



完 美 无 线 体 验

FIBOCOM MC615-CN系列 硬件指南

文档版本：V1.1.1

更新日期：2021-06-17



适用型号

序号	产品型号	说明
1	MC615-CN-00	支持单主集天线 ANT_MAIN，FDD、TDD
2	MC615-CN-20	支持单主集天线 ANT_MAIN，TDD
3	MC615-CN-02	支持单主集天线 ANT_MAIN、FDD、TDD,选配 BT/WIFI-SCAN 天线
4	MC615-CN-72	支持单主集天线 ANT_MAIN，FDD、TDD, BT/WIFI-SCAN 天线
5	MC615-CN-09	支持单主集天线 ANT_MAIN，FDD（B1,3,8）



版权声明

版权所有©2021 深圳市广和通无线股份有限公司。保留一切权利。

非经本公司书面许可，任何单位和个人不得擅自摘抄、复制本文档内容的部分或全部，并不得以任何形式传播。

注意

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。

商标申明



为深圳市广和通无线股份有限公司的注册商标，由所有人拥有。

版本记录

文档版本	编写人	主审人	批准人	更新日期	说明
V1.1.1	王刘霞	汪博	金海波	2021-06-17	1、增加型号 MC615-CN-72 和 MC615-CN-09 2、更改 CAT 速率
V1.1.0	王刘霞	汪博 王元广	刘科	2021-03-30	3、更新模块结构尺寸图 4、增加型号 MC615-CN-02
V1.0.0	王刘霞	汪博 王元广	刘科	2020-09-14	初始版本

目录

1 前言	6
1.1 说明	6
1.2 安全须知	6
1.3 引用标准	7
1.4 相关文档	7
2 产品概述	8
2.1 产品简介	8
2.2 产品规格	8
2.3 硬件框图	9
2.4 工作模式	10
3 应用接口	11
3.1 LCC+LGA 接口	11
3.1.1 管脚分布	11
3.1.2 管脚定义	12
3.1.3 管脚复用	18
3.2 电源	18
3.2.1 电源供电	18
3.2.2 1.8V 输出	20
3.2.3 功耗	20
3.3 控制信号	21
3.3.1 模块开机	22
3.3.2 模块关机	23
3.3.3 模块复位	24
3.4 USB 接口	25
3.5 USIM 接口	26
3.5.1 USIM 管脚	26
3.5.2 USIM 接口电路	27
3.5.3 USIM 设计要求	29
3.6 UART 接口	29
3.6.1 UART 接口定义	29
3.6.2 UART 接口应用	30
3.7 状态指示	31
3.7.1 LPG 信号	31

3.8	低功耗模式	32
3.8.1	ATS24 命令.....	32
3.8.2	WAKEUP_IN 管脚和命令控制休眠.....	32
3.8.3	PSM 模式.....	33
3.9	ADC 接口.....	33
3.10	模拟音频接口	34
3.10.1	SPK 喇叭接口.....	34
3.10.2	HP 耳机接口	35
3.10.3	MIC 麦克风接口.....	36
3.10.4	防止 TDD 及其它噪声.....	37
3.11	CAMERA 摄像头接口	38
3.12	LCD 接口	38
3.13	USB_BOOT 接口.....	39
4	射频接口	41
4.1	工作频率.....	41
4.2	RF 输出功率	41
4.3	RF 接收灵敏度.....	42
4.4	射频 PCB 设计（天线 RF 连接器）	42
4.5	天线设计	43
4.6	BT/WIFI-SCAN	45
5	电气特性	46
5.1	极限电压范围.....	46
5.2	环境温度范围.....	46
5.3	接口工作状态电气特性	46
5.4	环境可靠性要求	47
5.5	ESD 特性	47
6	结构规格	49
6.1	产品外观.....	49
6.2	结构尺寸	50
6.3	SMT 贴片.....	51
6.4	包装	51
7	缩略语	52

1 前言

1.1 说明

本文阐述了 MC615-CN 系列无线模块的电气特性、RF 性能、结构尺寸以及应用环境等方面的信息。在本文档的帮助下，应用开发者可快速理解 MC615-CN 系列模块的硬件功能并进行产品的硬件开发。

1.2 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。产品制造商需要将如下的安全须知传达给终端用户。若未遵守这些安全规则，广和通通信不会对用户错误使用而产生的后果承担任何责任。



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，即使其有免提功能。请先停车，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，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(U)SIM 无效时。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场所操作电子设备都有安全隐患。

1.3 引用标准

本产品在设计时参考以下标准：

- 3GPP TS 51.010-1 V10.5.0: Mobile Station (MS) conformance specification; Part 1:

Conformance specification

- 3GPP TS 36.521-1 V13.6.0: User Equipment (UE) conformance specification; Radio

transmission and reception; Part 1: Conformance testing

- 3GPP TS 21.111 V10.0.0: USIM and IC card requirements

- 3GPP TS 51.011 V4.15.0: Specification of the Subscriber Identity Module -Mobile Equipment

(SIM-ME) interface

- 3GPP TS 31.102 V10.11.0: Characteristics of the Universal Subscriber Identity Module (USIM)

application

- 3GPP TS 31.11 V10.16.0: Universal Subscriber Identity Module (USIM) Application

Toolkit(USAT)

- 3GPP TS 36.124 V10.3.0: Electro Magnetic Compatibility (EMC) requirements for mobile

terminals and ancillary equipment

- 3GPP TS 27.007 V10.0.8: AT command set for User Equipment (UE)

- 3GPP TS 27.005 V10.0.1: Use of Data Terminal Equipment - Data Circuit terminating

Equipment (DTE - DCE) interface for Short Message Service (SMS) and Cell Broadcast Service (CBS)

1.4 相关文档

- FIBOCOM ADP-MC615 使用指南
- FIBOCOM MC615 系列 SMT 设计指南
- FIBOCOM 设计指南_RF Antenna
- FIBOCOM MC615 Series AT Commands
- FIBOCOM MC615-CN GPIO 功能复用
- FIBOCOM MC615-CN Series Reference design

2 产品概述

2.1 产品简介

MC615-CN 系列模块是款适用于 TDD-LTE/FDD-LTE 多种网络制式、多频段的宽带无线终端产品。

项目	MC615-CN-00	MC615-CN-20	MC615-CN-02
LTE FDD	Band 1, 3, 5, 8	不支持	Band 1, 3, 5, 8
LTE TDD	Band 34, 38, 39, 40, 41	Band 34, 38, 39, 40, 41	Band 34, 38, 39, 40, 41
ANT	Main	Main	Main、选配 BT/WIFI-SCAN
BT/WIFI SAW	不支持	不支持	选配，需外置
PSM	不支持	不支持	不支持
项目	MC615-CN-72	MC615-CN-09	
LTE FDD	Band 1, 3, 5, 8	Band 1, 3, 8	
LTE TDD	Band 34, 38, 39, 40, 41	不支持	
ANT	Main、BT/WIFI-SCAN	Main	
BT/WIFI SAW	支持，内置	不支持	
PSM	不支持	支持	

2.2 产品规格

表 2-1 产品规格

工作频段	LTE FDD: Band 1,3,5,8	
	LTE TDD: Band 34,38,39,40,41	
数据传输	LTE FDD Rel.13	10.3Mbps DL/5.1Mbps UL
	LTE TDD Rel.13	9.1Mbps DL/3.1Mbps UL
电源	3.4~4.3V（推荐值 3.8V）	
温度	正常工作：-30℃~+75℃	
	扩展工作：-40℃~+85℃	
	存储：-40℃~+90℃	
功耗	Sleep 模式：2.3mA	
物理特性	封装：LCC 50PIN+LGA 51PIN	

本文件版权属深圳市广和通无线股份有限公司所有，未经批准，不得复制。

	尺寸: 20.2*22.2*2.3mm
	重量: 约 2g
接口	
天线	天线: 主集 x1, BT/WIFI-SCAN_ANTx1
功能接口	USIM3.0V/1.8V x2
	USB2.0 x 1
	系统状态指示
	ADCx2、UARTx4、I2C、SPI、KEY、SPK、MIC、HEADMIC、HP
软件	
协议栈	Embedded TCP/IP and UDP/IP protocol stack
AT 命令	3GPP TS 27.007 and 27.005, and proprietary FIBOCOM AT
固件更新	USB
语音业务	HR、FR、EFR、AMR、来电显示、呼叫转移、呼叫保持、呼叫等待和多方通话等
短信业务	点对点 MO、MT、小区广播、支持 Text 和 PDU 模式



注意:

当温度超出正常工作温度范围-30°C~+75°C 时, 模块的 RF 性能可能略微超出 3GPP 规范要求。

2.3 硬件框图

图 2-1 硬件框图展示了 MC615-CN 系列模块的主要硬件功能, 包括:

- 电源管理
- 基带部分
- 存储器
- 射频部分
- 外围接口

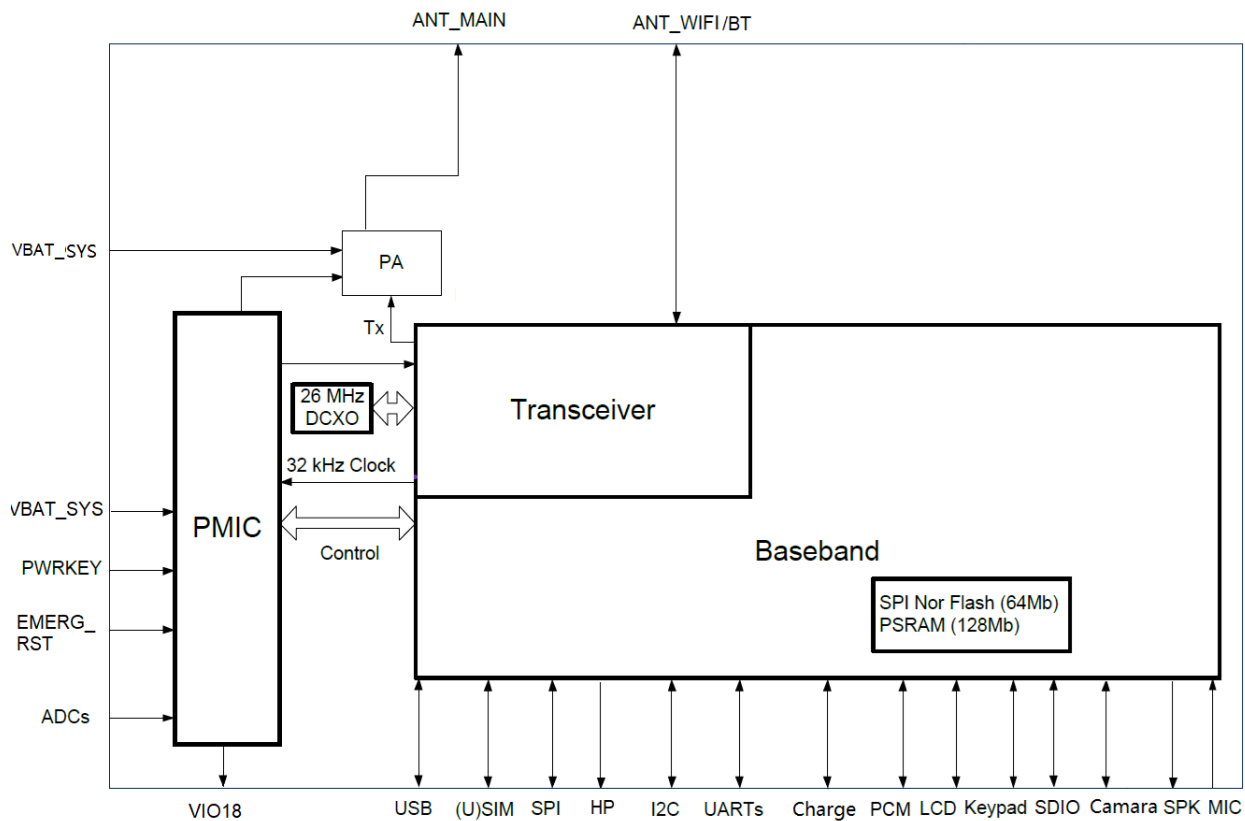


图 2-1 硬件框图

2.4 工作模式

表 2-2 工作模式

模式	描述
Idle	模块注册上网络，处于待机状态，没有数据传输。
Talk/Data	模块连接到网络，处于工作状态，语音通话中或有数据传输。
Airplane	飞行模式，此模块下射频部分不工作，只有基带部分工作。
Sleep	此模式下，模块的功耗将会降到非常低，但模块仍然可以接收寻呼、短信、电话和 TCP/UDP 数据。
Power off	关机模式，PMU 停止给基带和射频部分的电源供电，软件停止工作，串口不通。但 VBAT 引脚仍然通电。

3 应用接口

3.1 LCC+LGA 接口

MC615-CN 系列模块采用 LCC 50PIN+LGA 51PIN 封装，共 101 个管脚。

3.1.1 管脚分布

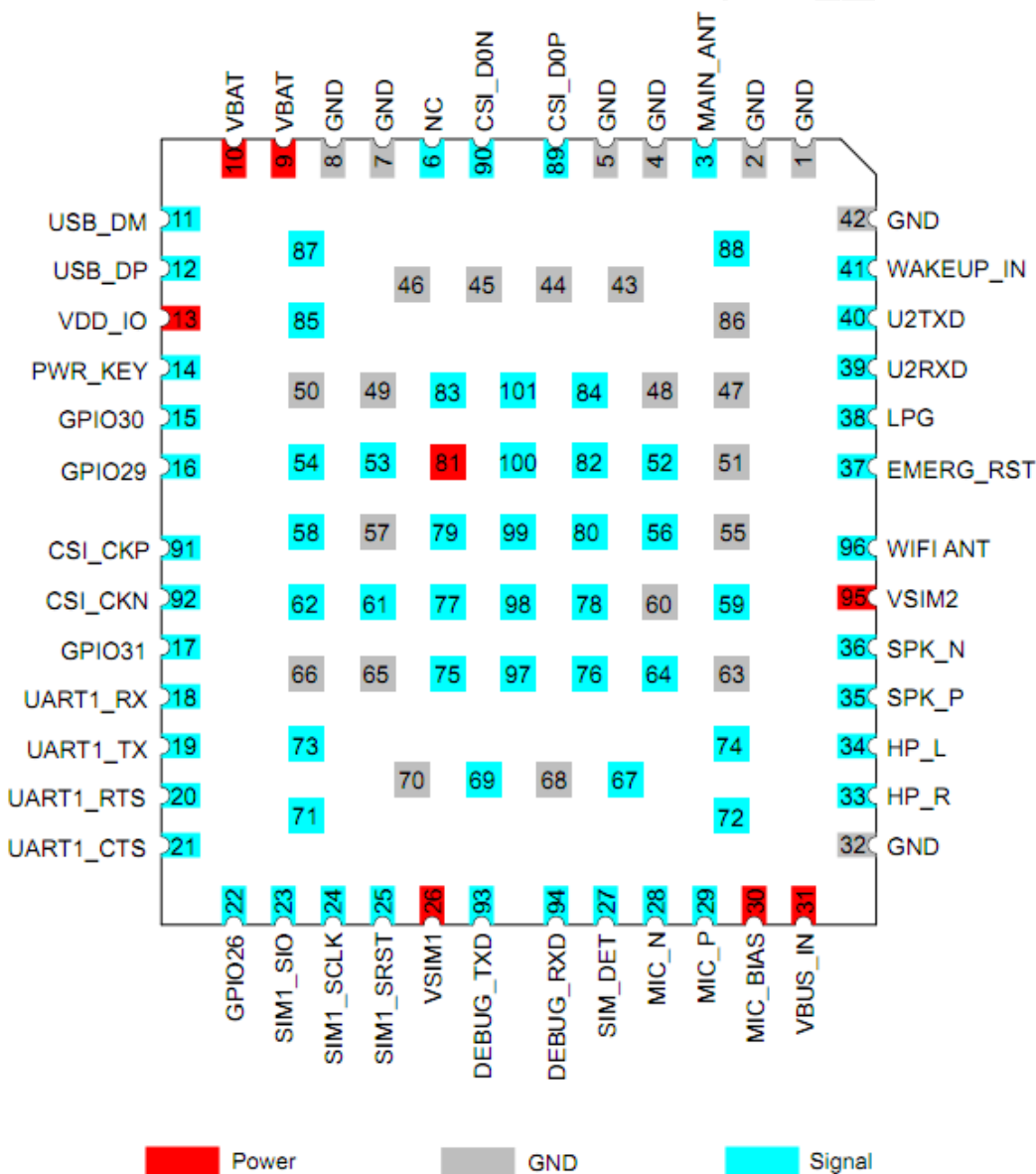


图 3-1 管脚分布图（TOP 面透视图）

3.1.2 管脚定义

表 3-1 管脚定义

管脚	管脚名	I/O	电压域	Reset Value	描述
1	GND	G	-	-	地
2	GND	G	-	-	地
3	ANT_MAIN	I/O	-	-	主集天线
4	GND	G	-	-	地
5	GND	G	-	-	地
6	NC	-	-	-	-
7	GND	G	-	-	地
8	GND	G	-	-	地
9	VBAT	PI	Vmax=4.3V Vmin=3.4V Vnorm=3.8V	-	VBAT 模块电源输入 (3.4-4.3V)
10	VBAT	PI	Vmax=4.3V Vmin=3.4V Vnorm=3.8V	-	VBAT 模块电源输入 (3.4-4.3V)
11	USB_DM	I/O	-	-	USB 信号 DM
12	USB_DP	I/O	-	-	USB 信号 DP
13	VDD_IO	PO	1.8V	-	模块数字电平, 1.8V 输出
14	PWRKEY	I	VBAT	-	模块开机/关机, 低电平有效
15	SIM2_SIO*	I/O	1.8V/3.0V	-	USIM2 数据信号线 可复用功能 GPIO30/SIM2_SIO/U1CTS
16	SIM2_SCLK*	O	1.8V/3.0V	-	USIM2 时钟信号线 可复用功能 GPIO29/SIM2_SCLK
17	SIM2_SRST*	O	1.8V/3.0V	-	USIM2 复位信号线 可复用功能 GPIO31/SIM2_SRST/U1RTS
18	UART1_RX	I	1.8V	-	模块串口 1 数据接收
19	UART1_TX	O	1.8V	-	模块串口 1 数据发送
20	UART1_RTS	I	1.8V	-	DTE 请求发送数据

管脚	管脚名	I/O	电压域	Reset Value	描述
21	UART1_CTS	O	1.8V	-	模块清除发送 可通过软件修改作为 CPlog 端口，建议预留测试点
22	GPIO	I/O	1.8V	-	GPIO26 可复用 GPIO26/U2TXD/U3RTS/SPI2CLK
23	SIM1_SIO	I/O	1.8V/3.0V	-	USIM1 数据信号线
24	SIM1_SCLK	O	1.8V/3.0V	-	USIM1 时钟信号线
25	SIM1_SRST	O	1.8V/3.0V	-	USIM1 复位信号线
26	VSIM1	PO	1.8V/3.0V	-	USIM1 电源
27	SIM_DET	I	1.8V	-	模块 SIM 热插拔检测管脚 不用时建议 10K 接地 可复用功能 SIM_DET/FLSIO3/GPIO5/PWT*
28	MIC_N	I	-	-	主 MIC 差分输出负
29	MIC_P	I	-	-	主 MIC 差分输出正
30	MIC_BIAS	PO	1.8V	-	主 MIC 偏置电压输出 内部未连接，外部使用时必须接到 MIC 信号
31	VBUS_IN	PI	Vmax=5.2V Vmin=3.4V Vnorm=5.0V	-	USB 插入输入检测
32	GND	G	-	-	地
33	HP_R	O	-	-	耳机右声道信号输出
34	HP_L	O	-	-	耳机左声道信号输出
35	SPK_P	O	-	-	喇叭正极输出
36	SPK_N	O	-	-	喇叭负极输出
37	EMERG_RST	I	VBAT	-	模块复位信号，低电平有效
38	LPG	O	1.8V	L	模块状态表示
39	U2RXD	I	1.8V	-	模块串口 2 数据接收 可复用功能 KEY_IN1/U2RXD
40	U2TXD	O	1.8V	-	模块串口 2 数据接收

管脚	管脚名	I/O	电压域	Reset Value	描述
					可复用功能 KEY_IN2/U2TXD
41	WAKEUP_IN	I	1.8V	-	外部设备唤醒模块 可复用功能 FLSIO2/GPIO4/PWL*
42	GND	G	-	-	地
43	GND	G	-	-	地
44	GND	G	-	-	地
45	GND	G	-	-	地
46	GND	G	-	-	地
47	GND	G	-	-	地
48	GND	G	-	-	地
49	GND	G	-	-	地
50	GND	G	-	-	地
51	GND	G	-	-	地
52	I2C_SDA0	I/O	1.8V	H	I2C 接口数据信号 可复用功能 I2C_SDA0/GPIO17
53	KEY_OUT0	O	1.8V	-	KEYOUT0 KEYOUT 不能单独做按键功能使用
54	GPIO	O	1.8V/3V*	-	GPIO2 可复用功能 LCD_CLK/GPIO2
55	GND	G	-	-	地
56	I2C_SCL0	O	1.8V	H	I2C 接口时钟信号 I2C_SCL0/GPIO16 做 GPIO 使用时，GPIO16 只能做输出
57	GND	G	-	-	地
58	GPIO	I/O	1.8V/3V*	-	GPIO0 可复用功能 LCD_SIO/GPIO0
59	ADC1	I	-	-	模数转换器接口 1 使用时串联 1k
60	GND	G	-	-	地

管脚	管脚名	I/O	电压域	Reset Value	描述
61	WAKEUP_OUT	O	1.8V	-	模块输出唤醒信号 可复用功能 WAKEUP_OUT/GPIO25
62	GPIO	I/O	1.8V/3V*	-	GPIO1 可复用功能 LCD_SDC/GPIO1
63	GND	G	-	-	地
64	ADC0	I	-	-	模数转换接口 0 使用时串联 1k
65	GND	G	-	-	地
66	GND	G	-	-	地
67	ISENSE	I	-	-	充电电流检测信号
68	GND	G	-	-	地
69	GPIO	O	1.8V/3V*	-	GPIO3 可复功能 LCD_CS/GPIO3
70	GND	G	-	-	地
71	USB_BOOT/KEY_IN0	I	1.8V	-	Key pad input 0, 键盘输入 0 USB_BOOT 拉高到 1.8V 会进入 DL 模式 KEYIN 不能单独做按键使用
72	VBAT_SENSE	I	Vmax=4.3V Vmin=3.4V Vnorm=3.8V	-	电池电压检测信号, 尽可能靠近电池端子正极, 若不使用充电功能, 需接到 VBAT
73	VDRV	O	-	-	外部 MOS 管的充电驱动控制电压
74	LCD_RSTB*	O	1.8V/3V*	-	LCD_RST 此管脚不支持 GPIO 功能, 不建议使用
75	KEY_OUT1	O	1.8V	-	KEYOUT1 KEYOUT 不能单独使用 可复用功能 KEY_OUT1/U2CTS
76	KEY_OUT2	O	1.8V	-	KEYOUT2 KEYOUT 不能单独使用 可复用功能 KEY_OUT2/U2RTS
77	U3RXD	I	1.8V/3V*	-	模块串口 3 数据接收

本文件版权属深圳市广和通无线股份有限公司所有, 未经批准, 不得复制。

管脚	管脚名	I/O	电压域	Reset Value	描述
					可复用功能 SD1_D2/GPIO27/U2CTS/U3RXD/SPI2DIO_0
78	U3TXD	O	1.8V/3V*	-	模块串口 3 数据发送 可复用功能 SD1_D3/GPIO28/U2RTS/U3TXD/SPI2DI_1
79	CAM_PWDN	O	1.8V	-	SPI camera power down 可复用功能 CAM_PWDN/GPIO19/SDA1
80	CAM_REFCLK	O	1.8V	-	SPI camera reference CLK 可复用功能 CAM_REFCLK/GPIO20
81	HEADMIC_BIAS	PO	-	-	耳机 MIC 的偏置电压，内部未连接，外部使用时必须接到 HEADMIC 信号
82	I2S2_SDAT_O	O	1.8V	-	I2S 数据输出信号 可复用功能 FLSIO1/GPIO3/DSI_D1P/I2S2_SDAT_O
83	I2S2_BCK	O	1.8V	-	I2S 位（串行）时钟信号 可复用功能 FLSCLK/GPIO0/DSI_CKN/I2S2_BCK
84	I2S2_LRCK	O	1.8V	-	I2S 帧时钟或 WS，用于切换声道 可复用功能 FLSCS/GPIO1/DSI_CKP/I2S2_LRCK
85	I2S2_SDAT_I	I	1.8V	-	I2S 数据输入信号 可复用功能 GPIO2/DSI_D1N/I2S2_SDAT_I/FLSIO0
86	GND	G	-	-	地
87	KEY_OUT3	O	1.8V	-	KEYOUT3 KEYOUT 不能单独使用
88	KEY_IN3	I	1.8V	-	Key pad input 3，键盘输入 3 KEYIN 不能单独使用
89	CSI_D0P	O	1.8V	-	MIPICSI_DATA_P0，CAM MIPI 数据 0 正端 可复用功能

管脚	管脚名	I/O	电压域	Reset Value	描述
					CAM_SCK/CSI_D0P/GPIO23
90	CSI_D0N	O	1.8V	-	MIPICSI_DATA_N0, CAM MIPI 数据 0 负端 可复用功能 CAM_SI1/CSI_D0N/GPIO22
91	CSI_CKP	I/O	1.8V	-	MIPICSI_CLOCK_P, CAM MIPI 时钟正端 可复用功能 CAM_SI0/CSI_CKP/GPIO21
92	CSI_CKN	I/O	1.8V	-	MIPICSI_CLOCK_N, CAM MIPI 时钟负端 可复用功能 CAM_RSTL/CSI_CKN/GPIO18/SCL1
93	DEBUG_TXD	O	1.8V	-	DEBUG 串口发送 建议预留测试点
94	DEBUG_RXD	I	1.8V	-	DEBUG 串口接收 建议预留测试点
95	VSIM2*	PO	1.8/3.0V	-	SIM2 电源输出
96	WIFI ANT*	I/O	-	-	BT/WIFI-SCAN 天线, 使用时需外加滤波器
97	SINK1	I	-	-	RGB LED 电流源输入 1, OPEN 版本可配置电流大小。Imax=54mA
98	SINK2	I	-	-	RGB LED 电流源输入 2, OPEN 版本可配置电流大小。Imax=54mA
99	HEADMIC_P	I	-	-	耳机 MIC 输入正
100	HEADMIC_N	I	-	-	耳机 MIC 输入负
101	KEY_IN4	I	1.8V	-	Key pad input 4, 键盘输入 4 KEYIN 不能单独使用, 不用则悬空



注意:

- 未使用的管脚保持悬空状态。所有 GND 引脚连接到地网络上。
- 单个 KEYIN/OUT 按键不能使用, 需要配合 KEYOUT/IN 使用。
- 当 USB_BOOT/KEY_IN0 管脚与 KEYOUT 组合用作按键功能时, 如果在开机过程中按下对应按键, 会导致模块进入下载模式, 原因是在开机过程中 KEYOUT 有高脉冲输出。
- 上表中 3V*表示该 pin 脚可支持 3V 电压域, 但需在 OPEN 版本中更改软件配置。
- 详细的 1.8V、3V 的高低电平范围见表 5-3 IO 接口电平。

- 表中可复用功能需在 OPEN 版本中更改软件配置实现，管脚名为默认功能。
- WIFI ANT* 表示 BT/WIFI-SCAN 功能只有部分型号支持，且部分型号使用时外部必须加滤波器，型号区别见产品简介表，外部滤波器设计请参考 MC615 参考设计。
- PWT* 是频率和占空比可调的 PWM 波形。
- PWL* 输出不固定波形。
- SIM2_SIO*/SIM2_SCLK*/SIM2_SRST*/VSIM2* SIM2 功能已实现，但双卡功能支持要区分软件版本。
- LCD_RSTB* 表示 pin74 管脚不支持 GPIO 功能，不建议使用。

3.1.3 管脚复用

以上管脚定义只表示管脚默认定义，如有其它功能复用需求，请参考《FIBOCOM MC615-CN GPIO 功能复用》。

3.2 电源

MC615-CN 系列模块电源接口如下表所示：

表 3-2 电源

管脚名	I/O	管脚	描述
VBAT	PI	9,10	模块系统供电，3.4~4.3V，标称值 3.8V
VDD_IO	PO	13	电压输出，1.8V (80mA)
GND	G	1,2,4,5,7,8,32,42,43,44, 45,46,47,48,49,50,51,8 55,57,60,63,65,66,68,7 0,86	地

3.2.1 电源供电

MC615-CN 系列模块需要通过 VBAT 管脚提供电源供电，电源设计推荐如图 3-2 所示：

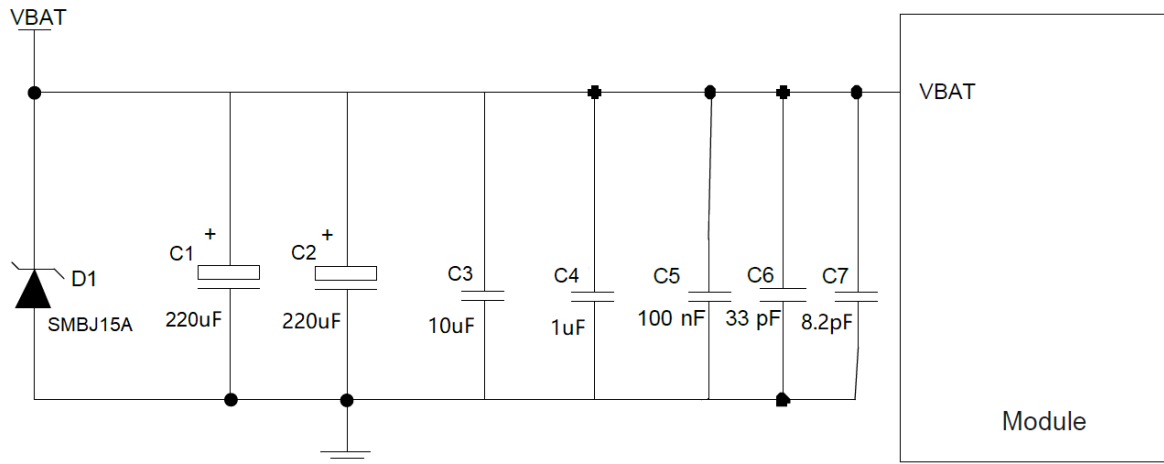


图 3-2 电源设计推荐



注意：

VBAT 供电需星型走线，电源供电的滤波电容设计如下表。

表 3-3 VABT 电容

推荐电容	应用	说明
220uFx2, 10uF,22uF	稳压电容	减少模块工作时的电源波动，要求采用低 ESR 电容 LDO 或者 DCDC 供电要求不小于 440uF 电容 电池供电可适当降低至 100~220uF 电容
1uF,100nF	数字信号噪声	滤除时钟以及数字信号产生的干扰
33pF	700, 850/900 MHz 频段	滤除低频段射频干扰
8.2pF	1700/1800/1900,2100/2300,2500/2600MHz 频段	滤除中/高频段射频干扰

电源供电的稳定可以确保 MC615-CN 模块正常的工作，设计时需要特别注意电源的纹波要低于 300mV（线路 ESR<150mΩ），确保电源电压在模块最大工作电流时（约 2A）不低于 3.4V，否则模块可能掉电关机或重启。电源供电限制如图 3-3 所示：

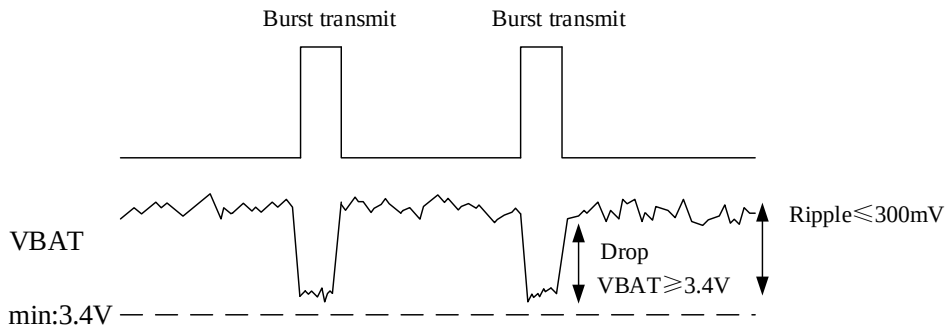


图 3-3 电源供电限制



注意:

建议客户在 VBAT 输入增加 TVS（推荐型号：SMBJ5.0A/ESD5651N），提高产品防浪涌能力。

3.2.2 1.8V 输出

MC615-CN 系列模块通过 VDD_IO 输出 1.8V 电压供模块内部数字电路使用，该电压为模块的逻辑电平电压，可用于指示模块开机，也可用于外部小电流电路应用，如不使用保持悬浮状态。VDD_IO 的逻辑电平定义如下表：

表 3-4 1.8V 电平

参数	最小值	典型值	最大值	单位
VDD_IO	1.71	1.8	1.89	V

3.2.3 功耗

在 3.8V 电源供电的情况下，MC615-CN 系列模块的功耗如下表所示：

表 3-5 功耗

参数	场景	条件	平均电流(mA)
I _{off}	Static leakage current	Power supply, not power on	0.04
	Hardware Power off	Press the power on/off key in power-on state	0.015
	Software Power off	By AT command or selecting the power-off menu in power-on state	0.015
I _{sleep}	Airplane	CFUN=4	1.3
	LTE FDD/TDD	Band Paging cycle #128 frames	2.3
ILTE-RMS	LTE FDD	LTE FDD Data transfer Band 1	650

参数	场景	条件	平均电流(mA)
		@+23dBm	
		LTE FDD Data transfer Band 3 @+23dBm	700
		LTE FDD Data transfer Band 5 @+23dBm	550
		LTE FDD Data transfer Band 8 @+23dBm	550
	LTE TDD	LTE TDD Data transfer Band 34 @+23dBm	350
		LTE TDD Data transfer Band 38 @+23dBm	400
		LTE TDD Data transfer Band 39 @+23dBm	350
		LTE TDD Data transfer Band 40 @+23dBm	350
		LTE TDD Data transfer Band 41 @+23dBm	400



注意:

以上结果为实验室测试数据，偏差±10%。

3.3 控制信号

MC615-CN 系列模块提供 2 路控制信号对模块进行开机/关机和复位操作，管脚定义如下表：

表 3-6 控制信号

管脚名	I/O	管脚	描述
EMERG_RST	I	37	当模块在工作时，给 RESET 一个 Tst（100ms）低电平，然后拉高，模块复位
PWRKEY	I	14	拉低电平开机时，最短低电平持续时间 2s，拉低电平关机时，最短电平持续时间 3.1s

3.3.1 模块开机

3.3.1.1 开机电路参考

当 MC615-CN 系列模块处于关机模式，可以通过拉低 PWRKEY 至少 2s 使模块开机。推荐使用 OC/OD 驱动电路来控制 PWRKEY 管脚。参考电路如图 3-4 所示：

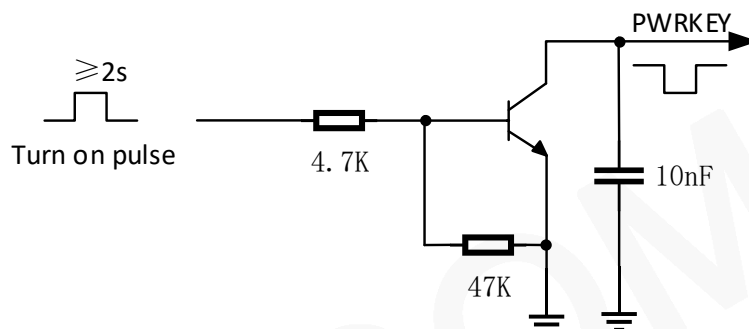


图 3-4 OC/OD 驱动参考开机电路

另一种控制 PWRKEY 管脚的方式是直接通过一个按钮开关，按钮附近需放置一个 TVS（推荐 ESD9X5VL-2/TR）用于 ESD 保护，参考电路如图 3-5 所示：

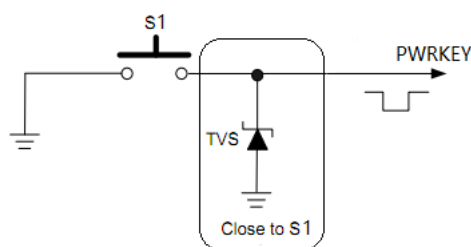


图 3-5 按键开机参考电路

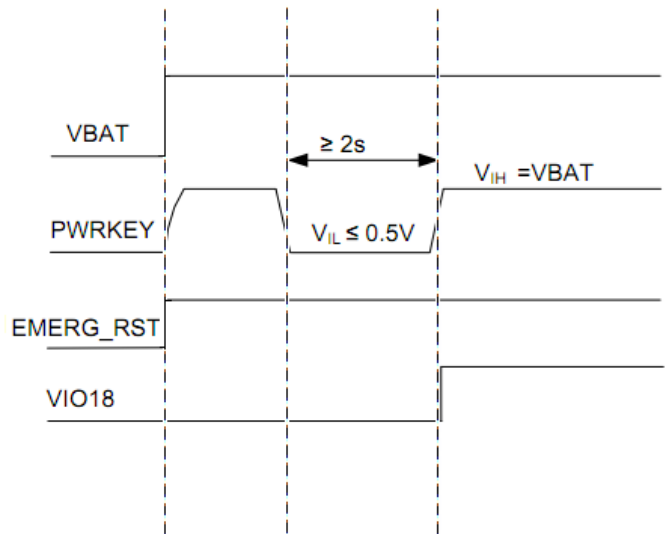


图 3-6 开机时序控制图



注意:

在拉低 PWRKEY 管脚之前, 需保证 VBAT 电压稳定。建议从 VBAT 上电到拉低 PWRKEY 管脚之间的时间间隔不少于 30ms。

3.3.1.3 自动开机

若需要模块上电自动开机, 可将 PWRKEY 管脚直接对地或者通过电阻下拉到地, 下拉电阻推荐 1K。此种方式下模块关机, 只能直接断电。

3.3.2 模块关机

模块支持下表三种关机方式:

表 3-7 模块关机方式

关机方式	关机方法	适用场景
低电压关机	VBAT 电压过低或者掉电时, 模块会关机	此时模块没有进行正常的关机流程, 没有走从基站注销的流程
硬件关机	拉低 PWRKEY(大于 3.1s), 然后释放	正常关机
AT 关机	AT+CPWROFF	软件关机

1. 当模块正常工作时, 不要立即切断模块电源, 以避免损坏模块内部的 Flash。强烈建议先通过 PWRKEY 或者 AT 命令关闭模块后, 再断开电源。
2. AT 命令关机时, 不适用于自动开机。

关机时序:

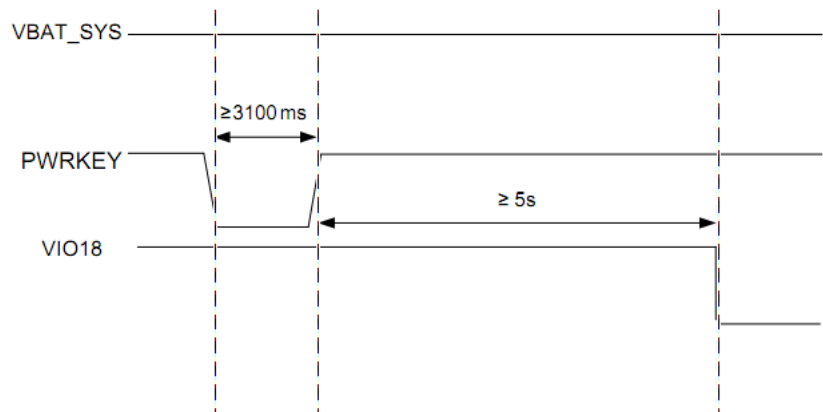


图 3-7 关机时序控制图

3.3.3 模块复位

MC615-CN 系列模块复位方式有两种：硬件复位、AT 命令复位。

表 3-8 模块复位方式

复位方式	复位方法
硬件复位	给 EMERG_RST 一个 Tst（100ms）低电平，然后拉高
AT 命令复位	AT+CFUN=15

3.3.3.1 复位电路

复位参考电路如图 3-6 所示，与 PWRKEY 控制电路类似，客户可使用 OC/OD 驱动电路或按钮控制 EMERG_RST 管脚。

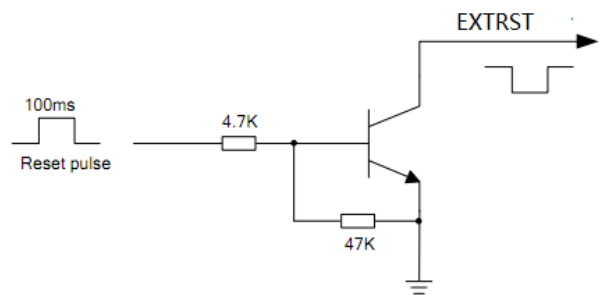


图 3-8 EMERG_RST 复位 OC/OD 参考电路

另一种复位控制如图 3-7 所示:

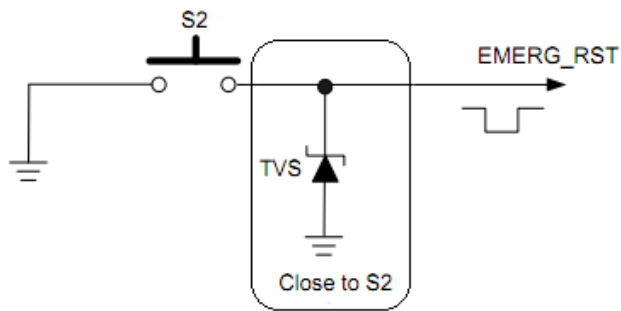


图 3-9 EMERG_RST 复位按钮参考电路

3.3.3.2 EMERG_RST 控制时序

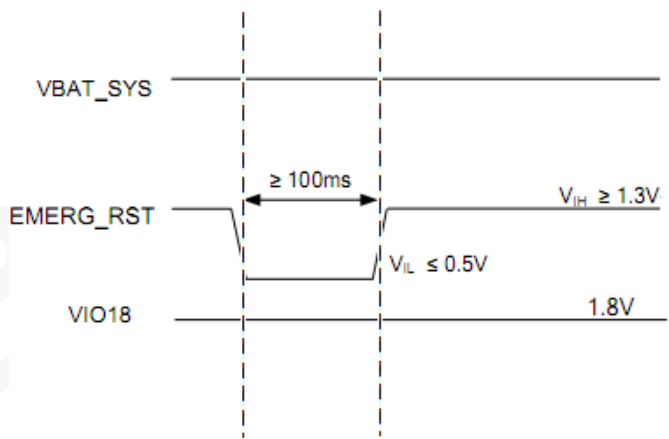


图 3-10 EMERG_RST 控制时序



注意：

EMERG_RST 是敏感信号，建议在靠近模块端增加去抖电容，推荐容值 10nF。PCB layout 时要远离射频干扰并做好包地处理，同时避免在 PCB 边缘及表层走线（避免 ESD 造成模块复位）。

3.4 USB 接口

MC615-CN 系列模块支持 USB2.0，兼容 USB High-Speed(480Mbps/s)和 USB Full-Speed(12Mbps/s)。MC615-CN 系列模块 USB 总线的时序和电气特性参考“Universal Serial Bus Specification 2.0”。

USB 接口定义：

表 3-9 USB 接口

管脚名	I/O	管脚.	描述
-----	-----	-----	----

本文件版权属深圳市广和通无线股份有限公司所有，未经批准，不得复制。

管脚名	I/O	管脚.	描述
USB_DM	I/O	11	USB 差分数据总线
USB_DP	I/O	12	USB 差分数据总线
VBUS_IN	PI	31	USB 插入检测

如需了解更多关于 USB 2.0 规范的信息, 请访问 <http://www.usb.org/home>



注意:

由于模块支持 USB 2.0 High-Speed, 因此 USB_DM/DP 差分信号线上的 TVS 管等效电容要求低于 1pF, 推荐使用 0.5pF 容值 TVS;

建议在 USB_DM/DP 差分线各串 0Ω 电阻;

USB_DM 和 USB_DP 为高速差分信号线, 最高传输速率达到 480Mbps/s, 在 PCB Layout 必须严格遵守以下规则:

- USB_DM 和 USB_DP 信号线控制差分阻抗 90Ω;
- USB_DM 和 USB_DP 信号线要求等长、平行, 避免直角走线;
- USB_DM 和 USB_DP 信号线布线在离地层最近的信号层, 走线上下左右包地保护。

3.5 USIM 接口

MC615-CN 系列模块支持 USIM 卡接口, 支持 1.8V 和 3.0V SIM 卡, 支持 SIM1 和 SIM2 双卡 (双卡版本需区分软件版本)。

3.5.1 USIM 管脚

USIM 管脚如下表所示:

表 3-10 USIM 管脚

管脚名	I/O	管脚.	描述
SIM1_SIO	I/O	23	USIM/SIM1 DATA
SIM1_SCLK	O	24	USIM/SIM1 Clock Signal
SIM1_SRST	O	25	USIM/SIM1 RESET Signal
VSIM1	PO	26	USIM/SIM1 Power
SIM_DET	I	27	Detect USIM/SIM1 card for Hot-swap
SIM2_SIO*	I/O	15	USIM/SIM2 DATA
SIM2_SCLK*	O	16	USIM/SIM2 Clock Signal
SIM2_SRST*	O	17	USIM/SIM2 RESET Signal

本文件版权属深圳市广和通无线股份有限公司所有, 未经批准, 不得复制。

管脚名	I/O	管脚.	描述
VSIM2*	PO	95	USIM/SIM2 Power

3.5.2 USIM 接口电路

3.5.2.1 带检测信号 SIM 卡座

USIM/SIM 设计需要选用 SIM 卡座(推荐型号: SIM016-8P-220P), 推荐使用带有 SIM 卡检测功能的热插拔卡座。

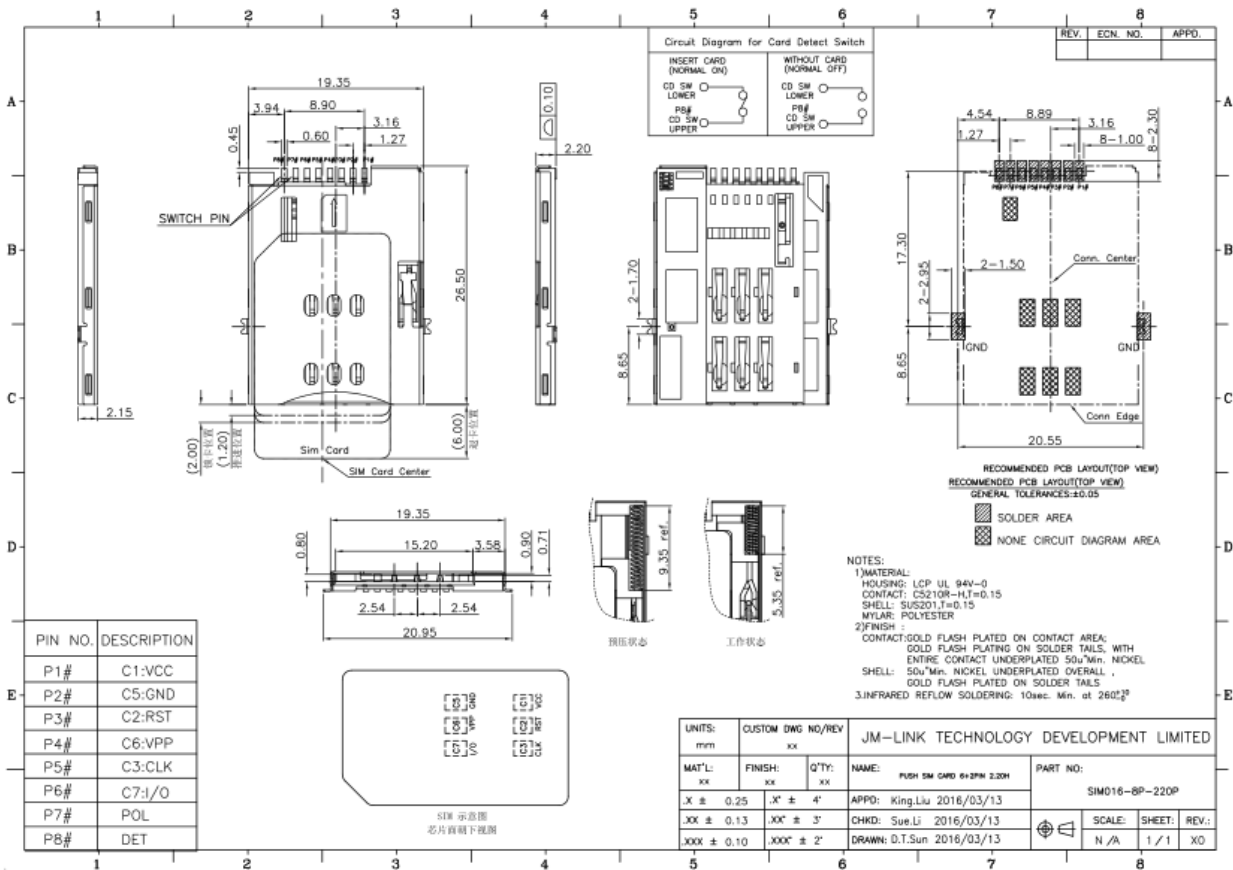


图 3-11 SIM 卡座图示 SIM016-8P-220P

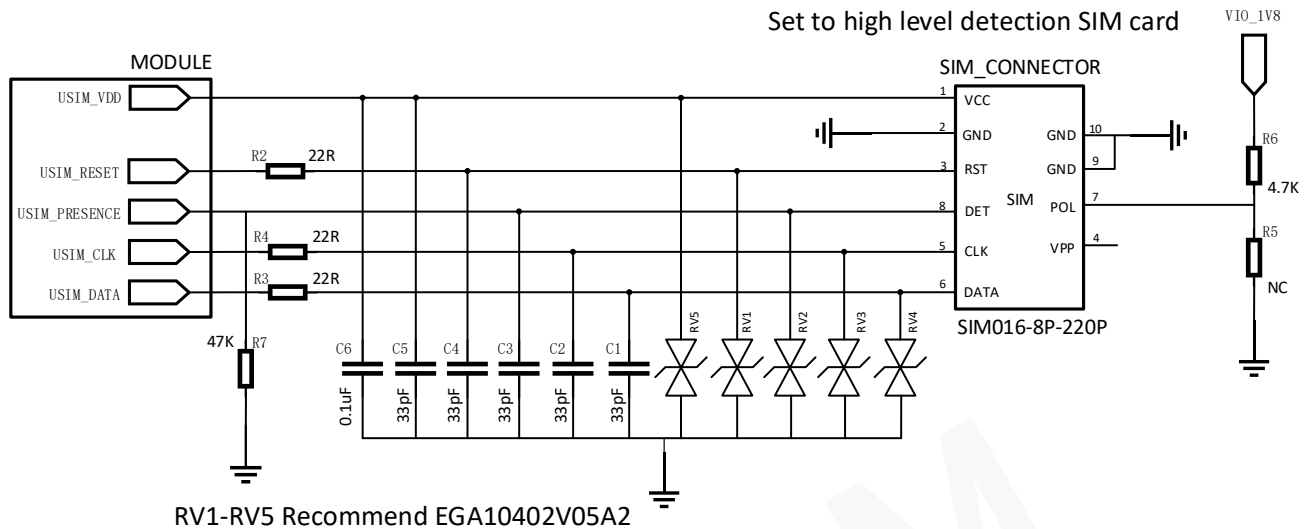


图 3-12 MC615-CN 系列 USIM/SIM 接口带检测参考设计图

带检测信号 SIM 卡座原理说明如下（图中 USIM_PRESENCE 即为 SIM_DET 管脚信号）：

SIM 卡插入时，SIM_DET 为高电平。SIM 卡拔出时，SIM_DET 为低电平。

3.5.2.2 不带检测信号 SIM 卡座

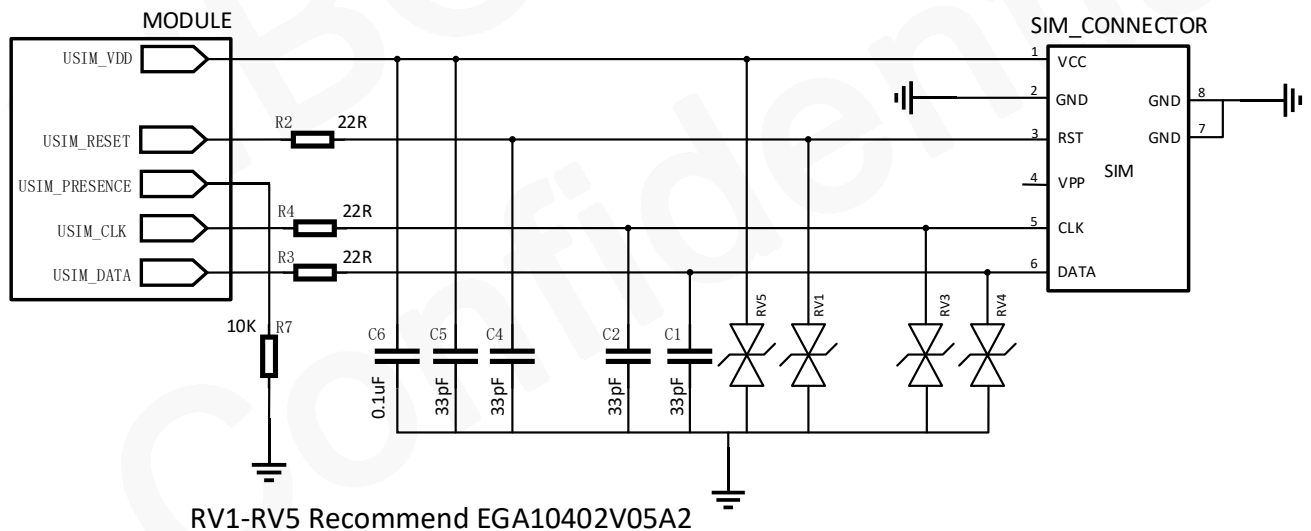


图 3-13 MC615-CN 系列 USIM/SIM 接口不带检测参考设计图



注意：

SIM_IO 不要求加上拉电阻。

使用无热插拔检测信号的 SIM 卡座，模块 SIM_DET 管脚串联 10K 接地。

SIM 卡电路设计需要满足 EMC 标准及 ESD 要求，同时需要提高抗干扰能力，确保 SIM 卡能够稳定的工作。在设计中需要严格遵守以下几点：

- SIM 卡座布局尽量靠近模块，远离 RF 天线、DCDC 电源、时钟信号线等强干扰源；
- 采用带金属屏蔽外壳的 SIM 卡座，从而提高抗干扰能力；
- 模块到 SIM 卡座的走线长度不得超过 100mm，过长的走线会降低信号质量；
- SIM_CLK 和 SIM_IO 信号包地隔离，避免相互干扰。如难以做到，则至少需要将 SIM 信号作为一组包地保护；
- SIM 卡信号线的滤波电容和 ESD 器件靠近 SIM 卡座放置，ESD 器件等效电容的容值上限 33pF。

3.6 UART 接口

3.6.1 UART 接口定义

MC615-CN 模块有四组串口：主串口 UART1、串口 UART2，串口 UART3 和 DEBUG 串口。下面描述了这四个串口的主要特性：

主串口 UART1 和 UART3 支持 2400,4800,9600,14400,19200,28800,33600,38400,57600,115200,230400,460800,921600,1000000 波特率，默认波特率为 115200bps，用于数据传输和 AT 命令传送。但只有 UART1 可以在模块休眠后通过连续发 AT 命令唤醒模块，其他串口不支持。

DEBUG 串口支持 115200bps 波特率，供 FIBOCOM 内部调试使用。

CP log 口为 pin21 复用功能，软件配置为 ZSP_UART_TXD，可抓取 CP log。建议预留测试点。

各串口管脚描述分别如下列表所示：

表 3-11 UART1 管脚

管脚名	I/O	管脚	描述
UART1_RX	I	18	模块接收数据
UART1_TX	O	19	模块发送数据
UART1_RTS	O	20	DTE 请求发送数据
UART1_CTS	I	21	模块清除发送

表 3-12 UART2 管脚

管脚名	I/O	管脚	描述
U2RXD	I	39	模块接收数据

管脚名	I/O	管脚	描述
U2TXD	O	40	模块发送数据
U2CTS	I	75	模块清除发送
U2RTS	O	76	DTE 请求发送数据

表 3-13 UART3 管脚

管脚名	I/O	管脚	描述
U3RXD	I	77	模块接收数据
U3TXD	O	78	模块发送数据

表 3-14 DEBUG 串口管脚

管脚名	I/O	管脚	描述
DBG_RXD	I	94	模块接收数据
DBG_TXD	O	93	模块发送数据

3.6.2 UART 接口应用

MC615-CN 系列模块的串口电平默认为 1.8V。若客户主机系统电平为 3.3V 或者其他，则需在模块和主机的串口连接中增加电平转换器。下图为使用电平转换芯片的参考电路设计：

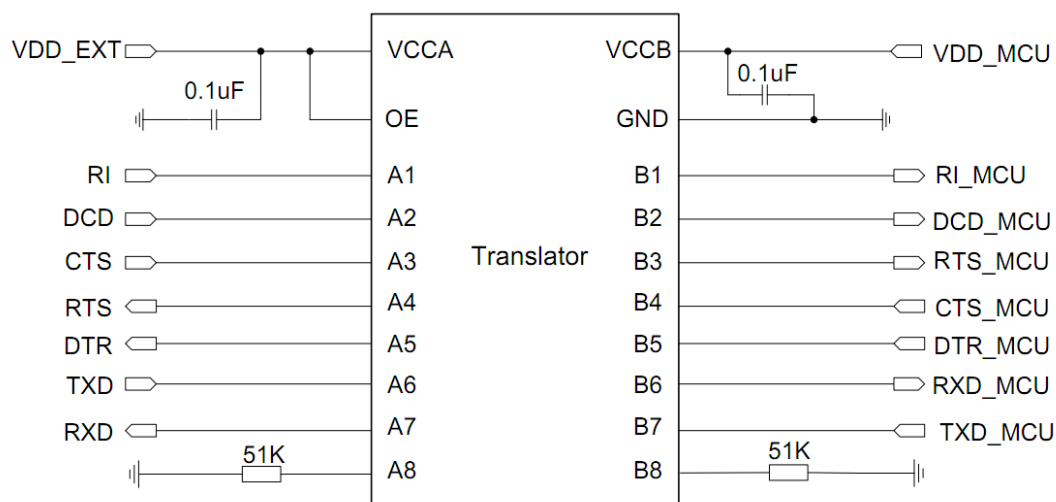


图 3-14 UART 信号连接 1

另一种电平转换电路如下图所示。如下虚线部分的输入和输出电路设计可参考实线部分，但需注意连接方向。

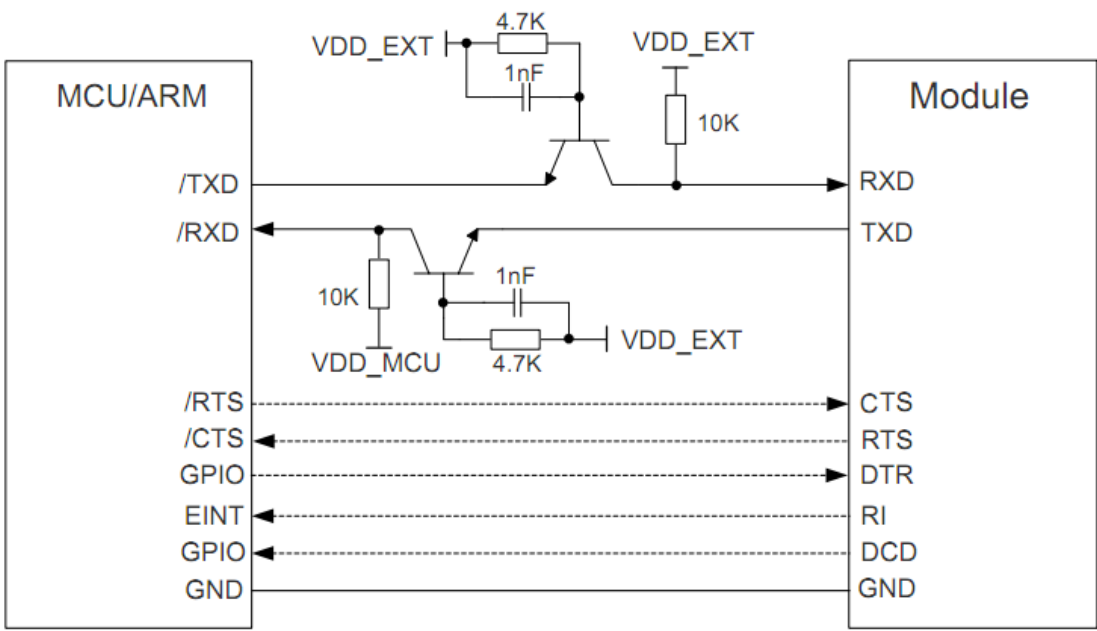


图 3-15 UART 信号连接 2



注意:

此电平转换电路不适用于波特率超过 460Kbps 的应用。

3.7 状态指示

3.7.1 LPG 信号

MC615-CN 系列提供一个网络指示灯输出信号接口。

表 3-15 LPG 管脚

管脚名	I/O	管脚	描述
LPG	O	38	模块状态指示

MC615-CN 系列模块网络指示灯 LPG 状态描述。

表 3-16 LPG 状态

模式	LPG	描述
1	快闪 (600ms High /600ms Low)	没有 SIM 卡 SIM PIN 注册网络中(T<15S) 注网失败
2	慢闪(75ms Low /3000ms High)	待机

本文件版权属深圳市广和通无线股份有限公司所有，未经批准，不得复制。

3	速闪(75ms Low /75ms High)	数据链接建立
4	High	睡眠
5	Low	语音通话

MC615-CN 系列模块的网络指示灯接口参考电路如图 3-19:

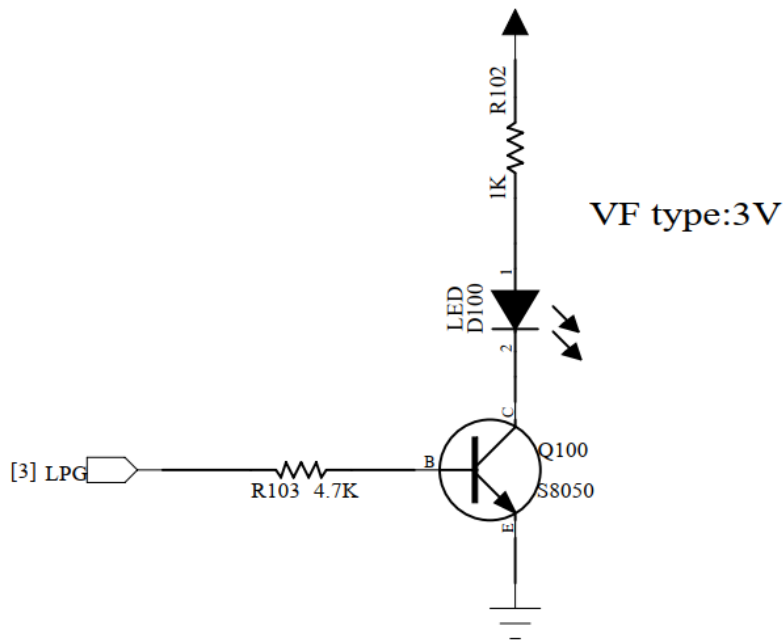


图 3-16 MC615-CN 系列模块网络指示灯参考设计图

3.8 低功耗模式

睡眠模式，模块可以通过两种方式进入睡眠模式：通过 ATS24 命令使模块睡眠和通过 WAKEUP_IN 管脚和命令控制休眠。

3.8.1 ATS24 命令

ATS24 命令使模块睡眠，唤醒保持时间取决于命令 ATS24= [<value>]中的</value>。发送 AT 命令 ATS24=2，模块将在 2s 后进入 Sleep 模式，模块掉电后设置不保存。

3.8.2 WAKEUP_IN 管脚和命令控制休眠

MC615-CN 模块提供一个中断口用于唤醒模块。当模块进入休眠后，拉低或拉高 WAKEUP_IN 管脚来唤醒模块。唤醒模块功能不用时，WAKEUP_IN 管脚悬空。

表 3-17 WAKEUP_IN 管脚

管脚名	I/O	管脚.	描述
WAKEUP_IN	I	41	外部设备唤醒模块信号

1. 模块缺省不休眠，必须通过 AT+ATS24 命令设置非 0 值，模块才能休眠。
2. 通过 AT+GTSET="LPMODE", x 设置唤醒模式。

x=0 --- 中断唤醒，模块休眠后，WAKEUP_IN 给个电平转换即可唤醒模块，唤醒后 IDLE 一段时间后重新进入休眠(软件默认为 0)；

x=1 --- 电平唤醒，WAKEUP_IN 低电平不允许休眠；

x=2 --- 电平唤醒，WAKEUP_IN 高电平不允许休眠。

睡眠模式详细，请参考《FIBOCOM MC615 Series AT Commands》。

3.8.3 PSM 模式

MC615-CN 部分型号支持 PSM 模式。

PSM (Power Saving Mode) 是指一种省电模式。在这种模式下终端非业务期间特点：

- 1、深度休眠，不接收下行数据；
- 2、只有终端主动发送上行数据时可接收 IOT 平台缓存的下行数据。

PSM 特性的使用需要在网络侧做好相应的配置。模块进入 PSM 模式后，功耗可降低至 2.5 μ A。

PSM 进入使用 AT 命令 AT+CPSMS=1，详见《FIBOCOM PSM AT 命令手册》。

退出 PSM 方式：

1. 通过 WAKEUP_IN（即内部 PSM_EXT_INT）唤醒
2. PWRKEY 按键唤醒
3. TAU 唤醒

3.9 ADC 接口

MC615-CN 提供 2 路模数转换接口，ADC 分辨率为 11bit。使用 AT+MMAD=<Index>, <index>=0,1，可以读取各路 ADC 的电压值，ADC 默认范围为 0-VBAT，OPEN 版本中电压范围可调。

表 3-18 ADC 管脚

管脚名	I/O	管脚.	描述
ADC1	I	59	模数转换器接口 1，使用时串联 1K 电阻，不用则悬空
ADC0	I	64	模数转换器接口 2，使用时串联 1K 电阻，不用则悬空

以下是在 ADP-MC615 上测试的 ADC 精度：

表 3-19 ADC 精度

电压范围(V)	精度(mV)
0-1.1	3
1.2-3.3	40
3.3-VBAT	10



注意：

- 若对精度有较高要求，建议使用低档位的电压范围。
- 建议 ADC 在布线时做包地处理，靠近需要采样电压，走线尽量短，这样可以提高 ADC 电压测量准确度；
- 使用 ADC 功能时，需串联 1K 电阻。

3.10 模拟音频接口

模块内置音频编解码芯片，提供了一路模拟音频输出通道，支持通话和播放等功能。用户可直接将 SPK 接在模块外围，也可以选择增加音频放大器。

3.10.1 SPK 喇叭接口

3.10.1.1 SPK 接口管脚定义

表 3-20 SPK 管脚

管脚名	I/O	管脚.	描述
SPK_P	O	35	喇叭输出正极
SPK_N	O	36	喇叭输出负极

SPK_P 和 SPK_N 通道是用于听筒或者扬声器差分输出，不支持单端输出。

SPK 差分信号内置功放，支持 Class-D 和 CLASS-AB 两种输出方式，Class-D mode gain level is 0/1.5/3dB, Class-AB mode gain level is -3/0/1.16dB (3-bit programmable gain)。模块默认功放为 Class-AB 输出，需要使用外部功放时推荐使用型号：AW87359FCR（2W@8Ω）。

SPK 输出功率: 800mW@4.2V on 8Ω load in Class-D mode, 600mW@4.2V on 8Ω load in Class-AB mode。

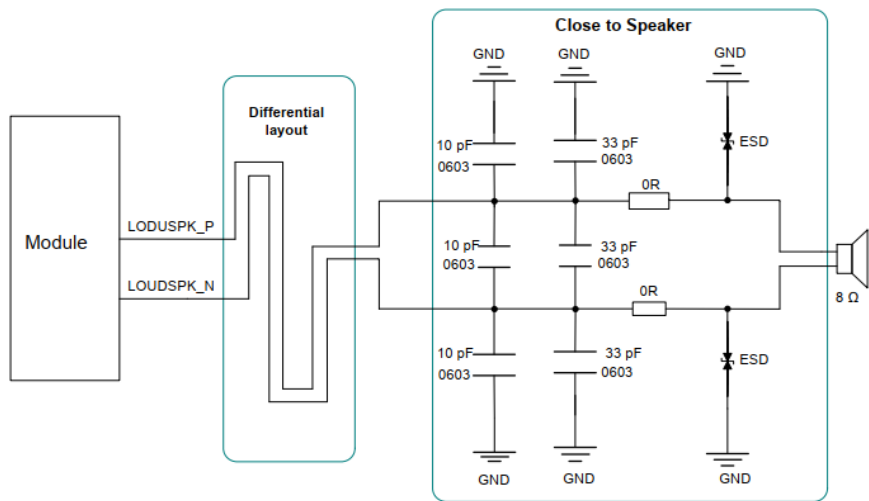


图 3-19 SPK 输出参考电路

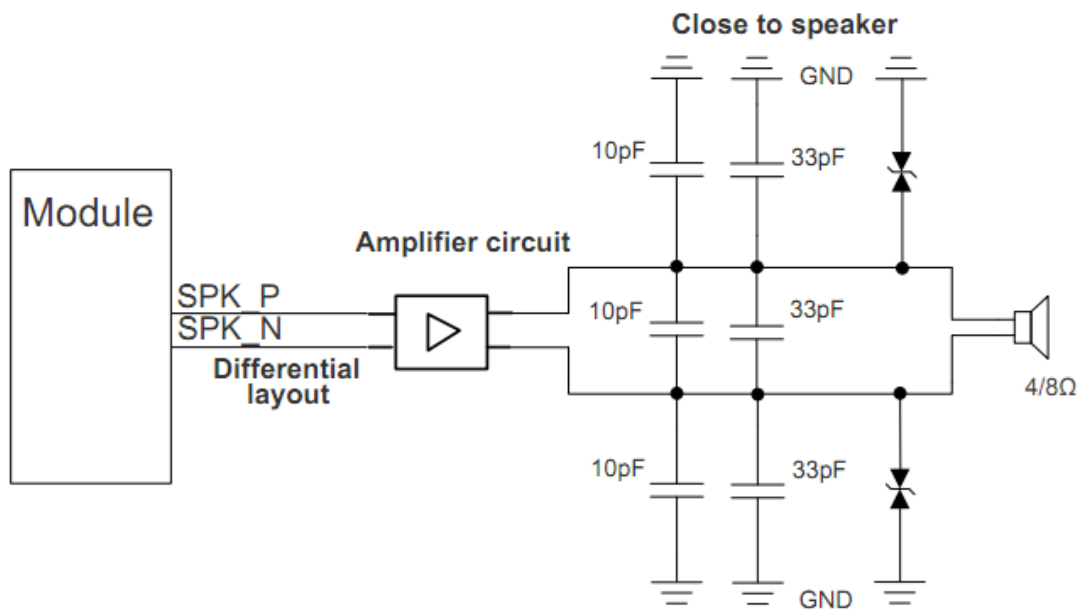


图 3-20 带音频功放输出参考电路

3.10.2 HP 耳机接口

HP 接口管脚定义:

表 3-21 耳机管脚

管脚名	I/O	管脚.	描述
-----	-----	-----	----

HP_R	O	33	耳机右声道信号
HP_L	O	34	耳机左声道信号

模块耳机输出功率：25mW@±1.8V on 32Ohm load，增益范围：-18dB to +0dB with 3dB steps (4-bit programmable gain)

3.10.3 MIC 麦克风接口

3.10.3.1 MIC 接口管脚定义

模块 MIC 输入包含外置驻极体 MIC 和耳机 MIC 两种。

表 3-22 MIC 管脚

管脚名	I/O	管脚.	描述
HEADMIC_P	I	99	耳机 MIC 输入正
HEADMIC_N	I	100	耳机 MIC 输入负
HEADMIC_BIAS	PO	81	耳机 MIC 偏置电压， Vtype=2.5V
MIC_P	I	28	MIC 输入正
MIC_N	I	29	MIC 输入负
MIC_BIAS	PO	30	MIC 偏置电压， Vtype=2.5V

MIC 输入内增益放大 8 级可调，范围：0dB~36dB (3-bit programmable gain,0/3/6/12/18/24/30/36dB)。

3.10.3.2 MIC 接口电路

MIC_P/MIC_N 通道在内部没有接偏置电压，使用时必须再外面增加偏置电路。可参考如下图：

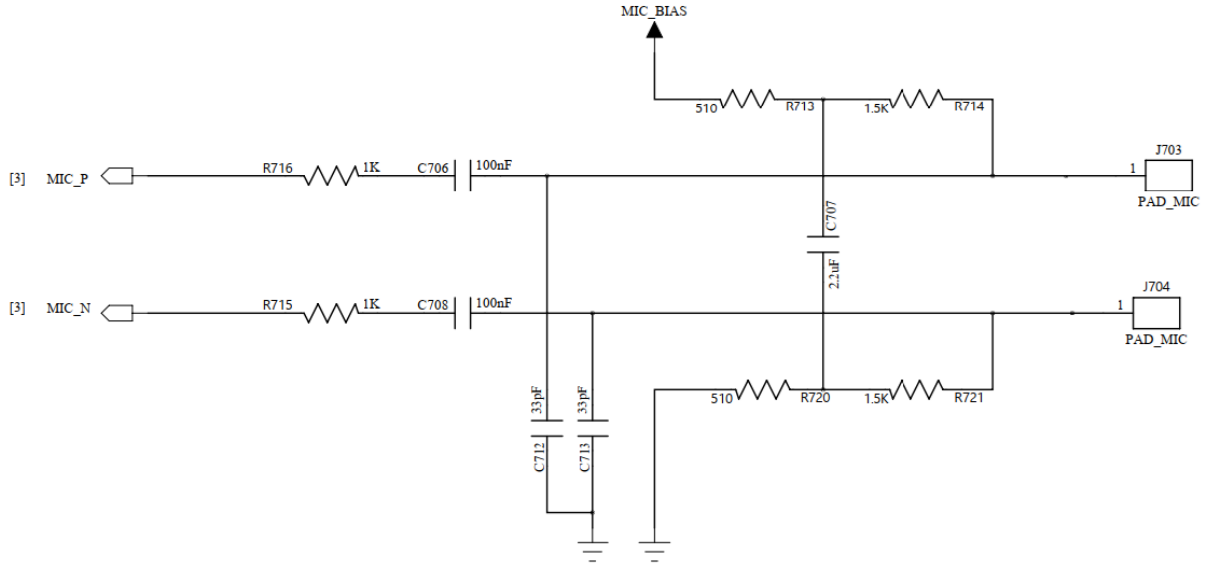


图 3-17 MIC 参考电路

HEADMIC_P/N 同样也需要外部增加偏置。

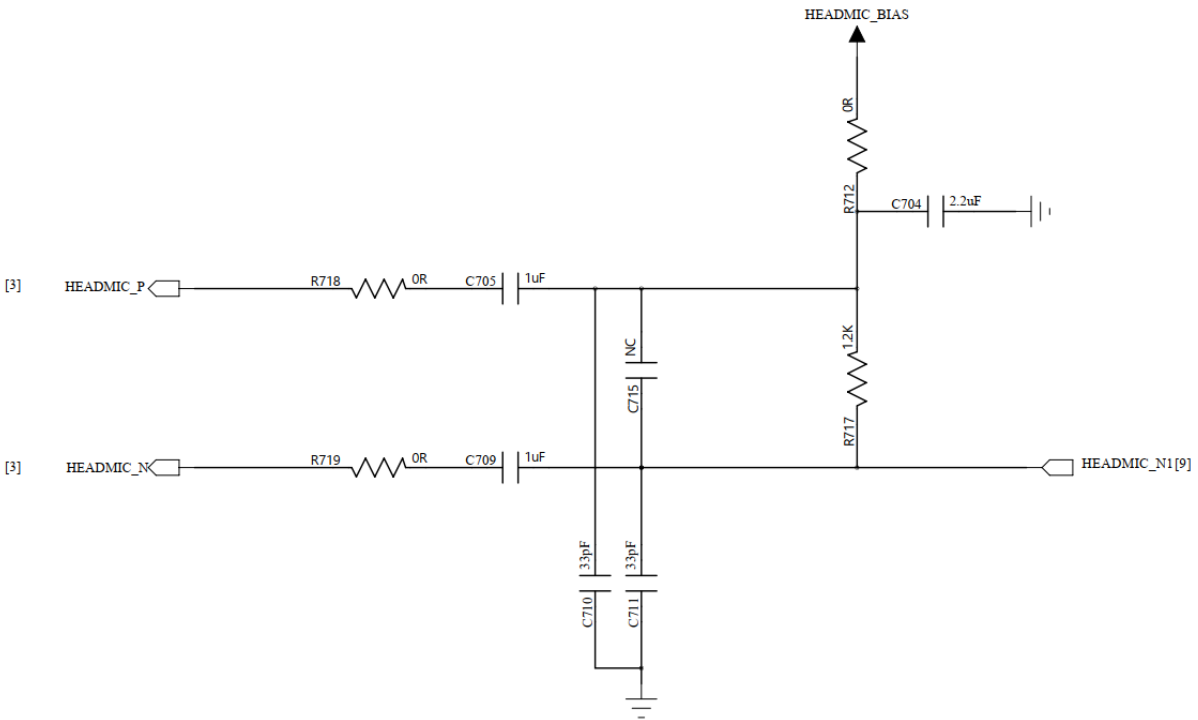


图 3-18 耳机 MIC 参考电路

3.10.4 防止 TDD 及其它噪声

手持话柄及免提麦克风建议采用内置射频滤波双电容（如 10pF 和 33pF）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。33pF 电容用于滤除模块工作在 900MHz 频率时高频干扰，10pF 电容是用以滤除工作在 1800MHz 频率时高频干扰。如果不加该电容，在通话时候有可能会听到 TDD

本文件版权属深圳市广和通无线股份有限公司所有，未经批准，不得复制。

噪声。需要注意的是由于电容谐振点很大程度上取决于电容材料以及制造工艺，因此选择电容时，需要咨询电容供应商，选择最合适的容值来滤除工作在 EGSM900/DCS1800 时的高频噪声。

PCB 板上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连接点。天线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。差分音频走线必须遵循差分信号的布线规则。



注意：

- MC615 模块不支持 GSM，音频设计部分更关注滤除 TDD 之外的其他噪声。
- 模拟音频详细设计请参考最新的《MC615-CN Series Reference design》。

3.11 CAMERA 摄像头接口

MC615 支持 SPI 和 MIPI 两种摄像头接口。下表为 CAMERA 接口的管脚描述：

表 3-23 CAMERA 接口

管脚名	I/O	管脚	描述
CAM_REFCLK	O	80	CAMERA CLK 信号
CAM_PWDN	O	79	CAMERA POWER DOWN 信号
CSI_D0N	I/O	90	CAMERA MIPI 数据 D0 负端； CAM_SI1 SPI CAM 的串口数据信号 1
CSI_D0P	I/O	89	CAMERA MIPI 数据 D0 正端； CAM_SCK SPI CAM 的串口时钟信号
CSI_CKN	O	92	CAMERA MIPI 时钟 CLK 负端； CAM_RSTL SPI CAM 的复位信号
CSI_CKP	O	91	CAMERA MIPI 时钟 CLK 正端； CAM_SIO SPI CAM 的串口数据信号 0
I2C_SDA0	I/O	52	CAMERA 的 I2C 数据信号
I2C_SCL0	O	56	CAMERA 的 I2C 时钟信号



注意：

CAMERA 详细设计见最新的《MC615-CN Series Reference design》。

3.12 LCD 接口

MC615 OPEN 可支持 SPI LCD 接口屏。LCD 接口支持最大分辨率为 320 × 240 ；支持 DMA 传输；

本文件版权属深圳市广和通无线股份有限公司所有，未经批准，不得复制。

支持 16 位 RGB565 和 YUV 格式。下表为 LCD 接口的管脚描述:

表 3-24 LCD 接口

管脚名	I/O	管脚	描述
LCD_SDC*	I/O	62	LCD 命令和数据切换控制信号
LCD_RSTB*	O	74	LCD 复位信号 此管脚不可复用为 GPIO 功能
LCD_CS*	O	69	LCD 片选信号
LCD_CLK*	O	54	LCD SPI 的时钟信号线
LCD_SIO*	I/O	58	LCD SPI 的数据信号线
SINK1	I	97	电流源输入脚, 接背光灯的阴极, 通过调节电流来调节背光亮度。



注意:

上表 LCDpin 定义为标准版本的复用功能, 需在 OPEN 中更改配置实现。

LCD 详细设计见最新的《MC615-CN Series Reference design》。

3.13 USB_BOOT 接口

模块需要进入下载模式才能下载。把 USB_BOOT 上拉到 1.8V, 再开机时模块会进入下载模式。

在下载模式下, 模块可通过 USB 接口进行软件升级。

表 3-25 USB_BOOT 接口

管脚名	I/O	管脚	描述
USB_BOOT/K EY_IN0	I	71	Key pad input 0, 键盘输入 0 模块进入下载模式控制管脚

USB_BOOT 接口参考设计如下:

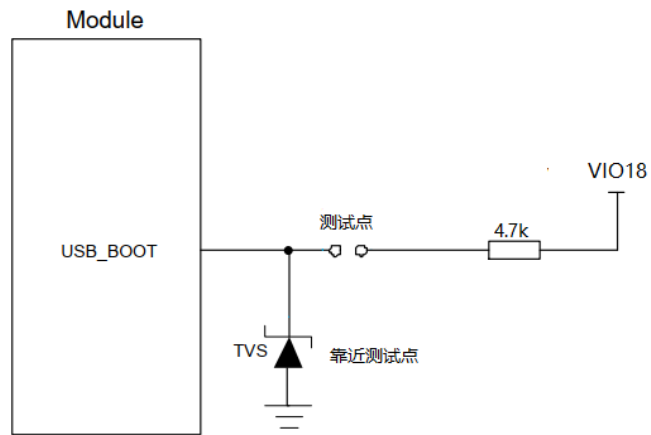


图 3-21 USB_BOOT 接口的参考电路



注意:

- 1、通过软件发 AT 也可以进入下载模式，AT 命令为：at+spref=
- 2、当 KEYIN0 与其他 KEYOUT 组合用作按键功能时，如果在开机过程中按下对应按键，会导致模块进入下载模式，原因是在开机过程中 KEYOUT 有高脉冲输出。
- 3、USB_BOOT 靠近模块要串 1K 电阻和加 TVS，提高静电防护能力。

4 射频接口

4.1 工作频率

表 4-1 工作频率

Operating Band	Description	Mode	Tx (MHz)	Rx (MHz)
Band 1	IMT 2100MHz	LTE FDD	1920 - 1980	2110 - 2170
Band 3	1800MHz	LTE FDD	1710 - 1785	1805 - 1880
Band 5	CLR 850MHz	LTE FDD	824 - 849	869 - 894
Band 8	900MHz	LTE FDD	880 - 915	925 - 960
Band 34	IMT 2100MHz	LTE TDD	2010 - 2025	
Band 38	IMT 2595MHz	LTE TDD	2570- 2620	
Band 39	TDD 1900MHZ	LTE TDD	1880 - 1920	
Band 40	IMT 2300MHz	LTE TDD	2300 - 2400	
Band 41	BRS/EBS 2500MHZ	LTE TDD	2496 - 2690	

4.2 RF 输出功率

MC615-CN 系列模块的 RF 输出功率见下表。

表 4-2 输出功率

Mode	Band	Tx Power(dBm)	Note
LTE FDD	Band 1	23±2	10MHz Bandwidth, 1 RB
	Band 3	23±2	10MHz Bandwidth, 1 RB
	Band 5	23±2	10MHz Bandwidth, 1 RB
	Band 8	23±2	10MHz Bandwidth, 1 RB
LTE TDD	Band 34	23±2	10MHz Bandwidth, 1 RB
	Band 38	23±2	10MHz Bandwidth, 1 RB
	Band 39	23±2	10MHz Bandwidth, 1 RB
	Band 40	23±2	10MHz Bandwidth, 1 RB

Mode	Band	Tx Power(dBm)	Note
	Band 41	23±2	10MHz Bandwidth, 1 RB

4.3 RF 接收灵敏度

表 4-3 接收灵敏度

Mode	Band	Rx Sensitivity(dBm) Typical	Note
LTE FDD	Band 1	-98.0	10MHz Band width
	Band 3	-98.0	10MHz Band width
	Band 5	-98.5	10MHz Band width
	Band 8	-98.0	10MHz Band width
LTE TDD	Band 34	-98.0	10MHz Band width
	Band 38	-99.0	10MHz Band width
	Band 39	-98.5	10MHz Band width
	Band 40	-99.5	10MHz Band width
	Band 41	-99.0	10MHz Band width

4.4 射频 PCB 设计（天线 RF 连接器）

MC615-CN 系列模块的天线采用焊盘引出的方式，推荐客户使用 U.FL-R-SMT-1 天线连接器，并使用与之匹配的 RF 转接线。

天线是一个敏感器件，容易受到外部环境的影响。例如天线位置，占用空间大小以及周围的接地等情况均可能影响天线性能。此外，连接天线的射频电缆，固定天线的位置也会影响天线性能。

图 4-1 为主集天线的参考电路设计。这些匹配需要靠近天线放置：

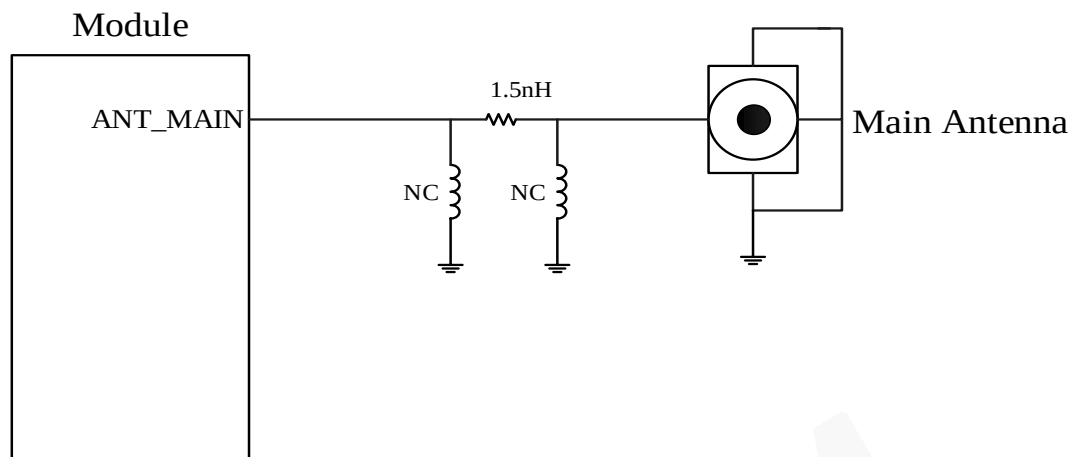


图 4-1 射频参考电路设计

- 确保传输线的特性阻抗是 50Ω 。
- 由于天线线路损失要小于 0.3dB ，所以要保持 PCB 走线尽可能短。
- PCB LAYOUT 尽可能避免过孔和翻层，同时也要避免直角和锐角走线。
- PCB 走线周围要有良好的参考地，避免其它信号线靠近天线。
- 推荐使用完整的地层作为参考地。
- 天线周围的地加强与主地之间的连接。
- 为增加天线接口防静电能力，建议靠近天线连接器处增加 TVS，推荐型号 ESDU5V0Y1。



注意：

具体详细设计可参考文档《FIBOCOM 设计指南_RF Antenna》。

4.5 天线设计

1) 天线效率

天线效率是天线输入功率与辐射功率的比。由于天线的回波损耗，材料损耗，耦合损耗，辐射功率总比输入功率低，推荐 $>40\%$ (-4dB)。

2) S11 or VSWR

S11 表明了天线的 50Ω 阻抗的匹配程度，一定程度上影响天线效率。可以用 VSWR 测试手段去衡量这个指标。推荐 $S11 < -10\text{dB}$ 。

3) 极化

极化是天线在辐射最大方向上电场的旋转方向。

推荐使用线极化。

4) 辐射方向图

辐射方向图是指天线在远场各个方向上电磁场的强度。半波振子天线是最合适终端的天线。如果是内置天线，推荐使用 PIFA 天线或者 IFA 天线：

天线面积：高 6mm*宽 10mm*长 100mm。

天线辐射方向：Omni_directional(全向性)。

5) 增益和方向性

天线的方向性是指电磁波在各个方向上的电磁场强度。增益是天线效益与天线方向性的集合。

推荐的天线增益 $\leq 2.5\text{dBi}$ 。

6) 干扰

除了天线性能以外，PCB 板上的其它干扰也会影响到模块的性能。为了保证模块的高性能，必须对干扰做好控制。建议：比如 LCD、CP、FPC 走线，音频电路，电源部分要尽可能远离天线，并做相应隔离和屏蔽，或者路径上作滤波处理。

7) 天线指标要求

表 4-4 天线指标

MC615-CN 系列模块主天线要求	
频率范围	必须使用最适合的天线来适配相关频段
带宽 (LTE)	LTE Band 1 (2100): 250 MHz
	LTE Band 3 (1800): 170 MHz
	LTE Band 5 (850): 70 MHz
	LTE Band 8 (900): 80 MHz
	LTE Band 34 (2100): 15 MHz
	LTE Band 38 (2500): 50 MHz
	LTE Band 39 (1900): 40 MHz
	LTE Band 40 (2300): 100 MHz
	LTE Band 41 (2500): 194 MHz
阻抗	50 Ω
输入功率	> 23dBm 平均功率 LTE
驻波比推荐	$\leq 2:1$

Fibocom

4.6 BT/WIFI-SCAN

模块 MC615 部分型号内部没有集成 BT/WIFI-SCAN 滤波器，需要使用 BT 或 WIFI-SCAN 功能时，要在外部增加滤波器设计，参考设计如下图：

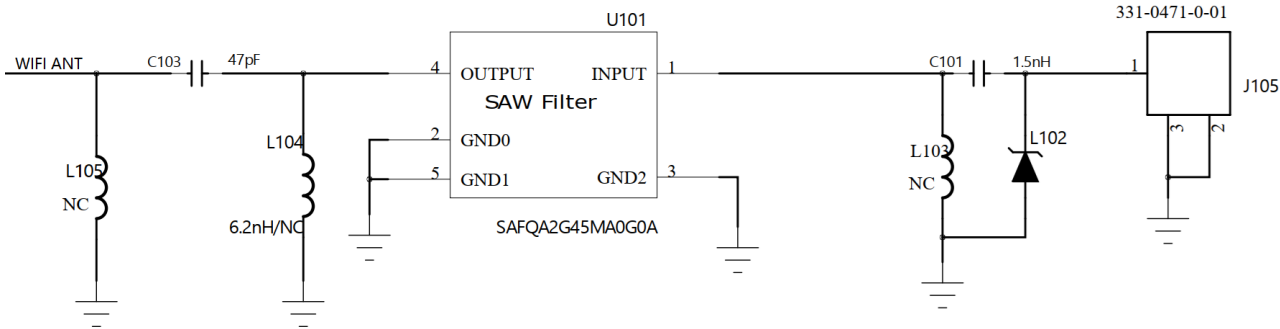


图 4-2 BT/WIFI-SCAN 参考电路设计

WIFI-SCAN/BT 灵敏度如下表：

Function	Mode	Rx Sensitivity (dBm)	Note
WIFI-SCAN	11b	-90	PER<8%
BT	Basic-DH1	-88	BER<0.1%
BT	EDR-2-DH1	-88	BER<0.01%
BT	EDR-3-DH1	-80	BER<0.01%
BT	BLE	-91	PER<30.8%

BT 功率如下：

Function	Mode	Tx Power (dBm)	Note
BT	Basic rate	4 ± 3	-电压=3.8V
BT	EDR	-4 ± 3	-电压=3.8V
BT	BLE	6 ± 3	-电压=3.8V

BT 发射功耗如下：

Function	Mode	Power Consumption (mA)	Note
BT	Basic rate	70	-电压=3.8V
BT	EDR	70	-电压=3.8V
BT	BLE	75	-电压=3.8V



注意:

- 模块 WIFI 只支持 WIFI-SCAN，BT 支持 Basic,EDR,BLE。
- 蓝牙和 Wi-Fi Scan 功能无法同时使用，只能任选其一。
- L102 位置建议使用 TVS，优化天线 ESD 性能，推荐选型 ESDU5V0Y1。
- 图中滤波器只是参考型号，可根据实际贴片能力选择合适滤波器封装。

5 电气特性

5.1 极限电压范围

极限电压范围指模块电源电压以及数字和模拟输入/输出接口能够承受的最大电压范围。

MC615-CN 系列模块的电压范围见下表。

表 5-1 极限电压

Parameter	Description	Min	Typ	Max	Unit
VBAT	供电	-0.3	-	4.5	V
GPIO	数字 I/O 的电平供电电压	-0.3	-	2.0/2.8V	V

5.2 环境温度范围

MC615-CN 系列模块推荐在-30~+75℃环境下工作。建议应用端在环境恶劣条件下考虑温控措施。同时提供模块的受限工作温度范围，此温度条件下，可能某些 RF 指标超标。同时建议模块应用终端在一定温度条件下储存。超出此范围模块可能不能正常工作或者损坏。

表 5-2 温度范围

Temperature	Min	Typ	Max	Unit
工作温度	-30	25	75	℃
受限工作温度	-40	-	85	℃
储存温度	-40	-	90	℃

5.3 接口工作状态电气特性

V_L : 逻辑低电平;

V_H : 逻辑高电平;

表 5-3 IO 接口电平

电平	Signal	VL		VH		Unit
		Min	Max	Min	Max	
1.8V	数字输入 I	-	0.54	1.26	2.0	V
	数字输出 O	-	0.36	1.44	-	V
3V	数字输入 I	-	0.45	2.1	3.2	V
	数字输出 O	-	0.45	2.1	-	V

表 5-4 电源接口电平

Parameter	I/O	Min	Typ	Max	Unit
VBAT	I	3.4	3.8	4.3	V
SIM_VCC	O	1.7/2.75	1.8/2.85	1.9/2.95	V

5.4 环境可靠性要求

表 5-5 环境可靠性

测试项目	测试条件	
低温存储测试	温度-45℃±3℃，关机状态下持续24小时	
高温存储测试	温度+90℃±3℃，关机状态下持续24小时	
温度冲击试验	关机状态下，分别在温度-40℃和+85℃环境下持续0.5h，温度转换时间<3min，共进行24个循环	
高温高湿试验	温度+65℃±3℃，湿度90~95%RH，关机状态下持续88小时	
低温运行测试	温度-30℃±3℃，工作状态下持续24小时	
高温运行测试	温度+75℃±3℃，工作状态下持续24小时	
振动测试	频率	随机振动ASD（加速度谱密度）
	5~20Hz	0.96m2/s3
	20~500Hz	0.96m2/s3(20Hz处)，其它-3dB/倍频程
连接件寿命试验	RF天线接口电缆插拔30次	

5.5 ESD 特性

MC615-CN 系列模块设计时已经考虑了 ESD 的问题，并做了 ESD 防护，但是考虑在运输和二次开发

也可能有 ESD 问题发生，所以开发者要考虑最终产品 ESD 问题的防护，除了必须考虑包装的防静电处理之外，客户应用时请参考文档中的接口设计的推荐电路。

对于 MC615-CN 系列模块的 ESD 允许的放电范围参考下表。

表 5-6 ESD 特性

位置	空气放电	接触放电
GND	±15KV	±8KV
天线接口	±15KV	±8KV
其他接口	±1KV	±0.5KV



注意：

上表数据是在ADP-MC615-CN-00上测试的。

6 结构规格

6.1 产品外观

MC615-CN 系列模块产品外观如图所示：



图 6-1 模块产品外观（顶部）

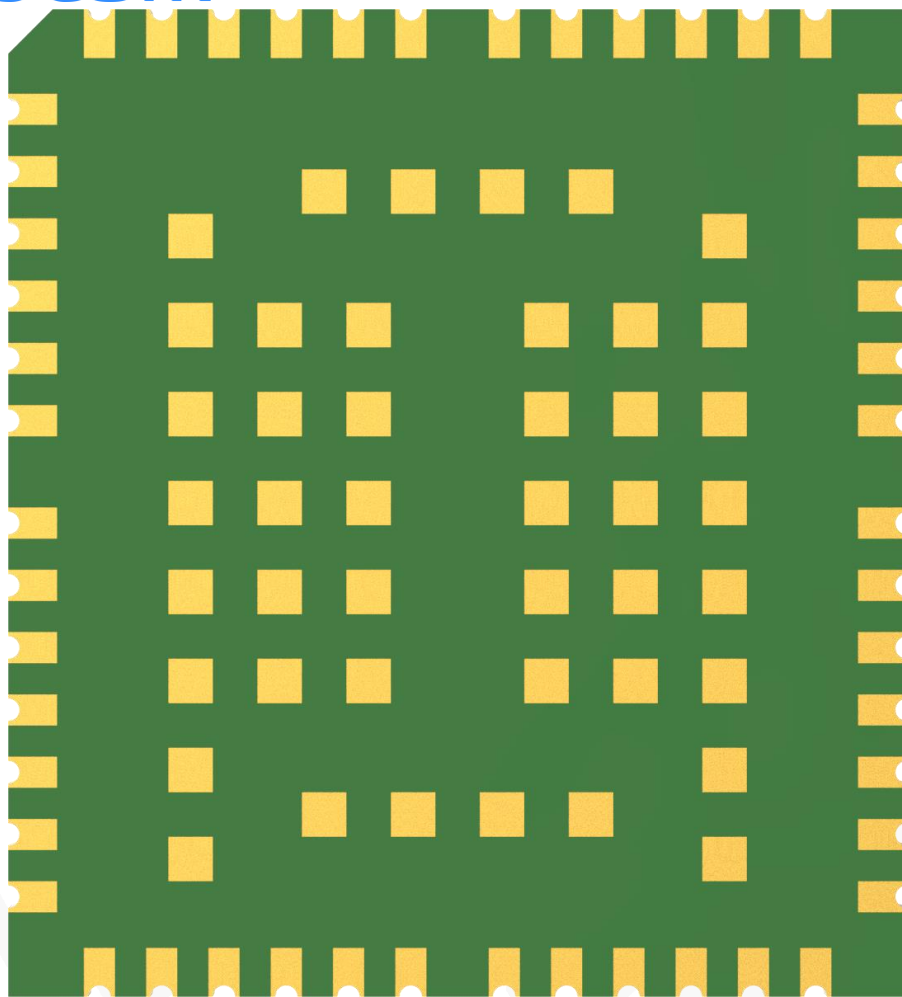


图 6-2 模块产品外观（底部）

6.2 结构尺寸

MC615-CN 系列模块结构尺寸如图 6-3 所示：

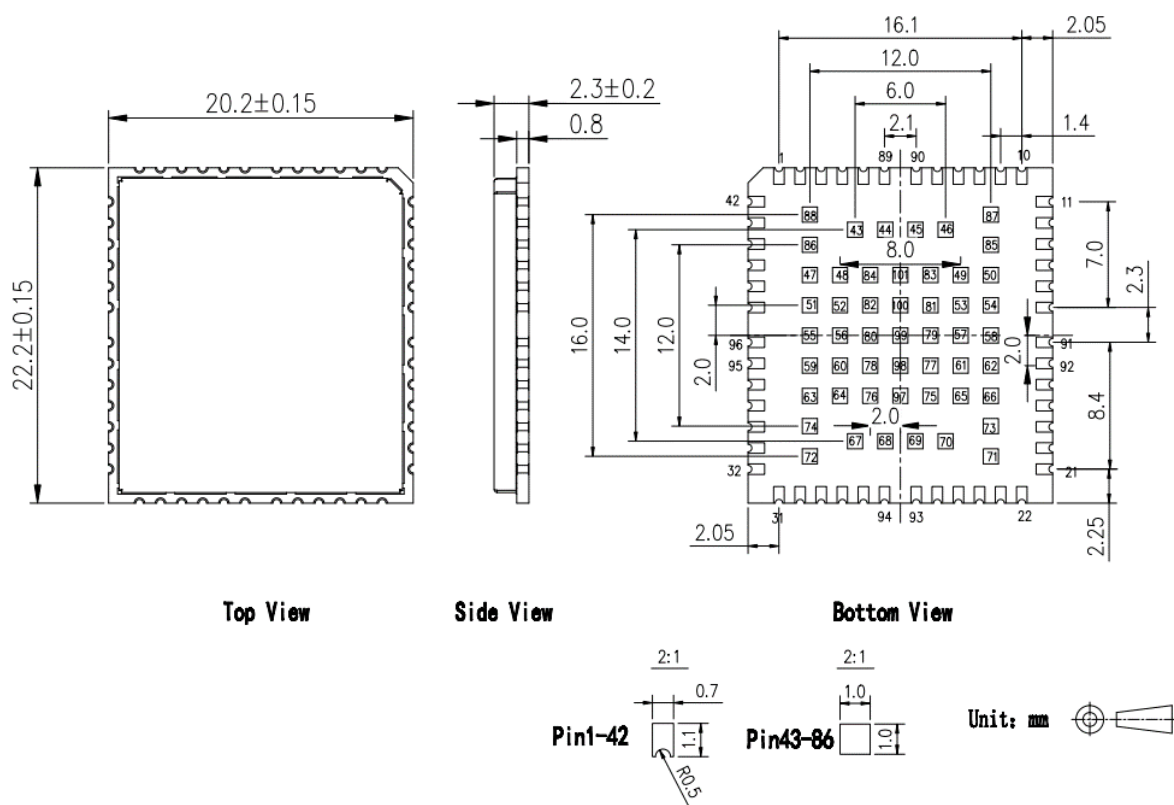


图 6-3 结构尺寸图 (单位: mm)

6.3 SMT 贴片

模块钢网设计，锡膏及炉温控制请参考《FIBOCOM MC615 系列 SMT 设计指南》。

6.4 包装

MC615-CN 模块采用托盘密封真空包装方式，结合硬质卡通箱的外包装模式，对模块的存储、运输及使用起到最大限度的保护作用。

7 缩略语

表 7-1 缩略语

缩略语	英文描述	中文全称
AMR	Adaptive Multi-rate	自适应多速率编解码器
bps	Bits Per Second	比特每秒
CS	Coding Scheme	编码方案
DRX	Discontinuous Reception	非连续接收
FDD	Frequency Division Duplexing	频分双工
GMSK	Gaussian Minimum Shift Keying	高斯最小频移键控
GSM	Global System for Mobile Communications	全球移动通信系统 GPRS 支持节点
HSDPA	High Speed Down Link Packet Access	高速下行分组接入
IMEI	International Mobile Equipment Identity	国际移动设备识别
I _{max}	Maximum Load Current	最大电流值
LTE	Long Term Evolution	长期演进
SCell	Secondary Cell for CA	CA 的备用电池
PCB	Printed Circuit Board	印刷电路板
RF	Radio Frequency	射频
RHCP	Right Hand Circularly Polarized RMS	右旋圆极化 RMS
RMS	Root Mean Square	均方根
RTC	Real Time Clock	实时时钟
Rx	Receive	接收
SMS	Short Message Service	短消息服务
TDMA	Time Division Multiple Access	时分多址

缩略语	英文描述	中文全称
TE	Terminal Equipment	终端设备
TX	Transmitting Direction	发送
TDD	Time Division Duplexing	时分双工
UART	Universal Asynchronous Receiver & Transmitter	通用异步收发器
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System	通用移动通信系统
URC	Unsolicited Result Code	不请自来的结果代码
(U)SIM	(Universal) Subscriber Identity Module	(通用) 用户身份模块
USSD	Unstructured Supplementary Service Data	非结构化补充服务数据业务
Vmax	Maximum Voltage Value	最大电压值
Vnorm	Normal Voltage Value	正常电压值
Vmin	Minimum Voltage Value	最小电压值
VIHmax	Maximum Input High Level Voltage Value	最大输入高电平电压值
VIHmin	Minimum Input High Level Voltage Value	最小输入高电平电压值
VILmax	Maximum Input Low Level Voltage Value	最大输入低电平电压值
VILmin	Minimum Input Low Level Voltage Value	最小输入低电平电压值
VImax	Absolute Maximum Input Voltage Value	绝对最大输入电压值
VImin	Absolute Minimum Input Voltage Value	绝对最小输入电压值
VOHmax	Maximum Output High Level Voltage Value	最大输出高电平电压值
VOHmin	Minimum Output High Level Voltage Value	最小输出高电平电压值
VOLmax	Maximum Output Low Level Voltage Value	最大输出低电平电压值
VOLmin	Minimum Output Low Level Voltage Value	最小输出低电平电压值
VSWR	Voltage Standing Wave Ratio	电压驻波比

缩略语	英文描述	中文全称
WCDMA	Wideband Code Division Multiple Access	宽带码分多址