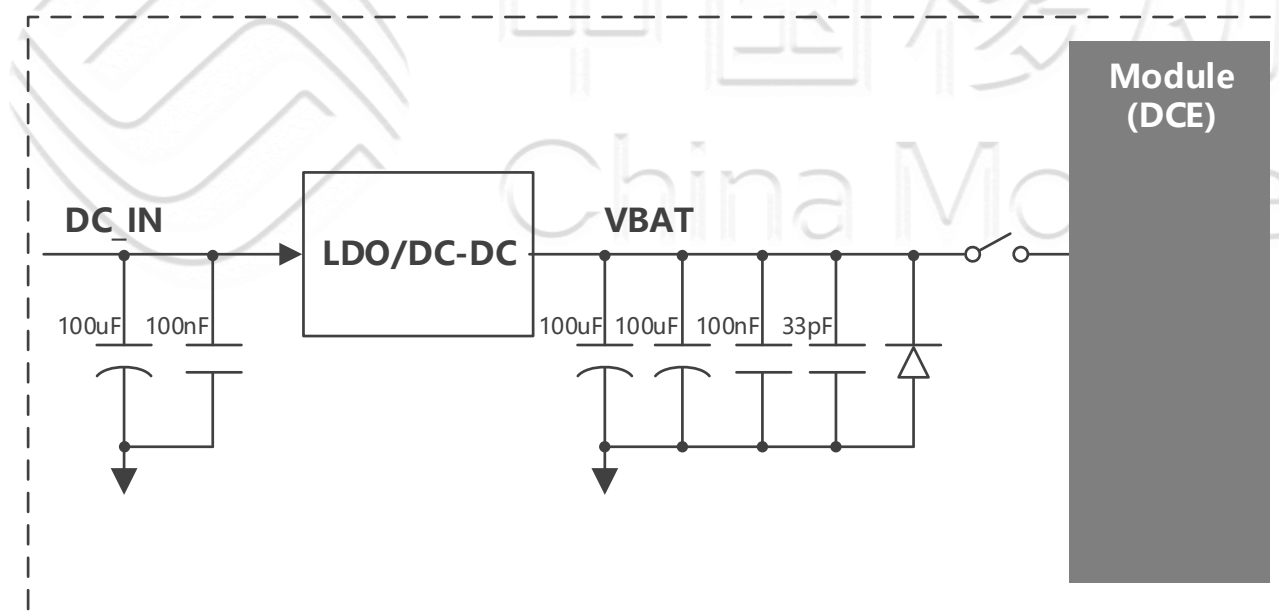


图 4 电源电路示意图

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：

- **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 2.5s 以上实现模块复位，在电路设计时必须将 RESET 管脚引出并按照示意图接入 MCU 进行复位控制，示意图如图 5 所示。

表 7 RESET 接口

引脚号	引脚名	I/O	描述
15	RESET	DI	系统复位信号

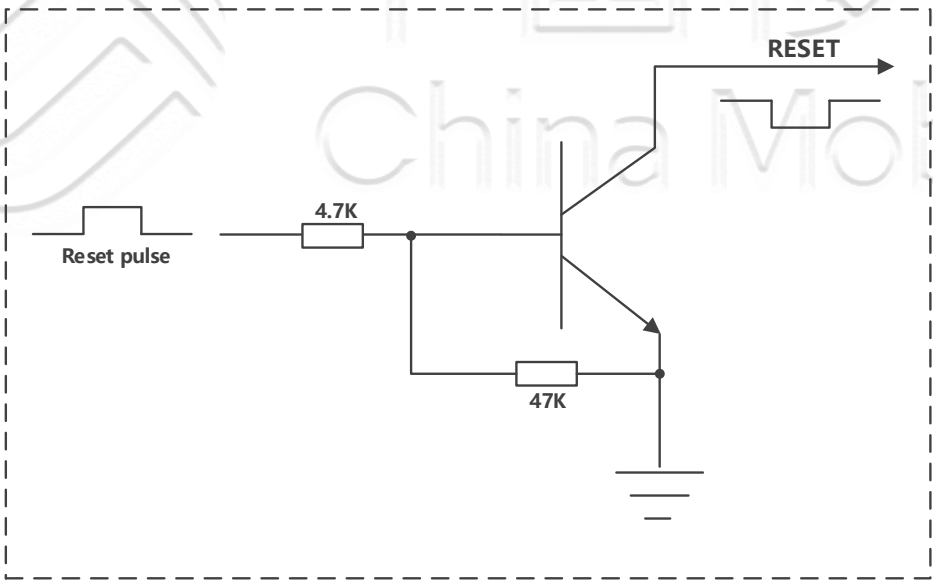


图 5 RESET 示意图



- 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 有两个串口：UART1 主串口和 HST_UART 调试下载串口。模组作为 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，波特率最大支持 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 8 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 9 串口引脚定义

串口类型	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
调试串口	18	HST_TXD	DO	调试串口发送
	19	HST_RXD	DI	调试串口接收



- 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》；
- 串口做为模组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；
- 当外部电路设计连接了串口，且串口不使用的時候，必须将外部 MCU 侧的串口设置为高阻状态。

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 4800-57600，可通过 AT 配置波特率，默认 57600

主串口连接示意图如图 6 所示：

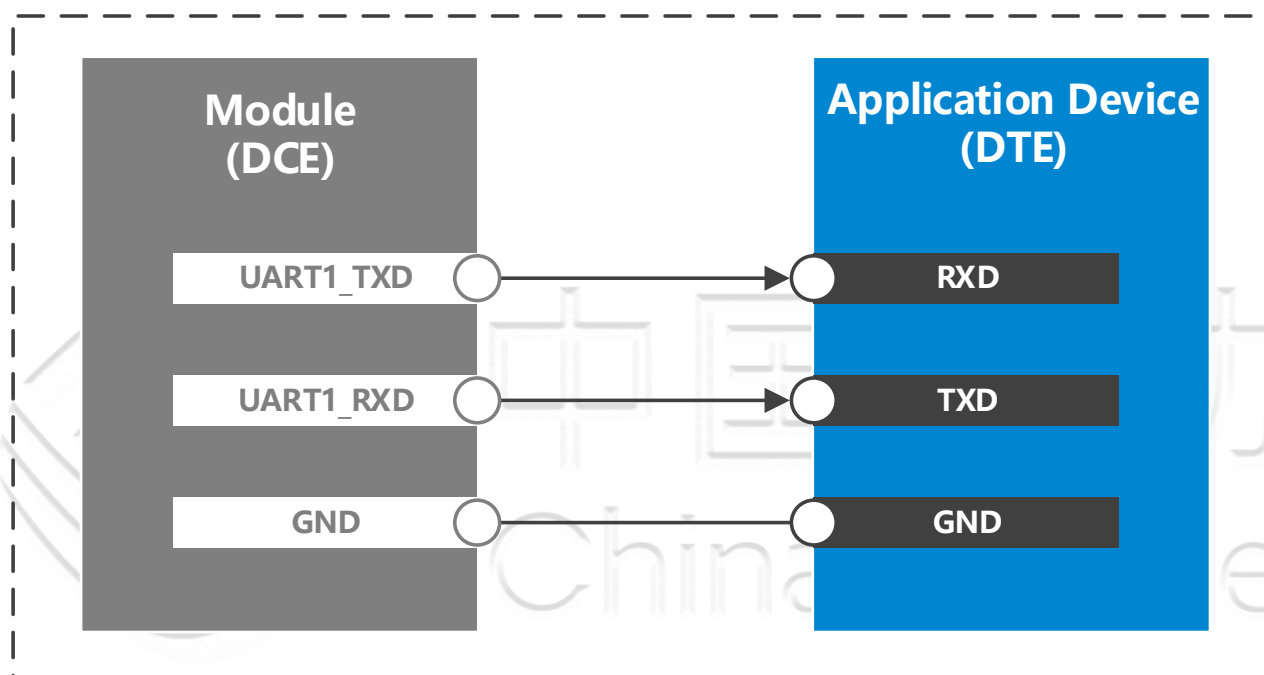


图 6 主串口连接示意图

3.5.2 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：

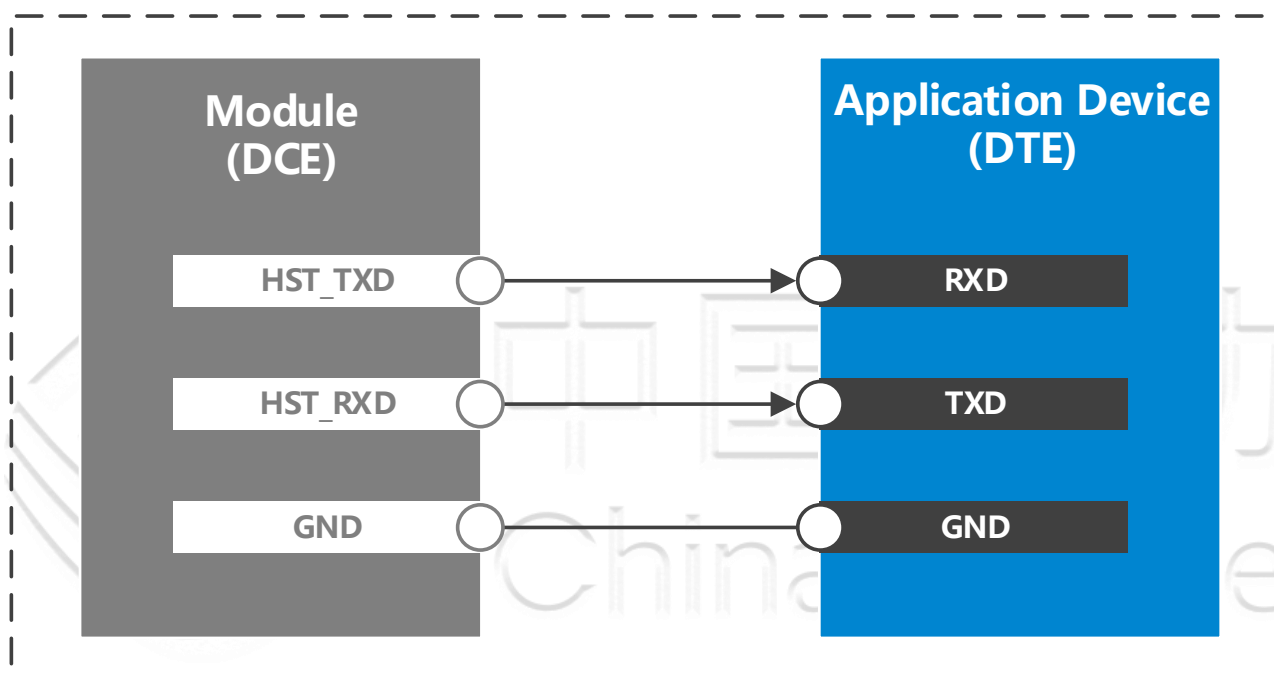


图 7 调试串口连接示意图

3.6 SIM 接口

RDA8909B 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 8 所示。

表 10 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

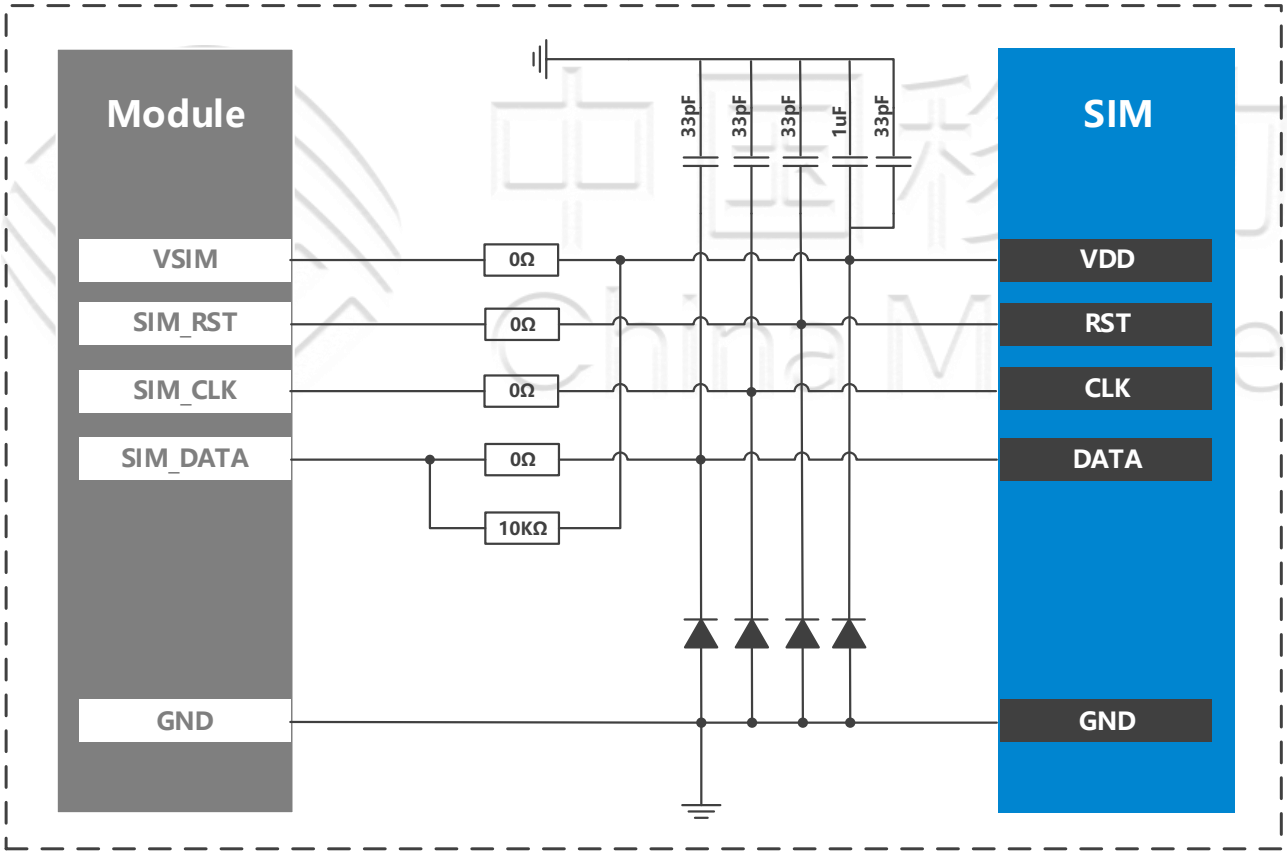


图 8 SIM 接口示意图



- 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 1uF 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 10k Ω 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



中国移动
China Mobile

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 0-4.2V。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 11 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 12 ADC 特性

参数	最小值	典型值	最大值	单位
电压范围	0	-	4.2	V
分辨率	-	10	-	bit

M5313 的 ADC 接口在模组内部采用了分压电阻进行分压，内部连接示意图如下所示：

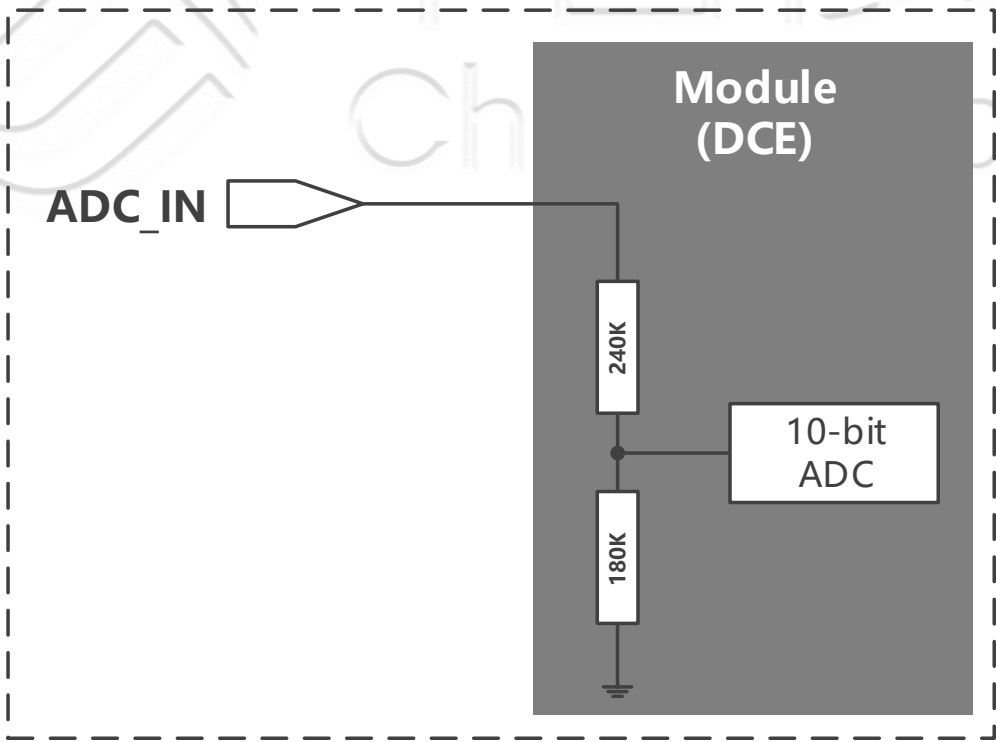


图 9 内部 ADC 分压示意图



- 此功能软件使用见 AT 命令相关文档。
- M5313、M5313-CM 模组内部采用 240K 电阻与 180K 电阻进行分压采集，模组外部如果要采用电阻分压采集的方式，请注意选用分压电阻。



中国移动
China Mobile

3.8 GPIO 接口

M5313 模组提供了一路 GPIO 接口，不用则悬空。

表 13 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



此功能软件使用见 AT 命令相关文档。



中国移动
China Mobile

3.9 休眠/唤醒接口

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

- WAKE_IN 用于外部 AP 唤醒模组
- WAKE_OUT 用于指示模组工作电源状态

表 14 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 PM0/1 状态时，输出高电平；当模组进入 PM2/3 状态时，输出低电平。

表 15 模组电源状态与管脚状态

模组电源状态	WAKE_OUT 管脚状态
PM0	高电平
PM1	高电平
PM2	低电平
PM3	低电平



- WAKE_IN 输入高电平 200uS 以上可以将模组唤醒，建议高电平持续 10mS 以上。不用则悬空
- WAKE_IN 高电平最大不要超过 3.3V，WAKE_IN 的电源域是 VRTC (1.08V)，内部有 7K 下拉电阻。
- 如果需要将模组从 PSM 或者 eDRX 睡眠模式下唤醒，请先拉高 WAKEUP_IN 引脚，然后发送 AT+CSCLK=0 或者 AT+NVSETPM=0 使模组退出睡眠模式后再释放 WAKEUP_IN 引脚上的高电平。
- Wake_OUT 建议输出接 LED 用于唤醒指示。
- 模组电源状态参考《PM 模式说明》

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 9 所示。

表 16 LED 网络指示灯接口定义

引脚号	引脚名	I/O	描述
21	NETLIGHT	DO	-

表 17 指示灯工作状态

NETLIGHT 状态	模组工作状态
持续低电平（灯灭）	模组未开机/注册到网络/进入深度睡眠
500ms 高电平/500ms 低电平（闪烁）	模组未注册到网络

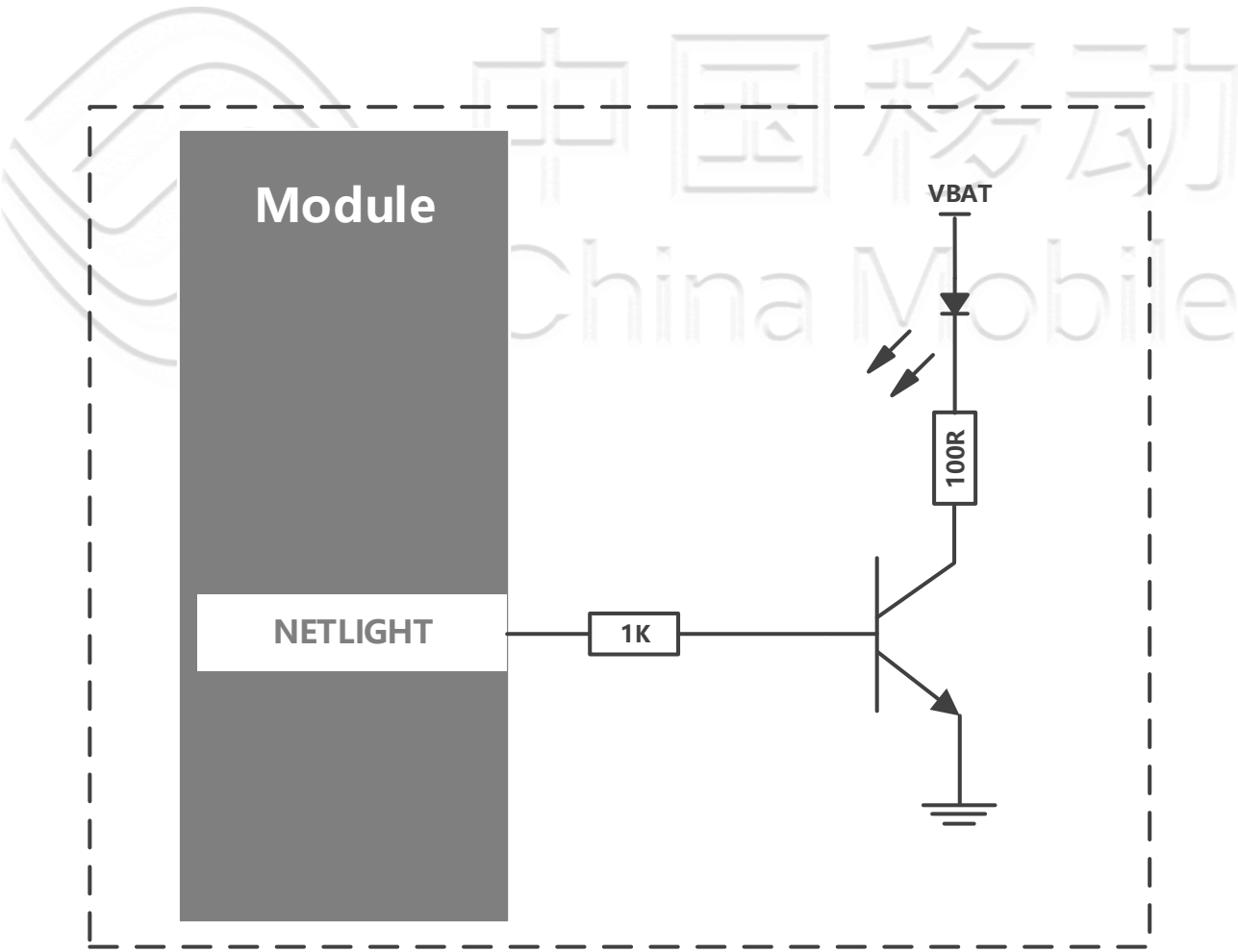


图 10 NETLIGHT 接口示意图

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 18 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。外围设计时务必保持悬空状态。

表 19 RESERVED 接口定义

引脚号	引脚名	I/O	描述
9, 17, 20	RESERVED	-	-

3.13 省电技术

3.13.1 PSM 模式

模组在 PSM 下的场景为最小功耗工作模式。PSM 主要目的是降低模组功耗，延长电池的供电时间。图 10 显示了模组在不同模式下的功耗。

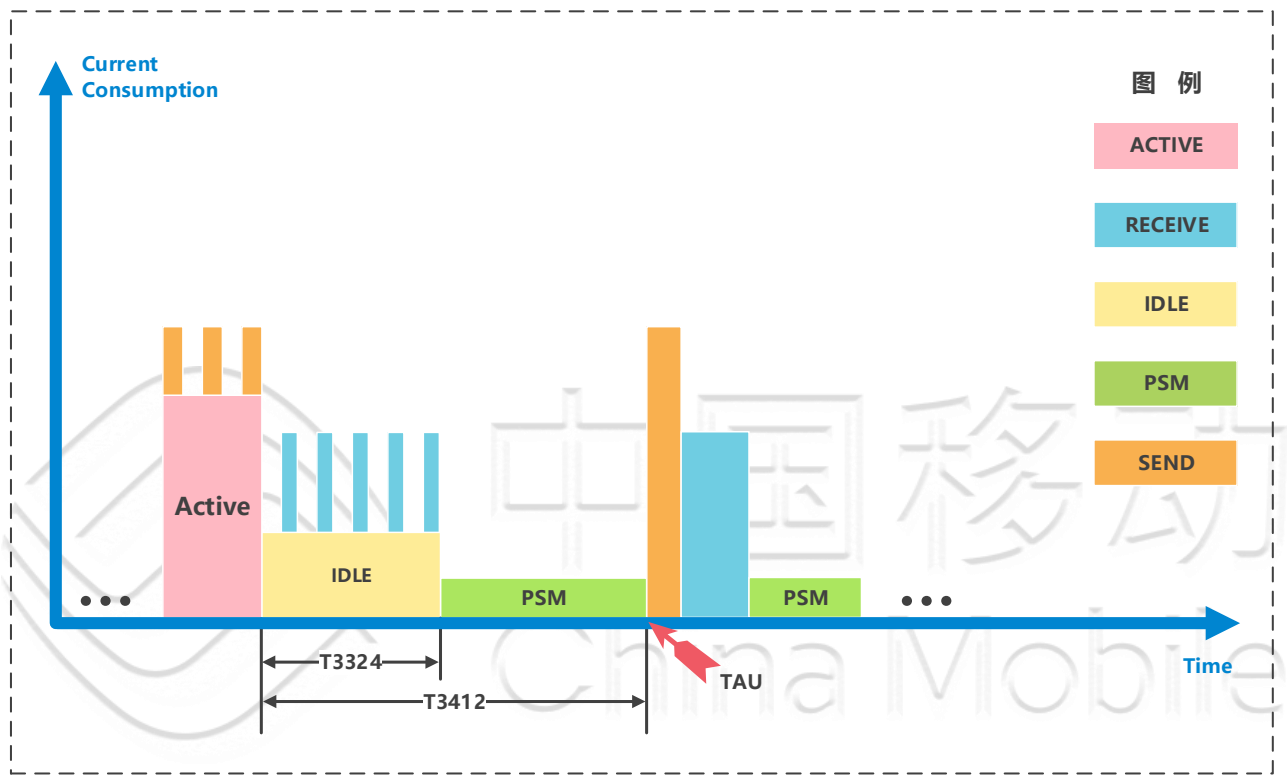


图 11 功耗参考流程图

模组进入 PSM 的过程如下：模组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 定时器数值返给模组，并启动可达定时器。当 T3324 定时器超时后，模组进入 PSM。模组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。

当模组处于 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组，直到下次模组启动连网程序或 TAU 时，才能发起寻呼。

模组有两种方式退出 PSM，一种是 DTE 主动发送上行数据，模组退 PSM；另一种是当 T3412 定时器超时后，TAU 启动，模组退出 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。

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。

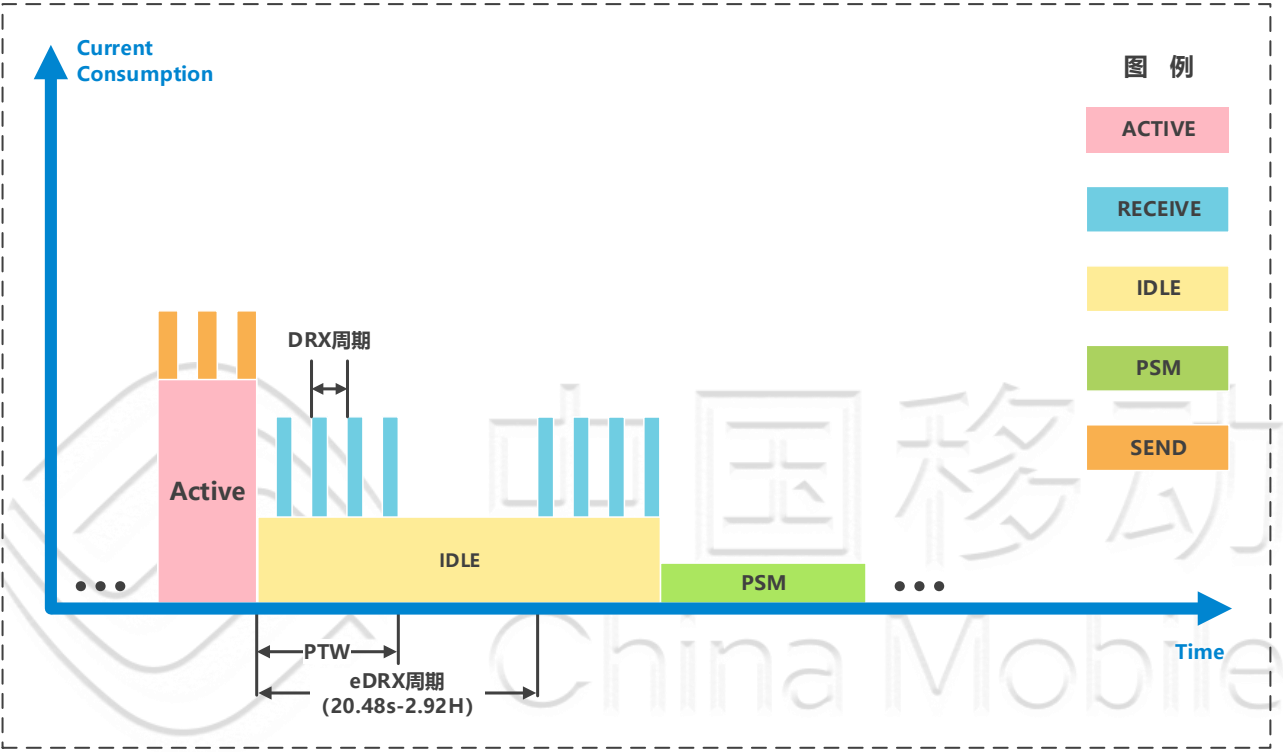


图 12 eDRX 功耗参考流程图

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 20 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



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 12 所示，其中 C1, C2 缺省不贴，R1 贴 0 Ω 电阻。

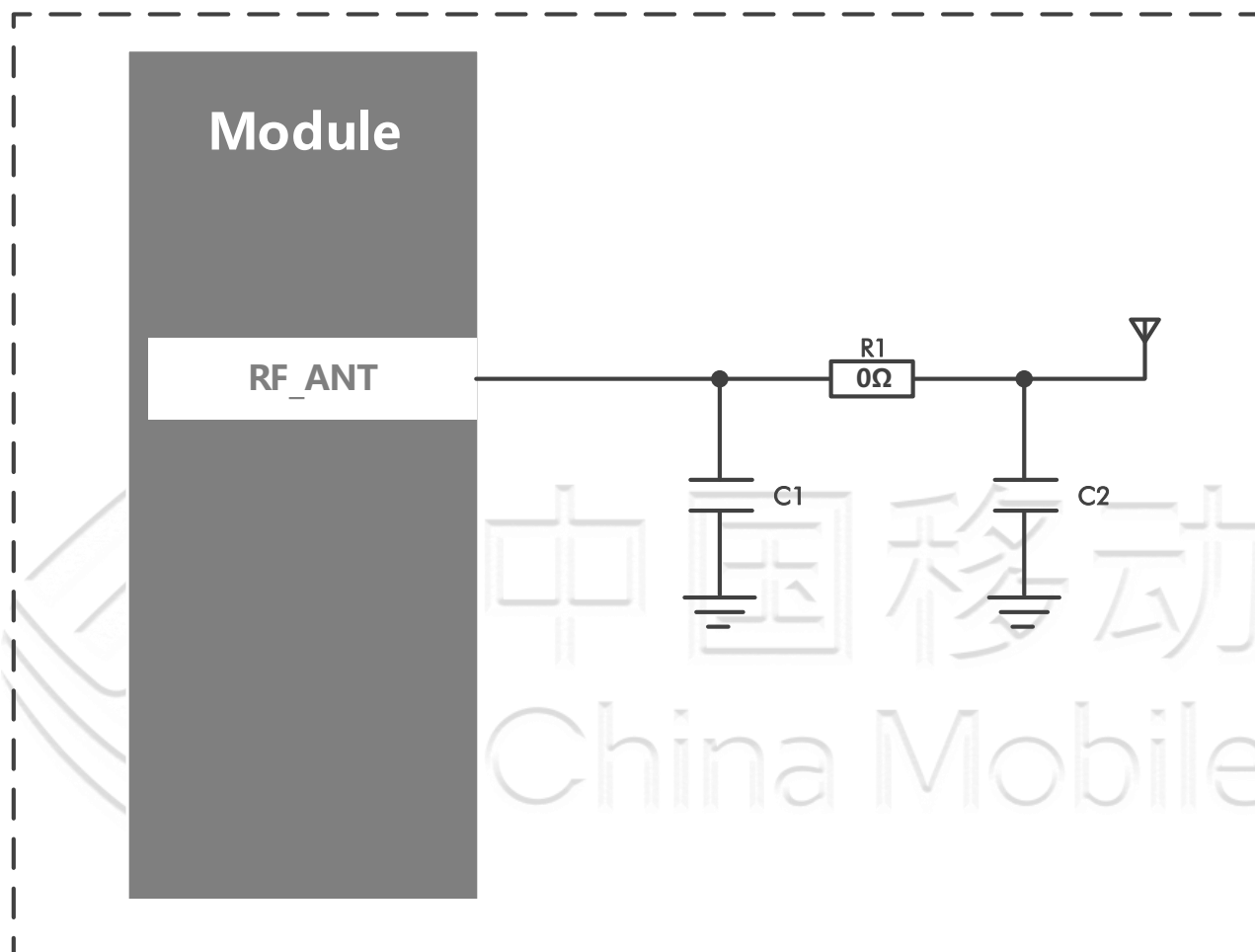


图 13 天线接口参考电路

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 50 Ω 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：

- 824~960MHz < 0.5dB
- 1710~1989.9MHz < 1dB

4.2 RF 输出功率

表 21 RF 传导功率

制式	频段	最大值	最小值
NB-IOT	Band 3 (M5313)	23dBm \pm 2dB	< -40dBm
	Band 5 (M5313)	23dBm \pm 2dB	< -40dBm
	Band 8	23dBm \pm 2dB	< -40dBm
GPRS	Band 3	30dBm \pm 2dB	0dBm \pm 5dB
	Band 8	33dBm \pm 2dB	5dBm \pm 5dB



- 该设计符合 3GPP Rel-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。



4.3 RF 接收灵敏度

表 22 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（重传机制）
NB-IOT	Band 3 (M5313)	-117dBm	-140dBm
	Band 5 (M5313)	-117dBm	-140dBm
	Band 8	-117dBm	-140dBm
GPRS	Band 3	<-108.5 dBm	-
	Band 8	<-108.5 dBm	-

4.4 天线要求

表 23 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	≤2
Gain (dBi)	≥1
最大输入功率	5W
输入阻抗	50Ω
极化方式	线极化

4.5 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，以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打坏模组天线接口。

5 电气可靠性

5.1 绝对最大值

表 24 绝对最大值

参数	最小值	最大值	单位
VBAT	-0.3	4.25	V
VBAT 峰值电流	0	2	A
ADC	0	4.2	V

5.2 工作和存储环境

表 25 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°C	25°C	85°C
存储温度	-45°C	25°C	95°C



在正常工作温度范围内，模组符合 3GPP 标准。

5.3 耗流

表 26 模组耗流

模式	状态	条件	电流值
NB-IOT	PSM	省电状态	4.4uA
	eDRX	PTW=2.56, eDRX Cycle=20.48	204.8uA
	IDLE	DRX Cycle=1.28, Cell Power=-75dBm	1.53mA
	ACTIVE	发射状态@23dBm /3.75K	182.5mA
EGSM900	GPRS 数据传输 (1T4R)	5 功率等级	207.63mA
		10 功率等级	81.02mA
		15 功率等级	48.39mA
	GPRS 数据传输 (2T3R)	5 功率等级	309.85mA
		10 功率等级	139.02mA
		15 功率等级	71.10mA
	GPRS 数据传输 (3T2R)	5 功率等级	375.43mA
		10 功率等级	202.76mA
		15 功率等级	96.14mA
	GPRS 数据传输 (4T1R)	5 功率等级	409.88mA
		10 功率等级	268.11mA
		15 功率等级	119.78mA
DCS1800	GPRS 数据传输 (1T4R)	0 功率等级	142.39mA
		5 功率等级	67.00mA
		10 功率等级	44.73mA
	GPRS 数据传输 (2T3R)	0 功率等级	225.65mA
		5 功率等级	108.41mA
		10 功率等级	63.63mA
	GPRS 数据传输 (3T2R)	0 功率等级	266.51mA
		5 功率等级	153.87mA
		10 功率等级	85.03mA
	GPRS 数据传输 (4T1R)	0 功率等级	290.65mA
		5 功率等级	199.60mA
		10 功率等级	104.71mA



- 所有功耗数据均在实验室环境下连接射频综测仪测试所得
- 现网环境下由于网络参数的影响，模组的功耗数据与仪表端会存在一定差异。

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 为模组重点 PIN 脚的 ESD 耐受电压情况。

表 27 ESD 性能参数 (温度：25℃，湿度：45%)

参数	接触放电	空气放电	单位
VBAT, GND	±5	TBD	KV
RF_ANT	±5	TBD	KV
UART1、HST_UART	±1	TBD	KV

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、模组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

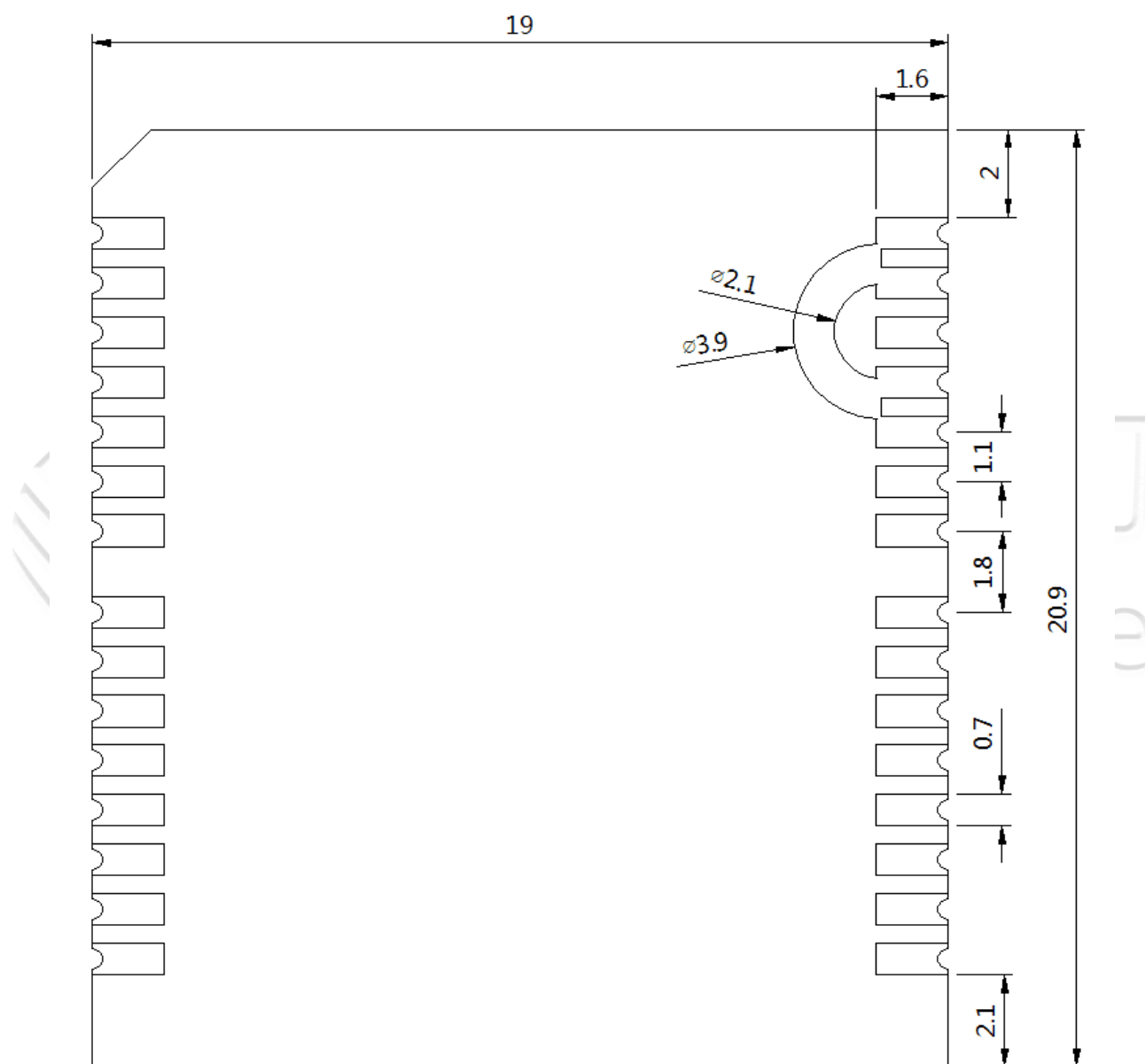


图 14 模组底视图尺寸

6.2 推荐封装

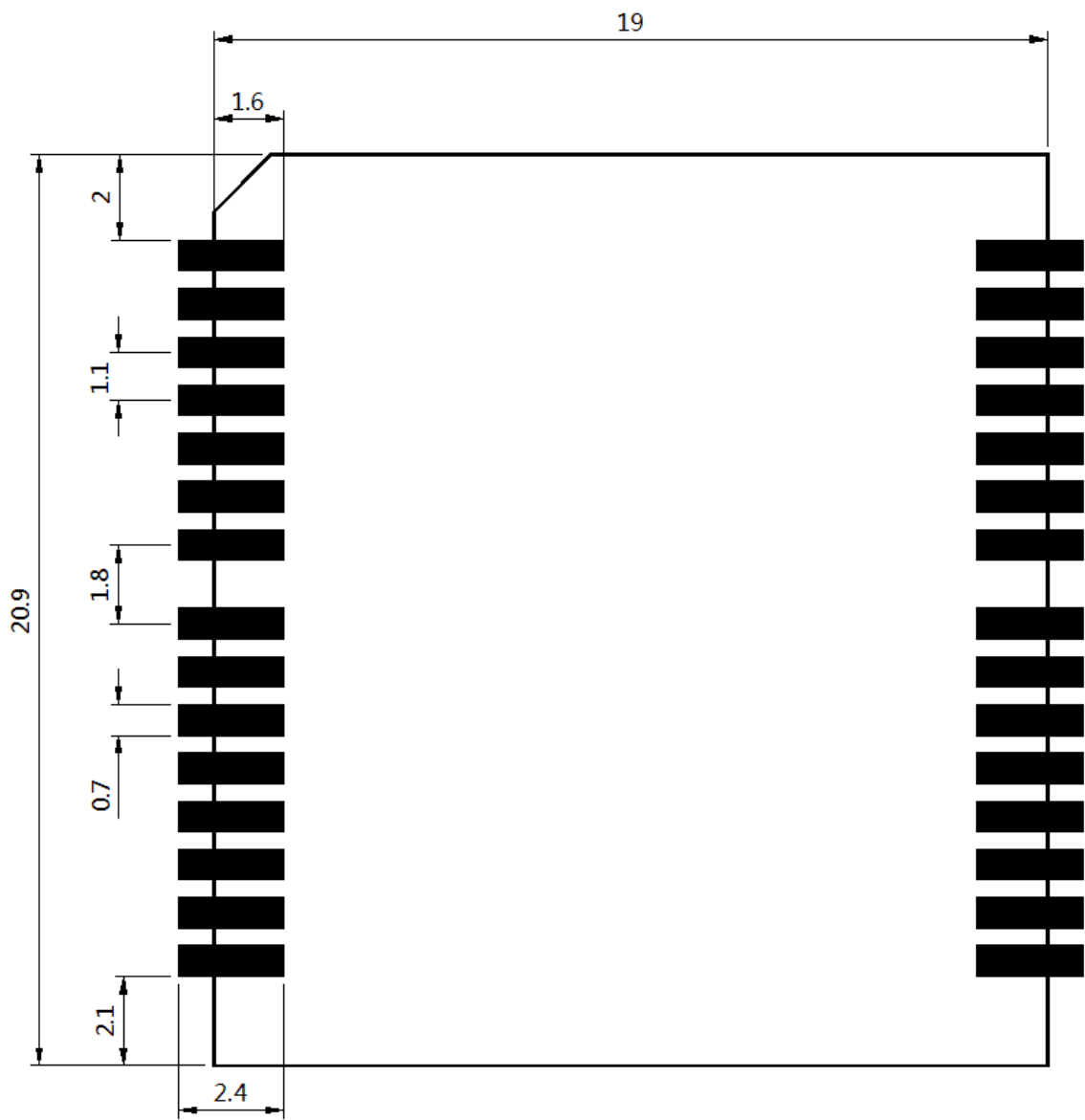


图 15 推荐封装尺寸

6.3 模组俯视图与底视图（以实物为准）



图 16 模组实物图

7 存储和包装

7.1 存储

M5313 模组为湿敏产品，参考 IPC-JEDEC 标准，M5313 的湿敏等级定义为 3 级。存储和运输过程中，需要对模组进行防潮处理。

在使用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，如果出现吸湿情况，需要在使用前对模组进行烘烤。



存储和烘烤相关的详细要求请参考《中移物联网智能模组部通信模组贴片应用指导》。

7.2 生产焊接

M5313 模组为 LCC 封装，生产时需要制作合适的钢网并设置合理的炉温曲线，采用回流焊进行 SMT 焊接。



钢网制作和回流焊相关的详细要求请参考《中移物联网智能模组部通信模组贴片应用指导》。

7.3 包装

M5313 模组用卷带包装，并用真空密封袋将其封装。每个卷带包含 250 个 M5313 模组，卷带直径 330 毫米，具体规格如下：

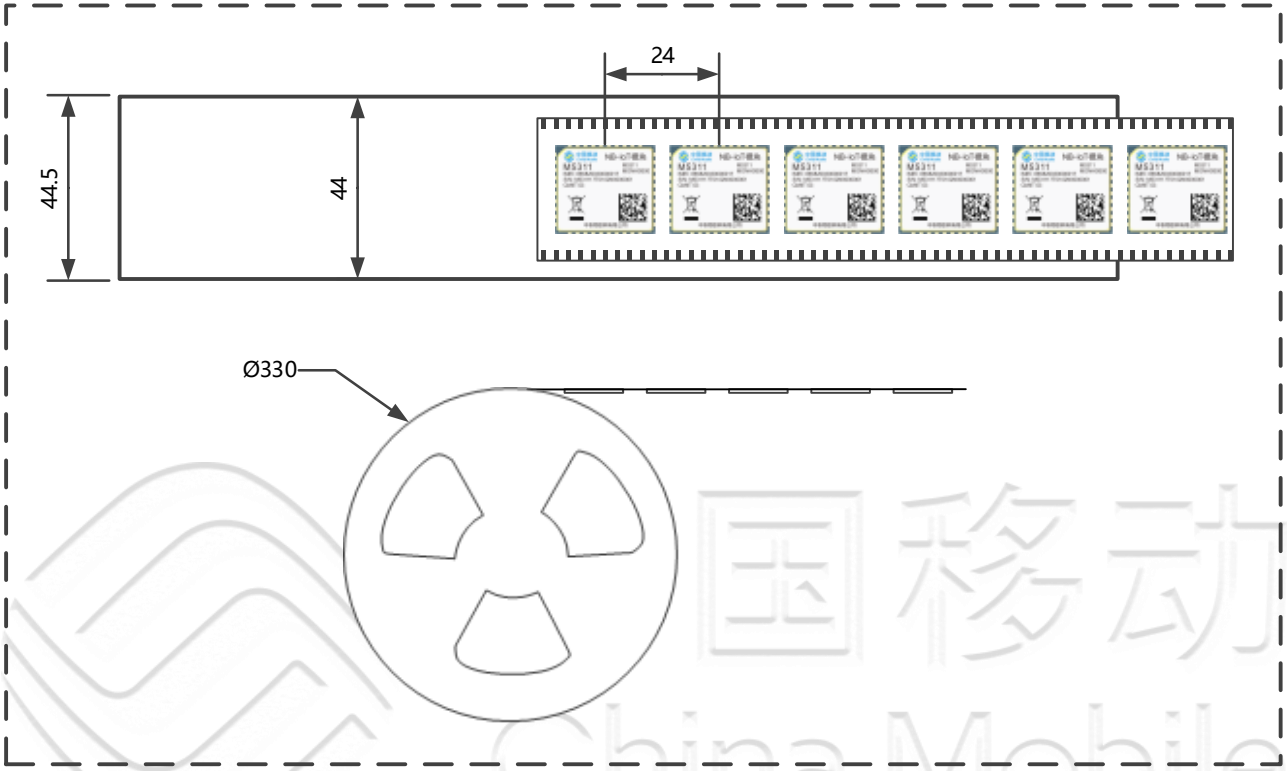


图 17 载带卷盘尺寸图



包装相关的详细要求请参考《M5313 包装作业及包装标签打印规范》。

附录 A 参考文档及术语缩写

表 28 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 29 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

缩写	描述
UART	Universal Asynchronous Receiver & Transmitter
URC	Unsolicited Result Code
VSWR	Voltage Standing Wave Ratio
Vmax	Maximum Voltage Value
Vnorm	Normal Voltage Value
Vmin	Minimum Voltage Value
VIHmax	Maximum Input High Level Voltage Value
VIHmin	Minimum Input High Level Voltage Value
VILmax	Maximum Input Low Level Voltage Value
VILmin	Minimum Input Low Level Voltage Value
Vlmax	Absolute Maximum Input Voltage Value
Vlmin	Absolute Minimum Input Voltage Value
VOHmax	Maximum Output High Level Voltage Value
VOHmin	Minimum Output High Level Voltage Value
VOLmax	Maximum Output Low Level Voltage Value
VOLmin	Minimum Output Low Level Voltage Value