



完 美 无 线 体 验

---

# FIBOCOM MA510-GL系列

## 硬件指南

文档版本：V1.0.9

更新日期：2021-12-27



## 适用型号

序号	产品型号	说明
1	MA510-GL-00	三模 (CatM+NB+GSM), 可选带或不带 GNSS
2	MA510-GL-01	二模 (CatM+NB), 不带 GNSS
3	MA510-GL-03	二模 (NB+GSM), 不带 GNSS



## 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
V1.0.9	尹焄	金海波	陈国江	2021-12-27	增加子型号, 更新功耗、功率和可靠性要求
V1.0.8	张享	金海波	刘科	2020-08-04	更新文档格式
V1.0.7	骆庚	高文生	刘科	2020-06-08	更新频段信息 更新功耗数据
V1.0.6	王宁宁 骆庚	高文生	刘科	2020-05-21	更新频段信息 更新功耗数据 修改射频参数
V1.0.5	王宁宁 骆庚	高文生	刘科	2020-01-16	修改射频参数 更新功耗数据 更新灵敏度数据
V1.0.4	王宁宁	高文生	刘科	2019-12-16	短信业务更新 RF 部分更新 模块复位时间更新
V1.0.3	王宁宁	高文生	刘科	2019-11-14	SIM 卡热插拔检测功能更新 VBUS 电压范围更新 结构尺寸图更新
V1.0.2	王宁宁	高文生	刘科	2019-08-15	更新功耗数据 更新开机时间 PIN 定义标准化
V1.0.1	高盈	涂敏	陈国江	2019-07-30	修改射频参数 更新部分描述
V1.0.0	古兆强	涂敏	陈国江	2019-07-16	初始版本

<b>1 前言</b>	<b>8</b>
1.1 文档说明	8
1.2 安全须知	8
<b>2 产品概述</b>	<b>9</b>
2.1 子型号差异	9
2.2 产品规格	9
2.3 功能框图	11
2.4 开发板	11
<b>3 引脚定义</b>	<b>12</b>
3.1 引脚分布	12
3.2 参数描述	13
3.3 引脚功能	13
<b>4 工作模式</b>	<b>18</b>
<b>5 电气特性</b>	<b>19</b>
5.1 绝对最大值	19
5.2 额定电压	19
5.3 逻辑电平	20
5.4 功耗	21
<b>6 功能接口</b>	<b>25</b>
6.1 开关机控制接口	25
6.1.1 模块开机	25
6.1.2 模块关机	26
6.1.3 模块复位	27
6.2 网络状态指示	28
6.2.1 接口状态描述	28
6.3 (U)SIM 卡接口	29
6.3.1 (U)SIM 引脚	29
6.3.2 (U)SIM 接口电路	29
6.3.3 (U)SIM 卡热插拔	31
6.3.4 (U)SIM 设计要求	31
6.4 USB 接口	32
6.4.1 USB 接口定义	32

6.5	UART 接口.....	32
6.5.1	UART 接口定义 .....	32
6.5.2	UART 接口应用 .....	33
6.5.3	串口默认设置.....	34
6.6	I2C 接口.....	34
6.7	模数转换（ADC）接口 .....	35
6.8	数字音频接口（I2S） .....	35
6.8.1	数字语音接口定义 .....	35
6.8.2	数字语音接口应用 .....	36
6.9	天线调谐接口引脚定义如下.....	36
6.10	其他接口 .....	36
<b>7</b>	<b>低功耗设计.....</b>	<b>38</b>
7.1	飞行模式.....	38
7.2	休眠模式.....	38
7.2.1	USB 休眠.....	38
7.2.2	UART 休眠.....	39
7.3	唤醒简介 .....	39
7.3.1	模块被唤醒 .....	39
7.3.2	主机被唤醒 .....	40
7.4	省电模式 (PSM) .....	40
7.5	非连续接收（DRX） .....	40
7.6	扩展空闲模式非连续接收（eDRX） .....	40
<b>8</b>	<b>天线接口及射频性能 .....</b>	<b>42</b>
8.1	工作频段 .....	42
8.2	输出功率 .....	43
8.3	接收灵敏度 .....	43
8.4	GNSS 接收器.....	45
8.5	天线设计 .....	45
8.5.1	天线指标.....	45
8.5.2	天线参考设计.....	47
<b>9</b>	<b>可靠性.....</b>	<b>49</b>
9.1	环境温度范围.....	49
9.2	环境可靠性要求 .....	49
9.3	ESD 特性.....	50

<b>10 结构规格 .....</b>	<b>51</b>
10.1 产品外观 .....	51
10.2 结构尺寸 .....	51
10.3 PCB 焊盘与钢网推荐设计 .....	52
10.4 SMT 贴片 .....	52
10.5 包装和存储 .....	52
<b>11 认证 .....</b>	<b>53</b>
<b>12 附录 .....</b>	<b>54</b>
12.1 GPRS 和 EGPRS 调制编码 .....	54
12.2 缩略语 .....	56
12.3 相关文档 .....	58
12.4 引用标准 .....	58
12.5 联系方式 .....	59

## 1 前言

### 1.1 文档说明

本文档阐述了 MA510-GL 系列无线模块及其硬件接口规范，电气特性和机械规范，通过此文档，结合应用手册和用户指导书，客户可以快速理解 MA510-GL 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！当您开车时，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，以防止对飞机通讯系统产生干扰。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 SIM 无效时。当您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。



# Fibocom

## 2 产品概述

MA510-GL 是一款支持半双工 LTE、GSM 的多模多频（LTE Cat.M1，LTE Cat.NB1/NB2 和 GPRS）物联网无线通信模块，可以在 eMTC、NB1/NB2 和 GPRS 网络下提供数据连接。支持 GPS/GLONASS，GPS/BeiDou 多种组合卫星定位系统。

### 2.1 子型号差异

表 2-1 子型号差异

产品型号	网络类型	供电电压范围	备注
MA510-GL-00	CatM+NB1/NB2+GSM	3.3V~4.5V	三模，可选带或不带 GNSS
MA510-GL-01	CatM+NB1/NB2	2.65V~4.5V	两模，不带 GNSS
MA510-GL-03	NB1/NB2+GSM	3.3V~4.5V	两模，不带 GNSS

### 2.2 产品规格

表 2-2 产品规格

规格		
工作频段	MA510-GL-00	LTE FDD CatM1: B1/B2/B3/B4/B5/B8/B12/B13/B18/B19/B20/B25/B26/B27/B28/B66/B85
		LTE FDD Cat NB1/NB2: B1/B2/B3/B4/B5/B8/B12/B13/B18/B19/B20/B25/B26/B28/B66/B71/B85
		GSM/GPRS/EGPRS: 850/900/1800/1900
	MA510-GL-01	LTE FDD CatM1: B1/B2/B3/B4/B5/B8/B12/B13/B18/B19/B20/B25/B26/B27/B28/B66/B85
		LTE FDD Cat NB1/NB2: B1/B2/B3/B4/B5/B8/B12/B13/B18/B19/B20/B25/B26/B28/B66/B71/B85
	MA510-GL-03	LTE FDD Cat NB1/NB2: B1/B2/B3/B4/B5/B8/B12/B13/B18/B19/B20/B25/B26/B28/B66/B71/B85 GSM/GPRS/EGPRS: 850/900/1800/1900
数据传输	LTE 特性	Cat.M1 Rel.14: UL 1119kbps, DL 375kbps
		Cat.NB1 Rel.13: UL 95.1kbps, DL 63.4kbps
		Cat.NB2 Rel.14: UL 158.5kbps, DL 126.8kbps
	GSM 特性	GPRS(class12): UL 85.6kbps, DL 107kbps

本文件版权属深圳市广和通无线股份有限公司所有，未经允许，不得复制。

		EGPRS(class12): UL 236.8kbps, DL 296kbps
电源	MA510-GL-00	3.3V~4.5V(推荐 3.8V)
	MA510-GL-01	2.65V~4.5V(推荐 3.8V)
	MA510-GL-03	3.3V~4.5V(推荐 3.8V)
温度	正常工作: -30℃~+75℃ <sup>①</sup>	
	扩展工作: -40℃~+85℃ <sup>②</sup>	
	存储: -40℃~+90℃	
物理特性	封装: LCC 42pin+ LGA 44pin, 共 86pin	
	尺寸: 22.2 mm x 20.2 mm x 2.1 mm	
	重量: 1.7±0.2g	
接口		
天线	天线: Main x 1、GNSS x 1	
功能接口	SIM x 1 仅支持 1.8V	
	USB 2.0 x 1	
	UART x 3、I2S x 1、I2C x 1、GPIO x 4	
	System Indicator x 1	
	ANT TUNER x 1	
	ADC x 2	
软件		
Protocol Stack	支持 PPP/TCP/UDP/SSL/TLS/FTP(S)/HTTP(S)/ECM/MQTT(S)协议	
AT 命令	3GPP TS 27.007 and 27.005, and proprietary FIBOCOM AT	
Firmware update	FOTA/USB	
语音业务	可支持 CS 和 VOLTE(CATM)	
短信业务	文本与 PDU 模式; 点对点短信收发;	
彩信业务	不支持	



注意:

- <sup>①</sup>表示模块在此温度范围内可以正常工作, 并且相关性能满足 3GPP 标准要求。
- <sup>②</sup>表示模块在此温度范围内可以正常工作, 基带、射频功能正常, 但是个别指标可能会超出 3GPP 标准范围, 当温度恢复到模块正常的工作范围时, 模块的各项指标仍会符合 3GPP 标准。

## 2.3 功能框图

图 2-1 功能框图展示了 MA510-GL 模块的主要硬件功能，包括了基带和射频功能。

基带部分包含：

- 处理器（CPU）
- 电源管理（PMIC）
- 时钟（Clock）
- 功能接口（Function interface）

射频部分包含：

- 射频信号收发器（Transceiver）
- 射频功率放大器（RF PA）
- 射频滤波器（RF saw filter）
- 射频开关（RF FEM）

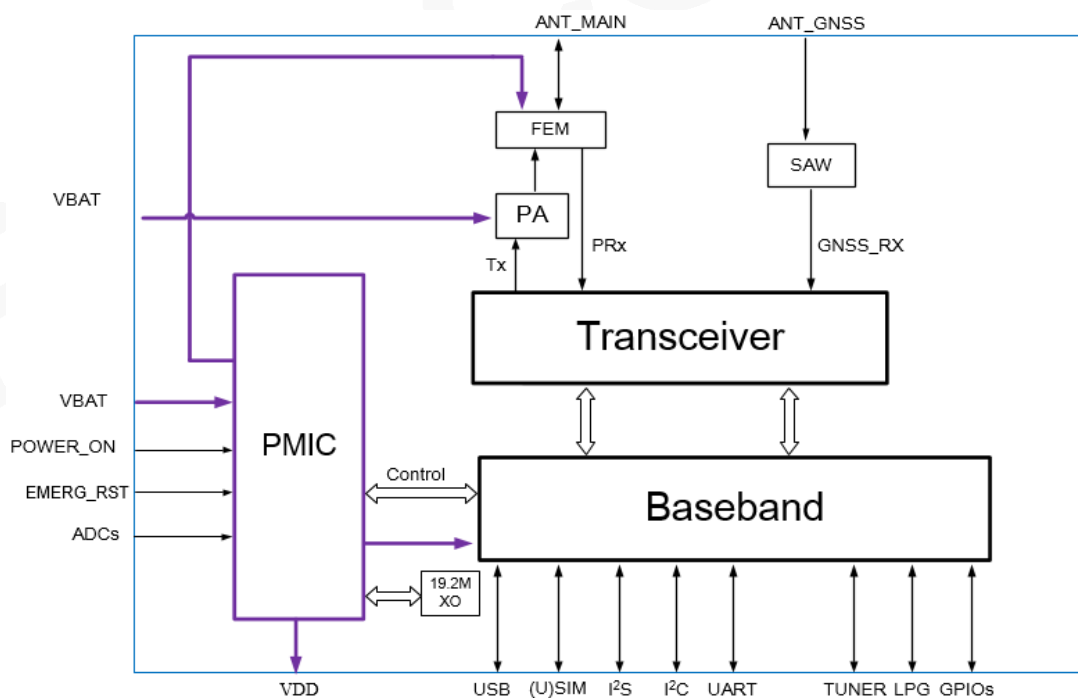


图 2-1 功能框图

## 2.4 开发板

为了有助于测试及使用 MA510-GL 系列模块，广和通提供一套开发板 ADP-MA510-GL。开发板具体使用方法请参考《FIBOCOM ADP-MA510-GL 使用指南》。

## 3 引脚定义

### 3.1 引脚分布

MA510-GL 系列模块为 LCC+LGA 封装，共有 86 个引脚，引脚分布如下图所示：

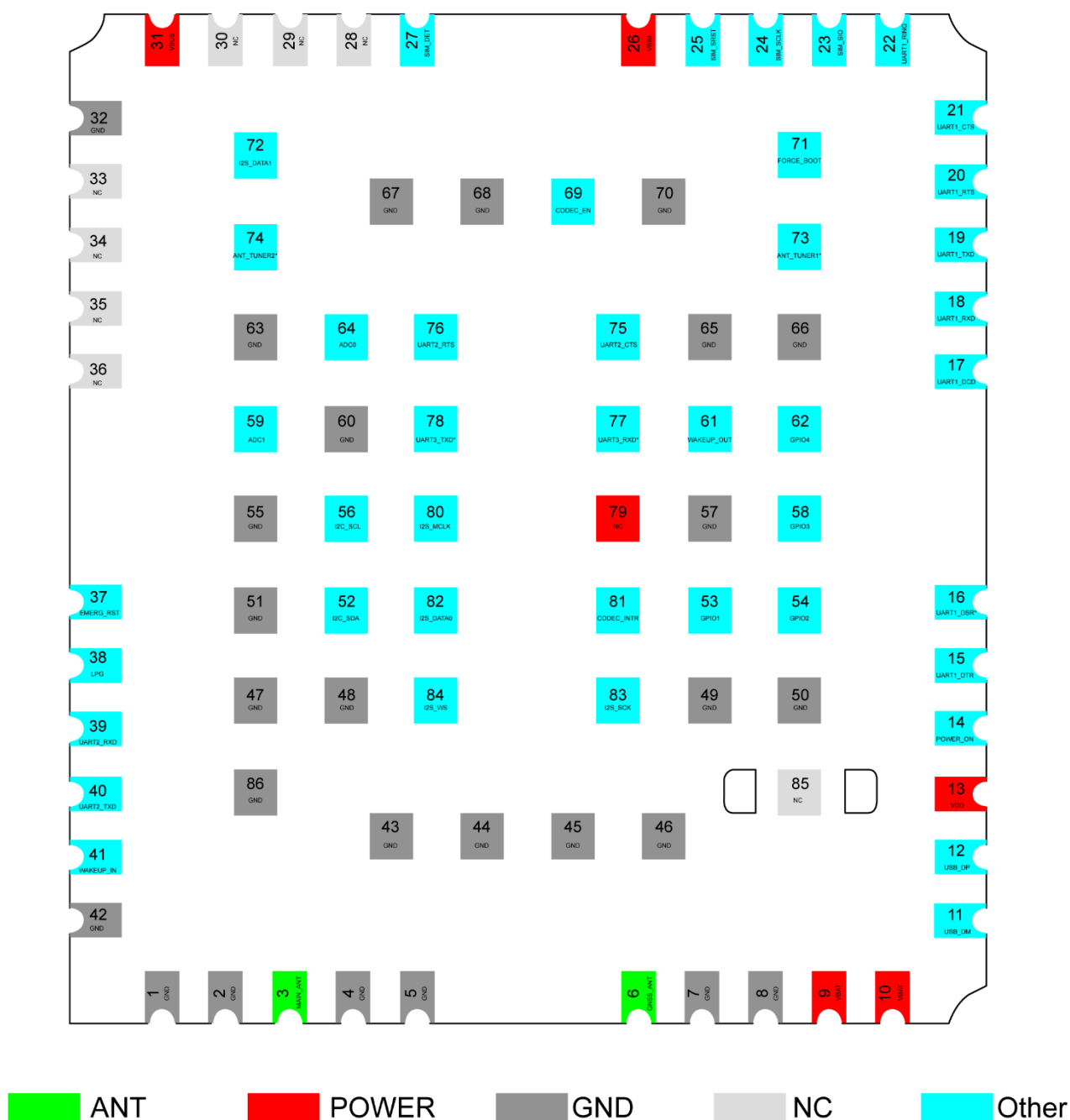


图 3-1 引脚分布

## 3.2 参数描述

表 3-1 I/O 参数描述

类型	描述
I/O	输入/输出
DI	数字输入
DO	数字输出
PI	电源输入
PO	电源输出
AI	模拟输入
AO	模拟输出
OD	漏极开路
OC	集电极开路
G	地信号

## 3.3 引脚功能

MA510-GL 系列模块引脚功能描述如下表所示：

表 3-2 引脚功能描述

引脚号	引脚名	I/O	引脚描述	电源域(TYP)	备注
1	GND	G	地	-	-
2	GND	G	地	-	-
3	MAIN_ANT	I/O	主天线接口	-	-
4	GND	G	地	-	-
5	GND	G	地	-	-
6	GNSS_ANT	AI	GNSS 天线接口	-	-
7	GND	G	地	-	-
8	GND	G	地	-	-

引脚号	引脚名	I/O	引脚描述	电源域(TYP)	备注
9	VBAT	PI	模块供电	3.8V (推荐)	-
10	VBAT	PI	模块供电	3.8V (推荐)	-
11	USB_DM	I/O	USB2.0 差分信号-	-	-
12	USB_DP	I/O	USB2.0 差分信号+	-	-
13	VDD	PO	IO 接口电源域, 逻辑电平参考电压	1.8V	80mA 驱动能力, 不用则悬空
14	POWER_ON	DI	开关机控制信号, 内部上拉	1.8V	拉低 0.55-1.7s 开机
15	UART1_DTR	DI	UART1 模块休眠唤醒控制信号	1.8V	不用则悬空
16	UART1_DSR*	I/O	UART1 数据准备好	1.8V	UART1 预留功能, 待开发
17	UART1_DCD	DO	UART1 模块载波检测信号输出	1.8V	不用则悬空
18	UART1_RXD	DI	UART1 数据接收	1.8V	不用则悬空
19	UART1_TXD	DO	UART1 数据发送	1.8V	不用则悬空
20	UART1_RTS	DO	UART1 请求发送	1.8V	不用则悬空
21	UART1_CTS	DI	UART1 清除发送	1.8V	不用则悬空
22	UART1_RING	DO	UART1 振铃提示	1.8V	不用则悬空
23	SIM_SIO	I/O	SIM 卡数据信号	1.8V	-
24	SIM_SCLK	DO	SIM 卡时钟信号	1.8V	-
25	SIM_SRST	DO	SIM 卡复位信号	1.8V	-
26	VSIM	PO	SIM 卡电源	1.8V	-
27	SIM_DET	DI	SIM 卡检测	1.8V	不用则悬空
28	NC	-	NC	-	悬空
29	NC	-	NC	-	悬空
30	NC	-	NC	-	悬空
31	VBUS	AI	USB 电源引脚	3.3/5V	USB 插入检测管脚, USB PHY 供电, 驱动电流需要大于 100mA
32	GND	G	地	-	-

引脚号	引脚名	I/O	引脚描述	电源域(TYP)	备注
33	NC	-	NC	-	悬空
34	NC	-	NC	-	悬空
35	NC	-	NC	-	悬空
36	NC	-	NC	-	悬空
37	EMERG_RST	DI	模块复位引脚，内部上拉	1.8V	拉低 7.5-8.5s 复位
38	LPG	DO	指示灯控制引脚	1.8V	需要外部增加驱动
39	UART2_RXD	DI	UART2 数据接收	1.8V	Debug Uart 不用则悬空
40	UART2_TXD	DO	UART2 数据发送	1.8V	Debug Uart 不用则悬空
41	WAKEUP_IN	DI	模块休眠/唤醒控制信号输入	1.8V	不用则悬空
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_SDA	I/O	I2C 数据信号	1.8V	不用则悬空
53	GPIO1	I/O	预留 GPIO	1.8V	不用则悬空
54	GPIO2	I/O	预留 GPIO	1.8V	不用则悬空
55	GND	G	地	-	-
56	I2C_SCL	DO	I2C 时钟信号	1.8V	不用则悬空
57	GND	G	地	-	-
58	GPIO3	I/O	预留 GPIO	1.8V	不用则悬空
59	ADC1	AI	模数转换检测脚	1.8V	不用则悬空

引脚号	引脚名	I/O	引脚描述	电源域(TYP)	备注
60	GND	G	地	-	-
61	WAKEUP_OUT	DO	模块唤醒主机接口	1.8V	不用则悬空
62	GPIO4	I/O	预留 GPIO	1.8V	不用则悬空
63	GND	G	地	-	-
64	ADC0	AI	模数转换检测脚	4.8V	不用则悬空
65	GND	G	地	-	-
66	GND	G	地	-	-
67	GND	G	地	-	-
68	GND	G	地	-	-
69	CODEC_EN	DO	外部 codec 使能控制	1.8V	不用则悬空
70	GND	G	地	-	-
71	FORCE_BOOT	DI	强制升级控制信号	1.8V	短接到 VDD_IO 然后 开机即可进入强制升级模式
72	I2S_DATA1	I/O	I2S 数据信号 1	1.8V	不用则悬空
73	ANT_TUNER1*	DO	天线调谐接口	1.8V	不用则悬空
74	ANT_TUNER2*	DO	天线调谐接口	1.8V	不用则悬空
75	UART2_CTS	DI	UART2 清除发送	1.8V	不用则悬空
76	UART2_RTS	DO	UART2 请求发送	1.8V	不用则悬空
77	UART3_RXD	DI	UART3 数据接收	1.8V	不用则悬空
78	UART3_TXD	DO	UART3 数据发送	1.8V	请勿在开机过程中拉高，不用则悬空
79	NC	-	NC	-	悬空
80	I2S_MCLK	DO	I2S 主时钟信号	1.8V	不用则悬空
81	CODEC_INTR	DI	中断信号，可用作普通 GPIO	1.8V	不用则悬空
82	I2S_DATA0	I/O	I2S 数据信号 0	1.8V	不用则悬空
83	I2S_SCK	DO	I2S 位时钟信号	1.8V	不用则悬空
84	I2S_WS	DO	I2S 声道选择信号	1.8V	不用则悬空
85	NC	-	NC	-	悬空



引脚号	引脚名	I/O	引脚描述	电源域(TYP)	备注
86	GND	G	地	-	-



注意:

带\*的引脚功能还在开发中，暂时不能使用。

## 4 工作模式

MA510-GL 提供了如下五种工作模式。

表 4-1 MA510-GL 工作模式

工作模式	描述	特性
关机模式	模块 VBAT 电源上电，模块未开机	模块处于关机状态
待机模式	模块完全启动，并且已经注册上网络，准备随时进行通讯。这是模块开机后的默认工作模式	模块处于活动状态；所有功能正常可用，可以进行数据发送和接收；LPG 信号灯引脚状态为慢闪（70ms 低电平 /3000ms 高电平）。
业务模式	模块在进行数据传输，当传输结束，模块返回待机或低功耗模式。	上电开机并成功注网，进行业务传输，LPG 信号灯工作状态为速闪（70ms 低电平 /70ms 高电平）。
休眠模式	模块处于浅睡眠状态，模块网络处于连接状态，可接受寻呼消息。在此模式下模块可切换至待机模式或者 PSM 模式	通过 AT 命令使得模块进入休眠模式（DRX 和 eDRX）。低功耗模式下模块仍注册在网，唤醒后不需要重新注册网络。
省电模式 (PSM)	设备在大多数时间处于非活动状态或断电状态，以节省电力，并仅在短时间的数据传输中唤醒设备。此模式下模块只有 RTC 子模块在工作。	不经常活跃；活跃通信的持续时间短；数据传输由 eMTC 设备发起，但也可能在活动期间进行 DL 接收；只能通过拉低 POWER_ON 或定时器（T3412）溢出的方式唤醒；

## 5.1 绝对最大值

绝对最大值包括模块能够承受的极限电压范围以及模块工作的最大电流，在该范围外工作可能导致本产品损坏。

MA510-GL 的极限电压范围见下表：

表 5-1 极限电压范围

参数	描述	最大值	单位
VBAT	供电电压	4.8	V
	平均供电电流	0.6	A
	瞬间峰值电流	2.5	A
	休眠电流	5	mA

## 5.2 额定电压

MA510-GL 模块电源额定电压如下表所示：

表 5-2 电源接口

引脚	引脚名	I/O	引脚描述	直流参数 (V)		
				最小值	推荐值	最大值
9,10	VBAT	PI	电源输入	MA510-GL-00: 3.3 MA510-GL-01: 2.65 MA510-GL-03: 3.3	3.8	4.5
13	VDD	PO	1.8V 输出 (80mA)	1.75	1.8	1.85
31	VBUS	PI	USB 插拔检测	3.3	-	5
26	VSIM	PO	SIM 卡供电	-	1.8	-

MA510-GL 系列模块需要通过 VBAT 引脚供电，电源推荐设计如图 5-1 所示。

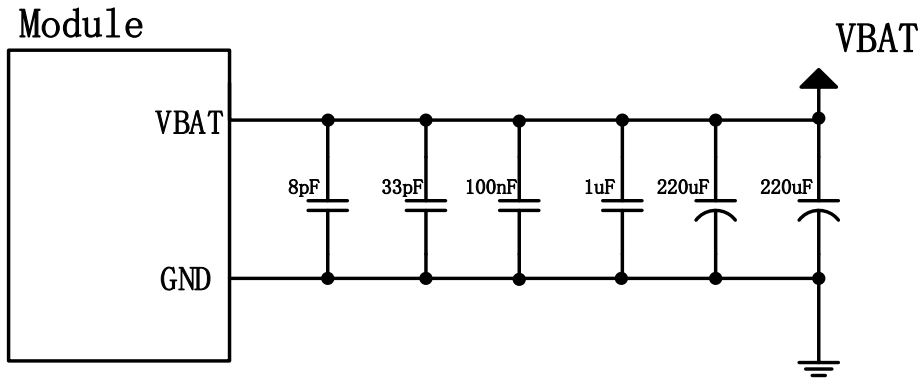


图 5-1 电源推荐设计

电源供电的电容组合设计说明如下表：

表 5-3 外部供电电路电容设计说明

推荐电容	应用	说明
220uF	稳压电容	减少模块工作时的电源波动，要求采用低 ESR 电容，容值要求如下： MA510-GL-00：不小于 440uF MA510-GL-01：不小于 220uF MA510-GL-03：不小于 440uF
1uF、100nF	数字信号噪声	滤除时钟以及数字信号产生的干扰
33pF、8pF	900、1800 MHz 频段	滤除低、中频段射频干扰

电源的稳定可以确保 MA510-GL 系列模块正常的工作，设计时需要特别注意电源纹波要低于 300mV（线路 ESR<120mΩ）。当模块在 GSM 模式（Burst transmit）工作时最大工作电流可达到 2.5A，此时需要确保电源电压不低于模块最低供电电压，否则模块可能掉电关机或重启。当在 Cat.M 或 NB 模式工作时，最大工作电流不会超过 1A。Burst transmit 状态时电源供电限制如下图所示：

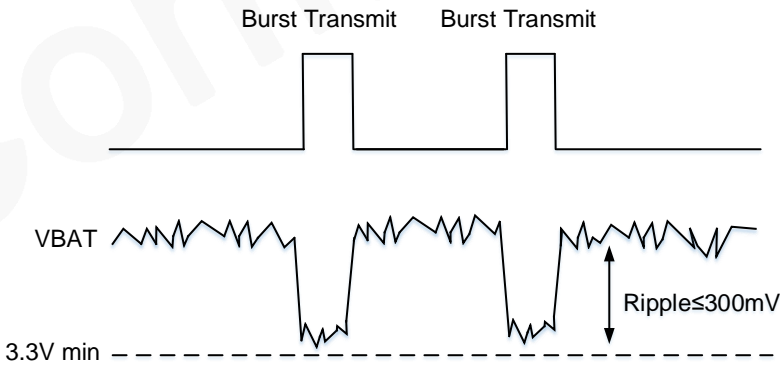


图 5-2 电源供电限制

## 5.3 逻辑电平

MA510-GL 的 VDD 为模块的逻辑电平供电电压，模块内部数字电路由 VDD 供电。该电压可用于指示

模块开机，PSM 状态下 VDD 会下电。VDD 也可用于外部小电流（< 80mA）电路应用（如 GPIO 上拉），若不使用请保持悬空状态。

IO 逻辑电平说明如下表：

表 5-4 IO 逻辑电平

参数	最小值	典型值	最大值	单位
$V_{OH}$	$VDD - 0.45$	-	VDD	V
$V_{OL}$	0	-	0.45	V
$V_{IH}$	$0.65 \times VDD$	-	$VDD + 0.3$	V
$V_{IL}$	-0.3	-	$0.35 \times VDD$	V

## 5.4 功耗

MA510-GL 模块的功耗如下表所示：

表 5-5 功耗

参数	模式	描述	功耗 (mA) VBAT=3.8V
$I_{off}$	Power off	Module power off	0.015
$I_{airplane}$	Airplane mode	AT+CFUN=4	0.5
$I_{psm}$	Cat.M1	PSM mode	0.0035
	Cat.NB	PSM mode	0.0035
$I_{sleep}$	Cat.M1	eDRX Cycle Length = 81.92s	0.5
		DRX Cycle Length = 2.56s	1.15
	Cat.NB	eDRX Cycle Length = 81.92s	0.55
		DRX Cycle Length = 2.56s	1.07
	GSM	FMRMS=5	1.25
$I_{idle}$	Idle	The module remains registered on network, and it is ready to send and receive data.	10
$I_{GSM-RMS}$	GSM	GSM850@PCL5	280
		GSM900@PCL5	300
		DCS1800@PCL0	200
		PCS1900@PCL0	200
$I_{GPRS-}$	GPRS	GSM850@PCL5 (4UL/1DL)	600

参数	模式	描述	功耗 (mA) VBAT=3.8V
RMS CS4		GSM900@PCL5 ( 4UL/1DL )	640
		DCS1800@PCL0 ( 4UL/1DL )	445
		PCS1900@PCL0 ( 4UL/1DL )	440
I <sub>EGPRS-RMS</sub> MCS9	EGPRS	GSM850@PCL8 ( 4UL/1DL )	540
		GSM900@PCL8 ( 4UL/1DL )	540
		DCS1800@PCL2 ( 4UL/1DL )	430
		PCS1900@PCL2 ( 4UL/1DL )	430
I <sub>LTE-RMS</sub>	LTE FDD 1@0	Cat.M1 B1 @+21dBm	200
		Cat.M1 B2 @+21dBm	200
		Cat.M1 B3 @+21dBm	200
		Cat.M1 B4 @+21dBm	220
		Cat.M1 B5 @+21dBm	220
		Cat.M1 B8 @+21dBm	210
		Cat.M1 B12 @+21dBm	215
		Cat.M1 B13 @+21dBm	210
		Cat.M1 B18 @+21dBm	200
		Cat.M1 B19 @+21dBm	215
		Cat.M1 B20 @+21dBm	215
		Cat.M1 B25 @+21dBm	220
		Cat.M1 B26 @+21dBm	215
		Cat.M1 B27 @+21dBm	200
		Cat.M1 B28 @+21dBm	195
		Cat.M1 B66 @+21dBm	190
		Cat.M1 B85 @+21dBm	205
		Cat.NB B1 15K@+21dBm	170
		Cat.NB B1 3.75K@+21dBm	305
		Cat.NB B2 15K@+21dBm	170
		Cat.NB B2 3.75K@+21dBm	310

参数	模式	描述	功耗 (mA) VBAT=3.8V
		Cat.NB B3 15K@+21dBm	175
		Cat.NB B3 3.75K@+21dBm	300
		Cat.NB B4 15K@+21dBm	175
		Cat.NB B4 3.75K@+21dBm	300
		Cat.NB B5 15K@+21dBm	190
		Cat.NB B5 3.75K@+21dBm	340
		Cat.NB B8 15K@+21dBm	195
		Cat.NB B8 3.75K@+21dBm	350
		Cat.NB B12 15K@+21dBm	180
		Cat.NB B12 3.75K@+21dBm	320
		Cat.NB B13 15K@+21dBm	190
		Cat.NB B13 3.75K@+21dBm	345
		Cat.NB B18 15K@+21dBm	180
		Cat.NB B18 3.75K@+21dBm	340
		Cat.NB B19 15K@+21dBm	190
		Cat.NB B19 3.75K@+21dBm	350
		Cat.NB B20 15K@+21dBm	185
		Cat.NB B20 3.75K@+21dBm	350
		Cat.NB B25 15K@+21dBm	170
		Cat.NB B25 3.75K@+21dBm	315
		Cat.NB B26 15K@+21dBm	180
		Cat.NB B26 3.75K@+21dBm	340
		Cat.NB B28 15K@+21dBm	160
		Cat.NB B28 3.75K@+21dBm	280
		Cat.NB B66 15K@+21dBm	170
		Cat.NB B66 3.75K@+21dBm	305
		Cat.NB B71 15K@+21dBm	170
		Cat.NB B71 3.75K@+21dBm	310

参数	模式	描述	功耗 (mA) VBAT=3.8V
		Cat.NB B85 15K@+21dBm	180
		Cat.NB B85 3.75K@+21dBm	330

表 5-6 仪器上行配置如下:

Modulation	CH BW	RB allocation
QPSK	5MHz	1
Modulation	Ntones	Sub-carrier spacing(kHz)
QPSK	1@0	3.75/15



注意:

以上功耗为实测平均值, 浮动在 10%以内。



# FIBOCOM

## 6 功能接口

### 6.1 开关机控制接口

MA510-GL 开关机及复位控制引脚定义如下表所示：

表 6-1 控制信号

引脚号	引脚名	I/O	引脚描述	电源域（TYP）
14	POWER_ON	DI	模块开关机引脚，内部上拉	1.8V
37	EMERG_RST	DI	模块复位引脚，内部上拉	1.8V

#### 6.1.1 模块开机

##### 6.1.1.1 开机电路参考设计

MA510-GL 正常开机方式需要通过控制 POWER\_ON 引脚来实现，将 POWER\_ON 置为低电平并保持 550ms~1.7s 使模块开机。推荐使用开集驱动电路来控制，参考电路如下图：

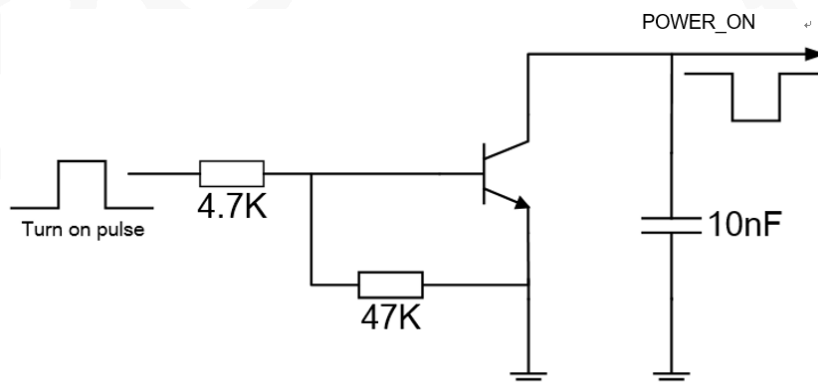


图 6-1 OC 驱动开机电路

另一种控制 POWER\_ON 引脚的方式是直接使用一个按钮开关，按钮附近需放置一个 TVS 用于 ESD 保护，参考电路如下图：

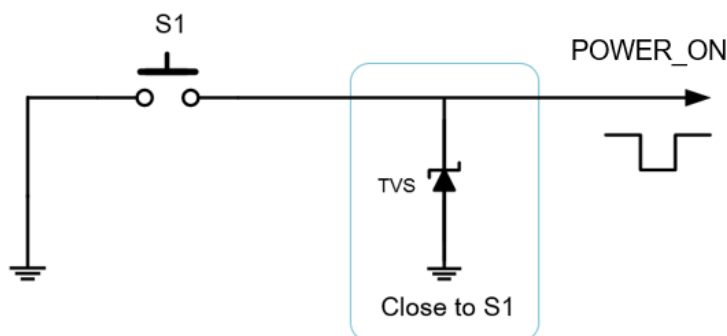


图 6-2 按键开机电路

开机时序如下图所示：

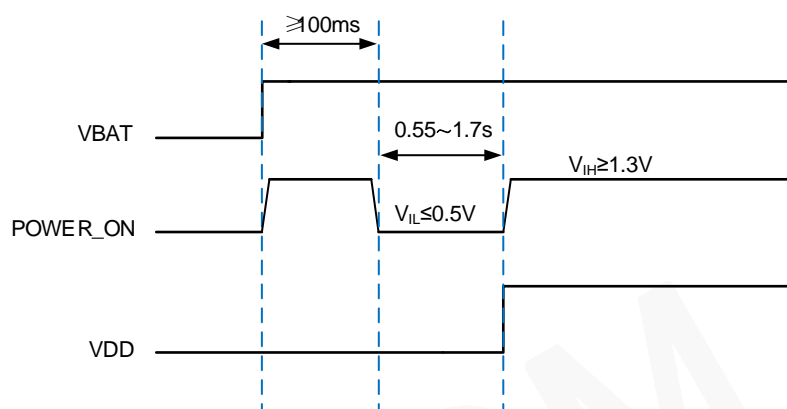


图 6-3 开机时序控制图



注意：

在拉低 POWER\_ON 引脚之前，需保证 VBAT 电压稳定。建议从 VBAT 上电到 POWER\_ON 拉低之间的时间间隔不少于 100ms。POWER\_ON 拉低的时间应介于 0.55s 和 1.7s 之间。

## 6.1.2 模块关机

模块支持下表三种关机方式：

表 6-2 模块关机

关机方式	关机方法	适用场景
硬件关机	拉低 POWER_ON（3.5s~7s）	正常关机
软件关机	AT+CPWROFF	软件关机
掉电关机	VBAT 电压低于额定最小工作电压时，模块会掉电关机	模块异常的情况

### 6.1.2.1 关机时序

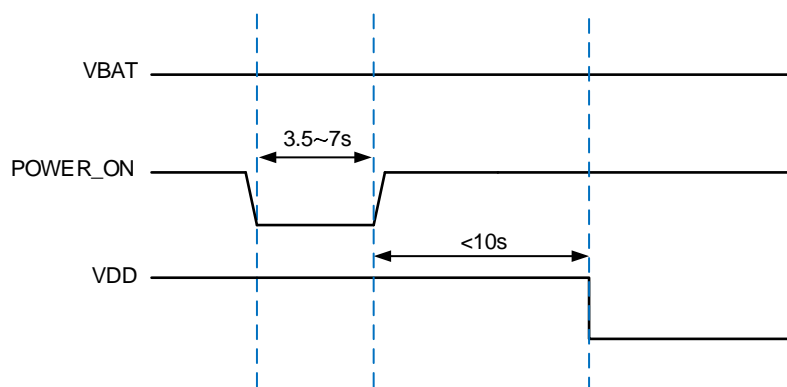


图 6-4 关机时序



注意：

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。强烈建议通过 POWER\_ON 或者 AT 命令进行关机，在执行 POWER\_ON 或 AT 命令后，由于需要注销网络，模块最慢会在 10 秒内完成关机，请在执行关机动作的 10s 后再断开电源或进行开机。若在飞行模式下，模块会在 40ms 左右完成关机。

2.使用 AT 命令关机时，在关机命令执行后不要拉低 POWER\_ON 引脚，否则模块完成关机后，会自动再次开机。

## 6.1.3 模块复位

MA510-GL 模块复位方式有两种：硬件复位、软件复位。

表 6-3 复位方式

复位方式	复位方法
硬件复位	将 EMERG_RST 引脚置为低电平，并保持 7.5~8.5s，然后释放
软件复位	发送 AT 命令 AT+RESET

### 6.1.3.1 复位电路

复位参考电路如下图，与开关机控制电路类似，客户可使用开集驱动电路或按钮控制 EMERG\_RST 引脚。

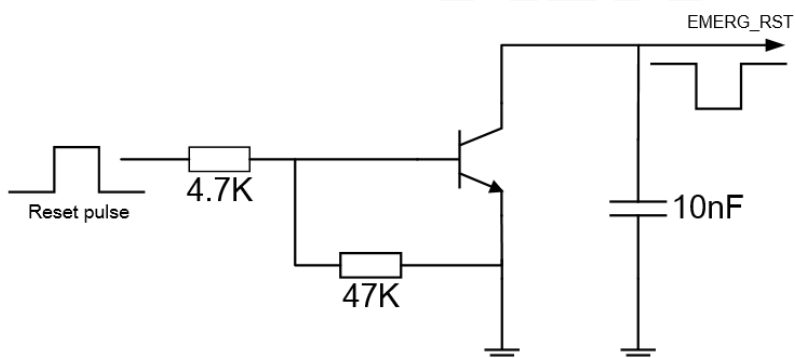


图 6-5 OC 驱动复位电路

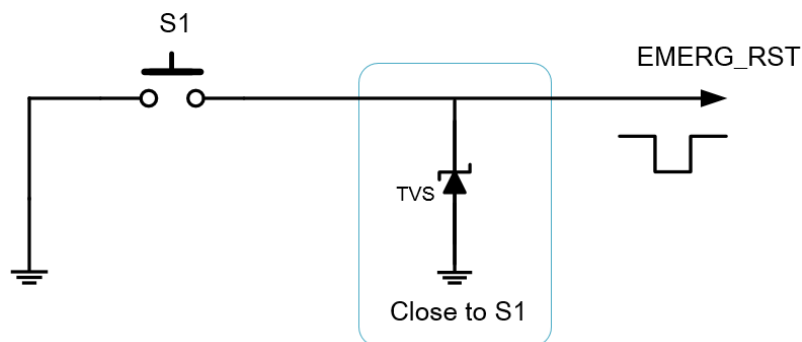


图 6-6 按钮复位电路

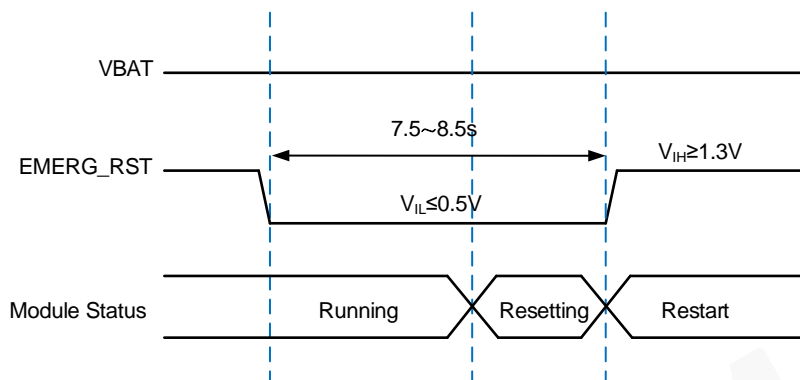


图 6-7 复位控制时序



注意：

复位信号是敏感信号，PCB layout 时要远离射频等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）。

## 6.2 网络状态指示

MA510-GL 提供 1 个网络状态指示信号用于显示模块的工作状态，状态指示引脚如下表所示：

表 6-4 网络状态指示

引脚	引脚名	I/O	引脚描述	电源域（TYP）
38	LPG	DO	模块的工作和网络状态指示	1.8V

### 6.2.1 接口状态描述

网络状态指示接口用来驱动状态指示灯，显示模块的网络状态，MA510-GL 系列模块网络状态指示灯工作状态描述如下：

表 6-5 网络指示灯工作状态

模式	LPG	指示灯亮/灭状态	描述
1	600ms 高/600ms 低	快闪	没有 SIM 卡 SIM PIN 注册网络中(T < 15s) 注网失败
2	3000ms 高/75ms 低	慢闪	待机
3	75ms 高/75ms 低	速闪	数据链接建立
4	低	常灭/亮	语音通话或 PSM

5	高	常亮/灭	休眠状态
---	---	------	------

MA510-GL 系列模块的网络状态指示灯参考电路如下图:

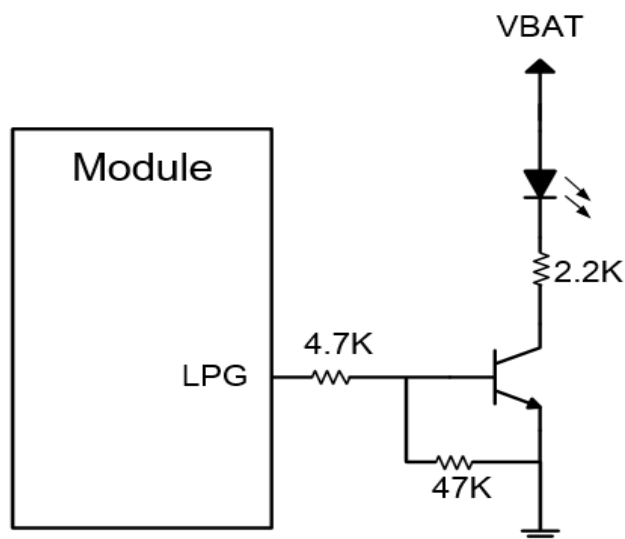


图 6-8 网络状态指示灯参考电路

## 6.3 (U)SIM 卡接口

MA510-GL 模块仅支持 1.8V SIM 卡。

### 6.3.1 (U)SIM 引脚

(U)SIM 引脚定义如下表所示:

表 6-6 SIM 引脚

引脚号.	引脚名	I/O	引脚描述	电源域 (TYP)
25	SIM_SRST	DO	SIM 卡复位引脚	1.8V
23	SIM_SIO	I/O	SIM 卡数据引脚	1.8V
26	VSIM	PO	SIM 卡电源引脚	1.8V
27	SIM_DET	DI	SIM 卡热插拔检测	1.8V
24	SIM_SCLK	DO	SIM 卡时钟引脚	1.8V

### 6.3.2 (U)SIM 接口电路

#### 6.3.2.1 带卡检测信号(U)SIM 卡座

(U)SIM 设计需要选用(U)SIM 卡座, 推荐使用带热插拔检测功能的(U)SIM 卡座 (广和通推荐型号: SIM016-8P-220P)。

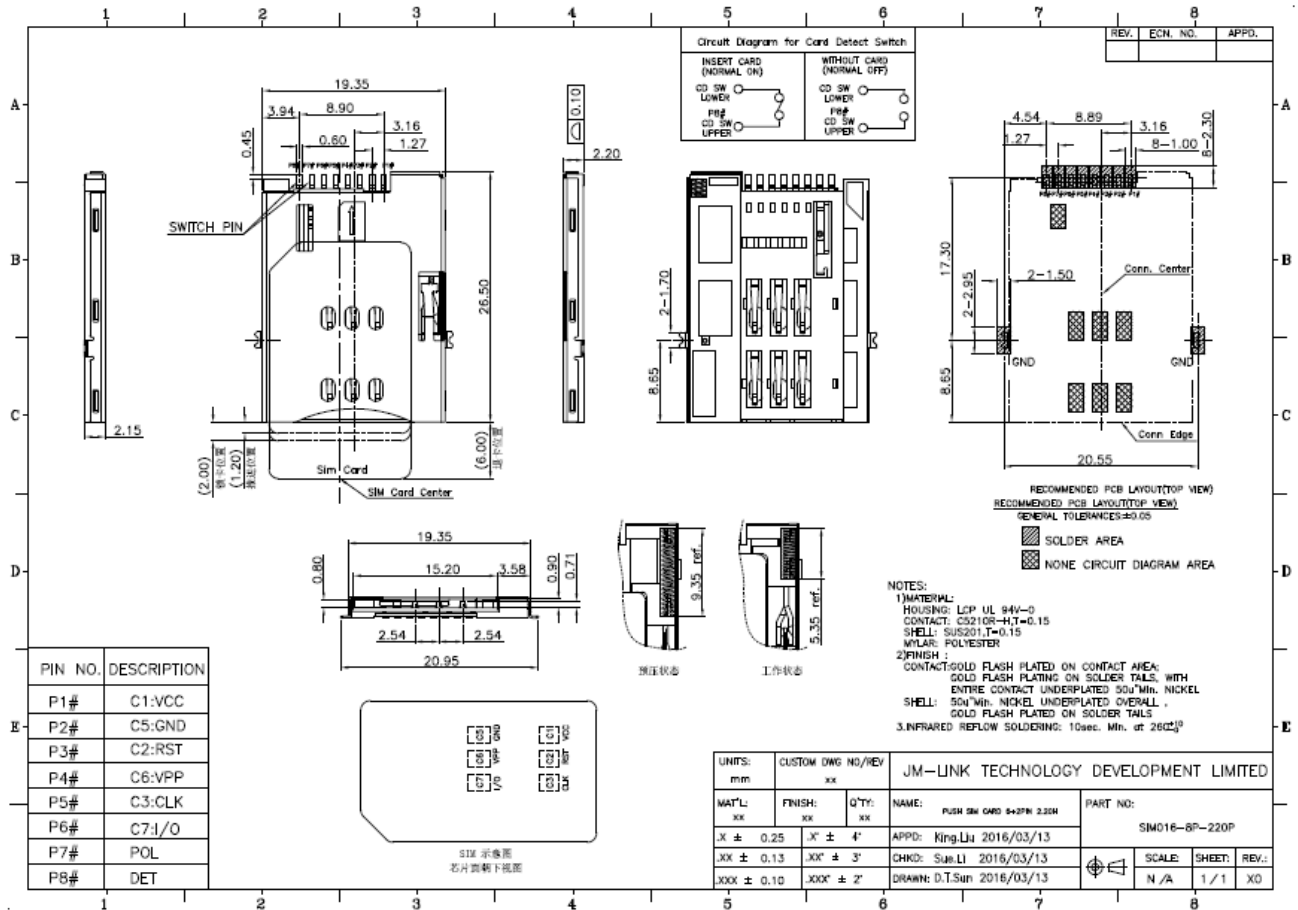


图 6-9 (U)SIM 卡座(SIM016-8P-220P)

SIM016-8P-220P 卡座，插卡时，DET 和 POL 短接；无卡时，DET 和 POL 断开。如下为参考设计电路，(U)SIM 卡插入，SIM\_DET 引脚为高电平；(U)SIM 卡拔出，SIM\_DET 引脚为低电平。

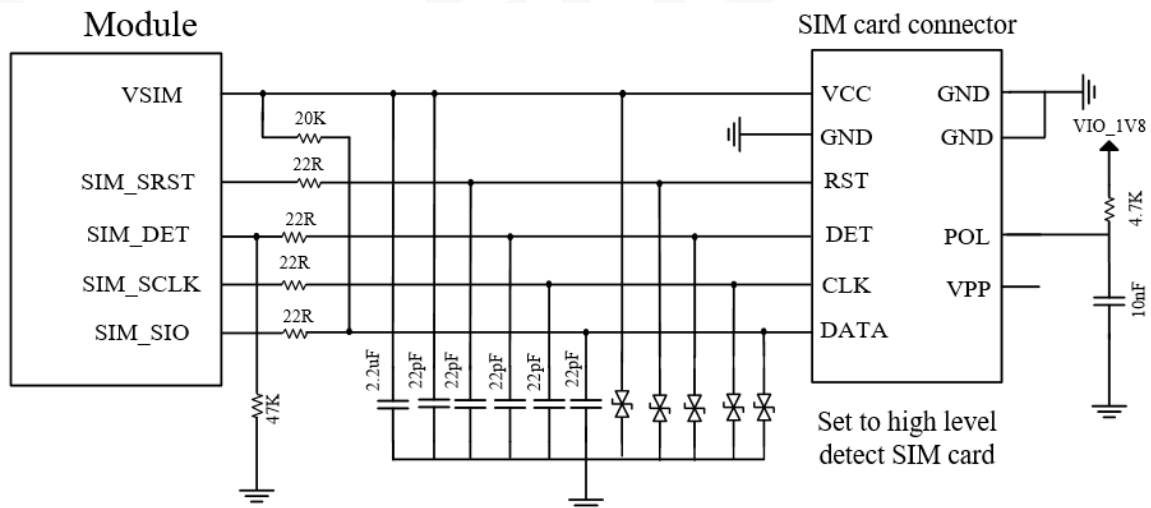


图 6-10 带卡检测信号卡座参考电路设计

### 6.3.2.2 无卡检测信号(U)SIM 卡座

使用无卡检测信号(U)SIM 卡座，SIM\_DET 引脚保持悬空，同时通过 AT 指令关闭热插拔功能。参考电

路如下图：

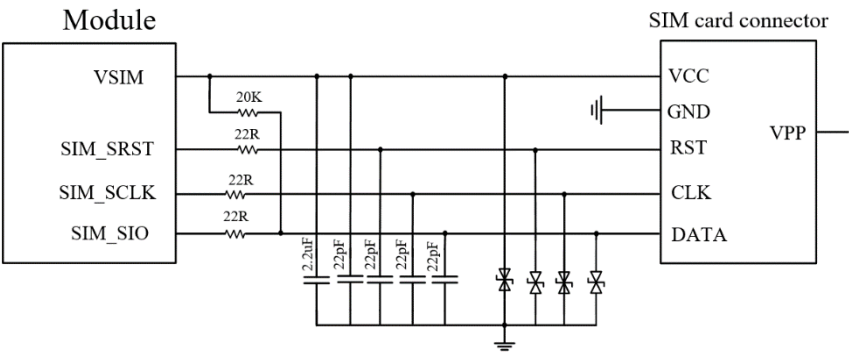


图 6-11 无卡检测信号卡座参考电路

6.3.3 (U)SIM 卡热插拔

MA510-GL 系列模块支持(U)SIM 卡热插拔功能，模块通过检测 SIM\_DET 引脚状态来判定(U)SIM 卡的插入和拔出。

(U)SIM 卡热插拔功能可通过“AT+MSMPD”命令配置，AT 命令说明如下表所示：

表 6-7 (U)SIM 卡热插拔功能配置

AT 命令	(U)SIM 卡热插拔检测	功能说明
AT+MSMPD=1	开启	默认开启，(U)SIM 卡热插拔检测功能开启指令
AT+MSMPD=0	关闭	(U)SIM 卡热插拔检测功能关闭，开机时模块读取(U)SIM 卡，不检测 SIM_DET 状态

开启(U)SIM 卡热插拔检测功能后，当 SIM\_DET 为高电平，模块检测到(U)SIM 卡插入则会执行(U)SIM 卡初始化程序，读取到(U)SIM 卡信息后模块会进行网络的注册。当 SIM\_EDT 为低电平时，模块判定(U)SIM 卡拔出，则不读取(U)SIM 卡。

SIM\_DET 默认高电平有效，可通过 AT 命令切换为低电平有效。

表 6-8 SIM\_EDT 有效电平切换

AT 命令	功能说明
AT+GTSET="SIMPHASE",1	默认值，高电平检测
AT+GTSET="SIMPHASE",0	低电平检测

6.3.4 (U)SIM 设计要求

(U)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\_SCLK 和 SIM\_SIO 信号包地隔离，避免相互干扰。如难以做到，则至少需要将 SIM\_SCLK 信号

本文件版权属深圳市广和通无线股份有限公司所有，未经允许，不得复制。

- SIM 卡信号线的滤波电容和 ESD 器件靠近 SIM 卡座放置；
- 请选择等效电容小于 22pF 的 ESD 器件；
- SIM\_SIO 需 20K 电阻上拉到 VSIM。

## 6.4 USB 接口

MA510-GL 系列模块支持 USB2.0, 支持 USB High-Speed(480Mbps/s)和 USB Full-Speed(12Mbps/s)。模块 USB 总线时序和电气特性参考 “Universal Serial Bus Specification 2.0”。

### 6.4.1 USB 接口定义

表 6-9 USB 接口定义

引脚号	引脚名	I/O	引脚描述
11	USB_DM	I/O	USB 差分数据-
12	USB_DP	I/O	USB 差分数据+
31	VBUS	AI	USB插拔检测，USB PHY供电



注意：

建议客户预留 USB 接口，用于软件升级。

为了确保 USB 性能，在 USB 电路设计中建议遵循以下原则：

- USB 数据走线周围需要包线处理，走 90Ω 的阻抗差分线；
- 不要在晶振、振荡器、磁性装置和射频信号下面走 USB 线，建议走内层差分线且上下左右包地；
- USB 数据线上的 ESD 防护选型需要特别注意，其寄生电容不得超过 1pF；
- USB 的 ESD 防护器件尽量靠近 USB 接口放置；
- USB 工作时，要求外部给 VBUS 的驱动能力大于 100mA。

## 6.5 UART 接口

### 6.5.1 UART 接口定义

MA510-GL 模块有三个串口：串口 1，串口 2，串口 3。

串口 1 主要特性如下：

支持 4800bps, 9600bps, 19200bps, 38400bps, 57600bps, 115200bps, 230400bps, 460800bps, 921600bps 波特率，默认波特率为 115200bps，用于数据传输和 AT 命令传送。



表 6-10 串口 1

引脚号	引脚名	I/O	引脚描述	备注
18	UART1_RXD	DI	UART1 数据接收	1.8V
19	UART1_TXD	DO	UART1 数据发送	1.8V
20	UART1_RTS	DO	UART1 数据发送请求	1.8V
21	UART1_CTS	DI	UART1 清除发送	1.8V
22	UART1_RING	DO	UART1 振铃提示	1.8V
15	UART1_DTR	DI	UART1 模块唤醒	1.8V
16	UART1_DSR	I/O	UART1 预留功能，待开发	1.8V
17	UART1_DCD	DO	UART1 模块输出载波检测信号	1.8V

串口 2 默认为模块 debug 口，可用于模块 debug，但不能用作 AT 命令接口。

下表为串口 2 引脚描述：

表 6-11 串口 2

引脚号	引脚名	I/O	引脚描述	备注
39	UART2_RXD	DI	模块接收数据	1.8V
40	UART2_TXD	DO	模块发送数据	1.8V
75	UART2_CTS	DI	清除发送	1.8V
76	UART2_RTS	DO	发送数据请求	1.8V

串口 3 可连接其他外围串口，但不能作为 AT 命令接口，功能开发中。

下表为串口 3 引脚描述：

表 6-12 调试串口

引脚号	引脚名	I/O	引脚描述	备注
77	UART3_RXD	DI	模块接收数据	1.8V
78	UART3_TXD	DO	模块发送数据	1.8V



注意：

UART3\_TXD 在模块开机过程中不能被拉高，否则有可能开机异常，请将其在开机过程中保持悬空状态，开机后可以拉高或拉低操作。

## 6.5.2 UART 接口应用

MA510-GL 系列模块的串口电平为 1.8V，若客户主机系统电平为 3.3V 或者其他，需在模块和主机的串口连接中增加电平转换电路。下图为串口电平转换芯片的参考电路设计：

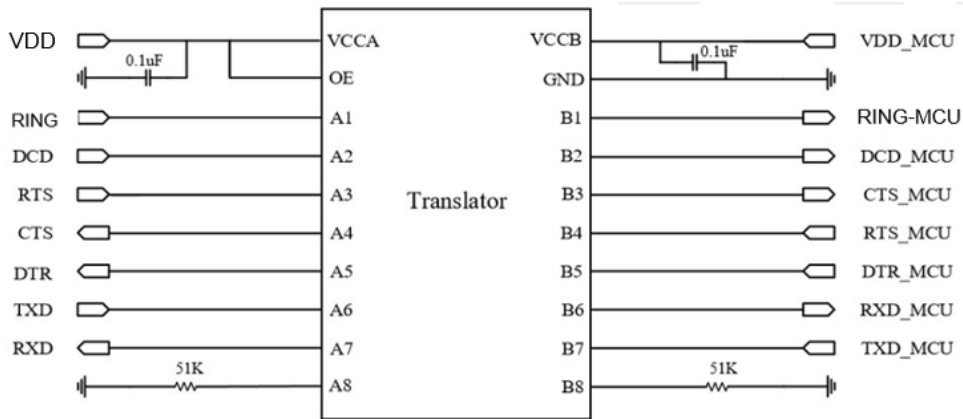


图 6-12 电平转换参考电路 1

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。

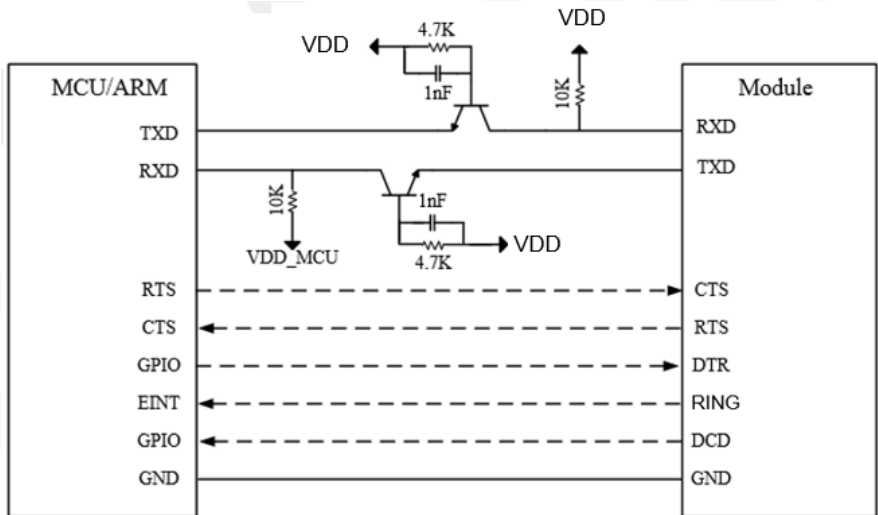


图 6-13 电平转换参考电路 2



注意：

三极管电平转换电路不适用于波特率超过 460Kbps 的应用。

### 6.5.3 串口默认设置

UART1 默认为 8 线 AT 串口，可以发送 AT 指令，默认波特率为 115200；UART1 与 SPI 接口共用部分引脚。

UART2 为四线 debug 串口，默认波特率为 115200。

## 6.6 I2C 接口

MA510-GL 系列模块提供一组 I2C 接口，可用于控制外部 codec 等从器件，使用时必须增加外部上拉电阻。

表 6-13: I2C 接口

引脚号	引脚名	I/O	引脚描述	备注
52	I2C_SDA	I/O	I2C 数据信号	1.8V 需外部上拉
56	I2C_SCL	DO	I2C 时钟信号	1.8V 需外部上拉

## 6.7 模数转换（ADC）接口

MA510-GL 系列模块提供两路模数转换接口,可用于电压检测等外围电路。

表 6-14 ADC 引脚定义

引脚号	引脚名	I/O	引脚描述	备注
59	ADC1	AI	模拟 ADC 输入，检测电压范围：0~1.8V	精度为±15mV，分辨率 15bits
64	ADC0	AI	模拟 ADC 输入，检测电压范围：0~VBAT	精度为±20mV，分辨率 15bits



注意：

建议 ADC 信号在布线时做包地处理，可以提高 ADC 电压测量准确度，同时注意不要超量程使用。

## 6.8 数字音频接口（I2S）

MA510-GL 提供一路数字语音接口（I2S），采用国内主流的欧洲 E1 标准，可实现和外部 CODEC 等数字音频器件之间的通信。

### 6.8.1 数字语音接口定义

表 6-15 数字语音接口

引脚号	引脚名	I/O	引脚描述	备注
82	I2S_DATA0	I/O	I2S 数据信号 0	1.8V
83	I2S_SCK	DO	I2S 位时钟信号	1.8V
84	I2S_WS	DO	I2S 声道选择信号	1.8V
72	I2S_DATA1	I/O	I2S 数据信号 1	1.8V
80	I2S_MCLK	DO	I2S 主时钟信号	1.8V

6.8.2 数字语音接口应用

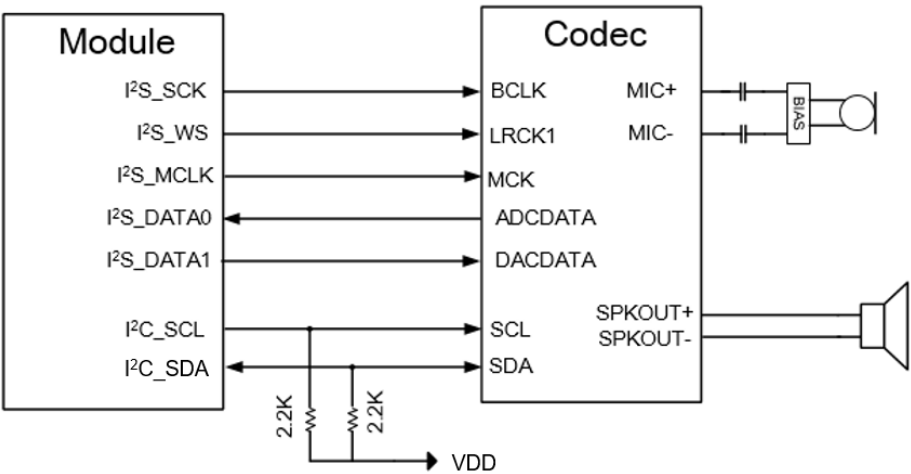


图 6-14 音频接口参考设计图

6.9 天线调谐接口引脚定义如下

MA510-GL 系列模块可使用 ANT\_TUNER1, ANT\_TUNER2 作为天线调谐接口:

表 6-16 天线调谐接口

引脚号	引脚名	I/O	引脚描述	备注
73	ANT_TUNER1	DO	天线调谐接口	开发中
74	ANT_TUNER2	DO	天线调谐接口	开发中

6.10 其他接口

MA510-GL 系列模块还包含有 GPIO, WAKE\_UP, WAKEUP\_OUT 等接口以供客户使用。

表 6-17 其他接口功能

引脚号	引脚名	I/O	引脚描述	备注
41	WAKEUP_IN	DI	上位机唤醒模块控制脚	-
61	WAKEUP_OUT	DO	模块唤醒上位机接口	-
71	FORCE_BOOT	DI	强制升级脚，短接到 VDD 然后开机即可进入强制升级模式	-
69	CODEC_EN	DO	外部 codec 使能控制	-
81	CODEC_INTR	DI	中断信号，可用作普通 GPIO	-
53	GPIO1	I/O	预留 GPIO	-

引脚号	引脚名	I/O	引脚描述	备注
54	GPIO2	I/O	预留 GPIO	-
58	GPIO3	I/O	预留 GPIO	-
62	GPIO4	I/O	预留 GPIO	-

# FIBOCOM

## 7 低功耗设计

### 7.1 飞行模式

飞行模式又叫航空模式，是指在乘坐飞机时关闭模块信号的发射和接收功能，以免对飞机飞行造成影响。

当MA510-GL模块进入飞行模式时，射频功能被关闭，且所有与射频相关的AT命令不可访问。此模式可以通过发送AT+CFUN=<fun>命令来设置。<fun>参数可以选择0，1，4。

- 0：最少功能模式，关闭RF和(U)SIM 卡；
- 1：全功能模式（默认）；
- 4：关闭RF功能（飞行模式）；

### 7.2 休眠模式

休眠模式也叫低功耗模式，为了将电池的损耗降到最低，在模块空闲时，使其进入到休眠模式，以此达到省电的目的。当模块处于休眠模式时，如果存在唤醒源，对应地模块也应该被唤醒到正常工作模式。

MA510-GL的休眠可分为两部分，一部分是USB，一部分是UART。当USB和UART同时休眠之后模块就进入休眠。

#### 7.2.1 USB 休眠

USB 休眠主要分为两种休眠方式：

- 一种是 USB 总线的 VBUS 信号控制休眠；
- 一种是 USB suspend；

##### 7.2.1.1 VBUS 控制休眠

可通过检测 VBUS 引脚电平判断是否让 USB 进入休眠（产品不支持 USB suspend，但支持 VBUS 检测时一般会选择这种休眠方式），具体判断标准如下表所示：

表 7-1 VBUS 控制休眠状态配置表

VBUS 电平状态	模块状态	备注
高	唤醒	VBUS 电压为 3.3V~5V
低	休眠	

##### 7.2.1.2 USB 挂起状态（suspend）

如果主机支持 USB Suspend/Resume，通过在 Linux 系统下设置 USB 中 level 和 control 为 auto，静

本文件版权属深圳市广和通无线股份有限公司所有，未经允许，不得复制。

## 7.2.2 UART 休眠

### 7.2.2.1 ATS24 命令控制休眠（默认）

使用 ATS24 命令进入的睡眠方式属于浅睡眠，当 UART 的 RXD 有消息时，系统就会被唤醒。采用该方式进入休眠模式的功耗，要比采用 UART1\_DTR 控制方式进入休眠模式的功耗略高。

ATS24 自动休眠倒计时，不是严格意义上超时就休眠，是超时后尝试进入休眠，如果超时后系统不支持休眠，会自动重新计时。

### 7.2.2.2 UART1\_DTR/WAKEUP\_IN 电平控制休眠

当主机和 MA510-GL 模块通过串口连接的时候，可以通过发送 AT 命令来设置 UART1\_DTR /WAKEUP\_IN 控制串口休眠功能（具体请参考串口休眠命令配置示例）。

控制串口休眠配置命令如下表 7-2 所示：

表 7-2 串口休眠命令配置示例

序号	配置命令	解释
1	AT+GTLPMODE=0 ATS24=5	选择为 ATS24 休眠方式 5S 内串口没有数据交互后串口会进入休眠
2	AT+GTLPMODE=2,0	选择 UART1_DTR 休眠方式，拉高该管脚，串口休眠
3	AT+GTLPMODE=2,1	选择 UART1_DTR 休眠方式，拉低该管脚，串口休眠
4	AT+GTLPMODE=1,0	选择 WAKEUP_IN 休眠方式，拉高该管脚，串口休眠
5	AT+GTLPMODE=1,1	选择 WAKEUP_IN 休眠方式，拉低该管脚，串口休眠

## 7.3 唤醒简介

### 7.3.1 模块被唤醒

当模块在休眠状态时，可以通过以下方式唤醒模块继续使用。

#### 7.3.1.1 USB 唤醒

如果模块是 USB\_VBUS 进入休眠，USB\_VBUS 拉高，USB 就被唤醒；

如果模块是 USB suspend 休眠，任何总线上的活动（非空闲信号）都可以把设备唤醒/恢复，从而退出低功耗模式。

#### 7.3.1.2 UART 唤醒

如果模块使用 UART1\_DTR /WAKEUP\_IN 休眠，控制 UART1\_DTR /WAKEUP\_IN 可以唤醒串口；

### 7.3.2 主机被唤醒

当主机在休眠时，主机为了侦测到模块的电话、短信、数据业务以及 URC 上报，模块需要通过 UART1\_RING/WAKEUP\_OUT 引脚输出脉冲波形唤醒主机。此时主机必须将连接 UART1\_RING/WAKEUP\_OUT 引脚配置为唤醒源。

## 7.4 省电模式 (PSM)

PSM 是英文描述 (Power Saving Mode) 的缩写，PSM 的目标是使 eMTC 设备在大多数时间处于非活动状态或断电状态，以节省电力，并仅在短时间的数据传输中唤醒设备。PSM 通过关闭除 RTC 子模块 (消耗的功率很低) 之外的所有功能来实现节能。

PSM 是具有以下要求的 eMTC 设备和应用程序的一项功能：

- \* 不经常活跃
- \* 活跃通信的持续时间短
- \* 数据传输由 eMTC 设备发起，但也可能在活动期间进行 DL 接收
- \* 功率限制，电池供电
- \* 电池寿命长

MA510-GL 模块可以通过 “AT+CPSMS=1” 命令来使能 PSM 功能。当模块进入 PSM 后，可用如下方式退出 PSM：

- \* POWER\_ON 引脚拉至低电平 0.55s~1.7s，模块退出 PSM；
- \* 等待定时器(T3412)溢出，模块自动退出 PSM。



注意：

关于 AT+CPSMS 命令更多详细信息请参考文档《FIBOCOM MA510 Series AT Commands》

## 7.5 非连续接收 (DRX)

MA510-GL 支持 DRX 模式。模块正常接入网络，在未申请 PSM 及 eDRX 的情况下，若无数据业务交互，模块将自动进入较低功耗的 DRX 模式 (由网络侧自动下发配置消息)。该模式下模块 DRX 的底电流降低至 700uA 左右，平均功耗为 1.7mA。

## 7.6 扩展空闲模式非连续接收 (eDRX)

MA510-GL 可进入 eDRX 低功耗模式，该模式可大幅降低功耗，可到 700uA 以下。





模块需要进入 eDRX 时，会在请求消息中发送请求。网络在应答消息中配置模块的请求值，模块进入 eDRX 模式。在此模式下，模块内部部分断电，而且模块已经注册上网络，唤醒后可快速进入待机状态。

进入 eDRX 需要发送如下 AT 指令：

NB 发送命令：AT+CEDRXS=1,5,"0011"

EMTC 发送命令：AT+CEDRXS=1,4,"0011"

说明：AT 命令的详细说明请参考《FIBOCOM MA510 系列 应用指南\_eDRX》

FIBOCOM  
Confidential

## 8 天线接口及射频性能

MA510-GL 提供了 MAIN\_ANT 和 GNSS\_ANT 2 个天线接口，分别为：

表 8-1 天线接口

引脚号	引脚名	I/O	引脚描述
3	MAIN_ANT	I/O	主射频天线接口
6	GNSS_ANT	AI	GNSS 天线接口

### 8.1 工作频段

表 8-2 工作频段

Network mode	Band	Receive	Transmit	Unit
GSM	GSM850	869~894	824~849	MHz
	EGSM900	925~960	880~915	MHz
	DCS1800	1805~1880	1710~1785	MHz
	PCS1900	1930~1990	1850~1910	MHz
FDD-LTE	Band1	2110~2170	1920~1980	MHz
	Band2	1930~1990	1850~1910	MHz
	Band3	1805~1880	1710~1785	MHz
	Band4	2110~2155	1710~1755	MHz
	Band5	869~894	824~849	MHz
	Band8	925~960	880~915	MHz
	Band12	729~746	699~716	MHz
	Band13	746~756	777~787	MHz
	Band18	860~875	815~830	MHz
	Band19	875~890	830~845	MHz
	Band20	791~821	832~862	MHz
	Band25	1930~1995	1850~1915	MHz
	Band26	859~894	814~849	MHz
	Band27 (仅 CatM1)	852~869	807~824	MHz
	Band28	758~803	703~748	MHz
	Band66	2110~2180	1710~1780	MHz
	Band71 (仅 NB)	617~652	663~698	MHz
	Band85	728~746	698~716	MHz

## 8.2 输出功率

MA510-GL 的 RF 输出功率见下表。

表 8-3 输出功率

Network mode	Band	Max	Min
GSM	GSM850	33dBm±1.5dB	5dBm±3.5dB
	EGSM900	33dBm±1.5dB	5dBm±3.5dB
	DCS1800	30dBm±1.5dB	0dBm±3.5dB
	PCS1900	30dBm±1.5dB	0dBm±3.5dB
FDD-LTE	Band1	21dBm±1.5dB	<-44dBm
	Band2	21dBm±1.5dB	<-44dBm
	Band3	21dBm±1.5dB	<-44dBm
	Band4	21dBm±1.5dB	<-44dBm
	Band5	21dBm±1.5dB	<-44dBm
	Band8	21dBm±1.5dB	<-44dBm
	Band12	21dBm±1.5dB	<-44dBm
	Band13	21dBm±1.5dB	<-44dBm
	Band18	21dBm±1.5dB	<-44dBm
	Band19	21dBm±1.5dB	<-44dBm
	Band20	21dBm±1.5dB	<-44dBm
	Band25	21dBm±1.5dB	<-44dBm
	Band26	21dBm±1.5dB	<-44dBm
	Band27(仅 CatM1)	21dBm±1.5dB	<-44dBm
	Band28	19dBm±1.5dB	<-44dBm
	Band66	21dBm±1.5dB	<-44dBm
	Band71 (仅 NB)	21dBm±1.5dB	<-44dBm
	Band85	21dBm±1.5dB	<-44dBm

## 8.3 接收灵敏度

表 8-4 接收灵敏度

Network mode	Band	Sensitive(dBm)	3GPP(dBm)
GSM	GSM850	-108.5	-102
	EGSM900	-108	-102
	DCS1800	-107.5	-102

Network mode	Band	Sensitive(dBm)	3GPP(dBm)
	PCS1900	-108	-102
GPRS	GSM850	-102	-99
	EGSM900	-102	-99
	DCS1800	-102	-99
	PCS1900	-102	-99
EGPRS	GSM850	-91	-86
	EGSM900	-91	-86
	DCS1800	-91	-86
	PCS1900	-91	-86

Network mode	Band	Cat.M1 Sensitive(dBm/1080kHz)	3GPP(dBm/1080kHz)	Cat.NB1 Sensitive(dBm)	3GPP(dBm)
FDD-LTE	Band1	-105	-102.3	-115	-107.5
	Band2	-103	-100.3	-115	-107.5
	Band3	-102	-99.3	-115	-107.5
	Band4	-105	-102.3	-115	-107.5
	Band5	-104	-100.8	-115	-107.5
	Band8	-103	-99.8	-114.5	-107.5
	Band12	-102	-99.3	-115	-107.5
	Band13	-102	-99.3	-115	-107.5
	Band18	-105	-102.3	-115	-107.5
	Band19	-105	-102.3	-115	-107.5
	Band20	-103	-99.8	-115	-107.5
	Band25	-102	-99.3	-115	-107.5
	Band26	-103	-100.3	-115	-107.5
	Band27(only Cat M1)	-104	-100.8	不支持	不支持
	Band28	-104	-100.8	-115	-107.5
	Band66	-104	-101.7	-115	-107.5
	Band71(only NB)	不支持	不支持	-115	-107.5
	Band85	-102	-99.3	-115	-107.5

# FIBOCOM

## 8.4 GNSS 接收器

MA510 模块采用高通的 Gen9 技术支持 GPS/GLONASS 和 GPS/BeiDou 定位功能。需要注意，GNSS 和数据业务不能同时打开，同一时间只有一个可以工作。

表 8-5 GNSS 接收器

Description		Condition	Typ.	Note
Power Consumption (AT+CFUN=0)		GNSS fixing	95mA	插 USB
		GNSS tracking	95mA	插 USB
		Standby	35mA	插 USB
TTFF	GNSS	Cold start (XTRA enable)	45s	-
		Warm start (XTRA enable)	40s	-
		Hot Start (XTRA enable)	5s	-
Sensitivity	Acquisition	Open Sky	-144dBm	-
	tracking	Open Sky	-157dBm	-
	CN0	GNSS Signal@-130dBm	38dB-HZ	-
Positional Accuracy	CEP	GNSS Signal @-130dBm	3m	-



注意：

GNSS 耗数据为实测平均值，浮动在 10%以内。

## 8.5 天线设计

### 8.5.1 天线指标

#### 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<-10dB。

#### 3) 极化

极化是天线在辐射最大方向上电场的旋转方向。

#### 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 x 宽 10mm x 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。

#### 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、CPU、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 8-6 主天线要求

MA510-GL 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（GSM/EDGE）	GSM850: 70 MHz GSM900: 80 MHz GSM1800(DCS): 170 MHz GSM1900(DCS): 140 MHz
带宽（LTE）	LTE band 1(2100): 250 MHz LTE band 2(1900): 140 MHz LTE Band 3(1800): 170 MHz LTE Band 4(2100): 445 MHz LTE Band 5(850): 70 MHz LTE Band 8(900): 80 MHz LTE Band 12(700): 47 MHz LTE Band 13(700): 41 MHz LTE Band 18(700): 60 MHz LTE Band 19(700): 60 MHz LTE Band 20(700): 71 MHz LTE Band 25(700): 145 MHz LTE Band 26(700): 80 MHz

## MA510-GL 系列模块主天线要求

	LTE Band 27(700): 62 MHz LTE Band 28(700):100 MHz LTE Band 66(2100):470 MHz LTE band 71(2600): 81 MHz LTE band 85(2300):48 MHz
阻抗	50Ω
输入功率	GSM 峰值功率>35dBm LTE 平均功率>23dBm
驻波比推荐	≤ 2:1

### 8.5.2 天线参考设计

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。MA510-GL 系列模块的两路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。图 8-1 为主天线的参考电路设计：

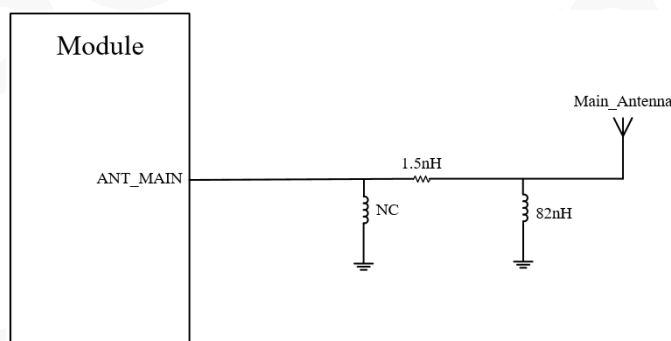


图 8-1 主集天线参考电路

图 8-2 是 GNSS 天线参考电路设计图：

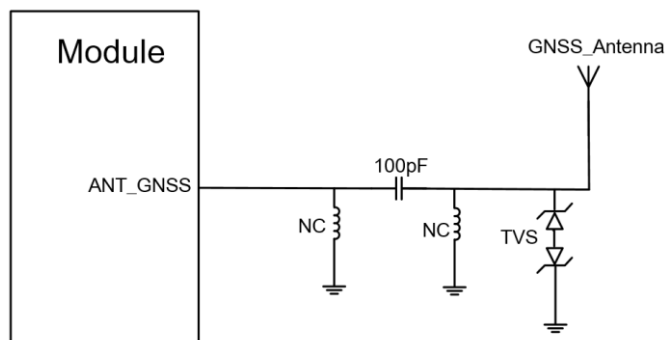


图 8-2 GNSS 天线参考电路（无源）

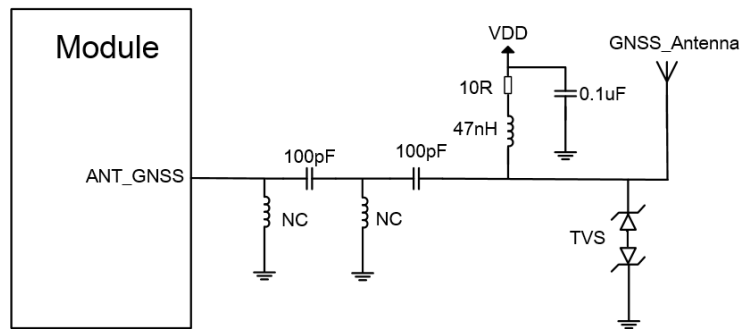


图 8-3 GNSS 天线参考电路（有源）



注意：

- 所有匹配需靠近天线放置，确保传输线的特性阻抗是  $50\Omega$ 。
- 如果模块距离天线超过 2 厘米，要在靠近模块端放置匹配。
- 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 尽可能走直线，避免过孔和翻层，同时也要避免走直角和锐角走线。
- 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。
- 建议增加 TVS，提升天线 ESD 性能。
- 详细设计可参考文档《FIBOCOM 设计指南\_RF Antenna》



## 9 可靠性

### 9.1 环境温度范围

MA510-GL模块推荐在-30~+75°C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操作温度范围，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 9-1 环境温度范围

温度	最小值	典型值	最大值	单位
工作温度	-30	25	75	°C
限制工作温度	-40	-	85	°C
存储温度	-40	-	90	°C

### 9.2 环境可靠性要求

表 9-2 环境可靠性要求

测试项目	测试条件	
低温存储	温度-45°C，关机状态下持续72小时	
高温存储	温度+90°C，关机状态下持续72小时	
快速温变	关机状态下，分别在温度-40°C和+85°C环境下持续0.5h，温度变化率15°C/min，共进行500个循环	
温度冲击	关机状态下，分别在温度-40°C和+85°C环境下持续0.5h，温度转换时间<3min，共进行500个循环	
高温高湿	温度+85°C，湿度85%RH，工作状态下持续1000小时	
交变热湿	工作状态下， 3小时内，温湿度升到70°C和93%RH； 温度70°C，湿度93%RH，保持9小时； 3小时温湿度降到 25°C和93%RH； 温度25°C，湿度93%RH，保持9小时； 进行14个循环	
盐雾	不上电，浓度5%，喷雾，35°C，12小时	
振动测试	随机振动	3 axes (X, Y and Z), 1h per axis, 5-500Hz @ 4Grms
	正弦振动	振幅: 3.0G peak to peak; 频率: 5-500Hz; 扫频频率: 0.5 Octave/min,

本文件版权属深圳市广和通无线股份有限公司所有，未经允许，不得复制。

测试项目	测试条件	
		linear; 每轴: 1小时
机械冲击	不上电, 半正弦波冲击, 峰值加速度100Grms, 冲击时间11ms, 6个轴向, 每个轴向冲击3次	
高压过载	工作状态下, Vmax Oper+10%, 持续60分钟	
低压过载	工作状态下, Vmin Oper-10%, 持续60分钟	
电源中断	正常工作掉电, 5000次循环 (通电100s, 断电10s)	
电源偏移	工作状态下, Vmin Oper+10% (5min) / Vmax Oper-10% (5min), 1000次循环	
Corner 测试	HT=最高工作温度, LT=-10°C, HH=90%RH, LH=10%RH, HV=最高工作电压, LV=最低工作电压; HT/HH/HV->HT/HH/LV->HT/LH/HV->HT/LH/LV->LT/HV ->LT/LV; 工作状态下, 上述每个状态持续24小时, 12个循环	

## 9.3 ESD 特性

MA510-GL 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。

MA510-GL 系列模块 ESD 允许的放电范围参考下表:

表 9-3 ESD 允许的放电范围

位置	空气放电	接触放电
VBAT, GND	±10KV	±5KV
天线接口	±8KV	±4KV
其他接口	±1KV	±0.5KV

## 10 结构规格

### 10.1 产品外观

MA510-GL 系列模块产品外观如图 10-1 所示：



图 10-1 产品外观图

### 10.2 结构尺寸

MA510-GL 系列模块结构尺寸如图 10-2 所示：

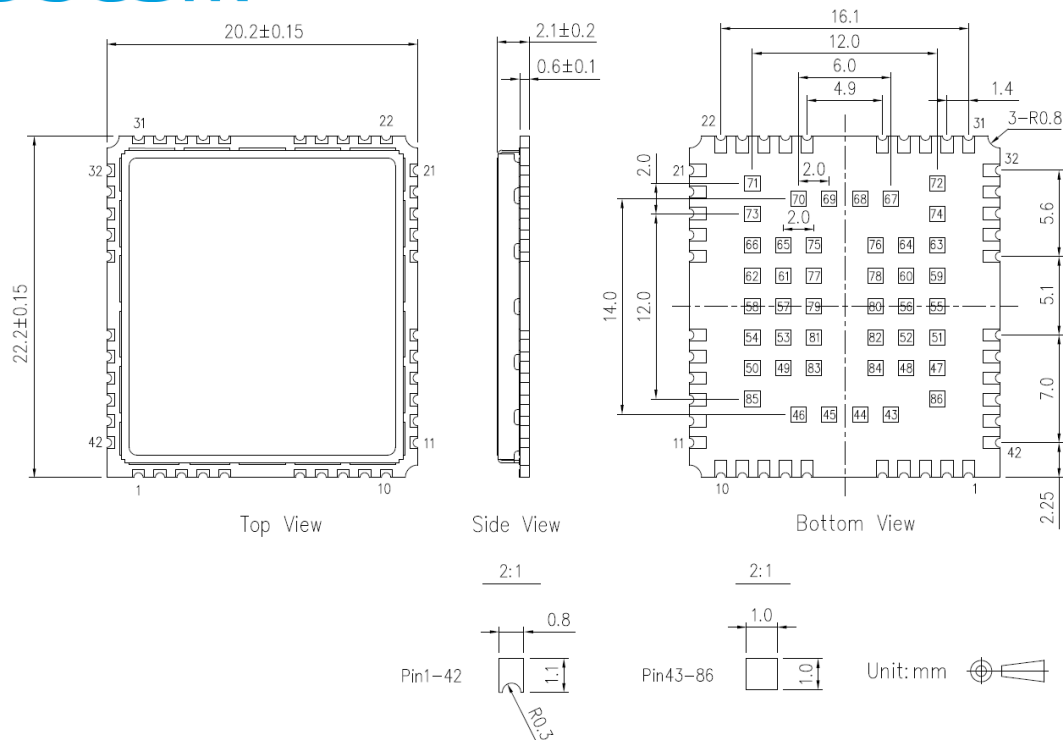


图 10-2 结构尺寸图 (单位: mm)

### 10.3 PCB 焊盘与钢网推荐设计

PCB 焊盘及对应钢网推荐设计请参考《FIBOCOM MA510 系列 SMT 设计指南》。

## 10.4 SMT 贴片

SMT 生产工艺参数及相关要求请参考《FIBOCOM MA510 系列 SMT 设计指南》。

## 10.5 包装和存储

包装和存储请参考《FIBOCOM MA510 系列 SMT 设计指南》。

# 11 认证

MA510-GL 系列模块认证如表 11-1:

表 11-1 认证

证书体系	MA510-GL
Brazil	ANATEL
Europe	CE
Europe	RoHS
Europe	HF
Europe	Reach
America	FCC
Canada	IC
Australia	RCM
Japan	JATE
Japan	TELEC
Europe	GCF
America	PTCRB
Taiwan	NCC
USA	ATT
USA	Sprint
EU	VDF
EU	DT
JP	KDDI

更多认证信息请访问广和通官网。

## 12.1 GPRS 和 EGPRS 调制编码

表 12-1 GPRS 编码方案表

编码方式	CS-1	CS-2	CS-3	CS-4
码率	1/2	2/3	3/4	1
USF	3	3	3	3
Pre-coded USF	3	6	6	12
Radio Block excl.USF and BCS	181	268	312	428
BCS	40	16	16	16
Tail	4	4	4	-
Coded Bits	456	588	676	456
Punctured Bits	0	132	220	-
数据速率 Kb/s	9.05	13.4	15.6	21.4

GPRS 规范中，定义了 29 类 GPRS 多时隙模式提供给移动台使用。多时隙类定义了上行和下行的最大速率。表述为 3+1 或者 2+2，第一个数字表示下行时隙数目，第二个数字表示上行时隙数目。Active 时隙表示 GPRS 设备上、下行通讯可以同时使用的总时隙数。

表 12-2: 不同等级的多时隙分配表

多时隙等级 Multislot Class	下行时隙 Downlink Slots	上行时隙 Uplink Slots	有效时隙 Active Slots
1	1	1	2
2	2	1	3
3	2	2	3
4	3	1	4
5	2	2	4

多时隙等级 Multislot Class	下行时隙 Downlink Slots	上行时隙 Uplink Slots	有效时隙 Active Slots
6	3	2	4
7	3	3	4
8	4	1	5
9	3	2	5
10	4	2	5
11	4	3	5
12	4	4	5
33	5	4	6

表 12-3 EGPRS 调制和编码方式

编码方式 Coding Scheme	调制方式 Modulation	编码系列 Coding Family	1 个时隙 1 Timeslot	2 个时隙 2 Timeslot	4 个时隙 4 Timeslot
CS-1	GMSK	/	9.05kbps	18.1kbps	36.2kbps
CS-2	GMSK	/	13.4kbps	26.8kbps	53.6kbps
CS-3	GMSK	/	15.6kbps	31.2kbps	62.4kbps
CS-4	GMSK	/	21.4kbps	42.8kbps	85.6kbps
MCS-1	GMSK	C	8.80kbps	17.6kbps	35.2kbps
MCS-2	GMSK	B	11.2kbps	22.4kbps	44.8kbps
MCS-3	GMSK	A	14.8kbps	29.6kbps	59.2kbps
MCS-4	GMSK	C	17.6kbps	35.2kbps	70.4kbps
MCS-5	8-PSK	B	22.4kbps	44.8kbps	89.6kbps
MCS-6	8-PSK	A	29.6kbps	59.2kbps	118.4kbps
MCS-7	8-PSK	B	44.8kbps	89.6kbps	179.2kbps
MCS-8	8-PSK	A	54.4kbps	108.8kbps	217.6kbps
MCS-9	8-PSK	A	59.2kbps	118.4kbps	236.8kbps

本文件版权属深圳市广和通无线股份有限公司所有，未经允许，不得复制。

## 12.2 缩略语

表 12-4 缩略语

缩略语	定义	
AMR	Adaptive Multi-rate	自适应多速率
bps	Bits Per Second	每秒位数
CS	Coding Scheme	编码方案
DRX	Discontinuous Reception	不连续接收
EGSM	Extended GSM900 Band	GSM900 扩展频段
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
HSDPA	High Speed Down Link Packet Access	高速下行链路分组接入
IMEI	International Mobile Equipment Identity	国际移动设备标识
I <sub>max</sub>	Maximum Load Current	最大负载电流
LED	Light Emitting Diode	发光二极管
LSB	Least Significant Bit	最低有效位
LTE	Long Term Evolution	长期演进
CA	Carrier Aggregation	运营商聚合
DLCA	Downlink Carrier Aggregation	下行载波聚合
SCell	Secondary Cell for CA	CA 的备用电池
ME	Mobile Equipment	移动设备
MS	Mobile Station	移动台
MT	Mobile Terminated	终端接收



缩略语	定义	
PCB	Printed Circuit Board	印刷电路板
PDU	Protocol Data Unit	协议数据单元
PSK	Phase Shift Keying	相移键控
QAM	Quadrature Amplitude Modulation	正交幅度调制
QPSK	Quadrature Phase Shift Keying	正交相移键控
RF	Radio Frequency	射频
RHCP	Right Hand Circularly Polarized RMS	右旋圆极化
RMS	Root Mean Square	均方根
RTC	Real Time Clock	实时时钟
Rx	Receive	接收
SMS	Short Message Service	短信服务
TDMA	Time Division Multiple Access	时分多址
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

缩略语	定义	
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
WCDMA	Wideband Code Division Multiple Access	宽带码分多址

## 12.3 相关文档

- FIBOCOM 设计指南\_RF Antenna
- FIBOCOM ADP-MA510-GL 使用指南
- Fibocom MA510 系列 AT Commands
- FIBOCOM MA510 系列 SMT 设计指南

## 12.4 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 34.121-1 V14.4.0: User Equipment (UE) conformance specification; Radio

本文件版权属深圳市广和通无线股份有限公司所有，未经允许，不得复制。

transmission and reception (FDD); Part 1: Conformance specification

- 3GPP TS 36.521-1 V14.3.0: 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)

## 12.5 联系方式

公司网址: <http://www.fibocom.com.cn/>

总部地址: 深圳市南山区西丽街道西丽社区打石一路深圳国际创新谷六栋 A 座 10-14 层

总机: +86 755-26733555