

# SCP5

## NB-IoT 模组说明书



灵龙芯  
smart core

**产品名称：SC NB-IoT 模组**  
**产品型号：SC-P5**  
**版本：Rev01**

### 历史记录

版本	日期	描述
1.0	2019-7	初始发布
1.1	2019-8	市场反馈更新

# 1 概述

SCP5是一款高性能、低功耗的 NB-IoT 模块，支持如下表格中所列的频段。通过 NB-IoT 无线电通信协议（3GPP Rel. 14），SCP5模块可与网络运营商的基础设备建立通信。

SC-MNF1P5A模块支持的频段

频段分类	频率范围	频段号
低频段	617MHz – 960MHz	5, 8, 12, 13, 14, 17, 18, 19, 20, 26, 28, 68, 71, 85
高频段	1710MHz – 2200MHz	1, 2, 3, 4, 25, 65, 66, 70

SCP5模块采用 LCC 贴片封装，具有 17.7mm × 15.8mm × 2.0mm 的超小尺寸，便于嵌入到客户产品应用中，能满足物联网应用需求，例如：智能计量、智能停车、智慧城市、智能家电、安防、农业和环境监测等。

SCP5模块采用了出色的省电技术，电流功耗在省电模（PSM）下低至 800nA。

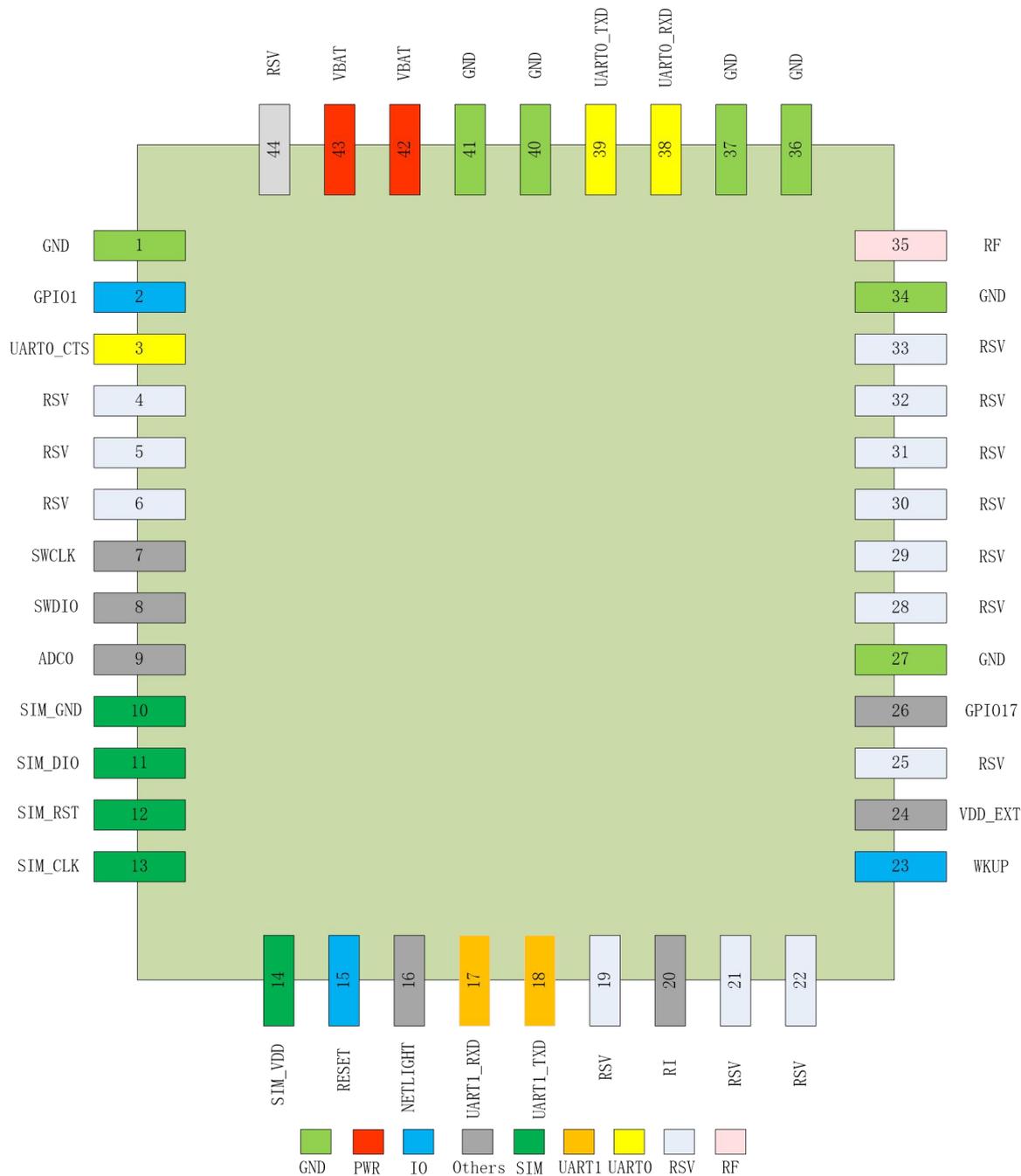
该模块完全符合欧盟 RoHS 标准。

# 2 规格参数

参数	说明
供电	VBAT 供电电压：2.2V - 4.3V 典型供电电压：3.0V
省电	PSM 下最大耗流：800nA
发射功率	23dBm±2dB
温度范围	工作温度：-40°C to +85°C 存储温度：-40°C to +90°C
USIM 接口	支持 1.8V/3.0V 外部 Class B USIM 卡
串口	主串口：可用于 AT 命令通信和数据传输；也可用于软件升级 调试串口：用于软件调试
网络协议特性	支持 IPv4/IPv6/UDP/CoAP/LwM2M/Non-IP/DTLS 协议
短信	Text 和 PDU 模式；点对点 MO 和 MT
数据传输特性	支持 Single-tone， 子载波 15kHz/3.75kHz：25.2kbps (下行)，15.625kbps (上行) 支持 Multi-tone， 子载波 15kHz：25.2kbps (下行)，54kbps (上行)
AT 命令	3GPP TS 27.007 V14.3.0 (2017-03) 定义的命令以及灵龙芯私有 AT 命令
物理特征	尺寸：(17.7±0.15)mm × (15.8±0.15)mm × (2.0±0.2)mm 重量：1.5g±0.2g
固件升级	通过主串口升级
天线接口	50Ω 特性阻抗
RoHS	所有器件完全符合 EU RoHS 标准

### 3 接口

#### 3.1 引脚分配



#### 3.2 引脚说明

模组采样 44pin LCC 封装。

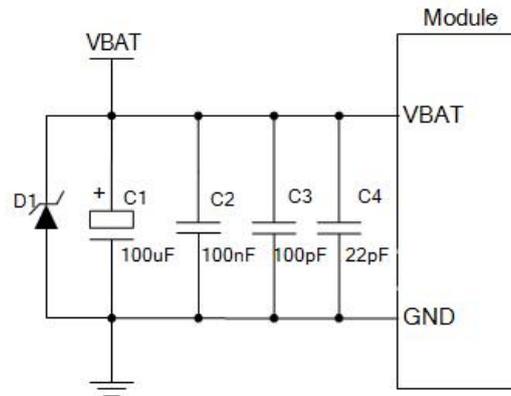
定义	引脚编号	数量	方向	说明
GND	1, 27, 34, 36, 37, 40, 41	7	-	地
VBAT	42, 43	2	-	2.2V-4.3V
GPI01	2	1	输入	下载模式配置引脚。 Reset 信号的上升沿模组会采样 GPI01 引脚电平。如果 GPI01 是低电平，模组进入下载模式。 如果 GPI01 是高电平，模组进入正常工作模式。 GPI01 在模组内部有弱上拉
UART0_CTS	3	1	输入	UART0 流控输入
RSV	4, 5, 6, 19, 21, 22, 25, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 44	14	-	保留引脚，外部保持悬空
SWCLK	7	1	输入	仿真器接口-时钟
SWDIO	8	1	IO	仿真器接口-数据
ADCO	9	1	输入	模拟量输入。电压范围 0-3.4V
SIM_GND	10	1	-	SIM 卡接口, GND
SIM_DIO	11	1	IO	SIM 卡接口, data
SIM_RST	12	1	输出	SIM 卡接口, reset
SIM_CLK	13	1	输出	SIM 卡接口, clock
SIM_VDD	14	1	-	SIM 卡接口, power
RESET	15	1	输入	复位输入, 100ms 低电平有效 模组内部弱上拉
NETLIGHT	16	1	输出	网络状态指示
UART1_RXD	17	1	输入	UART1 串口; 用于下载以及 AT 命令交互, 输入信号
UART1_TXD	18	1	输出	UART1 串口; 用于下载以及 AT 命令交互, 输出信号
RI	20	1	输出	模块输出振铃提示
WKUP	23	1	输入	睡眠唤醒信号, 低电平唤醒 模组内部弱上拉
VDD_EXT	24	1	-	1.8V 电压输出, 可以用于 IO 弱上拉
GPI017	26	1	IO	通用 IO
RF	35	1	-	射频接口, 50 欧姆特征阻抗
UART0_RXD	38	1	输入	UART0 串口; 用于模组软件调试, 输入信号
UART0_TXD	39	1	输出	UART0 串口; 用于模组软件调试, 输出信号

### 3.3 信号设计说明

#### 3.3.1 电源设计

模组可使用低静态电流、输出电流能力达到 0.5A 的 LDO 作为供电电源，也支持锂亚电池供电；其电源输入电压范围应为 2.2V~4.3V。模块在数传工作中，必须确保电源电压跌落不低于模块最低工作电压 2.2V。为了确保更好的电源供电性能，在靠近模块 VBAT 输入端，建议并联一个低 ESR（ESR=0.7Ω）的 100uF 的钽电容，以及 100nF、100pF（0402 封装）和 22pF（0402 封装）的滤

波电容。同时，建议在靠近 VBAT 输入端增加一个 TVS 管以提高模块的浪涌电压承受能力。原则上，VBAT 走线越长，线宽越宽。VBAT 输入端参考电路如下图所示。

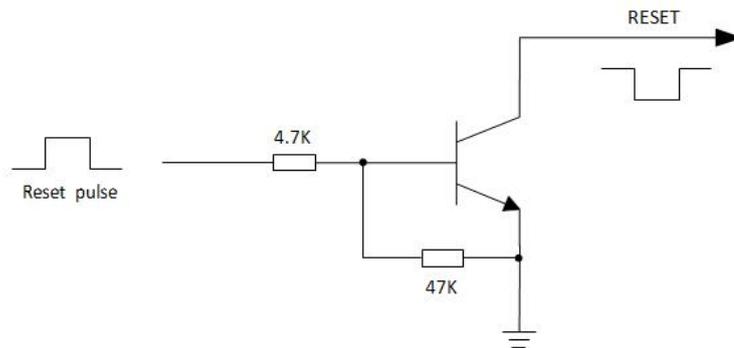


### 3.3.2 复位模块

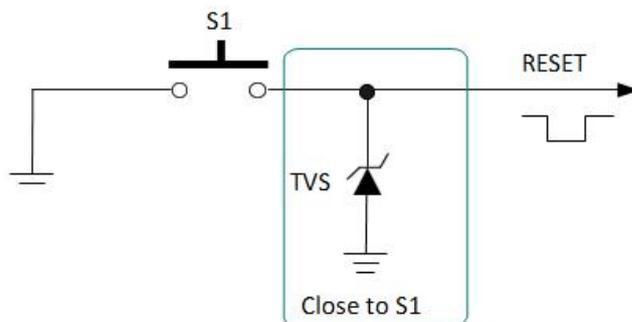
模块可通过以下方式复位：

- 硬件复位：拉低复位引脚一段时间可使模块复位；复位引脚拉低时间如下表所示。
- 软件复位：发送 **AT+NRB** 命令复位。

硬件复位参考电路如下图所示。推荐使用开集驱动电路来控制 RESET 引脚。

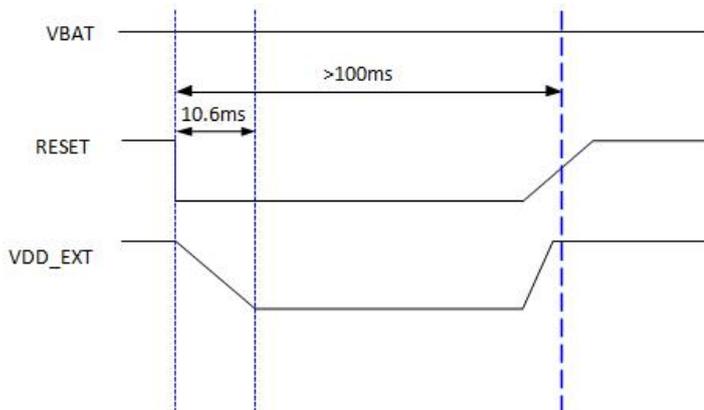


客户也可以使用按键控制 RESET 引脚。



复位时序如下图所示：

复位信号低电平有效，周期 $>100\text{ms}$



### 3.3.3 串口

模块设有两个串口：主串口和调试串口。模块作为 DCE (Data Communication Equipment)，并按照传统的 DCE-DTE (Data Terminal Equipment)方式连接。

主串口：

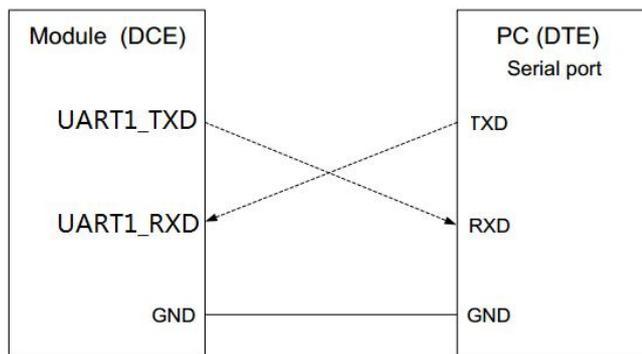
- UART1\_TXD：发送数据到 DTE 设备的 RXD 端。
- UART1\_RXD：从 DTE 设备 TXD 端接收数据。

调试串口：

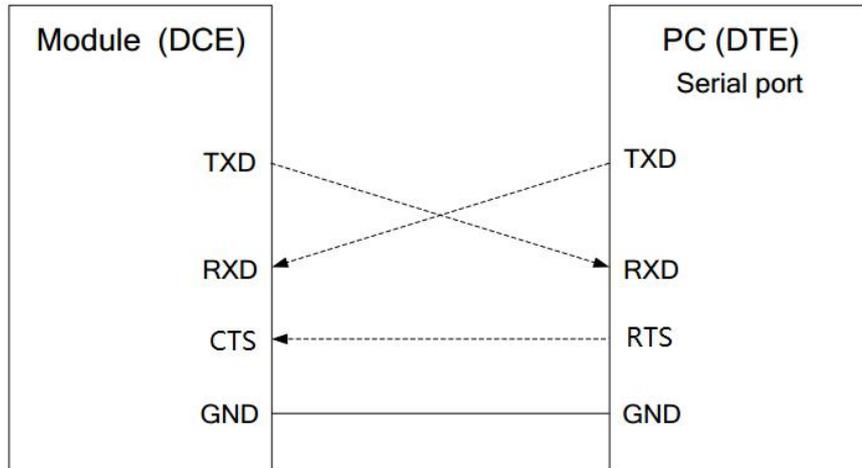
- UART0\_TXD：发送数据到 DTE 的串口。
- UART0\_RXD：从 DTE 的串口接收数据。
- UART0\_CTS：流控输入

主串口可用于 AT 命令传送和数据传输，还可用于固件升级。主串口在 Active 模式，Idle 模式和 PSM 模式下均可工作。

下图显示了主串口 DCE 和 DTE 之间的连接示意图。



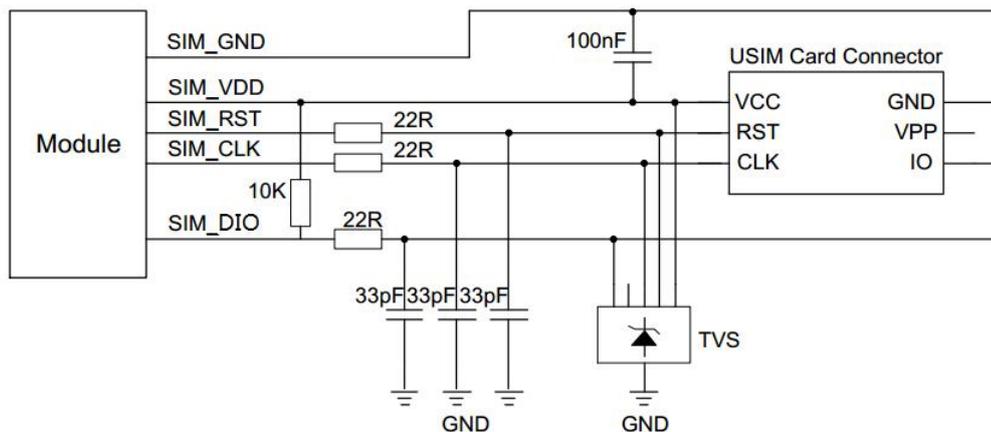
调试串口的参考设计如下所示：



### 3.3.4 SIM 接口

模块包含一个 SIM 接口，支持模块访问外部 SIM 卡。该 SIM 接口支持 3GPP 规范的功能。外部 SIM 卡通过模块内部的电源供电，支持 1.8/3.0V 供电。

下图是外部 SIM 卡座的参考设计。



在外部 USIM 接口的电路设计中，为确保外部 USIM 卡的良好性能并防止外部 USIM 卡被损坏，在电路设计中建议遵循以下设计原则：

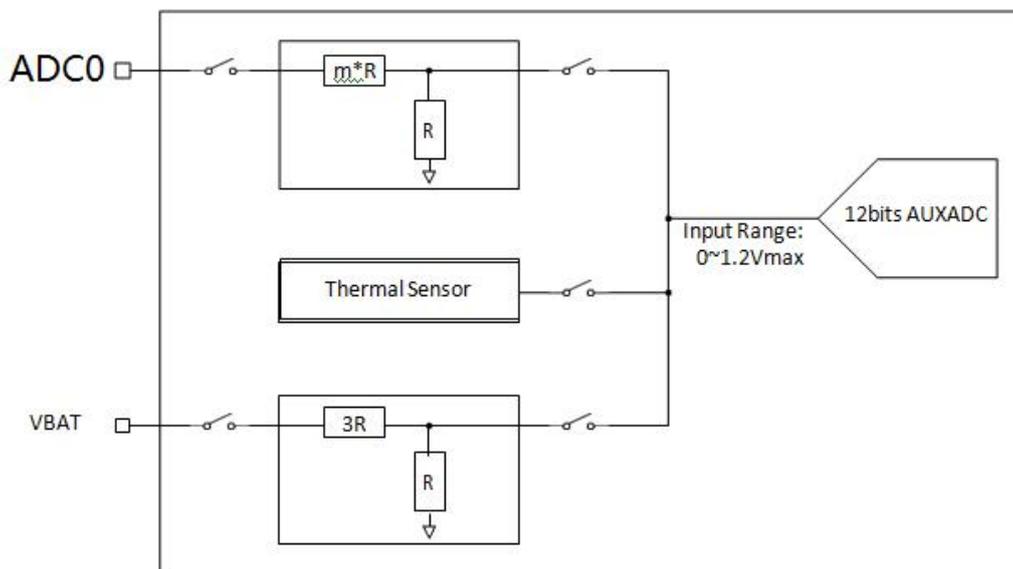
- 外部 USIM 卡座靠近模块摆放，尽量保证外部 USIM 卡信号线布线长度不超过 200mm。
- 外部 USIM 卡信号线布线远离 RF 走线和 VBAT 电源线。
- 外部 USIM 卡座的地与模块的 USIM\_GND 布线要短而粗。为保证相同的电势，需确保布线宽度不小于 0.5mm。
- USIM\_VDD 的去耦电容不超过 1uF，且电容应靠近外部 USIM 卡座摆放。
- 为了防止 USIM\_CLK 信号与 USIM\_DATA 信号相互串扰，两者布线不能太靠近，并且在两条走线之间需增加地屏蔽。此外，USIM\_RST 信号也需要地保护。
- 为确保良好的 ESD 防护性能，建议在外外部 USIM 卡的引脚增加 TVS 管。选择的 TVS 管寄生电容应不大于 50pF。ESD 保护器件尽量靠近外部 USIM 卡座摆放，外部 USIM 卡信号走线应先从外部 USIM 卡座连到 ESD 保护器件再从 ESD 保护器件连到模块。
- 在模块和外部 USIM 卡座之间需要串联 22 欧姆的电阻用以抑制杂散 EMI。USIM 卡的外围器件应尽量靠近外部 USIM

卡座摆放。

- 在 USIM\_DIO, USIM\_VDD, USIM\_CLK 和 USIM\_RST 线上并联 33pF 电容用于滤除射频干扰。

### 3.3.5 模数转换接口

模块提供一个 12 位模数转换输入接口来测量电压值。该模数转换接口在 Active 和 Idle 模式下均可工作。



ADC 包含了以下通道：

- (1) 选择ADC0作为模拟信号的通路，经过分压电路的调整后，将该电压信号送入 ADC 的输入口。
- (2) 温度传感器：芯片温度发生变化时，Thermal Sensor 的电压输出信号也会随之变化。
- (3) 将输入的VBAT电压信号，量化成 12 位的数字数据。

AUXADC 输入通道

Channel	Application	Input Range
ADC0	Input signal from the outside	0V ~ 3.4V
Thermal Sensor	Inner thermal sensor generate the signal	-40°C ~ 85°C
VBAT	VBAT voltage input	2.2V ~ 4.3V

ADC0输入电压可以在 0~3.4V 范围内波动，但需要调整分压比，务必保证AUXADC 输入端电压在 0~1.2V 范围。

AUXADC 技术参数

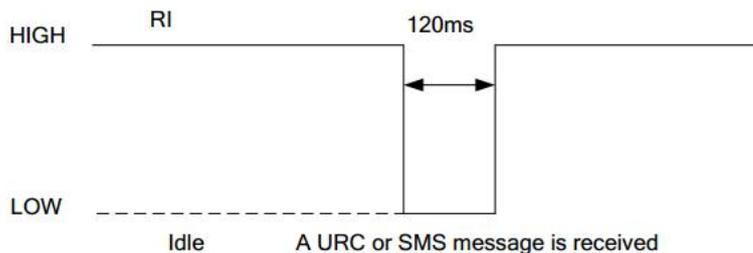
Symbol	Description	Min.	Typ.		Max	Unit
N	Resolution	-	12		-	Bit
Fc	Clock rate	1.625	3.25		6.5	MHz

Fs	Sampling rate	-	Fc/(N+4)	-	MHz
Vin	Input swing	0	-	1.2	V
Cin	Input capacitance:				
	-Unselected channel	-	0.1	-	pF
	-Selected channel	-	1.2	-	pF
Rin	Input resistance:				
	- Unselected channel	29	-	0.75	MΩ
	- Selected channel	0.26	-	-	MΩ
DNL	Differential nonlinearity	-	±1	-	LSB
INL	Integral nonlinearity	-	±4	-	LSB
DVDD	Digital power supply	0.99	1.1	1.21	V
AVDD	Analog power supply	2.00	2.1	2.21	V
Temp	Operating temperature	-40	-	85	°C
	Current consumption:				
	-Power up	-	300	-	uA
	-Power down	-	0.4	-	uA

### 3.3.6 RI 信号

模块 RI 引脚在收到短消息和 URC 上报时的指示信号如下：

模块状态	RI 信号状态
待机	高电平
短信	当收到短消息时，RI 变为低电平，持续 120ms，再变为高电平。
URC	特定的 URC 信息上报时，会触发 RI 拉低 120ms。

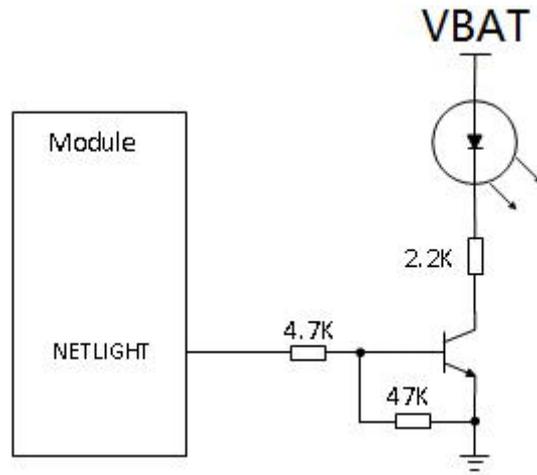


### 3.3.7 网络状态指示

NETLIGHT 信号可以用来指示模块的网络状态，该引脚工作状态如下表所示。

NETLIGHT 状态	模块工作状态
持续低电平（灯灭）	模块没有运行或模块未注册到网络
高电平（灯亮）	模块注册到网络

NETLIGHT 指示灯的连接参考电路如下图所示。



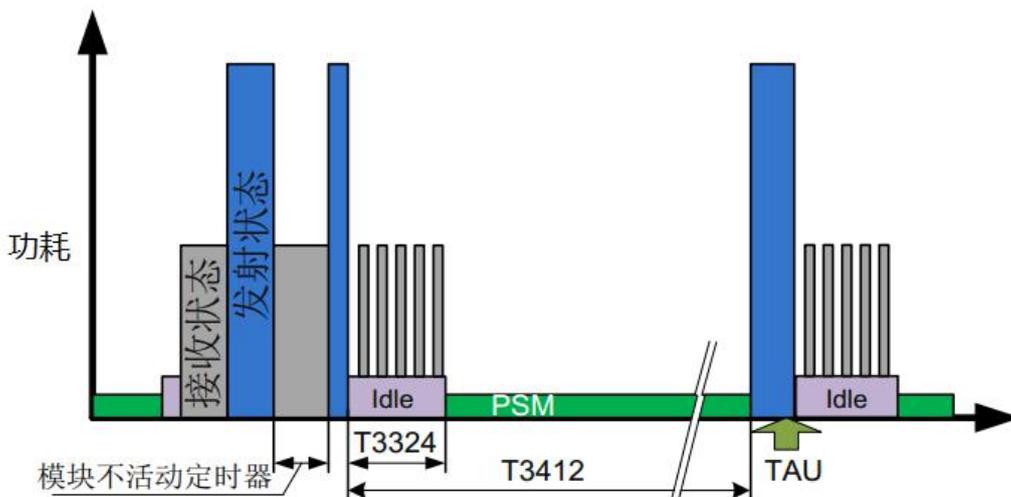
## 4 工作模式

模块的三种工作模式如下：

模式	功能
Active	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 PSM 模式。
Idle	模块处于浅睡眠状态，网络处于连接状态，可接受寻呼消息。 模块在此模式下可切换至 Active 模式或者 PSM 模式。
PSM	模块只有 RTC 工作，网络处于非连接状态，不可接受寻呼消息。 DTE (Data Terminal Equipment)主动发送数据或者 DTE 置位 WKUP 引脚可以唤醒模块。 或者定时器 T3412（与周期性更新相关）超时后，模块将被唤醒。

### 4.1 省电模式（PSM）

模块在 PSM 下的最大耗流为 800nA。PSM 的主要目的是降低模块功耗，延长电池的供电时间。下图显示了模块在不同模式下的功耗示意图。



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，将关闭连网活动，包括搜寻小区消息、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。

模块退出 PSM 模式有两种方式：一种 DTE 主动发送数据或者主动置位WKUP引脚（系统设计可以将UART的RXD和WKUP短接），另一种是当 T3412 定时器超时后，TAU 启动，模块退出 PSM。

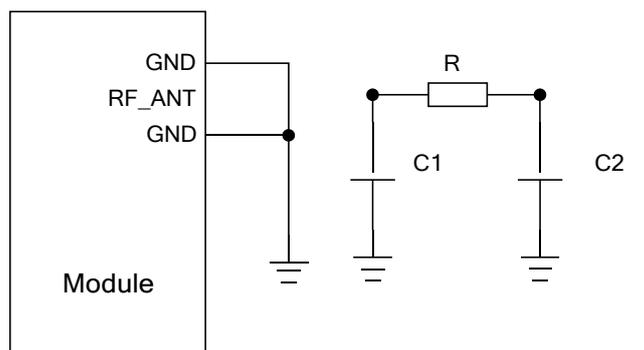
## 5 天线接口设计

引脚 35 是模块的 RF 天线接口。RF 天线端口阻抗为  $50\Omega$ 。

模组 RF 接口两侧都有接地焊盘，以获取更好的接地性能。

### 5.1 射频天线参考电路

为了更好地调节射频性能，天线接口的外围电路建议预留  $\pi$  型匹配电路， $\pi$  型匹配电路元件应尽量靠近天线放置，且需要根据实际情况选贴。默认情况下，C1、C2 不贴，R 贴  $0$  欧姆电阻。



射频天线匹配电路

### 5.2 RF 输出功率

RF 传导功率（上行 QPSK 和 BPSK 调制）

频率	最大值	最小值
Band 1	23dBm $\pm$ 2dB	<-40dBm
Band 3	23dBm $\pm$ 2dB	<-40dBm
Band 8	23dBm $\pm$ 2dB	<-40dBm
Band 5	23dBm $\pm$ 2dB	<-40dBm
Band 20	23dBm $\pm$ 2dB	<-40dBm
Band 28	23dBm $\pm$ 2dB	<-40dBm

### 5.3 RF 接收灵敏度

RF 传导灵敏度（Throughput  $\geq$  95%）

频率	接收灵敏度
Band 1	-129dBm $\pm$ 1dB
Band 3	-129dBm $\pm$ 1dB
Band 8	-129dBm $\pm$ 1dB

Band 5	-129dBm±1dB
Band 20	-129dBm±1dB
Band 28	-129dBm±1dB

## 5.4 工作频率

频率	接收频率	发射频率
Band 1	2110MHz~2170MHz	1920MHz~1980MHz
Band 3	1805MHz~1880MHz	1710MHz~1785MHz
Band 8	925MHz~960MHz	880MHz~915MHz
Band 5	869MHz~894MHz	824MHz~849MHz
Band 20	791MHz~821MHz	832MHz~862MHz
Band 28	758MHz~803MHz	703MHz~748MHz

## 5.5 天线要求

参数	要求
插入损耗	1dB @703MHz~960MHz 1dB @1710MHz~2200MHz
VSWR	≤2
增益 (dBi)	≥1
最大输入功率 (W)	50
输入阻抗 (Ω)	50
极化类型	线极化

# 6 电气性能和可靠性

## 6.1 绝对最大值

下表所示是模块数字和模拟引脚的电源供电电压电流最大耐受值。

参数	最小值	最大值	单位
VBAT	-0.3	4.3	V
电源供电电流	0	300	mA
数字引脚处电压	-0.3	4.3	V
模拟引脚处电压	-0.3	4.3	V
关机模式下数字/模拟引脚处电压	-0.25	0.25	V

## 6.2 工作和存储温度

下表所示为模块工作和存储温度范围。

参数	最小	典型	最大	单位
正常工作温度	-40	25	85	°C
存储温度	-40		90	°C

### 6.3 功耗

耗流值如下表所示：

参数	模式	描述	最小值	典型值	最大值	单位	
VBAT	PSM	睡眠状态		0.8		uA	
	Idle	空闲状态 @DRX=1.28s		0.11		mA	
	Active		射频发射状态 (23dBm) (B1/B28)		250		mA
			射频发射状态 (23dBm) (B3/B8/B5/B20)		230		mA
			射频发射状态 (12dBm) (B1/B3/B8/B5/B20/B28)		80		mA
			射频发射状态 (0dBm) (B1/B3/B8/B5/B20/B28)		65		mA
			射频接收状态		50		mA

### 6.4 静电防护

在模块应用中，由于人体，生产设备等产生的静电，通过各种途径放电给模块，可能会对模块造成一定的损坏，因此 ESD 防护应该受到重视。

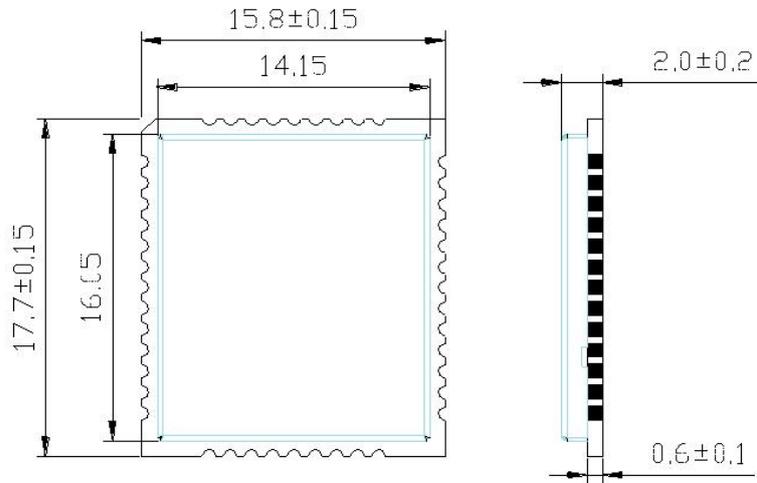
相关 ESD 防护措施包括：在相关电路的接口处增加 TVS 保护器件；生产组装和测试中应佩戴防静电手套等。下表为模块引脚的 ESD 耐受电压情况。

ESD 性能参数 (温度：25 °C，湿度：45 %)

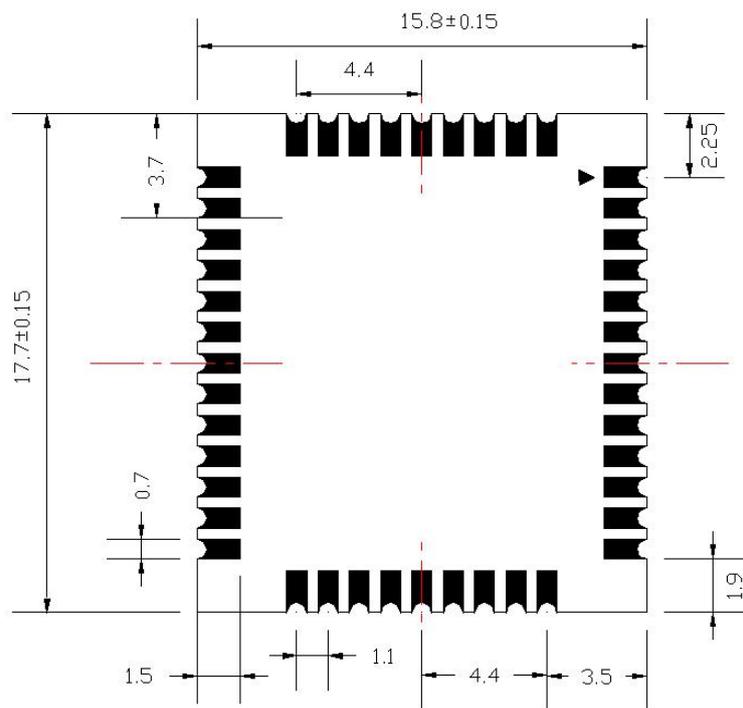
测试点	接触放电	空气放电	单位
VBAT, GND	±5	±10	kV
天线接口	±5	±10	kV
其他接口	±0.5	±1	kV

## 7 机械尺寸

### 7.1 模块尺寸

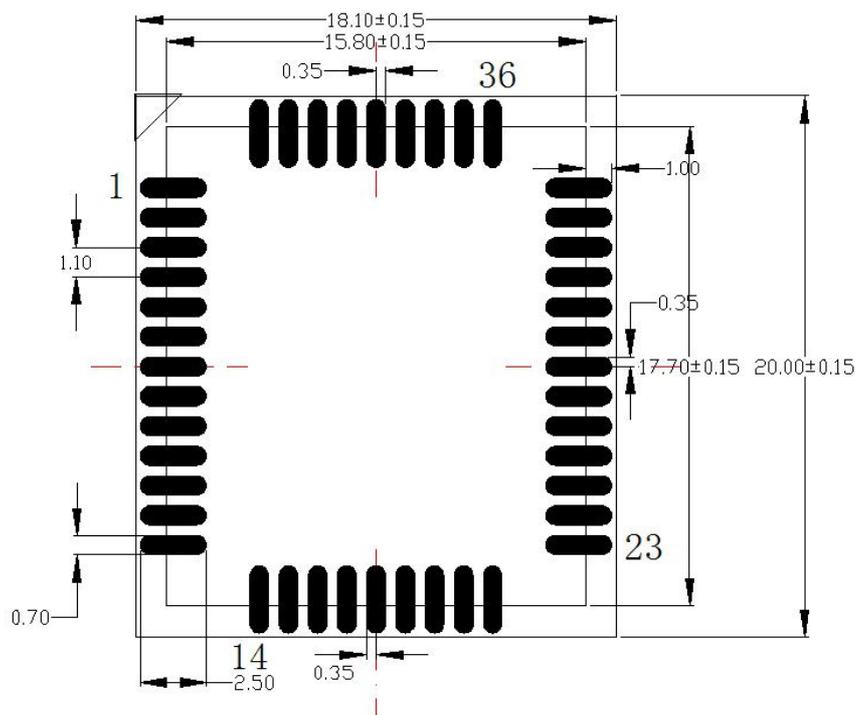


俯视及侧视尺寸图



底视尺寸图

## 7.2 推荐封装



推荐封装

# 8 存储和包装

## 8.1 存储

模组以真空密封袋的形式出货。模块的存储需遵循如下条件：

1. 环境温度低于 40 摄氏度，空气湿度小于 90% 的情况下，模块可在真空密封袋中存放 12 个月；
2. 当真空密封袋打开后，若满足以下条件，模块可直接进行回流焊或其它高温流程：
  - 模块存储空气湿度小于 10%；
  - 模块环境温度低于 30 摄氏度，空气湿度小于 60%，工厂在 168 小时以内完成贴片；
3. 若模块处于如下条件，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，模块环境温度低于 30 摄氏度，空气湿度小于 60%，但工厂未能在 168 小时以内完成贴片；
  - 当真空密封袋打开后，模块存储空气湿度大于 10%；
4. 如果模块需要烘烤，请在 125 摄氏度下（允许上下 5 摄氏度的波动）烘烤 48 小时。

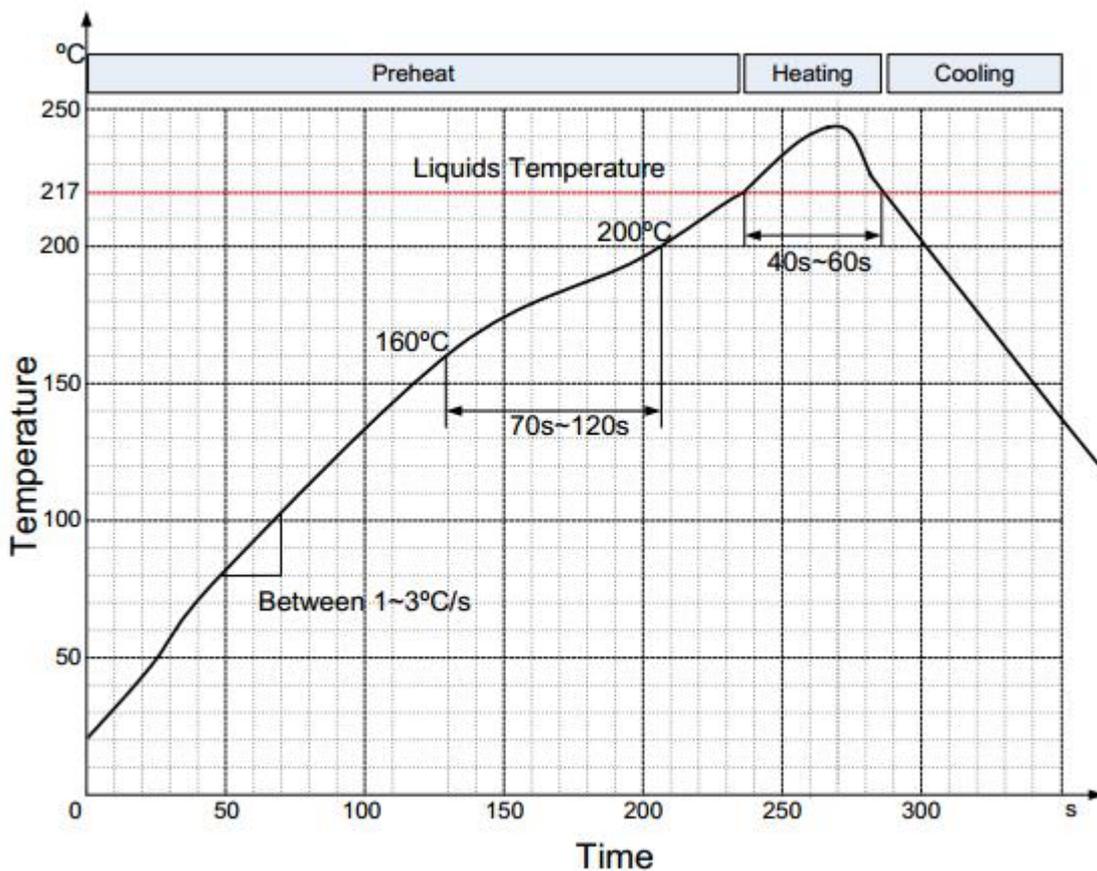
**备注：** 模块的包装无法承受高温烘烤。因此在模块烘烤之前，请移除模块包装。如果只需要短时间的烘烤，请参考 *IPC/JEDECJ-STD-033* 规范。

## 8.2 生产焊接

为保证模块印膏质量，模组焊盘部分对应的钢网厚度推荐为 0.15mm。

推荐的回流焊温度为 235°C~245°C，最高不能超过 260°C。为避免模块因反复受热而损坏，建议客户在完成 PCB 板第一面的回流焊之后再贴模块。

推荐的回流焊曲线温度图如下所示：



回流焊温度曲线

### 8.3 包装

模组采用卷带包装，并用真空密封袋将其封装，模组焊接之前才可以打开包装。联系技术人员获得卷带的详细信息。

文档结束