

**LYNO**

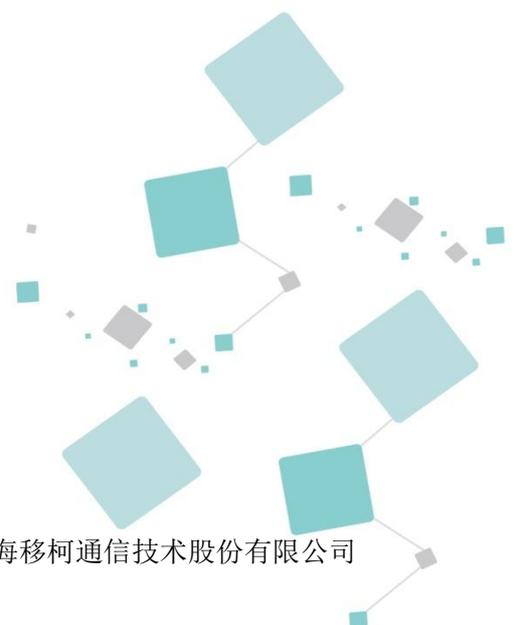
# **L501\_硬件设计手册**

---

**LTE CAT1 系列**

**Version:** V1.1

**Date:** 2020-03-31



## 前言

本产品及其附件的某些功能依赖于所安装的软件、本地网络的能力和设置，某些功能由于本地网络运营商或网络服务商的关系可能没有激活或受限运行。因此，本文的描述可能没有与你购买的产品或其配件完全匹配。本公司不承担由于用户的操作不当造成的财产损失或人身伤害责任。在未声明前，本公司有权根据技术发展的需要对本手册内容进行修改或变更。

## 版权声明

本手册版权属于上海移柯通信技术股份有限公司，任何人未经我司书面允许对本手册进行内容复制、引用或修改都将承担法律责任。



## 目录

1. 综述.....	6
1.1 系统模块框图.....	6
1.2 主要特性.....	6
1.3 产品规格.....	7
1.4 接口.....	7
2. 模块管脚定义.....	9
2.1 引脚分布图.....	9
2.2 模块引脚描述.....	9
2.3 模块封装信息.....	15
2.3.1 模块结构尺寸.....	15
2.3.2 产品标签.....	16
2.3.3 模块封装尺寸.....	17
2.3.4 模块封装推荐焊盘.....	18
3. 接口电路参考设计.....	19
3.1 电源部分.....	19
3.1.1 电源.....	19
3.1.2 硬件开机.....	19
3.1.3 硬件复位.....	20
3.2 SIM 卡.....	20
3.2.1 管脚描述.....	20
3.2.2 SIM 卡接口应用.....	21
3.3 SD 卡接口.....	21
3.4 USB 接口.....	22
3.4.1 USB 接口应用.....	22
3.4.2 固件升级.....	23
3.5 UART 接口.....	23
3.5.1 管脚描述.....	24
3.5.2 UART 接口应用.....	24
3.6 音频接口.....	25
3.6.1 数字音频接口.....	25
3.6.2 模拟音频接口.....	26
3.7 IIC 接口.....	27
3.8 网络指示灯接口.....	27
3.8.1 网络指示灯控制电路.....	28
3.8.2 网络指示灯状态描述.....	28
3.9 交互应用接口.....	28
3.9.1 管脚描述.....	28
3.9.2 接口应用.....	29
3.10 SPI 接口.....	29
3.11 ADC 接口.....	30

4. 电气特性及可靠性 .....	31
4.1 电气特性 .....	31
4.2 温度特性 .....	31
4.3 绝对最大额定参数 .....	32
4.4 推荐操作条件 .....	32
4.5 电源功耗 .....	32
4.6 上电时序 .....	33
4.7 数字接口特性 .....	33
4.8 静电防护 .....	34
5. 射频功能介绍 .....	36
5.1 射频主要特性 .....	36
5.2 数据业务 .....	38
5.3 天线电路设计 .....	38
5.4 天线设计 .....	39
6. 存储、生产和包装 .....	41
6.1 物料存储 .....	41
6.2 生产贴片 .....	41
6.2.1 模块来料确认与防潮 .....	42
6.2.2 SMT 回流焊注意事项 .....	43
6.2.3 SMT 钢网设计与少锡假焊问题的改善建议 .....	43
6.2.4 SMT 贴片焊接注意事项 .....	44
6.3 包装信息 .....	45
7. 安全警告和注意事项 .....	46

# 1. 综述

L501 是一款封装小，性能稳定可靠，LCC+LGA 的 Cat1 模块，能很好满足客户对高性价比、低功耗的应用要求，可在 IoT 领域得到广泛应用，例如在公网对讲、移动支付、安防、车载、DTU、资产追踪以及共享经济等。

## 1.1 系统模块框图

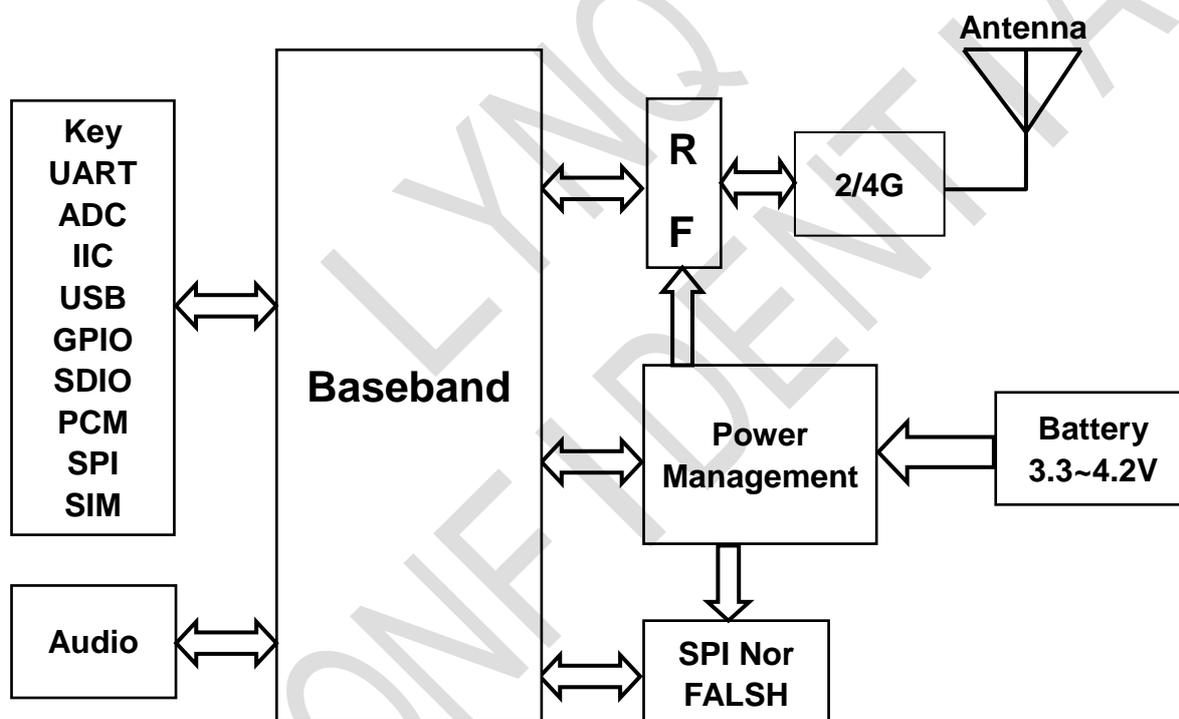


图 1.1-1 系统模块框图

## 1.2 主要特性

- 处理器

ARM Cortex-R5@624MHz

- 内存

SPI Nor Flash: 128Mb

- 支持频段

TDD-LTE: B34/B38/B39/B40/B41

FDD-LTE: B1/B3/B5/B8

GSM: B3/B8

- 输出功率

LTE: 23dBm±2dB

GSM: GSM900 33dBm ±2dB

DCS1800 30dBm ±2dB

- 接收灵敏度

TBD

- 数据传输

LTE Cat1 下行: 10Mbps

上行: 5Mbps

- 超低功耗

飞行模式: 0.7mA @3.8V

LTE Standby: 1.2mA @3.8V

GSM Standby: 1.3mA @3.8V

### 1.3 产品规格

- 工作电压: 3.3~4.2V (推荐 3.8V)
- 尺寸: 30mm \* 30mm \* 2.9mm
- 135-pin LCC+LGA
- 支持 WIFI SCAN 功能
- 工作温度: -40℃~+85℃
- 存储温度: -45℃~+90℃
- 重量: 约 5g

### 1.4 接口

- IIC

- GPIO
- EINT
- USB2.0 接口
- ADC
- SIM 卡 (1.8V/3.0V)
- UART
- SPI
- PCM
- Key
- 模拟音频接口
- 天线接口

LYNQ  
CONFIDENTIAL

# 2. 模块管脚定义

## 2.1 引脚分布图

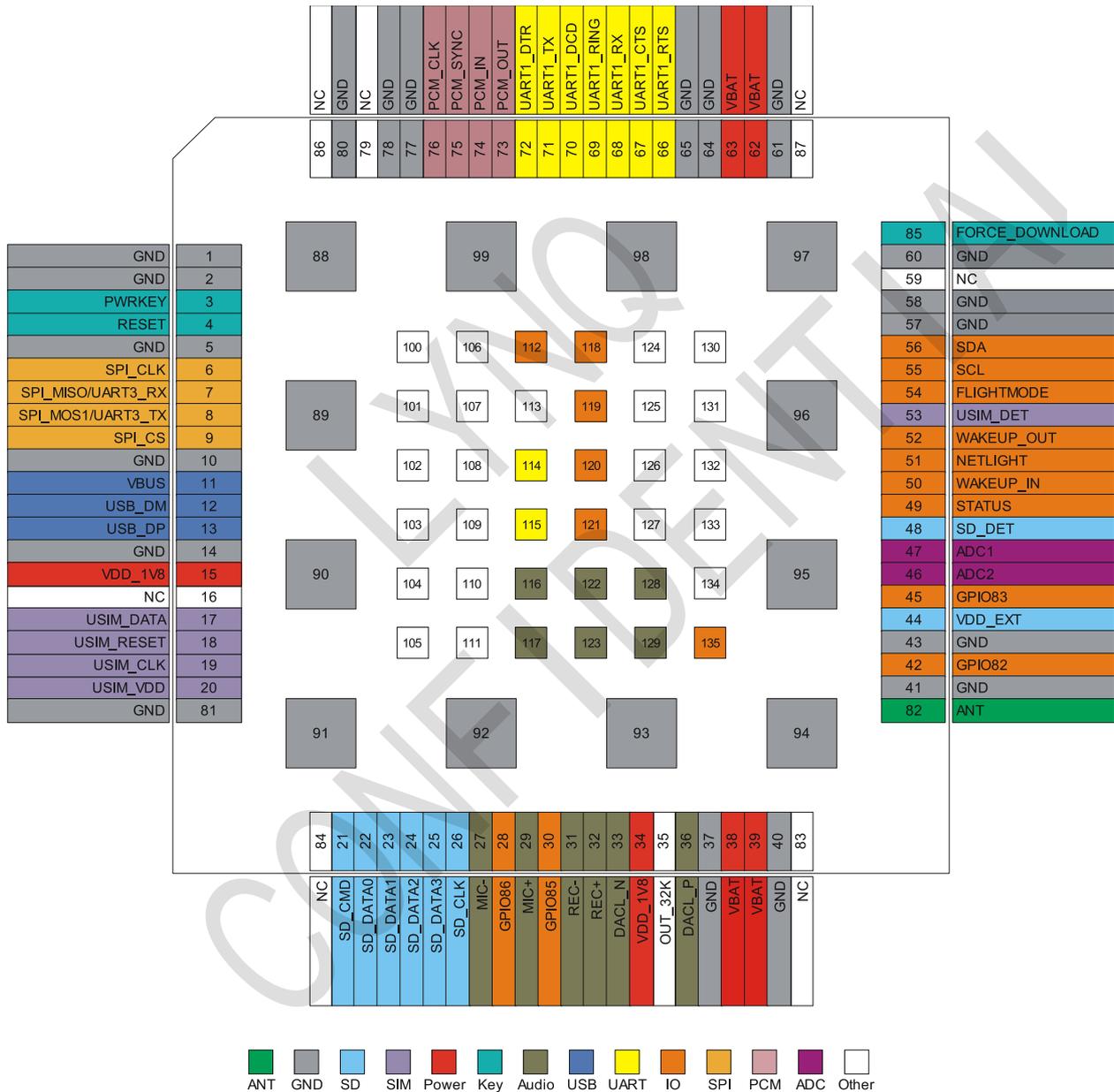


图 2.1-1 L501 引脚分布

## 2.2 模块引脚描述

L501 共有 135 个引脚，接口具体功能如下。

表 2.2-1 L501 引脚描述

管脚	管脚名称	模式	功能描述	电压域	状态 <sup>(1)</sup>
1.	GND	G	Ground		GND
2.	GND	G	Ground		GND
3.	PWRKEY	I	Power key button	0~4.2V	Open
4.	RESET	I	System reset signal	1.8V	Open
5.	GND	G	Ground		GND
6.	SPI_CLK	O	SPI clock	1.8V	Open
7.	SPI_MISO/ UART3_RX	I	SPI master in slave out	1.8V	Open
8.	SPI_MOSI/ UART3_TX	O	SPI master out slave in	1.8V	Open
9.	SPI_CS	O	SPI chip-select	1.8V	Open
10.	GND	G	Ground		GND
11.	VBUS	P	USB 5V voltage input	5V	Open
12.	USB_DM	DIO	USB port differential data line		Open
13.	USB_DP	DIO			Open
14.	GND	G	Ground		GND
15.	VDD_1V8	P	1.8V output voltage	1.8V	Open
16.	NC		NC		
17.	USIM_DATA	I/O	USIM data	1.8/3.0V	Open
18.	USIM_RESET	O	USIM reset	1.8/3.0V	Open
19.	USIM_CLK	O	USIM clock	1.8/3.0V	Open
20.	USIM_VDD	P	USIM output voltage	1.8/3.0V	Open
21.	SD_CMD	I/O	SD card command pin	3.0V	Open
22.	SD_DATA0	I/O		3.0V	Open

23.	SD_DATA1	I/O	SD card data pin	3.0V	Open
24.	SD_DATA2	I/O		3.0V	Open
25.	SD_DATA3	I/O		3.0V	Open
26.	SD_CLK	O	SD card clock output	3.0V	Open
27.	MIC-	AI	Microphone Channel	0~1.8V	Open
28.	GPIO86	I/O	General Purpose Input Output 86	1.8V	Open
29.	MIC+	AI	Microphone Channel	0~1.8V	Open
30.	GPIO85	I/O	General Purpose Input Output 85	1.8V	Open
31.	REC-	AO	Receiver output	-1.8~1.8V	Open
32.	REC+	AO	Receiver output	-1.8~1.8V	Open
33.	DACL_N	AO	Audio DAC left channel N	-1.8~1.8V	Open
34.	VDD_1V8	P	1.8V output voltage	1.8V	Open
35.	OUT_32K	O	32k out		Open
36.	DACL_P	AO	Audio DAC left channel P	-1.8~1.8V	Open
37.	GND	G	Ground		GND
38.	VBAT	P	Power supply	3.3~4.2V	VBAT
39.	VBAT	P			VBAT
40.	GND	G	Ground		GND
41.	GND	G	Ground		GND
42.	GPIO82	I/O	General Purpose Input Output 82	1.8V	Open
43.	GND	G	Ground		GND
44.	VDD_EXT	P	VDD_EXT output voltage for SD	3.0V	Open
45.	GPIO83	I/O	General Purpose Input Output 83	1.8V	Open
46.	ADC2	I	ADC external input channel 2	0.1~1.2V	Open
47.	ADC1	I	ADC external input channel 1	0.1~1.2V	Open
48.	SD_DET	I	SD detect pin	1.8V	Open

49.	STATUS	O	Output PIN as operating status indicating of module	1.8V	Open
50.	WAKEUP_IN	I	Host to set the module into sleep or wake up the module from sleep	1.8V	Open
51.	NETLIGHT	O	Output PIN as LED control for network status	1.8V	Open
52.	WAKEUP_OUT	O	Output PIN can be used as wake signal to host from module	1.8V	Open
53.	USIM_DET	I	USIM detect pin	1.8V	Open
54.	FLIGHTMODE	I	Input PIN as RF operating control	1.8V	Open
55.	SCL	I/O	IIC clock	1.8V	Open
56.	SDA	I/O	IIC data	1.8V	Open
57.	GND	G	Ground		GND
58.	GND	G	Ground		GND
59.	NC		NC		
60.	GND	G	Ground		GND
61.	GND	G	Ground		GND
62.	VBAT	P	Power supply	3.3~4.2V	VBAT
63.	VBAT	P			VBAT
64.	GND	G	Ground		GND
65.	GND	G	Ground		GND
66.	UART1_RTS	DI	UART1 ready to receive	1.8V	Open
67.	UART1_CTS	DO	UART1 clear to send	1.8V	Open
68.	UART1_RX	DI	UART1 receive data input	1.8V	Open
69.	UART1_RING	DO	UART1 ring indicator	1.8V	Open
70.	UART1_DCD	DO	UART1 data carrier detect	1.8V	Open
71.	UART1_TX	DO	UART1 transmit output	1.8V	Open
72.	UART1_DTR	DI	UART1 Data terminal ready	1.8V	Open
73.	PCM_OUT	O	PCM I/F data out	1.8V	Open

74.	PCM_IN	I	PCM I/F data in	1.8V	Open
75.	PCM_SYNC	I/O	PCM interface sync	1.8V	Open
76.	PCM_CLK	O	PCM interface clock	1.8V	Open
77.	GND	G	Ground		GND
78.	GND	G	Ground		GND
79.	NC		NC		
80.	GND	G	Ground		GND
81.	GND	G	Ground		GND
82.	ANT	ANT	Antenna		Open
83.	NC		NC		
84.	NC		NC		
85.	FORCE_DOWNLOAD	I	Force software download	1.8V	Open
86.	NC		NC		
87.	NC		NC		
88.	GND	G	Ground		GND
89.	GND	G	Ground		GND
90.	GND	G	Ground		GND
91.	GND	G	Ground		GND
92.	GND	G	Ground		GND
93.	GND	G	Ground		GND
94.	GND	G	Ground		GND
95.	GND	G	Ground		GND
96.	GND	G	Ground		GND
97.	GND	G	Ground		GND
98.	GND	G	Ground		GND
99.	GND	G	Ground		GND

100.	NC		NC		
101.	NC		NC		
102.	NC		NC		
103.	NC		NC		
104.	NC		NC		
105.	NC		NC		
106.	NC		NC		
107.	NC		NC		
108.	NC		NC		
109.	NC		NC		
110.	NC		NC		
111.	NC		NC		
112.	GPIO8	I/O	General Purpose Input Output 8	1.8V	Open
113.	OUT_26M	O	26M out		Open
114.	UART2_TX	DO	UART2 transmit output	1.8V	Open
115.	UART2_RX	DI	UART2 receive data input	1.8V	Open
116.	NC		NC		
117.	NC		NC		
118.	GPIO10	I/O	General Purpose Input Output 10	1.8V	Open
119.	GPIO11	I/O	General Purpose Input Output 11	1.8V	Open
120.	GPIO32	I/O	General Purpose Input Output 32	1.8V	Open
121.	GPIO31	I/O	General Purpose Input Output 31	1.8V	Open
122.	NC		NC		
123.	NC		NC		
124.	NC		NC		
125.	NC		NC		

126.	NC		NC		
127.	NC		NC		
128.	NC		NC	-1.8~1.8V	Open
129.	NC		NC	0~1.8V	Open
130.	NC		NC		
131.	NC		NC		
132.	NC		NC		
133.	NC		NC		
134.	NC		NC	-1.8~1.8V	Open
135.	GPIO7	I/O	General Purpose Input Output 7	1.8V	Open

(1) 未使用时的建议状态。

表 2.2-2 引脚类型说明

P:POWER	G:GROUND
I:INPUT	DI:DIGITAL INPUT
O:OUTPUT	DO:DIGITAL OUTPUT
DIO:DIGITAL INPUT OUTPUT	AI:ANALOG INPUT
AO:ANALOG OUTPUT	I/O:INPUT or OUTPUT
ANT:ANTENNA	NC:NOT CONNECT

## 2.3 模块封装信息

### 2.3.1 模块结构尺寸

模块外围尺寸信息正视图，背视图和侧视图。

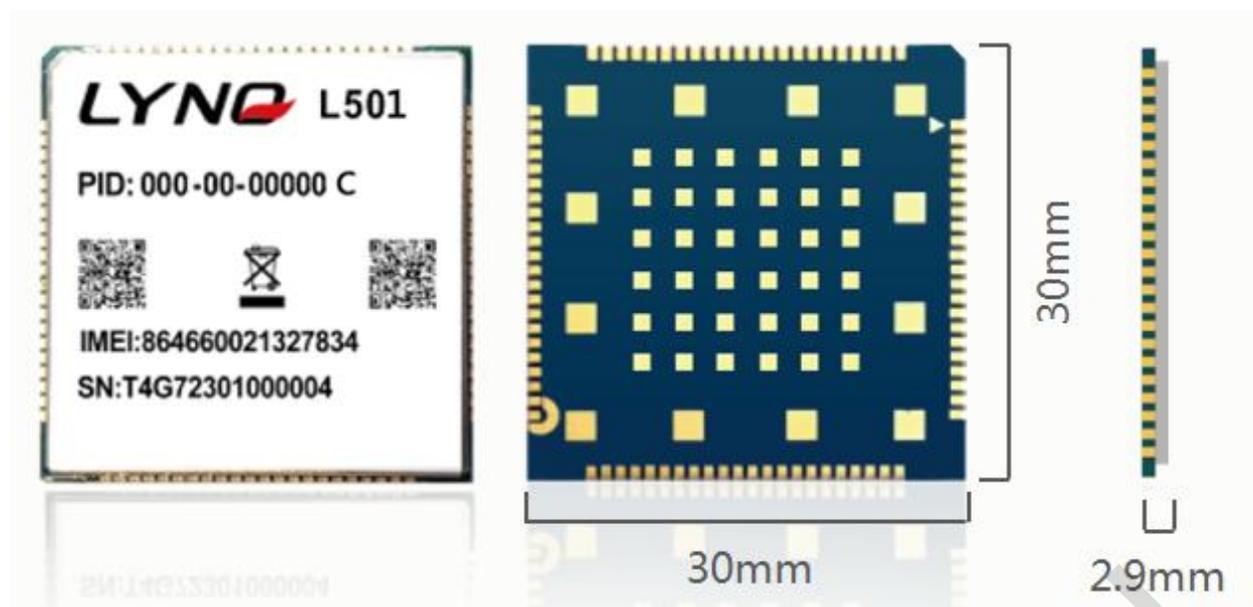


图 2.3.1-1 模块外围尺寸（正视图，背视图和侧视图）

### 2.3.2 产品标签

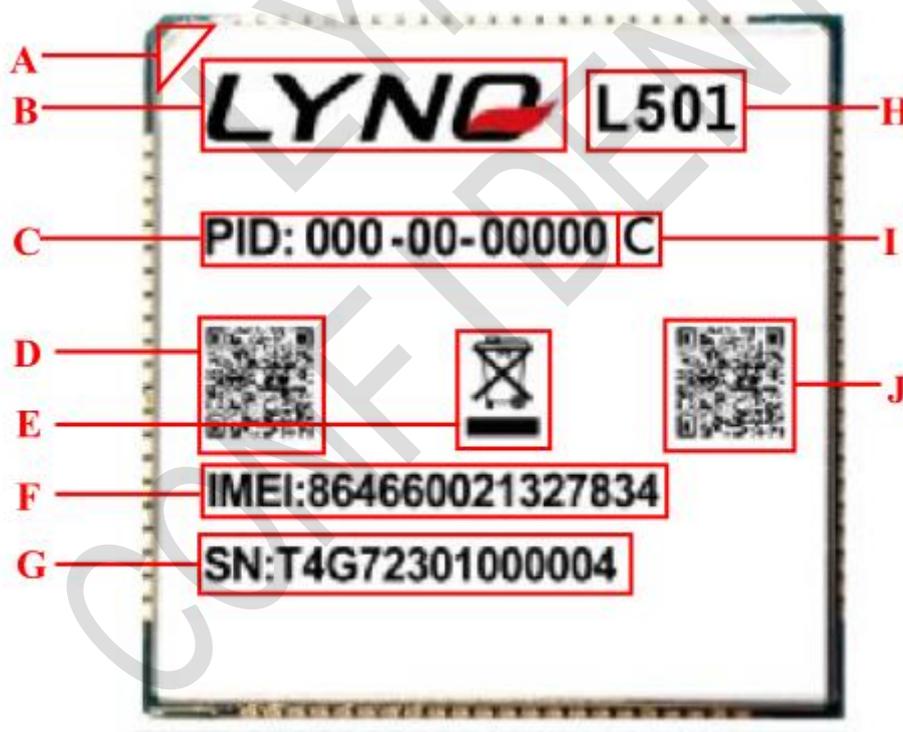


图 2.3.2-1 L501 标签

表 2.3.2-1 标签描述

编码	描述
A	Pin1 脚
B	公司 Logo
C	PID number
D	二维码---包括 IMEI number
E	WEEE
F	IMEI number
G	SN number
H	模块名字
I	模块配置, C 表示 L501C
J	二维码---包括 SN number

### 2.3.3 模块封装尺寸

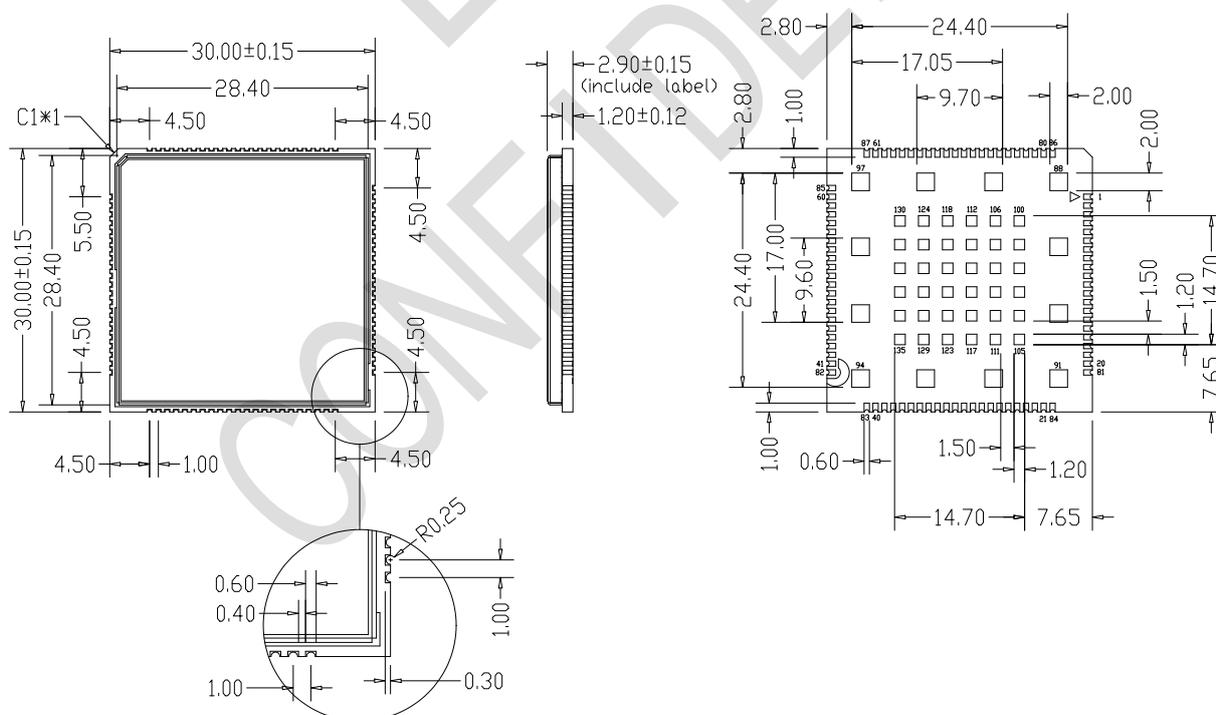


图 2.3.3-1 模块封装尺寸 (单位: mm)

### 2.3.4 模块封装推荐焊盘

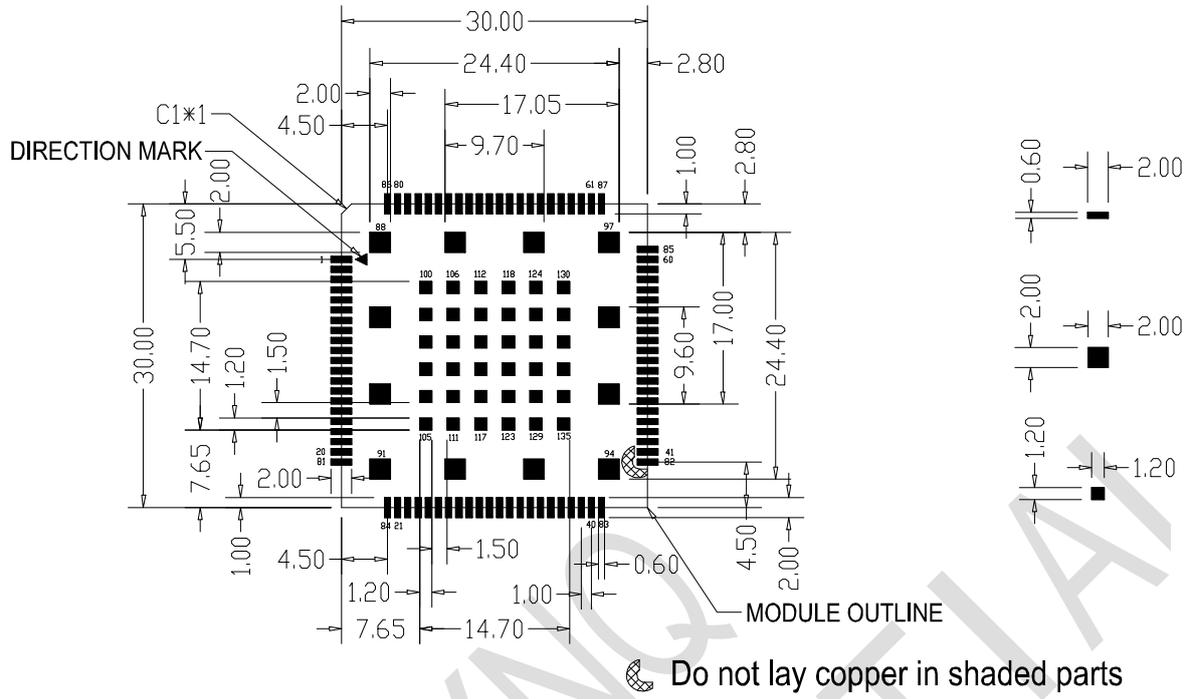


图 2.3.4-1 模块推荐焊盘 (Top view 单位: mm)

# 3. 接口电路参考设计

## 3.1 电源部分

### 3.1.1 电源

VBAT 为模块的主电源, 其电压输入范围是 3.3V 到 4.2V, 推荐电压为 3.8V。在网络较差环境下, 天线会以最大功率发射, 2G 模式下模块瞬态最大峰值电流可能达到 2.0A。电源的峰值电流供电能力要达到 2A 以上, 均值电流要达到 0.9A 以上, 建议靠近 VBAT 使用一个大电容稳压, 电容的容值越大越好, 以提高电源的瞬间大电流续流能力, 推荐使用低阻抗的钽电容 100uF 或更大。PCB 布局时, 电容尽可能靠近模块的电源引脚, VBAT 走线宽度为 2mm 左右。电源部分的地平面尽量完整, 且多打地孔。。

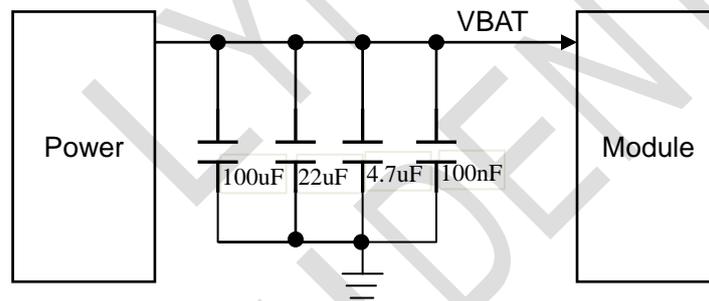


图 3.1.1-1 电源输入电路

注：VBAT 上可以根据需要增加 100pF、33pF 等滤波电容。

### 3.1.2 硬件开机

模块第 3 引脚为硬件开机输入端, 当模块上电后可通过 PWRKEY 引脚开机。即拉低 PWRKEY 引脚 3s~5s 然后释放, 使模块开机。内部上拉到 VBAT, 外部不需要再加上拉。

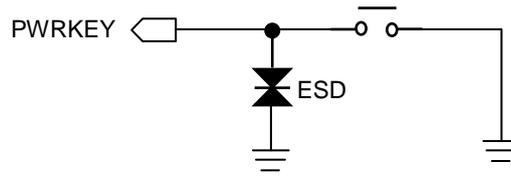


图 3.1.2-1 开机按键

### 3.1.3 硬件复位

模块第 4 引脚为硬件复位输入端，当给该管脚输入一个持续 1s 的低电平触发复位，模块将重启。系统内部有上拉，典型值为 1.8V，不需要外加上拉。

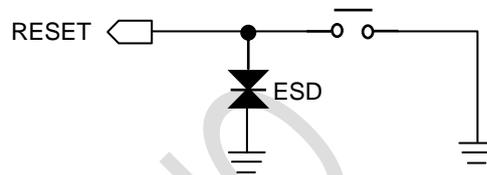


图 3.1.3-1 系统复位键

## 3.2 SIM 卡

### 3.2.1 管脚描述

L501 模块支持并能够自动检测 3.0V 和 1.8V 的 SIM 卡，SIM 卡接口信号如表 3.2.1-1 所示。

表 3.2.1-1 (U)SIM 卡信号定义及说明

管脚	信号名称	信号定义	信号说明
17	USIM_DATA	SIM 卡数据管脚	SIM 卡数据信号，双向信号
18	USIM_RESET	SIM 卡复位管脚	SIM 卡复位信号，由模块输出
19	USIM_CLK	SIM 卡时钟管脚	SIM 卡时钟信号，由模块输出
53	USIM_DET	SIM 卡热插拔检测脚	SIM 卡热插拔检测信号，输入信号
20	USIM_VDD	SIM 卡电源	SIM 卡电源，由模块输出

### 3.2.2 SIM 卡接口应用

SIM卡信号组（管脚号：17，18，19，20），在靠近SIM卡卡座的线路上，设计时请注意需要增加ESD保护器件。

为了满足3GPP TS 27.005协议以及EMC认证要求，建议SIM卡座布置在靠近模块SIM卡接口的位置，避免因走线过长，导致波形严重变形，影响信号完整性。USIM\_CLK和USIM\_DATA信号线走线必须包地保护。在USIM\_VDD和GND之间并联一个1uF的电容，滤除射频信号的干扰。

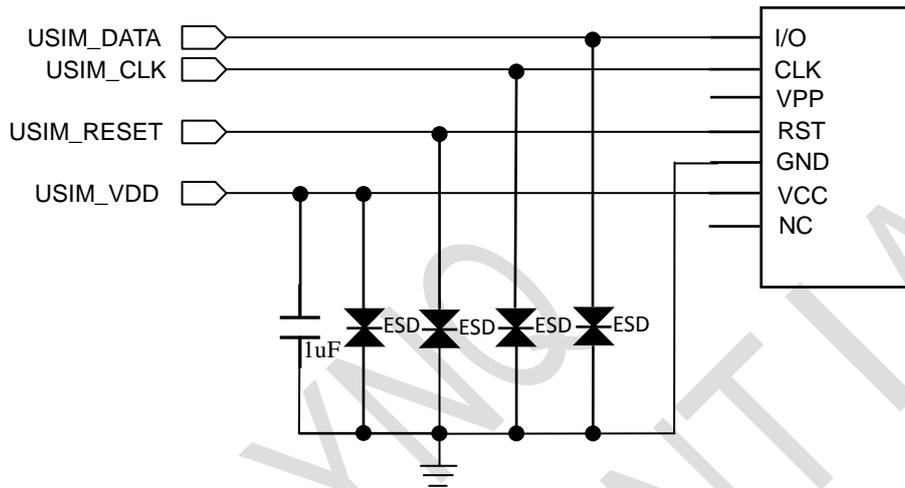


图 3.2.2-1 (U)SIM卡信号连接电路

注：ESD 器件容值小于 22pF。如果要使用 SIM 卡热插拔功能需要选用带热插拔检测 PIN 的 SIM 卡座。

### 3.3 SD 卡接口

模块支持 4 位数据接口的 SD 卡，支持 SDIO2.0 协议。SD 卡最大支持 32GB，可用于外场测试存储 Log。

SD 卡各信号用 ESD 器件保护，ESD 器件靠近卡座放置。SD\_CLK 信号 PCB 走线立体包地。

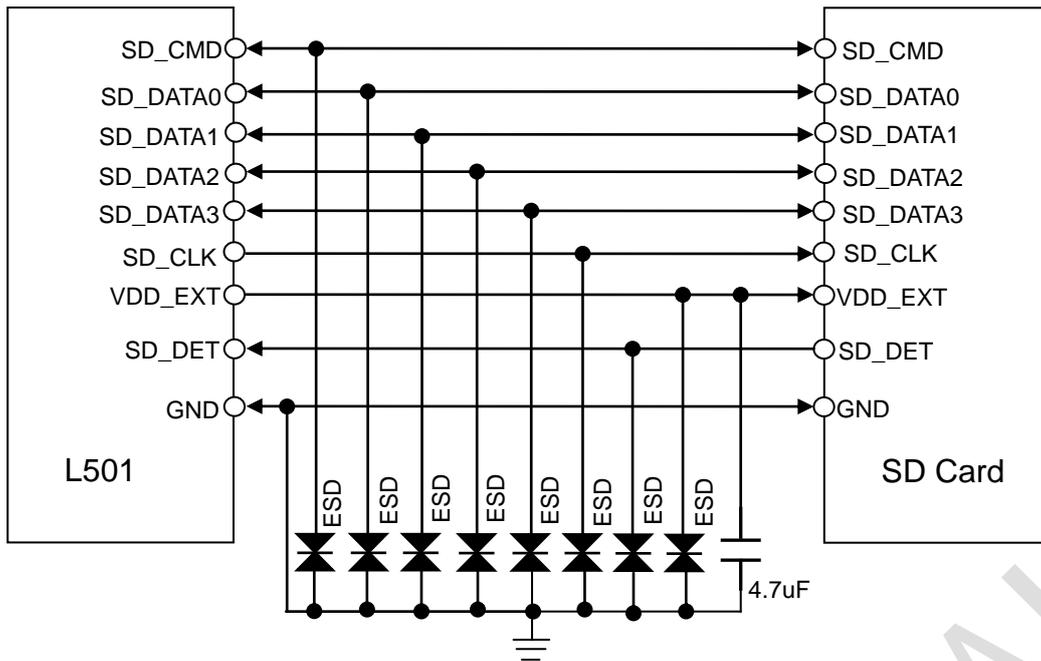


图 3.3-1 SD卡电路

注：ESD 器件容值小于 10pF。

## 3.4 USB 接口

### 3.4.1 USB 接口应用

模块的 USB 接口符合 USB2.0 规范和电气特性。支持 low-speed, full-speed 和 high-speed 三种工作模式。主处理器（AP）与模块之间的数据交互主要通过 USB 接口完成。

USB总线主要用于数据传输、固件升级、模块程序检测以及可以虚拟成串口模式发送AT命令。USB的DM/DP数据线上外部不需要再加ESD器件，模块内部已经有ESD器件。差分数据线的差分阻抗需控制在  $90\text{ohm} \pm 10\%$ ，上下左右包地，不能与其它走线交叉。USB连接电路如下图。

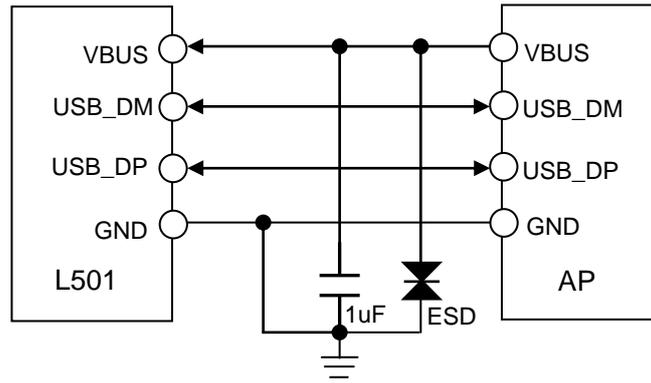


图 3.4.1-1 USB应用电路

注：如果使用串口通信，模块的 VBUS，DM/DP 信号需要分别预留一个测试点方便调试过程中升级软件；如果使用 DM/DP 与 MCU 通信，靠近模块的 DM/DP 信号的位置需要分别预留一个测试点并且 DM/DP 的信号线上需要串联 0R 电阻，电阻靠近模块摆放，测试点的位置放在模块与电阻之间。

### 3.4.2 固件升级

L501 通过 USB 接口升级固件时需要模块进入强制 USB 下载模式。模块启动过程中检测到 FORCE\_DOWNLOAD (PIN85) 是高电平时，即进入 USB 下载模式。强制下载 FORCE\_DOWNLOAD 接口推荐电路如下图所示。

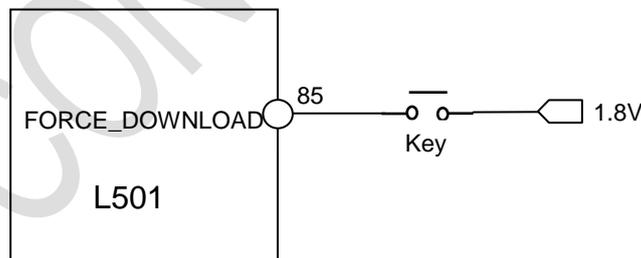


图 3.4.2-1 L501强制下载管脚推荐电路

## 3.5 UART 接口

### 3.5.1 管脚描述

L501模块提供三路串行通信接口UART：其中UART1作为L501模块全功能的串行异步通讯接口，支持标准调制解调器握手信号的信号控制，符合RS-232接口协议，也支持4线串行总线接口或者2线串行总线接口模式，模块可以通过UART1接口与外界进行串行通信和AT指令输入等；UART2作为L501模块的调试端口，为2线UART接口；UART3跟SPI接口复用，可以用来接外设。

这三组UART口支持可编程的数据宽度，可编程的数据停止位，可编程的奇偶校验位，具有独立的TX和RX FIFOs（每个512 bytes），对于正常UART应用（non-Bluetooth）默认使用的波特率为115200bps。

管脚信号定义如表3.5.1-1所示。

表 3.5.1-1 UART 信号定义

管脚	信号名称	I/O 类型	功能描述
66	UART1_RTS	DI	UART1 ready to receive
67	UART1_CTS	DO	UART1 clear to send
68	UART1_RX	DI	UART1 receive data input
69	UART1_RING	DO	UART1 ring indicator. It can be used as wake out signal to host from module
70	UART1_DCD	DO	UART1 data carrier detect
71	UART1_TX	DO	UART1 transmit data output
72	UART1_DTR	DI	UART1 Data terminal ready(wake up module)
114	UART2_TX	DO	UART2 transmit data output
115	UART2_RX	DI	UART2 receive data input
8	UART3_TX	DO	UART3 transmit data output
7	UART3_RX	DI	UART3 receive data input

### 3.5.2 UART 接口应用

UART1如果使用在模块与应用处理器通讯的时候，且电平在1.8V匹配时，连接方式如图3.5.2-1和图3.5.2-2所示，可以采用完整的RS232模式，4线模式或者2线模式连接。模块接口电平是1.8V，如果与AP

接口电平不匹配，必须增加电平转换电路。

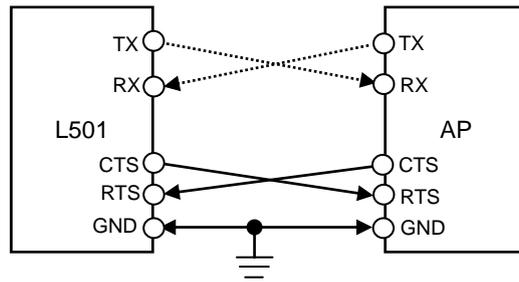


图 3.5.2-1 模块串口与 AP 应用处理器4线接法

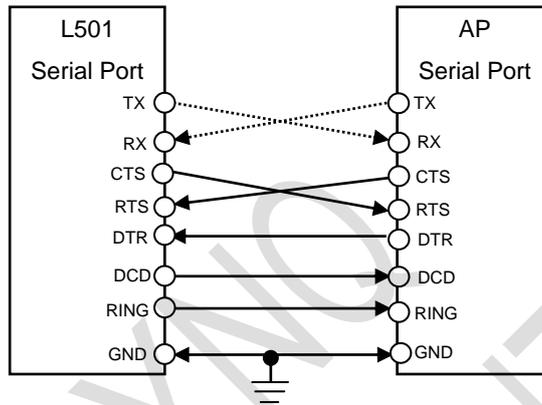


图 3.5.2-2 模块串口与 AP 应用处理器完整接法

## 3.6 音频接口

L501 提供了数字接口和模拟接口两种语音接口。

### 3.6.1 数字音频接口

L501 模块提供了数字音频接口 (PCM) 可以作为 PCM 主设备传输数字语音信号，在使用过程中，L501 模块作为主设备外接 codec，PCM\_SYNC, PCM\_CLK 都是作为输出管脚，PCM\_SYNC 输出 16kHz 的同步信号，PCM Data 支持 8bit 或者 16bit 的数据格式。

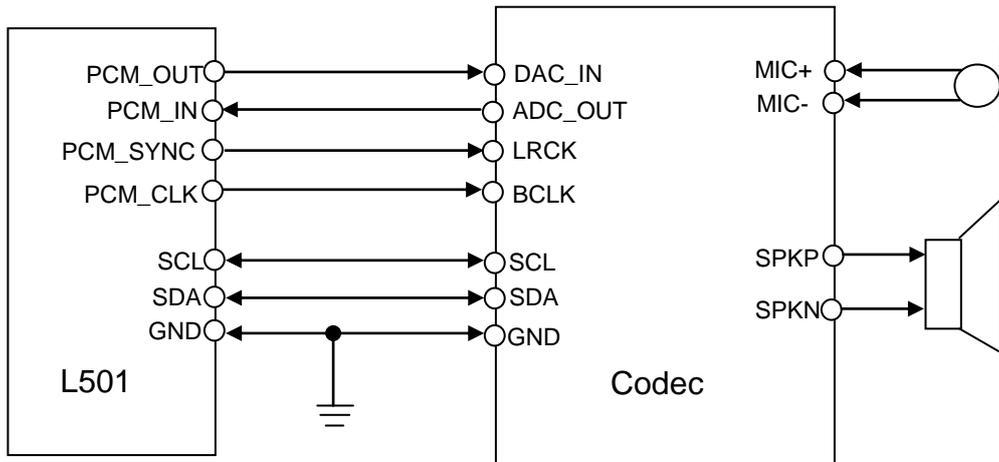


图 3.6.1-1 PCM 应用电路 (L501 作为 PCM 主设备)

### 3.6.2 模拟音频接口

模块提供多组音频输入输出接口，可满足不同环境下对音频的设计需求。音频信号走线必须差分走线，上下左右包地。Speaker 走线要足够粗，满足不同功率喇叭的需求；音频走线避免与电源、高速信号平行、交叉。

模拟音频包括麦克输入，听筒输出和喇叭输出。

(1) 模块提供的麦克输入信号 (MIC+/MIC-) 只支持普通麦克 (普通麦克只有两个引脚)，参考电路如图3.6.2-1所示。

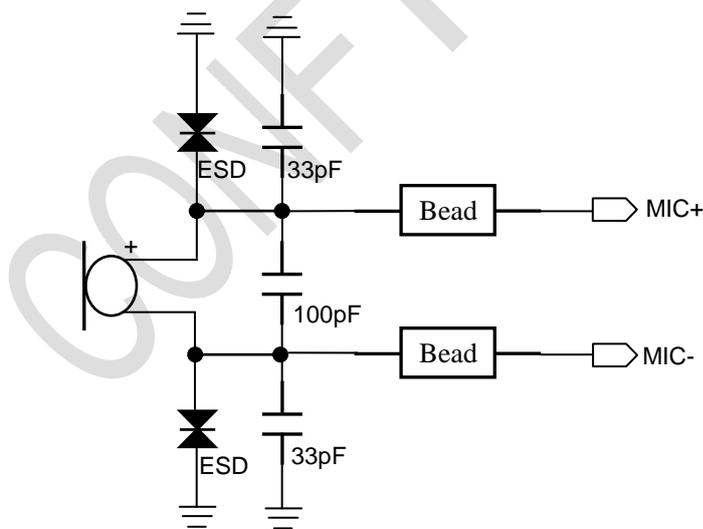


图 3.6.2-1 普通麦克参考电路

(2) 模块提供正常听筒输出，差分走线直接接到听筒器件，参考电路如图3.6.2-2所示。

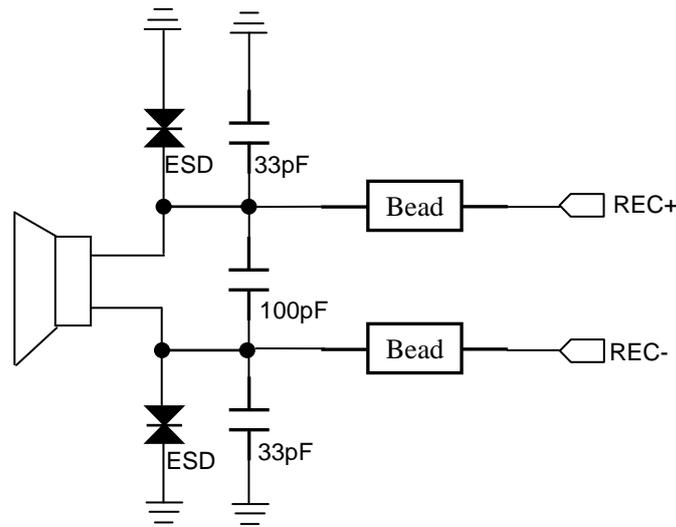


图 3.6.2-2 听筒电路

(3) 模块提供一组DACL\_P和DACL\_N的差分输出信号，在外置PA的放大下可以实现喇叭的功能，参考电路如图3.6.2-3所示。

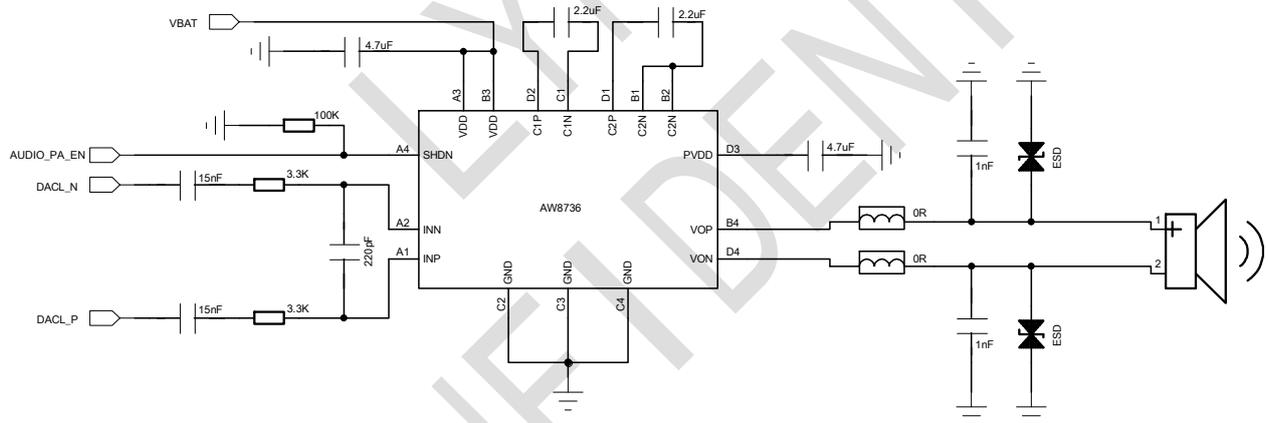


图 3.6.2-3 音频功放参考电路

### 3.7 IIC 接口

L501 模块提供一组 IIC 接口，可以连接需要用到 IIC 接口进行通信的外设，外部不需要上拉电阻，内部已经加了 4.7K 的上拉电阻到 VDD\_1V8。

### 3.8 网络指示灯接口

### 3.8.1 网络指示灯控制电路

NETLIGHT (PIN51) 可以用作控制网络状态灯的使能脚。

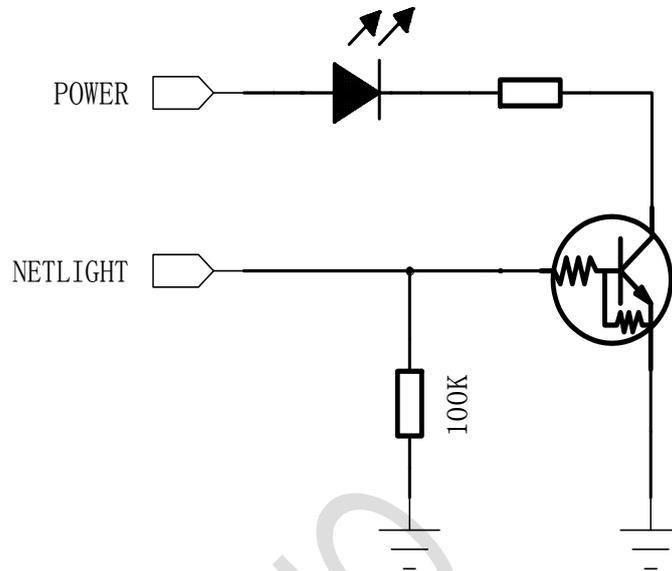


图 3.8.1-1 网络指示灯控制电路

### 3.8.2 网络指示灯状态描述

NETLIGHT (PIN51) 作为使能脚，网络指示灯的状态如表 3.8.2-1。

表 3.8.2-1 LED 状态

LED 状态	模块状态
熄灭	Power off
64ms 亮/800ms 熄灭	Shut down network
64ms 亮/3000ms 熄灭	Registered network

## 3.9 交互应用接口

### 3.9.1 管脚描述

表 3.9.1-1 所示的接口主要是与应用处理器交互的接口，包括唤醒（唤醒包括唤醒模块和模块唤醒外设），状态查询和飞行模式三种类型接口。

表 3.9.1-1 交互应用接口

管脚	信号名称	I/O 类型	功能描述
49	STATUS	O	AP 查询模块开机状态
50	WAKEUP_IN	I	AP 唤醒模块的输入信号
52	WAKEUP_OUT	O	模块唤醒 AP 的输出信号
54	FLIGHTMODE	I	飞行模式

### 3.9.2 接口应用

L501 提供了与应用处理器通信的直接交互信号。

- STATUS: 模块状态查询, 低电平表示为关机状态或开机初始化状态, 高电平表示为开机状态。

- WAKEUP\_IN: 模块进入睡眠后, 主机可以通过置低该信号唤醒模块, 主机置高电平后, 模块允许进入睡眠。

- WAKEUP\_OUT: 模块有事件需要与应用处理器通信时, 模块可通过该管脚输出低电平 (低电平会持续 120ms) 来唤醒应用处理器。

- FLIGHTMODE: 可以用来控制模块进入或退出飞行模式, 通过外部输入低电平使模块进入飞行模式。

### 3.10 SPI 接口

L501 支持 1 组 SPI 接口, SPI 接口的 SPI\_MISO 和 SPI\_MOSI 信号跟 UART3 复用, 默认只支持主设备模式。

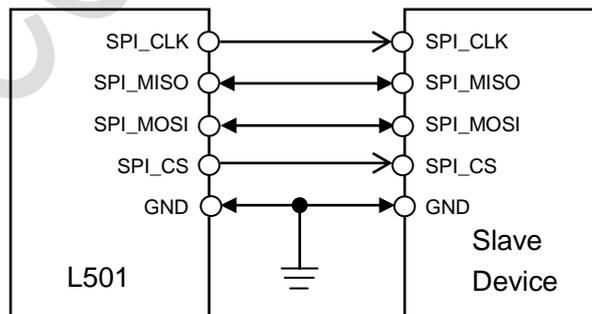


图 3.10-1 SPI 连接示意图

### 3.11 ADC 接口

模块提供两路 ADC 检测,用于检测光敏电阻或者其它需要 ADC 检测的设备等。ADC 最大范围为 1.2V,支持 12bit 精度。如下表所示。

表 3.11-1 ADC 特性

特性	最小值	典型值	最大值	单位
输入电压范围	0.1		1.2	V

# 4. 电气特性及可靠性

## 4.1 电气特性

表 4.1-1 电气特性

电源	最小值	推荐值	最大值	单位
VBAT	3.3	3.8	4.2	V
峰值电流	-0.3	-	2.0	A

注：电压过低可能导致模块无法正常开机；电压过高或者开机过冲也可能对模块造成永久性损坏。

## 4.2 温度特性

表 4.2-1 温度特性

状态	最小值	常温值	最大值	单位
工作温度	-40	+25	+85	°C
存储温度	-45	+25	+90	°C

注：当工作温度超过模块工作温度时，模块的一些射频性能可能会恶化，也可能会引起关机、重启等故障。

### 4.3 绝对最大额定参数

表 4.3-1 电源绝对最大额定参数

引脚名称	描述	最小值	典型值	最大值	单位
VDD_1V8	Digital power for IO	-0.3		2	V
VBAT	Power supply	-0.3		6	V

### 4.4 推荐操作条件

表 4.4-1 电源的推荐操作范围

引脚名称	描述	最小值	典型值	最大值	单位
VDD_1V8	Digital power for IO	1.7	1.8	1.98	V

注：模块提供的所有 GPIO, UART, IIC 等接口均为 1.8V。

### 4.5 电源功耗

表 4.5-1 电源功耗

类别	测试场景	最小值	平均值	最大值	单位
Power off mode	VBAT=3.8V	-	15		uA
Flight mode	VBAT=3.8V		0.7		mA
LTE Standby	VBAT=3.8V	-	1.2		mA
GSM Standby	VBAT=3.8V	-	1.3		mA

Peak current	VBAT=3.8V			2	A
--------------	-----------	--	--	---	---

注：功耗为实验室仪表测得值。

## 4.6 上电时序

上电时序图如下图所示。

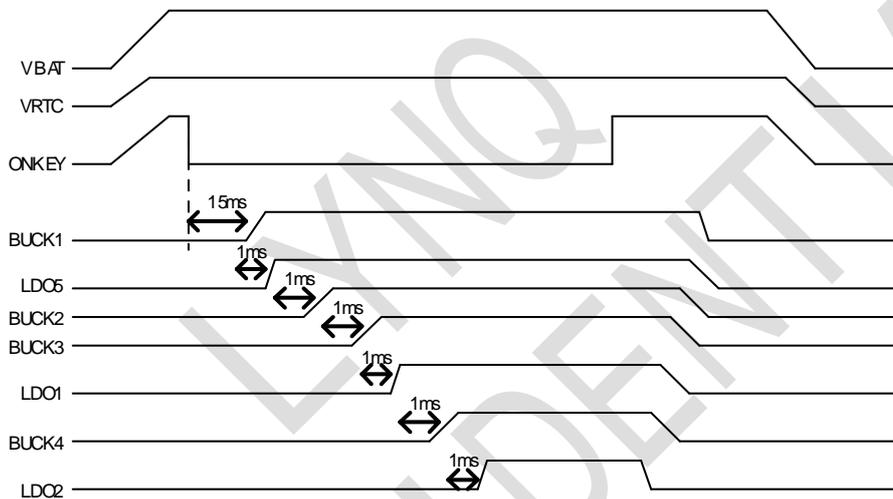


图 4.6-1 上电时序图

## 4.7 数字接口特性

表 4.7-1 模块数字接口特性

参数	描述	最小值	典型值	最大值	单位
VIH	输入高电平	0.7*VDD_1V8	1.8	1.98	V
VIL	输入低电平	0	-	0.3*VDD_1V8	V
VOH	输出高电平	0.8*VDD_1V8	1.8	1.98	V

VOL	输出低电平	0	-	$0.2 * VDD_{1V8}$	V
-----	-------	---	---	-------------------	---

注：适用于 GPIO, UART, IIC, PCM, SPI, EINT 等接口。

## 4.8 静电防护

在模块应用中, 静电可能会对模块造成一定的损坏, 因此在生产, 装配和操作模块时必须注意静电防护。模块测试的性能参数如下表:

ESD 性能参数 (温度: 25°C, 湿度: 45%)。

表 4.8-1 模块静电特性表

引脚	接触放电	空气放电
VBAT	±4KV	±8KV
GND	±4KV	±8KV
ANT	±4KV	±8KV

加强 ESD 性能方法:

- 1、如果客户带转接板, 转接板的地脚尽量多, 并且均匀分布, 地导通路径宽;
- 2、按键 (包括开机键, 强制下载键和复位键) 需要加 ESD 器件; 复位键走线不要靠板边;
- 3、UART 以及其它插接线需要加 ESD 器件, 从模块外拉出来的控制线也需要加 ESD 器件;
- 4、用户插入 SIM 卡会触摸的地方也需要加 ESD 器件;
- 5、外置天线请加 ESD 器件, ESD 器件负载电容小于 0.1pF。

注：为了保证 ESD 性能，请依照以上措施加强 ESD 性能；

ESD 器件可用压敏电阻和 TVS 管，如果性能要求更高，请用 TVS 管；

电源上 ESD 器件请注意电压范围选择。

LYNQ  
CONFIDENTIAL

# 5. 射频功能介绍

## 5.1 射频主要特性

- a) 支持 FDD/TDD LTE Rel-8 CAT1;
- b) 支持 GSM/GPRS/EGPRS;
- c) 支持 WIFI SCAN 功能;
- d) 支持 LTE 频段 Band 1/3/5/8/34/38/39/40/41;
- e) 支持 GSM 频段 GSM900/DCS1800;

本产品接收机/发射机的工作频率范围如下表所示。

表 5.1-1 工作频段

频段	上行	下行	注释
Band1	1920 MHz ~ 1980 MHz	2110 MHz ~ 2170 MHz	
Band3	1710 MHz ~ 1785 MHz	1805 MHz ~ 1880 MHz	
Band5	824 MHz ~ 849 MHz	869 MHz ~ 894 MHz	
Band8	880 MHz ~ 915 MHz	925 MHz ~ 960 MHz	
Band34	2010 MHz ~ 2025 MHz	2010 MHz ~ 2025 MHz	
Band38	2570 MHz ~ 2620 MHz	2570 MHz ~ 2620 MHz	
Band39	1880 MHz ~ 1920 MHz	1880 MHz ~ 1920 MHz	
Band40	2300 MHz ~ 2400 MHz	2300 MHz ~ 2400 MHz	
Band41	2535 MHz ~ 2655 MHz	2535 MHz ~ 2655 MHz	支持 120MHz 带宽
GSM900	880 MHz ~ 915 MHz	925 MHz ~ 960 MHz	
DCS1800	1710 MHz ~ 1785 MHz	1805 MHz ~ 1880 MHz	

表 5.1-2 输出功率

频段	最大功率	最小功率
Band1	23dBm ± 2dB	< -40dBm
Band3	23dBm ± 2dB	< -40dBm
Band5	23dBm ± 2dB	< -40dBm
Band8	23dBm ± 2dB	< -40dBm
Band34	23dBm ± 2dB	< -40dBm
Band38	23dBm ± 2dB	< -40dBm
Band39	23dBm ± 2dB	< -40dBm
Band40	23dBm ± 2dB	< -40dBm
Band41	23dBm ± 2dB	< -40dBm
GSM900	33dBm ± 2dB	5dBm ± 2dB
DCS1800	30dBm ± 2dB	0dBm ± 2dB

表 5.1-3 接收灵敏度

频段	REF SENS @10MHz (Total)
Band1	TBD
Band3	TBD
Band5	TBD
Band8	TBD
Band34	TBD
Band38	TBD
Band39	TBD
Band40	TBD
Band41	TBD
GSM900	TBD

DCS1800

TBD

注：“TBD”表示正在开发中。

## 5.2 数据业务

表 5.2-1 数据业务

频段	下行	上行
Band1	TBD	TBD
Band3	TBD	TBD
Band5	TBD	TBD
Band8	TBD	TBD
Band34	TBD	TBD
Band38	TBD	TBD
Band39	TBD	TBD
Band40	TBD	TBD
Band41	TBD	TBD

注：“TBD”表示正在开发中，速率为实验室仪表数据。

## 5.3 天线电路设计

本产品射频天线的接入部分采用 PAD 焊盘形式。模块天线焊盘与客户母板天线接口之间需要通过焊盘焊接并通过微带线或带状线来连接。其中微带线或带状线按特性阻抗按 50 欧姆设计，走线长度小于 10mm，同时预留 II 型匹配电路。

产品天线外围电路设计时建议射频电路的Layout方案：射频线走第一层，参考二层地平面。用户在设计PCB走线时需要注意：射频路径需要完整参考地平面。

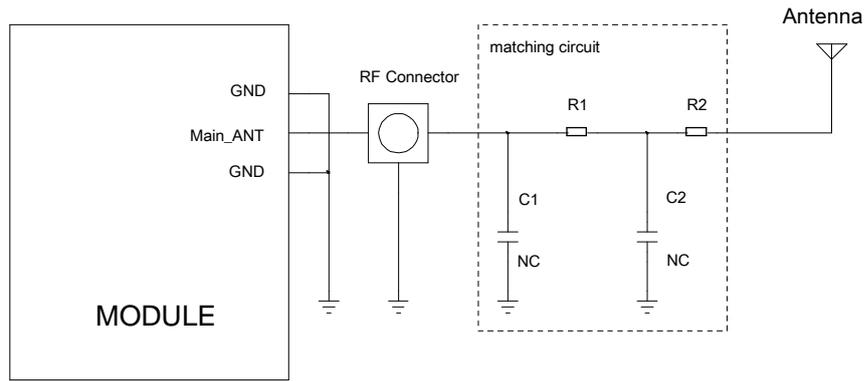


图 5.3-1 天线匹配网络

图中 R1, C1, C2 和 R2 组成天线匹配网络用作天线调试，默认 R1, R2 贴 0 欧姆电阻 C1, C2 空贴，待天线厂调试天线后确定值。

图中 RF connector 留作测试传导测试使用（如认证 CE, FCC 等），需尽量靠近模块摆放，从模块焊盘至天线馈点的射频路径需保持 50 欧姆阻抗控制。

在 layout 设计中，天线射频传输线必须要保证特性阻抗=50 欧姆，这个特性阻抗由基板板材，走线宽度和离地平面距离共同决定。下图所示的是 layout 中天线路径的参考设计。

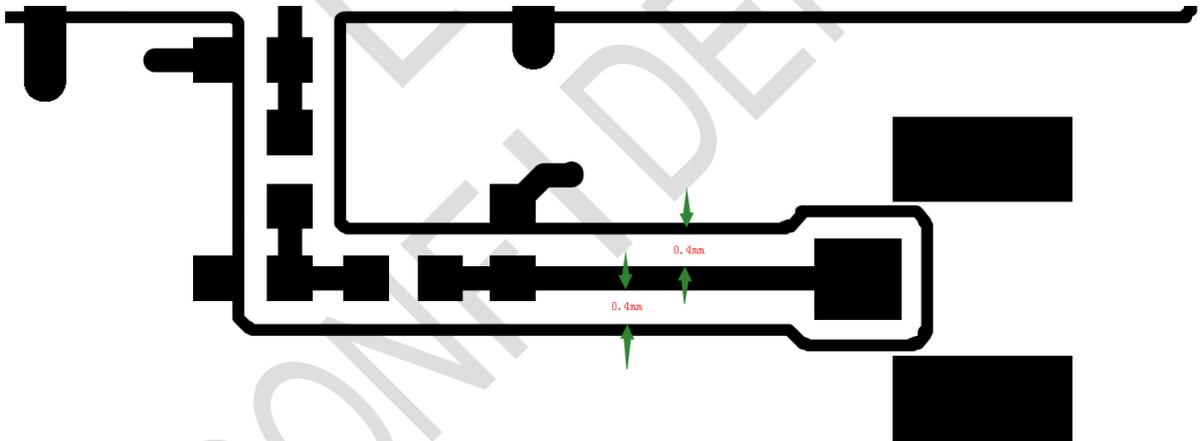


图 5.3-2 天线路径参考设计

## 5.4 天线设计

内置天线建议采用 PIFA 或者 IFA 天线；外置天线采用鞭状天线。天线增益建议在 3dBi 左右。内置天线面积建议：100mm\*10mm\*6mm（长\*宽\*高），PCBA 长度大于 90mm。天线周边 5cm 内避开 Speaker，马

达, MIC, camera FPC, camera 本体, LCD FPC, 开关电源, 高速信号线, Memory, CPU 等易产生 EMI 的器件和模块。

表 5.4-1 天线参数

天线参数		参数要求
天线效率		>40%
S11/VSWR		<-10dB
极化方式		线极化
TRP	Low Band	>18dBm
	Middle Band	>18dBm
	High Band	>18dBm
TIS	Low Band	<-92dBm (@10MHz)
	Middle Band	<-92dBm (@10MHz)
	High Band	<-92dBm (@10MHz)
Low Band		Band 5/8
Middle Band		Band 1/3/34/39
High Band		Band 38/40/41

# 6. 存储、生产和包装

## 6.1 物料存储

模块防潮等级为三级，在成品的外包装箱和内包装袋的标贴上，都有明显的湿度敏感提示信息。

原始真空包装完整情况下（无破损、漏气），存储期限为 180 天，存储环境要求为温度低于 40℃，湿度低于 90%且空气流通良好的情况下。

下表列出了不同的湿敏等级对应的模块保质期的时间。

表 6.1-1 湿度灵敏度等级

等级	工厂环境 $\leq +30^{\circ}\text{C}/60\%RH$
1	不做管控 $< 30^{\circ}\text{C}/85\%RH$
2	一年
2a	4 周
3	168 小时
4	72 小时
5	48 小时
5a	24 小时
6	使用前必须烘烤，并在标签规定的时间内过炉

注：模块产品的搬运、储存、加工必须遵循 IPC/JEDEC J-STD-033 的要求。

## 6.2 生产贴片

贴片模块是湿度敏感器件，如果要进行回流焊生产、后续拆卸维修，在成品存储、生产和维修工艺上，都要严格遵守湿敏器件要求。如果模块受潮后过回流焊或者用热风枪维修，会导致模块内部的 IC

或者模块 PCB，由于水汽的急剧膨胀而爆裂，造成器件物理损伤等不良，典型故障是 PCB 板起泡，BGA 器件、射频模组爆裂失效等不良。所以，客户在使用模块时请参考下面的建议。

### 6.2.1 模块来料确认与防潮

模块在生产和包装过程严格按照湿度敏感器件流程操作，出厂包装为真空袋+干燥剂+湿度指示卡包装，严格进行湿度管控。请客户在贴片前注意防潮管控，并对来料进行如下各个环节的确认。

#### 烘烤需求确认

模块统一采用真空包装出货，能够在包装没有损坏的情况下能够储存 6 个月，环境温度要求低于 40℃且相对湿度小于 90%。若满足下列之一的条件，在进行回流焊前应该进行充分的烘烤，否则模块可能在回流焊的过程中造成永久性的损坏：

- 1 存储时间超期；
- 2 看包装破损，真空包装漏气等；
- 3 湿度指示卡在 10%处变色；
- 4 模块裸露静止在空气中放置 168 小时及以上；
- 5 模块裸露在空气 168 小时以内，不满足温度<30℃和相对湿度<60%的环境条件。

#### 烘烤条件确认

模块的防潮等级为三级，烘烤条件如下。

表 6.2.1-1 烘烤条件

烘烤条件	120℃/5%RH	40℃/5%RH
烘烤时间	4 小时	30 天
说明	不能用原装托盘	可以用原装托盘

注：原装的防静电托盘的耐温不超过 50℃，否则托盘会变形。  
原包装的防静电托盘仅用于包装使用，不能作为贴片托盘使用。  
在取、放的过程中，要做好防静电措施，同时注意不可叠放。

## 客户产品维修

如果是炉后维修拆卸模块，受潮的模块很容易在拆卸时损坏，所以模块拆卸等相关维修操作，请在 SMT 后 48 小时内完成，否则需要烘烤后再拆卸模块。

从现场工程返回的客退品维修拆卸，因为模块无法确保干燥状态，必须要按照烘烤条件先烘烤，再对模块进行拆装维修。如果已经长时间暴露在潮湿环境中，请适当延长烘烤时间，比如 125°C/36 小时。

### 6.2.2 SMT 回流焊注意事项

因模块内部为 BGA 芯片、贴片阻容等贴片物料，与 PCB 之间也是用焊锡连接，在高温下同样会融化。若在模块过炉时炉温过高，模块内部的焊锡也会完全融化，若在完全融锡状态下模块遇到较大的震动，比如回流焊炉内传送带的过度震动或者撞板，则模块内部的 BGA 等器件很容易移位或假焊。所以，在使用智能模块过炉时需注意：

- 模块不能在过炉时产生较大震动，即要求客户尽量在有轨道（链条）的炉子里过炉，避免在铁丝网上过炉，以保证平顺过炉。
- 实际生产时最高炉温不能过高，在能满足客户母板和模块焊盘焊接质量的前提下，炉温越低，最高温度持续时间越短越好。

部分客户在上线时，炉温曲线不合适，炉温偏高，客户母板融锡情况很好，但炉后导致的模块不良率偏高，经分析原因为 BGA 芯片再次融锡后导致器件偏移、短路。所以请客户依照自己工厂的实际条件进行必要的调整。

### 6.2.3 SMT 钢网设计与少锡假焊问题的改善建议

模块在回流焊接时，有少部分客户出现了模块假焊或短路问题，主要原因是模块焊盘少锡和 PCB 板翘曲变形或者锡膏量太大等引起的，建议客户从如下几个方面进行验证改善：

- 建议采用阶梯钢网，模块区域建议钢网厚度大于周边器件钢网厚度，请根据锡膏实测厚度、和各公司实际条件与经验值验证调整，产品需严格经历试产、产能爬坡、量产等过程。
- 钢网网孔方式。参照模块封装，用户可根据各自公司经验值进行调整。模块四周焊盘外边的钢网向外扩。

## 6.2.4 SMT 贴片焊接注意事项

如果客户母板较薄、细长等有过炉有变形、翘曲等风险，可能导致虚焊、少锡等，建议制作“过炉载具”来保证焊接质量。其他生产建议如下：

- 锡膏采用阿尔法等品牌的活性锡膏；
- 模块必须使用 SMT 机贴装（重要），不建议手工摆放或手工焊接；
- 为保证贴片质量，请依照贴片工厂的实际情况，在正常量产前，进行必要的工艺条件确认，如：SMT 中的贴片压力、速度（非常重要）、钢网的开孔方式等；
- 必须使用 8 温区以上的回流焊炉，并严格控制炉温曲线。

炉温建议：

B. 恒温区：温度 140-210 时间：60s-120s

E. 回流区：PEAK 温度 220-245，时间：45s-75s

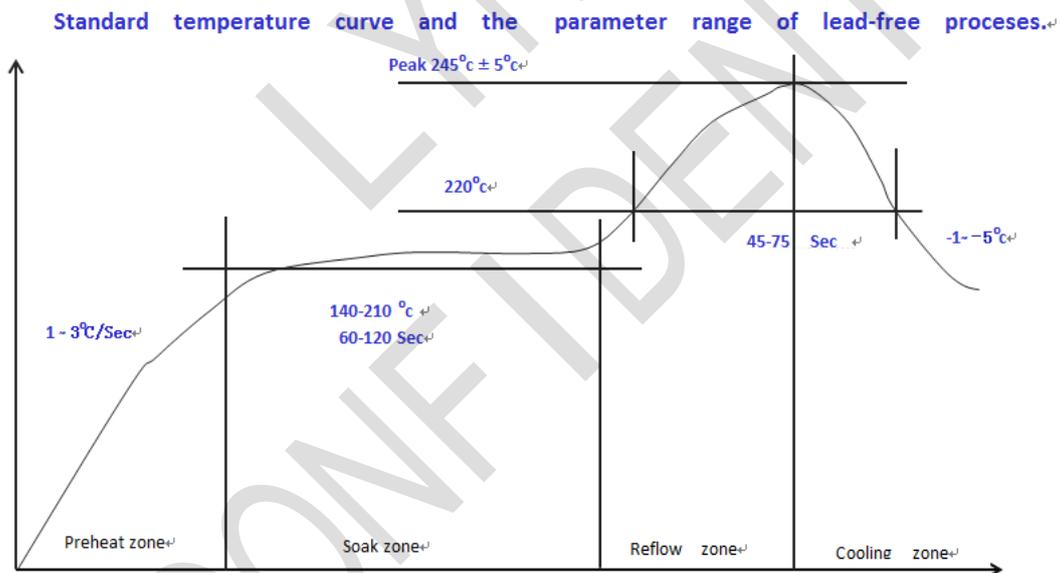


图 6.2.4-1 炉温曲线



# 7. 安全警告和注意事项

为保证模块功能更合理的得到利用，请注意在模块二次开发、使用及返修等过程中，需要遵照本章节的所有安全警告和注意事项。最终的产品集成方必须将如下的安全信息传递给用户、操作人员或集成产品的使用手册中。



在使用包括模块在内的射频设备时，可能会对一些屏蔽性能不好的电子设备造成干扰，请尽可能在远离普通电话、电视、收音机和办公自动化的地方使用，以免这些设备和模块相互影响。



登机前请关闭移动终端设备，或改为飞行模式。移动终端的无线功能在飞机上禁止开启使用，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时，请注意是否有移动终端设备使用限制。射频干扰可能会导致医疗设备运行失常，可能需要关闭移动终端设备。例如助听器、植入耳蜗和心脏起搏器等，请先向该设备生产厂家咨询了解。



移动终端设备并不保障在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(U)SIM无效时。当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。



请将移动终端设备远离易燃气体。当靠近加油站、油库、化工厂或爆炸作业场所时，请关闭移动终端设备。在任何有潜在爆炸危险的场所操作电子设备都有安全隐患。



本产品没有防水性能，请避免各种液体进入模块内部，请勿在浴室等高湿度的地方使用，以免造成物理性能下降、绝缘电阻降低、机械强度下降、以及产生腐蚀、生锈等损坏。



非专业人员，请勿自行拆开模块，以免造成人员及设备损伤。请参照本产品的使用说明，联系相关服务人员进行保养和维修。



清洁模块时，请先关机，清洁人员需配备防静电设备，例如穿戴防静电服、防静电手套等，并使用干净的防静电布，以免造成元件被击穿损坏。

用户或产品集成方有责任遵循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，我司不承担因产品集成方或用户未能遵循这些规定导致的相关损失。

LYNQ  
CONFIDENTIAL