

Lierda SB16 系列从机模组硬件设计手册

版本：Rev1.1

日期：24/06/14

状态：受控版本

法律声明

若接收利尔达科技集团股份有限公司(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。

本文档版权归利尔达科技集团股份有限公司所有,保留任何未在本文中明示授予的权利。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

文档版本	变更日期	修订人	审核人	变更内容
Rev1.0	24-06-05	LY	YB	初始版本
Rev1.1	24-06-14	LY	YB	修改调试串口的功能



安全须知

用户有责任遵循其他国家关于无线通信模组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话费或 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。

适用模组选型

序号	模组型号	支持频段	尺寸(mm)	模组简介
1	L-BTMSB16-G0PP4	2.4 GHz ISM Band	9.4×14×2.4	板载天线版本
2	L-BTMSB16-G0PN4	2.4 GHz ISM Band	9.4×14×2.4	外置天线版本

Lierda
利尔达

目录

法律声明	1
文件修订历史	2
安全须知	3
适用模组选型	4
目录	5
1 引言	7
2 产品综述	8
2.1 关键特性	8
2.2 应用场景	9
2.3 功能框图	9
2.4 引脚分布图	10
2.5 引脚描述表	11
3 工作特性	12
3.1 电源	12
3.2 复位	13
3.2.1 复位参考设计	13
4 应用接口	14
4.1 控制信号	14
4.1.1 休眠控制引脚 PWR_CTL	14
4.1.2 模式控制引脚 MODE_CTL	14
4.1.3 蓝牙控制引脚 BT_CTL	15
4.2 状态指示信号	15
4.2.1 休眠指示引脚 PWR_IND	15
4.2.2 串口数据指示引脚 DOUT_IND	16
4.2.3 连接状态指示引脚 CONN_IND	16
4.2.4 数据拥堵指示引脚 BUSY_IND	16

4.3 UART 通信	17
4.3.1 主串口	17
4.3.2 调试串口	18
5 射频特性	19
5.1 天线接口和工作频段	19
5.2 天线应用说明	19
5.2.1 L-BTMSB16-G0PP4 天线应用说明	19
5.2.2 L-BTMSB16-G0PN4 天线应用说明	20
5.3 BLE 射频性能	22
5.3.1 MAC 地址说明	23
6 电气性能可靠性	24
6.1 绝对最大额定值	24
6.2 直流特性	24
7 机械尺寸	25
8 生产及包装信息	26
8.1 生产焊接	26
8.1.1 生产指南	26
8.1.2 模组在底板位置要求	26
8.1.3 钢网开口设计	26
8.1.4 生产注意事项	27
8.1.5 回流焊作业指导	28
8.2 包装规格	29
8.2.1 包装方式	29
8.2.2 料带尺寸和产品方向	29

1 引言

SB16 系列标准蓝牙模组，是基于富芮坤 FR801X 芯片平台研发的一款高性能物联网蓝牙收发器。模组采用邮票型封装，支持外置天线和板载 PCB 天线。同时，该模组还支持 105°C 工作温度，能够适应高温场景。产品还具有功耗低、体积小、抗干扰能力强等特点。



图 1.1 L-BTMSB16-G0PP4 产品外观图



图 1.2 L-BTMSB16-G0PN4 产品外观图

2 产品综述

2.1 关键特性

表 2-1 关键特性

参数	说明
无线标准	BLE 5.0
接收灵敏度	-94dBm in 1M
模组尺寸	9.4mm×14.0mm×2.4mm(L×W×H)
工作电压	1.8V~4.3V, 典型值 3.3V
发射电流	16mA@0dBm, 3.3V
接收电流	19mA@0dBm, 3.3V
休眠电流	3uA@PowerOff, 3.3V
工作温度	-40 ~ +105℃
存储温度	-40 ~ +105℃
工作频段	2400~2483.5MHZ(2.4 GHz ISM Band)
发射功率 ⁽¹⁾	10dBm(Max)
串口	主串口： ◆ 用于命令传送和数据的传输，默认波特率为 9600bps 调试串口： ◆ 用于调试信息的打印，默认的波特率为 921600bps ◆ 可用于固件烧录
RoHS	所有器件符合 EU RoHS 标准

备注

(1) 模组在高低温高低压下的功率表现常压下会有所不同，详情请见第 5 章射频特性。

2.2 应用场景

- 2.4GHz 低功耗蓝牙系统；
- PC、平板、手机、手持机等低功耗外围设备(HID、遥控器等)；
- 运动、医疗保健等消费类电子产品；
- 智能仪表、数据采集等无线传感器网络；
- 光伏、充电桩、工业仪表等行业；
- 智能家居、局域网、交互设备、信标灯。

2.3 功能框图

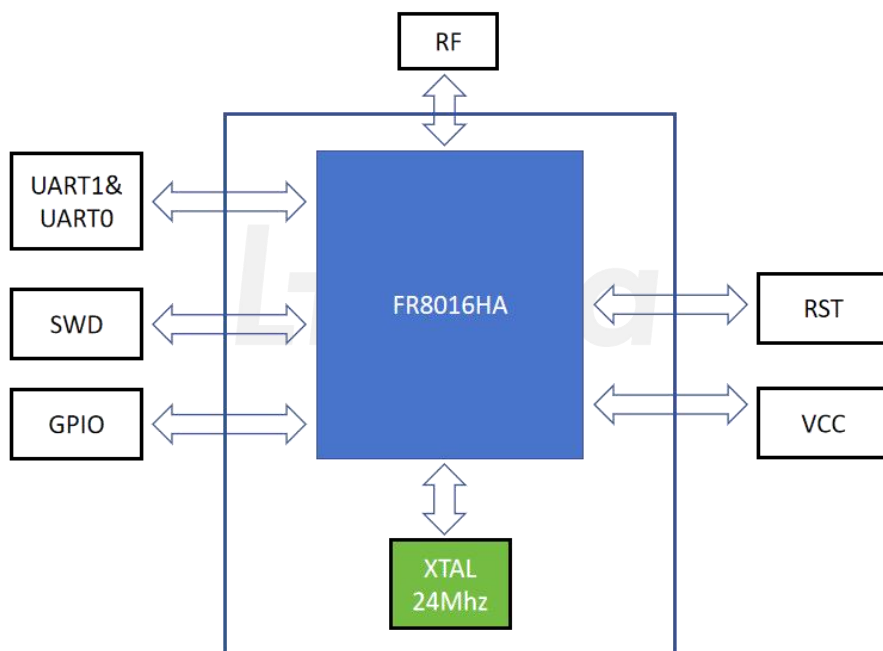


图 2.1 功能框图

2.4 引脚分布图

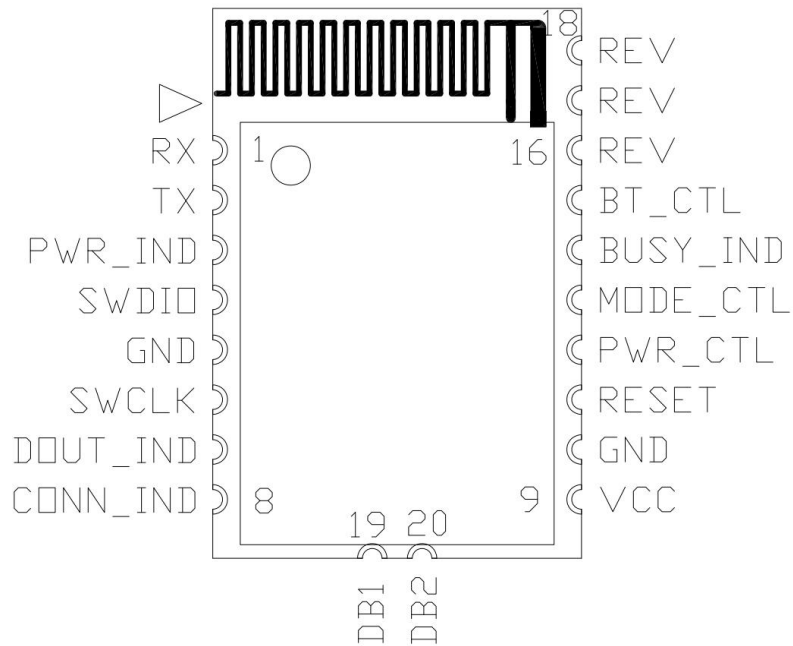


图 2.2 L-BTMSB16-GOPP4 引脚分布图

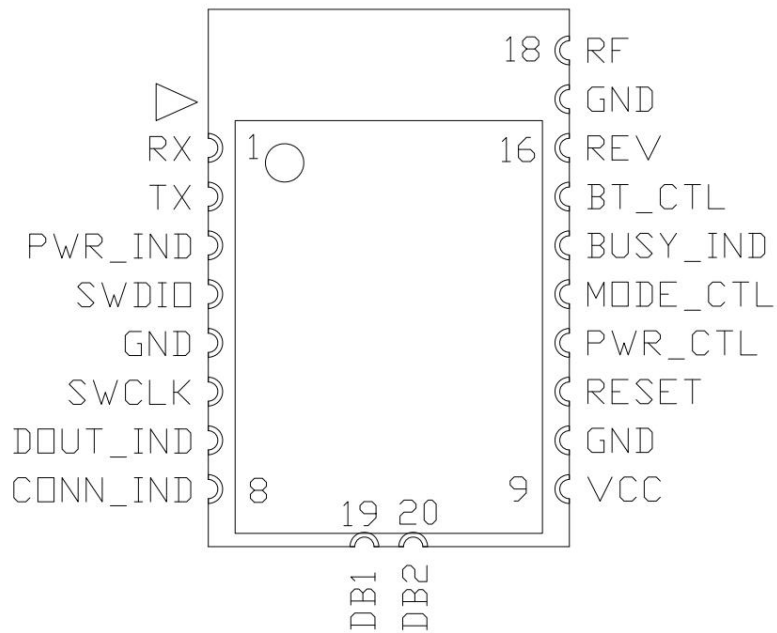


图 2.3 L-BTMSB16-GOPN4 引脚分布图

2.5 引脚描述表

表 2-2 引脚描述表

序号	引脚定义	方向	功能描述
1	RX	input	串口数据输入引脚
2	TX	output	串口数据输出引脚
3	PWR_IND	output	休眠指示引脚
4	SWDIO	/	/
5	GND	/	接地
6	SWCLK	/	/
7	DOUT_IND	output	串口数据指示引脚
8	CONN_IND	output	连接状态指示引脚
9	VCC	/	电源供电
10	GND	/	接地
11	RESET	input	模组复位引脚
12	PWR_CTL	input	休眠控制引脚(不可悬空)
13	MODE_CTL	input	模式控制引脚(不可悬空)
14	BUSY_IND	output	数据拥塞指示引脚
15	BT_CTL	input	蓝牙控制引脚(不可悬空)
16	REV	/	悬空处理
19	DB1	output	LOG 数据输出引脚/串口烧录引脚 ⁽¹⁾
20	DB2	input	串口烧录引脚
L-BTMSB16-G0PN4:			
17	GND	/	接地
18	RF	/	射频引脚
L-BTMSB16-G0PP4:			
17	REV	/	悬空处理
18	REV	/	悬空处理

备注

(1) DB1 内部连接到芯片的 PA3, DB2 内部连接到芯片的 PA2, 它们被用做调试的功能也可以进行固件烧录, 调试串口的功能详见第 4 章应用接口。

3 工作特性

3.1 电源

SB16 系列模组通过 VCC 和 GND 连接外部供电，供电接口描述如下：

表 3-1 L-BTMSB16-G0PP4 供电接口

引脚序号	引脚定义	功能描述
9	VCC	推荐 3.3V 供电
5, 10	GND	电源地

表 3-2 L-BTMSB16-G0PN4 供电接口

引脚序号	引脚定义	功能描述
9	VCC	推荐 3.3V 供电
5, 10, 17	GND	电源地

SB16 系列模组的电源电路设计应该注意以下几点：

推荐使用直流稳压电源对该模组进行供电，电源纹波尽量小，通常要求纹波小于 1% VCC，纹波过大会导致灵敏度不良等连接异常。同时蓝牙的发射信号会耦合进干扰信号，造成射频指标超出蓝牙规范，严重时会造成无法连接和通信。尽量使用 LDO 给模组提供电源，同时 LDO 要远离 DC-DC 电源及电感，防止 DC-DC 辐射污染 LDO 的电源。模组需可靠接地，并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。

SB16 模组电源引脚(VCC)推荐使用 10uF 与 0.1uF 去耦电容，电容应尽可能靠近电源引脚。供电电压范围要求为 1.8~4.3V，采用 3.3V 电源供电时，需要确保供电电压不低于 1.8V。VCC 引脚需要满足峰值电流 150mA 的供电能力，同时电源纹波建议 1% VCC 以内，避免纹波过大造成射频性能下降。电源推荐电路如下：

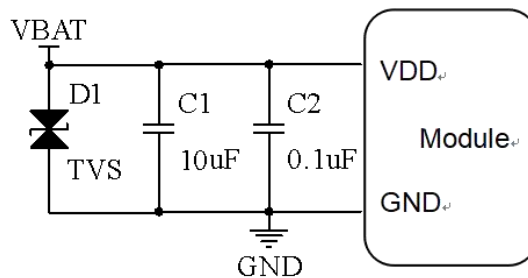


图 3.1 电源推荐电路

备注

D1 用于静电防护使用，用户在设计时需要注意产品的静电要求，见表 6-1 产品极限参数。模组内部在 VCC 端以及 RF 端有 TVS 防护，若有更高的防护要求，建议外部放置 TVS 管进行静电防护。

3.2 复位

表 3-3 模组复位引脚描述

引脚序号	引脚定义	功能描述
11	RESET	复位引脚，内部含有 100KΩ 上拉电阻

3.2.1 复位参考设计

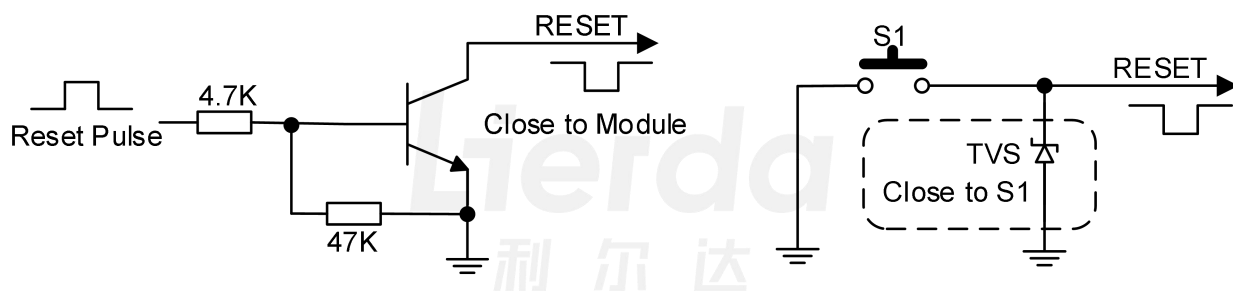


图 3.2 晶体管复位与按键复位参考电路

注意事项：

- ◆ 复位过程中，VCC 需要处于稳定状态；
- ◆ RESET 引脚拉低时间大于 200us 生效；
- ◆ 复位线走线不宜过长，注意包地保护，远离 RF、VCC 电源及强信号干扰源，晶体管尽量靠近模组 RESET 引脚，以免受外界信号干扰；
- ◆ 建议在模组的 RESET 引脚预留一颗 100 nF~1μF 的电容位置，默认不贴。

4 应用接口

SB16 模组提供了以下应用接口：

- ◆ 3 个控制信号引脚
- ◆ 4 个状态指示引脚
- ◆ 2 路串口通信接口

4.1 控制信号

表 4-1 控制信号引脚定义

序号	引脚定义	方向	功能描述
12	PWR_CTL	Input	休眠控制引脚(不可悬空)
13	MODE_CTL	Input	模式控制引脚(不可悬空)
15	BT_CTL	Input	蓝牙控制引脚(不可悬空)

4.1.1 休眠控制引脚 PWR_CTL

表 4-2 休眠控制引脚定义

序号	电平逻辑	状态指示
12	0	唤醒模组，且不允许进入休眠
	1	允许模组进入休眠状态

4.1.2 模式控制引脚 MODE_CTL

表 4-3 模式控制引脚定义

序号	电平逻辑	状态指示
13	0	进入并保持指令模式
	1	进入并保持透传模式

4.1.3 蓝牙控制引脚 BT_CTL

表 4-4 蓝牙控制引脚定义

序号	电平逻辑	状态指示
15	0	开始蓝牙广播，使它可以被主机发现
	1	关闭蓝牙功能，停止广播或者断开连接

4.2 状态指示信号

表 4-5 状态指示信号引脚定义

序号	引脚定义	方向	功能描述
3	PWR_IND	output	休眠指示引脚
7	DOUT_IND	output	串口数据指示引脚
8	CONN_IND	output	连接状态指示引脚
14	BUSY_IND	output	数据拥塞指示引脚

4.2.1 休眠指示引脚 PWR_IND

休眠指示引脚复用了产品测试的功能在上电的时候检测电平来确定是进入用户模式还是产测模式。如果模组上电的时候此引脚为高电平则进入用户模式，那么此引脚为休眠指示的功能，具体功能定义见表 4-7；如果上电的时候此引脚为低电平，则进入产品测试模式，此模式为工厂使用，用户禁止使用。

表 4-6 休眠指示引脚定义

序号	电平逻辑	状态指示
3	0	进入产品测试模式，用户禁止使用
	1	进入用户模式

备注

休眠指示引脚用户在上电 1S 内可以悬空或者接高电平，切不可接低电平。

表 4-7 休眠指示引脚定义

序号	电平逻辑	状态指示
3	0	模组处于保持唤醒状态(可以接收串口数据)
	1	模组处于允许休眠状态(不能接收串口数据)

4.2.2 串口数据指示引脚 DOUT_IND

表 4-8 串口数据指示引脚定义

序号	电平逻辑	状态指示
7	0	模组即将或正在有数据发给 MCU
	1	模组此时没有数据要发给 MCU

4.2.3 连接状态指示引脚 CONN_IND

表 4-9 连接状态指示引脚定义

序号	电平逻辑	状态指示
8	0	模组处于连接状态
	1	模组处于未连接状态

4.2.4 数据拥堵指示引脚 BUSY_IND

表 4-10 数据拥堵指示引脚定义

序号	电平逻辑	状态指示
14	0	MCU 不能继续向模组写数据，否则有丢包风险
	1	MCU 可以继续向模组写入不超过 200 字节数据

备注

数据拥堵指示引脚只有在透传模式下才有意义，在指令模式下无意义。

4.3 UART 通信

SB16 模组提供两路 UART 通信接口，主串口和调试接口。其中主串口的波特率默认为 9600bps，最高可配置为波特率 921600bps；调试串口的固定波特率为 921600bps，用于调试信息的打印，同时调试串口也可以用于固件的烧录，在被用作固件烧录功能的时候，其波特率是可以更改的具体的波特率要看烧录的上位机而定。

4.3.1 主串口

表 4-11 主串口引脚描述

引脚序号	引脚定义	功能描述
1	RX	串口数据输入引脚
2	TX	串口数据输出引脚

主串口特点：

- ◆ 用于命令通讯和数据传输默认波特率 9600bps；
- ◆ 支持修改串口波特率(最高 921600bps)，可设置串口输出延时。

主串口连接方式示意图如下：

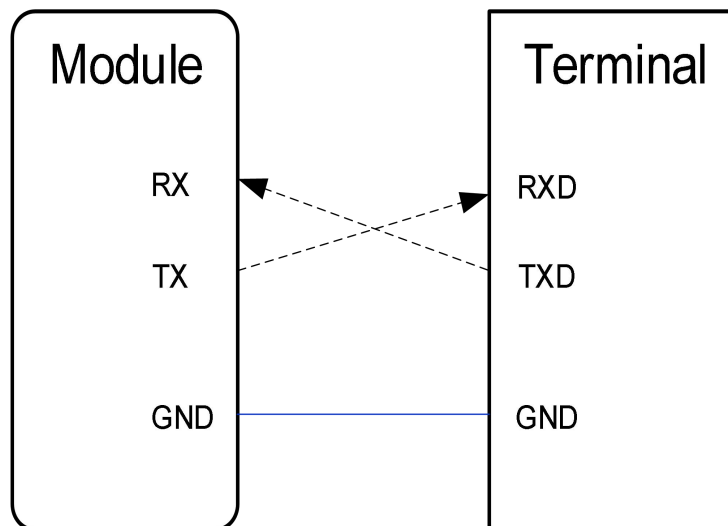


图 4.1 主串口连接示意图

4.3.2 调试串口

表 4-12 调试串口引脚描述

引脚序号	引脚定义	功能描述
19	DB1	LOG 数据输出引脚/串口烧录输出引脚
20	DB2	串口烧录输入引脚

调试串口特点：

- ◆ 用于调试信息的打印，固定波特率 921600bps；
- ◆ 也可以用于固件的烧录，波特率可以修改。

调试串口连接方式示意图如下：

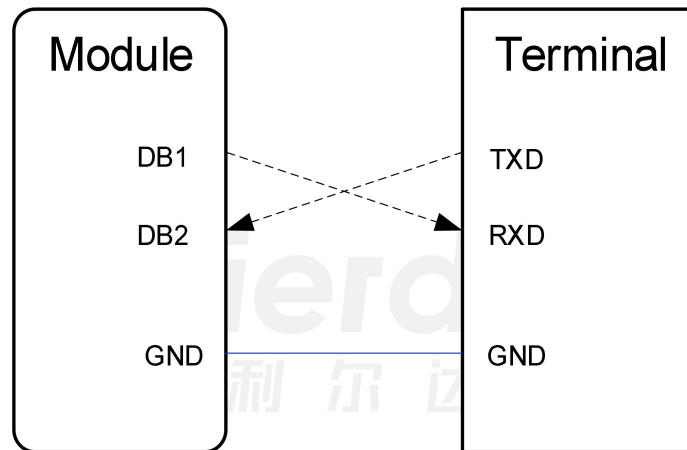


图 4.2 调试串口连接示意图

使用串口进行固件烧录的步骤：

- ◆ 使用串口工具连接好模组的 DB1 和 DB2；
- ◆ 然后模组正常上电；
- ◆ 打开上位机软件，连接到模组 DB1 和 DB2 对应的 COM 口；
- ◆ 拉低模组的复位引脚进行复位；
- ◆ 上位机连接成功后即可进行烧录操作。

备注

调试功能仅限内部使用。

5 射频特性

对于 L-BTMSB16-G0PN4 模组提供了一路射频接口，特征阻抗为 50Ω。

对于 L-BTMSB16-G0PP4 模组没有外置的 RF 接口，但是有板载的 PCB 天线。

5.1 天线接口和工作频段

RF 为模组的射频接口，特性阻抗 50 欧姆。

射频工作频段为 2400~2483.5MHz(2.4 GHz ISM Band)。

表 5-1 L-BTMSB16-G0PN4 天线接口描述

引脚序号	引脚定义	功能描述
18	RF	射频天线口，特性阻抗 50Ω

5.2 天线应用说明

5.2.1 L-BTMSB16-G0PP4 天线应用说明

天线周围需要有尽量大的净空区。净空指的是天线竖直面投影区域内的空旷面积(上下范围都要考虑)。在天线的投影区域范围内，无论是贴片还是侧插方式，不要铺地(尤其是板载天线)，不能有金属器件，保持天线的净空，以提高天线辐射效率。模组的射频部分尽可能避免被金属腔体包裹，射频部分与干扰源的距离应在 10mm 以上(条件允许的话越大越好)。常见干扰源有：电池(含电连接座)、电容、电感、按键、振荡器、电源线、含金属的螺丝或螺母、CPU、LCD、变压器、喇叭、摄像头、产品内部通信接口的排线、电源电路、电机等。

底板布局要求：

模组的 PCB 天线应在整个底板的 PCB 边缘，PCB 天线四周保持 10mm 的间距，天线四周各层均不能布铜、走线、布置元器件；若有多种天线，天线与天线之间距离应尽可能远离，避免同频干扰和交调干扰。如下图天线周围包括上下垂直的范围都不能有金属器件，建议贴在底板上的话，这部分区域镂空处理。如下图黄色区域的铺铜大小建议在 4cm×4cm。

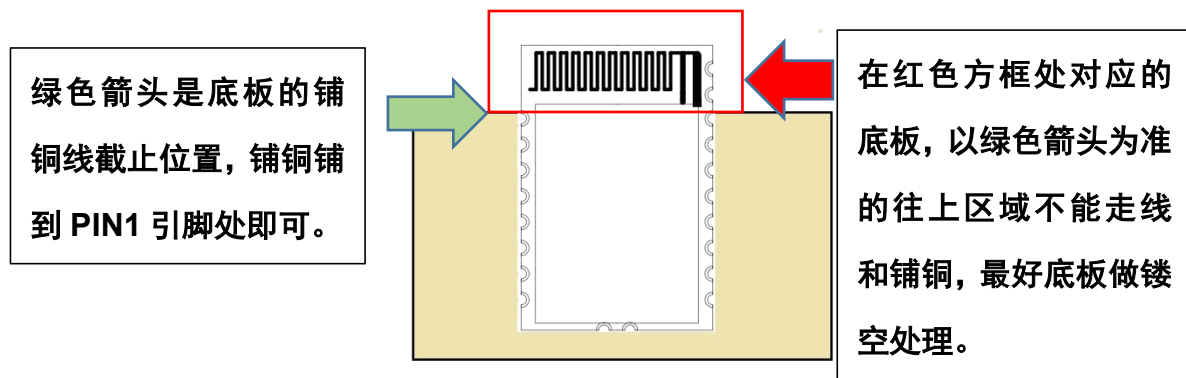


图 5.1 模组建议参考放置

模组 Bottom 层的测试点说明：

射频性能的测试焊盘有开窗的区域(也就是露铜)，底板映射到的位置不可以放置过孔或者露铜，并且要加白油覆盖，防止短路。建议底板的走线或者露铜避开下图的红色方框区域。



图 5.2 模组底部测试点焊盘位置

5.2.2 L-BTMSB16-G0PN4 天线应用说明

如果客户需要使用外置天线，需要在客户底板上预留匹配电路。图 5.3 是从模组 ANT 引脚出来到外置天线的电路，红色的粗线要保证 50Ω的阻抗控制。走线要尽量短，不打过孔，不走锐角线。射频走线周围多打 GND 过孔。

其中 C3 默认使用 220pF 电容，C1 和 C2 根据实际天线和底板做匹配预留和调整。

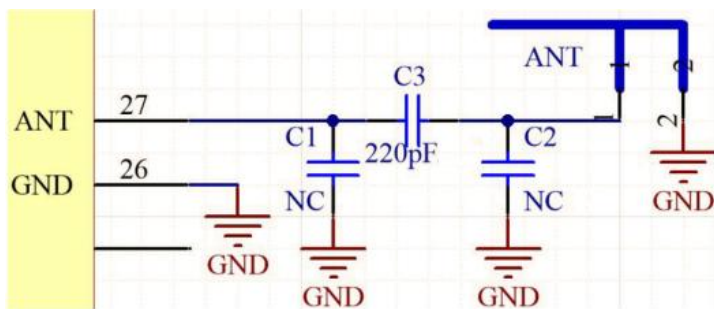


图 5.3 天线阻抗匹配电路原理示意图

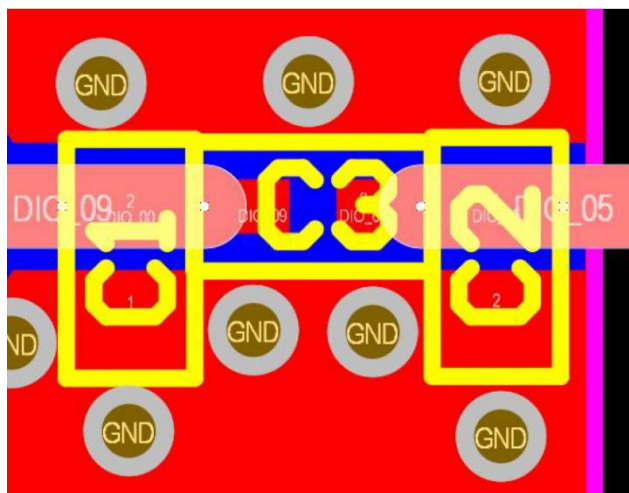


图 5.4 天线阻抗匹配电路 PCB 示意图及走线说明

其中高亮部分的走线就是要控制 50Ω 的阻抗，板厚和线宽、线距之间的关系可参考：

FR4 双面板推荐值

(H=板厚，W=线宽，D=走线与敷铜间距)

H=1.0mm，W=0.8mm，D=0.2mm

H=1.0mm，W=1.0mm，D=0.254mm(推荐)

H=1.2mm，W=1.0mm，D=0.2mm(推荐)

H=1.6mm，W=1.0mm，D=0.2mm(推荐)

(可向利尔达技术咨询更多设计支持。)

底板布局要求：

L-BTMSB16-G0PN4 的 BOTTOM 层无高速信号或敏感信号走线，但还是建议底板 TOP 层设计走线避开模组，以免带来意外的影响因素。

在底板设计上没有过多的镂空处理要求，除了前面提到通用的避让干扰源的要求外，底板几乎可以做整板铺铜。

5.3 BLE 射频性能

表 5-2 BLE 射频性能

参数	内容
蓝牙标准	BLE 5.0
频率范围	2400~2483.5MHZ(2.4 GHz ISM Band)
物理层	LE 1M PHY
工作信道	CH0 ~ CH39
调制方式	GFSK
射频发射功率 ⁽¹⁾	-20dBm ~ +10dBm
接收灵敏度@1M,PER=30.8%	-94dBm,typical

备注

(1) 表 5-2 的数据是模组 3.3V 供电，25°C 的条件下测得的；

(2) 模组在-40°C 和 +105°C，1.8V 以及 4.3V 的工作条件下的发射功率见图 5.5 和图 5.6。

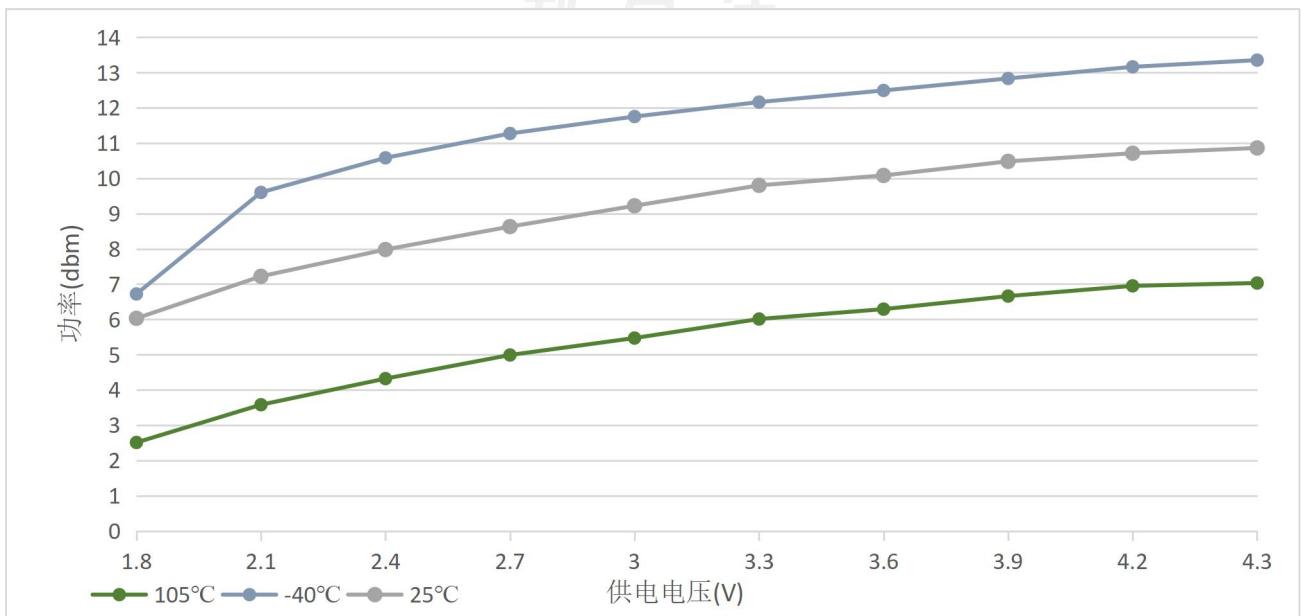


图 5.5 模组在不同温度下发射功率随电压变化曲线

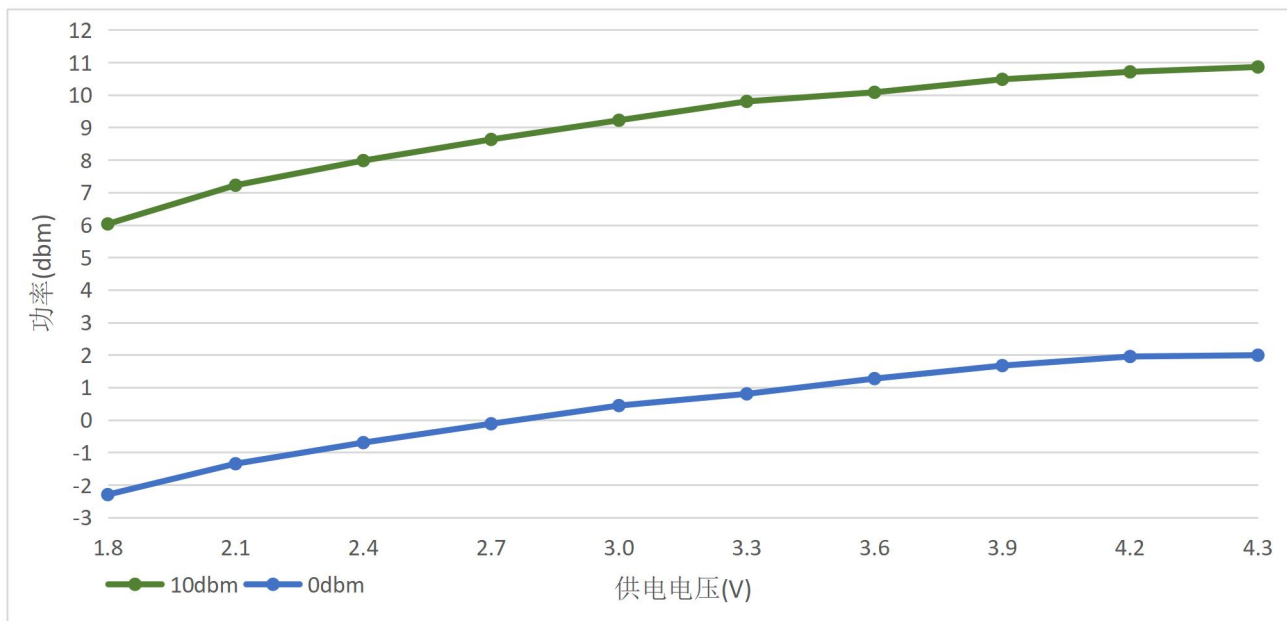


图 5.6 模组常温下发射功率随电压下变化曲线

备注

- (1) 图 5.5 配置的发射功率为 10dbm。
- (2) 图 5.6 中的模组配置 10dbm 或是 0dbm 皆为常温 3.3V 下的配置。

5.3.1 MAC 地址说明

模组在出厂的时候在 FLASH 地址 0X7E000 处写入了 6 字节的 MAC 地址，若要使用此 MAC 请勿擦除此区域。

6 电气性能可靠性

6.1 绝对最大额定值

表 6-1 产品极限参数

主要参数	性能		备注
	最小值	最大值	
电源电压(V)	1.8	4.3	/
IO 电压(V)	-0.3	VDDIO+0.3	VDDIO = 3.3V
存储温度(°C)	-40	105	/
工作温度(°C)	-40	105	/
V _{ESD}	±2KV		VBAT&ANT PIN ESD performance

备注

超出绝对最大额定值可能导致器件永久性损坏。

6.2 直流特性

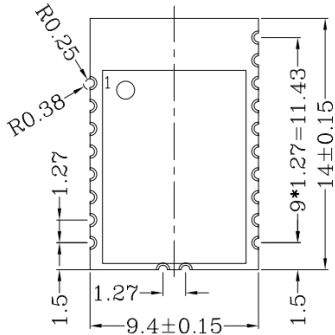
表 6-2 模组工作参数

主要参数	性能			备注
	最小值	典型值	最大值	
工作电压(V)	1.8	3.3	4.3	建议纹波 V _{PP} 小于 1% 的 VCC
发射电流(mA)	/	16	/	@1Mbps,0dbm,DC/DC
接收电流(mA)	/	19	/	@1Mbps,DC/DC
休眠电流(μA)	/	3	/	Power off 状态

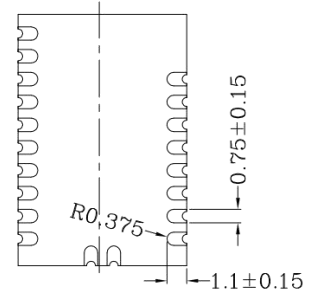
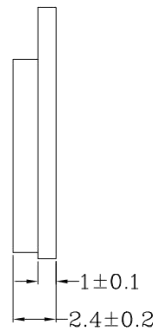
备注

表 6-2 的数据为常温 25°C 3.3V 供电条件下测试。

7 机械尺寸

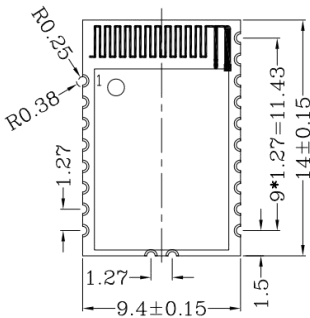


TOP Layer

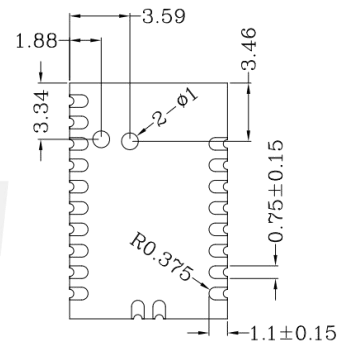


BOTTOM Layer

图 7.1 L-BTMSB16-G0PN4 机械尺寸图



TOP Layer



BOTTOM Layer

未注公差: $\pm 0.15\text{mm}$

图 7.2 L-BTMSB16-G0PP4 机械尺寸图

8 生产及包装信息

8.1 生产焊接

8.1.1 生产指南

建议邮票口封装模组使用 SMT 机器贴片，并且拆开包装后 24 小时内贴片完成，否则要重新抽真空包装，避免受潮导致贴片不良。

如果包装内含湿度指示卡，建议根据湿度卡指示判断模组是否需要烘烤，烘烤时条件如下：

烘烤温度： $125^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ ；

报警温度设定为 130°C ；

自然条件下冷却 $<36^{\circ}\text{C}$ 后，即可以进行 SMT 贴片；

如果拆封时间超过 3 个月，需要特别注意产品是否受潮，因为 PCB 沉金工艺，超过 3 个月可能会导致焊盘氧化，贴片时可能导致虚焊、漏焊等问题。

为了确保回流焊合格率，首次贴片建议抽取 10% 产品进行目测、AOI 检测，以确保炉温控制、器件吸附方式、摆放方式的合理性；

在生产全程中各工位的操作人员必须戴静电手套。

8.1.2 模组在底板位置要求

建议底板模组位置的绿油厚度小于 0.02mm，避免出现厚度过高，垫高模组无法与锡膏有效接触影响焊接质量。另外需要考虑接口板模组位置四周 2mm 以内不能布局其他器件，以保障模组的维修。

8.1.3 钢网开口设计

底板上钢网厚度选择原则上是根据板内器件的封装类型综合考虑来选取的，需重点关注如下要求：

模组焊盘位置可局部加厚到 0.15~0.20mm，避免产生空焊。

8.1.4 生产注意事项

- 生产过程中，各操作人员必须佩戴静电手套；
- 烘烤时不能超过规定的烘烤时间；
- 烘烤时严禁加入爆炸性、可燃性、腐蚀性物质；
- 烘烤时，模组应放置于高温托盘中，保持模组间空气流通；
- 烘烤时需将烘烤箱门关好，保证烘烤箱封闭，防止温度外泄；
- 烘烤箱运行时尽量不要打开箱门，若必须打开，尽量缩短可开门时间；
- 烘烤完毕后，待模组自然冷却至 36℃ 以下，方可戴静电手套拿出，免烫伤；
- 操作时，严防模组底面沾水或者污物。



8.1.5 回流焊作业指导

注：此作业指导书仅适合无铅作业，仅供参考。

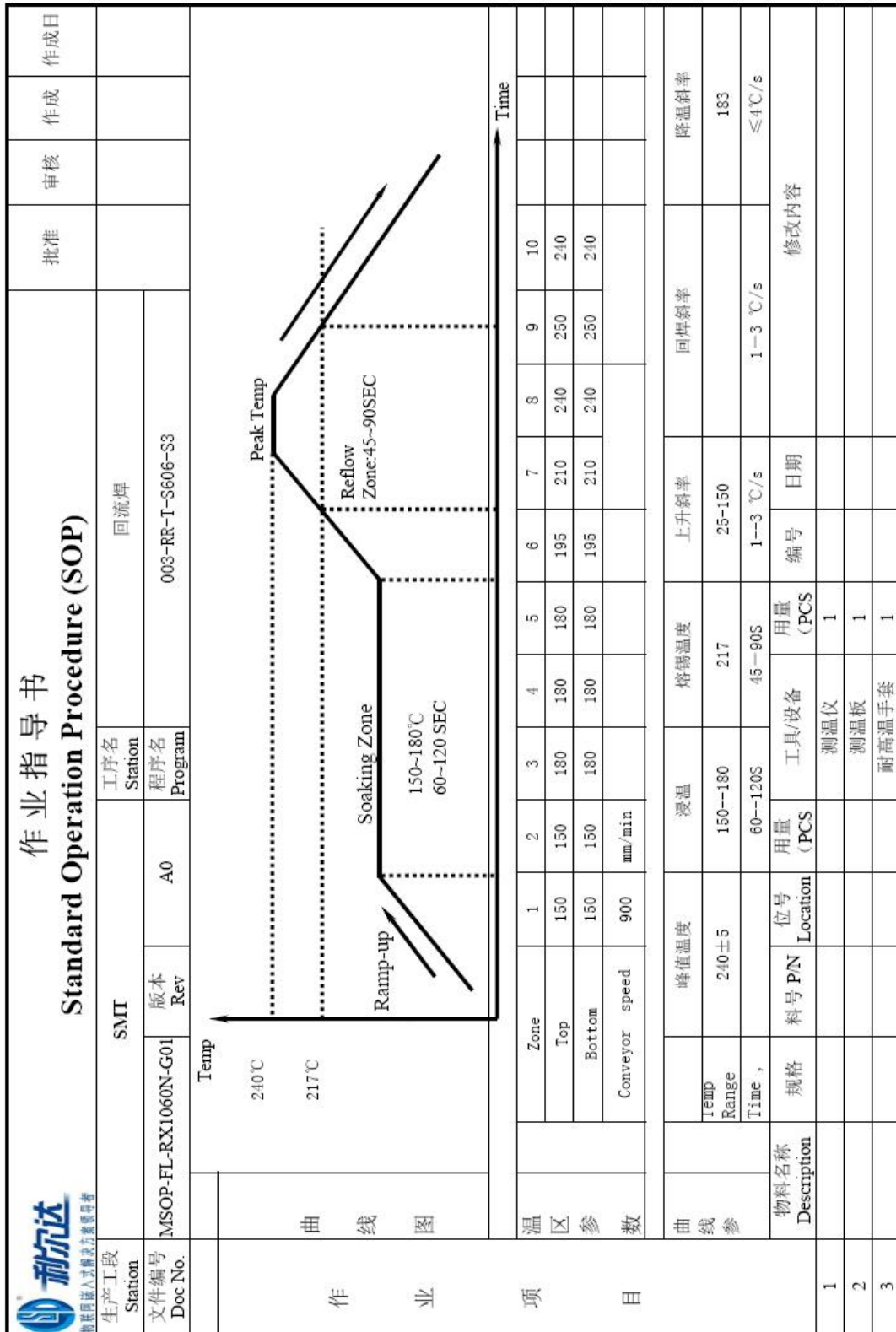


图 8.1 回流焊作业指导书

8.2 包装规格

8.2.1 包装方式

型号	包装方式	整箱(PCS)	最小包装数量(PCS)	每箱卷盘数量
L-BTMSB16-G0PP4	卷带	6500	1300	5
L-BTMSB16-G0PN4	卷带	6500	1300	5

8.2.2 料带尺寸和产品方向

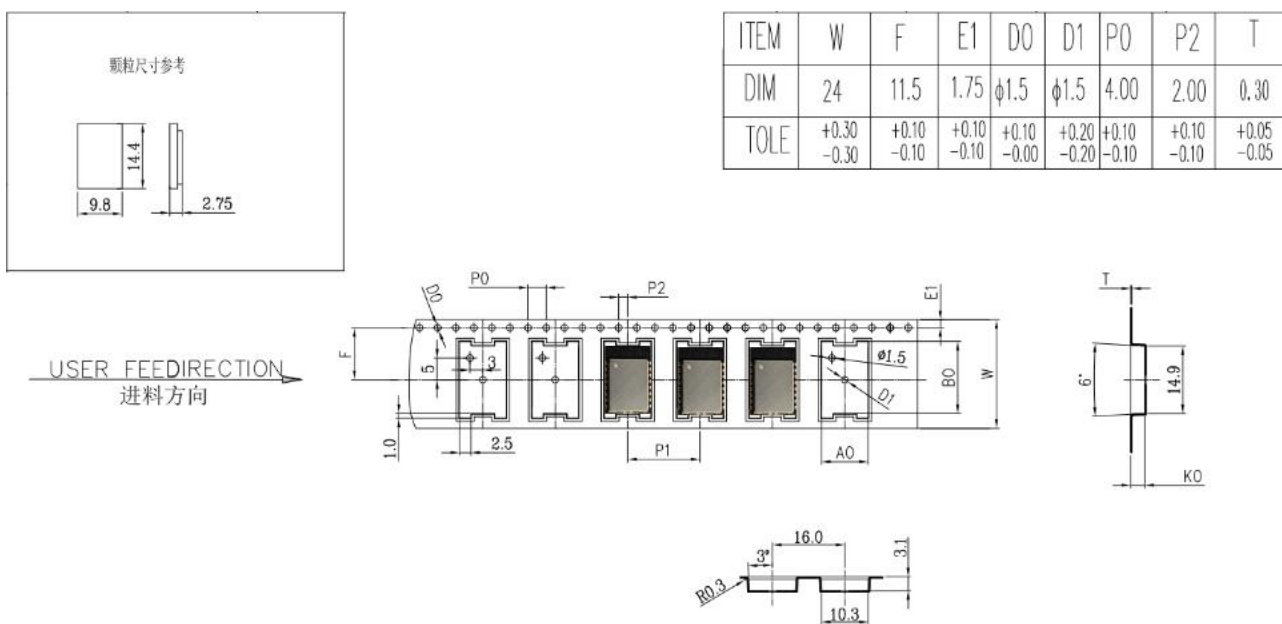


图 8.2 料带尺寸及产品方向