

# NB-IoT 模块硬件应用手册

## MB26 型

版本：V2.0

日期：2022-05-18

## 法律声明

若接收浙江利尔达物联网技术有限公司（以下称为“利尔达”）的此份文档，即表示您已经同意以下条款。若不同意以下条款，请停止使用本文档。

本文档版权所有浙江利尔达物联网技术有限公司，保留任何未在本文档中明示授予的权利。文档中涉及利尔达的专有信息。未经利尔达事先书面许可，任何单位和个人不得复制、传递、分发、使用和泄漏该文档以及该文档包含的任何图片、表格、数据及其他信息。

本产品符合有关环境保护和人身安全方面的设计要求，产品的存放、使用和弃置应遵照产品手册、相关合同或者相关法律、法规的要求进行。

本公司保留在不预先通知的情况下，对此手册中描述的产品进行修改和改进的权利；同时保留随时修订或收回本手册的权利。

## 文件修订历史

版本	修订日期	修订人	修订日志
β	2019-12-18		Beta版 第一次发布
V1.0	2020-02-27		1. 完善 β 版中的细节及增加有关生产包装内容的章节，更新资料归属公司； 2. 更正 β 版中章节3.5.1中的表述错误
V1.1	2020-03-26		新增章节6.4.2 包装方式
V1.2	2020-04-24		1.纠错章节3.5.1中的调试串口波特率；
V1.3	2020-06-10		1.增加时序和 DC 特性，丰富各接口应用信息
V2.0	2022-05-18	WZ	增加新的特征符型号

## 适用模块型号

序号	模块型号	特征符	模块简介
1	MB26	Y0C	适用多个频段, 15.8×17.7×2.5 (mm)
2	MB26	Y0C-B02	适用多个频段, 15.8×17.7×2.5 (mm)
3			
4			

# 目录

<b>法律声明</b> .....	<b>2</b>
<b>文件修订历史</b> .....	<b>3</b>
<b>适用模块型号</b> .....	<b>4</b>
<b>目录</b> .....	<b>5</b>
<b>1 引言</b> .....	<b>8</b>
1.1 安全须知.....	8
<b>2 模块综述</b> .....	<b>9</b>
2.1 模块主要特性.....	9
2.2 电气特性.....	10
2.2.1 工作电压.....	10
2.2.2 工作温度.....	10
2.2.3 耗流.....	11
2.3 评估套件.....	11
<b>3 应用接口</b> .....	<b>12</b>
3.1 引脚描述.....	12
3.2 工作模式.....	16
3.3 电源设计.....	16
3.4 模块升级.....	18

3.5 模块唤醒.....	19
3.6 模块复位.....	21
3.7 UART 通信.....	23
3.7.1 串口参考设计 .....	23
3.7.2 串口应用 .....	24
3.8 USIM 卡接口.....	25
3.8.1 USIM 卡参考设计.....	25
3.8.2 设计注意事项 .....	25
3.9 通用 I/O 接口 .....	26
3.10 ADC 接口.....	26
<b>4 天线接口 .....</b>	<b>28</b>
4.1 射频参考电路.....	28
4.2 射频 LAYOUT 设计指导.....	29
4.3 天线选型参考.....	31
4.4 RF 输出功率.....	32
4.5 RF 上行最大耦合路损 .....	32
<b>5 机械尺寸 .....</b>	<b>33</b>
5.1 模块机械尺寸 .....	33
5.2 模块俯视图/底视图.....	33
5.3 推荐 PCB 设计.....	34

<b>6 生产及包装信息</b> .....	<b>35</b>
6.1 过炉方式.....	35
6.2 回流焊作业指导.....	35
6.3 不良品维修.....	37
6.4 储存及包装方式.....	37
6.4.1 储存要求.....	37
6.4.2 包装方式.....	37
<b>7 相关文档及术语缩写</b> .....	<b>39</b>
7.1 相关文档.....	39
7.2 术语缩写.....	39

# 1 引言

本文档定义了利尔达MB26系列NB-IoT模块的应用规范,描述了其硬件接口、电气特性、应用方法及其和机械规范等内容。

本文档可以帮助用户快速了解模块的硬件接口规范、电气、机械特性以及其它相关信息,结合其它相应的文件,可以快速掌握NB-IoT模块的应用方法。

## 1.1 安全须知

用户有责任遵循其他国家关于无线通信模块及设备的相关规定和具体的使用环境法规。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。我司不承担因客户未能遵循这些规定导致的相关损失。



道路行驶安全第一!当您开车时,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花费或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,收音机电脑或者其它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。当您靠近加油站,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 模块综述

MB26系列模块为全球领先的NB-IoT无线通信模块，符合3GPP标准，支持Band03，Band05、Band08频段<sup>(1)</sup>，具有体积小、功耗低、传输距离远、抗干扰能力强等特点。使用该模块，可以方便客户快速、灵活的进行产品设计。

本档中提供的MB26代表该系列型号的统称，表2-1为MB26型系列模块支持的部分Band说明。

表 2-1 MB26 型模块部分 Band 说明

频段 Band	上行频段 Uplink(UL)band	下行频段 Downlink(DL)band	网络制式 Duplex Mode
Band 03	1710MHz-1785MHz	1805MHz-1880MHz	H-FDD
Band 05	824MHz-849MHz	869MHz-894MHz	H-FDD
Band 08	880MHz-915MHz	925MHz-960MHz	H-FDD

注：(1) 后续将开放更多的支持频段，有需求请联系当地支持工程师。

### 2.1 模块主要特性

- ◆ 模块封装：LCC and Stamp hole package
- ◆ 超小模块尺寸：15.8mm×17.7mm×2.5mm (L×W×H)，重量 1.3g
- ◆ 超低功耗：0.8uA@PSM, 3.0V； 110uA@DRX (2.56s), 3.0V, ECL0
- ◆ 工作电压：VBAT 2.2V~4.3V
- ◆ 发射功率：23dBm±2dB (Max)，最大链路预算较 GPRS 或 LTE 下提升 20dB, 最大耦合损耗 MCL 为 164dB
- ◆ 提供外部 SIM 卡接口
- ◆ 支持 3GPP Re1.13/14 NB-IoT 无线电通信接口和协议

- ◆ 内嵌 TCP/IP、UDP/IP、COAP 等网络协议栈
- ◆ 所有器件符合 EU RoHS 标准

MB26模块的超小外形尺寸几乎能够满足所有的物联网应用的要求,可以很容易地嵌入到客户的产品应用中,包括车辆和个人跟踪、安全系统、无线POS、工业PDA,智能计量、远程维护与控制、智慧城市等等。

## 2.2 电气特性

### 2.2.1 工作电压

表 2-2 工作电压范围

参数	最小值	典型值	最大值	单位
正常工作电压 <sup>(1)</sup>	+2.4	+3.6	+4.5	V
扩展工作电压 <sup>(2)</sup>	+2.2	+3.6	+4.5	V

注：(1) 当模块在此电压范围内工作时，模块的相关性能满足 3GPP 标准要求。

(2) 当模块在此电压范围内工作时，模块仍能保持正常工作状态，不会出现不可恢复的故障；仅个别指标，如输出功率等参数值可能会超出 3GPP 标准的范围。当电压恢复至正常工作范围时，模块的各项指标仍符合 3GPP 标准。

### 2.2.2 工作温度

表 2-3 工作温度范围

参数	最小值	典型值	最大值	单位
正常工作温度 <sup>(1)</sup>	-35	+25	+75	°C
扩展工作温度 <sup>(2)</sup>	-40	+25	+85	°C
存储环境温度	-55	+25	+125	°C

注：(1) 当模块在此温度范围内工作时，模块的相关性能满足 3GPP 标准要求。

(2) 当模块在此温度范围内工作时，模块仍能保持正常工作状态，不会出现不可恢复的故障；仅个别指标，如输出功率等参数值可能会超出 3GPP 标准的范围。当温度恢复至正常工作范围时，模块的各项指标仍符合 3GPP 标准。

### 2.2.3 耗流

表 2-4 模块耗流

参数	模式	描述	最小值	典型值	最大值	单位	
$I_{VBAT}$	PSM	睡眠状态 @3.0V		0.8		uA	
	Idle	空闲状态		110		uA	
	Active		射频发射状态 (23dBm) @3.6V		230		mA
			射频发射状态 (23dBm) @3.0V		260		mA
			射频发射状态 (23dBm) @2.2V		300		mA
			射频接收状态		18		mA

## 2.3 评估套件

利尔达可提供完整的评估及开发套件，有USB接口的开发EVK板，欢迎联系咨询，联系方式见页面左下方提供的技术支持邮箱。

## 3 应用接口

MB26模块共有44个SMT焊盘引脚，本章节具体介绍各个模块的功能及设计：

- ◆ 电源
- ◆ UART接口
- ◆ 支持USIM和eSIM
- ◆ 其它I/O接口

### 3.1 引脚描述

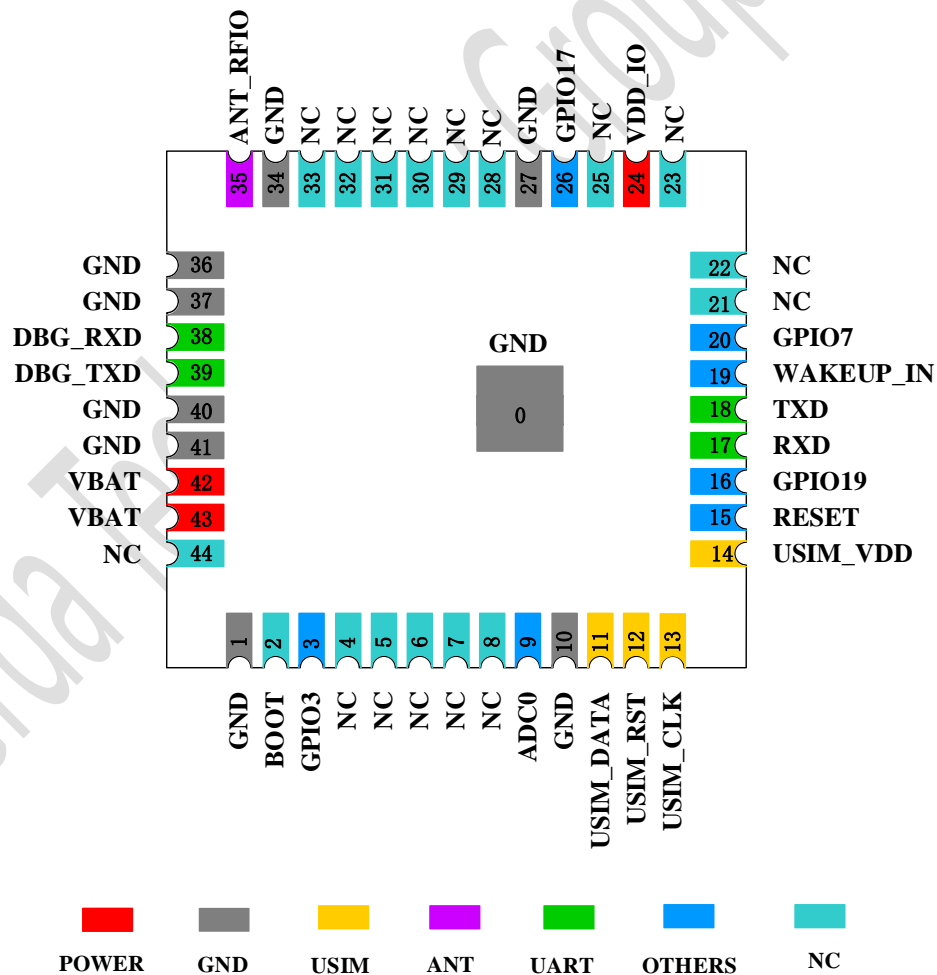


图 3-1 模块引脚分配图(适用 MB26 Y0C 系列)

下表是模块的各电源域特性说明，便于更好的理解应用。

表 3-1 模块电源域特性

电源域	DC特性	状态	输出	供电对象
VDD_IO	$V_{ILmax}=0.2*V_{DD\_IO}$ $V_{IHmin}=0.7*V_{DD\_IO}$ $V_{OLmax}=0.45V$ $V_{OHmin}=0.7*V_{DD\_IO}$	PSM模式下,同时模块自身配置为睡眠态1,睡眠态2,休眠态Hibernate三种功耗模式中的任一种时	0V (关联IO口同时掉电)	UART BOOT GPIO
		3.3V (模块默认配置)	3.3V @ $V_{BAT} \geq 3.3V$ ; VBAT @ $V_{BAT} < 3.3V$	
		2.8V(需通过固件修改)	2.8V @ $V_{BAT} \geq 2.8V$ ; VBAT @ $V_{BAT} < 2.8V$	

电源域	DC特性	功能	供电对象
VDD12AON	$V_{ILmax}=0.35V$ $V_{IHmin}=1.45V$	在PSM模式下不掉电,详见章节3.5	RESET WAKEUP
VDDSIM	$V_{norm}=1.8/3.0V$	SIM卡专用电源,支持1.8/3.0V的卡	USIM
AVDDIO		ADC外部输入电压在0-3.4V范围	ADC

下面描述了MB26的各个引脚的定义和描述:

I/O 类型定义:

IO=输入输出; DI=数字输入; DO=数字输出; PI=电源输入; PO=电源输出; AI=模拟输入; AO=模拟输出;

表 3-2 模块引脚功能描述及电源域

1 电源 POWER					
引脚号	引脚名	I/O	描述	DC特性	备注
42,43	VBAT	PI	供电电源	$V_{max}=4.3V$ $V_{min}=2.2V$ $V_{norm}=3.0V/3.3/3.6V$	电源必须能够提供达0.5A的电流
24	VDD_IO	PO	默认配置 3.3V	Load current : Max 120mA @ Active and	详见表3-1

Standby mode;

无输出@ Deep-Sleep mode

0,1,10,27,34, 36,37,40,41	GND		地		
------------------------------	-----	--	---	--	--

## 2 复位RESET

引脚号	引脚名	I/O	描述	电源域	备注
15	RESET	DI	复位模块	VDD12AON	低电平有效,内部特殊处理, 详见章节3.6

## 3 串口UART

引脚号	引脚名	I/O	描述	电源域	备注
17	RXD	DI	主串口: 模块接收数据	VDD_IO	模组串口掉电后, MCU 串口需要拉低 或者置为高阻态, 防止漏电
18	TXD	DO	主串口: 模块发送数据	VDD_IO	
38	DBG_RXD	DI	调试串口: 模块接收数据	VDD_IO	
39	DBG_TXD	DO	调试串口: 模块发送数据	VDD_IO	

## 4 外部USIM卡接口

引脚号	引脚名	I/O	描述	电源域	备注
10	GND		SIM卡与模块共用地		外部SIM卡接口建议 使用TVS管进行 ESD保护, 且SIM 卡座到模块的布线 距离最长不要超过 20cm。详细参看章 节3.8
11	USIM_DATA	IO	SIM卡数据线	VDDSIM	
12	USIM_RST	DO	SIM卡复位线	VDDSIM	
13	USIM_CLK	DO	SIM卡时钟线	VDDSIM	
14	USIM_VDD	DO	SIM卡供电电源	Vnorm=1.8/3.0V	

## 5 通用GPIO口

引脚号	引脚名	I/O	描述	DC特性	备注
3	GPIO3	IO	通用IO口	VDD_IO电源域	
16	GPIO19	IO	通用IO口	VDD_IO电源域	
20	GPIO7	IO	通用IO口	VDD_IO电源域	
26	GPIO17	IO	通用IO口	VDD_IO电源域	

## 6 其他接口

引脚号	引脚名	I/O	描述	电源域	备注
2	BOOT	IO	串口下载程序控制口	VDD_IO	先拉低BOOT，或者和Reset同时拉低，然后先释放Reset，再释放BOOT后进入下载模式，时序详见章节3.4
9	ADC0	AI	12-bit ADC 通用模数转换	AVDDIO	外部输入电压可以在0-3.4V范围内波动，不用则悬空。
19	WAKEUP_IN	AI	外部唤醒模块	VDD12AON	低电平有效，可由外部I/O直接控制

## 7 RF 接口

引脚号	引脚名	I/O	描述	DC特性	备注
35	ANT_RFIO	IO	射频天线接口	50Ω特性阻抗	

## 8 保留接口

引脚号	引脚名	I/O	描述	DC特性	备注
4~8,21,22,23,25,28~33,44	NC		TBD		未定义，悬空。

## 3.2 工作模式

下表简要地叙述了模块正常工作下的三种模式。

表 3-3 正常工作模式

模式	功能	特性描述
正常工作	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，不再接受寻呼消息。当DTE(Data Terminal Equipment)主动发送数据或者定时器T3412（周期性更新）超时后，模块将被唤醒。

## 3.3 电源设计

MB26系列模块提供了2个VBAT引脚用于连接外部电源，接口描述如下表：

表 3-4 电源引脚定义

引脚号	引脚名	描述	最小值	典型值	最大值	单位
42,43	VBAT	模块电源	2.2	--	4.3	V
1,10,27,34,36,37,40,41	GND	地, SIM卡与模块共地。				V
24	VDD_IO		2.2	--	3.3	V

电源电路设计要点如下：

电源设计对模块的性能影响及其重要，必须选择能够提供至少0.5A电流能力的电源。

若输入电压与模块的供电电压的压差不是很大，建议选择LDO作为供电电源，若输入输出之间存在比较大的压差，则使用DC-DC进行电源转换，同时需要关注DCDC带来的EMI问题。



要确保给到模块的VBAT供电输入电压不会低于VBAT的最低工作电压(注意电压跌落问题)。为了确保更好的电源供电性能，VBAT输入端参考电路如下图所示。PCB设计上VBAT走线越长，线宽越宽，建议走线宽度不低于2mm，电源部分的GND平面要尽量完整且多打地孔，同时电容尽可能的靠近模块的VBAT引脚。其中：

C1为低ESR的100uF的钽电容，提高电源的续流能力以及稳定电压。

C2、C3、C4分别为0402封装的100nF、100pF、22pF滤波电容，去除高频干扰。

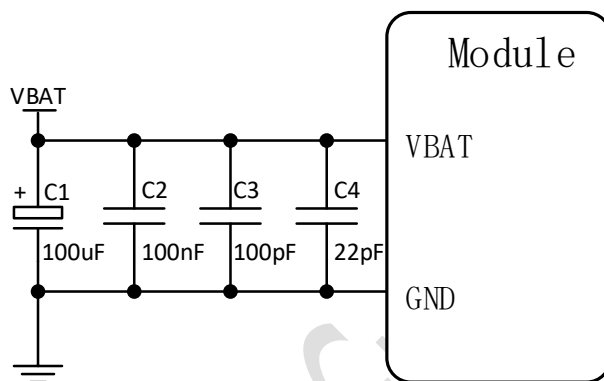


图 3-2 VBAT 输入参考电路

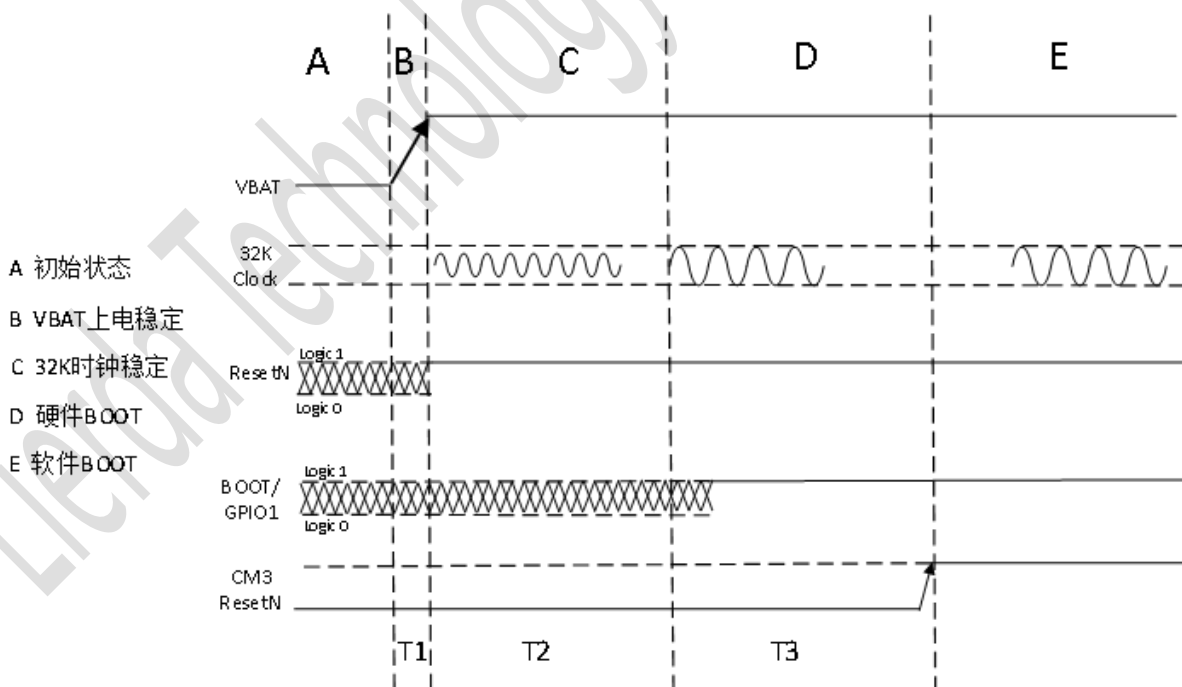


图 3-3 上电时序

**注意事项：**

- ✓ VBAT上电初始态需要小于0.7V。如果大于0.7V且小于2.2V，不能确保所有场景上电成功且芯片正常工作。
- ✓ ResetN内部有弱上拉，需要在状态C过程中上拉到高。
- ✓ GPIO1默认输入上拉，需要保证在状态E之前上拉到高。
- ✓ CM3 ResetN是内部信号，表示软件Boot开始。
- ✓ 时间要求说明：
  - T1：从0V上升到2V，小于10ms。
  - T2+T3：典型值100ms左右，受32K起振时间影响（极限情况起振时间有1.x秒）。

### 3.4 模块升级

表 3-4 BOOT 引脚定义

引脚号	引脚名	I/O	描述	备注
19	BOOT	IO	串口下载程序控制口	VDD_IO电源域

模块固件升级需要通过AT串口，此时需要BOOT和RESET引脚配合进入下载模式。BOOT引脚正常高电平，拉低后再释放（配合RESET一起），将进入下载模式，MCU可通过三极管做电平翻转，以保持正常状态MCU的控制IO都是低电平，以降低功耗。

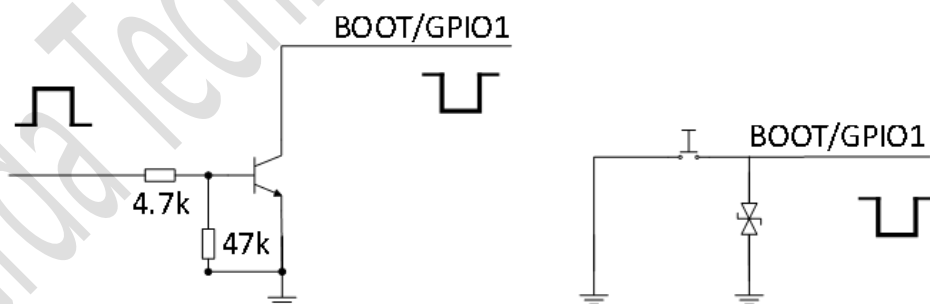


图 3-4 BOOT 参考电路

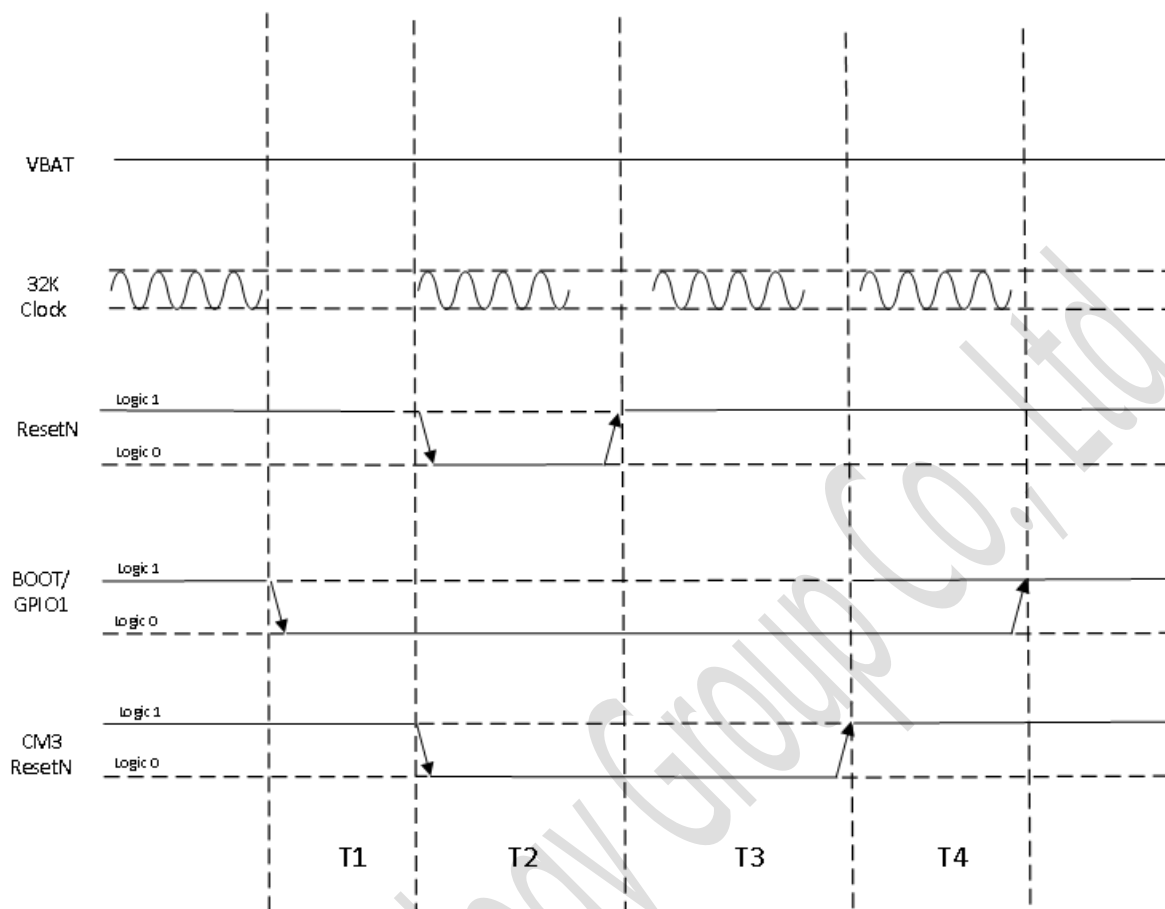


图 3-5 进入下载模式时序

**注意事项:**

- ✓ 该时序中，T1之前VBAT/32K时钟都处于稳定状态。
- ✓ 时间点要求：T1：无要求；T2：大于10ms；T3+T4：大于100ms。

### 3.5 模块唤醒

Reset和WAKEUP引脚均为VDD12A0N电源域，内部存在特殊设计，外部单独测量时电压为 $1.2 \pm 0.15V$ ，外部接按键时则无需考虑此VDD12A0N的DC特性。用户也可按照如下参考设计进行设计，也可以外部直接IO口控制，此时 $V_{ILmax} = 0.35V$ ， $V_{IHmin} = 1.45V$ ，不会存在电流倒灌。

表 3-5 WAKEUP 引脚定义

引脚号	引脚名	I/O	描述	备注
19	WAKEUP_IN	AI	外部唤醒模块	VDD12A0N电源域

模块支持多种功耗模式，每种功耗模式可通过AT指令配置，此功耗模式与NB的工作状态（Active, Idle, PSM）不同，前者为模块自身的功耗模式，后者为NB协议的工作模式。模块自身的功耗模式用户可以自由配置，后者进入需要网络决定。

- 运行态：不开启低功耗模式，即使无事可做，MCU 依然处于循环等待状态，功耗较大。
- 空闲态：MCU 在无任务时会关闭核心工作时钟，任何中断都能唤醒系统，并重启核心时钟。
- 睡眠态1：在空闲态基础上对所有外设掉电，256KB/16KB SRAM都保持内容，外设中断无法唤醒系统。
- 睡眠态2：在睡眠态1 基础上关闭 256KB SRAM，仅保留 16KB SRAM。
- 休眠态 (HIBERNATE)：在睡眠态2 基础上，关闭 16KB SRAM (SRAM都不保持内容)

下表所示，3.6V供电，模块进入PSM状态，不同功耗模式下测得平均电流值，以及每种模式下唤醒的方式。

表 3-6 模块功耗模式

功耗模式	AT配置指令	电流典型值	唤醒方式
运行态	AT+ECPMUCFG=1,0	9.8mA	可串口通讯
空闲态	AT+ECPMUCFG=1,1	3.7mA	可串口通讯
睡眠态 1	AT+ECPMUCFG=1,2	16.8uA	需通过 WAKEUP_IN 引脚唤醒
睡眠态 2	AT+ECPMUCFG=1,3	6.9uA	需通过 WAKEUP_IN 引脚唤醒
休眠态 Hibernate	AT+ECPMUCFG=1,4	0.9uA	需通过 WAKEUP_IN 引脚唤醒

WAKEUP正常高电平（1.2V），拉低唤醒，MCU可通过三极管做电平翻转，以保持正常状态MCU的控制IO都是低电平，以降低功耗。

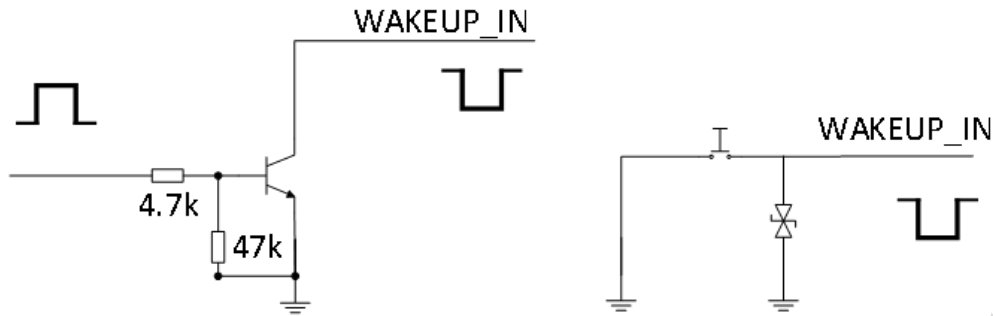


图 3-6 WAKEUP\_IN 参考电路

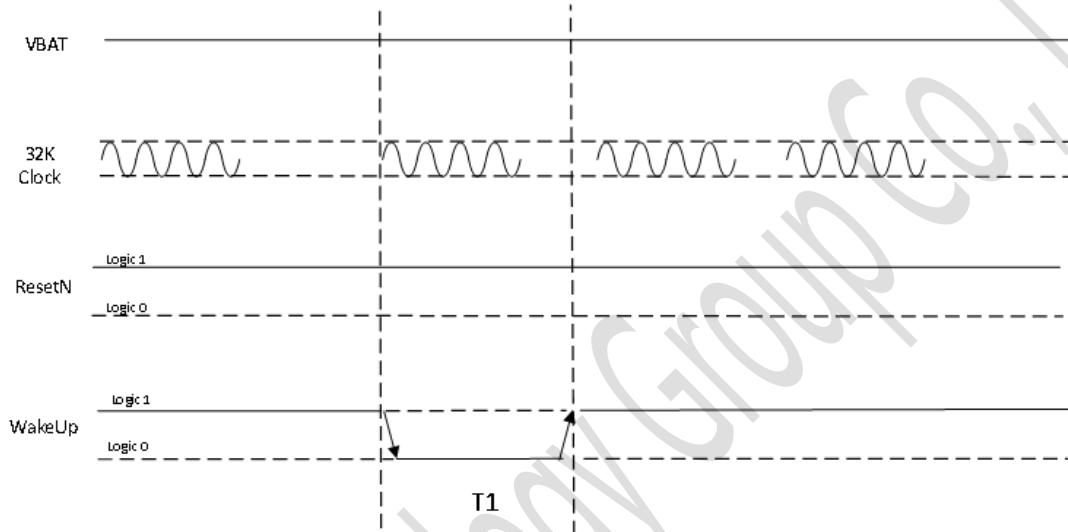


图 3-7 唤醒时序

注意事项：

- ✓ 该时序中，T1之前VBAT/32K时钟都处于稳定状态；
- ✓ 时间说明：T1大于10ns
- ✓ 唤醒线走线不宜过长，注意包地保护，远离RF、VBAT电源及强信号干扰源，以免受外界信号干扰。如果使用图3-6中三极管电路，三极管靠近模组引脚。

### 3.6 模块复位

模块可通过以下方式复位，复位引脚拉低，如下所示。

- ◆ 硬件复位：低电平有效。
- ◆ 软件复位：发送“AT+ECRST”命令复位。

表 3-7 复位引脚描述

引脚号	引脚名	描述	备注
15	RESET	复位模块，低电平有效	

硬件复位电路参考，包含了手动按键复位功能。

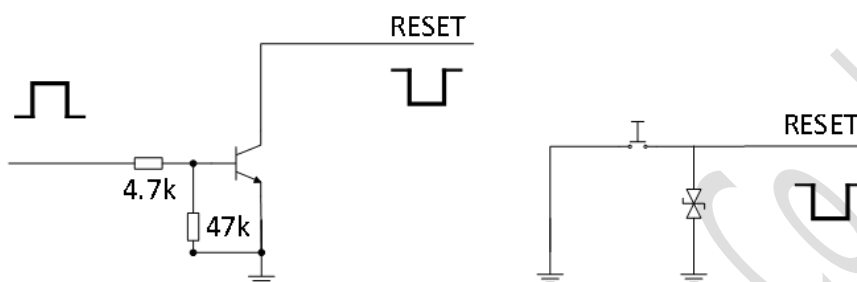


图 3-8 复位参考电路

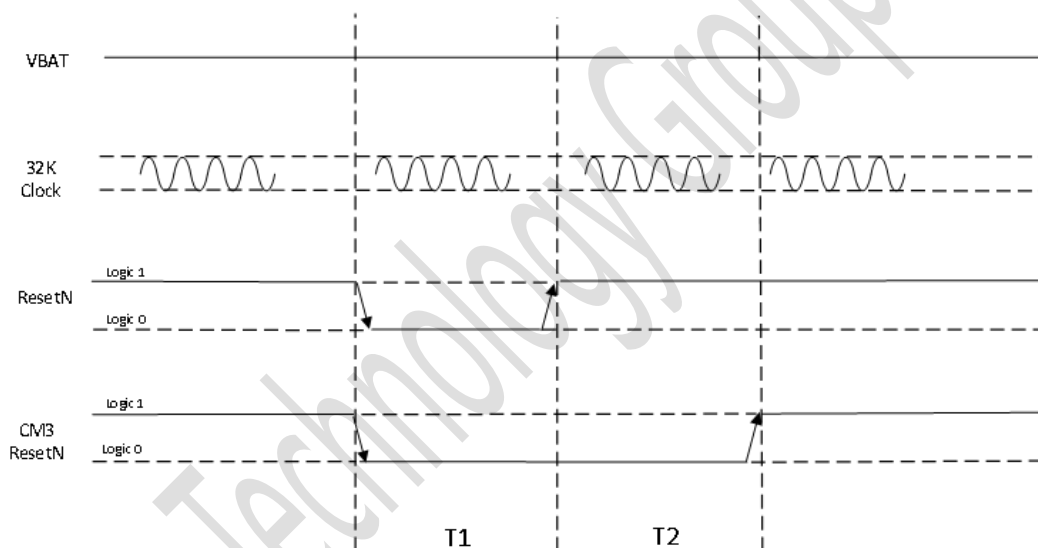


图 3-9 复位时序

注意事项：

- ✓ 该时序中，T1之前VBAT/32K时钟都处于稳定状态；
- ✓ 时间点说明： T1：大于10ms； T2：典型值52ms。
- ✓ 复位线走线不宜过长，注意包地保护，远离RF、VBAT电源及强信号干扰源，以免受外界信号干扰。如果使用图3-8中三极管电路，三极管靠近模组引脚。

## 3.7 UART 通信

模块提供了两个通用异步收发器：主串口和调试串口。串口波特率可配置为 4800bps\9600bps\115200bps\921600bps, 调试串口仅用于调试和测试用。

表 3-8 串口引脚定义

接口	引脚号	引脚名	描述	备注
主串口	17	RXD	主串口： 模块接收数据	VDD_IO电源域
	18	TXD	主串口： 模块发送数据	VDD_IO电源域
调试串口	38	DBG_RXD	调试串口： 模块接收数据	VDD_IO电源域
	39	DBG_TXD	调试串口： 模块发送数据	VDD_IO电源域

### 3.7.1 串口参考设计

主串口特点：

- ◆ 用于AT命令通信和数据传输，波特率为9600bps。
- ◆ 用于固件升级，升级波特率为921600bps。
- ◆ 主串口在Active模式和Idle模式下均可工作。

调试串口特点：

- ◆ 通过平台提供的专用工具，调试串口可查看日志信息进行软件调试，波特率为3000000bps。

两串口连接方式示意图如下：

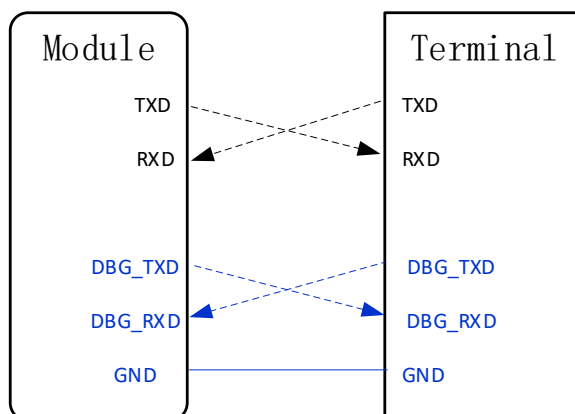


图 3-9 主串口和调试串口连接示意图

### 3.7.2 串口应用

串口接口从属于VDD\_IO电源域，使用中务必注意电平一致性的问题。

当终端和模块端电平不一致时可参考如下图所示的电平转换电路，此电路成本低，且能满足串口固件升级时波特率921600bps的需求。参考设计如下，同时注意电平转换的方向。

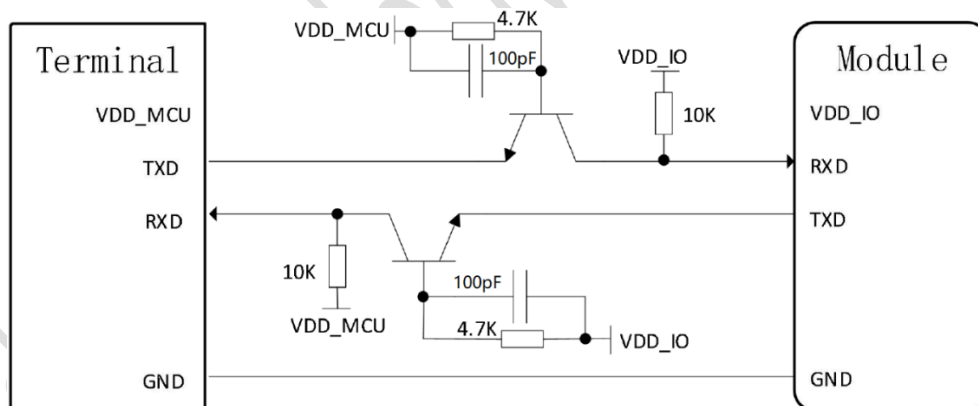
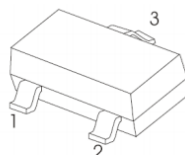


图 3-10 晶体管电平转换参考电路

推荐三极管，供参考：

#### SOT-23



1. BASE
2. EMITTER
3. COLLECTOR

品牌：CJ 规格型号：S8050 J3Y 封装：SOT-23



## 3.8 USIM 卡接口

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

表 3-9 外部 USIM 卡接口引脚定义

引脚号	引脚名	描述
10	GND	SIM卡地，与模块的GND是共用的。
11	USIM_DATA	USIM卡数据线
12	USIM_RST	USIM卡复位线
13	USIM_CLK	USIM卡时钟线
14	USIM_VDD	USIM卡供电电源，电压精度： $VDD \pm 5\%$

### 3.8.1 USIM 卡参考设计

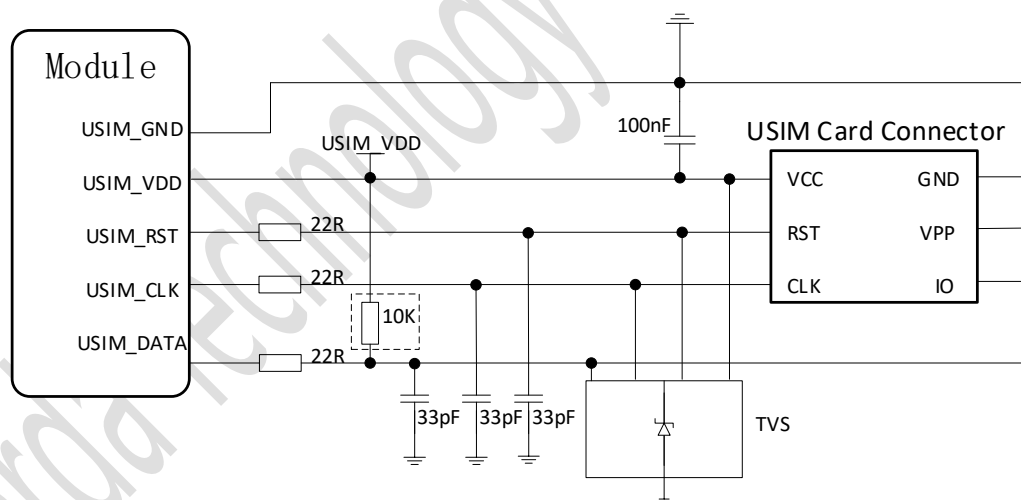


图 3-11 6PIN 外部 SIM 卡参考电路

### 3.8.2 设计注意事项

为保证SIM卡中的应用中的可靠性和可用性，请务必阅读并按照以下标准进行SIM卡电路设计。

- ◆ 布局时尽可能的将 SIM 卡靠近模块，信号线布线长度尽可能不超过 200mm。

- ◆ SIM 卡信号线远离 RF 走线和 VBAT 电源线。
- ◆ SIM 卡的 GND 布线要短而粗，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 SIM 卡的 VCC 摆放。
- ◆ 为避免 USIM\_DATA 和 USIM\_CLK 之间的信号相互串扰，两者布线不能太近，在两条走线之间需增加地屏蔽，同时为了避免走线过长带来的影响，USIM\_DATA 一般需要增加电阻上拉到 USIM\_VDD 以提高驱动能力。由于模块内部已经内置上拉电阻（阻值 10K）到 USIM\_VDD，如果走线过长，建议外部预留 10K 电阻（图 3-6 中用虚框标识）靠近卡槽放置。此外，USIM\_RST 信号也需要地保护。
- ◆ SIM 卡外围电路应该靠近 SIM 卡摆放。为确保良好的 ESD 防护性能，建议 SIM 卡引脚增加 TVS 管。ESD 保护器件尽可能靠近外部 SIM 卡摆放，并确保被保护的 SIM 卡信号线先通过 ESD 保护器件，再通过 ESD 保护器件到模块。模块和 SIM 卡信号线之间需要串联 22 欧姆的电阻用以抑制杂散 EMI，增强 ESD 保护。此外，并联的 33pF 电容用于滤除射频干扰。

### 3.9 通用 I/O 接口

表 3-10 通用 I/O 接口

引脚号	引脚名	描述	DC特性	备注
3	GPIO3	通用IO口		VDD_IO电源域
16	GPIO17	通用IO口		VDD_IO电源域
20	GPIO7	通用IO口		VDD_IO电源域
26	GPIO19	通用IO口		VDD_IO电源域

在使用通用I/O接口时，同时也要注意电平一致性的问题。

### 3.10 ADC 接口

模块提供对外1个12位模数转换输入接口，其引脚定义如下。

表 3-11 ADC 接口引脚定义

引脚号	引脚名	描述	DC特性	备注
9	ADC0	ADC0:12_bit通用模数转换	模拟IO, 外部输入电压可以在0-3.4V范围内波动	不用则悬空。

## 4 天线接口

ANT\_RFIO 是模块的 RF 天线接口，特性阻抗为  $50\ \Omega$ 。

表 4-1 RF 天线引脚定义

引脚号	引脚名	描述
34	GND	地，确保模块获得更好的射频性能
35	ANT_RFIO	RF天线接口， $50\ \Omega$ 特性阻抗
36	GND	地，确保模块获得更好的射频性能

### 4.1 射频参考电路

用户在使用该模块时，模块的RF天线接口和用户底板的天线接口间需要加入  $\pi$  型匹配电路，典型天线匹配电路及初始参数如下图所示，电阻采用0欧姆，电容位置缺省不贴，同时器件封装推荐选用0201或0402封装。

ANT\_RFIO到用户天线之间的布线要求符合50欧姆的射频特性阻抗要求，同时射频走线的距离尽可能短，确保RF走线的插入损耗尽可能的小。详细的布线要求见下节LAYOUT设计指导。

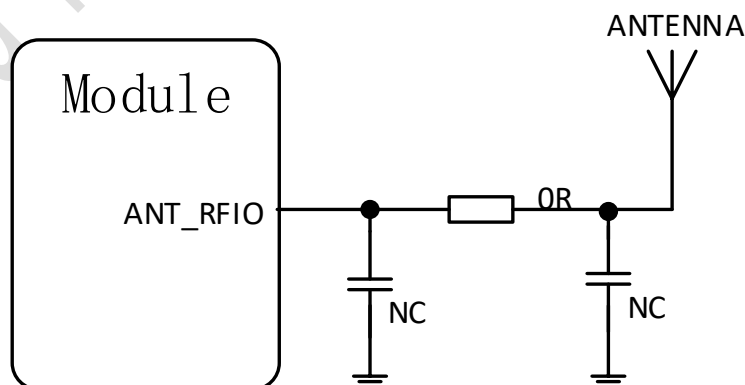


图 4-1 射频天线参考电路

## 4.2 射频 LAYOUT 设计指导

### ◆ 射频走线设计要求

本模块应用的系统中射频信号线的特性阻抗应控制在 $50\ \Omega$ 。一般情况下，射频信号线的阻抗由材料的介电常数 $\epsilon_r$ 、走线宽度 $W$ 、对地间距 $D$ 、以及参考地平面的厚度 $H$ 决定。在物联网应用领域，PCB特性阻抗的设计通常采用共面波导方式来实现，有助于射频信号线得到更好的屏蔽，同时有更高的集成度实现小面积设计。下图介绍下不同层数PCB设计的结构要求。

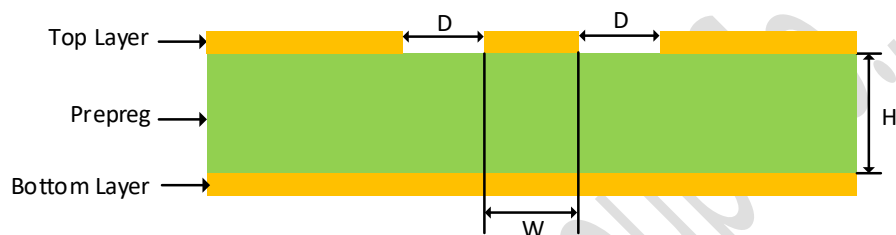


图 4-2 两层 PCB 板共面波导结构

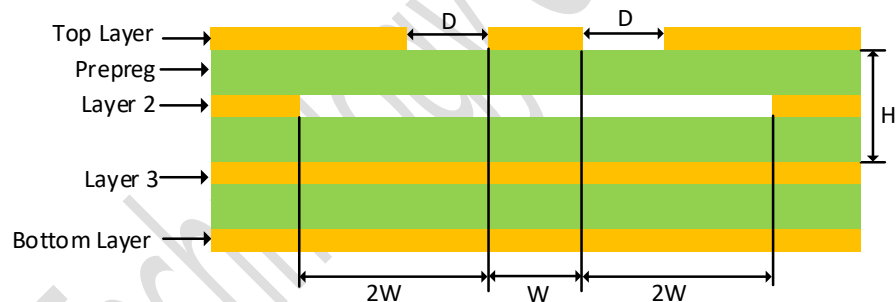


图 4-3 四层 PCB 板共面波导结构（参考地为第三层）

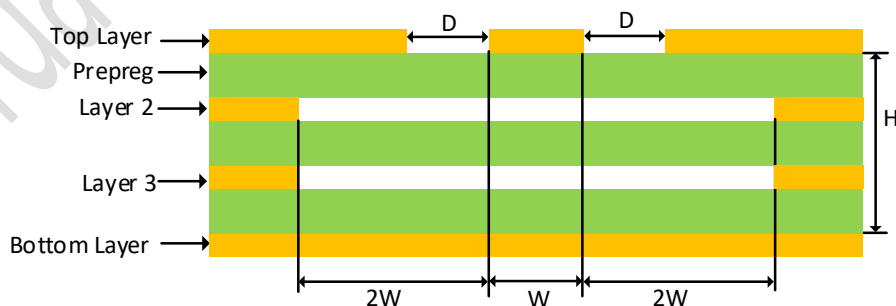


图 4-4 四层 PCB 板共面波导结构（参考地为第四层）

LAYOUT设计中50欧姆阻抗的控制方式可使用Polar Si9000设计软件工具，下图

计算方式以PCB成品厚度为1.6mm为例，可以得出RF走线宽度 $W=0.65\text{mm}$ ，线间距 $D=0.14\text{mm}$ 。

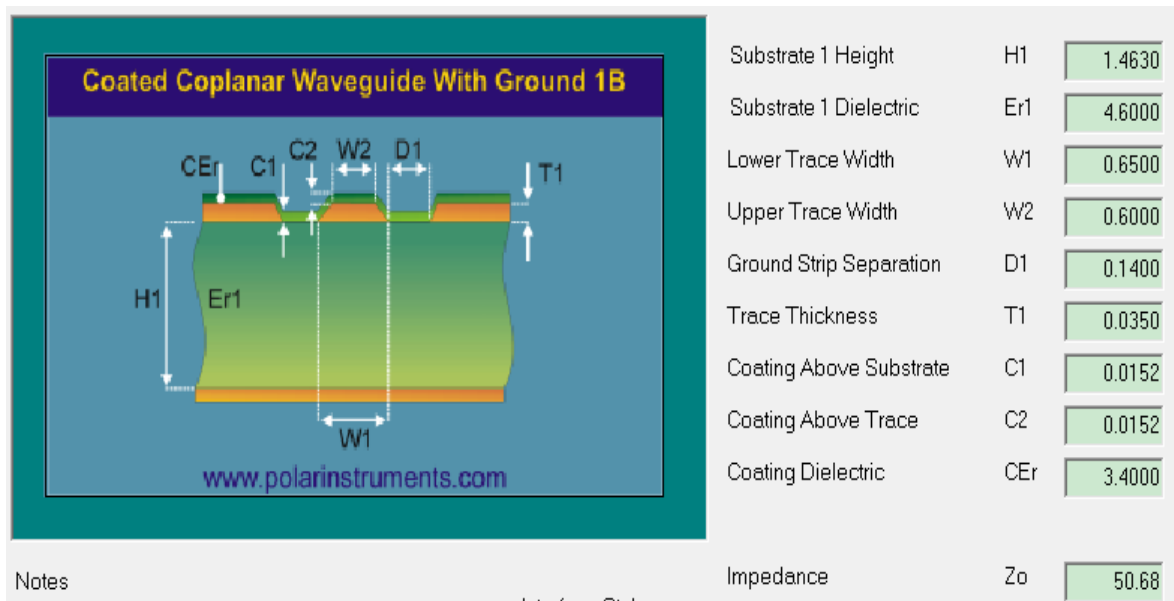


图 4-5 50 欧姆阻抗的计算方法参考

下图为PCB射频电路的LAYOUT示意图，建议如下：

- ◆ RF线宽 $W$ 及线间距 $D$ 以如上的设计结果为准进行设计。
- ◆  $\pi$ 型电路中三颗外部匹配预留器件紧密摆放，其中预留的NC器件在LAYOUT设计中可以放置在同一侧，也可以放置在两侧（如图）。
- ◆ RF走线两侧的GND平面必须要放置不规则过孔VIA，确保在RF走线最近的两侧GND平面上有VIA（如图中绿框区域），整个RF走线空间下方必须有完整的GND平面（如图中蓝色区域）

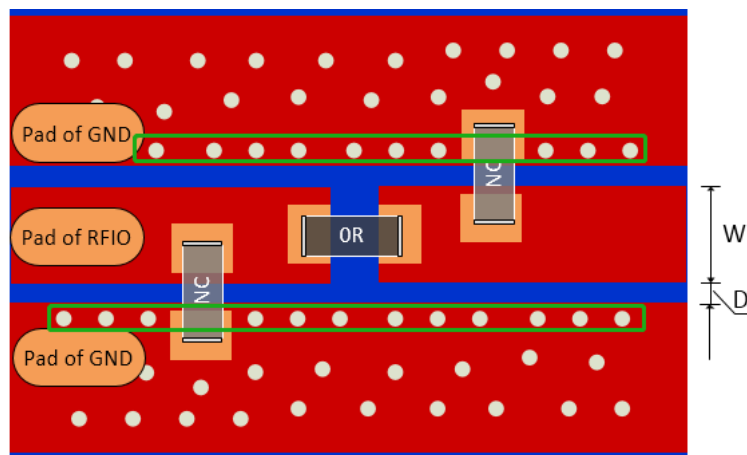


图 4-6 射频走线 LAYOUT 设计示意图

#### ◆ 模块在产品中的走线设计指导

射频走线的合理与否可直接在模块的传导测试中表现出来，但是为了保障产品的整机能发挥最大性能，还要求天线设计的配合。为了更好的满足天线设计的需求，在PCB设计中希望做到以下要求，下面分别针对不同层数的整机PCB做指导：

1) 产品PCB为2层设计时，模块正下方的TOP和BOTTOM LAYER最好都是GND层，模块需要引出的走线避免走模块正下方，都从模块外侧引出；

2) 产品PCB为4层设计时，模块需要引出的走线建议走在第三层或第四层，保留第一层和第二层给模块作完整的GND参考层。

### 4.3 天线选型参考

模块终端使用天线要求：选用符合模块工作频段的的天线，要求天线的特性阻抗为50欧姆，在工作频段内的插入损耗越小越好，驻波比 $VSWR \leq 2$ ，天线性能越好则模块的效率也越高，覆盖范围越广。

连接天线的两种常规方式：

- ◆ 焊盘焊接：天线的一端采用高频电缆直接焊接到产品的天线输出口
- ◆ 高频头：采用SMA、IPX端子的连接方式，其中IPX端子推荐使用Hirose的UF.L-R-

SMT连接器，IPX端子实物图片  ，SMA连接器实物图片 

适合NB-IoT不同场合使用的天线类型如下，但不仅限于此：

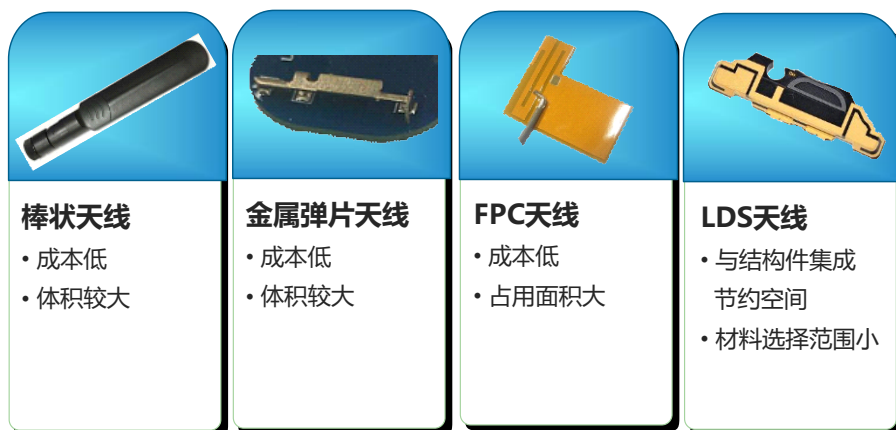


图 4-7 NB-IoT 常规天线类型推荐

## 4.4 RF 输出功率

表 4-2 RF 传导功率

频率	最大值	最小值	备注
Band 3	23dBm ± 2dB	< -40dBm	符合3GPP Rel-13和 Rel-14中的NB-IoT协议
Band 5	23dBm ± 2dB	< -40dBm	
Band 8	23dBm ± 2dB	< -40dBm	

## 4.5 RF 上行最大耦合路损

表 4-3 RF 上行最大耦合路损

频率	上行最大耦合路损
Band 3	164dB
Band 5	164dB
Band 8	164dB



# 5 机械尺寸

## 5.1 模块机械尺寸

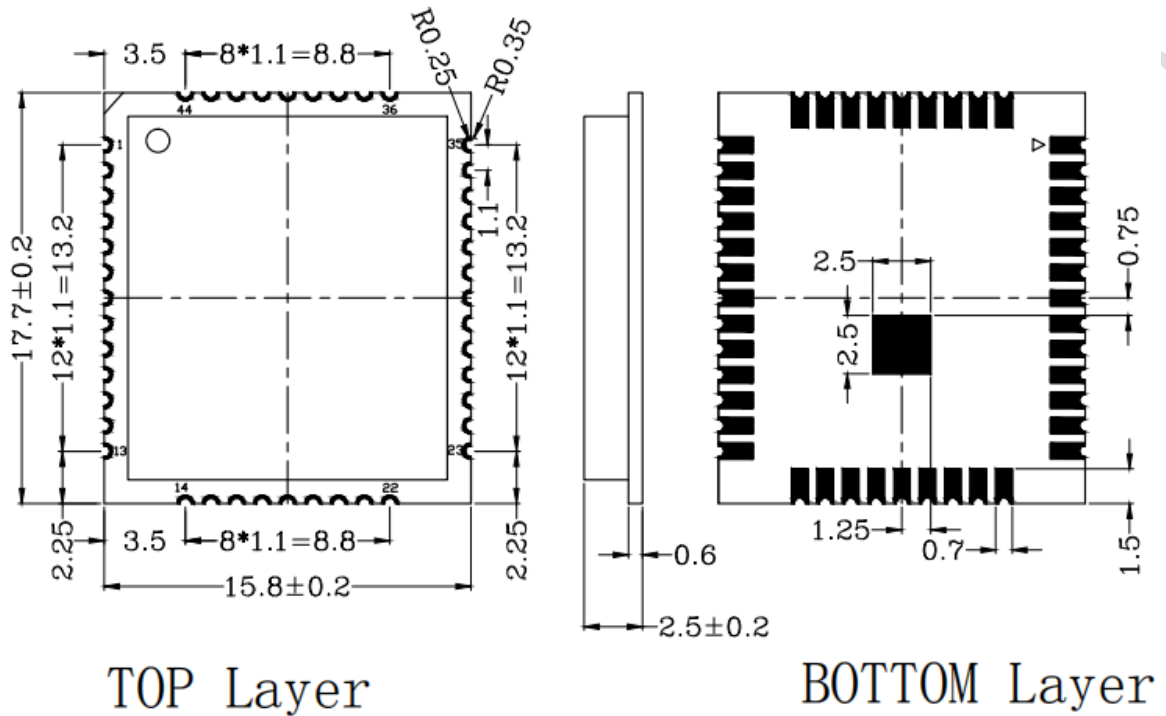


图 5-1 模块机械尺寸图

## 5.2 模块俯视图/底视图

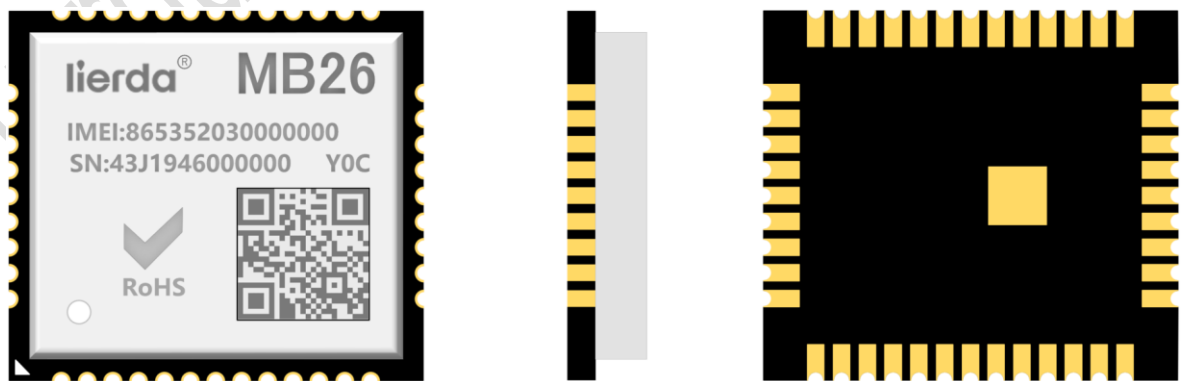


图 5-2 模块俯视/底视图

以上是模块的设计效果图，请以模块实物为准，尤其是标签内容仅供示意。更多的信息，如模块封装推荐、生产指导及包装方式等请参考我司的生产指导文档。

### 5.3 推荐 PCB 设计

模块推荐焊盘如下图所示，用户可根据自身生产工艺进行微调。

- ◆ 模块四周引脚内部采用直角设计，用户设计底板焊盘时，请考虑采用圆角过渡；模块底部的正方形焊盘，底板设计时可采用模块引脚尺寸，如下图所示单个焊盘参考设计图。
- ◆ 为了便于开阶梯钢网，建议模块焊盘外侧2.0mm范围内不要布局其它元器件，此距离用户可参考自家钢网厂家的要求来确定。

注：模块焊盘都是以模块中心点对称分布的。

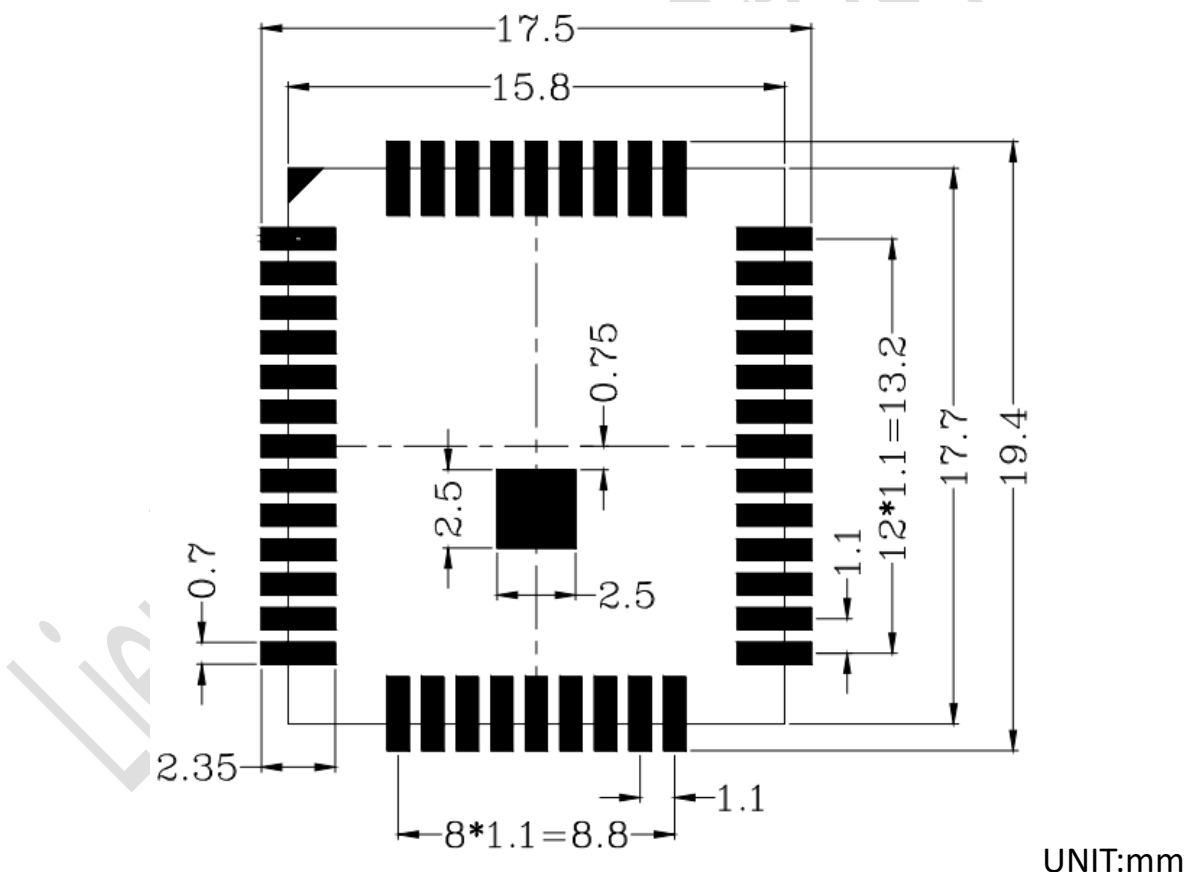


图 5-3 模块推荐焊盘

## 6 生产及包装信息

本章描述了模块的贴片工艺、储存、包装等指导信息，适用于模块的组装过程指导。

### 6.1 过炉方式

如果客户使用模块的底板是双面板，则建议模块放在第二次贴片，另第一次贴片时客户的底板最好在网带上过炉，第二次贴片也尽量放在网带上过炉，如果因特殊原因不能放在网带上过炉，也要考虑使用治具在轨道过炉或垫一个平的耐高温平直模板托住 PCBA 过炉，防止过炉时 PCB 变形导致模块虚焊。

### 6.2 回流焊作业指导

PCBA回流焊炉温曲线，与使用锡膏有关，需根据锡膏实际调整。数据仅适合无铅作业，参看图6-1 无铅回流焊作业指导。

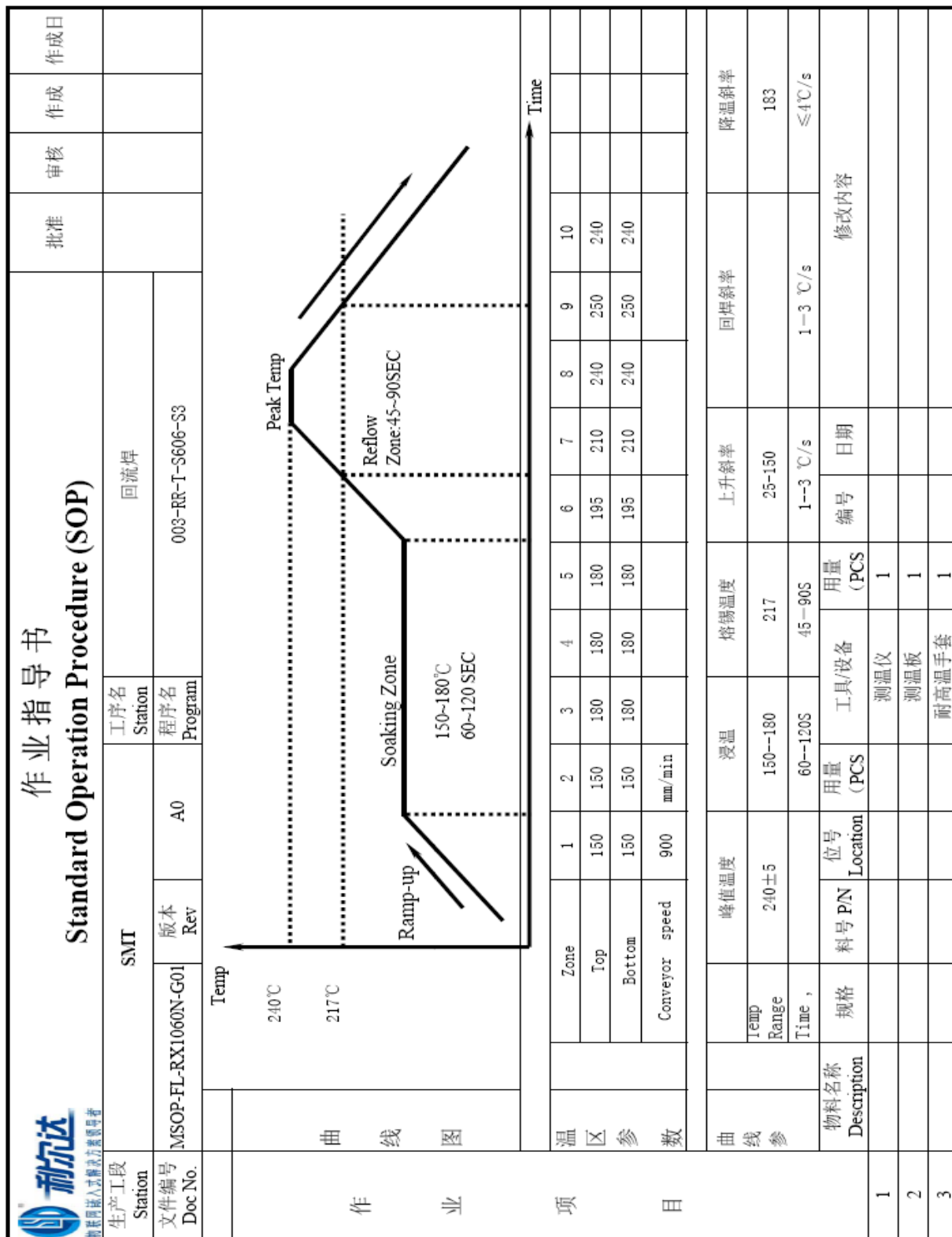


图 6-1 回流焊作业指导参考

## 6.3 不良品维修

如果模块出现虚焊、短接等不良需要维修时，请按如下参数进行：

无铅工艺：烙铁温度 $380 \pm 10^{\circ}\text{C}$ ，烙铁接触时间 $\leq 5\text{S}$ ；

有铅工艺：烙铁温度 $350 \pm 10^{\circ}\text{C}$ ，烙铁接触时间 $\leq 5\text{S}$ ；

模块不建议使用热风枪吹，以免影响模块性能。

## 6.4 储存及包装方式

### 6.4.1 储存要求

模块以真空卷盘密封袋的形式出货，湿度敏感等级为 MSL 3。

储存条件：

1) 温度小于 $40^{\circ}\text{C}$ ，湿度小于90%(RH)，在密封包装良好的情况下可确保12个月的可焊接性。

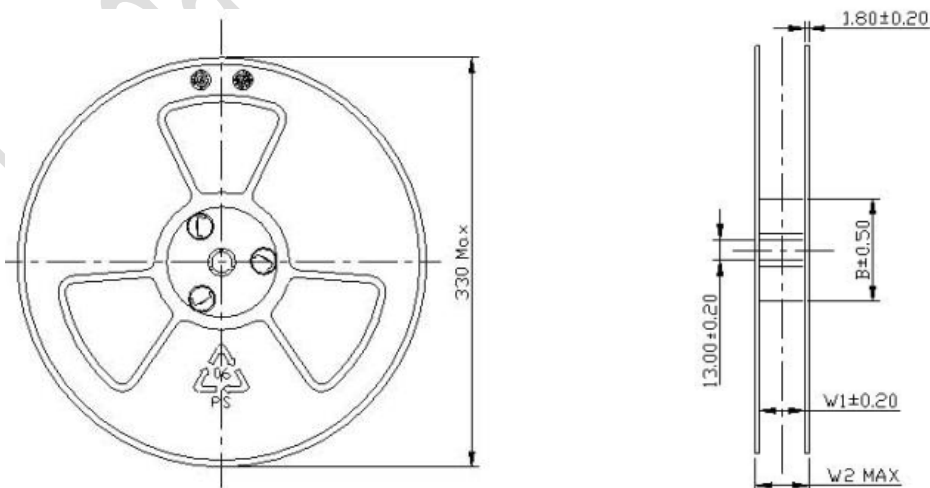
2) 拆封后，在环境温度小于 $30^{\circ}\text{C}$ 和相对湿度小于60%(RH)的情况下，确保168小时内进行贴片装配。

如不满足上述条件需要进行烘烤，在 $125^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ，湿度 $\leq 60\% \text{RH}$ 下烘烤8小时，烘烤累计时间小于96小时。

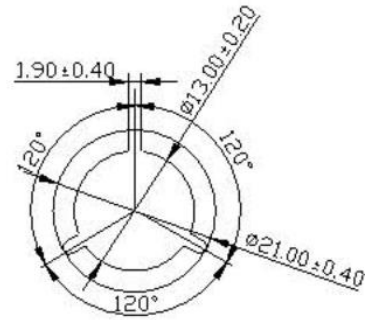
更详细的指导请参考IPC/JEDECJ-STD-033规范。

### 6.4.2 包装方式

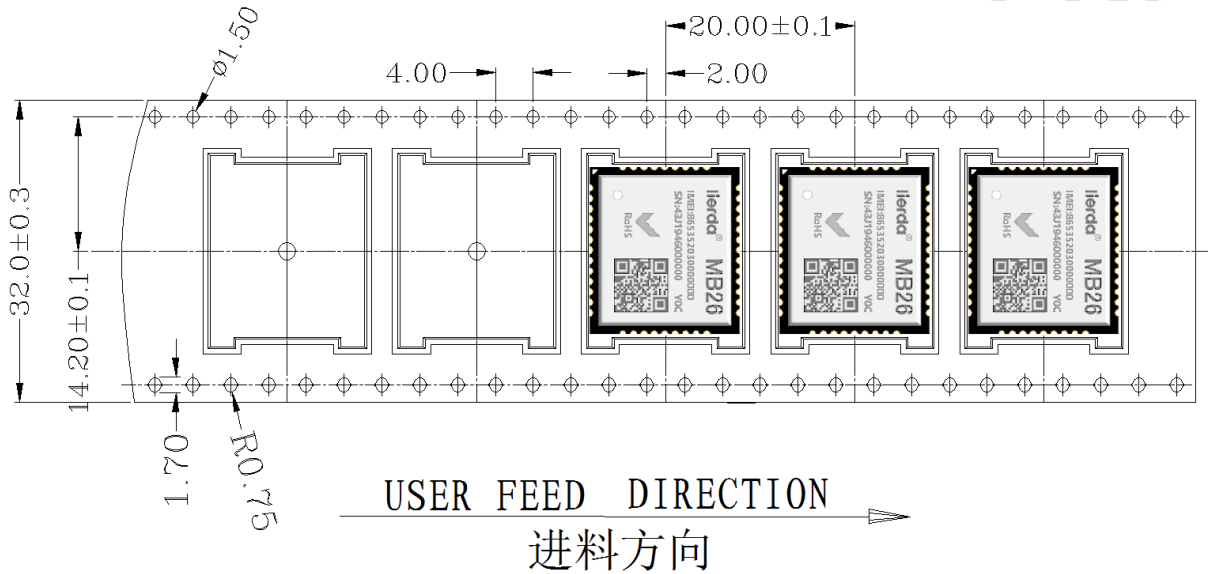
本模块出厂包装采用胶轮载带方式，胶轮参考尺寸如下：



Reel Size(mm)			
Tape Width	B±0.5	W1±0.2	W2 Max
32	100	32.4	38.4



载带进料方向如下：（注意模块PIN1位置）



# 7 相关文档及术语缩写

## 7.1 相关文档

以下相关文档提供了文档的名称，版本请以最新发布的为准。

表 7-1 相关文档

序号	文档名称	注释
[1]	EC616数据手册	
[2]		
[3]		
[4]		

## 7.2 术语缩写

表 7-2 术语缩写

Abbreviate	Definition
ADC	Analog-to-Digital Converter
DAC	Digital -to- Analog Converter
H-FDD	Half Frequency Division Duplexing
I/O	Input/Output
I <sub>max</sub>	Maximum Load Current
I <sub>norm</sub>	Normal Current
kbps	Kilo Bits Per Second

NB-IoT	Narrow Band Internet of Things
PSM	Power Saving Mode
RF	Radio Frequency
RoHS	Restriction of Hazardous Substances
RX	Receive
TAU	Tracking Area Update
TX	Transmit
UART	Universal Asynchronous Receiver & Transmitter
USIM	Universal Subscriber Identification Module
VSWR	Voltage Standing Wave Ratio
Vmax	Maximum Voltage Value
Vnorm	Normal Voltage Value
Vmin	Minimum Voltage Value
V <sub>IHmax</sub>	Maximum Input High Level Voltage Value
V <sub>IHmin</sub>	Minimum Input High Level Voltage Value
V <sub>ILmax</sub>	Maximum Input Low Level Voltage Value
V <sub>ILmin</sub>	Minimum Input Low Level Voltage Value
V <sub>I</sub> max	Absolute Maximum Input Voltage Value
V <sub>I</sub> min	Absolute Minimum Input Voltage Value
V <sub>OHmax</sub>	Maximum Output High Level Voltage Value
V <sub>OHmin</sub>	Minimum Output High Level Voltage Value
V <sub>OLmax</sub>	Maximum Output Low Level Voltage Value
V <sub>OLmin</sub>	Minimum Output Low Level Voltage Value
MSL	Moisture Sensitivity levels