

NB-IoT 模块硬件应用手册

MB962 型

版本：V1.0

日期：2020-11-20

法律声明

若接收浙江联芯物联网科技有限公司（以下称为“联芯科技”）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联芯物联网科技有限公司，保留任何未在本文档中明示授予的权利。文档中涉及联芯科技的专有信息。未经联芯科技事先书面许可，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。

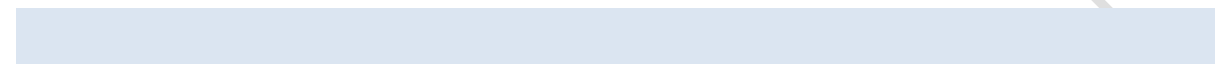
本公司保留在不预先通知的情况下，对此手册中描述的产品进行修改和改进的权利；同时保留随时修订或收回本手册的权利。

文件修订历史

版本	修订日期	修订日志
Draft	2020-11-01	草稿版
V1.0	2020-11-20	初版发布使用，会持续勘误。
		1.

适用模块型号

序号	型号	特征符	尺寸 (mm)	工作电压	频段	外设	状态
1	MB962	Y0C	23.6×19.9×2.2	2.2-4.5V	多频段	多	出货



目录

法律声明.....	2
文件修订历史.....	3
适用模块型号.....	4
目录.....	5
表格索引.....	7
图形索引.....	8
1 引言	10
1.1 安全须知.....	10
2 模块综述	11
2.1 模块主要特性.....	11
2.2 电气特性.....	12
2.2.1 绝对最大值.....	12
2.2.2 工作温度.....	12
2.2.3 耗流.....	13
2.3 评估套件.....	13
3 应用接口	14
3.1 引脚描述.....	15
3.2 工作模式.....	19

3.3 电源设计.....	19
3.4 模块唤醒和时序.....	21
3.5 模块复位和时序.....	22
3.6 UART 通信.....	24
3.6.1 串口参考设计.....	24
3.6.2 串口应用.....	25
3.7 USIM 卡接口.....	27
3.7.1 USIM 卡参考设计.....	27
3.7.2 设计注意事项.....	27
3.8 通用 I/O 接口.....	28
4 天线接口.....	29
4.1 射频参考电路.....	29
4.2 射频 LAYOUT 设计指导.....	30
4.3 天线选型参考.....	32
4.4 RF 输出功率.....	33
4.5 RF 上行最大耦合路损.....	33
5 机械尺寸.....	34
5.1 模块机械尺寸.....	34
5.2 模块俯视/底视图.....	35
5.3 推荐 PCB 设计.....	35

6 生产及包装信息	37
6.1 过炉方式.....	37
6.2 回流焊作业指导.....	37
6.3 不良品维修.....	37
6.4 储存及包装方式.....	39
6.4.1 储存要求.....	39
6.4.2 包装方式.....	39
7 模块订购信息	40
8 术语缩写	41
8.1 术语缩写.....	41

表格索引

表 2-1 MB962 型模块部分 Band 说明	11
表 2-2 绝对最大值.....	12
表 2-3 工作温度范围.....	12
表 2-4 模块耗流.....	13
表 3-1 模块电源域特性.....	16
表 3-2 模块引脚功能描述及电源域.....	16
表 3-3 正常工作模式	19
表 3-4 电源引脚定义.....	19
表 3-5 WAKEUP 引脚定义.....	21
表 3-6 模块功耗模式类型及配置.....	22

表 3-7 复位引脚描述.....	23
表 3-8 串口引脚定义.....	24
表 3-9 外部 USIM 卡接口引脚定义.....	27
表 3-10 通用 I/O 接口.....	28
表 4-1 RF 天线引脚定义.....	29
表 4-2 RF 传导功率.....	33
表 4-3 RF 上行最大耦合路损.....	33
表 7-1 模块订购信息表.....	40
表 8-1 术语缩写.....	41

图形索引

图 3-1 模块引脚分配图(适用 MB962 Y0C).....	15
图 3-2 VBAT 输入参考电路.....	20
图 3-3 上电时序.....	21
图 3-4 唤醒时序.....	22
图 3-5 复位参考电路.....	23
图 3-6 复位时序.....	23
图 3-7 主串口和调试串口连接示意图.....	25
图 3-8 晶体管电平转换参考电路.....	25
图 3-9 3.3V/5V 电平下的电平转换参考电路.....	26
图 3-10 1.8V/3.3V 电平转换参考电路.....	26
图 3-11 6PIN 外部 SIM 卡参考电路.....	27
图 4-1 射频天线参考电路.....	29
图 4-2 两层 PCB 板共面波导结构.....	30
图 4-3 四层 PCB 板共面波导结构（参考地为第三层）.....	30
图 4-4 四层 PCB 板共面波导结构（参考地为第四层）.....	30
图 4-5 50 欧姆阻抗的计算方法参考.....	31

图 4-6 射频走线 LAYOUT 设计示意图.....	31
图 4-7 NB-IoT 常规天线类型推荐.....	32
图 5-1 MB962 模块机械尺寸图.....	34
图 5-2 模块俯视/底视图.....	35
图 5-3 模块推荐焊盘.....	36
图 6-1 无铅回流焊作业指导.....	38
图 6-2 载带进料方向图.....	39

1 引言

本文档定义了联芯科技MB962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

MB962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、Band28等多个频段⁽¹⁾，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。

本文档中提供的MB962代表该系列型号的统称，表2-1为MB962型系列模块支持的部分Band说明。

表 2 - 1 MB962 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：23.6mm×19.9mm×2.2mm (L×W×H)，重量 1.8g
- ◆ 超低功耗：800nA@PSM, 3.0V； 110uA@DRX (2.56s), 3.0V, ECL0
- ◆ 工作电压：VBAT 2.2V~4.5V
- ◆ 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 Rel. 13/14 NB-IoT 无线电通信接口和协议
- ◆ 内嵌 UDP、IP、COAP 等网络协议栈
- ◆ 所有器件符合 EU RoHS 标准

MB962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 绝对最大值

下表所示是模块电气性能的最大耐受值。

表 2-2 绝对最大值

绝对最大参数	最小值	最大值	单位
供电电源		+4.5	V
工作环境温度	-40	+85	°C
存储环境温度	-55	+125	°C

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
正常工作环境温度	-40	+25	+85	°C
存储环境温度	-55	+25	+125	°C

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

联芯科技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

MB962型模块共有94个引脚，其中54个为LCC引脚，其余40个为LGA引脚。本章节具体介绍各个模块的功能及设计：

- ◆ 电源
- ◆ UART接口
- ◆ USIM接口
- ◆ 其它I/O接口
- ◆ ADC接口
- ◆ RF接口

3.1 引脚描述

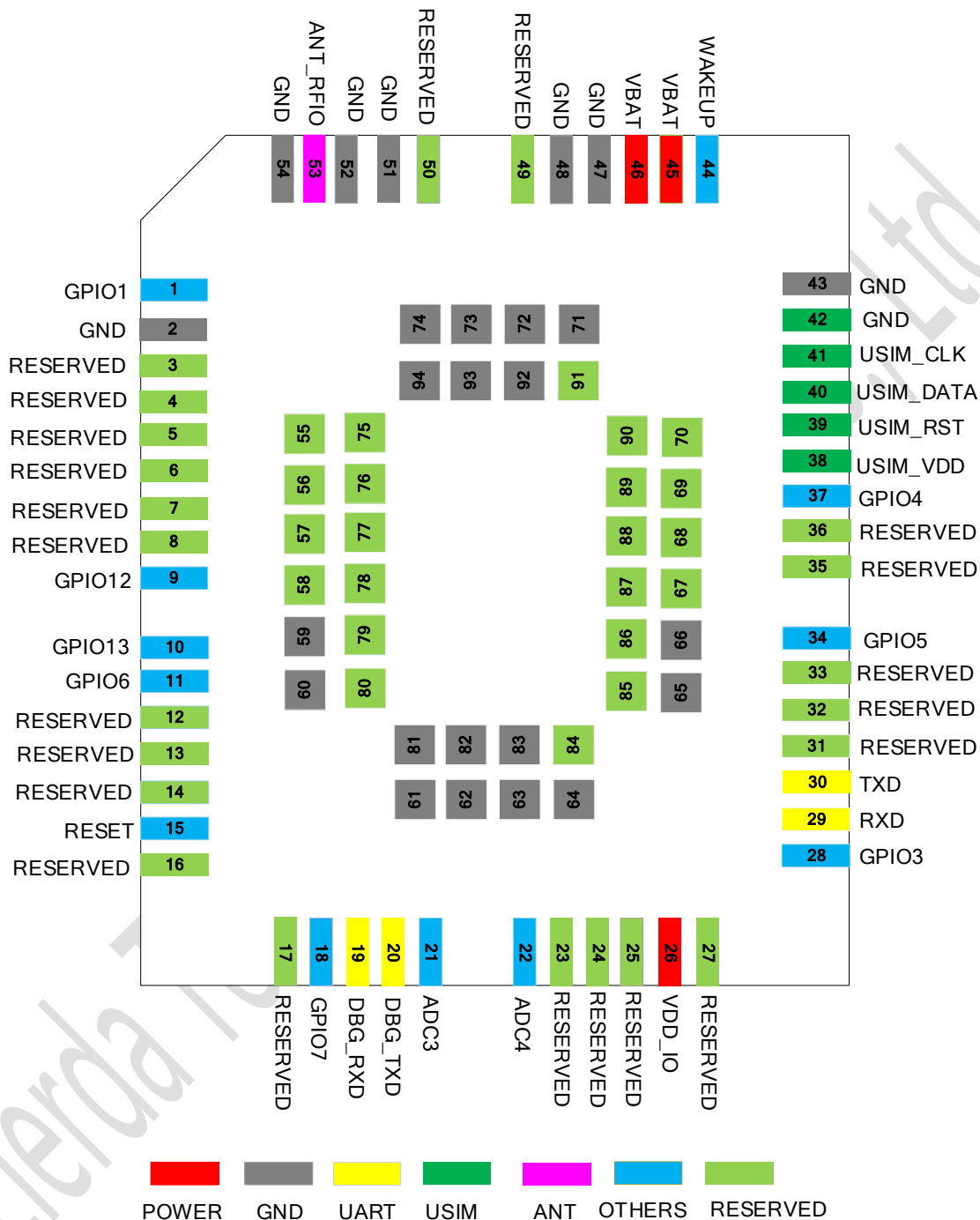


图 3-1 模块引脚分配图(适用 MB962 Y0C)

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	VILmax=0.2*VDD_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 GPIO
	VIHmin=0.7*VDD_IO			
	VOLmax=0.45V			
	VOHmin=0.7*VDD_IO	3.3V (模块默认配置)	3.3V @ VBAT ≥ 3.3V; VBAT @ VBAT < 3.3V	
		2.8V(需通过固件修改)	2.8V @ VBAT ≥ 2.8V; VBAT @ VBAT < 2.8V	
VDDSIM	Vnorm=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0-3.3V范围		ADC

下面描述了MB962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
45,46	VBAT	PI	供电电源	Vmax=4.5V Vmin=2.2V Vnorm=3.0V/3.3/3.6V	电源必须能够提供达0.5A的电流
26	VDD_IO	PO	默认配置: 3.3V;	Load current : Max 120mA @ Active and Standby mode; 无输出 @ Deep-Sleep mode	详见表3-1
2,43,47,48,51, 52,54, 59~66, 71~74, 81~83, 92~94	GND		地,SIM卡与模块共用地		

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		低电平有效，详见章节3.5

3 串口UART

引脚号	引脚名	I/O	描述	电源域	备注
29	RXD	DI	主串口： 模块接收数据	VDD_IO	重要： 在PSM下，串口会掉电，请根据实际情况设置RXD的工作模式（RXD悬空或者高电平），防止漏电，详见章节3.6。
30	TXD	DO	主串口： 模块发送数据	VDD_IO	
19	DBG_RXD	DI	调试串口： 模块接收数据	VDD_IO	
20	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
40	USIM_DATA	IO	SIM卡数据线	VDDSIM	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3.7
41	USIM_CLK	DO	SIM卡时钟线	VDDSIM	
39	USIM_RST	DO	SIM卡复位线	VDDSIM	
38	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	电源域	备注
1	GPIO1	IO	通用IO口	VDD_IO	

9	GPIO12	IO	通用IO口	VDD_IO	复用功能: I2C_SDA, UART_RXD
10	GPIO13	IO	通用IO口	VDD_IO	复用功能: I2C_SCL, UART_TXD
11	GPIO6	IO	通用IO口	VDD_IO	
18	GPIO7	IO	通用IO口	VDD_IO	
28	GPIO3	IO	通用IO口	VDD_IO	
34	GPIO5	IO	通用IO口	VDD_IO	
37	GPIO4	IO	通用IO口	VDD_IO	

6 其他接口

引脚号	引脚名	I/O	描述	备注
44	WAKEUP	AI	外部唤醒模块,PSM下不掉电	低电平有效,时间要大于10ns,可由外部I/O直接控制。非特殊需要,不采用IO唤醒,详见章节3.4

9 ADC接口

引脚号	引脚名	I/O	描述	电源域	备注
21	ADC3	AI	12-bit ADC通用模数转换	AVDDIO	输入电压范围: 0-3.3V
22	ADC4	AI	12-bit ADC通用模数转换	AVDDIO	输入电压范围: 0-3.3V

7 RF 接口

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

8 保留接口

引脚号	引脚名	I/O	描述	DC特性	备注
3~8,12,13,14,16,17,23,24,25,27,31,32,33,35,36,49,50,55~58,67~70,75~80,84~91	REV		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

MB962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
45,46	VBAT	模块电源	2.2	--	4.5	V
2,43,47,48,51,52,54,59~66,71~74,81~83,92~94	GND	地, SIM卡与模块共地。				V
26	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。

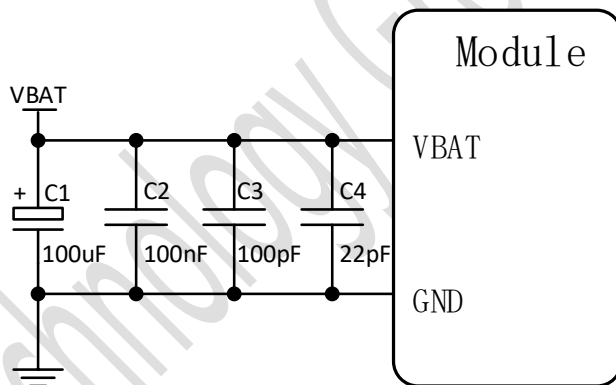


图 3-2 VBAT 输入参考电路

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）。

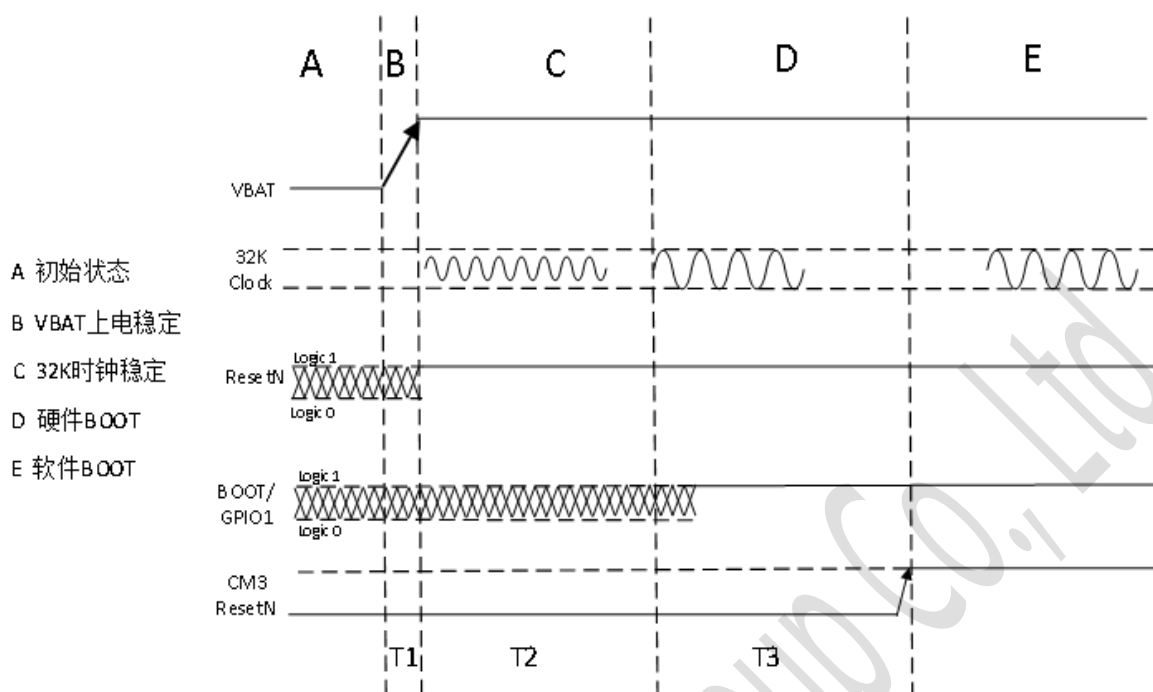


图 3-3 上电时序

3.4 模块唤醒和时序

WAKEUP作为一个外部中断唤醒功能，可以由外部I/O口直接控制。

表 3-5 WAKEUP 引脚定义

引脚号	引脚名	I/O	描述	备注
44	WAKEUP	AI	外部唤醒模块，PSM下不掉电	

注：此模块支持低功耗串口唤醒，非特殊要求下，其WAKEUP无需用到。

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)

表 3-6 模块功耗模式类型及配置

功耗模式	AT配置指令
运行态	AT+ECPMUCFG=1,0
空闲态	AT+ECPMUCFG=1,1
睡眠态 1	AT+ECPMUCFG=1,2
睡眠态 2	AT+ECPMUCFG=1,3
休眠态 Hibernate	AT+ECPMUCFG=1,4

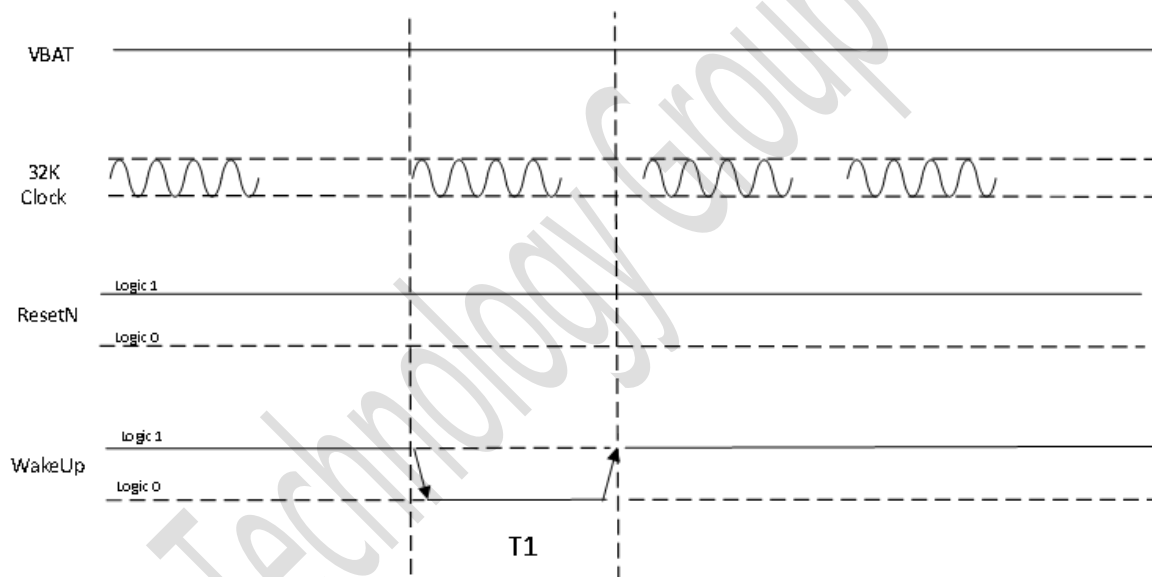


图 3-4 唤醒时序

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

3.5 模块复位和时序

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。

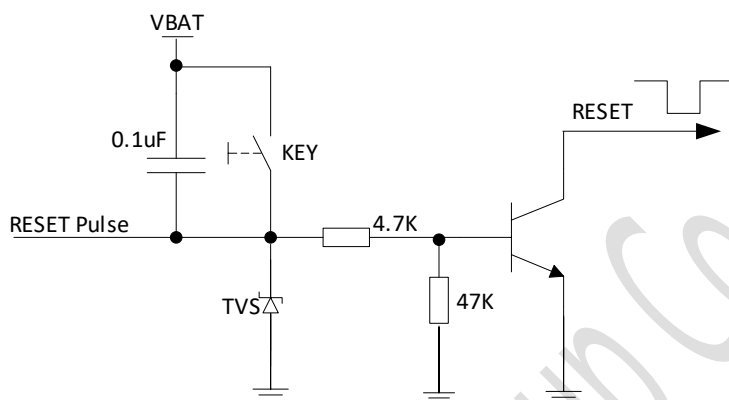


图 3-5 复位参考电路

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10ns； T2：典型值52ms。

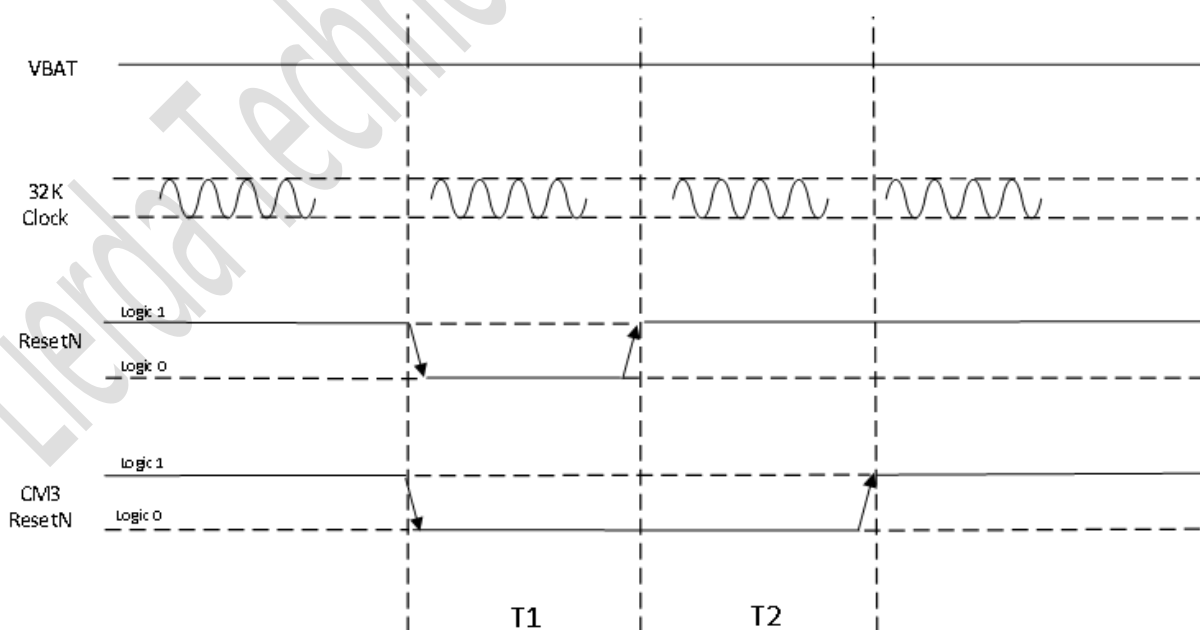


图 3-6 复位时序

3.6 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	29	RXD	主串口： 模块接收数据	VDD_IO电源域
	30	TXD	主串口： 模块发送数据	VDD_IO电源域
调试串口	19	DBG_RXD	调试串口： 模块接收数据	VDD_IO电源域
	20	DBG_TXD	调试串口： 模块发送数据	VDD_IO电源域

注：

当模块的供电电压 $V_{BAT} \geq 3.3V$ 时，串口电平是 3.3V；

当模块的供电电压 $V_{BAT} < 3.3V$ 时，串口电平则保持与 V_{BAT} 一致，即跟随 V_{BAT} 降低而降低。

3.6.1 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 6000000bps。

两串口连接方式示意图如下：

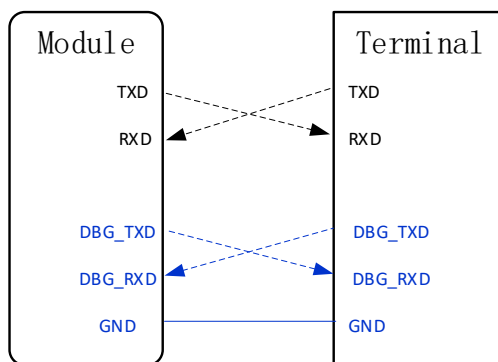


图 3-7 主串口和调试串口连接示意图

3.6.2 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。合适的串口电平转换电路主要要考虑的要素有：是否满足串口的工作速率、有低功耗要求的场景，其功耗是否满足要求等。以下提供了一些电平匹配电路方案供参考，根据产品实际需求选择下列适合的方案或自行定义。

1) 晶体管电平转换参考电路

此电路成本低，但是对串口波特率有限制，不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。

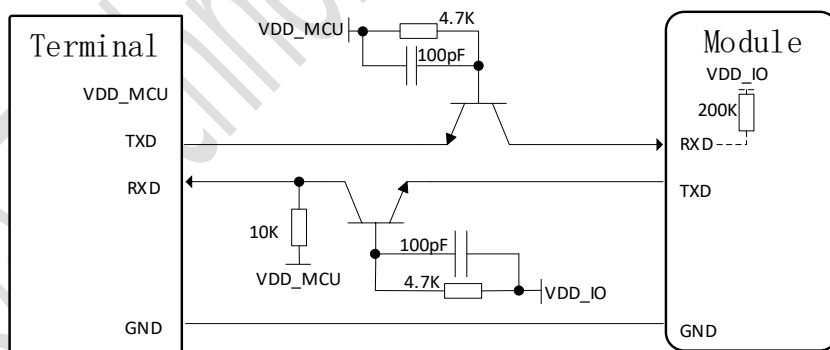
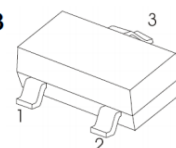


图 3-8 晶体管电平转换参考电路

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

2) 主控电平3.3V/5V下的转换参考电路

当终端主控MCU的电平是3.3V/5V时，其中MCU的TXD与Module的RXD可以参考下面的转换电路。

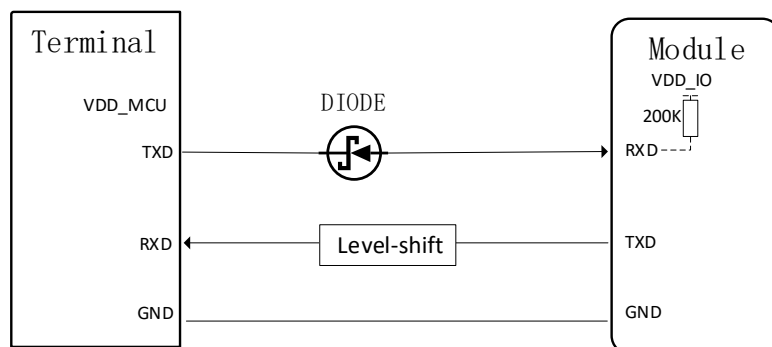
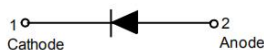


图 3-9 3.3V/5V 电平下的电平转换参考电路

推荐二极管，供参考：

品牌:LRC 规格型号:LRB520S-30T1G 封装:SOD-523



3) 主控电平1.8V/3.3V下的转换参考电路

当终端主控MCU的电平是1.8V/3.3V时，其中MCU的TXD与Module的RXD可以参考下面的转换电路。

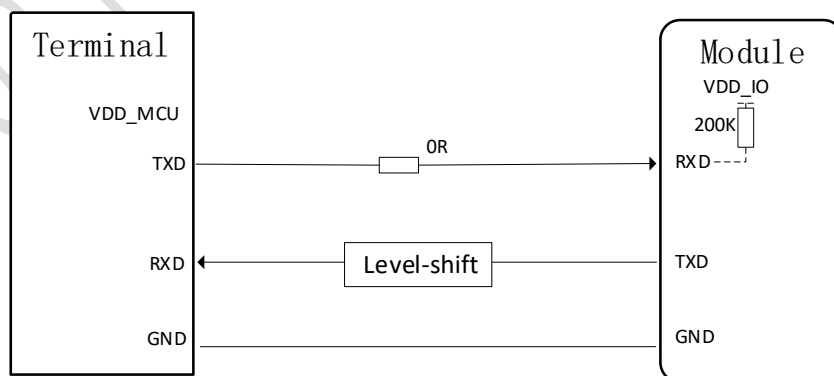


图 3-10 1.8V/3.3V电平转换参考电路

3.7 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
42	GND	SIM卡地，与模块的GND是共用的。
40	USIM_DATA	USIM卡数据线
39	USIM_RST	USIM卡复位线
41	USIM_CLK	USIM卡时钟线
38	USIM_VDD	USIM卡供电电源，电压精度： $VDD \pm 5\%$

3.7.1 USIM 卡参考设计

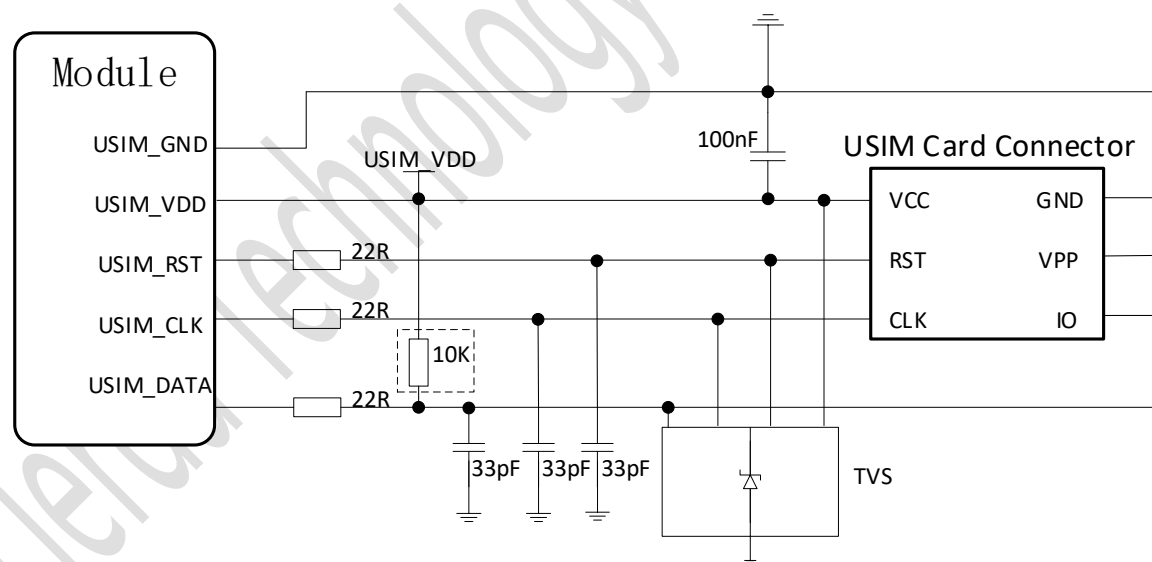


图 3-11 6PIN 外部 SIM 卡参考电路

3.7.2 设计注意事项

为保证SIM卡在实际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，由于模块内部已经内置上拉电阻（阻值 10K）到 USIM_VDD，因此外部可不加（图 3-10 中用虚框标识）。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。

3.8 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
1	GPIO1	通用IO口		VDD_IO电源域
9	GPIO12	通用IO口		VDD_IO电源域
10	GPIO13	通用IO口		VDD_IO电源域
11	GPIO6	通用IO口		VDD_IO电源域
18	GPIO7	通用IO口		VDD_IO电源域
28	GPIO3	通用IO口		VDD_IO电源域
34	GPIO5	通用IO口		VDD_IO电源域
37	GPIO4	通用IO口		VDD_IO电源域

注：在使用通用 I/O 接口时，同时也要注意电平一致性的问题。

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
52	GND	地，确保模块获得更好的射频性能
53	ANT_RFIO	RF天线接口， $50\ \Omega$ 特性阻抗
54	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 π 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。

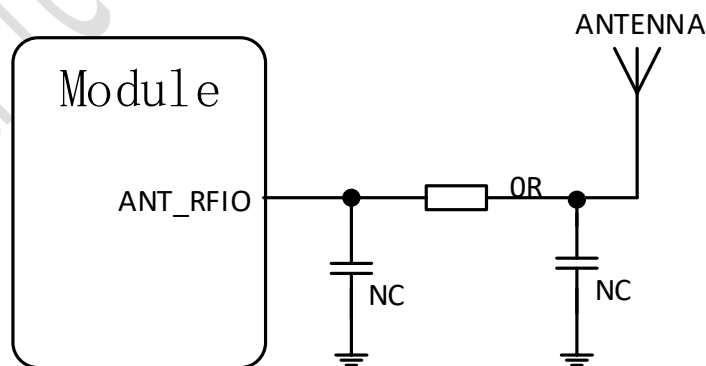


图 4-1 射频天线参考电路

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 ϵ_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。

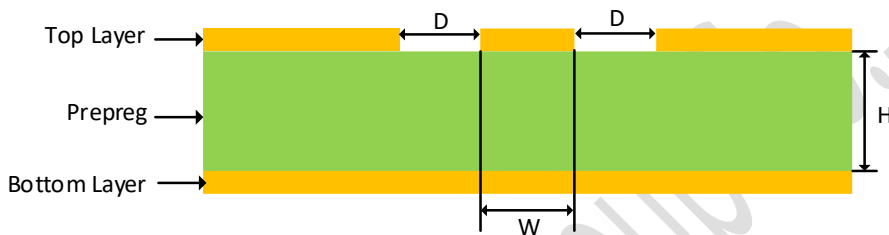


图 4-2 两层 PCB 板共面波导结构

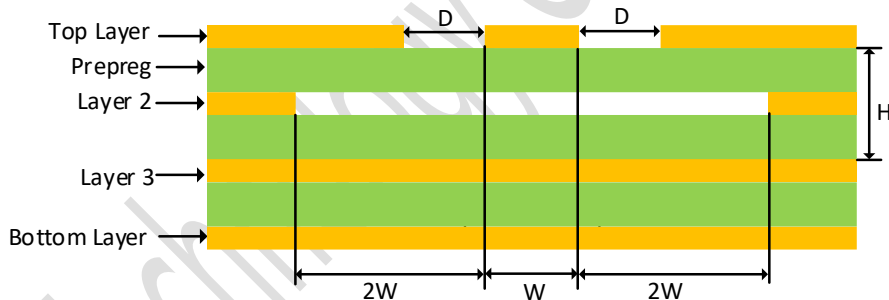


图 4-3 四层 PCB 板共面波导结构（参考地为第三层）

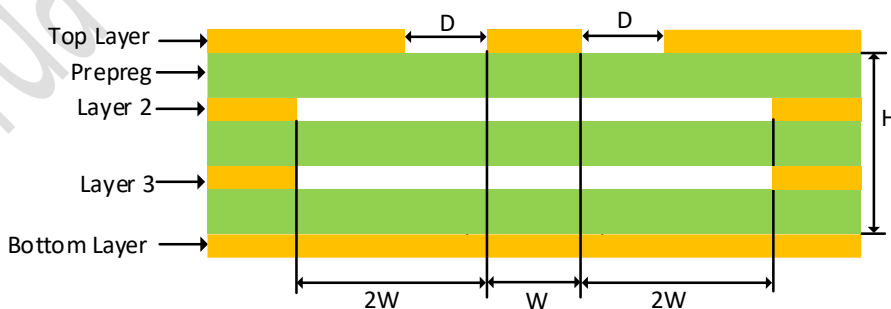


图 4-4 四层 PCB 板共面波导结构（参考地为第四层）

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=0.14mm。

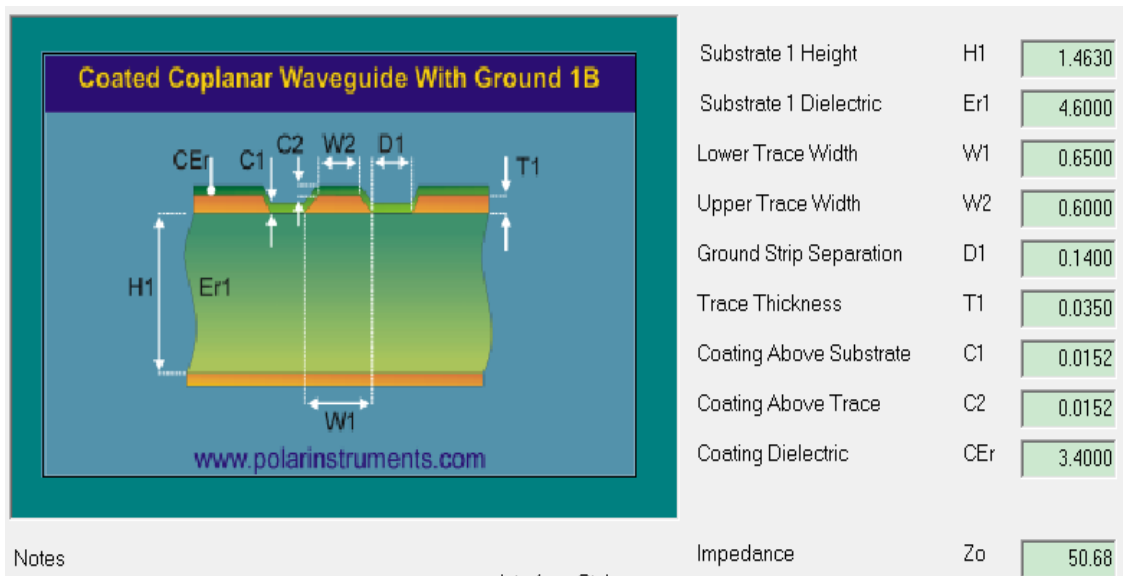


图 4-5 50 欧姆阻抗的计算方法参考

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。
- ◆ π 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）

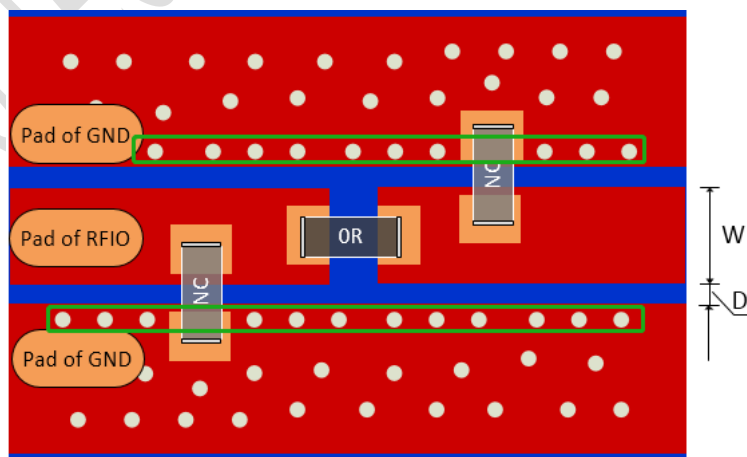


图 4-6 射频走线 LAYOUT 设计示意图

◆ 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：

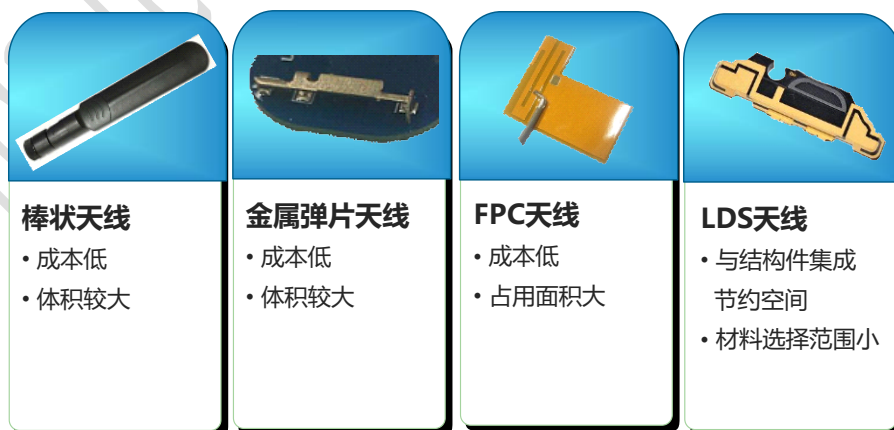


图 4-7 NB-IoT 常规天线类型推荐

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

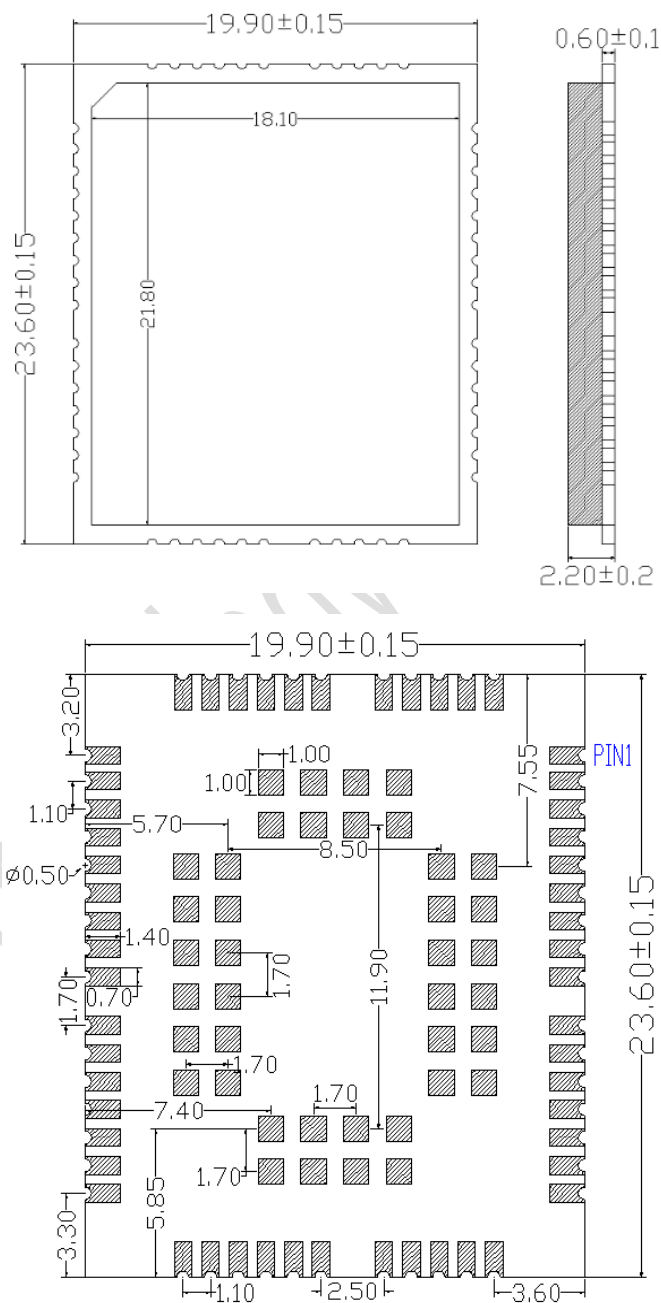


图 5-1 MB962 模块机械尺寸图

5.2 模块俯视/底视图

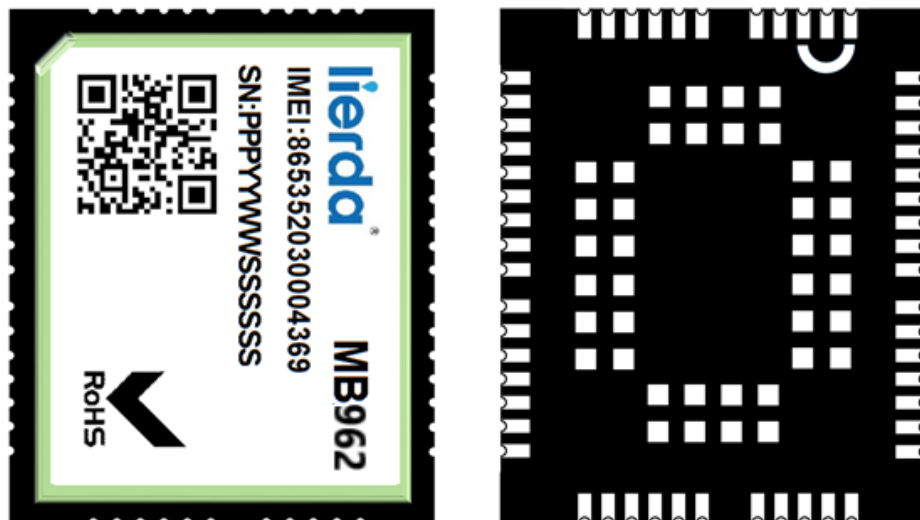


图 5-2 模块俯视/底视图

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。

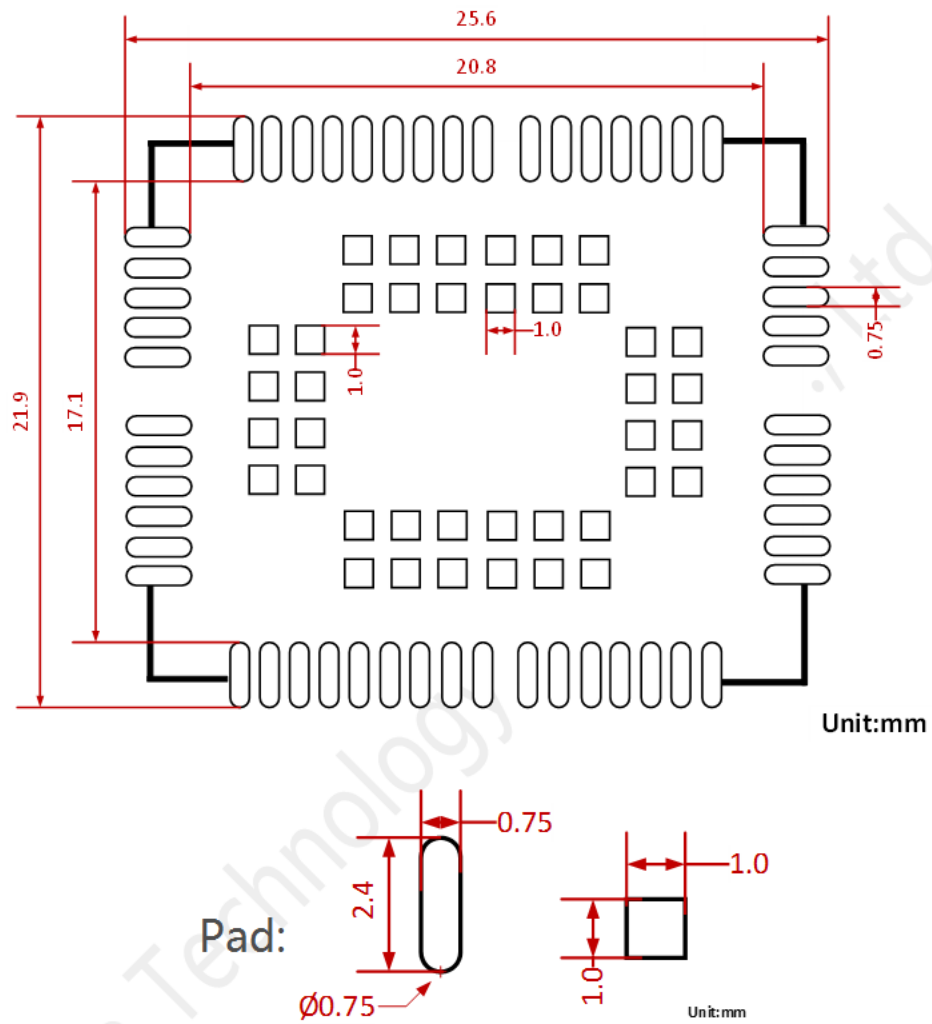


图 5-3 模块推荐焊盘

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。

出厂后的模块最多允许回流焊次数为2次。

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。

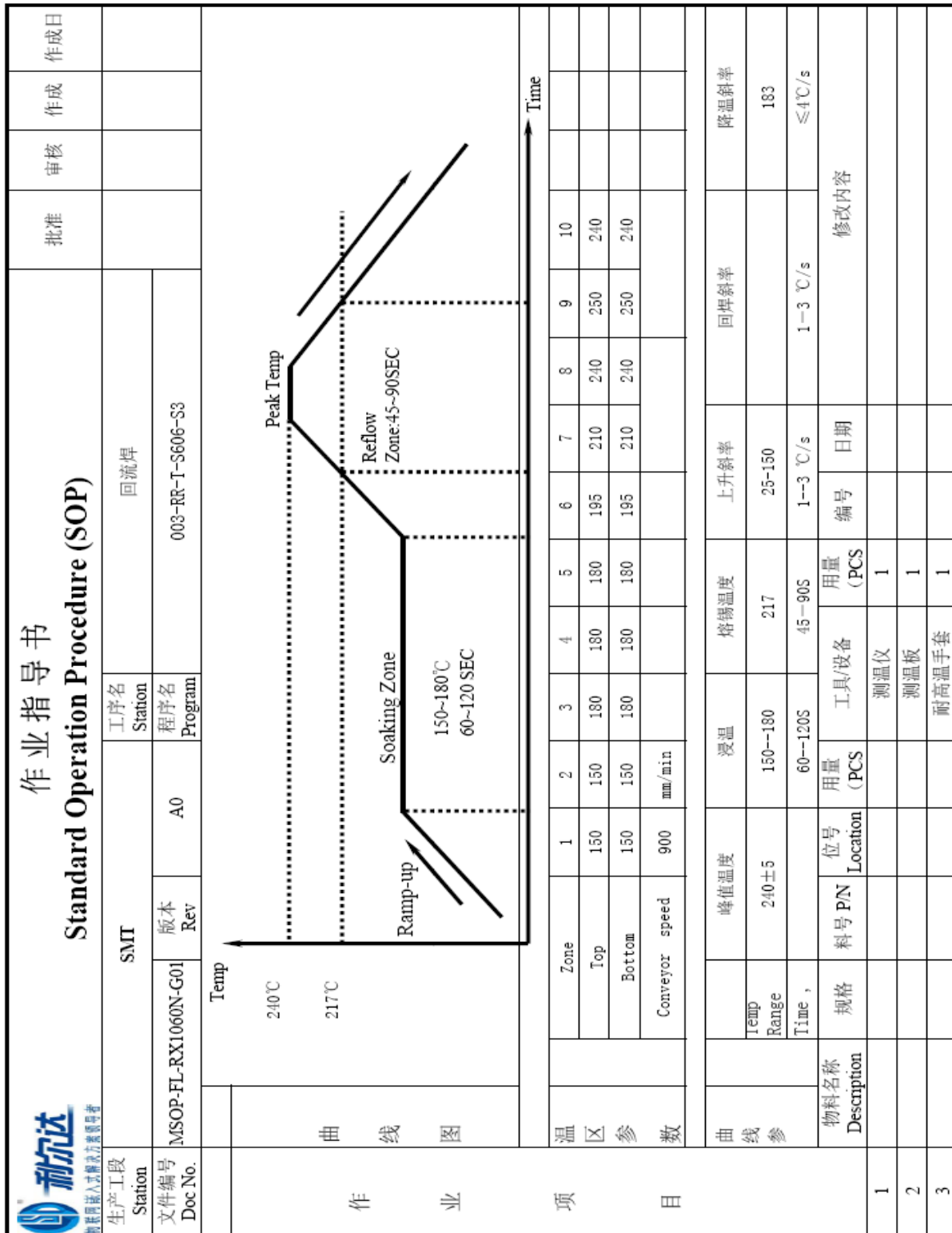


图 6-1 无铅回流焊作业指导

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℃，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。

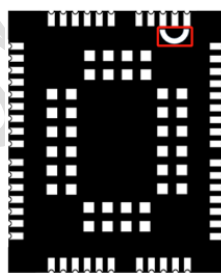
2) 拆封后，在环境温度小于30℃和相对湿度小于60%(RH)的情况下，确保168小时内进行贴片装配。

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 $\leq 60\%RH$ 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，每卷盘800PCS。载带尺寸及进料方向如下图所示（注意模块的PIN1的方向），同时用户可以通过模块背面焊盘区分方向，如



下图所示焊盘中的红色区域，始终指向天线。

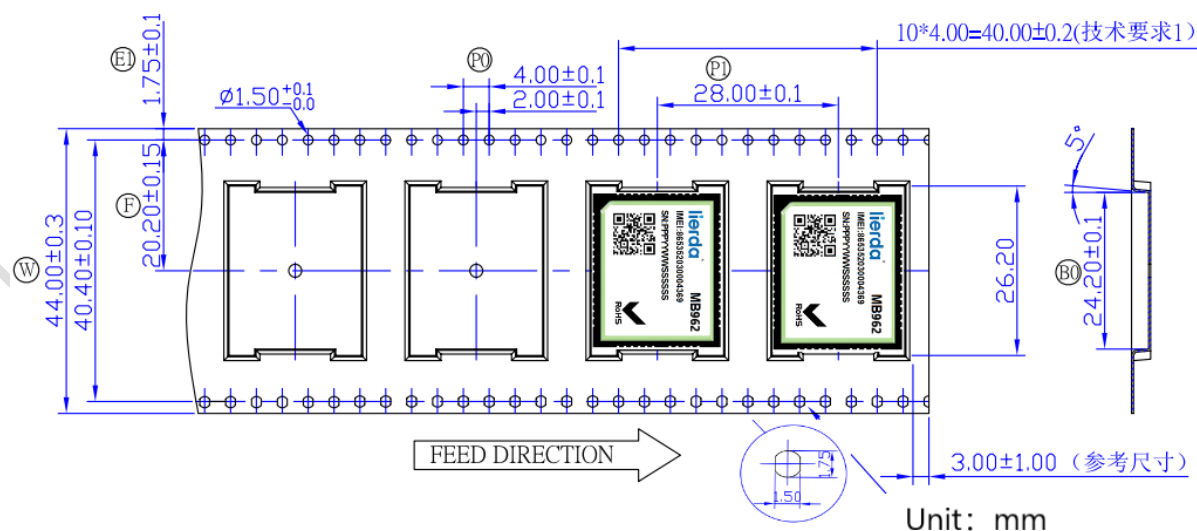


图 6-2 载带进料方向图

7 模块订购信息

下表提供模块的采购选型型号，其采购型号随市场变化会有更新，手册中可能存在更新不及时的情况，选型时详情请咨询当地销售、技术支持工程师。

表 7-1 模块订购信息表

订购型号	模块型号	说明
LSD4NBN-LY05000001	MB962 Y0C	

8 术语缩写

8.1 术语缩写

表 8-1 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 _{max}	Maximum Load Current
I _{norm}	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
V _{max}	Maximum Voltage Value

Vnorm	Normal Voltage Value
Vmin	Minimum Voltage Value
V _{IHmax}	Maximum Input High Level Voltage Value
V _{IHmin}	Minimum Input High Level Voltage Value
V _{ILmax}	Maximum Input Low Level Voltage Value
V _{ILmin}	Minimum Input Low Level Voltage Value
Vlmax	Absolute Maximum Input Voltage Value
Vlmin	Absolute Minimum Input Voltage Value
V _{OHmax}	Maximum Output High Level Voltage Value
V _{OHmin}	Minimum Output High Level Voltage Value
V _{OLmax}	Maximum Output Low Level Voltage Value
V _{OLmin}	Minimum Output Low Level Voltage Value
MSL	Moisture Senticity levels