

ML302 与 M8321

兼容设计手册

4G 系列

版本：V1.0.0

日期：2019 年 12 月

服务与支持

如果您有任何关于模组产品及产品手册的评论、疑问、想法，或者任何无法从本手册中找到答案的疑问，请通过以下方式联系我们。



中移物联网有限公司

网址: iot.10086.cn

邮箱: SmartModule@cmiot.chinamobile.com

客户服务热线: 400-110-0866

微信公众号: OneMO2019



中国移动
China Mobile

文档声明

注意

本手册描述的产品及其附件特性和功能，取决于当地网络设计。因此，本手册中描述的全部或部分产品及其附件特性和功能可能未包含在您的购买或使用范围之内。

免责声明

除非合同另有约定，中移物联网有限公司对本文档内容不做任何明示或暗示的声明或保证，并且不对特定目的适销性及适用性或者任何间接、特殊或连带的损失承担任何责任。

由于产品版本升级或其他原因，本文档内容会不定期进行更新。除非另有约定，本文档仅作为使用指导，本文档中的所有陈述、信息和建议不构成任何明示或暗示的担保。公司保留随时修改本手册中任何信息的权利，无需进行提前通知且不承担任何责任。

操作系统更新声明

操作系统仅支持官方升级；如用户自己刷非官方系统，导致安全风险和损失由用户负责。

固件包完整性风险声明

固件仅支持官方升级；如用户自己刷非官方固件，导致安全风险和损失由用户负责。

版权所有©中移物联网有限公司。保留一切权利。

本手册中描述的产品，可能包含中移物联网公司及其存在的许可人享有版权的软件，除非获得相关权利人的许可，否则，非经本公司书面同意，任何单位和个人不得擅自摘抄、复制本手册内容的部分或全部，并以任何形式传播。

关于文档

修订记录

版本	日期	作者	描述
V1.0.0	2019/12/25	杨恒	初版



中国移动
China Mobile

目录

服务与支持	2
文档声明	3
关于文档	4
修订记录	4
目录	5
表格索引	7
图片索引	8
1 引言	9
2 总体介绍	10
2.1 功能概述	11
2.2 引脚分配	13
3 引脚描述	14
3.1 引脚对比	14
4 硬件参考设计	18
4.1 供电电源	18
4.1.1 模组工作电压	18
4.1.2 供电电源设计	19
4.2 开关机	20
4.2.1 开关机电路	20
4.2.2 AT 命令关机	22
4.3 复位	23
4.4 (U)SIM 接口	24
4.5 USB 接口	25
4.6 串口	26
4.7 PCM 和 I2C 接口	28
4.8 ADC 接口	30
4.9 LCD 接口*	31
4.10 时钟输出接口	32
4.11 GPIO	33
4.12 5*5 按键接口	34
4.13 网络指示灯接口	35
4.14 系统状态指示接口	36

4.15 USB_BOOT 接口37

4.16 天线接口38

4.17 模拟音频接口*39

5 物理尺寸.....40

5.1 外形尺寸40

5.2 PCB 焊盘兼容设计41

6 附录.....42

6.1 参考文档.....42

6.2 术语缩写42



表格索引

表 2-1: 模组基本信息对比	10
表 2-2: 主要性能参数对比	11
表 3-1: ML302 与 M8321 的引脚定义及比较	14
表 4-1: 模组工作电压范围对比	18
表 4-2: 串口引脚说明	26
表 4-3: PCM 接口对比	28
表 4-4: ADC 接口对比	30
表 4-5: LCD 接口定义	31
表 4-6: ML302 时钟输出接口定义	32
表 4-7: ML302 与 M8321 GPIO 接口定义	33
表 4-8: 5*5 按键矩阵	34
表 4-9: LED 指示灯状态	35
表 4-10: ML302 天线接口定义	38
表 4-11: ML302 模拟音频接口参数	39
表 4-12: ML302 模拟音频接口引脚说明	39
表 6-1: 参考文档	42
表 6-2: 缩写	42

图片索引

图 2-1: ML302 & M8321 引脚分配.....	13
图 4-1: 突发传输电源要求	18
图 4-2: 模组供电电路参考设计	19
图 4-3: 供电输入参考设计	19
图 4-4: 开集驱动开关机参考电路	20
图 4-5: 按键开关机参考电路	21
图 4-6: RESET_N 复位电路.....	23
图 4-7: (U)SIM 接口示意图	24
图 4-8: USB 接口参考设计.....	25
图 4-9: 电平转换芯片参考电路	27
图 4-10: PCM 和 I2C 参考电路.....	28
图 4-11: 串口接口示意图	29
图 4-12: 网络状态接口示意图.....	35
图 4-13: 模组状态接口示意图.....	36
图 4-14: ML302 USB_BOOT 接口参考设计.....	37
图 4-15: ML302 模组天线接口示意图	38
图 5-1: ML302 外形尺寸图	40
图 5-2: PCB 焊盘兼容尺寸 (单位: mm)	41

1 引言

中移物联的 LTE 模组 ML302 与 M8321 相互兼容。本文档主要描述了 ML302 与 M8321 之间的兼容设计。





中国移动
China Mobile

2 总体介绍

ML302 模组是一款不带分集接收功能的 LTE-FDD/LTE-TDD 双模无线通信模组。M8321 是一款带分集接收功能的 LTE-FDD/LTE-TDD/WCDMA/TD-SCDMA/GSM 五模无线通信模组。ML302 与 M8321 采用兼容设计，用户可根据需求选择合适的产品作为终端应用。

表 2-1：模组基本信息对比

类型	外观	封装	尺寸 (mm)	描述
ML302		80 个 LCC 引脚 64 个 LGA 引脚	32 *29 *2.6	双模 LTE CAT1 模组
M8321		80 个 LCC 引脚 64 个 LGA 引脚	32 *29 *2.6	五模 LTE CAT4 模组

2.1 功能概述

表 2-2: 主要性能参数对比

功能	ML302	M8321
封装	LCC+LGA(168 引脚)	LCC+LGA(168 引脚)
物理特性	32mm*29mm*2.6mm	32mm*29mm*2.6mm
工作频段	<ul style="list-style-type: none"> ✓ LTE-FDD: B1/B3/B5/B8 ✓ LTE-TDD: B34/B38/B39/B40/B41 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ LTE-FDD: B1/B3/B8 ✓ LTE-TDD: B38/B39/B40/B41 ✓ TD-SCDMA: B34/B39 ✓ WCDMA: B1/B8 ✓ GSM: 900MHz/1800MHz
供电范围	DC 3.3V ~ 4.3V	DC 3.3V ~ 4.2V
峰值电流	VBAT 最大电流: 2.0A	VBAT 最大电流: 2.0A
休眠耗流	1.14mA@飞行模式	1.29mA@飞行模式
温度范围	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 工作温度: -30°C ~ 75°C ✓ 扩展工作温度: -40°C ~ 85°C ✓ 存储温度: -45°C ~ 85°C 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 工作温度: -30°C ~ 75°C ✓ 扩展工作温度: -40°C ~ 85°C ✓ 存储温度: -40°C ~ 85°C
湿度	RH5% ~ RH95%	RH5% ~ RH95%
(U)SIM 接口	支持(U)SIM 卡: 1.8V/3.0V	支持(U)SIM 卡: 1.8V/3.0V
天线接口	主集天线接口	主集天线接口/分集天线接口
网络指示	NET_MODE 和 NET_STATUS 指示网络状态	NET_MODE 和 NET_STATUS 指示网络状态
串口	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 串口 0: 4 线串口, AT 指令 ✓ 串口 1: 2 线串口, LOG 输出 ✓ 串口 2: 2 线串口, GPS 通讯 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 串口 0: 4 线串口, AT 指令 ✓ 串口 1: 2 线串口, LOG 输出 ✓ 串口 2: 2 线串口, GPS 通讯
ADC 接口	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 提供两路模数转换接口 ✓ 电压范围: 0~1.8V ✓ 分辨率: 12bit 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 提供两路模数转换接口 ✓ 电压范围: 0~5V ✓ 分辨率: 12bit
USB 接口	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 兼容 USB2.0 (从模式) ✓ 最大速率 480Mbps 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 兼容 USB2.0 (从模式) ✓ 最大速率 480Mbps
WLAN	支持 SDIO3.0 协议	支持 SDIO3.0 协议
PCM	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 数字音频接口, 外接 CODEC ✓ 支持 8 位 A-law, u-law ✓ 支持 16 位线性编码格式 ✓ 支持从模式 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 数字音频接口, 外接 CODEC ✓ 支持 8 位 A-law, u-law ✓ 支持 16 位线性编码格式 ✓ 支持主模式/从模式
模拟音频接口	喇叭/听筒/麦克风/耳机/耳机麦克风	不支持
RMII	不支持	支持
按键键盘	5*5	5*5
I2C	支持	支持
GPIO	GPIO*5	GPIO*5
软件升级	可通过 USB 接口或 FOTA*	可通过 USB 接口或 FOTA*

*蓝色标注内容代表 M8321 与 ML302 性能参数的区别。



- 当模组工作在-40°C到-30°C或者 75°C到 85°C之间时，不是所有 RF 性能指标都能满足 3GPP 标准；
- “*”表示正在开发中。



中国移动
China Mobile

2.2 引脚分配

ML302 与 M8321 模组的引脚分配图如下。

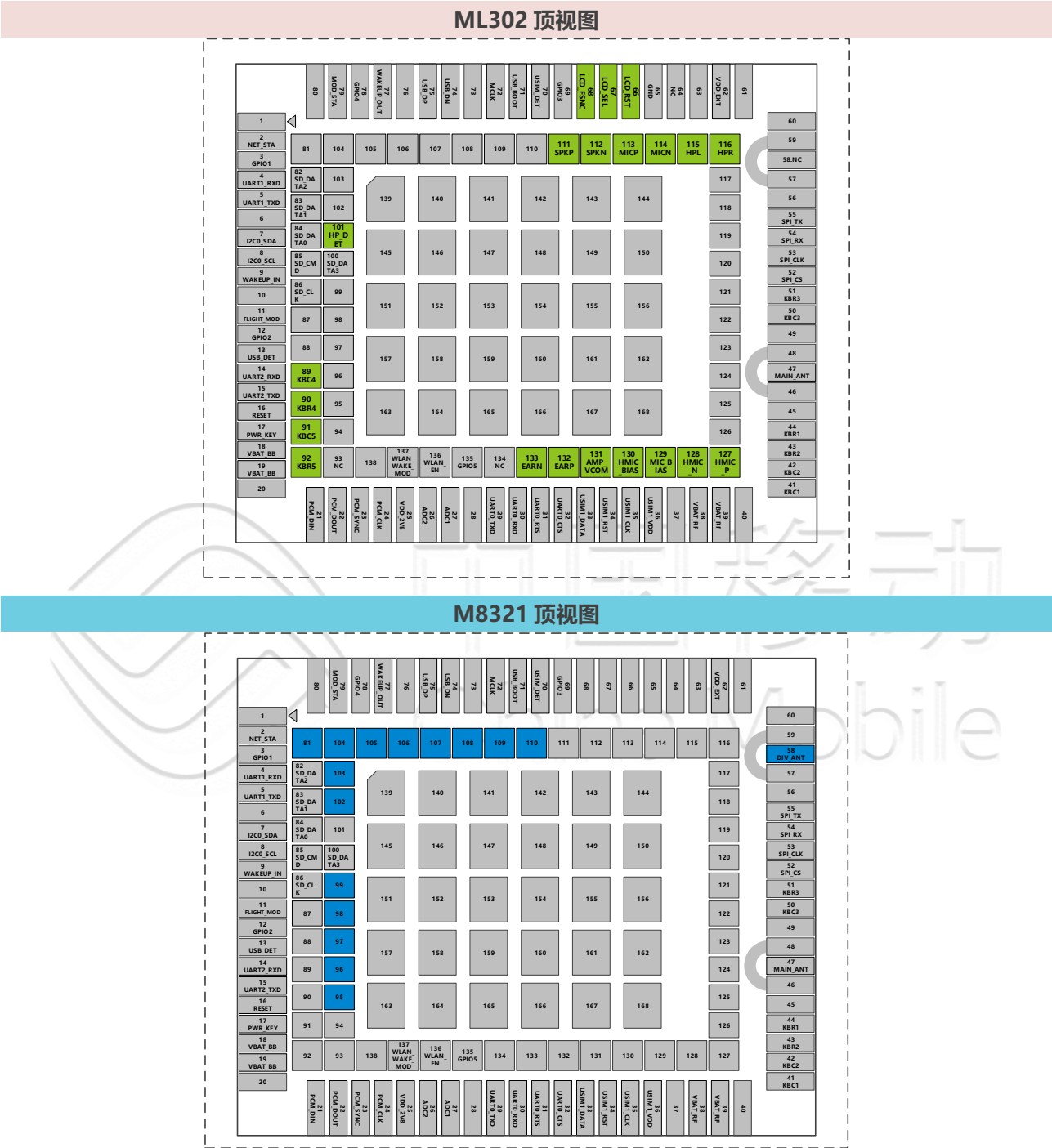


图 2-1: ML302 & M8321 引脚分配



- 绿色标示的是 ML302 比 M8321 多出的功能的引脚名称；
- 蓝色标示的是 M8321 比 ML302 多出的功能的引脚名称。

3 引脚描述

本章主要描述 ML302 与 M8321 的引脚定义及比较。

3.1 引脚对比

表 3-1: ML302 与 M8321 的引脚定义及比较

ML302				M8321			
引脚号	引脚名	类型	电压域	引脚号	引脚名	类型	电压域
1	GND	-	地	1	GND	-	地
2	NET_STA	O	1.8V	2	NET_STA	O	1.8V
3	GPIO1	IO	1.8V	3	GPIO1	IO	1.8V
4	UART1_RXD	I	1.8V	4	UART1_RXD	I	1.8V
5	UART1_TXD	O	1.8V	5	UART1_TXD	O	1.8V
6	GND	-	地	6	GND	-	地
7	I2C0_SDA	IO	1.8V	7	I2C0_SDA	IO	1.8V
8	I2C0_SCL	O	1.8V	8	I2C0_SCL	O	1.8V
9	WAKEUP_IN	I	1.8V	9	WAKEUP_IN	-	1.8V
10	GND	-	地	10	GND	-	地
11	FLIGHT_MOD	I	1.8V	11	FLIGHT_MOD	I	1.8V
12	GPIO2	IO	1.8V	12	GPIO2	IO	1.8V
13	USB_DET	I	5V	13	USB_DET	I	1.8V
14	UART2_RXD	I	1.8V	14	UART2_RXD	I	1.8V
15	UART2_TXD	O	1.8V	15	UART2_TXD	O	1.8V
16	RESET_IN	I	VBAT	16	RESET_IN	I	1.8V
17	PWR_KEY	I	VBAT	17	PWR_KEY	I	VBAT
18	VBAT_BB	PI	VBAT	18	VBAT_BB	PI	VBAT
19	VBAT_BB	PI	VBAT	19	VBAT_BB	PI	VBAT
20	GND	-	地	20	GND	-	地
21	PCM_DIN	I	1.8V	21	PCM_DIN	I	1.8V
22	PCM_DOUT	O	1.8V	22	PCM_DOUT	O	1.8V
23	PCM_SYNC	O	1.8V	23	PCM_SYNC	O	1.8V
24	PCM_CLK	O	1.8V	24	PCM_CLK	O	1.8V
25	VDD_2V8	PO	SD 卡 IO 电源	25	VDD_2V8	PO	SD 卡 IO 电源
26	ADC2	AI	1.8V	26	ADC2	AI	5V
27	ADC1	AI	1.8V	27	ADC1	AI	5V
28	GND	-	地	28	GND	-	地
29	UART0_TXD	O	1.8V	29	UART0_TXD	O	1.8V
30	UART0_RXD	I	1.8V	30	UART0_RXD	I	1.8V
31	UART0_RTS	O	1.8V	31	UART0_RTS	O	1.8V
32	UART0_CTS	I	1.8V	32	UART0_CTS	I	1.8V

ML302				M8321			
引脚号	引脚名	类型	电压域	引脚号	引脚名	类型	电压域
33	USIM1_DATA	IO	1.8V	33	USIM1_DATA	IO	1.8V
34	USIM1_RST	O	1.8V	34	USIM1_RST	O	1.8V
35	USIM1_CLK	O	1.8V	35	USIM1_CLK	O	1.8V
36	USIM1_VDD	PO	1.8/3.0V	36	USIM1_VDD	PO	1.8/3.0V
37	GND	-	地	37	GND	-	地
38	VBAT_RF	PO	VBAT	38	VBAT_RF	PO	VBAT
39	VBAT_RF	PO	VBAT	39	VBAT_RF	PO	VBAT
40	GND	-	地	40	GND	-	地
41	KBC1	I	1.8V	41	KBC1	I	1.8V
42	KBC2	I	1.8V	42	KBC2	I	1.8V
43	KBR2	O	1.8V	43	KBR2	O	1.8V
44	KBR1	O	1.8V	44	KBR1	O	1.8V
45	GND	-	地	45	GND	-	地
46	GND	-	地	46	GND	-	地
47	MAIN_ANT	-	射频主集天线	47	MAIN_ANT	-	射频主集天线
48	GND	-	地	48	GND	-	地
49	GND	-	地	49	GND	-	地
50	KBC3	I	1.8V	50	KBC3	I	1.8V
51	KBR3	O	1.8V	51	KBR3	O	1.8V
52	SPI_CS	O	1.8V	52	SPI_CS	O	1.8V
53	SPI_CLK	O	1.8V	53	SPI_CLK	O	1.8V
54	SPI_RX	I	1.8V	54	SPI_RX	I	1.8V
55	SPI_TX	O	1.8V	55	SPI_TX	O	1.8V
56	GND	-	地	56	GND	-	地
57	GND	-	地	57	GND	-	地
58	NC	-	悬空	58	DIV_ANT	-	分集天线
59	GND	-	地	59	GND	-	地
60	GND	-	地	60	GND	-	地
61	GND	-	地	61	GND	-	地
62	VDD_EXT	PO	1.8V 电源输出	62	VDD_EXT	PO	1.8V 电源输出
63	GND	-	地	63	GND	-	地
64	NC	-	悬空	64	NC	-	悬空
65	GND	-	地	65	NC	-	悬空
66	LCD_RST	O	LCD 复位	66	NC	-	悬空
67	LCD_SEL	O	LCD 控制	67	NC	-	悬空
68	LCD_FSNC	O	LCD 控制	68	NC	-	悬空
69	GPIO3/GPS_PWR_EN	IO	1.8V	69	GPIO3/GPS_PWR_EN	IO	1.8V
70	USIM_DET	I	1.8V	70	USIM_DET	I	1.8V
71	USB_BOOT	I	1.8V	71	USB_BOOT	I	1.8V
72	MCLK	O	1.8V	72	MCLK	O	1.8V
73	GND	-	地	73	GND	-	地
74	USB_DN	IO	USB 数据-	74	USB_DN	IO	USB 数据-
75	USB_DP	IO	USB 数据+	75	USB_DP	IO	USB 数据+
76	GND	-	地	76	GND	-	地
77	WAKEUP_OUT	O	1.8V	77	WAKEUP_OUT	O	1.8V
78	GPIO4/CODEC_RST	IO	1.8V	78	GPIO4/CODEC_RST	IO	1.8V

ML302				M8321			
引脚号	引脚名	类型	电压域	引脚号	引脚名	类型	电压域
79	MOD_STA	O	1.8V	79	MOD_STA	O	1.8V
80	GND	-	地	80	GND	-	地
81	NC	-	悬空	81	RMII_RXEN	-	1.8V
82	SD_DAT2	IO	1.8V	82	SD_DAT2	IO	1.8V
83	SD_DAT1	IO	1.8V	83	SD_DAT1	IO	1.8V
84	SD_DAT0	IO	1.8V	84	SD_DAT0	IO	1.8V
85	SD_CMD	IO	1.8V	85	SD_CMD	IO	1.8V
86	SD_CLK	O	1.8V	86	SD_CLK	O	1.8V
87	NC	-	悬空	87	NC	-	悬空
88	GND	-	地	88	GND	-	地
89	KBC4	I	1.8V	89	KBC4	I	1.8V
90	KBR4	O	1.8V	90	KBR4	O	1.8V
91	KBC5	IO	1.8V	91	KBC5	IO	1.8V
92	KBR5	IO	1.8V	92	KBR5	IO	1.8V
93	NC	-	预留,保持悬空	93	NC	-	预留,保持悬空
94	GND	-	地	94	GND	-	地
95	NC	-	悬空	95	MDC_SCLK	IO	1.8V
96	NC	-	悬空	96	MDC_SDIO	IO	1.8V
97	NC	-	悬空	97	PHY_INT	IO	1.8V
98	NC	-	悬空	98	PHY_RST	IO	1.8V
99	NC	-	悬空	99	PHY_WAKE	IO	1.8V
100	SD_DAT3	IO	1.8V	100	SD_DAT3	IO	1.8V
101	HR_DET	O	1.8V	101	NC	-	悬空
102	NC	-	悬空	102	VDD_RMII	PO	RMII 电源
103	NC	-	悬空	103	RMII_TXD0	IO	1.8V
104	NC	-	悬空	104	RMII_TXD1	IO	1.8V
105	NC	-	悬空	105	RMII_RXD0	IO	1.8V
106	NC	-	悬空	106	RMII_RXD1	IO	1.8V
107	NC	-	悬空	107	RMII_RXDV	IO	1.8V
108	NC	-	悬空	108	RMII_CLK_O	IO	1.8V
109	NC	-	悬空	109	RMII_CLK_I	IO	1.8V
110	NC	-	预留,保持悬空	110	32K_OUT	IO	1.8V
111	SPKP	AO	喇叭	111	NC	-	悬空
112	SPKN	AO	喇叭	112	NC	-	悬空
113	MICP	AI	MIC	113	NC	-	悬空
114	MICN	AI	MIC	114	NC	-	悬空
115	HPL	AO	耳机	115	NC	-	悬空
116	HPR	AO	耳机	116	NC	-	悬空
117	GND	-	地	117	GND	-	地
118	GND	-	地	118	GND	-	地
119	GND	-	地	119	GND	-	地
120	GND	-	地	120	GND	-	地
121	GND	-	地	121	GND	-	地
122	GND	-	地	122	GND	-	地
123	GND	-	地	123	GND	-	地
124	GND	-	地	124	GND	-	地

ML302				M8321			
引脚号	引脚名	类型	电压域	引脚号	引脚名	类型	电压域
125	GND	-	地	125	GND	-	地
126	GND	-	地	126	GND	-	地
127	HMIC_P	AI	耳机 MIC	127	NC	-	悬空
128	HMIC_N	AI	耳机 MIC	128	NC	-	悬空
129	MIC_BIAS	PO	MIC 偏置	129	NC	-	悬空
130	HMIC_BIAS	PO	HMIC 偏置	130	NC	-	悬空
131	AMP_VCOM	GND	地	131	NC	-	悬空
132	EARP	PO	听筒	132	NC	-	悬空
133	EARN	PO	听筒	133	NC	-	悬空
134	NC	-	悬空	134	NC	-	悬空
135	GPIO5	IO	1.8V	135	GPIO5	IO	1.8V
136	WLAN_EN	O	Wi-Fi 使能	136	WLAN_EN	O	1.8V
137	WLAN_WAKE_MOD	I	1.8V	137	WLAN_WAKE_MOD	I	1.8V
138	GND	-	地	138	GND	-	地
139-168	GND	-	热焊盘	139-168	GND	-	热焊盘

*蓝色标注内容代表 M8321 与 ML302 有区别的引脚。



- P 表示电源引脚；PI 表示电源输入引脚；PO 表示电源输出引脚；I 表示数字信号输入引脚；O 表示数字信号输出引脚；AI 表示模拟信号输入引脚。
- VIL 表示低电平输入电压；VIH 表示高电平输入电压；VOL 表示低电平输出电压；VOH 表示高电平输出电压。
- NC 表示模组内部悬空，建议客户做悬空处理。
- RSV 表示功能暂未定义。
- 所有的输入输出方向定义的前提是模组作为主设备。

4 硬件参考设计

本章主要描述了 ML302 与 M8321 的主要功能兼容设计。

4.1 供电电源

4.1.1 模组工作电压

下表为 ML302 和 M8321 模组的工作电压范围。

表 4-1：模组工作电压范围对比

模组	电源引脚	条件	最小值	典型值	最大值	单位
ML302	VBAT_BB&VBAT_RF	实际输入电压必须在最小、最	3.3	3.8	4.3	V
M8321	VBAT_BB&VBAT_RF	大值范围内	3.3	3.8	4.2	V

考虑模组之间的兼容设计时，请确保模组输入电压最小不低于 3.3V，最大不超过 4.2V。ML302 在整个网络突发传输时电压跌落情况会小于 M8321。

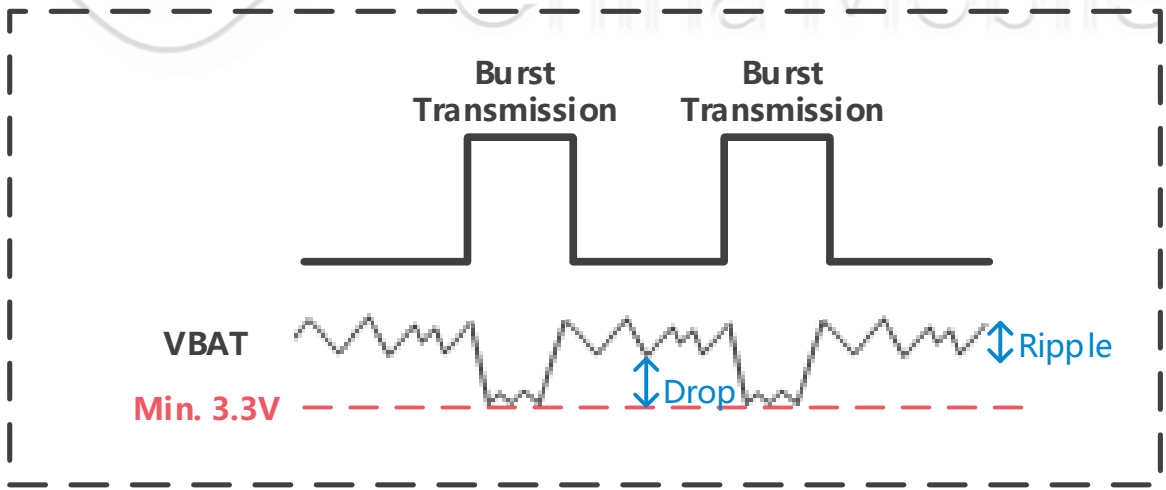


图 4-1：突发传输电源要求

电源 VBAT 需要保证在 3.3-4.2V（典型 3.8V）范围内。当 ML302 用于不同的外部设备时，需要注意模组的供电设计。当模组在 4G 网络最大发射功率下工作时，现网下的瞬态工作电流能达到 1.5A，并可能引起电源电压跌落。在任何情况下，需要保证模组电源电压不低于 3.3V，否则模组可能会出现重启等意外状况。

外部供电 LDO 或者 DCDC 选型建议器件能够输出 2A 以上电流，而且在 VBAT 上至少并联 5 颗 220uF 储能电容。另外，为了 PCB 走线路对供电电压的影响，需要 VBAT 走线尽量短，尽量宽。建议在 VBAT 上设计一颗磁珠，隔离 DTE 对模组的干扰。示意图如下所示。

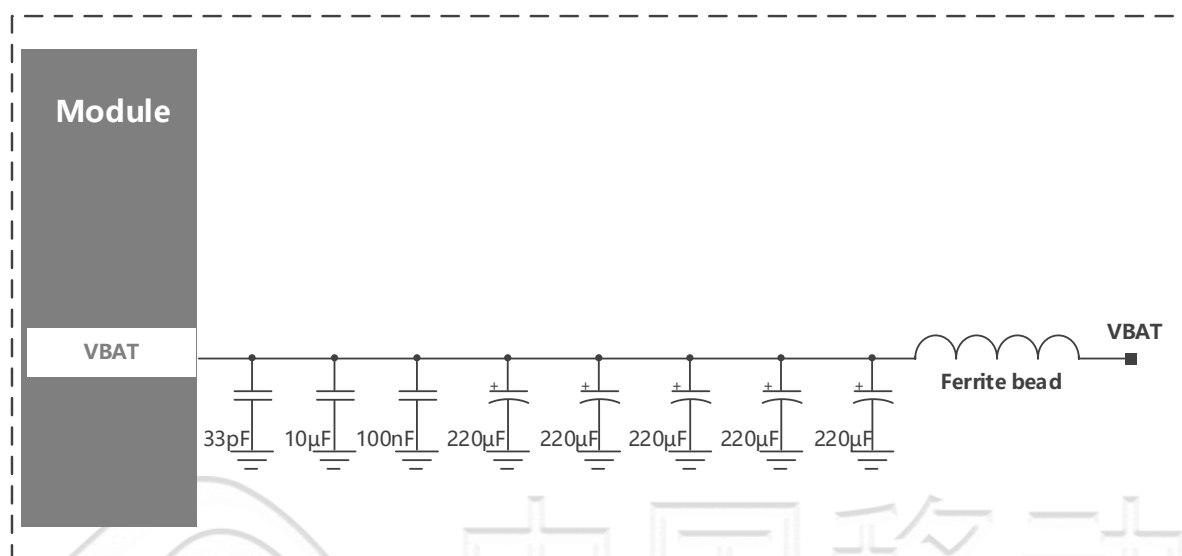


图 4-2：模组供电电路参考设计

4.1.2 供电电源设计

模组电源设计对其性能至关重要。ML302 和 M8321 必须选择至少能提供 2A 电流能力的电源。若输入电压与模组供电电压之间的压差不是很大，则建议选择 LDO 作为供电电源。若输入与输出电压之间存在比较大的电压差，则建议使用开关电源转换器。

下图是 5V 供电输入的参考设计。

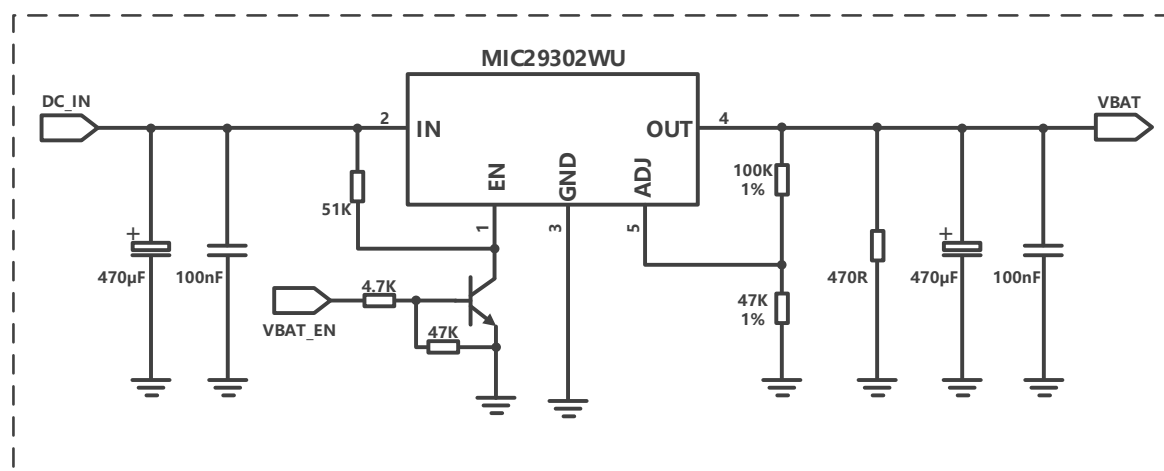


图 4-3：供电输入参考设计

4.2 开关机

4.2.1 开关机电路

ML302 和 M8321 的开关机方式相同。

ML302 和 M8321 可以通过拉低 PWRKEY 实现模组开关机。推荐使用开集驱动电路来控制 PWRKEY 引脚，参考电路如下。

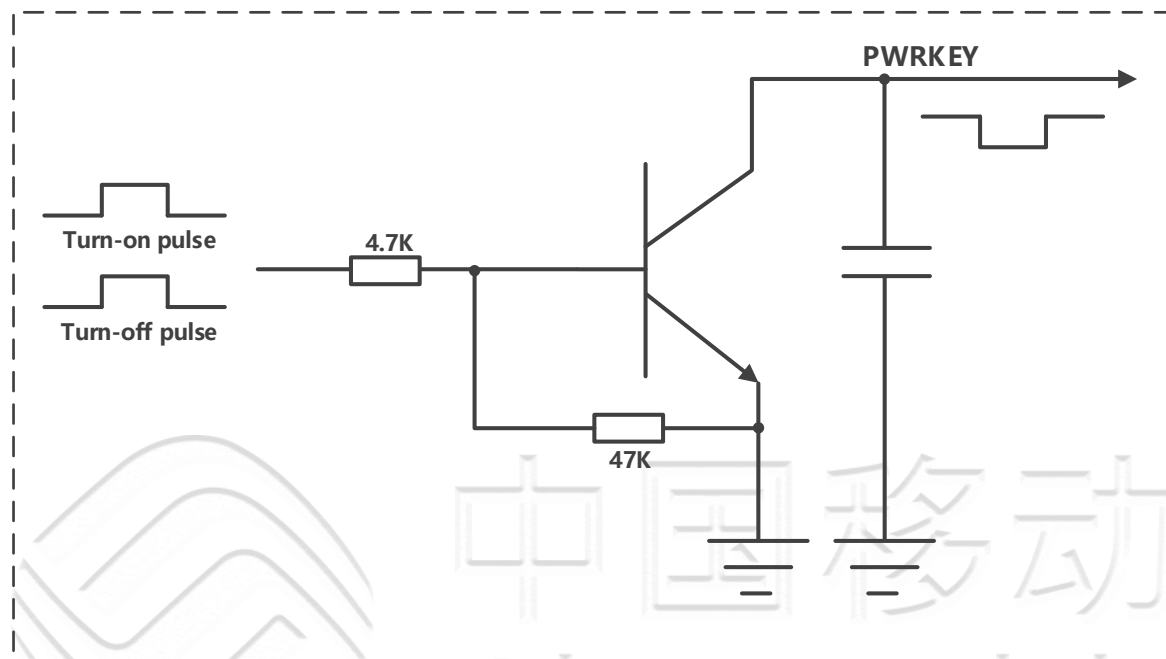


图 4-4：开集驱动开关机参考电路

另一种控制 PWRKEY 引脚的方式是直接通过一个按钮开关，按钮附近需放置一颗 TVS 管用于 ESD 保护，参考电路如下。

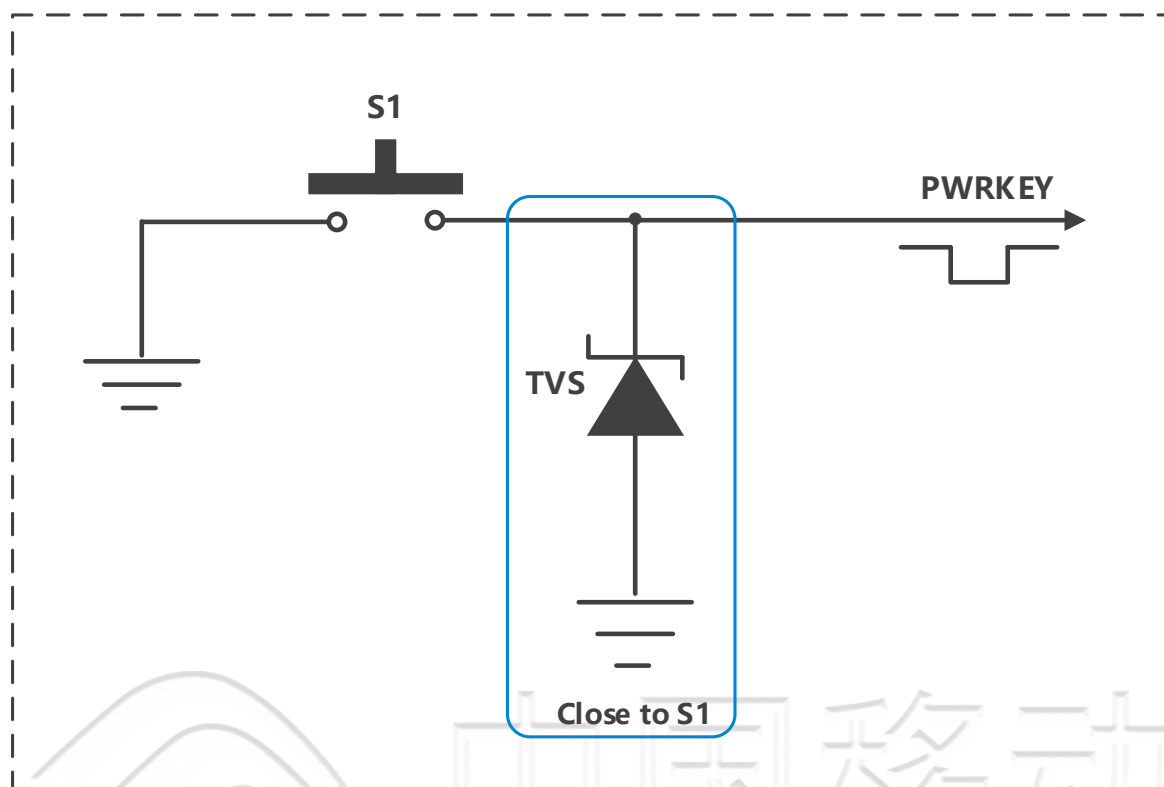


图 4-5：按键开关机参考电路



如果客户需要上电自动开机且不需要关机功能，则可以把 PWRKEY 引脚直接下拉到地，下拉电阻建议 10K。

4.2.2 AT 命令关机

ML302 和 M8321 都可通过 AT+CPOF 指令实现关机。该命令关机过程等同拉低 PWRKEY 引脚关机过程。



中国移动
China Mobile

4.3 复位

ML302 和 M8321 的复位方式相同，都可以通过拉低 RESET_N 实现模组复位。同样推荐开集驱动电路来控制 RESET_N 引脚。参考电路如下所示。

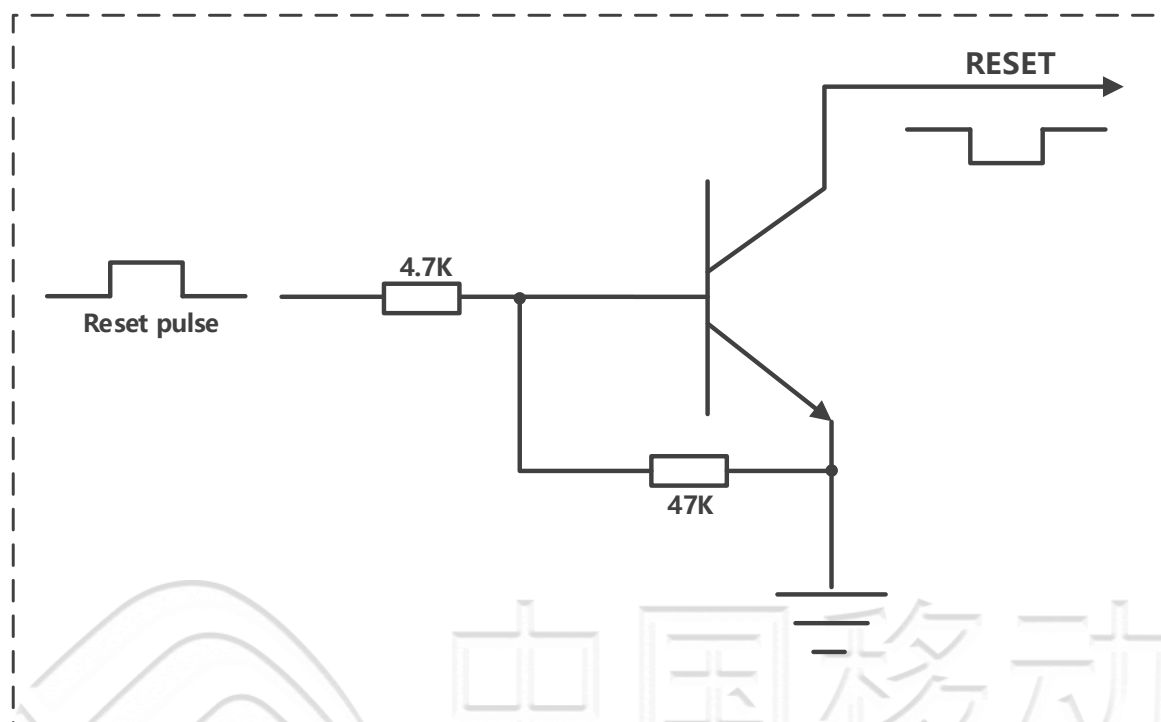


图 4-6: RESET_N 复位电路

4.4 (U)SIM 接口

ML302 和 M8321 都默认支持 1.8V/3.0V 的(U)SIM 卡。

ML302 的(U)SIM 接口和 M8321 的(U)SIM 接口相互兼容，通过 UIM_DET 引脚实现插拔检测功能，需注意，**ML302 支持热插拔，M8321 暂不支持**。SIM 接口的参考设计如下图所示。如果无需使用(U)SIM 卡检测功能，请保持 USIM_DET 引脚悬空。

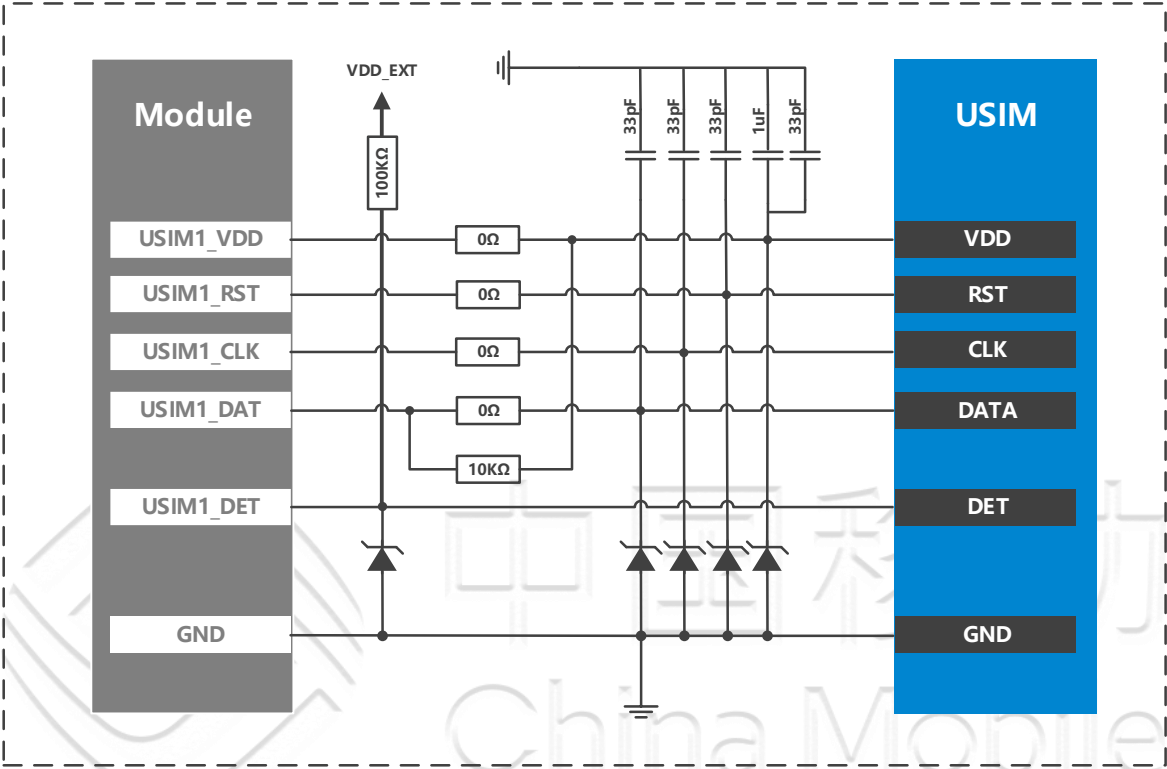


图 4-7: (U)SIM 接口示意图

4.5 USB 接口

ML302 和 M8321 均支持 USB2.0 接口规范，接口速率最大支持 480Mbps，不支持 OTG 模式，接口定义如下表所示。使用时需注意 ML302 必须接 USB_DET 才能枚举出 USB 口，可直接连接至 VBUS 输入，M8321 需经过 VBUS 分压 1.8V 使用。

建议客户设计时预留测试点用于调试和软件升级，下图为 USB 接口参考设计。

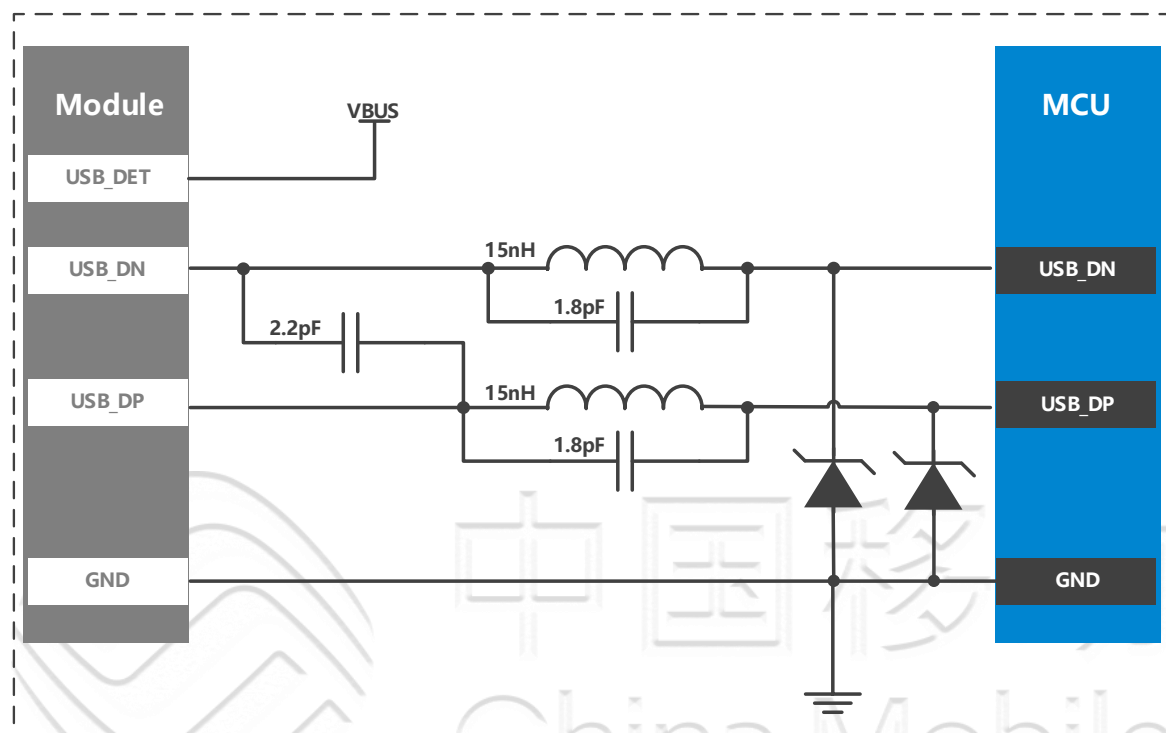


图 4-8: USB 接口参考设计



- USB 走线周围需要包地处理，走 90Ω 的阻抗差分线；
- 不要在晶振、射频信号下面走 USB 线，建议走内层差分走线且上下左右立体包地；
- USB 数据线上的 ESD 器件选型需特别注意，其寄生电容不能超过 2PF；
- USB 的 ESD 器件尽量靠近 USB 接口放置。

4.6 串口

ML302 和 M8321 模组均提供三路串口：主串口 UART0、调试串口 UART1、通用串口 UART2，可实现硬件兼容，最大传输速率为 961200bps，默认波特率为 115200bps，其中 UART0 接口为 4 线串口，用作 AT 指令接口，与外界进行串行通信；UART1 接口为 2 线串口，用作打印 LOG 接口；UART2 用作与 GPS 通信。

表 4-2：串口引脚说明

引脚号	引脚名	类型	描述	参数	最小值(V)	典型值(V)	最大值(V)	备注
29	UART0_TXD	O	AT 主串口发送	VOH	1.35	-	-	-
				VOL	0	-	0.45	
30	UART0_RXD	I	AT 主串口接收	VIH	1.17	-	1.98	-
				VIL	-0.3	-	0.63	
31	UART0_RTS	O	UART0 发送请求	VOH	1.35	-	-	-
				VOL	0	-	0.45	
32	UART0_CTS	I	UART0 发送清除	VIH	1.17	-	1.98	-
				VIL	-0.3	-	0.63	
4	UART1_RXD	I	DB 串口接收	VIH	1.17	-	1.98	-
				VIL	-0.3	-	0.63	
5	UART1_TXD	O	DB 串口发射	VOH	1.35	-	-	-
				VOL	0	-	0.45	
14	UART2_RXD	I	UART2 接收	VIH	1.17	-	1.98	-
				VIL	-0.3	-	0.63	
15	UART2_TXD	O	UART2 发送	VOH	1.35	-	-	-
				VOL	0	-	0.45	

ML302 和 M8321 模組的串口電平為 1.8V。若客戶端電平為 3.3V，則需在模組和客戶端串口連接中增加電平轉換器。

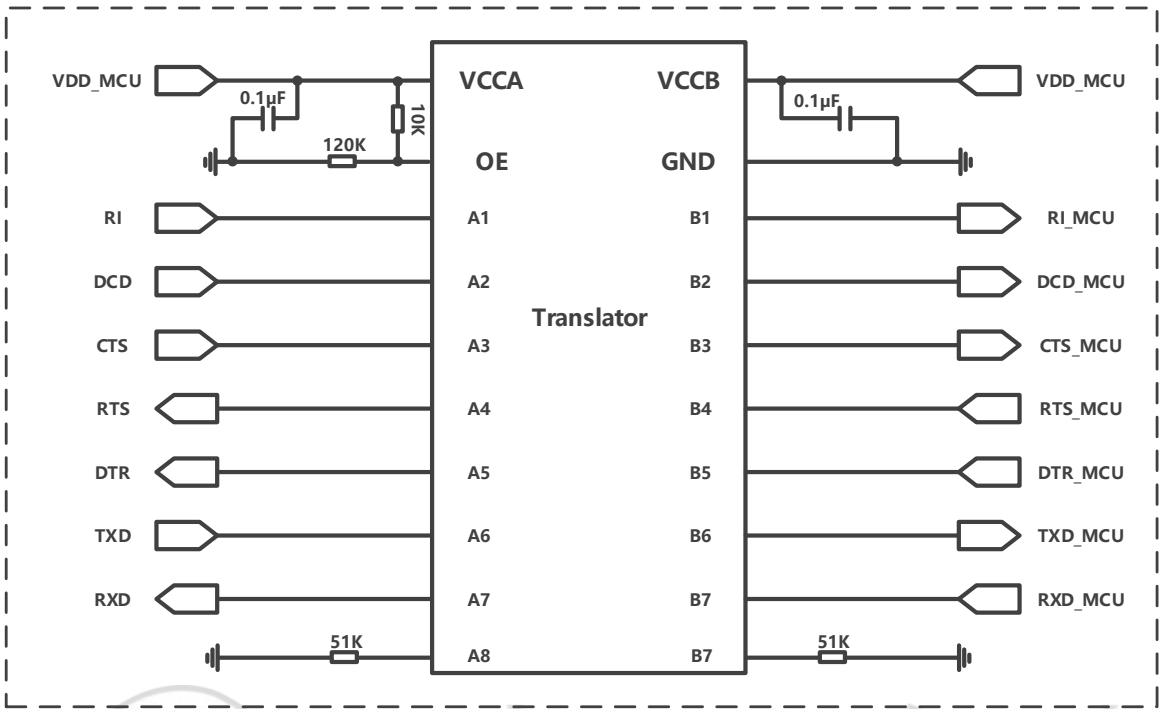


图 4-9：电平转换芯片参考电路

4.7 PCM 和 I2C 接口

ML302 和 M8321 提供一个 PCM 接口和一个 I2C 接口，接口对比信息如下。

表 4-3: PCM 接口对比

功能	ML302	M8321
	用于音频使用，需要外接 Codec 芯片	用于音频使用，需要外接 Codec 芯片
PCM	支持 16 位线性编码格式	支持 16 位线性编码格式
	支持从模式	支持主模式和从模式

下图为带 Codec 芯片的 PCM 和 I2C 接口的参考设计。

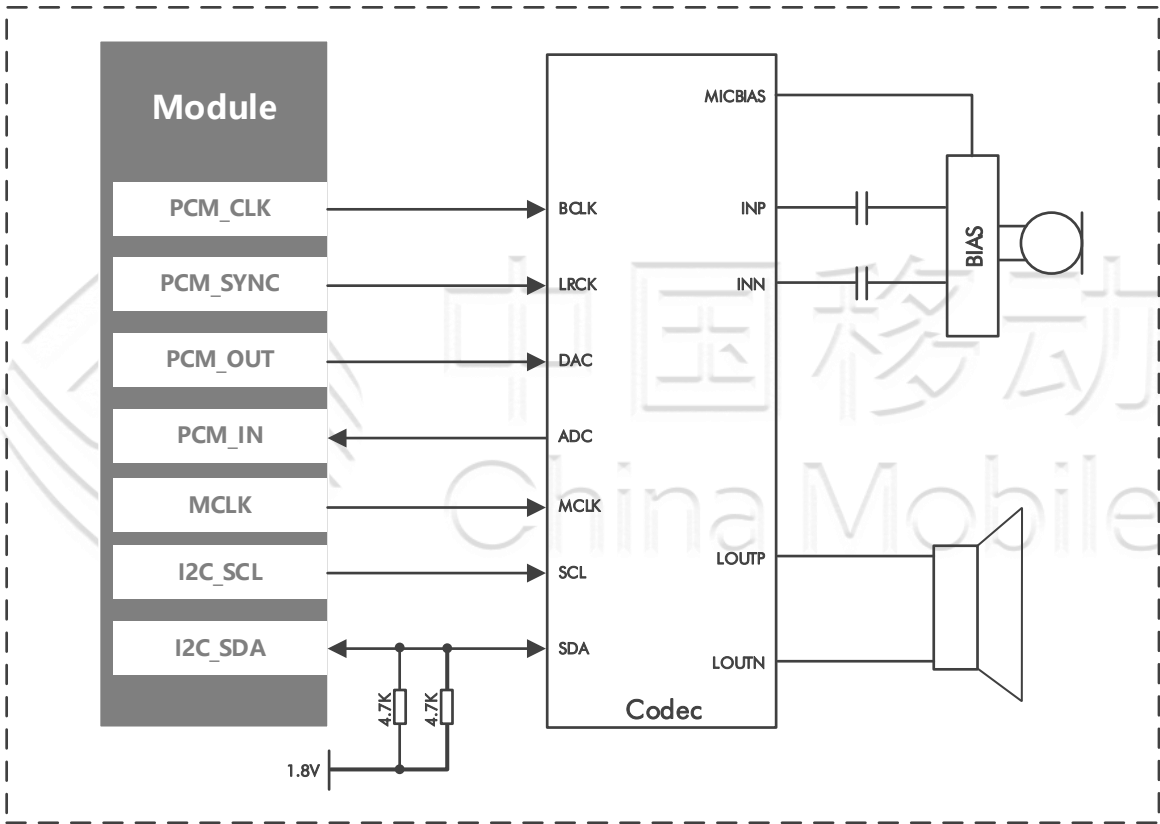


图 4-10: PCM 和 I2C 参考电路

UART 接口示意图如下所示。

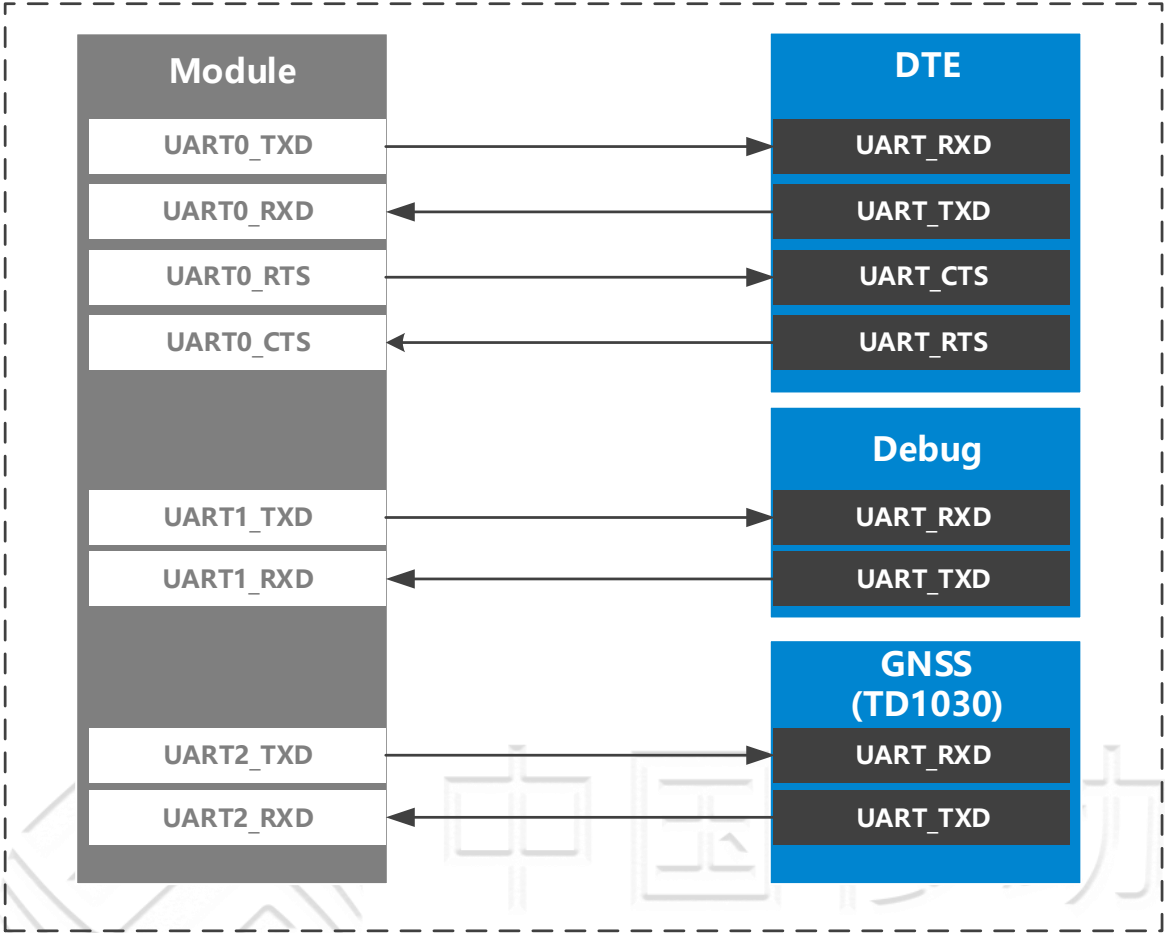


图 4-11：串口接口示意图

4.8 ADC 接口

ML302 和 M8321 提供两路 ADC 接口。

表 4-4: ADC 接口对比

功能	ML302	M8321
ADC 接口	提供两路数模转换接口	提供两路数模转换接口
	电压范围: 0V-1.8V	电压范围: 0V-5V
	分辨率: 12 bits	分辨率: 12 bits



中国移动
China Mobile

4.9 LCD 接口*

ML302 模组提供了一组专用 7 线 SPI-LCD 接口，可分别支持 2 线 3 线 4 线 SPI 串口屏。SPI 可以做主模式也可以做从模式，主模式下 SPI 最高速率 50MHZ，最高支持 QVGA 分辨率。

M8321 提供一组通用 SPI 接口，除接 LCD 之外，还可连接其他外设。

表 4-5: LCD 接口定义

引脚号	引脚名	类型	描述	参数	最小值(V)	典型值(V)	最大值(V)	备注
52	SPI_CS	O	SPI 片选信号	VOH	1.35	-	-	-
				VOL	0	-	0.45	
53	SPI_CLK	O	SPI 时钟信号	VOH	1.35	-	-	-
				VOL	0	-	0.45	
54	SPI_RX	I	SPI 数据输入信号	VIH	1.17	-	1.98	-
				VIL	-0.3	-	0.63	
55	SPI_TX	O	SPI 数据输出信号	VOH	1.35	-	-	-
				VOL	0	-	0.45	
66	LCD_RST	O	LCD 复位信号	VOH	1.35	-	-	-
				VOL	0	-	0.45	
67	LCD_SEL	O	LCD 控制信号	VOH	1.35	-	-	-
				VOL	0	-	0.45	
68	LCD_FSNC	O	LCD 控制信号	VOH	1.35	-	-	-
				VOL	0	-	0.45	

4.10 时钟输出接口

ML302 与 M8321 模组提供 1 个时钟输出接口，该接口默认输出 26MHz 时钟，作为外部 Codec 的 MCLK 时钟。

表 4-6: ML302 时钟输出接口定义

引脚号	引脚名	类型	描述	参数	最小值(V)	典型值(V)	最大值(V)	备注
72	MCLK	O	26M 时钟输出	VOH	0.7	-	1.1	-
				VOL	0	-	0.45	



中国移动
China Mobile

4.11 GPIO

ML302 与 M8321 模组均提供 5 个通用输入/输出接口，可实现兼容设计，供用户灵活使用，GPIO 的电平为 1.8V，驱动电流为 5mA。其中 GPIO3 软件默认用作 GPS 电源使能，GPIO4 默认用作 Codec 复位，当上述功能没用到时，GPIO3 和 GPIO4 可以被释放为普通的 GPIO 口使用。

表 4-7: ML302 与 M8321 GPIO 接口定义

引脚号	引脚名	类型	描述	参数	最小值(V)	典型值(V)	最大值(V)	备注
3	GPIO1	IO	通用输入/输出	VOH	1.35	-	-	-
				VOL	0	-	0.45	
				VIH	1.17	-	1.98	
				VIL	-0.3	-	0.63	
12	GPIO2	IO	通用输入/输出	VOH	1.35	-	-	-
				VOL	0	-	0.45	
				VIH	1.17	-	1.98	
				VIL	-0.3	-	0.63	
69	GPIO3/GPS_PWR_EN	IO	通用输入/输出	VOH	1.35	-	-	默认用作 GPS 电源使 能
				VOL	0	-	0.45	
				VIH	1.17	-	1.98	
				VIL	-0.3	-	0.63	
78	GPIO4/CODEC_RST	IO	通用输入/输出	VOH	1.35	-	-	默认用作 Codec 芯 片复位
				VOL	0	-	0.45	
				VIH	1.17	-	1.98	
				VIL	-0.3	-	0.63	
135	GPIO5	IO	通用输入/输出	VOH	1.35	-	-	-
				VOL	0	-	0.45	
				VIH	1.17	-	1.98	
				VIL	-0.3	-	0.63	

4.12 5*5 按键接口

ML302 与 M8321 模组均提供一个 5*5 的键盘矩阵，可实现硬件兼容，供用户灵活使用，电平为 1.8V。

表 4-8: 5*5 按键矩阵

引脚号	引脚名	类型	描述	参数	最小值(V)	典型值(V)	最大值(V)	备注
89	KBC4	I	按键列信号	VIH	1.17	-	1.98	-
				VIL	-0.3	-	0.63	
90	KBR4	O	按键行信号	VOH	1.35	-	-	-
				VOL	0	-	0.45	
50	KBC3	I	按键列信号	VIH	1.17	-	1.98	-
				VIL	-0.3	-	0.63	
51	KBR3	O	按键行信号	VOH	1.35	-	-	-
				VOL	0	-	0.45	
41	KBC1	I	按键列信号	VIH	1.17	-	1.98	-
				VIL	-0.3	-	0.63	
42	KBC2	I	按键列信号	VIH	1.17	-	1.98	-
				VIL	-0.3	-	0.63	
43	KBR2	O	按键行信号	VOH	1.35	-	-	-
				VOL	0	-	0.45	
44	KBR1	O	按键行信号	VOH	1.35	-	-	-
				VOL	0	-	0.45	
91	KBC5	I	按键列信号	VIH	1.17	-	1.98	-
				VIL	-0.3	-	0.63	
92	KBR5	O	按键行信号	VOH	1.35	-	-	-
				VOL	0	-	0.45	

4.13 网络指示灯接口

ML302 和 M8321 模组可通过 NET_STA 引脚连接外部 LED 指示网络状态，指示逻辑相同，可实现硬件兼容。

表 4-9：LED 指示灯状态

模式	LED 状态	描述
1	快闪 (周期 1s)	网络未注册
2	慢闪 (周期 2s)	网络已注册

网络状态接口示意图如下所示。

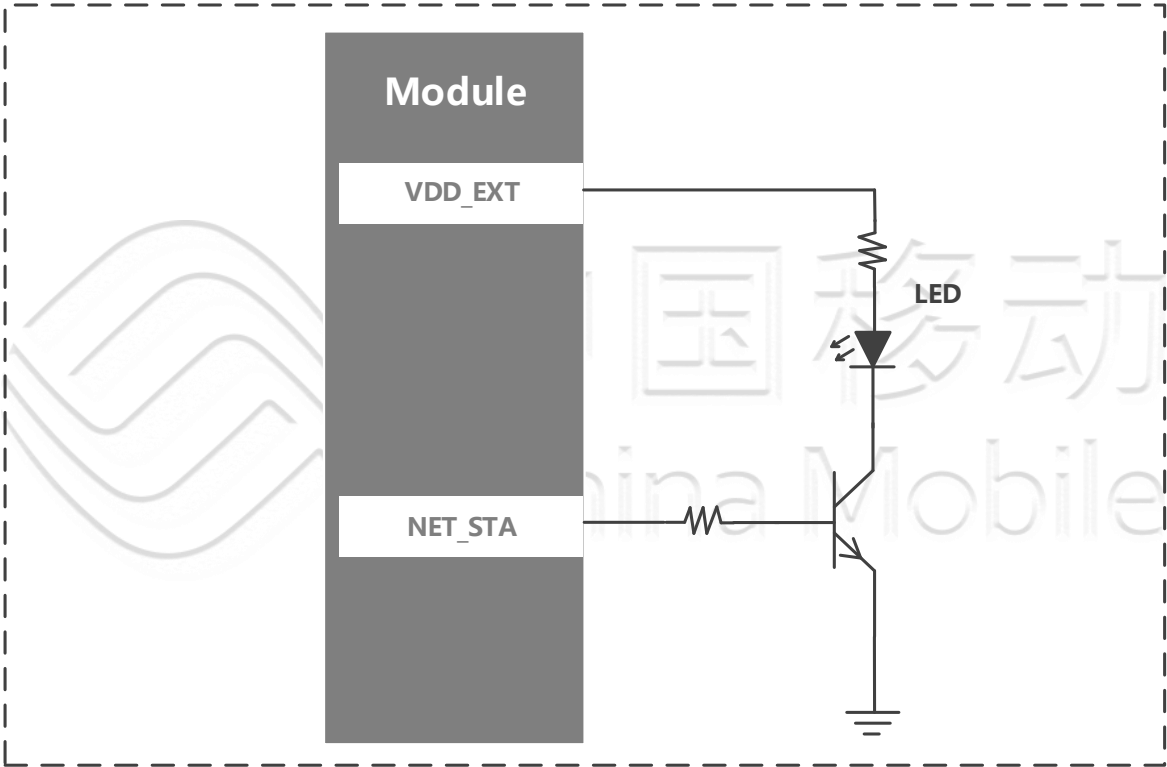


图 4-12：网络状态接口示意图

4.14 系统状态指示接口

ML302 与 M8321 模组均可通过 MOD_STA 引脚连接外部 LED 指示模组状态。模组工作，MOD_STA 引脚输出高电平，LED 亮；模组不工作，MOD_STA 引脚输出低电平，LED 灭。模组状态接口示意图如下所示。

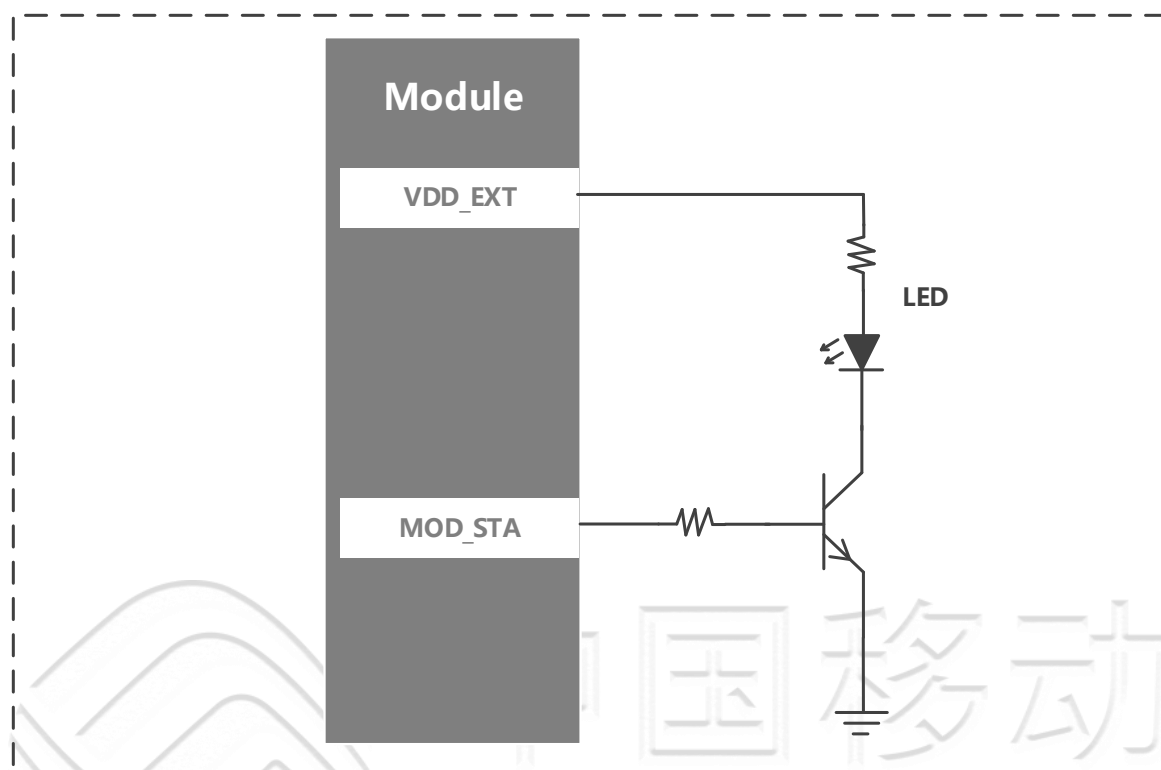


图 4-13：模组状态接口示意图

4.15 USB_BOOT 接口

ML302 支持 USB 强制下载功能。用户可以在模组开机前将 USB_BOOT 上拉至 1.8V，在开机时模组将进入紧急下载模式。在此模式下，模组可通过 USB 接口进行软件下载升级。

M8321 则需要将 USB_BOOT 拉低，实现下载升级。

USB_BOOT 接口参考设计如下。

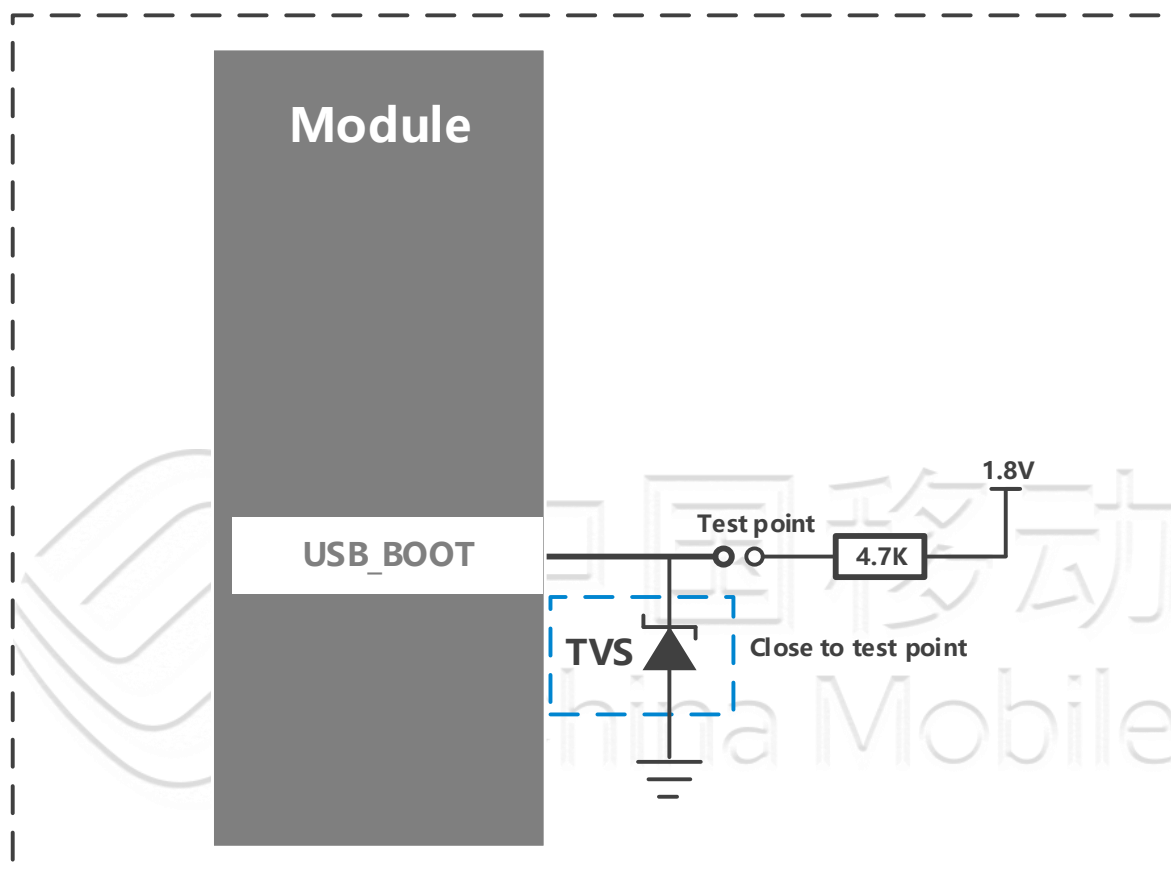


图 4-14: ML302 USB_BOOT 接口参考设计

4.16 天线接口

ML302 模组提供单路天线接口：主集天线接口（MAIN_ANT）。

M8321 模组提供主分集天线接口：主集天线接口（MAIN_ANT）+分集天线接口(MAIN_ANT)。

表 4-10：ML302 天线接口定义

引脚号	引脚名	类型	描述	参数	最小值(V)	典型值(V)	最大值(V)	备注
47	MAIN_ANT	-	射频主集天线	-	-	-	-	-

模组天线接口示意图如下所示。

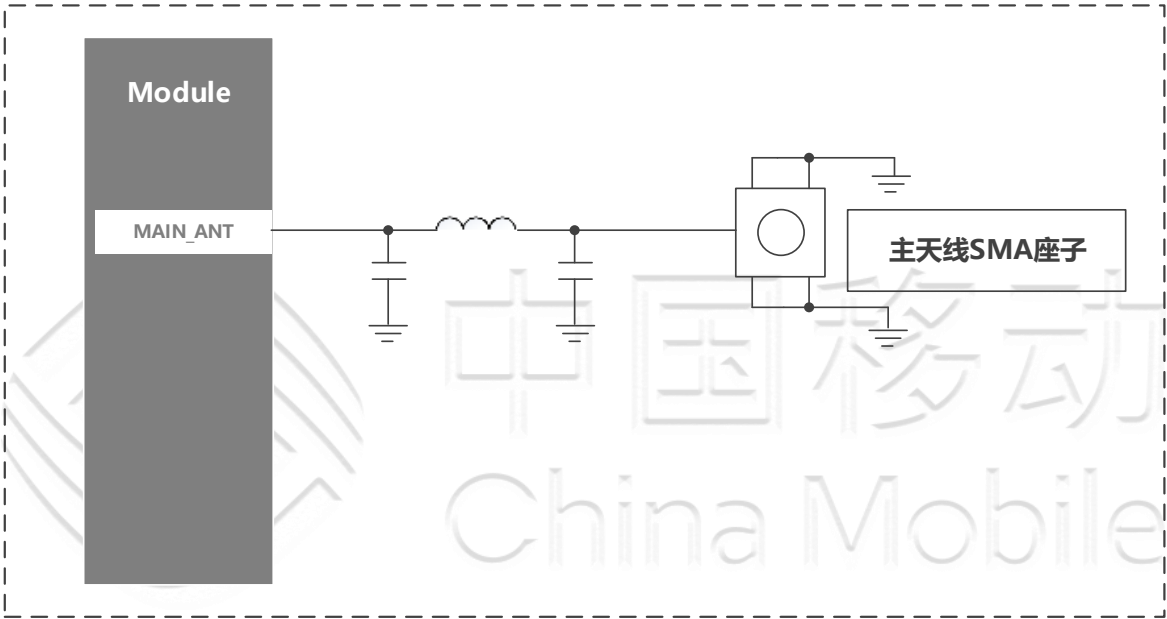


图 4-15：ML302 模组天线接口示意图

4.17 模拟音频接口*

M8321 不支持模拟音频，只能通过 PCM 外接 CODEC。

ML302 模组自身可提供模拟音频接口，支持喇叭、麦克风、耳机、听筒等通用接口。

表 4-11: ML302 模拟音频接口参数

接口类型	最大输出功率	阻抗	PSRR	SNR
耳机	25mW	32Ω	60dB	96dB
听筒	50mW	32Ω	60dB	-
喇叭	ClassD: 0.8W@4.2V	8Ω	60dB	-
	ClassAB: 0.6W@4.2V		60dB	-

表 4-12: ML302 模拟音频接口引脚说明

引脚号	引脚名	类型	描述	参数	最小值(V)	典型值(V)	最大值(V)	备注
101	HP_DET	I	耳机检测	VIH	1.17	-	1.98	-
				VIL	-0.3	-	0.63	
111	SPKP	AO	喇叭+	VOH	-	-	-	-
				VOL	-	-	-	
112	SPKN	AO	喇叭-	VOH	-	-	-	-
				VOL	-	-	-	
113	MICP	DI	MIC 输入+	VIH	-	-	-	-
				VIL	-	-	-	
114	MICN	DI	MIC 输入-	VIH	-	-	-	-
				VIL	-	-	-	
115	HPL	AO	耳机左声道	VOH	-	-	-	-
				VOL	-	-	-	
116	HPR	AO	耳机右声道	VOH	-	-	-	-
				VOL	-	-	-	
127	HMIC_P	DI	耳机 MIC 差分输入+	VIH	-	-	-	-
				VIL	-	-	-	
128	HMIC_N	DI	耳机 MIC 差分输入-	VIH	-	-	-	-
				VIL	-	-	-	
129	MIC_BIAS	PO	MIC 偏置电压	VOH	-	-	-	-
				VOL	-	-	-	
130	HMIC_BIAS	PO	耳机 MIC 偏置电压	VOH	-	-	-	-
				VOL	-	-	-	
131	AMP_VCOM	PG	耳机 GND	-	-	-	-	-
132	EARP	AO	听筒+	VOH	-	-	-	-
				VOL	-	-	-	
133	EARN	AO	听筒-	VIH	-	-	-	-

5 物理尺寸

本章主要描述 ML302 及 M8321 模组的推荐封装，两者可以互相兼容。所有的尺寸单位为毫米。

5.1 外形尺寸

ML302 模組外形尺寸如下圖所示。

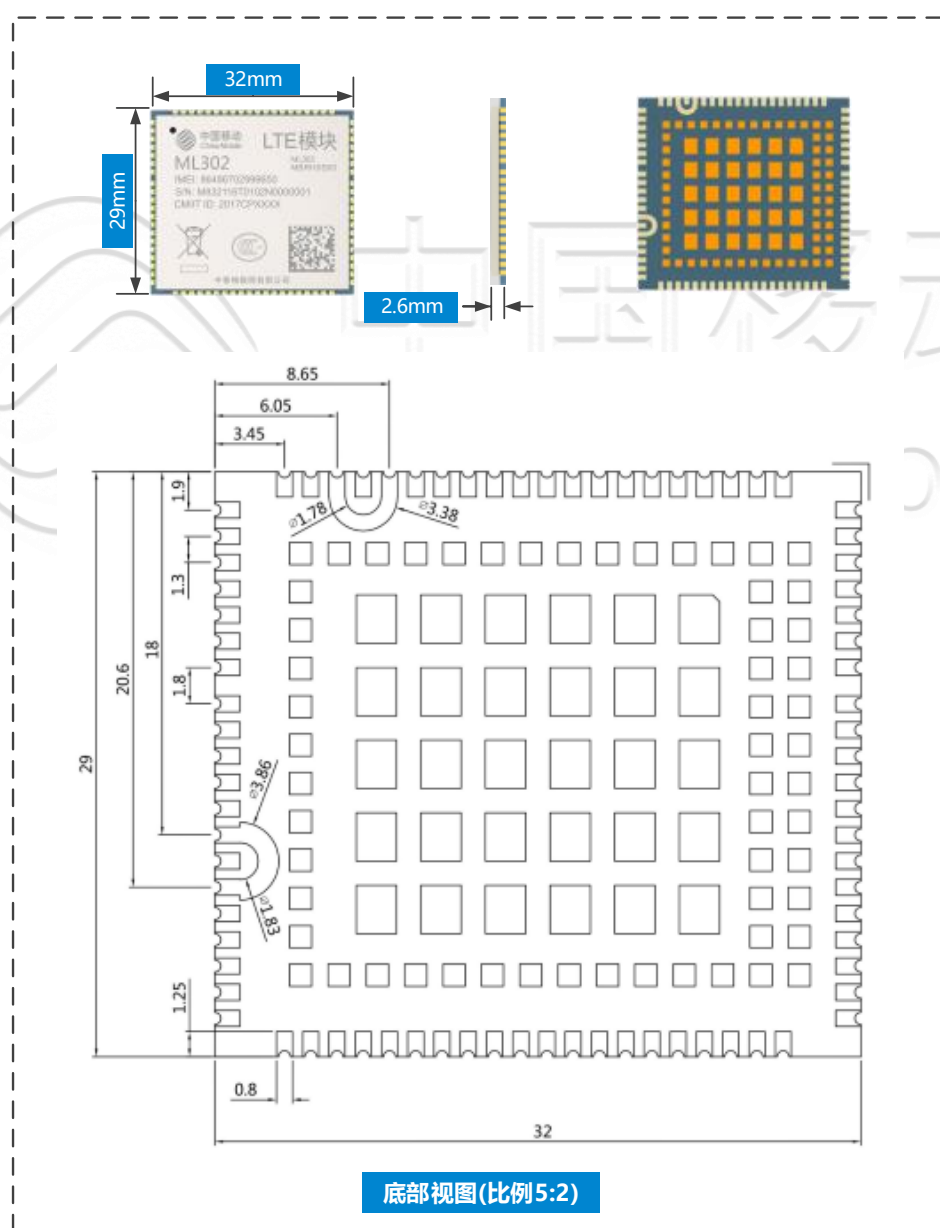


图 5-1: ML302 外形尺寸图

5.2 PCB 焊盘兼容设计

为达到高可靠性的焊接，推荐 ML302 和 M8321 的 PCB 兼容焊盘尺寸参考下图来设计。

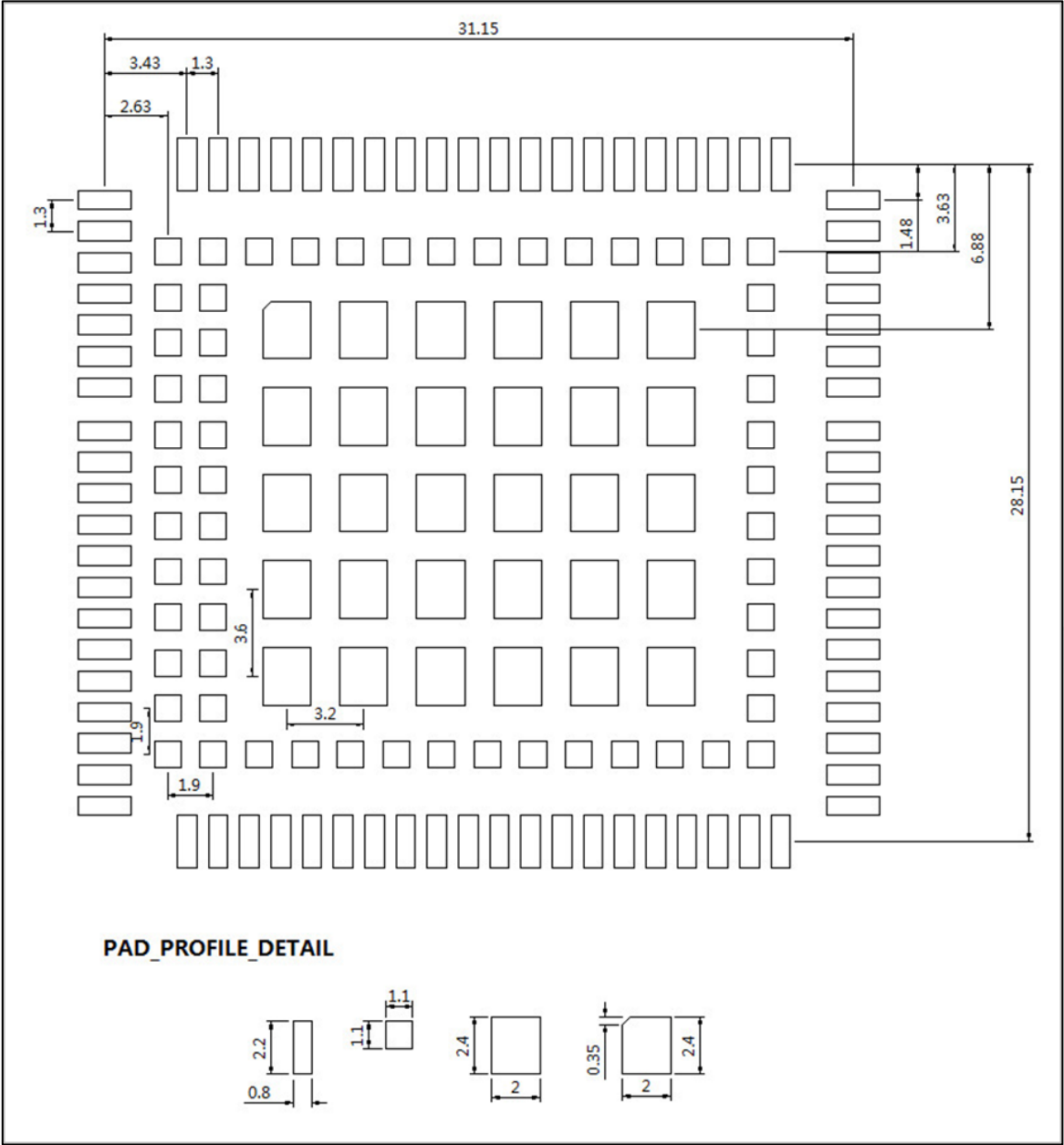


图 5-2: PCB 焊盘兼容尺寸 (单位: mm)

阻焊开窗应该大于焊盘尺寸，可提高焊接的可靠性。阻焊开窗应比焊盘尺寸大 100um~150um，即单边比焊盘尺寸大 50um~75um，可根据 PCB 厂家的制程能力来决定。

PCB 厚度推荐 1.0mm 以上，以减小高温焊接或者机械应力导致的形变。模组四周 0.6mm 以内避免布局其他器件，推荐在间距在 1.0mm 以上。模组距 PCB 板边最小距离为 0.5mm。

6 附录

6.1 参考文档

表 6-1: 参考文档

序号	文档名称	备注
1	M8321 AT 命令用户使用手册	AT 命令使用手册
2	M8321_开发板使用手册_V001	开发板使用手册
3	4G_EVB 手册	开发板使用手册
4	ML302_AT_Commands_Reference_Guide	AT 命令使用手册

6.2 术语缩写

表 6-2: 缩写

缩写	描述
ARP	Antenna Reference Point
BER	Bit Error Rate
BTS	Base Transceiver Station
CHAP	Challenge Handshake Authentication Protocol
CS	Coding Scheme
CSD	Circuit Switched Data
CTS	Clear To Send
DRX	Discontinuous Reception
DCE	Data Communications Equipment (typically module)
DTE	Data Terminal Equipment (typically computer, external controller)
DTR	Data Terminal Ready
DTX	Discontinuous Transmission
PSM	Power Save Mode
EMC	Electromagnetic Compatibility
ESD	Electrostatic Discharge
GMSK	Gaussian Minimum Shift Keying
eDRX	Enhanced Discontinuous Reception
I/O	Input/Output
IMEI	International Mobile Equipment Identity
I _{max}	Maximum Load Current

缩写	描述
Inorm	Normal Current
kbps	Kilo Bits Per Second
LED	Light Emitting Diode
MO	Mobile Originated
MS	Mobile Station (GSM engine)
MT	Mobile Terminated
PAP	Password Authentication Protocol
PBCCH	Packet Switched Broadcast Control Channel
PCB	Printed Circuit Board
PDU	Protocol Data Unit
PPP	Point-to-Point Protocol
RF	Radio Frequency
RMS	Root Mean Square (value)
RTC	Real Time Clock
RX	Receive Direction
SIM	Subscriber Identification Module
SMS	Short Message Service
TDMA	Time Division Multiple Access
TE	Terminal Equipment
TX	Transmitting Direction
UART	Universal Asynchronous Receiver & Transmitter
URC	Unsolicited Result Code
USSD	Unstructured Supplementary Service Data
VSWR	Voltage Standing Wave Ratio
Vmax	Maximum Voltage Value
Vnorm	Normal Voltage Value
Vmin	Minimum Voltage Value
VIHmax	Maximum Input High Level Voltage Value
VIHmin	Minimum Input High Level Voltage Value
VILmax	Maximum Input Low Level Voltage Value
VILmin	Minimum Input Low Level Voltage Value
VImax	Absolute Maximum Input Voltage Value
VImin	Absolute Minimum Input Voltage Value
VOHmax	Maximum Output High Level Voltage Value
VOHmin	Minimum Output High Level Voltage Value
VOLmax	Maximum Output Low Level Voltage Value
VOLmin	Minimum Output Low Level Voltage Value