

秘密级别：核心商密
生效时间：2021 年 12 月 29 日
保密期限：10 年

AI-NB81

NB-IoT Module

硬件接口手册 V1.3

四川爱联

特性 Features:

- 波段 Band
B3/B5/B8
- 芯片方案 Chip Solution
芯翼 XY1100
- 结构大小 Size
17.6 mm x 15.7mm x 2.3mm



型号	安装方式	支持标准	波段	天线接口	备注
AI-NB81	SMD	3GPP Rel-13/14	B3/B5/B8	LCC	

四川爱联科技股份有限公司

Sichuan AI-Link Technology Co., Ltd.

地址 Add：四川省绵阳市安州工业园区

Anzhou, Industrial Park, Mianyang, Sichuan

传真 Fax：+86-0816-2438701

网 址: <http://www.ailinkiot.com>

技术 热线:

RoHS

客户确认反馈
Feedback of customer's Confirmation

经确认，我方承认该规格书
We accept the specification after Confirmed

客户名称 Customer name	客户签字 Customer signature	确认日期 Confirmation Date

请签字后将此页与首页按以下地址回传我公司，谢谢！
Please feed back this paper and first paper after your signature by the address, thanks!
地址：四川省绵阳市安州工业园区
ADD: Anzhou, Industrial Park, Mianyang, Sichuan
公司：四川爱联科技股份有限公司
Factory: Sichuan AI-Link Technology Co., Ltd.

批准 Approved	审核 Checked	拟制 Designed	产品 Product	NB-IoT 模组 NB-IoT MODULE
丁双朋	钱自进	陈跃	型号 Model	AI-NB81
			日期 Date	2021-12-29

更改记录 Record of Modification

[illegible]

目录

1. 综述	5
1.1 主要性能	5
1.2 功能框图	7
2. 应用接口	7
2.1 管脚分布	7
2.2 管脚描述	9
3. 接口应用描述	10
3.1 供电输入	10
3.2 供电输出	10
3.3 复位及唤醒	11
3.4 SIM 卡	11
3.5 UART 接口	12
3.6 ADC 接口	13
3.7 网络状态指示接口	14
4. 天线接口	14
4.1 天线接口	14
4.2 天线要求	15
4.3 射频参考电路	15
4.4 RF 发射功率	16
4.5 RF 接收灵敏度	16
4.6 工作频率	16
5. 电气特性	16
5.1 极限电压范围	16
5.2 环境温度范围	17
5.3 接口工作电气特性	17
5.4 模组启动模式	17
6. 机械特性	18
6.1 模块 3D 特性	18
6.2 模块 2D 特性	19
6.3 推荐焊盘	19
6.4 实物图片	20
7. 存储及生产	21
7.1 存储	21
7.2 生产	22
7.3 包装	23

1. 综述

AI-NB81 是一款 NB-IoT 模组，通过 3GPP Rel-14 无线电协议与移动网络运营商基础设施通信。核心通信芯片为芯翼研发的首款 NB-IoT 物联网芯片 XY1100，内置 2M Flash 和 128Kb RAM，集成 MCU、PMU、Flash、RAM、DSP、RF 等单元，射频基带一体化设计，具有高集成度、低成本的特点。

AI-NB81 模组，集成了射频功放开关、晶体、低通滤波器等相关单元，预留 UART、ADC、SIM、RESET 和 GPIO 等接口以扩展各种应用，部分接口可以复用，方便客户二次产品开发。

AI-NB81 模组，支持的工作波段为 B3、B5 和 B8，可提供数传、短信等服务，并支持 3GPP Rel-14 标准。

AI-NB81 模组是贴片式模组，尺寸仅有 17.6mm x 15.7mm x 2.3mm，共有 44 个管脚，可通过焊盘内嵌于各类产品应用中，再做二次开发。产品尺寸小，外围接口丰富，相比同类产品，优势明显。

AI-NB81 模组是主要面向物联网领域，进行数据通信的基础模组，可以提供性能稳定、覆盖广泛的通信。应用场景比较广泛，只要覆盖 NB-IoT 信号的地方，均可支持通信服务。

。

1.1 主要性能

支持频段描述

项目	说明
波段	B3/B5/B8

功能特性列表

参数	说明
供电	VBAT 供电电压范围：常压 3.1V~4.2V/宽压 2.2V~4.2V 典型供电电压：3.6V 备注：模组型号尾缀 2 代表宽压版本，例如 AI-NB81- 2
功耗	耗流： PSM：≤1.0uA Idle mode (DRX=2.56S)：251.4 μ A Tx (23dBm)：316.5mA Rx：24.8mA
发射功率	23±2dBm
传输速率	Cat NB1 : 62.5 (UL) /25.5(DL) (kbps)
网络协议特性	支持 UDP/TCP/COAP/LwM2M/DTLS*/MQTT*/HTTP*协议
短消息 (SMS)	支持 PDU 模式

USIM 卡接口	支持 USIM/SIM 卡：1.8V 和 3V
串口	主串口： 用于 AT 命令和数据传输 默认波特率为 9600bps 支持 RTS 和 CTS 硬件流控 调试串口： 用于 log 输出 默认波特率为 9600bps
AT 命令	符合 3GPP TS 27.007, 27.005
网络指示	STATUS 引脚指示网络状态
天线接口	天线 LCC 接口类型,
物理特性	尺寸：17.6 mm x 15.7mm x 2.3mm 重量：<2 克
温度范围	工作温度：-30℃~+75℃ 受限温度：-40℃~+85℃ 存储温度：-45℃~+90℃
软件升级	UART 接口（AT 口）、FOTA
RoHS	所有器件完全符合 EU RoHS 标准
湿敏等级	3 级
ESD（需配合底板测试）	VBAT, GND: 空气放电 ±8KV, 接触放电 ±4KV 天线接口：空气放电 ±8KV, 接触放电 ±4KV 其它接口：空气放电 ±2KV, 接触放电 ±0.5KV
接口	44Pin LGA 接口
LCC 功能接口	电源接口 UART 接口 USIM/SIM 卡接口（支持 3V、1.8V） 硬件复位接口/休眠控制接口 指示灯接口 ADC 接口 I2C 接口 SPI 接口 辅助 UART 接口

1.2 功能框图

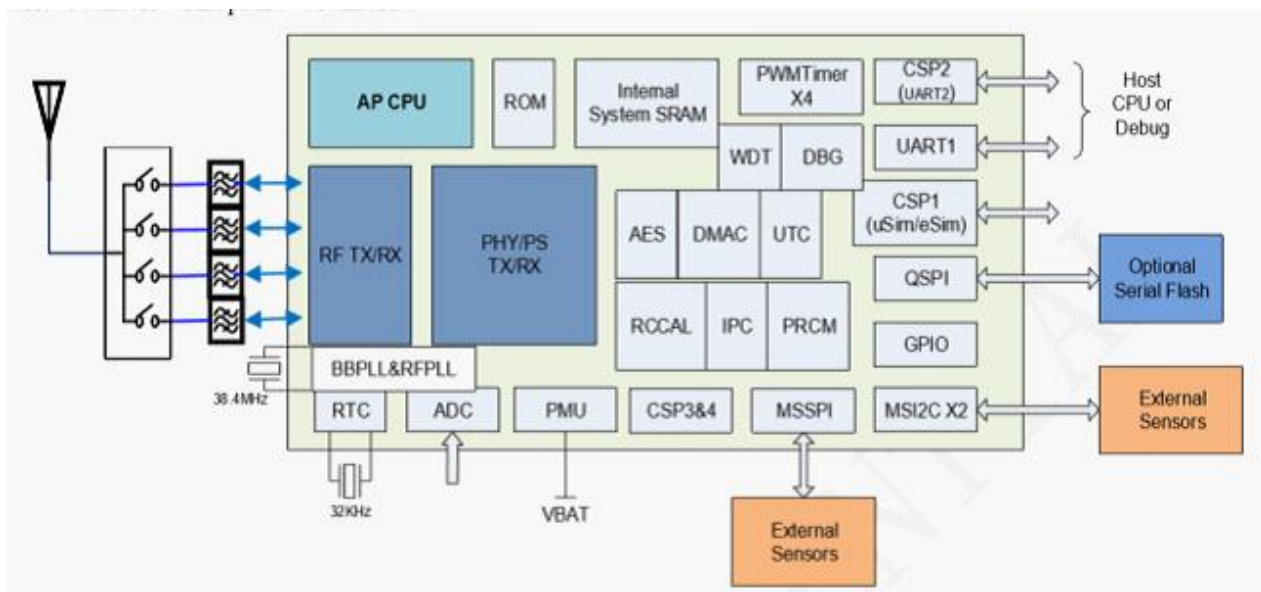
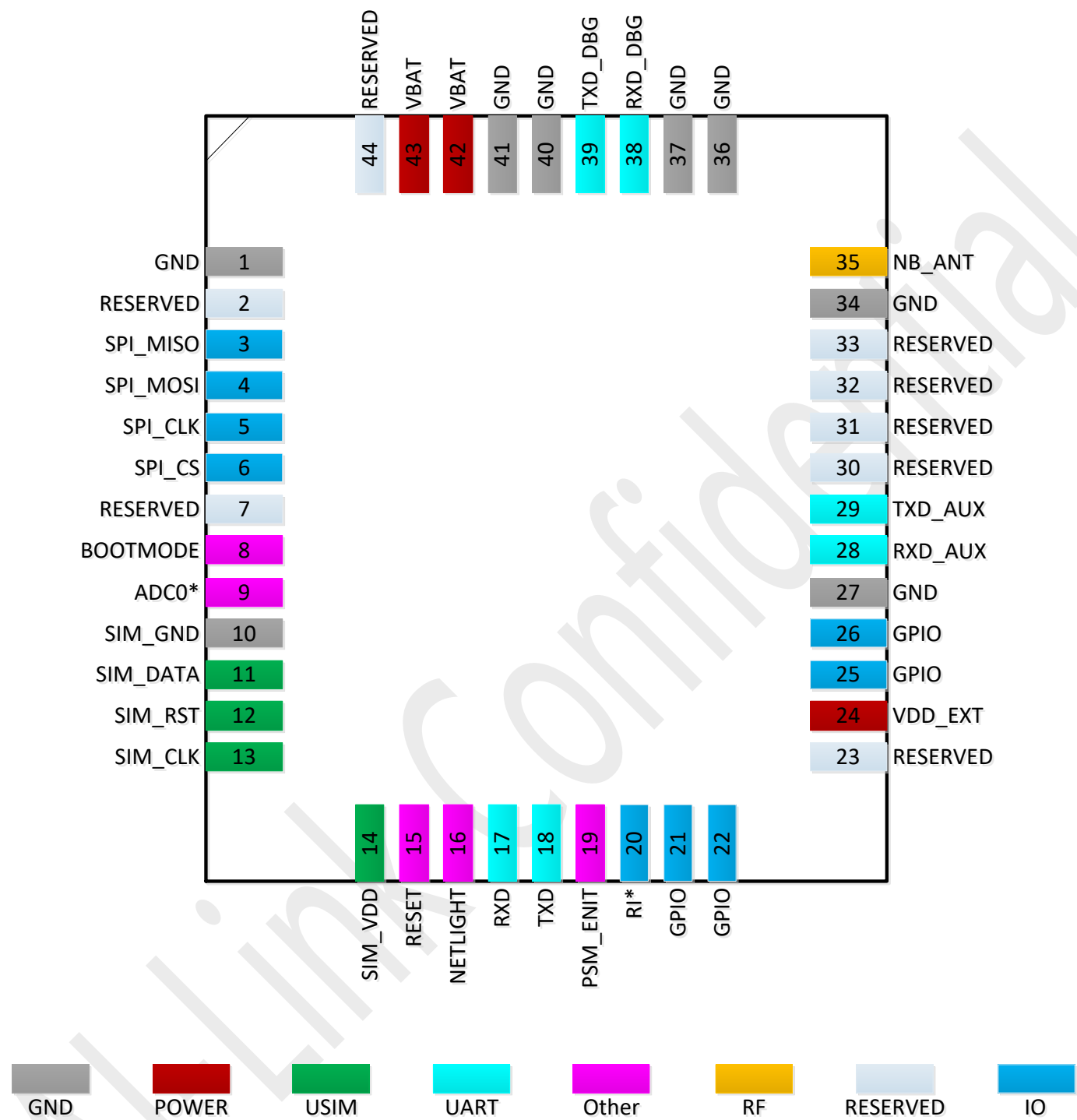


图 1 模组系统框图

2. 应用接口

AI-NB81 模组有 44 个贴片引脚，以下部分简要描述模组各引脚接口的功能。

2.1 管脚分布



备注：
1) 预留管脚（RESERVED）设计悬空处理。
2) “*”表示是功能正在开发中。

图 2 Top 面透视引脚示意图

2.2 管脚描述

引脚号	引脚名	I/O	描述	备注
1	GND	G	地线	NB16 为预留 GNSS_ANT
2	RESERVED	/	保留引脚	不用悬空 (NB16 为 GND)
3	SPI_MISO	I	主机输入从机输出信号	可做 GPIO 使用
4	SPI_MOSI	O	主机输出从机输入信号	可做 GPIO 使用
5	SPI_SCLK	O	串行时钟信号	可做 GPIO 使用
6	SPI_CS	O	片选信号	可做 GPIO 使用
7	RESERVED	/	保留引脚	不用必须悬空
8	BOOTMODE	I/O	强制下载接口, 高电平有效	上电开机过程禁止拉高
9	ADC0	I	模数转换接口	电压采集范围: 0V~1V
10	SIM_GND	G	GND	GND
11	SIM-DATA	O	SIM 卡数据线	SIM 卡接口建议 使用 TVS 管进行 ESD 防护, 布线不超过 2cm
12	SIM-RST	O	SIM 卡复位线	
13	SIM-CLK	O	SIM 卡时钟线	
14	SIM-VDD	P	SIM 卡供电电源	使用 1.8V/3.0V SIM
15	RESET	I	模组/系统复位和唤醒	NB81-A: 高电平复位/唤醒 NB81-B/C: 低电平复位/ 唤醒
16	NETLIGHT	O	网络状态指示	
17	RXD	I	模组调试/下载串口数据输入	
18	TXD	O	模组调试/下载串口数据输出	
19	PSM_EINT	I	外部中断引脚; 从 PSM 唤醒模组块	与 15 脚 Reset 模块内部同一网络
20	RI	O	Ring 信号输出管脚	
21	GPIO	I/O	通用 IO 口 (带 boot 功能)	NB81-A: 带 boot 功能, 上电开机过程禁止拉高
22	GPIO	I/O	通用 IO 口 (带 boot 功能)	NB81-A: 带 boot 功能, 上电开机过程禁止拉高
23	RESERVED	/	保留引脚	不用必须悬空
24	VDD_EXT	P	VDD3.0V 电源输出	最大 50MA@3.0V
25	GPIO	I/O	通用 IO 口 (带 boot 功能)	NB81-B/C: 带 boot 功能, 上电开机过程禁止拉高
26	GPIO	I/O	通用 IO 口 (带 boot 功能)	NB81-B/C: 带 boot 功能, 上电开机过程禁止拉高
27	GND	G	地线	
28	RXD_AUX	I	模组辅助串口数据输入	
29	TXD_AUX	O	模组辅助串口数据输出	
30	RESERVED	/	保留引脚	NB81-B/C: 可做 GPIO
31	RESERVED	/	保留引脚	NB81-B/C: 可做 GPIO
32	RESERVED	/	保留引脚	不用必须悬空
33	RESERVED	/	保留引脚	不用必须悬空

34	GND	G	地线	
35	RF_ANT	I	NB-IoT 射频天线接口	50 欧姆特性阻抗
36	GND	G	地线	
37	GND	G	地线	
38	RXD_DBG	I/O	调试串口数据输入	
39	TXD_DBG	I/O	调试串口数据输出	
40	GND	G	地线	
41	GND	G	地线	
42	VBAT	P	主电源供电	电压输入范围 常压 3.1V~4.2V// 宽压 2.2V~4.2V；典型值 3.6V
43	VBAT	P		
44	RESERVED	/	保留引脚	不用必须悬空

3. 接口应用描述

AI-NB81 模组集成了基带、射频等单元。以下部分简要描述下各个功能。

3.1 供电输入

模组的供电输入使用直流电压源，需要满足发射脉冲时大于 0.7A 的瞬间峰值电流。输入电压中的压降、噪声、干扰等将直接影响模块的工作性能。为去除这些干扰，建议使用 ESR 较低 100uF 钽电容、100nF、100pF 和 22pF 组合。滤波电容尽可能的靠近模组。模组供电入口建议使用稳压管和 TVS 管。建议的电源供电原理图如下：

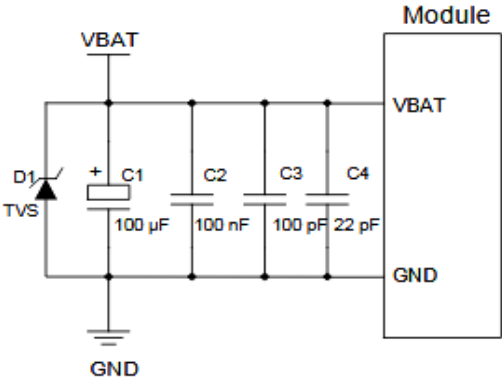


图 3 供电参考电路

3.2 供电输出

模组的电源管理单元提供数字稳压电源输出，可为外围的低功耗器件供电。

引脚对应的输出电压和最大电流如下。

引脚号	引脚名称	描述	输出电压	输出电流
14	USIM_VDD	SIM 电源	1.8/3.0V	50mA

3.3 复位及唤醒

AI-NB81 模块的 RESET 引脚(Pin15)可触发模块深度睡眠后唤醒或复位重启功能重启。不需要模块重启的其他任何时刻，需要保持 RESET 引脚保持下拉状态，避免误触发导致模块工作异常。开机等正常使用过程请勿误操作拉高 RESET 引脚。

AI-NB81 模块的 RESET 引脚(Pin15)和 PSM_EINT 引脚(Pin19)在模块内部为同一网络。

注意：推荐仅在 AT 命令控制 RESET 控制失效的情况下使用 RESETRESET 信号 AI-NB81 模块内部下拉配置，模块正常运行一直保持低电平状态，如果需要对模组进行复位或唤醒可以外接 PMOS 进行反向控制或唤醒。下图为 RESET 参考电路示意。

AI-NB81-B*、AI-NB81-C*的模组复位和唤醒逻辑为拉低有效。

参电路如下图所示。

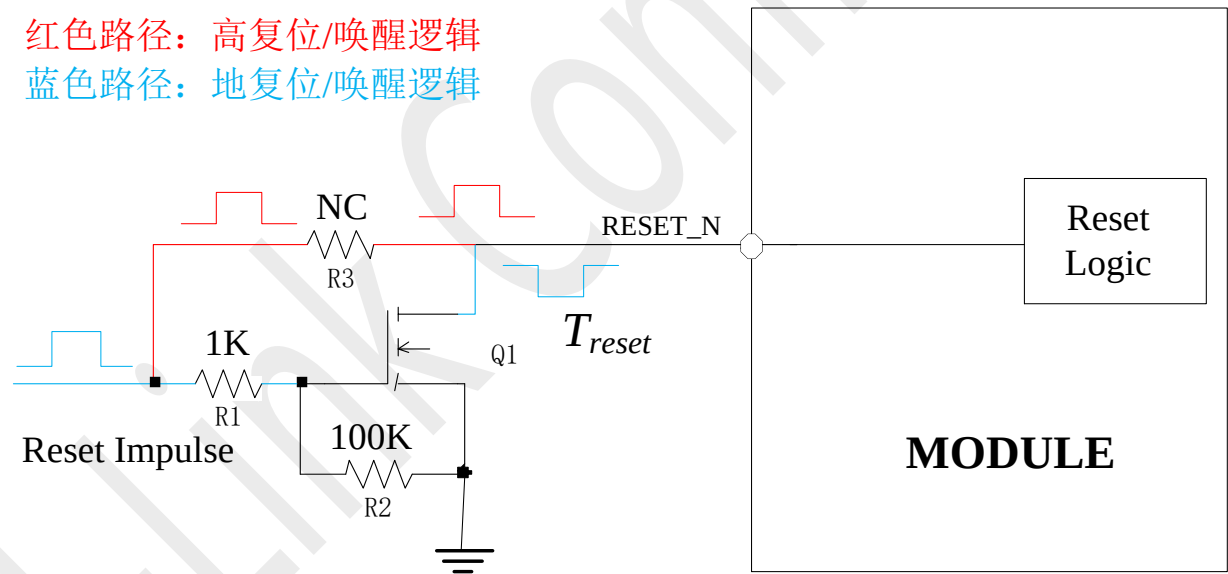


图 4 RESET 电路参考示意图

当信号脉冲宽度大于 20ms 时为复位信号，当信号脉冲宽度大于 100us 且小于 20ms 时为唤醒信号。

3.4 SIM 卡

AI-NB81 模组支持 1 组外置 SIM 卡。支持 1.8/3.0V 电压，系统启动时将检测 SIM 类型。

为确保稳定性，SIM 卡布线应遵循以下准则：

- (1)、从模组引脚至 SIM 卡座的走线长度应尽可能不超过 10cm，以获得良好的 EMC 性能；
 - (2)、SIM 卡位置与走线应远离任何 EMI 源，如天线和数字信号线；
 - (3)、应避免 SIM 卡时钟线和数据线交叉，建议走线分离，并用地线分隔；
 - (4)、SIM 卡信号线应使用低电容的 TVS 管防护 ESD；
 - (5)、SIM 卡信号线 RST\DATA\CLK，串接 22 欧姆电阻和并联到地 33pF 电容，确保 EMI 和射频干扰。
- SIM 卡参考电路如下

(6)、模组 SIM 卡 DATA 需要外部上拉 20K 电阻至 SIM 卡供电 SIM_VDD

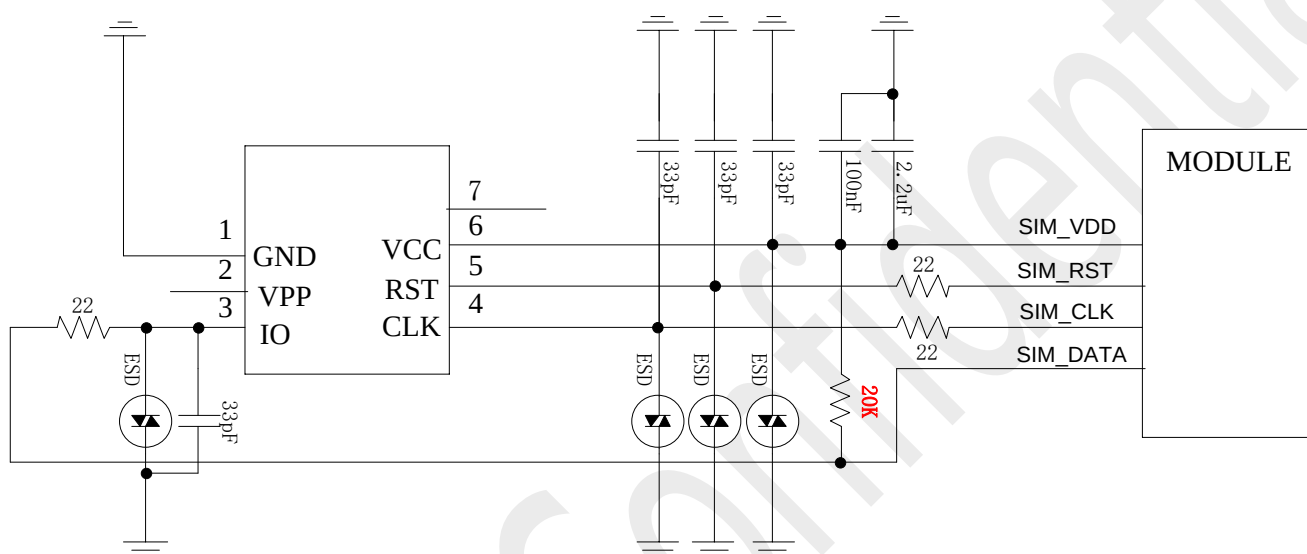


图 5 USIM 电路参考示意图

3.5 UART 接口

AI-NB81 模組支持三路串口，其中：

UART0 (模組 Pin17,和 Pin18)为 2 线串口,主要用于数据传输和 AT 命令传送,波特率默认为 9600。

UART1 (模組 Pin38,和 Pin39) Debug 口, 编程软件时, 可以使用 LogView 调试工具进行 Log 打印。

UART2 (模組 Pin28和 Pin29) 为辅助串口, 可以用来外接 MCU 进行数据收发, 传输与控制。

参考下图:

AI-NB81 模组串口为 3V 电平，客户 1.8V 串口应用中需要增加电平转换器，推荐使用 TI 公司的 TXS0104EPWR。可参考如下电路设计：

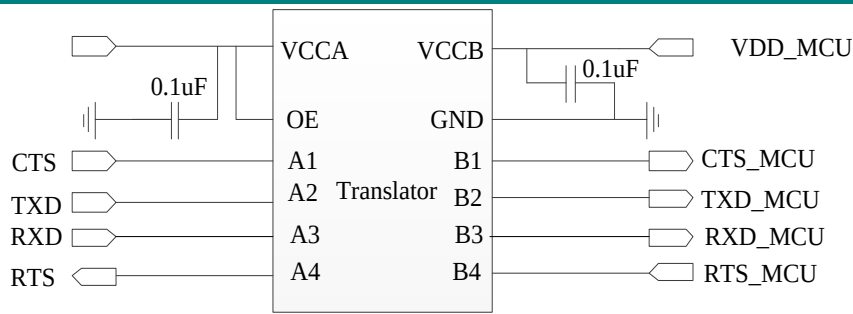


图 8 电平转换芯片参考电路

如果只使用 2 线串口，且对串口速率要求不高的情况下，可参考如下电路设计：

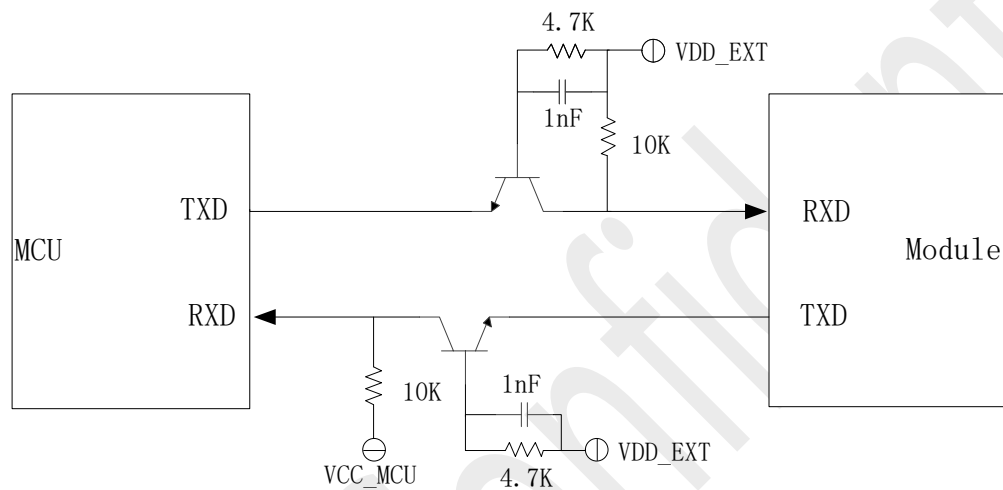


图 9 电平转换三极管参考电路

3.6 ADC 接口

AI-NB81 支持 ADC 输入，输入范围小于 3V，精度 12bits，可作为温度检测、电池电压采样以及硬件版本检测等，以电池温度检测为例，建议的参考电路如下：

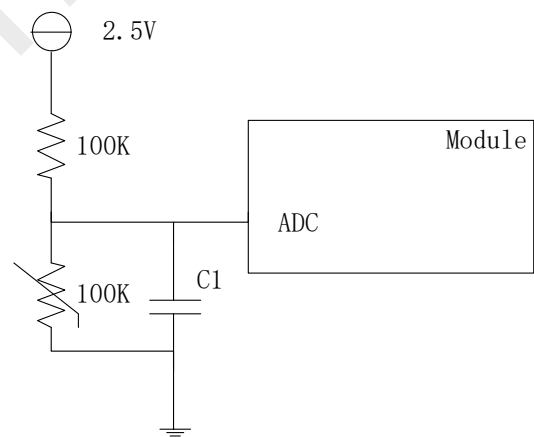


图 6 ADC 参考电路

对于电池温度检测，如果使用电池内部的热敏电阻，上拉电阻的电阻值需要和电池内部热敏电阻 25℃ 常温时的电阻值一致。热敏电阻的值以电池参数为准。

滤波电容 C1 的选择：温度检测对精度敏感，外部需要添加 nF 级电容，推荐使用 10nF。但 SIM 卡温度检测位置的滤波电容必须使用 1nF 电容。

根据温度检测器件布局位置不同，可能需要添加防护器件；建议 SIM 卡温度检测，电池在位检测添加防护器件，是否可以删减可根据调测结果来确认。

3.7 网络状态指示接口

网络状态指示引脚主要用于驱动网络状态指示灯，AI-NB81 模块(Pin16)有网络状态引脚 NETLIGHT。网络指示灯定义参考下表：

引脚名	模式	LED Status	描述
NETLIGHT	1	高电平	注册到 NB-IoT 网络
	2	低电平	未注册

参考电路如下图所示

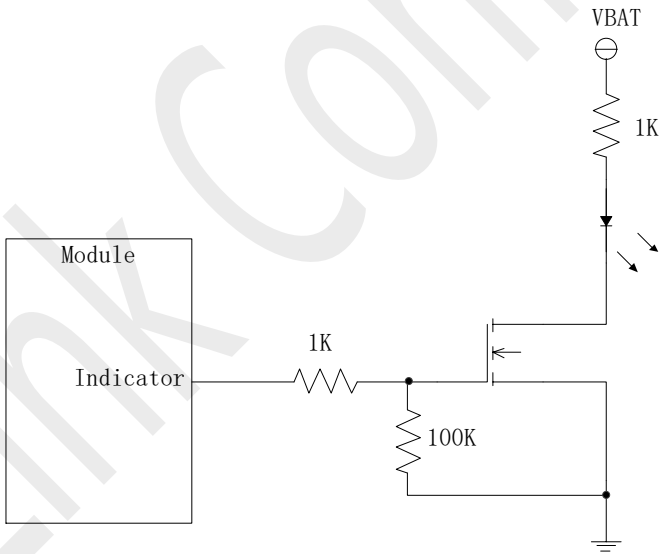


图 7 网络指示灯参考电路

4. 天线接口

4.1 天线接口

AI-NB81 模组设计为唯一一个主天线接口（用于抑制由于高速移动信号下降），天线接口阻抗为 50Ω。

管脚名	管脚号	描述	备注
RF_ANT	35	天线接口	50Ω阻抗

备注：
为了确保所有频段的通信能力，建议选用相关 Dipor 类型天线

4.2 天线要求

AI-NB81 天线指标要求

Band	VSWR	Gain		Efficiency	SAR	TRP (dBm)	TIS (dBm)
B3	<2:1	>0dBi	>-4dBi	>40%	<1.6 W/Kg	17	<-87
B5						17	<-87
B8						17	<-87

4.3 射频参考电路

RF_ANT 天线连接参考设计电路如下图所示。为了获取更佳的射频性能，原理图设计和 PCB layout 时需要注意以下几点：

- 1. 原理图设计，靠近天线端口预留 π 型匹配电路，电容默认不贴；
- 2. PCB layout，模块 RF 端口到天线之间走线尽可能短，而且需要板厂对 RF 走线做 50Ω 阻抗控制。

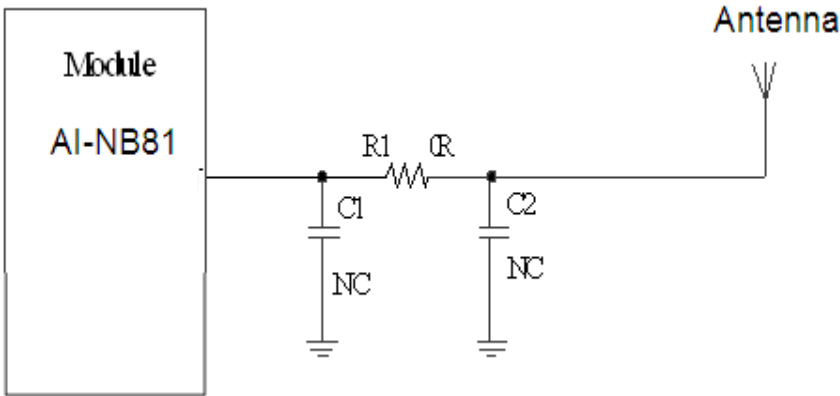


图 12 射频参考电路

4.4 RF 发射功率

AI-NB81 的 RF 输出功率表（常温 25℃，常压+3.6V）

波段	最大功率(dBm)	偏差(dB)
B3	23	±2
B5	23	±2
B8	23	±2

4.5 RF 接收灵敏度

AI-NB81 的 RF 接收灵敏度（常温 25℃，常压+3.6V）

波段	灵敏度典型值	单位
B3	-115	dBm
B5	-115	dBm
B8	-115	dBm

4.6 工作频率

AI-NB81 工作频率

波段	接收频率	发射频率
B3	1805-1880MHz	1710-1785 MHz
B5	869-894 MHz	824-849 MHz
B8	925-960 MHz	880-915 MHz

5. 电气特性

5.1 极限电压范围

极限电压范围指模块电源电压以及数字和模拟输入/输出接口能够承受的最大电压范围。
在该范围外工作可能导致本产品损坏。

AI-NB81 模块极限工作电压范围

Parameter	Description	Min	Typ	Max	Unit
VBAT	AI-NB81 供电	3.1/2.2	3.6	4.2	V
	平均供电电流	0		0.25	A
	I _{VBAT} 峰值电流可能达到 0.7A (最大功率发射)			100	mV
GPIO	数字 IO 的电平供电电压		3		V

Parameter	Description	Min	Typ	Max	Unit
	关机模式供电电压	-0.25		0.25	V

备注：VBAT 供电电压范围：常压 3.1V~4.2V/宽压 2.2V~4.2V

模组型号尾缀 2 代表宽压版本，例如 AI-NB81-*2

5.2 环境温度范围

AI-NB81 模块推荐在-30~+75℃环境下工作。建议应用端在环境恶劣条件下考虑温控措施。同时提供模组的受限工作温度范围，在受限温度下使用，功能正常，有些 RF 指标可能会出现恶化。同时建议模组应用终端在一定温度条件下储存。超出此范围模组可能不能正常工作或者损坏。

参数	最小	典型	最大	单位
工作温度	-30	+25	+75	℃
受限工作温度	-40~-30		+75~+85	℃
储存温度	-45		+90	℃

5.3 接口工作电气特性

V_L ：逻辑低电平；

V_H ：逻辑高电平；

AI-NB81 普通数字 IO 信号的逻辑电平

Signal	VL		VH		Unit
	Min	Max	Min	Max	
数字输入	-0.3	0.3* VDD-PX	0.7* VDD-PX	VDD-PX+0.3	V
数字输出	GND	0.45	VDD-PX -0.45	VDD-PX	V

注： $V_{DD-PX}=3.0V$

AI-NB81接口电源工作状态电特性

Parameter	I/O	Min	Typ	Max	Unit
VBAT	I	3.1/2.2	3.6	4.2	V
USIM_VCC	O	1.7/2.75	1.8/2.85	1.9/2.95	V

备注：VBAT 供电电压范围：常压 3.1V~4.2V/宽压 2.2V~4.2V

模组型号尾缀 2 代表宽压版本，例如 AI-NB81-*2

5.4 模组启动模式

以下是AI-NB81模组支持两种模式启动：UART启动模式和FLASH启动模式

模组通过GPIO12/11/10 区分两种模式，

- 1. UART启动模式： 001为UART模式
- 2. FLASH启动模式： 000为FLASH模式

型号	GPIO 口	模组引脚	条件	典型值
AI-NB81	GPIO10	Pin 8	1	0
	GPIO11	Pin 21	0	0
	GPIO12	Pin 22	0	0
启动模式			UART 启动 (强制烧录)	Flash 启动 (正常开机)

推荐用户通过控制物理开关来实现启动模式选择，底板设计保留该功能以方便近场升级。UART启动模式为强制下载模式，当出现死机/复位失效等问题时，用户需通过UART启动模式进行固件升级。FLASH启动模式为典型的产品商用模式，该模式上电后，自动执行Flash中存储的程序。

6. 机械特性

6.1 模块 3D 特性

AI-NB81 模块我们提供 3D 图纸，方便 3D 图档建模，可联系技术支持提供 3D 图纸。

6.2 模块 2D 特性

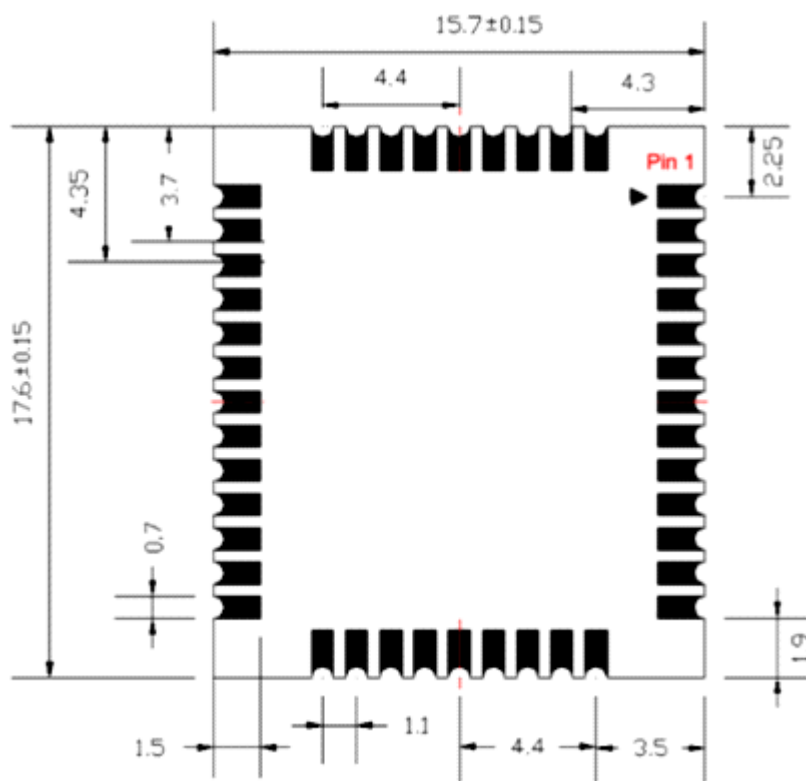


图 13 模组底层尺寸图（单位：毫米）

6.3 推荐焊盘

下图是模块推荐的焊盘尺寸，同时模块提供基于 PADS\CADENCE\AD 等 EDA 工具的封装文件，方便客户快速设计，可联系技术支持提供文件。

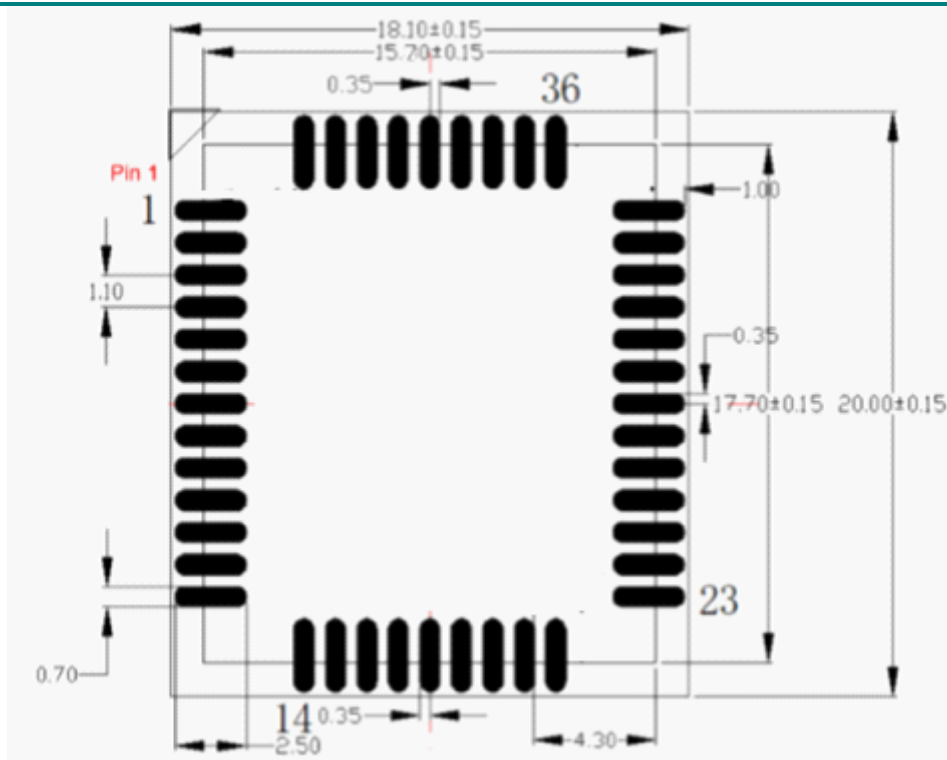


图 14 底板封装尺寸图 (单位: 毫米)

6.4 实物图片



图 15 模块俯视图

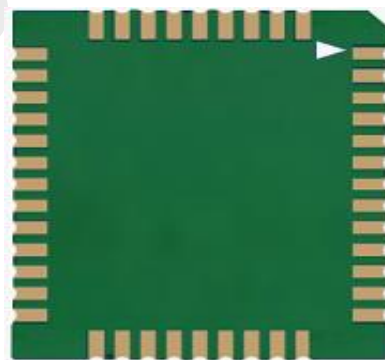


图 16 模块底视

备注: 图片仅供参考, SN、IMEI等信息不会固定。

7. 存储及生产

7.1 存储

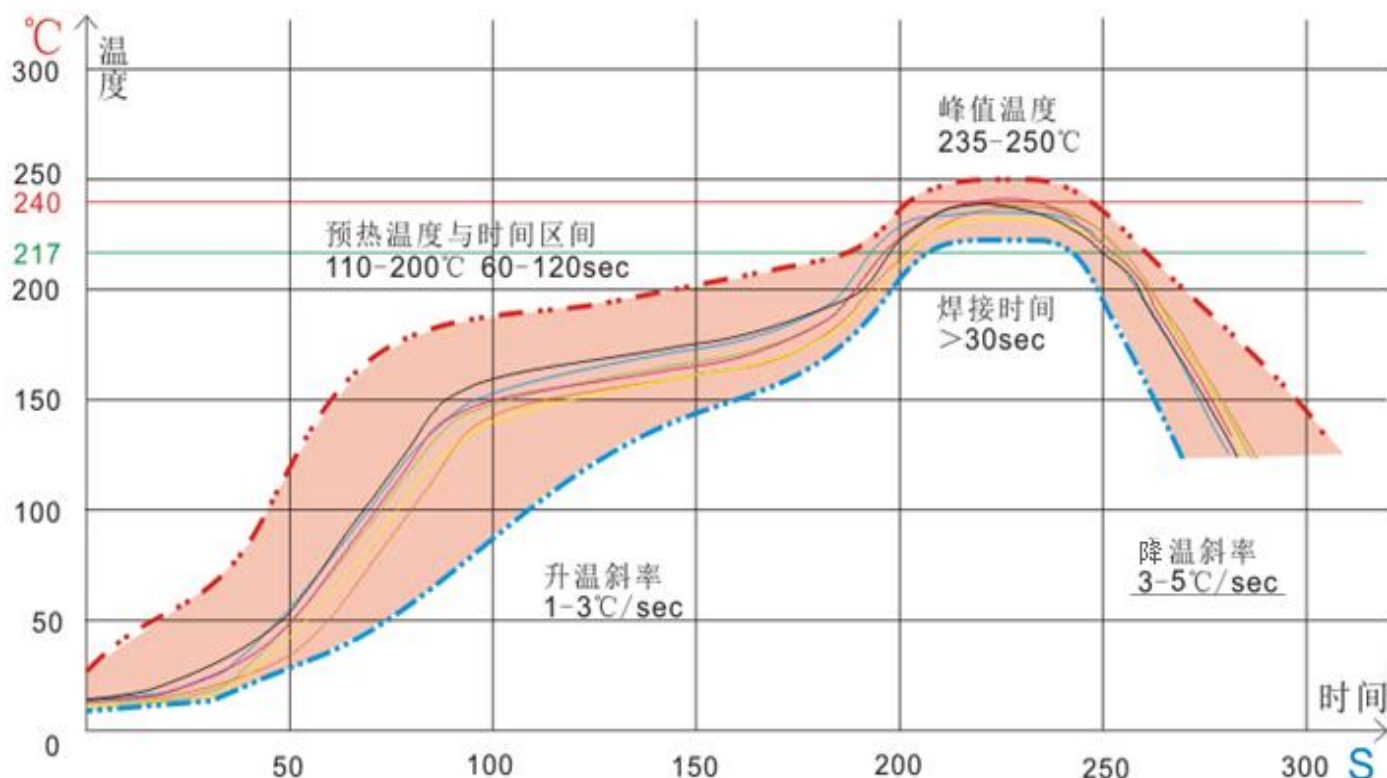
AI-NB81 以真空密封袋的形式出货。模组的存储需遵循如下条件：

1. 环境温度低于 40 摄氏度，空气湿度小于 90%情况下，模组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，模组可直接进行回流焊或其他高温流程：
 - 模组存储空气湿度小于 10%；
 - 模组环境温度低于 30 摄氏度，空气湿度小于 60%，工厂在 168 小时内完成贴片。
3. 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，湿度指示卡显示的湿度大于 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 168 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%。
4. 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 8 小时。

备注：模组的包装无法承受如此高温，在模组烘烤之前，请移除模组包装。

7.2 生产

推荐回流焊接曲线

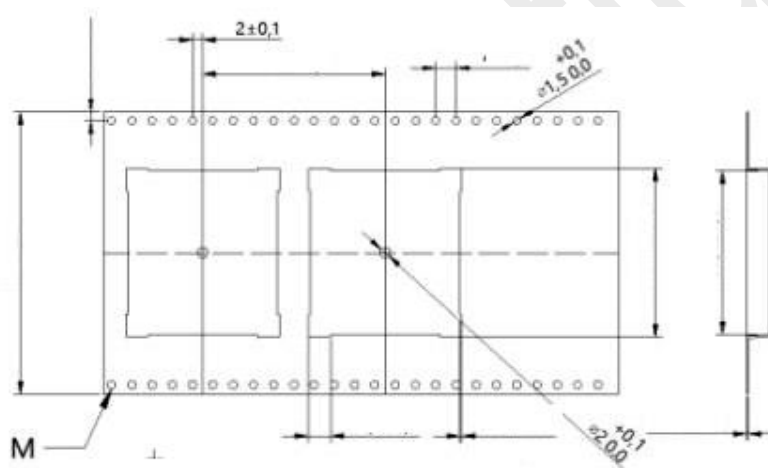
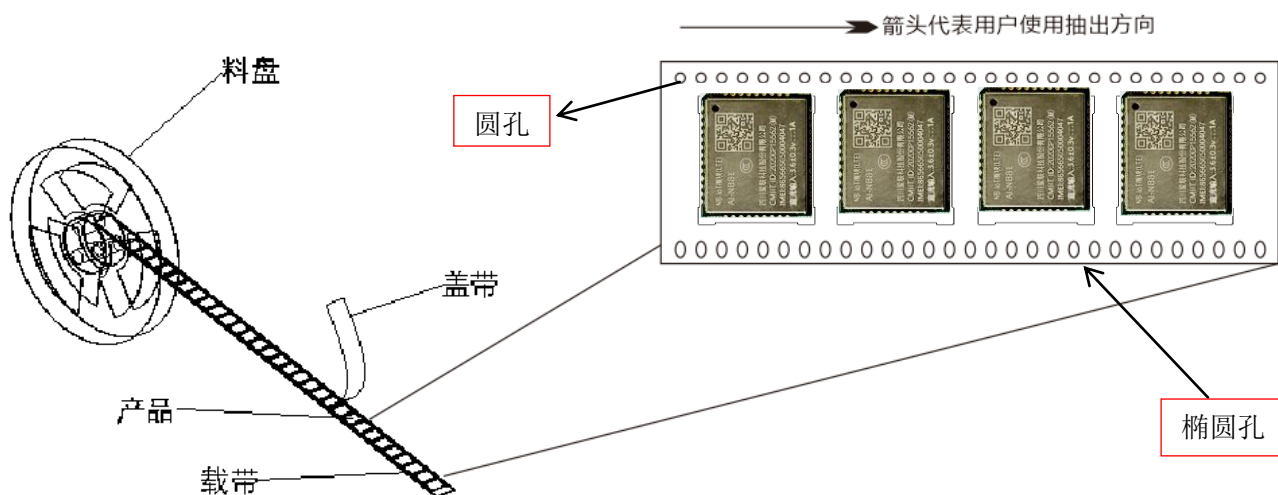


1. 升温区：温度：<150°C，时间：60~90 秒之间，斜率控制在 1~3°C/S 之间；
2. 预热恒温区：温度：150°C~200°C，时间：60-120 秒之间，斜率在 0.3-0.8 之间；
3. 回流焊接区：峰值温度 235°C~250°C(建议峰值温度<245°C)，时间 30-70 秒；
4. 冷却区：温度：217°C~170°C，斜率在 3~5°C/S 之间；
5. 焊料为锡银铜合金无铅焊料/ Sn&Ag&Cu Lead-free solder(SAC305)；

注意：产品可承受极限温度 255 度 5 秒，为保证产品质量，回流曲线应该在保证焊点质量时不损害 PCB 和元器件之间寻求平衡，并在以上曲线区间内进行为宜。

7.3 包装

Packaging Information:



包装示意图：



注：上图 3 个框示处为内盒标签粘贴位置。



注：红色箭头处为外箱标签粘贴位置。

- 1、产品放置方向、标签粘贴位置、包装按示意图进行；
- 2、每卷放1000只产品，每小盒放1卷，大箱共5装个小盒，产品数量共5000只/箱；
- 3、外箱尺寸：370mm*300mm*370mm，小盒尺寸：355mm*355mm*72mm；
- 4、真空包内放置2g干燥剂2袋，6色湿度卡1张；
- 5、其它未尽事宜按客户的包装要求执行。

12、认证信息

本产品属于完整的非独立操作使用的无线电发射模块，请在贵司设备标签或说明书中标明如下信息：

本设备包含型号核准代码为：**CMIIT ID: 2020CP15562 (M)** 的无线电发射模块

本产品属于限制性非独立操作使用的无线电发射模块，**CMIIT ID: 2020CP15562 (M)**

模块通过型号核准并不代表嵌入或使用该模块的最终设备符合相关无线电管理技术规定或标准，最终设备厂商须对产品的技术特性是否符合无线电管理技术规定或标准负责。

其它认证信息：

13、废弃处置

本公司产品的废弃处置应该遵从当地/上级区域/国家/国际适用的法规