



中国移动
China Mobile

M8321-D 硬件设计指南

4G LTE 系列

版本：V002

日期：2018-02-09

中移物联网有限公司
iot.10086.cn



关于文档

修订记录

版本	日期	作者	描述
V001	2018-01-16	梁小华	新建
V002	2018-02-09	梁小华	



中国移动
China Mobile

目录

关于文档	2
目录	3
表格索引	6
图片索引	8
1 简介	9
1.1 安全须知	9
2 总体介绍	10
2.1 功能概述	10
2.2 系统框图	13
3 应用接口	14
3.1 LGA+LCC 接口定义	14
3.2 电源接口	24
3.2.1 电源概述	24
3.2.2 VBAT_BB/VBAT_RF	25
3.2.3 其他电源接口	26
3.3 USB 接口	26
3.4 UART 接口	27
3.5 SIM 接口	29
3.6 PCM 接口	30
3.7 ADC 接口	31
3.8 时钟输出接口	32
3.9 GPIO 接口	32

3.104*4 按键接口	- 33 -
3.11 系统控制接口	- 34 -
3.11.1 开关机接口	- 34 -
3.11.2 复位接口	- 35 -
3.11.3 休眠/唤醒接口	- 36 -
3.11.4 唤醒输出接口	- 36 -
3.11.5 网络状态指示接口	- 37 -
3.12 天线接口	- 38 -
3.13 NC 接口	- 39 -
3.14 RESERVED 接口	- 40 -
3.15 测试点设计	- 40 -
4 射频特性	- 42 -
4.1 工作频段	- 42 -
4.2 传导测试数据	- 42 -
4.2.1 测试环境	- 42 -
4.2.2 传导接收灵敏度	- 42 -
4.2.3 传导发射功率	- 43 -
4.3 天线设计要求	- 43 -
4.3.1 天线指标	- 43 -
4.3.2 天线设计要求	- 44 -
5 电气可靠性	- 45 -
5.1 极限工作条件	- 45 -
5.2 工作和存储环境	- 45 -
5.3 电源特性	- 46 -
5.3.1 输入电压	- 46 -
5.3.2 功耗	- 46 -
5.4 EMC 和 ESD 特性	- 48 -

6 机械特性	- 49 -
6.1 外形尺寸	- 49 -
6.2 PCB 焊盘设计	- 50 -
7 存储和生产	- 51 -
7.1 存储	- 51 -
7.2 生产焊接	- 51 -
7.3 包装	- 53 -
8 认证	- 55 -
附录 A 参考文档及术语缩写	- 56 -



中国移动
China Mobile

表格索引

表 1 产品特性.....	- 10 -
表 2 LGA+LCC 接口管脚定义.....	- 15 -
表 3 M8321-D 电源管脚.....	- 24 -
表 4 USB 接口定义.....	- 26 -
表 5 UART 接口定义.....	- 28 -
表 6 SIM 接口定义.....	- 29 -
表 7 PCM 接口定义.....	- 31 -
表 8 ADC 接口定义.....	- 32 -
表 10 时钟输出接口定义.....	- 32 -
表 11 GPIO 接口定义.....	- 32 -
表 12 系统控制接口定义.....	- 34 -
表 13 开关机接口功能定义.....	- 34 -
表 14 LED 指示灯状态.....	- 37 -
表 15 天线接口定义.....	- 38 -
表 16 NC 接口.....	- 39 -
表 17 RESERVED 接口.....	- 40 -
表 18 射频频段.....	- 42 -
表 19 传导接收灵敏度.....	- 43 -
表 20 传导发射功率.....	- 43 -
表 21 天线设计要求.....	- 44 -
表 22 极限工作条件.....	- 45 -
表 23 工作及存储温度.....	- 45 -
表 24 输入电压要求.....	- 46 -
表 25 关机功耗.....	- 46 -
表 26 休眠功耗.....	- 46 -
表 27 待机功耗.....	- 47 -
表 28 工作功耗（GPRS/EDGE）.....	- 47 -
表 29 工作功耗（TDD LTE）.....	- 47 -
表 30 参考文档.....	- 56 -

表 31 缩写..... - 56 -



图片索引

图 1 系统框图.....	- 13 -
图 2 外观图.....	- 14 -
图 3 管脚分配图.....	- 15 -
图 4 电源推荐设计.....	- 25 -
图 5 循环状态下 VBAT 时序	- 26 -
图 6 USB 参考电路.....	- 27 -
图 7 UART 接口连接设计.....	- 28 -
图 8 USIM 接口连接设计.....	- 30 -
图 9 PCM 接口连接设计（模块作 master）	- 31 -
图 10 开关机接口连接设计.....	- 35 -
图 11 复位接口连接设计.....	- 35 -
图 12 休眠/唤醒接口连接设计.....	- 36 -
图 13 唤醒输出接口连接设计.....	- 37 -
图 14 网络状态接口连接设计.....	- 37 -
图 15 模块天线接口连接设计.....	- 38 -
图 16 模块天线 PC 布局参考设计.....	- 39 -
图 17 M8321-D 外形尺寸	- 49 -
图 18 PCB 焊盘尺寸	- 50 -
图 19 印膏图.....	- 51 -
图 20 炉温曲线.....	- 52 -
图 21 托盘包装示意图.....	- 54 -

1 简介

本文档详细介绍了 M8321-D 模组硬件技术参数，接口电气特性，机械特性，射频性能指标，能够帮助硬件工程师理解 M8321-D 模组，指导工程师进行产品设计。

1.1 安全须知

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。



道路行驶安全第一！当你开车时，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话费或 SIM 无效。当你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，收音机电脑或者其他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。当你靠近加油站，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 总体介绍

M8321-D 模组是一款基于 LCC+LGA 接口的 LTE 双模无线上网模块,可以广泛应用于手持设备、车载设备、监控设备等产品上。M8321-D 支持多种频段,可提供移动环境下高速数据接入服务:

TD-LTE: Band38/39/40/41

GSM: GSM900/DCS1800

M8321-D 采用高度集成的设计方案,将射频、基带集成在一块 PCB 上,完成无线射频信号的接收、发射、基带信号处理功能,对外采用 LGA+LCC 接口,模块尺寸为 32.0mm*29.0mm*2.65mm。

M8321-D 支持 AT 命令扩展,可以实现用户个性化定制方案。

M8321-D 提供如下功能接口:

- 电源接口
- USB 接口
- UART 接口
- SIM 接口
- PCM 接口
- ADC 接口
- 时钟输出接口
- GPIO 接口
- 4*4 按键接口
- 系统控制接口 (控制复位休眠等接口)
- 1.8V 电压输出
- 天线接口
- LED 状态指示接口

2.1 功能概述

表 1 产品特性

类型	描述
----	----

封装	LCC+LGA
物理特性	·尺寸（长*宽*高）：32 mm *29 mm *2.65 mm ·重量：约 5g
工作频段	·TDD LTE: Band38, Band39, Band40, Band41 ·GSM/GPRS/EDGE: 1800 MHz/900 MHz
数据业务	LTE TDD: UL 10 Mbit/s; DL 112 Mbit/s
	EDGE: UL 236.8 Kbit/s; DL 236.8 Kbit/s
	GPRS: UL 85.6 Kbit/s; DL 85.6 Kbit/s
最大发射功率	Class 4 (2W) for GSM900 Class 1 (1W) for DCS1800 Class 3 (0.25W) for TDD-LTE
ESD	TBD
功耗	见 5.3.2 节
工作温度	工作温度：-30℃ ~ 75℃ 扩展工作温度 ^[1] ：-40℃ ~ 85℃
存储温度	-40℃ ~ 85℃
湿度	RH5% ~ RH95%
工作电压范围	DC 3.3V ~ 4.2V （典型值 3.8V）
AT 指令	参考 AT 说明文档
应用接口	电源接口： ·VBAT_BB/VBAT_RF ·VDD_EXT
	USB 2.0 (High Speed) 接口
	UART 接口： ·2 线 UART0 ·2 线 UART1（仅用于调试）
	标准 USIM 接口（Class b 和 Class C）
	PCM 数字语音接口
	ADC 接口 × 2
	时钟输出接口：

	·MCLK: 26MHz (1.8V 电压域)
	GPIO 接口 × 7 (1.8V 电压域)
	4*4 按键接口
	系统控制接口:
	·PWR_KEY (低电平开机)
	·RESET_IN
	·WAKEUP_IN/WAKEUP_OUT
	LED 状态指示接口 × 1
天线接口	MAIN ANT AUX ANT
短信业务	·新短信提醒 ·短信管理: 读短信, 写短信, 发送短信, 删除短信和短信列表 ·支持 MO 和 MT: 点对点
网络协议	·PPP/RNDIS/ECM ·TCP/IP ·Http
驱动	·Android ·Linux ·Windows XP/7/8/10
AT	·3GPP TS 27.007 and 27.005 ·CM10T extended AT command
FOTA	Support
ONENET	Support
认证	CCC、SRRC、CTA

备注

^[1] 当模块工作在-40℃到-30℃或者 75℃到 85℃之间时, 不是所有 RF 性能指标都能满足 3GPP 标准。

2.2 系统框图

M8321-D 模块基于中兴 ZX297520V3 平台开发，模块系统框图如图 1 所示，主要包含如下功能模块：

- 射频部分
 - 天线开关
 - GSM/TDD-LTE/收发机+功放
 - TCXO
 - 天线
- 基带
 - 数字基带/模拟基带
 - Flash (NAND)
- PMU
 - 电源管理部分
- LGA 接口

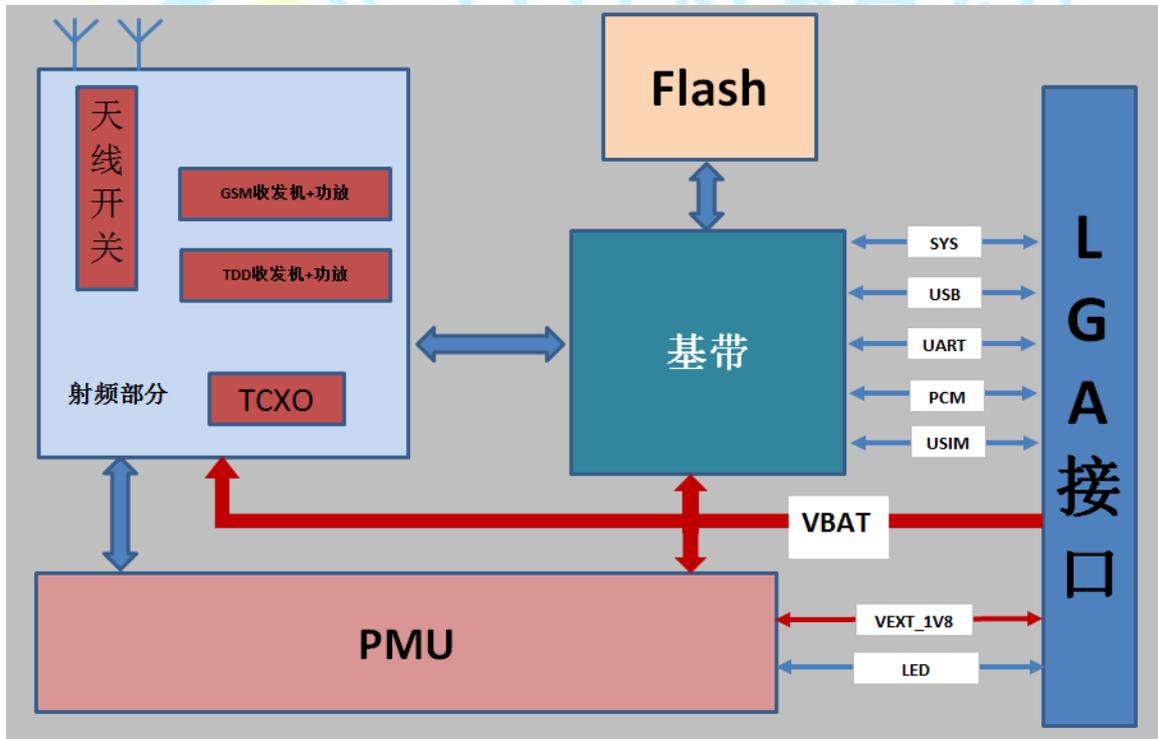


图 1 系统框图

3 应用接口

本章主要描述 M8321-D 的应用接口，主要包括：

- 电源接口
- USB 接口
- UART 接口
- SIM 接口
- PCM 接口
- ADC 接口
- 时钟输出接口
- GPIO 接口
- 4*4 按键接口
- 系统控制接口（控制复位休眠等接口）
- 1.8V 电压输出
- 天线接口
- LED 状态指示接口

3.1 LGA+LCC 接口定义

M8321-D 模块对外接口形态为 LGA+LCC 的接口方式。图 2 显示了 M8321-D 模块的外观图。图 3 显示了 M8321-D 模块上信号接口的排布顺序。

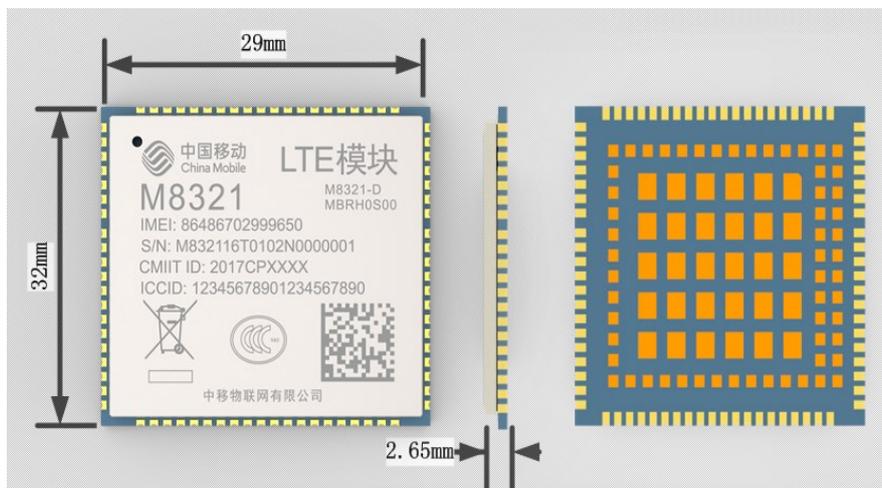


图 2 外观图



图 3 管脚分配图

表 2 LGA+LCC 接口管脚定义

管脚号	管脚名	类型	描述	参数	最小值 (V)	典型值 (V)	最大值 (V)	备注
1	GND	-	地	-	-	-	-	-
2	NET_STA	O	网络状态指示	VOH	1.35	-	-	-
				VOL	0	-	0.45	
3	GPIO1	I/O	通用输入/输出	VOH	1.35	-	-	-
				VOL	0	-	0.45	
				VIH	1.17	-	1.98	
				VIL	-0.3	-	0.63	
4	UART1_RXD	I	UART1 接收	VIH	1.17	-	1.98	
				VIL	-0.3	-	0.63	
5	UART1_TXD	O	UART1 发送	VOH	1.35	-	-	
				VOL	0	-	0.45	

6	GND	-	地	-	-	-	-	-
7	I2C1_SDA	I/O	I2C1 数据接口	VOH	1.35	-	-	-
				VOL	0	-	0.45	
				VIH	1.17	-	1.98	
				VIL	-0.3	-	0.63	
8	I2C1_SCL	O	I2C1 时钟接口	VOH	1.35	-	-	-
				VOL	0	-	0.45	
9	WAKEUP_IN	I	模组休眠唤醒： H：唤醒模组 L：休眠模组	VIH	1.17	-	1.98	-
				VIL	-0.3	-	0.63	
10	GND	-	地	-	-	-	-	-
11	RESERVED	-	预留，保持悬空	-	-	-	-	-
12	GPIO2	I/O	通用输入/输出	VOH	1.35	-	-	-
				VOL	0	-	0.45	
				VIH	1.17	-	1.98	
				VIL	-0.3	-	0.63	
13	RESERVED	-	预留，保持悬空	-	-	-	-	-
14	NC	-	-	-	-	-	-	-
15	NC	-	-	-	-	-	-	-
16	RESET_IN	I	模组复位	VIH	1.17	-	1.98	低有效
				VIL	-0.3	-	0.63	
17	PWR_KEY	I	模组开机	VIH	2.85	3.8	4.2	低有效
				VIL	-	-	0.5	
18	VBAT_BB	PI	基带电源输入	-	3.3	3.8	4.2	-
19	VBAT_BB	PI	基带电源输入	-	3.3	3.8	4.2	-
20	GND	-	地	-	-	-	-	-
21	PCM_DIN	I	PCM 数据输入	VIH	1.17	-	1.98	-
				VIL	-0.3	-	0.63	
22	PCM_DOUT	O	PCM 数据输出	VOH	1.35	-	-	-
				VOL	0	-	0.45	

23	PCM_SYNC	O	PCM 同步输出	VOH	1.35	-	-	-
				VOL	0	-	0.45	
24	PCM_CLK	O	PCM 时钟输出	VOH	1.35	-	-	-
				VOL	0	-	0.45	
25	RESERVED	-	预留, 保持悬空	-	-	-	-	-
26	ADC2	AI	模拟信号转数字信号	-	0	-	5	-
27	ADC1	AI	模拟信号转数字信号	-	0	-	5	-
28	GND	-	地	-	-	-	-	-
29	UART0_TXD	O	UART0 数据发送	VOH	1.35	-	-	-
				VOL	0	-	0.45	
30	UART0_RXD	I	UART0 数据接收	VIH	1.17	-	1.98	-
				VIL	-0.3	-	0.63	
31	NC	-	-	-	-	-	-	-
32	NC	-	-	-	-	-	-	-
33	USIM1_DATA	IO	USIM 卡数据	VOH	2.25/1.4	-	-	USIM_ VDD= 1.8/3.0V
				VOL	-	-	0.38/0.45	
				VIH	1.88/1.3	-	3.15/3.15	
				VIL	-0.3/-0.3	-	0.71/0.58	
34	USIM1_RST	O	USIM 卡复位	VOH	2.25/1.4	-	-	
				VOL	-	-	0.38/0.45	
35	USIM1_CLK	O	USIM 卡时钟	VOH	2.25/1.4	-	-	
				VOL	-	-	0.38/0.45	
36	USIM1_VDD	PO	USIM 卡电源	-	1.4	1.8	-	USIM_ VDD= 1.8V
				-	2.25	3.0	-	USIM_ VDD= 3.0V
37	GND	-	地	-	-	-	-	-

38	VBAT_RF	PI	射频电源输入	-	3.3	3.8	4.2	-
39	VBAT_RF	PI	射频电源输入	-	3.3	3.8	4.2	-
40	GND	-	地	-	-	-	-	-
41	GPIO/KBC1	IO	按键列信号	VOH	1.35	-	-	-
				VOL	0	-	0.45	
				VIH	1.17	-	1.98	
				VIL	-0.3	-	0.63	
42	GPIO/KBC2	IO	按键列信号	VOH	1.35	-	-	-
				VOL	0	-	0.45	
				VIH	1.17	-	1.98	
				VIL	-0.3	-	0.63	
43	GPIO/KBR2	IO	按键行信号	VOH	1.35	-	-	-
				VOL	0	-	0.45	
				VIH	1.17	-	1.98	
				VIL	-0.3	-	0.63	
44	GPIO/KBR1	IO	按键行信号	VOH	1.35	-	-	-
				VOL	0	-	0.45	
				VIH	1.17	-	1.98	
				VIL	-0.3	-	0.63	
45	GND	-	地	-	-	-	-	-
46	GND	-	地	-	-	-	-	-
47	MAIN_ANT	-	射频主集天线	-	-	-	-	-
48	GND	-	地	-	-	-	-	-
49	GND	-	地	-	-	-	-	-
50	GPIO/KBC3	IO	按键列信号	VOH	1.35	-	-	-
				VOL	0	-	0.45	
				VIH	1.17	-	1.98	
				VIL	-0.3	-	0.63	
51	GPIO/KBR3	IO	按键行信号	VOH	1.35	-	-	-
				VOL	0	-	0.45	
				VIH	1.17	-	1.98	

				VIL	-0.3	-	0.63	
52	RESERVED	-	预留, 保持悬空	-	-	-	-	-
53	RESERVED	-	预留, 保持悬空	-	-	-	-	-
54	RESERVED	-	预留, 保持悬空	-	-	-	-	-
55	RESERVED	-	预留, 保持悬空	-	-	-	-	-
56	GND	-	地	-	-	-	-	-
57	GND	-	地	-	-	-	-	-
58	DIV_ANT	-	射频分集天线	-	-	-	-	-
59	GND	-	地	-	-	-	-	-
60	GND	-	地	-	-	-	-	-
61	GND	-	地	-	-	-	-	-
62	VDD_EXT	PO	1.8V 电源输出	-	1.62	1.8	1.98	-
63	GND	-	地	-	-	-	-	-
64	NC	-	-	-	-	-	-	-
65	NC	-	-	-	-	-	-	-
66	NC	-	-	-	-	-	-	-
67	NC	-	-	-	-	-	-	-
68	NC	-	-	-	-	-	-	-
69	GPIO3	IO	通用输入/输出	VOH	1.35	-	-	默认做 GPS 电 源使能
				VOL	0	-	0.45	
				VIH	1.17	-	1.98	
				VIL	-0.3	-	0.63	
70	NC	-	-	-	-	-	-	-
71	RESERVED	-	预留, 保持悬空	-	-	-	-	-

72	MCLK	O	时钟输出接口	VOH	1.35	-	-	Codec 主 时钟
				VOL	0	-	0.45	
73	GND	-	地	-	-	-	-	-
74	USB_DN	IO	USB 数据-	-	-	-	-	定义参 考 USB 2.0 规范
75	USB_DP	IO	USB 数据+	-	-	-	-	
76	GND	-	地	-	-	-	-	-
77	WAKEUP_OUT	O	唤醒输出	VOH	1.35	-	-	唤醒状 态输出
				VOL	0	-	0.45	
78	GPIO4	IO	通用输入/输出	VOH	1.35	-	-	默认用 作 Codec 复位
				VOL	0	-	0.45	
				VIH	1.17	-	1.98	
				VIL	-0.3	-	0.63	
79	NC	-	悬空	-	-	-	-	-
80	GND	-	地	-	-	-	-	-
81	NC	-	-	-	-	-	-	-
82	NC	-	-	-	-	-	-	-
83	NC	-	-	-	-	-	-	-
84	NC	-	-	-	-	-	-	-
85	NC	-	-	-	-	-	-	-
86	NC	-	-	-	-	-	-	-
87	NC	-	-	-	-	-	-	-
88	GND	-	地	-	-	-	-	-
89	GPIO/KBC4	IO	按键列信号	VOH	1.35	-	-	-
				VOL	0	-	0.45	
				VIH	1.17	-	1.98	
				VIL	-0.3	-	0.63	

90	GPIO/KBR4	IO	按键列信号	VOH	1.35	-	-	-
				VOL	0	-	0.45	
				VIH	1.17	-	1.98	
				VIL	-0.3	-	0.63	
91	GPIO6	IO	通用输入/输出	VOH	1.35	-	-	-
				VOL	0	-	0.45	
				VIH	1.17	-	1.98	
				VIL	-0.3	-	0.63	
92	GPIO7	IO	通用输入/输出	VOH	1.35	-	-	-
				VOL	0	-	0.45	
				VIH	1.17	-	1.98	
				VIL	-0.3	-	0.63	
93	RESERVED	-	预留，保持悬空	-	-	-	-	-
94	GND	-	地	-	-	-	-	-
95	NC	-	悬空	-	-	-	-	-
96	NC	-	悬空	-	-	-	-	-
97	NC	-	悬空	-	-	-	-	-
98	NC	-	悬空	-	-	-	-	-
99	NC	-	悬空	-	-	-	-	-
100	NC	-	悬空	-	-	-	-	-
101	NC	-	悬空	-	-	-	-	-
102	NC	-	悬空	-	-	-	-	-
103	NC	-	悬空	-	-	-	-	-
104	NC	-	悬空	-	-	-	-	-
105	NC	-	悬空	-	-	-	-	-
106	NC	-	悬空	-	-	-	-	-

107	NC	-	悬空	-	-	-	-	-
108	NC	-	悬空	-	-	-	-	-
109	NC	-	悬空	-	-	-	-	-
110	RESERVED	-	预留, 保持悬空	-	-	-	-	-
111	NC	-	悬空	-	-	-	-	-
112	NC	-	悬空	-	-	-	-	-
113	NC	-	悬空	-	-	-	-	-
114	NC	-	悬空	-	-	-	-	-
115	NC	-	悬空	-	-	-	-	-
116	NC	-	悬空	-	-	-	-	-
117	GND	-	地	-	-	-	-	-
118	GND	-	地	-	-	-	-	-
119	GND	-	地	-	-	-	-	-
120	GND	-	地	-	-	-	-	-
121	GND	-	地	-	-	-	-	-
122	GND	-	地	-	-	-	-	-
123	GND	-	地	-	-	-	-	-
124	GND	-	地	-	-	-	-	-
125	GND	-	地	-	-	-	-	-
126	GND	-	地	-	-	-	-	-
127	NC	-	悬空	-	-	-	-	-
128	NC	-	悬空	-	-	-	-	-

129	NC	-	悬空	-	-	-	-	-
130	NC	-	悬空	-	-	-	-	-
131	NC	-	悬空	-	-	-	-	-
132	NC	-	悬空	-	-	-	-	-
133	NC	-	悬空	-	-	-	-	-
134	NC	-	悬空	-	-	-	-	-
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	
136	NC	-	悬空	-	-	-	-	-
137	NC	-	悬空	-	-	-	-	-
138	GND	-	地	-	-	-	-	-
139-168	GND	-	热焊盘	-	-	-	-	-

备注

- P 表示电源管脚；PI 表示电源输入管脚；PO 标识电源输出管脚；I 表示数字信号输入管脚；O 表示数字信号输出管脚；AI 表示模拟信号输入管脚。
- 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 表示模块内部悬空，建议客户做悬空处理。
- RESERVED 表示功能暂未定义。
- 所有的输入输出方向定义的前提是模块作为主设备。

3.2 电源接口

3.2.1 电源概述

M8321-D 模块电源接口主要包括以下部分：

- 系统电源 VBAT_BB/VBAT_RF
- 1.8V 电源输出 VDD_EXT
- USIM 卡电源输出 USIM1_VDD

表 3 M8321-D 电源管脚

管脚号	管脚名	类型	描述	参数	最小值	典型值	最大值	备注
18,19	VBAT_BB	PI	基带电源输入	-	3.3	3.8	4.2	-
38, 39	VBAT_RF	PI	射频电源输入	-	3.3	3.8	4.2	-
62	VDD_EXT	PO	1.8V 电源输出	-	1.62	1.8	1.98	-
36	USIM1_VDD	PO	USIM 卡电源	-	1.71	1.8	1.89	USIM_VDD=1.8V
					2.85	3.0	3.15	USIM_VDD=3.0V
1,6,10,20,28,37,40,45,46,48,49,56,57,59,60,61,63,73,76,80,88,94,117,118,119,120,121,122,123,124,	GND	-	地	-	-	-	-	-

125,126								
139-168	GND	-	热焊盘	-	-	-	-	-

3.2.2 VBAT_BB/VBAT_RF

为保证 M8321-D 模块正常工作，系统电源 VBAT 需要保证在 3.3-4.2V（典型 3.8V）范围内。当 M8321-D 用于不同的外部设备的时候，需要注意模块的供电设计。当模块在 2G 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 2.75A，并可能引起电源电压跌落。在任何情况下，需要保证模块电源电压不能低于 3.3V，否则模块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 3A 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（TAIYOU NR3015T4R7M），隔离 DTE 对模組的干扰。推荐电路如图 4 所示。

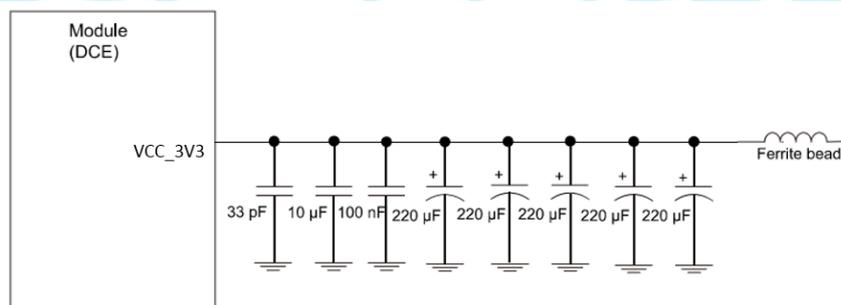


图 4 电源推荐设计

当系统电源重启时，建议采用放电电路保证电压迅速下降并连续至少 100ms 保持在 1.8V 以下。当 VBAT 电压处于 1.8V-3.3V 之间时，模块有可能会进入到不定状态，影响模块系统稳定性。循环状态下的供电时序如图 5 所示。

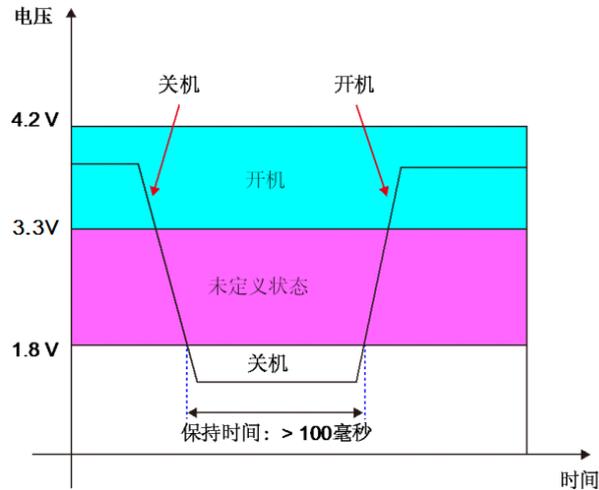


图 5 循环状态下 VBAT 时序

3.2.3 其他电源接口

其他的电源接口还包括电源输出接口：VDD_EXT、USIM1_VDD。

VDD_EXT：输出 1.8V/100mA，可用于外部电平转换以及上拉电源。模块处于关机状态下该电源不可用。

USIM1_VDD：外部 USIM 卡电源，可输出 1.8V 或者 3.0V 电压。

3.3 USB 接口

M8321-D 模块支持 USB2.0 高速接口，兼容 USB2.0/USB1.1 协议，接口速率最大支持 480Mbps，不支持 OTG 模式，USB 输入/输出信号兼容 USB2.0 接口规范，接口定义如表 4 所示。

表 4 USB 接口定义

管脚号	管脚名	类型	描述	参数	最小值 (V)	典型值 (V)	最大值 (V)	备注
74	USB_DN	IO	USB 数据-	-	-	-	-	
75	USB_DP	IO	USB 数据+	-	-	-	-	

USB 接口参考电路如图 6 所示。

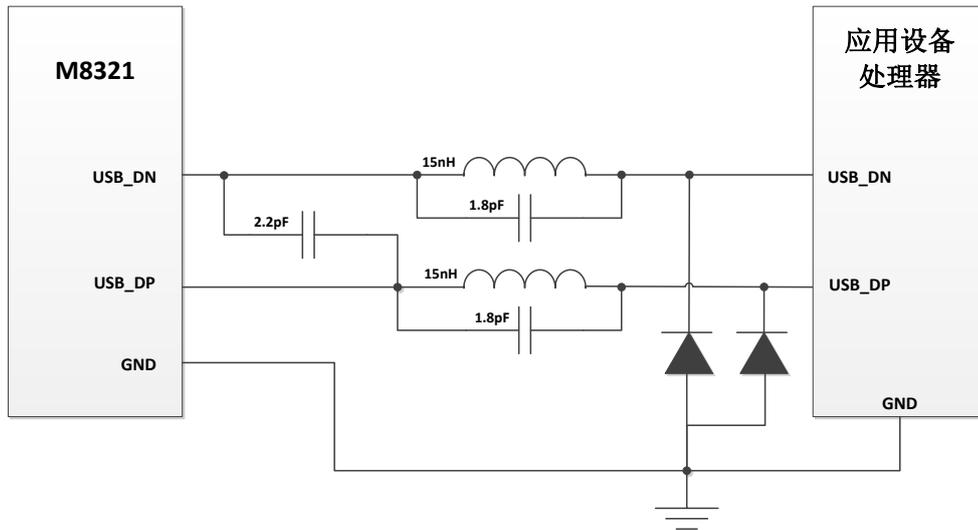


图 6 USB 参考电路

备注

- USB_DN 和 USB_DP 布线在关键信号层,按照差分走线要求控制,需要上下左右包地保护,差分阻抗控制在 90Ω ,各层走线保持阻抗连续。
- USB 差分信号线必须越短越好,并且尽可能远离高速信号和其他同频信号。
- 最大限度减少 USB 信号线上的过孔和转角以减少信号反射和阻抗变化。
- USB 信号线上避免留有短的分支线,以免产生反射影响信号质量。
- 为防止信号辐射,USB 信号线必须远离板边缘。
- 推荐使用 15nH 电感和 1.8pF 电容并联滤出 USB 线上的差模干扰, 2.2pF 用于滤出 USB 线上的共模干扰。具体的值需要根据走线微调。
- USB 数据线上的 ESD 防护器件的寄生电容不能超过 2pF 。

3.4 UART 接口

M8321-D 模块提供两路 UART 通信接口,最大传输速率为 4 Mbps ,其中 UART0 接口为 2 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。UART 的主要特性有:

- 全双工;

- 标准异步通讯格式（起始位、停止位、校验位）；
- 支持 5/6/7/8 bit 数据位和 1/2 bit 停止位；
- 支持奇、偶、Stick 校验位或无校验位；
- 默认波特率 115200，支持最高 4M 波特率。

表 5 UART 接口定义

管脚号	管脚名	类型	描述	参数	最小值 (V)	典型值 (V)	最大值 (V)	备注
29	UART0_TXD	O	UART0 数据发送	VOH	1.35	-	-	-
				VOL	0	-	0.45	
30	UART0_RXD	I	UART0 数据接收	VIH	1.17	-	1.98	-
				VIL	-0.3	-	0.63	
4	UART1_RXD	I	UART1 接收	VIH	1.17	-	-	-
				VIL	-0.3	-	0.63	
5	UART1_TXD	O	UART1 发送	VOH	1.35	-	1.98	-
				VOL	0	-	0.45	

UART 接口参考电路如图 7 所示：

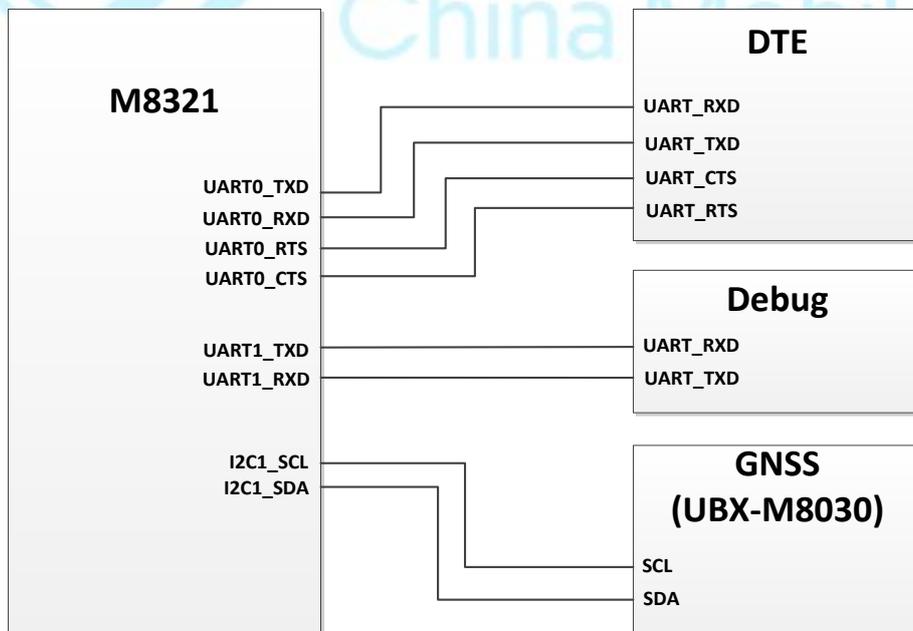


图 7 UART 接口连接设计

备注

- 模块串口电平为 1.8V，应用时注意电平是否匹配；
- UART 不能用来唤醒模块，只能用 WAKEUP_IN 或者插 USB 实现唤醒；
- 模块使用 RS232 或 3.3V TTL 线进行串口通信时，需进行电平转换。
- GNSS 模块建议采用 U-Blox 的 UBX-M8030 或者 UBX-G7020，数据接口使用 I2C 接口。

3.5 SIM 接口

M8321-D 模块提供 USIM 接口，符合 ISO7618 标准，支持 1.8V/3V SIM 卡。

M8321-D 支持内置贴片 SIM 卡，跟外置 SIM 卡共用一个 SIM 接口，所以不能同时使用两种 SIM 卡。

表 6 SIM 接口定义

管脚号	管脚名	类型	描述	参数	最小值 (V)	典型值 (V)	最大值 (V)	备注
33	USIM1_DATA	IO	USIM 卡数据	VOH	2.25/1.4	-	-	USIM_VDD =1.8/3.0V
				VOL	-	-	0.38/0.45	
				VIH	1.88/1.3	-	3.15/3.15	
				VIL	-0.3/-0.3	-	0.71/0.58	
34	USIM1_RST	O	USIM 卡复位	VOH	2.25/1.4	-	-	
				VOL	-	-	0.38/0.45	
35	USIM1_CLK	O	USIM 卡时钟	VOH	2.25/1.4	-	-	
				VOL	-	-	0.38/0.45	
36	USIM1_VDD	PO	USIM 卡电源	-	1.4	1.8	-	USIM_VDD =1.8V
				-	2.25	3.0	-	USIM_VDD =3.0V

USIM 接口参考电路如图 8 所示：

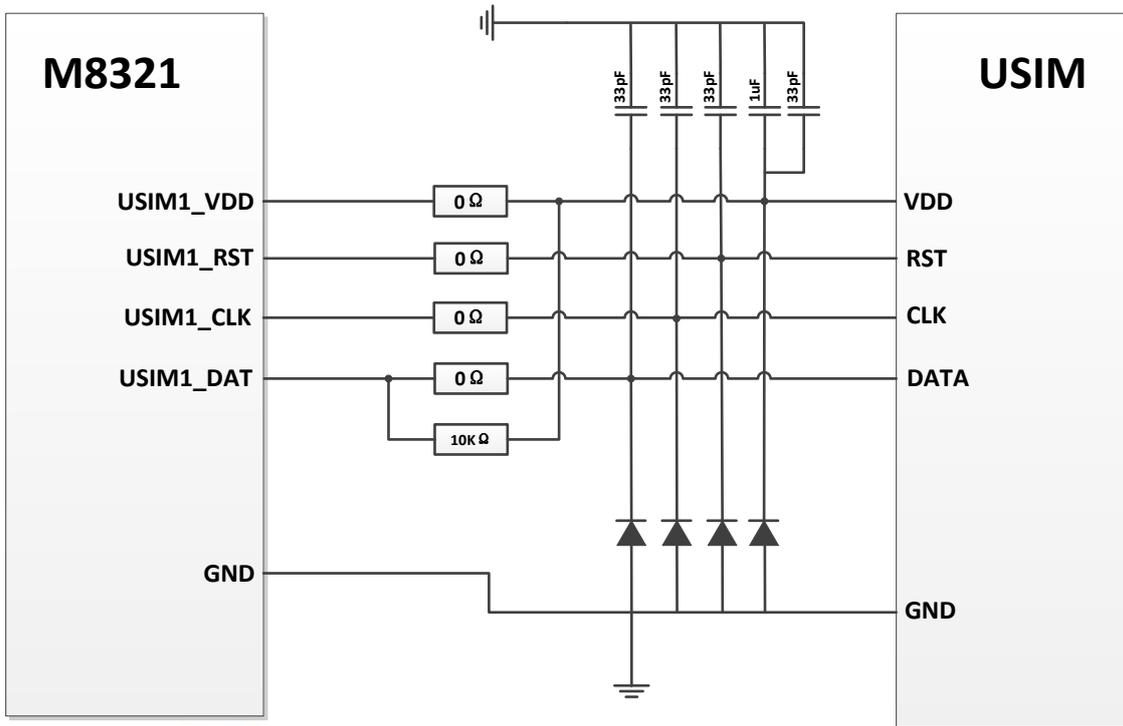


图 8 USIM 接口连接设计

备注

- 建议 USIM 卡座布局靠近模块 USIM 接口，走线过长会影响信号质量；
- USIM_CLK 和 USIM_DATA 走线包地；
- USIM_VDD 并联 33pF 和 1uF 电容到地，如果 USIM_VDD 走线过长，必要的时候也可以使用 4.7uF。USIM_CLK、USIM_DATA 和 USIM_RESET 上并联 33pF 到地，防止射频信号干扰；
- 建议 USIM_DATA 通过 10K 电阻上拉到 USIM_VDD，增加 DATA 线驱动能力；
- 建议在 USIM 卡座附近设计 ESD 保护，TVS 管选型 V_{rms} 为 5V，寄生电容小于 10pF，布局位置尽量靠近卡座管脚。

3.6 PCM 接口

M8321-D 模块支持 PCM 数字音频接口，实现与音频编解码器的通信，支持 PCM Master 模式。M8321 模块集成了 TLV320AIC3100 的驱动，所以推荐 Codec 采用该芯片。

表 7 PCM 接口定义

管脚号	管脚名	类型	描述	参数	最小值 (V)	典型值 (V)	最大值 (V)	备注
21	PCM_DIN	I	PCM 数据 输入	VIH	1.17	-	1.98	-
				VIL	-0.3	-	0.63	
22	PCM_DOUT	O	PCM 数据 输出	VOH	1.35	-	-	-
				VOL	0	-	0.45	
23	PCM_SYNC	O	PCM 同步 输出	VOH	1.35	-	-	-
				VOL	0	-	0.45	
24	PCM_CLK	O	PCM 时钟	VOH	1.35	-	-	-
				VOL	0	-	0.45	

PCM 接口参考电路如图 9 所示：

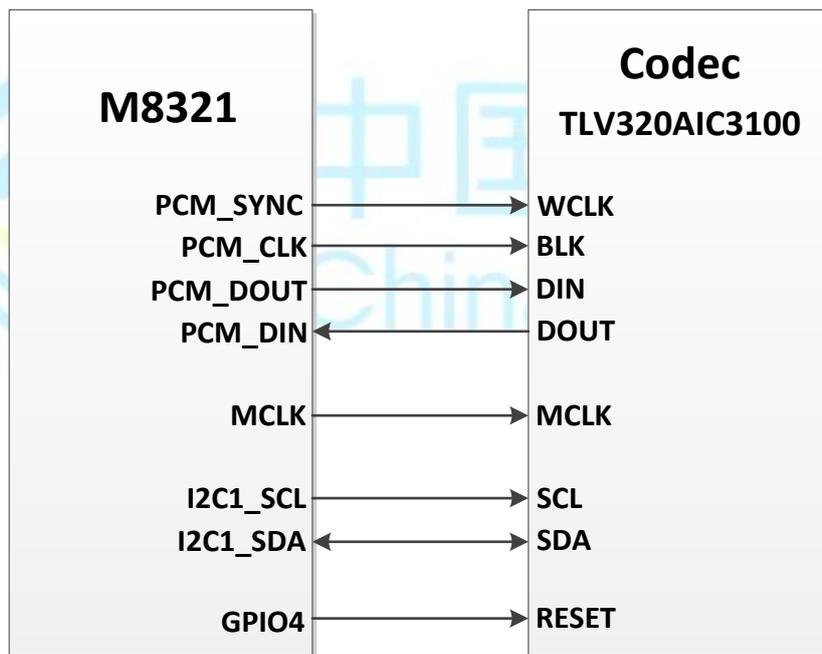


图 9 PCM 接口连接设计（模块作 master）

3.7 ADC 接口

M8321-D 模块支持两路 12bits ADC 接口，用于将模拟信号转化为数字信号。

表 8 ADC 接口定义

管脚号	管脚名	类型	描述	参数	最小值 (V)	典型值 (V)	最大值 (V)	备注
27	ADC1	AI	模拟信号转 数字信号	-	0	-	5	-
26	ADC2	AI	模拟信号转 数字信号	-	0	-	5	-

3.8 时钟输出接口

M8321 模块提供 1 个时钟输出接口,该时钟输出接口默认输出 26MHz,作为外部 Codec 的 MCLK 时钟。

表 9 时钟输出接口定义

管脚号	管脚名	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	1.35	-	-	
				VOL	0	-	0.45	

3.9 GPIO 接口

M8321-D 模块提供 7 个通用输入/输出口,供用户灵活使用,GPIO 的电平为 1.8V,驱动电流为 4mA。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 10 GPIO 接口定义

管脚号	管脚名	类型	描述	参数	最小值 (V)	典型值 (V)	最大值 (V)	备注
3	GPIO1	I/O	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	I/O	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	I/O	通用输入/输出	VOH	1.35	-	-	-
				VOL	0	-	0.45	
				VIH	1.17	-	1.98	
				VIL	-0.3	-	0.63	
78	GPIO4	I/O	通用输入/输出	VOH	1.35	-	-	-
				VOL	0	-	0.45	
				VIH	1.17	-	1.98	
				VIL	-0.3	-	0.63	
91	GPIO6	I/O	通用输入/输出	VOH	1.35	-	-	-
				VOL	0	-	0.45	
				VIH	1.17	-	1.98	
				VIL	-0.3	-	0.63	
92	GPIO7	I/O	通用输入/输出	VOH	1.35	-	-	-
				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	

3.10 4*4 按键接口

TBD

3.11 系统控制接口

M8321-D 模块的控制信号主要有：

- 开关机 (PWR_KEY) 接口；
- 复位 (RESET_IN) 接口；
- 休眠/唤醒 (WAKEUP_IN) 控制接口；
- 唤醒输出 (WAKEUP_OUT) 接口；
- 网络状态 (NET_STA) 指示接口。

表 11 系统控制接口定义

管脚号	管脚名	类型	描述	参数	最小值 (V)	典型值 (V)	最大值 (V)	备注
17	PWR_KEY	I	模组开机	VIH	2.85	3.8	4.2	低有效
				VIL	-	-	0.5	
16	RESET_IN	I	模组复位	VIH	1.17	-	1.98	低有效
				VIL	-0.3	-	0.63	
9	WAKEUP_IN	I	模组休眠唤醒： H：唤醒模组 L：休眠模组	VIH	1.17	-	1.98	-
				VIL	-0.3	-	0.63	
77	WAKEUP_OUT	O	唤醒输出	VOH	1.35	-	-	-
				VOL	0	-	0.45	
2	NET_STA	O	网络状态指示	VOH	1.35	-	-	-
				VOL	0	-	0.45	

3.11.1 开关机接口

M8321-D 模块通过 PWR_KEY 管脚实现开关机。

表 12 开关机接口功能定义

功能	管脚状态	操作
开机	低电平 (模块关机时)	将 PWR_KEY 管脚拉低至少 2s
关机	低电平 (模块开机时)	将 PWR_KEY 管脚拉低至少 2s

开关机接口参考电路如图 11 所示：

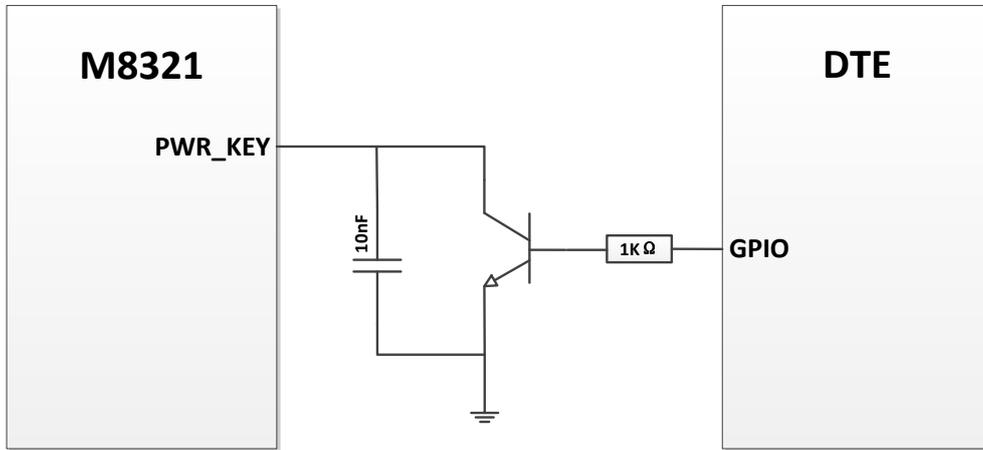


图 10 开关机接口连接设计

3.11.2 复位接口

M8321-D 模块通过 RESET_IN 管脚可实现硬件复位。当模块软件停止响应的时候，可以通过拉低 RESET 管脚 50-100ms 实现系统复位。复位接口参考电路如图 11 所示：

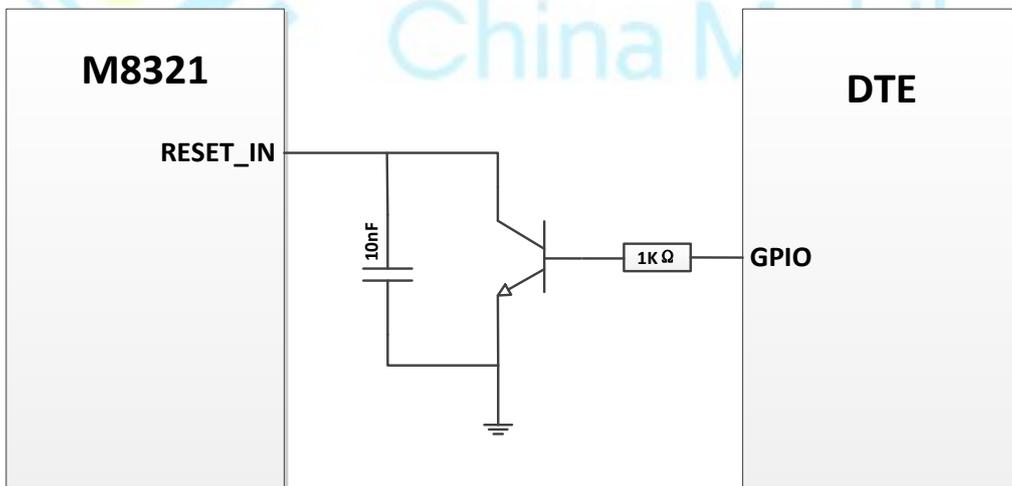


图 11 复位接口连接设计

备注

RESET_IN 信号相当敏感，建议在这个接口上预留 10nF-0.1uF 电容进行滤波。另外建议这条线路

走线不超过 20mm，距离 PCB 板边超过 2.54mm，而且走线需包地，否则模组可能由于干扰信号引起复位。

3.11.3 休眠/唤醒接口

M8321-D 模块通过 WAKEUP_IN 管脚可实现系统休眠/唤醒。当 WAKEUP_IN 管脚被拉高，模块处于唤醒状态。当 WAKEUP_IN 被拉低，模块被允许进入休眠。建议 WAKEUP_IN 外部上拉到 1.8V。休眠/唤醒接口参考电路如图 12 所示：

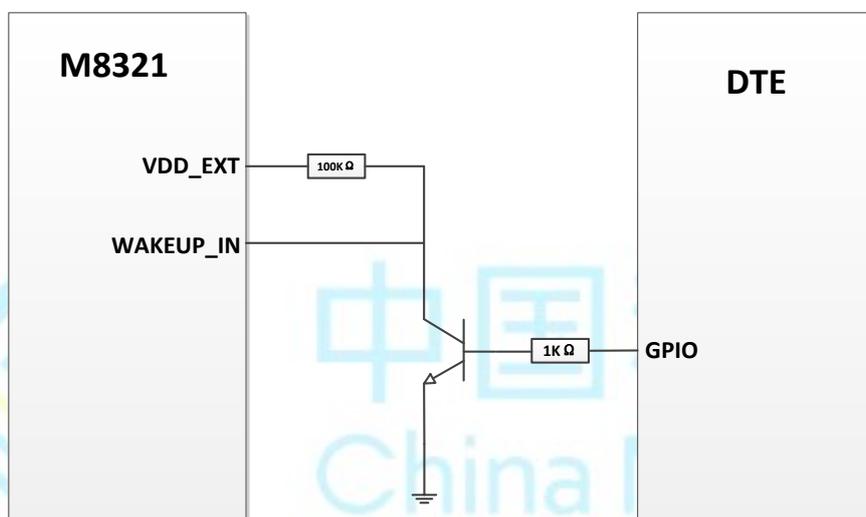


图 12 休眠/唤醒接口连接设计

备注

WAKEUP_IN 被拉低只是说明模块被允许进入休眠，并不表示模块会立即休眠。模块进入休眠状态的前提必须是 WAKEUP_IN 保持低电平，并且模块处于空闲状态。

3.11.4 唤醒输出接口

M8321-D 模块通过 WAKEUP_OUT 管脚可实现唤醒输出，用于指示模块当前的休眠状态或唤醒外部设备。WAKEUP_OUT 输出高电平，表示模块处于唤醒状态；WAKEUP_OUT 输出低电平，

表示模块处于休眠状态。唤醒输出接口参考电路如图 13 所示：

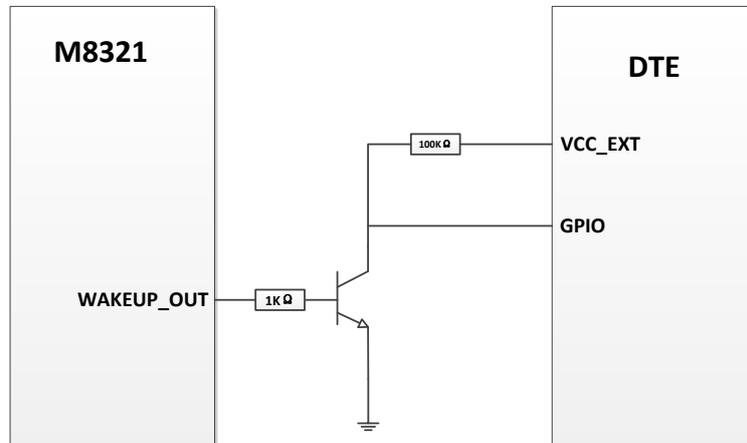


图 13 唤醒输出接口连接设计

3.11.5 网络状态指示接口

M8321-D 模块可通过 NET_STA 管脚连接外部 LED 指示网络状态。

表 13 LED 指示灯状态

模式	LED 状态	描述
1	快闪（周期 900ms）	搜网
2	慢闪（周期 2s）	注册成功

网络状态接口参考电路如图 14 所示：

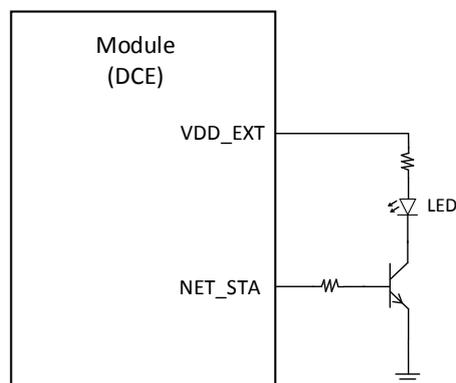


图 14 网络状态接口连接设计

3.12 天线接口

M8321-D 模块提供两路天线接口：主集天线接口（MAIN_ANT）和分集天线接口（DIV_ANT）。

表 14 天线接口定义

管脚号	管脚名	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	-	-	-	-	-
58	DIV_ANT	-	射频分集天线	-	-	-	-	-

模块天线接口参考电路如图 15 所示：

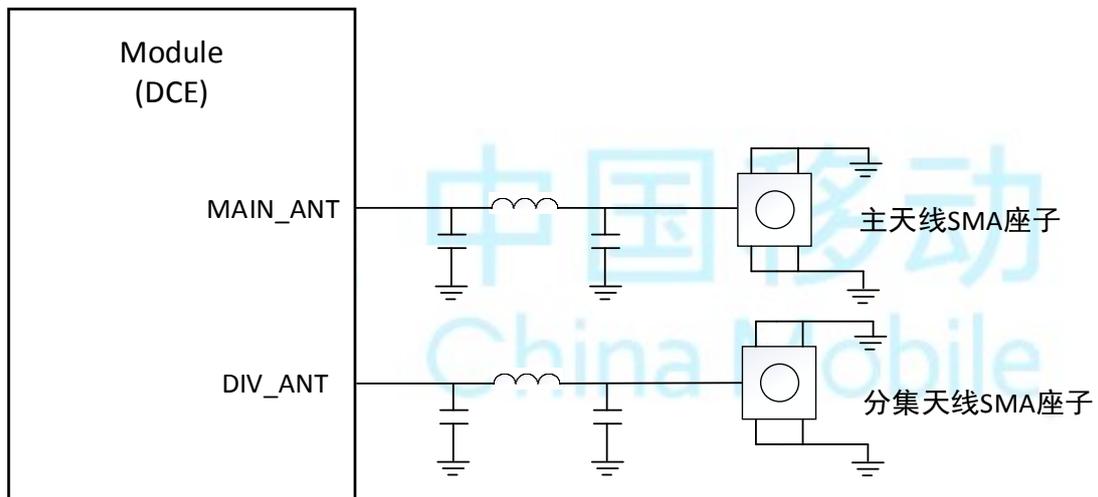


图 15 模块天线接口连接设计

天线 PCB 布局参考设计路如图 16 所示：：

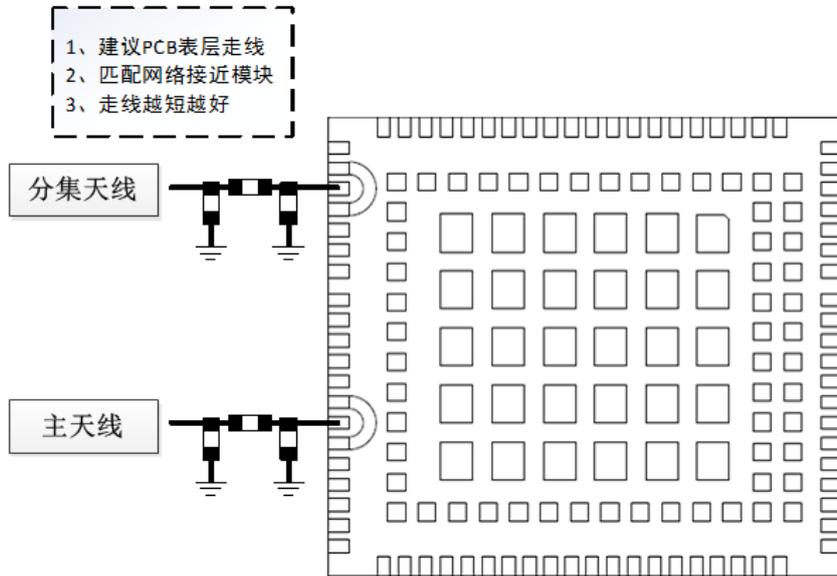


图 16 模块天线 PC 布局参考设计

备注

- 天线接口到射频座子直接预留 PI 型匹配网络，以便射频调试；
- 天线接口与射频座子的距离尽可能短；
- 射频信号线的阻抗为 50Ω。

3.13 NC 接口

模块提供了预留接口，这些接口必须保持悬空状态，客户无法使用。

表 15 NC 接口

管脚号	管脚名	类型	描述	参数	最小值 (V)	典型值 (V)	最大值 (V)	备注
14,15,31,32,64,65,66,67,68,70,79,81,82,83,84,85,8	NC	-	-	-	-	-	-	-

6,87,95,96,97,98, 99,100,101,102,1 03,104,105,106,1 07,108,109 ,111,1 12,113,114,115,1 16,127,128,129,1 30,131,132,133,1 34,136,137								
--	--	--	--	--	--	--	--	--

3.14 Reserved 接口

模块提供了若干 Reserved 接口，表示该接口功能未开发完善，暂时不对外开放。外围设计时务必保持悬空状态。

表 16 RESERVED 接口

管脚号	管脚名	类型	描述	参数	最小值 (V)	典型值 (V)	最大值 (V)	备注
11,13,25,52,53,5 4,55,71,93,110	RESE RVED	-	-	-	-	-	-	-

3.15 测试点设计

当模组用在整机时，几个测试点对系统的调试非常重要，设计得当，可以快速定位问题、解决问题。以下测试点是客户在设计的时候必须预留出来的：

- **USB 测试点：**USB 是模块跟 AP 通讯的主要通道，也是模组固件下载通道，通过 USB 测试点，可以实时监控模块跟 AP 的通讯信息是否正确，并且紧急情况下可以通过 USB 给模组升级固件。USB_DP/USB_DM 信号需要串联 0 欧姆电阻，以防 USB 信号线出现分支，影响 USB 信号质量。
- **PWR_KEY/RESET_IN 测试点：**控制模组正常开机运行，必须预留。
- **UART1 测试点：**用于打印模组 LOG 信息。

- VBAT/VDD_EXT: VBAT 信号上最好有串联的磁珠或者电阻，在做电源干扰验证的时候可以断开 VBAT，用直流电源供电。VDD_EXT 用用来直观的判断模组是否开机。
- 其他测试点：其他如 WAKEUP_IN、WAKEUP_OUT、ADC、GPIO 等测试点，可以酌情接出来。



4 射频特性

本章主要介绍 M8321-D 的射频特性：

- 工作频段
- 传导测试数据
- 天线设计要求

4.1 工作频段

M8321-D 的工作频段如表 17 所示。

表 17 射频频段

频段	发射	接收
GSM 900	880 MHz–915 MHz	925 MHz–960 MHz
DCS 1800	1710 MHz–1785 MHz	1805 MHz–1880 MHz
TDD LTE Band 38	2570 MHz–2620 MHz	2570 MHz–2620 MHz
TDD LTE Band 39	1880 MHz–1920 MHz	1880 MHz–1920 MHz
TDD LTE Band 40	2300 MHz–2400 MHz	2300 MHz–2400 MHz
TDD LTE Band 41	2555 MHz–2655 MHz	2555 MHz–2655 MHz

4.2 传导测试数据

4.2.1 测试环境

测试仪器：R&S CMW500

电源：Keysight N6705B

4.2.2 传导接收灵敏度

接收灵敏度指标是衡量 M8321-D 模组接收机性能的重要参数，测试结果如表 18 所示。

表 18 传导接收灵敏度

频段	测试值 (单位: dBm)	备注
GSM 900	-109	BER Class II < 2.44%
GSM 1800	-108	BER Class II < 2.44%
LTE Band 38	-101	TDD QPSK throughput > 95%,10M
LTE Band 39	-101	TDD QPSK throughput > 95%,10M
LTE Band 40	-100.5	TDD QPSK throughput > 95%,10M
LTE Band 41	-101	TDD QPSK throughput > 95%,10M

4.2.3 传导发射功率

传导发射功率是衡量 M8321-D 模组的发射机的一个重要的指标, 测试结果如表 19 所示。

表 19 传导发射功率

频段	测试值 (单位: dBm)	备注 (单位: dB)	
GSM900	GMSK(1 Tx Slot)	32.5	±1.5
	8PSK(1 Tx Slot)	26	±1.5
GSM1800	GMSK(1 Tx Slot)	29.5	±1.5
	8PSK(1 Tx Slot)	25	±1.5
TDD LTE Band 38	22.5	±1.5	
TDD LTE Band 39	22.5	±1.5	
TDD LTE Band 40	22.5	±1.5	
TDD LTE Band 41	22.5	±1.5	

4.3 天线设计要求

4.3.1 天线指标

- 天线效率: 天线效率即辐射出去的功率和输入到天线的有用功率之比, 天线效率与它的电气尺寸有关, 通常天线效率随电气尺寸的增加而增加。为保证 M8321-D 模块射频辐射性能,

建议天线效率为：主集天线的效率 $\geq 40\%$ （频段低于 960 MHz 时）；主集天线的效率 $\geq 50\%$ （频段高于 1710 MHz 时）；分集天线的效率 \geq 主集天线接收频段效率的 50%。

- S11(VSWR)反射系数：指天线输入阻抗同参考阻抗（50 Ω ）的匹配指数。反射系数和天线效率相关，可用网络分析仪测量。M8321-D 模块天线推荐 S11 值：S11 主集天线 $\leq -6\text{dB}$ ，S11 分集天线 $\leq -6\text{dB}$ 。
- 隔离度：多条天线在一起会产生两两耦合的现象，天线隔离度就是用来测量耦合功率的。为防止两两耦合的现象，在天线设计的之初就要保证天线的隔离度足够大，隔离度主要取决于天线的距离、类型、方向等因素。M8321-D 隔离度建议：主集天线与分集天线的 隔离度 $\leq -12\text{dB}$ ，主集（分集）天线与 Wi-Fi 天线的隔离度 $\leq -15\text{dB}$ 。
- 方向图：天线的辐射方向图反应了天线在远场的辐射特性。半波偶极子天线的辐射方式为水平面为全向，基站天线的入射波常是水平的。M8321-D 模组推荐的天线方向为全向。
- 增益：增益是天线的另一个重要参数，天线的增益与方向和天线效率有关。M8321-D 模组推荐的天线增益：主/分集天线增益 $\leq 2.5\text{dBi}$ 。

4.3.2 天线设计要求

M8321-D 模组天线设计指标需求如表 20 所示

表 20 天线设计要求

频率范围	880MHz-2690MHz
主集天线带宽	170 MHz in DCS1800 80 MHz in GSM 900 50 MHz in TDD LTE Band 38 40 MHz in TDD LTE Band 39 100 MHz in TDD LTE Band 40 100 MHz in TDD LTE Band 41
分集天线带宽	50 MHz in TDD LTE Band 38 40 MHz in TDD LTE Band 39 100 MHz in TDD LTE Band 40 100 MHz in TDD LTE Band 41
增益	$\leq 2.5 \text{ dBi}$
阻抗	50 Ω
VSWR 推荐值	$\leq 2:1$

5 电气可靠性

本章主要介绍 M8321-D 模块接口的电气特性及可靠性特性，包括：

- 极限工作条件
- 工作和存储环境
- 电源特性
- 可靠性指标
- EMC 和ESD 特性

5.1 极限工作条件

M8321-D 模块的极限工作条件如表 21 所示,若超过极限条件,可能会造成模块不可修复的损坏。

表 21 极限工作条件

符号	参数	最小值 (V)	最大值 (V)
VBAT	外部供电电压	-0.3	4.5
VI	数字输入电压	-0.3	2.3

5.2 工作和存储环境

M8321-D 模块的工作及存储温度范围如表 22 所示。

表 22 工作及存储温度

参数	最小值 (°C)	最大值 (°C)
正常工作温度	-30	+75
扩展工作温度 ^[1]	-40	+85
存储温度	-40	+85

备注

^[1] 当 M8321-D 模块工作在-40°C~-30°C 或+75°C~+85°C 温度范围时，模块可以正常工作，但部分

射频指标不能满足 3GPP 标准。

5.3 电源特性

5.3.1 输入电压

M8321-D 模块的输入电压要求如表 23 所示。

表 23 输入电压要求

符号	参数	最小值 (V)	典型值 (V)	最大值 (V)	纹波 (V)
VBAT	外部供电电压	3.3	3.8	4.2	0.05

备注

当外部供电电压小于最小值时，M8321-D 模块不能正常工作。

5.3.2 功耗

不同状态下 M8321-D 模块的功耗如表 24 至 28 所示，测试条件为常温，输入电压 3.8V。

表 24 关机功耗

工作模式	平均电流 (μA)	备注
关机	<100uA	关机状态保持 3.8V 输入电压

表 25 休眠功耗

工作模式	制式	频段	平均电流 (mA)	备注
休眠	GPRS/EDGE	GSM Bnad	3.39	MFRMS 周期为 5 (1.175s)

	LTE	LTE Band	3.83	DRX 周期 256 (2.56s)
--	-----	----------	------	--------------------

表 26 待机功耗

工作模式	制式	频段	平均电流 (mA)	备注
待机	GPRS/EDGE	GSM Bnad	47.87	MFRMS 周期为 5
	LTE	LTE Band	57.83	DRX 周期 256 (2.56s)

表 27 工作功耗 (GPRS/EDGE)

工作模式	制式	频段	平均电流 (mA)	单位/功率等级	备注
工作	GPRS	GSM900	274.15	5 (33dbm)	1Up/1Down
			413.54		2Up/1Down
			615.32		4Up/1Down
			155.63	10 (23dbm)	1Up/1Down
			233.29		2Up/1Down
			274.27		4Up/1Down
		DCS1800	204.68	0 (30dbm)	1Up/1Down
			303.168		2Up/1Down
			443.50		4Up/1Down
			97.97	10 (10dbm)	1Up/1Down
			129.55		2Up/1Down
			179.73		4Up/1Down
	EDGE	EDGE900	188.93	8 (33dbm)	1Up/1Down
			115.12		2Up/1Down
			475.20		4Up/1Down
			148.56	15 (19dbm)	1Up/1Down
		230.88	2Up/1Down		
		EDGE1800	378.45	2 (30dbm)	4Up/1Down
158.72			1Up/1Down		
247.08			10 (14dbm)	2Up/1Down	
402.72	4Up/1Down				
129.52	10 (14dbm)	1Up/1Down			
194.41		2Up/1Down			
399.84		4Up/1Down			

表 28 工作功耗 (TDD LTE)

工作模式	制式	频段	平均电流 (mA)	备注
	TDD LTE	Band 38	170.57	0dBm Tx Power

	Band 39	203.25	10dBm Tx Power
		397.06	23dBm Tx Power
		180.05	0dBm Tx Power
		193.55	10dBm Tx Power
		323.42	23dBm Tx Power
		159.38	0dBm Tx Power
	Band 40	194.06	10dBm Tx Power
		354.06	23dBm Tx Power
		161.40	0dBm Tx Power
	Band 41	204.50	10dBm Tx Power
		401.42	23dBm Tx Power

5.4 EMC 和 ESD 特性

EMC 设计建议：

- 高速信号接口：USB 接口需采用 TVS 管进行 ESD 防护。器件特性推荐：结电容小于 1pF，钳位电压为 5.5V-14V，最大峰值电流为 3A，可承受 17KV 的瞬间电压。
- 低速信号接口：SIM 接口、UART 接口、PCM 接口可采用 TVS 管或压敏电阻进行 ESD 防护。器件特性推荐：结电容小于 20pF，钳位电压为 5.5V-14V，可承受 14KV 的瞬间电压。
- USB 插座的 5V 电源输入接口易产生浪涌和过冲，建议采用防浪涌 TVS 管。器件特性推荐：反向关断电压为 10V，击穿电压典型值为 13.5V，钳位电压<17V。
- 信号走线时要先经过 ESD 防护器件再到后级，ESD 防护器件需就近接到主地。
- 模块周边地平面保证完整性，不要进行分割。

ESD 防护建议：

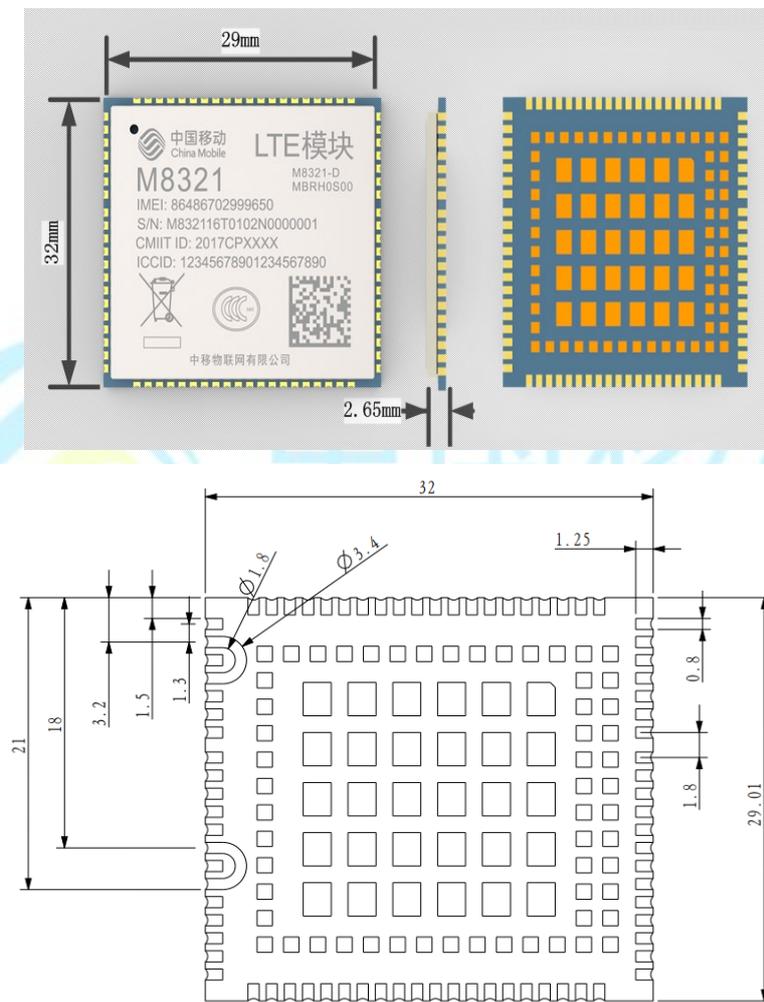
- 静电敏感器件机器组件的加工设备、测试仪器、工具、装备都进行可靠接地。
- 设备、仪器、工具和夹具上接触静电敏感器件的部分和靠近静电敏感器件的运动部件由防静电材料制成，并且有良好的接地。非静电材料部分进行防静电处理。
- 生产设备上的关键部件，如传送带、SMT 吸嘴是否有完善的静电防护措施。
- 在接触 IC、单板、模块等静电敏感器件的过程中，员工都正确的佩戴了静电手环或者静电手套。
- 在运输、存储静电敏感器件的过程中是否都有明显的防静电标识和防静电措施

6 机械特性

本章主要描述 M8321-D 的机械尺寸以及相关的存储、包装需求等。

6.1 外形尺寸

模块外形尺寸如图 17 所示。



View From Bottom

比例 5:2

图 17 M8321-D 外形尺寸

6.2 PCB 焊盘设计

为达到高可靠性的焊接，推荐 PCB 焊盘尺寸设计如图 18 所示来设计。

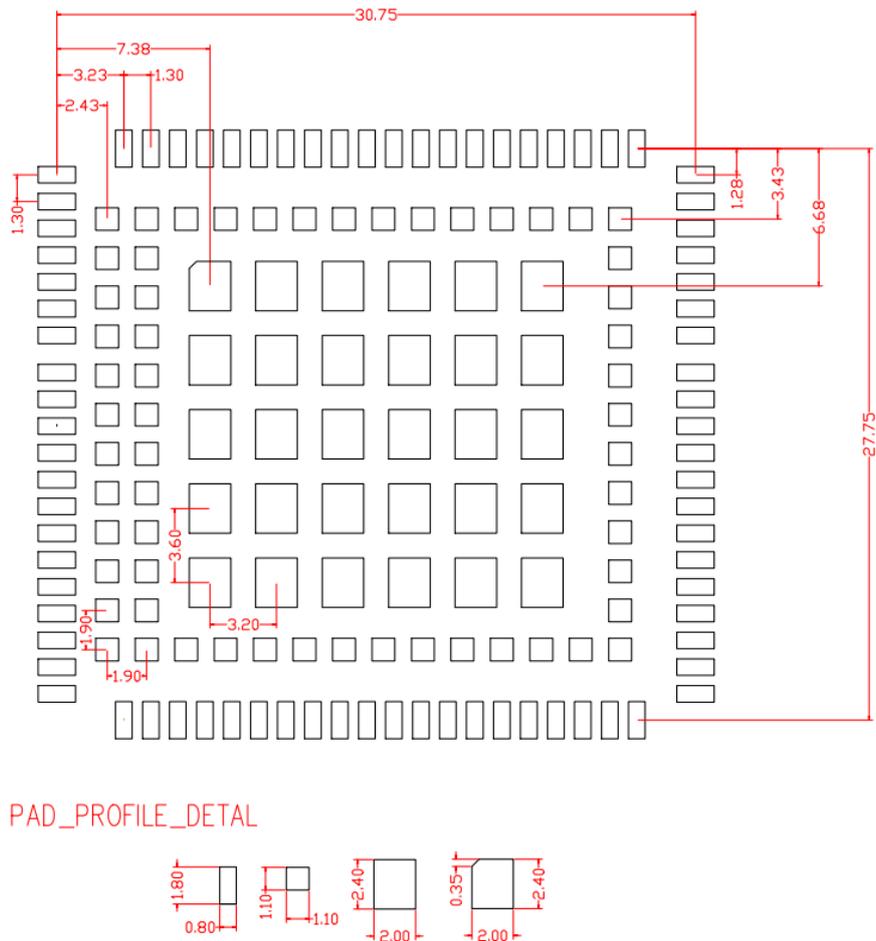


图 18 PCB 焊盘尺寸

阻焊开窗应该大于焊盘尺寸，可提到焊接的可靠性。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。模块距 PCB 板边最小距离为 0.5mm。

7 存储和生产

7.1 存储

M8321-D 以真空密封袋的形式出货。模组的存储需遵循如下条件：环境温度低于 40 摄氏度，空气湿度小于 90%情况下，模组可在真空密封袋中存放 12 个月。当真空密封袋打开后，若满足以下条件，模组可直接进行回流焊或其它高温流程：

- 模组环境温度低于 30 摄氏度，空气湿度小于 60%，工厂在 72 小时以内完成贴片。
若模组处于如下条件，需要在贴片前进行烘烤^[1]：
- 当环境温度为 23 摄氏度（允许上下 5 摄氏度的波动）时，湿度指示卡显示湿度大于 10%
- 当真空密封袋打开后，模组环境温度低于 30 摄氏度，空气湿度小于 60%，但工厂未能在 72 小时以内完成贴片
- 当真空密封袋打开后，模组存储空气湿度大于 10% 如果模组需要烘烤，请在 125 摄氏度下（允许上下 5 摄氏度的波动）烘烤 48 小时。

备注

^[1]模组的包装无法承受高温，在模组烘烤之前，请移除模组包装。如果只需要短时间的烘烤，请参考 IPC/JEDECJ-STD-033 规范。

7.2 生产焊接

用印刷刮板在网板上印刷锡膏，使锡膏通过网板开口漏印到 PCB 上，印刷刮板力度需调整合适，为保证模组印膏质量，M8321-D 模组焊盘部分对应的钢网厚度应为 0.1mm。

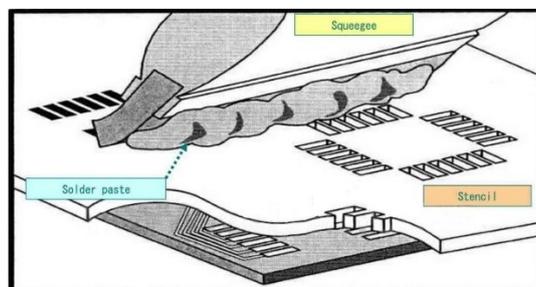


图 19 印膏图

为避免模组反复受热损伤，建议客户 PCB 板第一面完成回流焊后再贴 M8321 模组。推荐的炉温曲线图如下图所示：

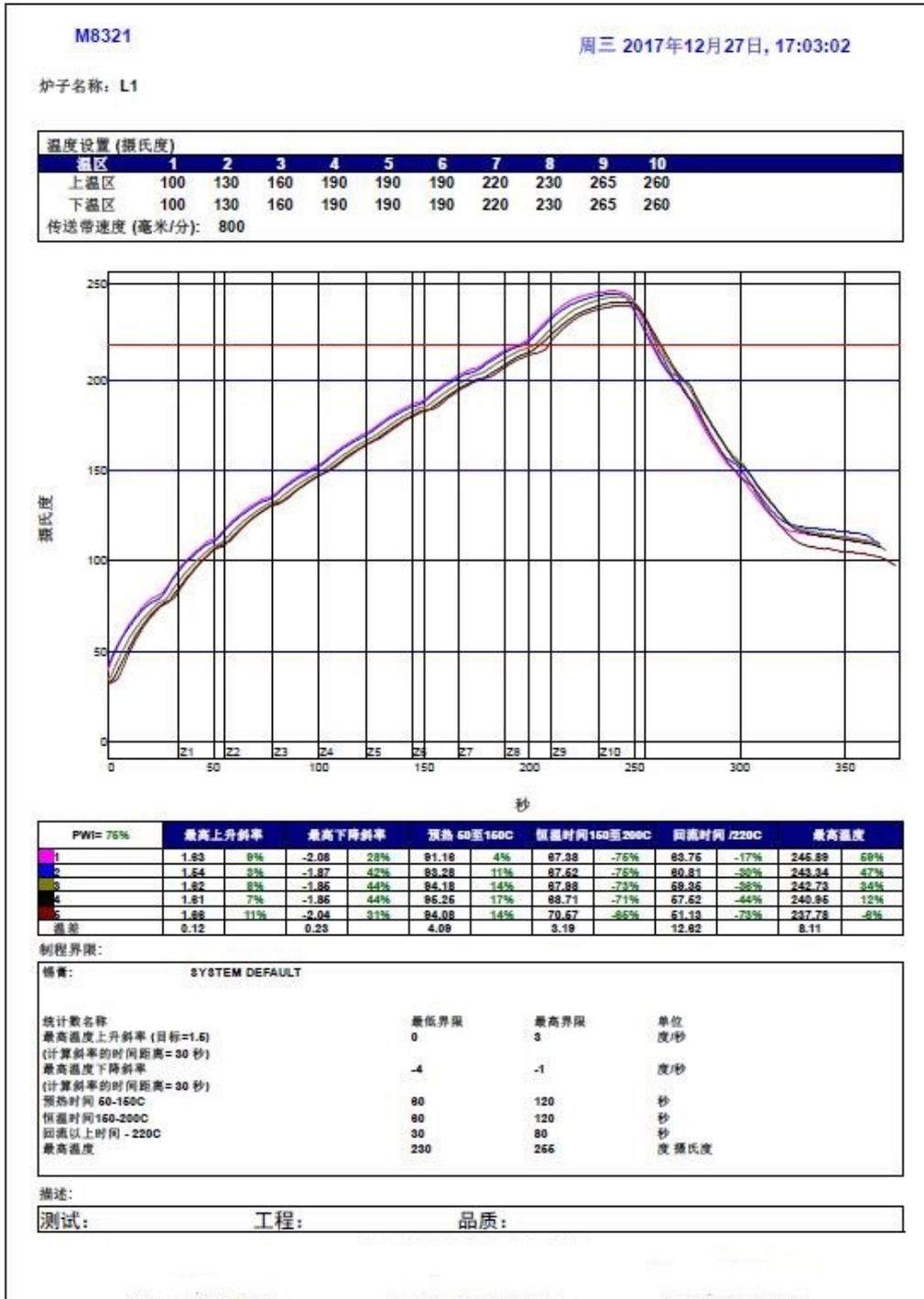


图 20 炉温曲线

7.3 包装

M8321-D 采用托盘包装。包装流程如图 25，每个托盘放置 10 个模块，10 个托盘一小箱，4 个小箱装在一个大箱里面，一个大箱工 400 个模块。吸塑托盘堆叠后用透明胶带十字缠绕放入内箱并加上卡板封装后封箱。

托盘堆叠时，最上部用空托盘覆盖，避免面部模组脱落。包装时，全部使用大箱包装，尾箱使用空盒填充，内盒不足 100pcs 时，使用空托盘填充。

在进行托盘设计时，应遵循如下原则：

- 每卡格边缘预留扣手位，便于取拿产品。
- 产品与卡格的预留空间长、宽、高均 $\leq 3\text{mm}$ 。避免产品置入卡格内活动空间偏大，增加运输过程中摩擦系数，从而影响产品质量。
- 在进行材质选择时，标准包装（不抽真空）选用防静电吸塑托盘，真空包装（抽真空）选用防静电耐高温托盘。



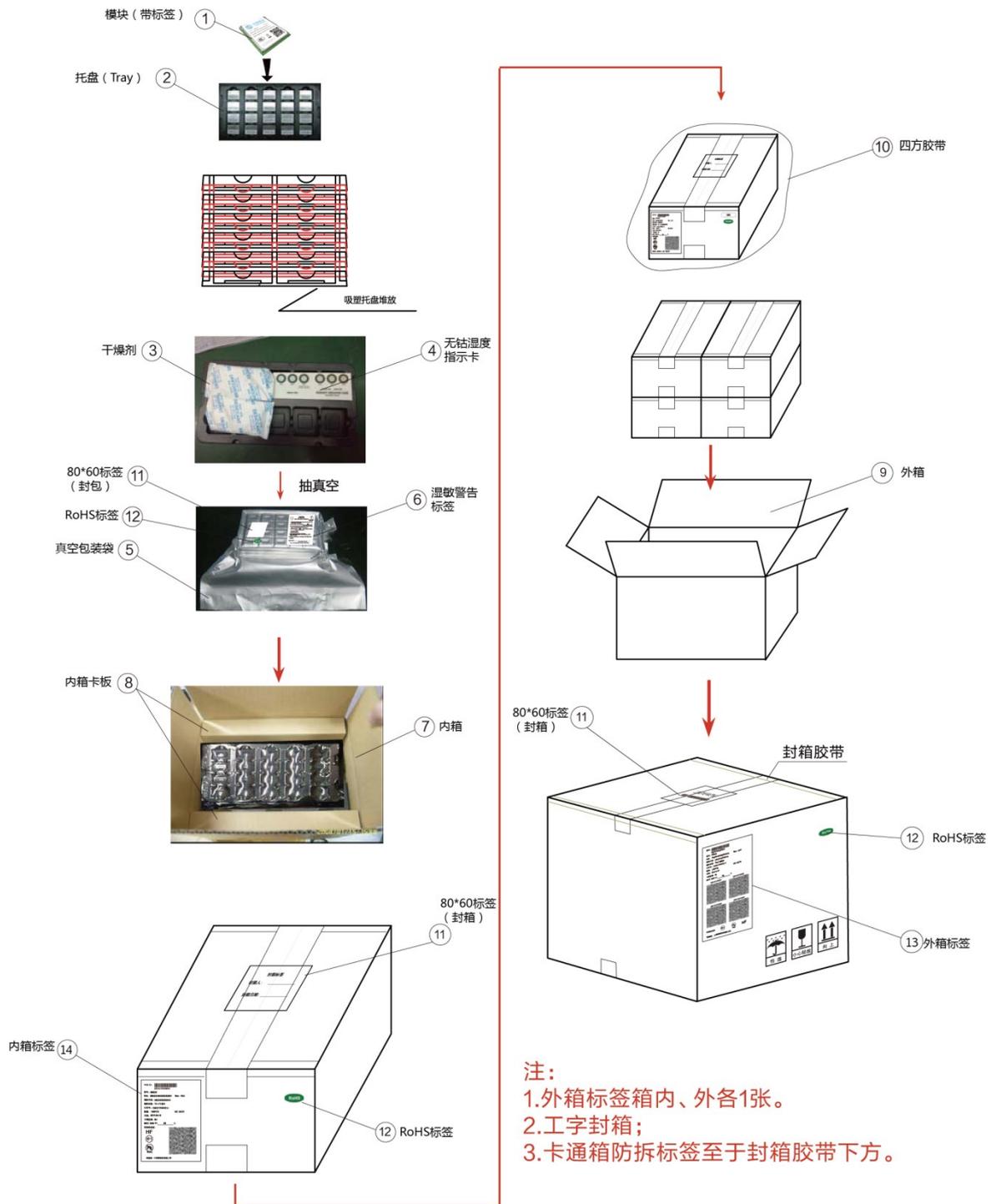


图 21 托盘包装示意图

8 认证

TBD



附录 A 参考文档及术语缩写

表 29 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

表 30 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
I_{norm}	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
V_{max}	Maximum Voltage Value
V_{norm}	Normal Voltage Value
V_{min}	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
V_{Imax}	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



中国移动
China Mobile