



LYNO

L216硬件设计手册

GSM/GPRS + GNSS 系列

Version: V1.1

Date: 2016-07-20



上海移柯通信技术有限公司

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。

版本历史

日期	版本	修改记录	修改人
2016-07-02	V1.0	创建	任学
2016-07-20	V1.1	修改部分描述错误	

LYNQ
CONFIDENTIAL

概述

本文档适用的产品是：L216 模块。

本文档通过对 L216 模块的硬件接口详细介绍，用以指导用户对该模块进行硬件设计，并在该模块基础上更方便快捷的进行各种终端无线产品的设计。

阅读对象

本文档主要适用于以下工程师：

- 系统设计工程师
- 结构工程师
- 硬件工程师
- 软件工程师
- 测试工程师

内容简介

本文档包含 5 章，内容如下

章节	内容
1 综述	介绍 L216模块的基本技术规格、参考涉及的相关标准。
2 管脚定义	介绍 L216模块引脚名称和功能。
3 硬件接口	介绍 L216模块各部分的硬件接口设计。
4 模块结构尺寸与生产	介绍 L216模块外观图，结构尺寸以及生产注意事项。
5 电气，可靠性和射频特性	介绍 L216模块电气，工作环境以及射频指标。
6 生产事项	介绍 L216模块生产注意事项。
7 相关文献	介绍 L216模块相关文档。

目 录

1、 综述	7
2、 模块应用接口	10
2.1 引脚分布图	10
2.2 模块引脚描述	11
2.3 引脚分布框图	13
3、 接口电路参考设计	14
3.1 电源部分	14
3.1.1 供电	14
3.1.2 电源监测	17
3.1.3 模块开机	17
3.1.4 模块关机	19
3.1.5 复位	20
3.1.6 休眠与唤醒	21
3.1.7 RTC 电源	22
3.2 音频部分	23
3.2.1 音频通道	23
3.2.2 防止 TDD 噪声	24
3.3 UART 通信	25
3.4 SIM 卡接口	30
3.5 PWM 接口	34
3.6 网络状态指示灯	35
3.7 ADC 接口	35
3.8 GPS 及蓝牙功能	36
3.9 天线接口	36
3.10 USB 及充电接口	39
3.10.1 管脚描述	39
3.10.2 电气特性	39
3.10.3 USB 接口应用	39
3.10.4 充电接口应用	39

4、 结构尺寸	41
5、 电气特性	42
5.1 绝对最大值	42
5.2 数字接口特性	43
5.3 VSIM 特性	43
5.4 耗电流	43
5.5 静电防护	44
5.6 射频性能	44
6、 生产	46
6.1 L216 顶视图和底视图	46
6.2 推荐焊接炉温曲线图	47
6.3 湿敏特性 (MSL)	47
6.4 烘烤需求	48
7、 相关文档	49

1 综述

L216 是一款支持四频的 GSM/GPRS 模块，工作频率为:GSM/GPRS 850/900/1800/1900 MHz。

模块尺寸为 17*19*2.3 mm，其性能稳定，外观小巧，性价比高，能适用于各种紧凑型产品设计需求。

模块和用户的物理接口为 54 脚的邮票孔，提供了模块的所有硬件接口，可以低功耗实现语音、SMS、数据的传输。

1.1 主要特征

表 1：模块主要性能

● GSM四频850/900/1800/1900 MHz
● 满足GSM 2/2+ 标准
● - Class 4 (2 W @ 850/900 MHz)
● - Class 1 (1 W @ 1800/1900MHz)
● 通过AT命令控制 (GSM 07.07 ,07.05 and 增强AT命令集)
● 供应电压范围: 3.4 ~4.2V (推荐值3.8V)
● 操作温度范围: -40 ~+85 °C
● 存储温度范围: -45 ~+90 °C
● 重量: 1g

数据传输	● Coding schemes CS 1, 2, 3, 4
	● PPP-stack
	● 支持透传
短信	● 点对点MO and MT
	● 短信广播
	● 文本和PDU模式

语音	● 半速率 (HR)
	● 全速率 (FR)
	● 文本和PDU模式
	● 增强型全速率 (EFR)
	● 自适应多码率 (AMR)
GNSS	● 接收通道: 33跟踪/99捕获

	<ul style="list-style-type: none"> ● 最大更新速率: 10Hz ● 灵敏度 <ul style="list-style-type: none"> --跟踪灵敏度 -165dBm --重新捕获 -160dBm --冷启捕获 -148 dBm
	<ul style="list-style-type: none"> ● 首次定位时间 <ul style="list-style-type: none"> --冷启动: 31s --温启动: 26s --热启动: <1s --EPO 辅助冷启: 13s
	<ul style="list-style-type: none"> ● 定位精度 : <ul style="list-style-type: none"> --静态: 2.5m --速度: 0.1m/s

接口	<ul style="list-style-type: none"> ● 54 SMT pads (邮票孔方式)
	<ul style="list-style-type: none"> ● 一路模拟音频
	<ul style="list-style-type: none"> ● 电池充电控制接口
	<ul style="list-style-type: none"> ● 一路串行接口
	<ul style="list-style-type: none"> ● I2C接口
	<ul style="list-style-type: none"> ● 一路SIM卡接口(3V/ 1.8V)
	<ul style="list-style-type: none"> ● 一路ADC接口
	<ul style="list-style-type: none"> ● GPIO接口
	<ul style="list-style-type: none"> ● USB接口
	<ul style="list-style-type: none"> ● GSM天线pad
	<ul style="list-style-type: none"> ● BT天线pad
	<ul style="list-style-type: none"> ● GPS天线pad

1.2 模块系统框图

下图列出了模块的外主要功能部分：

- GSM基带和射频
- 电源管理
- 天线接口
- 其他接口

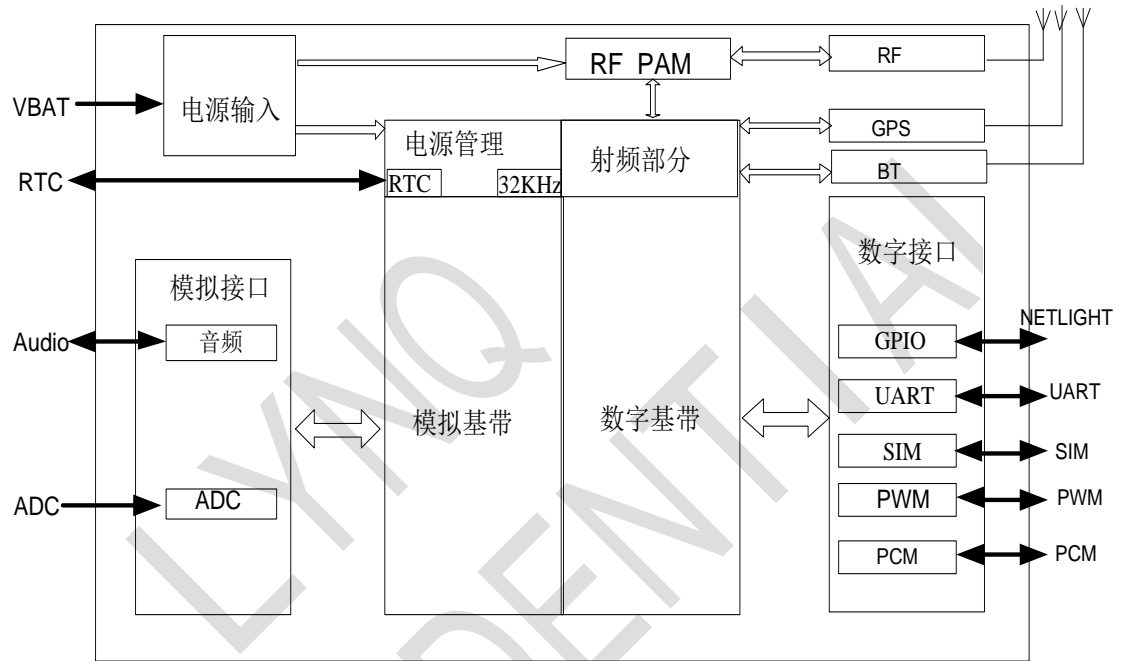


图 1：模块功能框图

2 模块应用接口

2.1 引脚分布图

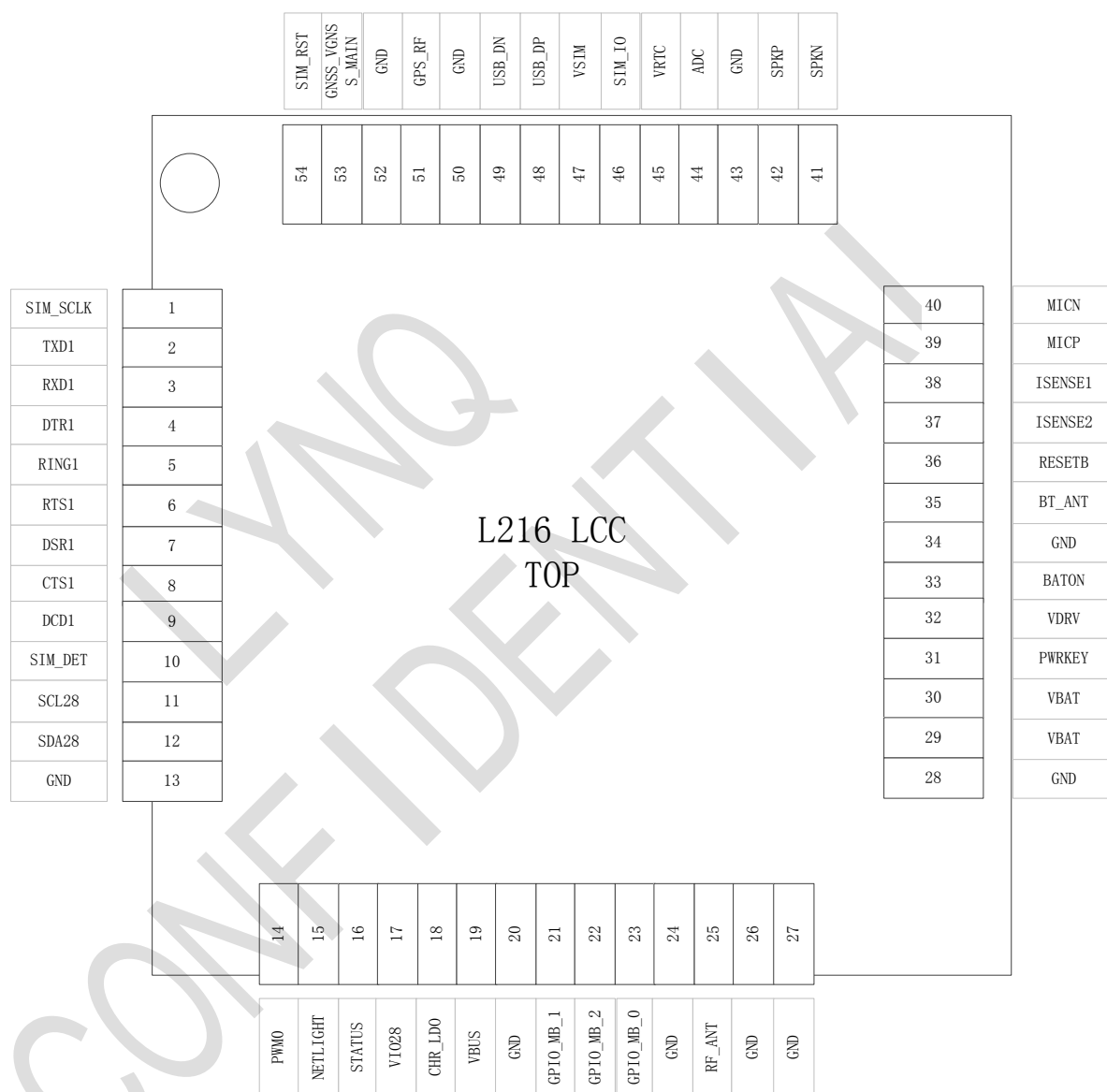


图 2: L216 引脚图 (正面视图)

L216 共有 54 个引脚，包含以下接口：

- 模拟音频：包含一路 MIC 输入，一路 SPK 信号输出。
- USB：一路 USB 接口。

- SIM 卡：兼容 1.8V 和 3V，包含 VSIM、RST、IO、SCLK、DET 信号。
- 复位：支持 RESETB 信号控制模块复位，推荐控制模块电源进行复位。
- I2C：有一组 I2C 信号，模块内部通过 4.7K 电阻上拉到 VIO28。
- GPIO：模块 PIN 21,22,23，以及部分管脚可复用为 GPIO 模式（详见 GPIO 说明）。
- 串口通信：一个全功能 8 线串口，CTS 和 RTS 等信号不用时悬空。
- RF：提供了 GSM, BT, GPS 三个天线接口。

2.2 模块引脚描述

L216 引脚描述见下表：

表 3: 引脚描述

引脚序号	引脚名称	类型*	复位	功能描述
1	SIM_SCLK	I/O	PD	SIM 卡信号
2	TXD1	O	PU	串口数据发送
3	RXD1	I	PU	串口数据接收
4	DTR1	I	PD	数据终端准备
5	RING1	O	PD	振铃指示
6	RTS1	I	PU	清除发送
7	DSR1	I	PD	数据装置就绪
8	CTS1	O	PU	请求发送
9	DCD1	O	PD	数据载波检测
10	SIM_DET	I	/	SIM 卡检测信号
11	SCL	O	PD	I2C 控制接口（内部 4.7K 上拉）
12	SDA	I/O	PD	I2C 控制接口（内部 4.7K 上拉）
13	GND	GND	/	电源地
14	PWM0	O	PD	脉冲调制输出
15	NETLIGHT	I/O	PD	网络状态指示
16	STATUS	O	/	运行状态指示灯
17	VIO28	O	/	2.8V 电源输出
18	CHR_LDO	I	/	接充电模块，不用空接。
19	VBUS	I	/	USB 电源
20	GND	GND	/	电源地
21	GPIO_MB_1	I/O	/	普通输入输出口
22	GPIO_MB_2	I/O	/	普通输入输出口

23	GPIO_MB_0	I/O	/	普通输入输出
24	GND	GND	/	电源地
25	RF_ANT	I/O	/	GSM 天线
26	GND	GND	/	电源地
27	GND	GND	/	电源地
28	GND	GND	/	电源地
29	VBAT	POWER	/	模块电源输入，输入电压为 3.4-4.2V，能提供 1A 的平均电流以及 2A 的瞬间电流。
30	VBAT	POWER	/	
31	PWRKEY	AI	/	电源按键信号输入，低有效，不用时悬空。
32	VDRV	I	/	接充电模块，不用空接。
33	BATON	I	/	电池检测脚，不用空接。
34	GND	GND	/	电源地
35	BT_ANT	I/O	/	蓝牙天线
36	RESETB	I	/	拉低复位模块
37	ISENSE2	AI	/	充电检测脚，接检测电阻 VBAT 端，不用空接。
38	ISENSE1	AI	/	充电检测脚，接检测电阻一端，不用空接。
39	MICP	AI	/	音频输入正端，内部集成偏置电压。
40	MICN	AI	/	音频输入负端，内部集成偏置电压。
41	SPKN	AO	/	音频输出负端，接耳机或者 PA。
42	SPKP	AO	/	音频输出正端，接耳机或者 PA。
43	GND	GND	/	电源地
44	ADC	AI	/	模数转换接口，最大输入电压不能超过 2.8V
45	VRTC	POWER	/	RTC 电压，输入 2.8V，最大电流 2mA。可外接纽扣电池或者大电容，不用请 NC。
46	SIM_IO	I/O	PD	SIM 卡信号
47	VSIM	O	/	SIM 卡电源
48	USB_DP	I/O	/	USB DP
49	USB_DM	I/O	/	USB DM
50	GND	GND	/	电源地
51	GPS_RF	I/O	/	GPS 天线
52	GND	GND	/	电源地
53	GNSS_VGNSS_MAIN	O	/	GPS 电源输出
54	SIM_RST	I/O	PD	SIM 卡信号

- * 表中 Type 为 I,O,I/O 类型均可配置成通用 GPIO,复位时状态为上拉 PU 或者下拉 PD。
- * 如未特别说明, 数字信号线的高电平典型值为 2.8V (min:2.6V,max3.0V)。

2.3 引脚分布框图

下图列出了模块引脚分布外主要功能部分:

- SIM卡接口
- Audio接口
- 天线接口
- 其他接口

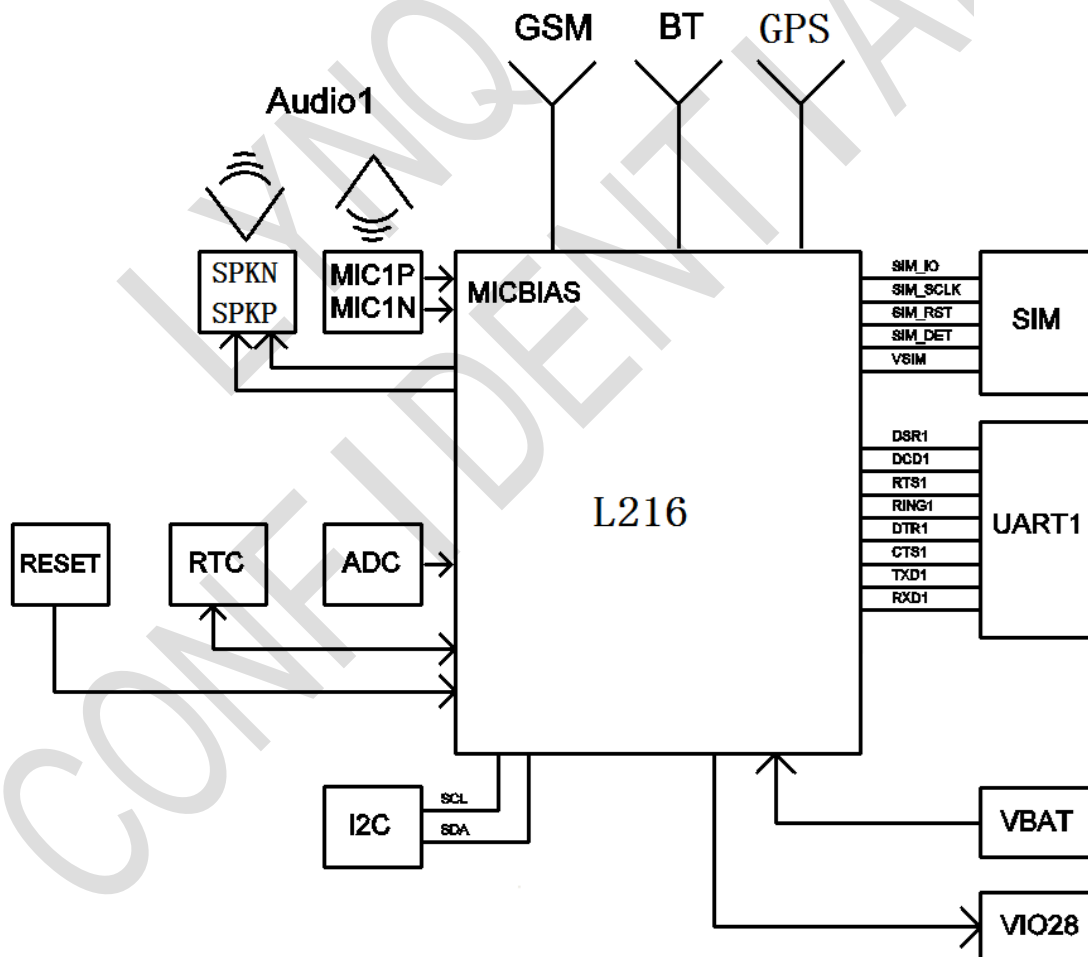


图 4: 系统功能框图

3 接口电路参考设计

3.1 电源部分

3.1.1 供电

VBAT 为模块主电源,其电压输入范围是 3.4V 到 4.2V, 推荐电压为 3.8V。GSM 系统 RF 信号是突发机制 (burst transmit), GSM 发射时每隔 4.615ms 会有一个持续 577us (即 1/8 的 TDMA 周期) 的突发脉冲。在突发脉冲阶段内, 电源必须能够提供高的峰值电流, 保证电压不会跌落到模块最低工作电压在传输信号时模块突发发射会导致 VBAT 瞬间大电流, 峰值最高能达到 2A 以上, 从而引起 VBAT 电压瞬间陡降 Vdrop 约为 350mV。

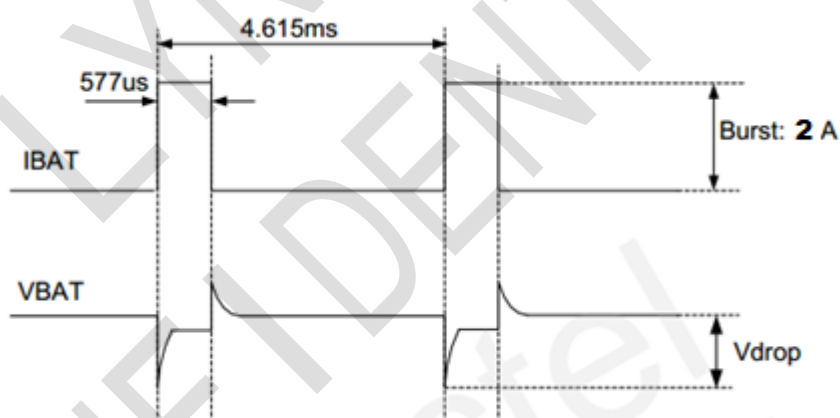


图 5: 模块突发时电流电压波形图

设计模块供电建议靠近 VBAT 使用一个大电容稳压, 电容的容值越大越好, 以提高电源的续流能力以及稳定电压。CA 推荐使用 470uF 或以上的低 ESR 铝电解电容。如果是锂电池直接供电, CB 可以考虑使用 220uF 或者 100uF 钽电容 (低 ESR)。增加并联的 33pF 和 10pF 电容可以有效去除高频干扰。PCB 布局时, 电容尽可能靠近模块的 VBAT 引脚。

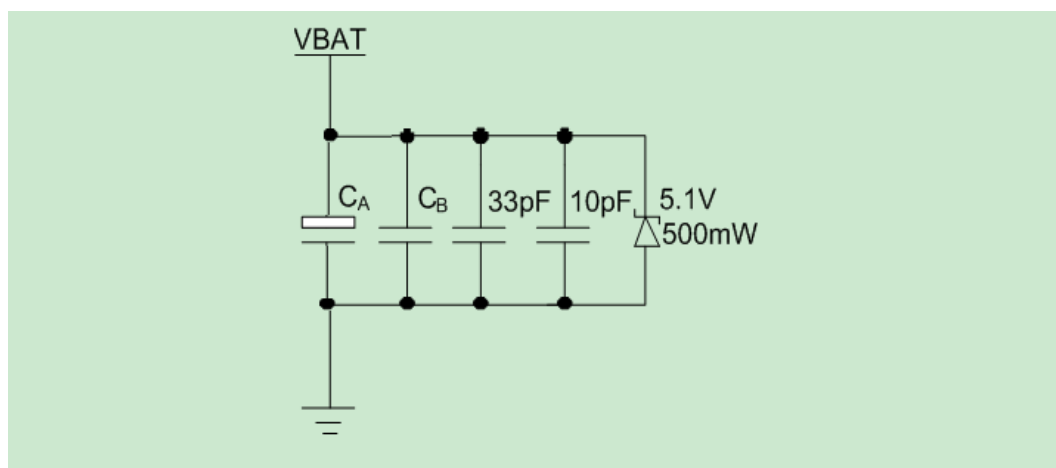


图 6: VBAT 输入参考电路

强烈建议在 VBAT 脚上并联一个 5.1V/500mW 的稳压二极管(Zener diode)，防止模块被浪涌电压击坏。这个稳压二极管要靠近 VBAT 脚放置。以下是推荐的 Zener diode 型号：

表 7: 推荐 Zener diode 型号

厂家	厂家型号	功率	封装
On semi	MMSZ5231BT1G	500mW	SOD123
长电科技	MMSZ5231B	500mW	SOD123
Prisemi	PZ5D4V2H	500mW	SOD523
ROHM	HDZMV4Z015.1B	500mW	UMD2
SIG	SIG1Z5T1G	500mW	SOD323
Vishay	MMSZ4689-V	500mW	SOD123
Crownpo	CDZ55C5V1SM	500mW	0805

注意：电路中的 TVS 要有良好的 GND 连接，位置要尽可能靠近接口，关断电压 VRWM 不能太高，一般是本身电压基础上增加 1/3。

如果供电电压高于 4.2V，那么需要转换电压后方可使用，可使用 LDO 或者 Buck 芯片进行电压转换。

1、用 LDO 进行电源转换：由于 LDO 的效率和输入输出电压的压差直接相关，压差越大效率越低，浪费掉的能量转化为热能又会引起散热方面的问题，因此要求 DC input 和 LDO 输出电压之间的压差较小，比如说输入 5V，输出 4.1V 是可以接受的（图示仅供参考）。

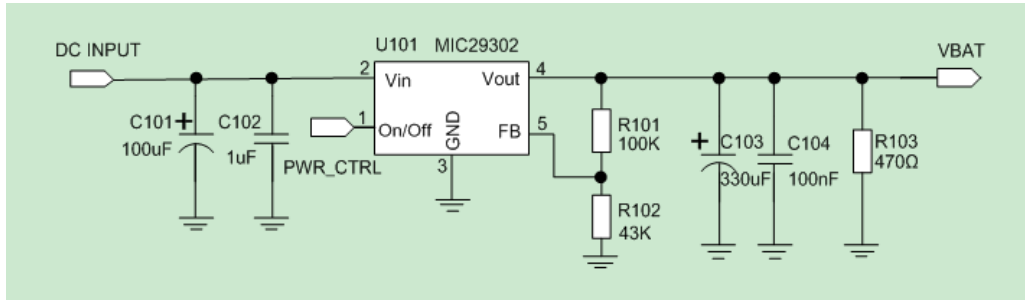


图 8: LDO 参考电路(仅供参考)

2、用DC-DC进行电源转换：当输入输出压差较大时，需选择Buck电路，这样能显著提高转化效率，但同时需关注DCDC带来的EMI问题（图示仅供参考）。

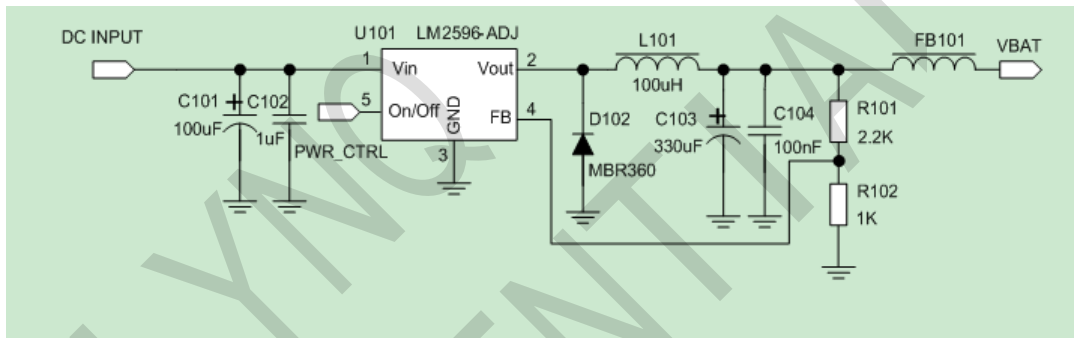


图 9: DC-DC 参考电路（仅供参考）

3、如果不需要进行电源转化，比如说直接用锂离子电池供电，但又想控制 VBAT 的通和断，那么可使用 PMOS 控制电路（图示仅供参考）。

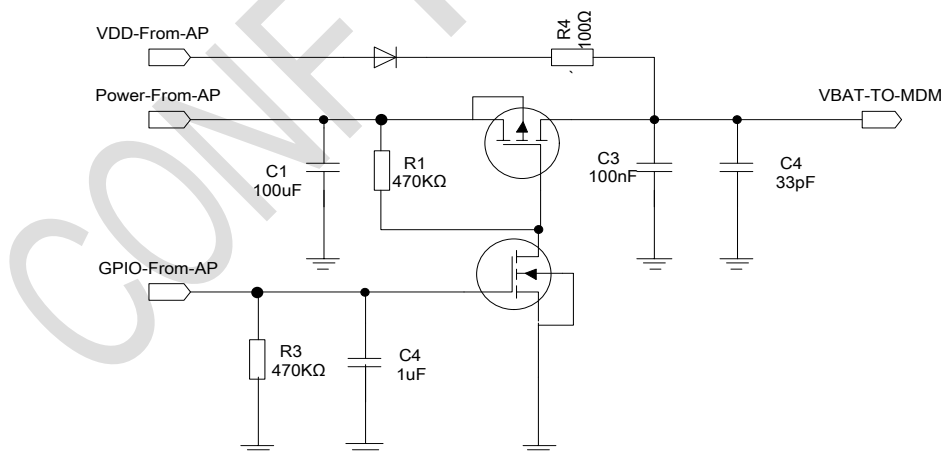


图 10: PMOS 控制参考电路（仅供参考）

请注意：假如把 C1 大电容放到 PMOS 的漏极，那么在 PMOS 开通的瞬间由于电容充电而导致瞬间大电流，从而导致 AP 端电源电压瞬间陡降，那么就有可能导致系统掉电。特别是使用锂离子电池且电压较低时这种现象更明显。为避免这个问题，电路做了一些优化措施如下：

- 1、把 C1 放到了 PMOS Q1 的源极，减少 PMOS 开通瞬间的电容充电效应。由于 C1 这个大电容是给 MDM VBAT 滤波用的，因此要求 C1 连同 PMOS 都靠近 MDM 的 VBAT 放置。
- 2、NMOS Q2 的 G 极并联了电容 C4，目的是延缓 GPIO 从低电平变为高电平的上升时间，从而控制 PMOS 输出电压有从小到大的渐变过程，在这个过程中后端的电容（包括 C2、C3 以及 L216 本身的容性负载）随之缓慢充电，避免出现瞬间大电流的情况。需注意的是 C4 电容的延缓作用有限，不一定能完全解决问题。
- 3、可以在 AP 端寻找一个 2.8-3.3V 的电源，在 PMOS 开通前通过 D1 和 R4 先给后端电容充电，充好后再打开 PMOS，这样基本就不会出现瞬间大电流的问题了。D1 的目的是防止 PMOS 开通后电压倒灌。R4 的目的是限流，防止把 2.8-3.3V 的电压瞬间拉低。电压选在 2.8-3.3V 一方面是希望这个电压大点，这样能把后端电容的电压充高点。一方面要防止电压过大导致模块关机异常或者耗流异常，比如说本想通过关断 PMOS 来使模块关机，结果模块还有高于 3.3V 的电压在供电，结果实际上没有关机成功。

VBAT 电源部分在 PCB 走线要远离 RF 部分，走线宽度要保证 2A 的电流安全通过且不能有明显的回路压降。建议 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。另外 VBAT 上还需并联 22pF 和 100nF 的小容值电容，降低杂散干扰。

3.1.2 电源监测

使用“AT+EADC=1”命令来监测电源电压。

在正常操作模式下，电压值以一定的间隔连续测量。AT+EADC=1 命令所得到的值是该命令执行前的一段测试时间内所测的电压平均值，然后自动上报的+EADC 第一个参数就是电池电压。

3.1.3 模块开机

模块正常开机方式是通过拉低 PWRKEY 引脚通过拉低 PWRKEY 引脚至少 1 秒来实现的。成功开机之后 PWRKEY 引脚可以释放。NETLIGHT 信号可以用来判断模块是否开机。当 NETLIGHT 信号开始按一定频率输出脉冲，若连接指示灯，灯会闪烁，表明模块成功开机。若没有输出脉冲信号，一直为低电平，模块没有开机。

推荐如下开机电路（PWRKEY 在模块内部上拉到了 VBAT）。参考电路如下：

- 1、用三极管控制开机

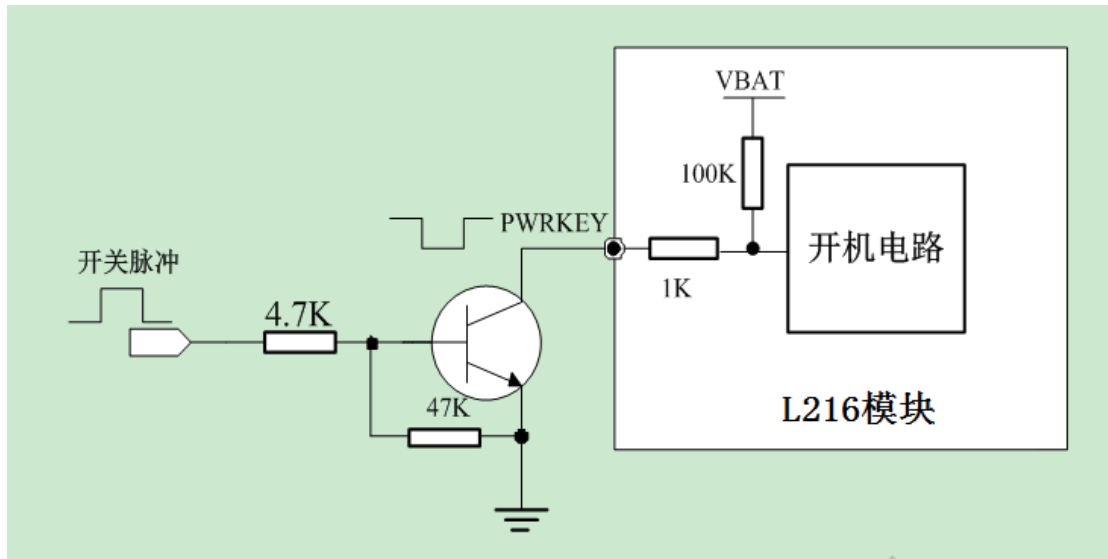


图 11: 用三极管控制开机

2、用按键开机

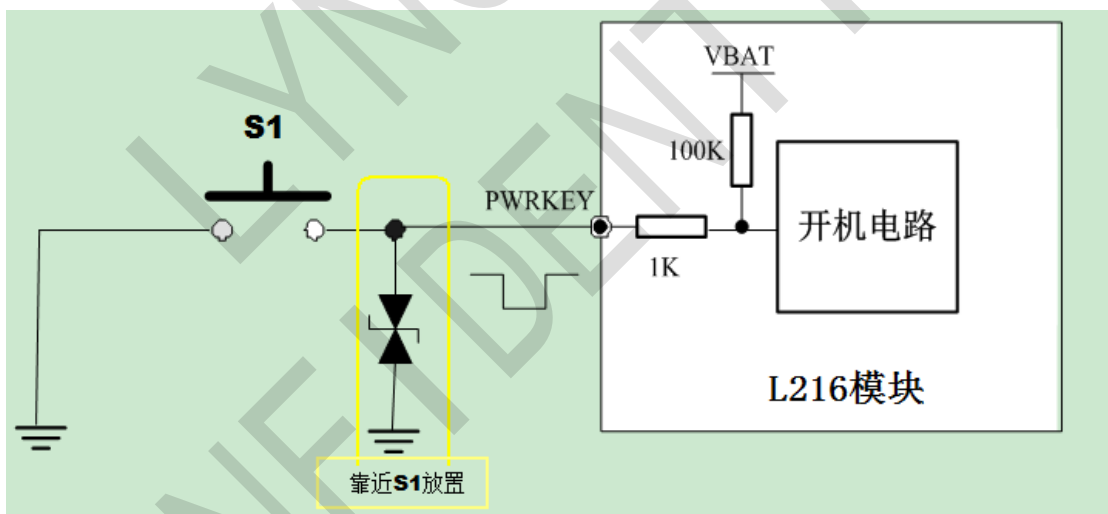


图 12: 使用按键开机

模块主电源上电不能早于外部 MCU 上电，防止模块在上电瞬间，外部 MCU 的串口处于不稳定状态，导致模块进入错误的运行模式。确保外部 MCU 稳定运行后，再控制模块上电。

开机时序如下图示：

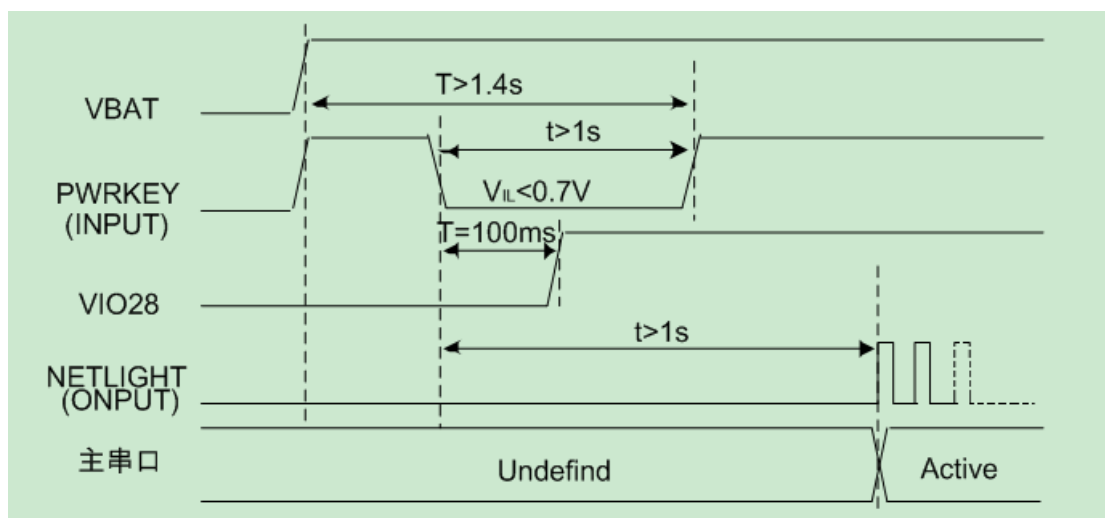


图 13: 开机时序

另外注意外部 MCU 和模块连接的接口电平异常，特别是主 UART 口，可能会影响模块的开机时序。例如在开机时，外部 MCU 的 IO 口处于输出状态，将模块的 UART0 口的 UORTS 信号（输出管脚）强制拉低或者拉高，则模块可能无法正常开机。

3.1.4 模块关机

用户可以通过把 PWRKEY 信号拉低 1.5 秒到 3 秒之间来关机, 拉低时间超过 3 秒模块会重新开机。关机电路可以参考开机电路的设计。或者通过 AT 指令“AT+EPOF”进行关机。

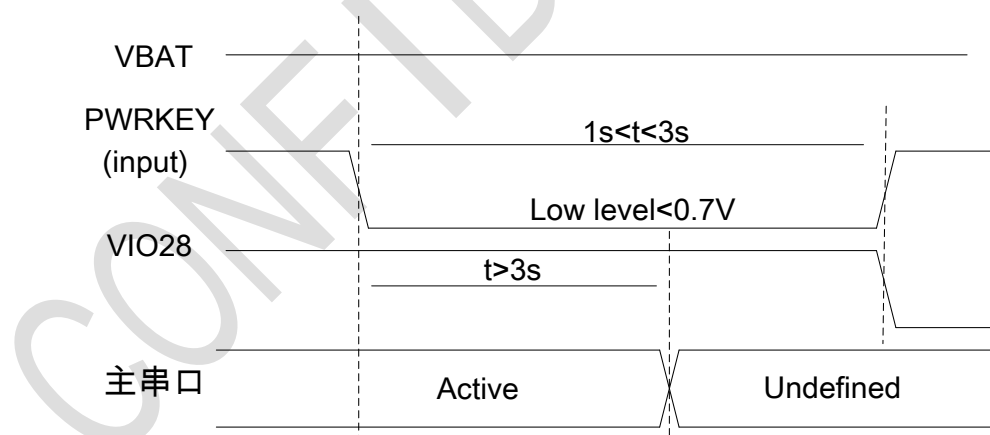


图 14: 关机时序

注意：PWRKEY 拉低超过 33 秒会重启关机过程中，模块需要注销 GSM 网络，注销时间与当前网络状态有关，因此建议延长 12s 后再对模块进行断电或重启的操作，以确保在完全关机之前让软件保存好重要数据。

3.1.5 复位

模块第 12 引脚为硬件复位输入端，当给该管脚输入一个低电平触发复位，模块将自动重启或者掉电关机（根据软件配置）。模块内部只是有 1.8V 的上拉，所以 RESETB 的电平为 1.8V，若客户使用该功能建议怎加外部隔离电路。

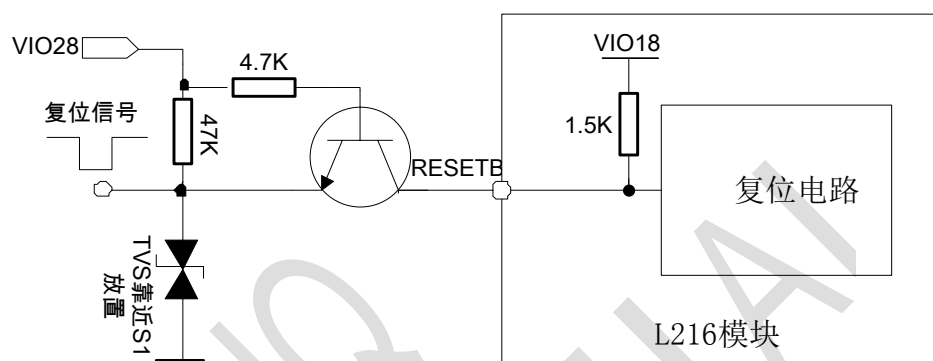


图 15: 推荐复位电路

RESET 引脚为隔离电路的上拉电压典型值为 2.8V，所以对于电平为 3V 或 3.3V 的客户可以直接使用 MCU 的 GPIO 驱动该引脚，为提高 ESD 性能可以串联电阻，但阻值不能过大，否则 RESET 的电平不能低于门限值，RESET 的硬件参数可以参考下表：

表 16: RESETB 电平参数

引脚	引脚电平	最小值	典型值	最大值	单位
RESETB	高电平电压	2.4	--	--	V
	低电平电压	--	--	0.6	V
	拉低有效时间	105	--	--	ms

RESETB 复位时序如下图：

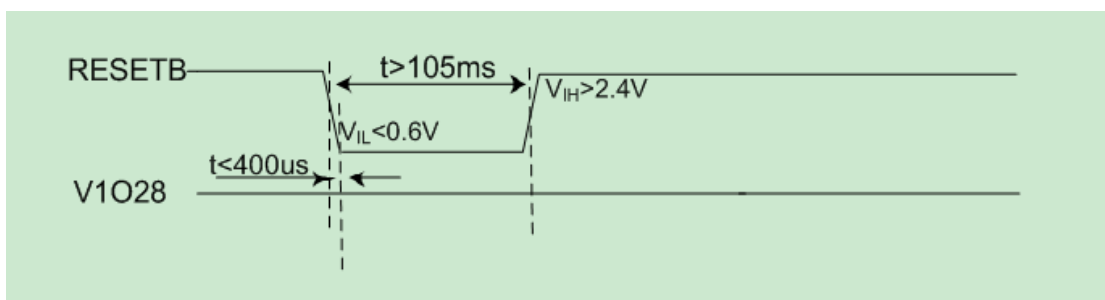


图 17: 复位电路

3.1.6 休眠与唤醒

当模块处于休眠模式，可以通过以下的几种方法唤醒模块：

- (1). 将 DTR1 脚拉低，退出休眠，唤醒模块；
- (2). 接收到语音或数据呼叫后，模块退出休眠模式，并通过 RING 脚给出指示。
- (3). 接收到短消息（SMS）后，模块退出休眠模式，并通过 RING 脚给出指示。
- (4). 通过 GPIO 口给 MDM 中断信号（注：此方式需定制模块软件）。

当模块处于唤醒模式，可以通过以下方法休眠模块：

- (1). 将 DTR 脚拉高，模块进入休眠。
- (2). 通过 GPIO 口给 MDM 中断信号（注：此方式需定制模块软件）。

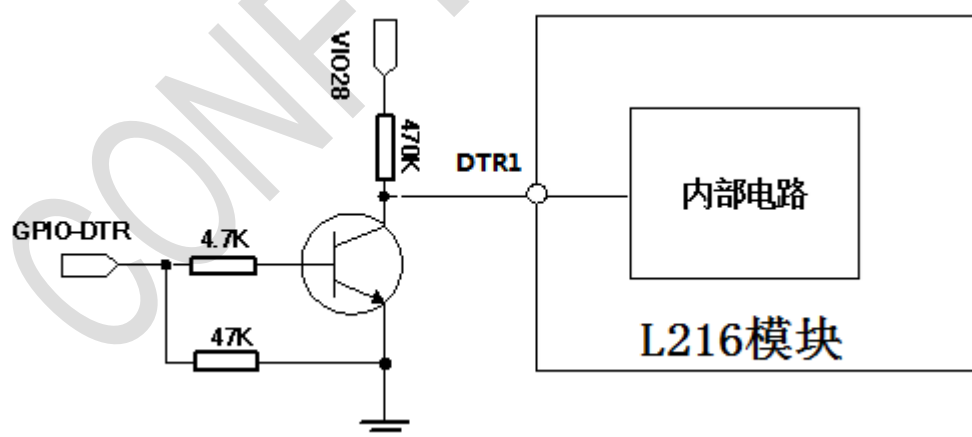


图 18: DTR 脚的控制示意

3.1.7 RTC电源

当 VBAT 断开后，用户需要保存实时时钟，则 VRTC 引脚不能悬空，应该外接大电容或者电池，当外接大电容时，推荐值为 100 μ F，能保持实时时钟 1 分钟。RTC 电源使用外部大电容或电池（不可充电的或可充电的）给模块内部的 RTC 供电。模块内部有一个 1.5K 的限流电阻。纽扣电池或者超级电容可以用来给 RTC 供电。以下为几种给 RTC 供电的参考电路：

- 外部电容供电

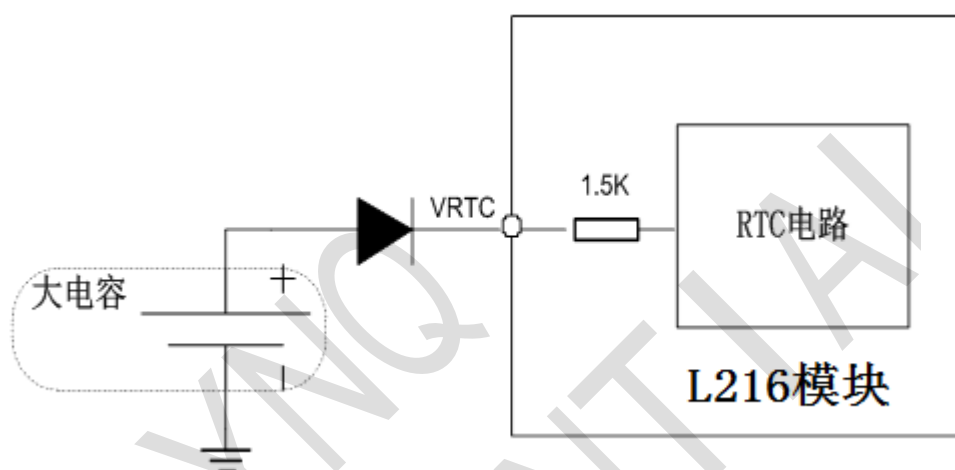


图 19：外部电容给 RTC 供电

- 不可充电电池供电

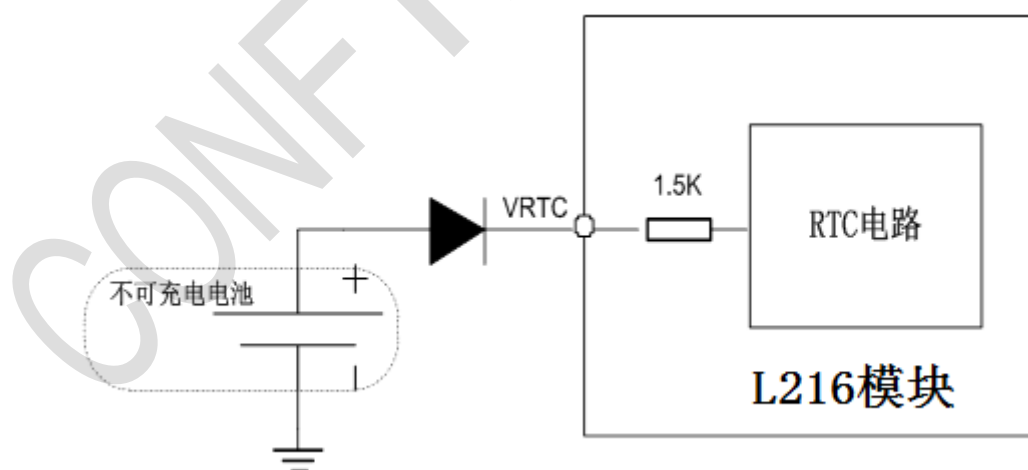


图 2：不可充电电池给 RTC 供电

- 可充电电池供电

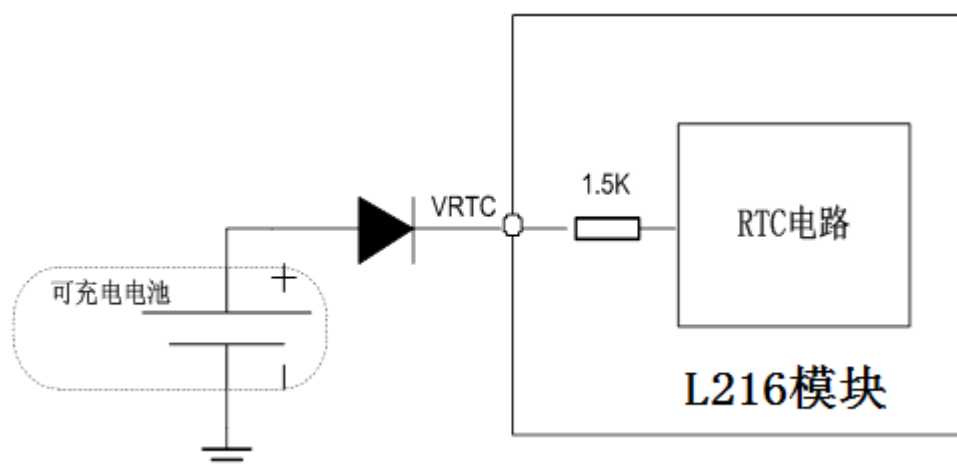


图 3: 可充电电池给 RTC 供电

这个 VRTC 电源典型值为 2.8V，当 VBAT 断开时耗流约 3uA。

3.2 音频部分

表 20: 音频接口引脚定义

序号	引脚名	引脚序号	描述
1	MICN	40	音频差分输入负端
2	MICP	39	音频差分输入正端
3	SPKN	41	音频差分输出负端
4	SPKP	42	音频差分输出正端

3.2.1 音频通道

3.3.1. SPK 信号 SPKP, SPKN 走差分线，直接连接到喇叭器件；

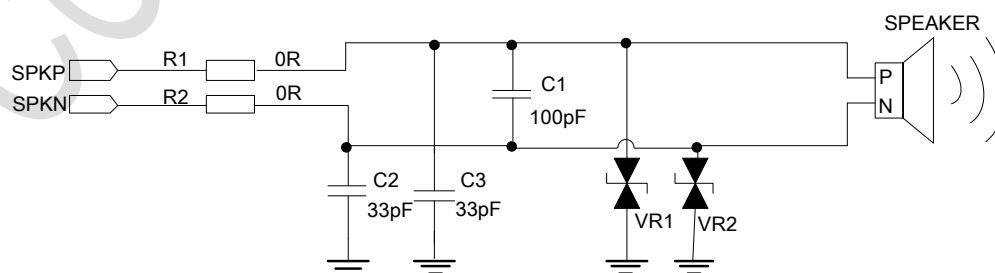


图 21: 喇叭参考电路

2、MIC 内部集成了 MICBIAS 电源和隔直电容，可直接连到外部麦克风，MICP 和 MICN 需走差分线。

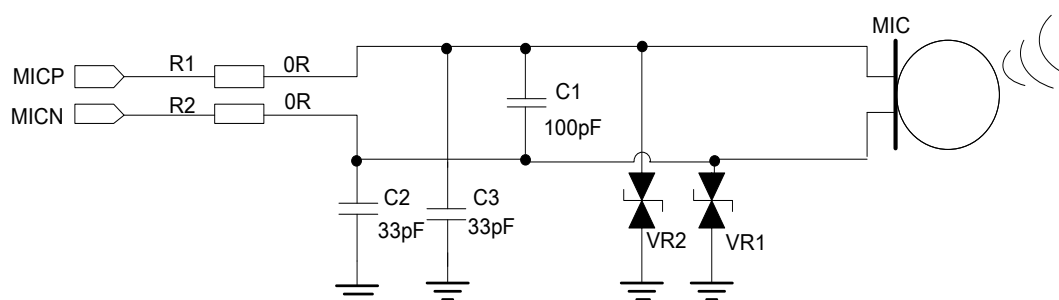


图 22: 麦克风参考电路

3.2.2 防止 TDD 噪声

手持话柄及免提的麦克风建议采用内置射频滤波双电容（如 10pF 和 47pF）的驻极体麦克风，从干扰源头滤除射频干扰，会很大程度改善耦合 TDD 噪音。47pF 电容用于滤除模块工作在 900MHz 频率时的高频干扰。如果不加该电容，在通话时候有可能会听到 TDD 噪声。同时 10pF 的电容是用以滤除工作在 1800MHz 频率时的高频干扰。需要注意的是，由于电容的谐振点很大程度上取决于电容的材料以及制造工艺，因此选择电容时，需要咨询电容的供应商，选择最合适的容值来滤除工作在 GSM850/GSM900/DCS1800/PCS1900MHz 时的高频噪声。

GSM 发射时的高频干扰严重程度通常主要取决于客户应用设计。在有些情况下，GSM900 的 TDD 噪声比较严重，而有些情况下，DCS1800 的 TDD 噪声比较严重。因此客户可以根据测试的结果选贴需要的滤波电容。PCB 板上的射频滤波电容摆放位置要尽量靠近音频器件或音频接口，走线尽量短，要先经过滤波电容再到其他点。天线的位置离音频元件和音频走线尽量远，减少辐射干扰，电源走线和音频走线不能平行，电源线尽量远离音频线。

TDD 和 GND 也有很大关系，如果 GND 处理不好，很多高频的干扰信号会通过旁路电容等器件干扰到 MIC、Speaker，所以客户在 PCB 设计阶段要保证 GND 的良好性能很重要。

传导的干扰主要由于 VBAT 的电压跌落引起，如果 Audio PA 直接由 VBAT 供电，则比较容易在 SPK 输出端听到吱吱的声音，因此在原理图设计时最好在 Audio PA 的输入端增加一些大容量电容和串联磁珠。

差分音频走线必须遵循差分信号的布线规则。

3.3 UART 通信

3.3.1 串口引脚定义

模块提供 1 组 UART 串口，其中 UART1 支持全功能串口，主要作用为 AT 通信，数据业务，软件升级等。模块称作 DCE 设备(Data Communication Equipment)，按照传统的 DCE-DTE(Data Terminal Equipment)方式连接。自适应波特率支持范围 4800bps 到 115200bps。

表 6: 串口引脚定义

接口	引脚名称	引脚序号	功能描述
串口	DCD1	9	数据载波检测
	RTS1	6	DTE 请求发送数据
	RING1	5	振铃指示
	DTR1	4	DTE 准备就绪
	CTS1	8	清除发送
	TXD1	2	数据发送
	RXD1	3	数据接收
	DSR1	7	数据装置就绪

3.3.2 串口特点

主串口：

- 七根信号线。包括数据线 TXD 和 RXD，硬件流控控制线 RTS 和 CTS，其它控制线 DTR，DCD 和 RI。
- 8 个数据位，无奇偶校验，一个停止位。
- 硬件流控默认关闭，若使用硬件流控，使用“AT+ICF=0”开启流控功能。
- 用以 AT 命令传送，GPRS 数据传输
- 支持固定波特率如下：
2400、4800、9600、14400、19200、28800、38400、57600、115200
- 模块默认配置为自适应波特率。自适应支持以下波特率：4800、9600、19200、38400、57600、115200bps。

设置固定波特率或者自适应波特率同步之后，发送字符串命令“AT”，当串口准备好以后模块会回复“OK”。

主控器通过发送“AT”命令到模块，模块会自动检测并识别出主控器当前的波特率。自适应波特率功能可以使主控器无需知道当前的波特率就能完成与模块的通信。自适应波特率功能默认打开。

自适应波特率操作配置：

- 串口配置为 8 位数据位，无奇偶校验位，1 位停止位（出厂配置）。
- 自适应波特率模式下，如果模块开机没有先同步，如“RDY”，“+CFUN: 1”和“+CPIN: READY”这样的 URC 信息将不会上报□。
- DTE 在切换到新的波特率时，会先通过“AT”设置新波特率，在模块检测并同步新波特率之前，模块会使用之前的波特率发送 URC 信息。因此 DTE 在切换到新的波特率时，设备有可能会收到无法识别的字符。
- 不推荐在固定波特率模式时切换到自适应波特率模式

□ 注意：默认情况下模块是自适应波特率的 (AT+IPR=0)，在波特率自适应模式下，上电后 URC 信息“RDY”不会回发给主控机。在模块开机 2~3 秒后，可以给模块发送 AT 命令。主控机需首先发送“AT”字符给模块来检测主控机的波特率，并且持续发送 1~5 个“AT”字符串直到模块返回“OK”。然后发送一个“AT+IPR=x;&W”命令给模块设置一个固定的波特率，并把这些配置保存，在完成这些配置之后，每次模块开机以后，会通过串口返回一个 URC 信息“RDY”。要进一步了解，请参考文档 [AT_DOCUMENT] 中的“AT+IPR”章节。

3.3.3 串口连接

主串口的连接方式较为灵活，如下是三种常用的连接方式。

1、全功能的串口连接方式如下图所示，此方式主要应用在调制解调模式（PPP 拨号）

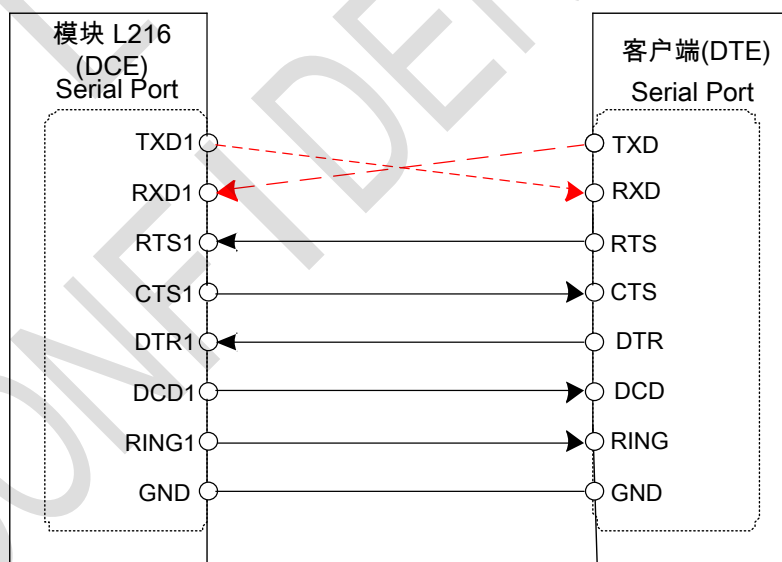


图 23 全功能串口连接示意

2、三线制无硬件流控的串口连接方式如下：

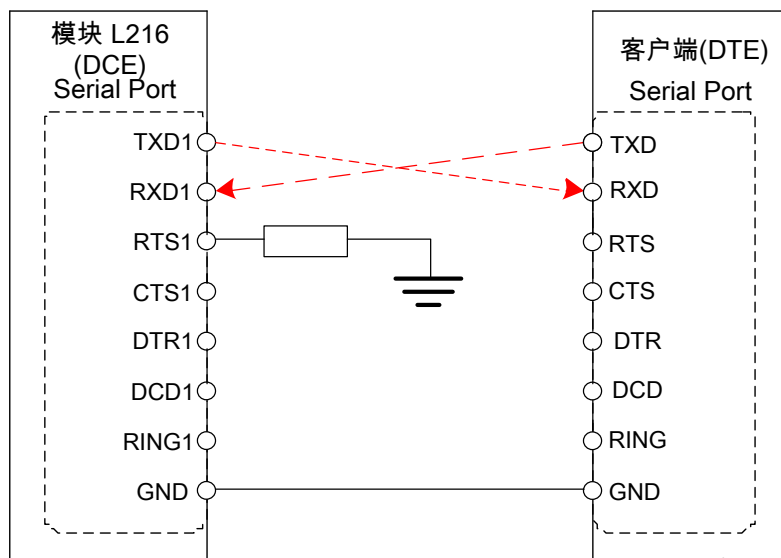


图 242:串口三线连接示意

3、三线制有硬件流控的串口连接方式如下:

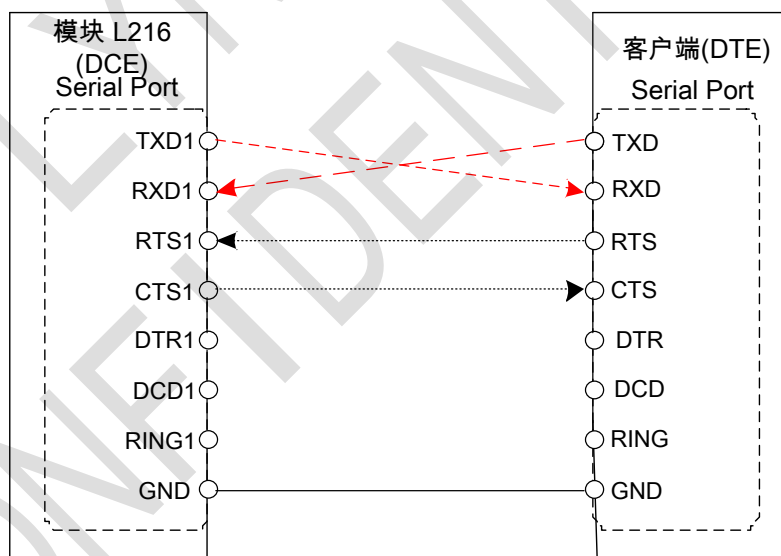


图 25:串口带流控连接示意

3.3.4 串口电平匹配

模块串口为 VIO28 的 COMS 电平信号,连接到外部 MCU 时,应该注意 IO 电平的匹配。正常工作要求输入电平低于 3.0V, 默认速率为 115200 bps。

如果外部 MCU 串口电平为 3.3V 时,推荐使用下面的参考电路。如果外部 MCU 电平是 3.0V, 请把 5.6K 的电阻改为 14K。

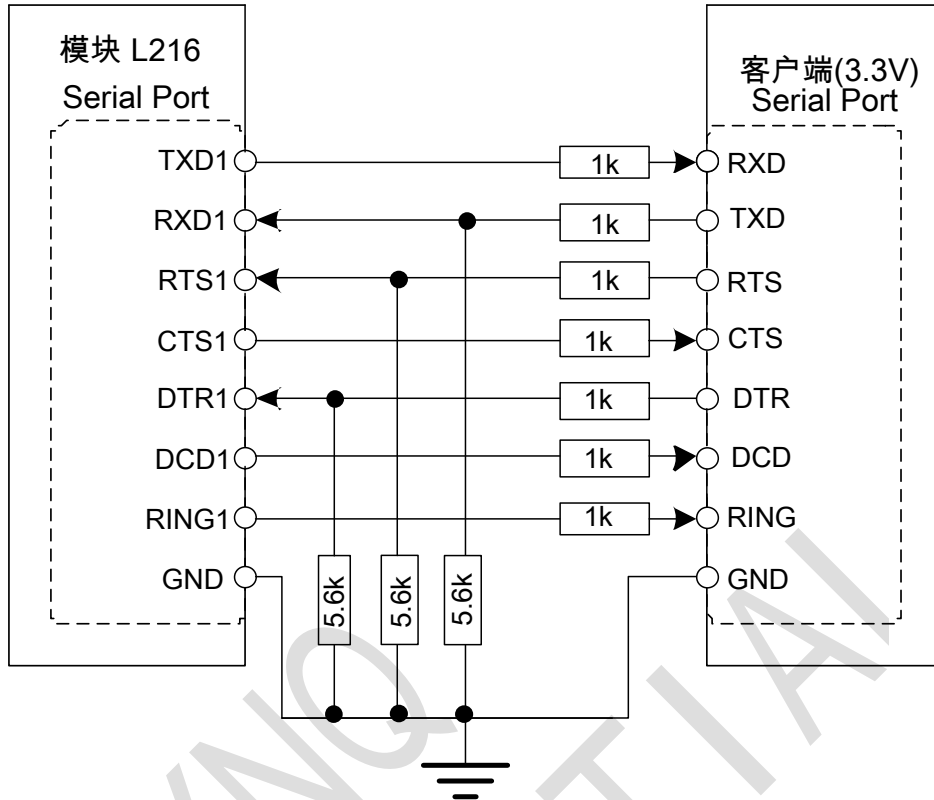


图 26:电阻电平匹配参考电路

如果外部主机 MCU 串口电平为 5V，可使用三极管电压转化电路或者使用专门的电压转化电路，参考如下：

- 1、使用三极管做电平转化。

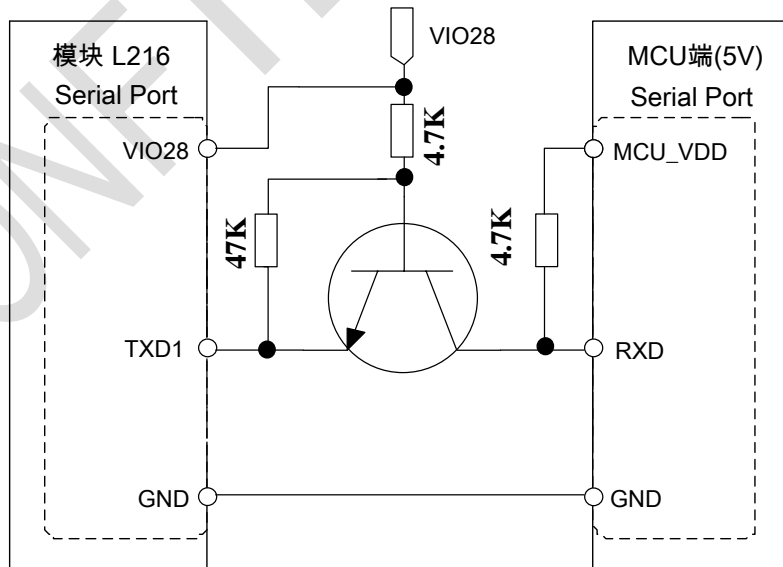


图 27: 5V TXD 电平匹配参考电路

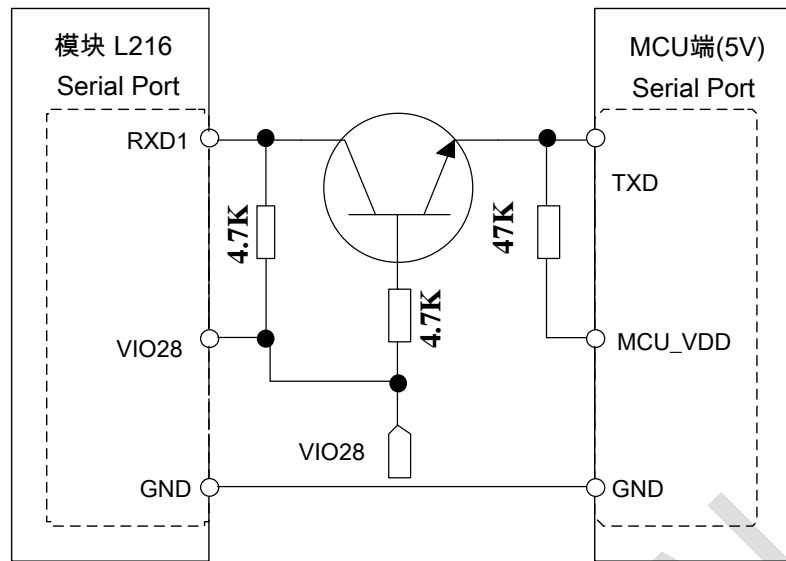


图 28: 5V RXD 电平匹配参考电路

2、使用 FAIRCHILD 公司的电平转换芯片 NC7WZ07:

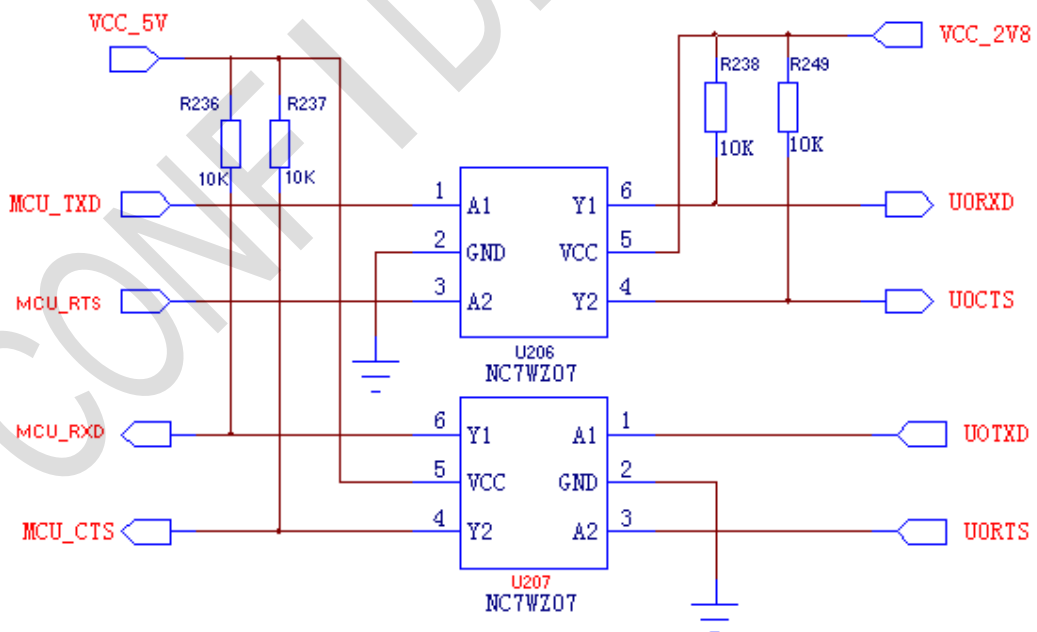


图 29: 芯片电平匹配参考电路

3.4 SIM卡接口

SIM 卡接口支持 GSM Phase1 规范的功能，同时也支持 GSM Phase 2+规范的功能和 FAST 64 kbps SIM 卡（用于 SIM 应用工具包）。

SIM 卡通过模块内部的电源供电，支持 1.8V 和 3.0V 供电。

3.4.1. SIM卡接口

表 7: SIM 卡接口引脚定义

序号	引脚名称	引脚号	描述
1	SIM_IO	46	SIM 卡数据 I/O
2	SIM_SCLK	1	SIM 卡时钟
3	SIM_RST	54	SIM 卡复位
4	SIM_DET	10	SIM 卡插入检测脚
5	VSIM	47	SIM 供电，根据 SIM 卡的类型自动选择输出电压，可以为 $3.0V \pm 10\%$ 或者为 $1.8V \pm 10\%$ ，输出电流约为 10mA。

下图是 SIM 卡接口参考电路，使用 8 pin 的 SIM 卡座。SIM_DET 引脚为 Molex 的 SIM 卡座侦测脚。当卡托插入到卡座，SIM_DET 变为低电平。此时不管 SIM 卡是否在卡托内，SIM_DET 电平从高变为低使得模块产生初始化 SIM 卡的动作。默认情况下，SIM 卡检测功能是关闭的，可以使用“AT+ESIMS=1”来打开或者“AT+ESIMS=0”来关闭该功能。了解更多该 AT 命令的内容，请参考文档 [AT_DOCUMENT]。

当“AT+QSIMDET=1”命令发送，若 SIM 卡未装入卡座内，会出现以下 URC 信息：

```
+CPIN: NOT READY
```

若 SIM 卡已装入卡座内，模块完成 SIM 初始化之后，以下 URC 信息会出现：

```
Call Ready
```

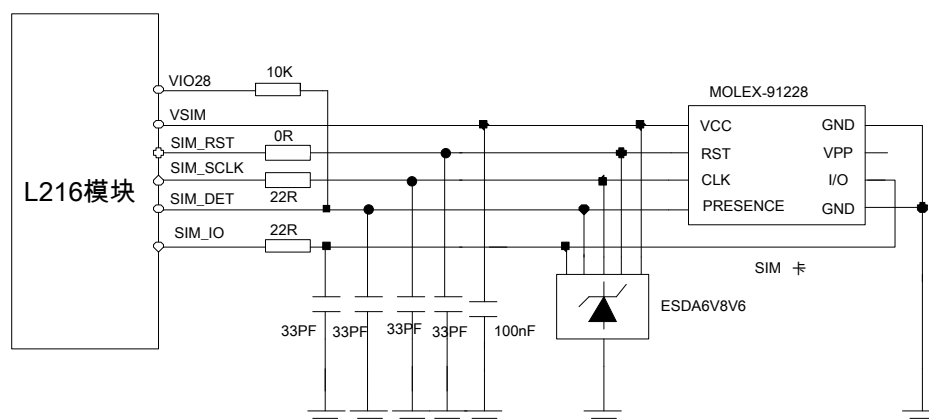


图 28: 8-pin SIM 卡参考电路

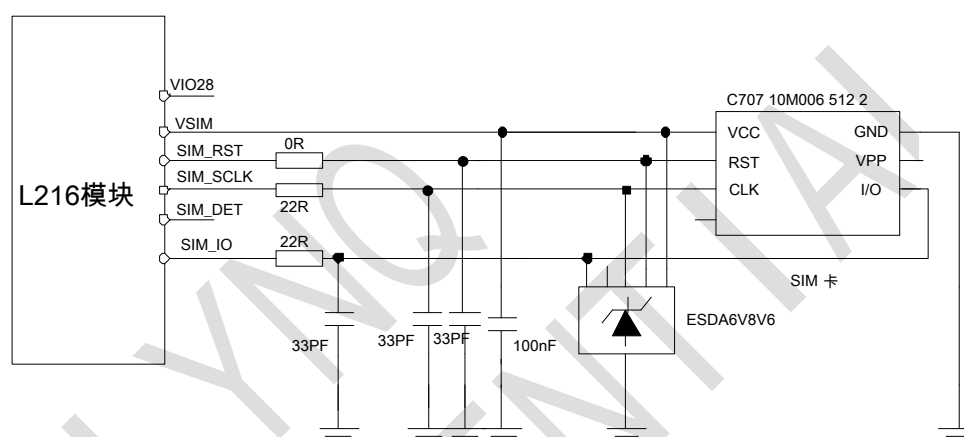


图 29: 6-pin SIM 卡参考电路

SIM 卡各信号需要增加 ESD 保护器件用于 ESD 防护。在电路设计中，为了确保 SIM 卡的良好性能和不被损坏，在电路设计中建议遵循以下设计原则：

1. SIM 卡座靠近模块摆放，尽量保证 SIM 卡信号线布线不超过 100mm。
2. SIM 卡信号线布线远离 RF 线和 VBAT 电源线。
3. SIM 卡座的地与模块的 SIM_GND 布线要短而粗。SIM_VDD 与 SIM_GND 布线宽度保证不小于 0.5mm，且在 SIM_VDD 与 GND 之间的旁路电容不超过 1uF，并且靠近 SIM 卡座摆放。
4. 为了防止 SIM_CLK 信号与 SIM_DATA 信号相互串扰，两者布线不能太靠近，并且在两条走线之间增加地屏蔽。此外，SIM_RST 信号也需要地保护。
5. 为了确保良好的 ESD 性能，建议 SIM 卡的引脚增加 TVS 管。选择的 TVS 管寄生电容不大于 50pF，例如：WILL(<http://www.willsemi.com>) ESDA6V8AV6。在模块和 SIM 卡之间需要串联 22 欧姆的电阻用以抑制杂散 EMI，增强 ESD 防护。SIM 卡的外围器件应尽量靠近 SIM 卡座摆放。
6. 建议在 SIM_DATA，SIM_RST，SIM_CLK 和 SIM_VDD 线上并联 33pF 电容用于滤除射频干扰，并且靠近 SIM 卡座摆放。

3.4.2. 卡座参考

8引脚的SIM卡座推荐使用Molex公司的91228。请浏览<http://www.molex.com> 网页了解更多信息！

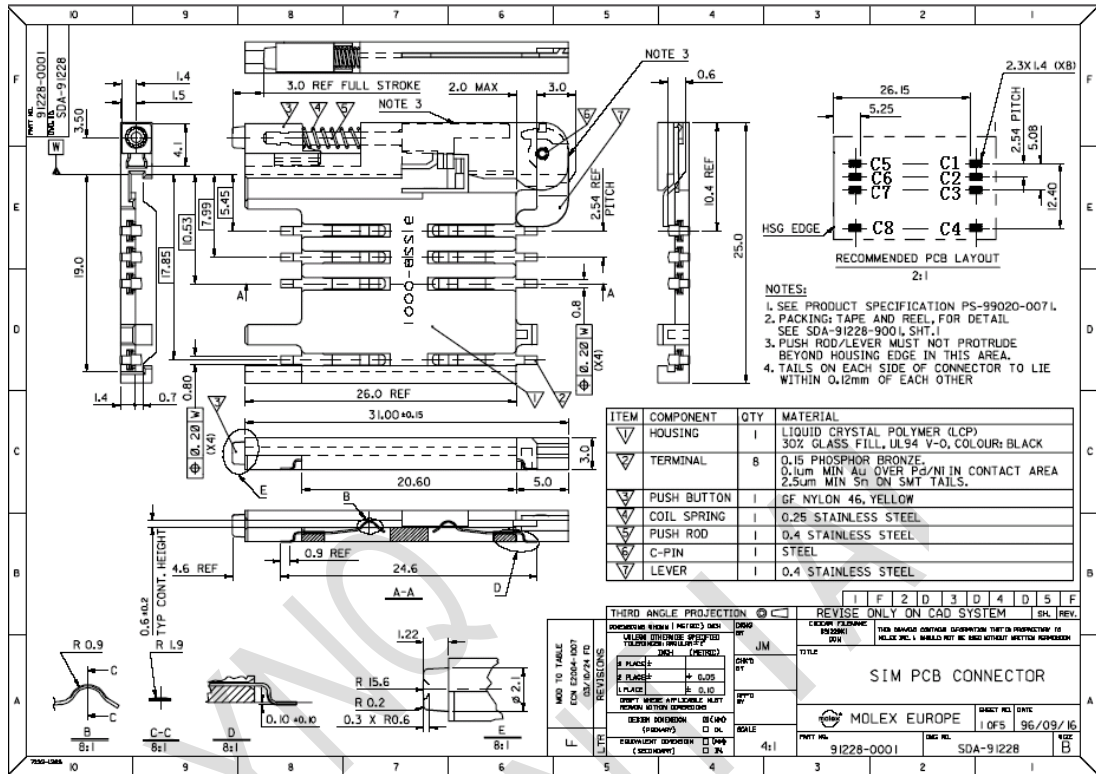


图 4: Molex 91228 SIM 卡座

表 30: 引脚描述(Molex SIM 卡座)

引脚名称	信号	描述
C1	SIM_VDD	SIM 卡电源脚
C2	SIM_RST	SIM 卡复位
C3	SIM_CLK	SIM 卡时钟
C4	SIM_PRESENCE	SIM 卡侦测脚
C5	GND	接地
C6	VPP	不连接
C7	SIM_DATA	SIM 卡数据输入/输出
C8	SIM_DETECT	SIM 卡在位检测, 该引脚被直接接至地, 与 SIM_PRESENCE 配合使用。当 SIM 卡托盘插入时, C4 与 C8 被短路

6引脚的SIM卡座推荐使用Amphenol公司的C707 10M006 5122。请浏览 <http://www.amphenol.com> 网页了解更多信息！

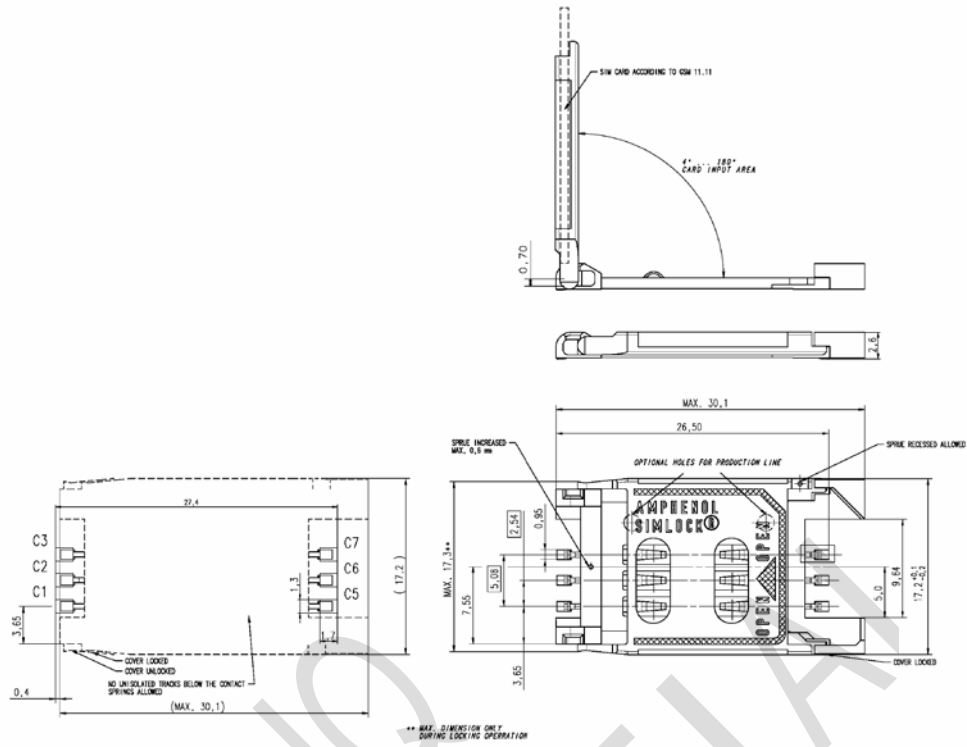


图 31: Amphenol C707 10M006 5122 SIM 卡座尺寸图

表 32: 引脚描述(Amphenol SIM 卡座)

引脚名称	信号	描述
C1	SIM_VDD	SIM 卡电源脚
C2	SIM_RST	SIM 卡复位
C3	SIM_CLK	SIM 卡时钟
C5	GND	接地
C6	VPP	不连接
C7	SIM_DATA	SIM 卡数据输入/输出

3.5 PWM接口

表 33: PWM 引脚定义

引脚号	引脚名	描述
14	PWM0	PWM 信号,可复用作 GPIO2

PWM 可提供的频率范围为 0~2KHz, 用户可以通过 AT+SPWM 命令选择输出频率、占空比, 关于 AT 命令使用方法, 请参考[AT_DOCUMENT]。

如果 PWM 引脚用来驱动蜂鸣器, 用于来电呼叫的情况下, 注意: 请确保模块在开机过程中, PWM 引脚为低电平。

蜂鸣器的响度可通过“AT+CRSL”设定. 参考电路如下:

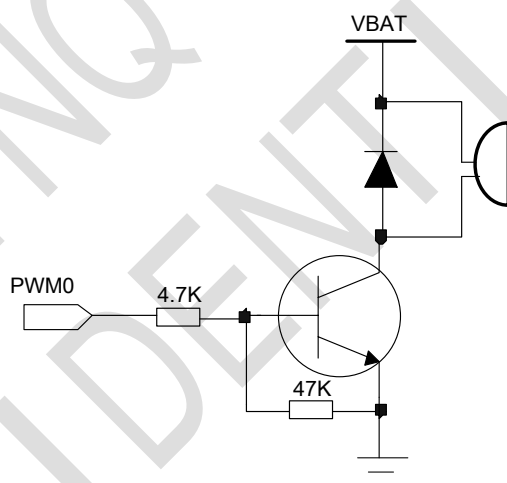


图 5: PWM 参考电路

表 34: Buzzer 输出特性

项目	最小值	典型值	最大值	单位
工作电压	2.5	2.8	2.9	V
工作电流		4	16	mA

表 35: PWM 复用功能

引脚名称	引脚序号		默认功能	复用功能	单位
PWM0	14		PWM1	GPIO2	Hz

3.6 网络状态指示灯

表 36: NETLIGHT 引脚定义

引脚号	引脚名	描述
15	NETLIGHT	网络状态指示灯

NETLIGHT 信号用来驱动指示网络状态的 LED 灯，该引脚的工作状态如下表：

表 37: NETLIGHT 工作状态

灯状态	工作状况
熄灭	关机
64ms 亮/ 800ms 熄灭	没有找到网络
64ms 亮/ 3000ms 熄灭	注册到网络
64ms 亮/ 300ms 熄灭	GPRS 通讯

参考电路如下图：

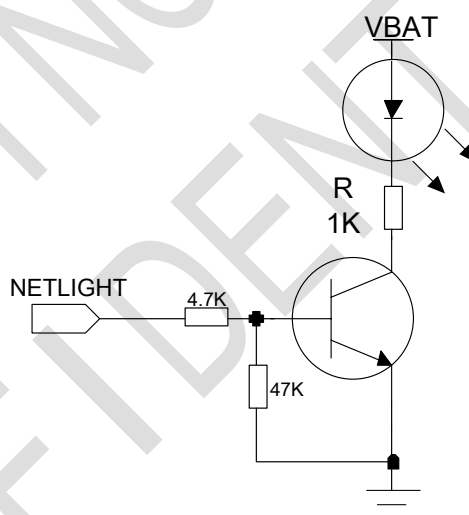


图 6: NETLIGHT 参考设计电路

3.7 ADC接口

表 38: ADC 接口引脚定义

引脚号	引脚名	描述
44	ADC	模拟采样

L216 提供了一路 ADC 通道, 用户可以使用 AT 命令 “AT+CADC” 来读 ADC 引脚上的电压值。注意: ADC 的采样电压不能超过 2.8V, 否则容易对 ADC 造成损坏。有关该 AT 命令相关信息请参考文档[AT_DOCUMENT]。

表 39: ADC 参数

项目	最小值	典型值	最大值	单位
输入电压范围	0	-	2.8	V
ADC 分辨率	-	10	-	bits
ADC 采样率	-	-	1.0833	MHz
ADC 精度		10	30	mV

3.8 GPS及蓝牙功能

L216支持GPS和蓝牙功能, 用户只需外部匹配GPS天线和蓝牙天线就可以方便的使用该功能。

可以通过串口使用AT命令来操作GPS, 以实现定位等功能。

可以通过串口使用AT命令来操作蓝牙, 以实现外接免提设备, 设配匹配, 数据传输等功能。

有关相关AT命令请参考文档[AT_DOCUMENT]。

3.9 天线接口

L216提供了三个天线接口, 分别为GSM天线接口RF_ANT, GPS天线接口GPS_RF以及蓝牙天线接口ANT_BT。

GPS天线、GSM天线、BT天线在选用时均需选择工作频带内输入阻抗为50欧姆, 驻波系数小于2的天线产品。

两种天线尽量远离放置。

各自端口天线和其他端口天线的隔离度需大于30db。

表 40: 天线接口引脚定义

引脚号	引脚名	描述
51	GPS-ANT	GPS 天线接口
25	RF_ANT	RF 天线接口
35	BT-ANT	BT 天线接口

3.9.1. GSM 天线和蓝牙天线参考电路

对于天线接口的外围电路设计，为了能够更好地调节射频性能，建议预留匹配电路。天线连接参考电路如下图所示。其中 C101， C102 缺省不贴，只贴 0 欧姆 R101 电阻，走线需要按 50 欧姆控制。

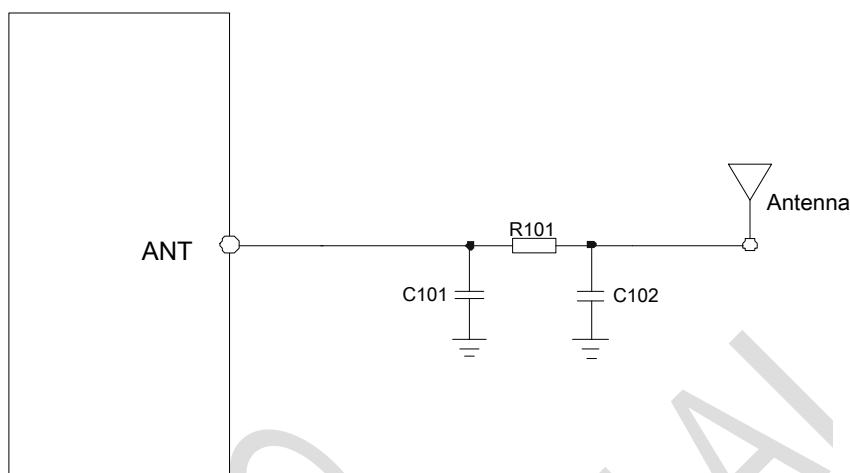


图 41: 射频参考电路 (GSM/BT)

在元件摆放以及射频走线时需注意：

- 匹配电路需靠近天线端放置；
- 模块ANT脚至天线的射频线必须进行50欧姆阻抗控制；
- 模块ANT脚至天线的射频线必须远离高速信号线和强干扰源，避免和相邻层任何信号线交叉或者平行。

3.9.2. GPS 天线参考电路

对于天线接口的外围电路设计，为了能够更好地调节射频性能，建议预留匹配电路。GPS 天线可分为无源天线和有源天线两种，具体的天线连接参考电路如下图所示。

a. 无源天线

匹配电路中 C1， C2 缺省不贴， R1 电阻只贴 0 欧姆，走线需要按 50 欧姆控制。

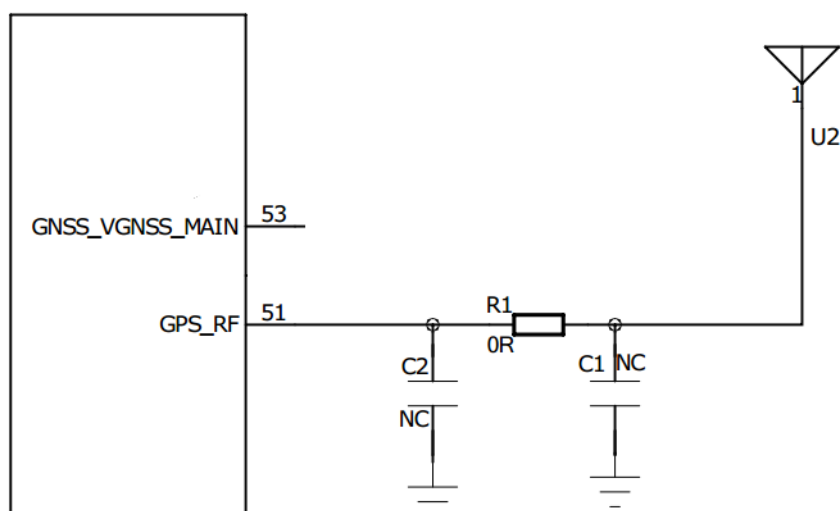


图 42: GPS 无源天线参考电路

b. 有源天线

有源天线集成了内置 LNA,需要外加 2.8V-4.3V, 建议 3.3V 的电源。匹配电路中 C1, C2 缺省不贴, R1 电阻只贴 0 欧姆, 走线需要按 50 欧姆控制。

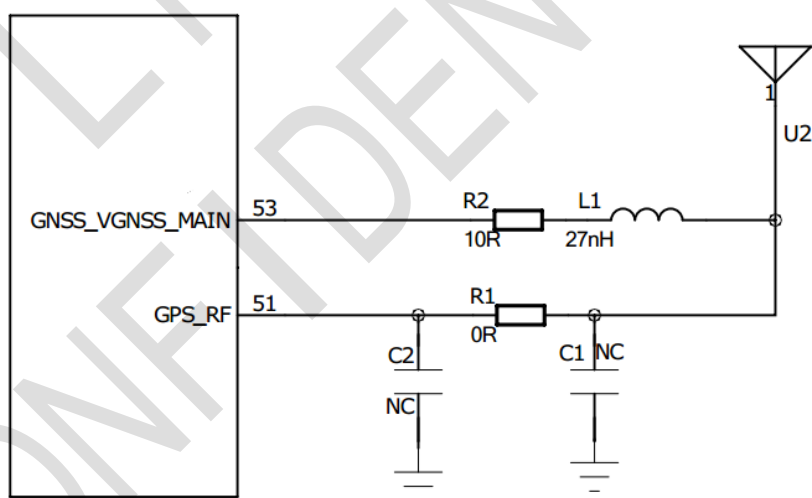


图 43: GPS 有源天线参考电路

在元件摆放以及射频走线时需注意:

- 匹配电路需靠近天线端放置;
- 模块ANT脚至天线的射频线必须进行50欧姆阻抗控制;
- 模块ANT脚至天线的射频线必须远离高速信号线和强干扰源, 避免和相邻层任何信号线交叉或者平行。

3.10 USB及充电接口

3.10.1 管脚描述

本产品具有高速USB1.1 接口，支持full-speed模式，主处理器（AP）与模块之间主要通过USB接口进行数据传输。表21给出了USB的接口定义。

表 18: USB 口引脚定义

序号	引脚名称	引脚序号	功能描述
1	VBUS	9	USB 电源
2	USB_DM	49	USB DM 信号
3	USB_DP	48	USB DP 信号

3.10.2 电气特性

模块的USB接口符合USB1.1规范和电气特性。支持full-speed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。

3.10.3 USB接口应用

USB 总线主要用于数据传输、软件升级、模块程序检测。工作在 high-speed 模式下的USB 线路，如果需要 ESD 设计，必须满足 ESD 保护器件的结电容值 $<5\text{pf}$ ，否则较大的结电容会引起波形失真，影响总线通讯。差分数据线的差分阻抗需控制在 $90\text{ohm} \pm 10\%$ 。

3.10.4 充电接口应用

模块支持充电功能，通过接口控制外部充电 MOSFET 给电池充电。此功能不用时，对应接口空接。

表 19: 充电口引脚定义

序号	引脚名称	引脚序号	功能描述
1	CHR_LDO	18	充电控制
2	VDRV	32	充电控制
3	ISENSE2	47	充电检测脚，接检测电阻 VBAT 端。
4	ISENSE1	38	充电检测脚，接检测电阻另一端。
5	BATON	33	电池检测脚。

充电参考设计如下图：

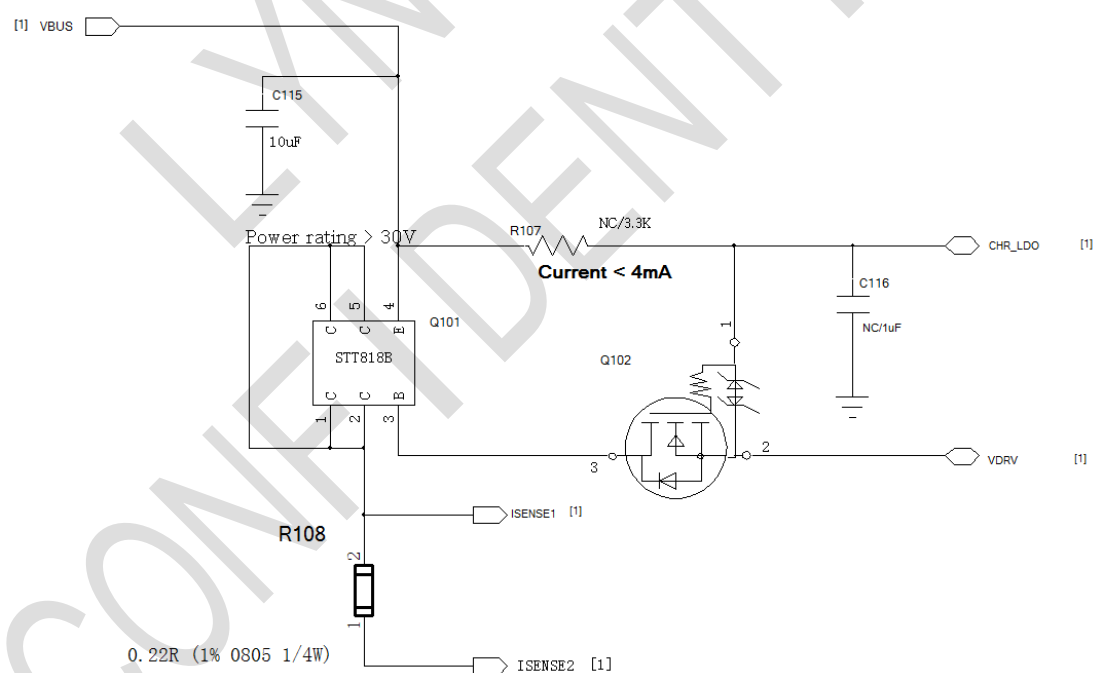


图 44: 充电参考电路

4 结构尺寸

模块机械尺寸（实物尺寸）：

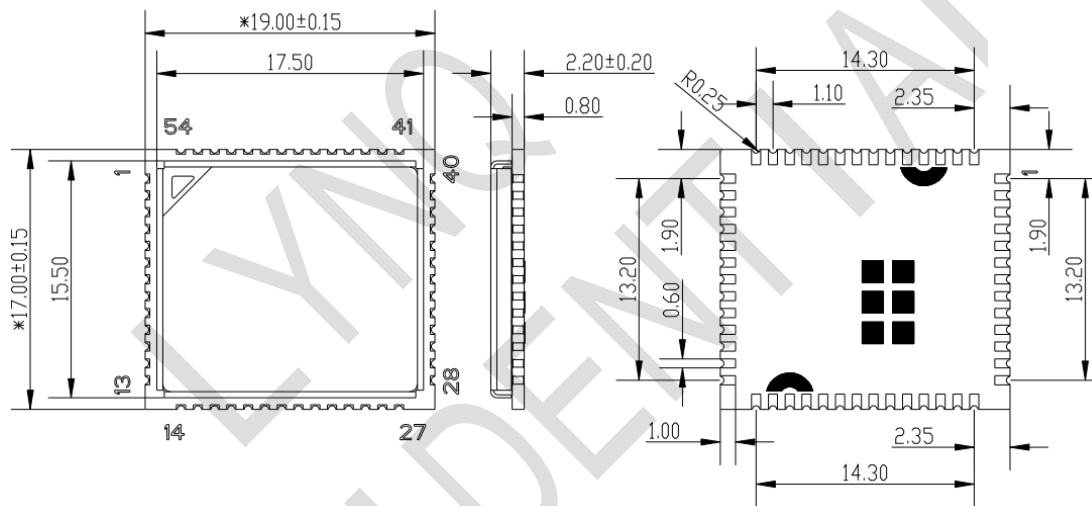


图 45: L216 俯视图、侧视图、底视图结构尺寸 (mm)

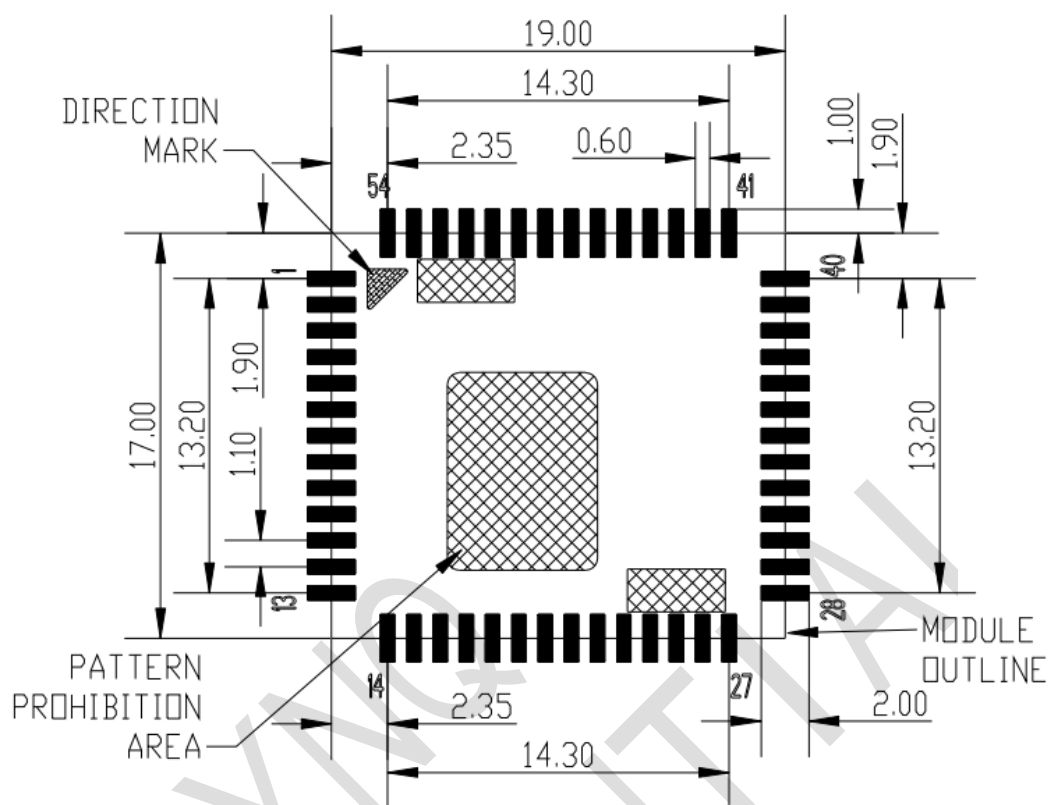


图 46: L216 焊盘顶部视图尺寸

5 电气特性

5.1 绝对最大值

下表显示了在非正常情况下绝对最大值的状态，超过这些极限值将有可能导致模块永久性损坏。

表 20: 绝对最大值

参数	最小值	典型值	最大值	单位
VBAT	3.3	3.6	4.4	V
峰值电流	-0.3	-	3	A
数字信号输入电压	-0.3	-	3.1	V
模拟信号输入电压	-0.3	-	3.1	V
工作温度	-20	25	+70	°C
存储温度	-40	25	+125	°C

5.2 数字接口特性

表 21: 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	2.1	-	3.1	V
VIL	输入低电平	0	-	0.7	V
VOH	输出高电平	2.5	-	3.1	V
VOL	输出低电平	0	-	0.3	V
VIH	输入高电平	2.1	-	3.1	V

*适用于 GPIO, I2C, UART, PCM 等数字接口

5.3 VSIM 特性

表 47: SIM 卡接口特性

参数	描述	最小值	典型值	最大值	单位
VO	输出电压	1.65	1.8	1.95	V
		2.8	3.0	3.2	V
IO	输出电流	-	-	60	mA

5.4 耗电流

表 48: 耗流测试表

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
底电流	关机模式	--	0.07	--	mA
工作电流	休眠模式	--	2	--	mA
	待机模式	--	10.6	--	mA
	语音 (最大功率)	--	280	--	mA
	数传模式 GPRS(1Rx,4Tx)	--	495	--	mA
峰值电流	数传模式 GPRS(3Rx,2Tx)	--	413	--	mA
	最大功率突发电流	--	--	2.0	A
	数传模式 GPRS(3Rx,2Tx)	--	413	--	mA

5.5 静电防护

在模块应用中，由于人体静电，微电子间带电摩擦等产生的静电，通过各种途径放电给模块，可能会模块造成一定的损坏，所以 ESD 保护必须要重视，不管是在研发、生产组装、测试等过程，尤其在产品设计中，都应采取防 ESD 保护措施。如电路设计在接口处或易受 ESD 点增加 ESD 保护，生产中佩戴防静电手套等。由于模块内部没有专门针对静电放电做保护，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 49: ESD 性能参数

引脚	接触放电	空气放电
VBAT	±5KV	±10KV
GND	±5KV	±10KV
RXD, TXD	±1KV	±6KV
RF_ANT	±5KV	±10KV
MIC_P/N	±2KV	±6KV
RCV_P/N		
PWRKEY	±3KV	±6KV
RESET_N		

5.6 射频性能

- 模块传导射频输出功率

下表列出了模块的传导输出功率，符合 3GPP TS 05.05 技术规范。

表 50: EGSM900 和 GSM850 传导输出功率

PCL	output power (dBm)	Tolerance (dB) for conditions	
		Normal	Extreme
--	Nominal	Normal	Extreme
5	32.5	±0.4	±2
6	30.8	±1	±2
7	29	±1	±2
8	27	±1	±2
9	25	±1	±2
10	23	±1	±2
11	21	±1	±2
12	19	±1	±2

13	17	± 1	± 2
14	15	± 1	± 2
15	13	± 1.5	± 2
16	11	± 1.5	± 2
17	9	± 1.5	± 2
18	7	± 1.5	± 5

表 51: DCS1800 和 PCS1900 传导输出功率

PCL	output power (dBm)	Tolerance (dB) for conditions	
		Normal	Extreme
--	Nominal		
0	29.5	± 0.4	± 2
1	27.5	± 1	± 2
2	26	± 1	± 2
3	24	± 1	± 2
4	22	± 1	± 2
5	20	± 1	± 2
6	18	± 1	± 2
7	16	± 1	± 2
8	14	± 1	± 2
9	12	± 1.5	± 2
10	10	± 1.5	± 2
11	8	± 1.5	± 2
12	6	± 1.5	± 2
13	4	± 1.5	± 2
14	2	± 1.5	± 5
15	0	± 2	± 5

- 模块传导接收灵敏度

下表列出了模块的传导接收灵敏度，是在静态条件下测试。

表 52: 传导灵敏度

频段	接收灵敏度（典型值）	接收灵敏度（最大值）
GSM850	$\cong -108\text{dBm}$	$\cong -106\text{dBm}$
EGSM900	$\cong -108\text{dBm}$	$\cong -106\text{dBm}$
DCS1800	$\cong -108\text{dBm}$	$\cong -106\text{dBm}$
PCS1900	$\cong -108\text{dBm}$	$\cong -106\text{dBm}$

--	--	--

- 模块工作频段

下表列出了模块的工作频段，符合 3GPP TS 05.05 技术规范。

表 53:模块工作频段

频段	接收灵敏度（典型值）	接收灵敏度（最大值）
GSM850	869 ~ 894MHz	824 ~ 849MHz
EGSM900	925 ~ 960MHz	880 ~ 915MHz
DCS1800	1805 ~ 1880MHz	1710 ~ 1785MHz
PCS1800	1930 ~ 1990MHz	1850 ~ 1910MHz

6 生产

这一章描述生产相关的信息。

6.1 L216 顶视图和底视图

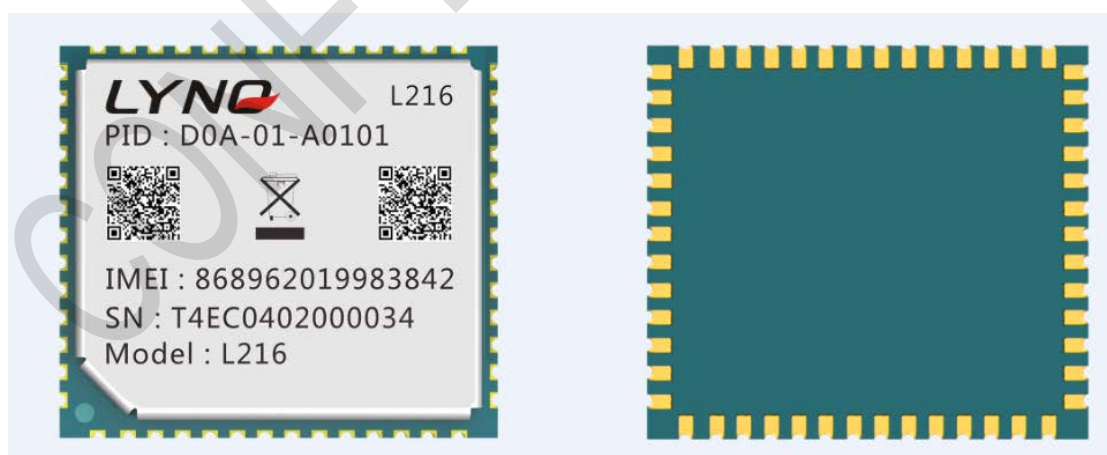


图 40: L216 顶视图和底视图

6.2 推荐焊接炉温曲线图

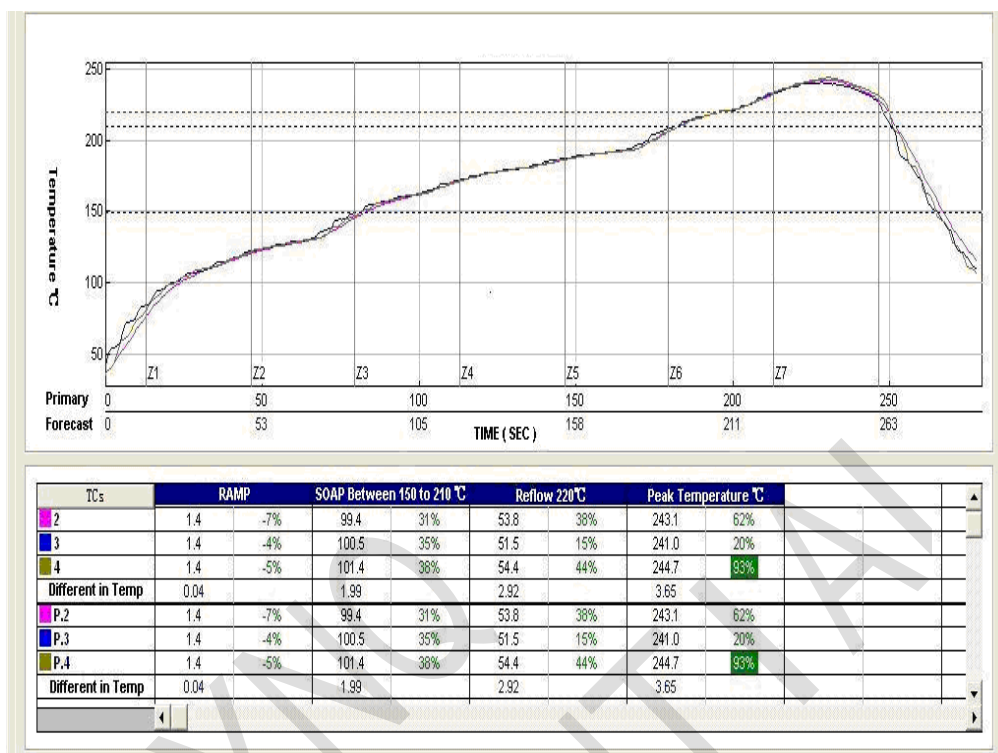


图 41: 模块推荐焊接炉温曲线图

6.3 湿敏特性 (MSL)

L216 模块符合湿敏等级 3。在温度<30 度和相对湿度<60%的环境条件下，干燥包装根据 IPC/JEDEC 标准执行 J-STD-020C 规范。在温度<40 度和相对湿度<90%的环境条件下，在未拆封的情况下保质期至少 6 个月。拆封后，表 12 列出了不同的湿敏等级对应的模块保质期的时间。

表 54: 湿度灵敏度等级区分

等级	工厂环境 $\leq +30 / 60\%RH$
1 RH °C 条件下	无限期保质在环境 $\leq +30 / 85\%$
2	1 年
2a	4 周
3	168 小时

4	72 小时
5	48 小时
5a	24 小时
6	强制烘烤后再使用。 经过烘烤， 模块必须在标签上规定的时限内贴片

拆封后，在温度<30 度和相对湿度<60%的环境条件下，需 168 小时内进行 SMT 贴片。如不满足上述条件需进行烘烤。

注：遵循 IPC/JEDEC 标准执行 J-STD-020C 规范

6.4 烘烤需求

由于 L216 模块的湿敏特性，L216 是真空包装，能够在包装没有损坏的情况下够储存 6 个月，环境温度要求低于 40° C 和相对湿度小于 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、真空包装破损或者漏气
- 2、模块裸露静止在空气中放置 168 小时及以上
- 3、模块裸露在空气 168 个小时之内，不满足温度<30 度和相对湿度<60%的环境条件

表 30: 烘烤需求

烘烤温度	湿度	烘烤时间
40° C±5° C	<5%	192 小时
120° C±5° C	<5%	4 小时

7 相关文档

表 31: 相关文档

序号	文档名称	注释
[1]	AT_DOCUMENT	
[2]	ITU-T Draft new recommendation V.25ter:	Serial asynchronous automatic dialing and control
[3]	GSM 07.07:	Digital cellular telecommunications (Phase 2+); AT command set for GSM Mobile Equipment (ME)
[4]	GSM 07.10:	Support GSM 07.10 multiplexing protocol
[5]	GSM 07.05:	Digital cellular telecommunications (Phase 2+); Use of Data Terminal Equipment – Data Circuit terminating Equipment (DTE – DCE) interface for Short Message Service (SMS) and Cell Broadcast

		Service (CBS)
[6]	GSM 11.14:	Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Specification of the SIM Application Toolkit for the Subscriber Identity Module – Mobile Equipment (SIM – ME) interface
[7]	GSM 11.11:	Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Specification of the Subscriber Identity Module – Mobile Equipment (SIM – ME) interface

LYNQ
CONFIDENTIAL