

# NSM-U1 模组 硬件设计手册

V1.1



# 目 录

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| 一、 概述.....                  | 2  |
| 1.1. 关于文档.....              | 2  |
| 1.2. 产品外观.....              | 2  |
| 二、 产品简介.....                | 3  |
| 2.1. 基本参数.....              | 3  |
| 2.2. 模组应用框图.....            | 4  |
| 2.3. 引脚定义.....              | 4  |
| 三、 典型应用参考.....              | 6  |
| 3.1. 典型应用外围电路框架.....        | 6  |
| 3.2. 典型应用电路参考原理图.....       | 7  |
| 3.3. 电源设计.....              | 7  |
| 3.4. UART 串口.....           | 8  |
| 3.5. 复位模组.....              | 9  |
| 3.6. 低功耗唤醒引脚.....           | 9  |
| 3.7. 射频天线接口.....            | 9  |
| 3.8. 射频信号线 Layout 参考指导..... | 9  |
| 3.9. 天线要求.....              | 11 |
| 四、 电气性能和可靠性.....            | 12 |
| 4.1. 输入电源.....              | 12 |
| 4.2. 工作与存储温度.....           | 12 |
| 4.3. 射频特性.....              | 12 |
| 4.4. 功耗特性.....              | 12 |
| 五、 机械尺寸.....                | 13 |
| 5.1. 模组机械尺寸.....            | 13 |
| 5.2. 推荐 PCB 封装.....         | 14 |
| 六、 存储、生产和包装.....            | 15 |
| 6.1. 存储.....                | 15 |
| 6.2. 生产焊接.....              | 15 |

## 一、概述

### 1.1. 关于文档

本文档阐述了技象科技 TPUNB 物联网无线通信模组 NSM-U1 的基本规格参数、硬件接口、结构特性等指标。用户通过查阅本文档，可以了解产品的规格参数，把握将模组嵌入各种终端中的硬件设计要点。

### 1.2. 产品外观



图 1 模组俯视图

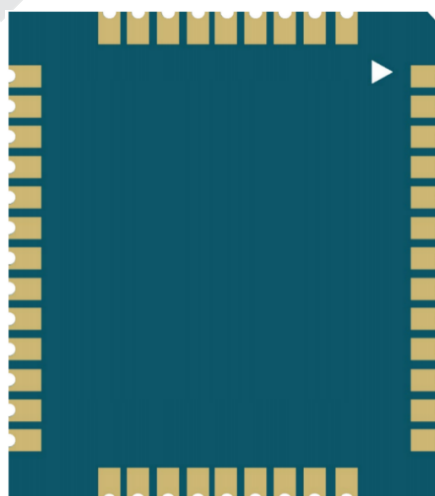


图 2 模组底视图

备注：图 1、2 为模组的效果图，实际请参照模组实物。

## 二、产品简介

### 2.1. 基本参数

表 1 参数列表

| 类别   | 参数         | 取值   |
|------|------------|--|
| 无线参数 | 工作频段       | 470~510MHz (可配置)   |
|      | 发射功率       | -30dBm~+19dBm@2.6V~3.6V  |
|      | 接收灵敏度      | -111dbm@19.2kbps 470MHz<br>-107dbm@76.8kbps 470MHz   |
|      | 调制方式       | FSK  |
|      | 工作带宽       | <200kHz 单载波 (可配置)  |
|      | 下行符号速率     | 19.2kbps/76.8kbps  |
|      | 上行符号速率     | 2.4kbps/76.8kbps   |
|      | 天线接口       | LCC 焊盘   |
| 硬件参数 | 工作电压       | 2.6V ~ 3.6V 典型应用 3.3V  |
|      | 应用接口       | 1. AT 串口: TTL 电平, 波特率 9600bps<br>2. 调试串口: TTL 电平, 波特率 115200bps<br>3. RI 信号;<br>4. Wake 信号<br>5. RST_OUT 信号<br>6. LED 指示网络状态<br>7. SWD 烧录调试<br>8. SPI: 1 路 (选配)<br>9. ADC: 1 路 (可选配为 DAC 或 GPIO)<br>10. GPIO: 6 路 (选配) |
|      | 工作电流 (典型值) | 发射电流 88.2mA@3V3 470 MHz +19dBm<br>接收电流 15.8mA@3V3 470 MHz<br>休眠电流 4.4uA@3V3 RTC 开启   |
|      | 工作温度       | -40℃~ +85℃   |
|      | 存储温度       | -40℃~ +90℃   |
|      | 尺寸         | 17.7(±0.15mm)x15.8(±0.15mm)x2.0mm(±0.2mm)  |
|      | 管脚数        | 44   |
|      | 封装接口       | LCC SMT 表贴   |

## 2.2. 模组应用框图

模组开放典型应用接口：电源、串口、LED、GPIO、天线接口。

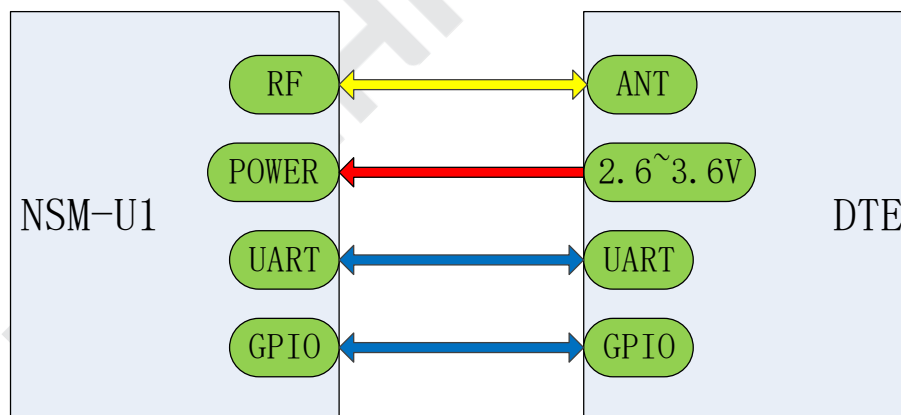


图 3 模组最小应用框图

备注：DTE Data Terminal Equipment 为应用模组终端

## 2.3. 引脚定义

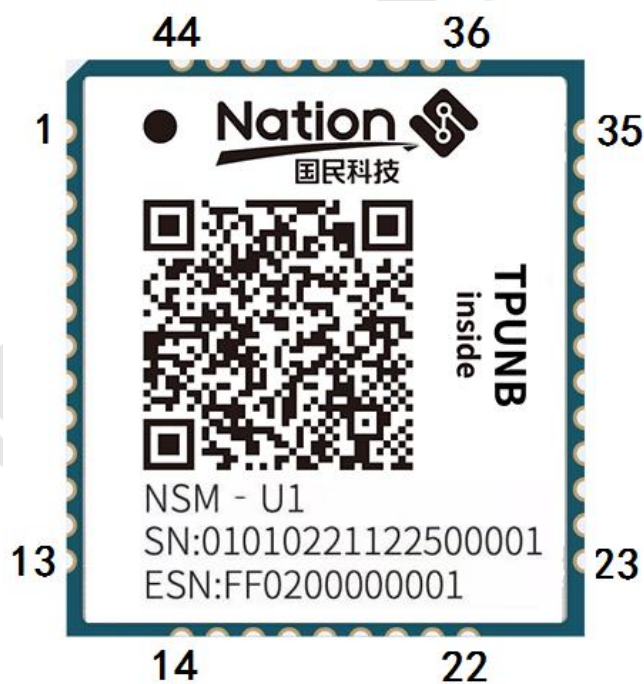


图 4 模组引脚图

表 2 LCC 封装引脚定义

| 管脚  | 名称            | 类型 | 功能说明  |
|---|---------------|----|---|
| 9   | ADC           | AI | ADC, 检测最大电压应小于电源输入电压, 不用则悬空。  |
| 11  | SWDIO         | IO | SW 数据, 建议预留接口便于升级、调试  |
| 13  | SWCLK         | IO | SW 时钟, 建议预留接口便于升级、调试  |
| 15  | RESET_N       | I  | 模组复位, 低电平有效, 拉低至少 5ms (模组内部有上拉及滤波电容)  |
| 16  | LED_NET       | O  | 网络状态指示, LED 驱动  |
| 17  | AT_RXD        | I  | AT 串口接收, 从 DTE 设备 TXD 端接收数据   |
| 18  | AT_TXD        | O  | AT 串口发送, 发送数据到 DTE 设备的 RXD 端  |
| 20  | RI            | O  | 振铃提示, 有数据通信模组唤醒 DTE, 下降沿/低电平有效  |
| 24  | VDD_EXT       | P  | VDD 输出电源, 可用于外部 IO 上拉, 并联一个 2.2uF 的旁路电容, 不用则可悬空   |
| 28  | GPI05/RST_OUT | IO | GPI05, 默认作为模组模组复位信号输出 (如复位 DTE MCU), 可用通过网络配置或者下发指令输出复位信号, 默认可输出 100ms 的低电平复位信号。应用电路的复位输入信号需有外部上拉。不用 RST_OUT 功能, 管脚则悬空。 |
| 32  | GPI03         | IO | GPI03, 系统保留, 不用则悬空  |
| 33  | GPI04/WAKE    | I  | GPI04/模组休眠用法时的被 DTE 唤醒管脚, 高电平被唤醒。(模组可支持 AT 串口唤醒, 但要求硬件设计连接该唤醒管脚。)   |
| 35  | RF_ANT        | AI | 射频天线焊盘, 50Ω 特性阻抗  |
| 38  | DEG_RXD       | I  | 调试串口接收, 预留接口便于调试  |
| 39  | DEG_TXD       | O  | 调试串口发送, 预留接口便于调试  |
| 42  | VDD           | P  | 电源输入, 电压范围: 2.6V-3.6V, 典型 3.3V  |
| 43  | VDD           | P  |   |
| 1, 10, 27, 34, 36, 37, 40, 41                                       | GND           | P  | GND 信号  |
| 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 14, 19, 21, 22, 23, 25, 26, 29, 30, 31, 44 | NC            | NC | NC, 未定义, 悬空   |

备注:

NC 未使用引脚客户需悬空处理

P 电源类引脚

I 输入引脚

AI 模拟输入

O 输出引脚

I/O 双向引脚

需将未使用引脚全部 NC 悬空处理

### 三、典型应用参考

#### 3.1. 典型应用外围电路框架

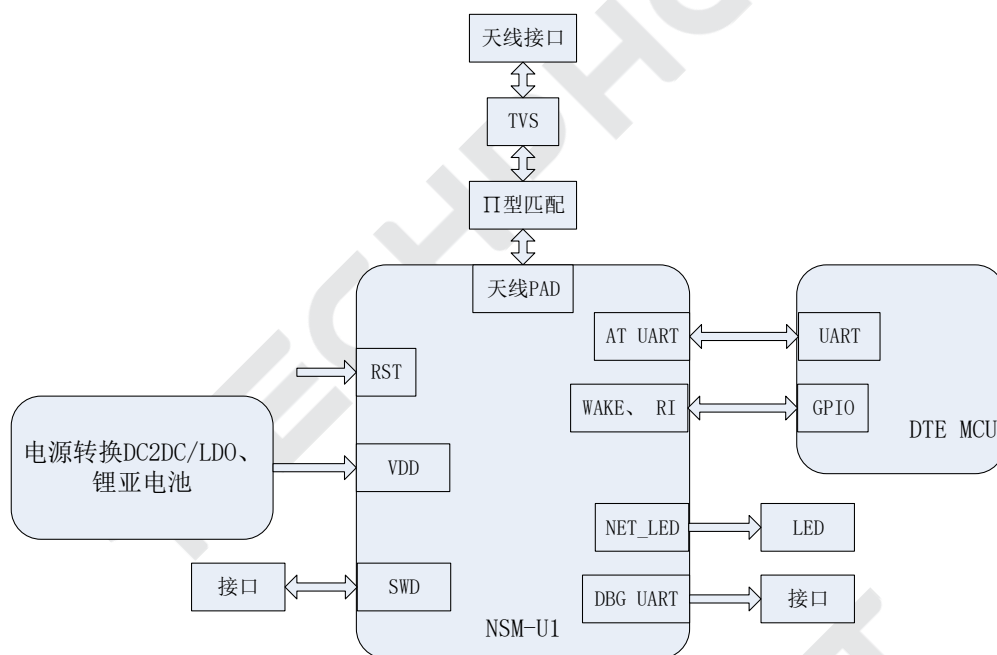


图 5 模组外围电路框架

## 3.2. 典型应用电路参考原理图

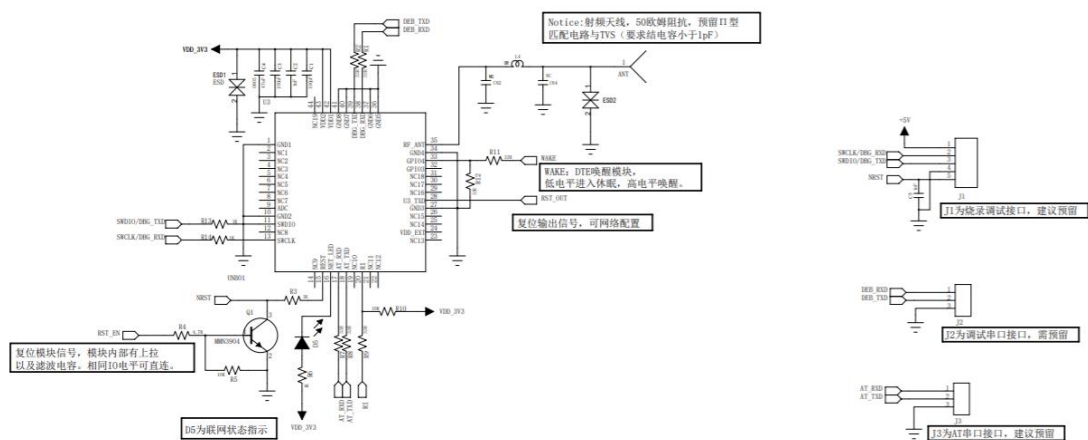


图 6 参考原理图

## 3.3. 电源设计

模组可使用低静态电流、输出电流能力达到 0.3A 的 LD0 作为供电电源。

电源输入范围为 2.6V~3.6V（若给模组供电电压高于 3.6V，需增加降压稳压电路），推荐电压为 3.3V，峰值供电电流 100mA。为了确保更好的电源供电性能，在靠近模组 VBAT 输入端，建议并联一个 47uF 的陶瓷电容,防止外部电源在脉冲电流时间段内出现电压跌落，以及增加滤波电容组合：100nF、1nF 和 100pF。如果应用环境比较恶劣，经常受到 ESD 干扰或者对 EMC 要求比较高，建议串联磁珠和并联 TVS 管，以增加模组的稳定性。

1、推荐使用直流对模组进行供电，电源纹波系数尽量小，模组需可靠接地；请注意电源正负极的正确连接，如反接可能会导致模组永久性损坏；

2、请检查供电电源，确保在推荐供电电压之间，如超过最大值会造成模组永久性损坏；请检查电源稳定性，电压不能大幅频繁波动；

3、在针对模组设计供电电路时，往往推荐保留 30%以上余量，有利于整机长期稳定地工作；模组应尽量远离电源、变压器、高频走线等电磁干扰较大的部分；

4、高频数字走线、高频模拟走线、电源走线必须避开模组下方，若实在不



得已需要经过模组下方，假设模组焊接在 Top Layer，在模组接触部分的 Top Layer 铺地铜（全部铺铜并良好接地），必须靠近模组数字部分并走线在 Bottom Layer；

5、假设模组焊接或放置在 Top Layer，在 Bottom Layer 或者其他层随意走也是错误的，会在不同程度影响模组的杂散以及接收灵敏度；

6、假设模组周围有存在较大电磁干扰的器件也会极大影响模组的性能，跟据干扰的强度建议适当远离模组，若情况允许可以做适当的隔离与屏蔽；

7、假设模组周围有存在较大电磁干扰的走线（高频数字、高频模拟、电源走线）也会极大影响模组的性能，跟据干扰的强度建议适当远离模组，若情况允许可以做适当的隔离与屏蔽；

8、通信线若使用 5V 电平，必须使用电平转换电路。

### 3.4. UART 串口

模组设有 2 个固定串口：AT 串口、调试串口。

#### 1. AT 串口

模组作为 DCE（Data Communication Equipment），通过 AT 串口按照传统的 DCE-DTE（Data Terminal Equipment）方式连接。AT 串口可用于 AT 命令传送和数据传输，支持的波特率为 9600bps。如果模组采用 3.3V 供电，跟 MCU（3.3V 电平）直接通信，只需要将模组的 TXD 加到 MCU 的 RXD，将模组的 RXD 接到 MCU 的 TXD 上即可。当模组电平与 MCU 电平不匹配时，如 MCU 是 5V 电平，中间需要加电平转换电路，电平转换电路可用专用芯片或者三极管搭建。如参考原理图，AT 串口需设计有 2.54 排针座，作为 AT 调试口，如果板面空间不够，则用测试点替代。

#### 2. 调试串口

调试串口可用于查看日志信息以进行软件调试，其波特率为 115200bps。如参考原理图，调试串口要求按照参考原理图设置 2.54 排针孔接口，如果板面空间不够，则用测试点替代。

### 3.5. 复位模组

模组提供复位功能。

RESET\_N: 模组复位信号, 输入低电平有效, 模组内部有 10K 电阻上拉到 VDD。当模组上电时或者出现故障时, DTE 的 MCU 需要对模组做复位操作, 引脚拉低至少 5ms, 然后拉高或悬空复位。

RST\_OUT: 模组复位信号输出 (如复位 DTE MCU), 可用通过网络配置或者下发指令输出复位信号, 默认可输出 100ms 的低电平复位信号。应用电路的复位输入信号需有外部上拉。不用 RST\_OUT 功能, 管脚则悬空。

### 3.6. 低功耗唤醒引脚

WAKE: 模组的第 33 引脚为上位机 MCU 唤醒 NSM-U1 引脚。低电平进入休眠, 高电平唤醒。应用电路建议增加 100K 下拉电阻, 建议增加串联电阻, 连接于上位机 MCU 的 GPIO, 该上位机 MCU 的 GPIO 输出高/低电平控制 NSM-U1 唤醒/休眠。

RI: 模组的第 21 引脚为 NSM-U1 唤醒上位机 MCU 引脚, 低电平有效。应用电路建议增加 10K 电阻上拉到 VDD。建议增加串联电阻, 连接于上位机 MCU 的中断 GPIO 管脚。

### 3.7. 射频天线接口

射频接口采用外置引脚焊盘的方式。用户 PCB 上需要预留  $\pi$  型匹配, 保证 50ohm 阻抗匹配, 同时射频走线尽量短, 减小对信号的衰减。见参考原理图, 默认情况下, C5、C6 不贴, 只在 R3 贴 0 $\Omega$  电阻。

另外考虑到对射频接口更好的 ESD 及 EMI 防护, 建议增加一个 TVS, 该 TVS 要求其结电容小于 0.5pF (推荐型号: ESD5V0B03-523, 封装为 SOD523, 台舟)。

### 3.8. 射频信号线 Layout 参考指导

在板面空间条件足够的情况下, 匹配器件放置原则是使得馈线路径为一条最短的直线, 最好无分叉, 如果馈线必须有拐角, 需走 135 度, 器件放置参考

如图 7:

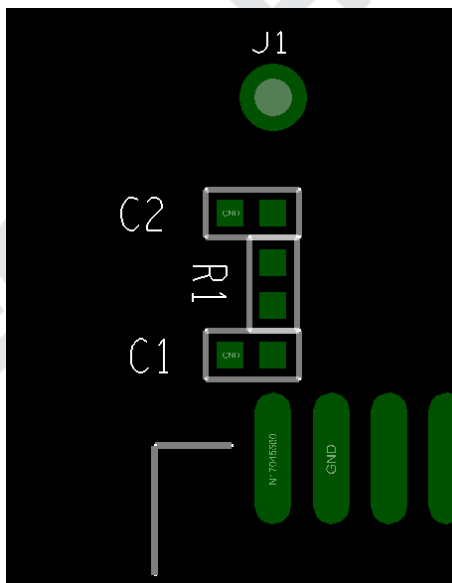


图 7 Layout 器件放置图

如果应用模组设计的 PCB 的板层为 2 层，则射频馈线应该采用共面波导微波传输形式，并进行特性  $50\ \Omega$  阻抗控制，设计参数见图 8:

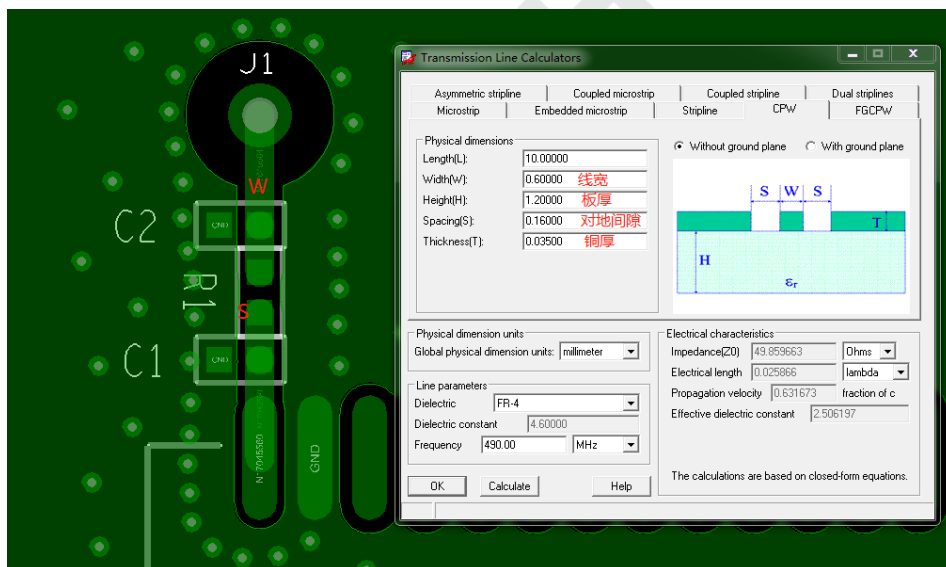


图 8 Layout 参数图

影响共面波导特性阻抗的主要因素有，基材介电常数（通常为  $4.2 \sim 4.6$ ，这里取  $4.4$ ）、信号层与参考地间距  $H$ 、线宽  $W$ 、对地间隙  $S$ 、铜皮厚度  $T$ 。根据仿真结果，建议取值如下， $H=1.2\text{mm}$ ， $W=0.6\text{mm}$ ， $S=0.16\text{mm}$ ， $T=0.035\text{mm}$ 。另外，PCB LAYOUT 注意事项：

1. 模组上的天线焊盘旁的接地焊盘不做热焊盘，要和地充分接触；
2. 天线连接器上的天线信号焊盘周围稍微禁铺，使得信号脚离地要保持一定

距离；

3. 保证射频线对应的参考地完整，增加地孔帮助射频回流，地孔和信号线至少保持 2 倍线宽的距离。保证射频线同层地的接地面积尽量大，其对应的另一面参考地尽量完整，并保证一定量的地孔连接两层地。

### 3.9. 天线要求

若采用外接天线，建议所采用天线的指标不低于表 3 所示的要求，若采用定制天线，天线指标尽量接近表 3 要求。

表 3 参考天线指标要求

| 参数                | 要求            |
|-------------------|---------------|
| 频率                | 470MHz~510MHz |
| VSWR              | $\leq 2$      |
| 增益 (dBi)          | $\geq 2$      |
| 最大输入功率 (W)        | 10            |
| 输入阻抗 ( $\Omega$ ) | 50            |
| 极化类型              | 垂直极化          |

## 四、电气性能和可靠性

### 4.1. 输入电源

表 4 供电范围

| 参数   | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|------|-----|-----|-----|----|
| 输入电压 | 2.6 | 3.3 | 3.6 | V  |

### 4.2. 工作与存储温度

表 5 温度参数

| 参数   | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|------|-----|-----|-----|----|
| 工作温度 | -40 | +25 | 85  | °C |
| 存储温度 | -40 |     | 90  | °C |

### 4.3. 射频特性

表 6 射频特性

| 符号    | 描述   | 条件      | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位  |
|-------|------|---------|-----|-----|-----|-----|
| TxPwr | 发射功率 | 晶体振荡器开启 | -30 | +17 | +19 | dBm |
| FR    | 频率范围 |         | 470 | 470 | 510 | MHz |

### 4.4. 功耗特性

表 7 功耗特性

| 符号     | 描述      | 条件          | 最小值  | 典型值  | 最大值 | 单位 |
|--------|---------|-------------|------|------|-----|----|
| IDD-SL | 睡眠模式下功耗 | 晶体振荡器开启     | 4.2  | 4.4  | 4.6 | uA |
| IDD_RX | 接收模式下功耗 |             | 15.4 | 15.8 | 16  | mA |
| IDD_TX | 发送模式下功耗 | Pout=+20dBm | 87.5 | 88.2 | 89  | mA |

## 五、机械尺寸

该章节描述了模组的机械尺寸，所有的尺寸单位为毫米；所有未标注公差  
的尺寸，公差为 $\pm 0.05\text{mm}$ 。

### 5.1. 模组机械尺寸

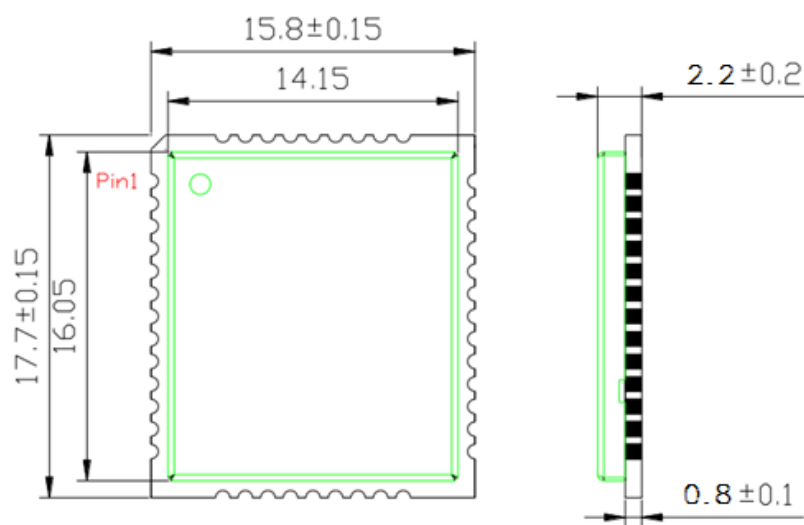


图 9 俯视及侧视尺寸图

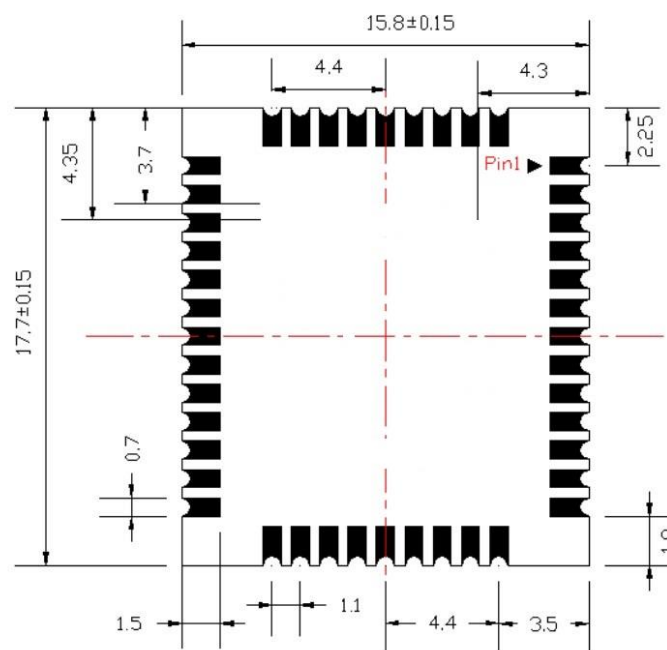


图 10 底视尺寸图

## 5.2. 推荐 PCB 封装

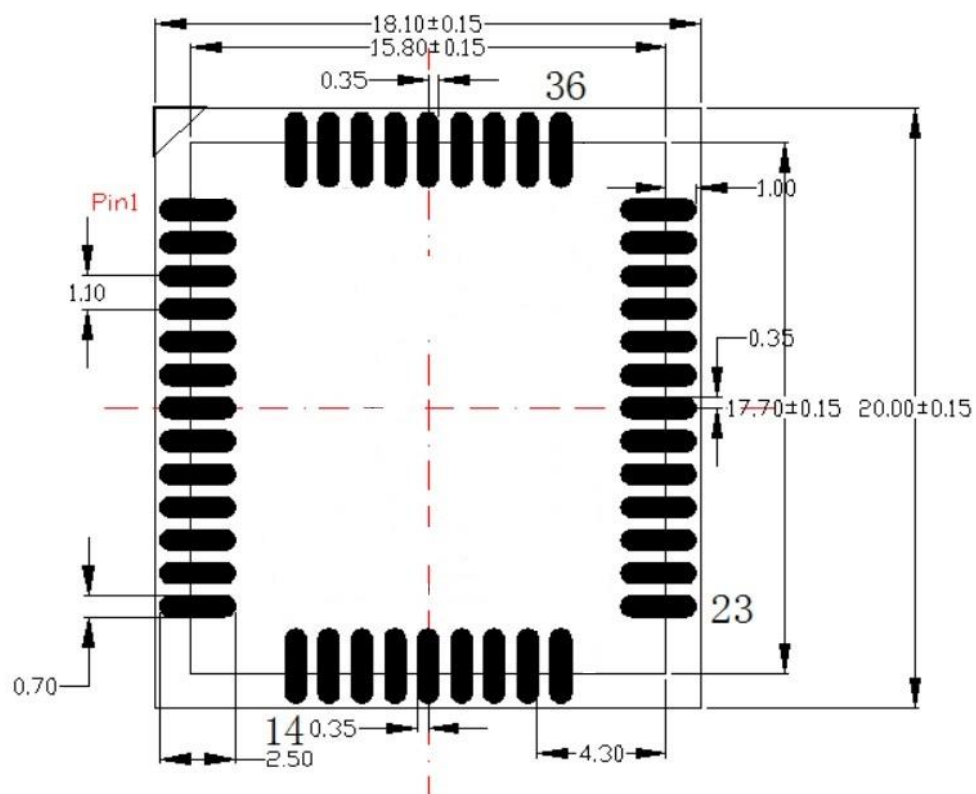


图 11 推荐封装

## 六、存储、生产和包装

### 6.1. 存储

NSM-U1 以真空密封袋的形式出货。模組的湿度敏感等级为 3 (MSL 3)，其存储需遵循如下条件：

1. 环境温度低于 40° C，空气湿度小于 90%的情况下，模組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，模組可直接进行回流焊或其它高温流程：
  - 1) 模組存储空气湿度小于 10%；
  - 2) 模組环境温度低于 30° C，空气湿度小于 60%，工厂在 168 小时以内完成贴片；
3. 若模組处于如下条件，需要在贴片前进行烘烤：
  - 1) 当环境温度为 23° C（允许上下 5° C 的波动）时，湿度指示卡显示湿度大于 10%；
  - 2) 当真空密封袋打开后，模組环境温度低于 30° C，空气湿度小于 60%，但工厂未能在 168 小时以内完成贴片；
4. 如果模組需要烘烤，请在 120° C 下（允许上下 5° C 的波动）烘烤 8 小时。

### 6.2. 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。为保证模組印膏质量，NSM-U1 模組焊盘部分对应的钢网厚度推荐为 0.18mm~0.20mm。

推荐的回流焊温度为 238° C~245° C，最高不能超过 245° C。为避免模組因反复受热而损坏，应完成 PCB 板第一面的回流焊之后再贴模組。

推荐的炉温曲线图（无铅 SMT 回流焊）和相关参数如下图表所示：



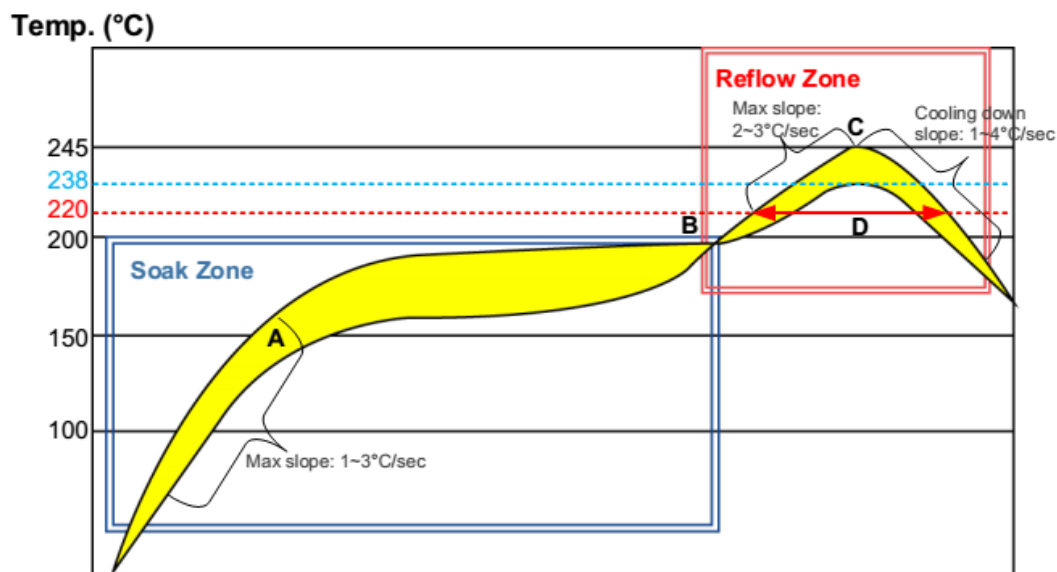


图 12 推荐的回流焊温度曲线

表 8 推荐的炉温测试控制要求

| 项目                                  | 推荐值                 |
|-------------------------------------|---------------------|
| <b>吸热区 (Soak Zone)</b>              |                     |
| 最大升温斜                               | 1° C/sec ~ 3° C/sec |
| 恒温时间 (150° C ~ 200° C 期间, A 和 B 之间) | 60 sec ~ 120 sec    |
| <b>回流焊区 (Reflow Zone)</b>           |                     |
| 最大升温斜                               | 2° C/sec ~ 3° C/sec |
| 回流时间 (D: 超过 220° C 的期间)             | 60 sec ~ 120 sec    |
| 最高温度                                | 238° C ~ 245° C     |
| 冷却降温斜率                              | 1° C/sec ~ 4° C/se  |
| <b>回流次数</b>                         |                     |
| 最大回流次数                              | 1 次                 |

## 修订历史记录

| 版本   | 发布日期       | 更 改 内 容 |
|------|------------|---------|
| V1.0 | 2022/10/28 | 文档创建    |
| V1.1 | 2022/3/2   | 修正参数表格式 |
|      |            |         |
|      |            |         |
|      |            |         |
|      |            |         |
|      |            |         |
|      |            |         |
|      |            |         |
|      |            |         |



官方微信公众号

联系电话：020-32640281-815

联系邮箱：jx@techphant.net

官方网站：www.techphant.cn

公司地址：广州市海珠区新港东路 1378 号自编号 1 号楼 2 层

广州市海珠区新港中路 381 号