

文档全称	YM310 X09E CAT1(数传版本)模块硬件使用指南
版本	V1.0
页数	73
日期	2026/4/13

YM310 X09E CAT1(数传版本)模块硬件 使用指南

V1.0



Shanghai YUGE Information Technology co., LTD

All rights reserved

修订历史

文档版本	发布日期	更改说明	作者
V1.0	2026/4/13	初稿	David

目 录

第 1 章 引言	11
第 2 章 模块综述	12
2.1 模块简介	12
2.2 模块特性	12
2.3 模块功能	14
第 3 章 接口应用描述	16
3.1 本章概述	16
3.2 管脚定义	17
3.2.1 模块管脚分布图	17
3.2.2 管脚定义	18
3.3 工作模式	24
3.4 电源供电	25
3.4.1 模块电源工作特性	25
3.4.2 减小电压跌落	25
3.4.3 电源参考电路	26
3.5 开关机	27
3.5.1 开机	27
3.5.2 关机	30
3.5.3 复位	31
3.6 UART 串口	32
3.6.1 主串口	32
3.6.2 辅助串口	33
3.6.3 调试串口	34
3.6.4 串口参考设计	34
3.7 USB 口	36
3.8 USB BOOT	37
3.9 USIM 卡接口	38
3.9.1 双 SIM 卡切换说明	38
3.9.2 USIM 卡接口参考电路	39
3.10 VDD_EXT	40
3.11 DCE 功能接口	40

3.11.1 MAIN_RI	40
3.11.2 MAIN_DTR	42
3.12 状态指示信号	42
3.13 I2C 接口	43
3.14 ADC 接口	44
3.15 工作模式	44
3.15.1 最少功能模式/飞行模式	45
3.15.2 串口睡眠应用	45
3.15.2.1 睡眠模式 1	45
3.15.2.2 睡眠模式 2	46
3.16 USB 应用	47
3.16.1 Host 支持 USB 唤醒	47
3.16.2 Host 支持 VBUS 唤醒 *	48
3.16.3 Host 支持 DTR 唤醒	49
3.17 模式切换汇总	49
3.18 射频接口	50
3.18.1 天线匹配电路	50
3.18.2 射频走线参考	51
第 4 章 总体技术指标	52
4.1 本章概述	52
4.2 工作频率	52
4.3 射频传导测量	52
4.3.1 测试环境	52
4.3.2 测试标准	53
4.4 传导接收灵敏度和发射功率	53
4.5 天线要求	54
4.6 功耗特性	54
第 5 章 接口电气特性	59
5.1 本章概述	59
5.2 工作存储温度	59
5.3 绝对最大值	59
5.4 数字逻辑电平性	59
5.5 电源特性	60

5.6 静电特性	60
5.7 可靠性指标	61
第 6 章 结构及机械特性	63
6.1 本章概述	63
6.2 外观	63
6.3 机械尺寸	64
第 7 章 包装与生产	67
7.1 本章概述	67
7.2 模块包装与存储	67
7.3 生产焊接	67
第 8 章 附录	69
8.1 本章概述	69
8.2 缩略语	69
8.3 编码方式	70
8.4 使用安全与注意事项	73

图片索引

图 3-1 YM310 X09E 模块管脚分布图 (TOP 透视)	17
图 3-2 供电电源设计	26
图 3-3 LDO 线性电源参考电路	27
图 3-4 DC 开关电源参考电路	27
图 3-5 开机时序图	28
图 3-6 开集驱动开机参考电路	29
图 3-7 按键开机参考电路	29
图 3-8 关机时序图	30
图 3-9 复位参考电路	31
图 3-10 复位时序图	32
图 3-11 串口三线制连接方式示意图	35
图 3-12 四线串口连接方式示意图	35
图 3-13 晶体管电平转换参考电路	36
图 3-14 电平转换芯片参考电路	36
图 3-15 USB 接口参考设计	37
图 3-16 USB_BOOT 参考设计	38
图 3-17 6pin USIM 设计参考电路图	39
图 3-18 语音呼叫时模块用作被叫方 MAIN_RI 时序	41
图 3-19 数据呼叫时模块用作被叫方 MAIN_RI 时序	41
图 3-20 模块主叫时 MAIN_RI 时序	42
图 3-21 收到 URC 信息或者短信时 MAIN_RI 时序	42
图 3-22 网络状态指示灯电路图	43
图 3-23 I2C 接口参考电路	44
图 3-24 睡眠模式 1 串口连接示意图	46
图 3-25 睡眠模式 2 串口连接示意图	46

图 3-26 HOST 支持 USB 唤醒连接示意图.....	47
图 3-27 HOST 支持 VBUS 唤醒连接示意图.....	48
图 3-28 HOST 支持 DTR 唤醒连接示意图.....	49
图 3-29 天线匹配电路.....	50
图 3-30 微带线的完整结构.....	51
图 3-31 带状线的完整结构.....	51
图 3-32 参考地为第三层 PCB 微带传输线结构.....	51
图 6-1 YM310 X09E 外观图.....	63
图 6-2 模块正视图与侧视图(单位：毫米).....	64
图 6-3 模块底视图（单位：毫米）.....	65
图 6-4 模块推荐封装(单位：毫米).....	66
图 7-1 回流焊温度曲线图.....	68

表格索引

表 2-1 模块频段列表	12
表 2-2 关键特性	12
表 3-1 管脚定义	18
表 3-2 IO 参数定义	20
表 3-3 模组电源域说明	20
表 3-4 管脚描述	20
表 3-5 工作模式	24
表 3-6 中断唤醒管脚说明	25
表 3-7 电源管脚定义	25
表 3-8 PWRKEY 引脚描述	27
表 3-9 开机时序参数	28
表 3-10 模块关机方式	30
表 3-11 关机时序参数	30
表 3-12 复位管脚定义	31
表 3-13 复位方式	31
表 3-14 RESET 引脚参数	31
表 3-15 主串口信号定义	32
表 3-16 辅助串口管脚定义	33
表 3-17 调试串口管脚定义	34
表 3-18 USB 接口管脚定义	36
表 3-19 USB_BOOT 接口管脚定义	37
表 3-20 SIM 卡信号定义	38
表 3-21 VDD_EXT 管脚定义	40
表 3-22 RI 管脚信号定义	40
表 3-23 RI 管脚信号动作	40

表 3-24 MAIN_DTR 管脚信号定义	42
表 3-25 状态指示管脚定义	43
表 3-26 模块运行状态指示	43
表 3-27 模块网络状态指示	43
表 3-28 I2C 管脚描述	43
表 3-29 ADC 管脚描述	44
表 3-30 工作模式	44
表 3-31 模式切换汇总表	49
表 3-32 天线接口管脚定义	50
表 4-1 LTE 频率表	52
表 4-2 测试仪器	52
表 4-3 LTE 射频灵敏度指标	53
表 4-4 LTE 射频发射功率指标	53
表 4-5 天线指标要求	54
表 4-6 工作电流指标	54
表 4-7 LTE 数据传输功耗	56
表 4-8 模块联网功耗数据	57
表 4-9 各阶段耗流（中等信号强度下实网测试）	58
表 5-1 YM310 X09E 模块工作存储温度	59
表 5-2 YM310 X09E 接口绝对额定值	59
表 5-3 YM310 X09E VDD_EXT IO 特性	59
表 5-4 YM310 X09E 模块工作电压	60
表 5-5 YM310 X09E ESD 特性	60
表 5-6 YM310 X09E 可靠性测试	61
表 7-1 回流工艺参数表	68
表 8-1 术语缩写	69
表 8-2 GPRS/EDGE 不同等级的时隙分配表	70

表 8-3 GPRS 最大速率	71
表 8-4 EDGE 最大速率	71
表 8-5 LTE-FDD DL 最大速率	71
表 8-6 LTE-FDD UL 最大速率	72

第 1 章 引言

本档是无线解决方案产品 YM310 X09E LGA 封装 CAT1 模块硬件接口手册，旨在描述该模块方案产品的硬件组成及功能特点、应用接口定义及使用说明，电气性能和机械特性等。结合本档和其他应用文档，用户可以快速使用该模块来设计无线应用方案。

第 2 章 模块综述

2.1 模块简介

YM310 X09E 是一款基于 Eigencomm 公司 EC716 平台开发的小尺寸，高性能，超低功耗的 LTE Cat.1 无线通信模组。模组支持 LTE-FDD 和 LTE-TDD 网络数据连接通信协议，支持 LTE 3GPP Rel 14 Cat1 bis，最高 10Mbps 下载速率和 5Mbps 上传速率。支持 WiFi-Scan 功能。

YM310 X09E 设计为片式模组，采用 LGA 贴片封装，共有 109 个 LGA 引脚。模组尺寸只有： $(17.7 \pm 0.1) * (15.8 \pm 0.1) * (2.3 \pm 0.15)$ mm；YM310 X09E 小身材，大应用，其和主流的 GSM 和 NB-IOT 模组尺寸相同，能满足几乎所有 M2M 应用需求。

YM310 X09E 模块可以应用在以下场合：

- ◇ 自动化领域
- ◇ 智能计算
- ◇ 跟踪系统
- ◇ 安防系统
- ◇ 智能抄表
- ◇ 无线 POS 机
- ◇ 移动计算设备
- ◇ 共享单车、云喇叭等

2.2 模块特性

表2-1 模块频段列表

网络制式	支持频段
LTE-FDD	Band 1/3/5/8
LTE-TDD	Band 34/38/39/40/41

表2-2 关键特性

特性	描述
物理特性 (L*W*H)	$(17.7 \pm 0.1) * (15.8 \pm 0.1) * (2.3 \pm 0.15)$ mm
固定方式	LGA 封装，贴片固定
模组重量	约 1.25g

工作电压		3.3V - 4.3V 典型电压 3.8V
休眠电流		1.1 mA @ FDD 休眠 (PF = 32) 0.2 mA @ FDD 休眠 (PF = 256) 0.2 mA @ TDD 休眠 (PF = 256) 1.1 mA @ TDD 休眠 (PF = 32)
应用接口	USIM 接口	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 支持两组 USIM 卡, USIM1 支持热插拔功能; ◇ USIM1 支持 1.8V 和 3V USIM 卡, USIM2 仅支持 1.8V; ◇ 同时使用两路 USIM 接口, USIM1 和 USIM2 需同时使用 1.8V USIM 卡
	USB 2.0	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 符合 USB2.0 规范(仅支持从模式), 数据传输速率最大到 480Mbps ◇ 用于 AT 命令、数据传输、软件调试和软件升级 ◇ USB 驱动支持 Windows/Linux/Android 等
	UART 接口	主串口: <ul style="list-style-type: none"> ◇ 用于 AT 命令和数据传输 ◇ 支持 RTS 和 CTS 硬件流控 ◇ 波特率默认 115200bps, 最高支持 8Mbps ◇ 用于固件升级, 支持波特率 921600bps ◇ 支持休眠唤醒 辅助串口: <ul style="list-style-type: none"> ◇ 用于外设通讯, 客户自定义功能 调试串口: <ul style="list-style-type: none"> ◇ 用于调试信息输出 ◇ 默认波特率为 3Mbps
	I2C	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 1 路 I2C 接口 ◇ 符合 I2C 总线协议
	ADC 接口	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 支持 2 路 12 位采样 ADC ◇ 电压输入范围 0~1.2V
	状态指示	<ul style="list-style-type: none"> ◇ NET_STATUS 网络运行状态指示 ◇ STATUS 模块运行状态指示
	发射功率	<ul style="list-style-type: none"> ◇ LTE-FDD: Class3(23dBm+-2dB) ◇ LTE-TDD: Class3(23dBm+1/-3dB)
数据业务	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 最大支持 non-CA CAT1 ◇ 支持 1.4~20MHz 射频带宽 	

	<ul style="list-style-type: none"> ◇ FDD: 最大上行速率 5Mbps, 最大下行速率 10Mbps ◇ TDD: 最大上行速率 3.1Mbps, 最大下行速率 8.96Mbps
WatchDog	◇ 硬件看门狗
AT 指令	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 支持标准 AT 指令集(Hayes 3GPP TS 27.007 和 27.005) ◇ 具体查询 AT 指令集
网络协议	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 支持 TCP/UDP/PPP/HTTP/NITZ/CMUX/RNDIS/NTP/ ◇ HTTPS/PING/MQTT 等通信协议
WiFi Scan	◇ 支持 WIFI Scan 定位(共用主天线, 时分复用, 可选)
天线接口	◇ MAIN×1, 特征阻抗 50 欧姆
虚拟网卡	◇ 支持 USB RNDIS/ECM/PPP 网卡
温度范围	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 正常工作温度-30℃ to +75℃ ◇ 极限工作温度-40℃ to +85℃ ◇ 存储温度-40℃ to +90℃
湿度	◇ RH5%~RH95%

NOTE

- ◇ 当温度在 -40℃~ -30℃或+75℃~ +85℃范围时, 模块射频个别指标可能会略微超出 3GPP 标准范围。模块仍能保持正常工作状态, 射频频谱、网络基本不受影响。当温度恢复至正常工作温度范围时, 模块各项指标仍能符合 3GPP 规范要求。

2.3 模块功能

YM310 X09E 模块主要包含以下电路单元:

- ◇ 基带射频处理单元
- ◇ 电源管理单元
- ◇ 模块接口单元

YM310 X09E 模块功能框图如下所示：

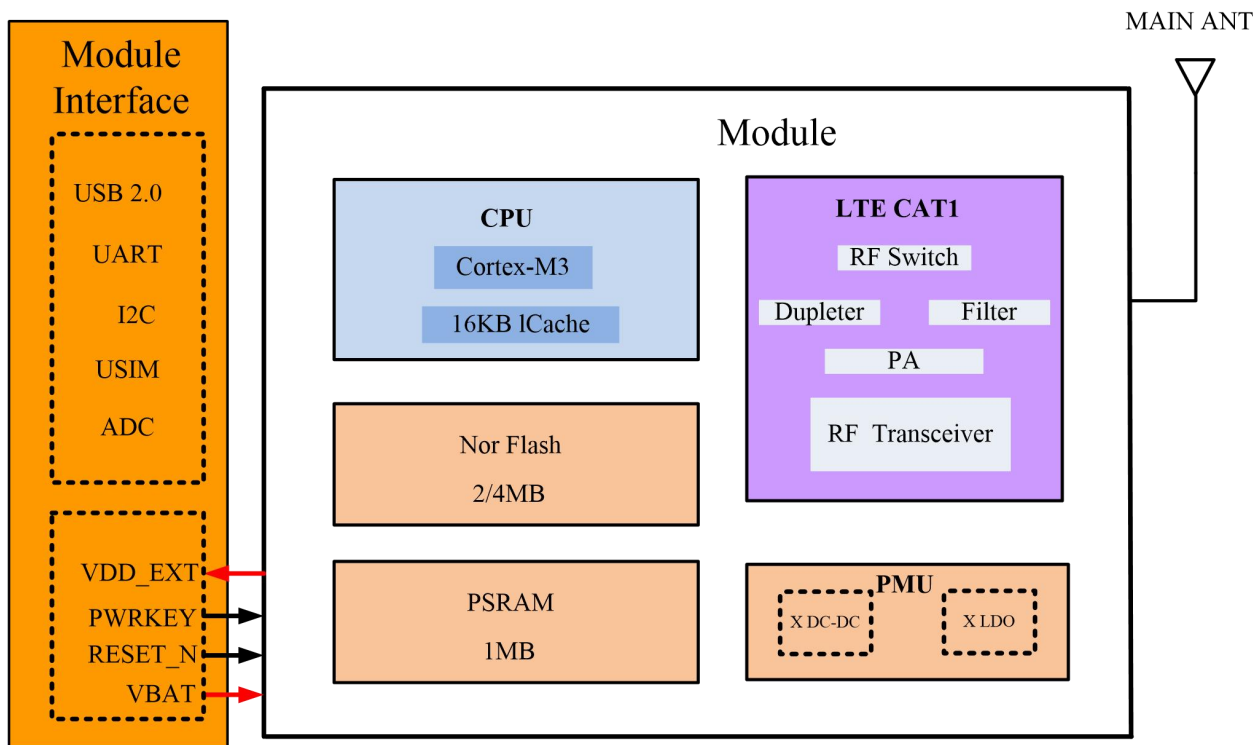


图 2-1 YM310 X09E 模块功能框图

第 3 章 接口应用描述

3.1 本章概述

本章主要描述该模块的接口定义和应用。主要包含以下部分：

- ◇ 模块管脚分布图
- ◇ 管脚定义
- ◇ 工作模式
- ◇ 电源接口
- ◇ 开关机
- ◇ UART 串口
- ◇ USB 口
- ◇ USIM 接口
- ◇ I2C 接口
- ◇ ADC 接口
- ◇ 射频天线接口

3.2 管脚定义

3.2.1 模块管脚分布图

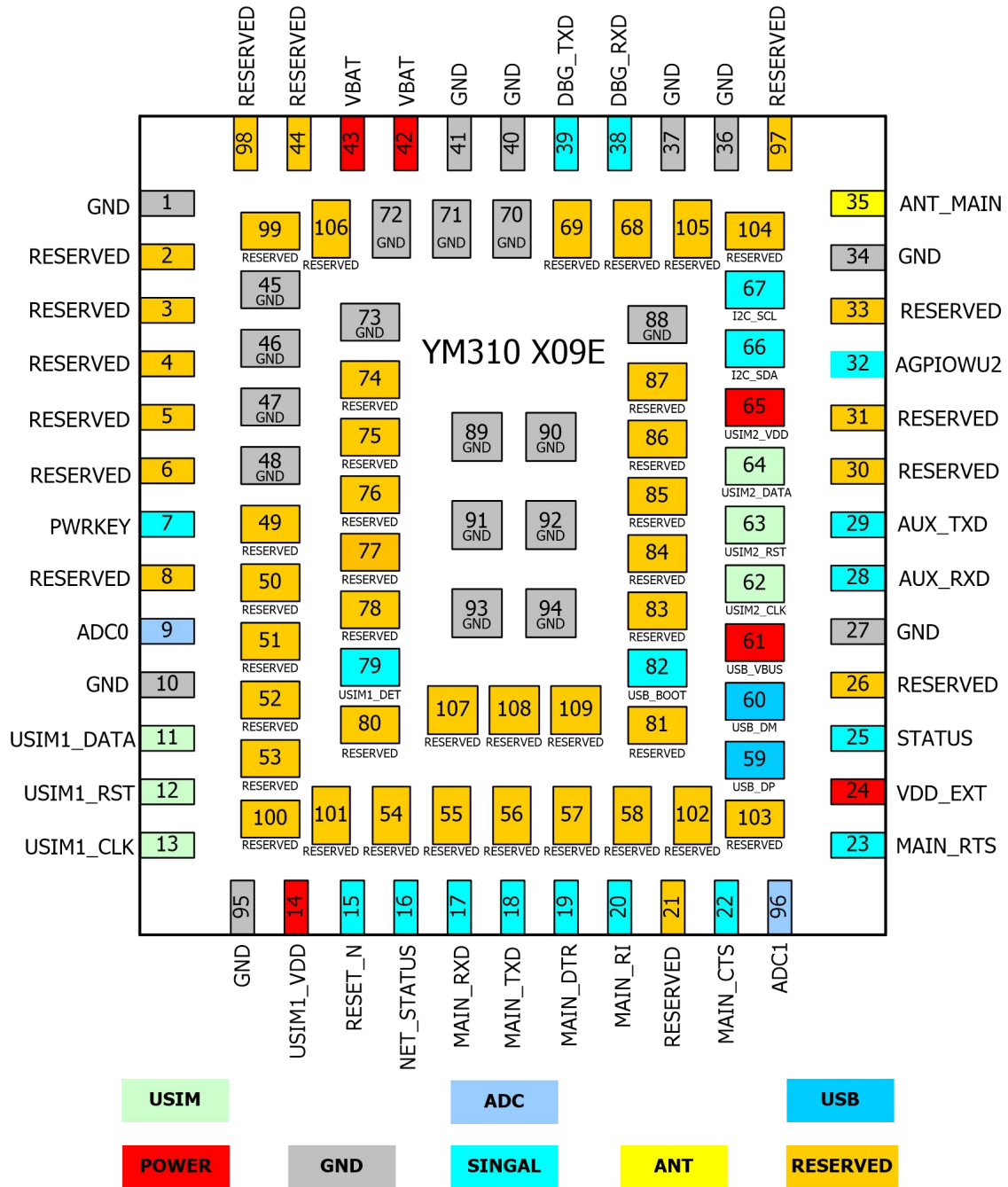


图 3-1 YM310 X09E 模块管脚分布图 (TOP 透视)

NOTE

✧ 所有 RESERVED 的 Pin 脚和不用 Pin 需保持悬空，所有 GND Pin 脚需接地处理。

✧ 模块 82 脚在模块成功开机前禁止上拉至高电平。

3.2.2 管脚定义

YM310 X09E 模块是 LGA 接口模块，其管脚定义如下表所示：

表3-1 管脚定义

引脚序号	引脚名称	引脚序号	引脚名称
1	GND	2	RESERVED
3	RESERVED	4	RESERVED
5	RESERVED	6	RESERVED
7	PWRKEY	8	RESERVED
9	ADC0	10	GND
11	USIM1_DATA	12	USIM1_RST
13	USIM1_CLK	14	USIM1_VDD
15	RESET_N	16	NET_STATUS
17	MAIN_RXD	18	MAIN_TXD
19	MAIN_DTR	20	MAIN_RI
21	RESERVED	22	MAIN_CTS
23	MAIN_RTS	24	VDD_EXT
25	STATUS	26	RESERVED
27	GND	28	AUX_RXD
29	AUX_TXD	30	RESERVED
31	RESERVED	32	AGPIOWU2
33	RESERVED	34	GND
35	ANT_MAIN	36	GND
37	GND	38	DBG_RXD
39	DBG_TXD	40	GND
41	GND	42	VBAT
43	VBAT	44	RESERVED
45	GND	46	GND
47	GND	48	GND

49	RESERVED	50	RESERVED
51	RESERVED	52	RESERVED
53	RESERVED	54	RESERVED
55	RESERVED	56	RESERVED
57	RESERVED	58	RESERVED
59	USB_DP	60	USB_DM
61	USB_VBUS	62	USIM2_CLK
63	USIM2_RST	64	USIM2_DATA
65	USIM2_VDD	66	I2C_SDA
67	I2C_SCL	68	RESERVED
69	RESERVED	70	GND
71	GND	72	GND
73	GND	74	RESERVED
75	RESERVED	76	RESERVED
77	RESERVED	78	RESERVED
79	USIM1_DET	80	RESERVED
81	RESERVED	82	USB_BOOT
83	RESERVED	84	RESERVED
85	RESERVED	86	RESERVED
87	RESERVED	88	GND
89	GND	90	GND
91	GND	92	GND
93	GND	94	GND
95	GND	96	ADC1
97	RESERVED	98	RESERVED
99	RESERVED	100	RESERVED
101	RESERVED	102	RESERVED
103	RESERVED	104	RESERVED
105	RESERVED	106	RESERVED
107	RESERVED	108	RESERVED
109	RESERVED		

表3-2 IO参数定义

符号标志	描述
DIO	双向双向输入输出
PI	电源输入
PO	电源输出
AI	模拟输入
AO	模拟输出
DI	数字输入
DO	数字输出
OD	漏级开路

表3-3 模组电源域说明

管脚名	电源域参数	DC 特性	备注
VBAT 供电	VBAT	Vmax=4.3V Vmin=3.3V Vnorm=3.8V	模组电源输入，需提供至少 1.2A 电流能力
MAIN_DTR MAIN_RI USIM1_DET AGPIOWU2	VDD18AON	VILmax=0.2×VDD18AON VIHmin =0.7×VDD18AON	睡眠模式不掉电
UART I2C	VO_LDOIO	VOLmax=0.2XVO LDOIO VOHmin=0.7XVO LDOIO VILmax=0.15XVO LDOIO VIHmin=0.8XVO LDOIO	睡眠模式下 VO_LDOIO 掉电
NET_STATUS STATUS	LDO_AONIO	VILmax=0.2×LDO_AONIO VIHmin =0.7×LDO_AONIO VOLmax=0.15×LDO_AONIO VOHmin=0.8×LDO_AONIO	睡眠模式不掉电
VDD_EXT	VDD_EXT	VOLmax=0.15 × VDD_EXT VOHmin=0.8×VDD_EXT	睡眠模式不掉电，驱动能力为 3mA

表3-4 管脚描述

电源				
管脚号	管脚定义	IO	功能描述	备注
14	USIM1_VDD	PO	1.8V/3V 电压输出	
65	USIM2_VDD	PO	1.8V 电压输出	
24	VDD_EXT	PO	1.8V/3.3V 电压输出	可为外部 GPIO 提供上拉或参考电平 (IO _{max} = 3 mA)，使用时需预留 TVS 管
42,43	VBAT	PI	模块电源输入	外部电源需要提供最少 1.2A 载流能力
61	USB_VBUS	PI	USB 检测	插入可唤醒睡眠状态的模组
1,10,27,34,36-37,40-41,45-48,70-73,88-95			GND	
模块状态指示接口				
管脚号	管脚定义	IO	功能描述	备注
16	NET_STATUS	DO	模块网络状态指示	不用则悬空，
25	STATUS	DO	模块运行状态指示	LDO_AONIO 电源域
调试串口				
管脚号	管脚定义	IO	功能描述	备注
38	DBG_RXD	DI	调试串口数据接收	调试用,VO_LDOIO 电源域，不用则悬空
39	DBG_TXD	DO	调试串口数据发送	
SIM 接口				
管脚号	管脚定义	IO	功能描述	备注
11	USIM1_DATA	IO	USIM1 数据信号线	USIM1 自动识别 1.8V 或 3V USIM 卡
12	USIM1_RST	DO	USIM1 复位信号线	
13	USIM1_CLK	DO	USIM1 时钟信号线	
14	USIM1_VDD	PO	USIM1 供电电源	
79	USIM1_DET	DI	USIM1 热插拔检测	VDD18AON 电源域
62	USIM2_CLK	DO	USIM2 时钟信号线	USIM2 仅支持 1.8V USIM 卡
63	USIM2_RST	DO	USIM2 复位信号线	
64	USIM2_DATA	IO	USIM2 数据信号线	

65	USIM2_VDD	PO	USIM 卡 2 供电电源	
模块开关机与复位				
管脚号	管脚定义	IO	功能描述	备注
7	PWRKEY	DI	模块开关机信号	内部上拉, 低电平有效
15	RESET_N	DI	模块复位信号	内部上拉, 低电平有效
USB_BOOT 接口				
管脚号	管脚定义	IO	功能描述	备注
82	USB_BOOT	DI	强制下载启动	高电平有效, 模块开机前上拉至 VDD_EXT, 模块启动后进入紧急下载模式
I2C 接口				
管脚号	管脚定义	IO	功能描述	备注
66	I2C_SDA	IO	I2C 总线数据	需外部上拉电阻,
67	I2C_SCL	DO	I2C 总线时钟	VO_LDOIO 电源域
ADC 接口				
管脚号	模块管脚定义	IO	功能描述	备注
9	ADC0	AI	12bits 通用模数转换	输入范围 0~1.2V, 不用保持悬空
96	ADC1	AI	12bits 通用模数转换	
射频接口				
管脚号	模块管脚定义	IO	功能描述	备注
35	ANT_MAIN	AIO	主天线	50 欧姆特性阻抗
主串口				
管脚号	管脚定义	IO	功能描述	备注
17	MAIN_RXD	DI	主串口数据接收	默认 1.8V 电平, 模块处于 PSM 和休眠模式时, MAIN_RXD 具有终端唤醒功能
18	MAIN_TXD	DO	主串口数据发送	
22	MAIN_CTS	DO	DTE 清除发送	连接至 DTE 的 CTS. 1.8V 电平, 不用则悬空
23	MAIN_RTS	DI	DTE 请求发送	连接至 DTE 的 RTS. 1.8V 电平, 不用则悬空

中断唤醒接口				
19	MAIN_DTR	DI	用于主机唤醒模块	1.8V 电平,VDD18AON 电源域, 由于内部分压, 内部上拉电平测量在 1.1V 左右,支持中断唤醒, 不用则悬空
20	MAIN_RI	DO	用于模块唤醒主机	VDD18AON 电源域
辅助串口				
管脚号	管脚定义	IO	功能描述	备注
28	AUX_RXD	DI	辅助串口数据接收	1.8V/3.3V,不用则悬空
29	AUX_TXD	DO	辅助串口数据发送	1.8V/3.3V,不用则悬空
USB 接口				
管脚号	模块管脚定义	IO	功能描述	备注
59	USB_DP	AIO	USB 总线差分正信号	90 欧姆差分阻抗
60	USB_DN	AIO	USB 总线差分负信号	90 欧姆差分阻抗
61	USB_VBUS	AI	USB 插入检测	3~5.25V, 插入可唤醒休眠态下的模组
其他接口				
管脚号	模块管脚定义	IO	功能描述	备注
32	AGPIOWU2	DI	通用输入	VDD18AON 电源域, 睡眠模式不掉电, 不用保持悬空
2-6,8,21,26, 30-31,33,44, 49-58,68-69, 74-78,80-8 1,83-87,97- 109	RESERVED			不用则悬空

NOTE

✧ EC716 使用 3.3V IO 方案, 必要说明:

芯片设计限制, 原则上不可以用 3.3V IO, 如果使用 3.3V IO 或者外部接了 3.3V 的外设 (包括但不限于 MCU, 传感器等等), 可能会导致关机状态下, VBAT 上

电压在 1.8V~3V 的不稳定状态，在需要开机的时候无法开机。所以使用 3.3V IO 的前提是必须保证芯片在关机状态下，VBAT 电压小于 1.8V，或者大于 3V。使用 3.3V IO 情况下，原理图必须提供我司审核！

使用 AT 固件

- 1、MCU 端确保对接 EC716 的 IO 端口在 716 掉电 (VBAT=0) 或关机状态下，保持输出低，或输入下拉。即不能有电流倒灌进 EC716。
- 2、通过 AT+CPAD 指令调整 IO 电平到 3.3V

3.3 工作模式

下表简要的叙述了接下来几章提到的各种工作模式。

表3-5 工作模式

模式	描述	
正常工作	ACTIVE	连接正常工作。有数据或者语音或者短信交互。此模式下，模块功耗取决于环境信号的强弱，动态 DTX 控制以及射频工作频率。
	IDLE	MCU 内核时钟关闭，系统中断随时可以唤醒模块。模块注册上网络，没有数据，语音和短信交互。进入和退出 IDLE 模式均由系统自动管理。
休眠模式	SLEEP1	休眠模式下。大部分 IO 处于掉电状态，仅有 AGPIO 能够保持电平，外部可通过中断唤醒管脚唤醒，功耗极大降低。 AT 版本：通过 AT+CSCLK=1、AT+CSCLK=2、AT+CSCLK=3 进入此模式。
	SLEEP2	AT+CSCLK=4。大部分 IO 处于掉电状态，且 RAM 掉电，唤醒后程序重新启动，仅有 AGPIO 能够保持电平，外部可通过中断唤醒管脚唤醒，比 SLEEP1 功耗更低。 AT 版本：通过 AT+CSCLK=4 进入此模式。
关机模式	OFF	此模式下 PMU 停止给基带和射频供电，软件停止工作，串口不通，但 VBAT 管脚依然通电。

NOTE

- ◇ 当模块进入休眠模式或深度休眠模式后，VDD_EXT 会保持，VO_LDOIO 电源域的 GPIO 以及串口 (MAIN_UART 除外) 均会处于掉电关闭状态，掉电 IO 口均无法

响应中断，无法唤醒模块退出休眠模式

✧ 模块进入休眠状态后只能通过以下管脚中断唤醒退出休眠模式。

表3-6 中断唤醒管脚说明

管脚号	管脚名	I/O	描述
7	PWRKEY	开机关机	通拉低开机管脚触发中断
17	MAIN_RXD	主串口	通过给串口发数据唤醒模块
19	MAIN_DTR	唤醒模块管脚	拉低触发中断唤醒
32	AGPIOWU2	DIO	IO 属性可软件配置
61	VBUS	USB 插入唤醒	USB 插入，或拉高触发
79	USIM_DET	DI	USIM 卡热插拔检测

3.4 电源供电

YM310 X09E 模块电源接口包含三部分：

- ✧ VBAT 为模块工作电源
- ✧ USIM_VDD 为 USIM 卡供电电源
- ✧ VDD_EXT 为 1.8V 电压输出电源

YM310 X09E 模块电源接口定义如下：

表3-7 电源管脚定义

管脚号	名称	I/O	描述	最小值	典型电压	最大值
42, 43	VBAT	PI	模块电源	3.3V	3.8V	4.3V

3.4.1 模块电源工作特性

在模块应用设计中，电源设计是很重要的一部分。由于 LTE 射频工作时最大峰值电流高达 1.2A，在最大发射功率时会有约 500mA 的持续工作电流，电源必须能够提供足够的电流，不然有可能会引起供电电压的跌落甚至模块直接掉电重启。

3.4.2 减小电压跌落

当模块在最大功率发射时，可能会导致供电电源上有瞬时较大压降，造成电压过低或供电电流不足，模块可能会关机或重启。所以为减少模块工作时的电源波动，需采用

低 ESR 值的稳压电容，VBAT 走线尽量短足够宽，以减小走线的等效阻抗。另为保证电源稳定，建议在电源前端加 $V_{RWM}=4.5V$ 、低钳位电压和高峰值脉冲电流 I_{PP} 的 TVS 管。

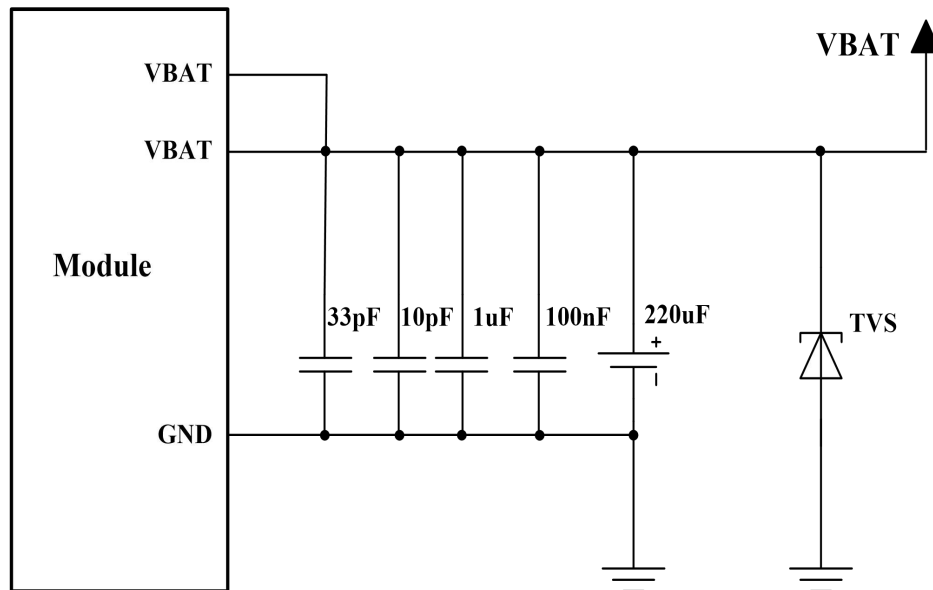


图 3-2 供电电源设计

表 3-8 电源设计说明

推荐值	应用说明	备注
220uF	稳压电容	采用低 ESR 值电容，减少电源波动
WS4.5D3HV	低电容 TVS 管	避免电源浪涌或 ESD 破坏芯片
1uF, 100nF	滤波电容	滤除数字信号噪声的干扰
33pF, 10pF	滤波电容	滤除低频，中频段的射频干扰

3.4.3 电源参考电路

电源设计对模块的供电至关重要，必须选择能够提供至少 1.2A 电流能力的电源。若输入电压跟模块的供电电压的压差小于 2V，建议选择 LDO 作为供电电源。若输入输出之间存在的压差大于 2V，则推荐使用开关电源转换器以提高电源转换效率。

LDO 供电：

下图是 5V 供电的参考设计，采用了 Micrel 公司的 LDO，型号为 MIC29302WU。它的输出电压是 4.16V，负载电流峰值到 3A。为确保输出电源的稳定，建议在输出端预留一个稳压管，并且靠近模块 VBAT 管脚摆放。建议选择反向击穿电压为 5.1V，耗

散功率为 1W 以上的稳压管。

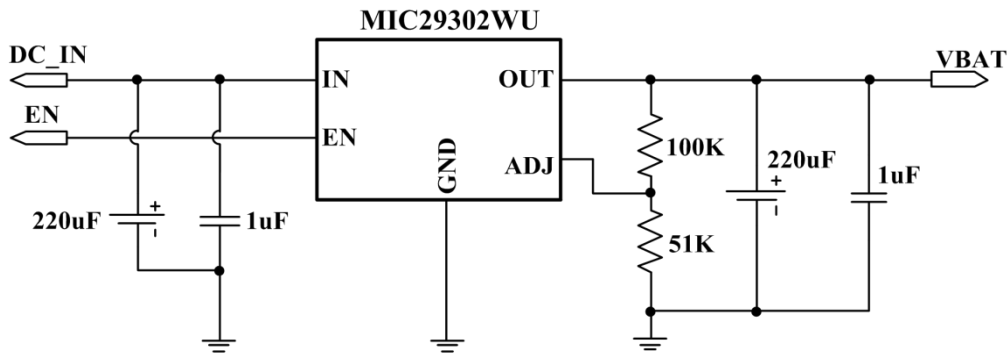


图 3-3 LDO 线性电源参考电路

DC-DC 供电：

下图是 DC-DC 开关电源的参考设计，采用的是杰华特公司的 JW5359M 开关电源芯片，它的最大输出电流是 2A，输入电压范围 3.7V~18V。注意 C25 的选型要根据输入电压来选择合适的耐压值。

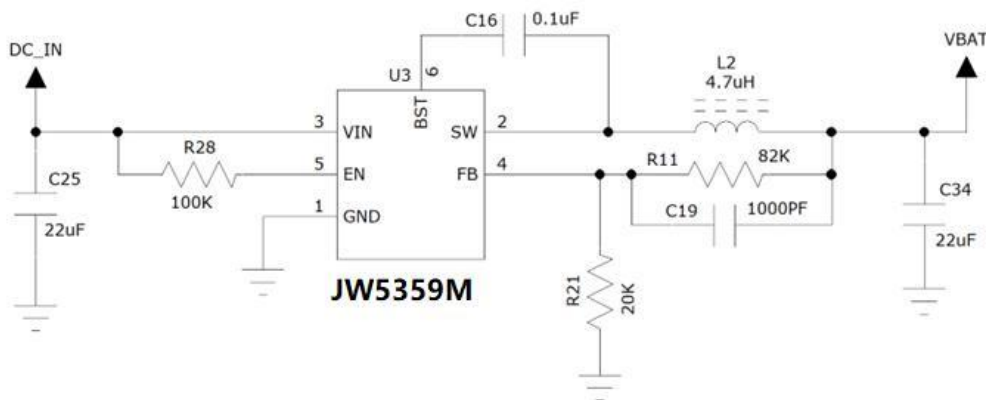


图 3-4 DC 开关电源参考电路

3.5 开关机

3.5.1 开机

YM310 X09E 模组可通过 PWRKEY 管脚实现开机。

表3-8 PWRKEY引脚描述

管脚号	名称	I/O	描述
7	PWRKEY	DI	模块开机/关机控制脚

PWRKEY 的控制逻辑如下：

模组在关机状态下，通过 PWRKEY 管脚拉低 500ms 秒以上之后模块会进入开机流程，软件检测 VBAT 管脚电压，若 VBAT 管脚电压大于软件设置的开机电压（3.3V），会继续开机动作直至系统开机完成；否则，会停止执行开机动作，系统会关机。

用户可通过查询 VDD_EXT 管脚的高低电平来判别模块是否开机。

开机时序如下：

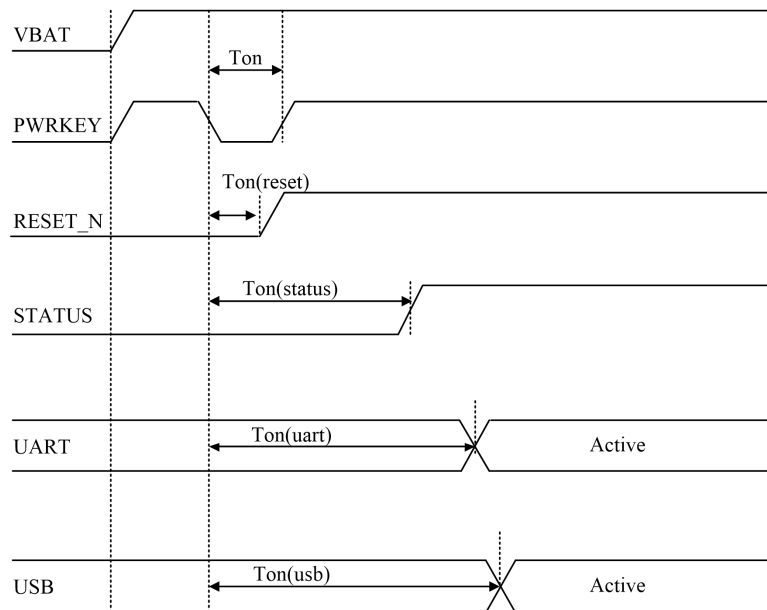


图 3-5 开机时序图

表3-9 开机时序参数

符号	描述	最小值	典型值	最大值	单位
Ton	开机低电平宽度	500	-	-	ms
Ton(reset)	开机时间(据 reset 状态判断)		TBD	-	s
Ton(status)	开机时间(据 status 状态判断)		TBD	-	s
Ton(uart)	开机时间(据 uart 状态判断)		TBD	-	s
Ton(usb)	开机时间(据 usb 状态判断)		TBD	-	s
VIH	PWRKEY 输入高电平	0.6	3.8	4.3	v
VIL	PWRKEY 输入低电平	-0.3	0	0.45	v

推荐使用开集驱动电路来控制 PWRKEY 管脚,在拉高基极电平至少 500ms 后释放,此时模块开机。

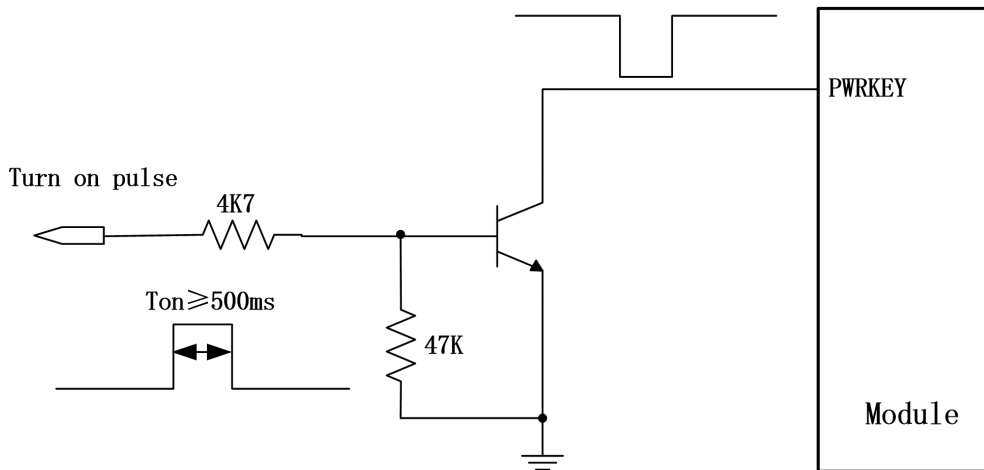


图 3-6 开集驱动开机参考电路

另一种控制 PWRKEY 管脚的方法是直接使用一个按钮开关。按钮附近需放置一个 TVS 管用以 ESD 保护。

下图为参考电路：

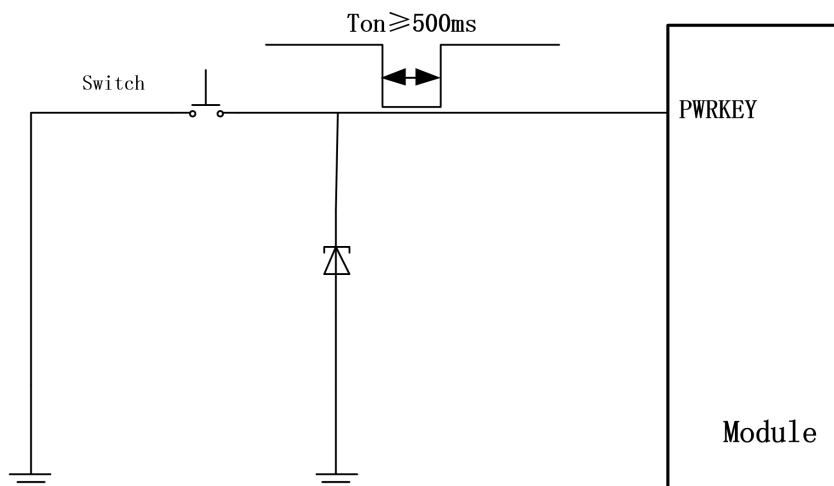


图 3-7 按键开机参考电路

NOTE

- ✧ 模块默认为低电平开机方式。
- ✧ 可通过将模块 PWRKEY 管脚直接下拉到地实现上电自动开机方式，下拉电阻建议 $4.7K\ \Omega$ 。此种开机方式不支持模块按键关机。
- ✧ 如需低脉冲开机方式，可与当地 FAE 联系获取支持。

3.5.2 关机

YM310 X09E 模块支持以下三种关机方式：

表3-10 模块关机方式

关机方式	关机条件	描述
低电压关机	VBAT 低于模块工作的最低工作电压（通过 AT+CBC 指令设置 3.3V）	模块进行正常的关机流程
硬件关机	拉低 PWRKEY 管脚大于 650ms	执行正常关机流程
AT 指令关机	AT 命令	执行 AT+CPOWD，软件关机

模块正常工作时，PWRKEY 管脚拉低 650ms 以上时间，模块会执行关机动作。关机过程中，模块需要注销网络，注销时间与当前网络状态有关，经测定用时约 2s~12s，因此建议延长 12s 后再进行断电或重启，以确保在完全断电之前让软件保存好重要数据。

关机时序图如下

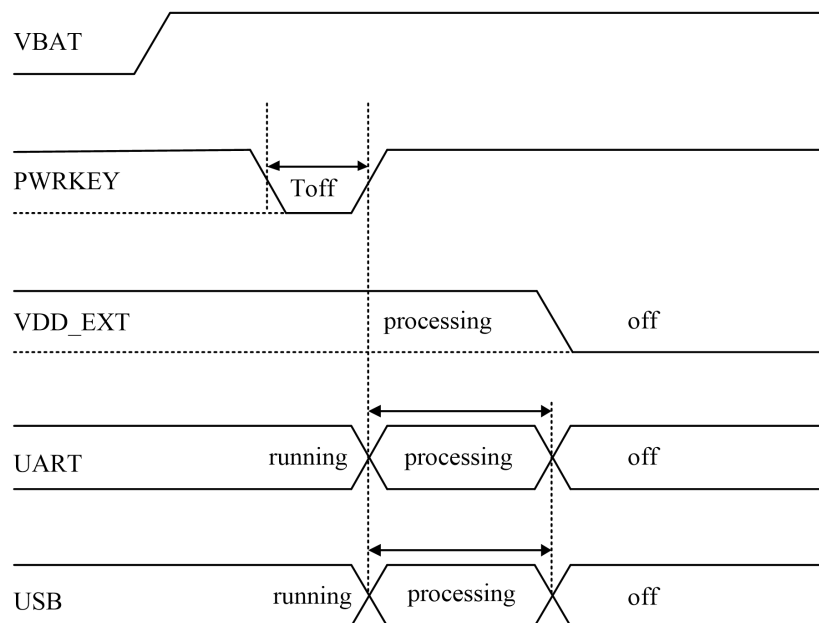


图 3-8 关机时序图

表3-11 关机时序参数

符号	描述	最小值	典型值	最大值	单位
Toff	关机低电平宽度	650	-	-	ms
Ton(reset)	开机时间(据 reset 状态判断)		TBD	-	s

Ton(status)	开机时间(据 status 状态判断)		TBD	-	s
Ton(uart)	开机时间(据 uart 状态判断)		TBD	-	s
Ton(usb)	开机时间(据 usb 状态判断)		TBD	-	s

3.5.3 复位

YM310 X09E 模块 PIN15 为复位管脚。应用端检测到模块异常，或软件无响应时，可以对模块进行复位，将此管脚拉低至少 300ms 即可完成复位。RESET 信号对于干扰比较敏感，可在靠近信号附近预留一个不大于 1nF 的电容，用于信号滤波，走线时远离射频干扰信号。

表3-12 复位管脚定义

管脚	信号名称	I/O 属性	DC 特性	描述
15	RESET_N	DI	VILmax=0.3V	模块复位输入，低有效；无需外部上拉，之后模块会进行重启

表3-13 复位方式

复位方式	复位方式
AT 命令复位	AT+CFUN=1,1
硬件复位	拉低 RESET_N 管脚至少 300ms 后释放可使模块复位

RESET 时序如下：

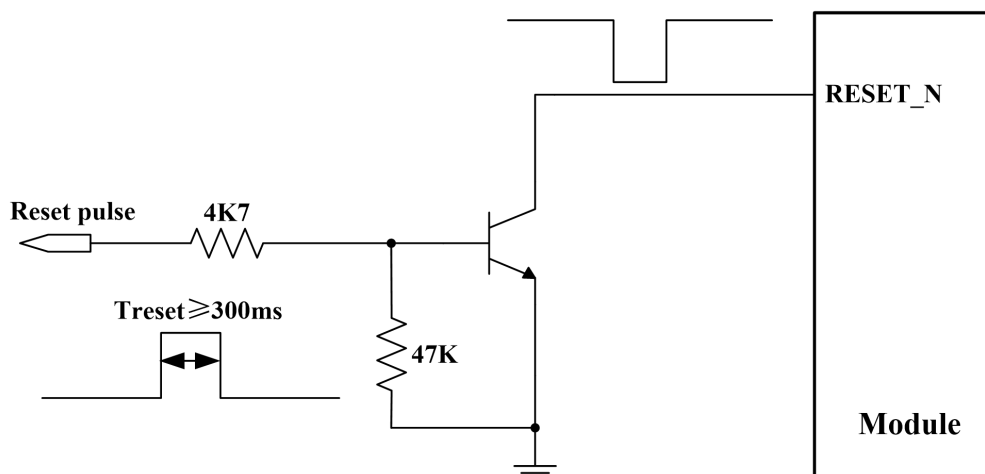


图 3-9 复位参考电路

表3-14 RESET引脚参数

符号	描述	最小值	典型值	最大值	单位
Treset	低电平脉冲宽度	300		-	ms
VIH	RESET 输入高电平电压	1.0	1.8		V
VIL	RESET 输入低电平电压	-	0	0.3	V

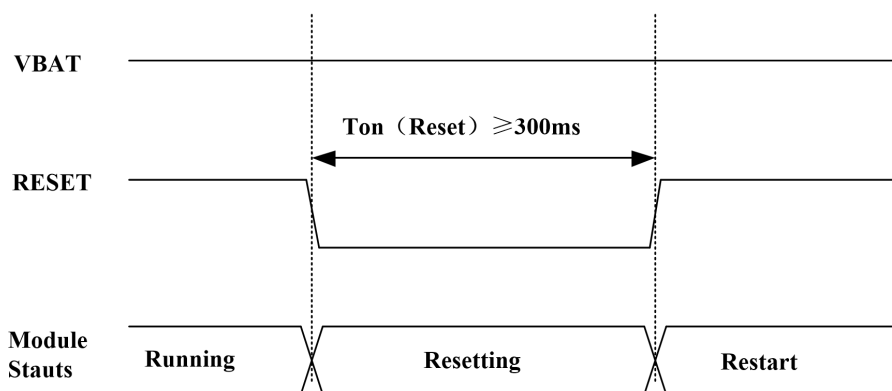


图 3-10 复位时序图

NOTE

✧ 复位功能建议仅在 AT+CPOWD 和 PWRKEY 关机失败后使用。

3.6 UART 串口

YM310 X09E 模块提供三组 UART 接口。分别为主串口、辅助串口和调试串口。主串口波特率可配，调试串口用于调试和测试功能用。

3.6.1 主串口

主串口可实现 AT 交互指令，外设数据交互等。

主串口波特率可设置 9600, 19200, 38400, 57600, 115200, 230400, 460800, 921600bps 波特率等，默认为 115200bps。

主串口支持休眠和 PSM 模式中断唤醒功能。

表3-15 主串口信号定义

管脚号	信号名称	IO	电源域	描述
17	MAIN_RXD	DI	VO_LDOIO	主串口数据接收,休眠和 PSM

			/VDD18AON	模式支持中断唤醒功能 非睡眠态: VO_LDOIO 电源域 睡眠态: VDD18AON 电源域
18	MAIN_TXD	DO	VO_LDOIO	主串口数据发送
22	MAIN_CTS	DO	VO_LDOIO	模块清除发送
23	MAIN_RTS	DI	VO_LDOIO	请求发送至模块

在默认情况下, 模块的硬件流控是关闭的。当客户需要硬件流控时, 管脚 RTS,CTS 必须连接到客户端, AT 命令“AT+IFC=2,2”可以用来打开硬件流控。 AT 命令“AT+IFC=0,0”可以用来关闭流控。具体请参考《YM310 X09E 模块 AT 命令手册》。

主串口特性如下:

- ✧ 包括数据线 TXD 和 RXD, 硬件流控控制线 RTS 和 CTS。
- ✧ 数据位: 8 位数据 (AT 版本默认)、7 位数据。
- ✧ 奇偶校验位: 无奇偶校验 (AT 版本默认)、奇校验、偶校验。
- ✧ 停止位: 1 位停止位 (AT 版本默认)、2 位停止位。
- ✧ 硬件流控: 关闭 (AT 版本默认)、打开。
- ✧ 支持固件升级, 升级时默认波特率为 921600bps。
- ✧ 支持休眠模式下, 唤醒模组。

NOTE

- ✧ 主串口在开机过程中短时输出固定调试信息

3.6.2 辅助串口

辅助串口不支持 AT 指令交互, 仅用于某些外设通信, 如对接 GNSS 等。

辅助串口休眠后会掉电关闭, 无法发送数据进行唤醒。

表3-16 辅助串口管脚定义

管脚号	信号名称	IO	电源域	描述
28	AUX_RXD	DI	VO_LDOIO	辅助串口数据接收
29	AUX_TXD	DO	VO_LDOIO	辅助串口数据发送

辅助串口特性如下:

- ✧ 包括数据线 TXD 和 RXD。
- ✧ 数据位: 8 个数据、7 位数据。
- ✧ 奇偶校验位: 无奇偶校验、奇校验、偶校验。

- ◇ 停止位：1 个停止位、2 位停止位。
- ◇ 硬件流控：不支持。
- ◇ 波特率：
600,1200,2400,4800,14400,9600,19200,38400,57600,115200,230400,460800,921600bps
等波特率，最高 8Mbps。

3.6.3 调试串口

调试串口通过平台提供的工具可查看日志信息进行软件调试分析。

表3-17 调试串口管脚定义

管脚号	信号名称	属性	电源域	描述
38	DBG_RXD	DI	VO_LDOIO	调试串口接收数据，预留测试点
39	DBG_TXD	DO	VO_LDOIO	调试串口发送数据，预留测试点

调试串口特性如下：

- ◇ 包括数据线 TXD 和 RXD，默认波特率为 3000000bps。
- ◇ 数据位：8 个数据（默认）、7 位数据。
- ◇ 奇偶校验位：无奇偶校验（默认）、奇校验、偶校验。
- ◇ 停止位：1 个停止位（默认）、2 位停止位。

硬件设计建议：

- ◇ DBG_UART 用来软件调试时输出模块日志，建议预留测试点。
- ◇ DBG_UART 在开机过程中短时会输出固定调试信息。
- ◇ DBG_TXD、DBG_RXD 默认功能为系统底层日志口，硬件设计时，尽量避免使用。

包括但不限于以下两种场景：

1、低功耗场景：

在低功耗场景下，USB 无法使用，只能通过 DBG_TXD、DBG_RXD 来抓取日志。

2、非低功耗场景：

模块接入 USB 时，工作正常，未接入 USB 时，工作异常的情况，只能通过 DBG_TXD、DBG_RXD 来抓取日志。

3.6.4 串口参考设计

串口的连接方式较为灵活，如下是三种常用的连接方式。

二线制的串口参考连接方式：

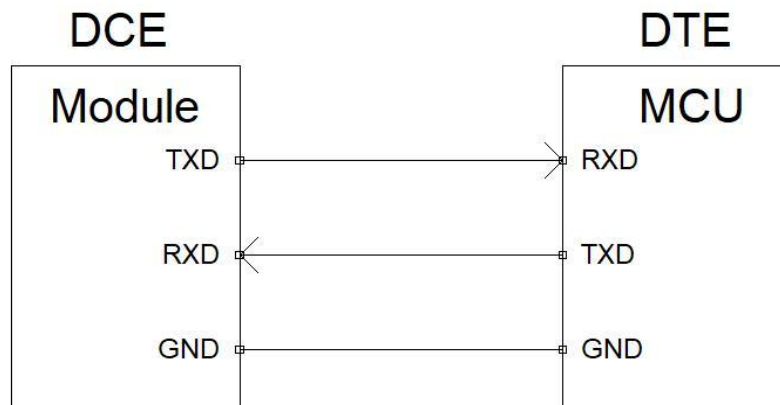


图 3-11 串口三线制连接方式示意图

四线串口连接参考如下：

此连接方式可提高大数据量传输的可靠性，防止数据丢失。

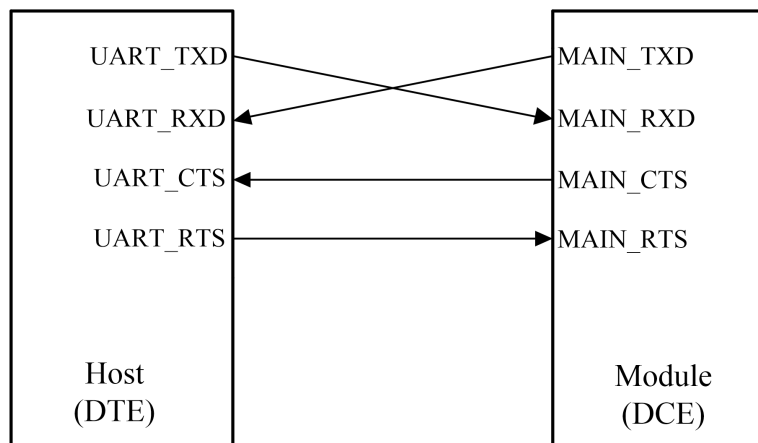


图 3-12 四线串口连接方式示意图

若 YM310 X09E 模块的串口电平与 MCU 主控电平一致，则 MAIN_TXD 与 MCU 的 RXD 直连时，MAIN_TXD 需接 10K 电阻上拉至 VDD_EXT，防止在模块处于睡眠时 MCU 收到误码信息。若模块串口电平与 MCU 电平不一致，必须要增加电平转换电路。

晶体管电平转换连接参考如下：

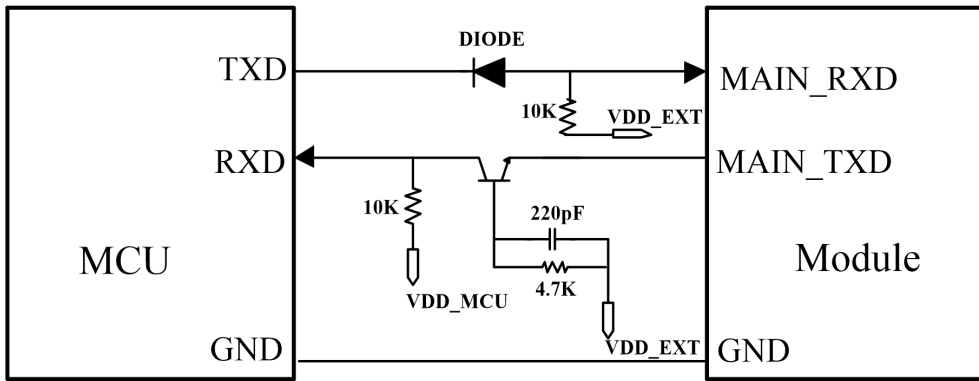


图 3-13 晶体管电平转换参考电路

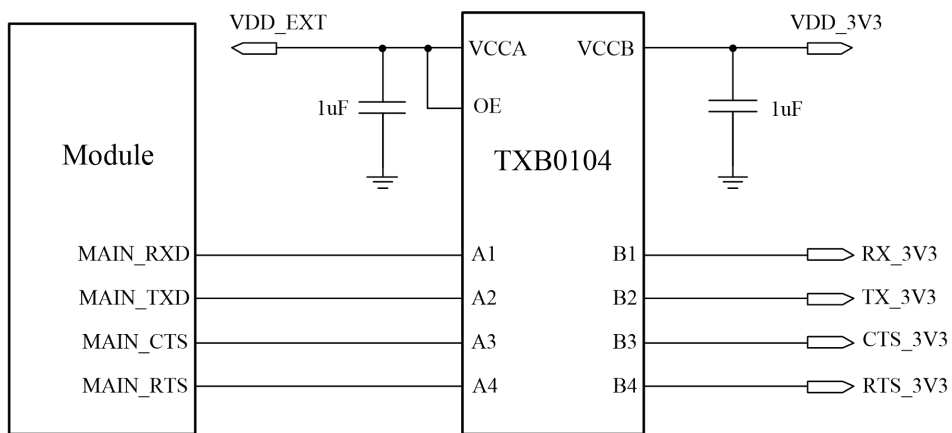


图 3-14 电平转换芯片参考电路

NOTE

- ✧ 晶体管电平转换电路不适用波特率高于 460800 bps 的应用。
- ✧ 肖特基二极管建议选用前向电压 ≤ 0.3V 型号。
- ✧ 波特率高于 460800bps 的应用，建议通过外加电平转换芯片来实现电平转换。
- ✧ 注意串口硬件流控 MAIN_CTS、MAIN_RTS 引脚输入输出方向。

3.7 USB 口

YM310 X09E 模块支持一路 USB2.0 接口，符合 USB2.0 协议规范，支持全速（12Mbps）和高速（480Mbps）模式。模组只支持从设备模式，不支持 USB 充电功能。USB 接口定义如下：

表3-18 USB接口管脚定义

管脚号	信号名称	IO	描述	描述
59	USB_DP	AIO	USB 总线差分正信号	90 Ω 差分阻抗控制
60	USB_DM	AIO	USB 总线差分负信号	

61	USB_VBUS	AI	USB 插入检测，内部电阻分压。	睡眠模式下，插入 USB 唤醒模组
----	----------	----	------------------	-------------------

USB 接口参考设计电路如下：

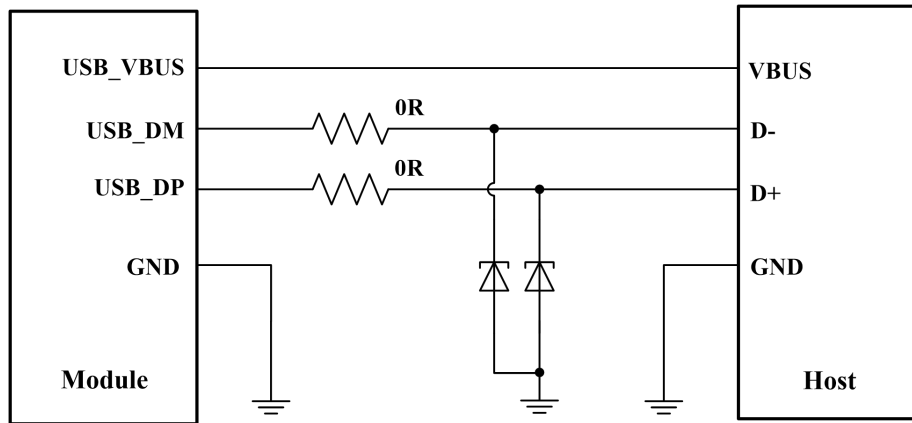


图 3-15 USB 接口参考设计

NOTE

- ✧ USB 支持高速(480Mbps)和全速(12Mbps)模式，走线设计需要严格遵循 USB2.0 协议要求，注意对数据线的保护，差分走线，越短越好，尽可能远离高速信号或其他同频信号，控制阻抗为 $90\ \Omega$ 。
- ✧ 为提高 USB 接口的抗静电性能，建议数据线上增加 ESD 保护器件，保护器件的等效电容值小于 1pF 。建议在数据线上串联 0 欧姆电阻。
- ✧ 模块的 USB 接口对外不提供 USB 总线电源，模块只能作为从设备。
- ✧ USB 接口支持的功能有：软件下载升级、数据通讯、AT Command 等功能。

3.8 USB BOOT

YM310 X09E 支持 USB_BOOT 功能。模块开机前把 USB_BOOT 上拉到 VDD_EXT，开机时模块将进入强制下载模式，此时可通过 USB 接口对模块进行软件升级。

表3-19 USB_BOOT接口管脚定义

管脚号	管脚定义	IO	功能描述
82	USB_BOOT	DI	强制下载启动

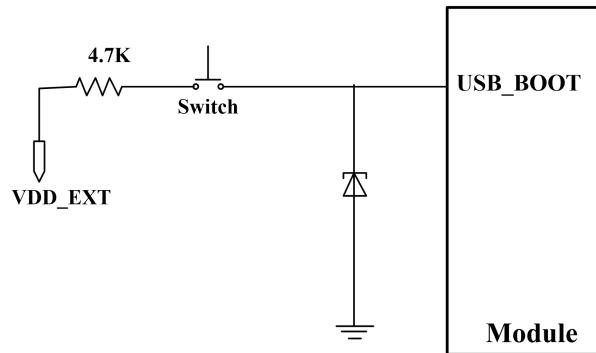


图 3-16 USB_BOOT 参考设计

3.9 USIM 卡接口

YM310 X09E 提供两个兼容 ISO 7816-3 标准的 USIM 卡接口，均符合 ETSI 和 IMT-2000 卡规范，USIM1 接口支持 1.8V 和 3.0V USIM 卡，USIM2 接口仅支持 1.8V USIM 卡。

表3-20 SIM卡信号定义

管脚号	信号名称	属性	描述
11	USIM1_DATA	DIO	USIM 卡 1 数据信号线
12	USIM1_RST	DO	USIM 卡 1 复位信号线
13	USIM1_CLK	DO	USIM 卡 1 时钟信号线
14	USIM1_VDD	PO	USIM 卡 1 供电电源，自动识别 1.8V 和 3V USIM 卡
79	USIM1_DET	DI	USIM 卡 1 热插拔检测
62	USIM2_CLK	DO	USIM 卡 2 时钟信号线
63	USIM2_RST	DO	USIM 卡 2 复位信号线
64	USIM2_DATA	DIO	USIM 卡 2 数据信号线
65	USIM2_VDD	PO	USIM 卡 2 供电电源，仅支持 1.8V USIM 卡，若同时使用 USIM1 和 USIM2 则 USIM1 和 USIM2 都仅支持 1.8V。

3.9.1 双 SIM 卡切换说明

YM310 X09E 支持双卡单待，同一时间只能使用其中一个 SIM 接口。可通过相应

的 AT 指令进行 SIM 卡通道切换或者选择自动切换功能（自动切换功能通常用于同时使用不同运营商 SIM 卡的场景）。具体指令请参 AT 手册。

NOTE

- ✧ 模块开机会优先检测 USIM1 接口，检测到 USIM1 卡不在位的情况下才会去检测 USIM2 接口。
- ✧ USIM1_DET 信号为 USIM1 卡插拔检测管脚，上下边沿电平触发中断，触发系统进行 USIM1 通道的卡在位检测。USIM2 不支持插拔检测。
- ✧ 对于内置贴片 SIM 卡的双卡应用场景，如网络摄像头（IPC）场景，建议将贴片 ESIM 卡置于 USIM2 接口，外置插拔 SIM 卡座置于 USIM1 接口，以实现优先使用外置 SIM 卡的效果。

3.9.2 USIM 卡接口参考电路

YM310 X09E 模块不自带 USIM 卡槽，用户使用时需在自己的接口板上设计 USIM 卡槽。USIM 卡接口参考电路如下：

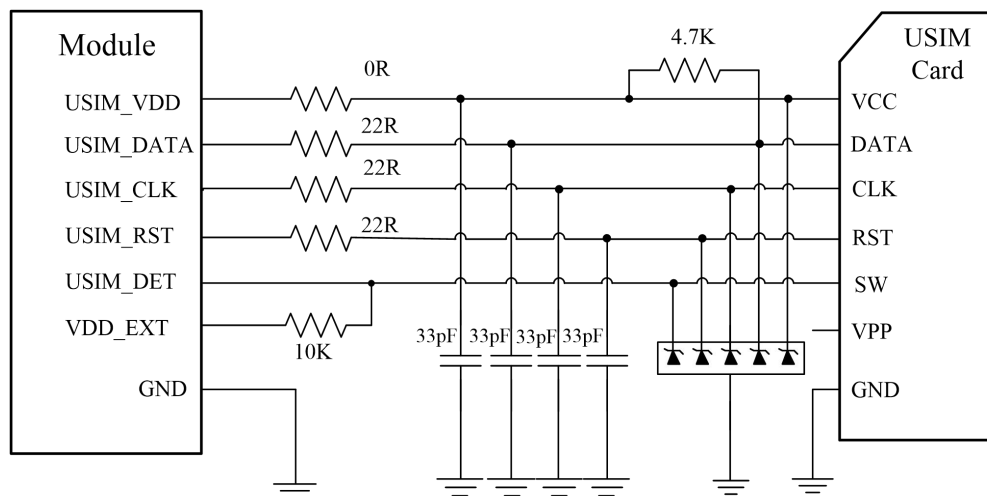


图 3-17 6pin USIM 设计参考电路图

NOTE

在 SIM 卡接口的电路设计中，为了确保 SIM 卡的良好功能性能和不被损坏，在电路设计中建议遵循以下设计原则：

- ✧ USIM 接口外围电路器件应该靠近卡座放置，USIM 卡座靠近模块布局。
- ✧ USIM 卡电路容易受到射频干扰引起不识卡或掉卡，因此卡槽应尽量放置在远离天线射频辐射的地方，卡走线尽量远离射频，电源和高速信号线。
- ✧ USIM 接口为避免瞬间电压过载，建议在信号线通路上各串联一个 22R 的电阻。

- ◇ USIM 卡座的地和模块的地要保持良好的连通性。
- ◇ USIM1_DET 管脚软件内部上拉*，根据不同的卡座，通过 AT 命令设置检测功能，如使用常闭式 USIM 卡座时，
 - AT+CSDT=1,0: 可以配置下降沿触发，不插卡是高，插入卡是低电平。
 - AT+CSDT=1,1: 可以配置上升沿触发，不插卡是低，插入卡是高电平。

3.10 VDD_EXT

YM310 X09E 模块开机后会通过 PIN24 脚输出 1.8V 电压，该电压为模块的逻辑电平电压。外部主控可读取 VDD_EXT 的电压来判断模块是否开机。VDD_EXT 不建议给外设供电，仅做外部上拉用。

表3-21 VDD_EXT管脚定义

管脚号	信号名称	IO	描述
24	VDD_EXT	PO	默认输出 1.8V,驱动能力为 3mA,休眠不掉电会保持状态。使用时外部预留一个 TVS 管。

3.11 DCE 功能接口

3.11.1 MAIN_RI

表3-22 RI管脚信号定义

管脚号	信号名称	IO	描述
20	MAIN_RI	DO	振铃信号，唤醒输出管脚，用于唤醒 MCU

表3-23 RI管脚信号动作

状态	MAIN_RI 应答
待机	高电平
语音呼叫	变为低电平，之后： <ol style="list-style-type: none"> (1) 通话建立时变为高电平 (2) 使用 AT 命令 ATH 挂断语音，MAIN_RI 变为高电平 (3) 呼叫方挂断，MAIN_RI 首先变为高电平，然后拉为低电平持续 120ms，收到自动回复 URC 信息 “NO CARRIER”，之后再变为高电平

	(4) 收到短信时变为高电平
数据传输	变为低电平，之后： 1. 数据连接建立时变为高电平 2. 使用 AT 命令 ATH 挂断数据连接，MAIN_RI 变为高电平 3. 呼叫方挂断，MAIN_RI 首先变为高电平，然后拉为低电平持续 120ms，收到自动回复 URC 信息 “NO CARRIER”，之后再变为高电平 4. 收到短信时变为高电平
短信	当收到新的短信，MAIN_RI 变为低电平，持续 120ms，再变为高电平
URC	某些 URC 信息可以触发 MAIN_RI 拉低 120ms

如果模块用作主叫方，MAIN_RI 会保持高电平，收到 URC 信息或者短信时除外。而模块用作被叫方时， MAIN_RI 的时序如下所示：



图 3-18 语音呼叫时模块用作被叫方 MAIN_RI 时序

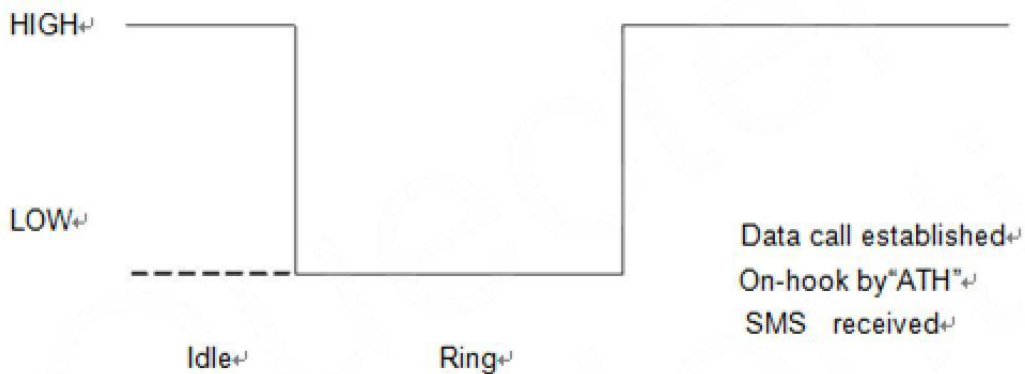


图 3-19 数据呼叫时模块用作被叫方 MAIN_RI 时序

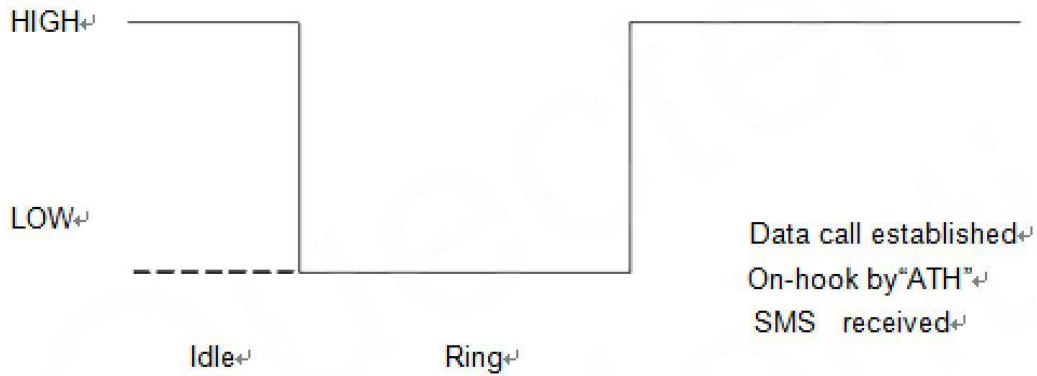


图 3-20 模块主叫时 MAIN_RI 时序

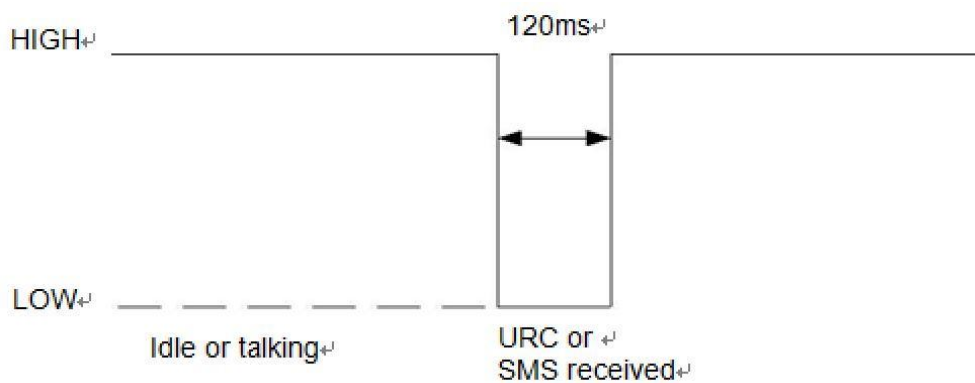


图 3-21 收到 URC 信息或者短信时 MAIN_RI 时序

3.11.2 MAIN_DTR

表3-24 MAIN_DTR管脚信号定义

管脚号	信号名称	IO	描述
19	MAIN_DTR	DO	模块休眠唤醒管脚，拉高允许模块进入休眠模式；在休眠模式下，拉低可唤醒模块

支持两种睡眠模式：

睡眠模式 1：发送 AT+CSCLK=1，通过 MAIN_DTR 管脚电平控制模块是否进入睡眠

睡眠模式 2：发送 AT+CSCLK=2 或其他值（具体差异参考 AT 手册），模块在串口空闲一段时间后自动进入睡眠。

3.12 状态指示信号

YM310 X09E 模块提供两路 GPIO 管脚来指示模块状态。

表3-25 状态指示管脚定义

管脚	信号名称	I/O 属性	DC 特性	描述
16	NET_STATUS	DO	LDO_AONIO	网络状态指示，休眠态可保持
25	STATUS	DO	LDO_AONIO	运行状态指示，休眠态可保持

表3-26 模块运行状态指示

模块运行状态指示	管脚电平
开机状态	高电平
其他	低电平

表3-27 模块网络状态指示

网络运行状态指示	管脚电平
通话中	高电平
数据传输状态	快闪（125ms 高/125ms 低）
待机状态	慢闪（1800ms 高/200ms 低）
搜网状态	慢闪（200ms 高/1800ms 低）

模块网络状态指示灯参考设计图如下：

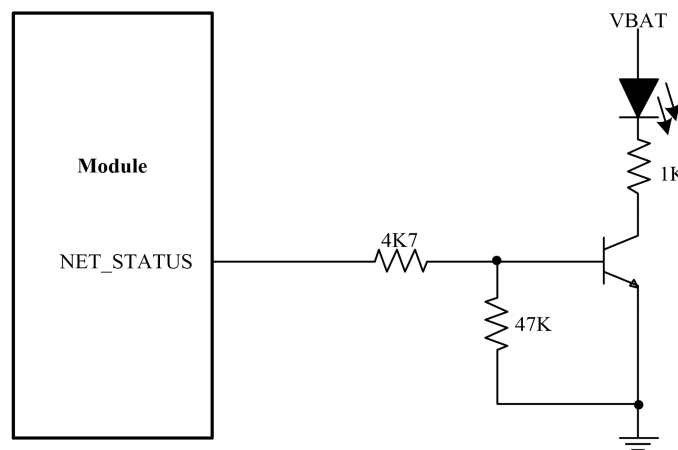


图 3-22 网络状态指示灯电路图

3.13 I2C 接口

YM310 X09E 模组提供 1 组 I2C 接口，支持主模式，可外接 I2C 从设备。相关管脚描述如下：

表3-28 I2C管脚描述

管脚	信号名称	I/O	描述	备注
----	------	-----	----	----

66	I2C0_SDA	IO	I2C 总线数据	VO_LDOIO 电源域，需外部上拉
67	I2C0_SCL	DO	I2C 总线时钟	

I2C 参考电路接法如下

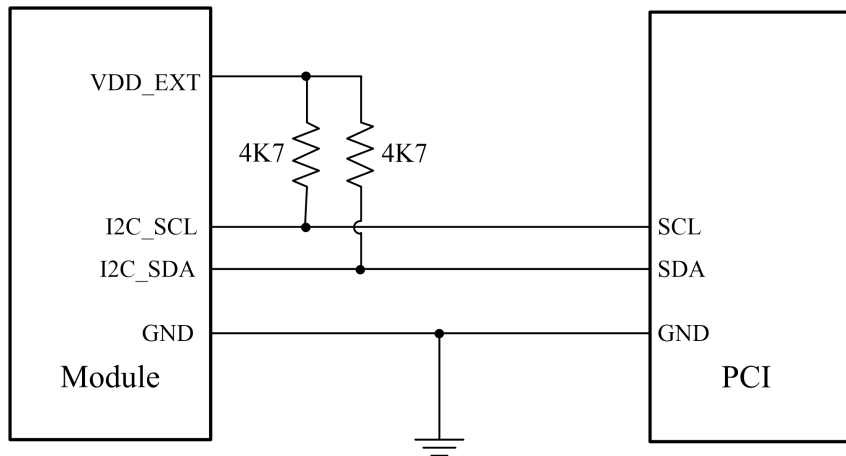


图 3-23 I2C 接口参考电路

3.14 ADC 接口

YM310 X09E 模组支持 2 路 12 位采样 ADC。为提高 ADC 电压测量准确度，layout 时建议包地处理。相关管脚描述如下：

表3-29 ADC管脚描述

管脚号	信号名称	电平值(V)	备注
9	ADC0	内部直连： 输入电压范围：0~1.05V	12bits 精度
96	ADC1	内部分压： 输入电压范围：0~3.3V 默认 1.05V，可通过软件开启内部分压	

3.15 工作模式

YM310 X09E 模组支持多种工作模式：

表3-30 工作模式

模式	描述	进入方式
全功能模式	正常工作连网，进行数据传输	开机自动进入

最少功能模式	射频和 SIM 卡均不工作	AT+CFUN=0
飞行模式	射频不工作	AT+CFUN=4
休眠模式	模块的功耗降至最低，但任可以接受短信息、TCP/UDP 等数据	AT+CSCLK=2（或其他值）
关机模式	VBAT 不供电、软件停止工作	AT+CPWOD=1 或硬件关机

3.15.1 最少功能模式/飞行模式

✧ 最少功能模式：

使用“AT+CFUN=0”将模块设置为最少功能模式，射频部分和 SIM 卡部分的功能将会关闭。而串口依然有效，但是与射频部分以及 SIM 卡部分相关的 AT 命令则不可用。

✧ 全功能模式：

使用“AT+CFUN=1”将模块设置为全功能模式，此时模块正常联网，可正常进行数据传输。

✧ 飞行模式：

使用“AT+CFUN=4”设置模块，RF 部分功能将会关闭，而串口依然有效。所有与 RF 部分相关的 AT 命令不可用。

3.15.2 串口睡眠应用

注意：本章节描述，仅针对 AT 版本，OPEN 版本也可以参考，并通过相关 API 软件逻辑实现。

3.15.2.1 睡眠模式 1

串口连线示意图：

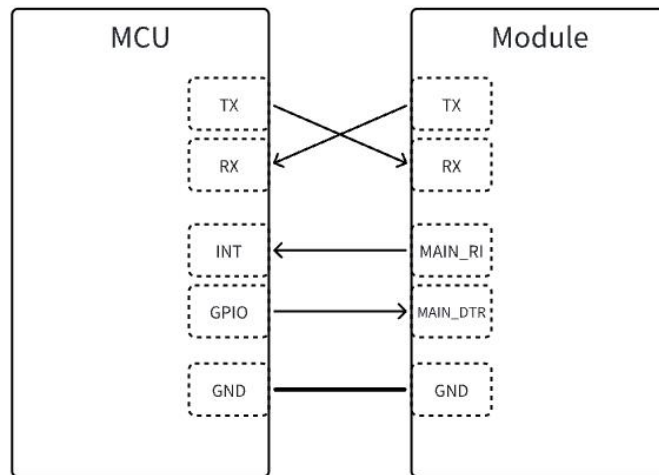


图 3-24 睡眠模式 1 串口连接示意图

进入休眠条件:

发送 AT 指令 AT+CSCLK=5

模块进入睡眠:

控制 MAIN_DTR 脚拉高，模块会进入睡眠模式 1

模块退出睡眠:

拉低 MAIN_DTR 脚 50ms 以上，模块会退出睡眠模式可以接受 AT 指令

模块唤醒 MCU:

模块收到数据/短信/来电时，会先通过 MAIN_RI 信号唤醒 MCU，并且 URC 上报

3.15.2.2 睡眠模式 2

串口连线示意图:

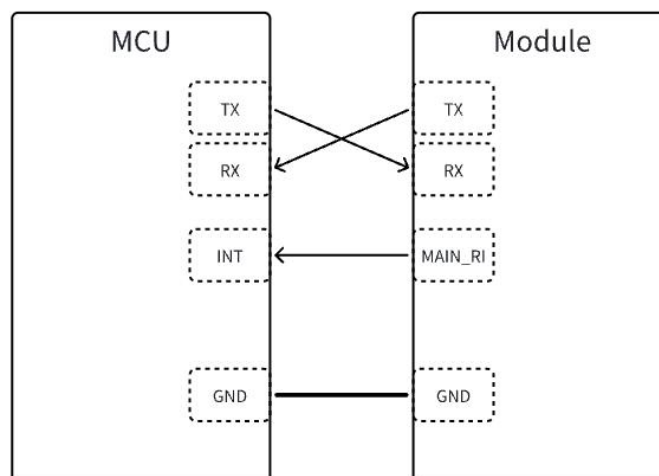


图 3-25 睡眠模式 2 串口连接示意图

进入休眠条件:

发送 AT 指令 AT+CSLCK=3

模块进入休眠:

串口空闲超过 AT+WAKETIM 配置的时间（默认 5s），模块自动进入休眠

模块退出休眠:

串口连续发送 AT 直到模块回应时，模块退出休眠

模块唤醒 MCU:

模块收到数据/短信/来电时，会先通过 MAIN_RI 信号唤醒 MCU，并且 URC 上报

3.16 USB 应用

注意：本章节描述，仅针对 AT 版本，OPEN 版本也可以参考，并通过相关 API 软件逻辑实现。

3.16.1 Host 支持 USB 唤醒

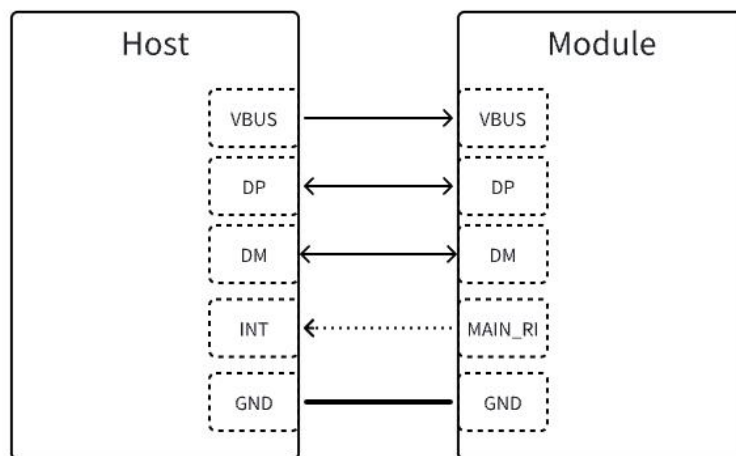
USB 连线示意图:

图 3-26 HOST 支持 USB 唤醒连接示意图

进入休眠条件:

- 1、Host 必须支持 USB suspend/resume
- 2、发送 AT 指令 AT+CSLCK=2
- 3、MAIN_RI 根据需要是否接到 Host

模块进入休眠:

Host 通过 USB 总线发送 USB suspend

模块退出休眠:

Host 通过 USB 总线发送 USB resume

模块唤醒 Host:

Host 支持 RemoteWakeup:

- 1、可以不接 MAIN_RI
- 2、模块上报 URC 时，通过 USB 总线发送 RemoteWakeup 来唤醒 Host

Host 不支持 RemoteWakeup:

- 1、需要接 MAIN_RI
- 2、模块上报 URC 时，通过 MAIN_RI 信号来唤醒 Host

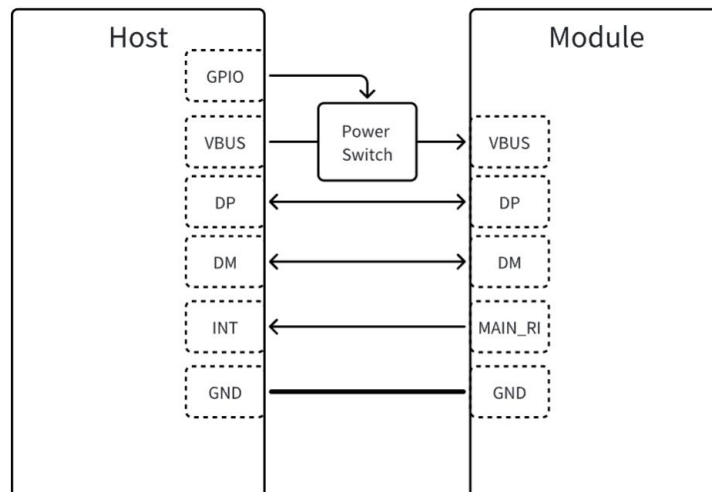
3.16.2 Host 支持 VBUS 唤醒 ***USB 连线示意图:**

图 3-27 HOST 支持 VBUS 唤醒连接示意图

进入休眠条件:

执行 AT+ECUSBSYS="VBUSModeEn",1 、 AT+CSCLK=2

模块进入休眠:

Host 关闭 VBUS 供电

模块退出休眠:

Host 打开 VBUS 供电

模块唤醒 Host:

通过 MAIN_RI 信号唤醒

3.16.3 Host 支持 DTR 唤醒

USB 连线示意图:

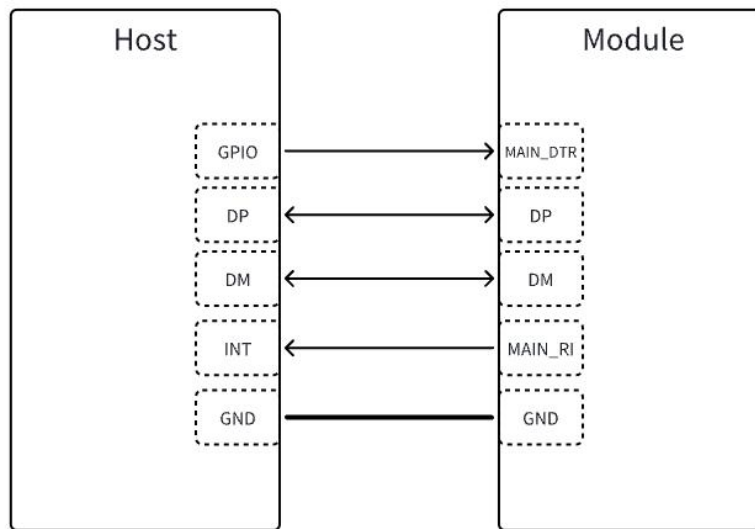


图 3-28 HOST 支持 DTR 唤醒连接示意图

进入休眠条件:

执行 AT+CSCLK=5

模块进入休眠:

Host 关闭 VBUS 供电

模块退出休眠:

Host 打开 VBUS 供电

模块唤醒 Host:

通过 MAIN_RI 信号唤醒

3.17 模式切换汇总

表3-31 模式切换汇总表

当前模式	下一模式		
	关机	正常模式	睡眠模式
关机	-	PWRKEY 开机	-
正常模式	使用 PWRKEY 管脚, 或 VBAT 电压低于关机电压	-	AT 版本: 配置 AT+CSCLK 后, 不做动作, 默认 5 秒自动休眠
睡眠模式	使用 PWRKEY 管脚, 或	WAKEUP 管脚中断、	-

	VBAT 电压低于关机电压	MAIN_UART 收到数据、定时器、接收短信或网络数据	
--	---------------	------------------------------	--

3.18 射频接口

YM310 X09E 模块提供一路主天线接口，负责模块射频信号的接收和发送。天线接口特性阻抗均为 50 欧姆。

表3-32 天线接口管脚定义

管脚号	信号名称	I/O 属性	描述	备注
35	ANT_MAIN	AIO	主集天线接口	50 欧姆特性阻抗

3.18.1 天线匹配电路

为方便天线调试需要在主板上增加 π 型匹配电路，走 50 欧姆阻抗线。电路如下图：

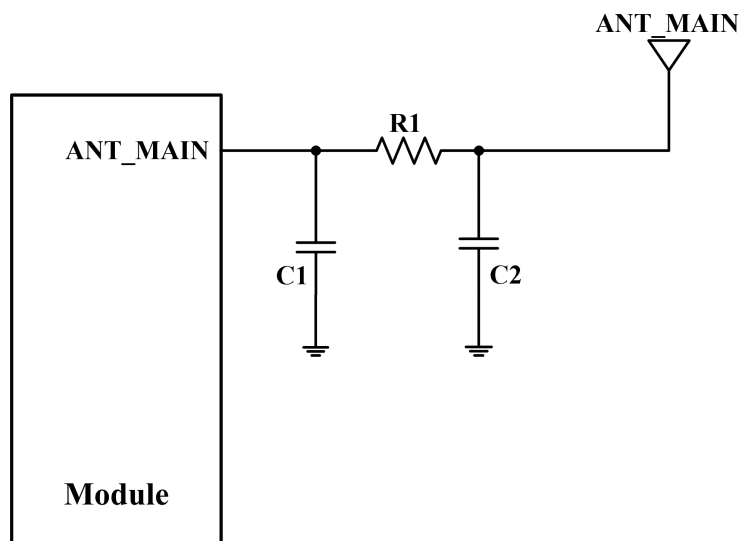


图 3-29 天线匹配电路

NOTE

- ✧ YM310 X09E 模块的天线接口为焊盘引出的方式，故设计时需采用与之匹配的射频连接线。
- ✧ 实际设计时用户可根据电路板走线由天线厂调试匹配器件参数值，主板 R1 默认贴 0 欧姆，C1/C2 默认空贴。
- ✧ 天线是一个敏感器件，易受外部周围环境的影响，故需要远离数字时钟线，DC 电源等干扰信号，建议使用完整的地层作为参考地。

- ✧ 天线 LAYOUT 走线尽量短，尽可能走直线，避免过孔和翻层，立体包地，并在走线两边多加地孔做隔离。

3.18.2 射频走线参考

YM310 X09E 模块的天线采用焊盘方式引出，天线焊盘到天线馈点必须使用微带线或其他类型的 RF 走线，信号线的特性阻抗应控制在 50Ω 。

射频 RF 信号线的阻抗，由材料的介电常数、走线宽度(W)、对地间隙(S)、以及参考地平面的高度(H)决定。因此射频走线需要使用阻抗模拟工具来计算 RF 走线的阻抗值。

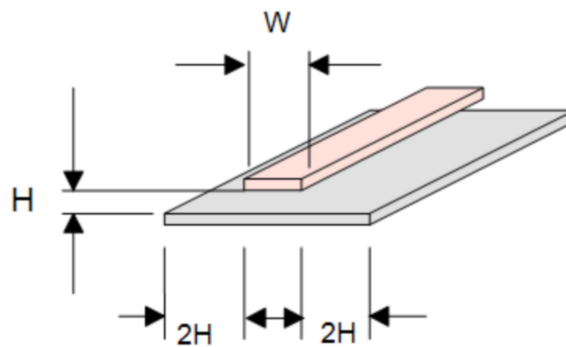


图 3-30 微带线的完整结构

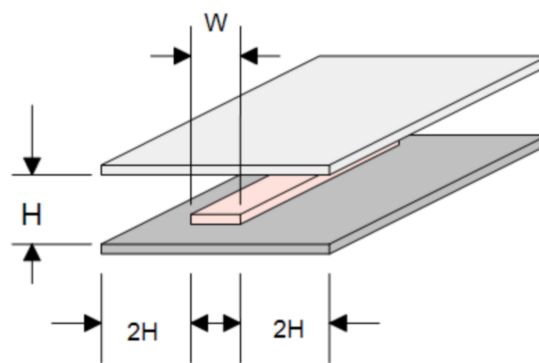


图 3-31 带状线的完整结构

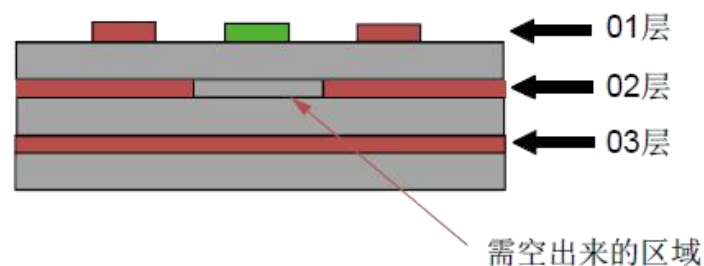


图 3-32 参考地为第三层 PCB 微带传输线结构

第 4 章 总体技术指标

4.1 本章概述

YM310 X09E 模块射频总体技术指标包含以下部分：

- ◇ 工作频率
- ◇ 射频传导测量
- ◇ 传导接收灵敏度和发射功率
- ◇ 模块功耗特性
- ◇ 天线要求

4.2 工作频率

表4-1 LTE频率表

频段	上行频率	下行频率	双工模式
LTE B1	1920MHz - 1980MHz	2110MHz - 2170MHz	FDD
LTE B3	1710MHz - 1785MHz	1805MHz - 1880MHz	FDD
LTE B5	824MHz - 849MHz	869MHz - 894MHz	FDD
LTE B8	880MHz - 915MHz	925MHz - 960MHz	FDD
LTE B34	2010MHz - 2025MHz	2010MHz - 2025MHz	TDD
LTE B38	2570MHz - 2620MHz	2570MHz - 2620MHz	TDD
LTE B39	1880MHz - 1920MHz	1880MHz - 1920MHz	TDD
LTE B40	2300MHz - 2400MHz	2300MHz - 2400MHz	TDD
LTE B41	2496MHz-2690MHz	2496MHz-2690MHz	TDD

4.3 射频传导测量

4.3.1 测试环境

表4-2 测试仪器

测试仪器	电源	村田同轴射频线
R&S CMW500	Agilent 66319	MXHP32HP1000

4.3.2 测试标准

YM310 X09E 模块通过 3GPP TS 51.010-1, 3GPP TS 34.121-1, 3GPP TS 36.521-1, 测试标准。每个模块在工厂均通过严格测试，保证质量可靠。

4.4 传导接收灵敏度和发射功率

YM310 X09E 模块 LTE 接收灵敏度和发射功率测试指标如下：

表4-3 LTE射频灵敏度指标

名录(灵敏度)	Cat-1 bis 标准	最小	典型	最大
LTE B1(FDD QPSK 通过>95%)	< - 93.3(10MHz)		-99.7	-99.2
LTE B3(FDD QPSK 通过>95%)	< - 90.3(10MHz)		-99.7	-99.2
LTE B5(FDD QPSK 通过>95%)	< - 91.3(10MHz)		-99.7	-99.2
LTE B8(FDD QPSK 通过>95%)	< - 90.3(10MHz)		-99.7	-99.2
LTE B34(TDD QPSK 通过>95%)	< - 93.3(10MHz)		-101.2	-100.7
LTE B38(TDD QPSK 通过>95%)	< - 93.3(10MHz)		-100.7	-100.2
LTE B39(TDD QPSK 通过>95%)	< - 93.3(10MHz)		-100.7	-100.2
LTE B40(TDD QPSK 通过>95%)	< - 93.3(10MHz)		-101.2	-100.7
LTE B41(TDD QPSK 通过>95%)	< - 91.3(10MHz)		-100.7	-100.2

表4-4 LTE射频发射功率指标

名录	3GPP 协议要求 (dBm)	最小	典型	最大
LTE B1	21 to 25	21	23	25
LTE B3	21 to 25	21	23	25
LTE B5	21 to 25	21	23	25
LTE B8	21 to 25	21	23	25
LTE B34	21 to 25	21	23	25
LTE B38	21 to 25	21	23	25
LTE B39	21 to 25	21	23	25
LTE B40	21 to 25	21	23	25
LTE B41	21 to 25	21	23	25

4.5 天线要求

YM310 X09E 模块天线设计要求:

表4-5 天线指标要求

天线指标	推荐性标准
VSWR	≤ 2
Gain	> -3 dBi (Avg)
极化类型	垂直极化
输入阻抗	50Ω
插损<1GHz	< 1 dB
插损 1~2.2GHz	< 1.5 dB
插损 2.3~2.7GHz	< 2 dB

NOTE

- ✧ 天线性能仅为建议值，客户可根据实际测试结果与认证要求与天线供应商进行评估调整，以便保证终端产品的整体天线性能。

4.6 功耗特性

表4-6 工作电流指标

参数	测试条件		最小	典型	最大	单位
3.8V	关机电流	开机后关机 (RTC 正常工作)		1		uA
	低功耗电流	Sleep1+飞行模式(USB 断开)		0.049		mA
		Sleep2+飞行模式(USB 断开)		7.9		uA
		Sleep1 模式(PSM)(USB 断开)		0.048		mA
		Sleep2 模式(PSM+)		8.5		uA
		Sleep1+实网(USB 断开)		0.7		mA
	休眠待机电流 AT+CSCLK=3	LTE-FDD @PF=32 (USB 断开)		1.1		mA
		LTE-FDD @PF=64 (USB 断开)		0.6		mA
		LTE-FDD @PF=128		0.3		mA

		(USB 断开)			
		LTE-FDD @PF=256 (USB 断开)		0.2	mA
		LTE-TDD @PF=32 (USB 断开)		1.1	mA
		LTE-TDD @PF=64 (USB 断开)		0.6	mA
		LTE-TDD @PF=128 (USB 断开)		0.3	mA
		LTE-TDD @PF=256 (USB 断开)		0.2	mA
		LTE-FDD @PF=64 (USB 断开)		3.3	mA
	空闲模式电流	LTE-FDD @PF=64 (USB 连接)		28.8	mA
		LTE-TDD @PF=64 (USB 断开)		3.3	mA
		LTE-TDD @PF=64 (USB 连接)		28.8	mA
	LTE-FDD B1 CH300 BW=10M	TX power = 23dbm		443	mA
	LTE-FDD B3 CH1575 BW=10M	TX power = 23dbm		461	mA
	LTE-FDD B5 CH2525 BW=10M	TX power = 23dbm		422	mA
	LTE-FDD B8 CH3625 BW=10M	TX power = 23dbm		422	mA
LTE-TDD B34 CH36275	TX power = 23dbm		191	mA	

BW=10M					
LTE-TDD B38 CH38000 BW=10M	TX power = 23dbm		200		mA
LTE-TDD B39 CH38450 BW=10M	TX power = 23dbm		183		mA
LTE-TDD B40 CH39150 BW=10M	TX power = 23dbm		193		mA
LTE-TDD B41 CH40620 BW=10M	TX power = 23dbm		198		mA

表4-7 LTE数据传输功耗

频段	信道	功率 dBm	电流功耗 mA
LTE-FDD B1 @10Mhz,FRB	18050	21.65	438
	18300	21.88	439
	18550	21.81	465
LTE-FDD B3 @10Mhz,FRB	19250	21.61	495
	19575	22	473
	19900	22.17	483
LTE-FDD B5 @10Mhz,FRB	20450	22	427
	20525	21.83	422
	20600	22.3	447
LTE-FDD B8 @10Mhz,FRB	21500	22.2	429
	21625	22.3	428
	21750	22.27	434
LTE-TDD B34 @10Mhz,FRB	36250	22.2	203
	36275	22.25	204
	36300	22.33	202
LTE-TDD B38	37800	22.37	185

@10Mhz,FRB	38000	22.5	186
	38200	22.3	187
LTE-TDD B39 @10Mhz,FRB	38300	22.4	194
	38450	22.2	189
	38600	22.2	188
LTE-TDD B40 @10Mhz,FRB	38700	22.01	201
	39150	22.2	201
	39600	22.18	200
LTE-TDD B41 @10Mhz,FRB	39700	21.96	184
	40620	22.14	184
	41540	22.1	191

模块低功耗模式下联网连接服务器定时心跳测试，模拟实际应用下的定时上报场景下功耗，从而能够估算出电池的使用时间。

表4-8 模块联网功耗数据

测试条件： 移动网络 B34 RSRP=48（中等强度）供电 4V；TCP 连接 XX 分钟自动心跳包								
	平均功耗 mA (5分心跳)	心跳包发送		休眠平均功耗		500mAH 电池待机 (天)		
		功耗 mA	耗电电量 uAH	功耗 mA	耗电电量 uAH (5分钟间隔)	5分钟上报间隔	1小时上报间隔	24小时上报间隔
AT+POW ERM ODE="PRO"	0.79	37	16.4	0.599	47.9	26	35.2	36.2
AT+POW ERM ODE="SRD"	0.58	36	16.2	0.384	32.1	36	52	54

AT+POW ERM ODE="PSM"	0.0028 (无心跳)	\	\	\	\	104.4	1085	>10 年
----------------------------	-----------------	---	---	---	---	-------	------	----------

表4-9 各阶段耗流（中等信号强度下实网测试）

阶段	平均电流	持续时间	总耗能
开机注册成功	19mA	4s	24uAH
发送数据（20 字节）	36mA	1.2s	16.2uAH
发送数据（20 字节）	23.1mA	2.8s	18.3uAH

 **NOTE**

- ✧ 由于是实网测试，网络信号强度，注册频段，服务器响应时间都会对测试的值有较大影响，因此，此数据仅供参考。

第 5 章 接口电气特性

5.1 本章概述

- ◇ 工作存储温度
- ◇ 可靠性指标
- ◇ 电源特性
- ◇ 数字逻辑电平特性
- ◇ 静电特性
- ◇ 绝对最大额定值

5.2 工作存储温度

表5-1 YM310 X09E模块工作存储温度

参数	最小值	最大值
正常工作温度	-30℃	75℃
极限工作温度	-40℃	85℃
存储温度	-40℃	90℃

5.3 绝对最大值

YM310 X09E 模块接口绝对最大额定值描述如下：

表5-2 YM310 X09E接口绝对额定值

参数	最小	最大	单位
VBAT	-0.3	4.7	V
VBUS	-0.3	5.25	V
VBAT 峰值电流	0	1.2	A
ADC 输入电压	-0.3	3.6	V
参数	最小	最大	单位
VBAT	-0.3	4.7	V

5.4 数字逻辑电平性

表5-3 YM310 X09E VDD_EXT IO特性

参数	描述	最小值	最大值	单位
VIL	输入低电平	-	0.2*VDD_EXT	V
VIH	输入高电平	0.7*VDD_EXT	-	V
VOL	输出低电平	-	0.15*VDD_EXT	V
VOH	输出高电平	0.8*VDD_EXT		V

5.5 电源特性

YM310 X09E 模块输入供电电源要求如下：

表5-4 YM310 X09E模块工作电压

参数	最小值	典型值	最大值
VBAT	3.3V	3.8V	4.3V
VBUS	3.0V	5.0V	5.25V

NOTE

✧ 模块任何接口的上电时间不得早于模块的开机时间，否则可能导致模块异常或损坏。

5.6 静电特性

YM310 X09E 模块内部设计时已经考虑并做了相应的 ESD 防护，但在模块的生产组装和实验测试中也有可能发生 ESD 问题，所以应用开发者需考虑最终产品的 ESD 防护。

客户设计时除了参考文档接口设计的推荐电路外，也需要注意以下几点：

- ✧ 防护器件 PCB 布线应尽量走“V”形线，避免走“T”形线。
- ✧ 模块周边地平面保证完整性，不要进行分割。
- ✧ 在模块的生产、组装和实验室测试过程中需要关注周边环境和操作人员的 ESD 管控。

表5-5 YM310 X09E ESD特性

测试端口	接触放电	空气放电	单位
VBAT 电源	±4	±8	KV
天线接口	±5	±8	KV
其他接口	±0.5	±1	KV

5.7 可靠性指标

表5-6 YM310 X09E可靠性测试

测试项目	测试条件	参考标准	测试结果
低温工作	温度：-40℃ 工作模式：正常工作 测试持续时间：24h	IEC60068-2-1	外观检查：正常 功能检查：正常
高温工作	温度：85℃ 工作模式：正常工作 测试持续时间：24h	JESD22-A108-C	外观检查：正常 功能检查：正常
温度循环	高温温度：85℃ 低温温度：-40℃ 工作模式：正常工作 测试持续时间：30cycles; 1h+1h/cycle	JESD22-A105-B	外观检查：正常 功能检查：正常
交变湿热	高温温度：55℃ 低温温度：25℃ 湿度：95%±3% 工作模式：正常工作 测试持续时间：6 cycles; 12h+12h/cycle	JESD22-A101-B	外观检查：正常 功能检查：正常 射频指标检查：正常
温度冲击	高温温度：85℃ 低温温度：-40℃ 温度变更时间：<30s 工作模式：无包装，无上电，不开机 测试持续时间：100 cycles; 15min+15min/cycle	JESD22-A106-B	外观检查：正常 功能检查：正常
跌落测试	高度 0.8m，6 面各一次，跌落到水平大理石平台 工作模式：无包装，无上电，不开机	IEC60068-2-32	外观检查：正常 功能检查：正常 射频指标检查：正常
低温存储	温度：-40℃ 工作模式：无包装，无上电，	JESD22-A119-C	外观检查：正常 功能检查：正常

	不开机 测试持续时间：24 h		
高温存储	温度：85° C 工作模式：无包装，无上电， 不开机 测试持续时间：24h	JESD22-A103-C	外观检查：正常 功能检查：正常

第 6 章 结构及机械特性

6.1 本章概述

- ◇ 外观
- ◇ 模块机械尺寸

6.2 外观

YM310 X09E 模块为单面布局的 PCBA，外观图如下所示：

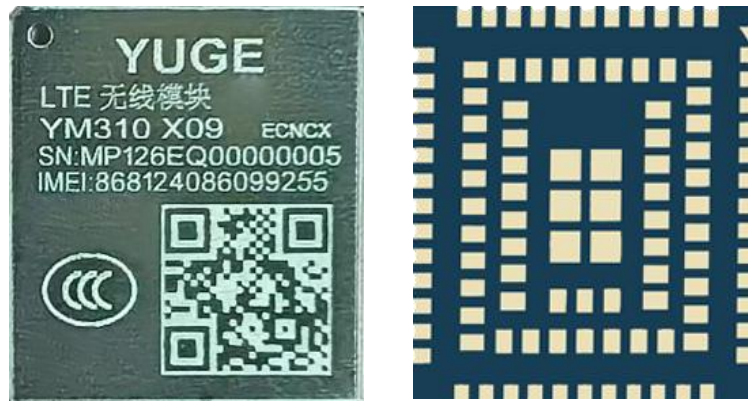


图 6-1 YM310 X09E 外观图

备注：型号具体区别，见下表：

型号名	区别描述
YM310 X09ECNCX	采用主芯片移芯 EC716S 1 MB pSRAM +2 MB QSPI flash
YM310 X09ECNSX	采用主芯片移芯 EC716E 1 MB pSRAM +4 MB QSPI flash

6.3 机械尺寸

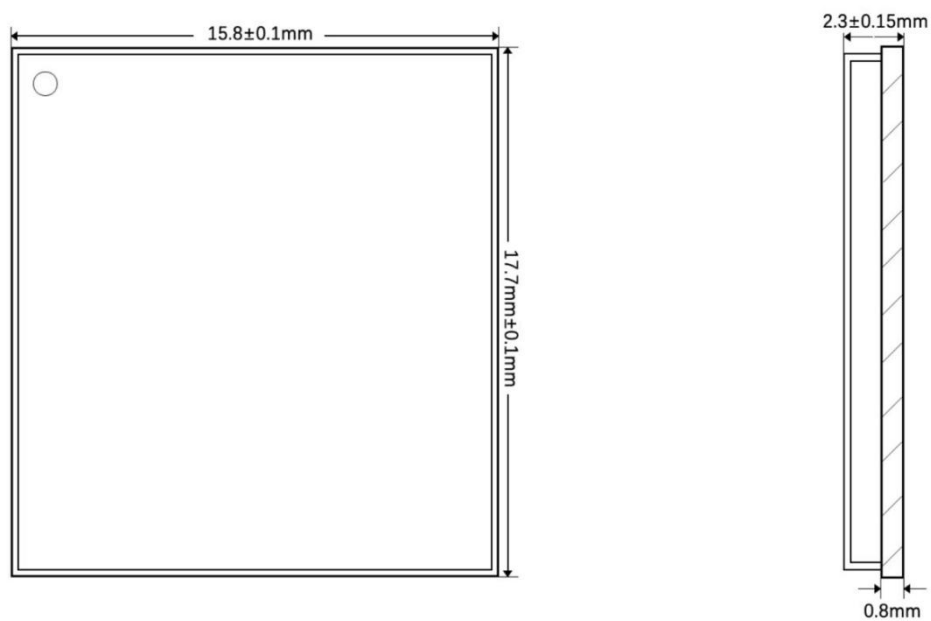


图 6-2 模块正视图与侧视图(单位：毫米)

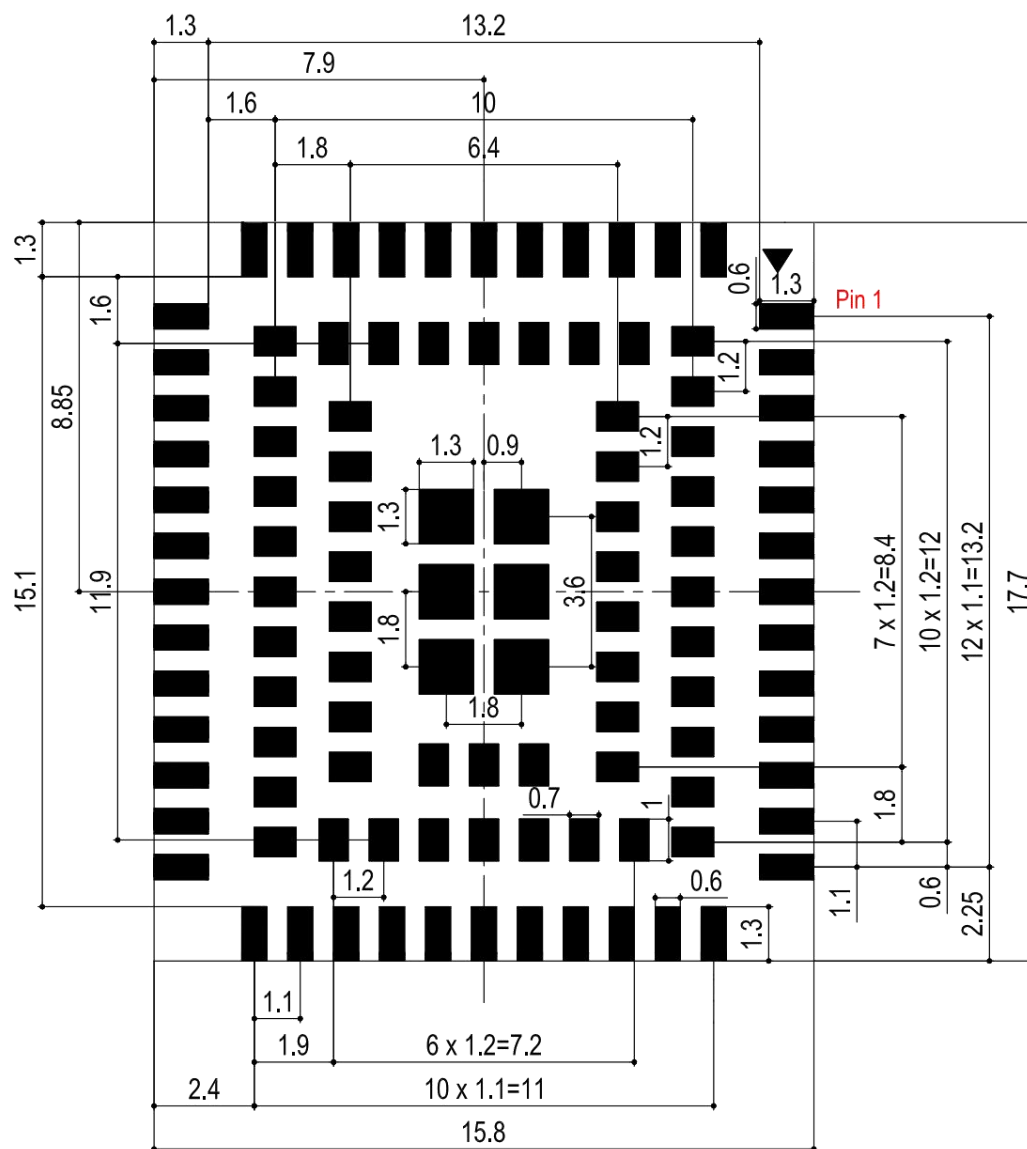


图 6-3 模块底视图（单位：毫米）

第 7 章 包装与生产

7.1 本章概述

- ◇ 模块包装与存储
- ◇ 生产焊接

7.2 模块包装与存储

YM310 X09E 模块用编带包装,以 1000PCS 为一盘,每盘以真空密封袋的形式出货。

YM310 X09E 模块的存储需遵循如下条件:

- ◇ 模块的潮湿敏感等级为 3 级。
- ◇ 环境温度小于 40 摄氏度,空气湿度小于 90%情况下,模块可在真空密封袋中存放 12 个月。
- ◇ 当真空密封袋打开后,若满足模块环境温度低于 30 摄氏度,空气湿度小于 60%,工厂在 72 小时以内完成贴片,模块可直接进行回流焊或其它高温流程。
- ◇ 若模块处于其他条件,需要在贴片前进行烘烤。
- ◇ 如果模块需要烘烤,移除模块包装后请在 125 摄氏度下(允许上下 5 摄氏度的波动)烘烤 8 小时。

7.3 生产焊接

YM310 X09E 模块使用编带包装, SMT 线体需配置 32mm 载料器;

- ◇ 为保证模块印膏质量, YM310 X09E 模块焊盘部分对应的钢网推荐为 0.13mm~0.18mm 厚度的阶梯钢网,用户可根据实际贴片效果进行微调。
- ◇ 推荐回流焊的温度为 235~246°C,不能超过 246°C。
- ◇ 建议使用无铅工艺,模块最大回流次数为 1 次。
- ◇ PCB 双面布局时, LCC 模块布局必须在第 2 面加工。避免因模块重力导致翻转回流时造成模块掉件、焊接开焊及模块内部焊接不良等。
- ◇ 模块焊接后,使用 X-ray 和光学检验方法检验焊接质量,具体请参照《IPC-A-610H》相关标准。

下图所示的只是一般推荐的焊接炉温曲线,应根据具体应用和制造限制进行调整。

推荐的炉温曲线图如下图所示：

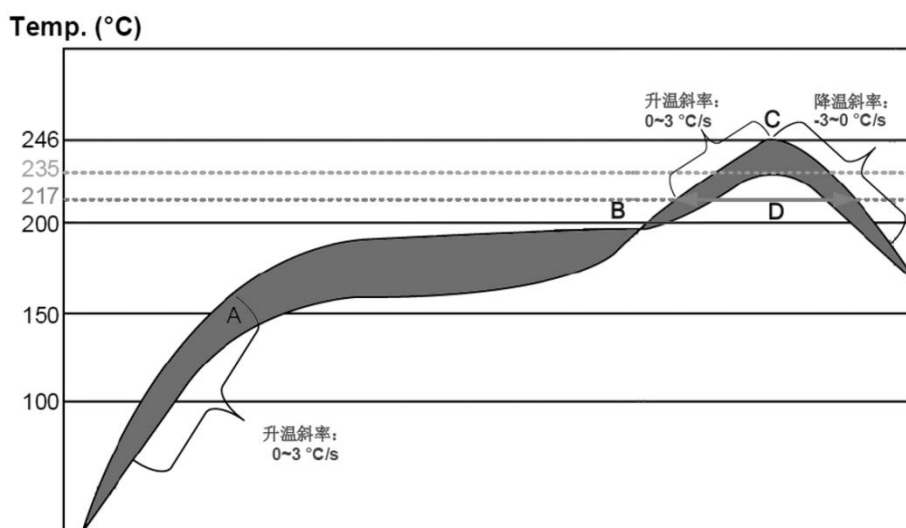


图 7-1 回流焊温度曲线图

表7-1 回流工艺参数表

温区	时间	关键参数
预热区(室温到 150°C)	NA	升温斜率: 0°C/s~3°C/s
均温区(A 到 B 期间 150°C~200°C)	70s~120s	
回流区(D:>217°C 期间)	40s~60s	峰值温度: 235°C~246°C
冷却区	NA	降温斜率: -3°C/s~0°C/s

第 8 章 附录

8.1 本章概述

- ◇ 缩略语
- ◇ 编码方式
- ◇ 使用安全与注意事项

8.2 缩略语

表8-1 术语缩写

缩略语	全称
3GPP	Third Generation Partnership Project
AP	Access Point
AMR	Adaptive Multi-rate
BER	Bit Error Rate
CCC	China Compulsory Certification
CDMA	Code Division Multiple Access
CE	European Conformity
CSD	Circuit Switched Data
CTS	Clear to Send
DC	Direct Current
DTR	Data Terminal Ready
DL	Down Link
DTE	Data Terminal Equipment
EU	European Union
EMC	Electromagnetic Compatibility
ESD	Electrostatic Discharge
HSDPA	High-Speed Downlink Packet Access
HSPA	Enhanced High Speed Packet Access
HSUPA	High Speed Up-link Packet Access
IMEI	International Mobile Equipment Identity
LED	Light-Emitting Diode

LTE	Long Term Evolution
NC	Not Connected
PCB	Printed Circuit Board
PCM	Pulse Code Modulation
PDU	Protocol Data Unit
PMU	Power Management Unit
PPP	Point-to-point protocol
QPSK	Quadrature Phase Shift Keying
RF	Radio Frequency
RoHS	Restriction of the Use of Certain Hazardous Substances
SMS	Short Message Service
TIS	Total Isotropic Sensitivity
TVS	Transient Voltage Suppressor
TX	Transmitting Direction
UART	Universal Asynchronous Receiver-Transmitter
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
USIM	Universal Subscriber Identity Module
USSD	Unstructured Supplementary Service Data
VSWR	Voltage Standing Wave Ratio
WCDMA	Wideband Code Division Multiple Access
WWAN	Wireless Wide Area Network

8.3 编码方式

表8-2 GPRS/EDGE不同等级的时隙分配表

Slot class	DL slot number	UL slot number	Active slot number
1	1	1	2
2	2	1	3
3	2	2	3
4	3	1	4
5	2	2	4
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

表8-3 GPRS最大速率

GPRS coding scheme	Max data rata (4 slots)	Modulation type
CS 1 = 9.05 kb/s / time slot	36.2 kb/s	GMSK
CS 2 = 13.4 kb/s / time slot	53.6 kb/s	GMSK
CS 3 = 15.6 kb/s / time slot	62.4 kb/s	GMSK
CS 4 = 21.4 kb/s / time slot	85.6 kb/s	GMSK

表8-4 EDGE最大速率

GPRS coding scheme	Max data rata (4 slots)	Modulation type
MCS 1 = 8.8 kb/s/ time slot	35.2 kb/s	GMSK
MCS 2 = 11.2 kb/s/ time slot	44.8 kb/s	GMSK
MCS 3 = 14.8 kb/s/ time slot	59.2 kb/s	GMSK
MCS 4 = 17.6 kb/s/ time slot	70.4 kb/s	GMSK
MCS 5 = 22.4 kb/s/ time slot	89.6 kb/s	8PSK
MCS 6 = 29.6 kb/s/ time slot	118.4 kb/s	8PSK
MCS 7 = 44.8 kb/s/ time slot	179.2 kb/s	8PSK
MCS 8 = 54.4 kb/s/ time slot	217.6 kb/s	8PSK
MCS 9 = 59.2 kb/s/ time slot	236.8 kb/s	8PSK

表8-5 LTE-FDD DL最大速率

LTE-FDD device category	Max data rate(peak)	Modulation type
Category 1	10Mbps	QPSK/16QAM/64QAM
Category 2	50Mbps	QPSK/16QAM/64QAM
Category 3	100Mbps	QPSK/16QAM/64QAM
Category 4	150Mbps	QPSK/16QAM/64QAM

表8-6 LTE-FDD UL最大速率

LTE-FDD device category	Max data rate(peak)	Modulation type
Category 1	5Mbps	QPSK/16QAM
Category 2	25Mbps	QPSK/16QAM
Category 3	50Mbps	QPSK/16QAM
Category 4	50Mbps	QPSK/16QAM

8.4 使用安全与注意事项

为了安全的使用无线设备，请终端设备告知用户相关安全信息：

- ◇ 干扰：当禁止使用无线设备或设备的使用会引起电子设备的干扰与安全时，请关闭无线设备。因为终端在开机的状态时会收发射频信号。当靠近电视、收音机、电脑或者其它电器设备时会对其产生干扰。
- ◇ 医疗设备：在明文规定禁止使用无线设备的医疗和保健场所，请遵循该场所的规定，并关闭本设备。某些无线设备可能会干扰医疗设备，导致医疗设备不能正常工作，或导致误差，如果发生干扰，请关闭无线设备，并咨询医生。
- ◇ 易燃易爆区域：在易燃易爆区域，请关闭您的无线设备，并遵守相关标识说明，以免引起爆炸或火灾。如：加油站、燃料区、化工制品区域以及化工运输及存储设施，有爆炸危险标志的区域，有“关掉无线电设备”标志的区域等。
- ◇ 交通安全：请遵守所在国家或地区的当地法律或法规关于在驾驶车辆时对无线设备使用的相关规定。
- ◇ 航空安全：乘坐飞机时，请遵守航空公司关于无线设备使用的相关规定和条例。在起飞前，请关闭无线设备，以免无线信号干扰飞机控制信号。
- ◇ 环境保护：请遵守有关设备包装材料、设备或其配件处理的本地法令，并支持回收行动。
- ◇ 紧急呼叫：本设备使用无线信号进行传播。因此不能保证所有情况下网络都能连接，故在紧急情况下，不能将本无线设备作为唯一的联系方式。